

# 日本医療科学大学 研究紀要

第17号 (2024)



日本医療科学大学  
Nihon Institute of Medical Science

## CONTENTS

### Articles

Current Status and Issues of Healthcare Professionals with Physical Disabilities Working in Hospitals .....	Yukari Furumura, et al.	7
Examination of the Effects of ALPS-Treated Water Discharged into the Ocean on Food and the Effects of its Ingestion .....	Hikaru Matsuyama, et al.	23
An Attempt to Introduce Manual Calculation Verification and Software Verification into “MU Independent Verification” — Introduction to MU Verification and Learning Effects — .....	Hiroshi Sato, et al.	31
Practice and Validation of Data Science Education in Clinical Engineer Training Schools .....	Tetsuya Ohya, et al.	45
Generating Monoclonal Antibodies for C-phycocyanin Recognition .....	Kazunori Yoshimura, et al.	55
Investigating the Antiproliferative Effects on Cancer Cells by a Natural Flavanone: Hesperetin .....	Kazunori Yoshimura, et al.	67
Research on the Examination of Chromosome for Introduction of On-campus Training .....	Kouki Akaiwa, et al.	77
Volunteering during and after the Pandemic: Activity Report for FY2022-2023 of the Volunteer Club of Nihon Institute of Medical Science .....	Kenta Suzuki, et al.	85
Characterization of Peroxidase Staining Kits .....	Manato Shoji, et al.	101
Development and Prospects from Community Collaboration Platform Activities to Joint Research: A Case Study of Nihon Institute of Medical Science .....	Satoshi Kawasaki, et al.	109
Examination of Metabolic Equivalents in Jumping Movements on a Care Trampoline .....	Norihumi Nishida, et al.	119
The Reality of Sex Education — From the Survey in University Students Aiming for a Medical Career — .....	Reiko Hirata, et al.	129
A Study on Percentage Depth Dose measurements using radiochromic film .....	Sarah Yasuoka, et al.	139
The Influence of CT Reconstruction Algorithm on Dose Distribution in Radiotherapy Planning .....	Haato Oota, et al.	149
A Consideration of Botulinum Therapy for Chronic Conditions: A Case of Hemiplegia after Cerebral Hemorrhage with Improved Quality of Life .....	Masataka Nakamura	157
<b>A List of Academic Achievements</b> .....		165

# 日本医療科学大学 研究紀要

第17号 (2024)

日本医療科学大学

Nihon Institute of Medical Science

日本医療科学大学研究紀要  
第17号 (2024)

目 次  
*Contents*

原 著

- 病院における身体障害を持つ医療職の現状と課題  
……………古村 ゆかり, 田島 一美, 梅澤 香織, 齋藤 享子 7

原 著

- ALPS処理水海洋放出による食物への影響およびその摂取による影響の検討  
……………松山 輝, 山本 絵夢, 延澤 忠真, 今花 仁人  
加藤 真一, 齋藤 享子, 秋葉 憲彦, 大谷 真由美  
小川 雅之, 田口 好晃, 今尾 仁, 桑山 潤 23

原 著

- 「MU独立検証」に手計算検証とソフト検証を導入した試み  
— MU検証の紹介と学習効果について —  
……………佐藤 洋, 佐藤 洋輔, 加藤 真一, 桑山 潤 31

原 著

- 臨床工学技士養成校におけるデータサイエンス教育の実践と検証  
……………大矢 哲也, 梅澤 香織, 和田 あゆみ, 中尾 教伸 45

原 著

- Generating Monoclonal Antibodies for C-phycoyanin Recognition  
…………… Kazunori Yoshimura, Yuka Ishihara, Nobuko Tominaga  
Fuyuki Kametani, Yukari Ogawa, Akiyoshi Shiroto  
Yoshiko Miyawaki, Kenta Suzuki, Fujimaru Kaise  
Kayo Fujimaki-Aoba, Naofumi Miwa  
Masami Nishina, Fuminobu Tamalu 55

原 著

Investigating the Antiproliferative Effects on Cancer Cells  
by a Natural Flavanone: Hesperetin

… Kazunori Yoshimura, Kenta Suzuki, Yukari Ogawa, Kayo Fujimaki-Aoba  
Akiyoshi Shiroto, Fujimaru Kaise, Yoshiko Miyawaki, Masami Nishina  
Mayumi Kato, Naofumi Miwa, Károly Nagy, Fuminobu Tamalu 67

資料紹介

学内実習導入を目指した染色体検査の試み

…………… 赤岩 洸希, 五十嵐 章馬, 島村 明花, 山口 航 77

資料紹介

ウィズコロナ, ポストコロナのボランティア活動  
: 2022~2023年度日本医療科学大学ボランティアサークル活動報告

…………… 鈴木 研太, 戸谷 穂乃花, 高木 星那, 青木 彩乃  
片野 千優, 杉田 佳純, 田幡 謙心, 山田 ミハル 85

資料紹介

ペルオキシダーゼ染色における各キットの特性

…………… 精進 央人, 鈴木 大樹, 阿部 祥太, 今井 遥也  
小池 悠太, 田添 咲良, 島村 明花, 山口 航 101

資料紹介

地域連携プラットフォームの活動から共同研究への発展と展望  
日本医療科学大学の事例から

…………… 川崎 慧, 本橋 みどり, 矢嶋 昌英, 稲垣 郁哉  
千葉 佳裕, 佐々木 達也, 伊東 順太, 鈴木 貴之  
今野 淳一, 綿貫 健一, 西澤 雄人, 工藤 昌弘 109

資料紹介

ケア・トランポリンの跳躍動作における代謝当量の検討

…………… 西田 典史, 中村 昌孝, 荻山 泰地 119

**研究報告**

性教育に関する実態について  
— 医療系大学生の調査から —

.....平田 礼子, 亀田 芙蓉 129

**研究報告**

ラジオクロミックフィルムを用いた深部量百分率曲線測定に関する研究

.....安岡 さあら, 猪岡 優紀, 加藤 真一, 延澤 忠真  
佐藤 洋, 桑山 潤, 久保 圭一郎 139

**研究報告**

CT再構成アルゴリズムが放射線治療計画における線量分布へ及ぼす影響について

.....太田 心斗, 加藤 真一, 延澤 忠真, 今花 仁人  
桑山 潤, 鈴木 秀和 149

**症例報告**

慢性期に対してのボツリヌス療法の一考察  
～QOLが向上した脳出血後片麻痺の一例～

..... 中村 昌孝 157

日本医療科学大学 研究教育業績集 (2023.4 - 2024.3) ..... 165

診療放射線学科 ..... 167

リハビリテーション学科 理学療法学専攻 ..... 169

リハビリテーション学科 作業療法学専攻 ..... 172

看護学科 ..... 174

臨床工学科 ..... 177

臨床検査学科 ..... 179

医療・基礎教育科 ..... 181

投稿要領 ..... 185

執筆要項 ..... 187

原 著

## 病院における身体障害を持つ医療職の現状と課題

古村 ゆかり<sup>1)</sup>, 田島 一美<sup>2)</sup>, 梅澤 香織<sup>3)</sup>, 齋藤 享子<sup>4)</sup>

- 1) 日本医療科学大学 保健医療学部 看護学科  
2) 日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻  
3) 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床工学科  
4) 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

### 要 旨

【目的】全国の病院に就労している身体障害を持つ医療職の実態と課題を明らかにする。【方法】全国の150床以上の病院に対し、身体障害を持つ医療職について調査を行った。調査内容は身体障害を持つ医療職者数、職種、障害種別、雇用形態、及び合理的配慮実施の困難感であった。【結果】470施設から回答があり、身体障害を持つ医療職は708人であった。身体障害種別では肢体不自由が一番多く、職種は看護師が多かった。雇用形態は健常者と同じ常勤フルタイムが多かった。合理的配慮の実施については聴覚障害者に対する「いつでも対応できる手話通訳者を配置する」や、視覚障害者に対する項目であった。【考察】多くの身体障害を持つ医療職は健常者と同様に働いている状況が明らかになった。しかし、合理的配慮を必要とする視覚障害、聴覚障害者は就労が困難な状況にあり、今後就労者を増やすためには、病院側の理解と経済的な行政の支援が必要である。

Key words : healthcare professionals, physical disabilities working, survey of hospitals nationwide

### I. はじめに

2024年4月1日から障害者差別解消法の下に、事業所の合理的配慮の提供の義務化が施行された。民間企業の障害者雇用において、今まで努力義務であったものが義務化されたことにより、障害者の状況にあわせた環境調整、システムの整備など、ハード面、ソフト面の対応が重要になってきている。病院も事業所に含まれており、障害者雇用に関わる取り組みを積極的に行わなければならない。

私たちは2019年から病院における障害者雇用について研究を進めてきた。2020年には病院に

就労している身体障害を持つ看護師に対してインタビューを行い、障害があっても病院の合理的配慮によって、医療職として就労継続できることの報告を行った<sup>1)</sup>。その後2021年～2022年に全国の150床以上の病院に調査を行い、回答のあった470施設のうち、97%の病院が障害者を雇用していることが分かった。しかし、法定雇用率を達成している病院は51.8%にとどまっており、雇用が十分ではないことも分かった<sup>2)</sup>。また、病院には障害者を支援する部署がほとんどなく、ジョブコーチの派遣も非常に少ないなど、障害者の支援に関する課題があった。

こうした病院における障害者支援に関する課題

◆連絡先 古村ゆかり

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 看護学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

がある中で、先に報告した身体障害を持つ看護師は、障害による困難を感じながらも、自分の専門的な知識・技術を病院で生かし病院で就労している。私たちは、この事例のように身体障害を持ちながら就労を継続している医療職がどのような状況にあるのか、障害に合わせた合理的配慮は、病院では難しいと感じているのではないかと推測し、全国の150床以上の病院の現状と課題を明らかにしたいと考えた。

## II. 研究目的

全国の150床以上の病院の概要、身体障害を持つ医療職の雇用状況（雇用人数、職種別人数、身体障害種別、雇用形態など）、身体障害に対する合理的配慮を実施する上での困難感、および、身体障害を持つ医療職に対する業務内容の実態調査を行うとともに、「身体障害を持つ医療職雇用に対する意見やアイデア」について調査を行う。それにより、病院における身体障害を持つ医療職の雇用に関する課題を明らかにする。

## III. 研究方法

### 1. 研究方法

#### 1) 研究の種類

実態調査研究

#### 2) 研究対象

- (1) 全国の150床以上の病院（施設）の人事部担当者または障害者雇用に関わる部署の担当者
- (2) 対象病院は各道府県ホームページの病院一覧から150床以上の病院の全てを対象とした。

本研究において、身体障害者とは身体障害者福祉法<sup>3)</sup>に基づき、18歳以上の者であって、都道府県知事から身体障害者手帳の交付を受けた

ものをいう。身体障害は①視覚障害、②聴覚又は平衡機能の障害、③音声機能、言語機能又はそしやく機能の障害、④肢体不自由、⑤内部障害に分けられる。

### 3) 研究期間

- (1) 研究期間：2022年4月～2024年5月
- (2) 調査期間：2021年11月～2022年12月

### 4) 調査方法

#### (1) 調査項目

- ・基本情報（病院設置主体、病院種別、病床総数、雇用障害者数）
- ・身体障害を持つ医療職の状況（雇用している障害者数、身体障害種別の人数、雇用形態、業務内容）
- ・身体障害者への合理的配慮
  - 厚生労働省、総務省、内閣府の合理的配慮に関する指針、ガイドライン等の<sup>4)-9)</sup>文書、及び職業リハビリテーション研究・実践発表会の2016年～2020年の文献<sup>10)</sup>の中から、身体障害者雇用（採用前を除外）の合理的配慮に関わる文章を抽出した。抽出した文章を視覚障害、聴覚障害、肢体不自由、内部障害、それぞれの特有の内容と、全ての障害に共通した内容を抽出し、わかりやすく文章に表し、最終的に43項目に絞り調査項目とした。
- ・身体障害を持つ医療職の雇用に関する意見、アイデアについての意見

#### 回答形式

病院設置主体、病院種別、病床種別、雇用形態については、選択項目とその他の自由記述とし、病床数、障害者数などは実数の記載とした。身体障害を持つ合理的配慮の困難感については、5段階尺度（5：非常に困難、4：まあまあ困難、3：わからない、2：まあまあ実施可能、1：問題なく実施可能）で実施した。業務

内容、身体障害を持つ医療職雇用に関する意見、アイデアは自由記述とした。

## (2) 調査配布、回収方法

### 郵送法

調査票を病院に郵送し、人事担当者（障害者雇用について分かるとされる担当者）に無記名で回答してもらった。返信用封筒を同封し、投函できるようにした。回答、投函を以て同意と判断した。

## 5) 分析方法

まず、調査項目について単純集計を行い、現状を確認した。その上で、病床数の平均値に近い300床を境として、300床以上と300床未満に分け、身体障害を持つ医療職の人数をt検定で比較し、障害者種別の影響を回帰分析で分析した。倫理的配慮については項目の平均と、困難感が強い（5及び4）回答と実施可能と考えている（1及び2）回答を比較した。分析に当たりoffice2019のexcel統計を使用した。

業務内容については、同様の業務内容と判断できるものをカテゴリーに分け分析した。意見やアイデアについては質的に共通の意味内容を切り出し、カテゴリー化し、内容をもとにタイトルをつけ、病院における意味を分析した。

## 2. 倫理的配慮

調査は個人を特定されないよう無記名とした。研究に関する説明書に、研究目的、方法、個人情報保護、調査に当たるメリット・デメリット、自由意思による調査協力であることを明記し、回答を持って調査に同意したとみなすことを記載した。

日本医療科学大学の倫理委員会の審査（受付番号2022010）の承認を受け、実施した。

## IV. 結果

3,697施設に郵送し、476施設から回答があった（回収率12.8%）。そのうち、無効な回答が多い6施設を除外し、470施設を分析対象とした。

### 1. 病院の概要

対象となった470施設の状況は表1の通りであった。また、470施設の内、97%が障害者を雇用しており、障害者（身体障害者、精神障害者、知的障害者）は合計2,866人おり、うち身体障害者は1,637人（57.1%）と半数以上であった。

### 2. 雇用している身体障害を持つ医療職の状況

470施設の身体障害を持つ医療職の総数は708人となっており、平均1.5人であった。中には最大10人と非常に多い病院があった。また、身体障害を持つ医療職を雇用していると回答があった病院は313施設（66.6%）であり、その割合は図1の通りである。雇用している障害種別人数については図2の通りである。肢体不自由が332人（47.0%）、内部障害296人（41.9%）、視覚障害46人（6.5%）、聴覚障害29人（4.1%）、重複障害4人（0.6%）と肢体不自由と内部障害者がほとんどであった。

300床以上の病院と、300床未満の病院の身体障害を持つ医療職数の差を、t検定で分析したところ、 $P < 0.05$ で有意差が認められた。つまり、300床以上の病院の方が、多く就労できているということが分かった。また、病床数と障害種別の人数を回帰分析したところ、肢体不自由と内部障害が $P < 0.05$ となった。この2つの障害者の人数は、病床数の影響を受けやすいということが分かった。

身体障害を持つ職種は図3に示す通りである。看護師が一番多く310人、次いで医師86人、准看護師48人、理学療法士32人となっている。看護

表1 全国対象病院の概要

		項目	(施設数)	(%)
設置主体	国		17	3.6%
	公的医療機関		105	22.3%
	社会保険関係団体		0	0%
	医療法人		234	49.8%
	社会医療法人		47	10.0%
	私立学校法人		5	1.1%
	社会福祉法人		12	2.6%
	その他		49	10.4%
	無回答		1	0.2%
			(床)	
病院種別	一般病床		322	
	療養病床		169	
	地域包括病床		140	
	回復期リハビリテーション病		131	
	精神病床		150	
	感染症病床		51	
	結核病床		31	
	その他		36	
病床数	(床)	平均±SD範囲	291.5±153.4	(150-1065)
従業員数	(人)	平均±SD範囲	495.9±516.7	(79-5700)
障害者数	(人)	平均±SD範囲	6.1±7.1	(0-90)
身体障害医療職	(人)	平均±SD範囲	1.5±1.7	(0-10)

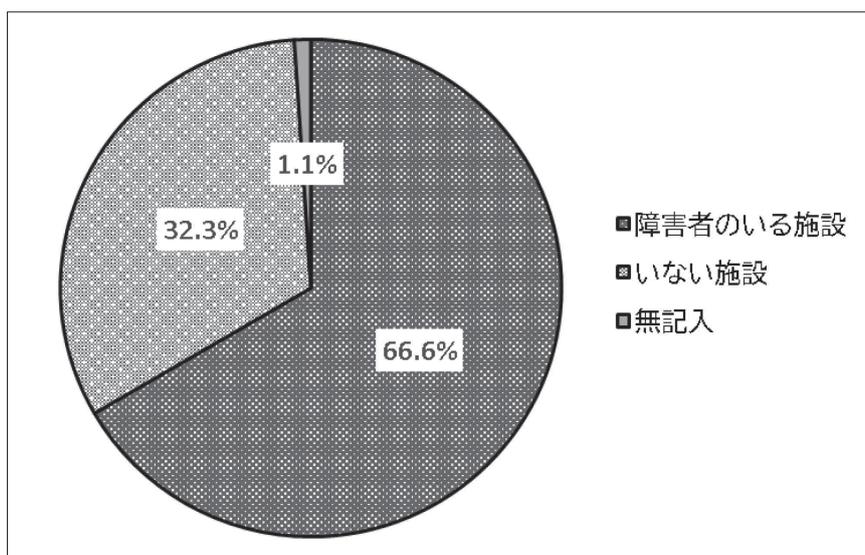


図1 身体障害を持つ医療職の雇用状況

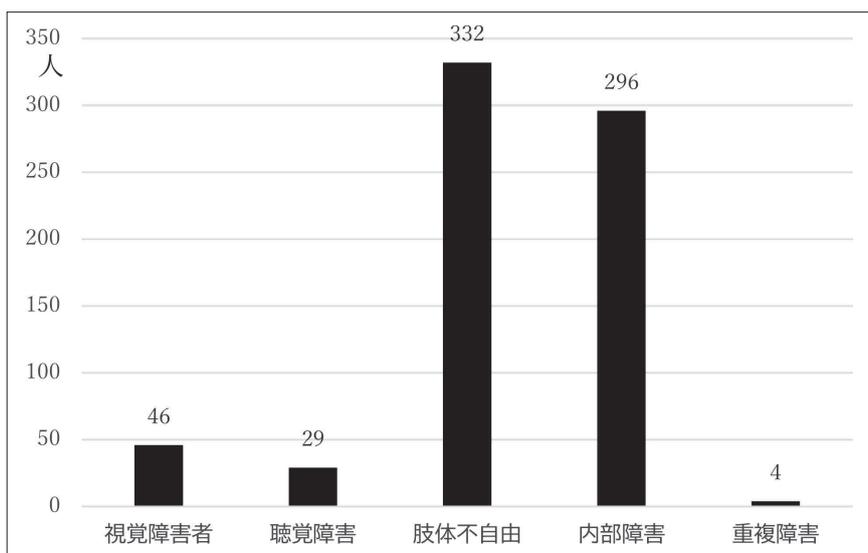


図2 医療職の身体障害種別

表2 300床以上と300床未満の身体障害を持つ医療職の差

	300床以上	300床未満
平均	2.31	1.07
分散	3.56	1.65
t	7.55	
P(T<=t) 片側	4.03E-13	
t 境界値 片側	1.65	
P(T<=t) 両側	8.059E-13	
t 境界値 両側	1.97	

表3 病床数が影響する障害種別

	係数	標準誤差	t	P-値
視覚障害の医療職者	14.25	15.87	0.90	0.370
聴覚障害の医療職者	-41.98	26.85	-1.56	0.119
肢体不自由の医療職者	50.42	6.12	8.24	1.80323E-15
内部障害の医療職者	39.05	6.44	6.06	2.77092E-09
重複障害の医療職者	95.96	69.44	1.38	0.17

職（看護師，保健師，准看護師）だけで，362人と全体の51.1%を占めている。

身体障害を持つ医療職の雇用形態は，図4に示す通りとなっている。医療職は常勤フルタイムが

多く，次いで，非常勤パートタイムで雇用している病院が多い。

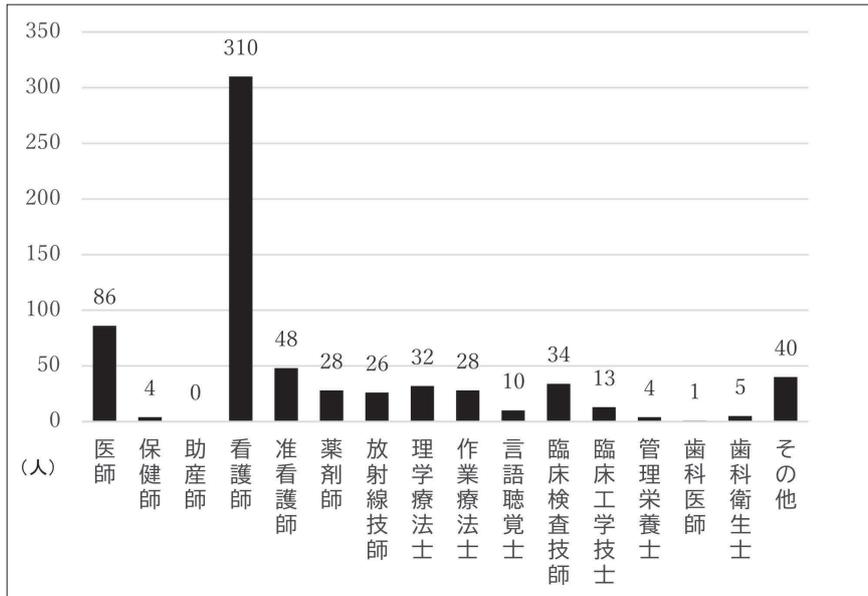


図3 身体障害を持つ医療職種の人数

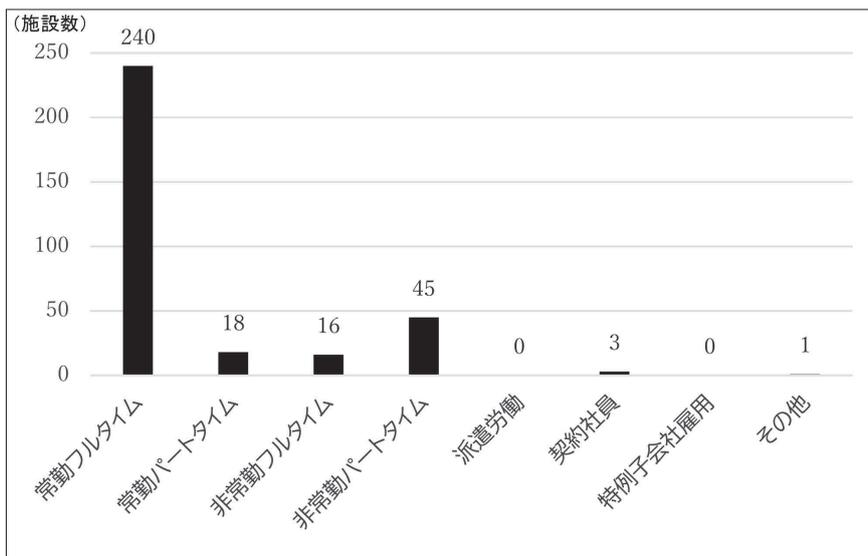


図4 身体障害を持つ医療職の雇用形態 複数回答可

### 3. 身体障害を持つ医療職に対する合理的配慮を実施する上での困難感

470施設の回答状況は、表4の通りである。平均値が4以上と困難感を強く感じているのは、聴覚障害者に対する「いつでも対応できる手話通訳者を配置する」であり、78.7%が4又は5を選択していた。内部障害者に対する「在宅勤務導入する」の項目も66.6%の病院が4又は5を選択していた。反対に、実施可能（1又は2を選択）と60

%以上の病院が回答したのは17項目あり、80%以上が実施可能としたものも6項目があった。特に84.7%が実施可能と回答していたのは、内部障害者に対する「心臓などに負担となる業務を免除する」であった。

### 4. 身体障害を持つ医療職の業務内容

業務内容は表5の通りである。身体障害を持つ医療職の業務については看護業務や診療業務、理

表4 身体障害を持つ医療職への合理的配慮の困難感

障害	合理的配慮の内容	平均値	5及び4 (%)	2及び1 (%)
共通項目	1 支援担当者を明確にする	2.2	14.3	67.8
	2 職場内のバリアフリー化をする	2.6	30.3	54.8
	3 当事者の同意を得て周囲への障害特性について説明をする	2.2	13.1	69.1
	4 障害特性に合わせた就労規則(休暇、勤務時間、休憩時間など)の緩和を行う	2.6	23.9	51.0
	5 ラッシュ時の通勤とならないようにする	2.5	16.2	56.7
	6 障害特性に合わせた配置転換をする	2.4	12.4	65.0
	7 障害特性に合わせた研修支援を行う	2.7	16.6	42.4
	8 いつでも協力し合える職場づくりをする	2.0	5.4	80.6
肢体不自由者	9 手すりなど移動スペースのバリアフリー化をする	2.5	23.6	60.2
	10 車いすの高さに配慮した使用しやすい工夫をする	2.7	26.4	51.0
	11 プライバシーに配慮したロッカーなどのスペースの確保をする	3.0	37.3	40.4
	12 体温調節困難者に合わせた空調設備の調整をする	3.3	48.1	22.9
	13 障がい者用車通勤の許可をする	1.8	5.4	79.9
	14 悪天候でも使用しやすい駐車スペースの確保をする	2.7	31.2	47.1
	15 作業しやすい服装の許可をする	1.9	5.7	81.5
	16 上下肢障害に合わせた道具の使用許可をする	1.8	2.5	84.4
	17 上下肢障害に合わせたできる業務への配置転換をする	2.2	8.0	67.8
18 柔軟な休憩ができる場所の確保をする	2.7	27.1	47.5	
19 ドアの開閉など困難な動作を周囲の人が支援する	2.2	12.1	71.7	
視覚障害者	20 移動スペースの障害物、危険箇所をなくす	2.5	21.0	60.8
	21 通路に点字ブロックを導入する	3.4	49.7	18.8
	22 弱視者のための明るい環境を提供する	2.8	26.8	42.4
	23 業務しやすいインターネット環境を整える	2.4	14.3	62.4
	24 専用パソコンソフト(スクリーンリーダー、音声通話ソフトなど)の導入をする	2.9	25.5	35.4
	25 代筆支援をする	3.4	49.0	17.2
	26 会議などの参加者がだれか当事者にわかる配慮をする	2.7	20.7	48.1
	27 文字・画像情報は当事者に口頭で伝えるようにする	2.8	26.4	43.9
28 盲導犬に対する対応(居場所、保護など)する	3.8	58.6	8.3	
聴覚障害者	29 いつでも対応できる手話通訳者を配置する	4.2	78.7	2.2
	30 職場内情報がデジタル情報として取得しやすくする	3.1	34.1	34.4
	31 業務指示・連絡は文字で行う	2.6	17.8	58.3
	32 コミュニケーションツール(筆談、メール、文字化ソフト)を使用できるようにする	2.5	15.9	58.3
	33 コミュニケーション時の留意点を周囲に周知する	2.2	8.6	74.2
	34 支援者のための手話研修をする	3.3	39.2	21.7
	35 危険回避のための機器(光信号など)の設置をする	3.6	49.7	9.2
内部障害者	36 当事者の負担とならない業務量とする	2.0	5.7	82.2
	37 心臓などに負担となる業務を免除する	1.9	2.9	84.7
	38 透析などの治療に合わせた休暇・勤務調整をする	2.0	5.4	74.8
	39 在宅勤務を導入する	3.9	66.6	8.9
	40 体調不良時に休憩できるベッドを確保する	2.5	18.5	57.6
	41 緊急時の対応を周囲の人に周知する	2.0	2.9	84.1
	42 医療処置(ストーマ交換、腹膜透析など)できるスペースの確保をする	2.5	18.5	51.9
	43 通院しやすい職場に配置転換する	2.7	21.0	50.3

グレーの部分は60%以上の回答があった項目

表5 身体障害を持つ医療職の業務内容

事務業務	数	医療に関わる業務	数	その他の業務	数
カルテ記載	7	通常業務(健常者と変わらない)	23	看護管理業務	1
パソコン入力等	6	看護師業務(病棟・外来)	157	調理業務全般	2
計画書作成など	1	准看護師業務	7	大学教員として教育・研究に従事	2
地域連携対応など	1	臨床工学技士業務	7	運転送迎業務	1
診療情報管理	1	臨床検査技師業務	23	現場管理業務	2
資料作成	5	管理栄養指導	3	病棟での保育、行事準備など	
電話対応	4	放射線技師業務	15	環境整備、シーツ交換	2
用務課補助	1	リハビリ業務	14	看護業務中の簡易的なもの	1
クレーン業務	2	作業療法業務	9	入退院調整業務	1
集計	1	理学療法業務等	15	検査補助業務	1
教育研修、臨床研究支援	1	言語聴覚士業務	7	入退院相談援助	2
看護学校事務の補助	1	薬剤師業務	16	地域連携業務	2
看護部事務	1	鍼灸・マッサージ	10	教育(学校)	1
社会福祉業務	1	医師業務	50	医療安全担当	2
相談支援業務	2	外来での診療補助	1	撮影業務	2
診療報酬査定	1	視能訓練士	1	SPD業務	1
総合案内業務	1	デイケアセンター業務	4	滅菌室業務	1
障害者支援部署の管理	2	歯科診療補助介助	2	出入り口での検温	1
医師事務作業補助者	1	心理カウンセリング他	1	ワクチン接種	1
理学療法士の事務	1	MSW	4		
		訪問看護業務	3		
		看護補助業務	9		
		透析業務	2		
		歯科医師	2		
		健診センター看護師	1		
		夜勤なし	3		

学療法業務などの「国家資格にそった業務内容」が書かれていたのは260施設あった。その他の記載も、専門業務を健常者と同様に実施しているという回答がほとんどであった。中には軽減勤務として、医療安全の部署、地域連携に関わる部署など、専門的知識を活かせる部署で勤務しているとの回答もあった。その他の業務としては、事務作業でパソコン入力業務があったが、資格を活かした電子カルテ入力業務、会議の資料作りなど身体的負担がない部署での業務もあり、学校や研修といった知識を活かした業務も行っていた。端的に健常者と同じであるという記載も散見した。

## 5. 身体障害を持つ医療職雇用に対する意見、アイデアの意見

病院における障害者雇用の意見では、課題と考

えている内容が多く、表6の通りである。300床未満の病院からは、施設の老朽化やIT化の遅れなどの回答があった。病院の規模に関係なく、人手不足の中、回答者からの意見に診療報酬の施設基準に必要な看護師配置数に、障害のある看護師を1として入れることで、現場に負担が行くことを問題視しているものもあった。中には精神障害者・知的障害者は雇用しにくいといった回答もあった。また、医師は、病院内においては人数が少ない職種である。回答者からの意見に、障害があっても医師は雇用しやすく、合理的配慮もしやすいというものもあった。

身体障害を持つ医療職の雇用に関するアイデアは表7の通りである。職員への理解と協力を求めることや、配属部署の工夫、環境調整など、病院として努力できるアイデアが多く挙げられてい

表6 身体障害を持つ医療職の雇用に関する課題

カテゴリー	内容
障害の種類による雇用困難	精神系の障害を有する者を、患者に接する場面で活用することは困難と感じる
	知的・精神障害については医療の現場ということもあり、難しい
	内部疾患以外は適応しにくい
	精神系の障害を有する者を、患者に接する場面で活用することは困難 重度な障害を持っている方にどこまで業務をさせるか難しい
応募者が少ない	障害者の登録が非常に少ないとハローワークでいわれた
	養護学校の在校生が少なくなっている
	身体障害を持つ、医療資格者の数が少ない
施設の設備の課題	建物古いとバリアフリーは難しい
	患者様への対応のバリアフリー化や施設内の対応を行っているため、身体障害者雇用のために改修を図る視点がない
	バックヤードは狭く、バリアフリーでないため、雇用が難しい
	視覚障害者の専用パソコンは院内のアプリや電カルに適合していない
雇用タイミングの判断の困難	医療資格職の空き枠が少なく、障害者の働きたいニーズと職員の募集時期のタイミングが合わない
雇用努力の効果が無い	努力はしているものの、退職されてしまう
	設備を活かす、ソフト面でのバリアフリー化がなかなか進んでいない
中途障害者の対応困難	病院という性格上、中重度者であったり、障害によっては雇用が難しい
スタッフの理解・協力	障がいの程度に合わせた業務の洗い出しは、現場のスタッフにお願いしたいがなかなか困難である
	廻りの方の理解が必要だが、なかなか難しい
医療職であるが故の配慮困難	医療技術職は配置する部署が複数あるわけではない
	医療職として雇用する以上、医療行為を行う能力が最低限必要
	医療職自体が少ない。人手不足の状況にある
障害者自身の問題	休みがちで就業中動けない等、不満が多く噴出した

た。その他に行政や制度の見直しや、支援の在り方についても挙げられていた。

## V. 考察

### 1. 病院の概要

今回の全国調査を行ったが、回収率が12.8%と低いのは、対象とした人事部の担当者が障害者雇用について、必ずしも関わっていない可能性があり、回答が困難と判断されたことによると推測している。今後調査を進めるにあたり、障害者雇用に関する窓口の状況を含めた調査を行っていく必要がある。また、回答のあった470施設の97%が障害者を雇用しており、障害者雇用に関して関心が高いため、バイアスがかかった結果になっている可能性がある。そのため、一般化するのは困

難な結果ともいえる。

### 2. 雇用している身体障害を持つ医療職の状況

身体障害を持つ医療職の雇用状況は、470病院の66.6%を占めている。病院はバリアフリー化が進んでいることから、雇用しやすい状況もあると考える。

今回の調査で、肢体不自由と内部障害の医療職が多い結果となっている。肢体不自由者の具体的な状況は様々な状態であるため、理由を明確にすることはできない。しかし、業務内容の自由記述は、医療資格に関わる業務の回答が多かったことから、軽度の障害者が多いため、肢体不自由者の雇用が多くなっていると考えられる。つまり、脳血管障害などの重度の麻痺や車椅子を使う必要がある障害ではなく、杖などの補助具も必要ないが、身

表7 身体障害を持つ医療職の雇用に関するアイデア

カテゴリー	内容
職場スタッフの理解	現場スタッフの理解が必要
	他の職員へ、身体障害者を雇用する事への意識を高めるため勉強会
	障がい者を雇用する事による病院としてのメリット、デメリットを周知する
	会話等の手段（手法）を伝えておき、スタッフ全員に事前によく周知する
	個人個人に合わせた作業の洗い出し、割り振りできる業務の提案 障害も個性ととらえて業務
配属部署の工夫	比較的安静な部署（人工透析室）、知識を持って対処する部署（地域連携室/薬剤室/管理栄養室） 教育担当として採用する（看護学校など）
	資格業務は基準に合わせ人員の配置を行っているが、雇用を促進するためには、余裕を持った配置
	患者さんの身体的看護を行わない、相談支援等の業務で有れば配置は可
	車イスの方は、相談員など医療資格保有者でも事務的な業務
	安全衛生や地域連携、感染対策、医療安全等直接Ptに関与しない部署
助成金・行政の支援	障害者雇用の助成金なども活用
	医療業では難しい知的・精神障害者の就労を進めるのではなく、身体障害者に限定して進めてほしい
	障害者の活動を補助する方々の給与を公的負担してくれる制度
	設基準上1人カウントとなってしまうので、身体障害者の方は能力に合わせて、0.5人カウントなど
	ジョブ給（職務給）の給与設計が、リーズナブル（合理的）にする 障害者採用ガイドラインを策定する必要
環境調整	配慮できるところはできるだけ配慮
	身体障害の種類・レベルに合わせた勤務形態や業務調整や環境への配慮
	事務所やバックヤードなど患者が入り込まない部分に目を向ける
	バリアフリーにするための補助事業を希望
	困ったことを相談できるカウンセラー、窓口をつくる 障害者採用ガイドラインを策定する
配慮の徹底	勤務日数や勤務時間等について、個別で対応していく
	障がいの範囲でできる業務を細かく設定する
	配慮が過ぎると自尊心が傷つき、モチベーションの低下につながる。できる事ができているという満足感を持ってもらう
	勤務時間の変更をフレキシブルにする
	勤務の優遇
紹介機関との連携	ハローワーク等の関連機関と連携を図り
	養成校と連携
	人材登録バンクとの連携
	スカウトできるシステムを希望
事前の情報	障害の特性や希望を予め把握しておき、入職までに対応可能な事は準備する
	対応できないことも伝えておく
	できないことは何か、最初から提示してもらうと面接や入職後のサポート対応がしやすい
本人インターンシップなどの意識の向上	就職までトライアル他を利用し、障害者が現場を知る機会、現場が障害者を知る機会をたくさん、設けられるような制度作り
	実践体験を積極的に行い、継続可能かを本人に判断してもらう
募集手段	ホームページなどの掲載時に職員募集 障害の種類（身体、知的、精神）を問わない雇用
患者・家族の理解	周囲の特に患者さんの理解
制度	制度や文化・意識改革について検討が必要

体障害者手帳を習得しており、病院での業務が一通り1人でできる医療職者が多いのである。今後、肢体不自由の障害者の状況については現地調査などにより、合理的配慮が不要な人々の状況も明らかにしたい。

次いで多い内部障害者については、病院という環境が、当事者にとって働きやすい環境となっていることが、就労者の多い理由と考える。例えば、人工透析を行いながら就労している医療職にとって、病院で働くメリットは、透析が病院で行えることや、受診しやすい、不調になっても対応がすぐ行えるということがある。心疾患などにおいても、受診しやすいことは、当事者にとって安心して働ける環境であると考えられる。

また、この肢体不自由者と内部障害者の雇用は病床数が多くなると、雇用が増加することが分かった。つまり規模の大きい病院は従業員数が多くなり、法定雇用率も大きくなるため、雇用しなければならない障害者数が多くなる。従業員数が多い大規模病院ならば、合理的配慮につながるハード面、ソフト面の支援が行いやすく、バリアフリー化や、人材活用の組織的取り組みができやすいと考える。聴覚障害者、視覚障害者と比較し、肢体不自由者、内部障害者にとって、身体的負担感を軽減できる環境が整っていた方が、働きやすい。こうした環境の改善には費用が掛かるため、規模の小さい病院でも経済的・人的な支援があれば、雇用の促進につながると考える。

業種の中でも看護職は、医療職の中で一番多い職種であることが理由の1つである。そして、病棟・外来などチームで働く業種であり、障害があっても、業務内容の緩和や融通が付け易く、本人の体調に合わせた対応が、その日その日にできることが、就労継続につながる。また、何かあれば相談できる管理者が、すぐそばにいるのも看護師が就労継続できる理由と考える。しかし、人員の配置が十分無ければ、障害者自身が無理をして業

務を行う必要が生じ、就労継続困難になる可能性がある。看護師不足の課題は、身体障害を持つ看護職にとって、健常者と同じ業務量を期待される原因となるため、入職をためらわせ、就職しても継続が困難となるため、障害者雇用の課題の一つである。

次に身体障害雇用数の多い医師は、病院内においては人数が少ない職種である。患者の治療を行う医師の業務がスムーズにいくことが、病院の優先事項である。そのため、身体障害を持つ医師への合理的配慮は重要である。このことから、病院経営の観点から、他の職種においても、障害者雇用が病院にとってメリットがあれば、雇用促進につながると考える。

身体障害を持つ医療職の雇用形態は、健常者と同様のフルタイムでの雇用が多くなっている。これは、通常勤務ができる医療職を多く雇用しているためと推測している。通常業務ができない場合、非常勤雇用形態となり、短時間勤務や休みやすい雇用形態としている。時間に融通が利き、緩和された業務となるため、負担が少ないメリットがある。しかし、時給制のため収入が不安定であり、福利厚生、社会保険などの支援が不十分になる。休職中の保障がない場合もあり、入院などのリスクがある内部障害者にとっては、安心できる状況にはないと考える。障害を理由に雇用形態を非常勤にすることは、障害者差別となるため、合理的配慮の義務化により、本人の意思を反映した雇用形態が、選択されるようになると期待している。

### 3. 身体障害を持つ医療職に対する合理的配慮を実施する上での困難感

合理的配慮の困難感については、全体的に人的支援に関しては、実施可能とされている項目が多いが、設備の改修や機器の導入には困難感が高い傾向にあった。その理由として病院の特性や施設

構造による実施困難や、特殊な機器を新たに設置することが経済的、または設備環境の問題などで、実施困難感が強くなっている。

また、人的支援についても、困難に感じていることがある。一つは聴覚障害者に対する手話通訳者を配置することである。これは、少人数の聴覚障害者だけのために、手話通訳者を雇用し職場に配置するのは、人件費などを考慮すると、実施は難しいと判断されているためと考える。手話ができるスタッフがいたとしても、その人材を他の部署に配置できないのは、管理者にとっては困ることになる。こうした問題は、手話通訳者がいなくても、情報交換ができるコミュニケーションツールが増えてきているため、解消できる問題である。例えば、スマートフォンを使った、聴覚障害向けの音声文字変換アプリや、簡単に設置できる字幕モニターなどが活用できると考える。同様に合理的配慮に困難感を感じているのは、視覚障害者に対する盲導犬の対応がある。医療の現場に生き物を入れるということは、感染対策、苦手な人への配慮など、特殊な配慮が必要となる。今ある環境を障害者雇用のためだけに変えなければならないことは、雇用することへの困難感が強く生じている可能性がある。

合理的配慮に困難感が少ないのは、肢体不自由者自身が使用する装具・機器の使用についてである。上下肢に合わせた杖や車椅子、上肢装具などの使用について、周囲のスタッフが医療職であるため理解が得られやすく、支援も受けられやすいため、合理的配慮の実施に困難感が少ない。

同様に合理的配慮が実施に困難感がない心臓などに負担となる業務の免除は、心疾患を持つ障害者、腎障害のある障害者にとって、就労継続のために重要なことである。患者の直接介助は重労働となることがあるが、その業務ではないデスクワークや、軽作業等が行えるように采配がされる。また、医療職がいる職場であることから、内部障

害の疾患の理解が得られやすいのは、一般企業とは違い安心して就労できる環境と言える。しかし、内部障害者の在宅勤務の導入については、実施することが困難と感じている。それは、病院という健康障害のある患者を対象とした職場で、在宅勤務をする医療職の業務をイメージすることが、困難なためではないかと考える。パソコンを使用した会議資料作りや、患者教育のための資料作りなど、業務を創造していくことはできる。内部障害に関わらず、重度障害者は在宅勤務であれば就労可能な対象者がいる。そうした対象者に病院として雇用し、業務を委託することはできると考える。患者情報の院外アクセスについては、情報流出などのリスクがあるため、在宅勤務でのカルテ入力には困難という意見があるが、へき地医療ではすでに患者の検査データや、カルテ情報を中央の医師が閲覧し、診断・処方が行われている。こうした新たな視点を持ち、今後の病院において、在宅勤務の可能性を検討し、障害者雇用の拡大がされるようになることを期待している。

2024年4月から障害者差別解消法の改定施行により、雇用する障害者への合理的配慮が義務化された。しかし、雇用者にとって加重的負担となる場合は、障害者との話し合いにより解決していくことが原則である。そのため、大きく改修・設置する必要が本当にあるのか、ジョブコーチなどの専門家も入れて、合理的配慮を行うことが解決につながると考える。

#### 4. 身体障害を持つ医療職の業務内容

業務のほとんどが、専門職として健常者と同様の内容であるのは、有資格者として医療業務をできる人材として、雇用されているためと考える。病院は診療報酬上、施設基準を満たす専門職が必要とされる。例えば、急性期病院では、患者数と看護師の数を規定して7:1の診療報酬が算定される。障害者であっても看護師として就労する場

合、1人としてカウントされる。短時間勤務者も、常勤換算されて人数が設定される。健常者と同様の業務量が確保できない場合、診療報酬上は満たしていても、他のスタッフに負担が生じるため、病棟で障害者が働く難しさがある。そのため、患者と直接関わらない事務作業や、清掃などの業務や、医療安全部署、地域連携部署などでの業務を担っている医療職もいる。その他の業務に、学校や研修といった、教育にかかわる部署での業務にも、専門性を生かして就労できていることが分かった。

## 5. 身体障害を持つ医療職雇用に対する意見、アイデアの意見

身体障害を持つ医療職の雇用に関する課題で、先に述べた設備の改修だけではなく、現場に障害者雇用に対する、理解不足に関する項目が多かった。精神・知的障害者は病院での雇用は難しいという意見や、内部障害以外の雇用は困難であるなど、障害の種類による拒否感がある。その背景にスタッフの理解、患者・家族の理解が得られにくいという考えがある。そのために、雇用者は研修や説明会をしなければならないと考えている。命を守る現場に対する責任の表れであると考えますが、雇用に関わる人々の障害者雇用に対する理解不足があると捉えている。厚生労働省は2014年から、医療機関の勤務環境改善に関する改正医療法の規定が施行され、各医療機関がPDCAサイクルを活用して、計画的に勤務環境改善に取り組む仕組み（勤務環境改善マネジメントシステム）が導入され、その一環として、病院における障害者雇用の推進も提言<sup>11)</sup>されている。そのため、障害特性を理解し、医療職の業務を補完するためのタスクシフトとして、障害者に任せられる業務の創造、切り出しを病院全体で行うことが、医療者の勤務環境改善になり、活力のある病院になると考える。

身体障害を持つ医療職の雇用に関するアイデアについては、前向きの意見が多く、現場で熱意をもって取り組んでいる内容が多い。環境調整や配属など、合理的配慮に関わるアイデアが多く、採用のための工夫は、ホームページの利用や、公共機関・派遣業者との連携、雇用の窓口を工夫するなど、合理的配慮に必要な要素が含まれており、実施したほうが良いものである。しかし、課題にあるように、雇用しようと思っても、対象となる身体障害を持つ医療職と、どのようにコンタクトを取り、雇用に結びつけることができるのかについて、解決できる良い案は無かった。しかし、私たちは潜在化し、復職をあきらめている医療職と話した時、「募集を探しているが、なかなか条件がわかりにくく、自分ができるかわからない。応募までは難しい。」といった意見を聞いた。そうした医療職にも、情報が伝わるよう広く情報を発信できると良いと考える。

## VI. 結語

今回調査した全国の150床以上の病院における、身体障害を持つ医療職の現状と課題は下記の通りである。

1. 身体障害を持つ医療職は肢体不自由、内部障害者が多く就労しており、多くは健常者と同様の業務を行っている。
2. 雇用者は合理的配慮について、人的支援については容易に実施できると感じており、雇用促進のための前向きな工夫を提案できているが、視覚障害者、聴覚障害者などの障害特性に合わせた配慮は困難と感じ、雇用に関する課題となっている。
3. 病院における身体障害を持つ医療職の雇用において、今後就労者を増やすためには募集対象者の情報収集、合理的配慮に対する病院側の理解と経済的支援など行政、支援事業に関

するさらなる充実が今後必要となる。

この研究は回収率が低く全国の病院の実態とは言いにくい結果となった。今後はより具体的な病院の雇用者、就業している人々に対し、インタビュー調査などを行い、病院における障害者雇用促進に向けて発信していきたいと考えている。

## 謝辞

最後に多用中にもかかわらず、今回の調査にご協力いただいた病院の担当者の方々に感謝いたします。

## 【引用・参考文献】

- 1) 古村ゆかり：身体障害を持つ看護師の就労継続に関する事例報告，日本医療科学大学研究紀要，第14号，123-131，2022。
- 2) 古村ゆかり，田島一美，梅澤香織，齋藤享子：関東地方と関東地方以外の病院の障害者雇用の現状と課題，日本医療科学大学研究紀要，第16号，61-69，2024。
- 3) 厚生労働省：身体障害者福祉法（昭和24年12月26日法律第283号），2024.6.10閲覧，[https://www.mhlw.go.jp/web/t\\_doc?dataId=83006000&dataType=0&pageNo=1](https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=83006000&dataType=0&pageNo=1)
- 4) 厚生労働省．合理的配慮指針，2021年5月4日閲覧，<https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11704000-Shokugyouanteikyokukoureishougaikoyoutaisakubu-shougaishakoyoutaisakuka/0000078976.pdf>。
- 5) 厚生労働省．障害者差別禁止指針，2021年5月4日閲覧，<https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11704000-Shokugyouanteikyokukoureishougaikoyoutaisakubu-shougaishakoyoutaisakuka/0000078975.pdf>。
- 6) 厚生労働省．合理的配慮指針事例集【第三版】，2021年5月4日閲覧，<https://www.mhlw.go.jp/tenji/dl/file13-05.pdf>。
- 7) 厚生労働省．障害者雇用促進法に基づく障害者差別禁止・合理的配慮に関するQ & A【第二版】，2021年5月4日閲覧，<https://www.mhlw.go.jp/tenji/dl/file13-04.pdf>。
- 8) 内閣府．障害者差別解消法【合理的配慮の提供等事例集】，2021年5月4日閲覧，[https://www.8.cao.go.jp/shougai/suishin/jirei/pdf/gouriteki\\_jirei.pdf](https://www.8.cao.go.jp/shougai/suishin/jirei/pdf/gouriteki_jirei.pdf)。
- 9) 総務省．公的機関における障害者への合理的配慮事例集【第四版】，2021年5月4日閲覧，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000748124.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000748124.pdf)。

- 10) 障害者職業総合センター. 研究・実践発表会, 過去の発表論文集, 講演等の内容, 2021年5月5日閲覧, <https://www.nivr.jeed.go.jp/vr/list.html>.
- 11) 厚生労働省. 医療従事者の勤務環境改善について, 2024年6月25日閲覧, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/iryuu/quality/](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/quality/).

## Current Status and Issues of Healthcare Professionals with Physical Disabilities Working in Hospitals

<sup>1)</sup> Yukari Furumura, <sup>2)</sup> Hitomi Tajima, <sup>3)</sup> Kaori Umezawa, <sup>4)</sup> Kyoko Saito

- 1) Department of Nursing, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science
- 2) Occupational Therapy Course, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science
- 3) Department of Clinical Engineering, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science
- 4) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### Abstract

**Objective:** To reveal the current status and issues of healthcare professionals with physical disabilities working in hospitals nationwide.

**Methods:** A nationwide survey was conducted targeting hospitals with at least 150 beds regarding healthcare professionals with physical disabilities. The survey collected data on the number of healthcare professionals with disabilities, their job roles, types of disabilities, employment types, and the difficulties in providing reasonable accommodations.

**Results:** Responses were received from 470 facilities, encompassing a total of 708 healthcare professionals with physical disabilities. The most common type of disability among them was motor impairment, and the most common job role was nursing. Many of these healthcare professionals were employed in the same full-time positions as their able-bodied counterparts. Reasonable accommodations were provided, such as “always having a sign language interpreter available” for those with hearing impairments and addressing concerns for those with visual impairments.

**Discussion:** The survey revealed that many healthcare professionals with physical disabilities were working in the same capacity as able-bodied individuals. However, those with visual or hearing impairments who required reasonable accommodations faced difficulties in their employment. To increase the number of employed individuals with physical disabilities, it is crucial for hospitals to enhance their understanding of these issues and for the government to provide economic support.

**Key words:** healthcare professionals, physical disabilities working,  
survey of hospitals nationwide

原 著

## ALPS処理水海洋放出による 食物への影響およびその摂取による影響の検討

松山 輝<sup>1)</sup>, 山本 絵夢<sup>2)</sup>, 延澤 忠真<sup>1)</sup>, 今花 仁人<sup>1)</sup>  
加藤 真一<sup>1)</sup>, 齋藤 享子<sup>1)</sup>, 秋葉 憲彦<sup>1)</sup>, 大谷 真由美<sup>1)</sup>  
小川 雅之<sup>3)</sup>, 田口 好晃<sup>3)</sup>, 今尾 仁<sup>4)</sup>, 桑山 潤<sup>1)</sup>

- 1) 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科
- 2) 駒澤大学 医療健康科学部 診療放射線技術科学科
- 3) 中央医療技術専門学校 診療放射線学科
- 4) 群馬パース大学 保健科学部 放射線学科

### 要 旨

東京電力によるALPS処理水の海洋放出は海洋および海洋に生息する水産物の放射能汚染の懸念を引き起こした。近海で採れた水産物の摂取による人体の内部被ばくに対する懸念から、中国税関総署が日本産の水産物輸入を全面的に停止するなど、国際問題へ発展している。本研究は水産物や身近な食品の放射能測定を行い、ALPS処理水が水産物へ与えた影響について検討した。γ線スペクトルよりALPS処理水に含まれるγ線放出核種は検出されなかった。福島県産青のりの放射能は、バナナチップスや中国産青のりの放射能よりも低かった。これによりALPS処理水が放出された地域（福島県）の海洋で採れた青のりはALPS処理水由来のγ線放出核種による影響が十分に少なく、内部被ばくの影響を過度に懸念する必要はないことが示された。

Key words : ALPS-treated water, gamma ray emitting nuclides, energy spectrum,  
radioactivity, internal exposure

### I. 緒言

東京電力ホールディングス株式会社（以下、東京電力）は2023年8月24日から、東京電力福島第一原子力発電所で発生した汚染水を多核種除去設備（Advanced Liquid Processing System, 以下、ALPS）で浄化処理した水（以下ALPS処理水）の海洋放出を始めた<sup>1)</sup>。ALPS処理水は<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>131</sup>I, <sup>60</sup>Coなどの放射性核種が、排水濃度限度以下になるまで繰り返し浄化処理され

た水である。また、ALPS処理水には水素の放射性同位体であるトリチウム（<sup>3</sup>H）が水分子の一部となって含まれており、これはALPSによる処理では取り除くことができない。これに対して東京電力はALPS処理水を海水で希釈し、規制基準を十分に下回る濃度で放出している。しかしALPS処理水の海洋放出は海洋および海洋に生息する水産物の放射能汚染の懸念を誘発させている。ALPS処理水に含まれる放射性核種が海洋に生息する水産物に取り込まれ、さらにその水産物

◆連絡先 延澤忠真

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

を我々が摂取することによる内部被ばくが懸念される。ALPS処理水は $\beta$ 線を放出する $^3\text{H}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ の他、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{60}\text{Co}$ などの $\gamma$ 線放出核種が微量に含まれる<sup>2)</sup>。これらの放射性核種は摂取による体内への蓄積の懸念がある。 $^3\text{H}$ と $^{40}\text{K}$ は全身、 $^{137}\text{Cs}$ は筋肉と全身、 $^{90}\text{Sr}$ は骨、 $^{131}\text{I}$ は甲状腺、 $^{60}\text{Co}$ は肝臓、脾臓、消化管に集積する<sup>3)</sup>といわれている。 $^3\text{H}$ の生物学的半減期は10日程度と比較的早く、人体へ取り込まれたとしても内部被ばくは少ないとされている<sup>4)</sup>。しかしALPS処理水に含まれる $\gamma$ 線放出核種は $^3\text{H}$ と比較して生物学的半減期が長く、人体へ取り込まれた場合は内部被ばくの影響がより強く懸念される。日本経済新聞は「中国税関総署が8月24日、日本産の水産物輸入を同日から全面的に停止すると発表した」と報じ<sup>5)</sup>、国際的な問題へと発展している。

ところで、我々が日頃摂取している身近な食物にも放射性同位体は含まれている。例えば天然カリウム中には0.019%の割合で $^{40}\text{K}$ が含まれている。バナナやしょうが、豚肉のタンパク質の部分にはカリウムが豊富に含まれている<sup>6)</sup>ことが知られており、これらを摂取することでも $^{40}\text{K}$ による内部被ばくは起こりうると思われる。ALPS処理水に晒された水産物の摂取による人体の内部被ばくの可能性を、その他の身近な食品の摂取による人体の内部被ばくの可能性と比較した報告は十分ではない。

本研究ではALPS処理水が放出された地域の海洋（福島県）で採れた水産物とその他の身近な食品に対して放射能測定を行った。ALPS処理水が水産物に与えた影響およびその水産物の摂取による人体の内部被ばくの影響を、自然由来の放射性核種の影響と比較することで検討した。放射能測定は内部被ばくの影響が特に懸念される $\gamma$ 線放出核種に注目して行った。

## II. 使用機器等

EMF211型ガンマ線スペクトロメータ(Nal(Tl)シンチレーション検出器：結晶サイズ 直径3インチ(76mm)×長さ3インチ(76mm)、エネルギー分解能662keVにおいて $6.5 \pm 0.5\%$ 、EMFジャパン株式会社、EMF211、S.N.071612AT)、福島県産青のり(原材料名 あおさのり(ヒトエグサ)、原料原産地名 福島県松川浦産)、埼玉県内のスーパーマーケットで購入した中国産青のり(原材料名 アオサ、原産国 中国)、バナナチップス(原材料名 バナナ、ココナッツオイル、砂糖、原産国 フィリピン)、タッパー容器(ナカヤ化学産業株式会社、容量 70mL、ケース寸法 約 $\phi 70 \times 31$ mm、材質 ポリプロピレン)、鉛ブロック(厚さ：50mm、高さ：100mm、長さ：200mm、7個)

## III. 方法

### 1. 試料の測定

ALPS処理水の影響を受けたと推定される水産物として福島県産青のりを、ALPS処理水の影響を受けていないと推定される水産物として中国産青のりを、自然由来の放射性核種を含む食品としてバナナチップスを試料に用いた。バナナチップスは形成しやすくするために粉末状に砕いた。同一のタッパー容器にそれぞれの試料を隙間なく詰め、蓋をした。タッパーに詰めた食品の重量はバナナチップスが50g、福島県産青のりと中国産青のりがどちらも16gであった。試料をガンマ線スペクトロメータに密着させ、試料以外の自然放射線が計測されないように鉛ブロックを用いて周囲を遮蔽して測定した。福島県産青のり、中国産青のり、バナナチップスをそれぞれ4時間測定した。また、同一の遮蔽状況で試料を置かずバックグラウンド(Back ground、以下BG)を8時間

測定した。放射能 (Bq) が既知である放射能標準ガンマ線源<sup>137</sup>Cs (公益社団法人日本アイソトープ協会, 放射能 $8.32 \times 10^3$  Bq, 校正日 2020年6月8日) を, 同様に遮蔽した状態で5分間測定した。測定された放射能標準ガンマ線源<sup>137</sup>Csの計数率 (counts per second, 以下, cps) と (1) 式を用いて半減期補正を行った放射能 (Bq) を用いてガンマ線スペクトロメータの検出効率 (換算係数) を (2) 式より算出した。

$$A=A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \dots (1)$$

$$\text{検出効率} = \text{計数率(cps)} / \text{放射能(Bq)} \dots (2)$$

ここで (1) 式におけるAは現在の放射能 (Bq), A<sub>0</sub>は校正時の放射能 (Bq), tは経過時間, Tは半減期を表す。

## 2. 核種同定と放射能の算出

放射能標準ガンマ線源である<sup>24</sup>Na, <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Csおよび校正用標準試料<sup>40</sup>Kを用いて取得したパルス波高分布を基準スペクトルとし, エネルギー校正を行なった。試料に含まれる放射性核種および計数率についてはNaI (TI) シンチレータを用いて取得したγ線スペクトルをEMF211プログラムソフトによって随時スペクトル解析を実施し, 核種毎の計数率を評価した。また, レスポンス関数を使用しレスポンスマトリックス法にてアンフォールディングを行い, 入射γ線スペクトルに変換し核種解析を行なった。<sup>123</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Csについては, MCA (マルチチャンネルアナライザ) の使用チャンネル数を利用し, 放射能標準ガンマ線源の放出γ線エネルギーと光電ピークのチャンネルの直線近似を行ない, NaI (TI) シンチレーション検出器によるスペクトルの1チャンネル当たりのエネルギー (keV/ch) を算出し, 核種同定を実施した。試料測定により得られたγ線スペクトルの計数率 (cps) からBGの計数率 (cps) を減算し, 正味計数率 (cps) を算出し

た。γ線スペクトルから<sup>40</sup>Kの同定を行ない, <sup>40</sup>Kの正味計数率 (cps) と放射能標準ガンマ線源<sup>137</sup>Csで求めた検出効率から放射能 (Bq) を (3) 式より算出した。

$$\text{放射能(Bq)} = \text{正味計数率(cps)} / \text{検出効率} \dots (3)$$

## IV. 結果

測定により得られた試料ごとのγ線スペクトルをそれぞれFig. 1~3に, BGをFig. 4に示した。いずれの試料も主に検出された放射性核種は<sup>40</sup>Kであった。<sup>40</sup>Kの他にも<sup>214</sup>Biや<sup>208</sup>Tlのエネルギーのピークが検出された。福島県産青のりのスペクトルにおいて, 福島第一原子力発電所により放出されたALPS処理水由来と考えられる<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I, <sup>60</sup>Coなどのγ線放出核種と思われるエネルギーのピークはBGと比較し検出限界値を下回っており検出されなかった。

放射能標準ガンマ線源<sup>137</sup>Csの半減期は30.08年<sup>7)</sup>であり, 2020年6月8日に放射能は $8.32 \times 10^3$  Bqであった。これより半減期補正を行った放射能標準ガンマ線源の放射能を7646Bqと求めた。測定された計数率は1611.18cpsで, 検出効率は0.2107だった。試料ごとの計数率と算出された正味計数率, 正味計数率から求めた放射能をTable1に示した。バナナチップス, 中国産青のり, 福島県産青のりの順で放射能が高いことがわかった。

## V. 考察

Fig. 1~3より, いずれの試料も<sup>40</sup>Kや<sup>214</sup>Bi, <sup>208</sup>Tlが主に検出された。木村はウラン系列の<sup>214</sup>Biとトリウム系列の<sup>208</sup>Tlは<sup>40</sup>Kと同様に高エネルギーのγ線を放出する自然放射線であると述べている<sup>8)</sup>。一方で本研究ではALPS処理水に含まれる<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I, <sup>60</sup>Coなどは検出されず,

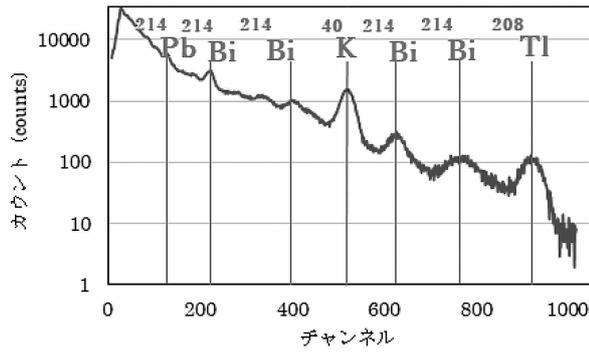


Fig. 1 バナナチップスのγ線スペクトル

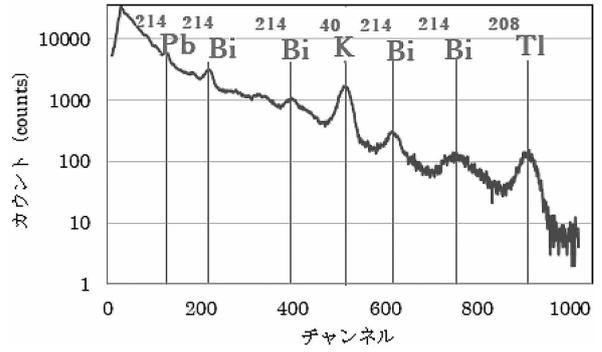


Fig. 2 福島県産青のりのγ線スペクトル

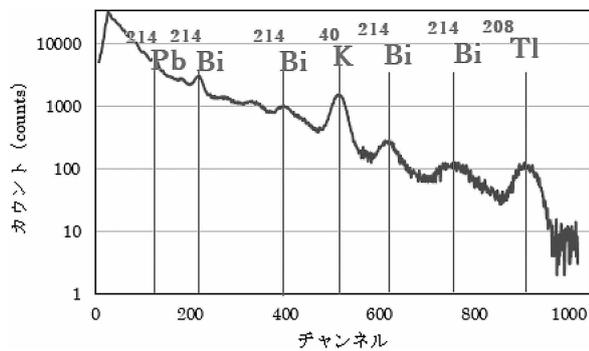


Fig. 3 中国産青のりのγ線スペクトル

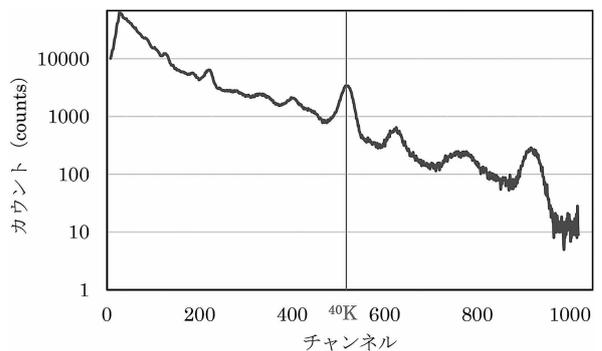


Fig. 4 BGのγ線スペクトル

Table 1 得られた計数率と求められた真の計数率と放射能

試料	試料の計数率 [cps]	BGの計数率 [cps]	正味計数率 [cps]	放射能 [Bq]	単位重量あたりの放射能 [Bq/kg]
バナナチップス	165.98		1.19	5.6478	112.96
福島県産青のり	164.82	164.79	0.03	0.14238	8.8989
中国産青のり	165.12		0.33	1.5662	97.888

ALPS処理水の影響は見られなかった。厚生労働省は福島第一原子力発電所により放出されたと考えられる物理的半減期が1年以上の全ての放射性核種に対して放射能の規格基準を設けている。放射能の規格基準は食品中に含まれる<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの値を基準としている。厚生労働省は食品の区分を「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」、「一般食品」の4区分に分類している。今回測定した青の

りやバナナチップスは一般食品に分類され、基準値は100Bq/kg<sup>9)</sup>としている。Table1より福島県産青のりおよび中国産青のりはいずれも基準値を下回っている。したがってALPS処理水が放出された地域の海洋で採れた水産物を摂取した際の内部被ばくの影響は少ないと考えられる。比較の試料であるバナナチップスに関しては、基準値100Bq/kgを上回っていたがBGと比較し高く検

出された放射能は自然由来の $^{214}\text{Bi}$ や $^{208}\text{Tl}$ であり、厚生労働省の定める基準値とは、汚染放射性物質由来の放射能<sup>10)</sup>であることからこの基準値は適用されない。

本研究では、自然放射性核種を多く含むと推定される身近な食品として、カリウムを豊富に含むバナナ（バナナチップス）を選択した。バナナチップスに含まれる $^{40}\text{K}$ は微量であったが、代わりに $^{214}\text{Bi}$ や $^{208}\text{Tl}$ の計数値が高かった。しかし $^{214}\text{Bi}$ や $^{208}\text{Tl}$ はどちらも自然由来であり、汚染放射性物質由来ではない。バナナチップスからは青のりよりも高い放射能が検出された。福島県産青のりの放射能は中国産青のりの放射能と比較して少なかった。ALPS処理水が放出された地域の海洋で採れた水産物は、その他の身近な食品と比較して特異的に高い放射能を示すことはなく、内部被ばくの影響を過度に懸念する必要はないことが示された。

本研究の限界点として、今回の測定は $\gamma$ 線放出核種を対象としている。ALPS処理水由来の放射性核種の影響について、 $\gamma$ 線放出核種に限ってはその地域の海洋で採れた水産物の摂取による内部被ばくを懸念する結果は示されなかった。しかしALPS処理水には $\beta$ 線を放出する $^3\text{H}$ が含まれ、本研究では $^3\text{H}$ の影響を十分に考慮できていない。ALPS処理水に含まれる $^3\text{H}$ の影響についてはさらなる検討が必要となる。

## VI. 結語

$\gamma$ 線スペクトル測定結果よりALPS処理水に含まれる $\gamma$ 線放出核種は検出されなかった。放射能はALPS処理水の影響を受けたと考えられる福島県産青のりが最も低く、一般流通されている食品であるバナナチップスや中国産青のりの放射能の方が高い値を示した。ALPS処理水が水産物に与えた影響について、 $\gamma$ 線放出核種に関しては処理

水が放出された地域の海洋（福島県）で採れた水産物への影響は少なく、水産物摂取による内部被ばくの影響も少ないことが示唆された。ただし、ALPS処理水には $\beta$ 線を放出する $^3\text{H}$ も含まれている。今回の測定では影響を考慮できていない。 $^3\text{H}$ の影響については液体シンチレーション検出器等を用いた同定を行った評価が必要となるため、今後の課題とする。

[参考文献]

- 1) 東京電力ホールディングス株式会社：2023年度の放出実績, release\_plan.pdf (tepcoco.jp), 2023. (2024年3月14日閲覧)
- 2) 環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和3年度版, <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r3kisoshiryo/r3kiso-06-03-05.html>, 2022. (2024年3月14日 閲覧)
- 3) 日本アイソトープ協会：放射線取扱の基礎, 第9版, 丸善出版株式会社, 2021.
- 4) 一般社団法人 日本放射線影響学会 放射線災害対応委員会：トリチウムによる健康影響, 6-7, 2019.
- 5) 日本経済新聞：中国, 日本産の水産物を全面禁輸 処理水放出に反発, 2023.
- 6) 森千鶴夫：極微量放射能分布計測, 応用物理, 67 (6), 691-692, 1998.
- 7) 公益社団法人日本アイソトープ協会：アイソトープ手帳, 第12版第1刷, 丸善出版株式会社, 67, 2020.
- 8) 木村重彦：自然放射能による地熱と地下水の探査法, 農林水産技術研究ジャーナル, 9 (9), 8-9, 1986.
- 9) 厚生労働省：食品中の放射性物質への対応, 厚生労働省告示, 第130号, 2012.
- 10) 食品安全委員会：放射性物質を含む食品による健康影響に関するQ&A

## Examination of the Effects of ALPS-Treated Water Discharged into the Ocean on Food and the Effects of its Ingestion

<sup>1)</sup>Hikaru Matsuyama, <sup>2)</sup>Emu Yamamoto, <sup>1)</sup>Tadamasa Nobesawa, <sup>1)</sup>Masato Imahana  
<sup>1)</sup>Shinichi Kato, <sup>1)</sup>Kyoko Saito, <sup>1)</sup>Norihiko Akiba, <sup>1)</sup>Mayumi Otani  
<sup>3)</sup>Masayuki Ogawa, <sup>3)</sup>Yoshiaki Taguchi, <sup>4)</sup>Masashi Imao, <sup>1)</sup>Jun Kuwayama

1) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

2) Faculty of Health Sciences, Komazawa University

3) Department of Radiological Sciences, Chuoh College of Medical Technology

4) School of Radiological Sciences, Faculty of Health Science, Gunma Paz University

### Abstract

The discharge of ALPS-treated water into the ocean by TEPCO Holdings, Inc. has prompted concerns about the potential for radioactive contamination of the ocean and marine products residing in it. This has become an international issue, with the Chinese Customs General Administration suspending all imports of Japanese marine products due to concerns about internal exposure of the human body from the consumption of marine products from nearby waters. This study examined the effects of ALPS-treated water on marine products by measuring the radioactivity of marine products and familiar foods. No gamma ray emitting radionuclides in ALPS-treated water were detected from the gamma ray spectra. The radioactivity of Fukushima-grown green seaweed was found to be lower than that of banana chips and Chinese green seaweed. This suggests that the impact of gamma ray emitting radionuclides from the ALPS-treated water on the green seaweed collected in the ocean (Fukushima prefecture) in the vicinity of the ALPS-treated water discharge is minimal, and that there is no cause for undue concern regarding the potential for internal exposure.

**Key words:** ALPS-treated water, gamma ray emitting nuclides, energy spectrum, radioactivity, internal exposure

原 著

# 「MU独立検証」に手計算検証とソフト検証を導入した試み

## — MU検証の紹介と学習効果について —

佐藤 洋<sup>1)</sup>, 佐藤 洋輔<sup>2)</sup>, 加藤 真一<sup>1)</sup>, 桑山 潤<sup>1)</sup>

1) 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

2) がん研有明病院 放射線治療部

### 要 旨

放射線治療業務の一環に「MU独立検証」がある。「MU独立検証」とは通常算出する方法とは別の方法で患者へ投与するMU検証を行うことである。一般にMUは治療計画装置から算出されたものを基準値とする。そこでその基準値が正しいかどうかの検証を行わなければならない。当大学では放射線治療分野の実験テーマとして、手計算による「MU独立検証」を取り入れてきた。本論文では、当大学独自の手計算による「MU独立検証」を紹介する。

次に2023年度の大学予算で「MU独立検証」可能な検証ソフトウェアを購入した。この検証ソフトウェアを用いてMU検証を行うことが可能となった。検証ソフトウェアを用いた学習効果の評価を行うため、学生に対してアンケート調査を実施し、検定評価を行った。その結果、「クラークソン法」の有意差が得られ、MU検証ソフトウェアの活用はMU検証に有効であることが分かった。今後は資料数を増やして検定精度を高めていく。

Key words : MU independent verification, A/P, A/Pe, Scp, clarkson method

### I. 緒言

放射線治学分野は多岐にわたる。その中の一つに治療機器工学系があり、主にリニアックの構造と放射線発生原理および治療計画装置との組合せを学ぶ分野である。リニアックと治療計画装置を購入し、治療線量の算出およびその検証実験を行っている大学もある。しかしリニアックおよび治療計画装置の価格が高値であるため、導入には困難な場合が多い。当大学の診療放射線学科では放射線治療技術学の臨床実習に向けて2012年に放射線治療計画装置を導入し、リニアックによるモニタユニット<sup>1)</sup> (monitor units : 以下, MU) 検証

をテーマにした独自の実験を行ってきた。

MUは治療計画装置で自動算出できるが、誤照射を防ぐため別手法で検証（以下、MU独立検証<sup>2)</sup>）が義務付けられている。その手法として手計算によるMU検証（以下、手計算検証）やソフトウェアによるMU検証（以下、ソフト検証）などがある。当大学では独自の手計算検証の実験を行ってきたと述べたが、従来は出力係数 (output factor : 以下, OPF<sup>1)</sup>) 法を適用した等価正方形のA/P<sup>2)</sup>またはA/Pe<sup>2)</sup>法からMUを算出してきた。A/Pはコリメータによる矩形照射野に対応した等価正方形であり、一方のA/Peはマルチリーフコリメータ (multi-leaf collimator : 以下, MLC)

◆連絡先 佐藤 洋

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

による複雑な照射野に対応した等価正方形である。近年はリニアック照射ヘッド部の構造変化に伴い、OPF法の代わりにScp法を適用してA/PまたはA/PeからMUを算出する手法の理解が求められる。この手法を本論文では【Scp + A/Pe】法と命名する。この手法を適用することで精度良好なMUが算出される。当大学における独自の手計算検証手法の実験とはこれに対応したものである。

その後、2023年度当大学の学長特別研究費の教育改革実施申請を行い、MU検証ソフトであるBlueStat MU システム（ブルー・ベルソフトコンサルタント株式会社）を購入した。これにより、ソフト検証が手計算検証のバックアップ機構としての役割が確立できるようになった。そこでソフト検証による現在の学習効果を確認するために、学生へアンケート調査を実施した。

以上、本論文では当大学独自の手計算検証の紹介を行う。また検証ソフトの導入による学習効果をアンケート分析によるt検定により評価を行う。以上の二項目について報告する。

## II. 実験機材と実験用配布資料

手計算検証の実験に使用する機材は定規、電卓、グラフ用紙および放射線治療計画装置である。MUのリファレンス装置は放射線治療計画装置として、検証ソフトで手計算の再検証を行う。以下に実験機材と詳細を記す。

### 1. 【実験器材】

- 1) Blue Stat MU検証ソフト（ブルー・ベルソフトコンサルタント株式会社）
- 2) 放射線治療計画装置（Eclipse：以下、エクリプス、株式会社バリアン）
- 3) グラフ用紙、電卓、定規

### 2. 【実験用配布資料】

手計算によるMU検証実験を行う際、資料1～7（計7枚）を事前に学生へ配布する。

実験および資料の解説は「IV. MU検証実験の手順と理論」に記載する。

## III. 方法

当大学における放射線治療技術学の実験実習では、リニアックの「MU独立検証」の一環として手計算検証を行っている。

手計算検証の実験の一例を紹介する。前立腺がんの患者に4門照射を適用した時の0および90度方向の1門当たりのMUを検証する。照射法は通常分割照射を適用するため、5日/週、2Gy/日（50cGy/門）、総計35回の70Gyの条件をエクリプスに入力すれば、1門当たりのMUが自動算出される。

MUを検証する手計算検証として従来からOPF法が繁用されてきた。前述したように、近年はリニアックの照射ヘッドの内部構造が複雑になり、当大学ではOPF法に代わってScp法による【Scp + A/Pe】法を適用している。Scp法は全散乱線ファクタをコリメータ散乱係数（以下、Sc）とファントム散乱係数（以下、Sp）に分け、各係数を算出する。本論文ではこの方法を独自の実験と命名し、これを【Scp + A/Pe】法とした。尚、この手法は市販の教科書や論文における記載はほとんど無い。

## IV. MU検証実験の手順と理論

学生への実験配布資料は資料1～7があり、手順と理論を以下に解説する。資料1の手計算検証結果のテンプレートから分かるように、手計算検証はすべての手法で、各角度における1門当たりのMUを算出する。MUの全計算手法はA/P法、

資料1 手計算検証結果のテンプレート

空欄は前立腺がん4門照射のうち0度, 90度方向の各係数を記す.

手計算検証のMU算出法は, A/P法, A/Pe法とScp + A/Pe法の三つとする.

	0度方向			90度方向		
	A/P法	A/Pe法	Scp + A/Pe法	A/P法	A/Pe法	Scp + A/Pe法
Ceq						
Seq						
等価正方形						
Sc						
Sp						
Scp						
OPF						
TMR						
MU						
MU誤差(%)						

A/Pe法とScp法の3通りで, Scp法は前述の【Scp + A/Pe】法と同様とする.

学生は以下の1~7表の空欄を埋める作業を行う.

- 1) 手計算検証結果のテンプレート: 資料1
- 2) MLCの開度データ表: 資料2
- 3) 上・下段コリメータとMLC照射野: 資料3
- 4) 出力係数(OPFとScp)表: 資料4
- 5) 組織最大線量比(TMR)表: 資料5
- 6) ソフト検証結果のテンプレート: 資料6
- 7) アンケート調査票: 資料7

### 1. 実験と資料の解説

実験資料1~7の解説を行う.

- 1) 手計算検証結果のテンプレート(資料1)

手計算検証によるMU算出法にはOPF法とScp法の2つがあり, さらにOPF法はA/P法とA/Pe法に分けられる. 当大学では精度良好な手法としてScpによる【Scp + A/Pe】法を適用し, この方法が手計算検証の中では最もMU検証精度が良好である. またすべての

手法によるMU精度の比較も行う. テンプレートを資料1に示す.

- 2) MLCの開度データ表(資料2)

MLCによる照射野データは資料2(a)と(b)の0と90度の開度データをグラフ用紙へ変換して得られる. 資料2は前立腺がんの0と90°方向のMLCの開度つまり照射野データである.

- 3) 上・下段コリメータとMLC照射野(資料3)

資料3の(a)に0度方向, (b)に90度方向の矩形照射野とMLC照射野の重ね合わせ作図する. 矩形照射野は上・下段コリメータ, 複雑照射野はMLCの照射野を示す.

手計算検証の【Scp + A/Pe】法を用いる場合, 周囲長PeはさらにMLCのリーフ間の中点を結んだ線の実効周囲長<sup>2)</sup>(以下, Pe)を用いる.

資料3の照射野に当大学独自の【Scp + A/Pe】法を適用して良好なMU検証が出来る. その詳細を以下に紹介する.

資料2 MLCの開度データ表

(a)

(b)

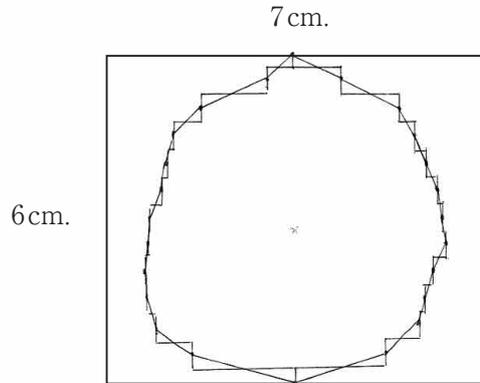
Leaf幅は0.5cm

Field = Field 4.0 0度方向		Field = Field 6.0 90度方向	
Index = 0.00		Index = 90.00	
Carriage Group = 1		Carriage Group = 1	
Operator =		Operator =	
Collimator = 0.0 単位 : cm		Collimator = 0.0 単位 : cm	
Leaf 1A = 0.050	Leaf 1B = -0.050	Leaf 1A = -0.011	Leaf 1B = 0.011
Leaf 2A = 0.050	Leaf 2B = -0.050	Leaf 2A = -0.011	Leaf 2B = 0.011
Leaf 3A = 0.050	Leaf 3B = -0.050	Leaf 3A = -0.011	Leaf 3B = 0.011
Leaf 4A = 0.050	Leaf 4B = -0.050	Leaf 4A = -0.011	Leaf 4B = 0.011
Leaf 5A = 0.050	Leaf 5B = -0.050	Leaf 5A = -0.011	Leaf 5B = 0.011
Leaf 6A = 0.050	Leaf 6B = -0.050	Leaf 6A = -0.011	Leaf 6B = 0.011
Leaf 7A = 0.050	Leaf 7B = -0.050	Leaf 7A = -0.011	Leaf 7B = 0.011
Leaf 8A = 0.050	Leaf 8B = -0.050	Leaf 8A = -0.011	Leaf 8B = 0.011
Leaf 9A = 0.050	Leaf 9B = -0.050	Leaf 9A = -0.011	Leaf 9B = 0.011
Leaf 10A = 0.050	Leaf 10B = -0.050	Leaf 10A = -0.011	Leaf 10B = 0.011
Leaf 11A = 0.050	Leaf 11B = -0.050	Leaf 11A = -0.011	Leaf 11B = 0.011
Leaf 12A = 0.050	Leaf 12B = -0.050	Leaf 12A = -0.011	Leaf 12B = 0.011
Leaf 13A = 0.050	Leaf 13B = -0.050	Leaf 13A = -0.011	Leaf 13B = 0.011
Leaf 14A = 0.050	Leaf 14B = -0.050	Leaf 14A = -0.011	Leaf 14B = 0.011
Leaf 15A = 0.050	Leaf 15B = -0.050	Leaf 15A = -0.011	Leaf 15B = 0.011
Leaf 16A = 0.050	Leaf 16B = -0.050	Leaf 16A = -0.011	Leaf 16B = 0.011
Leaf 17A = 0.050	Leaf 17B = -0.050	Leaf 17A = -0.011	Leaf 17B = 0.011
Leaf 18A = 0.050	Leaf 18B = -0.050	Leaf 18A = -0.011	Leaf 18B = 0.011
Leaf 19A = 0.050	Leaf 19B = -0.050	Leaf 19A = -0.011	Leaf 19B = 0.011
Leaf 20A = 0.050	Leaf 20B = -0.050	Leaf 20A = -0.011	Leaf 20B = 0.011
Leaf 21A = 0.050	Leaf 21B = -0.050	Leaf 21A = -0.011	Leaf 21B = 0.011
Leaf 22A = 0.050	Leaf 22B = -0.050	Leaf 22A = -0.011	Leaf 22B = 0.011
Leaf 23A = 0.050	Leaf 23B = -0.050	Leaf 23A = -0.011	Leaf 23B = 0.011
Leaf 24A = 0.050	Leaf 24B = -0.050	Leaf 24A = -0.011	Leaf 24B = 0.011
Leaf 25A = 0.840	Leaf 25B = 0.480	Leaf 25A = 0.560	Leaf 25B = 0.820
Leaf 26A = 1.980	Leaf 26B = 1.680	Leaf 26A = 1.765	Leaf 26B = 1.960
Leaf 27A = 2.327	Leaf 27B = 2.220	Leaf 27A = 2.220	Leaf 27B = 2.215
Leaf 28A = 2.424	Leaf 28B = 2.595	Leaf 28A = 2.325	Leaf 28B = 2.485
Leaf 29A = 2.905	Leaf 29B = 2.865	Leaf 29A = 2.480	Leaf 29B = 2.615
Leaf 30A = 3.116	Leaf 30B = 3.018	Leaf 30A = 2.663	Leaf 30B = 2.773
Leaf 31A = 3.135	Leaf 31B = 3.035	Leaf 31A = 2.726	Leaf 31B = 2.779
Leaf 32A = 3.093	Leaf 32B = 3.012	Leaf 32A = 2.756	Leaf 32B = 2.520
Leaf 33A = 2.753	Leaf 33B = 2.931	Leaf 33A = 2.741	Leaf 33B = 2.408
Leaf 34A = 2.605	Leaf 34B = 2.615	Leaf 34A = 2.580	Leaf 34B = 2.300
Leaf 35A = 1.960	Leaf 35B = 1.940	Leaf 35A = 1.960	Leaf 35B = 1.680
Leaf 36A = 0.050	Leaf 36B = -0.050	Leaf 36A = -0.011	Leaf 36B = 0.011
Leaf 37A = 0.050	Leaf 37B = -0.050	Leaf 37A = -0.011	Leaf 37B = 0.011
Leaf 38A = 0.050	Leaf 38B = -0.050	Leaf 38A = -0.011	Leaf 38B = 0.011
Leaf 39A = 0.050	Leaf 39B = -0.050	Leaf 39A = -0.011	Leaf 39B = 0.011
Leaf 40A = 0.050	Leaf 40B = -0.050	Leaf 40A = -0.011	Leaf 40B = 0.011
Leaf 41A = 0.050	Leaf 41B = -0.050	Leaf 41A = -0.011	Leaf 41B = 0.011
Leaf 42A = 0.050	Leaf 42B = -0.050	Leaf 42A = -0.011	Leaf 42B = 0.011
Leaf 43A = 0.050	Leaf 43B = -0.050	Leaf 43A = -0.011	Leaf 43B = 0.011
Leaf 44A = 0.050	Leaf 44B = -0.050	Leaf 44A = -0.011	Leaf 44B = 0.011
Leaf 45A = 0.050	Leaf 45B = -0.050	Leaf 45A = -0.011	Leaf 45B = 0.011
Leaf 46A = 0.050	Leaf 46B = -0.050	Leaf 46A = -0.011	Leaf 46B = 0.011
Leaf 47A = 0.050	Leaf 47B = -0.050	Leaf 47A = -0.011	Leaf 47B = 0.011
Leaf 48A = 0.050	Leaf 48B = -0.050	Leaf 48A = -0.011	Leaf 48B = 0.011
Leaf 49A = 0.050	Leaf 49B = -0.050	Leaf 49A = -0.011	Leaf 49B = 0.011
Leaf 50A = 0.050	Leaf 50B = -0.050	Leaf 50A = -0.011	Leaf 50B = 0.011
Leaf 51A = 0.050	Leaf 51B = -0.050	Leaf 51A = -0.011	Leaf 51B = 0.011
Leaf 52A = 0.050	Leaf 52B = -0.050	Leaf 52A = -0.011	Leaf 52B = 0.011
Leaf 53A = 0.050	Leaf 53B = -0.050	Leaf 53A = -0.011	Leaf 53B = 0.011
Leaf 54A = 0.050	Leaf 54B = -0.050	Leaf 54A = -0.011	Leaf 54B = 0.011
Leaf 55A = 0.050	Leaf 55B = -0.050	Leaf 55A = -0.011	Leaf 55B = 0.011
Leaf 56A = 0.050	Leaf 56B = -0.050	Leaf 56A = -0.011	Leaf 56B = 0.011
Leaf 57A = 0.050	Leaf 57B = -0.050	Leaf 57A = -0.011	Leaf 57B = 0.011
Leaf 58A = 0.050	Leaf 58B = -0.050	Leaf 58A = -0.011	Leaf 58B = 0.011
Leaf 59A = 0.050	Leaf 59B = -0.050	Leaf 59A = -0.011	Leaf 59B = 0.011
Leaf 60A = 0.050	Leaf 60B = -0.050	Leaf 60A = -0.011	Leaf 60B = 0.011

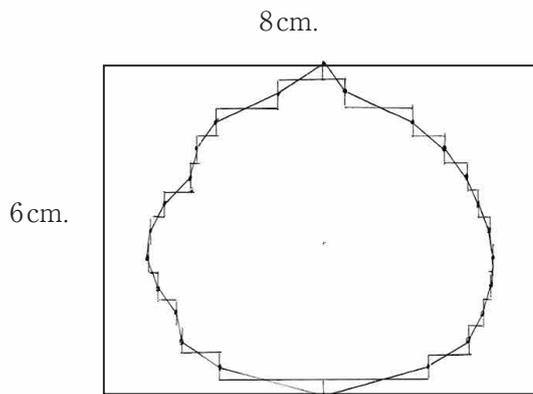
資料3 上・下段コリメータとMLC照射野

手計算検証の【Scp+A/Pe】法の適用

- ・0度方向 (a) の上・下段コリメータによる8×6cmの照射野.
- ・0度方向 (a) のMLCの実効周囲長による照射野.
- ・90度方向 (b) の上・下段コリメータによる7×6cmの照射野.
- ・90度方向 (b) のMLCによる実効周囲長による照射野.



(b) 90度方向



(a) 0度方向

上・下段コリメータの照射野から、一辺 $C_{eq}^{2,3}$ の等価正方形 (cm) をA/Pから求める。次に資料3のMLC照射野から、一辺 $S_{eq}^{2,3}$ の等価正方形 (cm) を求める。このときの $C_{eq}$ と $S_{eq}$ の各等価正方形は以下の①, ②, ③式から求める。

0度方向の上・下段コリメータは8×6cm, 上・下段コリメータの等価正方形および $S_{c,sp}^{2,3}$ は $C_{eq} = 6.6122$ と $S_c = 0.9771$ ,  $S_p = 0.9774$ が導かれる。また90度方向の上・下段コリメータは7×6cm, 上・下段コリメータの等価正方形および $S_{c,sp}$ は, $C_{eq} = 6.3352$ ,  $S_c = 0.9774$ ,  $S_p = 0.9760$ が導かれる。

$$C_{eq} = \{ (1+k) X \cdot Y \} / (k \cdot X + Y) \quad \text{----①}$$

$C_{eq}$ : 上・下段コリメータによる等価正方形 (cm)

$k$ : コリメータ反転効果係数<sup>2,3)</sup>

$X$ : 下段コリメータ (Width : cm)

$Y$ : 上段コリメータ (Length : cm)

$$S_{eq} = 4 \cdot A / P_e \quad \text{----②}$$

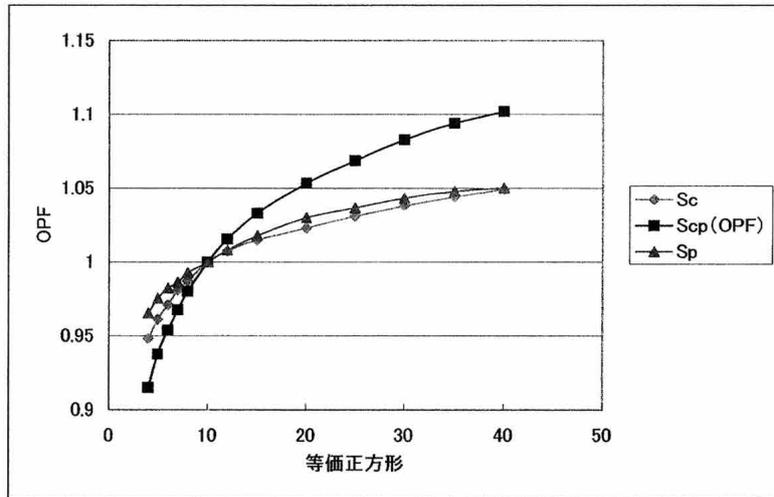
$S_{eq}$ : MLCによる等価正方形 (cm)

$A$ : MLCで作成された照射野面積 (cm<sup>2</sup>)

$P_e$ : 実効周囲長 (cm)

資料4 出力係数 (OPFとScp) 表

等価正方形(cm)	4	5	6	7	8	10	12	15	20	25	30	35	40
Sc	0.947888	0.961286	0.971044	0.980995	0.987257	1	1.0075	1.014927	1.022985	1.030898	1.037888	1.043932	1.049248
Scp(OPF)	0.915017	0.937573	0.953828	0.967672	0.980183	1	1.015488	1.032949	1.053587	1.068783	1.082682	1.093933	1.101987
Sp	0.965321	0.975332	0.982271	0.986419	0.992835	1	1.007929	1.017756	1.029914	1.036749	1.043158	1.047896	1.050264



4) 出力係数 (OPFとScp) 表 (資料4)

前述のCeqからScおよびSeqからSpを求める。

Spは以下の③式から求める。

$$Scp = Sc \times Sp \quad \text{----③}$$

従って、資料4から0度方向のScpには0.9550, 90度方向のScpには0.9510が導かれる。

5) 組織最大線量比 (TMR) 表 (資料5)

次に0と90度方向のSeqと深さから資料5の組織最大線量比 (tissue-maximum ratio: 以下, TMR) を求める。このときの深さは実効深を適用する。0°方向の深さは8.9cm, 実効深は9.0cm, 90°方向の深さは15.6cm, 実効深は17.2cmが導かれる。実効深とは皮膚表面から腫瘍中心までの深さで、不均質補正<sup>2)</sup>を施した値である。MU算出を行う場合は距離または深さは水の密度へ補正を行った実効深を適用する。

以上, MUを求める④式に1)~5)の項目の各

値を入力してMUを算出する。

DMUはリニアックにおける絶対値で最大深において1.0cGy/MUで与えられる。投与線量は通常分割照射を適用するため、1門当たりの投与線量は50cGyとなる。またウエッジ係数 (以下, WF) とシャドウトレイ係数 (以下, STF) は使用しないため係数は1.0とする。

Table 1および2に手計算およびソフト検証で算出された値を示す。

$$MU = D / \{ DMU \cdot Sc \cdot Sp \cdot TMR \cdot (WF) \cdot (STF) \} \quad \text{----④}$$

MU: モニタユニット

D: 1門当たりの投与線量 (cGy)

DMU: ドーズモニタユニット<sup>1,3)</sup> (cGy/MU)

Sc: コリメータ散乱係数

Sp: ファントム散乱係数

TMR: 組織最大線量比 WF: ウエッジ係数

STF: シャドウトレイ係数

以上が、手計算検証の実験手法である。

資料5 組織最大線量比 (TMR) 表

10MV-X線		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
等価正方形の一辺	2.2444	2.8055	3.3666	3.9277	4.4888	5.0499	5.611	6.1721	6.7332	7.2943	7.8554	8.4165	8.9776	9.5387	10.0998	10.6609	11.222		
等価円の半径	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
深さ(cm)	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	0.997	0.998	0.999	0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.996	0.995	0.995	0.995	0.995	0.996	0.996	0.996	0.996
	0.975	0.977	0.979	0.978	0.977	0.977	0.979	0.979	0.98	0.981	0.981	0.979	0.978	0.978	0.978	0.979	0.98	0.98	0.98
	0.948	0.951	0.954	0.955	0.955	0.956	0.957	0.957	0.958	0.959	0.96	0.959	0.959	0.959	0.96	0.96	0.961	0.962	0.962
	0.92	0.924	0.927	0.929	0.93	0.931	0.934	0.936	0.938	0.939	0.94	0.941	0.942	0.942	0.943	0.943	0.943	0.943	0.943
	0.89	0.896	0.902	0.905	0.906	0.908	0.912	0.915	0.916	0.917	0.918	0.919	0.921	0.922	0.923	0.923	0.923	0.923	0.924
	0.862	0.868	0.874	0.879	0.882	0.885	0.888	0.89	0.892	0.894	0.895	0.896	0.897	0.899	0.9	0.901	0.903	0.903	0.903
	0.835	0.841	0.848	0.853	0.856	0.86	0.865	0.868	0.871	0.873	0.874	0.876	0.877	0.879	0.88	0.881	0.883	0.883	0.883
	0.808	0.815	0.822	0.829	0.832	0.837	0.841	0.844	0.846	0.849	0.851	0.853	0.855	0.857	0.859	0.861	0.863	0.863	0.863
	0.781	0.788	0.796	0.804	0.807	0.812	0.817	0.82	0.824	0.828	0.83	0.832	0.834	0.836	0.838	0.84	0.842	0.842	0.842
	0.756	0.763	0.771	0.779	0.783	0.788	0.793	0.798	0.801	0.805	0.808	0.81	0.813	0.815	0.818	0.82	0.822	0.822	0.822
	0.731	0.738	0.746	0.754	0.758	0.764	0.77	0.775	0.778	0.782	0.786	0.788	0.788	0.792	0.795	0.797	0.799	0.801	0.801
	0.706	0.713	0.722	0.731	0.735	0.741	0.748	0.753	0.757	0.761	0.764	0.767	0.77	0.773	0.775	0.777	0.78	0.78	0.78
	0.683	0.691	0.7	0.71	0.714	0.719	0.725	0.729	0.733	0.738	0.743	0.745	0.748	0.751	0.754	0.754	0.757	0.76	0.76
	0.661	0.668	0.677	0.686	0.691	0.697	0.703	0.709	0.713	0.718	0.722	0.725	0.727	0.73	0.733	0.736	0.739	0.739	0.739
	0.639	0.647	0.656	0.665	0.67	0.675	0.681	0.687	0.692	0.697	0.703	0.706	0.708	0.711	0.714	0.717	0.72	0.72	0.72
	0.618	0.624	0.633	0.642	0.648	0.654	0.66	0.666	0.671	0.676	0.682	0.685	0.688	0.691	0.694	0.697	0.7	0.7	0.7
	0.598	0.604	0.613	0.623	0.628	0.634	0.64	0.647	0.652	0.657	0.662	0.665	0.669	0.673	0.676	0.679	0.682	0.682	0.682
	0.578	0.583	0.592	0.602	0.607	0.613	0.62	0.626	0.632	0.637	0.642	0.646	0.65	0.653	0.657	0.66	0.663	0.663	0.663
	0.558	0.564	0.572	0.581	0.587	0.594	0.601	0.607	0.612	0.617	0.623	0.627	0.631	0.635	0.638	0.641	0.644	0.644	0.644
	0.539	0.545	0.554	0.563	0.57	0.575	0.583	0.589	0.594	0.599	0.604	0.609	0.613	0.616	0.62	0.623	0.627	0.627	0.627
	0.522	0.528	0.536	0.546	0.552	0.557	0.563	0.57	0.576	0.581	0.586	0.591	0.595	0.598	0.601	0.605	0.608	0.608	0.608
	0.506	0.51	0.518	0.527	0.534	0.539	0.546	0.552	0.557	0.562	0.568	0.573	0.577	0.58	0.584	0.588	0.591	0.591	0.591
	0.489	0.494	0.502	0.511	0.518	0.523	0.529	0.535	0.541	0.546	0.55	0.555	0.559	0.563	0.567	0.57	0.574	0.574	0.574
	0.472	0.477	0.486	0.495	0.502	0.506	0.512	0.518	0.523	0.529	0.534	0.539	0.543	0.547	0.551	0.555	0.558	0.558	0.558
	0.458	0.462	0.47	0.479	0.485	0.489	0.495	0.502	0.508	0.513	0.518	0.523	0.527	0.531	0.535	0.539	0.542	0.542	0.542
	0.443	0.447	0.454	0.463	0.469	0.474	0.481	0.486	0.491	0.496	0.502	0.507	0.511	0.515	0.518	0.522	0.525	0.525	0.525
	0.428	0.432	0.439	0.447	0.454	0.459	0.465	0.471	0.476	0.481	0.487	0.492	0.497	0.501	0.504	0.508	0.511	0.511	0.511
	0.416	0.419	0.425	0.433	0.44	0.445	0.451	0.457	0.462	0.467	0.472	0.477	0.482	0.486	0.49	0.494	0.497	0.497	0.497

資料6 ソフト検証結果のテンプレート

空欄は前立腺がん4門照射のうち0度、90度方向の各係数を記す。  
ソフト検証のMU算出法は、A/P法とクラークソン法の2つがある。

	0度方向		90度方向	
	A/P法	クラークソン法	A/P法	クラークソン法
Ceq				
Seq				
等価正方形				
Sc				
Sp				
Scp				
OPF				
TMR				
MU				
MU誤差(%)				

6) ソフト検証結果のテンプレート (資料6)

次にソフト検証の算出法とその結果を以下に記す。資料2のMLCおよび上・下段コリメータの開度データ(数値)を検証ソフトへデータ入力する。腫瘍中心までの距離を実効深<sup>1)</sup>として、ソフト検証で算出する。実効深は0°方向で9.0cm, 90°方向で17.2cmである。

ソフト検証の算出法はA/P法とクラークソン<sup>1,2)</sup>法の二つのみとする。以上より、資料6の0および90度方向の空欄に算出された数値を入力する。

7) アンケート調査票 (資料7)

資料7を学生らへ配布してアンケート調査を行う。これによりソフト検証を使用した時の学習効果をt検定で評価を行う。資料7(1)(2)(3)は学生に課したアンケート内容を示す。資料7(1)は全学生85名に対して実験内容の把握について調査を行った。次に学生を半々に分け、資料7(2)は手計算検証とソフト検証を受講した43名の学生に対して、資料7(3)は手計算検証のみ受講した42名の学生に対して調査を実施した。

MU検証実験後のアンケート調査 – 2023年度R3対象–

(1) 実験内容の把握調査 (全学生85名対象)

①手計算による実験内容は理解できたか.

- A. 理解できた B. 多少理解できた C. あまり理解できない D. 理解できない

②手計算に加えて, MU検証ソフトによる追加実験は役に立ったか.

- A. 役立った B. 多少役立った C. あまり役立っていない D. 役立っていない

③手計算(検証ソフトなし)のみでも実験内容は理解できるか.

- A. 理解できる B. 多少理解できる C. あまり理解できない D. 理解できない

(2) 検証実験で用いる用語調査 (手計算検証とソフト検証を受講した43名の学生対象)

①A/Pe法

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

②クラークソン法

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

③Sc

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

④Sp

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

⑤Ceq

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

⑥Seq

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

(3) 検証実験で用いる用語調査 (手計算検証のみ受講した42名の学生対象)

①A/Pe法

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

②クラークソン法

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

③Sc

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

④Sp

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

⑤Ceq

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

⑥Seq

- A. 説明できる B. 多少説明できる C. あまり説明できない D. 説明できない

Table 1 手計算検証による結果まとめ表

	0度方向			90度方向		
	A/P法	A/Pe法	Scp + A/Pe法	A/P法	A/Pe法	Scp + A/Pe法
Ceq	—	—	6.6122	—	—	6.3352
Seq	—	—	5.30	—	—	5.10
等価正方形	4.5869	5.30	—	4.4704	5.10	—
Sc	—	—	0.9771	—	—	0.9744
Sp	—	—	0.9774	—	—	0.976
Scp	—	—	0.9550	—	—	0.9510
OPF	0.9283	0.9425	—	0.9256	0.9392	—
TMR	0.8385	0.8431	0.8431	0.6384	0.6433	0.6433
MU	64.236	62.923	62.0994	84.6163	82.7558	81.7290
MU誤差(%)	3.6064	1.4887	0.1603	4.4645	2.1677	0.9000

Table 2 ソフト検証による結果まとめ表

	0度方向		90度方向	
	A/P法	クラークソン法	A/P法	クラークソン法
Ceq	—	—	—	—
Seq	—	—	—	—
等価正方形	4.5869	—	4.4704283	—
Sc	—	0.9795734	—	0.9756368
Sp	—	0.9773031	—	0.9787420
Scp	—	0.9573402	—	0.9548967
OPF	0.927345	—	0.9256431	—
TMR	0.838532	0.8445727	0.6384123	0.6430437
MU	64.2997	61.845	84.610	81.427
誤差(%)	3.7092	-0.25	4.4568	0.5271

## V. 結果

手計算検証による当校独自の実験紹介を以下に記す。Table 1に前立腺がん4門照射の0と90度方向における手計算検証による結果まとめ表を示す。学生らは手計算検証の実験終了後に結果のまとめとして、この表の空欄を埋める作業を行う。Table 1に示すように手計算検証の算出法には【Scp + A/Pe】法およびOPF法によるA/PとA/Pe法の三つがあり、一方ソフト検証の算出法

にはTable 2に示すようにA/Pとクラークソン法の二つがある。

エクリプス治療計画装置から取得したリファレンスMUは、0度方向で62.00MU、90度方向で81.00MUである。手計算検証のMU誤差の小さい順に【Scp + A/Pe】法、A/Pe法そしてA/P法であり、またソフト検証のMU誤差の小さい順にクラークソン法そしてA/P法であった。共にMU誤差の小さい【Scp + A/Pe】法とクラークソン法を比較すると、共に±1.0%以内であった。

Table3 (1) 検証実験の内容把握調査  
手計算検証とソフト検証を受講した全85名の学生対象

質問No	回答項目			
	A	B	C	D
①	15	35	25	10
②	15	45	20	5
③	10	36	23	16

全85名

Table3 (2) 検証実験で用いる用語調査  
手計算検証とソフト検証の2つを受講した43名の学生対象

質問No	回答項目			
	A	B	C	D
①	12	12	10	8
②	21	10	8	4
③	10	12	12	9
④	10	12	12	9
⑤	10	14	13	6
⑥	10	14	11	8

Table3 (3) 検証実験で用いる用語調査  
手計算検証のみを受講した42名の学生対象

質問No	回答項目			
	A	B	C	D
①	10	14	13	5
②	5	8	9	20
③	9	12	12	9
④	8	13	12	9
⑤	10	14	12	6
⑥	11	13	11	7

次にアンケート調査による検定結果について以下に記載する。実験授業を行った全学生85名に対してアンケート調査を実施した。アンケート内容の詳細は資料7に示す。そのアンケート結果をTable 3 (1) (2) (3) に記す。t検定に使用した関数CHIDISTを用いて評価を行った。

Table 3 (1) の質問①～③においてAまたはBを回答した学生はおおよそ実験内容の把握をしており、54.1～70.0%程度であった。

同様にTable 3 (2) (3) の質問①～⑥でAまたはBを回答した学生も同様におおよその内容を理解しており、30.9～72.0%程度であった。

Table 3 (2) における質問②の「クラークソン<sup>2,3)</sup>法」のAに○を付けた学生はTable 3 (2) と (3) の中で21名と最も多く、逆にTable 3 (3) の質問②の「クラークソン法」のAに○を付けた学生は5名と最も少なかった。

次に、Table 4にt検定による有意差評価を示す。使用関数はCHIDISTで、0.05未満で有意水準5%、0.01未満で有意水準1%とした。その結果、使用した質問項目②(クラークソン法)においてp値が $p = 0.000186$ となり、有意差が得られた。

## VI. 考察

放射線治療計画装置のエクリップスにおいてMUは自動算出され、これをMUのリファレンスにする。このMU検証を行うために手計算検証やソフト検証が適用される。

近年のリニアックはメーカーによって照射ヘッド部の内部構造が異なる。そこで手計算検証からMUの検証を行う場合は、リニアックから発生する全散乱線をコリメータと患者体内からの二つの

Table 4 学習効果の検定結果

質問項目②のみp値が $p = 0.000186$ で有意差あり（灰色部）.

なお、0.05未満で有意水準5%、0.01未満で有意水準1%.

検定に使用した関数はCHIDIST.

質問	S+	S-	p値	ソフト併用群	総数	ソフト非併用群	総数
①	56%	57%	0.908196	24	43	24	42
②	72%	31%	0.000186	31	43	13	42
③	51%	50%	0.915094	22	43	21	42
④	47%	50%	0.743320	20	43	21	42
⑤	56%	57%	0.908196	24	43	24	42
⑥	56%	57%	0.908196	24	43	24	42

散乱体に分けて、【Scp + A/Pe】法の手法を適用してMUを算出・検証する。この手法により、手計算検証の中で最も精度良好なMUを得ることが出来る。この散乱の分離はソフト検証ではクラークソン法が従来から適用されていたが、手計算検証ではクラークソンは適用されないため、【Scp + A/Pe】法を用いてScpをScとSpに分離することで精度良好なMUが取得出来る。従って手計算検証のScp法とソフト検証のクラークソン法は共に散乱分離による同様の手法を用いるため、手計算検証の【Scp + A/Pe】とソフト検証のクラークソン法とほぼ同じMU誤差（%）が得られると考えられる。

今後はソフト検証を活用することで精度良好なMUを迅速に検証できるが、反面、ソフト検証のみを実験に活用すれば、学生らは各係数や原理の理解が出来なくなる可能性も高くなる。その点、手計算検証を用いることは学生らにとって検証の原理や理解に繋がるため手計算検証は必要不可欠と考えられる。

次にアンケート調査について考察する。Table 3の①～③の回答でAとBの回答率がおよそ50%以上を示していることから、手計算検証に加え、ソフト検証の有効性は高まると考えられる。特にTable 3 (2) のクラークソン法に関する質問②においてAとBの回答率が70%を超えていること

から、ソフト検証は学習効果に有効であると考えられる。

t検定評価の結果、有意差を得たのは②のクラークソンのみであった。資料数が少ないことも評価に影響を与えたと考えられる。今回は評価検定を行う資料数が少なかったが、今後は資料数を増やして検定精度を高めたい。

## VII. 結論

放射線治療におけるMU検証は、【Scp + A/Pe】法による手計算検証を本論文に紹介した。手計算検証におけるこの手法はリニアックから発生する全散乱線をScとSpの二つに分けることで精度の良いMUが算出される。本論文では、これを本校独自の手法としている。

2023年度学長研究費で検証ソフトを購入した。このMUの算出精度は、手計算検証とほぼ同等の $\pm 1.0\%$ 以内であった。ソフト検証の位置づけは手計算検証のバックアップ用として活用出来る。次にソフト検証に対してアンケート調査によるt検定評価を行った結果、ソフト検証において「クラークソン法」の有意差が得られた。今回は評価検定を行う資料数が少なかったが、今後は資料数を増やして検定精度を高めたい。

### 〔参考文献〕

- 1) 西臺武弘：放射線治療物理学，文光堂，215-219. 2011.
- 2) 保科正夫，他：放射線治療技術の標準，日本放射線技師会出版会，67-152, 2007.
- 3) 佐藤 洋：第3版放射線治療技術学，放射線治療機器工学－授業の資料と解説－，日本医療科学大学，127-134, 2021.

**An Attempt to Introduce Manual Calculation Verification and  
Software Verification into “MU Independent Verification”  
— Introduction to MU Verification and Learning Effects —**

Hiroshi Sato,<sup>1)</sup> Yousuke Sato,<sup>2)</sup> Shinich Kato,<sup>1)</sup> Jun Kuwayama<sup>1)</sup>

1) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

2) Cancer Institute Hospital, Department of Radiation Therapy

**Abstract**

As part of the radiotherapy work, there is “MU independent verification”.

“MU independent verification” is to calculate the MU value by a method different from the normal calculation method. In general, the MU value is calculated from the radiotherapy planning device. In other words, it is necessary to verify whether the reference value is correct. As an experimental theme in the field of radiotherapy, we have adopted “MU independent verification” by manual calculation. Therefore, in this paper, we introduce the “MU Independent Verification” by our university’s original manual calculation.

Next, we purchased the verification software of “MU Independent Verification” from the 2023 university budget. This verification software was used to perform MU verification. In order to evaluate the learning effect using verification software, a questionnaire survey was conducted on the students, and they were evaluated by a certification t-test. As a result, a significant difference was obtained in the “Clarkson method”, and it was found that the use of MU verification software was effective for MU verification. In the future, we would like to increase the number of materials and improve the accuracy of the t-test.

**key words:** MU independent verification, A/P, A/Pe, Scp, Clarkson method

原 著

## 臨床工学技士養成校におけるデータサイエンス教育の実践と検証

大矢 哲也, 梅澤 香織, 和田 あゆみ, 中尾 教伸

日本医療科学大学 保健医療学部 臨床工学科

### 要 旨

近年, データサイエンスは多くの分野で重要な役割を果たしており, 内閣府の「AI戦略2019」では全ての大学生が数理・データサイエンス・AIの基礎を学ぶことが提言されている。しかし, 臨床工学技士等コメディカルを養成する医療系大学においては国家試験合格が大きな目標であり, データサイエンス教育が十分に実施できていない可能性がある。本研究では, 臨床工学技士養成校の学生にデータサイエンスの講義を行い, アンケートにて理解度や興味の変化を分析した。その結果, 理解度や興味が有意に向上することと, 回帰分析の講義への導入は最も大きな変化が確認された。また, 講義内容の改善項目も分析により示唆され, 今後のデータサイエンス教育に活かす必要がある。なお, 本研究では工学系を学んでいる臨床工学技士養成校の学生が対象であり, 他の医療系大学生に対してもニーズに応じた教材や講義内容を検討していくことが望まれる。

**Key words :** data science education, data literacy, medical university students, clinical engineer training schools

### I. はじめに

近年さまざまな分野において, 大量のデータを収集し, 傾向の分析や課題解決などデータサイエンスが社会に果たす役割が大きくなっている。そのため, データサイエンスはデジタル社会において極めて重要な位置付けであり, 内閣府の統合イノベーション戦略推進会議において「AI戦略2019」が公開され, 「文理を問わず, 全ての大学・高専生が, 課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得する」と提言されている<sup>1)</sup>。また, 一般社団法人日本経済団体連合会(2022年)による採用と大学改革への期待に関するアンケート結果によると, 採用の観点から特に期待する知識として「文系・理系の枠を超えた

知識・教養」, 「数理・データサイエンス・AI・ITに関する専門知識」となっており, 文理を問わずデータサイエンスに関する人材の育成が求められている<sup>2)</sup>。

文部科学省による「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」に選定された大学(165校)のうち, 最も採用されていたデータ分析ツールは表計算ソフトウェアであり, Pythonなどのプログラミング言語を用いたカリキュラムも存在する。しかし, 医療系大学生(医学生, 薬学生を除く)においては, 表計算ソフトウェアやプログラミングが不慣れであることが多く, その知識修得の敷居が高いことが問題となる。また, 臨床工学技士等コメディカルを養成する医療系大学においては国家試験の受験資格を得て, 医療従

◆連絡先 大矢哲也

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床工学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

表1 データリテラシースキルセット

データリテラシー	キーワード(知識・スキル)
データを読む	<ul style="list-style-type: none"> <li>データの種類(量的変数, 質的変数)</li> <li>データの分布(ヒストグラム)と代表値(平均値, 中央値, 最頻値)</li> <li>代表値の性質の違い(実社会では平均値=最頻値でないことが多い)</li> <li>データのばらつき(分散, 標準偏差, 偏差値)</li> <li>観測データに含まれる誤差の扱い</li> <li>打ち切りや脱落を含むデータ, 層別の必要なデータ</li> <li>相関と因果(相関係数, 擬似相関, 交絡)</li> <li>母集団と標本抽出 (国勢調査, アンケート調査, 全数調査, 単純無作為抽出, 層別抽出, 多段抽出)</li> <li>クロス集計表, 分割表, 相関係数行列, 散布図行列</li> <li>統計情報の正しい理解(誇張表現に惑わされない)</li> </ul>
データを説明する	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ表現(棒グラフ, 折線グラフ, 散布図, ヒートマップ)</li> <li>データの図表表現(チャート化)</li> <li>データの比較(条件をそろえた比較, 処理の前後での比較, A/Bテスト)</li> <li>不適切なグラフ表現(チャートジャンク, 不必要な視覚的要素)</li> <li>優れた可視化事例の紹介(可視化することによって新たな気づきがあった事例など)</li> </ul>
データを扱う	<ul style="list-style-type: none"> <li>データの集計(和, 平均)</li> <li>データの並び替え, ランキング</li> <li>データ解析ツール(スプレッドシート)</li> <li>表形式のデータ(csv)</li> </ul>

事者となることが一つの大きな目的となっており、カリキュラムに定められた授業科目の修得に多くの学修時間が割かれている。そのため、国家資格に直結しない内容が重視されにくい傾向にあり、データサイエンスに関する知識を修得する機会が少ないのが現状である。しかし、医療従事者においても医療機器の性能評価、学術研究などデータを読み取る能力が求められ、AIによる診断支援システムの導入など<sup>3)</sup>、データサイエンスの活用も進んでおり、医療従事者によるデータサイエンスの活用が求められる。このような背景から、上記の医療系大学におけるデータサイエンスの教育は、医療従事者を育成する上で欠かせない課題となる。

そこで本研究では、臨床工学技士養成校の学生におけるデータサイエンスの学修状況を調査し、限られた期間でその必要性や興味を喚起するための講義内容や教育方法を提案することを目的とする。本論文ではデータサイエンスに関する講義を実施し、アンケート分析により学生の理解度やデータサイエンスへの興味関心がどのように変化したかを検討するとともに、それらの向上に影響する講義内容の項目が何かについて探索した。

## II. 方法

学生の理解度や興味関心を明らかにするため、臨床工学科3年次の学生に対しデータサイエンスに関する講義を2回(1回90分)実施した。

文部科学省による数理・データサイエンス・AI(リテラシーレベル)のモデルカリキュラムでは、データリテラシーのスキルセットとして表1のようになっており、「データを読む」、「データを説明する」、「データを扱う」の3つのカテゴリとなっている。また、これら3つのカテゴリに加えて、回帰分析についても実施した。回帰分析はこれまでの平均値など基礎的な分析手法とは異なり、複数の変数を同時に考慮し、因果関係の推定やモデル構築を行う分析手法である。また、結果がグラフなど視覚的に示され、データサイエンス初学者においても分析の成果を直感的に把握することが可能である。そのため、データサイエンス全般への理解が深まり、学修の幅が広がると考えられる。なお、座学ではデータサイエンスの基本概念および統計手法について講義し、データの分布、ヒストグラム、平均値、中央値、最頻値、分散、標準偏差、相関分析、回帰分析、データ可視化の重要性やその手法について実施した。ま

表2 アンケートの質問文およびカテゴリ

No.	質問文	カテゴリ
Q.01	データの分布をヒストグラムで表現することの意義を理解している	I
Q.02	平均値, 中央値, 最頻値のそれぞれの違いを理解している	
Q.03	分散, 標準偏差, 偏差値のそれぞれの違いを理解している	
Q.04	観測データに含まれる誤差をどのように扱うべきかを理解している	
Q.05	打ち切りや脱落データをどのように扱うべきかを理解している	
Q.06	相関係数の意味を理解している	II
Q.07	擬似相関と交絡の違いを理解している	
Q.08	クロス集計表の意味を理解している	
Q.09	分割表の意味を理解している	
Q.10	相関係数行列と散布図行列のそれぞれの用途を理解している	
Q.11	棒グラフ, 折線グラフ, 散布図, ヒートマップのそれぞれの特性と用途を理解している	III
Q.12	データをチャート化する基本的な手順を理解している	
Q.13	条件をそろえた比較, 処理の前後での比較, A/Bテストのそれぞれの特性と用途を理解している	
Q.14	不必要な視覚的要素がグラフの解釈あたえる影響を理解している	
Q.15	データを可視化することによって新たな気付きがある可能性を理解している	
Q.16	データの和と平均を計算する方法を理解している	IV
Q.17	データを並び替える方法を理解している	
Q.18	データのランキングを作成する方法を理解している	
Q.19	スプレッドシートを使用してデータを分析する基本的な手順を理解している	
Q.20	csv形式のデータの特性を理解している	
Q.21	回帰分析とは何か, その基本的な概念を理解している	V
Q.22	回帰分析の用途およびどのように役立つかを理解している	
Q.23	回帰分析を用いて要因分析を行う方法を理解している	
Q.24	回帰分析を用いて未来の予測を行う方法を理解している	
Q.25	回帰分析の結果の解釈とその注意点を理解している	
Q.26	データサイエンスの必要性について理解している	-
Q.27	データサイエンスが医療に役立つと思う	-
Q.28	データサイエンスが自身の将来の業務に役立つと思う	-
Q.29	データサイエンスについて興味がある	-
Q.30	データサイエンスを学ぶ意欲がある	-

カテゴリの分類

I: データを読む(1変量) II: データを読む(多変量) III: データを説明する IV: データを扱う V: 回帰分析

た、演習では統計ソフトウェアJMP Pro 17.2を用いて実際のデータ解析を行う演習を実施した。学生自身で統計処理を実施することで、座学で学んだ理論を実践で体験させた。なお、演習内容としては、JMPの基本的な使い方、ヒストグラムや散布図の作成、相関分析、回帰分析など実際のデータ解析手法を実施した。なお、座学や演習で扱ったデータはヒストグラムや平均値など基礎的な内容に関しては性別、身長、体重のデータを利用した。データの可視化としてはインフルエンザの感染状況および国家試験の出題分類を可視化した。相関分析に関する内容は腹囲と中性脂肪の関係、血液検査データを扱った。また、回帰分析については血液検査データや身長体重に関するデータを扱った。

本研究はデータサイエンスに関する講義を実施し、臨床工学技士養成校の学生における理解度や学修意欲の変化を測るものであり、表2に示すア

ンケートを作成し分析を行った。「データを読む」に関する理解度を測るものとしてQ.01からQ.05のカテゴリ I 「データを読む(一変量)」, Q.06からQ.10のカテゴリ II 「データを読む(多変量)」とした。また、「データを説明する」に関する理解度を測るものとしてQ.11からQ.15のカテゴリ III, 「データを扱う」に関する理解度を測るものとしてQ.16からQ.20のカテゴリ IV, 「回帰分析」に関する理解度を測るものとしてQ.21からQ.25のカテゴリ Vとした。また、データサイエンスに関する興味関心に関する内容をQ.26からQ.30として構成した。なお、理解度および意欲の程度や必要性については5段階のリッカート尺度の選択式を設けている。

アンケートはデータサイエンスに関する内容を実施した2回の講義の前後に実施し、対応のあるデータを得るために記名式とした。なお、対応付けを行った後に個人情報情報を削除し、データの匿名

表3 質問項目における講義前後のアンケート結果

質問項目	講義前	講義後	有意差	P値
	アンケート値	アンケート値		
Q.01	2.32 ± 1.23	3.78 ± 0.95	**	<0.0001
Q.02	3.81 ± 1.22	4.19 ± 0.88	*	0.0371
Q.03	3.03 ± 1.17	3.84 ± 0.99	**	<0.0001
Q.04	2.16 ± 1.07	3.16 ± 1.21	**	<0.0001
Q.05	1.59 ± 0.86	2.76 ± 1.21	**	<0.0001
Q.06	2.14 ± 1.13	3.38 ± 1.16	**	<0.0001
Q.07	1.46 ± 0.87	2.57 ± 1.24	**	<0.0001
Q.08	1.41 ± 0.72	2.43 ± 1.26	**	<0.0001
Q.09	1.76 ± 0.95	2.73 ± 1.28	**	0.0002
Q.10	1.78 ± 0.98	3.08 ± 1.16	**	<0.0001
Q.11	2.51 ± 1.24	3.59 ± 1.12	**	<0.0001
Q.12	1.95 ± 1.22	3.27 ± 1.35	**	<0.0001
Q.13	1.81 ± 1.08	2.89 ± 1.20	**	<0.0001
Q.14	1.89 ± 1.07	3.19 ± 1.27	**	<0.0001
Q.15	2.73 ± 1.35	3.57 ± 1.01	**	<0.0001
Q.16	3.38 ± 1.36	3.70 ± 1.05	n.s.	0.1997
Q.17	2.78 ± 1.32	3.59 ± 1.07	**	0.0023
Q.18	2.84 ± 1.30	3.41 ± 1.12	**	0.0095
Q.19	2.08 ± 1.14	3.03 ± 1.12	**	<0.0001
Q.20	1.68 ± 0.85	2.46 ± 1.30	**	<0.0001
Q.21	1.43 ± 0.77	3.22 ± 1.08	**	<0.0001
Q.22	1.38 ± 0.76	3.32 ± 0.97	**	<0.0001
Q.23	1.32 ± 0.71	3.27 ± 0.99	**	<0.0001
Q.24	1.24 ± 0.55	3.22 ± 1.06	**	<0.0001
Q.25	1.27 ± 0.56	3.14 ± 1.08	**	<0.0001
Q.26	2.30 ± 1.13	3.43 ± 1.39	**	<0.0001
Q.27	3.92 ± 0.95	4.32 ± 0.75	*	0.0141
Q.28	3.70 ± 0.94	4.16 ± 0.87	**	0.0020
Q.29	3.30 ± 1.08	3.86 ± 1.06	**	0.0013
Q.30	3.24 ± 1.06	3.78 ± 0.98	**	0.0011

アンケート値はMean ± S.D. \* p&lt;0.05, \*\* p&lt;0.01 n.s.は有意差なし

化を行っている。これにより、プライバシーを保護し、講義前後での変化を評価できるようにした。なお、アンケートの回答にあたって、匿名化の説明、回答によって成績に影響しないことを説明している。アンケート結果には対応のあるt検定を用い質問ごとに検定を行った。また、アンケート結果より質問項目の理解度を求めた。理解度では、5段階のリッカート尺度における「5. 理解している」もしくは「4. ある程度理解している」を回答した数の回答割合となる2Top割合を

求めた。2Top割合を求めることで、それぞれの質問内容に対して「理解している」、「理解していない」などの分類および評価が可能となる。また、カテゴリ I から V の講義前後でどのようにアンケート結果が変化したか検討を行うため、カテゴリ別に講義前後のアンケート結果の平均値を求め、対応のあるt検定を用い検定を行った。

また、データサイエンスの必要性や興味関心に関する要因分析を行った。要因分析では、Q.26からQ.30を目的変数に、性別およびカテゴリ毎

表4 各質問項目における講義前後の理解度および前後差の結果

質問項目	講義前	講義後	前後差	質問項目	講義前	講義後	前後差
Q.01	24.3%	70.3%	45.9%	Q.16	59.5%	62.2%	2.7%
Q.02	73.0%	81.1%	8.1%	Q.17	35.1%	56.8%	21.6%
Q.03	40.5%	67.6%	27.0%	Q.18	35.1%	54.1%	18.9%
Q.04	13.5%	37.8%	24.3%	Q.19	16.2%	35.1%	18.9%
Q.05	2.7%	21.6%	18.9%	Q.20	2.7%	24.3%	21.6%
Q.06	13.5%	48.6%	35.1%	Q.21	2.7%	45.9%	43.2%
Q.07	5.4%	21.6%	16.2%	Q.22	2.7%	48.6%	45.9%
Q.08	2.7%	18.9%	16.2%	Q.23	2.7%	43.2%	40.5%
Q.09	8.1%	32.4%	24.3%	Q.24	0.0%	45.9%	45.9%
Q.10	8.1%	37.8%	29.7%	Q.25	0.0%	40.5%	40.5%
Q.11	29.7%	59.5%	29.7%	Q.26	18.9%	64.9%	45.9%
Q.12	13.5%	48.6%	35.1%	Q.27	62.2%	89.2%	27.0%
Q.13	8.1%	35.1%	27.0%	Q.28	62.2%	81.1%	18.9%
Q.14	13.5%	48.6%	35.1%	Q.29	43.2%	64.9%	21.6%
Q.15	43.2%	64.9%	21.6%	Q.30	37.8%	62.2%	24.3%

表5 各カテゴリにおける講義前後のアンケート結果

カテゴリ	講義前	講義後	有意差	P値
I. データを読む(1変量)	2.58 ± 0.79	3.55 ± 0.85	**	<0.0001
II. データを読む(多変量)	1.71 ± 0.70	2.84 ± 1.05	**	<0.0001
III. データを説明する	2.18 ± 0.87	3.30 ± 0.97	**	<0.0001
IV. データを扱う	2.55 ± 0.91	3.24 ± 0.91	**	0.0002
V. 回帰分析	1.33 ± 0.62	3.23 ± 0.98	**	<0.0001

Mean ± S.D. \* p<0.05, \*\* p<0.01 n.s.は有意差なし

の前後差の平均値を説明変数とし、多重共線性に配慮し、重回帰分析を行った。

倫理的配慮として事前に研究目的や注意事項を説明し、被験者の同意を得られた者のみを対象とした。なお、本研究は日本医療科学大学研究・倫理委員会の承認(2023014)を得て実施している。

### Ⅲ. 結果

質問項目のアンケート結果を表3に示す。対応のあるt検定を行った結果、Q.16を除き有意差があることが確認された。なお、研究協力者は履修者38名のうち37名(男性30名、女性7名)となり、有効回答率は97.4%であった。質問項目における理解度の結果を表4に示す。講義前後で大

きな変化があった項目はQ.01の「データの分布をヒストグラムで表現することの意義を理解している」、Q.22の「回帰分析の用途およびどのように役立つかを理解している」、Q.24の「回帰分析を用いて未来の予測を行う方法を理解している」、Q.26の「データサイエンスの必要性について理解している」であり、いずれも講義前と比較し講義後では「5. 理解している」もしくは「4. ある程度理解している」を回答した割合が45.9%向上した。カテゴリ別における講義前後のアンケート結果を表5に示す。対応のあるt検定を行った結果、すべてに有意差があることが確認された。

データサイエンスの必要性や興味関心に関するQ.26からQ.30および性別とカテゴリとの関連について分析した結果を表6に示す。また、表6の

表6 各カテゴリおよび性別とQ.26からQ.30に関する項目との関連

カテゴリ	Q.26		Q.27		Q.28		Q.29		Q.30	
	相関係数	P値								
I. データを読む(1変量)	0.24	0.15	0.20	0.25	0.07	0.69	0.18	0.28	0.19	0.25
II. データを読む(多変量)	0.32	0.05	0.34	0.04	0.17	0.33	0.11	0.53	0.19	0.25
III. データを説明する	0.33	0.05	0.42	0.01	0.00	0.99	0.22	0.19	0.23	0.17
IV. データを扱う	0.03	0.88	0.45	0.01	0.06	0.73	0.21	0.22	0.21	0.22
V. 回帰分析	0.39	0.01	0.36	0.03	0.15	0.38	0.09	0.59	0.18	0.29
性別	-	0.28	-	0.62	-	0.92	-	0.21	-	0.21

表7 Q.26「データサイエンスの必要性について理解している」と重回帰分析の結果

項目	係数	P値
回帰分析	0.58	0.02

R<sup>2</sup>=0.15

表8 Q.27「データサイエンスが医療に役立つと思う」と重回帰分析の結果

項目	係数	P値
データを扱う	0.44	0.01

R<sup>2</sup>=0.20

結果より関連が疑われた項目についてステップワイズ法による重回帰分析を実施し、その結果を表7および表8に示す。Q.26に対するカテゴリV「回帰分析」の係数は有意に正 ( $p < 0.02$ ) であった。また、Q.27に対するカテゴリIII「データを扱う」の係数は有意に正 ( $p < 0.01$ ) であった。なお、Q.28からQ.30に関しては有意な項目はなかった。

#### IV. 考察

表3のアンケート結果より、データサイエンスに関する講義を受講した研究協力者において、講義後の理解度や興味関心が講義前と比較し有意に向上したことが確認された。データサイエンスはさまざまな分野で活用されており、医療系大学生においても座学や演習において体験することで、学ぶ意義を強く感じる可以考虑される。データサイエンスの講義では単に理論を学ぶだけでなく、統計ソフトウェアを用いて実際のデータを分析するスキルを身につけることを目標としている。座学や演習において概念だけではなく、実際に具体的な成果として可視化され、学修

意欲を高めると考えられる。

アンケート結果において、平均値に関する理解度を求める質問であるQ.02「平均値、中央値、最頻値のそれぞれの違いを理解している」およびQ.16「データの和と平均を計算する方法を理解している」においては、Q.02について有意差は認められたが、Q.16においては有意差が認められなかった。Q.02については講義前のアンケート結果は $3.81 \pm 1.22$ 、理解度は73.0%、講義後とのアンケート結果の差は+0.38、理解度は+8.1%であった。Q.16については、講義前のアンケート結果は $3.38 \pm 1.36$ 、理解度は59.5%、講義後とのアンケート結果の差は+0.32、理解度は+2.7%であり、すでに多くの研究協力者が内容を理解し、講義前後で変化が生じなかったと考えられる。そのため、基本的な概念をすでに理解しており、今後の講義ではより高度な内容に焦点を当てる必要がある。

カテゴリV「回帰分析」については講義前のアンケート結果では $1.33 \pm 0.62$ 、Q.21からQ.25の理解度の平均値は1.6%と他の項目と比較し著しく低く、これまでの他の科目において実施していない可能性が示唆される。そのため、座学や演習

表9 改善度指数の結果

質問項目	改善度指数	改善有無	質問項目	改善度指数	改善有無
Q.01	-0.03	改善不要	Q.16	-7.37	改善不要
Q.02	-7.87	改善不要	Q.17	0.02	改善不要
Q.03	0.37	改善不要	Q.18	0.44	改善不要
Q.04	5.30	要改善	Q.19	5.21	要改善
Q.05	1.63	改善不要	Q.20	1.13	改善不要
Q.06	-8.45	改善不要	Q.21	-0.28	改善不要
Q.07	6.28	要改善	Q.22	-2.08	改善不要
Q.08	7.47	要改善	Q.23	1.71	改善不要
Q.09	-1.09	改善不要	Q.24	1.50	改善不要
Q.10	-3.59	改善不要	Q.25	-0.63	改善不要
Q.11	-6.07	改善不要	Q.26	0.51	改善不要
Q.12	0.06	改善不要	Q.27	-10.0	改善不要
Q.13	2.66	改善不要	Q.28	0.76	改善不要
Q.14	4.32	改善不要	Q.29	2.24	改善不要
Q.15	-1.79	改善不要	Q.30	4.99	改善不要

改善度指数 5未満は改善不要 5以上は要改善 10以上は即改善

により変化が生じ、講義後のアンケート結果では  $3.23 \pm 0.98$ 、Q.21からQ.25の理解度の平均値は44.8%に向上し、カテゴリ別で最も大きな変化が生じた。

データサイエンスの興味関心に関する質問であるQ.26からQ.30においてはQ.27「データサイエンスが医療に役に立つと思う」が講義前では  $3.92 \pm 0.95$ 、講義後では  $4.32 \pm 0.75$  であり、いずれも講義前、講義後のすべての質問項目の中で最も高い値となっている。Q.26「データサイエンスの必要性について理解している」については講義前では  $2.30 \pm 1.13$ 、理解度は18.9%であり、多くの研究協力者が理解していない結果となっていた。しかし、講義後では  $3.43 \pm 1.39$ 、理解度は45.9%向上し、すべての質問において最も大きな変化となった。

表6ではデータサイエンスの必要性や興味関心に関するQ.26からQ.30と各カテゴリおよび性別

との関連についての結果を示した。その結果、Q.26「データサイエンスの必要性について理解している」については、カテゴリⅡ「データを読む（多変量）」、カテゴリⅢ「データを説明する」、カテゴリⅤ「回帰分析」に有意な正の相関が確認された。また、Q.27「データサイエンスが医療に役立つと思う」についてはカテゴリⅡ「データを読む（多変量）」、カテゴリⅢ「データを説明する」、カテゴリⅣ「データを扱う」、カテゴリⅤ「回帰分析」に有意な正の相関が確認された。これら関連が疑われた項目について重回帰分析を実施した結果を表7および表8に示した。表7より、Q.26「データサイエンスの必要性について理解している」に対するカテゴリⅤ「回帰分析」の係数が有意に正であった。このことは、回帰分析の理解がデータサイエンスの必要性の認識に強く影響していることを示している。これは回帰分析がデータサイエンスにおける基本的な技術の一つで

あり、その理解がデータサイエンス全体の重要性を認識する上で重要であることを示唆している。また、表8より、Q.27「データサイエンスが医療に役立つと思う」に対するカテゴリⅣ「データを扱う」の係数が有意に正であった。カテゴリⅣではデータの和や平均、並び替えなどの基礎的な内容であるが、医療データの分析や管理において基本的かつ実践的な内容であり、これら基礎を修得することの重要性が強調されると考えられる。一方、表6よりQ.28「データサイエンスが自身の将来の業務に役立つと思う」、Q.29「データサイエンスについて興味がある」、Q.30「データサイエンスを学ぶ意欲がある」に関しては有意な相関は認められなかった。このことは、講義内容を自身の将来の業務にどのように役立つかを明確に理解できず、興味や意欲に結びつかなかったと考えられる。そのため、今後の講義ではより実践的な例や応用の場面を取り入れ、自身の将来にどのように役立つかをより明確に理解できるように構成する必要があると考えられる。

これらの結果より、顧客満足度調査などで用いられるCS分析を活用し、各項目における改善度指数を求めた。改善度指数を求めることで、今後のコメディカルの医療系大学生に適した教材および講義内容に応用できると考えた。改善度指数は理解度と重要度から算出し、理解度は各項目の2Top割合、重要度は各カテゴリの平均値と各項目の点数の相関係数の偏差値である。改善度指数の結果を表9に示す。改善度指数が5未満は改善不要、5以上は要改善、10以上は即改善となり、Q.04「観測データに含まれる誤差をどのように扱うべきかを理解している」、Q.07「擬似相関と交絡の違いを理解している」、Q.08「クロス集計表の意味を理解している」、Q.19「スプレッドシートを使用してデータを分析する基本的な手順を理解している」においては要改善、その他の項目に関しては改善不要の結果となった。要改善とな

った項目に関しては、2回のデータサイエンスに関する座学および演習では説明がなかったため、改善度指数において要改善の結果となったと示唆される。

Q.30「データサイエンスを学ぶ意欲がある」についてアンケート結果から講義前後で有意差は確認できたが、改善度指数は4.99であった。要改善となる改善度指数は5以上のため、改善すべき内容であると示唆される。特に上記の医療系大学生においてはカリキュラムに定められた授業科目の修得に多くの学修時間が割かれるため、興味関心のある内容についても学修時間の確保が難しいのが実状である。しかし、カリキュラムに定められた専門知識の修得は非常に重要である一方、興味関心のある分野を追求することも学生の成長において不可欠である。特に医療分野においては最新の知識や技術を学ぶ必要があり、カリキュラムに定められた内容だけでなく、自分自身の興味関心のある内容についても積極的に学ぶことが求められる。また、データサイエンスは医療現場においても非常に重要なスキルとなる。このような新しい分野についての知識は、大学のカリキュラムに含まれていないことが多く、自己学修を通じて修得することが望まれる。そのため、学生自身が自己学修の必要性和理解できる取り組みの検討が必要である。

## V. おわりに

本論文では臨床工学技士養成校の学生においてデータサイエンスに関する講義を実施し、アンケート分析により学生の理解度やデータサイエンスへの興味関心がどのように変化するか検討した。その結果、データサイエンスの講義後に理解度や興味が講義前と比較して有意に向上したことが確認された。データサイエンスは医療分野を含む様々な分野で重要な役割を果たしており、座学や実

習を通じて積極的に学ぶことでその意義を深く感じることができると考えられる。また、回帰分析の講義への導入は最も大きな変化が見られ、データサイエンス全体を理解する上で重要であると考えられる。今回実施した講義内容における改善項目が分析により示唆されたため、今後のより良いデータサイエンス教育に活かしていく必要がある。なお、本研究では工学系を学んでいる臨床工学技士養成校の学生が対象であったが、他の医療系大学生に対してもニーズに応じた教材や講義内容を検討していくことが望まれる。

## 〔引用文献〕

- 1) 内閣府 統合イノベーション戦略推進会議：  
「AI戦略2019」<<https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/index.html>> (Accessed 2024/6/27)
- 2) 一般社団法人日本経済団体連合会：「採用と大学改革への期待に関するアンケート結果」<<https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/004.html>> (Accessed 2024/6/27)
- 3) 藤田広志：ディープラーニング時代における医用画像のコンピュータ支援診断，精密工学会誌，87 (8)，671-675，2021
- 4) 文部科学省 「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム」<[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/suuri\\_datascience\\_ai/00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm)> (Accessed 2024/6/27)
- 5) 相良英憲，北村佳久，岡崎宏美，他：実務実習モデル・コアカリキュラムの到達目標における学修成果評価分析法の検討，医療薬学，34 (11)，1042-1050，2008
- 6) 菅 民郎：らくらく図解アンケート分析教室，86-90，オーム社，東京，2007

## **Practice and Validation of Data Science Education in Clinical Engineer Training Schools**

Tetsuya Ohya, Kaori Umezawa, Ayumi Wada, Michinobu Nakao

Department of Clinical Engineering, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### **Abstract**

In recent years, data science has played an important role in many fields, and the Cabinet Office's "AI Strategy 2019" recommends that all university students learn the basics of mathematics, data science, and AI. However, in medical universities that train clinical engineers and other allied health professionals, passing the national examination is the main goal, which may lead to insufficient data science education. In this study, we conducted a data science lecture for students at a clinical engineer training school and analyzed changes in their understanding and interest using a questionnaire. The results showed a significant improvement in both understanding and interest, with the introduction of regression analysis into the lecture producing the most notable change. The analysis also suggested areas for improving the lecture content, which should be applied to future data science education. This study focused on students at clinical engineer training schools who are studying engineering, and it is necessary to consider educational materials and lecture content tailored to the needs of other medical students as well.

**keywords:** data science education, data literacy, medical university students, clinical engineer training schools

原 著

## Generating Monoclonal Antibodies for C-phycoyanin Recognition

Kazunori Yoshimura,<sup>1, 2)</sup> Yuka Ishihara,<sup>3)</sup> Nobuko Tominaga,<sup>3)</sup> Fuyuki Kametani<sup>4)</sup>  
Yukari Ogawa,<sup>1)</sup> Akiyoshi Shiroto,<sup>1)</sup> Yoshiko Miyawaki,<sup>1)</sup> Kenta Suzuki<sup>1)</sup>  
Fujimaru Kaise,<sup>1)</sup> Kayo Fujimaki-Aoba,<sup>2)</sup> Naofumi Miwa<sup>2)</sup>  
Masami Nishina,<sup>3)</sup> Fuminobu Tamalu<sup>1, 2)</sup>

- 1) Department of Medical and General Sciences, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science
- 2) Department of Physiology, Faculty of Medicine,  
Saitama Medical University
- 3) Division of Experimental Animal, Biomedical Research Center,  
Saitama Medical University
- 4) Department of Brain and Neurosciences, Tokyo Metropolitan  
Institute of Medical Science

### Summary

C-phycoyanin (C-PC) is known to have antitumor activity. However, its basic mechanism has not been fully elucidated. Therefore, as a means of tracking C-PC, we generated monoclonal antibodies against C-PC in mice by a combination of Enzyme-linked Immuno-sorbent Assay (ELISA) and limiting dilution method, and established a hybridoma producing monoclonal antibodies that react with C-PC. As a result, hybridomas producing monoclonal antibodies that react with C-PCs were established. The properties of the antibodies were subsequently analyzed by immunohistochemistry, Western blotting, and other methods. In addition, Western blotting was combined with liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) to identify the epitope of the antibody. The results showed that the antibody was IgM (kappa), reacted with C-PC.

Key words : Spirulina, C-phycoyanin, phycoyanobilin, medicinal food, monoclonal antibody

### I . Introduction

Currently, many cases of stomach and pancreatic cancers with poor prognosis have been reported because of the lack of appropriate biomarkers and therapeutic agents, with high consequent mortality each year. Although various state-of-the-art surgical, radia-

tion, and chemotherapeutic treatments are available for these cancers, the optimal treatment options remain elusive.

Cyanobacteria and red algae possess light-harvesting structures, phycobilisomes arranged on the outer membrane of the thylakoid membrane for photosynthesis. Phycocyanin (PC), which is the component of

◆連絡先 田丸文信

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 医療・基礎教育科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

this structure, is classified as C-phycoerythrin (C-PE) and R-phycoerythrin (R-PE), respectively. Moreover, a PE with exclusive phycocyanobilin content is named C-PC.<sup>2)</sup> C-PC is abundant in *Spirulina (Arthrospira)*.<sup>3,4)</sup>

C-PC is composed of an  $\alpha$  and a  $\beta$  subunit, which respectively correspond to a 19.5 kDa band and a 21.5 kDa band, as revealed by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). The  $\alpha$ -subunit has one phycocyanobilin attached to cysteine 84, and the  $\beta$ -subunit harbors two phycocyanobilins attached to cysteines 84 and 155, respectively. Phycocyanobilin is an open-chain tetrapyrrole.<sup>5)</sup>

Some nutritional supplements derived from algae and plants, such as phycocyanin, have anticancer.<sup>6-17)</sup> They also have immunomodulatory and probiotic effects.<sup>18-23)</sup> However, the molecular mechanisms that underlie these effects remain unclear. If these molecular mechanisms are determined, the drug could be used medicinally, with fewer side effects, in combination with typical chemotherapeutic agents such as conventional cisplatin and vincristine.

To date, monoclonal antibodies against C-PC have been produced to quantify or detect C-PC in foods.<sup>24)</sup> However, their use in medical and pharmaceutical domains has not yet been reported.

Therefore, we generated the monoclonal antibody against C-PC as a molecular probe to investigate the mechanisms underlying its anticancer properties and anti-proliferative effect. The antibody is expected to reveal the dynamics and receptors of phycocyanin in cells and organisms.

## II . Materials and Methods

### 1 . Materials

C-Phycocyanin (C-PC) was provided by Professor Osamu Hayashi of Kagawa Nutrition University and

DIC Corp. (Chiba, JAPAN). *Spirulina (Arthrospira) platensis* National Institute for Environmental Studies (NIES)-46 was a gift from the DIC Corp. (Chiba, JAPAN). The strain was inoculated into 50 mL of SOT medium in a 50 mL glass test tube, as previously reported.<sup>27)</sup> *Spirulina platensis* NIES-46 were cultured in SOT medium at room temperature near the window under indirect sunlight.

### 2. Production of monoclonal antibody

Five female BALB/c mice, 6-8 weeks old, were purchased from Saitama Experimental Animal Supply Co.Ltd. (Saitama, Japan). Immunization methods have been previously described.<sup>25)</sup> The mice were injected intravenously four times at 3-week intervals with micelles consisting of Freund's adjuvant and C-PC. Splenocytes isolated from immunized animals were fused with the myeloma cell line Ag8 (Dainippon Seiyaku; Osaka, Japan), and clonal specificity for C-PC was detected by immunological screening of the culture supernatant against the C-PC-coated plate as previously described.<sup>25,26)</sup> Positive clones were further subcloned using limiting dilution to ensure monoclonality. Based on its specific western blotting pattern and ELISA, the hybridoma clone producing the monoclonal antibody against C-PC was used for detailed characterization in the following. Isotyping of the monoclonal antibody was performed using an Isostrip (Roche; Mannheim, Germany). The experimental protocol was approved by the Ethics Committee for the Care and Use of Laboratory Animals for Biomedical Research of Saitama Medical University (Nos. 3258 and 3259) and the Nihon Institute of Medical Science (No. 2022002).

### 3. ELISA to determine if the antibody produced by the hybridomas reacts well with C-PC

Each well of the 96-well ELISA plates (Costar; Acton, MA, USA) received 50  $\mu$ L of the C-PC solution (1  $\mu$ g/mL) diluted in 50 mM carbonate bicarbonate buffer. After incubation at 4°C overnight, the wells were washed with Tris-buffered saline containing 0.05% Tween 20 (TBS-T) and blocked with 200  $\mu$ L of TBS containing 5% bovine serum albumin (blocking solution) for 1 h at 37°C. The ELISA plate was processed as described previously.<sup>25)</sup>

### 4. Protein quantification for Western blotting using C-PC, including sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

Briefly, protein quantification was performed using a 2D Quant kit (Amersham Biosciences; Tokyo, Japan), as per the manufacturer's instructions. Cells were washed three times with phosphate-buffered saline (PBS) and lysed with Laemmle's SDS-sample buffer. The lysis solution was passed five times with a tuberculin syringe and centrifuged at 14,000  $\times$  g for 30 min. The supernatant was used for protein quantification, SDS-PAGE, and Western blotting.

### 5. Immunohistochemistry of *Spirulina* with the monoclonal anti-C-PC antibody and Microscopy

Live *Spirulina platensis* (NIES 46) gifted by DIC was placed on a glass slide using a disposable pipette, observed, and photographed under an inverted microscope CK30 equipped with the digital camera (NY-SP350) (Olympus; Tokyo, Japan).

We confirm that the monoclonal antibody reacts with *Spirulina* using immunohistochemistry. Briefly,

*Spirulina* was cultured in Lab-tek 8-well permanent<sup>®</sup> chamber slides (cat#:177445; Nalge Nunc International; Naperville, IL, USA). It was washed twice slowly with PBS, fixed with 4% paraformaldehyde in PBS for 10 min, and processed for immunohistochemistry as described previously.<sup>28)</sup> Goat anti-mouse IgG conjugated with Alexa Fluor 488, which was used as a secondary antibody, was purchased from Thermo Fisher Scientific KK (Tokyo, Japan). Fluorescence was examined under an immunofluorescent microscope MZ-9000 (Keyence; Osaka, Japan) or confocal laser microscope LSM 710 (Zeiss; Tokyo, Japan). The specificity of all antibody immunoreactions was confirmed by comparing with the control sections processed with primary antibodies.

### 6. SDS-PAGE or western blotting of C-PC or endo-proteinase Arg-C-treated C-PC with monoclonal antibody

We confirm that the monoclonal antibody reacts with C-PC using western blotting. For enzyme digestion, C-PC was treated with or without endo-proteinase Arg-C overnight at 37°C according to the manufacturer's instructions. Treated or untreated phycocyanin was mixed with Laemmli SDS-sample buffer and subjected to SDS-PAGE only, or western blotting following SDS-PAGE, as described previously.<sup>29)</sup> C-PC proteins and endo-proteinase Arg-C-treated C-PC were subjected to SDS-PAGE (5-20% linear gradient) and tricine-containing SDS-PAGE (15% constant gel), respectively, and the proteins on the gel were electrotransferred onto a nitrocellulose membrane. The membrane was processed for immunodetection. The primary antibody used was the monoclonal antibody, and the secondary antibody used was goat anti-mouse IgG conjugated with horseradish peroxidase. Finally, immunoreaction was visualized using EzyWest (Atto;

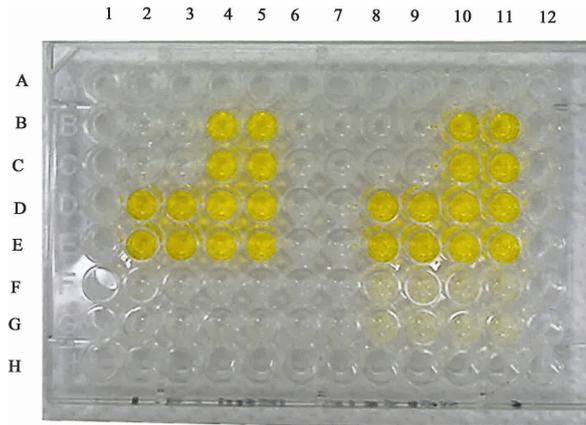


Figure 1

Detection of hybridomas secreting antibodies against C-PC by ELISA.

This result of ELISA was presented as typically visualized results. Each well was coated with C-PC. Myeloma cells' culture supernatants as control supernatants were put into B2, B3, B8, B9, C2, and C9 wells. On the other hand, the potent hybridoma's supernatants were put into B4, B5, B10, B11, C4, C5, C10, C11, D4, D5, D10, D11, E4, E5, E10, E11, F8, F9, F10, F11, G8, G9, G10, and G11 wells. As a positive control, anti-phycoerythrin sera diluted with blocking solution (TBS (pH 7.4) including 0.5% BSA) were put into D2, D3, E2, E3, D8, D9, E8, and E9 wells. Positive wells showed yellow. Yellow means anti-C-PC antibodies-containing culture supernatants.

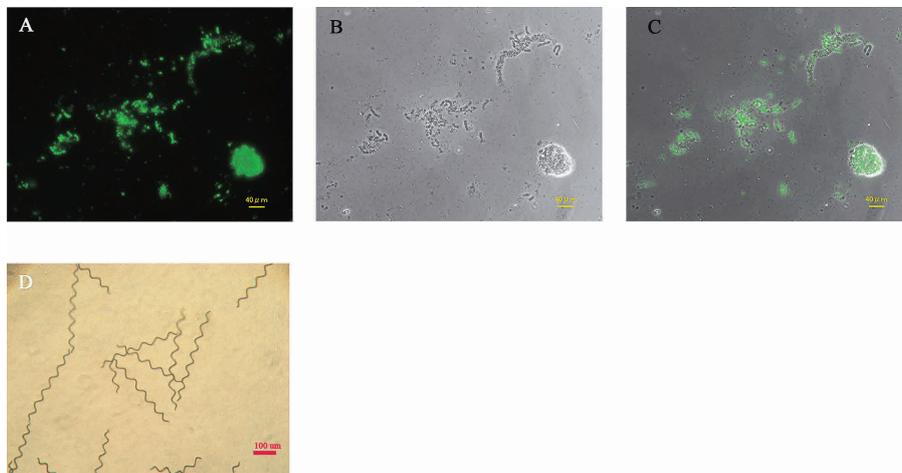


Figure 2

The monoclonal antibody, KY recognized *Spirulina platensis* (NIES-46).

Immunohistochemistry of *Spirulina platensis* (NIES-46) indicated that the monoclonal antibody KY recognized *Spirulina*, including C-PC. The *Spirulina* was fixed with 4% paraformaldehyde in PBS (pH 7.4) and processed for immunohistochemistry as described in the material and methods. The immunofluorescence was observed under a fluorescent microscope BZ-9000 equipped with a computer. Fluorescent yellow-green (A) showed that *Spirulina* has C-PC. Panel B indicates phase contrast. Panel C indicates an overlay of A and B. Living *Spirulina* (D) has a spiral form in medium. Before fixation by 4% paraformaldehyde, the form of spirulina was the same as Panel D. Scale bars indicate in each panel.

Tokyo, Japan) according to the manufacturer's instructions.

## 7. In-gel digestion and LC-MS/MS analysis

To identify the epitope of C-PC that reacted with the monoclonal antibody, we conducted liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) combined with western blotting. LC-MS/MS analysis was processed as previously reported.<sup>30)</sup> Briefly, protein bands on SDS-PAGE stained with coomassie brilliant blue R250 (Nacalai tesque; Kyoto, Japan) were processed for LC-MS/MS to identify the amino acid sequence of each peptide band. In-gel digestion and LC-MS/MS analysis were performed as previously reported.<sup>30)</sup> In detail, the stained bands were excised and soaked in 50 mM Tris-HCl, pH 8.0, containing 50% acetonitrile for 30 min. The gel was dried in a Speed-Vac (Savant) and incubated in 50 mM triethylammonium bicarbonate containing proteomics grade trypsin (Sigma-Aldrich; Tokyo, Japan) at 37°C for 20 hr. The digests were extracted from the gel with 100-200  $\mu$ l of 0.1% TFA containing 60% acetonitrile. These extracts were evaporated in a Speed-Vac and stored at -80°C until assayed. The sample was resuspended in 0.1% formic acid and introduced into a nano-flow HPLC system, EASY-nLC 1200 (Thermo Fisher Scientific Inc.; Waltham, USA). A packed nano-capillary column NTCC-360/75-3-123 (0.075 mm I.D.  $\times$ 125 mm L, particle diameter 3  $\mu$ m, (Nikkyo Technos Co., Ltd.; Tokyo, Japan) was used at a flow rate of 300 nl/min with a 2-80% linear gradient of acetonitrile for 80 min. Eluted peptides were directly detected with an ion trap mass spectrometer, QExactive HF (Thermo Fisher Scientific Inc.; Waltham, USA). For ionization, a spray voltage of 2.0 kV and capillary temperature of 250°C was used. The mass acquisition method consisted of one full mass spectrometry (MS) survey scan with an

Orbitrap resolution of 60,000 followed by an MS/MS scan of the most abundant precursor ions from the survey scan with an Orbitrap resolution of 15,000. Dynamic exclusion for the MS/MS was set to 30seconds. An MS scan range of 350-1800 m/z was employed in the positive ion mode, followed by data-dependent MS/MS using the HCD operating mode on the top 15 ions in order of abundance. The data were analyzed with Proteome Discoverer (Thermo Fisher Scientific Inc.; Waltham, USA), Mascot software (Matrix Science Inc.; Boston, USA), and Scaffold software (Proteome Software, Inc., Oregon, USA). Swissprot and GenBank databases were used.

## III . Results

### 1. Antibody detection and establishment of the monoclonal antibody KY

Monoclonal antibodies were developed against C-PC by screening culture supernatants from hybridomas that fused mouse spleen cells and myeloma cell line Ag8 using ELISA (Figure 1). During the establishment of the hybridomas, we developed a stable hybridoma that secretes the monoclonal antibody, and the secreting monoclonal antibody was named KY. Isotyping of the monoclonal antibody KY revealed that the monoclonal antibody was IgM (kappa).

### 2. The monoclonal antibody KY recognized *Spirulina platensis* (NIES-46) and C-PC

Immunohistochemistry of *Spirulina platensis* (NIES-46) indicated that the monoclonal antibody KY recognized *Spirulina*, including C-PC (Figure 2). Western blotting showed that KY recognized both  $\alpha$  and  $\beta$  subunits of C-PC (Figure 3).

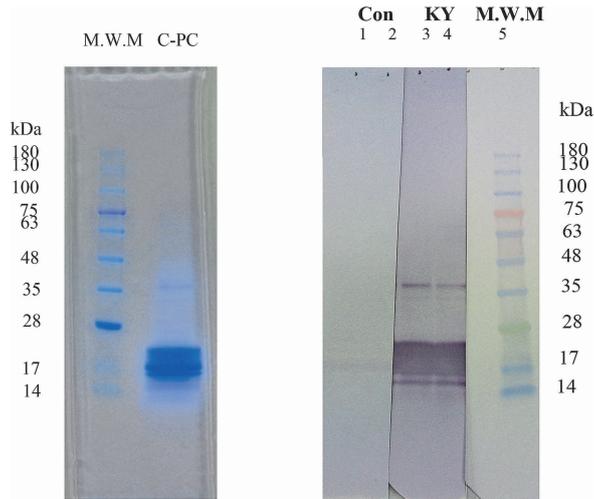


Figure 3

SDS-PAGE of C-PC (C-phycoerythrin) and Western blotting of C-PC with the monoclonal antibody, KY.

Left panel: 10 ug C-PC proteins were applied on SDS-PAGE (from 5% to 20% gradient gel). After electrophoresis, the gel was stained with Coomassie brilliant blue R250. Right panel: Western blotting, that is, after electrophoresis under the same condition above, proteins in the gel were electroblotted on a nitrocellulose membrane, and then the membrane was processed for immunoblotting. Con: the culture supernatant of Ag8 myeloma cell line culture was used as a control supernatant. KY: the supernatant of hybridoma culture which secretes the monoclonal antibody, KY. Finally, immunoreaction was visualized using EzyWest. M.W.M, molecular weight markers.

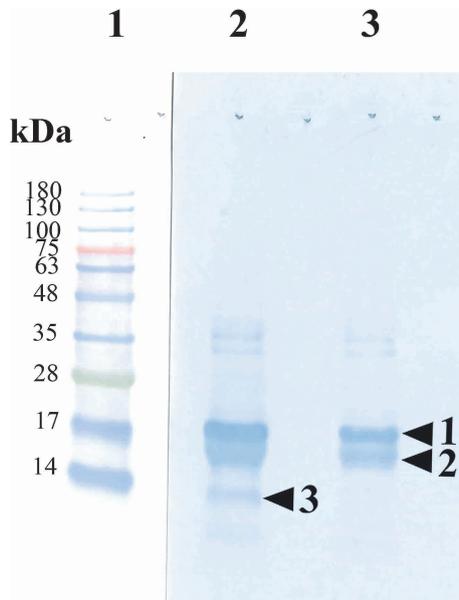


Figure 4

Western blotting of C-PC treated with or without endo-proteinase Arg-C.

Western blotting of C-PC treated with or without endo-proteinase Arg-C by the monoclonal antibody KY and horseradish peroxidase-conjugated goat anti-mouse IgG. The gel was made of 15% Tricin-acrylamide-gel. Lane 1: M.W.M (molecular weight markers); Lanes 2: Arg-C-untreated C-PC; Lanes 3: Arg-C-treated C-PC. Arrowheads 1, 2, and 3 indicate three major immunoreactive bands for the monoclonal antibody KY.

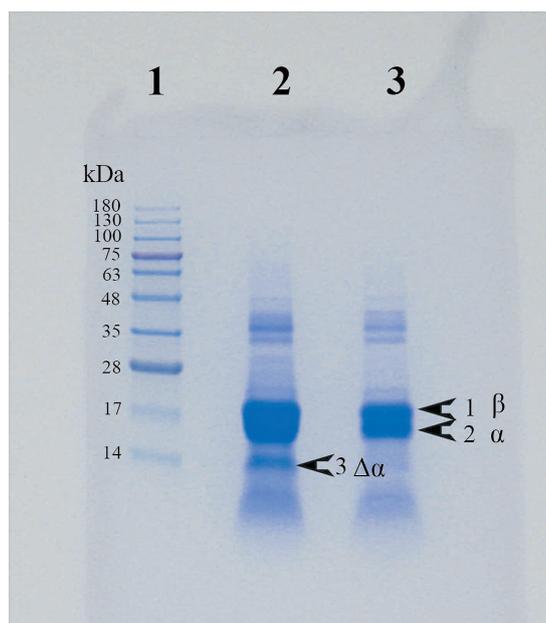


Figure 5

Identification of three immunoreactive bands of C-PC with LC-MS/MS, which are recognized by the monoclonal antibody, KY.

C-PC proteins treated with or without endo-proteinase Arg-C were applied on Tricine-SDS-PAGE (15% gel) to prepare the samples for LC-MS/MS. After electrophoresis, the gel was stained with Coomassie brilliant blue R250. Three peptide bands indicated with arrowheads were cut out for trypsin digestion. Each gel, including peptides, was digested in trypsin and applied on LC-MS/MS as described in the materials and methods. The results of LC-MS/MS analysis showed that bands 1, 2, and 3 were  $\beta$  subunit,  $\alpha$  subunit, and  $\Delta\alpha$  (fragment of  $\alpha$ ), respectively.

### 3. The epitope determination using LC-MS/MS combined with Western blotting

The monoclonal antibody KY reacted with C-PC treated with or without endo-proteinase Arg C (arrowheads 1, 2, and 3 in Figure 4).

The LC-MS/MS analysis combined with Western blotting revealed that bands 1, 2, and 3 were found to be  $\beta$  subunit,  $\alpha$  subunit, and a fragment of  $\alpha$  subunit, respectively (arrowheads 1, 2, and 3 in Figure 5).

Eleven peptides, 1-MFDAFTK-7, 1-MFDAFTKV-VSQADTR-15, 8-VVSQADTR-15, 16-GEMLS-TAQIDALSQMVAESNK-36, 16-GEMLSAQID-ALSQMVAESNKR-37, 17-RLDAVNR-43, 44-ITS-NASTIVSNAAR-57, 58-SLFAEQPQLIAPGG-

NAYTSR-77, 85-DMEILR-91, 92-YVTYAVFAG-DASVLEDR-108, 115-ETYLALGTPGSSV-AVGVGK-133, derived from C-phycoerythrin beta chain were identified from band 1. These peptides corresponded to 1-133, suggesting that these peptides covered almost the entire region of the C-phycoerythrin beta chain.

Ten peptides, 1-MKTPLTEAVSIADSQGR-17, 3-TPLTEAVSIADSQGR-17, 18-FLSSTEIQVAFGR-30, 36-AGLEAAK-42, 36-AGLEAAKALTSK-47, 48-ADSLISGAAQAVYNK-62, 63-FPYTTQMGPNYAADQRGK-79, 87-DIGYYLR-93, 121-TFELSPSWYIEALKYIK-134, 138-ANHGLSGDAATEANSYLDYAINALS-162, and 11 peptides, 1-MKTPLTEAVSIADSQGR-17,

3-TPLTEAVSIADSQGR-17, 18-FLSSTEIQVAF-GR-30, 33-QAKAGLEAAK-42, 36-AGLEAAK-42, 36-AGLEAAKALTSK-47, 48-ADSLISGAAQAVYNK-62, 63-FPYTTQMGPNYAADQRGK-79, 87-DIGYYLR-93, 121-TFELSPSWYIEALKYIK-134, 138-ANHGLSGDAATEANSYLDYAINALS-162, derived from C-phycoyanin alpha chain were identified from band 2 and 3, respectively. These peptides corresponded to almost the entire region of C-phycoyanin  $\alpha$  chain.

#### IV. Discussions

We developed the monoclonal antibody KY specific for C-PC using a simple monoclonal antibody production method.<sup>29)</sup> The monoclonal antibody KY established recognized *Spirulina* (Figure 2), although the structure of *Spirulina* (Figure 2B) was partially broken due to 4% paraformaldehyde fixation. LC-MS/MS combined with Western blotting suggested that the monoclonal antibody KY recognizes the pigment that binds to the  $\alpha$  and  $\beta$  subunits of C-PC.

We tried to identify the minute epitope of C-PC against the monoclonal antibody KY using LC-MS/MS combined with Western blotting of PC treated with endo-proteinase Arg C (Figures 4 and 5). The monoclonal antibody KY recognized both  $\alpha$  subunit and  $\beta$  subunit of C-PC (Figures 4 and 5), but each amino acid sequence of  $\alpha$  subunit and  $\beta$  subunit is quite different. Therefore, the epitope of C-PC against the monoclonal antibody KY would be a open-chain tetrapyrrole of phycocyanobilin. Our conclusions discussed here had been partially presented at the annual meeting of the American Association of Cell Biology.<sup>31)</sup>

Taken together, we established a novel and useful monoclonal antibody KY that recognizes an open-chain tetrapyrrole of C-PC. It would be useful for fur-

ther research on the molecular mechanisms underlying the anticancer and anti-inflammatory properties of C-PC.

#### Acknowledgment

We are grateful to Dr. Hayashi for providing C-PC and DIC for conferring C-PC and *Spirulina platensis* (NIES-46).

This research was partially supported by NIMS President's Grant for Challenging Research in 2018.

#### Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## References

- 1) National Cancer Center in Japan (2020): Latest cancer statistics, [https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/stat/summary.html](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html)
- 2) Kuddus M, Singh P, Thoma G, et al: Recent developments in production and biotechnological applications of C-phycoyanin. *BioMed Res Int.* 2013(1), 742859, 2013.
- 3) Niels T. Eriksen: Production of phycoyanin-a pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. *Appl Microbiol Biotechnol.* 80, 1-14, 2008.
- 4) Matsunaga N, Uehara A, Murase N, et al.: Cryo-preservation of *Spirulina (Arhtorspira) platensis* NIES-46 by snap-freezing considering trichome morphology. *Cryobiol Cryotechnol.* 64(2), 75-83, 2018.
- 5) Romay Ch, González R, Ledón N. et al.: C-Phycocyanin: A biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective effects. *Curr Protein Pep Sci.* 4, 207-216, 2003.
- 6) Pardhasaradhi VVB, Ali MA, Kumari LA, et al.: Phycocyanin-mediated apoptosis in AK-5 tumor cells involves down-regulation of Bcl-2 and generation of ROS. *Mol Cancer Thera.* 2, 1165-1170, 2003.
- 7) McCarty M F: Clinical potential of Spirulina as a source of phycocyanobilin. *J Med Food.* 10(4), 566-570, 2007.
- 8) Wang H, Liu Y, Gao X, et al.: The recombinant  $\beta$  subunit of C-phycoyanin inhibits cell proliferation and induces apoptosis. *Cancer letters.* 247, 150-158, 2007.
- 9) Wang H: The C-phycoyanin/beta protein inhibits cancer cell proliferation. Thesis, Georgia State university, 2008. [http://scholarworks.gsu.edu/biology\\_theses/15](http://scholarworks.gsu.edu/biology_theses/15).
- 10) Zhang LX, Cai CE, Guo TT, et al.: Anti-cancer effects of polysaccharide and phycocyanin from porphyra yezoensis. *J Marine Sci Technol.* 19(4), 377-382, 2011.
- 11) Tantirapan P, Suwanwong Y: Anti-proliferative effects of C-phycoyanin on a human leukemic cell line and induction of apoptosis via the PI3K/AKT pathway. *J Chem Pharma Res.* 6(5), 1295-1301, 2014.
- 12) Koníčková R. Vankova K, Vanikova J, et al.: Anti-cancer effects of blue-green alga *Spirulina platensis*, a natural source of bilirubin-like tetrapyrrolic compounds. *Annals Hepatol.* 13(2), 273-283, 2014.
- 13) Li B, Mei-Hua Gao MH, Chu XM, et al.: The synergistic antitumor effects of all-trans retinoic acid and C-phycoyanin on the lung cancer A549 cells In Vitro and In Vivo. *Eur J Pharmacol.* 749, 107-114, 2015.
- 14) Liao G, Gao B, Gao Y, Xuegan Y, et al.: Phycocyanin inhibits tumorigenic potential of pancreatic cancer cells: Role of apoptosis and autophagy. *Sci Rep.* 6, 34564, 2016.
- 15) Bingula R, Dupuis C, Pichon C, et al.: Study of the effects of betaine and/or C-phycoyanin on the growth of lung cancer A549 cells in vitro and in vivo. *J Oncol.* 8162952, 2016.
- 16) Kunte M, Desai K: The inhibitory effect of C-phycoyanin containing protein extract (C-PC extract) on human matrix metalloproteinases (MMP-2 and MMP-9) in hepatocellular cancer cell line (HepG2). *Protein J.* 36, 186-195, 2017.
- 17) Jiang L, Wang Y, Yin Q, et al.: Phycocyanin: A potential drug for cancer treatment. *J Cancer.* 8(17), 3416-3429, 2017.
- 18) Braune S, Kruger-Genge A, Kammerer S, et al.: Phycocyanin from arthrospira platensis as

- potential anti-cancer drug: Review of in vitro and in vivo studies. *Life*. 11, 91-104, 2021.
- 19) Hayashi K, Hayashi T, Morita N, et al.: An extract from *Spirulina platensis* is a selective inhibitor of herpes simplex virus type 1 penetration into HeLa cells. *Phytother Res*. 7, 76-80, 1993.
- 20) Khan Z, Bhadouuria P, Bisen SP: Nutritional and therapeutic potential of *Spirulina*. *Curr Phar Biotechnol*. 6(5), 373-379, 2005.
- 21) Kulshreshtha A, anish Zachria JA, Jarouliya U, et al.: *Spirulina* in health care management. *Current Pharamaceuti. Biotechnol*. 9, 400-405, 2008.
- 22) Zheng J, Inoguchi T, Sasaki S, et al.: Phycocyanin and phycocyanobilin from *Spirulina platensis* protect against diabetic nephropathy by inhibiting oxidative stress. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 304, R110-R120, 2013.
- 23) Fernandez-Rojas B, Hernandez-Juarez J, Pedraza-Chaverri J: Nutraceutical properties of phycocyanin. *J Func Foods II*. 375-392, 2014.
- 24) Yoshida A, Takagaki Y, and Nishimune T: Enzyme immunoassay for phycocyanin as the main component of *Spirulina color* in foods. *Biosci Biotech Biochem*. 60(1), 57-60, 1996.
- 25) Duan H, Yoshimura K, Kobayashi N, et al.: Development of monoclonal antibodies to human microsomal epoxide hydrolase and analysis of "preneoplastic antigen"-like molecules. *Toxicol Appl Pharmacol*. 260(1), 17-26, 2012.
- 26) Yoshimura K, Nishina M, Aoba-Fujimaki K: Simple monoclonal antibody production method. *J Phys Fit Nutr Immunol*. 30(1), 88-101, 2020.
- 27) Ogawa T, Terui G: Studies on the growth of *Spirulina platensis* (I) On the pure culture of *Spirulina platensis*. *J Ferment Technol*. 48(6)361-367, 1970.
- 28) Yamamoto M, Yoshimura K, Kitada M, et al.: A new monoclonal antibody, A3B10, specific for astrocyte-lineage cells recognizes calmodulin-regulated spectrin-associated protein 1 (Camsap1). *J Neurosci Res*. 87, 503-513, 2009.
- 29) Yoshimura K, Negishi T, Kaneko A, et al.: Monoclonal antibody specific to the integral membrane protein P0 of bovine peripheral nerve myelin. *J Neurosci Res*. 25, 41-49, 1996.
- 30) Kametani F, Yoshida M, Matsubara T, et al.: Comparison of common and disease-specific post-translational modifications of pathological tau associated with a wide range of tauopathies. *Front Neurosci*. 14, 581936, 2020.
- 31) Yoshimura K, Tominaga N, Ishihara Y, et al.: Characterization of monoclonal antibodies from mice immunized with phycocyanin as a medicinal substance. ASCB/EMBO 2017 meeting. Pennsylvania Convention Center. Philadelphia, USA. December 2-6.

## C-フィコシアニンを認識するモノクローナル抗体の作製

吉村 和法<sup>1,2)</sup>, 石原 由夏<sup>3)</sup>, 富永 信子<sup>3)</sup>, 亀谷 富由樹<sup>4)</sup>  
小川 由香里<sup>1)</sup>, 白戸 亮吉<sup>1)</sup>, 宮脇 佳子<sup>1)</sup>, 鈴木 研太<sup>1)</sup>  
貝瀬 不二丸<sup>1)</sup>, 青葉-藤牧 香代<sup>2)</sup>, 三輪 尚史<sup>2)</sup>  
仁科 正実<sup>3)</sup>, 田丸 文信<sup>1,2)</sup>

- 1) 日本医療科学大学 保健医療学部 医療・基礎教育科
- 2) 埼玉医科大学 医学部 生理学
- 3) 埼玉医科大学 中央研究施設 実験動物部門
- 4) 公益財団法人 東京都医学総合研究所 脳・神経科学研究分野

### 要 旨

C-フィコシアニン (C-PC) は抗腫瘍作用を持つことが知られているが, その基本的なメカニズムは十分に解明されていない. 本研究では, まず, Enzyme-linked Immuno-sorbent Assay (ELISA) と限界希釈法を組み合わせることで, C-PC に対するモノクローナル抗体を産生するハイブリドーマを樹立した. 続いて, その抗体の性状を免疫組織化学やウェスタンブロットティングで解析した. さらに, 抗体に対するエピトープを明らかにするために, ウェスタンブロットティングに液体クロマトグラフ-タンデム質量分析法 (LC-MS/MS) を併用した. その結果, 本抗体は IgM ( $\kappa$ ) であり, C-PC と反応することが明らかになった.

**Key words:** Spirulina, C-phycocyanin, phycocyanobilin, medicinal food, monoclonal antibody

原 著

## Investigating the Antiproliferative Effects on Cancer Cells by a Natural Flavanone: Hesperetin

Kazunori Yoshimura,<sup>1, 2)</sup> Kenta Suzuki,<sup>1)</sup> Yukari Ogawa,<sup>1)</sup> Kayo Fujimaki-Aoba<sup>2)</sup>  
Akiyoshi Shiroto,<sup>1)</sup> Fujimaru Kaise,<sup>1)</sup> Yoshiko Miyawaki,<sup>1)</sup> Masami Nishina<sup>3)</sup>  
Mayumi Kato,<sup>2)</sup> Naofumi Miwa,<sup>4)</sup> Károly Nagy,<sup>1, 2)</sup> Fuminobu Tamalu<sup>1, 2)</sup>

- 1) Department of Medical and General Sciences, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science
- 2) Department of Physiology, Faculty of Medicine,  
Saitama Medical University
- 3) Division of Experimental Animal, Biomedical Research Center,  
Saitama Medical University
- 4) Institute of Medical Microbiology, Semmelweis University,  
Budapest, Hungary

### Summary

Hesperetin is rich in citrus fruits and known to have anti-cancer effects. However, its molecular mechanism is not well revealed. Therefore, in this study, we investigated the effects of hesperetin on tumor cells. After treatment of cancer cells with hesperetin, an increase in iNOS (inducible nitric oxide synthase) was observed, a decrease in cell number was observed, changes in cell cycle, and the translocation of GAPDHs (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenases) from the cytoplasm to the nucleus in some of the cancer cells were observed. Taken together, our results suggested that hesperetin induced GAPDH of tumor cells from the cytoplasm to the nucleus via upregulation of iNOS expression.

Key words : hesperetin, antiproliferation effect, iNOS, GAPDH, apoptosis

### I . Introduction

Cancer is a serious condition that greatly affects the health and standard of living in persons with this disease. According to statistics obtained from Japan's National Cancer Center, cancer caused approximately 380,000 deaths in Japan in 2020.<sup>1)</sup> Given the number of cancer-associated deaths, advances in cancer treatment

are of national and individual interest.

Hesperetin (Figure 1) is abundant in citrus species such as oranges. It is a phenolic compound belonging to the flavonoid family and is well known for its blood circulation-stimulating effects.<sup>2)</sup> It is also known to possess antioxidant,<sup>3)</sup> anti-inflammatory,<sup>3)</sup> anti-cancer,<sup>4-9)</sup> anti-viral,<sup>10-12)</sup> and anti-angiogenic properties.<sup>13)</sup> However, the molecular mechanisms underlying these effects

◆連絡先 田丸文信

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 医療・基礎教育科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

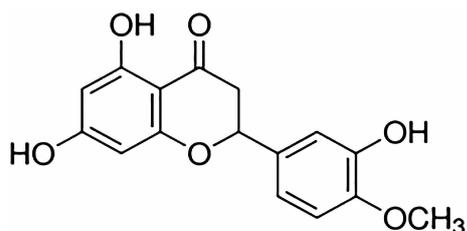


Figure 1  
Chemical structure of hesperetin

remain unclear; that is, how hesperetin exerts cells is not clear enough. Therefore, in this study, we aimed to determine the potential anticancer effects of hesperetin especially. Therefore, we examined the molecular mechanisms underlying its antiproliferative effects on cancer cells, that is, intracellular evince of the cells stimulated with hesperetin. The results of this study have been partially presented in the form of oral or poster presentations at international and national conferences.<sup>14-18)</sup>

## II . Materials and Methods

### 1 . Materials

Hesperetin, fetal calf serum, BD Cycletest™ Plus DNA Kit, and Lab-Tek 8-well permanox™ chamber slides (Cat No#: 17445) were obtained from Wako Pure Chemicals (Tokyo, Japan), BioWest (Riverside, MO, USA), BD Biosciences (San Jose, CA, USA), and Thermo Fisher Scientific (Rochester, NY, USA), respectively. Hesperetin was diluted with the appropriate buffer after dissolving it in dimethyl sulfoxide (DMSO) (Wako Pure Chemicals; Tokyo, Japan). Rabbit anti- iNOS (inducible nitric oxide synthase) and mouse anti-GAPDH (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase) antibodies were obtained from Cell Signaling Technology (Danvers, MA, USA). Goat anti-mouse IgG conjugated with Alexa Fluor 488 and goat anti-rabbit IgG conjugated with Alexa Fluor 546 were obtained from Thermo Fisher Scientific

(Waltham, MA, USA).

### 2. Cells

Neuroblastoma cell line GOTO and osteosarcoma cell line U2OS (HTB-96) were purchased from Dainippon Seiyaku (Osaka, Japan) and ATCC (Washington DC, USA), respectively. Normal human astrocytes were obtained from ScienCell Research Laboratories, Inc. (Carlsbad, CA, USA).

### 3. Culture of tumor cell lines and normal human astrocytes

Briefly, GOTO and U2OS cells were cultured in an RPMI-1640 medium, and high glucose-based DMEM supplemented with 10% fetal calf serum containing antibiotics, respectively. Normal human astrocytes were cultured in a special medium purchased from ScienCell (Carlsbad, CA, USA). All cells were cultured at 37°C in a humidified atmosphere containing 5% CO<sub>2</sub>.

### 4. Observation of anti-proliferative effect on tumor cell by hesperetin under an inverted microscope

GOTO cells were cultured in an 8-well permanox™ Lab-Tek Chamber or a 10 cm culture dish and observed under an inverted microscope CK30 (Olympus; Tokyo, Japan) equipped with a digital camera Olympus SP-350 (Tokyo, Japan). GOTO cells were cultured in the presence of various hesperetin concentrations (0, 100 and 200 μM) and observed under an inverted microscope CX30 at predetermined time points (12, 24, and 48 h). Moreover, after incubation of GOTO cells with 0, 100, and 200 μM hesperetin for 120 h, the cells were observed under an inverted microscope CX30.

## 5. Determination of the Number of Viable Cells at indicated concentrations and for incubation times of hesperetin by Trypan blue

Briefly, the GOTO cells were treated with (100, 200, and 300  $\mu\text{M}$ ) or without hesperetin for 48h on a 10 cm culture dish, and then the cells were washed three times with phosphate-buffered saline (PBS, pH 7.4) and removed from the plates with 0.25% trypsin-EDTA solution (Sigma Aldrich; Tokyo, Japan). After the cells treated with trypsin were neutralized with fetal calf serum. After the cells were centrifuged for 700 G for 10 min, the pellet was resuspended with PBS. 100  $\mu\text{L}$  of the cell suspension for counting cells was mixed with the same volume of 0.4% trypan blue (Sigma-Aldrich; Tokyo, Japan), and then the aliquot of the mixed cell sample was put into the hemocytometer chamber and counted all unstained cells (viable cells) and all stained cells (nonviable cells) under inverted microscope CX30.

## 6. Flow cytometric analysis of cell cycle

Cell cycle analysis was performed using the BD Cytectest™ Plus DNA Kit. U2OS and normal astrocytes were cultured in 10 cm culture plates and incubated under the conditions described above. Briefly, the cells were incubated with the indicated hesperetin concentrations (300  $\mu\text{M}$ ) for 48 h, removed from the culture dish, and centrifuged. Hesperetin control was used in the buffer solution at a final concentration of 0.1% DMSO. Next, the cell pellet was washed with phosphate-buffered saline (PBS), then fixed in ice-cold 70% ethanol, and stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 2 h. Subsequently, the cells were washed with PBS and then incubated for 30 min at room temperature in the dark in a staining solution consisting of PBS with 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  propidium iodide, 0.1% Triton X100, and 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$  RNase A (Sigma-Aldrich). Finally, the stained cells were ana-

lyzed using a BD FACS Canto II Flow Cytometer (San Jose, CA, USA). Each experiment was performed in triplicate.

## 7. Immunocytochemistry of GOTO and U2OS cells using an immunofluorescent microscope or confocal laser microscope

Immunocytochemistry was performed as previously reported.<sup>19)</sup> Briefly, GOTO cells (exposed to 0, 100, and 200  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h) and U2OS cells (exposed to 0 and 200  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h) were seeded on an 8-well permanox chamber slide and processed for immunocytochemical analysis using mouse anti-iNOS antibodies (to GOTO and U2OS cells) or rabbit anti-GAPDH antibodies (to U2OS cells), followed by goat anti-mouse IgG conjugated with Alexa fluor488 or goat anti-rabbit IgG conjugated with Alexa Fluor 546, respectively. Immunofluorescence of iNOS in GOTO and U2OS cells was observed using a confocal laser microscope equipped with a computer (AxioImager Z2, LSM710) (Carl Zeiss; Oberkochen, Germany) or a fluorescent microscope BZ-9000 or BZ-700 (Keyence; Osaka, Japan). The laser intensity of a confocal laser microscope equipped with a computer was controlled to maintain the same constant intensity for each sample. Each experiment was performed in triplicate, and reproducibility was confirmed.

## 8. Statistical analysis

The results were expressed as the mean (SD). Statistical significance was determined using a one-way analysis of variance (ANOVA) and Student's *t*-test for paired data. A *P* value of  $< 0.05$  was considered statistically significant. The calculations were performed using BellCurve for Excel (version 2.15) (Social Survey Research Information Co., Ltd, Tokyo, Japan).

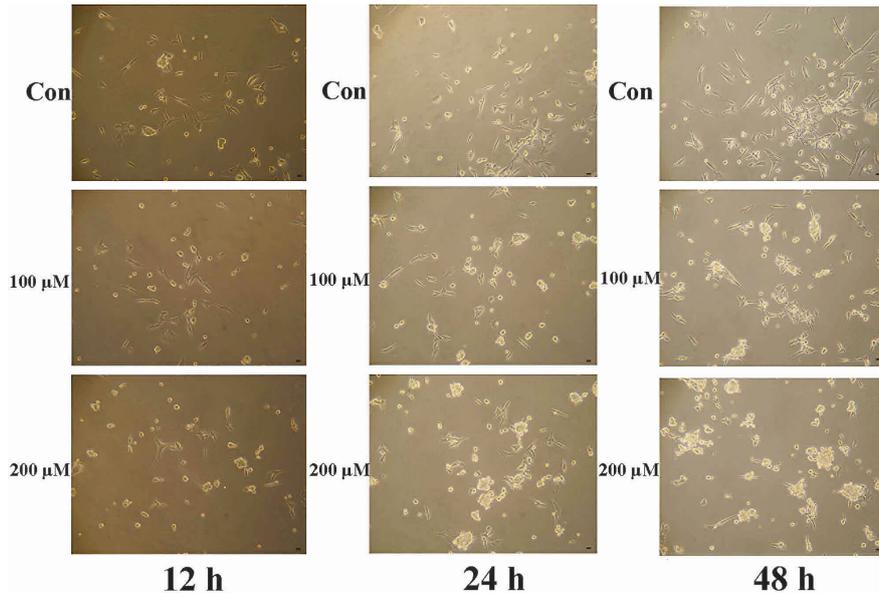


Figure 2

Hesperetin inhibits the proliferation of the neuroblastoma cell line, GOTO. Morphological changes of GOTO cells were cultured in a 10 cm culture dish and treated with control (0 μM; Con), 100, and 200 μM hesperetin for 12 h (left panel), 24 h (middle panel), or 48 h (right panel). Scale bars indicate 20 μm.

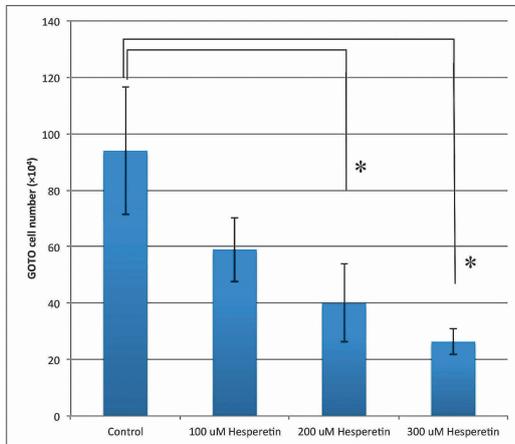


Figure 3

Hesperetin appears to decrease the cell number in a dose-dependent manner.

The GOTO cells were treated with various concentrations (0 μM; Control, 100, 200, and 300 μM) of hesperetin for 48 h. Results represent the means (SD) of three replicates. \* $P < 0.05$ .

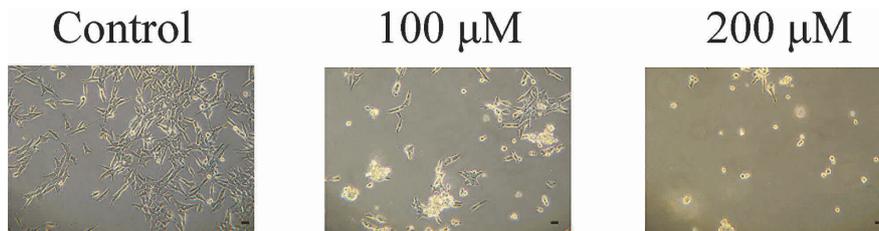


Figure 4

The GOTO cells treated with 200 μM hesperetin for 120 h were strongly reduced. The GOTO cells were treated with various concentrations (0 μM; Control, 100, and 200 μM) of hesperetin for 120 h. Scale bars indicate 20 μm.

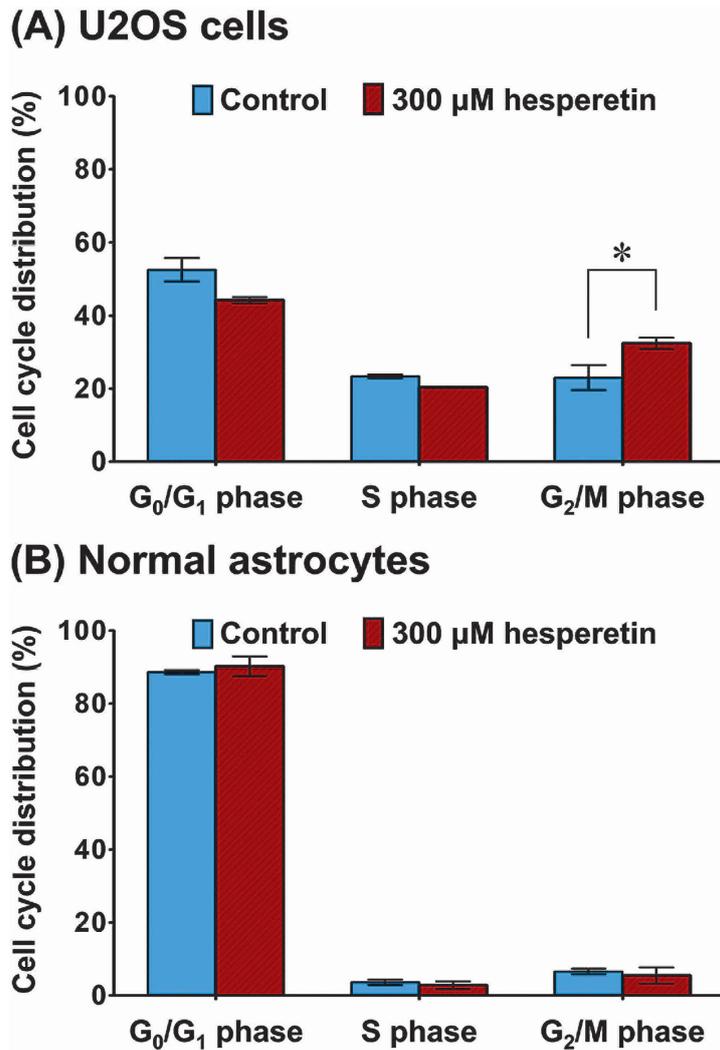


Figure 5

Effects of hesperetin on U2OS cell cycle distribution (A) and normal astrocyte cycle distribution (B).

Values on the vertical axis indicate the percentage of the cell population in the G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> phase, S phase, and G<sub>2</sub>/M phase of the cell cycle in the 0  $\mu$  M (Control) and 300  $\mu$ M hesperetin groups. The horizontal axis represents the cell cycle. Bars indicate means, and vertical lines indicate standard deviations. Cells were exposed to either vehicle (control: 0.1 % dimethyl sulfoxide in medium) or 300  $\mu$ M hesperetin, followed by incubation for 48 h. \*P < 0.05.

### III . Results

#### 1 . Hesperetin inhibited the proliferation of GOTO cells

The GOTO cells treated with control (0  $\mu$ M), 100, and 200  $\mu$ M hesperetin for 12, 24, and 48 h, appeared to be aggregated (Figure 2) and showed a decrease of cell number in contrast with control cells (Figure 3).

Especially, The GOTO cells treated with 200  $\mu$ M hesperetin for 120 h were strongly reduced in the comparison with control cells, that is, the cells without hesperetin (Figure 4).

#### 2 . Flow cytometric analysis of cell cycle of U2OS cells

When the cell cycle was analyzed after the addition

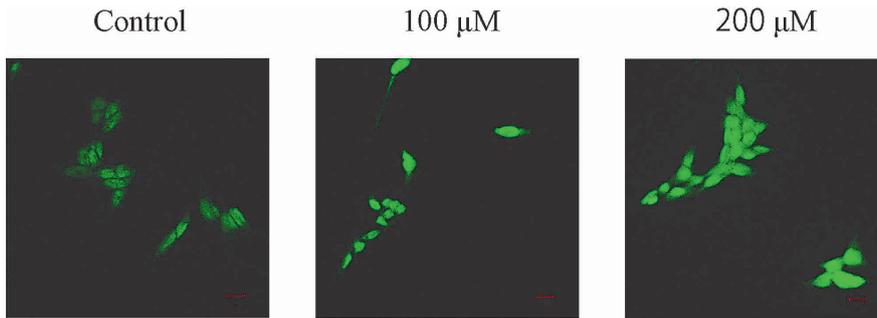


Figure 6

Hesperetin increases the expression of iNOS in GOTO cells in a dose-dependent manner.

Immunofluorescence analysis of iNOS in GOTO cells (exposed to 0, 100, and 200  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h) was performed using confocal laser microscopy with constant laser intensity.

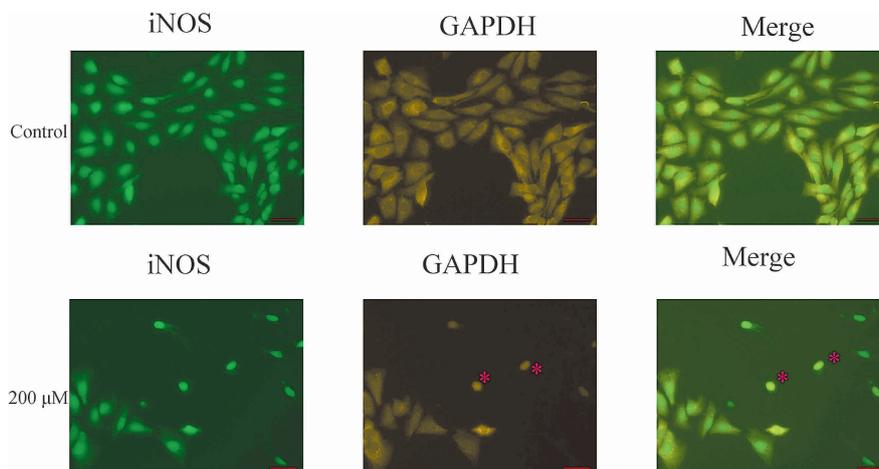


Figure 7

Double immunofluorescence of iNOS and GAPDH of U2OS cells treated with 0 and 200  $\mu\text{M}$  hesperetin for 72 h.

U2OS cells (exposed to 0 and 200  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h) were stained with both anti-iNOS (green) and GAPDH (orange) antibodies. Control (upper panel): The cells were exposed to 0  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h. 200  $\mu\text{M}$  (lower panel): The cells were exposed to 200  $\mu\text{M}$  hesperetin, followed by incubation for 72 h. Upper panel indicates the typical staining patterns for iNOS and GAPDH. Merge: overlay of expression of iNOS and GAPDH. Asterisks show that the nuclei were stained for both iNOS and GAPDH. Scale bars (red) indicate 50  $\mu\text{m}$ .

of hesperetin to tumor cells in culture, the percentage of G<sub>2</sub>/M phase increased significantly in the added cell group compared to the tumor cell group without hesperetin. Therefore, hesperetin may arrest cell proliferation at the G<sub>2</sub>/M phase (Figure 5A). In contrast, hesperetin-treated normal astrocytes did not seem to

change each phase of the cell cycle of the cells in comparison to control cells (Figure 5B).

### 3. Immunofluorescence of iNOS of GOTO cells with a confocal laser microscopy

Confocal laser microscopy showed the strong inten-

sive immunofluorescence of the nuclei of the cells. generally stained for observation. But the intensity of immunofluorescence increased in a hesperetin concentration-dependent manner (Figure 6).

#### 4. Immunocytochemistry of iNOS and GAPDH expression on U2OS cells using an immunofluorescent microscope

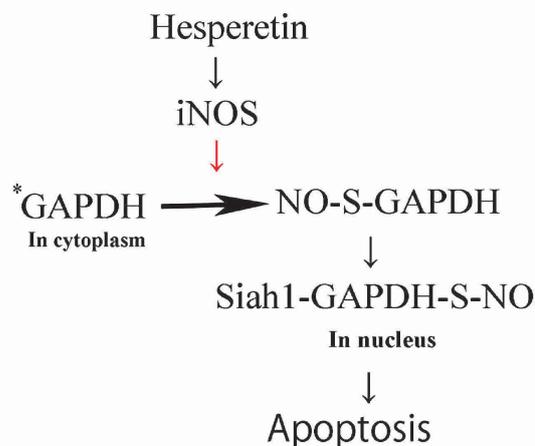
Double immunofluorescence staining of iNOS and GAPDH in GOTO cells using anti-iNOS and anti-GAPDH antibodies in the absence of hesperetin (control) was conducted. In control GOTO cells in absence of hesperetin, we observed iNOS and GAPDH expression in the nuclei and cytoplasm, respectively, on the upper panel (Figure 7). In contrast, in the hesperetin-treated GOTO cells, immunocytochemistry revealed that some GAPDHs were translocated from the cytoplasm to the nuclei following treatment with 200  $\mu$ M hesperetin for 72 h, on the lower panel (Figure 7). Asterisks show typical double staining with iNOS (yellow-green) and GAPDH (orange) (Figure 7).

#### IV . Discussion

Hesperetin (Figure 1) is known to exhibit anti-cancer, antiproliferative, and antiangiogenic properties<sup>4,9,13</sup>; however, the molecular mechanisms underlying these effects remain unclear enough. Comprehensive clarification of the mechanisms underlying these properties may highlight hesperetin as a critical drug in medicine.<sup>20</sup>

In this study, we investigated the hesperetin-mediated antiproliferative effects on the tumor cell lines GOTO and U2OS. The inhibitory effect on the cancer cells of hesperetin has been previously described.<sup>4,9</sup> We also confirmed that hesperetin inhibited proliferation of GOTO cells (Figures 2, 3, and 4) and modified the

#### Hesperetin-mediated signaling pathway



\*: Nitric Oxide -GAPDH-Siah: A Novel Cell Death Cascade has proposed by Hara R Makoto et al.,<sup>24</sup>.

Figure 8

Hesperetin-mediated signaling pathway proposed by us. This model is mainly based on Hara and Snyder's theory,<sup>24</sup> and red arrow indicates the involvement with the results observed by us.

cell cycle of U2OS cells (Figure 5).

With regards to cell cycle regulation in tumor and normal cells, hesperetin shifted the cell cycle of U2OS cells from the G0/G1 and S phases to the G2/M phase (Figure 5A), whereas this shift was not observed in normal human astrocytes (Figure 5B). Therefore, hesperetin may arrest cell proliferation at the G2/M phase.

At the beginning of this research, we started to use the neuroblastoma cell line GOTO cells because we were interested in neuroblastoma. But GOTO cells had the property of aggregation. Therefore, we also used the data on the cell cycle of U2OS cells treated with hesperetin (Figure 5) and the double immunofluorescence staining of iNOS and GAPDH of U2OS (Figure 7).

Especially, we assessed iNOS expression in GOTO cells using confocal laser microscopy, since confocal

laser microscopy can regulate the laser intensity emitted against the object. We observed the expression of iNOS of GOTO cells treated with hesperetin at the constant laser intensity. As a result, the expression of iNOS of GOTO cells increased depending on the concentration of hesperetin (Figure 6). This finding by us suggested that upregulation of iNOS would induce more strongly S-nitrosylation on GAPDH, and more S-nitrosylated GAPDHs will be led to the nuclei. S-GAPDH could trigger the cell death. For the first time, we have revealed that the induction of iNOS with hesperetin could be involved with Nitric Oxide-GAPDH-Siah1 (Siah1: an E3 Ubiquitin Ligase 1) (Figure 8). This indicates that iNOS induces S-nitrosylation of GAPDH, triggering its translocation from the cytoplasm to the nucleus.<sup>21-25)</sup> Thus, in this study, we present that hesperetin would induce cell death.

### Acknowledgments

This research was partially supported by NIMS President's Grant for Challenging Research in 2018. We thank Dr. Hiroaki Asou for many valuable discussions in this study.

### Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

### References

- 1) National Cancer Center in Japan (2020): Latest cancer statistics. [https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/stat/summary.html](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html). 13<sup>th</sup> of May 2022.
- 2) Stefano R, Ranganath M, Micaela I, et al.: Citrus polyphenol hesperidin stimulates production of nitric oxide in endothelial cells while improving endothelial function and reducing inflammatory markers in patients with metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 96(5), E782-E792, 2011.
- 3) Aswar M, Kute P, Mahajan S, et al.: Protective effect of hesperetin in rat model of partial sciatic nerve ligation induced painful neuropathic pain: an evidence of anti-inflammatory and anti-oxidative activity. *Pharmacol Biochem Behav.* 124, 101-107, 2014.
- 4) Yang Y, Wolfram J, Boom K, et al.: Hesperetin impairs glucose uptake and inhibits proliferation of breast cancer cells. *Cell Biochem Func.* 31(5), 374-379, 2013.
- 5) Zhang J, Wu D, Vikash, et al.: Hesperetin induces the apoptosis of gastric cancer cells via activating mitochondrial pathway by increasing reactive oxygen species. *Dig Di Sci.* 60, 2985-2995, 2015.
- 6) Palit S, Kar S, Sharma G, et al.: Hesperetin induces apoptosis in breast carcinoma by triggering accumulation of ROS and activation of ASK1/JNK pathway. *J Cell Physiol.* 230, 1729-1739, 2015.
- 7) Shirzad M, Beshkar P, Heidarian E.: The effects of hesperetin on apoptosis induction and inhibition of cell proliferation in the prostate cancer PC3 cells. *J HerbMed Pharmacol.* 4(4), 121-124, 2015.
- 8) Wu D, Zhang J, Wang J, et al.: Hesperetin induces apoptosis of esophageal cancer cells via mitochondrial pathway mediated by the increased intracellular reactive oxygen species. *Tumor Biol.* 37, 3451-3459, 2016.

- 9) He P, Ma J, Liu Y, et al.: Hesperetin promotes cisplatin-induced apoptosis of gastric cancer in vitro and in vivo by upregulating PTEN expression. *Front Pharmacol.* 11, 1326, 2020.
- 10) Cheng JF, Huynh KT, Yang SC, et al.: Hesperetin is a potential inhibitor against SARS-CoV-2 infection. *Nutrients*, 13, 2800, 2021.
- 11) Liu W, Zheng W, Cheng L, et al.: Citrus fruits are rich in flavonoids for immunoregulation and potential targeting ACE2. *Nat Prod Bioprospect.* 12, 4, 2022.
- 12) Alzaabi MM, Hamdy R, Ashmawy SN.: Flavonoids are promising safe therapy against COVID-19. *Phytochem Rev.* 21, 291-312, 2022.
- 13) Kim DG.: Hesperetin inhibits vascular formation by suppressing of the PI3K/AKT, ERK, and p38 MARK signaling pathways. *Prev Nutr Food Sci.* 19(4), 299-306, 2014.
- 14) Yoshimura K, Ogawa Y, Kato M, et al.: Regulation of cell cycle and antiproliferative effect of a natural flavanone: hesperetin. 30<sup>th</sup> IUSTI European Congress 2016, Sept 15-17, Budapest, Hungary.
- 15) Yoshimura K, Ogawa Y, Kato M, et al.: Hesperetin modulates cell cycle of cancer cells. Poster guide: B502/P1107. ASCB annual meeting, (2016) San Francisco, California, USA. December 3-7.
- 16) Stercz B., Yoshimura K., Nagy K.: Modulation of cell cycle by hesperetin on HIV-1 infected cells. *Acta Microbiol Immunol.* 64 (Suppl 1), 168-169, 2017.
- 17) Ogawa Y, Miyazaki T, Miyawaki Y, et al.: Investigation of molecule mechanism underlying anticancer effect of hesperetin. Proceedings of the 94<sup>th</sup> Annual Meeting, March 28-30, 2017, Hamamatsu, Japan.
- 18) Silva P, Yoshimura K, Nagy K.: Possible antiviral effect of flavonoids among them Amazonian plant extracts on HIV-1 infected cells. *Acta Microbiol Immunol.* 66 (Suppl 1), 187-188, 2019.
- 19) Yoshimura K, Sakurai Y, Nishimura D, et al.: Monoclonal antibody 14F7, which recognizes a stage-specific immature oligodendrocyte surface molecule, inhibits oligodendrocyte differentiation mediated in co-culture with astrocytes. *J Neurosci Res.* 54, 79-96, 1998.
- 20) Sohel M, Sltana H, Sultana T, et al.: Chemotherapeutic potential of hesperetin for cancer treatment, with mechanistic insights: A comprehensive review. *Heliyon*, 8, e08815, 2022.
- 21) Hess TD, Matsumoto A, Kim SO, et al.: Protein S-nitrosylation: purview and parameters. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 6 (2), 150-166, 2005.
- 22) Hara RM, Agrawal N, Kim FS, et al.: S-nitrosylated GAPDH initiates apoptotic cell death by nuclear translocation following Siah1 binding. *Nat Cell Biol.* 7, 665-674, 2005.
- 23) Hara RM, Snyder HS.: Nitric oxide-GAPDH-Siah: a novel cell death cascade. *Cell Mol Neurobiol.* 26, 527-538, 2006.
- 24) Hara RM, Cascio BM, Sawa A.: GAPDH as a sensor of NO stress. *Biochim Biophys Acta.* 1762, 502-509, 2006.
- 25) Zhang YJ, Zhang F, Hong QC, et al.: Critical protein GAPDH and its regulatory mechanisms in cancer cells. *Cancer Biol Med.* 12, 10-22, 2015.

## 天然フラバノンであるヘスペレチンの抗増殖効果の研究

吉村和法<sup>1,2)</sup>, 鈴木研太<sup>1)</sup>, 小川由香里<sup>1)</sup>, 青葉-藤牧香代<sup>2)</sup>, 白戸亮吉<sup>1)</sup>

貝瀬不二丸<sup>1)</sup>, 宮脇佳子<sup>1)</sup>, 仁科正実<sup>3)</sup>, 加藤真由美

三輪尚史<sup>2)</sup>, カロリー ナギー<sup>4)</sup>, 田丸文信<sup>1,2)</sup>

1) 日本医療科学大学 保健医療学部 医療・基礎教育科

2) 埼玉医科大学 医学部 生理学

3) 埼玉医科大学 中央研究施設 実験動物部門

4) セメルワイズ大学 医学微生物学研究所

### 要 旨

ヘスペレチンは柑橘類に豊富に含まれ、抗がん作用があることが知られている。しかし、その分子メカニズムについては十分に明らかにされていない。本研究では、ヘスペレチンの腫瘍細胞に対する作用を検討した。がん細胞にヘスペレチンを投与したところ、iNOS（誘導性一酸化窒素合成酵素）の増加、細胞数の減少、細胞周期の変化が見られ、一部のがん細胞ではGAPDH（グリセルアルデヒド-3-リン酸脱水素酵素）の細胞質から核への移行が観察された。以上の結果から、ヘスペレチンはiNOSの発現を上昇させることで腫瘍細胞のGAPDHを細胞質から核に誘導することが示唆された。

**Key words:** hesperetin, antiproliferation effect, iNOS, GAPDH, apoptosis

資料紹介

## 学内実習導入を目指した染色体検査の試み

赤岩 洸希, 五十嵐 章馬, 島村 明花, 山口 航

日本医療科学大学 保健医療学部 臨床検査学科

### 要 旨

染色体検査は出生前診断や悪性腫瘍の診断などに用いられ、臨床的に重要な検査である。染色体異常を問う国家試験問題も頻出であるため、学内実習に染色体検査をより多く取り入れることが望ましいと考えた。そこで染色体標本の作製とG分染法を学内実習に導入できないか検討した。

ヘパリン血を用いて末梢血リンパ球培養を行った。培養3日目にコルセミドを添加した後、低張処理、細胞固定、展開を行って染色体標本の作製を行った。G分染法はエージング操作のため翌日以降に実施した。染色体標本の作製は展開の状態が良好な標本を作製でき、G分染ではバンドの濃淡が鮮明に得られたため、学内実習に導入するためのプロトコルを準備することができた。位相差顕微鏡の台数が少ない問題点は残るものの、技術的な課題は丁寧な指導で補えると考えられ、実習時間が確保できれば、染色体標本の作製とG分染法が学内実習で実施できることが確認できた。

Key words : chromosome specimens, G-banding, karyotyping, peripheral blood lymphocyte culture

### I. はじめに

染色体検査は染色体の数的異常、構造異常を検出する検査である。先天異常や出生前診断、造血器腫瘍や固形腫瘍などの悪性腫瘍の診断に用いられている。検体の採取法はそれぞれの検査法に応じて異なり、先天異常の解析では採取の容易な末梢血が用いられる。出生前診断では胎児細胞を解析するため羊水や絨毛細胞が採取される。腫瘍細胞の解析では目的とする腫瘍細胞を含む検体の採取が求められ、造血器腫瘍では骨髓液やリンパ節、固形腫瘍では生検などにより摘出された組織が用いられる<sup>1,2)</sup>。染色体異常の検出は、先天異常の解析では確定診断につながり、悪性腫瘍の解析では臨床診断や病型分類、治療法の選択、予後判定

などに欠かせない情報となる<sup>3)</sup>。そのため染色体検査について理解を深め正しい技術を身につけることが重要である。

臨床検査技師国家試験において造血器腫瘍と染色体異常の関係を問う問題は頻出傾向である<sup>4)</sup>。しかし、2年次後期に実施する日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科の遺伝子・染色体検査学実習において、染色体検査の内容は、ギムザ染色液を用いてG分染された既存の染色体写真を題材にして、染色体を番号順に並べる核型分析のみである。それに対して核酸 (DNAとRNA) を細胞から抽出した後、PCR (Polymerase Chain Reaction) 反応を行う遺伝子検査の比率が高くなっている。そこで、染色体検査の内容を充実させるため、染色体標本の作製とG分染法を学内実習

◆連絡先 山口 航

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床検査学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan



図1 培養液にヘパリン血を添加

に導入できないか考えた。

今回、細胞培養法を用いた標本作製とG分染法を染色体検査として実習への導入を検討するにあたり、末梢血を用いた培養から染色体標本の作製とG分染法の手技について先行研究<sup>5,6)</sup>を参考にして実験を行い、オリジナルの染色体写真をもとに核型分析まで実施した。その経験をもとに、技術的あるいは設備的な問題点の有無や学内の実習時間内で実施可能であるかどうかについて検討したので報告する。

## II. 対象

本研究に同意をえられた本学臨床検査学科の教員と4年生の学生を対象とし、教員1名と学生1名の延べ2検体について検討した。本研究は、日本医療科学大学研究・倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号2023012）。

## III. 方法

### 1 末梢血リンパ球培養

- 1) 21Gの翼状針を使用し、ヘパリン採血管に1本採血した。
- 2) クリーンベンチ内で、10%ウシ胎児血清を含むRPMI-1640培養液（Gibco）を準備し、グルタミン溶液（Gibco）と抗菌抗真菌薬（富士フ



図2 カルノア液を添加して半固定した様子

イルム和光純薬）をそれぞれ適当量添加した。

- 3) クリーンベンチ内で10cmディッシュに10mL培養液をとったあと、採血したヘパリン血を1mL加えて十分に攪拌した。さらに白血球の幼若化を誘導するフィトヘマグルチニン（Roche）を最終濃度 $4 \mu\text{g/mL}$ になるよう添加し、ディッシュを傾けてゆっくり混和した（図1）。
- 4)  $37^\circ\text{C}$ 、 $5\%\text{CO}_2$ の条件で3日間培養した。培養期間中は赤血球の凝集を避けるため、1日ごとにディッシュを傾けてゆっくり培養液を混和した。

## 2. 染色体標本作成

### 1) 低張処理

- (1) 培養終了の一時間半前に、紡錘糸形成阻害剤であるコルセミド（Gibco）を最終濃度 $0.1 \mu\text{g/mL}$ になるよう添加し、分裂中期細胞を蓄積した。
- (2) 15mLチューブに $3\text{mol/L}$ 塩化カリウム溶液（富士フィルム和光純薬）を精製水で希釈し、低張処理液として最終濃度 $0.075\text{mol/L}$

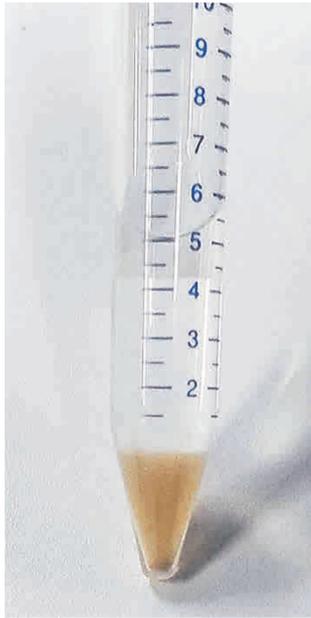


図3 上清が透明で沈渣が白色になった様子

の塩化カリウム溶液を調製した。

- (3) 培養終了後、培養液を15mLチューブに分注し、500g、10分の条件で遠心分離した。
- (4) 上清をアスピレーターで除去した後、低張処理液を5mL加え、パスツールピペットを用いてやさしく十分に混和した。
- (5) 37℃の恒温槽で20分間インキュベートした。

## 2) 細胞固定

- (1) 50mLチューブに酢酸と冷却しておいたメタノールを1対3の割合で混合し、カルノア液を調製した。カルノア液は調製後、常に氷上で扱った。
- (2) カルノア液を1mL加え、パスツールピペットでやさしくゆっくり混和した。この操作を5回繰り返し行い、カルノア液を合計で5mL添加した(図2)。その後、10分静置した。
- (3) 500g、5分の条件で遠心分離し、上清をアスピレーターで除去した。
- (4) カルノア液を5mL添加し、パスツールピペットで混和した。
- (5) 上清が透明で沈渣が白色になるまで、(3)



図4 細胞浮遊液の作製

- ① (図左)：得られた細胞沈渣を3mLのカルノア液で希釈したもの
- ② (図右)：①の細胞浮遊液1mLを2mLのカルノア液で希釈したもの

と(4)の操作を4回繰り返して実施した(図3)。

- (6) カルノア液で溶液がわずかに白濁する程度に希釈し、細胞浮遊液とした(図4)。

## 3) 展開(蒸気乾燥法)

- (1) 65℃の恒温槽に試験管立てを組み合わせ、スライドガラスが水面より上になるように置いた(図5)。
- (2) マイクロピペットで細胞浮遊液を13  $\mu$ L取り、スライドガラスの5cm程度上から滴下し、1分間静置した。
- (3) スライドガラスを400倍の位相差顕微鏡(オリンパス株式会社, BX53)で観察し、細胞が壊れて染色体が程良く広がっている様子を確認した(図6)。
- (4) 37℃の孵卵器の中にスライドガラスを少なくとも1日以上入れ、エージング処理を施した(図7)。



図5 恒温槽の上にスライドガラスを置いている様子

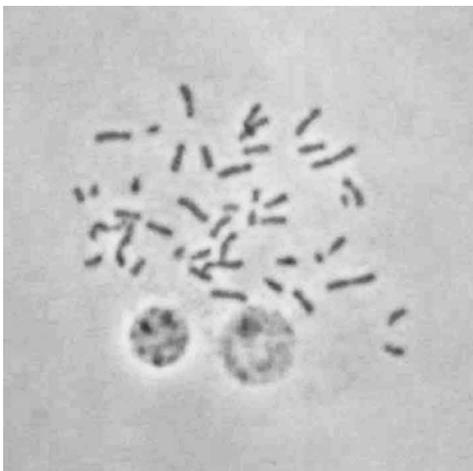


図6 位相差顕微鏡で確認した無染色の染色体 (×400)



図7 G分染前にエージング操作中の染色体標本



図8 G分染法に用いたトリプシン溶液, リン酸緩衝液, ギムザ染色液



図9 G分染後の染色体標本 (×1,000)

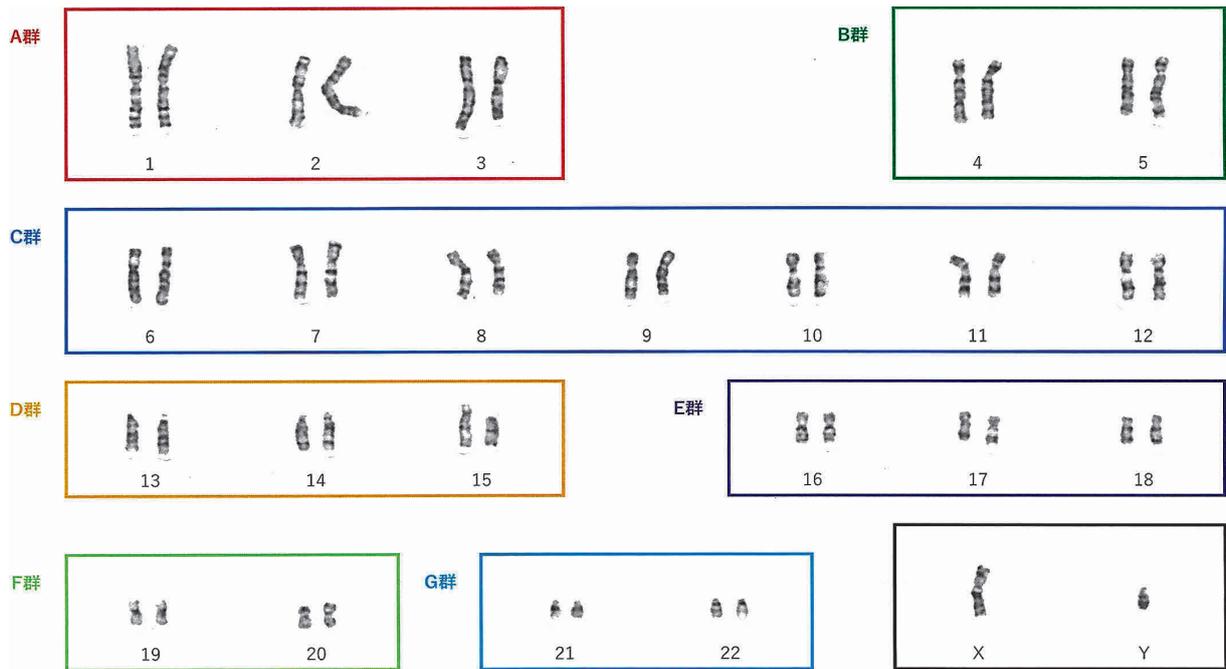


図10 G分染法による核型分析

### 3. G分染法

- 1) 2.5%トリプシン溶液をpH6.8の1/15Mリン酸緩衝液（武藤化学）で希釈し，最終濃度0.05%トリプシン溶液をドーズに調整した。4℃で使用するためあらかじめ冷蔵しておき，使用時は氷上で扱った。
- 2) ギムザ染色液（武藤化学）をpH6.8の1/15Mリン酸緩衝液で希釈し，最終濃度5%ギムザ染色液をドーズに調整した。
- 3) エージング処理を行ったスライドガラスを，4℃の0.05%トリプシン溶液に30秒浸漬した（図8）。
- 4) トリプシンの作用を停止するため，pH6.8の1/15Mリン酸緩衝液に浸漬し，3～5回スライドガラスを上下させた。
- 5) 5%ギムザ染色液にスライドガラスを5分間浸漬した。
- 6) スライドガラスを流水水洗し，サーキュレーターを用いて乾燥させた。
- 7) 風乾後，マリノール（武藤化学）を用いて封入した。

- 8) 生物顕微鏡（島津理化，Panthera E）を用いて1000倍で観察し，AdvanViewイメージングソフトウェア（アドヴァンビジョン）で撮影を行った。画像はグレースケールに処理しA4用紙に印刷したものを核型分析に使用した。

### IV. 結果

G分染後に生物顕微鏡で観察した染色体の写真を図9に示す。染色体検査で良好な標本を得るには，展開による染色体標本の状態に大きく左右されるとされている<sup>5)</sup>。今回の標本では染色体が円形に程良く散らばっており，重なりが少ないため展開操作は良好であったと考えられる。また，G分染法ではトリプシン処理の作用時間によって，染色性が異なるとされている<sup>6)</sup>。今回の標本では染色体の濃淡が確認でき，Gバンドが出現しているため，良好な標本の作製ができたと考えられる。図9をグレースケールに画像処理し核型分析を実施したところ，特に問題なく染色体を番号順に並べ

ることができた (図10)。

## V. 考察

今回末梢血のリンパ球培養から染色体標本が良好に作製できたこと、さらにG分染法を実施して核型分析までできたことから、実際に学内実習に導入するためのプロトコルは今回行った方法で行えばよいと考えられる。しかしながら、学内実習導入にあたって課題がないか詳細に検討し考察していく。

まずは日程の問題について考える。日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科の遺伝子・染色体検査学実習は、学生80名を7~8名の11グループに分け、木曜日3~5時限に実施している。末梢血リンパ球培養は72時間培養するため、遺伝子・染色体検査学実習に合わせるには、月曜日に採血し培養を開始する必要がある。2年生は月曜日に1~4限まで授業があるため、末梢血リンパ球培養は教員が準備し開始することとなる。木曜日の実習日に染色体標本を作製するにあたり、分裂中期細胞を回収するため、培養を終了する一時間半前にコルセミドを添加しなければならない。授業の開始に合わせてコルセミドを添加すると培養終了時刻は約15時となり、残り3時間で標本作製を終了するよう効率よく作業することが求められる。低張処理作業におよそ40分、細胞固定作業におよそ40分、展開作業におよそ60分かかると想定すると、片付ける時間も考慮して、ちょうど1日目の実習時間内に収まると考えられた。その先の工程であるG分染法は、エージング処理が必要となるため翌日以降しか実施できない。作製した標本を37℃で一週間エージング処理すれば、翌週に2日目としてG分染法を実施できる。よって、遺伝子・染色体検査学実習の染色体実習に2日間確保できればG分染法まで実施できるが、1日間しか確保できなければG分染法は諦め、染色

体標本の作製までが実習時間内で実現可能であると考えられた。

次に2年生が実習で実施するにあたり、技術的な問題点の有無について考えてみる。細胞培養について、今回の実験では細胞培養液10mLを用いて染色体標本を作製したが、同条件で80人分の細胞培養液を準備することは現実的ではない。例えば4人ずつの20班に分けて、1班ごとに5mLの細胞培養液を用いるなどの工夫が必要であると考えられる。また低張処理や細胞固定作業では、パストールピペットを使い、ゆっくりとやさしく混和する技術が求められる。難しい作業ではないが丁寧さは要求されるので、4~5回の繰り返し操作において、1人1回ずつは実践できれば良い経験になると思われる。展開作業は、染色体標本の出来を左右する重要な工程<sup>5)</sup>で、本来この染色体標本作製において最も困難な作業といわれている。しかしながら今回の試みでは失敗することなく標本作製できたことに、筆者らも若干驚いている。細胞浮遊液は「わずかに白濁する程度」、細胞浮遊液をスライドガラスに滴下する際の高さは「5cm程度」と非常に曖昧な表現が多く、経験に左右されるところが大きいと感じられた。まだ経験値のそれほど高くない2年生が一度でうまく展開できるかは不明であり、やり直しの繰り返しの時間がかかることを想定しておく必要があるかもしれない。G分染法ではトリプシン処理が染色体の濃淡に影響することが知られており<sup>6)</sup>、最初に1枚試してギムザ染色し、仕上がりを見てトリプシン処理の作用時間を変更することが必要である。筆者らは30秒で実施したところ、特に作用時間の変更は必要なく上記のプロトコルを作成した。しかし実際に実習で行う際には、トリプシン液の濃度や作用させる温度に注意を払い、試し染色を省かず確認作業を実施する必要があると考えられる。

さらに設備的な問題点について考える。展開後

の標本の確認には位相差顕微鏡が必要である。本学の設備では位相差顕微鏡が2台しかないため、この確認作業を2年生全員が実施することは難しい。10台購入できればそれぞれの実習机に1台配置できるため、全学生が展開後の標本を確認できると思われる。現状の2台で行う場合は、班の代表者のみが確認するか、あるいは生物顕微鏡をうまく調整して確認できないかを検討する必要がある。

以上の検討から、末梢血リンパ球培養を月曜日に教員が開始しておけば、木曜日の実習時間の1日目に染色体標本の作製、2日目にG分染法が実施可能であると確認できた。設備に関してはまだ検討すべき課題があるが、技術的な問題点は適切な指導で補えると考えられた。遺伝子・染色体検査学実習内で実施できれば、学生の染色体検査への理解が深まり、疾患と染色体異常の関連性に興味を持つ学生が増えることが期待される。

#### [参考文献]

- 1) 宮地勇人, 横田浩充: 標準臨床検査学 遺伝子検査学, 172-190, 医学書院, 東京, 2013.
- 2) 東田修二: 最新臨床検査学講座 遺伝子関連・染色体検査学, 129-178, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2024.
- 3) 大野仁嗣, 中川美穂, 他: 白血病の染色体分析, 天理医学紀要, 15 (1), 105-113, 2012.
- 4) 神崎秀嗣: 臨床検査技師養成課程における染色体遺伝子検査学教育と臨床検査技師国家試験問題に対する一提言, 日本染色体遺伝子検査学会雑誌, 30 (1), 68-74, 2012.
- 5) 井戸田 篤, 田辺大輔, 他: 日本臨床検査同学院「通信」臨時増刊第10号染色体検査の実際, 4-11, 日本臨床検査同学院, 東京, 2021.
- 6) 日本臨床衛生検査技師会: JAMT 技術教本シリーズ 遺伝子・染色体検査技術教本, 210-220, 丸善出版, 東京, 2019.

## **Research on the Examination of Chromosome for Introduction of On-campus Training**

Kouki Akaiwa, Shoma Igarashi, Haruka Shimamura, Wataru Yamaguchi

Department of Clinical Laboratory Science, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### **Abstract**

The examination of chromosomes is a clinically important analysis used for prenatal diagnosis and the diagnosis of malignant tumors. Since the topic of chromosomal abnormalities also frequently appear in the Japanese national examinations, it is critical to enhance training for the examination of chromosomes as part of the on-campus training. In the present study, we examined whether it would be possible to introduce the preparation of chromosome specimens and G-band staining method into the on-campus training.

Peripheral blood lymphocytes were cultured using whole blood samples in heparin tubes. On day 3 of culture, colcemid solution was added to the culture medium, followed by hypotonic treatment, cell fixation, and spreading to prepare chromosome specimens. Giemsa staining for G-banding was performed the next day or later. We demonstrated that chromosome specimens can be prepared in a condition suitable for analysis, with G-banding resulting in distinct bands. This allowed us to develop a protocol that can be integrated into on-campus training. Although the limited availability of phase contrast microscopes remains a challenge, we believe that the technical problems can be overcome with additional training. We demonstrated that training in the preparation of chromosome specimens and G-band staining method can be incorporated into the on-campus training when there is sufficient time allocated for training.

**Key words:** chromosome specimens, G-banding, karyotyping, peripheral blood lymphocyte culture

資料紹介

ウィズコロナ, ポストコロナのボランティア活動  
: 2022~2023年度日本医療科学大学ボランティアサークル活動報告

鈴木 研太<sup>1)</sup>, 戸谷 穂乃花<sup>1),2)</sup>, 高木 星那<sup>1)</sup>, 青木 彩乃<sup>1)</sup>  
片野 千優<sup>1)</sup>, 杉田 佳純<sup>1)</sup>, 田幡 謙心<sup>1)</sup>, 山田 ミハル<sup>1)</sup>

1) 日本医療科学大学 保健医療学部

2) 国立国際医療研究センター病院

要 旨

日本医療科学大学ボランティアサークルにおいては, ボランティア活動によって医療従事者になるうえで必要なことを経験し, 学びたいという学生の活動への参加のニーズにより, 年々, 参加者が増えてきた. 2020 (令和2) ~2021 (令和3) 年度において新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の発生・流行に伴い, 活動ができないという状況となった. 2022 (令和4) 年度から徐々に感染対策を講じながらの活動が再開され, 2023 (令和5) 年5月にCOVID-19が5類感染症に移行されることとなり, 多くのボランティア活動が行われる状況となった. 本稿では, 本学ボランティアサークルの概要と2022 (令和4) 年度のコロナ禍 (ウィズコロナ) における活動, 2023 (令和5) 年度のコロナ禍後 (ポストコロナ) における活動について, その内容と成果を紹介したい.

Key words : volunteer, activity report, co-medical students, during COVID-19, post COVID-19

I. 序論

医療系学生において, ボランティア活動は医療人となることの基盤となり, 専門職に就く目的を再認識する機会となるため, 教育にも有用であることがわかっている<sup>1)</sup>. 日本医療科学大学 (以下, 本学) では, ボランティアサークルが2010 (平成22) 年に設立され, 本学の学生による地域・社会活動の中心的な役割を果たしてきた<sup>2)</sup>. 2014 (平成26) 年には, 地域・社会との連携を深め, 地域の文化および産業の振興並びに地域社会の発展に寄与することを目的として, 地域・社会活動センターが設置された<sup>3)</sup>. ボランティアサークルは地域・社会活動センターの所属団体として, 大学

や父母後援会の支援を受けて活動を行ってきた.

ボランティアサークルの在籍学生数は, 2014 (平成26) 年8月時点で62名であったが, 2016 (平成28) 年10月時点で132名, 2019 (令和元) 年10月時点では486名と次第に増加していった. 本学学生においては, ボランティア活動によって医療従事者になるうえで必要なことを経験し, 学びたいというニーズがあることが明らかとなっている<sup>4)</sup>. 年々, 活動回数は増加し, 2019 (令和元) 年度には年間40件程度の活動が行われるようになった. こうした活動の実績が評価され, 一般財団法人学生サポートセンターより表彰を受け, 2016 (平成28) 年度は「学生ボランティア支援事業」助成金, 2019 (令和元) 年度は「学生ボラ

◆連絡先 鈴木研太

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan



図1 一般財団法人学生サポートセンターより表彰状および助成金の授与  
2016（平成28）年度「学生ボランティア支援事業」助成金，2019（令和元）年度  
「学生ボランティア団体助成事業」助成金

ンティア団体助成事業」助成金を得ることができた（図1）。

このように本学のボランティアサークルは順調に活動の実績を積み上げてきたが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生・流行に伴い、2020（令和2）年度および2021（令和3）年度の二年間は活動ができないという状況となった。2020（令和2）年4月7日、埼玉県に緊急事態宣言が発令され、本学ではNIMSアラートにおいて、課外活動は活動停止、2022（令和4）年1月17日からは原則、活動停止（一部許可する場合あり）、まん延防止措置等重点措置の発令により、2022（令和4）年1月27日からは再び活動停止となった。まん延防止措置等重点措置の解除により、2022（令和4）年3月29日からは原則、活動停止（一部許可する場合あり）ではあるが、地域・社会活動センターで認める場合には活動が可能となった。COVID-19の水際対策の大幅緩和や感染者数の減少傾向により、2022（令和4）年10月18日に感染防止に注意しての活動が認められ、2022（令和4）年度の後期から徐々に感染防止対策を講じながら活動が再開された。2023（令和5）年5月にCOVID-19が5類感染症に移行され

ることとなり、本学においてはNIMSアラートが解除され、多くのボランティア活動が行われる状況となった。

本稿では、本学ボランティアサークルの概要と2022（令和4）年度のコロナ禍（ウィズコロナ）における活動、2023（令和5）年度のコロナ禍後（ポストコロナ）における活動について、その内容と成果を紹介したい。

## II. 日本医療科学大学ボランティアサークル概要

本学ボランティアサークルは、地域社会の様々な課題の解決を目指して、医療系大学の特色を活用し、医療系の学びを活かした地域社会貢献活動を行っている。周辺地域（主に埼玉県内）の自治体、大学、企業、各種団体などと連携を図り、ボランティア活動を通じて、日常や大学学内だけでは得ることのできない知識や技術を経験から学び、社会人、そして医療人として必要なおもいやりの心、豊かな人間性、コミュニケーション能力、リーダーシップを身につけることを目的としている。

メンバー構成は、顧問（教員）1名、役員（学

表1 各年度におけるボランティアサークル新入部員数の推移

年度	加入人数	入学者数に対する割合 (%)
2019	221	58.8
2020	30	8.0
2021	51	11.3
2022	77	17.0
2023	145	34.0
2024	228	62.0

生) 5名(代表1名, 副代表2名, 会計2名)と部員(学生)からなる。各年度における新入部員数を表1に示した。

顧問はボランティアコーディネーターとして、活動の募集情報の収集や団体との連絡調整、部員への募集情報の連絡・申込受付や連絡事項の確認・連絡、活動日前のリマインド等のボランティアコーディネーション業務を担当している。役員は、学生団体の活動申請・更新手続き、学生団体の会議への出席、大学関係部局(学生課・学務課等)との連絡調整、新入生に対する説明会・勧誘活動の計画・実施、会計における領収書および年度の会計報告の確認などを担当している。

各団体からのボランティア学生募集の依頼は、顧問に直接来る場合と本学学生課・学務課や各学科・専攻等を介する場合がある。なお、募集のあった活動の情報は顧問から部員全員に連絡し、部員は興味のある活動のみに自由に参加ができるようにしている。人数制限がある場合には、原則として先着順の受付とし、必要人数が足りない場合には必要に応じて顧問から再度連絡・要請を行っている。キャンセル等により参加人数が不足した場合には必要に応じて、代理参加者の募集等を行っている。

活動については、顧問が引率する場合もあるが、基本的には活動毎に学生からリーダーおよび副リーダーを各1名選出し、まとめ役として、当日の出欠確認・受付、参加学生および団体の担当

者や顧問との連絡調整を行っている。

医療系の学びを活かした活動として、これまで福祉施設でのボランティア活動をはじめ、各種スポーツ大会(さいたま国際マラソン、東京マラソン、実業団駅伝、マスターズ陸上競技大会、障がい者スポーツ大会、ノジマT(卓球)リーグ、地域のスポーツ大会・マラソン大会<sup>1)</sup>・トレイルラン大会など)や各種イベント<sup>1)</sup>における救護・運営サポート活動、盲人ランナーの伴走、各種防災訓練(九都県市合同防災訓練<sup>1)</sup>、内閣府主催の総合防災訓練における広域医療搬送訓練、自治体の防災フェア、地域の防災訓練など)や病院の災害時救護訓練への参加・協力、小学校の保健授業の外部講師<sup>5)</sup>、地域の健康づくりイベント・講演会や各種イベントへの出展・協力などを行ってきた。その他にも、子どもを対象とした青少年育成事業・スポーツ体験教室・サマーキャンプなどへの協力、地域の文化財景観保全や自然保全に関わる事業への参加、東日本大震災被災地支援、豪雨災害被災地でのがれき撤去・清掃等、様々な分野の活動に参加してきた。

### Ⅲ. 活動内容

#### 1. 2022(令和4)年度

参加した活動(実施日、活動名、活動内容、実施場所、主催者、参加人数)を以下に示す(R: 診療放射線学科, PT: リハビリテーション学科

理学療法学専攻, OT:リハビリテーション学科  
作業療法学専攻, N:看護学科, ME:臨床工学科,  
CL:臨床検査学科).

- 1) 2022年9月10日(土) 介護・福祉体験教室  
運営補助・指導, 日本医療科学大学, 日本医療科学大学主催(埼玉東上地域大学教育プラットフォーム(TJUP)・毛呂山町共催)  
学生3名(R1名・OT1名・CL1名:サークル学生参加分)・他学生3名・教員2名・職員3名参加
- 2) 2022年10月9日(日) イオンモール浦和美園うららか広場秋「認知症予防講演会」  
講演・講演補助, イオンモール浦和美園, イオンモール浦和美園主催  
学生1名(ME1名)・教員1名参加
- 3) 2022年10月9日(日) イオンモール浦和美園うららか広場秋「脳年齢チェック」  
ブース運営, イオンモール浦和美園, イオンモール浦和美園主催  
学生1名(ME1名)・教員1名参加
- 4) 2022年10月10日(日) イオンモール浦和美園うららか広場秋「脳年齢チェック」  
ブース運営, イオンモール浦和美園, イオンモール浦和美園主催  
学生4名(N4名)・教員1名参加
- 5) 2022年10月16日(日) 吉見町かけっこ教室  
運営補助, 武蔵丘短期大学総合グラウンド, TJUP主催  
学生1名(R1名)参加
- 6) 2022年11月13日(日) 和光市民まつり  
着ぐるみの運営(アクター・アテンド), 和光市役所前市民広場, 和光市民まつり実行委員会主催  
学生3名(CL3名)・教員1名参加
- 7) 2022年11月27日(日) 埼玉県スポーツフェスティバル2022 in羽生

親子スポーツ体験(サッカー・卓球・3×3バスケットボール)の会場準備・片付け・誘導・受付・検温消毒・運営補助等, 羽生中央公園・羽生市体育館, 埼玉県県民総合スポーツ大会埼玉県実行委員会主催

学生8名(R3名・N2名・CL3名)参加

- 8) 2023年1月21日(土) 鳩山町健康長寿のまちづくり推進条例制定記念認知症予防講演会  
講演・運営補助, 鳩山町包括支援センター, 鳩山町主催  
学生7名(R3名・PT2名・CL2名)・教員1名参加
- 9) 2023年3月5日(日) 東京マラソン2023  
ランナーへの給水・給食, 東京都内(清澄白河付近にて活動), 東京マラソン財団主催  
学生12名(R2名・N7名・ME1名・CL2名)・職員1名参加

## 2. 2023(令和5)年度

参加した活動(実施日, 活動名, 活動内容, 実施場所, 主催者, 参加人数)を以下に示す.

- 1) 2023年4月8日(土) 第18回戸田・彩湖フルマラソン&ウルトラマラソン(71km)  
ランナーへの給食, 彩湖・道満グリーンパーク, スポーツエイド・ジャパン主催  
学生7名(R1名・N4名・ME1名・CL1名)参加
- 2) 2023年4月16日(日) 第12回奥武蔵もろやまトレイルラン(24km/13km)  
運営補助(誘導・給水・ゴール等), 毛呂山総合公園, スポーツエイド・ジャパン主催  
学生3名(R2名・CL1名)・教員1名参加
- 3) 2023年4月22日(土) 吉川市ESPARK FES  
運営補助(誘導・会場手伝い等), 吉川美南駅前広場, Espark Festival実行委員会主催  
学生3名(PT2名・CL1名)参加

- 4) 2023年5月20日(土) 埼玉スタジアムクリテリウム  
運営補助(会場準備・片付け・誘導等), 埼玉スタジアム2002南広場・東駐車場, オリエンタルスポーツ主催  
学生10名(R4名・N6名)参加
- 5) 2023年5月20日(土) 伯鳳会グループ令和5年度合同総合防災訓練in旭ヶ丘病院  
傷病者役, 旭ヶ丘病院, 伯鳳会グループ主催  
学生30名(R12名・OT1名, N5名・ME8名・CL4名)・教員1名参加
- 6) 2023年5月21日(日) 彩の国ふれあいピック春季大会(卓球)  
運営補助(会場設営・片付け・試合補助等), 彩の国くまがやドーム, 埼玉県・埼玉県教育委員会・埼玉県スポーツ協会・埼玉県障害者スポーツ協会・さいたま市主催  
学生4名(R3名・OT1名)参加
- 7) 2023年5月27日(土) 毛呂山町文化財景観保全事業鎌倉街道をきれいにしよう  
草刈り・清掃等, 毛呂山町歴史民俗資料館周辺, 毛呂山町主催  
学生8名(R8名)・教員1名参加
- 8) 2023年5月28日(日) 彩の国ふれあいピック春季大会(フライングディスク)  
運営補助(選手受付・誘導・会場撤収等), 彩の国くまがやドーム, 埼玉県・埼玉県教育委員会・埼玉県スポーツ協会・埼玉県障害者スポーツ協会・さいたま市主催  
学生3名(R2名・ME1名)参加
- 9) 2023年5月28日(日) 和光市みんなのわこらぼまつり  
着ぐるみ運営(アクター・アテンド), 和光市役所前市民ひろば, 和光市主催  
学生3名(R2名・N1名)・教員1名参加
- 10) 2023年6月3日(土) 親子野球体験教室  
運営補助, 十文字学園女子大学, TJUP・埼玉西武ライオンズ・新座市・十文字学園女子大学主催  
学生2名(R2名)・教員1名参加
- 11) 2023年6月4日(日) 第30回奥武蔵ウルトラマラソン(78km)  
運営補助(エイド運営・給水・給食・本部・記録・ゴール等), 毛呂山総合運動公園, スポーツエイド・ジャパン主催  
学生14名(R9名・PT2名・N3名)・教員1名参加
- 12) 2023年6月17日(土) 鶴ヶ島市陸上競技記録会  
競技役員補助, 川越運動公園陸上競技場, 鶴ヶ島市スポーツ協会主催  
学生10名(R7名・N2名・ME1名)・教員1名参加
- 13) 2023年6月18日(日) 関東マスターズ陸上競技大会  
競技役員補助, 熊谷スポーツ文化公園, 関東マスターズ陸上競技連盟・埼玉マスターズ陸上競技連盟主催  
学生12名(R5名・N5名・ME2名)参加
- 14) 2023年7月1日(土) 第29回 8時間耐久レース+3種目走(5km/42.195km/8時間走)/フルマラソンin戸田・彩湖  
運営補助(エイド運営・給水・給食等), 彩湖・道満グリーンパーク, スポーツエイド・ジャパン主催  
学生6名(R2名・N4名)参加
- 15) 2023年7月2日(日) 第29回 8時間耐久レース+3種目走(5km/42.195km/8時間走)/フルマラソンin戸田・彩湖  
運営補助(エイド運営・給水・給食等), 彩湖・道満グリーンパーク, スポーツエイド・ジャパン主催  
学生5名(R5名)参加
- 16) 2023年8月8日(火) 子どもスポーツ体験教

- 室  
運営補助・安全管理等, 東京家政大学狭山校舎, 狭山市・入間市・東京家政大学主催 (TJUP共催)  
学生2名 (ME1名・CL1名: ボランティアサークル参加分)・他学生3名・職員2名参加
- 17) 2023年8月9日 (水) 勉強カフェ和光  
小学生・中学生への学習支援, 和光市新倉北地域センター, 勉強カフェ和光主催  
学生2名 (N2名) 参加
- 18) 2023年8月24日 (木) 和光市手話体験講座  
手話体験, 和光市総合福祉会館, 和光市社会福祉協議会主催  
学生2名 (R2名)・教員1名参加
- 19) 2023年8月26日 (土) TJUP介護・福祉体験教室  
運営補助, 日本医療科学大学, TJUP主催  
学生2名 (ME1名・CL1名: ボランティアサークル参加分)・他学生7名・教員2名・職員4名参加
- 20) 2023年8月27日 (日) 第36回埼玉マスターズ陸上競技選手権大会  
運営補助, 熊谷スポーツ文化公園, 埼玉県・埼玉県教育委員会・埼玉マスターズ陸上競技連盟主催  
学生3名 (N3名) 参加
- 21) 2023年9月17日 (日) リレーフォーライフジャパン川越  
チャリティーウォーキング, 蓮馨寺, 日本対がん協会・リレーフォーライフジャパン川越実行委員会主催  
学生1名 (CL1名: ボランティアサークル参加分)・他学生4名・教員3名・職員2名参加
- 22) 2023年9月23日 (土) スポーツフェスティバル2023熊谷  
運営補助 (受付・案内・片付け等), 彩の国くまがやドーム, 県民総合スポーツ大会埼玉  
県実行委員会主催  
学生2名 (N2名) 参加
- 23) 2023年9月24日 (日) 彩の国ふれあいピクニック秋季大会  
運営補助, 熊谷スポーツ文化公園, 埼玉県・埼玉県教育委員会・埼玉県スポーツ協会・埼玉県障害者スポーツ協会・さいたま市主催  
学生1名 (R1名) 参加
- 24) 2023年9月30日 (土) 健康日本21推進鳩山町大会はとやま健寿まつり  
脳と科学コーナー (唾液アミラーゼによるストレスチェック・認知機能テストによる脳年齢測定・脳の質問コーナー), 鳩山町はーとんスクエア, 鳩山町主催  
学生10名 (R5名・N3名・CL2名)・教員1名参加
- 25) 2023年10月8日 (日) 鶴ヶ島市民体育祭エンジョイスポーツミーティング  
運営補助 (受付・誘導・競技補助・音響・司会進行・アンケート回収等), 鶴ヶ島市運動公園, 鶴ヶ島市スポーツ協会主催  
学生10名 (R3名・PT1名・N5名・CL1名)・教員1名参加
- 26) 2023年10月9日 (月) パラアスリート発掘のための体験会・測定会  
運営補助 (会場設営・片付け・測定補助・体験補助等), 埼玉県総合リハビリテーションセンター, 埼玉県主催  
学生2名 (PT2名) 参加
- 27) 2023年10月14日 (土) 毛呂山町文化財景観保全事業鎌倉街道をきれいにしよう  
草刈り・清掃, 毛呂山町歴史民俗資料館周辺, 毛呂山町主催  
学生1名 (CL1名)・教員1名参加
- 28) 2023年10月15日 (日) 吉見町かけっこ教室  
運営補助, 武蔵丘短期大学, 吉見町主催 (TJUP共催)

- 学生1名（R1名）参加
- 29) 2023年10月21日（土）ノジマTリーグ2023-2024シーズンT. T彩たまホームマッチ運営補助（誘導・受付・案内等），浦和駒場体育館，Tリーグ主催  
学生7名（R3名・ME2名・CL2名）参加
- 30) 2023年10月21日（土）レインボーまつりin毛呂山  
脳年齢測定，イオンタウン毛呂山駐車場，埼玉県川越都市圏まちづくり協議会（レインボー協議会）主催  
学生11名（R6名・N5名）・教員1名参加
- 31) 2023年10月22日（日）ノジマTリーグ2023-2024シーズンT. T彩たまホームマッチ運営補助（誘導・受付・案内等），浦和駒場体育館，Tリーグ主催  
学生2名（R2名）参加
- 32) 2023年10月22日（日）第44回奥武蔵もろやま仰天マラソン（23km/10km）  
運営補助（受付・誘導・貴重品預かり・記録証・ゴール・給水・給食・片付け等），毛呂山総合公園，スポーツエイド・ジャパン主催  
学生18名（R12名・OT1名・N5名）参加
- 33) 2023年10月22日（日）23' 彩の国実業団駅伝・第64回東日本実業団対抗駅伝競走大会事前説明会  
事前説明会，吹上生涯学習センター，東日本実業団陸上競技連盟主催  
学生4名（R2名，CL2名）参加
- 34) 2023年10月28日（土）大学対抗モルック競技大会  
交流，イオンタウンふじみ野，TJUP主催  
学生2名（N2名）・職員1名参加
- 35) 2023年11月3日（金・祝）23' 彩の国実業団駅伝・第64回東日本実業団対抗駅伝競走大会  
案内・誘導，埼玉県庁～熊谷スポーツ文化公園，東日本実業団陸上競技連盟主催  
学生5名（R2名・N1名・CL2名）参加
- 36) 2023年11月12日（日）和光市民まつり着ぐるみ運営（アクター・アテンド），和光市役所周辺，和光市民まつり実行委員会主催  
学生3名（R3名）・教員1名参加
- 37) 2023年11月12日（日）第4回埼玉マスターズ陸上競技秋季記録会  
運営補助，熊谷スポーツ文化公園，埼玉マスターズ陸上競技連盟主催  
学生2名（N2名）参加
- 38) 2023年11月18日（土）ノジマTリーグ2023-2024シーズンT. T彩たまホームマッチ運営補助（準備・案内・誘導・受付・片付け等），越谷市総合体育館，Tリーグ主催  
学生6名（R1名・N1名・ME4名）参加
- 39) 2023年11月19日（日）パラアスリート発掘のための体験会・測定会  
運営補助・交流，県立川島ひばりが丘特別支援学校，埼玉県主催  
学生1名（N1名）参加
- 40) 2023年11月19日（日）大高取山ツツジ植樹祭  
植樹，大高取山，越生町・越生町観光協会・越生町体育協会トレッキング部主催  
学生6名（R6名）参加
- 41) 2023年11月25日（土）ゆめあい和光まつり着ぐるみ運営（アクター・アテンド），和光市総合福祉会館，ゆめあい和光まつり実行委員会主催  
学生4名（R2名・ME2名）・教員1名参加
- 42) 2024年1月20日（土）スポーツフェスティバル2024 inわびあ  
運営補助（受付・ブース体験補助・片付け等），和光市広沢複合施設わびあ，県民総合スポーツ大会埼玉県実行委員会主催  
学生6名（R3名・N3名）参加

- 43) 2024年2月9, 10日(金, 土) さいたまマラソン事前説明会  
事前説明会, オンライン, ピースフル主催  
学生12名(R5名・N1名・ME2名・CL4名)参加
- 44) 2024年2月10日(土) 鳩山町認知症検診フォローアップ講演会  
講演・講演補助(受付・案内等), 鳩山町地域包括支援センター, 鳩山町主催  
学生4名(N3名・CL1名)・教員1名参加
- 45) 2024年2月10日(土) 鴻巣パンジーマラソン事前説明会  
事前説明会, 鴻巣市陸上競技場, 鴻巣市・鴻巣市教育委員会・鴻巣市スポーツ協会主催  
学生1名(N1名)参加
- 46) 2024年2月12日(月・祝) さいたまマラソン  
救護(BLS隊)・給水, さいたま市内, さいたま市・一般社団法人さいたまスポーツコミッション・一般財団法人埼玉陸上競技協会主催  
学生33名(R23名・N1名・ME4名・CL5名)・教員1名参加
- 47) 2024年2月19日(月) 第9回よろこびのまち久喜マラソン大会事前説明会  
事前説明会, オンライン, 久喜市・久喜市スポーツ協会主催  
学生1名(R1名)参加
- 48) 2024年2月24日(土) 東京マラソン2024事前説明会  
事前説明会, 新宿住友ビル, 近畿日本ツーリスト主催  
学生7名(R4名・N2名・ME1名)・職員3名参加
- 49) 2024年3月2日(土) 鴻巣パンジーマラソン運営補助, 鴻巣市陸上競技場, 鴻巣市・鴻巣市教育委員会・鴻巣市スポーツ協会主催
- 学生1名(N1名)参加
- 50) 2024年3月3日(日) ボッチャ体験及びバスケットボール競技用車いす試乗体験  
(浦和レッズのホーム開幕戦での試合前イベント)  
体験補助(体験イベント運営補助・体験の説明・誘導案内等), 埼玉スタジアム2002南門内, 埼玉県主催  
学生1名(N1名)参加
- 51) 2024年3月3日(日) 東京マラソン2024給水, 東京都内, 東京マラソン財団主催  
学生7名(R4名・N2名・ME1名)・職員3名参加
- 52) 2024年3月3日(日) 第11回草加松原太鼓橋ロードレース大会事前説明会  
事前説明会, 草加市民体育館, 草加松原太鼓橋ロードレース大会実行委員会・草加市主催  
学生1名(R1名)参加
- 53) 2024年3月10日(日) 第11回草加松原太鼓橋ロードレース大会  
給水・誘導, 草加市内, 草加松原太鼓橋ロードレース大会実行委員会・草加市主催  
学生1名(R1名)参加
- 54) 2024年3月17日(日) リバサポ清掃部彩湖リレーマラソンコラボ  
ゴミ拾い・清掃, 彩湖・道満グリーンパーク, 埼玉県主催  
学生5名(R5名)参加
- 55) 2024年3月23日(土) TJUPランド〜こどもフェスタ〜  
ブース運営(実験体験), 女子栄養大学, TJUP主催  
学生5名(R3名・N2名)・教員2名・職員2名参加
- 56) 2024年3月24日(日) 第9回よろこびのまち久喜マラソン大会  
運営補助(誘導・案内・チップ回収等), 久



図2 イオンモール浦和美園うららか広場での脳年齢測定



図3 東京マラソン2023

喜市総合運動公園，久喜市・久喜市スポーツ協会主催  
学生2名（R2名）参加

#### IV. 活動結果・成果

##### 1. 2022（令和4）年度

9件の活動において，延べ51名（学生40名，教員7名，職員4名）が参加した。参加を計画していた1件の活動（鳩山町健康まつり）については，COVID-19の拡大を理由に中止となった。どの活動も当日の検温および体調確認（事業によっては活動1週間前からの検温・体調確認），消毒，マスク着用の徹底など，感染予防策を講じて実施された。参加したボランティア活動9件のうち，認知症予防に関するものが4件，スポーツに関するものが3件，介護予防に関するものが1件，その他が1件であり，大半の活動がコロナ禍における運動機会の創出と健康の維持改善において重要な取り組みとなった。

イオンモール浦和美園うららか広場での認知症予防講演会と脳年齢チェックでは2日間で計254名もの参加があり，本学を多くの人に知って頂くとともに，脳の健康に関心を向けて頂く良い機会となった。参加した学生は，いろいろな世代の方と交流し，コミュニケーションの取り方を学ぶ良

い機会となった（図2）。この取り組みは，本学の広報事業である「NIMSブランディングプロジェクト」の一環として行われ，本学からは診療放射線学科，理学療法学専攻，作業療法学専攻，臨床検査学科からも出展が行われた。こうした活動などをきっかけとして，2023（令和5）年11月7日，本学はイオンタウン株式会社，イオンリテール株式会社と産学連携・協力に関する協定を締結することとなった。

鳩山町では，2022（令和4）年4月1日に鳩山町健康長寿のまちづくり推進条例が施行され，この条例の制定を記念した認知症予防講演会を行うという名誉ある機会を頂くことができた。鳩山町と本学は，2019（令和元）年5月21日に地域連携協定を締結しており，本学ボランティアサークルの学生と共に，ウォーキングと認知機能向上の関係性に関する共同研究を進めてきた<sup>8,11)</sup>。その結果，2022（令和4）年度健康長寿優秀市町村表彰において鳩山町が優良賞を受賞することとなった（事業名：脳と科学とウォーキング～未来形鳩山モデル～）。この内容は埼玉新聞2022（令和4）年8月26日号に掲載された<sup>12)</sup>。

東京マラソンには，近畿日本ツーリスト株式会社との連携を通じてボランティア活動に参加した（図3）。参加した学生からは人の手助けをすることの嬉しさなどの感想が得られた（表2）。





図4 ムラージュ（ケガのメイク）の様子



図5 防災訓練の様子（傷病者役）



図6 旭ヶ丘病院より感謝状を授与



図7 さいたまマラソン救護班BLS隊

## 2. 2023（令和5）年度

56件の活動において、延べ357名（学生317名、教員23名、職員17名）が参加した。新型コロナウイルス感染も落ち着きを見せ、前年度に比べ、多くの活動を実施することができた。スポーツに関する活動が最も多く39件であり、全体の約7割を占めていた。

参加学生は、ボランティア活動を通じて、地域の子どもから高齢者まで幅広い年代の方々や、医療従事者、スポーツ選手・競技者、障がい者、他大学の学生・留学生などとコミュニケーションを取り、交流する経験ができた。

伯鳳会グループ合同総合防災訓練では、リアルなムラージュ（ケガのメイク）を施し、傷病者役として災害時の医療救護活動を経験した。学生は、現場の雰囲気を感じながら、災害時の医療救

護体制や活動の内容、コミュニケーションや連携の大切さなど、多くのことを学ぶことができた（図4、5）。訓練に参加した医療従事者の方から医療機器の説明を受け、質問をする機会も頂くことができた。参加学生からは、医療従事者の役割や大切な事についての学び、他の学生との交流などについて感想が得られた（表2）。活動の結果、旭ヶ丘病院の病院長から参加した学生・教員全員に感謝状が授与された（図6）。

さいたまマラソンでは、医療系大学ならではのボランティア活動として、医療従事者（看護師や救急救命士等）の隊長と連携して、救護班BLS隊の活動を行った（図7）。参加した学生からは、良い経験や学びになったことなどについて感想が得られた（表2）。

毛呂山町は、本学の所在地であり、2017（平成



図8 レインボーまつりでの脳年齢測定



図9 国史跡鎌倉街道上道をきれいにしよう

29) 年5月16日に本学と毛呂山町は地域連携協定を締結し、連携して活動を行ってきた。2023（令和5）年度には、毛呂山町からの依頼により、レインボーまつりでの脳年齢測定ブースの出展（図8）や、2022（令和4）年11月10日に国の史跡に指定された鎌倉街道上道の文化財景観保全のための草刈り・清掃の活動に参加した（図9）。学生からは、地元の方との交流や地域の理解などについて感想が得られ（表2）、地元での活動を通じて、大学周辺の地域を知り、そこに暮らす人々にも関心を持って交流を行う、貴重な機会となった。

## V. 考察

ボランティアサークルの新入部員の推移（表1）をみると、コロナ禍前の2019（令和元）年度は、入学者の約6割が加入しており、本学学生のボランティア活動に対する興味・関心の高さが伺えた。2020（令和2）～2022（令和4）年度は、入学者の1割程度と低い状況であったが、コロナ禍であり、新入生の勧誘を行っていないにも関わらず、30～77名の学生が加入したことは、チャンスがあれば活動したいと思う積極的な学生が多くいたことを示している。コロナ禍に加入した学生の中には、実際に機会を見つけて多くの活動を行い、学長から表彰を受けた者もいる（後述）。

2023（令和5）年度には活動の再開に伴って入学者の約3割と加入人数は増加し、2024（令和6）年度は入学者の約6割が加入し、コロナ禍前を上回る加入人数となっていた。2023（令和5）年度は、例年よりも少ない部員数であったにも関わらず、延べ317名が活動に参加したことは、自分の意思で加入を決めた積極的な学生が、まさに積極的に活動に参加した結果であろう。前述のとおり、コロナ禍前後においては入学者の半数以上がボランティアサークルに加入しており、本学において非常に大きな組織（サークルとしては最大）となっている。その理由としては、自分の興味のある活動のみに参加が可能であり、学業・アルバイト・他のサークル等に影響せず、気軽に参加できることが挙げられる。また、新入生対象のフレッシュマンセミナーにおいて、本学の学修支援の取り組みと併せて、地域・社会活動についても紹介を行っていることや、役員や顧問による新入生勧誘（サークル紹介）が積極的に行われている点などが大きいと考えられる。

COVID-19の流行による緊急事態宣言の発出に伴って、外出を伴う活動の自粛が求められ、「Stay Home! 家にいよう」というスローガンも掲げられた。特に高齢者は重症化リスクが高いことが報告され、外出を控えざるを得ない状況となった。このような状況が長く続き、慢性的な運動不足、閉じこもり、精神的なストレス、孤独感や抑うつ

の増加等により、身体機能低下や精神的な不安定を起す可能性が考えられた<sup>13,14)</sup>。外出自粛による生活不活発、社会性の低下によって、健康への影響が危惧される中、身体活動・運動が推奨されており、認知症予防・介護予防や免疫力を高めてCOVID-19の重症化を防ぐうえでも重要であることが示されている<sup>11,15-17)</sup>。このような状況において、2022（令和4）年度に参加した活動は、いずれもコロナ禍において参加者の外出・運動機会の創出と健康の維持改善に貢献する重要な取り組みであり、様々な制限・制約がある中で、活動回数は少なかったものの、とても有意義な活動を行うことができたと考えられる。2023（令和5）年度は、より多くの活動に参加することができ、約7割の活動がスポーツ関連の事業であったことから、前年度と同様に参加者の外出・運動機会の創出と健康の維持改善に大きく貢献することができたと考えられる。

学生は、ボランティア活動に参加し、その経験を通じて多くのことを学ぶことができた。それは、ボランティアサークルが目的としている日常や大学学内だけでは得ることのできない知識や技術の学びであり、社会人、そして医療人として必要なおもいやりの心、豊かな人間性、コミュニケーション能力、リーダーシップの醸成に関わる学びである。本学のボランティアサークルの活動の特徴として、学生の興味関心の高い、スポーツ、救護、障がい者に関わる活動、病院での災害時医療救護訓練など、将来に役立つ学びが得られる活動が多いことが挙げられる。また、子どもから高齢者まで幅広い年齢層の方やスポーツマン・競技者、障がい者、外国人など、様々な人と交流する機会が多く得られ、医療人として必要なコミュニケーション能力や人間性を磨くために、とても良い機会となっている。さらに、各活動には、興味を持った部員同士が集まって参加しており、学年や学科・専攻の異なる学生同士の交流も活発に行

われている。上級生が後輩に学習や実習のアドバイスを行ったり、専門領域の異なる学生同士が情報交換を行うことで、学習・実習や学生生活の糧となったり、自分の状況を見つめなおすきっかけとなったり、将来のチーム医療における多職種連携にも役立つことが期待される。そして何よりも、地域や学内に知り合いや友人が増えることはとても喜ばしいことであり、学生生活がより一層、充実したものとなるであろう。本学ボランティアサークルの活動においては、各活動において、学生のリーダーと副リーダーを決め、参加学生のまとめ役を担ってもらっている。こうした経験もリーダーシップを鍛えるうえで重要であると考えている。ボランティア活動での経験を通じて、学生自身がなぜ医療従事者を目指したのかを再認識する貴重な経験にもなることが明らかとなっており<sup>1,2)</sup>、本稿で紹介した活動に参加した学生においても、「医療従事者になることを再認識した」、「将来が楽しみになった」、「もっと勉強したいと思う」といった感想があり、貴重な経験になっていると考えられる。

本学の地域・社会活動センターでは、現在、ボランティア活動に要する交通費や昼食費などの補助を行って（これまでは父母後援会から学友会費として支援を頂いて）おり、学生の経済的負担の軽減と活動機会の創出がなされてきた。また、地域・社会活動等に積極的に参加し、顕著な成績をあげ、地域社会に多大な貢献をしたと認められる学生を表彰する制度を設けている<sup>18)</sup>。「地域・社会活動特別賞」は、①公共団体等から表彰を受け、社会的に高い評価を得た場合、②地域・社会活動ポイント<sup>19)</sup>（1回の活動あたり1ポイント、活動のリーダーを担当した場合は1ポイント追加、サークルの代表者は任期あたり3ポイント、その他の役員は任期あたり1ポイント）の取得数が20ポイント以上であり、顕著な実績をあげたと認められる場合、③その他、①、②と同等以上の表彰に値

する行為等があったと認められる場合のいずれかに該当する場合である。「地域・社会活動賞」は、地域・社会活動ポイントの取得数が10ポイント以上、20ポイント未満であり、顕著な実績をあげたと認められる場合である。受賞者には、表彰状と記念品が学長から授与される。こうした取り組みも、学生の活動意欲や勉学意欲を高め、教育効果の向上、大学の活性化を図るものである。就職活動の際には、学生時代に積極的に取り組んだ証明として活用することもできると考えている。ボランティアサークル部員からは、2022（令和4）年度は、地域・社会活動特別賞1名、地域・社会活動賞8名、2023（令和5）年度は、地域・社会活動特別賞1名、地域・社会活動賞2名が受賞した（図10）。特に2023（令和5）年度の受賞者は、コロナ禍であっても、サークルに加入して役員などを務め、ボランティアサークルの活動や他の地域・社会活動に関わる活動（本学には、他に各学科・専攻、TJUP、学生機能別消防団、スポーツメディカルケアクラブ（SMCC）、環境調査隊サークル、英語サークル、よさこいサークル等が行う活動がある）にも積極的に参加した結果、受賞を成し遂げたことは誇るべきことである。引き続き、学生の活動機会の創出、モチベーション向上と学生のためになる取り組みを行っていききたい。

今後の課題としては、いかに多くの学生に活動参加の機会を提供できるかということであり、学生にとって役に立ち、大きな学びが得られる魅力のある活動を増やしていくことが必要である。学生のボランティア活動による学びについて、定量的・定性的双方の観点から評価を行うとともに、より広く深く、地域とのつながりを作っていく、ネットワークづくりが重要になると考えられる。そのためにも、より良い活動機会創出のために尽力していくこと、組織体制・支援体制をより強固なものにしていくことが必要である。読者の皆様に



図10 表彰の様子

も、ぜひご理解とご支援・ご協力をお願いできれば幸いです。

### 謝辞

日本医療科学大学の学長をはじめ、教職員の皆様、学生のご父母の皆様には、ご理解とご支援を頂きましたことを深く感謝いたします。ボランティア活動の機会を頂きました自治体・企業・団体の皆様には厚く御礼申し上げます。ボランティア活動に参加していただいたボランティアサークル部員の皆様、事業に参加して頂いた地域の皆様に深く感謝いたします。

### 〔参考文献〕

- 1) 中舎幸司, 武藤裕衣, 松浦佳苗, 他: 診療放射線技師を目指す学生におけるボランティア活動の有用性について. 日本診療放射線技師会誌, 16 (1), 20-24, 2018.
- 2) 石田和雄: 医療系大学におけるボランティア活動を通じた学生の学び. 日本医療科学大学研究紀要, 7, 25-29, 2014.
- 3) 日本医療科学大学 地域・社会活動センター:

- 日本医療科学大学 地域・社会活動センター  
規程. 1-2, 2014.
- 4) 鈴木研太, 大塚早紀, 多山愛梨: ボランティア活動に対する理学・作業療法初年次学生の意識とニーズ. リハビリテーション教育研究, 26, 206-207, 2020.
  - 5) 鈴木研太, 松崎裕太郎, 丹下千絵美, 他: 小大連携事業: 看護学生による小学校体育科(保健)における「けがの手当」の授業支援の試み. 日本医療科学大学研究紀要, 13, 57-68, 2020.
  - 6) 鈴木研太, 伊藤瑞穂, 町田京子, 他: 越生町健康づくりウォーキング大会参加者の唾液アミラーゼ活性と気分プロフィールの変化: ウォーキングによるストレス軽減効果の検討. ウォーキング研究, 21, 13-20, 2017.
  - 7) 鈴木研太, 伊藤瑞穂, 町田京子, 他: 越生町健康づくりウォーキング大会参加者における運動習慣の有無とストレス指標の関連性について: 日常の運動習慣が唾液アミラーゼ活性と気分・感情の状態に及ぼす影響に関する一考察. ウォーキング研究, 22, 71-78, 2018.
  - 8) 鈴木研太, 大塚早紀, 菊池和音, 他: 地域におけるウォーキングの動機づけ: 簡易脳機能評価の活用. ウォーキング研究, 24, 57-61, 2020.
  - 9) 鈴木研太, 高橋将斗, 田口 恵, 他: 認知症予防講演会「脳とこころのサイエンス」の実践: 大学地域連携による健康づくり事業の試み. 日本医療科学大学研究紀要, 11, 101-115, 2018.
  - 10) 鈴木研太, 町田京子, 山口博正: 越生町における健康長寿講座の実践: ウォーキングを主体とした健康づくり. ウォーキング研究, 23, 83-87, 2019.
  - 11) 鈴木研太, 大塚早紀, 明石久瑠美, 他: 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) パンデミック下におけるウォーキングのススメ: 埼玉県鳩山町における認知症予防講演会の実践. ウォーキング研究, 25, 35-42, 2021.
  - 12) 埼玉新聞社: 「新しい生活様式」に対応した健康寿命延伸の施策を实践, 特集「令和4年度健康長寿優秀市町村表彰」受賞市町の長と知事との意見交換会. 埼玉新聞, 2022 (令和4) 年8月26日号, 8-9, 2022.
  - 13) 市戸優人, 大内潤子, 林 裕子, 他: 北海道における感染防止策が高齢者に与えた生活への影響: 外出自粛要請下における高齢者の健康行動と生活の困りごと. 日本看護研究学会雑誌, 44 (2), 2\_185-2\_192, 2021.
  - 14) 飯島勝矢: フレイル健診COVID-19流行の影響と対策: 「コロナフレイル」への警鐘. 日本老年医学会雑誌, 58 (2), 228-234, 2021.
  - 15) 厚生労働省: 新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針. 令和2年3月28日 (令和2年5月25日変更) 新型コロナウイルス感染症対策本部決定, 2020.
  - 16) Sallis R, Young DR, Tartof SY, et al.: Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. British journal of sports medicine, 55 (19), 1099-1105, 2021.
  - 17) Marçal IR, Fernandes B, Viana AA, et al.: The urgent need for recommending physical activity for the management of diabetes during and beyond COVID-19 outbreak. Frontiers in endocrinology, 11, 584642, 2020.
  - 18) 日本医療科学大学 地域・社会活動センター: 日本医療科学大学 学生の地域社会活動等に対する表彰規程. 1-2, 2017.
  - 19) 日本医療科学大学 地域・社会活動センター: 地域・社会活動ポイントの基準. 日本医療科学大学 学生の地域社会活動等に対する表彰規程, 3, 2017.

## **Volunteering during and after the Pandemic: Activity Report for FY2022-2023 of the Volunteer Club of Nihon Institute of Medical Science**

<sup>1)</sup> Kenta Suzuki, <sup>1),2)</sup> Honoka Toya, <sup>1)</sup> Seina Takagi, <sup>1)</sup> Ayano Aoki, <sup>1)</sup> Chihiro Katano  
<sup>1)</sup> Kasumi Sugita, <sup>1)</sup> Kenshin Tabata, <sup>1)</sup> Miharu Yamada

1) Faculty of Health Sciences, Nihon Institute of Medical Science

2) Center Hospital of the National Center for Global Health and Medicine

### **Abstract**

The number of participants in the volunteer club of the Nihon Institute of Medical Science has been increasing annually as students seek to gain experience and learn the skills necessary to become medical professionals through volunteering. However, from 2020 to 2021, the COVID-19 outbreak halted all activities. From 2022 onward, activities gradually resumed with infection prevention measures, with the majority of activities resuming in 2023 when COVID-19 was classified as a Category 5 infectious disease. This article presents the content and results of the volunteer activities conducted by our university's volunteer club during the COVID-19 pandemic in 2022 and the post-pandemic in 2023.

**Key words:** volunteer, activity report, co-medical students, during COVID-19,  
post COVID-19

## 資料紹介

# ペルオキシダーゼ染色における各キットの特性

精進 央人, 鈴木 大樹, 阿部 祥太, 今井 遥也

小池 悠太, 田添 咲良, 島村 明花, 山口 航

日本医療科学大学 保健医療学部 臨床検査学科

## 要 旨

血液学的検査において、ペルオキシダーゼ染色はFAB分類における急性骨髄性白血病と急性リンパ性白血病を鑑別するために不可欠であり、その検査所見が診断および治療に重要な意義をもつ。本研究では、日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科の血液検査学実習で使用したDAB染色キットの他に、PO染色キット、New PO-K染色キット、NB-PO染色キットの4種を用いて、各キットの染色性と操作の簡便性について比較・検討した。

基質により陽性顆粒の色は異なるものの、全てのキットで、好中球は陽性、好酸球は強陽性、単球は弱陽性、リンパ球は陰性の染色像に観察された。PO染色キットは、染色性に関してはやや感度が低く、弱陽性像で判断が難しかった。操作性に関してはいずれも簡便で技術的に難しいことはなかったが、NB-PO染色キットは水洗操作が多く、やや煩雑であった。以上の結果より、DAB染色キットとNew PO-K染色キットが使用しやすい染色キットであると考えられた。

Key words : peroxidase staining, substrate, fixative, post-staining

## I. はじめに

ペルオキシダーゼ (peroxidase: POx) は水素供与体の水素を過酸化水素に転移させる酵素であり、その酸化作用により、貪食した細菌に対する殺菌作用を発揮する。POxは骨髄系細胞のうち顆粒球 (好中球, 好酸球, 好塩基球) と単球のリソソーム内にある酵素で、血小板ペルオキシダーゼと区別するためにミエロペルオキシダーゼとも呼ばれる<sup>1)</sup>。正常な血球のうちPOx染色陽性を示すのは、各成熟段階の顆粒球と単球で、単球の染色性は好中球と比べて弱い。その他のリンパ球系、赤芽球系、巨核球系・血小板系は陰性である。また、骨髄芽球と単芽球のきわめて幼弱なも

のは陰性で、ある程度成熟し前骨髄球または前単球に近づく<sup>2)</sup>と陽性を示すようになる。

POxは顆粒球系細胞の有力なマーカーである。臨床においてPOx染色は、急性白血病のFAB分類における急性骨髄性白血病と急性リンパ性白血病の鑑別に不可欠で重要な染色である。急性白血病のFAB分類では、骨髄標本で芽球のうちPOx染色陽性細胞が3%以上であれば、急性骨髄性白血病 (acute myeloid leukemia: AML) と診断する。3%未満であれば急性リンパ性白血病 (acute lymphocytic leukemia: ALL) またはAMLのM0, M5a, M6b, M7などの可能性があり、細胞表面マーカーや他の染色法などでさらに鑑別<sup>1,3)</sup>していく必要がある。

◆連絡先 山口 航

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床検査学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

POx染色はPOxの過酸化水素存在下で水素供与体を酸化する作用を応用した方法である。水素供与体の役割を持つ基質に過酸化水素を加え、POxが触媒として働くことで、基質から供与された水素により過酸化水素が還元されて水となる。一方、水素を供与した基質は酸化・重合を起こして発色する。この発色によりPOxの存在を確認する。基質は、ベンチジン誘導体、フルオレイン誘導体、ナフトール誘導体、カルバゾール誘導体<sup>4)</sup>が用いられている。現在、POx染色は簡便に実施できるようにキット化されている。臨床の検査室では3,3-diaminobenzidine (DAB)を基質とする「DAB染色キット」(武藤化学, 東京)がもっとも多く用いられている<sup>3)</sup>。日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科の血液検査学実習においても「DAB染色キット」を実施した。本研究では、なぜ「DAB染色キット」が広く用いられているのか調べるため、「DAB染色キット」、「PO染色キット」(武藤化学, 東京)、「New PO-K染色キット」(武藤化学, 東京)、「NB-PO染色キット」(武藤化学, 東京)の4種の染色キットを用いてPOx染色を実施し、染色性と操作の簡便性について比較・検討した。

## II. 対象

本研究に同意を得られた日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科に所属する4年生の学生3名を対象とした。本研究は、日本医療科学大学研究・倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号2023010)。

## III. 方法

エチレンジアミン四酢酸(ethylenediamine-tetraacetic acid: EDTA)が塗布された採血管に21Gの翼状針を使用して正中皮静脈から採血し、

末梢血薄層塗抹標本を作製した。風乾させた後、4種のPOx染色キット(PO染色キット, New PO-K染色キット, DAB染色キット, NB-PO染色キット)を使用し(図1)、付属のプロトコルに従って染色を実施した。各キットの操作手順は以下に記載し、固定液、基質、後染色については、表1に示した。なお、PO染色キットとNew PO-K染色キットは基質液や反応液に固定作用が含まれており、固定液について明記されていないため、先行研究を参照して記載した<sup>5)</sup>。また、それぞれの染色キットの所要時間と洗浄回数について、表2にまとめた。

### 1. POx染色キットの操作方法

#### 1) PO染色キット(武藤化学, 15642)

- ①固定作用を含む基質液を標本に滴下し、30秒間反応させた。
- ②反応液を基質液の2倍量滴下して混和後、10分間静置した。
- ③流水水洗し、余分な水分を拭き取ったのち、完全に乾燥させた。
- ④ギムザ染色で15分間染色した。
- ⑤流水水洗し、乾燥後、鏡検した。

#### 2) New PO-K染色キット(武藤化学, 15742)

- ①前準備として反応液を作製した。賦活剤入りのバイアルに付属の蒸留水を4~5滴加えて溶解し、1バイアルの反応液を全量加えた。さらに過酸化水素水を1滴加えて転倒混和したものを反応液とした。
- ②固定作用を含む反応液を標本に滴下し、室温で3分間反応させた。
- ③流水水洗し、余分な水分を拭き取った。
- ④ギムザ染色で15分間染色した。
- ⑤流水水洗し、乾燥後、鏡検した。



図1 4種のペルオキシダーゼ染色キット

「PO染色キット」(左上), 「New PO-K染色キット」(右上), 「DAB染色キット」(左下), 「NB-PO染色キット」(右下)の4種を使用した。

表1 4種のペルオキシダーゼ染色キットの固定液, 基質と後染色について

染色キット	固定液	基質	後染色
①PO	メチルアルコール	2, 7 - diaminofluorene	ギムザ染色
②New PO-K	メチルアルコール	2, 7 - diaminofluorene + p - nitrophenol	ギムザ染色
③DAB	2.5%グルタルアルデヒド	3, 3' - diaminobenzidine	ギムザ染色
④NB-PO	4% ホルムアルデヒド + エタノール	$\alpha$ - naphthol	ギムザ染色 or サフラニンO染色

表2 4種のペルオキシダーゼ染色キットの所要時間と洗浄回数

染色キット	所要時間	洗浄回数
①PO	37分	2回
②New PO-K	21分	2回
③DAB	23分	3回
④NB-PO	29分 (ギムザ染色)	4回
	13分 (サフラニンO染色)	

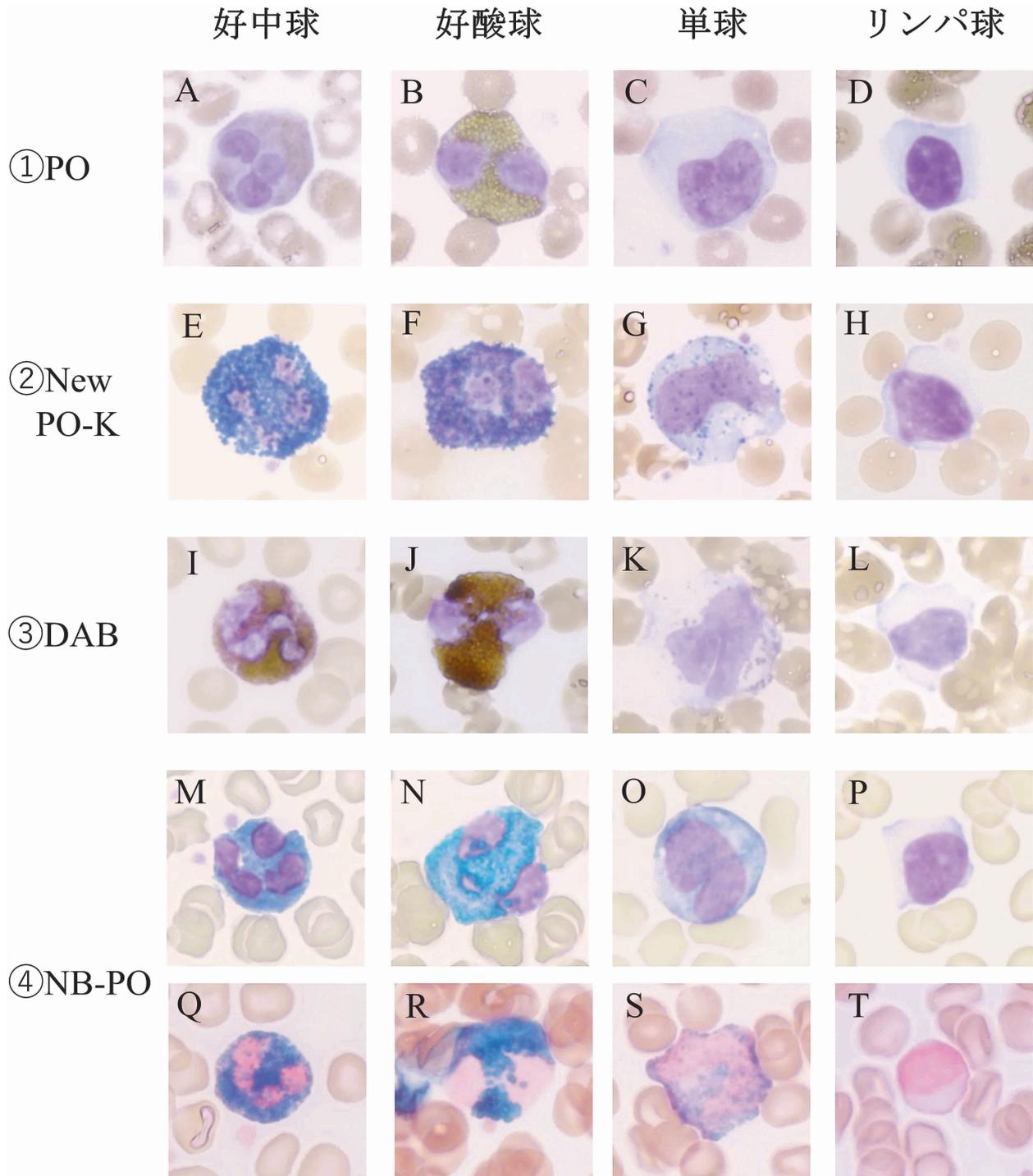


図2 4種のペルオキシダーゼ染色キットの染色像

A~Dは「PO染色キット」、E~Hは「New PO-K染色キット」、I~Lは「DAB染色キット」、M~Tは「NB-PO染色キット」の染色像を示す。後染色については、A~Pはギムザ染色、Q~TはサフランinO染色を実施した。好中球（A, E, I, M, Q）は陽性、好酸球（B, F, J, N, R）は強陽性、単球（C, G, K, O, S）は弱陽性、リンパ球（D, H, L, P, T）は陰性であった。

### 3) DAB染色キット（武藤化学, 15712）

- ①室温に戻した固定液を標本に滴下し, 15秒間反応させた.
- ②30秒間流水水洗し, 余分な水分を拭き取った.
- ③DAB試薬入りのバイアルに1バイアルのトリス塩酸緩衝液を全量加えた. さらに3%過酸化水素水を1滴加えて転倒混和したものを反応液とした.
- ④反応液を標本に滴下し, 3分間反応させた.
- ⑤30秒間流水水洗し, 余分な水分を拭き取った.
- ⑥ギムザ染色で15分間染色した.
- ⑦流水水洗し, 乾燥後, 鏡検した.

### 4) NB-PO染色キット（武藤化学, 15631）

- ①固定液を標本に滴下し, 1分間反応させた.
- ②流水水洗し, 余分な水分を拭き取った.
- ③あらかじめ基質液と緩衝液を等量で混合した溶液を滴下し, 1分間反応させた.
- ④流水水洗し, 余分な水分を拭き取った.
- ⑤反応液を標本に滴下し, 5分間反応させた.
- ⑥流水水洗し, 余分な水分を拭き取った.
- ⑦サフラニンO染色で1分間, あるいはギムザ染色で15分間染色した.
- ⑧流水水洗し, 乾燥後, 鏡検した.

## 2. 標本観察と好中球の陽性率

- 1) 生物顕微鏡で観察し, AdvanView イメージングソフトウェア（株式会社アドヴァンビジョン, 東京）を用いて撮影した.
- 2) 対象者3名の血液塗抹標本について, 好中球100個のうちPOx染色陽性細胞の割合を算出し, 平均値を求めた.

## IV. 結果

4種の染色キットにおける染色像を図2に示した. PO染色キット（図2A～D）は陽性顆粒が黄

緑色ないし緑褐色に染まった. 好中球（図2A）はびまん性に細胞質全体が染まり, 単球（図2C）は微細な顆粒が認められた. New PO-K染色キット（図2E～H）は陽性顆粒が青緑色に染まった. 好酸球（図2F）は灰緑色ないし灰褐色の陽性顆粒が認められた. DAB染色キット（図2I～L）は陽性顆粒が黄褐色に染まった. NB-PO染色キット（図2M～T）は陽性顆粒が青紺色に染まった. なお, 全ての染色キットにおいて, 好中球は陽性, 好酸球は強陽性, 単球は弱陽性, リンパ球は陰性の染色態度であった.

好中球のみに限定し3検体の陽性率を算出したところ, PO染色キットが96%, 残りの染色キットは100%であった.

## V. 考察

日本医療科学大学保健医療学部臨床検査学科の血液検査学実習では, 特殊染色として, POx染色とエステラーゼ染色を実施している. POx染色には, DAB基質を使用するDAB染色キットを使用するが, DAB染色キットに加えて市販されている異なる基質を利用した3種の染色キットの染色性と操作の簡便さについて比較・検討した.

陽性顆粒の染色性は各キットで異なるものの, 概ね黄褐色か青色に染まった. PO染色キットとNew PO-K染色キットは同じ基質が含まれているため, 陽性顆粒の色も同じになると推測していた. しかし実際は, PO染色キットは黄緑色に, New PO-K染色キットは青緑色に染まった. 好中球に着目して陽性率を算出したところ, PO染色キットにおいて96%であった. 手技に不慣れな点も否定できないが, 他の染色キットは100%であったことから, PO染色キットは少し感度が低い可能性が考えられた. 細胞質はびまん性に染まったが, やや染まりが淡く感じられ, 池本の報告<sup>3)</sup>でも指摘されているように弱陽性像では判定が難

しい場合があった。

後染色は主にギムザ染色を実施し、NB-PO染色キットはサフラニンO染色も実施した。ギムザ染色は普通染色と同様に核が染まるため、細胞の鑑別が行いやすかった。しかしながら、New PO-K染色キットは他の染色キットに比べて感度が良く、核の上に乗っている顆粒までしっかり染まるため、核形態の鑑別が難しいと感じる場合があった。NB-PO染色キットにおいては、後染色としてギムザ染色の他にサフラニンO染色を実施した。サフラニンOの染色性に関する利点として、陽性顆粒の青紺色と核染色の赤色が補色となるため陽性顆粒を見つけやすく単球のような弱陽性の細胞も簡単に探すことができた<sup>4)</sup>点、操作の簡便性に関する利点として、染色時間が短いことがあげられる(表2)。

いずれのキットにおいても操作性に優れ、難しくなく、非常に簡便であった。しかしながら、NB-PO染色キットは、流水水洗が合計4回あるため、2回で済むPO染色キットやNew PO-K染色キットに比べるとやや煩雑に感じた(表2)。また、各キットの染色操作にかかる時間は、それほど大差はなかったものの、PO染色キットは1度完全に乾燥させるステップがあり、やや時間がかかる印象を受けた。現在、DAB染色キットが6割、New PO-K染色キットが2~3割、PO染色キットが1~2割のシェアを占め、NB-PO染色はあまり利用されていないことが報告されている<sup>3)</sup>。NB-PO染色キットがあまり利用されていない原因の1つとして、固定液が劇物である4%ホルムアルデヒドを含むため、鍵のかかる場所への保管が求められるためではないかと推測した。

本実験の結果より、染色性、操作の簡便さ、染色時間において欠点のないDAB染色キットのシェア率が最も高く、納得のいく結果であった。また、DAB染色は他の3種のキットと異なり、唯一、国際血液標準化委員会(International Coun-

cil for Standardization of Hematology: ICSH)が推奨している標準法であることも、DAB染色のシェアの高さを支持していると考えられた。

### [参考文献]

- 1) 奈良信雄, 小山高敏, 他: 最新臨床検査学講座 血液検査学 第2版, 122-125, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2024.
- 2) 古澤新平, 磯部淳一: 臨床検査技術学 血液検査学 第4版, 145-148, 医学書院, 東京, 2010.
- 3) 池本 彩: 2 ペルオキシダーゼ染色, Medical technology, 46 (4), 319-326, 2018.
- 4) 菅原新吾, 佐藤亜擲, 他: 1. ペルオキシダーゼ染色, 日本検査血液学会雑誌, 22 (3), 425-433, 2021.
- 5) 西 国広, 亀岡孝則: 末梢血液像・骨髓像の対比による血液形態観察のすすめ方 第2版, 248-250, 近代出版, 東京, 1995.

## Characterization of Peroxidase Staining Kits

Manato Shoji, Daiki Suzuki, Shota Abe, Haruya Imai, Yuta Koike,

Sakura Tazoe, Haruka Shimamura, Wataru Yamaguchi

Department of Clinical Laboratory Science, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### Abstract

Peroxidase staining is essential for hematological tests to differentiate between acute myeloid leukemia and acute lymphoblastic leukemia according to the FAB classification. The results of the tests are critical for both diagnosis and treatment. In the present study, we characterized PO, New PO-K, and NB-PO staining kits, in addition to DAB staining for in-class practice.

Despite variations in color for positive granules depending on the substrate, all the kits gave staining images positive for neutrophils, strongly positive for eosinophils, weakly positive for monocytes, and negative for lymphocytes. Slightly low sensitivity in PO staining occasionally complicated the assessment of weakly positive images. All the kits were easy to use without any technical difficulty. However, NB-PO staining required multiple water-washing steps, which made it somewhat cumbersome. Thus, we concluded that DAB and New PO-K staining kits were simple and efficient.

**Key words:** peroxidase staining, substrate, fixative, post-staining

資料紹介

## 地域連携プラットフォームの活動から共同研究への発展と展望 日本医療科学大学の事例から

川崎 慧<sup>1)</sup>, 本橋 みどり<sup>2)</sup>, 矢嶋 昌英<sup>2)</sup>, 稲垣 郁哉<sup>2)</sup>, 千葉 佳裕<sup>3)</sup>  
佐々木 達也<sup>3)</sup>, 伊東 順太<sup>4)</sup>, 鈴木 貴之<sup>5)</sup>, 今野 淳一<sup>5)</sup>, 綿貫 健一<sup>5)</sup>  
西澤 雄人<sup>5)</sup>, 工藤 昌弘<sup>2)</sup>

- 1) 日本医療科学大学
- 2) 日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻
- 3) 城西大学 経営学部 マネジメント総合学科
- 4) 城西大学 薬学部 医療栄養学科
- 5) 坂戸・鶴ヶ島消防組合

### 要 旨

大学における使命は「教育」, 「研究」, そして「社会貢献」である。これらは「教育基本法」において, 大学が果たすべき役割としても示されている。その中でも「社会貢献」については, 地域からのニーズが年々高まっている状況にある。こうした現状において, 日本医療科学大学では, 「埼玉東上地域大学教育プラットフォーム (TJUP)」に加盟し, 埼玉県内に所在する大学・短期大学, 自治体, 事業者等と連携して活動を実施しているところである。

TJUPにおける本学の取り組み・活動を通じて, 日本医療科学大学, 城西大学, 坂戸・鶴ヶ島消防組合が連携して「高齢期職員の体力維持・向上プログラム開発」についての共同研究に取り組むこととなった。

本稿では, 本学におけるTJUPの取り組み, 共同研究への発展, 今後の展望について紹介したい。

**Key words :** community collaboration platform, community problem solving,  
industry-academia-government collaboration, firefighters,  
system for extension of retirement

### I. はじめに

大学における使命は, 「教育」, 「研究」, そして「社会貢献」である。この3つの使命について「教育基本法」では次のように記載されている。「大学は, 学術の中心として, 高い教養と専門的能力を培うとともに, 深く真理を探究して新たな

知見を創造し, これらの成果を広く社会に提供することにより, 社会の発展に寄与するものとする。」(教育基本法第二章第七条<sup>1)</sup>)。近年, 「社会貢献」に対する地域から大学へのニーズは高まっており, 大学が中心となり, 産学官が連携して地域社会活動に取り組むことが望まれている。

平成30 (2018) 年に文部科学省中央教育審議

◆連絡先 川崎 慧

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

会において、「2040年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）」がまとめられ、地域の高等教育機関が高等教育という役割を越えて、地域社会の核となり、産業界や地方公共団体等とともに将来像の議論や具体的な連携・交流等の方策について議論する「地域連携プラットフォーム（仮称）」を構築することが必要であると提言されている<sup>2)</sup>。また、令和2（2020）年には、文部科学省高等教育局により、「地域連携プラットフォーム構築に関するガイドライン～地域に貢献し、地域に支持される高等教育へ～」が策定され、大学は、地方公共団体や産業界等と話し合って対策を講じるが必要であり、非常に複雑で困難な地域課題の解決のためには、ひとつの立場からでは限界になっており、「地域連携プラットフォーム」構築の必要性が示されている<sup>3)</sup>。

令和5（2023）年時点において「地域連携プラットフォーム」は、私立大学改革総合支援事業タイプ3（プラットフォーム型）のタイプ3プラットフォーム型選定状況によると、全国で27のプラットフォームが構築されており、大学265校、短期大学68校、高等専門学校12校が加盟していることが分かる<sup>4)</sup>。令和5（2023）年度学校基本調査において、令和5（2023）年度現在の大学数は810校であることから、全国の少なくとも32.7%の大学は「地域連携プラットフォーム」に加盟し、地域課題解決のために活動を行っていると考えられる<sup>5)</sup>。

日本の社会全体においては、少子高齢化や第4次産業革命など様々な課題に直面しており、予測不可能な時代における地域社会の発展に向けて、教育機関、地方公共団体、企業等の連携によるプラットフォームの活動が重要になると考える。

こうした現状において、日本医療科学大学（以下、本学）では、平成30（2018）年9月6日から「埼玉東上地域大学教育プラットフォーム（以下、TJUP）」に加盟し、埼玉県内に所在する大

学・短期大学、自治体、事業者等と連携して活動を実施しているところである。

本稿では、TJUPにおける本学の取り組み、活動を通じて共同研究に発展した事例について紹介したい。

## Ⅱ. TJUPについて

TJUPは平成30（2018）年8月1日に設立し、令和6年（2024）年5月1日現在、大学・短期大学19校、オブザーバー（大学）1校、自治体23市町、事業者17団体が加盟している。TJUPでは地域活性化のために「地元で学び、地元で生きていく若い世代への支援」というビジョンのもとに、「多様な高等教育」「生活しやすい地域づくり」「地域産業の活性化」の3つを目標に掲げ、自治体と地元企業とともに地域活性化を目指した活動を行っている<sup>6)</sup>。3つの目的を達成するため、加盟する大学・短期大学は「教育連携委員会」、「地域交流委員会」、「学生イベント交流委員会」、「キャリア支援委員会」のいずれかの委員会に所属し、地域に根差した活動を行っており、これらの活動の計画・成果等については大学・短期大学、自治体、事業者等のすべての会員が参加する全体会において、報告や意見交換等を行っている。

## Ⅲ. TJUPにおける本学の取り組み

2023年度、本学は、大学としては、「副代表校」の役目を担い、「学生イベント交流委員会」に所属して、企画を計画し、事業を実施した。また、本学のTJUPに関わるメンバーが、「共同IR責任者グループ」、「学生募集推進グループ」、「Annual Reportグループ」、「将来構想検討チーム」、「単位互換担当者ワーキンググループ」、「法人設置検討部会」、「次期中長期計画策定部会」、「キャラクター制作プロジェクトチーム」といっ

表1 企画・実施事業（企画・実施事業の一例）

日付	場所	参加者	内容	備考
6月2日（金）	オンライン開催	30名	共同FD・SD「SDGsを身近で具体的な問題として実行・参加を目指す～木活・木育での取り組みを通じた保育者育成について～」	配信本部：東京家政大学 参加者に運営実施参加者含む
6月3日（土）	オンライン開催	第1部：24名 第2部：17名	埼玉で学ぼう！埼玉県内大学・短期大学 合同オンライン入試説明会	Zoomによるオンライン開催
6月3日（土）	十文字学園女子大記念ホールメインアリーナ	29組 57名	TJUP親子野球体験教室	運営関係者 （ライオンズベースボールアカデミー コーチ2名、スタッフ1名、TJUP会員校 教職員15名、TJUP会員校学生15名）
7月25日（火） 7月28日（金） 8月21日（月） 8月25日（金）	鶴ヶ島市内小中学校 小学校8校 中学校5校	846名	鶴の子サマースクール×大学生WIN-WIN事業	参加者内訳 （TJUP会員校学生18名、小学生592 名、中学生172名、大学生学習指導補 助員64名）
8月8日（火）	東京家政大学 狭山校舎 体育館	70名	子どもスポーツ体験教室	参加者内訳 （狭山市・入間市在住の小学3～6年 生36名・講師他スタッフ9名・TJUP 教職員12名・狭山市職員1名・入間市 職員2名・TJUP会員校学生ボランテ ィア10名）
8月26日（土）	日本医療科学大学 体育館 他	44名	介護・福祉体験教室	参加者内訳 （TJUP会員校学生18名、小学生等9 名、教職員12名、TJUP自治体会員2 名、㈱フロンティア1名、TJUP会員 校学生ボランティア2名）
9月10日（日）	日本医療科学大学 3号棟 311教室	16名	TJUP公開講座「武蔵国の19校を通じて埼玉を知る2023」 日本医療科学大学「災害にソナエル～作業療法士としての災害支援の経験から～」	運営関係者 （TJUP会員校教職員5名）
9月16日（土）	武蔵丘短期大学 総合グラウンド内 フットサルコート	23名	フットサル体験（女性対象）	参加者内訳 （幼児1名、小学生1名、中学生2名 TJUP会員校学生4名、TJUP教職員他 5名 学生アルバイト10名）
9月28日（木）	オンライン開催	47名	共同FDSD「認証評価における教育職員と事務職員の意識の改革」	配信本部：日本医療科学大学
10月15日（日）	吉見町B&G 海洋センター体育館	23名	吉見町かけっこ教室	参加者内訳 （小学生14名、吉見町職員1名、TJUP 関係者学生5名、TJUP教職員3名）
10月28日（土）	イオンタウンふじみ野 イオンタウンホール	28名	TJUP会員大学対抗モルック競技大会	参加者内訳 （TJUP会員校学生22名、教職員5 名、講師1名）
11月4日（土）	イオンタウンふじみ野 イオンタウンホール	17名	音楽大学の授業（ベートーヴェン編）×はじめてのフルート体験	参加者内訳 （TJUP会員校学生6名、教職員4名、 講師他6名、TJUP事業者会員1名）
12月15日（金）	静岡県総合研修所 もくせい会館	11名	公益社団法人ふじのくに地域・大学コンソーシアムとの意見交換会	参加者内訳 （ふじのくに地域・大学コンソーシア ム4名、TJUP会員教職員7名）
3月23日（土）	女子栄養大学	429名	TJUPランド～こどもフェスタ～	参加者内訳※参加者に運営関係者を含 まない（大人200名、子ども229名） その他：TJUP会員運営関係者115名
-	-	-	TJUP・共同IR分析、第1回「地域人口の増加」（アウトカム指標24・25）及び「教育の質の向上」（アウトカム指標26・27）について	
-	-	-	第2回「卒業生のキャリア（就職・進学等）の状況把握と教育活動の改善」に対する実施状況について	
-	-	-	高等学校ニーズ調査	地域の高等学校のニーズを把握し TJUPの今後の方針や活動を検討する 目的で実施
-	-	-	TJUP Annual Reportの作成	

表2 共同研究および施設の共同利用

期間	場所	研究利用者数	内容	備考
2022年3月1日 ～ 2024年3月31日	日本医療科学大学 城西大学 体育館	2名	新型コロナウイルスワクチン職域接種における副反応疑い等の調査 共同研究機関：日本医療科学大学・城西大学	
2023年4月1日 ～ 2026年3月31日	日本医療科学大学	6名	日本医療科学大学所有「遠隔操作式X線透視台」を城西大学・明海大学が共同利用し、研究活動を実施	
2023年4月1日 ～ 2026年3月31日	城西大学	4名	城西大学所有「HPLC一式」、「GC/MS一式」を日本医療科学大学、明海大学が共同利用し、研究活動を実施	日本医療科学大学、明海大学、城西大学との研究活動であるが、本施設の利用は明海大学、城西大学で実施
2023年4月1日 ～ 2026年3月31日	明海大学	3名	明海大学所有「共焦点レーザースキャン顕微鏡システム」「セルソーターSH800S一式」を城西大学・日本医療科学大学が共同利用し、研究活動を実施	

たグループ・チームに所属して活動を行った。なお、事業実施にあたっては複数の大学・短期大学の学生と一緒に参加することで、地域貢献に加え、学生間の交流の場にもなっている。また、TJUPに加入している他の大学との共同研究および施設の共同利用を行い、地域社会貢献を目指した研究を実施している。

2023年度における本学が所属する委員会およびグループ・チームの活動、ならびに本学が中心となって企画・実施した事業の一例、共同研究および施設共同利用の内容について紹介する（表1、表2）。

#### IV. TJUPの活動から共同研究への発展

平成30（2018）年のTJUP発足から6年目となり、発足当初は大学・短期大学会員3校、自治体会員1町、事業者会員1団体であったものが、大学・短期大学19校、オブザーバー（大学）1校、自治体23市町、事業者17団体が加盟するまでに至り、地域における認知度も向上してきている。前述のとおり、TJUPにおける本学の取り組みをみても、多種多様な事業を企画・実施していることがわかる。こうしたTJUPの活動から、新たに共同研究へ発展した事例について紹介したい。

#### 1. 坂戸・鶴ヶ島消防組合における課題と高齢期職員の体力維持・向上プログラム開発に至る経緯

地方公務員法の一部を改正する法律（令和3年法律第63号）の施行に伴い、令和5（2023）年度から、地方公務員の定年が65歳まで2年に1歳ずつ上げられることとなり、役職定年制などの諸制度が整備された。この地方公務員法改正には消防職員も含まれており、60歳以上の職員（以下、高齢期職員）においても現場業務に従事することとなった<sup>7)</sup>。

坂戸・鶴ヶ島消防組合（以下、消防組合）も例にもれず地方公務員法の一部改正による定年延長制度を実施することとなった。この定年延長制度の実施に伴い、「坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数管理計画」（以下、職員定数管理計画）によると令和18（2036）年度には、60歳迎える職員が25.7%と4人に1人が高齢期職員になるとの試算が出されている<sup>8)</sup>（図1）。この試算結果の要因としては定年延長に加え、坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数条例の上限人数による組織運営が考えられる。消防組合では令和6（2024）年度から令和13（2031）年度までは定年退職者が隔年で生じないことになることから、定年退職者がいない年も発生する。「職員定数管理計画」においては新規採用できない年が生じてしまうこともあると示されている<sup>8)</sup>。

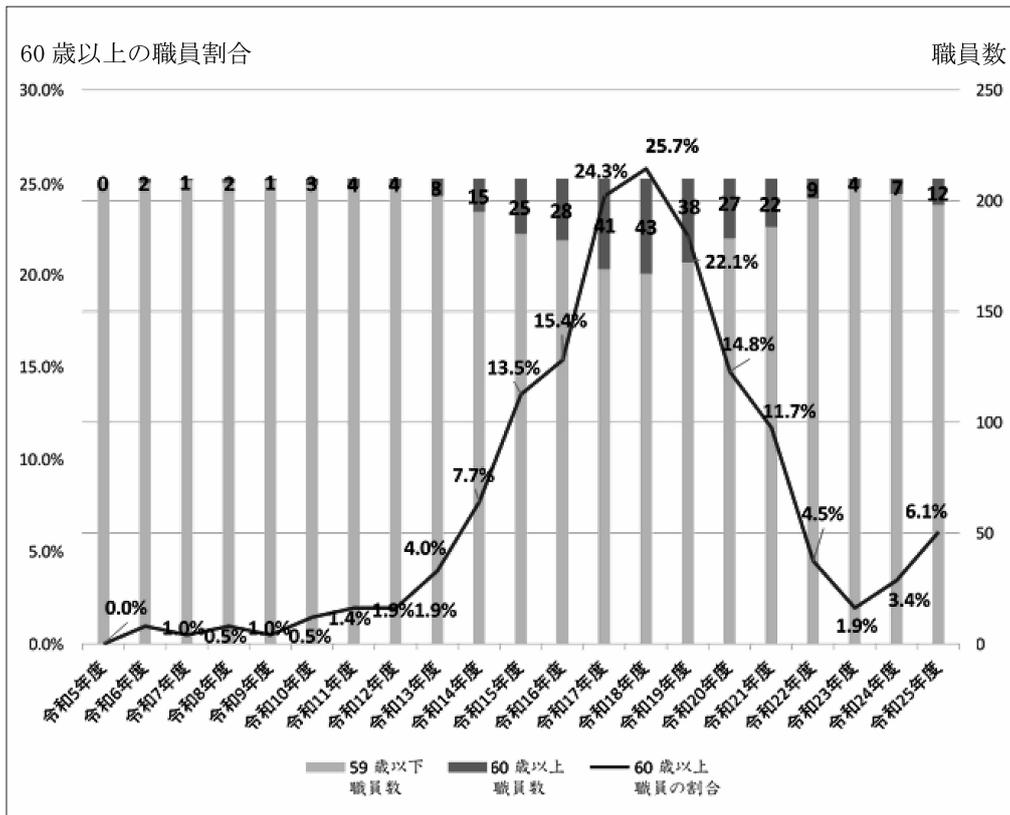


図1 坂戸・鶴ヶ島消防組合における60歳以上職員の割合（推計）  
棒グラフの数字は60歳以上の職員数，折れ線グラフは60歳以上の職員割合を記載  
(坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数管理計画<sup>8)</sup>より)

令和18（2036）年度には職員の4人に1人が60歳以上になると試算されている<sup>8)</sup>。このような状況下において全ての高齢期職員を本部勤務に充てることは困難であり現場勤務への割当も必要となる。現場勤務においては体力や判断力の低下が懸念されることから、消防組合における消防力の低下が予測される。一方、高齢期職員の現場勤務の利点としては豊富な知識・経験・技術を有していることから、現場業務が可能な身体機能向上プログラムを策定することができれば、消防力の低下を低減できると考えられる。また、高齢期職員の現場勤務による若い職員への知識・技術の伝承によって、高い知識・経験・技術を有する職員を増やすことにもつながると考えられる。

「職員定数管理計画」によると高齢者人口増加に伴う救急需要も増加している<sup>8)</sup>。年齢が高齢になるにつれ、救急搬送人員が増加する傾向にあり、

令和4（2022）年では、総搬送人員7,204人に対して、70歳から79歳が1,661人、80歳以上が2,530人となっており、全体の58.1%を70歳以上が占めている状況である（図2）。「国立社会保障・人口問題研究所推計<sup>9)</sup>」によると、消防組合の管轄人口は少子高齢化もあり人口そのものは減少するものの、65歳以上の人口は増加傾向となっていることから、今後も消防組合の管轄内における救急搬送人員は増加することが見込まれる。

上記のとおり、消防組合における消防力の低下と救急搬送需要の増加が見られる状況下において、消防組合における課題は切迫したものであり、早急に解決が必要な問題である（図3）。

このような背景において、TJUPの取り組みに興味をもった消防組合から、本学および城西大学に対して依頼があり、「坂戸・鶴ヶ島消防組合における高齢期職員の体力維持・向上プログラム開

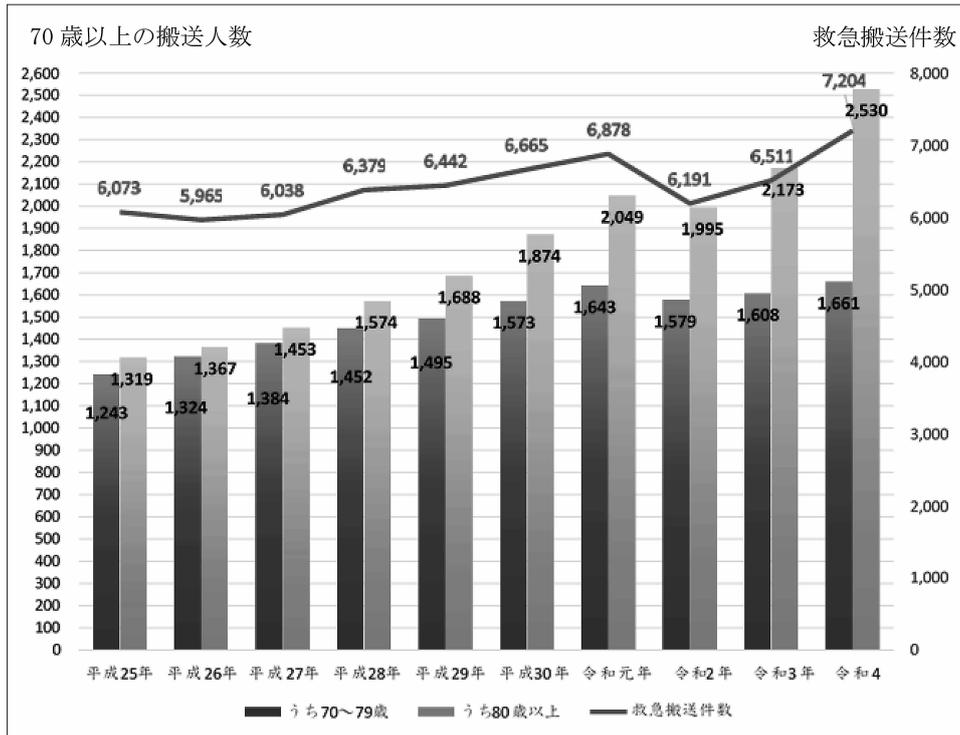


図2 坂戸・鶴ヶ島消防組合管内における救急搬送人員の推移  
(坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数管理計画より)

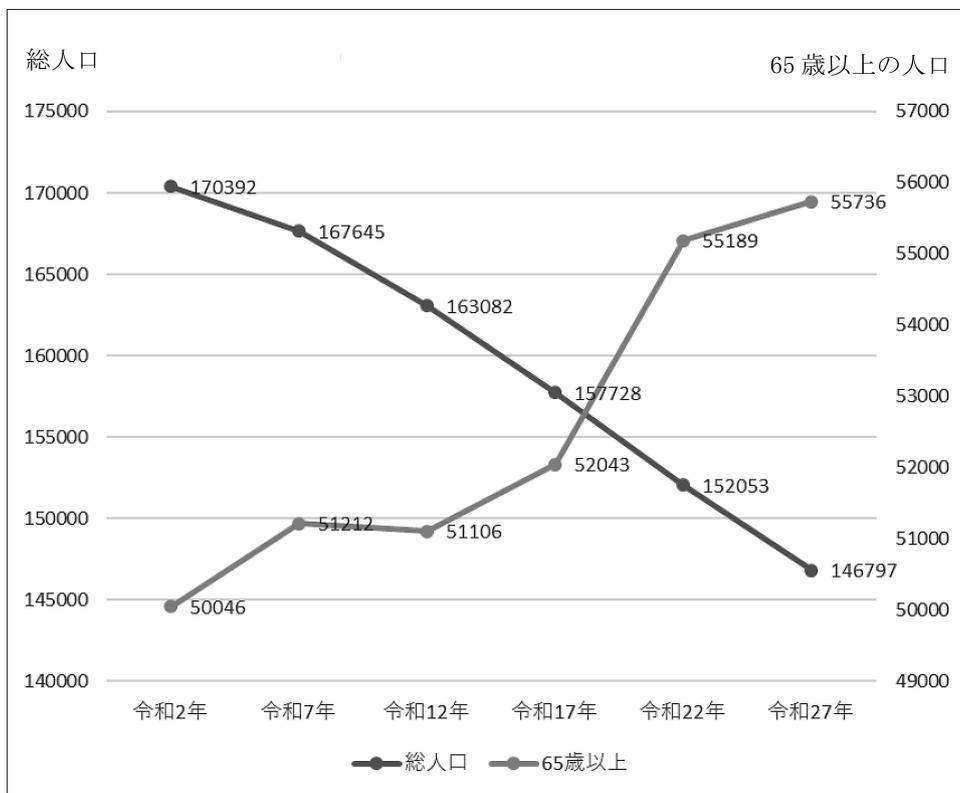


図3 坂戸市・鶴ヶ島市65歳以上人口の推移(推計)  
(国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口[令和5(2023)年推計]を基に作成)

表3 体力維持・向上プログラム介入前後、比較検討のための調査項目

分類	基本的情報	体力指標	健康指標
調査項目	身長	立ち幅跳び	血圧
	年齢	上体起こし	赤血球
	体重	20m シャトルラン	血色素量
	BMI	反復横跳び	中性脂肪
	既往歴	握力	空腹時血糖
	現病歴	長座体前屈	グリコヘモグロビン
	投薬状況	トーマステスト	GPT
		SLRテスト	$\gamma$ -GTP
			クレアチニン

発」(以下、本研究)と題して、課題解決に向けた共同研究を行うこととなった。

## 2. 地域課題解決に向けた産学官連携について

消防組合における課題解決に向けては、ひとつの立場での解決は困難であり、大学だけでなく地方公共団体や産業界等と連携し対策を講じる必要がある。そこで、本研究においては、消防組合及び本学の所在する毛呂山町に店舗を構えるイオンタウン株式会社(以下、イオンタウン)、イオンリテール株式会社(以下、イオンリテール)と共同で研究を進めることとした。イオンタウン、イオンリテールは毛呂山町と「災害時における防災活動協力に関する協定書<sup>10)</sup>」を締結しており、災害時における防災活動についての知識やノウハウを有しているものと考えられる。本研究では消防組合の抱えている課題に対して産学官連携による、それぞれの視点で進めることにより新たな価値を創出し、地域課題の解決を目指すものである。

## 3. 共同研究内容の紹介

前述のとおり、消防組合においては、地方公務

員法改正と坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数条例により、定年退職者が2年に1度しか生じないこととなり、職員採用を継続的に実施できなくなり、令和18(2036)年には高齢期職員の割合が定数の25.7%となり、4人に1人が60歳以上になると考えられている<sup>8)</sup>。また、高齢期職員の加齢に伴う身体機能の低下や健康状態の悪化が、現場業務遂行の支障をきたす可能性があることが問題視されている。したがって、高齢期職員の活躍のための対応が求められることとなる。そこで、本研究では、消防組合の高齢期職員に対する体力維持・向上プログラムの開発を目指す。

本研究では、消防組合の職員に対して、基本的情報(身長・年齢・体重・BMI・既往歴・現病歴・投薬状況)に加え、体力指標(立ち幅跳び・上体起こし・20mシャトルラン・反復横跳び・握力・長座体前屈・トーマステスト・SLRテスト)や健康指標(血圧・赤血球・血色素量・中性脂肪・空腹時血糖・グリコヘモグロビン・GPT・ $\gamma$ -GTP・クレアチニン)を調査し(表3)、体力維持・向上プログラム介入の前後を比較することによって、介入効果を検証し、体力維持・向上プログラムの開発を行う(図4~図6)。



図4 身長測定の様子



図5 トーマステスト・SLRテストの様子



図6 反復横跳びの様子

また、年代別に比較検討を行うことにより、高齢期職員の身体機能や健康状態の特徴を把握し、高齢期職員に適した体力維持・向上プログラム開発の一助とする。本研究により、消防組合における高齢期職員が現場業務で活躍し続けられることに貢献できるものと考えられる。

## V. おわりに

TJUPの活動から地域課題解決を目指した共同研究への発展事例を紹介した。今後、日本社会全体で少子高齢化などが進むなか、地域における課題がますます増加すると考えられる。その地域課題の解決に向けて活動することは高等教育機関としての使命であり、これからの社会でより一層重

要性が増して来るものとする。

本稿において事例紹介をした消防組合の課題は、全国の消防署における課題である。総務省消防庁消防・救急課の実施した「消防本部における定年引上げに伴う高齢期職員の活躍等のための対応状況調査結果」で調査を実施した全国消防本部722本部のうち現場業務で高齢期職員の活躍維持に向けたプログラムを策定しているのは62本部であった<sup>11)</sup>。これは全体の8.6%であり、日本全体をみても対策が進んでいないことがわかる。本研究において産学官連携によって開発する体力維持・向上プログラムは、「日本医療科学大学・城西大学開発プログラム」として、全国の消防署で活用される有用なモデルケースとなることを目指し、これからの高齢期職員の活躍と消防力の向上

支援に貢献したいと考えている。また研究の結果は検討が終わり次第報告する。

## 謝辞

事例紹介をした共同研究は、日本医療科学大学の2024年度学長特別研究費の補助を受けて実施するものである。共同研究の実施にあたり日本医療科学大学、城西大学、坂戸・鶴ヶ島消防組合、イオンタウン株式会社、イオンリテール株式会社の関係者の皆さまに心より感謝申し上げます。

消防組合職員の基本的情報の調査実施にあたり日本医療科学大学、城西大学の学生ボランティアの皆さまの協力を感謝申し上げます。

また、本稿の執筆にあたりご協力を頂きました日本医療科学大学医療・基礎教育科の鈴木研太先生、天野修司先生に感謝申し上げます。

## 【参考文献】

- 1) 文部科学省：教育基本法，2006，[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/kihon/about/mext\\_00003.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/kihon/about/mext_00003.html)，（参照2024-08-01）
- 2) 文部科学省中央教育審議会：2040年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）（中教審第211号），2018，[https://www.mext.go.jp/content/20200312-mxt\\_koutou01-100006282\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200312-mxt_koutou01-100006282_1.pdf)，（参照2024-08-01）
- 3) 文部科学省高等教育局：地域連携プラットフォーム構築に関するガイドライン～地域に貢献し、地域に支持される高等教育へ，2020，[https://www.mext.go.jp/content/20201029-mext-koutou-000010662\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20201029-mext-koutou-000010662_01.pdf)，（参照2024-08-01）
- 4) 文部科学省：私立大学改革総合支援事業の選定状況，2024，[https://www.mext.go.jp/content/20240207-mxt\\_sigakujo-100001428\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20240207-mxt_sigakujo-100001428_2.pdf)，（参照2024-08-01）
- 5) 文部科学省：令和5年度学校基本統計（学校基本調査の結果），2023，[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/k\\_detail/2023.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/k_detail/2023.htm)，（参照2024-08-01）
- 6) 埼玉東上地域大学教育プラットフォーム（TJUP）：Annual Report，2024，[https://www.tjup.taibokudo.jp/wp-content/uploads/2024/05/%EF%BC%88%E6%9C%80%E7%B5%82%EF%BC%892023%E5%B9%B4%E5%BA%A6-TJUP-AnnualReport\\_compressed.pdf](https://www.tjup.taibokudo.jp/wp-content/uploads/2024/05/%EF%BC%88%E6%9C%80%E7%B5%82%EF%BC%892023%E5%B9%B4%E5%BA%A6-TJUP-AnnualReport_compressed.pdf)，（参照2024-08-01）
- 7) 総務省消防庁：定年引上げに伴う消防本部の課題に関する研究会報告書，2022，[https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/items/post-111/06/houkoku2.pdf](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-111/06/houkoku2.pdf)，（参照2024-08-01）
- 8) 坂戸・鶴ヶ島消防組合：坂戸・鶴ヶ島消防組合職員定数管理計画，2024，未公表資料
- 9) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口（令和5（2023）年推計）令和5（2023）年12月22日の公表資料，<https://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson23/t-page.asp>，（参照2024-06-22）
- 10) 毛呂山町役場：防災協定，<https://www.town.moroyama.saitama.jp/soshikikarasagasu/somuka/shouboubousai/2649.html>，（参照2024-05-29）
- 11) 総務省消防庁消防・救急課：消防本部における定年引上げに伴う高齢期職員の活躍等のための対応状況調査結果について，2023，[https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/230912\\_shoukyu\\_291.pdf](https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/230912_shoukyu_291.pdf)，（参照2024-08-01）

## Development and Prospects from Community Collaboration Platform Activities to Joint Research: A Case Study of Nihon Institute of Medical Science

<sup>1)</sup>Satoshi Kawasaki, <sup>2)</sup>Midori Motohashi, <sup>2)</sup>Masahide Yajima, <sup>2)</sup>Fumiya Inagaki

<sup>3)</sup>Yoshihiro Chiba, <sup>3)</sup>Tatsuya Sasaki, <sup>4)</sup>Junta Ito, <sup>5)</sup>Takayuki Suzuki

<sup>5)</sup>Junichi Konno, <sup>5)</sup>Kenichi Watanuki, <sup>5)</sup>Yuto Nishizawa, <sup>2)</sup>Masahiro Kudo

1) Nihon Institute of Medical Science

2) Physical Therapy Course, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Nihon Institute of Medical Science

3) Department of Management, Faculty of Management, Josai University

4) Department of Clinical Dietetics and Human Nutrition, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Josai University

5) Sakado/Tsurugashima Fire Dept

### Abstract

The missions of the university are “education,” “research,” and “contribution to the society.” These are the roles that universities should fulfill as stipulated in the “Basic Act on Education.” Among these, the needs from the local community for “contribution to the society” are increasing year by year. Under these circumstances, Nihon Institute of Medical Science joined the membership of the “The Saitama Tojo and West Area Universities Platform (TJUP),” and has conducted activities in cooperation with universities, junior colleges, local governments, businesses, and other organizations in Saitama Prefecture.

Through TJUP’s activities, Nihon Institute of Medical Science, Josai University, and the Sakado/Tsurugashima Fire Dept came to collaborate on a joint research project on the “development of a program to maintain and improve the physical fitness of elderly employees.”

This paper introduces TJUP’s activities at Nihon Institute of Medical Science, the development of a joint research project, and future prospects.

**Key words:** community collaboration platform, community problem solving, industry-academia-government collaboration, firefighters, system for extension of retirement

## 資料紹介

# ケア・トランポリンの跳躍動作における代謝当量の検討

西田 典史, 中村 昌孝, 荻山 泰地

日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻

## 要 旨

身体活動の実施は、生活習慣病の発症や加齢に伴う生活機能低下および疾病予防、健康維持に必要であることが知られている。本研究では、ケア・トランポリンでの跳躍動作における代謝当量について検討することを目的とした。対象者は、健常学生20名（男性10名、女性10名；平均年齢 $21.2 \pm 0.6$ 歳）であった。測定項目は、①爪先接地状態での跳躍、②足底面離地での跳躍、③床上でのスクワットを行い、酸素摂取量 ( $VO_2$ )、二酸化炭素排出量 ( $VCO_2$ )、分時換気量 (VE)、一回換気量 (TVE)、代謝当量 (METS) とした。反復測定分散分析の結果では、酸素摂取量 [ $F(3/16) = 18.3, p < 0.001$ ]、代謝当量 [ $F(3/16) = 18.4, p < 0.001$ ]、二酸化炭素排出量 [ $F(3/16) = 20.1, p < 0.05$ ]、心拍数 [ $F(3/16) = 37.6, p < 0.0001$ ] において有意な主効果が得られた。ケア・トランポリン運動は、中等度の強度の身体活動が得られ、対象者の体力レベルを考慮して用いることが可能であることが示唆された。

Key words : metabolic equivalent, disease prevention, physical activity

## I. はじめに

身体活動とは、安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費する全ての動作を指し、日常生活における労働などの「生活活動」と、体力の維持・向上を目的としている「運動」がある<sup>1)</sup>。身体活動は、生活習慣病の発症予防およびこれら原因として死亡に至るリスクの低減や、加齢に伴う生活機能低下の防止と疾病予防、健康維持に必要である<sup>1)</sup>。しかし、世界各国における身体活動レベルの現状について、HallalらはWHOガイドライン等を満たさない身体的不活動な人口の割合は世界では31.1%であると示しており、身体活動の低下が懸念されている。我が国では、歩数が身体活動の客観的な指標となっており、健康日本

21 (2000～2013年) の策定時には、10年間で国民の歩数の平均値を約1,000歩/日、増加させることを目標としていたが、むしろ最終報告では「日常生活における歩数については悪化した<sup>3)</sup>」とされていた。この報告については、人々の身体活動の向上における行動変容のあり方や、身体活動プログラムの工夫について検討する必要性が提起されるものであった。

身体活動の推奨について、平成22～24年度厚生労働科学研究「健康づくりのための運動基準・運動指針改定ならびに普及・啓発に関する研究」で行われたシステムティック・レビュー及びメタ解析<sup>1)</sup>では、18～64歳は3METs以上の身体活動を23METs・時/週、65歳以上では、強度を問わず身体活動を10METs・時/週行うことが生活習慣

◆連絡先 西田典史

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

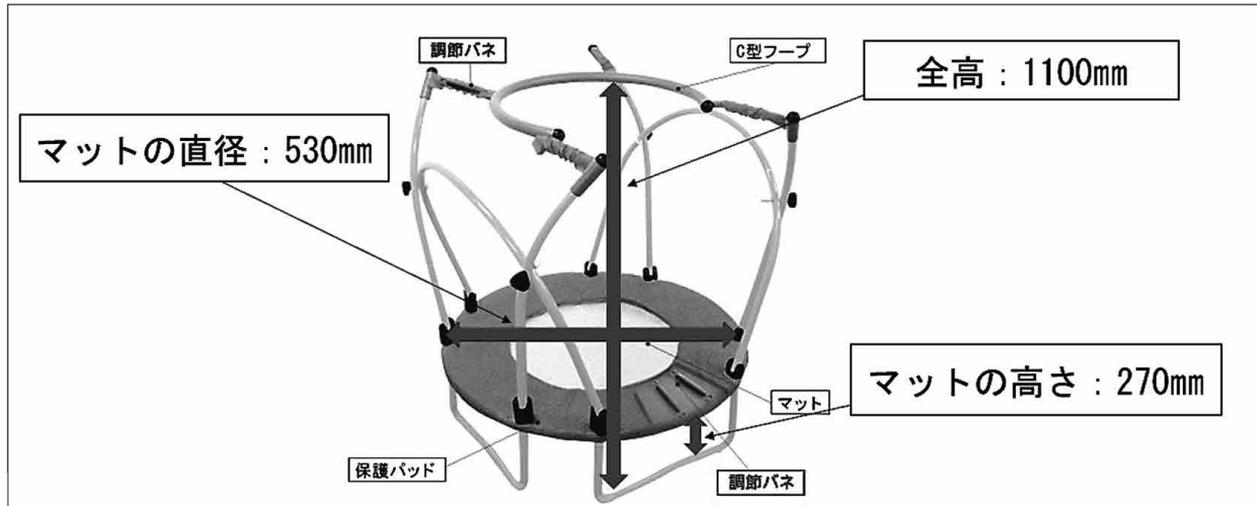


図1. ケア・トランポリンの構造

病及び生活機能低下への影響が低いとされている。また70歳以上でも3METs以上の運動を含めた身体活動に取り組み、身体活動量の維持・向上を目指すことが望ましいとされている<sup>1)</sup>。

最近では、福岡県を中心とした高齢者の介護予防に関する取り組みの中で、ケア・トランポリンが注目されている。高齢者も安全に運動ができるようにフープという手すりを設置した形状のケア・トランポリンが開発されている。ケア・トランポリン上での上下運動は、下肢筋の筋力向上、有酸素運動として活用すれば、呼吸機能の向上も期待できる<sup>4)</sup>。このような特徴から、効率的に身体活動量が得られる可能性があるのではないかと考えた。

本研究では、ケア・トランポリンの跳躍動作による代謝当量を明らかにすることで、ケア・トランポリンの有用性及び活用性を検討することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象

対象者は、本学の作業療法学専攻4学年の健常学生20名（女性10名、男性10名）であった。対

象者の年齢（平均±標準偏差）は、 $21.2 \pm 0.64$ 歳、女性は21～22歳（ $21 \pm 0.52$ 歳）、男性は21～22歳（ $21.4 \pm 0.64$ 歳）であった。身長および体重（平均±標準偏差）は、女性が152～163cm（ $156.4 \pm 4.08$ ）、40～57kg（ $47.8 \pm 5.71$ ）、男性（10名）が166～173cm（ $170.2 \pm 2.48$ ）、54～85kg（ $66.4 \pm 10.91$ ）であった。

本研究は、日本医療科学大学研究・倫理委員会の承認（承認番号2019026）を得て実施した。

### 2. 運動課題

跳躍運動には、ケア・トランポリン（ケアテック社製）を用いた。ケア・トランポリンは全高1110mm、マットの直径530mm、フレームの直径96mm、マットの高さ270mmであり、C型フープという手すりが設置されている。パッド及びマットの素材はナイロンである（図1）。

運動課題は、2種類の両脚跳躍動作を行った。爪先接地状態での跳躍（以下、跳躍①）は、トランポリンのマットに爪先が接地した状態での運動である（図2）。足底面離地での跳躍（以下、跳躍②）は、ジャンプにより、トランポリンのマット上から足底が完全に離れた状態での運動（図3）であり、跳躍①よりもダイナミックな運動で



図2. 爪先接地状態での跳躍



図3. 足底面離地での跳躍

ある。

スクワットは、健康維持・増進に広く用いられている運動であり、立位の状態から下肢関節の屈曲・伸展を繰り返す動作である<sup>5)6)</sup>。測定は、足圧中心を前後方中間位とした床上スクワットを行った後、トランポリン上での跳躍①、跳躍②を順番に行った。

### 3. 跳躍方法および時間

運動課題は、メトロノームを用いて動作ピッチを設定し、ピッチ音に合わせて運動を行った。床スクワットおよび跳躍①、跳躍②におけるメトロノームのテンポは、各運動課題が無理なく行うことができるよう、測定者が予め試行を繰り返すことによって自然なペースを想定して設定した。

またケア・トランポリン上の課題は転倒予防、バランス安定のためC型フープを両手で把握し行った。把握する位置は対象者が行いやすい間隔で把握してもらい実施した。測定では運動課題の前に安静座位を5分間測定し、その後、運動課題を行った。各運動課題間には、最低3分間の休憩を取り、疲労が次の課題に影響を与えないようにした。

#### 1) 床スクワット

床スクワットは、メトロノームをテンポ30（30回/分）に設定して運動を行った。スクワットの方法としては、床上の0.9m<sup>2</sup>のマス目に片足ずつ入れて開いた状態の立位を開始肢位とし、膝関節と足部の向きは正中のまま、下腿の傾斜と並行になるよう体幹を前傾させながらしゃがみ込み、最終肢位はバランスが崩れない範囲でのスクワット肢位<sup>6)</sup>とした。活動時間は3分間行った。

#### 2) トランポリン上での両脚跳躍動作（跳躍①）

両足を肩幅に開いた状態で、メトロノームをテンポ110回/分に設定し運動を行った。跳躍①を行うとテンポ110回/分が最も自然な跳躍運動となり、活動時間を3分間継続とした。

#### 3) トランポリン上での両脚跳躍動作（跳躍②）

両足を肩幅に開いた状態で、メトロノームをテンポ105回/分に設定し運動を行った。跳躍②は、跳躍①よりもダイナミックな動作となるため、跳躍高が少し高くなる。そのためテンポは跳躍①よりもやや遅く設定した。跳躍高は、ピッチ音に合わせて対象者が行いやすい高さで行った。活動時間は3分間継続とした。

表1. 各運動課題時の生理的パラメータ (n=20)

Task	Sex 1; Male/2; Female	VO <sub>2</sub> (L/min)	VCO <sub>2</sub> (L/min)	METs (mL/kg/min)	HR (beats/min)
安静座位	1	0.42 (0.11)	0.46 (0.11)	1.91 (0.75)	85.52 (14.84)
	2	0.36 (0.26)	0.42 (0.30)	2.13 (1.51)	76.06 (4.38)
	total	0.39 (0.20)	0.44 (0.23)	2.02 (1.20)	80.79 (11.92)
スクワット	1	0.89 (0.22)	1.02 (0.26)	3.78 (0.44)	125.75 (4.45)
	2	0.82 (0.18)	1.01 (0.10)	4.90 (0.74)	113.83 (10.07)
	total	0.86 (0.20)	1.01 (0.20)	4.34 (0.83)	119.79 (10.13)
跳躍①	1	0.59 (0.17)	0.77 (0.28)	2.55 (0.67)	112.78 (6.08)
	2	0.43 (0.04)	0.62 (0.07)	2.61 (0.44)	100.93 (6.00)
	total	0.51 (0.15)	0.70 (0.22)	2.58 (0.56)	106.86 (8.46)
跳躍②	1	0.91 (0.11)	1.14 (0.20)	3.96 (0.35)	134.28 (4.06)
	2	0.74 (0.12)	1.11 (0.20)	4.41 (0.32)	118.60 (15.04)
	total	0.83 (0.14)	1.13 (0.20)	4.18 (0.40)	126.44 (13.52)

1: 男性 2: 女性, 跳躍①: 爪先接地状態での両脚跳躍動作 跳躍②: 足底面離地での両脚跳躍動作  
mean (SD), VO<sub>2</sub>: oxygen uptake, VCO<sub>2</sub>: carbon dioxide output, METs: metabolic equivalents, HR: heart

#### 4. 測定方法

##### 1) 測定機器

測定は、携帯型呼気ガス分析器AT-1100（アニマ社製）を使用した。同時にハートレート受信機を下衣のウエスト部位、ハートレート送信機（POLAR社製）を胸部に装着し心拍数の測定も行った。フェイスマスクの装着では、空気漏れがないことを確認し行った。呼気ガス測定により酸素摂取量（oxygen uptake；以下、VO<sub>2</sub>）、二酸化炭素排出量（carbon dioxide output；以下、VCO<sub>2</sub>）、分時換気量（expired ventilation；以下、VE）、呼吸数（respiration rate；以下、RR）、一回換気量（tidal volume；以下、TVE）、酸素摂取量/体重（oxygenintake/body weight；以下、VO<sub>2</sub>/kg）、代謝当量（metabolic equivalents；以下、METs）、心拍数（heart rate；以下、HR）が得られる機器である。本研究では、VO<sub>2</sub>、VCO<sub>2</sub>、METs、HRを測定項目とした。



図4. 呼気ガス分析装置での測定

##### 2) データ処理方法

1~5分間の安静座位を30秒毎に区切り、各区間の平均心拍数を算出し、それらのうち平均心拍

表2. 各運動課題間の分散分析 (n=20)

	Task	反復測定分散分析			
		mean	SD	F value	Bonferroniの多重比較検定 p value
VO <sub>2</sub> (L/min)	A 安静座位	0.39	0.20	17.9 *	A-B*
	B スクワット	0.86	0.20		A-C
	C 跳躍①	0.51	0.15		A-D*
	D 跳躍②	0.83	0.14		B-C*
					B-D
					C-D*
VCO <sub>2</sub> (L/min)	A 安静座位	0.44	0.23	20.1 **	A-B**
	B スクワット	1.01	0.20		A-C*
	C 跳躍①	0.70	0.22		A-D**
	D 跳躍②	1.13	0.20		B-C*
					B-D
					C-D**
METS	A 安静座位	2.02	1.20	17.7 *	A-B**
	B スクワット	4.34	0.83		A-C
	C 跳躍①	2.58	0.56		A-D*
	D 跳躍②	4.18	0.40		B-C*
					B-D
					C-D*
HR(beats/min)	A 安静座位	80.79	11.92	37.6 ***	A-B**
	B スクワット	119.79	10.13		A-C*
	C 跳躍①	106.86	8.46		A-D**
	D 跳躍②	126.44	13.52		B-C*
					B-D
					C-D*

\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.0001$ , VO<sub>2</sub>: oxygen uptake, VCO<sub>2</sub>: carbon dioxide output  
 METs: metabolic equivalents, HR: heart rate

数が一番低かった値を安静時の値とした。各運動課題の計測値は3~5分の2分間の平均値とした(表1)。

### 3) 統計処理

各運動課題の結果については、各測定項目において反復測定分散分析を行い、VO<sub>2</sub>、VCO<sub>2</sub>、METS、HRの値における各運動課題間のBonferroniの多重比較検定を行った(表2)。統計ソフトは、SPSS, 28.0J for Windowsを用いて解析した。

## III. 結果

本研究の実験における各運動課題の測定項目の平均値(標準偏差)を表1、各運動課題間の比較は表2に示した。性差は認められなかった。

### 1. VO<sub>2</sub>とMETSについて

VO<sub>2</sub> (mL/min) の測定結果における平均±標準偏差は、[安静座位: 0.39 ± 0.20] [スクワット: 0.86 ± 0.20], [跳躍①: 0.51 ± 0.15], [跳躍②: 0.83 ± 0.14]であった。反復測定分散分析の結果は、VO<sub>2</sub> [ $F(3/16) = 17.9$ ,  $p < 0.001$ ]であり、Bonferroniの多重比較検定を行ったところ、各課題間において有意な差がみられ、安静座位と比較してスクワット・跳躍②は有意に高く、跳躍①と比較してスクワット・跳躍②は有意に高かった。

代謝当量(METS)の測定結果における平均±標準偏差は、METS (mL/kg/min) の平均は[安静座位: 2.02 ± 1.20], [スクワット: 4.34 ± 0.83], [跳躍①: 2.58 ± 0.56], [跳躍②: 4.18 ± 0.40]であった。反復測定分散分析の結果は、

METs [ $F(3/16) = 17.7, p < 0.001$ ] であり、Bonferroniの多重比較検定を行ったところ、安静座位と比較してスクワット・跳躍②は有意に高く、跳躍①と比較してスクワット・跳躍②は有意に高かった。安静座位と跳躍①との関連、および跳躍②とスクワットとの関連については、統計学的な有意差は認められなかった。

## 2. VCO<sub>2</sub>とHRについて

VCO<sub>2</sub> (L/min) の測定結果における平均±標準偏差は、[安静座位：0.44±0.23]、[スクワット：1.01±0.20]、[跳躍①：0.70±0.22]、[跳躍②：1.13±0.20]であった。反復測定分散分析の結果は、VCO<sub>2</sub> [ $F(3/16) = 20.1, p < 0.05$ ] であり、Bonferroniの多重比較検定では、各課題間において有意な差がみられ、安静座位と比較して、スクワット・跳躍①・跳躍②は有意に高く、跳躍①と比較してスクワットと跳躍②は有意に高かった。

HR (beats/min) の測定結果における平均±標準偏差は、[安静座位：80.79±11.92]、[スクワット119.79±10.13]、[跳躍①：106.86±8.46]、[跳躍②：126.44±13.52]であった。反復測定分散分析の結果は、HR [ $F(3/16) = 37.6, p < 0.0001$ ] であり、Bonferroniの多重比較検定では、各課題間において有意な差がみられ、安静座位と比較して、スクワット・跳躍①・跳躍②は有意に高く、跳躍①と比較してスクワットと跳躍②は有意に高かった。

## IV. 考察

### 1. 各運動課題の特徴

本研究は、安静座位、床スクワット、トランポリン上での両脚跳躍動作（跳躍①）、トランポリン上での両脚跳躍動作（跳躍②）を実施時の各運動課題時の代謝当量について検討した。

スクワット運動は、股関節、膝関節、足関節の協調的な屈伸運動<sup>8)</sup>であり、日常生活活動などにおいても不可欠な運動パターンである。一方でケア・トランポリン上での上下運動は、バネの反力を利用したものであるため、跳躍方法によっては、スクワット運動よりも低強度な運動となる。本研究の測定では、Bonferroniの多重比較検定より、跳躍①では2.58METsとスクワットの4.18METsよりも低い値となり、跳躍②では、4.18METsと跳躍①の2.58METsよりも有意に高い値を示した。ケア・トランポリン上での上下運動は、跳躍の高さが高くなるほど筋・腱の求心性インパルスの増加により呼吸が促進されることから、反復運動を実施することによる有酸素運動になると考えられる。跳躍の高さや反復回数の設定により運動負荷は大きくなるため、運動負荷の段階付けが可能となる。

### 2. 高齢者への応用

ケア・トランポリンは、日本ケア・トランポリン協会によって、九州を中心とした自治体で介護予防を目的として実施されている。ケア・トランポリンの構造として、手すりをつかんで姿勢を保つことが出来るため、安全で簡単であることから高齢者も利用しやすいと考えられる。音楽のリズムに合わせて上下運動をする「音楽運動療法」として、脳への刺激になることも報告されている<sup>9)</sup>。

高齢者が身体活動量の維持・向上を目指すには代謝当量3メッツの身体活動が望ましいといわれている<sup>3)</sup>。そのため、本研究結果から示された2.58～4.18METsの強度で行うことが可能なケア・トランポリンを用いた運動は、高齢者が身体活動を維持するために適していると思われる。2.58METsから4.18METsという代謝当量は、座って行うラジオ体操から普通歩行に相当するものである<sup>3)</sup>。歩行が困難な方や、バランスが不安定な方でもケア・トランポリンを用いることで、

「普通歩行」, 「速歩」, 「自転車に乗る」ことと同様の代謝当量を得ることが可能になる。

海外の研究において, トランポリンを用いたエクササイズには, 骨密度の増加, 骨盤底筋の改善による尿失禁の予防, 歩行速度やバランス能力の改善といった身体面への恩恵に関する報告がある<sup>10)</sup>のに対して, 大腿骨頸部の疲労骨折や胸椎圧迫骨折を起こしたという報告も見られた<sup>11) 12)</sup>。このような怪我に関する報告では, 適切な姿勢での運動実施と運動時間, 運動負荷といった設定が不十分な状況で起こったものと考えられる。ケア・トランポリンでの運動の際には, 運動時間, 頻度, 負荷について対象者の心身の状態を十分に評価して用いることが望まれる。

本研究の対象者は, 20代前半の若者であることから, 得られた結果を高齢者に対して適応するために, 今後, 慎重な検討を重ねていきたい。

## V. 結論

本研究の結果から, ケア・トランポリンを使用した運動を行うことで, 中等度の強度が得られることが明らかとなった。また跳躍方法によって強度が異なるため運動療法として活用する際には, 個人の身体能力に合わせて段階付けを実施して活用することが可能である。今後は, ケア・トランポリンによって向上した身体機能が, 対象者の日常生活の行為にどのような影響を及ぼしているかについて検討していきたい。

## 【参考文献】

- 1) 健康づくりのための身体活動基準・指針の改定に関する検討会：健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023.
- 2) Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al: Global physical Activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects, Lancet. 380 (9838), 247-257, 2012.
- 3) 福島教照, 井上 茂：身体活動・運動と循環器疾患, 心臓, 47 (1) : 9-16, 2015.
- 4) 鳥井 亮, 山口雄大, 畑 亮輔 他：ケア・トランポリンによる音楽運動療法で身体活動性と呼吸機能が改善したCOPD症例, 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, 31 (2) : 273-276. 2023.
- 5) 中村恭依, 谷田惣亮, 大西 均 他：静止スクワットにおける股関節角度の違いが体幹・下肢筋の筋活動に及ぼす影響, 滋賀県理学療法士会学術誌, 37, 30-34, 2017
- 6) 清水洋治, 須永遼司, 宇佐英幸 他：条件の異なるスクワット動作遂行中の下肢の運動学的解析, 日保学誌, 18 (4) : 200-204. 2016.
- 7) 竹井 仁, 古市香苗, 池田由美 他：活動時心拍数 (BABI) からみた踏台昇降動作における運動課題の難易度, 理学療法学, 26 (51), 214-219, 1999.
- 8) Straub RK, Powers CM: A Biomechanical Review of the Squat Exercise: Implications for Clinical Practice. Int J Sports Phys Ther. 19 (4), 490-501, 2024.
- 9) 後藤幸生, 半田裕二, 野田 療：意識障害患者に対する“音楽運動療法”とその脳活動電位・自律神経機能, - 正常者の心地よさの体験と1/fゆらぎを参考に -, 蘇生, 18 (1), 41-48, 1999.
- 10) Anja Fricke A, Fink PW, Mundel T, et al: Mini-Trampoline Jumping as an Exercise In-

tervention in Postmenopausal Women to Improve Women Specific Health Risk Factors. *Int J Prev Med.* 12: 10, 2021.

- 11) Nam DC, Hwang SC, Lee EC, et al: Femoral neck stress fractures after trampoline exercise: A case report. *World J Clin Cases.* 26 ; 9 (18) : 4783-4788, 2021.
- 12) Park SC, Kim HB, Chung HJ, et al: Mid-Thoracic Vertebral Compression Fracture after Mini-Trampoline Exercise: A Case Series of Seven Patients. *Medicina (Kaunas).* 24 ; 59 (9) : 1529, 2023.

## **Examination of Metabolic Equivalents in Jumping Movements on a Care Trampoline**

Norihumi Nishida, Masataka Nakamura, Taichi Ogiyama

Occupational Therapy Course, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### **Abstract**

The implementation of physical activity is known to be essential for the prevention of lifestyle-related diseases, the mitigation of age-associated decline in daily functioning, and the maintenance of overall health. This study aims to evaluate the metabolic equivalents (METs) associated with jumping movements on a care trampoline. The study population consisted of 20 healthy university students (10 males and 10 females; mean age  $21.2 \pm 2.2$  years). The measured parameters included: (1) jumping with toe contact, (2) jumping with the soles off the ground, and (3) squatting on the floor. The physiological measurements recorded were oxygen consumption ( $\text{VO}_2$ ), carbon dioxide production ( $\text{VCO}_2$ ), minute ventilation (VE), tidal volume (TVE), and metabolic equivalents (METs). Repeated measures analysis of variance revealed significant main effects for oxygen consumption [ $F(3, 16) = 18.3, p < 0.001$ ] and metabolic equivalents [ $F(3, 16) = 18.4, p < 0.001$ ]. The findings suggest that exercise involving a care trampoline provides a moderate-intensity level of physical activity and can be appropriately utilized considering the fitness levels of the participants.

**Key words:** metabolic equivalent, disease prevention, physical activity

研究報告

## 性教育に関する実態について — 医療系大学生の調査から —

平田 礼子, 亀田 芙蓉

日本医療科学大学 保健医療学部 看護学科

### 要 旨

本研究は、将来医療職をめざす大学生の性教育に関する実態を明らかにすることを目的に本学の学生1413名を対象にWebサイトにて調査を行った。調査内容は、教育機関で受けた性教育と親の性教育についてである。Webサイト上で学生517名（回収率36.6%）の同意を得た。教育機関の性教育は役立っているのかの回答は、「非常に役立っている」と「やや役立っている」を合わせた313名で、最も役に立った性教育の自由記述内容は、「避妊」に関する記述が最も多かった。親から性教育を受けたかの回答は、「受けていない」442名で、「受けた」69名の親から受けた性教育の自由記述内容の殆どが「避妊」と「性行為」についてであった。学生の半数以上が教育機関の性教育が役に立ち、その内容は教育指導要領に含まれており、学生自身の身体に関わる性についての内容であった。一方、親からの性教育を8割以上の学生が受けておらず、親による性教育が不十分であることが明らかとなった。

**Key words :** university student aiming for a medical career, educational institution, parent, sex education, reality

### I. 緒言

昨今、性交開始年齢の低年齢化、性交渉相手の複数化による若者世代の性感染症罹患率の増加による健康問題が生じている。特に性感染症の梅毒においては、厚生労働省の性感染症報告数によると著しい増加がみられている<sup>1)</sup>。このような状況から、厚生労働省は広報による警鐘を鳴らし、対策を講じている。また、望まない妊娠による人工妊娠中絶件数においても次世代を担う若者世代の年齢層の人工妊娠中絶数は他の年齢層に比べ、多い<sup>2)</sup>。このような状況を改善する方策として、厚生労働省は「健やか親子21」を推進し、主要課題

の一つに「思春期の保健対策の強化と健康教育の推進」を掲げ、「10代の人工妊娠中絶実施率減少」、「10代の性感染症罹患率減少」を目標として示した。結果、最終評価においていずれも減少が見られた。その後、継続された「健やか親子21第二次」では、基盤課題に「学童期・思春期から成人期に向けた健康対策」を掲げ、重点課題の1つにある「性」についての項目に「性感染症罹患率」、「人工妊娠中絶実施率」が評価指標とされている<sup>3)</sup>。これらのことから、若者が性に対する正しい知識を身につけ、自身を護るようにできることが急務であり、改善する方策の1つとして性教育は重要な役割を担うのではないかと考える。

◆連絡先 平田礼子

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 看護学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

性教育の概念として、カルデローンとカーケンダールらは「性教育とは、単に生理学的・解剖学的な教育のみでなく、心理学的・社会的な面やその背景となる生育環境など、人格と人格との触れ合いを含む幅広い概念を持った『人間の性』（ヒューマン・セクシュアリティ）の教育である。」と提唱し、現代の性教育の根幹をなしている<sup>4)</sup>。

我が国の教育機関で実施される性教育は、文部科学省の教育中央審議会による学習指導要領をもとに教育がすすめられており、小学校、中学校、高等学校と児童及び学生の発達段階に応じた指導がなされている<sup>5)</sup>。つまり、第2次性徴や性行為等に偏った教育ではなく、学生の将来を見据えた心身の健康とともに性の健康に対する意識を高め、自主的に健康を育むことが出来るための幅広い教育が求められる。そのため、性教育を担当する者は、教師、養護教員の他、外部から専門家である医師や助産師が特別授業の講師として担当している。しかし、プラン・ユースグループの「ユースから見た日本の性教育の実態調査<sup>6)</sup>」によると教育機関で受けた性教育に対し、4人に1人が不十分だとする報告がみられ、性教育の充実が急務とされている。わが国では性に対してタブー視する抑制的な社会通念の風潮が根強く残り、親が行う性教育は教育機関で行う性教育にゆだねられ、不十分な状況であることが考えられる。子育て情報メディア「KIDSNA STYLE」の来訪者・SNS閲覧者で子どもを持つ者を対象とした調査では、性教育を8割が実施していないと報告されている<sup>7)</sup>。また、大学生を対象とした亀崎らの調査においても親から受けた性教育は、小学校高学年で半数に満たず、学年が進行するに伴い減少していた<sup>8)</sup>。したがって、親が子と向き合い、その子に必要な性教育が十分に行われていない状況にあり、性ということに親が躊躇することなく、性教育を行うことが求められると考える。

また、このような状況に加味し、医療従事者を

目指す学生の性教育に関する知識と経験は、将来の職務にも影響すると考える。自身の体験を基に、性教育に関心をもち、現在の社会情勢をふまえた知識の習得が望まれているため、医療職を目指す本学大学生を対象に性教育に関する調査を行ったので報告する。

## II. 研究目的

医療系大学生の性教育に関する実態を明らかにする。

## III. 研究方法

### 1. 研究対象

医療系大学である本学に2021年1月時点で在籍していた1413人を対象とした。

### 2. 調査方法

調査方法は、外部に依頼して作成したWebサイトを利用し、教育機関の性教育と親の性教育について調査を行った。調査内容は、教育機関の性教育では「性教育を受けて役に立っているか」について、「非常に役立っている」から「全く役立っていない」の4択による回答とし、「最も役に立ったと思う性教育の内容」については自由記述による回答とした。親の性教育については、「親から性教育を受けたか」について「受けた」、「受けない」の2択による回答とし、「親から受けた性教育の内容」については、自由記述による回答とした。調査期間は2021年1月中旬から2月中旬の1ヶ月とし、調査対象者に向けて、1週間に1回（計4回）大学の連絡システムであるポータルサイトにて全学生に向けて調査協力依頼を配信した。また、大学内の所定の掲示板に本調査協力への依頼についてのポスターを掲示した。いずれにおいても調査先のWebアドレスとQRコードを載

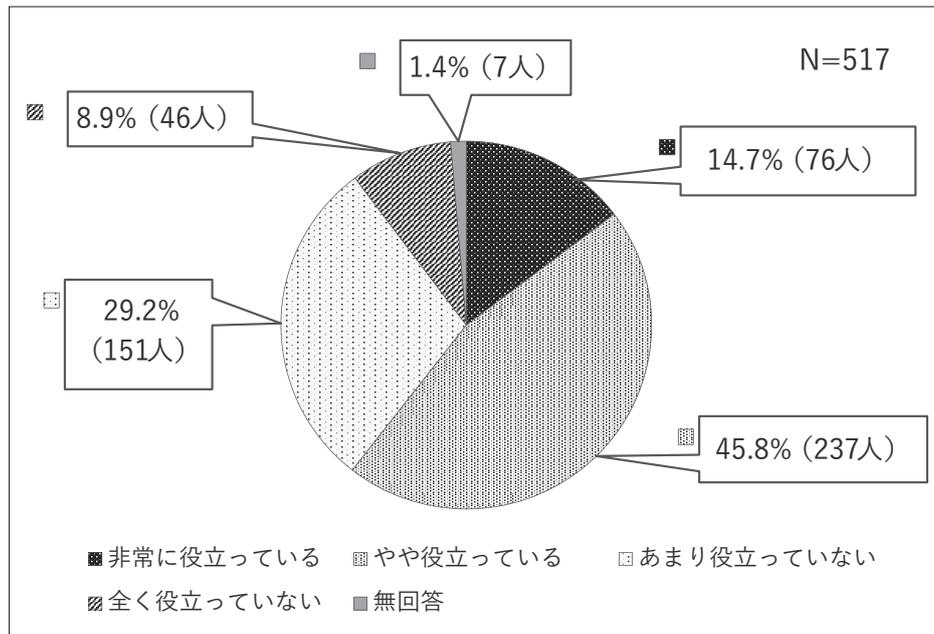


図1 性教育を受けて役立っているのかの割合

せ、調査専用のWebサイトへ容易にアクセスできるようにした。

### 3. 分析方法

選択肢による質問については、単純集計を行い、自由記述については同じ意味をなす内容をコード化による分類・整理を行い、カテゴリー化を行った。

### 4. 倫理的配慮

研究同意は、調査前にWebサイトの画面上に説明と研究同意の画面を載せ、一読後に「本研究に同意する」の確認箇所を設け、画面上で同意を得た後に調査画面へと進むようにした。画面上の説明文は、本研究の主旨及び匿名化につとめ、個人が特定される内容は使用しないこと、研究の承諾は任意で途中撤回は可能であり、不利益が生じないこと、終了後の調査データ破棄等の内容を載せ配慮した。研究対象者の所属機関である研究・倫理委員会による承認を得て調査を行った（受理番号：2020005）。

## IV. 結果

本調査の結果、学生517名（回収率36.6%）の同意が得られた。男女別の内訳は、男性216人、女性286人、無回答15人であった。対象者の年齢別人数は、18～19歳が182人、20～21歳が218人、22～23歳78人、24歳以上が4人、無回答が35人であった。

### 1. 教育機関の性教育について

教育機関において、性教育を受けて役に立っているかの回答は、図1に示すとおりである。「非常に役立っている」が76人（15%）、「やや役立っている」237人（46%）、「あまり役立っていない」151人（29.2%）、「全く役立っていない」46人（8.9%）、無回答が7人（1.4%）であった。この「非常に役立っている」、「やや役立っている」と回答した学生313人の最も役に立ったと思う性教育の内容の有効回答は、143人（47%）であった。最も役に立った性教育の内容は160コードあり、表1に示すとおり【避妊】、【性感染症】、

表1 最も役に立った性教育の内容 (N=143)

合計160コード

カテゴリー (コード数)	コード (一部抜粋)
避妊 (60)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・避妊は、2人に責任があり、避妊用具をしっかりと付けること</li> <li>・避妊器具をつけることは大事だということ</li> <li>・避妊の方法</li> <li>・コンドームを使用して性行為を行うことが大切なこと</li> <li>・コンドームの正しい付け方</li> <li>・避妊のために避妊具をつかったり、低用量ピルを飲むということ</li> <li>・コンドームを絶対につけてもピルを飲んでも妊娠する可能性があること</li> </ul>
性感染症 (35)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性行為をしたときに性感染の可能性があること</li> <li>・性感染症の危険性について実体験を交えて話してくれたこと</li> <li>・性病や性行為によって起こるリスクとその回避方法について知ったこと</li> <li>・大学の授業の際に初めて性感染症の正しい知識を得たこと</li> </ul>
男女の身体と第2次性徴 (30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・月経について</li> <li>・精通について</li> <li>・男性及び女性の生理的な事情や身体的構造の違い</li> <li>・思春期の性についての悩みで多い内容とアドバイスなどを紹介したこと</li> <li>・第2次性徴での男女の身体のしくみ</li> <li>・異性の身体のしくみ</li> </ul>
妊娠の成立 (14)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもができる仕組み</li> <li>・受精のしくみについて</li> <li>・小学生でも妊娠すること</li> </ul>
性行為 (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DVDで性行為をみたこと</li> <li>・性交のこと</li> <li>・子どものうちは性行為をまだしないこと</li> </ul>
望まない妊娠 (7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・妊娠して中絶しなくてはならなかった人の話</li> <li>・子どもを堕ろした人の気持ちや、思いを学んだこと</li> </ul>
男女の理解と思いやり (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・男女がお互いに気持ちを伝えることの大切さなどを学んだこと</li> </ul>

【男女の身体と第2次性徴】、【妊娠の成立】、【性行為】、【望まない妊娠】、【男女の理解と思いやり】に関する7カテゴリーが抽出された。コードについては、「」として示した。

最も多かったカテゴリーは、【避妊】についての記述で、「避妊は、2人に責任があり、避妊用具をしっかりと付けること」といった避妊に対する大切さを性教育で学び、「コンドームの正しい付け方」などの具体的な「避妊の方法」を学生は学ぶことで役に立つ内容であった。次いで【性感染症】についての記述が多く、「性行為をしたときに性感染の可能性があること」を学生に気づかせると同時に「性感染症の危険性について実体験を交えて話してくれたこと」によって、リアルに性感染症のリスクを知ることによって学生が役立て

た内容であった。【男女の身体と第2次性徴】についての記述では、「第2次性徴での男女の身体のしくみ」を学び、異性の身体について理解を深め、「思春期の性についての悩みで多い内容とアドバイスなどを紹介したこと」によって、学生は自身の性に対する理解に役立てていた内容であった。【妊娠の成立】についての記述では、「子どもができる仕組み」、「受精のしくみ」等の内容で、妊娠の成り立ちを理解することで役立てていた。

【性行為】についての記述では、性教育の際に視聴覚教材の「DVDで性行為をみたこと」による内容や「子どものうちは性行為をまだしないこと」といった、性行為によって生じるリスクを知ることによって役立てた内容であった。【望まない妊娠】についての記述では、実際に「妊娠して中絶

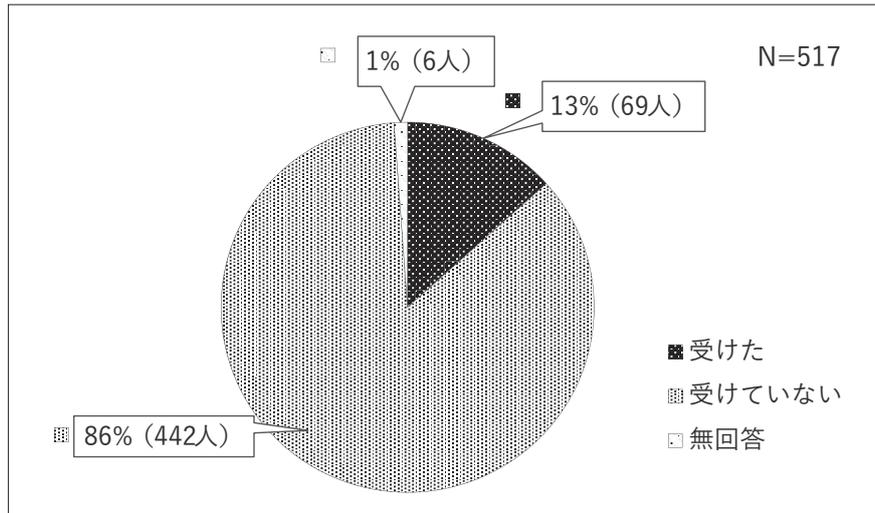


図2 親から性教育を受けた割合

しなくてはならなかった人の話」や、「子どもを墮した人の気持ちや、思いを学んだこと」を教員から聞くことで、学生の印象に残ることで、役立った内容であった。【男女の理解と思いやり】についての記述では、「男女がお互いに気持ちを伝えることの大切さなどを学んだこと」によって、それぞれの性への理解に役立った内容であった。

## 2. 親の性教育について

親から性教育を受けたかの回答は、「受けた」69人（13.3%）、「受けてない」442人（85.5%）であり、8割以上の学生が親から性教育を受けていないと回答していた。性教育を「受けていない」と回答した男女別人数は、男性244人、女性188人であった。

親から性教育を「受けた」と回答した学生69人のうち37名の有効回答が得られ、親から受けた性教育の自由記述内容は、43コードで、表2の通りである。内容の殆どが【避妊】と【性行為】で、その他、【性感染症】、【月経】、【妊娠】に関する記述の5カテゴリーに分類された。コードについては「」として示した。

【避妊】についての記述は、「性行為をするとき

は避妊をしっかりするということが、避妊器具をつけることは大事だということ」といった、避妊を実行することを促す内容であった。中には「セックスはコンドームをつけること」といった具体的に避妊器具をすすめる内容もみられた。【性行為】についての記述は、「性行為とは何か」、「安易な性行為は自分に負担がかかってしまうということが多いということ」、「近親相姦の話」、といった、性行為によるリスクについての内容がみられた。さらに学生であることを考慮した「性行為をするタイミングが今ではないことはわかっていると思うが、もしもに備えてそれなりの行動をすること」といった、予防行動を促す内容もみられた。一方「性行為は大切なコミュニケーションであるから大切にすべき」といった、性行為に対する肯定的な意義を伝える内容もあった。【月経】に関する記述は、「生理の血は怪我ではなく、母から赤ちゃんがいると血が出ない、赤ちゃんがいないと血が出ること」といった、妊娠に関連しての内容や「生理に関すること」についての内容がみられた。【妊娠】についての記述は「子どもがどのようにできるのか」といった、妊娠のしくみや「もう妊娠できる身体であるから、自分の身体

表2 親から受けた性教育の内容 (N=37)

合計 43コード

カテゴリー (コード数)	コード (一部抜粋)
避妊 (19)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性行為をするときは避妊をしっかりすること</li> <li>・避妊器具をつけることは大事ということ</li> <li>・セックスはコンドームをつけること</li> </ul>
性行為 (12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性行為とは何か</li> <li>・安易な性行為は自分に負担がかかってしまうということが多いということ</li> <li>・近親相姦の話</li> <li>・性行為をするタイミングが今ではないことはわかっていると思うが、もしもに備えてそれなりの行動をすること</li> <li>・性行為は大切なコミュニケーションであるだから大切にすべき</li> </ul>
月経 (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生理の血は怪我ではなく、母から赤ちゃんがいると血が出ない、赤ちゃんがいないと血が出ること</li> <li>・生理に関すること</li> </ul>
妊娠 (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもがどのようにできるのか</li> <li>・もう妊娠できる身体であるから、自分の身体は自分で守らないといけないこと</li> </ul>
性感染症 (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性病に関して</li> <li>・子宮頸がんの怖さについて (男性から移ることが多いこと、発症は女性という事実の認識など)</li> <li>・パートナーと性病検査を受けに行くべき</li> </ul>

は自分で守らないといけないこと」といった、身体の自己管理を促す内容であった。【性感染症】に関する記述は、「性病に関して」、「子宮頸がんの怖さについて (男性から移ることが多いこと、発症は女性という事実の認識など)」の内容の他、「パートナーと性病検査を受けに行くべき」といった、性感染症の予防行動についての内容であった。

## V. 考察

### 1. 学生に役立つ性教育

教育機関で行われる性教育が「非常に役に立っている」、「やや役立っている」を合わせて学生6割以上にのぼった。自由記述にもあるように、学生は教育機関からの性教育によって、基礎知識を身につけるに至ったと考える。公的な教育機関による性教育は、すべての学生に平等に寄与されるものである。その結果として、本学の半数を超える学生が、基礎教育としての意義があったことを示している結果であり、公的機関での性教育が重

要であることを意味づけるものであると考える。

また、医療従事者となった際には、性教育を指導する場面に遭遇する可能性は高く、公的機関での性教育による効果を実感していることは、医療職者として従事する際に役立つ知識として活用することが見込まれる。

その一方で「役立っていない」と回答した学生は教育機関の性教育に対し、様々な不満や要求があったのではないかとと思われる。また、大学生を対象とした調査においても、高校卒業後も性に関する何らかの教育や指導を半数弱が求めており、その理由に「信頼できる正確な知識を身に付けたい」ためであった<sup>9)</sup>。このことから、性教育を自ら学びたいとする学生の積極性が伺える一方で、高校までの性教育の知識では医療従事者として働く際に、専門職種としての知識として活用するには不十分で、不足していることを認識していたからではないかと考える。

「ユースから見た日本の性教育の実態調査」の中には「性教育で何を学びたいのか」について質問されており、その回答に、避妊や性感染症など

の従来の性教育で特に取り扱われている内容の割合が高かったとの報告があった。<sup>6)</sup> 本調査の教育機関の性教育が役に立っていると回答した内容も【避妊】と【性感染症】が多くあった。これらの結果は、特に医療従事者を目指す学生であるからこそ、生殖行為に伴うリスクや、感染症による生命の危機といった医療に特化した内容に教育的な意義を見出していることが考えられる。いずれも将来学生自身の性の健康に関わり、そのリスクをセルフコントロールによって回避するために必要な知識である。その必要性を学生は認識し、関心を持っていたからこそ、知識を得たいという思いがあり、性教育を受けてこれらの知識が得られたことで、役に立ったと回答したのではないかと思われる。

## 2. これから求められる性教育

親から性教育を受けた学生は、全体の2割に満たない結果で、8割以上が親から受けていなかった。現代において問題視されている性教育の場について、性教育を教育機関に依存していたという事実が、この結果から伺うことができる。本学の学生においても、親として子への性教育をどうしたらよいのか親なりに悩んでおり、性教育に対する苦手意識や消極性が子への性教育の実施が低くなったことに反映したのではないかと思われる。<sup>8)</sup> 亀崎らの調査では、「性教育を実施した一部の親は、性に関する話のきっかけを親から作り、意図的に性教育をしようとしていた。」と述べており、親は子への性教育の必要性を認識しているが、性教育に対する理解や知識が乏しく自信がないために行うことが出来ていない。ゆえに、性教育の理解や知識、実践的なスキルを、家庭で性教育が実施できるよう親が身に付けることが必要であることが、本研究結果からも示唆される。将来、医療従事者として性教育の指導を担う場合に備え、性教育が家庭で充実したものとなるよう、

性に関する専門家がはたらきかけ、親に向けた家庭での性教育についての交流会等の知識を得る機会を作ることが求められる。この必要性についても、社会情勢をふまえながら、医療の教育として伝達していく必要がある。

文部科学省中央教育審議会の教育課程部会は、性教育の在り方、教科における指導内容の体系化等について審議がなされている。その中で「性行為」については様々な考えが論じられているが、子どもたちには適切ではないという基本的なスタンスに立って、指導内容を検討していくべきとした。<sup>10)</sup> すなわち、我が国の性教育において子どもの性を取り巻く状況が大きく変化しているという認識があっても、「性行為」については今までと変わらず、規制があることを示唆している。本調査の教育機関での性教育で役に立っている内容と親から受けた性教育の内容の双方の記述に【性行為】の内容があった。ゆえに、教育機関の性教育であっても家庭での親の性教育であっても学生にとって【性行為】は関心が高く、どういうものであるのか、詳しく知りたいことが伺える。

人口問題や人権問題、女性の権利に対する問題を背景に2009年にユネスコによって「国際セクシュアル教育ガイダンス」が作成された。その中で包括的セクシュアリティ教育が推進されている。包括的セクシュアリティ教育は、セクシャリティの認知的、感情的、身体的、社会的情緒面についてのカリキュラムをベースにした教育と学習のプロセスである。<sup>11)</sup> そのため、従来の性・生殖だけでなく、ジェンダー平等や性の多様性などを含んだ人権尊重をベースに、あらゆる側面から性を捉えた幅広い性教育であるといえる。諸外国ではすでに、包括的セクシュアリティ教育ガイダンスをもとに実践されている国もある。しかし、我が国の性教育についての学習指導要領は、従来と変わっておらず、包括的な性教育とは言い難い内容であり、時代に即していないと思われる。社会状

況に応じて包括的セクシュアリティ教育が必然的に求められ、導入されることが望まれる。今後、包括的セクシュアリティ教育を我が国でいかに取り入れていけるのかが、より効果的な性教育を子どもたちや若者たちの安全な性の健康の保障に繋がると考える。

## VI. 研究の限界と今後の課題

本研究は、本学学生を対象とした限られた調査である。本研究の調査では、教育機関の性教育において、「役に立っている」ことに焦点があたり、「役に立っていない」ことに対する内容にまで至ってなかった。親の性教育においても性教育を親から「受けた」ことに焦点があたり、「受けていない」と多くの学生が回答していたが、その理由についての内容まで至っていなかった。以上のことから、性教育の調査結果のネガティブな部分について、今後も探求していく事が課題である。

## VII. 結論

医療系大学生を対象とした調査から、学生の6割以上が教育機関の性教育が「役に立っている」と回答し、最も役に立った性教育の内容は、学生の身体に関わる「避妊」に関する記述であった。親から性教育を2割に満たない学生が「受けた」と回答し、その内容のほとんどは、「避妊」と「性行為」についてであった。一方、親から性教育を「受けていない」学生が8割以上いたことから、親による性教育が不十分であることが明らかとなった。

## 謝辞

本調査に御協力頂きました学生の皆様に厚く御

礼申し上げます。

尚、本研究はeafons2023で発表した一部を加筆修正した。また、2020年度学長特別研究費の助成を受けた。

本研究に申告すべき利益相反はない。

## 【引用文献】

- 1) 厚生労働省：感染症発生動向調査「性感染症報告数2004～2022年」  
<https://www.mhlw.go.jp/topics/2005/04/tp0411-1.html> [閲覧日：2024年6月23日]
- 2) 厚生労働省：令和4年度衛生行政報告例「人工妊娠中絶数」  
[https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/eisei\\_houkoku/22/dl/gaikyo.pdf](https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/eisei_houkoku/22/dl/gaikyo.pdf)  
[閲覧日：2024年6月23日]
- 3) 厚生労働省：健やか親子21（第2次）について、  
<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11901000-Koyoukintoujidoukateikyoku-Soumuka/s2.pdf> [閲覧日：2024年6月22日]
- 4) 現代性科学・性教育事典編集委員会：現代性科学・性教育事典，254-257，小学館，東京，1995.
- 5) 厚生労働省：文部科学省「学校における性に関する指導について」平成29年，  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11121000/000838180.pdf> [閲覧日：2024年6月22日]
- 6) 公益財団法人プラン・ユースグループ：ユースから見た日本の性教育の事態調査報告書－包括的性教育を目指して－，2021年6月  
[https://www.plan-international.jp/activity/advocacy/youth/pdf/0630\\_Youth\\_Report\\_01.pdf](https://www.plan-international.jp/activity/advocacy/youth/pdf/0630_Youth_Report_01.pdf) [閲覧日：2024年6月21日]
- 7) 株式会社ネクストビート「KIDSNA STYLE」：家庭での性教育に関するアンケート調査  
<https://prt看times.jp/main/html/rd/p/000000108.000016431.html>  
[閲覧日：2024年6月21日]
- 8) 亀崎明子，田中満由美，岡本 恵他：大学生が両親から受けた性教育の実態と今後の課題，母性看護，44，73-76，2014.
- 9) 仁木雪子，小沢久美子：過去に受けた学校生性教育の内容と継続のニード（第3報）－大学生対象のアンケート調査から－，八戸短期大学研究紀要，34，131-141，2011.
- 10) 文部科学省中央教育審議会：教育課程部会「健やかな体を育む教育の在り方に関する専門部会これまでの審議の状況－すべての子どもたちが身に付けているべきミニマムとは？－」  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1395097.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1395097.htm) [閲覧日：2024年6月22日]
- 11) ユネスコ編，浅井春雄，良 香織他：改訂版国際セクシュアリティ教育ガイダンス，28-33，明石書店，東京，2020.

**The Reality of Sex Education**  
— **From the Survey in University Students Aiming for a Medical Career** —

Reiko Hirata, Fuyo Kameda

Department of Nursing, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

**Abstract**

This study was aimed at clarifying the reality of sex education of university students aiming for a medical career in the future and, for that, an on-line questionnaire survey was conducted in 1,413 students of our university. The questions asked in the survey were related to sex education received at educational institutions and from their parents. Consent to the survey was obtained on line from 517 students (Response rate: 36.6%). For the question “Is sex education received at educational institutions helpful?”, 313 students answered “Very helpful” or “Somewhat helpful”. Among freely-described answers about the most helpful sex education, description about “Contraception” was most frequent. For the question “Have you ever received sex education from your parent?”, 442 students answered “No”. Meanwhile, 69 students answered “Yes”, and most of the content of their free description about sex education received from their parents was “contraception” and “Sexual act”. More than half of the students consider that sex education at educational institutions is helpful, and the most helpful sex education they consider are all included in the Ministry’s Education Guidelines and were related to sex that affects students’ own body. On the other hand, it was made clear that sex education by parent is insufficient because more than 80% of the students had not received any sex education from their parents.

**Key words:** university student aiming for a medical career, educational institution, parent, sex education, reality

研究報告

## ラジオクロミックフィルムを用いた 深部量百分率曲線測定に関する研究

安岡 さあ<sup>1)</sup>, 猪岡 優紀<sup>1)</sup>, 加藤 真一<sup>1)</sup>, 延澤 忠真<sup>1)</sup>, 佐藤 洋<sup>1)</sup>  
桑山 潤<sup>1)</sup>, 久保 圭一郎<sup>2)</sup>

1) 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

2) 東邦大学医療センター大森病院 中央放射線部

### 要 旨

ラジオクロミックフィルムは放射線照射によって色に変化し、その色変化を読み取ることで線量分布を可視化でき、その高い感度と簡便な取り扱いから臨床現場での品質保証や研究において重要とされている。また、PDDは放射線治療における線量分布の深さ方向の変化に関する重要なデータであり、水ファントムと電離箱を使用した測定が行われている。

本研究では、ラジオクロミックフィルムを用いたPDD測定に焦点を当て、放射線計測精度向上に寄与する手法に関し検討を行った。線質は高エネルギーほど、線量は低線量ほど、PDD取得時の誤差は大きくなった。また、ファントムの圧着については誤差の変化はみられなかった。深さスケール係数は最大深までの値に関して誤差の低減がみられた。

ラジオクロミックフィルムを使用してX線のPDDを取得する際には線質、線量を考慮し、読取に赤色光を用い、ファントムの深さスケール係数を使用することにより測定精度が向上すると結論づけた。

Key words : radiochromic film, characteristic curve, percentage depth dose, depth scaling factor

### I. 緒 言

#### 1. ラジオクロミックフィルム

フィルムは現像を必要とするラジオグラフィックフィルム (Radiographic Film; RGF) と、照射により自己濃染し現像を必要としないラジオクロミックフィルム (Radiochromic Film; RCF) に分類される。ラジオクロミックフィルムは自動現像機も暗室も不要なため、明室下での加工が可能である。放射線に反応して着色するモノマー (直径1-2mm, 長さ15-20  $\mu$ mの針状構造) の感応

層と癒着層がクリアポリエステルなどでラミネートされた構造をしており、放射性感受性モノマーの破断・重合の作用によりポリマー化され、無色透明から青色に染色される作用を利用している。この照射された線量に応じて、フィルムの光学濃度が上昇する現象により、1回照射で2次元の解析が行え、空間分解能が高いことから線量測定などに利用される。その組成は主に炭酸、水素、酸素で構成され、実効原子番号6.8-7.0と人体軟部組織に近く、高原子番号物質である銀粒子を含んでいないためRGFと比べエネルギー依存性も

◆連絡先 加藤真一

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

小さく、放射線治療の線量分布測定に適している。しかしRCFは特有の特性を持ち、照射後の濃度上昇、温度依存性、感度の不均一性、スキャン方向依存性、スキャナの感色度、その他スキャン条件などに注意する必要がある<sup>1)</sup>。

照射後のRCFの濃度は徐々に上昇し、高感度型では6時間で濃度が上昇するとされている<sup>1)</sup>。ガフクロミックフィルム研究会は最低3時間以上遮光放置した後のデータの取得を推奨しており、データ取得までの時間をフィルム毎に統一する必要がある。

RCFは針状の構造を持った感応物質の長軸方向と塗布方向が一致する傾向にあることから、スキャン方向によって読み取り濃度が異なるためスキャン時に読み取り方向を一致させる必要がある<sup>1)</sup>。

また標準計測法12において、Suchowerskaらはフィルムとファントムの圧着が方向依存性の原因であると報告している<sup>1)</sup>。圧着不足により生じる空気層を一次線が通過するため、ファントムによる減衰が小さく、深部でのフィルムの濃度が上昇する。平行入射を行う場合は、フィルムとファントムをしっかりと圧着する必要がある<sup>1)</sup>。

## 2. 深さスケールリング

固体ファントムの材質は、放射線に対する散乱と吸収が水等価でなければならぬため、体積当たりの相互作用が起こる確率が水と同等になるように調節している。しかし精度の高い評価を行うには、固体ファントム内の測定値を水中での測定値に変換する必要がある<sup>3)</sup>。本実験では、固体ファントムの深さを水での深さに変換する深さスケールリングに関して、相対電子濃度を用いた、相対電子濃度による深さスケールリングとは、水と固体ファントムの組成に注目して、治療領域の光子の主な相互作用であるコンプトン散乱断面積に関連する相対電子濃度を用いて深さの補正をする方法で

ある<sup>3)</sup>。

## II. 目的

ラジオクロミックフィルムを用いたPDD測定に焦点を当て、放射線治療の精度向上に寄与する手法に関し検討することを目的とした。

## III. 使用機器

- ・医療用直線加速器：elekta製 VersaHD (6・10MV X線)
- ・ファントム：京都科学製 タフウォーターファントム WD\_3040
- ・ラジオクロミックフィルム：アールテック製 GAFROMIC EBT3
- ・スキャナ：セイコーエプソン製 ES-10000G 3.49
- ・電位計：PTW製 UNIDOSweblin
- ・電離箱：PTW製 TM30013
- ・解析ソフト：DD-Analysis Ver12.1
- ・温度計：佐藤計量器製作所製 防水型デジタル温度計 SK-1260 SN:6006910
- ・気圧計：山王製 デジタル気圧計 R-30 SN:121226
- ・その他、圧着の際にはクランプを使用

## IV. 方法

### 1. 線量-濃度曲線（特性曲線）の測定

初めに、電離箱とタフウォーターファントムを使用して吸収線量の測定を行った。エネルギーは6MV・10MVについて、それぞれ20, 40, 60, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360MUを照射して計測し、電離量から校正深での水吸収線量 $D_w$ を算出した。測定条件は標準計測法12の基準条件に則り、ファーマー型電離箱を使用して校正深10cmで照射野10×10cm、SSD（線源表面

間距離) 100cm, 電離箱の基準点は幾何学中心とした。温度気圧補正 ( $k_{TP}$ ) を行うためにタフウォーターファントム内に温度計を設置し, 気温を記録した。気圧はリニアック室内に設置されている気圧計の数値を記録した。水吸収線量校正定数 ( $N_{D,W}$ ) は  $5.368 \times 10^{-2} \text{Gy/nC}$  (校正証明書番号:C230364) とし, 電位計校正定数は  $0.9995 \text{nC/rdg}$  (校正証明書番号:E230032) とした。イオン再結合補正係数 ( $k_s$ ) は 1.002 (6MV), 1.004 (10MV), 極性効果補正係数 ( $k_{pol}$ ) は 0.9996 (6MV), 0.9999 (10MV), 線質変換係数 ( $k_Q$ ) は 0.9883 (6MV), 0.9778 (10MV) とした。

次にラジオクロミックフィルムを12枚に切断し, スキャン方向依存性の観点から一片を切っておき, 照射する線量を油性マーカーでフィルムに記入し, スキャン間違いを起こさないようにした。

次にラジオクロミックフィルムを使用して, 特性曲線を取得した。Field by Field法で照射し, 1枚ずつスキャナの真ん中にフィルムを置いてスキャンした。測定条件は吸収線量の測定時と同様に標準測定法12の基準条件に則り測定した。測定したフィルムはラジオクロミックフィルムのガイドラインに沿って, 原稿種をフィルム, フィルムタイプはポジフィルム, ラジオクロミックの波長特性を利用するためフォーマット形式はR-16 or 48bit, 解像度は72dpiとした。校正深における吸収線量 ( $D_c$ ) とスキャンした任意単位のフィルムの濃度 (analogue digital conversion value: ADC) から特性曲線を求めた。

## 2. 深部量百分率 (PDD) の測定

次にPDDの計測を行った。ラジオクロミックフィルム1枚をタフウォーターファントムの間に縦に挟み, ファントムの上端にフィルムの端をテープで固定した。圧着ありの場合では, 圧着不足による深部での濃度上昇を防ぐために, クランプ

を使用してファントム同士の圧着を強めた。SSD 100cmになるようにカウチを調節し, 6MV圧着ありで100, 200, 300MU, 圧着無しで100, 300MU, 10MV圧着ありで300MUの計6枚のラジオクロミックフィルムに照射を行った。フィルムスキャンは照射後の感度上昇をすべてのフィルムで一定にするため約24時間後に行い, 黒いビニール袋での保管を行った。解析ソフトを利用してフィルムの濃度と線量の特性曲線を6・10MVそれぞれ取得した。PDDを測定したフィルムのスキャンも行い, 取得した特性曲線のデータを使用して, PDDの数値データを取得した。取得したデータからあらかじめ測定しておいた水ファントムでのPDDデータと比較・検討した。

## V. 結果

### 1. 特性曲線

測定した吸収線量と濃度から作成した特性曲線をFig.1及びFig.2に示す。

6MV, 10MVともに線量が上がっていくにつれ, 直線性は失われる。6MVの特性曲線のうち, 校正深における水吸収線量 ( $D_c$ ) を低線量域 (0-94cGy) までと高線量域 (125-282cGy) までをプロットしたものをFig.3及びFig.4に示す。

近似直線の傾きを見ると低線量域では65.0であったが, 高線量域では33.6と約1/2となり, 高線量になるほど特性曲線は傾きが緩やかになることがわかる。これは, 10MVの特性曲線でも同様の結果となった。

以上の結果から特性曲線で得られる近似曲線において, 1次近似式では傾きが変化するため2-5次近似を行ったところ, すべてにおいて $R^2$ 値は0.99を上回った。2次近似とそれ以上の次数の近似式において有意な差は認められなかった。以上より, PDDの測定に用いる特性曲線の近似式は2

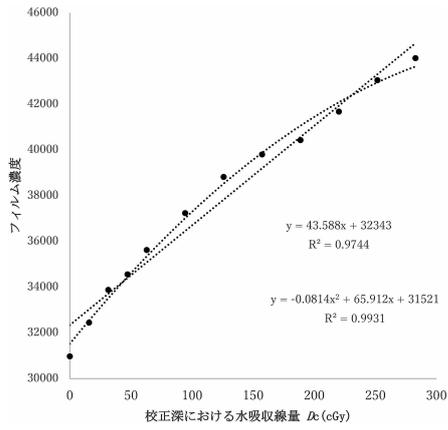


Fig.1 6MV 特性曲線

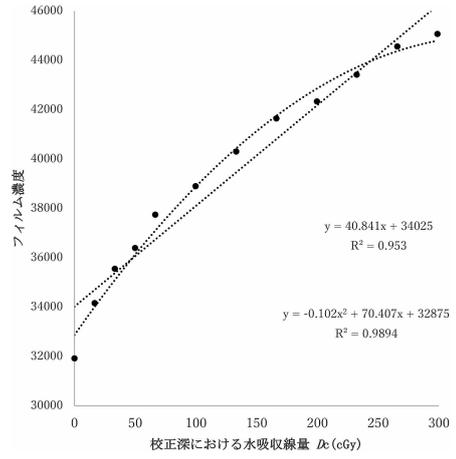


Fig.2 10MV 特性曲線

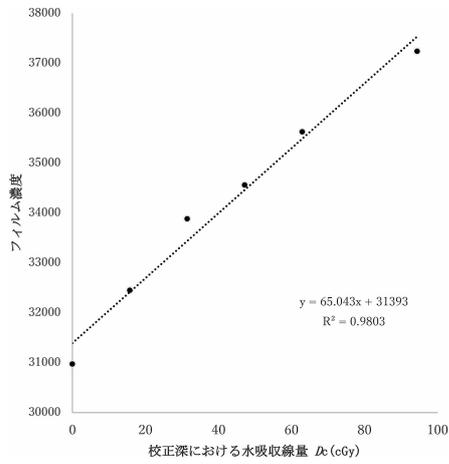


Fig.3 6MV 特性曲線 低線量域

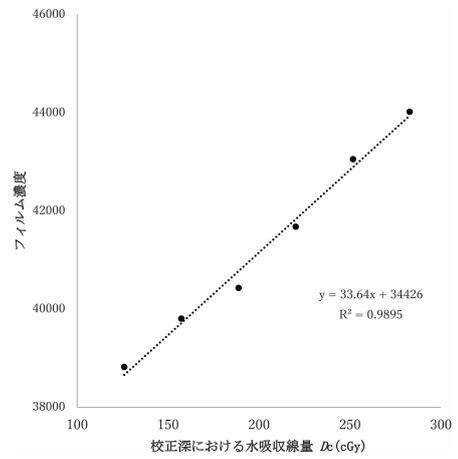


Fig.4 6MV 特性曲線 高線量域

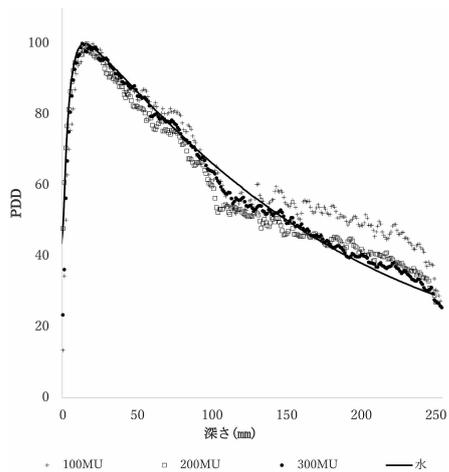


Fig.5 6MV 圧着あり 深さスケールなし

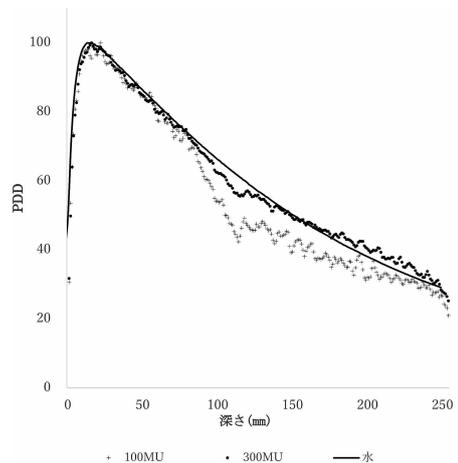


Fig.6 6MV 圧着なし 深さスケールなし

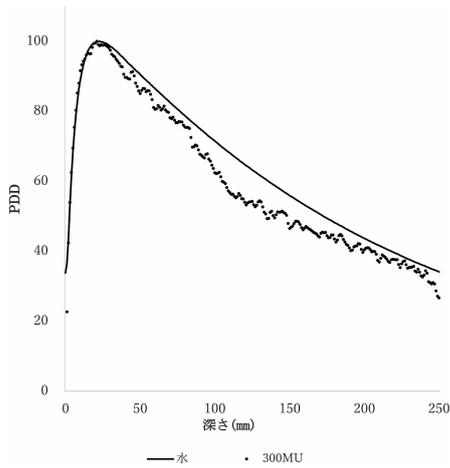


Fig. 7 10MV 圧着あり 深さスケーリングなし

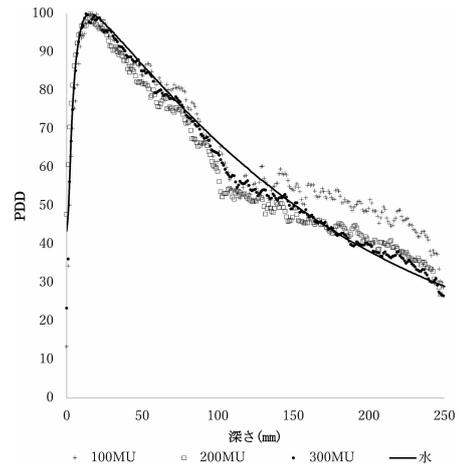


Fig. 8 6MV 圧着あり 深さスケーリングあり

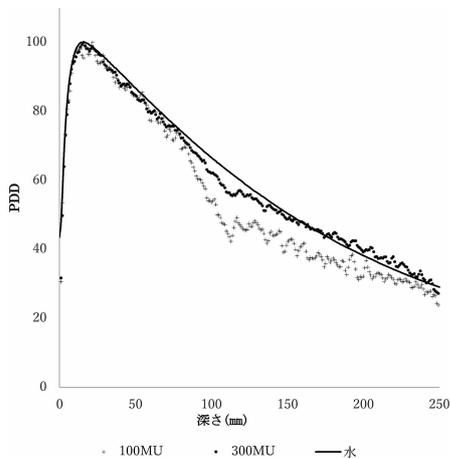


Fig. 9 6MV 圧着なし 深さスケーリングあり

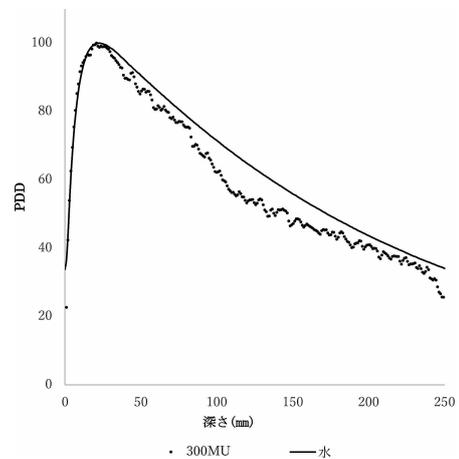


Fig. 10 10MV 圧着あり 深さスケーリングあり

次近似式を採用した。

## 2. PDDについて

6MV圧着あり・無しのパDD曲線をFig.5及びFig.6に示す。

線量については、100MUに比べ、200MU、300MUと線量を上げていくほど水ファントム中でのPDDに近づくが、深さが深くなるにつれ差は広がった。

圧着の効果については、300MUでは圧着の有無により差が広がったが、100MUでは有意な差は見られなかった。

10MV圧着ありのパDDをFig.7に示す。

線質については、10MVでは6MVに比べ、水

ファントム中でのPDDとの差は広がった。

次に、深さスケーリングを考慮したものをそれぞれFig.8及びFig.9, Fig.10に示す。

深さスケーリングの有無については、6MVでは全体的に大きな変化は見られないが、最大深までのPDDは深さスケーリングをかけることによって水ファントム中のPDDに近づいた。一方で10MVでは、深さスケーリングをかけることで乖離が広がった。エネルギーの大きさによって深さスケーリングの有効度が変わる結果となった。

乖離の程度を数値として評価するため、ラジオクロミックフィルムの実測値と電離箱による水ファントムのPDDとの相対誤差 [%] を算出した。

Table 1にPDD全体の平均相対誤差および、最大

Table 1 電離箱による水のPDDとの相対誤差

	6 MV 圧着あり						6 MV 圧着なし				10 MV 圧着あり	
	あり			なし			あり		なし		あり	なし
線量 [MU]	100	200	300	100	200	300	100	300	100	300	300	300
全体 相対誤差 [%]	13.10	7.35	3.34	13.77	7.30	3.36	10.63	3.86	10.25	3.85	8.82	8.21
最大深まで 相対誤差 [%]	5.43	5.73	2.63	10.60	10.60	6.00	3.52	4.74	4.05	5.11	3.30	3.13
最大深以降 相対誤差 [%]	13.77	7.46	3.38	14.00	7.41	3.21	11.32	3.80	10.85	3.76	9.32	8.67

深までと最大深以降の平均相対誤差を示す。

6MVでは線量が大きくなるほど相対誤差は小さくなった。圧着の有無に関しては高線量領域(300MU)で若干の差がみられた。線質では、低エネルギー(6MV)より高エネルギー(10MV)の方が相対誤差は増加した。深さスケールリングの有無に関しては6MVのPDDの最大深までの相対誤差に改善が見られた。

## VI. 考 察

### 1. 特性曲線

結果から、線量が上昇するにつれて濃度は平坦になっていくが直線近似においても、 $R^2$ 値は0.9744と比較的高い値となり、直線性が良いことがわかる。線量-濃度の特性曲線は、標準計測法12によると何色の光でスキャンを行うかによって、直線性が変化するとされている<sup>1)</sup>。また、赤色光はダイナミックレンジが広く、直線性が良いとされ<sup>1)</sup>、本実験でも同様の結果が得られた。しかし、高線量領域における直線性は低下する結果となった。

標準計測法12では、感応物質の吸光度は従来型では約670nm、EBT以降では約635nmにピークがあり、この波長域の光、すなわち赤色光でスキャンを行うことが望ましいとされる<sup>1)</sup>。EBT2では赤色光でのスキャンで1番感度が高く、ダイ

ナミックレンジが広い。最近の研究ではRGBの3色成分で読み取りを行い、赤色成分と他の色成分での読み取り値の比をとる方法や各色成分での読み取り値を使用し、最小二乗法によって解を平均濃度と濃度偏差に分離して真の濃度を導出する方法によってノイズを除去する試みがなされている<sup>1)</sup>。

また、PDDの取得法は本実験で用いたField by Field法<sup>1)</sup>の他、MLCセグメント法、平行入射法(PDD法)がある。Field by Field法と比較し、MLCセグメント法とPDD法は1枚のフィルムで取得できるため経済性が良く、より短時間で取得できる。一方で、MLCセグメント法は最適なリーフシーケンスの作成が必要で、MLCの位置精度やtransmissionの影響があり、PDD法は入射方向依存性、ファントム圧着の影響を受けるといった欠点がある。本実験で使用したField by Field法は手間と時間がかかるが標準計測法に準拠して測定・対比ができ、MLCに関する誤差因子がない<sup>1)</sup>。

このことから、標準計測法に準拠して特性曲線を取得するには、Field by Field法を使用し、赤色スキャンすることが望ましいと考えられる。

### 2. PDD

PDDのグラフを見ると、水に比べて変動の大きい曲線となった。これはフィルムの粒状性によ

るものと考えられる。粒状性はフィルムの粒子1個1個によるものではなく、粒子が集まって集落（モトル）となったときにはじめて粒子として視覚される。このうち量子モトルは入射するX線光子の空間分布の統計的揺らぎにより、単位面積当たりの吸収光子数が少ないほど大きくなる。したがって、露光量が少なくなると同時に吸収光子数が少なくなるため量子モトルによる粒状が目立ってくるようになる<sup>4)</sup>。よって線量を上げるほど光子数が増え、電離箱による水とPDDの相対誤差が改善されたとわかる。さらに、Fig.1及びFig.2の特性曲線に見られる一部外れた点も、干渉縞の影響が原因として考えられる。RCFはRGFと比べ干渉縞（モアレ）の発生頻度が高い。干渉縞の影響の軽減には、無反射シートの活用や、バンドパスフィルタを用いてノイズを除去するといった工夫が行われている。また、Devicらは解像度150dpiでのスキャン、メディアンフィルタの利用などを推奨している<sup>1)</sup>。しかし、モアレの頻発する条件やフィルム読み取り位置による濃度差はスキャナの種類ごとに異なるので、臨床使用する前にこれらの基礎特性を検証しておくことが望ましい<sup>1)</sup>。

圧着の有無については、300MUでは電離箱による水のPDDとの相対誤差の改善が見られたが、その他のMU値では大きな変化は見られなかった。標準計測法12によれば、フィルムとファントムの圧着不足により、生じる空気層を一次線が通過するために、ファントムによる減衰が小さくなり、深部でのフィルムの濃度が上昇するとされている<sup>1)</sup>。今回の測定においては、300MUの場合に圧着による相対誤差の低減が見られ、深部での濃度上昇が低減された。結果として、圧着による効果が認められたのは高線量での照射時のみであった。原因として、低線量領域では深部まで一次線が到達しにくく、深部での濃度上昇の差が圧着の有無で変化せず、圧着による効果が有効に働か

なかったものと考えられる。

深さスケーリングの有無について比べると、Table1より6MVでは最大深までの平均相対誤差は約1/2となり、深さスケーリング係数の効果がみられた。しかし、10MVでは相対誤差の改善はみられなかった。理論より、深さスケーリングは体積当たりの相互作用が起こる確率が水と同等になるように調節しており、本実験では、深さスケーリングに関して、相対電子濃度による深さスケーリングを行った。相対電子濃度による深さスケーリングは、水と固体ファントムの組成に注目して、治療領域の光子の主な相互作用であるコンプトン散乱断面積に関連する相対電子濃度を用いて深さの補正をする方法であり<sup>3)</sup>、平均エネルギーが高くなるほど、コンプトン散乱の割合は減っていくため、相互作用の違いにより高エネルギー領域では深さスケーリングの影響を受けにくいのではないかと考えられる。

一般的には相対電子濃度による深さスケーリングは、ファントムに固有なものでエネルギーに関係ないとされるが、文献によると、エネルギー（6MVと10MV）で比較した場合に10MVのほうが電子密度に近いというデータもある<sup>3)</sup>。標準計測法によると、相対電子濃度で深さスケーリングを行うのが良いとされるが、様々な研究によるとそのほかにも深さスケーリングの方法があり、深さスケーリングの方法にも一考の余地がある。

本研究においては、6MVの最大深までは深さスケーリング係数の効果により相対誤差は低下するが、より深い部分での変化はみられなかった。今回用いた深さスケーリング係数は相対電子濃度によるもので、値も0.990とそれほど大きくはない。したがって、深部になるほど係数の効果が限定的となったと考えられる。

## Ⅶ. 結 語

本研究では、ラジオクロミックフィルムを使用したPDD取得について比較検討を行った。

PDD取得に関しては、水ファントムを使用する方法に比べ、比較的簡便であるといえる。しかし、特性曲線取得にField by Field法を使用すると正確である代わりに時間と手間がかかった。取得したPDD曲線についても、モアレの影響などから、完全な形の曲線を得ることは難しく、変動の大きな曲線から正確な最大深の値は出せないなどの問題点があった。さらに、水等価ファントムを使用することで深さスケール係数の補正を考慮する必要もあった。

ラジオクロミックフィルムを使用したX線のPDD測定時の誤差の低減には、線質および線量を考慮し、スキャンする際は赤色読み取りを行い、深さスケール係数を用いるとよいとわかった。深さスケール係数の方法や、使用するスキャナの種類などにより、PDDの形や最大深まで変わる可能性があるため、臨床使用する前にこれらの基礎特性を検証しておき、施設に合った方法を確立しておくことが重要である。

本研究により、放射線治療の精度向上に寄与するための、ラジオクロミックフィルムを用いたPDD測定における重要点や取得法について明らかにすることができた。

## 〔参考文献〕

- 1) 日本医学物理学会：外部放射線治療における水吸収線量の標準測定法－標準計測法12-，185-198，株式会社通商産業研究社，東京，2012.
- 2) ガフクロミックフィルム研究会：ガフクロミックフィルムの取り扱いに関して，1-21，2018.
- 3) 加藤真一：光子ビームに対する固体ファントムの深さスケールリングに関する研究，1-55，2008.
- 4) 古川克治：放射線写真学 アナログからデジタルへ，74-75，富士メディカル株式会社，東京，2021.

## A Study on Percentage Depth Dose measurements using radiochromic film

Sarah Yasuoka<sup>1)</sup>, Inooka Yuki<sup>1)</sup>, Shinichi Kato<sup>1)</sup>, Tadamasa Nobesawa<sup>1)</sup>

Hiroshi Sato<sup>1)</sup>, Jun Kuwayama<sup>1)</sup>, Keiichirou Kubo<sup>2)</sup>

1) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

2) Toho University Omori Medical Center Center Department of Radiology

### Abstract

Radiochromic films change color upon irradiation, and the dose distribution can be visualized by reading the color change, which is important for quality assurance in clinical practice and research due to its high sensitivity and easy handling. PDD is also important data on the depth profile of dose distribution in radiotherapy, and has been measured using a water phantom and an ionization chamber.

In this study, we focused on PDD measurements using radiochromic films and investigated methods that contribute to improving the accuracy of radiation measurements. The higher the energy of the radiation quality and the lower the dose, the larger the error in acquiring PDDs. The error did not change when the phantom was crimped. The depth scaling factor showed a reduction in error for the maximum depth value. It is concluded that the accuracy of X-ray PDDs obtained using radiochromic films can be improved by considering the radiation quality and dose, using red light for reading, and using the depth scaling factor of the phantom.

**key words:** radiochromic film, characteristic curve, percentage depth dose, depth scaling factor

研究報告

## CT再構成アルゴリズムが放射線治療計画における 線量分布へ及ぼす影響について

太田 心斗<sup>1)</sup>, 加藤 真一<sup>1)</sup>, 延澤 忠真<sup>1)</sup>, 今花 仁人<sup>1)</sup>, 桑山 潤<sup>1)</sup>, 鈴木 秀和<sup>2)</sup>

1) 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

2) 帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科

### 要 旨

放射線治療計画用CTにおける画像再構成には主にフィルター逆投影法 (FBP: Filtered Back Projection, 以下FBP) が使用される。しかし近年のCT検査では画像改善を目的としたAiCE (Advance intelligent Clear-IQ Engine, 以下AiCE) やAIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D, 以下AIDR 3D) などが使用されている。本研究では、管電圧と再構成方法を変化させ、CT (Computed Tomography) 値の変化を検討した。その結果、低管電圧撮影時のCT撮影では、再構成方法によってCT値の変動が見られた。これにはビームハードニング効果に関係すると考えられた。治療計画CT画像においてファントムのロッド内のCT値を測定したところ、再構成方法によるCT値の変化がなく、治療計画装置による線量評価においてもCT再構成アルゴリズムが線量計算に及ぼす影響はないと考えられた。そのため、治療計画時のCT撮影において、従来のFBPを使用するより、撮影線量の低減や画質向上が期待できるAiCEやAIDR 3Dを画像再構成に用いる方が、有用性が高いと結論づけた。

Key words : radiotherapy, image reconstruct method in CT, CT for treatment planning,

CT-to-electron density conversion table

### I. はじめに

放射線治療に用いるMV領域におけるX線と人体の相互作用はコンプトン散乱の割合が大半を占める。このコンプトン散乱は物質の電子密度に依存するため、電子密度を正確に知るためにCT値電子密度変換テーブルと呼ばれるグラフを専用のファントムを利用して作成する必要がある<sup>1)</sup>。このファントムの内部には、電子密度が既知の複数の物質がロッド内に挿入されており、このファントムをCT装置で撮影し、関心領域 (ROI: Region of Interest, 以下ROI) を使用し、CT値を測定

することで、CT値と電子密度の関係を調べた。

計画用CT撮影における管電圧の違いが、CT値電子密度変換テーブルへ影響を及ぼすことは知られている。近年のコンピュータ技術の発展に伴い、CT撮影における画像改善を目的とし、多くの画像再構成法が利用されている。従来ではFBPが利用されていたが、最近では逐次近似法やAI法が利用されている。そのため、撮影時の管電圧が同じでも、画像再構成法の違いが放射線治療計画に影響を及ぼすと考えられる。そこで、画像再構成法の違いが、放射線治療計画に及ぼす影響について検討した。

◆連絡先 加藤真一

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 診療放射線学科  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009

Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

## II. 緒言

放射線治療計画におけるCT画像は、正確な臓器の輪郭抽出と線量計算に用いられ、線量計算にはCT画像の各ボクセルのCT値から変換される水基準の相対電子濃度が用いられる。線量計算時にCT値から物質の電子濃度に変換する理由は、X線エネルギーがCT装置のように診断で使用するkV領域と、治療で使用するMV領域のX線とでは人体における相互作用が異なるためである。X線と人体の相互作用においてkV領域では光電効果、放射線治療に用いるMV領域ではコンプトン散乱の割合が大半になる。光電効果は物質の原子番号に依存するのに対し、コンプトン散乱は電子濃度に依存する。このようにX線エネルギーと人体との相互作用の違いから、治療用高エネルギーX線の吸収線量の計算に電子密度が必要となる<sup>2)</sup>。

本研究で使用した画像再構成法は、①FBP法、②AiCE、③AIDR 3Dである。これらの特徴を以下に示す。

①FBPは解析的な画像再構成方法であり、投影切断定理に基づく二次フーリエ変換法をCTの離散的な投影データに適応させたものである。FBPの特徴は計算時間が圧倒的に短いことであり、このためCT再構成法の主力として長く利用されてきた。一方で、低線量領域でのノイズが大ききことや、スキャン方法の進化に対応しにくい欠点<sup>3)</sup>があげられる。CTがさらに進化する上で、さらなる被ばく低減や高分解能化が求められるに当たりノイズ低減と空間分解能向上を両立させにくいFBPでは対応が難しくなっている。

②AiCEとは、MBIR (Model-Based Iterative Reconstruction) で再構成を行った高画質な画像を教師画像としてDCNN (Deep Convolutional Neural Network) したことで、低線量で低品質な画像であっても画質を改善することができる。

そのため、Deep Learningを用いて統計した新しい画像再構成技術といえる。

AiCEの最大の利点として、ノイズ成分と信号成分を識別する処理を用いることで空間分解能を維持したままノイズを選択的に除去することができる。AiCEを用いることで、CT装置が持つ分解能をより引き出しながら、高いノイズ低減効果を得ることができる。また、低コントラスト領域においても、粒状性を維持しながら高いノイズ低減効果が得られ、低線量領域においても安定した画質向上を実現している<sup>4)</sup>。

③AIDR 3Dとは逐次近似応用再構成法である。収集された投影データ上で、統計学的ノイズモデル、スキャナーモデルを用いてノイズを低減することができる。さらに、アナトミカルモデルを用い、画像再構成の中でノイズ成分のみを抽出して繰り返し除去できる。これにより、最大50%のノイズ低減と75%の被ばく低減効果を発揮する。つまり最大の特徴として、撮影したデータに対して、複数のノイズ低減処理を組み合わせることで、低線量で撮影した場合でもノイズの少ない画像を生成することができる画期的な方法である<sup>5)</sup>。

## III. 使用機器

X線CT装置Canon320列ADCT

CT値電子密度変換テーブル作成用ファントム

CIRS社製062ファントム

治療計画装置

## IV. 方法

ファントム撮影により取得したCT値の比較撮影は、管電流250mA、スキャン速度0.5s、スライス厚2.0mm、FOV50cm、再構成閾数FC13 (軟部用) の撮影条件で行った。また、管



Fig. 1 CT値電子密度変換テーブル



Fig. 2 ファントムの設置

電圧は80kV, 120kV, 135kV, 画像再構成法はFBP, AiCE, AIDR3Dを使用した. CT値電子密度変換テーブルを作成するため, 相対電子濃度を有するロッドが挿入されたファントムを寝台に設置し, CTシミュレーション時と同じ撮影条件で撮影した. CT値電子密度変換テーブル作成用ファントムおよび配置図をFig.1およびFig.2に示す.

肺野を表す低密度から骨皮質を表す高密度まで計17個の各ロッドのCT値をROIにより測定し, 既知の相対電子密度との関連付けを行った. 測定されたCT値をFig.3に示す.

CT値はHUで表し, 水を基準とした組織との線減弱係数から式(1)を用いて算出するが, 今回の研究ではCT値の測定にはCT装置のCT値測定ツールを用いた. K値は1000(定数),  $\mu_m$ は組織の線減弱係数,  $\mu_w$ は水の線減弱係数を表す.

$$CT \text{ 値} = K \cdot (\mu_m - \mu_w) / \mu_w \cdots (1)$$

得られたCT値を表にまとめ, CT値電子密度変換テーブルを作成し, CT値電子密度変換テーブルを治療計画装置に登録した. 本研究では山梨大学医学部附属病院の治療部位ごとに決めているクリニカルゴールが, 使用するCT値電子密度変換テーブルによりどの程度変化するかで各再構成

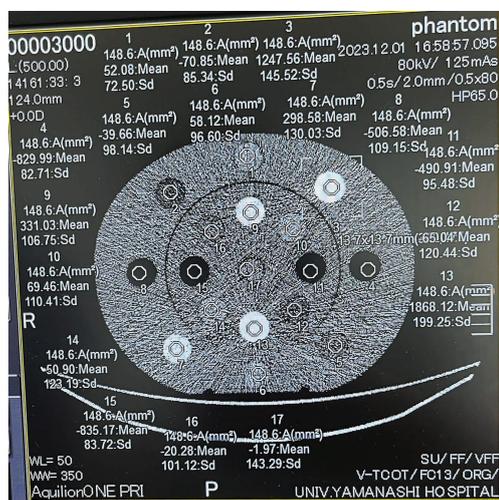


Fig. 3 CT値の測定

方法によるCT値の変化を評価した. なお, 登録したCT値電子密度変換テーブルは臨床で使用されている管電圧120kVのみ行った. また, 治療計画装置を使用し計画標的体積(Planning Target Volume: PTV)の線量体積分布(Dose Volume Histogram: DVH)を算出し, 各再構成方法による線量計算に差が生じているかを評価した. DVHとは, 治療効果の評価のために使用される3次元の線量グリッドデータをもとに微小な容積で細分化したとき, 特定の線量が占める体積を縦軸, 横軸には線量をプロットし2次元で表記したものである. DVHを用いることで, あらかじめ

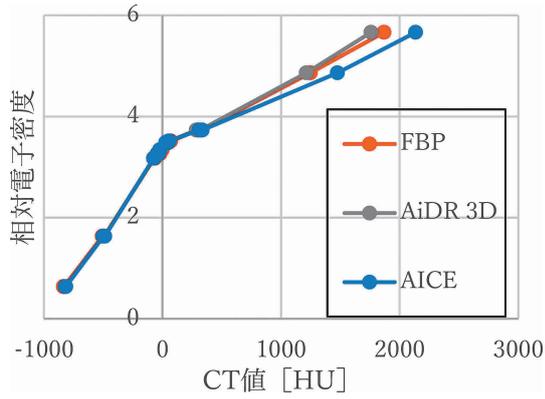


Fig. 4 管電圧80kVのCT値電子密度変換テーブル

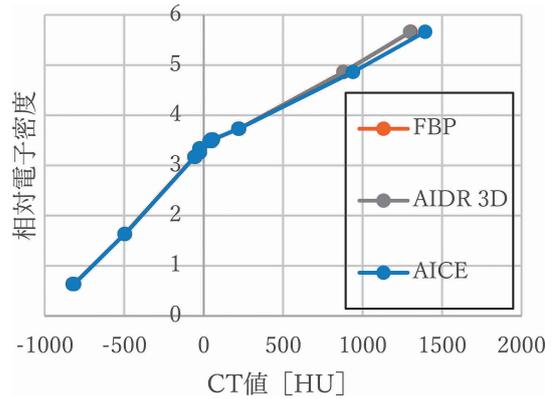


Fig. 5 管電圧120kVのCT値電子密度変換テーブル

CT画像上に輪郭を描いた腫瘍や正常組織の線量評価を行うことができる。

## V. 結果

### 1. 管電圧によるCT値電子密度変換テーブルの比較

管電圧80kVのCT値電子密度変換テーブルをFig.4に示す。

Fig.4より、管電圧を80kVとした場合、高電子密度領域（骨）において変化が見られた。高電子密度のロッド内のCT値はAiCEが一番高く、AiCE, FBP, AIDR 3Dの順にCT値が低くなっていることがわかる。このCT値の差は、AiCEはFBPより約266HU, AIDR3Dより約110HU低くなっていることがわかった。そのため、測定したCT値はFBPを基準とすると、AiCEは約14%高くなり、AIDR 3Dは約6%低くなっている。一方、相対電子密度が約0.6g/ccから約3.5g/ccの領域（軟部組織）においては、CT値の変化が少なく、プロットが重なって見える結果となった。さらに、3つの再構成方法において、CT値および相対標準偏差（RSD: Relative Standard Deviation, 以下RSD）の変化がみられた。FBPのRSDは、AIDR 3Dと比較して約6倍高く、AiCEは約11倍高い結果となった。

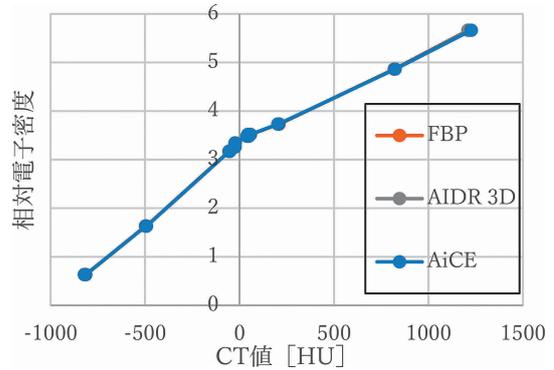


Fig. 6 管電圧135kVのCT値電子密度変換テーブル

管電圧120kVのCT値電子密度変換テーブルをFig.5に示す。

Fig.5より、管電圧を120kVとした場合、80kVと同様に高電子密度領域（骨）において変化が見られた。高電子密度のロッド内のCT値はFBPとAIDR 3Dはほぼ同等の値となり、AiCEのみがそれらと比較して約100HU, 約7%高くなっていることがわかった。一方、相対電子密度が約0.6g/ccから約3.5g/ccの領域（軟部組織）では、CT値の変化が少なく、プロットが重なって見える結果となった。またRSDは、FBPではAIDR 3Dと比較して約2倍高く、AiCEは約3倍高い結果となった。

管電圧135kVのCT値電子密度変換テーブルをFig.6に示す。

Fig.6より、管電圧を135kVとした場合、CT値の変化はごく僅かであった。管電圧を80kV,

Table 1 管電圧別の各再構成法における最大CT値とRSD

		FBP	AIDR 3D	AiCE
80kV	CT値 [HU]	1868	1759	2134
	RSD [%]	10.67	1.69	0.94
120kV	CT値 [HU]	1320	1299	1394
	RSD [%]	3.14	1.31	0.92
135kV	CT値 [HU]	1210	1210	1227
	RSD [%]	3.32	1.33	0.87

Table 2 耳下腺領域における線量計算

	FBP	AIDR 3D	AiCE	FBPvsAIDR 3D	FBPvsAiCE
Clinical goals	Value				
Dmax<1000cGy	1183	1183	1184	0.00%	0.08%
Dmean<2600cGy	3251	3251	3252	0.00%	0.03%

Table 3 肺野領域における線量計算

	FBP	AIDR 3D	AiCE	FBPvsAIDR 3D	FBPvsAiCE
Clinical goals	Value				
6000cGy	6003	6003	6003	0.00%	0.00%

135kVに変えた場合には高電子密度領域(骨)において、CT値の変化が見られたが、135kVにおいてはCT値の変化がごくわずかであり、AiCEのCT値がFBPとAIDR 3Dより、約17HU、1.4%高くなっていたことがわかった。またRSDの値は、FBPではAIDR 3Dと比較して約3倍高く、AiCEは約4倍高い結果となった。

上記より、CT値の変化が見られた領域において、80kV、120kV、135kVにおける各再構成法により得られた最大CT値とRSD [%]をTable 1に示す。

また、それぞれのCT値電子密度変換テーブルを比較すると、管電圧が高くなるにつれ、高電子密度領域(骨)においてプロットが重なることがわかる。また、グラフの形状は直線に近づくこと

がわかる。

## 2. 線量計算による比較

上記より得られたCT値電子密度変換テーブルを治療計画装置に登録しEar, Prostate, Head&Neck, Lungの合計4つの領域において線量計算を行った。耳下腺領域および肺野領域の線量計算結果をTable 2およびTable 3に示す。

治療計画時に必要とされる投与線量の臨床目標は、ほとんどの項目において満たしていたが、Table 2より、耳下腺領域のLens\_LとParotid Rの2つの項目において、最大線量と平均線量が臨床目標を超えていた。しかし、再構成方法による変動は両者ともに0.1%以下であり、再構成方法による差はないと言える。またTable 3より、肺

野領域に関しても同様に、再構成方法による差はみられなかった。

## VI. 考察

管電圧の違いによるCT値電子密度変換テーブルの比較については、管電圧を80kVに変えた場合、高電子密度領域（骨）に変化が見られた。これにはビームハードニング効果が影響していると考えられる。ビームハードニング効果とは、X線が被写体に照射されると、被写体を透過する際に低エネルギーのX線はより多く吸収されてしまうため、X線の実効エネルギーが高くなり、X線の線質が変化するために物質の質量減弱係数に線形性が失われてしまうことである。したがって、ビームハードニングによるエネルギーシフトはアーチファクト発生に起因し、CT値の低下を招く<sup>6)</sup>。高エネルギーである120kVや135kVにおいては3つの再構成方法を比較して、ビームハードニング効果の影響が小さくなったために、大きなCT値の差がなくなったと考えられる。120kV、135kVと比較して80kVは低エネルギーであり、測定したCT値から、AiCEはFBP、AIDR 3DよりもCT値が高くなった。これは、AiCEの特徴である低コントラスト領域においても、粒状性を維持しながら高いノイズ低減効果が得られ、低線量領域においても安定した画質向上が関係している。また、AIDR 3DはFBPと比較してCT値は小さくなり、SDは低くなっていた。SDは、平均値からのばらつきの大きさを示しているため、AiCE、AIDR 3Dの2つの再構成法においてCT値の変動の大きさが小さくなり、検出器に届くX線量が増加し、ノイズの少ない画像になったと考える。

また、線量計算による比較については、本研究では治療計画装置には臨床現場でよく用いられる管電圧120kVのときのCT値電子密度変換テー

ルを使用し、再構成方法の違いにおける線量計算の差を観察した。結果に示した通り、CT値に差がなければ、再構成方法による大きな差は見られず、CT再構成アルゴリズムが及ぼす線量分布への影響はないと考えることができる。

## VII. 結語

本研究では、CT再構成アルゴリズムが放射線治療計画時の線量計算に与える影響の有無を調べた。専用のファントムを画像再構成方法と管電圧を変化させて撮影を行い、得られたCT値と既知の電子密度との関係からCT値電子密度変換テーブルを作成した。80kVで撮影した結果、ビームハードニング効果の影響によりCT値が低下したが、高管電圧の際にはCT値に差がほとんど生じなかった。また、作成したCT値電子密度変換テーブルを治療計画装置に登録した結果、線量計算に影響が見られなかった。

上記より、再構成方法によるCT値の差はないことがわかり、CT値に差がなければ線量計算に与える影響はないことがわかった。そのため、放射線治療計画に使用するCT画像再構成方法にはFBPではなく、低コントラスト領域において粒状性を維持しながら高いノイズ低減効果が得られ、低線量領域においても安定した画質向上を実現しているAiCEや、撮影したデータに対して複数のノイズ低減処理を組み合わせることで、低線量で撮影した場合でもノイズの少ない画像を生成することができるAIDR 3Dを使用する方がよいと考える。

## 謝辞

本論文の執筆にあたり研究にご協力くださった山梨大学医学部附属病院放射線技術部部长相川良人先生に感謝申し上げます。また、本論文への執

筆にあたり多くのご助言や激励を頂き、本当にありがとうございました。

#### 〔参考文献〕

- 1) 今井琴子, 川守田龍, 久保和輝ら: X線管球交換に伴うCT値—電子濃度変換テーブルの変化とMonitor Unit値への影響, 多根総合病院医療技術部放射線治療部門放射線治療科, 2017.
- 2) 桂 正, 大友 邦: 逐次近似再構成法を用いた被曝低減, 東京大学医学部附属病院 放射線部 放射線科, September 2014.
- 3) 檜垣 徹, 中村優子, 福本 航ら: ディープラーニングを用いたCT再構成技術, インナービジョン, 2019.
- 4) Canon キヤノンメディカルシステムズ株式会社: “AI” によるSNR向上技術Advanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE)(参考資料), <https://jp.medical.canon/products/magnetic-resonance/aice>.
- 5) Canon キヤノンメディカルシステムズ株式会社: 低被ばくCT reconstruction AIDR 3D(参考資料), <https://jp.medical.canon/products/computed-tomography/aidr3d>.
- 6) 平入哲也, 市川勝弘, 瓜倉厚志ら: 4Dual energy CTを用いた仮想単色X線画像におけるビームハードニングの改善効果の評価: 電子密度ファントムを用いた検証, 日本放射線技術会, 2019年11月29日, 169 (16).

## The Influence of CT Reconstruction Algorithm on Dose Distribution in Radiotherapy Planning

<sup>1)</sup> Haato Oota, <sup>1)</sup> Shinichi Kato, <sup>1)</sup> Tadamasa Nobesawa  
<sup>1)</sup> Masato Imahana, <sup>1)</sup> Jun Kuwayama, <sup>2)</sup> Hidekazu Suzuki

1) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

2) Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Technology,  
Teikyo University

### Abstract

Filtered Back Projection (FBP) is mainly used for image reconstruction in CT for radiation therapy planning. In recent years, however, the AiCE (Advance intelligent Clear-IQ Engine, hereafter AiCE) and AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D, hereafter AIDR 3D) are used to improve images in CT examinations. In this study, we investigated changes in computed tomography (CT) values by changing the tube voltage and reconstruction method. The results showed that CT values varied depending on the reconstruction method in CT imaging at low tube voltages. This was thought to be related to the beam hardening effect. The CT values measured in the rod of the phantom in the treatment planning CT images showed no change in CT values depending on the reconstruction method, and it was considered that the CT reconstruction algorithm had no influence on the dose calculation in the dose assessment by the treatment planning system. Therefore, we conclude that the use of AiCE and AIDR 3D for CT imaging during treatment planning is more useful than the use of conventional FBP, because they are expected to reduce the imaging dose and improve image quality.

**key word:** radiotherapy, image reconstruct method in CT, CT for treatment planning, CT-to-electron density conversion table

症例報告

## 慢性期に対してのボツリヌス療法の一考察 ～QOLが向上した脳出血後片麻痺の一例～

中村 昌孝

日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻

### 要 旨

厚生労働省の患者調査結果によると、本邦での慢性期の脳卒中患者は約134万人と報告されており、国内には約55万人の脳卒中後の痙縮患者が存在すると推定される。痙縮の影響により筋肉の緊張の増加、線維化、拘縮などの影響により患者のADLの妨げとなりQOLも低下する。本症例は脳出血の発症から10年以上経過しているが、外来でのボツリヌス療法の介入により、MASやFMA、BIの改善がみられた。QOLでは、目標としていた通所デイケアでの麻雀を行うことが出来るようになった。今回は発症してから10年以上経過した症例を経験したが、慢性期においてもQOLの向上が認められた。ボツリヌス療法における作業療法士の役割として余暇活動などに対して作業療法士が関わる事が重要であると考えられる。入院のケースはまだ少ない状況であるため、患者や家族のニーズを把握し検討していく余地がある。

Key words : botulinum toxin therapy, chronic stage, quality of life

### I. 緒言

厚生労働省の患者調査結果によると、本邦での慢性期の脳卒中患者は約134万人と報告されており、国内には約55万人の脳卒中後の痙縮患者が存在すると推定される。痙縮の影響により筋肉の緊張の増加、線維化、拘縮などの影響により患者のActivities of Daily Living (以下ADL) の妨げとなりQuality of Life (以下QOL) も低下する。痙縮に対して有効な診療は、フェノールによる運動点ブロック、装具療法、経皮的末梢神経電気刺激 (TENS)、髄腔内バクロフェンポンプ療法 (ITB)、経口筋弛緩薬、対外衝撃波治療 (ESWT) などいくつかあり、その中の1つにボツリヌス療法がある。「脳卒中治療ガイドライン2021改定

2023」においても脳卒中後の上下肢痙縮に対してグレードA、亜急性期に行うこともグレードB<sup>2)</sup>であり、痙縮の軽減<sup>3)</sup>や長期的に投与を繰り返した場合にも有害事象発生が増加することはない。亜急性期に下肢痙縮筋にボツリヌス毒素を投与した場合、8週間後における日常生活動作などの改善<sup>5)</sup>、歩行と生活の質の向上<sup>6)</sup>などが期待出来る。守谷慶友病院にて2022年11月より、脳神経外科の外来や入院患者において脳卒中後の痙縮患者を対象にA型ボツリヌス毒素製剤 (インコボツリヌストキシンA製剤総称Xeomin。以下Xeomin) を実施し、医師をはじめ多職種で協働して取り組んでいる。今回、脳出血を10年以上前に発症し、慢性期に対してのボツリヌス療法においてQOLの向上に繋がった症例について報告する。

◆連絡先 中村昌孝

〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻  
TEL : 049-294-9000 FAX : 049-294-9009  
Nihon Institute of Medical Science 1276 Shimogawara, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama, 350-0435 Japan

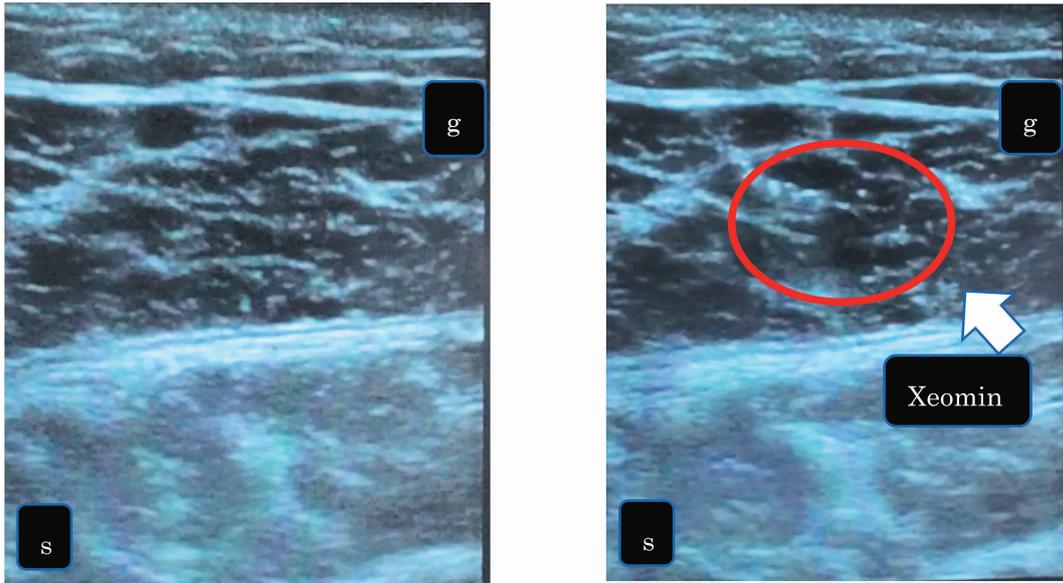


図1 左はXeominを施注する前のエコー画像 右はXeomin施注後の画像  
g = gastrocnemius muscle, s = soleus muscle

## II. 守谷慶友病院のボツリヌス療法の現状

### 1. ボツリヌス療法の対象

2022年11月より、脳神経外科において痙縮治療薬ボツリヌス療法を開始した。2022年11月～2023年9月までの期間でボツリヌス療法を施行した人数は14名（外来13名，入院1名）。脳神経外科の外来診察にて医師が患者の希望を聴取しボツリヌス療法の対象か判断を行っている。

### 2. リハビリテーション科の役割

ボツリヌス療法に関わっている専門職は、医師、作業療法士、理学療法士、薬剤師である。施設によってボツリヌス療法に携わる専門職に違いがあるが、役割を明確にすることも重要である。患者から了解を得た後にリハビリテーション科にて超音波エコーを使用し、医師の立ち合いのもとボツリヌス療法を行う筋肉の同定を行う。参考としている評価は、筋緊張評価はModified Ashworth Scale（以下MAS）、運動機能評価はFugl Meyer Assesment（以下FMA）、10m歩行速度などの評価を行いボツリヌス療法前後の評価を行

っている。作業療法士、理学療法士においては、超音波エコーによる筋肉の同定は共に行っている。各患者別に目的とするADLやQOLの改善を目指すためには、その標的となる筋肉の同定が不可欠である。触診や視診では関節の動きや筋緊張などの確認は可能であるが、筋肉の走行や筋肉間の境界などを画像で確認することができ、作業療法士、理学療法士のメリットも大きい。その他に専門職としての役割は、理学療法士は下肢の筋肉のストレッチの実施、自主トレーニングなどの指導、下肢にボツリヌス療法を行った場合は基本動作や歩行、段差昇降などの動作指導などを実施している。作業療法士は、上肢の筋肉のストレッチや整容、更衣などのADLや余暇活動の希望を確認し動作練習や自主トレーニングなどを行っている。

### 3. 超音波エコーの活用について

ボツリヌス療法を行う際に超音波エコーを使用している。図1は、Xeominの施注前後の図である。施注する際に血管や神経を傷つける可能性があるため、超音波エコーガイド下にて作業療法

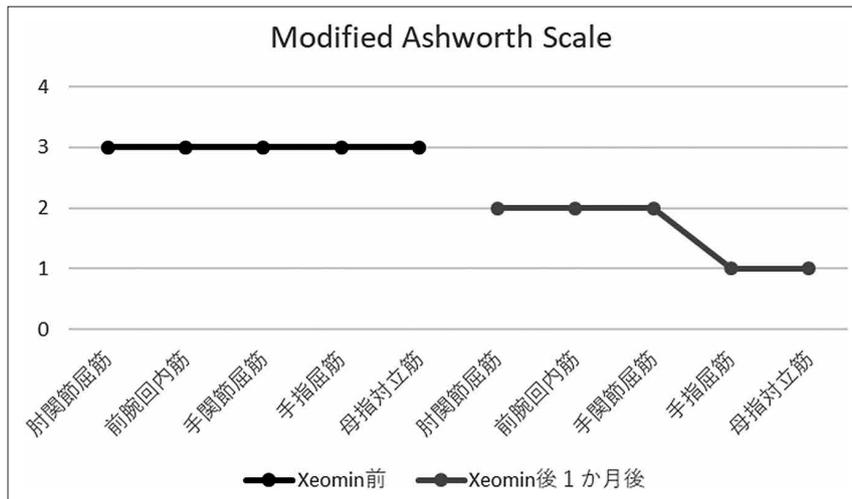


図2 Xeomin施注前と施注後1か月経過のModified Ashworth Scaleの結果

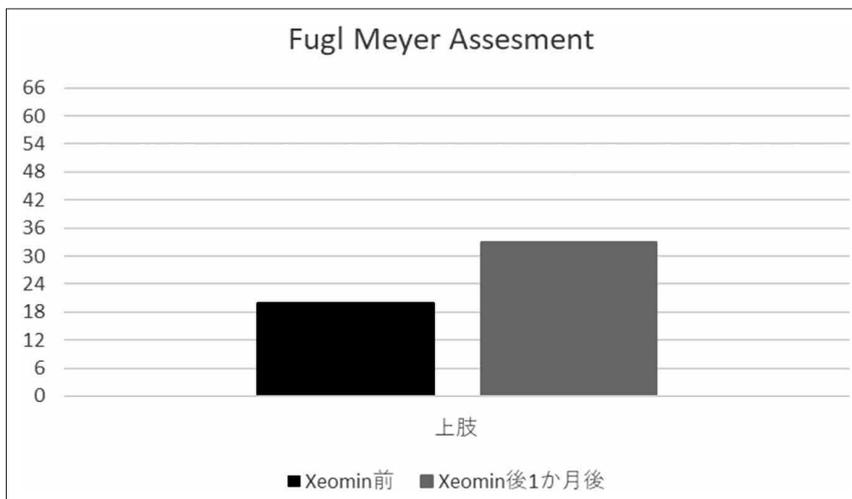


図3 Xeomin施注前と施注後1か月経過のFugl Meyer Assesmentの結果

士、理学療法士がエコーの操作や画面を見ながら筋肉の同定を行うために筋収縮を他動的に行い、医師が確認し施注を行っている。

### Ⅲ. 症例紹介

#### 1. 症例

70代男性で左片麻痺の後遺症がある。無職で妻と二人暮らしの生活をしている。要介護度は4の判定を受けている。

#### 2. 作業療法評価 (Xeomin施注前)

症例より、Xeomin施注後に通所デイケアで麻

雀を行いたいという希望があった。コミュニケーション能力は表出・理解共に問題なし。運動麻痺のテストはBrunnstrom stage (Lt) で上肢、手指、下肢いずれもⅢであった。感覚は左側第3指と4指にしびれがあった。筋緊張の検査では、MASで肘関節屈筋、前腕回内筋、手関節屈筋、手指屈筋、母指対立筋いずれも3であった(図2)。上肢の運動機能評価は、FMAにて上肢が20/66点であった(図3)。日常生活動作評価(Barthel Index以下BI)は、食事(自立10点)、整容(介助0点)、更衣(一部介助5点)、入浴(介助0点)、排泄(自立10点)、移乗(自立15点)、移動(一部介助5点)、階段昇降(介助0

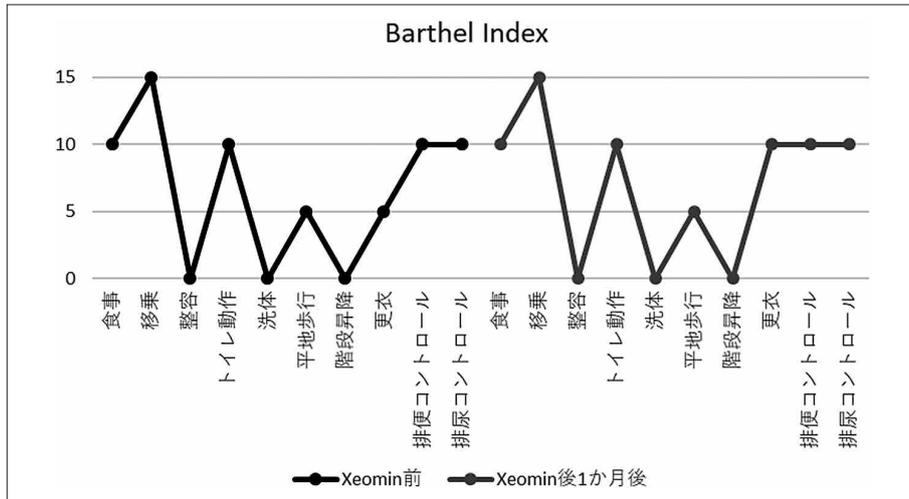


図4 Xeomin施注前と施注後1か月経過のBarthel Indexの結果

点), 排尿管理 (自立10点), 排便管理 (自立10点). 合計: 65/100点であった (図4).

### 3. Xeominを投与した部位と単位

大胸筋, 上腕二頭筋, 上腕筋などに各50単位を投与した. 腕橈骨筋, 円回内筋, 深指屈筋, 母指対立筋, 母指内転筋, 虫様筋などに各25単位を投与した. 尺側手根屈筋, 浅指屈筋などに25単位2カ所投与した. 合計で400単位投与した.

### 4. Xeomin施注後のリハビリ

施注後に肩関節から手指関節にかけてのストレッチを実施した. ADLは手洗いや1cm程のボタンの操作などの動作練習を行った. その他に, 麻雀の牌をつまむことを想定した3cm大の物品をつまむ練習を行った. 家族には手洗いや着替えなどについての動作指導を行った. 症例にも自宅で上記の練習が行えるように自主トレーニングを指導した.

### 5. 1か月後の経過

ボツリヌス療法1か月後の脳神経外科外来にて, 症例から腕があがりやすくなり着替えが楽になった. 手を洗えるようになったので, 衛生的に良くなった. 希望としていた通所デイケアでの麻

雀も行うことが出来た. 一緒に住んでいる家族の意見は, 手洗いや着替え, 通所デイケアでの麻雀が楽しいなど自分で出来るが増えて笑顔が増えたなどの意見があり, ボツリヌス療法を行って良かったと話を聞いた. 施注後の運動機能やADLの変化は, 筋緊張の検査では, MASで肘関節屈筋, 前腕回内筋, 手関節屈筋などが2であった. 手指屈筋, 母指対立筋いずれも1+であった (図2). 上肢の運動機能評価は, FMAにて上肢が33/66点であった (図3). BIは, 食事 (自立10点), 整容 (介助0点), 更衣 (自立10点), 入浴 (介助0点), 排泄 (自立10点), 移乗 (自立15点), 移動 (一部介助5点), 階段昇降 (介助0点), 排尿管理 (自立10点), 排便管理 (自立10点). 合計で70/100点であった (図4).

### 6. 倫理的配慮

事前に論文発表に対して症例より了承を口頭で得ている.

### IV. 考察

本症例は発症から10年経過しており, 運動麻痺による機能障害を呈していたが, 不自由さはあるが, 在宅にて生活を行っていた. ADLは一部

できていたが、ボツリヌス療法前は痙縮の影響により主に片手で動作を行っていた。施注前の評価ではMASは、肘関節屈筋、前腕回内筋、手関節屈筋、手指屈筋、母指対立筋のいずれも3であった。FMAは、上肢の点数が20/66点であった。BIは65/100点であった。施注後のMASは肘関節屈筋、前腕回内筋、手関節屈筋などは2であった。手指屈筋と母指対立筋1+であった。施注前は、いずれも3であったが、1+と特に手指の筋緊張が変わった。FMAの上肢機能は20点から33点へと向上した。ADLはBIで65点から70点へと向上し、更衣が一部介助から自立へと改善した。手指の機能としては、筋緊張が高くボツリヌス注射を行う前は指の伸展や対立、つまみ動作などが行いにくい状態であった。施注後は、特に手指の機能改善がみられ、示指と母指の伸展動作が円滑になり横つまみや指腹つまみが容易になった。施注後の介入のため、限られた時間であったが、1cm程のボタンや3cm大の物品をつまむ手指巧緻性練習、ADL指導などを家族と一緒にを行った。症例は、ボタンの操作や3cmの物品を扱うのに手間取ったが、徒手による誘導と声掛けによりボタンを留める、外すなどが行えるようになった。同様に、横つまみや指腹つまみも徒手による誘導と声掛けにより、ゆっくりではあるがつまめるようになった。

1か月後の外来で、施注後に希望していた通所デイケアで麻雀ができるようになった事や着替えや手洗いが行えるなど変化した生活について聴取することが出来た。ボツリヌス療法のみではなく、その後に手指巧緻性練習やADL練習、家族指導などを行ったことが効果的であったと考える。作業療法士が関わることによって機能面の改善のみではなく、患者や家族とADLや余暇活動に対しての介入も出来たことにより本症例のADLやQOLの改善に寄与することが出来た。余暇の定義として、余暇とは、個人が職場や家庭、

社会から課せられた義務から解放されたとき、休息のため、気晴らしのため、あるいは利得とは無関係な知識や能力の養成、自発的な参加、自由な想像力の発揮のために、まったく随意に行う活動の総体であると定義される<sup>7)</sup>。JuHyungらによる報告では、慢性期脳卒中患者に対し患者中心の短期間のクライアント中心療法プログラムが、日常生活のパフォーマンスのレベル、満足度、生活の質の点で前向きな変化を示したとあり<sup>8)</sup>、本症例は発症から10年以上経過していたが、ボツリヌス療法に加えて僅かではあったが作業療法士による介入により前向きな変化に寄与することが出来たと考える。今回使用したXeominは、菌体由来の複合タンパク質を含有しない製剤であり、反復して行うことによる中和抗体発現による治療効果の減弱の例は報告されていない。3~4カ月に1度はボツリヌス療法を行うことが必要であるが、施行する度に今回獲得出来た更衣や手洗いなどのADLや余暇活動の麻雀などを継続して行うことが出来ると考えられる。ボツリヌス療法による患者の報告は歩行の改善など様々あるが、余暇活動についての報告はまだ少ない。橋本らによる高齢者の余暇活動と主観的幸福感に関する研究では、余暇活動において移動を行わないことは、余暇活動に対し満足でない方向へ影響していることが示された。健康状況や一緒に活動する仲間の存在についての満足度も、総合的な余暇活動満足度に対して影響力を持つことが示されていると報告している<sup>9)</sup>。通所デイケアで麻雀を行うことは、移動を伴い、一緒に麻雀をする仲間の存在などの影響もありQOLの向上へと繋がったと考える。

## 【結語】

現在、退院後の外来にて痙縮のある患者について脳神経外科医よりボツリヌス療法の説明を行っている。今回は発症してから10年以上経過した症例を経験したが、慢性期においても、QOLの

向上が認められた。ボツリヌス療法における作業療法士の役割として余暇活動などに対して作業療法士が関わるのが重要であると考えられる。入院のケースはまだ少ない状況であるため、患者や家族のニーズを把握し検討していく余地がある。

## 謝辞

今回、ご協力いただいた本症例、脳神経外科医師の青柳滋先生をはじめ、守谷慶友病院の作業療法士、理学療法士、薬剤師に感謝し、お礼の言葉とする。

## 【参考文献】

- 1) 平 孝臣, 赤川浩之, 岡田芳和, 他: 本邦における痙縮の疫学的調査 リハビリテーション医学 日本リハビリテーション医学会誌37 (11), 863-, 2000-11-18.
- 2) 日本脳卒中学会 脳卒中ガイドライン委員会 編集: 脳卒中治療ガイドライン2021〔改訂2023〕協和企画, 東京, 2023.
- 3) Li-Chun Sun, Rong Chen, Chuan Fu, et al.: Efficacy and Safety of Botulinum Toxin Type A for Limb Spasticity after Stroke A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials Biomed Res Int. 2019 Apr 7.
- 4) Christina Marciniak, Michael C Munin, Allison Brashear, et al.: IncobotulinumtoxinA Efficacy and Safety in Adults with Upper-Limb Spasticity Following Stroke Results from the Open-Label Extension Period of a Phase 3 Study Adv Ther.; 36(1): 187-199.2019 Jan.
- 5) Wu Tao, Dong Yan, Jian-Hua Li, et al.: Gait improvement by low-dose botulinum toxin A injection treatment of the lower limbs in sub-acute stroke patients J Phys Ther Sci.; 27(3): 759-62. 2015 Mar.
- 6) Philippe Marque, Angelique Denis, David Gasq, et al.: Botuloscope: 1-year follow-up of upper limb post-stroke spasticity treated with botulinum toxin Ann Phys Rehabil Med.; 62(4): 207-213. 2019 Jul.
- 7) J. デュマズディエ (1962): 余暇文明へ向かって 東京創元社 P.19 1972.
- 8) JuHyung Park: The influences of client-centered therapy on the level of performance, the level of satisfaction of activity of daily living, and the quality of life of the chronic stroke patients. J Phys Ther Sci30(2)347-350. 2018 Feb.

- 9) 橋本成仁, 厚海尚哉: 高齢者の余暇活動と主観的幸福感に関する研究: 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol71, No5(土木計画学研究・論文集第32巻), I\_567-I\_576, 2015.

## **A Consideration of Botulinum Therapy for Chronic Conditions: A Case of Hemiplegia after Cerebral Hemorrhage with Improved Quality of Life**

Masataka Nakamura

Occupational Therapy Course, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences,  
Nihon Institute of Medical Science

### **Abstract**

According to the results of a patient survey conducted by the Ministry of Health, Labour and Welfare, there are approximately 1.34 million chronic stroke patients in Japan, and it is estimated that there are approximately 550,000 post-stroke spastic patients in Japan. The effects of spasticity, such as increased muscle tone, fibrosis, and contractures, interfere with patients' ADL and reduce their quality of life. Although it has been more than 10 years since the onset of cerebral hemorrhage, MAS, FMA, and BI improved with outpatient botulinum therapy, and the patient was able to perform mah-jongg at a day care center, which was the patient's QOL goal. The patient's QOL improved even in the chronic phase of the disease. It is important for occupational therapists to be involved in leisure activities as a role of occupational therapists in botulinum therapy. Since the number of inpatient cases is still small, there is room for further study to understand the needs of patients and their families.

**Key words:** botulinum toxin therapy, chronic stage, quality of life

日本医療科学大学  
研究教育業績集  
(2023.4 – 2024.3)

診療放射線学科	167
リハビリテーション学科 理学療法学専攻	169
リハビリテーション学科 作業療法学専攻	172
看護学科	174
臨床工学科	177
臨床検査学科	179
医療・基礎教育科	181

# 診療放射線学科

## I. 著書

1. 畑中啓作, 丸野 透, 佐藤秀幸, 小林克明, 出淵靖志, 遠藤宏和, 阪本壮志, 高橋良光, 鶴田陽和, 堀 知芳, 吉田秀義, 石田 等, 工藤剛実, 丹下佳洋, 砂子澤裕, 右田平八, 池上喜久夫, 追手 巍, 川村宏樹, 中村藤夫: 改訂 第2種ME技術実力検定試験 必勝ポイント帳, 株式会社メジカルビュー社. 99-107 (2022)

## II. 学術論文

### ①英文論文

1. Nouchi S., Yoshida H., Miki Y., Tezuka Y., Ogawa R., Ogura I. A pilot study of half-value layer measurements using a semiconductor dosimeter for intraoral radiography. *Imaging Science in Dentistry*, 53. 217-220 (2023)
2. Nouchi S., Yoshida H., Miki Y., Tezuka Y., Ogawa R., Ogura I. Accuracy of non-contact semiconductor X-ray analyzer for quality assurance in intraoral radiography : a comparison with ionization chamber dosimeter. *Oral Radiology*, 39. 766-770 (2023)
3. Hosokawa T., Uchiyama M., Tanami Y., Satou Y., Wakabayashi Y., Oguma E. A single-center experience of using milk scintigraphy in 251 pediatric patients : A retrospective study. *Medicine (Baltimore)*, 102(45). e35746 (2023)

### ②和文論文

1. 宮澤優月, 加藤真一, 延澤忠真, 佐藤 洋, 桑山 潤: 水吸収線量評価における2点電圧法の印加電圧に関する研究, 日本医療科学大学研究紀要, (16). 17-22 (2023)
2. 古村ゆかり, 田島一美, 梅澤香織, 齋藤享子: 関東地方と関東以外の病院の障害雇用者の現状と課題, 日本医療科学大学研究紀要, (16). 61-68 (2023)

## III. 学会発表

### ①国際学会

1. Nobesawa T., Kato S., Saito K., Akiba N., Imahana M., Otani M., Yamamoto E., Imao M., Taguchi Y., Ogawa M., Namekawa K., Kuwayama J. Variation of dose rate in air on the high-speed railway, Proceedings of the 126<sup>th</sup> Scientific Meeting of JSMP, Vol.43 Supplement No.3 (2023)

### ②国内学会

1. 牧 隆史, 若林康治, 内田力男, 桂 真也. 小児頭部照射におけるCBCTの収集角度が画像照合制度に与える影響, 日本放射線技術学会東京関東合同研究発表大会, 東京 (2023)
2. 松本京佳, 山本絵夢, 近藤啓介, 大谷真由美, 他. マンモグラフィトモシンセシス画像の特性評価-コントラストの違い-, 第37回埼玉県診療放射線技師学術大会, 埼玉 (2024)
3. 濱上冬凜, 山本絵夢, 近藤啓介, 大谷真由美, 他. マンモグラフィトモシンセシス画像の特性評価-信号サイズの違い-, 第37回埼玉県診療放射線技師学術大会, 埼玉 (2024)
4. 井出泰誠, 山本絵夢, 近藤啓介, 大谷真由美, 他. マンモグラフィトモシンセシス画像の特性評価-信号高さの違い-, 第37回埼玉県診療放射線技師学術大会, 埼玉 (2024)

5. 新井陽翔, 山本絵夢, 近藤啓介, 大谷真由美, 他. マンモグラフィトモシンセシス画像の特性評価-信号位置の違い-, 第37回埼玉県診療放射線技師学会大会, 埼玉 (2024)

#### IV. 外部資金

1. 藤井義大. 日本学術振興会, 科学研究費助成事業 若手研究, HSP90とがん幹細胞様細胞マーカーCD133の相互作用とがん治療抵抗性との関係 (課題番号: 18K15638), 研究代表者 (2018.4~2025.3)
2. 藤井義大. 日本学術振興会, 科学研究費助成事業 基盤研究 (C), 肝臓の治療や再生への適用を目指したX線位相コントラスト法による肝微小循環の可視化 (課題番号: 21K07708), 研究分担者 (2021.4~2022.3), 研究協力者 (2022.4~2025.3)

#### V. その他

1. 若林康治. 第26回核医学画像セミナー「脳ファントムの作成実習とPET画像解析」, 日本放射線技術学会核医学部会, 千葉大学, 講師 (2023.9.16-17)
2. 若林康治. 「学会における倫理審査の概要」, 日本放射線技術学会第9回倫理審査相談員講習会, オンデマンド, 講師 (2023.10.15)
3. 若林康治. 日本核医学会, 関東甲信越支部会, 幹事
4. 若林康治. 日本放射線技術学会, プログラム委員会, 委員
5. 若林康治. 日本放射線技術学会, ICRPTプログラム小委員会, 委員
6. 若林康治. 日本放射線技術学会, コンプライアンス委員会倫理関連小委員会, 委員
7. 若林康治. 日本放射線技術学会, 関東支部 関東核医学研究会, 副代表
8. 若林康治. 日本核医学技術学会, 編集委員会, 委員
9. 若林康治. 日本核医学技術学会, 関東甲信越地方会, 常任幹事兼事務局長
10. 若林康治. 日本核医学専門技師認定機構, 認定試験実施委員会, 副委員長
11. 若林康治. 日本核医学技術学会, 第1回日本放射線技術学会大会 (JCRTM) プログラム委員会, 倫理審査委員
12. 今花仁人. 画像処理の基本, 2023年度第1回関東DR研究会 日本放射線技術学会関東支部, 埼玉共済会館, 講師 (2023.7.8)
13. 今花仁人. MTFについて, 第16回 実践セミナー in 蓼科 日本放射線技術学会関東支部 関東DR研究会, 中京大学蓼科セミナーハウス「マウントビュー蓼科」, 講師 (2023.5.27)
14. 今花仁人. ImageJを使ってみよう (画像処理編), 日本放射線技術学会, e-Learning 動画セミナー, 講師 (2023.12.19)
15. 今花仁人. 日本放射線技術学会, 関東支部, 広報・渉外委員
16. 今花仁人. 日本放射線技術学会, 関東支部 関東DR研究会, 副代表
17. 今花仁人. 日本放射線技術学会, 関東支部 技術奨励賞 受賞

## リハビリテーション学科理学療法学専攻

---

### I. 著書

なし

### II. 学術論文

#### ①英文論文

1. Yamaguchi K., Akizuki K., Yamamoto R., Yabuki J., Ohashi Y. Effects of different verbal instructions on usage of haptic guidance. *Cogent Psychol*, 10 (1). (2023)
2. Oka Y., Murata K., Ozone K., Minegishi Y., Kano T., Shimada N., Kanemura N. Mild treadmill exercise inhibits cartilage degeneration via macrophages in an osteoarthritis mouse model. *Osteoarthritis and Cartilage Open*, 5(2). 100359 (2023)
3. Kawabata S., Ozone K., Minegishi Y., Oka Y., Terada H., Takasu C., Kojima T., Kano T., Kanemura N., Murata K. Chronic Ankle Joint Instability Induces Ankle Sensorimotor Dysfunction: A Controlled Laboratory Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 52(3). 739-749 (2024)

#### ②和文論文

1. 浅岡祐之：バスケットボール競技のトレーナー活動報告 PEACE&LOVEとIcingに関する一考察, 日本医療科学大学紀要, (16). 35-48 (2023)
2. 稲垣郁哉, 山口和人, 堀本ゆかり：私立大学の理学療法士養成校学生におけるキャリア意識の実態調査, 日本リハビリテーション教育学会誌, 7 (1). 21-47 (2024)
3. 金村尚彦, 久保田圭祐, 加納拓馬, 森下佑里, 岡優一郎, 小曾根海知, 峯岸雄基, 村田健児：メカニカルストレスと理学療法—特集 運動器理学療法をどう捉えるか：統合的戦略で自らの思考の枠を乗り越える, 理学療法ジャーナル, 57 (9). 1057-1063 (2023)

### III. 学会発表

#### ①国際学会

1. Yao R., Yamada K., Morita Y. The Effect of PTMD Exercise on Cognitive and Physical Function in the Elderly, The 16th International Convention on Rehabilitation Engineering and Assistive Technology (i-CREATe 2023), Bangkok(2023)

#### ②国内学会

1. 宇於崎孝, 浅田啓嗣, 山内正雄, 末廣忠延, 浅岡祐之, 市川和奈, 来間弘展. 徒手理学療法に関する卒前・卒後の教育状況に関する調査, 第11回日本筋骨格系徒手理学療法研究会学術大会, 大阪 (2024)
2. 河村健太, 阿江数通, 植松倫理, 山口和人, 富田和秀. 筋電図による歩行時の酸素摂取量予測可能性の検討, 日本呼吸・循環器合同理学療法学会学術大会2023, 東京 (2023)
3. 姚潤宏, 山田晃司, 森田良文. 新規ポリリズム他動運動負荷装置による認知症患者の脳老化予防効果と作用機序解明, 第42回 関東甲信越ブロック理学療法士学会, 埼玉 (2023)
4. Kano T., Shimada N., Terada H., Takasu C., Minegishi Y., Kojima T., Kawabata S., Murata K., Kanemura N. Human Adipose Stem Cell-

derived Exosomes Promote the Healing of Completely Injured Anterior Cruciate Ligament, 第11回日本運動器理学療法学会学術大会, 福岡 (2023)

5. 小曾根海知, 峯岸雄基, 金村尚彦. 運動条件の違いがマウス生体内腱骨付着部に及ぼす影響 - 棘上筋腱・膝蓋腱・アキレス腱骨付着部での検証 -, 第38回日本整形外科学会基礎学術集会, 茨城 (2023)
6. 大川航洋, 西元淳司, 峯岸雄基, 野部裕美. 老化促進モデルマウスに対する運動介入が骨格筋量と筋萎縮関連因子へ及ぼす影響, 第57回日本作業療法学会, 沖縄 (2023)
7. 峯岸雄基, 小曾根海知, 岡優一郎, 佐藤路晃, 加納拓馬, 川端空, 福田京佑, 島田直宜, 村田健児, 金村尚彦. トレッドミル運動は運動終板の変性を抑制し脱神経期間の延長による運動障害を改善する, 第28回日本基礎理学療法学会学術大会, 広島 (2023)
8. 川端空, 小曾根海知, 峯岸雄基, 岡優一郎, 寺田秀伸, 高須千晴, 小島拓真, 加納拓馬, 金村尚彦, 村田健児. メカノレセプターへの慢性的な物理的ストレスの増加は形態の変性と力学的ストレス感受性の低下を導く, 第28回日本基礎理学療法学会学術大会, 広島 (2023)
9. 佐藤路晃, 福田京佑, 島田直宜, 小島拓真, 寺田秀伸, 峯岸雄基, 村田健児, 金村尚彦. フィブリン糊を用いた末梢神経切断・接合モデル妥当性の検討, 第28回日本基礎理学療法学会学術大会, 広島 (2023)
10. 高橋花奈, 米野萌恵, 小曾根海知, 高島啓, 宇佐美優奈, 峯岸雄基, 荒川航平, 国分貴徳. ラット棘上筋腱再建術後の運動開始時期が腱板治癒過程及び筋変性に与える影響, 第28回日本基礎理学療法学会学術大会, 広島 (2023)
11. 福田京佑, 佐藤路晃, 島田直宜, 峯岸雄基, 坂本祐太, 甘利貴志, 志茂聡, 村田健児, 金村尚彦. 低強度トレッドミル運動によるマウス坐骨神経圧挫後の軸索再生にはマクロファージの極性変化が関与する, 第129回日本解剖学会総会・全国学術集会, 沖縄 (2024)

#### IV. 外部資金

1. 山口和人. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業若手研究, 運動学習効果を高める筋電図バイオフィードバック付与方法の解明 (課題番号: 22K17634), 研究代表者 (2022.4~2025.3)
2. 峯岸雄基. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業研究活動スタート支援, 修復型シユワン細胞の分子学的特徴から紐解く運動療法による軸索再生促進機序の解明 (課題番号: 23K19902), 研究代表者 (2023.8~2025.3)
3. 峯岸雄基. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業 若手研究, 末梢神経損傷後の運動療法による神経筋接合部の変性制御機序の解明 (課題番号: 24K20448), 研究代表者 (2024.4~2027.3)

#### V. その他

1. 森田悠介. 2023年度健康はつらつ講座「サルコペニアを防ぐ! ~運動と栄養の早めの対策~, 飯能市社会福祉協議会, 講師 (2023)
2. 森田悠介. ハイキングのまちおごせ健康長寿プロジェクト「“握力”からみるあなたの潜在能力», 越生町保健センター, 講師 (2023)
3. 森田悠介. 健康ミニ講座 ハイキングのまちおごせ健康長寿プロジェクト 今日からできる! 簡単腰痛予防. 越生町保健センター, DVD作成 (2024)
4. 浅岡祐之. 日本理学療法学会連合 日本筋骨格系徒手理学療法研究会 理事 (2021.9.24~)
5. 浅岡祐之. 第11回日本筋骨格系徒手理学療法研究会学術大会 演題査読 藍野大学 (2023.2.11-12)
6. 浅岡祐之. 日本筋骨格系徒手理学療法研究会ガイドライン作成事務局 事務局長 (2023.12.1~)
7. 峯岸雄基. 埼玉県立大学大学院 博士研究員 (2023.4~)
8. 峯岸雄基. 埼玉県理学療法士会学術局研究推進部 部員 (2023.4~)

9. 峯岸雄基. 2021年度研究助成報告書 トレッドミル運動による脱神経筋への機械的負荷は筋萎縮関連因子の発現と筋萎縮を抑制する. 理学療法-臨床・研究・教育, 76-77 (2023)

## リハビリテーション学科作業療法学専攻

---

### I. 著書

1. 小林 毅, 嘉成 望, 丸 達也, 石渡香住: コロナ禍の経験から得た感染症対策 COVID-19を意識した学生教育, メディカルリハビリテーション, 全日本病院出版会. No.290, 49-55 (2023)
2. 曷川 元 編著, 中村昌孝: 離床を10倍進めるための“活きた”Q&A, 慧文社. 133-134, 146-147 (2023)

### II. 学術論文

#### ①英文論文

1. Watanabe A., Kawaguchi T., Nobematsu A., Sasada S., Kanari N., Maru T., Kobayashi T. Estimation of a structural equation modeling of quality of life mediated by difficulty in daily life in survivors of breast cancer. Healthcare, 11(14). 2082 (2023)

#### ②和文論文

1. 小林 毅, 藤谷順子, 前原康宏, 藤原清香, 芳賀信彦: 日本のサリドマイド胎芽症者の現状. 主観的な「痛み」とその対処方法の実態調査, 総合リハ, (51). 1005-1010 (2023)

### III. 学会発表

#### ①国際学会

なし

#### ②国内学会

1. 嘉成 望, 丸 達也, 岩澤夕喜. 臨床事例の検討課題が学生の学習度・満足度に与える影響, 第57回日本作業療法学会, 沖縄 (2023)
2. 新村魁人, 初雁卓郎, 巖 英二, 今田 豊, 辻本和美, 小池清貴, 西村潤子, 沼田一恵, 三浦正二, 坂本郁夫, 小林 毅. 要介護者に対する特殊寝台の福祉用具貸与の有効性についての調査研究, LIFE2023 (日本機械学会福祉工学シンポジウム2023, 第38回ライフサポート学会大会, 第22回日本生活支援工学会), 新潟 (2023)
3. 小林 毅, 藤谷順子, 前原康宏, 藤原清香, 芳賀信彦. 我が国のサリドマイド胎芽症者の痛みが日常生活に及ぼす影響, 第57回日本作業療法学会, 沖縄 (2023)
4. 西田典史, 荻山泰地. ケア・トランポリン教室で活用されているプログラムの代謝当量の検討, 第57回日本作業療法学会, 京都 (2023)

### IV. 外部資金獲得

なし

### V. その他

1. 石渡香住. 埼玉県精神科作業療法アクティビティ研究会準備委員, 幹事, 埼玉 (2023)
2. 石渡香住. 厚生労働省指定, 令和5年度第2回臨床実習指導者講習会, 講師および世話人, 埼玉 (世話人)

3. 嘉成 望. 一般社団法人 日本感覚統合学会, 選挙管理委員会委員長, (2023)
4. 嘉成 望. 厚生労働省指定, 令和5年度第1回臨床実習指導者講習会, 講師および世話人, 埼玉 (2023)
5. 嘉成 望. 厚生労働省指定, 令和5年度第3回臨床実習指導者講習会, 講師および世話人, (2024)
6. 嘉成 望. 令和5年度 発達障害児のための感覚運動遊び支援実践研修, 講師, 埼玉県発達障害総合支援センター (2023)
7. 嘉成 望. 令和5年度 自閉症スペクトラム症/自閉症スペクトラム障害支援者入門研修会, 講師, 国立障害者リハビリテーションセンター (2023)
8. 嘉成 望. 一般社団法人 埼玉県作業療法士会「埼玉県作業療法学会」査読委員 (2023)
9. 小林 毅. 我が国のサリドマイド胎芽症者のいまー研究から見えてきたことと当事者たちの困りごとー, 第60回日本リハビリテーション医学会学術集会(教育講演73), 福岡 (2023)
10. 田島一美. 厚生労働省指定, 令和5年度第1回臨床実習指導者講習会, 埼玉, 講師 (2023)
11. 田島一美. 「職業倫理」, 埼玉県作業療法士会主催, 日本作業療法士協会, 生涯教育制度における現職者共通研修, オンライン. 講師 (2023.9)
12. 田島一美. 日本人間工学会代議員 (2023)
13. 岩瀬春美, 中村昌孝. チームビルディング～虎の巻～多才で多彩なチームを作るコツ. 日本離床学会, 第13回, 全国研修会・学術大会 (2023.6.24)
14. 本郷貴識, 中村昌孝. (座長) 寝たきりを防ぎたいければいますぐ嚥下にアプローチしよう!～ICUから始める“超”早期嚥下障害対策～, 日本離床学会, 第13回, 全国研修会・学術大会 (2023.6.24)
15. 中村昌孝. STでなくてもできる嚥下スクリーニング評価, 日本離床学会, 第13回, 全国研修会・学術大会, 講師 (2023.6.24)
16. 中村昌孝. 高次脳機能障害の重症度と障害別に評価・アプローチ～エビデンスと経験知から学ぶ実践のコツ～, 日本離床学会, 講師 (2023.11.12)
17. 中村昌孝. 嚥下造影(VF)がない環境でもなんとかする!直観力を養うための嚥下トータルアプローチ, 日本離床学会, 講師 (2023.12.17)
18. 中村昌孝. 日本離床学会評議員 (2023)
19. 中村昌孝. 日本離床学会, 離床推進ファシリテーター, チーム連携(E-MAT)グループ班長 (2023)
20. 中村昌孝. 茨城県立医療大学非常勤講師, 老年期作業療法治療学演習担当 (2023)
21. 西田典史. 厚生労働省指定, 令和5年度第2回臨床実習指導者講習会, 世話人, 埼玉 (2023)
22. 西田典史. 「実践のための作業療法研究」, 埼玉県作業療法士会主催, 日本作業療法士協会, 生涯教育制度における現職者共通研修, オンライン. 講師 (2023.12)
23. 西田典史. 「小学生の骨とスポーツ傷害」, 青梅市少年野球連盟, 青梅, 講師 (2023)
24. 丸 達也. 埼玉県作業療法士会代議員. (2023)
25. 丸 達也. 埼玉県作業療法士会養成教育委員. (2023)
26. 丸 達也. 埼玉県作業療法士会臨床実習指導者講習会WG. (2023)
27. 丸 達也. 日本認知作業療法研究会理事. (2023)
28. 丸 達也. 日本認知作業療法研究会東京支部代表. (2023)
29. 丸 達也. 全国リハビリテーション学校協会, 埼玉県OT養成校窓口. (2023)

# 看護学科

## I. 著書

1. 石垣和子, 上野まり, 徳田真由美, 辻村真由子, 清水由加里, 島村敦子, 小此木百合香 他: 地域・在宅看護論II支援論 暮らしの場における多様な支援を考える 改定第3版, 南江堂. 51-52 (2024)
2. 増田真也, 広田すみれ, 坂上貴之 編著, 土屋守克: V-1 医療意思決定, 心理学が描くリスクの世界 Advanced: 行動的意思決定の展開, 慶應義塾大学出版会. 144-145 (2023)
3. 増田真也, 広田すみれ, 坂上貴之 編著, 土屋守克: V-2 緊急時の意思決定, 心理学が描くリスクの世界 Advanced: 行動的意思決定の展開, 慶應義塾大学出版会. 146-147 (2023)
4. 落合佳子, 藏谷範子, 清水泰子, 末永弥生, 高野海哉, 土屋守克, 富澤栄子, 博多佑子, 藤澤博子, 古村ゆかり, 程塚京子, 真野響子, 山崎由美子: 2025年版 看護師国家試験問題 解答解説, メヂカルフレンド社 (2024)
5. 中田久美恵, 真野響子: 3STEPで学ぶ! 疾患Basic Study 心不全, クリニカルスタディ, 45 (4). 37-53 (2023)

## II. 学術論文

### ①英文論文

1. Ozawa M., Kozono Y., Uehara Kazuyoshi, Aiba S., Uchino S., Kawagome A. End-of-Life Care Challenges from the Perspective of Nursing Managers Working at Facilities for Older adults in Japan. *nihon kango kyouiku fukushigaku kenkyu*, 7(1). 48-65 (2024)
2. Hattori K. Teaching intercultural understanding in a course on international nursing. *World Journal of Advance Healthcare Research*, 8(2). 129-133 (2023)

### ②和文論文

1. 小此木百合香, 上野まり, 浜端賢次, 川上勝, 酒井千裕, 鮎澤みどり, 黒崎雅子: 栃木県内訪問看護ステーションにおける看護実習受け入れ態勢の現状と課題, *自治医科大学看護学ジャーナル*, 20. 64 (2023)
2. 山本里美, 小澤美和, 小園由味恵: 積雪寒冷地に居住する女性ひとり暮らし高齢者の自分らしい生き方~ライフストーリーを用いた1事例を通して~, *ホスピスケアと在宅ケア*, 31 (3). 274-282 (2023)
3. 亀田芙蓉, 豊吉泰典: 小児看護学実習における直前オリエンテーションの実施報告及び考察, *日本医療科学大学紀要*, (16). 23-33 (2023)
4. 小坂恵美: ストレングス視点の精神看護学実習, *日本医療科学大学研究紀要*, (16). 71-77 (2023)
5. 高橋誠一, 土屋守克, 石川直樹, 小野瀬祐亮, 猿谷倫史, 小野裕美, 坂上貴之: ウェアラブルカメラで撮影された動画を使用した新人フライトナースに対する教育の効果の検討, *日本航空医療学会雑誌*, 24 (1). 3-14 (2023)
6. 平田礼子, 高野直美, 東泉貴子, 久松桂子: チーム医療演習IIにおけるオンラインフィールドワークの学び-終了後のグループ討議のまとめから-, *日本医療科学大学研究紀要*, (16). 49-59 (2023)
7. 古村ゆかり, 田島一美, 梅澤香織, 齋藤享子: 関東地方と関東以外の病院の障害者雇用の現状と課題, *日本医療科学大学研究紀要*, (16). 61-69 (2023)

### Ⅲ. 学会発表

#### ①国際学会

なし

#### ②国内発表

1. 上野まり, 小此木百合香, 浜端賢次, 川上 勝, 鮎沢みどり, 黒崎雅子. 栃木県内の訪問看護ステーションにおける看護実習受け入れ態勢の現状と課題, 第16回文化看護学会学術集会, 滋賀 (2024)
2. 小澤美和, 富岡節子, 勅使河原薫, 相場繁, 後藤雪絵, 名取洋典, 上原主義, 山本里美, 佐藤和枝, 川込あゆみ. 災害復興地の高齢者施設における介護職の看取りケア教育に関する研究, 第6回日本エンドオブライフケア学会学術集会, 前橋 (2023)
3. 小澤美和, 小園由味恵, 上原主義, 相場繁, 勅使河原薫, 山本里美, 富岡節子, 後藤雪絵, 川込あゆみ, 内野聖子, 名取洋典. 高齢者施設に勤務する看護管理者が捉える看取りケアの課題, 第28回日本在宅ケア学会学術集会, 大阪 (2023)
4. 富岡節子, 小澤美和. 病院と変わらぬ在宅医療の栄養療法をめざして第2報, 第45回日本臨床栄養学会総会, 大阪 (2023)
5. 亀田芙蓉, 豊吉泰典. 小児看護学領域における「安全管理」の意識向上を目的としたシミュレーター演習用物品の開発, 第43回日本看護科学学会学術集会, 山口 (2023)
6. 狩谷恭子, 荒井めぐみ, 高崎順子. 外来化学療法を経験した患者のメッセージに込めた これから化学療法を受ける患者に伝えたい思い, 第38回日本がん看護学会学術集会, 神戸 (2024)
7. 豊吉泰典, 亀田芙蓉. 性同一性障害 (GID) 学生に対する看護教育機関の対応についての考察, 日本「性とこころ」関連問題学会第12回学術研究大会, 東京 (2023)
8. 豊吉泰典, 亀田芙蓉. 小児看護学実習における幼稚園実習の意義と指導方法についての一考案, 第43回日本看護科学学会学術集会, 山口 (2023)
9. 高橋誠一, 土屋守克. クリニカルラダー改定前後における院内看護研究会の登録演題の内容の変化, 第43回日本看護科学学会学術集会, 山口 (2023)
10. 杉澤由香里, 林幸子, 小宮山明子, 藤田友紀, 井出拓也, 竹添麻貴, 豊吉泰典, 小橋口里英, 山口マキ. どうしていますか? 子どもの事故予防, 第33回日本小児看護学会学術集会, 神奈川 (2023)

### Ⅳ. 外部資金

1. 小坂恵美. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業若手研究, 精神科病院と訪問看護ステーションのストレングス焦点型移行期支援モデルの開発 (課題番号: 19K19575), 研究代表者 (2019.4~2024.3)

### Ⅴ. その他

1. 小澤美和. 健康イベント「うららか広場」支援, イオンタウン浦和美園 (2023)
2. 小澤美和. 保健師教育査読委員
3. 狩谷恭子. 看護研究, いわき市医療センター看護部, いわき市医療センター, (2023)
4. 土屋守克. 看護研究の基礎, 埼玉医科大学附属総合医療センター看護専門学校, 埼玉, 講師 (2023)
5. 土屋守克. 自治医科大学救急医学講座, 客員研究員
6. 土屋守克. 埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センター, 非常勤講師
7. 土屋守克. 医療の質・安全学会, 理事, 学術誌編集委員会, 広報委員会, 医療システム検討委員会
8. 土屋守克. 日本看護学会, 学会誌査読委員
9. 豊吉泰典, 佐藤志帆, 亀田芙蓉, 光岡柚葉. 「第1・2回NCPR (新生児蘇生法) Bコースラインセンス講習会」, 日本周産期・新生

- 児医学会, 日本医療科学大学, NCPR インストラクター (2023)
10. 豊吉泰典. 日本看護協会. 小児救急看護認定看護師会. 幹事
  11. 豊吉泰典. スペシャルオリンピックス (SO), 馬術部門コーチ
  12. 柳川千恵美. 「肺・呼吸器の病気について」, きらめき市民大学, 東松山市, 講師 (2023)
  13. 服部溪子. 東松山市国際交流協会, 埼玉県国際交流協会, 多文化共生キーパーソン (2023)
  14. 平田礼子. 日本助産診断実践学会幹事
  15. 平田礼子. 家族保健研究会誌 Vol.2, 2023. 査読担当
  16. 平田礼子. 日本助産診断実践学会誌 Vo6. No.1, 2023. 査読担当
  17. 藤澤博子. NHK放送「おはよう日本 (関東甲信越)」出演
  18. 藤澤博子. 山梨県ローカル放送「News かいドキ」出演
  19. 程塚京子. 那須塩原市高林地区防災・救護役員 (2023)
  20. 程塚京子. 栃木県動物愛護センター鳴内地区ボランティア 野犬捕獲5頭譲渡 (2022~)
  21. 程塚京子. 宇都宮大学国際学部「とちぎに夜間中学をつくり育てる会」ボランティア (2023)
  22. 古村ゆかり. 看護研究研修, 武蔵台病院看護部, 講師 (2023)
  23. 古村ゆかり. 保健師・助産師・看護師実習指導者研修 (特定分野7日間) の研修, 東京都看護協会, 講師 (2024)
  24. 古村ゆかり. 武蔵台病院看護研究, 論文支援
  25. 真野響子. NPO法人 フローラファミリー 理事
  26. 真野響子. じもとの学び舎プロジェクト シニア世帯と医療・福祉・コミュニティ, ゼミ長

# 臨床工学科

## I. 著書

1. 中島章夫, 堀純也 編, 水島岩徳: 最新 臨床工学講座 生体計測装置学, 医歯薬出版 (2023)
2. 一般社団法人 日本臨床工学技士教育施設協議会 編, 遠山範康: 第36回臨床工学技士国家試験問題解説集, へるす出版 (2023)

## II. 学術論文

### ①英文論文

なし

### ②和文論文

1. 梅澤香織, 滑川亘希, 村田絵史, 喜屋 武, 比江島欣愼, 中尾教伸: 血液透析中における血圧の時間的変化に関する指標を用いた透析低血圧の要因分析, 日本医療科学大学研究紀要, (16), 5-16 (2023)
2. 後藤佳子, 中尾教伸, 比江島欣愼: ハイケアユニットの利用が患者の予後や提供されるサービスの質に与える影響 (DPCデータによるハイケアユニット利用と一般病棟利用の比較から), 日本医療マネジメント学会雑誌, (24), 140-148 (2023)
3. 古村ゆかり, 田高一美, 梅澤香織, 齋藤享子: 関東地方と関東以外の病院の障害者雇用の現状と課題, (16), 61-69 (2023)
4. 大矢哲也, 鉄谷信二: 視線入力における微動補正処理を用いた入力方式の提案, 東京電機大学研究員報告書 (2023)

## III. 学会発表

### ①国際学会

なし

### ②国内学会

1. 井戸本由美子, 中尾教伸, 比江島欣愼. 介護予防・日常生活圏域ニーズ調査からみた認知機能低下をもたらす要因, 日本公衆衛生学会総会, つくば (2023)
2. 神山さやか, 島波梨佐, 遠山範康, 梅澤香織, 中尾教伸. 透析用穿刺針 (留置針) の脱血流量と圧力に関する検討, 第33回回埼玉臨床工学会, 大宮 (2023)
3. 落合 晃. 老化と炎症-医用生体工学的アプローチ-, 第15回 ヘルシイエイジング学会学術集会, 東京 (2023)
4. 川澄正史, 大矢哲也. 対向する携帯端末操作歩行者への視線と回避行動, 第62回日本生体医工学会大会, 281, 新潟 (2023)

## IV. 外部資金

1. 大矢哲也. 独立行政法人日本学術振興会, 基盤研究 (C), 携帯端末利用者 (含高齢者) の歩行様態・階段昇降時等の動作特性と周囲注意度の分析 (課題番号: 20K11267), 研究分担者 (2020.04.01~2024.03.31)

## V. その他 (社会的貢献, 講演会, 学会活動など)

1. 水島岩徳: 公益社団法人 日本生体医工学会 ME技術教育委員会 第2種ME技術実力検定試験 実行委員会 問題作成委員分野責任者 (原理構造)

2. 水島岩徳：一般社団法人 日本臨床工学技士教育施設協議会 全国統一模擬試験 作問・検討コアメンバー（呼吸療法）
3. 落合 晃：日本ヘルシイエイジング学会 理事, 治験審査委員
4. 落合 晃：第15回ヘルシイエイジング学会学術集会集会長
5. 大矢哲也：電気学会 論文委員会 幹事
6. 大矢哲也：電気学会 全国大会 グループ委員, 論文委員
7. 大矢哲也：日本生活支援工学会 選挙管理委員
8. 大矢哲也：東京都立志村学園 外部専門家（支援機器アドバイザー）

# 臨床検査学科

## I. 著書

1. 伊藤昭三 (共著) : 臨床検査技師国家試験解説集 Complete + MT2024 Vol.3 臨床化学/遺伝子・染色体検査分野, 日本医歯薬研修協会 (2023)
2. 河西美代子 (共著) : 臨床検査技師国家試験解説集 Complete + MT2024 Vol.2 臨床生理学, 日本医歯薬研修協会 (2023)
3. 横尾智子 (共著) : 臨床検査技師国家試験解説集 Complete + MT2024 Vol.4 病理組織細胞学, 日本医歯薬研修協会 (2023)
4. 河西美代子, 横尾智子 (共著) : 臨床検査技師国家試験問題解説2024年版, 医歯薬出版株式会社 (2023)
5. 上月正博 監修, 志賀清人, 大塚裕一, 福岡達之 編集, 関 貴行 (共著) : 言語聴覚士国家試験マスターノート, メジカルビュー社 (2023)
6. 医療情報科学研究所 編集, 関 貴行, 川口克彦 (共著) : クエスチョン・バンク臨床検査技師国家試験問題解説2024, メディックメディア (2023)
7. 落合裕隆, 金井美恵子, 篠原暁子, 川村堅, 小田切陽一, 柴崎智美, 野寺 誠 : 公衆衛生学 社会・環境と健康, 三共出版, 152-172 (2023)
8. 中島章夫, 堀純也 編, 渡邊晃広 (共著) : 最新臨床工学講座 生体計測装置学, 医歯薬出版株式会社, 176-192 (2024)

## II. 学術論文

### ①英文論文

1. Miyajima Y., Nodera M., and Adachi S. Determination of Zinc Sufficiency via the Direct Assessment of Fingertip Blood Samples. 相模女子大学紀要(Web), 87. (2023)
2. Sugawara K., and Sugano Y. Genome sequence of *Bjerkandera adusta* strain Dec 1, a basidiomycete secreting DyP-type peroxidase. Microbiol. Resour. Announc, 12(1). e0104922 (2023)

### ②和文論文

1. 工藤元嗣, 浅井孝夫, 堀純也, 塚尾浩, 渡邊晃広, 中島章夫 : 臨床工学技士養成教育に求められるコンピテンシーに関する調査, 日本臨床工学技士会誌, 78. 346 (2023)
2. 工藤元嗣, 浅井孝夫, 堀純也, 塚尾浩, 渡邊晃広, 中島章夫 : 臨床工学技士養成教育におけるコンピテンシー開発, 医工学治療, 35 (2). 120-124 (2023)

## III. 学会発表

### ①国際学会

1. Yamaguchi W. Fundamental investigation of Neutrophil Extracellular Traps (NETs) detection in a platelet absorption cytogram using ADVIA 2120i, XXXVIth International Symposium on Technical Innovations in Laboratory Hematology, New Orleans (2023.5)

### ②国内学会

1. 関 貴行, 横尾智子, 伊藤昭三. 臨地実習前技能修得到達度評価を兼ねた本学科病理検査学実習の成績評価試験, 第17回日本臨床検査学教育学会学術大会, 天理 (2023)

#### IV. 外部資金

1. 山口 航. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業基盤研究 (C), 敗血症バイオマーカープレセプシンの新たな産生機序の解明 (21K09079), 研究代表者 (2021.4~2025.3)
2. 渡邊晃広. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業基盤研究 (B), 臨床工学技士養成教育の質保証に向けた評価基準の作成 (21H00912), 研究分担者 (2021.4~2025.3)
3. 菅原佳奈子. 独立行政法人日本学術振興会, 科学研究費助成事業基盤研究 (C), バイオフィルム感染症の病因となるバクテリアセルロース産生機構の解明 (24K10560), 研究代表者 (2024.4~2027.3)

#### V. その他

1. 伊藤昭三. 令和5年度日本臨床検査学教育協議会, 監事
2. 伊藤昭三. 一般社団法人HECTEF (Health Care Technology Foundation), 理事
3. 伊藤昭三, 河西美代子, 横尾智子. 第70回臨床検査技師国家試験問題, 検討委員
4. 伊藤昭三, 河西美代子, 横尾智子, 宮嶋由佳 (共著). 臨床検査技師国家試験全国総合模擬試験問題作成, 日本医歯薬研修協会 (2023)
5. 河西美代子, 横尾智子, 島村明花. 日本臨床検査同学院緊急臨床検査士資格認定試験, 試験委員
6. 河西美代子, 横尾智子 (共著). Medical Technology June 2023, 医歯薬出版株式会社
7. 野寺 誠. 日本衛生学会, 「衛生学エキスパート」として産業保健分野で教育活動
8. 野寺 誠. 日本産業衛生学会, 代議員
9. 野寺 誠. 日本微量元素学会, 監事
10. 野寺 誠. 日本微量栄養素学会, 評議員, 査読者
11. 野寺 誠. 医療ガス情報担当者 (MGR), 試験委員 (日本産業・医療ガス協会)
12. 野寺 誠. 埼玉県労働基準協会連合会, 講師, 「健康障害の予防」について教育活動
13. 川口克彦. 日本臨床検査学教育学会, 学会評議員
14. 川口克彦. 埼玉県臨床検査技師会, 臨床検査技師養成校連絡協議会委員
15. 川口克彦. 臨地実習指導者講習会, 世話人
16. 川口克彦. 日本臨床化学会, 栄養専門委員会, 委員
17. 山口 航. 2023年度日本検査血液学会, 学術賞受賞
18. 山口 航. 埼玉県臨床検査技師会, 編集委員
19. 渡邊晃広. 日本生体医工学会, ME技術教育委員会, 第2種ME技術実力検定試験 試験委員
20. 渡邊晃広. 日本生体医工学会, ME技術教育委員会, 第1種ME技術実力検定試験 試験委員
21. 渡邊晃広. 日本生体医工学会, 代議員
22. 渡邊晃広. 日本生体医工学会, ME技術教育委員会, 講習会委員会, 委員長
23. 渡邊晃広. 日本生体医工学会, クリニカルエンジニア委員会委員
24. 渡邊晃広. 日本臨床工学技士教育施設協議会, CE新カリキュラム検討委員会WG委員
25. 渡邊晃広. 日本臨床工学技士教育施設協議会, 試験委員会コアメンバー委員 (臨床医学総論分野担当)
26. 菅原佳奈子. 日本女子大学, 学術研究員 (2023.4~2024.3)

## 医療・基礎教育科

---

### I. 著書

1. 小川由香里, 田丸文信, 吉村和法: ワークアウト解剖生理ブック第2版, サイオ出版 (2024)

### II. 学術論文

#### ①英文論文

1. Izawa M., Otaka Y., Sakagami H., Tanuma S., Amano S., Uota S., Inomata M., Kato Y., Kadokura H., Yokose S., Sunaga K., Koga-Ogawa Y., Nakaya G., and Kito S. Comprehensive Study of Anti-UVC Activity and Cytotoxicity of Hot-water Soluble Herb Extracts. *in vivo*, 37. 1540-1551 (2023)
2. Otaka Y., Izawa M., Sakagami H., Shiba N., Takahashi N., Tanuma S., Amano S., Uota S., Inomata M., Yokose S., Sunaga K., Hayashi S., Koga-Ogawa Y., Nakaya G., and Kito S. UVC-Protective Activity of Lemongrass Among 12 Fat-soluble Herbal Extracts : Rapid Decay Due to Cytotoxicity. *in vivo*, 37. 2464-2472 (2023)
3. Torii T., Shiroto A., Ogawa Y., Suzuki K., Sato A. Measurement of background noise on magnetic stimulation coil. *Journal of the School of Humanities and Science. Tokai University*, 2. 59-64 (2024)
4. Nagane M., Oyama Y., Tamalu F., Miwa N. Salivary cortisol as a marker for assessing the problem-focused coping style of stressed students during the first year of university: An experimental study. *Health Science Reports*, 6. e1280 (2023)

#### ②和文論文

1. 白戸亮吉, 神田洵, 齋藤綺香, 石井このみ, 鈴木研太: 環境教育プログラム「わくわくアリランド～身近なアリについて学ぼう～」実践報告～令和4年度子ども大学はとやまにおける取り組み～, *蟻*, 44. 71-77 (2023)
2. 鈴木研太: 入学予定者における不安解消と理学療法士の仕事内容の理解度向上を目指したウォーミングアップセミナーの実施, *リハビリテーション教育研究*, 29. 98-99 (2023)
3. 鈴木研太: 公衆衛生学の講義における対面型とオンデマンド型に対する学生の評価比較, *リハビリテーション教育研究*, 29. 75-80 (2023)
4. 鈴木研太, 吉村和法: 理学療法初年次学生に対する生理学補習の実施と評価, *リハビリテーション教育研究*, 29. 96-97 (2023)
5. 田丸文信: 埼玉医科大学 科研費申請支援 Grant 報告書 「網膜の無軸索ニューロンにおける活動電位の役割」, *埼玉医科大学雑誌*, 50 (2). 88-90 (2024)
6. 伊藤直子, 森田恵子, 白戸亮吉, 根岸哲也: 多職種連携教育における SA (Student Assistant) が抱いた思い-KJ法による図解-, *日本看護学会誌*, 18 (2). 18-23 (2023)

### III. 学会発表

#### ①国際学会

なし.

#### ②国内学会

1. 天野修司. 国際関係論の視点: 多様性のある社会を目指して, 第24回国際異文化学会, 東京 (2023)

2. 吉田 暁, 白戸亮吉, 大島新司, 鈴木研太. COVID-19 ワクチン接種後の副反応疑い報告に関する調査：大学生における発症割合の集計, 第43回医療情報学連合大会, 第24回医療情報学会学術大会, 兵庫 (2023)
3. 鈴木研太, 青木彩乃, 石田華叶, 伊藤咲良, 稲木 宝, 内野愛菜, 江原彩華, 片野千優, 北岡美代子, 黒木千鶴, 島田紗希, 田中諭子, 白井喜久, 山口貴代美, 宮腰雪乃, 戸口宏美. ウォーキングの動機づけと習慣化を図るための Trail making test の活用～地域における認知症予防事業の取組事例～, 第27回ウォーキング学会大会, 鹿児島 (2023)

#### IV. 外部資金

1. 鈴木研太. 城西大学, 学長所管研究奨励金, 予防医療のための正確な情報の取得・評価および健康・予防行動を促す効果的な情報提供方法の検討, 共同研究者 (2022.4-2024.3)

#### V. その他

1. 宮脇佳子. 第14回肉眼解剖学セミナー新潟, インストラクター
2. 阿部裕輔. 日本生体医工学会, 評議員
3. 鈴木研太, 稲葉愛音, 上原未加朋, 白鳥なこ, 青木彩乃, 石井杏樹, 大鷹 豊. わくわくワークショップ：わくわく実験体験～光の性質を調べてみよう【偏光板を使った万華鏡作り】, TJUPランド～こどもフェスタ～, 女子栄養大学, 埼玉, ブース運営 (2024)
4. 鈴木研太. 最新の研究から探る！認知症予防のメカニズム～栄養・運動・社会参加の脳科学～, 鳩山町認知症検診フォローアップ事業講演会, 鳩山町地域包括支援センター, 埼玉, 講師 (2024)
5. 鈴木研太, 五十嵐暖, 砂金璃子, 笠原夢叶, 田幡謙心, 青木彩乃, 内野愛菜, 稲木 宝, 渡邊楓花, 岡本 陸, 佐藤那南, 宍戸里帆. 脳年齢を測定してみよう, レインボーまつり in 毛呂山～来て見て, みんなで健康に!!～, イオンタウン毛呂山店前駐車場, 埼玉, ブース運営 (2023)
6. 鈴木研太, 青木彩乃, 石田華叶, 伊藤咲良, 稲木 宝, 内野愛菜, 江原彩華, 片野千優, 北岡美代子, 黒木千鶴, 島田紗希. 脳と科学コーナー (唾液アミラーゼによるストレス度チェック, 認知機能テストによる脳年齢測定, 自己記憶テストによる記憶能力測定, 脳の質問コーナー), 健康日本21推進鳩山町大会はとやま健寿まつり IN はとんスクエア 2023RE : Start, 鳩山町福祉健康・多世代交流複合施設, 埼玉, ブース運営 (2023)
7. 神田 洵, 齋藤綺香, 石井このみ, 木村 元, 友松遥香, 佐藤健一郎, 佐藤祐太, 新井菜々美, 片野千優, 鈴木研太, 白戸亮吉. わくわくアリランド～アリの食生活編～, 子ども大学はとやま第3回講義, 日本医療科学大学, 埼玉, 講師 (2023)
8. 鈴木研太. 日本医療科学大学, 学長特別研究費, 予防医療のための正確な情報の取得・評価および健康・予防行動を促す効果的な情報提供方法の検討, 共同研究者 (2022.4～2025.3)
9. 鈴木研太. 和光市社会福祉協議会, 地域福祉ボランティア活動助成金交付審査委員会, 委員長
10. 鈴木研太. 和光市社会福祉協議会, 小地域福祉活動助成金 (わしゃもん助成金) 審査委員会, 委員長
11. 鈴木研太. 和光市社会福祉協議会, 就労継続支援B型施設すまいる工房及び和光市生活介護施設ゆめちか運営委員会, 委員
12. 鈴木研太. 毛呂山町, 社会教育委員会, 委員
13. 鈴木研太. 毛呂山町, 人権教育推進協議会, 委員, 人権教育専門委員, 監査
14. 鈴木研太. 鳩山町, 認知症初期集中支援チーム検討委員会, 委員
15. 鈴木研太. 城西大学, 動物実験委員会, 外部委員
16. 鈴木研太. 埼玉東上地域大学教育プラットフォーム (TJUP), 将来構想検討チーム, リーダー
17. 鈴木研太. TJUP, 法人設置検討部会, 委員
18. 鈴木研太. TJUP, 次期中長期計画策定部会, 委員
19. 鈴木研太. TJUP, キャラクター制作プロジェクトチーム, メンバー

20. 鈴木研太. 日本リメディアル教育学会, 学校教育部会, 委員
21. 鈴木研太. 論文査読, リメディアル教育研究
22. 田丸文信. 日本生理学会, 評議員
23. 白戸亮吉. 日本医療科学大学, 学長特別研究費, 予防医療のための正確な情報の取得・評価および健康・予防行動を促す効果的な情報提供方法の検討, 研究代表者 (2022.4~2025.3)
24. 白戸亮吉. 子ども大学はとやま実行委員会, 委員

**日本医療科学大学研究紀要**  
(Bulletin of Nihon Institute of Medical Science)  
**投稿要領**

- 1 本誌の名称は「日本医療科学大学研究紀要（以下、「紀要」という。）」とし、年1回発行する。  
本誌を発行する目的は、「日本医療科学大学（以下、「本学」という。）の学術的発展に寄与すること、保健医療学部に通な研究発表の場を提供すること、および学際的な共同研究活動を促進することである。更に、若年層の教員および学生に論文発表の機会を提供することと、本学保健医療学部（以下、「学部」という。）の教育・研究活動に関し、外部への情報発信を行うこともねらいとする。
- 2 投稿資格（筆頭著者）は、本学保健医療学部の教員及び学生、または学校法人「城西学園」「城西川越学園」の教員及び学生とする。但し、紀要委員会（紀要委員長）からの依頼による著者はこの限りではない。
- 3 掲載原稿は、保健医療に貢献し得る和文または英文の学術論文とする。投稿原稿の種類は、総説、論説、原著、症例報告、研究報告、資料紹介とし、他誌に発表されていないものとする。また、該当論文の利益相反の有無を明記する。
  - ・総説：保健医療に関するテーマについて関連論文や資料に基づいてまとめたものとする。
  - ・論説：保健医療に関する政策・動向などについての提案・提言とする。
  - ・原著：独創性に富み、目的、結論が明確な研究論文とする。
  - ・症例報告：個々の被検者についての詳細な報告で、症状、兆候、診断、治療、追跡調査の詳細をまとめたものとする。
  - ・研究報告：保健医療に関する研究結果の意義が大きい内容のものとする。
  - ・資料紹介：保健医療に関連する調査報告・事例報告・記録上重要なもの及び参考になる内容のものとする。
- 4 本紀要に投稿する者は「日本医療科学大学 研究・倫理規程」を遵守するものとする。
- 5 投稿原稿の掲載可否及び掲載順序は紀要委員会において決定する。論文は2名以上の査読者によりその採否を決定する。その結果、著者に修正・加筆を求めることがある。論文の内容により必要に応じて学部外の専門家に査読を依頼することもある。
- 6 投稿原稿は別に定める研究紀要執筆要項によるものとする。
- 7 原稿はカラーの図・写真を可とする。
- 8 原稿の提出
  - ① 原稿の提出期限は、紀要委員会で決定して通知する。
  - ② 原稿（表紙・図・写真・表を含む）は正1部、副2部を添えて提出する。
  - ③ 原稿の提出先は、紀要委員会の指定する事務局とする。
  - ④ 掲載決定後には、A4サイズにプリントアウトした最終原稿1部とデジタルファイルを格納したCD-ROM、USBメモリ等の電子媒体を添えて上記事務局に提出する。
- 9 著者校正は原則として初校のみとし、著者校正の大幅な加筆修正は認めない。
- 10 別刷りは20部を進呈する。それを超える部数は執筆者が費用を賄うものとする。
- 11 投稿された原稿は返却しない。
- 12 出された論文の著作権は、執筆者に帰属する。
- 13 この規則の改廃は、紀要委員会が改廃案を作成し、学長が決定する。

附 則

この要領は、平成19年4月1日より施行する。

この要領は、平成21年11月12日より施行する。

この要領は、平成28年4月1日より施行する。

この要領は、令和5年4月1日より施行する。

日本医療科学大学研究紀要  
(Bulletin of Nihon Institute of Medical Science)  
執筆要項

- 1 原稿は和文または英文とし、原則としてWindows対応Wordを用いて作成する。A4判（横書き）に、和文は1行40字、英文は1行80 lettersとし、1ページ32行で作成する。
- 2 論文の様式は以下の構成に従うものとする。
  - (1) 表紙  
原稿には既定の表紙を付し、和文および英文の表題、キーワード（key word、英語にて5つ以内）、筆頭者の連絡先（氏名、所属先および所属先の住所、電話番号、ファックス番号）などを記載する。
  - (2) 論文要旨  
和文要旨400字以内および英文要旨250語以内で表記する。
  - (3) 本文
  - (4) 参考文献
  - (5) 表
  - (6) 図（または写真）
  - (7) 表・図（または写真）のタイトル（説明）
- 3 原稿作成上の留意事項
  - (1) 英文の場合はCenturyまたはTimes New Romanの10.5ポイントで作成する。和文の場合はMS明朝の10.5ポイントで横書きとし、現代仮名遣い、常用漢字を使用し、句読点は明確に記す。数字は特別な場合を除き算用数字を用い、単位および単位記号は国際単位制度に従うものとする。
  - (2) 章・節・項をもうける場合は、以下に従うものとする。  
I, II, III… 1, 2, 3… 1), 2), 3) … (1), (2), (3) …
  - (3) 文献の記載様式は以下とする。  
文献は本文で引用された順に番号を付け、末尾に一括して記す。共著者2名以内（3名以上の場合は、和文は“他”、英文は“et al.”とする）、表題、雑誌名、巻数（号）、初頁—終頁、発行年（西暦）の順に記載する。  
  
[例] 雑誌 村中博幸, 中村 修 他: MRI検査時におけるインプラントの整体への影響—金属球を用いた基礎的実験—日本放射線技術学会雑誌, 61 (7), 1014-1020, 2015  
英文誌 Maeda K and Matsumoto M: Compton-scattering Measurement of Diagnostic X-ray Spectrum using High-resolution Acgottky CdTe Detector. *Mad. Phys.* 32(6), 1542-1547, 2005.  
単行本 高橋浩二郎: ダイヤモンドを用いた保存型DNAチップ, DNAチップの開発 (松永是・ゲノム工学会監修), 55-66, シーエムシー出版, 東京, 2005.  
Shindo H: Solid-State Phosphorus-31 NMR: Theory and Application to Nucleic Acids in Phosphorus-31 NMR, edited by Gorenstein DG, 401-422, Academic Press INC, Orland, 1984
  - (4) 表・図（または写真）は、1つの表・図（または写真）を1枚の用紙に表記する。
- 4 この要項の改廃は、紀要委員会が改廃案を作成し、学長が決定する。

附 則

この要項は、平成21年8月6日より施行する。

この要項は、令和5年4月1日より施行する。

日本医療科学大学 研究紀要 第17号

---

2025年1月31日発行

編集者 日本医療科学大学 研究紀要編集委員会

発行者 日本医療科学大学  
〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276  
TEL 049-294-9000 FAX 049-294-9009

印刷・製本 (有) 東京工芸社  
〒350-2211 埼玉県鶴ヶ島市脚折町1-19-40  
TEL 049-285-4611

---

© 2024 日本医療科学大学