

ISSN 0367-6110

Vol. 54

No.4 2019/12

HOKBAQ 54 (4) 201-235 (2019)

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54巻4号(2019年12月)

## 目次

### 巻頭言

学会への期待 ..... 上 蓑 義 朋 (203)

### ●第1部：和文●

#### レター

「1954年に日本各地で観測された雨水中全 $\beta$ 放射能の再検討」の訂正 ..... 辻村憲雄 (205)

### ●第2部：英文●

#### Technical Data

Application of a Hand-made Air GM Counter as a Radiation Education Training Material for Secondary School Education  
..... Estiner W. KATENGEZA, Nirodha R. A. C. RANASINGHE, Satoru OZAKI and Takeshi IIMOTO (206)

#### From Japan to the World

Fostering Medical Personnel for Radiation Emergency Medicine at Hirosaki University Graduate School of Health Sciences, Japan  
..... Hirosaki University Graduate School of Health Sciences (212)

### ●第3部：和文情報●

#### 報 告

令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業 / 日本保健物理学会放射線防護標準化委員会

「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」 ..... 横山須美 (213)

日本保健物理学会シンポジウム「緊急時モニタリングに関する国内外動向と展望」印象記 ..... 五十嵐悠 (217)

日本保健物理学会講演「ICRP 勧告取入れにおける国内動向」印象記 ..... 前田 剛 (220)

第5回環境放射能に関する国際会議 (ENVIRA2019) への参加報告 ..... 仲宗根峻也, 伊志嶺聡伸, 中村夏織 (222)

#### 話 題

ラドンに対する新しい線量換算係数の影響に関する技術会合の参加報告 ..... 細田正洋 (226)

「第3回環境放射能・放射線研究会」参加印象記 ..... 仲宗根峻也 (231)

#### 情報のページ

編集委員会議事録 ..... (234)

編集後記 ..... (235)

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

委員長 横山須美

副委員長 赤田尚史

|    |           |      |       |      |      |                  |
|----|-----------|------|-------|------|------|------------------|
| 委員 | 鈴木 晃 (幹事) | 岩岡和輝 | 小野孝二  | 加藤昌弘 | 迫田晃弘 | 鈴木敦雄             |
|    | 高橋知之      | 滝本美咲 | 青天目州晶 | 細田正洋 | 吉田 晃 | Sergei TOLMACHEV |

# Japanese Journal of Health Physics

Vol. 54, No. 4 (December 2019)

## CONTENTS

### Foreword

Expectations for Japan Health Physics Society ..... Yoshitomo UWAMINO (203)

### ● Part 1: Japanese Articles ●

#### Letter

Corrigenda: Review on the Gross Beta Activity in Rainwater Observed throughout Japan in 1954 ..... Norio TSUJIMURA (205)

### ● Part 2: English Articles ●

#### Technical Data

Application of a Hand-made Air GM Counter as a Radiation Education Training Material for Secondary School Education  
..... Estiner W. KATENGEZA, Nirodha R. A. C. RANASINGHE, Satoru OZAKI and Takeshi IIMOTO (206)

#### From Japan to the World

Fostering Medical Personnel for Radiation Emergency Medicine at Hirosaki University Graduate School of Health Sciences, Japan  
..... Hirosaki University Graduate School of Health Sciences (212)

### ● Part 3: Japanese Information ●

#### Topics

Symposium; Guideline for Radiation Protection of the Lens of the Eye ..... Sumi YOKOYAMA (213)

Impressions of JHPS Symposium “Domestic and Overseas Trends and Prospects of Emergency Monitoring”  
..... Yu IGARASHI (217)

Impressions of Japan Health Physics Society Lecture, “Domestic Trend about Incorporating ICRP Recommendations”  
..... Tsuyoshi MAEDA (220)

Report on Participation in the 5th International Conference on Environmental Radioactivity: ENVIRA2019  
..... Shunya NAKASONE, Akinobu ISHIMINE and Kaori NAKAMURA (222)

Report on a Technical Meeting on the Implications of the New Dose Conversion Factors for Radon  
..... Masahiro HOSODA (226)

Impressions of Participation in the 3rd Seminar on the Environmental Radioactivity and Radiation  
..... Shunya NAKASONE (231)

**Information** ..... (234)

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

Editor-in-Chief Sumi YOKOYAMA

Deputy Editor-in-Chief Naofumi AKATA

Akira SUZUKI (Scientific Secretary)

Kazuki IWAOKA

Koji ONO

Masahiro KATO

Akihiro SAKODA

Atsuo SUZUKI

Tomoyuki TAKAHASHI

Misaki TAKIMOTO

Kuniaki NABATAME

Masahiro HOSODA

Akira YOSHIDA

Sergei TOLMACHEV

#### Journal Title History

Japanese Journal of Health Physics, from 2002

Journal of Health Physics, from 1995 to 2001

HOKEN BUTSURI, from 1966 to 1994

## 巻頭言



### 学会への期待

上 蓑 義朋\*<sup>1</sup>

決断するのは、たいてい難しいものである。私が記憶している中で最も印象に残っているのは、1999年に発生したJCO事故の際の、当時の東海村村長であった村上達也氏の決断である。臨界の収束が見通せない中、十分な測定データがそろわないうちに350 m圏内の住民避難要請が行われた。専門家ではない方によって素早い判断がされたこと、結果的にも適切な規模であったことに、責任者のあるべき姿として鳥肌が立つような思いをしたのを覚えている。

放射線防護の歴史においても、類似のことが行われてきたように思う。岩井 (Isotope News 2011年11月号 p. 58)によれば、1925年にMUTSCHELLERによって、耐用線量として0.2 r/日 (約2 mSv/日。正確ではないが以下もこの表記とする)が提案されたそうである。この値は1934年に国際X線ラジウム防護委員会(後のICRP)が採用している。その後1950年にICRPは最大許容線量として約0.5 mSv/日を勧告している。現在は線量限度として、従事者に対して20 mSv/年、公衆では1 mSv/年が適用されている。

初期の耐容線量では、皮膚の紅斑の出現をもとに大胆な判断によって値が決められたようである。現在の線量限度を決める際にも、さまざまなデータがある中でLNT仮説という相当に割り切った考え方に基づいて値が決められている。これらのおかげで、われわれは比較的安心して放射線業務に従事できるし、放射線施設の周辺に住むことができおり、大きな恩恵を受けている。

しかし2011年3月以降、一般の方にも、計画被ばくだけでなく、現存被ばくの値も適用されるようになった。これらは限度値、参考レベルと概念は異なるが、多くの方には後者も限度値と同様にとらえられていると思う。ICRPの貢献は大きいですが、このような分かりにくい体系を作ったのは罪ではないかと思っている。

同じ人間であるのに、職業人と一般人、さらには置かれた状況で被ばく限度が異なるのは、推進側によるご都合主義と言えなくもない。いっそのこと、従事者、一般人を問わず、事故時以外の個人の線量限度を20 mSv/年とし、ALARAの精神から放射線施設の外の線量を1 mSv/年 (滞在時間を考慮して)とすれば明快であり、現存被ばくなどという概念を作らずに済む。

素人の私にとっては、そもそも1 mSv/年という限度は、放射線以外の作用で生成するDNAの損傷や、高自然放射線地域での疫学調査の結果を考えると、不必要に低いように思える。一方、LNT仮説に基づいてリスクを考えると、化学物質などの限度値に比べて1 mSv/年は高く、福島第一原発事故後に放射線ではない専門家によって書かれた本に、公衆の限度値は0.1 mSv/年にすべきとあった。これでは西日本の住民は東日本に移住しなくてはならない。このギャップは、LNT仮説か、あるいはDDREF=2に問題があるような気がする。

\*<sup>1</sup> 清水建設(株)技術研究所顧問、理化学研究所仁科加速器科学研究センター研究嘱託



原発事故から間もない時期に開催された学会主催のシンポジウムの際に、フロアから、「学会が、被ばくはどこまで安全か、どこから危険かという見解を示せないのか」との質問があった。当時は無理な注文と思ったが、今はきわめてまっとうな、的を射た質問であったと思える。国際的な整合という面からは ICRP 勧告を尊重するのは大切であるが、ICRP 勧告を聖書としてはいけない。学会として、国民の安全・安心のために、独自の考え、少なくとも独自に解釈した分かりやすい体系を出していただけないかと願っている。

**上 蓑 義 朋** (うわみの よしとも)

1979 年京都大学・院・原子核工学修士修了, 1986 年工博。放射線医学総合研究所, 東京大学原子核研究所, 理化学研究所安全管理室, 同仁科加速器科学研究センターを経て 2018 年より現職。1988 年, スイス Paul Scherrer Institut にて訪問研究員。一貫して加速器の遮蔽と放射線計測の研究, 放射線安全管理業務に従事。

## 「1954年に日本各地で観測された雨水中全 $\beta$ 放射能の再検討」の訂正

辻村 憲雄\*<sup>1</sup>

本誌54巻1号40～44頁に掲載された拙稿「1954年に日本各地で観測された雨水中全 $\beta$ 放射能の再検討」に誤りがありました。論旨に特に影響を与えない箇所ではありますが、ここに訂正させていただきますとともに、謹んでお詫び申し上げます。

観測された「放射能雨」の出処の説明として、III 結果の冒頭に、

「一方、9月の観測は、観測された放射能の時間変化の傾向と空気流跡線の解析から9月13～16日に旧ソビエト社会主義共和国連邦内で実施された核実験によるものと推定されていたが、UNSCEARの資料によれば、セミパラチンスクでの核実験の実施は9月29日以降（10月末まで）とされており、観測日と辻褄が合わない。このため、実際の出処はよく分からない。」

と記述していたのですが、これを

「一方、9月の観測は、観測された放射能の時間変化の傾向と空気流跡線の解析から9月13～16日に旧ソビエト社会主義共和国連邦内で実施された核実験によるものと推定されていたが、UNSCEARの資料によれば、これは9月14日にアラルスク地方トスク（Totsk, Aralsk）で実施された核実験に対応すると見られる。また、10月以降の観測は、9月29日から10月30日にかけてセミパラチンスクで行われた核実験によるものと思われる。」（下線部分が訂

正箇所）  
に訂正いたします。

旧ソ連による9月14日の核実験は、論文で引用していたUNSCEAR報告書<sup>1)</sup>にも記載されていたのですが、セミパラチンスクとノヴァヤゼムリヤの箇所ばかりに筆者が気を取られ、それらの次ページに記載されていた情報を見落としたことが、誤った説明の理由です。当時の報道（朝日新聞、1954年9月23日付）によれば、16日付タス通信で「この数日間にソ連領内で原子爆発が行われた」という発表もなされていたとのことなので、当時の研究者らが、核実験の詳細な位置までは特定できなかったものの、観測された放射能雨が旧ソ連起源だと考えたことは自然なことだったと思われる。

### 参考文献

- 1) UNSCEAR: Sources and Effects of Ionizing Radiation, 2000 Report, Annex C (2000).

辻村 憲雄（つじむら のりお）



1993年から動力炉・核燃料開発事業団、二度の改組を経て現在に至る。博士（工学）東北大学。外部被ばくによる線量の測定評価を中心に個人線量計から臨界警報装置まで幅広く研究を進めているほか、最近では専ら1950年代の核実験フォールアウトについて調べている。

E-mail: tsujimura.norio@jaea.go.jp

Norio TSUJIMURA; Corrigenda: Review on the Gross Beta Activity in Rainwater Observed throughout Japan in 1954.

\*<sup>1</sup>（国研）日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所；茨城県那珂郡東海村村松4-33（〒319-1194）

Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Japan Atomic Energy Agency; 4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan.

# Corresponding author; E-mail: tsujimura.norio@jaea.go.jp

**Technical Data**

# Application of a Hand-made Air GM Counter as a Radiation Education Training Material for Secondary School Education

Estiner W. KATENGEZA,<sup>\*1,#</sup> Nirodha R. A. C. RANASINGHE,<sup>\*1,2</sup>  
Satoru OZAKI<sup>\*3</sup> and Takeshi IIMOTO<sup>\*1</sup>

(Received on June 6, 2019)

(Accepted on October 8, 2019)

The application of a hand-made air GM counter as a training material is presented based on evaluation by 16 participants of a workshop by International Atomic Energy Agency (IAEA) technical cooperation programme (TCP) project RAS0079, held in Japan in 2019. A questionnaire survey was administered to evaluate the attributes of the device as well as each respondent's self-assessment of their level of understanding and ability to communicate associated content. The performance of participants in the lecture tests related to the device was also analyzed. The device had an overall effectiveness rating of 8.3/10 with all attributes above 8/10. The respondents' level of understanding and ability to communicate was significantly different before and after using the device. The study also revealed some knowledge deficiencies that can be addressed by using such simple devices and may need more attention for future teacher training programmes.

**KEY WORDS:** radiation education, hand-made air GM counter, teacher training, nuclear science and technology, radiation properties, radiation experiments, simple devices, secondary school science.

## I INTRODUCTION

The posterity of nuclear science and technology (NST) requires interested, motivated, passionate, and well-informed youths who choose to pursue careers in NST. Some serious events associated with nuclear industries, such as the Chernobyl disaster and Fukushima Daichi Nuclear Power Plant accident, have shrouded the benefits of nuclear applications and the ensuing public concerns, apprehensions, misunderstanding, and misconceptions<sup>1)</sup> have the potential to fester if not strategically addressed. On the other hand, the demand for knowledge pertaining to radiation has been known to spike with such incidences<sup>2,3)</sup> and it is important that accurate and balanced information is provided. Thus, radiation education is important for allaying public fears, clearing misunderstandings and misconceptions, demystifying NST, and also for stimulating interest for NST careers in youths through targeted initiatives for the public, schools, and other avenues.<sup>2-6)</sup>

The International Atomic Energy Agency (IAEA), in consultation with United Nation Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), recognised the need for early NST education when reports from expert panels in 1968, 1970, 1975 emphasised secondary schools as the main target for generation of interest in NST.<sup>7)</sup> Though, NST education programmes in secondary schools are not a global occurrence, they have been generally included in curricula of countries that have advanced nuclear technology. Where these are not included in formal education programmes, outreach activities, typically spearheaded by nuclear institutions have taken place in other countries. However, such activities offer only limited exposure<sup>7)</sup> and sustainability of these efforts requires a formal inclusion of NST content in school curriculum and, more importantly, were such is included, the content must actually be delivered. There have been reports of cases where such content, though available in official curriculum, albeit insufficient, has not been taught due to lack of "adequate" or "sufficient" knowledge, qualification or competence on the part of the teachers.<sup>8,9)</sup> Because teachers represent a key component of sustained efforts for NST posterity, it is vital to empower them, through training, with knowledge and competence to confidently communicate NST content to students.<sup>7,10)</sup>

Appropriate experiments are important for effective science education.<sup>11)</sup> For secondary school radiation education, these experiments at must demonstrate the basic properties of radiation which typically include the inverse square law, attenuation by shielding, and radioactive decay. These experiments can generate "excitement," "interest,"

\*1 Department of Environment Systems, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo; 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8654, Japan.

\*2 Nuclear Instrumentation Laboratory, Radiation Protection & Technical Services Division, Sri Lanka Atomic Energy Board; No. 60/460, Orugodawatta, Wellampitiya, 10600, Sri Lanka.

\*3 Japan Science Foundation/Science Museum; Kitanomaru-kouen, 2-1 Chiyoda-ku, Tokyo 102-0091, Japan.

# Corresponding author; E-mail: 6922884407@edu.k.u-tokyo.ac.jp, walutina@yahoo.com

and “inquisition” in students. Some devices that have been employed in various secondary school radiation education outreach activities include cloud chambers, survey meters and hand-made air GM counters.<sup>5, 10</sup> Such devices were employed at a recent IAEA training of trainers’ workshop, tagged TTWS2019 under the RAS0079 Technical Cooperation Project which drew 16 participants from 12 countries. It took place in Japan from 17 February to 1 March 2019 hosted by Professor Takeshi IIMOTO of The University of Tokyo.

TYNA,<sup>11</sup> addressing general science issues, highlighted the role of simple experiments in motivating teachers to use science experiments. Though the hand-made air GM counter is considered a simple and low cost device for secondary school radiation education,<sup>12, 13</sup> it is important to obtain the perspective of teachers on its capability as a tool for demonstrating the basic radiation experiments. HIROSE et al (1999) pointed out the importance of inclusion of NST-related experiments for both pre-service and in-service training of teachers. Thus, in addition to the participants’ feedback on the device, this study explores the effectiveness of the hand-made air GM counter as a training material by evaluating its impact on the TTWS2019 participants’ level of understanding and ability to communicate radiation topics. This gives an indication on the device’s potential contribution to NST human resource development.

## II MATERIALS AND METHODS

### 2.1 The respondents

There were 16 participants ( $N = 16$ ) from 12 countries who attended the “training of trainers” workshop. Some represent countries with their own established secondary school NST projects including teacher training, for example Philippines and Sri Lanka. Other portfolios include working in teacher training college (Myanmar), coordinator for science teachers and training at a national science park (Israel), trainers and specialists in innovation with the education ministry (Oman), coordinators and directors in the education ministry (Cambodia, Lebanon and Malaysia), and school principal (Mongolia). They represent strong authority figures in terms of teacher-training and science education needs, and can, thus, provide an important perspective based on their experiences and subsequent roles as trainers of others in their respective

countries in the quest to meet the RAS0079 goal of reaching one million students and teachers by 2021. Their response, though not necessarily applicable to all teachers and trainers, can provide a good indication and overview of what could be likely expected from the wider teaching community in their respective countries.

### 2.2 The hand-made air GM counter (HMAGM)

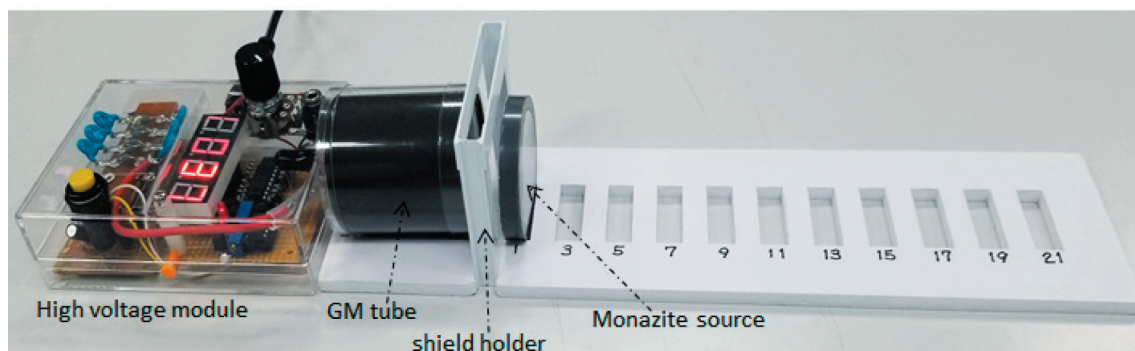
The device’s development is spearheaded by the Japan Science Foundation and it has undergone some modifications from earlier versions<sup>13, 14</sup> especially on the high voltage modules and count display panel. The HMAGM set (**Fig. 1**) consists of a GM tube and a high voltage module which, now, includes a 10-second countdown timer that also serves as a count display. The GM tube comprises a stainless-steel anode, black drawing paper for a cathode and is encased in a transparent container with a removable lid which constitutes the end-window. It uses air as the active gas and 10% butane as the quench gas.

### 2.3 Experiments and assessment

Each participant assembled his own GM tube, placed the quench gas, and then worked in pairs doing experiments on inverse square law, shielding effect, and radioactive decay. A monazite source was used for the distance and shielding experiments while thoron gas from a lantern mantle was used for the radioactive decay experiment. The HMAGM, detecting mostly beta particles especially in the distance experiments and low energy gamma rays for the shielding experiments, is also unique in that it allows direct and practical observation of radioactive decay by alpha emission through the injection of the thoron gas into the GM tube. At the end of the experiment, questions related to the experiment were asked and each participant responded independently. These questions can be grouped into two categories: radiation properties and measurement (including detection). The day before the experiment, the participants had also received lectures on radiation properties, under basics of nuclear physics, and radiation measurement. They were also tested after each lecture and the list of questions from the lectures (L\_properties and L\_measurements) and the experiment with HMAGM is provided in **Table 1**.

### 2.4 Evaluation of the HMAGM

Afterwards, a questionnaire was administered, in hard copy,



**Fig. 1** The hand-made-air GM counter with set-up for inverse square law.

**Table 1** List of questions given after lectures (L<sub>1</sub>) and the HMAGM experiment.

| L <sub>1</sub> Properties  | L <sub>1</sub> Measurement  | GM Experiment  |
|--|---|--|
| $\gamma$ -ray are produced by...   | Which radiation detector measures light (photons) to detect radiation?  | What kind of detector is a GM counter?   |
| Which one has highest penetrating power?   | Which radiation detector is good to identify radioactive materials contained in a sample and measure the radioactivity? (hint: both the number and energy of radiations should be measured) | Which of the following information cannot be obtained with a GM counter?                               |
| Bq is a unit for...  | Which detector can NOT measure energy of radiations?  | What type of pattern is common to radioactive decay and radiation shielding?                           |
| Removing one or more electrons from an atom is called...                                     | A radioactive source is counted for 10 min and gives 2000 counts. The source is removed and background measurement for 20 min gives 400 counts. What is the net count rate?                 | Which of the following materials used in the experiment is the most effective as a shielding material? |
| A 120 Bq radioactive source has a half-life of 6 years. In 18 years, the source will be...Bq | A radioactive source emits 2000 radiations per second. Your detector measures a net count rate of 100 cps. What is the counting efficiency of the instrument?                               | Why was thoron gas placed inside the GM tube in the radioactive decay experiment?                      |

to each participant for assessment of the HMAGM and self on a 11-point scale (0 to 10). The focus was on rating the attributes of the GM counter: how well it illustrated radiation properties, measurement and its contribution to the participants' level of understanding and ability to communicate. The emphasis in this case was the current cohort of participants. The choice of a 11-point rating scale was based on PRESTON and COLMAN's<sup>14)</sup> assessment wherein the 11-point scale was indicated as allowing respondents to "express their feelings adequately," an important aspect for the present study. In that study,<sup>15)</sup> the 11-point scale fared comparably with 7-point scale in terms of reliability and validity, and performed best in terms of discriminating power. All these influenced the decision for the 11-point scale. **Table 2** provides an overview of the contents of the questionnaire.

### III RESULTS AND DISCUSSION

Teachers are a key stakeholder in future NST educational activities, it is important to get their perspective on the device

to evaluate its full potential as a teaching aid for them and the students they subsequently teach. Any successful replication of the practical exercises with this device is strongly impacted by their opinion, understanding, and confidence.

#### 3.1 Evaluation & contributions of the HMAGM

The experiments conducted with a GM counter, conventional and HMAGM, represent basic and fundamental introduction to radiation science. These are key aspects that must be understood by everyone seeking knowledge on radiation including how to protect themselves via distance and shielding.

Findings from the study by SHIMIZU et al.<sup>5)</sup> showed that "detection of radiation by students and its visualisation are very helpful in educating school children on radiation." The HMAGM, not only captures detection of radiation but also show its properties. How well the HMAGM can illustrate these properties is an important feature for the eventual user targeted in this study as they take on the responsibility of delivering radiation content to the students. From the feedback

**Table 2** Summary of survey questionnaire for rating the HMAGM. The applicable attribute for each question is shown with a tick mark, while a cross mark is otherwise.

| Attribute                        | Question: On a scale of 0 to 10  |  |  |  |
|----------------------------------|--|--|--|--|
|                                  | Rate the following for the experiment  | Rate the ability of the experiment/system to address the following | Rate your understanding of the following before and after experiment | Rate your ability to communicate the following before and after experiment |
| Simplicity                       | ✓  | ×  | ×  | ×  |
| Clarity                          | ✓  | ×  | ×  | ×  |
| Science                          | ✓  | ×  | ×  | ×  |
| Engagement                       | ✓  | ×  | ×  | ×  |
| Detection principle              | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| Measurement Principle (counting) | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| Natural background counting      | ×  | ✓  | ✓  | ✓  |
| Inverse square law               | ×  | ✓  | ✓  | ✓  |
| Shielding effect                 | ×  | ✓  | ✓  | ✓  |
| General/overall                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>On a scale of 0 to 10, how effective can you rate the air GM experiments at delivering content to students</li> <li>On a scale of 0 to 10, how strongly do you think you can be able to replicate the GM tube design in your own institutions? (space included for explanation).</li> </ul> |  |  |  |



of the participants in this study, the device is very effective at illustrating these properties as evidenced by the high rating it received in all attributes summarised in **Table 3**. When asked to rate their ability to replicate the device in their own country, the rating was  $6.1 \pm 2.2$  owing to the requirement for very high voltage (5,000 V): citing safety concerns and, mainly, difficulties to access it. This means that in cases, where this is made available as part of a kit, the device can easily be applied as a training material for teachers and experiment aid for students. Thus, this HMAGM can contribute to teacher training especially in scenarios where resources are scarce, limited, unavailable, and expensive, a typical case at the secondary school level. To address safety concerns for replication, set-ups can be pre-assembled by the demonstrators so that students simply use the device to conduct the experiments. The self-assembly of the GM tube and preparation of the quench gas accords the trainees a practical appreciation of the underlying theory and mechanism of detection and measurement. In this way, they can learn from some failures arising from improper assembly and inadequate or excessive quench gas thereby solidifying their understanding. To address inconsistencies due to improper assembly of the GM tubes and incorrect amounts of quench gas, pre-assembled and sealed GM tubes were also provided to be used during the experiments. Most participants opted to use their self-assembled GM tubes.

An important aspect of science education, in general, is experimentation and the motivation to use science experiments for teaching or learning can be greatly influenced by the

**Table 3** Participants' evaluation of the HMAGM. (rating is given with standard deviation).

| Attribute                        | Rating (/10)    |
|----------------------------------|-----------------|
| Simplicity                       | $8.3 \pm 1.2$   |
| Clarity                          | $8.6 \pm 1.0$   |
| Engagement                       | $8.8 \pm 1.1$   |
| Science                          | $9 \pm 1.1$     |
| Detection principle              | $8.6 \pm 1.1$   |
| Measurement principle (counting) | $9.1 \pm 1.1^*$ |
| Background counting              | $8.9 \pm 1.6$   |
| Inverse square law               | $8.8 \pm 1.2$   |
| Radioactive decay                | $8.8 \pm 1.3$   |
| Shielding effect                 | $9.3 \pm 1.1$   |
| Overall effectiveness            | $8.6 \pm 1.2^*$ |

\*based on 15 relevant responses

teacher's competence.<sup>11)</sup> The first three attributes: simplicity, clarity, and engagement; also speak to the potential for motivating teachers to apply this device in their school experiments and assimilate into their own pedagogical content knowledge. These would also impact content delivery for the rest of the highlighted attributes. To support this, **Table 4** summarises each participant's self-assessment on their level of understanding and ability to communicate the content before and after the experiment. It is clear from the responses that the participants felt more confident and competent after the experiment with HMAGM. A paired *t*-test for the self-assessments on level of understanding and ability to communicate before and after experimenting with HMAGM shows a significant difference ( $P < 0.05$ ) for both scenarios. While conventional GM tube can illustrate these highlighted attributes and perhaps perform much better, the simple HMAGM gives trainees the unique and evidence-based opportunity to understand what goes into such detectors and why that is the case. This, if understood, will likely improve their confidence in delivering the associated content in the classroom. While it may be enough for students to just use the device, the authors believe that it is important for the teachers to understand the underlying mechanism for the detection and measurement process.

### 3.2 Connection to the performance on related content during the IAEA TTWS workshop

**Figure 2** shows the frequency distribution of the performance of the participants on the questions that were given immediately after the experiment with the HMAGM as listed in **Table 1**. Also shown are the performance for lecture questions on radiation properties (including inverse square law, shielding, and radioactive decay) and radiation measurement (including detection).

Participants fared much better in the questions after the practical HMAGM experiment compared to the contents' theory particularly on measurement. Thus, a coupling of the content with the practical experiment is more effective. In the study by SHIMIZU et al.<sup>5)</sup> it was found that 50% of students found contents of lectures on radiation were difficult to understand which influenced their level of interest in the topic. However, the use of devices helped to stimulate this interest. They indicated that most schools do not have devices for radiation education and that teachers did not have sufficient knowledge to teach on radiation. Thus, in the present study, the HMAGM could be responsible for the better performance

**Table 4** Participants self-assessment with respect to radiation-related content.

| Attribute                        | Level of Understanding (/10) |               | Ability to Communicate (/10) |               |
|----------------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
|                                  | Before                       | After         | Before                       | After         |
| Detection principle              | $5.4 \pm 2.2$                | $8.5 \pm 1.4$ | $5.1 \pm 2.5$                | $8.1 \pm 1.5$ |
| Measurement principle (counting) | $5.5 \pm 2.6$                | $8.4 \pm 1.4$ | $5.2 \pm 2.5$                | $8.3 \pm 1.4$ |
| Natural background               | $5.9 \pm 2.5$                | $8.9 \pm 1.4$ | $5.5 \pm 2.2$                | $8.4 \pm 1.4$ |
| Inverse square law               | $5.9 \pm 3.0$                | $8.4 \pm 1.5$ | $5.8 \pm 3.1$                | $8.2 \pm 1.4$ |
| Radioactive decay                | $6.4 \pm 2.8$                | $8.5 \pm 1.4$ | $6.1 \pm 2.8$                | $8.3 \pm 1.4$ |
| Shielding effect                 | $6.8 \pm 2.8$                | $8.7 \pm 1.4$ | $6.2 \pm 2.7$                | $8.4 \pm 1.4$ |

to somewhat similar question because in all the three cases the questions were given immediately after the activity. There is a possibility that the questions in the HMAGM may have been easier for the participants but, together with the participants feedback (Table 4), it can be argued that the use of the HMAGM made a significant impact on their performance.

The performance (Fig. 2) and feedback from the participants (Tables 3 and 4) confirms the need for practical exercises for a complete understanding of NST topics<sup>9, 11)</sup> and highlight HMAGM as simple, low-cost and effective tool for partially achieving this goal. It further highlights the deficiency, hence need for more focus or detail, in the area of radiation detection and measurement topics for future teacher training programs.

#### IV CONCLUSION

This study has demonstrated that a hand-made air GM counter is an effective device for use as a training material because its use produced an increased level of understanding and ability to communicate radiation properties. The participants' assessment of the device confirms its simplicity and capability to illustrate radiation properties. Well-trained and confident teachers represent a key stakeholder in the posterity of nuclear science and technology education. Their in-service or pre-service training that incorporate appropriate practical exercises using simple devices, such as a hand-made air GM counter can boost their confidence and competence in delivery NST topics to students.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Authors acknowledge IAEA TTWS2019 for the opportunity to carry out this survey and the participants for taking the time

to respond to the questionnaires. Acknowledgement is also made of Mr T. KATO and Mr T. KAKEFU, of Japan Science Foundation/Science Museum, for their strong support in activities regarding the hand-made air GM counter. Authors declare no conflict of interest.

#### REFERENCES

- 1) T. SAWANO, Y. NISHIKAWA, A. OZAKI, C. LEPPORD and M. TSUBOKURA; The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident and school bullying of affected children and adolescents: the need for continuous radiation education, *J. Radiat. Res.*, **59** (3), 381–384 (2018).
- 2) K. OHNO and K. ENDO; Lessons learned from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: efficient education items of radiation safety for general public, *Radiat. Prot. Dosim.*, **165**, 1–4 (2015).
- 3) M. TSUBOKURA, Y. KITAMURA and M. YOSHIDA; Post-Fukushima radiation education for Japanese high school students in affected areas and the positive effects on their radiation literacy, *J. Radiat. Res.*, **59** (S2), ii65–ii74 (2018).
- 4) K. NORIKANE, M. YAMADA, R. KIDACHI, M. TSUSHIMA, T. TAKEO, M. TANAKA and I. KAWAZOE; A case-study of the effects of teaching radiation risk communication to local government officials, *REM*, **7** (1), 37–41 (2018).
- 5) Y. SHIMIZU, H. IIDA, M. NENOI and M. AKASHI; Importance of supporting school education on radiation after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. *J. Health Educ. Res. Dev.*, **5** (214) (2017).
- 6) S. ARIYANTO, D. IRAWAN and T. WIJAYANTI; Public

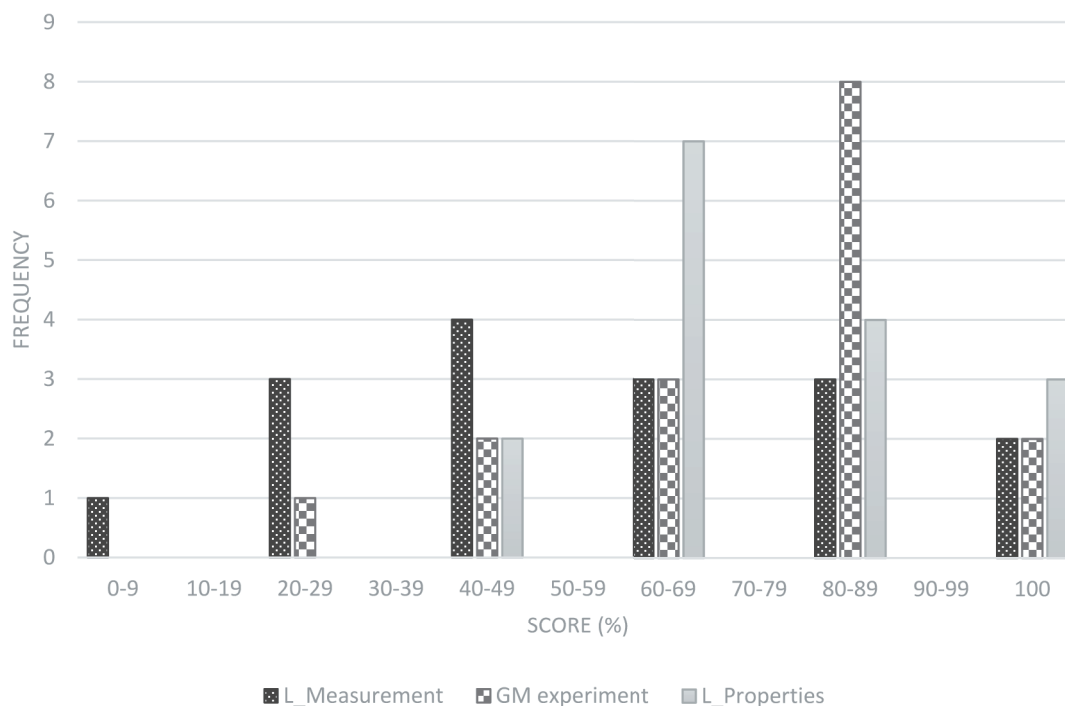


Fig. 2 Frequency distribution of participants' performance.

- Education and Outreach for Supporting Nuclear Program in Indonesia, 18th International Group On Research Reactors (IGORR 2017) [online]. Available at [http://www.igorr.com/Documents/2017-SYDNEY/Sharefile\\_fullpapers\\_IGORR%202017/33%20IGORR%20PAPER%20\\_Sudi\\_Dimas\\_Erni%20Ariyanto.pdf](http://www.igorr.com/Documents/2017-SYDNEY/Sharefile_fullpapers_IGORR%202017/33%20IGORR%20PAPER%20_Sudi_Dimas_Erni%20Ariyanto.pdf), accessed 15 February, 2019.
- 7) S. SABHARWAL and J. GERARDO-ABAYA; Fostering nuclear science in school through innovative approaches: IAEA Perspectives. *REM*, **8** (1) 26–32 (2019).
  - 8) C. BERNIDO; Status of radiation education in the Phillipines, JAERI-Conf-99-011 (1999), Proceedings of International Symposium on Radiation Education (ISRE 98) [online]. Available at: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:31017689](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:31017689), accessed 15 February 2019.
  - 9) M. HIROSE, T. TSURUTA and T. SHIBATA; Current status and future direction of nuclear education in elementary and secondary education, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **36** (3), 219–222 (1999).
  - 10) T. IIMOTO, T. KAKEFU, R. TAKAKI, T. TODA, I. TAKAHASHI, G. WAKABAYASHI, H. IIZUKA, K. MAKABE and T. KOAASHI; Synergy for nuclear/radiation asian teacher/student development: experts activities and development for NS & T HRD focusing on secondary school levels in asia pacific region-case of Japan, *REM*, **8** (1), 33–38 (2019).
  - 11) J. TYNA; How to motivate science teachers to use science experiments, *J. Syst. Cybern. Inf.*, **10** (5), 33–35 (2012).
  - 12) T. IIMOTO, S. OZAKI, T. KAKEFU and S. MIKADO; Development of hand-made radiation monitor for radiation education, technical material at the 4th Asian and Ocean Regional Congress on Radiation Protection, Kuala Lumpur, 2014. unpublished.
  - 13) E. W. KATENGEZA, S. OZAKI, T. KATO and T. IIMOTO; Preliminary evaluation of a hand-made radiation monitor's potential for providing energy information as an additional feature for secondary level radiation education, *Radiat. Prot. Dosim.*, ncz076 (2019).
  - 14) C. PRESTON and A. COLMAN; Optimal number of response categories in rating scales: reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychol.*, **104**, 1–15 (2000).
  - 15) E. FURUTA and K. KUSAMA; Teaching materials for radiation training and user guides. *Radiat. Saf. Manage.*, **13** (1), 1–8 (2014).

**Estiner W. KATENGEZA**

Estiner W. KATENGEZA is a doctoral student at The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Sciences, Department of Environment Systems. She has worked with the University of Malawi since 2010, starting as an assistant lecturer at the College of Medicine before moving to The Polytechnic as a Lecturer in Physics in 2014. She is currently on study leave and under the supervision of Professor Takeshi IIMOTO through whom, as a research student (visiting researcher) in April 2018, she joined the hand-made air GM counter project in collaboration with the Japan Science Foundation/Science Museum. Her PhD research is in collaboration with the Japan Atomic Energy Agency in Fukushima where she focuses on environmental radioactivity: mainly in situ measurement techniques.



**From Japan to the World**

**Fostering Medical Personnel for Radiation  
Emergency Medicine at Hirosaki University  
Graduate School of Health Sciences, Japan**

Hirosaki University Graduate School of Health  
Sciences\*

As many nuclear facilities are located in Japan, it is necessary to prepare for the event of actual radiological/nuclear incidents by fostering human resources with knowledge and skills in Radiation Emergency Medicine (REM).

Hirosaki University Graduate School of Health Sciences launched a project to foster medical personnel who can engage in REM in 2008 with the support of the Ministry of Education's special academic research project and has been developing a project called "Advanced Human Resources Development Project for Radiation Emergency Medicine" since 2016. This project consists of four divisions: 1) *REM Education and Training Division*, which offers a short-term educational program to promote the training of current medical professionals to develop more REM professionals (**Fig. 1**); 2) *Radiological Nursing Education Division*, which provides an advanced Master's level education program in radiological nursing (**Fig. 2**); 3) *Education of Radiation Risk Communication Division*, which continues the base expansion and improvement in the education of radiation risk communication by offering services, such as continuing education for specialists and students in radiation risk communication (**Fig. 3**); and 4) *Global Human Resources Development Division*, which fosters internationalism among our staff and promotes the admission of international students to the Graduate School by actively promoting personnel and academic exchanges with institutions involved in REM in Japan and worldwide. We have also carried out a joint REM training with the Korea Institute of Radiological & Medical Sciences (KIRAMS, Republic of Korea) once every year since 2013 (**Fig. 4**).

At the Graduate School of Health Sciences, we established a Master's program in REM in 2010 to develop future medical specialists involved in REM. This program includes topics, such as the handling of irradiated and/or contaminated patients and the knowledge and skills related to contamination countermeasures and decontamination, dosimetry, and special clinical examinations. The program has produced many individuals with a sophisticated knowledge of REM. Furthermore, we established a Doctoral REM program and a Master's level Radiological Nursing Specialist Education in 2015, aiming to develop individuals who exhibit leadership skills and provide appropriate medical responses during serious emergencies, such as large-scale radiation disasters.

\* 66-1, Hon-cho, Hirosaki-shi, Aomori 036-8564, Japan.



**Fig. 1** Simulation exercise: "Handling radiation-contaminated and exposed patients" at Hirosaki, Japan.



**Fig. 2** The Radiological Nursing Seminar at Tokyo, Japan.



**Fig. 3** Radiation Risk Communication "Discussion Meeting" at Namie in Fukushima prefecture, Japan.



**Fig. 4** Members of Hirosaki University for On-site REM training with KIRAMS at Jeju, Republic of Korea.

## 報 告

### 令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業 / 日本保健物理学会放射線防護標準化委員会「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」

横山 須美\*1, #

#### 1. はじめに

2019年7月20日(土)に、TKP スター貸会議室の日本橋カンファレンスルーム 3B (東京)において、令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業(安全研究)の一環として、(一社)日本保健物理学会放射線防護標準化委員会(標準化委員会)と連携して「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」が開催された。本シンポジウムは2部構成となっており、第1部は、「水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて」と題され、標準化委員会の活動概要及び2つの関連ガイドライン(案)の内容が紹介がなされた。第2部は「パネルディスカッション」と題され、4名のシンポジストからガイドライン作成において、水晶体の線量モニタリングや防護におけるさまざまな課題が示され、総合討論が実施された。第1表にスケジュールを示す。

#### 2. 第1部：水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて

第1部は、標準化委員会の元副委員長である橋本周氏((国研)日本原子力研究開発機構, JAEA)が司会を務めるとともに、標準化委員会の活動内容やこれまでに作成したガイドラインの紹介等がなされた。水晶体関連のガイドラインの概要については、2つのガイドラインのうち、水晶体の線量モニタリングに関するガイドラインについて、安全研究の主任研究者であり、標準化委員会委員の筆者が当該事業の概要、ガイドライン作成の体制、目的、背景、構成等について紹介した。水晶体線量モニ



第1図 筆者が水晶体線量モニタリングガイドラインの概要を紹介している様子

タリング関連のガイドラインの作成ポイントとしては、①標準化委員会の形式で作成すること、②放射線審議会等の意見具申での検討結果を反映すること、③国際放射線防護委員会(ICRP)等の考え方に沿うこと、④(財)原子力安全技術センターがICRPの1990年勧告を法令に取り入れる際に、放射線審議会の外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針(平成11(1999)年)を踏まえて作成した被ばく線量の測定・評価マニュアル(2000年)の水晶体関連部分を見直すこと、⑤安全研究の成果を参考にする事、⑥国際関連機関や諸外国のガイドライン等を参考にする事等であるとした。ガイドラインの構成については、適応範囲、判断規準、判断規準に関する解説、Q&A形式での具体的な例示等と紹介した。2011年にICRPが勧告した水晶体の等価線量限度を取り入れたとしても、この水晶体の等価線量限度と比べて十分に低いような多くの放射線従事者については、管理方法が大きく変わるわけではない。一方、水晶体の等価線量が高線量になるおそれのある放射線従事者は、被ばく低減とより正確な水晶体の等価線量測定・評価の必要が出てくる。どのような場合に水晶体の等価線量を3mm線量当量により算定する必要があるのか、現行法令と整合を保ちながら、過大評価しすぎること避け、過剰に労働を制限することなく、事業者や管理者がわかりやすい判断めやすを準備しておく必要があると考えている。また、判断を容易にするため、フロー図等の準備も進めていることを説明した。さらに、管理基準と不均等被ばくの考え方については、水晶体の等価線量だけでなく、放射線管理全般に及ぶことから、どのような考え方をすればよいか非常に難しいため、第2部

Sumi YOKOYAMA; Symposium; Guideline for Radiation Protection of the Lens of the Eye.

\*1 藤田医科大学医療科学部：愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98 (〒470-1192)

School of Medical Sciences, Fujita Health University; 1-98, Dengakugakubo, Kutsukakecho, Toyoake-shi, Aichi 470-1192, Japan.

# Corresponding author; E-mail: sumi0704@fujita-hu.ac.jp



第1表 シンポジウムスケジュール

| 第1部 水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて<br>司会 橋本 周 (原子力機構) |                 |
|---|-----------------|
| 1. 標準化委員会の活動経緯                                | 橋本 周 (原子力機構)    |
| 2. 水晶体線量モニタリングガイドラインの概要                       | 横山 須美 (藤田医科大)   |
| 3. 医療分野におけるガイドライン概要                           | 大野 和子 (京都医療科学大) |
| 第2部 パネルディスカッション<br>司会 岩井 敏 (JANSI)            |                 |
| 1. 管理基準と不均等被ばく                                | 辻村 憲雄 (原子力機構)   |
| 2. 水晶体線量測定方法                                  | 関口 寛 (長瀬ランダウア)  |
| 3. 水晶体線量評価のための線量計の校正                          | 加藤 昌弘 (産総研)     |
| 4. 医療分野における現状と課題                              | 樺田 尚樹 (産業医科大)   |
| 5. 総合討論                                       |                 |

のパネルディスカッションにおいて、あらためて詳細な説明と議論を行うとした。

もう一つのガイドラインである医療分野における水晶体の放射線防護に係るガイドラインについては、安全研究の分担研究者である大野和子氏 (京都医療科学大学) が、本ガイドラインの目的、構成等について説明を行った。本ガイドラインの検討にあたっては、まずは診療科に横断的な放射線防護のガイドラインを準備する必要があるとし、(公社)日本医学放射線学会をはじめ、医療関連の15学協会のほか、(一社)日本保健物理学会 (著者他) の代表が参加し、議論を行っている。職業被ばくの防護体系は進化し続けているが、医療分野においては、放射線を利用し始めた初期から医療従事者の放射線障害の事例が報告されているにもかかわらず、患者を前に医師の使命感が強く、「防護」に対して関心が注がれてこなかった。また、医師は「労働者」意識が薄く、被ばく管理への要求が低い。このような現状から、多くの診療

科では放射線防護のガイドラインが存在しないとした。当該事業でのガイドライン作成は、水晶体の放射線防護を通し、術者の安全な放射線利用と医療放射線の防護を組織全体で考える良い機会であるとのことであった。医療分野の放射線防護のガイドラインの特色としては、水晶体線量モニタリングのガイドラインと同様に、水晶体の放射線防護に関連した安全研究の成果を取り入れることはもちろんのこと、放射線防護の説明に具体的な写真や親しみやすい図 (マンガ等) を多用して説明し、医療スタッフの理解を促す。ガイドラインの構成としては、診療科共通の課題である放射線の安全利用、生体影響に関する説明、皮膚障害に関する事例等も紹介し、他のガイドライン等との整合性を図ることに注意したいとのことであった。

### 3. 第2部：パネルディスカッション

パネルディスカッションでは、岩井敏氏 ((一社)原子力安全推進協会) が司会を務め、辻村憲雄氏 ((国研)日本原子力研究開発機構) から、「管理基準と不均等被ばく」と題して、個人線量計の着用の基本的考え方と水晶体の線量算定のための線量計の着用の考え方について説明があった。現行の個人線量計の着用の基本的考え方については、1965年に国際原子力機関 (IAEA) が示した考え方に基づいていること、その考え方とは、「必要な場所に必要だけ着用する」ということであること等が紹介された。また、水晶体の線量モニタリングのために眼の近傍に線量計を着用するような事例としては、「胴体に着けた1個の線量計では不十分な場合」や「特定部位の線量が限度に近付く場合」であるとのこととした。不均等被ばくの場合、何をもって相違の有無を考えればよいかということについては、数値的な条件の候補として、①ICRPやIAEAが示している個人線量計の不確か



第2図 大野和子氏が医療の放射線防護に係るガイドラインの概要を紹介している様子

さであるファクター 1.5～2, ②ANS/ HPS N13.41-2011にある複数線量計を用いる際のクライテリアとしてのファクター 1.5, ③記録レベルからの誘導として、ファクター 2 といった案が示された。しかしながら、これらの課題として、防護衣等を使用（着用）している場合、体幹部不均等被ばくの判断は比較的容易である（防護衣の内側と外側の線量が著しく異なる）が、防護衣なしの場合について、作業場の空間線量率分布や作業内容や姿勢等、さまざまな要因が影響する中、胸部（または腹部）と水晶体位置の線量勾配が 1.5～2 という値を、事前に予測できるかということが課題であるとのことであった。

引き続き、個人線量計測定機関協議会の主幹事業者の代表として関口寛氏（長瀬ランダウア（株））より、現行法令での線量モニタリングの考え方や水晶体専用の線量計について説明があった。水晶体専用の線量計としては、現在 2 社が頭部や眼鏡に装着可能な小型の熱ルミネッセンス線量計（TLD）の頒布、モニタリングサービスを開始している。特に医療分野では、防護眼鏡なしでは 20 mSv/年を超えるおそれのある従事者が他分野に比べて多いことが予想される。このため、水晶体専用の線量計への関心が高く、会場からは、水晶体の等価線量限度が見直され、法令が施行されるまでに、線量計の大きさ、形状、装着方法等、現在のものよりも使いやすくなるよう改善してほしいといった要望があった。

加藤昌弘氏（（国研）産業技術総合研究所）からは、「水晶体線量評価のための線量計の校正」について紹介があった。産総研では、平成 29 年度及び 30 年度の安全研究において、3 mm 線量当量の導出方法の開発を行って

きた。当該研究所では、X 線については、ISO4037-3：2019 に換算係数が与えられている N シリーズの換算係数のほか、IEC61267：2017 に規定されている RQR 線質や JIS Z 4511 に示されている QI シリーズに対する換算係数も準備している。 $\beta$  線については、Sr-90/Y-90 以外の低エネルギー  $\beta$  線については、十分な換算係数が与えられていなかったが、同安全研究において Sr-90/Y-90 線源だけでなく、Ru 線源や Sr-90/Y-90 線源とアクリルを組合せてエネルギーを調整した場も開発し、さまざまなエネルギーに対応し線量計を校正できるとのことであった。今後は、現在改定中の ISO 6980 に示される予定の換算係数も提供できる予定である。

樺田尚樹氏（産業医科大学）からは、厚生労働省の「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」（検討会）において議論された水晶体被ばくの現状と課題について説明があった。検討会は、2019 年 8 月上旬に終了し、同年 9 月 24 日に検討会の報告書が厚生労働省のウェブサイト公開された。検討会では、医療分野の中でも特に眼の水晶体の等価線量が高くなる医師に対して、現状と介入後の線量調査が実施され、多くの医師が、立ち位置や防護具の使用等の介入（防護策）を講じることにより、ICRP の新しい水晶体の等価線量限度を超えないよう被ばくを低減することが実現可能であることが示された。一方、一部の医師では限度に近い、もしくは超えるおそれがあることも示唆された。そこで検討会の報告書では、おおむね放射線審議会の意見具申を取り入れることが可能としたものの、十分な放射線防護措置を講じて、なお高い被ばく線量を眼の水晶体に受ける可能性のある者については、「一定の期間、眼の水晶体の等価線量限度が年間 50 mSv を超えないこととすることが適当である」としている。この一定期間とは、ガイドライン等の周知や専門家の指導等により改善するまでに要する期間や新たな放射線防護用品が開発されるまでの期間として、「約 3 年」とした。また、「事業者は、対象となる労働者について、可能な限り早期に新たな水晶体の等価線量限度を遵守することが可能となるよう努めることが望ましい。」としており、線量測定や被ばく低減等については、われわれが進めているガイドラインの作成も大きな意味をもつものと考えられる。

このほか、指定発言者として、電気事業連合会より、要望が示された。現在、原子力事業者における被ばく管理は均等被ばく管理（胸部または腹部に線量計を着用）を行っている。その考え方は、被ばく線量の測定・評価マニュアルに基づいていること、東電福島第一原子力発



第 3 図 辻村憲雄氏が管理基準と不均等被ばくの課題を紹介している様子

電所においては、高線量ベータ線被ばくをともなうタンク解体作業を行う従事者については、眼の近傍での測定を行っていること、この結果として、50 mSv (70  $\mu$ m 線量当量を測定) を超えないことを確認しているとのことであった。水晶体の等価線量限度が改定された場合にも実態にあった合理的な管理が可能ないようにガイドラインの作成を行ってほしいとのことであった。

#### 4. さ い ご に

現在、関連行政機関では、水晶体の等価線量限度に係る関連法令の見直しの検討が行われている。第144回の放射線審議会では、審議会の意見具申のフォローアップが行われ、関係行政機関に水晶体の等価線量限度に関す

る法令の見直しについて意見を聴取したところ、多くの機関から2019年度末をめどに公布、2021年度より施行を目指していると回答があった。

本ガイドライン作成については、今年度をめどに課題を整理し、関係者間での合意をとる予定である。このため、検討が急ピッチで進められている。

会場の定員は72名であったが、満席であり、活発な議論が行われた。関係者内での関心の高さや本ガイドラインへの期待がうかがわれた。多くの関係者に利用いただけるようより良いガイドラインの作成を目指し、関係者間でしっかりと議論を行い、作業を進めていきたいと考えている。



## 報 告

### 日本保健物理学会シンポジウム「緊急時モニタリングに関する国内外動向と展望」印象記

五十嵐 悠<sup>\*1, #</sup>

#### 1. はじめに

2019年6月21日に東京大学工学部2号館にて行われた日本保健物理学会シンポジウム「緊急時モニタリングに関する国内外動向と展望」に参加した。

このシンポジウムでは緊急時モニタリングに関する国内外の動向及びその背景に着目し、さまざまな立場から現状と今後の展望について報告がなされた。

このシンポジウムに56名が参加し、報告をふまえての活発な意見交換が行われた。

#### 2. 国内外における検討状況と課題

##### 2.1 規制当局における検討状況と課題：小此木裕二氏（原子力規制庁）

規制当局の立場から、現在の原子力防災に関する法体系及び緊急時モニタリングに係る組織の位置づけや実施体制について説明がなされた。また、運用上の介入レベル（OIL: Operational Intervention Level）などに基づく具体的な防護措置の考え方、空間放射線量測定や大気中放射性物質濃度測定などの防護措置判断のためのモニタリング体制の現状と課題も紹介された。モニタリング体制の課題としては、各組織から緊急時モニタリングセンター（EMC: Emergency Monitoring Center）へ参集する要員の線量限度の統一化に向けた調整が挙げられた。

今後は、新たな技術的情報や福島第一原子力発電所事故（福島事故）の教訓を踏まえての「放射能測定法シリーズ」などのモニタリングに関する各種資料の改訂、訓練を通じての緊急時モニタリングの練度向上、及び事故後初期につづく中期及び復旧期における緊急時モニタリン

グ体制と実施内容の検討を進めていくということが報告された。

会場からは、緊急時モニタリングにおける拡散予測の位置づけ、緊急時モニタリング実施期間の判断基準、体表面汚染などに関する測定マニュアルの策定状況についての質疑があった。

##### 2.2 国際原子力機関における検討状況と課題：斎藤公明氏（(国研)日本原子力研究開発機構）

緊急時モニタリングに関わる国際原子力機関（IAEA: International Atomic Energy Agency）の最近の動向、福島事故後の中長期モニタリングという点で説明があった。

IAEAの動向として、Safety Standardsの概要とその中のSafety Guidesの一つであるRS-G-1.8の改定状況が紹介された。RS-G-1.8は2005年に発行されたモニタリングに関するガイドラインであるが、これ以降に発行された多くの関連文書との整合性、国際放射線防護委員会（ICRP: International Commission on Radiological Protection）の2007年勧告などの最新の放射線防護体系の導入、福島事故後の教訓の取り入れが必要という背景から改定が進んでおり、個人モニタリングの位置づけ、環境動植物に対する防護の位置づけ、被ばく状況分類の改定、ならびに緊急時モニタリングに関する記載の充実という点が主な変更点になるとのことだった。

福島事故後の中長期モニタリングという点では、これまで得られた知見を集約し将来の対応に役立てることが必要という論点で現在の実施内容について紹介された。新たに開発された技術としては、空間線量率を測定する走行・歩行サーベイ、可搬型Ge半導体検出器での土壌沈着量 in situ 測定、航空機モニタリング、個人線量計での住民の測定などが挙げられた。今後はこれまでに浮かび上がった課題の解決に向け、技術面における測定・解析技術の集約、モニタリング戦略の検討、体制面での中長期モニタリングの位置づけの明確化とマニュアル改定、測定資源の確保、そして福島事故の教訓の報告書への反映などの国際機関への働きかけが必要であるという提言がなされた。

会場からは、モニタリングエリアに関する国際的な議論、測定値の扱いでの倫理的課題、福島事故での線量評価に関する国際的な議論、線量評価における代表的個人の扱いなどについての質疑があった。

Yu IGARASHI; Impressions of JHPS Symposium "Domestic and Overseas Trends and Prospects of Emergency Monitoring."

\*1 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻；千葉県柏市柏の葉 5-1-5（〒277-8563）

Department of Environment Systems, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo; 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba 277-8563, Japan.

# Corresponding author; E-mail: yu.igarashi@envsys.k.u-tokyo.ac.jp

### 3. 視点別の現状分析と課題

#### 3.1 測定方法と機器の国際標準化

##### (1) ISO/TC85/SC2 (放射線防護) における国際標準化ロードマップと緊急時モニタリングに係わる国際標準化活動の現状：山田崇裕氏 (近畿大学)

国家間の活動及び協力の発展に重要となる国際標準化機構 (ISO: International Organization for Standardization) の概要及びその中での緊急時モニタリングに関する審議体制と現状について報告があった。ISO の中では TC (Technical Committee) 85 という専門委員会が原子力・放射線分野を、その傘下の SC (Subcommittee) 2 が個人と環境の放射線防護を担当している。緊急時モニタリングについては SC2 内の WG (Working Group) 25 が所管している。日本国内では、日本産業標準調査会をはじめとする関係団体が SC2 の審議体制を構成している。国際的な標準化機関としては電気分野の国際電気標準会議 (IEC: International Electrotechnical Commission) があり、測定器などの物については IEC 規格、測定方法やその適用などについては ISO 規格が多いのが現状である。

現在、SC2 のロードマップに原子力/放射線事象及び事故後の状況の管理が含まれており、これを踏まえて緊急時の環境放射線モニタリングについてのガイドライン策定が提案されている。

##### (2) 国際標準化提案「緊急時環境放射線モニタリングガイドライン」の概要：真田哲也氏 (北海道科学大学)

ISO で提案段階である、緊急時環境放射線モニタリングガイドラインの概要と現在の状況について報告があった。現在、ISO 規格には複数の放射線測定に関する規格があるが、福島事故を経験した知見や実態を反映させたモニタリングに関する実践的ガイドラインが必要であるという背景があった。新ガイドラインは、計画被ばく・現存被ばく状況に関する Part1 と緊急時被ばく状況に関する Part2 の二部で構成されている。新ガイドラインには福島事故の教訓を取り入れ、目的としては迅速な意思決定のための情報提供、線量及び環境中放射性物質分布の把握、被ばく線量評価材料の提供、除染区域判断材料の提供、の4つを設定し、骨格は日本の原子力災害対策指針等を土台として IAEA の安全基準や ICRP 勧告などの国際的な知見も取り入れるということだった。今後は、個人モニタリングの位置づけ、国家間で異なる緊急時活動レベル (EAL: Emergency Action Level)、OIL の具体的な数値設定、モニタリング方法の違いなどが議論の焦点となることが示唆された。

会場からは、緊急時モニタリング位置づけや短半減期核種モニタリングのガイドラインについての質疑があった。

##### 3.2 全身カウンタの役割 (原子力防災における体外計測の経験の総括と課題に関する専門研究会成果より)：高田千恵氏 ((国研) 日本原子力研究開発機構)

体外計測の一部として実施される全身カウンタの位置づけ、緊急時における全身カウンタの役割の国内外背景、現状の整理と課題という観点から報告があった。体外計測器とは体内の放射性物質からの放射線を測定し、形状、大きさ、密度、放射能分布等を仮定し、測定時点での体内放射能残留量を求めるものである。装置は全身カウンタ、甲状腺モニタ、肺モニタなどがあり、のうち広く普及している甲状腺モニタと一部全身カウンタが製品規格として日本産業規格 (JIS: Japanese Industrial Standards) 化されている。

専門研究会は福島事故の経験より明らかになった課題の解決及び体外計測器の在り方を具体的に提言することを目的としている。国内では、スリーマイル原発事故を契機として測定器の整備が開始され、JCO 事故後に測定体制の整備が進み、そして福島事故後にはリスクコミュニケーションの一環として全身カウンタでの体外計測が実施されたことなどが整理されている。一方で、被検者の体格差による不確かさや表面汚染による影響、摂取シナリオ仮定の難しさ、緊急時の体外計測の役割、個人情報であるデータの取扱上の配慮、人的資源の不足など、数多くの課題が明らかとなった。今後は明らかとなった課題の解決と知見の定着に向け、福島事故の教訓を国際標準へ反映し、国際的な共通認識を持った上で日本国内の規格への取り込みを目指すということであった。

会場からは、国際標準化にむけての測定機器や測定手法の相互比較について、及びリスクコミュニケーションとしてのデータの使い方についての質疑があった。

##### 3.3 自治体の活動と挑戦：高橋秋彦氏 (佐賀県)

原発立地自治体という観点から、福島事故以前の環境放射線モニタリング体制、緊急時モニタリング体制の現状、今後の課題というトピックで報告がなされた。

佐賀県には玄海原子力発電所が立地しており、平常時の環境放射能調査の実施や緊急時モニタリングに向けての体制整備が行われている。福島事故以前は、原子力災害対策特別措置法制定を契機としたモニタリングポストの増設などによりモニタリング体制が強化されてきた。

福島事故以降はさらに体制を充実させるため、電子線量計や大気モニタなどの各種測定装置が整備されている。一方で、モニタリング要員の確保・養成など人的資源に関する課題、参集要員の被ばく線量管理についての課題、測定結果の評価や特殊なモニタリングの支援体制についての課題、増設された緊急時モニタリング資機材の維持・更新など物的資源に関する課題など、多くが挙げられた。

会場からは、EMCの体制についてや原子力事業者との連携についての質疑があった。

#### 4. 意見交換

意見交換では、まず指定発言者である高平氏（東京電力ホールディングス（株））、反町氏（福島県立医科大学）、笠井氏（（一社）日本保健物理学会特別会員）よりそれぞれの経験に基づく意見の提示を受け、議論の軸とした。高平氏からは、福島事故における原子力事業者の経験としてモニタリングポストや個人線量計測システムの機能喪失、そしてこれらの代替手段の確保の重要性について意見が出された。反町氏からは、緊急時における環境モニタリングの重要性、及びこれを実施するための組織横断的ネットワークづくりの必要性、さらに人材育成の現状について意見が出された。笠井氏からは、緊急時モニタリングと平常時モニタリングの考え方の違いや住民と専門家の協力についての意見が提示された。これらを踏まえ、日本国内での緊急時モニタリングの協力体制、モニタリング要員の人材育成、自治体住民への対応に対する専門家の関与についての議論が行われた。

#### 5. おわりに

本シンポジウムを通して、福島事故以降に新たな緊急時モニタリング体制の構築・準備が、行政・専門家双方の立場で進んでいることを認識した。また、福島事故の知見を日本のみならず世界へ発信し共有するためにさまざまな面から積極的な働きかけが行われていることも知った。一方で、準備されたモニタリング装置を維持し続けるための予算や運用のための要員の確保と教育、発災時のモニタリング実施期間や測定されたデータの取り扱い、データの解釈やその結果の住民への説明、被害想定を超えた場合の対応など、取り組むべき課題がまだまだ残っているようである。さらに、モニタリング戦略についての認識の共有は重要であり、引き続き地域住民や国際社会の理解を得る努力が求められる。これらの推進のためにも、本シンポジウムのような、さまざまな立場・視点での継続的な議論を今後も実施していくことが必要である。



五十嵐 悠（いがらし ゆう）

福島県出身。東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻博士課程在学中。現在は、福島事故後の住民の線量評価やラドン族濃度測定器開発を通して、内部被ばく線量評価について研究中。

E-mail: [yu.igarashi@envsys.k.u-tokyo.ac.jp](mailto:yu.igarashi@envsys.k.u-tokyo.ac.jp)



## 報 告

### 日本保健物理学会講演「ICRP 勧告取入れにおける国内動向」印象記

前 田 剛\*1,#

#### 1. はじめに

2019年6月20日に東京大学において「ICRP 勧告取入れにおける国内動向」と題した講演が(一社)日本保健物理学会の主催,(一社)日本放射線安全管理学会の共催の下に開催された。事務局によると参加者は96名であった(第1図)。

ICRP(国際放射線防護委員会)の勧告に対する国内における取入れ状況の解説が行われ, 桧垣正吾氏(東京大学・企画委員会副委員長)の開会挨拶の後, 高田千恵氏((国研)日本原子力研究開発機構)を座長として2つの講演が行われた。横山須美氏(藤田医科大学)から「円滑な規制運用のための水晶体の放射線防護に係るガイドラインの作成」と題して, 眼の水晶体の新しい線量限度の運用に向けた課題の検討状況についての講演後, 佐藤直己氏(原子力規制庁)から「ICRP2007年勧告の取入れに関する国内での検討状況について」と題して, ICRPの2007年勧告の取入れに関する放射線審議会の最近の審議内容についての講演があった。以下に各講演の概要及び印象を記す。

#### 2. 講演1: 円滑な規制運用のための水晶体の放射線防護に係るガイドラインの作成

2019年度の原子力規制庁の放射線安全規制研究戦略的推進事業の中で進められている水晶体の放射線防護に係るガイドラインの作成について, 主任研究者の横山氏から講演があった。

背景となる2011年のICRPの眼の水晶体の線量限度

Tsuyoshi MAEDA; Impressions of Japan Health Physics Society Lecture, "Domestic Trend about Incorporating ICRP Recommendations."

\*1 (国研) 日本原子力研究開発機構核燃料・バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所放射線管理部; 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33 (〒319-1194)  
Radiation Protection Department, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development, Japan Atomic Energy Agency; 4-33 Oaza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan.

# Corresponding author; E-mail: maeda.tsuyoshi@jaea.go.jp



第1図 会場の様子

の引き下げに係る声明の紹介後, 2021年度の新しい線量限度を取り入れた国内法令の施行に向けた放射線審議会の動きについて解説された。課題となる法令の円滑運用に向けて「分野横断的な水晶体等価線量モニタリングに係るガイドライン」と「放射線診療従事者における水晶体防護の最適化に係るガイドライン」の2つのガイドラインの作成を進めており, 横山氏が担当する前者について紹介があった。

原子力及び医療分野を隔てない標準的な水晶体のモニタリング手法を取りまとめて記載する予定とのことであり, 特に検討を要する事項として眼の近傍に追加の個人線量計の装着を要する判断基準の提示が挙げられた。均等被ばく・不均等被ばく状況を分ける線量の目安がこれまで示されてこなかった背景から判断基準の作成は容易ではないが, フランスのJ. M. BORDY氏の論文(“Monitoring of eye lens doses in radiation protection,” *Radioprotection*, 50 (3), 177-185, 2015)の考え方を判断基準の参考とできないか議論を重ねているとの現状の紹介があった。

作成にあたっては,(一社)日本保健物理学会の放射線防護標準化委員会とも連携して作成を進めており, 引き続き多くの学会員から意見を求めたいとのことであった。作成の現状だけでなく経緯から解説が行われ, 国内における水晶体の新しい線量限度の取入れの背景から現状及び課題まで広く学ぶことができた。

#### 3. 講演2: ICRP2007年勧告の取入れに関する国内での検討状況について

ICRPの2007年勧告の取入れの現状について, 放射線審議会の事務局を務める佐藤氏から講演があった。

ICRP勧告を尊重しながら放射線防護に係る国内法令

の整備を進めている放射線審議会の役割について紹介後、2007年勧告の取入れに関する国内の現状について解説された。2008年より審議が開始され、勧告内容に関係する国内法令等の規制との比較から課題の抽出が成され、2011年に中間報告として取りまとめられたとのことである。その後、東京電力福島第一原子力発電所事故による中断を挟みながらも審議が続けられており、中間報告で挙げられた課題の15項目うち10項目については、すでに国内制度等に取入れられているとの評価が得られ、残りの5項目（①女性の放射線業務従事者に対する線量限度・測定頻度、②妊婦である放射線業務従事者に対する線量限度、③健康診断、④実効線量係数・排気中又は空気中の濃度限度・廃液中又は排水中の濃度限度等、⑤医療被ばく）についても、継続して審議中であるとの現状の紹介があった。

東京電力福島第一原子力発電所事故を受けた審議では、2007年勧告の考え方が取入れられた「放射線防護の基本的考え方の整理—放射線審議会における対応」が策定されたとの紹介があった。また、今も続いている当事故の対応の中で2007年勧告において新たに示されていた被ばく状況に応じた放射線防護に関して、技術的基準の策定に向けた検討が進んでいるとの解説があった。

審議の準備及び結果の反映を担当する事務局の視点からの講演であり、2007年勧告がこれまで国内でどのように審議され、法令等にどこまで反映されてきたかを勉強できる大変良い機会となった。

#### 4. おわりに

ICRP勧告の国内への取入れに関する2つの重要なトピックスの解説を聴講した。水晶体の線量管理について

は、来るべき2021年度の新しい線量限度を取り入れた法令施行に向けて、原子力分野と医療分野の垣根を越えたネットワークの構築が急速に進んでいる印象を持った。水晶体の放射線防護が現在の共通課題であるが、今後、放射線管理に関する共通的な技術開発の協力体制が今回の交流を基に大規模に発展していくのではないかとこの楽しみを持った。ICRPの2007年勧告の取入れについては、審議開始から東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を生かしながら取入れを進めている現状までの流れを追うことができた。勧告が出されたのはすでに10年以上前であるが、東京電力福島第一原子力発電所事故による審議中断もあり、国内法令の取入れには時間がかかるべくしてかかっている状況を理解することができた。

本講演を通じて、ICRP勧告の国内法令への取入れについて着々と準備が進められている状況を把握することができた。放射線管理の職務を担う者として、最新の動向を引き続き注視していき、新しい状況に円滑に対応できるように精進していきたい。



前田 剛（まえだ つよし）

1990年徳島県生まれ。博士（理学）。大阪大学大学院にて原子核実験の研究を行う。2018年、（国研）日本原子力研究開発機構入社。福島研究開発拠点内の安全管理担当部署に所属。現在は、核燃料サイクル工学研究所の個人被ばく管理に係る業務に従事。趣味は登山とバドミントン。

E-mail: maeda.tsuyoshi@jaea.go.jp

## 報 告

### 第5回環境放射能に関する国際会議 (ENVIRA2019) への参加報告

仲宗根 峻也\*<sup>1, #</sup>, 伊志嶺 聡伸\*<sup>1</sup>,  
中村 夏織\*<sup>1</sup>

#### 1. はじめに

2019年9月8日から13日の6日間にわたり, Ivo SVETLIK 博士 (Nuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences) を開催地組織委員会代表, Pavel P. POVINEC 博士 (Comenius University) を国際組織委員会代表として, The 5th International Conference on Environmental Radioactivity (ENVIRA2019, 環境放射能に関する国際会議) がチェコ共和国のプラハにある Don Giovanni Hotel において開催された (第1図)。この国際会議は2年ごとに開催され, 前は2017年にリトアニアのヴィリニウスで開催され, 今回で5回目となった。本会議では, 地球環境 (大気圏, 水圏, 生物圏, 土壌圏など) 及び海洋環境 (海水, 海洋生物, 堆積物など) における物質循環やそれら環境の変遷, 変動を明らかにすることを目的とし, 天然起源や人為起源の放射性核種の適用手法などに関する新たな科学的知見に主眼を置いている。また, 放射分析, 低エネルギー及び高エネルギー質量分析法, 天然及び人工の放射性核種の連続モニタリングシステム, 地下施設を利用した極低レベルの $\gamma$ 線測定を含む高精度の放射性核種分析法の開発やそれらの最新の動向もトピックとしてプログラムに含まれている。地球科学や放射化学など環境放射能を含む国際学会は多くあるが, ENVIRA は環境放射能の専門家が一同に会する唯一の国際会議である。本稿では, 筆者の所感も交えながら本会議の概要について紹介したい。

Shunya NAKASONE, Akinobu ISHIMINE and Kaori NAKAMURA;  
Report on Participation in the 5th International Conference on  
Environmental Radioactivity: ENVIRA2019.

\*<sup>1</sup> 琉球大学大学院理工学研究科; 沖縄県中頭郡西原町字千原1  
番地 (〒903-0213)

Graduate School of Engineering and Science, University of the  
Ryukyus; 1 Senbaru, Nishihara-cho, Nakagami-gun, Okinawa 903-  
0213, Japan.

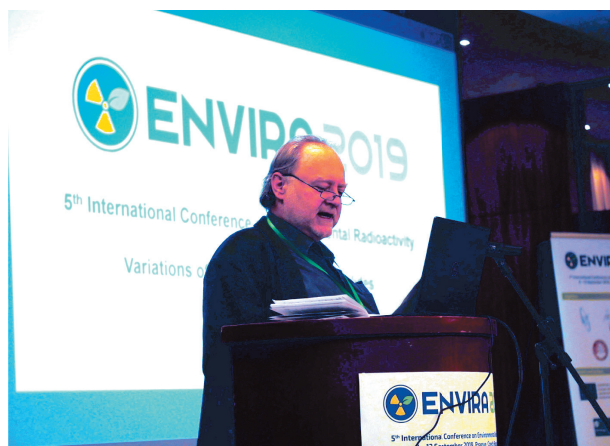
# Corresponding author; E-mail: k198602@eve.u-ryukyu.ac.jp



第1図 開催会場 (Don Giovanni Hotel)

#### 2. ENVIRA2019 の概要

本会議の初日は受付と歓迎レセプションのみで, 2日目に ENVIRA2019 大会長の Ivo SVETLIK 博士の開会の挨拶がなされた後, 招待講演 (Plenary Session), 一般口頭発表 (Oral Session) 及びポスター発表 (Poster Session) が始まった (第2図)。セッションは13の専門



第2図 開会の挨拶 (ENVIRA2019 開催地組織委員会代表 Ivo SVETLIK 博士)。写真は ENVIRA2019 事務局より提供。



第1表 セッションの構成

|    |  |
|----|--|
| 1  | Recent developments in analytical technologies   |
| 2  | Variations of environmental radionuclides  |
| 3  | Natural radionuclides in the atmosphere  |
| 4  | Marine radioactivity   |
| 5  | Radionuclide impact of nuclear facilities and their decommissioning on the environment |
| 6  | Radionuclide transport in the environment  |
| 7  | Radionuclides in climate change studies  |
| 8  | Progress in environmental radioactivity studies  |
| 9  | Natural radionuclides in the environment   |
| 10 | Modeling of environmental processes  |
| 11 | Radioecology   |
| 12 | NAA for analysis of long-lived radionuclides   |
| 13 | Reference materials for environmental radioactivity studies                            |

領域に区分され、2つの会場に分かれ同時並行で進められた(第1表)。発表件数は、招待講演・一般口頭発表が約150件、ポスター発表が約130件であった。参加者はヨーロッパやアジアなどを含む世界44か国から291名であった。

内容としては、放射化学分析、放射化学、放射線生態学、放射性核種の海洋・大気循環、福島・チェリノブイリ事故関連、環境放射能研究の進展など、幅広い領域で議論が盛んに行われた。

会議の主なトピックとして、2011年の福島第一原子力発電所事故(以下、福島原発事故)に関連した放射能汚染や放射性核種の長期挙動、放射線生態学などがあった。それらは招待講演をはじめ、一般口頭発表やポスター発表などでも数多くの発表があった(第3図)。いずれの発表にも多くの聴衆が耳を傾け、熱心な議論を繰り広げており、海外研究者が依然として関心を持ち続けていることを直接肌で感じる事ができた。また、チェリノブイリ事故から30年以上経過したが、事故に関する環

境影響や放射線生態学に関する研究は続けられており、それら研究発表も今回多く見受けられた。また、福島原発事故からは8年経過し、当初よりも事故に関連する論文数や研究者人口が減りつつある。本会議を通じて、精力的に福島原発事故に関する環境放射能研究の成果を国際的に発信することが日本の責務であると感じた。

ここで筆者らが本会議において、特に印象に残った発表についていくつか紹介したい。仲宗根は、ポスター発表「Determination of low level tritium concentrations in the Czech Republic for tritium tracing applications」が興味深かった。本発表は原子力発電所周辺の陸水(井戸水)と降水中のトリチウムのモニタリングを実施し、施設から周辺環境への影響評価を行った内容であった。また、降水中トリチウム濃度は春と夏に高く冬に低い傾向を示しており、その変動要因として、春季になると大陸が熱せられることで対流圏界面が上昇し、成層圏から対流圏へのトリチウムの流入が増大することを挙げていた。大陸縁辺部に位置する日本と内陸部に位置するチェコ共和国の濃度を比較することができ、それら結果から濃度の季節変化や分布に関する要因について追究することができるとおもわれた。

伊志嶺はポスター発表「Radon activity concentration assessment in Pozalagua Cave」が興味深かった。本発表はスペイン北部のビルバオにあるポサラグア洞窟における大気中ラドン濃度のモニタリングを実施した内容であった。洞内大気中ラドン濃度は夏に高く冬に低い傾向を示していた。冬季は夏季と比較し、洞内外の大気が活発に換気されることで低濃度を示すことが結果として報告されていた。沖縄県南部に所在する鍾乳洞においても洞内大気中のラドン濃度を測定した報告がされている。筆者は洞窟内で高い値を示す大気中ラドンの供給源が洞内の地下水が要因のひとつであるとし、地下水ラドン



第3図 口頭発表の様子

濃度の連続観測を行っている。本研究で得られた実測データによる結果の再現性や汎用性を得るための貴重なデータであると強く感じた。

中村はポスター発表の部門において「Air radioactivity monitoring in Monaco (1998-2018)」が自身の今後の研究において参考となった。この研究は降水中の放射性核種を月ごとにモニタリングし、地中海における放射性核種の挙動を把握するというものである。乾季にドライフォールアウトしてきた放射性核種を効率よく回収するため、水盤に脱イオン水を張る手法に興味を持った。筆者はこの冬から亜熱帯島嶼地域における大気中の放射性核種の挙動を把握することを目的とし、降水中降下物の測定を行う予定である。沖縄は明確な雨季や乾季はないが、他地域と比べ1年を通じて蒸発が盛んである。そのため、上記の手法を参考に回収用の水盤にあらかじめイオン水を張るなどの、放射性核種を効率良く回収できる対応策を検討、実施していきたい。

また、一般口頭発表及びポスター発表においては、環境放射能の若手を育成することを目的に、優れた発表者を顕彰する Best Student Presentation Award が設けられている。受賞された方の氏名（敬称略）と演題名は以下の通りである。

#### 一般口頭発表 (Oral contribution)

1<sup>st</sup> place: Ms. Sushine TAN (University of the Philippines)  
Iodine-129 as an environmental tracer for salinity origin in groundwater samples in Pampanga, Philippines

2<sup>nd</sup> place: Mr. Ivan KONTUL (Comenius University)  
Radiocarbon analysis of carbonaceous aerosols in Bratislava, Slovakia

#### ポスター発表 (Poster contribution)

1<sup>st</sup> place: Mr. BHARATH (Mangalore University)  
An improvised method for Carbon-14 measurement in gaseous effluents

2<sup>nd</sup> place: Mr. Michael KERN (University of Venna)  
Increased negative ionization yield for the detection of U-236 and U-233 by AMS

### 3. 筆者の研究発表内容

仲宗根はポスター発表の枠において「Characteristics of hydrogen and oxygen isotopes and chemical compositions in monthly precipitations collected at Hokkaido, Gifu and Okinawa, Japan」と題して、次の内容の発表を行った（第

4 図）。日本における降水中トリチウム濃度の季節変動を明らかにすることを目的として、2016年6月から継続的に降水及び降雪を採取し、降水中トリチウム濃度と水素・酸素安定同位体比、化学成分の分析を行った。これらデータに基づき、各地点の降水の特性や降水をもたらす空気塊の起源について考察した。聴衆から「日本の広範囲にわたる降水中トリチウム濃度の連続観測データ及び降水の安定同位体比や化学成分のデータセットは環境トリチウムの動態を解明する上で大変貴重であるため、今後も継続した調査、データ分析に取り組んで欲しい」とのコメントを頂き、今後の研究に対するモチベーションがより一層上がった。

伊志嶺はポスター発表の枠において「Relationship between the radon concentration of dripping water in limestone cave and the amount of precipitation observed in Okinawa, subtropical region of Japan」と題して、次の内容の発表を行った。沖縄島南部に所在する鍾乳洞（以下、玉泉洞）にあるストロー管から滴下水を採取し、ラドン濃度を測定した。滴下水中のラドン濃度と玉泉洞地域の降水量データに基づき、鍾乳洞上部の土壤に含まれる水の浸透速度について考察した。洞内の滴下水量は降水量に比例し、またラドン濃度も同様の関係にあり、降水量が多い時期に滴下水中のラドン濃度は上昇する。聴衆から「滴下水量が多ければ、土壌や石灰岩層を速く通過するので、ラドン濃度が下がる傾向になる」というコメントを頂いた。コメントを受け、実測だけでなくボックスモデルを作成し、水の動きを考察するなどの課題が明確となった。

中村はポスター発表の枠において「Secondary cosmic radiation doses during domestic air travel in Japan measured



第4図 ポスター発表の様子



by handy methods」と題して、次の内容の発表を行った。二次宇宙線の電離成分と巡航高度、飛行時間との関係を明らかにすることを目的とし、簡易測定器を用いて二次宇宙線の電離成分を実測した。巡航高度及び飛行時間と電離成分の相関を正確に捉えるために、電離成分が  $0.01 \mu\text{ Sv}$  上昇するごとにその時間を記録した。聴衆から「二次宇宙線の電離成分と巡航高度、飛行時間の関係を示すデータは初めて見たので大変興味深かった。緯度ごとに計測を実施し、地球磁場に関する変動を捉えるような取り組みを期待している。」とのコメントを頂いた。それからデータの蓄積や簡易測定器の開発も視野に入れて、今後研究に取り組んでいきたい。

#### 4. 最後 に

プラハは清々しい秋晴れの天候が続き、本会議の開催期間中は連日多くの関係者が足を運び、会場内は熱気で満ち溢れていた（第5図）。筆者にとって、今回は2回目の国際会議への参加となり、英語でのコミュニケーションや積極性に関しては前回の反省を生かすことができたが、やはりまだ十分とは言えず、今回も英語でのコミュニケーションや研究面での課題は多く残った。

本会議を通して、筆者は福島原発事故に伴う諸課題について依然として国際的な関心は高く、日本国内外に関わらず積極的な議論・活動が行われている印象を受けた。日本の環境放射能分野に関わる身として、日本国内の学会だけでなく、国際的な場で積極的に研究成果を発信する重要性を強く感じた。

次回の環境放射能に関する国際会議は2年後の2021年にスペインのセヴィリアで、Mabuel Garcia-LEON 博士（University of Sevilla）のもと開催予定である。



第5図 会議参加者による集合写真

#### 謝 辞

ENVIRA2019へ参加するにあたり、伊志嶺、中村は、琉球大学大学院理工学研究科の「高度統合型熱帯海洋科学技術イノベーション創出研究拠点形成事業」から助成を頂きました。この場を借りて、感謝申し上げます。



仲宗根 峻也（なかそね しゅんや）

1993年生。沖縄県うるま市出身。国立大学法人琉球大学大学院理工学研究科海洋環境学専攻博士後期課程1年。現在は沖縄県におけるトリチウムの環境動態研究に取り組んでいる。

E-mail: k198602@eve.u-ryukyu.ac.jp



伊志嶺 聡伸（いしみね あきのぶ）

1992年生。沖縄県那覇市出身。国立大学法人琉球大学大学院理工学研究科物質地球科学専攻博士課程前期2年。現在は沖縄県における鍾乳洞内の滴水中ラドン濃度の研究に取り組んでいる。

E-mail: k188342@eve.u-ryukyu.ac.jp



中村 夏織（なかむら かおり）

1993年生。北海道札幌市出身。国立大学法人琉球大学大学院理工学研究科物質地球科学専攻博士課程前期1年。現在は沖縄県における大気中降下物の放射性核種の研究に取り組んでいる。

E-mail: k198345@eve.u-ryukyu.ac.jp

## 話題

### ラドンに対する新しい線量換算係数の影響に関する技術会合の参加報告

細田 正洋\*1,#

#### 1. はじめに

2019年10月1日から4日にかけてウィーン国際センター(第1図)のM2会議室で「ラドンに対する新しい線量換算係数の影響に関する技術会合」が開催され出席したのでその概要を報告する。国際原子力機関(IAEA), 国際放射線防護委員会(ICRP), 原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR), 世界保健機関(WHO)の国際機関を含む34か国から56名の参加があった(第2図)。参加者は, 主として公衆や職場環境に対する放射線防護当局や関連する産業での放射線防護責任者及び関連分野での研究者であった。日本からは弘前大学被ばく医療総合研究所の床次眞司教授と著者の2名であった。

ICRPは, 2018年に刊行したPubl. 137の中でラドンの線量換算係数を再評価し, 現状の約2倍になることを報告した。そこで, IAEAは2014年に報告された「Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3」(以降, 一般安全要件パート3)に対する, ICRPが提案したラドンに対する新しい線量換算係数の影響について議論することを目的に本技術会合が開催された。

#### 2. プログラムの概要

##### 2.1 1日目の内容

10月1日は, 3件の基調講演と3件の国際機関からの報告があった。その概要を以下にまとめる。

##### 1) 基調講演の概要

##### i) Epidemiological studies and their role in defining dose

##### conversion factors for radon (50分)

チェコのAlex FRONKA博士及びLadislav TOMASEK博士は, 疫学研究の基礎とチェコ, カナダ, フランス及びドイツのウラン鉱夫に対する疫学研究を統合した解析結果について講演した。

##### ii) Dosimetric approach in defining dose conversion factors for radon and historic overview (60分)

弘前大学の床次眞司教授は, 線量学的アプローチによるラドン吸入摂取にともなう線量評価について, その手順や呼吸気道モデルの解説とともに報告した。また, 線量換算係数に関する研究論文や国際機関の報告書をレビューし, 線量換算係数の評価に必要な物理パラメータの定義や不確かさについても言及した。特に, 線量換算係数の評価に対してエアロゾルの粒径分布は大きな不確かさ要因となり, その評価は重要であること, 十分にデータが蓄積されていないことを指摘した。

##### iii) Industrial experience and cost-benefit analysis of introducing new dose conversion factors for radon (30分)

オーストラリアのFrank HARRIS博士は, 新しいラドンに対する線量換算係数の導入による産業分野における費用対効果分析の結果を報告した。費用対効果分析は, ALARAにおける「合理性」と「経済要因」に対する良い考察を提供し, ラドン曝露管理プログラムの相対的な効果判定の重要なツールとなることのであった。さらに, 費用対効果分析は最適化プロセスにおいて必須なものであると報告した。

#### 2) 国際機関からの報告の概要

##### i) UNSCEAR: Updates on scientific data and dose conversion factors (60分)

Per STRAND博士によって, ラドンの線量換算係数に関する最近のUNSCEARの動向についての報告があった。UNSCEARではタスクグループを立ち上げ, 2006年報告書以降のラドン曝露に対する肺がんリスクに関する文献をレビューした。当初は, トロンの影響についても議論することを検討していたが, その情報量が十分ではないとの理由により, タスクグループでの議論からは除外された。UNSCEARは, 線量学及び疫学的手法のそれぞれの不確かさを考慮して, 住居及び職場環境におけるラドンの線量換算係数は変更しないと報告した。つまり, UNSCEARは引き続き9 nSv per (Bq h m<sup>-3</sup>)を使用する。秘書官のFerid SHANNOUN博士は, 追加コメントとしてUNSCEARが提案している線量換算係数は, 放射線防護の目的ではなく, 他の線源からの曝露による

Masahiro HOSODA; Report on a Technical Meeting on the Implications of the New Dose Conversion Factors for Radon.

\*1 弘前大学大学院保健学研究科:青森県弘前市66-1(〒036-8564) Hirosaki University Graduate School of Health Sciences; 66-1 Honcho, Hirosaki 036-8564, Japan.

# Corresponding author; E-mail: m\_hosoda@hirosaki-u.ac.jp





第1図 ウィーン国際センターの外観



第2図 技術会合の参加者

年間実効線量との比較のために用いるべきであることを強調した。

ii) ICRP : Updates on scientific data and dose conversion factors (60分)

第2委員会委員長である John HARRISON 博士は、ICRP の新しいラドンに対する線量換算係数について解説した。内容は ICRP が昨年報告した Summary of ICRP recommendations on radon に沿ったものであるため詳細は割愛する。ICRP の summary では、

*“Using dosimetric models, the dose coefficients are 3.3 mSv per mJ h m<sup>-3</sup> for workers in mines and 4 mSv per mJ h m<sup>-3</sup> for sedentary office workers. Using the same methodology, the dose coefficient for exposure in homes is 3.7 mSv per mJ h m<sup>-3</sup>.”*

の記載があり、いくつかの国ではこの値を用いて各国の線量評価結果を示していた。しかし、その直後に、

*“For buildings and underground mines, in most circumstances the recommended dose coefficient is 3 mSv per mJ h m<sup>-3</sup> (approximately 10 mSv per WLM).”*

の記載がある。それぞれの環境で与えられた線量換算係数を丸めたとのことであるが、なぜ 3 mSv per mJ h m<sup>-3</sup> としたのか、その解釈について会議期間中に HARRISON 博士に直接確認した。ICRP の summary には記載されていないが、それぞれの環境において評価された線量換算係数には大きな幅があり、その center value (おそらく、中央値の意味) を取るとこの値に丸められるとのことである。したがって、観光用洞窟と肉体労働者以外の全ての環境に対してこの線量換算係数が適用できるとのことであった。なお、観光用洞窟と肉体労働者に対しては 6 mSv per mJ h m<sup>-3</sup> (20 mSv per WLM に相当) が適用されるとのことである。何人かの参加者が誤解していたように、この解釈についての追加報告を期待したい。

iii) WHO’s perspective on radon: A matter of public health

Emilie van DEVENTER 博士は、WHO が共同執筆した



一般安全要件パート3と2009年に刊行されたWHOラドンハンドブックについて簡単な説明をした。IAEA一般安全要件パート3において職場環境における参考レベルは $1,000 \text{ Bq m}^{-3}$ を推奨したが、EU加盟国は住居内及び職場環境のいずれも $300 \text{ Bq m}^{-3}$ に設定したと報告した。

当初はILOからの発表も計画されていたが、当日キャンセルとなった。そこで、Olga GERMAN博士（IAEA）によってILOのステートメントが代読された。その中で、ILOは安全基準の実装を支援するだけの確固たる科学的根拠、データや情報に基づく線量換算係数の改訂であれば受け入れられるだろうとのことであった。

## 2.2 2日目から3日目の午前までの概要

25か国の参加者から各10分間のnational presentationが行われた。当初は一か国当たり15分の予定であったが、当日のプレゼン資料の持ち込みもあったため、一か国当りの持ち時間が短縮された。各国からのプレゼンテーションの内容は、主として住居及び職場環境における屋内ラドン濃度と管理、ラドンに対する新しい線量換算係数の導入にともなう各国の影響と立場についてであった。

### 1) 日本からのプレゼンテーションの概要

原子力規制庁の荻野晴之博士との共同発表として、著者は下記の内容について報告した（第3図）。最初に、わが国の自然放射線源からの国民線量について簡単に示した後、過去に実施された3回のラドンの住居内での全国調査と（公財）日本分析センターによって実施された職場環境内における全国調査で得られた結果の概要を解

説した。その中で、統一的な手法によって得られた（公財）日本分析センターの結果を用いて、既存と新しい線量換算係数を用いた場合の年間実効線量の評価結果を示した。さらに、わが国では、屋内ラドンに対する規制がないものの、放射線管理区域では空気中放射性物質濃度（ $3,000 \text{ Bq m}^{-3}$  EERC）によって規制されていることを紹介した。その濃度限度は、年間50 mSvの実効線量を基準とし、線量換算係数としてICRP Publ. 65の値が用いられていること、新しく提案された換算係数を用いることで限度が1/2の $1,500 \text{ Bq m}^{-3}$ になることを示した。一方、わが国の規制に関しては、放射線審議会では“引き続き国際動向に注視する”という状況にあることを報告した。ただし、（一社）日本保健物理学会では、ラドンに関する防護のガイドラインについて議論しており、その内容についても紹介した。なお、このガイドラインに法的拘束力はないものの、放射線審議会の報告書内に記載されていることについても触れた。

発表後、トロンに関するデータについて質問があった。これは、わが国の2回目及び3回目の全国調査ではラドン・トロン弁別モニタを使用していることから、このような質問があった。トロンに関しては測定器の設置場所によってその濃度が大きく変化するので、トロンガス濃度の測定ではなく、子孫核種濃度を測定する必要があると回答した。

トロン子孫核種の全国調査に関する報告はほとんどなく、今後調査が実施され、データが蓄積されていくことが期待された。特に、わが国では家屋構造によってトロン濃度が高い家屋が発見されていること、パッシブ型トロン子孫核種モニタの開発が進み実用化が進められており、すでに多くの調査研究に用いられていることを鑑みると、わが国が率先して進めていける課題であると考えられる。

### i) 各国からの報告を受けたまとめ

発表スライドをもとに、本技術会合への参加国が設定している参考レベルを第1表にまとめる。第1表に記載されている順番は報告順である。この表に記載された国以外では、

- ブラジル：NORM産業における対策レベルとして $1,000 \text{ Bq m}^{-3}$ が設定されている。
- インドネシア：参考レベルの設定はないが、放射線規制委員会はIAEAに準拠し、居住環境において $300 \text{ Bq m}^{-3}$ 、職場環境において $1,000 \text{ Bq m}^{-3}$ をガイドラインとしている。
- アメリカ合衆国：居住環境の対策レベルとして



第3図 National presentationの様子

第1表 技術会合参加国で設定している参考レベル

| 国・機関    | 参考レベル (Bq m <sup>-3</sup> ) |       | 備考   |
|---------|-----------------------------|-------|--|
|         | 居住環境                        | 職場環境  |  |
| 国際原子力機関 | 300                         | 1,000 |  |
| 欧州連合    | 300                         | 300   | ポーランドは 2019 年 9 月 23 日に導入                              |
| イラン     | —                           | —     |  |
| アルジェリア  | —                           | —     |  |
| インドネシア  | —                           | —     |  |
| モロッコ    | 300                         | 300   |  |
| 南アフリカ   | —                           | —     |  |
| カナダ     | 200                         | 200   |  |
| イギリス    | 200                         | 300   |  |
| スウェーデン  | 200                         | 200   | 欧州連合加盟国  |
| ヨルダン    | —                           | —     |  |
| オーストラリア | 200                         | 200   | ほとんどの職場環境  |
|         |                             | 1,000 | 防護対策が求められる職場環境   |
| タイ      | —                           | —     |  |
| スイス     | 300                         | 300   | ラドン曝露環境下での作業者の閾値 (参考レベルはない) : 1,000 Bq m <sup>-3</sup> |

“—” は現時点で未設定であることを示す。

148 Bq m<sup>-3</sup> が設定されている。

- インド：ウラン鉱山における空气中放射性物質濃度限度として、平衡等価ラドン濃度で 1,000 Bq m<sup>-3</sup> が設定されている。
- ペルー：対策レベルとして居住環境において 200 Bq m<sup>-3</sup>、職場環境として 1,000 Bq m<sup>-3</sup> が設定されている。
- a) 日本を含むいくつかの国では ICRP Publ. 65 と ICRP Publ. 60 を基本とした規制を行っており、ICRP Publ. 103 を基本とした一般安全要件パート 3 の導入は行われていないことが明らかとなった。日本では、放射線管理区域（鉱山）において空气中放射性物質濃度限度が設定されており、この値は平衡等価ラドン濃度で 3,000 Bq m<sup>-3</sup> (50 mSv 相当) としている。ただし、この値は国際機関が提示している参考レベルとは異なることに注意が必要である。なお、IAEA は加盟国に対してラドンガス濃度で 1,000 Bq m<sup>-3</sup> を参考レベルとしているが、EU 加盟国では 300 Bq m<sup>-3</sup> としている。国際的な動向を踏まえ、この点に関して再検討が必要かもしれない。
- b) EU では、参考レベルである 300 Bq m<sup>-3</sup> (ラドンガス濃度) を基準として、測定によってこの値を超えているか否かを判断する。その際、参考レベルを超えた場合に線量評価を行う。年間実効線量として 6 mSv が基準であり、超えていれば計画被ばく状況として低減措置を行うこととする。
- c) 職場環境におけるラドン曝露に対して新しい線量換算係数を導入することは、現状と比べてより高い線量を

- 与えることになる。その結果、規制に対してより多くの労力をもたらすことになり、新しい線量換算係数の導入と運用のために加盟国間での合意が必要となる。
- d) 住居と職場環境におけるラドン曝露（特に、現存被ばく）に対する新しい線量換算係数は、多くの加盟国の規制と放射線防護体系に重要な影響を及ぼす。したがって、加盟国は IAEA からの新しい線量換算係数の適用に関するガイダンスを期待する。
- e) トロンの被ばくに関する情報が圧倒的に少なく、今後のデータの蓄積の重要性が ICRP や UNSCEAR からコメントされた。さらに、トロン曝露に対する線量評価に、トロンガス濃度に不確かさが非常に大きな平衡係数を乗じる手法は放射線防護上、適切ではないとのコメントが会場からあった。参加者の多くからトロン子孫核種の測定的重要性が指摘された。
- f) 線量換算係数はラドン（トロン）子孫核種の粒径に大きく依存する。さらに、トロンだけでなくラドンの平衡係数も環境によって代表値とは大きく異なる可能性がある。しかし、これらのデータは非常に少なく信頼できるデータの蓄積が重要であることが指摘された。会議の休憩時間での会話でも、わが国はラドン・トロンの基礎研究に対して多くの実績があることから、積極的な情報発信が期待された。

### 3.3 3日目の午後の概要

本技術会合の成果を RASSC（放射線安全基準委員会）で報告するために、参加者全員が希望する被ばく状況に分かれてグループディスカッションを行った。著者は居

住環境のグループに参加した。なお、被ばく状況とその座長は以下のとおりである。

- 居住環境（15名）：Sophia DEKKER 博士（オランダ）
- 職場環境（計画被ばく）（18名）：Frank HARRIS 博士（オーストラリア）
- 職場環境（現存被ばく）（14名）：床次眞司教授（日本）

#### 1) グループディスカッションの要約

参加者は、一般安全要件パート3の早急な改定を必要としないことに合意したが、加盟国に対して以下に示すコメントとともに方針説明書を出すように勧めた。

- a) 住居だけでなく現存被ばく及び計画被ばく状況にある職場環境に対しても、10 mSv per WLM (ICRP Publ. 137) を使用する。ICRP Publ. 137 では、

“エアロゾルの特性が典型的な条件と著しく異なる場合、十分に信頼できるエアロゾルのデータを用いて ICRP Publ. 137 で提供されるデータを用いて、場所特有の線量換算係数を計算することができる。”

としている。一方、トロンに関しては5 mSv per WLM を使用する。

- b) 現存被ばく状況におけるラドンの管理のために、300 Bq m<sup>-3</sup> と 1,000 Bq m<sup>-3</sup> の放射能濃度で示される参考レベルを維持することをIAEAに望む。ただし、新しい線量換算係数を導入する結果、現在よりも線量が高くなることについての説明は必須である。とはいえ、加盟国はIAEA一般安全要件パート3よりも低い参考レベルを設定することができることを考慮すれば、現在提案されている参考レベルで問題はないと考える。現存被ばく状況にある職場環境では、ほとんどの参加加盟国がICRPの新しい線量換算係数を受け入れる予定である。ただし、ドイツは2021年まで導入するか否かの決定を延期するようである。
- c) 新しい線量換算係数の導入によって、加盟国の中には監視下におかれる職場環境の増加や職業被ばくに分類される作業者の増加をもたらすかもしれないことに注意が必要である。
- d) 計画被ばく状況における個人線量を記録する政府の責任者に対して、実測もしくは線量評価に用いられたいくつかの仮定といった内容に関するアドバイスが必要である。

- e) ICRP と UNSCEAR に対して、それぞれの線量換算係数の適用とその際に使用する平衡係数を明らかにするようにIAEAから提案してほしい。さらに、IAEAは不確かさを含む、いかなる変更（変更しなくても）の正当性について加盟国と情報共有してほしい。

### 3. ま と め

今回の技術会合に参加した所感も含めて会合の内容をまとめた。過去の全国調査の結果、日本の屋内ラドン濃度が低いこともあり、居住環境、学校や職場に対する参考レベル等の設定は行われていない。一方、鉱山保安法では管理区域内の放射線業務従事者に対する平衡等価ラドン濃度限度は3か月平均で3,000 Bq m<sup>-3</sup> と定められている。これは、前述のとおり年間実効線量として50 mSv が基準となって求められたわけだが、他国ではこの値を用いている国はないようである。もちろん、他の核種に定められている空気中放射性物質濃度限度の兼ね合いもあるので、容易に変更できるものではないのは理解できる。しかし、この点から議論を進めて行っても良いのかもしれないと感じた。

一方、わが国にはラドンやトロンの計測や線量評価に関する多くの実績がある。国際機関も指摘しているように、呼吸気道モデルの検証や線量評価に資する物理的パラメータに関するデータの蓄積とその情報発信をわが国に期待しているように感じた。

### 謝 辞

原子力規制庁「平成31年度放射線対策委託費（国際放射線防護調査）事業」（事務局：（公財）原子力安全研究協会）によって本技術会合に出席した。このような機会を与えて頂いた、原子力規制庁及び（公財）原子力安全研究協会に感謝致します。



細田 正洋（ほそだ まさひろ）

1974年静岡県浜松市出身。弘前大学大学院保健学研究科・講師。博士（保健科学）。診療放射線技師や被ばく医療に関する教育に携わるとともに、環境中の放射線及び放射性核種の計測・動態評価・線量評価に関する研究を行っている。

E-mail: m\_hosoda@hirosaki-u.ac.jp



## 話題

### 「第3回環境放射能・放射線研究会」 参加印象記

仲宗根 峻也\*1, #

#### 1. はじめに

2019年9月18日から19日の2日間にかけて、兵庫県神戸市にある神戸薬科大学において開催された「環境放射能・放射線研究会 (Seminar on the Environmental Radiation and Radioactivity)」に参加した。本研究会は細田正洋講師 (弘前大学) が代表を務める核融合科学研究所ネットワーク型共同研究の一環である。本共同研究は、天然放射性核種であるトリチウムやラジウム、ラドン濃度のネットワーク観測だけでなく、並行して大学院生を中心としたネットワーク参加若手研究者を対象とした計測実習や教育セミナーにも力を入れ、継続して実施している。本研究会は今年で3回目を迎え、第1回は2017年に北海道科学大学 (共同研究代表: 琉球大学古川雅英教授)、第2回は2018年に弘前大学 (共同研究代表: 弘前大学細田正洋講師) で開催された。今年度は学生による研究発表に加え、水中ラドン濃度測定の実習も実施された。また、今年度の共同研究への参加者は21名であった。

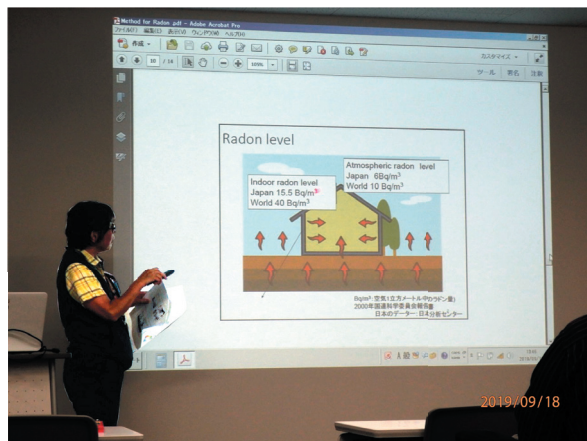
本稿では、筆者の所感も交えながら本研究会の概要について紹介したい。

#### 2. 研修内容

今回、参加した学生のうち半数が外国人留学生で占めているため、講義や実習内では英語を用いたコミュニケーションが主体であった。はじめに、神戸薬科大学の安岡由美准教授から日本における天然水中のラドン濃度に関する研究や国内外のデータに基づいて、水中ラドン

に起因する被ばくのうち、飲水による被ばくについての基礎的な講義があった (第1図)。講義内容に関して、ラドンが肺がんの原因の一つとして注目されていることを挙げ、WHOのラドンプロジェクトやEUの水中ラドン濃度のガイダンスレベル状況に関する説明があった。また、これまで取り組まれてきた水中ラドンから空気中ラドンへの移行に関する研究の紹介があり、さらに水中ラドン濃度測定法の相互比較に関する研究報告もあった。

続いてRI施設での水中ラドン濃度測定の実習では、測定試料の調整から液体シンチレーションカウンタを用いた濃度の定量まで実施した (第2図)。実習の初めには、ラドンが希ガスであることに触れ、採取・試料調整する上での注意点 (空気のコタミネーションを防ぐなど) を指摘するなど、高精度な測定を実現するための技術的な指導があった。また、試料の調整手法が測定結果



第1図 安岡由美准教授による講義



第2図 水中ラドン濃度の計測実習

Shunya NAKASONE; Impressions of Participation in the 3rd Seminar on the Environmental Radioactivity and Radiation.

\*1 琉球大学大学院理工学研究科: 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 (〒903-0213)

Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus; 1 Senbaru, Nishihara-cho, Nakagami-gun, Okinawa 903-0213, Japan.

# Corresponding author; E-mail: k198602@eve.u-ryukyuu.ac.jp

へ及ぼす影響を明らかにするため、正規の手法以外の調整手法を参加学生で検討し、議論した。正規の手法と参加学生で検討した手法では、結果は異なり、安岡先生より気泡の発生、混入が主な原因であることの解説があった。筆者の場合は、水試料とシンチレータの未混合試料、シリンジを使用せず水試料を直接注入した試料、針を使用せず多数の気泡を発生させた試料を作成した。結果は気泡を多く発生させた試料で、正規の手法での測定結果に比べ大きな差異があった。濃度測定では、各チャンネルのウィンドウの下限 50 keV, 75 keV, 100 keV を x 軸にとり、これに対応する試料バイアルの計数率 A'50, A'75, A'100 を y 軸にプロットしたグラフを用いて、得られた3つの積分カウント値を、最小二乗法で外挿することにより、0-2,000 keV の積分カウント値を求め、ラドン濃度を計算する演習も実施した。本演習は筆者を含む多くの学生にとって初めての経験であり、繊細な操作に若干の不安を持っていたが、安岡先生と神戸薬科大学の学部生のサポートにより、水中ラドン濃度測定に必要な技術を習得することができた。

### 3. 研究発表会

2 日目には、参加学生による研究発表会が開催された(第3図)。学部生、大学院生を含む計 10 名が口頭発表を行った(第1表)。発表時間は 10 分で、その後 5 分間の質問時間が設けられた。各発表内容の詳細については割愛するが、発表にはトリチウムやラドンなどの天然放射性核種の環境動態やパッシブ型放射性エアロゾル測定



第3図 口頭発表の様子

器の開発、放射性ガス・エアロゾルの曝露標準場の構築など放射線計測に関する研究に加え、被ばく線量評価のための物理学的なアプローチに関する研究についても発表があった。また、医療被ばくやリスクコミュニケーション、海外の高自然放射線地域におけるラドンやトロン測定など、幅広い領域からの発表があった。質疑応答の際には会場から発表内容に対して鋭く切り込む質問があり、会場内では白熱した議論が展開された(第4図)。

本研究発表会は演者のみならず、座長も学生が務めるなど、学生が主体的に活動を行った。また、英語での発表や質疑応答を通じて、外国語運用能力の強化につながり、グローバル人材の育成に効果が期待される。

第1表 口頭発表者及びタイトル

|   |   |
|---|---|
| 新庄凌大 (北海道科学大学, B4)                            | モンテカルロシミュレーションを用いたマンモグラフィと乳房専用 PET 検査における生物学的影響の解析 (Analysis of biological effects of mammography and position emission mammography)  |
| Eka Djatnika Nugraha (弘前大学, M2)               | Radium and radon concentration in drinking water on anomously high background radiation area in Indonesia   |
| Miki Arian Saputra (弘前大学, M2)                 | Exposures from radon and thoron progeny in high background radiation area in Takandeang, Mamuju, Indonesia  |
| 伊志嶺聡伸 (琉球大学, M2)                              | 日本の亜熱帯高嶼地域沖縄で観測された鍾乳洞滴水水中ラドン濃度と降水量の関係 (Relationship between the radon concentration of dripping water in limestone cave and the amount of precipitation observed in Okinawa, subtropical region of Japan) |
| Aoife Kinahan (University College Dublin, M1) | Radiochemical analysis of Japanese bottled water  |
| Modibo Ouma Bobbo (弘前大学, D1)                  | Radon and thoron measurements in the region of Poli, Cameroon   |
| 玉熊佑紀 (弘前大学, D1)                               | 弘前大学におけるラドン・トロン及び放射性エアロゾル曝露場 (Calibration chamber for radon, thoron and their progeny in Hirosaki University)   |
| 小倉巧也 (弘前大学, D1)                               | 原子力災害時被災地域住民の被ばく線量評価とそのリスクコミュニケーション活用 (Radiation dose assessment and risk communication for residents in areas affected by nuclear disaster)  |
| 仲宗根峻也 (琉球大学, D1)                              | 沖縄県における降水中トリチウム濃度 (Tritium concentration of monthly precipitation in Okinawa Island)  |
| Hu Jun (弘前大学, D3)                             | A theoretical model for a direct deposition-based radon and thoron progeny detector   |





第4図 口頭発表での質疑応答の様子

#### 4. 筆者の研究発表内容

筆者は沖縄県における降水中トリチウム濃度の季節変動を明らかにすることを目的とし、降水中トリチウム濃度と水素・酸素安定同位体比、化学成分などのデータに基づき、降水の特性や降水をもたらす空気塊の起源を考察する発表を行った。会場から「降水中のトリチウムの動態を化学成分や降水の安定同位体を用いて明らかにするためには、化学成分の供給源、滞留時間及び化学形の把握、また水の蒸発-凝縮過程を再考し、考察に組み込む必要がある」とのコメントを頂き、今後の自身の研究を進めていく上での課題がクリアになり、研究に対するモチベーションがより一層上昇した。

#### 5. 最 後 に

今年で3回目を迎える本研究会は、参画機関や参加人数が年々増加していき、幅広い分野の交流があるため、活動内容が回を重ねるごとに、充実しているように感じる(第5図)。現在、本研究分野の若手研究者は少なく、



第5図 研究会参加者による集合写真

その人材育成と輩出が急務となっている中、このような計測実習や教育セミナーを積極的に開催することは、大変貴重であると強く感じた。

#### 謝 辞

本研究会は、「核融合科学研究所一般共同研究ネットワーク型 NIFS18KNWA002」の助成を受けて実施された。この場を借りて、感謝申し上げます。



仲宗根 峻也 (なかそね しゅんや)

1993年生。沖縄県うるま市出身。国立大学法人琉球大学大学院理工学研究科海洋環境学専攻博士後期課程1年。現在は沖縄県におけるトリチウムの環境動態研究に取り組んでいる。

E-mail: k198602@eve.u-ryukyu.ac.jp

## 情報のページ

### 日本保健物理学会 令和元年度第1回編集委員会議事録

日時：令和元年10月11日（金）14：00～17：00  
場所：東京医療保健大学 国立病院機構キャンパス  
出席：横山（委員長），鈴木（幹事），滝本（副幹事），  
岩岡，小野，加藤，迫田，青天目，細田，吉田，  
（以上，委員），笠原（事務局）

議題：

1. 編集委員会覚書の確認
2. 編集委員会スケジュール及び今期の進め方の確認
3. 各自担当・役割及び進捗状況の確認
4. 転載記事の取扱いについて
5. 企画記事案，J to W，巻頭言について
6. 日，韓，豪ジャーナルについての情報共有
7. その他

配布資料：

- 資料 1-1 編集委員会覚書（2019 修正）  
資料 1-2-1 平成 30 年度第 4 回編集委員会議事録  
資料 1-2-2 編集委員会委員名簿（2019 年～2020 年）・「保健物理」編集スケジュール  
資料 1-3-1 各自担当・役割及び進捗状況  
資料 1-3-2 保健物理 54 巻 4 号目次予定  
資料 1-4-1 転載記事の学会誌への掲載の判断基準について（覚書）（案）  
資料 1-4-2 Radiation Protection in the World (RPW) について（覚書）（案）

資料 1-5 巻頭言執筆者（案）・巻頭言と J to W のリスト

資料 1-6-1 日，韓，豪ジャーナル編集委員名簿  
資料 1-6-2 日，韓，豪ジャーナル進捗状況

議事：

1. 編集委員会覚書の確認  
資料 1-1 を基に，編集委員会覚書を確認した。
2. 編集委員会スケジュール及び今期の進め方の確認  
年間の編集スケジュールについて確認した。
3. 各自担当・役割及び進捗状況の確認  
各パート担当者から論文審査の進捗状況を確認した。
4. 転載記事の取扱いについて  
転載記事の学会誌への掲載の判断基準に係る覚書について議論した。また，Radiation Protection in the World (RPW) の取扱いに係る覚書について議論した。
5. 企画記事案，J to W，巻頭言について  
企画記事，J to W，巻頭言の進捗状況について確認し，また，今後の進め方について議論した。
6. 日，韓，豪ジャーナルについての情報共有  
日，韓，豪ジャーナルの進捗状況について，情報を共有した。
7. その他  
第 2 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会において，例年どおり，当委員会の紹介ポスターを掲示する。  
次回開催時期：2 月  
（編集委員会副幹事 原子力機構 滝本 美咲）

本号にはシンポジウムや会議などの情報が多く寄せられ、それぞれ活発な議論が交わされた様子が見て取れました。引き続き、皆様からの論文投稿や話題提供をお待ちしております。(M. T.)

#### 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, MA01923 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 吉松ビル 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

Yoshimatsu 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



# 保健物理

第54巻 総目次

1号 (2019年3月)

## 巻頭言

放射線科学研究と人材育成 ..... 柏倉幾郎 (3)

## ●第1部：和文●

### ノート

市販の大气中放射性エアロゾル捕集用フィルタの表面捕集効率及び流量の安定性の評価  
..... 玉熊佑紀, 山田椋平, 岩岡和輝, 細田正洋, 床次真司 (5)

### 解説

わが国の診断参考レベルの概要  
—現状と今後の展望— ..... 五十嵐隆元 (13)

国際放射線防護委員会 (ICRP) による『放射線防護体系の倫理的基盤』  
—作成経緯とその概要— ..... 栗原千絵子 (19)

英国の放射線業務従事者 (NRRW) を対象とした最新の疫学調査の概要  
..... 工藤伸一, 西出朱美, 吉本恵子, 古田裕繁, 三枝 新 (29)

### 資料

1954年に日本各地で観測された雨水中全 $\beta$ 放射能の再検討 ..... 辻村憲雄 (40)

### レポート

原子力事故後の家屋内におけるさまざまな部材の拭き取り効率調査  
..... 森 愛理, 石崎 梓, 普天間章, 田辺 務, 和田孝雄, 加藤 貢, 宗像雅広 (45)

## ●第2部：英文●

### Original Paper

Evaluation of Doses Absorbed to a Bone Marrow Stem Cell Layer from Short-lived Radionuclides in the Blood Vessels and from Long-lived Radionuclides in the Cortical Bone ..... Noriko KOBAYASHI (55)

Gastrointestinal Absorption Rate in Rats for Radiocesium in Soil Collected near Fukushima Power Plant or Doped Artificially with  $^{134}\text{CsCl}$   
..... Kayoko IWATA, Tomoyuki TAKAHASHI, Sota TANAKA, Takumi KUBOTA, Satoshi FUKUTANI, Yuko KINASHI, Mitsuyuki KONNO, Satoshi MIZUNO and Sentaro TAKAHASHI (66)

### From Japan to the World

J-EPISODE: Japanese Epidemiological Study on Low-Dose Radiation Effects Conducted by the Radiation Effects Association  
..... Institute of Radiation Epidemiology, Radiation Effects Association (72)

## ●第3部：和文情報●

### 報告

医療における医療被ばくと職業被ばくの課題について ..... 渡邊 浩 (74)

### 話題

日本保健物理学会シンポジウム III 「低線量率放射線リスクの推定における論点と課題」印象記 ..... 尾崎大輔 (77)

### 情報のページ

理事会議事録・執理事務会議事録・編集委員会議事録 ..... (79)

編集後記 ..... (83)

(ii)

2号(2019年6月)

巻頭言

The Second IRPA International Congress and General Meeting to Be Held in Asia

—In Expectation of Active Promotion and Advancement of Radiation Protection in Asia…………… Jong Kyung KIM (87)

●第1部：和文●

解 説

NCRP Report No.180「電離放射線被ばくの管理：米国のための放射線防護ガイダンス」の概要

…………… 浜田信行, ドナルド A. クール, ケネス R. ケース (89)

資 料

地表の放射性核種から放出される直接線の平均光子移動距離の理論解と線量率簡易計算への応用

…………… 大森敏明, 加藤信介, 糠塚重裕 (103)

レポ ー ト

学生のための法令教育におけるグループワークの試み…………… 吉田奈美, 宮寄祥匡, 清水裕子, 有馬利昭 (115)

●第2部：英文●

Review

Key Elements for Optimization of Radiation Protection for the Postoperational Phase of Radioactive Waste Disposal

…………… Haruyuki OGINO, Ryo NAKABAYASHI and Daisuke SUGIYAMA (120)

Technical Data

Developing an Educational Program to Help Students Learn about the Resident Evacuation Protocols and Contamination

Inspection Undertaken during Nuclear Disasters

…………… Takakiyo TSUJIGUCHI, Kanako YAMANOUCI and Ikuo KASHIWAKURA (129)

From Japan to the World

Experience and Perspective on Radiation Dose Registry in Japan…………… Tomohiro ASANO and Atsuo ITO (135)

●第3部：和文情報●

話 題

日本保健物理学会シンポジウム「福島事故後の内部被ばくの課題の解決に向けて

—不溶性粒子と短半減期核種—」印象記…………… 佐藤友樹 (137)

放射線防護と放射線生物のお見合い—若手研同士の合同勉強会—

…………… 片岡憲昭, 中寫純也, 三輪一爾, 廣田誠子, 坪田陽一, 山田椋平, 藤通有希, 石川純也, 砂押正章 (140)

編集後記…………… (146)

3号(2019年9月)

巻頭言

保健物理と放射線被ばく事故…………… 明石真言 (149)

●第1部：和文●

解 説

JIS Z4511 改定の概要について…………… 黒澤忠弘 (151)

資 料

原子力災害拠点病院及び原子力災害医療協力機関における被ばく医療支援体制の調査

…………… 辻口貴清, 坂本瑞生, 鈴木陽子, 柏倉幾郎 (156)

## ●第2部：英文●

## Review

Health Effects of Reactor Accidents with Special Regards to Chernobyl—A Review Paper ..... Mikhail BALONOV (161)

## From Japan to the World

Understanding the Radioactive-Contamination Situation Inside the TEPCO's Fukushima Daiichi NPS Building

—Development of 3D-Visualization Technology for Radioactive Substances— ..... Japan Atomic Energy Agency (172)

## ●第3部：和文情報●

## 報 告

日本保健物理学会企画シンポジウム I 「合意形成における放射線防護の役割 / 放射線防護は合意形成をどう支援

できるか？」参加印象記 ..... 恵谷玲央 (174)

ICRP/JAEA ダイアログミーティングに参加して ..... 前田 剛, 遠藤佑哉, 植頭康裕 (177)

## 話 題

国際放射線防護学会における若手ネットワーク (IRPA YGN) の創設と活動状況

..... 迫田晃弘, 河野恭彦, 片岡憲昭, Sylvain ANDRESZ (181)

## Radiation Protection in the World

ALARA 原則の実用的な実装における合理性に関するフランス放射線防護学会 (SFRP) と国際放射線防護学会 (IRPA) のワークショップの要約

..... Jean-François LECOMTE, Amber BANNON, Yann BILLARAND, Peter BRYANT, Marie-Claire CANTONE,

Roger COATES, John CROFT, Stéphane JEAN-FRANÇOIS, Bernard Le GUEN,

Caroline SCHIEBER and Thierry SCHNEIDER (188)

## 情報のページ

理事会議事録・執行理事会議事録 ..... (195)

編集後記 ..... (199)

4号 (2019年12月)

## 巻 頭 言

学会への期待 ..... 上 蓑 義 朋 (203)

## ●第1部：和文●

## レ タ ー

「1954年に日本各地で観測された雨水中全 $\beta$ 放射能の再検討」の訂正 ..... 辻村憲雄 (205)

## ●第2部：英文●

## Technical Data

Application of a Hand-made Air GM Counter as a Radiation Education Training Material for Secondary School Education

..... Estiner W. KATENGEZA, Nirodha R. A. C. RANASINGHE, Satoru OZAKI and Takeshi IIMOTO (206)

## From Japan to the World

Fostering Medical Personnel for Radiation Emergency Medicine at Hirosaki University Graduate School of Health Sciences, Japan

..... Hirosaki University Graduate School of Health Sciences (212)

## ●第3部：和文情報●

## 報 告

令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業 / 日本保健物理学会放射線防護標準化委員会

「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」 ..... 横山須美 (213)



(iv)

|  |                          |
|--|--------------------------|
| 日本保健物理学会シンポジウム「緊急時モニタリングに関する国内外動向と展望」印象記 ..... | 五十嵐悠 (217)               |
| 日本保健物理学会講演「ICRP 勧告取入れにおける国内動向」印象記 .....        | 前田 剛 (220)               |
| 第5回環境放射能に関する国際会議（ENVIRA2019）への参加報告 .....       | 仲宗根峻也, 伊志嶺聡伸, 中村夏織 (222) |

**話 題**

|  |             |
|--|-------------|
| ラドンに対する新しい線量換算係数の影響に関する技術会合の参加報告 ..... | 細田正洋 (226)  |
| 「第3回環境放射能・放射線研究会」参加印象記 .....           | 仲宗根峻也 (231) |

**情報のページ**

|                |       |
|----------------|-------|
| 編集委員会議事録 ..... | (234) |
|----------------|-------|

|            |       |
|------------|-------|
| 編集後記 ..... | (235) |
|------------|-------|

# 日本保健物理学会第53回研究発表会

2020年6月29日(月)～6月30日(火) シティプラザ大阪

## 日本保健物理学会第53回研究発表会のご案内

日本保健物理学会第53回研究発表会 大会長  
(近畿大学原子力研究所 所長・教授)  
山西 弘城

日本保健物理学会第53回研究発表会を下記の通り開催いたします。今大会は大阪市での開催となります。多くの皆さまのご参加をお待ちしております。

- 主催: 一般社団法人日本保健物理学会
- 会期: 2020年6月29日(月)～6月30日(火)
- 会場: シティプラザ大阪 〒540-0029 大阪市中央区本町橋2-31
- 発表形式: 口頭発表およびポスター発表
- 発表申込期限: 2020年2月13日(木)
- 要旨原稿提出期限: 2020年4月9日(木)
- 参加申込期限: **2020年6月11日(木)**  
懇親会会場の手配の都合上、期限までに参加申し込みを完了していただきますよう、ご協力をお願いいたします。

### ■参加費

|            | 当日      | 事前支払   |
|------------|---------|--------|
| 正会員        | 9,000円  | 8,000円 |
| 非会員        | 10,000円 | 9,000円 |
| 学生会員(正, 準) | 2,000円  | 2,000円 |

※名誉会員および招聘者は参加費無料

※特別会員、賛助会員は正会員と同額

※日本放射線安全管理学会様の会員は、日本保健物理学会正会員、学生会員とそれぞれ同額

※いずれも講演要旨集(1冊)を含む。

### ■懇親会費

|            | 当日      | 事前支払   |
|------------|---------|--------|
| 正会員・非会員    | 10,000円 | 8,000円 |
| 学生会員(正, 準) | 3,000円  | 2,000円 |

### ■参加費・懇親会費の払い込み

ゆうちょ銀行で全国金融機関(一部を除く)からお振り込みができます。

振替口座へお振込の際の情報は下記の通りです。

(1) ゆうちょ銀行から振り込まれる場合

【ゆうちょ銀行振替口座】

口座記号番号 00190-6-688574

加入者名 一般社団法人日本保健物理学会

カナ名 シャ)ニホンホケンブツリガッカイ

(2) 他銀行から振り込まれる場合

【他行から振込み】

ゆうちょ銀行〇一九店

当座 0688574

加入者名 一般社団法人日本保健物理学会

カナ名 シャ)ニホンホケンブツリガッカイ

■ 実行委員会委員(順不同)

大会長・ 山西弘城

近畿大学原子力研究所

実行委員長

委員 秋吉優史

大阪府立大学研究推進機構

委員 古田雅一

大阪府立大学大学院工学研究科

委員 高橋知之

京都大学複合原子力科学研究所

委員 八島浩

京都大学複合原子力科学研究所

委員 中村秀仁

京都大学複合原子力科学研究所

委員 牧大介

京都大学複合原子力科学研究所

委員 角山雄一

京都大学環境安全保健機構

委員 島田洋子

京都大学大学院工学研究科

委員 安岡由美

神戸薬科大学薬学部

委員 吉村 崇

大阪大学放射線科学基盤機構

委員 清水喜久雄

大阪大学放射線科学基盤機構

委員 高橋賢臣

大阪大学安全衛生管理部

委員 真田哲也

北海道科学大学保健医療学部

委員 小川喜弘

近畿大学総合社会学部

委員 大野和子

京都医療科学大学医療科学部

委員 山沖留美

大阪薬科大学薬学部

委員 稲垣昌代

近畿大学原子力研究所

委員 若林源一郎

近畿大学原子力研究所

委員 芳原新也

近畿大学原子力研究所

顧問 小田啓二

神戸大学

顧問 細野眞

近畿大学医学部

学会事務局 副島邦洋

日本保健物理学会

事務局長 山田崇裕

近畿大学原子力研究所

参加申し込み、大会に関する詳細な情報は大会 web ページに掲載しますので、ご参考にしてください。大会 web の URL は、日本保健物理学会のホームページでお知らせします。

〒577-8502  
大阪府東大阪市小若江 3-4-1  
近畿大学原子力研究所 内  
日本保健物理学会第53回研究発表会  
大会事務局(山田崇裕 大会事務局長)  
e-mail: [jhps53@jhps.or.jp](mailto:jhps53@jhps.or.jp)

ご不明な点等ございましたら、大会事務局までお問合せください。

## 非密封RI 運用管理システム

# RIMA<sup>®</sup>

RIの受入、使用、廃棄をはじめ、幅広く運用業務をサポートする本格的RI運用管理システム

RI(ラジオアイソトープ)を取り扱う事業所は、常に法的に厳しい管理を求められています。RIMA<sup>®</sup>は非密封RIの利用者が、使用や廃棄等のデータを直接入力することで、リアルタイムに減衰計算も考慮したデータ集計を行うことができます。そのため記帳にかかる業務が大幅に効率化するとともに、適正な在庫管理を実現することができるため、管理業務の改善に威力を発揮します。また豊富なオプション機能もあり、お客様の使用環境に合わせたカスタマイズ対応も可能です。

**RIMA<sup>®</sup>には様々な管理・運用に対応してきたノウハウがあります。**

## 放射線管理区域入退管理システム

# GATE

豊富な機能を持つ入退端末。さらに性能と信頼性を向上させ、低コストを実現します。

GATEは放射線管理施設専用設計された入退管理システムです。ルミネスバッジ(個人外部被ばく線量計)と連携することで、バッジが入退域用のIDカードとして使用可能となり、バッジ不携帯による管理区域の立ち入りを制限させることができます。また退域時は表面汚染検査装置(ハンドフットクロスモニター)と連携させることも可能です。

**ルミネスバッジとの連携が可能です。**



# 放射線管理のベストパートナー

富士電機は、放射線計測に関する豊富な知識と技術で、  
放射線利用施設の計画立案、設計・施工、運用、メンテナンスに至るまで、  
お客様を一貫してサポートします。

取扱製品

## 放射線管理システム

放射線モニタリングシステム

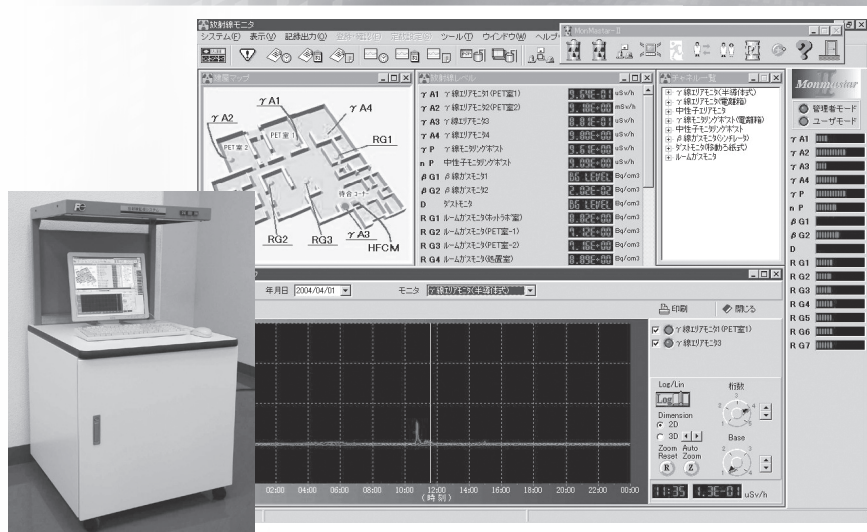
R I 排水管理システム

出入管理システム

非密封 R I 管理システム

従事者管理システム

インターロックシステム



## 測定器

各種サーベイメータ

個人線量計 / 環境線量計

モニタリングポスト

ホールボディカウンタ

体表面モニタ

食品放射能検査システム

その他



**富士電機株式会社** 放射線システム部

〒191-8502 東京都日野市富士町1番地 TEL 042-585-6024

<http://www.fujielectric.co.jp/> Email [fric-info@fujielectric.com](mailto:fric-info@fujielectric.com)