

ISSN 0367-6110

Vol. 59

No.1 2024/3

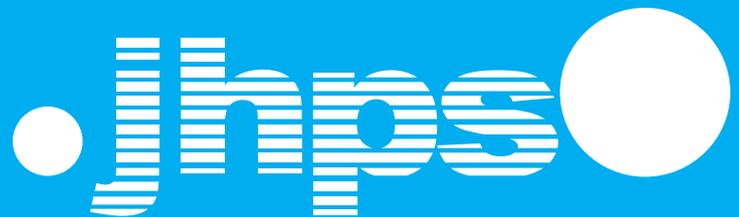
HOKBAQ 59 (1) 1-39 (2024)

保

健

物

理



JAPANESE JOURNAL OF HEALTH PHYSICS

日本保健物理学会

JAPAN HEALTH PHYSICS SOCIETY

<http://www.jhps.or.jp/>

# 保健物理

第 59 卷 1 号 (2024 年 3 月)

## 目 次

### 巻 頭 言

会長就任半年を振り返って ..... 杉浦紳之 (3)

### 追 悼 文

大桃洋一郎先生を偲んで ..... 塚田祥文 (5)

### ●第 1 部：和文●

### 解 説

IAEA 一般安全指針 GSG-17 「規制免除概念の適用」：策定経緯及び最新動向 ..... 伊豆本幸恵, 萩野晴之 (7)

### ●第 2 部：和文情報●

### 報 告

INTERNATIONAL YGN WORKSHOP ON CHALLENGES OF RADIATION PROTECTION 2023 の開催報告

..... 三輪一爾, 河野恭彦, 三枝裕美, 成田真人 (17)

日本保健物理学会第 56 回研究発表会印象記 ..... 橋本啓来, 岩谷良郎 (23)

内部被ばく線量係数に関する ICRP TG95 ウェビナーへの参加報告 ..... 谷幸太郎 (29)

### 情報のページ

編集委員会議事録 ..... (38)

編 集 後 記 ..... (39)

日本保健物理学会編集委員会 E-mail: hobutsu@capj.or.jp

委員長 細田正洋

副委員長 鈴木 晃 島田洋子

委員	玉熊佑紀 (幹事)	五十嵐隆元	岩岡和輝	加藤昌弘	川端方子	真田哲也
	高原省五	平尾茂一	前田 剛	吉田 晃	Sergei TOLMACHEV	

# Japanese Journal of Health Physics

Vol. 59, No. 1 (March 2024)

## CONTENTS

### Foreword

Looking back on half a year as president ..... Nobuyuki SUGIURA ( 3 )

### Obituary

In Memory of Dr. Yoichiro OHMOMO ..... Hirofumi TSUKADA ( 5 )

### ● Part 1: Japanese Article ●

---

#### Review

Review of IAEA General Safety Guide GSG-17 “Application of the Concept of Exemption”: Underpinning and Recent Developments  
..... Yukie IZUMOTO and Haruyuki OGINO ( 7 )

### ● Part 2: Japanese Information ●

---

#### Topics

Report of INTERNATIONAL YGN WORKSHOP ON CHALLENGES OF RADIATION PROTECTION 2023  
..... Kazuji MIWA, Takahiko KONO, Yumi SAIGUSA and Masato NARITA (17)

Report of the 56th Annual Meeting of the Japan Health Physics Society ..... Hiroki HASHIMOTO and Yoshio IWATANI (23)

Report on the ICRP TG95 Webinar on Dose Coefficients for Internal Exposure ..... Kotaro TANI (29)

**Information** ..... (38)

#### Editorial Board E-mail: hobutsu@capj.or.jp

Editor-in-Chief Masahiro HOSODA

Deputy Editor-in-Chief Akira SUZUKI Yoko SHIMADA

Yuki TAMAKUMA (Scientific Secretary)	Takayuki IGARASHI	Kazuki IWAOKA	Masahiro KATO
Masako KAWABATA	Tetsuya SANADA	Shogo TAKAHARA	Shigekazu HIRAO
Tsuyoshi MAEDA	Akira YOSHIDA	Sergei TOLMACHEV	

<b>Journal Title History</b>	Japanese Journal of Health Physics, from 2002
	Journal of Health Physics, from 1995 to 2001
	HOKEN BUTSURI, from 1966 to 1994

## 巻頭言



### 会長就任半年を振り返って

杉浦 紳之\*1

会長就任にあたって慣例によりとして巻頭言の執筆を依頼された。奇しくも会長就任など毛頭もなかった1年前に巻頭言の依頼をされ、ICRP 基本勧告改定と保健物理の裾野の広がりについて考えるところを書かせていただいたばかりである<sup>1)</sup>。また、会長挨拶として、学会ホームページにすでに、学会は個々の会員の活動の集大成であるのでその場を整備すること、一般社団法人として情報発信を含め社会的役割を果たすことを抱負として述べている。ここでは半年余り経過した今期理事会活動を振り返り、期するところを記す。

前期理事会で中長期計画が検討され、会員数減少、理事選挙で連続する無投票当選、次世代継承の不安といった学会活動の停滞を表すいくつかの課題が指摘されている。

会員数は、過去 1,200 名余りが最大であったところ、現在ではその 2/3 を割っている。先輩諸兄姉の退会と新規・若手会員の入会の差異はある程度仕方ないところであろう。学会連携を図り裾野を広げることは一つの解決策であり、新たに（一社）日本放射線看護学会と、長く続けられてきた（一社）日本放射線安全管理学会と同等の学会連携を合意したところである。若手の育成には大学等教員協議会の機能が有効であると考えられるが、近年の大講座制の弊害（教授、准教授、助教がそれぞれ研究室を持つ）か、協議会に登録する放射線防護関連の研究室のリストがあいまいになっている。整備、発掘、連携を進めたい。

就任してほどなく、「電力 OB としては、震災以前のように現場で働く人たちが再び積極的に参加し、活躍できる学会になることを期待したい。」とのメールを頂戴した。下記の一文は、恩師吉澤康雄先生の著書「放射線健康管理学」からの引用である。

「放射線管理は実務である。したがって、その基盤となり、そして背景となる学問は、実学、すなわち実際に役に立つ学問でなくてはならない。…精神論だけ、机上の理論だけでは人間の安全は守れない。実行力すなわち実務能力につながる理論と理念が必要である。また、理論と理念の裏付けを持たない実務は弱く、風雪に耐えない。ここに学問としての存在意義がある。」<sup>2)</sup>

20 年ほど前、近畿大学に赴任した際、放射線審議会での ICRP 勧告法令取入れの議論に加わった時分でもあり、自分の専門分野を「放射線防護理念の現場適用」と研究室のホームページに書いた。放射線管理の現場と学問（ICRP や放射線生物、放射線計測など）を双方向に繋ぐことも保健物理の重要な役割である。ホームページの会長挨拶に、研究成果発表の場である学会誌や研究発表会は一丁目一番地と書いたことを細田編集委員長には意気に感じていただき、保健物理誌の充実を積極的に進めてもらっている。

若手の活動は、昨年の ICRP2023 での IRPA YGN に見られるように国際的にも目覚ましいものがある。本年 7 月の

\*1 (株) 千代田テクノロ社長付特別顧問

IRPA16（オランダ・米国）においても積極的な活動が予定されており、旅費助成を進めている。「後世畏るべし」、より一層の関心を保健物理に持ち、持てる力の発展に期待したい。

もうひとつの視点の一般社団法人としての社会的役割について述べたい。新しい実用量の議論が放射線審議会でも開始され、そこでは、学協会での検討に期待するということが述べられている。研究分野・対象として、現場への適用という観点から、当学会が積極的に取り組むべき本丸の課題であり、令和6年度事業計画において具体化し、将来的に一般社団法人として事業受託を視野に入れ検討を進めたい（原子力規制庁事業ではアンブレラ事業の前例がある）。

学会からの情報発信について、ある種の課題に声明や見解をホームページに掲載しないのかとのご意見も頂いており、そのような社会的役割は十分に理解するところである。コンテンツ作成は理事会主導もありうるが、できれば会員発議のボトムアップが望ましい。会員活動の活性化に話が戻ってしまうが、この件に限らず、会員各位には考えることを実現するために、仲間・同志を集めることも含めて、学会の持つ機能（専門研究会その他）を活用いただきたい。

40年前、保健物理の道に進むことを決めた際に持った期待は今も変わっていない。その際にご教授いただいた恩師の言葉を記して、会長就任の巻頭言を結ぶ。

「放射線管理という仕事は素晴らしい仕事である。そして、放射線管理という学問はやりがいのある学問である。…放射線管理という仕事、そして学問は、人間また人間社会にとってなくてはならないものである。このことは、この領域に身を置く私達にとっての生き甲斐であり、自信である。」<sup>2)</sup>

杉浦 紳之（すぎうら のぶゆき）

1991年東京大学大学院医学系研究科社会医学専攻修了（医学博士）。1991年日本原子力研究所，1993年東京大学助手，2005年近畿大学講師，2010年同教授，2011年放射線医学総合研究所緊急被ばく医療研究センター長，2013年（公財）原子力安全研究協会，2015年同理事長，2021年9月より現職。近畿大学客員教授。

#### 参 考 文 献

- 1) 杉浦紳之：「Fit for Purpose の意味合い」，保健物理，58(1), 3-4, 2023.
- 2) 吉澤康雄：「放射線健康管理学」，東京大学出版会，1984, p. 216.

追悼文



## 大桃洋一郎先生を偲んで

(公財)環境科学技術研究所(環境研)の顧問であった大桃洋一郎先生が、令和5年12月7日にご逝去されました。89才を迎えられていましたが、令和5年7月には環境研の設立30周年記念事業にも参加され、お元気と伺っていましたので、残念でなりません。心からご冥福をお祈り申し上げます。

大桃先生は、昭和38年に東京大学から「牛乳および乳製品の放射能に関する研究」で農学博士を授与された後、放射線医学総合研究所環境衛生研究部に配属となり、その後、東海支所と那珂湊支所で室長や部長を歴任されました。青森県六ヶ所村に本格的な核燃料再処理施設の設置が決まり、平成2年12月に新設された環境研に異動され、平成13年4月から平成21年3月まで8年間理事長を務め、その後顧問として尽力されていました。特に青森県における施設周辺住民の線量評価に直接関わる放射性核種の作物や海産物への移行、食品摂取量の実態調査、さらに、動物への低線量・低線量率の影響など、短期間ではなかなか成果が見込めない研究に取り組むための基盤を青森県に構築し、地域に根ざした研究所を作り上げました。また、毎年のように国際会議を開催し日本における環境放射生態学の発展に尽力されました(第

1図)。平成23年にはカナダのハミルトンにおいて国際放射生態学連合(International Union of Radioecology)から、世界をリードする環境放射生態学者としてV.I. Vernadsky Awardを受賞されました。

大桃先生の指導教官のおひとは東京教育大学教授(気象研究所兼務、地球化学者)の三宅泰雄先生で、その研究室での厳しさは折に触れて伺っていました。特に、研究成果に関する議論では、教員も学生も同じ立場で厳しく指導され、身を持って研究の厳格さを体験されたそうです。一方で、大桃先生は飛行機が大変苦手で、国内の出張では青森から九州までの長距離でも電車で移動されました。

大桃先生は福島県会津のご出身で、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故のことに大変心を痛めておられ、「福島のことをよろしく頼む」とのお言葉をいただき、私の心の支えとなっています。22年間にわたり環境研でご指導いただき、また、事あるごとに叱咤激励をいただきました。大桃先生、本当に長きにわたり環境放射生態学の発展に貢献いただき誠にありがとうございました。

福島大学 環境放射能研究所 塚田 祥文



第1図 International Symposium on Radioecology and Environmental Dosimetry  
放射生態学と環境の放射線被ばくに関する国際シンポジウム  
Institute for Environmental Sciences  
October 22-24, 2003 Rokkasho, Aomori, Japan

## 解説

IAEA 一般安全指針 GSG-17 「規制免除概念の適用」：  
策定経緯及び最新動向伊豆本 幸恵\*<sup>1</sup>, 荻野 晴之\*<sup>1, #</sup>

(2023 年 10 月 13 日受付)

(2023 年 12 月 19 日採択)

Review of IAEA General Safety Guide GSG-17 “Application of the Concept of Exemption”:  
Underpinning and Recent DevelopmentsYukie IZUMOTO\*<sup>1</sup> and Haruyuki OGINO\*<sup>1, #</sup>

In November 2023, the International Atomic Energy Agency (IAEA) published the General Safety Guide GSG-17 on application of the concept of exemption to provide the guidance necessary for the Member States to implement the safety requirements set out in the International Basic Safety Standards (GSR Part 3). GSG-17 is developed to revise the Safety Guide RS-G-1.7 on application of the concepts of exclusion, exemption and clearance published in 2004, reflecting the experience of the Member States for almost 20 years. This review paper provides an overview of the technical information provided at GSG-17 on international trends in exemption, application of the concepts of generic exemption and specific exemption in planned exposure situations, and decision-making using screening values in existing exposure situations. Recent developments in the preparation of the IAEA's new safety report on international trade in non-food commodities are also introduced in this paper.

**KEY WORDS:** generic exemption, specific exemption, safety assessment, planned exposure situations, screening values for decision-making, reference level, existing exposure situations, IAEA safety standards, GSR Part 3, GSG-17.

## I はじめに

国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency: IAEA) の一般安全要件 (General Safety Requirements: GSR) Part 3 「放射線防護と放射線源の安全: 国際基本安全基準」(以下, GSR Part 3)<sup>1)</sup>において, 免除 (exemption) とは, 「線源又は行為による被ばくと潜在被ばくがあまりにも小さくて, 規制上の管理の側面の適用を是認しないか又は実際の線量若しくはリスクのレベルに関係なく, これが防護のための最適な選択肢である

ことに基づき, ある線源又は行為が, 規制上の管理の一部又はすべての側面に従う必要がないとする規制機関による決定」(公開邦訳版より引用)<sup>\*1</sup>と定義される概念である。

GSR Part 3<sup>1)</sup>の要件 8 (免除とクリアランス) では, 「政府又は規制機関は, どの行為又は行為内の線源が, 本基準の要件の一部又はすべてから免除されるのかを決定しなければならない。規制機関は, 届出又は許可された行為の中で, 材料及び物体 (materials and objects) を含むどの線源が, 規制上の管理からクリアランスされ得るかを承認しなければならない。」とされており, この要件

\*<sup>1</sup> 原子力規制庁長官官房技術基盤グループ放射線・廃棄物研究部門; 東京都港区六本木 1-9-9 (〒106-8450)

Division of Research for Radiation Protection and Radioactive Waste Management, Regulatory Standard and Research Department, Nuclear Regulation Authority; 1-9-9 Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106-8450, Japan.

# Corresponding author; E-mail: ogino\_haruyuki\_yi3@nra.go.jp

\*<sup>1</sup> 原子力規制庁では, IAEA との合意に基づき, IAEA 安全基準シリーズの翻訳を行っており, 一般安全要件 GSR Part 3 「放射線防護と放射線源の安全: 国際基本安全基準」の邦訳版を原子力規制委員会ウェブページ ([https://www.nra.go.jp/activity/kokusai/honyaku\\_01.html](https://www.nra.go.jp/activity/kokusai/honyaku_01.html)) より公開している。本稿では, GSR Part 3 の要件及び定義について言及している部分のみ斜体で示している。

8を加盟国が履行するためのガイダンスとして、IAEAは、第52回安全基準委員会（Commission on Safety Standards: CSS）会合（2022年10月開催）において、一般安全指針（General Safety Guides: GSG）GSG-17「規制免除概念の適用」（以下、GSG-17）<sup>2)</sup>及びGSG-18「クリアランス概念の適用」（以下、GSG-18）<sup>3)</sup>の出版を承認した。IAEAのCSS会合には日本から原子力規制庁が委員として出席しており、第50回原子力規制委員会（2022年11月9日開催）において原子力規制庁より第52回CSS会合の結果概要並びにIAEA安全基準の策定状況について報告した<sup>4)</sup>。IAEAによる出版承認後、GSG-17<sup>2)</sup>及びGSG-18<sup>3)</sup>の最終原稿はIAEA Preprint Repository<sup>5)</sup>より公開された。そして、2023年11月、GSG-17<sup>2)</sup>及びGSG-18<sup>3)</sup>が正式出版された。

免除は、GSR Part 3<sup>1)</sup>では計画被ばく状況に対して適用される概念として位置付けられているが、GSG-17<sup>2)</sup>ではその適用範囲が現存被ばく状況にも拡張されている。そこでは、現存被ばく状況においても免除と類似の概念が適用できるものとした上で、「免除に類似したアプローチ（exemption-like approach）」が示されており、意思決定のためのスクリーニング値（screening values for decision making）を下回る場合、更なる対策は不要としている。

本稿では、計画被ばく状況における免除の概念、並びに、現存被ばく状況における意思決定のためのスクリーニング値の適用について、GSG-17<sup>2)</sup>で示されたガイダンスの概要を提供する。さらに、現存被ばく状況における意思決定のためのスクリーニング値に関しては、食品以外のコモディティ<sup>\*2</sup>（non-food commodity）の国際取引（international trade）（以下、コモディティ取引）に関するIAEAの最近の関連動向について、用語の定義も含めて解説する。

## II 規制免除に関する国際動向

IAEAは、安全の概念、目標及び基本原則を記述するものとして「安全原則（Safety Fundamentals）」、安全を確保するための基本的な安全要求を記述するものとして「安全要件（Safety Requirements）」、安全要求を満足する方法を示すものとして「安全指針（Safety Guides）」を策定しており、放射線防護に関する安全基準文書

は、国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection: ICRP）の放射線防護体系に関する勧告に基づいている。

**Fig. 1**に規制免除の概念の適用に係る主要なIAEA安全基準及びICRP勧告の進展を整理して示す。

ICRPは、1991年にPublication 60「国際放射線防護委員会の1990年勧告」（以下、1990年勧告）<sup>6)</sup>を発刊し、被ばく線量を増加させる活動である「行為（practice）」と被ばく線量を低減させる活動である「介入（intervention）」の2種類のプロセスに基づく放射線防護体系を構築した。このICRPの1990年勧告<sup>6)</sup>に基づいて、IAEAは、安全要件「国際基本安全基準（International Basic Safety Standards: BSS）」（以下、BSS 1996）<sup>7)</sup>を1996年に発刊し、2004年には免除やクリアランスに関する安全指針RS-G-1.7「規制除外、規制免除及びクリアランスの概念の適用」<sup>8)</sup>をBSS 1996<sup>7)</sup>の下位文書として発刊した。

その後、ICRPは、1990年勧告<sup>6)</sup>を改訂する文書として、Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」（以下、2007年勧告）<sup>9)</sup>を2007年に発刊し、3種類の被ばく状況、すなわち、計画被ばく状況（Planned Exposure Situations）、緊急時被ばく状況（Emergency Exposure Situations）、現存被ばく状況（Existing Exposure Situations）に基づく放射線防護体系を構築した。さらに、Publication 104「放射線防護の管理方策の適用範囲」<sup>10)</sup>において、規制の適用範囲に関する勧告を提供した。これらのICRP勧告を踏まえ、IAEAは、BSS 1996<sup>7)</sup>を改訂する文書としてGSR Part 3<sup>1)</sup>を2014年に発刊した。

IAEA第52回CSS会合（2022年10月開催）において、GSR Part 3<sup>1)</sup>の下位文書である一般安全指針（GSG）として、免除（exemption）の概念の適用に関するGSG-17<sup>2)</sup>及びクリアランス（clearance）の概念の適用に関するGSG-18<sup>3)</sup>の出版が承認された。これらはRS-G-1.7<sup>8)</sup>をGSG-17<sup>2)</sup>とGSG-18<sup>3)</sup>に分割改訂する文書である。除外（exclusion）については、今回の分割改訂において一般安全指針は策定されず、GSG-17<sup>2)</sup>の中で簡単に触れられている<sup>\*3</sup>。さらに、GSG-17<sup>2)</sup>では、現存被ばく状況におけるスクリーニング値の使用に関して、コモディ

<sup>\*2</sup> 本稿では、不必要な誤解を避けるため、commodityをコモディティと片仮名表記している。IAEA安全基準文書では、commodityという用語は定義されておらず、例として、建材、食料及び飲料水が挙げられているのみである（GSR Part 3<sup>1)</sup>、要件51）。

<sup>\*3</sup> 特定の種類の被ばくを、規制手段による管理になじまないという理由で、規制の対象から意図的に外すことを、除外（exclusion）と呼ぶ<sup>11)</sup>。除外の具体例として、体内のK-40や地表レベルでの宇宙線の他に、GSG-17<sup>2)</sup>では、「高自然放射線地域を含めた、土壌中の天然起源放射性核種（自然に存在するそのままの濃度（unmodified concentrations）」、「Rb-87、La-138、Sm-147、Lu-176といった原始放射性核種（自然に存在するそのままの濃度）」、「過去の大気圏核実験からのフォールアウト」の3つの例も追加して提示している。

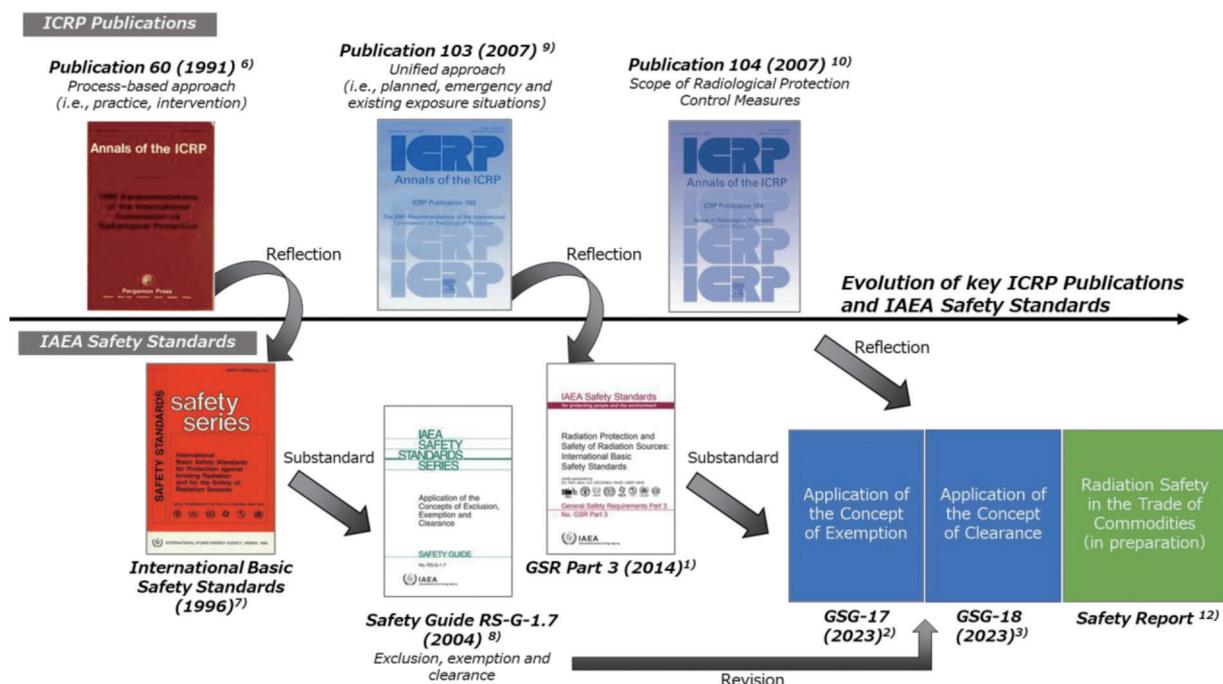


Fig. 1 Evolution of key IAEA Safety Standards and ICRP Publications related to the application of the concept of exemption.

ティ取引に関する放射線安全の考え方が示されており、IAEA では現在、関連する技術的な情報をまとめた安全レポート<sup>12)</sup>の作成が進められている。

### III 計画被ばく状況における規制免除及び現存被ばく状況におけるスクリーニング値を使用した意思決定

Fig. 2 に、計画被ばく状況における免除及びクリアランスの概念並びに現存被ばく状況におけるスクリーニング値を使用した意思決定の関係性を示す。

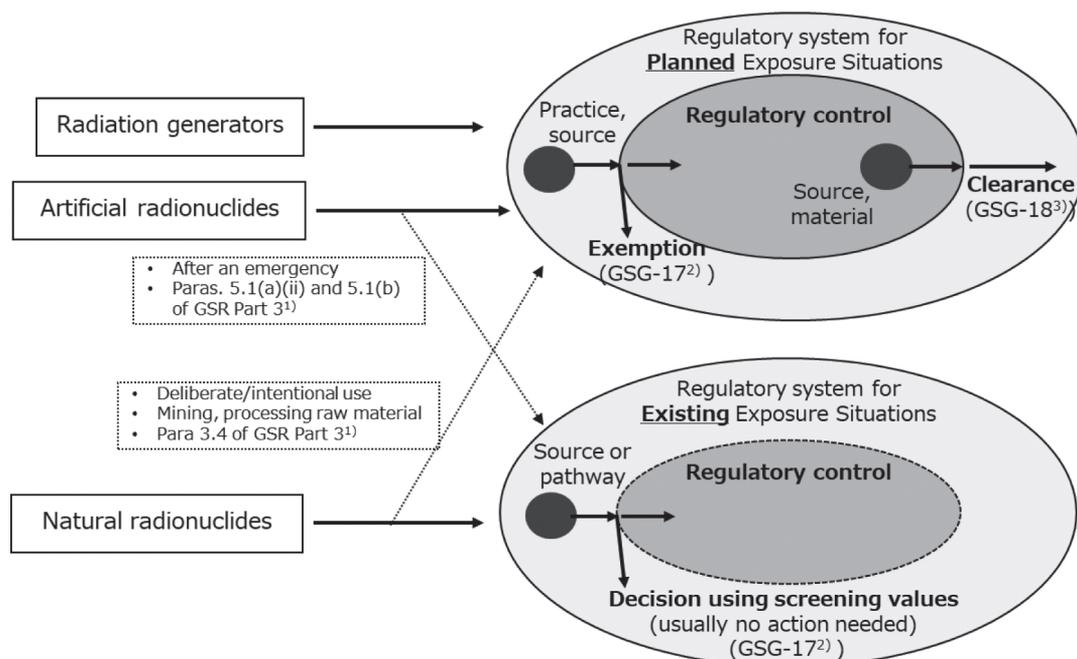
ICRP の Publication 104<sup>10)</sup> では、免除及びクリアランスの概念の適用を計画被ばく状況のみに限定して勧告が作成されていたが、GSG-17<sup>2)</sup> では、免除の概念を GSR Part 3<sup>1)</sup> の要件に従って現存被ばく状況にも拡張して指針が示された。

Fig. 2 の左側の四角に示している、放射線発生装置 (Radiation generators)、人工放射性核種 (Artificial radionuclides) 及び天然起源放射性核種 (Natural radionuclides) は、いずれも放射線発生源であり、右側の黒丸 (●) の具体例である。Fig. 2 の右側では、計画被ばく状況及び現存被ばく状況における規制体系 (Regulatory system) 及び規制管理 (Regulatory control) の領域がそれぞれ示されている。

放射線発生装置に由来する線源や行為は、計画被ばく状況に対する安全基準を適用して管理される。人工放射

性核種を含む線源は、主に計画被ばく状況に対する安全基準を適用して管理されるが、ある条件下では、現存被ばく状況に対する安全基準を適用して管理されることになる。この条件には、緊急事態の宣言が解除された後の原子力または放射線緊急事態 (GSR Part 3<sup>1)</sup> の 5.1 項 (a) (ii) や、残留放射性物質に由来する放射性核種を含む、食品、飼料、飲料水及び建材などのコモディティによる被ばく (GSR Part 3<sup>1)</sup> の 5.1 項 (b)) が該当する。

天然起源放射性核種を含む線源や行為は、主に現存被ばく状況に対する安全基準を適用して管理されるが、ある条件下では、計画被ばく状況に対する安全基準を適用して管理されることになる。この条件には、天然起源放射性核種の意図的な使用、原材料の採掘及び処理、GSR Part 3<sup>1)</sup> の 3.4 項に掲げられた被ばくが該当する。GSR Part 3<sup>1)</sup> の 3.4 項では、「(a) ウラン壊変系列又はトリウム壊変系列中の放射性核種の放射能濃度が 1 Bq/g 以上又は K-40 (カリウム) の放射能濃度が 10 Bq/g 以上の物質による被ばく、(b) 上記 (a) に定める物質を含む行為から生じる放射性廃棄物の排出又は管理により生じる公衆被ばく、(c) ウラン壊変系列又はトリウム壊変系列中の他の放射性核種による職業被ばくが計画被ばく状況として管理される作業場における Rn-222 (ラドン) 及び Rn-222 子孫核種並びに Rn-220 (トロン) 及び Rn-220 子孫核種による被ばく、(d) 作業場の空気中の Rn-222



**Fig. 2** The concepts of exemption and clearance in planned exposure situations and decision using screening values in existing exposure situations (modified from FIG. 1 of GSG-17<sup>2)</sup>).

の年間平均放射能濃度が参考レベル<sup>\*4</sup>を超えた状況における、Rn-222 及び Rn-222 子孫核種による被ばく」が掲げられている。

Fig. 2 に示した判断フローに従って、計画被ばく状況のための規制体系の枠組みに置かれた行為または線源のうち、政府または規制機関により要件の適用から免除されると決定されたものについては規制管理下には置かれない。他方、免除の対象とはならない行為または線源については、規制管理下に置かれることになる。さらに、規制管理下に置かれた線源または物質のうち、規制機関によりクリアランスが承認されたものについては規制管理から外れることになる。また、Fig. 2 に示した判断フローに従って現存被ばく状況のための規制体系の枠組みに置かれた線源または経路についても、計画被ばく状況における免除に類似したプロセスが用意されており、意思決定のためのスクリーニング値が使用されることになる。意思決定のためのスクリーニング値を下回る場合は規制管理下に置かれず、更なる対策は不要とされる。

GSG-17<sup>2)</sup> の添付資料 III では、加盟国における現存被

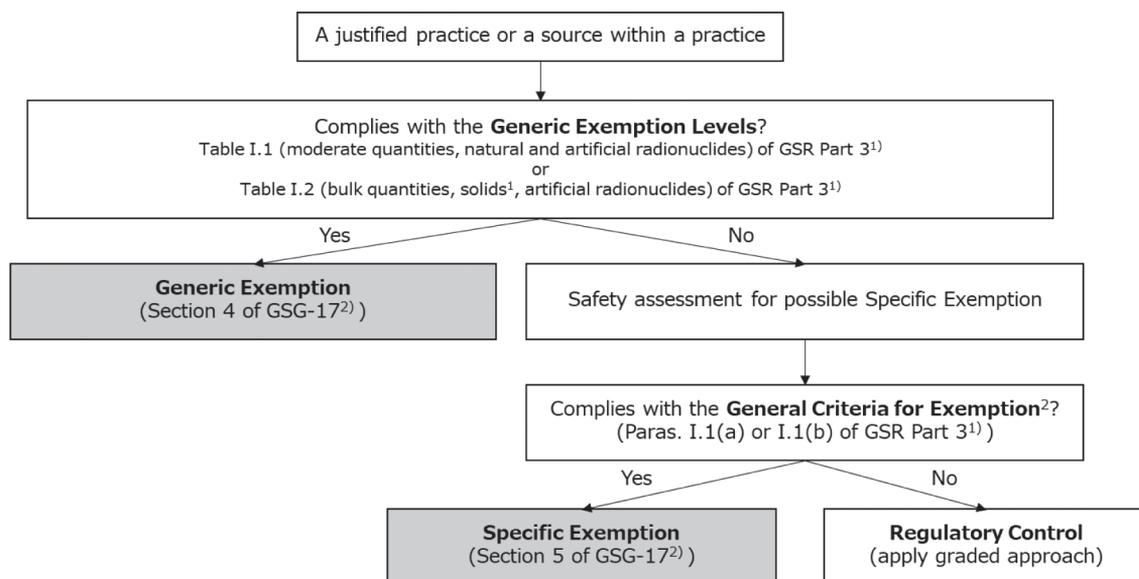
ばく状況におけるスクリーニング値の使用に関する経験の一例として、東京電力福島第一原子力発電所事故後の放射性物質汚染対処特措法に基づく事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の管理に係る日本の経験や、日本保健物理学会放射線防護標準化委員会が 2016 年 6 月に制定した 3 つの学会標準（計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン、緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン及び現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン）の概要<sup>13)</sup>が紹介されている。計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドラインについては、GSG-18<sup>3)</sup> の添付資料 I でも、放射線管理区域からの物品搬出に係る表面汚染測定とクリアランスの関係性に関する考察の一例として引用されている。日本保健物理学会が制定した学会標準が IAEA の安全指針に引用されたのは、今回の GSG-17<sup>2)</sup> と GSG-18<sup>3)</sup> が初めてのケースである。

#### IV 一般免除及び個別免除

Fig. 3 に GSG-17<sup>2)</sup> で提示された規制免除に係るフローチャートを示す。

まず、正当化された行為または行為内の線源（A justified practice or a source within a practice）のみが免除の対象となる。次に、線源の放射能濃度（Bq/g）や放射

\*4 GSR Part 3<sup>1)</sup> の 5.27-5.29 項では、雇用主が Rn-222 の放射能濃度を低減するためのあらゆる合理的な対策を取ったとしても、参考レベル（Rn-222 の年間平均放射能濃度が 1,000 Bq/m<sup>3</sup> を超えない値で設定される）を超え続けるようであれば、計画被ばく状況における職業被ばくのための関連要件が適用されなければならない旨が示されている。



1. The exemption for bulk quantities of liquids or gases should be considered as cases of specific exemption.
2. The general criteria for exemption of a practice or a source within a practice from some or all of the requirements of GSR Part 3<sup>1)</sup> are that:
  - (a) Radiation risks arising from the practice or from a source within the practice are sufficiently low as not to warrant regulatory control, with no appreciable likelihood of situations arising that could lead to a failure to meet the general criterion for exemption; or
  - (b) Regulatory control of the practice or the source would yield no net benefit, in that no reasonable measures for regulatory control would achieve a worthwhile return in terms of reduction of individual dose or of health risks.

Fig. 3 Flowchart for granting generic exemption and specific exemption (modified from FIG. 2 of GSG-17<sup>2)</sup>).

能 (Bq) を一般免除レベル (Generic Exemption Levels) と比較し、一般免除レベルを下回れば、自動的に免除されることになる。線源の放射能濃度や放射能が一般免除レベルを上回る場合であっても、一律に免除が適用されないわけではなく、個別免除 (Specific Exemption) の適用が可能か否かの判断を行うための余地が残されている。この判断の手法として安全評価 (Safety Assessment) を行った結果、免除のための一般判断基準 (General Criteria for Exemption)、すなわち、「(a) 行為又は行為内の線源による放射線リスクが、規制上の管理が正当化されないほど十分に低く、免除のための一般的な判断基準を満たさないことにつながる状況が発生する明らかな見込みがない；又は (b) 個人線量又は健康上のリスクを低下させる上で、価値ある見返りが得られる合理的な規制上の管理の方策はないという点で、行為又は線源の規制上の管理が正味の便益をもたらさない」と判断されれば、個別免除が与えられる。免除のための一般判断基準を満足しない場合には、GSR Part 3<sup>1)</sup> の要件が適用され、グレーデッドアプローチに基づいた規制上の管理が行われることになる。

GSG-17<sup>2)</sup> では個別免除が与えられる具体例として、一般消費財 (consumer product)、天然起源放射性核種を含

む大量の固体状物質、表面汚染物品 (surface contaminated items) 及び放射性物質を含有する型式認証機器 (type approved equipment containing radioactive material) が挙げられている。このうち、表面汚染物品に対して個別免除を適用する際の安全評価に使用可能な被ばく線量評価手法の一例として、GSG-17<sup>2)</sup> の添付資料 II (Annex II) では、欧州委員会 (European Commission)、IAEA 共同研究プロジェクト (Coordinated Research Project: CRP)、日本の (一財) 電力中央研究所 (Central Research Institute of Electric Power Industry: CRIEPI)、オランダ国立公衆衛生環境研究所 (National Institute for Public Health and the Environment: RIVM)、米国アルゴンヌ国立研究所 (Argonne National Laboratory: ANL) が開発したモデルが示されている。

GSR Part 3<sup>1)</sup> において示された一般免除レベルの適用性について、Table 1 に示す。

一般免除レベルは、放射性核種の起源 (人工放射性核種、天然起源放射性核種)、物量 (中程度、大量)、性状 (固体、液体、気体) に応じて異なる。ここで、中程度の物量 (Moderate amounts) とは、多くとも 1 トンのオーダー (at the most of the order of a tonne) とされ、それ以上の物量を大量 (Bulk amounts) と呼んでいる。GSG-17<sup>2)</sup> では、「1 トンのオーダー」という表現は、一般免除レベ

**Table 1** Applicability of generic exemption levels in GSR Part 3<sup>1)</sup> to moderate amounts and bulk amounts of materials (modified from TABLE 1 of GSG-17<sup>2)</sup>).

Types of radionuclide	Moderate amounts <sup>1</sup> (solids, liquids, gases)	Bulk amounts <sup>2</sup> (solids <sup>3</sup> )
Artificial radionuclides	Table I.1 of GSR Part 3 <sup>1)</sup>	Table I.2 of GSR Part 3 <sup>1)</sup>
Radionuclides of natural origin	Table I.1 of GSR Part 3 <sup>1)</sup>	Not applicable <sup>4</sup>

1. The term “moderate amounts” refers to practices involving small scale usage of activity where the quantities involved are at most of the order of a tonne. The phrase “of the order” should be interpreted in a pragmatic way to allow flexibility for classification of the amount of material as either moderate or bulk.
2. The term “bulk amounts” can be taken as quantities of material that are greater than moderate amounts.
3. No generic exemption levels are specified for bulk amounts of liquids or gases in GSR Part 3<sup>1)</sup>. Exemption should be considered on a case-by-case basis (i.e., specific exemption).
4. Exemption is required to be considered on a case-by-case basis (i.e., specific exemption) using a dose criterion of the order of 1 mSv in a year. The phrase “of the order of 1 mSv” should be interpreted in a pragmatic way as including doses in the range 1-3 mSv.

ルを考慮する際に、中程度の物量と大量の物量のいずれかに分類するための柔軟性を許容するために実際的な方法 (a pragmatic way to allow flexibility for classification of the amount of material as either moderate or bulk) で解釈されるべきである、と述べている。

人工放射性核種、天然起源放射性核種共に、中程度の物量については、GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.1 に記載されている放射能濃度 (Bq/g) 及び放射能 (Bq) を一般免除レベルとしている。大量かつ固体状の人工放射性核種については、GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.2 に記載されている放射能濃度 (Bq/g) を一般免除レベルとしている。これらの GSR Part 3<sup>1)</sup> に記載されている一般免除レベルは、GSG-17<sup>2)</sup> の附属書 I においても、同一の値として再掲されている。これは GSG-17<sup>2)</sup> が他の安全基準文書を参照する必要のないスタンドアロンな安全指針として加盟国が円滑に活用できるように配慮されたものである。

GSR Part 3<sup>1)</sup> の I.2 項において、「行為又は行為内の線源について、すべての合理的に予測可能な状況下において、免除された行為又は行為内の線源によって個人が受けると予想される実効線量 (通常は安全評価に基づいて評価される) が年間 10  $\mu$ Sv のオーダー以下であるならば、I.1 項 (a) に基づいて、追加の検討なしに本基準の一部又はすべての要件から免除される。確率の低いシナリオを考慮に入れるために、異なる判断基準、すなわちこのような低い確率により個人が受けると予測される実効線量が年間 1 mSv を超えないという判断基準を採用することができる。」と示されている。GSG-17<sup>2)</sup> では、「年間 10  $\mu$ Sv のオーダー」とは、ICRP Publication 104<sup>10)</sup> を参照した上で、「1 年間に 10–100  $\mu$ Sv の範囲である (cover the range 10–100  $\mu$ Sv in a year) ことを意図している」と脚注で明示された。

GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.1 は BSS 1996<sup>7)</sup> の Table I-I の数

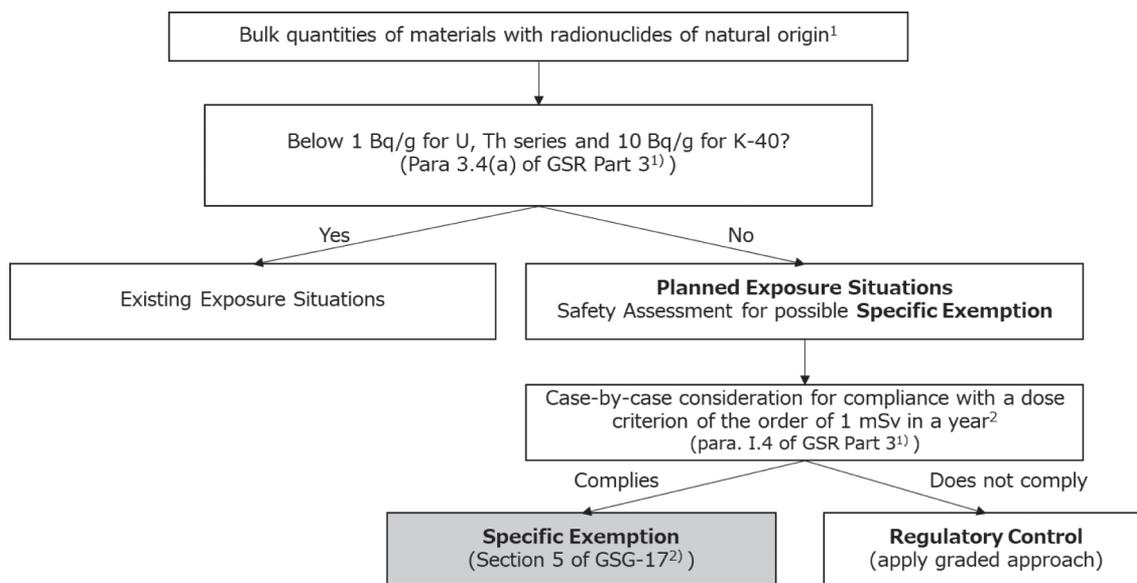
値を、GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.2 は RS-G-1.7<sup>8)</sup> の Table 2 の数値をそれぞれ転載している。すなわち、GSR Part 3<sup>1)</sup> の安全要件は 2007 年勧告<sup>9)</sup> の放射線防護体系に準拠しているが、一般免除レベルに着目した場合、1990 年勧告<sup>6)</sup> に基づく外部被ばく線量換算係数及び内部被ばく線量係数が値の導出に用いられていることになる。

大量かつ固体状の天然起源放射性核種については、GSG-17<sup>2)</sup> では一般免除レベルが与えられておらず、個別免除を考えることになる。その際の線量判断基準は、GSR Part 3<sup>1)</sup> の I.4 項において、「自然バックグラウンドレベルの放射線による典型的な線量に見合った年間 1 mSv のオーダー」と示されており、GSG-17<sup>2)</sup> ではこの値について、「1 mSv のオーダーという表現は、実際的には 1 ~ 3 mSv の範囲の線量 (a pragmatic way as including doses in the range 1–3 mSv) と解釈すべきである」と明示された。

**Fig. 4** に、天然起源放射性核種を含む大量の物質に対する個別免除の与え方のフローチャートを示す。

1 Bq/g 以下のウラン壊変系列及びトリウム壊変系列の放射性核種、並びに 10 Bq/g 以下の K-40 については、現存被ばく状況に対する安全基準が適用される。この 2 つの濃度基準は GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.3 に示された、天然起源放射性核種を含む物質のクリアランスのためのレベルと同じである。

これらの放射能濃度以上のウラン壊変系列、トリウム壊変系列、K-40 を含有する場合、計画被ばく状況に対する安全基準が適用されることとなり、個別免除のための安全評価が行われる。このケースバイケースの安全評価において、年間 1 mSv のオーダーである線量判断基準を満足する場合は個別免除が与えられることになり、この線量判断基準を超える場合はグレーデッドアプローチに基づいた規制管理が行われる。



1. Except food, feed, drinking water, agricultural fertilizer, soil amendments, construction materials, residual radioactive material in the environment, which are considered as Existing Exposure Situations regardless of activity concentration (see para. 5.1(c)(ii) of GSR Part 3<sup>1</sup>).
2. The phrase “of the order of 1 mSv” should be interpreted in a pragmatic way as including doses in the range 1-3 mSv (see para. 5.15 of GSG-17<sup>2</sup>).

Fig. 4 Flowchart for granting specific exemption for bulk quantities of materials with radionuclides of natural origin (modified from FIG. 3 of GSG-17<sup>2</sup>).

## V コモディティ取引

GSR Part 3<sup>1</sup>の要件 51 (コモディティに含まれる放射性核種による被ばく) では、コモディティに含まれる放射性核種による被ばくに対する要件が定められている。具体的には、5.22 項において、「規制機関又は他の関連当局は、建材、食物や飼料、飲料水のようなコモディティに含まれる放射性核種による被ばくのために個別の参考レベル (Specific Reference Levels) を確立しなければならない。それらは典型的には代表的個人 (Representative Person) への年間実効線量として表現されるかそれに基づかねばならず、これは通常はおよそ 1 mSv (about 1 mSv) の値を超えないものである。」とされている。

コモディティの具体例として、建材、食料や飼料及び飲料水が挙げられているものの、GSR Part 3<sup>1</sup>や IAEA 用語集<sup>11)</sup>では、コモディティという用語は定義されていない。IAEA によって定義されている用語は一般消費財 (consumer product) であり、GSR Part 3<sup>1</sup>の要件 33 (一般消費財) で一般消費財の提供者に対する要件が課されており、詳細なガイダンスとして個別安全指針 SSG-36<sup>14)</sup>が発刊されている。

一般消費財は、GSR Part 3<sup>1</sup>において、「放射性核種が意図的に組み込まれているか、放射化により生成された

又は電離放射線を発生する装置又は製造品であり、特別な監視又は販売後の規制上の管理なしで公衆の構成員が買うこと又は入手することができるもの。」と定義され、放射性核種が意図的に組み込まれている煙探知機や蛍光文字盤のような品目及びイオン発生管が含まれるが、建材、セラミックタイル、温泉水、鉱物及び食品はこれに含まれず、また公共の場に設置された製品及び器具についても含めないこととされている。

一般消費財については、GSR Part 3<sup>1</sup>の要件 33 で定められているとおり、計画被ばく状況に対する安全基準が適用される。これに対し、コモディティについては、放射性核種の組み込みは意図されたものではなく、GSR Part 3<sup>1</sup>の要件 51 で定められているとおり、現存被ばく状況に対する安全基準が適用されることになる。

GSG-17<sup>2)</sup>では、現存被ばく状況における食品以外のコモディティの取引について、意思決定のためのスクリーニング値を用いた考え方を示している。スクリーニング値を下回る場合は放射線防護の観点からの制限は課されないが、スクリーニング値を上回る場合は個別に状況に即した放射線学的な評価 (case-by-case radiological analysis) が実施されることになる。すなわち、年間およそ 1 mSv の参考レベルを満たしていれば、放射線防護の観点からの規制は課されないが、満たさない場合は

取引に対して制限が課されることになる。これらのフローを Fig. 5 に示す。

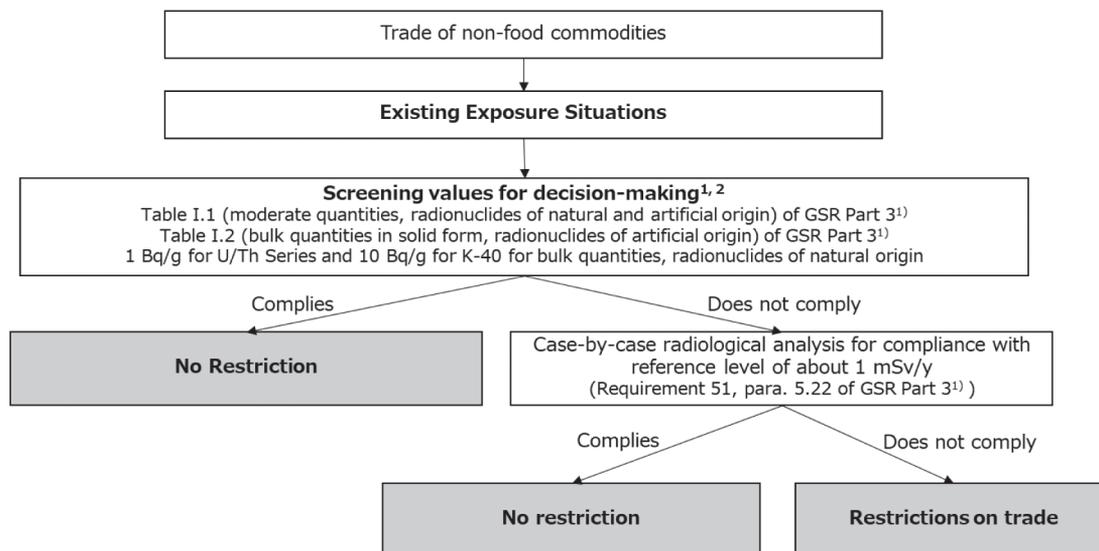
GSG-17<sup>2)</sup>では、意思決定のためのスクリーニング値として、中程度の物量の放射性核種については GSR Part 3<sup>1)</sup> の Table I.1, 大量の固体の人工放射性核種については Table I.2, ウラン・トリウム系列と K-40 については Table I.3 の数値がそれぞれ挙げられている。RS-G-1.7<sup>8)</sup>では、大量の人工放射性核種を含むコモディティの取引に用いるスクリーニング値のみが示されていたが、中程度の物量の放射性核種やウラン・トリウム系列と K-40 についてのスクリーニング値も追加された。さらに、GSG-17<sup>2)</sup>では、表面汚染密度単位 (Bq/cm<sup>2</sup>) でのスクリーニング値に関する言及が追加されており、迅速な意思決定が必要であり、その他の選択肢が利用可能でない場合に限り、IAEA 輸送規則 SSR-6 (Rev. 1)<sup>15)</sup> に示された表面汚染密度 ( $\alpha$  線放出核種に対して 0.4 Bq/cm<sup>2</sup>,  $\beta$  線・ $\gamma$  線・低毒性  $\alpha$  線放出核種に対して 4 Bq/cm<sup>2</sup>) がスクリーニング値として使用できる可能性が示唆されている。

GSG-17<sup>2)</sup>では、コモディティ取引に関する一般的なガイダンスのみを提供し、詳細な技術情報については今後作成される安全レポート<sup>12)</sup>を参照することを促している。これを受けて IAEA では、コモディティ取引に関する安全レポート<sup>12)</sup>の作成に 2022 年より着手したとこ

ろである。2023 年 8 月には、安全レポート執筆のために必要となる加盟国からのフィードバックを得ることを目的に、「コモディティ取引における放射線安全」をテーマとした技術会合 (EVT2205272) が開催された。32 か国、8 つの国際機関から 55 名の参加があり、GSG-17<sup>2)</sup>で示されたコモディティ取引のフローや各国が直面している放射線安全上の課題について情報共有が行われた。筆頭著者 (伊豆本) は日本からのカントリープレゼンテーションを実施し、責任著者 (荻野) は全体議長を務めた。技術会合には、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR) や ICRP といった放射線防護に関連する機関だけでなく、世界税関機構 (World Customs Organization: WCO), 世界貿易機関 (World Trade Organization: WTO), 国連貿易開発会議 (United Nations Conference on Trade and Development: UNCTAD) といった取引に関連する国際機関も参加し、今後の安全レポート執筆に資する議論が展開された。

## VI ま と め

本稿では、IAEA 一般安全指針 GSG-17 「規制免除概念の適用」<sup>2)</sup>の策定経緯及び関連する最新動向について解説した。GSR Part 3<sup>1)</sup>の制定後、放射線安全基準委員



1. In the case of non-food commodities with surface contamination, a case-by-case assessment is needed to determine compliance with specific reference levels, as required by para. 5.22 of GSR Part 3<sup>1)</sup>.
2. The surface contamination values specified in para. 508 of SSR-6 (Rev. 1)<sup>15)</sup> (i.e., 0.4 Bq/cm<sup>2</sup> for alpha emitters, 4 Bq/cm<sup>2</sup> for beta and gamma emitters and low-toxicity alpha emitters) may be considered for use as screening values, where no other options are available, especially where prompt decisions are needed.

Fig. 5 Flowchart illustrating the use of screening values for decision-making in trade of non-food commodities (modified from FIG. 4 of GSG-17<sup>2)</sup>).

会 (RASSC) で GSG-17 の文書作成計画書<sup>16)</sup> が承認されたのが 2016 年 11 月であり, 2022 年 10 月の CSS による出版承認までに約 6 年もの年月を費やしたことになる。これは, IAEA の安全基準文書が加盟国によるコンセンサス文書であることの証であり, その間, 加盟国に対する意見照会, 技術会合, GSR Part 3 に関する地域ワークショップ<sup>17)</sup> 等を通じて加盟国からのフィードバックが収集されてきた。今後も, 放射線防護体系の倫理基盤<sup>18)</sup> として ICRP によって勧告されている手続き上の価値を尊重しながら, 国際的なコンセンサス文書を作成することが重要となる。

筆者らが所属する原子力規制庁では, 放射線対策委託費 (国際放射線防護調査) 事業<sup>19), 20)</sup> において, 放射線防護や原子力災害対策に関する国際動向を収集・整理し, 成果報告書を原子力規制委員会ウェブページより毎年公開している。今後もさまざまなチャンネルを通じて国内の関心のある方々に国際動向に関する情報を展開していきたいと考えている。

## 謝 辞

IAEA の Haridasan PUTHANVEEDU 博士 (Senior Safety Officer, Programme and Strategy Coordination Section, Department of Nuclear Safety and Security) には, GSG-17 のテクニカルオフィサー (Technical Officer) としての経験に基づき, 本解説記事執筆の着想並びに図表の作成に際して有益な助言をいただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

## 利益相反の開示

開示すべき利益相反状態はない。

## 参 考 文 献

- 1) International Atomic Energy Agency; Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3 (2014).
- 2) International Atomic Energy Agency; Application of the Concept of Exemption, IAEA Safety Standards Series No. GSG-17 (2023).
- 3) International Atomic Energy Agency; Application of the Concept of Clearance, IAEA Safety Standards Series No. GSG-18 (2023).
- 4) Nuclear Regulation Authority Japan; Dai50kai genshiryoku kisei iinkai, Kokusai genshiryoku kikan (IAEA) anzen kijun iinkai (CSS) dai52kai kaigou kekka gaiyou, IAEA anzen kijun no sakutei joukyou (in Japanese) [The 50th meeting of the Nuclear Regulation Authority, Summary of the Results of the 52nd meeting of the Commission on Safety Standards (CSS) of the International Atomic Energy Agency (IAEA); Status of the development of IAEA Safety Standards]. 9 November 2022. Nuclear Regulation Authority Japan Website, Available at: <https://www.nra.go.jp/data/000409725.pdf>. Accessed 25 Aug 2023.
- 5) International Atomic Energy Agency; Preprint Repository. Available at: <https://preprint.iaea.org/>. Accessed 25 Aug 2023.
- 6) The International Commission on Radiological Protection; 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1–3) (1991).
- 7) International Atomic Energy Agency; International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115 (1996).
- 8) International Atomic Energy Agency; Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Guide No. RS-G-1.7 (2004).
- 9) The International Commission on Radiological Protection; The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2–4) (2007).
- 10) The International Commission on Radiological Protection; Scope of Radiological Protection Control Measures, ICRP Publication 104, Ann. ICRP 37 (5) (2007).
- 11) International Atomic Energy Agency; Terminology Used in Nuclear Safety, Nuclear Security, Radiation Protection and Emergency Preparedness and Response, IAEA Nuclear Safety and Security Glossary (2022). Available at: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/IAEA-NSS-GLOweb.pdf>. Accessed 28 Aug 2023.
- 12) International Atomic Energy Agency; Radiation Safety in the Trade of Commodities, Safety Reports Series No. XX, (in preparation).
- 13) Japanese Standardization Committee on Radiation Protection; Summary of the Three Guidelines for Moving Out of Commodities with Radioactive Contamination in Planned, Emergency and Existing Exposure Situations. *Jpn. J. Health Phys.*, **52**, 311–314 (2017) (in Japanese).

- 14) International Atomic Energy Agency; Radiation Safety for Consumer Products, IAEA Safety Standards Series No. SSG-36 (2016).
- 15) International Atomic Energy Agency; Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Specific Safety Requirements No. SSR-6 (Rev. 1) (2018).
- 16) International Atomic Energy Agency; Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance, Draft Safety Guide No. 499. Document Preparation Profile (DPP) is available at: <https://www.iaea.org/sites/default/files/dpp499.pdf>. Accessed 25 Aug 2023.
- 17) H. YONEHARA, I. URABE; IAEA GSR Part 3 no tekiyou ni okeru kyokun ni kansuru chiiki wa-kushoppu [Regional Workshop on Lessons Learned from the Application of the IAEA GSR Part 3], *Jpn. J. Radiat. Saf. Manage.*, **19**, 23–27 (2020) (in Japanese).
- 18) The International Commission on Radiological Protection; Ethical Foundations of the System of Radiological Protection, ICRP Publication 138, Ann. ICRP 47 (1) (2018).
- 19) Secretary, The Meeting of International Radiological Protection Research in FY2022; Promoting both Domestic Dissemination and Consultation of Experts about International Trends in Radiation Protection: Report on the Meeting of International Radiological Protection Research by Nuclear Regulation Authority of Japan in FY2022. *Jpn. J. Health Phy.*, **58**, 21–26 (2023) (in Japanese).
- 20) A. TAKAMASA, H. YASUDA and T. IIMOTO; Approaches to the Development of Radiation Protection Regulations; International Radiological Protection Research by Nuclear Regulation Authority of Japan. *J. At. Energy Soc. Jpn.* **64**, 51–55 (2022) (in Japanese).

---

**伊豆本 幸恵** (いずもと ゆきえ)

原子力規制庁において放射線防護に係る安全研究・調査に従事。博士（工学）。2022年にはOECD/NEAが主催している国際放射線防護スクール（IRPS2022）に参加。2023年8月にはIAEA一般安全指針GSG-17に関連して開催されたIAEA技術会合「コモディティ国際取引における放射線安全」へ参加し、日本のカンントリープレゼンテーションを実施した。

---

**荻野 晴之** (おぎの はるゆき)

原子力規制庁において放射線防護に係る安全研究・調査に従事。博士（工学）。IAEA放射線安全基準委員会（RASSC）委員，OECD/NEA放射線防護・公衆衛生委員会（CRPPH）委員，ICRP第4専門委員会タスクグループ114委員。ICRPよりBo Lindellメダルを受賞（2022年11月）。IAEA一般安全指針GSG-17「規制免除概念の適用」執筆メンバー。

## 報 告

### INTERNATIONAL YGN WORKSHOP ON CHALLENGES OF RADIATION PROTECTION 2023 の開催報告

三輪 一爾<sup>\*1, #</sup>, 河野 恭彦<sup>\*2</sup>,  
三枝 裕美<sup>\*3</sup>, 成田 真人<sup>\*4</sup>

#### 1. 開催概要

(一社)日本保健物理学会(JHPS)及び日本保健物理学会若手研究会(Young Researcher's Association of JHPS)の主催により2023年11月8日の14時から17時半にかけてINTERNATIONAL YGN WORKSHOP ON CHALLENGES OF RADIATION PROTECTION 2023(以下,本ワークショップ)を開催した(会場:グランドニッコー東京台場)。本ワークショップは,国際放射線防護学会(IRPA: International Radiation Protection Association)の枠組みにおいて2018年に創設された放射線防護や関連分野の研究及び技術的業務に従事する若手を対象にした国際的なネットワーク(IRPA YGN: IRPA Young Generation Network)の活動の一環としての位置づけであり,本ワークショップの運営メンバーである三輪(YGN Leadership Committee)及び河野(YGN Leadership Committee Chair)はIRPA YGNの活動に日本代表として参画している。なお,本ワークショップは日本保健物理

学会若手研究会に所属している有志により企画・運営がされており,そのメンバーは上記の三輪及び河野に加え,三枝,成田で構成されている。

本ワークショップの目的は,放射線防護分野に属する若手の活動の活性化及び個人的・社会的な関係性の構築の促進である。本ワークショップの対象は,各国の放射線防護分野に属する40歳以下の者,もしくは各国の学会において若手と定義されている者とし,本ワークショップと同時期・同会場にて開催されているICRP2023,日本保健物理学会第56回研究発表会,日本放射線影響学会第66回大会のいずれかに参加している者が無料で参加可能である。共催であるIRPA, IRPA YGN及び後援として参画したInternational Commission on Radiological Protection (ICRP), (一社)日本放射線影響学会(JRRS)と共に準備をすすめ,開催当日は12か国から総計30人以上(Australia:1, Bangladeshi:1, China:3, Colombia:1, Germany:1, India:1, Japan:15, Kazakhstan:1, Korea:2, Myanmar:1, UK:1, USA:2, オブザーバー)が参加した(第1図)。

本ワークショップでは各国の若手の活動紹介とグループワークを行った(第1表)。各国の若手の活動紹介では,日本,米国,韓国,中国,英国の代表者から発表があった。グループワークでは,事前に実施した各国の放射線防護分野の若手に関する実勢調査の結果(調査の詳細は別報で報告予定)に基づき,将来の国際的な連携の可能性について議論した。各国の発表及びグループワークの詳細は後述する。

(三輪 一爾)

Kazuji MIWA, Takahiko KONO, Yumi SAIGUSA and Masato NARITA; Report of INTERNATIONAL YGN WORKSHOP ON CHALLENGES OF RADIATION PROTECTION 2023.

\*1 (公社)日本アイソトープ協会学術振興部学術課; 東京都文京区本駒込2-28-45 (〒113-8941)

Research Support Section, Japan Radioisotope Association; 2-28-45 Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8941, Japan.

\*2 (一社)日本保健物理学会正会員; 東京都港区新橋3-7-2 四鹿ビル3F (〒105-0004)

Regular member, Japan Health Physics Society; Yotsushika building 3F, 3-7-2, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0004, Japan.

\*3 (国研)量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所; 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1 (〒263-8555)

Institute for Radiological Science, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST); 4-9-1 Anagawa, Inage, Chiba-shi, Chiba 263-8555, Japan.

\*4 (国研)量子科学技術研究開発機構那珂研究所; 茨城県那珂市向山801-1 (〒311-0193)

Naka Fusion Institute, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST); 801-1 Mukoyama, Naka-shi, Ibaraki 311-0193, Japan.

# Corresponding author; E-mail: miwa-kazuji@jrias.or.jp

#### 2. 各国の活動紹介

##### (1) 日本(発表者:五十嵐悠)

五十嵐悠氏((国研)日本原子力研究開発機構)より日本における活動紹介があった。日本保健物理学会若手研究会(以下,若手研)は40歳以下の日本保健物理学会会員で構成され,2023年10月時点で学生を含めおよそ100名が在籍している。若手研は若手の業務や研究活動の支援,保健物理分野の活性化,若い世代の相互の交流促進を目的とし,構成員の主体的意思により運営されている。また,日本保健物理学会には若手研の他に日本保健物理学会の学生会員により組織,運営されている学友会も存在する(2005年設立)。

若手研は1987年の設立以来,多くの勉強会,セミナー,テクニカルツアーを開催しており,本発表では直近の若手研の活動が紹介された。具体的には,新型コロナウイルス



第1図 YGN Workshop 集合写真

第1表 プログラム

Chairperson: Takahiko KONO (Japan)		
	Program	Speaker
14:00–14:05	Welcome Remarks	Kazuji MIWA (Japan)
14:05–15:30	Introduction of YGN activity in each country	
	(1) Japan	Yu IGARASHI (Japan)
	(2) USA	Sara DUMIT (USA)
	(3) South Korea	Yeon Soo YEOM (Korea)
	(4) China	Chuangao WANG (China)
	(5) UK	Laura PEARSE (UK)
16:00–17:25	Group work & Discussion	All participants
17:25–17:30	Closing Remarks	Kazuji MIWA (Japan)

ルス感染症拡大の影響により対面での活動が制限される中で、オンライン上で開催した全15回にわたるICRP Publication130, 134, 137に基づいた内部被ばくの勉強会、ICRPの新たな勧告に向けた勉強会、若手研の人口統計調査に基づく若手の実情と今後の発展のための施策に関する検討（ICRP2023にてポスター発表）などが紹介された。

また、アウトリーチ活動の一例として、千葉市科学フェスタ（毎年10月頃開催）にUVコースター作りと霧箱を出展した際の活動が紹介された。筆者も出展を手伝う形で参加したことがあるが、子供から大人まで幅広い層の方々と交流することで、放射線に親しみがない方々が放射線について抱いているイメージや、放射線に関して不明に思っている点や知りたいと思っている点について意見を伺える貴重な場であると感じた。加えて、一般の

方々と同じ目線に立ち、放射線について正確かつ分かりやすく説明する能力を身に付けることができるイベントだと感じている。また、日本保健物理学会の学生と社会人の有志で運営されることから、学会以外の場で会員と交流し情報交換ができる貴重な機会ともなっている。

最後に若手研の国際的な活動として、IRPA YGNを通じたアイデア交換や、海外に向けて若手研の取り組み発信していることが紹介され、世界中の保健物理分野の若手と協力関係を構築することも若手研の重要な活動の一つであると説明されていた。

（成田 真人）

#### （2）米国（発表者：Sara DUMIT）

Sara DUMIT氏（Los Alamos National Laboratory）より米国における活動紹介があった。米国保健物理学会には

Early-Career Professionals (以下、ECP) と呼ばれる若手研究会があり、ECP の会員は米国保健物理学会または IRPA 関連学会の会員で、保健物理及び関連分野に関心を持つ職業経験 15 年以下の者で構成される。ECP の会員数は現在約 200 名であり、会費は年額 6.00 ドルである。

ECP のミッションは、保健物理分野にいる若手が学生の立場から専門家に移行する段階において、あらゆるレベルで米国保健物理学会の取り組みに積極的に関与できるようにすることである。具体的には若手の専門能力の開発、ネットワーク作りの機会を提供するワークショップやミーティングの主催、若手の表彰などを実施している。

本発表では ECP がこれまで開催してきたいくつかの講演会やワークショップの紹介がされた。特定の研究トピックに関する講演会として、米国の年次学術大会で実施された内部被ばく測定を幅広く (バイオアッセイ、核医学への応用、緊急時の対応、生体運動モデルの開発) 扱った事例が紹介された。また、継続的な学習、キャリア管理、リソースとしての米国保健物理学会の活用など、さまざまなトピックに関する見識や経験を共有する講演会も行っていった。さらに、保健物理分野で働く人たちの交流や経験を共有する座談会、若手会員の誰しもが遭遇する将来への疑問や課題 (専門能力の開発、仕事、ワークライフバランスなど) についての意見や経験を交換する座談会を行っていた。

加えて ECP の会員の属性や、若手が ECP に求めることを調査することを目的としてアンケート調査を継続的に実施していることが紹介された。これにより会員のニーズを反映した企画を開催でき、ECP の活動が効果的に会員へ還元されることで、さらに多くの人材が ECP の活動に関心を持つことにつながると期待される。

DUMIT 氏の発表では保健物理の専門知識を養う勉強会以外に、若手のキャリアプランの設計に役立つセッションやワークライフバランスに関する意見交換などを企画していることが印象的だった。日本の若手研では保健物理分野におけるキャリア設計やワークライフバランスに関連したセッションの企画は少ないように感じたため、これらは日本の活動にも取り込めるのではないかと感じた。

(成田 真人)

### (3) 韓国 (発表者: Yeon Soo YEOM)

Yeon Soo YEOM 氏 (Yonsei University) より韓国における活動紹介があった。初めに Korean Association for

Radiation Protection (以下、KARP) の紹介があった。KARP は 1975 年に設立されて以来、40 年以上の歴史があり、放射線の安全性と利用を促進し、放射線防護に関する国民の理解を助け、放射線防護の研究と開発を支援することを目的としている。さらに、KARP は ICRP, IRPA, UNSCEAR や The Asian and Oceanic Association for Radiation Protection (AOARP) などの関連国際機関とも積極的に協力している。

KARP は若手の活動を奨励することに関して、学会賞を与えるだけでなく、将来の世代のために、KARP の多くの活動に若手を参加してもらうことが重要だと認識し、2017 年に KARP Young Scientist Group (以下、KARP YSG) を設立したと説明された。KARP YSG は韓国の若手科学者の放射線防護分野への参加を奨励することを目的としており、80 名以上の会員が参加している。

KARP YSG の第 1 回と第 2 回のミーティングは 2019 年に開催され、若手の研究活動の共有が行われた。この他に、KARP YSG の活動を強化するために KARP YSG 委員会が 2022 年に設立され、ミーティングを隔月で開催し、今後の活動について活発に議論している。

KARP YSG の国際的な活動の例として 2018 年に韓国で開催された KARP-JHPS Joint Workshop, 2019 年に日本で開催された JHPS-SRP (UK)-KARP Joint YGN Workshop, 2022 年にオンラインで開催された韓国、日本、中国の若手研による合同ワークショップが紹介された。KARP YSG の設立以降このような合同ワークショップが現地、オンラインを含めて多く開催されていることから、KARP YSG が積極的に活動していることが窺える。

最後に YEOM 氏は若手人材をどう確保していくのかについて触れた。若手の参加を促進するためにはさまざまな戦略を考える必要があり、若手に「来たい」と思わせることの重要性、若手の就職先についてリクルーターではなく、現場の人間が若手を直接仕事につなげてキャリア形成の機会を提供することの重要性を述べていた。それに対して、若手のキャリアをより良い方向へ導くために、興味のある施設へのテクニカルツアーや、メンター・メンティープログラムなどを提供するという手段が考えられると述べていた。

若手研の活動が知識の向上だけでなく、将来をけん引する保健物理分野の人材確保という目的も念頭に入れている点が日本、米国及び韓国の若手研究会の取り組みに共通していた。

(成田 真人)

#### (4) 中国（発表者：Chuangao WANG）

Chuangao WANG 氏（中国放射線防護研究院）より中国における活動紹介があった。2018年11月14日、中国放射線防護学会（China Society of Radiation Protection: CSRP）の部門として、中国放射線防護学会ユースコミティ（CSRP Youth Committee: CSRP-YC）が設立された。初代会長には劉麗治博士が就任し、現在79名の若手研究者から構成されるメンバーが活動している。CSRP-YCの目的は、放射線防護分野の若手研究者の国内外における業務交流と学術活動の促進、若手研究者・管理職の育成と個人の発展機会の提供である。「先輩の話」テーマイベントや常任委員会会議を通じて、上記の目的の達成に向けて活動している。最近の主な活動としては、第10回放射線安全と放射線検出技術に関する国際シンポジウム（ISORD-10）における放射線防護ユースフォーラムやCSRPユースフォーラムの開催、多数の国際学術会議への参加、CSRPの政策立案支援等がある。活動を通じ、若手研究者同士の国内交流だけでなく、国際的な放射線防護ユース団体との相互理解と協力関係の構築も進められている。今後、CSRP-YCはユニット間の委員会メンバーの交流と協力をより強化し、第3回「先輩の話」イベントやIRPA-YGNなど国際的な放射線防護ユース団体主催の交流事業への参加を通じ、国内外の放射線防護分野の若手研究者ネットワークをさらに拡大する方針である。CSRP-YCのこれからの活動は、放射線防護分野の若手人材育成とネットワーク強化に大きく貢献することが期待される。

（三枝 裕美）

#### (5) 英国（発表者：Laura PEARSE）

Laura PEARSE 氏（The society for radiological protection: SRP）より英国における活動紹介があった。若手研究者グループ（Rising Generations Group: RGG）は、2010年に英国放射線防護学会（SRP）の若手メンバーを支援する目的で設立された組織である。RGGはさまざまな活動を通じて、若手メンバーのネットワーキングと専門能力の向上を目指している。RGGの主な活動内容としては、年次総会での発表機会の提供、懇親会の開催、奨学金制度やメンタープログラムの運営、関連施設への訪問等がある。さらに、RGG主催のワークショップへの参加を通じて、専門的な委員会への参画機会を提供している。RGGが主催するスピーチコンテストでは、優勝者に500ポンドの賞金が授与されるなど、インセンティブの付与にも力を入れている。設立から10年間の活動を

通じ、SRPメンバーの約18%がRGGの活動に参加するなど、若手メンバーとSRPとの繋がり強化に大きく貢献している。今後も、初期キャリア段階にあるメンバーが専門能力を高め、幅広いネットワークを形成できるよう、RGGによる多様な支援活動が継続的に行われることが期待される。

（三枝 裕美）

### 3. グループワーク

グループワークでは“Future collaboration between countries in the field of radiation protection”の題目で参加者をグループに分けてディスカッションを行った（第2図）。グループワークには、さまざまな国々の若手研究者・技術者が参加し、以下の2つのトピックスについて、各国の状況に応じた活発な意見交換を行うことができた。

- 1) Share the situation of young generation in radiation protection field in each country. What are the strong points and not-enough points in field of radiation protection in each country?
- 2) Discuss the future collaborative project involving all countries in the group based on the situation of radiation protection in each country.

筆者は全体の取りまとめ役の1人として各グループの様子を見ながら、1つのグループでのディスカッションに参加した。各グループで上記1)、2)に関するトピックスを自由に議論した。参加者との質疑応答を通して大変有意義な意見交換を行うことができたと感じた。グループワークを通して筆者が特に印象に残っているのは海外の若手の専門家は世界の放射線防護分野の若手の団体とのコラボレーションやコミュニケーションを図る機



第2図 グループワークの様子

会を強く望んでいる点であった。参加者の1人である、アメリカの Health Physics の若手団体に所属している DUMIT 氏からは、さまざまな若手の専門家がこのような YGN セッションに関与し、放射線防護分野で活躍できるような素地を作っていること、そしてそれらを継続していくことで、若手のモチベーション向上につながるのではないかという意見が出された。本意見に賛同しつつ、筆者としては日本保健物理学会若手研究会が IRPA YGN と上手く連携しながら、現地とオンラインのハイブリットによる YGN イベントを定期的に開催し、放射線防護を専門とする世界中の若手のモチベーションの向上や交流の活性化を今後とも図っていききたい。

(河野 恭彦)

#### 4. まとめと今後の展望

参画団体との準備と当日の開催を通して、本ワークショップの目的である放射線防護分野に属する若手の活動の活性化及び個人的・社会的な関係性の構築の促進は達成されたと考えている。本ワークショップは2019年12月4日に日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会の仙台合同大会にて開催された JHPS-SRP-KARP 若手研究者による国際発表会以来（そして2019年末から始まったコロナ禍以来）の我が国で開催された IRPA YGN の対面イベントである。休憩時間にお茶とお菓子を片手に交わす雑談や自国の活動を紹介する物品の配布などは、対面開催だからこそのものであろう。また、各国の若手の活動紹介においても対面ゆえの熱がこもった質疑応答が交わされ、若手団体を有しない国の参加者から発せられた自国において若手団体を立ち上げたいという言葉は、会場からの拍手を誘った。

今後の展望としては、本ワークショップで構築した個人的及び国際的な結びつきや事前に実施した各国の放射線防護分野の若手の実勢調査に関する知見などを活用し、引き続き、IRPA YGN の持続的発展に日本保健物理学会の若手として貢献していきたい。また、2023年秋から IRPA YGN Leadership Committee の Chair に本ワークショップの運営メンバーである河野が就任したことは、国際的な放射線防護の場における我が国の存在感をより高める契機になると考えている。今後の国際的な取り組みに対して、日本保健物理学会の若手会員の積極的な関与を期待したい。

(三輪 一爾)

## 謝 辞

本ワークショップは（一社）日本保健物理学会及び日本保健物理学会若手研究会の主催で開催された。また、共催として International Radiation Protection Association (IRPA) と IRPA Young Generation Network (IRPA YGN)、後援として International Commission on Radiological Protection (ICRP) と（一社）日本放射線影響学会に参画いただいた。本ワークショップへの関係者の協力に対し、心より感謝申し上げる。

## 利益相反の開示

開示すべき利益相反状態はない。



三輪 一爾 (みわ かずじ)

博士（環境学）。2015年から（国研）日本原子力研究開発機構にて勤務し、2023年より（公社）日本アイソトープ協会に所属。専門は放射線防護、核種移行・被ばく線量評価、放射線教育。2022年より IRPA Young Generation Network Leadership Committee に就任。

E-mail: miwa-kazuji@jrias.or.jp



河野 恭彦 (こうの たかひこ)

茨城県生まれ。（一社）日本保健物理学会正会員として、東京電力福島第一原子力発電所事故後に暮らしの放射線 Q & A ウェブサイトを通して、一般の方々からの放射線の健康影響に関する質問に答える活動を行った。2016年に IAEA 放射能測定研究所（モナコ公国）へ留学。専門は環境放射能、放射線防護。IRPA Young Generation Network Leadership Committee の Chair を 2023年10月より務める。

三枝 裕美 (さいぐさ ゆみ)

熊本出身。修士（医科学、経営）。臨床工学技士としての病院勤務を経て、2021年より（国研）量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所に所属（技術職）。2022年より ICRP Task Group 119 Member-Mentee。

**成田 真人**（なりた まさと）

青森県出身。修士（放射線学）。2020年より（国研）量子科学技術研究開発機構那珂研究所に所属（技術職）。

## 報 告

### 日本保健物理学会 第 56 回研究発表会印象記

橋本 啓来\*1, #1, 岩谷 良郎\*2, #2

#### 1. はじめに

2023 年 11 月 9 日から 10 日にかけて、日本保健物理学会第 56 回研究発表会が開催された。本研究発表会は佐々木道也大会長（(一財) 電力中央研究所）のもと、東京都港区台場にあるグランドニッコー東京台場ホテルで開催された。今大会は、国際放射線防護委員会（ICRP）のシンポジウム（ICRP2023）及び、日本放射線影響学会第 66 回大会と並行して行われ、11 月 8 日には国際放射線防護学会の若手ネットワークのサイドイベント（IRPA-YGN）も実施された。

近年、ICRP は 2007 年主勧告の次の主勧告に向けて多くのタスクグループを立ち上げるなど、さまざまな活動の活性化が見られてきた。そこで、一般発表セッションとは別に、小田啓二氏（(一財) 電子科学研究所）及び佐々木康人氏（湘南鎌倉総合病院湘南先端医学研究所）による招待講演を賜った。この他、国際対応セッション及び特別対応セッションも設けられ、各講演者・座長のもと実施された。

- 1) 招待講演 1：放射線関連量について気になる点（講演者：小田啓二）
- 2) 国際対応セッション：RBE, 線質係数, 及び放射線加重係数 —これまでの評価と今後の改訂についての検討—（座長：藤田博喜）
- 3) 特別セッション：次世代層への新しい放射線教育の

#### 挑戦と実践

- ①授業と課外活動における放射線教育の意義とその実践（講演者：井上浩義氏（慶應義塾大学））
  - ②先端科学と中等教育の融合に基づく人材育成戦略（講演者：中村秀仁氏（京都大学））
- 4) 招待講演 2：ICRP2007 年勧告策定時前後を振り返って（講演者：佐々木康人）

本印象記では筆者らが参加したセッションの中から特に興味深く印象に残った発表について、筆者らの所感も交えて紹介する。

#### 2. 一般発表セッション

本研究発表会では、9 カテゴリー 14 セッションに分類された 51 演題の口頭発表が 3 つの会場で行われた（第 1 図）。下記が本研究発表会で発表のあった演題カテゴリであり、カッコ内の数字が演題数である。

- 環境放射線（能）（4）
- ラドン・トロン（10）
- 福島第一原子力発電所事故影響, 廃止措置対応（6）
- 放射線影響・リスク解析, 防護理論（10）
- 線量評価（5）
- 廃棄物処分, リスクコミュニケーション（2）
- 放射線計測（8）
- 医療被ばく（2）
- 法規制・標準化, 放射線教育（4）

一般演題発表において、優秀口頭発表賞を受賞された方の氏名（敬称略）及び演題名は以下のとおりである。



第 1 図 口頭発表会場の様子

Hiroki HASHIMOTO and Yoshio IWATANI; Report of the 56th Annual Meeting of the Japan Health Physics Society.

\*1 弘前大学大学院保健学研究科；青森県弘前市本町 66-1（〒036-8564）

Graduate School of Health Sciences, Hirosaki University; 66-1 Honcho, Hirosaki-Shi, Aomori 036-8564, Japan.

\*2 大阪公立大学大学院工学研究科；大阪府堺市中区学園町 1 番 1 号（〒599-8531）

Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University; 1-1 Gakuencho, Naka-ku, Sakai-shi, Osaka 599-8531, Japan.

#1 Corresponding author; E-mail: h23gg704@hirosaki-u.ac.jp

#2 Corresponding author; E-mail: sl23636g@st.omu.ac.jp

○松谷悠佑<sup>1,2)</sup>, 佐藤達彦<sup>2)</sup>, 浜田信行<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup>北海道大学, (<sup>2)</sup>国研)日本原子力研究開発機構, (<sup>3)</sup>(一財)電力中央研究所): ヒト由来水晶体上皮細胞での線量率効果

○藤通有希<sup>1)</sup>, 星裕子<sup>1)</sup>, 大野みずき<sup>2)</sup>, 富田雅典<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>(一財)電力中央研究所, (<sup>2)</sup>九州大学大学院・基礎放射線医学): 家族性大腸がんモデルマウスを用いた腫瘍発生数の線量率応答解析検討

#### ①環境放射線 (能)

「環境放射線 (能)」セッションでは4件の発表のうち2件が人工放射性核種による環境放射線測定法に関する報告であった。

吉井裕氏((国研)量子科学技術研究開発機構)は、 $\alpha$ 壊変後の内部転換に伴う娘核種の特異性 X 線(ここでは自発特性 X 線)と蛍光 X 線のハイブリッド計測によるアクチニド(U から Am まで)の網羅的分析法について報告した。原子数を対象とした蛍光 X 線分析は比較的半減期が長い核種の評価に有利であるが、半減期が比較的短い核種では放射線計測が有利である。検討の結果、検出下限の観点からは U と Np は明らかに蛍光 X 線分析が有効であり、Am は自発特性 X 線分析が有利となった。また、Pu は両者の分析法で同程度となったが測定時間の短さから蛍光 X 線分析が有利と結論付けられた。これにより、蛍光 X 線と自発特性 X 線ハイブリッド計測によりアクチニドの網羅的分析が可能であることが示された。汚染検査等に有用な手法であると感じた。

溝口孝大氏(北里大学)は、回転機能付き全方向コンプトンカメラによる高感度環境  $\gamma$  線のイメージングについて報告した。溝口氏らの研究グループでは、これまでに 3.5 cm 角 CsI(Tl) シンチレータを6つ用いた回転機能付き全方向コンプトンカメラを開発し、Positron Emission Tomography (PET) 薬剤 (511 keV  $\gamma$  線放出) の汚染箇所のモニタリングが可能であることを実証してきた。本発表では、300-1333 keV の広いエネルギー範囲で高感度に撮影可能であるデータが得られ、今後、核医学・加速器施設や福島第一原子力発電所の廃止措置作業における環境モニタリングに応用可能であると結論付けた。福島第一原子力発電所の廃炉作業は数十年の歳月が必要であり、作業者の安全管理に役立つ重要な技術であると深く印象に残った。

(橋本 啓来)

#### ②ラドン・トロン

「ラドン・トロン」は2セッションで10件の発表があ

り、輸送や沈着モデル、測定手法の検討などの発表が行われた。

高阪太志氏(名古屋大学)は、ラドン壊変核種輸送モデルの湿性沈着計算スキームについて報告した。高阪氏は従前の計算スキーム中の洗浄係数では再現性に問題があると述べ、雲内・雲下で洗浄係数を用いた計算スキームの検討を行った。改良スキームは両域全体と同程度の狭域の計算に適しており、精度よく現実の事象に近いことを再現できると報告した。大気循環の十分な理解のために重要な研究結果であると非常に興味深かった。

Md. Mahamudul HASAN 氏(東京大学)は、バングラデシュでの屋内ラドン及びトロンに関する調査結果を報告した。調査の結果、バングラデシュにおいて屋内トロン濃度はラドン濃度より数倍高く、とりわけ土壁の住居で高濃度が観測された。今後、バングラデシュ全国でのより詳細な調査が実施されるようだが、世界的にもラドン・トロンの動態研究及び線量評価のために重要であると思われ興味深かった。

Worawat POLTABTIM 氏(弘前大学)は、ガフクロミックフィルムを用いたパッシブ式ラドンモニタにおける種々の影響因子に関する報告を行った。ガフクロミックフィルムは放射線医療分野で X 線、 $\gamma$  線検出に広く利用されるが、近年、POLTABTIM 氏によって  $\alpha$  線検出に応用され、パッシブ式ラドンモニタとしての性能評価が報告されてきた。本発表では、当該検出器における湿度、紫外線、環境放射線 ( $\gamma$  線) による影響評価が報告された。各因子のうち  $\gamma$  線による影響が比較的大きいようだが、固体飛跡検出器を用いた既存の手法に比べ、低コストかつ簡便な手法であるため、世界各地での広域のラドン調査に利用可能な手法であると興味深かった。ただし、検出下限濃度が高いため今後の解決が望まれる。

本セッションでは海外での研究結果の報告が多く、世界的にラドン・トロンのリスク評価に関する注目の高さを感じられた。

(橋本 啓来)

#### ③線量評価 1

「線量評価 1」では3件の発表があり、被ばく医療の現場や教育の現場における線量評価手法などの発表が行われた。

室田修平氏((国研)日本原子力研究開発機構)は、内部被ばく線量評価コードの開発状況と講習会の施行について報告した。ICRP は1990年勧告に代わる2007年勧告を公表しており、2007年勧告に準拠した内部被ばく診療評価ツールが必要とされている。日本原子力研究

開発機構では原子力規制庁からの委託事業として、実効線量係数の計算機能、各種の摂取量推定機能を備えた線量評価計算コード IDCC (Internal Dose Calculation Code) の開発が進められており、作業者についてのモデルやデータは令和4年度に実装が完了し、令和5年度は使い方講習会を試行するとしている。IDCCは3種類整備されており、全機能エディションは研究の用途で、機能制限エディションは被ばく管理の現場、簡易エディションは高等教育機関で使用することを想定していると報告された。被ばく管理の現場での使用は想像できたが、教育現場での使用も念頭に置かれているのが興味深かった。

吉永直樹氏(大阪公立大学)は、Kind-miniを用いたクルックス管からの低エネルギーX線スクリーニング法の着地点について報告した。中高の学校教育現場で使用されるクルックス管は使用上の注意点が取りまとめられているが、それらを守っても確実に安全が確保できるかは保証されておらず、実際に使用するときに安全かどうか教員自身で線量評価をすることが望まれている。しかし、低エネルギーX線の正しい線量は通常のサーベイメータでは測定が困難であり、電離箱や固体線量計は学校教育現場の予算や知識で運用することは困難である。そのため吉永氏は簡易な線量計が示す計測値を目安としてスクリーニングができないかを検討している。電離箱での測定には70 $\mu\text{m}$ 線量当量を用いられ、免除レベルは70 $\mu\text{m}$ 線量当量率で600 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ である。簡易放射線計測機器Kind-miniは無償貸し出しが行われているが、それ単体ではクルックス管からのX線の線量を正確に測定することが困難であるため、電離箱とKind-miniを利用し70 $\mu\text{m}$ 線量当量率での600 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ の時にスクリーニングできる目安の作成を行うことが吉永氏の実験の目的である。クルックス管から同じ測定距離で電離箱とKind-miniを使い同時に測定を行い、電離箱では70 $\mu\text{m}$ 線量当量、Kind-miniでは1cm線量当量が計測された。クルックス管は4本使用された。それらの相関から同じような条件で実験してもクルックス管の個体差や測定日により相関が変動するとわかり、kind-miniが表示する1cm線量当量が16 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ 以下の時に安全だということが分かった。高線量が出た場合、OSL線量計を使って測定するサービスが大阪公立大学の放射線教育振興プロジェクトに組み込まれているが、詳しくは法規制・標準化・放射線教育のセッションでの秋吉氏によって報告された。中高の学校教育現場での線量評価が求められているとは知らなかったため興味深かった。

小川優大氏(福井大学)は、特性X線による模擬創

傷部ふき取り試料中アクチニドの定量分析について報告した。核燃料物質取り扱い施設で創傷事故が発生した場合、創傷部がアクチニドに汚染される可能性がある。アクチニドの多くは $\alpha$ 線放出核種であり、創傷部での汚染となると透過力の弱い $\alpha$ 線は血液に遮蔽されてしまう。したがって、創傷部アクチニド汚染を $\alpha$ 線計測により評価するのではなくアクチニドが $\alpha$ 壊変した後の内部転換に伴い放出される娘核種の特異X線に着目し、特性X線のパッシブ測定による計測・分析の実現を目的とした実験が行われた。 $\alpha$ 線計測では計数の減少具合が血液量に依存するなど、血液による $\alpha$ 線の遮蔽が無視できないことが確認された。特性X線による測定では血液による影響がなく、短時間での測定においても計測・分析が可能であることが示された。こちらは核燃料施設での線量評価であり、このセクションの話はどのシチュエーションで必要とされている評価技術なのかが分かりやすく興味深かった。

(岩谷 良郎)

#### ④線量評価2

「線量評価2」では、福島県浜通り地域における外部被ばく線量及び吸入による内部被ばく線量に関する発表が行われた。

織田侑樹氏(弘前大学)は、NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いた福島県川内村、富岡町、大熊町の3町村の広域における線量率マップの作成と、居住区域における天然成分と人工成分を弁別した線量評価の結果を報告した。3町村における線量分布の特徴として、川内村は阿武隈花崗岩帯に属することから天然成分の影響が大きく、大熊町の山間地域(非居住区域)では比較的人工成分が高い傾向にあった。しかし、いずれの居住区域においても、年間実効線量はICRPが報告する現存被ばく状況下における参考レベル(1mSv)を下回った。織田氏はこれらの結果に基づき自治体と協力して資料を作成することでリスクコミュニケーションに活かしていくと述べた。

三瓶葵氏(弘前大学)は、福島県川内村、富岡町、大熊町における $^{137}\text{Cs}$ 及び $^{222}\text{Rn}$ の吸入被ばくによる内部被ばく線量について報告した。調査地域の気中 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の平均値は45 $\mu\text{Bq m}^{-3}$ であり、UNSCEAR 2013報告書に基づいた $^{137}\text{Cs}$ の吸入摂取による年間実効線量の推定値は1.1nSvであった。一方で、調査地域の屋外ラドン濃度及び屋内ラドン濃度の平均値は7 $\text{Bq m}^{-3}$ 及び19 $\text{Bq m}^{-3}$ であり、全国平均と同等の値であり、UNSCEAR 2000報告書に基づいた屋内外ラドンの吸入

摂取による年間実効線量の推定値は 0.58 mSv であった。本測定結果は、調査地域住民及び帰還を考える避難住民が被ばくについて考える際の一助になりうるとして報告された。

両者の発表に対する質疑応答では、どのようにデータを還元していくかに関する議論が活発となった。汚染処理水の海洋放出が始まるなど今なお注目が集まる中で、周辺住民だけでなく社会全体への放射線リスク認知に向けた今後のアプローチがどう行われていくのか、非常に興味深く感じた。

(橋本 啓来)

#### ⑤放射線計測

「放射線計測」では計 8 件の発表があり 2 つのセッションに分けられた。著者が聴講した 2 番目のセッションのうち、いくつかの興味深い演題を紹介する。

嘉藤達樹氏（(国研) 日本原子力研究開発機構）は、原子力施設における放射線管理において、ダスト及び水がろ紙の放射能測定に与える影響及び測定の不確かさについて報告した。本講演では、ダストモニタ用ろ紙（HE-40T）を用いた  $\alpha$  線放出核種 ( $^{241}\text{Am}$ ) 及び  $\beta$  線放出核種 ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) の測定における影響が報告された。 $\alpha$  線測定では  $\beta$  線測定に比べてダスト及び水分の影響を大きく受け、ろ紙上の粉体量が  $6.5 \text{ mg cm}^{-2}$  のときに約 40% 減衰すると報告した。 $\alpha$  線測定ではわずかな水分やダストでも大きく影響を受け、放射能評価が過小評価となる可能性があるため試料の乾燥等の処理が必要であると述べられた。筆者の研究グループは、 $\alpha$  線ダストモニタの開発及び測定アルゴリズムの高度化に関する研究を実施しており、嘉藤氏の研究内容と関連する部分があり非常に興味深かった。

Saowarak MUSIKAWAN 氏（弘前大学）は、タイのカンチャナブリ（Kanchanaburi Province）にある Pilok 鉱山と呼ばれる旧スズ鉱山での土壌試料中放射能濃度の *In-situ* 測定及びラボでの測定の比較評価について報告した。*In-situ* 測定では NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータが用いられ、ラボでは Ge 半導体検出器を用いた測定が実施された。測定の結果、いずれの方法においても世界的平均値に比べて高く、U および Th を豊富に含んだ地理的特徴を反映していると考えられた。また、2 つの手法を比較した結果、*In-situ* 測定がやや低く、土壌に含まれる水分による遮蔽が影響していたと考えられると報告した。世界各地の潜在的リスク調査として興味深い報告であった。

(橋本 啓来)

#### ⑥法規制・標準化・放射線教育

「法規制・標準化・放射線教育」では 4 件の発表があり、放射線業務従事者の健康診断に関する調査及び教育機関を対象とした調査の報告などが行われた。

岡崎龍史氏（産業医科大学）は、放射線業務従事者に対する健康診断の施設別実態調査について報告した。放射線業務のある施設を対象にインタビュー調査が行われ、ヨーロッパにおける放射線業務従事者の法令による健康診断と比較された。インタビュー調査の結果電離則健診によって放射線誘発による有所見者を発見した事例はなかった。これは、線量管理が徹底されており有害となるような線量を被ばくすることがないためである。日本では検査項目を省略できない施設が多く、特殊健康診断は年 2 回実施されている。対してヨーロッパでは放射線防護の観点から被ばく量が年間 6 mSv を超えない場合は特殊健康診断を受けず、健康診断よりも被ばく管理を重視している。日本でも被ばく管理を重視することで健康診断の省略が進むと考えられている。受診側と実施側の手間とリターンを考えると、特殊健診の省略を進めて欲しいと感じた。

中尾海太氏（駒澤大学）は、学生を対象とした放射線に関する意識と不安の実態について報告した。彼らの研究グループによって、放射線に関する基礎知識の問題や意識問題、東京電力福島第一原子力発電所事故に関する処理水の海洋への放出に関する問題などで構成されたアンケートが実施された。回答結果は知識問題の正答率が高く、放射線に関する一定の知識がある母集団であるといえる。しかし、処理水の海洋への放出に関しては科学的知見がある学生でも賛成と反対が分かれ、心理的要因が影響を及ぼすことが示唆された。この結果は海洋への放出前での調査結果であるため、放出された後の現在で調査を行えばどのような結果が出るのか問われており、筆者は学生の意識の変化がみられるか興味深く感じた。

秋吉優史氏（大阪公立大学）は、OSL 線量計を用いたクルックス管からの低エネルギー X 線測定サービスについて報告した。本発表は、線量評価 1 のセッションで発表された吉永氏と同じく、中学・高校で使用されるクルックス管をターゲットにしたもので、同じ個体のクルックス管であってもその時々で条件で漏洩線量が異なることから、免除レベル以下となることは保証できず、高い強度の X 線量が漏洩している場合もあることに言及した。しかし、誘導コイルの設定、距離をとる、時間を短くするなどの運用法の改善で線量を小さくできるとクルックス管安全取り扱いのガイドライン（暫定）の説

明がされた。そして吉永氏の発表にもあった簡易なサーベイメータである Kind-mini の説明もされた。簡単な実験場の注意点を順守することで大幅に線量を低減することが可能であると期待されるが、装置の組み合わせ、さまざまな気象条件などから確実に安全を保障することはできないと考えられる。確実な測定を行うには電離箱や固体測定素子による測定が必要だが、計測システムの導入は非常に効果でハードルが高い。簡単な計測器を用いたスクリーニング法も開発されているが、技術と時間が必要であり、制度についても十分でないと考えられる。そこで、秋吉氏は固体測定素子である OSL 線量計による計測を可能としたパッケージである microStar システムを、ふるさと納税を活用した大阪公立大学つばさ基金での「放射線教育振興プロジェクト」によって 2021 年に導入した。小さな nanoDot 線量計を郵送し、測定したのち線量計を返送してもらうことにより、安価で継続的な線量評価が可能であるとされている。現在のプロジェクトはスクリーニング手法の開発を行い、高い線量が漏洩している恐れのある場合は nanoDot 線量計により信頼できる測定を継続的に行える体制を確立中であるということであった。筆者自身はふるさと納税をしたことがなかったが検討したいと考える。教育者の方々も、これを機にふるさと納税を有効活用することも良いかもしれないと考える。

(岩谷 良郎)

### 3. ポスターセッション

ポスターセッションでは 45 件の発表があり、1 日目の 15:30 ~ 17:30 のポスター発表時間において、多くの参加者間で活発な議論が行われた(第 2 図)。発表内容は、放射線計測に関する演題が多く、ラドン・トロンを含む



第 2 図 ポスター発表の会場様子

環境放射線(能)も多く関心を得ているようだった。福島県に関する報告は、環境試料中の放射能濃度の調査結果よりも風評や情報認知に関するものが多いようであった。ポスター発表では、参加者全員に優秀賞投票権が与えられており、参加証明書に投票用 Forms の QR コードが付与されていた。優秀ポスター賞を受賞された方の氏名(敬称略)及び演題名は以下のとおりである。

○辻智也<sup>1)</sup>、吉富寛<sup>1)</sup>、谷村嘉彦<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>(国研)日本原子力研究開発機構):<sup>241</sup>Am 線源校正場と X 線校正場におけるサーベイメータ特性の比較

○根上颯珠<sup>1)</sup>、谷幸太郎<sup>1)</sup>、内藤雅之<sup>1)</sup>、三瓶優真<sup>1)</sup>、小林右承<sup>1)</sup>、矢島千秋<sup>1)</sup>、金ウングジュ<sup>1)</sup>、富永隆子<sup>1)</sup>、栗原治<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>(国研)量子科学技術研究開発機構):小型半導体検出器による肺中 Am-241 の検出に関する検討

以下では、筆者が興味を持ったいくつかの発表を紹介する。

笹野理氏(三菱電機(株))は、アンフォールディング手法適用による放射性ダストモニタの高度化について報告した。アンフォールディング手法により、人工放射性核種のエネルギー領域に混入する天然放射性核種によるエネルギースペクトルを分離でき、リアルタイムかつ低い決定しきい値の実現性が示唆された。筆者も、原子力施設周辺の環境放射線測定手法向上に関する研究を行っているため、非常に興味深い発表であった。

岡光昭氏(日本原燃(株))は、ダストモニタによる全 α 測定に係る改善の検討を報告した。近年ではいくつかの報告により、α ダストモニタにおいてはメンブレンフィルタを用いる必要があると報告されるが、本報告では、αβ 同時計数機能に基づく異常判断においては繊維ろ紙(HE-40T)で十分対応可能であると報告された。筆者も人工放射性核種と天然放射性核種の弁別測定技術向上に興味があるため、非常に勉強になる発表であった。市販のダストモニタでは、エネルギースペクトルに基づいた弁別手法など他の手法が用いられるものもあるため、さまざまな条件においても HE-40T で十分であるか検討する必要があると考える。

また、筆者にとって本研究発表会のポスター発表で最も印象的であったのは、中村秀仁氏(京都大学)らによる先端科学と中等教育の融合に基づく人材育成戦略であった。本演題は、中村氏により実施された人材育成事

業に参画した大阪高等学校の高校生らにより報告され、他のポスター資料と異なる独創的な工夫がなされていた。発表では具体的活動内容の報告及び所感が述べられ、当該事業を通して放射線に関する印象が変化した人も多くいるようであり、中には進学先として放射線に関する学部・専攻を希望する学生らもいた。当該事業は文系理系を問わない総勢2,116名の生徒を対象とした大規模の検証であり、近年の学生不足・人材不足に対する解決策として非常に有効なアプローチであると強い印象を受けた。

(橋本 啓来)

#### 4. 特別セッション

特別セッションでは、次世代層への新しい放射線教育の挑戦と実践をテーマとし、井上浩義氏（慶應義塾大学）による「授業と課外活動における放射線教育の意義とその実践」の講演と、中村秀仁氏（京都大学）による「先端科学と中等教育の融合に基づく人材育成戦略」の講演が行われた。以下では筆者が聴講した中村氏の講演を紹介する。

本プロジェクトでは、文系理系を固定化する直前の中等教育を受ける若者をターゲットにした人材育成がなされた。高等学校の授業の科目すべてに放射線教育に関するトピックを織り交ぜ、文系理系科目で違和感なく自然と放射線に関する問題や単語に触れていくということが印象的であった。会場には実際に高校生及び教員らが来場し、プロジェクトに参加しようとした動機、参加してからの放射線に対する認識の変化について述べた。さらに、文系科目の教員が日本保健物理学会会員になったと紹介されると会場からは拍手が沸き上がった。ポスター発表ではプロジェクトに参加した高校生らが自らで発表し、人だかりが常にある状態が続いていた。一般発表セッションの「法規制・標準化・放射線教育」にて、中尾氏（駒澤大学）が報告した調査でも風評被害に対する放射線に対する正確な知識の重要性が述べられており、文系理系、学生教員に関係なく放射線知識に関して触れていくことの取り組みの大切さがわかった。この学生たちに対する取り組みは記録されており、来春劇場で公開されることになっている。今回のこの取り組みの紹介によるインパクトで学会での文系理系は関係なく、高校生の参加

が当たり前になる日が来るのだろうか。一つの事例ができたことにより文系、高校生に対しての学会へのハードルは下がったのではないかと考える。

(岩谷 良郎)

#### 5. 最後に

ICRP2023及び放射線影響学会第66回大会との並行開催であった本研究発表会では、多くの参加者らによる活発な議論が印象的であり、さまざまな新たな情報を得ることができ、非常に有意義であった。日本だけでなく海外での研究結果の報告もいくつか見られ、筆者らの発表ではさまざまな質疑をいただいたことで非常に参考になった研究発表会であった。この場をお借りしてお礼を申し上げたい。

来年度の研究発表会は日本放射線安全管理学会との合同大会であり、秋吉優史大会長（日本保健物理学会、大阪公立大学）と吉村崇大会長（日本放射線安全管理学会、大阪大学）のもと、12月16日から18日にかけて大阪大学コンベンションセンターで実施される予定である。今年度に引き続き活発な議論が行われることを期待したい。



橋本 啓来 (はしもと ひろき)

1998年生まれ。福島県出身。国立大学法人弘前大学大学院保健学研究科博士後期課程1年。現在は大気中人工放射性核種測定手法の高度化に取り組んでいる。

E-mail: h23gg704@hirosaki-u.ac.jp



岩谷 良郎 (いわたに よしお)

2000年生まれ。奈良県出身。大阪公立大学大学院工学研究科量子放射線系専攻修士課程1年。現在は紫外線評価方法への吸収線量の適用、化学線量計PVA-KIを使い紫外線照度評価の標準化を目的とした研究に取り組んでいる。

E-mail: sl23636g@st.omu.ac.jp

## 報告

### 内部被ばく線量係数に関する ICRP TG95 ウェビナーへの参加報告

谷 幸太郎\*<sup>1, #</sup>

#### 1. はじめに

国際放射線防護委員会 (ICRP) では、主勧告である ICRP Publ. 103 (2007 年勧告) の公表とともに、従来の主勧告である ICRP Publ. 60 (1990 年勧告) に基づく線量換算係数及び線量係数の改訂に関する作業が開始された。外部被ばくに対する線量換算係数は、ICRP Publ. 116 ですでに提供されている。内部被ばくに関しても、作業員に対する線量係数が OIR (Occupational Intakes of Radionuclides) シリーズ (ICRP Publ. 130, 134, 137, 141, 151) として公表されているが、公衆に対する線量係数はまだ公表されていない。ICRP のタスクグループ 95 (ICRP TG95) は、ICRP Publ. 103 に基づいて作業員及び公衆の内部被ばくに対する線量係数を改訂することを目的として約 20 年間にわたって活動を継続しており、2015 年から 2022 年にかけて公表された OIR シリーズの作成に大きく貢献した。現在も、公衆の内部被ばくに対する線量係数を提供する EIR (Environmental Intakes of Radionuclides) シリーズの公表に向けた活動が継続されている。

このたび、ICRP TG95 のメンバーによる以下の主要演題で構成される ICRP TG95 ウェビナー「Presenting report on production of dose coefficients for the assessment of internal exposure of workers and members of the public」が 2023 年 12 月 6 日に開催された。

- \* 「The fundamentals of internal dosimetry」Derek JOKISCH 氏 (Francis Marion University, USA)
- \* 「The rationale for the OIR and EIR series」Francois PAQUET 氏 (IRSN, France)

Kotaro TANI; Report on the ICRP TG95 Webinar on Dose Coefficients for Internal Exposure.

\*<sup>1</sup> (国研) 量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所; 千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1 (〒263-8555)  
Institute for Radiological Science, National Institutes for Quantum Science and Technology; 4-9-1 Anagawa, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263-8555, Japan.

# Corresponding author; E-mail: tani.kotaro@qst.go.jp

- \* 「Main characteristics of the human respiratory tract model used in the OIR and EIR series」Demetrio GREGORATTO 氏 (UK Health Security Agency, UK)
- \* 「The biokinetic model for iodine」Volodymyr BERKOVSKYY 氏 (RPI/NRCRM, Ukraine)
- \* 「The biokinetic model for caesium」Rich W. LEGGETT 氏 (Oak Ridge National Laboratory, USA)
- \* 「Examples of new dose coefficients and differences with previous recommendations」Tracy SMITH 氏 (UK Health Security Agency, UK)

本稿では、本ウェビナーで提供された以下の内容について、関連する情報を整理しながら概要を報告する。

- \* 内部被ばく線量評価の基礎
- \* OIR シリーズ及び EIR シリーズに至る経緯と今後の予定
- \* OIR シリーズにおけるヒト呼吸気道モデルの改訂
- \* 全身モデルの改訂: ヨウ素
- \* 全身モデルの改訂: セシウム
- \* 線量係数に影響を及ぼす要因

なお、本ウェビナーへの参加者は約 500 人に上り、参加者の所属は、「規制当局」及び「病院」がそれぞれ約 20%、「研究機関」及び「大学」がそれぞれ約 10% であった。また、「ヨーロッパ」からの参加者が約 60%、「北米」からの参加者が約 20% であった。参加者の放射線防護に関する経験年数は、「0 ~ 2 年」及び「3 ~ 5 年」がそれぞれ約 10%、「6 ~ 10 年」が約 20%、「11 ~ 20 年」及び「21 年以上」がそれぞれ約 30% であった。参加者の職種や経験年数に幅があり、「内部被ばくに対する線量係数がどのように導出されているか」といった基礎的な解説も、本ウェビナーで大いに期待されるようになった。

#### 2. 内部被ばく線量評価の基礎

内部被ばくに対する線量係数 (Sv/Bq) は、単位放射能 (Bq) の摂取に対する預託線量 (Sv) で定義される。預託線量は、放射性核種の摂取から預託期間にわたって積算した線量であり、作業員に対しては 50 年間、公衆に対しては 70 歳に至るまでの年数を預託期間として計算される。OIR シリーズ及び EIR シリーズの基になる 2007 年勧告において、預託期間  $\tau$  における実効線量係数  $e(\tau)$  は式 (1) で定義される。

$$e(\tau) = \sum_T w_T \left[ \frac{h_T^M(\tau) + h_T^F(\tau)}{2} \right] \quad (1)$$

ここで、 $w_T$  は臓器・組織  $T$  の組織加重係数であり、2007 年勧告で改訂されている。また、 $h_T^{MF}(\tau)$  は預託期間  $\tau$  における標準男性または標準女性の臓器・組織  $T$  の等価線量係数 (Sv/Bq) であり、これらは式 (2) で計算される。

$$h_T^{MF}(\tau) = \sum_{r_T} f(r_T, T) \sum_S \tilde{a}(r_S, \tau) \cdot S_W(r_T \leftarrow r_S) \quad (2)$$

ここで、 $f(r_T, T)$  はある臓器・組織  $T$  に該当する標的領域  $r_T$  の加重割合、 $\tilde{a}(r_S, \tau)$  は単位放射能 (Bq) の摂取に対する線源領域  $r_S$  での預託期間  $\tau$  における総壊変数 (Bq s)、 $S_W(r_T \leftarrow r_S)$  は線源領域  $r_S$  における 1 壊変あたりの標的領域  $r_T$  の等価線量 (Sv Bq<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) である。特に、 $S_W(r_T \leftarrow r_S)$  は S 係数 (S-coefficient) として定義される量である。多くの場合、ある臓器・組織  $T$  に該当する標的領域  $r_T$  は一つしか存在しないため、 $f(r_T, T)$  は 1 とみなされ、標的領域  $r_T$  の等価線量がそのまま臓器・組織  $T$  の等価線量となる。一方、複数の標的領域が存在する組織として、ICRP Publ. 130 では胸郭外領域、胸郭内領域、結腸及びリンパ節が指定されている。これらの組織の等価線量を計算するために与えられる各標的領域に対する加重割合  $f(r_T, T)$  を第 1 表に示す。 $\tilde{a}(r_S, \tau)$  は、体内の放射性核種の移行を再現する体内動態モデルの解析によって得られる線源領域での放射能の時間変化を、預託期間について積分することで計算される。OIR シリーズで使用された体内動態モデルは、OIR シリーズよりも前に公表されたヒト消化管モデル (ICRP Publ. 100)、OIR シリーズ Part 1 で改訂されたヒト呼吸気道モデル (ICRP Publ. 130) 及び OIR シリーズ Part 2 から Part 5 で改訂された元素固有の全身モデル (ICRP Publ. 134, 137, 141, 151) である。

式 (2) における S 係数は、式 (3) で計算される。

$$S_W(r_T \leftarrow r_S) = \sum_R w_R \sum_i E_{R,i} Y_{R,i} \Phi(r_T \leftarrow r_S, E_{R,i}) \quad (3)$$

ここで、 $w_R$  は放射線の種類  $R$  の放射線加重係数、 $E_{R,i}$  は壊変によって放出される放射線の種類  $R$  の放射線  $i$  のエネルギー (J)、 $Y_{R,i}$  は壊変によって放出される放射線の種類  $R$  の放射線  $i$  の放出割合、 $\Phi(r_T \leftarrow r_S, E_{R,i})$  は線源領域  $r_S$  から放出される放射線のエネルギー  $E_{R,i}$  のうち標的領域  $r_T$  において単位質量あたりに吸収される割合 (kg<sup>-1</sup>) である。特に、 $\Phi(r_T \leftarrow r_S, E_{R,i})$  は比吸収割合 (SAF: Specific Absorbed Fraction) として定義される量である。 $w_R$  は、 $w_T$  と同様に 2007 年勧告で提供されており、 $E_{R,i}$  及び  $Y_{R,i}$  には ICRP Publ. 107 で提供される核壊変データが参照される。また、SAF には、ICRP Publ. 110 で示された成人男性及び成人女性の標準数値ファントムを使用した放射線輸送計算によって整備された ICRP Publ. 133 のデータが参照される。

内部被ばく線量に対する線量係数の計算過程や計算の基になるデータについて理解を深めれば、例えば等価線量係数は標準的なパラメータに基づく標準的な体内動態モデルの解析結果から得られる  $\tilde{a}(r_S, \tau)$  と、標準数値ファントムに対する S 係数から計算されていることを理解することができる。また、実効線量係数は標準男性及び標準女性の等価線量係数を平均化して組織加重係数を掛け合わせた結果であることがわかる。つまり、実効線量係数を使用して評価される線量は、いわゆる「標準人」の線量であり、被ばくした特定の個人の臓器・組織に対する実際の放射線リスクの評価に使用することはできない。実効線量の適用範囲は確率的影響のリスクを管理する放射線防護の目的に限られるが、例えば「前向きな評価 (将来の被ばくに対する評価)」としては防護の計画と最適化のための予測線量として、また「後ろ向きな評価 (すでに被ばくした個人に対する評価)」としても線量限度の遵守を実証するための線量として使用することができる。

第 1 表 組織に複数の標的領域が存在する場合の加重割合  $f(r_T, T)$  (ICRP Publ. 130)

組織	標的領域	$f(r_T, T)$
胸郭外 (ET) 領域	前鼻腔 (ET <sub>1</sub> )	0.001
	後鼻腔・咽喉頭 (ET <sub>2</sub> )	0.999
胸郭内 (TH) 領域	気管支 (BB)	1/3
	細気管支 (bb)	1/3
	肺胞-間質 (AI)	1/3
結腸	右結腸	0.4
	左結腸	0.4
	直腸・S 状結腸	0.2
リンパ節	胸郭外リンパ節 (LN <sub>ET</sub> )	0.08
	胸郭内リンパ節 (LN <sub>TH</sub> )	0.08
	全身リンパ	0.84

### 3. OIR シリーズ及び EIR シリーズに至る経緯と今後の予定

従来の 1990 年勧告に基づく線量係数として、作業員に対するデータは ICRP Publ. 68 で提供されている。作業員に対する線量係数は、1990 年勧告以前にも ICRP Publ. 30 で提供されていたが、ICRP Publ. 68 では ICRP Publ. 66 のヒト呼吸気道モデル及び ICRP Publ. 56 シリーズの全身モデルが反映された係数が示された。ICRP Publ. 56 シリーズは、5つの刊行物 (ICRP Publ. 56, 67, 69, 71, 72) で構成されており、この中で合計 91 元素の全身モデルと公衆に対する年齢別 (3 か月, 1 歳, 5 歳, 10 歳, 15 歳, 成人の 6 区分) の線量係数が提供された。1990 年勧告に基づいて提供された作業員及び公衆を対象とした線量係数は、一部の修正を伴って ICRP Publ. 119 にまとめられている。一方、胎芽及び胎児の被ばくに関する線量係数及び母乳の摂取による乳児の被ばくに関する線量係数についても、それぞれ ICRP Publ. 88 及び ICRP Publ. 95 で提供されている。

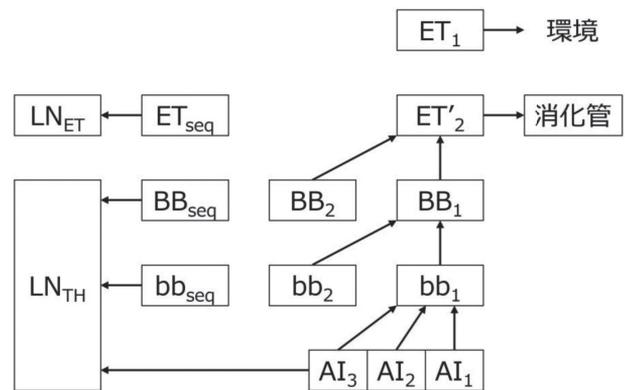
1990 年勧告に基づく線量係数が整備された後も、線量係数の改訂に利用可能な新たな勧告が公表されてきた。ICRP Publ. 89 では、ICRP Publ. 23 の改訂として、年齢・性別ごとに標準的な解剖学的及び生理学的データが提供され、これに基づいて成人男性及び成人女性の標準数値ファントム (ICRP Publ. 110) や年齢別の標準数値ファントム (ICRP Publ. 143) が開発されている。また、ICRP Publ. 100 では、ICRP Publ. 30 で示された胃腸管モデルに置き換わるヒト消化管モデルが登場した。さらに、2007 年勧告では放射線加重係数、組織加重係数及び実効線量の計算方法に変更があり、ICRP Publ. 107 では ICRP Publ. 38 に示される核壊変データが更新された。

1990 年勧告以降に公表された上記の勧告は当然のこととして、その他にも ICRP Publ. 66 のヒト呼吸気道モデルや ICRP Publ. 56 シリーズの全身モデルを改訂するための新たな知見も利用可能になったことから、ICRP TG95 が OIR シリーズ及び EIR シリーズによる線量係数の改訂に着手することとなった。すでに公表されている OIR シリーズでは、91 元素 (約 1,200 核種) に対する線量係数が提供された。EIR シリーズは、29 元素を対象とした Part 1 の公表が近づいている状況であり、2025 年までの公表を目指す Part 2 及び Part 3 までで、OIR シリーズと同様に 91 元素 (約 1,200 核種) に対する年齢別の線量係数が提供される予定である。また、2027 年までの公表を目指す Part 4 及び Part 5 では、胎芽、胎児及び乳児を対象とした線量係数も一新される予定である。

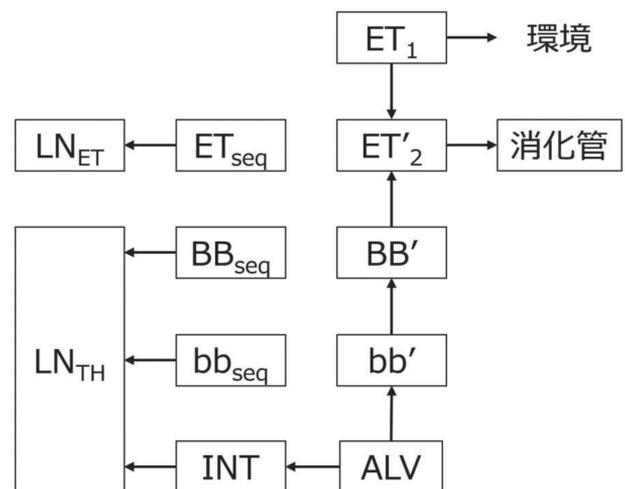
### 4. OIR シリーズにおけるヒト呼吸気道モデルの改訂

従来のヒト呼吸気道モデル (ICRP Publ. 66) では、呼吸気道は胸郭外 (ET) 領域、気管支 (BB) 領域、細気管支 (bb) 領域、肺胞-間質 (AI) 領域及びリンパ節 (LN) に分けられ、放射性核種を含む粒子を吸入摂取した場合の各領域への初期沈着に関する割合と、沈着後の粒子の輸送及び血液への吸収に関するパラメータが与えられた。OIR シリーズの Part 1 (ICRP Publ. 130) では、新たに利用可能となった知見に基づいて ICRP Publ. 66 のヒト呼吸気道モデルを改訂するに至った。改訂前及び改訂後のヒト呼吸気道モデルを、それぞれ第 1 図及び第 2 図に示す。

ET 領域について、従来のモデルでは、前鼻腔 (ET<sub>1</sub>)、後鼻腔・口腔・咽喉頭 (ET'<sub>2</sub>) 及び鼻腔における長期の残留 (ET<sub>seq</sub>) を示す 3 種類のコンパートメントで構成されていた。改訂後も同様に ET<sub>1</sub>、ET'<sub>2</sub> 及び ET<sub>seq</sub> の 3 種



第 1 図 改訂前のヒト呼吸気道モデル (ICRP Publ. 66)



第 2 図 改訂後のヒト呼吸気道モデル (ICRP Publ. 130)

類のコンパートメントで構成される点には変更がないが、 $ET'_2$ は後鼻腔・咽喉頭を表わすものと定義され、別途、ヒト消化管モデルのコンパートメントのひとつとして表わされる口腔は $ET'_2$ から除かれた。従来、ET領域への初期沈着は $ET_1$ 及び $ET'_2$ にそれぞれ約50%ずつ振り分けられ、 $ET_1$ に沈着した物質は全量が体外に排出されると仮定されていた。しかし、改訂されたモデルでは、 $ET_1$ 及び $ET'_2$ への初期沈着がそれぞれ65%及び35%に変更され、 $ET_1$ に沈着した物質の70%以上が $ET'_2$ に移行すると仮定された。したがって、ET領域に沈着した物質のうち体外へと排泄される割合は約50%から20%未満に減少することになり、この変更は線量係数を増大させる要因となる。また、 $ET'_2$ から消化管へ移行する割合が増えることから、便中排泄率の増大につながり、バイオアッセイで分析した便試料中放射能の解釈に実質的な影響を及ぼす可能性がある点に注意が必要である。

BB領域及びbb領域について、従来のモデルでは領域ごとに短期の残留( $BB_1$ 及び $bb_1$ )、中期の残留( $BB_2$ 及び $bb_2$ )及び長期の残留( $BB_{seq}$ 及び $bb_{seq}$ )を示す3種類ずつのコンパートメントで構成されていた。改訂されたモデルでは、 $BB_1$ 及び $BB_2$ が単一のコンパートメントとして $BB'$ に置き換えられ、同様に $bb_1$ 及び $bb_2$ が $bb'$ に置き換えられた。利用可能になった新たな知見により、中期の残留はBB領域よりもbb領域の粒子に関連することが示唆されたことを踏まえ、改訂後のモデルにおける $BB'$ は短期の残留( $ET'_2$ への輸送の半減期は約100分)、 $bb'$ は中期の残留( $BB'$ への輸送の半減期は約3.5日)を示すコンパートメントと仮定された。従来のモデルにおいてBB領域で中期の残留を示していた $BB_2$ がなくなったこと、 $bb'$ における輸送の半減期が従来の $bb_2$ の半減期(約20日)より短くなったことから、特に吸収速度が中程度かつ物理学的半減期が数週間以上の $\alpha$ 線放出核種による肺線量が減少する要因となる。

AI領域については、生理学的により現実的で単純なモデルに関する知見が得られたことから、比較的短期の残留( $AI_1$ )、長期の残留( $AI_2$ )及び超長期の残留( $AI_3$ )を示す従来の3種類のコンパートメントが、肺胞(AVL)及び間質へ浸透する粒子の超長期の残留(INT)の2種類に置き換えられた。ALVに沈着した粒子は約250日の半減期で3分の2がbb領域に輸送され、残りの3分の1がINTに輸送されると仮定された。従来のモデルにおいて超長期の残留を示していた $AI_3$ の輸送の半減期が約16.4年だったのに対して、改訂後のモデルにおけるINTの半減期は約60年であることから、特に不溶性

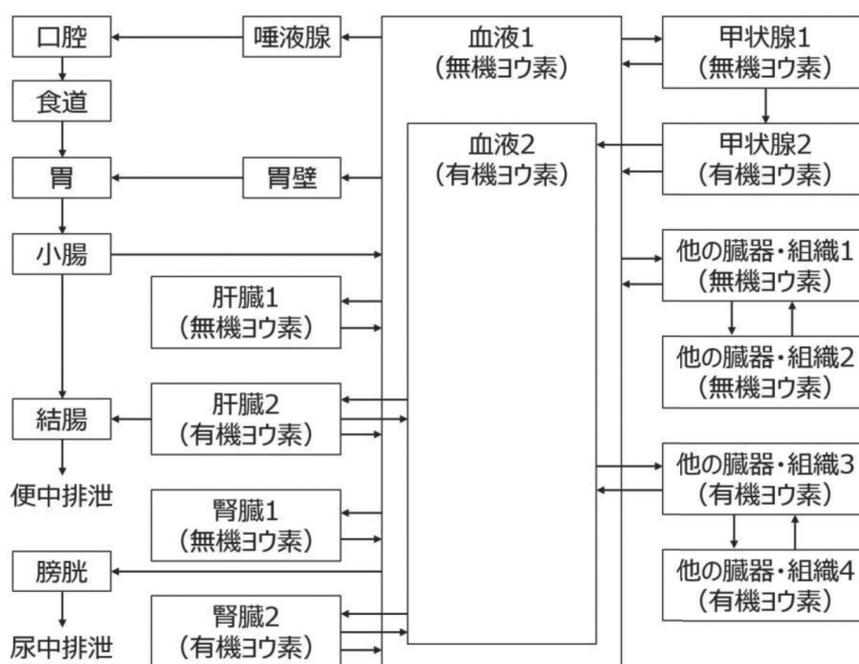
かつ長半減期の $\alpha$ 線放出核種による肺線量が増大する要因となり、その程度は50～100%に及ぶ場合がある。

血液への吸収については、改訂後のモデルにおいても従来と同様に $ET_1$ を除く呼吸気道の全コンパートメントで生じると仮定されるが、Type F(吸収速度が速い)、Type M(吸収速度が中程度)及びType S(吸収速度が遅い)ごとに与えられる速い溶解の速度( $S_f$ )、遅い溶解の速度( $S_s$ )及び速い溶解が起こる割合( $f_f$ )の3つのパラメータのうち、 $S_f$ 及び $f_f$ に変更があった。すなわち、Type Fの $S_f$ は $100\text{ d}^{-1}$ から $30\text{ d}^{-1}$ に変更され、Type M及びType Sの $S_f$ は $100\text{ d}^{-1}$ から $3\text{ d}^{-1}$ に変更された。また、Type M及びType Sの $f_f$ は、それぞれ0.1から0.2、0.001から0.01に変更された。これらの変更は、ET領域における速い吸収を低減し、Type M及びType Sの肺における速い吸収を増大させる要因となる。

## 5. 全身モデルの改訂：ヨウ素

ヨウ素は甲状腺ホルモンの合成に必要な元素であり、食事によって摂取すると消化管で迅速に体内に吸収される。血漿中のヨウ素は甲状腺濾胞細胞に積極的に取り込まれ、濾胞腔内で有機ヨウ素に変換される。ICRP Publ. 56で示された従来のヨウ素の全身モデルは、血液、甲状腺及びその他の臓器・組織の3つのコンパートメントで構成され、血液中の無機ヨウ素の30%が甲状腺に取り込まれ、残りの70%が尿中に排泄されると仮定された。また、甲状腺に取り込まれたヨウ素は有機ヨウ素として他の臓器・組織に移行した後、20%が便中に排泄され、80%が無機ヨウ素として血液に再吸収されると仮定された。

OIR シリーズ Part 3 (ICRP Publ. 137)で改訂されたヨウ素の全身モデルを第3図に示す。改訂された全身モデルは、①甲状腺外の無機ヨウ素、②甲状腺内のヨウ素及び③甲状腺外の有機ヨウ素に関する代謝の組み合わせによって構成されている。甲状腺外の無機ヨウ素の代謝を示すコンパートメントには、血漿と赤血球を含む「血液1」、「唾液腺」、「肝臓1」、「腎臓1」、「他の臓器・組織1(速い代謝)」及び「他の臓器・組織2(遅い代謝)」がある。また、甲状腺内のヨウ素を表わすコンパートメントには「甲状腺1(無機ヨウ素)」及び「甲状腺2(有機ヨウ素)」があり、甲状腺外の有機ヨウ素の代謝を示すコンパートメントには、血漿タンパク質である「血液2」、「肝臓2」、「腎臓2」、「他の臓器・組織3(速い代謝)」及び「他の臓器・組織4(遅い代謝)」がある。「血液1」に含まれる無機ヨウ素の一部が「甲状腺1」に取り込まれ、約



第3図 改訂後のヨウ素の全身モデル (ICRP Publ. 137)

27%は「甲状腺1」から「血液1」に戻るが、残りの約73%は有機ヨウ素に変換されて「甲状腺2」に移行する。主な排泄経路は、「血液1」にある無機ヨウ素が膀胱を経由する尿中排泄と、「肝臓2」にある有機ヨウ素が結腸を経由する便中排泄である。改訂後のモデルの適用により、新たに個別のコンパートメントが与えられた唾液腺、腎臓、肝臓等の線量が増大するが、特に甲状腺以外の臓器・組織への線量の寄与が大きい短半減期の放射性ヨウ素に対して、より適切な線量の評価が可能になったといえる。

### 6. 全身モデルの改訂：セシウム

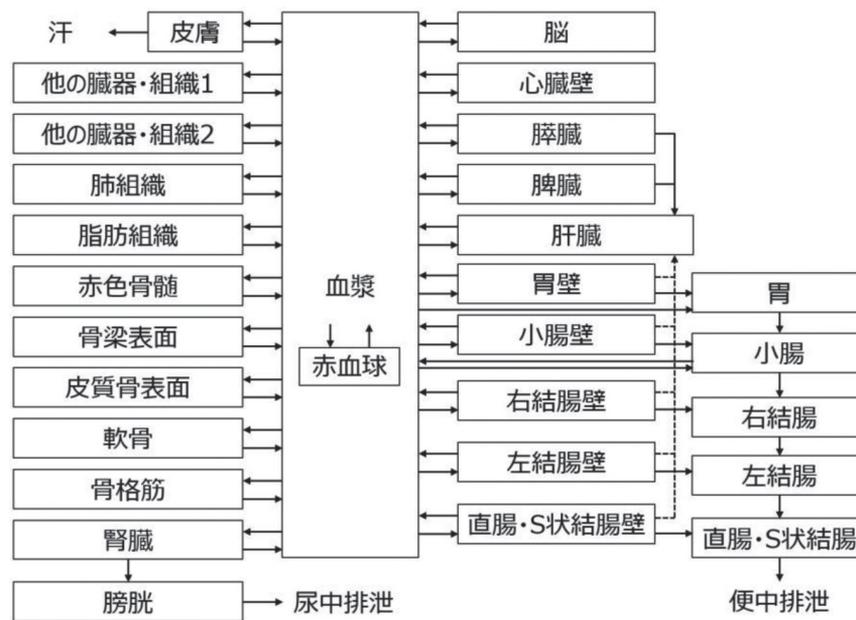
セシウムは、同じアルカリ金属であるカリウムやルビジウムと生理学的な性質が類似しており、細胞膜における能動輸送及び受動輸送の両方において、これらの元素と競合することがわかっている。平衡状態における筋肉への分布割合は、カリウム及びルビジウムに対してそれぞれ68%及び67%であるのに対して、セシウムの場合は80%に達するため、おおむね全身に均一に分布すると考えることができる。従来のモデルにおいて、血液に吸収されたセシウムは速やかに全身に均一分布し、成人の場合は10%が生物学的半減期2日、残りの90%が110日で排泄されると仮定された。また、排泄経路は80%が膀胱を経由する尿中排泄、残りの20%が結腸を経由する便中排泄であると仮定された。

OIR シリーズ Part 3 (ICRP Publ. 137) で改訂されたセシウムの全身モデルを第4図に示す。血漿から移行する多くの臓器・組織（骨格筋、肝臓、腎臓、脾臓、膵臓、胃壁、小腸壁、右結腸壁、左結腸壁、直腸・S字結腸壁、消化管内容物、骨髄、骨梁、皮質骨、皮膚、心臓壁、肺組織、脳、脂肪組織等）について、その流入速度は、血漿の心拍出量、対象臓器・組織への心拍出量の割合及び対象臓器・組織における抽出率（extraction fraction）によって計算されている。また、各臓器・組織から血漿への流出速度は、平衡状態において血漿及び対象臓器・組織に含まれるセシウムの全身量に対する割合の比率を流入速度に乗じて計算されている。ヨウ素のモデルと同様に、従来のモデルで個別のコンパートメントを有していなかった臓器・組織（結腸壁、腎臓、肝臓、脾臓等）の線量が増大するが、特に短半減期の放射性セシウムに対して、より適切な線量の評価が可能になったといえる。

### 7. 線量係数に影響を及ぼす要因

2007年勧告に基づく線量係数の計算に伴うあらゆる変更が、1990年勧告に基づく線量係数との相違につながる要因となる。主な要因として考えられる項目は以下のとおりであるが、線量係数の相違にはこれらが複合的に影響した結果として反映される。

\* 標準ファントムの変更



第4図 改訂後のセシウムの全身モデル (ICRP Publ. 137)

- \* 核壊変データの変更
- \* 標的領域の変更
- \* 組織加重係数の変更
- \* 実効線量の算出方法の変更
- \* 体内動態モデル及びそのパラメータの変更
- \* 子孫核種の取扱い方法の変更

ICRP Publ. 133において提供された標準成人男性及び標準成人女性に対するSAFの計算では、1990年勧告の線量係数の計算で採用していた両性具有の数学ファントム(MIRDファントム)ではなく、標準男性及び標準女性のボクセルファントム(ICRP Publ. 110)が採用された。また、核壊変データはICRP Publ. 107で更新されており、骨内膜や消化管壁の標的領域などにも変更がある。骨格組織に関して、確率的影響に寄与する骨細胞集団としては、白血病のリスクに関連する造血幹細胞及び骨がんのリスクに関連する骨芽前駆細胞の2つが考えられており、前者は造血機能を有する活性骨髄の髄腔内に一様に分布すると仮定されている。一方、後者は、これまで骨梁と皮質骨の骨内膜の厚さ10 $\mu\text{m}$ の単細胞層であり、それぞれ骨梁とハヴァース管(骨の緻密質にある血管の通路)の表面に沿って存在していると仮定されていたが、ICRP Publ. 110において、骨芽前駆細胞の代替となる標的組織は海綿骨の骨梁表面及び全ての長骨の骨幹部にある髄腔の内表面に沿って厚さ50 $\mu\text{m}$ で存在するものと

再定義された。また、消化管壁に関して、従来は消化管壁の全てが標的領域であると定義されていたが、ICRP Publ. 100のヒト消化管モデルにおいて消化管壁の表面にある厚さ280～300 $\mu\text{m}$ の粘膜層が考慮され、その下にある幹細胞層が標的領域として定義された。これにより、消化管内容物から放出される $\beta$ 線による消化管壁の標的領域に対するエネルギー沈着が低下するとともに、 $\alpha$ 線によるエネルギー沈着は0となった。

組織加重係数について、2007年勧告では乳房及び残りの臓器・組織の係数が0.05から0.12に増大(2.4倍)、生殖腺の係数は0.2から0.08に減少(0.4倍)、膀胱、食道、肝臓及び甲状腺の係数は0.05から0.04に減少(0.8倍)した。また、新たに脳及び唾液腺に0.01が割り当てられた。組織加重係数が割り当てられる「残りの臓器・組織」に該当する臓器・組織として、口腔粘膜、胆嚢、心臓、前立腺及びリンパ節が追加され、男女それぞれに対して合計13種類となった。従来、実効線量の算出にあたって、残りの臓器・組織の線量は質量で重み付けした平均値として計算されていた。また、もし等価線量の最も大きい臓器・組織が、残りの臓器・組織に含まれる場合は、残りの臓器・組織の組織加重係数の半分(0.025)が当該臓器・組織に割り当てられ、残りの0.025が他の臓器・組織の線量を質量で重み付けした平均値に割り当てられた。2007年勧告では残りの臓器・組織に関する計算が単純化され、男女ごとに残りの臓器・組織に該当

する 13 種類の臓器・組織の線量から計算される算術平均（質量による重み付けはしない）が残りの臓器・組織の等価線量として定義された。実効線量の算出にあたっては、式（1）に示したとおり標準男性及び標準女性の等価線量の平均値に対して組織加重係数が掛け合わされる。

上述のとおり、OIR シリーズにおいては、新たにヒト消化管モデル（ICRP Publ. 100）が採用され、ヒト呼吸気道モデル（ICRP Publ. 66）及び 91 元素の全身モデルが改訂されている。全身モデルにおける子孫核種の取扱いについて、従来は一般的に親核種と同じモデルが採用されており、親核種が鉛、ラジウム、トリウム、ウランまたはテルルの場合や、子孫核種として希ガスが生じた場合にのみ、親核種とは異なる個別のモデルが例外的に適用された。一般に、軟組織や骨表面で生成される多くの子孫核種は親核種から独立した挙動を示すのに対し、骨本体で生成される子孫核種は親核種とともに骨中にとどまる傾向にあることから、OIR シリーズでは、全身モデルにおいて骨本体のコンパートメント以外で生成

された子孫核種及び呼吸気道または消化管で生成されて血液に吸収された子孫核種は、その元素の全身モデルに従うものと仮定された。しかし、親核種と子孫核種の全身モデルが有するコンパートメントは必ずしも同一ではない。例えば子孫核種の全身モデルにおいてコンパートメントが存在しない臓器・組織に該当する親核種のコンパートメントで生成された子孫核種に関して、OIR シリーズではその取扱いが核種ごとに指示されている。

2007 年勧告に基づく OIR シリーズの実効線量係数は、1990 年勧告に基づく実効線量係数と比較して、多くの場合、結果としてファクター 2（0.5～2 倍）の範囲内に収まっているが、核種や条件によってはファクター 2 から大きく乖離したケースもある。ここでは、<sup>131</sup>I 及び <sup>137</sup>Cs を例として、OIR シリーズで提供される実効線量係数と従来の係数との比較をそれぞれ第 2 表及び第 3 表に示す。<sup>131</sup>I について、特に化学形の指定はないが、OIR シリーズでは吸入摂取（Type M 及び Type S）に対する線量係数が新たに与えられている。従来の実効線量係数との比較について、吸入摂取（Type F）に対しては

第 2 表 作業員に対する実効線量係数の比較 (<sup>131</sup>I)

摂取経路（吸収タイプ）	2007 年勧告ベース（OIR シリーズ）		1990 年勧告ベース	
	化学形	Sv/Bq	化学形	Sv/Bq
経口摂取（可溶性）	不特定化合物 不明（デフォルト）	$1.6 \times 10^{-8}$	全ての化合物	$2.2 \times 10^{-8}$
吸入摂取（Type F）	ヨウ化ナトリウム 塩化セシウムに伴うヨウ素 ヨウ化銀	$1.1 \times 10^{-8}$	全ての化合物（デフォルト）	$1.1 \times 10^{-8}$
吸入摂取（Type M）	指定なし	$2.7 \times 10^{-9}$	—	—
吸入摂取（Type S）	指定なし	$6.0 \times 10^{-10}$	—	—
吸入摂取（ガス／蒸気，Type V）	ヨウ素化メチル ヨウ化エチル	$1.2 \times 10^{-8}$	ヨウ化メチル	$1.5 \times 10^{-8}$
吸入摂取（ガス／蒸気，Type F）	元素状ヨウ素 不特定化合物	$1.7 \times 10^{-8}$	元素状ヨウ素	$2.0 \times 10^{-8}$

第 3 表 作業員に対する実効線量係数の比較 (<sup>137</sup>Cs)

摂取経路（吸収タイプ）	2007 年勧告ベース（OIR シリーズ）		1990 年勧告ベース	
	化学形	Sv/Bq	化学形	Sv/Bq
経口摂取（可溶性）	塩化物 硝酸塩 硫酸塩	$1.4 \times 10^{-8}$	全ての化合物	$1.3 \times 10^{-8}$
経口摂取（不溶性）	不特定化合物 使用済核燃料片	$1.6 \times 10^{-9}$	—	—
吸入摂取（Type F）	塩化物 硝酸塩 硫酸塩	$9.3 \times 10^{-9}$	全ての化合物（デフォルト）	$6.7 \times 10^{-9}$
吸入摂取（Type M）	不明（デフォルト） 使用済核燃料片	$5.6 \times 10^{-9}$	—	—
吸入摂取（Type S）	不特定化合物 指定なし	$5.1 \times 10^{-8}$	—	—

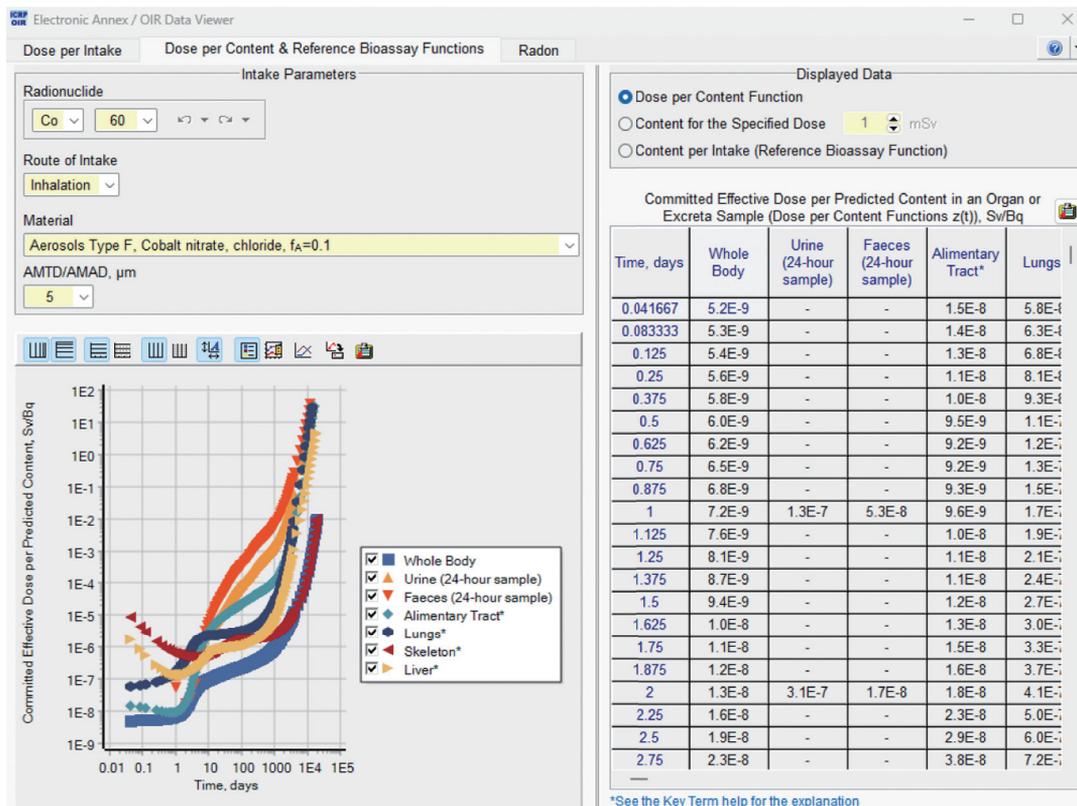
変化がみられないが、経口摂取（可溶性）や他の吸入摂取については15～30%程度低下した。 $^{137}\text{Cs}$ については、経口摂取（不溶性）及び吸入摂取（Type M 及び Type S）に対する線量係数が新たに与えられている。特に、吸入摂取に対して化学形に関する情報が不明である場合のデフォルトの吸収タイプが、従来の Type F から Type M に変更されている点に注意が必要である。従来の線量係数と比較して、経口摂取（可溶性）については同等である。一方、吸入摂取（Type F）については40%近く上昇しているが、新たにデフォルトとして指定された Type M との比較では15%以上低下している。

## 8. おわりに

本稿では、2023年12月6日に開催されたICRP TG95 ウェビナーで共有された内部被ばく線量評価の基礎、OIR シリーズ及びEIR シリーズに至る経緯と今後の予定、OIR シリーズにおけるヒト呼吸気道モデルの改訂、全身モデル（ヨウ素及びセシウム）の改訂、線量係数に影響を及ぼす要因について、関連する情報を整理しながら概要を報告した。さらなる詳細に関しては、関連する

各種ICRP刊行物を参照されたい。

本ウェビナーでは、さらにOIRシリーズに基づく体内残留率関数、尿中・便中排泄率関数、等価線量係数、実効線量係数等を出力することのできるソフトウェアとして、第5図に示す「ICRP OIR Data Viewer」も紹介された。従来、個人モニタリング（体外計測またはバイオアッセイ）の結果に基づく内部被ばく線量は、測定値を体内残留率や排泄率で除して摂取量を推定するステップと、摂取量に線量係数を乗じて線量を計算するステップの2段階で評価されている。OIRシリーズでは、線量係数を体内残留率または排泄率で除した値（dose per content function）を提供し、これを個人モニタリングの結果に乘じることにより内部被ばく線量を1ステップで評価する新しいコンセプトも提案されており、ICRP OIR Data Viewer も「dose per content function」の出力に対応している。本ソフトウェアはICRPのOIRシリーズPart 5（ICRP Publ. 151）に関するページからダウンロードすることが可能である。また、今後のEIRシリーズの公表にあたっては同様のソフトウェアが配布される予定である。最後に、ICRP TG95による大規模な作業に敬意を表するとともに、引き続きの活動とEIRシリーズ



第5図 ソフトウェア「ICRP OIR Data Viewer」の表示画面

の公表に注目したい。

### 謝 辞

本稿は、原子力規制庁令和5年度放射線対策委託費(国際放射線防護調査)事業における理解促進活動の一部として報告するものであり、執筆にあたり助言いただいた当該事業の関係者各位に感謝する。

### 利益相反の開示

開示すべき利益相反状態はない。



谷 幸太郎 (たに こうたろう)

2014年に東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻にて博士号を取得後、放射線医学総合研究所(現・QST)に入所。2年間のUNSCEARへの派遣(ウィーン駐在)を経て、内部被ばく線量評価に関する研究を継続している。

E-mail: tani.kotaro@qst.go.jp

保健物理, 59 (1), 38 (2024)

## 情報のページ

### 日本保健物理学会 2023年度第4回編集委員会議事録

日時：2024年2月8日（木）10:30～11:30

場所：Zoom 会議

出席：細田（委員長），鈴木，島田，真田，岩岡，前田，  
加藤，高原，平尾，玉熊（以上，委員），笠原（事務局）

議題：

- \* 前回議事録の確認
- \* 編集スケジュールについて
- \* 各自担当・役割の進捗状況について  
A区分/B区分/C区分進捗状況・審査状況  
第59巻1号の目次予定
- \* 幹事校正及び編集後記担当者について
- \* 巻頭言, JtoW, RPW について
- \* 企画記事について
- \* 論文賞候補の選出
- \* 理事会報告
- \* その他

配布資料：

資料 R5-04-00 2023年度第4回編集委員会議事次第

資料 R5-04-01 2023年度第3回編集委員会議事録

資料 R5-04-02 「保健物理」第59巻編集スケジュール

資料 R5-04-03 投稿論文審査状況

資料 R5-04-04 第59巻1号の目次予定

資料 R5-04-05 幹事校正及び編集後記担当者

資料 R5-04-06 巻頭言と JtoW のリスト

資料 R5-04-07 2023年度日本保健物理学会受賞候補者  
推薦の募集について

資料 R5-04-08 日本保健物理学会「論文賞」推薦書

議事：

1. 2023年度第3回編集委員会議事録

資料 R5-04-01 を基に，編集委員会議事録を確認した。

2. 編集委員会スケジュール確認

資料 R5-04-02 を基に，今後のスケジュールを確認した。

3. 各自担当・役割の進捗状況について

資料 R5-04-03 を基に，論文審査の進捗状況の確認をした。

資料 R5-04-04 を基に，第59巻1号の目次を確認した。

4. 幹事校正等の分担について

資料 R5-04-05 を基に，今後の幹事校正及び編集後記担当者を確認した。

5. 巻頭言, JtoW, RPW についてについて

資料 R5-04-06 を基に，今後の巻頭言, JtoW 執筆者候補について議論し，引き続き候補者について検討を行うことを確認した。

6. 企画記事について

現在進行中の企画記事についての状況を確認した。その他の企画記事案についても議論を行い，企画委員会との連携も含め，引き続き適切なトピックの検討を行うこととした。

7. 論文賞候補の選出

資料 R5-04-07 及び資料 R5-04-08 を基に，2023年度日本保健物理学会論文賞に推薦する論文候補について審議した。

8. 理事会報告

細田委員長から理事会での会議概要について報告があった。

9. その他

特に無し。

次回開催時期：2024年5月

（編集委員会幹事 長崎大学 玉熊佑紀）

今号では、国際的な放射線防護の動向やワークショップや勉強会の報告が掲載されていて学会員にとって有益な情報が提供されています。しかし、最近、「保健物理」への原著論文の投稿が少ないことから、投稿数を増やす方策について編集委員会で議論しています。「保健物理」が担うべき役割は、学術論文、解説、報告の記事がバランスよく掲載されることにより学会員が最前線の研究成果と実務管理に関する有用な知識・情報を把握して放射線安全・防護への多角的な視点を持てるようにすることではないかと考えています。編集委員会の一員として、この点を念頭に学会誌編集に携わりたいと思っています。(Y.S.)

#### 複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(公社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、図書館も著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 学術著作権協会

Tel: 03-3475-5618 Fax: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Tel: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600

#### Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

<Except in the USA>

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Tel: 81-3-3475-5618 Fax: 81-3-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

<In the USA>

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Tel: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600 <http://www.copyright.com>

#### 一般社団法人日本保健物理学会事務局

〒105-0004 東京都港区新橋 3-7-2 四鹿ビル 3F

(株)国際広報企画内

Tel: 03-6205-4649 Fax: 03-6205-4659

E-mail: exec.off@jhps.or.jp

<http://www.jhps.or.jp>

#### Japan Health Physics Society

c/o International Public-Relations System Co., Ltd

Yotsushika Bldg. 3F, 3-7-2, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0004, Japan.

Tel: +81+3-6205-4649 Fax: +81+3-6205-4659

E-mail: exec.off@jhps.or.jp

<http://www.jhps.or.jp>

#### 一般社団法人日本保健物理学会編集事務局

〒113-0032 東京都文京区弥生 2-4-16

(一財)学会誌刊行センター内

Tel: 03-3817-5821 Fax: 03-3817-5830

E-mail: hobutsu@capj.or.jp

#### Japanese Journal of Health Physics

c/o Center for Academic Publications Japan

2-4-16, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, Japan.

Tel: +81-3-3817-5821 Fax: +81-3-3817-5830

E-mail: hobutsu@capj.or.jp