

岐阜医療科学大学

紀 要

第 3 号

2 0 0 9 年 3 月



## 目 次

Morphological Changes in Ascidian Spermatozoa during Fertilization	1
	Makoto FUKUMOTO
マンモグラムにおけるコンピュータ診断支援システムの過去症例への適応	17
	篠原 範充, 原 武史, 藤田 広志, 遠藤登喜子
ステップウェッジ像を利用したマンモグラムにおける微小石灰化像の自動検出	23
	篠原 範充, 原 武史, 藤田 広志, 堀田 勝平, 遠藤登喜子
ICFにおける「心身機能・身体構造」の領域に対する看護職と介護職の認識の違い ～介護老人保健施設のケア実践者に対するインタビュー調査から～	29
	小木曾加奈子, 安藤 邑恵
ICFにおける「活動と参加」の領域に対する看護職と介護職の認識の違い ～介護老人保健施設のケア実践者に対するインタビュー調査から～	37
	小木曾加奈子, 安藤 邑恵
入学時における大学生のコンピュータ技能とその修得に関する要因の検討	49
	八田 武俊, 渥美 龍男, 高田 宗樹, 吉田 貴博
動脈硬化領域内における骨髓由来細胞領域の Green fluorescent protein(GFP) を用いた検討	55
	丹羽 民和
アモルファスポリアミド (6I / 6T) ブレンドの誘電的性質 (I) <i>m</i> -キシレンジアミン / アジピン酸ポリアミド (MXD6) とのブレンド	61
	只野 憲二
The Influenza Virus Persistent Infection System and Live-Attenuated Vaccine	71
	Yoshinobu KIMURA
養護教諭の職務の現状に関する研究	77
	山田小夜子, 橋本 廣子
基本看護技術論授業展開の工夫 ～単元：環境・移動・観察の授業内容評価から～	83
	松村三千子, 上平 公子, 柴田由美子, 長屋 江見
老年看護学授業「口腔ケア演習」を通して学生の学び	93
	松村三千子, 上平 公子

Mitochondrial Translocation in Ascidian Spermatozoa and Its Role in Reproduction .....	101
	Makoto FUKUMOTO
A simulated study of the deterioration in the equilibrium function with advancing age .....	109
	Hiroki TAKADA, Masumi TAKADA, Kunihiko TANAKA, Tomoki SHIOZAWA, Masashi FURUTA and Masaru MIYAO
A Study of Stochastic Resonance as a Mathematical Model of Electrogastrography during Supine Position.....	119
	Hiroki TAKADA, Yasuyuki MATSUURA and Kiyoko YOKOYAMA
朴葉成分の各種病原微生物に対する抗菌活性 .....	125
	武井 泰, 永井 慎, 上平 公子, 藤吉 恵美, 長屋 江見 武井由貴絵, 横山 久美, 築地 真実, 豊田 淑恵, 田爪 正氣
手指衛生管理における継続的教育介入効果 .....	129
	棚橋千弥子, 柴田由美子, 長屋 江見
成人看護学実習における「転倒リスク」の情報収集の傾向 .....	137
	柴田由美子, 棚橋千弥子, 武井 泰, 長屋 江見, 川畑 安正
老年臨床看護におけるオムツ着用体験による学びの変化 .....	143
	上平 公子, 松村三千子
3歳児健診から見た育児不安と育児支援（第2報）～育児不安に注目して～ .....	153
	橋本 廣子, 宮田 延子, 下井 勝子
数式処理ソフト Mathematica によるグラフ表示を用いた複素関数の動画教材 .....	159
	藤垣 康子, 藤垣 雅司, 藤垣 佳子
遺伝医療にまつわる倫理上の問題について CCNE の見解の動向（一） .....	171
	加藤太喜子
X線 CT における検出器の標本化間隔に対する投影データ値の応答解析 .....	177
	安田 成臣, 小寺 吉衛
助産師教育を担当する教員が考える将来の助産師教育 .....	185
	唐沢 泉, 大室 律子
核家族世帯における2歳以下の児をもつ父親・母親の育児機能 一家事・育児協力の有無による比較一 .....	195
	藤生 君江, 吉川 一枝, 神庭 純子, 山口 明子, 仲村 秀子

基礎看護技術としてのタオルの絞り方への影響因子

—所要時間・残水量・表面筋電図を用いた上肢筋活動量に着目して— ..... 203

小林 貴子, 伊藤香百里, 金栄 亨子, 荒木田美香子

病院に勤務する看護師に対するバーンアウト予防プログラムの効果 ..... 209

水野 正延, 小林 貴子, 植村 勝彦

The Physiological Effects and Metabolic Fate of Ethyl  $\alpha$ -D-Glucoside in Rat ..... 219

Tomoyuki MISHIMA, Takashi HAYAKAWA, Kenji OZEKI and Haruhito TSUGE

微圧力下での角膜細胞内変化に関する研究 ..... 225

永井 慎, 片渕 哲朗, 亀井 鑑

ヘッドマウントディスプレイを用いた各種映像刺激による映像酔いの影響評価 ..... 229

山本 哲也, 高田 宗樹, 杉浦 明弘, 宮尾 克

IHE 統合プロファイルを利用した医療情報実習の試み ..... 235

杉浦 明弘, 津坂 昌利, 渡辺 洋平, 小林 誠, 江島 豪一

BULLETIN OF GIFU UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCE

No.3, 2009

CONTENTS

Morphological Changes in Ascidian Spermatozoa during Fertilization .....	1
	Makoto FUKUMOTO
Investigation on the Efficiency of Mammograms Computer-aided Diagnosis(CAD) .....	17
	Norimitsu SHINOHARA, Takeshi HARA, Hiroshi FUJITA and Tokiko ENDO
Detection of Clustered Microcalcifications in Mammogram by Use of Step Wedge Image .....	23
	Norimitsu SHINOHARA, Takeshi HARA, Hiroshi FUJITA, Katsuhei HORITA and Tokiko ENDO
A Difference of the Recognition for the Domain of “Body Functions and the Body Structures” in ICF among Nurse and Care Worker —Analysis of the Interview Investigation of the Care Staff of the Nursing Home— .....	29
	Kanako OGISO and Satoe ANDO
A Difference of the Recognition for the Domain of “Activities and Participation” in ICF among Nurse and Care Worker —Analysis of the Interview Investigation of the Care Staff of the Nursing Home— .....	37
	Kanako OGISO and Satoe ANDO
Research on the connection between computer literacy and several factors of acquirement for freshmen at a medical university .....	49
	Taketoshi HATTA, Tatsuo ATSUMI, Hiroki TAKADA and Takahiro YOSHIDA
Quantification of bone marrow-derived cell rates using green fluorescent protein in atherosclerotic plaques .....	55
	Tamikazu NIWA
Dielectric properties of amorphous polyamide (6I/6T) blends.	
(I) Blends with <i>m</i> -xylenediamine/adipic acid polyamide (MXD6) .....	61
	Kenji TADANO
The Influenza Virus Persistent Infection System and Live-Attenuated Vaccine .....	71
	Yoshinobu KIMURA
A study on the conditions for the functions of Yogo teacher .....	77
	Sayoko YAMADA and Hiroko HASHIMOTO
Device of lecture Fundamental nursing art	
~ The unit: From the content of the Lecture of the environment, the movement, and the observation evaluation ~ .....	83
	Michiko MATSUMURA, Kimiko KAMIHIRA, Yumiko SHIBATA and Emi NAGAYA

Student's learning through old age nursing study lecture "Mouth caring practice" .....	93
Michiko MATSUMURA and Kimiko KAMIHIRA	
Mitochondrial Translocation in Ascidian Spermatozoa and Its Role in Reproduction .....	101
Makoto FUKUMOTO	
A simulated study of the deterioration in the equilibrium function with advancing age.....	109
Hiroki TAKADA, Masumi TAKADA, Kunihiko TANAKA	
Tomoki SHIOZAWA, Masashi FURUTA and Masaru MIYAO	
A Study of Stochastic Resonance as a Mathematical Model of Electrogastrography during Supine Position .....	119
Hiroki TAKADA, Yasuyuki MATSUURA and Kiyoko YOKOYAMA	
Examination of antibacterial activity against various pathogenic microorganism of a leaf constituent of Magnolia obovata Thunb .....	125
Yasushi TAKEI, Makoto NAGAI, Kimiko KAMIHIRA, Emi FUJIYOSHI, Emi NAGAYA	
Yukie TAKEI, Kumi YOKOYAMA, Mami TSUKIJI, Toshie TOYODA and Seiki TAZUME	
The effectiveness of educational intervention on the hygienic control of hands and fingers .....	129
Chiyako TANAHASHI, Yumiko SIBATA and Emi NAGAYA	
A tendency of information collection of "a fall risk" in adult nursing practicum .....	137
Yumiko SHIBATA, Chiyako TANAHASHI, Yasushi TAKEI	
Emi NAGAYA and Yasumasa KAWAHATA	
A change of the learning by the diaper wearing experience in the Gerontological Nursing .....	143
Kimiko KAMIHIRA and Michiko MATSUMURA	
Mother's Anxiety and Helping Need around Child-rearing (Part2) —Focused on Mother's Anxiety— .....	153
Hiroko HASHIMOTO, Nobuko MIYATA and Katsuko SHIMOI	
Animated teaching simulations made by Mathematica for studying functions of complex variable .....	159
Yasuko FUJIGAKI, Masashi FUJIGAKI and Yoshiko FUJIGAKI	
The trends of CCNE's opinions on ethical problems, related to genetic medicine (I) .....	171
Takiko KATO	
Response analysis of projection data about sampling interval of an x-ray CT detector .....	177
Naruomi YASUDA and Yoshie KODERA	
Future Midwifery Education in Colleges and Universities .....	185
Izumi KARASAWA and Ritsuko OHMURA	

Childcare function of mothers and fathers with children under the age of 2 in nuclear family households: Comparison of cooperation regarding housework and childcare .....	195
---	-----

Kimie FUJIU, Kazue KIKKAWA, Junko KAMINIWA, Akiko YAMAGUTI and Hideko NAKAMURA

An influence on how to squeeze towels factor as the Art of Nursing
--

—Pay its attention to the efficiency of squeezing out water from water-soaked towels by measuring arm muscle activity, used the time required / out water from water-soaked towels / a surface EMG for; and— .....	203
--	-----

Takaka KOBAYASHI, Kaori ITO, Kyouko KANAE, Mikako ARAKIDA

The effect of the burnout prevention program for a nurse working in a hospital .....	209
--	-----

Masanobu MIZUNO, Takako KOBAYASHI, Katsuhiko UEMURA

The Physiological Effects and Metabolic Fate of Ethyl $\alpha$ -D-Glucoside in Rat .....	219
--	-----

Tomoyuki MISHIMA, Takashi HAYAKAWA, Kenji OZEKI and Haruhito TSUGE

Effect of the air press treatment at low temperature on the delay of apoptosis to living cell in the storage. ....	225
--	-----

Makoto NAGAI, Teturo KATABUCHI and Akira KAMEI

Evaluation of the effect of motion sickness induced by watching various images on a head-mounted display....	229
--	-----

Tetsuya YAMAMOTO, Hiroki TAKADA, Akihiro SUGIURA and Masaru MIYAGO

A Study of Medical-Information Training with the Integrating the Healthcare Enterprise Integration Profile in an Educational Facility .....	235
---	-----

Akihiro SUGIURA, Masatoshi TSUZAKA, Yohei WATANABE

Makoto KOBAYASHI and Hidekazu ESHIMA

## Morphological Changes in Ascidian Spermatozoa during Fertilization

Makoto FUKUMOTO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Part-time lecturer (Biology), Gifu Univ. Med. Sci.

(Accepted Oct. 1, 2008)

### Abstract

The ascidian spermatozoa have a small acrosome(s). The acrosome reaction occurs through vesiculation, in fundamentally the same way as observed for mammalian spermatozoa. It occurs in the perivitelline space after passage through the vitelline coat (chorion), which suggests that chorion lysin(s) is associated with the plasma membrane at the apex of the sperm head. In the perivitelline space, apical processes protrude from the peripheral margin of the apex of the acrosome reacted sperm head. Gamete fusion between some of these processes and the egg plasma membrane occurs in the same way that it does in other marine invertebrates, resulting in the incorporation of the sperm into the egg from the anterior tip of its head. These facts suggest that the apical process is functionally homologous to the acrosoomal process(es) of other marine invertebrates. In this respect, fertilization in ascidians has characteristics of both mammals and other marine invertebrates. The acrosomal substance released in the perivitelline space might be an enzyme responsible for the membrane fusion between the apical process and the egg plasma membrane.

One of the unique events in ascidian fertilization is that the sperm mitochondrion (paternal mitochondrion) is trapped by follicle cells and discarded outside of the vitelline coat (chorion) during fertilization, which might, in turn, generate the driving force allowing its head to pass through the vitelline coat (chorion). This supposition is reasonable because the chorion lysin(s) might be intercalated, in a non-diffusible state, into the plasma membrane enclosing the apical region of the sperm head.

In order to develop a satisfactory understanding of the mechanisms that underlie ascidian fertilization, further morphological studies on ascidians with internal fertilization are indispensable.

### [1] Introduction

The subphylum Tunicata(Urochordata), located in the base of the evolutional lineage of the chordates, consists of three classes; Ascidiacea, Appendicularia and Thaliacea. Both Appendicularians and Thaliaceans are pelagic, while Ascidiarians are benthic. From a phylogenetic view point, ascidians are an important basal sister group in the evolutionary pathway from invertebrates to vertebrates<sup>1)</sup>.

In sexual reproduction, fertilization commonly involves the union of specialized male and female gametes (sperm and egg) and the combination of genetic materials from both sexes. Studies on fertilization in various animal species have shown that there is a series of morphological events that are well-choreographed interactions between sperm and egg, which evolved as adaptations for the existence of species. Although we have a long history of

developmental studies on ascidians<sup>2)</sup>, our knowledge concerning morphological aspects of ascidian fertilization is poor.

The ascidian egg is enclosed by a relatively thick and tough vitelline coat (chorion) composed of a thick network of interwoven microfibrils, to which spermatozoa bind as a prerequisite for fertilization in *Ciona intestinalis*<sup>3)</sup> and which presents self and non-self recognition site in *Ciona intestinalis*<sup>4)</sup> and in *Halocynthia roretzi*<sup>5)</sup>. A single layer of highly vacuolated follicle cells decorates the outside of the vitelline coat (chorion). The follicle cells are thought to be involved in sperm attraction in *Ciona intestinalis*<sup>6)</sup>, in egg floatation in *Corella willmeriana*<sup>7)</sup>, in sperm penetration through the vitelline coat (chorion) in *Halocynthia roretzi*<sup>8)</sup> and in block to interspecific fertilization in *Ascidia aspersa*<sup>9,10)</sup>. Test cells are located in the perivitelline space between the egg surface and the vitelline coat (chorion). It

<sup>2</sup> Professor Emeritus, Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University, Mizuho-ku, Nagoya 467-5801, Japan  
e-mail : fukumoto@nsc.nagoya-cu.ac.jp

has been proposed that the test cells make the larval tunic hydrophilic during development<sup>11)</sup>. However, the role of test cells in fertilization still remains enigmatic. Such an elaborate set of egg investments lead to the supposition that spermatozoa of ascidians may be highly modified to effect penetration through the envelope and achieve successful fusion with the female gamete.

In the appendicularian *Oikopleura dioica*, spermatozoa have a so-called “typical acrosome”<sup>12)</sup>. According to Holland *et al.*,<sup>13)</sup>, fertilization in *Oikopleura dioica* occurs in essentially the same way that it does in other marine invertebrates. This is not the case in ascidians. For this reason, we can expect the ascidians to provide us with many challenging and attractive problems during the process of fertilization. I have written two reviews of ascidian fertilization<sup>14,15)</sup>. This review will focus on morphological changes in ascidian spermatozoa during fertilization with special emphasis on comparisons with reference to mammals and other marine invertebrates, especially echinoderms.

## [2] Sperm Morphology

Ascidian sperm have several characteristic features; a fairly long head with a single mitochondrion which is applied laterally to the nucleus as a lateral body; a midpiece is lacking. The tail of ascidian spermatozoa contains a simple flagellum with a 9+2 microtubular

axoneme pattern. As a representative of ascidians with external fertilization, the differentiated spermatozoa of *Ciona intestinalis* is schematically illustrated in Figure 1. The spermatozoon of *C. intestinalis* has an elongated head (approximately 4  $\mu\text{m}$  in length) with a wedge-shaped tip. A single mitochondrion is closely applied laterally to the nucleus as a lateral body. An acrosome is present at the anterior region of the head, which appears as a flattened vesicle (about 150 nm x 160 nm x 60 nm). Apical substance(AS) which is an accumulation of moderately electron-dense material is present at the anterior-most tip of the head. Fuzzy materials(F) decorate the external surface of the anterior region of the plasma membrane enclosing the head. Nuclear pores are present. Another characteristic of ascidian sperm shows species specific morphological diversity (Fig. 2). In ascidians with internal fertilization, the sperm head is generally longer and more specialized than that in ascidians with external fertilization. For example, the sperm head of *Perophora formosana* with internal fertilization is about 90  $\mu\text{m}$  long and has an apical structure, approximately 4  $\mu\text{m}$  in length, at the anterior tip of its head<sup>16,17)</sup>. The mitochondrion is also extremely long (ca.80  $\mu\text{m}$  long) and seen as a lateral body which is wound around the nucleus. The helical configuration of the mitochondrion probably represents an adaptation which facilitates the locomotion of the spermatozoon<sup>17)</sup>. On the other hand, the sperm head of *Ciona intestinalis* with

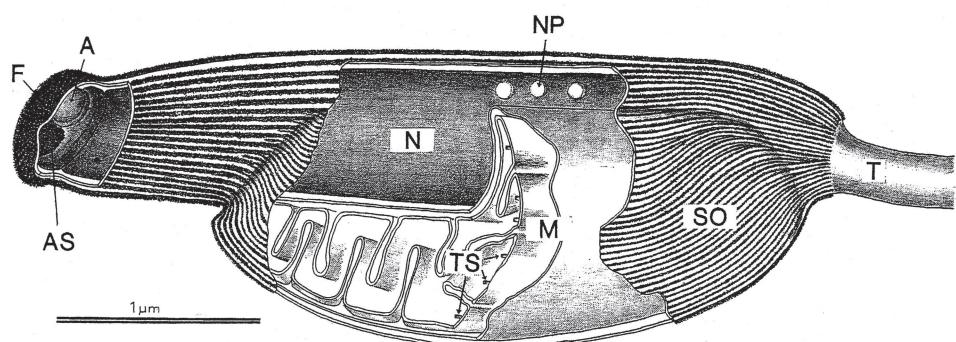


Fig. 1. Schematic illustration of *Ciona intestinalis* Spermatozoon.

The spermatozoon of *C. intestinalis* has architectural features that are characteristic of ascidian spermatozoa. It has an elongated head (approximately 4  $\mu\text{m}$  in length) with a wedge-shaped tip and a mitochondrion(M) which is closely applied laterally to the nucleus (N). An acrosome (A) is present at the anterior region of the head, which appears as a flattened vesicle (about 150 nm x 160 nm x 60 nm). Apical substance (AS) which is an accumulation of moderately electron-dense material is present at the anterior tip of the head. Fuzzy materials (F) decorate the external surface of the anterior region of the plasma membrane enclosing the head. Nuclear pores (NP) are present in the anterior region of the head. Tubular structures(TS), approximately 20 nm in diameter, are present in the mitochondrion just inside its inner membrane running antero-posteriorly. SO; surface ornamentation. [Fukumoto<sup>14</sup>]

external fertilization is about 4  $\mu\text{m}$  in length (Fig. 1).

Filamentous structures in the sperm mitochondria have been reported in *Perophora formosana*. These filamentous structures (approximately 10 nm in thickness) are observed exclusively in the mitochondrial matrix. They are arranged parallel to one another along the long axis of mitochondrion. During spermiogenesis, they appear in the mitochondria of spermatids as the mitochondrion begins to elongate into the lateral body<sup>16</sup>. Similar structures have been seen in mitochondria of some other compound ascidians with internal fertilization: *Clavelina picta*, *C. huntsmani*, *C. lepadiformis*, *Distaplia occidentalis* (Fukumoto, unpublished). In *Ciona intestinalis* with external fertilization, fine filaments (about 7 nm in diameter) have been seen in mitochondria where they elongate during translocation of the mitochondrion through the tail during fertilization<sup>18</sup>. In *Pyura vittata* spermatids, tube-like structures which are 30 nm in diameter filled with an electron-opaque substance have been observed<sup>19</sup>. A fairly regular banding pattern is observed along the

structures. Each band is about 7 nm in width. These structures extend longitudinally in the mitochondrion from its anterior tip to its posterior end along the inner membrane adjacent to the nucleus. Mitochondria of fully differentiated spermatozoa have 14-16 of these structures which are arranged parallel to one another along their longitudinal axes. Similar structures have been seen in *Pyura haustor*<sup>20</sup>. These filamentous and tubular structures are thought to be necessary for mitochondrial elongation and shape change<sup>16,18,19</sup>.

### [3] Acrosome and Its Differentiation

Because of their extremely slender apex (Fig. 2), whether an acrosome is present or not in ascidian spermatozoa has been a longstanding debate<sup>21-25</sup>. Cloney and Abbott<sup>26</sup> first showed membrane-bound vesicle(s) at the apex of the sperm head in *Ascidia callosa* which they referred to as the putative acrosome. Subsequently, one or more small acrosome(s) have been found at the apex of the sperm head in all stolidobranch, phlebobranch and aplousobranch ascidians so far examined (Fig. 3 and Table).

During acrosome differentiation in other animal species, proacrosomal vesicles derived from Golgi complex(es) coalesce to form one acrosomal vesicle<sup>29,30</sup>. In ascidians, a small number of vesicles appear in the blister at the anterior region of spermatids and fuse to form an acrosome during further differentiation in *Styela plicata*, and *Pyura haustor*<sup>20</sup>, in *Molgula manhattensis*<sup>31</sup>, in *Diplosoma macdonaldi*<sup>32</sup>, in *Halocynthia roretzi*<sup>33</sup>, in *Ciona intestinalis* and *Clavelina lepadiformis*<sup>34</sup>, in *Ascidia aspersa*<sup>35</sup> and in *Botryllus schlosseri*<sup>36</sup>.

In *Molgula manhattensis*, at least three or four vesicles (approximately 50 nm in diameter) appear in the blister at the apex of the sperm head in early spermiogenesis. They fuse with each other to form an acrosomal vesicle during middle stage of spermiogenesis. The acrosome is horseshoe-shaped just after fusion and round up during further differentiation. The fully differentiated acrosome is approximately 80 x 80 x 40 nm and is positioned at the apex of the sperm head<sup>31</sup>. The differentiation of the acrosome in *M. manhattensis* is schematically illustrated in Fig. 4. Similar observations have been made on acrosome differentiation in *Ciona intestinalis* and *Clavelina*

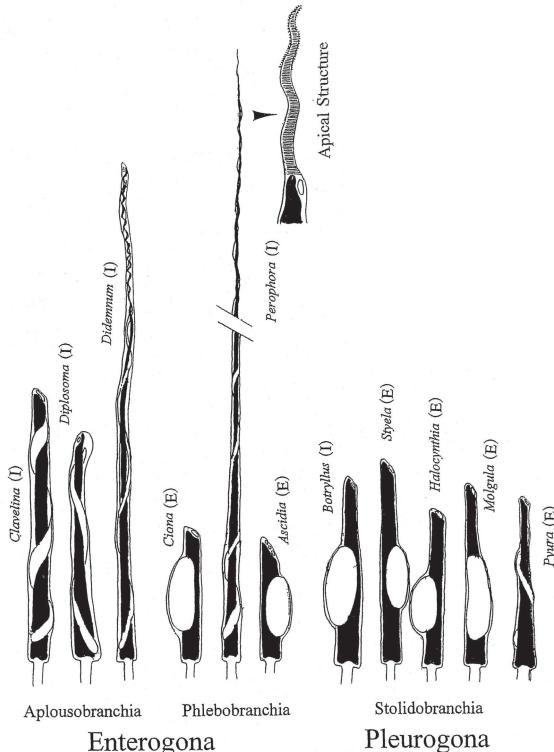


Fig. 2. Schematic illustration of ascidian spermatozoa showing their morphological diversities and their slender apices. Explanation in the text.

(E), external fertilization; (I), internal fertilization.  
[Fukumoto, original].

Table Ascidian species with acrosome(s)

Order	Suborder	Genus and Species	References
Enterogona	Aplousobranchia	<i>Clavelina huntsumani</i>	*
		<i>Clavelina picta</i>	*
		<i>Clavelina lepadiformis</i>	27, 34
		<i>Aplidium californicum</i>	*
		<i>Diplosoma macdonaldi</i>	32
		<i>Ciona intestinalis</i>	37
		<i>Ciona savigney</i>	*
Pleurogona	Stolidobranchiata	<i>Perophora formosana</i>	16
		<i>Perophora annectens</i>	17
		<i>Ecteinascidia turbinata</i>	*
		<i>Corella pacifica</i>	*
		<i>Phallusia nigra</i>	43
		<i>Phallusia mammillata</i>	61
		<i>Ascidia zara</i>	42
		<i>Ascidia gemmata</i>	42
		<i>Ascidia callosa</i>	26
		<i>Ascidia mentula</i>	35
Pleurogona	Stolidobranchiata	<i>Styela plicata</i>	20
		<i>Styela clava</i>	*
		<i>Cnemidocarpa finmarkiensis</i>	28
		<i>Botryllus schlosseri</i>	28, 36
		<i>Metandrocarpa taylori</i>	*
		<i>Pyura haustor</i>	20
		<i>Pyura vittata</i>	*
		<i>Boltenia villosa</i>	28
		<i>Herdmania momus</i>	28
		<i>Halocynthia roretzi</i>	33, 53
		<i>Molgula manhattensis</i>	31

\* Fukumoto unpublished

[Fukumoto<sup>14,15)</sup>, modified]*lepadiformis*<sup>34)</sup>.

One peculiarity of the ascidian acrosome is its greatly reduced size<sup>28)</sup>. The reduction of acrosome volume in ascidian spermatozoa may be an important character that should be considered in scenarios on tunicate evolution<sup>34,35,37)</sup>. The reduction of acrosome volume in ascidians may be occurred by the intercalation of vitelline coat (chorion) lysin(s) into the plasma membrane enclosing the sperm head during spermiogenesis without coalescing to form a typical acrosome observed in other animal species. In *Styela plicata* and *Pyura haustor*, it is plausible that a number of Golgi-derived vesicles that might contain lysin(s) were incorporated into the plasma membrane of the sperm head during spermiogenesis without coalescing to form a typical acrosome<sup>20)</sup>. In *Perophora annectens* spermatozoa, fuzzy extracellular material is restricted exclusively to the plasma membrane enclosing the anterior quarter of the apical structure. This coincides with the region where the fragmented proacrosomal vesicles probably were incorporated during

the process of spermiogenesis (Fig.5). This assumption is also supported by the findings of a sperm surface, chymotrypsin-like enzyme in *Ciona intestinalis*<sup>38)</sup>, in *Ascidia ceratodes*, *Ascidia callosa* and *Ascidia paratropa*<sup>39)</sup> and two types of trypsin-like proteases, spermosin and acrosin from *Halocynthia roretzi*<sup>40,41)</sup>.

The idea that lysins are present on the surface of the sperm head was originally proposed by Woollacott<sup>23)</sup>. He was able to extract proteases (lysins) from the sperm of *Ciona intestinalis*. He suggested that these lysins were closely associated with the ridge-like surface ornamentation of the sperm head, mainly because he tried to find an acrosome but failed to detect one.

With respect to the origin of the vesicles in the blister, no direct evidence has been found to show that they are derived from the Golgi apparatus. In view of the fact that early spermatids have a fairly well developed Golgi apparatus and Golgi derived vesicles, it seems safe to assume that they are derived from Golgi vesicles<sup>20,31)</sup>.

It has been proposed that there are three types of

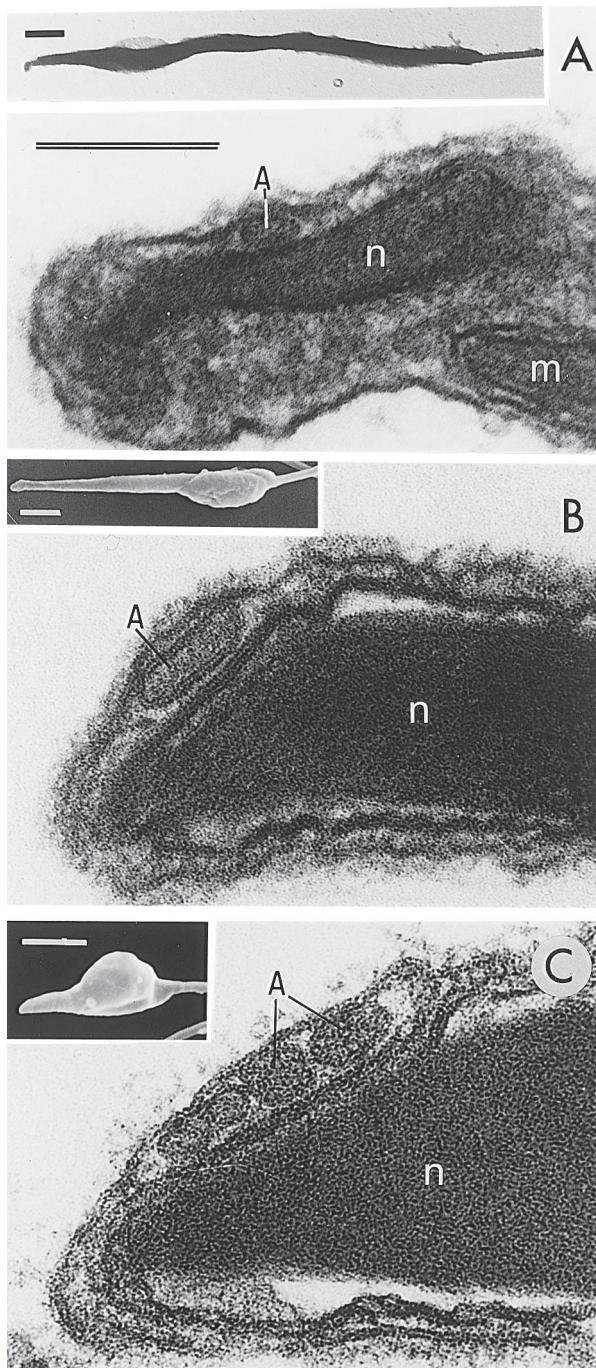


Fig. 3. The acrosomes of representative species : (A) *Diplosoma listerianum* (Aploousbranchia), Bar : 200 nm(this is also applicable to B and C), (B) *Styela plicata* (Stolidobranchia) (C) *Phallusia nigra* (Phlebobranchia). In rectangles, an image of the head of each species is shown. Bar : 2  $\mu$ m A, acrosome(s); N, nucleus. [Fukumoto, original]

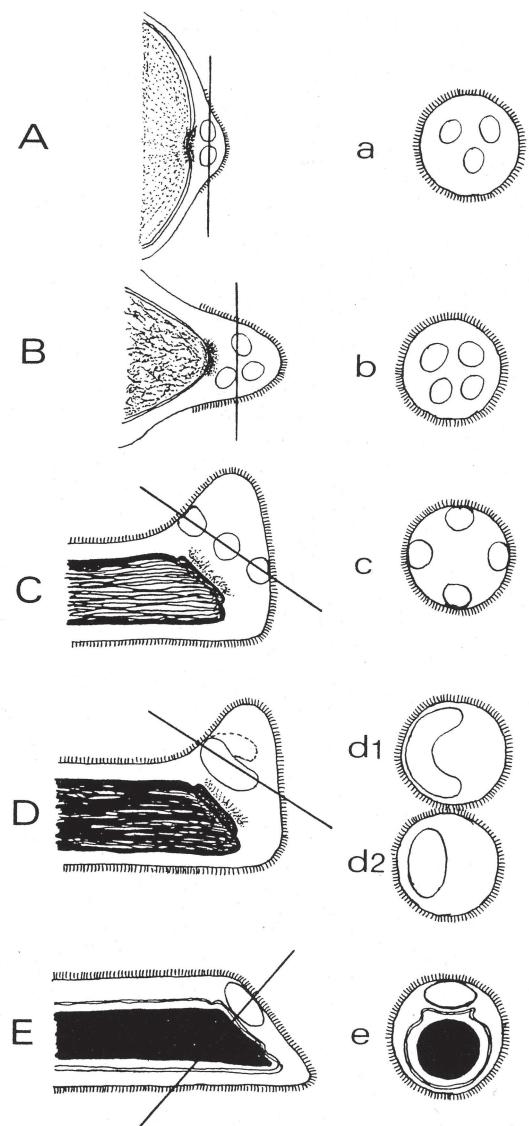


Fig. 4. Schematic illustration showing the differentiation of the acrosome in *Molgula manhattensis*. In early spermatids(A, B), the plasma membrane at the apex expands to form a blister which is covered with fuzzy extracellular material. Three or four moderately electron-dense vesicles (50-60 nm in diameter) are present in the blister (a, b). Midway through spermiogenesis (C, D), these vesicles attach to the inner surface of the plasma membrane enclosing the blister. These vesicles, thereafter, fuse with each other along the inner surface of the plasma membrane and form a horseshoe-shaped acrosomal vesicle(d1) which transforms into a sphere(d2). In differentiated spermatozoa (E), the acrosome is a slightly depressed sphere positioned at the apex(e). The illustrations marked by small letters represent transverse sections at the level indicated in those marked by capital letters, respectively. [Fukumoto<sup>31</sup>].

acrosome differentiation in ascidians<sup>42</sup> (Fig. 6). In type I, one proacrosomal vesicle appears in the blister of an early spermatid and becomes larger during spermiogenesis,

resulting in the formation of an acrosome as observed in *Halocynthia roretzi*<sup>33</sup>. In type 2, two to several proacrosomal vesicles appear in the blister of early

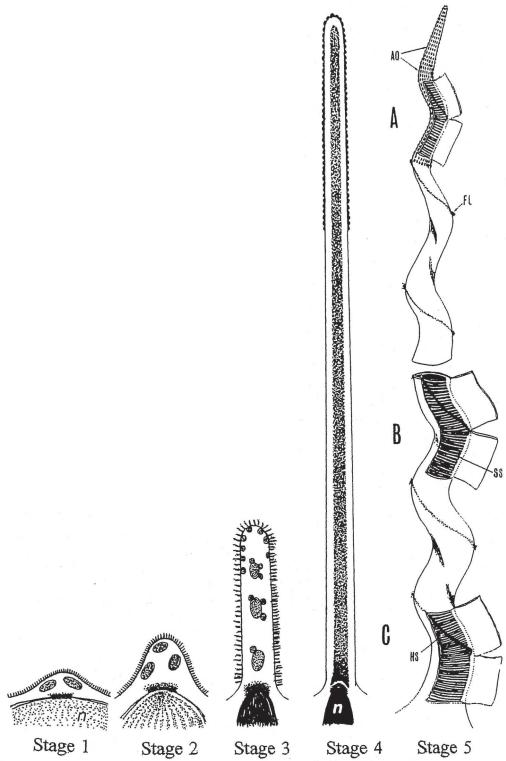


Fig. 5. Schematic illustration showing the differentiation of the apical structure in *Perophora annexens*. In younger spermatids, the plasma membrane at the apex expands to form a small blister (stage 1), which is covered with fuzzy extracellular material. The blister develops further through a conical protrusion (stage 2) into a finger-like process (stage 3), which is also decorated by a fuzzy extracellular material on its whole surface. This process increases in length to become an elongated process with electron-dense material in its core and anterior ornaments (AO) on its apical region (stage 4). Finally, the elongated process is helically coiled to form a structure (apical structure) in which electron-dense material becomes aggregated periodically to form a striated structure (stage 5). The anterior quarter (approximately 1  $\mu\text{m}$  in length) of both the elongated process (stage 4) and the apical structure (stage 5) corresponds to finger-like process at stage 3. Vesicles (presumably pro-acrosomal vesicles) have been recognized in younger stages 1-3. In the finger-like process at stage 3, these vesicles appear to transform into smaller vesicles, which ultimately fuse with the anterior plasma membrane of finger-like process. The plasma membrane enclosing the anterior quarter of the apical structure is decorated by the anterior ornaments (AO). A helical string (HS) can be observed running inside along the ridge of the helix. Fluff (FL) is present on the plasma membrane just outside the region corresponding to the helical string. A, B and C are views inside the anterior, middle and posterior regions, respectively. AO, anterior ornament; FL, fluff; HS, helical string; N, nucleus; SS, striated structure. [Fukumoto<sup>17</sup>, modified].

spermatids. During spermiogenesis, they fuse with each other to form a single acrosome as observed in *Styela*

*plicata* and *Pyura haustor*<sup>20</sup>, in *Morgula manhattensis*<sup>31</sup>, in *Diplosoma macdonaldi*<sup>32</sup>, in *Ciona intestinalis* and *Clavelina lepadiformis*<sup>34</sup>, in *Ascidia aspersa*<sup>35</sup> and in *Botryllus schlosseri*<sup>36</sup>. In type 3, several proacrosomal vesicles appear in the blister of early spermatids and differentiate without coalescing with each other, resulting in the multiple acrosomal vesicles observed in *Phallusia nigra*<sup>43</sup>, in *Ascidia zara* and *Ascidia gemmata*<sup>42</sup> and in *Ascidia mentula*<sup>35</sup>. Ascidians are divided into two orders, mainly on the basis of gonad location: Pleurogonia and Enterogonona (Fig. 2). All pleurogonan ascidiants so far studied exhibited type 1 and type 2 acrosome differentiation. All enterogonan ascidiants studied exhibited type 2 and type 3 acrosome differentiation. Among enterogonan species, *Phallusia nigra*, *Ascidia zara*, *Ascidia gemmata* and *Ascidia mentula* exhibited type 3 acrosome differentiation. Although more studies on other ascidian species are needed, the three different types of acrosome formation in ascidiants may be useful in phylogenetic studies on ascidiants<sup>35</sup>.

#### [4] Acrosome Reaction

In mammalian spermatozoa, an acrosome reaction occurs through the vesiculation, resulting in release of lysin(s)<sup>44-46</sup>.

In some marine invertebrates, the acrosome reaction occurs via exocytosis of acrosomal substance followed by the formation of one or more acrosomal process(es) enclosed by the acrosomal inner membrane that is responsible for the fusion of the sperm with the egg plasma membrane. Exocytosis occurs through an opening formed by the fusion between the acrosomal outer membrane and the plasma membrane enclosing the acrosome<sup>47-49</sup>.

In ascidiants, caffeine induces morphological changes in the acrosome of *Ciona intestinalis* spermatozoa, which I have referred to as an acrosome reaction<sup>50</sup>.  $\text{Ca}^{2+}$  ionophore A23187 is known to induce the acrosome reaction in spermatozoa of various species of animals through the influx of  $\text{Ca}^{2+}$ <sup>51,52</sup>. I have shown, using calcium ionophore A23187 on spermatozoa of *Ciona intestinalis* and *Halocynthia roretzi*, that similar morphological changes have been induced by caffeine<sup>53</sup>. The acrosome reaction occurs through vesiculation by fusion between the plasma

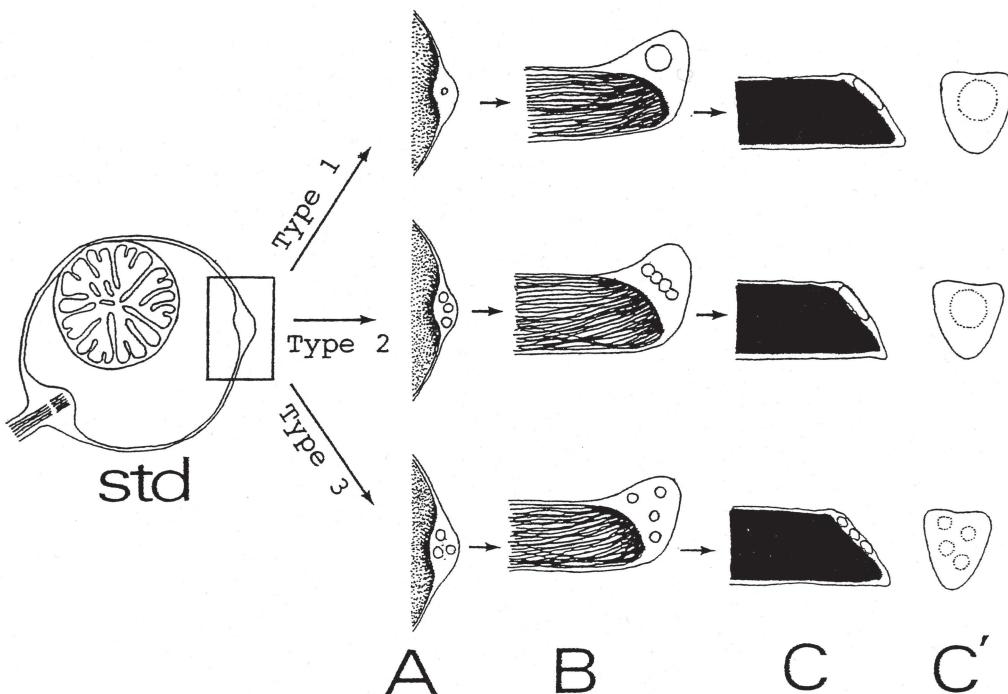


Fig. 6. Schematic illustration showing three different types of acrosome differentiation in ascidians. Type 1 : A small proacrosomal vesicle appears in the blister of early spermatid, which becomes larger during spermiogenesis, thus forming a single acrosome. Type 2 : Multiple proacrosomal vesicles appear in the blister of an early spermatid. These proacrosomal vesicles fuse with each other during spermiogenesis, thereby transforming into a single acrosome. Type 3 : Multiple proacrosomal vesicles appear in a blister of an early spermatid. These proacrosomal vesicles transform into multiple acrosomal vesicles without coalescing with each other. A : Blister of an early spermatid; B : blister of a middle stage spermatid; C : sagittal view of the apex of a differentiated sperm; C' : frontal view of a differentiated sperm; Std, spermatid. [Fujii and Fukumoto<sup>42</sup>].

membrane overlying the acrosome and the outer membrane of the acrosome at its peripheral margin, resulting in the formation of a small hybrid vesicle consisted of the acrosome outer membrane and the overlying plasma membrane (Fig. 7). The acrosomal inner membrane is exposed and becomes a part of the plasma membrane enclosing the anterior region of the sperm head. During this process, the acrosomal contents are externalized. A similar acrosome reaction has been induced in *Styela plicata*<sup>54</sup> and *Ascidia aspersa*<sup>55</sup>. These facts suggest that this type of acrosome reaction is not confined only to *Ciona intestinalis* and *Halocynthia roretzi*. Vesiculation typically occurs during the acrosome reaction in mammalian spermatozoa<sup>44-46</sup>. In this respect, the acrosome reaction in ascidians is similar to the acrosome reaction of mammalian spermatozoa<sup>35,50,53,54</sup>.

### [5] Fertilization

In *Ciona intestinalis*, the sperm-activating and attracting

factor (SAAF) is released from the vegetal pole of the egg, not from follicle cells, vitelline coat (chorion) and test cells. This factor is a type of disulfated steroid<sup>55,56</sup> and requires extracellular  $\text{Ca}^{2+}$  for activating sperm motility and eliciting chemotactic behavior of the activated sperm toward the egg<sup>57,58</sup>.

Morphological studies on fertilization in *Ciona intestinalis* show that spermatozoa can pass through the vitelline coat (chorion) with an intact acrosome and then lose their acrosome in the perivitelline space. Furthermore, I have observed that sperm have passed through the vitelline coat (chorion) with an intact acrosome leaving a hole with sharp boundary in *Halocynthia roretzi* (Fig. 2, A, B and C in Fukumoto and Numakunai<sup>59</sup>). These facts strongly suggest that the vitelline coat (chorion) lysin(s) is associated with the surface of the plasma membrane of the sperm head<sup>37,59</sup>.

In the perivitelline space, the acrosome reaction (vesiculation) occurs followed by the formation of

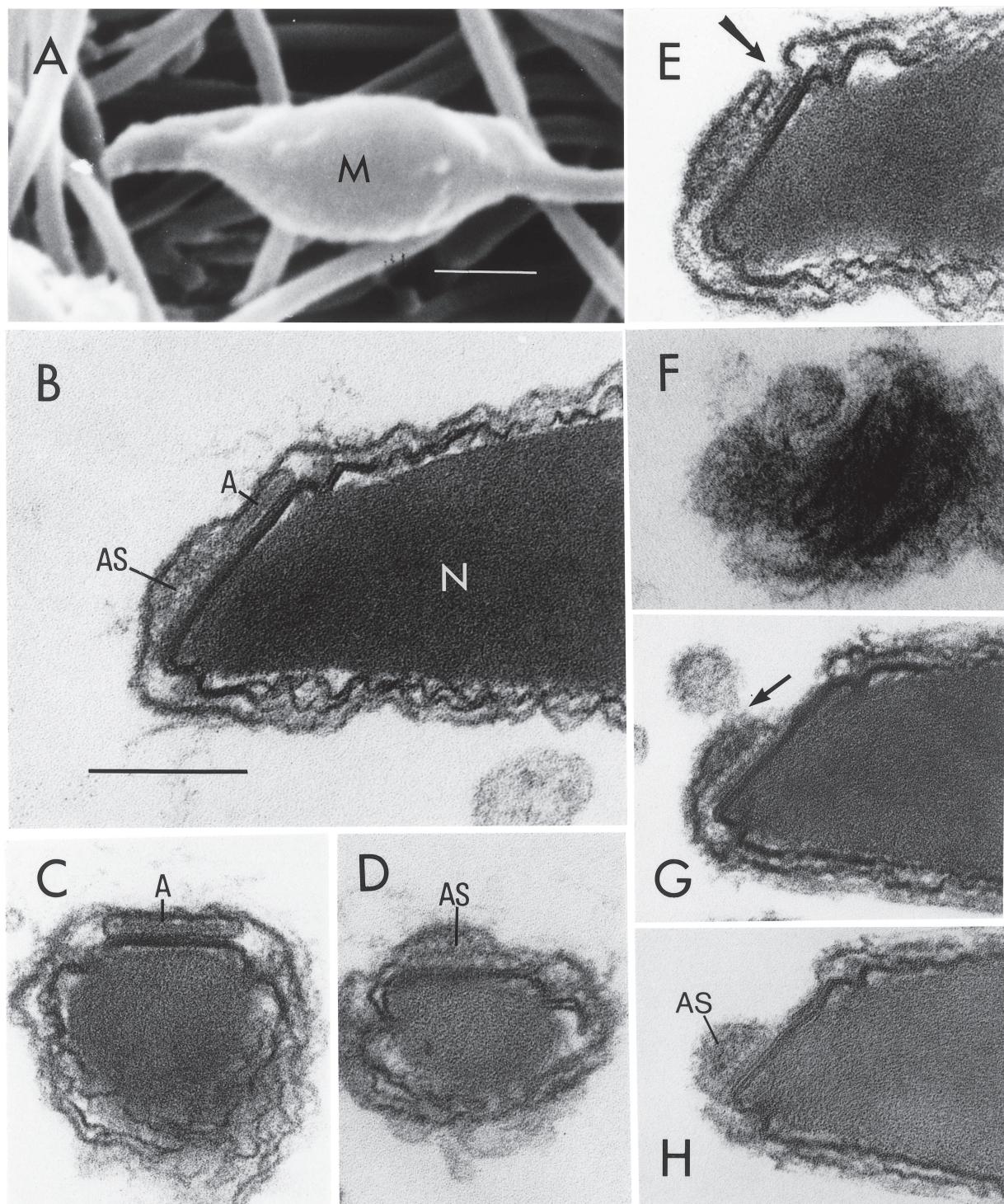


Fig. 7. Acrosome reaction in *Ciona intestinalis*.

A : Scanning electron microscope image of a *C. intestinalis* spermatozoon. Bar, 1  $\mu$ m. B : Sagittal section through the anterior region of the sperm head. An acrosome (A) is present. The acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane are in close contact with each other. An electron-dense plate in the acrosome is obvious. Bar, 200 nm (this scale is also applicable to C-H). C and D : Transeverse sections through the anterior region of the sperm head at the acrosome and apical substance level, respectively. E : Longitudinal slightly oblique section through the apex of the sperm head. Membrane fusion between the acrosomal outer membrane at its peripheral margin and the overlying plasma membrane has occurred (arrow). F : Longitudinal slightly oblique section through the apex of the sperm head. Fusion between the acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane seems to occur along the peripheral margin of the acrosome. G : Sagittal section through the anterior region of the sperm head. Shedding of a hybrid vesicle bounded by fused membrane between the acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane is probably about to occur. A thin connection between the hybrid vesicle and the anterior tip of the sperm head is still present (arrow). H : Sagittal section through the anterior region of the head after the acrosome reaction has been completed. The acrosome has disappeared from its proper location. A, acrosome; AS, apical substance; M, mitochondrion; N, nucleus. [Fukumoto<sup>53</sup>, modified]

processes from the anterior region of the sperm head (Fig. 8). In *Ciona intestinalis*, these processes typically are about 100 nm in length and 40 nm in diameter<sup>37,60</sup>. In some marine invertebrates, the plasma membrane enclosing the acrosomal process(s) are derived from the acrosomal inner

membrane. On the other hand, the processes in ascidians protrude mainly from the peripheral margin at the anterior tip of the sperm head (Fig. 8, F, G and H, and Fukumoto<sup>37,60</sup>). For this reason, these processes have been designated as “apical process” instead of “acrosomal process”<sup>37</sup>.

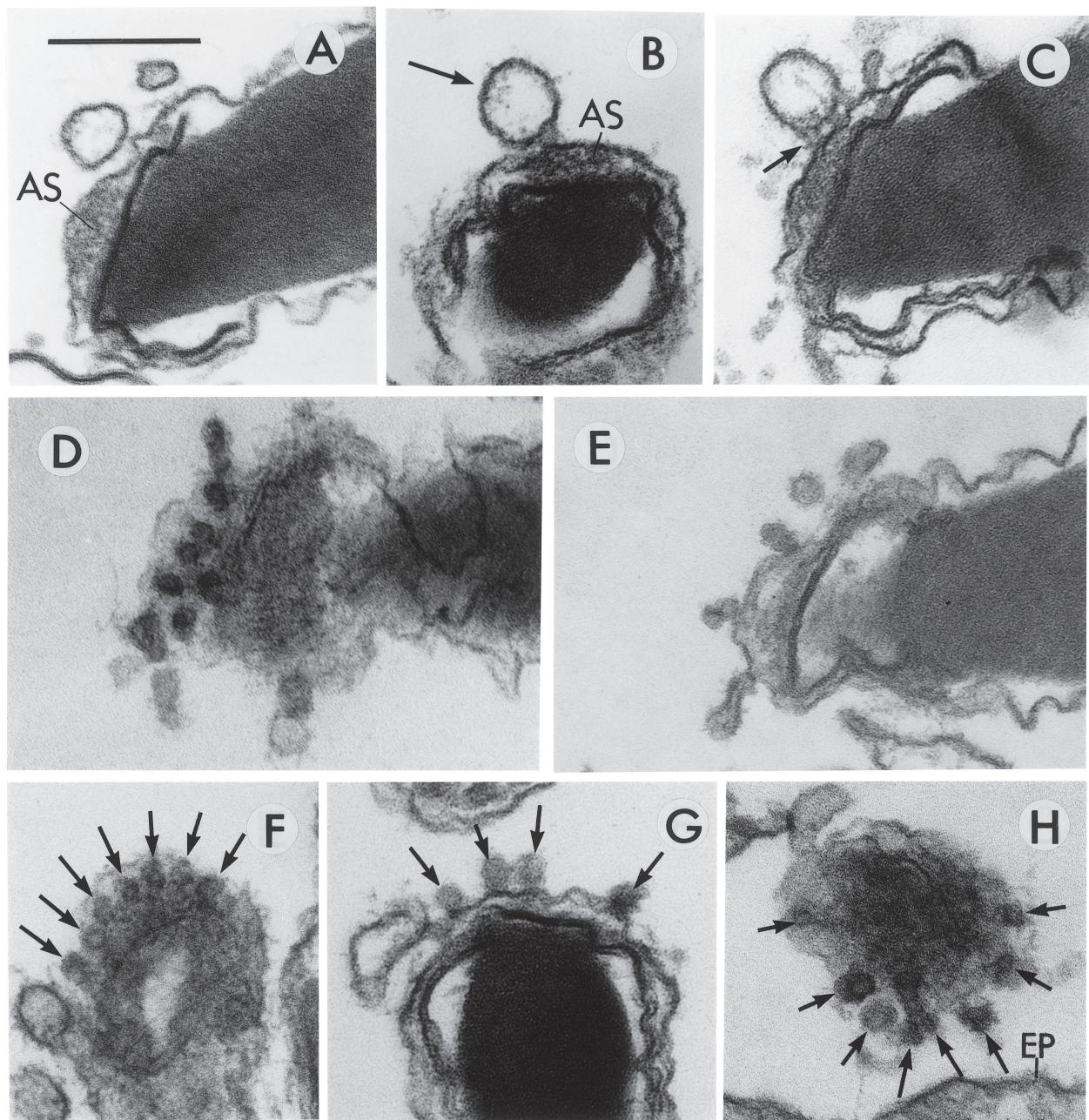


Fig. 8. Acrosome reaction and apical processes formation in the perivitelline space in *Ciona intestinalis*. A, Sagittal section through the apex of the head. Acrosome reaction has occurred via vesiculation. AS, apical substance. Bar : 200 nm (this is also applicable to B-H). B, Transverse slightly oblique section through the apex of the sperm head. The acrosome reaction almost completed via vesiculation (arrow). AS, apical substance. C, Parasagittal section through the apex of the sperm head. After the acrosome reaction, apical processes protrude. Some processes fuse with the vesicle formed by acrosome reaction (arrow). D and E, Serial longitudinal sections through the apex of the sperm head. Apical processes protrude out after acrosome reaction. F, Frontal section through the apex of the head. Apical processes protrude mainly from the peripheral margin of the apex of the head (arrows). G, Horizontal section through the apex of the sperm head. Arrows indicate apical processes. H, Frontal section through the anterior most tip of the sperm head. Apical processes are indicated by the arrows. EP, egg plasma membrane. [Fukumoto, original].

Membrane fusion occurs between the apical processes and the egg, resulting in the incorporation of the sperm into the egg from the anterior region of its head (Fig. 9 A, B and C, and Fukumoto<sup>14,60</sup>). On the other hand, it has been suggested that sperm-egg fusion in *Phallusia mammillata* occurs between the plasma membrane of the post-

acrosomal region of the sperm head and the egg membrane, as observed in mammalian fertilization<sup>61</sup>. Although the chemical nature and precise role of the acrosomal substance remain to be elucidated, the fact that the acrosomal substance is released in the perivitelline space leads us to the working hypothesis that this

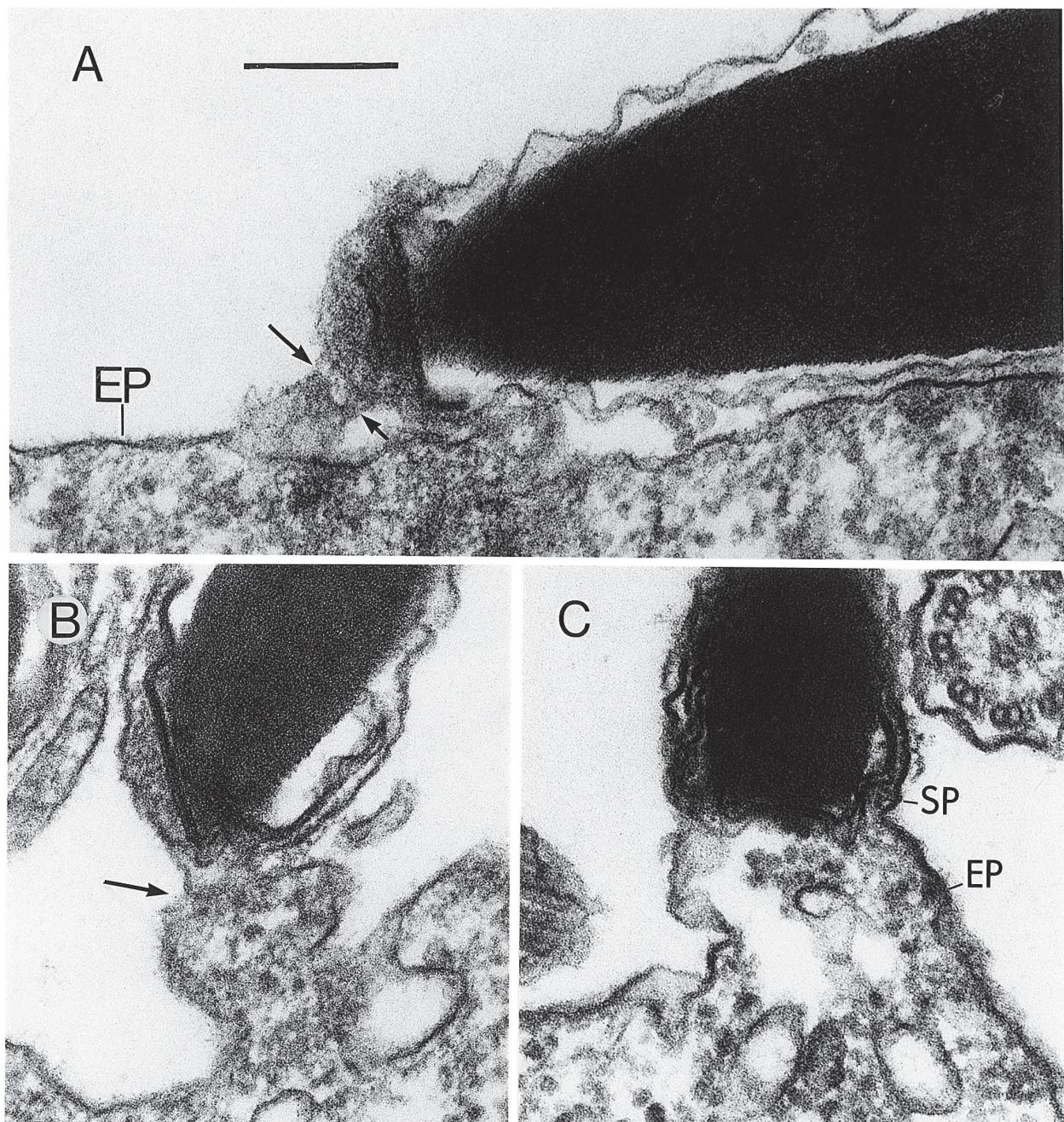


Fig. 9. Membrane fusion between the sperm and the egg. A, Longitudinal section through the anterior region of a sperm head. Membrane fusion between apical processes and the egg plasma membrane occurs at least in two places (arrows). EP, egg plasma membrane. Bar: 200 nm (this is also applicable to B and C). B, Transverse section through the apex of the sperm head. Membrane fusion (arrow) occurs between sperm plasma membrane and the egg plasma membrane. C, Horizontal section through the apex of the sperm head. Membrane fusion between the sperm (SP) and egg plasma membranes (EP) has occurred. The egg cytoplasm swells out as a small fertilization cone. Sperm is incorporated into the egg from the anterior region of the head. [Fukumoto<sup>60</sup>, modified].

substance might be an enzyme responsible for membrane fusion between the apical process(es) and the egg plasma membrane in ascidians<sup>59</sup>. In this context, it is of particular interest that a metalloendoprotease might induce membrane fusion between sperm and egg plasma membranes in *Ciona intestinalis*<sup>62</sup>. In this review, I would like to designate the “acrosome reaction followed by apical process formation” in ascidians as an “Apical Reaction” (Fig. 10).

#### [6] Sperm Mitochondrial Translocation during Fertilization

One of the unique events in ascidian spermatozoa at fertilization is sperm mitochondrial translocation and shedding<sup>22</sup>. Lambert and Epel<sup>63</sup> designated these distinctive sperm morphologies as fusiform, knob, migratory and amitochondrial. It has been proposed that the sperm stick to the vitelline coat (chorion) by their tips of the heads, thereafter the attachment to the vitelline coat (chorion) sifts to the membrane overlying the mitochondrion resulting in the sperm head and tail being transported across the perivitelline space as mitochondrial translocation progresses on the vitelline coat (chorion) during fertilization<sup>25,64</sup>. However, Lambert<sup>65</sup> observed sperm-egg interactions mainly on defolliculated eggs with a light microscope. Under natural conditions, however, eggs are spawned enclosed with intact follicle cells. Based on EM observations, I have never seen that sperm mitochondria make contact with the vitelline coat (chorion) but they do make contact with follicle cells (Fig. 6 in Fukumoto,<sup>60</sup>; Fig. 1 E, G and Fig. 2 in Fukumoto and Numakunai<sup>59</sup>). Removal of the follicle cells dramatically inhibits the rate of fertilization in *Ascidia nigra*<sup>66</sup> and in *Ciona intestinalis*<sup>67</sup>. They are necessary for the sperm penetration through the vitelline coat (chorion) in *Halocynthia roretzi*<sup>8</sup>. In *H. roretzi*, defolliculated eggs could not be fertilized, even though the sperm were pretreated with follicle cells. However, if the defolliculated eggs had follicle cells added back to them, they recovered the capacity to be fertilized<sup>8</sup>. This strongly suggests that physical contact of sperm with follicle cells is indispensable for fertilization in *H. roretzi*<sup>8</sup>. Ascidian sperm approach the egg through the cleft between follicle cells and make contact with the vitelline coat

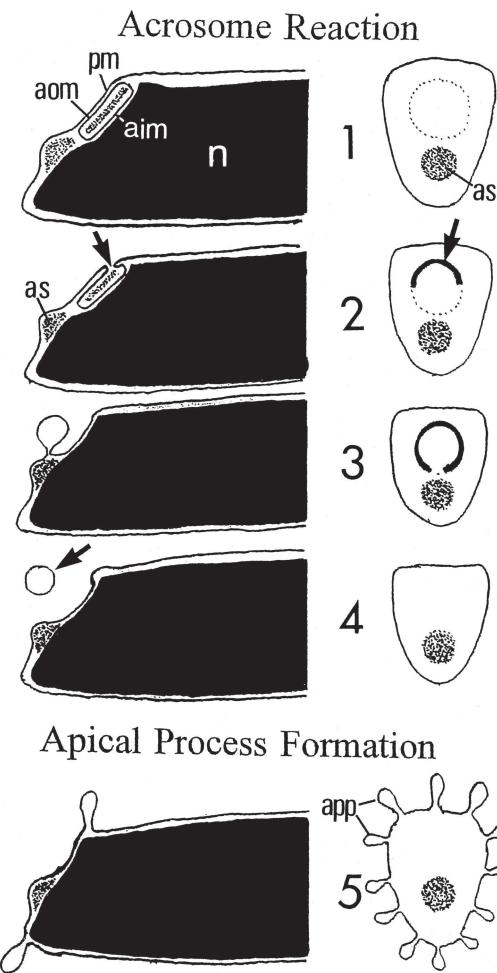


Fig.10. "Apical Reaction". A possible explanation of the morphological changes during the apical reaction: left panels: sagittal views; right panels: frontal views.

Acrosome Reaction: Panel 1 left: the acrosome vesicle is located at the apex of the head. Panel 1 right: the peripheral margin of the acrosome is indicated by the dotted line. Apical substance (as) is present adjacent to the acrosome. Panel 2 left: the acrosome reaction occurs through the fusion between the acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane at the peripheral margin of the acrosome (arrow), resulting in the formation of a hybrid membrane sac. Panel 2 right: the solid line represents the region where membrane fusion between the acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane is occurring (arrow). Panel 3 left: membrane fusion proceeds along the peripheral margin of the acrosome, resulting in the formation of a small hybrid vesicle consisting of the acrosomal outer membrane and the overlying plasma membrane. A hybrid vesicle remains connected by a thin strand where membrane fusion has not yet occurred. Panel 3 right: membrane fusion along the peripheral margin is almost complete, except for a small region where a thin connection is temporarily present. During this process, the acrosomal contents might be released. Panel 4 left: a hybrid vesicle has come off (arrow). The acrosome inner membrane is exposed and is contiguous with the plasma membrane enclosing the apex. Panel 4 right: the acrosome has

disappeared and the acrosome inner membrane is exposed.

Apical process formation: Panel 5 left: apical processes protrude out from the peripheral margin of the apex. Panel 5 right: apical processes protrude from the peripheral margin of the apex of the acrosome reacted sperm head. Apical substance remains at its location. aom, acrosomal outer membrane; aim, acrosomal inner membrane; app, apical process; as, apical substance; n, nucleus; pm, plasma membrane overlying the acrosome. [Fukumoto, original].

(chorion) by the tips of their heads. During this process, the sperm mitochondrial region makes contact with the follicle cells. Sperm mitochondrial translocation through the tail provides, in turn, the driving force for the sperm head passing through the vitelline coat (chorion). This supposition is reasonable if the chorion lysine(s) is intercalated, in a non-diffusible state, into the plasma membrane enclosing the apical region of the sperm head. This explains why defolliculation of ascidian egg lowers the percentage of fertilization in *Ascidia nigra*<sup>66)</sup>, in *Ciona intestinalis*<sup>67)</sup> and completely blocks fertilization in *H. roretzi*<sup>8)</sup>, because the vitelline coat (chorion) of *H. roretzi* is thicker and tougher than those in *A. nigra* and *C. intestinalis*<sup>15</sup>. In other animal species, sperm mitochondria (paternal mitochondria) enter the egg at fertilization. These paternal mitochondria are digested by lysosomes in the cytoplasm after fertilization<sup>68)</sup>. In ascidians, the sperm mitochondrion (paternal mitochondrion) is trapped by follicle cells and discarded outside of the vitelline coat (chorion), prior to the gamete fusion. This might be one reason why ascidian sperm have a relatively large single mitochondrion lateral to the nucleus; this adaptive change would make it easier to contact or to be trapped by the follicle cells<sup>18)</sup>.

## [7] Comparison of Morphological Changes in Ascidian Spermatozoa with Those in Mammals and Echinoderms during Fertilization

We can summarize the process of fertilization in *Ciona intestinalis* as follows: sperm is activated and attracted by the SAAF(sperm activating and attracting factor) which is released from the vegetal pole of the egg. Sperm passes through the cleft between follicle cells and makes contact with the surface of the vitelline coat (chorion) by the apex of its head. During this process, the mitochondrion rounds

up and is trapped by the surface of the follicle cells. Mitochondrial translocation through the tail, in turn, generates the driving force for the sperm head passage through the vitelline coat (chorion). The vitelline coat (chorion) lysine(s) may be associated with the apex of the sperm head in non-diffusible state. In the perivitelline space between the vitelline coat (chorion) and the egg surface, an acrosome reaction occurs through vesiculation followed by apical processes formation. These apical processes protrude out from the peripheral margin of the sperm apex. Membrane fusion between apical processes and egg plasma membrane occurs, resulting in the incorporation of the sperm into the egg from the anterior region of the sperm head. These processes schematically illustrated in Fig. 11.

Among animals, intensive biochemical and morphological studies on the fertilization have been done on mammals<sup>45,46,69)</sup> and echinoderms<sup>70-76)</sup>. Comparison of the morphological changes in ascidian spermatozoa with those of mammals and echinoderms makes the differences and similarities of fertilization in these animals clear (Fig. 12).

In mammals, the acrosome reaction takes place through vesiculation between the plasma membrane enclosing the acrosome and acrosomal outer membrane in many places (Fig. 12, A-2,3). During this process, acrosomal substance is released. The membrane fusion between the sperm subacrosomal region and the egg plasma membrane occurs, resulting in the incorporation of sperm into the egg from a lateral region of the sperm head (Fig. 12, A-4).

In echinoderms, the acrosome reaction occurs via exocytosis of acrosomal substance followed by the formation of an acrosomal process (Fig. 12, C2-3). The acrosomal process enclosed by an acrosomal inner membrane, in which subacrosomal substance (G-actin) changes to fibrous actins (F-actin), is responsible for the fusion with the egg plasma membrane, resulting in the incorporation of the sperm from its anterior region (Fig. 12, C-4).

In ascidians, the acrosome reaction occurs through vesiculation in fundamentally the same way that has been observed in mammalian spermatozoa (Fig. 12, B-2,3). In the perivitelline space, the apical processes protrude from the peripheral margin at the apex of the acrosome-reacted

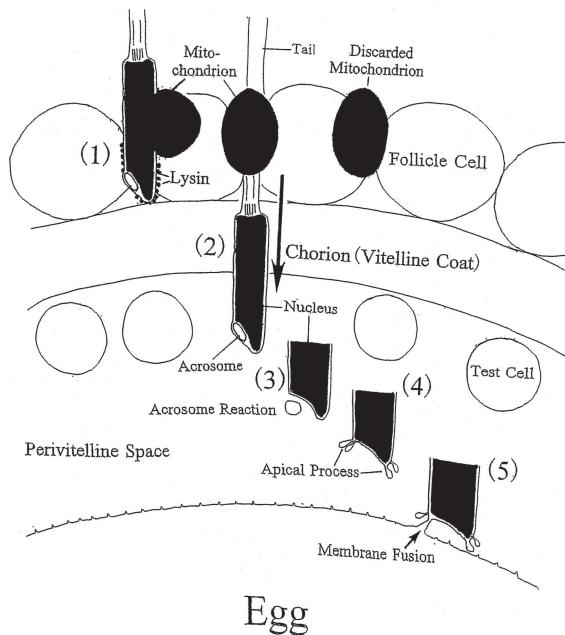


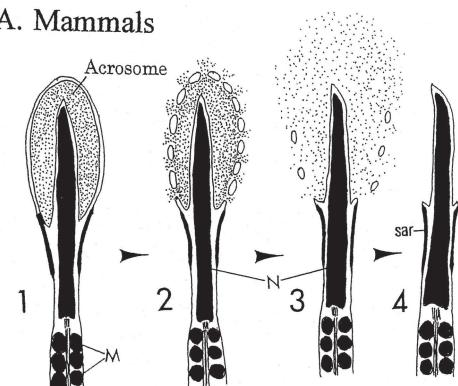
Fig. 11. Schematic illustration showing the morphological changes during ascidian fertilization.

The egg is enclosed by a vitelline coat (chorion). A single layer of highly vacuolated follicle cells adhere to the outside of the vitelline coat (chorion). Test cells are located in the perivitelline space between the vitelline coat (chorion) and the egg.

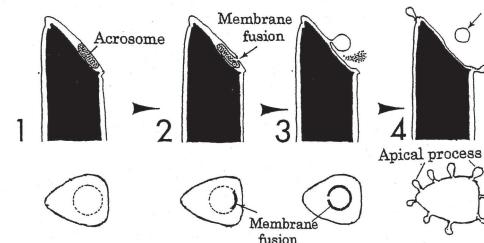
(1) The spermatozoon binds to the surface of the vitelline coat (chorion) by the anterior tip of its head. The sperm mitochondrion becomes knob-shaped which makes its attachment to the follicle cells easier. (2) The sperm mitochondrion translocates along the tail axoneme which generates the driving force (arrow) that allows the sperm head to pass through the vitelline coat (chorion). (3) The acrosome reaction occurs by means of vesiculation in the perivitelline space. (4) The apical processes protrude from the apex of the acrosome reacted sperm. (5) Gamete fusion takes place between some of the apical processes and egg plasma membrane, resulting in the incorporation of the sperm into the egg from the anterior tip of its head. [Fukumoto<sup>18</sup>].

sperm head. These processes are instrumental in gamete fusion between the sperm and the egg plasma membrane, resulting in the incorporation of the sperm into the egg at the anterior tip of its head (Fig. 12, B-4). As the apical processes protrude from the region which is fairly distant from the proper location of the acrosome, they might be analogous to but functionally homologous to the acrosomal process of echinoderms. In this respect, gamete fusion between spermatozoa and egg in ascidians at least with external fertilization takes place in the same way that it does in echinoderms. It has been proposed that fertilization in ascidians has characteristics of both mammals and

### A. Mammals



### B. Ascidians



### C. Echinoderms

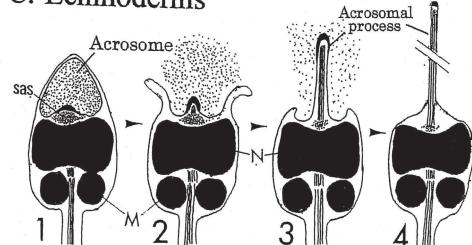


Fig. 12. Schematic illustration showing morphological changes in mammals, ascidians and echinoderm sperm heads: a prerequisite for fertilization.

Mammals (Panel A): 1, Intact sperm head. A relatively large acrosome covers the anterior region of the nucleus. 2, Sperm binds to the zona pellucida in which ZP3 functions as a sperm receptor and induces an acrosome reaction. 3, The acrosome reaction occurs via vesiculation. Acrosomal contents are released. 4, The sperm passes through the ZP. Gamete fusion occurs between the membrane of the subacrosomal region (sar) and the egg plasma membrane, resulting in the incorporation of the sperm into the egg parallel to the egg surface.

Ascidians (Panel B, upper and lower illustrations show sagittal and frontal sections through the apex of its head, respectively): 1, A small acrosome is located in the intact anterior region of the sperm head. Lysin(s) for dissolving the vitelline coat (chorion) is associated with the anterior plasma membrane. 2, In the perivitelline space between the vitelline coat (chorion) and egg surface, an acrosome reaction occurs through vesiculation. 3, A hybrid small vesicle composed of acrosomal outer membrane and overlying plasma membrane is shed. During this process, a small amount of acrosomal substance is released. 4, Apical processes protrude from the apical margin of the acrosome reacted sperm head. Membrane fusion occurs between these processes and egg plasma

membrane, resulting in the incorporation of the sperm from its anterior region.

Echinoderms (Panel C): 1, Intact sperm head of echinoderm, showing a relatively large acrosome at its apex. 2: The acrosome reaction (exocytosis) is induced by the factors in the jelly coat and its contents are released. 3: An acrosomal process (AP) enclosed by the inner acrosomal membrane protrudes out following the polymerization of subacrosomal substance (actin). Some lysine(s) and bindin are exposed. 4: Gamete fusion occurs between the membrane of the acrosomal process at its tip and the egg plasma membrane, resulting in the incorporation of sperm from its anterior region. [Fukumoto, original].

marine invertebrates<sup>14,15)</sup>. From a phylogenetic view point, this fact might be an important character in considering the evolutionary pathway from invertebrates to vertebrates. For a better understanding of ascidian fertilization, morphological studies on ascidians with internal fertilization are indispensable.

### Acknowledgement

The author is grateful to Professor Emeritus Gary Freeman, of the university of Texas at Austin, for his valuable suggestions and for reading the manuscript.

### References

- 1) Delsuc, F., Brinkmann, H., Chourrout, D. and Philippe, H. Tunicates and not cephalochordates are the closest living relatives of vertebrates. *Nature* 439: 965-968, 2006.
- 2) Conklin, E.G. The organization and cell lineage of the ascidian egg. *J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*. Vol. XIII: 1-119, 1905.
- 3) DeSantis, R., Jamuno, G. and Rosati, F. A study of the chorion and the follicle cells in relation to the sperm-egg interaction in the ascidian, *Ciona intestinalis*. *Dev. Biol.* 74:490-499, 1980.
- 4) Harada, Y., Takagaki, Y., Sunagawa, M., Saito, T., Yamada, L., Taniguchi, H., Shoguchi, E. and Sawada, H. Mechanism of self-sterility in a hermaphroditic chordate. *Science* 320: 548-550, 2008.
- 5) Fuke, M. and Numakunai, T. Self-sterility of eggs induced by exogenous and endogenous protease in the solitary ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Mol. Reprod. Dev.* 52: 99-106, 1999.
- 6) Miller, R. Chemotaxis of the spermatozoa of *Ciona intestinalis*. *Nature* 254: 244-245, 1975.
- 7) Lambert, C. and Lambert, G. Tunicate eggs utilize ammonium ions for flotation. *Science* 200: 64-65, 1978.
- 8) Fuke, M. Self and non-self recognition between gametes of the ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Roux's Arch. Dev. Biol.* 192: 347-352, 1983.
- 9) Villa, L. and Patricolo, E. Ascidian interspecific fertilization. I. Preliminary data on the involvement of the follicle cell layer. *Eur. Arch. Biol.* 103: 25-30, 1992.
- 10) Patricolo, E. and Villa, L. Ascidian interspecific fertilization. II. A study of the external egg coating in hybrid crosses. *Anim. Biol.* 1: 9-15, 1992.
- 11) Cloney, R. A. Larval tunic and the function of the test cells in ascidians. *Acta Zoologica (Stockholm)* 71: 151-159, 1990.
- 12) Flood, P. R. and Afzelius, B. A. The spermatozoon of *Oikopleura dioica* Fol (Larvacea, Tunicata). *Cell Tissue Res.* 191: 27-37, 1978.
- 13) Holland, L. Z., Gorsky, G. and Fenaux, R. Fertilization in *Oikopleura dioica* (Tunicata, Appendicularia):acrosome reaction, cortical reaction and sperm-egg fusion. *Zoomorph.* 108:229-243, 1988.
- 14) Fukumoto, M. Review: Morphological aspects of ascidian fertilization. *Zool. Sci.* 7: 989-998, 1990.
- 15) Fukumoto, M. Ascidian fertilization—its morphological aspects—. Annual Review (Inst. Nat. Sci., Nagoya City Univ.), 1:9-30, 1996.
- 16) Fukumoto, M. The spermatozoa and spermiogenesis of *Perophora formosana* (Ascidia) with special reference to the striated apical structure and the filamentous structures in the mitochondrion. *J. Ultrastruct. Res.* 77:37-53, 1981.
- 17) Fukumoto, M. The apical structure in *Perophora annexens* (Tunicata) spermatozoa: fine structure, differentiation and possible role in fertilization. *J. Ultrastruct. Res.* 87:252-262, 1984.
- 18) Fukumoto, M.. Mitochondrial translocation in ascidian spermatozoa and its role in reproduction. in press.
- 19) Fukumoto, M. Tube-like structures in mitochondria of tunicate (*Pyura vittata*) spermatids. *J. Ultrastruct. Res.* 68: 1-5, 1979.
- 20) Fukumoto, M. Fine structure and differentiation of the acrosome-like structure in the solitary ascidians, *Pyura vittata* and *Styela plicata*. *Develop. Groth Differ.* 25: 503-513, 1983.
- 21) Franzen, A. The fine structure of spermatid differentiation in a tunicate, *Corella parallelogramma*. *Zoon* 4: 115-120, 1976.
- 22) Ursprung, H. and Schabtach, E. Fertilization in tunicates: Loss of the paternal mitochondrion prior to sperm entry. *J. Exp. Zool.* 159:379-384, 1965.
- 23) Woollacott, R. M. Spermatozoa of *Ciona intestinalis* and analysis of ascidian fertilization. *J. Morph.* 152: 77-88, 1977.
- 24) Villa, L. and Tripepi, R. An electron microscope study of spermiogenesis and spermatozoa of *Ascidia malaca*, *Ascidia aspersa* and *Phallusia mammillata* (Asciidae, Tunicata). *Acta Embryol. Exp. New Ser.* 4: 157-168, 1983.
- 25) Lambert, C.C. and Koch, R.A. Review: Sperm binding and penetration during ascidian fertilization. *Develop. Growth Differ.* 30: 323-336, 1988.
- 26) Cloney, R. A. and Abbott, L.C. The spermatozoa of ascidians: acrosome and nuclear envelope. *Cell Tissue Res.* 206: 261-270, 1980.
- 27) Franzen, A. Spermatozoan ultrastructure and spermatogenesis in aplousobranch ascidians, with some phylogenetic considerations. *Mar. Biol.* 113: 77-87, 1992.
- 28) Fukumoto, M. The acrosome in ascidians. I. Pleurogona. *Int. J.*

- Invertebr. Reprod. Dev. 10: 335-346, 1986.
- 29) Burgos, M. H. and Fawcett, D. W. Studies on the fine structure of the mammalian testis. I. Differentiation of the spermatids in the cat (*Felis domestica*). *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 1: 287-300, 1955.
- 30) Eckelbarger, K. J. Ultrastructure of spermatogenesis in the reef-building polychete *Phragmatopoma lapidosa* (Sabellariidae) with special reference to acrosome morphogenesis. *J. Ultrastruct. Res.* 89:146-164, 1984.
- 31) Fukumoto, M. Acrosome differentiation in *Molgula manhattensis* (Asciidiacea, Tunicata). *J. Ultrastruct. Res.* 92: 158-166, 1985.
- 32) Fukumoto, M. The spermatozoa and spermiogenesis of *Diplosoma macdonaldi* (Ascidia, Tunicata) with special reference to the differentiation of the apex of the head and the differentiation of the tubular sacculi in the cytoplasm. *Bull. Coll. Gen. Edu. Nagoya City Univ. (Nat. Sci.)* 38: 33-48, 1992.
- 33) Fukumoto, M. and Numakunai, T. The acrosome and its differentiation during spermiogenesis in *Halocynthia roretzi* (Asciidiacea, Tunicata). *Zool. Sci.* 10:103-109, 1993.
- 34) Fukumoto, M. Acrosome differentiation in the ascidians *Clavelina lepadiformis* and *Ciona intestinalis*. *Cell Tissue Res.* 302: 105-114, 2000.
- 35) Fukumoto, M. and Zarnescu, O. Acrosome differentiation and the acrosome reaction in ascidian spermatozoa: *Ascidia aspersa* and *Ascidia mentula* with some implications for tunicate phylogeny. *Mar. Biol.* 143:1151-1160, 2003.
- 36) Fukumoto, M. The acrosome and its differentiation during spermiogenesis of a compound ascidian *Botryllus schlosseri* (Asciidiacea, Tunicata) in press.
- 37) Fukumoto, M. Fertilization in ascidians: apical processes and gamete fusion in *Ciona intestinalis* spermatozoa. *J. Cell Sci.* 89:189-196, 1988.
- 38) Marino, R., DeSantis, R., Hirohashi, N., Hoshi, M., Pinto, M. R. and Usui, N. Purification and characterization of a vitelline coat lysine from *Ciona intestinalis* spermatozoa. *Mol. Reprod. Develop.* 32:383-388, 1992.
- 39) Koch, R. A., Norton, M. L. Vazquez, H. and Lambert, C. C. Sperm surface chymotrypsin-like protease activity required for fertilization in ascidians. *Dev. Biol.* 162: 438-450, 1994.
- 40) Sawada, H., Yokosawa, H. and Ishii, S. Purification and characterization of two types of trypsin-like enzymes from sperm of the ascidian (Prochordata) *Halocynthia roretzi*. *J. Biol. Chem.* 259:2900-2904, 1984.
- 41) Sawada, H. Sperm penetration through the vitelline coat in ascidian pp. 111-116, In Advances in Invertebrate Reproduction 5 , Hoshi, M. and Yamashita, O. (eds). Elsevier Science Pub. 1990.
- 42) Fujii, K. and Fukumoto, M. Multiple acrosomal vesicles and their differentiation during spermiogenesis in *Ascidia zara* and *Ascidia gemmata* (Asciidiacea, Tunicata). *J. Morphol.* 242:101-106, 1999.
- 43) Fukumoto, M. Morphological aspects of fertilization in *Phallusia (Ascidia) nigra* (Asciidiacea, Tunicata). *Roux's Arch. Dev. Biol.* 202: 321-328, 1993.
- 44) Stambough, R. Enzymatic and morphological events in mammalian fertilization. *Gamete Res.* 1: 65-85, 1978.
- 45) Yanaginachi, R. and Noda, Y. D. Ultrastructural changes in the hamster sperm head during fertilization. *J. Ultrastruct. Res.* 31: 465-485, 1970.
- 46) Yanaginachi, R. and Noda, Y. D. Physiological changes in the postnuclear cap region of mammalian spermatozoa: A necessary preliminary to membrane fusion between sperm and egg cells. *J. Ultrastruct. Res.* 31: 486-493, 1970.
- 47) Colwin, L. H. and Colwin, A. L. Changes in spermatozoa during fertilization in *Hydroïdes hexagonus* (Annelida). I. Passage of the acrosome region through the vitelline membrane. *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 10:231-254, 1961.
- 48) Dan, J. C. and Hagiwara, Y. Studies on acrosome. IX. Course of acrosome reaction in the star fish. *J. Ultrastruct. Res.* 18: 562-579, 1967.
- 49) Fukumoto, M. The acrosome reaction of the spermatozoa of the inarticulate brachiopod *Lingula anatina*. In Brachiopods, Past and Present (Brunton, C.H.C., Cocks, L. R. M. and Long, S. L. (eds), 40-45, 2001. The Systematics Association Special Vol. Ser. 63. Taylor and Francis, London and New York.
- 50) Fukumoto, M. The acrosome reaction in *Ciona intestinalis* (Ascidia, Tunicata). *Develop. Growth Differ.* 32: 51-55, 1990.
- 51) Talbot, P., Summers, R. G., Hylander, B. L. Keough, E. M. and Franklin, L. F. The role of calcium in the acrosome reaction: An analysis using ionophore A23187. *J. Exp. Zool.* 198:383-392, 1976.
- 52) Clark, W. Jr., Kleve, M. G. and Yudin, A. I. An acrosome reaction in *Natantian* sperm. *J. Exp. Zool.* 218:279-291, 1981.
- 53) Fukumoto, M. Acrosome reaction in ascidians induced by a calcium ionophore. *J. Struct. Biol.* 111:77-83, 1993.
- 54) Fukumoto, M. The acrosome reaction in spermatozoa of ascidian *Styela plicata* (Asciidiacea, Tunicata). *Invertebr. Reprod. Dev.* 37:89-94, 2000.
- 55) Yoshida, M., Murata, M. and Morisawa, M. A chemoattractant for ascidian spermatozoa is a sulfated steroid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:14831-14836, 2002.
- 56) Oishi, T., Tsuchikawa, H., Murata, M., Yoshida, M. and Morisawa, M. Synthesis of endogenous sperm-activating and attracting factor isolated from ascidian *Ciona intestinalis*. *Tetrahedron Letters* 44:6387-6389, 2003.
- 57) Yoshida, M., Inaba, K. and Morisawa, M. Sperm chemotaxis during the process of fertilization in ascidians, *Ciona intestinalis*. *Dev. Biol.* 157:497-506, 1993.
- 58) Yoshida, M., Ishikawa, M., Izumi, H., DeSantis, R. and Morisawa, M. Store-operated calcium channel regulates the chemotactic behavior of ascidian sperm. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100:149-154, 2003.
- 59) Fukumoto, M. and Numakunai, T. Morphological aspects of fertilization in *Halocynthia roretzi* (Asciidiacea, Tunicata). *J. Struct. Biol.* 114:157-166, 1995.
- 60) Fukumoto, M. Morphological aspects of ascidian fertilization: acrosome reaction, apical processes and gamete fusion in *Ciona intestinalis*. *Invertebr. Reprod. Dev.* 17:147-154, 1990.

- 61) Honegger, T. G. Fertilization in ascidians:studies on the egg envelope, sperm and gamete interactions in *Phallusia mammillata*. *Dev. Biol.* 118:118-128, 1986.
- 62) DeSantis, R., Shirakawa, H., Nakada, K., Miyazaki, S., Hoshi, M.,Marino, R. and Pinto, M.R. Evidence that metalloendoproteases are involved in gamete fusion of *Ciona intestinalis* Ascidia. *Dev. Biol.* 153: 165-171, 1992.
- 63) Lambert, C. C. and Epel, D. Calcium-mediated mitochondrial movement in ascidian sperm during fertilization. *Dev. Biol.* 69: 296-304, 1979.
- 64) Lambert, C. C. and Lambert, G. The role of actin and myosin in ascidian sperm mitochondrial translocation. *Dev. Biol.* 106: 307-314, 1984.
- 65) Lambert, C. C. The ascidian sperm reaction. *American Zoologist* 22:841-849, 1982.
- 66) Lambert, C. C. and Lambert, G. Formation of the block to polyspermy in ascidian eggs: time course, ion requirements, and role of the accessory cells. *J. Exp. Zool.* 217: 291-295, 1981.
- 67) Kawamura, K., Fujita, H. and Nakauchi, M. Helper function of follicle cells in sperm-egg interactions of ascidians, *Ciona intestinalis*. *Develop. Growth Differ.* 30: 693-703, 1988.
- 68) Kaneda, H., Hayashi, J., Takahama, S., Taya, C., Lindahl, K. F. and Yonekawa, H. Elimination of paternal mitochondrial DNA in interspecific crosses during early mouse embryogenesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92:4542-4546, 1995.
- 69) Fukumoto, M. Mitochondrial translocation in ascidian spermatozoa and its role in reproduction, in press.
- 70) Wassarman, P. M. Fertilization in mammals. *Sci. Am.* 256: 78-84, 1989.
- 71) Dan, J. C. Acrosome reaction and lysins. In C. B. Metz and Monroy, A.(eds), *Fertilization* Vol. 1. 237-367, 1967. Academic Press, New York.
- 72) Epel, D. The program of fertilization. *Sci. Am.* 238:128-138, 1977.
- 73) Vacquier, V. D., Epel, D. and Douglas, L. A. Sea urchin eggs release protease activity at fertilization. *Nature(London)*237: 34-36, 1972.
- 74) Vacquier, V. D., Tegner, M. J. and Epel, D. Protease released from sea urchin eggs at fertilization alters the vitelline layer and aids in preventing polyspermy. *Exp. Cell Res.* 80: 111-119, 1973.
- 75) Vacquier, V. D. and Moy, G. W. Isolation of bindin: the protein responsible for adhesion of sperm to sea urchin eggs. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 74:2456-2460, 1977.
- 76) DeRosier, D. J., Tilney, L. G., Bonder, E. M. and Frankel, P. A change in twist of actin provides the force for the extension of the acrosomal process in *Limulus* sperm. *J. Cell Biol.* 93:324-337, 1982

# マンモグラムにおけるコンピュータ診断支援システムの過去症例への適応

篠原範充・原 武史\*・藤田広志\*・遠藤登喜子\*\*

岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科

\*岐阜大学大学院医学研究科再生医科学専攻再生工学講座知能イメージ情報分野

\*\*名古屋医療センター放射線科

(2008年12月16日受理)

## Investigation on the Efficiency of Mammograms Computer-aided Diagnosis (CAD)

Norimitsu SHINOHARA, Takeshi HARA\*, Hiroshi FUJITA\*, Tokiko ENDO\*\*

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences Gifu University of Medical Science

\*Department of Intelligent Image Information, Division of Regeneration and Advanced Medical Sciences, Graduate School of Medicine, Gifu University

\*\*Department of Radiology, Nagoya Medical Center

### 要 旨

我々は、これまでマンモグラフィのためのコンピュータ診断支援 (Computer-Aided Diagnosis:CAD) システムの開発を行い、その性能評価を報告してきた。本研究の目的は、医師が指摘困難な症例に対しての CAD システムの有効性を明らかにすることである。使用したデータベースは、ある施設において撮影された経時変化の確認できる 8 症例52枚のマンモグラムである。いずれの症例も、超音波検査などでは病変が指摘されているものの、マンモグラム上で指摘されるまでに数年にわたり数回の撮影が行われている。これらの症例に CAD システムを用いた結果、8 症例中 6 症例に対して医師よりも早い段階で病変を指摘できた。また、すべてのマンモグラフィを対象とした結果として、1枚あたりの偽陽性率0.42個のとき、真陽性率84%という高い値が得られた。これらの結果より、我々の開発した CAD システムを用いることでより早期に病変を検出できる可能性を示すことができた。

### ABSTRACT

We have been developing a computer-aided diagnosis (CAD) system for mammo with various contrasts and many evaluation studies have been reported. A purpose of this study is to examine the effectiveness of the CAD system for the case that has difficulty with the detection for a doctor. The database is mammography of eight cases (52 pieces) that I can confirm of the temporal change. As for these cases, the cancer was pointed out by sonography by a doctor, but it was not pointed out on the photograph. Therefore, as for these cases, several times mammography is taken for several years. Our CAD system was able to point out cancer in 6 of 8 cases earlier than the doctor. The performance of our CAD system was TP84%, FPs 0.42/image for all cases. This result showed possibility to point out early cancer because a doctor used our CAD system.

### 1. は じ め に

乳がん罹患率の増加は世界的傾向にあり、我が国においても生活様式の欧米化にともない急速な増加が認められている。この乳がん検出に対する最も信頼性の高い画像診断法として、欧米諸国ではすでにマンモグラフィ (Mammography) が第1次スクリーニングに用

いられている。近年わが国においても、乳がん検診におけるマンモグラフィ導入の機運が高まり、有効な検診方法として増加が予想される。

しかし、それらを読影上の問題点として、様々な要因による偽陰性症例が存在することや前検診で正常と診断された部位に発見される乳がんが存在することなどがある。これらの問題点の改善策として、別の検査

による方法や検診間隔の短縮などが図られている。

我々のグループでは、マンモグラムにおける重要な所見である腫瘍陰影と微小石灰化像に対して、コンピュータの解析結果を利用して、その可能性のある領域を指摘することで、読影医への注意を促すことができるようなコンピュータ診断支援 (Computer-Aided Diagnosis:CAD) システムの開発を行い、その性能評価を報告してきた<sup>1~6)</sup>。このような CAD を用いることにより偽陰性症例の減少および早期乳がんの発見向上が期待されている。

マンモグラムにおける CAD システムの性能評価を目的とした研究は数多くある。しかし、病変が発見された症例に対し、過去に撮影されたマンモグラムとの関係をレトロスペクティブに評価した報告は少なく、Chan らによりマンモグラム上で経時変化を解析するための位置合わせ技術についての報告されているのみである<sup>7)</sup>。

本研究では、乳がん症例で超音波検査などでは病変は指摘されているものの、マンモグラム上で指摘されるまでに数年の間に複数回の撮影が行われている症例を用い、医師より早い段階で CAD が病変を指摘することが可能であるかを検討した。

## 2. 方 法

### 2. 1 対象画像

使用したデータベースは1982年より1998年までの17年間に撮影された経時変化の確認できる8症例、52枚の MLO (Mediolateral oblique), CC (Calniocaudal) 方向のマンモグラムである。52枚の内訳は、腫瘍陰影が存在するマンモグラムが32枚で、微小石灰化が存在するマンモグラムが19枚である。

数年前に撮影されたマンモグラムと比較して、撮影システムや撮影技術の向上により、鮮鋭度、粒状性、乳腺と脂肪のコントラストなどが著しく向上している。撮影された時期の撮影システム（撮影機器、フィルム、増感紙）および現像機を Table 1 に示す。52枚いずれの患者も、経過観察中に悪性の病変が発見された症例であるが、マンモグラム上で指摘されるまでに数年にわたり撮影が行われている。その時の撮影日、診断結果と CAD システムの出力結果とレトロスペクティブに診断した結果を Table 2 に示す。

### 2. 2 CAD システム

実験の対象となる CAD 出力は、われわれが開発した

Table 1. A mammography system by the period

Mammography System	X-ray equipment	Film	Screen	Automatic processor
I	CGR Senography 500T	Fuji MI-NC	Fuji Hi-MAMMO M-1	Fuji FPM4000
II	CGR Senography 500T	Kodak EB/RA-1	Fuji Hi-MAMMO M-1	Fuji FPM4000
III	CGR Senography 500T	Kodak Min-R	Fuji Hi-MAMMO M-1	Kodak M6
IV	CGR Senography 500T	Fuji MI-MA	Fuji Hi-MAMMO M-1	Kodak M6
V	CGR Senographe DMR	Fuji UM-MAHC	Fuji HR MAMMOFINE	Fiji processM

Table 2. The outline of the data base

Patients	Mammography system	Acquisition day	Interpretation	retrospective	CAD
A	III	12/1990	Nomal	R-Mass	R-Mass
	III	8/1993	R-Mass	R-Mass	R-Mass
B	III	10/1993	Normal	R-Mass	R-Mass
	III	3/1994	R-Mass	R-Mass	R-Mass
C	II	11/1982	L-Mass L-CMC	LR-Mass LR-CMC	R-Mass+CMC
	II	5/1986	R-Mass R-CMC	R-Mass R-CMC	R-Mass
D	III	1/1992	R-Mass	R-Mass	R-Mass
	III	1/1993	R-Mass R-CMC	R-Mass R-CMC	R-Mass+CMC
E	III	1/1994	Normal	R-Mass	R-Mass
	IV	2/1995	R-Mass	R-Mass	R-Mass
F	IV	8/1995	L-Mass	L-Mass L-CMC	L-Mass+CMC
	V	8/1997	L-Mass L-CMC	L-Mass L-CMC	L-Mass+CMC
G	I	7/1984	R-Mass	R-Mass RL-CMC	L-Mass+CMC
	III	3/1993	R-Mass RL-CMC	R-Mass RL-CMC	L-Mass+CMC
H	IV	12/1994	R-Mass RL-CMC	R-Mass RL-CMC	CMC
	V	12/1996	R-Mass RL-CMC	R-Mass RL-CMC	Mass+CMC
	V	7/1997	R-Mass RL-CMC	R-Mass RL-CMC	Mass+CMC

(R:Right L:Left CMC: Clustered Microcalcification)

CADシステムの検出結果を用いる。

本処理はコニカレーザーディジタル LD-5500により、デジタル化（サンプリング間隔 0.1mm、濃度分解能 12bit）し、ワークステーション（Sun SparcStation20相当）上で、Fig. 1 に示すような 5段階の処理を行う。

腫瘍陰影検出と微小石灰化クラスタ検出の二つの処理から成っており、画像ごとに独立して処理を行った。

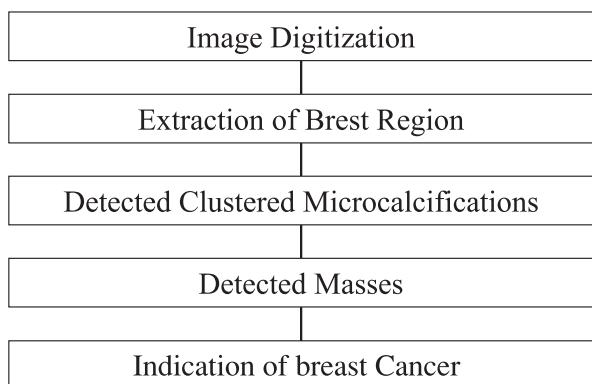


Fig.1 Flowchart of the overall scheme for detecting breast cancer

### 2.3 再読影

マンモグラムに習熟した放射線科医が、乳がんが発見されたマンモグラム上での場所や診断記録を基に 8 症例 52 枚についてレトロスペクティブに読影した (Fig. 2)。

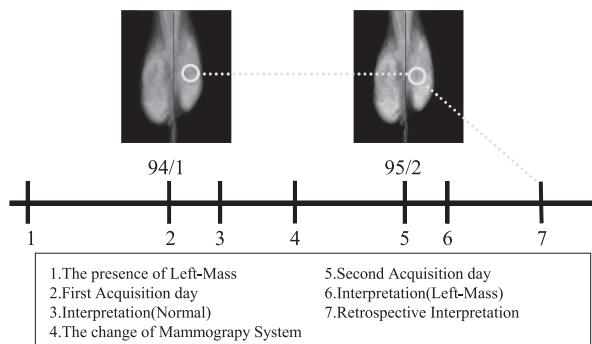


Fig. 2 The example of retrospective interpretation

その結果、マンモグラム上の偽陰性症例は以下の 3 つに大別できた。

(1) 病変の存在を発見することが困難な症例 (3 症例)

マンモグラムには適さない Dense breast や撮影システムの限界のため、病変を見つけることができなかった症例。

(2) 対象とは別に悪性度の高い病変が存在した症例

(3 症例)

がんが発見される前に、反対側の乳房や近傍に悪性度の高い病変が存在し、その病変に読影を集中してしまったため病変が発見できなかった症例。

(3) 病変が進行した症例 (2 症例)

異常部位を指摘し、経過観察を行っている期間中に悪性度に進行がみられた症例。

### 2.4 実験方法

これら、偽陰性症例および早期乳がん症例に対する CAD システムの検出結果と医師の読影結果との比較を行う。

今回用いた CAD システムの性能を Table 3 に示す。腫瘍検出において、画像 1 枚当たりの偽陽性数が 0.35 個のとき、真陽性率が 84.4% であった。CC, MLO 方向ともに検出できなかった症例は 0 症例。微小石灰化クラスタ検出において、画像 1 枚当たりの偽陽性数が 0.46 個のとき、真陽性率が 89.5% であった。CC, MLO 方向ともに検出できなかった症例はなかった。

すべてのマンモグラフィを対象とした結果として、画像 1 枚当たりの偽陽性数が 0.42 個のとき、真陽性率 84% である。(ただし、微小石灰化クラスタ検出に関し撮影システムごとにパラメータを設定することにより、撮影システムの変更が CAD システムの検出能に与える影響を少なくすることができることを予備実験にて確認した。)

### 3. 結果と考察

病変の存在を発見することが困難な 3 症例、対象とは別に悪性度の高い病変が存在した 3 症例に対して、医師よりも早い段階で指摘することができた。その結果を Fig. 3 に示す。

病変が進行した 2 症例は、医師が指摘した異常部位とほぼ同じ位置を指摘することができた。

Table 3. The result of the detection to take a change in the mammography system

	Mass	Microcalcifications	Total
TP(%)	84.4%(27/32)	89.5(17/19)	86.3%(44/51)
FP/image	0.35(18/52)	0.46(24/52)	0.80(42/52)
Undetected case	0	0	0

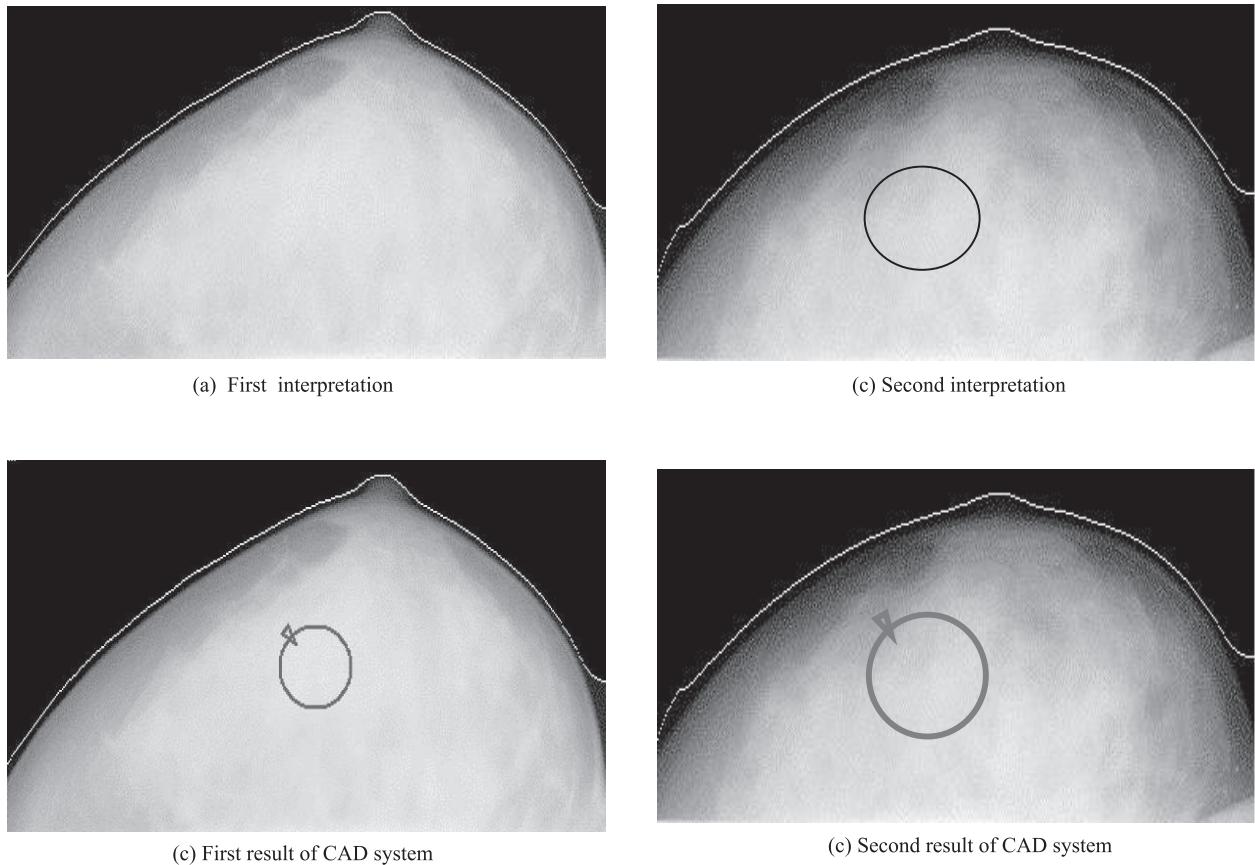


Fig. 3 The example which CAD system detected earlier than a doctor

医師が病変の存在を発見することが困難な症例は、撮影システムや撮影技術の問題により乳房内の伝達情報が少なかった症例と Dense breast によりマンモグラムにあまり適していない症例に分けられる。前者は、近年のマンモグラムに関する研究および技術開発により改善されつつある。しかし、後者は、X線の物理的な特性より改善することは難しい。

そこで、CAD システムにおける腫瘍検出では、画像の 4 分類と乳房領域の分割化を行い、各画像に応じたパラメータを自動決定している。また、微小石灰化クラスタ検出では、存在領域の違いがコントラストにもたらす影響を補正するためにコントラスト補正曲線を用いて、原画像全体の画素値を変換している。そのため、Dense breast における影響を回避し良好な結果を得ることができたと考えられる。

診断は、医師が主観的にアプローチをするため悪性度の高い病変が存在する場合、その反対側や周辺の病変への注意が少なくなると考えられる。それに対し、CAD システムは、客観的に病変へアプローチを行うため、本システムの有効利用により医師は読影精度を向上させる潜在的な可能性を示すことができた。

病変が進行した症例でも本システムは、指摘を続けており、初期の乳がんに関しても十分な結果を示すことができた。

しかし、医師ほどに重責感なく病変の指摘ができる点などを考慮に入れ、CAD システムの利用法について継続的に検討をしていきたい。

#### 4. まとめ

現在我々が開発しているマンモグラムにおけるコンピュータ診断支援 (CAD) システムを、医師が経過観察を行った症例に用いた結果、医師よりも早い段階で病変を指摘することが可能であった。腫瘍陰影の検出に関しては、良好な結果であったが、微小石灰化クラスタ検出に関しては、やや偽陽性数が増加した。しかし、撮影システムに対応した適正なパラメータを設定することで、検出精度は向上することを確認した。よって、本システムをマンモグラフィ読影に導入することにより、読影医へ注意を促すことが可能となり偽陰性症例の減少および早期乳がんの発見向上が期待できる。

以上のことより、われわれの開発した CAD システム

の有効性を示唆することができた。今後、良悪性鑑別の性能向上やシステムの改良を行い総合的な CAD システムの開発をする必要がある。同時に多くの症例に対しての実験を行い、CAD システムの具体的な臨床への用い方について検討を行っていく必要がある。

### 参考文献

- 1) H.Fujita, T.Endo, T.Matsubara, K.Hirako, T.Hara, H.Ueda, Y.Torisu, N.Riyahi-Alam, K.Horita, C.Kido and T.Ishigaki : Automated Detection of Masses and Clustered Microcalcifications on Mammograms. Proc.SPIE 2434 682 (1995).
- 2) 藤田広志, 遠藤登喜子, 原 武史, 平子賢一, 松原友子, 堀田勝平, 池田 充, 木戸長一郎, 石垣武男: 乳房 X 線写真におけるコンピュータ診断支援システムの開発. 映像情報 (M) 28 3月号 357 (1996).
- 3) 松原友子, 藤田広志, 遠藤登喜子, 堀田勝平, 池田 充, 木戸長一郎, 石垣武男: 乳房 X 線写真における腫瘍陰影検出のためのしきい値法に基づく高速処理アルゴリズムの開発. Medical Imaging Technology 15 1-13, (1997).
- 4) 篠原範充, 原 武史, 藤田広志, 岩瀬拓士, 遠藤登喜子 : 高解像度乳房 X 線写真を利用した微小石灰化像の良悪性鑑別に関する研究, 医用画像情報学会雑誌, 20 (2), 104-111, (2003)
- 5) 篠原範充, 松原友子, 原 武史, 藤田広志, 岩瀬拓士, 遠藤登喜子 : マンモグラム読影における医師と CAD システムの検出性能の比較検討, 医用画像情報学会雑誌, 21 (3), 252-260 (2004).
- 6) 篠原範充, 原 武史, 藤田広志, 岩瀬拓士, 遠藤登喜子 : 乳房 X 線写真における高次局所自己相関特徴を用いた微小石灰化像の自動検出システムの開発, 生体医工学, 42 (4), 215-223 (2004).
- 7) Chan HP, Doi K, Vyborny CJ, et al.: Improvement in radiologists' detection of clustered microcalcifications on mammograms: The potential of computer-aided diagnosis, Invest. Radiol., 25 (10), 1102-1110, (1990).

# ステップウェッジ像を利用したマンモグラムにおける微小石灰化像の自動検出

篠原範充・原 武史\*・藤田広志\*・堀田勝平\*\*・遠藤登喜子\*\*\*

岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科  
岐阜大学大学院医学研究科再生医科学専攻再生工学講座知能イメージ情報分野  
\*\* 愛知県がんセンター病院放射線診断部  
\*\*\* 国立名古屋病院放射線科  
(2008年12月16日受理)

## Detection of Clustered Microcalcifications in Mammogram by Use of Step Wedge Image

Norimitsu SHINOHARA, Takeshi HARA\*, Hiroshi FUJITA\*,  
Katsuhei HORITA\*\*, Tokiko ENDO\*\*\*

Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences Gifu University of Medical Science

\*Department of Intelligent Image Information, Division of Regeneration and Advanced Medical Sciences, Graduate School of Medicine

\*\*Department of Diagnostic Radiology, Aichi Cancer Center Hospital

\*\*\* Department of Radiology, Nagoya National Hospital

### 要 旨

われわれは、これまで乳房 X 線写真における重要な所見である微小石灰化像を自動検出する CAD システムの開発を行い、その性能評価を報告してきた。従来の微小石灰化クラスタ検出法では、撮影施設別にパラメータの設定を行い、コントラストの補正を行っていた。しかし、同一施設内で撮影された画像であってもさまざまな要因により画質が異なる。そこで、ステップウェッジを同時撮影し、乳房 X 線写真を 1 枚ごとに物質密度に対応する画像に変換することによりコントラストの補正を行った。このように改良した補正処理を臨床画像データ 171 枚を対象として微小石灰化像の検出実験を行ったところ、従来法と本手法の真陽性率を同じ 86% とした場合、1 画像あたりの偽陽性数は従来法で 0.54 個、本手法で 0.39 個という結果を得た。これにより本論文で提案した手法が今後の微小石灰化像検出において有用であると結論付ける。

**Keywords:** Mammogram, microcalcification, contrast correction, phantom

### ABSTRACT

We have been developing a computer-aided diagnosis (CAD) system for detecting clustered microcalcifications on mammograms with various contrasts and many evaluation studies have been reported. This study proposes a new method to correct image contrast by using a phantom image with 10 different material density of steps. In one piece of mammogram, the breast and phantom are taken at the same time so that optical densities of the 10 steps are varied dependent on the breast. The pixel values are converted to a density by the function derived from the relation between the density of steps and the pixel value. The sensitivity of new method was 86% with 0.39 false-positive per image (0.54 false-positive per image without this method at the same sensitivity) in database of 171 mammograms. As a result, when the technique proposed with this thesis is useful in the Microcalcification image detection in the future, the conclusion is put.

## 1. はじめに

近年、生活様式の欧米化に伴い、我が国における乳癌の罹患率は急速な増加傾向にあり、すでに女性における癌罹患率の第1位となっている。乳がん検出のための信頼性ある画像診断法として、乳房X線写真（マンモグラム）による検査法がある。これに伴い予想されるのが、マンモグラムの読影を行う医師への負担増加であり、病変部の見落としや主観的判断による思い違いの増加が懸念される。われわれはこの問題への対策として、画像診断の補助的な役割を担うコンピュータ支援診断システムの開発を行っている<sup>1), 2)</sup>。

乳がんにおける重要所見は大きく腫瘍と微小石灰化クラスタの2つに分けられ、われわれは基本的な検出システムはどちらもほぼ完成させている<sup>3)-6)</sup>。われわれの他にも、奥野らによるモルフォロジー解析に基づく検出法<sup>7)</sup>、NishikawaらによるMatched Filterを用いた検出法<sup>8)</sup>、Stricklandらによるウェーブレット変換を用いた方法<sup>9)</sup>などがそれぞれ提案されている。また、米国ではベンチャー企業R2 Technologyが開発したマンモグラムCADシステムがFDAの審査を通過し、すでに実用化されている<sup>10)</sup>。

しかし、われわれの微小石灰化クラスタ検出システムにおいては、検出不可能な症例や偽陽性がまだ多数存在する。この原因として以下の2つの点による微小石灰化像の濃度域やコントラストなどの画質の相違が挙げられる。第1に撮影施設の受光系（増感紙-フィルムなど）、撮影条件、現像処理条件などによる画像自身の画質の相違がある。増感紙-フィルムのX線に対する特性は低濃度部分、高濃度部分がそれぞれ圧縮されるガムマ曲線で表されるが、一般的に寸法が小さく高濃度である微小石灰化像に関しては、このガムマ特性による影響が大きい。第2に石灰化像の存在領域による相違がある。同じ吸収率の石灰化であっても、その周辺領域が脂肪であるか、乳腺であるかによってコントラストが異なる。そこで、われわれの微小石灰化クラスタ検出では、前処理として微小石灰化像と背景とのコントラストを一律にするための補正を行っている<sup>11)</sup>。これは、撮影された施設別にパラメータを設定したコントラスト補正曲線を用いることにより、変換を行うものである。

しかし、同一施設で撮影された画像であっても、撮影条件、現像処理条件などの相違により画質が異なり、

施設ごとに調整したパラメータには適さない画像も多数存在する。またパラメータの設定を手動で行うため、最適値や再現性にも問題がある。

そこで本報告では、このような従来のシステムの問題点を改善し、パラメータ設定を必要とする補正曲線を使用せず、画像ごとに補正を行う手法を提案する。そして、その有効性を新たに用意した画像に対して実験的に立証する。

## 2. マンモグラフィの作成条件

画像は、すべてFig. 1のように10段のステップウェッジを同時に撮影したものを用いる。通常のステップ

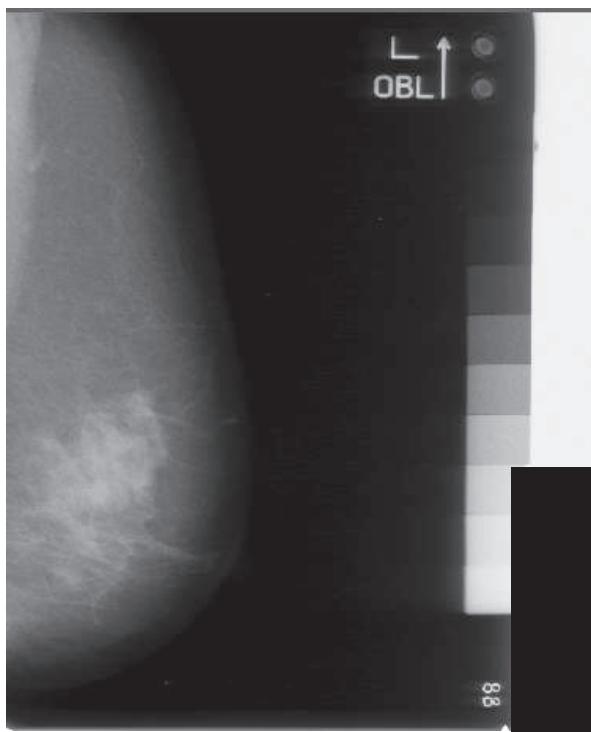


Fig. 1 Example of Mammogram with Step Wedge.

Table 1. Density of Step Wedge.

Number of step	Density [g/cm <sup>3</sup> ]
1	1.061
2	1.0853
3	1.1096
4	1.1339
5	1.1582
6	1.1825
7	1.2068
8	1.2311
9	1.2554
10	1.2797

ウェッジは、X線の線量を変化させるために各段の厚さを変えているが、マンモグラムは、撮影の際に圧迫が必要であり、厚さの変化が不可能である。そのため、本研究では1段1段の密度を変化させたウェッジを用いた。材質は、1段目がウレタン樹脂 $1.061\text{g/cm}^3$ 、2段目以降リン酸カルシウムを $0.0243\text{g/cm}^3$ ずつ足して作られている。それぞれの密度をTable 1に示す。また使用した画像の撮影装置、フィルム、自動現像機などの詳細は以下のとおりである。

(1) 撮影装置

DMR

(2) 撮影条件

24KV～30KV、管電流と撮影時間はオート

(3) 増感紙—フィルム

Min-R2000—Min-R2000

(4) 自動現像機

Kodak Miniloader 2000P 現像温度:36.8°C 处理時間:150秒

(5) レーザフィルムデジタル化

Konica LD-5500

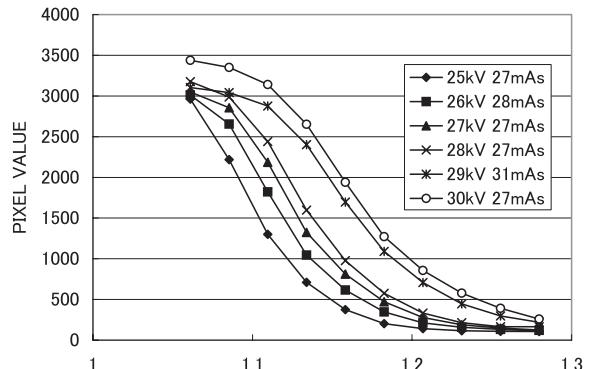
### 3. ステップウェッジを利用した画像補正処理

従来法では、施設別に代表的な画像を数枚選んでパラメータの設定を行い、同一データベースにおける石灰化の検出処理を行っている。しかし、同一施設内で撮影された画像であっても撮影条件や現像条件等により濃度域、コントラストは変化すると考えられる。そこで同一施設で撮影された画像数枚に対し、以下のように各段の画素値の比較を行った。

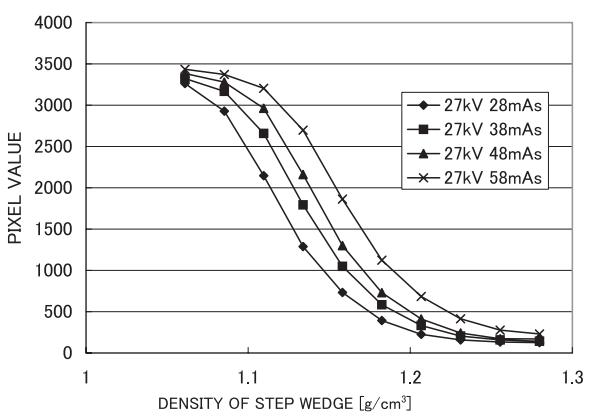
#### 3.1 画像ごとの画質の違いについて

同一施設内で撮影された画像の中から、任意に選んだ数枚をレーザフィルムデジタル化でサンプリング間隔 $50\mu\text{m}$ 、濃度分解能12bitの条件でデジタル化した。そして、各画像のステップウェッジに対し横軸にステップウェッジの密度、縦軸に濃度値(画素値)を取り、9次の多項式により近似する。Fig. 2に結果を示す。Fig. 2 (a) は、約29mAsで撮影された画像の管電圧別の近似曲線である。Fig. 2 (b) は、管電圧27kVで撮影されたもので、mAs値の異なる画像の近似曲線である。また、Fig. 2 (c) は、管電圧、mAs値が同一条件の近似曲線を示している。これにより、管電圧、mAs値が同一のものであっても、現像条件などにより

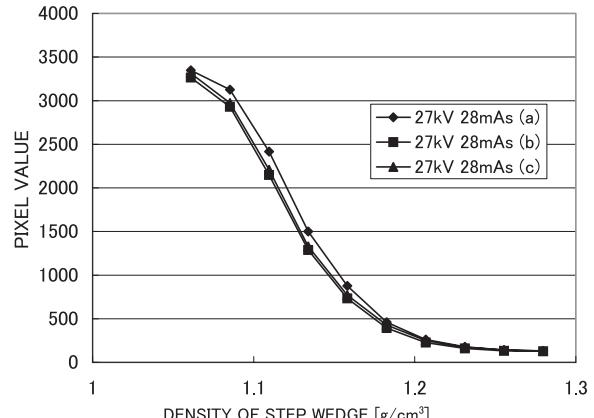
画質は必ずしも一致しないといえる。また管電圧やmAs値に対する相関性も認められず、さらに管電圧、mAs値が同一条件であっても、若干のばらつきが認められた。よって同一施設で撮影された画像であって



(a)



(b)



(c)

- Fig. 2 (a) The relationship between the tube voltage and the pixel values of Step Wedge  
 (b) The relationship between mAs and pixel values of Step Wedge  
 (c) The pixel value of Step Wedge with same tube voltage and same mAs

も、管電圧、mAs 値のみならず、様々な条件によりコントラストや画素値に相違が見られることが確認できた。

### 3. 2 処理の流れ

3. 1 に示したように画像ごとに特性が変化するため、本研究では、Fig. 3 に示すような処理を提案する。本報告で追加した処理は、二重線で囲われた処理で

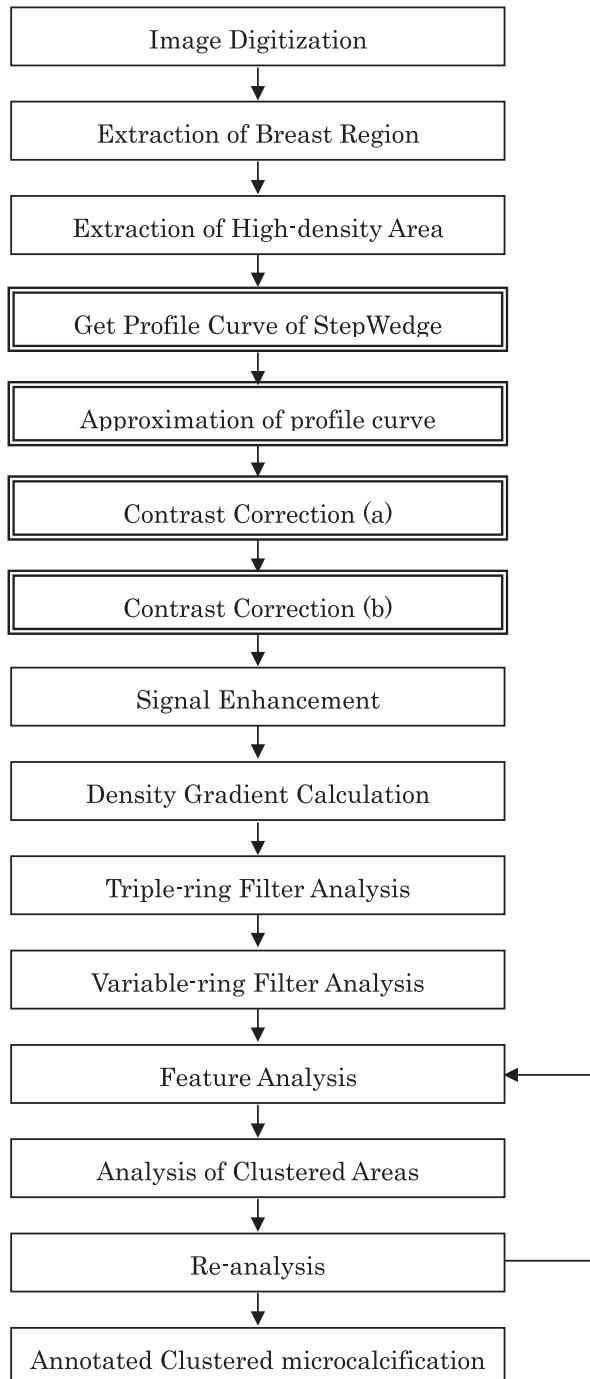


Fig. 3 Flowchart of this method.

あり、その他は従来通りの処理である。最初にステップウェッジの各段の画素値で測定し、その間を 9 次の多項式近似で補間する (Fig. 4 (a))。さらにその逆関数を求め画素値からステップウェッジの画素値に変換する曲線を算出し (Fig. 4 (b))、1 段目から 10 段目までに 0 ~ 4095 の画素値を線形で割り当てるこにより、X 線吸収率に線形で対応する画像を得る (Fig. 5 (b))。

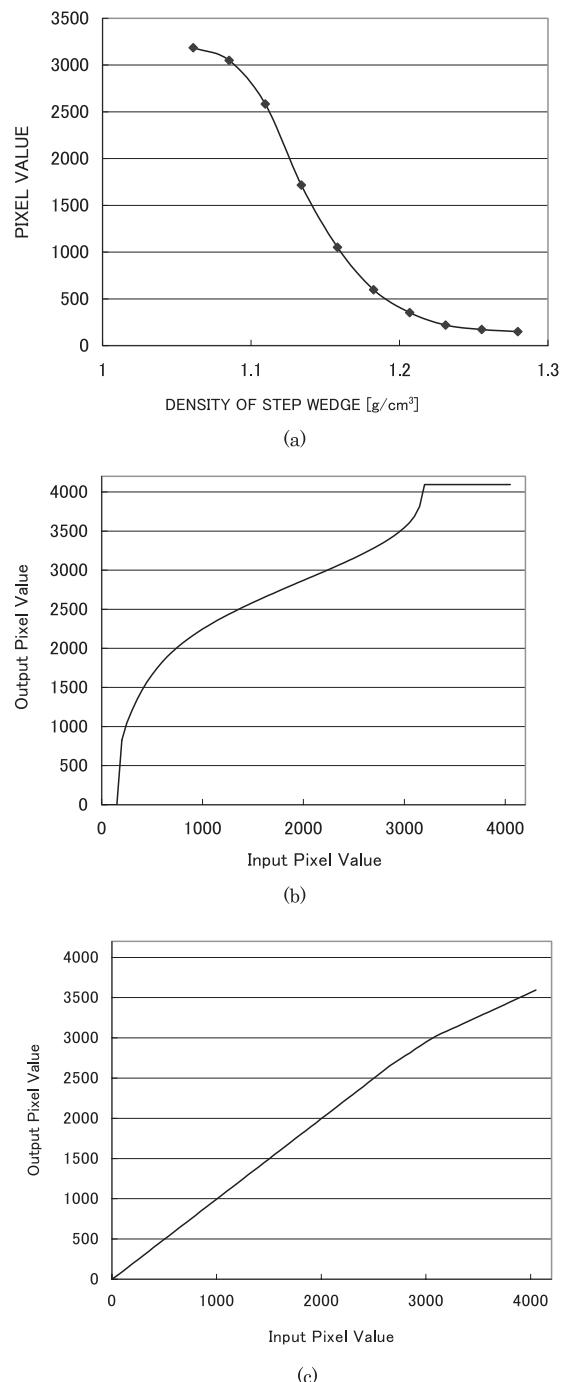


Fig. 4 (a) Approximation curve of Stepwedge (Approximate).  
 (b) Inverse function of Step Wedge Profile.  
 (c) Curve of Compression Low Density Area.

さらに、ここまで処理では微小石灰化像が存在しないと考えられる低濃度領域（高画素値）についても強調されるため、低濃度部分のみを圧縮するような関数（Fig. 4 (c)）で変換を行う（Fig. 5 (c)）。この場合の圧縮される濃度値は最初の変換において低濃度領域で強調される領域を対象とする。

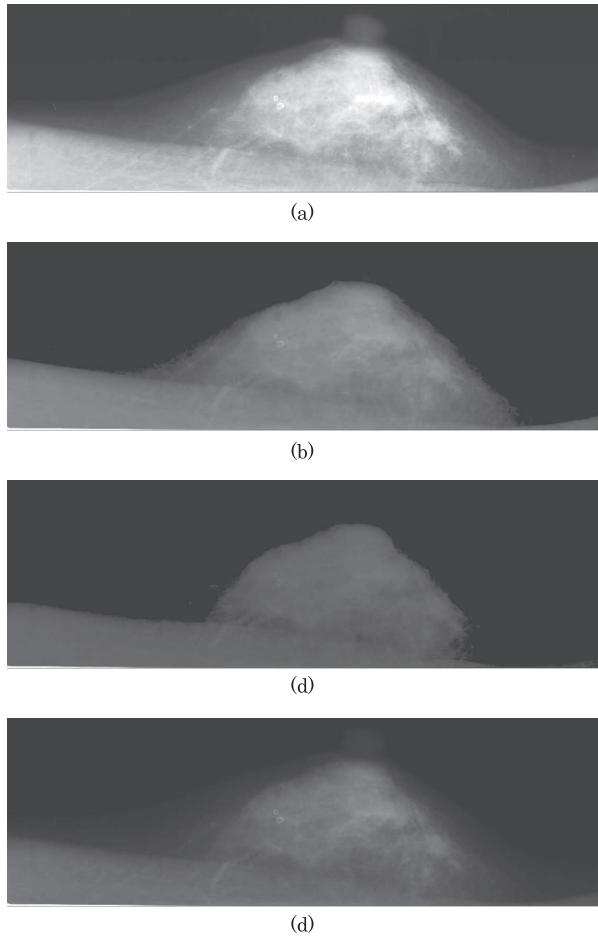


Fig. 5 (a) Original Image.  
(b) Correction with Step Wedge Pixel Value.  
(c) Compression Low Density Area.  
(d) Correction with Old method.

#### 4. 実験結果

本処理の有効性を示すため、以下のような実験を行った。

##### 4.1 対象画像

対象としたマンモグラムは、すべて同じ施設で撮影された171枚の画像である。その中に88枚、111カ所の微小石灰化クラスタが存在する。また、すべての画像において前述のステップウェッジを同時に撮影している。

#### 4.2 結果

真陽性率（以下 TP）が86%としたとき、本手法の偽陽性候補（以下 FP）は、一画像あたり0.39個であった。また従来法では一画像あたり0.54個であった。さらに、両者のFROC曲線をFig. 6にて示す。これより、本手法は、少ないFP数で従来法と同等のTPを得ることが可能であった。

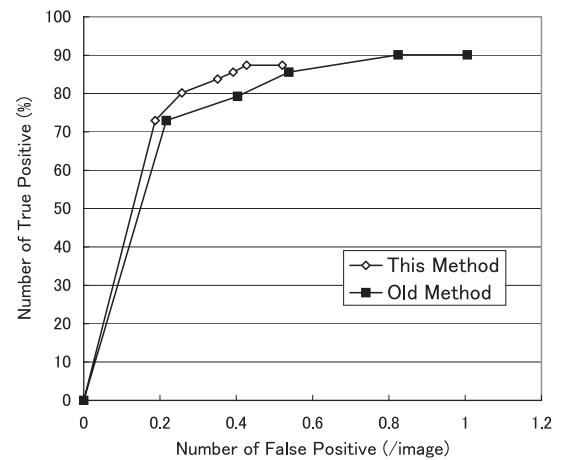


Fig. 6 Relation ship between number of false positive per an image and True Positive Rate (FROC).

#### 5. 考察

本報告では、ステップウェッジを同時に撮影して、画像一枚ごとにX線吸収率に対して線形な補正を行う手法を提案した。Fig. 5に示すように変換後の画像Fig. 5 (c)は従来法による補正後のFig. 5 (d)に比べ、視覚的には必ずしも良好ではないといえる。しかし、コンピュータ上で画像を取り扱う上では、有効なデータに変換されており、良好な結果が得られたと考えられる。また、従来法で施設ごとにパラメータを手動で設定する補正曲線から、自動的に各画像に合わせた補正曲線が算出できる点も検出性能の向上に大きく寄与しているものと思われる。

しかし、今回は、ステップウェッジの最上段がある程度高濃度である画像を対象としている（Fig. 7 (a)）。しかし画像によっては最も密度の高いステップでも中濃度に撮影されている画像（Fig. 7 (b)）や、最も密度の低いステップにおいて比較的高い濃度で撮影され、密度の高いステップの濃度差が確認できない画像も存在する。前者のような画像では、今回使用したステップウェッジでは石灰化の存在するような高濃度領域を表現できていない。また後者は、10段のステップ全体



Fig. 7 Example of Step Wedge. : (a) 27kV and 31mAs. (b) 28kV and 80mAs. (c) 26kV and 22mAs

に0~4095を割り当てているためほとんどの領域でコントラストが減弱される。そのため、このような画像に対してはFig. 4 (c) での変換処理を適用できない。今後ステップウェッジの段数および各段の濃度差、変換後に適用する濃度値の幅などについて検討をする必要がある。

## 6. まとめ

本研究では、微小石灰化像におけるCADシステムの実用化にとって大きな問題である、画像の濃度、コントラスト域などの画質の違いに対応するための手法を提案した。本手法は、乳房とステップウェッジを同時に撮影する必要があるが、これにより画像1枚ごとに自動的にX線吸収率に対応した画像に変換する処理が可能になり、撮影条件等に影響されない画質の補正を行うことが可能となる。画質の影響を大きく受ける微小石灰化像の検出において、コントラスト補正是欠かせないものであり、本手法を用いて画像を補正することにより、従来法と比較して検出性能は、向上した。よって、本手法は、今後の微小石灰化像におけるCADシステムの検出性能の向上に有用である可能性を示す

ことができた。

## 参考文献

- 1) H.Fujita, T.Endo, T.Matsubara, K.Hirako, T.Hara, H.Ueda, Y.Torisu, N.Riyahi-Alam, K.Horita, C.Kido and T.Ishigaki : Automated Detection of Masses and Clustered Microcalcifications on Mammograms. Proc. SPIE 2434 682 (1995).
- 2) 藤田広志、遠藤登喜子、原 武史、平子賢一、松原友子、堀田勝平、池田 充、木戸長一郎、石垣武男：乳房X線写真におけるコンピュータ診断支援システムの開発. 映像情報 (M) 28 3月号 357 (1996).
- 3) 松原友子、藤田広志、遠藤登喜子、堀田勝平、池田 充、木戸長一郎、石垣武男：乳房X線写真における腫瘍陰影検出のためのしきい値法に基づく高速処理アルゴリズムの開発. Medical Imaging Technology 15 1-13, (1997).
- 4) 松原友子、笠井 聰、関 和泰、藤田広志、原 武史、遠藤登喜子：マンモグラムのためのコンピュータ支援診断システムの開発—腫瘍陰影の自動検出における低濃度領域抽出法の改善—. 日本乳癌検診学会誌 7 (1) :87. 101, (1998).
- 5) 平子賢一、藤田広志、原 武史、遠藤登喜子：乳房X線写真における微小石灰化検出フィルタの開発—濃度勾配と3重リングフィルタ解析に基づく方法—. 電子情報通信学会論文誌 J72-D-II-9, 1334-1345 (1995).
- 6) 平子賢一、藤田広志、原 武史、遠藤登喜子：コントラスト補正処理と可変リングフィルタ解析を導入した微小石灰化検出法. Medical Imaging Technology, 14-6, 665-679 (1996).
- 7) 奥野健一、小畠秀文、繩野 繁、中島延淑、武尾英哉：適応的しきい値を用いた微小石灰化像検出システムの開発, Medical Imaging Technology, 14-6, 699-706 (1996).
- 8) RM.Nishikawa, K.Do, ML.Giger, RA.Schmidt, CJ.Vyborny, L.Monnier-Cholley, J.Papaioannou, P.Lu : Computerized detection of clustered micro- calcifications : Evaluation of performance on mammograms from multiple centers. Radiographics 15 443-452 (1995).
- 9) RN. Strickland, HI.Hahn: Wavelet transforms for detecting microcalcifications in mammograms, IEEE Trans. Medical Imaging, 15, 218-229 (1996).
- 10) 長谷川玲：世界で初めて商品化されたマンモグラフィ用CAD—ImageChecker®—：日本放射線技術学会雑誌 56-3, 355-358 (2000).
- 11) 平子賢一、藤田広志、遠藤登喜子、他：乳房X線写真における微小石灰化クラスタの自動検出—異なる施設の画像データへの対応—. 医用画像情報学会雑誌 13 (2) (1996).

# ICFにおける「心身機能・身体構造」の領域に対する看護職と介護職の認識の違い

～介護老人保健施設のケア実践者に対するインタビュー調査から～

小木曾加奈子<sup>1)2)</sup>・安藤邑恵<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>中部学院大学短期大学部社会福祉学科 <sup>2)</sup>岐阜医療科学大学非常勤講師 <sup>3)</sup>岐阜医療科学大学  
(2008年12月25日受理)

## A Difference of the Recognition for the Domain of “Body Functions and the Body Structures” in ICF among Nurse and Care Worker

### — Analysis of the Interview Investigation of the Care Staff of the Nursing Home —

Kanako OGISO<sup>1), 2)</sup> Satoe ANDO<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Chubu Gakuin college of social welfare <sup>2)</sup>Part-time Lecturer Gifu University of medical science  
<sup>3)</sup>Gifu University of medical science

#### 要 旨

【Purpose】 The Japanese geriatric medical care, it becomes important that it affects residents from many aspects. In 2001, the World Health Organization (WHO) proposed “International Classification of Functioning, Disability and Health” as a common components for all people. Therfore, we analyze the recognition in care for the elderly among nurse and care worker in a viewpoint of “Body Functions and the Body Structures” in International Classification of Functioning, Disability and Health.

【Method】 We carried out inventory survey by a interview investigation for nurse and care worker. This study took ethic examination of the Gifu University Medical Science.

【Result】 Vocabulary to fall under “Body Functions and the Body Structures”-nurse was 429, care worker was 190. Nurse had much vocabulary for functions of the cardiovascular, haematological, immunological and respiratory systems and structures of the cardiovascular, immunological and respiratory systems. Care worker had much vocabulary for functions of the digestive, metabolic and endocrine systems and structures related to the digestive, metabolic and endocrine systems.

【Conclusion】 Nurse and care worker of the nursing home have a different viewpoint. For the improvement of the quality of the care, it is necessary to deepen cooperation of nurse and care worker.

**Keywords :**国際生活機能分類, 心身機能, 身体構造, 介護老人保健施設

International Classification of Functioning, Disability and Health body Functions body Structures  
nursing home

#### I は じ め に

介護老人保健施設は五つの役割・機能として、①医療と福祉のサービスを統合した「包括的ケアサービス施設」、②生活機能の向上を目的に集中的な維持期リハビリテーションを行う「リハビリテーション施設」、③多職種からなるチームケアで早期の復帰に努める「在

宅復帰（通過）施設）、④家庭での生活（ケア）が少しでも継続できるように、高齢者およびその家族を支える「在宅生活支援施設」、⑤家庭介護者や地域のボランティア等が技術を習得する「地域に根ざした施設」を示しており、さまざまな職種が深く患者・家族に関わり、「尊厳の保持」や「自立支援」などの基本理念の実現のために包括的な支援・援助を実施している<sup>1)</sup>。

連絡先：小木曾加奈子 ogiso@chubu-gu.ac.jp

Quality of health care は、その時代の社会的背景に大きな影響を受ける。医療やケアの質は概念を変化させつつある。従来は医療者側が療養のあり方を一方的に示すパターナリズム（家父主義）の傾向が強かったが、自己負担の増加や自由診療の導入など、患者や家族が自らケアを選択する時代を迎えていた。医療制度の度重なる改革の中で、病院完結型の医療のあり方は大きく変化している。2006年4月における医療法の大幅改正により、多くの高齢者は急性期病院を経て、さまざまな療養先で多職種による医療サービスや看護を利用することが多くなっている。小木曾ら<sup>2)</sup>の調査では、高齢患者は、医療区分1であっても医学的処置が継続して必要な場合や認知症であることが多く、在宅への転帰を妨げる要因になっていることが明らかとなった。そのため、患者の療養病床からの転帰先の希望としては在宅が最も多く、家族は特別養護老人ホームが最も多かったが、実際の転帰先は介護老人保健施設が最も多くなるという結果を招いている。療養病床は医療型病床が約25万床、介護型病床が約13万床である。この両者を併せた38万床を、平成24年3月までに医療型の15万床に縮小し、介護型を廃止する方向性が示されるなど、高齢者を取り巻く環境は刻々と変化している<sup>3)</sup>。今後、療養型病床の再編によって、医療ニーズの高い患者や認知症患者が介護老人保健施設を利用する傾向がより強まると考えられる。

介護保険制度を利用する医療機関や施設においては、高齢者ケアに対し「尊厳の保持」や「自立支援」等の基本理念が論じられており、高齢者を全人的に理解しケアを提供することは重要課題となっている。2001年、世界保健機構（WHO）は、すべての人を捉えるさまざまな職種の共通用語として、「国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health）（以下ICF）<sup>4)</sup>」を提唱した。介護老人保健施設では看護職と介護職がケアを担当することが多い。

そこで、介護老人保健施設の看護職と介護職に対するインタビュー調査からICFにおける「心身機能・身体構造」の領域に対する看護職と介護職の認識の違いが明らかになったためここに報告する。

## II 研究方法

調査期間：2007年11～2008年2月。

調査対象者：1年以上介護老人保健施設に勤務する看

護職4名及び介護職4名を対象とした。人選は介護老人保健施設の看護課長に依頼をした。

データ収集：面接は、管理者の協力を得て、施設の一室で実施した。介護老人保健施設におけるケア内容について、1人30～45分程度の半構成的面接を行った。面接内容は、対象者の同意を得た上で録音し逐語的に記述をした。

倫理的配慮：調査対象者の所属長には、研究の主旨、プライバシーの配慮について口頭説明と文書をもって了解を得た。調査対象者に対しても口頭及び書面で研究の趣旨を説明し、個人名が特定されないこと、研究以外には使用しないことを説明し協力を依頼し、同意書を得た。なお、同意書にはインタビュー後においても同意の撤回の自由がある旨の付記をした。また、入力の段階でケア実践者個人が特定できないように工夫した。本研究は、岐阜医療科学大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

分析方法：インタビューによって得られた内容を、1つの意味をなす文脈で区切り1件とした。その1件を一文一義とし、ICFの「心身機能・身体構造」「活動と参加」「環境因子」の3領域に分類した。本研究は「心身機能・身体構造」に該当する内容を分析対象とする。ICFの「心身機能・身体構造」に該当する領域の第Ⅰレベル（カテゴリー）に沿って分類し、KJ法に準じてサブカテゴリー化しネーミングを行った。カテゴリー化にあたっては研究者2名で協議し合意を得ながら進めた。

## III 結 果

対象者の属性として、看護職は40歳代が多く、介護職は20歳代が多かった。看護職は介護老人保健施設に勤務する前に、いずれも総合病院での勤務経験をもっている。一方介護職は、はじめての職場が現在の介護

表1 対象者の属性

職種	年齢	性別	現職場の勤務年数	他の職場経験
看護職	46	女性	10年以上	総合病院
	39	女性	10年以上	総合病院
	49	女性	5～10年	総合病院
	31	女性	5～10年	総合病院
介護職	23	女性	3～5年	なし
	24	女性	3～5年	なし
	29	女性	10年以上	なし
	44	女性	10年以上	なし

表2 「心身機能・身体構造」の領域

			看護職語彙数 429	介護職語彙数 190
カテゴリー (%)	サブカテゴリー	看護職 主な内容 (%)	介護職 主な内容 (%)	
精神機能と神経系の構造 看護職：介護職 37(8.6):24(9.5)	認知力低下	認知症の方が多い 認知力の低下	11 (2.6)	認知症という診断がなくても認知症の症状があることがある
	意欲	気分不快時の対応が難しい 新しい状況では混乱状態	11 (2.6)	食欲がないか観察する 食欲の状態のアセスメント
	感情の起伏	意欲が低下している状態 利用者の意欲を引き出す	7 (1.6)	精神的に落ち着かない方などがいる
	判断力の維持	割と自分がしっかりしている人も多い	3 (0.7)	
	意識状態	神経難病は頭がクリアであるため、対応が難しい	3 (0.7)	
	愛情を感じる	根本にある夫婦愛を感じた 夫婦愛がある	2 (0.5)	
感覚機能と痛みと目・耳および関連部位の構造 看護職：介護職 81 (18.9):22 (11.6)	視覚及び関連機能	光は感じることができる全盲 白内障の方とか結構見える	34 (7.9)	全盲じゃなくても、目は十分に見えない方も多い
	聴覚及び関連機能	耳の聞こえが悪い人がいる 難聴でもなんとか通じる	23 (5.4)	お年なのでそれなりに耳も聞こえが悪くなっている
	味覚及び関連機能	舌苔によって味覚が低下している可能性がある	14 (3.3)	
	痛覚及び関連機能	痛みがあるときは痛みのない介助の仕方を考える	9 (2.1)	情報の部分では痛みのことは分からないことが多い
	温度感及び関連機能	浴室で利用者がヒヤッと感じる	1 (0.2)	浴室で利用者がヒヤッと感じる
音声と発話の機能と音声と発話に関わる構造 看護職：介護職 17(4.0): 8 (4.2)	発語の症状観察	脳出血の後遺症による失語	16 (3.7)	会話が成立しないほど不自由している方は今のところない
	発語の訓練や工夫	理解できる言葉を集める	1 (0.2)	
心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の機能と心血管系・免疫系・呼吸器系の構造 看護職：介護職 97 (22.6):27 (14.2)	心疾患の症状観察	結構心不全の悪い方がいる 左心不全は十分な観察が必要	31 (7.2)	心不全で足が腫れていると気になる
	呼吸状態の観察	体位が悪いと喘息みたいになってしまことがある	20 (4.7)	呼吸器科にかかっている方もいる
	バイタルサインの測定	脈をあまりとらないため観察が十分でない	17 (4.0)	
	心疾患への対応	心不全がある人はギャッチップを少ししている	12 (2.8)	足に浮腫があるので足をマッサージする
	水分出納	尿量をトータル的に把握することは難しい	11 (2.6)	心不全の方は水分制限が必要である
	脳血管障害	脳血管障害は多い 脳梗塞の人とかがいる	5 (1.2)	脳血管障害によって身体機能が低下している
	感染予防	感染予防のため冬のこの時期は職員もマスクをする	1 (0.2)	感染症が広がらないように気をつけている
消化器系・代謝系・内分泌系の機能と消化器系・代謝系・内分泌系に関連した構造 看護職：介護職 67 (15.6):48 (25.3)	排便調節	排便コントロールをしている 下痢の時は調整が必要である	16 (3.7)	2～3日便がなければ緩下剤を利用する
	食事を摂取できない	食べないということは生命維持にも関わる	13 (3.0)	食べたがらないそういう方がいる
	食べられない原因をアセスメント	食べられないことによって実は疾患が見つかることもある	10 (2.3)	食事の形態が食べられるものなのかを観察する
	インスリン療法	インスリンを使用している方も増えている	8 (1.9)	
	嚥下状態	誤嚥をしやすければやはりそれなりの対応を考えている	6 (1.4)	誤嚥する人はほんの少しの水でも誤嚥する
	排泄状態の観察	1日1回排便があったかどうか聞いている	6 (1.4)	まめに見に行って排便はどうだったかを確認する
	食事からみられるサイン	急にお味噌というのが、調子が悪くなるサイン	3 (0.7)	
	ストーマ管理	排ガスでパウチが張るとケアスタッフが空気を抜く	3 (0.7)	
	経管栄養	経管栄養の方は3階の方でみている	2 (0.5)	経管栄養の方もいる

カテゴリー (%)	サブカテゴリー	看護職 主な内容 (%)	介護職 主な内容 (%)
尿路・性・生殖の機能と尿路性器系および生殖系に関連した構造 看護職：介護職 22(5.1)：14(7.4)	かかわりによって自然な排尿	トイレ誘導により失禁がない 適切な関りで失禁が減る (2.1)	尿意があっても身体的にトイレに行けない人もいる (1.6)
	排尿トラブル	排泄のトラブルがある方がほとんど (1.9)	排尿状態については病状的な部分はないか観察する (5.8)
	排尿をチェックする	8時間尿が出ない場合は導尿をしている (1.2)	0
神経筋骨格と運動に関連する機能と運動に関連した構造 看護職：介護職 41 (9.6)：21 (11.1)	運動機能に関わる内容	歩ける方でも少しの段差でつまずきやすい (4.4)	利用者の方は片麻痺だったりする (3.2)
	リハビリに関する内容	滑車とかをする人は集団リハビリの後残っていただく (4.2)	運動の方は理学療法士の先生方が担当する (7.4)
	神経難病等	神経難病の方は難しい ALSの方は難しい (0.9)	植物状態の方もみえる (0.5)
皮膚および関連する構造の機能と皮膚および関連部位の構造 看護職：介護職 67 (15.6)：32 (16.8)	スキントラブルの対処	皮膚のトラブルは気をつけても防ぐのが難しい (5.6)	なるべく皮膚が傷つかないように気をつける (5.3)
	褥瘡に対するケア	褥瘡ができたら管理は看護師 褥瘡は8時間単位の観察が必要 (5.1)	褥瘡の方が多い 褥瘡は少ない (1.6)
	褥瘡予防	お年よりの半分ぐらいは褥瘡リスクが高い (2.6)	どんなに気をつけていてもすぐに褥瘡になってしまう (1.6)
	皮膚の観察	皮膚を観察することで異常を察知できる (2.3)	意図的に皮膚の観察をしないと皮膚トラブルを見過ごしやすい (8.4)

老人保健施設であった。「心身機能・身体構造」に該当する看護職の語彙数は429、介護職は190であった。

### 1. 「精神機能と神経系の構造」

看護職37 (8.6%)、介護職18 (9.5%) が該当した。サブカテゴリーとしては、『認知力の低下』は看護職11 (2.6%)、介護職14 (7.4%) であり、次いで『意欲』は看護職11 (2.6%)、介護職 2 (1.1%) であった。介護職は『判断力の維持』、『意識状態』、『愛情を感じる』に該当する語彙はなかった。

### 2. 「感覚機能と痛みと目・耳及び関連部位の構造」

看護職81 (18.9%)、介護職22 (11.6%) が該当した。サブカテゴリーとしては、『視覚及び関連機能』は看護職34 (7.9%)、介護職 9 (4.7%) であり、次いで看護職は『聴覚及び関連機能』23 (5.4%) であり、介護職は『痛覚及び関連機能』8 (4.2%) であった。介護職は『味覚及び関連機能』に該当する語彙はなかった。

### 3. 「音声と発話の機能と音声と発話に関わる構造」

看護職17 (4.0%)、介護職 8 (4.2%) が該当した。両職種とも8つのカテゴリーのうち、集約が最も少なかった。サブカテゴリーとしては、『発語の症状観察』は看護職16 (3.7%)、介護職 8 (4.2%) であり、次いで看護職は『発語の訓練や観察』1 (0.1%) であり、介護職は該当する語彙はなかった。

### 4. 「心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の機能と心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の構造」

看護職97 (22.6%)、介護職27 (14.2%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『心疾患の症状観察』は31 (7.2%) であり、次いで『呼吸状態の観察』20 (4.7%) であった。一方介護職は『心疾患の対応』は9 (4.7%) であり、次いで『心疾患の症状観察』8 (4.2%) であった。看護職は、『バイタルサインの測定』は17 (4.0%) であったが、介護職は、該当する語彙はなかった。

### 5. 「消化系・代謝系・内分泌系の機能と消化系・代謝系・内分泌系に関連した構造」

看護職67 (15.6%)、介護職48 (25.3%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『排便調節』は16 (3.7%) であり、次いで『食事を摂取できない』は13 (3.0%) であった。介護職は『嚥下状態』は15 (7.9%) であり、次いで『排泄状態の観察』は14 (7.4%) であった。介護職は、『インスリン療法』、『食事からみられるサイン』、『ストーマ管理』に該当する語彙はなかった。

### 6. 「尿路・性・生殖の機能と尿路性器系および生殖系の関連した構造」

看護職22 (5.1%)、介護職14 (7.4%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『かかわりによつ

て自然な排尿』は9（2.1%）であり、次いで『排尿トラブル』は8（1.9%）であった。介護職は『排尿トラブル』は11（5.8%）であり、次いで『かかわりによって自然な排尿』は3（1.6%）であった。介護職は『排尿をチェックする』に該当する語彙はなかった。

## 7. 「神経筋骨格と運動に関連する機能と運動に関連した構造」

看護職41（9.6%）、介護職21（11.1%）が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『運動機能に関わる内容』は19（4.4%）であり、次いで『リハビリに関する内容』は18（4.2%）であった。介護職は『リハビリに関する内容』は14（7.4%）であり、次いで『運動機能に関わる内容』は6（3.2%）であった。

## 8. 「皮膚及び関連する構造の機能と皮膚および関連部位の構造」

看護職67（15.6%）、介護職32（16.8%）が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『スキントラブルの対処』は24（5.6%）であり、次いで『褥瘡に対するケア』は22（5.1%）であった。介護職は『皮膚の観察』は16（8.4%）であり、次いで『スキントラブルの対処』は10（5.3%）であった。

## IV 考 察

### 1. 「精神機能と神経系の構造」

介護保険制度の新たな課題の1つとして、認知症高齢者の増加がある。現在、要介護認定高齢者のほぼ半数が認知症の影響があり、介護保険施設に入所している約8割が認知症高齢者である<sup>5)</sup>。認知症においては、利用者本人にとっても、明らかな記憶の喪失や周囲との関係性から、以前の自分とは異なることを認識し<sup>6)</sup>、現在の自分自身の受け入れが困難となると、感情の起伏などの周辺症状として出現することがある。看護職は、新しい状況では混乱状態が強いことを認識している。

### 2. 「感覚機能と痛みと目・耳及び関連部位の構造」

加齢に伴う視力機能の低下として、調整力の低下、羞明、暗順応低下、視野の減少などがある。白内障や全盲などが起因し、視覚機能が低下していることを看護職の方がより認識している。脳卒中の重症度が高ければ半側空間無視などの状態が強くなり<sup>7)</sup>、さまざま

な感覚機能に影響を及ぼすため、アセスメントが重要となる。加齢に伴う聴覚障害もあり、難聴などに対して看護職の方がより認識している。介護職は、味覚に関しては語彙数が全くなかったが、看護職は、現在の状況を判断して味覚低下の可能性をアセスメントしている。高齢者自身が味覚低下を訴えることは少ないため、ケアの関わりにおいて、おいしく食事が摂取できるようなアプローチは重要である。感覚機能としてのしびれや痛みの知覚の違和感は、その本人しか分からぬいため、情報収集やアセスメントの工夫が必要である。また、しびれや痛みの感じ方は感覚と情緒が関係する<sup>8)</sup>。さまざまな原因によって痛みが生じるが、症状の観察と対応が重要となる。

### 3. 「音声と発話の機能と音声と発話に関わる構造」

加齢や疾病による口腔機能の低下を生じることが多く、両職種ともに発語の症状観察が必要であると認識している。一人ひとりに応じたコミュニケーションを実践するためには、発語の状態に応じて、さまざまな工夫が求められる。言語による表現が阻害される状況では、お互いの意思を伝え合う方法やラポールの形成の工夫なども視野に入れられる<sup>9)</sup>。

### 4. 「心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の機能と心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の構造」

介護が必要な状態であると、循環機能の低下として、心機能の低下や呼吸機能の低下が出現しやすい。看護職は、心疾患の症状観察として、左心不全と右心不全の特徴を踏まえ、症状観察を行っている。また、高齢者では心疾患などによる水分制限がある一方で、慢性的な脱水傾向を併せ持っていることもある<sup>10)</sup>ことを理解し、左心不全の対応や水分出納の管理も重要であると認識している。普段の関わりの中で呼吸状態の観察は、随時必要なケア内容である。ガス交換障害、肺気量分画異常などの呼吸機能の低下は、すべての日常生活に支障をきたし生活機能の低下をまねく<sup>11)</sup>。看護職は、呼吸状態の観察やバイタルサインの測定など生命徵候に関わる情報収集が大切であると認識している。一方、介護職ではバイタルサインに関する語彙数は全くなかったが、介護老人保健施設では看護職の配置が少ないため、異常の早期発見には介護職にもこれらの情報収集とアセスメントは必要であると考える。

## 5. 「消化系・代謝系・内分泌系の機能と消化系・代謝系・内分泌系に関連した構造」

排便（排泄）ケアは、多くの専門職種がチームで協働することが必要である。看護職は排便ケアについて介護職への指導を行い、連携しながらケアを実践する必要がある。2005年2月日本看護協会調査<sup>12)</sup>によると、介護老人保健施設で行われる看護職の医療処置としては排便の管理が最も多かった。本調査結果も、同様に看護職が排便管理の中心を担っていることが明らかとなった。その一方で食事摂取に関しては、介護職の語彙数の割合が多かった。嚥下障害に対するケアとしては、施設全体で利用者のサポートをする必要があり、食事介助の多くは介護職が担っているという現状からも、介護職から注目されているケア内容である。関連する医療行為として、インスリン療法・ストーマ管理・経管栄養などがあるが、これらは看護職が行う範疇であるためか、介護職からの語彙は全くなかった。今後施設においては、医療ニーズの高い高齢者が入所する機会が増え、特に非経口栄養療法として経皮内視鏡的胃瘻増設術は利用されることが多くなるだろう<sup>13)</sup>。そのため、介護職においてもこの分野の知識を構築させる必要がある。

## 6. 「尿路・性・生殖の機能と尿路性器系および生殖系の関連した構造」

尿失禁には、機能性尿失禁、切迫性尿失禁、腹圧性尿失禁、溢流性尿失禁、反射性尿失禁、完全尿失禁などがある。看護職の“排尿はほとんどケアさんに任せている”という発言もあったように排尿介助は介護職が担うことが多いことから、介護職自身が利用者の排尿状態のアセスメントを行っている。現在施設では終末期ケアも実施することが多くなり、そのようなことが関連して、看護職は排尿がない場合は、病状の悪化や終末が近いことを認識しており、その後の対応の必要性を感じている。介護職ではその認識は低いと考える。

## 7. 「神経筋骨格と運動に関連する機能と運動に関連した構造」

ADLの自立は、運動機能と関わりが深い。日常生活の多くのケアを介護職が担当していることもあり、介護職の方が利用者一人ひとりの運動機能を正しく把握し、ADLの維持拡大に努めすることが必要であると認

識している。加齢に伴い骨基質の減少が生じ、それらは体重を支えている脊柱や大腿骨頸部に影響が生じやすい。骨折は高齢化に伴い増加傾向にある<sup>14)</sup>。また、脳血管障害による後遺症としての片麻痺などへの観察も必要である。

## 8. 「皮膚及び関連する構造の機能と皮膚および関連部位の構造」

高齢になると皮膚の保湿力や弾力性の低下によって、スキントラブルが発生しやすい状況となる。ことに身体機能が低下している場合は、褥瘡の可能性が強まる。そのため、定期的な皮膚の観察とスキンケアが重要となる<sup>15)</sup>。看護職はスキントラブルへの対処や褥瘡への処置を行い、介護職は普段のケアの関わりで皮膚の異常を早期発見し、予防的な側面からスキントラブルへの対処を行うという認識がされている。

## Ⅴ 結論

看護職は、「心血管系・血液系・免疫系・呼吸器系の機能」に関する語彙数が最も高かった。介護が必要な高齢者の多くは、加齢に伴い原疾患がなくとも心肥大による心不全などに配慮が必要な場合が多く、医療的な側面からのサポートに関する視点が強かった。介護職は「消化系・代謝系・内分泌系の機能」に関する語彙数が最も高かった。食事摂取に関する事や排泄（排尿）に関する事は日々の生活に欠かせない分野への直接的な支援・援助に関する視点が強かった。

本調査において、介護老人保健施設における看護職は、病状の管理や現在の状況に対するアセスメントの視点が強く、介護職は食事援助や排尿援助などの実際のケア場面に直結する視点が強い傾向があることが分かった。ケアの質の向上のためには、ICFの視点を理解し、それぞれの職種の特性を活かしながら、ケアの質の向上に還元できるような方策を提案・実施することが必要である。

本研究は2007年度ユニバースル財団研究助成の研究成果の一部である。

## 参考文献

- 1) 介護支援専門員テキスト編集委員会、四訂介護支援専門員基本テキスト第2巻、財団法人長寿社会開発センター、447-448、2007.

- 2) 小木曾加奈子, 児島美都子, 内山治夫他, 介護療養病床における患者の実態調査, 第38回日本看護学会論文集—老年看護—, 199-201, 2008.
- 3) 大島佑監修, 杉本敏夫編, 高齢者福祉論 (4版), ミネルヴァ書房, 68-69, 2008.
- 4) 障害者福祉研究会編, ICF国際生活機能分類—国際障害分類改訂版—, 中央法規出版, 127, 2003.
- 5) 財団法人厚生統計協会, 国民衛生の動向2007年第54巻第9号, 財団法人厚生統計協会, 38, 68, 225, 2007.
- 6) 福田珠恵, 老年期に痴呆症という病を生きる体験『自己の存在の確かさを求めて』—病の兆候からグループホーム入居後まで—, 日本看護科学学会誌, 25 (3), 41-50, 2005.
- 7) 大島浩子, 村嶋幸代, 高橋龍太郎他, 半側空間無視 (Neglect) を有する脳卒中患者の生活障害評価尺度, —the Catherine Bergego Scale(CBS) 日本語版の作成とその検討, 日本看護科学学会誌, 25 (4), 90-95, 2005.
- 8) 登喜和江, 蓬萊節子, 山下裕紀他, 脳卒中者が体験しているしびれや痛みの様相, 日本看護科学学会誌, 25 (3), 75-84, 2005.
- 9) 小木曾加奈子, 伊藤智佳子, 介護・医療サービス概論, 一橋出版, 96-106, 2007.
- 10) 戒五郎, 高齢者の脱水と経口補水療法, 老年医学, 46 (6), 577-581, 2008.
- 11) 森本美智子, 高井研一, 慢性閉塞性肺疾患患者の機能障害と活動能力の関係, 日本看護科学学会誌, 24 (1), 13-20, 2004.
- 12) 日本老年看護学会編, 平成19年度高齢者の胃瘻閉鎖, 脇胱留置カテーテル抜去を安全かつ効果的に実施するためのアセスメント・ケアプログラムの開発に関する調査研究事業報告書, 11・115・225, 2008.
- 13) 寺本信嗣, 高齢者の肥満・痩せと老年疾患との関係, 高齢者における非経口栄養療法—PEG留置と誤嚥性肺炎の関係に配慮して—, 老年医学, 46 (5), 487-491, 2008.
- 14) 佐田律子, 泉キヨ子, 平松知子, 大腿骨頸部骨折高齢者の再転倒に関する対処, 日本看護科学学会誌, 27 (4), 54-62, 2007.
- 15) 徳永恵子, 塚田邦夫, 閉鎖性ドレッシング法による褥瘡ケア, 南江堂, 47, 2003.

# ICFにおける「活動と参加」の領域に対する看護職と介護職の認識の違い ～介護老人保健施設のケア実践者に対するインタビュー調査から～

小木曾加奈子<sup>1) 2)</sup>・安藤邑恵<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>中部学院大学短期大学部社会福祉学科 <sup>2)</sup>岐阜医療科学大学非常勤講師 <sup>3)</sup>岐阜医療科学大学  
(2008年12月25日受理)

## A Difference of the Recognition for the Domain of "Activities and Participation" in ICF among Nurse and Care Worker —Analysis of the Interview Investigation of the Care Staff of the Nursing Home—

Kanako OGISO<sup>1), 2)</sup> Satoe ANDO<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Chubu Gakuin college of social welfare <sup>2)</sup>Part-time Lecturer Gifu University of medical science  
<sup>3)</sup>Gifu University of medical science

### 要 旨

【Purpose】The care that paid its attention to "Activities and Participation" to be able to continue life like not only the control of the disease but also the person at the nursing home is demanded. In 2001, the World Health Organization (WHO) proposed "International Classification of Functioning, Disability and Health" as a common components for all people. Therfore, we analyze the recognition in care for the elderly among nurse and care worker in a viewpoint of "Activities and Participation" in International Classification of Functioning, Disability and Health.

【Method】We carried out inventory survey by a interview investigation for nurse and care worker. This study took ethic examination of the Gifu University Medical Science.

【Result】Vocabulary to fall under "Activities and Participation" -nurse was 541, care worker was 430. Interest was high for self-care nurse and care worker together. The nurse performs assessment from information and the care of the nurse lets reflecting the intention of the client. Care worker has much the number of the vocabulary for safe movement.

【Conclusion】The nurse was strong in a viewpoint of the assessment. The care worker was strong in a viewpoint of the security.

**Keywords :**国際生活機能分類, 活動と参加, セルフケア, 介護老人保健施設

International Classification of Functioning, Disability and Health Activities and Participation  
self-care nursing home

### I は じ め に

近年, 疾病構造の変化によって, 創傷や感染症から生活習慣病が疾患の多くを占めるようになった。今まで, 一次的または急性期の治療のために病院などで, 医療や看護を利用する事がほとんどであったが, 今日の生活習慣病の多くは完治することが難しい。その中の1つの疾患である脳血管障害は, 医学の進歩によ

り命を失うことは少なくなったが, 片麻痺や言語障害などさまざまな機能障害が生じることが多い。また, 2000年4月に施行された介護保険制度の新たな課題の1つとして, 認知症高齢者の増加がある。現在, 要介護認定高齢者のほぼ半数が認知症の影響があり, 介護保険施設に入所している約8割が認知症高齢者である<sup>1)</sup>。このような時代の新潮流の中, 患者は急性期病院, 回復期リハビリテーション病院, 療養型病床, 介

護老人保健施設、介護老人福祉施設等と療養の場を替え、さまざまな職種と関わる機会が増加している。小木曾ら<sup>2)</sup>の調査では、患者の療養病床からの転帰先は介護老人保健施設が最も多く、医療区分1であっても医学的処置が継続して必要な場合や認知症を合併していることが原因となり、在宅への転帰を妨げていることが明らかとなった。今後このような傾向がより強まると考えられる。介護老人保健施設を利用する高齢者の多くは、脳血管障害や認知症であり、QOLの向上のためには、疾患のコントロールだけでなく、その人らしく生活が継続できるように「活動と参加」に着目したケアが求められる。

介護老人保健のケア実践者である看護職と介護職は、幾分も異なる背景を持つ。看護の歴史は古くナイチンゲールの時代に遡る。一方、介護という言葉が使われはじめたのは、1963年の老人福祉法以降と考えられている。この頃は衛生水準の向上や医学の進歩によって、長期にわたり何らかのケアが必要な高齢者が多くなったという時代背景がある。そのような方のケアをする施設として、特別養護老人ホームが設立されることになった。従来の老人ホームとは異なり、何らかのケアが必要な高齢者を対象とする施設であるため、当初は看護師が中心となってケアを行う方向性であった。しかし、看護師の人手不足がいっこうに解消しないため、寮母がそのケアを行うことになり、寮母は看護師の免許がないため、その行為を「介護」と呼ぶようになった。その後、特別養護老人ホームに入所しているどの高齢者も、何らかの専門的ケアが必要であり、素人集団では十分な援助ができないことが認識され始めた。疾病構造の変化によって、何らかの専門的ケアが必要な高齢者が増加し、社会的なニーズの高まりも相まって、介護の専門化の必要性が生じてきた。そのため1987年に社会福祉士及び介護福祉士法が成立し、介護の専門性が法的に明確になった<sup>3)</sup>。しかし、介護福祉士という専門職が確立されたにもかかわらず、一方では家族介護など高齢者の身近な人々がその方のケアを担っている場合が多く、介護は専門職でなければならないという縛りはない。笛谷ら<sup>4)</sup>は、介護職には介護福祉士・ホームヘルパー・無資格者などが混在しているが、施設が専門職を必要としているため、資格手当が上昇傾向にあることを指摘している。高齢者ケアは、資格がなければ仕事ができないということではないが、「素人でもできる介護」という考え方からス

ートしたのは事実であるが、現在はそのあたりが大きな転機を迎えており、介護保険制度を利用する医療機関や施設においては、高齢者ケアに対し「尊厳の保持」や「自立支援」などの基本理念が論じられており、高齢者ケアにおいては、医療という側面だけでなく、利用者を中心としたさまざまな方面から包括的な支援・援助を実施する全人的なケアが必要となる<sup>5)</sup>。2001年、世界保健機構（WHO）はすべての人を捉える時のさまざまな職種の共通用語として、「国際生活機能分類（International Classification of Functioning Disability and Health）（以下ICF）<sup>6)</sup>」を健康状態と健康関連状況とを表現するための共通言語として提唱した。介護老人保健施設のケアをICFの視点から検討することは、医療という側面だけでなく、利用者を中心としたさまざまな方面からのケアの提供を検討する上で有意義であると考える。高齢者ケアの質の向上のためには、高齢者サイドに立ったケアのあり方が問われており、全人的なケア実践としては、「人々の生きる権利」、「尊厳を保つ権利」、「敬意のこもったケアを受ける権利」、「平等なケアを受ける権利」が重要であり、その実現には、高齢者の生活歴に着目した「活動と参加」を支援・援助することが重要となる。この実現のためにも、看護職と介護職の認識の違いを明らかにして、両職種の連携を深める必要がある。

そこで、介護老人保健施設のケア実践者のインタビュー内容を分析することによって、介護老人保健施設におけるICFの視点における「活動と参加」のケアに対する看護職と介護職の認識の違い方を検討する一助となったためここに報告する。

## II 研究方法

調査期間：2007年11～2008年2月。

調査対象者：1年以上介護老人保健施設に勤務する看護職4名及び介護職4名を対象とした。人選は介護老人保健施設の看護課長に依頼をした。

データ収集：面接は管理者の協力を得て、施設の一室で実施した。介護老人保健施設におけるケア内容について、1人30～45分程度の半構成的面接を行った。面接内容は、対象者の同意を得た上で録音し逐語的に記述をした。

倫理的配慮：調査対象者の所属長には、研究の主旨、プライバシーの配慮について口頭説明と文書をもって了解を得た。調査対象者に対しても口頭及び書面で研

究の趣旨を説明し、個人名が特定されないこと、研究以外には使用しないことを説明し協力を依頼し、同意書を得た。なお、同意書にはインタビュー後においても同意の撤回の自由がある旨の付記をした。また、入力の段階でケア実践者個人が特定できないように工夫した。本研究は、岐阜医療科学大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

分析方法： インタビューによって得られた内容を、1つの意味をなす文脈で区切り1件とした。その1件を一文一義とし、ICFの「心身機能・身体構造」「活動と参加」「環境因子」の3領域に分類した。本研究は、「活動と参加」に該当する内容を分析対象とする。ICFの「活動と参加」に該当する領域の第Iレベル(カテゴリー)に沿って分類し、KJ法に準じてサブカテゴリー化しネーミングを行った。カテゴリー化にあたっては、研究者2名で協議し合意を得ながら進めた。

### III 結 果

対象者の属性として、看護職は40代歳が多く、介護職は20歳代が多かった。看護職は介護老人保健施設に勤務する前に、いずれも総合病院での勤務体験をもっている。一方介護職は、はじめての職場が現在の介護老人保健施設であった。「活動と参加」に該当する語彙数は、看護職541語彙数、介護職430語彙数であった。

#### 1. 「学習と知識の応用」

看護職80（14.8%）、介護職27（6.3%）が該当した。サブカテゴリーとしては、『療法の機会』は看護職58（10.7%）、介護職25（5.8%）であり、次いで看護職は『意思を表出する』と『ニーズを引き出す』がともに11（2.0%）であり、介護職は『学習の機会』2（0.5%）であった。看護職は『学習の機会』に該当する語彙はなかった。介護職は『意思を表出する』、『ニーズを引き出す』に該当する語彙はなかった。

#### 2. 「一般的な課題と要求」

看護職8（1.5%）、介護職6（1.4%）が該当した。サブカテゴリーとしては、『利用者の固有の日課』は看護職8（1.5%）、介護職6（1.4%）であった。

#### 3. 「コミュニケーション」

看護職73（13.5%）、介護職67（15.6%）が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『利用者のメッセ

ージを受け取る』33（6.1%）であり、次いで『利用者へメッセージを伝える工夫』17（3.1%）であった。一方介護職は『利用者へメッセージを伝える工夫』43（10.0%）であり、次いで『利用者のメッセージを受け取る』14（3.3%）であった。看護職は『安心を伝える』、『コミュニケーションによる他者への影響』に該当する語彙はなかった。介護職は『威圧的な関わり』、『コミュニケーションの機会づくり』に該当する語彙はなかった。

#### 4. 「運動・移乗」

看護職20（3.7%）、介護職50（11.6%）が該当した。看護職は『安全な移乗援助』と『行動範囲の拡大』とともに5（0.9%）であった。一方介護職は『車椅子での移乗』19（4.4%）であり、次いで『安全な移乗援助』18（4.2%）であった。看護職は『車椅子での移乗』と『福祉用具の適切な活用』に該当する語彙はなかった。介護職は『視覚障害による移乗』、『行動範囲の縮小』に該当する語彙はなかった。

#### 5. 「セルフケア」

看護職181（33%）、介護職136（31.6%）が該当した。カテゴリーとして最も集約が多かったのは、『セルフケア』であった。サブカテゴリーとしては、『食べること』は看護職86（15.9%）、介護職は42（9.8%）であり、次いで『排泄』は看護職51（9.4%）、介護職は38（8.8%）であった。

セルフケアはICFの第二分類に沿って分析を行った。

『身体を洗うこと』の下位カテゴリーとしては、看護職は“入浴していただくための工夫”は9（5.0%）であり、“介護職では体を洗う方法”と“楽しく入浴時間を過ごす”がともに6（3.3%）であった。看護職は“浴室での安全確保”、“体を洗う方法”、“楽しく入浴時間を過ごす”、“長湯への注意”に該当する語彙はなかった。介護職は“入浴していただくための工夫”、“プライバシーへの配慮”に該当する語彙はなかった。

『身体各部の手入れ』の下位カテゴリーとしては、“陰部の清潔を保つ”は看護職6（3.3%）、介護職5（3.7%）であった。看護職は“スキンケア”、“口腔”に該当する語彙はなかった。

『排泄』の下位カテゴリーとしては、看護職は“トイレ誘導のタイミング”は20（11.0%）であった。一方

表1 活動と参加の領域

カテゴリー (%)	サブカテゴリー	看護職語彙数 541		介護職語彙数 430	
		看護職 主な内容 (%)	介護職 主な内容 (%)	看護職語彙数 541	介護職語彙数 430
学習と知識の応用 看護：介護 80 (14.8) :27 (6.3)	療法の機会	・学習療法は深く関わることができる貴重な時間 (10.7)	・学習療法の時は15分利用者と個別に関わる	58 (10.7)	25 (5.8)
	ニーズを引き出す	・いろいろなニーズを引き出すことも私たちの仕事 (2.0)		11 (2.0)	0
	意思を表出する	・患者は嫌なことは嫌とはっきり拒否をする (2.0)		11 (2.0)	0
	学習の機会		・下膳をされたら雑誌をその方に渡してみる	0	2 (0.5)
一般的な課題と要求 看護：介護 8 (1.5) : 6 (1.4)	利用者固有の日課	・ケアの方が一応朝は何時からご飯だよということを言いながら起こしてくれる (1.5)	・朝の時点で、皆さんに今日は何時からこういうことがありますとか話す	8 (1.5)	6 (1.4)
	利用者のメッセージを受け取る	・何をいいたいのかなということを考えながら聞くようにしている (6.1)	・コミュニケーションで工夫していることは、目線を一緒にするとか	33 (6.1)	14 (3.3)
	利用者へメッセージを伝える工夫	・こちらがいろいろと提示するとある程度そうだと利用者にうなずきがでてくる (3.1)	・今までの生活暦が違うのでその方のあった声かけとかを私たちがしていかないといけないのかなと	17 (3.1)	43 (10.0)
	威圧的な関わり	・口癖のように利用者に待っていてねと言っている (2.0)		11 (2.0)	0
	コミュニケーションの機会づくり	・外来受診の時間は待たされる時間もあるのでそこで利用者と話す (1.7)		9 (1.7)	0
	コミュニケーションが通じない	・うまく言語が通じないことに慣れてしまっている (0.6)	・こちらが言っていることが通じないこともある	3 (0.6)	4 (0.9)
	安心を伝える		・お話しするときもその際にも笑顔ということも心掛ける	0	4 (0.9)
	コミュニケーションによる他者への影響		・他の人から声が大きくてやかましいという苦情もくる	0	2 (0.5)
	安全な移乗援助	・坂があれば車椅子を反対にする (0.9)	・車椅子介助では、手足が巻き込まれないように援助する	5 (0.9)	18 (4.2)
運動・移動 看護：介護 20 (3.7) : 50 (11.6)	行動範囲の拡大	・関わっているうちにどんどん ADL があがってきた	・外出する時はボランティアの方にお手伝をしてもらう	5 (0.9)	2 (0.5)
	視覚障害による移乗	・全盲の方に同じところにいてもらうわけにもいかず困った		4 (0.7)	0
	行動範囲の縮小	・まあ寝ているのならそのまま寝ていただいているのですけれど		3 (0.6)	0
	安楽な姿勢の保持	・ポジショニングをしっかり行っている (0.4)	・体の傾きがある方はクッションを利用し体位を工夫する	2 (0.4)	3 (0.7)
	見守りの強化	・自分で行かれる方は「いってらっしゃい」でいいですけれど (0.2)	・歩ける人はできるだけ話しかけて歩くようにしています	1 (0.2)	4 (0.9)
	車椅子での移乗		・車椅子自走の方も本人にお任せにしない	0	19 (4.4)
	福祉用具の適切な活用		・リハビリの許可が出てからフロア一の杖歩行開始になる	0	4 (0.9)
	セルフケア				
看護：介護 181 (33.5) :136 (31.6)	身体を洗うこと	・入浴の時他の人に見られたくないという方に対してはついたてをする (2.8)	・お風呂が好きだからなかなか出たくないという利用者の気持ちを大切にして関わっている	15 (2.8)	27 (6.3)
	身体各部の手入れ	・陰部洗浄を毎朝行う ・陰部洗浄時はザバッと洗う (1.4)	・自分でスキンケアができると思っていたがそうではない	6 (1.4)	11 (2.6)
	排泄	・利用者の排尿間隔によってトイレ誘導を調節する (9.4)	・排泄のことは他の人に聞かれて恥ずかしいなと思う人も絶対いるので気をつける	51 (9.4)	38 (8.8)
	更衣	・布のパンツをはいている方は毎朝1回替えるように声はかける (0.6)	・失禁で1日2~3回パンツを替える	3 (0.6)	6 (1.4)
	食べること	・いらないという人でも口に持っていけば食べる人もいる (15.9)	・誤嚥しないようにスプーンを一回り小さいものにする	86 (15.9)	42 (9.8)
	飲むこと	・水分を勧めても、私は喉が渇いていないからという (2.4)	・飲まれない方は飲みやすいジュースにするなど工夫する	13 (2.4)	7 (1.6)
	健康に留意すること	・拒薦があるとどうしてもこう飲み物や食事とかに混ぜて (1.3)	・ちょっといつもと調子がおかしいわという時は悪化させないように心掛けている	7 (1.3)	5 (1.2)

カテゴリー (%)	サブカテゴリー	看護職 主な内容 (%)	介護職 主な内容 (%)
家庭生活 看護：介護 46 (8.5) : 27 (6.3)	オムツの選択	・オムツの使用状況が適切であるかチェックしている 23 (4.3)	・オムツを使用している方のチェック 1 (0.2)
	居心地の良い居住空間	・ここの椅子は落ち着くというものがあるといい 11 (2.0)	・利用者が安心できる環境づくりをする 5 (1.2)
	適切なベッドの選択	・4年前から全室無重力マットにした 10 (1.8)	0
	衣服管理	・他の施設ではつなぎ服をきていたようだ 2 (0.4)	・お風呂の用意をする時も、服はこのあわせでいいといいながら用意したりしている 10 (2.3)
	お絞り	0	・お絞りをケアスタッフが洗濯する 5 (1.2)
	紙ペーパーの活用	0	・サルバは半分の大きさがちょうどいい大きさ 2 (0.5)
	浴室環境を整える	0	・痛くないように入浴時の椅子に座布団かわりにバスタオイルを敷いたりとか工夫する 4 (0.9)
対人援助 看護：介護 80 (14.8) : 55 (12.8)	利用者と利用者の関係	・どのようにすれば利用者に安心した生活が送っていただけるか認知症がない利用者と話し合う 25 (4.6)	・利用者同士が言い合いになる前にちょっと中に入るようになっている 33 (7.7)
	積み重ねの関係作り	・対応を工夫し利用者のニーズの3つ4つそういう状況を頭の中に思い浮かべてみる 19 (3.5)	・時間をかけて利用者との信頼関係の中で関わる 3 (0.7)
	ケアチームとしての関係づくり	・ケアスタッフの皆で交替しながら利用者と関わる 17 (3.1)	・自分の良いところは他のケアスタッフが学んで実践して欲しい 1 (0.2)
	利用者との関わり方の苦難	・利用者の方に分かっていただくためにどうやって話したらいいだろと思った 7 (1.3)	・本当に利用者さんとの関係は日々違うことを実感している 5 (1.2)
	家族と利用者の関係	・家族の方も本当は家で見てあげる番であるということが分かっている 7 (1.3)	・今までの利用者と家族の関係とか難しいこともある 4 (0.9)
	馴染みの関係作り	・私たちが家族の代わりになれるようにお話ができるといいなと思っている 4 (0.7)	・その方の居心地の見極めというのも私たちの大切な役割なのかなと思う 6 (1.4)
	利用者との関係作りが希薄	・業務に流されてしまっている 1 (0.2)	・ケアスタッフは忙しく時間を掛けたケアができない 3 (0.7)
主要な生活領域 看護：介護 21 (3.9) : 27 (6.3)	現在の役割	・雑巾が出来ないわという中で少しずつ声をかけていってできた 9 (1.7)	・はさみで紙を切っていただく仕事をしている 18 (4.2)
	過去からの継続性	・結構年配の方なので自宅で農作業をしていた方がいらした 8 (1.5)	・やっぱり昔から話が好きな方に話をしたりとかしている 4 (0.9)
	利用者中心のケア	・利用者に対し、自分にスポットがあたっていると感じて欲しい 4 (0.7)	・利用者さんが少しでも楽しんでもらえ生活が送れるようにとケアをしている 5 (1.2)
コミュニティライフ・社会生活 看護：介護 32 (5.9) : 35 (8.1)	レクリエーションやクラブ	・スタッフと一緒に野菜を作ったりもしている 25 (4.6)	・皆さんのが参加でき皆さんのが楽しめるようにということを前提にレクを考えている 33 (7.7)
	趣味を生かす	・お花が好きだったという方はフラワーアレンジメントをしている 5 (0.9)	0
	スピリチュアルティ	・生活面では快の部分を大切にする 2 (0.4)	・歌で気持ちを高めるとかもやっている 2 (0.5)

介護職は“プライバシーを守る”19 (14.0%) であった。看護職は“プライバシーを守る”に該当する語彙はなかった。介護職は“ストーマケア”に該当する語彙はなかった。

『更衣』の下位カテゴリーとしては、看護職は“定期的な衣服の交換”が20 (11.0%) であった。一方介護職は、“定期的な衣服の交換”, “失禁による衣服の交換”, “皮膚の保護のための衣服の着用”がともに2 (1.5%) であった。看護職は“失禁による衣服の交換”, “皮膚の保護のための衣服の着用”に該当する語彙はな

かった。

『食べること』の下位カテゴリーとしては、看護職は“少しでも食べられるように”が23 (12.7%) であった。一方介護職は、“食べられるもの食べる”11 (8.1%) であった。看護職は“下膳”に該当する語彙はなかった。介護職は“介護者のペースによる食事介助”に該当する語彙はなかった。

『飲むこと』の下位カテゴリーとしては、看護職は“飲むことへの拒否”が7 (3.9%) であった。一方介護職は、“飲んでいただきため工夫”が5 (3.7%) で

あった。介護職は“飲むことへの拒否”に該当する語彙はなかった。

『健康に留意すること』の下位カテゴリーとしては、看護職は“与薬の工夫”が5 (2.8%) であった。一方介護職は“健康管理”が4 (2.9%) であった。介護職は“医療機器の管理”に該当する語彙はなかった。

## 6. 「家庭生活」

看護職46 (8.5%)、介護職27 (6.3%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『オムツの選択』23 (4.3%) であり、次いで『居心地の良い居住空間』11 (2.0%) であった。一方介護職は『衣服管理』10 (2.3%) であり、次いで『居心地の良い居住空間』と『お絞り』がともに5 (1.2%) であった。看護職は『お絞り』、『紙ペーパーの使い方』、『浴室環境を整える』に該当する語彙はなかった。介護職は『適切なベッドの選択』に該当する語彙はなかった。

## 7. 「対人援助」

看護職80 (14.8%)、介護職55 (12.8%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『利用者と利用者の関係』25 (4.6%) であり、介護職は33 (7.7%) であった。次いで看護職は『積み重ねの関係作り』19 (3.5%) であり、一方介護職は『馴染みの関係作り』6 (1.4%) であった。

## 8. 「主要な生活領域」

看護職21 (3.9%)、介護職27 (6.3%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『現在の役割』9 (1.7%) であり、介護職は18 (4.2%) であった。次いで看護職は『過去からの継続性』8 (1.5%) であり、一方介護職は『利用者中心のケア』5 (1.2%) であった。

## 9. 「コミュニティライフ・社会生活」

看護職32 (5.9%)、介護職35 (8.1%) が該当した。サブカテゴリーとしては、看護職は『レクリエーションやクラブ』25 (4.6%) であり、介護職は33 (7.7%) であった。次いで看護職は『趣味を生かす』5 (0.9%) であり、一方介護職は『スピリチュアルティ』2 (0.5%) であった。

## IV 考 察

### 1. 「学習と知識の応用」

介護老人保健施設においては、さまざまな療法が取り入れられていることが明らかとなった。『療法の機会』に対しては看護職の方が着目している。看護職が療法に対する関心が高いことは、高齢者の現在ある機能を維持・更新させるための治療への期待として考えられる。これらの療法は認知症高齢者への周辺行動を沈静化させるためにも活用されていることが多い、療法に関しては「良いといわれたものはなんでもやる」という看護職の言葉からも、少しでも治癒に向かうよう努力している姿があり、治療に重きを置く医学モデルの思考が伺える。また、『ニーズを引き出す』と『意思を表出する』という利用者の意思決定に対して、看護職は着目しているが、介護職は全く語彙がなかった。介護老人保健施設では、介護職がケアの多くを担う。そのため、介護職も利用者の「尊厳の保持」や「自立支援」を念頭に置きながらケアを実践するサポートが必要である。個別性のある援助ができれば、入所者が施設での生活に安心し、満足度が高くなるだろう<sup>7)</sup>。そのため、高齢者ケアに対し「尊厳の保持」や「自立支援」等の基本理念を達成するために、利用者のニーズを把握し、利用者の意思を反映させたケアを実践することが必要である。

### 2. 「一般的な課題と要求」

日課の調整やストレスに対する対処などが「一般的な課題と要求」に該当するが、具体的に利用者へ日課を伝えたり、誘導を行うのは介護職の役割として、両職種は認識している。認知症の診断がない場合も、加齢による認知力の低下が生じていることが多く、そのため、利用者に関わるごとに声をかけて次の予定を伝えている。しかし、ストレスに対する内容は、両職種全く語彙数はなかった。施設の中での利用者自身に問われる責任やプレッシャーなどが発生する可能性は非常に低く、急激に起こる危険や非常事態などは、日常的なことではないため、意識されていないのだろう。

### 3. 「コミュニケーション」

看護職は、『利用者のメッセージを受け取る』が最も語彙数が多く、看護職が利用者のニーズや意思決定を大切に考えていることとつながる。また、意図的にコ

ミュニケーションの機会づくりをしている。これは、看護職は利用者からの情報収集ができるだけ行い、その情報によって利用者の意思を反映させたケアを実践しようという一連のつながりをもつ行為である。一方、介護職は『利用者へメッセージを伝える工夫』が最も語彙数が多く、日常的なケアの多くの場面で利用者に通じないとケアが実践できないという現状を反映している。ケアの多くは介護職が担うため、利用者へ伝える工夫としてのスキルの向上も必要であろう。富澤<sup>8)</sup>は、「コミュニケーションは、社会的な経験を積むことにより、その環境の中でさまざまな強化を受けることによって、またモデリングすることによって、コミュニケーションスキルも向上していく」と述べている。高齢者との関わりを深くし、ケア実践者側の経験を豊かにすることにより、更にスキルアップを図ることができるだろう。

看護職の配置が少ないことも反映しているのか、看護職は『威圧的な関わり』を自分達が行っていることに着目をしている。介護職は、『威圧的な関わり』は該当する語彙はなく、『安心を伝える』や『コミュニケーションによる他者への影響』は看護職には全く語彙はなかったが、介護職では、関わりに中で利用者が安心できるように意図的にコミュニケーションを図っていることが伺える。

看護職は、忙しい時間の中で意図的にコミュニケーションの機会をつくり、利用者の情報収集を行っている。介護職は、日々の暮らしの中で、利用者が安心感をもって生活ができ、利用者の生活に支障が生じないよう、必要な事柄を伝えることができるようにコミュニケーションを工夫している、と考えられる。

#### 4. 「運動・移動」

看護職は、「運動・移乗」に関する語彙数が少なかつたが、その内容は、車椅子移乗・視覚障害者・ポジショニングなど多岐に渡る。一方介護職は、『安全な移動援助』、『車椅子での移乗』の語彙数が多く、「運動・移乗」に関しては、利用者の安全確保が最も重要であると考えている。川村<sup>9)</sup>の調査では、療養上の世話の事例のうち、転倒・転落は最も多いインシデント・アクシデントであり、疾患としては、脳血管疾患が最も多く、次いで認知症が多いことを指摘している。介護老人保健施設で関わる利用者の多くは脳血管障害や認知症を併せ持っている。加齢に伴う身体機能の低下、

疾病、障害などの利用者側の発生要因と、ケアの実践方法や環境上の要因などさまざまな要因が相互に作用しながら、生じることが多いため、リスクマネジメントに対する十分な知識が必要である<sup>10)</sup>。再転倒予防、再転倒予防に関する運動や教育をケアの提供に実践していくことが重要となる<sup>11)</sup>。横島ら<sup>12)</sup>は「転倒・転落の危険性について看護師間での十分なコミュニケーションを築き、患者の麻痺の程度や理解度、ADLの状況を十分に把握し、収集した情報を活用していくことが重要である」と述べている。介護老人保健施設においては、看護職と介護職が連携を深め、リスク回避に努める必要がある。また、利用者の多くは転倒リスクが非常に高く、運動療法や転倒予防に限界がある場合もあることを念頭におき、安全な環境を整えることが重要である。

介護老人保健施設における平均介護度は年々上昇しているため、身体機能の低下により「運動・移乗」は、より専門的な技術が必要となる。ハイリスクな利用者には、ヒッププロテクターなども考慮するなど工夫が必要である<sup>13)</sup>。

#### 5. セルフケア

『身体を洗うこと』に関しては、施設における役割の違いもあり、介護職は、利用者が入浴するまでの支援・援助に重きをおいており、“入浴していただくための工夫”や“プライバシーへの配慮”が着目されている。一方介護職は、看護職と視点が全く異なり、“浴室での安全確保”、“体を洗う方法”、“楽しく入浴時間を過ごす”などの具体的な入浴方法に重きをおいている。

『身体各部の手入れ』に関しては、看護職は、“陰部の清潔を保つ”ことに着目をしているが、介護職は“スキンケア”、“口腔ケア”に対しても語彙がある。寝たきりの高齢者は舌苔が生じやすいため、口腔内細菌のコントロールが必要である<sup>14)</sup>。利用者がおいしく食事が摂取できるように、看護職に対しては、口腔ケアに対する認識を強化する必要がある。

『排泄』に関しては、看護職は、できるだけトイレでの排泄が維持できるように“トイレ誘導のタイミング”に重きをおいている。一方介護職は、排泄援助での“プライバシーを守る”ことが大切であると考えている。看護職は、排泄ケアにおけるプライバシーに関わる語彙は全くなかった。排泄におけるプライバシー確保を、ケアの中で実践するよう意識づけることが大切で

表2 セルフケアにおける分類

		看護職語彙数 181		介護職語彙数 136	
サブカテゴリー (%)	下位カテゴリー	看護職 主な内容 (%)		介護職 主な内容 (%)	
身体を洗うこと 看護：介護 15 (8.3) : 27 (8.1)	入浴していただくための工夫	・入浴していただくためにちょっと用事があるから一緒に行こうとだますように利用者を誘う 9 (5.0)		0	
	プライバシーへの配慮	・入浴の時他の人に見られたくないという方もいるので配慮する 6 (3.3)		0	
	浴室での安全確保		0	・入浴は自立されている方こそ気をつけなければならない 4 (2.9)	
	体を洗う方法		0	・タオルで皮膚をこすらないようにすることがケアスタッフに浸透してきた 9 (6.6)	
	楽しく入浴時間を過ごす		0	・温泉の元を入れたりして楽しい雰囲気作りを演出する 9 (6.6)	
	長湯への注意		0	・長湯にならないように声をかける 5 (3.7)	
身体各部の手入れ 看護：介護 6 (3.3) : 11 (2.0)	陰部の清潔を保つ	・陰部洗浄時はザバッと洗う ・陰部の汚れを落とす 6 (3.3)	・1日1回朝の時点で陰部洗浄を行っている 5 (3.7)		
	スキンケア		0	・今まで自立している人に対してスキンケアは手が届いていなかった分野 3 (2.2)	
	口腔ケア		0	・本当にお口がさわやかになってもらいうよう心掛けている 3 (2.2)	
排泄 看護：介護 50 (27.6) : 38 (27.9)	トイレ誘導のタイミング	・失禁があり尿が沢山でるようであれば、定期の11時ではなく10時半にするなど工夫をする 20 (11.0)	・トイレ誘導をし、トイレに座ると自然の原理なのか排尿がある場合が多い 7 (5.1)		
	オムツ交換	・介護拒否がある場合は1人で押さえて、2人でおむつ交換することが多い 19 (10.5)	・おむつ交換では自分で向きを変えられる方はなるべく残存機能を活用するよう心がける 3 (2.2)		
	利用者に排泄は任せている	・トイレ介助に関して構うことが嫌だといわれる方もいるので 6 (3.3)	・認知症がない人は、排泄行動は利用者ここに任せている 7 (5.1)		
	ストーマケア	・うちの施設ではストーマはずしがある方をめに見ている 3 (1.7)		0	
	プライバシーを守る		0	・排泄ケアを行う時はやっぱり本当にプライバシーを守る 19 (14.0)	
	その他	・下痢のときはしっかり拭き取れるか観察する 2 (1.1)	・排泄援助の基本を大切にした援助を心掛ける 2 (1.5)		
更衣 看護：介護 3 (1.7) : 6 (3.3)	定期的な衣服の交換	・布のパンツをはいている方は毎朝1回替えるように声はかける 3 (1.7)	・自分で着ることできない方もいるのでケアが必要 2 (1.5)		
	失禁による衣服の交換		0	・失禁の方は恥ずかしくないように替えるように心掛ける 2 (1.5)	
	皮膚の保護のための衣服の着用		0	・足のここにレッグウォーマーをつけて保護している 2 (1.5)	
食べること 看護：介護 86 (47.5) : 42 (30.9)	少しでも食べられるように	・食堂で食べる分だけ食べた後はお部屋でそのつづきを食べる 23 (12.7)	・食べいただけない時はちょっとお手伝いをする 4 (2.9)		
	介護者のペースによる食事介助	・時間があるので、どうしても食事介助をしてしまう 18 (9.9)			
	食べられるものを食べる	・全く食事が出来なかったがお嫁さんが作った五平餅を1本食べた 13 (7.2)	・食べられない場合は他のものへ移行させる 11 (8.1)		
	食べやすい方法	・食事は食べやすいように食器を並び替える 12 (6.6)	・食べやすいようにキザミ食にする 3 (2.2)		
	食べるペースに合わせる	・利用者の食べるペースにあわせ食事介助をする 6 (3.3)	・間をおいて食べてもらうとか食べるペースに合わせる 3 (2.2)		
	食事摂取困難の対応が探せない	・拒食の人へ食べてもらうことは無理 6 (3.3)	・いろいろ工夫をしてもだめならその時の食事は諦める 3 (2.2)		
	自分で食べる大切さ	・できるだけ自分で食べてもらえるように努力している 5 (2.8)	・自分で食べることは人から食べさせてもらうことと根本的に違うと思う 7 (5.1)		
	誤嚥防止の工夫	・無理やり食べさせると窒息のリスクが増加する 3 (1.7)	・スプーンが小さければ沢山口に入らないから急いで食べても誤嚥するのが少なくなる 9 (6.6)		
	下膳		0	・食事が終わったら1人の方が下膳をしてくれる 2 (1.5)	

サブカテゴリー (%)	下位カテゴリー	看護職 主な内容	(%)	介護職 主な内容	(%)
飲むこと 看護：介護 13 (7.7) : 7 (5.1)	飲むことへの拒否	・水分をすすめてもさっさき飲んだからいらないといわれてしまう	7 (3.9)		0
	飲んでいただくための工夫	・いっぱいしゃべったからいっぱい飲んできゃあというと飲んでくれることが多い	3 (1.7)	・ゼリーを用いて水分補給をする	5 (3.7)
	水分補給を促す	・脱水になっちゃうと点滴しなければいけなくなるからね水分を取ってねと声かけをする	3 (1.7)	・水分補給を促す	2 (1.5)
健康に留意すること 看護：介護 7 (3.9) : 5 (3.7)	与薬の工夫	・拒薬があるとどうしてもこう飲み物や食事とかに混ぜている	5 (2.8)	・点眼薬はケア（介護）が行う	1 (0.7)
	医療機器の管理	・ベグは抜かないように気をつける	1 (0.5)		0
	健康管理	・体重が増えたりした場合は記録する	1 (0.5)	・ちょっといつも調子がおかしいわという時は早めの対応をする	4 (2.9)

ある。吉本<sup>15)</sup>は、「病院や施設の援助スタッフは、排泄援助を受ける高齢者の心情に目を向け、個別性の高い排泄援助を提供する必要がある」と述べている。また、介護職は、“ストーマケア”に対する語彙が全くくなかったが、現在介護職でもパウチ内に溜まった排泄物の除去を実施できるなど、医行為に該当しないケア内容が多くなっているため、これらの医学的なケア内容についても学習しておく必要がある。オムツ交換は日常生活を支える基本的な技術であり、看護職・介護職ともに基礎的な学びとして習得している技術である。しかし、介護老人保健施設においては、対象者が脆弱な高齢者であるため、思慮に富んだ関わりが重要となる<sup>16)</sup>。

『更衣』に関しては、看護職は、“定期的な衣服の交換”に着目されていたが、介護職は、失禁時の衣服の交換の工夫や皮膚保護に関する衣服のあり方などに着目している。

『食べること』に関しては、看護職は、十分な栄養を確保できなければ、体力の低下や疾患の増悪を招くことを理解しているため“少しでも食べられるように”さまざまな工夫を行っている。閨利<sup>17)</sup>は、セルフケアでは食事に対する課題が多いことを指摘している。このような現状から、セルフケアのカテゴリーの中で『食べること』が最も語彙数が多かった。木村ら<sup>18)</sup>は施設入所高齢者の日常生活行動に関する要望や困りごととして、食事に関すること、入浴に関すること、排泄に関することが多いことを指摘している。俗に三大介護と呼ばれているが、これらは基本的ニードを考える上で欠くことができないケアである。

『飲むこと』に関しては、看護職は、高齢者は細胞内液の減少から、脱水に陥りやすいということを理解しているため、“飲むことへの拒否”に対して敏感とな

り、“飲んでいただくための工夫”や“水分補給を促す”ことを心がけている。“飲むことへの拒否”に対して介護職の語彙がないことは、現実には、高齢者の水分補給に対する拒否は、介護職に対してもあるが、介護職は認識が薄いことを示している。

『健康に留意すること』に関しては、看護職は、“与薬の工夫”がある。高齢者はいくつもの疾患や症状を有するため、多剤併用になりやすく、一方で薬物の代謝・排泄機能低下などが相まって、薬物の有害作用が出現しやすい<sup>19)</sup>。そのため、看護職は服薬コンプライアンスの維持・向上が必要であると考えている。与薬の多くは、看護職が担うため、介護職の認識は低くなっている。しかし、介護職は利用者と関わる中で、意識的に“健康管理”を行っており、利用者の異変に気づくよう心がけている。多くの利用者は慢性疾患をもっており、病状の増悪を防ぐため、全てのスタッフは、ケアの中で意識的に関わることが必要である<sup>20)</sup>。

## 6. 家庭生活

看護職は、日々使用する“オムツの選択”に対してオムツの使用状況や使用しているオムツが適切であるかどうか随時モニタリングを実施し、評価をしている。また、“適切なベッドの選択”として、褥瘡予防のための無重力マットに対する語彙などが目立った。看護職は、利用者の現在の状況として、今使用している福祉用具や福祉機器などが適切であるかどうかアセスメントしながら、ケア実践を行っていることが伺える。一方介護職は、そのようなアセスメントの視点は弱く、日常生活の中での関わりに重きをおいている傾向がある。

## 7. 対人援助

両職種とともに，“利用者と利用者の関係”に着目をしている。介護老人保健施設での生活は、集団生活であり、さまざまな制約の中で利用者同士のトラブルの可能性も高い。特に認知症高齢者の場合は、周辺行動が他の利用者へ理解されないなどの問題も生じる。そのための介入が重要であると両職種ともに認識しており，“積み重ねの関係づくり”，“ケアチームとしての関係作り”に努めて、利用者個々が落ち着いた暮らしができるように、さまざまな方面から援助を行っている。

## 8. 主要な生活領域

介護職は、看護職と比べ利用者の“現在の役割”に対して、積極的に関わっている姿が伺える。その役割は施設の中の無償のボランティアなどが多い。野村<sup>21)</sup>は、高齢者の生きがいとは「高齢者が生きるために見出す意味や目的、価値であり、生きることに対する内省的で固定的な感情の創出により実感される」と述べている。できるだけ、今できることを継続していくサポートも重要である。他者に対する支援や貢献の意義を感じる<sup>22)</sup>ことは、明日への力となり、生きる意欲につながる。“過去からの継続性”を保持しながら、さまざまな可能性を模索する姿勢が重要となる。

## 9. コミュニティライフ・社会生活

両職種とともに，“レクリエーションやクラブ”に着目をしている。原田ら<sup>23)</sup>は、「介護保険上の施設におけるアクティビティケアの担当割合はいずれの施設でも介護職、看護職が高く、中でも介護職の担当が最も高く、介護職が担当の中心となり看護職と共同しながら実施しており、看護職は健康状態のチェックおよび実施中の観察の担当割合が高かったことから、医療職としての専門性を生かし健康管理に努める役割を果たしていることが分かった」と述べている。本研究においても、介護職の着目度の方が高かった。できるだけ利用者の生活歴に着目して、趣味を生かしたレクリエーションやクラブを実施することが大切である。

## Ⅴ 結 論

1. 「活動と参加」のケアとして、「一般的な課題と要求」、「コミュニケーション」、「セルフケア」、「家庭生活」、「対人援助」、「主要な生活領域」、「コミュニティライフ・社会生活」は介護職と看護職の割合が近かつ

た。その半面、「学習と知識の応用」、「運動・移乗」は差異があった。「学習と知識の応用」のカテゴリーとして、看護職が療法の一環として学習療法や音楽療法等を行っているという認識が高いことを意味する。また、看護職は“意思を表出する”ことや“ニーズを引き出す”ケアに対しても認識がされている。「運動・移乗」のカテゴリーとして、介護職は“安全な移乗援助”や“車椅子での移乗”などの転倒・転落予防に関する認識が高かった。介護老人保健施設における「運動・移乗」の多くは、介護職の手にゆだねられているという現状が影響を与えている。

2. 「セルフケア」は看護職・介護職共に『食べること』が最も多く、次いで『排泄』であったが、下位カテゴリーは異なる傾向がみられた。『食べること』に対しては、看護職は少しでも多く食べられるように工夫するなどの食事摂取量の確保に関連する内容が多かった。一方介護職は、嗜好を考慮した食品の選択や誤嚥予防などの楽しく安全に食べる支援・援助に関連する内容が多かった。『排泄』に対しては、看護職はトイレ誘導のタイミングやオムツ交換の際の工夫など技術に関連する内容が多かった。一方介護職は、排泄行為に伴うプライバシーを守る工夫やケア実践者の心構えに関連する内容が多かった。

3. 「活動と参加」のケア内容は、介護老人保健施設における看護職と介護職は共通した視点と異なる視点があることが分かった。介護老人保健施設のベッドサイドケアは看護職と介護職が多くを担う。看護職は、利用者の情報収集を多方面から行い、アセスメントを充実させ利用者の意向を反映したケアを実践しようとしている。介護職は、利用者の日々の生活が安全で楽しいものになるように、生活のあらゆる場面で直接的な関わりに努めている。両職種がその専門性をより伸ばし、それぞれの職種の特性を活かすためには、職種による認識の共通点と相違点を明らかにすることが必要となる。高齢者ケアの質の向上につながるような両職種のより良い連携方法を提案・実施することが必要である。

本研究は2007年度ユニバース財団研究助成の研究成果の一部である。

## 参考文献

- 1) 財団法人厚生統計協会, 国民衛生の動向2007年第54巻第9号, 財団法人厚生統計協会, p38・68, 2007.
- 2) 小木曾加奈子, 児島美都子他, 介護療養病床における患者の実態調査, 第38回日本看護学会論文集—老年看護—, pp199-201, 2008.
- 3) 小木曾加奈子, 生活の中の介護 第1回 お世話する人・される人, 愛知高齢研ニュース3月号, 愛知高齢者福祉研究会, p 5-8, 2007.
- 4) 笹谷真由美, 安永龍子他, 介護福祉士の労働環境と就業に関する一考察, 奈良佐保短期大学研究紀要第15号, p35-46, 2008.
- 5) 安藤邑惠, 小木曾加奈子, 老年看護臨地実習記録の内容分析と課題—ICFの視点から考える看護の展開—, 第38回日本看護学会論文集—看護教育—, 278-280, 2008.
- 6) 障害者福祉研究会編, ICF国際生活機能分類, 中央法規, p3, 2003.
- 7) 福田峰子, 八島妙子他, 介護老人保健施設の入所高齢者と看護・介護職者の日常生活援助評価に対する認識の相違, 日本看護医療学会雑誌, 第10巻第1号, 44-54, 2008.
- 8) 富澤栄子, 岡浩一郎, 介護予防従事者におけるコミュニケーションスキルがセルフ・エフィカシーに及ぼす影響, 老年看護学, 第12巻第2号, p75-81, 2008.
- 9) 川村治子, ヒヤリ・ハット11, 000事例によるエラーマップ完全本, 医学書院, 88-91, 2003.
- 10) 小木曾加奈子, 第1段階実習における学生のリスクマネジメントについて, 岐阜医療科学大学紀要第2号, 1-6, 2008.
- 11) 佐田律子, 泉キヨ子他, 大腿骨頸部骨折高齢者の再転倒に関する対処, 日本看護科学学会誌, 第27巻第4号, p54-62, 2007.
- 12) 横島妙子, 吉岡昌美他, 看護師の脳血管疾患高齢者に対する転倒・転落予測の判断基準—転倒・転落の予防に向けて—, 第38回日本看護学会論文集—老年看護—, p49-51, 2008.
- 13) 多田昌弘, 小池達也, 高齢者骨粗鬆症の病態と診断へのアプローチ—高齢者に対する運動・栄養療法の問題点—, 老年医学, 第46巻第8号, p871-874, 2008.
- 14) 祖父江繭美, 三ツ井知美, 高齢寝たきり患者の口腔清掃にむけての取り組み—口腔ケアマニュアルを活用した口腔ケアの効果—, 第38回日本看護学会論文集—老年看護—, p20-22, 2008.
- 15) 吉本和樹, 施設で排泄援助を受ける高齢者の体験, 老年看護学第13巻第1号, p57-64, 2008.
- 16) 丸山優, 高齢入院患者に対するおむつ交換場面における熟練看護師の関わり, 老年看護学第12巻第1号, 55-62, 2007.
- 17) 関利志子, 慢性心不全で退院する後期高齢患者のセルフケアの課題と看護援助, 老年看護学第13巻第1号, p40-48, 2008.
- 18) 木村勇介, 深谷安子, 施設入所高齢者の日常生活行動に関する要望や困りごとの構成要素, 老年看護学第13巻第1号, p49-56, 2008.
- 19) 秋下雅弘, 高齢者の併用, 合成薬物療法を安全に実施するための原則, 老年医学, 第46巻第4号, p317-321, 2008.
- 20) 谷本真理子, 黒田久美子他, 看護援助を通して見出される高齢者の健康の特質と要素—慢性病の増悪により入院している高齢者を対象に—, 老年看護学第12巻第1号, 109-116, 2007.
- 21) 野村千文, 「高齢者の生きがい」の概念分析, 日本看護科学会誌, 第27巻第4号, p61-66, 2005.
- 22) 岡本秀明, 高齢者のプロダクティブ・アクティビティに関する要因—有償労働, 家庭内および家庭外の無償労働の3領域における男女の検討—, 日本老年社会学会, 第29巻第4号, p526-537, 2008.
- 23) 原田秀子, 堤雅恵他, 要介護高齢者を対象としたアクティビティケアにおける担当職員の望ましい役割分担の検討, 山口県立大学看護栄養学部紀要創刊号, 43-49, 2008.

# 入学時における大学生のコンピュータ技能とその修得に関する要因の検討

八田武俊<sup>\*1</sup>・渥美龍男<sup>\*1</sup>・高田宗樹<sup>\*2</sup>・吉田貴博<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>岐阜医療科学大学保健科学部 衛生技術学科

<sup>\*2</sup>岐阜医療科学大学保健科学部 放射線技術学科

(2009年1月12日受理)

## Research on the connection between computer literacy and several factors of acquirement for freshmen at a medical university

Taketoshi HATTA<sup>\*1</sup>, Tatsuo ATSUMI<sup>\*1</sup>, Hiroki TAKADA<sup>\*2</sup>, and Takahiro YOSHIDA<sup>\*2</sup>

### 要 旨

本研究では、大学入学時点の客観的な能力とコンピュータ技能との関係について検討した。具体的には、理系・文系能力やコンピュータ使用経験、物理的環境がコンピュータ技能の修得を促すと予想した。参加者は医療系の私立大学1年生255名であった。まず、本年度の入学生についてコンピュータ技能を調べるために昨年度と同じ項目について調べたところ、ほぼ類似した結果が得られた。次に、本調査の結果は文系能力と使用経験が独自にコンピュータ技能を促すことや、物理的環境はコンピュータ技能を促すが、文系能力や使用経験に比べると影響力は弱いことを示していた。

### Abstract

In this study, we examined the contribution of three factors, the achievement test results in major high school subjects, experience of using personal computer (PC), and environment condition such as usability of PC, on computer literacy acquisition. We predicted that these factors enhance the computer literacy acquisition. Participants were 255 freshmen of paramedical course of medical university. As relations between computer literacy and three factors, the results showed that computer literacy acquisition was enhanced by high level of achievement of Japanese language and the experience of using PC. The influence of environment conditions such as usability, easiness to access personal computer on computer literacy acquisition was rather weak.

**Keywords**：コンピュータ技能、文系能力、理系能力、使用時間

### I. は じ め に

情報化された現代社会では、職業にかかわらず、普段の生活においても情報通信技術の利用やスキルが重要な意味を持つことは明らかである。2001年、国は2005年までに世界最先端のIT国家となることを最終目標とするe-Japan戦略を掲げ、一定の目標を達成したとして、2003年に見直しを行なったのち、2004年には、2010年を目指し情報の自在なやりとりを行うことできるユビキタスネット社会(u-Japan)の実現を目指すu-Japan政策を取りまとめた(総務省、2006<sup>1)</sup>)。つまり、

国はブロードバンドなどのインフラ整備を果たした今、コンピュータやインターネット利活用促進のためのユビキタスネットワークを形成することに重点を置いている。ユビキタスネットワークとは、人々がネットワークの存在を意識することなく、いつでも、どこでも、ネットワーク、端末、コンテンツ等を自在に安心して利用できる環境を指す(総務省、2006)。総務省(2008<sup>2)</sup>)が行った調査によると、平成19年のインターネット利用者数(6歳以上で過去1年以内にインターネットを利用したことがある者)は8,811万人で全人口の69%にあたり、インターネット利用の端末について、

連絡先：八田武俊 hatta@u-gifu-ms.ac.jp

携帯電話等の移動端末からの利用者が7,287万人で、パソコンからの利用者数が、7,813万人であった。また、10歳以上の人口に対するインターネット利用者の比率は約75%にのぼる。これは、約4人に3人がインターネットを利用し、最も利用されている端末がコンピュータ(PC)であることを示している。

国家戦略の一環であるコンピュータ利活用の推奨は物質的環境だけでなく教育にも反映されている。文部科学省は、平成15年から中等教育課程において情報科目を必修化し、高等教育課程において情報科目を単独教科として設けることで(文部科学省, 1998<sup>3)</sup>; 1999<sup>4)</sup>、国民のコンピュータ利用技能の向上を図っている。過去2年の調査から、われわれは、昨年度に大学入学を果たしたほぼ全ての学生にコンピュータの使用経験があることや、両手によるキーボード入力やワード・エクセルの使用経験を持つ学生が60%以上いることを明らかにした(八田・渥美・高田・吉田, 2007<sup>5)</sup>; 2008<sup>6)</sup>)。そこで、本調査では、本年度の入学生についてもコンピュータ技能の動態を調べるためにこれまでと同様の調査を行った。

本調査の別の目的は、コンピュータ技能の修得に影響を及ぼす要因について検討することである。こうした技能修得に影響すると考えられる第一の要因は個人の能力である。「理系の人間はコンピュータが得意である」「文系だからコンピュータは苦手である」といった言葉や、情報・コンピュータ関係の業種を志望する学生の割合が文系出身者よりも理系出身者に多いといった事実(毎日コミュニケーションズ, 2007<sup>7)</sup>)から、理系の能力がコンピュータ技能の修得を促すと考えられる。このことについて、八田・渥美・高田・吉田(2007<sup>6)</sup>)は文系と理系の代表的な科目として知られている国語と数学に対する得意意識がコンピュータ技能の修得を促すことを示しているが、得意意識は個人の主観的な評価であり、能力に関する客観的な評価とはいえないと思われる。そこで、本研究では大学入学時点の客観的な能力とコンピュータ技能との関係について、理系の能力が高い人はコンピュータ技能得点が高いと予想した(仮説1)。

コンピュータ技能の修得に関する第二の要因は経験である。経験によって人はさまざまな態度やスキルを獲得することは、これまでの心理学的研究によって明らかにされており、コンピュータ技能も例外ではないと予想される。それゆえ、コンピュータを普段からよ

く使う人ほどコンピュータ技能得点が高いと予想される(仮説2)。さらに、コンピュータの使用時間を促す要因として環境があげられる。普段から学校や家などで自由にコンピュータを使える人はそうでない人よりもコンピュータの使用時間が長く、コンピュータ技能得点も高いと予想される(仮説3)。

## 方 法

参加者は岐阜県内にある医療系の私立大学1年生で、質問紙への回答に記入漏れがなく、入学時の学力テストを受けた255名(男子111、女子144名)であった。調査者は1年生が必修である情報関連科目の最初の講義において、質問紙に回答を求めた。

質問紙はコンピュータ技能に関する項目や、コンピュータの使用時間、利用可能なコンピュータの有無などに関する項目からなる。コンピュータ技能に関する項目では、コンピュータに関する知識や経験について「はい」か「いいえ」で回答を求めた。コンピュータの使用時間について一日平均どれくらいコンピュータを使うかを分単位でたずねた。自由に利用可能なコンピュータの有無に関する項目では「中学・高校時代、あなたは家で自由に使えるコンピュータがありましたか」と「中学・高校時代、あなたは学校で自由に使えるコンピュータがありましたか」について「はい」か「いいえ」の2件法で回答を求めた。

国語と数学の客観的評価について、入学時点に実施した基礎学力テストの得点を用いた。ただし、このテストにおいて数学と英語は必須であったが、国語は一部を対象に実施されたため、本研究では国語と数学の他に、英語の得点を文系能力として加えた。

## 結 果

### コンピュータ技能に関する項目

本調査では、昨年度の調査と同様に基本的なコンピュータ技能として5項目について調べた。「これまで、キーボードやマウスに触ったことがありますか」「コンピュータの電源を入れることができますか」という項目に対して、全回答ができる、または、あると回答した。また、「中学校や高校、またはパソコン教室などでコンピュータに関する授業を受けたことがありますか」という項目に対しては約99%の学生があると回答し、「インターネットやゲーム目的でコンピュータを使ったことがありますか」に対して98%の学生がある

と回答した。「ワードやエクセルを知っていますか」に対しては90%の学生が知っていると回答した。次に、上級なコンピュータ技能として4項目について調べた。「両手を使ってキーボード入力が出来ますか」という項目に対して77%の学生ができると回答し、「マイクロソフト社のワードを使ったことがありますか」に対して68%の学生があると回答していた。また、「マイクロソフト社のエクセルを使ったことがありますか」に対しては62%の学生があると回答した。さらに上級なコンピュータ技能であると思われる3項目について調べたところ、「ソフトウェアをインストールできますか」という項目に対して、35%の学生ができると回答し、「インターネットなどの設定ができますか」という項目に対しては、20%の学生ができると回答し、「ブラインドタッチができますか」に対して9%の学生ができると回答した。きわめて高いコンピュータ技能を有すると推察される「プログラミングができますか」という項目に対しては4%の学生ができると回答していた。

#### コンピュータ技能と理系・文系能力との関連

まず、コンピュータ技能の修得と理系・文系能力との関連性について検討するため、英語、国語、数学の得点について相関分析を行った(表1)。その結果、国語の得点と数学の得点に有意な相関係数は見られなかった。このことから、数学の得点を理系能力、国語の得点を文系能力と分けて考えることができる。ただし、文系能力として期待していた英語の得点は理系能力を示す数学の得点と強い正の相関関係にあり、国語の得点とは弱い正の相関関係にあった。このことから、英語を文系得点とみなすことはできないと考えられる。

次に、先述したコンピュータ技能に関する12項目について、「はい」と回答した項目数をコンピュータ技能得点とした。この技能得点を基準変数、3科目の得点を説明変数として重回帰分析を行った。その結果、図1

表1 3科目の得点に関する相関分析

	数学	英語
数学		
英語	.48**	
国語	-.06	.19

に示したように、国語の得点はコンピュータ技能得点を有意に説明していた( $p < .01$ )。

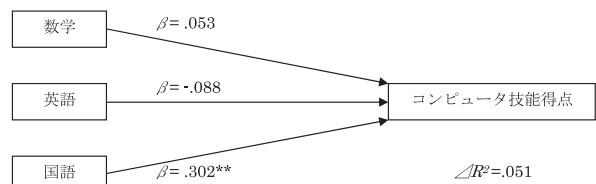


図1 コンピュータ技能と3科目の得点に関する重回帰分析

#### コンピュータ技能と経験との関連

コンピュータ技能の修得とコンピュータの使用経験との関係について調べるために、コンピュータ技能得点と使用時間を要因とする相関分析を行ったところ、有意な正の相関関係が示された( $r = .337, p < .01$ )。また、コンピュータの使用時間について0分と回答した人々を無使用群( $N = 88$ )、1~60分と回答した人々を中使用群( $N = 105$ )、60分より多いと回答した人々を高使用群( $N = 62$ )とし、コンピュータ技能得点について分散分析を行った。その結果、時間の効果が有意で( $F(2, 252) = 28.37, p < .01$ )、下位検定を行ったところ、コンピュータ技能得点は高使用群( $M = 8.74$ )、中使用群( $M = 7.78$ )、無使用群( $M = 6.66$ )の順に高かった(all  $ps < .01$ )。これらのこととは普段からコンピュータを使う時間が長い人ほどコンピュータ技能得点が高いことを示している。

次に、自由にコンピュータを使用できる環境がコンピュータの使用経験や技能を促すことについて検討した。自宅で自由にコンピュータが使用できると回答した人々を自宅使用可能群( $N = 34$ )、使用できないと回答した人々を自宅使用不可能群( $N = 221$ )として、技能得点と使用時間について比較したところ、自宅で自由にコンピュータを使用できる学生はそうでない学生よりもコンピュータ技能得点について高いが( $t(253) = -2.23, p < .05$ ;  $M = 7.73$  vs.  $6.97$ )、使用時間について有意な差はなかった。同様に学校でのコンピュータ使用について使用可能群( $N = 145$ )と使用不可能群( $N = 110$ )を設けて比較したところ、学校で自由にコンピュータを使える学生はそうでない学生よりもコンピュータ技能得点が高かった( $t(253) = -2.33, p < .05$ ;  $M = 7.94$  vs.  $7.39$ )。

#### コンピュータ技能と能力、経験、環境との関連

コンピュータ技能と文系能力や使用時間、使用環境

の関連性を調べるために、相関分析を行ったところ、表2のようになった。

表2 国語の得点、利用時間、利用環境に関する相関分析

	国語	時間	自宅
国語			
時間	.124		
自宅	.226*	.088	
学校	-.139	.092	.062

つぎに、コンピュータ技能得点を基準変数、国語の得点と利用時間、自宅や学校での利用可能性を説明変数として重回帰分析を行ったところ、図2のよう、国語の得点と利用時間は有意にコンピュータ技能得点を説明していた ( $p < .01$ )。

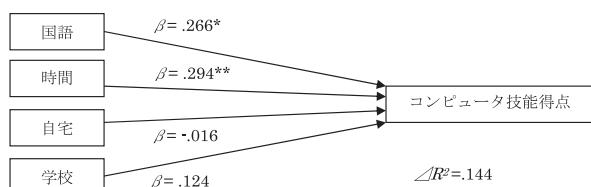


図2 コンピュータ技能得点と促進要因に関する重回帰分析

## 考 察

本調査における第一の目的は、過去2年の調査と同様、平成20年度の大学入学生のコンピュータ技能について調べることであった。昨年度の調査では「これまで、キーボードやマウスに触ったことがありますか」「コンピュータの電源を入れることができますか」「中学校や高校、またはパソコン教室などでコンピュータに関する授業を受けたことがありますか」という項目に対して、99%の学生が「ある」または「できる」と回答していたが、本年度の調査においても同様の結果が得られ、大学入学時にコンピュータ未経験者である学生はほとんどいないことが再確認された。加えて、98%の学生がインターネットやゲーム目的でコンピュータを使ったことがあると回答していた。また、「ワードやエクセルを知っていますか」「マイクロソフト社のワードを使ったことがありますか」「マイクロソフト社のエクセルを使ったことがありますか」という項目に対してもほとんど昨年度と同様の結果であった。ただし、昨年度の調査で、両手を使ってキーボード入力ができると回答した学生の割合は68%であったが、本

年度の調査では77%の学生ができると回答しており、その割合が約10%も増加していた。しかし、ブラインドタッチができると回答した学生の割合は9%と昨年度とほとんど同じである。「インターネットなどの設定ができますか」「ソフトウェアをインストールできますか」「自分でプログラムを組むことができますか」という項目に対しても、結果は昨年度とほぼ同じであった。本調査の結果は昨年度の調査とほぼ類似した結果であったことから、現段階では、中・高等学校における情報教育はコンピュータの使用経験を促すものの、コンピュータ技能の習熟まで及ばないという結論に変わりはなく、大学における情報処理教育ではコンピュータ技能の習熟を目指すことが第一の目標といえるだろう。一方、インターネットやゲームの目的でコンピュータを使ったことがあると答えた学生は98%にのぼることから、インターネットの普及という点では国家戦略の一部は達成されたといえるかもしれない。ただし、コンピュータの利活用という点ではさらなるコンピュータ技能の向上が必要となるだろう。

本研究の第二の目的はコンピュータ技能を促す要因について検討することであり、理系の能力がコンピュータ技能を促すことやコンピュータの利用経験が技能の向上を促すと予想した。調査の結果、文系の能力を示す国語の得点はコンピュータ技能得点を有意に説明していたが、理系の能力を示す数学の得点がコンピュータ技能得点に及ぼす影響は示されなかった（仮説1を不支持）。この結果は、日頃われわれが耳にする理系はコンピュータに強いという概念と反するようと思われるが、いったいどういう意味を持つのだろうか。こうした結果が得られた理由として、大学入学時までのコンピュータ利用はインターネットやゲームに限定される可能性が挙げられる。実際、本調査においても98%の学生がインターネットやゲーム目的でコンピュータ利用の経験があると回答している。総務省の情報通信動向調査（2007）では、インターネット利用の目的としてあげられる上位3つが電子メール、企業・個人のホームページ閲覧、ネットショッピングであり、40%以上の人がこうした目的でインターネットを利用している。つまり、ネットショッピングを除けば、インターネットの利用目的には文章を読んだり、書いたりといった文系能力を要するものが多いといえる。それゆえ、文系能力が高い人は両手を使ったキーボード入力やブラインドタッチ、マイクロソフト社のワード

の利用経験に関する項目得点が高かったと思われる。これらのこととは、文系能力がコンピュータ技能を促すというよりも、文系能力の高い人がコンピュータ、特にインターネット利用に対して関心を強く持っていることを意味していると思われる。それゆえ、インターネット目的によるコンピュータ利用は、その後の応用的なコンピュータ技能やエクセルに代表される読み書き以外のソフトウェアに関する技能修得を促すことは結びつかないかもしれない。また、本調査の結果は、理系能力がコンピュータ技能の修得に無関係だと断言するものではない。その理由は、本調査の参加者は高等学校を卒業したばかりで、コンピュータの使用目的がインターネットだった可能性が高いからである。より論理的思考などが要求されるプログラミングやコンピュータの機械的側面に注目すれば、本研究とは異なる結果が得られるかもしれない。

個人的な能力以外でコンピュータ技能の修得に影響を及ぼす要因として経験が挙げられる。本調査の結果、コンピュータ技能得点は高使用群、中使用群、無使用群の順に高かったことから、コンピュータの使用経験はコンピュータ技能の修得を促すことが示された（仮説2を支持）。「習うより慣れよ」の言葉どおり、コンピュータ技能は実際に使うことで修得されていくと考えられる。本調査では、こうした経験を促す要因として使用環境についても検討した。自宅や学校でコンピュータを自由に使える環境がある人はそうでない人よりも普段の使用時間が長く、コンピュータ技能得点も高いと予想した。その結果、自宅や学校で自由にコンピュータを使える環境があることはコンピュータ技能得点を促すものの、使用時間に影響しないことが示された（仮説3を一部支持）。ただし、使用時間について有意でなかったものの、一日の平均利用時間は自宅使用群が34分、自宅使用不可能群が25分で、不使用群よりも使用群のほうが長かった。これらのこととは、自宅や学校で自由に使えるコンピュータがあるからといって、使用時間には影響しないが、そうした環境が整っていることでコンピュータ技能の修得は促進されることを示唆している。ところで、使用時間に差はないにもかかわらずコンピュータ技能について差がある理由について、自宅にコンピュータがある人はキーボードやコンピュータに触れる機会が多いが、コンピュータを使用している時間は少なく、自宅がない場合、限られた機会しかないと、そのつど長時間、コンピュ

ータを使うと考えられる。つまり、使用時間に関して平均すると同じでも、頻度や使用間隔に差があるため、コンピュータ技能の学習効果に差が生じたと思われる。

最後に、コンピュータ技能と文系能力や使用時間、使用環境との関連性について、本調査の結果から、文系能力と使用時間は有意にコンピュータ技能を促すことが示され、使用環境による効果は確認されなかった。また、国語の得点と使用時間は有意な相関関係ないことから、文系能力と使用経験は個別にコンピュータ技能の修得に影響すると考えられる。今後は、これらの要因がコンピュータ技能の修得に及ぼすメカニズムについて検討することが課題である。本調査の結果、文系能力と使用経験に比べて使用環境の効果は弱かった。身近にコンピュータがあることよりも、インターネット利用を促す文系能力や使用経験のほうが、コンピュータ技能の修得に効果的であると思われる。

## 引用文献

- 1) 総務省. 情報通信白書平成18年度版, 2006.  
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h18/index.html>
- 2) 総務省. 通信利用動向調査, 2008.  
[http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/pdf/080418\\_4\\_bt.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/pdf/080418_4_bt.pdf)
- 3) 文部科学省. 中学校学習指導要領（平成10年度改訂版）, 1998.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/990301c.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301c.htm)
- 4) 文部科学省. 高等学校学習指導要領（平成10年度改訂版）, 1999.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/990301d.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301d.htm)
- 5) 八田武俊・渥美龍男・高田宗樹・吉田貴博. 入学時における大学生のコンピュータ技能に関する調査. 岐阜医療科学大学紀要 1, 115-117, 2007.
- 6) 八田武俊・渥美龍男・高田宗樹・吉田貴博. 入学時における大学生のコンピュータ技能と他の教育科目との関連. 岐阜医療科学大学紀要 2, 43-47, 2008.
- 7) 毎日コミュニケーションズ 2007年度大学生の就職意識調査, 2007. <http://navi.mycom.co.jp/saponet/index.html>

# 動脈硬化領域内における骨髓由来細胞領域の Green fluorescent protein (GFP) を用いた検討

丹羽民和

岐阜医療科学大学保健科学部

(2009年1月13日受理)

## Quantification of bone marrow-derived cell rates using green fluorescent protein in atherosclerotic plaques.

Tamikazu NIWA

Department of Medical Technology, Division of Health Care Science, Gifu University of Medical Science,

### Abstract

Green fluorescent protein (GFP)-tagging is widely used as a useful molecular tool to localize and visualize the trafficking of cells and proteins. The development of atherosclerotic lesions is caused by an interaction among four major cell types, endothelial cells (ECs), vascular smooth muscle cells (SMCs), macrophages and lymphocytes. Among these cells, macrophages and lymphocytes derived from bone marrow play a crucial role to early stage atherogenesis. In this study, we generated the chimera mice reconstituted with GFP-positive bone marrow using bone marrow transplantation (BMT), and GFP-positive leukocyte fractional areas expressed as the percentage of total area was quantified from the microscope with fluorescence system. Identification of GFP cells provided for direct identification of donor-derived cells within lesions. After 6 weeks of high fat feeding (HFD), the chimera mice developed  $68.7 \pm 8.7\%$  GFP-positive lesions throughout the proximal aortas. In summary, this work indicates that bone marrow-derived cells play an important role in atherosclerotic lesion formation in early phase.

**Keywords** : Atherosclerosis, Green fluorescent protein (GFP),  $\text{LDLR}^{-/-}$  mouse, Bone marrow transplantation (BMT)

### I. はじめに

動脈硬化は変性リポタンパク、免疫細胞や動脈構成細胞の相互作用から生じる慢性炎症により引き起こされると考えられている。動脈硬化形成は単球/マクロファージ、リンパ球などの血管内皮下への侵入により始まり、動脈硬化病変とそれに基づく血管の狭窄や閉塞には、血管内皮細胞、血液中の単球/マクロファージ、Tリンパ球、血管平滑筋細胞などの細胞が関与していることが明らかにされている。<sup>1-5)</sup>動脈硬化形成に関わるこの4種類の細胞のうち、血管内皮細胞と血管平滑筋細胞は本来の血管構成細胞であり、<sup>6)</sup>単球/マクロファージとTリンパ球は骨髓由来の細胞である。

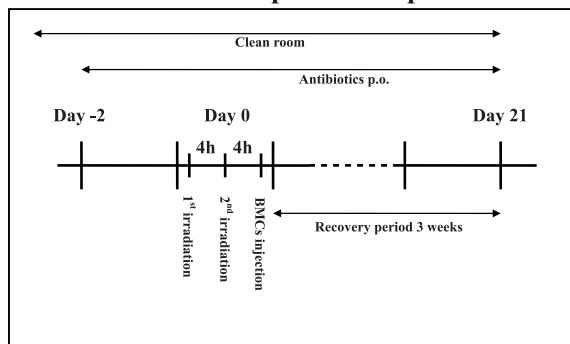
これらの血管構成細胞と骨髓由来細胞に発現する接着分子、分泌される様々なサイトカインや蛋白成分などの相互作用が複雑にからみ合って、動脈硬化は進展している。一方、1962年に Shimomura O らによって発見され、Morise H らによって発光機構および構造決定された緑色蛍光タンパクである Green fluorescent protein (GFP) は、その後 Cody CW らによって遺伝子導入が可能になり、様々な細胞やたんぱく質の蛍光分子マーカーとして幅広く用いられるようになった。<sup>7-9)</sup>今回、この GFP トランスジェニックマウスを動脈硬化マウスモデルに用いることにより、初期における動脈硬化形成における骨髓由来細胞の割合を Bone marrow transplantation (BMT) 法を用いて検討し、その問題点を探った。

## 対象と方法

## 実験動物

LDLR<sup>+/</sup>マウス (C57BL/6由来) および GFP<sup>+/</sup>マウス (C57BL/6由来) はジャクソン研究所 (Bar Harbor, ME, USA) より購入した。雄 LDLR<sup>+/</sup>マウスをレシピエントとし、雄 GFP<sup>+/</sup>マウスおよび wild マウスをドナーとして用いた。いずれのマウスも SPF 環境下、余分なストレスのかからない状態で飼育した。動脈硬化形成促進のため、骨髓移植後 3 週目より 9 週目まで 1.25% コレスステロール、15.1% 脂肪および 0.5% コール酸含有の合成高脂食 (HFD: オリエンタル酵母 (株), 千葉) を負荷した。体重は BMT 時およびそれ以後 3 週ごとに実験終了時まで測定した。食餌および水は自由に摂取させた。マウスケージは常にチェックし、突然死したマウスは直ちに取り除いた。BMT マウスは HFD 負荷後 6 週目に脱血し、心臓を取り出した。すべての実験はアメリカ心臓病学会により採択された “Position of the American Heart Association on Research Animal Use”

## A Bone marrow transplantation protocol



B

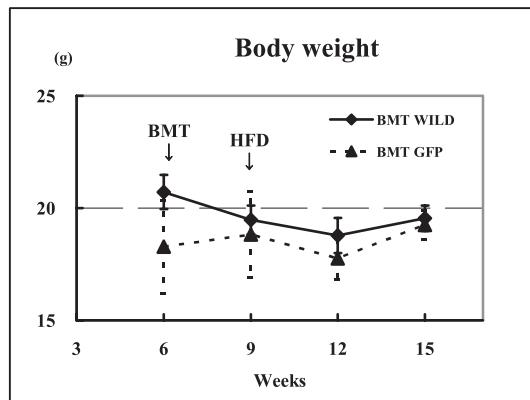


図 1. (A) 造血幹細胞移植プロトコール 移植 3 日前より準備し、移植後 3 週間を回復期間とする。放射線照射は 2 分割とし、2 回目の照射から 4 時間後に造血幹細胞をマウス尾静脈より静注した。(B) BMT マウスの体重変化 GFP<sup>+/</sup>マウスをドナーとした LDLR<sup>+/</sup>マウスの体重は wild マウスをドナーとした場合と有意差はなかった。

(November 11, 1984) に沿って実施した。

## 放射線照射および骨髓移植

骨髓移植プロトコールを図 1 A に示す。6 週齢の雄マウスに硫酸ゲンタマイシン (Invitrogen Co. Grand Island, NY, USA) 500U/ml, ポリミキシン B (科薬 (株), 東京) 100 mg/m を混和した水を BMT 3 日前から BMT 後 3 週目まで与えた。放射線照射はセシウム線源の  $\gamma$  線 5 Gy を 4 時間の間隔をあけて 2 度照射した。レシピエントと性および週齢の一致したドナーマウスの大軸骨および脛骨よりフラッシングした骨髓細胞を冷たい PBS で 3 回洗浄し、ヘパリンナトリウム (武田化学工業 (株), 大阪) 5 U/ml を含有した RPMI1640 培養液 (Sigma, St. Louis, MO, USA) に浮遊させ、 $2 \times 10^7$  個/ml の濃度に調節した。2 回目の放射線照射より 4 時間後に、 $5 \times 10^6$  個の骨髓細胞を尾静脈から移植した。この操作により GFP<sup>+/</sup> BMT LDLR<sup>+/</sup> キメラマウスおよび GFP<sup>+/</sup> BMT LDLR<sup>+/</sup> キメラマウスを作製し、3 週間の回復期を設けた後、実験に使用した。

## 組織および血液の採取

検体採取日前 1 日間絶食させたマウスをペノバルビタールナトリウム (大日本製薬, 大阪) の腹腔内投与により麻酔した。血液採取は下降大静脈よりおこなった。その後、左心室から冷 PBS 20ml を用い、還流操作を実施し、心臓を切除した。大動脈基始部を含む心臓はクリオスタット包埋剤 (Miles Laboratory, Elkhart, IN, USA) を用い、液体窒素で予備冷却した 2-メチルブタン中で急速凍結包埋し、10  $\mu$ m の厚さで薄切切片を作製した。切片は 3.7% 中性ホルマリンで 10 分間固定し、蛍光顕微鏡で観察、写真撮影し、デジタル解析に用いた。また、心臓切除と同時に取り出した大動脈部分を周囲脂肪層の剥離後、ホルマリン固定し、蛍光顕微鏡で動脈硬化層の外観を観察した。

## 動脈硬化領域の定量

大動脈基始部断面切片標本の解析は NIH image ver1.62 を用いて、以前報告の方法でおこなった。<sup>10, 11)</sup> 概略は、大動脈基始部の薄切標本を蛍光顕微鏡明視野で観察、画像取り込み後、同じ部分を蛍光視野で同様に画像取り込みを実施した。それぞれの画像は NIH image ver1.62 で面積計算を実施し、蛍光部分の割合を

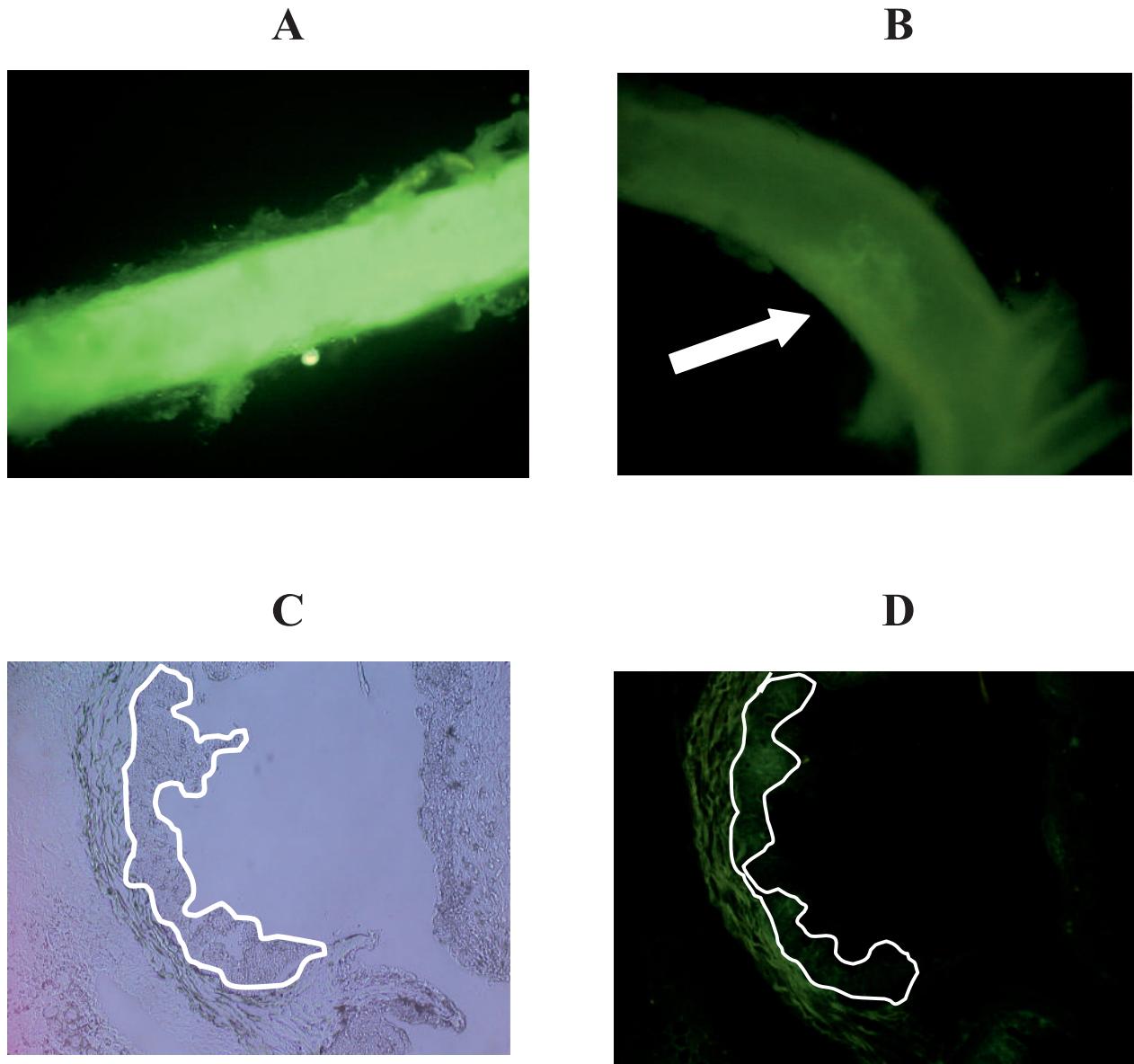


図2. BMTマウスの動脈硬化領域  
(A), (B) 大動脈弓部の外観の蛍光顕微鏡像 Bの矢印部分の動脈内部に GFP 蛍光が確認できる。  
(C), (D) 大動脈基始部の薄切切片 どちらも白線領域内を動脈硬化領域として計算した。

算出した。

#### 統計解析

すべてのデータは 平均値±SEMで表した。統計処理は Stat View 5.0で実施した。

#### 結 果

##### 体重および生存率

両グループとも BMT 後の健康状態は良好であった。BMT 後 3 週ごとの体重を図 1 B に示す。実験終了時までの体重変動および生存率に統計的有意差はなかった。GFP<sup>+/+</sup> BMT マウスの BMT 時および BMT 後 9 週で

の平均体重はそれぞれ  $18.28 \pm 2.07$  g,  $19.25 \pm 0.63$  g, GFP<sup>-/-</sup> BMT マウスの BMT 時および BMT 後 9 週での平均体重はそれぞれ  $20.72 \pm 0.76$  g,  $19.54 \pm 0.57$  g であった。

##### 大動脈の外観の観察

高脂食負荷 6 週後の GFP<sup>+/+</sup> BMT マウス大動脈をトリミング後, 蛍光顕微鏡にて観察した像を 図 2 B に示す。対照として GFP マウスの大動脈を図 2 A に示す。GFP マウスの大動脈は血管全体が緑色蛍光を発している。それに対して, GFP<sup>+/+</sup> BMT マウスは全体として弱い蛍光を発しているが, 図 2 B の矢印部分のよう

に血管内部の動脈硬化領域がより強い蛍光を出しているのが確認できた。GFP<sup>+/+</sup> BMT マウスの血管としての弱い蛍光は、大動脈基始部の薄切標本で確認により動脈の弾性板部分の蛍光であることがわかった。

#### 骨髓細胞由来動脈硬化領域の定量

高脂食負荷 6 週後の大動脈基始部の薄切標本における動脈硬化領域の計測をした。代表的大動脈基始部の無染色標本画像と同じ部位の蛍光標本画像を図 2 C と図 2 D に示す。それぞれの画像の動脈硬化領域（白線部分）を NIH Image J で定量し、動脈硬化領域に対する GFP 陽性領域の割合を測定した。GFP 陽性領域割合は 58.1%～84.1% で、平均  $68.7 \pm 8.87\%$  であった（図 3）。これより、動脈硬化領域形成初期には、骨髓由来細胞領域が大きな割合を占めていることがわかった。

### Bone Marrow Derived Cell Rates (Macrophage, T)

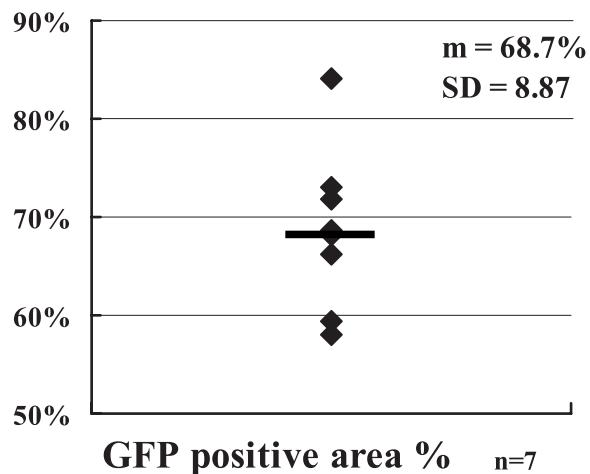


図 3. 動脈硬化領域内における骨髓由来細胞の割合

#### 考 察

動脈硬化病変部には主に単球/マクロファージ (Mon/φ), T リンパ球 (T), 血管平滑筋細胞 (VSMC), 血管内皮細胞 (EC) の 4 種類の細胞が関わっている。<sup>1-5)</sup> 動脈硬化形成に関わるこの 4 種類の細胞のうち、血管内皮細胞と血管平滑筋細胞は本来の血管構成細胞であり、<sup>6)</sup> 単球/マクロファージと T リンパ球は骨髓由来の細胞である。これらの血管構成細胞と骨髓由来細胞に発現する接着分子、分泌される様々なサイトカインや蛋白成分などの相互作用により、動脈硬化は進展して

いる。これらの細胞のうち、血管平滑筋細胞は血管壁中膜領域より移住してきたものよりも、流血中にある造血幹細胞から分化したもののが多くの割合を占めるという報告が支持されたときもあったが<sup>12, 13)</sup>、その後の検討により、この概念は否定されている。<sup>6, 14)</sup> これら 4 種類の細胞にうち、骨髓由来細胞である単球/マクロファージ (Mon/φ), T リンパ球 (T) は動脈硬化形成初期において、領域形成拡大にどれくらい寄与しているのかを GFP 陽性細胞をマーカーとして検索した。LDLR<sup>-/-</sup> マウスに GFP<sup>+/+</sup> マウスの骨髓を移植し、高脂食負荷をおこなうことにより動脈硬化形成を促進した。この検討により、高脂食負荷 6 週目では平均 68.8% の領域が骨髓由来細胞で占められたことがわかった。

今回用いた骨髓移植を用いたキメラマウスモデルにおける骨髓細胞の置換率は以前の報告で 99.5% 以上と確認されているが<sup>10)</sup>、JF Bentzon らは apoE<sup>-/-</sup> マウスモデルにおいても流血中の 93.4% が GFP 陽性細胞に置き換わっていると報告している。<sup>6)</sup> つまり、キメラマウスモデルの骨髓細胞はほぼ置換されており、動脈硬化領域内で骨髓由来細胞でありながら、GFP 陰性の細胞の存在はほとんどないと考えられる。それを確認するために、GFP<sup>+/+</sup> マウスの大腿骨から採取した骨髓塗抹標本と末梢血液塗抹標本を作製した。図 4 A と図 4 B は骨髓塗抹標本、図 4 C と 4 D は末梢血液塗抹標本である。骨髓塗抹標本に MG 染色を実施後、同一場面での蛍光顕微鏡像（4 A）と光学顕微鏡像（4 B）の代表的なものである。これらを比較すると、ほとんどの細胞が GFP を発現している様にみえるがすべての有核細胞が GFP を発現していないことが確認できる。骨髓中の幼若な細胞では GFP 産生が充分におこなわれていないことが考えられる。AE Mullick らも GFP<sup>+/+</sup> マウスの骨髓有核細胞中に 5 % 未満の GFP 陰性細胞の存在を報告している。<sup>15)</sup> しかし、これらの幼若細胞は血液中へは流出しないため、動脈硬化巣へ浸潤する細胞の GFP 陰性率は極めて低いと考えられる。図 4 C に血液塗抹標本の MG 染色像、図 4 D に同一場面の蛍光顕微鏡像を示す。末梢血有核細胞においては GFP 陽性であることが確認できた。これらのことより GFP<sup>+/+</sup> マウスをマーカーとして用いる場合は、幼若細胞を標的にした場合には GFP の発現レベルに注意が必要であり、今回の検討のように成熟細胞を標的とする場合は問題がないことがわかった。

今回、動脈硬化領域の形成初期における骨髓由来細

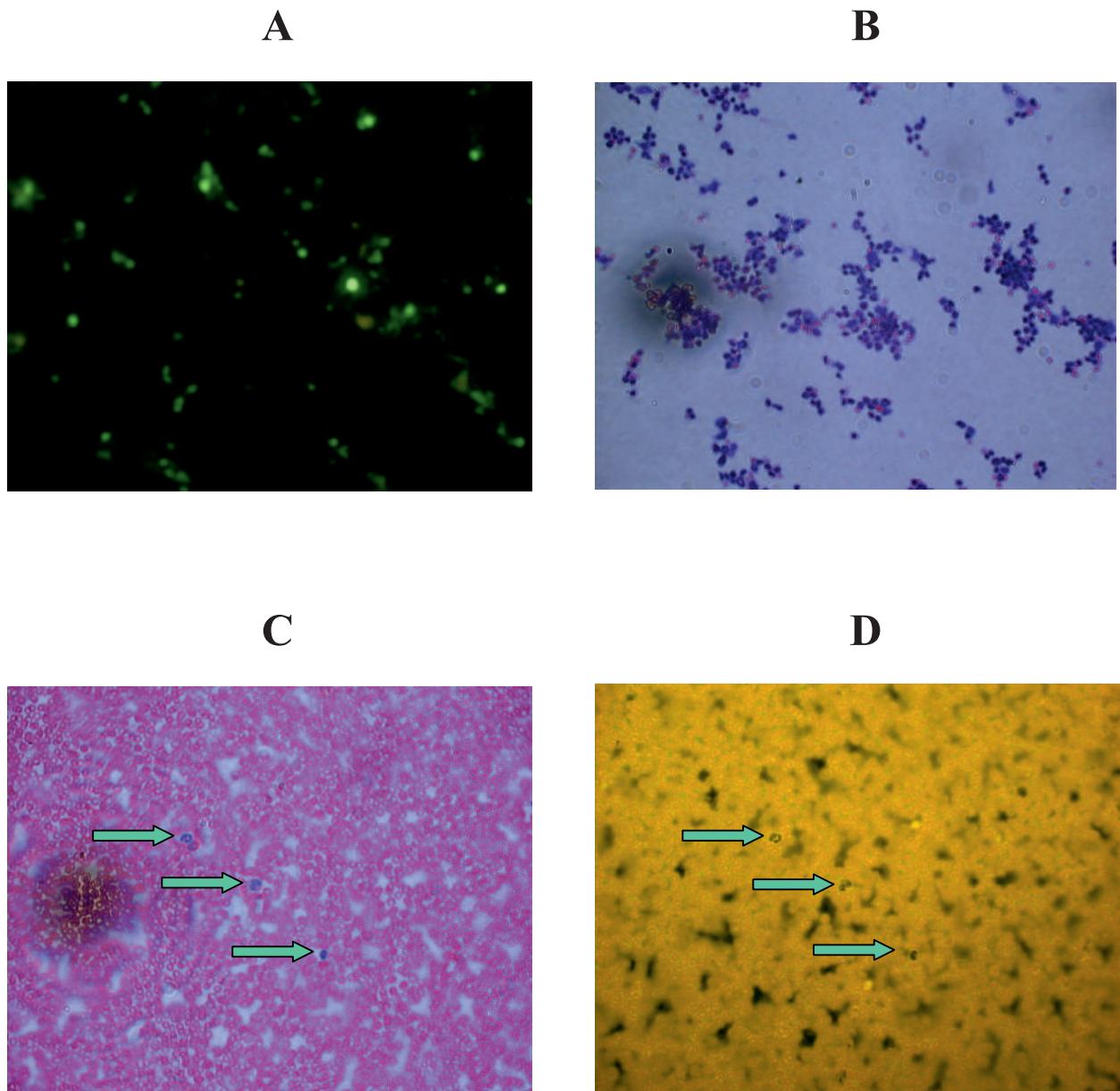


図4 GFP<sup>+/+</sup>マウスの骨髄塗抹標本 (A), (B) と末梢血液塗抹標本 (C), (D)  
写真 (A) と (D) は蛍光顕微鏡像である。(MG染色)  
末梢血液塗抹標本では矢印の先に好中球が確認できる。

胞領域の割合を LDLR<sup>-/-</sup>マウスに GFP<sup>+/+</sup>マウスをドナーとした骨髄移植モデルにて検討した。この結果、約 68% の領域が骨髄由来細胞の領域であることが確認できた。しかし、GFP<sup>+/+</sup>マウス骨髄を用いる場合は成熟細胞を標的とする必要があり、その使い方には充分な注意が必要であることが確認できた。

#### 謝 詞

(この実験を実施するにあたり、指導頂いた清島 満教授、和田久泰先生には多大なる感謝の意を述べさせて頂きます)

#### 参 考 文 献

- 1) Ross R: Atherosclerosis - An inflammatory disease. *N Engl J Med*, 340: 115-126, 1999
- 2) Lusis AJ: Atherosclerosis. *Nature*, 407: 233-241, 2000
- 3) Hansson GK: Immune mechanism in atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 21: 1876-1890, 2001
- 4) Libby P, Ridker PM, and Maseri A: Inflammation and Atherosclerosis. *Circulation*, 105: 1135-1143, 2002
- 5) Fan J, and Watanabe T: Inflammatory reactions in the pathogenesis of atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb*, 10(2): 63-71, 2003
- 6) Bentzon JF, Weile C, Sondergaard CS, Hindkjaer J, Kassem M,

- Falk E: Smooth muscle cells in atherosclerosis originate from the local vessel wall and not circulating progenitor cells in apoE knockout mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 26: 2696-2702, 2006
- 7) Shimomura O, Johnson FH, Saiga Y: Extraction, purification and properties of aequorin, a bioluminescent protein from the luminous hydromedusan Aequorea. *J Cell Physiol*, 59: 223-239, 1962
- 8) Morise H, Shimomura O, Johnson FH, Winant J: Intermolecular energy transfer in the bioluminescent system of Aequorea. *Biochemistry*, 13(12): 2656-2662, 1974
- 9) Cody CW, Prasher DC, Westler WM, Prendergast FG, Ward WW. Chemical structure of the hexapeptide chromophore of the Aequorea green-fluorescent protein. *Biochemistry*, 32( 5 ): 1212-1218, 1993
- 10) Niwa T, Wada H, Ohashi H, Iwamoto N, Ohta H, Kirii H, Fujii H, Saito K, Seishima M. Interferon- $\gamma$  produced by bone marrow-derived cells attenuates atherosclerotic lesion formation in LDLR-deficient mice. *J Athroscler Thromb* 11, 79-87, 2004
- 11) Kirii H, Niwa T, Yamada Y, Wada H, Saito K, Iwakura Y, Asano K, Moriaki H, Seishima M. Lack of interleukin- 1 b decreases the severity of atherosclerosis in ApoE-deficient mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 22, 456-461, 2002
- 12) Sata M, Saiura A, Kunisato A, Tojo A, Okada S, Tokuhisa T, Hirai H, Makuuchi M, Hirata Y, Nagai R. hematopoietic stem cells differentiate into vascular cells that participate in the pathogenesis of atherosclerosis. *Nat Med* 8, 403-409, 2002
- 13) Xu Q. The impact of progenitor cells in atherosclerosis. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 3, 94-101, 2006
- 14) Hu Y, Davison F, Ludewig B, Erdel M, Mayr M, Url M, Dietrich H, Xu Q. Smooth muscle cells in transplant atherosclerotic lesions are originated from recipients, but not bone marrow progenitor cells. *Circulation* 106, 1834-1839, 2002
- 15) Mullick AE, Soldau K, Kiosses WB, Bell III TA, Tobias PS, Curtiss LK. Increased endothelial expression of Toll-like receptor 2 at sites of disturbed blood flow exacerbates early atherogenic events. *J Exp Med* 205( 2 ), 373-383, 2008

# アモルファスポリアミド（6I/6T）ブレンドの誘電的性質

## （Ⅰ）*m*-キシレンジアミン/アジピン酸ポリアミド（MXD6）とのブレンド

只野憲二

岐阜医療科学大学 保健科学部 衛生技術学科  
(2009年1月13日投稿)

### Dielectric properties of amorphous polyamide (6I/6T) blends. (Ⅰ) Blends with *m*-xylenediamine/adipic acid polyamide (MXD6)

Kenji TADANO

Gifu University of Medical Science School of Health Sciences Department of Medical Technology

#### 要 旨

アモルファスポリアミドの一つであるポリアミド6I/6T [ヘキサメチレンジアミンとイソフタル酸から成るポリアミド6Iとヘキサメチレンジアミンとテレフタル酸から成るポリアミド6Tの6I(70%)/6T(30%)共重合体ポリアミド]とポリアミドMXD6(メタキシレンジアミンとアジピン酸から成るポリアミド)のブレンド試料を溶融調製し、それらの誘電的性質を測定した。すべての試料において、200 K 以下に  $\gamma$ 、280 K 付近に  $\beta$  そしてガラス移転点以上の370 K 以上に  $\alpha$  緩和が観測された。それらの緩和は、それぞれ炭化水素鎖の局所運動、アミド基の束縛運動およびガラス転移温度以上で起きる主鎖のミクロブラウン運動に帰属された。緩和温度、活性化エンタルピー、緩和強度などの誘電的性質の挙動から2つのポリアミドは良く相溶していることが確認できた。誘電的な不連続として観察される MXD6の結晶化温度は、6I/6Tのブレンド割合が大きいほど高温域へシフトし、MXD6の結晶化が6I/6Tにより阻害されることが明らかになった。この結晶化に伴う結晶相のミクロ相分離構造により、高温領域での緩和強度、結晶緩和の出現など誘電的性質が複雑に変化した。さらに、融解・流動が起きる直前の温度域では新たな緩和が観測され、その緩和はポリアミド間の水素結合の切断が関係しているものと推察した。

#### ABSTRACT

Dielectric properties were studied for blends of amorphous polyamide 6I/6T [copolymer consisting of 1,6-hexamethylenediamine and isophthalic acid (6I) (70 wt%) and terephthalic acid (6T) (30 wt%)] with MXD6 (polyamide of *m*-xylenediamine and adipic acid). In all the quenched samples, there were observed three relaxations,  $\gamma$  below 200 K,  $\beta$  around 280 K, and  $\alpha$  above 370 K, which were attributed to an internal motion of hydrocarbon chains, a rotational motion of amide groups in amorphous region, and a reorientational motion of long segments above the glass transition temperature ( $T_g$ ), respectively. It was found that the dielectric strength ( $\Delta \epsilon$ ) for  $\gamma$  and  $\beta$  relaxations were depended on the MXD6 content. From these dielectric behaviors, it was recognized that 6I/6T and MXD6 were miscible. Above the  $\alpha$  relaxation temperature, MXD6 was recrystallized by the micro-Brownian molecular motion, and the values of dielectric constant and the loss were affected by the crystallization. In more higher temperature region, another relaxation ( $\alpha_i$ ) was found around 490 K below the melting of MXD6 crystallites. It was suggested that the  $\alpha_i$  relaxation was attributed to the dissociation of hydrogen bonds between amide groups.

**Keywords :**ポリマーブレンド、ヘキサメチレンジアミン・イソフタル酸/テレフタル酸共重合体ポリアミド（6I/6T）、*m*-キシレンジアミン・アジピン酸ポリアミド（MXD6）、誘電的性質、相溶性

## 1. はじめに

ナイロンの名称でよく知られているポリアミドは、今日まで多くの種類が開発され、エンジニアリングプラスチックとして広く利用されている。開発当初、ポリアミドの構成モノマーとしては脂肪族ジカルボン酸およびジアミンが利用されていたが、熱安定性、力学的強度向上、低吸湿性などの高性能化を目指してベンゼン環あるいはシクロヘキサン環を導入したポリアミドが開発されている。一方、無機物、有機物や複数のポリマーを混合して新しい特性を持たせた高分子（ポリマーアロイ）の研究も近年広くおこなわれており、多くの成書が出版されている<sup>1-4)</sup>。ポリマーアロイの一分野として、相溶性あるいは非相溶性高分子を混合した多成分系高分子（ポリマーブレンド）があり、ブレンドによる耐熱性、耐衝撃性などの高性能化、ガスバリヤー性、帯電防止などの機能性付与が開発研究されている<sup>5, 6)</sup>。多くのポリアミドは一般に結晶性を示すが、その性質がポリアミドの欠点ともなっていた。この欠点を除くため、ガラス転移温度の高いアモルファス（非晶性）ポリアミドが種々開発され<sup>5)</sup>、他の高分子とアロイ化することにより耐熱性の付与、結晶化の抑制・透明化が研究されている。

本報告で扱うポリアミド6I/6Tはヘキサメチレンジアミンとイソフタル酸から成るポリアミド（6I）70%とヘキサメチレンジアミンとテレフタル酸から成るポリアミド（6T）30%の共重合体で、アモルファスポリアミドの一つである。一方、メタキシレンジアミンとアジピン酸から成るポリアミドMXD6は結晶性ポリアミドであるが、溶融状態から急冷することにより調製される無定形状態で強誘電性を示すことが見出されている<sup>7, 8)</sup>。6I/6TとMXD6ブレンドの相溶性については熱的性質、X線回折、電子顕微鏡観察により、相溶し

ていることが確かめられており、ブレンド組成とガラス転移温度（T<sub>g</sub>）の関係はGordon-Taylor式でよく説明されることが報告されている<sup>9)</sup>。また、6I/6TとMXD6ブレンドはブレンド全組成で強誘電性を示すことが見出されており、残留分極がアミド基間の水素結合力に関連していることが報告されている<sup>10)</sup>。

本報告では6I/6TとMXD6ブレンドにおける誘電的性質を広い温度範囲（100～500 K）で測定し、その誘電特性および緩和に起因する分子運動を検討し、ブレンドの相溶性を確認することを目的とした。

## 2. 試料と測定

試料は以前報告したものと同じである<sup>9)</sup>。ポリアミド6I/6Tは三井・デュポンポリケミカル（株）のSealer PA3426で、ヘキサメチレンジアミン／イソフタル酸ポリアミド（6I）とヘキサメチレンジアミン／テレフタル酸ポリアミド（6T）が70 wt % / 30 wt %の共重合体である。メルトイインデックス（MI）は503 K, 2160 g 荷重で3.5である。ポリアミドMXD6は三菱ガス化学（株）のMX Nylon 6001で、m-キシレンジアミンとアジピン酸から成るポリアミドである。このMIは503 K, 2160 g 荷重で7である。これらの化学構造を図1に示す。

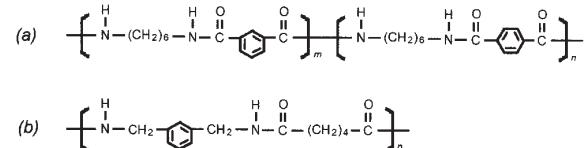


図1 ポリアミドの構造式 (a) 6I/6T, (b) MXD6

これらのブレンド試料は、553 Kで溶融混練り後、押出成型機より厚さ約0.5 mmのシート状に押し出し、冷却ドラム上で室温へ急冷して調製した。ブレンド試料はMXD6含量が30, 50, 70 wt %である。これらの

表I 試料およびそれらの転移温度

Sample Abb.	content of MXD6 (wt%)	DSC data			Dielectric data					
		T <sub>g</sub> (K)	T <sub>c</sub> (K)	T <sub>m</sub> (K)	T <sub>max</sub> (γ) (K) at 1 kHz	T <sub>max</sub> (β) (K) at 1 kHz	T <sub>max</sub> (α) (K) at 1 kHz	T <sub>c</sub> (K) at 100 Hz	T <sub>max</sub> (α <sub>c</sub> ) (K) at 100 kHz	T <sub>max</sub> (α <sub>d</sub> ) (K) at 1 kHz
6I/6T	0	397.6			197.5	297.5	419.0			497.7
6I/6T-MXD6 (30)	30	374.4	419.9	503.6	188.7	277.5	405.8	435.8		
6I/6T-MXD6 (50)	50	366.9	420.9	504.4	190.7	277.0		396.8	426.9	
6I/6T-MXD6 (70)	70	363.4	418.2	504.4	184.7	281.3	382.4	394.7	420.0	
MXD6	100	358.6	422.1	507.5	176.4	283.9	374.3	385.5	403.0	484.0

T<sub>g</sub>: glass transition temperature, T<sub>c</sub>: crystallization temperature, T<sub>m</sub>: melting point of MXD6 crystallites, T<sub>max</sub>: relaxation temperature

試料は、表 I に示したように 6I/6T-MXD6(x) と表す。ここで、x は MXD6 含量 (wt %) で、6I/6T-MXD6(0) および 6I/6T-MXD6(100) はそれぞれ単に 6I/6T および MXD6 と略記する。

示差走査熱量測定で得られたこれらの熱的転移温度；ガラス転移温度 ( $T_g$ )、結晶化温度 ( $T_c$ )、および融点 ( $T_m$ ) を表 I にまとめた。

熱測定はセイコー電子(株)の SSC5000 示差走査熱量計 (DSC) を用い、10 mg の試料量と  $10 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$  の昇温、降温速度で測定した。転移温度とエンタルピー変化は In と Sn を用いて補正した。

誘電測定は、パソコンにより自動制御したマルチフリーケンシ LCR メーター (Hewlett-Packard type 4274A) を用いておこなった。試料の温度は、鉄・コンスタンタン熱電対を用いてデジタルマルチメーター (ADVANTEST TR6847) により計測した。各温度において LCR メーターで測定される直接的な量は、静電容量 (C) および誘電正接 ( $\tan \delta$ ) である。これらの値を、次式の (1) および (2) の関係を組み込んだパソコン内のプログラムにより誘電率 ( $\epsilon'$ ) および誘電損失 ( $\epsilon''$ ) に換算し、これらの測定値をフロッピディスクに保存し、解析に用いた。

$$\epsilon' = C / C_0 \quad (1)$$

ここで、 $C_0$  は幾何容量で、 $C_0 [\text{pF}] = (1/4\pi) (10/9) A/d$  ( $A$ : 電極面積 [ $\text{cm}^2$ ]、 $d$ : 試料厚み [ $\text{cm}$ ]) により決まる定数である。

$$\epsilon'' = \epsilon' \times \tan \delta \quad (2)$$

ただし、 $\tan \delta$  は次式 (3) で示されるように、静電容量 (C)、電導度 (G)、および角周波数 ( $\omega$ ) に関係する。

$$\tan \delta = G / (\omega \cdot C) \quad (3)$$

測定は、100 Hz ~ 100 kHz の 11 周波数、温度範囲 100 ~ 500 K、約  $1 \text{ K}/\text{min}$  の昇温速度で約  $2 \text{ K}$  間隔で行った。電極は三端子法を用い<sup>11)</sup>、電極直径は対電極が  $50 \text{ mm} \phi$ 、主電極が  $37 \text{ mm} \phi$  である。測定に用いた試料は厚さ約  $0.5 \text{ mm}$  のシートで、試料と電極の接触を良好にするため電極面積に応じた試料表面にアルミニウ

ムを蒸着した。

### 3. 結果と考察

#### ポリアミド 6I/6T

図 2-1 (a) および (b) に代表的な周波数について、6I/6T の誘電率 ( $\epsilon'$ ) および誘電損失 ( $\epsilon''$ ) の低温域における温度依存性をそれぞれ示す。

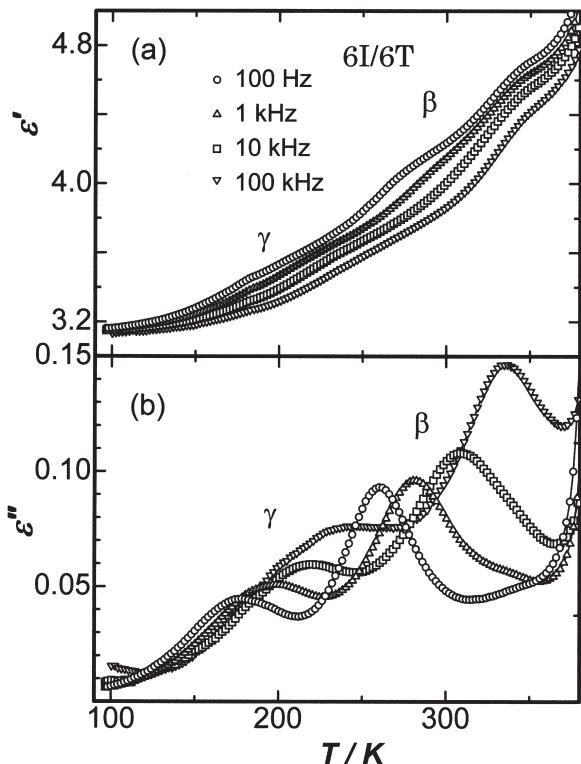
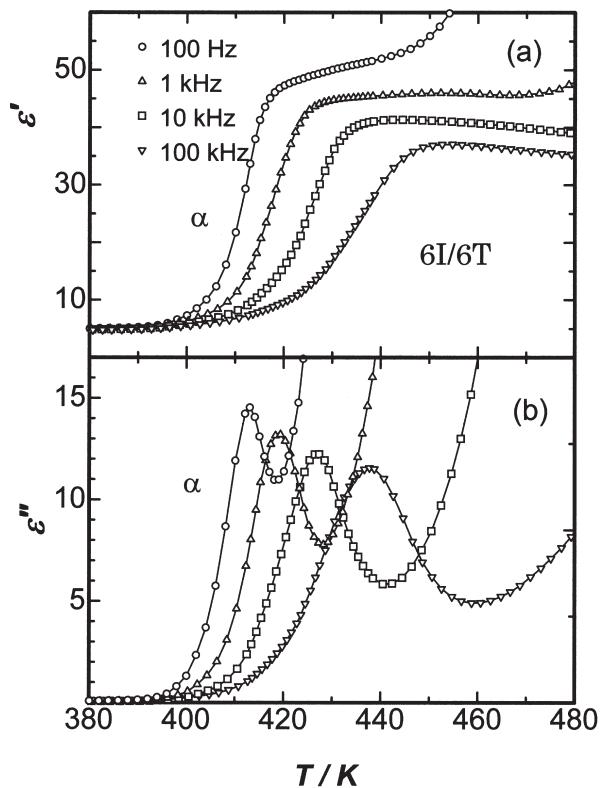
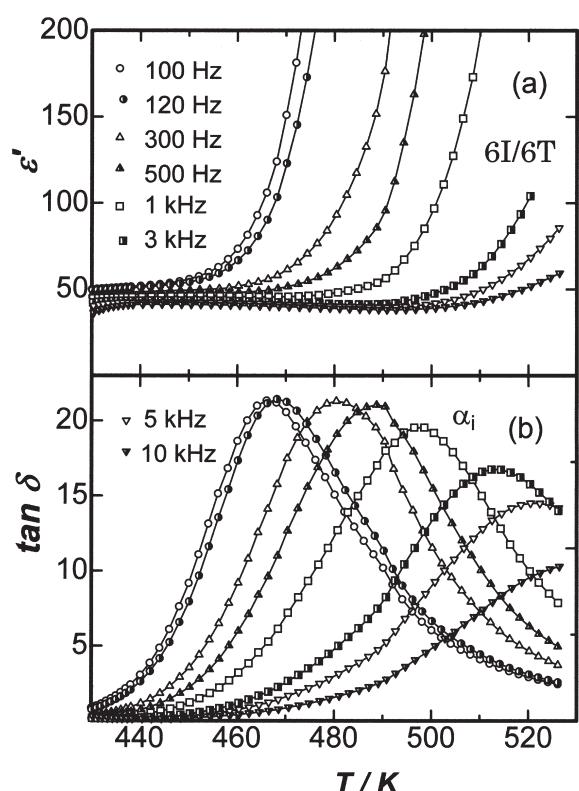


図 2-1 低温域における 6I/6T の誘電率 ( $\epsilon'$ ) および誘電損失 ( $\epsilon''$ ) の温度依存性

1 kHz において 198 および 298 K 付近にそれぞれ  $\gamma$  および  $\beta$  緩和が観察される。これらの緩和は一般的な脂肪族ポリアミドで観測されている挙動と同様であり<sup>12)</sup>、 $\gamma$  緩和はガラス転移温度 ( $T_g$ ) 以下の温度域で起きる無定形領域における局所分子運動に、 $\beta$  緩和はポリアミドに特有なアミド基の局所分子運動に帰属できる。 $\beta$  緩和は水分子の吸着に大きく依存するとされている。図 2-2 (a) および (b) に代表的な周波数について、6I/6T の  $\epsilon'$  および  $\epsilon''$  の高温域における温度依存性をそれぞれ示す。

1 kHz において 419 K 付近に  $\alpha$  緩和が観察される。この緩和に伴い  $\epsilon'$  は 5 から 50 程度へ急激に増加している。 $\alpha$  緩和は  $T_g$  以上の温度域で起きる主鎖のミクロブラウン運動に帰属される<sup>7)</sup>。図 2-3 (a) および (b) に低周波領域について、6I/6T の  $\epsilon'$  および誘電正

図2-2 高温域における6I/6Tの誘電率( $\epsilon'$ )および誘電損失( $\epsilon''$ )の温度依存性図2-3  $\alpha$ 緩和温度以上の高温域における6I/6Tの誘電率( $\epsilon'$ )および誘電正接( $\tan \delta$ )の温度依存性

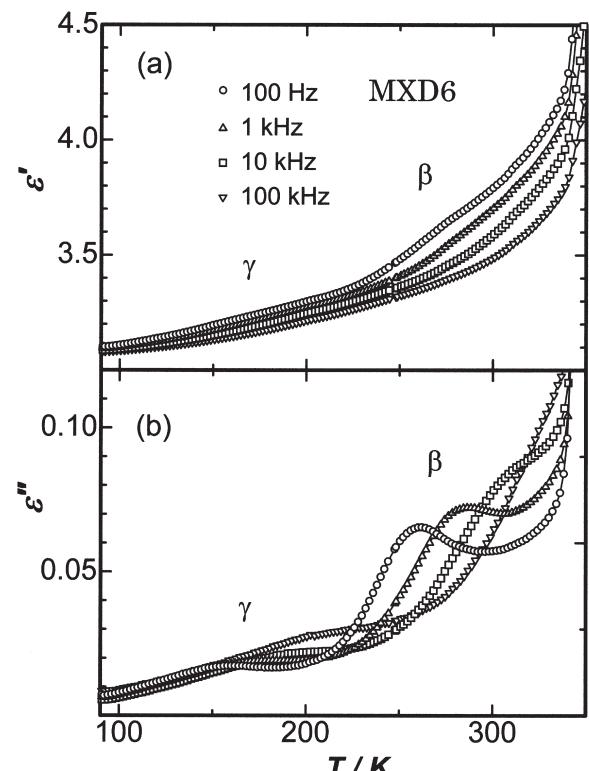
接( $\tan \delta$ )の $\alpha$ 緩和温度以上の高温域における温度依存性をそれぞれ示す。

この温度域では $\epsilon'$ および $\epsilon''$ は数百から数千の大きな値となる。これらの現象は、一般にポリマー中に不純物イオンなどによるイオン電導もしくは試料の溶融による厚みの減少が原因とされている。図2-3 (b)では、試料の厚みに依存する幾何容量( $C_0$ )に依存しない $\tan \delta$ で示してある。1 kHzにおいて498 K付近に明らかに、一つの緩和( $\alpha$ 緩和)が見られる。このような高温域での緩和については、ほかのポリアミドにおいても報告されており、結晶相と非晶相の界面で生じる Maxwell-Wagner 分極あるいはイオンが関与する分極に起因すると推察されている<sup>12,13)</sup>。

#### ポリアミド MXD6

図3-1 (a)および(b)に代表的な周波数について、MXD6の $\epsilon'$ および $\epsilon''$ の低温域における温度依存性をそれぞれ示す。

1 kHzにおいて176および284 K付近にそれぞれ $\gamma$ および $\beta$ 緩和が観察され、一般的なポリアミドと同様な緩和挙動を示している。6I/6Tと同様、MXD6における $\gamma$ および $\beta$ 緩和はガラス転移温度( $T_g$ )以下の温度域で起きる無定形領域における局所分子運動およびアミ

図3-1 低温域における MXD6の誘電率( $\epsilon'$ )および誘電損失( $\epsilon''$ )の温度依存性

ド基の局所分子運動にそれぞれ帰属できる。

図3-2 (a) および (b) に代表的な周波数について, MXD6の $\epsilon'$  および $\epsilon''$  の高温域における温度依存性をそれぞれ示す。

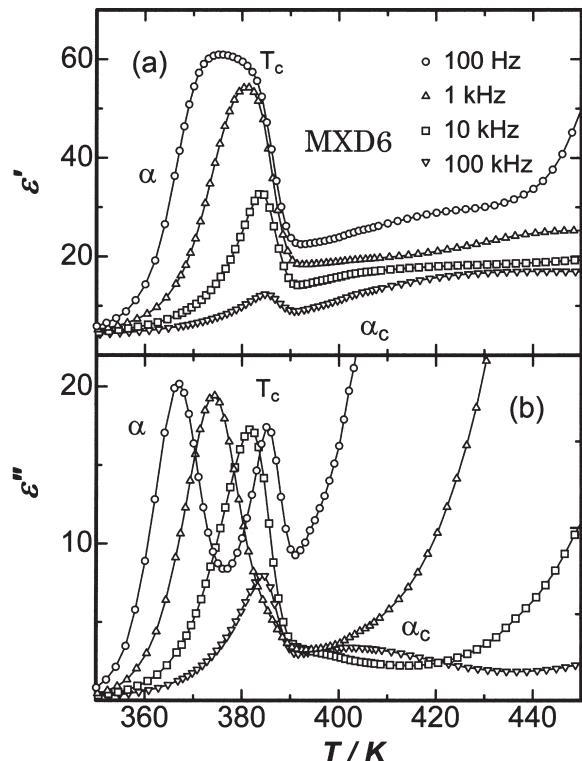


図3-2 高温域における MXD6の誘電率( $\epsilon'$ ) および誘電損失( $\epsilon''$ ) の温度依存性

1 kHzにおいて374 K付近に主鎖のミクロブラウン運動に帰属される $\alpha$ 緩和が観察される。この緩和に伴い $\epsilon'$  は100 Hzで5から60程度へ急激に増加している。この緩和は試料を450 K付近でアニーリングすると、ほぼ消失する。これはアニーリングによる結晶化により無定形領域が減少し、 $\alpha$ 緩和に起因する無定形領域におけるミクロブラウン運動が消失することを示している。ミクロブラウン運動が生じる $\alpha$ 緩和温度より高温側の386 K ( $T_c$ ) 付近で $\epsilon'$  および $\epsilon''$  の急激な減少が見られ、これらの変化は周波数に依存していない。この変化は MXD6の結晶化に依っており、村田らの報告<sup>14)</sup>と一致している。結晶化による結晶の形成に伴い、100 kHzで403 K付近に結晶緩和( $\alpha_c$ )が現れている。

図3-3 (a) および (b) に低周波領域について、 MXD6の $\epsilon'$  および $\tan \delta$  の $\alpha$ 緩和温度以上の高温域における温度依存性をそれぞれ示す。

6I/6Tと同様、1 kHzにおいて484 K付近に $\alpha_i$ 緩和が見

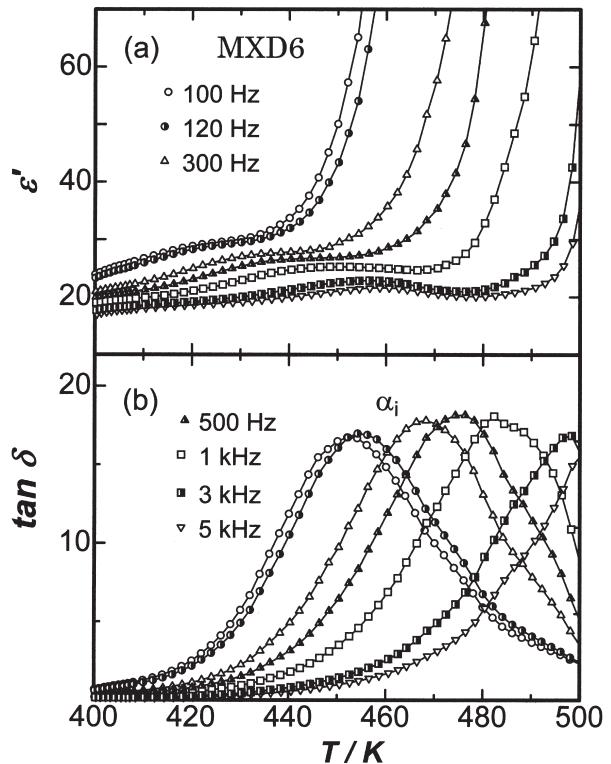


図3-3  $\alpha$ 緩和温度以上の高温域における MXD6の誘電率( $\epsilon'$ ) および誘電正接( $\tan \delta$ ) の温度依存性

られる。この $\alpha_i$ 緩和はDSCで見出されている結晶の融点( $T_m = 507.5$  K)より低温域で現れている。

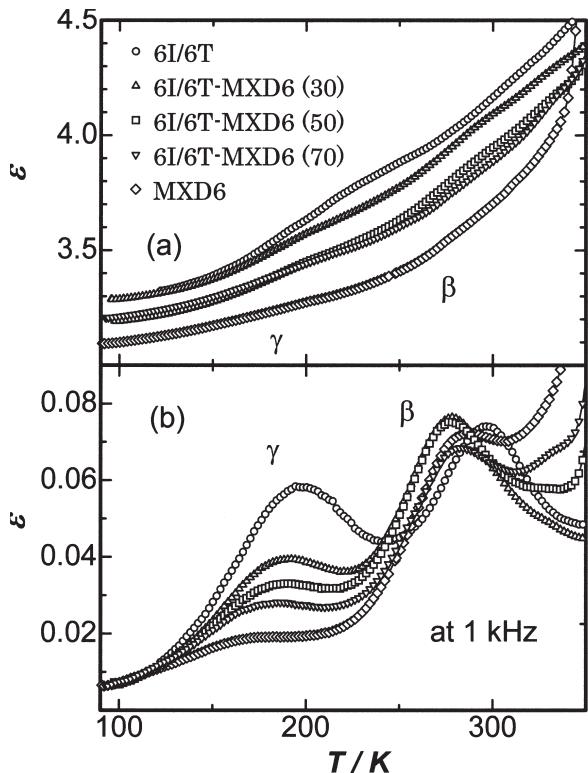
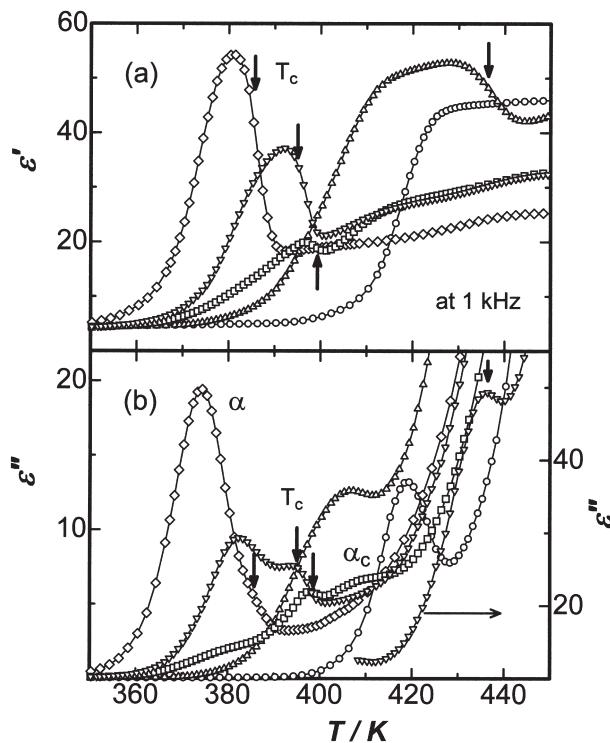
#### ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)

図4-1 (a) および (b) にポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x) ( $x = 0, 30, 50, 70, 100$ ) の1 kHzにおける $\epsilon'$  および $\epsilon''$  の温度依存性(低温域)をそれぞれ示す。

6I/6TおよびMXD6と同様に、局所分子運動に起因する $\gamma$ および $\beta$ 緩和が見られる。 $\epsilon''$  の大きさは MXD6含量( $x$ )の増加に伴い $\gamma$ 緩和では減少し、 $\beta$ 緩和ではほぼ一定のように見られる。

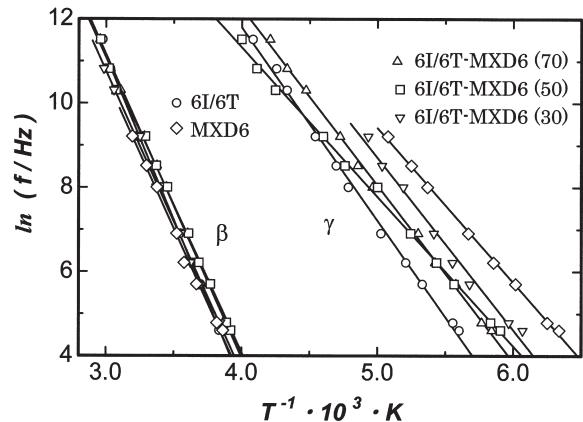
図4-2 (a) および (b) に6I/6T-MXD6(x)の1 kHzにおける $\epsilon'$  および $\epsilon''$  の温度依存性(高温域)をそれぞれ示す。

ポリアミドブレンドでは上に述べた6I/6TおよびMXD6の緩和挙動の概ね、中間的な挙動を示している。6I/6T-MXD6(30)では6I/6Tとほぼ同様な $\alpha$ 緩和を示し、図4-2中の矢印で示したMXD6の結晶化温度( $T_c$ )がかなり高温域に見られるが、結晶緩和( $\alpha_c$ )は観察されない。6I/6T-MXD6(50)では $\alpha$ 緩和は380 K付近に $\epsilon''$ の肩として現れ、小さく不明瞭である。 $T_c$ および $\alpha_c$ 緩和が観察される。6I/6T-MXD6(70)では $\alpha$ 緩和は

図4-1 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の1 kHzにおける誘電率( $\epsilon'$ )および誘電損失( $\epsilon''$ )の温度依存性(低温域)図4-2 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の1 kHzにおける誘電率( $\epsilon'$ )および誘電損失( $\epsilon''$ )の温度依存性(高温域)(○: x = 0, △: x = 30, □: x = 50, ▽: x = 70, ◇: x = 100)

380 K 附近に明瞭に観察され,  $T_c$  および  $\alpha_c$  緩和が観察される。これらの測定で得られた誘電的転移温度を表 I にまとめた。

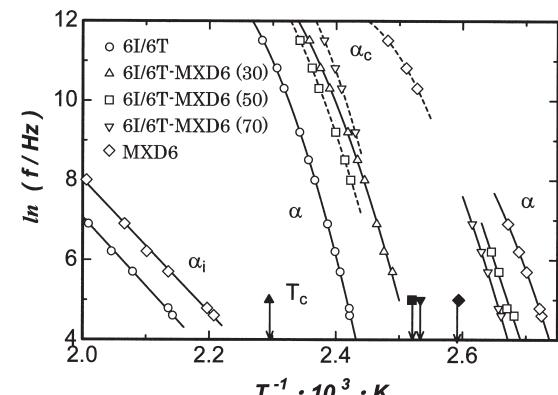
図5-1に $\gamma$  および  $\beta$  緩和の緩和温度の逆数( $1/T$ )に対する周波数の対数( $\ln f$ )の関係(Arrheniusプロット)を示す。

図5-1 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の $\gamma$  および  $\beta$  緩和のArrheniusプロット

いずれも直線となるアレニウス型<sup>15)</sup>を示した。次式(4)を用いて、活性化エンタルピー( $\Delta H$ )を求め表 II にまとめた。

$$\ln f = A - \Delta H/RT \quad (4)$$

ここで、A は定数(頻度因子)、R は気体定数である。 $\Delta H$  の値は  $\gamma$  緩和では 30~38 kJ/mol,  $\beta$  緩和では 58~64 kJ/mol で、それぞれポリエチレンなどで見られる炭素数4以上の炭化水素鎖で生じる局所分子運動の値およびポリ(アルキルメタクリレート)で見られるカル

図5-2 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の $\alpha$ ,  $\alpha_c$  および  $\alpha_i$  緩和のArrheniusプロット

ボニル基の束縛回転運動の値にはほぼ等しい<sup>16,17)</sup>。図5-2に高温域の緩和( $\alpha$ ,  $\alpha_c$ , および $\alpha_i$ 緩和)のArrheniusプロットを示す。

$\alpha$ 緩和温度はMXD6含量の増加に伴い低温側へシフトしている。また、MXD6の結晶緩和と考えられる $\alpha_c$ 緩和の温度域はMXD6含量の減少とともに高温域にシフトしている。このことは6I/6TがMXD6の結晶化を阻害していることを示している。6I/6T-MXD6(50)以外の試料では、 $\alpha$ 緩和のプロットはカーブしており、WLF型を示している。WLFパラメーター( $C_{1g}$ ,  $C_{2g}$ )および $T_g$ における自由体積分率( $f_g$ )をVogel-Tammanの式<sup>18-20)</sup>(5)およびWLF式との関係式(6)~(8)を利用して求め、表IIにまとめた。

$$\log f = B - A / (T - T_0) \quad (5)$$

ここで、AおよびBは定数、 $T_0$ はVogel温度と呼ばれる。(5)式より $T_0$ およびAを見出し、 $C_{1g}$ ,  $C_{2g}$ および $f_g$ を求めた。

$$T_0 = T_g - C_{2g} \quad (6)$$

$$A = C_{1g} \cdot C_{2g} \quad (7)$$

$$f_g = 1 / (2.303 \cdot C_{1g}) \quad (8)$$

一般に $C_{1g} = 17.44$ ,  $C_{2g} = 51.6$ ,  $f_g = 0.0249$ 程度となることが知られている。

一方、 $\alpha_i$ 緩和のプロットは直線を示し、それらの $\Delta H$ は140 kJ/mol程度であった。一般に主鎖の分子運動が生じる高温域では、温度により運動するセグメントの大きさが変化し、その結果Arrheniusプロットはカーブし、WLF型を示すのが一般的である。しかしながら、 $\alpha_i$ 緩和のプロットは直線となり、さらに非晶性の6I/6Tおよび結晶を有するMXD6いずれにおいてもほぼ同じ大きさの $\Delta H$ を示している。その大きさは、一般的な水素結合のエネルギー20 kJ/molの7倍程度となっている。 $\alpha_i$ 緩和は、結晶相と非晶相の界面分極やイオン分極によると従来説明されてきているが、むしろポリアミド間で形成されている水素結合の切断に起因していると考えられる。事実、形態的な現象として、この $\alpha_i$ 緩和出現後の温度域において、結晶の融解、試料の流動が起きる。

表IIIに1 kHzの緩和温度におけるCole-Coleプロット<sup>21)</sup>から求めた緩和パラメーターをまとめた。

図6-1に $\gamma$ および $\beta$ 緩和における緩和強度( $\Delta \epsilon$ )のMXD6含量(x)に対する変化を示す。 $\gamma$ 緩和ではxの増加に伴い $\Delta \epsilon$ は減少している。図1の構造式で判るように、6I/6Tではヘキサメチレン基-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-、MXD6ではテトラメチレン基-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-を有し、 $\gamma$ 緩和

表II 緩和の活性化エンタルピー( $\Delta H$ )およびWLFパラメータ

Sample Abb.	$\Delta H(\gamma)$ (kJ/mol)	$\Delta H(\beta)$ (kJ/mol)	$\Delta H(\alpha)$ (kJ/mol)	WLF parameter				$\Delta H(\alpha_i)$ (kJ/mol)
				$T_0$ (K)	$C_{1g}$	$C_{2g}$	$f_g$	
6I/6T	38.1	64.4	WLF	364	12.9	33.6	0.034	144.0
6I/6T-MXD6 (30)	34.9	59.9	WLF	343	17.3	31.4	0.025	
6I/6T-MXD6 (50)	29.5	58.2	395.2					
6I/6T-MXD6 (70)	34.0	59.4	WLF	294	16.1	69.4	0.027	
MXD6	30.5	59.2	WLF	244	19.2	114.6	0.023	138.7

表III 1 kHzの緩和温度(T)における静的誘電率( $\epsilon_0$ )、周波数無限大誘電率( $\epsilon_\infty$ )、緩和強度( $\Delta \epsilon$ )およびCole-Cole分布パラメータ( $\beta$ )

Sample Abb.	$\gamma$ relaxation					$\beta$ relaxation					$\alpha$ relaxation				
	T(K)	$\epsilon_0$	$\epsilon_\infty$	$\Delta \epsilon$	$\bar{\beta}$	T(K)	$\epsilon_0$	$\epsilon_\infty$	$\Delta \epsilon$	$\bar{\beta}$	T(K)	$\epsilon_0$	$\epsilon_\infty$	$\Delta \epsilon$	$\bar{\beta}$
6I/6T	197.5	3.753	3.471	0.282	0.52	297.5	4.306	3.960	0.346	0.52	419.0	59.95	7.40	52.55	0.58
6I/6T-MXD6 (30)	188.7	3.609	3.399	0.210	0.50	277.5	4.121	3.764	0.357	0.53	405.8	73.25	6.20	67.05	0.45
6I/6T-MXD6 (50)	190.7	3.505	3.318	0.187	0.49	277.0	4.008	3.609	0.399	0.45					
6I/6T-MXD6 (70)	184.7	3.477	3.311	0.166	0.46	281.3	3.977	3.567	0.410	0.40	382.4	45.33	5.00	40.33	0.55
MXD6	176.4	3.280	3.152	0.128	0.37	283.9	3.812	3.362	0.450	0.40	374.3	69.42	5.95	63.47	0.69

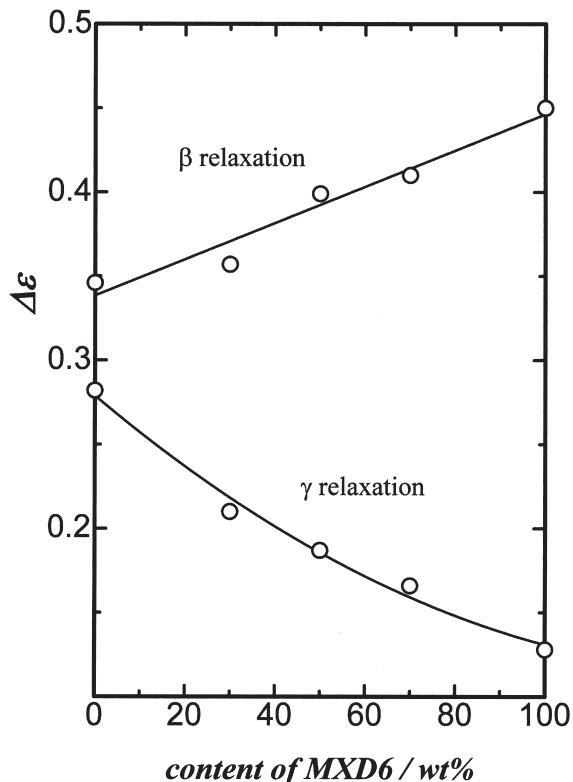


図6-1 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の $\gamma$ および $\beta$ 緩和における緩和強度( $\Delta\epsilon$ )のMXD6含量(x)依存性

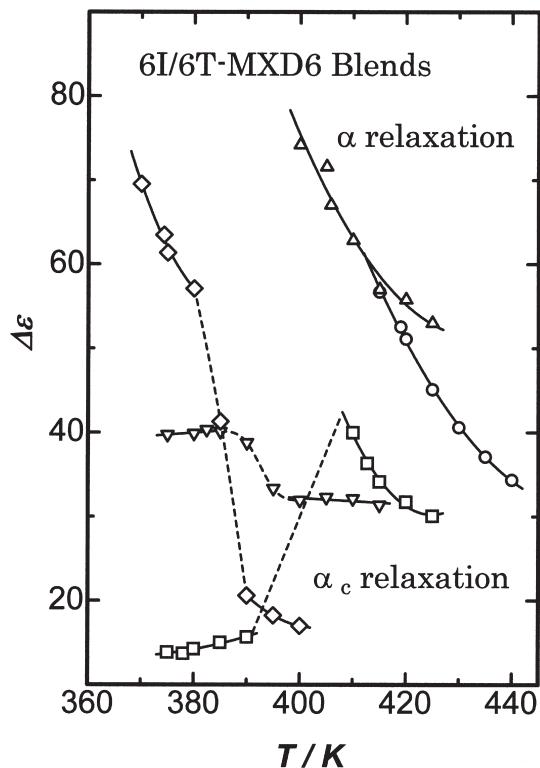


図6-2 ポリアミドブレンド6I/6T-MXD6(x)の $\alpha$ および $\alpha_c$ 緩和における緩和強度( $\Delta\epsilon$ )の温度依存性(○: x = 0, △: x = 30, □: x = 50, ▽: x = 70, ◇: x = 100)

の起因となる-CH<sub>2</sub>-鎖は6I/6Tが多く含んでおり、その緩和強度も大きくなると考えられる。ブレンド試料では相溶していることから、 $\gamma$ 緩和の $\Delta\epsilon$ がMXD6含量(x)に依存し変化することは合理的であると考えられる。一方、 $\beta$ 緩和はアミド基(-NH-CO-)の運動が起因していると考えられているが、図1の構造式で比較すると-NH-CO-基が6I/6Tでは剛性が大きいと考えられるベンゼン核に結合しており、MXD6と比べ-NH-CO-基の運動がより拘束されていると推察できる。このことから、 $\beta$ 緩和の $\Delta\epsilon$ が6I/6TよりMXD6のほうが大きくなっていると理解できる。またブレンド試料の $\Delta\epsilon$ が $\gamma$ 緩和と同様、相溶していることからMXD6含量(x)に依存し変化することは合理的であると考えられる。図6-2に $\alpha$ および $\alpha_c$ 緩和における $\Delta\epsilon$ の温度依存性を示す。

6I/6Tの $\alpha$ 緩和における $\Delta\epsilon$ は最大57から温度上昇に伴う双極子の熱擾乱により急激に減少している。6I/6T-MXD6(30)の $\alpha$ 緩和における $\Delta\epsilon$ は最大74程度となり、6I/6Tより大きな値を示している。温度上昇に伴い6I/6Tと同様、 $\Delta\epsilon$ は急激に減少している。6I/6T-MXD6(50)の $\alpha$ 緩和における $\Delta\epsilon$ は14~16程度と小さく、結晶化後の $\alpha_c$ 緩和で40~30程度を示している。6I/6T-MXD6(70)の $\alpha$ 緩和における $\Delta\epsilon$ は40程度を示し、 $\alpha_c$ 緩和で32程度を示し、ほぼ一定の値を示している。MXD6の $\alpha$ 緩和における $\Delta\epsilon$ は最大70程度を示すが、温度上昇の伴い急激に減少し、 $\alpha_c$ 緩和では20程度と小さくなっている。このように緩和強度( $\Delta\epsilon$ )の大きさはブレンド割合とそれに伴うMXD6の結晶化挙動により大きくかつ複雑に変化する。特に6I/6T-MXD6(50)の $\alpha$ 緩和で $\Delta\epsilon$ が最小(14~16)になっていることは大変興味深い現象と思われる。

#### 4. まとめ

アモルファスポリアミドの一つであるポリアミド6I/6TとポリアミドMXD6のブレンド6I/6T-MXD6(x)[x = 0, 30, 50, 70, 100]の誘電的性質を測定、解析した。その結果、以下の点を見出した。

- 1) ガラス転移点以下の温度域において局所分子運動に起因する $\gamma$ 緩和、アミド基の運動に起因する $\beta$ 緩和、ガラス転移点以上の温度域において主鎖のミクロブラウン運動による $\alpha$ 緩和が、すべての試料において見出された。
- 2) ブレンド試料の緩和挙動は6I/6TとMXD6のブレ

ンド割合に依存した中間的な挙動を示し、両ポリアミドが良好に相溶していることが確認された。

3) MXD6は結晶性ポリアミドであり、6I/6Tに対するブレンド割合が少ないほどその結晶化が阻害されることを見出した。

4) MXD6の結晶化挙動に伴い、高温域における緩和強度( $\Delta \epsilon$ )がブレンド割合により複雑かつ大きく変化することを見出した。

5) 融点直前の温度域において、新たな緩和の存在を見出し、この緩和がアミド間の水素結合切断に起因すると推察した。

## 5. 謝 辞

本研究にあたり、試料を調製、提供していただきました東レ(株)の綱島研二氏、熱的物性値の提供ならびに多くのご指導、ご助言をいただきました岐阜大学名誉教授 矢野紳一先生に感謝申し上げます。

## 6. 文 献

- 1) Robeson, L. M. *Polymer Blends: A Comprehensive Review*; Hanser Gardner Publisher, Munich, 2007.
- 2) Mikitaev, A. K.; Ligidov, M. K.; Zaikov, G. E. (Eds.) *Polymers, Polymer Blends, Polymer Composites And Filled Polymers: Synthesis, Properties, and Applications*; Nova Science Pub Inc, New York, 2006.
- 3) Pascault, J.-P. (Ed.) *Polymer Blends: 7th European Symposium on Polymer Blends*, Lyon-Villeurbanne, France, May 27-29, 2002. (Macromolecular Symposia) ; WILEY-VCH, Weinheim, 2003
- 4) Paul, D. R.; Bucknall, C. B. (Eds.) *Polymer Blends*; John Wiley & Sons Inc, New York, 1999.
- 5) 浅井治海(編集) *ポリマーブレンドの開発*; CMC出版, 東京, 1988.
- 6) 秋山三郎, 伊澤慎一(監修) *ポリマーアロイの開発と応用*; CMC出版, 東京, 1997.
- 7) Murata, Y.; Tsunashima, K.; Koizumi, N. *Proc. ISE 8th*, 7-9 Sept, Paris, 1994, p.709.
- 8) Murata, Y.; Tsunashima, K.; Koizumi, N. *Jpn. J. Appl. Phys.* 1995, 34, 6458.
- 9) Endo, M; Morishima, Y.; Yano, S.; Tadano, K.; Murata, Y.; Tsunashima, K. *J. Appl. Polym. Sci.* 2006, 101, 3971.
- 10) Nagasawa, T.; Murata, Y.; Tsunashima, K.; Morishima, Y.; Yano, S.; Koizumi, N. *Macromolecules* 2000, 33, 2302.
- 11) Koizumi N., Yano S. *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 1969, 47, 320.
- 12) McCrum, N. G.; Read, B. E.; Williams, G. *Anelastic and Dielectric Effects in Polymer Solids*; Wiley, London, 1967, Chap.12.
- 13) Hakme, C.; Stevenson, I.; Fulchiron, R.; Seytre, G.; Clement, F.; Odoni, L.; Rochat, S.; Varlet, J. *J. Appl. Polym. Sci.*, 2005, 97, 1522.
- 14) Murata, Y.; Tsunashima, K.; Koizumi, N. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1999, 38, 5148.
- 15) Arrhenius S. Z. *Physik. Chem.*, 1889, 4, 226. Glasstone S., Leider K. J., Eyring H. *The Theory of Rate Processes*, McGraw Hill, New York, 1941.
- 16) ref. 12, Chap.10.
- 17) ref. 12, Chap.8.
- 18) Vogel, H. *phys. Z.* 1921, 22, 645.
- 19) Fulcher, G. S. *J. Am. Chem. Soc.* 1925, 8, 339.
- 20) Tammann, G.; Hasse, W. *Z. Anorg. Allg. Chem.* 1926, 156, 245.
- 21) Cole K. S.; Cole R. H. *J. Chem. Phys.*, 1941, 9, 341.

# The Influenza Virus Persistent Infection System and Live-Attenuated Vaccine

Yoshinobu KIMURA

Department of Medical Technology, Gifu University of Medical Science

(2009年1月14日受理)

## ABSTRACT

The establishment of influenza virus persistent infection *in vitro* is one possible route to cultivate a live-attenuated virus. During the course of persistent infection the infected cells remain alive and virus genes replicate continuously, leading to the inevitable emergence and accumulation of gene mutations, including point mutations and deletions. Virus recovered from cells infected persistently displays frequently growth properties which are distinct from the parental virus, including slower growth rate, decreased cytopathology, altered virus enzymatic activity and temperature-sensitivity. Among viruses derived from the virus carrier culture, an avirulent temperature-sensitive mutant virus is unable to replicate in the lower respiratory tract of animals, but still retains the ability to elicit protective virus-specific immune responses. Such a temperature-sensitive mutant virus is a promising candidate for clinical use as a live-attenuated vaccine.

**Keywords:** Influenza virus persistent infection, Genome mutation, Avirulent mutant, Temperature-sensitive mutant, Live-attenuated vaccine

## INTRODUCTION

Modes of virus infection in the *in vitro* cell culture system are classified into three major categories in manners appropriate to their combination (Figure 1). The first group is a cytocidal infection. The virus-infected cells produce a large number of progeny virus and degenerate

due to induction of apoptosis. Most of virus infectious diseases are caused through this type of cytolysis, such as poliomyelitis and Japanese encephalitis. The second one is classified as a persistent non-cytocidal infection on a single cell level. All cells in the culture contain the virus genome and produce virus progeny. It should be noted that the cells show the morphology similar to that of normal non-infected cells and further are able to divide and grow without losing virus genome. Clinical virus infections with hepatitis B virus and hepatitis C virus are typical of the persistent infection *in vivo*. Hepatitis is merely followed by the virus-specific immune reaction. The last one is an oncogenic infection with tumor viruses. The virus-infected cells become transformed by virus oncogene expression and also by suppression of tumor suppressor gene expression. Cancer cells multiply more quickly making piling-up structure and are capable of growing even in soft agar medium three-dimensionally. Human cervical cancer caused by infection with human papilloma virus is a pattern.

The present communication deals with the characterization

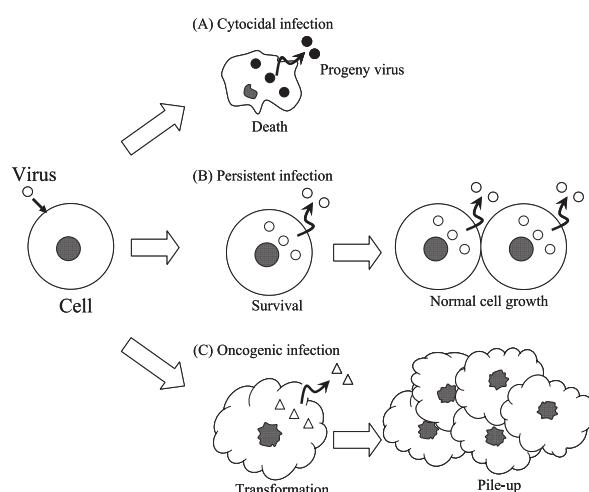


Figure 1. Schematic presentation of virus-cell interaction illustrating three typical modes of virus infection. See details in the text.

連絡先: Yoshinobu Kimura E-mail address: kimura@u-gifu-ms.ac.jp  
Telephone number: +81 575 22 9401 ext.517

Fax number: +81 575 23 0884

Mailing address: Department of Medical Technology, Gifu University of Medical Science, 795-1 Nagamine Ichihiraga, Seki, Gifu 501-3892, Japan

of progeny viruses derived from cells infected persistently and its clinical application, focusing on recent advance on the influenza virus persistent infection system<sup>1-3)</sup>.

### ESTABLISHMENT OF PERSISTENT INFECTION *IN VITRO*

Even cytocidal viruses like influenza virus are capable of establishing a persistent infection *in vitro*<sup>4-7)</sup>. At first, cultured cells are infected with the original wild-type influenza A virus and incubated in maintenance medium. Most of cells succumb, with very few cells surviving. The surviving cells are successively cultured in freshly prepared growth medium until cells grow to a confluent. Thereafter, the cells are routinely subcultured like normal cells. Cytopathic crisis of the cell culture is often evident during the early cell passages with a large scaled production of progeny virus. From the 40<sup>th</sup> cell passage, virus-infected cells enter on a stationary stage, showing the morphology, and cell growth rate similar to those of normal uninfected cells. Although virus production appears to be decreased, each cell population bears a full-set of complete virus gene.

Several factors might be involved in controlling the cytopathogenicity of virus. Influenza virus-induced death of the cells occurs through apoptosis<sup>8-11)</sup>. Viral gene-coded proteins, such as the neuraminidase, non-structural 1 protein and basic polymerase 1-F1 protein, are responsible for operation in induction of apoptosis<sup>12-14)</sup>. In order to reduce the occurrence of apoptosis, it is essential to suppress the expression of virus genome and the production of virus proteins in infected cells. From this point of view, defective interfering virus genome and temperature-sensitive nature of virus play an important role for establishment and maintenance of persistent infection<sup>4,5)</sup>. Virally encoded antiapoptosis proteins that inhibit virus-induced apoptosis might also be functioned for it<sup>15-17)</sup>. Furthermore, a cellular oncogene product of Bcl-2 acts as a suppressor of apoptosis<sup>18,19)</sup>. Thus, overexpression of these antiapoptotic proteins may facilitate establishment of persistent infection.

### PATHOGENICITY OF THE PROGENY VIRUS DERIVED FROM PERSISTENTLY VIRUS- INFECTED CELLS

During the early cell passages of the 10<sup>th</sup> to the 20<sup>th</sup> subculture, the virus carrier culture encounters severe cytopathic effect with concomitant production of a high titer of progeny virus, taking much longer time for recovery. The virus released from the culture at this time point holds characteristics similar to the parental wild-type virus that is used for establishment of persistent infection.

Later than the 40<sup>th</sup> cell passage, endogenous virus growth in the cells is greatly suppressed and no more cell crisis becomes demonstrable. This stationary state of infection is inferred to be controlled by generation of defective interfering viruses and/or mutant viruses with less cytocidal activity. Infectious progeny virus isolated from the first step of the stationary virus carrier culture (at the 43<sup>rd</sup> subculture) exhibits impaired activity of the virus neuraminidase molecule with two amino acid substitutions, the molecule being considered to operate in induction of apoptosis, and a more attenuated nature in cytopathology when infected freshly prepared cultured cells, forming tiny plaques (Figure 2B). The first-step mutant virus is able to easily cause persistent infection and virus-infected cells continue to produce a large number of progeny virus for a longer period of time. However, no appreciable evidence of temperature-sensitivity in the replication cycle is detected. In contrast to the *in vitro* phenotype, the first-step mutant virus proves highly virulent in mice (Figure 3B). The delayed and faint appearance of apoptosis in virus-infected respiratory cells makes it possible for the virus to replicate for a longer period and to spread to a broader area of the lungs. Abundant numbers of the virus-infected lung cells are killed within a short period by the subsequently induced virus-specific immune responses, leading to unrecoverable serious pneumonia. In addition, it is conceivable as another pathological factor that prolonged and abundant virus loading in the lungs causes infiltration of inflammatory cells and production of inflammatory cytokines. These findings on the first-step mutant virus are a warning against the idea that the virus strain defective in induction of apoptosis *in vitro* is generally avirulent for

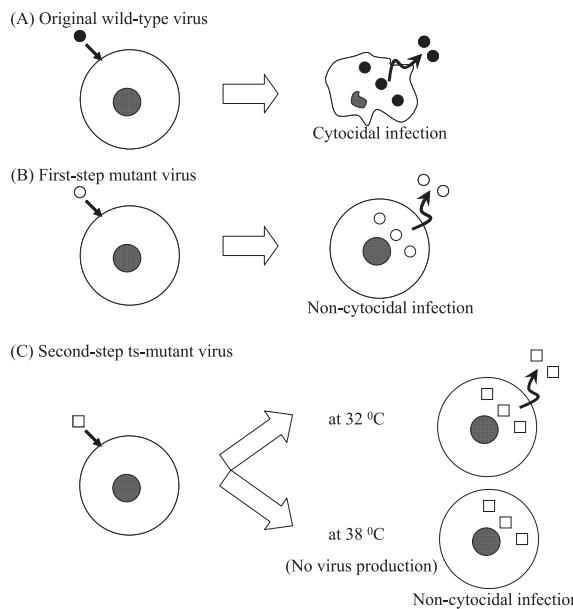


Figure 2. Cytopathic effects on cultured cells of the mutant viruses derived from cells infected persistently with influenza A virus at the different cell passage. The parental wild-type virus (●). The first-step mutant virus (○) and the second-step temperature-sensitive (ts)-mutant virus (□) are isolated from the 43<sup>rd</sup> and the 189<sup>th</sup> cell passage of the virus carrier culture, respectively. It should be noted that the second-step ts-mutant virus is unable to replicate at higher incubation temperatures, 38°C.

animals.

The second-step temperature-sensitive (ts) mutant virus can be possibly recovered from the virus carrier cell culture at the later stage of cell passages (the 189<sup>th</sup> passage). The second-step ts-mutant bears additional point mutations in the virus matrix gene with two amino acid changes that are responsible for the inability to replicate at higher incubation temperature, 38 °C (Figure 2C). At the permissive temperature of 32 °C, the ts-mutant grows well and still preserves attenuated cytotoxicity *in vitro*. The virus matrix 1 protein is an essential component of a virion and participates in virus replication<sup>20,21</sup>. The interrupted nuclear import of the matrix 1 protein at non-permissive temperatures is the reason for the impaired nuclear export of the virus ribonuclear protein, resulting in an inhibition of ts-mutant virus replication at 38 °C. When mice are inoculated intranasally with the ts-mutant virus, virus growth in the lungs is restrained and terminates rapidly in a sub-clinical course (Figure 3C). This is because the ts-mutant virus is unable to replicate in the lower respiratory tract where the temperature is much higher than is

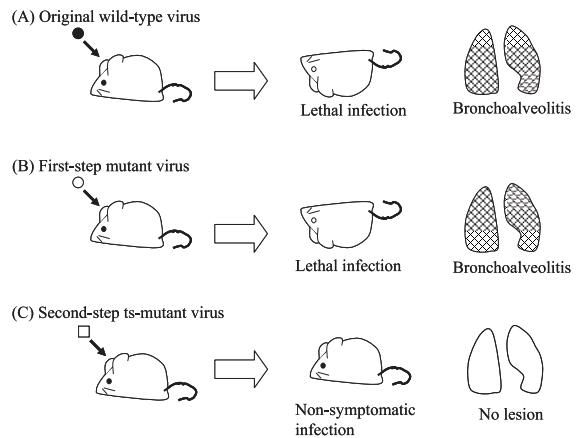


Figure 3. Virulence of the mutant viruses for animals. Noticeably the second-step temperature-sensitive (ts)-mutant virus causes no pathologic lesion in animals with high body temperatures. ●, the parental wild-type virus; ○, the first step mutant virus; □, the second step (ts)-mutant virus.

favorable for its growth.

Replication of carried virus in persistently virus-infected cells corresponds to the state of acute infection with virus that has been grown continually by undiluted inoculum condition at a high-input multiplicity of infection<sup>22</sup>. During the course of persistent infection, various events of virus gene mutations, including point mutation and deletion mutation, inevitably emerge and accumulate, since the infected cells remain alive and virus genes continuously replicate in the cells. In particular, the presence of interfering genomes exerts a definite influence on virus replication in cells, involving the defective interfering RNA system<sup>23</sup>, short interfering RNA system<sup>24</sup> and mutated preextinction RNA system<sup>25</sup>.

#### APPLICATION OF THE TEMPERATURE-SENSITIVE MUTANT VIRUS AS A LIVE-ATTENUATED VACCINE

The second-step ts-mutant virus acquires genetically attenuated characteristics with growth restriction at higher temperatures in animals. Furthermore, it retains the ability to induce virus-specific humoral and cellular immune responses. In mice inoculated intranasally with the ts-mutant virus, virus-specific IgG2a and IgG1 antibodies are well produced. The virus-specific cytotoxic T lymphocyte activity of the spleen cells is also substantially enhanced.

Intranasal vaccination with only a small dose of the avirulent ts-mutant virus protects mice against subsequent

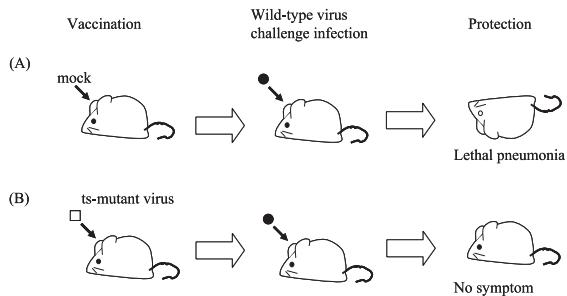


Figure 4. Prophylaxis induced by the second-step temperature-sensitive (ts)-mutant virus vaccine. □, the second step (ts)-mutant virus; ●, the parental wild-type virus.

virulent virus challenge (Figure 4). Even after the lethal challenge, vaccinated mice shows neither histopathological lesions nor virus-specific antigens in the lungs including the bronchus, bronchial and alveolar areas. Thus, virus-specific antibodies as well as cytotoxic T lymphocyte activity play a major role in the protective efficacy of the attenuated ts-mutant virus.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The author thanks Tomoyuki Mishima for preparing figures of the manuscript.

#### REFERENCES

- 1) Hossain Md J, Mori I, Liu B & Kimura Y. Influenza A virus derived from persistently infected cells shows attenuated cytotoxicity in cultured cells but virulent pathogenicity in mice. *Microbial Pathogenesis* 2008; 44: 417-425.
- 2) Hossain MdJ, Mori I, Dong L, Liu B & Kimura Y. Fetal calf serum inhibits virus genome expression in Madin-Darby canine kidney cells persistently infected with influenza A virus. *Medical Microbiology and Immunology* 2008; 197: 21-27
- 3) Liu B, Hossain MdJ, Mori I & Kimura Y. Evaluation of a virus derived from MDCK cells infected persistently with influenza A virus as a potential live-attenuated vaccine candidate in the mouse model. *Journal of Medical Virology* 2008; 80: 888-894.
- 4) De BK, Nayak DP. Defective interfering influenza viruses and host cells: establishment and maintenance of persistent influenza virus infection in MDBK and HeLa cells. *Journal of Virology* 1980; 36: 847-859.
- 5) Frielle DW, Huang DD & Youngner JS. Persistent infection with influenza A virus: evolution of virus mutants. *Virology* 1984; 138: 103-117.
- 6) Marschall M, Boswald C, Schuler A, Youzbashi E & Meier-Ewert H. Productive and non-productive phases during long-term persistence of influenza C virus. *Journal of General Virology* 1993; 74: 2019-2023.
- 7) Tobita K, Tanaka T & Hayase Y. Rescue of a viral gene from VERO cells latently infected with influenza virus B/Lee/40.
- Virology 1997; 236: 130-136.
- 8) Takizawa T, Matsukawa S, Higuchi Y, Nakamura S, Nakanishi Y & Fukuda R. Induction of programmed cell death (apoptosis) by influenza virus infection in tissue culture cells. *Journal of General Virology* 1993; 74: 2347-2355.
- 9) Hinshaw VS, Losen CW, Dybdahl-Sissoko N & Evans D. Apoptosis: a mechanism of cell killing by influenza A and B viruses. *Journal of Virology* 1994; 68: 3667-3673.
- 10) Mori I, Komatsu T, Takeuchi K, Nakakuki K, Sudo M & Kimura Y. *In vivo* Induction of apoptosis by influenza virus. *Journal of General Virology* 1995; 76: 2869-2873.
- 11) Hechtfischer A, Marschall M, Helten A, Boswald C & Meier-Ewert H. A highly cytopathogenic influenza C virus variant induces apoptosis in cell culture. *Journal of General Virology* 1997; 78: 1327-1330.
- 12) Morris SJ, Price GE, Barnett JM, Hiscox SA, Smith H & Sweet C. Role of neuraminidase in influenza virus-induced apoptosis. *Journal of General Virology* 1999; 80: 137-146.
- 13) Schultz-Cherry S, Dybdahl-Sissoko N, Neumann G, Kawaoka Y & Hinshaw VS. Influenza virus NS1 protein induces apoptosis in cultured cells. *Journal of Virology* 2001; 75: 7875-7881.
- 14) Chen W, Calvo PA, Malide D, Gibbs J, Schubert U, Bacik I, Basta S, O'Neill R, Schickli J, Palese P, Henklein P, Bennink JR & Yewdell JW. A nobel influenza A virus mitochondrial protein that induces cell death. *Nature Medicine* 2001; 7: 1306-1312.
- 15) White E. Regulation of apoptosis by the transforming genes of the DNA tumor virus adenovirus. *Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine* 1993; 204: 30-39.
- 16) Hata S, Koyama AH, Shiota H, Adachi A, Goshima F & Nishiyama Y. Antia apoptotic activity of herpes simplex virus type 2: the role of US3 protein kinase gene. *Microbes and Infection* 1999; 1: 601-607.
- 17) Koyama AH, Irie H, Kato A, Nagai Y & Adachi A. Virus multiplication and induction of apoptosis by Sendai virus: role of the C protein. *Microbes and Infection* 2003; 5: 373-378.
- 18) Levine B, Huang Q, ISSACS JT, Feed JC, Griffin DE & Hardwick JM. Conversion of lytic to persistent alphavirus infection by the *bcl-2* cellular oncogene. *Nature* 1993; 361: 739-742.
- 19) Liao CL, Lin YL, Shen SC, Shen JY, Su HL, Huang YL, Ma SH, Sun YC, Chen KP & Chen LK. Antia apoptotic but not antiviral function of human *bcl-2* assists establishment of Japanese encephalitis virus persistence in cultured cells. *Journal of Virology* 1998; 72: 9844-9854.
- 20) Bradshaw GL, Schlesinger RW & Schwartz CD. Effects of cell differentiation on replication of A/WS/33, WSN, and A/PR/8/34 influenza viruses in mouse brain cell cultures: biological and immunological characterization of products. *Journal of Virology* 1989; 63: 1704-1714.
- 21) Martin K & Helenius A. Nuclear transport of influenza virus ribonucleoproteins: the viral matrix protein (M1) promotes export and inhibits import. *Cell* 1991; 67: 117-130.
- 22) Kantrovich-Prokudina EN, Semyonova NP, Berezina ON & Zhdanov VM. Gradual changes of influenza virions during

- passage of undiluted material. *Journal of General Virology* 1980; 50: 23-31.
- 23) Nayak DP, Chambers TM & Akkina RK. Defective-interfering (DI) RNAs of influenza viruses: origin, structure, expression, and interference. *Current Topics in Microbiology and Immunology* 1985; 114: 103-151.
- 24) Ge Q, McManus MT, Nguyen T, Shen C-H, Sharp PA, Eisen HN & Chen J. RNA interference of influenza virus production by directly targeting mRNA for degradation and indirectly inhibiting all viral RNA transcription. *Proceedings of National Academy of Science, United States of America* 2003; 100: 2718-2723.
- 25) Gonzalez-Lopez C, Arias A, Pariente N, Gomez-Mariano G & Domingo E. Preextinction viral RNA can interfere with infectivity. *Journal of Virology* 2004; 78: 3319-3324.

# 養護教諭の職務の現状に関する研究

山田小夜子<sup>1)</sup>・橋本廣子<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>岐阜医療技術短期大学専攻科地域看護学専攻・非常勤講師 <sup>2)</sup>岐阜医療技術短期大学専攻科地域看護学専攻  
(2009年1月14日受理)

## A study on the conditions for the functions of Yogo teacher

Sayoko YAMADA, Hiroko HASHIMOTO

### 要 旨

本研究は養護教諭の職務を実態調査により現状を明らかにし、その職務の本來的なあり様に検討を加えることを目的に実施した。調査期間は2007年5月から7月の間の5日間とし、1日の職務を「タイムスタディ」を用いて対象本人が自記式記入方式で行った。調査結果より、養護教諭の職務の多忙さと相談活動に関わる時間の増加が明らかになった。また対人サービスにかかる時間のうち、救急処置に次いで小学校では健康教育、中学校では相談活動に多くの時間を費やしていた。なお、小・中学校の校種間及び養護教諭の経験年数と、相談活動および健康教育についての相互の関連にいずれも有意差はみられなかった。本研究によって、養護教諭は1校に1人という少人数配置であるが故に、多様な子どものニーズに応えようとますます多忙を極めてしまった結果と考えられる。従って、子どもに関わる他職種との協調・協働、そして住み分けについても検討されるべき課題であると考える。

**Keywords :**養護教諭の職務、健康相談活動、アイデンティティ、連携、協働

### 【は じ め に】

近年子どもたちを取り巻く社会環境や生活様式が大きく変化し、いじめ・不登校・生活習慣病の兆候・薬物乱用など、心身の健康について多くの課題が提起されてきた。これらの健康課題に対応するため、学齢期の子どもたちの学校生活を支援する立場にある養護教諭の果たす役割も時代のニーズに応じて変化するものである。さて筆者が取り上げた「職務」は、「養護教諭は、児童の養護をつかさどる」(学校教育法第28条)とだけ規定され、その見解に未だ一義性がなく、意味の曖昧さから学校内の雑務に介入されてきたのである。さまざまな経過を経て、昭和47年の保健体育審議会の答申により「児童生徒の健康の保持増進にかかわるすべての活動」と理解されるようになった。そして近年のこのような状況下、平成9年の答申「ヘルスプロモーションの理念に基づいた健康教育の推進」が求められ、健康相談活動の重要性が周知された。これらに関連して、平成5年に養護教諭の複数配置が始まり、平

成7年に保健主事への登用、平成10年に兼職発令による教科保健への参画、管理職登用への道が開かれるなどの法的な整備がなされてきた。

しかしながら、このようなハード面の整備が職務内容を明確にしたかといえば、決してそうではない。逆に混沌としたものに化してしまったかにも見える。広がりすぎてしまった職務に振りまわされ、養護教諭としてのアイデンティティを見失う事態に陥っているといつても過言ではない。

以上の背景を踏まえて、養護教諭がどのような職務内容にどれほどの時間をかけているかなどを職務実態調査によって現状を明らかにし、養護教諭の職務の本來的なあり様に検討を加える事を目的に研究を行った。

### 【対 象 と 方 法】

対象はA県内に勤務する小中学校の養護教諭165名を無作為抽出し、調査票を郵送配布した。回収数55名(回収率33.3%)で、うち5日間の記録を有するものは

42名 (76.4%) である。調査期間は平成19年5月から7月の間の特別な行事のない5日間とした。調査方法および内容は、養護教諭の1日の職務を「タイムスタディ」を用いて対象本人が自記式記入方式で行い、5日間の調査の集計と集計結果の自己分析、そして日々の職務を振り返り、未完の思いや不満足な思いを自由記述した。(国立大学附属学校の調査票を参考・H6年) 分析方法は単純集計をExcelで行い、分析等はHalwinにて行い、検定は $\chi^2$ 乗検定で行った。

### 【倫理的配慮】

本調査対象者には、書面にて研究の趣旨、および調査への協力と調査期間中の調査の中止の自由については対象本人の自由意思であること、調査は無記名であることについて説明を行った。また分析にあたっては、対象者および内容が特定されないよう匿名性の確保を保証した。

### 【結果】

対象の概要として表2-1に示した。回収数55名のうち小学校32名、中学校21名、小・中併設校2名(以下、併設校と呼ぶ)であった。児童生徒数は、400人未満が43名(78.2%)、その内100人未満が11名(20%)であり、700人以上4名(7.3%)であった。(尚複数配置の該当校はなかった) 年齢は40歳以上が32名(56.4%)その内40歳台が36.4%、次いで29歳以下が30.9%、経験

表1. 調査対象の属性

項目	区分	人	%
児童生徒数	~100人未満	11	20.0
	100~400	32	58.2
	400~700	8	14.5
	700~	4	2.3
年齢	~29歳	17	30.9
	30~39	7	12.7
	40~49	20	36.4
	50~59	11	20.0
経験年数	~5年未満	13	23.6
	5~10	8	14.5
	10~20	6	10.9
	20~30	20	36.4
	30~	8	14.5
保健主事経験	現在	14	25.5
	経験あり	14	25.5
	経験なし	27	49.1
兼職発令	現在	4	7.3
	経験あり	3	5.4
	経験なし	48	87.3
		N=55	

年数は10年未満が21名(38.2%) 10年以上は34名(61.8%)、20年代が20名(36.4%)で最も多く、次いで5年未満13名(23.6%)であった。中学校席の養護教諭はいずれも30歳以上10年以上の経験者であった。保健主事経験者は現在及び経験有を含め28名(50.9%)で、教科保健の兼職発令は7名(12.7%)であった。

内容別の1日当たりの時間は(図2-1)、中学校では事務(約176分)、救急(131分)、生活指導(67分強)、相談活動(66分)、教材準備(44分)の順であった。小学校では事務(141分)、救急(116分)、生活指導(61分)、教材準備(56分)、環境衛生活動(41分)の順であった。また、連携にかかる時間は、中学校38分、小学校24分で、企画にかかる時間は、中学校33分、小学校12分である。一方、健康教育(集団・個別・授業)にかかる時間は、中学校19分と小学校38分であった。職務内容別割合でも同様の順であった。

分類別割合(図2-3:対人サービス・企画管理・研究研修・その他と区分した)は、中学校では企画管理37.9%、対人サービス33.6%が、小学校では対人サービス32.8%、企画管理31.4%であり、対人サービスはいずれも3割を超えていた。また対人サービス(救急処置・相談活動・連携・健康教育・実習生指導)の内訳(図2-4)は、中学校では救急処置51.3%、相談26.0%、連携14.9%、健康教育7.8%、小学校では救急処置51.1%、健康教育17.6%、相談16.8%、連携10.8%の順であった。救急処置について中学校では相談活動、小学校では健康教育にかかる時間に多くを費やしていた。

5日間の延時間(複数の仕事を同時にしているた

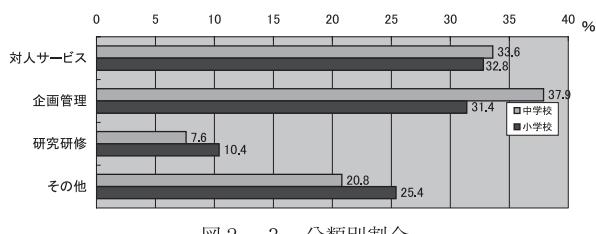


図2-3. 分類別割合

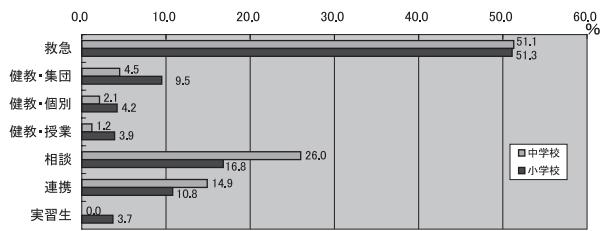


図2-4. 対人サービスの内訳

山田小夜子・橋本廣子  
養護教諭の職務の現状に関する研究

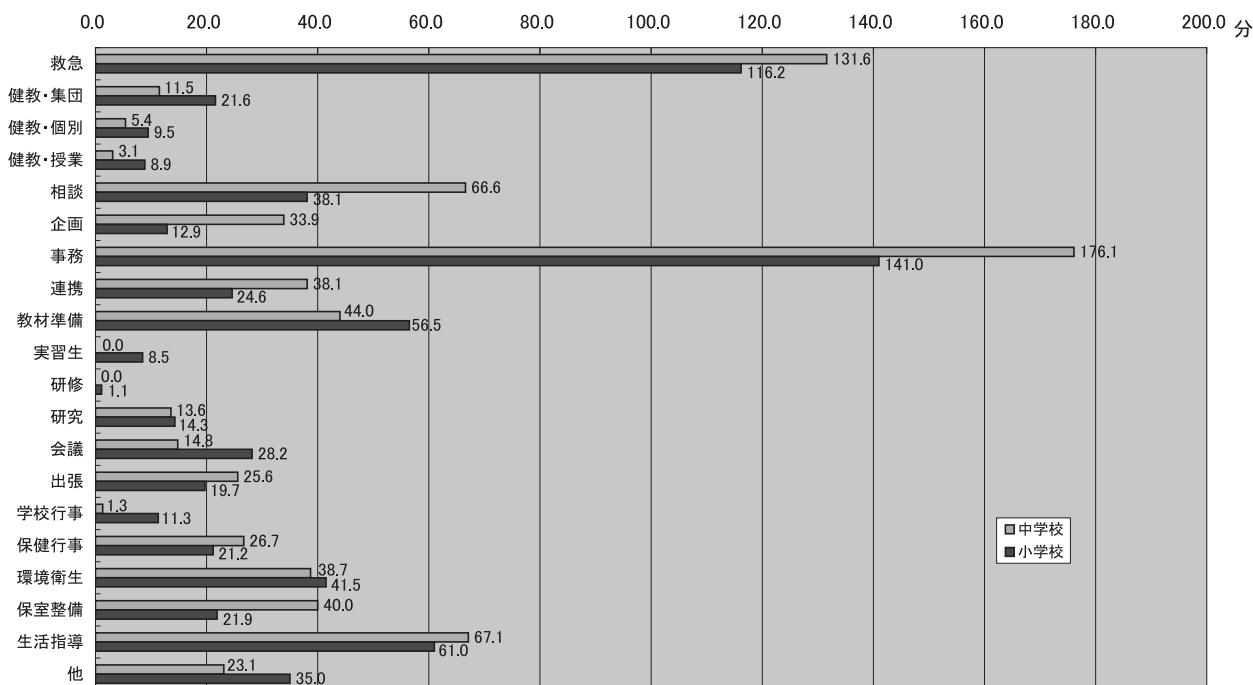


図2-1. 1日当たりの所要時間

め、重複した仕事の総和を延時間とした)は、3,000分台(54.8%)、次いで4,000分台(23.8%)、2,000分台(19.0%)の順であった。1日当たりの延時間は中学校762分(12.7時間)、小学校692分(11.5時間)であった。5日間の勤務時間(図2-7、8:出勤から退勤までの

在校時間)は、3,000分台(61.9%)、次いで2,000分台(31.0%)、4,000分台(7.1%)であった。小学校では8時間から13時間、中学校は9時間から13時間強であった。1日当たりの勤務時間は中学校11.3時間、小学校10.9時間であった。

また、小・中学校の校種間と相談活動・企画・連携・生活指導・健康教育のために費やした時間の有無および、経験年数10年未満と10年以上の者と相談活動・企画・連携・生活指導・健康教育の有無について、相互の関連を調べたところ、いずれも有意差はみられなかった。

【考 察】

本研究の調査から、養護教諭の多忙さが明らかになった。勤務時間(在勤時間)は8時間から最長14時間まであった。ところが、過重な勤務時間の割に満足感が得られないと指摘する者もいた。これは、自分の行っていることが周囲に、特に管理職に十分認知されていないという不満感や焦り、あるいは行っていることが効果として表れてこないという空虚感などが予測される。逆に、子どもとの対応時間を大切にするために、仕事をその日のうちに片付けてから帰宅するので自ずと時間は遅くなるという者もあり、同じように時間を費やしていても、そこから得る思いに正反対の理解の仕方がみられた。

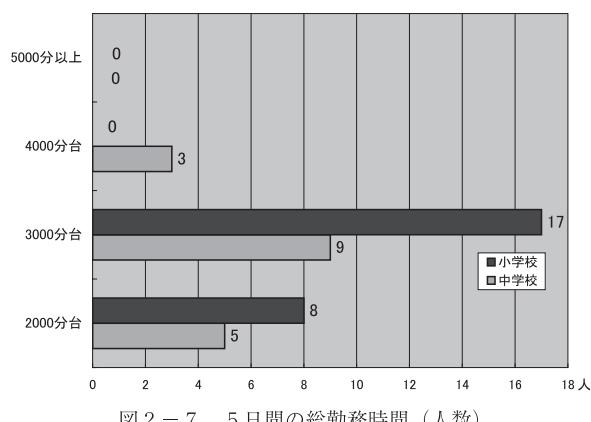


図2-7. 5日間の総勤務時間(人数)

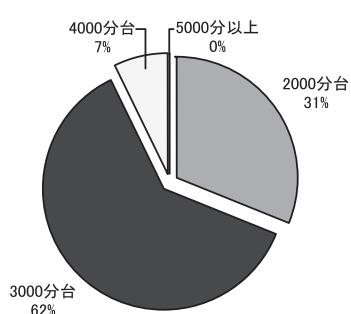


図2-8. 5日間の勤務時間の割合

また、職務に占める事務量は2割を超えることが多いこと、次いで救急処置に関するものであった。事務量の多さを集計結果の自己分析で、調査時期（健康診断、学校保健委員会開催時期）によるところが大きいと多くの対象者が指摘し、給食主任や保健主事・教育相談担当・部活動担当等の複数の校務を抱えた中での関連事務があると、小規模校や併設校に勤務する者には考えられる。救急処置については、数分で処置の終わるものから、医療機関への搬送あるいは付き添い、または救急車要請などと、ケースによって異なる対応が必要となるため幅が非常に大きい。内科的処置にあたって、家庭の事情によっては長時間に渡って学校で休養させることもあり得る。また、記録にあたり特に大規模校では、休憩時間中に大勢の子どもに短時間に対応しなければならず、複数の記録が不十分になってしまったと、延時間の記録に不十分さを認めた対象者もあり、実際には今回の調査の記録時間を超える可能性を示唆している。一方、事例数が少ないが併設校では、事務（3割弱）、生活指導（2割弱）、健康教育と教材研究（2割弱）となり、独特の傾向を示している。限られた教職員のなかで学校運営が行われているため、教員としての仕事がかなり多くを占めていることが考えられる。

職務の4分類から対人サービス（救急処置・相談活動・連携・健康教育・実習生指導）についてみたとき、先行研究（国立大学附属学校における養護教諭の職務に関する研究、1994）の結果と比べると救急処置の占める割合が少なく、相談活動の割合が大幅（小学校6倍、中学校3倍）に増え、それに伴う連携の割合も、増えてはいるが目立った増加は確認できなかった。健康問題の変化は特に内科的主訴の増加となって表れ、頭痛や腹痛などの主訴で頻回来室し「学校が楽しくない」と訴えた子どもに対しては、十分話を聞くようにしていると、自ずと相談的な対応に時間を費やすことになっている現状を自己分析で指摘している者が複数あった。したがって、そのようなケースには担任教師や保護者と綿密に連絡をとり合う結果になってくる。あるいは、連携としての時間には反映されないが、職員室での事務処理の時間に担任と情報交換を行い、生活指導や校内巡回・環境衛生活動中にも子どもに関する情報交換や連絡・報告を意図的、積極的に行ってい。このように、割合としては飛躍的な増加には繋がらなかつたが、質的には養護教諭自身がさまざまな深

い思いを抱きながら対応していることを窺い知ることができる。

### 【今後の課題】

これらのことから、多忙化については複数配置や事務の合理化を図るためにコンピューター等の導入が進められているが、果たして現状はどうかというと、「とにかく忙しい。当然のことのように休憩時間はとれない。」と述べたのは400人台の小学校の養護教諭である。第7次義務教育諸学校配置改善計画で国がいっている複数配置の対象である児童数851人以上の学校規模ではない。それ以下であっても多忙な現実を多くの養護教諭が述べていた。では複数配置基準の根拠はどこにあるのか、その基準の妥当性の検証を行う必要がある。また、長時間勤務を行っていても満足感が得られない、空虚な感情を抱えたまま職務を遂行する姿や、教科保健に力を注ぎすぎ、自分自身にゆとりがなく子どもと十分な関わりが持てない等、特定のことに対する熱心なあまり逆に片手落ちになってしまっている者もいた。それぞれ真摯に自分の職務を遂行しようという意欲を感じられるが、どうも空回りをしているように映る。単に、長時間勤務を善しとして無理を重ねる必要はないと考える。

要するに、養護教諭は1校に1人という少人数配置のため「本務」だけでも多忙であるうえに他の役割を期待されて、ますます多忙を極めてしまったという経緯がそこに存在する。子どもの健康問題に応えようとして模索の毎日で、学校教育の中で「自分はどうすべきか」に向き合っている。数見<sup>1)</sup>は「あくまでも子どもの立場にたちきって、教育という全体的な営みの展望の中に自分の職務を位置づけ、日々の実践を行うことが重要ではないだろうか」と述べているように、子どもたちの学校生活を支援する立場に基本を据えて考えることが重要である。自律的な養護活動にするためにも、子どもを中心に据えた職務の選択とあわせて、堀内ら<sup>2)</sup>が「子どもをめぐるさまざまの関係者との連携・強調の中核に養護教諭が位置するべきではないかと思われる」と述べているように、子どもに関わる他職種との協調と協働、そして住み分けが検討されるべきであろう。

本研究における本来的な職務の検討にあたり、実態調査により職務の現状を明らかにできたことは、森<sup>3)</sup>が「教育活動を改めて検討し、具体的に明確にする必

要がある」と述べているように、今回の調査はその意味からも一定の意義はあったと捉えるが、今後は実態調査で明らかになった職務の現状について、調査対象が「本来あるべき職務」はどうあるべきと考えるのかを質し、さらに養護教諭の職務のあり様についての検討を深めていきたいと考えている。

### 引 用 文 献

- 1) 数見隆生, 教育としての学校保健, 青木書店, 114, 1986年
- 2) 堀内久美子代表・養護教諭養成共同研究班, これからの養護教諭の教育, 東山書房, 12-13, 1991年
- 3) 森昭三, 変革期の養護教諭—企画力・調整力・実行力をつちかうために—, 大修館書店, 206-208, 2002年

### 参 考 文 献

- 1) 石井豊恵・笠原聰子他, タイムスタディを円滑に進めるための実践的な諸課題とその対応, 看護研究, vol37, No4, p59-71, 2004年
- 2) 石原昌江, 養護教諭の職務に関する研究(第2報), 学校保健研究, p17, 1977年
- 3) 市川須美子・浦野洋一他, 教育小六法, 学陽書房, 2005年
- 4) 出井美智子・佐藤紀久栄・松野智子, 養護教諭のための学校保健, 少年写真新聞社, 2007年
- 5) 稲邑清也, タイムスタディの明日: 業務合理化の分析から業務科学へ, 看護研究 vol37, No4, P73-76, 2004年
- 6) 采女智津江編集代表, 新養護概説, 少年写真新聞社, 2007年
- 7) 小倉学, アメリカの養護教諭指針, 東山書房, 1978年
- 8) 小倉学, 養護教諭～その専門性と機能～, 東山書房, 1985年
- 9) 門田光司, 学校ソーシャルワーク入門, 太陽社, 2002年
- 10) 教育職員養成審議会報告, 養護教諭の養成カリキュラムの在り方, 1997年
- 11) 教育職員養成審議会報告, 教員の養成, 採用, 研修の連携

の円滑化について, 1999年

- 12) 近藤真庸, 養護教諭成立史の研究, 大修館書店, 2003年
- 13) 財団法人日本学校保健会, 保健室利用状況報告書, 2002年
- 14) 財団法人日本学校保健会, 保健室における相談活動の手引き, 1995年
- 15) 財団法人日本学校保健会, 養護教諭が行う健康相談活動の進め方, 2001年
- 16) 財団法人日本学校保健会, 「養護教諭の養成教育のあり方」共同研究班, これからの養護教諭の教育, 東山書房, 1994年
- 17) 佐藤理, 養護教諭の執務に関する研究, 福島大学教育学部論集, 57巻, 1995年
- 18) 鮫島三重子, 昭和20年代の高等学校における養護教諭の執務, 養護教諭制度50周年記念誌, ぎょうせい, 1991年
- 19) 杉浦守邦, 養護教員の歴史, 東山書房, 1974年
- 20) 杉浦守邦監修, 全面改訂10版・養護教諭の職務, 東山書房, 1998年
- 21) 藤田和也, アメリカの学校保健とスクールナース, 大修館書店, 1995年
- 22) ポーラ・アレン・ミアーズ他 山下英三郎監訳, 学校におけるソーシャルワークサービス, 学苑社
- 23) 森昭三, 変革期の養護教諭, 大修館書店, 2002年
- 24) 森昭三, 学校保健の仕事に迫る, 健学社, 1998年
- 25) 森昭三, これからの養護教諭～教育的視座からの提言, 大修館書店, 1991年
- 26) 森昭三, 養護教諭のしごと, ぎょうせい, 1981年
- 27) 文部省保健体育審議会, 生涯わたる心身の健康の保持増進のための今後の健康に関する教育及びスポーツ振興の在り方について(答申), 1997年
- 28) 文部科学省文部科学省初等中等教育局児童生徒課, 生徒指導上の諸問題の現状について, 2006年
- 29) 文部科学省文部省保健体育審議会, 児童生徒の健康の保持増進に関する施策について(答申), 1972年
- 30) 山下英三郎・日本スクールソーシャルワーク協会編, スクールソーシャルワーク～学校における新たな子ども支援システム～, 学苑社, 2001年

# 基本看護技術論授業展開の工夫

～単元：環境・移動・観察の授業内容評価から～

松村三千子<sup>1)</sup> 上平公子<sup>1)</sup> 柴田由美子<sup>1)</sup> 長屋江見<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部看護学科

(2009年1月14日受理)

## Device of lecture Fundamental nursing art

～The unit: From the content of the Lecture of the environment, the movement, and  
the observation evaluation～

Michiko MATSUMURA, Kimiko KAMIHIRA, Yumiko SHIBATA, Emi NAGAYA

### 要 旨

進化する看護実践技術習得には膨大な時間が必要である。また、習得しなければならない基本看護技術が領域ごとに加味され、基本看護技術の習得が不確実であれば、その後の学習、技術の習得に支障を来す。

そこで、基本看護技術論における技術習得に対して、基本動作、必須動作と内容を区分して授業を展開した。必須動作を繰り返し演習することで、目的とする技術が短期間で習得可能であることが示唆された。

**Keywords :** 基礎看護技術 基本看護技術 基本動作 必須動作 中核学習目標

### I. はじめに

看護は実践を前提に構築された学問であり、実践でできる人材を輩出してこそ基礎教育の目的に合致するものである。しかしながら、学部を卒業した直後の新人看護師は、「注射1人で出来ない看護師が8割を超す」と報道され<sup>1)</sup>、日本看護協会の調査では、人工呼吸、心臓マッサージ、止血など救急救命術や注射などを「1人でできる卒業生が20%未満」という看護学校が半分を超えると報告されている<sup>2)</sup>。

新人看護師による医療事故も少なくない。事態を重く見た厚生労働省の検討会は病院実習を大幅に増やすなど、看護教育カリキュラムの見直しを議論しなければならないほどに新人看護師の看護技術低下が深刻化している。「点滴を付けた患者の寝間着やシーツを1人で替えられない」「患者の搬送時、ストレッチャーを真っすぐ押せない」。毎年4月になると、東大病院の看護部長のもとに新人看護師を巡るトラブル報告が相次ぐという。「ここ5、6年、シーツ交換など『これだけはできてほしい』ということができない人が増えた」

との報告もある<sup>3)</sup>。

基本看護技術論は看護系大学に入学した学生が看護学の学習として最初に学習する看護専門基礎学問である。基本看護技術（Fundamental Nursing art）とは、対象の看護で解決可能な健康問題ニーズに応ずるための科学的根拠を持った援助技術ではあるが、理論・科学的根拠を主軸に授業が構成され、実践能力育成のための演習時間が減少傾向にある。そのため、知識習得と実践能力に乖離が出現し、その結果がそのまま新人看護師の技術へと連動すると考えている。

看護技術は各種の学問を活用して成立しており、今後も発展を続けるものであるが、既存技術を取捨選択して教育内容を精選しなければ授業時間数が膨大になるばかりか学生にとって何が必要な技術か、その中核となる技術習得の焦点がぼやける結果となる。今回、看護系大学生に基本看護技術を教授するに当たり、既存技術教授項目の見直し、基本動作と必須動作を検討して授業展開を行ったのでその結果を報告する。

## II. 研究目的

授業において教授しなければならない学習内容は増加する一方、授業時間数は事実上減少傾向にある。基本看護学授業では減少した時間数は教授方法の改善によって補い、学生の到達を保障する責務を負う。

授業法の改善点が学生の技術習得にどのような結果をもたらしたかを学生の授業評価から明らかにする。

## III. 研究方法

### 1) 倫理的配慮

学生には書面と口頭で調査の目的、匿名性の確保、同意は自由意志によること、単位修得には影響しないこと、提出された結果は統計的集計を行う。また、調査結果は論文作成し、結果を公表するが、個人が特定されることは無いことを説明し協力を依頼した。

2) 調査対象：平成20年看護大学生一学年在籍学生、基本看護技術Ⅰ（2単位60時間）を履修した学生60名である。

3) 調査時期：平成20年度前期セメスター期間（平成20年4月～9月）

4) 回収率：配布部数60部 回収部数57部 回収率95パーセント

5) 調査の概要：基本看護技術論授業のうち、授業を実施した2単位60時間で、その授業範囲は①看護技術の基本概念 ②人間関係を成立させるための基本看護技術 ③人間関係を調整するための看護技術 ④安全を守るための看護技術 ⑤環境を整える看護技術 ⑥効率的で安全な動きを作り出す看護技術 ⑦安楽を提供する看護技術と身体侵襲である。調査の構成としては習得技術の構成理論、机上技術演習、教員によるデモンストレーション、技術演習（1ベッドに付き学生3名）及び演習時の助言、各技術演習終了直前に再度教員によるデモンストレーション及び質疑応答、再技術演習終了後に質問紙を記載した調査用紙を配布した。調査用紙は量的評価項目及び自由記述によって構成している。

6) データー解析方法：量的評価項目については単純集計、自由記載内容については逐語記録に分解後内容分析手法によって質的な集計を実施した。

7) 学生の教育的背景：教養科目を主軸に授業が実施され、看護に関する授業は基本看護技術Ⅰが先行している。

8) 基本看護技術Ⅰ単元目標：基本看護技術Ⅰの単元目標は次の12項目である。

- ①看護技術は各種の学問が活用されて成立していることを理解する。
- ②各看護実践に共通する基本技術と構成要素が理解できる。
- ③各学習過程を通し、専門職者としての倫理的態度について学ぶ。
- ④個別学習、グループ学習及び学内実習での患者・看護師役割の体験等を通し、コミュニケーションの重要性、相互作用、個別性に配慮した援助の必要性を学ぶ。
- ⑤人間の尊厳とスタンダードプリコーションについて理解する。
- ⑥感染予防の意義とその条件を理解し、確実な衛生学的手洗いが実践できる。
- ⑦ボディーメカニクスの原理を理解し、安全性、安楽性、動作経済性の高い技術提供を意識した姿勢と動作、移動の援助ができる。
- ⑧療養環境調整の目的を理解し、環境調整ができる。
- ⑨観察の必要性と判断過程、記録の重要性について説明できる。
- ⑩正確な身体計測、バイタルサインズの観察をし、その意味を加えた記録ができる。
- ⑪呼吸・循環・体温調整に必要な基本技術を学び、実施できる。
- ⑫看護技術が今後も発展を続けるものであることを理解する。

### 9) 用語の定義

- ①基礎看護技術：ある物事（看護実践）を成り立たせる根幹（判断・行動・方法の根拠）を成し、看護の初学者が各看護学の看護技術の基礎となる技術を学ぶ。
- ②基本看護技術：学習者は基礎看護技術学習を基に、実践可能な技術へと習熟した技術である。
- ③基本動作：看護技術を提供する際の一連の手順…対象の状況にあわせて変化させることが可能な動作をさす。
- ④必須動作：看護技術を提供する際に必ず行わなければならない動作…省略してはいけない動作をさす。
- ⑤中核学習目標：教授する単元において主軸を成す学習項目であり、その内容については必ず到達しなけ

ればならない。また到達を保障する教授学習内容をさす。

#### IV. 結 果

##### 1) 環境を整える看護技術

ベッドメーキングの重要な基本動作は、ベッド上で身体移動、昇降を繰り返しても下シーツに皺がよらないこと、そのためには確実にコーナーを作成することである。デモンストレーション後、各自の単元内練習における自己評価では一抹の不安を感じる学生が若干存在するものの殆どの学生が多分大丈夫だと実感している。

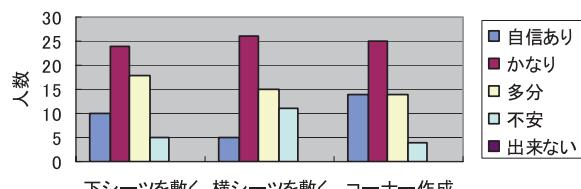


図1. ベッドメーキング作成に関する自己評価

##### 2) 効率的で安楽な動きを作り出す看護技術（その1）

仰臥位から側臥位へ、側臥位から座位への体位を変換する援助技術習得において、殆どの学生が出来ると回答している。

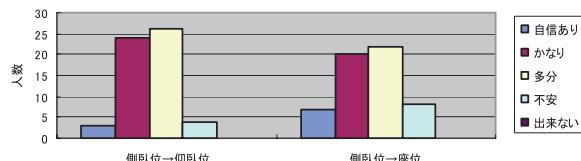


図2. 体位変換に関する自己評価

##### 3) 効率的で安楽な動きを作り出す看護技術（その2）

座位から車椅子移乗は不安であると回答する率が比較的高く、車椅子操作、ストレッチャー操作援助技術習得においては、殆どの学生が出来ると回答している。

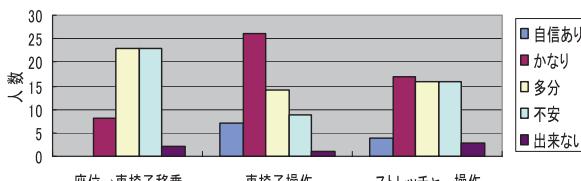


図3. 移乗・移動に関する自己評価

##### 4) 観察記録に関する技術

不安、出来ないと感じている技術は、意識レベルの観察、測定結果記録、腹団測定、精神状態の観察であり、所謂バイタルサインズ測定に関する測定技術はかなりの範囲で測定可能と回答している。

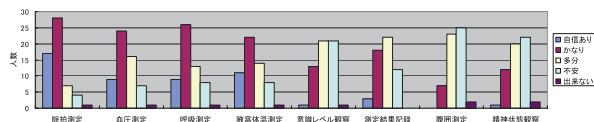


図4. 観察・記録に関する自己評価

##### 5) 報告に関する技術

出来ないと回答している学生は存在しないが、若干名の学生が一抹の不安を感じている。

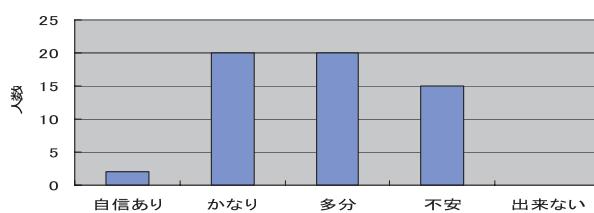


図5. 報告に関する自己評価

##### 6) 基本看護技術習得過程における学生の反応

A) 大カテゴリー：測定時のコミュニケーションに関すること

中カテゴリー 小カテゴリー

- ①難しい
  - ・沈黙時間が出来てしまった
  - ・不安を感じても手や声が出せない
  - ・測定に集中しコミュニケーションが取れない
  - ・集中する余り無言になってしまふ
  - ・患者（役）の視線が気になつても測定に熱中した

- ②挙動不審
  - ・側定時、笑ってごまかしたのできちんと説明したい
  - ・測定方法時は挙動不審になつてゐる気がする

- ③自己への課題
  - ・実際の場でもできるようになりたい
  - ・測定と説明が同時に出来るようにしたい

表1. ベッドメーキングの必須動作

習熟度確認項目
<u>環境整備</u>
1) 快適な環境・感染予防を考慮した清掃ができる。(意義の理解)
<u>ベッドメーキング</u>
2) 作成者の身長に併せてベッドの高さを調整することが出来る。
3) 作成ベッドの安全性を確認することが出来る(スプリング・針など)
4) リネン類を一定に畳み方で揃えることが出来る。
5) 作業領域の確保が出来る。(床頭台・椅子の移動)
6) 中心線がマットの中央になるようにシーツを敷くことが出来る。
7) 上下の角を整えることが出来る(左右対称であれば三角四角は間わない)
8) シーツのヘムをベッド一杯に敷き込むことが出来る。
9) 手のひらが下になるようにしてシーツを敷き込むことが出来る。
10) 上シーツを適切に捌く事が出来る。
11) 上シーツ・毛布が20cm程度下方に来るよう設えることが出来る。
12) 入り口と反対方向になるように枕の始末をすることが出来る。
13) 床頭台・椅子・ベッドを正しく配置できる。
14) ボディーメカニクスを活用して作成することが出来る。
15) 作成されたベッドの安全性を確認することが出来る。
<u>評価基準</u>
16) ベッドに寝転び、10回の寝返りで皺がよらないベッドを作成出来る。
17) ベッド上で端座位を保ち、その姿勢で立位を保持し、安全に立位が保てるベッドの高さである。

- ・笑顔を大事にしよう  
 い  
 ①難しい  
 ②手順  
 C) 大カテゴリー: 手技に関すること  
 ①一生懸命  
 ②ゆとりを持って・緊張してもあわてないようにした  
 い  
 ②確認  
 D) 大カテゴリー: 熟練の重要性  
 ①練習の必要  
 ②確認  
 V. 授業内容の評価  
 1. 環境を整える援助技術の基本動作・必須動作  
 安全で快適なベッドを対象に提供するのは看護師の責務である。しかし、テキストに記載されている手順でのベッド作成が本当に必要な作成の手技ではない。

表2. ベッドメーキング作成時の技術

準備品	準備物品・標準手順	必須使用物品	基本動作	必須動作
ベッド作成手順	マットレスパッド	○		
	マットレスカバー			
	下シーツ	○		
	ラバーシーツ	○		
	横シーツ（下シーツ兼用）	○		
	半幅横シーツ			
	上シーツ	○		
	毛布	○		
	スプレッド			
	包布	○		
環境整備	枕（大・中・小）	○		
	ピロケース三種	○		
	ベッドの安全点検		○	○
	作業領域確保		○	○
	リネン類の畳み方		○	○
	各種リネンの広げ方		○	○
	下シーツの上部三角作成		○	○
	下シーツの下部四角作成		○	
	横シーツの裏返し		○	
	上シーツを広げる位置		○	
環境整備	タックの取り方		○	
	毛布の広げる位置		○	
	タックの取り方		○	
	スプレッドを広げる位置		○	
	ピロケースへのセット		○	○
	椅子などを元の位置へ		○	○
	使用物品の準備		○	○
	作業領域の確保			○
	ベッドブラシ・掃除機使用		○	
	粘着シートの使用			

臨床現場においてベッドメーキングは看護・介護業務に携る人々（ナースエイド・看護助手を含む）の作成に携り、看護師が確実に実施することを要求されるのは、そこに対象が臥床している状態でのシーツ交換である。そのためには、下シーツを確実に敷き、ベッド上での生活を営んで皺がよらない、崩れない快適なベッドの作成である。対象が臥床していないベッドを（以後、空ベッドと略す）看護師が作成することが必ずしも求められることではなく、ベッド上で生活する対象の移動や寝衣交換等に連動してシーツが交換できれ

ばよい範疇と考えている。従って一連のベッドメーキング作成が必須動作ではなく、確実に下シーツを敷くことが必須動作と考えている。表1は学生に自己学習のために提示した習熟度アップの確認項目である。教員はテキストに記載されている下シーツを敷き、ラバーシーツ、横シーツ、上シーツ、毛布、スプレッドを使用した作成をデモンストレーションし、その中で、表1に記載している内容が必須動作であることとして確実に反復練習を行い確実に技術の習得を目指した。

環境を整える援助技術の単元内授業時間内において

自己評価における到達度に不安がある学生は必然的に時間外の学習時間に練習を重ねていくわけであるが、時間外に練習した学生は少なく、テキストなど厚みがある本をベッド見立て、ハンカチなどの布を利用してシーツの畳み方、広げ方、コーナー作成を反復練習し、技術習得が可能となった。

従来のベッドメーキングにおいては時間外に反復練習を余儀なくされていたと考えるが、技術とは「習うより慣れろ」の教育方法に疑問を感じる。その技術習得に不可欠な基本動作に共通な必須動作（表2）を基に授業を構築することによって基本動作は身につくものと考えている。表2はベッドメーキングの際に使用する物品、手順が記載されているテキストを基に、必須使用物品、基本動作、必須動作に区分したものである。

## 2. 効率的で安楽な動きを作り出す看護技術の必須動作

体位変換での基本動作として次の内容が重要と考えている。ボディーメカニクスの基本用件として下記の内容を遵守することは実施者の安全、対象の安全安楽を確保するために欠くことができない必須動作である。提示したボディーメカニクスの根拠を以下に示し、下線部を必須動作とした。

- 1) 基底面積を広くとる→左右の足を前後に出して、肩幅に開くとき底面面積が広くなる。  
この面積が狭すぎると、腰や体に負担が大きくかかり、安定も悪くなる。
- 2) 重心を低くする→ひざを軽く曲げ、重心を低くする事で、体のバランスが安定する。また体の重心移動によるケアを楽に行うためにも、重心は低くする。
- 3) 身体を対象に密着させる→重い荷物を移動させる時、まずは荷物を近づけることで安定する。
- 4) 対象者を小さくまとめる→対象者を移動する時などは、腕を胸の上に乗せる、足をまげる等、小さくまとめるようにすると、体とベッドなどの接地面積（摩擦）が減り、移動が楽になる。
- 5) 大きな筋群を使う→重い物を持ち上げる時、ひざをのばしたまま持ち上げると腰に負担がかかり腰痛症の原因となる。膝を曲げ、大腿部の筋肉を活用する。腰だけで持とうしないこと。筋肉や関節への負担を分散させるために、膝を軽く曲げ、膝

の屈伸を使い、腕の筋力だけに頼らず、背筋を使うなど、体全体の筋肉を使うことが重要である。

- 6) 梃子の原理を使う→支点・力点・作用点の関係を頭に入れて介助すると、少ない力で大きな効果が得られる。『支点と力点の距離をできるだけ長くとる』『支点と作用点の距離をできるだけ短くとる』
- 7) 対象を持ち上げようとせず、転がすようにする。  
→持ち上げると援助者の筋力疲労、腰部に異常な力が加わり、労働災害の原因となる。また対象にとっては添えられている手指が部分的な圧迫となり不快感を覚える。
- 8) 対象の残存能力を活用する、引き出す。
- 9) 実施の際は必ず声をかけること。今からすることを説明し、協力を得ること

\* 7・8・9はボディーメカニクスではないが重要なことであり、一連の行動に欠かすことが出来ない内容であり、必須動作とした。

1)～9)の内容を満たすための移乗・移動動作を全て実施する必要はなく、仰臥位→側臥位、側臥位→座位の移動技術を教授することによって学生は対象に対して、自己の身体に対して安全・安楽な方法を追求する学習姿勢へと向かう。この段階において看護者側の身体的疲労や腰痛を実感し、物理学を応用した体位変換を自己学習する。そこでキネステティック理論と実際を説明すると、従来行われている古典的体位変換とキネステティック体位変換を比較し、対象に応じて必要な援助技術の適応へ向かうようになる。

体位変換授業後の学生の反応は、キネステティックをもっと学びたい、参考図書を提示することを希望し、援助は対象に持っている力を引き出すことであると、看護本来の目的に気づくことが出来、学習者の主体的学習を引き出すためには教授内容の選択が重要であるといえる。

## 3. 観察記録報告に関する必須動作

バイタルサインズ測定に関する必須動作について述べる。バイタルサインズ測定の必須動作は次の項目とした。

### 1) 脈拍の測定の必須動作

- ①椅子またはベッドに横になるように説明し、リラックスするように声をかける。

- ②両腕の橈骨動脈に看護師の3本の指（第2・3・4指尖）をあてる。
- ③左右差の有無を確認する。
- ④不整脈の有無を確認する。脈拍に不整がある場合は心音・脈拍同時測定を行うが、測定方法に関してはデモンストレーションのみ実施する。実際の測定は成人看護学などの領域での学習範疇と考えている。
- ⑤3本の指を使って緊張度を診る。
- ⑥左右差がないのを確認してから片方の腕で脈拍数を数える。正確に一分間測定する。時計を見ながら脈拍を数える。
- ⑦結果をメモに記載する。記載内容（数・不整（結滞）の有無・脈の緊張状況・自覚症状など）

## 2) 血圧測定の必須動作

- ①使用する聴診器が正常に使用できるかを確認する。
- ②血圧計を点検する。ネジを締め加圧し、三十秒間放置し自然減圧がない。水銀の切れがないことを確認する。対象の測定に適したマンシェットを選択する。
- ③対象にこれから血圧を測定する旨を告げリラックスを促す。
- ④枕や支持台を利用して上腕の位置が心臓の高さとなるように調節する。
- ⑤十分に上腕を露出する。
- ⑥上腕動脈を触診して聴診器を置く位置を同定する。
- ⑦マンシェットのゴム袋の中央が上腕動脈の真上にくるように巻く。（送気・脱気用のゴム管の向きは上でも下でもよい）
- ⑧マンシェットの下端と肘窩との間隔は約2cmあけて巻く。
- ⑨マンシェットは腕にぴったりと巻き、指が1-2本入ることを確認する。
- ⑩橈骨動脈を触診で同定し、最初に触診法にて血圧測定を行う。
- ⑪水銀柱を70mmHgまで速やかに上昇させその後10mmHgずつ上げてゆく。
- ⑫橈骨動脈の脈が触れなくなる値を確認し報告する。
- ⑬聴診器をイヤーピースの方向に注意して耳にかける。
- ⑭聴診器を肘窩の上腕動脈の上に置く。
- ⑮触診法で脈を触れなくなったところから20-30mmHgまで内圧を速やかに上げる。

- ⑯1秒間に2mmHgずつゆっくり内圧を下げる。
- ⑰Korotkoff音が聞こえ始めたら、2mmHg/1心拍程度のスピードで内圧を下げる。
- ⑱Korotkoff音が聞こえなくなても10mmHgはゆっくり内圧を下げ、再度聞こえることがないのを確認する。（聴診間隙の確認）
- ⑲それ以後は急速に内圧を下げる。
- ⑳30秒おいてもう1回測定し、2回の平均値をとって対象の血圧とする。（二回測定の平均値と平均血圧は異なるため要注意）
- ㉑同様に反対側の血圧を測定する。（初めて測定する場合は必ず両方測定する）
- ㉒血圧値を正しく読む。（水銀値と視線・血圧値は偶数で読む）
- ㉓Korotkoff音が聞こえにくいときは手を開いたり閉じたりするように説明する。
- ㉔拡張期には0mmHgまで聞こえることがある。（代謝亢進時など）従って聴診間隙の場合でも最後まで測定する。
- ㉕随伴症状（頭痛・肩こり・顔面紅潮・手指冷感など）の観察をする。

## 3) 呼吸の測定

- ①通常は測定することを説明するが、呼吸の場合は説明することによって呼吸を意識するため、会話時や脈拍測定時に測定する。
- ②腹式呼吸か、胸式呼吸か、補助呼吸の有無、チアノーゼ、爪甲部圧迫後の血色の戻りなどを確認する。
- ③通常一回換気量は500ml以下であるが、呼吸が深い・浅いかを確認する。
- ④観察した呼吸状態をテキストで確認し、異常かどうかを判断する。

## 4) 腹囲測定

- ①メタボリックシンドロームの診断基準に基づき、立位、軽呼気時、臍周囲を測定する。
- ②脂肪蓄積が著明で臍が下方に偏位している場合は肋骨下縁と前上腸骨棘の中点の高さで測定する。
- ③臥床状態で測定する場合も臍周囲を測定する。また、臍より高い箇所があれば最高（囲）も測定する。

## 5) 意識の観察

提示した授業内容の要点として、以下の項目を提示した。

意識レベルの水準となる正常な状態とは、「覚醒し、目を開け、自分が誰でどこにいて、何をしているのか自覚している」状態を言い、これを意識清明と表現する。

一般に意識障害は程度によって次の5段階に分類する。

■無欲状：意識はあるが周囲にはほとんど関心を示さず、ほんやりとした状態。

■傾眠：うとうとしているが刺激に反応して目覚め、質問にも答えられる状態。

■昏迷：中程度の刺激に少し反応する状態。

■半昏睡：強い刺激に少し反応する状態。

■昏睡：いかなる刺激にも反応しない状態。

その他3-3-9度方式（JCS）やグラスゴーコーマスケール（GCS）がある。ここでは「3-3-9度方式」を用いて意識レベルを表す。この方式は意識障害を大まかに3段階に分け、これをさらに3つの区分に分け、9つの段階に分けている。

「3-3-9度法」による分類をおおまかに紹介すると次のようになる。

\*名前を読んで刺激を与えてその反応を見る方法。

第1段階 無欲状の状態 目を覚ましているが、ほんやりしている。

自分の今いる所が分からず、日時が分からず（見当識障害）。

自分の名前、生年月日が言えない。一言で言うと「ここはどこ？私は誰？」

第2段階 傾眠、昏迷（昏睡）のうとうと状態で目を閉じている。

呼びかけや、つねるなどの刺激で目を開ける。

第3段階 半昏睡、昏睡の状態。痛みの刺激に対しても目を開けない。

なお、第1段階では突然暴れたり、叫んだりするなど精神的に不穏状態のことがある。また第3段階では失禁していることがある。以上のことを説明し、意識を観察するための必須動作として、

①対象の全体状況を観察する（この段階では声をかける、刺激をするなどは行わない）

②対象の名前を呼びかける。

③簡単な命令を行う。（目を開けてくださいなど）

④簡単な質問を行う。（ここがどこか判りますかなど）

⑤以上で反応がなければ痛覚刺激を行う。

## 6) 共通項目

①測定（観察）したことは配布した記録用紙に記載する。

②測定結果を患者から尋ねられることがあるので、その際はどのようにするかを確認する。

但し不確実な情報は流さないこと。原則的には測定結果の開示が前提であるが、測定値の結果で一喜一憂することにより病状に影響する場合があるため事前確認が必要である。

## VI. 考察

## 必須動作・基本動作を設定する意義

学生に配布しているシラバス、授業計画は学生に対する学習契約に相当するものと考えている。すなはち、授業に出席し、真摯に授業に参加することで、シラバスに提示している内容に到達できることを示している。授業内容を理解して授業に臨む学生は少なく、授業開始直後にガイダンス実施を余儀なくされる。授業開始前に学生に発するメッセージとして、シラバスに該当する範囲を予習してくるように説明しても、現実的には皆無に等しい。学生はまだ開始されていない授業内容に対しては興味関心を抱く前の段階であり、事前学習を期待することを期待しないことが懸念であろうと推察する。本来、大学における授業は、事前学習、授業、事後学習が三位一体となっての授業構成である。そのためには単元毎に事前学習、事後学習の内容を示さないと主体的な学習へと発展しないとも推察している。

そこで主体的な学習姿勢を培う方略として、次回に学習する内容を事前に提示し、予習を確実にするよう説明することで、真摯に事前学習を行って授業に臨む姿勢が培われる。授業内容に対して興味関心を抱く導入は教員の責務であり、ここに教員の力量が問われるを考えている。

今回実施した基本看護技術論、中でもバイタルサインズ測定は学生にとって非常に興味関心がある単元である。導入を行った後、バイタルサインズについて授業を行い、演習に移行するわけであるが、直ぐに測定演習には向かわない。4人に1台の割合で血圧計を貸与し、分解し、原理を探求する。興味が熟したところ

で測定の演習を実施すると、実践に必要な技術習得へと向かうことが出来る。従って、その援助技術一連の動作には基本動作の習得が前提条件ではあるが、基本動作を常に繰り返す教育方法では興味関心が薄らぐととらえている。そこで、その援助技術を成立させるとして必須動作を明確にする必要がある。単元における必須動作を繰り返して演習し、コミュニケーションを加味した説明、同意などは基本動作として整理し、単元の中で既習関連学習として想起できれば援助技術として成立する。学生に一連の動作として技術教育を行うことに主眼を置くより、その単元でなければ学習できないこと、その行為を行うための内容を必須動作とする意義がそこにあると考えている。

今回提示した必須動作は思案の途上であり、看護技術を提供する際に必ず行わなければならない動作…省略してはならない動作を篩いにかけ、基本看護技術授業を成立させるための中核学習目標として定めていく必要がある。

#### 学生が自己学習に要する時間について

看護技術は進化する医療技術を追いかけていては学習時間が不足する。臨床現場と基礎看護教育課程では抱いている内容に相違があり、そこには乖離が存在する。基礎教育段階において、進化する内容に追従する必要はないと考えている。基礎教育課程において実施する学問は保守的なものである。すなわち、基本となるものを学習し、基本を確実に習得することによって発展的学習が可能となる。新しい内容の追従に教育現場が合わせようとすると基本がおろそかになる。カリキュラム改定で示されている内容は特殊な内容、困難な内容の習得を目指していない。基本的内容の理解と実践レベルの習得を目指している。臨床が指摘する車椅子操作やリネン交換は基礎的学習内容である。

今回検証した基本看護論演習において、学生自身が授業以外に練習した時間は2時間程度であると答えた学生が84%で、5時間以上練習した学生は5%程度である。練習に費やす時間が大幅に減少している実感を持つが、到達度が低下しているかを継続して調査する必要がある。

全ての学生が基本看護技術論開講期間内に授業内容の到達を見たが、単独での技術実施には基本看護技術習得過程における学生の反応に示すように不安と課題を抱えているのも事実である。

基本看護技術演習は、各領域に深化する基本的技術であり、この授業科目で技術習得が完結するものではない。基本看護技術習得状況を基に各領域で更なる技術を習得する礎となることを期待したい。

#### VII. おわりに

基本的看護技術は看護実践に必要不可欠な要素であり、看護教員はその習得に全霊を傾ける。しかしながら教育に対する熱意は全ての教員が同様であり、その科目だけで完結する授業単元ではない。

増加する教育内容を俯瞰し、中核の教育目標、基本動作、必須動作を洗い出し、クラスタリングすることによって、マトリックス的な授業内容が定まってくるものと考えている。確かに、単位認定件を有する教員はその授業内容に責任を持ち教育活動を行うが、関連科目、既習学習内容を明確にして、その科目でなければ学べない内容を精選する必要がある。単位認定に関わる教員は領域の垣根を越えて、授業内容の選定を行うことを今後の課題としたい。

最後になりましたが単元終了毎にアンケートに回答していただきました学生の皆様に深く感謝いたします。

#### 引用参考文献

- 1) [http://www.yomiuri.co.jp/iryou/news/iryou\\_news/20070317ik02.htm](http://www.yomiuri.co.jp/iryou/news/iryou_news/20070317ik02.htm) 読売新聞より抜粋 3月17日2008
- 2) 前掲
- 3) 前掲
- 4) 藤崎郁他：系統看護学講座〔2〕基本看護技術Ⅰ 医学書院 2006
- 5) 有田清子他：系統看護学講座〔3〕基本看護技術Ⅱ 医学書院 2006
- 6) 深井喜代子他：基礎看護技術Ⅰ メジカルフレンド社 2007
- 7) 深井喜代子他：基礎看護技術Ⅱ メジカルフレンド社 2007
- 8) 坪井良子、松田たみ子編：考える看護技術Ⅰ 廣川書店 2006
- 9) 坪井良子、松田たみ子編：考える看護技術Ⅱ 廣川書店 2006
- 10) 医療系大学間共用試験実施評価機 [www.med.osaka-u.ac.jp/jp/sirabasu/hyoka21-20071105.pdf](http://www.med.osaka-u.ac.jp/jp/sirabasu/hyoka21-20071105.pdf)：診療参加型臨床実習に参加する学生に必要とされる技能と態度に関する学習・評価項目（第2.1版）
- 11) 青木光子、関谷由香里他：基礎看護技術の教育内容に関する検討 愛媛県立技術大学紀要

# 老年看護学授業「口腔ケア演習」を通して学生の学び

松村三千子<sup>1)</sup>・上平公子<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部看護学科

(2009年1月14日受理)

Student's learning through old age nursing study lecture "Mouth caring practice"

Michiko MATSUMURA, Kimiko KAMIHIRA

## 要旨

本研究は、学習者自身が行っている保清（歯磨き・口腔ケア）行動の実態を調査し、行っている行動がそのまま高齢者への援助に連動できるかを考察したものである。学習者の多くは歯磨などのセルフケア行動は専門家による指導が介在しないまま自然に習得したセルフケア技術である。また、専門家による技術指導が介在しても一過性の指導においては技術習得したとは言い難く、これまでに自己に実践しているセルフケアを高齢者への援助技術にはなり得ないことが示唆された。

また、成人看護学・老年看護学などの専門領域における看護の学習は基礎看護学が根底にあるものとして構築されている。換言すれば、基礎看護学および基本看護技術到達が前提条件であり、専門領域学習においては相違した対象に適した適応技術の深化である。到達していると考えられる基本的看護技術であっても、時間の経過により想起が出来ない状況となり、専門的看護技術習得に加えて基本看護技術の復習が余儀なくされる。

老年看護学専門領域の実習においても、講義のみの授業では看護実践へと発展することは殆どなく、講義と演習がセットでない援助技術は対象に対する基本援助技術へと連動しないことも示唆された。

**Keywords**：高齢者の口腔ケア　歯磨き行動　保清セルフケア

## I. はじめに

一般に高齢者は呼吸器系機能、嚥下機能、抵抗力などの身体諸機能の低下が生じる。特に唾液分泌減少による自浄作用の低下によって誤嚥性肺炎の危険性が増大し、高齢者の肺炎は8割が誤嚥性肺炎といわれる。

また、口腔ケアの必要性は高齢者のみならず、心筋梗塞部位や動脈瘤などでは、病巣から歯周病菌の中で最も一般的なポルフィロモナス・ジンジバリスが実際に検出されたという報告がある。同様に、人工呼吸器関連肺炎（Ventilator-associated pneumonia, VAP）の発症には口腔内の病原微生物の定着（コロニゼーション）が重要視され、気管内挿管チューブの外側を介して声門下の口腔内分泌物の流入、気管内挿管チューブでバイオフィルムを形成、人工呼吸によって気道末梢へ播種されることが予測されるといった報告例<sup>1)</sup>もある。

連絡先：松村三千子 matsumura@u-gifu-ms.ac.jp

母性系においては早産などの誘因として、同様に口腔内病原菌が理由の一部として紹介されている報告<sup>2)</sup>もある。

このように全ての領域において口腔ケアは必要である。高齢者の通常におけるケアとして歯みがきや義歯の手入れは実施されているが、口腔ケアと義歯の洗浄は非なるものであり、義歯の洗浄のみでは口腔内の期待する結果は得られない。また、義歯の洗浄は起床時のモーニングケアにおいて実施される場合が多く、その後の飲食行動後は含嗽程度のケアで、高齢者自身も歯牙の欠損・口腔ケアに対する認識不足からセルフケアに至らない現状があり、口腔ケアを看護の標準ケアとするための授業方法の検討を開始した。

## II. 研究目的

高齢者に実施する口腔ケアの意義は大きく基礎教育過

程において口腔ケア意義の理解、援助技術の習得が要求される。そこで、学生相互が口腔ケアを演習後、学びを分析することによって高齢者の口腔ケアの認識、援助の問題点を明確にするために本研究を実施した。

### III. 演習目的と演習方法

#### 1. 演習目的

保清・整容動作に関する援助は対象を理解するための初歩的援助として有効な手段であり、基礎看護学を終了した時点で到達しておかなければならぬ援助内容でもある。学生自身も自信を持ってケアを行うことが必要であり、基礎看護学の発展深化の観点から、単独で出来なければならない援助内容でもある。基礎看護学での援助内容の異なりは、対象者が高齢者であること、疾患有すること、認知機能に変化があることが加味されるが、援助方法に特徴的な差があるとはいえない。しかしながら高齢者のケアに必要な援助であり、高齢者の特徴や歯牙の変化、口腔内微生物がもたらす影響を教授し、援助のデモンストレーション実施後、自己の口腔ケアを丁寧に行うためのインターバルを取り、2週間後に互いが患者・看護者となって相互口腔ケア演習を実施することにした。

#### 2. 演習方法

市販されている口腔ケア物品を使用し、相互の口腔ケアを実施した。口腔ケアの実施手順として、①対象に口腔ケアの意義と方法の説明を実施する。②口腔内の染色を行う。③口腔ケアを実施する。④終了後の感想を聴取する。⑤対象者は口腔内を、鏡を使用して観察する。⑥日頃の口腔ケアの差異を明確にする。演習場所として、教室、演習室、洗面所を使用し、演習時間として2コマ180分を使用した。

### IV. 研究方法

#### 1) 倫理的配慮

学生には書面と口頭で調査の目的、匿名性の確保、同意は自由意志によること、単位修得には影響しないこと、提出された結果は統計的な集計や自由記載内容は要素に分断する。また、調査結果は論文作成し、結果を公表するが、個人が特定されることは無いことを説明し協力を依頼した。

2) 調査対象：平成20年看護大学生三学年在籍学生、老年臨床看護（2単位60時間－必修科目）を履修した

学生77名である。

3) 調査時期：平成20年度前期セメスター期間（平成20年4月～9月）

4) 回収率：回収部数76部（98.7%）

5) 質問紙構成：自己の口腔内評価、歯磨などの実施状況、専門家による歯磨指導の有無、自己の歯磨の自信度評価、相互口腔ケア評価、自由記載として、高齢者への口腔ケア実践への芽生え、他者に口腔ケアを行っての感想を構成要素とした。

### V. 結 果

#### 1. 単純集計

##### ①回答者の齧歯保有割合

齧歯保有（罹患後処置終了、未処置、治療中）は全体の92.1%で、齧歯の罹患なしは6.6%である。

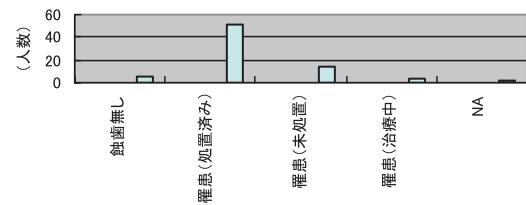


図1. 齧歯罹患度

##### ②歯磨頻度

84.2%の回答者が朝・夕の1日2回のブラッシングと回答している。

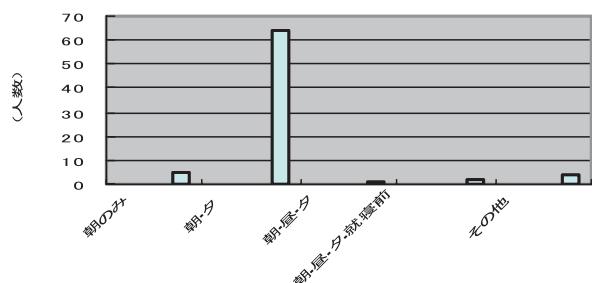


図2. は磨き頻度

##### ③歯磨時間

1回のブラッシングが5分で、次に3分程度と回答している人数が最も多い。

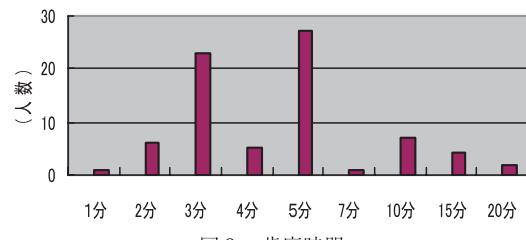


図3. 歯磨時間

④入念な歯磨

入念なハミガキは夕方に行う割合が高い。

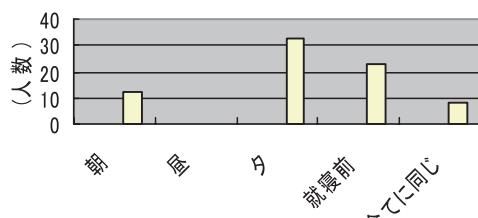


図4. 入念な歯磨タイム

⑤舌の状況

舌苔の量は全体に少ないと回答している率が高いが、全体的に舌苔の量が多いと回答している割合も18.4%程度認める。

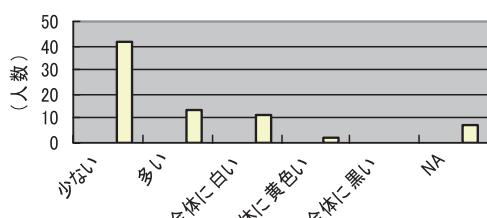
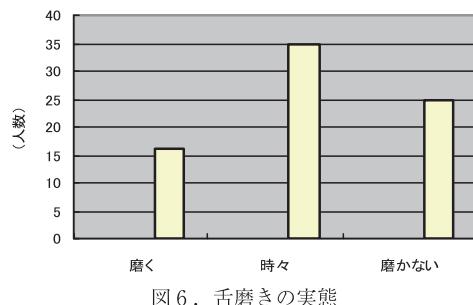


図5. 舌苔の状況

⑥舌磨きの実態

ブラッシングの際、舌を磨く、時々磨くを含めると67.1%の回答者は舌のブラッシングを意識している。



⑦口腔マッサージ

口腔内のマッサージ率は65.8%の学生が実施せず、

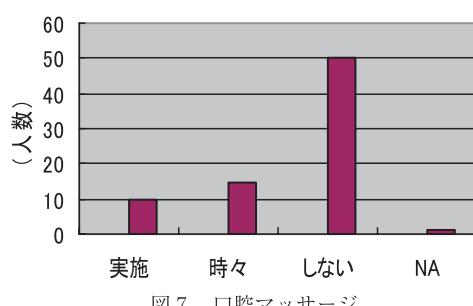


図7. 口腔マッサージ

実施する、時々実施する回答者は32.9%である。

⑧歯ブラシ把持方法

歯ブラシを正しく把持している割合は42.11%で半数以上の回答者は正しい把持を行っていない現状である。

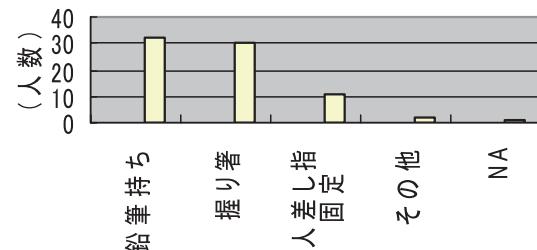


図8. 歯ブラシ把持方法

⑨ペースト使用量

89.48%の回答者がペースト使用量を5 mm ~ 1 cm程度と回答している。

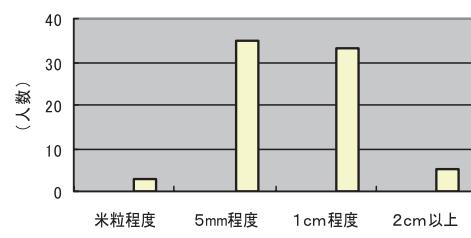


図9. ペースト使用量

⑩歯磨き順序

55.3%の回答者はブラッシング順序を決めずにランダムブラッシングを実施している。

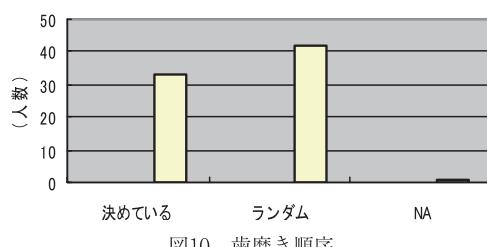


図10. 歯磨き順序

⑪専門家による歯磨指導

65.9%の回答者が過去に専門家によるブラッシング指導を受けたことがあると回答している。

⑫歯ブラシの後始末

ブラッシング後の歯ブラシを意識的に除菌している回答者は9.2%で、多くの回答者は自然乾燥（ブラッシング後コップに挿すなど）と回答している。

⑬歯肉の角度

56.9%の回答者は歯肉の先端角度が先鋭であると回

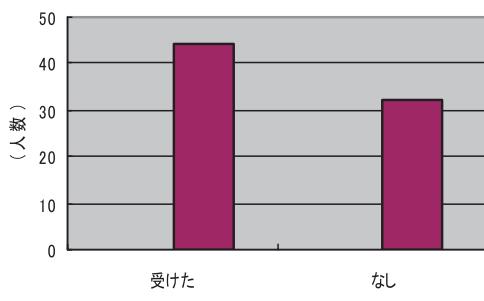


図11. 歯磨きの指導

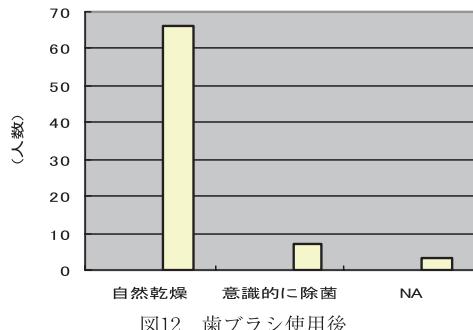


図12. 歯ブラシ使用後

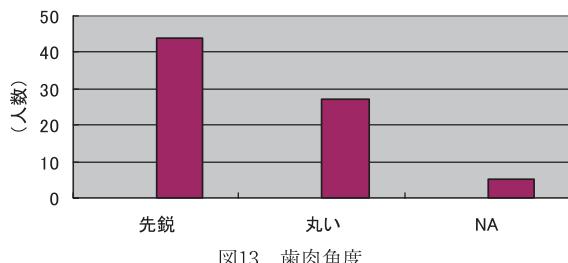


図13. 歯肉角度

答している。

#### ⑭口腔ケア実施後の感覚

他者からの口腔ケア（学生同士の相互ケア）を受けた感想では、38.2%の回答者はすっきりしたと答えているが、他の回答者はさっぱりした感じがないと感じている。

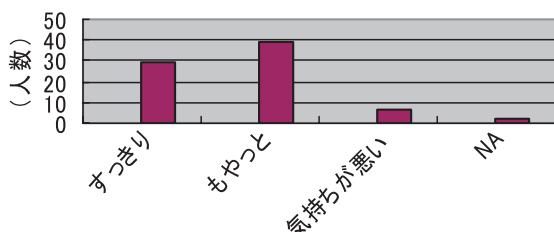


図14. 相互演習後の感想

#### ⑮援助による口腔マッサージ

50.7%の回答者は口腔ケアに際し、口腔内マッサージを受けているが、口腔マッサージが不快で固辞したとする回答者も若干存在する。

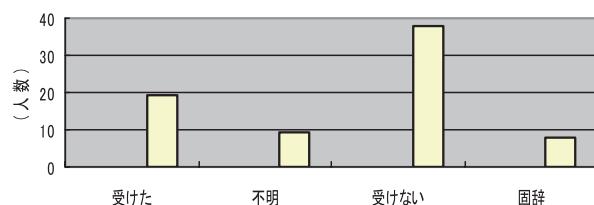


図15. 口腔マッサージ実施状況

#### ⑯歯垢染料除去状況

殆どの回答者が口腔ケア後、歯垢染料が除去できたと回答している。

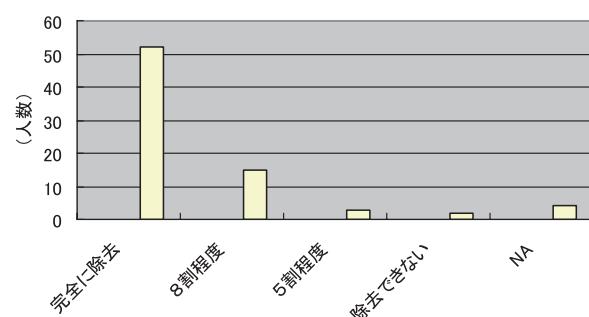


図16. 歯磨き染料残渣

#### ⑰齲歯罹患と歯磨きの回数

齲歯の有無に関わらず、殆どの回答者が1日二回のブラッシングを実施している。

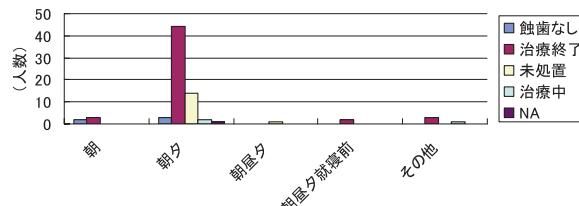


図17. 齲歯罹患と歯磨きの回数

#### ⑱齲歯罹患と歯磨きの指導

齲歯治療終了の回答者が歯磨きの指導を受けた率が高いが、齲歯なし、未処置、治療中の状況であっても特に有意な差は認めない。

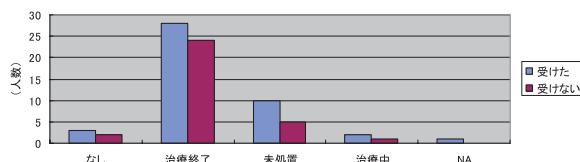


図18. 齲歯罹患と歯磨き指導

#### ⑲ペースト使用量と歯磨き時間

ペースト1cmでブラッシング2分と回答した率が

もっとも高く、次いでペースト 1 cm でブラッシング 3 分、5mm で 2 分がこれに続く。

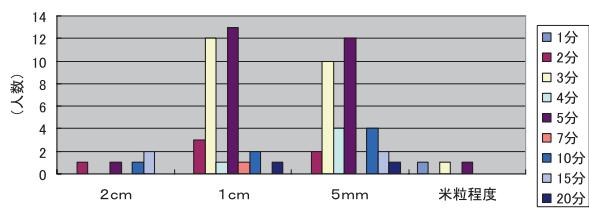


図19. ペースト使用量と歯磨時間

## 2) 相関関係

検定の結果相関関係を認めるものは下記の 4 項目であった。

- ①過去にハミガキ指導を受けた群 … 舌磨き\*・歯ブラシ把持方法\*\*
- ②正常歯ブラシの把持角度群 … 歯茎マッサージ\*
- ③歯茎先端角度（尖群）… 舌苔の多寡\*\*・ハミガキ自信\*\*・歯ブラシ把持角度\*
- ④自己口腔マッサージ実施群 … 歯茎マッサージ\*

## 2) 高齢者に対する口腔ケア意識の自由記載の質的分析結果

大カテゴリー 小カテゴリー

- ①自信がない…………出血したら？協力を得られるか？  
物足りないのでは？傷つけたらどうなるのか？
- ②難しい…………力の加減がつかめない、どこまで磨くのか。
- ③苦痛は…………痛くなかったか？
- ④感動…………綺麗になっていく状況が見える、歯垢染色染料が完全に除去できた
- ⑤ハミガキ手順…………ランダムなブラッシングを反省、磨く順序の事前決定
- ⑥確かな手技…………気が引ける、もっとごしごし擦りたい
- ⑦援助時の姿勢…………援助時の姿勢が辛い
- ⑧羞恥心…………恥ずかしい（開口してケアをされること）

## VI. 考 察

### 1. 単純集計結果に見る歯磨行動について

日本人が罹患する疾病の最も上位に位置するのが齲歯であり保有率96~97%といわれている<sup>3)</sup>。調査協力

者の93.4%が齲歯を保有（図1）しており日本人の有病率と一致する。また、歯磨は日本歯科医師会が推奨する食後 3 分以内に 3 分間のブラッシングを 1 日 3 回実施している回答者は 1.3% と非常に少なく、就寝前にもブラッシングを行う調査対象者を加えても 90% は朝のみ或いは朝夕のみ（図2・3）である。また、一日のうちで特に入念に歯をブラッシングする時間帯は夕及び就寝前と回答している回答者が最も多く（図4）これに朝のブラッシングが続く。

口腔内には平均300~400程度の雑菌が生息しており、歯肉の炎症や不適切なブラッシングによって口腔内に出血が生じると、破綻した血管から細菌が進入し全身を循環する。全身を循環する細菌は心内膜炎の起炎菌、心筋梗塞部位や動脈瘤などでは、病巣から歯周病菌の中で最も一般的なポルフィロモナス・ジンジバリスが検出されることから、自らの歯磨行動を内省しながら、必要な援助実践のためのアセスメントの礎としなければならない。このことを前提に回答者の口腔ケア状況を俯瞰すると舌苔の付着は少ないと回答したものが最も多く（図5）約76%程度の回答者は舌のケアを意識し（図6）半数程度の回答者が口腔マッサージを実施している（図7）現状が把握できる。歯ブラシ把持方法は正しく把持している回答者は40%程度（図8）であり正しく把持していない回答者が多い状況である。歯磨の際に使用するペースト使用量は 5 mm ~ 1 cm 程度（図9）で、歯磨をする順序はランダムである割合（図10）が多く過去に専門家による歯磨指導を受けたことがあっても（図11）それが生かされていない現状がある。次に、ブラッシングに用いた歯ブラシは真菌等の繁殖しやすい状況であるが、歯ブラシに対する衛生観念が薄く、除菌を意識している回答者は9.2%程度（図12）であり、歯ブラシが雑菌の温床である自覚が少ない。また、高齢者は唾液等の分泌機能が低下し、口腔内の乾燥は殺菌の増殖の機会となりうる。口腔内で増殖した雑菌が就寝中に呼吸器系に誤嚥することによって肺炎を併発する。自らが健康に必要なヘルスプロモーションを実施することによって、他者に対しても必要な援助を認識することが可能となると推察する。高齢者の口腔ケアに対しては清潔な歯ブラシで口腔内のケアを実践することの重要性を教授する必要がある。口腔ケアが確実に実践できていれば歯肉に適度な刺激が加わり歯槽膿漏は回避できるが、36%程度（図13）の回答者は歯肉の先端が丸みを帯び

ていると答えていた。

## 2. 相互口腔ケア実施後の状況

口腔ケアの相互実施後、回答者の感覚は半数以上(図14)がすっきりしない感覚を抱いており、演習の事前オリエンテーションにおいて口腔ケアの意義を教授しても半数程度の回答者が口腔マッサージ(図15)を受けていない現状がある。しかしながら口腔ケア前に塗布した歯垢染料は殆どの回答者が歯垢染料を除去できたと回答し、(図16)染料が除去できた様子に感動したと回答している。初学者の援助技術習得は多くの感動体験を導入することによって興味関心を抱いた学習へと発展すると考えている。

## 3. クロス集計結果に見る歯磨行動について

齧歯保有と歯磨の回数の関係は、齧歯なし、治療終了、未処置とも一日二回のブラッシングが多い(図17)現状である。口腔内の酸度変化<sup>4)</sup>は食後2時間程度で酸性に傾く傾向にあり、1日2回程度の歯磨行動においては口腔内の清潔は保ちがたい。疾病を保有する、或いは活動量が低下した高齢者は臥床傾向にあり、誤嚥性肺炎を併発する可能性が増加する。その防止策として毎食後の口腔ケアに加えて、食間にも口腔ケアを実施する必要がある。また就寝前の口腔ケアは必要であるが学習者にその認識がないと援助の視点とは成り難いと推察する。齧歯罹患と歯磨の指導を受けた群との差異においても特徴的な差異は認めず(図18)歯磨きに要する時間とペースト使用量(図19)にも特徴的な差は認めないがペースト使用量0.5~1cm程度で歯磨き時間5分以内が最も多い。高齢者の口腔ケアの目的は口腔内の清潔保持にあり、ペーストの使用は爽快感を得るために有効であっても、ペースト使用で口腔内が泡立ち、ケアを阻害するより、確実なブラッシングを提供することがバイオフィルム除去には有効であると推察されるため、高齢者の口腔ケア標準ケアマニュアルを作成する必要があると考えている。

## 4. 相互ケアの学びについて

回答者はこれまでに口腔ケアを体験した回答者は25%であり、75%の回答者が一度も他者の口腔ケアを行ったことが無く、戸惑いを覚えながらブラッシングをしていた事実がある。今回の演習で、口腔ケアを体験することにより、自己の口腔状況に関心を持つだけ

でなく、高齢者の口腔ケアの必要性を認識し、口腔ケアはハミガキのみではない、舌苔の状況観察およびケア、歯茎マッサージ、含嗽練習などの機会となり、口腔ケアを確実に行うことによって肺炎予防につながる認識が明確に教授できたと推察する。本来、口腔ケアは基本的看護技術論演習に含まれる援助ケアであると考えている。老年臨床看護の演習までに他者の口腔ケアを体験したことがある回答者は基礎看護学実習においてであり、各領域が技術演習項目を計画する時点において全領域がマトリックス的に援助技術演習内容を定め、基本看護技術に相当する部分においてはその内容を検討する必要がある。口腔ケアは標準看護ケアである。臨床で用いられている表現としてモーニングケア、イブニングケアがそれに該当する。学生の記述内容の大項目に自信がない、難しい、苦痛の実感は、歯磨き手順問題などを内包している。臨地実習はある程度の手技を高めて実習に臨む必要がある。受け持ち対象を前に初めて実践することであれば、対象に安楽を提供する看護本来の目的に反する。実習における受け持ち対象を依頼する場合、実践可能な状況まで技術を高めて実践に当たることを説明し、受け持ち承諾書を交わすことについているが、この段階において標準的なケアが実践できないとなれば、基本看護技術のための演習を各領域で再度履修させる必要が生じ、領域の実習目的学習へは発展しないと実感している。

竹田らは口腔ケア実践に焦点を当てた実習指導の意義として、1) 学生にとって実践しやすいケアであること 2) 口腔ケアの効果判定が短期間の実践で可能であること 3) 口腔ケアは大脳皮質への刺激となり爽快感だけでなく満足感や大事にされている感覚につながりやすい 4) 学生のみならず教員にとっても(ケア)の難易や頻度の観点から実習において介入しやすいケアであり教員がロールモデルとなりやすいメリットを掲げている<sup>5)</sup>。臨地実習の目的は臨床の知を学ぶこと<sup>6)</sup>であり、実習において基本的な援助技術を対象に初めて提供して学ぶことではない。基本的な援助技術は到達していることを前提に専門領域実習で発展させなければならない。臨地実習は学習の場ではあるが、提供する技術は安全・安楽・確実な援助技術でなければなければならない。

今回の演習は二年次後期セメスター開講の授業科目(演習)である。演習を行った回答者が現在実習の途上にあるが、回答者の反応として、これまで看護計画立

案のための情報収集と日常生活の援助は区分して考えていたが、実施した演習を手がかりに援助を実践しながら情報収集を行うことが可能となっている。臨地実習は臨地で行う授業そのものである。その教育責任は教育者である教員が責任を持って保障し、到達を目指さなければならない。臨床指導者と教員には実習指導内容には差があって当然では有るが、両者が互いに教育的役割が果たせるように授業内容の共有化を実施することが急務であると考えている。

## VII. 結論と今後の方向性

演習していない学習内容は行動に連動しない。授業で（主として講義）教授した内容は記憶として定着しない性質がある。授業と実践を有機的に連携させ、接着剤の機能を果たすものが体験学習である<sup>7-9)</sup> 現在の看護教育は対象者の発達段階を区分して領域を定めているが、増加する教育内容に比し授業時間数は有限である。各領域の専門性を生かしつつ、垣根を除いたカリキュラム構築（主として体験学習などの学内演習項目）を提倡していきたいと考えている。

口腔内の清潔保持は老年看護に特徴的ではなく、全領域にまたがる重要な援助内容であり、全領域を視野に入れて、口腔内酸度や細菌汚染頻度の日内変動を調査する必要がある。また、手術を受けるまでに時間的ゆとりがある対象には、術前ケアとして口腔内除菌を標準ケアアマニュアルとして導入し、VAP 予防に努める必要がある。脳梗塞や心筋梗塞などの疾病予防にも有効な手段であるがどのようなケアが有効なケアと実証できるのか、臨床と協力して研究を進めていく必要がある。

## VIII. おわりに

日常生活行動において、歯磨きや口腔ケアは通常実

施している保清行動であるが、特に学習という操作を得ないでも自然に身につく行動である。自然に身についた行動が看護というフィルターを通じての援助行動に転換するとき、そこには裏づけと確実な援助技術の習得が求められる。過去に専門家による技術指導を受けていても、その後に確認する手段が欠如すると自己流の手技へと変化する危険性が潜んでいる。

すなわち、授業によって知識としてその方法を理解しても実践力に思考がおよぶとは換言できず、知識習得と実践技術を一致させるためには演習という学習過程が不可欠である。今後の事業展開方法においては講義形式の授業で知識が定着すると限定することなく、授業と演習を比例させて教授していく必要がある。

最後になりましたが、演習後にアンケートに回答していただきましたことに感謝いたします。

## 引用・参考文献

- 1) <http://www.kms.ac.jp/~mrsa/InfectionControl5/kakuron/byoutai/kokyuuki.html>
- 2) [http://www.kanazawa-med.ac.jp/~stoma/dh/dh\\_006.htm](http://www.kanazawa-med.ac.jp/~stoma/dh/dh_006.htm)
- 3) <http://www.8020zaidan.or.jp/pdf/jigyo/8020shiryo.pdf#search=%E5%BC%A0%E5%8A%A0%E9%9C%87%E9%9D%96%E5%8A%9B%E5%8A%9B%E5%8A%9B%E5%8A%9B>
- 4) <http://sfjlc.com/dentalnews/dn2.pdf#search=%E5%BC%A0%E5%8A%A0%E9%9C%87%E9%9D%96%E5%8A%9B%E5%8A%9B%E5%8A%9B%E5%8A%9B>
- 5) 竹田恵子、太湯好子、前崎茂子：口腔ケアに焦点を当てた老年看護学実習の有効性、川崎医療福祉学会誌、Vol.13 No.1 2003
- 6) 中村雄二郎：臨床の知とは何か、岩波新書、1992
- 7) 松村三千子、松浦妙子：成人看護学授業における擬似体験学習の必要性、看護教育、医学書院、43 (29), 2002
- 8) 松村三千子、井澤陽子：老人看護学授業展開の工夫、看護教育、医学書院、41 (5), 2000
- 9) 上田雅子：成人看護学（周手術期）に乳癌患者の体験談を取り入れたことによる学生の学び、日本看護学教育学会会誌、第13巻、第3号、2004

## Mitochondrial Translocation in Ascidian Spermatozoa and Its Role in Reproduction

Makoto FUKUMOTO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Part-time lecturer (Biology), Gifu Univ. Med. Sci.

(Accepted Jan. 14, 2009)

### Abstract

Prior to the fertilization in *Ciona intestinalis*, the sperm mitochondrion translocates through the tail and is released. Mitochondrial shape change occurs by means of fine filaments (about 7 nm in diameter) and tubular structures (about 20 nm in diameter), in the mitochondrial matrix just inside of the inner mitochondrial membrane. Each tubular structure consists of 5-6 fine filaments.

Electron-dense structures are observed in a fairly regular pattern along the axoneme in the tail. They may be motor proteins that are responsible for mitochondrial translocation.

During sperm-egg interaction, the mitochondrial region makes contact with the follicle cells followed by its translocation down the tail which might, in turn, generate the driving force allowing the head to pass through the chorion (vitelline coat). The sperm mitochondrion is discarded outside of the egg prior to gamete fusion. This might be one reason why ascidian sperm have a relatively large single mitochondrion lateral to the nucleus; this adaptive change would make it easier to contact or to be trapped by the follicle cells.

**Key words:** Urochordata, Ascidiacea, Fertilization, Spermatozoa, Mitochondrial Translocation.

### Introduction

The subphylum Tunicata (Urochordata), located in the base of the evolutional lineage of the chordates, consists of three classes: Ascidiacea, Appendicularia and Thaliacea. Both Appendicularians and Thaliaceans are exclusively pelagic, while Ascidians are benthic. The ascidian egg is enclosed by a relatively thick and tough chorion (vitelline coat) composed of a thick network of interwoven microfibrils, to which spermatozoa bind as a prerequisite for fertilization<sup>1-3)</sup> and which might participate in self and non-self recognition in *Halocynthia roretzi*<sup>4)</sup>. The chorion (vitelline coat) is decorated externally by a single layer of highly vacuolated follicle cells. The follicle cells are thought to be involved in sperm attraction in *Ciona intestinalis*<sup>5)</sup>, in egg flotation in *Corella willmeriana*<sup>6)</sup>, in sperm penetration through the chorion (vitelline coat) in *Halocynthia roretzi*<sup>4)</sup> and in *Ciona intestinalis*<sup>7)</sup>, and in block to the interspecific fertilization in *Ascidia*

*aspersa*<sup>8-10)</sup>. In the perivitelline space between the chorion (vitelline coat) and the egg surface, test cells are located. It has been proposed that the test cells make the larval tunic hydrophilic during development<sup>11)</sup>. However, any role of the test cells in fertilization is enigmatic.

The characteristics of ascidian spermatozoa are their elongated head, greatly reduced acrosome and a single mitochondrion laterally applied to the head<sup>12-14)</sup>. Fertilization is the result of series of well-choreographed interactions between sperm and egg. In *C. intestinalis*, it has been confirmed that the sperm-activating and attracting factor (SAAF) is released from the vegetal pole region of the egg, not from follicle cells, chorion (vitelline coat) and test cells. The factor, determined as a sort of disulfated steroid, has a dual function of sperm activation and attraction<sup>15-18)</sup>.

One of the unique events in ascidian fertilization involves the translocation of the sperm mitochondrion through the tail and its dehiscence from the sperm outside the chorion (vitelline coat) during the process of

<sup>2</sup>Professor Emeritus, Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University, Mizuho-ku, Nagoya 467-5801, Japan  
e-mail : fukumoto@nsc.nagoya-cu.ac.jp

fertilization<sup>19-21)</sup>. This process can be induced experimentally<sup>22)</sup>. In this paper, I describe morphological observations on sperm mitochondrial translocation (paternal mitochondrial translocation) along the sperm axoneme in *C. intestinalis* and propose a possible explanation for the role of this process in ascidian fertilization.

### Materials and Methods

*Ciona intestinalis* were collected on the coast near the Port of Nagoya, Aichi Pref. Japan.

For TEM observations, the sperm were suspended in the Ca ionophore A 23187 (Calbiochem Corp., Lot 901359) in seawater (2  $\mu$ m/ml) for 5 min. The sperm were then fixed in 3% glutaraldehyde in 0.1 M cacodylate buffer (pH 7.4) for 30 min at room temperature and pelleted via centrifugation. These specimens were prepared for electron microscopy according to a method described by Fukumoto<sup>23)</sup>. Electron micrographs were taken on a Hitachi H-7100 electron microscope operated at 75 kV.

For SEM observations, a drop of Ca ionophore-activated sperm suspension was added to a cover slips. After 5 min, excessive seawater was sucked off with blotting paper. The cover slips were fixed in OsO<sub>4</sub> seawater, dehydrated in an ethanol series and transferred to isoamylacetate. They were then dried using a critical point drier (HCP-2, Hitachi) and coated with gold. SEM micrographs were taken on a JSM-T 100 (JEOL) scanning electron microscope operated at 25 kV.

### Results

A spermatozoon of *Ciona intestinalis* has the typical characteristics of ascidian sperm; an elongated nucleus, a single mitochondrion applied laterally to the nucleus and it lacks a mid piece (Fig. 1, A and B). A small acrosome is located at the anteriormost region of the head (Fig. 1, B arrow). Mitochondrial translocation begins with the rounding up of the mitochondrion (Fig. 1, C and D). Transverse section through the head at the level of the mitochondrion in the sperm corresponding to Fig. 1 B reveals that fine filaments are present just inside of the inner mitochondrial membrane (Fig. 1, E in square). Furthermore, tubular structures are observed in a fairly regular arrangement at the peripheral region just inside of

the inner mitochondrial membrane (Fig. 1, E white arrows). Higher magnification reveals that the tubular structure consists of several fine filaments (Fig. 1, F arrows). The mitochondrion translocates along the tail axoneme (Fig. 2, A). During this process, a bundle of fine filaments is observed just inside the inner mitochondrial membrane (Fig. 2, B, C and D). Several subunits make up each tubular structure (Fig. 2, D arrows). The mitochondrion slides down the sperm tail (Fig. 3, A) and is shed (Fig. 3, B). During mitochondrial translocation along the axoneme, regularly arranged electron-dense structures are observed between the axoneme and the sliding mitochondrion (Fig. 3, C and D arrows). The average distance between the electron-dense structure is 100 nm. Glycogen granules(g) are present around the mitochondrion (Fig. 3, D).

### Discussion

Sperm mitochondrial translocation (paternal mitochondrial translocation) can be induced by low Na<sup>+</sup> or high pH 9.5 seawater and by isolated chorion (vitelline coat) in *Ascidia ceratodes*<sup>22,24)</sup>. The Calcium ionophore A 23187 also induces mitochondrial translocation in *Ciona intestinalis*. Lambert and Epel<sup>24)</sup> designated these distinctive sperm morphologies; fusiform, knob, migratory and amitochondrial. In the fusiform and migratory mitochondria, fine filaments are observed (Fig. 1, E, F and Fig. 2, B, C). These filaments run antero-posteriorly (Fig. 2, B). They are 7 nm in diameter which suggests that they may be actin filament. In this context, it is worth mentioning that actin has been detected in the sperm mitochondrion of *Ascidia ceratodes*<sup>25)</sup>. Mitochondrial shape change may be caused by the actin filaments in the mitochondrion (Fig. 2, B).

Tubular structures are observed in the mitochondria just inside of the mitochondrial inner membrane in fairly regular pattern (Fig. 1, E and Fig. 2, C). In *Ciona intestinalis*, I have reported similar tubular structures in the sperm mitochondrion<sup>26,27)</sup>. High magnification reveals that these tubular structures consist of circular arrangement of several fine filaments which might run parallel to each other (Fig. 1, F arrows and Fig. 2, D arrows).

The filamentous structures in the sperm mitochondria have been reported in *Perophora formosana*<sup>23)</sup>, *P. annectens*<sup>28)</sup>, and *Diplosoma listerianum*<sup>29)</sup>. In *P. formosana*,

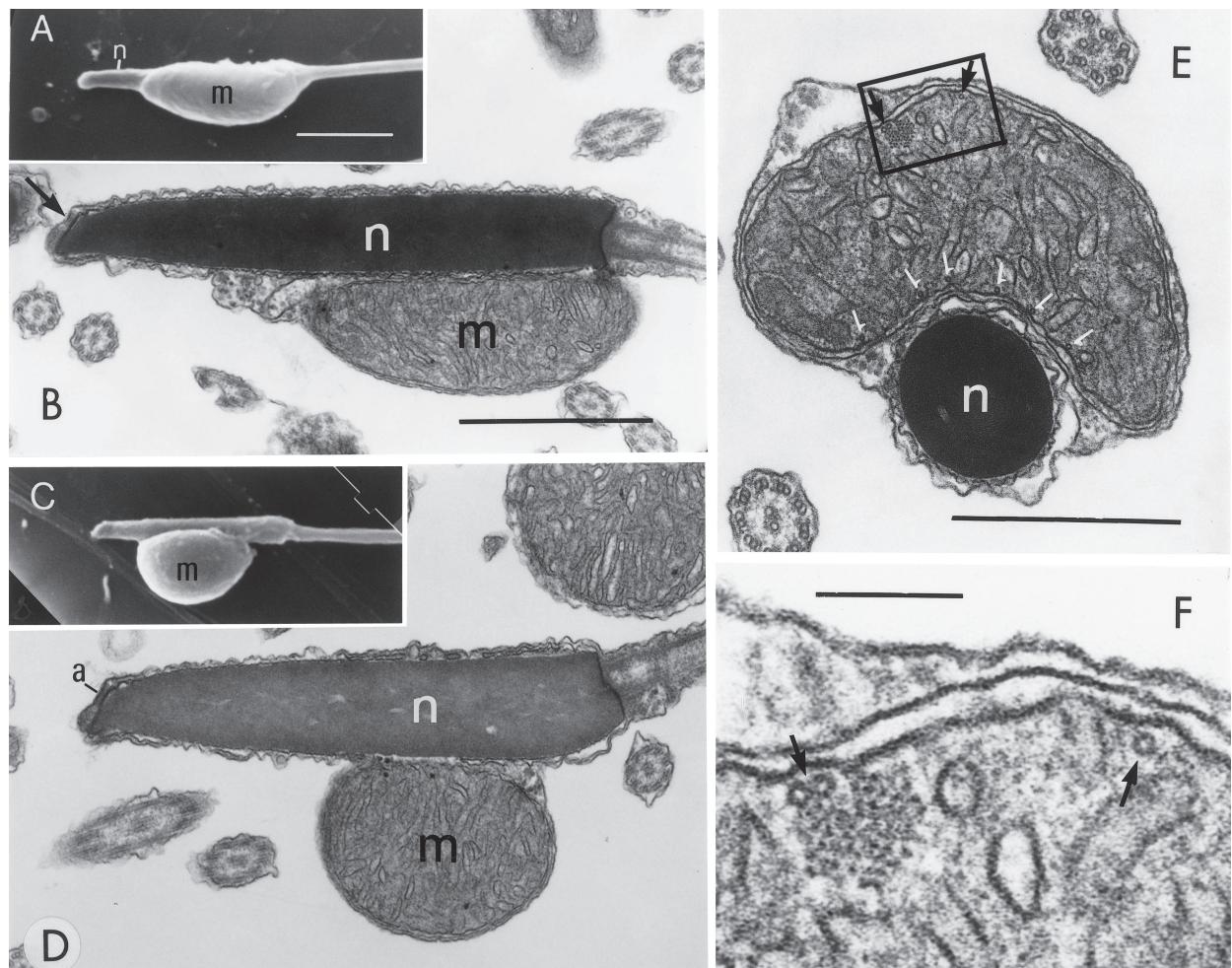


Figure 1. A, SEM image of *Ciona intestinalis* sperm. A single fusiform mitochondrion (m) is applied laterally to the nucleus(n). Bar: 1  $\mu$  m (This is also applicable to C). B, Sagittal section through the sperm head. A small acrosome (arrow) is observed at the anterior region of the head. A single ovoid mitochondrion (m) is applied laterally to the nucleus (n). Bar: 1  $\mu$  m (This is also applicable to D). C, SEM image of a sperm head where the mitochondrion is rounding up. D, Sagittal section through the head. (a)acrosome ; (m) mitochondrion ;(n) nucleus. E, Transeverse section through the head. Fine filaments and tubular structures (arrows) are observed just inside of the mitochondrial inner membrane. Tubular structures locate in fairly regular pattern just inside of the mitochondrial inner membrane (white arrows). Bar: 1  $\mu$  m. F, Enlargement of the square in E. Tubular structure consists of 5 to 6 fine filaments (arrows). The filaments are approximately 7 nm in diameter. Bar: 100 nm.

filamentous structures (approximately 10 nm in diameter) are observed exclusively in the mitochondrial matrix. They are arranged parallel to one another along the long axis of the mitochondrion. During spermiogenesis, they appear in the mitochondrial matrix just inside and along the inner mitochondrial membrane of spermatids as the mitochondrion begins to elongate into the lateral body. Similar structures have been also recognized in mitochondria in some other compound ascidians: *Clavelina picta*, *C. huntsmani*, *Distaplia occidentalis* and *Aplidium californicum* (Fukumoto, unpublished). These structures are thought to be necessary for mitochondrial elongation.

The regular pattern of electron-dense structures along

the axoneme may play an important role in mitochondrial translocation (Fig.3, C, D). These structures presumably correspond to the same as the electron-dense structures reported in *Ascidia ceratodes* by Koch and Lambert<sup>30</sup>. These structures (Fig. 3, A, B) might be motor proteins which transport mitochondrion along the length of the tail<sup>31-33</sup>. Mitochondrial translocation in *Ascidia ceratodes* is inhibited by cytochalasin B and the calmodulin inhibitors trifluoperadine (TFP) and N-4 aminobutyl 5-chloro-2-naphthalene-sulfonamide (W-13) suggesting that the process is powered by actin-myosin interactions which are modulated by calmodulin<sup>34</sup>.

It has been proposed that the sperm stick to the chorion

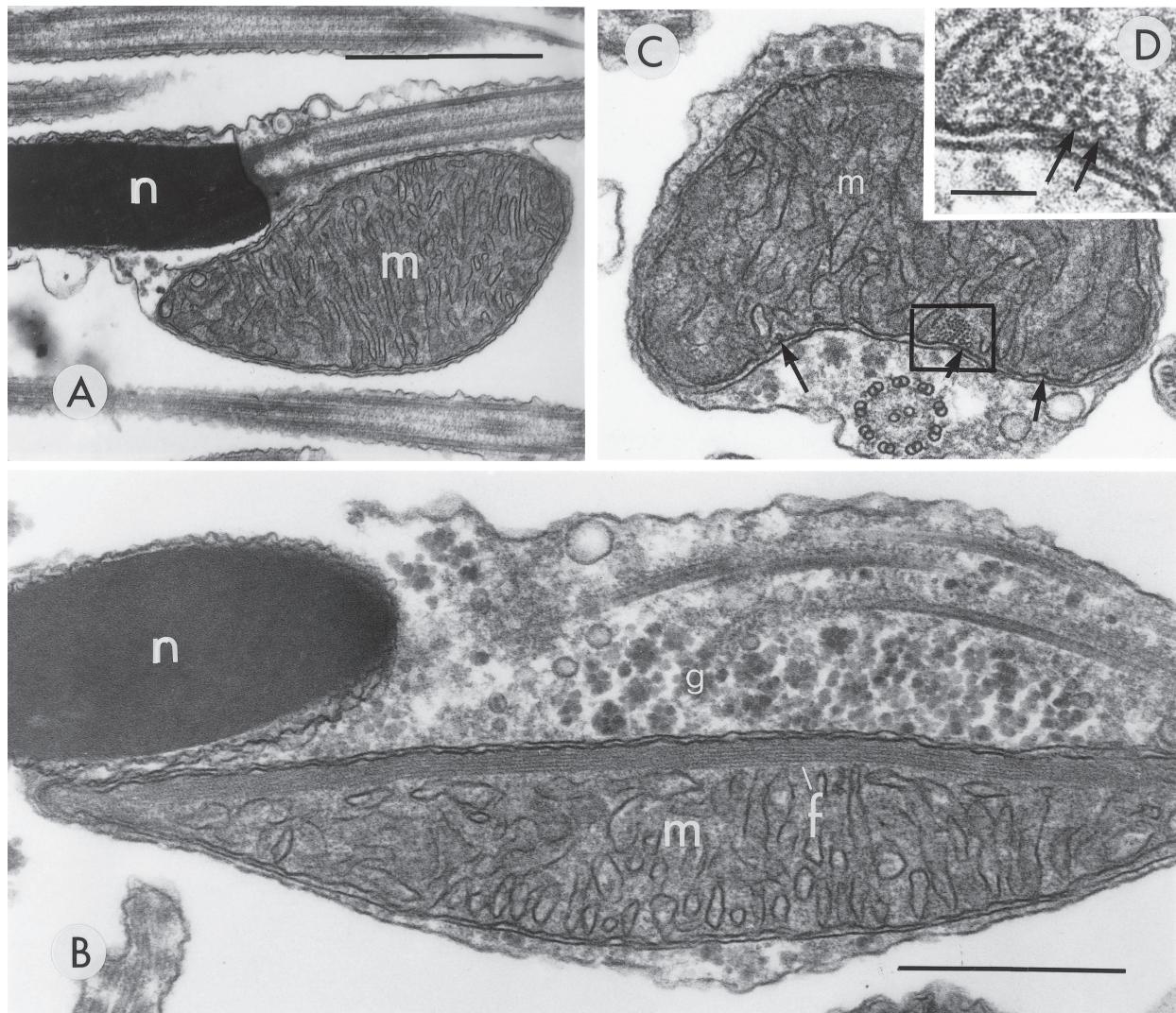


Figure 2. A, Mitochondrial translocation through the connecting region between the nucleus and the tail axoneme. Bar: 1  $\mu$ m. B, Mitochondrial elongation. Fine filaments(f) are observed running antero-posteriorly just inside of the mitochondrial inner membrane. (g) glycogen granule, (m) mitochondrion, (n) nucleus. Bar: 0.5  $\mu$ m (This is applicable to C). C, Cross section through the translocating mitochondrion (m). Fine filaments and tubular structures are observed (arrows). D, Enlargement of the square in C. The fine filaments are approximately 7 nm in diameter. The tubular structure consists of 5-6 fibers (arrows).

(vitelline coat) by their tips of the head, thereafter the attachment region to the chorion (vitelline coat) shifts to the membrane overlying the mitochondrion that would result in the sperm head and tail being transported across the perivitelline space as mitochondrial translocation progresses on the chorion (vitelline coat) during fertilization<sup>25,35</sup>. However, Lambert<sup>22</sup> observed sperm-egg interactions mainly on defolliculated eggs with a light microscope. Under natural conditions, however, eggs are spawned enclosed with intact follicle cells.

Based on EM observations, I have never seen that sperm mitochondria make contact with the chorion (vitelline coat) but they do make contact with follicle cells (Fig.6 in

Fukumoto<sup>36</sup>; Fig.1, E,G and Fig.2, A in Fukumoto and Numakunai<sup>37</sup>). Removal of the follicle cells dramatically inhibits the rate of fertilization in *Ascidia nigra*<sup>38</sup> and in *Ciona intestinalis*<sup>7</sup>. They are necessary for the sperm penetration through the chorion in *Halocynthia roretzi*<sup>4</sup>. In *H. roretzi*, defolliculated eggs could not be fertilized, even though the sperm were pretreated by follicle cells. However, if the defolliculated eggs had follicle cells added back to them, they recovered the capacity to be fertilized<sup>4</sup>. This strongly suggests that physical contact of sperm with follicle cells is indispensable for fertilization in *H. roretzi*<sup>4</sup>. The thickness of the chorion is about 200 nm in *Ciona intestinalis* (Fig.2 and Fig. 3 in Fukumoto<sup>36</sup>) and is about

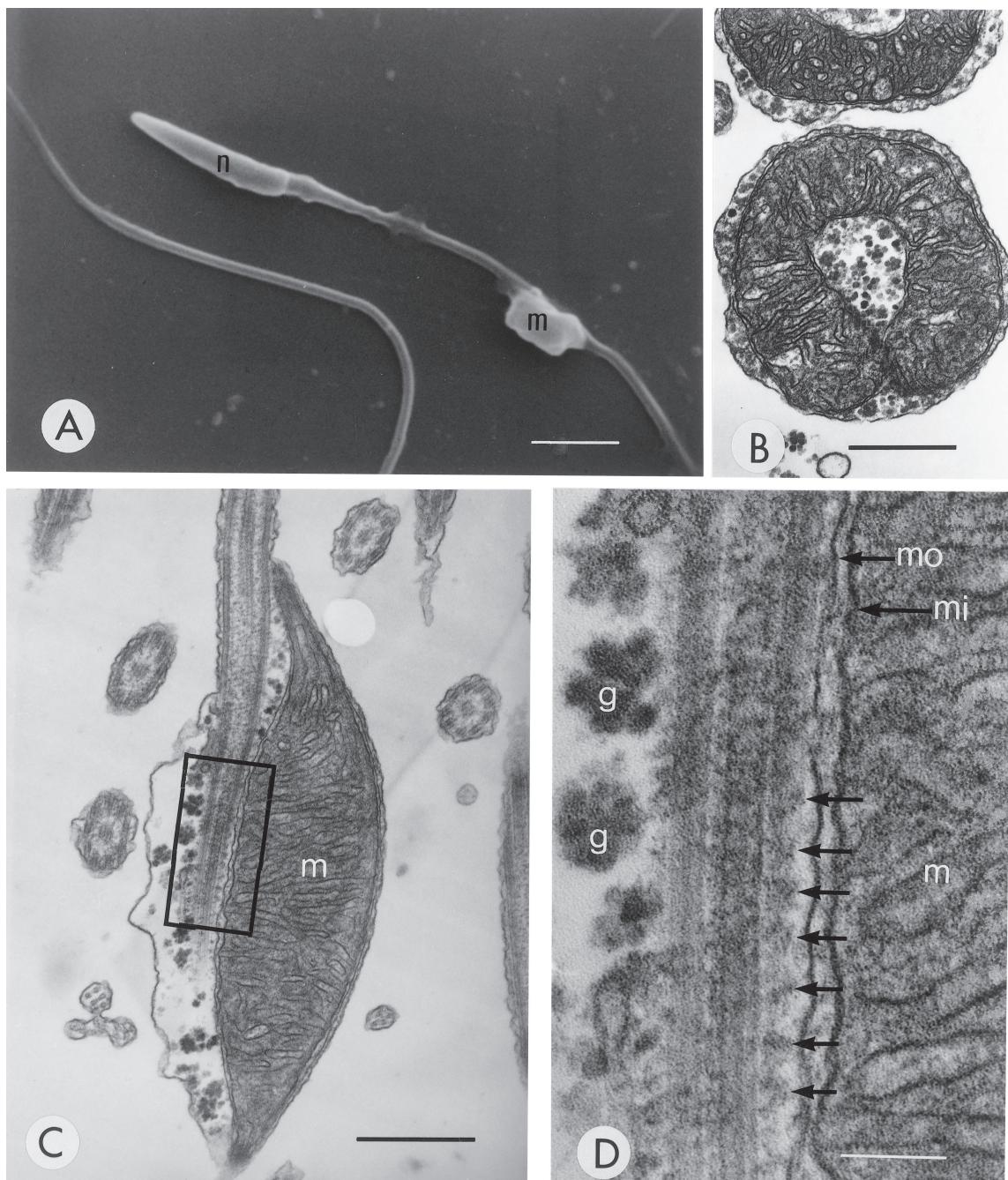


Figure 3. A, An SEM image of sperm with a translocating mitochondrion moving through the tail. m, mitochondrion n, nucleus; Bar: 1  $\mu$ m. B, Cross section through a shed mitochondrion. Bar: 0.5  $\mu$ m. C, Longitudinal section through the translocating mitochondrion(m). Bar: 1  $\mu$ m. D, Enlargement of the square in C. Note the regularly arranged electron-dense structures (arrows) on the axoneme adjacent to the translocating mitochondrion. g, glycogen granules; m, mitochondrion; mi, mitochondrial inner membrane; mo, mitochondrial outer membrane. Bar: 100 nm.

2  $\mu$ m in *Halocynthia roretzi* (Fig.2, A,B in Fukumoto and Numakunai<sup>37</sup>). The chorion (vitelline coat) of *H. roretzi* consist of many layers of interwoven fibers (Fig.1, E and Fig.2, B in Fukumoto and Numakunai<sup>37</sup>). The thick chorion (vitelline coat) in *H. roretzi* makes it necessary for the sperm to make perpendicular contact with the chorion (vitelline coat). In the *H. roretzi*, I have often observed that

spermatozoa lie horizontally in the chorion (vitelline coat) where follicle cells are absent (Fukumoto, unpublished). Ascidian sperm approach the egg through the cleft between follicle cells and make contact with the chorion (vitelline coat) at their tips. During this process, the sperm mitochondrial region makes contact with the follicle cells. Sperm mitochondrial translocation through the tail

provides the driving force for the sperm passing through the chorion (vitelline coat). This supposition is reasonable because the chorion lysins may be intercalated, in a non-diffusible state, into the plasma membrane enclosing the apical region of the sperm head<sup>13, 28)</sup>. I have observed that sperm have passed through the chorion (vitelline coat) perpendicularly leaving a hole with sharp boundary in *Halocynthia roretzi* (Fig.2, A,B and C in Fukumoto and Numakunai<sup>37)</sup>. Actually, a cell surface-bound chymotrypsin-like enzyme has been detected in *Ascidia ceratodes*, *Ascidia callosa* and *Ascidia paratoropora*<sup>39)</sup>. This supposition explains why defolliculation of ascidian egg lowers the percentage of fertilization in *Ascidia nigra*<sup>38)</sup>, in *Ciona intestinalis*<sup>7)</sup> and completely blocks fertilization in *Halocynthia roretzi*<sup>4)</sup>.

In other animal species, sperm mitochondria (paternal mitochondria) enter the egg at fertilization. These paternal mitochondria are digested by lysosomes in the egg cytoplasm after fertilization<sup>40)</sup>. In ascidians, the sperm mitochondrion (paternal mitochondrion) is trapped by follicle cells and discarded outside of the chorion (vitelline coat), prior to the gamete fusion. This might be one reason why ascidian sperm have a relatively large single mitochondrion lateral to the nucleus; this adaptive change would make it easier to contact or to be trapped by the follicle cells.

Ascidian fertilization can be summarized as follows: Ascidian spermatozoa have a greatly reduced acrosome and the chorion (vitelline coat) lysins are intercalated into the plasma membrane enclosing the anterior region of sperm head<sup>1, 28, 41)</sup>. Ascidian sperm approach the egg through the cleft between follicle cells and make contact with the chorion (vitelline coat) at their tips. During this process, the sperm mitochondrial region makes contact with the follicle cells. Sperm mitochondrial translocation through the tail in contact with the follicle cells, in turn, provides the driving force for the sperm passing through the chorion (vitelline coat). After passage through the chorion (vitelline coat), the acrosome reaction occurs via vesiculation in the perivitelline space between the chorion (vitelline coat) and egg surface<sup>37)</sup>. Vesiculation takes place through membrane fusion between acrosomal outer membrane and the plasma membrane overlying the

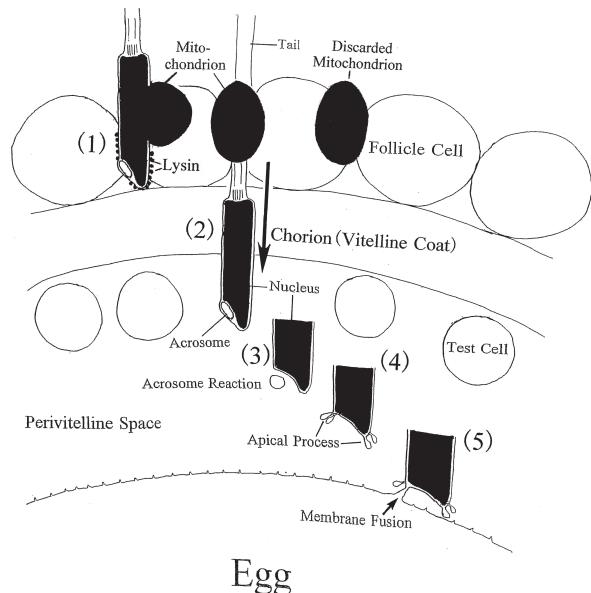


Figure 4. The egg is enclosed by a chorion (vitelline coat). A single layer of highly vacuolated follicle cells adheres to the outside of the chorion (vitelline coat). Test cells are located in the perivitelline space between the chorion (vitelline coat) and the egg. (1) The spermatozoon binds to the surface of the chorion (vitelline coat) by the anterior tip of its head. The sperm mitochondrion becomes knob-shaped which makes its attachment to the follicle cells easier. (2) The sperm mitochondrion translocates along the tail axoneme which generates the driving force (arrow) that allows the sperm head to pass through the chorion (vitelline coat). (3) The acrosome reaction occurs by means of vesiculation in the perivitelline space. (4) The apical processes protrude only from the apex of the acrosome-reacted sperm. (5) Gamete fusion takes place between some of the apical processes and egg plasma membrane, resulting in the incorporation of the sperm into the egg from the anterior tip of its head.

acrosome along the peripheral margin of the acrosome, which results in the formation of a vesicle<sup>42-45)</sup>. After the acrosome reaction, apical processes protrude at the peripheral margin of the sperm apex, by which membrane fusion between sperm and egg occurs<sup>36, 37, 41)</sup>. These steps are summarized and illustrated in Figure 4.

#### Acknowledgment

The author is grateful to Professor Emeritus Gary Freeman, of the University of Texas at Austin, for his valuable suggestions and for reading the manuscript.

#### References

- 1) Rosati, F. and De Santis, R. (1978) Studies on fertilization in the

- ascidians. I. Self-sterility and specific recognition between gametes of *Ciona intestinalis*. *Exp. Cell Res.* 112: 111-119.
- 2) DeSantis R, Jamunno, G. and Rosati, F. (1980) A study of the chorion and the follicle cells in relation to the sperm-egg interaction in the ascidian, *Ciona intestinalis*. *Dev. Biol.* 74:490-499.
- 3) Hoshi, M., DeSantis, R., Pinto, MR., Cotelli, F. and Rosati, F. (1985) Sperm glycosidases as mediators of sperm-egg binding in ascidians. *Zool. Sci.* 2:65-69.
- 4) Fuke, M. (1983) Self and non-self recognition between gametes of ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Roux's Archives Dev. Biol.* 192:347-352.
- 5) Miller, RL. (1975) Chemotaxis of the spermatozoa of *Ciona intestinalis*. *Nature* 252:244-245.
- 6) Lambert, CC. and Lambert, G. (1978) Tunicate eggs utilize ammonium ions for flotation. *Science* 200:64-65.
- 7) Kawamura, K., Fujita, H. and Nakauchi, M. (1988) Helper function of follicle cells in sperm-egg interactions of ascidians, *Ciona intestinalis*. *Develop. Growth Differ.* 30: 693-703.
- 8) Villa, L. and Patricolo, E. (1992) ascidian interspecific fertilization. I. Preliminary data on the involvement of the follicle cell layer. *Eur. Arch. Biol.* 103: 25-30.
- 9) Patricolo, E. and Villa, L. (1992) Ascidian interspecific fertilization. II. A study of the external egg coating in hybrid cross. *Anim. Biol.* 1: 9-15.
- 10) Patricolo, E. and Villa, L. (1995) Ascidian interspecific fertilization. III. Ultrastructural investigations of sperm-egg interaction. *Eur. J. Morph.* 33: 433-442
- 11) Cloney, RA. (1990) Larval tunic and the function of the test cells in ascidians. *Acta Zoologica (Stockholm)* 71: 151-159.
- 12) Cloney, RA. and Abbott, LC. (1980) The spermatozoa of ascidians: acrosome and nuclear envelope. *Cell Tissue Res.* 206:261-270.
- 13) Fukumoto, M. (1983) Fine structure and differentiation of the acrosome-like structure in the solitary ascidians, *Pyura haustor* and *Styela plicata*. *Develop. Growth Differ.* 25:503-515.
- 14) Fukumoto, M. (1985) Acrosome differentiation in *Molgula manhattensis* (Asciidae, Tunicata). *J. Ultrastruct. Res.* 92: 158-166.
- 15) Yoshida, M., Inaba, K., Morisawa, M. (1993) Sperm chemotaxis during the process of fertilization in ascidians, *Ciona intestinalis*. *Dev. Biol.* 157: 497-506.
- 16) Yoshida, M., Murata, M., Morisawa, M. (2002) A chemoattractant for ascidian spermatozoa is a sulfated steroid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 14831-14836.
- 17) Yoshida, M., Ishikawa, M., Izumi, H., DeSantis, R., Morisawa, M. (2003) Store-operated calcium channel regulates the chemotactic behavior of ascidian sperm. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100: 149-154.
- 18) Oishi, T., Tsuchikawa, H., Murata, M., Yoshida, M., Morisawa, M. (2003) Synthesis of endogenous sperm-activating and attracting factor isolated from ascidian *Ciona intestinalis*. *Tetrahedron Letters* 44: 6387-6389.
- 19) Ezell, SD. (1963) The lateral body of *Ciona intestinalis* spermatozoa. *Exp. Cell Res.* 30:615-617.
- 20) Ursprung, H. and Shabtach, E. (1965) Fertilization in tunicates: Loss of the paternal mitochondrion prior to sperm entry. *J. Exp. Zool.* 159:379-384.
- 21) Villa, L. (1977) An ultrastructural investigation on preliminaries in fertilization of *Ascidia malaca*. *Acta Embry. Exp.* 2: 179-193.
- 22) Lambert, CC. (1982) The ascidian sperm reaction. *American Zoologist* 22: 841-849.
- 23) Fukumoto, M. (1981) The spermatozoa and spermiogenesis of *Perophora formosana* (Ascidia) with special reference to the striated apical structure and the filamentous structures in the mitochondrion. *J. Ultrastruct. Res.* 77:37-53.
- 24) Lambert, CC. and Epel, D. (1979) Calcium-mediated mitochondrial movement in ascidian sperm during fertilization. *Dev. Biol.* 69:296-304.
- 25) Lambert, CC. and Lambert, G. (1984) The role of actin and myosin in ascidian sperm mitochondrial translocation. *Dev. Biol.* 106: 307-314.
- 26) Fukumoto, M. (1990) Review: morphological aspects of ascidian fertilization. *Zool. Sci.* 7: 989-998.
- 27) Fukumoto, M. (2000) Acrosome differentiation in ascidians *Clavelina lepadiformis* and *Ciona intestinalis*. *Cell Tissue Res.* 302: 105-114.
- 28) Fukumoto, M. (1984) The apical structure in *Perophora annectens* (Tunicata) spermatozoa: fine structure, differentiation and possible role in fertilization. *J. Cell Sci.* 66: 175-187.
- 29) Fukumoto, M. (1992) The spermatozoa and spermiogenesis of *Diplosoma macdonaldi* (Ascidia, Tunicata) with special reference to the differentiation of the apex of the head and the differentiation of the tubular sacculi in the cytoplasm. *Bull. Coll. Gen. Educ. (Nat. Sci. Sec.) Nagoya City University* 38:33-48.
- 30) Koch, RA. and Lambert, CC. (1986) Ultrastructure of mitochondrial translocation in ascidia sperm. *J. Cell Biol.* 103:276a
- 31) Hirokawa, N. (1998) Kinesin and dynein superfamily proteins and the mechanism of organelle transport. *Science* 279: 519-526.
- 32) Polard, TD., Borisy, GG. (2003) Cellular motility driven by assembly and disassembly of actin filaments. *Cell* 112: 453-465.
- 33) Vale, R.D. (2003) The molecular motor toolbox for intracellular transport. *Cell* 112: 467-480.
- 34) Lambert, CC. and Lambert, G. (1983) Mitochondrial movement during the ascidian sperm reaction. *Gamete Res.* 8:295-307.
- 35) Lambert, CC. and Koch, RA. (1988) Review: Sperm binding and penetration during ascidian fertilization. *Develop. Growth Differ.* 30: 325-336.
- 36) Fukumoto, M. (1990) Morphological aspects of ascidian fertilization: acrosome reaction, apical processes and gamete fusion in *Ciona intestinalis*. *Invert. Reprod. Develop.* 17:147-154.
- 37) Fukumoto, M. and Numakumai, T. (1995) Morphological aspects of fertilization in *Halocynthia roretzi* (Asciidae, Tunicata). *J. Struct. Biol.* 114: 157-166.
- 38) Lambert, CC. and Lambert, G. (1981) Formation of the block to polyspermy in ascidian eggs: time course, ion requirements, and

- role of the accessory cells. *J. Exp. Zool.* 217: 291-295.
- 39) Koch, RA. Norton, LL. Vazquez, H. and Lambert, CC. (1994) Sperm surface chymotrypsin-like protease activity required for fertilization in ascidians. *Dev. Biol.* 162: 438-450.
- 40) Kaneda, H. Hayashi, J. Takahama, S. Taya, C. Lindahl, K.F. and Yonekawa, H. (1995) Elimination of paternal mitochondrial DNA in intraspecific crosses during early mouse embryogenesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92: 4542-4546.
- 41) Fukumoto, M. (1988) Fertilization in ascidians:apical processes and gamete fusion in *Ciona intestinalis* spermatozoa. *J. Cell Sci.* 89:189-196.
- 42) Fukumoto, M. (1990) The acrosome reaction in *Ciona intestinalis* (Ascidia, Tunicata). *Develop., Growth Differ.* 32:51-55.
- 43) Fukumoto, M. (1993) Acrosome reaction in ascidians induced by a calcium ionophore. *J. Struct. Biol.* 111:77-83.
- 44) Fukumoto, M. (2000) The acrosome reaction in spermatozoa of the ascidian *Styela plicata* (Asciidiacea, Tunicata). *Invert. Reprod. Develop.* 37: 89-94.
- 45) Fukumoto, M. and Zarnescu, O. (2003) Acrosome differentiation and the acrosome reaction in ascidian spermatozoa: *Ascidia aspersa* and *Ascidia mentula* with some implications for tunicate phylogeny. *Mar. Biol.* 143: 1151-1160.

# A simulated study of the deterioration in the equilibrium function with advancing age

Hiroki TAKADA<sup>1)</sup>, Masumi TAKADA<sup>2)</sup>, Kunihiko TANAKA<sup>3)</sup>,  
Tomoki SHIOZAWA<sup>4)</sup>, Masashi FURUTA<sup>5)</sup>, Masaru MIYAO<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Radiological Technology, Gifu University of Medical Science

<sup>2)</sup> 2<sup>nd</sup> Department of Physiology, Aichi Medical University School of Medicine

<sup>3)</sup> Department of Physiology, School of Medicine, Gifu University

<sup>4)</sup> Aoyama Gakuin University School of Business

<sup>5)</sup> Department of Health Sciences, Aichi University of Education

<sup>6)</sup> Information and technology center, Nagoya University

(2009年1月14日受理)

## ABSTRACT

Special suits have been designed to simulate physical functions of the elderly. However, it has been suggested that these suits do not simulate the postural instability that is actually observed in elderly subjects. We consider that postural instability in the elderly is principally caused by anomalous signals in vestibules. In this study, we verify this hypothesis by using galvanic vestibular stimulation that can mask regular signals until they reach vestibular nuclei. We simulate the deterioration in the equilibrium function with advancing age to a certain extent. We also show that postural instability in the elderly may be improved by the presence of visual information.

## I. INTRODUCTION

In humans, the standing posture is maintained by the body's balance function, which is an involuntary physiological adjustment mechanism<sup>1)</sup>. Aging causes deterioration in visual, auditory, and vestibular functions and in proprioceptive inputs from the skin, muscles, and joints<sup>2,3)</sup>. The information received by these sensory receptors reduces with advancing age. There is ample evidence of deterioration in many sensorimotor systems responsible for postural control, even in elderly people without any obvious signs of disease<sup>4)</sup>. Postural sway in static and dynamic posturography is correlated with age and functional parameters of balance<sup>5,6)</sup>, and there is an increased heterogeneity of postural control abilities in healthy adults<sup>7)</sup>.

The risk of falling increases with increasing age, and falls in the elderly are an important health problem. The frequencies of dizziness and balance problems increase with advancing age, and therefore, they are the most common complaints in patients older than 75 years<sup>8)</sup>.

Dizziness and postural imbalance in the elderly are frequently caused by vestibular, other sensory, or central nervous system disorders. In a retrospective study of more than 1000 cases of patients aged 70 years or older who visited a dizziness clinic, 40% had benign paroxysmal positioning vertigo, which was followed by other vestibular or neurological disorders such as Menière's disease, vestibular neuritis, cerebral vascular episodes, and tumors<sup>9)</sup>. Sensory vestibular hair cells and central vestibular neurons are differentiated cells that undergo continuing attrition from birth to old age, senescence that varies anatomically by region<sup>10)</sup>. Quantitative vestibular testing in humans has also shown alterations with age; however, a decline with aging is not a prominent feature of all parameters<sup>8)</sup>.

Special suits have been designed to simulate physical functions of the elderly(Fig.1). They comprise glasses with narrow visual fields to simulate poor eyesight, earplugs that reduce hearing ability, and weight loads that reduce movement ability. However, it has been suggested that these suits do not simulate postural instability that is



Fig. 1. Special suit for simulating physical functions of the elderly.

actually observed in elderly subjects (Fig.2). We consider that postural instability in the elderly is caused mostly by anomalous signals in vestibules. As mentioned above, this hypothesis appears to be consistent with published data on ocular and postural responses in the elderly. In this study, we verify this hypothesis by using galvanic vestibular stimulation (GVS) that can mask regular signals until they reach vestibular nuclei.

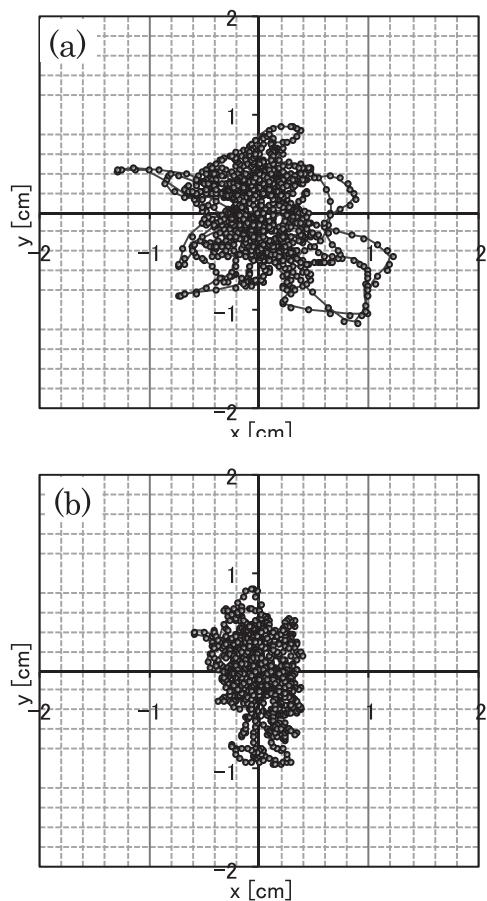


Fig. 2. Typical stabilograms<sup>5</sup> recorded when (a) subject's eyes were closed and (b) subject wore the special suit.

The term 'galvanic' refers to electric current. Luigi Galvani (1737-1798), an Italian physiologist, observed that the leg muscles of a frog contracted when stimulated with an electric current produced by dissimilar metals<sup>11</sup>. Although Alessandro Volta (1745-1827), an Italian physicist, disputed Galvani's experimental results and hypothesis on the origin of 'animal electricity', Volta became the first person to report dizziness when he applied electric current across his own head using a voltaic pile. The technique remains unchanged; however, in recent decades, GVS has become increasingly popular as a research, and occasionally, clinical tool. The origin of GVS-evoked reflex, which would aid the understanding of the aetiology of the human response to GVS, has not been explicated thus far.

According to previous researches on the brain, the entire labyrinth with the semicircular canals and otoliths is affected by GVS<sup>12,13</sup>. Functional magnetic resonance imaging (f-MRI) during the GVS shows three different sensory systems—vestibular, auditory, and nociceptive systems<sup>14</sup>—that are activated in the insula-thalamic region.

GVS has been widely used as a tool for eliciting the vestibular perception of roll motion<sup>15,16</sup>. Providing a vestibular motion stimulus through GVS may reduce the conflict between the perceptions of static (vestibular) and dynamic (visual) stimulations, resulting in reductions in the simulator adaptation syndrome (SAS), which includes one or more of the following symptoms: nausea, disorientation, dizziness, headache, and/or difficulty in focussing<sup>17</sup>. SAS is particularly prevalent in studies that involve static in fixed-base simulators, which are often selected because they are less expensive than dynamic (moving-base) simulators. One theory is that SAS occurs due to a conflict between the perception of a static situation from the vestibular system<sup>18</sup> and the visual perception of self-motion, induced by a virtual environment (VE). Jones et al. (2007) evaluated the effects of GVS on simulator sickness scores measured by the simulator sickness questionnaire (SSQ)<sup>19</sup> and observed reductions in SSQ scores due to the application of GVS while gradual curves<sup>20</sup>. The use of GVS during simulated driving may create a highly realistic experience to support the contention that the application of GVS during simulations

in a VE reduces SAS. Further, noisy GVS has been used to improve motor and autonomic responsiveness and is effective for ameliorating the symptoms in patients with multiple system atrophy or Parkinson's disease. This technique is based on the nonlinear phenomenon of stochastic resonance in which the detection of small afferent signals can be enhanced by the addition of an appropriate amount of noise<sup>21)</sup>. Furthermore, this mechanism would facilitate behavioural, perceptive, and autonomic responses in animals and humans, for instance, information transfer in crayfish mechanoreceptors<sup>22)</sup>, tactile sensation in rats<sup>23)</sup>, availability of electrosensory information for prey capture<sup>24)</sup>, human hearing<sup>25)</sup>, vibrotactile sensitivity in the elderly<sup>26)</sup>, spatial vision of amblyopes<sup>27)</sup>, and impaired neural transmission associated with neural disease. The addition of external noise to baroreceptor signalling could improve blunted autonomic efferent responses to a postural change in patients with primary autonomic failure (Shy-Drager syndrome)<sup>28)</sup>.

GVS at a small stimulus current (0.25–2 mA) can result in prolonged galvanic body sway<sup>29)</sup> and transient electromyographic response in the leg muscles of a standing human<sup>30, 31)</sup>. The onset of GVS-evoked body sway is rapid and appears to be almost complete within 1 or 2 s of stimulus onset. The sway is in the direction of the anode and affects all body segments<sup>32)</sup>. This mechanism is explained as follows: GVS suppresses the firing rate in the output of afferent nerves from the vestibular apparatus on the anode side<sup>33)</sup>, and the subject has an illusion that the human body moves in the direction of the cathode<sup>34)</sup>. Stabilometry is employed to evaluate the abovementioned equilibrium function both qualitatively and quantitatively. The projection of a subject's centre of gravity onto a detection stand is measured as an average of the centre of pressure (COP) of both feet. The COP is traced for each time step, and the time series of the projections is traced on the xy plane. By connecting the points in the temporal vicinity, a stabilogram is formed, as shown in Fig.2. Several parameters such as the area of sway (S) and total locus length (L) have been proposed to quantify instability in the standing posture, and these parameters are widely used in clinical studies. However, by measuring the stabilogram patterns, it is difficult to clinically diagnose

balance function disorders and identify the reduction in the equilibrium function using the abovementioned parameters. Large interindividual differences might cause difficulty in understanding the results in multiple comparisons.

Mathematically, the sway in the COP is described by a stochastic process<sup>35–37)</sup>. We examine the adequacy of using a stochastic differential equation (SDE) and investigate the most suitable SDE for our research. In the SDE as a mathematical model of sway, the distribution  $G(x)$  of the observed points  $x$  has the following correspondence with the temporal averaged potential function  $V(x)$ .

$$V(x) = -\ln G(x)/2 + \text{const.}$$

The value of  $V(x)$  can be obtained from a stabilogram and must be approximated to a fourth-degree polynomial<sup>38)</sup>. The potential curved surface has multiple minimal points. In the neighbourhood of these points, the SDE shows a stable local movement with a high-frequency component (fine variations in posture control), and therefore, we can expect a high density of observed points (COPs) in this neighbourhood on the stabilogram. Sparse density (SPD) depends on the dispersion of COPs as well as L/S, which is regarded as a gauge to evaluate the function of the proprioceptive control of standing in human beings. The SPD (see Appendix) is used as an index to evaluate the postural instability in stabilometry<sup>39)</sup>.

The nonlinear property of SDEs is important. They are affected by electric current during periodic GVS. It is considered that a periodic function  $s(t)$  is added to the SDE as a forcing term, and the form of the potential function  $V(x)$  changes<sup>40)</sup>. The effective potential is expressed as

$$V_{\text{eff}}(x) = V(x) + s(t)x,$$

where  $x$  is a space variable in the lateral direction, that is, the direction of the GVS-evoked body sway. Using the SPD in the analysis of stabilograms, we investigate the metamorphosis of the potential function  $V(x)$  in this study. By comparing the stabilograms, we study the effects of aging and GVS on the sway of the COP.

## II. MATERIALS AND METHODS

Thirty-two healthy subjects voluntarily participated in the study; all of them were Japanese and lived in Nagoya

and its environs. They were divided into two groups: a group of young people aged less than 22 years ( $20 \pm 1$  year) and a group of elderly people aged more than 65 years ( $70 \pm 4$  years). Each group included the same number of subjects (Table 1). The following were the exclusion criteria for subjects: subjects working in a night shift, subjects with dependence on alcohol, subjects who consumed alcohol and caffeine-containing beverages after waking up and meals within two hours, subjects who may have had any otorhinolaryngologic or neurological disease in the past, except for conductive hearing impairment, which is commonly found in the elderly. The subjects were not prescribed drugs for any disease by doctors.

Table 1 Number of subjects

	Age	Number	Male	Female
Young subjects	19–20	8	4	4
	21–22	8	6	2
Elderly subjects	65–66	3	2	1
	67–68	3	3	0
	69+	10	9	1

In the subsequent stabilometric analysis, we recorded the COP at rest and during GVS. We ensured that the body sway was not affected by environmental conditions; using an air conditioner, we adjusted the temperature to  $25^{\circ}\text{C}$  in the exercise room, which was large, quiet, and bright. All subjects were tested from 10 am to 5 pm in the room of Nagoya University; they were positioned facing a wall on which a visual target was placed; the distance between the wall and subjects was 2 m.

The local ethics committee of the Nagoya University School of Health Science approved this study (approval number 7-129), and the subjects gave their informed consent prior to participation.

#### A. Stabilometry

Before the sway was recorded, the subjects stood still for 1 min in the Romberg posture with their feet together on the detection stand of a stabilometer (G5500, Anima Co., Ltd.). The COP sway was recorded (sampling frequency: 20 Hz) when the subjects stood with their eyes open (1 min) and looked at a visual target placed at a

distance of 3 m or when their eyes were closed (subsequent 1 min). The stabilograms were simultaneously recorded using the stabilometer.

#### B. GVS

Every second, rectangular current impulses were output from an electronic stimulator (SEN-3301, Nihon Kohden Co., Ltd.). The duration of the current was set to 0.5 s (Fig. 3a). A small electric current (0.6–2.0 mA) was percutaneously applied to both sides of the mastoid processes through Ag/AgCl electrodes of an isolator (SS-104J, Nihon Kohden Co., Ltd.) (Fig. 3b). We set the amplitude of the electric current to the maximum value obtained in the following anti-GVS test; this value varied among subjects.

#### C. Anti-GVS test

The initial current was set to 0.6 mA. The current was increased by 0.2 mA every 20 s. Conversely, after the stimulus current became 2.0 mA, it was decreased by 0.2

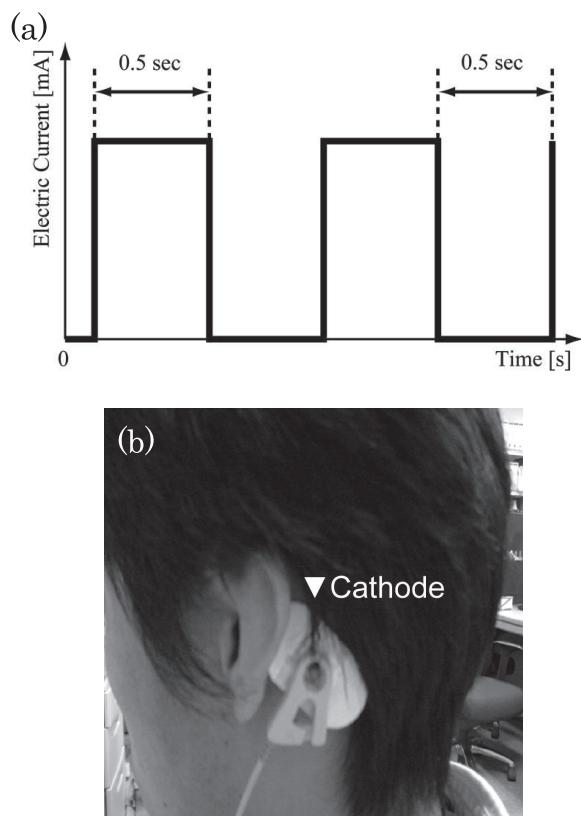


Fig. 3. Bilateral monopolar GVS. (a) Rectangular current impulses and (b) two electrodes connected to two mastoid processes (cathode: left; anode: right).

mA every 20 s. We performed the anti-GVS test with the proviso that the test would be stopped whenever the subject would request for it, when the systolic blood pressure (SBP) would decrease to 90 mm of Hg or less, or we when would observe a sudden drop in the SBP; the difference between the sudden drop and the stationary blood pressure was larger than 40 mm of Hg<sup>41</sup>.

#### D. Statistics

We analyzed the following indices from the stabilograms: the area of sway (S), total locus length (L), total magnitude of acceleration (A), A/L, SPD S<sub>k</sub> (k = 2, 3), and total locus length in the chain (LC)<sup>42</sup> in order to measure the postural instability caused by the effects of factors of aging and GVS. With regard to these factors, we tested two arrangements having two levels. The abovementioned six indices were calculated from a stabilogram observed when the subjects' eyes were open or closed. We then carried out

a two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures for each index and visual condition (presence or absence of visual information). The number of repetitions was set to 16 (number of subjects). We examined the null hypothesis such that there was no interaction between the two factors and no difference between the population means at various levels. Further, multiple comparisons were performed by Tukey's method. In both these statistical tests, a value of  $p < 0.05$  was considered to be significant.

### III. RESULTS

Figures 4 and 5 show typical stabilograms recorded when each subject's eyes were closed. Figures 4b and 5b show the results during the GVS. In these figures, the vertical axis shows the anterior and posterior movements of the COP, and the horizontal axis shows the right and left movements of the COP. The amplitudes of the sway that

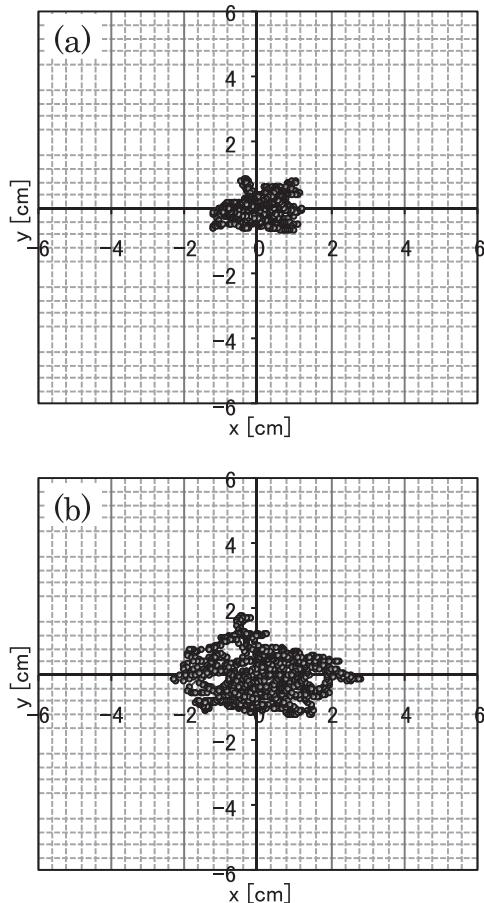


Fig. 4. Typical recorded stabilograms of a young subject (20-year-old male) whose eyes were closed. The stabilogram was observed (a) at rest and (b) during the GVS.

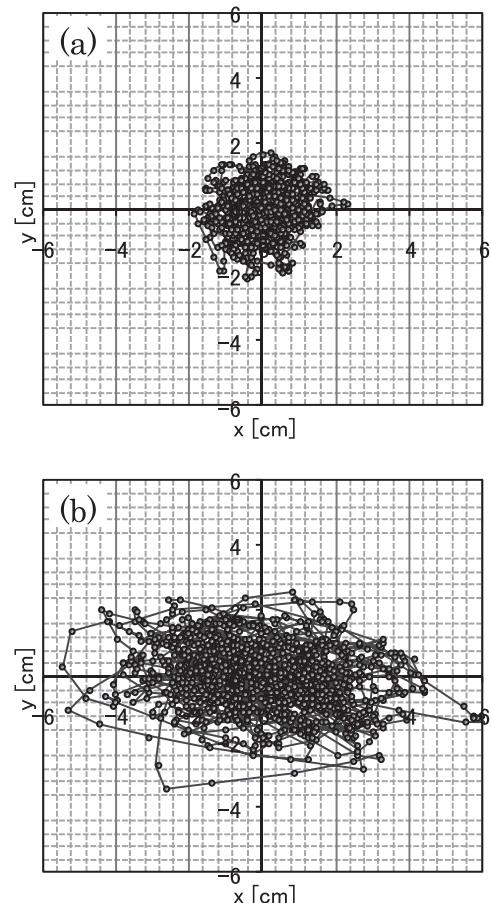


Fig. 5. Typical recorded stabilograms of an elderly subject (68-year-old male) whose eyes were closed. The stabilogram was observed (a) at rest and (b) during the GVS.

was observed in the elderly subjects (Fig.5) tended to be larger than those of the sway that was observed in the young subjects (Fig.4). Furthermore, the lateral movement of the COP was often observed during the GVS shown in Figs.4b and 5b.

As mentioned earlier, we carried out a two-way ANOVA with repeated measures to analyze the indices from stabilograms recorded when the subjects stood with their eyes closed. No interaction between the factors (aging/presence or absence of GVS) could be detected in the statistical analyses. All indices except S and SPD were affected by the aging factor. Further, postural instability was found to increase significantly with age, irrespective of the visual conditions. The parameters L, A, SPD, and LC also increased during GVS regardless of the visual conditions ( $p < 0.05$ ). GVS tended to cause an increase in the A/L observed when the subjects' eyes were open. Furthermore, we performed multiple comparisons among the following groups: a) group of young subjects at rest, b) group of elderly subjects at rest, c) group of young subjects with a GVS load, and d) group of elderly subjects with a

GVS load. There was no difference between the results of groups b) and c) (Fig.6).

#### IV. DISCUSSION

It has been pointed out that posture tends to be maintained for the duration of the stimulus, and reversed sway is often observed when the stimulus is removed<sup>32</sup>. Lateral oscillations shown in Figs.4b and 5b were therefore observed during GVS. The two-way ANOVA of SPD with repeated measures showed that GVS had a significant main effect on SPD. We considered that the metamorphosis of the potential function  $V(x)$  was caused by GVS, and the mathematical model was suitable for the stochastic resonance in the SDEs. It was reported that the stochastic resonance in the heart rate variability was caused by GVS<sup>43</sup>.

SPD is known to be an indicator of deterioration in the vestibular cerebellum<sup>42</sup>. There was no significant effect of the aging factor on SPD (Fig.6c). Postural instability might be caused by the deterioration of pathways in some vestibular nuclei except those of the vestibular cerebellum.

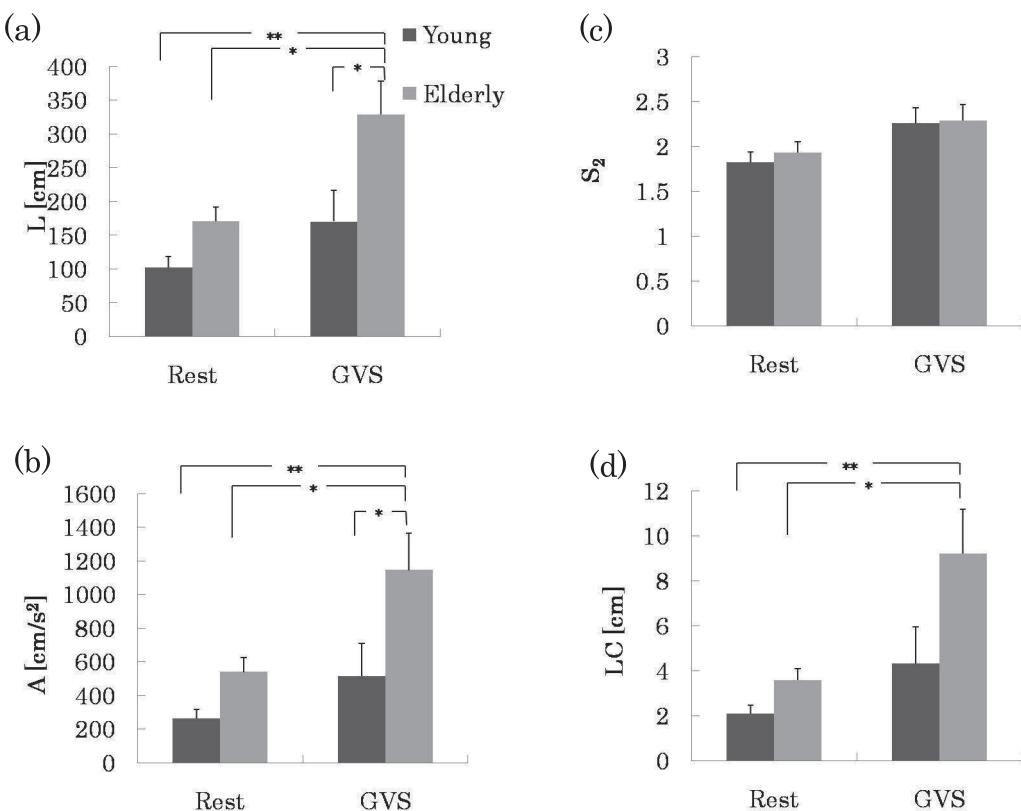


Fig. 6 Results of multiple comparisons among all the groups; there was no difference between the results of groups b) and c) with respect to (a) total locus length L, (b) acceleration A, (c) SPD  $S_2$ , (d) and LC.

The two-way ANOVA with repeated measures for all indices except S and SPD showed that GVS and aging had significant effects on the indices. No effect of GVS and aging on S could be detected in this study. Further, there was no difference among the SPDs of all the abovementioned groups a)-d). Moreover, there was no difference between the obtained results of groups b) and c) by the multiple comparison performed by Tukey's method (Fig.6). Using the GVS, we could simulate the deterioration in the equilibrium function with advancing age to a certain extent. Therefore, we can conclude that postural instability in the elderly is caused mainly by anomalous signals in vestibules, although there is ample evidence of deterioration in many sensorimotor systems underlying postural control, even in elderly populations without obvious signs of disease<sup>44)</sup>. There is an increased heterogeneity of postural control ability in healthy older adults<sup>45)</sup>.

On the other hand, it has been repeatedly shown that the sensorial weight of vision for postural control increases with increasing age, which makes an elderly person particularly susceptible to altered visual cues<sup>46-48)</sup>. All senses show age-related degradation, but the consequences of postural control differ. The loss of proprioception in the legs may contribute to increased body sway in the elderly; however, despite impaired visual function, it is the visual input that plays a dominant role in old age for not only postural control but also spatial orientational and perception of self-motion<sup>49)</sup>.

In order to compare the stabilograms recorded when the subjects stood with their eyes open with those recorded when the subjects stood with their eyes closed, we calculated the Romberg ratio for the indices for the abovementioned groups a)-d). From the results of the Friedman tests, it was found that the Romberg ratio was not affected by the GVS load. However, L, A, and LC were found to increase significantly with advancing age. We conclude that postural instability in the elderly can be improved by the presence of visual information.

## V. CONCLUSION

In this study, we confirmed the following:

- 1) Metamorphosis in the temporally averaged potential

function in the SDEs was caused by GVS.

- 2) Postural instability in the elderly could be improved by the presence of visual information.
- 3) Using GVS, we could simulate the deterioration in the equilibrium function with advancing age to a certain extent.

In Japan, GVS has been integrated into a machine for enhanced virtual reality. This technique has been widely used for eliciting the vestibular perception of roll motion. Providing a vestibular motion stimulus through GVS reduces the conflict between the perceptions of vestibular and visual stimulations, resulting in reductions in the SAS. Furthermore, this technique can be applied to special suits (Fig.1). It can also be useful in nursing education because methods for caring for the elderly would be improved by understanding their physical functions. The utilization of the abovementioned technique would be beneficial because the risk of falls increases with increasing age. As the next step, we intend to examine a curative effect of GVS on the deterioration in the equilibrium function with advancing age, because effective balance training studies have employed the principle of overload to improve stability in young adults<sup>50)</sup>, although noisy GVS has been applied to improve motor and autonomic responsiveness, and it ameliorates the symptoms in patients with multiple system atrophy or Parkinson's disease.

## APPENDIX

Here, we describe the new quantification indices 'SPD' and 'Chain'<sup>42)</sup>.

### A. Sparse density (SPD)

SPD was defined by a scaling average of the ratio  $G_j(1)/G_j(k)$ , where  $G_j(k)$  is the number of divisions having more than k measured points; a stabilogram was divided into quadrates whose latus was j times longer than the resolution. If the centre of gravity is stationary, the SPD value becomes 1. If there are variations in the stabilograms, the SPD value becomes greater than 1. In this manner, SPD depends on the characteristics of the stabilogram and the motion process of the COP.

## B. Chain

The force acting on the centre of gravity of the body was defined in terms of the difference in the displacement vectors. In particular, we focussed on singular points at which statistically large forces were exerted. On the basis of these forces, chains were eliminated from the stabilogram in the form of a consecutive time series<sup>42)</sup>. If the times measured at these points were in the temporal vicinity, these points were connected by segments (sequences). Figures formed by these sequences were called 'chains' because of the shape of the connections. The figures of sequences of points at which large forces were exerted show that the chain had a cusp pattern.

## REFERENCES

- 1) T. Okawa, T. Tokita, Y. Shibata, T. Ogawa, H. Miyata. (1995) Stabilometry: significance of locus length per unit area (L/A) in patients with equilibrium disturbances. *Equi. Res.* 55. pp. 283-293.
- 2) A. Goto. (1992) Effects of eye tracking stimulation on movement of body's center of gravity and head in elderly subjects. *Journal of Otolaryngology of Japan.* 95. pp. 164-171.
- 3) H. C. Diener, J. Dichgan, "On the role of vestibular, visual and somato sensory information for dynamic postural control in humans," in *Prog. Brain Research*, vol.76, O. Pompeano, J. H. J. Allum. Ed. Amsterdam: Elsevier, 1988, pp. 253-262.
- 4) F. B. Hoak, C. L. Shupert, A. Mirka. (1989) Components of postural dyscontrol in elderly: a review. *Neurobiol. Aging.* 10. pp. 727-738.
- 5) H. Takada, Y. Kitaoka, S. Iwase, Y. Shimizu, T. Watanabe, M. Nakayama, M. Miyao, K. Mihashi. (2003) Characteristic changes of sway of center of gravity with advancing age. *Env. Med.* 47. pp. 85-89.
- 6) L. Wolfson, R. Whipple, C. A. Derby, P. Amerman, T. Murphy, J. N. Tobin, L. Nashner. (1992) A dynamic posturography study of balance in healthy elderly. *Neurology.* 42. pp. 2069-2075.
- 7) J. J. Collins, C. J. De Luca, A. Burrows, L. A. Lipsitz. (1995) Age related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp. Brain Res.* 104. pp. 480-492.
- 8) P. D. Sloane, R. W. Baloh, V. Honrubia. (1989) The vestibular system in the elderly: clinical imprecations. *Am. J. Otolaryngol.* 10. pp. 422-429
- 9) A. Katasarkas. (1994) Dizziness in aging: a retrospective study of 1194 cases. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 110. pp. 296-301.
- 10) A. Vernadakis. (1985) The aging brain. *Clin. Geriatr. Med.* 1. pp. 61-94.
- 11) D. L. Waldman, R. C. Fitzpatrick. (2002) What does galvanic vestibular stimulation stimulate? *Advances in Experimental Medicine and Biol.* 508. pp. 119-128.
- 12) R. Zink, S. Steddin, A. Weiss, Th. Brandt, M. Dieterich. (1997) Galvanic stimulation in humans: effect on otolith function in roll. *Neurosci. Lett.* 232. pp. 171-174.
- 13) R. Zink, S. F. Buchuer, A. Weiss, A. Th. Brandt, M. Dieterich. (1998) Effects of galvanic vestibular stimulation on otolithic and semicircular canal eye movements and perceived vertical. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 107. pp. 200-205.
- 14) S. E. Bucher, M. Dieterich, M. Wiesmann, A. Weiss, R. Zink, T. A. Yousry, T. Brandt. (1998) Cerebral functional MRI of vestibular, auditory and nociceptive areas during galvanic stimulation. *Ann. Neurol.* 44. pp. 120-125.
- 15) R. Fitzpatrick, B. Day. (2004) Probing the human vestibular system with galvanic vestibular stimulation. *J Applied Physiol.* 96. pp. 2301-2316.
- 16) H. Ando, M. Sugimoto, T. Maeda, "Wearable Momoent Display Device for Nonverbal Communications," *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, vol.E87-D (6). pp. 1354-1360, 2004.
- 17) A. Kemeny, B. Panerai. (2003) Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends in Cognitive Sciences.* 7(1). pp. 31-37.
- 18) M. Flanagan, J. May, T. Dobie. (2004) The role ofvection, eye movements and postural instability in the etiology of motion sickness. *Journal of Vestibular Research.* 14. pp. 335-346.
- 19) R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum, M. G. Lilienthal. (1993) A simulator sickness questionnaire (SSQ): A new method for quantifying simulator sickness. *International J Aviation Psychology.* 3. pp. 203-220.
- 20) R. J. R. Jones, J. G. R. Jones, L. M. Trick, L. A. Vallis (2007) Can galvanic vestibular stimulation reduce simulator adaptation syndrome? Proceedings of the fourth international driving symposium on human factors in drive assessment, *Training and Vehicle Design.* pp. 534-540.
- 21) R. Benzi, A. Sutera, A. Vulpiani. (1981) The mechanism of stochastic resonance. *Journal of Physics. A14.* L453-L457.
- 22) J. K. Douglass, L. Wilkens, E. Pantazelou, F. Moss. (1993) Noise enhancement of information transfer in crayfish mechanoreceptors by stochastic resonance. *Nature.* 365. pp. 337-340.
- 23) J. J. Collins, T. T. Imhoff, P. Grigg. (1996) Noise enhanced tactile sensation. *Nature.* 383. pp. 770.
- 24) E. V. Russell, N. E. Israeloff. (2000) Direct observation of molecular cooperativity near the glass transition. *Nature.* 408. pp. 695-698.
- 25) F. G. Zeng, Q. J. Fu, R. Morse. (2000) Human hearing enhanced by noise. *Brain Res.* 869. pp. 251-255.
- 26) W. Liu, L. A. Lipsitz, M. Montero-Odasso, J. Bean, D. C. Kerrigan, J. J. Collins. (2002) Noise-enhanced vibrotactile sensitivity in older adults, patients with stroke, and patients with diabetic neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 83. pp. 171-176.
- 27) D. M. Levi, S. A. Klein. (2003) Noise provides some new signals about the spatial vision of amblyopes. *J Neurosci.* 23. pp. 2522-2526.
- 28) Y. Yamamoto, I. Hidaka, N. Iso-o, A. Komai, R. Soma, S. Kwak. (2002) Noise-induced compensation for postural hypotension in primary autonomic failure. *Brain Res.* 945. pp. 71-78.

- 29) A. C. Coats. (1973) Effect of varying stimulus parameters on the galvanic body-sway response. *Annals. of Otology, Rhinology and Laryngology.* 82, pp. 96-102.
- 30) L. M. Nashner, P. Wolfson. (1974) Influence of head position and proprioceptive cues on short latency postural reflex evoked by galvanic stimulation of human labyrinth. *Brain Res.* 67. pp. 255-268.
- 31) T. C. Britton, B. L. Day, P. Brown, J. C. Rothwell, P. D. Thompson, C. D. Marsden. (1993) Postural electromyographic responses in the arm and leg following galvanic vestibular stimulation in man. *Exp. Brain Res.* 94. pp. 143-151.
- 32) B. L. Day, A. Severac Cauquil, L. Bartolomei, M. A. Pastor, I. N. Lyon. (1997) Human body-segment tilts induced by galvanic vestibular stimulation: a vestibularly driven balance protection mechanism, *J. Physiol.* 500. pp. 661-672.
- 33) J. M. Goldberg, C. Fernández, C. E. Smith. (1982) Response of vestibular nerve afferents in the squirrel monkey to externally applied galvanic currents. *Brain Res.* 252. pp. 156-160.
- 34) R. Fitzpatrick, D. Burke, S. C. Gandevia. (1994) Task-dependent reflex responses and movement illusions evoked by galvanic vestibular stimulation in standing humans. *J. Physiol.* 478, pp. 363-372.
- 35) J. J. Collins, C. J. De Luca. (1993) Open-loop and closed-loop control of posture: A random-walk analysis of centre of pressure trajectories. *Exp. Brain Res.* 95. pp. 308-318.
- 36) R. E. A. Emmerik, R. L. van Sprague, K. M. Newell. (1993) Assessment of sway dynamics in tardive dyskinesia and developmental disability: sway profile orientation and stereotypy. *Moving Disorders.* 8. pp. 305-314.
- 37) K. M. Newell, S. M. Slobounov, E. S. Slobounova. (1997) Stochastic processes in postural centre-of-pressure profiles. *Exp. Brain Res.* 113. pp. 158-164.
- 38) H. Takada, Y. Kitaoka, Y. Shimizu. (2001) Mathematical Index and Model in Stabirometry. *Forma.* 16 (1). pp. 17-46.
- 39) K. Fujikake, M. Miyao, R. Honda, M. Omori, Y. Matsuura, H. Takada. (2007) Evaluation of high quality LCDs displaying moving pictures, on the basis of the form obtained from statokinesigrams. *Forma.* 22(2). pp. 199-206.
- 40) H. Takada, K. Tanaka, Y. Matsuura, M. Takada, K. Yokoyama, M. Furuta, K. Fujikake, M. Miyao, T. Shiozawa. (2007) Effects of galvanic vestibular stimulation on form of the potential function. *Bulletin of the Society for Science on Form.* 22(1). pp. 69-70.
- 41) M. Takada, T. Yamauchi, K. Tanaka, T. Shiozawa, M. Furuta, M. Miyao, Y. Kitaoka, H. Takada. (2007) An investigation into the Galvanic Vestibular Stimulation as a technique to simulate deterioration of the balance function. *Japanese Journal of Erg.* 43. S230-S231 (In Japanese).
- 42) H. Takada, Y. Kitaoka, S. Ichikawa, M. Miyao. (2003) Physical meaning on geometrical index for stabilometry. *Equi. Res.* 62(3). pp. 168-180.
- 43) R. Soma, D. Nozaki, S. Kwak, Y. Yamamoto. (2003) 1/f noise outperforms white noise in sensitizing baroreflex function in the human brain. *Physical Review Letters.* 91(7). pp. 078101-1-4.
- 44) F. B. Horak, C. L. Shupert, A. Mirka. (1989) Components of postural dyscontrol in elderly: a review. *Neurobiol Aging.* 10. 727-738.
- 45) J. J. Collins, C. J. De Luca, A. Burrows, L. A. Lipsitz. (1995) Age-related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp. Brain Res.* 104. pp. 480-492.
- 46) M. E. Norré, G. Forrez, A. Beckers. (1987) Vestibular dysfunction causing instability in aged patients. *Acta Otolaryngol. (Stockh).* 104. pp.50-55
- 47) I. Pyykkö, P. O. Jäntti, H. Aalto. (1990) Postural control in elderly subjects. *Age Aging.* 19. pp.215-221.
- 48) R. J. Peterka, F. O. Black (1990) Age-related changes in human posture control: sensory organization tests. *J Vestib Res.* 1. 73-85.
- 49) G. D. Paige. (1994) Senescence of human visual-vestibular interaction: smooth pursuit, optokinetic, and vestibular control of eye movements with aging. *Exp Brain Res.* 98. pp.355-372.
- 50) Th. Brandt, S. Krafczyk, I. Malsbenden. (1981) Postural imbalance with head extension : improvement by training as a model for ataxia therapy. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 374. 646-649

# A Study of Stochastic Resonance as a Mathematical Model of Electrogastrography during Supine Position.

Hiroki TAKADA <sup>1)</sup>, Yasuyuki MATSUURA <sup>2),3)</sup>, Kiyoko YOKOYAMA <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Radiology, Gifu University of Medical Science

<sup>2)</sup> Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University

<sup>3)</sup> JSPS Research Fellow

<sup>4)</sup> Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City University

(2009年1月14日受理)

## Abstract

Electrogastrography (EGG) is an abdominal surface measurement of the electrical activity of the stomach. It is very important clinically to record and analyze multichannel EGGs, which provide more information on the propagation and coordination of gastric contractions. This study measured the gastrointestinal motility with an aim to obtain a mathematical model of EGG and to speculate factors to describe the diseases resulting from constipation and erosive gastritis. The waveform of the electric potential in interstitial cells of Cajal is similar to the graphs of numerical solutions to the van der Pol equation. Hence, we added the van der Pol equation to a periodic function and random white noises, which represented the intestinal motility and other biosignals, respectively. We rewrote the stochastic differential equations (SDEs) into difference equations, and the numerical solutions to the SDEs were obtained by the Runge-Kutta-Gill formula as the numerical calculus, where we set the time step and initial values to be 0.05 and (0, 0.5), respectively. Pseudorandom numbers were substituted in the white noise terms. In this study, the pseudorandom numbers were generated by the Mersenne Twister method. These numerical calculations were divided into 12000 time steps. The numerical solutions and EGG were extracted after every 20 steps. The EGG was well described by the stochastic resonance in the SDEs.

**Keywords:** Electrogastrography (EGG), numerical analysis, Stochastic Resonance

## I. Introduction

It is known that attractors can be reconstructed by dynamical equation systems (DESs) such as the Duffing equation, Henon map, and Lorenz differential equation. It is very interesting to note that the structure of an attractor is also derived from time series data in a phase space.

The DESs were obtained as mathematical models that regenerated time series data. Anomalous signals are introduced by nonstationary processes, for instance, the degeneration of singular points in the potential function involved in the DESs; their degree of freedom increases or stochastic factors are added to them. The visible determinism in the latter case would be different from that in the case where random variables do not exist.

It is well known that the empirical threshold (translation error = 0.5) is used to classify mathematical models as being either deterministic or stochastic generators<sup>1)</sup>; however, the estimated translation error is generally not the same as that in the case of smaller signal-to-noise (S/N) ratios. Takada (2008)<sup>2)</sup> quoted an example of analyzing numerical solutions to the nonlinear stochastic differential equations (SDEs):

$$\dot{x} = y - a \text{grad}f(x) + \mu w_1(t) \quad (1.1)$$

$$\dot{y} = -x + \mu w_2(t) \quad (1.2)$$

$$\text{s.t. } f(x) = \frac{1}{12}x^4 - \frac{b}{2}x^2, \quad (2)$$

where  $w_1(t)$  and  $w_2(t)$  were independent white noise terms ( $\mu = 0, 1, \dots, 20$ ). By enhancing  $\mu$  in eq.(1), we can

obtain numerical solutions for smaller S/N ratios.

Percutaneous electrogastrography (EGG) is a simple method to examine gastrointestinal activity without constraint. EGG is a term generally applied to the measurement of human gastric electrical activity. In 1921, Walter C. Alvarez reported performing EGG for the first time in humans<sup>3)</sup>. In EGG, the electrical activity of the stomach is recorded by placing the electrodes on the surface of the abdominal wall<sup>4)</sup>. In the stomach, a pacemaker on the side of the greater curvature generates electrical activity at a rate of 3 cycles per minute (3 cpm); the electrical signal is then transferred to the pyloric side<sup>5-7)</sup>. Previously, it was difficult to measure this electrical activity because the EGG signal was composed of low-frequency components and high-frequency noise caused by the electrical activity of the diaphragm and heart. However, the accuracy of EGG measurements has improved recently, and gastroenteric motility can be evaluated by spectrum analysis of the EGG signals<sup>8-9)</sup>.

Many previous studies on EGG have been reported, and most of these studies pertain to the clinical setting<sup>10)</sup>, e.g., evaluation of the effects of hormones and drugs on EGG and the relationship between EGG and kinesia. EGG has been used to study the effects of warm compresses (for the improvement of constipation) on gastrointestinal activity<sup>11)</sup>, the usefulness of warm compresses in the epigastric region for the improvement of constipation<sup>12)</sup>, and characterization of intestinal activity in patients with chronic constipation<sup>13)</sup>.

Gastric electrical potential is generated by interstitial cells of Cajal (ICCs)<sup>14)</sup>. ICCs are pacemaker cells that spontaneously depolarize and repolarize at a rate of 3 cpm. They demonstrate low-amplitude, rhythmic, and circular contractions only if the electrical potential is over a threshold. Human gastric pacemaker potential migrates around the stomach very quickly and moves distally through the antrum in approximately 20 seconds, resulting in the normal gastric electrical frequency of 3 cpm. This moving electrical wavefront is recorded in EGG, in which the gastric myoelectrical activity is recorded using electrodes placed on the surface of the epigastrium. However, electrogastrogram also contains other biological signals, for instance, electrical activity of the heart, intestinal movements, and myenteric potential oscillations

in general.

In the present study, the gastrointestinal motility was measured with an aim to obtain a mathematical model of EGG and to speculate factors to describe the diseases resulting from constipation and erosive gastritis.

## II. Methods

### A. Mathematical Model and the Numerical Simulations

As a mathematical model of the EGG during supine position, we propose the following SDEs in which the periodic function  $s(t)$  is added to eq.(1.1).

$$\dot{x} = y - a(\text{grad}f(x) + s(t)) + \mu w_1(t) \quad (3.1)$$

$$\dot{y} = -x + \mu w_2(t) \quad (3.2)$$

The function  $s(t)$  and the white noise  $w_i(t)$  represent intestinal movements and other biosignals, for instance, myenteric potential oscillations that are weak and random, respectively ( $i = 1, 2$ ).

In most cases, there is an optimum for noise amplitude, which has motivated the name stochastic resonance (SR) for this rather counterintuitive phenomenon. In other words, the SR occurs when the S/N ratio (SNR) of a nonlinear system is maximized for a moderate value of noise intensity<sup>15)</sup>. In this study, we numerically solve eq.(3) and verify the SR in the SDEs. We also investigate the effect of the SR and evaluate the SDEs as a mathematical model of the EGG.

### B. Physiological Procedure

The subjects were 14 healthy people (7 M & 7 F) aged 21-25 years. Sufficient explanation of the experiment was provided to all subjects, and a written consent was obtained from them.

EGGs were obtained for 60 min in the supine position at 1 kHz by using an A/D converter (AD16-16U (PCI) EH; CONTEC, Japan). EGGs were amplified using a bio-amplifier (MT11; NEC Medical, Japan) and recorded using a tape recorder (PC216Ax; Sony Precision Technology, Japan).

To remove the noise from the time series of EGG data obtained at 1 kHz, resampling was performed at 0.5 Hz. For analysis, we then obtained a resampled time series  $x$ , as

follows;

$$x_i = \frac{1}{2000} \sum_{j=0}^{1999} y(2000i + j). (i = 0, 1, \dots, 1799)$$

In this experiment, 9 disposable electrodes (Blue Sensor; Medicotest Co. Ltd., Denmark) were affixed on ch1-ch8 and e, as shown in Fig. 1. The electrode affixed on e was a reference electrode. Prior to the application of electrodes, the skin resistance was sufficiently reduced using SkinPure (Nihon Kohden Inc., Japan). Several methods have been proposed for analyzing the EGG data. The EGG data obtained at ch5, which is the position closest to the pacemaker of gastrointestinal motility, were analyzed in this study.

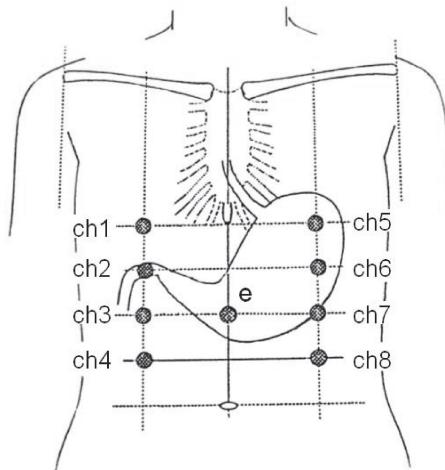


Fig. 1 Positions of electrode

### C. Calculation Procedure

- 1) We rewrote eq.(3) as difference equations and obtained numerical solutions to them by the Runge-Kutta-Gill formula as the numerical calculus; the initial values were (0, 0.5). Pseudorandom numbers were substituted for  $w_i(t)$  ( $i = 1, 2$ ). The pseudorandom numbers were generated using the Mersenne Twister<sup>16</sup>. These numerical calculations were performed in  $N = 12000$  time steps. The unit of the time step is 0.05. Coefficients ( $a, b$ ) was set to be (5,1).
- 2) Values in the numerical solutions were recorded every 40 time step, which is related to a signal sampling rate of 0.5 Hz.
- 3) The autocorrelation function was calculated for each component of the numerical solution.

### III. Results and Discussion

In the 12000 time steps, there was no exception wherein the numerical solutions did not diverge. For  $\mu = 0, 1, \dots, 20$ , the value of  $\tau$  derived from the first component of the numerical solution was not different from that derived from the second component.

With regard to eq.(3), the SR occurred under the condition of an appropriate coefficient  $\mu$ . Some biosystems are based on the nonlinear phenomenon of SR, in which the detection of small afferent signals can be enhanced by the addition of an appropriate amount of noise<sup>15</sup>. Furthermore, this mechanism would facilitate behavioral, perceptive, and autonomic responses in animals and humans, for instance, information transfer in crayfish mechanoreceptors<sup>17</sup>, tactile sensation in rats<sup>18</sup>, availability of electrosensory information for prey capture<sup>19</sup>, human hearing<sup>20</sup>, vibrotactile sensitivity in the elderly<sup>21</sup>, and spatial vision of amblyopes<sup>22</sup>. Here, we examined whether the SR generated by eq.(3) can describe the EGG time series.

Fig. 2 shows cross-correlation coefficient  $\hat{\rho}_{xx}$  between the numerical solutions  $x(t)$  and the periodic function in eq.(3.1). The cross-correlation coefficient was maximized for a moderate value of noise intensity  $\mu = 12$  (Fig. 2). Thus, the SR could be generated by eq.(3) with  $\mu = 12$ , which is regarded as a mathematical model of the EGG in this study. We then compared this numerical solution with the EGG data (Fig. 3). Temporal variations in the numerical solutions were similar to those in the EGG data (Fig.4).

Numerical solutions involved in the SR highly

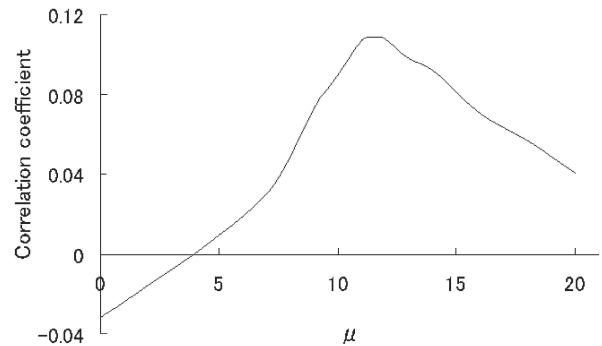


Fig. 2 The autocorrelation function for a component of the numerical solution

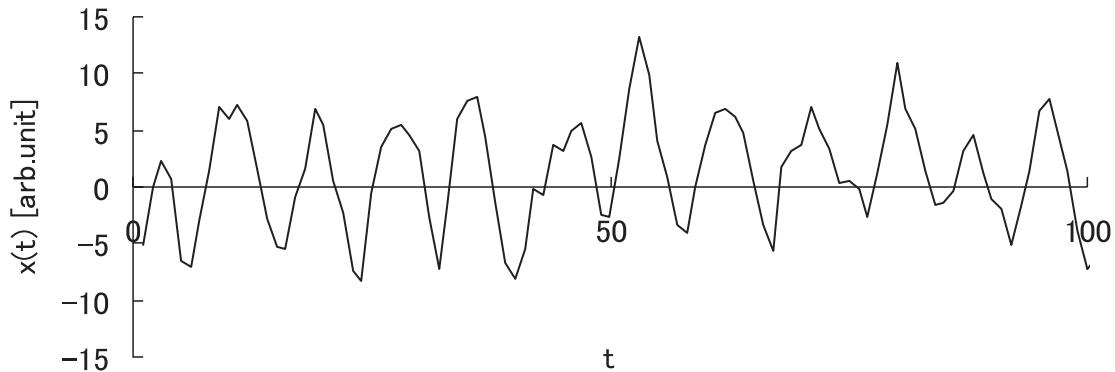


Fig. 3 An example of numerical solutions.

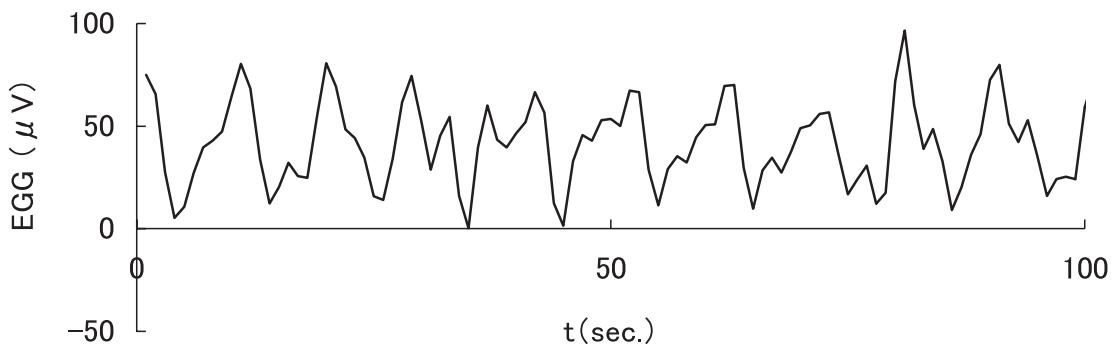


Fig. 4 A typical EGG time series. (Sampling frequency is 0.5 Hz.)

correlated with the periodic function  $s(t)$ , which represented intestinal movements (6 cpm). Gastric electrical activity in a healthy person might synchronize with the intestinal one.

In the next step, we would quantitatively evaluate the affinity by using translation errors<sup>23)</sup> and Lyapunov exponents<sup>24-26)</sup> in embedding space. Translation error ( $E_{\text{trans}}$ ) measures the smoothness of flow in an attractor, which is assumed to generate the time series data. In general, the threshold of the translation error for classifying the time series data as deterministic or stochastic is 0.5, which is half of the translation error resulting from a random walk. The chaos processes are sensitively dependent on initial conditions and can be quantified using the Lyapunov exponent<sup>26)</sup>. If the Lyapunov exponent has a positive value, the dynamics are regarded as a chaos process.

#### Acknowledgments

This work was supported in part by the JSPS Research Fellowships for Young Scientists, 07842, 2006.

#### References

- 1) Matsumoto T, Tokunaga R, Miyano T, Tokuda I, Chaos and time series prediction, *Baihukan*, Tokyo, 49-64, 2002 (in Japanese)
- 2) Takada H, Effect on S/N ratio on translation error estimated by double-wayland algorithm, *Bulletin of gifu university of medical science*, 2, 135-140, 2008
- 3) Alvarez WC, The electrogastrogram and what is shows, *J. Am. Med. Assoc.*, 78, 1116-1118, 1922
- 4) Hongo M, Okuno H, Evaluation of the function of gastric motility, *J. Smooth Muscle Res.*, 28, 192-195, 1992 (in Japanese).
- 5) Couturier D, Roze C, Paolaggi J, Debray C, Electrical activity of the normal human stomach. A comparative study of recordings obtained from the serosal and mucosal sides, *Dig. Dis. Sci.*, 17, 969-976, 1972
- 6) Hinder RA, Kelly KA, Human gastric pacemaker potentials. Site of origin, spread, and response to gastric transection and proximal gastric vagotomy, *Amer. J. Surg.*, 133, 29-33, 1977
- 7) Kwong NK, Brown BH, Whittaker GE, Duthie HL, Electrical activity of the gastric antrum in man, *Br. J. Surg.*, 57, 913-916, 1970
- 8) Van Der Schee EJ, Smout AJPM, Grashuis JL, Application of running spectrum analysis to electrogastrographic signals recorded from dog and man, in *Motility of the digestive tract*, ed. Wienbeck M., Raven Press, New York., 1982
- 9) Van Der Schee EJ, Grashuis JL, Running spectrum analysis as an aid in the representation and interpretation of electrogastrographic

- signals, *Med. Biol. Eng. & Comput.*, 25, 57-62, 1987
- 10) Chen JD, Mccakkum RW, Clinical applications of electro-gastrography, *Am. J. Gastroenterol.*, 88, 1324-1336, 1993
- 11) Nagai M, Wada M, Kobayashi Y, Togawa S, Effects of lumbar skin warming on gastric motility and blood pressure in humans, *Jpn. J. of Physiol.*, 53, 45-51, 2003
- 12) Kawachi N, Iwase S, Takada H, Michigami D, Watanabe Y, Mae N, Effect of wet hot packs applied to the epigastrium on electrogastrogram in constipated young women, *Autonomic Nervous System*, 39, 433-437, 2002 (in Japanese)
- 13) Matsuura Y, Iwase S, Takada H, Watanabe Y, Miyashita E, Effect of three days of consecutive hot wet pack application to the epigastrium on electrogastrography in constipated young women, *Autonomic Nervous System*, 40, 406-411, 2003 (in Japanese)
- 14) Cajal SR, *Historogie du systeme nerveux de l' homme et des vertebres*, 2, Maloine, Paris, 891-942, 1911
- 15) Benzi R, Sutera A, Vulpiani A, The mechanism of stochastic resonance, *Journal of Physics*, A14, L453-L457, 1981
- 16) Matsumoto M, Nishimura T, Mersenne Twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator, *ACM Transaction Modeling and Computer Simulation*, 8(1), 3-30, 1998
- 17) Douglass JK, Wilkens L, Pantazelou E, Moss F, Noise enhancement of information transfer in crayfish mechanoreceptors by stochastic resonance, *Nature*, 365, 337-340, 1993
- 18) Collins JJ, Imhoff TT, Grigg P, Noise enhanced tactile sensation, *Nature*, 383, 770, 1996
- 19) Russell EV, Israeloff NE, Direct observation of molecular cooperativity near the glass transition, *Nature*, 408, 695-698, 2000
- 20) Zeng FG, Fu QJ, Morse R, Human hearing enhanced by noise, *Brain Res.*, 869, 251-255, 2000
- 21) Liu W, Lipsitz LA, M Montero-Odasso J, Bean, Kerrigan DC, Collins JJ, Noise-enhanced vibrotactile sensitivity in older adults, patients with stroke, and patients with diabetic neuropathy, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 83, 171-176, 2002
- 22) Levi DM, Klein SA, Noise provides some new signals about the spatial vision of amblyopes, *J Neurosci*, 23, 2522-2526, 2003
- 23) Wayland R, Bromley D, Pickett D, Passamante A, Recognizing determinism in a time series, *Phys. Rev. Letter*, 70, 580-582, 1993
- 24) Lyapunov AM, The general problem of the stability of motion, *Comm. Soc. Math. Kharkow*, 1982 (in Russian) (reprinted in English, Lyapunov AM, The general problem of the stability of motion. *International Journal of Control*, 55(3), 531-534, 1992)
- 25) Sato S, Sano M, Sawada Y, Practical methods of measuring the generalized dimension and the largest Lyapunov exponent in high dimensional chaotic systems, *Prog. Theor. Phys.*, 77, 1-5, 1987
- 26) Rosenstein MT, Collins JJ, De Luca CJ, A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets, *Physica D*, 65, 117-134, 1993

# 朴葉成分の各種病原微生物に対する抗菌活性

武井 泰<sup>1</sup>, 永井 慎<sup>1</sup>, 上平公子<sup>1</sup>, 藤吉恵美<sup>1</sup>, 長屋江見<sup>1</sup>, 武井由貴絵<sup>1</sup>,  
横山久美<sup>2</sup>, 築地真実<sup>3</sup>, 豊田淑恵<sup>1</sup>, 田爪正氣<sup>4</sup>

岐阜医療科学大学<sup>1</sup>, 東京医療保健大学<sup>2</sup>, 神奈川県立保健福祉大学<sup>3</sup>, 東海大学<sup>4</sup>  
(2009年1月14日受理)

## Examination of antibacterial activity against various pathogenic microorganism of a leaf constituent of *Magnolia obovata* Thunb.

Yasushi TAKEI<sup>1</sup>, Makoto NAGAI<sup>1</sup>, Kimiko KAMIHIRA<sup>1</sup>, Emi FUJIYOSHI<sup>1</sup>, Emi NAGAYA<sup>1</sup>,  
Yukie TAKEI<sup>1</sup>, Kumi YOKOYAMA<sup>2</sup>, Mami TSUKIJI<sup>3</sup>, Toshie TOYODA<sup>1</sup> and Seiki TAZUME<sup>4</sup>

### ABSTRACT

This study investigated lipid- and water-solubility constituents obtained from leaf of *Magnolia Obovata* Thunb and antibacterial activity against various pathogenic microorganisms.

The antibacterial activity of lipid-solubility constituent was not found in each level of Gram-negative bacteria of Enterobacteriaceae including *P. aeruginosa* or *E. coli*. However, the lipid-solubility constituents responsible for antibacterial activity were found only in *S. aureus* at a level of 1mg/ml. From this result, the antibacterial substances were expected to be included in the lipid-solubility constituents. In addition, the antibacterial activity against various pathogenic microorganisms were found in water-soluble constituents. Furthermore, as for the lipid-solubility / the antibacterial active material contained by a water-solubility materials extracted from leaf of *Magnolia Obovata* Thunb, the thing that was different from the dried bark of *Magnolia Obovata* was suggested.

**Keywords:** *Magnolia obovata* Thunb, Leaf constituent, lipid-solubility constituent, water-solubility constituent, Antibacterial activity, Infection control

### I. はじめに

日本, 中国, 朝鮮半島南部の山野, 平地に広く分布しているホオノキ (*Magnolia obovata* Thunb.) はモクレン科の落葉広葉樹である<sup>1-4)</sup>。乾燥させたホオノキの樹皮は生薬和厚朴 (厚朴) と称し, 消化器疾患, 精神神経症, 利尿, 去痰などに用いられている<sup>5-8)</sup>。この樹皮からヘキサンによって抽出された脂溶性物質中の成分, ピネン, リモネンなどのモノテルペン化合物<sup>8, 9)</sup>は胞子の菌糸伸長や発芽の抑制作用, *Salmonella Typhimurium* の病原性タンパク質分泌阻害作用を示すことが知られている<sup>10-12)</sup>。また, エタノールまたはメタノールによって抽出された水溶性物質中の成分, マグノロール, ホオノキオールは抗胃潰瘍作用, 抗不安作用

用, 抗腫瘍活性作用<sup>5, 7, 9, 13, 14)</sup>, さらに黄色ブドウ球菌, 枯草菌, チフス菌, 大腸菌, 赤痢菌や歯周病原性細菌, 植物病原菌, 木材腐朽菌および真菌類に対して抗菌活性を示すことが報告されている<sup>3, 5, 6, 14, 15)</sup>。

一方, ホオノキの葉 (朴葉) の化学的組成を分析した結果, 脂溶性物質中の成分には樹皮成分と同様にピネン, リモネンなどのモノテルペン化合物の存在が確認され, さらに脂溶性および水溶性物質中には抗菌作用を示すマグノロール, ホオノキオールは存在していないことが確認された<sup>16)</sup>。したがって, 朴葉抽出物の脂溶性物質および水溶性物質における生物活性, とくに抗菌活性については検討されていない。

そこで我々は, 各種細菌に対する朴葉から抽出された脂溶性および水溶性物質の抗菌活性について検討し

若干の知見を得たので報告する。

## II. 実験方法

1. 朴葉採取：朴葉は2007年7月1日～8月31日の期間、岐阜県郡上市に自生するホオノキより採取した。
2. 供試菌：実験に用いた細菌は、*Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Escherichia coli* ATCC25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC1388, *Salmonella* Typhimurium ATCC14028, 臨床分離株の*Pseudomonas aeruginosa*, enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) の7菌種である。
3. 菌液調整：各供試菌をハートインフュージョン寒天培地（日水製薬）上で37°C, 24時間好気培養後、白金耳でかきとて集菌し、 $10^5$  colony forming unit (cfu)/mlに調整して使用菌液とした。
4. 朴葉の試料調整：未乾燥の朴葉をホモジナイザーで粉碎して試料とした。この試料にヘキサン（和光純薬）を1:1の割合で混合し24時間常温にて静置

後、溶媒に抽出された物質を脂溶性物質とした。また、試料にエタノール（和光純薬）を1:1の割合で混合し、24時間常温にて静置後、溶媒に抽出された物質を水溶性物質とした。脂溶性または水溶性物質を含有した溶媒を2,500 rpmで遠心分離し、上清の溶媒をエバポレーターで蒸発乾固させ、-80°Cで凍結させて保存した（図1）。

5. 抗菌試験：脂溶性物質は10%グリセリン（和光純薬）、水溶性物質は滅菌蒸留水に溶解して、ハートインフュージョンブイヨン（日水製薬）中の試料含有濃度が1 mg/ml, 10  $\mu$ g/ml, 100ng/mlになるよう調整して被検液とした。各濃度に調整された被検液1 mlに供試菌液0.1 mlを添加・混合して37°C, 24時間好気培養後、平板塗布法によって生菌数の測定を行った。なお、試験結果は供試菌と被検液を接触させた時の試験管中の生存菌数として算出した（図1）。また、予備実験より濃度調整に用いた10%グリセリン溶液の持ち込みによる影響は無視できること

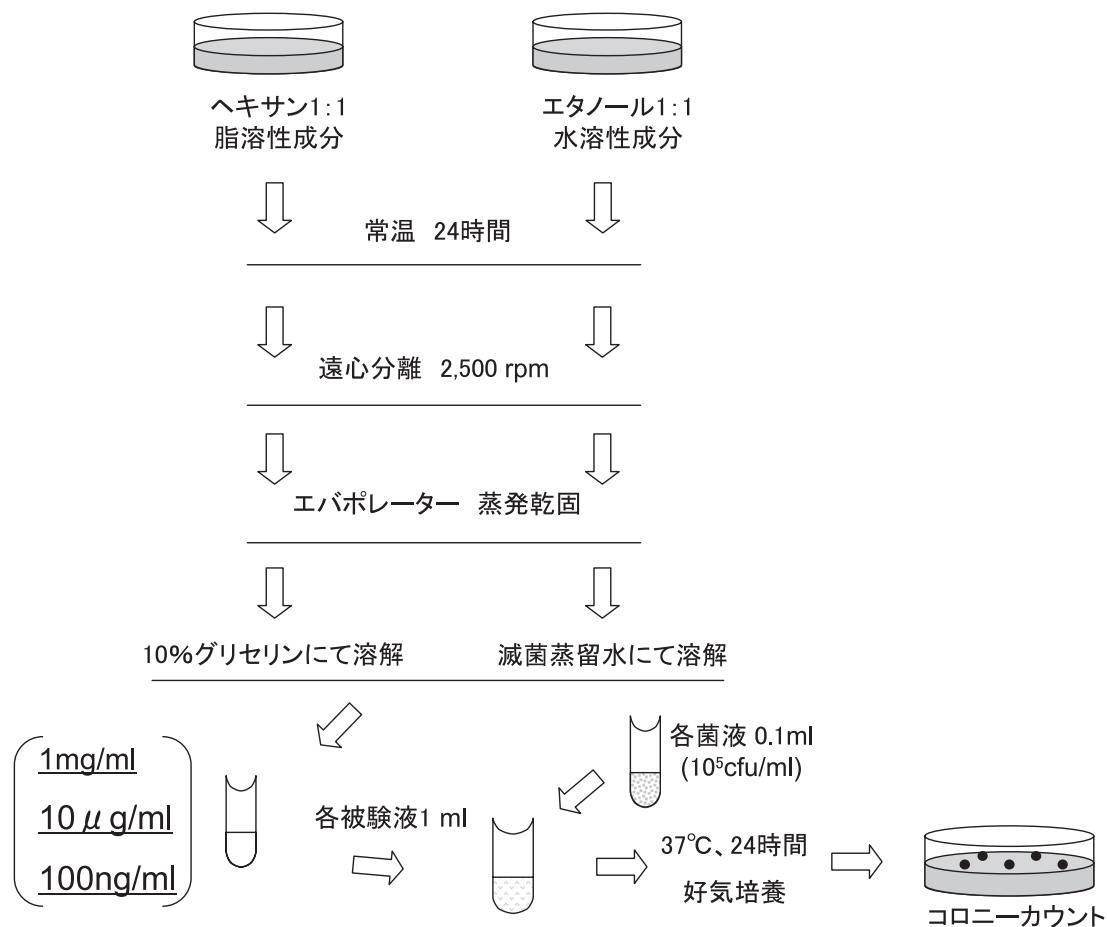


図1 朴葉の被検液抽出・増殖抑制培養方法

が確認された。

### III. 結果および考察

#### 1. 各供試菌に対する脂溶性物質の増殖抑制効果

図2は各供試菌に対する脂溶性物質の各濃度における増殖抑制効果を示した成績である。脂溶性物質の濃度1 mg/mlの被検液に供試菌を添加した場合、6菌種(*P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, ETEC, EHEC, *E. coli*, *S. Typhimurium*)の菌数が対照群と同様に増加傾向を示したが、*S. aureus*の菌数のみが対照群の菌数よりも著しく減少傾向を示していた。一方、脂溶性物質の濃度10  $\mu$ g/mlまたは100 ng/mlの被検液に供試菌を添加した場合、すべての供試菌の菌数は対照群の菌数と同様に増加傾向を示した。

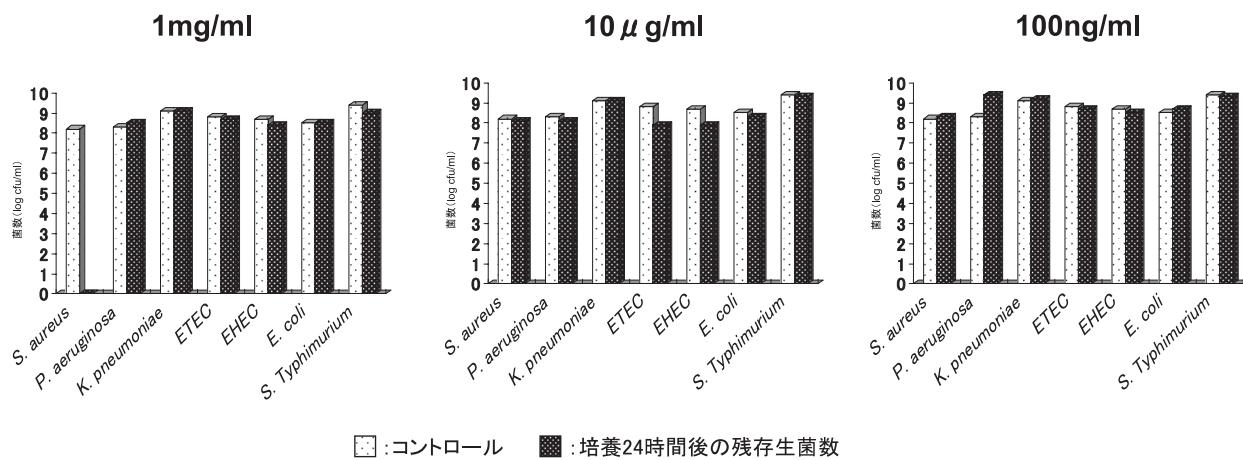
これらの成績から、脂溶性物質中には抗菌活性を示す物質は少ないことが判明した。しかしながら、高濃

度(1 mg/ml)であるが*S. aureus*に対しては抗菌作用を示しており、脂溶性物質中にはグラム陽性球菌に対する抗菌活性物質の存在が推察された。

#### 2. 各供試菌に対する水溶性物質の増殖抑制効果

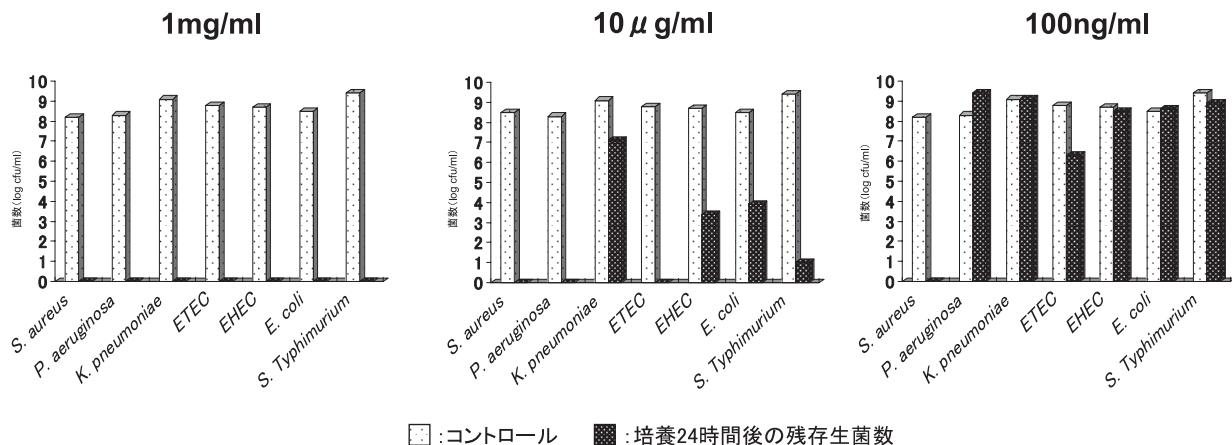
図3は各供試菌に対する水溶性物質の各濃度における増殖抑制効果を示した成績である。水溶性物質の濃度1 mg/mlの被検液に供試菌を添加した場合、すべての供試菌の菌数は対照群の菌数に比して著しく減少していた。濃度10  $\mu$ g/mlの被検液に供試菌を添加した場合 *K. pneumoniae*を除いた6菌種の菌数は対照群の菌数に比して減少していた。濃度100 ng/mlの被検液に供試菌を添加した場合、*S. aureus*の菌数は対照群の菌数よりも著しく減少傾向を示していたが、他の6菌種の菌数は対照群の菌数と同様に増加傾向を示した。

これらの成績から、高濃度(1 mg/ml)であるが各



cfu : colony forming unit, ETEC : enterotoxigenic *E. coli*, EHEC : enterohemorrhagic *E. coli*

図2 脂溶性成分の各濃度に添加した供試菌数の変化



cfu : colony forming unit, ETEC : enterotoxigenic *E. coli*, EHEC : enterohemorrhagic *E. coli*

図3 水溶性成分の各濃度に添加した供試菌数の変化

供試菌に対して抗菌作用を示しており、水溶性物質中には抗菌活性を示す物質の存在が推察された。

以上の結果より、朴葉から抽出された脂溶性・水溶性物質の各供試菌に対する抗菌活性は、厚朴の含有成分による効果<sup>5, 6, 15)</sup>と類似していた。しかし、厚朴の含有成分で抗菌活性を示すマグノロール、ホオノキオールは朴葉成分に含有されていないことから<sup>16, 17)</sup>、朴葉中には厚朴とは異なる抗菌物質の存在が示唆された。したがって、保健・福祉施設・病院のベッド柵、手すり等の環境清掃に朴葉を用いることで、施設内での感染を防止するための一助になると考える。

今後の課題として、朴葉から抽出された脂溶性・水溶性物質中に存在している抗菌活性物質の特定、さらに季節によって朴葉成分濃度が変動するため<sup>8)</sup>、朴葉の採取時期における抗菌活性の変動などを検討することが重要である。

#### IV. 結 論

ホオノキの葉（朴葉）から抽出された脂溶性・水溶性物質の各種細菌に対する抗菌活性について検討した。脂溶性物質中には抗菌活性を示す物質は少ないことが判明したが、*S. aureus* に対して高濃度（1 mg/ml）で抗菌作用を示しており、脂溶性物質中にはグラム陽性球菌に対する抗菌活性物質の存在が推察された。また、高濃度（1 mg/ml）であるが各供試菌に対して抗菌作用を示しており、水溶性物質中には抗菌活性を示す物質の存在が推察された。さらに、朴葉から抽出された脂溶性・水溶性物質に含有されている抗菌活性物質は厚朴とは異なることが示唆された。

#### V. 謝 辞

本研究の一部は岐阜医療科学大学特別研究費（平成20年度）により実施された。また、実験遂行にあたりご協力頂いた上平美智代氏に深謝いたします。

#### VI. 文 献

1) 木村康一・木島正夫共著：薬用植物学各論・改訂版、廣川書店、111、1990。

- 2) 社団法人 東京生薬協会：新常用和漢薬集、南江堂、42-43、1978.
- 3) 森満範、青山政和、土居修一：ホオノキ樹皮中の抗菌成分。J.Hokkaido For.Prod.Res.Inst.Vol.14,No.1 林産試験場報 第14卷 第1号 1-5, 2000.
- 4) 山岸喬：漢方基礎講座 生薬の薬効・薬理シリーズ コウボク（厚朴）。漢方研究、283-284, 2000.
- 5) 鳥居塚和生：漢方基礎講座 生薬の薬効・薬理シリーズ コウボク（厚朴）。漢方研究、277-281, 2000.
- 6) 神戸中医学研究会：漢薬の臨床応用。医歯薬出版株式会社、P205-207, 1980.
- 7) 翟海峰、中出幸助、光本泰秀、福山愛保：ホーノキオールおよびマグノロールの神経栄養因子様活性と作用機構。薬学雑誌、123, 3, 98-101, 2003.
- 8) 藤田路一、糸川秀治、指田豊：ホオノキの成分研究（第1報）樹皮の精油成分。薬学雑誌、93, 4, 415-421, 1973.
- 9) 藤田路一、糸川秀治、指田豊：ホオノキの成分研究（第2報）樹皮のメタノールエキス成分。薬学雑誌、93, 4, 422-428, 1973.
- 10) 山崎祐未子、五味剣二、秋光和也、山本弘幸：*Alternaria alternata* を用いた揮発性モノテルペンの抗菌活性検定。日本植物病理学会報、68, 2, 157, 2002.
- 11) 山崎祐未子、水崎秀明、相沢慎一、秋光和也：*Salmonella typhimurium* に対するモノテルペンの作用。日本植物病理学会報、71, 3, 194, 2005.
- 12) 山崎祐未子、田村啓敏、山本弘幸、秋光和也：揮発性モノテルペンの*Alternaria alternata* の胞子発芽および菌糸伸長への作用。日本植物病理学会報、69, 1, 53, 2003.
- 13) 菅沼雅美、藤木博太：特大号・がんは防げるのか 発がんプロモーションの抑制。遺伝、43, 10, 25-29, 1989.
- 14) KAZUO ITO, TOSHIYUKI IIDA, KAZUHIKO ICHINO, MASA TSUNEZUKA, MASAO HATTORI, and TSUNEO NAMBA : Obovatol and Obovatal, Novel Biphenyl Ether Lignans from the Leaves of *Magnolia obovata* THUNB. Chemical & pharmaceutical bulletin, 30, 9, 3347-3353, 1982.
- 15) TSUNEO NAMBA, MASAO HATTORI, MASA TSUNEZUKA, TAKAYOSHI YAMAGISHI, and KENICHI KONISHI : Study on Dental Caries Prevention by Traditional Chinese Medicines. Part III. *In vitro* Susceptibility of a Variety of Bacteria to Magnolol and Honokiol, the Components of *Magnoliae Cortex*. Syoyakugaku zasshi, 36, 3, 222-227, 1982.
- 16) 指田豊、糸川秀治、秋田安男、藤田路一：ホオノキの成分研究（第4報）葉の成分 その1. 薬学雑誌、96, 2, 218-222, 1976.
- 17) 藤田路一、糸川秀治、指田豊：ホオノキの成分研究（第3報）Magnolol, Honokiol のホオノキおよび近縁植物における分布。薬学雑誌、93, 4, 429-434, 1973.

# 手指衛生管理における継続的教育介入効果

棚橋千弥子<sup>1)</sup>・柴田由美子<sup>1)</sup>・長屋江見<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部看護学科

(2009年1月14日受理)

## The effectiveness of educational intervention on the hygienic control of hands and fingers

Chiyako TANAHASHI, Yumiko SIBATA, Emi NAGAYA

### 要　　旨

本研究は看護学生を対象に院内感染予防対策の基本である日常的「手洗い」に関する認識の把握と教育的介入効果について検証することを目的とした。

アンケート調査では、手洗い後も自分の手が清潔だとは思っていない者が多数を占め、手洗いの意識の内容は、意識していない者が半数以上であった。日常生活における手洗いにかける時間は、掃除後が最も長く、それ以外は1秒～5秒がほとんどでありCDCの推奨する手洗いを実行している者は存在しなかった。

手洗い実験では、教育的介入前に適切な手洗い方法を行えるものは存在せず、流水のみで手洗いを行なった者は多くの生残菌が残った。一方生残菌数が少なかったのは、固体石鹼を使用した者であった。

教育的介入後で生残菌数が最も多かったのは、泡石鹼使用者で、また生残菌数が最も少なかったのも泡石鹼使用者であった。教育的介入前後における両手指の除菌率でみると高い者で97.9%，低い者でも16.4%であった。

以上のことから継続的に教育的介入をすることは、手洗い後の生残菌数の減少に効果があることが示された。

**Keywords :**院内感染、手洗い、生残菌数、教育的介入

### 緒　　言

院内感染（病院感染）は、「入院患者が原疾患とは別に、院内で新たに罹患した感染症、または医療従事者が院内において罹患した感染症」と定義されている。<sup>1)</sup>日本環境感染学会が、1990年に、「病院感染防止指針」を発刊するに当って、種々検討した結果、hospital infectionに対応する日本語として、“院内感染”という語句に替えて、より正確な意味合いを持った“病院感染”を採用することを決定した。<sup>2)</sup>しかし、医療従事者間では未だ院内感染という言葉が定着し、日常的にもよく使用されているため、今回の研究ではあえて院内感染を使用する。

感染を成立させる要因は、感染源、宿主の感受性、感染経路の3因子があげられる。<sup>3)</sup>2003年には、入院患者の数%から約10%に院内感染がおこった事例が報告

されており、それから数年経った現在においてもその数値は大きく減少することはなくゼロにすることは不可能であるとされている。<sup>4)</sup>

院内感染は、患者自身のみの問題ではなく、患者を取り巻くすべての人を巻き込んで不幸な状態となる可能性が高い。実際、病院では原疾患とは関係のない感染症で不幸な転帰をたどる患者が存在することも否定できない。

そこで、1996年の診療報酬改定「院内感染防止対策加算」以来、エビデンスに基づいた感染対策を重視する動きが強くなってきた。また日本看護協会は1999年に認定看護師分野に「感染管理」を設け、2000年より院内感染予防を専門とする看護師の教育を行なってきており、2007年現在582名の感染管理認定看護師が全国の病院で活躍している。

これらのことから、現在ではほとんどの病院に感染

予防対策委員会が設置されており、院内感染予防について様々な対策が行われている。

しかし、宮窪らの研究<sup>5)</sup>において、認識の程度と行動が一致しないことが述べられているように院内感染予防対策において「理解している」ことを「できる」あるいは「できている」と錯覚している可能性がある。

医療従事者は感染予防対策に対して、現状の認識・行動に満足することなく、常に振り返りを怠ることなく、患者の安全のために研鑽する必要があると考える。感染症学の専門医も院内感染の予防には、きめ細かい努力を積み重ねるしか方法はないと言っている。<sup>6)</sup>重要なことは、院内感染対策を完成されたものとして捉えることなく、現在もなお多くの問題をかかえた事柄として捉え、医療スタッフ全員で取り組む姿勢であると考える。

そこで、本文では、院内感染予防対策の基本である「手洗い」に焦点を当て、将来医療職に従事するであろう看護学生を対象に手洗いに対する認識を把握するとともに、手洗いに関する教育的介入をすることによって、その効果の検証と今後の課題を見出すことを目的とした。また、その結果から手洗い後の生残菌数を視覚的に確認させることができ、実践力習得のための指標となれば幸いであると考えた。

## 研究方法

### 1. 看護学生の手洗いに関する意識調査

#### アンケートの実施方法

看護短大の学生（2・3年生）149名を対象に「手洗い」に関するアンケート（意識）調査を行った。

調査に関する倫理的配慮は無記名とし、研究以外の目的に使用しないこと、自由参加であることを説明し、同意を得た者のみを対象とした。アンケートは平成18年5月～6月に行った。

### 2. 看護学生に対する教育的介入前後の手洗いにおける生残菌数

手洗い実験の被験者は、実験の趣旨に同意し、時間的に協力可能な看護短大の3年生、18名を対象とした。また、実験場所は看護短大の実習室を使用し、平成18年7月～平成18年12月までの任意の期間に行った。

実験は①教育的介入をしない、自由な手洗い（流水および石鹼）方法によるグループと、②手洗いチェックやパワーポイントによる衛生的手洗いの教育的介入を行ったグループに無作為に分け、それぞれの、

手洗い前後の両手指に付着する一般細菌数を計測した。また、実験に使用した石鹼は、学生が日常使用しているもの（液体石鹼；7名、泡石鹼；2名、固形石鹼；3名、流水のみ；1名）を自由に選択させた。教育的介入前の手洗い後と教育的介入後の手洗い後の生残菌数を比較した。

#### 1) 教育的介入前の手洗いにおける生残菌数の測定方法

(1)日常、家庭や学校等で使用している非抗菌性の石鹼（固型・液体・泡）と流水（水道水）を使用し、通常行なっている手洗い方法で自由に手洗いさせた。

(2)手洗い後の手指を、滅菌生理食塩水500mlの入った滅菌トレイの中で、滅菌ガーゼを用いて5分間、十分にこすり洗いさせたものを洗浄液とした。

(3)その洗浄液を、滅菌生理食塩水にて×10倍の段階希釈液し、適当な希釈段階の希釈液1mlを、高圧蒸気滅菌後、50℃に保温しておいた普通寒天培地20mlと混釀した。

(4)培地が固化後、35℃の恒温培養機に入れ、48時間培養後、生じたコロニー数を計測し生残菌数を算出した。

(5)手洗い前の手指についても同様に、両手指の付着菌数を計測し、コントロールとした。

#### 2) 教育的介入後の手洗いにおける生残菌数の測定方法

(1)被験者（看護学生：13名）への手洗いの教育的介入は、パワーポイントによる手洗い指導と、洗い残しを手洗いチェック<sup>®</sup>（サラヤ株式会社）により確認させる方法を組み合わせて行なった。

(2)手洗いチェックは、①蛍光色素の入ったローション1mlを手に取り、まんべんなく塗り広げ、②手洗い用石鹼を使って、普段通りの手洗いを行ない、③専用のブラックライトを取り付けた本体に手を入れて、洗い残し部分（白く発光）を確認することができるという特徴をもっており、食品の製造や調理現場で昔から使用されてきたが、近年、価格が廉価となったため、多くの分野で広く普及し始めた装置である。

(3)また、手洗い方法の指導は、以下に示した流水と石鹼を用いた衛生的手洗い法をパワーポイントにより行った。

(4)教育的介入を行った学生に対する手洗い後の生残菌数の確認試験は、上記指導の1週間後に、全員に手洗いをさせ、前項と同様の方法により生残菌

数を測定した。

また、教育的介入を受けた学生に対しては、パワーポイントで示した手順をポスターにして流しの前に掲示し、手洗い方法の周知徹底をはかった。

### 3. 使用した石鹼の種類と教育的介入前の手洗いにおける生残菌数との関係

- 1) この実験の被験者は、手洗い実験に参加した看護学生とは異なる学生を無作為に選択し、教育的介入なしに、液体石鹼（キレイキレイハンドソープ：ライオン株式会社）と水道水による流水を使って自由に手洗いをさせた。
- 2) 手洗い後の両手指に付着する細菌数については、前述した方法により生残菌数を算出した。
- 3) 3日後、同じ被験者に対して、同様に教育的介入なしに、泡石鹼（キレイキレイ泡ハンドソープ：ライオン株式会社）と水道水による流水水を使って自由に手洗いをさせた。生残菌数については、前述した方法により算出した。
- 4) さらにその3日後、同じ被験者に対して固形石鹼（キレイキレイ固形石鹼：ライオン株式会社）を使用して自由な方法で手洗いを行わせた。生残菌数については、前述した方法により算出した。
- 5) さらにその3日後、同じ被験者に対して流水のみで自由に手洗いを行なわせた。生残菌数については、前述した方法により算出した。

### 4. 使用した石鹼の種類と教育的介入後の手洗いにおける生残菌数との関係

- 1) この実験では、教育的介入前の手洗い実験で被験者となった看護学生5名に対して教育的介入を行なった。
- 2) すなわち、パワーポイントと手洗いチェックカードを使った教育的介入を行った後、液体石鹼と流水を使って手洗いを行なわせ、手洗い後の生残菌数を算出した。
- 3) 3日後、同じ被験者に対して、正しい手洗い方法を掲示した流しの前で、泡石鹼と流水を使って手洗いを行なわせ、手洗い後の生残菌数を算出した。
- 4) その3日後、同様に、固形石鹼と流水を使って手洗いを行なわせ、手洗い後の生残菌数を算出した。
- 5) さらにその3日後、同じ被験者に対して、流水のみで手洗いを行なわせ、手洗い後の生残菌数を算出した。
- 6) 生残菌数については、すべて2. 1) で述べた方

法により算出した。

## 実験結果

### 看護学生におけるアンケート結果

#### 1. 看護学生におけるアンケート結果

##### 1) 日常の手洗いにおける清潔感の程度

日常生活の中で行っている手洗い方法で手指が清潔になっていると思うか、という問い合わせに対する結果を図1に示した。

この図から「清潔になっている」と認識している者はわずか0.7%で、「そう思う」の30.4%と合わせても31.1%であった。すなわち手洗いを行ったあと、手指の清潔感を感じている看護学生は全体の3分の1程度しか存在しないことを示している。また、「よくわからない」と答えた者は32.4%存在し、「そうは思わない」の33.8%、「不潔である」の2.7%と合わせると68.9%の看護学生が、手洗い後においても自分の手が清潔とは思っていないという結果が得られた。

この結果は、臨床ナースの59.4%が、手洗い後においても自分の手が清潔だと思っていないという結果より10ポイント程度多かった。

##### 2) 手洗いを行なう際の意識の内容

看護学生がどのような点を意識して「手洗い」を行

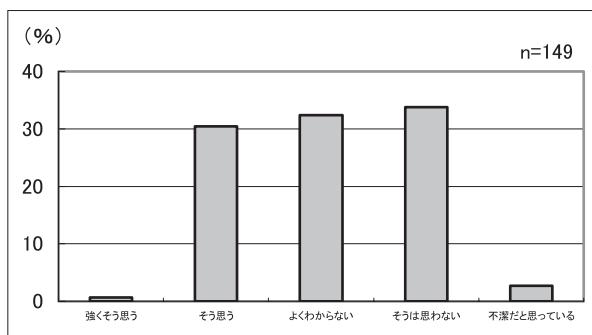


図1 普段の手洗いにおいて、自分の手が清潔になっていると思いますか。

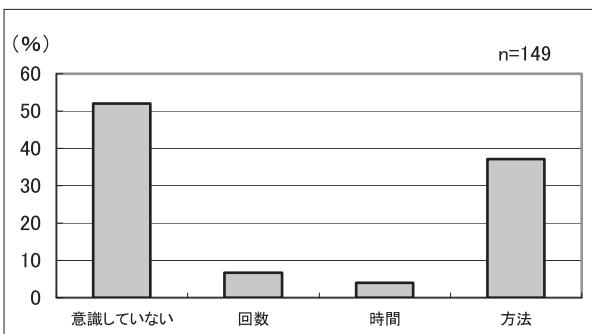


図2 手洗いに対しどんな意識を持っていますか。

なっているかという問い合わせに対する結果を図2に示した。この図より52.0%の看護学生が「意識していない」と答えており、臨床ナースの11.8%を大きく上回る結果となった。次いで高かったのは、「手洗い」の方法(石鹼の種類・洗う部位など)の37.2%であった。また「時間」を意識している看護学生は、わずか4.0%であった。

### 3) 日常生活における手洗い時間と手洗い方法

看護学生が日常の生活において「手洗い」にかける時間を図3に示した。トイレの後の手洗いでは、1秒～5秒と答えた者が最も多く、56.4%であった。食事の前においても1秒～5秒が最も多く、35.8%であった。食事の後は「洗わない」と答えた看護学生が圧倒的に多く、65.5%を示した。調理前においては、やや時間をかけている者が多く40.1%の看護学生が6～10秒と答えた。調理後も洗顔時も最も多いのは1秒～5秒であった。また、アンケートにあげた8項目の日常生活のうち4項目が1秒～5秒でその頻度も高く、次いで3項目の6秒～10秒が多かった。但し食事後は「洗わない」という回答が65%を占めていた。掃除後は23.6%の学生が16秒以上の時間をかけており、他の項目に比較すると最も手洗いに時間をかけているという

結果であったが、日常生活において看護学生が手洗いにかける時間は10秒以内がほとんどであった。

### 看護学生に対する教育的介入前後の手洗いにおける生残菌数

#### 1. 教育的介入前の手洗いにおける生残菌数

教育的介入前の自分流手洗いで、最も生残菌数が多かったのは、流水のみの手洗いを行なった場合(No.13)で、両手指にまだ $8.0 \times 10^6$  cfuもの菌が検出された。液体石鹼を使用した場合も、7名中4名(No.1, No.3, No.6, No.7)の被験者で、 $5.0 \times 10^6$  cfu以上の菌数が検出された。一方、固体石鹼を使用した場合は、No.11の1名から $5.5 \times 10^6$  cfuの菌数が検出されたが、1名は $10^6$  cfu以下であった。(図4)。

正常なヒトの皮膚には細菌が定着しており、その細菌数は身体の部位によっても異なるが、手指には、 $10^3$ ～ $10^4$  cfu/cm<sup>2</sup>の常在細菌が生息していると言われている。その細菌は通過細菌叢と常在細菌叢に分類され、常在細菌叢は皮膚の深層に付着しており除去しにくく、院内感染は引き起こしにくいと考えられている。<sup>7)</sup>今回の実験では、皮膚の通過菌が除去できる非抗菌性の石けんと流水を使った日常的手洗いに主眼をおいて

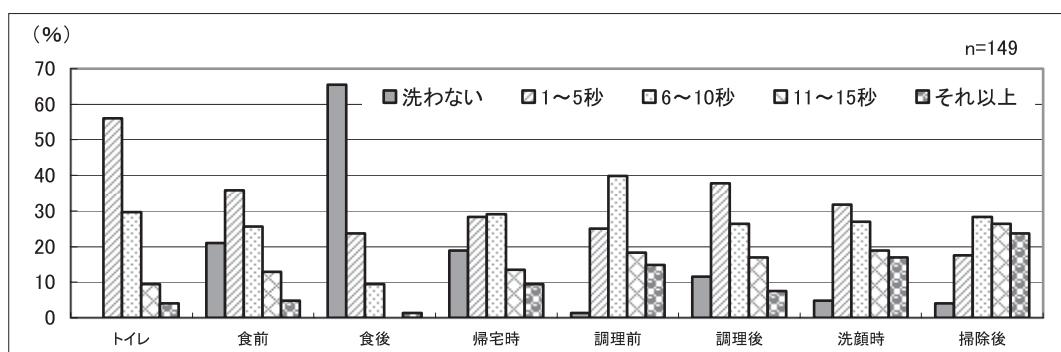


図3 手洗いにどれくらいの時間をかけますか

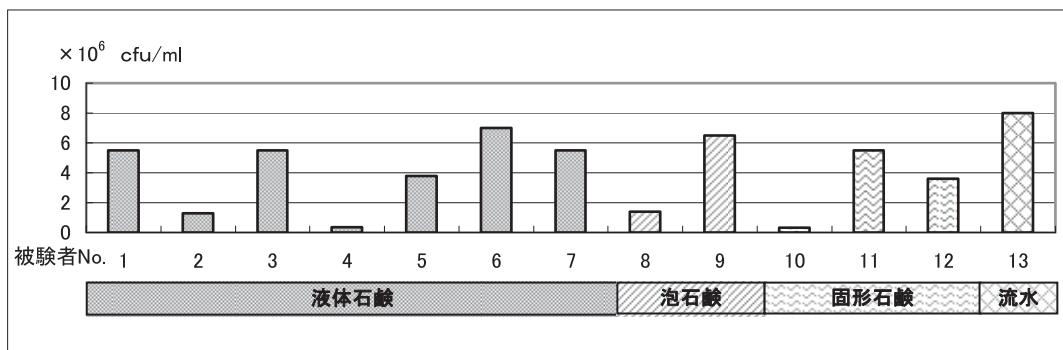


図4 教育的介入前の手洗いにおける生残菌数

いるため、きちんとした手洗い方法がマスターできていないため、被験者間でこのようなバラツキのある結果が出たものと思われた。

## 2. 教育的介入後の手洗いにおける生残菌数

教育的介入後の手洗いで生残菌数の最も多かったのは、泡石鹼使用者の $5.0 \times 10^6$  cfu、次いで液体石鹼を使用した $4.6 \times 10^6$  cfu であった。反対に最も少なかったのは、泡石鹼を使用した No.8 の学生で $2.8 \times 10^4$  cfu、次いで固体石鹼を使用した No.10 の $1.4 \times 10^5$  cfu であった(図 5)。しかし、教育的介入後には、前項の介入前の自由な手洗いの時よりも、ほとんどの被験者が生残菌数が減少していた。

## 3. 教育的介入前後における除菌率

教育的介入の効果を比較するために、教育的介入前後の手洗いにおける生残菌数を除菌率として図 6 に示した。被験者 13 名中 12 名に除菌効果がみられ、そのうち 9 名で 60% 以上の除菌効果がみられた。また除菌効果がみられなかった被験者 No.4 は、教育的介入前においても菌数が少なかった学生であった。

石鹼の種類においては、液体石鹼を使用した被験者 No.1 ~ No.7 のうち、6 名に除菌効果がみられた。最も高い除菌率は 81.8%、最も低い除菌率は 16.4% であった。泡石鹼では 2 名とも除菌効果を示したが、1 名は

除菌率 97.9% と高く他の 1 名は 23.1% であった。固体石鹼では、3 名中 3 名に除菌効果がみられ、最も高い除菌率は 80.6%、低い除菌率でも 66.7% であった。

また、石鹼を使用せず流水のみで洗った被験者 1 名は、教育的介入により 91.3% という高い除菌効果が見られた。

以上のことから手洗い効果を視覚に訴えることができる、手洗いチェックを用いる教育的介入は、看護学生に対して高い効果のあることが明らかになった。

## 4. 使用した石鹼の種類と教育的介入前後の生残菌数の比較

衛生的手洗いにおける石鹼の形状、種類、性状と除菌効果をさらに詳細に調べるために、これまでの被験者とは異なる看護学生 5 名 (A ~ E) を対象として、液体石鹼、泡石鹼、固体石鹼のタイプの異なる 3 種類の石けんを用いて、教育的介入前後の生残菌数を比較した(図 7 - A ~ D)。

液体石鹼では、5 名中 4 名で生残菌数の減少がみられ、特に被験者 B において著明であった。泡石鹼でも 5 名中 4 名に生残菌数の減少が認められ、液体石鹼使用と同じく被験者 B の減少が顕著であった。固体石鹼においては 5 名中 5 名全員に生残菌数の減少が認められた。一方、流水のみでは、5 名中 2 名に生残菌数の

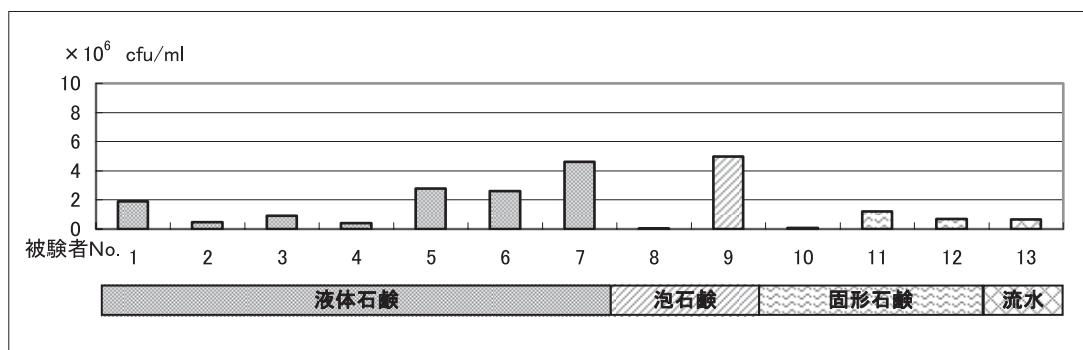


図 5 教育的介入後の手洗いにおける生残菌数

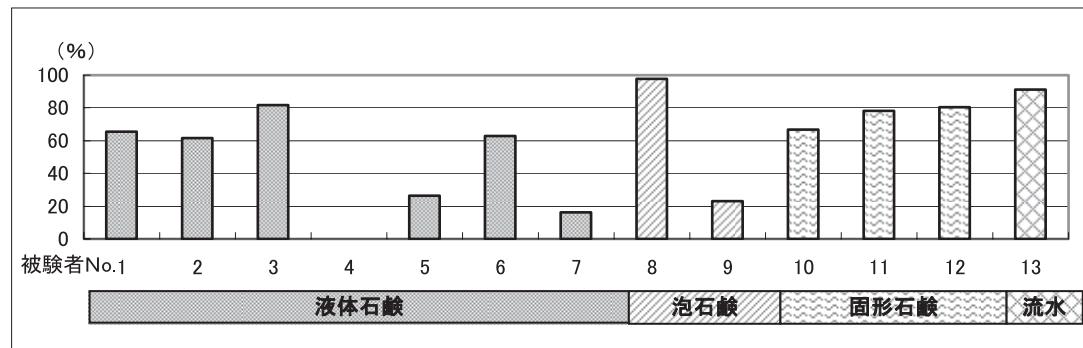


図 6 教育的介入後の手洗いにおける除菌率

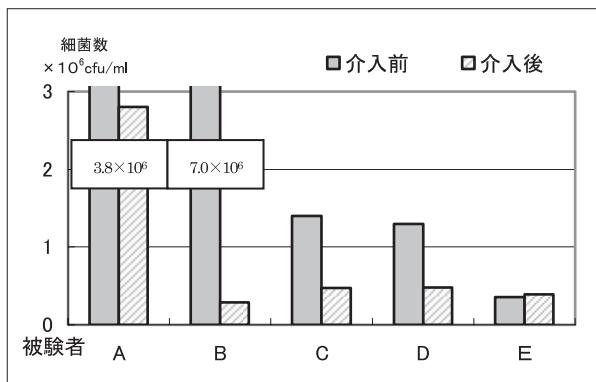


図 7-A 液体石鹼使用手洗いにおける教育的前後の生残菌数の比較

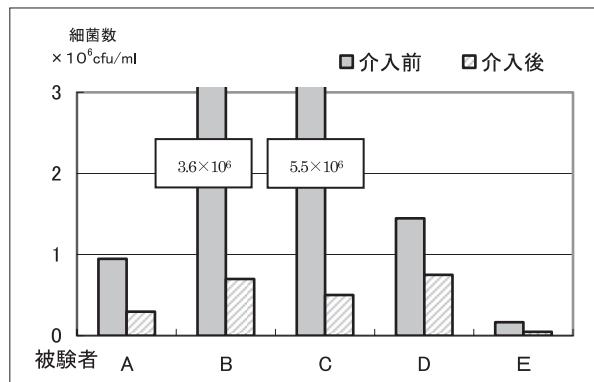


図 7-C 固形石鹼使用手洗いにおける教育的前後の生残菌数の比較

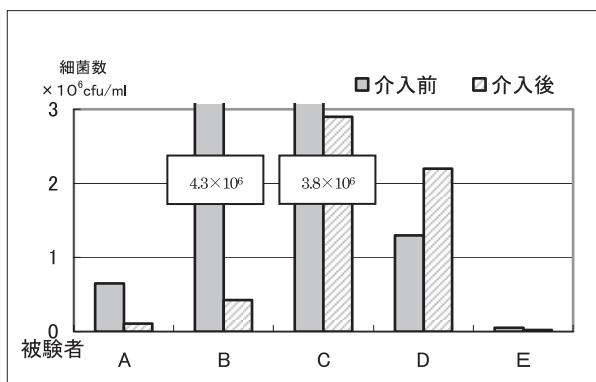


図 7-B 泡石鹼使用手洗いにおける教育的前後の生残菌数の比較

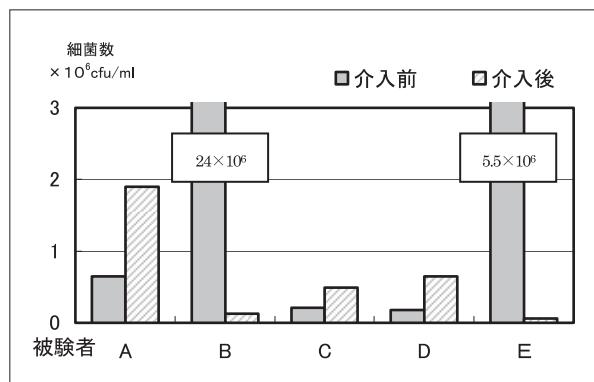


図 7-D 流水のみの手洗いにおける教育的前後の生残菌数の比較

減少がみられた。また被験者 B は、著しい生残菌数の減少がみられたことから、教育的介入前の手洗いが不適切であったことが推測された。

以上の結果より、教育的介入後の生残菌数で比較した場合、固体石鹼、液体石鹼、泡石鹼の順で除菌効果があることが示唆され、手洗いに使用する石鹼の性状によっても効果に違いのあることが明らかとなった。また、流水のみの洗浄でも 5 名中 2 名に大きな減少効果がみられた。

### 考 察

看護学生が日常行なっている手洗い後の清潔感については、「そう思う」「よくわからない」「そうは思わない」において、それぞれ、30.4%、32.4%、33.7%と、ほぼ同様の割合で分散していた。その傾向は以前調査した臨床ナースの意識と大差なかった。しかし、学生は現在、学校で看護教育を受けている最中で、常に学習可能な環境にある。しかも、「手洗い」に関する指導内容も記憶に残っていると思われる学生が、臨床ナースと同じ結果を示したということは問題として捉える

べきであろう。

この現象の要因として考えられることは、教育課程のあり方の問題ではないであろうか。感染予防策としての「手洗い」に対する方法の指導・実践は学内演習項目に挙がっているのであるが、時間の制約を含む様々な状況から継続的に介入していくことが困難となっている。また看護という分野の理解が不十分であろうと考えられる時期に手洗いの指導が行われ、しかもそれが継続することなく単発で終わることが多い。今回、アンケート調査対象の学生は、2年生・3年生でありすでに「手洗い」に関する教育は終了している者たちである。それにも関わらずこのような結果であったことは、看護師と同様、自己の技術に対する自信のなさに加えて、知識の不十分さ故ではないかと推測される。

手を洗う際の意識の内容については図 2 に示したように、52.0% の学生が手を洗う際「意識していない」と回答した。棚橋ら<sup>8)</sup>のイメージ調査から、看護学生が看護教員と臨床ナースを結びつけるイメージの希薄さが年々増大しているように、学生は、今学習してい

ることが、将来、実践能力として評価されることの実感がないものと推測される。そのため、「手洗い」後自分の手が清潔になっているという意識も強くないが、だからといって、特に意識して洗うこともない。つまり、「手洗い」に対して、それほどの関心も重要性も認識していないことが推測される。

看護学生の日常生活における手洗いの時間と方法では、図3に示したように8項目中7項目で10秒以内の手洗い時間という結果であった。トイレの後であっても、食事の前であっても、調理前であっても「適切な手洗い」を行なっている学生はほとんど存在しない。この現象から推測しても図2に示したように、学生は「手洗い」に対する関心が低いということができる。

今回のアンケート調査から、学生は、院内感染の予防対策として「手洗い」がその基本方針となっていることへの理解がまだまだ不十分であり、そのため、看護技術習得としての意識が低いということができる。

このようなアンケート結果が得られたことから、次に看護学生を対象として、パワーポイントや手洗いチェックカードを使った教育的介入の効果を調べた。その結果、3年生は「手洗い」に関する知識や技術の習得は一応終了していると思われるにもかかわらず、介入前の「通常行っている手洗いで」と促されると、「適切な手洗い」を行う学生はほとんど存在しなかった。すなわち、手洗いの操作手順や、手洗いに石けんを使わない学生も存在し、それらの学生の両手指に残る生菌数を調べたところ、手洗い後においても多くの菌が生残していた。学生らは、1年生時に一度は正しい手洗いの方法を習得しているにもかかわらず、その後の継続的な指導を受ける機会がなかったことにより、その記憶が薄れ、自己流の曖昧な手洗い方法で行なってしまうらしい。また、現在市場に数多く出回っている除菌効果をアピールした洗浄剤を過信し、それらの洗浄剤を使用していることによって安心感を持つてしまうようである。

次に、パワーポイントや手洗いチェックカードを使っての教育的介入を行った実験では、1人の学生ではあるが、流水のみでの手を洗った学生で介入後に高い除菌率が見られたことから、石けんなどの洗浄剤の種類に関係なく、手の洗い方が重要になるのではないかと思われる結果が得られた。これは、シェンオウル圭子ら<sup>9)</sup>の調査で、石鹼を用いた手洗いと流水のみの手洗いとで、除菌率に有意差はないことが示唆されている

ように、流水のみでも適切な手洗い方法さえ行えば、除菌効果は充分に得られることとも一致している。

また、教育的介入の方策として、宮窪らの報告にあるように、勉強会、ポスター提示、ブラックライトの常設の他、自分の手指に付着している菌を実際に確認させることは効果的であると言える。今回の実験においても、日常的に行なっている手洗い後の生菌数を培養し、培地に生えたコロニーを実際に学生に見せることによって、如何に自分の手指が汚いかを強く印象づけることができた。その結果、その後の指導に対して積極的に取り組む姿勢がみられた。しかし、教科書やパワーポイントを使って、正しい「日常的手洗い方法」を教授するだけの方法は、清潔度を学生に認識させることが弱く、印象に残りにくい原因とも考える。そのため手洗いという行為は、個人の意欲や満足度に任せるところが大きい。それ故に意識的に教育的介入をすることが必要になってくる。たとえば、感染予防委員会のメンバーによる定期的な細菌培養によって手洗い後の手指に生残している細菌を視覚的に確認することは、かなりインパクトがあり効果的な方法であろう。

また、田中ら<sup>10)</sup>も、手洗いの教育には、手洗い技法は難しく、練習が必要であると全員に認識させる必要があり、手洗いの手順が頭の中で理解できたころ、手洗いミスの検証を蛍光塗料を用いて行ない、頭の中で考えていた手洗いミスと実際の手洗いミスを実際に体験させる必要があると述べている。さらに、啓蒙活動は繰り返し実施すること、その内容は常に新しいバージョンを用意し、正しい手洗い方法をポスターなどにして手洗い場の前に掲示することなどが必要であり、ポスターがないと手洗いは自然に忘れ去られしていくかもしれないとも述べている。

以上のことから、自己の手洗いを振り返る機会を多く設け、継続教育の必要性を認識すると同時に適切な手洗いができない具体的な要因を見出し、それらを解決していくことが感染予防対策の推進につながっていくのではないかと考えられた。

## ま　と　め

今回の調査からも明らかになったように技術の習得のためには継続的な教育の必要性が重要である。しかし、現状においてはカリキュラム上の問題もあり継続的教育を充実させることは困難であることも否定でき

ないかもしない。このような状況を解決するために  
は、学生の動機づけと環境の充実が必要と考える。学  
生が手指衛生を常に意識することができるよう、ま  
た手技習得のための環境を整えることが今後の課題で  
あろう。

## 文 献

- 1) 院内感染対策研究会 代表 蟻田巧「院内感染対策マニュアル」南江堂 p.2 1990
- 2) 小林寛伊「病院感染対策 Q & A」昭林社 p.10 2002
- 3) 堤寛「ユニバーサルプレコーション実践マニュアル 新し  
い感染防止対策」p15 1999
- 4) 小林寛伊「病院感染制御と病院内組織化」臨床と微生物  
Vol.30 No.5 p.436 2003
- 5) 宮窪智佐子 浜野由美子 長谷川恵「手指の清潔保持に対  
する意識と行動の変化」—簡易携帯用手指消毒物品を用い  
て— 第29回看護総会 p.58-59 1998
- 6) 中日新聞 (2005.9.27付朝刊)
- 7) 藤井昭 (訳)「保健医療現場における手指衛生のための CDC  
ガイドライン2002」p.2
- 8) 棚橋千弥子 柴田由美子「看護学生のイメージ調査」日本  
看護研究会雑誌 Vol.30 No.3 p.124 2007
- 9) シェンオウル圭子 大沼由佳 高野芳美「石鹼による手洗  
いと流水による手洗いの細菌学的調査の検討」第36回看護  
総合 p.226-227 2005
- 10) 田中弘子 市川高夫 波多江新平「手洗いを見直す特集  
5 手洗いの教育啓蒙」INFECTION CONTRON No.4 メ  
ディカ出版 p.34-38 2000

# 成人看護学実習における「転倒リスク」の情報収集の傾向

柴田由美子・棚橋千弥子・武井 泰・長屋江見・川畠安正

岐阜医療科学大学保健科学部看護学科

(2009年1月14日受理)

## A tendency of information collection of “a fall risk” in adult nursing practicum

Yumiko SHIBATA, Chiyako TANAHASHI, Yasushi TAKEI

Emi NAGAYA, Yasumasa KAWAHATA

### 要 旨

本研究は、看護学生が成人看護学実習（慢性期）で記載した看護経過記録から、看護ケアに必要な情報を的確に捉えているか分析し、今後の実習指導方法を見出すことを目的とした。対象は、研究に同意した看護学生10名の看護経過記録（記載方法はSOAP形式）とした。今回は、看護問題「転倒リスク」に焦点を当て、看護経過記録のS(subjective data), O(objective data)情報を抽出し、ゴードンによる「機能からみた健康パターン」<sup>1)~3)</sup>に基づいた分類で、カテゴリー化し傾向性を分析した。その結果、活動・運動、認知・知覚、健康知覚・健康管理の順で3つのカテゴリーに情報が集中していたことがわかった。この情報は、看護問題の関連因子に沿って情報を得ていたことから、看護問題の関連因子を的確に抽出できること、関連因子を常に振り返る機会をもち適切な情報を得ることができる指導が必要であることが示唆された。

**Keywords :**情報、関連因子、転倒

### I. は じ め に

看護師が患者に提供するあるいは提供した看護ケアは、看護経過記録として残される。「看護経過記録やメモについては、患者のその日の状況や問題点などが記載されているため、どの看護師も情報収集の際に見ており、重要視している情報であった。」<sup>4)</sup>と報告されているように、看護経過記録が充実した記録であれば、患者の現在の状態や状況の変化を把握するための重要な資料となることは間違いない。

看護経過記録の様式には様々な様式があるが、G短期大学の成人看護学実習（慢性期）では、SOAP形式を用いて看護経過記録を記載している。SOAPの記録形式は、S(subjective data), O(objective data), A(assessment), P(plan)で記述する方法である。看護計画に基づき実践した看護ケアの経過をSOAPで記述することは、実際の看護活動を支える重要な記録となる<sup>5)</sup>と言われている。しかし、S情報やO情報が看護

問題からずれていったり、曖昧な情報であれば患者の状況を的確に捉えることができず、患者のニーズにあつた看護ケアを立案し提供することは困難となる。また、他者に看護経過記録を通して患者の状況や経過を確実に伝達することも不可能となる。

本研究においては、看護学生が記載した看護経過記録から、看護ケアに必要な情報を的確に捉えることができているかどうかを確認し分析することにした。本研究の成果は、学生の情報収集への課題を見出すことによって、今後の実習指導方法を改善するために活かすことができる。

### II. 研究目的

成人看護学実習における看護情報のとらえ方の指導方法の示唆を得るために、「転倒リスク」の看護問題のケアを通じた看護経過記録を分類し情報収集の傾向を考察する。

### III. 研究方法

#### 1. データ収集方法

- 1) G 短期大学3年次の平成18年5月～12月の期間において、成人看護学実習（慢性期）において使用している看護経過記録を用いた。  
看護経過記録の記述方法については、短期大学2年次後期の成人看護学演習、3年次の実習オリエンテーション時に説明を行なった。
- 2) 看護経過記録の様式は表1の通りである。

表1 看護経過記録様式

看護問題別看護経過記録		
# ○○○に関連した転倒リスク		
月・日	時刻	処置・観察記録
	S :	
	O :	
	A :	
	P :	

- 3) 看護経過記録の記載方法は、看護診断別に実施した看護ケア内容をSOAP形式で記載することとした。
- 4) 研究対象者は研究協力を依頼した学生13名のうち、研究に同意した学生10名の実習記録内容とした。

#### 2. 分析方法

- 1) 臨床における医療安全で、よく活用される看護問題が転倒転落であり、成人看護学実習で回復過程や慢性疾患の看護問題として「転倒リスク」の看護問題がよく抽出される。そこで、看護問題の「転倒リスク」に焦点を当て、看護学生がどのような情報を得ているか傾向性を知るため、問題に対する看護ケアについて記載された看護経過記録を対象とした。
- 2) 看護学生の記録から抽出した情報1つ1つをデータとした。
- 3) 抽出したデータは意味内容の類似性に基づきゴードンのデータベースを基に【1. 健康知覚・健康管理】、【2. 栄養・代謝】、【3. 排泄】、【4. 活動・運動】、【5. 睡眠・休息】、【6. 認知・知覚】、【7. 自己知覚・自己像】、【8. 役割・関係】、【9. 性・生殖】、【10. コーピング・ストレス】の10カ

テゴリーに分類した。

- 4) カテゴリー化したデータをさらに、意味内容の類似性に基づき分類し、共通の性質を示す用語を用いサブカテゴリーとした。
- 5) 分析方法の信頼性は、研究者間で複数回のカテゴリー化、サブカテゴリー化を行なうことにより信頼性を確保した。

#### 3. 研究の倫理的配慮

実習記録記載者の学生に対して、口頭にて研究目的・内容・方法・学生の匿名性・記録内容に記載されている患者が特定されないようなデータ収集方法を説明した。研究方法に同意しない場合にも、学生の不利益にならないこと、得られたデータは研究以外には使用せず、研究終了後に破棄することを併せて説明し看護経過記録の提出をもって受諾とした。

### IV. 結 果

#### 1. カテゴリーに分類（表2）

- 1) 看護経過記録から得た情報から、意味をもつ内容として238のデータを抽出した。データのほとんどは10のカテゴリーのうち、【1. 健康知覚・健康管理】、【3. 排泄】、【4. 活動・運動】、【5. 睡眠・休息】、【6. 認知・知覚】の5カテゴリーに属し、他のカテゴリーにデータの分類はされなかった。
- 2) カテゴリー分布は図1に示すように、【4. 活動・運動】が最も多く46.6%であった。次いで、【6. 認知・知覚】の22.7%，【1. 健康知覚・健康管理】21.9%の順であった。

#### 2. サブカテゴリーに分類

カテゴリーに分類したデータを更にサブカテゴリーに分類したものを表2に示した。

【1. 健康知覚・健康管理】は【①. 症状】、【②. 治療】、【③. 筋力低下】に分類され、最も多く分類されたのは【①. 症状】の10.1%であった。

【4. 活動・運動】は【①. 循環・呼吸】、【②. 運動】、【③. 道具使用】、【④. 活動の制約】に分類され、最も多く分類されたのは、【①. 循環・呼吸】の23.6%，ついで【②. 運動】の16.0%であった。

【6. 認知・知覚】は【①. 疼痛】、【②. 理解度】に分類され、【②. 理解度】が15.5%を占めた。

また、【3. 排泄】、【5. 睡眠・休息】はサブカテゴリー化されなかった。

### 3. サブカテゴリー別に分類したデータ

【1. 健康知覚・健康管理】において、【①. 症状】に分類された主なデータは「両下肢浮腫あり」、「指先が少ししびれているよ」などであった。【②. 治療】に分類された主なデータは「酸素療法中」、「安静度トイレまで」などであった。【③. 筋力低下】に分類された主なデータは「歩行不安定（長期間ベッド上安静による筋力低下）」、「立位ふらつきあり」などであった。

【4. 活動・運動】において、【①. 循環・呼吸】に分類された主なデータは「労作後、呼吸困難著明」、「発熱」、「不整脈がみられた」などであった。【②. 運動】

に分類された主なデータは「前かがみ」、「歩幅が狭い」、「歩行時時折り足となる」などであった。【③. 道具使用】に分類された主なデータは「歩行器が体から離れてしまっている」、「車椅子にスムーズに移乗できない」などであった。【④. 活動の制約】に分類された主なデータは「点滴中は歩きにくいから嫌だ」「バルーンカテーテルが体に後ろに巻き込まれている」などであった。

【6. 認知・知覚】において、【①. 疼痛】に分類された主なデータは「車椅子からトイレに移動する際少し膝に痛みがみられた」、「痛みが治まってから移動し

表2 学生が捉えた情報におけるカテゴリー・サブカテゴリー分類

カテゴリ名	サブカテゴリ名	%	データ(一部抜粋)
1. 健康知覚・健康管理	症状	10.1	両下肢浮腫あり。指先が少ししびれているよ。
	治療	6.7	酸素療法中。安静度トイレまで。
	筋力低下	5.0	歩行不安定(長期間ベッド上安静による筋力低下)。立位ふらつきあり。
3. 排泄		0.4	尿量が少ない。
4. 活動・運動	循環・呼吸	23.6	労作後、呼吸困難著明。発熱。めまいあり。不整脈がみられた。
	運動	16.0	前かがみ、歩幅が狭い。歩行時時折り足となるが、ほぼ足を上げて歩行できている。
	道具使用	4.6	歩行器が体から離れてしまつて斜めになつてるので、廊下の端に何度もぶつかっている。
	活動の制約	2.4	自分で立ち上がることはできるが、車椅子にスムーズに移乗できない。
5. 睡眠・休息		0.8	眠気なし。
6. 認知・知覚	疼痛	7.1	車椅子からトイレに移動する際、少し膝に痛みがみられた。痛みが治まってから移動した。
	理解度	15.5	車椅子からベッドへの移動の仕方がわからなかつた。次の動作をどうしてよいかわからない。
11. その他		7.6	手首、足首を動かすしぐみられる。自ら歩行訓練されている。ベッドの高さ一番低い。ベッド柵固定されている。

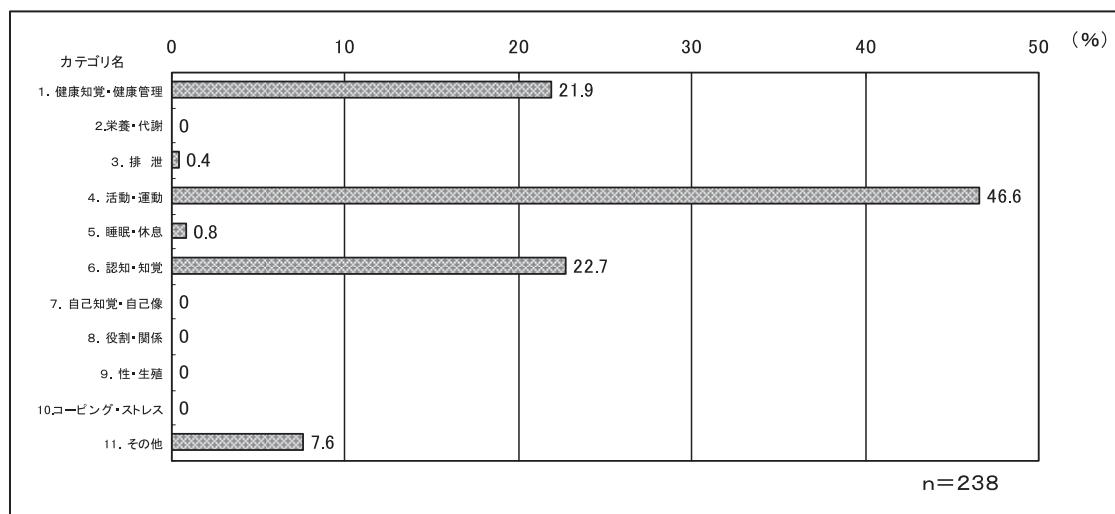


図1 看護ケア時、学生が注目した情報の分布

た」などであった。【②. 理解度】に分類されたデータは「車椅子からベッドへの移動方法がわからなかつた」、「次の動作をどうしていいのかわからない」などであった。

また、10のカテゴリーに分類されなかつたデータが【その他】7.6%存在し、「手首、足首を動かすしぐさがみられる」、「自ら歩行訓練されている」、「ベッドの高さが一番低い」、「ベッド柵固定されている」などの情報であった。これらのデータは、意味内容から特定の1つのカテゴリーに分類し得なかつたものである。

#### 4. 看護問題の関連因子の抽出

学生が捉えた看護問題の関連因子を抽出した結果を表3に示した。

表3 看護問題に取り上げられた関連因子

分類	関連因子
循環・呼吸	起立性低血圧による立位時のふらつき 労作時の呼吸困難による立位・歩行不安定 貧血症状によるめまい
運動	長期間臥床による筋力低下 下肢のしびれによる歩行困難 麻痺による可動域の制約 下肢の浮腫による歩行困難
疼痛	膝関節痛により歩行不安定 腰部痛による立位・歩行不安定
視覚	白内障による視力障害

看護学生が転倒リスクの関連因子として挙げていることは、大きく4つに分類された。第1に〈循環・呼吸〉と表される因子でここには「労作時の呼吸困難」や「貧血症状によるめまい」、「視力の低下」などが分類された。

第2には〈運動〉と表される因子でここには「筋力低下や可動域の制限」などが分類された。第3には〈疼痛〉と表される因子でここには「膝関節痛」や「腰部痛」が分類された。

#### V. 考 察

今回、転倒リスクに関するS (subjective data), O (objective data) 情報を抽出し、データを分類した結果、【1. 健康知覚・健康管理】、【4. 活動・運動】、【6. 認知・知覚】の3つのカテゴリーに対しての情報に注目が集中していたことがわかった。さらに、サブカテゴリー化すると、【1. 健康知覚・健康管理】では【①. 症状】に注目している割合が高く、【4. 活動・運動】では【①. 循環・呼吸】と【②. 運動】に注目している

割合が高く、【6. 認知・知覚】では【②. 理解度】に注目している割合が高かった。

注目した情報が【1. 健康知覚・健康管理】、【4. 活動・運動】、【6. 認知・知覚】に集中していること、さらにサブカテゴリーにおいても集中型の結果がえられたことは、看護学生が看護問題の関連因子と考えている情報に大きく関わっているのではないかということが推測された。そこで、学生が捉えた看護問題の関連因子を抽出した結果(表3)、大きく4つに分類され第1に〈循環・呼吸〉、第2には〈運動〉、第3には〈疼痛〉と表される因子に分類された。

これらの結果から、看護学生が転倒リスクの関連因子として注目した情報は、【1. 健康知覚・健康管理】、【4. 活動・運動】、【6. 認知・知覚】と合致するものであったことが理解できた。すなわち看護ケア時の情報の殆どは看護問題の関連因子に由来するものであることがわかった。したがって看護問題の関連因子を的確に抽出することが日々の看護ケア時の情報収集の要点となることが言える。反面、仮に一端看護問題の関連因子として見落としてしまうと、最後までそのことに気づかず看護ケアを行なうこととなり、患者にとつて不利益となる危険性もある。

転倒のリスクのアセスメントシートにアイオワ大学・老年看護介入研究センターが発行している「転倒予防: Prevention of Fall」を翻訳したものの中にバランス評価シートや歩行評価シートがある<sup>6)</sup>。これらの評価シートは運動機能評価をするためのシートであるが、今回のカテゴリー分類では、【4. 活動・運動】のカテゴリーに相当すると思われる。これらのシートは直立支持のバランスに関するものであるためか看護学生がバランスシートを活用してアセスメントしていることはなかった。看護学生が転倒のリスクを考えるときまず身体のバランスをアセスメントするのではなく、「歩き方や身体の特徴」、「服装や履物」、「前かがみ」、「すり足である」などの移動時の患者の状況や、「ベッド周囲」、「ベッドの高さ」、「床が水で濡れている」など物的環境、「浮腫がある」、「膝が痛い」などの身体状況からの情報を重要視していることがうかがえた。

現在、臨地実習施設の一部では、患者の転倒リスクを評価するため、「転倒予防の標準ケア計画リスト」<sup>6)</sup>に類似したスケールを活用している。しかし、看護学生の実習記録用紙は、ひとつひとつのリスクに関

するチェックリストが存在しそれに基づいてチェックを行ないアセスメントするという様式には至っていない。そのため看護学生はスケールを充分に活用することができず、身体的な問題の情報に捉われがちになってしまふ傾向がある。すなわち、事前情報と実際に学生が得た情報をリンクさせることが困難な状況が生じていることが推測された。

前述したように、看護学生は看護問題の関連因子を基本としてその後の看護ケアにおける情報収集を行なっている。そのため、もし関連因子に不足があることに気がつかない場合は、その部分に関する情報には目を向けることができないという状況が生じることが否定できない。そのような状況を避けるために、学生は情報収集時に「転倒リスクのスケール」の内容を学習する必要があると考える。チェック項目を全て確認することによって、転倒リスクの原因がどこにあるかを明確にすることができます。そして患者に対する看護ケアに生かされる情報を得るために、看護問題の関連因子を常に振り返る機会をもつよう指導することが必要であると考える。

転倒リスクに関するデータでは、【2. 栄養・代謝】、【7. 自己知覚・自己像】、【8. 役割・関係】、【9. 性・生殖】、【10. コーピング・ストレス】に分類する情報を認めることはなかった。しかし、転倒リスクは【1. 健康知覚・健康管理】、【3. 排泄】、【4. 活動・運動】、【5. 睡眠・休息】、【6. 認知・知覚】以外の分類がないとは言えない。例えば、【4. 活動・運動】の中のサブカテゴリー【①. 循環・呼吸】でのデータに「めまい」がある。このデータからめまいの程度や症状から立位・歩行時は安定しているかどうかという身体的状態を情報として収集することは可能であろう。しかし、めまいの原因を追究するデータに注目している学生は存在しなかった。この原因が【2. 栄養・代謝】、あるいは【9. 性・生殖】に相当する可能性もある。

学生は患者の表面に現れる状態のみに注目しがちであるが、さらにその原因、根底にあるものを見極める力を養うよう指導していく必要があると考える。それによって学生は、必要な情報の視野を広げることが可能となり、適切な看護ケアの提供につながっていくものと考える。

また今回、カテゴリー分類しなかったデータとして、

「手首、足首を動かすしぐさがみられる」「自ら歩行訓練されている」といった患者の意欲的な言動を表す情報がある。看護学生は転倒リスクを考えるときネガティブな方向の情報に注目しがちである。しかし、活動意欲が高いといったポジティブな方向と考えられる情報が必ずしも転倒を予防するとは限らない。例えば意欲がありすぎることで患者の活動認識と実際の活動に差異が生じ、その結果として転倒を招くという場合も考えられる。したがって対象の患者の状況が転倒を誘発する可能性があるか否かをアセスメントする能力が必要となってくる。今回の調査対象の学生の中で少数ではあるが、これらのデータに注目していた学生が存在していたことは評価しても良いであろう。しかし、このデータをどのようにアセスメントしたのかを知ることはできなかった。

今回の調査より、今後指導していくべき項目として①各看護問題における的確な関連因子の抽出、②すべてのデータにおけるアセスメント能力の育成が必要であることが示唆された。

## VI. 結論

1. 転倒リスクに関連した情報は、活動・運動、認知・知覚、健康知覚・健康管理のカテゴリーに集中していた。
2. 看護経過記録の情報は、看護問題の関連因子に沿った情報のみ注目していた。
3. 看護問題の関連因子を的確に、見極める指導が必要である。

## 引用・参考文献

- 1) M. ゴードン、野島良子監訳：看護診断マニュアル（原著第9版），へるす出版（2001）。
- 2) M. ゴードン、江川隆子監訳：ゴードン博士の看護診断アセスメント指針／よくわかる機能的健康パターン，照林社（2006）。
- 3) 江川隆子：ゴードンの機能的健康パターンに基づく看護過程と看護診断（第2版），ヌーブルヒロカワ（2006）。
- 4) 入江央子、倉島小百合、今田智子、上野蘭子、大沢千春：ADL の介助が必要な患者に対する看護師の情報収集の実態，看護教育学会 第37回総合看護，（2007）p.472-474。
- 5) 渡辺トシ子：PO的思考による看護過程の展開，中央法規出版，p.58, (1997)。
- 6) 征矢野あや子、神岡洋晴 他：最新 転倒・抑制防止ケア，照林社，p.17-20, (2002)。

# 老年臨床看護におけるオムツ着用体験による学びの変化

上平公子・松村三千子

岐阜医療科学大学保健科学部看護学科

(2009年1月15日受理)

## A change of the learning by the diaper wearing experience in the Gerontological Nursing

Kimiko KAMIHIRA, Michiko MATSUMURA

### 要 旨

「老年臨床看護」における高齢者の排泄に関するケアの授業の一環としてオムツ着用体験を実施している。本研究は、看護的視点での援助の必要性に対する学生の学びの拡大を分析し、授業にオムツ着用体験を取り入れた意義を明らかにする目的で実施した。

疑似体験を通して看護的視点がどう変化したかを分析したところ、安心して排泄できるための環境の観察や家族の介護負担、オムツ使用の妥当性、全身状態の観察、生活環境の観察項目が増加していた。オムツ着用体験は対象理解につながる不快感の理解のみとどまらず、本当にオムツが必要であるかをアセスメントすることの必要性を多くの学生が改めて感じていた。オムツ着用体験は排泄への適切な援助の理解に有効であることが示唆され、学生自ら体験することにより看護的視点の広がりが明らかとなり、オムツの利点と欠点の両方の視点を持つことにつながっていた。

**Keywords**：オムツ着用、高齢者、排泄援助

### I. はじめに

現在の日本は、高齢社会を迎え、高齢者人口の増加が著しい。日常の生活動作能力（ADL）が加齢に伴い徐々に低下し、オムツ着用の高齢者も増加し、家庭における介護需要も拡大している。また市場動向調査から見ると、総合マーケティングビジネスの株式会社富士経済によると、大人用の紙オムツは昭和37年に商品化され高齢化の進展で市場規模は年々拡大し、2004年の市場が598億円（前年比105%）で、2006年予測でも631億円（2004年比106%）とされている<sup>1)</sup>。このような背景もあるなか、老年者が最もそのケアを他者に委ねたくないと考えるのは一般に下の世話（排泄介助）であり、初めてオムツを着用した老年者は屈辱感から老年期の発達危機を招く<sup>2)</sup>。ADLが、加齢によって徐々に衰えることは自然な流れだが、失禁するようになった自分を認めたくない心理は誰にでもある。排泄

は羞恥心を伴うプライベートな行為であり、排泄障害から社会活動への参加意欲低下や、自らの存在価値をも否定することも考えられる。排泄援助は、生活全般の支援にもつながるのである。

老年看護学のみならず「排泄の援助」の授業方法として、様々な教育機関でオムツ着用体験が取り入れられており、体験を通して看護対象への共感的理解について、いくつかの報告がなされている。本学でも、「老年臨床看護」における高齢者の排泄に関するケアの授業の一環としてオムツ着用体験を実施し、学習を深めている。

### II. 研究目的

本研究では、オムツ着用体験を通して、学生に看護的視点での援助の必要性に対する学びの拡大を分析し、授業にオムツ着用体験を取り入れた意義を明らかにする。

### III. 研究方法

- 対象：医療系大学看護学生3年生77名のうち、同意の得られた63名の調査票を分析した。回収率は81.8%であった。
- データ収集方法：筆者らが作成した質問紙を用い、体験前後に調査を実施した。
- 分析方法：協力の同意の得られた調査票の内容は単純集計し、自由記載内容については、まとまりのある一文を単位とし区切り、内容が類似した文脈をまとめ分類し分析した。尚、その内容に関しては、共同研究者で検討し合意を得た。
- 倫理的配慮：排泄の援助に関する授業の前に、学生に対し研究の趣旨、研究同意の自由意志の尊重、途中撤回の自由、匿名性の確保、研究に同意しないことによる不利益がないことを口頭および文面にて説明し協力を求めた。また、記述内容は統計処理の基、授業への還元、研究発表など公表することも説明し、同意が得られた学生の調査票および課題レポートを対象とした。

### IV. 老年臨床看護における高齢者疑似体験の概要

医療系大学看護学生で3年次前期開講授業科目の老年臨床看護の講義30回実施予定の5回目に単元；排泄に関するケアに関する授業前に高齢者疑似体験の一環でのオムツ着用体験を自宅で実施した。疑似体験における目的・目標は表1に示したとおりである。

表1 高齢者疑似体験（オムツ着用体験）の目的・目標

#### 目的

高齢者疑似体験学習により、老年期にあり人の加齢による身体的変化の特徴を理解し、変化に応じた援助を考察することができる。

#### 目標

- 実感した加齢現状から日常生活に及ぼす影響を思考することができる。
- 日常生活の適応状況をアセスメントすることができる。
- 一人の人間としての人格を尊重し、看護援助について考えることができる。
- 看護師としてどのような援助が必要かを考察しながら体験し、オムツ装着時の観察ポイントを導き出すことができる。

### 1. 具体的方法

- 学生のプライバシーを配慮し、パンツ式オムツを持ち帰り自宅にて演習とする。
- オムツの連続着用時間は排泄後3時間以上とす

ることが望ましい。

- オムツ着用時の生活は自由とし、外出も可能である。
- 臥床状態での排泄体験を行なう。困難な場合は立位等工夫してもよい。
- オムツ内排泄がどうしても困難な場合は、微温湯200ml程度で湿らせたうえで着用し3時間以上過ごすことが望ましい。

### V. 結 果

高齢者との同居の経験がある学生は36名（57%）であった。また図1のとおりこのオムツ着用体験実習まで、成人用のオムツを見たことがない学生は3名（5%）のみで、店頭を始めこれまでの基礎実習等何らかの形でオムツを目にする機会を得ていた。

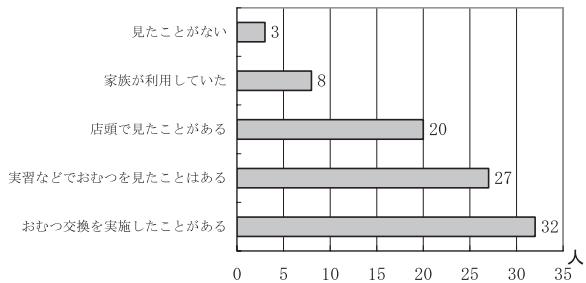


図1 着用体験以前にオムツを見たことの有無

### 1. 体験前の分析結果

表2は、オムツ着用体験前時点で、学生がオムツを着用している高齢者の看護観察ポイントを記述した結果である。総記述数は325であり、記述内容を分析した結果、6つのカテゴリーと36のサブカテゴリーが抽出された。

#### 1) オムツ自体の観察

【オムツ自体の観察】については、「オムツが清潔か」「破れてないか」「衣服やシーツへの漏れがないか」「動いてもずれてこないか」「動きやすさ」「大きさ・タイプが合っているか」「着用の位置・方法が正しいか」「ゴワゴワ感や肌触り・着用感」「いじったり、外そうとしていないか」「本人の着用のしやすさ」の10のサブカテゴリーに分類され、総記述数は113で、全体の34.8%であった。

#### 2) 外見の観察

【外見の観察】については、「衣服の乱れ」「オムツ着用時の外見」「着用時のガサガサした音」の3つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は10で3.1%であつ

た。

### 3) 排泄状況の観察

【排泄状況の観察】については、「排泄したかの観察」と交換のタイミング」「どこで排泄しているか」「排泄後の素振り・サイン」「臭い」「排泄の回数、量、性状の観察」「着用後の時間」「排泄周期の観察」「本当にオムツが必要か」「水分摂取量」の9つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は64で19.7%であった。

### 4) 皮膚の観察

【皮膚の観察】については、「オムツ着用によるかぶれ・褥創などの有無皮膚の観察」「オムツ着用によるウエスト部・鼠径部の皮膚の状況」「かゆみの有無」「オムツの中の湿潤環境」「陰部の清潔状況」の5つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は77で23.7%であった。

### 5) オムツ装着時、交換時の環境の観察

【オムツ装着時、交換時の環境の観察】については、「着用時の体位」「交換時の環境は羞恥心に配慮できているか」「交換の方法は正しく清潔か」の3つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は10で3.1%であった。

### 6) 着用した高齢者の気持ち

【着用した高齢者の気持ち】については、「本人のオムツ着用に対する思い」「本人が不安に思うことはないか」「本人に不快感はないか」「おむつ交換時や後の表情」「尿意・便意の有無」「残尿感・残便感の有無」の6つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は51で15.7%であった。

表2 オムツ着用体験前時点での、オムツ着用高齢者の看護観察ポイント

カテゴリー	サブカテゴリー	記述数	%
【オムツ自体の観察】	オムツが清潔か 破れてないか 衣服やシーツへの漏れがないか 動いてもずれてこないか 動きやすさ 大きさ・タイプが合っているか 着用の位置・方法が正しいか ゴワゴワ感や肌触り、着用感 いじったり、外そうとしていないか 本人の着用のしやすさ	2 3 17 7 5 43 25 7 3 1	34.8%
【外見の観察】	衣服の乱れ オムツ着用時の外見 着用時のガサガサした音	4 5 1	3.1%
【オムツ排泄状況の観察】	排泄したかの観察と交換のタイミング どこで排泄しているか 排泄後の素振り・サイン 臭い 排泄の回数、量、性状の観察 着用後の時間 排泄周期の観察 本当にオムツが必要か 水分摂取量	23 3 5 7 14 1 2 8 1	19.7%
【オムツ着用時の皮膚の観察】	オムツ着用によるかぶれ・褥創などの皮膚の観察 テープやギャザーによるウエスト部・鼠径部の皮膚の状況 かゆみの有無 オムツの中の湿潤環境 陰部が清潔か	53 8 3 8 5	23.7%
【オムツ装着時、交換時の環境の観察】	着用時の体位 交換時の環境で羞恥心に配慮できているか 交換の方法は正しく清潔か	2 5 3	3.1%
【着用した高齢者の気持ち】	本人のオムツ着用に対する思い 本人が不安に思うことはないか 本人が不快感はないか オムツ交換時や後の表情 尿意・便意の有無 残尿感、残便感の有無	12 3 20 4 8 4	15.7%

## 2. 体験後の分析結果

### 1) オムツ着用と排泄体験

全員が何らかの形でオムツ着用体験をしていた。その内容は図2のとおり臥床状態でオムツ内排泄ができた者14名 (22.2%)、臥床状態が無理だったため立位等で排泄体験をした者は25名 (39.7%)、トイレにて排泄体験をした者は6名 (9.5%)、オムツ内排泄はできず微温等を利用したものは18名 (28.6%) という結果であった。オムツ着用時間の平均は全体で180分 (3時間)、排泄後の着用は115分 (1.9時間) であった。

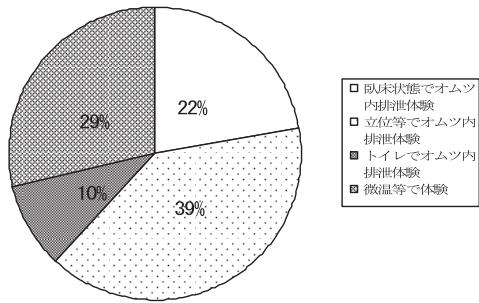


図2 排泄体験の内容

オムツの着用に関しては、すぐに装着できたと答えた学生が56名 (88.9%) であった。装着時に感じたことについては、54の記述があり、図3で示したとおり【装着方法に不安】【サイズ不一致・フィット感なし】【不快感あり】【外見上の違和感あり】【漏れの心配あり】【動くときの違和感あり】【自尊心】といったマイナスの7つのカテゴリーが87%を占めていた。【想像よりも違和感なし】と答えたものも13%あり、その内容は「着用すると温かい」「思ったよりもゴワゴワしていない」「思った以上に肌触りが良好」「フィット感も良好」等の7つの記述が見られた。

オムツ装着時から尿意を感じるまでの時間については、56人中「とても長く感じた」12名「長く感じた」22名「普段と変わりなし」19名「短く感じた」3名で、「とても短く感じた」と答えた者はいなかった。次に尿

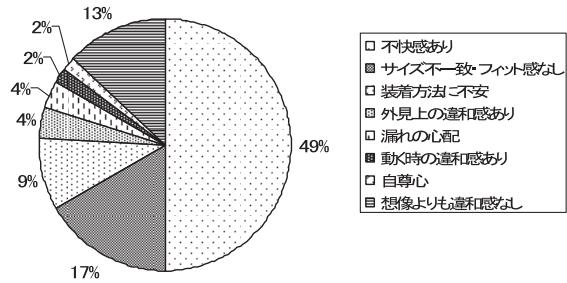


図3 オムツ装着時感じたこと

意を感じてから排尿までの時間についてでは、51人中「とても長く感じた」31名「長く感じた」14名「普段と変わりなし」5名「短く感じた」1名で「とても短く感じた」と答えた者はいなかった(図4)。

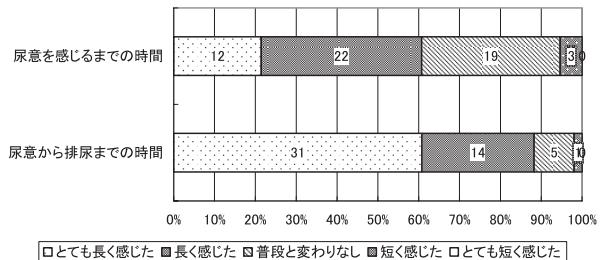


図4 オムツ装着から排尿までの時間

排尿を試みてすぐにできたかという問い合わせに対して54人中「すぐにできた」と答えた者は1名 (1.9%) 「思ったよりもできた」7名 (13%)、「なかなかできなかった」と答えた者は46名 (85.2%) であった。また排尿時の不安についての記載は、53あったがそのうち42 (79.2%) が「漏れ」に対する不安と最も多かった。ついで「臭い」4 (3.8%),「オムツに対する不信感」3 (5.7%),「皮膚への影響」2 (3.8%),「オムツ内での尿の流れ」「罪悪感」が各1 (1.9%) という結果であった。

排尿直後と排尿後30分での皮膚の不快感とおむつ交換の希望の変化を表3に示した。皮膚の不快感に関しては、排尿直後で「とても感じた」45名 (78.9%) 「少

表3 排尿後の不快感とオムツ交換希望

	皮膚の不快感			オムツ交換希望	
	とても感じた	少し感じた	特になし	一刻も早く交換して欲しい	しばらくは過ごせそう
排尿直後	45 (78.9%)	10 (17.5%)	2 (3.5%)	46 (80.7%)	11 (19.3%)
排尿30分後	44 (77.2%)	12 (21.2%)	1 (1.8%)	52 (91.2%)	5 (8.8%)

し感じた」10名（17.5%）「特になし」2名（3.5%），30分経過後は、「とても感じた」44名（77.2%）「少し感じた」12名（21.2%）「特になし」1名（1.8%）であった。オムツ交換の希望については、排尿直後で「一刻も早く交換して欲しい」46名（80.7%）「しばらくは過ごせそう」11名（19.3%），30分経過後は、「一刻も早く交換して欲しい」52名（91.2%）「しばらくは過ごせそう」5名（8.8%）であった。

## 2) 観察ポイント

表4は、オムツ着用体験後に、学生がオムツを着用している高齢者の看護観察ポイントを記述した結果である。総記述数は906であり、記述内容を分析した結果、体験前に抽出された6つのカテゴリーに加え新たに6つのカテゴリーが抽出された。太字の部分が体験後新たに抽出されたカテゴリーおよびサブカテゴリーである。新たに抽出されたカテゴリーは、【安心して排泄できるための環境の観察】【排泄後のオムツ処理方法】【家族の介護負担】【オムツ使用の妥当性】【全身状態の観察】【生活環境】であった。体験後新たに抽出されたカテゴリーについて以下に結果を記す。

### （1）安心して排泄できるための環境の観察

【安心して排泄できるための環境の観察】については、「声をかけたときの反応」「信頼関係」「漏れに対する不安の軽減（防水シーツの利用）」の3つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は25で2.8%であった。

### （2）【排泄後のオムツ処理方法】

【排泄後のオムツ処理方法】では、「排泄物の処理」「オムツの廃棄方法」「使用後のオムツ処理」の3つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は12で1.3%であった。

### （3）家族の介護負担

【家族の介護負担】では、「介護負担」「費用面での負担」の2つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は4で0.4%であった。

### （4）オムツ使用の妥当性

【オムツ使用の妥当性】では、「オムツ使用の妥当性」「オムツの使用期間（長期化していないか）」「ポータブルトイレ等の利用が不可か」の3つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は28で3.1%であった。

### （5）全身状態の観察

【全身状態の観察】では、「全身状態」「装着後の歩行状態」「転倒リスクの増加」「表情や言動」「食事・水分摂取量」の5つのサブカテゴリーに分類され、総記述

数は11で1.2%であった。

## （6）生活環境

【生活環境】では、「生活習慣」「環境整備ができるか」の2つのサブカテゴリーに分類され、総記述数は5で0.6であった。

体験前より挙がっていたカテゴリーにおいても、サブカテゴリーとして新たに9つ抽出された。【オムツそのものの観察】においては「オムツの素材」のサブカテゴリーが、【オムツ着用に関する外見の観察】では「オムツ着用時の服装」、【排泄状況の観察】では「排泄時の体勢」、【皮膚の観察】では「搔破傷の有無」「搔いているようなしぐさ」「ウエストや鼠径部の摩擦」、【オムツ装着時、交換時の環境の観察】では「プライバシーの保護」「オムツ交換時のスピード」「陰部洗浄や清拭の必要性」が新たに抽出された。

## 3) 看護の内容

体験後のレポートには、具体的な看護内容についての記載も多く見られた。上記に述べた観察ポイントを中心に患者をアセスメントしたうえで、排泄の自立を促す援助として、オムツを装着していてもトイレへの誘導を行なうことや、外出時の配慮することを挙げていた。また、不快感や羞恥心を軽減する援助として、さりげない声かけ、オムツをしていても排泄に対して爽快感が得られるケア、オムツ交換時の部屋の臭いへの対応、羞恥心や自尊心に対する心配りなど精神的ケアの重要性を挙げていた。社会の理解として、医療機関のみならず地域社会全体として外出時の支援や理解の必要性が挙がっていた。オムツの利便性も理解した上で、高齢者のADLを考慮し上手に活用していくことでQOLの向上を目指す看護が必要であることを挙げていた。オムツ着用が高齢者の人権尊重につながる問題であることとともに、3名の学生はオムツ交換をしないことは虐待であると表現していた。

## VI. 考 察

### 1) 【オムツ自体の観察】

95%の学生は、店頭をはじめ今までの臨床実習、また家族内で使用者がいた経験などで成人用オムツを目にする機会を得ていた。今回オムツ自体の観察として、対象者にタイプや大きさが適當か、オムツの清潔さや破損の有無といった装着以前の内容から、着用の位置や方法の正確さと着用後の動きやすさという項目が挙がった。今回、学生は一律にM-Lサイズのパンツ

表4 オムツ着用体験後の、オムツ着用高齢者の看護観察ポイント

カテゴリー	サブカテゴリー	記述数	%
【オムツ自体の観察】	オムツが清潔か 衣服やシーツへの漏れがないか 動いてもずれてこないか 動きやすさ 大きさ・タイプが合っているか 着用の位置・方法が正しいか ゴワゴワ感や肌触り、着用感 いじったり、外そうとしていないか オムツの素材 本人の着用のしやすさ	2 41 15 10 48 35 44 9 5 4	23.5%
【オムツ着用に関する外見の観察】	オムツ着用時の外見 オムツ着用時の服装 着用時のガサガサした音	37 20 3	6.6%
【オムツ排泄状況の観察】	排泄したかの観察と交換のタイミング どこで排泄しているか 排泄後の素振り・サイン 臭い 排泄の回数、量、性状の観察 着用後の時間 排泄周期の観察 排泄時の体勢	28 39 21 46 15 8 17 35	23.1%
【オムツ着用時の皮膚の観察】	オムツ着用によるかぶれ・褥創などの皮膚の観察 テープやギャザーによるウエスト部・鼠径部の皮膚の状況 かゆみの有無 搔破傷の有無 搔いているようなしぐさ ウエストや鼠径部の摩擦 オムツの中の湿潤環境 陰部が清潔か	55 21 26 4 2 8 17 16	16.4%
【オムツ装着時、交換時の環境の観察】	着用時の体位 交換時の羞恥心への配慮できているか プライバシーの保護 オムツ交換時のスピード 陰部洗浄や清拭の必要性 交換の方法は正しく清潔か	3 39 30 5 10 9	10.6%
【着用した高齢者の気持ち】	本人のオムツ着用に対する思い 本人が不快感はないか オムツ交換時や後の表情 尿意・便意の有無 残尿感、残便感	7 48 12 11 16	10.4%
【安心して排泄できるための環境の観察】	声をかけたときの反応 信頼関係 漏れに対する不安の軽減（防水シーツの利用）	8 6 11	2.8%
【排泄後のオムツ処理方法】	排泄物の処理 オムツの廃棄方法 使用後のオムツ処理	2 4 6	1.3%
【家族の介護負担】	介護負担 費用面での負担	1 3	0.4%
【オムツ使用の妥当性】	オムツ使用の妥当性 オムツの使用期間（長期化していないか） ポータブルトイレ等の利用が不可か	18 3 7	3.1%
【全身状態の観察】	全身状態 装着後の歩行状態 転倒リスクの増加 表情や言動 食事・水分摂取量	1 1 2 3 4	1.2%
【生活環境】	生活習慣 環境整備ができているか	3 2	0.6%

式のオムツで着用体験をした。パンツ式のため自力での着用は容易であったが、テープ式のオムツとなると介助が必要であったと感じる学生もあり、ADLに合わせて自力での着脱のしやすさも観察項目に挙がっていた。今回は一律のサイズを使用したため体型に合わないサイズでの排泄に伴う不安を多くの学生が感じていた。体験後では、オムツのタイプや大きさについての項目が増加していた。またそれに伴って、衣服やシーツへの漏れがないかという観察項目を挙げた学生も増えていた。実際に肌に触れてみてゴワゴワした印象を多くの学生が感じており、体験後にはオムツの肌触りやオムツの素材を観察項目に追加していた。

### 2) 【外見の観察】

体験前では、オムツ着用が外見からは見て取れないか、着用したオムツの中に着衣が入り込んでいないかという観察項目を挙げていた。着用体験後にはオムツ着用時の服装に関する観察項目が新たに抽出された。これは、着用後腰部から臀部にかけてオムツによって膨れ上がり今までのズボンが着用できなかつたことを体験し、着たい衣服が着られず外出が億劫になることを感じていた。また外出する場合にはオムツを薄手のタイプに変更すること、着用が目立たないようにする工夫として女性ではスカートの活用など、実際にオムツを着用している際にどのような服装をしているかという観察項目の必要性を学んだ。また排泄後は、排泄物の吸収によってオムツがずつしりと重くなり、ズボンが下がってしまうことを体験したことによって、着衣の工夫の必要性や歩行への影響から転倒リスクの上昇と排泄後速やかなオムツ交換の必要性を感じていた。

### 3) 【排泄状況の観察】

排泄状況の観察で、体験前後に大きく変化が見られたのは排泄場所と排泄時の姿勢についてである。今まででは無意識にトイレで行なっていた排尿という行為を「臥床状態」で体験することで、いかにトイレでの排泄行為が大切なかをあらためて感じていた。排尿は、尿が腎臓で產生され、膀胱に蓄積され膀胱内圧が上昇し尿意を感じる。その後尿道括約筋が弛緩し、尿が体外に排泄される。尿意を感じてから排尿できるまでの時間について約85%の学生がなかなかできなかつたと答えている。尿意はあるのに臥床状態では排尿ができず、オムツ内排泄を体験した学生のうち約69%が立位や座位、トイレへ行ってようやく排尿できていた。腹

圧がかけにくく、いかに臥床状態での排泄が困難であり、時間がかかるものなのかを身をもって体験していた。ベッド上での排泄援助もギャッヂアップや体勢の工夫など排泄困時に適した援助方法を工夫する必要性を改めて学んでいた。また患者にとってベッド上は生活全般の場所であり、睡眠・休息はもちろんのこと食事も同一の場所で摂る。この場所で排泄行為を行なうことに対する罪悪感を持った学生もあった。オムツを着用していてもトイレ誘導の大切さを学んでいた。

### 4) 【皮膚の観察】

オムツ着用によるかぶれ・褥創などの有無や皮膚の観察については、今までの学習により体験前から多く挙げられていた。体験後の学生の記載で、腰部腹部および鼠径部のギャザーによる不快感や動き回ることでの摩擦による痒みが多く挙がっていた。高齢者の痒みの多くは、ドライスキンが背景にみられる。皮膚の特徴として加齢に伴い、汗腺・皮脂腺から分泌される皮脂量や天然保湿因子の減少で、表皮の角質の保水能力は低下し皮膚が乾燥する。乾燥した皮膚は、些細な物理的刺激や科学的刺激でもかゆみを感じるようになるとともに、搔痒閾値が低下し、弱い刺激でも搔痒感を感じるようになる<sup>3)</sup>。このことより、パットゾーンのみの皮膚の観察ではなく、オムツ素材で覆われる部分全体の皮膚の観察の必要性を学んでいた。実際に痒みを感じた学生も多く、無意識に手が伸びてしまうことから搔いているようなしぐさが無いか、また搔破傷の有無の観察を新たに挙げていた。

### 5) 【オムツ装着時、交換時の環境の観察】

体験により羞恥心やプライバシーに対する配慮の必要性を強く感じており、着用時の体位や方法、交換時の環境に加え「オムツを替えましょう」というような声かけではオムツ使用が他者にわかつてしまうので配慮すべきであるといった具体的なプライバシーの保護に関することも学んでいた。その他オムツ交換に要する時間が妥当であるか、また観察によりオムツ交換時に陰部洗浄や清拭の必要性を判断することについても気づき、1つの観察からその後のケアに結び付けていく過程を体験していた。

### 6) 【着用した高齢者の気持ち】

オムツ着用に対する抵抗は学生自身にも多く、ましてや高齢者に対して安易にオムツを勧めることについて疑問を感じていた。オムツ着用に対する本人の思いを大切にし、またオムツを着用していても不安に思う

ことはないか、不快感はないかを会話から導き出し情報を得ることの必要性を感じていた。またコミュニケーションが十分にとれない高齢者でもおむつ交換時や後の表情や言動を観察することの重要性を学んでいた。尿意を感じても排泄しにくいことや残尿感があった体験から、尿意・便意の有無や残尿感・残便感の有無についても観察が必要であると学んでいた。

#### 7) 【安心して排泄できるための環境の観察】

今まで無意識に排泄行為をしていたが、オムツ内排泄では爽快感を感じられてなかった。このことからもオムツ内排泄を余儀なくされた場合でも、排泄行為によって爽快感を感じられるように安心して排泄できるための環境が整っているかを観察する必要性を学んでいた。最も不安に感じていた排尿時の漏れに対しては、防水シーツの利用や体勢が工夫されているかという観察項目が新たに見出された。また自室での排尿の体験から、尿臭に対するケアの必要性も導き出していた。ましてや相部屋での病室においての排泄は、他者への臭いに対する対応（換気や消臭）も配慮されると安心して排泄ができると学んでいた。安心して排泄できる環境の1つとして看護者と患者との信頼関係についても重要であると学んでいた。

#### 8) 【排泄後のオムツ処理方法】

体験を通して排泄物を他者に見られることに対する嫌悪感を抱いており、排泄物の適切かつ敏速な処理と使用後のオムツの処理と廃棄方法についても、体験後新たに挙がってきた。交換時、使用済みのオムツは速やかに人目の付かないところへ片付け、ゴミとして廃棄する場合にも袋に入れるなどの配慮がされている今まで考える必要性を感じていた。

#### 9) 【家族の介護負担】

オムツはうまく活用すれば経済的であり、家族の介護負担を軽減できる。体験前では、着用している本人に対する観察項目のみしか出ていなかったが、体験を通じてオムツ交換の回数や家庭で介護する家族への負担に關しても注目し、高齢者の生活する家庭の状況についても観察すべきであることに気づいた。

#### 10) 【オムツ使用の妥当性】

オムツ着用体験を通じて、普通にトイレに行って排泄することの重要性を感じ、ほんとにこの高齢者にとってオムツ使用に妥当性があるのかを観察していくことの必要性を再確認していた。オムツ以外の排泄援助としてポータブルトイレ等の利用はできないかを考え

ていた。また排尿直後は殿部に不快感が強く蒸れて気持ちが悪いが次第に慣れてきて、もう少しならこのまま過ごせるかもしれない、一度オムツ排泄ができると慣れてくるのではないかと感じていた。このことからオムツを利用してどの程度時間がたっているのかも観察項目としていた。

尿失禁に対するアセスメントを行い医師の診断のもと治療やリハビリを行なう必要性も感じており、オムツからの離脱が可能かどうかも定期的に判断していくことを挙げていた。

#### 11) 【全身状態の観察】

体験前には排泄行為に伴う身体の観察に留まっていたが、体験を通してオムツ着装後の動きにくさから転倒リスクの増加につなげ、歩行状態の観察や表情や言動、バイタルサイン、食事・水分摂取量などの全身状態の観察の必要性を挙げていた。

#### 12) 【生活環境】

オムツ着用前の生活習慣がどうであったのかを観察する必要性を学んでいた。また病室では排泄を知らせるためのナースコールが手の届くところにあるか、排泄行動の自立にむけた環境整備ができているかを観察する必要性も学んでいた。

高齢者は老化に伴って、動脈硬化による腎機能の低下、濃縮力の低下、尿路の変化として膀胱頸部の拘縮、括約筋の硬化や弛緩、膀胱容量の減少、男性では前立腺肥大による通過障害により頻尿、残尿、排尿困難や失禁といった排尿トラブルがおこりやすい。尿失禁は、直接生命に影響することは通常ないが、高齢者の生活の質に影響を与え、精神的な影響や日常生活での活動性の低下をもたらす。高齢者の失禁に対して即オムツ利用という概念を一掃し、障害の程度に合わせて、可能な限り本人の生活習慣に沿った形で排泄の援助が行なわれるべきであり、排泄援助を工夫する必要がある。看護ケアの不適切さや、排泄に対する配慮の欠如により失禁が誘発されることはあってはならない。オムツの弊害については、患者の同意がない限り、精神的なショックを与え、さらに、オムツの着用は、常時排尿準備態勢をとることを意味し、膀胱機能を低下させる原因となり完全尿失禁を誘発するもともなる<sup>4)</sup>とされている。

内田ら<sup>5)</sup>は、学生はオムツ内排泄体験による不快感は全体的に高く、この強い不快感が排泄自立への学び

をもたらしているとしており、今回の体験学習でも、不快感の表現も多く見られた。また、早崎ら<sup>6)</sup>は、オムツ着用体験を通じて学生は、対象の理解を深めて共感的になるとともに、様々な不快や不都合・不具合から、それらを解決するための方法を援助として導き出したと述べている。松村らは看護で実践可能な知識を養うには講義と実践の橋渡し即ち接着剤としての疑似体験学習が必要である。その図式は授業における知識の教授→擬似体験学習→臨床実習→行動の分析→技術実践の評価→智慧と知識の融合→再現可能な知識の習得であると述べている。<sup>2)</sup>

今回学生は「高齢者だからオムツ使用も仕方ない」という思いこみを外し、できる限り自立できるような援助を見出し看護すること、失禁の原因を探り、例えオムツ着用していてもどんな看護が必要であるかを導き出していた。これは体験学習が、学生がオムツを着用している高齢者の観察ポイントを学ぶだけでなく、対象の看護ニーズを把握しケア方法を具体的に導き出すということを明示したと考える。

今回の研究においては、老年臨床看護における高齢者の排泄援助の1つとしてオムツ着用体験前後での、観察すべき項目の変化を分析したが、排泄の援助に関しては老年看護分野だけに留まるものではない。また標本数が少なく因子分析にまでいたっていないため、体験学習が必ずしも今回と同様の成果を得られるということではない。学内での学びが、臨地実習においてもどのように変化していくのかを追跡していく必要がある。

## VII. 結論

疑似体験を通して看護的視点がどう変化したかという学びの拡大を分析した結果、オムツを着用している高齢者の観察項目が増え看護的視点に広がりが認められた。

その内容は、安心して排泄できるための環境の観察や家族の介護負担、オムツ使用の妥当性、全身状態の観察、生活環境の観察項目が増加した。また、排泄後のオムツの適切な処理方法や費用面など広義にわたっていた。

オムツ着用体験は対象理解につながる不快感の理解のみにとどまらず、本当にオムツが必要であるかをア

セスメントすること必要性を多くの学生が改めて感じていた。排泄への適切な援助の理解に有効であることが示唆された。

謝辞：最後になりましたが、本研究において調査にご協力いただいた医療系大学看護学生の皆様に深く感謝いたします。

## 引用・参考文献

- 1) 富士経済. 調査報告書 トイレタリーグッズマーケティング要覧. 2005
- 2) 松村三千子, 上平公子, 泉川孝子, 安藤邑惠. 看護学生の老年期の性認識—老年者のオムツ着用の弊害から波及する諸問題—. 岐阜医療科学大学紀要 第2号. 21-31. 20082
- 3) 中島紀恵子. 系統看護学講座専門 第20巻 老年看護学. 医学書院. 206. 2007
- 4) 鎌田ケイ子, 川原礼子. 新版看護学全書 第31巻 老人看護学. 第1版. メヂカルフレンド社. 238-239. 1993
- 5) 内田陽子, 小泉美佐子, 新井明子. おむつ体験による学生の不快感の特徴を排泄ケアの学び. 群馬保健学紀要 27. 65-70. 2006
- 6) 早崎幸子, 小野幸子, 原敦子. 成熟期看護方法における紙おむつへの排泄体験学習を通じて学生が捉えることができた援助方法. 岐阜県立看護大学紀要 第2巻1号. 137-142. 2002
- 7) 鎌田ケイ子, 川原礼子. 老年看護概論・老年保健, メヂカルフレンド社. 2006
- 8) 松村三千子, 井沢陽子. 老人看護学授業展開の工夫 紙おむつ排泄体験学習と学習効果に関する一考察. 看護教育 41/5. 374-377. 2000
- 9) 小林陽子. 老人看護学実習におけるオムツ体験学習の学びの分析. 山梨医大紀要 第17巻, 84-90. 2000
- 10) 増尾由紀子, 深谷博子. オムツ着用体験による学生の気づきと自尊心に及ぼす影響. 帝京平成短期大学紀要 第12号. 2002
- 11) 二重作清子, 薬師寺文子. 生活者としての患者を理解するための教育方法の検討. 看護教育 44/8. 711-715. 2003
- 12) 益田安代, 渡辺令子. 紙おむつでの排尿体験学習の効果—学生の意識変化に関する一考察—. 看護展望 98-11. 98-105. 1998
- 13) 奥野茂代, 大西和子 編. 老年看護学I 老年看護学概論. ヌーヴェルヒロカワ. 2004
- 14) 後閑容子. エビデンスに基づく高齢者の看護ケア. 中央法規出版株式会社. 2006
- 15) 板橋和子. 老年看護学におけるオムツ着用体験学習の効果. 東京医科大学看護専門学校紀要 第16巻1号. 2006
- 16) 足立みゆき. 看護学生のおむつ着用による体験学習に関する研究 おむつ着用による排泄体験を通して. 鳥取大学医療技術短期大学部紀要 26. 45-50. 1997

# 3歳児健診から見た育児不安と育児支援（第2報） ～育児不安に注目して～

橋本廣子<sup>1)</sup>・宮田延子<sup>1)</sup>・下井勝子<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>岐阜医療技術短期大学専攻科地域看護学専攻  
(2009年1月15日受理)

## Mother's Anxiety and Helping Need around Child-rearing (Part2) — Focused on Mother's Anxiety —

Hiroko HASHIMOTO, Nobuko MIYATA, Katsuko SHIMOI

### 要 旨

本研究は、育児支援の立場から母親にどのような育児不安があるのか、育児不安を軽減させるために、育児支援が必要であるのかを明らかにすることを目的に研究を行った。

調査結果から、90%以上の母親が子どもと一緒にいると楽しいと思う反面、30%前後の母親が育児についての漠然とした不安を持ち、苛立ちを感じ、焦りや不満を持ち、抑うつ感を感じ、心配性であることがわかった。育児のために利用した主な施設は児童センター・公園・育児サークルであったが、利用したまたは利用したかったとした母親は利用しなかったとした母親より、母親として不適格だと思う、叱りすぎなど子どもを虐待していると感じていると思う、育児ノイローゼに共感できる、心配性である項目において多く有意差が見られた。

**Keywords**：育児の充実感と育児不安、育児支援、育児への助け

### は じ め に

母親は子どもを見つめながら、どの子よりかわいいと思い接し、その子の行動からさまざまな意味を汲み取り言語として返す。母の思いを子どもが汲み取り、子どもは母は何があってもそこにいて見守ってくれると思う。こういう思いを作り上げていくのが、理想的な母子関係、愛着の形成と言われる<sup>1)</sup>。そして、人がはじめてかかわりを持つ母親との関係—母子関係は社会性の発達の原点であり、その社会性の発達に大きく関与しているのが養育、その養育力の発揮を妨げるものが育児不安<sup>2)</sup>と言われている。その育児不安は児童虐待にも関係しているとされている。児童相談所が平成2年に統計を取り始めてから、児童相談所における児童虐待相談対応件数等は増加の一途である。「平成19年度児童相談所における児童虐待相談対応件数等」<sup>3)</sup>によると平成19年度に全国の児童相談所で対応した児童虐待相談件数は40,639件で前年度比8.9%増で

ある。虐待する側の主な者は実の母親で62.4%であり、母親の育児態度が重要である。

本研究は、この育児不安に注目し育児不安項目の内容から母親の現状を明らかにし、育児不安を軽減させるための育児支援を考えることを目的とした。

### I. 方 法

- 調査対象：A市保健センター実施の3歳児健康診査対象児の母親（154名）
- 調査期間：2006年8月・9月
- 調査方法：3歳児健康診断の対象者に問診票を送付する際、本アンケート用紙を同封し、3歳児健康診査当日に持参してもらう回収方法とした。（自記式調査）。
- 調査内容：母親の属性、心配事の有無とその時期、相談したことの有無と相談相手、手助け要望の有無とその時期、利用施設とその時期、育児不安など質問紙による調査と育児について

の自由記述。(育児不安の調査項目は、川井らが1993年に実施した「育児不安に関する基礎的検討」の項目を使用した。)

5. 回収数：104名（回収率67.5%）であり、有効回答は103名である。

6. 分析方法：得られたデータについて、単純集計をExcel、分析等はHalwinにて行い、検定は $\chi^2$ 検定にて行った。

7. 倫理的配慮：アンケート用紙にプライバシー保護に関して記し、回答も個人が特定できないこと、目的以外に利用しないことを明記し、同封した封筒を利用した回収とし、他の目にふれないよう配慮した。

## II. 結果と分析

### 1. 属性

対象者の平均年齢は $31.9 \pm 4.02$ 歳、職業は専業主婦が77名（74.8%）、家族構成は夫婦と子どもの核家族が77名（74.8%）、3世帯家族が21名（20.4%）であった。

### 2. 育児の心配事

育児をする上で心配事として、今までに何らか育児の心配事があったあるいは今心配事があるとした人は80名（77.5%）、心配事の相談相手は複数回答であるが夫が62名（75.6%）と最も多く、次いで自分の母親が57名（69.5%）、友人46名（56.1%）である。

### 3. 育児のサポート

育児手助けを欲しいとした母親は75名（72.8%）、また育児支援の施設やサービスを過去又は現在、何らか利用している母親は56名（54.4%）であった。

### 4. 育児不安

育児不安項目の内容で「子どもと一緒にいると楽しい」と思っている人は95人（93.1%）、「とても幸せな気分で過ごしている」は65名（63.7%）であり、また母親の「体調がよい」とした人は85名（83.3%）であったことから多くの母親は自身の心身の健康状態はほぼよい状態と思って子どもと幸せに過ごし子育てに充実感を持っていると考える。しかし同時に「育児についていろいろ心配事がある」46名（45.1%）と半数近くの母親が心配事を持っていた。また、「子どものことでどうしたらよいかわからなくなる」38名（37.3%）、「母親として不適格と感じる」31名（30.4%）あり、「何となく育児に自信がもてないように思う」28名（27.5%）、「特に理由はないが子どものことがとても気

になる」32名（33.3%）であり、「育児ノイローゼに共感できる」人は56名（54.9%）と半数以上であった。これらのことから育児に漠然とした不安感を持っている母親が多いこともわかる。そして「叱り過ぎるなど子どもを虐待しているのではないかと思う」40名（39.2%）、「子どものことが煩わしくてイライラする」21名（20.6%）、「子どもを育てることが負担に感じられる」20名（19.6%）あり、不安定な心情で育児をしている母親がいることもわかる。

また、「私の生きがいは育児とは別である」36名（35.3%）、「自分のやりたいことができなくて焦る」27名（26.5%）、「子どもを育てるために我慢ばかりしていると思う」11名（10.8%）あり、育児に焦りや不満を持っている母親が10~30%いた。「私一人で子どもを育てているのだと思う」10名（9.8%）あり、父親の育児への協力も得られず孤立している母親も見られる。そして、「何とも言えず寂しい気持ちに襲われることがある」20名（19.6%）、「気が滅入ることがよくある」26名（25.5%）、「とても心配性であれこれ気に悩むことが多い」42名（41.2%）、「何かというと子どものことに目がいってしまい気づかれる」25名（24.5%）あり、抑うつ気分や心配性など精神的に不安定な母親が20~40%いることがわかった。

「イライラすることが多い」には53名（52%）、「ひどく疲れやすい」には42名（41.2%）が答えており、子どもと一緒にいると楽しいが、その反面、育児に漠然とした不安を持ち、育児に自信がもてず、育児や子どもに苛立ちを感じ、その結果、イライラし、ひどく疲れた感じを抱くことで尚更抑うつ気分になるなど悪循環に至る母親が半数近くいることがわかる。

### 5. 育児不安項目と育児サポートとの関係

育児不安項目と手助けが必用としなかったと、過去今助てもらったとの関係をみたところ、不安項目29項目のうち表1に示した5項目について優位の差が見られ、「なんとなく育児に自信がもてないように思う」「イライラすることが多い」「気が滅入ることがよくある」「とても心配性であれこれ悩む事が多い」「楽天的でよくよ考えない方である」母親ほど手助けを受けていた。

また、育児不安項目と育児支援サービス利用の有無との関係を見たところ、不安項目29項目のうち表2に示した4項目に有意の差が見られ、「とても心配性であれこれ悩む事が多い」「母親として不適格と感じる」

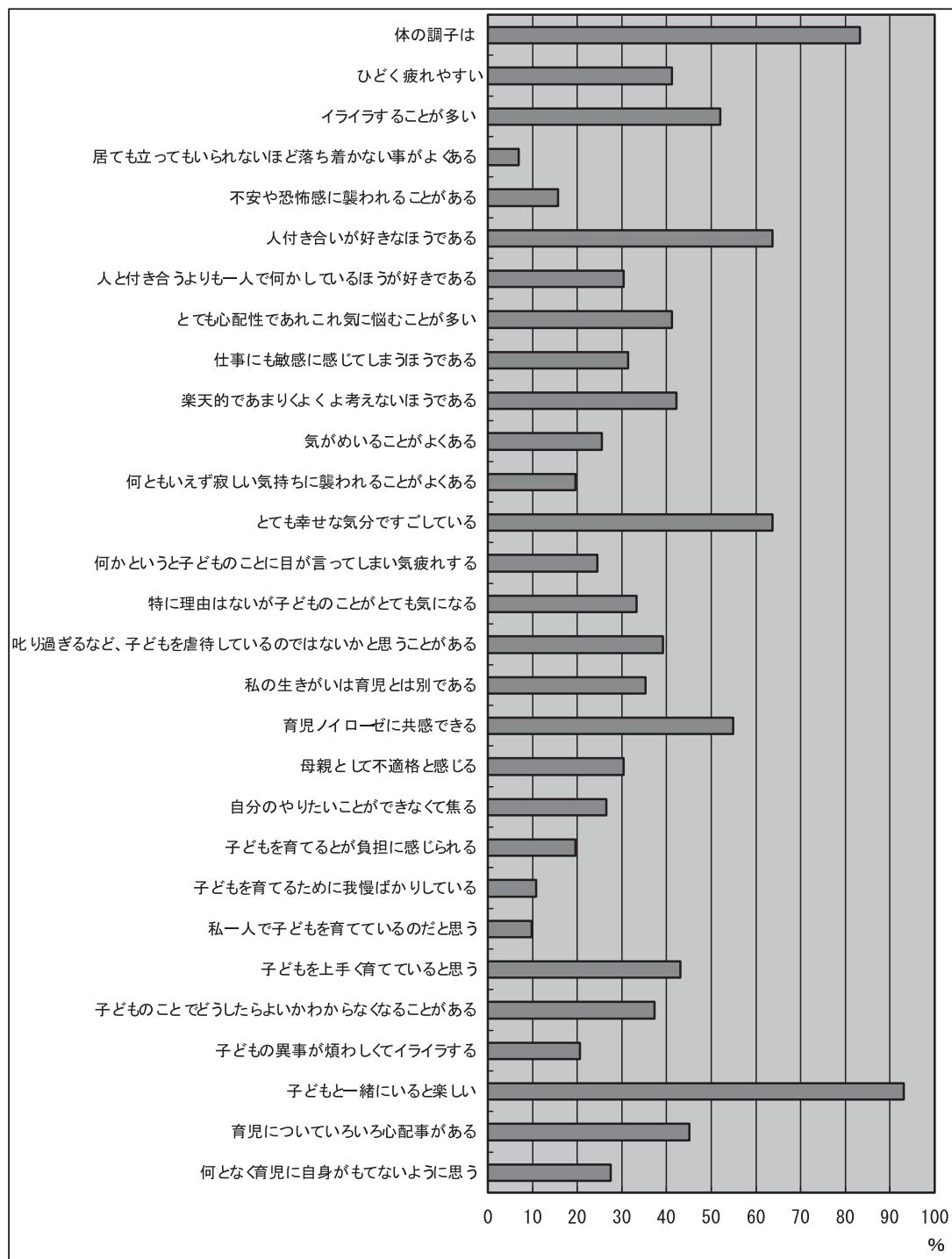


図1 育児不安項目割合

「叱りすぎるなど子どもを虐待しているのではないかと思う」母親ほど育児支援サービスを利用していた。同様に核家族と複合家族の関係を見たが、複合家族の母親が有意に叱りすぎるなどで子どもを虐待しているのではないかと思っていた。

### III. 考察

育児不安項目の内容に関しては、子どもと一緒に居ると楽しいとする母親が93.1%あり、育児の不安・負担ばかりではなく育児を楽しく感じている母親が多いことがわかる。しかし、「育児についていろいろ心配事がある」46名（45.1%）など育児に対する漠然とし

表1 育児不安項目と手助けの有無との関係

		手助けほしくなかった	手助けは今・過去ほしい	計 (%)	検定結果
何となく育児に自信が持てない	はい	2 (7.4)	19 (27.9)	21 (22.1)	*
	いいえ	25 (92.6)	49 (72.1)	74 (77.9)	
	計	27 (100)	68 (100)	95 (100)	
イライラすることが多い	はい	6 (11.8)	15 (34.9)	21 (22.6)	**
	いいえ	45 (88.2)	28 (65.1)	73 (77.4)	
	計	51 (100)	43 (100)	94 (100)	
気が滅入ることがある	はい	2 (8.0)	19 (27.5)	21 (22.6)	*
	いいえ	23 (92.0)	50 (72.5)	73 (77.4)	
	計	25 (100)	69 (100)	94 (100)	
楽観的でよくよく考えない方である	はい	14 (35.9)	7 (13.0)	21 (22.6)	**
	いいえ	25 (64.1)	47 (87.0)	73 (77.4)	
	計	39 (100)	54 (100)	94 (100)	
とても心配性で気に悩む	はい	3 (14.3)	39 (73.6)	42 (44.2)	**
	いいえ	18 (85.7)	35 (26.4)	53 (55.8)	
	計	21 (100)	53 (100)	95 (100)	

ns：有意差無し \*：p &lt; 0.05 \*\*：P &lt; 0.01

表2 育児不安項目とサービス利用の有無

		サービスを利用しなかった	サービスを今・過去利用あり	計 (%)	検定結果
母親として不適格に感じる	はい	6 (15.4)	21 (38.2)	27 (28.7)	*
	いいえ	33 (84.6)	34 (61.8)	67 (71.3)	
	計	39 (100)	55 (100)	94 (100)	
叱り過ぎなど虐待していると思う	はい	10 (25.6)	28 (50)	38 (40)	*
	いいえ	29 (74.4)	28 (50)	57 (60)	
	計	39 (100)	56 (100)	95 (100)	
育児ノイローゼに共感できる	はい	16 (41)	36 (65.5)	52 (55.3)	*
	いいえ	23 (59)	19 (34.5)	42 (44.7)	
	計	39 (100)	55 (100)	94 (100)	
とても心配性で気に悩む	はい	11 (28.2)	29 (51.8)	40 (42.1)	*
	いいえ	28 (71.8)	27 (48.2)	55 (57.9)	
	計	39 (100)	56 (100)	95 (100)	

ns：有意差無し \*：p &lt; 0.05 \*\*：P &lt; 0.01

た不安を抱えていると思われる母親は30~40%，育児への苛立ちを感じている母親が20~30%あった。中江は<sup>4)</sup>ベネッセの「第3回幼児の生活アンケート報告書(国内調査)」(2006.1)から、「子どもによって自分も成長している」と、よく・時々思っている母親は80.7%，「子どもを育てるのは楽しくて幸せなこと」は同93.5%と多く、一方「子どもが将来上手く育っていくか心配」は同66.0%，「子どものことでどうしたらよいか分からなくなる」同59.5%あり、少子化がすすむ中で母親は子育てに充実感を感じる一方で自分の子育てはこれで

いいのかという不安を感じているとしている。このように、今回の調査結果と同様、母親の心身状態が良く育児を楽しむ一方で育児に関する不安や心配事を多く持っており、母親の体調と育児不安とは直接的には結びついているとは言えないと考える。

また、第3回幼児の生活アンケート報告書(国内調査)<sup>5)</sup>では、「子どもが煩わしくてイライラしてしまうこと」によくある10.8%，時々ある50.1%，「子どもを育てるために我慢ばかりしていると思うこと」によくある5.9%，時々ある31.2%と育児に否定的な感情を持

っている母親が多く、これは少子化を反映して、子どもをよく育てなければいけない、子育てに失敗できないなど母親にとって育児へのプレッシャーが強まっているとしている。今回の調査は「はい」「いいえ」の回答としたため第3回幼児の生活アンケート報告書（国内調査）<sup>5)</sup>と単純には比較できないが、「子どもが煩わしくてイライラしてしまう」に「はい」と回答した母親は20.6%、「子どもを育てるために我慢ばかりしている」に「はい」と回答した母親は10.8%あり、今回対象とした母親の子どもの数3人以上は16.5%のみであり、育児へのプレッシャーも考えられる。

川井ら<sup>6)</sup>の報告では母親の心身状態と育児不安とは強い関連があり、特に夫（父親）の育児・家事参加を含めた役割（相談相手や精神的な支え）が大きな課題としているが、今回の調査では相談相手は夫とした母親が75.6%と最も多く、夫は精神的な支えとなっていることが考えられる。川井らの報告の第2報を中村<sup>7)</sup>がしており、核家族の方が子どもへの虐待感を持っていると報告しているが、今回の結果では核家族の方が虐待感を持っていない結果となった。武市ら<sup>8)</sup>が核家族化が多くなっていても、祖父母からの協力はよく得られているようであり、必ずしも世代間の孤立化が進んでいるとはいはず、祖父母が近隣に居住するなど地方都市としての利点が生かされているのかもしれないといっているように、今回調査した地域が人口10万弱の地方都市であり、核家族と言っても父母の両方あるいは片方の実家が比較的近いところにあり、日ごろから相談や手助けをしてもらいやすい環境にあることが影響していると考える。これらのことから、孤立した育児で子育てを失敗できないという育児へのプレッシャーはこの地域は若干少ないと考える。

手助けを欲しいと思ったか否かと育児不安の関係から、育児に自身がもてなく、心配性であり、気が滅入りイライラすることの多い母親が手助けを得ていた。育児支援施設やサービス利用と育児不安の関係から、利用する母親は、母親として不適格だと感じ、子供を叱りすぎているなど虐待していると思うことが多く、育児ノイローゼに共感でき、心配性であるといえた。川井ら<sup>9)</sup>は、不安・抑うつ傾向のある母親は現在不安を感じており、手助けを必要としているなど、育児不安を生じやすい状態で、それは妊娠したときから始まり、乳児の特徴、対人関係など広い背景を特徴としており、今回の結果も母親の不安は妊娠期から見られて

おり同様の結果であるといえる。これら母親には、妊娠期から相談などきめ細かい対応で不安を取り除く支援が必要と考える。

佐々木は<sup>10)</sup>、調査から一時保育を利用する家庭は、時間はゆとりがあるが精神的にゆとりがなく、父親は在園児の父親より帰宅が遅く母親は長時間ひとりで子どもと向き合っている現状があり、人と積極的にかかわることが得意な母親には、友達になれそうな人の出会いを保育園がつくり、同じ悩みを持つ母親同士を結びつけることで思いを共有できる友達を見つけられたときに母親は強くなると言っているように、母親の性格も含めて育児不安を早期に見つけ育児支援施設を利用しながら友達づくりの支援を丁寧に行なうことが育児不安軽減に役立つと考える。

今回の調査結果では「母親として不適格と感じる」31名（30.4%）、「何となく育児に自信がもてないよう」28名（27.5%）など、3割ほどの母親は、育児不安の本質とも言う育児を困難と感じ、自信のなさや無能感などを持っているため、母親自身のパーソナリティも含めた援助が必要であり、育児への自信や楽しさを体験できるような支援が必要と考える。

内海<sup>11)</sup>は子育てで大事なことは、ともかくいろいろな人に助けを求める事、子育てが上手な人はその人が有能なわけではなく、その人の子育てを支えるサポートがあるからうまくできている。親が不安定になった時に支えられる仕組みや環境をつくることが必要で、これは地域、社会がこうした環境を整えることが必要としている。今回の調査で手助けを必要と思わない母親も普段から「夫や実家の母親の手助けをもらっていることまで十分」「夫が家事や育児に協力的である」としており、決して一人で子育てしているわけではないことがわかる。また、サービスを利用した人は育児サービスを利用しなかった人よりも子どもへの対応に不安を持ち、自分の育児に自身が持てなく、夫や実家の手助けもあまり得られないと考える。今回の調査した市は21保育所のうち一時保育を実施しているのは10保育所、子育て支援センターは2カ所、児童センター2カ所と育児支援施設が少なく、内海が言うように地域、社会が利用しやすい育児支援サービス環境を整える必要があると考える。

戦後日本が個人主義を取り入れるとき、日本は昔からやってきたみんなで支え合うというやり方を否定し、子育ての不安も支えあいが無くなった中で出てき

た。昔のお父さんは家のために働いたが、個人主義の考え方で家が否定され、お父さんは会社のために一生懸命働き、家庭ではお母さんがひとりで子育ての責任を負わされることになり<sup>12)</sup>不安は増大した。イライラしたり、必要以上に子どもを叱ったりということが出てくるのは、お母さんが不安になっているときである。現代社会では母親が育児に不安を感じることは当然のことと考え、妊娠中からいろいろな人に助けを求めることができるような人間関係・地域づくりや育児支援・サポートを整える働きが保健師には重要と考える。

#### IV. ま と め

アンケート調査の育児不安項目内容では、子どもと一緒に居ると楽しいとする母親が93.1%あり、育児の不安・負担ばかりではなく育児を楽しく感じている母親が多いことがわかる。しかし、育児に対する漠然とした不安を抱えていると思われる母親は30~40%，育児への苛立ちを感じている母親が20~30%，焦りや不満を持っている母親が10~30%，抑うつ感を感じている母親は20%前後、心配性である母親は20~40%ありこれら母親への育児支援が必要である。

手助けを欲しいと思ったかと育児不安の関係から見ると、育児に自身がもてなく、あまり楽天的に考えられず、心配性であり、気が滅入りイライラすることの多い母親が手助けを欲しいと思っているといえる。また、育児支援施設やサービスを利用と育児不安の関係から、母親として不適格だと思い、子供を叱りすぎている等で虐待していると思うことが多く、育児ノイローゼに共感でき、心配性である母親が上手に利用しているといえた。

今後も育児不安を軽減するための育児支援のあり方

について研究を進めていきたいと思う。

最後になりましたがアンケート調査に御協力いただきましたA市のお母様方に心から感謝致します。

#### 参 考 文 献

- 1) 宮尾増知「脳機能画像・自傷関連電位で見た心の発達」母子保健情報 第54号14-18, 2006
- 2) 川井尚「家庭の養育力・父親の役割」母子保健情報 第54号29-33, 2006
- 3) 子ども虹情報センターホームページ  
[www.crc-japan.net/contents/otice/indey.html](http://www.crc-japan.net/contents/otice/indey.html)
- 4) 中江和江「家庭の所得格差を是正し多様な家族を支える対策を」子ども白書2006 109-111, 2006
- 5) 荒牧美佐子「第3回幼児の生活アンケート報告書（国内調査）第2章第6節：子育ての意識」ベネッセ教育研究開発センター 11-13, 2006
- 6) 川井尚・恒次欽也・中村敬「平成12年度幼児健康度調査からみる心の健康—特に母親の心身の健康・育児不安とのかかわりについて—」小児科 第43巻 第6号 803-811, 2002
- 7) 中村敬（2002）「グラフィックでみる幼児健康度調査—シリーズその2：育児不安と諸要因」愛育ホームページ  
<http://www.aiiku.or.jp/aiiku/rpi/nakamura/health-repl/health-rep2.htm>
- 8) 武市知己、小野美樹、小倉英朗、石黒成人、門田正坦、林昌子、藤枝幹也、脇口宏「少子化対策に求められるものは何か？—育児協力や」母親の就労、育児困難についての質問紙調査—」小児保健研究 542-551, 2005
- 9) 川井尚・庄司順一・千賀悠子・加藤博仁・中野恵美子・恒次欽也「育児不安に関する基礎的検討」日本総合愛育研究所紀要 第30集 27-39, 1993 27-39
- 10) 佐々木美緒子「ありのままを受け入れる育児支援」子ども白書2006 112-113, 2006
- 11) 内海裕美・牧野カツ子・汐見稔幸「少子化時代 子どもをのばす子育て、苦しめる子育て」ほんの木80-92, 2006
- 12) 河合隼雄「こころの子育て（誕生から思春期までの48章）」朝日新聞社 26-29, 2006

# 数式処理ソフト Mathematica によるグラフ表示を用いた複素関数の動画教材

藤垣康子<sup>1)</sup>, 藤垣雅司<sup>2)</sup>, 藤垣佳子<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学 放射線技術学科 <sup>2)</sup> 岐阜工業高等専門学校 自然科 <sup>3)</sup> 岐阜聖徳学園大学 教育学部  
(2009年1月15日受理)

## Animated teaching simulations made by Mathematica for studying functions of complex variable

Yasuko FUJIGAKI, Masashi FUJIGAKI and Yoshiko FUJIGAKI

### Synopsis

We made the animated teaching materials in order to display the functions of complex variable graphically with Mathematica, for example we dealt with simple cases such as  $w = \frac{1}{z}$ ,  $w = z^2$  and  $w = \sqrt{z}$ . As it is impossible to plot the plane graph like real valued functions in the case of functions of complex variable, we made the animation in which colored coordinate points move on the  $z$ -plane and the  $w$ -plane matching the independent variable with the dependent variable at the same time. As a result, it is easy to understand the behavior of the complex functions visually.

**Keywords :** Mathematica, 動画教材, グラフィックス, 複素関数, 複素平面, リーマン面

### 1. まえがき

日常的な世界の様子は実数によって表現されるが, 実数関数の変数を複素数に拡張した複素関数は種々の便利な性質を持つ。しかし, 複素関数では一変数の実数関数のようなグラフが書けなくなり, グラフの振舞に関する直感的な理解が難しくなる。複素  $z$  平面上にある独立変数  $z$  の値から複素  $w$  平面上にある  $w$  の値を読み取れるようにするために, 両平面にメッシュを書き込むことになる<sup>1)</sup>が, 対応点の位置関係が把握しづらい。そこで, メッシュに色を付けて対応点を同色で表示するようにすれば, およその位置がわかり易くなる。対応点を同時に表示していく動画を学習者に提示すると, 位置関係の把握に役立つだけでなく学習者の受ける印象が強く, 学習意欲の向上にもつながると思われる。

このような, 色を含めたグラフの動画表示が行い易いソフトウェアである数式処理ソフト Mathematica を用いて, 簡単な関数  $w = \frac{1}{z}$ ,  $w = z^2$ ,  $w = \sqrt{z}$  について動画表示を作成したので, 以下で紹介したい。

### 2. 関数 $w = \frac{1}{z}$ の動画によるグラフ

複素変数  $z = x + iy$  の関数

$$w = \frac{1}{z} \quad (1)$$

を扱う。分母を有理化すると

$$w = u + iv \quad (2 \cdot a)$$

$$\text{但し } u = \frac{x}{x^2 + y^2}, \quad v = -\frac{y}{x^2 + y^2} \quad (2 \cdot b, c)$$

となる。 $z$  平面上にメッシュを書き込むために,  $y$  を固定し  $x$  を変化させる直線を描くと (2 · b, c) より

$$x = -y \frac{u}{v}, \quad u^2 + \left(v + \frac{1}{2y}\right)^2 = \left(\frac{1}{2y}\right)^2 \quad (3 \cdot a, b)$$

が示されるので,  $w$  平面上には中心が  $(0, -\frac{1}{2y})$  で半径  $\frac{1}{2|y|}$  の円が描かれることがわかる。一方,  $x$  を固定し  $y$  を変化させる直線を  $z$  平面上に描くと

$$y = -x \frac{v}{u}, \quad \left(u - \frac{1}{2x}\right)^2 + v^2 = \left(\frac{1}{2x}\right)^2 \quad (4 \cdot a, b)$$

であるので, 中心が  $(\frac{1}{2x}, 0)$  で半径  $\frac{1}{2|x|}$  の円が  $w$  平面上に描かれることがわかる。このような直線と曲線を用いてメッシュを描いていく動画のプログラムで,  $y$  を固定して  $x$  を変化させる場合が付録 1 であり, 出力

された動画のうち  $x=1, y=1.8$  のときの画面が図 1 である。ここでは、 $x$  が増加するに従って色が可視光のスペクトルのように赤から紫に変化するコマンド Hue を使ってプログラムしている。また、 $y$  の値が増加するに従って赤から黄を経て青へ変化するようにコマンド RGB を用いてプログラムしている。さらに、 $x=$ 一定の直線に対する  $w$  平面上の円が短い接線の集合として表示されるようにしてある。複素関数論において、関数  $w = f(z)$  が正則な領域ではコーシー・リーマンの関係式

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x} \quad (5 \cdot a, b)$$

が成立することが示されていて、これらより

$$\frac{\partial w}{\partial y} = e^{i\frac{\pi}{2}} \frac{\partial w}{\partial x} \quad (6)$$

となるので、 $w$  平面上の複素ベクトル  $\frac{\partial w}{\partial y}$  は  $\frac{\partial w}{\partial x}$  を左に  $\frac{\pi}{2}$  回転したものとなり、2つの接線が直交することを示している。関数 (1) は、極形式

$$z = re^{i\theta}, \quad w = Re^{i\theta} \quad (7 \cdot a, b)$$

を用いて書くと、

$$Re^{i\theta} = r^{-1}e^{-i\theta} \quad (8)$$

$$\text{即ち } R = \frac{1}{r}, \quad \Theta = -\theta \quad (9 \cdot a, b)$$

$$\begin{array}{c} z=x+iy \\ \{x,y\}=\{1.000, 1.8\} \end{array} \quad \begin{array}{c} w = \frac{1}{z} \\ \text{---} \rightarrow \\ \{u,v\}=\{0.2358, -0.4245\} \end{array}$$

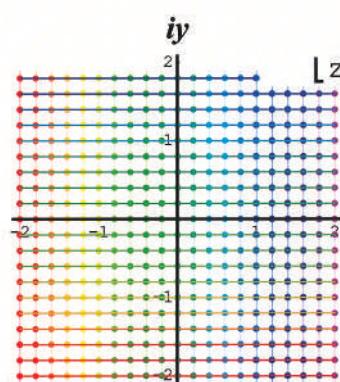


図 1  $w = \frac{1}{z}$  によって  $z$  平面の直交座標から作られる  $w$  平面の曲線座標

となりグラフ的な意味がわかり易い。この形式で  $z$  平面と  $w$  平面上にメッシュを描いていく動画のプログラムが付録 2 であり、出力された動画のうち  $r = 1.75, \theta = \frac{15}{24}\pi$  の場合の画面が図 2 である。 $r$  が増加するに従って、色が赤から黄を経て青へ変わるようにコマンド RGB が使われ、 $\theta$  が  $0$  から  $2\pi$  へ増加するに従って色が赤から紫へと変化するようにコマンド Hue が使われている。 $w$  平面上の円の半径が  $z$  平面上の円の半径の逆数で、角度は逆符号となっていることが、メッシュの色から認められる。

### 3. 関数 $w = z^2$ と $w = \sqrt{z}$ の動画によるグラフ

複素変数  $z = x + iy$  が、関数

$$w = z^2 \quad (10)$$

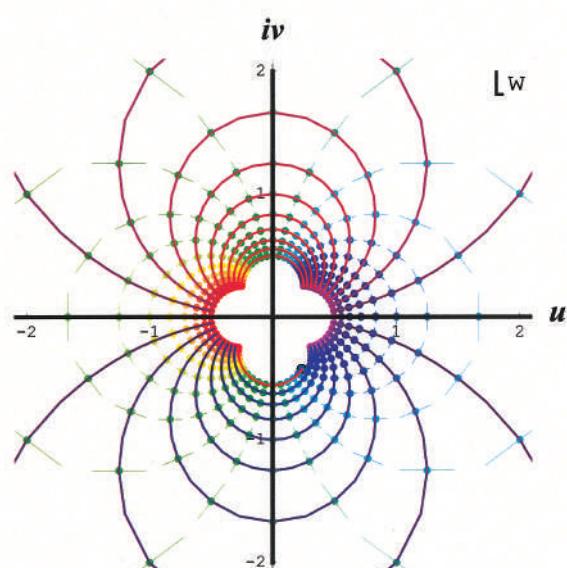
によって写像される場合を扱う。実部、虚部を明示する形にすると (10) は

$$w = u + iv \quad (11 \cdot a)$$

$$\text{但し } u = x^2 - y^2, \quad v = 2xy \quad (11 \cdot b, c)$$

となる。 $z$  平面と  $w$  平面上にメッシュを書くために  $z$  平面上で  $y$  を固定した直線を描くと、(11・b, c) より

$$u = \frac{1}{4y^2} v^2 - y^2 \quad (12)$$



$$\begin{aligned}
 z &= x + iy = re^{i\theta} & w &= \frac{1}{z} & w &= u + iv = Re^{i\theta} = \frac{1}{r} e^{-i\theta} \\
 \{x, y\} &\neq -0.6697, 1.6168 & \longrightarrow & \{u, v\} &= \{-0.2187, -0.5279\} \\
 \{r, \theta\} &= \{1.75, 1.9635\} & & \{R, \Theta\} &= \left\{ \frac{1}{r}, -\theta \right\} = \{0.5714, -1.9635\}
 \end{aligned}$$

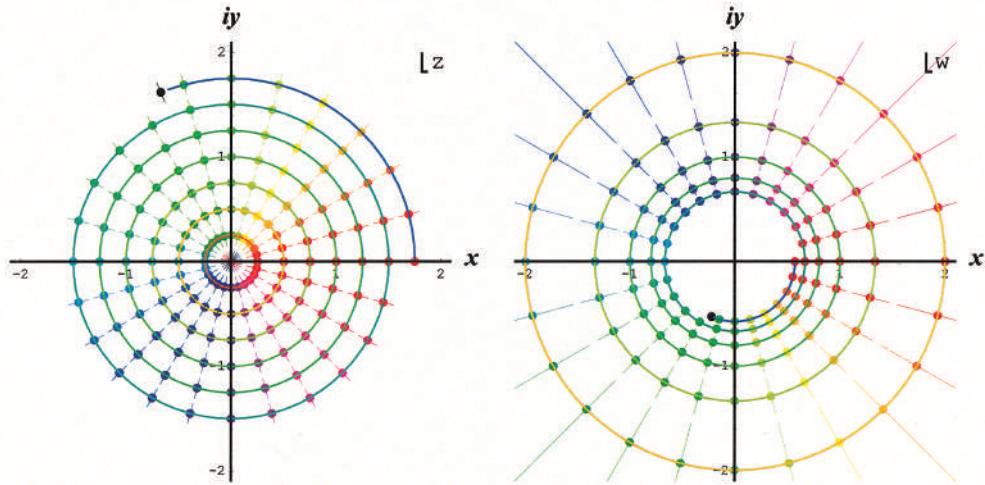


図2  $w = \frac{1}{z}$  によって  $z$  平面の極座標から作られる  $w$  平面の曲線座標

であるから、 $w$  平面上では、 $u$  軸を対称軸として頂点が  $(-y^2, 0)$  にある左に凸である放物線が描かれる。(12) から、 $y$  が  $+\infty$  から 0 まで変化する間に放物線は  $w$  平面を埋め尽くし、 $y$  が 0 から  $-\infty$  の間でもう一度埋め尽くすことが予想される。したがって、 $w$  平面は第1面と第2面を与えると  $z$  平面と一対一の対応をもつはずである。このことを確認するための動画を描くプログラムが付録3であり、出力された動画のうち  $x = 1.1$ 、 $y = -1.5$  のときの画面が図3である。 $y$  を順次減少させて、 $z$  平面の上半分面にメッシュを入れたところで  $w$  平面の第1面にメッシュがすべて入り、さらに  $z$  平面の下半分面に入ったところで、 $w$  平面の第2面に尖った凸面をもつ放物線のメッシュができていくことがわかる。 $z$  平面上で、原点に関して対称な点が同じ  $w$  を与えることが(11)式からわかるが、このことは同じ  $w$  の値をもつ第1面と第2面の上の点の色を比較することで見ることができる。(11・b, c) から  $y$  を消去した関係式

$$u = x^2 - \frac{1}{4x^2} v^2 \quad (13)$$

は、 $x$  を固定した  $z$  平面上の直線に対応する  $w$  平面上の放物線を与えて、 $w$  平面上の破線で示されるメッシュの部分を構成している。

関数 (10) を極形式

$$z = re^{i\theta}, \quad w = Re^{i\theta} \quad (14 \cdot a, b)$$

を用いて書くと、

$$R = r^2, \quad \Theta = 2\theta \quad (15 \cdot a, b)$$

となり、関数のグラフ的な振舞が理解し易い。この形式で  $z$  平面と  $w$  平面にメッシュを描いていく動画のプログラムが付録4であり、出力された動画のうち  $r = 1.25$ 、 $\theta = \frac{8}{9}\pi$  の場合の画面が図4である。この場合は、メッシュを描く点が  $z$  平面上で上半面と下半面に移り変わることごとに、 $w$  平面の第1面上と第2面上とを往復することになる。

関数

$$w = \sqrt{z} \quad (16)$$

は (10) の逆関数であることに注意すると、容易にメッシュを入れることができる。極形式では

$$z = re^{i\theta}, \quad w = \sqrt{r} e^{i\frac{\theta}{2}} \quad (14 \cdot a, b)$$

であり、動画を描くプログラムは付録4を少し手直しすればよい。そのプログラムを出力させた動画のうち

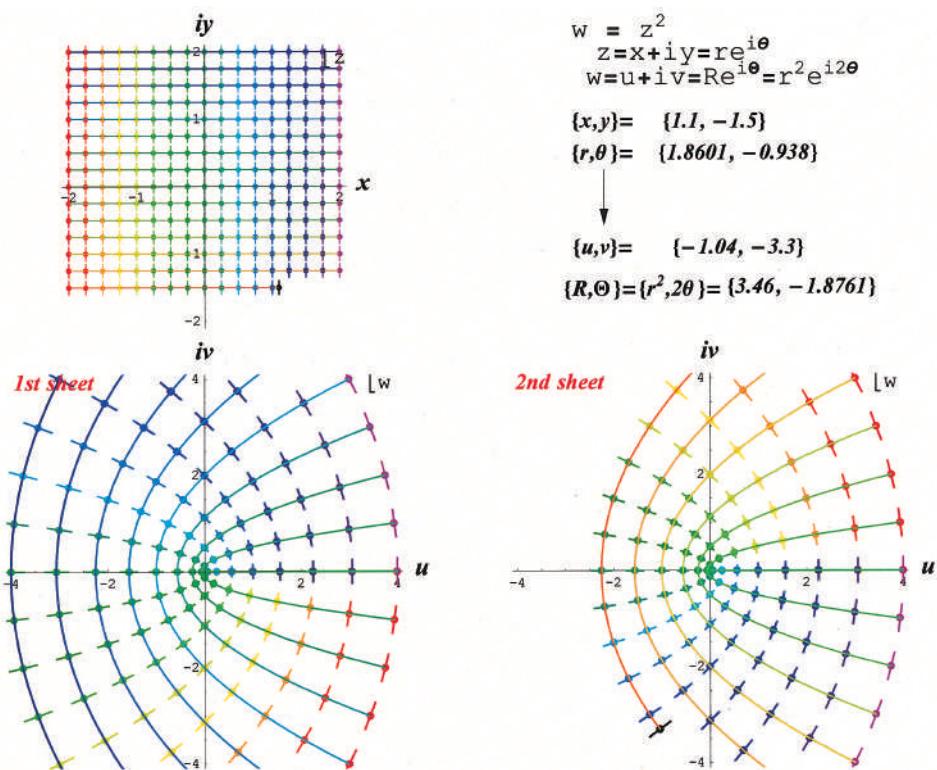


図3  $w = z^2$  によって  $z$  平面の直交座標から作られる  $w$  平面の曲線座標

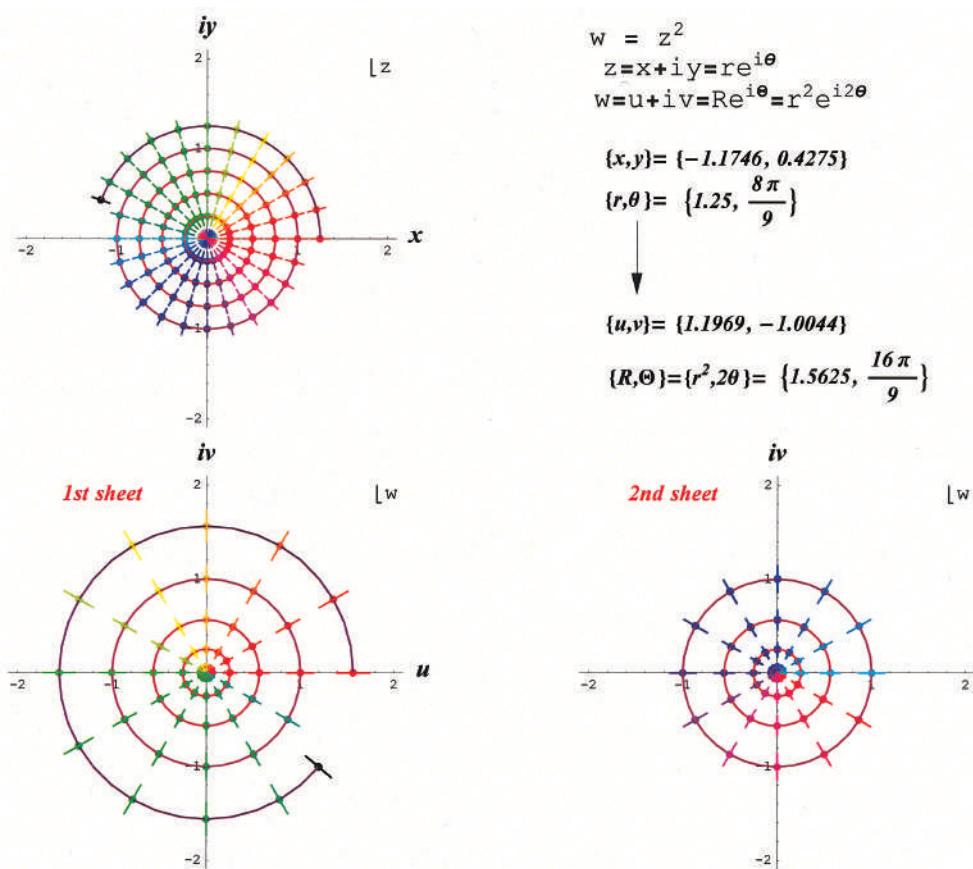


図4  $w = z^2$  によって  $z$  平面の極座標から作られる  $w$  平面の曲線座標

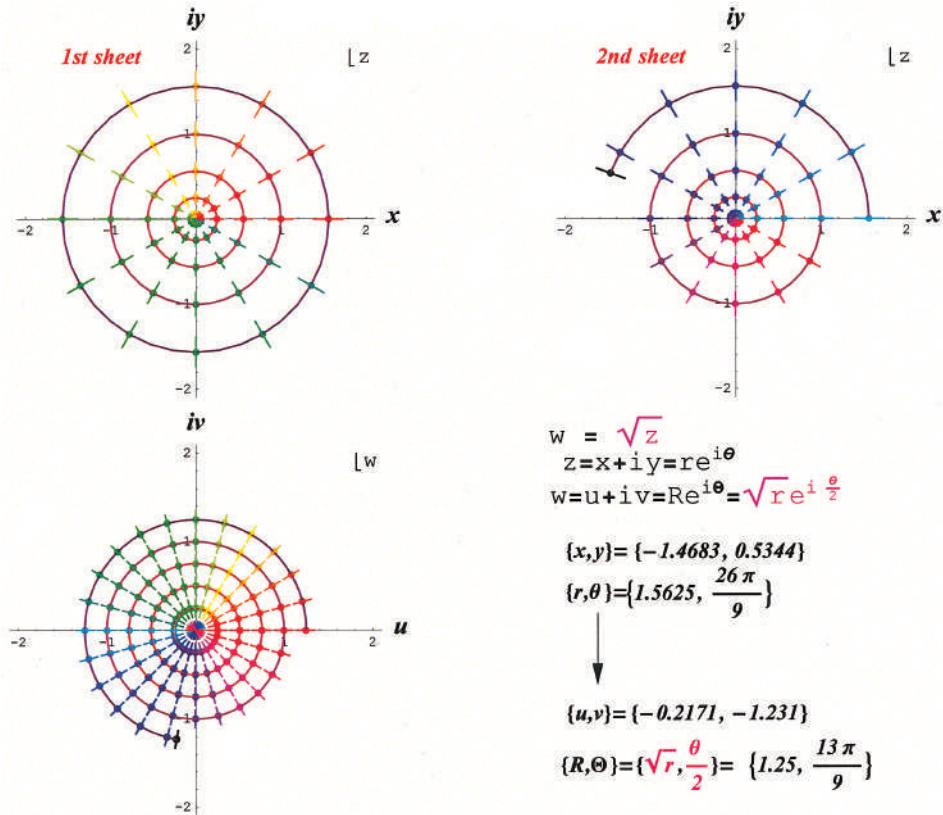


図 5  $w = \sqrt{z}$  によって  $z$  平面の極座標から作られる  $w$  平面の曲線座標

$r = 1.25$ ,  $\theta = \frac{13}{9}\pi$  のときの一画面が図 5 である。独立変数  $z$  は第 1 リーマン面と第 2 リーマン面を交互に動き、従属変数  $w$  は上半面と下半面を交互に動くことになる。

#### 4. あとがき

複素関数  $w = f(z)$  のグラフを、複素平面上の対応する座標点がわかり易いように色付けしたメッシュを用いて表示した。さらに、そのメッシュを作成する過程を示す動画を用いて、グラフの全体的様子が把握し易いようにした。

ここで扱った関数は  $w = \frac{1}{z}$ ,  $w = z^2$ ,  $w = \sqrt{z}$  であるが、さらに他の関数についても今後調べたい。例えば  $w = z^n$ ,  $w = e^z$  やそれらの逆関数およびそれらを線形結合した関数などが考えられる。また、学習者がこれらの動画を見てどの程度理解が深まるかを調べ、その結果を見ながら教材の改良にも取り組みたい。

今回の内容は、これまで行ってきた「動画を数学や物理学の教材として用いる試み」<sup>2-13)</sup> の一つとして追加するものである。

#### 文 献

- 1) 石村園子 すぐ分かる複素解析 東京図書 (2005), 254
- 2) 藤垣康子, 藤垣雅司, 岐阜医療短大紀要, 20 (2005), 79
- 3) 藤垣康子, 藤垣雅司, 藤垣佳子, 岐阜医療短大紀要, 21 (2006), 43
- 4) 藤垣雅司, 藤垣康子, 久綱正和, 岡田章三, 中島泉, 酒井道宏, 岐阜高専紀要, 39 (2004), 127
- 5) 藤垣康子, 藤垣雅司, 岐阜医療短大紀要, 19 (2003), 55
- 6) 藤垣康子, 藤垣雅司, 藤垣佳子, 岐阜医療科学大紀要, 1 (2007), 123
- 7) 藤垣康子, 藤垣雅司, 藤垣佳子, 岐阜医療科学大紀要, 2 (2008), 141
- 8) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 38 (2003), 89
- 9) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 40 (2005), 125
- 10) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 41 (2006), 113
- 11) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 42 (2007), 135
- 12) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 43 (2008), 135
- 13) 藤垣雅司, 藤垣康子, 岐阜高専紀要, 44 (2009), 95

付録1 関数  $w = \frac{1}{z}$  によって  $z$  平面の直交座標から  $w$  平面の曲線座標が作られる様子を動画で描くプログラム

```

Clear[w]; w[x_, y_] :=  $\frac{1}{x + y i}$ ; u[x_, y_] := ComplexExpand[Re[w[x, y]]];
v[x_, y_] := ComplexExpand[Im[w[x, y]]];
wx[x_, y_] := - $\frac{1}{(x + y i)^2}$ ; wyx[x_, y_] := - $\frac{2xy}{(x^2 + y^2)^2}$ ; wyy[x_, y_] := - $\frac{x^2}{(x^2 + y^2)^2} + \frac{y^2}{(x^2 + y^2)^2}$ ;
xygr[a_, b_] := Module[{ten, tenb, tenst, zxsen, zxsenb, zxsenst, senb, sen, xj, yj, txt},
  ten = {PointSize[0.02], Point[{a, b}]};
  tenb = {PointSize[0.02], Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{s, b}]}, {s, -2, a, 0.2}]};
  tenst = {PointSize[0.02],
    Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{s, t}]}, {s, -2, 2, 0.2}], {t, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  zxsen = {Thickness[0.001], Line[{{a, b} - 0.1 {0, 1}, {a, b} + 0.1 {0, 1}}]};
  zxsenb = {Thickness[0.001],
    Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[{{s, b} - 0.1 {0, 1}, {s, b} + 0.1 {0, 1}}]}, {s, -2.0001, a, 0.2}]};
  zxsenst = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[
    {{s, t} - 0.1 {0, 1}, {s, t} + 0.1 {0, 1}}}], {s, -2.0001, 2, 0.2}], {t, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  senb = {Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.2 b, 1 -  $\frac{0.99}{4} b^2$ , 0.5 + 0.2 b],
    Line[Table[{s, b}, {s, -2.001, a, 0.1}]]};
  sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.2 c, 1 -  $\frac{0.99}{4} c^2$ , 0.5 + 0.2 c],
    Line[{{-2, c}, {2, c}}]}, {c, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  xj = {Thickness[0.008], Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}]};
  yj = {Thickness[0.008], Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}]};
  txt = Text[StyleForm["|z", FontSize -> 18, FontWeight -> Bold], {1.9, 1.9}];
Show[Graphics[{ten, tenb, tenst, zxsen, zxsenb, zxsenst, senb, sen, xj, yj, txt}],
  AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}},
  AxesLabel -> {StyleForm["x", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold,
    FontSlant -> Italic, FontSize -> 18], StyleForm["iy", FontFamily -> "Times",
    FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
  Ticks -> {Automatic, Automatic}, DisplayFunction -> Identity]];
wgr[a_, b_] := Module[{ten, tenb, tenst, wxsen, wxsenb, wxsenst, senb, sen, xj, yj, txt},
  ten = {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]};
  tenb =
    {PointSize[0.015], Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{u[s, b], v[s, b]}]}, {s, -2.0001, a, 0.2}]};
  tenst = {PointSize[0.015], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{u[s, t], v[s, t]}]}, {s, -2.0001, 2, 0.2}], {t, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  wxsen = {Thickness[0.001], Hue[0.2 a + 0.4], Line[{{u[a, b], v[a, b]} - 0.2 {wyx[a, b], wyy[a, b]},
    {u[a, b], v[a, b]} + 0.2 {wyx[a, b], wyy[a, b]}}]};
  wxsenb = {Thickness[0.001], Table[{Hue[0.2 s + 0.4],
    Line[{{u[s, b], v[s, b]} - 0.07 {wyx[s, b], wyy[s, b]}},
      {u[s, b], v[s, b]} + 0.07 {wyx[s, b], wyy[s, b]}]}, {s, -2.0001, a, 0.2}]};
  wxsenst = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4],
    Line[{{u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} +
      0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}}], {s, -2.0001, 2, 0.2}], {t, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  senb = {Thickness[0.005], RGBColor[0.5 + 0.2 b, 1 -  $\frac{0.99}{4} b^2$ , 0.5 - 0.2 b],
    Line[Table[{u[s, b], v[s, b]}, {s, -2.001, a, 0.1}]]};
  sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.2 c, 1 -  $\frac{0.99}{4} c^2$ , 0.5 + 0.2 c],
    Line[Table[{u[s, c], v[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, -2, b - 0.1, 0.2}]};
  xj = {Thickness[0.008], Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}]};
  yj = {Thickness[0.008], Line[{{0, -2}, {0, 2}}]};
  txt = Text[StyleForm["|w", FontSize -> 18, FontWeight -> Bold], {1.9, 1.9}];
Show[Graphics[{ten, tenb, tenst, wxsen, wxsenb, wxsenst, senb, sen, xj, yj, txt}],
  AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}},
  AxesLabel -> {StyleForm["u", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold,
    FontSlant -> Italic, FontSize -> 18], StyleForm["iv", FontFamily -> "Times",
    FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
  Ticks -> {Automatic, Automatic}, DisplayFunction -> Identity]];

```

```

setumei[a_, b_] := Module[{txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt8},
    txt1 = Text[StyleForm["{x,y}=", FontFamily -> "Times",
        FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-2, -2}];
    txt2 = Text[StyleForm[{N[a, 4], N[b, 4]}, FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
        FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.3, -2}];
    txt3 = Text[StyleForm["{u,v}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
        FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {0.8, -2}];
    txt4 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[u[a, b]], N[v[a, b]]}], FontFamily -> "Times",
        FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {1.7, -2}];
    txt5 = Text[StyleForm["w =  $\frac{1}{z}$ ", FontSize -> 18, FontWeight -> "Bold"], {0, 2}];
    txt6 = Text[StyleForm["z=x+iy", FontSize -> 16, FontWeight -> "Bold"], {-2, 2}];
    txt7 = Text[StyleForm["w=u+iv", FontSize -> 16, FontWeight -> "Bold"], {1.5, 2}];
    txt8 = Text[StyleForm["---->", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {0, -2}];
    Show[Graphics[]],
    Axes -> False, AspectRatio -> 0.1,
    PlotRange -> {{-3, 3}, {-4, 5}},
    Epilog -> {txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt8}, DisplayFunction -> Identity];
function[a_, b_] := Module[{inxygr, inwgr, insetumei},
    inxygr = xygr[a, b]; inwgr = wgr[a, b]; insetumei = setumei[a, b];
    Show[Graphics[]], Axes -> False, AspectRatio -> 3/4, PlotRange -> All,
    Epilog -> {Rectangle[{0, 0}, {22, 45}, inxygr], Rectangle[{23, 0}, {60, 45}, inwgr],
        Rectangle[{0, 45}, {60, 60}, insetumei]}, DisplayFunction -> $DisplayFunction];

```

付録2 関数  $w = \frac{1}{z}$  によって  $z$  平面の極座標から  $w$  平面の曲線座標が作られる様子を動画で描くプログラム

```

z[r_, θ_] := r e^{iθ}; w[r_, θ_] := (r e^{iθ})^{-1}; zr[r_, θ_] := e^{iθ}; wr[r_, θ_] := -r^2 e^{-iθ};
x[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[z[r, θ]]]; y[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[z[r, θ]]];
zrx[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[zr[r, θ]]]; zry[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[zr[r, θ]]];
u[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[w[r, θ]]]; v[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[w[r, θ]]];
wrz[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[wr[r, θ]]]; wrzr[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[wr[r, θ]]];
zgr[a_, b_] := Module[{ten, tena, tenst, senb, sen, zrsen, zrsena, zrsenst, xj, yj, txt},
    ten = {PointSize[0.02], Point[{x[a, b], y[a, b]}]};
    tena = {PointSize[0.02], Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Point[{x[a, t], y[a, t]}]}, {t, 0, b,  $\frac{\pi}{12}$ }]};
    tenst = {PointSize[0.02], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Point[{x[s, t], y[s, t]}]}, {t, 0, 2π,  $\frac{\pi}{12}$ }],
        {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}; zrsen = {Thickness[0.001],
        Line[{(x[a, b], y[a, b]) - 0.1 {zrx[a, b], zry[a, b]}, (x[a, b], y[a, b]) + 0.1 {zrx[a, b], zry[a, b]}]}];
    zrsena = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Line[{(x[s, t], y[s, t]) - 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}, (x[s, t], y[s, t]) + 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}]}},
        {s, a, a}], {t, 0, b,  $\frac{\pi}{12}$ }]};
    zrsenst = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Line[{(x[s, t], y[s, t]) - 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}, (x[s, t], y[s, t]) + 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}]}},
        {t, 0, 2π,  $\frac{\pi}{12}$ }], {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}];
    senb = {Thickness[0.005],
        RGBColor[1 - 0.4 a, 1 - 0.99 (a - 1)^2, 0.4 a], Line[Table[{(x[a, s], y[a, s]), {s, 0, b,  $\frac{\pi}{36}$ }]}]};
    sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 c, 1 - 0.99 (c - 1)^2, 0.4 c],
        Line[Table[{(x[c, s], y[c, s]), {s, 0, 2π,  $\frac{\pi}{36}$ }]}]}, {c, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}];
    xj = {Thickness[0.005], Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}]}; yj = {Thickness[0.005], Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}]};
    txt = Text[StyleForm["z", FontSize -> 18, FontWeight -> Bold], {1.9, 1.9}];
    Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tena, tenst, senb, sen, zrsen, zrsena, zrsenst, xj, yj, txt}],
        AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}}},
    AxesLabel -> {StyleForm["x", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18],
        StyleForm["iy", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
    Ticks -> {Automatic, Automatic}, DisplayFunction -> Identity];
wgr[a_, b_] := Module[{ten, tena, tenst, senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst, xj, yj, txt},
    ten = {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]};
    tena = {PointSize[0.02], Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Point[{u[a, t], v[a, t]}]}, {t, 0, b,  $\frac{\pi}{12}$ }]};

```

```

tenst = {PointSize[0.02], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Point[{u[s, t], v[s, t]}]}, {t, 0,  $2\pi$ ,  $\frac{\pi}{12}$ }], {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}; wrsen = {Thickness[0.001], Line[{{u[a, b], v[a, b]} - 0.05 {wrx[a, b], wry[a, b]}, {u[a, b], v[a, b]} + 0.05 {wrx[a, b], wry[a, b]}}]}};
wrsena = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Line[{{u[s, t], v[s, t]} - 0.1 {wrx[s, t], wry[s, t]}}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.1 {wrx[s, t], wry[s, t]}]}}, {s, a, a}], {t, 0, b,  $\frac{\pi}{12}$ }]}};
wrsenst = {Thickness[0.001], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Line[{{u[s, t], v[s, t]} - 0.1 {wrx[s, t], wry[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.1 {wrx[s, t], wry[s, t]}]}}, {t, 0,  $2\pi$ ,  $\frac{\pi}{12}$ }], {s, 0.25, a - 0.24, 0.25}]}};
senb = {Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 a, 1 - 0.99 (a - 1)2, 0.4 a], Line[Table[{u[a, s], v[a, s]}, {s, 0, b,  $\frac{\pi}{36}$ }]]];
sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 c, 1 - 0.99 (c - 1)2, 0.4 c], Line[Table[{u[c, s], v[c, s]}, {s, 0,  $2\pi$ ,  $\frac{\pi}{36}$ }]]}, {c, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}];
xj = {Thickness[0.005], Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}]}; yj = {Thickness[0.005], Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}]};
txt = Text[StyleForm["w", FontSize -> 18, FontWeight -> Bold], {1.9, 1.9}];
Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tena, tenst, senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst, xj, yj, txt}], AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}}, AxesLabel -> {StyleForm["x", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18], StyleForm["iy", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]}, Ticks -> {Automatic, Automatic}, DisplayFunction -> Identity]];
setumei[a_, b_] := Module[{txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt8, txt9, txt10, txt11, txt12},
  txt1 = Text[StyleForm["{x,y}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-2, -1.5}];
  txt2 = Text[StyleForm[0.0001 Round[104 {N[x[a, b]], N[y[a, b]]}], FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.3, -1.5}]; txt3 = Text[StyleForm["{u,v}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {1, -1.5}];
  txt4 = Text[StyleForm[0.0001 Round[104 {N[u[a, b]], N[v[a, b]]}], FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {1.9, -1.5}];
  txt5 = Text[StyleForm["w =  $\frac{1}{z}$ ", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {0, 2}];
  txt6 = Text[StyleForm["z=x+iy=reiθ", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-2, 2}];
  txt7 = Text[StyleForm["w=u+iv=Reiθ -  $\frac{1}{r}e^{-iθ}$ ", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {1.5, 2}];
  txt8 = Text[StyleForm["---->", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {0, -2}]; txt9 = Text[StyleForm["{r,θ}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-2, -4}];
  txt10 = Text[StyleForm[0.0001 Round[104 {N[a], N[b]}], FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.3, -4}];
  txt11 = Text[StyleForm["{R,θ}={ $\frac{1}{r}$ , -θ}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {1, -4}];
  txt12 = Text[StyleForm[0.0001 Round[104 {N[-b/a], N[-b]}], FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {2.1, -4}]];
  Show[Graphics[{}], Axes -> False, AspectRatio -> 0.2, PlotRange -> {{-3, 3}, {-5.5, 5}}];
  Epilog -> {txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt8, txt9, txt10, txt11, txt12}, DisplayFunction -> Identity];
  function[a_, b_] := Module[{inzgr, inwgr, insetumei},
    inzgr = zgr[a, b]; inwgr = wgr[a, b]; insetumei = setumei[a, b];
    Show[Graphics[{}], Axes -> False, AspectRatio -> 3/4, PlotRange -> All,
    Epilog -> {Rectangle[{0, 0}, {29, 44}, inzgr], Rectangle[{31, 0}, {60, 44}, inwgr], Rectangle[{0, 45}, {60, 60}, insetumei]}, DisplayFunction -> $DisplayFunction]];
  ]

```

付録3 関数  $w = z^2$  によって  $z$  平面の直交座標から  $w$  平面の曲線座標が作られる様子を動画で描くプログラム

```

<< Graphics`Arrow`;

x[x_, y_] := x; y[x_, y_] := y;
z[x_, y_] := x + y I;
w[x_, y_] := (x + y I)^2; wy[x_, y_] := \partial_y w[x, y];
wyx[x_, y_] := -2 y; wyy[x_, y_] := 2 x;

zgr[a_, b_] := Module[{ten, tenb, tenst, senb, sen, zxsen, zxsenb, zxsenst, xj, yj, txt},
  ten = {PointSize[0.02], Point[{x[a, b], y[a, b]}]};
  tenb = {PointSize[0.02], Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{x[s, b], y[s, b]}]}, {s, -2.001, a, 0.25}]};
  tenst = {PointSize[0.02], Table[
    Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{x[s, t], y[s, t]}]}, {s, -2.001, 2, 0.25}], {t, 2.001, b + 0.1, -0.25}]};
  zxsen = {Thickness[0.005], Line[{{x[a, b], y[a, b]} - 0.1 {0, 1}, {x[a, b], y[a, b]} + 0.1 {0, 1}}]};
  zxsenb = {Thickness[0.005],
    Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[{{x[s, t], y[s, t]} - 0.1 {0, 1}, {x[s, t], y[s, t]} + 0.1 {0, 1}}]}, {t, b, b}], {s, -2.001, a, 0.25}]};
  zxsenst = {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[{{x[s, t], y[s, t]} - 0.1 {0, 1}, {x[s, t], y[s, t]} + 0.1 {0, 1}}]}, {x[s, t], y[s, t]} + 0.1 {0, 1}], {s, -2.001, 2, 0.25}], {t, 2.001, b + 0.1, -0.25}]};
  senb = {Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 b, 1 - \frac{0.99}{4} b^2, 0.24 b + 0.5],
    Line[Table[{x[s, b], y[s, b]}, {s, -2, a, 0.1}]]};
  sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 c, 1 - \frac{0.99}{4} c^2, 0.24 c + 0.5],
    Line[Table[{x[s, c], y[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, 2.001, b + 0.1, -0.25}]};
  txt = Text[StyleForm["z", FontSize \rightarrow 16], {1.9, 1.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
  yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
  Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tenb, tenst, senb, sen, zxsen, zxsenb, zxsenst, xj, yj, txt}],
    AspectRatio \rightarrow Automatic, Axes \rightarrow True, PlotRange \rightarrow {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}},
    AxesLabel \rightarrow {StyleForm["x", FontFamily \rightarrow "Times", FontWeight \rightarrow Bold, FontSlant \rightarrow Italic, FontSize \rightarrow 18],
      StyleForm["y", FontFamily \rightarrow "Times", FontWeight \rightarrow Bold, FontSlant \rightarrow Italic, FontSize \rightarrow 18]},
    Ticks \rightarrow {Automatic, Automatic}, DisplayFunction \rightarrow Identity}];

wlgr[a_, b_] := Module[{ten, tenb, tenst, wysen, wysenb, wysenst, senb, sen, xj, yj, txt1, txt2},
  ten = If[b \geq 0, {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]}, Point[{6, 6}]];
  tenb = If[b \geq 0, {PointSize[0.02],
    Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{u[s, b], v[s, b]}]}, {s, -2.001, a, 0.25}]}], Point[{6, 6}]];
  tenst = If[b \geq 0, {PointSize[0.02], Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point /@ Table[{u[s, t], v[s, t]}, {t, 2.001, b + 0.1, -0.25}]}], {PointSize[0.02], Table[
    {Hue[0.2 s + 0.4], Point /@ Table[{u[s, t], v[s, t]}, {t, 2.001, 0, -0.25}]}], {s, -2.001, 2, 0.25}}}];
  wysen = If[b \geq 0, {Thickness[0.005], Line[{{u[a, b], v[a, b]} - 0.07 {wyx[a, b], wyy[a, b]}},
    {u[a, b], v[a, b]} + 0.07 {wyx[a, b], wyy[a, b]}]}, Point[{6, 6}]];
  wysenb = If[b \geq 0, {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[
      {u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}]}], {t, b, b}], {s, -2, a, 0.25}}]}, Point[{6, 6}]];
  wysenst = If[b \geq 0, {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[
      {u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}]}], {t, 2.001, b + 0.1, -0.25}], {s, -2, 2, 0.25}}}];
  senb = If[b \geq 0, {Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 b, 1 - \frac{0.99}{4} b^2, 0.24 b + 0.5],
    Line[Table[{u[s, b], v[s, b]}, {s, -2, a, 0.1}]]}, Point[{6, 6}]];
  sen = If[b \geq 0,
    {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 c, 1 - \frac{0.99}{4} c^2, 0.24 c + 0.5],
      Line[Table[{u[s, c], v[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, 2.001, b + 0.1, -0.25}]}];
  Line[Table[{u[s, c], v[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, 2.001, b + 0.1, -0.25}]];
  Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 c, 1 - \frac{0.99}{4} c^2, 0.24 c + 0.5],
    Line[Table[{u[s, c], v[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, 2.001, 0, -0.25}]];
  txt1 = Text[StyleForm["1st sheet", FontColor \rightarrow Hue[0], FontFamily \rightarrow "Times",
    FontSize \rightarrow 16, FontSlant \rightarrow "Italic", FontWeight \rightarrow "Bold"], {-3.1, 3.9}];
  txt2 = Text[StyleForm["w", FontSize \rightarrow 16], {3.6, 3.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
  yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
  Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tenb, tenst, wysen, wysenb, wysenst, senb, sen, xj, yj, txt1, txt2}],
    AspectRatio \rightarrow Automatic, Axes \rightarrow True, PlotRange \rightarrow {{-4.1, 4.1}, {-4.1, 4.1}},
    AxesLabel \rightarrow {StyleForm["u", FontFamily \rightarrow "Times", FontWeight \rightarrow Bold, FontSlant \rightarrow Italic, FontSize \rightarrow 18],
      StyleForm["iv", FontFamily \rightarrow "Times", FontWeight \rightarrow Bold, FontSlant \rightarrow Italic, FontSize \rightarrow 18]},
    Ticks \rightarrow {Automatic, Automatic}, Epilog \rightarrow {txt1, txt2}, DisplayFunction \rightarrow Identity}];

```

```

w2gr[a_, b_] := Module[{ten, tenb, tenst, wysen, wysenb, wysenst, senb, sen, txt1, txt2},
  ten = If[b < 0, {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]}, Point[{5, 5}]];
  tenb = If[b < 0, {PointSize[0.02],
    Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{u[s, b], v[s, b]}]}, {s, -2.001, a, 0.25}], Point[{5, 5}]}];
  tenst = If[b < 0, {PointSize[0.02], Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Point[{6, 6}]}],
    Point/@Table[{u[s, t], v[s, t]}, {t, 0.001, b + 0.1, -0.25}], {s, -2.001, 2, 0.25}], Point[{6, 6}]}];
  wysen = If[b < 0, {Thickness[0.005], Line[{u[a, b], v[a, b]} - 0.07 {wyx[a, b], wyy[a, b]},
    {u[a, b], v[a, b]} + 0.07 {wyx[a, b], wyy[a, b]}]}, Point[{6, 6}]];
  wysenb = If[b < 0, {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[
    {u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}]}],
    {t, b, b}], {s, -2, a, 0.25}], Point[{6, 6}]}];
  wysenst = If[b < 0, {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[0.2 s + 0.4], Line[
    {u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wyx[s, t], wyy[s, t]}]}],
    {t, 0.001, b + 0.1, -0.25}], {s, -2, 2, 0.25}], Point[{6, 6}]}];
  senb = If[b < 0, {Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 b, 1 -  $\frac{0.99}{4} b^2$ , 0.24 b + 0.5],
    Line[Table[{u[s, b], v[s, b]}, {s, -2, a, 0.1}]]}, Point[{6, 6}]];
  sen = If[b < 0,
    {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[0.5 - 0.24 c, 1 -  $\frac{0.99}{4} c^2$ , 0.24 c + 0.5],
      Line[Table[{u[s, c], v[s, c]}, {s, -2, 2, 0.1}]]}, {c, 0.001, b + 0.1, -0.25}], Point[{6, 6}]}];
  txt1 = Text[StyleForm["2nd sheet", FontColor -> Hue[0], FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-3.1, 3.9}];
  txt2 = Text[StyleForm["|w", FontSize -> 16], {3.6, 3.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
  yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
  Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tenb, tenst, wysen, wysenb, wysenst, senb, sen, txt1, txt2}],
    AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-4.1, 4.1}, {-4.1, 4.1}},
    AxesLabel -> {StyleForm["u", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18],
      StyleForm["iv", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
    Ticks -> {Automatic, Automatic}, Epilog -> {txt1, txt2}, DisplayFunction -> Identity}];
  setumei[a_, b_] := Module[{ya, txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt9, txt10, txt11, txt12},
    ya = {Arrow[{-1.5, 0}, {-1.5, -0.7}]}];
  txt1 = Text[StyleForm["{x,y}=", FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, 0.6}];
  txt2 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[x[a, b]], N[y[a, b]]}], FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-0.1, 0.6}];
  txt3 = Text[StyleForm["{u,v}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, -1}];
  txt4 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[x[a, b]^2 - y[a, b]^2], N[2 x[a, b] y[a, b]]}],
    FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {0.2, -1}];
  txt5 = Text[StyleForm["w = z^2", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-1.3, 1.8}];
  txt6 = Text[StyleForm["z=x+iy=re^iθ", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-0.5, 1.5}];
  txt7 = Text[StyleForm["w=u+iv=Re^iθ=|r|^2 e^iθ", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-0., 1.2}];
  txt9 = Text[StyleForm["{r,θ}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, 0.2}];
  txt10 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[ $\sqrt{x[a, b]^2 + y[a, b]^2}$ ], N[ArcTan[ $\frac{y[a, b]}{x[a, b]}$ ]]}],
    FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {0.2, 0.2}];
  txt11 = Text[StyleForm["{R,θ}={r^2,2θ}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1., -1.5}];
  txt12 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[x[a, b]^2 + y[a, b]^2], N[2 ArcTan[ $\frac{y[a, b]}{x[a, b]}$ ]]}],
    FontFamily -> "Times", FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {1, -1.5}];
  Show[Graphics[{ya}],
    Axes -> False, AspectRatio -> 1,
    PlotRange -> {{-2, 2}, {-2, 2}},
    Epilog -> {txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt9, txt10, txt11, txt12},
    DisplayFunction -> Identity]];

  function[a_, b_] := Module[{inzgr, inw1gr, inw2gr, insetumei},
    inzgr = zgr[a, b]; inw1gr = w1gr[a, b]; inw2gr = w2gr[a, b]; insetumei = setumei[a, b];
    Show[Graphics[{}], Axes -> False, AspectRatio -> 3/4, PlotRange -> All,
    Epilog -> {Rectangle[{0, 35}, {30, 60}, inzgr], Rectangle[{0, 0}, {30, 34}, inw1gr], Rectangle[{30, 0},
      {60, 34}, inw2gr], Rectangle[{30, 35}, {60, 60}, insetumei]}, DisplayFunction -> $DisplayFunction]];
  
```

付録4 関数  $w = z^2$  によって  $z$  平面の極座標から  $w$  平面の曲線座標が作られる様子を動画で描くプログラム

```

<< Graphics`Arrow`;

z[r_, θ_] := r e^(iθ); w[r_, θ_] := (r e^(iθ))^2; zr[r_, θ_] := e^(iθ); wr[r_, θ_] := 2 r e^(iθ);
x[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[z[r, θ]]]; y[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[z[r, θ]]];
zrx[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[zr[r, θ]]]; zry[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[zr[r, θ]]];
u[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[w[r, θ]]]; v[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[w[r, θ]]];
wrw[r_, θ_] := ComplexExpand[Re[wr[r, θ]]]; wrw[r_, θ_] := ComplexExpand[Im[wr[r, θ]]];
zgr[a_, b_] := Module[{ten, tena, tenst, senb, sen, zrsen, zrsena, zrsenst},
  ten = {PointSize[0.02], Point[{x[a], b}], y[a, b]}];
  tena = {PointSize[0.02], Table[{Hue[1/(2 π) t], Point[{x[a, t], y[a, t]}]}, {t, 0, b, π/12}]};
  tenst = {PointSize[0.02], Table[Table[{Hue[1/(2 π) t], Point[{x[s, t], y[s, t]}]}, {t, 0, 2 π, π/12}],
    {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]; zrsen = {Thickness[0.005],
    Line[{{x[a, b], y[a, b]} - 0.1 {zrx[a, b], zry[a, b]}, {x[a, b], y[a, b]} + 0.1 {zrx[a, b], zry[a, b]}]}];
  zrsena = {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[1/(2 π) t], Line[{{x[s, t], y[s, t]} - 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}},
    {x[s, t], y[s, t]} + 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}]}}, {s, a, a}], {t, 0, b, π/12}]};
  zrsenst = {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[1/(2 π) t], Line[{{x[s, t], y[s, t]} - 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}},
    {x[s, t], y[s, t]} + 0.1 {zrx[s, t], zry[s, t]}]}}, {t, 0, 2 π, π/12}], {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]}];
  senb = {Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 a, 0, 0.4 a], Line[Table[{x[a, s], y[a, s]}, {s, 0, b, π/36}]]};
  sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 c, 0, 0.4 c],
    Line[Table[{x[c, s], y[c, s]}, {s, 0, 2 π, π/36}]]}, {c, 0.001, a - 0.24, 0.25}];

  txt = Text[StyleForm["z", FontSize -> 16], {1.9, 1.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
  yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
  Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tena, tenst, senb, sen, zrsen, zrsena, zrsenst, txt}],
    AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}},
    AxesLabel -> {StyleForm["x", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18],
      StyleForm["iy", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
    Ticks -> {Automatic, Automatic}, DisplayFunction -> Identity];
  w1gr[a_, b_] := Module[{ten, tena, tenst, senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst, txt1, txt2},
    ten = If[ b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0, {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]}, Point[{5, 5}]];
    tena = If[ b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0,
      {PointSize[0.02], Table[{Hue[1/(2 π) t], Point[{u[a, t], v[a, t]}]}, {t, 0, b, π/12}]}, Point[{5, 5}]];
    tenst = {PointSize[0.02], Table[{Hue[t/(2 π)], Point /@ Table[{u[s, t], v[s, t]}],
      {s, 0.001, If[b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0, a - 0.24, a + 0.001], 0.25}]}}, {t, 0, π - 0.01, π/12}]};
    wrsen = If[ b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0, {Thickness[0.005], Line[{{u[a, b], v[a, b]} - 0.07 {wrw[a, b], wrw[a, b]}},
      {u[a, b], v[a, b]} + 0.07 {wrw[a, b], wrw[a, b]}]}}, Point[{5, 5}]];
    wrsena = If[ b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0, {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[1/(2 π) t],
      Line[{{u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wrw[s, t], wrw[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wrw[s, t], wrw[s, t]}]}},
      {s, a, a}], {t, 0, b, π/12}]}, Point[{5, 5}]};
    wrsenst = {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[1/(2 π) t], Line[{{u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wrw[s, t], wrw[s, t]}},
      {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wrw[s, t], wrw[s, t]}]}}, {t, 0, π - 0.01, π/12}],
      {s, 0.25, If[b/(2 π) - Round[b/(2 π)] ≥ 0, a - 0.24, a + 0.001], 0.25}]}];
    senb = {Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 a, 0, 0.4 a], Line[Table[{u[a, s], v[a, s]}, {s, 0, b, π/36}]]};
    sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 c, 0, 0.4 c],
      Line[Table[{u[c, s], v[c, s]}, {s, 0, 2 π, π/36}]]}, {c, 0.001, a - 0.24, 0.25}];

    txt1 = Text[StyleForm["1st sheet", FontColor -> Hue[0], FontFamily -> "Times",
      FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.1, 1.9}];
    txt2 = Text[StyleForm["w", FontSize -> 16], {1.9, 1.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
    yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
    Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tena, tenst,
      senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst}],
      AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}}},
    
```

```

AxesLabel -> {StyleForm["u", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18],
  StyleForm["iv", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
  Ticks -> {Automatic, Automatic}, Epilog -> {txt1, txt2}, DisplayFunction -> Identity];
w2gr[a_, b_] := Module[{ten, tena, tenst, senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst, txt1, txt2},
  ten = If[ $\frac{b}{2\pi} - \text{Round}[\frac{b}{2\pi}] < 0$ , {PointSize[0.02], Point[{u[a, b], v[a, b]}]}, Point[{5, 5}]];
  tena = If[ $\frac{b}{2\pi} - \text{Round}[\frac{b}{2\pi}] < 0$ ,
    {PointSize[0.02], Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Point[{u[a, t], v[a, t]}]}, {t,  $\pi$ , b,  $\frac{\pi}{12}$ }]}, Point[{5, 5}]];
  tenst = {PointSize[0.02], Table[{Hue[ $\frac{t}{2\pi}$ ], Point /@ Table[{u[s, t], v[s, t]}, {s, 0.001, a - 0.24, 0.25}]},
    {t,  $\pi$ , 2 $\pi$  - 0.01,  $\frac{\pi}{12}$ }]};
  wrsen = If[ $\frac{b}{2\pi} - \text{Round}[\frac{b}{2\pi}] < 0$ , {Thickness[0.005], Line[{u[a, b], v[a, b]}] - 0.07 {wrxa[a, b], wrya[a, b]}},
    {u[a, b], v[a, b]} + 0.07 {wrxa[a, b], wrya[a, b]}]}, Point[{5, 5}]];
  wrsena = If[ $\frac{b}{2\pi} - \text{Round}[\frac{b}{2\pi}] < 0$ , {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ],
    Line[{u[s, t], v[s, t]}] - 0.07 {wrxa[s, t], wrya[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wrxa[s, t], wrya[s, t]}}],
    {s, a, a}], {t,  $\pi$ , b,  $\frac{\pi}{12}$ }]}, Point[{5, 5}]];
  wrsenst = {Thickness[0.005], Table[Table[{Hue[ $\frac{1}{2\pi} t$ ], Line[
    {{u[s, t], v[s, t]} - 0.07 {wrxa[s, t], wrya[s, t]}, {u[s, t], v[s, t]} + 0.07 {wrxa[s, t], wrya[s, t]}}}},
    {t,  $\pi$ , 2 $\pi$  - 0.01,  $\frac{\pi}{12}$ }], {s, 0.25, a - 0.24, 0.25}]};
  senb = If[ $\frac{b}{2\pi} - \text{Round}[\frac{b}{2\pi}] < 0$ , {Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 a, 0, 0.4 a],
    Line[Table[{u[a, s], v[a, s]}, {s,  $\pi$ , b,  $\frac{\pi}{36}$ }]]}, Point[{5, 5}]];
  sen = {Table[{Thickness[0.005], RGBColor[1 - 0.4 c, 0, 0.4 c],
    Line[Table[{u[c, s], v[c, s]}, {s, 0, 2 $\pi$ ,  $\frac{\pi}{36}$ }]]}, {c, 0.001, a - 0.24, 0.25}]};
  txt1 = Text[StyleForm["2nd sheet", FontColor -> Hue[0], FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.1, 1.9}];
  txt2 = Text[StyleForm["w", FontSize -> 16], {1.9, 1.9}]; xj = Line[{{-2.1, 0}, {2.1, 0}}];
  yj = Line[{{0, -2.1}, {0, 2.1}}];
  Show[Graphics[{Thickness[0.001], ten, tena, tenst
    , senb, sen, wrsen, wrsena, wrsenst}],
  AspectRatio -> Automatic, Axes -> True, PlotRange -> {{-2.1, 2.1}, {-2.1, 2.1}},
  AxesLabel -> {StyleForm["u", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18],
    StyleForm["iv", FontFamily -> "Times", FontWeight -> Bold, FontSlant -> Italic, FontSize -> 18]},
  Ticks -> {Automatic, Automatic}, Epilog -> {txt1, txt2}, DisplayFunction -> Identity];
  setumei[a_, b_] := Module[{ya, txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt9, txt10, txt11, txt12},
    ya = {Arrow[{-1.5, 0}, {-1.5, -0.7}]}];
  txt1 = Text[StyleForm["{x,y}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, 0.6}];
  txt2 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[x[a, b]], N[y[a, b]]}], FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-0.3, 0.6}];
  txt3 = Text[StyleForm["{u,v}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, -1}];
  txt4 = Text[StyleForm[0.0001 Round[10^4 {N[u[a, b]], N[v[a, b]]}], FontFamily -> "Times",
    FontSize -> 16, FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-0.3, -1}];
  txt5 = Text[StyleForm["w = z^2", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-1.5, 1.8}];
  txt6 = Text[StyleForm["z=x+iy=re^{i\theta}", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-1, 1.5}];
  txt7 = Text[StyleForm["w=u+iv=Re^{i\theta}=r^2 e^{i\theta}", FontSize -> 20, FontWeight -> "Bold"], {-0.6, 1.2}];
  txt9 = Text[StyleForm["{r,\theta}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1.5, 0.2}];
  txt10 = Text[StyleForm[{0.0001 Round[10^4 N[a]], b}, FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-0.5, 0.2}];
  txt11 = Text[StyleForm["{R,\theta}={r^2,2\theta}=", FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {-1., -1.5}];
  txt12 = Text[StyleForm[{0.0001 Round[10^4 N[a^2]], 2 b}, FontFamily -> "Times", FontSize -> 16,
    FontSlant -> "Italic", FontWeight -> "Bold"], {0.6, -1.5}];
  Show[Graphics[{ya}], Axes -> False, AspectRatio -> 1, PlotRange -> {{-2, 2}, {-2, 2}},
  Epilog -> {txt1, txt2, txt3, txt4, txt5, txt6, txt7, txt9, txt10, txt11, txt12}, DisplayFunction -> Identity]];
  function[a_, b_] := Module[{inzgr, inw1gr, inw2gr, insetumei},
    inzgr = zgr[a, b]; inw1gr = w1gr[a, b]; inw2gr = w2gr[a, b]; insetumei = setumei[a, b];
  Show[Graphics[{}], Axes -> False, AspectRatio -> 3/4, PlotRange -> All,
  Epilog -> {Rectangle[{0, 31}, {30, 60}, inzgr], Rectangle[{0, 0}, {30, 30}, inw1gr], Rectangle[{30, 0}, {60, 30}, inw2gr], Rectangle[{30, 31}, {60, 60}, insetumei]}, DisplayFunction -> $DisplayFunction]];

```

# 遺伝医療にまつわる倫理上の問題について CCNE の見解の動向（一）

加藤太喜子

岐阜医療科学大学看護学科

（2009年1月15日受理）

## The trends of CCNE's opinions on ethical problems, related to genetic medicine (I)

Takiko KATO

### 英 文 要 旨

Because of the variances in the nature of genetic information and other information, ethical problems in genetic medicine sometimes reveal aspects different from general ethical issues in medical practice. Four principles of bioethics — autonomy, beneficence, non-malficence, and justice — might not be applied to the ethical problems in genetic medicine. Thus genetic counseling has become prominent in the field of bioethics.

In 1983, French National Consultative Ethics Committee on Health and Life Sciences was established. To date it has produced 105 opinions. This essay will review the trends in the opinions that refer to genetic medicine or genetic counseling.

**Keywords** : National Consultative Ethics Committee on Health and Life Sciences, genetic medicine, ELSI

### は じ め に

遺伝医療や遺伝カウンセリングにおける「倫理面での問題」の中には、通常の医療における「倫理面での問題」と異なる枠組で考える必要性を持つものがある。通常の医療における「倫理面での問題」は、しばしば「自律・恩恵（与益）無危害・正義」の観点から検討される。しかし遺伝医療や遺伝カウンセリングにおける「倫理面での問題」は、たとえば単純な「知る権利」に対して「知らないでいる権利」、「守秘義務」に対して「他者への情報開示義務」というように、生命倫理学の（四）原則を単に事例に応用することの危険に警鐘を鳴らしたり、場合によっては生命倫理学の（四）原則の妥当性について問い合わせを迫ったりするような側面も持つ。

遺伝医療や遺伝カウンセリングにおける「倫理面での問題」の持つこうした特徴を念頭におきつつ、本稿はフランス国家倫理諮問委員会が提出してきた見解のうち遺伝医療関連のものをいくつか取り上げ、フランス国家倫理諮問委員会 CCNE<sup>1)</sup> が近年何を問題として捉え検討してきたか、その概要を把握するものである。

### 1. CCNE の位置づけ

CCNE が提出した見解を検討する前に、この委員会の位置づけについて、ここで簡単に整理する。CCNE は1983年2月23日にミッテラン大統領の提案によって発足した、世界初の国家により設置された倫理委員会であり、健康・生命科学分野の発展に伴って生じる問題について大統領、議会、内閣のメンバー、政府機関、大学その他の高等教育機関や公共機関からの質問を検討のうえ、見解を公表する組織である。全体委員会、専門部、ワーキンググループの三部門により構成されている。ワーキンググループは CCNE のメンバーだけでなく、必要に応じて外部の専門家も含めて構成され、全ての問題は最初にワーキンググループで議論される。専門部は12名のメンバーからなり、範囲が限定された問題には直接的に答えを示し、社会的により広範または複雑な問題に関しては、全体委員会に論点を提示するといった役割を担う。全体委員会は、月に一度開催される会合において検討中の話題を議論する。全体委員会と専門部は非公開で開催され、最終的に勧告ないし見解とともに最終報告書が提出される。見解の

公表は CCNE の主要任務であるが、大統領や議会からの諮問に応じて見解を公表するだけでなく、諮問を待たず自ら課題に取り組み見解を公表することができるという特徴を有する。こうした CCNE の地位と機能については、「生命倫理に関する 2004 年 8 月 6 日法律第 2004-800 号」<sup>2)</sup>において明確に記載された。CCNE は大統領による発議で発足したが、議会に対しても大統領に対しても拘束されないという特徴を持つ。今日(2009 年 1 月 10 日)までに、公表された見解は 105 にのぼる。CCNE の見解のうち、遺伝医療関連の話題に言及しているものは表 1 の通りである。そのときどきの時代の要請に応じ、CCNE がきめ細かく対応してきたことを読み取ることができよう。

## 2. 1994 年生命倫理法制定以前の CCNE の見解の概要

見解番号 5 番「出生前診断、周産期診断によって生じる諸問題に関する見解。報告書」は、(1985 年当時に

おける) この 10 年で、様々な出生前診断技術によって多くの胎児異常が発見されるようになったことに伴い、選択的中絶<sup>3)</sup>への直面という道徳的ジレンマが父母と医師にもたらされたと指摘している。人工妊娠中絶<sup>4)</sup>も障がいのある子の出産とともに難しい決断であるが、その決断は個人の生命や人間に対する信念に依拠するものであり、最終的な決断が父母に依拠している限りにおいて集団的優生学ではない、と述べている<sup>5)</sup>。さらに見解 5 番は、1975 年のいわゆるヴェイユ法<sup>6)</sup>に照らして胎児理由による選択的中絶が合法<sup>7)</sup>であることをここで改めて確認している。

見解番号 22 番「遺伝子治療について」においては、遺伝子治療の対象は体細胞に限定されるべきであること、重篤な単一遺伝子疾患に限って実施されるべきであることが述べられている。

見解番号 25 番「遺伝学的検査を個体研究、家族研究、集団研究に応用することについての見解」は、基礎研

表 1

見解番号	刊行の日付	タイトル
見解 5	1985 年 5 月 13 日	出生前、周産期診断によって生じる諸問題に関する見解。報告書
見解 17	1988 年 12 月 5 日	DNA 鑑定法の広がりについての見解
見解 22	1990 年 12 月 13 日	遺伝子治療についての見解
見解 25	1991 年 6 月 24 日	遺伝学的検査を個体研究、家族研究、集団研究に応用することについての見解 (DNA バンク、細胞バンクとドナー情報の処理)
見解 27	1991 年 12 月 2 日	ヒトゲノムの非商業化に関する見解。報告書。ヒトゲノム研究の倫理的諸問題に関する一般的考察。
見解 30	1992 年 1 月 27 日	アルベールビル (オリンピック) において競技者を対象とする遺伝学的検査の義務付けにより生じた倫理上の問題
見解 33	1993 年 1 月 19 日	フランスにおける線内障患者と、病因遺伝子の染色体の位置に関する見解
見解 36	1993 年 6 月 22 日	体細胞遺伝子治療を行う場合の手続きに関する見解。報告書
見解 46	1995 年 10 月 30 日	「遺伝子と医療：予知から予防へ」についての見解と勧告。報告書
見解 70	2001 年 12 月 13 日	第三者のための同意
見解 72	2002 年 7 月 4 日	着床前遺伝子診断の広がりについての考察
見解 76	2003 年 4 月 24 日	医学的必要性がある場合に家族の遺伝情報を開示する義務について
見解 83	2004 年 3 月 25 日	囊胞性纖維症の出生前検査の普及
見解 86	2004 年 11 月 4 日	HIV と遺伝性疾患の診断のためのセルフテストの市場化についての問題
見解 90	2005 年 11 月 24 日	出自を知ること、親子関係における匿名と秘匿
見解 97	2007 年 5 月 10 日	遺伝子異常スクリーニング後の、新生児の遺伝情報から生じる倫理上の問題
見解 100	2007 年 10 月 9 日	遺伝学的検査による親子関係、身元確認

究と応用研究との区分が困難であることに配慮し、自律尊重・知る権利・機密保持とプライバシー尊重といった論点を踏まえながら、基礎研究で得られた知識を重篤な遺伝性疾患の診断に応用していく必要性について述べている。

見解番号27番は冒頭で、27番を提出するに至った経緯を述べている。すなわち、CCNE が見解5番、17番、22番、25番を提出するに際しては、ワーキンググループにおいて各見解のテーマと優生学との関連について考察されたこと、CCNE の1991年の年次会合ではこの問題（優生学との関連）が検討される予定があることに加えて、フランス研究省の要請に応える形でヒトゲノムプロジェクトの倫理的側面についての文書が発表される予定があるため、ここで CCNE の見解をまとめる必要が出てきたと述べている。結論はタイトルの通りであり、人体が商業利用されるべきではないという侵すべからざる見地から、CCNE はヒトゲノムに対する特許申請を認めないと述べている。

見解番号33番「フランスにおける緑内障患者と、病因遺伝子の染色体の位置に関する見解」は、1988年に成立した研究対象者保護法に言及しつつ、緑内障および関連疾患においては、疾病分類学的な枠組がはっきりしておらず合意もなされていないので、複数の家系について、眼科医、遺伝学・分子生物学・疫学の専門家の協力を得て、コモンディジーズと同様の疫学的・遺伝学的手法で厳密な調査がなされるべきであると勧告している。

### 3. 1994年生命倫理法制定後の CCNE の見解

CCNE 設置の翌年である1984年に、CCNE は見解番号2番（「新しい治療法の人への実施についての見解」）において、生命倫理上の問題を包括的に扱う法の必要性を提言している。1986年には首相（Jacques Chirac）は国務院（Conseil d'Etat）に、生命倫理上の問題全般について検討を行うよう命じた。この命に応じる形で国務院が1988年に提出したのが、いわゆるブレバン報告<sup>8)</sup>である。ブレバン報告をもとに同年12月にまず研究対象者保護法が成立した。続いて生命倫理に関する包括的な法律の草案が1989年に作成された。この草案は1991年に再検討され、人の遺伝形質の保護、遺伝子検査の規制についての内容が組み込まれた。1992年の出生前診断と胚研究についての規定付加を経て、遂に1994年にフランスは、1986年から数えると8年、CCNE

の勧告から数えると10年にわたる準備と検討の結果として「人体の尊重に関する法律」「人体の要素と産物の提供と利用、生殖補助医療及び出生前診断に関する法律」「保健の分野における研究を目的とする記名情報・処理に関する法律」の三法、いわゆる1994年生命倫理（三）法を成立させた<sup>9)</sup>。これと同時に、さきに成立していた研究対象者保護法<sup>10)</sup>も改正された。

「人体の尊重に関する1994年7月29日法律第94-653号」における遺伝医療関連の規定は次のように述べている。「人の特性の遺伝学的検査は、医学目的または科学研究上の目的以外で着手してはならない。本人の承諾は、研究の実施前に得なければならない」。また、「この要件に従った承諾を得ることなく医学上の目的で人の遺伝的特性の検査を行う行為は、1年の禁固及び10万フランの罰金に処する」とされている。

ここでつぎに、法律制定以後 CCNE から出された見解を概観する。

見解番号46番「『遺伝子と医療：予知から予防へ』についての見解と勧告。報告書」は、前半が科学面でのレポート、後半が倫理面でのレポートという構成で、総計44頁に及ぶ詳細な報告書である。後半は、生命倫理の一般原則に言及しつつ、個人の私的領域に対してどのような倫理原則や指針が考えられるかについて、検査に際しての条件や同意のあり方、関係者への情報開示、家系研究における条件、データの使用といった側面からのアプローチを試みている。遺伝医療や遺伝カウンセリングで問題になりうる内容については一通り網羅されているといえよう。

見解番号70番「第三者のための同意」は、遺伝医療や遺伝カウンセリングの話題だけではなく、帝王切開において医師と胎児の父母との間に利益の相反が起った場合や、犯罪捜査のための情報開示といった論点にも言及している。遺伝医療関連の問題としては、自分には何の利益にもならなくとも血縁者のために遺伝学的検査の結果開示をする場合をとりあげ、さきの見解番号46番を参照しつつ検討を加えている。

さて1994年生命倫理法で、着床前診断は「子どもが特定の重篤な病気に冒される極めて強い可能性がある場合」にのみ、厳しく制限されていた。しかし2001年に、この適応を拡大しかねない事例、すなわち家族性ファンコニ貧血病児への骨髄ドナーにするため、病気の遺伝子を持たず、移植に適した受精卵を移植することは可能かとの問い合わせがCCNE になされた。さら

に同年、ハンチントン病の家族を持つカップルに、当人の検査をしないまま着床前診断を実施してもよいかとの問い合わせがなされた。これらに答えるために出されたのが、見解番号72番「着床前遺伝子診断の広がりについての考察<sup>11)</sup>」である。何よりも生まれてくる子どもの利益という視点が重要であることが繰り返し強調されている。

見解番号76番「医学的必要性がある場合に家族の遺伝情報を開示する義務について」は、深刻な遺伝病、あるいはその傾向があると診断された人々が、治療的、予防的手段から有効な恩恵を受け得る家族に助言する法的義務を有するか否かについて、ジャン・フランソワ・マティの照会に応えて出された。既に見解番号70番においてCCNEは、その利益がまず第一に守られなければならない発端者への尊敬が極めて重要であることを指摘したが、遺伝に関する文脈での第三者の利益については特に問題としなかった。この場合、個人の自律原理を厳密に遵守することは幾人かの親族を危機にさらすので、これら特定の状況における医療上の機密性についての概念を見直す必要がある、とCCNEは指摘している。医療において本来情報は守秘されるべきものであるが、親類に対して、迫り来る遺伝病についての情報開示を差し控えようすることは道徳的非難に値するし、患者の家族に情報を伝えるよう説得すべく最大限の努力をしない医師の態度も、劇的な状況を避けるためにその情報が必要とされる場合には特に非難に値する、との見解が示されている。

見解番号83番「囊胞性纖維症の出生前検査の普及」は、CFTR（囊胞性纖維症膜貫通調整蛋白質）遺伝子変異を出生前スクリーニングすることには、いくつもの不確実性がつきまとっているため、無益な検査となりうる危険性を念頭においておく必要があると警告している。

#### 4. 2004年生命倫理法改正と、その後のCCNEの見解

1994年生命倫理法は、「生命倫理に関する2004年8月6日法律第2004-800号」（註2に前掲）として改正された。この2004年の生命倫理法における新たな論点として、「胚の研究利用」という問題が挙げられる。これは1998年のES細胞樹立に伴って生じた問題であったため、1994年法ではまったく検討されていなかった問題である。この点は、最終的には、生殖および遺伝関連医学の管理に携わる先端医療庁が設置されるとこ

ろに落ち着いた。遺伝差別の禁止については、1994年生命倫理法に加え、既に2002年3月4日法律第2002-303号<sup>12)</sup>が厳重な規定を設けているが、更に2004年生命倫理法は、遺伝学的検査の同意について、書面による同意の必要性、同意の撤回可能性、代諾者についてといった、きめ細かい改正をした。

見解番号86番「HIVと遺伝性疾患の診断のためのセルフテストの市場化についての問題」は、2004年1月の保健大臣からCCNEに対する質問に対して、改正生命倫理法成立後となる同年11月に提出されている。セルフテストキットは欧州共同体用ラベル表示で販売可能であり、フランス医薬品当局（AFSSAPS）への届出や許可を必要としない。このため本当に問題がないのかどうかを検討したというのが86番の位置づけである。セルフテストキットには、自己サンプル型と自己検査型とあり、自己サンプル型の方は血液や、ものによっては唾液を採取して検査会社へ送ることになる。結果は匿名化された検体番号を通して電話で尋ね、結果が陽性であった場合にはさらに電話で説明や助言を求めるという形である。これに対して自己検査型は、サンプル採取だけでなく、検体の汚染等の検査ミスの可能性まで含めて自分で解釈しなければならないため、より問題が深刻であると指摘されている。個人の「知る権利」という観点もある一方で、セルフテストキットには、既に見解番号46番や76番で指摘された問題も伏在しており、「結果が不正確」「相談体制がないことによって混乱が引き起こされうる」「不十分な知識で誤った解釈をする」といった結果を招きうると指摘されている。

見解90番および100番は同じテーマを扱うが、見解90番は匿名出産（L'accouchement sous X）や養子縁組、あるいは生殖補助医療における出自を知る権利についてのものである。生殖補助医療については、胚と精子双方が提供によるものである場合や代理懐胎の事例まで検討を加えている。結論部分では、子どもの利益が強力に再構築されるべきであると述べられている。これに対して見解100番は、移民が家族を呼び寄せる際、親子関係をDNA鑑定で証明させるという移民法に関して出されたものである。見解100番は、遺伝子のみを親子関係の鍵とする移民法の考えは誤っており、親子関係とは物語や言葉に依拠するのであって科学に依拠するのではない、明言している。（以下次号）

謝　　辞

本研究は、平成20年度岐阜医療科学大学学内特別研究費により助成を受けた。

文　　献

- 1) 原語は Comité Consultatif National d'Ethique pour les sciences de la vie et de la santé であるため, French National Consultative Ethics Committee on Health and Life Sciences と英訳されたり, フランス国家倫理諮問委員会, あるいは生命保健科学に関する国家倫理諮問委員会と和訳されることもあるが, 本稿では以下 CCNE と表記する。本稿で記す CCNE についての情報は全て, CCNE のサイト <http://www.ccne-ethique.fr/> (2009年1月10日現在) から得たものである。
- 2) 本法についての詳細は, 櫻島次郎, 小門穂「フランスにおける先端医療技術管理体制の再整備」『Studies 生命・人間・社会』第8号, 2005年, 1-89頁を参照。
- 3) 原語は interruption volontaire de grossesse(通常 IVG と略称される) であるので, 本来は自発的人工妊娠中絶と表記すべきところであるが, 文脈から選択的中絶と意訳した。
- 4) ここで用いられている原語は interruption de grossesse である。IVG と avortement の使い分けについては, 金川めぐみ「フランスにおける妊娠中絶に関する法制度をめぐる歴史的変遷過程—犯罪化から合法化, そして社会—医療化へ」『社会科学研究科紀要別冊』第5巻, 2000年, 201-215頁を参照。文脈は異なるが, 中島さおり『パリの女は産んでいる』ボプラ社, 2008年, 73-139頁の記述も参考となる。
- 5) この部分は, WHO から後にされる「遺伝医療に関するガイドライン」における記述との比較において興味深い箇所である。WHO の「遺伝医療に関するガイドライン」については, 玉井真理子「世界保健機構 (WHO) による遺伝医療に関するガイドラインと『優生学』」『信州大学医療技術短期大学部紀要』第23号, 1997年, 37-61頁および根村直美「WHO の<健康>の定義」『現代思想』第28巻10号, 2000年, 153-169頁を参照。
- 6) 正確には1975年1月17日法であるが, 法案作成に尽力した当時の健康大臣シモーヌ・ヴェイユの名を冠しヴェイユ法と称される。本法の成立については上村貞美「フランスの妊娠中絶法」『香川法学』第8号第1巻, 1988, 1-64頁を参照。なお, 2001年の中絶合法期限の延長については中嶋公子「『人工妊娠中絶と避妊に関する法律』の改正—女性のリプロダクティヴ・ヘルス/ライツのいま」『女性空間』第19号, 41-51頁, 2001年および建石真公子「人工妊娠中絶法における『生命の尊重』と『自由』」辻村みよ子編『フランスの憲法判例』信山社, 2002年, 79-86頁を参照。
- 7) ヴェイユ法では, 二名の医師が診断の後, 妊娠の継続が母体の健康に重大な障害を及ぼすと証明した場合, または出生すべき子が診断のときに不治と認められる重篤な疾患にかかっている可能性の強いことを証明した場合, いつでも妊娠中絶することができるとされている。
- 8) ワーキンググループ座長 Guy Braibant 氏にちなみ, プレバン報告と称される。プレバン報告書については, 小出泰士「フランス生命倫理政策の原理—1988年国務院報告書」「科学技

術の発達と現代社会Ⅱ」企画運営委員会編『生命・環境・科学技術倫理研究資料集続編』千葉大学文学部哲学講座, 1996年, 72-79頁, 小出泰士「フランス生命倫理政策の原理その2—『プレバン報告書』における『人間の生殖』に関する諸問題」「科学技術の発達と現代社会Ⅱ」企画運営委員会編『生命・環境・科学技術倫理研究Ⅰ』千葉大学文学部哲学講座, 1997年, 128-142頁, フランス刑法研究会「フランス生命倫理三法の基本構想 (一)」『国学院法学』第36巻2号, 1998年, 57-79頁を参照。

- 9) 各法律の邦訳は以下の通り。大村美由紀「人体の尊重に関する1994年7月29日法律第94-653号」『外国の立法』第33巻2号, 1994年, 9-16頁。大村美由紀「人体の構成要素及び産物の贈与及び利用, 生殖への医学的介助並びに出生前診断に関する1994年7月29日法律第94-654号」『外国の立法』第33巻2号, 1994年, 16-33頁。大村美由紀「保健の分野における研究を目的とする記名情報の処理に関する, ならびに情報処理, 情報ファイル及び自由に関する1978年1月6日法律第78-17号を改正する1994年7月1日法律第94-548号」『外国の立法』第33巻2号, 1994年, 33-35頁。

一連の改正の経緯については, 櫻島次郎「フランス『生命倫理法』の全体像」『外国の立法』第33巻2号, 1994年, 1-8頁, 櫻島次郎「人体実験と先端医療～フランス生命倫理政策の全貌～」『Studies 生命・人間・社会』第3号, 1995年, 1-54頁を参照。生命倫理法の位置づけそのものについては, 建石真公子「フランスにおける生命倫理法と憲法—生命倫理法の特徴と憲法院判決について」『宗教法』第15号, 1996年, 55-94頁および滝沢正「フランスにおける生命倫理法制」『上智法学論集』第43巻第4号, 2000年, 9-36頁を参照。

なお, これほど整然と体系化された法律が実現した背景には, フランス国内における先端医療のルール作りのみならず, フランスの, 国家としての意思表明, 人権宣言を誇るフランスの使命感といった側面にも着目すべきであるとの指摘がある。櫻島次郎「フランスの先端医療規制の構造」『法律時報』第68巻10号, 1996年, 48-55頁および上野芳久「フランス生命倫理の展開」『湘南工科大学紀要』第31巻第1号, 1997年, 117-191頁参照。

- 10) 改正された研究対象者保護法については, 櫻島次郎「フランス研究対象者保護法の全面改正・解説」『臨床評価』第32巻1号, 2005年, 271-295頁を参照。
- 11) 結論部分の邦訳が, 玉井真理子氏のホームページにて公開されている。  
<http://square.umin.ac.jp/~mtamai/PGD/CCNE72.htm> (2009年1月10日現在)
- 12) 本法の内容については山野嘉朗「フランスにおける遺伝子差別禁止立法について」『愛知学院大学論叢法学研究』第44巻第3号, 2003年, 41-65頁参照。

# X 線 CT における検出器の標本化間隔に対する投影データ値の応答解析

安田成臣, 小寺吉衛<sup>1)</sup>

岐阜医療科学大学保健科学部 <sup>1)</sup>名古屋大学医学部

(2009年1月15日受理)

## Response analysis of projection data about sampling interval of an x-ray CT detector

Naruomi YASUDA, Yoshie KODERA

School of Health Sciences, Gifu University of Medical Science  
795-1 Nagamine, Ichihiraga, Seki-shi, Gifu, 501-3892, Japan

School of Health Sciences, Nagoya University  
1-1-20 Daiko-minami, Higashi-ku, Nagoya-shi, Aichi, 461-8673, Japan

### 要旨

多検出器配列型の X 線コンピュータ断層撮像 (computed tomography: CT) 装置の登場により  $z$  方向 (体軸方向) の空間分解能が向上し,  $x$ ,  $y$  及び  $z$  方向の空間分解能が等しい, いわゆる等方性分解能を有する画像が得られるようになった。従来よりも  $z$  方向の投影データの標本化間隔が狭くなり, より細かい投影データが得られるようになったものの, 投影データ値はその定義により検出器素子に入射する X 線量に関して非線型な値として得られるため, 投影データ値に関する雑音の伝播の解析や標本化間隔に対する応答を解析することが重要となる。そこで, 本研究では放射線の透過率が異なるステップ状の構造が検出器素子上を移動した場合, 及び検出器の標本化間隔を変化させた場合の投影データ値の応答を解析した。理論的に「投影データ値は検出器に入射する光子数と線型ではなく, X 線の減弱率の対数変換から得られる」ため, 通常の画像では画素に含まれる被写体の面積と画素値との関係が線型であるが, 投影データの場合は検出器素子上の構造の位置と投影データ値の関係が線型ではない。このことによりステップの位置が検出器素子の隔壁の真上に位置する場合は投影データ値が大きくなるが, 隔壁の真上でない場合は小さくなることを示した。また, 導いた投影データ値の振る舞いを利用して, より狭い標本化間隔で投影データを取得し, 算術平均により従来と同じマトリクスサイズの画像を構成することで, 応答の向上が見込まれることが示された。

**Keywords :** X 線 CT 画像, 投影データ値, 標本化間隔, 非線型応答, エッジ応答

### 1 はじめに

X 線コンピュータ断層撮像 (computed tomography: CT) は医用画像診断の領域において非常に重要な位置を占めている。非ヘリカルのコンベンショナル CT が主流であった頃は, 「磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging: MRI) に比して任意の断層の観察が得意ではない」と評されてきたが, 近年のヘリカル CT 及び多データ収集系 (data acquisition system: DAS) 型

の CT の開発<sup>1-3)</sup>・普及<sup>4,5)</sup>でボリュームデータが容易に得られるようになったことで任意のスライス方向を容易に観察できるようになった。また, 薄層撮像が可能になり等方位ボクセルでボリュームデータが得られるようになってからは, 多断面再構成 (multiplanar reconstruction: MPR) や三次元表示をした場合に, どの方向からも同じ空間分解能で観察できるようになった<sup>6)</sup>。ところが,  $z$  方向 (体軸方向) の投影データの標本化間隔が狭くなり, より細かいデータが得られるよ

うになったものの、投影データ値はその定義により検出器素子に入射するX線量に関して非線型な値として得られる<sup>7)</sup>ため、雑音の伝播に関する解析<sup>8,9)</sup>やX線量及び標本化間隔に対する投影データ値の応答を解析することが重要となる。そこで本研究では、投影データの振る舞いを明らかにするため、放射線の透過率が異なるステップ状の構造が検出器素子上を移動し、X線量が変化した場合、及び検出器の標本化間隔を変化させた場合における投影データ値の応答の解析をおこなった。

## 2 投影データ値の応答解析

### 2.1 検出器素子における構造物の位置に関する投影データ値の応答

X線管及び検出器と共に回転する座標系 $XOY$ について、角度 $\theta \in \mathbb{R}$ 、位置 $X \in \mathbb{R}$ における投影データ値を $p(X, \theta) \in \mathbb{R}$ とする。定義により、 $p(X, \theta)$ は構造物におけるX線強度の減弱率 $\frac{I_0}{I(X, \theta)}$ の自然対数の形をとつており、以下で表される。

$$p(X, \theta) = \ln \frac{I_0}{I(X, \theta)} \quad (1)$$

ここで、 $\{I_0 \in \mathbb{R} \mid 0 \leq I_0\}$  及び  $\{I \in \mathbb{R} \mid 0 \leq I\}$  は入射前後のX線の強度である。上式において、簡単のため入射X線の強度 $I_0$ を一定として無視すると、

$$p(X, \theta) = -\ln I(X, \theta) \quad (2)$$

となる。つまり $I_0$ が一定ならば $p(X, \theta)$ は透過X線の強度 $I(X, \theta)$ の対数のみから得られることになる。

ここで検出器におけるステップ状の構造の位置と投影データ $p(X)$ の振る舞いについて考える(Fig. 1)。式2のように、投影データ $p(X)$ は透過X線の強度 $I(X, \theta)$ の対数から得られる。そのため、 $p(X)$ は検出器素子上のステップの相対的な位置に関して線型ではなく非線型な応答を示す。Fig. 2に検出器素子上のステップ構造の相対的な位置に対する $p(X)$ の応答を示す。各素子において、ステップの位置が変化するに従って素子の検出範囲の線減弱係数は線型に変化する。もしも投影データ $p(X)$ が構造の位置に関して線型、つまりX線強度に関して線型ならば $p(X)$ は図中の点線のような振る舞いになるはずである。しかし実際には式2の如く非線型なため、構造の位置に関して実線のような応答を示す。ここで注意すべきは、図の投影データの

振る舞いは各検出器素子の幅に対するステップ状の構造の“相対的な位置”に関するものである、ということである。つまり標本化間隔が広い大きな検出器素子においても、あるいは逆の小さな検出器素子においても、素子の幅に対して相対的には図のような振る舞いになるということである。

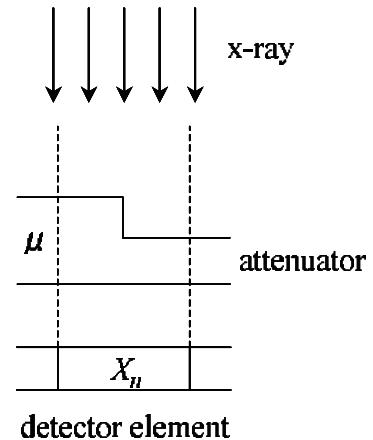


Fig. 1 Schematic diagram of a step attenuator  $\mu$  and a detector element  $X_n$ .

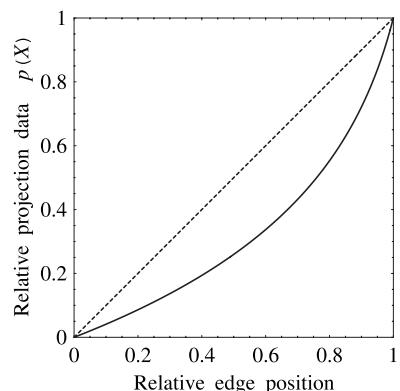


Fig. 2 Relation between relative step position on each detector element and projection data  $p(X)$ .  $p(X)$  shows nonlinear behavior about relative position of the step in each element from Eq.2. If  $p(X)$  shows linear behavior about the step position,  $p(X)$  should become like a dotted line.

### 2.2 検出器の標本化間隔に関する投影データ値の応答

ここで投影データの標本化間隔を変化させる場合について考える。Fig. 3に大小の標本化間隔にて投影データを収集した場合の概念図を示す。広い標本化間隔及び狭い間隔にて得られた投影データをそれぞれ $p_{\downarrow}(X, \theta)$ 及び $p_{\uparrow}(X, \theta)$ とし(↓及び↑は、低い空間周波数及び高い空間周波数での標本化による),  $XOY$ 上の位置 $X$ は、実際の検出器系に合わせてチャネル番号

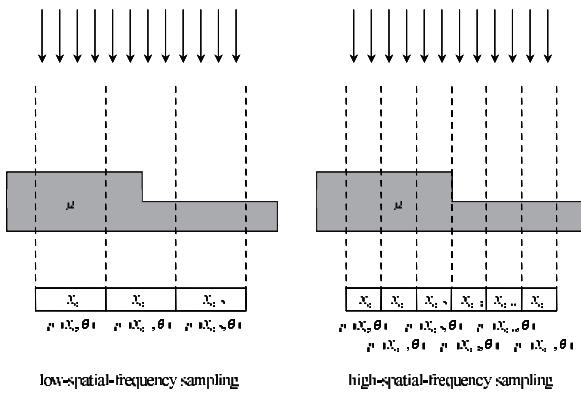


Fig. 3 Acquisition of projection data by long and short sampling interval.

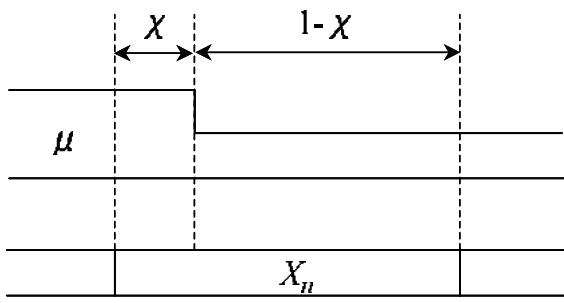


Fig. 4 Schematic diagram of step position on a detector element.

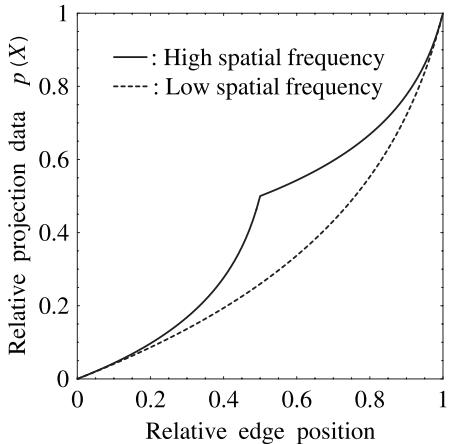


Fig. 5 Transition of projection data  $p(X)$  about relative step position on each detector element. (attenuation ratio of  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1} = 10$ )

$n \in \mathbb{Z}$  を用いて離散系の  $X_n$  としている。また、ステップ状の構造の線減弱係数を  $\mu$ 、ステップの X 線光路が長い部分及び短い部分での X 線の減弱率  $I_0/I$  をそれぞれ  $\Gamma_{\text{long}}$  及び  $\Gamma_{\text{short}}$  とする。まず、ステップ状の構造が検出器素子の壁から  $\{\chi \in \mathbb{R} \mid 0 \leq \chi \leq 1\}$  に位置している場合を考える。つまり  $\chi$  は Fig. 4 に示すように検出器素子の幅に対するステップの相対的な位置であり、ステップが素子の中心にあるならば  $\chi = 2^{-1}$  である。

ここで、ステップの厚い部分及び薄い部分に入射する X 線の強度は  $\chi$  を用いてそれぞれ  $\chi I_0$  及び  $(1 - \chi) I_0$  と表すことができ、透過 X 線の強度はそれぞれ  $\frac{\chi}{\Gamma_{\text{long}}} I_0$  及び  $\frac{1 - \chi}{\Gamma_{\text{short}}} I_0$  となる。従って、検出器素子  $X_n$  における全透過 X 線強度は両者の加算なので次式となる。

$$\begin{aligned} I &= \frac{\chi}{\Gamma_{\text{long}}} I_0 + \frac{1 - \chi}{\Gamma_{\text{short}}} I_0 \\ &= \frac{(1 - \chi)\Gamma_{\text{long}} + \chi\Gamma_{\text{short}}}{\Gamma_{\text{long}}\Gamma_{\text{short}}} I_0 \end{aligned} \quad (3)$$

また、位置  $\chi$  での素子の検出範囲における平均の減弱率  $\Gamma_\chi = I_0/I$  を考えると、式 3 から次式のようになる。

$$\begin{aligned} \Gamma_\chi &= \frac{I_0}{I} \\ &= \frac{\Gamma_{\text{long}}\Gamma_{\text{short}}}{(1 - \chi)\Gamma_{\text{long}} + \chi\Gamma_{\text{short}}} \end{aligned} \quad (4)$$

最終的に、当該の投影データ  $p_\chi(X_n)$  は回転座標系の角度  $\theta$  を定数と仮定して無視すると次式のようになる。

$$\begin{aligned} p_\chi(X_n) &= \ln \Gamma_\chi \\ &= \ln \frac{\Gamma_{\text{long}}\Gamma_{\text{short}}}{(1 - \chi)\Gamma_{\text{long}} + \chi\Gamma_{\text{short}}} \end{aligned} \quad (5)$$

次に、Fig. 3 の配置における、投影データ  $p_\downarrow(X_n)$ 、 $p_\downarrow(X_{n+1})$ 、 $p_\downarrow(X_{n+2})$  及び  $p_\uparrow(X_n)$ 、 $p_\uparrow(X_{n+1})$ 、 $\dots$ 、 $p_\uparrow(X_{n+5})$  を導出する。式 5 において、ステップが  $\chi = 2^{-1}$  の位置、つまり Fig. 3 のように、標本化間隔が狭い場合では検出器素子  $X_{n+1}$  の中心の真上、広い場合では検出器素子  $X_{n+2}$  と  $X_{n+3}$  の隔壁の真上を仮定している。それぞれの投影データは X 線の減弱率を用いて次のようにになる。

$$\left. \begin{aligned} p_\downarrow(X_n) &= \ln \Gamma_{\text{long}} \\ p_\downarrow(X_{n+1}) &= \ln \frac{2\Gamma_{\text{long}}\Gamma_{\text{short}}}{\Gamma_{\text{long}} + \Gamma_{\text{short}}} \\ p_\downarrow(X_{n+2}) &= \ln \Gamma_{\text{short}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} p_\uparrow(X_n) &= p_\uparrow(X_{n+1}) = p_\uparrow(X_{n+2}) = \ln \Gamma_{\text{long}} \\ p_\uparrow(X_{n+3}) &= p_\uparrow(X_{n+4}) = p_\uparrow(X_{n+5}) = \ln \Gamma_{\text{short}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

このとき、2.1で述べた投影データ  $p(X)$  の非線型性により “投影データ  $p_\downarrow(X)$ ” と、 “標本化間隔が狭い場合の投影データ  $p_\uparrow(X)$  から  $p_\downarrow(X)$  に相当する標本化間隔の投影データを得た  $p_\downarrow(X)$ ” に差が生じることになる。X 方向を  $n_x^{-1}$  倍 ( $\{n_x \in \mathbb{R} \mid n_x \neq 0\}$ ) の間隔で標本化をおこなうものとすると、 $n_x = 2$  としたときの投影データ  $p_\uparrow(X)$  から  $p_\downarrow(X)$  に相当する標本化間隔の

投影データ  $\hat{p}_\downarrow(X)$  を加算平均により構成したものを次式に示す。

$$\left. \begin{array}{l} \hat{p}_\downarrow(X_n) = \frac{p_\uparrow(X_n) + p_\uparrow(X_{n+1})}{2} \\ \hat{p}_\downarrow(X_{n+1}) = \frac{p_\uparrow(X_{n+2}) + p_\uparrow(X_{n+3})}{2} \\ \hat{p}_\downarrow(X_{n+2}) = \frac{p_\uparrow(X_{n+4}) + p_\uparrow(X_{n+5})}{2} \end{array} \right\} \quad (8)$$

ここで、式 6, 7 及び 8 における  $p_\uparrow(X_{n+1})$  及び  $\hat{p}_\downarrow(X_{n+1})$  の関係は、

$$p_\uparrow(X_{n+1}) \leq \hat{p}_\downarrow(X_{n+1}) \quad (9)$$

となる。つまり、あらかじめ狭い標本化間隔で投影データ  $p_\uparrow(X)$  を得た後、それを加算平均して広い間隔に相当する投影データ  $\hat{p}_\downarrow(X)$  を構成した方が投影データ値が大きくなることを意味する。非線型や線型の場合よりも投影データ値が小さくなっているものが、加算平均することで値が大きくなり線型な場合に近づくことになるのである。Fig. 5 に X 線減弱率の比  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1} = 10$  の場合の広い標本化間隔及び  $2^{-1}$  倍の狭い標本化間隔 ( $n_x = 2$ ) に対する投影データの振る舞いを示す。横軸は広い標本化間隔における検出器素子の幅に対する構造の相対値な位置を示している。つまり,  $n_x^{-1}$  倍の間隔で標本化をおこなったときの検出器素子の幅または標本化間隔  $\Delta X_\uparrow$  は広い標本化間隔  $\Delta X_\downarrow$  に対して次のような関係になる。

$$\Delta X_\uparrow = n_x^{-1} \cdot \Delta X_\downarrow \quad (10)$$

Fig. 6 に  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1} = 10$  における  $n_x = 2, 4$  及び  $8$  における投影データ値の振る舞いと、基本となる空間周波数サンプリングによる投影データ  $p_1(X)$  に対する投影データ値の増加率のシミュレーションを示す。ここで  $p_{n_x}(X)$  は  $p_1(X)$  に対して  $n_x^{-1}$  倍の間隔で標本化された投影データである。図のように狭い標本化間隔の投影データは自己相似的な振る舞いを示す。また、 $n_x$  を大きくするほど線型な振る舞いに近くなり、 $p_1(X)$  よりも投影データ値が大きくなることが確認できる。基本の標本化間隔  $p_1(X)$  においても、これよりも広い標本化間隔で得られた投影データ  $p_{n_x}(X)$ ,  $\{n_x \in \mathbb{R} \mid 0 < n_x < 1\}$  よりは投影データ値が大きくなっているが、より狭い標本化間隔を用いることで、更に線型に近づけることができ投影データ値も大きくなると考えられる。

### 3 投影データの非線型性とステップ応答の改善

狭い標本化間隔で投影データ  $p_\uparrow$  を得た場合、理想的にはデータをそのままの間隔で用いて画像再構成し、マトリクスサイズが大きな再構成画像を構築すれば空間分解能が高い画像が得られる。しかしながら、X 線 CT は従来よりも広範囲を短時間で撮像できるようになり、臨床の現場において多くのデータが発生するに至っている。このような状況で、例えば縦横がそれぞれ 2 倍のマトリクスサイズに増加したと仮定するとマトリクスが 4 倍なる。現状でもデータ量が増加する傾向にある中で、更にデータが増加するとなるとデータストレージ系や通信系への負担が大きくなってしまう。そこで、投影データの非線型性及び式 9 の大小関係を利用して、投影データの加算平均による“マトリクスサイズを大きくすること無く”ステップ応答を改善する方法を提案する。本法では  $x, y$  及び  $z$  方向について狭い標本化間隔にて投影データを得て、式 8 を拡張応用して加算平均によりデータを構成することで、線型に近い大きなデータ値を得る。狭い標本化間隔で得られた投影データ  $p_\uparrow$  を加算平均して通常の標本化間隔に相当するデータを構成することで、式 9 及び Fig. 6 の如く投影データの応答が改善することが見込まれる。 $x, y$  及び  $z$  方向をそれぞれ  $n_x, n_y$  及び  $n_z$  倍 ( $n_x, n_y, n_z \in \mathbb{R}$ ) の空間周波数で標本化をしたとすると、狭い標本化間隔にて収集されたボリュームデータ  $f_{n_x, n_y, n_z}(x, y, z)$  に対する加算平均の操作は、

$$f(x, y, z) = \frac{1}{n_x \cdot n_y \cdot n_z} \sum_{x=n_x(x-1)+1}^{x \cdot n_x} \sum_{y=n_y(y-1)+1}^{y \cdot n_y} \sum_{z=n_z(z-1)+1}^{z \cdot n_z} f_{n_x, n_y, n_z}(x, y, z) \quad (11)$$

となる。この操作では、処理後のボクセル値  $f(x, y, z)$  は  $n_x \cdot n_y \cdot n_z$  個の近傍ボクセル値の加算平均から得られる。 $f(x, y, z)$  における  $x, y$  及び  $z$  方向の標本化間隔または画素サイズ  $\Delta x, \Delta y$  及び  $\Delta z$  はそれぞれ、

$$\left. \begin{array}{l} \Delta x = \Delta x_{n_x} \cdot n_x \\ \Delta y = \Delta y_{n_y} \cdot n_y \\ \Delta z = \Delta z_{n_z} \cdot n_z \end{array} \right\} \quad (12)$$

となる。ここで  $\Delta x_{n_x}, \Delta y_{n_y}$  及び  $\Delta z_{n_z}$  は狭い標本化間隔に

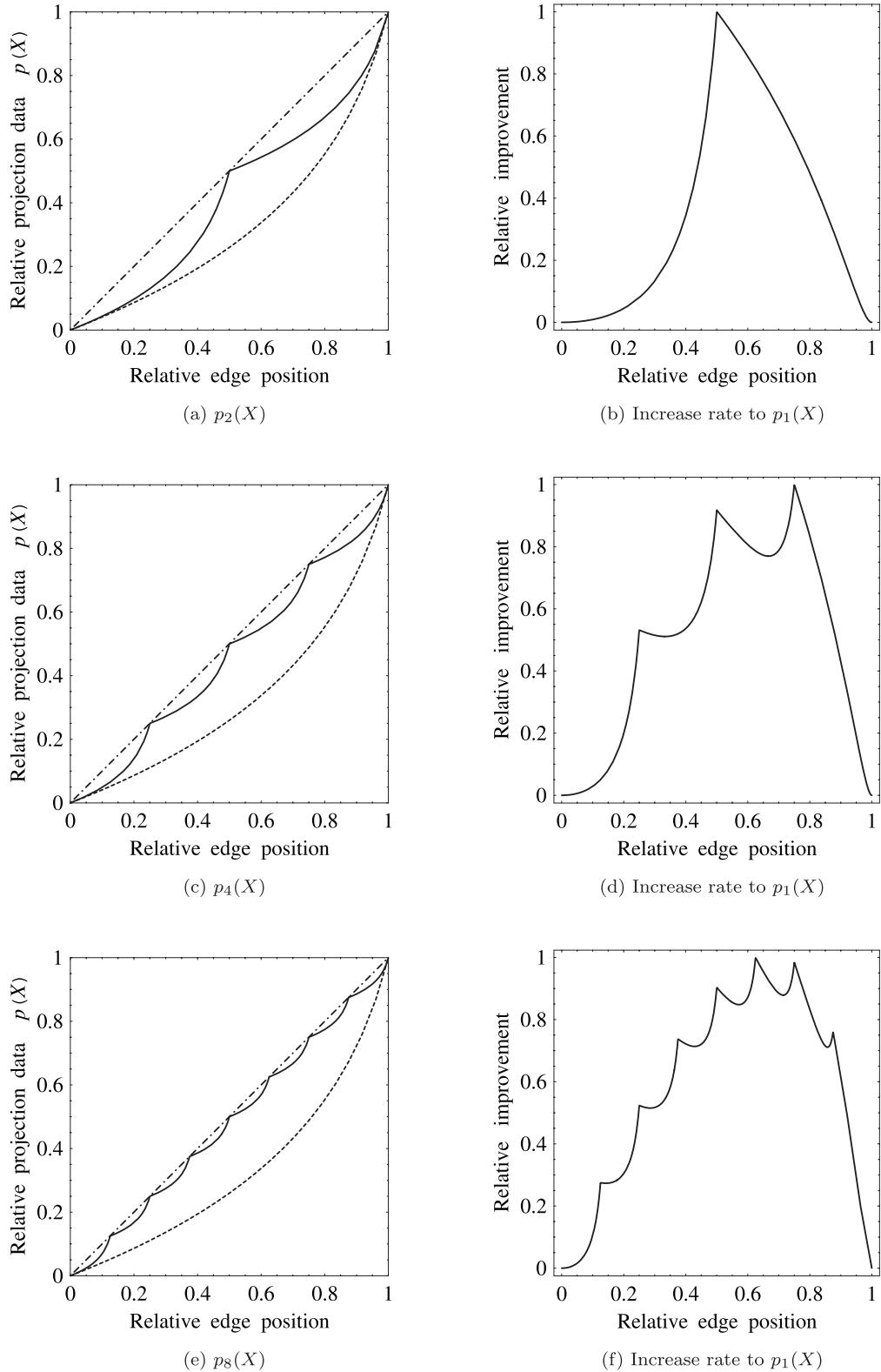


Fig. 6 Behavior of projection data in two-, four- and eight-times high-frequency sampling (left), and increase rate to basic frequency sampling  $p_1(X)$  (right) in case of  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1} = 10$ . It becomes close to linear behavior (dashed-dotted line) as sampling rate increases.

よるボリュームデータ  $f_{n_x, n_y, n_z}(x, y, z)$  における各方向の標本化間隔または画素サイズである。

$x$  及び  $y$  方向における狭い標本化間隔は、同じ走査領域（スキャン FOV）に対してチャンネル数の多い検出器系を用いて投影データを得ることと殆ど等しく、 $z$  方向においてはより薄いスライス厚で投影データを得ることと等しい。また、二次元の検出器系における  $X$  方向の加算平均処理は再構成画像上における  $x$  及び  $y$  方向の加算平均と殆ど等しく、検出器系における  $X$  及び  $z$  方向の加算平均処理は再構成されたボリュームデータにおける  $x$ ,  $y$  及び  $z$  の全方向における加算平均と殆ど等しいことになる。

#### 4 考 察

本研究では、ステップ構造における  $X$  線の減弱率の比  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  が 10 である場合の構造の位置に対する投影データ値の応答 (Fig. 2) 及び標本化間隔に対する応答 (Fig. 6) を得たが、 $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  によって透過  $X$  線の強度が変化し、検出器に入射する  $X$  線の強度は変化する。つまり、 $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  によって投影データ値の振る舞いが変化ことになる。 $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  を 10 とした本結果では、投影データ値の非線型が比較的緩やかであるが、 $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  が大きいほど投影データ値は急激に変化するようになる。例として、 $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1}$  が  $10^2$  の場合における、ステップの相対的位置に関する投影データ値の振る舞いを Fig. 7 に示す。また、標本化間隔と投影データ値の応答 (Fig. 6) において、 $2^{-1}$ ,  $4^{-1}$  及び  $8^{-1}$  の標本化間隔を想定して投影データ値のシミュレーションをおこなった。しかし、本解析結果は散乱線や雑音などがない理想的な系を想定しており、それらの影響を無視している。また、 $X$  線のスペクトルも考慮していない。実際の系における投影データは散乱線、雑音、 $X$  線のスペクトル等の影響を受けると考えられ本解析の結果とずれる可能性があるため、今後は投影データに影響を及ぼす因子を含めた解析が必要となる。

現在の  $X$  線 CT ではステップやエッジの応答は画像再構成関数や画像処理に依存しているが、これらの方法は応答を改善する根本的な方法ではない。 $X$  線 CT 画像の強調処理または応答の改善としては画像再構成関数の選択<sup>10,11)</sup> や再構成画像への画像処理の適用が考えられる。画像処理による方法では実空間領域、空間周波数領域及び空間-スケール領域における処理などがある<sup>12-18)</sup>。しかし画像再構成関数やこれらの画

像処理手法はどれも信号処理を応用したものであり、根本的に応答を改善・復元する方法とは言い難い。対して投影データの非線型性を利用した狭い標本化間隔及び加算平均による応答の改善方法では、特別な強調処理を用いずに応答を改善できる可能性が示唆された。しかしここで狭い標本化間隔によるデータ収集における検出器素子の面積について言及しておく必要がある。検出器素子の面積が小さくなると各素子における信号雑音比 (signal-to-noise ratio: SNR) が小さくなる可能性があり、それに伴って雑音が増加すると考えられる。それゆえ、もし素子面積が小さく、高感度且つ低雑音な検出器系を利用したならば、マトリクスサイズの変更を伴わない本提案法はより効率的且つ効果的な応答の改善方法になるものと期待される。本研究では  $2^{-1}$ ,  $4^{-1}$  及び  $8^{-1}$  の標本化間隔を想定して投影データの振る舞いを解析したが、より高い空間周波数によりデータを収集することでより応答を改善することができると言えられる。

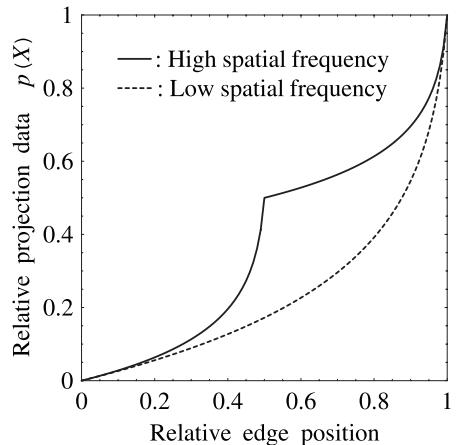


Fig.7 Transition of projection data  $p(X)$  about relative step position on each detector element. (attenuation ratio of  $\Gamma_{\text{long}} \cdot \Gamma_{\text{short}}^{-1} = 10^2$ )

#### 5 ま と め

本研究では放射線の透過率が異なるステップ状の構造が検出器素子上を移動した場合及び検出器の標本化間隔を変化させた場合の投影データ値の応答を解析した。その結果、投影データ値は標本化間隔を狭くするほど線型に近づく、つまり応答が向上すると示された。

また、投影データの標本化間隔に関する振る舞いを利用して空間周波数処理等の複雑な画像処理手法を用いることなく、かつ、マトリクスサイズを増加させる

ことなく応答を改善できる可能性を示した。実際の X 線 CT 系の投影データ値は X 線管の焦点や検出器までの距離、X 線のスペクトル、散乱線及び幾何学的な配置等で変化すると考えられ、シミュレーションによる結果と挙動が異なる可能性も否定できない。そのため実際の検出器系の標本化間隔を変えて投影データを取得することが望ましい。また、実際の検出器系での狭い標本化間隔は検出器素子の面積の狭小を伴い SNR が低下する可能性があるため、高 SNR・高感度な検出器系を用いない場合は更なる検証が必要になると考えられる。

### 謝 詞

本研究は岐阜医療科学大学平成20年度学内特別研究費の助成を受けておこなったものです。ここに記して厚く御礼申し上げます。

### 文 献

- 1) 齊藤泰男, 256 列検出器を搭載した 4D-CT の開発, 日本放射線技術学会雑誌, **58**(12), pp.1653-1658, 2002
- 2) M. Endo, T. Tsunoo, S. Kandatsu, et al., Four-dimensional Computed Tomography (4D-CT)-Concepts and Preliminary Development, *Radiation Medicine*, **21**(1), pp.17-22, 2003
- 3) 辻岡勝美, X 線 CT 装置の機器工学 (4) —マルチスライス CT の開発—, 日本放射線技術学会誌, **58**(1), pp.651-657, 2002
- 4) 厚生労働省大臣官房統計情報部, 社会医療診療行為別調査, 厚生統計協会, 東京
- 5) 株式会社テクノリサーチ研究所, 高速コーンビーム 3 次元 X 線 CT 周辺動向調査, pp.1-65, 2004
- 6) K. S. Caldemeyer, K. Sandrasegaran, C. N. Shinaver, V. P. Mathews, R. R. Smith and K. K. Kopecky, Temporal Bone: Comparison of isotropic helical CT and conventional direct axial

- and coronal CT, *American Journal of Roentgenology*, **172**, 1999
- 7) 瓜谷富三, 岡部哲夫編, 放射線診断機器工学, 医歯薬出版, 東京, 1997
- 8) K. M. Hanson, Detectability in computed tomographic images, *Med. Phys.*, **6**(5), pp.441-451, 1979
- 9) S. Iwamoto and A. Shiozaki, Statistical Influence of Logarithmic Transform of Projection Data with Noise and a Simple Correction Method, *Medical Imaging Technology*, **24**, pp.209-215, 2006
- 10) 辻岡勝美, X 線 CT 装置の機器工学 (2) —画像再構成と画像表示—, 日本放射線技術学会雑誌, **58**(3), pp.355-359, 2002
- 11) 藤田晃史, 今井靖浩, 沈雲, 木根淵裕子, 山本和香子, 林高樹, 久保田勇人, 大渕真男, 本田実, 杉本英治, 異なる再構成関数および新しい再構成アルゴリズムを用いた超低線量胸部 MDCT 画像の検討, 日本医学会誌, **63**(9), pp.58-60, 2003
- 12) A. Laine, J. Fan and S. Schuler, A framework for contrast enhancement by dyadic wavelet analysis, *Proceedings of the 2nd International Workshop on Digital Mammography*, pp.91-100, 1994
- 13) Y. Uchiyama and K. Yamamoto, Enhancement of Fine Structure in Medical Image Using Wavelet Analysis, *Journal of Computer Aided Diagnosis of Medical Images*, **2**(1), pp.1-6, 1998
- 14) O. Petrascu, A. Bel, N. Linthout, et al., Automatic on-line electronic portal image analysis with a wavelet-based edge detector, *Med. Phys.*, **27**(2), pp.321-329, 2000
- 15) I. Daubechies, Orthogonal bases of compactly supported wavelets, *Comm. Pure & Appl. Math.*, **41**, pp.909-996, 1988
- 16) R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing* Second Edition, Prentice-Hall, New Jersey, 2002
- 17) T. Klinger, *Image Processing with LabVIEW and IMAQ Vision*, Pearson Education, New Jersey, 2003
- 18) S. Mallat and S. Zhong, Characterization of Signals from Multiscale Edges, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, **14**(7), pp.710-732, 1992

# 助産師教育を担当する教員が考える将来の助産師教育

唐沢 泉<sup>1)</sup>・大室律子<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療技術短期大学

<sup>2)</sup> 千葉大学看護学部看護実践研究指導センター政策・教育研究部  
(2009年1月15日受理)

## Future Midwifery Education in Colleges and Universities

Izumi KARASAWA<sup>1)</sup>, Ritsuko OHMURO<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Gifu college of Medical Technology

<sup>2)</sup> Center for Education and Research in Nursing Practice, School of Nursing, Chiba-University

### ABSTRACT

Purpose;

In this paper I would like to consider a future Midwifery education by Midwifery teachers.

Method;

I used following questionnaire from one hundred thirty-six in college and university teachers in Midwifery school. They consisted of twenty-four professors, twenty-two associate and assistant professors, thirty-three research associates in a university and thirty-seven teachers in a technical college.

Results;

1. There were significant differences of opinion about Midwifery course between titles. Professor has opinion that Midwifery education should be teach on postgraduate school better than post-graduate Diploma Course.
2. Midwifery teachers (54.2%) thought that Midwifery students need practice during more than ten weeks.

Conclusion;

1. Midwifery education should be teach at postgraduate school during two years. Professors thought most strongly of Midwifery teachers.
2. Teachers stressed the need for ten of birth attendant practice by Midwifery students during more than ten weeks.

**Keywords:** Midwife, Midwifery teachers, Midwifery education, future Midwifery education

### I. 緒 言

助産師教育のあり方および分娩介助実習に関しては、全国助産師教育協議会の分娩実習改善検討委員会が助産学・母性看護学の担当責任者に対して調査を行い、平成13年度から総会において報告されている。さらに、平成18年度の報告では、カリキュラム改正に向

けて分娩介助、継続事例、アセスメントや支援を行う能力を強化する実習を提唱されている。

しかし、保健師助産師看護師養成所指定規則の改正はなく、助産師教育の課程（以下、助産課程という）は大学院、大学専攻科、大学、短期大学、専門学校あるいは定時制と多岐にわたり、修業年限は6カ月から2年と複雑になっている。また、出生数が減少し、産

科を閉鎖する施設が増加し、産科医師が減少している。そのため、分娩介助実習ができる施設が減少した。その一方で、社会の助産師に対する期待が出てきた。

そこで、担当教員個々が将来の助産師教育についてどのように考えているのかを調査し、今後どのような助産師教育が最も良いのか明確にしたいと考えた。

## II. 研究方法

### 1. 研究デザイン

本研究は、助産師教育の現状から助産師を養成する教員の考えを明確にする横断的関係探索型研究である。

### 2. 調査対象

助産師学校養成所の教育課程をもつ学校146校(大学院、大学、専攻科、短期大学専攻科、専修学校、専門学校)に勤務する助産学・母性看護学の教員。

### 3. 調査期間 平成18年9月～同年10月

### 4. 調査方法

自己記入による閉鎖式質問紙調査をした。配布・回収は郵送法とした。

### 5. 調査内容

#### (1) 対象の属性

①年代 ②最終学歴 ③助産師経験年数 ④助産師教育経験年数

#### (2) 将来の助産師教育についての考え方

①助産師の基礎教育として強化する内容、②助産学実習について、③必要な修業年限、④助産師教育の課程

### 6. 分析方法

考え方の相違を全体と職位別に分類し比較した。統計処理は SPSSver15J を使用し、 $\chi^2$ 検定を行った。

### 7. 倫理的配慮

調査票の依頼文にプライバシーは厳守し、個人が特定できないようにすること、学校や研究協力者が不利益を受けないよう配慮すること、調査結果は学術会議、紙上等で公表する目的以外には使用しないこと、データは研究終了時に破棄することを明記した。

### 【用語の定義】

#### 1. 助産師教育

保健師助産師看護師法(以下、保助看法という)第3条の助産師資格取得のため、保健師助産師看護師養成所指定規則(以下、指定規則という)の養成機関で所定の教育をすること。

### 2. 教員

上記1に携わる助産師の資格を持つ教員をいう。

### 3. 助産学実習

指定規則に定められた教育の内容の臨地実習すること。

### 4. 分娩介助

分娩第1期から分娩終了後2時間までの分娩介助(胎児およびその付属物の娩出)と産婦のケアを一人の学生が助産師の指導のもとに実習すること。

### 5. 間接介助実習

分娩介助を直接行う学生の補佐と産婦のケアを行う実習をいう。

### 6. 繼続事例実習

妊娠期から産後1か月健診まで一人の女性を継続的にケアする実習をいう。

### 6. 新生児ケア実習

出生から出生後2時間までの新生児に必要なケアを実施する実習をいう。

## III. 結 果

回収数149、有効回答136(91.3%)であった。職位別では、教授24人(17.6%)、准教授22人(16.2%)、講師22人(16.2%)、助手31人(22.8%)、教務主任12人、専任教員25人(18.4%)であった。

### 1. 年代(図1)

全体では「20代」3人(2.2%)、「30代」44人(32.4%)、「40代」46人(33.8%)、「50代」31人(22.8%)、「60代」以上12人(8.8%)であった。

職位別で最も多いたる年齢層は、教授が「60代」12人(50%)、准教授が「40代」10人(45.5%)、「50代」10人(45.5%)、講師が「40代」13人(59.1%)、助手が22人(71%)、教務主任8人(66.7%)、専任教員13人(52.0%)であった。

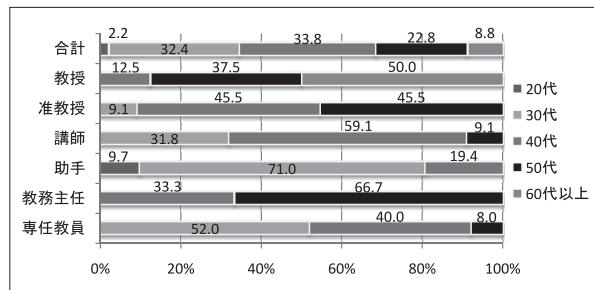


図1 職位別年代 (n=136)

## 2. 最終学歴（図2）

全体では「大学院」81人（59.6%）、「大学」21人（15.4%）、「短期大学」9人（6.6%）、「専門学校」24人（17.6%）、「その他」1人（0.7%）であった。職位別では、講師「大学院」が95.5%で最も多く、有意差があった（ $\chi^2=91.6$ , df = 20, p < .000）。

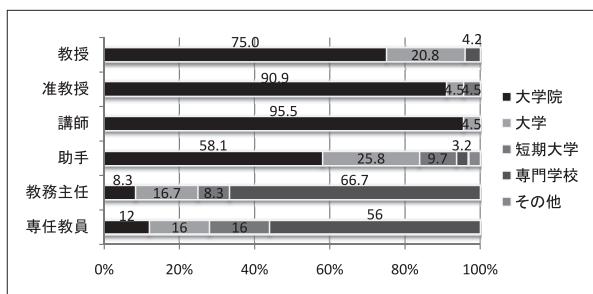


図2 職位別最終学歴 (n = 136)

## 3. 助産師経験年数（図3）

全体では、①「5年未満」48人（35.3%）、②「5年～9年」43人（31.6%）、「10年～14年」26人（19.1%）、④「15年以上」19人（14.0%）であった。

職位別では、「5年未満」は助手、「5年～9年」は教授と講師、「10年～14年」は専任教員、「15年以上」は准教授が最多であり、有意差があった（ $\chi^2=31$ , df = 15, p < .009）。

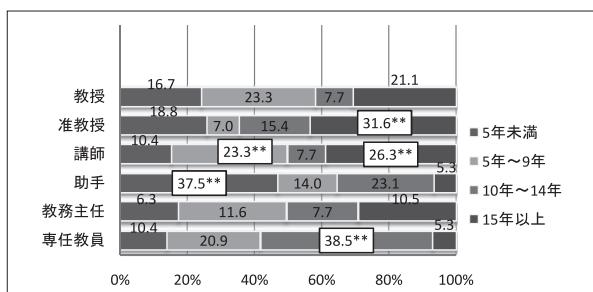


図3 職位別助産師経験年数 (n = 136, p < .01)\*\*

## 4. 助産師教育経験年数（図4）

全体では、①「3年未満」39人（28.7%）、②「3年～5年」36人（26.5%）、③「10年～14年」24人（17.6%）、④「15年以上」17人（12.5%）であった。助手・教務主任・専任教員は、「15年以上」がいなかった。

職位別で最も人数は、「3年未満」は助手17人（54.6%）、「3年～5年」は講師11人（50%）、「10年～14年」は准教授7人（31.8%）、「15年以上」は教授13人（54.2%）であった。

職位と助産師教育経験年数は有意差があった（ $\chi^2=78.3$ , df = 20, p < .000）が、助産師教育経験年数と助産師経験年数との職位別有意差はなかった（ $\chi^2=15.9$ , df = 12, n.s.）。

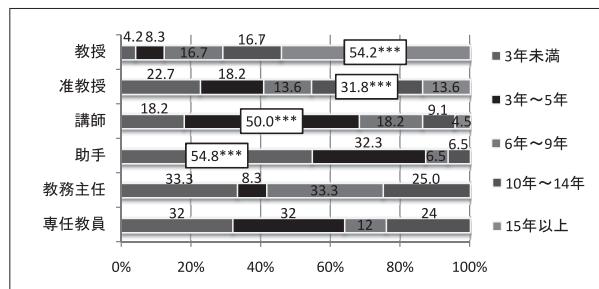


図4 職位別助産師教育経験年数 (n = 136, p < .0001\*\*\*)

## 5. 強化したい「助産師基礎教育」の内容（図5）

全体で強化したい内容の上位3項目は、①思考力と判断力96人（70.6%）、②助産診断87人（64%）、③助産のエビデンス81人（59.6%）であった。下位3項目は、①不妊女性へのケア21人（15.4%）、②出生前診断に関する支援23人（16.9%）、③思春期教育29人（21.3%）であった。

職位別に上位・下位3項目の人数を比較すると、以下のとおりである。

上位項目①は助手23人（24%）、教授・准教授・専任教員が各18人（18.8%）であった。②は教授と助手が各21人（24.1%）、准教授15人（17.2%）であり、教務主任は6人（6.9%）で低率であった。③は助手19人（23.5%）、教授17人（21%）であった。

下位項目①は助手7人（33.3%）、次に准教授7人（23.8%）であった。②は助手8人（34.8%）、③助手10人（34.5%）であった。

職位別では、教授と准教授、講師と専任教員間において助産師基礎教育に対する考え方の差はなく、他の職位間では有意差があった。

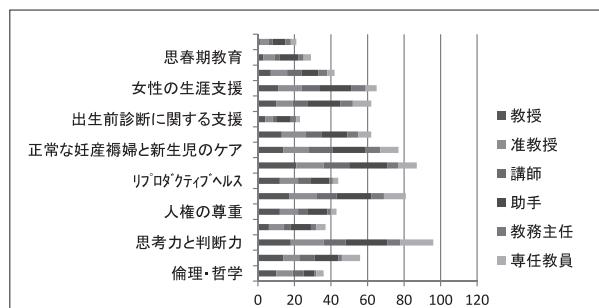


図5 職位別強化したい助産師基礎教育の内容（複数回答）

## 6. 分娩介助回数 (図 6)

分娩介助10回が最も多く80人 (58.8%), 15回17人 (12.5%), 20回14人 (10.3%) であった。職位別の有意差はなかった ( $\chi^2=16.38$ ,  $df=20$ , n.s.)。

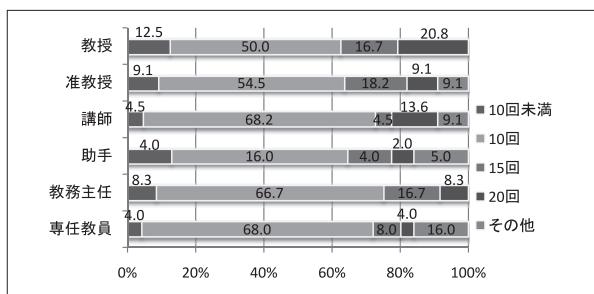


図6 職位別-必要な分娩介助回数 (n=136, n.s.)

## 7. 「分娩の取扱い」として認める事例 (図 7)

全体では「正常産のみ」65人 (47.8%), 「吸引分娩・鉗子分娩を含める」58人 (42.6%) であり、職位別の有意差はなかった ( $\chi^2=15.32$ ,  $df=15$ , n.s.)。

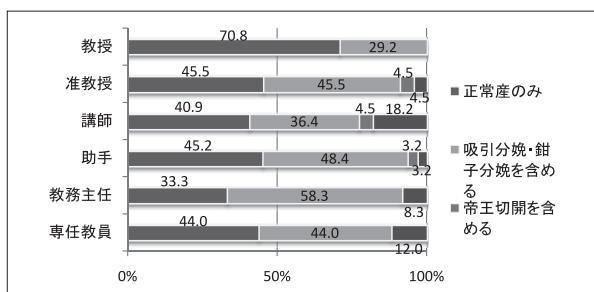


図7 職位別-「分娩の取扱い」と認める事例 (n=136, n.s.)

## 8. 分娩時の「間接介助実習」

### 1) 「間接介助実習」必要の有無 (図 8-1)

「必要」94人 (69.1%), 「必要ない」42人 (30.9%) であった。「講師」は、「必要ない」12人 (54.5%) が、「必要」10人 (45.5%) より多いが、職位別の有意差はなかった ( $\chi^2=9.33$ ,  $df=5$ , n.s.)。

### 2) 「間接介助実習」の必要例数 (図 8-2)

「必要」と回答した者の中、「10例」34人 (36.2%), 「5例」31人 (33.0%) であった。職位別の有意差はなかった ( $\chi^2=23.76$ ,  $df=20$ , n.s.)。

## 9. 「新生児ケア実習」

### 1) 「新生児ケア実習」必要の有無 (図 9-1)

「必要」96人 (70.6%), 「必要ない」35人 (25.7%), 「その他」5人 (3.7%) であった。教授・助手・教務主任・専任教員は「必要」が70%以上であった。講師

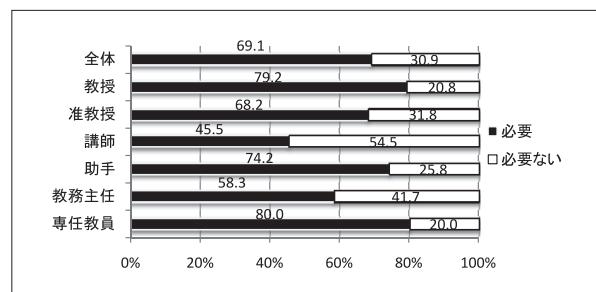


図8-1 職位別-間接介助実習必要の有無 (n=136)

(注:間接介助実習とは、分娩時に直接介助者の補佐と産婦のケアを行う実習をいう。)

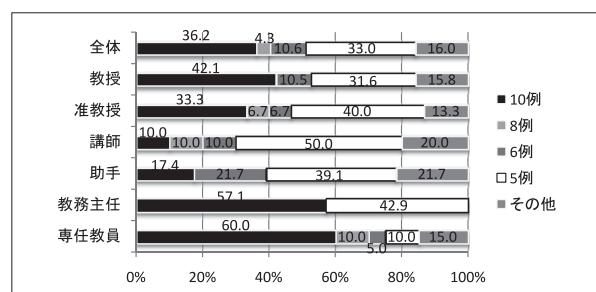


図8-2 職位別-「間接介助実習必要」回答者の必要事例数 (n=94, n.s.)

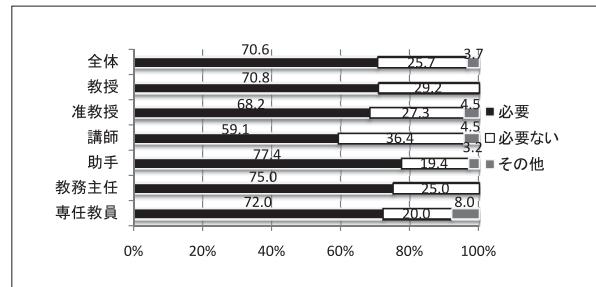


図9-1 職位別-新生児ケア実習必要の有無 (n=136)

(注:新生児ケア実習とは、出生後2時間までの新生児に必要なケアを行う実習をいう。)

(59.1%), 准教授 (68.2%) は、他の職位より低率であったが有意差はなかった ( $\chi^2=5.29$ ,  $df=10$ , n.s.)。

### 2) 「新生児ケア実習」の必要例数 (図 9-2)

「必要」と回答した者のうち、「10例」47人 (49%), 「5例」26人 (27.1%) であった。教授は「10例」12人 (70.6%)

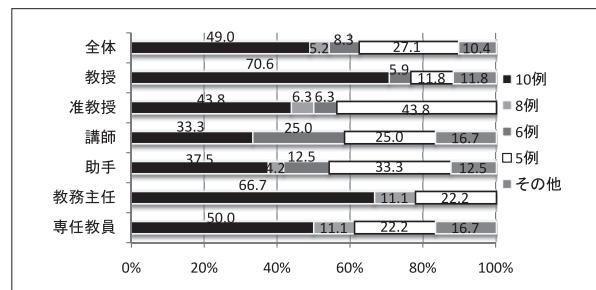


図9-2 職位別-「新生児ケア実習必要」回答者の必要事例数 (n=96, n.s.)

で最も多かったが、職位別の有意差はなかった ( $\chi^2 = 21.47$ ,  $df = 20$ ,  $n.s.$ )。

## 10. 「継続事例実習」

### 1) 「継続事例実習」必要の有無 (図10-1)

「必要」131人 (96.3%), 「必要ない」5人 (3.7%) であった。准教授・講師・助手・教務主任は100%が「必要」と答えていた。「必要ない」と答えたのは、教授4人 (16.7%), 専任教員1人 (4%) だけであった。

### 2) 「継続事例実習」の必要例数 (図10-2)

「必要」と回答した者のうち、「2例」68人 (51.9%), 「1例」42人 (32.1%) であり、職位別の有意差はなかった ( $\chi^2 = 20.71$ ,  $df = 15$ ,  $n.s.$ )。

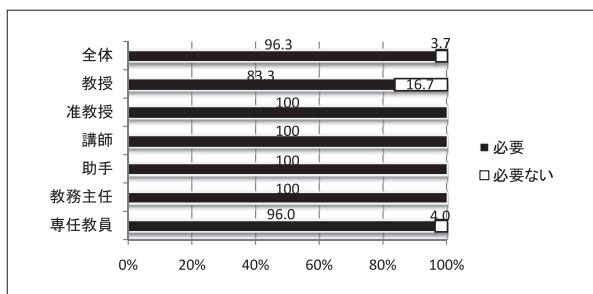


図10-1 職位別 - 「継続事例実習」必要の有無 (n=136)  
(注: 継続事例実習とは、妊娠中から1カ月健診まで継続してケアを行う実習をいう。)

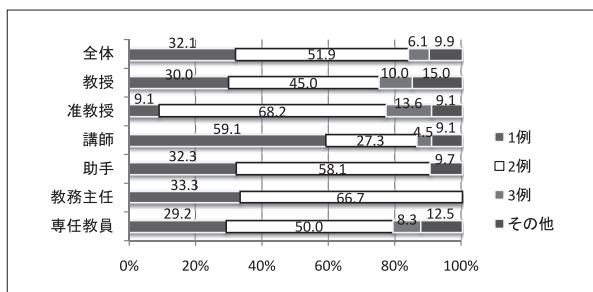


図10-2 職位別 - 「継続事例実習必要」回答者の必要事例数 (n=131, n.s.)

## 11. 「家庭訪問実習」

### 1) 「家庭訪問実習」必要の有無 (図11-1)

「必要」115人 (84.6%), 「必要ない」11人 (8.1%), 「その他」10人 (7.4%) であった。専任教員96%, 教務主任91.7%, 助手90.3%が90%以上「必要」であり、講師は最も低率の63.6%であった。しかし、職位別の有意差はなかった ( $\chi^2 = 15.79$ ,  $df = 10$ ,  $n.s.$ )。

### 2) 「家庭訪問実習」の必要例数 (図11-2)

「必要」と回答した者のうち、「2例」51人 (44.3%), 「1例」38人 (33.0%) であった。教授・准教授・教務

主任・専任教員は「2例」のほうが多く、講師・助手は「1例」が多かったが有意差はなかった ( $\chi^2 = 17.36$ ,  $df = 15$ ,  $n.s.$ )。

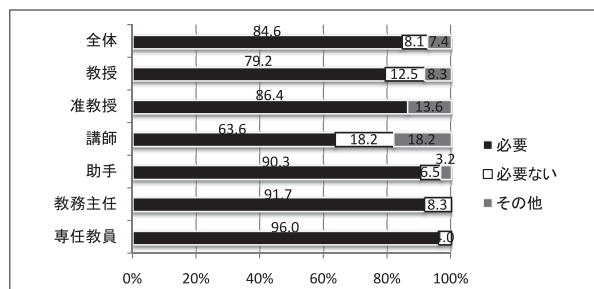


図11-1 職位別 - 「家庭訪問実習」必要の有無 (n=136)

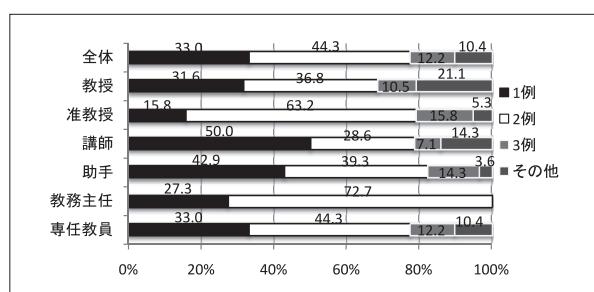


図11-2 職位別 - 「家庭訪問実習」必回答者の必要事例数 (n=115, n.s.)

## 12. 「助産学実習」の必要期間 (図12)

全体では「10週間以上」71人 (54.2%), 「10週間」29人 (22.1%), 「8週間」14人 (10.7%), 「9週間」4人 (3.1%)。「8週間未満」1人 (0.8%), 「その他」12人 (9.2%) であった。職位別による有意差はなかった ( $\chi^2 = 31.1$ ,  $df = 25$ ,  $n.s.$ )。

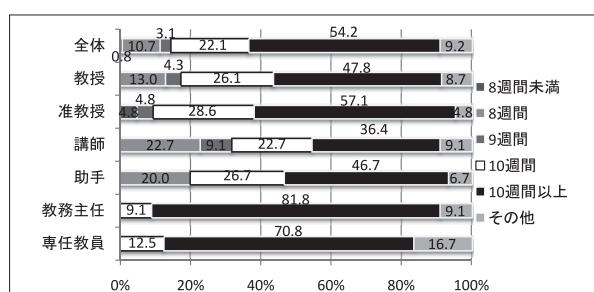


図12 職位別 - 「助産学実習」必要期間 (n=136, n.s.)

## 13. 実施させたい「分娩期実習」の内容 (図13)

7項目のうち、①「自然な経過分娩」110人 (80.9%), ②「助産計画に基づいたケア」103人 (75.7%), ③「産婦中心のケア」95人 (69.9%), ④「助産師独自のケア」82人 (60.3%), ⑤「過度な医療技術の介入がない分

娩」78人（57.4%），⑥「夫（家族）立会い分娩」70人（51.5%），⑦「フリースタイル」の分娩67人（49.3%）であった。

職位別では，助手が「フリースタイル」以外の6項目で最多であり，「フリースタイル」は，教授と専任教員が同率で多かった。

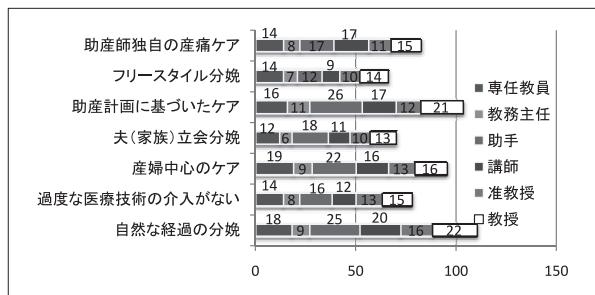


図13 職位別一分娩期にさせたい実習内容（複数回答）

#### 14. 助産師教育に必要な「修業年限」（図14）

全体では，「2年」70人（52.2%），「1年」44人（32.8%），「1年6ヶ月」11人（8.2%），「6ヶ月」5人（3.7%）であり，1年以上が85%占めていた。

職位別では，教授・准教授・助手・教務主任・専任教員は「2年」が多く，最も多かったのは専任教員16人（64%）であった（ $\chi^2=41.51$ ,  $df=20$ ,  $p < .003$ ）。講師は「1年」が最も多かった。

「6ヶ月」は，教授2人（8.3%）と准教授3人（15%）が回答しており，他の職位には回答者がいなかった。

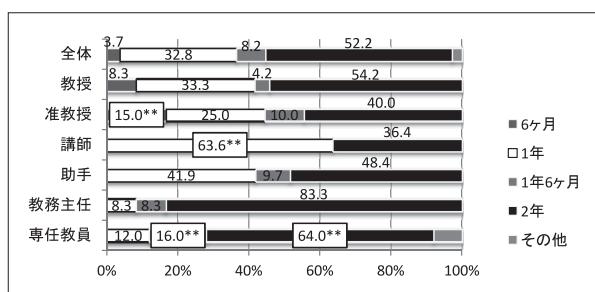


図14 職位別－助産師教育に必要な修業年限  
(n = 136, p < .01\*\*)

#### 15. 望ましい「助産師の教育課程」（図15）

全体では，「大学院」53人（41.1%），「大学専攻科」46人（35.7%），「その他」19人（14.7%）であった。「その他」は，イギリスのような4年間のダイレクトエントリー，看護師免許取得後2年間の専攻科，現状の今までよいなどの意見であった。

職位別では，「大学院」と答えたのは教授・准教授・

講師・教務主任であり，最も多かったのは教授12人（52.2%）であった。「大学専攻科」は助手17人（58.6%）が最も多かった。（ $\chi^2=40.93$ ,  $df=25$ ,  $p < .023$ ）。専任教員は「その他」10人（41.7%）が最も多かった。

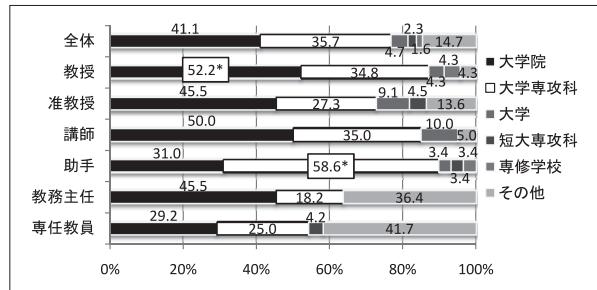


図15 職位別－望ましい助産師教育を行う課程  
(n = 136, p < .05)

## IV. 考察

### 1. 助産師教育の基礎教育について

1) 基礎教育の内容，教授と准教授間，講師と専任教員間では，有意差がなかった。各職位において基礎教育の内容の上位は，「思考力と判断力」「助産診断」「助産のエビデンス」である。これら3項目は，助産に関するアセスメント能力の強化に必要不可欠な内容である。また，他の看護職にない助産師教育特有の教育内容である。助産に関する技術の根底をなすものは知識であり，当然の結果といえる。

教授は「倫理・哲学」「責任感」「人権の尊重」「リプロダクティブルスへの支援」について最も多く，他の職位と異なる傾向であった。3項目は，人間の尊重をし，助産師としての倫理観の育成に大変重要な内容である。また，人間性を豊かにする教育内容であり，コミュニケーション成立の要件でもある。教授は助産師教育経験年数15年以上が最多であり，知識・技術のみでなく情意領域についても強化したいと考えている。知識・技術・態度の3領域が基礎教育においてバランス良く修得できれば，臨地に出てから経験を積み重ねれば能力の高い助産師に成長できるからである。

基礎教育の内容の下位3項目は「不妊女性へのケア」「出生前診断に関する支援」「思春期教育」であり，助産学教育の中心となる妊娠・分娩・産褥期以外の女性を対象とした内容である。「出生前診断に関する支援」は，遺伝，心理学など，他の専門職が医療チームの中心となるべき支援と考える。現在の助産師教育の修業年限を考慮すると，基礎教育とすべきかどうか疑問で

ある。助産師の声明（社団法人日本助産師会、2006）の「出生前診断・遺伝相談におけるケアの能力」では、情報の提供や精神的支援を他の専門職、医療機関と連携することとしている<sup>1)</sup>。

しかし、少子化政策として「健やか親子21」において思春期の保健対策の強化と健康教育の推進、不妊への支援が最重要課題とされているため除外することはできない。なぜなら、いずれも助産師が専門的知識を発揮できる分野だからである。

一方、少子が進むと、助産師の仕事は医療従事者として社会での有用性が問われる。その結果、助産師教育の必要性も問われることになる。また、安全で快適な出産、育児は男女が健康でなくてはならない。そのためには、思春期からの性教育、婚前教育、健康な妊娠への支援は重要であり、助産師の基礎教育として知識は習得すべきである。

## 2. 分娩介助と助産学実習

### 1) 「分娩介助」の定義

必要な分娩回数を考える上で、「分娩介助」の定義が重要となる。全助協の分娩実習改善検討会は「分娩が開始してから、終了後2時間までの産婦のケア・分娩介助について、1人の学生が指導者とともに実習することをいう」と述べている<sup>2)</sup>。この定義には賛成であるが、臨地において分娩開始から受持つことは不可能なため「分娩が開始してから」を「分娩第1期」に、「指導者とともに」の「指導者」を「助産師の指導のもとに」と考える。

したがって、分娩介助の定義は、「分娩第1期から分娩終了後2時間までの分娩介助と産婦のケアを1人の学生が助産師の指導のもとに実習すること」とする。

なお、「分娩介助事例」と認めるのは、経産分娩とする。腹式帝王切開は、医療であり、助産師は補助的介助になるため1例に入れない。

### 2) 分娩介助と必要な実習週数

必要な分娩介助回数は職位差がなく、10例と答えている。保健師助産師看護師養成所指定規則（以下、指定規則という）が「10回程度行なわせること」と規定しているからである。しかし、この10回の意義は何か。拙著では、分娩介助10例終了後学生の自己評価（知識・技術・態度）の平均点は3.4であった。つまり、10回以上実施しないと、70%以上の到達は困難という結果であった<sup>3)</sup>。

諸外国の分娩介助回数は40回以上であり、日本は極

めて少ない。「その他」の中に、「回数が多ければいい」というものではない」という意見があった。理論的には、1回の質が高ければ回数ごとに到達度は高くなるはずである。それは、1事例ごとに助産計画に基づき実施し、評価・修正できることが条件である。

「分娩期にさせたい実習内容」の上位3項目は、「自然な経過の分娩」「助産計画に基づいたケア」「助産師独自の産痛ケア」である。助産師の基礎能力として思考力・判断力を養い実践できるためには、考えさせる時間が大切である。助産学実習期間は、分娩介助だけの実習なら、実習方法により総実習週数は短期間で終了することができる。しかし、分娩介助だけが助産師に必要な能力であろうか。

前出の助産師の声明は、分娩期のケアに必要な能力として「分娩後、母子の早期接触をはかる」「産婦の出産体験がより前向きにとらえられるように支援する」と定めている<sup>4)</sup>。分娩は子育ての始まりである。女性が求めているのは、無事な出産とその後不安なく育児ができる支援である。母親が退院後困らないだけの育児技術を習得するには、分娩期からの継続した支援は不可欠である。分娩介助した事例の受け持ち期間は、最低でも入院期間と考える。入院期間を7日間（分娩日を含む）かつ1人しか受け持たないとすると、10回の分娩介助が終了するのに10週間は要することになる。

### 3) 分娩介助に伴う助産学実習の必要性

#### （1）「間接介助実習」

「間接介助実習」とは、分娩時に直接介助の補佐と産婦のケアを行う実習である。「必要」69.1%であり、必要例数は「10例」と「5例」が3%の差だけであった。職位別に考え方の差もなかった。

「間接介助実習」は、他の実習に比べ、「必要」が低かった。分娩時は必ず2人で行うものである。一人が清潔になったら、その他の操作が不可能となる。学生は客観的に直接介助者の動きと産婦の状態を観察することができ、自分との比較ができる。また、事例の共有ができる。「間接介助実習」は、分娩介助する学生とペアにし、「10例」実習させるべきである。

#### （2）「新生児ケア実習」

「新生児ケア実習」とは、出生後2時間までの新生児に必要なケアを行う実習をいう。教員の70.6%が「必要」と答え、必要例数は「10例」36.2%、「5例」33%で3.2%の差だけであった。職位別の差もなかった。

しかし、分娩期の対象は母子であるため、当然必要な実習である。

特に、出生後2時間の新生児は胎外生活適応のためには変化を生じやすい時期である。この時期に的確な観察と適切な環境調整をしないと、トラブルが起きやすい。また、母子の関係の形成に重要な時期である。

したがって、「新生児ケア実習」は、「間接介助実習」と同様「10例」実習させることが望ましい。

### (3) 継続事例

本研究における「継続事例」の実習は、一人の対象を妊娠・分娩・1カ月健診まで継続して支援する実習である。「継続事例」の実習について、教員の96.3%が「必要」であり、51.9%が「2例」と答えている。「継続事例」の必要例数は、全助協の調査（江幡芳枝他、2007）では大学78.1%，短期大学専攻科・専門学校88.9%が「1例」の実習をしていた<sup>5)</sup>。

「継続事例」の実習には「家庭訪問実習」が含まれ、教員の84.6%が「必要」と答えている。分娩後3週間以内が適切であり、1回目は指導のもとに実施できる、2回目は助言で実施できるという目標を設定すると、家庭訪問実習は2例が実施可能で妥当と考える。

継続事例実習と家庭訪問実習必要の有無の結果より、教員は助産学実習の受け持ちは妊娠期から継続して受持つのが理想的と考えている。必要な助産学実習期間は54.2%が「10週間以上」と答えており、分娩介助実習だけで10週間要することから、助産学実習の内容と必要週数の考え方是一致している。

## 3. 助産師教育の修業年限と教育課程

全体では、「大学院」で「2年」の修業年限が多かった。職位別では、教授が「大学院」、助手が「大学専攻科」が多かった。修業年限は、講師が「1年」が多く、他の職位は「2年」であった。平成19年4月現在の看護関係統計集では、「大学院」が5校、「大学専攻科」が4校である。さらに、平成21年度は、数校の増加が予定されている。助産師の資格取得には、さまざまなコースがあり、重要なことは質の低下をさせないことである。なぜさまざまなコースがあるかは、社会情勢ならびに昭和26年制定の指定規則による縛りがあるからである。同法は第3条第2項で「修業年限は6月以上であること」と定めている。修業年限6か月で、社会のニーズや対象に応じた支援ができるであろうか。

教員は分娩介助とそれに伴う実習を考慮し、助産学実習期間は10週間以上と答えている。つまり、助産学

実習だけで延べ4か月を要することになる。教育内容の6単位を含めると6か月では無理である。前出の全助協「看護大学における助産師教育の実際」（熊沢美奈好他、2003）<sup>6)</sup>の中で、最も多かった内容は「4年制大学のカリキュラムの問題」67.4%，次に「助産師教育は大学院・専攻科が望ましい」34.9%であった。本調査結果では、「大学院」「専攻科」を合計して76.8%であり、全助協の調査結果の2倍以上となっている。思考力・判断力の育成には、専門書の読書と文章を書くことは必修であり、2つの能力を習得するには時間が必要である。最低でも助産師教育は1年を提唱する。

助産師教育を「大学院」にすることは、賛否両論がある。反対派は、助産師教育は資格取得の職業教育であるから、高等教育は必要ないという意見である。本調査の自由記述の中にも同様な意見があった。諸外国と日本を比較すると、大学4年制で3つの国家資格を取得できる国はない。学生が将来、国際的に活動をしたい時、学位は必要である。職業教育なら専門職大学院という考え方ができる。我部山は助産学教育における技術教育の将来的展望の中で、実務型大学院への転換を積極的に図ることが重要であると述べている（我部山、2004）<sup>7)</sup>。助産師教育が高等化するのは、レベル向上につながり良いことである。しかし、助産師教育をどの課程で何年要するかを検討するためには、学生が助産師として勤務できる修了時にどこまで到達させるべきかを明確にしておかなくてはならない。

## V. 結論

1. 教員は、将来の助産師教育について「大学院」で「2年間」ですべきと考えている。職位別の違いでは、教授が最も多かった。
2. 教員は、分娩介助実習10例、助産学実習期間は10週間以上が必要と考えている。
3. 教員は助産師教育の内容の中で、「思考力・判断力」を最も強化したいと考えている。
4. 教員は、継続事例実習と家庭訪問実習共に2例の実習が必要と考えている。

## VI. おわりに

助産師教育は、教員がどのような助産師を育成したいかにより教育内容が異なる。自立し、かつ社会で役立つ助産師の養成をしなくてはならない。そのために

は、教員の資質が大きく影響する。今回は教育内容の考え方の実態調査であった。次の段階は、教育内容を到達させるため、教員の資質はどうあるべきか考察したい。さらに、学校間、教員間で助産師教育のありかたを討議し、レベル差のない質の良い助産師を育成したいと考える。

平成21年のカリキュラム改正を契機に、教員個々が助産師教育のあり方を再検討するすることが重要である。また、本調査の結果より、時代の変遷に応じた保健師助産師看護師法と保健師助産師看護師養成所指定規則の法改正を痛感した。

(本研究は、平成18年度千葉大学看護学部附属看護実践研究指導センターのプロジェクト研究の加筆・修正であり、第48回日本母性衛生学会で発表したものである。ご指導をいただいた大室律子教授に深謝いたします。)

#### 引 用 文 献

- 1) 社団法人日本助産師会、『助産師の声明』 P. 9, 2006.
- 2) 熊沢美奈好他、全国助産師教育協議会平成14年度事業活動報告「看護大学における助産師教育の実際」 P. 29, 2003.

- 3) 唐沢泉、助産師学生の自己評価における分娩介助10例終了後の到達度、岐阜医療科学大学紀要第2号 P. 89-96, 2008.
- 4) 1) 前掲 P. 6, 2006.
- 5) 全国助産師教育協議会、平成18年度事業活動報告書「大学・短大専攻科・専門学校における助産師教育の実態と分娩介助・継続事例実習指針」その1 カリキュラム単位数および助産学実習の比較 P. 41-42, 2007.
- 6) 2) 前掲 P. 31, 2003.
- 7) 我部山キヨ子助産学教育における技術教育の現状と将来的展望、助産雑誌 vol.58 No.3 P. 18-19, 2004.

#### 参 考 文 献

1. 全国助産師教育協議会、文部科学省大学評価委託事業平成19年度「大学における助産実践能力の育成と到達度に関する助産教育評価研究」報告書、全国助産師教育協議会教育検討委員会大学評価研究プロジェクト、2008.
2. 全国助産師教育協議会教育検討委員会、平成19年度事業活動報告書「助産師教育の改善に向けたあり方検討コア。コンピテンシーズ修得の基盤」、全国助産師教育協議会教育検討委員会、2008.
3. NURSING MIDWIFERY COUNCIL, Standards of proficiency for pre-registration midwifery education standards 03・04P 5-9, 2006.

# 核家族世帯における2歳以下の児をもつ父親・母親の育児機能 —家事・育児協力の有無による比較—

藤生君江<sup>1)</sup>・吉川一枝<sup>1)</sup>・神庭純子<sup>1)</sup>・山口明子<sup>1)</sup>・仲村秀子<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学  
<sup>2)</sup> 聖隸クリストファー大学  
(2009年1月15日受理)

## Childcare function of mothers and fathers with children under the age of 2 in nuclear family households: Comparison of cooperation regarding housework and childcare

Kimie FUJIU, Kazue KIKKAWA, Junko KAMINIWA,  
Akiko YAMAGUTI, Hideko NAKAMURA

### Abstract

We conducted a survey using 'Childcare Assessment Tool II' in order to elucidate childcare function in families with children under the age of 2 through the level of parental cooperation in specific housework and childcare activities. The mean value for both mothers and fathers was favorably high for each childcare function factor, but the sense of childcare stress was high.

For all activities, more fathers (husbands) reported greater cooperation from the mothers (wives). From the mothers' point-of-view, the reported level of cooperation from the father was low for housework activities such as 'cooking', 'washing', and 'cleaning', and childcare activities such as 'feeding', and 'putting the baby to sleep'. There were differences in the level of cooperation by fathers in housework and childcare activities such as 'cooking', 'washing' and 'cleaning' and the childcare activity 'changing diapers', and fathers who cooperated with mothers on these activities had a higher childcare support function than fathers who did not.

Mothers who had cooperation from the fathers in housework and childcare activities had a higher childcare support function than those without in all activities with the exception of 'cooking' and also had a better affective function regarding 'feeding', 'changing clothes' and 'changing diapers'. Mothers who had the cooperation of the fathers in regard to 'cooking' gave a negative response and showed lower childcare satisfaction than those without. This is believed to show the degree of childcare stress of mothers with children under the age of 2. When bringing up a child, good husband-wife and mother-child relationships are important and it may be necessary to intentionally create a role for the father.

**Keywords:** nuclear family, children under the age of 2, mothers and fathers, childcare function, cooperation with housework and childcare

### 1. はじめに

ここ50年に少子化、核家族化が急速に進み、親から子へ子から孫へと伝承されるいわゆる育児文化の伝承が円滑に進まないことや親の生活様式や価値観の多様

化等を背景に、育児不安、家庭内暴力、虐待などが増加するなど、さまざまな問題を引き起こしている<sup>1)</sup>。そのためこの時代に即した子育て支援の必要性が求められ、行政・民間・医療保健の連携支援システムが求められると同時に、家庭内においては、父親の育児参

加の必要性が叫ばれている。

このような時代のニーズを背景に、父親の育児参加に関連した研究も散見されるようになった。母親を対象にした、父親の育児参加による母親への影響<sup>2-6)</sup>、父親を対象にした育児参加と父親の意識<sup>7,8)</sup>、父親・母親の両者を対象にした家族資源及び家族機能の認知<sup>9)</sup>、育児ストレス構造と対処行動<sup>10)</sup>等がみられる。いずれも育児ストレス、負担感の軽減等には父親の育児参加の必要性が述べられている。

筆者らも、母親の心の安定が子どもの情緒を安定させ、児を健やかな成長へと導く家族における育児機能が現在の家族にとっても重要な役割（機能）の一つであると考えている。家族の育児機能を評価するために荒木田ら<sup>11)</sup>が開発した「育児アセスメントツールⅡ（PAFFAT Ver.2）」（家族の育児機能に関する要因を家族の情緒的機能、家族の健康機能：習慣、家族の健康機能：遊び、家族の教育機能、家族の育児サポート、育児満足感、育児負担感、親の生育歴の8つの因子から捉えている）を用いて研究を重ねている<sup>12-14)</sup>。これらの研究の中で<sup>12)</sup>、家族の情緒的機能が良好である場合は、育児サポートも十分得られていたことが明らかになったことから育児サポートは情緒的機能を良好にすると考えられる。

仲村ら<sup>15)</sup>は、同ツールに具体的な家事・育児行動（炊事、洗濯、清掃、食べさせる、衣服の着脱、排泄、寝かせる、入浴）を付け加え、保育園の核家族世帯の父親・母親を対象に、協力の有無により育児機能にどのように影響を与えていたか検討している。母親は、父親（夫）の協力ありと回答した方が全ての家事・育児の項目において、情緒的機能、育児サポート等が有意に良好な結果がみられた。父親は母親（妻）ほどではないが有意に良好な因子がみられたと述べている。

筆者らのみるかぎりにおいては、父親の育児参加の一部として家事・育児行動の実態に触れている研究はみられるが<sup>2-4)</sup>、家事・育児行動に焦点をあて尺度を用いて育児機能への影響について検討した研究は仲村ら<sup>15)</sup>による研究のみである。同研究は家事・育児行動の内容・質も児の年齢に左右される6歳までの乳幼児を含む核家族世帯を対象にしている。

そこで本研究は、最も育児に手がかり父（夫）の育児サポートが必要と思われる2歳以下の乳幼児をもつ核家族世帯に限定し、家事・育児協力の具体的項目の有無による比較を「育児アセスメントツールⅡ

（PAFFAT Ver. II）」を用いて育児機能を検討することにより、夫婦の育児協力のあり方について明らかにすることを目的とした。

## 2. 対象及び方法

### 1) 調査期間

平成18年7月1日～7月31日

### 2) 調査対象

人口約9万人K市373世帯の保育園児をもつ父母のうち、核家族で2歳以下の乳幼児をもつ42世帯である。

### 3) 調査方法

留め置き調査。

調査質問紙は、荒木田ら<sup>11)</sup>が開発した育児機能アセスメントツールⅡ（PAFFAT Ver. II）の質問項目（表3. 質問項目欄）である。その内容は対象者の背景（母親の年齢、就労の有無、家族形態、子どもの人数、母の健康状態、父の健康状態）および①家族の情緒的機能5項目、⑤家族の健康機能（習慣）2項目、⑥家族の健康機能（遊び）2項目、⑦家族の教育機能5項目、①家族の育児サポート3項目、②育児満足感2項目、③育児負担感5項目、④親の生育歴3項目の計27の質問項目から構成されている。回答は、その通り、ややその通り、どちらでもない、ややそうではない、そうではないの5段階評定である。その信頼係数は0.835である。

なお負の表現で回答を求めた項目については、修正し集計した。

結果は、段階値を得点化し因子毎に合計点を算出し、その平均値と標準偏差を求めた。検定は、カイ2乗検定、Mann-whitney検定によりすすめた。統計ソフトはSPSS15.0 for windowsを用いた。

### 4) 倫理的配慮

調査参加や中断の自由、プライバシー厳守、個人が特定されないよう配慮、提出ポストの設置、参加の可否により不利益を被ることはないことを明記した。

## 3. 結 果

質問紙配布数373世帯、回収数200世帯（回収率53.6%）であった。その中で父母共に有効回答であったのは158世帯である。そのうち核家族は94世帯、2歳以下の乳幼児のいる家庭は42世帯であり本研究の分析対象とした。

1) 対象者について

(1) 対象者の背景 (表1)

子どもの数は、1人は3人(7.1%)、2人は29人(69%)、3人は10人(23.8%)であった。母親の就労は、有15人(35.8%)、無26人(61.8%)であった。母親の主観的健康は、悪い1人(2.4%)、普通8人(19.0%)、よい33人(78.6%)で、父親は、普通8人(19.0%)、よい34人(81.0%)であった。

表1 対象者の背景

		42人	%
子どもの数	1人	3	7.2
	2人	29	69.0
	3人	10	23.8
母親の就労	有	15	35.8
	無	26	61.8
	不明	1	2.4
母親の主観的健康	悪い	1	2.4
	普通	8	19.0
	よい	33	78.6
父親の主観的健康	悪い	0	0
	普通	8	19.0
	よい	34	81.0

(2) 育児機能因子における父親、母親の平均値と標準偏差 (表2)

上位2項目は、父親、母親ともに育児満足感、教育的機能であった。下位2項目は、父親、母親ともに育児負担感、親の生育歴であった。一番異なる順位は育児サポートで父親3位に対し、母親は6位であった。

次は情緒的機能で父親6位に対し母親は4位であった。

父親と母親間で有意差のみられた因子は、育児サポート、育児負担感(注:育児負担感5項目は全て逆転項目なので、以下得点値が高値の場合は低い、低値の場合は高いと記述する)で、父親の方が有意に低く、教育的機能は母親の方が得点値が有意に高かった。

表2 育児機能因子における父親、母親の平均値と標準偏差

因子名	父親 42		母親 42		検定 父親vs母親	
	順位	M	SD	順位	M	
家族の情緒的機能	6	3.97	0.56	4	4.04	0.63
家族の健康機能:遊び	5	4.07	0.83	4	4.04	0.75
家族の健康機能:習慣	4	4.27	0.75	3	4.48	0.67
家族の教育的機能	2	4.56	0.48	1	4.68	0.32
家族の育児サポート	3	4.44	0.53	6	3.92	0.85
育児満足感	1	4.63	0.84	2	4.54	0.51
育児負担感	7	3.28	0.93	8	2.62	0.78
親の生育歴	8	3.21	0.63	7	3.37	0.84

\*p<0.05 \*\*\*p<0.001

(3) 育児機能因子の質問項目における父親、母親の平均値と標準偏差 (表3)

情緒的機能は、差は一様でなかった。健康機能:習慣および健康機能:遊びは母親の方が高い傾向を示した。教育的機能は「子どもを抱いたり、膝の上にのせたりしてスキンシップをしている」を除いた4項目において母親が高い傾向を示した。育児サポートはいずれの項目も父親が有意に高かった。育児満足感は父親

表3 育児機能因子の質問項目における父親、母親の平均値と標準偏差

因子	質問項目	父親 42名		母親 42名		検定 父親vs母親
		M	SD	M	SD	
家族の情緒的機能	家族は私の悩みを聞いてくれる	3.76	0.69	4.05	0.76	<
	家族に悩みをいつも打ち明けることが出来る	3.57	0.94	3.74	0.94	<
	家族にいつも大事にされていると思う	4.17	0.76	4.14	0.75	>
	家庭内の重要な決定をするのに家族がいてくれてよかったです	4.40	0.67	4.40	0.67	=
	家族は自分のことを理解してくれていると思う	3.93	0.81	3.86	0.75	>
家族の健康機能:習慣	朝食を必ず食べさせる	4.62	0.76	4.81	0.59	<
	子どもは早寝早起きをさせている	3.93	1.14	4.14	0.90	<
家族の健康機能:遊び	子どもを友達と遊ばせている	4.10	0.93	4.36	0.88	<
	子どもに外遊びをさせている	4.05	0.99	4.43	0.74	<
家族の教育的機能	良いことをしたときには子どもを誉める	4.81	0.55	4.83	0.38	<
	子どもを抱いたり、膝の上にのせたりしてスキンシップをしている	4.69	0.56	4.57	0.50	>
	悪いことをしたときには子どもをしかる	4.57	0.91	4.95	0.22	<
	弱い人や動物大事にするように話している	4.31	0.95	4.55	0.55	<
	やってはいけないことについて子どもと約束している	4.40	0.89	4.48	0.63	<
家族の育児サポート	家族は子どもとよく遊んでくれる	4.50	0.67	4.12	0.80	>**
	家族は育児に協力的である	4.64	0.66	3.95	0.99	>***
	家族は家事に協力的である	4.17	0.76	3.69	1.07	>*
育児満足感	子どもを授かってよかったです	4.95	0.22	4.88	0.33	>
	子育ては、自分にとってやりがいのあることだと思う	4.31	0.75	4.19	0.83	>
育児負担感	※疲れやストレスがたまっているらしい	3.05	1.32	2.10	0.69	>***
	※ゆったりとした気分で子供と過ごせない気がする	3.24	1.14	2.67	0.95	>**
	※何かいつも心が満たされない気がする	3.86	1.11	3.29	1.18	>*
	※体の疲れが取れず、いつも疲れている感じがする	3.33	1.37	2.60	1.11	>***
	※育児や家事など何もしたくない気持ちになることがある	2.90	1.27	2.48	1.11	>
親の生育歴	私の育ってきた家庭は、子どもの意思を尊重してくれた	3.64	0.93	3.76	0.93	<
	困ったときはいつも親に相談できた	3.69	1.00	3.60	1.11	>
	※小さいとき、親(養育者)からよく叱られた	2.31	1.12	2.76	1.17	<

注 ※は逆転項目である

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

の方が高い傾向を示した。育児負担感は「育児や家事など何もしたくない気持ちになることがある」が父親の方が低い傾向を、他の4項目は有意に父親の方が低かった。親の生育歴は、「困ったときはいつも親に相談できた」は父親の方が高い傾向を他の2項目は母親が高い傾向を示した。

2) 父親(夫)は母親(妻)の、母親(妻)は父親(夫)の家事・育児協力有と回答した割合(表4、図1)

1位は父親、母親ともに「入浴」であった。次は、父親は「食べさせる」、「炊事」で、母親は「衣服の着脱」、「食べさせる」であった。最下位は両者とも「洗濯」で下位2位は、父親は「排泄」、母親は「清掃」であった。順位の差の大きかったのは「炊事」と「排泄」であった。

父親(夫)は母親(妻)の、母親(妻)は父親(夫)の家事・育児協力有と回答した割合の両者の差の大きかったのは家事すなわち「炊事」、「洗濯」、「清掃」(p

<0.001), 育児のうち「食べさせる」、「寝かせる」が(p < 0.05) でいずれも父親(夫)の方が有が多く、母親(妻)が良くやっていると答えていた。

3) 父親における家事・育児項目協力有群、無群間で差がある因子(表5)

「炊事」、「洗濯」、「清掃」、「排泄」において、母親(妻)の協力有群に育児サポートが有意に得点が高かった。「入浴」は母親(妻)の協力無群(3人)に教育的機能が有意に得点が高かった。

4) 母親における家事・育児項目協力有群、無群間で差がある因子(表6)

「炊事」を除いた他の項目すなわち「洗濯」、「清掃」、「食べさせる」、「衣服の着脱」、「排泄」、「寝かせる」、「入浴」において父親(夫)の協力有群が、育児サポートが有意に得点が高く、「食べさせる」、「衣服の着脱」、「排泄」はさらに情緒的機能も有意に得点が高かった。「炊事」は育児満足感が無群が有意に得点が高かった。

表4 父親(夫)は母親(妻)の、母親(妻)は父親(夫)の家事・育児協力有と回答した割合

		父親 n=42			母親 n=42			カイ2乗検定 父親vs母親
		順位	人	%	順位	人	%	
家事	炊事	2	33	78.6	6	18	42.9	>***
	洗濯	8	27	64.3	8	9	21.4	>***
	清掃	6	32	76.2	7	17	40.5	>***
育児	食べさせる	2	33	78.6	3	24	57.1	>*
	衣服の着脱	4	32	76.2	2	26	61.9	>
	排泄	7	30	71.4	4	23	54.8	>
	寝かせる	4	32	76.2	5	22	52.4	>*
	入浴	1	39	92.9	1	33	78.6	>

\*p<0.05 \*\*\*p<0.001

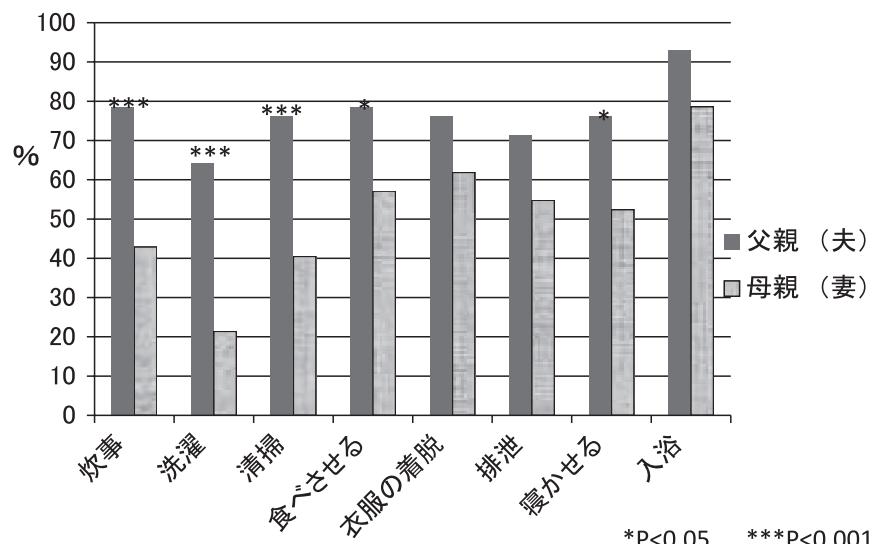


図1 父親(夫) 母親(妻)の、母親(妻)は父親(夫)の家事・育児協力有と回答した割合

表5 父親における家事・育児項目協力の有、無群間で差がある因子

家事・育児 の項目	因子名 有、無	教育的機能		育児サポート		検定	
		M	SD	M	SD	因子	有vs無
炊事	有	33		4.56	0.43	育児サポート	>*
	無	9		4.00	0.65		
洗濯	有	27		4.63	0.40	育児サポート	>*
	無	15		4.09	0.60		
清掃	有	32		4.60	0.34	育児サポート	>*
	無	10		3.90	0.67		
食べさせる	有	33				ns	
	無	9					
衣服の着脱	有	32				ns	
	無	10					
排泄	有	30		4.57	0.43	育児サポート	>*
	無	12		4.11	0.62		
寝かせる	有	32				ns	
	無	10					
入浴	有	39	4.52 0.50			教育的機能	<*
	無	3	5.00 0.00				

表6 母親における家事・育児項目協力の有、無群間で差がある因子

家事・育児 の項目	因子名 有、無	情緒的機能		育児サポート		育児満足感		検定	
		M	SD	M	SD	因子	有vs無		
炊事	有	18				4.33	0.51	育児満足感	<*
	無	24				4.69	0.46		
洗濯	有	9		4.56	0.41			育児サポート	>*
	無	33		3.75	0.86				
清掃	有	17		4.39	0.66			育児サポート	>**
	無	25		3.60	0.82				
食べさせる	有	24	4.21 0.60	4.25	0.70			情緒的機能	>*
	無	18	3.81 0.61	3.48	0.85				
衣服の着脱	有	26	4.21 0.55	4.23	0.67			情緒的機能	>*
	無	16	3.75 0.66	3.42	0.89				
排泄	有	23	4.24 0.59	4.39	0.51			情緒的機能	>*
	無	19	3.69 0.59	3.35	0.83				
寝かせる	有	32		4.21	0.61			育児サポート	>*
	無	10		3.60	0.96				
入浴	有	33		4.08	0.74			育児サポート	>*
	無	9		3.33	1.01				

#### 4. 考察

##### 1) 対象者について

対象者は、核家族世帯で2歳以下の児を含め子ども2人以上が92.8%を占めている。母親の就労は35.8%である。このような状況の中で、父親、母親と共に「子どもを授かってよかったと思う」、「子育てはやりがいのあることだと思う」と回答し育児満足感が高く、物事の善悪、弱い人や動物を大事にする、子どもとスキ

ンシップをするなど教育的機能も意識が高い。情緒的機能、健康習慣：遊び、健康習慣：習慣、育児サポートも平均値4.0前後を示し、意識の高さを示している。一方育児負担感の平均値は父親3.28、母親は2.62を示し、有意に母親が父親より負担減が大きい。「疲れやストレスがたまっていていらいらする」、「ゆったりとした気分で子供と過ごせない気がする」、「何かいつも心が満たされない気がする」、「体の疲れが取れず、いつも疲れている感じがする」、「育児や家事など何もした

くない気持ちになることがある」等母親の負担感の大きさを示している。一方、育児サポートが父親よりも有意に得点値が低く、支援の必要性が示唆された。

#### 2) 父親(夫)は母親(妻)の、母親(妻)は父親(夫)の家事・育児項目協力有と回答した割合

父親・母親の家事・育児行動について、お互いの認識は全ての項目において父親は母親が協力有の回答が多くかった。父親の母親の家事・育児協力有の認識は、「洗濯」64.3%を除きその他は70~80%であり、「炊事」、「洗濯」、「清掃」等の家事、「食べさせる」、「寝かせる」等は有意に父親のほうが母親の協力有の回答が多くかった。母親側からみれば、「炊事」、「洗濯」、「清掃」等の家事、「食べさせる」、「寝かせる」等については父親のほうが協力が少ないわけである。

中山ら<sup>2)</sup>は1歳6ヶ月児の母親を対象に調査しているので比較しながら考察を述べる。なお、中山らは、「ない、あまりない、時々、よく」の4件法であり、本調査は「有、無」の回答なので、「時々、よく」を「有」、「ない、あまりない」を「無」としてカウントした。「入浴」は父親、母親とも協力有群が高く、父親は92.9%，母親は78.6%が協力有と回答しており、母親の回答は中山らと一致し、「入浴」は最も父親が協力する育児行動といえる。父親の協力の少ない「洗濯」(本調査21.4%)は中山らは28%，「炊事」(42.9%)は42%，「清掃」(40.5%)は30%，「食べさせる」(57.1%)は77%，「寝かせる」(52.4%)は52%であった。「食べさせる」以外は、大差はみられなかった。

#### 3) 父親における家事・育児項目協力有群、無群間で差がある因子

「炊事」、「洗濯」、「清掃」等の家事、「排泄」において母親(妻)の協力有群の父親のほうが無群の父親より、「子どもとよく遊んでくれる」、「育児に協力的である」、「家事に協力的である」という育児サポートが高い。「入浴」において母親(妻)の協力無群の父親のほうが(無の人数が3名ではあるが)事の善悪や弱い人や動物を大事にするといった教育的機能が高く、協力有のほうが否定的な結果であった。父親(夫)が主体的に入浴に関わっているとも考えられるが、標本数を増やすことも含め再検討する必要を感じる。

#### 4) 母親における家事・育児項目協力の有群、無群間で差がある因子

「炊事」を除いた他の項目において父親(夫)の協力有群の母親は、無群の母親よりも育児サポートが高い。

「食べさせる」、「衣服の着脱」、「排泄」も情緒的機能も高く、父親が育児サポートのみに差を示したのに対し母親は情緒的機能もともに高い。川井<sup>16)</sup>は、父親の家事・育児行動が母親の単なる代行に過ぎないとすれば、父親の役割とは何かが改めて問われると述べている。さらに、父親の役割は「仕事を通して家族に貢献する」「子どもが社会的な存在として生きていけるための手助けをする」「妻(私)の相談相手になったり、精神的支持・援助をする」「家族全体を包み込むように見守っていく」という4つの役割を示し、これは父親・母親間でコンセンサスが得られていると指摘している。ただし順位に差があり、父親は第1位(73.6%)に「仕事を通して」を選んでいるのに対し、母親は「私の相談相手、精神的支持・支援」(80.5%)をトップに選んでおり、この役割は父親では68.1%で、3位であると述べている。中山ら<sup>2)</sup>は、母親が肯定的な気持ちで育児を行っていくためには、夫婦で一緒に育児を行っていると実感できる父親の育児支援を促すことが重要であると述べ、この育児共同感には、父親の「直接育児行動」と「情緒支援行動」が重要であると述べている。中嶋ら<sup>4)</sup>は母親における父親の育児参加に関連したサポート認知に関する尺度開発を行っているが、探索的因子分析により情緒的サポート、手段的サポート、情報的サポートで構造化できると述べている。このように育児サポートと情緒的機能は関係が深いため夫婦関係のあり方もこの視点で考えていかなければならぬ。夫婦関係を良くし子育てを安定した気持ちで行ううえで大きな意義があると考える。

次に「炊事」は、父親(夫)の協力有と回答した母親は、無群の母親よりも育児満足感が低かった。家事・育児行動と情緒、育児不安にも触れた冒頭に述べた研究<sup>2-6)</sup>は、いずれも家事・育児行動は母親に対して肯定的に働き、情緒、育児不安を和らげている。また仲村ら<sup>15)</sup>が6歳未満の児をもつ父親・母親の調査をした結果では総ての家事・育児項目において有群のほうが高く、情緒機能、育児サポート機能は有意に高くなっている。しかし2歳児をもつ母親に限定すると「炊事」のみは父親のように有意に育児サポートを高めることはなく、有意に育児満足感が低くなっている。2歳児をもつ母親は何故父親の「炊事」という家事行動有が育児満足感の低下と関連が高いのであろうか。

川井<sup>16)</sup>は、「生物学的基盤を持つ母親と異なる父親は、父子関係のみでなく父・母・子のトライアングル

のなかに役割があるように考える。また父親は仕事社会での対人関係は持ち得ても、家庭や日常生活での持続的対人関係（気持ちを汲む、わかる、伝える、受け取る、共感するなど）をもつことには難点があるよう思う」と述べている。母親が父親の家事・育児行動をどのようにとらえているかについての調査は、筆者が見る限りでは仲村ら<sup>15)</sup>の研究のみであるが、母親の父親への対応も今後の重要な課題だといえる。父・母・子のトライアングルの中に父の役割を意図的につくる努力を常にもつことが必要ではないかと考える。「炊事」についても母親の期待するサポートと父親の行っているサポートとの現状に差異があることから母親の満足感へはつながっていないとも考えられる。母親が求めることは何かということを母親と父親間で話合える、伝え合えるようなコミュニケーションのとれる環境づくりに関する支援も重要といえるのではないだろうか。

今回の調査では家事全般として炊事を位置づけて調査し分析したが、より詳しい検討が求められることが明らかとなった。炊事に関する詳細な研究がみあたらないが、今後母親が求める家事育児協力について具体的に調査、研究していく必要性があると考える。

いずれにしても2歳以下の児をもつ父親・母親に対する育児支援は、家庭内で父親（夫）、母親（妻）のみでなく、家族以外のサポートによる育児支援対策の必要性を示唆していると考える。

## 5. まとめ

保育園児をもつ父母のうち、核家族で最も手がかかる父親（夫）の育児サポートが必要とされると思われる2歳以下の児をもつ2世帯を対象に、家事・育児協力の具体的項目の有無による比較を「育児アセスメントツールⅡ（PAFFAT Ver.Ⅱ）」を用いて育児機能を検討したところ、次のような結果が得られた。

1)調査対象は、2人以上が93%、母親の就労は35%を占めた。育児機能因子における父親、母親の平均値は、育児満足感、教育的機能、情緒的機能、健康習慣：遊び、健康習慣：習慣、育児サポートも段階値4.0前後を示し、高値を示したが育児負担感は父親3.28、母親は2.62の平均値を示した。母親は父親よりも有意に育児負担感が高く、育児サポートが父親よりも有意に低いことから、支援の必要性を示唆していた。

2)父親（夫）は母親（妻）の、母親（妻）は父親

（夫）の家事・育児協力ありと回答した割合は、全ての項目において父親（夫）は母親（妻）のほうが協力してくれているとの回答が多かった。母親側からみると、「炊事」、「洗濯」、「清掃」等の家事、「食べさせる」、「寝かせる」等は父親の協力の程度が低かった。

3)父親は母親の家事・育児項目協力有群が無群間で差がある因子は、「炊事」、「洗濯」、「清掃」等の家事、「排泄」において母親（妻）の協力有群の父親のほうが無群の父親より、育児サポートが高かった。

4)母親は夫の家事・育児項目協力有群が無群より「炊事」を除いた他の項目において育児サポートが高く、「食べさせる」、「衣服の着脱」、「排泄」は情緒的機能も良好になっている。夫の協力のうち「炊事」は、父親（夫）の協力有群の母親は、無群の母親よりも育児満足感が低く否定的な回答を示した。これは2歳以下の児をもつ母親の育児負担感が大きすぎるためと思われた。児を養育する上で良好な夫婦関係、母子関係も重要であるが、母親も父親へ父・母・子の関係のトライアングルの中に父親の役割を意図的に作る必要があると考える。また家族以外のサポートによる育児支援の必要性を示唆している。

本研究を行うにあたり趣旨をご理解いただき、ご協力とご助言いただいたA市私立保育園園長先生はじめ保育士の皆様に感謝いたします。さらに、ご多忙のところ調査にご協力いただいた保護者の皆様に心より感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 南部春生 子育て支援の必要性、保健の科学 2003;45(4):236-240
- 2) 中山美由紀、三枝愛 1歳6ヶ月児をもつ母親に対する父親の育児支援行動、母性衛生 2003;44(4):512-519
- 3) 小島藍、九十可奈子、酒井美幸、田原麻里、横谷依里、村角直子、関英俊 父親育児参加の家族機能と母親の育児負担感への影響、第53回日本小児保健学会 山梨 2006.10.28
- 4) 中嶋和夫、桑田寛子、林仁美、岡田節子、朴千萬、齊藤友介、間三千夫 父親の育児サポートに関する母親の認知、厚生の指標 2000;47(15):11-18
- 5) 岡本絹子、中村裕美子、山口三重子、奥山則子、標美奈子、渡部月 乳幼児をもつ母親の疲労感と父親の育児参加に関する研究、小児保健研究 2002;61(5):692-700
- 6) 藤生君江、中野照代、荒木田美香子、片桐雅子、佐藤友子、山名れい子、野崎やよい、飯田澄美子 幼児を持つ母親の就業状況別家族機能とソーシャルサポート、聖隸クリストファー大学看護学部紀要 2003;11:85-99

- 7) 頭川典子 乳幼児における育児参加と虐待予防に対する父親の意識—核家族の父親への面接調査より—, 小児保健研究 2008;67(2):403-410
- 8) 川上あづさ, 牛尾禮子 父親の育児に対する役割意識に関する要因とその支援方略, 小児保健研究 2008;67(3):496-503
- 9) 岩崎孝子, 村田恵子, 内正子, 宮内環, 横山正子 乳幼児をもつ夫婦間の家族資源及び家族機能の認知の比較—妻の就労の有無による相違—, 家族看護研究 2003; 9 (2): 24
- 10) 宮本政子 乳幼児を養育する母親および父親の育児支援に関する研究—育児ストレス構造の特徴と対処行動との関連—, 小児保健研究 2008;67(5):729-737
- 11) 荒木田美香子, 中野照代, 藤生君江, 片桐雅子, 佐藤友子, 山名れい子, 野崎やよい, 仲村秀子, 飯田澄美子 幼児健診検査における育児機能評価のためのアセスメントツール開発—その2 育児機能アセスメントツールⅠの有用性の検討—, 日本地域看護学会誌 2003; 5 (2):51-60
- 12) 吉川一枝, 神庭純子, 山口明子, 藤生君江 乳幼児を持つ家族における育児機能に関する研究—保育園児を持つ母親のとらえた「家族の情緒機能」に視点をあてて—, 第54回日本小児保健学会 前橋市 2007.9.21
- 13) 山口明子, 神庭純子, 吉川一枝, 和田裕子, 藤生君江 乳幼児をもつ家族における育児機能に関する研究—母親および父親の自由記述内容に視点をあてて—, 第15回学術集会日本家族看護学会 藤沢 2008.9.14
- 14) 神庭純子, 吉川一枝, 山口明子, 和田裕子, 藤生君江 乳幼児をもつ家族における育児機能に関する研究—保育園児をもつ父親の調査結果から—, 第15回学術集会 日本家族看護学会 藤沢 2008.9.14
- 15) H Nakamura, T Nakano, K Fujii, M Arakida THE RELATIONSHIP OF PATERNAL COOPERATION IN HOUSEWORK AND CHILDCARE OF PRE-SCOOL CHILDREN WITH PARENTAL FUNCTION IN CHILDCARE IN JAPAN, The 8th International Family Nursing Conference Bangkok, Thailand June 4-7, 2007
- 16) 川井尚 育児における父親の役割, 生活教育 2002; 46 (6): 7-13
- 17) 汐見稔幸 父親と育児, 現代のエスプリ 1996; 342: 157-164

# 基礎看護技術としてのタオルの絞り方への影響因子 一所要時間・残水量・表面筋電図を用いた上肢筋活動量に着目して—

小林貴子<sup>1)2)</sup>・伊藤香百里<sup>2)</sup>・金栄享子<sup>2)</sup>・荒木田美香子<sup>2)3)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部看護学科 <sup>2)</sup> 元浜松医科大学医学部看護学科

<sup>3)</sup> 国際医療福祉大学小田原保健医療学部

(2009年1月15日受理)

An influence on how to squeeze towels factor as the Art of Nursing  
— Pay its attention to the efficiency of squeezing out water from water-soaked towels by measuring arm muscle activity, used the time required / out water from water-soaked towels / a surface EMG for; and —

Takaka KOBAYASHI<sup>1)2)</sup>, Kaori ITO<sup>2)</sup>, Kyouko KANAE<sup>2)</sup>, Mikako ARAKIDA<sup>3)</sup>

## Abstract

In this experiment, I have paid attention to the efficiency of squeezing out water from water-soaked towels by measuring arm muscle activity, area of palm, strength of grip and method of squeezing. The manipulated variables in this experiment are as following: the method of squeezing the towel, the area of palm used, the strength of grip and the activities performed by the arm muscle. The dependent variable measured was the efficiency of water being removed from the towel. 14 subjects were used to determine the influence of varying the manipulated variable.

The effects of varying the squeezing methods were negligible on the efficiency, as with the varying of arm muscle activity. 1) Personal differences of the 14 subjects in strength of grip were negligible, however personal differences on standard methods of squeezing did have negative effects on the efficiency. 2) The varying of the area of the palm used in a vertical squeeze of the towel showed a negative correlation with the efficiency. 3) The varying of arm muscle activity showed a negative correlation with efficiency too. However, squeezing the towel firmly in different methods of squeezing showed negligible results.

In this experiment, the most significant variable/factor for efficiency in vertical squeezing methods was the area of the palm, while in other methods of squeezing the arm muscle activity seemed prominent in effectiveness.

**Keywords :** how to squeeze towels, out water from water-soaked towels, the activities performed by the arm muscle

## I. はじめに

看護の役割の一つに患者の日常生活への援助がある。このため看護者自身の生活技術が看護技術にかかわっている例は多い。一例として看護技術には清拭など、「タオルを絞る」必要のある手技があり、特に全身清拭においては、ウォッシュクロスまたはフェイスタオルは、冷感を与えないように温湯に浸して手早くまとめて用いる<sup>1)</sup>ことが必要である。このため、タオル

は手早く、固く絞れたほうがよいと考えられる。しかし近年の簡単・便利・敏速な生活様式の変化から、当然日常生活で修得すべきとされている生活技術を身に付けずに成長してしまう子ども達が増えてきていると言われている。実際にタオルを絞ることが苦手な学生がおり、演習時そこから指導する場合もある。

学生等とほぼ同世代である、1993年の小学校6年生を対象にした「雑巾絞りの実技調査」によると、たて絞りが出来たのは26.9%<sup>2)</sup>と報告されている。このよ

うことから、看護技術教育においても1980年代より生活技術と看護技術の関連が問題になってきている<sup>3-5)</sup>。

臨床の場では看護ケアの効率が進み、清潔ケアには清拭車の蒸しタオルを用いるなど、「タオルを絞る」動作は以前ほど行われないこともある。一方、在宅看護など看護の場のひろがりにより、基本的な清潔ケアであるタオルと温湯を用いた清拭は、基礎看護技術として身につけるべき技術であることに変わりはないと考える。

従来、タオルの絞り方は、竹刀を握るようにねじる、たて絞りの方が「絞る力が加減しやすく、手際がよく最適だ」<sup>2)</sup>と言われてきたが、その根拠は明らかにされていない。また前述したような学生の生活技術の実態もあり、画一的にたて絞りがよいとする指導には疑問もある。その一方、慣習と生活経験から教員側がタオルのしぼり方にこだわってしまう面もある。

そこで今回私たちは、生活技術の中で清拭・環境整備などの看護技術に関する資料を得ることを目的に、①各絞り方の特徴を明らかにする、②絞り方に影響すると考えた個人の特性（握力・手掌の大きさ、筋活動量）との関連、③絞り方が慣れているやり方か否かとの関連を明らかにするため、実験を行った。

## II. 対象と方法

### 1. 用語の定義

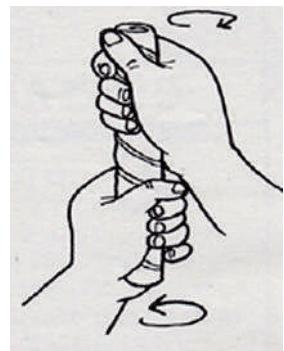
○たて絞り：竹刀を握る要領でタオルを持ち、左右の手を逆方向に内側に向かいねじる方法。（図1）

○よこ絞り：タオルを体と平行にして順手で持つてねじる方法。（図2）

○握力：握力計を用いて測定した3回の測定値の平均を採用しそれぞれ「右手握力」「左手握力」とした。さらに左右握力の平均を算出し、「両手握力」とした。

○手掌の面積：手掌の長さと幅の積で算出し、左右の手掌の面積の和を「両手掌の面積」とした。

○上肢筋活動量および所要時間：表面筋電図計アーマホルター筋電図 MM-1100を使用した。電極の貼用部位は、絞り動作時、肉眼的に最も動きが大きいと考えられる、左右の腕橈骨筋（上腕骨内側上顆と橈骨茎状突起を結んだ距離の上1/3）と、左右の上腕二頭筋の中央部の計4チャンネルとした。解析



縦絞り：竹刀を握る要領でタオルを持ち左右の手を逆方向へねじる

図1 たて絞り



横しぼり：タオルを体と平行にして順手で持つてねじる

図2 よこ絞り

は、アーマ筋電図解析プログラムを使用し波形処理を行った。生波形を積分処理した平均積分波形を解析し、平均積分値と面積値、所要時間を求めた。3回の絞り動作時の4チャンネルの面積値の和を算出し、その平均を「上肢筋の活動量」とした。さらに、各チャンネル毎の使われ方を見るため、深田らの先行研究<sup>6)</sup>を参考に、被験者14名の平均積分値の平均値の右上腕二等筋の値を1として、各部位の比を算出した。

○タオルに残った水分量（以下、残水量）：絞り動作後のタオルの重量とタオルそのものの重量との差から算出し、3回の値の平均とした。

### 2. 対象の選択と倫理的配慮

被験者は1つの看護系大学の2年生のうち、同意が得られた健康な若者14名（全員女性、18-21歳、平均年齢19.2歳）であった。被験者には研究目的と方法、自由意志による協力であること、途中で中断することが可能であること、学科成績に関係のない旨及び実施が夏季休暇中の1日となることを口頭で説明した。被験者14名中、通常、たて絞りを行っている者（以下、たて絞り）は5名で、35.7%、たて絞り以外の絞り方（よこ絞り含む）をしている者（以下、その他絞り）は9名で、64.3%だった。

### 3. 方法

事前検証を数回行った後、本調査は2000年7月に実施した。絞り動作は、ベースンの高さを各被験者の臍の位置に合わせ、両足を肩幅に開き体位を安定させた。タオルは34×37cmの清拭タオルを使用した。5回のひねりで絞りきる方法を、たて絞りと、その他絞りでそれぞれ3回行い、タオルの重量を測定した。

### 4. 分析

統計処理には統計パッケージ SPSSVer.10を使用し、t検定と、ピアソンの相関係数を行った。

## III. 結 果

### 1. たて絞り、その他絞りの特徴

①所要時間：たて絞りは平均10.02±3.15秒、その他絞りは平均10.57±3.22秒であった。たて絞りはその他絞りに比べ所要時間が平均0.5秒短いが、有意な差はなかった。(表1)

表1 絞り方による所要時間の違い (t検定)

	N	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
秒数：たて絞り	14	10.02	3.15	0.81
秒数：その他の絞り	14	10.57	3.22	0.86
		t 値	自由度	有意確率 (両側)
秒数		-0.46	26	0.65

②残水量：たて絞り平均76.43±5.90g、その他絞り77.14±6.10gで有意差はなかった。(表2) (表3)

表2 絞り方による残水量の違い (t検定)

	N	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
水分量：たて絞り	14	76.43	5.93	1.58
水分量：その他の絞り	14	77.14	6.12	1.63
		t 値	自由度	有意確率 (両側)
水分量		-0.31	26	0.76

表3 通常の絞り方か否かによる残水量の違い (t検定)

		N	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
水分量：	通常の絞り：たて	5	78.33	4.24	1.90
	通常の絞り：その他	9	76.48	7.10	2.37
水分量：	通常の絞り：たて	5	75.60	5.77	2.58
	通常の絞り：その他	9	76.89	6.31	2.10
		t 値	自由度	有意確率 (両側)	
水分量：たて		-0.38	12	0.71	
水分量：その他		0.53	12	0.61	

③上肢筋活動量：上肢筋活動量は、たて絞り平均4837.73±2198.75、その他絞り6432.69±3873.90とその

他の絞りの方が大きかったが有意差はなかった。

④上肢筋の4点での使われ方：たて絞りでの被験者14名の平均積分値の平均値は、右上腕二頭筋部が81.85±40.26、右腕橈骨筋部135.63±47.88、左上腕二頭筋部101.28±72.68、左腕橈骨筋部144.52±83.05だった。右上腕二頭筋部の値を1として比を算出すると、右上腕二頭筋部が1、右腕橈骨筋部1.65、左上腕二頭筋部1.23、左腕橈骨筋部1.76で、上腕に比し前腕の値が大きかった。(図3)

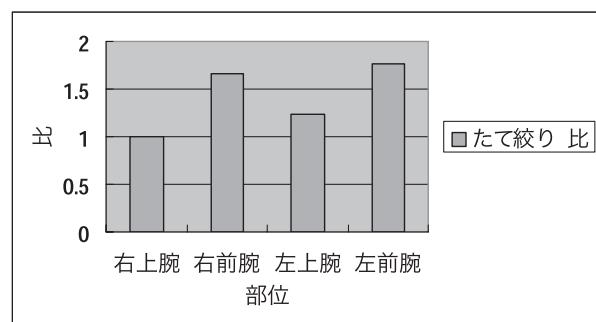


図3 上肢筋の4点での使われ方 (たて絞り)

その他絞りでの被験者14名の平均積分値の平均値は、右上腕二頭筋部が113.49±110.33、右腕橈骨筋部144.33±60.11、左上腕二頭筋部1158.59±179.10、左腕橈骨筋部132.53±69.57だった。右上腕二頭筋部の値を1として比を算出すると、右上腕二頭筋部が1、右腕橈骨筋部1.27、左上腕二頭筋部1.39、左腕橈骨筋部1.16で、右前腕と左上腕の値が大きかった。(図4)

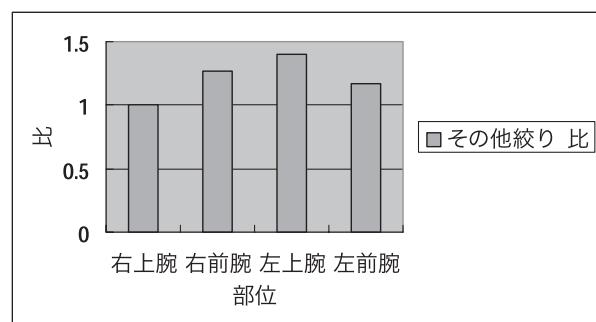


図4 上肢筋の4点での使われ方 (その他絞り)

### 2. 絞りに影響すると考えた個人の特性 (握力・手掌の大きさ、筋活動量) との関連

①握力：両手握力は、平均27.07±3.90 (最小値21.83~最大値33.00) だった。水分量と握力は、たて絞りでは相関はみられなかった。その他絞りでは、有意差はなかったがある程度高い負の相関 (相関係数=-0.466) はみられた。(表4)

表4 絞り方による残水量・握力 (Pearsonの相関係数)

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
水分量：たて絞り	14	66.67	85.00	76.43	5.93
水分量：その他の絞り	14	65.33	85.00	77.14	6.12
水分量：たて絞り		-0.28		-0.26	
水分量：その他の絞り		-0.47		-0.39	
				N=14	

②手掌の面積：手掌の面積は、平均値 $276.22 \pm 19.52$ （最小値 $246.8 \sim 315.0$ ）だった。たて絞りでは両手掌の面積と水分量には負の相関（相関係数 $= -0.689$ ）がみられた。その他絞りでは、有意差はなかったがある程度高い負の相関（相関係数 $= -0.464$ ）はみられた。（表5）

表5 絞り方による残水量・両手掌の面積 (Pearsonの相関係数)

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
両手掌面積	14	246.75	315.00	276.22	19.52
両手掌面積					
水分量：たて絞り					-0.69**
水分量：その他の絞り					-0.46**
N=14 ** p < 0.01					

③上肢筋活動量：たて絞りでは上肢筋活動量と水分量には相関はみられなかった。その他絞りでは、上肢筋活動量と水分量に負の相関がみられた。（相関係数 $= -0.649$ ）

### 3. 絞り方が慣れているやり方か否かとの関連

① 所要時間：通常たて絞りを行っているもの（以下、通常たて）のたて絞りは平均 $11.68 \pm 2.18$ 秒、その他絞りは平均 $11.18 \pm 2.93$ 秒であった。通常その他絞りを行っているもの（以下、通常その他）のたて絞りは平均 $9.95 \pm 3.65$ 秒、その他絞りは $9.37 \pm 3.23$ 秒であった。慣れているやり方か否かで所要時間に有意差はなかった。

②残水量：通常たての者のたて絞りは、 $75.60 \pm 5.77$ g、その他絞りは、 $78.33 \pm 4.24$ g、通常その他の者のたて絞りは $76.88 \pm 6.31$ g、その他絞りは $76.48 \pm 7.10$ gであった。慣れているやり方か否かで水分量に有意差はなかった。

③筋活動量：通常たての者のたて絞りが $4696.33 \pm 1520.87$ 、その他絞りが $4916.29 \pm 2584.59$ 、通常その他の者のたて絞りが $6925.42 \pm 4173.24$ 、その他絞りが $6158.96 \pm 3929.70$ で、慣れている絞り方か否かで筋活動量に有意差はなかった。（表6）（表7）

表6 絞り方による筋活動量の違い (t検定)

		N	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
筋活動量：たて	通常の絞り：たて	5	536.45	225.63	100.93
	通常の絞り：その他	9	572.35	305.19	107.73
筋活動量：その他	通常の絞り：たて	5	416.44	63.22	28.27
	通常の絞り：その他	9	481.66	217.58	72.53

	t 値	自由度	有意確率（両側）
筋活動量：たて	-0.65	12	0.53
筋活動量：その他	-0.23	12	0.82

表7 絞り方による残水量・筋活動量 (Pearsonの相関係数)

	筋活動量：たて	筋活動量：その他
水分量：たて絞り	-0.13	
水分量：その他の絞り		-0.44

## IV. 考察

### 1. 絞り方の特徴について

清拭時には患者に快適さを提供するため、タオルを「手早く」「固く」絞る必要がある。従来、たて絞りの方が「手際が良い」<sup>2)</sup>といわれていたが、今回の調査でたて絞りとその他絞りでは、所要時間に差はなかった。また、タオルに残水量をより少なくする、即ちタオルを「固く」絞る点では、たて絞りとその他絞りで水分量に有意差はなく、この二点ではたて絞りの方が望ましいとはいえないかった。

絞り動作時の筋の使われ方を比でみると、たて絞りでは両上肢とも上腕にくらべ前腕の値が大きく、その他絞りでは、右上肢は前腕、左上肢は上腕の値が大きかった。これはたて絞りの動作では、肉眼的にも肘関節から手関節までの動きが大きいためと思われる。またその他絞りの動作では、上腕、前腕全体を使っている印象があり、筋電図上でもそれが裏付けられた。すなわち、たて絞りとその他絞りでは筋の使われ方に違いがあるようと思われた。しかしこの使われ方の差から、残水量や所要時間に有意差がないことから、どちらの絞り方が望ましいと言い切れる結果は得られなかった。

### 2. 絞り方に影響すると考えた個人の特性（握力・手掌の大きさ、筋活動量）との関連

絞り方に影響を与える個人の特性として、握力、手掌の面積、筋活動量の三点と「手早く」「固く」絞ることと関連があるのではと考えた。

一点目の水分量と握力の関係では、たて絞りでは、握力と水分量に相関が見られず、その他絞りではある程度の負の相関が見られた。たて絞りでは握力が大き

ければ、タオルを「固く」絞ることが出来るのはいえないが、その他絞りでは握力が少なからず影響しているのではないかと思われた。このことより、たて絞りの方が、握力の影響が少ない傾向があると考えられる。

次に、水分量と手掌の面積は、たて絞りでは負の相関があり、手掌の面積が大きいほどタオルは固く絞れていることになる。その他絞りでも、ある程度の負の相関がみられた。どちらの絞り方でも、手掌の面積が大きいほどタオルを固く絞れているが、たて絞りの方が影響は大きいと思われた。これは、たて絞りでは、その他絞りに比較して、タオルを手掌全体で包み込みこむようにして絞っているためではないかと考えられる。

三点目に、水分量と上肢筋活動量を見た。たて絞りでは相関はみられず、その他絞りでは上肢筋活動量と水分量に負の相関がみられた。その他絞りでは、絞る力が強いほどタオルを固く絞ることが出来ていると思われる。このことから、その他絞りはたて絞りに比べ絞る力がより必要であると考えられた。

絞り方が慣れているやり方か否かとの関連では、所要時間、水分量、筋活動量とも差はなく、この三点からは通常行っている絞り方の方がより良いという根拠は得られなかった。

#### V. ま と め

今回の実験で、タオルを「固く」絞ることに影響している因子は、たて絞りでは手掌の面積が、その他絞りでは上肢の筋活動量があげられた。またたて絞りとその他絞りでは、上肢の筋の使われ方に差があることが分かったが、「たて絞りが望ましい」や「通常行っている絞り方の方がより良い」ということにつながるような明らかな根拠は得られなかった。

今回の対象数は少なく、視点を「手早く」「固く」絞るという目的で、所要時間・水分量を指標に用いたが、患者に不快感を与えないという面から水分の飛び散り方など他の指標も考えられる。また、今回明らかになった上肢の筋の使われ方の差が看護者の身体にどのような影響を与えるのか、疲労度なども考慮し考えていく必要がある。

#### VI. お わ り に

絞りの動作は、今回調査した項目の他に、手関節の回内・回外・背屈・掌屈、肘関節の屈曲・伸展と回内・回外を主として、手指の関節、肩関節を含めた各関節の複雑かつ連動する動き、上腕二頭筋、腕橈骨筋以外にも、上腕三等筋、僧帽筋などその他の協同する筋といった、多種多様な要素が影響し合って行われると考えられる。このような複雑な動きを複合的に考えていくことが必要と思われる。

(尚、この研究の一部は、第五回日本看護研究学会東海地方会学術集会にて口頭発表した。)

#### 引 用 文 献

- 1) 小玉香津子他:看護の基礎技術 I, 初版, 481, 学習研究社, 1999
- 2) 谷田貝公昭他:子供とマスターする49の生活技術, 初版, 72-73, 合同出版, 1995
- 3) 野々村典子:看護技術と家庭生活, 看護教育, 25 (2), 309-312, 1984
- 4) 氏家幸子他:看護学生にみる生活関連動作と看護技術, 看護展望, 10 (5), 19-26, 1985
- 5) 持永静代:基礎看護技術教育の検討〔7〕清潔の援助, 看護教育, 28 (2), 110-114, 1987
- 6) 深田順子他:椅子前屈位洗髪時における筋負担, 日本看護研究学会雑誌, 21 (2), 29-37, 1998

# 病院に勤務する看護師に対するバーンアウト予防プログラムの効果

水野正延<sup>1)</sup>・小林貴子<sup>1)</sup>・植村勝彦<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学

<sup>2)</sup> 愛知淑徳大学

(2009年1月15日受理)

## The effect of the burnout prevention program for a nurse working in a hospital

Masanobu MIZUNO<sup>1)</sup>, Takako KOBAYASHI<sup>1)</sup>, Katsuhiko UEMURA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Gifu University of Medical Science

<sup>2)</sup> Aichi Shukutoku University

### ABSTRACT

The purpose of this study is to gain knowledge to prevent burnout of nurses who work in hospitals. I conducted a questionnaire survey from 2006 to 2007 and analyzed the answers from 886 nurses at 37 hospitals, which form a core of medical service in Tokai area. The first hypothesis is that burnout inhibits the will to continue working. The second hypothesis is that the three factors of "psychological sense of community," "level of satisfaction with work," and "social support," which I selected as factors that buffer against burnout in this study, alleviate burnout. As an analysis method, I used multiple linear regression analysis. The result revealed that "emotional exhaustion," which is one of the three factors of burnout, was significantly alleviated by one factor of psychological sense of community and three factors of occupational satisfaction. Furthermore, "depersonalization" was found to be significantly alleviated by two factors of psychological sense of community, two factors of occupational satisfaction, and "a superior's support." Also, "personal sense of achievement" was found to be significantly alleviated by one factor of psychological sense of community and one factor of occupational satisfaction. The factor that requires special attention here is "psychological sense of community." This analysis revealed that psychological sense of community was not greatly affected by time effects, so it is important to develop a program to improve psychological sense of community and implement measures to prevent nurses' burnout.

Furthermore, it was recognized that "a burnout prevention program" tended to improve sense of community. This is regarded as an effect by communication increase between the staff.

**Keywords** : Psychological sense of community, burnout, job satisfaction, social support, a burnout prevention program

キーワード : コミュニティ感覚, バーンアウト, 職務満足度, ソーシャルサポート, バーンアウト予防プログラム

### I 問題と目的

看護分野においてバーンアウトが注目されるようになってから、その解明のために数多くの研究が進められてきた。バーンアウトは燃えつき症候群とも呼ばれている。その名の通りバーンアウトに陥った看護師は、燃えつきたように働く意欲を失うといわれる。その状態は本人が苦痛を味わうのみならず、当然その支

援を受けるべきクライエントに大きなマイナス影響を与えるものである。

田尾（1996）によれば、バーンアウトは情緒的消耗感、脱人格化および個人的達成感の3因子構造であるという<sup>1)</sup>。情緒的消耗感とは自己の仕事により、伸びきった、あるいは、疲れ果てたという感情であり、もうこれ以上働くことができない、何もしたくないという気分である。身体的疲労よりも精神的疲労を重視し

ているのが特徴であり、バーンアウトの中核を形成する因子である。脱人格化とはクライエントに対する無情な、あるいは人間性を欠くような感情や行動である。クライエントと距離をおいて、できる限り接触しないような態度をとることになる。個人的達成感とは、するべきことを成し遂げたという気分であり、仕事達成の充実感に浸る気分である。バーンアウトに陥った人ほど、この個人的達成感が実感できず、後退することになる。

ここでバーンアウト発生に影響を及ぼす要因について、先行研究をみていきたい。看護分野におけるバーンアウトの要因については多くの研究がなされている。第1はナースの疲労によるという立場である。猪下（1989）は蓄積疲労徴候調査表を用いてバーンアウト現象との関連性を報告し、疲労感が有意にバーンアウト現象へ影響すると述べている<sup>2)</sup>。ナースが疲労する要因のひとつに夜勤がある。青木（1989）はナースが夜勤により全身症状や精神的疲労の訴えが多くなるのが特徴的であると述べている<sup>3)</sup>。

第2は個人属性に起因するという立場である。その1は性格特性によるという主張である。松田（1988）はバーンアウトとエゴグラムとを比較し、エゴグラムに示される自我状態のバランスでは、ACの高い人にバーンアウトが多く、NP・Aの高い人には少ない傾向があり、エゴグラム測定で低いNPや高いACをもつ人はバーンアウトに陥りやすい状況にあると述べている<sup>4)</sup>。舛森（1988）らはバーンアウトとYG性格検査とを比較し、神経質で悲観的な感情・劣等感をもち、ほとんど物事に無関心な性格の人がバーンアウトに陥りやすいと報告している<sup>5)</sup>。しかし先行研究の稻岡（1988）の結果は、バーンアウトに陥りやすい性格特性は、理想、希望、期待感が高く、どちらかといえば完全主義、徹底主義で、妥協を拒む性格であったことに触れて、不一致であったことを報告している<sup>6)</sup>。その2として結婚・未婚、学歴、資格、職場での経験年数、年齢、職位、勤務先、勤務病棟などについて調査したものがあり（近澤、1988；中村ら、1993など）、さまざまな結果が報告されている<sup>7,8)</sup>。

第3には対人関係を要因とする考え方である。稻岡（1986）は職場における対人関係上の問題がナースの精神的健康を脅かしており、バーンアウトの要因は対人関係にあると報告している<sup>9)</sup>。山本ら（1987）は、バーンアウトへの影響因子として職場におけるストレッ

サーが取り上げられるが、その中でも職場の人間関係によるストレッサーが重要であると報告している<sup>10)</sup>。また栗原ら（1989）は、ナースをバーンアウトに導く要因は、職場環境要因よりもナース自身の心理的・対人的問題に起因していると述べている<sup>11)</sup>。天野ら（1995）は、スタッフ同士の人間関係がストレッサーとなると答えた者は、286名中186名（65.0%）と高い数字を示したという報告を行っており、対人的ストレッサーがバーンアウトの要因となることを窺わせる<sup>12)</sup>。その他にも、バーンアウトが対人関係に要因があるとする研究は多い。

第4の立場は興味深いものである。20年以上にわたりバーンアウトについて研究を続けてきたMaslach, C. (1998)は最近の著書で、バーンアウトはよりよい労働生活への道をはばむ大きな障害であると規定し、最近の大きな世界的な変革に言及して問題の根本が経済情勢、技術、経営方針にあると述べている。すなわちわれわれは、人間の価値よりも経済的価値がますます優先される労働環境で働いており、バーンアウトは組織ストレスが要因で惹起し、その結果人々は自分が働いている組織に本気でかかわろうという気をなくしている（企業市民意識の低下）と主張している。日本でも狩野（1991）らは、バーンアウトの要因が心理的対人的緊張要因よりも、職場の物理的、社会的要因にあると報告している<sup>13)</sup>。

本研究の目的とする「予防」は、第1次予防すなわちバーンアウトの発生回避あるいは発生率の減少である。その「予防的見地」から、バーンアウトを捉えた場合、バーンアウトの原因については多くの知見がみられたが、予防という点では効果的な研究結果が見あたらなかった。

バーンアウトに対して、抑制的にはたらく変数には何があるのかの問い合わせて2つの概念を考えた。第1はソーシャルサポート（Social Support）であり、第2はコミュニティ感覚（Sence of community）である。

第1の看護分野におけるソーシャルサポート研究に関して、久田（1987）は「ソーシャルサポート、すなわち、ある人を取り巻く重要な他者（家族、友人、同僚、専門家など）から得られるさまざまな形の援助（support）は、その人の健康維持・増進に重大な役割を果たす」というソーシャルサポートの定義を紹介している<sup>14)</sup>。さらに同じ文献の中で、ソーシャルサポートというものが初期に考えられていたほど単純ではな

く、多面的な要素を含んだ概念であることが次第に研究者の間に浸透してきたと述べている。

山本ら（1987）は、ソーシャルサポートがバーンアウトよりも好ましくない生活ストレスにさまざまな形で影響を与えていたことが分かったとして、ソーシャルサポートとバーンアウトとの直接的関係は低いと述べている<sup>15)</sup>。これらの先行研究は、ソーシャルサポートが一元的でない、複雑な構造であることを窺わせるものである。

第2のコミュニティ感覚について述べる。コミュニティ感覚を明確に定義したのは Sarason(1974)である。Sarasonはコミュニティ感覚を以下のような要因よりなることを提唱した。すなわち1)他者との類似性の知覚、2)他者との相互依存関係の認知、3)他者が期待するものを与えたり、自分が期待するものを他者から得たりすることによって、相互依存関係を積極的に維持しようとする感覚、4)自分はより大きな、依存可能な安定した構造の一部分であるという感覚、からなる<sup>16)</sup>。

本研究は、第一次調査で次の2つの仮説を検証する。

仮説1：看護師の離職理由から、バーンアウトは勤務継続意思を阻害するものと考えられる。

仮説2：職務満足度、ソーシャルサポート、コミュニティ感覚がバーンアウトの緩衝要因として機能する。

さらに本調査では、作成した「バーンアウト予防プログラム」（コミュニティ感覚を向上させる）を実施して効果を分析することにより、次の仮説を検証する。

仮説3：コミュニティ感覚は、メンバー間のコミュニケーション量を高めることで向上する傾向がみられる。

## II 方 法

### 1 第一次調査

1) 目的：バーンアウトの抑制効果があると示唆されたコミュニティ感覚尺度の有効性を検証する。また、先行研究で、すでにバーンアウトの緩衝要因として有効であると言われている職務満足度、ソーシャルサポートを投入し、各要因の有効性について検証する。

2) 研究デザイン：質問紙調査法

3) アンケート調査の対象：東海3県下拠点病院（200床以上）で、アンケート調査への協力を得られた37施設に勤務する常勤看護師とした。アンケート調査用紙

の配布に際しては、配布対象は一般スタッフを中心とし、役職者は主任および副主任までとした。アンケート調査時に所属している病院を「所属病院」、同じく病棟を「所属病棟」とし、所属病棟の年齢構成にしたがって調査用紙の配布を依頼した。配布部数は37施設で、合計1,600部であった。

4) 調査期間：平成18年12月下旬～平成19年1月上旬。

5) 測定尺度：

(1) バーンアウト尺度：田尾（1989）が Maslach & Jackson (1981) による “Maslack Burnout Inventory (MBI)” を翻訳し、日本のヒューマン・サービスの現場に適合するように項目を削除・追加したものを用いた。MBIは、バーンアウト尺度として多くの研究者に用いられている。本尺度は17項目で、情緒的消耗感、脱人格化、個人的達成感の3因子からなる。情緒的消耗感と脱人格化は点数が高いほどバーンアウト度は高い、個人的達成感は点数が低いほどバーンアウト度は高い、尺度である。

(2) コミュニティ感覚尺度：Burroughs & Eby (1998) による “Psychological Sense of Community at Work (PSCW) Scale”<sup>17)</sup> を翻訳し、できる限り原文の意味を外さずに、病院の病棟に適合する表現になるよう修正を加え、また項目を除外した。さらに、予備調査で得られた看護師と病棟との関係性を示す発言内容から、適切と思われる文章を考慮して質問項目に加えた。このように選択した48の質問項目からなるコミュニティ暫定尺度を作成した。コミュニティ暫定尺度は本研究で規定した基準で尺度構成を行い、その結果で得られた尺度を「コミュニティ感覚尺度」として、以後の分析に用いた。

コミュニティ感覚暫定尺度は、3因子構造を想定してカテゴリーを作成した。理由は、山口・服部・中村ほか（2002）が日本で初めて作成を試みた看護師版の「コミュニティ感覚尺度」が3因子構造であること<sup>18)</sup>、また、新しいタイプのコミュニティ感覚尺度作成を試みたTartaglia（2006）は、コミュニティ感覚は3因子構造が適切であるとしていることによる<sup>19)</sup>。

(3) 職務満足度尺度：Stamps が開発し、尾崎（1988）により日本語訳された「病院勤務の看護師の職務満足度」の質問項目を一部修正した、大原・丸口・西尾ほか（2004）の尺度を使用した<sup>20)</sup>。7因子構成であり、点数が高いほど満足度が高い尺度である。本研究で

は、7因子のうち「職業的地位」、「医師－看護師関係」、「看護業務」の3因子を採用した。理由は、先行文献（川本・川辺・諸岡ほか, 2006）で、バーンアウトとの関連性が特に強いのは、上記3因子であるとの報告があるためである<sup>21)</sup>。

（4）ソーシャルサポート尺度：小牧・田中（1993）による「職場ソーシャルサポート尺度」を参考にした<sup>22)</sup>。質問項目は、病棟での状況に適合するよう項目を一部修正した。点数が高いほどソーシャルサポート度が高いことを示す。3因子構成であるが、本研究では「上司のサポート」を採用した。理由の1つは、本研究での調査を進める過程において、病棟の長である師長のソーシャルサポートを重視して、病棟師長によるスタッフ面接を取り入れたいとする病院が多いためである（37施設中20施設）。今1つは、先行文献（坂本・北野・入交ほか, 2005）で、上司のサポートが有効であるとの主張があるためである<sup>23)</sup>。

（5）勤務継続意思：所属病棟への勤務継続意思を5段階で調査した。現在勤務している病棟に今後も引き続き勤務したい気持ちについて、「5. 強い」から「1. 弱い」までの5段階で回答を得た。点数が高いほど、勤務継続意思が強い（離職しない）ことを示す。

### 5) 分析方法

（1）勤務継続意思を従属変数とし、バーンアウトの3因子を独立変数として重回帰分析を行う。

（2）バーンアウトの3因子を従属変数とし、バーンアウトの緩衝要因と仮定した3要因（コミュニティ感覚、職務満足度、ソーシャルサポート）を独立変数として重回帰分析を行う。

なお、尺度構成の基準として内的整合性の検討では、コミュニティ感覚暫定尺度、職務満足度尺度、ソーシャルサポート尺度について、信頼性は Cronbach の  $\alpha$  係数で確認した。また、項目分析は天井効果一床効果、I-T 相関、主成分分析を行い、基準外の項目を削除了。分析には SPSS (ver12 for Windows) を用いた。

6) 倫理的配慮：研究の主旨、およびいかなる場合も不利益を蒙らない、匿名性は保障される、と明記した説明書を調査用紙に同封した。アンケート調査用紙の提出をもって研究への協力同意とした。

## 2 本 調 査

1) 目的：コミュニティ感覚向上をめざした「バーンアウト予防プログラム」を作成・実施し、その効果を検証する。

2) 期間：平成19年6月1日～平成19年12月15日  
3) 対象：東海3県下で、調査に協力を得られた5病院の看護師

4) 仮説1：病棟において、スタッフは業務以外で相互にコミュニケーションを図る（面接する）ことにより、コミュニティ感覚が向上する。面接効果によりコミュニティ感覚が向上する対象は、①面接者自身②被面接者③病棟全体、である。

5) 実験群（プログラム実施群）及びコントロール群（非介入群）の評価

コミュニケーション尺度にて両群を測定し、プログラムの効果を測定する。

測定時期は、2回（7月と11月）とした。なお実験群については、看護師の属性により、看護師区分は次の3通りとした。

A群（予防プログラムに参加した面接者群）：直接効果を測定する。

B群（被面接者群）：直接効果を測定する。

C群（上記の両群ともに属さない看護師群）：間接効果を測定する。

6) 教示した面接手順は以下のとおりである。

1) 面接の目的：本面接は病棟スタッフの「コミュニティ感覚」を向上させ、その結果スタッフのバーンアウトを防止する目的で実施する。

2) 面接期間及び回数：3ヶ月間に、被面接者1名について、計4回の面接を実施する。

3) 面接場所：特に個室である必要はないが、できる限り静かで落ち着いて話しができる場所を選ぶ。

4) 面接方法：面接回数は4回で、面接時注意事項、面接手順と面接テーマは次の通りである。

注1：面接内容は、すべて 病棟業務に関する事項とする。

個人的悩み（家庭、友人関係など）は除外する。

注2：「半構造化面接」とは、あらかじめ質問項目は決めておくが、面接内容によっては面接者が自由に展開する面接方法である。

注3：面接はマイクロカウンセリング基礎技法を参考に行うが、カウンセリングが目的ではないことを配慮ください。

注4：原則として、（傾聴する）（適切なアドバイスを行う）といった態度で面接を行ってください。

1) 1回目（面接を含んで20分程度）

①最初に、面接の目的を説明してください。「職場環境を整えて、働きやすい職場をつくる」、②倫理的配慮について説明してください。③テーマ「ニーズの充足感」、④質問事項（半構造化面接）

2) 2回目（15分程度）

①テーマ「結合の共有感」、②質問事項（半構造化面接）

3) 3回目（15分程度）

①テーマ「所属感」、②質問事項（半構造化面接）

4) 最終回（15分程度）

①テーマ「相互関係」、②質問事項（半構造化面接）

7) 倫理的配慮

面接者は、第1回目の面接を行うに当たり、被面接者に対して以下の内容を十分に説明して同意を得てから面接を行ってください。

(1)面接実施について面接者は被面接者に面接の目的を説明してください。

目的：「職場環境を整えて、働きやすい職場をつくる」

(2)面接への参加は自由であることを説明してください。

(3)面接結果は、師長及び部長に報告されることを説明してください。

(4)面接結果は、病棟会議で取り上げて検討する場合があることを説明してください。

(5)ただし(3)(4)いずれの場合も、発言者は特定されないことを説明してください。

(6)面接にあたり、どのような発言をしても一切の不利益は被らないことを説明してください。

III 結 果

1 第一次調査の結果

1)回答者の背景

アンケート調査用紙の配布は、主任・副主任を含めた看護師1,600名で、回収1,480名、有効回答数1,041名（有効回答率70.3%）であった。なお、本研究においては、有効回答数1,041名のうち、一般看護師（スタッフ）および女性看護師のみ、886名の回答を使用した。これは、一般看護師と管理職にある看護師および男女間でバーンアウト傾向に相違があると考えられるためである。

回答者の背景は表1のとおりである。所属病棟の年

齢構成にしたがって調査用紙の配布を依頼したので、おおむね所属病棟における看護師の人事構成を示している。

年齢区分では、22歳から30歳までの年齢層で62%である。看護学校卒業後の年数では、卒後6年までの看護師が約半数を占めており、卒後7～10年のスタッフがもっとも多かった（22.7%）。所属病院での経験年数平均は6.2年で、勤続年数では3～4年がもっとも多い（23.9%）。さらに所属病棟での経験年数平均が2.9年であり、所属病棟での勤続年数は3～4年がもっとも多い（30.7%）。地域の医療を担う中核病院の看護が、比較的若い看護師で維持されていることがわかる。また、このことは、比較的短いサイクルで離職したり、また勤務場所の配置換えが行われていることを示すものである。

表1 回答者の背景

対象属性	区分	人数	（%）
性別	女性	886	（100）
年齢	21	9	（1.0）
	22～25	276	（31.2）
	26～30	278	（31.4）
	31～35	135	（15.3）
	36～40	81	（9.1）
	41～50	89	（10.0）
	51～	18	（2.0）
平均(SD)=30歳(±7.7)	計	886	
看護学校卒業後経験年数	1年未満	50	（5.6）
	1～2	85	（9.6）
	3～4	183	（20.7）
	5～6	118	（13.3）
	7～10	201	（22.7）
	11～15	126	（14.2）
	16～20	57	（6.4）
	21～	66	（7.5）
平均(SD)=8.3年(±6.9)	計	886	
所属病院での経験年数	1年未満	96	（10.8）
	1～2	120	（13.6）
	3～4	212	（23.9）
	5～6	129	（14.6）
	7～10	170	（19.2）
	11～15	96	（10.8）
	16～20	38	（4.3）
	21～	25	（2.8）
平均(SD)=6.2年(±5.6)	計	886	
出身看護学校	4年制大学	60	（6.8）
	短期大学	92	（10.4）
	3年制専門学校	543	（61.3）
	2年制専門学校	144	（16.3）
	准看護師学校	42	（4.6）
	その他	5	（0.6）
	計	886	

## 2) 尺度構成の結果

表2は、本研究で使用した各因子の基本統計量である。尺度構成したあとの変数の項目数、平均値とSD、得点幅（最小値と最大値）、および信頼性係数（ $\alpha$ ）を示してある。ただし、バーンアウト尺度は尺度構成から除外した。

表2 各因子の基本統計量

尺度名(尺度項目数)	M	SD	得点幅		$\alpha$
			最小	最大	
<b>バーンアウト尺度</b>					
情緒的消耗感(5)	17.30	4.39	5	25	.823
脱人格化(6)	13.15	4.66	6	30	.829
個人的達成感(6)	14.94	4.31	6	28	.793
<b>コミュニケーション感覚尺度</b>					
相互関係維持意識(5)	16.15	3.67	5	25	.860
積極的所属感(5)	16.68	3.59	5	25	.861
結合共有感(6)	19.70	3.23	7	30	.755
<b>職務満足度尺度</b>					
職業的地位(4)	17.40	3.97	4	28	.670
医師一看護師関係(3)	11.25	3.41	3	21	.751
看護業務(4)	10.20	4.08	4	25	.742
<b>ソーシャルサポート尺度</b>					
上司のサポート(5)	17.42	4.65	5	25	.923
N = 886					

## 3) コミュニティ感覚尺度の概要

コミュニケーション感覚暫定尺度は5件法で回答を求めた。尺度構成を行い、以後の分析では、「コミュニケーション感覚尺度」として取り扱うこととする。本研究におけるコミュニケーション感覚尺度は3因子からなる測度で、因子名と意味は以下の通りである。

- (1) 「相互関係維持意識」と命名した因子は、病棟コミュニケーションとの関係強化を願う相互的関係意識の程度を表す態度である。
- (2) 「積極的所属感」と命名した因子は、病棟に対する強い所属感を示す態度である。
- (3) 「結合共有感」と命名した因子は、病棟スタッフとの関係性を維持したいと願う態度である。

## 4) 職務満足度尺度

職務満足度は、先行文献（大原・丸口・西尾ほか、2004）にしたがい7件法で回答を求めた。因子「職業的地位」が $\alpha = .670$ と低値であったが、本研究には必要な因子と考えて採用した。また、「医師一看護師関係」の質問項目が3項目となっているが、オリジナル性を尊重し採用した。

## 5) ソーシャルサポート尺度

本研究で採用した上司のサポートは、5件法で回答を求めた。 $\alpha = .923$ であり、十分な信頼性があると判断した。

## 6) バーンアウト度

表3は、回答者886名の看護師のバーンアウト度を示したものである。分類は田尾・久保（1996）の自己診断基準にしたがった。注意・要注意・危険に分類される割合が、情緒的消耗感では42.6%，脱人格化で35.5%，個人的達成感で56.9%であった。

表3 バーンアウト度

バーンアウトレベル	情緒的消耗感		脱人格化		個人的達成感	
	人数	%	人数	%	人数	%
まだ大丈夫(39%以下)	311	35.1	368	41.5	239	27.0
平均的(40-59%)	198	22.3	204	23.0	143	16.1
注意(60-79%)	144	16.3	140	15.8	233	26.3
要注意(80-94%)	164	18.5	112	12.7	186	21.0
危険(95%以上)	69	7.8	62	7.0	85	9.6
計	886	100	886	100	886	100

## 7) バーンアウトが勤務継続意思へ及ぼす影響（重回帰分析の結果）

表4の通り、バーンアウトの情緒的消耗感と脱人格化は、有意に勤務継続意思を低下させることができた。また、バーンアウトの個人的達成感は、有意に勤務継続意思を高めることができた（ $R^2 = .217$ ）。

表4 勤務継続意思への影響

尺度	勤務継続意思		
	$\beta$ 係数	r	寄与率
<b>バーンアウト</b>			
情緒的消耗感	-.315 **	-.435	.137
脱人格化	-.134 **	-.362	.049
個人的達成感	.138 **	.232	.032
重相関係数(R)	.466 **		
決定係数(R2)	.217		
N = 886 有意確率 : **p<.01 *p<.05			

## 8) 緩衝要因がバーンアウトへ及ぼす影響（重回帰分析の結果）

表5は、バーンアウトの3因子を目的変数とし、本研究で緩衝要因と想定したコミュニケーション感覚、職務満足度、ソーシャルサポート、の影響を検証するため重回帰分析した結果である。

バーンアウトを構成する情緒的消耗感に対して、有意（ $p < .05$ ）に軽減する方向（改善する方向）に働く因子は、コミュニケーション感覚の「相互関係維持意識」、職務満足度の「職業的地位」、「医師一看護師関係」、「看

護業務」である。バーンアウトを構成する脱人格化に対して、有意 ( $p < .05$ ) に軽減する方向 (改善する方向) に働く因子は、コミュニティ感覚の「相互関係維持意識」、「積極的所属感」、職務満足度の「職業的地位」、「看護業務」、ソーシャルサポートの「上司のサポート」である。バーンアウトを構成する個人的達成感を有意 ( $p < .05$ ) に高める方向 (改善する方向) に働く因子は、コミュニティ感覚の「結合共有感」、職務満足度の「職業的地位」、である。

表5 バーンアウトへの影響

バーンアウト								
尺度	情緒的消耗感			脱人格化			個人的達成感	
	$\beta$ 係数	$r$	寄与率	$\beta$ 係数	$r$	寄与率	$\beta$ 係数	$r$
コミュニケーション感覚尺度								
相互関係維持意識	-.122 *	-.363	.044	-.153 **	-.448	.069	n.s.	
積極的所属感	n.s.			-.105 *	-.416	.044	n.s.	
結合共有感	n.s.			n.s.		.206 **	.399	.082
職務満足度尺度								
職業的地位	-.257 **	-.418	.107	-.313 **	-.491	.154	.370 **	.485
医師一看護師関係	-.068 *	-.257	.017	n.s.			n.s.	
看護業務	-.271 **	-.302	.092	-.070 *	-.108	.011	n.s.	
ソーシャルサポート尺度								
上司のサポート	n.s.			-.085 *	-.331	.028	n.s.	
重相関係数 (R)	.536 **			.559 **			.523 **	
決定係数 (R <sup>2</sup> )	.287			.312			.273	

N=886 有意確率 : \*\*p<.01 \*p<.05

## 2 本調査の結果

### 1) プログラム開始前の集計データ

表6は、プログラム実施前の病院毎の回答者数である。5病院からの回答数は、合計1207部であった。

表6 病院別回答者数

	度数	パーセント	有効パーセン	累積パーセン
	度数	パーセント	ト	ト
病院 A	287	23.8	23.8	23.8
B	160	13.3	13.3	37.0
C	240	19.9	19.9	56.9
D	268	22.2	22.2	79.1
E	252	20.9	20.9	100.0
合計	1207	100.0	100.0	

表7には、プログラム実施前の病院毎の、コミュニケーション感覚尺度の最小値、最大値、平均値、標準偏差を示した。

### 2) プログラム終了後の集計データ

表8は、プログラム実施後の病院毎の回答者数である。5病院からの回答数は、合計1131部であった。

表9には、プログラム実施前の病院毎の、コミュニケ

表7 記述統計量

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
相互関係維持意識	1207	5.00	25.00	16.7009	3.72244
積極的所属感	1207	5.00	25.00	16.6462	3.66281
結合共有感	1207	7.00	30.00	19.4573	3.71960
有効なケースの数	1207				

表8 病院別回答者数

	度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
病院 A	261	23.1	23.1	23.1
B	114	10.1	10.1	33.2
C	242	21.4	21.4	54.6
D	297	26.3	26.3	80.8
E	217	19.2	19.2	100.0
合計	1131	100.0	100.0	

表9 記述統計量

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
相互関係維持意識	1131	5.00	25.00	16.1185	3.73883
積極的所属感	1131	5.00	25.00	16.1848	3.57429
結合共有感	1131	6.00	30.00	19.2308	3.59778
有効なケースの数	1131				

ティ感覚尺度の最小値、最大値、平均値、標準偏差を示した。

### 3) 面接回数

表10は、バーンアウト予防プログラム実施時の、病院別面接回数である。4病院で延べ面接回数は、合計617回であった。(C病院では面接実施せず)

表10 病院別面接回数

	度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
病院 A	192	31.1	31.1	31.1
B	38	6.2	6.2	37.3
D	70	11.3	11.3	48.6
E	317	51.4	51.4	100.0
合計	617	100.0	100.0	

## 4) 相関係数と散布図

表11は、コミュニティ感覚を構成する、下位尺度である「相互関係維持意識」の、各施設でのプログラム前後の差（後一前）と、面接回数との相関分析を行った結果である。

表11 相関関係

	差	面接回数
差 Pearson の相関係数	1	.292*
有意確率（両側）		.021
N	62	62
面接回数 Pearson の相関係数	.292*	1
有意確率（両側）	.021	
N	62	62

\*. 相関係数は 5% 水準で有意（両側）です。

また、図1は、コミュニティ感覚を構成する、下位尺度である「相互関係維持意識」の、各施設でのプログラム前後の差（後一前）と、面接回数とをプロットした散布図である。

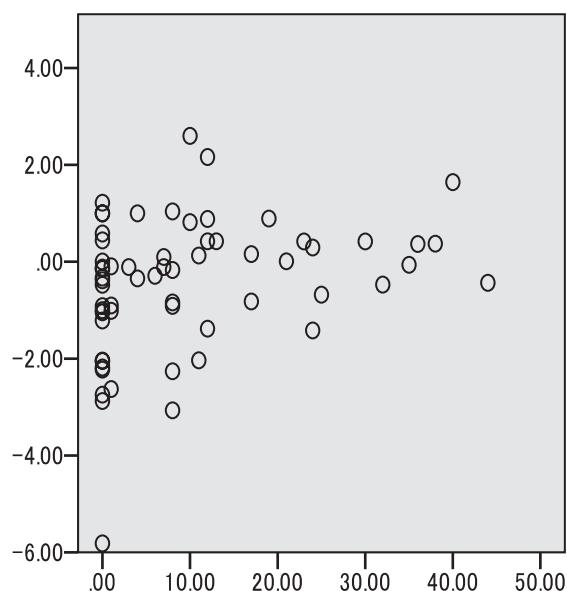


図1 前後差と面接回数

## 4 考 察

## 1 看護師のバーンアウト度と勤務継続意思

回答者のバーンアウト度からみると、注意・要注意・危険の範疇に入る看護師の割合は、情緒的消耗感で約

42%，脱人格化で36%，個人的達成感で56%である。鈴木・永津・森田（2000）は、大学病院に勤務する看護師のバーンアウトを調査した結果、バーンアウト群を47.4%としており、本研究の結果と類似するものである<sup>25)</sup>。本研究の結果から、看護師のバーンアウトは、いまだに高い水準にあることがわかった。また、教師のバーンアウトを調査した落合（2003）によれば、注意・要注意・危険に分類される割合は情緒的消耗感30.0%，脱人格化36.7%，個人的達成感63.3%である<sup>26)</sup>。これらは、医療・教育などヒューマン・サービス関連領域におけるバーンアウト度の高さを裏付ける結果である。

また以前より、バーンアウトが看護師退職の一要因ではないかと推測されていたが、バーンアウトの3因子がすべて勤務継続意思を引き下げる方向に働くことが検証された。その説明率（R<sup>2</sup>）は21.7%であるが、バーンアウト対策は離職防止のために重要な課題であることが判明した。

バーンアウトが強く離職の原因になることが判明したので、具体的な対策を講じる必要がある。本研究でバーンアウトの緩衝要因として仮定した職務満足、上司のソーシャルサポート、およびコミュニティ感覚は、バーンアウトに対して有効性を示したので今後の対策について参考になるものと思われる。その中で、特に注目したのは「コミュニティ感覚」である。

コミュニティ感覚を明確に定義したのは Sarason (1974) である。Sarason の考えに基づき McMillan & Chavis (1986) は、コミュニティ感覚について、さらに次の定義を行っている<sup>24)</sup>。

- 1) 成員が持つ所属感
- 2) 成員が成員相互あるいは集団に対して持っている重要性の感覚
- 3) 集団にかかわることによってメンバーのニーズを満たすことができるという信念 である。

今回の分析では、コミュニティ感覚を構成する「相互関係維持意識」と命名した因子について、プログラム前後の差と面接回数について相関分析をおこなった。その結果は、面接回数は有意 ( $p < .05$ ) に「相互関係維持意識」を向上させる傾向があることが判明した。スタッフ間のコミュニケーションを図ることにより、コミュニティ感覚が向上し、結果的にバーンアウトを予防することが示唆された。

Burroughs, S. M. (1998) は職場でのコミュニティ感覚について研究し、コミュニティ感覚は企業内の相互

支持関係を発展させ、そして所属意識が高い従業員はより強いコミュニティ感覚を見せることがわかったと報告している。所属意識のある従業員が、自分と同じような態度や意見を持つ同僚と親しくなるのは当然である。こういった従業員たちは続いてコミュニティ感覚支援を提供することになる。そしてコミュニティ感覚をもった従業員は組織を、自分とその家族の要求を満たし、生活の質を高め、より広い社会と同様に組織においても責任感のある市民となるよう期待するものとして認識していると結論した。

コミュニティ感覚は、先にバーンアウトの要因で述べた Maslach, C. (1998) の組織に関する見解にも関連するものと思われる。このようにどの集団においても、コミュニティ感覚という概念は重要である。しかし日本の看護分野においては、職場のコミュニティ感覚について調査した研究は見当たらない。以上のことからコミュニティ感覚は、病棟の看護師がバーンアウトに陥ることを抑制する方向に作用するものと想定できるのである。

多忙な臨床の看護師に負担とならないで、効果的にスタッフ間のコミュニケーション量を増大させることができると方法論の開発は急務である。その意味から、今回の研究で使用した「バーンアウト予防プログラム」には、いくつかの問題点があることが判明した。今後はプログラムの問題点を修正し、さらにプログラム効果を測定するための検定方法を考慮していく必要がある。

## 引用文献

- 1) 田尾雅夫・久保真人 1996 バーンアウトの理論と実際 誠信書房
- 2) 猪下 光 1989 看護婦のバーンアウト現象に及ぼす蓄積 疲労徴候の影響について. 日本看護研究学会雑誌, 12 (2), 36-37.
- 3) 青木和夫 1989 看護婦の労働と疲労 からだの科学 148 81-84.
- 4) 松田久美子 1988 看護者の Burnout とエゴグラムに示される個人特性との関連. 看護研究, 21 (2), 181-188.
- 5) 舛森とも子・白川こずえ・加々見和枝・下谷あけみ・行光 美音子 1988 看護婦の Burnout と職場環境・性格との関連について. 看護研究, 21 (2), 189-197.
- 6) 稲岡文昭 1988 Burnout に導く職場の心理的・対人的要因の根源. 看護研究, 21 (2), 173-179.
- 7) 近澤範子 1988 看護婦の Burnout に関する要因分析. 看護研究, 21 (2), 157-171.
- 8) 中村弥生・土江淳子 1993 職務意識と背景別にみた看護婦の燃えつき症候群に関する調査. 看護展望, 18 (1), 98-105.
- 9) 稲岡文昭 1986 医療環境のストレス要因と看護婦の精神的健康. 看護展望, 11 (10), 956-959.
- 10) 山本あい子・南 裕子・太田喜久子・井部俊子・上泉和子・西尾鏡子 1987 看護婦の燃えつき現象とストレス, ソーシャルサポートおよび自尊感情の関係. 日本看護科学会誌, 7 (2), 130-132.
- 11) 栗原ひとみ・島田美子・香月まゆみ・針茂加代・増本美奈子・百崎智子・松尾光恵 1989 看護婦が燃えつき症候群に陥らないために. 看護学雑誌, 53 (2), 160-167.
- 12) 天野瑞枝・久納智子・大西文子・松原まなみ・渡辺トシ子 1995 看護婦とストレス人間関係からの考察一. 日本看護研究学会雑誌, 18 (3), 51-52.
- 13) 犬野志津世・山内雅美・加藤真理子・三瓶敦子・森田幸子・氷見治代 1991 Jones の定義した4つの要因にもとづく富山赤十字病院の燃えつき度に関する調査. 第22回看護管理学会誌, 178-180.
- 14) 久田 满 1987 ソーシャルサポート研究の動向と今後の課題. 看護研究, 20 (2), 150-162.
- 15) 山本あい子・南 裕子・太田喜久子・井部俊子・上泉和子・西尾鏡子 1987 看護婦の燃えつき現象とストレス, ソーシャルサポートおよび自尊感情の関係. 日本看護科学会誌, 7 (2), 130-132.
- 16) Sarason, S. B. 1974 The Psychological Sense of Community: Prospects for a community Psychology. Jossey-Bass Publishers.
- 17) Burroughs, S. U. & Ebay, L. T. 1998 Psychological Sense of Community at Work. Journal of Community Psychology, 26 (6), 509-532.
- 18) 山口桂子・服部淳子・中村菜穂・山本貴子・小林督子 2002 看護師の職場コミュニティ感覚とストレス反応. 愛知県立看護大学紀要, 8, 17-24
- 19) Tartaglia, S. 2006 A preliminary study for a new model of sense of community. Journal of Community Psychology, 34 (1), 25-36.
- 20) 大原まゆみ・丸口ミサエ・西尾和子・田中優子・平井さよ子 2004 高度専門病院に勤務する看護師の定着可能性. 国立看護大学校研究紀要, 3 (1), 75-82.
- 21) 川本利恵子・川辺圭子・諸岡あゆみ・三浦美紀 2006 ナースにおけるバーンアウト (Burnout) と職務満足度. 臨床看護, 32 (1), 91-96.
- 22) 小牧一裕・田中國夫 1993 職場におけるソーシャルサポート. 関西学院大学社会学部紀要, 67, 57-67.
- 23) 坂本光美・北野智子・入交洋彦・島津明人 2005 上司サポートと従業員の精神的・身体的ストレス反応との関連. ストレス科学, 19 (4), 254-262.
- 24) McMillan, D. W., & Chavis, D. M. 1986 Sense of community: A definition and theory. Journal of Community Psychology, 14, 6-23.
- 25) 鈴木英子・永津麗華・森田洋一 2003 大学病院に勤務する看護師のバーンアウトとアサーティブな自己表現. 日本保健福祉学会誌, 9, 11-18.
- 26) 落合美貴子 2003 教師バーンアウトのメカニズム. コミュニティ心理学研究, 6 (2), 72-89.

# The Physiological Effects and Metabolic Fate of Ethyl $\alpha$ -D-Glucoside in Rat

Tomoyuki MISHIMA<sup>1)</sup>, Takashi HAYAKAWA<sup>2)</sup>, Kenji OZEKI<sup>3, 4)</sup>, Haruhito TSUGE<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> School of Health Science, Gifu University of Medical Science, 795-1 Nagamine Ichihiraga, Seki, Gifu 501-3892, Japan

<sup>2)</sup> Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan

<sup>3)</sup> Kanazawa Institute of Technology, Genome Biotechnology Laboratory, 3-1 Yatsukaho, Hakusan, Ishikawa 924-0838, Japan

<sup>4)</sup> General Research Laboratory, Ozeki Corporation, 4-9 Imazudezaike-cho, Nishinomiya 663-8227, Japan

<sup>5)</sup> College of Bioscience and Biotechnology, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi 487-8501, Japan

(Accepted Jan. 15, 2009)

## ABSTRACT

Physiological effects and metabolic fate of ethyl  $\alpha$ -D-glucoside ( $\alpha$ -EG) were investigated using Wistar rats. Rats were received tap water, 10%  $\alpha$ -EG, 10% glucose, 10% ethanol or 10% glucose plus 10% ethanol solution as drinking solution for 30 days, respectively. Drink intake of the rats fed  $\alpha$ -EG and glucose solution was significantly higher. Body weight gain in the rats fed  $\alpha$ -EG solution showed significant lower value.  $\alpha$ -EG was detected from serum and urine of the rats fed  $\alpha$ -EG. Serum concentration of HDL- and total cholesterol and hepatic cholesterol level in the rats fed  $\alpha$ -EG were higher than those of the other groups. In conclusion, orally ingested  $\alpha$ -EG was absorbed into blood as its intact form, and was excreted in urine without complete re-absorption in renal tubule. Furthermore this study suggested that  $\alpha$ -EG increased might affect cholesterol metabolism.

**Key words:** Ethyl  $\alpha$ -D-Glucoside, rat, metabolism, glucose, ethanol, physiological effect

## INTRODUCTION

Sake, Japanese traditional alcoholic beverage, which is a fermentation product of rice, has been consumed widely in Japan. Ethyl  $\alpha$ -D-glucoside ( $\alpha$ -EG) has been known not only as the 4th major component (1-7 mg/ml) of Sake next to water, ethanol and glucose but also as a peculiar component adding unique taste to Sake<sup>1,3)</sup>.  $\alpha$ -EG was formed by the trans-glucosidation of glucose moiety in  $\alpha$ -1,4-glucan to ethanol by fungal glucosidase on manufacturing process of Sake, but it was not a simple condensation product of D-glucose and ethanol<sup>2)</sup>.

Some glucosides are available as nutrients after hydrolysis by glucosidase localized in animal tissues<sup>4)</sup>. For example, pyridoxine  $\alpha$ -glucoside was hydrolyzed in rat liver and provided pyridoxine and glucose as nutrients<sup>5-7)</sup>. Riboflavin-5'- $\alpha$ -D-glucoside can be effectively taken up and fully metabolized by isolated liver cells when orally administered to rats, thus riboflavin-5'- $\alpha$ -D-glucoside and

riboflavin exhibit comparable bioavailability<sup>8)</sup>. Ascorbyl-2- $\alpha$ -D-glucoside exhibits essentially full bioavailability as a source of vitamin C because of its feasible hydrolysis by intestinal brush border  $\alpha$ -glucosidase<sup>9)</sup>. On the contrary, methyl  $\alpha$ -glucoside was used for the determination of kinetic constants of glucose transporter localized in small intestine, because it was non-metabolizable glucoside that was caught by glucose transporter<sup>10-12)</sup>. It was speculated that glucose and ethanol liberated after hydrolysis from  $\alpha$ -EG were used as energy component and would show physiological effects of each component. For example, it was observed that HDL-cholesterol level in plasma elevated by moderate volume of alcohol intake<sup>13,14)</sup>.

Some specific functions of  $\alpha$ -EG have been reported<sup>13,15,16)</sup>. Instantaneous sweet taste like glucose with slow-acting bitter taste of  $\alpha$ -EG brings characteristic taste for Sake<sup>3)</sup>. When application of  $\alpha$ -EG to mouse skin lowered transepidermal water loss levels after ultraviolet B (UVB) irradiation, and accelerated formation of cornified envelopes

Correspondence :

Tomoyuki Mishima,

Tel; +81-575-22-9416 ex. 530 : Fax: +81-575-23-0884;

E-mail: mishima@u-gifu-ms.ac.jp

differentiated type keratine in human keratinocytes<sup>15)</sup>. Hirotune et al. reported that transepidermal water loss levels in murine skin were significantly decreased by  $\alpha$ -EG topical application<sup>17)</sup>. Our previous study suggested topical application of  $\alpha$ -EG brought about a improvement in the levels of intercellular lipids after ultraviolet B irradiation<sup>18)</sup>. Izu et al. reported that  $\alpha$ -EG suppressed D-galactosamine (GalN)-induced liver injury by inhibiting IL-6 production in mice<sup>19)</sup>.

Japanese probably have been ingesting  $\alpha$ -EG from Sake since ancient time. The aim of this work is to investigate  $\alpha$ -EG metabolism and to reveal physiological effects of  $\alpha$ -EG.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

$\alpha$ -EG sample solution for feeding experiment was supplied from Ozeki Co. (Hyogo, Japan). Glucose, ethanol and assay kits for glucose and cholesterol analysis were purchased from Wako Pure chemicals Co. Ltd. and other reagents were purchased from Nakalai Tesuque Inc. (Kyoto, Japan), unless otherwise indicated.

### HPLC apparatus and analytical conditions

The chromatographic system supplied by Gilson Medical Electronics Inc. (Middletown, WI, USA) equipped with SZ5532 sugar column manufactured by Showa Denko K K (Kawasaki, Japan) and Sedex model 55 evaporative light scattering detector manufactured by SEDERE (Alfortville, Cedex, French). The column was eluted with a linear gradient from 80% CH<sub>3</sub>CN and 20% H<sub>2</sub>O to 70% CH<sub>3</sub>CN and 30% H<sub>2</sub>O in 10 min. The elution was then maintained at 70% CH<sub>3</sub>CN and 30% H<sub>2</sub>O from 10min to 20 min.

### Animals and preliminary feeding

Male Wistar rats, 4 wks old, weighing 80- 100 g, purchased from Japan SLC Inc. (Hamamatsu, Japan) were individually housed in a wire-bottomed stainless cage, in a temperature-controlled room (23± 1 °C) with 12 h light-dark cycle. Rats were preliminarily fed the powder MF diet (Oriental Yeast Co., Tokyo, Japan) and tap water ad libitum for 3 days.

The experiments were performed in accordance with the guideline of governmental legislation in Japan on the

proper use of laboratory animals (1980), and our experiments were approved by the ethical committee of the Faculty of Applied Biological Sciences in Gifu University.

### Conditions for experimental feeding

After preliminary feeding, rats were divided into 5 groups (n = 6) and were given free access to MF diet and each test solution as follow. Five test groups were designated: tap water for Water group, 10% (W/V)  $\alpha$ -EG solution for  $\alpha$ -EG group, 10% (W/V) glucose for Glc group, 10% (W/V) ethanol for EtOH group and 10% (W/V) glucose plus 10% (W/V) ethanol for Glc+ EtOH group, respectively. During the feeding period (30 day), body weight, food intake and drink intake were measured every day and 24-h urine was collected at the last day of feeding period.  $\alpha$ -EG in urine was kindly analyzed by HPLC method in General Res. Lab. Ozeki Co. as described above. Creatinine in urine was measured by the method described by Clark and Tompson<sup>20)</sup> and the excretion rate of  $\alpha$ -EG was expressed as mg per mg creatinine. On the last day of feeding period, blood was withdrawn from abdominal aorta with a syringe under ester anesthesia, and the liver and the kidney was excised immediately, and these weights were measured. Blood was stood for 1 h at a room temperature, and then serum was obtained after centrifugation at 1,500xg for 20 min at 4 °C. For the determination of each compound in serum, each test kit was used as indicated in parenthesis, respectively, for glucose (Glucose B-Test Wako), HDL-cholesterol (HDL-cholesterol-Test Wako) and total cholesterol (Cholesterol E-Test Wako).  $\alpha$ -EG concentration in serum was analyzed by HPLC method described above. Hepatic lipid was extracted with chloroform and methanol mixture (2: 1), and content of cholesterol was measured by the Zak-Henly method<sup>21)</sup>.

### Statistical analysis

Statistical significance among means was estimated at *p*<0.05 according to ANOVA and Duncan's multiple range test<sup>22)</sup>.

## RESULTS

Table 1 summarizes body weight gain, food intake, drink intake, liver weight, kidney weight, serum glucose concentration, serum  $\alpha$ -EG concentration and urinary  $\alpha$ -

EG excretion of the rats. Ingested volume of test solutions in the  $\alpha$ -EG group and the Glc group were significantly larger than those of the other groups. Amounts of food consumption in the  $\alpha$ -EG group, the Glc group, the EtOH group and the Glc+EtOH group were significantly less than that of the Water group. Although amounts of food and test solution consumed in the  $\alpha$ -EG group were approximately equal compared to those of the Glc group, the growth rate in the  $\alpha$ -EG group showed the lowest value among 5 groups. Liver weight showed no significant difference among 5 groups, whereas kidney weight in the  $\alpha$ -EG group showed significantly higher than those of the other groups. Serum concentration of glucose did not show statistical differences among the all groups.  $\alpha$ -EG was detected in serum and urine in the  $\alpha$ -EG group alone. As shown in Table 2, serum concentration of HDL- and total

cholesterol, and hepatic cholesterol content in the  $\alpha$ -EG group were significantly higher than those of the other groups.

## DISCUSSION

Bioavailability of vitamin-glucosides has been reported by some researchers<sup>47)</sup>, for example, pyridoxine-, riboflavin- and ascorbyl-glucoside were effectively hydrolyzed in mammalian tissues. These vitamin-glucosides will provide corresponding vitamin as well as glucose as nutrients.

$\alpha$ -EG is a constitutive glucoside and characteristic component in Sake<sup>3)</sup>. Functions of  $\alpha$ -EG for animals have been already described in some papers<sup>15,17-19)</sup>. In this study, the physiological effects and metabolic fate of  $\alpha$ -EG on rats were investigated.

In this study, intact  $\alpha$ -EG was detected in serum and

Table 1 Body Weight Gain, Food Intake, Drink Intake, Liver Weight, Kidney Weight, Glucose Concentration in Serum,  $\alpha$ -EG Concentration in Serum and  $\alpha$ -EG Excretion in Urine of the Rats

	Group				
	Water	$\alpha$ -EG	Glc	EtOH	Glc+ EtOH
Body weight gain (g)	$191 \pm 4^{\text{ab}}$	$180 \pm 5^{\text{b}}$	$199 \pm 7^{\text{a}}$	$184 \pm 5^{\text{ab}}$	$189 \pm 5^{\text{ab}}$
Food intake (g)	$617 \pm 8^{\text{a}}$	$459 \pm 14^{\text{b}}$	$454 \pm 10^{\text{b}}$	$486 \pm 9^{\text{b}}$	$477 \pm 11^{\text{b}}$
Drink intake (g)	$1149 \pm 52^{\text{b}}$	$1955 \pm 176^{\text{a}}$	$2173 \pm 123^{\text{a}}$	$627 \pm 24^{\text{c}}$	$755 \pm 42^{\text{c}}$
Liver (g/ 100 g Body Weight)	$3.70 \pm 0.09$	$3.81 \pm 0.11$	$3.74 \pm 0.03$	$3.70 \pm 0.06$	$3.71 \pm 0.09$
Kidney (g/ 100 g Body Weight)	$0.65 \pm 0.01^{\text{b}}$	$0.76 \pm 0.02^{\text{a}}$	$0.68 \pm 0.01^{\text{b}}$	$0.63 \pm 0.02^{\text{b}}$	$0.65 \pm 0.01^{\text{b}}$
Serum Glucose (mg/ 100 ml)	$132 \pm 4$	$128 \pm 4$	$151 \pm 16$	$144 \pm 5$	$144 \pm 10$
$\alpha$ -EG concentration					
Serum (mg/ 100 ml)	ND *	$48.2 \pm 0.8$	ND *	ND *	ND *
Urine (mg/ mg creatinine)	ND *	$354 \pm 7$	ND *	ND *	ND *

Values are means  $\pm$  SE for six rats. Means in the same column not sharing the same superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

Test drinks in each group were shown in parenthesis as follow: Water (tap water),  $\alpha$ -EG (10%  $\alpha$ -EG), Glc (10% glucose), EtOH (10% ethanol) and Glc+EtOH(10% ethanol plus 10% glucose).

\* ND,  $\alpha$ -EG was not detected under our experimental conditions.

Table 2 Cholesterol Concentration in Serum and Content of Cholesterol in Liver of the Rats

	Group				
	Water	$\alpha$ -EG	Glc	EtOH	Glc+ EtOH
<b>Serum</b>					
HDL-cholesterol (mg/ 100ml)	$41.7 \pm 1.0^{\text{b}}$	$56.7 \pm 4.4^{\text{a}}$	$46.0 \pm 3.4^{\text{b}}$	$44.8 \pm 2.5^{\text{b}}$	$44.8 \pm 2.8^{\text{b}}$
Total cholesterol (mg/ 100ml)	$57.9 \pm 1.7^{\text{b}}$	$83.5 \pm 5.4^{\text{a}}$	$62.1 \pm 3.9^{\text{b}}$	$63.5 \pm 4.7^{\text{b}}$	$59.7 \pm 3.2^{\text{b}}$
Liver cholesterol (mg/ g liver)	$3.90 \pm 0.39^{\text{b}}$	$4.58 \pm 0.51^{\text{a}}$	$3.54 \pm 0.47^{\text{b}}$	$3.57 \pm 0.32^{\text{b}}$	$3.74 \pm 0.46^{\text{b}}$

Values are means  $\pm$  SE for six rats. Means in the same column not sharing the same superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

See the legends to Table 1 for detailed experimental procedures.

urine of the rats fed this compound. Landau et al. showed in their investigation using an everted sac from hamster intestine that  $\alpha$ -EG was transported against a concentration gradient<sup>16)</sup>. Our previous study suggested that  $\alpha$ -EG was absorbed by sodium dependent glucose transporter 1 (SGLT1) in rat small intestine<sup>23)</sup>. Furthermore,  $\alpha$ -EG was detected in urine of the rats fed  $\alpha$ -EG<sup>24,25)</sup>. Imanari and Tamura reported that  $\alpha$ -EG was found in urine of a man who had taken Sake<sup>1)</sup>. These data suggested that  $\alpha$ -EG was actively absorbed into blood stream through the small intestinal membrane and excreted into urine without complete reabsorption in renal tubule. This property of  $\alpha$ -EG was similar to that of methyl  $\alpha$ -glucoside<sup>10-12)</sup>.

$\alpha$ -EG comprises a part of taste on Sake on account of its instantaneous sweet taste like glucose and slow-acting bitter taste. Oka and Sato estimated that sweetness-threshold value of  $\alpha$ -EG was about 1.2 g/100 ml that corresponded about 70% of glucose<sup>3)</sup>. Taste was very important factor for animals to ingest energy from food. Some reports showed that feeding-restricted rats ingested larger volume of glucose and saccharine solution than water. So rats preferred to a sweet solution attempting more energy intake. However the body weight of rats fed saccharine solution decreased gradually because saccharine is non-nutritive component for animals<sup>26,27)</sup>. These reports suggested that not only the nutritional states, for example, change of glucose concentration in blood, but also gustatory sensation was important factor when animals ingest food. Our results showed that  $\alpha$ -EG and glucose promoted these solution intakes, and in turn reduced the food intake. As for glucose, the elevating of plasma glucose level might be affected to impulse for food and solution intake. However the effects of  $\alpha$ -EG on impulse to appetstat might differ from glucose because  $\alpha$ -EG had less effect on changes of plasma glucose level. It was supposed that retardation of growth resulted from the paradox between taste and nutritional states.

$\alpha$ -EG intake brought about changes of physiological conditions. Plasma HDL- and total cholesterol concentration with elevation of hepatic cholesterol content increased only in rats fed  $\alpha$ -EG. Some reports showed that HDL-cholesterol concentration in plasma was elevated by moderate intake of alcoholic-beverages<sup>13,14)</sup>. However

cholesterol level was not increased in the rats fed ethanol (the EtOH group and the Glc+EtOH group) under our experimental conditions (Table 2). Cholesterol level was affected by changes of cholesterol synthesis in liver, intestinal absorption of cholesterol and/or excretion as bile acid<sup>28,29)</sup>. The high serum cholesterol level in rats fed  $\alpha$ -EG was not caused by excess calorie and cholesterol intake, because they did not intake a large amount of food. So we would have to investigate hepatic synthesis of cholesterol and excretion of bile acid.

As shown in table 1, kidney weight was increased by  $\alpha$ -EG ingestion. Our previous report suggested that cause of increasing kidneys weight was dilating renal tubules without any detectable histopathological damage on renal cells<sup>24)</sup>.

In conclusion,  $\alpha$ -EG ingested was absorbed into blood stream and excreted into urine. Furthermore, ingestion of  $\alpha$ -EG caused changes of cholesterol level in serum and liver. These results were not observed in ethanol and glucose ingestion.

## REFERENCES

- 1) Imanari T, Tamura Z. The identification of  $\alpha$ -ethyl glucoside and sugar-alcohols in Sake. Agric Biol Chem 35, 321-324, 1971.
- 2) Oka S, Iwano K, Nunokawa Y. Formation of ethyl  $\alpha$ -D-glucoside in sake brewing. Nippon Nogeikagaku Kaishi (in Japanese) 50, 463-468, 1976.
- 3) Oka S, Sato S. Contribution of ethyl  $\alpha$ -D-glucoside to flavor construction in Sake. Nippon Nogeikagaku Kaishi (in Japanese) 50, 455-461, 1976.
- 4) Gregory JF 3rd. Nutritional Properties and significance of vitamin glycosides. Annu Rev Nutr 18, 277-296, 1998.
- 5) Joseph T, Tsuge H, Suzuki Y, McCormick DB. Pyridoxine 4'-alpha- and 5'-alpha-D-glucosides are taken up and metabolized by isolated rat liver cells. J Nutr 126, 2899-2903, 1996.
- 6) Maeno M, Morimoto Y, Hayakawa T, Suzuki Y, Tsuge H. Feeding experiments of pyridoxine derivatives as vitamin B<sub>6</sub>. Int J Vitam Nutr Res 67, 444-449, 1997.
- 7) Trumbo PR, Banks MA, Gregory JF 3rd. Hydrolysis of pyridoxine-5'- $\beta$ -D-glucoside by a broad-specificity  $\beta$ -glucosidase from mammalian tissues. Proc Soc Exp Biol Med 195, 240-246, 1990.
- 8) Joseph T, McCormick DB. Uptake and metabolism of riboflavin-5'-alpha-D-glucoside by rat and isolated liver cells. J Nutr 125, 2194-2198, 1995.
- 9) Muto N, Terasawa K, Yamamoto I. Evaluation of ascorbic acid 2-O-alpha-glucoside as vitamin C source: mode of intestinal hydrolysis and absorption following oral administration. Int J

- Vitam Nutr Res 62, 318-323, 1992.
- 10) Gonzalez Bosc LV, Vidal NA, Prieto R, Tur JA. Effect of atrial natriuretic peptide on  $\alpha$ -methyl-D-glucoside intestinal active uptake in rats. Peptides 19, 1249-1253, 1998.
  - 11) Kimmich GA, Randles J.  $\alpha$ -Methylglucoside satisfies only  $\text{Na}^+$ -dependent transport system of intestinal epithelium. Am J Physiol 241, C227-C232, 1981.
  - 12) Shinohara H, Goda T, Takase S, Sugawa-Katayama Y. Feeding medium-chain triglycerides to rats decreases degradation of sucrase-isomaltase complex in the jejunum. J Nutr 123, 1161-1167, 1993.
  - 13) Lamont-Fava S. High-density lipoproteins: effects of alcohol, estrogen, and phytoestrogens. Nutr Rev 60, 1-7, 2002.
  - 14) Araya J, Rodrigo R, Orellana M, Rivera G. Red wine raises plasma HDL and preserves long-chain polyunsaturated fatty acids in rat kidney and erythrocytes. Br J Nutr 86, 189-195, 2001.
  - 15) Kitamura N, Ota Y, Haratake A, Ikemoto T, Tanno O, Horikoshi T. Effects of ethyl  $\alpha$ -D-glucoside on skin barrier disruption. Skin Pharmacol 10, 153-159, 1997.
  - 16) Landau BR, Bernstein L, Wilson TH. Hexose transport by hamster intestine in vitro. Am J Physiol 203, 237-240, 1962.
  - 17) Hirotsume M, Haratake A, Komiya A, Sugita J, Tachihara T, Komai T, Hizume K, Ozeki K, Ikemoto T. Effect of ingested concentrate and components of sake on epidermal permeability barrier disruption by UVB irradiation. J Agric Food Chem 53, 948-952, 2005.
  - 18) Nakahara M, Mishima T, Hayakawa T. Effect of a sake concentrate on the epidermis of aged mice and confirmation of ethyl  $\alpha$ -D-glucoside as its active component. Biosci Biotechnol Biochem 71, 427-434, 2007.
  - 19) Izu H, Hizume K, Goto K, Hirotsume M. Hepatoprotective effects of a concentrate and components of sake against galactosamine (GalN)-induced liver injury in mice. Biosci Biotechnol Biochem 71, 951-957, 2007.
  - 20) Leland C Clark, jr, Haskell L Thompson. Determination of creatin and creatinine in urine. Anal Chem 21, 1218-1221, 1949.
  - 21) Kitamura M. Cholesterol. Rinsyoukagaku (in Japanese) 1, 19-25, 1971.
  - 22) Shinjo A. Seibutou Toukeigaku Nyuumon (1st eds.). Asakura Shoten, 2004.
  - 23) Mishima T, Tanaka K, Tsuge H, Sugita J, Nakahara M, Hayakawa T. Studies on Absorption and Hydrolysis of Ethyl alpha-D-Glucoside in Rat Intestine. J Agric Food Chem 53, 7257-7261, 2005.
  - 24) Mishima T, Katayama Y, Takagi Y, Ozeki K, Hayakawa T, Tsuge H. Ethyl  $\alpha$ -D-glucoside increases urine volume and causes renal morphologic changes in rats. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 51, 22-26, 2005.
  - 25) Mishima T, Harino S, Sugita J, Nakahara M, Suzuki T, Hayakawa T. Plasma kinetics and urine profile of ethyl glucosides after oral administration in the rat. Biosci Biotechnol Biochem 72, 393-397, 2008.
  - 26) Mook DG, Brane JA, Whitt JA. Effects of food deprivation on intake of solid and liquid sugars in the rat. Appetite 4, 259-268, 1983.
  - 27) Mook DG, Cseh CL. Release of feeding by the sweet taste in rats: the influence of body weight. Appetite 2, 15-34, 1981.
  - 28) Krauss RM. Dietary and genetic effects on low-density lipoprotein heterogeneity. Annu Rev Nutr 21, 283-295, 2001.
  - 29) Hahn P. Development of lipid metabolism. Annu Rev Nutr 2, 91-111, 1982.

# 微圧力下での角膜細胞内変化に関する研究

永井 慎<sup>1)</sup>・片渕哲朗<sup>1)</sup>・亀井 鑑<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学

<sup>2)</sup> 名城大学薬学部

(2009年1月15日受理)

## Effect of the air press treatment at low temperature on the delay of apoptosis to living cell in the storage.

Makoto NAGAI<sup>1)</sup>, Teturo KATABUCHI<sup>1)</sup>, Akira KAMEI<sup>2)</sup>

### Summary

This study was carried out to develop the method for preserving the freshness of extracted organs and to contribute to the prosperity of the organ transplantation. In this experiment, The cornea of rat was used as a specimen and its several factors of the amount of ATP and lactic acid, and the activity of Succinate dehydrogenase, which were reported as an index of the biological activity, were measured under the conditions of oxygen atmosphere and the pressurization. As the result, it might be the best, under the pressurization of 3atm in the 20% oxygen atmosphere.

In the next study, the cornea will be also studied to in order to investigate the further excellent method.

### 緒 言

角膜移植希望者は年々増加傾向にあるが、移植時には、患者の選考、臓器の移送、臨時の緊急手術と手順をふむため、医師、患者にとって手間と時間が要することが問題とされている。中でも、角膜の移植成功率を高めるには、摘出時の状態を保持したまま、移植患者に提供できることであり、細胞死または組織死を起こしていないことが望ましく、摘出および移植行為を行う機関は、近隣でないと実施できない状況である。そこで、移植および採取を行っている医療機関より角膜を長時間保存することが望まれており、12時間程度でも細胞死が抑制できれば、移植数の増加や移植術の簡易化につながると報告されている。

近年、老人性白内障疾患の増加に伴い、水晶体移植の可能性も検索されており、眼組織も臓器移植の対象となっている。眼球においては、角膜移植の希望が依然多い状態である。摘出した全眼球は4℃で保存液に貯蔵した場合、3日後には角膜内皮に障害を起こすことが報告されており、移植には不適用であるとされている<sup>1)</sup>。この不適用障害の要因は細胞の嫌気的サイク

ルによる乳酸等による老廃物の蓄積することで、細胞がアポトーシスを起こすことが報告されている<sup>2)</sup>。

著者らは、これまでに、薬物を使用せず、物理的な環境制御にて、細胞死を遅延化させる方法を考案し権利化した。特に加圧操作では、溶存酸素濃度の高い保存液をつくり、組織に保持させることで、臓器保存に有効であることを報告している<sup>3)</sup>。本実験では、これらを同保存方法を角膜に応用し、細胞に多くの酸素を取り込ませることで、延命効果を試ると同時に生体活性指標である生化学的要因について調べた。

### 材料及び方法

#### 1. 試 料

日本エスエルシー株式会社より購入した5週齢のWistar系雄ラットから、実験直前に眼球を摘出後、それぞれの組織を得た。

#### 2. 加圧処理方法

著者らによって権利化されている加圧タンクを用いた。タンク内雰囲気は20%酸素/80%窒素と100%酸素を用いた。まず、タンクを4℃の冷所に5時間放置

して内部を4℃にし、1.5ml中の眼球保存液<sup>4-7)</sup>・II(EP・II:科研製薬製)中に1眼の摘出眼球を入れた試験管をタンク内に置き、密閉し、酸素または空気を用いてタンク内圧を4ataまで加圧した。その後、加圧状態のまま一定時間保持した後、タンク内を徐々に減圧させ大気圧に戻した。それらを次ぎに示す項目についての分析のための試料とした。

### 3. 測定方法

#### ATP定量法

白色オパックプレート(BECTON DICKINSON社製)に試料10μLにATP測定用ルシフェラーゼ反応試薬(Molecular Probes)を100μL加え、マルチラベルカウンター ALBO 3500(バーキンエルマーライフサイエンスジャパン社製)にプレートをセットし、10分間放置後に操作法に従ってルシフェリンの発光強度を測定して、算出した。

#### 乳酸の定量

乳酸は、酵素法により測定した。U-BottomMICROTEST III AssayPlates(fALCON 3910)に5μLの試料と250μLの乳酸測定用試液(SIGMADIAGNOSTICS)を加え、25℃で10分間加温した後、マルチラベルカウンターにセットし、550nmの吸光度を測定した。

#### SDH(Succinate dehydrogenase)活性測定

SDH活性測定は、水抽出した試料を使用した。25℃に保ち、遮光して反応を行った。0.2mgのNADHの入ったバイアルに、TRIZMA BUFFER 2.0mLとミリQまたはラット眼球可溶性画分500μLをピペットで加え、静かに混ぜた。試料の反応に10分放置した。25℃のフルクトース溶液0.5mLをバイアルに加えたのち、逆さにして混ぜ、すぐにキュベットに移し、紫外可視分光光度計UV-160型(島津製作所株式会社)にセットした。340nmの吸光度を1分間隔で10分間測定し、1分間隔の△Aの値を計算した。△Aの値を次の式に入れて、SDH活性を求めた。SDH(Units/mL) = {△A/min × reaction Volume(mL) × Conversion of △A/min to △A/hour (60)} / {Micromolar absorptivity of NADH at 340nm(0.00622) × Sample Volume(mL)}

#### 二次元電気泳動法

一次元電気泳動では、試料として眼球摘出後72時間経過したラット角膜を使用した。ラット角膜は、ミリQを足し、氷中でホモジナイズした後、4℃、16,100×g、30分遠心分離を行い、得られた上清(可溶性画分)を9.25μLを含む膨潤buffer(8M Urea, 0.2% Bio Lyte 3/10, 2mM TBP)を使用した。ReadyStrip IPG Strip(11cm)に膨潤bufferをアプライし、50V, 12hr, 20℃でゲルを膨潤させた後、8,000V, 20℃で20,000-35,000V-hrになるまで泳動を行った。

二次元電気泳動はタンパク質が等電点に従って分離されたgel stripを12.5%のポリアクリルアミドスラブゲル(厚さ1mm)を用いて250V, 135min泳動を行った。なおタンパク質の検出はクマーシブリリアントブルー染色により行い、分子量マーカーには低分子量タンパク質用キャリブレーションキットを用いた。

### 結果

#### 1. ATP含量

図1では貯蔵中における角膜のATP含量の変化を示した。

角膜の対照区は、貯蔵6時間後より、減少をはじめ、緩やかに減少した。一方、加圧処理区は、貯蔵6時間において一時的に減少を示すが、その後、貯蔵72時間まで、40nmol/ml前後を保持した。

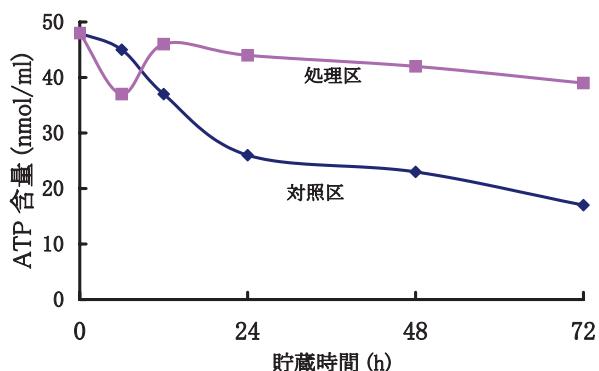


図1. 貯蔵中における角膜のATP含量の変化

#### 2. 乳酸含量

図2では眼球貯蔵中における角膜の乳酸含量の変化を示した。

対照区では処理後12時間後付近から、徐々に蓄積を示し増加した。一方、加圧処理区では、貯蔵6時間において対照区よりも低値を示した。また、貯蔵後24時

間まで、乳酸含量を減らす傾向にあるが、その後より、蓄積していった。

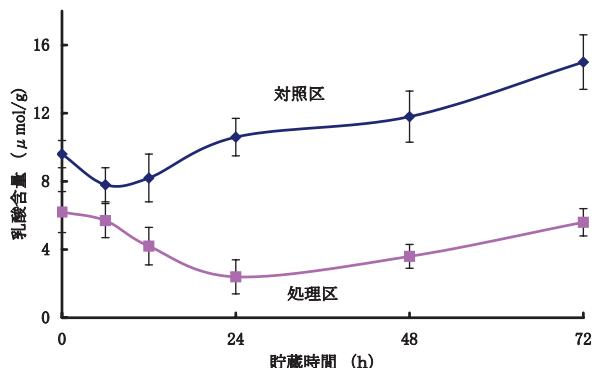


図2. 貯蔵中における角膜の乳酸含量の変化

### 3. SDH活性

図3では貯蔵中における角膜のSDH活性の変化を示した。

処理区と対照区において有意差はみられなかった。

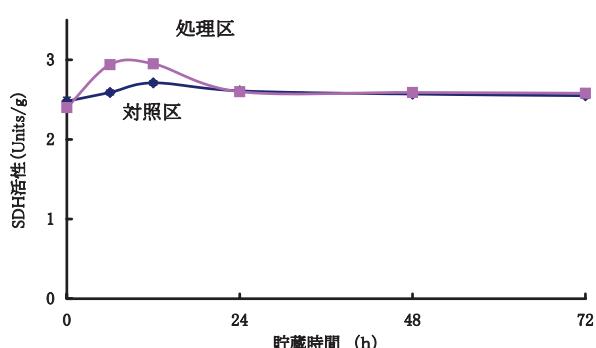


図3. 貯蔵中における角膜のSDH活性の変化

### 4. 二次元電気泳動

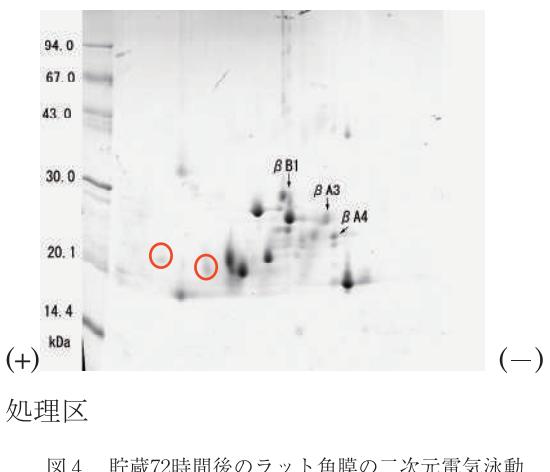
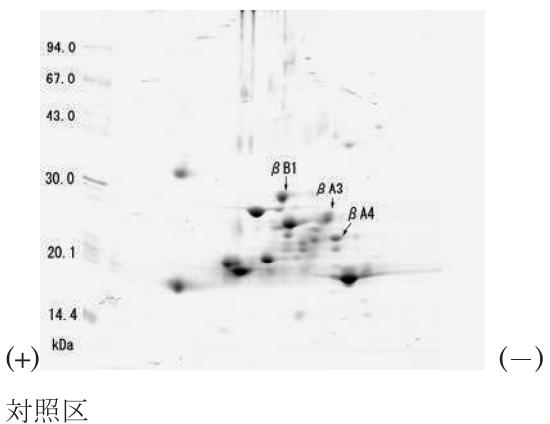
図4では眼球摘出後72時間後のラット角膜の二次元電気泳動図を示した。

加圧処理をおこなったものは、 $\beta$ B1-,  $\beta$ A3-,  $\beta$ A4-タンパクにおけるスポットが薄くなつた。

また、酸性pI3.5~5.0, 21.0~23.0kDa付近に圧力による新たなスポットが2箇所で確認された。

### 考 察

角膜中における初期のATP含量は、差が認められないものの、貯蔵6時間後には、一時的な減少を示した。これは、TCAサイクルが活性化された結果、TCAサイクル中のNADH, アセチルCoA, オキサロ酢酸が阻害物質として働いたと考えられる。貯蔵12時間後の加圧



処理区は、上昇をして恒常値を維持した。その後、貯蔵中においては、処理区のほうが高濃度に保持した。また、対照区における乳酸含量は、貯蔵中に嫌気的サイクルにより、乳酸が蓄積していくが、加圧処理区は、処理後より初期含量が低く、その後も含量が低下傾向を示した。通常、摘出した角膜では、酸素の供給が途絶えるため、TCAサイクルと解糖系が嫌気的サイクルに入り、細胞死（アポトーシスおよびネクローシス）に向かうが、加圧処理区は、微圧力下において、酸素を保持したことから、好気的サイクルを助長したものと推察される。一方、二次元電気泳道の処理区における結果では、 $\beta$ B1-,  $\beta$ A3-,  $\beta$ A4-タンパクにおけるスポットが、対照区と比較して若干薄い傾向にあり、細胞内での酸化が疑われた。また、酸性pI3.5~5.0, 21.0~23.0kDa付近に圧力による新たなスポットが2箇所で確認された。他の研究にて報告した圧力耐性によるシャペロンタンパクとNADHおよびFADHより過剰酸素による電子を受け取る、トランスクレジタンパクと同等の位置であり、今回の実験でも、同様の機構にて発現したものと思われる。電子伝達系が

活性化しても SDH 活性が上昇しなかったことからも、細胞内にてエネルギー貯蔵の機構が存在すると推察される。

前報にて貯蔵72時間後において、対照区の角膜細胞は、細胞死を起こしていたが、加圧処理区は、ほとんど細胞死を起こしていなかった。今回の実験において貯蔵中の加圧処理した細胞は、好気的サイクルを助長したこと、延命効果があったと思われる。しかし、今回の実験は、環境設定が極端な場合であり、適切な環境制御では、無いため一部の細胞内酸化反応<sup>8-10)</sup>が確認されている。培養細胞系では、酸素を高濃度に供給することは、細胞にとって細胞死を招きやすいとされている<sup>11-14)</sup>。又、圧力下における細胞内では、活性酸素の発生を抑制されることも知られている。今後は、生体反応工学的にモデルを用いるとともに最適な環境制御条件を応用する必要がある。

#### 謝 辞

本研究の一部は名城大学総合研究所の学術研究奨励研究助成の支援を受けて行ったものであり、ここに感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 1) 森本 一洋, 吉川 義三, 森坂 勝昭, 阿部 宏巳, 増田 清: 新しい角膜保存液の開発: 日本眼科紀要34, 1641-1649, 1983
- 2) Laszlo Z, Bito and Erica V, Salvador : Intraocular Fluid Dynamics II. Postmortem Change in Solute Concentrations: Exptl Eye Res. 10, 273-287 (1970)
- 3) 亀井 鑑, 竹内典子, 永井 慎: 加圧処理による眼球水晶体の鮮度保存に関する研究: 名城大学総合研究所総合学術研究論文, 11-16, 2004
- 4) Sabine Salla, Claudia Redbrake, M.D., Jacob Becker, Ph.D., and Martine Reim, M.D. :Remarks on the Vitality of the Human Cornea After Organ Culture : Cornea 14 (5), 502-508, 1995
- 5) 谷島 輝雄, 松村 謙, 増田 清: Dextran を含有する眼内灌流液の角膜内皮に及ぼす影響: 日本眼科学会雑誌, 88, 15-23 (1984)
- 6) 増田 清, 松山 隆志, 井狩 隆, 伊藤 亮, 木下 茂: 新しい眼球保存液 (EP-II) の開発—角膜膨潤とその内皮細胞への影響—: 日本眼科紀要35, 1418-1427, 1984
- 7) Panagiotis A. Tsionis, Wonhee Jang, Katia Del Rio-Tsionis and Goro Eguchi : A unique aged human retial pigmented epithelial cell line useful for studying lens differentiation in vitro : Int.J.Dev.Biol. 2001 Sep 45 (5-6):753-758
- 8) Steen Jensen, Torben Sorensen, and Jens Zimmer : Cryopreservation of fetal rat brain tissue later used for intracerebral transplantation. : Cryobiology 1987 Apr 24 (2) 120-34
- 9) Lawrence M. Merin, R.B.P., F.I.M.I., F.O.P.S., F.B.C.A., Michael F.Brown, M.D., and Lindell L., Howdeshell, B.S., C.E.B.T. : Darkfield Biomicrography of Eye Bank Donor Corneas : Cornea 2001 Mar 20 (2) 210-3
- 10) Olsen EG : Endomyocardial biopsy : Invest Cell Pathol 1978 Apr-Jun 1 (2) 139-57
- 11) 岩田 修造編著: 水晶体その生化学機構. メディカル葵出版, 1986
- 12) Peter M.Haggie, A. S. Verkman: THE JOURNAL OF CHEMISTRY: Vol.277, No.43, Issue of October 25, pp.40782-40788, 2002
- 13) Marta Garcia-Flores, Jose Antonio Zueco, Joaquin Arenas, Enrique Blazquez: Eur. J. Biochem. 269, 119-127 (2002)
- 14) Nanami Senoo-matsuda, Kayo Yasuda, Michio Tsuda, Tomoichi Ohkubo, Shimichi Yoshimura, Hiroe Nakazawa, Philip S. Hartman, Naoaki Ishii: THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY: Vol. 276, No. 45, Issue of November 9, pp. 41553-41558, 2001

# ヘッドマウントディスプレイを用いた各種映像刺激による映像酔いの影響評価

山本哲也<sup>1, 2)</sup>・高田宗樹<sup>1, 2)</sup>・杉浦明弘<sup>1)</sup>・宮尾 克<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学 <sup>2)</sup> 愛知医科大学 <sup>3)</sup> 名古屋大学

(2009年1月15日受理)

## Evaluation of the effect of motion sickness induced by watching various images on a head-mounted display

Tetsuya YAMAMOTO<sup>1, 2)</sup>, Hiroki TAKADA<sup>1)</sup>, Akihiro SUGIURA<sup>1)</sup>, Masaru MIYAO<sup>3)</sup>

### Abstract

It has been reported that even users of virtual environments and entertainment systems experience motion sickness. This visually induced motion sickness (VIMS) is known to be caused by sensory conflict, for instance, the disagreement between vergence and visual accommodation while viewing stereoscopic images. The equilibrium function in humans deteriorates when viewing 3-dimensional (3D) movies. It has been considered that this visually induced motion sickness (VIMS) is caused by the disagreement between vergence and visual accommodation while viewing 3D images. Thus, Power-3D images have been devised to reduce this disagreement. The simulator sickness questionnaire (SSQ) is a well-known psychological tool that is used herein for verifying the occurrence of VIMS. We used the SSQ and also quantitatively measured head acceleration and sway of the center of gravity of the human body before and during the exposure to various images on a head-mounted display. As a result, there was no significant difference between sub-score of the SSQ after the exposure to the Power-3D and that to the conventional 3D movie. On stabilometry, however, the total locus length of chain2 measured during exposure to the Power-3D movie was significantly larger than that to the conventional movies.

**Keywords:** visually induced motion sickness (VIMS), head-mounted display, Stabilometry, Simulator Sickness Questionnaire (SSQ), Sparse Density

### 1. はじめに

ヒトの直立姿勢は、迷路、視覚、脊髄固有受容器からの入力が、中枢神経により統合・制御され、四肢骨格筋に出力され、身体は動揺しながら動的平衡を保ち維持されている<sup>2)</sup>。重心動揺検査は、この動揺を重心動揺として捉えこれらの受容器・中枢神経系の働きを捉え客観的、定量的に平衡機能を評価するのに用いられている。しかしながら、重心動揺という一つの出力だけで、多入力、多出力系である直立制御系を評価するのは困難である。したがって、検査結果を迷路、視覚、脊髄固有受容系、外受容系の構造と機能を関連付けて解釈することが必要である<sup>2)</sup>。

映像提示技術の飛躍的進歩により臨場感あふれる映

連絡先：山本哲也 yamamoto@u-gifu-ms.ac.jp

像制作を可能とし、その技術はアニメーション、ゲームなどの世界のみならず、教育、医療、福祉分野などさまざまな分野への応用もされつつある<sup>3)</sup>。一方、レビューアニメ、ポケットモンスター（ポケモン）の視聴者が、光過敏性発作などを引き起こして病院に搬送された事件<sup>4)</sup>や、中高生多数が学校で手ぶれの激しい映像を鑑賞中、めまいや頭痛、吐き気などの映像酔いと見られる体調不良を起こす事件<sup>4)</sup>など映像の生体に及ぼす影響が社会問題となっており、早急な原因究明・対策、および評価手法の確立が望まれている。

そのような背景のもと、映像酔いに関する様々な研究が行なわれ、報告されている。映像酔いの発症メカニズムについては良く分かっていないが、感覚不一致説<sup>5, 6)</sup>が有力とされている。過去の経験による前庭、視

覚、および体性感覚と実際の感覚の間に矛盾が生じると空間識に混乱が起こり、交感神経系を興奮させて酔いの症状が発生するという仮説もある<sup>7)</sup>。

両眼立体視を利用したいわゆる立体映像では、その視聴条件などによりしばしば頭痛・嘔吐など眼精疲労の不快な症状を引き起こすことが知られている。また、シミュレータでの映像酔いでは運動失調が報告されている。映像酔いが生体に及ぼす影響に関する計測手法にはシミュレータ酔い用の Simulator Sickness Questionnaire (以下 SSQ)<sup>8, 9)</sup>などの主観的評価尺度や、呼吸機能、心電図、皮膚電気活動、重心動搖、胃電図<sup>10)</sup>などの生理学的指標を用いて、外部要因と内部状態との関係が定量的に検討されてきた<sup>11)</sup>。

近年、映像酔いの誘発を防止する目的で、新しい3D映像の構成法が開発されている〔a〕〔b〕。本研究ではPOWER3D法(Olympus Visual Communications Co. Ltd.)によって構成された3D映像に着目し、これを含む4種類の映像(表1および図1)に被験者を曝露した。ヒトは輻輳と水晶体の調節を同時にすることによって立体を認識するが、通常の3D映像は輻輳調節を無視して視線を固定した不自然な画像から構成されている。POWER3D法に基づく立体画像は、こうした経験と実際の感覚の間の矛盾を整復するように構成されている<sup>12-13)</sup>。ここでは、各種映像の生体に及ぼす影響をSSQ及び重心動搖計を用いて評価したので報告する。



図1 A scene in the movie

表1 Experimental order

No.	image	order	note
I	2D(still)	1	control
II	2D(movie)	2	
III	conventional3D	3	random
IV	power3D	4	

## 2. 検査方法

19歳～27歳の若年健常者13名(M 6 & F 7)を対象とした。実験に際して、全ての被験者に研究の目的と内容および個人情報保護への配慮に関して説明し、実験への参加について自由意思による同意を文書にて得た。測定は照明を一部消灯し暗がり(約300 lx)とした実験室にて行い、室内が25°Cとなるようにエアコンにて調節した。

最初に、映像を見る前にSSQの記入を指示、HMD及び被験者の頭部にアクティブトレーサー(AC-301)を装着し、表1の順にそれぞれの映像をHMDにて1分間、提示した(図2および図3)。映像曝露中に平衡機能検査を行い、映像曝露後にはSSQへの回答を求めた。平衡機能検査における検査項目は頭部加速度および重心動搖とし、各検査項目を表2にまとめた。検査項目ごとに、被験者に提示する映像を因子として統計的に比較した。本研究では有意水準を0.05とし、フリードマン検定を行った。



図2 The setup of the experiment



図3 The look of experiment.

表2.1 頭部加速度の検査事項

加速度絶対値和（前後方向）	加速度絶対値和（左右方向）
---------------	---------------

表2.2 重心動搖検査の検査項目

指標	例	意義
既存の動搖図解析指標	単位面積軌跡長など44項目（補遺）	単位面積軌跡長は重心動搖における姿勢制御の微細さを示すパラメータであることが知られており、脊髄固有反射性姿勢制御によるものと考えられている[6]。
疎密度	S2, S3 など	前庭小脳系を薬理学的に抑制した被験者から得られた動搖図を検知することに成功している <sup>[14]</sup>
鎖 15)	鎖 1	局所運動および直線運動
	鎖 2	カスプ型の運動、立直り反射を表現する

表2.3 SSQ サブスコア<sup>9)</sup>

映像曝露前および曝露後における4種類のサブスコアを算出した。

SSQ から算出されるサブスコア	略字	兆候
Total Score	TS	映像酔いの総合的な指標
Nausea	N	気持ち悪さ(吐き気)の指標
Oculomotor Discomfort	OD	眼精疲労の指標
Disorientation	D	ふらつき感の指標

### 3. 検査成績

#### 3.1 重心動搖検査の評価

4種類（I）－（IV）の映像曝露中における疎密度（S<sub>2</sub>）、総軌跡長、鎖1の軌跡長、鎖2の軌跡長の計測値をそれぞれ図4－図7において比較する。図4－図6においては映像に対する大きな動搖量の変化はみられなかつたが、鎖2の軌跡長についてはフリードマン検定により統計的な有意差が認められた（p < 0.05）。特に多重比較において、（IV）の映像曝露によって鎖2の軌跡長が低下した（p < 0.05）。

#### 3.2 SSQ の評価

主観評価である4種類のSSQサブスコア（TS, N, OD, D）を、映像曝露前および曝露後において計測した（表3）。サブスコアNを除いて、映像酔いを誘発する可能性のある通常の3D映像（III）およびそれを防止するようにPower-3D法にて構成された立体映像（IV）を曝露した後に計測されたSSQサブスコアの値が2D映像（IおよびII）のそれと比べておおむね大きかった。

### 4. 考察

4種類（I）－（IV）の映像曝露中・後における動搖量（鎖2の軌跡長を除く）およびSSQサブスコア（表2.3）はいずれも映像によって大きな変化が見られなかつた（図4－図6、表3）。特に、後者についてはどのサブスコア（TS, N, OD, D）についても標準偏差が大きく、大きな個人差がみられた。これらのスコアは、映像が酔いや眼精疲労といった生体に与える影響を計量する可能性があるが、本研究では各映像に対する大小関係を評価するには至らなかつた。本研究で用いた映像酔いを誘発する可能性のある通常の3D映像（III）は、少なくとも映像曝露後まで生体に影響を与え続けるとは限らないと考えられる。

映像（I）は静止画であるため、被験者の感覚不一致をきたす可能性は低い。一方、映像（II）は通常の2次元画像であるから視覚入力と体性感覚の間に感覚不一致をきたす可能性はある。また、通常の立体映像（III）はこれに加えて、経験がない不自然な輻輳と水晶体調節を誘発する画像から構成されており、動搖量の値は、

映像（I）曝露中 < 映像（II）曝露中 < 映像（III）曝露中のような大小関係を持つと考えられるが、映像に対する大きな動搖量の変化はみられなかつた（図4－図7）。これは映像提示の順序に起因するものと考えられ、心理的な影響と実験課程での順応によって説明される。静止画像（I）の曝露中は、HMDを初めて装着して重心動搖検査を行ったときであり、不安および緊張等で重心が不安定になって動搖量が予想より大きくなつたものと考察される。更に、実験が進行するうちに不安および緊張等が徐々に減弱して順応し、映像（II/III）曝露中においても変化がなかつたとも考えられる。従つて、動搖量にも映像が生体に及ぼす影響以外の因子が含まれる可能性が高い。

不自然な輻輳と水晶体調節が生じないように構成された立体映像（IV）曝露中の動搖量は、通常の3D映像

表3 Subscales of the SSQ

	2D(still)	2D(movie)	conventional 3D	power 3D
N	8.9±2.9	7.5±2.3	8.86±2.9	8.2±2.6
OD	13.0±2.8	11.9±2.2	20.0±3.3	19.0±3.8
D	8.9±5.0	10.9±4.7	12.9±4.5	19.9±6.3
TS	12.3±3.4	11.6±2.7	16.8±3.4	17.9±4.1

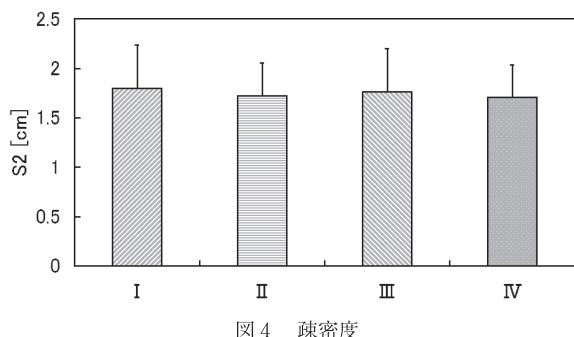


図4 鎖密度

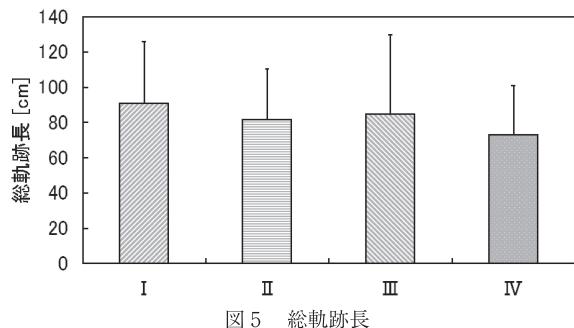


図5 総軌跡長

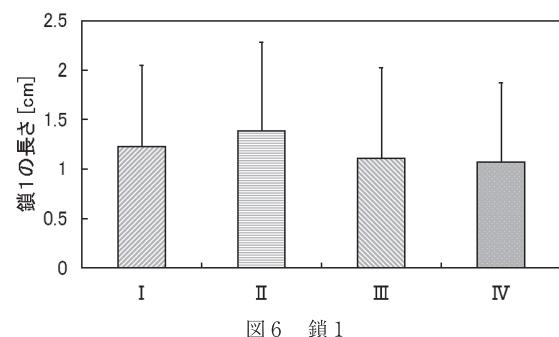


図6 鎖1

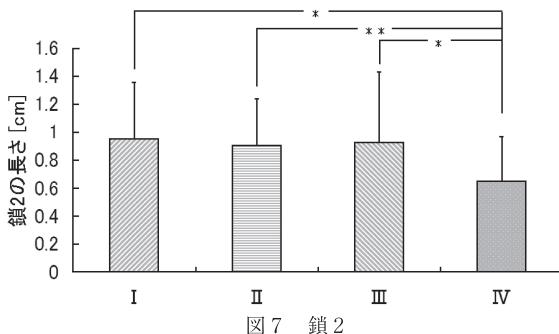


図7 鎖2

(III)曝露中の値と比べて減少すると考えられたが、鎖2に関する指標を除いて変化は小さかった。鎖2の軌跡長については、Power3D法によって構成された立体映像(IV)曝露中の値とその他の映像曝露中の値との間で多重比較にて有意差がみられた。立体映像(III)及び(IV)に着目すると、映像(III)と(IV)の提示順序についてはランダムであり、また前述したような順応があったとしても、実験時間が経過したこの段階では動搖量に対する心理的な影響は少ないものと考え

られた。したがって、立ち直り反射を示すカスプ型の運動(力の大きな運動)の成分が映像(IV)曝露中ににおいて減少したことにより、不自然な輻輳と水晶体調節を防止するPOWER3Dの効果が認められた。

## 5. まとめ

HMDを用いたPOWER3D映像を含む各種映像刺激による動搖をSSQ及び重心動搖計を用いて評価した結果、SSQでは大きな変化がなかった。しかし、通常の3D映像とPOWER3D法によって構成された立体画像の動搖量に与える影響を比較したとき、鎖2に関する一つの指標だけではあるが、後者の立体画像曝露時における動搖量が有意に減少した。このことから、POWER3D法の効用を確認することができた。今後は、映像を提示する順序等を考慮し、映像が動搖量にあたえる影響のみを評価できる方法にて検討を行う。

## 補 遺

- ①基本統計量：前後径、左右径、総軌跡長(TLL)、X軸・Y軸それぞれの正の方向に配向した速度(x成分)の平均値・標準偏差、X軸・Y軸それぞれの負の方向に配向した速度(x成分)の平均値・標準偏差、速度(x成分)の標準偏差、速度(y成分)の標準偏差の13項目
- ②面積軌跡長検査：矩形面積、外周面積(A)、実効値面積(RA)、単位軌跡長(LT)、単位面積軌跡長(LA)の5項目
- ③位置(PV)・速度ベクトル(VV)検査：前(A)・右前(B)・右(C)・右後(D)・後(E)・左後(F)・左(G)・左前(H)の各領域に配向したそれぞれのベクトルの平均値の16項目(ベクトル量)
- ④振幅確率分布検査：X軸・Y軸方向の分布に関する最大値(MAX)、最小値(MIN)、標準偏差(SD)、歪度(SKW)、尖度(KRT)の10項目

## 文 献

- 1) 時田 喬：重心動搖検査—その実際と解釈—、アニマ株式会社, p2, 2004
- 2) 中川千鶴、大須賀美恵子：VE酔い研究および関連分野における研究の現状、日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 4, 31-39. 1998
- 3) [http://home.jeita.or.jp/device/lirec/symposium/fpd\\_2008/doc/3A\\_Ujike0307.pdf](http://home.jeita.or.jp/device/lirec/symposium/fpd_2008/doc/3A_Ujike0307.pdf)
- 4) [http://www.aist.go.jp/aist\\_ji/press\\_release/pr2003/pr20031218/pr](http://www.aist.go.jp/aist_ji/press_release/pr2003/pr20031218/pr)

2 0031218.html

- 5) Reason, J. T., Brand, J. J. : Motion Sickness., Academic Press. London, 1975
- 6) 武田憲昭:動搖病と嘔吐のメカニズム,耳鼻臨床補41, p.197-207, 1991
- 7) 松田 隆夫, 大中 悠起子:「映像酔い」の自覚的評価とその誘発要因, 立命館人間科学研究, 第9号, 97-106, 2005
- 8) Kennedy, R., S., Lane, N., E., Berbaum, K. S. and Lilienthal, M. G., "A simulator sickness questionnaire (SSQ) : A new method for quantifying simulator sickness" International J Aviation Psychology 3, 203-220 (1993)
- 9) Stern, R. M., Koch, K. L., Leibowitz, H. W., Lindblad, I. M., Shupert, C. L., Stewart, W. R.: Tachygastria and Motion Sickness., Aviat. Space and Environ. Med., 56, p.1074-1077, 1985
- 10) Kimura, M., Ohsuga, M., Okamura, H., Oyama, H.: A Basic Study for Human Stress Reduction by Virtual Reality System. Proceeding of VSMM'96, p.525-529, 1996
- 11) Yasui, R., Matsuda, I. and Kakeya, H., "Combining volumetric edge display and multiview display for expression of natural 3D images," Proc. SPIE 6055, 0Y1-0Y9(2006).
- 12) Kakeya, H., "MOEVision: simple multiview display with clear floating image," Proc. SPIE 6490, 64900J (2007).
- 13) Takada, H., Kitaoka, Y., Ichikawa, M. et al.: Physical Meaning on Geometrical Index for Stabilometry, Equilibrium Res 62 (3), 168-180(2003).
- 14) Takada, H., Kitaoka, Y., Iwase, S. et al.:Characteristic changes of sway of center of gravity with advancing age, Env. Med, 47, 85-89 (2003).
- [a] Yasui, R., Matsuda, I. and Kakeya, H., Combining volumetric edge display and multiview display for expression of natural 3D images, Proc. SPIE 6055, 0Y1-0Y9(2006).
- [b] Kakeya, H., MOEVision: simple multiview display with clear floating image, Proc. SPIE 6490, 64900J(2007).
- [c] Okawa, T., Tokita, T., Shibata, Y., Ogawa, T. and Miyata, H.: Stabilometry-Significance of locus length per unit area (L/A), Equilibrium Res 54 (3), 296-306(1996).

# IHE 統合プロファイルを利用した医療情報実習の試み

杉浦明弘<sup>1)</sup>・津坂昌利<sup>2)</sup>・渡辺洋平<sup>3)</sup>・小林 誠<sup>4)</sup>・江島豪一<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科 <sup>2)</sup> 名古屋大学医学部 保健学科

<sup>3)</sup> 名古屋大学大学院 医学系研究科 <sup>4)</sup> インフォコム株式会社

(2009年1月15日受理)

## A Study of Medical-Information Training with the Integrating the Healthcare Enterprise Integration Profile in an Educational Facility

Akihiro SUGIURA<sup>1)</sup>, Masatoshi TSUZAKA<sup>2)</sup>, Yohei WATANABE<sup>3)</sup>  
Makoto KOBAYASHI<sup>4)</sup>, Hidekazu ESHIMA<sup>4)</sup>

### Abstract

In this study, new medical-information training system and program, which considered the Scheduled Workflow (SWF) in the Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) integration profile, were developed in an educational facility. The model case was evaluated in an educational environment for cultivating radiological technologists who correspond to the digitized medical information. The training system could utilize the information obtained from the images, patient, and examination. It achieved the reproducing part of the SWF. The program involved 10 processes from the enrollment of a patient to the preparation of the report. This represents routine radiological work. The training elicited considerably good reactions from the students. However, there were many problems: the system was complex and the training program was difficult. These drawbacks were due to the presence of a non-Modality Worklist Management (MWM)-compliant equipment in some part of the system. After the termination of the training program, training system-based education could be distinctly explained from the reactions of the participants. The IHE integration profile was effective in understanding routine radiological work considering medical facilities. Thus, we were able to establish a new application of the IHE integrated profile.

**Keywords:** Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), Scheduled Workflow (SWF), Radiology Information System (RIS), Picture Archiving and Communication System (PACS), Medical-information training

### 要 旨

我々は、教育機関においてIHE統合プロファイルを考慮した新しい医療情報実習システム及び実習プログラムの作成を行い、デジタル化に対応できる診療放射線技師育成のための実習環境のモデルケースについて検討した。実習システムは、予約済みワークフローの一部が再現されており画像情報だけではなく患者・検査情報も合わせて利用でき、一般的なデジタル化された放射線検査業務を実習することができる様になった。

実習後、学生より良好な感想が多く得られた。しかし問題点として一部既存のMWM非対応装置を利用したことによる複雑なシステム構成、難解な実習プログラムである事が明らかとなり、今後の課題となった。合わせて事前の実習システムに対する基礎教育の必要性が実習後の感想より示された。

本研究では一般的な放射線検査業務を実践的に理解させるために実習にIHE統合プロファイルを用いた新たな方法を提案することができた。

## 1. 緒 言

近年、医療全体を取り巻く環境は大きく変化しつつある。X線撮影はフィルムを利用した撮影からCR(Computed Radiography)及びFPD(Flat Panel Detector)に移行し、CT(Computed Tomography)やMRI(Magnetic Resonance Imaging)などのモダリティはマルチ化により大量のデジタル画像データが生成されるようになった。また多くの医療施設では電子カルテをはじめ、RIS(Radiology Information System), PACS(Picture Archiving and Communication System)などの医療情報ネットワークの導入が進められている。

これらのデジタル化に対応するためには、①導入目的、仕様書が明確であり、それぞれの臨床施設に合った医療情報システムを導入できる。②導入に合わせてトレーニングが十分行われ、デジタル化されたシステムにより業務効率が向上する、などが考えられる。導入予定前に医療従事者に十分な基礎的な技術教育を行い、臨床施設のデジタル化に対応できる人材を確保する必要がある。

そこで、教育機関においても画像以外の情報(患者情報・検査情報など)も取り扱うことのできる医療情報実習システムを構築し、学生のころより実践的な実習を行うことを構想した。同様の報告は、教育機関におけるPACSの構築<sup>1)</sup>や、仮想病院を想定した病院情報システムシミュレータを用いた実習<sup>2)</sup>などがあるが、総合的な実習システムの構築に関する報告はまだ行われていない。我々はPACS及びRISを組み合わせた、IHE統合プロファイルの予約済みワークフローの一部を考慮した実習システムの構築及び実習プログラムの作成を行い、デジタル化に対応できる診療放射線技師育成のための実習環境のモデルケースについて検討及び考察を行ったので報告する。

## 2. 方 法

### 2.1 システム構成

実習システムのPACS部分は、FCR装置ACR-3(富士フィルム製)2台、画像示装置HI-C654(富士フィルム製)、DICOM Gateway HI-C655(富士フィルム製)を用いた。画像保存用DICOMサーバは、ラックマウント型自作PCに、Conquest DICOMサーバ(フリーソフト:Marcel van Herk氏作成<sup>3)</sup>)を使用した。画像参照用端末としてWindows PC及びMac Pro(Apple製)

計6台を設置した。画像参照用DICOMビュワーソフトとして、OsiriX Ver 2.0<sup>4,5)</sup>とeFilm Work station Ver 2.0<sup>6)</sup>(インフォコム製)を用いた。またネットワークスイッチにはCatalyst 3500及び2950(Cisco System製)を使用した。

システムの情報管理部分は、放射線情報システムiRad-RS(インフォコム製)、レポート作成支援システムiRad-RW(インフォコム製)を使用した。またCR装置がMWM(Modality Worklist Management)に対応していないため、医用画像QAシステムiRad-EV Station(インフォコム製)も導入した。

### 2.2 予約済みワークフローと実習システムの構築

日本におけるIHE(Integrating the Healthcare Enterprise)の活動の主体はIHE-J委員会で、病院情報システム、放射線情報システム、PACSなどを統合して、情報の伝達をより円滑に効率的に行う仕組みを提供するプロジェクトである<sup>7)</sup>。その中で確立された運用モデルコースのことをIHE統合プロファイルといい、DICOM、HL7など規格の具体的な実装方法を導くガイドラインを示している。

予約済みワークフローは放射線部門のIHE統合プロファイルの1つで、通常運用ワークフローやスケジュールワークフローとも呼ばれている。放射線検査の最も一般的な業務をあらわした標準的なモデルであり、患者登録、検査オーダ発行・受付、検査実施、モダリティワークリストの送信、画像保存、画像検索、画像表示、レポートの作成といった放射線画像検査の一連の流れをHL7及びDICOM規格を利用して、デバイス間の連携を取るためのモデルである。このプロファイルはADT(Admission Discharge and Transfer)システム、病院情報システム、放射線情報システム、PACSそしてモダリティ等で構成されている。

実習システムのネットワーク概要をFig.1に示す。画像生成はFCRより行われ、排出されたデータは、画像表示装置(HI-C654)を経由し、DICOM Gateway(HI-C655)に転送され、Fuji FCRフォーマットからDICOMフォーマットに変換後、Conquest DICOMサーバに転送する。その後、クライアントのDICOMビューアよりQ/R(Query/Retrieve)を実施して画像の観察ができるようにした。ネットワークはファイアウォールによって学外との接続は遮断されている。また実験室内への入退室管理は厳重に行なわれておりセキュリティの点も考慮されている。サーバの容量について

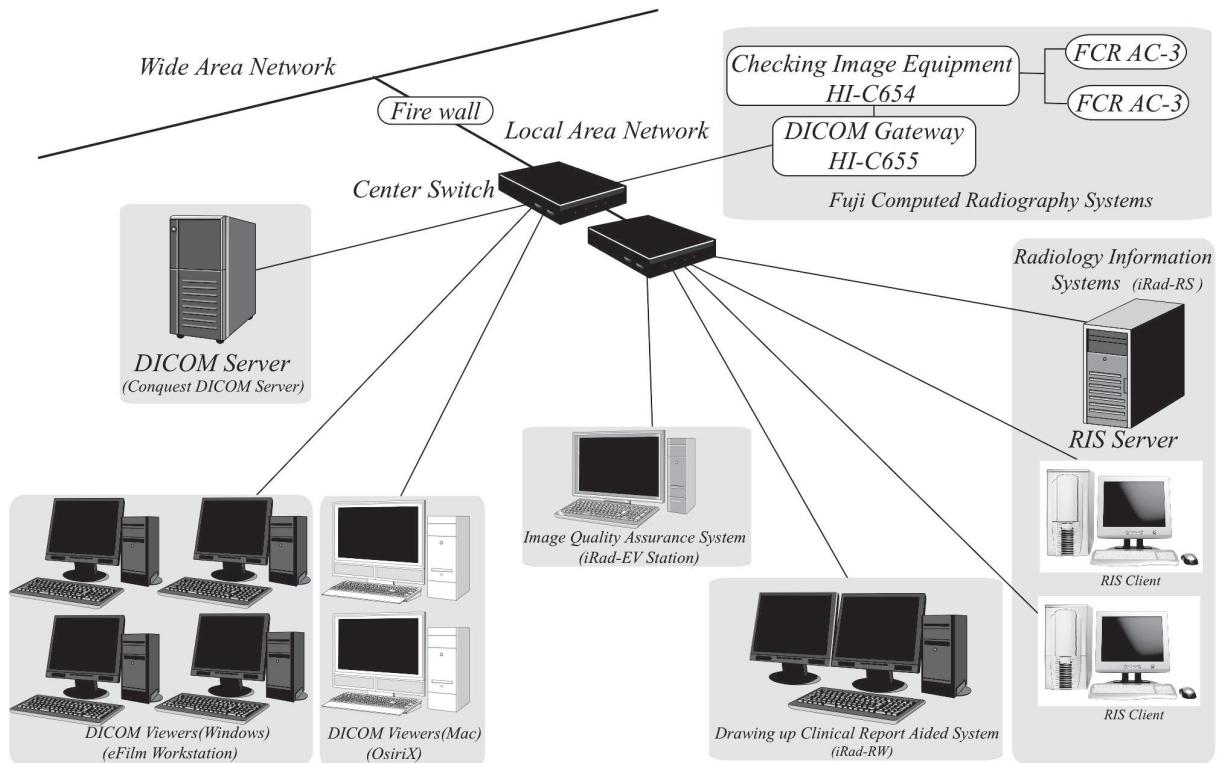


Fig. 1 The medical-information training system, which considered the SWF in the IHE integration profile.

は実習カリキュラムから推測すると最大でも 100MByte/week 程度であり、年間最大約1000MByte 程度のデータが発生すると予想される。

この PACS に併せて、放射線情報システム iRad-RS およびレポート作成システム iRad-RW を利用し、RIS 及びレポート作成システムを構築した。これにより、患者の登録、検査受付、検査実施、画像の保存、レポートの作成までの一連の作業を行うことができる。しかし FCR については MWM (Modality Worklist Management) に対応しておらず、予め FCR 側で一部、患者・検査情報を手入力する必要がある。それが原因で RIS によって作成された患者・検査情報と画像付帯情報が食い違うことが予想され、レポート作成時に適切な画像が呼び出されないことが予想できる。そこで医用画像 QA システム iRad-EV Station によって、撮影された画像を集約し、サーバに保存する前に各種項目 (WW/WL、画像の並び方など) をチェックできるようにした。また Fig. 2 に示すように、ID、患者氏名、Accession No、モダリティ等の情報を利用して画像の DICOM 付帯情報の上書きを行い、RIS 患者・検査情報と画像を連携させた状態で DICOM サーバに画像を保存することができる。よって画像の呼び出しをスムーズに行い、レポート作成を円滑に行うことができる。

## 2.3 実習手順の作成

IHE 統合プロファイルの通常運用のワークフローを考慮した実習プログラムを以下の手順のように整備した。またそのフローチャートを Fig. 3 に示す。このプログラムは一般的な放射線科での業務を再現しており、患者の受付、検査オーダの確認、撮影の実施、画像の確認及び画像サーバへの保存、画像の呼び出し及びレポートシステムの呼び出し等、一連の業務を実習することができる構成となっている。

- (1) 患者登録・受付端末より RIS にログインし、学生自身の学籍番号及び氏名を用いて患者登録を行う。
- (2) 患者登録・受付端末より検査オーダの発行を行う。
- (3) 検査室前 RIS 端末より患者受付を行う。
- (4) 登録された検査オーダに従って、ファントムを用いた模擬撮影を行う。
- (5) FCR 装置にて画像の読み込みを行う。
- (6) HI-C655にて DICOM 変換を行い、iRad EV- Station に画像データを送信する。
- (7) iRad-EV Station にて RIS より患者・検査情報を受信し、DICOM タグ修正を行う。
- (8) iRad-EV Station より DICOM サーバに画像を送信する。

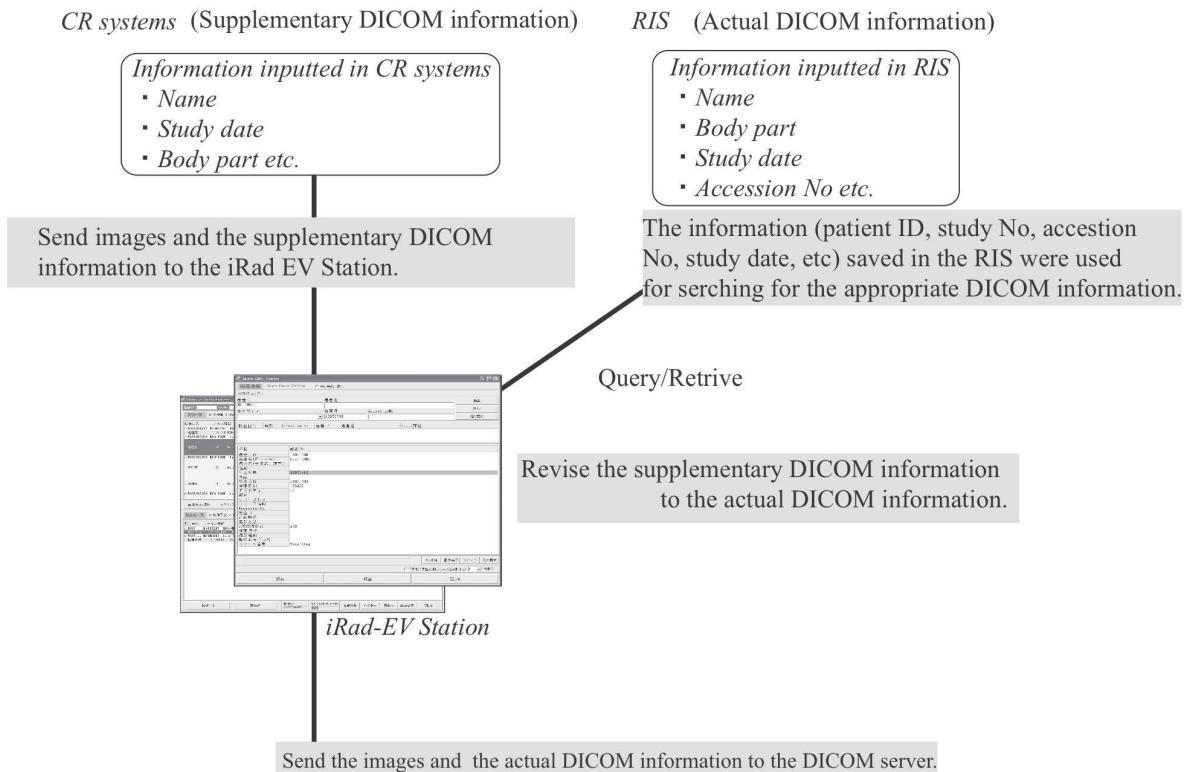


Fig. 2 Revising supplementary DICOM information using iRad-EV Station

Using the information such as patient name, ID and accession number in the RIS, the images combined the right DICOM information by the iRad-EV station. Thus, searching for the images and making the reports obtained increase of convenience.

- (9) RIS 端末より検査実施入力を行う。  
 (10) レポート作成端末より該当画像を呼び出しレポートの作成を行う。

### 3. 結 果

RIS, PACS, レポート作成システムを用いて, IHE 統合プロファイルの予約済みワークフローを考慮した実習システムを構築することができた。このシステムにより一般的な放射線検査業務がどのように行われているかを学内実習で体験することができるようになった。また医療情報が業務内でどのように利用されているのかを知ることができるようになった。

実習終了後の感想からは、「医療情報システムについて知ることができた。」「実際にシステムを扱うことができた。」「アノログシステムよりも便利であった。」などの、概ね良好な感想が得られた。臨床実習を先に控えている学生にとって臨床施設で実際に医療情報システムに直接触れる機会であり、予め学内実習で扱う機会があったことは非常に有意義であったとの感想を多くの学生から得られた。一方では「実感がわから

なかつた。」「十分に理解することができていない。」などの詳細な部分については理解できていないなどの感想も見られた。また実習システムに対する感想としては「フィルムレスになり便利になった。」「作業が楽になった。」などデジタル化されたことで利便性が向上したという感想が多く得られた一方、「使いづらかった。」「PC の調子が悪く画像が送れないことがあって困った。」「PACS の転送速度は遅く感じた。」など、システムの作業感覚や不具合を指摘する感想もあり、実習を受けた感想は多岐にわたった。

### 4. 考 察

システム及び実習プログラムについて、それぞれの問題点について検討を行った。

- ① 本システムは HIS 導入を行っておらず、RIS での役割を代用している。また臨床施設全体の医療情報の流れを示すことができない。

本来 HIS によって患者登録及び検査オーダーの発行を RIS で代用している。また検査オーダーの発行は医師によって行われるものであるが、実習ではその旨を十分

Training System	Training Processes
 <i>RIS Client</i>	1. Draw up a simulated-patient using student's name and number. 2. Issue examination order. 3. Accept the order and patient.
	4. Take x-ray images of a phantom with the order.
 <i>Image Quality Assurance System (iRad-EV Station)</i>	5. Read the images into CR systems. 6. Convert the images into DICOM formats using DICOM gateway, and send the images to the iRad-EV station.
 <i>RIS Client</i>	7. Load the patient and examination information from the RIS, and revise the DICOM information. 8. Send the images to the DICOM Server.
 <i>Drawing up Clinical Report Aided System (iRad-RW)</i>	9. Input examination termination. 10. Load appropriate images from the DICOM server, and draw up clinical reports with the images.

Fig. 3 The training workflow and system flow chart

The steps completed to learn the routine radiological technician's work model were described. The model case was evaluated in an educational environment for corresponding to the digitized information.

説明した上で患者の登録、オーダの発行を自ら取り組むことにより、作業行程は理解できているように思われる。

## ② DICOM タグの修正を必ず行う必要がある。

既存の MWM 非対応の FCR 装置及び X 線発生装置を利用して一般撮影を行うため、患者情報及び撮影オーダについては別途設置してある RIS 端末にて確認し、撮影を行う形式となった。その結果、システム上では情報の共有ができていない状態になり、それぞれの情報が途切れてしまう。FCR 装置では診察券をカ

ードリーダに通して一部情報を入力することができるが、現在ほとんどの臨床施設ではそのような形式で行っておらず、HIS または RIS からの取得方式が主流である。そのため iRad-EV Station を利用して予め取り込まれている DICOM 画像に対して、DICOM タグを RIS に登録されている患者・検査情報で上書きする方法によって検査情報と画像を関連づける方式をとった。これにより、MWM を直接利用することはできないが、間接的にそれぞれのデータを関連付けることができ、情報の共有を実現することができた。しかし、この方

法は DICOM タグを直接書き換えてしまうことに問題がある。臨床現場ではタグの修正は業務上ミスがあった場合のみで、常時タグの修正は行われない。実習では容易にタグの修正を行っており、この部分に関しては実際の業務と離れており懸念される。本来のタグ修正目的や修正に伴うリスクに関して十分に説明した上で実習を行っている。

### ③ 実習手順が多く理解しにくい

実習プログラムは患者作成からレポート端末によるレポートの作成まで全10行程であり、一連の流れとしては決して多くないと予想していた。しかし実際に実習後の感想では、「実感ができなった。」「十分に理解できなかった。」という感想が数名寄せられた。

これについては、システム自身の複雑さが大きく影響を及ぼしていると考えられる。撮影装置、FCR 装置、RIS、医用画像 QA システム、レポート作成システムの操作を短期間で身に着けなければならない。限られた時間に対して学習内容が多すぎた点は改善の余地があると考えられる。しかしこの点については、「もっと知りたい」、「もっとやってみたい」などの積極的な感想もあった。

また、実習に合わせてあらかじめ講義を行ったうえで実習に取り組む必要性があったと考えられる。学生の感想からも同様の意見が伺える。前記したように、行程数が多く、実習時間内に実習行程を追っていくのに精一杯であった。よって予め作業工程の確認、実習に必要な基礎知識の修得をした上で、実習を行っていくように改善していきたい。具体的には知識の習得と実習（実技の修得）の両方を行いたい場合、E-Learning が有効であるとの報告<sup>8,9)</sup> があり、今後、導入を検討したいと考える。

## 5. 結 語

小規模 PACS と RIS、IHE 統合プロファイルの通常運用のワークフローを考慮した実習プログラムの導入によって、学内実習システムを構築し運用した。医療情報システムを利用した新たな実習の試みとしては多くの問題があったものの、学内実習において実践的な医療情報教育を行うことができ、効果的な人材育成を

行う基盤を構築することができた。今後、本システム及びプログラムについてさらに検討を行い、より実践的で短時間でも十分に効果の上がるよう検討していきたい。また多くの教育施設においても本研究と同様に実践的なシステムを用いた教育プログラムを行うことにより、デジタル化に対応できる放射線技師の育成をより効率的に行うことができると思われる。

IHE 統合プロファイルは、国内の多くの医療機関において利用でき、またベンダやシステムの枠を超えて相互運用可能となるように示されたものである。よって放射線検査業務の最も一般的なワークフローを示しているとも考えることができる。その IHE 統合プロファイルを実習に取り入れることにより、一般的なデジタル化された臨床施設のワークフローを体験することが可能となる。よって IHE 統合プロファイルの新たな利用方法を提案することができた。

## 文 献

- 1) Nomura Yukihiro, Katoh Tsuguhisa, Saito Hidetoshi, et al. Construction of DICOM network for Radiological Education and Study in Tokyo Metropolitan University of Health Sciences. The journal of Tokyo Academy of Health Science 2000; 2 ( 4 ), 300-305.
- 2) 井上仁朗、他：学生教育用病院情報システムシュミレータの開発. 産業医科大学雑誌 2003; 25 ( 2 ), 217-227.
- 3) Conquest DICOM software 1.4.13: <http://www.xs4all.nl/~ingenium/dicom.html>
- 4) Antoine Rosset, Luca Spadola, Lance Pysher, et al.: Navigating the Fifth Dimension Innovative Interface for Multidimensional Multimodality Image Navigation. Radiographics 2006; 26, 299-308.
- 5) Chantal Rosset, Antoine Rosset, and Osman Ratid: General Consumer Communication Tools for Improved Image Management and Communication in Medicine. J Digit Imaging 2005; 18 ( 4 ), 270-279.
- 6) 清哲郎. これ1冊でeFilm. 東京：メディカルアイ, 2006.
- 7) 日本医用画像管理学会編：4章標準規格. 医用画像情報管理パーセクトブック. 東京：日本放射線技師出版会, 2007;134-135.
- 8) 山本洋雄、他. 知識修得と機器実習が混在する教育におけるe-Learningの開発と評価. 教育システム研究開発センター紀要 2004; 10, 53-60.
- 9) 山本広行、他. E-Learningと実習を活用した情報ネットワーク技術者教育. 八戸工業大学紀要, 2004; 24, 289-293.

## 岐阜医療科学大学紀要 投稿規定

- 1) 投稿者の資格：原稿の主著者は本学の専従教職員または本学非常勤講師とする。
- 2) 原稿の種類：和文または英文等の外国語による未発表原稿に限る。
- 3) 投稿件数：主著者、共著者のいずれにかかわらず、同一著者名による投稿件数の制限はない。
- 4) 倫理規定：人および動物が対象である研究は、倫理的に配慮され、その旨が本文中に明記されていること。
- 5) 論文の掲載：原則として完全稿を受理した順に掲載する。
- 6) 原稿の執筆要領：執筆は原則としてワープロ等とし、別に定める投稿規定細則に従って行う。
- 7) 投稿：ハードコピー 1部とともに、3.5インチフロッピーディスク (FD) 等の電子ファイルも併せて提出する。  
FD 等には使用機種名、ソフト名を明記する。
- 8) 校正：印刷の初稿は著者校正とする。
- 9) 著作権：掲載論文の著作権は岐阜医療科学大学に帰属する。掲載後は本学の承諾なしに他誌に掲載することを禁ずる。なお、本紀要の内容は「NII 論文情報ナビゲーター：CiNii (サイニイ)」にデータ登録され、<http://ci.nii.ac.jp/> にて検索できる。
- 10) 投稿料および原稿料：投稿料は無料とする。原稿料は支払われない。
- 11) 別刷料：投稿論文 1 著につき50部まで無料とする。50部を超えるものは有料となる。

2006年7月5日制定

2007年6月6日改定

## 研究業績一覧

2007年度 (2007.4.1~2008.3.31)

1) 著書 (本学教員太字)

著者名	書名	発行所名	総頁数・担当頁	発行年月
奥野英子編著 青木一男, 佐々木葉子, 丹 有子, 藤田恵美, 安川直史, 関口恵美, 大場龍男, 宮原典子, 清水直次, 段木典子, 生澤真由美, 宮崎一泰, 石渡博幸, 石丸恵理子, 北野 智, 石塚慶人, 河村あゆみ, 河村 曜, 興梠 理, 柳田正明, 塙屋稻二良, 阿部順子, 星野晴彦, 田代幹康, 黄敬歲, 平山かおり	実践から学ぶ「社会生活力」支援 —自立と社会参加のために	中央法規	261, 218-224	2007.4
市川秀男	放射線技師に必要な医学知識のABC	大垣印刷	43	2007.4
編集: 保科正夫, 執筆者: 内山幸男, 他8名	標準治療技術の標準	日本放射線技師会出版会	461, 013-042	2007.4
委員長: 尾川浩一, 執筆者44名, 治療分野 (小委員長 佐方周防): 内山幸男, 他4名	医学物理用語集2007	日本医学物理学会	227, 治療分野	2007.5.
渡部洋一, 金森勇雄, 大野和子, 大野晶子, 青山裕一, 田伏勝義, 近藤 悟, 上前峰子, 小島 勝, 田中良巳, 稲村圭司, 中村 謙, 小野木満照	診療画像検査法 改訂 放射線治療科学概論	医療科学社	378, 289-320	2008.3.17
金森勇雄, 井戸靖司, 畑佐和昭, 安田銳介, 小野木満照, 藤野明俊, 竹島賢治, 井戸泰伸, 町田君成, 今村裕司, 渡部洋一, 幅 浩嗣	診療画像検査法 最新 腹部超音波検査の実践 基礎から臨床まで	医療科学社	229, 1-4, 21-24 230, 116-210	2008.3.17
木村吉延	平成18年度乳酸菌研究会に関する報告書 (インフルエンザウイルス持続感染系の樹立と生物学的性状の解析)	全国乳酸菌研究会	609, 259-263	2007.8
木村吉延	臨床検査ガイド2007-2008 (その他ウイルス抗体値)	文光堂	1070, 808-811	2007.2
井坂哲也, 井上大輔, 岩瀬 敏, 岡本靖久, 行田泰明, 櫻井尚子, 佐藤富美子, 塩澤友規, 清水英佑, 島田美喜, 清水幸雄, 清水由美子, 高瀬義昌, 高田宗樹, 高田真澄, 原野 悟, 福本正勝, 藤平恵未, 山田 明, 吉澤明孝 (共著)	公衆衛生と社会保障2008	医学評論社	268, 180-185	2007.10.22
麻場英聖, 天賀谷隆, 大竹眞裕美, 大塚恒子, 萩野 雅, 甲斐麻里, 金子亜矢子, 篠木由美, 長嶋八千子, 野中浩幸, 長谷川静子, 福島秀行, 藤野邦夫, 藤野ヤヨイ, 矢野優子	『実践 精神科看護テキスト』第6卷 コンサルテーション／リーダシップ (個人情報保護と記録) (実践 精神科看護テキスト 6卷)	精神看護出版	171, 157-167	2007.5

著者名	書名	発行所名	総頁数・担当頁	発行年月
野中浩幸	[書評] 藤野邦夫・藤野ヤヨイ著 『裁判事例に学ぶ精神科看護の倫理と責任』(本との話)	精神科看護, vol. 34, 通巻176号, 精神看護出版	96, 88-89	2007.5
末安民夫, 佐藤るみ子, 久世篤, 为金義博, 宮本有紀, 高橋政代, 谷藤伸恵, 東美奈子, 井上有美子, 野中浩幸, 吉浜文洋, 相馬篤, 池脇邦彦, 雀田澄夫, 大塚恒子, 伏見博之, 戸田一男, 下里誠二, 谷口ひろ子, 龍野浩寿	『解説・精神科看護業務指針』(急性期看護)	日本精神科看護技術協会編, 精神看護出版	174, 103-110	2007.11
幅 浩嗣, 山中英治, 丹羽政美, 北島秀登, 長野達也, 古川雅一, 野倉敏久, 梶田公博	MR用語集	岐阜県MR研究会	CD-ROMで作成	2007.10
原著者: David Robertson (Editor in Chief) 監訳者: 高橋 昭, 間野忠明 編集: 菅屋潤壹, 長谷川康博, 岩瀬 敏	「ロバートソン自律神経学」原著第2版	エルゼビア・ジャパン	全469ページ	2007.6.30
編者: 自律神経学会 執筆者: 間野忠明	「自律神経機能検査」第4版	発行者: 浅井宏祐 発行所: 株式会社文光堂	433, 79-81 及び 査読	2007.7.1
編集: オーム社 執筆者: 山本哲也, 他13名	診療放射線技師国家試験 完全対策問題集	株式会社オーム社	681, 204-217, 533-541	2007.8
吉川一枝, 他262名(事典つき表記なし) 監修・編集: 日本小児看護学会	小児看護事典	ヘルス出版	902, 343-344, 351-352, 352-353, 356-357	2007.4

## 2) 学術論文(本学教員太字)

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
八田武俊, 渥美龍男, 高田宗樹, 吉田貴博	入学時における大学生のコンピューター技能と他の教育科目との関連	岐阜医療科学大学紀要	2, 43-47	2008.3
平林 一, 阿部順子, 中島恵子, 林 恵子	リハビリテーション職種の現状と展望「心理士」	総合リハビリテーション	第35巻, 第6号	2007.6
阿部順子	高次脳機能障害者への生活支援	実践 成年後見	No.24, 41-47	2008.1
安藤邑惠, 小木曾加奈子	老年看護学臨地実習記録の内容分析と課題—ICFの視点から考える看護の展開	第38回日本看護学会論文集—看護教育—	278-280	2008.1
小木曾加奈子, 安藤邑惠	老年看護学臨地実習記録の内容分析と課題—認知症高齢者の生活機能からの分析—	第38回日本看護学会論文集—看護教育—	281-283	2008.1
松村三千子, 上平公子, 泉川孝子, 安藤邑惠	看護学生の老年期の性認識—老年者のオムツ着用の弊害から波及する問題—	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 21-31	2008.3
片渕哲朗	心疾患における検査技術の未来～今の技術から10年後を予測する～	日本放射線技術学会核医学分科会誌	No.59, P.32-38	2007.10
片渕哲朗	世界一受けたい核医学の授業—核医学概論—	核医学技術学会雑誌	Vol.27, No.4, P.321- P.326	2007.10

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
片渕哲朗	核医学装置の最新トピックス	映像情報 Medical	Vol.39, No.11, P.1012-1018	2007.10
片渕哲朗	心臓核医学技術における現状と未来～今、改めてSPECT画像を考える～	東海核医学セミナー会誌	Vol.22, P.35-42	2007.12
加藤太喜子、井川昭弘	胚の道徳的地位をめぐる今日の状況—パーソン論をめぐる議論から	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 69-75	2008.3.31
神庭純子、藤生君江、飯田澄美子	養育期の家族における育児不安とその要因に関する研究（第3報）母親と父親の比較をとおしての検討	保健の科学	第49巻, 第7号 505-509	2007.7
藤生君江、神庭純子、富安真理、鈴木みちえ、長澤久美子、薄田寛子	在宅看護論における家族支援に関する学習効果の検討—学生の介護者の自己実現に対する認識に焦点をあてて—	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 15-20	2008.3
神庭純子、松下延子、藤生君江、伊藤幸子、上坂良子、小林貴子、中村貴子、橋本廣子、下井勝子、宮田延子	4年制看護基礎教育課程の1年次「ふれあい実習」の教育効果（1報）—学生の自己評価を分析して—	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 107-114	2008.3
松下延子、神庭純子、小林貴子、伊藤幸子、中村貴子、橋本廣子、下井勝子、上坂良子、宮田延子、藤生君江	4年制看護基礎教育課程の1年次「ふれあい実習」の教育効果（2報）—学生の実習記録記述内容を分析して—	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 115-122	2008.3
神庭純子	初学者のための『看護覚え書』—看護の現在をナイチンゲールの原点に問う（13）	総合看護	第42巻, 第2号 5-12	2007.5
神庭純子	初学者のための『看護覚え書』—看護の現在をナイチンゲールの原点に問う（14）	総合看護	第42巻, 第3号 49-56	2007.8
神庭純子	初学者のための『看護覚え書』—看護の現在をナイチンゲールの原点に問う（15）	総合看護	第42巻, 第4号 61-68	2007.11
神庭純子	初学者のための『看護覚え書』—看護の現在をナイチンゲールの原点に問う（16）	総合看護	第43巻, 第1号 51-58	2008.2
唐沢 泉	助産師学生の自己評価における分娩介助10例終了後の到達度	岐阜医療科学大学紀要	第2号, p89~96	2008.3
Beixing Liu, Yoshinobu Kimura	Local immune response to respiratory syncytial virus infection is diminished in senescence-accelerated mice	Journal of General Virology	88: 2552-2558	2007.9
Beixing Liu, Yoshinobu Kimura	Respiratory syncytial virus protects against the subsequent development of Japanese cedar pollen-induced allergic responses	Journal of Medical Virology	79: 1600-1605	2007.10
Yoshinobu Kimura	Pathological and protective aspects of influenza virus-induced apoptosis	Bulletin of Gifu University of Medical Science	1: 55-59	2007.3
木村吉延	福井県感染症情報 感染症発生動向調査情報解析コメント	福井県医師会だより 福井県医師会	547 (1) 36	2007.1

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
篠原範充, 森本忠興, 遠藤登喜子, 他	マンモグラフィ認定更新制度の導入の目的と具体的な運用方法 第一報 読影部門	日本乳癌検診学会誌	17(1), 印刷中	2008.3
篠原範充	明日から使えるマンモグラフィ Tips!・マンモグラフィ更新制度の紹介	Rad Fan (一般雑誌)	5(9), 108-111	2007.8
橋本廣子, 宮田延子, 下井勝子, 山田小夜子	3歳児健診からみた育児不安と育児支援—不安の時期と育児支援から	岐阜医療科学大学紀要	第2号, pp33-38	2008.3
古池隆明, 古川 博, 高崎昭彦, 松井太衛, 大島久二	糖尿病患者尿中に $\alpha$ 型 Defensin HNP-3 を同定 ～糖尿病性腎症への進行マーカーの可能性～	生物試料分析	Vol.30, No4, 334-339	2007.9
吉田 豊, 横山清子, 高田宗樹, 岩瀬 敏	段階的重心負荷に伴う前失神時の心拍変動評価	自律神経	43, 6, 453-459	2007.4
松浦康之, 横山清子, 高田宗樹, 岩瀬 敏, 鳴田勝彦	健常女性を対象とした睡眠時における胃電図の周波数情報解析	生体医工学	44, 4, 560-566	2007.4
松浦康之, 横山清子, 高田宗樹, 岩瀬 敏, 鳴田勝彦	健常女性を対象とした睡眠時における胃電図の周波数情報解析	生体医工学	44, 4, 560-566	2007.4
清水祐樹, 高田宗樹, 北岡良之, 中山明峰	アルコール摂取時の重心動搖における決定論性の評価	Equilibrium Research	66, 1, 1-8	2007.6
松浦康之, 横山清子, 高田宗樹, 鳴田勝彦	多チャンネル胃電図を Wayland アルゴリズムによって解析した一例	人間工学	Vol.43(4), 228-232	2007.8
Matsuura Y., Yokoyama K., Takada H., Shimada K.	Dynamics Analysis of Electrogastrography using Double-Wayland Algorithm	Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society	1973-1976	2007.8
山崎大志, 綱島 均, 高田宗樹, 山田 功	Double-Wayland テストを用いた心疾患の検知に関する研究	日本機械学会論文集C	73, 734, 2647-2652	2007.10
K. Fujikake, M. Miyao, R. Honda, M. Omori, Y. Matsuura and H. Takada	Evaluation of High Quality LCDs Displaying Moving Pictures, on the Basis of the Form Obtained	Forma	22, 2, 199-20	2007.12
Kazuhiro Fujikake, Hiroki Takada, Masako Omori and Masaru Miyao	Evaluation of High-quality LCDs Displaying Moving Pictures by Use of the Form Obtained from Statokinesigrams and the Dynamics	Forma	22, 3, 217-229	2008.2
高田宗樹, 松浦康之, 御橋広真	確率共鳴による胃電図の記述	岐阜医療科学大学紀要	2, 127-133	2008.3
山本哲也, 高田宗樹, 岩瀬敏, 山口喜久, 平柳 要, 高田真澄, 田中邦彦, 増尾善久, 塩沢友規, 中山明峰	段階的重力負荷が前庭小脳系に及ぼす影響 (第2報)	岐阜医療科学大学紀要	2, 123-126	2008.3
Hiroki Takada	Effect of S/N Ratio on Translation Error Estimated by Double-Wayland Algorithm	Bulletin of Gifu University of Medical Science	2, 135-139	2008.3
武井 泰, 横山久美, 穂信憲明, 石井美里, 築地真実, 石田 裕, 田爪正氣	手袋装着後の手指付着細菌に対する各種洗剤・消毒剤の効果	日本ノートバイオロジー学会「無菌生物」	第37巻, 第2号 p.78-p.81	2007.12
横山久美, 武井 泰, 築地真実, 松木秀明, 石田 裕, 田爪正氣	各種病原微生物に対する光触媒銀系酸化チタンコート剤の効果	日本ノートバイオロジー学会「無菌生物」	第37巻, 第2号 p.74-p.77	2007.12

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
武井 泰, 横山久美, 石井美里, 築地真実, 豊田淑恵, 伊藤幸子, 田爪正氣	手指付着細菌に対する各種洗剤・消毒剤の消毒持続効果の検討	岐阜医療科学大学紀要	第2号, p.39-p.41	2008.3
樺木良友, 梅田久美子, 伊藤千明, 安藤洋子, 戸田由紀子, 棚橋千弥子	乳癌術後症例の術側上肢に対するアロママッサージの効果	岐阜医療科学大学紀要	1号, 21	2007.3
Makoto Nagai	Effect of Citrus Fruits components on the CYP3A activity	Medical and biology	152, 4, 51-55	2008.3
中村浩二	歯の資産価値についてⅡ 一般の患者様と歯科医療スタッフとの違いについて	市原歯報	第3巻, 15-17	2007.6.29
中村浩二	歯の資産価値に対する意識調査 (I) ~患者調査から~	岐歯新報	第739号, 24-25	2007.7.22
中村浩二	歯の資産価値に対する意識調査 (II) ~歯科医療従事者の調査から~	岐歯新報	第740号, 24-25	2007.8.22
富田美穂子, 中村浩二, 福井克仁	咀嚼が短期記憶能力に及ぼす効果	日本口腔科学会雑誌	第56巻, 第4号 350-355	2007.9.10
中村浩二, 富田美穂子, 中村弘之, 南武志	アンケート調査から見える歯科医療の特殊性	岐阜医療科学大学紀要	第2号, 59-63	2008.3.31
泉川孝子, 古田千恵子, 長屋江見, 松村三千子	基礎看護技術演習の役割における学生の倫理的態度の一考察	岐阜医療科学大学紀要	2号, p97-p105	2008.3
丹羽民和, 和田久泰, 葛谷雅文, 清島 満	Matrix metalloproteinase 2 欠損骨髄由来細胞の動脈硬化形成へ与える影響	岐阜医療科学大学紀要	N0.2, 7-13	2008.3.31
八田武俊, 小林正和, 大渕憲一, 福野光輝	不快情動と社会的関心への注意が交渉に及ぼす影響	対人社会心理学研究	8, 17-22	2008.3
八田武俊, 岩原昭彦, 八田武志	中高年者の化粧行動と高次脳機能について	人間環境学研究	5(2), 35-40	2007.12
Hatta, T & Ohbuchi, K	An experimental study on the effects of exit ability and correct ability on electronic negotiation	Negotiation Journal	23(3), 283-305	2007.7
八田武俊, 岩原昭彦, 唐沢かおり, 八田武志	日本人中高年女性の化粧行動に関する研究—自意識との関係分析の結果から—	人間環境学研究	5(1), 45-49	2007.6
八田純子, 八田武俊	摂食障害における自尊心	人間環境学研究	5(1), 35-38	2007.6
山村江美子, 藤生君江, 飯田澄美子	在宅生活を送るパーキンソン病患者と家族の病気の捉え方	家族看護学研究	第13巻, 第1号 11-17	2007.6.29
豊島泰子, 藤生君江, 飯田澄美子	精神障がい者の家族の訪問看護に対する肯定的な捉え	家族看護学研究	第13巻, 第3号 158-164	2008.2.20
藤垣雅司, 藤垣康子	数式処理ソフト Mathematica を用いた電磁気学に関する動画教材Ⅱ	岐阜工業高等専門学校紀要	43, 89-96	2008.3
藤垣康子, 藤垣雅司, 藤垣佳子	数式処理ソフト Mathematica を用いたフーリエ級数展開とラプラス変換に関する動画教材	岐阜医療科学大学紀要	2, 141-149	2008.3
服部高幸, 竹村正男, 加藤則廣, 山田哲也, 富田栄一, 前田悟司, 伊藤弘康, 斎藤邦明, 清島 満	高分子量アディポネクチン測定に関する基礎的検討	医療と検査機器・試薬	30(5), 499-503	2007.10
Mishima T, Harino S, Sugita J, Nakahara M, Suzuki T, Hayakawa T.	Plasma kinetics and urine profile of ethyl glucosides after oral administration in the rat	Biosci Biotechnol Biochem	72, 2, 393-7	2008.2

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
三嶋智之, 大崎喜孝, 鈴村雄二, 枝植治人, 早川享志	柿葉茶および秋摘緑茶抽出液の腸管における糖質の加水分解と吸収に及ぼす影響	岐阜医療科学大学紀要	2, 151-155	2008.3
安田成臣, 小寺吉衛, 岩崎 晃	X線CTにおける投影データ値の応答解析—サンプリング間隔との関係—	医学物理	28(S2), 234-235	2008.4
岩崎 晃, 木村重伸, 須藤光治, 笹森真実, 斎藤秀敏, 清野守央, 駒井史雄, 伊藤雅信, 安田成臣, 久保田 譲, 藤森 明, 阿部由直	高エネルギーX線線量計算においてエネルギービンごとの線量カーネルを用いたコンボルーション法	医学物理	28(S2), 242-243	2008.4
Naruomi Yasuda, Shinji Abe, Katsuyuki Nishimura, Hitoshi Sato, Hiroshi Muraishi, Kenichi Yokoyama, Tetsuya Tomida, Tetsuo Inada, Yumiko Ohno, Tatsuaki Kanai, Yoshie Kodera, Akira Iwasaki	The application of nonlinear wavelet shrinkage denoising to heavy ion CT using rotation range shifter	Bulletin of Health Sciences Hirosaki	7, 69-79	2008.3
高橋良幸, 阿部慎司, 西村克之, 佐藤 齊, 原 秀剛, 村石 浩, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	高速重イオン線CTの画質向上—wavelet変換によるノイズ除去—	医学物理	27(S4), 94-95	2007.9
村石 浩, 西村克之, 阿部慎司, 佐藤 齊, 高橋良幸, 原 敏, 原 秀剛, 河井梨恵, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	飛程測定法による重イオン線CTの開発:光学系システムの改良	医学物理	27(S4), 92-93	2007.9
阿部慎司, 西村克之, 佐藤 齊, 原 秀剛, 高橋良幸, 村石 浩, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	増感紙-CCDカメラシステムを用いた重粒子線治療のQC	平成18年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書	224-225	2007.6
Naruomi Yasuda, Yoko Ishikawa, Yoshie Kodera	Improvement of edge response in multi-detector row CT by high-spatial-frequency sampling of projection data	International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	1 (6), 311-320	2007.4
村石 浩, 西村克之, 阿部慎司, 佐藤 齊, 原 秀剛, 高橋良幸, 鈴谷佳子, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	重イオンCTにおける空間分解能の補正: ウィナーフィルターを考慮に入れたFDR法の適用	医学物理	27(S2), 141-142	2007.4
高橋良幸, 阿部慎司, 西村克之, 佐藤 齊, 原 秀剛, 村石 浩, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	高速重イオン線CTの画質向上—CCDの感度補正とwavelet変換によるノイズ除去—	医学物理	27(S2), 139-140	2007.4
山内浩司, 酒向健二, 矢島孝彦, 富田雄平	直接変換方式FPD心血管撮影装置の被ばく線量測定	岐阜医療科学大学紀要	2, 65-68	2008.3
横田秀樹	UG-based SLA研究と英語教育研究	中部地区英語教育学会紀要 (査読あり)	第37 pp.33-40	2008.3
Hideki YOKOTA	Mapping and spell out problems in Japanese learners' English wh-questions	JACET Chubu Journal (査読あり)	Vol.5 pp.39-55	2007.12
横田秀樹	日本人英語学習者によるbe動詞の習得—解釈可能素性と解釈不可能素性—	LET中部支部紀要 (査読あり)	第19	印刷中

著者名	題名	掲載誌名	巻・号・頁	発行年月
吉田貴博, 田中嘉津夫, 田中雅宏	近接場光学 PSTM イメージングシステムレーション—球面先端プローブと平面先端プローブの比較—	岐阜医療科学大学紀要	2, 49-52	2008.3

3) 口頭発表（本学教員太字, 発表者下線）

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
武井 泰, 永井 慎, 上平公子, 藤吉恵美, 青山友佳, 伊藤幸子, 横山久美, 築地真実, 田爪正氣	ホオノキの葉成分の各種病原微生物に対する抗菌効果	第23回日本環境感染学会総会・長崎ブリックホール	2008.2
松井和夫, 稲葉健太郎, 江川真由美, 阿部順子	企業における障害者雇用の意識調査及び高次脳機能障害の認知度の調査	日本職業リハビリテーション学会 第35回大会・札幌市	2007.7
阿部順子	障害認識と職業生活の質	日本職業リハビリテーション学会 第35回大会シンポジウム・札幌市	2007.7
阿部順子	認知障害のリハビリテーション 一高次脳機能障害と統合失調症を比較する—	日本精神障害者リハビリテーション学会 第15回大会ワークショップ・名古屋	2007.11
安藤邑恵	中高年女性の理想的な老後の過ごし方と課題	日本老年社会学会・札幌	2007.6
安藤邑恵, 小木曾加奈子	老年看護学臨地実習記録の内容分析と課題—ICF の視点から考える看護の展開	第38回 日本看護学会—看護教育・千葉	2007.8
小木曾加奈子, 安藤邑恵	老年看護学臨地実習記録の内容分析と課題—認知症高齢者の生活機能からの分析—	第38回 日本看護学会—看護教育・千葉	2007.8
青木律子, 服部紀子, 安藤邑恵	老年看護学演習における加齢変化および障害擬似体験による学習効果—「レクリエーション企画・実践」演習後のレポートの分析から—	第12回 日本老年看護学会学術集会・神戸	2007.11
安藤邑恵, 松村三千子, 上平公子	認知症理解における授業展開の工夫—授業媒体と学習効果の質的検証—	第27回 日本看護科学学会学術集会・東京	2007.12
松村三千子, 安藤邑恵, 上平公子	看護学生の認知症理解を促進する教材選択と学習効果 一視聴覚教材と情意領域の関係—	第27回 日本看護科学学会学術集会・東京	2007.12
清水秀年, 久保田隆士, 大崎 光, 横井和志, 中山雅詞, 吉本 学, 内山幸男	HI ART system で評価した前立腺の setup error	第63回 日本放射線技術学会総会・横浜	2007.4
林 直樹, 内山幸男, 橋爪知紗, 中澤寿人, 萩原昌広, 森 美雅, 小林達也	Exactrac システムを用いた上位胸椎および肺尖部病変に対する照射位置再現性と固定法の検討	第63回 日本放射線技術学会総会・横浜	2007.4
清水秀年, 久保田隆士, 大崎 光, 横井和志, 中山雅詞, 吉本 学, 内山幸男	Helical Tom therapy における線量測定法の検証	第63回 日本放射線技術学会総会・横浜	2007.4
松嶋正則, 下田政義, 米田 剛, 米沢辰男, 田中利恵, 菊池雄三, 内山幸男	CRT-GOS (Conformal Radiation Therapy with Gravity Oriented Shield) 法による線量分布の基礎的検討—第2報—	第63回 日本放射線技術学会総会・横浜	2007.4
浅野宏文, 古川晋司, 松尾政之, 山元直也, 内山幸男, 高橋 豊, 隅田伊織	Tom Therapy の QA: 前立腺癌患者における IGRT の有用性	第63回 日本放射線技術学会総会・横浜	2007.4
Naoki Hayashi, Yukio Uchiyama, Yoshimasa Mori, Chisa Hashizume, Tatsuya Kobayashi	Verification of patient setup accuracy by Novalis system in stereo tactic radio surgery	The 8th International Stereo tactic Radio surgery Society congress サンフランシスコ	2007.6

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
Naoki Hayashi, Yukio Uchiyama, Yoshimasa Mori, Chisa Hashizume, Tatsuya Kobayashi, Yasunori Obata	Spatial uncertainties in radiotherapy process with Novalis system	The 5th Japan-US Cancer Therapy Symposium & The 5th S.Takahashi Memorial International Joint	2007.9
中澤寿人, 林 直樹, 内山幸男, 池之上宙, 山田雅己, 滝川幸則	ガンマナイフ治療におけるT1WIとSPGRの検討	第42回 日本放射線技術学会 中部部会	2007.10
恒川明和, 安田鉄介, 奥田清司, 中村 学, 古川雅一, 船坂佳正, 丹羽文彦, 樋口ちづ子, 伊藤行子, 小野木満照, 金森勇雄	認知症における99mTc-ECD SPECT を用いた画像統計解析の検討—i SSPとeZISの比較—	第27回 日本核医学技術学会・大阪市	2007.9.15
中村 学, 安田鉄介, 奥田清司, 古川雅一, 船坂佳正, 丹羽文彦, 恒川明和, 樋口ちづ子, 伊藤行子, 小野木満照, 金森勇雄	パーキンソン病における123I-MIBG 心筋シンチグラフィの有用性	第27回 日本核医学技術学会・大阪市	2007.9.15
<u>木村吉延</u> , 森 勇	温度感受性弱毒ウイルスによるインフルエンザ感染防御	第81回日本感染症学会総会・京都 感染症学雑誌 81:203, 2007	2007.4.10-11
<u>木村吉延</u>	Respiratory syncytial virus 感染のスギ花粉アレルギー反応抑制効果	第54回日本ウイルス学会 学術集会, 札幌. 抄録集, 260, 2007.	2007.10.21-23
<u>木村吉延</u>	老化促進マウスのrespiratory syncytial virus 感染に対する局所免疫応答低下	第54回日本ウイルス学会 学術集会, 札幌 抄録集, 261, 2007.	2007.10.21-23
<u>木村吉延</u>	高齢者におけるrespiratory syncytial virus 感染症のマウスモデル	第50回日本感染症学会中日本地方総会, 神戸. 抄録集, 194, 2007	2007.10.29-31
<u>木村吉延</u>	スギ花粉アレルギー反応に対するrespiratory syncytial virus 感染の影響	第50回日本感染症学会中日本地方総会, 神戸 抄録集, 195, 2007	2007.10.29-31
木村吉延	Th1/Th2バランスとIgE抗体産生	第44日本細菌学会中部支部総会, 蒲郡, 予稿集, 41, 2007	2007.10.11-12
三木一孝, 片渕哲朗, 福山誠介, 近松克修, 三輪正治, 檜山征也, 川島正治, 吉田 功, 中村 学, 恒川明和	Whole Body スキャンにおける画像標準化のための検討—画像評価ファントムの開発—	第27回日本核医学技術学会総会・大阪	2007.7.14
近松克修, 片渕哲朗, 福山誠介, 三輪正治, 檜山征也, 三木一孝, 中村 学, 恒川明和, 吉村茂雅, 水野辰彦, 多湖博史	Whole Body スキャンにおける画像標準化のための検討—他施設共同研究による画像評価—	第27回日本核医学技術学会総会・大阪	2007.7.14
三輪正治, 片渕哲朗, 福山誠介, 三木一孝, 多湖博史, 近松克修, 檜山征也, 吉村茂雅, 水野辰彦, 川島正治, 吉田 功	Whole Body スキャンにおける画像標準化のための検討—シンチレータ厚の違いによる基本特性の比較—	第27回日本核医学技術学会総会・大阪	2007.7.14
檜山征也, 近松克修, 三輪正治, 三木一孝, 吉田 功, 中村 学, 恒川明和, 吉村茂雅, 片渕哲朗, 福山誠介	Whole Body スキャンにおける画像標準化のための検討—他施設共同研究による画像出力条件の比較—	第27回日本核医学技術学会総会・大阪	2007.7.14
小林龍徳, 河合一尚, 代田優美, 原 武史, 周向栄, 藤田広志, 伊藤哲, 片渕哲朗	全身FDG-PET検査におけるSUVによる正常アトラスの作成	PET サマーセミナー 2007, 大津	2007.8.27
松尾 悟, 片渕哲朗, 杜下淳次, 藤田広志	位相イメージングの画像解析	第35回日本放射線技術学会秋季大会 画像分科会シンポジウム・名古屋	2007.10.25
Satoru Matsuo, Hiroshi Fujita, Junji Morishita, Tetsuro Katafuchi, Chika Honda, Keiko Tohyama, Junko Sugiyama	Fundamentals of phase contrast mammography	Radiological Society of North America 2007, Chicago USA	2007.11.25-30
神庭純子, 松下延子, 伊藤幸子, 上坂良子, 小林貴子, 中村貴子, 橋本廣子, 下井勝子, 宮田延子, 藤生君江	4年制看護基礎教育課程の1年次「ふれあい実習」の教育効果(1報)ー学生の自己評価を分析してー	日本看護学教育学会 第17回学術集会・福岡	2007.8.10

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
松下延子, 神庭純子, 小林貴子, 伊藤幸子, 上坂良子, 中村貴子, 橋本廣子, 下井勝子, 宮田延子, 藤生君江	4年制看護基礎教育課程の1年次「ふれあい実習」の教育効果(2報)ー学生の実習記録記述内容を分析してー	日本看護学教育学会 第17回学術集会・福岡	2007.8.10
吉川一枝, 神庭純子, 山口明子, 藤生君江	乳幼児を持つ家族における育児機能に関する研究ー保育園児を持つ母親のとらえた「家族の情緒的機能」に視点をあててー	第54回日本小児保健学会 学術集会・群馬県前橋市	2007.9.21
Junko Kaminiwa, Katsuya Honda, Kimie Fujii	Concentration of Trace Elements (Cd, Pb, Cu, Zn) in Serum and Urine of the Patients with Chronic Metabolic Syndrome	The 1st KOREA-JAPAN Joint Conference on Community Health Nursing Seoul	2007.11.23
宮田延子, 安江悦子, 橋本廣子, 下井勝子, 上平公子, 小池万智子	山村過疎地域における高齢者の家族による見取りと医療福祉サービス	第15回日本ホスピスケアと在宅ケア研究会 全国大会 in 高山	2007.6.30
橋本廣子, 宮田延子, 下井勝子, 上平公子, 山田小夜子	3歳児健康診査から見た育児不安とその対応	第12回日韓健康教育シンポジウム兼第55回日本教育医学会大会・名古屋市	2007.8.4
宮田延子, 橋本廣子, 下井勝子, 上平公子, 小池万智子, 安江悦子	長期的地域保健活動の評価と課題ー山村過疎地域保健活動における医療保健福祉サービスの評価ー	第66回日本公衆衛生学会総会・松山市	2007.10.25
唐沢 泉, 森 仁美	助産管理実習終了後の助産師学生が考える施設における「いいお産」	岐阜県母性衛生学会学術集会・岐阜市	2008.1.26
唐沢 泉	助産師教育を担当する教員が考える将来の助産師教育	第48日本母性衛生学会・つくば国際会議場	2007.10
木澤光子, 唐沢 泉, 古田千恵子, 小林恵美子, 三井政子	岐阜県内の病産院における助産業務の実態調査	岐阜県母性衛生学会・岐阜市	2008.1
Teruko Kawaguchi, Momoe Konagya, Takako kobayashi, kyoko Kodaira, Etsuko Yokoyama, Hiroko Shimomura, Fumiko Yasukata, Michiyo Oka, Yuko Hayashi, Miyako Oike, Fusae Kondo, Megumi Higashi, Sanae Iha, Narumi Takiguchi, Kazumi Oda, Tomoe Inoue.	Nursing Model on Education 1 : “Lead/Cue Words or Behaviors and their Intutional Interpretation”	the 18th International Nursing Research Congress Vienna Austria	2007.7
Yuko Hayashi, Hiroko Shimomura, Teruko Kawaguchi, Sanae Iha, Tomoe Inoue, Kazumi Oda, Sachiko Tange, Michiyo Oka, Fumiko Yasukata, Miyako Oike, Momoe Konagya, Takako kobayashi, kyoko Kodaira, Fusae Kondo, Etsuko Yokoyama, Megumi Higashi, Narumi Takiguchi, Cieko Yamamoto, Emi Yamada, Hromi Sanaki.	Nursing Model on Education2: “Sharing Facts and their Implications with the Patient” and “Tailored Nursing Knowledge and Skills Diseases and Treatment”	the 18th International Nursing Research Congress Vienna Austria	2007.7
Fumiko Yasukata, Michiyo Oka, Miyako Oike, Fusae Kondo, Megumi Higashi, Chieko Yamamoto, Narumi Takiguchi, Emi Yamada, Hiromi Sanaki, Teruko Kawaguchi, Hiroko Shimomura, Yuko Hayashi, Momoe Konagya, Takako kobayashi, Kyoko Kodaira, Etsuko Yokoyama, Sanae Iha, Tomoe Inoue, Kazumi Oda, Sachiko Tange.	Nursing Model on Education3; “Professional Learning Climate as Patient Education Expert” and “Stepwise Searching and Problem-Solving Education Method”	the 18th International Nursing Research Congress Vienna Austria	2007.7

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
小長谷百絵, 小平京子, 小林貴子	看護の教育的関わりモデル Version6.0 —その2 とっかかり／手がかり言動 とその直感的解釈	第42回糖尿病学の進歩	2008.2
篠原範充, 遠藤登喜子, 池戸祐司, 他	乳房超音波装置のモニター輝度の測定	第63回日本放射線技術学会学術 大会・横浜市	2008.4
杉浦明弘, 津坂昌利	FCR と miniPACS を用いたフィルムレスな学生実験実習環境の構築	日本放射線技術学会・横浜	2007.4.15
杉浦明弘, 津坂昌利, 小林 誠, 江島豪一	教育用 PACS と RIS を用いたシミュ レーション型実習システムの構築	医用画像情報学会・福岡	2007.10.6
杉浦明弘, 津坂昌利, 小林 誠, 江島豪一	SWF 統合プロファイルを考慮した撮 影実習システムの構築	日本生体医工学会 東海支部・ 名古屋	2007.10.13
杉浦明弘, 津坂昌利	教育用 PACS と RIS を用いた学内撮影 実習環境の構築	日本放射線技術学会・名古屋	2007.10.26
竹内真粧美, 萩原英雄, 中村政志, 高崎昭彦, 他4名	HIV nef 遺伝子産物のミリストイル基 の機能解析	第80回日本生化学会 第30回日本分子生物学会 合同年会・横浜	2007.12
下條尚志, 高崎昭彦, 中村政志, 萩原英雄, 他3名	PKC $\alpha$ 抗体を用いたプロテインキナーゼ類似ドメインの網羅的探索	第80回日本生化学会 第30回日本分子生物学会 合同年会・横浜	2007.12
萩原英雄, 高崎昭彦, 中村政志, 他2名	Netrin-1の関与するシグナル伝達経路 の網羅的解析	第80回日本生化学会 第30回日本分子生物学会 合同年会・横浜	2007.12
黒澤 仁, 高崎昭彦, 林 宣宏, 他12名	抗体セットを用いた癌の分類法の確立 と癌治療法開発に向けて	第80回日本生化学会 第30回日本分子生物学会 合同年会・横浜	2007.12
下村敦司, 高崎昭彦, 林 宣宏, 千田隆夫	Wnt シグナル伝達系の転写因子 LEF-1 の結合因子の同定	第113回日本解剖学会	2008.3
松浦康之, 横山清子, 高田宗樹, 嶋田勝彦	健常者仰臥位時における胃電図解析手 法の提案	第46回日本生体医工学会大会・ 仙台	2007.4.26
Hiroki Takada, Kazuhiro Fujikake, Masashi Furuta, Masaru Miyao	A Method of Evaluating Mixed Reality of 3-dimensional Movie with Stereo Sound-An Application of Stabilometry	Work With Computing System WWCS 2007, Stockholm, Sweden.	2007.5.23
Kazuhiro Fujikake, Satoshi Hasegawa, Masako Omori, Hiroki Takada, Masaru Miyao	Readability of character size in the car	Work With Computing System WWCS 2007, Stockholm, Sweden.	2007.5.23
Masaru Miyao, Kumi Sato, Satoshi Hasegawa, Kazuhiro Fujikake, Masako Omori, Kohei Okamoto, Shozo Tanaka, Hiroki Takada	Multilingual disaster information to foreigners in Japan	Work With Computing System WWCS 2009, Stockholm, Sweden.	2007.5.23
高田真澄, 山内豊明, 田中邦彦, 塩沢友規, 古田真司, 宮尾 克, 北岡良之, 高田宗樹	加齢による平衡機能の低下は Galvanic Vestibular Stimulation で模擬できるか	第48回日本人間工学会大会・名 古屋市	2007.6.2
高田宗樹, 田中邦彦, 松浦康之, 高田真澄, 横 山清子, 古田真司, 藤掛和広, 宮尾 克, 塩沢友規	Galvanic Vestibular Stimulation の印加 がポテンシャルの形に及ぼす影響	第63回形の科学シンポジウム・ 東京	2007.6.17
Kazuhiro Fujikake, Satoshi Hasegawa, Masako Omori, Hiroki Takada, Masaru Miyao.	Readability of character size for car navigation system	HCII 2007 Beijing (Human Computer Interaction International 2007), Beijing	2007.7.24
Y. Matsuura, K. Yokoyama, H. Takada and K. Shimada	Dynamics Analysis of Electrogastrography using Double - Wayland Algorithm	IEEE EMBC 2007, Lyon	2007.8.24

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
藤掛和広, 高田宗樹, 大森正子, 長谷川聰, 宮尾 克	中年層と高齢層に見やすい液晶ディスプレイに関する評価—重心動搖計を用いての比較検討—	日本応用心理学会 第74回大会・帝塚山大学 (奈良)	2007.9.8
西村直記, 岩瀬 敏, 菅屋潤壹, 佐藤麻紀, 清水祐樹, Dominika Kanikowska, 鈴木里美, 渡邊順子, 高田宗樹, 高田真澄, 塩沢友規, 平柳 要	20日間の-6° head-down bed restによる宇宙コンディショニングに対する対抗措置としての人工重力負荷と運動負荷の有効性	第54回中部日本生理学会 第100回近畿生理学談話会・合同大会	2007.10
鈴木里美, 西村直記, 岩瀬 敏, 平柳 要, 山口善久, 渡邊順子, 高田宗樹, 佐藤麻紀, 清水祐樹, Dominika Kanikowska, 増尾善久, 石田浩司, 秋間 広, 片山敬章, 菅屋潤壹	20日間のヘッドダウンベッドレストにおける人工重力負荷後の末梢循環うつ血に対するマッサージの効果	第53回日本宇宙航空環境医学会大会・愛知郡長久手町	2007.11
山本哲也, 高田宗樹, 塩沢友規, 山口喜久, 平柳 要, 高田真澄, 田中邦彦, 増尾善久, 岩瀬 敏	段階的重力負荷が前庭小脳系に及ぼす影響 (第2報)	第53回日本宇宙航空環境医学会大会・愛知郡長久手町	2007.11
岩瀬 敏, 菅屋潤壹, 西村直記, 佐藤麻紀, 清水祐樹, Dominika Kanikowska, 高田宗樹, 間野忠明, 石田浩司, 秋間 広, 片山敬章, 平柳 要, 塩澤友規, 谷島一嘉, 高田真澄, 渡邊順子, 鈴木里美, 福永哲夫, 増尾善久	20日間-6° ヘッドダウンベッドレストに伴う宇宙飛行デコンディショニングに対する人工重力及び運動負荷の対抗措置としての有効性	第53回日本宇宙航空環境医学会大会・愛知郡長久手町	2007.11
高田宗樹	Double-Wayland アルゴリズムによって推定される並進誤差のノイズ安定性に関する検討—雑音項を伴った van der Pol 方程式を用いて—	第64回形の科学シンポジウム・神奈川	2007.11
Hiroki Takada, Kazuhiro Fujikake, Masaru Miyao, Yasuyuki Matsuura	Indices to Detect Visually Induced Motion Sickness using Stabilometry	The First International Symposium on Visually Induced Motion Sickness, Fatigue, and Photosensitive Epileptic Seizures・香港	2007.12
西村直記, 岩瀬 敏, 菅屋潤壹, 清水祐樹, 櫻井博紀, 佐藤麻紀, Dominika Kanikowska, 鈴木里美, 渡邊順子, 石田浩司, 秋間広, 片山敬章, 高田宗樹, 増尾善久, 平柳 要, 塩沢友規	20日間の模擬微小重力曝露後の血圧調節における心拍出量および筋交感神経活動の寄与率	第85回日本生理学会大会・東京	2008.3
松浦康之, 高田宗樹	確率共鳴による胃電図の数理モデルに関する研究 Pol 方程式を用いて—	第85回日本生理学会大会・東京	2008.3
西村直記, 山本哲也, 高田宗樹, 他12名 14,15番目	20日間の-6° ヘッドダウンベッドレスト後の起立耐性に対する人工重力および運動負荷の有効性	第24回宇宙利用シンポジウム・東京	2008.1
松木秀明, 田爪正氣, 武井 泰, 山本尚理, 築地真実, 長谷川秀隆	病院内環境調査—化学物質と細菌について—	平成19年度 室内環境学会自由集会・東北学園大学B会場	2007.12
棚橋千弥子	手指衛生手技に関する現状と課題	日本看護研究学会	2007.7.29
中村浩二, 富田美穂子, 中村弘之	歯科治療費に対する意識調査	第61回日本口腔科学会 学術集会・神戸	2007.4.19
中村浩二, 富田美穂子, 中村弘之	アンケート調査から見える歯科医療の特殊性	第50回日本口腔科学会 中部地方部会・松本	2007.10.22
中村貴子	清潔の援助の課題学習による看護技術の創造	日本看護学教育学会第17回学術集会・福岡	2007.8
中村貴子	新卒看護師の職場組織外サポート活動の評価	第11回日本管理学会年次大会・高知	2007.8
丹羽民和	学内実習の学生自己評価比較	第56回日本医学検査学会総会・宮崎市	2007.5.18

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
八田武俊	日本人中高年女性の化粧行動に関する研究—自意識との関係分析の結果から—	日本応用心理学会 第74回大会・奈良市	2007.9
八田武俊, 佐藤かおり	代表者交渉における選出過程が代表者の心的過程に及ぼす影響（2）	東北心理学会 第61回大会・盛岡市	2007.9
幅 浩嗣	放射線装置の原理と臨床	第二回学内学術セミナーシンポジスト・岐阜医療科学大学 講堂B	2007.12
仲村秀子, 中野照代, 藤生君江, 荒木田美香子	THE RELATIONSHIP OF PATERNAL COOPERATION IN HOUSEWORK AND CHILDCARE OF PRE-SCOOOL CHILDREN WITH PARENTAL FUNCTION IN CHILDCARE IN JAPAN	第8回国際家族看護学会・タイバンコク	2007.6.4
吉田伸行, 太田浩敏, 服部高幸, 小池紀子, 星 雅人, 丸本雅夫, 竹村正男, 前田悟司, 伊藤弘康, 斎藤邦明, 清島 満	当院におけるコスマネージメントについて	第39回日本臨床検査自動化学会, 横浜	2007.9
服部高幸, 竹村正男, 伊藤弘康, 前田悟司, 富田栄一, 加藤則廣, 斎藤邦明, 清島 満	NASH 患者血中の Cytokeratin-18測定の臨床的意義について	第54回日本臨床検査医学会総会, 大阪	2007.11
下村明子, 松村三千子	ロールレタリングと情意の関係	ロールレタリング学会・熊本	2007.11
S. Iwase, J. Sugenoya, M. Sato, Y. Shimizu, H. Takada, T. Mano, K. Ishida, H. Akima, K. Katayama, K. Hirayanagi, K. Iwasaki, T. Shiozawa, K. Yajima, Y. Watanabe, S. Suzuki, T. Fukunaga, Y. Masuo	Effectiveness of artificial gravity and ergo metric exercise as a countermeasure against spaceflight deconditioning caused by simulated microgravity of $-6^{\circ}$ head-down bed rest for 20 days	The 28th Annual International Gravitational Physiology Meeting San Antonio USA	2007.4.9
Tadaaki Mano, Satoshi Iwase	Gravitational stress on sympathetic nerve activity in humans	World Conference of Stress Budapest Hungary	2007.8.25
Satoshi Iwase, Hiroki Takada, Cui Jian, Fu Qi, Atsunori Kamiya, Daisaku Michikami, Junichi Sugenoya, Tadaaki Mano	Sympathetic neural functions adjusted to microgravity	第20回ニューログラム研究会 第5回国際自律神経科学学会サテライトシンポジウム・京都	2007.10.8
Tadaaki Mano	Contribution of Microneurography to autonomic neuroscience with a retrospect of 20 years of Japan Microneurography Society	第5回国際自律神経科学学会・京都	2007.10.8
Satoshi Iwase, Naoki Sawasaki, Daisaku Michikami, Tadaaki Mano, Junichi Sugenoya	Feed forward control of human thermoregulation by skin sympathetic nerve activity	第5回国際自律神経科学学会・京都	2007.10.6
Yuki Niimi, Toshiyoshi Matsukawa, Yoshiki Sugiyama, Abu S.M. Shamsuzzaman, Hiroki Ito, Tadaaki Mano	Seasonal variations in summer and winter of muscle sympathetic nerve activity in humans	第5回国際自律神経科学学会・京都	2007.10.6
Tadaaki Mano	Sympathetic neural control of blood pressure in microgravity	EFAS & AAS Vienna Austria	2007.10.12
Tadaaki Mano	Microneurography as a tool to investigate sympathetic neural traffic in humans	2007 Annual Symposium on Biomedical Engineering and Technology 台中 台湾	2007.12.14
高橋伸弥, 佐藤和秀, 大川講徳, 宮田和子, 山田孝子, 間野忠明, 高橋 昭	精巣の悪性リンパ腫に合併した無汗症の1例	第120回日本神経学会 東海北陸地方会・名古屋	2008.3.8

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
Satoshi Iwase, Naoki Nishimura, Junichi Sugenoya, Maki Sato, Dominika Kanikovska, Yuuki Shimizu, Hiroki Sakurai, Hiroki Takada, Tadaaki Mano, Hiroshi Akima, Keisho Katayama, Kaname Hirayananagi, Tomoki Shiozawa, Yoriko Watanabe, Satomi Suzuki, Tetsuo Fukunaga, Yoshihisa Masuo	Effects of artificial gravity with ergometric exercise as everyday countermeasure against spaceflight deconditioning caused by stimulated microgravity of $-6^{\circ}$ head-down bed rest for 20 days	第85回日本生理学会大会・東京	2008.3.26
水野英莉	スポーツ参加・達成における女性間の差異—日・米女子サーフィン選手の経験から—	第17回日本スポーツ社会学会・名古屋	2008.3.18
水野正延	看護師のバーンアウト予防に関する考察	日本コミュニティ心理学会 第10回大会	2007.6
大森由美子, 川口 豊, 宮田延子, 大森正英	音楽療法の有効性に関する研究	第66回日本公衆衛生学会総会・松山市	2007.10
緒方良至, 石榑信人, 伊藤健吾, 篠野健太郎, 阿部潤一郎, 宮原 洋	PET用小型サイクロトロン室内外の熱中性子密度測定	第44回アイソトープ放射線研究発表会・東京	2007.7
中村 一, 桦本和義, 松村 宏, 緒方良至, 石榑信人, 伊藤健吾, 篠野健太郎, 阿部潤一郎, 宮原 洋	小型サイクロトロンの運転に伴う放射化物生成	JRSM 第6回学術大会・仙台	2007.12
Daisuke Kami, Akimitsu Takagi, Yoshifumi Hirokawa, Joji Morita, Taizo Shiraishi, Masatoshi Watanabe	Characterization of prostate cancer spheroids for chemotherapeutic drugs.	第66回日本癌学会総会・横浜	2007.10
Naruomi Yasuda, Yoko Ishikawa, Yoshie Kodera	Improvement of Image Quality in MDCT by High-Frequency Sampling of x-, y- and z-Direction	第1回保健学研究科研究発表会, 弘前	2008.2
安田成臣, 小寺吉衛, 岩崎 晃	X線CTのデータ収集における空間サンプリング周波数とエッジ応答の関係	第1回保健学研究科研究発表会, 弘前	2008.2
H. Muraishi, K. Nishimura, S. Abe, H. Satoh, Y. Takahashi, H. Hara, S. Hara, R. Kawai, K. Yokoyama, N. Yasuda, T. Tomida, Y. Ohno, T. Kanai	Heavy Ion CT System Based on the Measurement of Residual Range Distribution: Improvement of the Optical Detector System	IEEE Medical Imaging Conference, Honolulu, Hawaii, U.S.A.	2007.10-11
高橋良幸, 阿部慎司, 西村克之, 佐藤 齊, 原 秀剛, 村石 浩, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	高速重イオン線CTの画質向上—wavelet変換によるノイズ除去—	日本医学物理学会第94会大会, 新潟	2007.9
村石 浩, 西村克之, 阿部慎司, 佐藤 齊, 高橋良幸, 原 敏, 原 秀剛, 河井梨恵, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	飛程測定法による重イオン線CTの開発:光学系システムの改良	日本医学物理学会第94会大会, 新潟	2007.9
安田成臣, 石川陽子, 小寺吉衛	X線CT画像のウェーブレット縮退を用いたノイズ低減処理におけるノイズ分布を考慮した縮退関数の設計	第63回日本放射線技術学会総会学術大会, 横浜	2007.4
高橋良幸, 阿部慎司, 西村克之, 佐藤 齊, 原 秀剛, 村石 浩, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	高速重イオン線CTの画質向上—CCDの感度補正とwavelet変換によるノイズ除去—	日本医学物理学会第93会大会, 横浜	2007.4
村石 浩, 西村克之, 阿部慎司, 佐藤 齊, 原 秀剛, 高橋良幸, 鈴谷佳子, 横山健一, 安田成臣, 富田哲也, 大野由美子, 金井達明	重イオンCTにおける空間分解能の補正: ウィナーフィルターを考慮に入れたFDR法の適用	日本医学物理学会第93会大会, 横浜	2007.4

発表者名	題名	発表学会名・開催地	発表年月日
河元宏史、山岡一清、他	岐阜県下より分離された <i>Streptococcus</i> 属細菌に対する各種抗菌薬の抗菌活性	日本化学療法学会 西日本支部 総会・神戸市	2007.11
横田秀樹	日本人英語学習者による英語 WH 疑問文の探査子と着地点	第7回日本第二言語習得学会・静岡市	2007.5.20
横田秀樹	UG-based SLA 研究と英語教育研究	第37回中部地区英語教育学会・津市	2007.6.23
横田秀樹	日本人英語学習者による be 動詞の習得 —解釈可能素性と解釈不可能素性 —	LET 中部支部 2007年秋季支部研究大会・一宮市	2007.12.1

## 4) 講演会・公開講座等

講演者等名	題名	講演会・講座名、開催地	発表年月日
阿部順子	高次脳機能障害の方々への支援～ネットワークの必要性と地域支援	石川県高次脳機能障害相談・支援センター開所記念講演・金沢市	2007.4.15
阿部順子	高次脳機能障害患者の理解と対応	広島県看護協会研修会・広島市	2007.6.15
阿部順子	リハビリテーションにおける心理療法的アプローチ	リハビリテーション心理職研修会・国立身体障害者リハビリテーションセンター・所沢市	2007.9.11
阿部順子	高次脳機能障害のリハビリテーション—疾患別の支援方法について—	高次脳機能障害者地域支援セミナー・三重県、三重県身体障害者総合福祉センター・津市	2007.8.26
阿部順子	高次脳機能障害のリハビリテーション	三重県厚生連リハビリテーション学術研修会・鈴鹿市	2007.9.22
阿部順子	高次脳機能障害の特徴と対応	高知脳外傷リハビリテーション講習会・高知市	2007.10.6
阿部順子	面接技法について	名古屋市ケアマネジメント研修・名古屋市	2007.10.19
阿部順子	高次脳機能障害の特性に応じた支援	岐阜県高次脳機能障害普及啓発保健所向け研修会・岐阜市	2007.10.26
阿部順子	高次脳機能障害の特性に応じた支援	岐阜県高次脳機能障害普及啓発保健所向け研修会・土岐市	2007.11.2
阿部順子	高次脳機能障害の地域生活支援を考える	大阪府高次脳機能障害支援普及事業関係職員研修会・大阪市	2007.11.30
阿部順子	高次脳機能障害について～評価から臨床効果～	徳島県 PT・OT・ST 合同研修会・徳島市	2007.12.9
阿部順子	高次脳機能障害とは何だろう—その理解と支援のために—	瀬戸保健所地域保健福祉バイオニア育成研修会・瀬戸市	2008.2.15
阿部順子	高次脳機能障害の理解と支援のために	高次脳機能障害理解促進セミナー・埼玉県・川口市	2008.3.15
安藤邑恵	職員学習会 / 介護現場に活かされる知識と技術	ハートタウン平成の杜	2007.4～2008.3
内山幸男	放射線治療における医療事故と対策	日本放射線技師会19年度「生涯教育セミナー」・大阪	2007.7
内山幸男	放射線治療学概論：最近の放射線治療の動向と放射線生物学について	日本放射線治療専門技師認定機構19年度教育セミナー・東京	2007.8
内山幸男	放射線治療のリスクマネジメント：放射線治療の実際で起き得る医療事故を定義しながら、事故防止のポイントについて講演	放射線治療セミナー基礎コース（東海ブロック）：日本放射線治療専門技師認定機構統一講習会・名古屋	2008.2

講演者等名	題名	講演会・講座名, 開催地	発表年月日
内山幸男	放射線治療学概論：放射線治療と手術的治療との差異, 利点, 欠点などを講義	放射線治療セミナー基礎コース（北陸）：日本放射線治療専門技師認定機構統一講習会・金沢	2008.2
岡本祥成	医の倫理について	浜名病院院内研修会・浜名病院	2007.8.29
片渕哲朗	心筋アーティファクトの理解を深める	第2回岐阜県心臓イメージング勉強会・岐阜	2007.4.7
片渕哲朗	これから放射線技師が目指すものは何か？～今, 変革の時期に考える～	厚生労働省近畿地方医務局新人研修会・大阪	2007.5.19
片渕哲朗	核医学に未来はあるか？～今, 変革の時期に考える～	第30回三河・遠州核医学研究会・浜松	2007.6.2
片渕哲朗	世界一受けたい核医学の授業 一核医学概論一	第27回日本核医学技術学会 総会学術大会・大阪	2007.7.14
片渕哲朗	一流の考え方, 三流の考え方～核医学における内部成長のプロセス～	第152回日本核医学技術学会 東海地方会・名古屋	2007.8.11
片渕哲朗	18F-FDG を用いたガンマカメラによる心筋イメージへの応用	第19回岐阜循環器核医学研究会・岐阜	2007.9.29
片渕哲朗	核医学における画像処理～基礎編～	第3回岐阜県心臓イメージング勉強会・岐阜	2007.10.13
片渕哲朗	心臓核医学における撮像・処理技術の基礎	第3回 Educational Seminar of Myocardial Perfusion Imaging (ESPER)・東京	2008.2.23
片渕哲朗	心臓イメージングの標準化に向けて～EMIT ファントムを用いた評価～	第5回東海心臓核医学フォーラム・名古屋	2008.3.15
上平公子	アロマセラピー体験	一般高齢者のサロン活動における講師・郡上市	2007.5
上平公子	タッピングとベビーマッサージについて	あかちゃんひろば講師・しろとり子育て支援センター・郡上市	2007.6～2008.3
上平公子	ベビーマッサージについて	つどいの広場事業講師・幼児教育センターみなみ園・郡上市	2007.6
上平公子	あなたの「カラダ」は大丈夫！？本当は楽しい経営者の健康管理	関市商工会議所青年部・関市若草プラザ	2007.7
上平公子	アロマセラピー講座	郡上市民講座・郡上市	2007.7
上平公子	アロマセラピーの効用と体験	会員研修会・郡上市食生活改善協議会八幡支部・郡上市	2007.8
上平公子	老人及び障害者の理解 在宅看護の基礎知識	介護訪問支援員2級養成講座・郡上市社会福祉協議会・郡上市	2007.9
小林貴子	看護実践事例の集積から看護研究へ	東海中央病院看護研究発表会・各務原市	2007.11
小林貴子	フィジカルアセスメントの実際	美濃市立美濃病院看護局研修会・美濃市	2007.11
小林貴子	看護の教育的関わりモデル Version6.0 一とっかかり／手がかり言動とその直感的解釈	名古屋記念病院スタッフ研究会（患者教育研究会主催）・名古屋市	2008.3
篠原範充	我が国における乳癌検診の現状	年次大会特別講演・NPO法人M C サポートセンターみくみえ・桑名市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	高知マンモグラフィ講習会・高知県・高知市	2008

講演者等名	題 名	講演会・講座名, 開催地	発表年月日
篠原範充	教育セミナー	日本乳癌学会総会・日本乳癌学会・横浜市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	精中委マンモグラフィ講習会・精中委・名古屋市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	大阪マンモグラフィ講習会・大阪府・吹田市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	福島県マンモグラフィ講習会・福島県, 福島県医師会・郡山市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第5回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第6回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	兵庫県マンモグラフィ講習会・兵庫県, 兵庫県医師会・神戸市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	京都マンモグラフィ講習会・京都府, 京都府医師会・京都市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第7回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・大阪市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	山形マンモグラフィ講習会・山形県, 山形県医師会・米沢市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第8回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第9回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	The basic of digital mammography	中国マンモグラフィ講習会・中国女医師会・上海	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第10回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第11回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	産婦人科マンモグラフィ講習会・産婦人科医会・東京都千代田区	2008
篠原範充	乳房撮影の基礎	岐阜県マンモグラフィ講習会・岐阜県, 岐阜県医師会・大垣市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第12回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	デジタルマンモグラフィについて その種類, 構成と特性	第13回ソフトコピー診断講習会・日本乳癌画像研究会・名古屋市	2008
篠原範充	The basic of digital image and image processing	山東医学高等医科学校医学影像系講義・山東医学高等医科学校医学影像系・済南	2008
高崎昭彦	人はなぜ病気になるか	平成19年度名古屋市小中学校家庭教育セミナー・名古屋	2007.6
高田宗樹	研究方法 (量的)	看護教員養成講習会・静岡県医師会・静岡	2007.12.25-26
武井 泰	細菌の染色法と薬剤感受性試験	感染管理認定看護師教育課程・神奈川県立保健福祉大学 実践教育センター・神奈川県立保健福祉大学	2007.8.20,22, 24,25

講演者等名	題名	講演会・講座名, 開催地	発表年月日
豊田淑恵	母子関係確立のための援助：母乳分泌のメカニズムと新生児の吸啜の不思議	進路相談における出前講義・岐阜県立多治見高等学校	2007.11.1
中村浩二	乳幼児の歯磨き	病時保育すくすくの森 保育ルーム講演会・医療法人すくすくこどもクリニック・豊田市	2009.6.26
中村浩二	臨床医から研究職そして教育職	進路講話・岐阜県立加茂高等学校・美濃加茂市	2007.9.19
中村浩二	歯を強くする食事とフッ素	子育て支援事業すずらん保育室講演会・医療法人社団英集会福富医院・岐阜市	2007.10.17
中村浩二	体からの情報（バイタルサイン）を診てみよう！	進路相談会・岐阜県立飛騨神岡高等学校・飛騨市	2007.10.30
中村貴子	フィジカルアセスメント研修	美濃市立美濃病院・美濃市	2007.11
野中浩幸	「組織と行動制限最小化」—診療報酬における位置づけ行動制限最小化委員会の実際—	日本精神科看護技術協会 奈良県支部研修会, 奈良県 初任者・補助看護者研修会, 京都府	2007.5.12
野中浩幸	「精神科看護」の基本	日本精神科看護技術協会 初任者・補助看護者研修会, 京都府	2007.5.20
野中浩幸	精神科急性期看護における論文発表。口頭発表の座長, 第11群51席～58席までの5席を担当	第32回 日本精神科看護学会「島根大会」, 島根県	2007.5.25
野中浩幸	「精神科救急急性期病棟における看護の役割と現状」	日本精神科看護技術協会 山口県支部研修会, 山口県	2007.6.17
橋本廣子	あなたの「カラダ」は大丈夫！？本当は楽しい経営者の健康管理	関市商工会議所青年部・関市若草プラザ	2007.7.4
橋本廣子	関市の母子保健の現状	母子保健推進員研修会・関市・関市保健センター	2007.10.12
橋本廣子	精神保健分科会	可茂地区保健業務連絡協議会	2007.11.1
橋本廣子	事例検討会講師	関市中央包括支援センター・関市若草プラザ	2007.8.17 2007.9.28 2007.11.20 2008.2.19
橋本廣子	事例検討会講師	美濃加茂市地域包括支援センター・総合福祉会館	2007.10.10 2007.11.13
幅 浩嗣	腹部 MR 検査の実践	愛媛県放射線技師会学術大会・(社)愛媛県放射線技師会・松山市	2008.2.2
松村三千子	老年看護学授業案作成, 実習指導案作成指導	岐阜県看護教員養成会・岐阜県看護協会	2007.10～2008.1
松村三千子	岐阜厚生連看護研究発表会	JA 厚生連・岐阜	2008.11
間野忠明	生活習慣病との闘い	岐阜医療科学大学 オープンキャンパス特別講演	2007.8.4
間野忠明	Microneurography as a tool to investigate sympathetic neural traffic in humans	Hung Kuang University (弘光科技大学: 台中) 特別講演	2007.12.15
水野英莉	サーファーの視点からの世界平和の提言, 自然環境活動への提言	レジエンドサーファーズ・クラブ設立シンポジウム・神奈川県	2007.10.27
宮田延子	看護論（保健師教育課程）	岐阜県看護教員養成講習会・岐阜県看護協会	2007.6
宮原 洋	エックス線の管理	X線作業主任者受験講習会・愛知労働基準協会・名古屋	2008.6

講演者等名	題名	講演会・講座名, 開催地	発表年月日
宮原 洋	科学実験で見る地球環境	エネルギー・環境研究会セミナーB・中部原子力懇談会・名古屋	2008.8
宮原 洋	科学実験で見る地球環境	エネルギー・環境研究会セミナーB・中部原子力懇談会・長野	2008.8
宮原 洋	水血圧計の作製と血圧測定実験	出張授業・中部原子力懇談会・愛知県・弥富	2008.9
宮原 洋	エックス線の管理	X線作業主任者受験講習会・愛知労働基準協会・名古屋	2008.10
宮原 洋	エックス線の管理	X線作業主任者受験講習会・愛知労働基準協会・名古屋	2009.2
森 仁美	助産師が伝えるいのちの大切さ	性教育出前講座, 中濃保健所・関市立富野中学校	2007.6.22
森 仁美	「助産師が伝える命の大切さ」の講演担当	思春期支援事業「赤ちゃんふれあい体験」, 関市保健センター・関市保健センター	2007.7.30,31 2007.8.20
安田成臣	デジタルマンモグラフィの種類と特徴	デジタルマンモグラフィソフトコピー診断講習会, 八戸	2007. 6
山城光俊	メインシンポジウム座長	中部地区医学検査学会・岐阜県・大垣市	2007.10

## 5) 研究費取得状況 (研究代表者○, 本学教員太字, 記述者下線)

研究者名	研究課題名	助成金等名称	交付年度・期間
○山田和男, 蒲澤秀洋, 他 <u>阿部順子</u>	高次脳機能障害者に対する地域支援ネットワークの構築に関する研究	厚生労働科学研究費補助金	平成18年度～平成20年度
○間瀬光人, 蒲澤秀洋, 他 <u>阿部順子</u>	脳外傷後高次脳機能患者に対するインタラクティブリハビリテーションの研究	損害保険協会交通事故医療特定研究	平成18年度～平成20年度
○ <u>安藤邑恵</u> , 小木曾加奈子, 原田正美, 阿部隆春, 勅使河原隆行, 平澤泰子	介護老人保健施設におけるICFの視点でのケアの実態とケア実践者の職務満足度との関係	財団法人ユニバール財団	平成19年11月～平成21年3月
○ <u>加藤太喜子</u>	イギリスにおける胎児利用要件から見た胎児の道徳的地位についての研究	科学研究費補助金若手研究（スタートアップ）	平成18年度～平成19年度
○ <u>片渕哲朗</u> , 松尾 悟, 篠原範充	位相イメージングを用いた肺腫瘍検出システムの構築	調査研究助成金	平成19年度1年間
○原 武史, <u>片渕哲朗</u>	複数PET核種の集積分布の量化による人体代謝アトラスの構築に関する研究	文部科学省科学研究費補助金	平成19年度4年間
○ <u>片渕哲朗</u>	位相イメージングにおける新システムの開発	奨学寄付金	平成19年度1年間
○ <u>片渕哲朗</u> , 福山誠介, 三木一孝, 近松克修, 三輪正治, 檜山征也, 川島正治, 吉田 功, 中村 学, 吉村成雅, 水野辰彦	核医学における画像標準化に関する研究	奨学寄付金	平成19年度1年間
○河口てる子, 安酸史子, 林優子, 大池美也子, <u>小林貴子</u> , 岡美智代, 小長谷百絵, 横山悦子, 下村裕子	患者教育のための「看護実践モデル」を用いた実践的教育プログラム開発とその介入研究	科学研究費補助金基盤研究A	平成17年度～平成20年度4年間
○水野正延, <u>小林貴子</u>	病院に勤務する看護師に対するバーンアウト予防プログラムの効果	本学・学内研究B	平成20年度1年間

研究者名	研究課題名	助成金等名称	交付年度・期間
○篠原範充	乳癌検診啓発活動の推進に関する研究	奨学寄附金	平成20年度 1年間
○篠原範充	高解像度マンモグラフィ撮影装置の開発	学内研究費	平成20年度 1年間
○石橋忠司, 大貫幸二, 植松孝悦, 松本政雄, 内山菜智子, 原 武史, 篠原範充	乳がん検診の精度及び効率の向上に関する研究	厚生労働省がん研究助成金	平成20年度 2年間
○篠原範充	高濃度ディジタルデュープの作成に関する研究	奨学寄附金	平成20年度 1年間
○篠原範充	ドライイメージャーの画像評価	奨学寄附金	平成20年度 1年間
○篠原範充	デジタル画像オーバーオール特性の最適化検討における各種研究	奨学寄附金	平成20年度 1年間
○高田宗樹, 高田真澄, 松浦康之	腹部温罨法の中・高齢者の慢性便秘の症状に及ぼす影響	日本衛生学会 研究活性化基金	平成19年度 2年間
○岩瀬 敏, 渡邊順子, 福永哲夫, 秋間 広, 増田和実, 河合康明, 伊藤隆之, 岩崎賢一, 石田浩司, 片山敬章, 肥塚 泉, 平柳 要, 塩澤友規, 加茂 力, 菅屋潤壹, 高田宗樹, 下村吉治, 石見佳子, 布施 晃, 増尾善久	国際多面的人工重力プロジェクトへの参加	日本宇宙フォーラム, 第8回宇宙環境利用に関する地上研究	平成17年度 3年間
○高田宗樹, 山本哲也, 杉浦明弘, 渥美龍男	ダイナミクスの変化を捉える計算アルゴリズムとその応用に関する研究	岐阜医療科学大学・学内特別研究費 (B)	平成19年度 1年間
○八田武俊	反芻に関する社会心理学的研究	平成19年度科研費 (スタート) アップ	平成19年度～平成20年度
○三嶋智之	生活習慣病改善に有効な食品成分の探索	岐阜医療科学大学特別研究費 B	平成19年度
○水野英莉	スポーツ参加・達成における女性間の差異の比較研究	科学研究費 (若手研究 B)	平成19年4月～平成21年3月
○山岡一清, 松川洋子, 他	岐阜県東濃・中濃エリアの抗生物質感受性	奨学寄付金	平成19年度 1年間
○横田秀樹	UG-based SLAによる項目別英語文法指導法の開発	科研費 基盤研究 (C)	平成19年度～平成20年度

#### 6) その他、委員会が適當と認める事項（受賞、発明・特許等）

##### 受賞（本学教員太字）

受賞者	賞の名称（提供機関）	賞の提供理由	賞の提供年月
市川秀男	県知事表彰		2007.11.21
吉田 豊, 横山清子, 高田宗樹, 岩瀬 敏	優秀論文賞（基礎部門）, 日本自律神経学会		2007.10
安田成臣	特に優れた業績による返還免除（独立行政法人日本学生支援機構, 名古屋大学大学院）	特に優れた業績による	2007.5

## 翻訳（本学教員太字）

訳者等名	訳書名等	発行所名	担当項目・総頁数・担当頁	発行年月
(原著) David Robertson (監訳) 高橋 昭, 間野 忠明 (翻訳) 菅屋潤壱, 塩沢 友規, 岩瀬 敏, 犬飼洋 子, 吉田真理, 高田宗樹, 森 一仁, 古池保雄, 長 谷川康博, 伊藤宏樹, 平 山正昭, 新美由紀, 佐藤 隆幸	ロバートソン自律神経学	エルゼビア・ジャパン	469頁 221-231,237-239,243-248	2007.6
医歯薬出版（株）第一出 版部（丹羽民和）	平成19年度第1回臨床検査技師 模擬試験	医歯薬出版（株）	血液検査領域	2007.9
医歯薬出版（株）第一出 版部（丹羽民和）	平成19年度第2回臨床検査技師 模擬試験	医歯薬出版（株）	血液検査領域	2007.11
医歯薬出版（株）第一出 版部（丹羽民和）	平成19年度第3回臨床検査技師 模擬試験	医歯薬出版（株）	血液検査領域	2008.1
宮原 洋, 他 放射線専 門部会委員	パンフレット「放射線と医療」 の作成	中部原子力懇談会	序論, エックス線治療, ガンマナ イフ治療, 16ページ, 1ページ, 5ページ, 6ページ	2008.2

## ・発明・特許その他

1) 発明 片渕哲朗 ・「SPECT撮像システムの評価装置及びその方法」 平成19年9月26日
2) 特許 高田宗樹 ・「センサ出力信号評価システム」 特開2007-282733 (2007年11月1日) ・SENSOR OUTPUT SIGNAL EVALUATION SYSTEM (International Publication) PCT / JP2007/00404 (2007年11月15日)
高崎昭彦 ・「抗体の分類法, 抗原の同定法, 抗体又は抗体セットの取得法, 抗体パネルの作成法, ならびに抗体又は抗体セット及びその用途」 PCT / JP2007/63689 平成19年7月9日

岐阜医療科学大学

紀要委員会

委員長 小林貴子（看護学科）  
副委員長 田中政志（放射線技術学科）  
委員 丹羽民和（衛生技術学科）  
委員 八田武俊（衛生技術学科）  
委員 山内浩司（放射線技術学科）  
委員 加藤太喜子（看護学科）  
委員 今津和彦（事務局）

---

岐阜医療科学大学紀要 第3号

2009年3月31日発行

編集 岐阜医療科学大学紀要委員会

発行 岐阜医療科学大学

〒501-3892 岐阜県関市市平賀字長峰795-1  
電話0575-22-9401（代表）  
FAX0575-23-0884

印刷 西濃印刷株式会社

〒500-8074 岐阜市七軒町15  
電話058-263-4101  
FAX058-263-4104

---