公益財団法人 放射線影響協会

放影協ニュース

RADIATION EFFECTS ASSOCIATION

2020. 1, No.102

年　頭　挨　拶

公益財団法人 放射線影響協会
理事長　佐々木　康人

新年明けましておめでとうございます。本年は新元号令和の２年目となりますが、皆様にとって良き年となりますよう心からお祈り申し上げます。

旧年は探査機はやぶさ２の小惑星リュウグウへの着地２回成功・試料採取や吉野彰氏のノーベル賞受賞など科学技術関連の画期的なニュースがありました。また、今年は56年ぶりに東京オリンピックが開催されます。昨年のラグビーワールドカップ以上に国中が熱狂することを期待します。

一方、昨年は国内や国際社会での不協和音、組織・機関の統制（ガバナンス）や法令・規則順守（コンプライアンス）のゆるみが大企業はじめ各界でも大きく取り上げられましたが、今後も世界的に社会的、政治的に大きな変動が予想され、格差や分断が広がる危機も懸念されています。当協会も他山の石として今後の業務運営に取り組んでまいりたいと思います。

さて、当協会は昭和35年９月に財団法人として設立され、平成24年４月に公益財団法人に移行し現在に至っており、今年は協会設立60周年の年に当たります。これまで協会運営を支援していただいた皆様に深く感謝申し上げるとともに今後も引き続き協会の事業運営に努力してまいる所存です。新しい時代の動きに連動した協会の将来計画を立案する時期でもあります。

本年は協会の４つの公益事業、（１）放射線影響に関する知識の普及・啓発及び研究活動への奨励・助成　（２）放射線影響に関する調査研究　（３）放射線の防護及び利用に関する調査研究　（４）放射線業務従事者等の放射線被ばく線量等に関する情報の収集、登録及び管理を一層推進致します。平成23年３月の東電福島第一原子力発電所事故以降、協会の果たすべき役割は益々重要になってきていると認識しております。被災地の復興をはじめ協会が社会の要請に的確に応えお役に立てるよう、様々な状況の変化に合わせて協会業務を見直し、機動的に対応できるよう日々の業務

◆◆◆目　次◆◆◆

● 年頭挨拶…… 1
● 協会の使命(協会の目的)、経営理念及び行動指針について… 3
● 第２回合同大会　日本放射線安全管理学会第18回学術大会・日本保健物理学会第52回研究発表会 …… 4
● 令和元年度放影協開催講座「ICRPセミナー」の開催 …… 7
● 国際放射線防護委員会(ICRP)…… 9
● ERPW(欧州放射線防護研究週間) 2019 ストックホルムに参加して……15
● 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参加して……16
● 日本放射線影響学会への参加報告……17
● 平成29年度(2017)研究奨励助成金交付研究の紹介……18
● 国際交流助成の概要紹介(2019年度第Ⅱ期)……20
● 自由さんぽ　ラグビーの思い出……22
● (公財)放射線影響協会からのお知らせ……23
● 主要日誌……24

を推進してまいります。

公益事業（２）を担当する放射線疫学調査センターは、低線量域の慢性被ばくによる健康影響の疫学調査を国からの受託事業として平成２年から実施してきております。特に、原子力施設の放射線業務従事者の方々から多大のご協力をいただきながら推進しております。これまでの調査結果では低線量域の放射線が悪性新生物による死亡率に影響を及ぼしていると結論付けられていません。これまでの調査により得られた重要な知見の一つは累積線量とがん死亡との関連には喫煙等の放射線以外の要因が交絡しており、低線量域の放射線リスク分析には生活習慣等の情報が不可欠であることが分かったことです。その成果を国内外の学会や学術雑誌に発表をしてきました。

今年度は、これまでの成果を更に深めるべく平成27年度から開始した第Ⅵ期調査の最終年度にあたり、第Ⅵ期調査結果のとりまとめを行います。本調査で足かけ５年かけて実施してきた調査対象者の方への協力のお願いも、これまでに約８万人を超える方々からご協力いただける旨の意思表明をいただきました。

第Ⅵ期調査では喫煙習慣、飲酒習慣、食生活の状況、原子力施設における業態、健康状態、就学期間など詳細な情報をご提供いただき、交絡因子を考慮した上で低線量域の放射線リスクの分析を行うこととしており、今年度中に調査集団（コホート）の設定を行う計画です。

また、全国がん登録制度に基づくデータが今年度から利用可能になり、健康影響の指標を従前の生死情報から更に広げてがんの罹患情報に基づく放射線リスクの分析を行うこととしています。

このように調査で得られる多くの情報を基に未だ科学的に解明されていない低線量域における放射線影響についての新たな知見を得るべく、今後とも疫学調査の推進に尽力してまいる所存です。

公益事業（４）を担当する放射線従事者中央登録センターは、昭和52年11月に原子力施設等で働く放射線業務従事者の被ばく線量などの放射線管理情報を登録、保管するために設立されました。以来、国から被ばく線量等の記録保存機関としての指定を受け、事業者から引渡される放射線業務従事者の被ばく線量記録等を確実に保存管理すると共に、原子力事業、除染等事業及びＲＩ等を利用する事業に携わる放射線業務従事者を対象とした３つの被ばく線量登録管理制度をそれぞれの制度参加事業者とともに運用しております。

それぞれの被ばく線量登録管理制度では、作業者一人ひとりの被ばく線量を全国規模で一元的に登録し、管理を行っています。登録作業者数は令和元年９月末までの累計で約74万人に及びます。これらの記録については、該当記録の本人や被ばく管理を行う参加事業者からの情報照会に適切に対応しています。

また、原子力事業及び除染事業においては、放射線管理手帳制度を運用しており、最新の被ばく記録等が事業者により適時追加され、個人線量管理の推進に大きな役割を果たしています。

今後とも、原子力発電所の廃炉作業や復興拠点の除染、除染廃棄物の中間貯蔵に係る作業等の動きに的確に対応してまいります。

公益事業（３）である放射線防護及び利用に関する調査研究は、日本から選出されているICRP委員の活動を支援し、その活動情報を関係者と共有すると共に知識・情報を一般向けに解説・公開・周知しています。国際的枠組みの中で構築される放射線防護に係るICRP勧告は、世界各国において尊重され、日本においても放射線審議会の下でその内容や放射線防護関係法令への取入れについて審議がなされており、本調査研究事業はこの点においても国の放射線防護に対する取組みに寄与することができます。

公益事業（１）である放射線影響に関する知識の普及・啓発及び研究活動への奨励・助成事業は長年にわたる協会の実績を踏まえつつ継続し、放射線影響研究のさらなる発展に貢献します。放射線影響研究を推進する優れた人材の支援と卓抜した業績の顕彰は未来と過去を繋ぐ有意義な事業と位置づけています。

協会は、今後とも放射線影響研究に係る科学技術の進展と国民保健の増進に寄与することを目指して、積極的に社会に貢献してまいる所存です。予想される国内外の激動に対応して、適時的確な活動に役職員が力を合わせて挑戦し、協会の益々の発展を期して参ります。

協会の使命(協会の目的)、経営理念及び行動指針について

企画部

公益財団法人放射線影響協会は、協会に勤務する従業員一人ひとりが、日々の業務を進めていく上で、絶えず念頭において判断の拠り所としていくため、「協会の使命（協会の目的)、経営理念、行動指針」を制定しております。

これらの使命等の下、協会は今後も的確な業務推進に向け努力してまいりますので皆様方のご指導の程よろしくお願い申し上げます。

使命（協会の目的）

公益財団法人放射線影響協会（協会）は、放射線影響に関する調査研究及び放射線業務従事者等の放射線被ばく線量等に関する登録・管理等を行うことにより、原子力・放射線利用の進展と国民保健の増進に寄与します。

経営理念

コンプライアンスの実践と個人情報の保護に努め、社会のニーズに応える価値の創造と国内外への積極的な情報発信を行うことにより、合理的に達成可能な放射線被ばく低減に寄与します。

（コンプライアンスの実践、個人情報の保護）

〇法律に定められた内部統治に則して公益法人として健全な運営を行うと共に、個人情報の保護を確実に実施します。

（社会のニーズに応える価値の創造、国内外への積極的な情報発信）

〇低レベル放射線の個人被ばくデータ等を蓄積する被ばく線量登録管理制度の一層の充実・進展をはかり、社会のニーズに応える価値を創造すると共に、放射線業務従事者の適切な放射線防護管理に役立つ情報の提供に努めることにより、合理的に達成可能な放射線被ばく低減に寄与します。

〇疫学的手法を用いた低レベル放射線の人体への影響の解明等に努め、社会のニーズに応える価値を創造すると共に、必要な情報を国内外へ積極的に発信することにより、また、放射線影響に関する調査研究の奨励を図ることにより、合理的に達成可能な放射線被ばく低減に寄与します。

行動指針

私たちは、使命を達成するため、業務遂行にあたって以下を行動指針とします。

(1) 誠実に対処します。
(2) 個人情報を大切に扱います。
(3) 事実に基づいて行動します。
(4) 本質を見極め簡潔に考えます。
(5) 内外との連携･調和･協働を大切にします。
(6) 社会のニーズに的確に対応します。
(7) 科学技術の進展を活用します。

第２回合同大会
日本放射線安全管理学会第18回学術大会・日本保健物理学会第52回研究発表会

東北大学・大会長　吉田　浩子

年号が令和にあらたまった2019年の研究発表会は、12月４日（水）～７日（土）に第２回合同大会　日本放射線安全管理学会第18回学術大会・日本保健物理学会第52回研究発表会として開催された。会場は真新しい東北大学青葉山新キャンパスにある青葉山コモンズ及び災害科学国際研究所多目的ホールである。このキャンパスは平成27年（2015年）に開業した仙台市地下鉄東西線の青葉山駅に隣接しており、仙台駅から約９分というきわめて足の便が良いところにある。

写真１　東北大学青葉山コモンズ

大会長はそれぞれの学会から渡部浩司先生（東北大学　サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター）、吉田浩子（東北大学薬学研究科・筆者）が務めた。本大会は２年前に大分で開催された第１回合同大会に続くものであるが、合同大会であるとともに、日本保健物理学会（Japan Health Physics Society, JHPS）が加盟している国際放射線防護学会（International Radiation Protection Association, IRPA）のRoger Coates会長、JHPSがコラボレーションを行っている英国放射線防護学会（Society of Radiological Protection, SRP）、韓国放射線防護学会（The Korean Association for Radiation Protection, KARP）からのゲストを多数迎え、初日にJoint JHPS-SRP-KARP Workshop of Young Generation Networkを開催するなどシニア・若手ともにきわめて国際色豊かなものとなった。参加者数は初日（12月４日）のWorkshopに13カ国から78名、学術大会（12月５日～７日）に486名（参加者463名、招聘者23名）と全会期の総数で国内外からの500名を超える方々にご参加いただいた。発表件数は211件（口頭発表116件、ポスター95件）であり参加者数、発表件数とも第１回合同大会を大きく超えるものとなった。

写真３　渡部浩司大会長（東北大学・JRSM）

写真４　吉田浩子大会長（東北大学・JHPS）

４日間の会期中どの会場でも議論や意見交換で盛り上がっていた。以下大会の内容を紹介する。

(1)第１日目　12月４日（水）

Joint JHPS-SRP-KARP Workshop of Young Generation Network

・IRPA YGN session

・Technical session

午前中のIRPA YGN sessionでは迫田晃弘氏（JHPS）とPete Bryant氏（SRP）が座長を務め、IRPAに加盟している各国の放射線防護学会（フランス、日本、イギリス、韓国、中国）の

写真２　Workshop参加者

若手からそれぞれの活動報告がなされた。会員の高年齢化、会員数の減少に悩む学会は少なくなく、放射線防護・安全管理の分野における若手研究者・技術者の育成は国外・国内で喫緊の課題となっている。この問題意識を背景に会場のシニアからも多くの質問・コメントが寄せられていた。午後は24件の研究発表が行われ、その中から参加者全員の互選投票により片岡憲昭氏（JHPS）の発表がBest presentation awardに選ばれた。

(2)第２日目　12月５日(木)

合同大会の開会式が開催され、両大会長の挨拶に引き続き、招待講演として以下の２人の方にお話していただいた。

・放射線防護分野における原子力規制委員会の取り組み　　原子力規制委員　伴　信彦氏

・Practicality, Common Sense and Value for Society　　IRPA 会長　Roger Coates氏

伴氏からは、技術的基準法改正によって放射線審議会の機能強化がなされ、調査・審議機能が追加されたことによる成果について紹介していただくとともに、人材育成に関して若手・(他分野の)専門家を放射線防護分野にどうやって引きつけていくか個人的な見解をお話していただいた。

Roger Coates氏からは、放射線防護のシステムの実装にあたって、社会全体からのより広い視野で見ることの重要性、特に低線量被ばくへの対応についてリソースのベストな使い方（費用の観点からも）～いわゆる“常識”を適用することが必要ではないかという問題提起がなされた。合理性についての議論をベースに、全体の被ばくを左右する大きな線量に焦点をあてつつ、より小さな線量は無視するのではなく、それに応じた対応を行うべきであること、これにあたってのリスク・コミュニケーションの必要性が強調された。

午後は５つの会場に別れて一般演題発表（環境放射線（能）、線量評価、福島事故、現場の保健物理/管理・保全）及び企画セッション（放射線障害予防規程届出後の対応、自然放射性核種を含む廃棄物の放射線防護に関する専門研究会、教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理）が開催され、この日の最後は東北大学に建設中の放射光施設について光科学イノベーションセンター 高田昌樹氏による招待講演「科学と技術の今日を支え、明日を拓く巨大な顕微鏡、次世代放射光施設SLIT-J」で締めくくられた。

最低気温が零下に冷えこんだこの夜、同じく東北大学内の川内キッチンテラスクルールにて懇親会が開かれ、東北の銘酒地酒や牛タン焼き、芋煮など名産に舌鼓をうっていただいた。会の中ほどには仙台が誇る伊達武将隊が会場に出陣、演舞に寒さも忘れるほど全員で盛り上がった。

写真５　原子力規制委員
伴　信彦氏

写真６　IRPA 会長
Roger Coates氏

写真７　伊達武将隊と合同大会実行委員

(3)第３日目　12月６日(金)

朝一番の規制研究セッションでは、現在進行している規制研究の中から、短寿命アルファ核種等の安全規制のガイドライン、短寿命放射性核種の安全取扱のための教育資料、大学間ネットワークによる従事者管理の統一化、アンブレラ事業における人材育成が紹介された。並行して３つの保物企画セッション(放射線安全文化の醸成に関する専門研究会、実用線量・実効線量委員会及び国民線量委員会合同セッション、放射線リスク・防護研究基盤)が行われた。

２時間のポスター発表をはさんで午後には合同大会の会場ともなった東北大学災害科学国際研究所の佐々木宏之氏による「災害時の病院機能継続を考える（病院BCP)」招待講演が行われるとともに、３つの会場で一般演題発表（ラドン・トロン、リスクコミュニケーション、防護理論、廃棄物、医療被ばく、法規制・標準、防災・緊急時対応、放射線教育）及び企画セッション（放射線防護標準化委員会活動報告)が行われた。

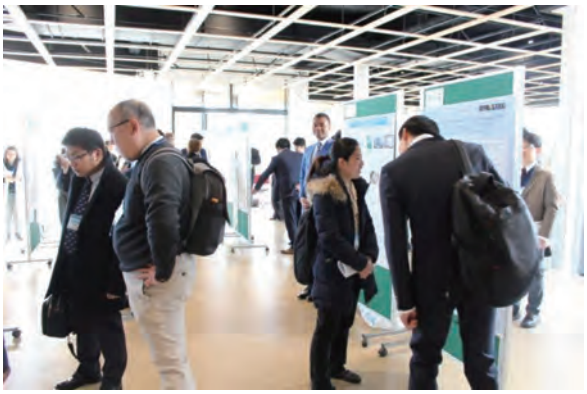


写真８　ポスター発表

(4)第４日目　12月７日(土)

最終日は、「水晶体防護にかかる医療における課題」と「DRLs2020改定に向けての現状報告」の医療に関係する２つの保物企画セッションが開催され、医療関係者及び医療に関心のある参加者による熱心な議論が繰り広げられた。本大会では週日の参加が難しい医療関係者の参加しやすさを考え土曜日に医療系の保物企画セッション及び医療被ばくの一般演題発表のセッションを設け、７日(半日)のみの参加は、正会員・非会員、事前・当日とも¥3,000、学生会員については事前・当日とも¥1,000と参加費を全日程参加の半分以下に

写真９　セッション「水晶体防護にかかる医療における課題」

設定した。医療系の演題がかなり多く集まったため、土曜日だけでは収まらず、また、一部並行したプログラムとなってしまったが、医療系の参加者を増やす一つの試みにはなったと思う。

同時にほかの３つの会場でも医療系以外の一般演題発表（環境放射能トリチウム、放射線影響・リスク解析、放射線教育)が行われ、最後まで多くの方に参加していただいた。

閉会式に先立ち優秀プレゼンテーション賞とポスター賞の授賞式が行われた。優秀プレゼンテーション賞は「光子外部被ばくに対する年齢別実効線量と新しい実用量との相関」(佐藤大樹氏ほか、原研)、「DTPA投与時の内部被ばく線量評価に関するEURADOS相互比較（ICIDOSE 2017)」(谷幸太郎氏ほか、量研機構)、「コンタクトレンズケースを用いた小型パッシブ型ラドンモニタ」(玉熊佑紀氏ほか､弘前大学)の３件に授与された。ポスター賞は学生の部で「水晶体被ばく線量計測を目的としたメガネ型ウエアラブル線量計デバイスの試作」(赤上友基氏ほか、群馬大）と「放射線挙動解析コードPHITSのデータを用いたDVHの作成及び子宮頸がんに対する線量評価」(濵邉大氏ほか、徳島大）の２件及び一般の部で「小学校児童への放射線教育用インタラクティブ教材の試作」(太田洋一氏ほか、東北大）の１件の計３件に授与された。それぞれ学術的に高い評価を得たとともに新規性のある研究発表であった。

閉会式は、それぞれの学会の次の大会について大会長の中島裕美子氏(九大)、山西弘城氏(近大)に紹介していただいた後、合同大会長２人の挨拶で締めくくられた。

なお、会期中を通じて３つのランチョンセ

ミナー、総務省生体電磁環境研究の周知事業による非電離放射線のセミナー、長瀬ランダウア株式会社、株式会社千代田テクノル協賛によるセミナーが開かれ総計250人の方が参加されたことを申し添える。

おわりに

放射線防護の４つの柱はscience（科学）、principles（原則）、standards（規準）、practice（実務）であり、これらが有機的に組み合わさることで放射線防護はその力を最大に発揮できる。このことは、放射線管理においても同様であろう。今回２回目となる本合同大会では、まさしくこの４つの柱に関わる研究者、技術者、教育者、規制関係者、実務者が一堂に会し、原子力から医療、工業、農業、基礎研究の広い範囲にわたる発表を元に活発な議論が繰り広げられた。第１回合同大会での参加者が400名余り、今回の学術大会参加者が463名となったことは仙台という地の利だけでなく両学会の会員がそろうことのベネフィットを皆感じ始めているからではないだろうか。また、ALARA原則の実用的な実装における合理性についての議論が国際的に近年たかまっているなか、IRPAのRoger Coates会長に合理性の議論をベースにしたお話をしていただいたことは、今後の日本での放射線防護を考える上でも示唆に富むものであったと思う。さらに、初日のJoint JHPS-SRP-KARP Workshop of Young Generation Networkは、若手によって構成され、様々な視点からの将来・次世代につながる議論が展開された。今後もこれらの流れが展開されていくことを願って次の大会長にバトンを渡すこととする。

最後に、本合同大会がかくも大きな成功を収めることができたのは、ご参加いただいた皆様、座長の先生方、実行委員会の皆様方、放射線影響協会様をはじめ協賛いただいた企業の皆様のお力添えによるものであること、心より感謝申し上げます。また、本大会の開催にあたりましては、会場となります東北大学関係者の皆様を始めとする多くの方のお力添えをいただきましたことを深謝申し上げます。

令和元年度 放影協開催講座「ICRPセミナー」の開催

公益財団法人　放射線影響協会　企画部

福島での原子力発電所事故以降、我が国においても放射線の健康影響についての国民の関心が一段と高まりました。

放射線の防護に関しては、放射線の人体への影響に関する科学的な知見を踏まえて、国際放射線防護委員会（ICRP）が放射線防護の基本的な考え方と具体的な基準について勧告や報告を出しており、我が国の規制にも多く取り入れられています。

しかしながら、ICRPは専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行っており、理解が難しい部分もあることから、（公財）放射線影響協会では、ICRPに関心を寄せる方々を対象に、ICRPが公表する勧告・報告等を分かりやすく解説する場を設けることとし、平成26年度から放影協開催講座（ICRPセミナー）を実施してきています。本講座は放射線防護に関係する方々のみならず、一般の方々も対象に開催してきているものです。

今回のセミナーでは、「外部被ばく及び内部被ばくの線量係数に関する最新の刊行物の解説」を主題として、我が国のICRP委員である佐藤達彦：第２専門委員会委員に「環境放射線による外部被ばくの線量係数に関わるICRP刊行物の解説」について、また、甲斐倫明：主委員会委員に「放射性核種の職業上の

摂取に伴う実効線量係数」についてご講演いただきました。またご講演後には傍聴した参加の方々と活発な質疑応答が行われました。

今回のセミナーは、放影協のホームページ等により参加者を募り約70名が出席し、令和元年12月16日（月）、東京お茶の水のホテル東京ガーデンパレスにおいて行われました。以下に今回のセミナーの予稿集を掲載致します。

（公財）放射線影響協会としては、この放影協開催講座（ICRPセミナー）が、皆様のICRP勧告・報告等の理解促進に、また、仕事や生活のお役に立つことが出来れば大変幸いです。

ICRPセミナー予稿集

環境放射線による外部被ばくの線量係数に関わるICRP刊行物の解説

日本原子力研究開発機構
ICRP第2専門委員会委員　佐藤　達彦

福島原子力発電所事故などのシビアアクシデント時には、環境放射能による公衆の迅速な被ばく線量評価が重要となる。そこでICRP第2専門委員会では、土壌、空気、水中汚染に対する光子及び電子の線量係数を新生児から成人まで様々な人体模型に対して評価し、そのデータを収録した刊行物の公開準備を進めている。その刊行物は、既にICRP主委員会の承認を得て、2020年に刊行される予定である。本発表では、その計算方法やデータの実用的な利用方法に関して詳細に解説する。

放射性核種の職業上の摂取に伴う実効線量係数
放射性核種の職業上の摂取(OIR) ICRP Pub.130, 134, 137

大分県立看護科学大学
ICRP主委員会委員　甲斐　倫明

ICRPの内部被ばく線量評価はPublication 2（1959年）に始まる。1977年勧告では実効線量等量（当時）の概念が確立して、決定臓器の考え方からすべての臓器の線量評価が対象となる。このために放射性核種の体内動態を時間依存で捉えるために生理的なデータを基礎に反映した預託線量当量が計算されたPub.30が作成される。このとき摂取経路として吸入と経口が含まれ、吸入についてはより詳細な呼吸気道モデルがPub.66で確立する。経口については、Pub.100で消化管モデルが発展したモデルに発展する。放射性物質の沈着・残留する線源臓器を評価し（沈着、クリアランスモデル、生体動態モデル）、そこから放出される放射線によってばく露を受ける標的臓器が線量評価（線量計測的モデル）の対象となる。すべての臓器あるいは組織が一様に発がんの感受性をもっているわけではないので、組織加重係数を基礎として臓器・組織間の違い、さらには、標的組織内の違いをモデル化（線量計測的モデル）することで線量計算が行われる。とくに、呼吸器系、骨、胃腸管については臓器の標的細胞が存在する部位を対象に評価が行われる。そのためには、複雑な人体構造をICRP標準人(Reference man)として定め、そのファントムを確立する必要がある。この標準ファントムを線量評価の対象とする。つまり、ICRPは、実効線量は特定の人を対象にして行うものではなく、標準人を対象に放射線防護（防護の計画、最適化の前向き利用、規制順守ための後向き利用）のために使用する量として定義し限定した使用を勧告している。ICRP OIRシリーズ（Pub.130, 134, 137）は、標準人ファントム（Pub.110）、更新された核データ（Pub.107）、消化管モデル（Pub.100）、さらには、Pub.66の改訂モデルの構築、体内動態モデルの薬理学的動態モデルによる精緻化などの発展を通して、線量係数（Sv/Bq）が計算された。実用的な指針となるバイオアッセイデータの解釈に必要な尿中排泄率の関数の提供も行っている。核種として、ラドンが新しく含まれ、これまではICRPとしては疫学データを基礎にした評価法であった線量換算規約をやめ、線量評価モデルによって線量係数を提供した。背景には、両者のモデルによる推定値が近づいてきたことがある。評価の対象となった大部分の核種では線量係数に大きな違いは認められなかった（ファクター2以内）。以前に比べて不確かさの低下につながり、従来にない元素や化学形の放射性物質に線量係数を提供しバイオアッセイデータの解釈に活用する準備が整った。

国際放射線防護委員会(ICRP)
第5回国際シンポジウム(放射線防護システム)の概要

(公財)放射線影響協会
放射線従事者中央登録センター　鈴木　晃

第５回ICRP国際シンポジウム（放射線防護システム）が2019年11月19－21日に南オーストラリアのアデレードで開催された。

筆者は、(公財)放射線影響協会の公益事業のひとつである「放射線の防護及び利用に関する調査研究」の一環として上記シンポジウムに参加した。以下にこの概要について報告する。

１．はじめに

ICRPは、2011年から２年毎に世界の各都市で同シンポジウムを開催してきており、今回はその５回目である。

ICRP国際シンポジウムは、放射線防護に関わる世界中の専門家や研究者らが、それぞれの分野で直面している課題や最近の研究などについて議論し、それらを誰でも参加して学ぶことができる機会として開催されている。

今回のシンポジウムは、'MINES' 'MEDICINES' 'MARS'の３つがテーマとされた。最初のMINESでは、鉱業における放射線防護として、ラドンリスクの最新の知見や環境の防護などについて、また、次のテーマのMEDICINESでは、患者や医療者の放射線防護に係る最新技術への追及や倫理について、そして３番目のMARSでは、現代や将来の宇宙活動での乗員の放射線防護や今後の発展や技術開発の必要性などについて、プレゼンテーション及び議論が行われた。

以下に各テーマでの主なプレゼンテーションの概要について紹介する。

２．第５回ICRP国際シンポジウム（放射線防護システム）の概要

※以下、ICRP主委員会を「ICRP(MC)」、各専門委員会を「ICRP (C番号)」、タスクグループを「TG番号」で記す。

写真１　ICRP(MC)委員長 Claire Cousinsによるオープニングの様子(ICRP web. siteより)

2-1. MINES

MINING AND OTHER NATURAL SOURCES
議長：Jacques Lochard & John Takala

(1) MINES Keynote Lecture

世界的な資源会社であるBHP社（オーストラリア）の演者より、同社所有の鉱山オリンピックダムの概要と今後について講演がなされた。同鉱山は、地下に現在700kmのトンネルを有し、南オーストラリアの年間資源の30%に相当する量の金、銀、銅、ウランを産出している。4000人が従事し、地下では鉱物資源の掘削を行い（mining)、地上の施設では採掘した鉱物の化学処理と抽出により(surface operation)、金・銀・銅・ウランに分別する。主力のひとつである銅は電極板に加工され、ウランは銅の製錬過程で分離されサイト内で酸化ウランに加工される。同社は、労働者の安全や排水管理など環境対策にも力を入れるとともに、人材開発の施策や社会活動への投資なども行っている。現代生活の中心である

マテリアルを提供する持続可能な会社として取組んでいる。

(2) Session 5 ; Radiological Protection of Workers, Public and Environment

BHP社の演者からオリンピックダムでの放射線防護について、続いて資源会社Rio Tinto社（オーストラリア）の演者からは、NORM（自然起源放射性物質）の規制や実管理における課題について意見発信がなされた。3題目は、ICRP（C4）の委員であり、TG105（Considering the Environment when Applying the System of Radiological Protection）の議長を務めるDavid Copplestoneから、環境の防護についての講演がなされた。3題目の概要は以下のとおり。

◇環境の防護（Protection of the Environment）

ICRP Publ.103の目的部分でも防護の対象はヒトと環境とし、環境防護の重要性を示している。環境防護のICRPのフレームワークは、RAPs（Reference Animals and Plants）の特定とDCRLs（Derived Consideration Reference Levels）の使用、防護システムの各被ばく状況（計画／現存／緊急）への適用である。ヒトの防護と環境防護は同一被ばく状況の中で実施されるが、そのアプローチは共通している。DCRLsを各被ばく状況でどのように用いるかについては、publ.124に概念図とともに示されている。環境防護の実際の適用例には、セラフィールド原子力施設やウラン鉱山産業、英国による核実験跡地などがある。

動植物が放射線から防護されていることを証明する必要性は高まりつつあり、放射線利用の効果的な規制のためにもその影響をよく把握し、評価のための更なる知見を得ることが必要である。また防護システムを目的に合い融和したものにしていく必要がある。

(3) Session 6 ; Radon in Mining and Beyond

ICRP（MC）の委員であるDominique Laurierからはラドンに対する鉱山作業者の研究及び放射線防護について、同じくICRP（MC）の委員でありICRP（C2）の委員長であるJohn Harrisonからは、ラドンに対するICRP勧告についての講演がなされた。また、ARPANSA（オーストラリア放射線防護・原子力安全庁）の演者からは、同国におけるラドンリスク低減の取組みについて紹介された。最初の演題の概要は以下のとおり。

◇鉱山作業者の研究及びラドンの放射線防護（Miners Studies and Radiation Protection）

ウラン採掘において放射線防護対策がとられ始めたのは1950年代中頃であり、また、疫学調査の計画は1960年代からである。鉱山労働者の疫学データでは、ラドン累積ばく露量（WLM）と肺がんとの関係や到達年齢ごとの肺がん死亡相対リスクなどが示されている。また、喫煙の影響を評価した研究では、ラドンばく露量のどのカテゴリーでも喫煙者でリスクが高まることが示されている。鉱山労働者のラドンばく露量は、1950年代中頃から坑道への換気装置導入で大幅に低減している。リスク評価では、以前からの鉱山労働者を含んだ方が近年の鉱山労働者（低ラドン濃度）や住環境の居住者集団より低くなっており、その理由には不確実性などが考えられる。

これからの疫学調査に係る展望として、今後のPUMA（Pooled Uranium Miner Analysis ; 5か国7コホート,12.4万人以上）に期待する。

(4) Session 7 ; Other NORM Industries

TG76（Application of the Commission's Recommendations to NORM）の議長Jean-Francois Lecomteから産業活動におけるNORMの放射線防護に対するICRPの取組みについて、続いて、服部氏（電中研）からは日本におけるクリアランスレベルの規制強化の状況の講演がなされた。そして3題目は、ICRP（MC）の委員であるSenlin Liuから、中国におけるNORMとその廃棄物の管理に関する講演がなされた。これらのうち最初の演題の概要は以下のとおり。

◇産業活動におけるNORMの放射線防護に対するICRPの取組み（ICRP Approach for Radiological Protection from NORM in Industrial Processes）

産業活動におけるNORMの放射線防護については、TG76（2007～,2013～）により検討がなされ、意見公募を経て本年中にPubl.146

として刊行の予定である。産業活動でのNORMの特徴は、しばしば他の有害因子と共存していることや放射線以外で認可を受けていること、放射防護文化が乏しいなどである。現存か計画かについて議論はあるが、ICRPは放射線の特性を利用する場合を除き、現存被ばく状況としている。

NORMを含む産業活動にも防護の3原則が適用可能である。防護の最適化では、統合的及び段階的な（integrated and graded）アプローチを勧告している。被ばくの特徴を把握後、まずは他の害に対する既存の防護手段を放射線防護のために補足することなどを検討する。参考レベルは状況に応じ適するもの（殆どは数mSv/年未満）を選択する。これらを実施した上で更なる対策の必要性の有無を検討していく。公衆や環境防護の最適化でも同様に段階的アプローチが適用でき、プロセスには更にステークホルダー関与も加わってくる。ラドン被ばくについてはpubl.126に具体的な管理方法が示されている。

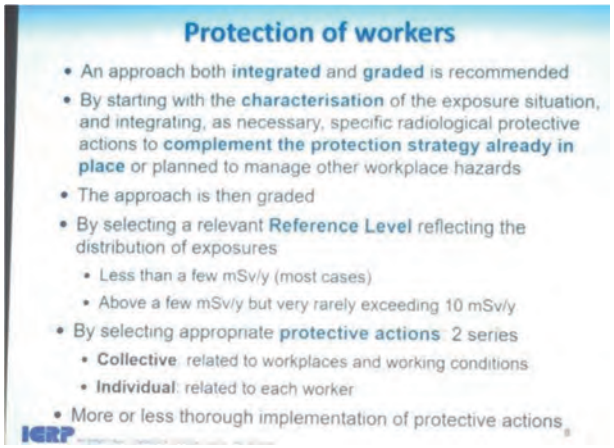


写真２　NORMの放射線防護（Jean-Francois Lecomte発表資料）

(5) MINES - Panel Discussion

シンポジウム第１日目のMINESに係る各セッションの締め括りとして、NORM, Mines, and Future Trendsとのテーマでパネルディスカッションが行われた。モデレーターによる投げかけや会場からの質問のもとで進められ、最適化における段階的アプローチの重要性やそれをどのように規制に取り入れていくべきか、NORMについてどのように公衆と向き合い理解を進めていくべきか、若い世代をどのようにNORM産業に取込んでいくかなどについて議論がなされた。

2-2. MEDICINE

RADIOLOGICAL PROTECTION CHALLENGES IN CUTTING-EDGE MEDICINE

議長：Claire Cousins & Maria Perez

(1) MEDICINE Keynote Lecture

オーストラリア政府保健省Chief Medical Officerより、「オーストラリアのヘルスケア：どのように放射線安全を調和させるか？」とのタイトルで講演がなされた。

医療放射線に関しては多くの取組みのもとで発展してきている。例えばCTスキャンの技術進歩は大きく、非常に鮮明なイメージングが可能となった。オーストラリアでは毎年70万件のCT診断が行われている。より詳細な検査で線量は増加傾向となるが、同時に産業界は線量を低減させる技術開発も進めている。また、医療スタッフもトレーニングを積み放射線安全に万全を期している。

国内の各地に放射線治療センターがあり充実している。放射線治療で重要な事項に機器のキャリブレーションがあるが、国が医療ドジメトリーサービス機関を設立し、患者の受ける線量が正しいことをチェックするなどのサービスを提供している。

(2) Session 8 ; Healthcare Practitioners

ARPANSAの演者より、現代の放射線治療における取り組みについて、次いで米国医学物理学会の演者からCTでの線量最適化におけるAIの使用について講演がなされた。３題目にICRP（C3）の副委員長でTG108（Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiography, Fluoroscopy, and CT in Medical Imaging）の議長であるColin Martin から、医療における実効線量について講演がなされた。この概要は以下のとおり。

◇医療における実効線量（Effective Dose in Medicine）

実効線量は放射線作業でのがんリスクの受

容性を判断できるようにICRPが導入した防護量である。医療で使用される放射線は、診断や治療で身体の様々な部位に対し用いられているが、この場合でも実効線量は異なるタイプの手法を比べる場合など、線量レベルの一般的な理解を与える指標としては有用である。この場合、実効線量のもとになるリスク評価には、LNTモデルや対象集団の違い、DDREF（線量・線量率効果係数）などがあり、不確実性を含んでいる点も考慮すべきである。リスクの数値計算を行うのは、少なくとも組織線量が50mSvを超える場合で、年齢や性別など個々に応じた値を使用すべきである。

ひとつの組織のみが多くの線量を受けるようなケースでは、実効線量はふさわしくなく適用すべきでない。

(3) Session 9 ; Role of Equipment Manufactures in Radiological Protection

オーストラリアのCanon Medical AZN社の演者から、患者の線量評価技術の進展について、（株）日立製作所の富田氏からは粒子線治療の世界的な拡がりと放射線安全への考慮について、また、Siemens Healthineers社の演者からは、PET・CTにおける技術の進展とそれらの線量低減への寄与に関して講演がなされた。

(4) Session 10 ; Patient Focus

ICRP（C4）の委員でありTG109（Ethics in Radiological Protection for Medical Diagnosis and Treatment）の共同議長であるFrancois Bochudより、タスクグループで検討中の医療での放射線防護における倫理に関する最新の状況について講演がなされた。続いてオーストラリアで患者支援を行う演者からヘルスケアでの放射線に対する患者の視点について、またICRP TG110（Radiological Protection in Veterinary Practice）の共同議長を務めるNicole Martinezから、獣医行為での動物への放射線利用における放射線防護の取組みについての講演がなされた。このうち最初の演題の概要は以下のとおり。

◇医学診断治療の放射線防護における倫理：その更新（Ethics in Radiological Protection for Medical Diagnosis and Treatment: an update）

準備中のTG109報告書では、第１章において、なぜ医療の放射線防護で倫理が必要かについて述べ、第２章では各倫理指標と医療における放射線防護原則との関係づけを示すこととしている。第３章では放射線影響との関係や不確実性の存在などについて、第４章では倫理的な視点からの行為のレビューについて、第５、６章で診断や治療における事例を示す。第７章では、患者や家族とのコミュニケーションに係る事項として、誰がいつ誰に何を伝えるか、インフォームドコンセントと意志決定の共有（shared decision making）の違いは何かなどについて示す。第８章ではAI利用等における倫理、最後の第９章では倫理に関する教育や訓練について言及することとしている。

文書は実際的であり教訓的なものにしたい。そして幾つかの章はまだ検討継続中であるが、いずれにしてもキーメッセージは、意志決定の共有と教育訓練である。

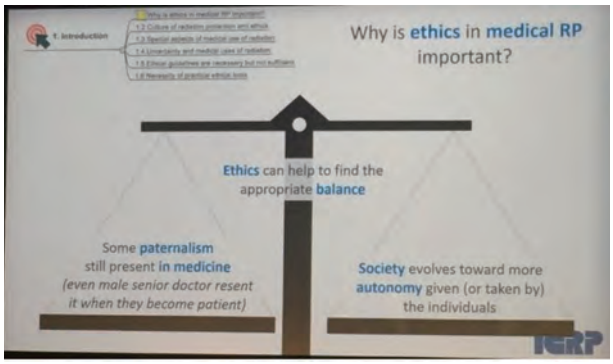


写真３　医療の放射線防護でなぜ倫理が重要か（Francois Bochud発表資料）

(5) MEDICINE-Panel Discussion

MEDICINEに係る各セッションの締め括りとして、Raising Awareness of Radiation Protection in Medicineとのテーマでパネルディスカッションが行われた。（パネラーはICRPの委員やWHOからの参加者など）

安全な放射線利用のための医療スタッフの教育訓練の重要性や医療現場での放射線防護の役割、治療における質の確保や倫理、そして患者とのコミュニケーションをどのようにとるか、意思決定をどのように行っていくか、

今後の技術開発の必要性などについて議論がなされた。

2-3. MARS RADIOLOGICAL PROTECTION IN SPACE

議長：Christopher Clement & Gillian Hirth

(1) MARS Keynote Lecture

カナダ宇宙局の宇宙飛行士として2度のスペースミッション（1996年スペースシャトルコロンビア，2009年ISSで６ヶ月の遠征）を行った経験を持つDr. Robert Thirsk から、「深宇宙探検者に対するヘルスケア」との演題で講演がなされた。

火星の環境の紹介にはじまり、国際宇宙探査協同グループが策定した国際宇宙探査ロードマップ(2018)に示される探査計画について説明がなされた。phase-1を2020年代とし月周辺の探査を行うとともに参加国が協同してDeep Space Gateway（月に近い軌道を飛ぶ宇宙基地）を建設する。phese-2は2030年代として、探査機を火星軌道に送り、探査や火星上への基地の建設を行う計画としている。

地球からの距離も遠くなり、ミッションがより長期間になることや物資の制限やコミュニケーションの遅れなどがある。クリティカルになる技術のひとつに深宇宙での健康管理がある。宇宙飛行士がセンサーを身に纏い、モニターされたデータをAIが診断し自分自身が健康管理を行えるようにするなどの技術開発が必要である。

写真４　MARS Keynote Lectureから（Dr. Robert Thirsk 発表資料）

(2) Session 11 ; Radiological protection in Space

NASAの演者から、ISSにおける20年に渡る放射線防護の経験について講演がなされた。続いて、ICRP (C2) の委員でありTG115 (Risk and Dose Assessment for Radiological Protection of Astronauts) のメンバーである佐藤氏 (JAEA) より、宇宙天気（太陽活動に伴う放射線等の環境変化）研究の最近の進展について、そして、欧州宇宙機関の演者からは、宇宙飛行における放射線防護と航空医官の今後について講演がなされた。２題目の概要は以下のとおり。

◇宇宙での放射線環境と宇宙線ドジメトリーにおける宇宙天気研究の最近の進展
(Radiation Environment in Space and Recent Progress on Space Weather Research for Cosmic Ray Dosimetry)

宇宙環境の放射線は、種々の線種が混じったものである。GCR (Galactic Cosmic Ray) やTP (Trapped Particles) は常時存在し比較的線量率も低いが、SEP (Solar Energetic Particles) は太陽フレアにより発生し時に線量率も高く、また予測もできない。よって、宇宙飛行士や航空機乗務員の放射線安全を確実なものにする観点から、SEPによる線量に対する宇宙天気研究の発展が重要となっている。航空機乗務員被ばくに対するアラートシステムとして、日本では太陽フレア発生直後からSEPによる被ばく線量をリアルタイムに推定するWASAVIES (Warning System of AVIation Exposure to SEP) が開発され活用されている。宇宙天気情報や天体物理学の発展からスーパーフレアの発生確率は非常に低いことがわかっているが、そのような低頻度だが高いリスクを与える事象に対する放射線防護を議論していくことは必要である。

(3) Session 12 ; Current Practice

カナダ宇宙局の演者から、近年のカナダ宇宙局の活動及び放射線防護面の取組みについて講演がなされた。続いて、オーストラリア空軍の演者から、宇宙での放射線防護の倫理について、TG115のメンバーである込山氏 (JAXA) からは、ISSでの日本人宇宙飛行士の線量管理についての講演がなされた。３題目の概要は以下のとおり。

◇ISSでの日本人宇宙飛行士の線量管理
（Practicalities of Dose Management for Japanese ISS Astronauts）

日本人の宇宙飛行士がISSに滞在を開始したのは2009年からであり、JAXAは放射線防護に関するルール（線量管理や健康管理等）を独自に作り管理を行ってきている。線量限度は、ICRP publ.103のリスク評価手法でシナリオ（3年ごとに3回ISSに滞在）のもと評価し、初フライトの年齢及び性別に応じて設定している。健康診断や訓練などでの線量と宇宙飛行を行った際の線量を加算して管理し、リスク評価や各人への説明を行っている。また、太陽活動の変動を考慮しISS内ではリアルタイムでモニタリングを行っている。

(4) Session 13 ; Future Challenges

ICRP（C2）の委員でTG115のメンバーでもあるAlexander Ulanowski から、確率的影響の生涯放射線リスクと宇宙飛行や医療のための将来について講演がなされた。続いて、中国の研究者より自国の宇宙プログラムと放射線研究の進展について、米国KBR社のMark Shaversより宇宙探査での放射線防護の取組みについて講演があった。このうち3題目の演題の概要は以下のとおり。

◇宇宙探査での放射線防護の取組み（Radiation Protection Challenges for Exploration）

NASAの有人宇宙飛行計画の歴史として、1961年米国で最初の有人飛行に至ったマーキュリープロジェクトから現在のISSまでの概要、そして、現在NASAが進めるアルテミス（ARTEMIS）計画について説明がなされた。

アルテミス計画は、最初のゴールとして2024年までに初の米国人女性と男性の宇宙飛行士を月に着陸させることを目指している。宇宙飛行士は、並行して建設が計画されているDeep Space Gatewayを経由して月面にアクセスする。これらをサポートするための作戦構想を現在開発中であり、放射線防護についても、より長期間の飛行に対応できるよう再構築を行っている。具体的には、国際的な専門家チームによる放射線環境のモデル化や健康影響や線量制限や遮へいなどについて、ミッションのサポート面では、宇宙天気モニタリング機器の開発や予測方法、被ばくやリスク予測、健康管理などについてである。

(5) MARS-Panel Discussion

宇宙での放射線防護に係る各セッションの締め括りとして、Next Steps for RP in Spaceとのテーマでパネルディスカッションが行われた。今後、宇宙活動が長期化する中で、健康管理や放射線測定及び遮へい技術開発の重要性、宇宙飛行士に対する倫理やリスク、インフォームドコンセントをどのように考えるべきか、ICRP勧告の適用や職業被ばくと扱うべきかなどについて議論が行われた。

2-4. CLOSING CEREMONY

ICRP（MC）の委員長Claire Cousinsより、今回のシンポジウム閉会のあいさつがなされた。

次いで、Mike Rinker（カナダ原子力安全委員会）より、2021年にバンクーバーで開催される次回のICRP国際シンポジウムについての紹介と参加への呼びかけがなされた。

３．所感

今回のシンポジウムでの各テーマは、ICRPの放射線防護システムの中で既に成熟した中心部分ではなく、境界線を引きにくい部分や考え方の整理が難しい部分を含んだ分野であったと感じた。すなわちNORMや宇宙活動では、どこからを管理の範囲に含めるべきか、医療では患者も含めた放射線利用の考え方や倫理面の取入れなどの部分である。そして、ICRPがこれまで構築してきた概念や手法をどのように当てはめるのか、それとも新たなものが必要なのかなどを考えるようなテーマ選定であったのではないかと感じた。また、このようなシンポジウムを開催し多くの専門家を含めた議論を行うことや、Web.上で広く意見を求めることなどで議論を深め、現在の社会活動により合致した勧告を策定していこうとしているICRPの姿勢をあらためて感じた。

以上

（2019.12.記）

ERPW（欧州放射線防護研究週間）2019 ストックホルムに参加して

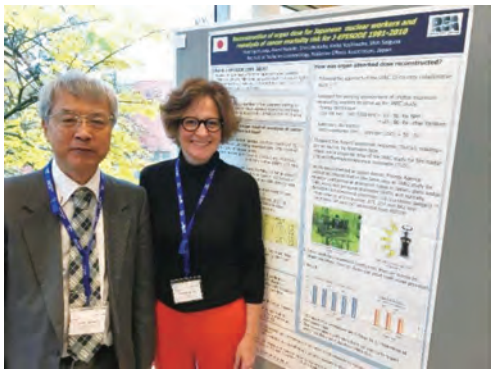
（公財）放射線影響協会
放射線疫学調査センター　古田　裕繁

ERPW（European Radiation Protection Week）2019が10月14～18日の間、スウェーデンのストックホルム大学で開催され、当協会から古田と工藤伸一の２名が参加しました。当初出発予定は、甚大な被害をもたらした台風19号（海外でもTyphoon hagibisとして有名です。）通過の翌日で便は欠航となってしまいましたが、３日遅れで代替便が出るというので参加を決めました。２人ともポスター発表の予定で、プレゼンテーションが後半に設定されていたので、聴講は半分しかできませんでしたが、ポスター発表による協会の活動の周知広報の目的を達することができました。

参加者は約150人程度で、３つの分科会に分かれ、MELODIなど各々のプラットフォームごとに発表が行われました。特に今年はMELODI設立10周年ということで特別のセッションが組まれていました。

ポスター発表は、工藤が「我が国の放射線業務従事者の累積線量と有害業務従事歴との間の交絡」について行い、活発な質疑を行いました。古田は「我が国の放射線業務従事者の臓器線量再構築と1991-2010年間のJ-EPISODEのがん死亡リスク再解析」について行いました。本研究では記録線量から臓器線量構築への変換のフレームワークとしてIARC15か国共同研究を参考にしましたが、その臓器線量部分を執筆したThierry-Chef氏が訪ねて来てくれ、「私の論文を引用していただいて光栄です。新しい線量計タイプのレスポンスが得られたことは、我々の研究成果を拡張できることを意味する。今後のJ-EPISODEの研究成果に期待している。」と述べました。彼女と議論できたのが、今回出張の最大の成果でした。

会議中ストックホルム市当局がERPW参加者のために、特別に歓迎レセプションを開催してくださいました。その会場が市庁舎２階の黄金の間で、ノーベル賞授賞式の舞踏会場として使われるそうです。また、１階の青の間は、市議会議場として用いられる他、ノーベル賞授賞記念晩餐会場として使われるようです。記念すべき場所に招待していただきました。



ポスター前で Isabelle Thierry-Chef 氏と筆者

ストックホルム市主催の歓迎レセプションが開かれた市庁舎の黄金の間

スウェーデンで特筆すべきことの１つはキャッシュレス化が進んでいることです。筆者も念のため１万円をクローナに両替して現金を持っていましたが、本当に現金が必要な場面は稀で、カードを差し込み、PINコードを入力するだけで済みました。むしろ交通機関の自動券売機はカードしか受け付けません。もう１つ、ジェンダー議論の行き着く先としての性別中立なトイレ表示です。これが意味することは、トイレ入口の表示が男女別ではなく、どちらに入ってもいいことで、初めて遭遇したときは、少なからずショックを覚えました。男女共用トイレはまだ少数ですが、博物館等２か所で見かけました。今後の趨勢を示唆しているのでしょうか。

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参加して

（公財）放射線影響協会
放射線疫学調査センター　西出　朱美

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が12月４～７日の間、仙台の東北大学青葉山キャンパスで開催され、当協会から古田、西出、吉本（発表順）の３名が参加し、口頭発表を行いました。参加者人数は、上記大会に加え、日本保健物理学会主催による若手研究者ネットワーク（YGN：Young Generation Network）ワークショップを含めると500人超で、若い方の参加が多くみられました。

口頭発表は、古田が「我が国の原子力発電所における放射線業務従事者の被ばく光子エネルギーおよびジオメトリ分布について」行い、西出は「男性放射線業務従事者における累積線量群別成人期の体重増加と生活習慣等との関連」について行いました。吉本は、「日本の放射線業務従事者を対象とした疫学調査におけるインフォームド・コンセント」について発表し、フロアより「貴重な疫学調査である」とのコメントを頂きました。

私は放射線分野に携り始めてから日が浅いため、４日のYGNワークショップに参加しました。各国の若手研究者ネットワークの活動状況、若手研究者の研究について報告があり、IRPA（国際放射線防護学会）に加盟する海外の学会等からの参加者との国際的な視点でのセッションが行われました。YGNの活動では、公衆が正しい知識を持つことにより放射線に対してのイメージが良くなり、将来、放射線分野を学ぶ学生が増えるのではないかとの意見があり、「温暖化防止、CO_2削減の必要性の観点から、原子力発電の役割をアピールすること」等、解決するための提案がありました。また、新興国出身の参加者より、国内の放射線分野研究者の数が少なく研究者ネットワークがない現状について報告があり、これに対し、すでに活動しているネットワーク（IRPA-YGN等）に参加をすることを勧めるコメントなど、各国で協力することの大切さを知るとともに、心温まる時間を過ごしました。13カ国から78名、参加者の皆様と交友を深め、かつ様々な視点を知る事ができた集まりでした。ワークショップにはIRPA会長Roger Coates氏も参加され、近い距離感で貴重な知見を得ることができました。

口頭発表：「日本の放射線業務従事者を対象とした疫学調査におけるインフォームド・コンセント」（吉本）

JHPS-YGNワークショップの参加者と共に

ほか、開催地が東北であったため、福島での活動報告が多くあり、リスクコミュニケーションの取り組みや病院の事業継続計画（BCP）の策定について知見を得ることができました。また、東北大学青葉山キャンパスに設立される「次世代放射光施設：SLIT-J」の紹介があり、脳の神経まで可視化できる研究開発ツールに感銘をうけました。

放射線に対する公衆の不安は拭い切れていない現状ではありますが、放射線の可能性、特に新興国においては電気のある生活がこれから始まる地域もあり、新たな原子力発電所の建設が必要になるであろうことを改めて考えさせられました。次世代の研究者及び放射線について公衆の理解の必要性を感じ、現職の立場から、市民に幸せをもたらす放射線利用の発展に貢献できるように努めたく思いました。

次回は2020年６月29日（月）～30日（火）大阪シティプラザで開催予定です。

日本放射線影響学会への参加報告

（公財）放射線影響協会
放射線疫学調査センター　工藤　伸一

日本放射線影響学会第62回大会が11月14日（木）～16日（土）の日程で京都大学吉田キャンパスにおいて開催されました。当協会からは筆者を含め３名が参加し、古田は「ガラスバッジ、電子線量計またはOSL 線量計を使用した原子力産業従事者の光子被ばくに対する線量計レスポンス試験」、西出は「男性放射線業務従事者における健診受診に関連する要因」、筆者は「放射線業務従事者における累積線量と有害業務従事歴との関連」のタイトルで発表、質疑応答を行いました。

発表にあたっては、言語は日本語でも構いませんでしたが、スライド、ポスターは英語で作成するよう学会事務局から連絡がありました。近年の国内学会では英語セッションが増える傾向があり、今回の方策も海外からの参加者にとっては、発表内容の理解向上に役立ったと感じられました。

いろいろな発表がありましたが、特にワークショップ「福島原発事故後の経験から学んだリスクコミュニケーション」では、現地の元市長、医師、理科教諭等の発表から、事故直後の住民の間では、情報が少ないことによる不安と様々な情報が溢れていることによる混乱があったという点が印象的で、正確なデータを発信し続けることの必要性と責任を感じました。

今回の学会は３つの会場において発表が同時進行で行われ、それ以外にもポスター発表、企業展示が行われていました。我々放影協の調査結果の広報という観点では貴重な機会であったと言えます。可能であれば次年度以降の継続参加が、放射線疫学調査結果の広報の観点から有用と感じました。今後とも調査内容の発信に向けて邁進する所存です。（了）

会場前の案内

会場の一つ、百周年時計台記念館

一般市民に低線量内部被ばくを及ぼしうる放射性セシウム中の不溶性粒子存在度の解析

東京大学アイソトープ総合センター
桧垣　正吾

1. 背景

福島第一原子力発電所事故により極めて大量の放射性同位元素が環境中に放出された。その中でも、放射性セシウム^{134}Csおよび^{137}Csは半減期がやや長いため、事故後約９年が経過した現在でも環境中に残存しており、放射線・放射能に対する市民の不安は払拭しきれていない。放射性Csの放出形態は、事故当初、可溶性の硫酸塩エアロゾルのみと考えられてきたが、不溶性の放射性Cs含有微粒子（いわゆるセシウムボールと呼ばれている）としても放出されたものが含まれていることが徐々に明らかになってきた。この微粒子は、吸入による内部被ばく線量を評価する際にも影響を及ぼしうる。可溶性のセシウムは、全身の筋肉に分布し、代謝によって排出される。その一方で、不溶性の場合は鼻腔や肺胞に吸着することで、その場所に長期間留まる可能性がある。そのため、局所的な組織反応を及ぼす可能性すら指摘されている。また、体外への排出機構もそれぞれ異なる。ゆえに、不溶性の放射性Cs含有微粒子の吸入による内部被ばくの実効線量は、可溶性の放射性Csによって評価されてきた従来の方法では算出できない。一方、放射性Cs含有微粒子についても、２つのタイプがあることが明らかになっている。一つは、小型で球形かつ元素分布が均質であるもの（Aタイプ）で、もう一つは、やや大型で不定形をしているもの（Bタイプ）である。微粒子の事故当時の^{134}Cs/^{137}Cs放射能比を精密に測定することで、前者Aタイプは２号機由来、後者Bタイプは１号機由来と推定されている。これらの微粒子は、比放射能が強いことを利用して単離され、１個ごとの放射能測定や電子顕微鏡での観察が行われている。

我々は、帰宅困難区域での住家内で清掃作業を行った際に着用した不織布製マスクから分離した粒子を単離して分析したところ、Aタイプでありながら不定形で、明らかに偏在した元素分布を持つものが存在していることを初めて明らかにした（参考文献１）。また、我々は、福島県在住の一般市民が2012～2014年の３年間の春期に着用した不織布製マスクに付着した放射性セシウム量を測定してきた。その結果、微量ではあるが放射性セシウムの付着が毎年確認され、日常生活を送る一般公衆に内部被ばくをもたらす放射性Csが事故後３年後にも依然として存在していたことを指摘してきた（参考文献２および３）。一般公衆に低線量の内部被ばくをもたらす放射性Cs源の中に、高濃度の不溶性微粒子が含まれているか否かを測定し、その割合を明らかにすることは、被ばく線量を精密に評価する観点から重要である。本稿では、2013年および2014年分の試料を解析した結果の概要について述べる。なお、全容は参考文献3に示している。

2. 測定手法

試料となる使用済みマスクは、市販の不織布製立体型マスクであり、福島県在住の一般市民が2013年および2014年の春に日常生活の中で着用したものである。着用期間各４週間の中で、少なくとも１日１枚のマスクを着用した。

解析方法は以下の通りである。マスク1枚ごとの放射性Cs量をGe半導体検出器で定量

（6時間測定、検出下限値：^{134}Cs, ^{137}Csともに0.2Bq）後、有意な放射能が検出されたマスクについて、イメージングプレートによる短時間露光などの手法を用いて不溶性微粒子を単離した。単離した微粒子はGe半導体検出器による長時間（35万～40万秒）測定で1個ごとの放射能を定量した。さらに、電子顕微鏡で撮像し、エネルギー分散型X線分析により不溶性微粒子1個ごとの形状及び元素分布を調べた。

3. 結果と考察

2013年では被験者10名の内3名のマスク、2014年では被験者10名の内4名のマスクに着用したマスクに有意な放射性Csの付着があった。その放射性Cs量の4週間合算の最大放射能は、2013年で^{134}Csが2.42Bq、^{137}Csが4.58Bq、2014年では^{137}Csが1.01Bq（^{134}Csは検出下限値以下）であった。

被験者が2013年に着用したマスクのうち、2名の被験者が着用したマスク（1名は2枚、もう1名は1枚）計3枚から各1個ずつの球形の不溶性微粒子が発見された。2014年に着用したマスクからは、不溶性微粒子が発見されなかった。**表1**に単離した微粒子の放射能および事故当時（2011年3月11日現在）に減衰補正した^{134}Cs/ ^{137}Cs放射能比を示す。この放射能比、粒径に対する放射能比およびその形状から、発見された微粒子は全てAタイプと判断できた。

表1　単離した微粒子の放射能

着用日	^{134}Cs[Bq]	^{137}Cs[Bq]	^{134}Cs/ ^{137}Cs 事故当時の放射能比
2013/3/23	0.107	0.341	1.04±0.10
2013/3/5	0.224	0.695	1.06±0.07
2013/3/11	0.0861	0.250	1.12±0.12

また、1個ずつの球形の不溶性微粒子がそれぞれのマスク1枚に占める放射能の割合は、それぞれ24.3%、58.7%、29.6%であった。これは、不溶性微粒子が存在するとマスクに付着する放射能が大幅に上昇することを示す。

4. 今後の計画

参考文献2に示している通り、2012年に福島県在住であった被験者は10名おり、残りのマスク試料（約450枚）についても測定を進めており、一般市民の内部被ばく源に対する不溶性微粒子の寄与を更に明らかにすべく研究を行っている（成果の一部は、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、仙台、2019で発表済み）。また、内部被ばく線量のより精密な評価についても行う計画である。

謝辞

本稿に述べたマスク試料は、ユニ・チャーム株式会社の協力により入手したものである。γ線測定の一部は、公益社団法人日本アイソトープ協会学術部研修課のサポートを受けた。ここに記して感謝を申し上げる。

参考文献

1. Discovery of non-spherical heterogeneous radiocesium-bearing particles not derived from Unit 1 of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, in residences five years after the accident S. Higaki*, et al., ***Journal of Environmental Radioactivity*** **177**, 65-70, doi:10.1016/j.jenvrad.2017.06.006 (2017).
2. Quantitation of Japanese Cedar Pollen and Radiocesium Adhered to Nonwoven Fabric Masks Worn by the General Population, S. Higaki*, et al., ***Health Physics***, **107**, 117-134. doi:10.1097/HP.0000000000000078 (2014).
3. Discovery of radiocaesium - bearing particles in masks worn by members of the public in Fukushima in Spring 2013, S. Higaki*, et al., ***Health Physics***, doi: 10.1097/HP.0000000000001148 in press.

The 65th Annual Meeting of the Radiation Research Society参加記

（国研）日本原子力研究開発機構　人形峠環境技術センター
神﨑　訓枝

はじめに

2019年11月3日～6日にかけて、アメリカサンディエゴにあるthe Westin Gaslamp HotelでThe 65th Annual Meeting of the Radiation Research Societyが開催されました（**写真１**）。今回、公益財団法人放射線影響協会の国際交流助成による旅費援助をいただき参加して参りましたので、ここにご報告いたします。

写真１　会場となったアメリカサンディエゴ the Westin Gaslamp Hotel周辺の様子

Radiation Research Society

米国Radiation Research Societyは、自然科学から医学まで様々な分野での放射線研究の推進、放射線の特性や影響の研究に興味がある研究者のコミュニティ内での協力促進、放射線研究の知識を科学界や公衆に広めることを目的とした学会です。毎年開催される年次大会には世界中からの世界トップクラスの研究者が集まり、放射線に関する物理学、化学、生物学、医学など幅広い分野に渡る研究発表が行われ、熱い議論が繰り広げられます。

本大会の開催概要

The 65th Annual Meeting of the Radiation Research Societyでは、本会議開催前日から学生や若手研究者の育成を目的としたSIT（SCHOLARS IN TRAINING）のワークショップが行われたり、初参加の者にVIPリボンが配られたりと若手の育成や研究ネットワークの構築に力を注いでいることがわかりました（**写真２**）。米国の医師生涯教育プログラムACCME（Accreditation Council for Continuing Medical Education）に沿ったセッションや話題性のあるテーマを取り上げたTopical Reviewなど趣向を凝らしたプログラムとなっており、事前にホームページでレクチャーやシンポジウムで発表される200名近い著名な研究者が紹介されていましたので、演題登録時から参加を大変楽しみにしていました。

写真２　初参加者に配られるVIPリボン

発表内容

筆者は「Assessment of Radiation Effects Using Taguchi Method」というタイトルでポスター発表を行いました。本研究では、マウスのLPS（Lipopolysaccharide）腹腔内投与による全身性の炎症に対する被ばく影響について、品質工学のタグチメソッドの概念を用いて評価することを目的とし、次で紹介する研究を行

いました。

8週齢のオスBALB/cマウスを用い、炎症マーカーCRP（C-reactive protein）を指標とした分析を行いました。まず、LPS（25 μgまたは100 μg）を投与されたマウスのCRPが有意に増加すること、全身にX線（0.1Gy、0.5Gy、3.0Gy）を照射されたマウスのCRPに有意な変化は見られないことを確認しました。そこで、LPS誘導炎症に対する被ばく影響を評価すると、CRPは、LPSのみ処置された群と比較して、LPSとX線の両方を処置された群ではおおむね増加しましたが、LPS（100 μg）投与＋X線（0.1Gy）照射の群でのみ減少していました。この結果について、マウスへの処置の条件を制御因子としたSN比を求めると、LPSとX線の両方を処置された群の中で、LPS（100 μg）投与＋X線（0.1Gy）照射の群のSN比が最大となり、SN比は大きいほど状態が良いことを示すため、統計で得られた結果に合致した結論を導くことができました。また、交互作用図を示すことで、LPS（100 μg）投与に対して、X線（0.1Gy）照射は影響力が小さいことがわかりました。本提案手法での評価方法では、放射線生体影響をSN比に変換することで、従来の統計手法により単に実験で得られた群平均を評価するのではなく、そこに含まれるばらつきを同時に評価しています。放射線の影響を品質工学のタグチメソッドの概念を用いて表現することで、応答特性（SN比・平均等）へある因子（本研究では、被ばくやLPS投与）が別の因子の水準（ばく露条件）にどのように依存するかを容易に理解できることを示しました。

これまで放射線の影響に対して本手法を用いた評価法の提案は皆無で、本研究は新規性の高い研究だと考えられます。筆者が今回発表した内容は、放射線における幅広い研究分野を対象としたRadiation Research Societyの中でも異色であったと思いますが、興味を持った方が熱心に研究内容を聞いてくださり、意見交換ができたのは大変励みになりました。引き続き、研究成果を取りまとめ、世界に通用する放射線の影響評価法のひとつとして本研究を発展させていきたいと考えています。

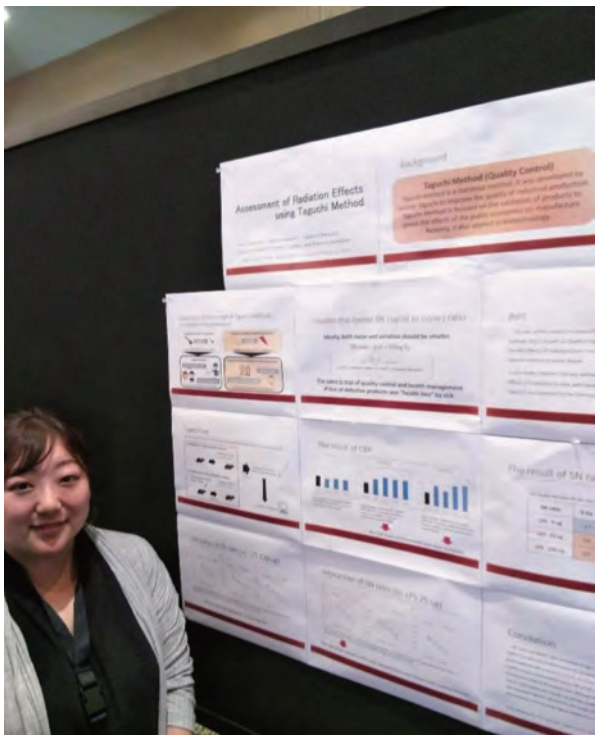


写真３　筆者のポスター発表

おわりに

サンディエゴ国際空港から会場のあるガスランプクォーターまでの移動中、太陽の日差しがキラキラと降り注ぐ美しい海岸線を見て胸を躍らせ、受付でVIPリボンを受け取り、海外の初めて参加する学会で研究発表を行って、最終日の夜には空母ミッドウェイ博物館（USS Midway Museum）で行われた懇親会で様々な方々と交流を持つことができ、最初から最後まで大変良い刺激を受けました。今回得られた貴重な経験を今後の研究活動につなげていきたいと考えています。

謝辞

この度のThe 65th Annual Meeting of the Radiation Research Societyへの参加にあたり、旅費を助成いただいた放射線影響協会に感謝申し上げます。

自由さんぽ

ラグビーの思い出

総務部　林　和男

昨年９月から11月まで「ラグビーワールドカップ2019日本大会」が開催され、日本中で盛り上がりを見せました。巷ではにわかファンなる人が爆発的に増えたようです。

かくいう私も、にわかではないまでもファンの一人のつもりです。この大会で盛り上がる以前は、ラグビーはサッカーに比べてマイナースポーツの印象は否めませんでしたが、それでも1980年代には大学ラグビーの試合で旧国立競技場が満員になるなどの人気を誇った時代もあったのです。ファンの一人としては、その時代を超えて人気スポーツとして定着することを願うばかりです。

私とラグビーの出会いは、約半世紀前に遡ります。中学生まで陸上競技をやっていた私は、高校では違うスポーツをやりたいと漠然と考えていた時、ラグビー部に入った同級生から、ラグビーは足が速いだけで務まるポジションもあるという一言で安易に入部したことがきっかけです。現代のようなパワーとスピードのラグビーとは、かけ離れたレベルの当時の高校ラグビーでしたが、それなりに練習は辛いものでした。まだ高校にラグビー部が少なかったこともあり、我が母校は千葉県で１、２を争うレベルだったのです。

かくして意に反した想像以上の厳しい練習に耐えることになったのです。

それでも良いこともあるもので、１年生の時に全国大会（俗にいう花園）の50回記念大会とやらに、千葉県代表で出場することになったのです。そんなわけで大阪旅行に連れて行ってもらいました。

当時、通常の出場枠は千葉県と山梨県で１校だったのですが、山梨にはH川高校という全国大会の常連校がいたため、千葉で勝っても代表にはなれなかったのです。それが記念大会なので県１校が出られたのです。通常は全国大会に出場となると学校あげての応援になりそうなものですが、当時の母校は野球がめっぽう強く、毎年のように甲子園に出場して、プロ野球にも何人も行っていたような環境ゆえ、われらラグビー部はひっそりと出陣した次第です。結果は２回戦敗退だったのですが、１回戦が不戦勝だったため滞在期間が長くなり、おかげで観光を楽しめました。

楽しんだ手前、その後３年間部活を続けることとなり、そして夜に帰宅し朝寝坊し遅刻する毎日が続いたのです。

その後は県大会での優勝（地元千葉TVの取材を受けたが、当時の実家では受信できず）や関東大会出場などは果たしましたが、全国大会には手が届きませんでした。

家族はラグビーをよく知らなかったこともあり、母親は、たまに持って帰る練習着を見るたびに「こんな泥んこで何をやってるんだ」などと言っていました。

当時の部活動では、今でいうパワハラも何もあったものじゃなかったのですが、なぜかラグビー部は良い雰囲気でした（今だったらニュースになるようなことが、たまにあったかも）。

そんなわけで、いろいろありましたが私のラグビーの思い出と言えば、夏合宿の時に宿舎で流れていた「サルビアの花」という歌です。今でもその歌を聴くとあの時の辛く厳しい合宿が思い出されます。

後列左から３人目が筆者

（公財）放射線影響協会からのお知らせ

１．助成・顕彰事業（公募）に係るお知らせ

当協会は、我が国の科学技術の進展及び国民保健の増進に寄与することを目的として、以下の３つの助成・顕彰事業を行っています。皆様のご応募をお待ちしております。

(1)研究奨励助成金交付事業

研究奨励助成では、大学及び研究機関等において、放射線科学研究の分野における調査・研究を実施している研究者の研究課題に対して、研究費（図書、消耗品の薬品、器具、実験材料などの購入費用等）を助成しています。

(2)国際交流助成事業

国際交流助成では、放射線影響に関する国際研究集会等における研究発表等のため海外出張する研究者、調査研究のため海外の研究機関に派遣される研究者及び我が国に招へいされる優れた外国人研究者に対して、旅費を助成しています。

(3)顕彰事業（放射線影響研究功績賞・放射線影響研究奨励賞）

①放射線影響研究功績賞では、放射線科学研究の分野において顕著な業績をあげた研究者を、副賞を添え顕彰しています。

②放射線影響研究奨励賞では、放射線科学研究の分野において活発な研究活動を行い将来性のある若手研究者を、副賞を添え顕彰しています。

なお、詳細は協会ホームページ（http://www.rea.or.jp/）の「助成・顕彰」の項でご確認下さい。

２．放射線疫学調査へのご協力のお願い

放射線影響協会では、新しい放射線疫学調査に向けて、調査協力の意思確認調査（同意調査及び生活習慣等調査）を実施しています。

低線量放射線による健康への影響を明らかにするために皆さまの協力が必要です。

調査書類が届きましたら、ご協力をお願いします。

３．放射線管理記録の引渡しについて

RI等使用事業者は、法令により従事者の被ばく線量の測定記録及び健康診断記録の保存が法令により義務付けられています。ただし、当該記録の対象者が従事者でなくなった場合又は当該記録を５年以上保存した場合には、国の指定した記録保存機関である当協会へ記録を引渡すことにより法令上の記録保存の義務が免除されます。また、RI等使用事業所で、RI等の使用を廃止した場合は、当協会へ記録を引渡すことが義務付けられています。

当協会では、引渡しを受けた記録を、厳正な管理の下に保管するとともに、記録に関わる本人からの開示請求等に対応しています。

なお、廃止措置での記録の引渡しの際に、保存しておくべき記録が紛失のため引渡せないケースが発生しておりますので、５年以上保存の記録については当協会へ順次引渡すことをお勧めいたします。

「RI等記録引渡しの手続き、料金等」のお問合せ先
（公財）放射線影響協会
放射線従事者中央登録センター RI等記録管理課
電話：03（5295）1790　e-mail：ri@rea.or.jp
URL：http://www.rea.or.jp/chutou/hikiwatashi.htm

主　要　日　誌

【活動日誌】

○企画部

12月16日　放影協開催講座「ICRPセミナー」

○放射線従事者中央登録センター

10月23日　第18回放射線管理手帳高度化ワーキンググループ(報告書のとりまとめ)

11月26日　第124回被ばく線量登録管理制度推進協議会（令和２年度事業計画及び予算について等）

12月12日　第４回水晶体対応ワーキンググループ（等価線量の記載方法、集積線量欄の追記の要否等）

○放射線疫学調査センター

11月７日　調査研究評価委員会（意思確認調査、第Ⅵ期報告書等）

12月10日　放射線疫学調査あり方検討会フォローアップ委員会(コホートの設定等)

放影協ニュース　2020. 1, No.102

編集・発行　公益財団法人　放射線影響協会

URL：http://www.rea.or.jp

〒101-0044　東京都千代田区鍛冶町１丁目９番16号　丸石第２ビル５階

電話：03(5295)1481(代)　FAX：03(5295)1486

●放射線従事者中央登録センター

電話：03(5295)1788(代)　FAX：03(5295)1486

●放射線疫学調査センター

電話：03(5295)1494(代)　FAX：03(5295)1485