



Photo Yasuhiro Kirano

## Index

IAEA 新放射線安全指針 DS453 (Occupational Radiation Protection) に関する 国際ワークショップの大洗開催について……………鈴木 敏和	1
日本保健物理学会若手研究会の活動紹介……………片岡 憲昭	6
[泉涓涓として…] 原子力艦事始め(その4)……………青山 伸	11
原子核乾板を用いた宇宙線ミュオンラジオグラフィ ……森島 邦博	12
ガラスバッジWebサービスのご紹介……………	17
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ……………	18
[サービス部門からのお願い] 変更連絡方法についてご協力お願いします……………	19

# IAEA 新放射線安全指針 DS453 (Occupational Radiation Protection)に 関する国際ワークショップの大洗開催について



鈴木 敏和\*

## 1. 国際ワークショップの開催

国際原子力機関 (IAEA) と国際労働機関 (ILO) が共同で作成に当たった新たな放射線安全指針、DS453「職業上の放射線防護：Occupational Radiation Protection」に関する国際ワークショップが、2017年10月2日から6日までの5日間、茨城県大洗町の(株)千代田テクノロ Hosodaホールにて開催された。

これは、民間企業である(株)千代田テクノロが日本政府の代理としてIAEAと共同開催した世界初の試みである。

参加はアフガニスタン、バングラディシュ、カンボジア、インドネシア、イラン、イラク、ヨルダン、クウェート、ラオス、レバノン、モンゴル、ミャンマー、ネパール、パキスタン、フィリピン、サウジアラビア、スリランカ、タイ、UAE、ベトナム、日本の21か国、参加者は総勢52名に及び、IAEAからは技術担当官Burcin Okyarと技術協力担当官Marina Misharの2名、ILOからは労働安全衛生担当官Shengli Niuと労働安全衛生担当官Francisco Santos O' Connor、ILO駐日事務所の田口所長の3名が出席した。

講師陣はIAEA、ILO職員その他、豪ARPANSAのBen Paritsky、原子力安全研究協会の杉浦理事長、放射線医学総合研究所の立崎被ばく医療部長、三枝主任研究員、東京電力福島第一原子力発電所の高平ゼネラルマネージャにお願いした。

また、オブザーバーとしては原子力規制庁より寺谷氏、JAEA核燃料サイクル工学研究所より高田課長代理、東京電力福島第一発電所より宇津木社員が参加した。(写真1)

ワークショップは小谷大洗町長からの歓迎の



写真1 Hosodaホール前での記念撮影



写真2 懇親会で挨拶する  
(株)千代田テクノロ 細田会長

挨拶、ILO駐日事務所長、IAEA技術協力担当官からの開会演説に続いて、ILOより職業被ばく管理に関するILOの見解が述べられた後、DS453の内容に関する具体的講義に移った。初日終了後はIAEA/千代田テクノロ提供の懇親会が催され、各国の親睦を図るとともに大洗町より提供された「狐踊り」や「荒磯太鼓」により日本からの歓迎の意を表した。(写真2)

2日目は、引き続きDS453の内容講義を行うとともに、同指針第7章に係る具体的な個人線量測定機器例として(株)千代田テクノロ 大洗ラディエーションモニタリングセンターにて「ガラスバッジ」の回収から線量読み取り、アニール、組立、発送に至る全行程を見学した。見学後は

\* Toshikazu SUZUKI 元IAEA NSR/RSM

参加国の職業放射線防護状況報告が行われた。

3日目も同様なスケジュールであったが、DS453第8章に係る校正機関の具体例として(株)千代田テクノロ 大洗研究所の校正施設を見学した。

4日目でDS453に係る講義は全て終了し、参加国を4つにグループ分けしたのちに各グループにDS453で述べている内容に関する命題を与え、討議を行ってもらった。

5日目は各グループで選出された代表者が命題に対する代表報告を行い、IAEA技術担当官よりIAEAのRASIMS-Radiation Safety Information Management System、ORPAS-Occupational Radiation Protection Appraisal Service of the IAEA、ISEMIR-Information System on Occupational Exposure in Medicine, Industry and Research、ORPNET-Occupational Radiation Protection Networkの説明を終えた後、閉会の運びとなった。

## 2. IAEA安全基準の体系

放射線による職業被ばくは、核燃料サイクルの各段階、医学、科学研究、農業および産業における放射線の使用に関する様々な人間活動の結果として起こりうる。IAEAとILOによるこの職業放射線防護に関する新しい**一般安全指針(GSG)**は、職業被ばくに関するGSR Part 3の要求事項を満たすための指針を提供している。

一般安全指針とは安全要求を満足する具体的方法を示すもので、個別の事案に係るものは個別安全要件指針と呼ばれる。

IAEAの安全基準の体系は、図1に示す通り、最上位の**安全原則(SF-1)**が基本的な安全の概念と目標、基本原則を提示している。

このSF-1に明記された安全原則に合致するよう設計され、放射線源にさらされた労働者の保護のための**一般安全要件(GSR)**がGSR Part 3「放射線防護と放射線源の安全；国際基本安全基準-Radiation Protection and Safety of Radiation Sources; International Basic Safety Standard」、いわゆるBSSである。

一般安全要件とは安全を確保するための基本的な安全要求を示すものであり、個別の事案に係るものは個別安全要件と呼ばれる。

電離放射線に対する労働者の保護に関するILO条約(第115号)は、作業中に電離放射線に労働者を曝露させることを含むすべての活動に適用され、ILOの各加盟国は法律または規制、慣



図1 IAEA安全基準の体系

行の法令またはその他の適切な手段によってその規定に準拠している。ILOは、加盟国における条約第115号の適用の促進および監督の基礎としてGSR Part 3を使用している。

GSR Part 3の要件を遵守するためには、職業放射線防護並びに防護と安全の最適化のための取り組みの継続的な改善と調和を国家レベルで行う必要がある。IAEAは、アジア太平洋地域でいくつかの関連活動を実施しており、要件への不適合を抽出する自己評価ツール(線量評価、訓練、QC/QAなど)を通してGSR Part 3の浸透を図っている。

## 3. ワークショップの目的

本地域ワークショップの目的は次のとおりである。

- (i) GSR Part 3の職業被ばく管理要件および「職業放射線防護」に関する安全指針の内容およびこれらの安全基準がIAEA安全基準の階層にどのように適合しているかに関する理解を深める
- (ii) 電離放射線に対する労働者の保護に関するILO条約の要件および内容に関する理解を高める
- (iii) 計画、緊急および現存被ばく状況における職業被ばくに関するGSR Part 3並びに安全指針の個別要件、および特別な場合の労働者の保護に関する理解を深める
- (iv) 職業被ばくの評価、技術サービス事業者、作業環境管理と個人保護具の使用、労働者の健康監視に関する要件に関する情報を提供する

IAEA/ILOが合同で行うこの地域ワークショップは、一連のプレゼンテーションとインタラクティブなグループ討議を行い、IAEAとILOの専門家が、SF-1、GSR Part 3、ILO条約第115号および「DS453：職業放射線防護」の安全指針に具体化されている関連要件と原則を紹介する。

また、すべての参加者は、国ごとの職業放射線防護プログラムと職業被ばく管理に関する規制の状況を発表する。

#### 4. GSG Part 7 (現 DS453) とは

DS453「職業上の放射線防護」は図2に示す通り、既刊の5つの安全指針、①RS-G-1.1「職業上の放射線防護」、②RS-G-1.2「放射性核種の摂取による職業被ばくの評価」、③RS-G-1.3「外部放射線源による職業被ばくの評価」、④GS-G-3.2「放射線安全における技術サービスのためのマネジメントシステム」、⑤RS-G-1.6「採鉱と原材料の処理における職業上の放射線防護」を統廃合のうえ、GSR Part 3に合致するよう新たに作成された。

DS453のコンセプトは実務に即した指針作りであり、目的は以下の9項目である。

- a) 改訂されたBSSで定義される緊急被ばく、計画被ばく、そして現存被ばく状況における職業放射線防護の安全指針を提供する
- b) 外部放射線と放射性物質の摂取による被ばく線量評価を含む職業被ばくの制御のための安全指針を提供する
- c) 労働者の放射線防護に関連する規制機関、雇用主、労働者、許可事業者、届出事業者、経営権、および安全衛生委員会を意図して作成する

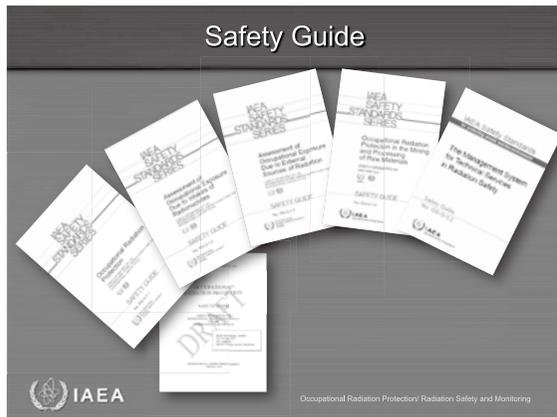


図2 統合された安全指針



図3 DS453 製作のステップ

- d) 新しいBSSで使用されている新しい専門用語の詳説並びに職業放射線防護に関連する改訂された概念に関する安全指針を提供する
- e) 放射線防護の分野において、1999年（現在の安全指針RS-G-1.1の公表の年）以降の刊行物に関連するIAEAの安全指針を更新する
- f) これらの刊行物で最も重要であるのは、ICRP Pub.103である（2007）
- g) 職業放射線防護に関する幾つかの安全指針を一つに統合する
- h) 妊娠している労働者の保護に関する新たな安全指針を提供する
- i) 渡り労働者の保護に関する新たな安全指針を提供する

DS453は2010年4月にDPP（文書作成概要書）作りが始まった（図3）。翌年11月にはCSS（安全基準委員会）によりDPPが承認され順調な滑り出しを見せ、2013年6月にはドラフト案が分野別安全基準委員会により承認された。一方、規範とすべきGSR Part 3の完成が遅れたことから最終ドラフトに対するCSSの支持を得られたのは2014年11月まで遅延した。IAEAの安全基準文書の出版までには図4のような過程が必要であるが、本原稿執筆時（2017年11月）時点では未だ印刷に至っていない。これは本安全指針策定に多くの国際機関が係っていることに加え、長期間に亘る作成作業の結果、当初の是認事項が否認されるなど複雑な状況に至っていることに起因している。

尚、IAEAのホームページ上では既にDS453「Occupational Radiation Protection」が掲載されており、出版時にはGSG Part 7となる予定である。

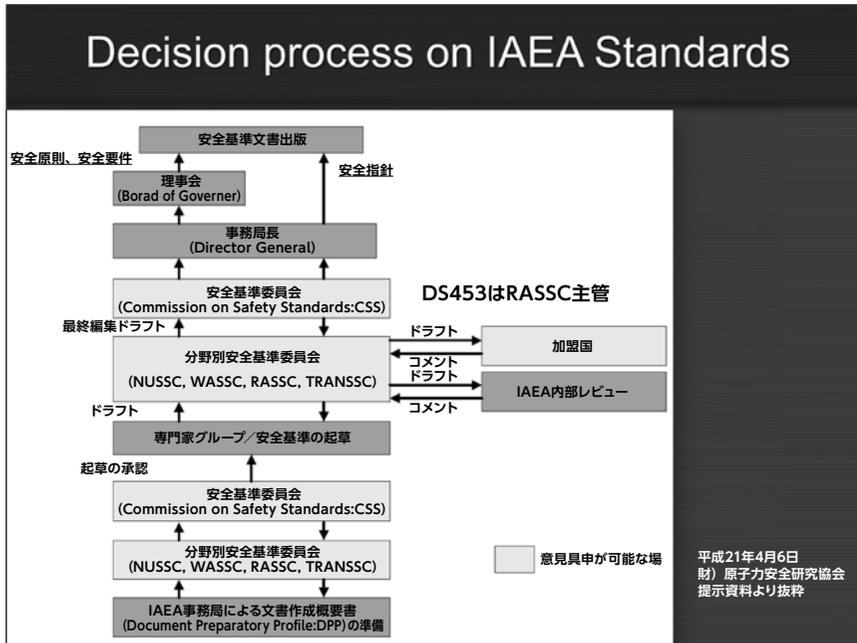


図4 IAEAの安全基準文書出版までの過程

[http://www-ns.iaea.org/tech-areas/communication-networks/orpnet/news/safety\\_guide.asp](http://www-ns.iaea.org/tech-areas/communication-networks/orpnet/news/safety_guide.asp)

## 5. DS453の文書構成について

DS453は10の章と5つの補遺から構成されている。

章立て並びに補遺は下記の通りである。

1. 序章
2. 職業放射線防護の枠組み
3. 計画被ばく状況における作業員の被ばく
4. 核及び放射線緊急事態における作業員の被ばく
5. 現存被ばく状況における作業員の被ばく
6. 特別な事例における作業員の防護
7. 職業被ばくの評価
8. 技術サービス機関へのマネジメントシステム
9. 工学的管理、運営上の管理、個人防護装備
10. 作業員の健康監視

付属書1 NORMに対する作業員の被ばく

付属書2 外部被ばく評価用個人モニタリングの手法とシステム

付属書3 外部被ばく評価用作業環境測定機器

付属書4 内部被ばく評価用体内動態モデル

付属書5 内部汚染の個人モニタリング手法

### 5.1. 序章

本章ではDS453製作の背景と目的、指針の範囲、構成の概要について記載している。

### 5.2. 職業放射線防護の枠組み

GSR Part 3に基づいて、計画、緊急および現存被ばく状況における職業被ばくの状況、放射線防護の原則である「正当化」、「防護の最適化」、「線量限度の適応」の意味合い、行政や事業者の責任の明確化と放射線防護の段階的手法について説明している。ま

た、管理システムや線量測定量の記載もある。

### 5.3. 計画被ばく状況における作業員の被ばく

最適化、線量限度、放射線防護プログラム、NORMによる作業員の被ばくについて述べられている。ここで目の線量限度が年最大50mSv、年平均20mSvと記載されている。

### 5.4. 核及び放射線緊急事態における作業員の被ばく

緊急事態計画策定と責任範囲、緊急作業員の防護、緊急作業員の被ばく管理、被ばく線量評価、医学的考察について述べられているが、破滅的事態回避や救命を目的とする場合の被ばく線量指標を500mSv以下と定めている。

### 5.5. 現存被ばく状況における作業員の被ばく

防護戦略、正当化、最適化、ラドンによる被ばく、宇宙線による被ばくに加え、福島事故に鑑みて残留放射性物質に汚染された地域での修復作業に伴う被ばくが述べられている。ここで、航空機乗務員にとっての参考レベルは5mSvが妥当との記載がある。

### 5.6. 特別な事例における作業員の防護

妊娠中の、そして出産後の女性作業員についての被ばくが述べられるとともに、胎芽、胎児、新生児あるいは乳児への被ばく経路が示されている。また、施設から施設へと移動して放射線作業に携わる渡り作業員は年間の個人線量限度を超えて被ばくする可能性が指摘されている。

5.7. 職業被ばくの評価

外部被ばく評価、内部被ばく評価、緊急時の被ばく評価、皮膚汚染、職業被ばくの記録について述べられている。外部被ばく評価に於いては、図5のようにガラス線量計(RPL)が事例として示され、内部被ばく評価に於いては、ホールボディカウンタによる内部汚染計測時の検出限界(DL)と決定閾値(DT)に関する定義が図6のように示されている。

ここで、検出限界値はホールボディカウンタの限界性能を示し、決定閾値はこれを超える正味計数値がある場合には汚染ありと判断する指標となる。

5.8. 技術サービス機関へのマネジメントシステム

技術サービス機関のカテゴリーとして、放射線安全コンサルタント、遮蔽計算、線量評価のモデリング、メンテナンス、個人線量測定や作業環境モニタリング並びに校正や認証等が挙げられており、これらに対する一般的考察が述べられている。また、これらの機関のマネジメントシステムへの責任と権限も明確化され、管理責任や顧客満足度にまで言及がある。

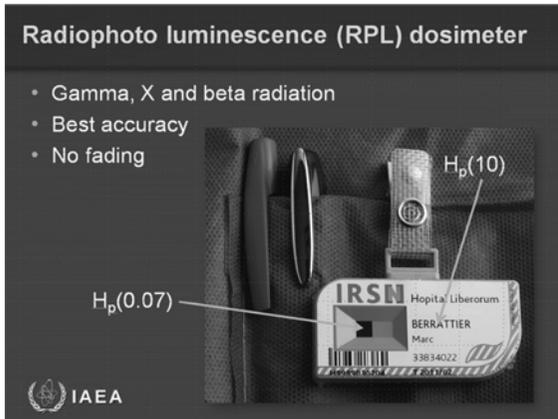


図5 個人線量計の一例(ガラスバッジ)

$$DT = k_{1-\alpha} \sqrt{\lambda_B \left( \frac{1}{T_B} + \frac{1}{T_S} \right)}$$

$$DL = \left( k_{1-\alpha} + k_{1-\beta} \right) \sqrt{\lambda_B \left( \frac{1}{T_B} + \frac{1}{T_S} \right)} \quad (27)$$

where  
 $k_{1-\alpha}$  and  $k_{1-\beta}$  are the  $1-\alpha$  and  $1-\beta$  percentiles of the normal distribution, respectively; the probabilities  $\alpha$  and  $\beta$  are generally taken to be 5%, in which case  $k_{1-\alpha} = k_{1-\beta} = 1.645$ ;  
 $\lambda_B$  is the background effect counting rate, which can be determined by background measurements in the absence of the activity in the sample;  
 $T_B$  and  $T_S$  are the durations of the background measurement and of the sample measurement, respectively.

図6 ホールボディカウンタの検出限界(DL)と決定閾値(DT)

5.9. 工学的管理、運営上の管理、個人防護装備

工学的管理として表面汚染管理、遮蔽、換気とダスト管理を挙げており、工学的管理で不十分な場合、運営上の管理として表面汚染モニタリングプログラムや放射性物質の漏えい管理と汚染除去を挙げている。更にこれらでも不十分な場合には個人防護装備を用いる。一方、NORMに関する特別な考察として、典型的なU-238+Th-232系列核種の放射能密度が1~10Bq/gであることから、考慮すべきは内部被ばくであり、作業環境中のダストコントロールがもっとも重要である旨、記載されている。

5.10. 作業者の健康監視

雇用者、登録者、許可事業者は、職業被ばくの対象となる可能性のある活動に従事するすべての労働者に対して健康監視の責任がある事、労働者の健康監視プログラム策定、労働者の健康診断、病気と過剰被ばくの通知、医療記録、過剰被ばくした労働者の管理について述べられている。

6. おわりに

DS453はGSG Part 7としてIAEAから刊行されると同時に和訳が開始され、日本語版として発行される予定である。

本稿はDS453の企画、立案から最終ドラフト作成までを担当したIAEA NS局 NSRW部RSM課 Radiation Protection ユニットのHaridasan PAPPINISSERI PUTHANVEEDUに捧げる。

著者プロフィール

1953年、千葉生まれ  
 北海道大学工学部 原子工学科卒  
 日立エンジニアリング(株)にて高速増殖炉核計装担当。  
 1980年より富士電機(株)において放射線測定器全般の開発に従事。  
 2001年より仏Saint-Gobain社、極東地区マーケティングマネージャーに就任。  
 2003年より放射線医学総合研究所に移籍、緊急被ばく医療研究センター 被ばく線量評価部 外部被ばく評価室長  
 原子力安全委員会専門委員、防衛省技術研究本部外部評価委員長兼務。  
 2013年よりIAEAウィーン本部勤務、NS局 NSRW部RSM課 緊急時の職業放射線防護担当。  
 2014年より(株)千代田テクノルにアドバイザーとして勤務。  
 同年より陸上自衛隊 大宮化学学校非常勤講師。  
 同年より東京電力HD 廃炉カンパニーに技術アドバイザーとして勤務。

# 日本保健物理学会若手研究会の活動紹介



片岡 憲昭\*

## 1. 若手研究会の設立と目的

日本保健物理学会若手研究会は、1987年に甲斐倫明氏（大分県立看護科学大学教授：日本保健物理学会会長）が発起人となり、日本の保健物理の発祥の地である茨城県東海村にてスタートした。日本保健物理学会における若手の枠は35歳以下（今後40歳に引き上げられる予定）であり、若手研究会の発足当時は8名で運営していた。発足当時の資料から設立の目的を抜粋すると、「放射線防護・管理という分野が原子力・放射線利用の陰にあって、保健物理を志す若い研究者・技術者同士のつながりがなく、この分野全体を不透明にしている現状が伺えた。放射線という自然科学的な対象と、防護・管理という社会科学的な対象とを合わせ持っている保健物理の将来を考えていくために、種々の分野で活躍している人たちと情報交流し、少しでも日頃のエネルギーの糧になればと考えている。」とあり、将来への保健物理に対する情熱を感じることができる。当時の活動内容としては年3回程度の勉強会を開催し、各回1つのテーマを設定して議論を交わしていた。また、IRPA（International Radiation Protection Association）の国際会議に参加した方からの報告会も開催していた。1995年には構成員が37名に増え、その時に作成された若手研究会の目的「(1)構成員相互の交流促進、(2)開かれた

活動を通じた新規参加の促進、(3)セミナー等の企画・開催による構成員相互の研鑽」は今でも変わることなく受け継がれている。

## 2. 現在の若手研究会の活動

最近の若手研究会の活動を表にまとめた。大きく分けると、下記の4つが挙げられる。

### (1) 勉強会・セミナー

放射線防護の勉強会として、放射線計測・線量評価、環境放射能、さらにはリスクコミュニケーションに至るまで幅広いテーマを題材として開催してきた。日本保健物理学会の若手研究会のみで行うこともあれば、日本原子力学会などの他学会と共催して勉強会を開くことも多い。時には放射線防護のテーマとは別に、「研究者への道」と題して、数多く論文を執筆している先輩研究者の方から国際活動に向けたキャリアパスのご講演を頂くこともある。その中でも筆者が鮮明に覚えているのは、2015年12月に東海村で開催された「放射線防護の今後のあるべき姿について考える」という勉強会である（図1）。この時の勉強会は学生も含めて20名で行われ、まず講義形式で放射線被ばくとがんリスクについて議論を行い、理解を深めた。続いて、参加者を4グループに分け、「今後の福島における環境修復（除染）を図る上で、現在の年間

\* Noriaki KATAOKA 日本保健物理学会若手研究会 会長／東京都立産業技術研究センター バイオ応用技術グループ

表 若手研究会の近年の活動内容

勉強会 (2011～2017年の抜粋)	
2011/02/22	環境安全と放射線安全の包括的な理解を深めるために
2011/10/19	専門家が答える暮らしの放射線Q&Aサイト
2011/12/15	いま学友会に伝えたいこと～私たちが保健物理を選んだ理由～
2011/12/20	福島事故後の放射線健康リスクに関する情報発信
2012/02/15	暮らしの放射線Q&Aの最適な回答内容について考える
2012/03/01	福島県伊達市における除染現場の見学および仁志田市長との意見交換
2014/03/20	浜岡原子力発電所と静岡県環境放射線監視センターの見学
2014/06/06	これからの若手研究会と学友会の活動について考える
2014/09/12	第47回研究発表会若手研究会・学友会共同特別セッションに向けて
2014/11/12	東京電力福島第一原子力発電所の見学
2014/12/06	小佐古教授と共に放射線防護を語る！放射線防護とは何か ～私のたどり着いた地平～
2015/06/07	緊急時作業における放射線防護を議論する
2015/12/19	放射線防護の今後のあるべき姿について考える
2016/07/02	帰還の線量基準を考える
2016/12/08-09	東京電力福島第一原子力発電所の見学など
2017/04/22	河野恭彦氏のIAEA留学で経験したこと
2017/06/28	「国際活動に向けたキャリアパス」
その他活動	
2010年、2012年、2013年、2014年、2015年	科学技術カフェ、千葉市科学フェスタ ブース出展
2012年	The 13th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA) 暮らしの放射線Q&Aについて発表
2015/5/30-31	国際シンポジウム「福島の復興に向けての放射線対策に対するこれからの課題」 サイエンスカフェでポスター発表
2017/5/15-17	17th European ALARA Network workshop on “ALARA in emergency exposure situations” 暮らしの放射線Q&Aについて発表（招待講演）



図1 2015年12月勉強会

1 mSvという目標値から年間5 mSvに引き上げた場合のメリットとデメリット及び住民に対する説明の注意点」をテーマに議論した。この議題は、放射線という自然科学的な問題と防護・管理という社会科学的な問題（トランスサイエンス）であり、若手研究会で議論するには適した内容であったと感じた。各グ

ループで意見をまとめ、それぞれ発表を行い、意見を共有した。その際の主な意見を次に紹介する。

除染目標値を引き上げるメリットは、コスト削減と汚染土壌の減容に伴う処分場の縮小が挙げられた。一方、デメリットとしては住民からの不信感が多く挙げられた。除染目標値を上げる場合に住民への説明の注意点として、被ばく増加による健康リスクは理解してもらえるまで何度も説明すること、特に、妊婦や乳幼児を持つ親には丁寧な説明が必要がある事が挙げられた。また、年間5 mSvの場合の生涯累積線量を算出し、その健康リスクを評価して説明を行う必要があるのではないかと意見が挙がった。参加者が注目した意見として、除染目標値を引き上げる事によって削減される除染費用を、がん検診・治療・一部医療費の補償に充てる案が挙げられた。被



図2 福島第一原子力発電所の見学

ばくによる健康リスクは、あくまでがんリスクの上昇であるので、がん検診による早期発見と早期治療によるがん死亡リスク低下は、人々のトータルの健康リスクを低下させることにつながると言える。この意見は、今後検討すべき新しい視点であると言える。

勉強会の後は、懇親会を開催した。東海村の新鮮な料理に舌鼓を打ちながら、若手会メンバーで様々な話題に花を咲かせ、放射線防護の未来について意見を交わした。勉強会を通じて、若手会メンバー間で良い情報交換や交流の場となり、有意義な時間を過ごすことができた。

勉強会以外の活動として、若手研では施設見学を積極的に行っている。近年は、福島第一原子力発電所（図2）や量子科学技術研究開発機構の重粒子線治療棟（HIMAC）への見学も行っている。現在の若手研究会の構成員の専門分野は様々であり、今後も裾野を広げて勉強会を年に1～2回の頻度で開催する予定である。

## (2) 暮らしの放射線Q&A活動

福島第一原子力発電所事故に伴い、一般市民からの放射線に関する不安や質問に答えるため、2011年3月25日に日本保健物理学会有志の会がボランティア活動の一環として、ウェブサイト「暮らしの放射線Q&A」を立



図3 放射線に関する不安や質問に答えた回答集

ち上げた。その後、2011年8月25日から、正式に日本保健物理学会 暮らしの放射線Q&A活動委員会が発足し、2013年2月末までの約2年間をかけて、若手研究会メンバーが中心となり、約50名で活動を行ってきた。本活動期間において、一般の方々からウェブサイトを通して寄せられた1,870件の全ての質問に対して丁寧に回答しており、事故後に福島第一原子力発電所から放出された放射性物質からの被ばくに伴う健康影響に悩む様々な一般市民へわかりやすく解説してきている。本活動は一般市民から大きな反響がありtwitterでフォロワー数が最大で5,000人を超えた。それを受けて、2013年には厳選された80の質問と回答をピックアップして、書籍化されている（図3）。

## (3) 千葉県科学フェスタのブース出展

子供たちに「科学するところ」をはぐくむために千葉市が開催するイベント（千葉県科学フェスタ）に若手研究会はブースを出展させてもらっている。千葉県科学フェスタは若手研究会のアウトリーチ活動として一般市民と直接交流する貴重な機会であり、2010年度からはほぼ毎年出展している。2017年度の出展では①身の周りの放射線の測定、②汚染検査体験、③霧箱による放射線観測、④暮らしの



図4 霧箱で放射線の飛跡を眺めている様子

放射線Q&Aの紹介を行った(図4)。子供たちには、それまでは未知の存在であった「放射線」が身近な存在であることを知ってもらうことができた。一方、保護者の方々には、「放射線」についての知識を深めてもらうことができたと感じている。また、「放射線」に関する疑問や質問に対しても面と向かって丁寧に受け答えができたと感じている。特に2011年の福島第一原子力発電所事故後は、「放射線」に対して一般の方々が抱く不安や疑問を解消する一助となっているのではないかと自負している。我々としては、放射線以外の分野の出展者との交流により、科学コミュニケーションのスキルを学べる貴重な場となっている。若手研究会としては、来年度以降も継続して千葉市科学フェスタへ出展し、一般市民との交流を続けていく予定である。

#### (4) 国際発表

若手研究会が行ってきた上記の活動内容を国際学会の場でも随時発表している。特に、暮らしの放射線Q&Aウェブサイトを通して得られた経験や、回答者としての想いをIRPA-13などの国際会議等の場で発表した。このような積極的な国際活動が実を結び、European ALARA Network workshopから招待講演を受け、河野恭彦氏(日本原子力研究開発機構)が欧州を中心とした研究者に向けて暮らしの

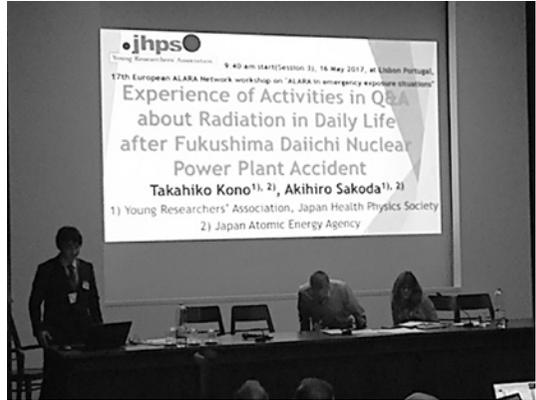


図5 European ALARA Network workshopからの招待講演

放射線Q&Aに関する経験について発表した(図5)。この発表は多くの研究者から大きな反響を呼び、質疑応答の場では「暮らしの放射線Q&Aウェブサイトで一般の方々からの質問とそれに対する回答を英語で翻訳する予定はあるのか」など、発表時間が終わっても個別に質問に来る方々が絶えなかった。本会議での発表を通して若手研究会としてのプレゼンスを海外に示すことができたと感じた。今後もIRPA等において若手研究会へ招待講演が依頼されているため、それらの国際学会への参加を通して、多くの海外の研究者との交流を続けたいと考える。

### 3. 今後の活動予定

European ALARA Network workshopから招待講演を受けた際に、フランスの放射線防護に関する若手団体の副会長のMr.Sylvain Andreszから若手研究者・技術者を対象としたアンケートを依頼された。このアンケートはフランスと日本だけでなく、世界的に行われている。この動きと同じくしてIRPAでは放射線防護の若手研究会ネットワークYPN(Young Professional Network)を設立しようとしている。世界的に見ても、日本の若手研究会のような放射線防護の団体は珍しく、

特にアジアでは皆無である。今後、IRPAは、人材の確保・育成などの観点から、放射線防護や保健物理を専門とする若手の国際的なネットワーク構築に向けた活動を開始すると伺っている。これは、IRPA理事の吉田浩子氏（東北大学准教授、日本保健物理学会理事）の主導の下に進められている。その第一弾として、日本が主導となり、アジア-オセアニア地域で、若手のネットワークを構築する予定である。2018年5月に行われるアジア-オセアニア放射線防護学会（AOCRP-5）は、その絶好の機会であり、AOCRP-5への参加を通して国際交流を盛んに行っていきたい。

#### 4. 若手研究会の課題

若手研究会の多くの会員はプライベートの時間を割いて放射線防護等の専門的知識の習得、語学等の自己啓発に取り組んでいるため、非常にモチベーションの高い雰囲気となっている。また、国際活動についても“英語”という課題があり、主担当として海外活動を行う人は限られてくる。これは、若手研究会では長期的に活動していることが求められるため、所属組織の理解や本人のモチベーションの維持が課題となる。しかし一方では、若手研究会のメンバーが技術士試験や核燃料取扱主任者試験などの難易度の高い資格試験に合格することで、周りのメンバーが刺激を受け、



図6 ICRP2017シンポジウム  
右端 元若手研主査 荻野氏

次年度に資格試験に合格したメンバーもいることから、メンバー同士で切磋琢磨し合える環境が整いつつある。また、若手研究会のメンバーは海外留学することが多く、海外への意識というのは、とても高くなっている（図6）。この環境を国内だけでなく、世界に広げてゆくことが、若手研究会の今後の課題だと筆者は思う。

#### 5. おわりに

最後に宣伝となりますが、若手研究会は裾野を広げるために新規会員を募集しています。勉強会や施設見学などの各種イベントに興味のある方はお気軽にご連絡ください。若手研究会のHPとFacebookのQRコードを掲載します（図7）。本誌で伝えきれなかった活動や雰囲気をご覧いただき、興味を持っていただければ幸いです。



図7 若手研究会の紹介  
左：HP 右：Facebook

#### 著者プロフィール

昭和62年生まれ 新潟県出身  
平成18年 新潟大学工学部化学システム工学科卒業  
平成25年 新潟県環境分析センター入社  
新潟大学大学院へ社会人博士として入学  
平成27年 新潟大学大学院博士取得  
平成27年 東京都立産業技術研究センター入社  
バイオ応用技術グループに配属  
平成29年7月より日本保健物理学会若手研究会会長を務める。

趣味はマラソン。若手研究会のメンバーはマラソン好きが多く、いつかは駅伝に出てみたいと思う。

泉涓涓  
として…

# 原子力艦事始め (その4)

弊社特別顧問 青山 伸

原子力潜水艦を実現するにはどのような技術が必要だったのか。1946年、海軍がオークリッジのクリントン研究所でのダニエルズ炉プロジェクトにリコーヴァー大佐ら8名を派遣した当時実在していた原子炉は、シカゴパイル2（シカゴパイル1を移設・再建）、ハンフォードの生産炉などわずかであった（下表参照）。燃料のウランも、核兵器にも足りない程度の確保であった。原子炉については、炉心・核反応維持（減速）、冷却・熱媒体、遮蔽、構造材など新しいことだらけで、リコーヴァー大佐自身、既存の資源では原子力潜水艦の成功には5～8年は要すると見ていた。当然、人材も限られていた。海軍は数年後、クリントン研究所が改組されたオークリッジ国立研究所に原子炉工学のコースを設け、またマサチューセッツ工科大学の海軍建築・海洋工学カリキュラムに原子力工学を加え、人材を養成し続けた。

加圧水で冷却する原子炉を構成する上で、炉心を構成し得る材料は何か。手近なアルミニウムやステンレス鋼、またベリリウムにも欠点がある。ジルコニウムが耐食性、機械的強度に優れていることは知られていたが、中性子吸収性が高く化学特性もジルコニウムに似ているハフニウムなどの不純物をうまく除去できないでいた。原料は多くあるものの当時の生産量は、靴箱1足分と実験室規模であった。実機に必要な10トン規模の確保はリコーヴァー大佐らの努力により実現した。さらに、ハフニウムを制御棒に採用することで制御性も向上した。遮蔽については、戦争中に建設された生産炉では、安全に余裕をみるため、その体積も重量も考慮されてはいなかった。どう取り組めるのかは未知数であった。

こうした中でウェスティングハウス社（WH）が担当する原型炉（プロトタイプ）Mark Iは、直ちに実大の潜水艦船殻に設置されるという、これまでに例を見ない取組となった。あくまでも実用に耐える軍用潜水艦を可能な限り短期間で完成するという目標を、リコーヴァー大佐が掲げたからである。

	炉と設置場所	目的	燃料	減速・冷却	出力	遮蔽	計画認可	建設開始	原子炉起動
汎用研究炉	シカゴパイル1 (CP-1。後にCP-2として移設・再建)		天然ウラン	黒鉛・なし	～200w (CP-2では、～10kw)	なし (CP-2では、鉛と木材)	1942年6月	1942年11月	1942年12月
	オークリッジ 黒鉛炉 (X-10)		天然ウラン	黒鉛・空気	3,500kw	コンクリート	1942年9月	1943年2月	1943年11月
	ロスアラモス ウォーターボイラー (LOPO)		濃縮ウラン		≒0w	なし	なし	1943年10月	1944年5月
	アルゴンヌ シカゴパイル3 (CP-3。後にCP-3')		天然ウラン (濃縮ウラン)	重水・重水	300kw	コンクリート・鉛・鉄	同上	1943年9月	1944年5月
	ロスアラモス 高速炉		プルトニウム	水銀冷却	25kw	鉄鋼、鉛、鉄鋼、ホウ素含有プラスチック、コンクリート	同上	1946年5月	1946年11月
	ブルックヘヴン 研究炉		天然ウラン	黒鉛・空気	20Mw	鉄骨コンクリート	1947年4月	1947年8月	1950年9月
	オークリッジ バルク遮蔽炉		濃縮ウラン	水・プール	2Mw	水・コンクリート	1950年2月	1950年6月	1950年12月
	オークリッジ 低出力試験炉		濃縮ウラン	水・タンク	3Mw	水	1948年1月	1949年1月	1950年2月
	ノースアメリカン ウォーターボイラー-中性子源		ウラン溶液	黒鉛	3kw	コンクリート	1951年6月	1951年6月	1952年4月
	試験炉	ハンフォード 305試験炉	プロセス開発	天然ウラン	黒鉛・空気	30w	コンクリート	1943年6月	1943年8月
スケナクタディ 熱試験炉		要素試験	濃縮ウラン	黒鉛	10kw	コンクリート・鉄	1950年11月	1950年12月	1951年1月
材料試験炉 国立原子炉実験場 (NRTS) アイダホ		要素・照射実験	濃縮ウラン	水・タンク	30Mw	水・コンクリート	1949年11月	1950年5月	1952年3月
実験炉	増殖実験炉 NRTS アイダホ	出力・増殖実証	濃縮ウラン	減速せず	1,400kw	鉄鋼、コンクリート	1947年11月	1949年11月	1951年8月
	オークリッジ 均一炉 実験 NRTS アイダホ	液体燃料実証	ウラン溶液	水	1,000kw	コンクリート	1949年11月	1950年8月	1952年4月
	潜水艦 熱中性子炉 Mark I NRTS アイダホ	推進動力原型炉	濃縮ウラン	加圧水	非公開	鉛、ポリエチレン等	1948年4月	1950年8月	1953年3月
	潜水艦 中速中性子炉 Mark A ウェスト・ミルトン ニューヨーク	同上	濃縮ウラン	ベリリウム・ナトリウム	同上	同上	1952年2月	1952年4月	1955年3月
	中速中性子増殖炉 ウェスト・ミルトン ニューヨーク	出力・増殖	濃縮ウラン	ナトリウム	10,000kw	不明	1948年9月 (サイトのみ)	1949年7月	なし (1950年3月中止。)
生産炉	ハンフォード B	プルトニウム生産	天然ウラン	黒鉛・水	～250Mw	コンクリート、鉄鋼、木質繊維板		1943年8月	1944年9月
	同上 D	同上	同上	同上					1944年12月
	同上 E	同上	同上	同上					1945年2月

初期の原子炉 (Atomic Shield等より作成)

# 原子核乾板を用いた 宇宙線ミュオンラジオグラフィ



森島 邦博\*

## 1. はじめに

放射線は、物質に対する高い透過性により、光が透過しない物体の内部を直接撮像する“非破壊イメージング”技術に幅広く利用されている。1895年には、RöntgenらによりX線イメージング技術（レントゲン撮影）が発明され、今では、現代社会に必要な不可欠な医療検査から空港の手荷物検査まで幅広く用いられている。レントゲン撮影では、X線発生装置（加速器）によるX線を観察対象に照射し、物体を通り抜けたX線を2次元撮像装置（古くはX線フィルム）により検出する事で物体内部の可視化を行う。X線の物体に対する透過性は、物体を構成する物質の密度や厚さにより決まるため、物体の内部構造に応じてX線の透過率に差が生じる。その結果、物体を透過するX線の数に違いが生じ、その物体の内部構造を反映した濃淡画像として可視化される。また、加速器や核分裂、核融合反応等により発生する中性子を利用した中性子イメージング技術も実用化されており、主に水素などの軽元素に対する高いコントラスト像が得られる。これらのX線や中性子線は、1m以上の厚さの物質を透過する事が出来ない。本稿では、より厚い物体の内部の可視化を可能とする宇宙線ミュオンラジオグラフィ技術の開発とこれまでに得られている成果について述べる。

## 2. 宇宙線ミュオンラジオグラフィ

宇宙線中に含まれるミュオンと呼ぶ素粒子（電子と同じ性質を持つ素粒子。電子の約200倍の質量を持つ）は、X線や中性子線と比較して厚さ数kmでさえも透過するほどの極めて高い透過性と直進性を持つ（図1）。宇宙線は自然放射線の一種であり、超新星爆発などの高エネルギー天体現象により発生して加速された陽子などが、地球大気に含まれる窒素や酸素の原子核等と衝突することにより2次的に発生する素粒子・原子核群の総称である。この2次的な粒子群の中にミュオンが含まれており、地表面に到達するミュオンは、手のひら（100平方センチメートル）あたり1秒間に1個程度の割合で常に降り注いでいる。また、大気上空で発生したミュオンは幅広いエネルギー分布を持つ。高いエネルギーのミュオンはより多くの物質を透過する事が可能であるため、物体を構成する密度や厚さに応じてミュオンの透過率が異なる。宇宙線に含まれるミュオンはあらゆる方向から常に地上に降り注いでいるために、検出器を観測



図1 放射線イメージングに用いる粒子種とそれらが対象とする物体の一例およびその大きさ

\* Kunihiko MORISHIMA 名古屋大学高等研究院 特任助教

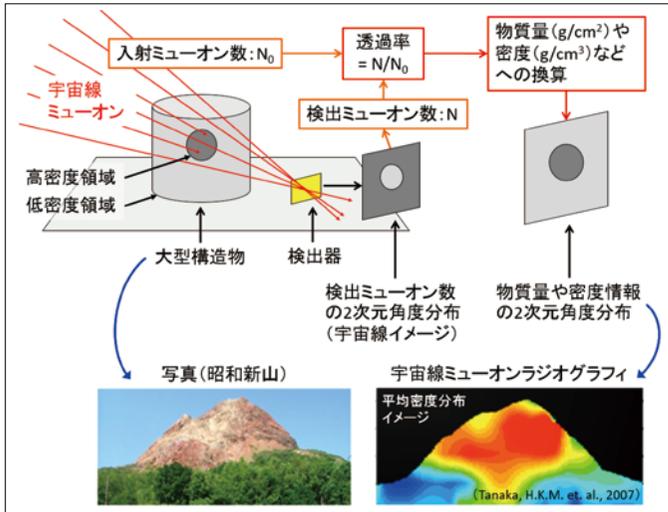


図2 宇宙線ミュオンラジオグラフィの原理

対象の周囲または内部に設置する事で観測対象を透過したミュオンを検出する事が出来る。物体を透過して検出されるミュオンの数は物体内部の構造（密度や厚さ）を反映しており、検出数のコントラストとして可視化する事が出来る。検出器に対してはるかに巨大な物体の内部を画像化するためには、ミュオンが観測対象のどの部分を通して検出器に到達したのかを計測する必要があるため、ミュオンの3次元的な到来方向の測定能力が必要不可欠である。このような原理により、検出したミュオン数の方向分布を分析する事で大型構造物の内部を可視化し、従来の技術（X線や中性子線）では不可能な大型構造物の内部を非破壊でイメージングする技術を宇宙線ミュオンラジオグラフィと呼ぶ(図2)。宇宙線ミュオンラジオグラフィの観測対象は、原子炉や溶鉱炉などの工業用プラント、ピラミッドや古墳などの考古学遺跡、火山や断層、橋梁やダムなどの社会インフラ点

検など幅広い応用が考えられる。

### 3. 原子核乾板

我々は、ミュオンを検出する装置として超高感度写真フィルム「原子核乾板」の開発を進めている(図3)。我々が開発して現在用いている原子核乾板は、約175ミクロンの透明なポリスチレン製のプラスチックフィルムの両面に、直径約0.2ミクロンの臭化銀結晶を分散したゼラチン層を約70ミクロンの厚さに均一に塗布した構造である。ミュオンが通過した臭化銀結晶は、写真現像により直径約1ミクロンの銀粒子へと成長する。このようにして、現像後のゼラチン層中には、1ミクロン程度の大きさの銀粒子の3次元的な並びとしてミュオンの軌跡が記録される。この軌跡を飛跡と呼び、我々の研究グループで長年に亘り開発を続けてきた超高速自動飛跡読み取り装置Track Selectorにより飛跡のデジタルデータ化を行い、検出したミュオンの位置と方向を1本ずつコン

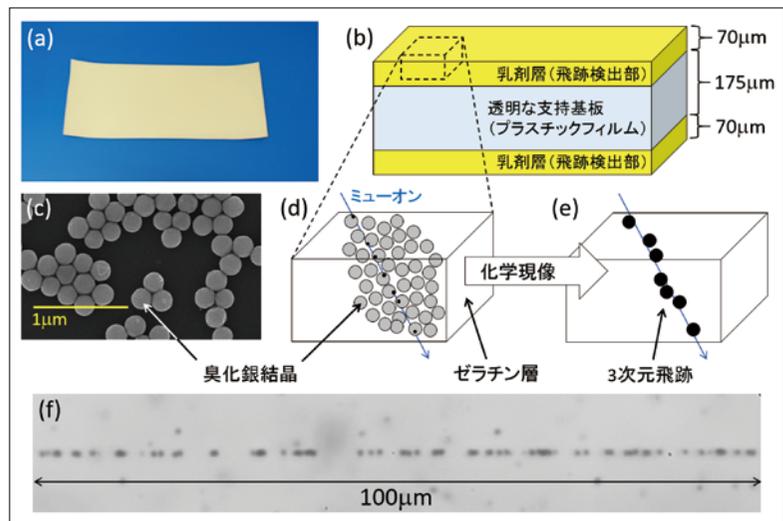


図3 原子核乾板 (a) 写真(12.5cm×30cm)、(b) 原子核乾板の断面の模式図、(c) 臭化銀結晶の電子顕微鏡写真、(d) ミュオンが臭化銀結晶中を通過する際にその痕跡が銀原子の集合体(結晶上の黒い点)として記録される様子の模式図、(e) 現像後にゼラチン層中に残った銀粒子列(飛跡)の模式図、(f) ミュオンの飛跡(横方向に並んだ黒い点1つ1つが銀粒子)の光学顕微鏡写真

コンピューター上で分析する事が可能となる。このようにして、ミュオンの方向分布を分析する事で、物体を通過したミュオンによる透過イメージを得る事が出来る。原子核乾板は、電源不要かつ薄いフィルム状であるため容易に大面積化が可能であり設置場所を選ばない。これらの特徴は、屋内外問わず巨大な対象を観測する宇宙線ミュオンラジオグラフィの検出器として非常に適している。

#### 4. 実施例 1：福島第一原子力発電所 2号機の原子炉の内部イメージング

これまでに私たちが原子核乾板を用いて実施した宇宙線ミュオンラジオグラフィとしては、福島第一原子力発電所の原子炉の内部状況調査が挙げられる。2011年3月11日に東日本大震災が起きた事で、当時、福島第一原子力発電所2号機の炉心は溶融したと考えられていたが、その程度や状況は明らかではなくシミュレーションなどにより推定が行われていた。私たちは宇宙線ミュオンにより内部の状態を直接的に確認するために、東芝と共同で原子核乾板を用いた福島第一原子力発電所2号機の原子炉内部の宇宙線ミュオンラジオグラフィを実施した。正常な状態である2号機の宇宙線イメージをシミュレーションから予測して実際の観測結果との違いを分析する事で炉心溶融の有無およびその程度の解析が可能となる。しかし、原子炉の内部構造は複雑でありかつ設計図面を完全に再現する事が困難であるためにその予測精度は大きな不確定要素を伴う。この問題を解決するために、2号機と同型の健全な原子炉である5号機も併せて観測し、2つの原子炉の宇宙線イメージを直接比較する解析方法を考案して実施した。原子核乾板の高い可搬性により、原子炉建屋に隣接するタービン建屋の廊下に人力のみで運び込むことで、迅速かつ原子炉の炉心部に対して至近距離からの観測を実現した。用いた観測装置は、縦横約50cm、高さ約1mと非常にコンパクトであり、約3か月間の観測を実施した。2号機と5号機の宇宙線ミュオンラジオグラフィの比較の結果、

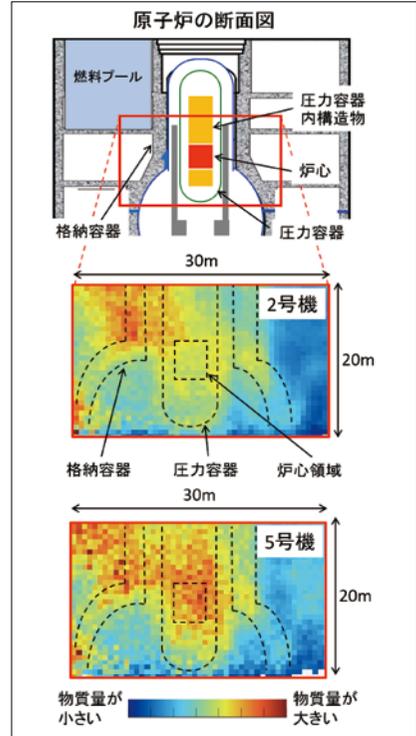


図4 福島第一原子力発電所2号機および5号機の原子炉内部の宇宙線ミュオンラジオグラフィ

原子炉の断面図(上)と2号機(中)および5号機(下)の観測結果。赤い色ほど多くの物質が存在している事を表す。炉心領域では、健全な5号機よりも2号機の方が物質の存在量が少ない様子が確認出来る。

5号機の炉心方向を通過して検出されたミュオンの数と比べて2号機ではより多くのミュオンが検出された。これは、2号機の炉心部に存在する物質は5号機よりも少ないことを示しており、健全な状態の2号機の炉心に存在するはずの物質質量よりも少ない事が明らかとなった(図4)。これは、2号機の原子炉内部では炉心溶融が起きた事を示しており、数値解析の結果、70%以上の炉心が溶融しているという結果を得た。この2号機の結果は、廃炉工程の策定に資する情報として活用されている。

#### 5. 実施例 2：エジプトのクフ王のピラミッドの内部イメージング

世界最大のピラミッドであるエジプトのク

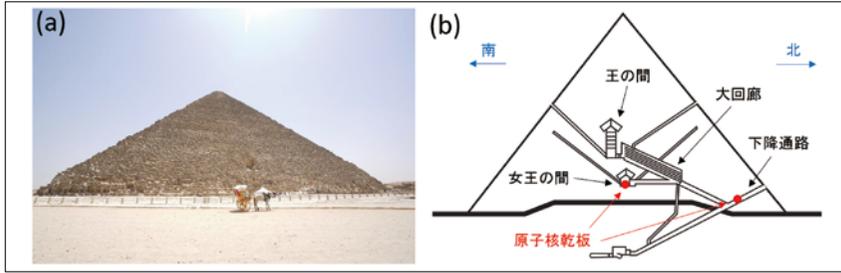


図5 クフ王のピラミッドの宇宙線ミュオンラジオグラフィ

(a)クフ王のピラミッドの外観写真 (b)クフ王のピラミッドの断面図と原子核乾板の設置位置(女王の間と下降通路の内部)

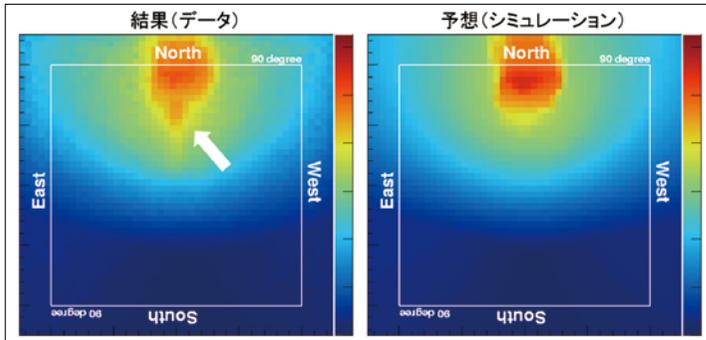


図6 下降通路に設置した原子核乾板による宇宙線ミュオンラジオグラフィ

観測結果(データ)と期待される予想イメージ(シミュレーション)。データとシミュレーションは共に検出したミュオンの方向分布を示しており、赤い色ほど多く青い色ほど少ない。観測結果の白い矢印が指し示す領域は、予想と比較してミュオンが多く観測された領域(方向)を示す。

フ王のピラミッド等を対象とした最新の科学技術による考古学遺跡調査 (Scan Pyramids Mission) をエジプト考古省、カイロ大学等との共同研究として2015年から進めている。2016年には、宇宙線ミュオンラジオグラフィによるピラミッド調査の技術実証として、高さ約100mの屈折ピラミッドの観測を実施し、ピラミッド内部の既知の空間の画像化に初めて成功した。この観測では、ピラミッド内部に存在する既知の2つの空間(玄室)のうち下部に位置する玄室内に原子核乾板を設置して上部の玄室のイメージングを行った。屈折ピラミッドは一般公開されていないため、電源設備もなく、原子核乾板での観測が行われた。宇宙線ミュオンラジオグラフィのピラミッド調査への有効性がこの観測の成功により実証された事で、クフ王のピラミッドの調査許可が得られた。

私たちは、クフ王のピラミッドの入り口から下降する通路(下降通路)と女王の間と呼ばれるピラミッド中心部の部屋に原子核乾板を設置して観測を行った(図5)。2016年10月には、下降通路内に設置した原子核乾板

の解析の結果、検出器を設置した位置の上部に予想よりも多くのミュオンが検出される領域を確認した事を公表した(図6)。このミュオン超過領域は、既知の構造では説明が出来ない低密度領域の存在を示している。その超過量と方向を解析したところ、未知の通路状の空間によるものである事を明らかにした。この新たに発見した通路状の空間について、現在、下降通路内の複数の観測点に原子核乾板を設置してより詳細な3次元形状と位置を明らかにする

ための観測を続けている。

2017年11月には、女王の間に設置した原子核乾板から得られた観測結果から、大回廊上部に位置する巨大な空間の発見を公表した(doi: 10.1038/nature24647)。この解析では、女王の間の西側と東側から奥へと続く洞穴内の2つの地点に設置した原子核乾板から得られた結果を用いた分析を行った(図7)。これらの2地点の原子核乾板から得られたイメージは、予想されるミュオン画像と同じように、大回廊と王の間という既知の構造を確実にとらえている。これに加えて、大回廊の横側にほぼ平行に予想よりもミュオンが多く検出される領域(低密度領域)が確認された。この2地点で観測されたそれぞれの超過領域の方向を用いた三角測量を行う事で、その低密度領域は大回廊上部に位置する空間である事を明らかにした。その大きさは、ミュオン超過

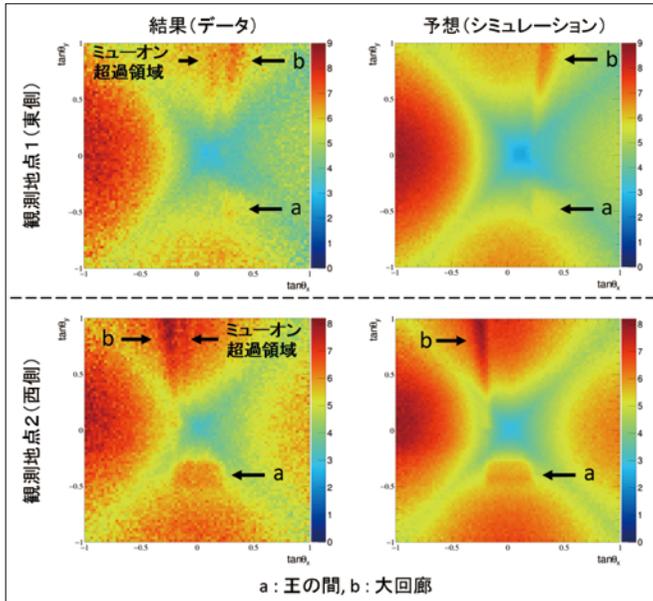


図7 女王の間の西側と東側の洞穴内部に設置した原子核乾板による宇宙線ミュオンラジオグラフィ

観測結果(データ)と期待される予想イメージ(シミュレーション)。データとシミュレーションは共に検出したミュオンの方向分布を示しており、赤い色ほど多く青い色ほど少ない。a, bが指し示す領域では、王の間と大回廊の空間にミュオンが周辺領域よりも多く検出されている。観測結果のミュオン超過領域として矢印が指し示す領域は、予想と比較してミュオンが多く観測された領域(方向)を示す。

量から見積もった結果、大回廊と同程度の断面積を持ち、南北方向の長さは30m程度である事を明らかにした。この位置にこれほどの巨大な空間が存在する事を示唆した仮説は知られておらず、今回の観測により初めて明らかになったものである(図8)。今後、より近い位置からの多地点観測を続けてこの空間の詳細な形状の特定を進める事で、考古学者などに

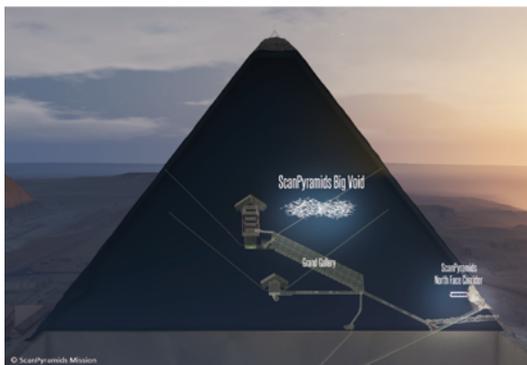


図8 発見した空間のイメージ図

よる仮説の提唱や解釈により理解が更に進むことが期待される。

## 6. 今後の展望

本稿で紹介したような、原子炉やピラミッドの調査だけではなく、宇宙線ミュオンラジオグラフィは様々な分野へ活用される大きな可能性を秘めている。今後は、溶鉱炉などの内部診断技術の確立や陥没事故などを引き起こす地下空洞調査などへの応用を検討している。更に、ダムや鉄筋コンクリート構造の橋梁内部などの老朽化検査やより巨大な対象である火山内部の火道や断層のイメージング、トンネル上部の地質調査などへの応用も進めていきたいと考えている。技術的には、これまでの宇宙線ミュオンラジオグラフィの分析は主に2次元画像であるが、クフ王のピラミッドで2箇所の観測から大回廊上部に空間が存在する事を明らかにしたように、多地点から

の観測データを取得する事で3次元再構成を行う宇宙線トモグラフィの実現を目指した開発を進めている。このように、新しい対象へと技術の適用範囲を拡大するとともに宇宙線トモグラフィ技術の開発を進める事で、新しい非破壊イメージング技術としての活用範囲は急速に拡大するものと考えている。

### 著者プロフィール

1980年生まれ。愛知県出身。2002年名古屋大学理学部物理学卒業。2010年同大学大学院理学研究科素粒子宇宙物理学専攻修了。博士(理学)。2010年名古屋大学理学研究科博士研究員などを経て2014年より名古屋大学高等研究院特任助教(現職)。専門は、素粒子宇宙物理学(実験)。ニュートリノの研究のための原子核乾板(素粒子の軌跡を立体的に記録する特殊な写真フィルム)技術の開発により学位を取得。最近、原子核乾板を用いて宇宙線を検出する事で巨大な物体の内部を可視化する技術(宇宙線ラジオグラフィ)の開発を進めている。2015年、福島第一原子力発電所2号機の原子炉内部の可視化に成功した。2017年、エジプトのクフ王のピラミッド内部に未知の巨大な空間を発見した。

# ガラスバッジ Web サービスのご紹介

日頃は、弊社モニタリングサービスをご利用くださいます、誠にありがとうございます。今回は、「ガラスバッジWebサービス」で行うご使用者の1回休止（ご使用期間1回のみでの休止）の操作方法をご紹介します。

## 【ご使用者の1回休止方法】

ご使用者登録一覧画面より、休止したいご使用者の①「中止、休止、モニタ追加、変更等」をクリックします。

氏名: takahashi-h

メニュー ログアウト

お客様コード: 1066974000 株式会社千代田テクノロ 綿量計測事業本部

整理番号:  表示対象: サービス中

個人コード:

使用者氏名 (漢字):  ●前方一致 ○部分一致

使用者氏名 (フリガナ):  ●前方一致 ○部分一致 検索

整理番号	個人コード	予備	性別	登録開始日	登録終了日	操作	
006	41580183	3		2015/07/01	2018/06/30	氏名(姓)の訂正等 グループの変更 名義変更 中止、休止、モニタ追加・変更等	
007	51636255		千代田太郎	男	2016/08/01	2018/06/30	氏名(姓)の訂正等 グループの変更 名義変更 中止、休止、モニタ追加・変更等

ご使用者サービス内容修正画面で、②「休止日」を選択します。③「入力完了」ボタンをクリックします。ポップアップ画面で、「処理を行います。よろしいですか?」とメッセージが表示されますので、④「OK」ボタンをクリックします。以上で操作が完了となります。

お客様コード: 1066974000 株式会社千代田テクノロ 綿量計測事業本部

整理番号:

個人コード:  51636255

使用者氏名 (漢字):  千代田太郎 ●前方一致 ○部分一致

使用者氏名 (フリガナ):  千ヨダタロウ ●前方一致 ○部分一致 検索

ユーザー情報

中止日:  休止日:  ここで指定された内容は検索結果に表示された使用者全員に適用されます

変更前モニタ:  変更前装着部位:  変更適用日:  変更後モニタ:  変更後装着部位:

整理番号	個人コード	使用者氏名 (漢字)	使用者氏名 (フリガナ)	性別	登録開始日	登録終了日	中止日	休止日	行いたい処理をクリックしてください
007	51636255	千代田太郎	千ヨダタロウ	男	2016/08/01	2018/06/30	<input type="text"/>	2017/12/01	連続休止 個別設定

入力完了 入力内容クリア

Web ページからのメッセージ

処理を行います。よろしいですか?

OK キャンセル

- \* 「ガラスバッジWebサービス」は、インターネット上で、お客様ご自身で画面操作していただきますので、FAXおよびTELで依頼いただくよりも早く、ご使用者の休止処理が可能です。
- \* ご使用者を画面に表示し、「休止日」を選択するだけで処理が可能ですので、ご使用者変更連絡票にご使用者の情報を記入しFAXいただくよりも手間が掛かりません。

「ガラスバッジWebサービス」の登録料は無料です（通信料はお客様負担となります）。登録のお申し込みは、最寄りの弊社営業所にて承っております。

#### 《動作環境》

ブラウザ：Internet Explorer6.0 SP2 以上

（現在はMicrosoft EdgeやGoogle Chrome等には対応していませんが、今後対応していく予定です）

※FBN No.390～No.401およびNo.410～No.434に関連記事が掲載されております。弊社ホームページやお手元のバックナンバーをご参照ください。

**【お問合せ窓口】** TEL：03-3816-5210（線量計測事業本部）  
 弊社ホームページ：<http://www.c-technol.co.jp/>  
 e-mail：ctc-master@c-technol.co.jp

## 公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ

### ★講習会について★（平成29年12月7日現在）

講習名／月	1月	2月	3月
登録定期講習	22：大阪	6：東京 10：大阪(医療) 20：東京	3：東京(医療) 5：東京 9：大阪 23：福岡
医療機関の放射線業務従事者のための放射線障害防止法講習会		17：大阪(予定)	17：東京(予定)

### ★出版物について★

放射線施設のしゃへい計算実施マニュアル（2015）、放射線施設の遮蔽計算実務（放射線）データ集（2015）、記帳・記録のガイド（2012）、放射線障害防止法に基づく安全管理ガイドブック（2012）、最新放射線障害防止法令集（平成25年版）等発売しております。

★講習・出版物の詳細、お申込みについては、公益財団法人原子力安全技術センターのHPをご参照ください。

URL：<https://www.nustec.or.jp/> メールアドレス：kosyu@nustec.or.jp 電話：03-3814-5746

サービス部門からのお願い

## 変更連絡方法についてご協力お願いします

平素はモニタリングサービスをご利用くださいます。誠にありがとうございます。

測定依頼いただきました封筒やGBキャリアの中に、コメントが書かれた付箋が入っていることがございます。付箋は剥がれやすいため、輸送中にモニタや依頼書から外れてしまうことがあります。付箋による変更等のご連絡はご遠慮くださいますようお願いいたします。ご面倒でも“ご使用者変更連絡票”もしくは“測定依頼票”の通信欄に記入してご連絡くださいますよう併せてお願い申し上げます。



\*「ご使用者変更連絡票」はこちらまで…

測定センター フリーダイヤルFAX： **0120-506-984**

## 編集後記

- 今月の巻頭は、当社とIAEAが、職業被ばく専門家の啓発ワークショップを茨城県大洗町で共催したことの紹介です。通常の研究、生産などに伴う計画被ばくのみならず、事故などの場合の緊急被ばくと事故後や宇宙など環境での現存被ばくも含めた文書のとりまとめに参加し、本件会合の実務を担った鈴木敏和アドバイザーの筆になります。世界とともに放射線をうまく利用する一助です。
- 東京都立産業技術研究センターの片岡憲昭博士から日本保健物理学会若手研究会の活動を紹介いただきました。第一線で活躍されている方々が、忙しい時間を割いて関連の活動に積極的に参加するには、多くのまた様々な困難が伴います。2020年の東京オリンピック・パラリンピック開催を控え、ボランティア休暇の奨励や積極的な評価など社会活動に対する一層の理解と支援が具体化することを望みます。
- 名古屋大学の森島邦博特任助教からは、電子の200倍の質量を持つ素粒子：ミューオンを活用した宇宙線トモグラフィ技術の紹介をいただきました。宇宙の始まりから飛び交っている多様な放射線のうちから使えるミューオンを選び出して原子炉、ピラミッド、火山など大きなものの内部構造を可視化するものです。見えないけれどもそこに有る自然現象。これが見えるということは、夢のような世界が広がる証です。
- 今月は、若手の映画が多く封切られています。新たな時代の息吹が感じられるかお試しあれ。新たな時代ということでは、ピョンチャン（平昌）オリンピックももうすぐです。静かな良いコンディションで盛大に催され、素晴らしい記録が多く記されることを期待しています。

(青山 伸)

## FBNews No.494

発行日／平成30年2月1日

発行人／山口和彦

編集委員／今井盟 新田浩 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 河村弘

谷口和史 岩井淳 川口桃子 小口靖弘 佐藤大介 高橋英典 和田卓久

発行所／株式会社千代田テクノ

所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

電話／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp/>

印刷／株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体371円)