



Photo H. Hirono

Index

国際放射線防護委員会 ICRP科学事務局の活動と経験から	佐々木道也	1
[施設訪問記⑦] - 京都大学原子炉実験所の巻 - 「医療分野での中性子利用の新たな展開」		6
川内原子力発電所再稼働に期待する	町 末男	11
平成25年度 一人平均年間被ばく実効線量0.22ミリシーベルト	中村 尚司	12
平成25年度 年齢・性別個人線量の実態		15
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
保物セミナー2014 開催のご案内		18
[サービス部門からのお知らせ] ガラスバッジのクリップが変わりました		19

国際放射線防護委員会

ICRP科学事務局の活動と経験から



佐々木道也*

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故以降、何かとマスコミ等に取り上げられることが多かったICRP (International Commission on Radiological Protection – 国際放射線防護委員会) は、1928年に設立された国際X線およびラジウム防護委員会を前身とした組織である。現在は英国のRegistered Charityとして、いわゆるNGO (NPO) 組織として活動しており、カナダの首都であるオタワに科学事務局を構えている。

ICRPは2010年にcost-free staffをホームページにて募集し、筆者は、カナダの就労許可証取得に係る紆余曲折や困難を乗り越えて、2012年1月末から2014年3月末まで、Christopher Clement科学秘書官の補佐として、同事務局に勤務する機会を得ることができた。本稿では、2年2ヶ月の業務経験や、ICRPの活動について述べる。

2. 組織構成

ICRPは、主委員会、科学事務局、5つの専

門委員会 (影響、線量、医療、適用、環境) から成る。各専門委員会の下には、特定の勧告やガイダンスをICRP Publication (刊行物) として実際に文書化するために結成されるタスクグループ (TG) があり、全体では230人以上の放射線防護に関連する専門家によって成り立っている^[1]。なお、過去にはワーキングパーティー (WP) もTGの準備段階的な位置づけで用いられてきたが、最近WPの名称は (公式には) 見られなくなってきている。主委員会、専門委員会、TGメンバーは世界各国の大学、研究機関、規制機関、事業者等からなる。すべての委員がボランティアとして活動しており、我が国からも数多くの専門家がICRP委員やTGメンバーとして活躍している。

なお、ICRPの主委員会及び専門委員会の委員任期は5年である。その一方でTGは、刊行物を作成することが目的であるため、基本的に任期という考えはない。2013年の4月にケンブリッジで開催された主委員会会合では、2013年7月から2017年6月までの任期の主委員会委員及び専門委員会委員が選出された。過去のICRPの委員決定においては、退任される委員が後任を指名／推薦する方式がとられてきたが、今回は自薦他薦を問わずホームページを通じて事前に候補者を広く受け付

* Michiya SASAKI 電力中央研究所 原子力技術研究所 放射線安全研究センター 主任研究員

けた。ICRPの委員候補への門戸を開いたことは、新しい取組みである。

3. 科学事務局と業務

ICRP科学事務局は、オタワにあるカナダ原子力安全委員会CNSCの入っている合同庁舎(図1)の会議室の一角を間借りしており、Christopher Clement科学秘書官、秘書のLynn Lemaire氏、Internの学生¹、筆者の合計4人が在籍した。オフィスの大きさは6m



図1 ICRP科学事務局のある合同庁舎ビルの外観

¹ Intern制度はCNSCが2005年に開始した制度であり、The University of Ontario Institute of Technologyの学部3年生が、4ヶ月毎にCNSCの異なる部署、あるいは原子力発電所等で実習を繰り返し、トータルで16ヶ月実務経験を積むことができる制度である。CNSCの厚意により、2011年9月から実習先の一つとしてICRP科学事務局が含まれた。したがってそれ以前は筆者もInternもおらず、事務局人員は2人であった。

×8m程度であり、訪れる誰もがICRPのネームバリューや功績に比べた科学事務局の狭さ、そして人員の少なさに驚くそうである。

Christopher Clement科学秘書官(カナダ)は、Clare Cousins委員長(英国)、Jacques Lochard副委員長(フランス)と並んでICRPの“顔”であり、多くの国際会議等に出席し、ICRPのスポークスマン的な役割を担っている。科学書記官の仕事としては、ICRPのホームページ^[2]に示されているものの、科学秘書官の最重要任務は、ICRPの活動・運営資金の獲得であると個人的には考える。

筆者は主に、ICRP刊行物の編集やホームページの管理、年報の作成、福島ダイアログセミナーや主委員会会合及びシンポジウムの運営補佐のほか、各種質問対応にも携わった。

4. ICRP 刊行物

ICRP刊行物はAnnals of the ICRPとして、すなわち単発的な「書籍」としてではなく、定期的刊行物として世の中に出されている。2013年の夏からはSAGE社から発行されている^[3]。なお、Annals of the ICRPには、最近ではシンポジウムの要旨集が、過去にはSupporting Guidanceも発行されており、すべてがICRP Publication***と番号付与されているわけではない。

筆者は、ICRP刊行物の編集業務を担当したが、ドラフト自体は前述のようにTGメンバーによって練り上げられる。ドラフト完成後、管轄する専門委員会での議論と承認を得てからICRP刊行物としての発行に至るまでの流れは、次の通りである。

- 1) 主委員会においてドラフト版が審査される。この時、主委員会委員の中から2、3人が担当の査読者となる。問題がない場合はPublic Consultation (パブコメ)に移ることが承認される。
- 2) 科学事務局で若干の体裁編集後、3ヶ月間のパブコメが行われる。
- 3) パブコメのコメントに基づく修正がTGでなされ、問題がなければ専門委員会での承認、その後の主委員会において、発行の承認がなされる。(コメントが付くこともある)
- 4) 最終版ドラフトを受領後、科学事務局での編集作業に入る。編集作業完了後、英国式英文及び書式の校閲を経て、出版社により初版のゲラ作成がなされる。
- 5) 著者⇔科学事務局⇔出版社の複数回の確認後に発行がなされる。

以上の手順が踏まれるため、最初のドラフト完成から実際の発行までは、最短でも1年半以上を要する。科学事務局としては、ICRP刊行物の安定した、定期的な発行を行いたいのが本音であるが、前述のように、委員やTGメンバーは、すべてボランティアでの作業であるため、ドラフト作成の加速は、願ひし難いのが実情である。

なお、我が国では、日本アイソトープ協会から翻訳版が発行されており、科学事務局の本棚には、同協会から寄贈された日本語版の他、スペイン語、ロシア語、中国語等の翻訳版等が数多く並んでいる。2012年のICRP年報表紙^[4]には、代表的な翻訳言語の表紙ページが掲載されているが、おそらく我が国の翻訳版は、カバーしている範囲も品質も、世界においてトップクラスであろう。

5. 福島第一原子力発電所事故とICRP

ICRPは2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故以降、ホームページを通じてメッセージを発信してきた。また、数多くのICRPの委員が日本を訪れ、国際シンポジウムや関係省庁等との会合において、放射線防護に係る様々なアドバイスの支援を行ってきた。

2011年11月からは、ICRP福島ダイアログセミナーを開催し、事故後の課題として、専門家の役割、地域の文化の継承、教育の在り方、子育て、農産物や食品、留まる又は戻ることの選択等、幅広く複雑なテーマについて取り組んできた。このダイアログセミナーでは、市民や専門家が現状や経験を述べた上で、将来に向けて課題は何か、何ができるか等の対話がなされた。これらは地域の行政の方々や専門家、様々な活動に取り組んでいる福島内外の市民のご支援なくしては実現できなかった。福島に住んでおられる方、避難者の方、帰還した方の意見や考え方、これまでの活動の経験、専門家の意見、チェルノブイリの影響を受けた、ベラルーシやノルウェーの住民の経験を聞くことのできる貴重な機会であった(図2)。これらの詳細については、ICRPのホームページや、日本のICRP委員が立ち上げているホームページ^[5]をご参照いただきたい。

また、2012年10月、ICRP主委員会会合は福島市で行なわれた。日本での開催ということもあり、筆者は、宿泊先とのやり取り、付随して催された専門家との意見交換会や、除染活動等の見学会の手配や調整を、丹羽主委



図2 ICRPダイアログセミナーの様子

員会委員とともに担当した。会合期間中、伊達市の協力を頂き、出荷される玄米の放射能濃度を測定する作業、果樹園（柿）、除染工事が行われている民家や、除染廃棄物の仮置き場を見学する機会を得、農家の方や市の対応者から直接お話しを伺うことができた（図3）。主委員会メンバー全員が参加したため、福島県の実情をICRPが直接知ることができ、有益な機会であったと思う。

ICRPは福島第一原子力発電所事故後にTG84を立ち上げ、事故後に示された放射線防護に関する課題をとりまとめた^[2]。このTGのサマリーレポートは英語版、日本語版ともICRPのホームページにて公開されており、さらに詳細な内容についてはJournal of Radiation Protection誌にて2013年に公開された^[6]。これらで取り上げられた課題は、その幾つかに対しては既にTG90及び93等が立ち上り、対応されつつあるが、それ以外の課題に対してICRPが今後どのように取り組み、関連するPublicationとして練り上げられていくか、注目すべきであろう。



図3 果樹園と除染廃棄物仮置き場の訪問

6. ICRP国際シンポジウム

2013年10月、ICRPは放射線防護に関する国際シンポジウムを、アラブ首長国連邦、アブダビにおいて開催した。同シンポジウムは、2011年のワシントンDCに続き第2回目であり、主委員会会合、専門委員会会合も併せて開催され、数多くのICRP委員や内外の専門家が集った。

スケジュールとしては、10月18日～20日までが主委員会会合、21日は全体会合+専門委員会会合、22日～24日は国際シンポジウム、25日～27日が専門委員会会合であった。筆者はシンポジウム開催中、裏方として現場での

サポートを担当したが、その後の専門委員会
会合において、第1専門委員会と第2専門委
員会の合同会議や、第4専門委員会会合を傍
聴する機会をいただき、貴重な経験となった。

ICRP国際シンポジウムの発表資料の多くは、
ICRPのホームページから利用可能である。こ
のような取り組みも、ICRPの活動や放射線防
護の考え方、最新の科学的な知見を広く普及
させるという意味で重要と思う。

なお、今回の第3回ICRP国際シンポジウ
ムは、韓国ソウルにおいて2015年10月20日
から22日で予定されている。これまでと同様、
多数の専門家や関係者の参加が期待できる。

~~~~~  
**7. おわりに**  
~~~~~

ICRPの活動は、実際に委員やTGメンバー
として関与する人に加え、多くのボランティ
アによって支えられていることを実感した。
また、この機会を通じて国内外のICRP委員、
専門家、地域住民の方々とネットワークを築
くことができ、研究においても人生において
も、代えがたい財産となった。

一方、事務局にいることで、ICRP 刊行物
や放射線防護に係る多様な質問に対応するこ
ともあった。これらは、記述内容の意味を明
確化するものであったり、放射線防護の数値
や指標の意味を確認するものであったりした
ため、筆者の勉強にもなった。また、福島第
一原子力発電所事故や、日本の原子力発電や
規制の状況に対する質問も多数受け、常に情
報のアンテナを広げておくことの重要性を感
じた。

最後に、オタワ滞在中には、Christopher

Clement科学秘書官とそのご家族、当所関係
者、また、数多くの現地在住の日本人の方々
に大変お世話になりました。また、ICRP委
員の皆様にも大変お世話になりました。ここ
に記して、感謝いたします。

■ **参考文献** ■

- [1] C. Cousins, ICRP Past, Present and Future, Available at <http://www.icrp.org/page.asp?id=184> (last accessed 11 September 2014).
- [2] ICRPホームページ, Available at <http://www.icrp.org/> (last accessed 11 September 2014).
- [3] SAGE社ホームページ, Available at <http://ani.sagepub.com/> (last accessed 11 September 2014).
- [4] ICRP 2012 Annual report, Available at <http://www.icrp.org/docs/ICRP%20Annual%20Report%202012.pdf> (last accessed 11 September 2014).
- [5] ICRP通信, Available at <http://icrp-tsushin.jp/> (last accessed 11 September 2014).
- [6] Abel J González et al., Radiological protection issues arising during and after the Fukushima nuclear reactor accident, 2013 J. Radiol. Prot. 33 497 doi:10.1088/0952-4746/33/3/497, Available at <http://iopscience.iop.org/0952-4746/33/3/497/> (last accessed 11 September 2014).

著者プロフィール

静岡県出身。2002年3月東北大学大学院博士後期課程修了後、一般財団法人電力中央研究所入所。専門は放射線計測と放射線防護。2012年1月から2014年3月末までカナダの首都オタワにある国際放射線防護委員会ICRP科学事務局にて科学秘書官補佐として勤務。ICRP Publicationの発行や主委員会会合の支援等に携わる。放射線計測やシミュレーション計算に興味があり、さらに最近は放射線リスクの考え方全体にわたって関心が高い。



連日、猛暑のニュースが定番化した感がありますが、快晴の7月25日の午後、FBNews編集部一行は、大阪府泉南郡熊取町の京都大学原子炉実験所（KURRI）を訪ねてまいりました。

KURRIは昭和38年4月1日に初代所長 木村毅一教授の下に設置され、翌年6月25日には研究用原子炉（KURRI-KUR）が初臨界を達成、昭和43年には定格出力5 MW（メガワット）を達成、以降、平成22年に高濃縮から低濃縮のウランに変更した炉心が従来同様の定格出力5 MWに到達といった、50年の長い歴史を持つ施設になっています。現在のKURは新規制に対応する為、来年1月の再開を目指して鋭意点検中との事でしたが、こちらで研究されている、放射線生命医科学研究本部 粒子線腫瘍学研究センター 中性子医療高度化研究部門の田中浩基先生に所内の諸施設をご案内いただきました。

1. KUR

KURの中性子ビームは、入手困難な貴重試料であったりしても試料を破壊せずに微量分析できる「中性子放射化分析」や、外科手

術では患者様の生活の質（QOL）が低下してしまうようながんの症例に効果が現在期待されている「ホウ素中性子捕捉療法（BNCT：Boron Neutron Capture Therapy）」等に利用されています。

KUR運転時には、火曜日と水曜日が1 MW出力、また、木曜日が定格の5 MW出力を行い、前述のBNCTは木曜日に行われているとの事です。

実際にBNCTが行なわれる照射実験室のそばまでご案内いただきました。最近多く目にします、ホテル並みの内装を備えた大型医療施設とは異なり、目の前に現れたのは質量感充分の原子炉！そしてその足下のブースには、「無骨な」と申しあげては怒られてしまうかもしれませんが、これまた、質量感、堅牢感に充ちた患者輸送台と医療用コリメータが控えております。

田中先生のお話では、炉心からの放射線は重水タンクに水を満たしていれば十分に遮蔽されるので、照射実験室にも安全に入室できるとのこと。BNCTでの照射は1患者様辺り1時間1回のみが実施されます。田中先生は照射時に近傍で作業されますが、BNCT1回当たりのご自身の被ばくは約0.1mSvとの事で、BNCTに従事された8年間の合計でも2 mSv

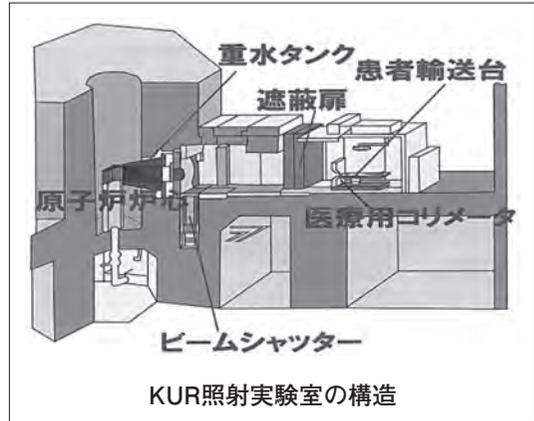
程とおっしゃっていました。これには、編集部から「先進的な放射線治療実験における被ばくとしては、かなり少ないのでは」とのコメントが思わず入りました。

かたい話になりますが、KURが5 MWで運転されている場合、毎秒 3.7×10^{17} 個程度の中性子が発生します。BNCTでは、その内の一部の漏洩中性子を重水とアルミニウムで減速し、症例に応じて、フィルタの組み合わせを、熱中性子モード／熱外中性子モードの2種類から選択、コリメータでの整形を経て、患者様の患部に当てる事になります。患者様は予めホウ素薬剤を投与されていますが、がん細胞は正常細胞に比べより多くのホウ素を取り込み、BNCTに於いては、正常な細胞に比べ結果的には6-7倍の効果をがん細胞に与えるとの事です。薬剤のホウ素についてですが、同位体ホウ素-10 (^{10}B) が熱中性子を吸収すると、ヘリウム-4 (^4He) 核とリチウム-7 (^7Li) 核へと核変換します。それぞれが発する ^4He 線(飛程:約9 μm 、エネルギー:1.47MeV)、 ^7Li (飛程:約5 μm 、エネルギー:0.84MeV)は、線エネルギー付与(LET)が共に160keV/ μm -170keV/ μm であり細胞不活性化を最も効果的に引き起こす放射線とされています。また、共に飛程が短い事により周囲の正常細胞には影響を及ぼさず、前述の6-7倍に繋がっているものと思われます。得意・不得意はあるようで、深い所の治療は苦手で、表層のほくろのがんや脳腫瘍、主に6-7cm以内での治療に力を発するとの事です。

リニアック治療と異なり、BNCTでは患部をできるだけコリメータに密着させますが、これは、コリメータから離れてしまうとたちまち中性子の強度が下がってしまうためとの事です。

KURRIでは平成13年12月に初めて頭頸部

がんへのBNCTを実施しました。治療では翌年の12月までに合計3回の照射を行い、腫瘍は消えるに至ったとの事です。「照射後48時間で腫瘍の縮みが確認され、5週間後には腫瘍の消失が確認されている。正常な細胞と異



2001年12月～2006年3月

- 悪性黒色腫 (2)*
- 脳腫瘍 (82)**
- 頭頸部がん (93)*
- 肝腫瘍 (7)***
- 乳・胸壁腫瘍 (3)*
- 肺がん (1)*
- 眼窩腫瘍 (2)*
- 中皮腫 (2)*

計: 192
(全期間での計: 274)

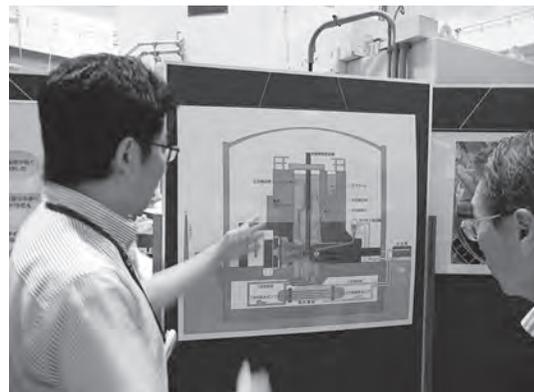
2010年6月～2012年2月

- 悪性黒色腫 (1)
- 脳腫瘍 (39)
- 頭頸部がん (30)
- 肝腫瘍 (3)
- 肺がん (8)
- 眼窩腫瘍 (1)
- 中皮腫 (15)
- 皮膚(バジレット病) (2)*
- 軟部腫瘍 (2)*
- 骨盤 (1)

計: 102 (40+62)
(全期間での総計: 376)

*世界初 **BFA-BNCTとしては世界初 ***世界で2番目

KURのBNCT部位別照射回数(2001年以降)



原子炉の構造を説明される田中浩基先生

常な細胞が混在している患部であっても、異常なものだけを選択的に殺せる優れた治療法」と教えていただきました。

一方で、KURの現在の低濃縮ウランの炉心の使用にも期限があり、現在、当初の2016年までから10年間の延長が認められている事。「炉が動いている限りは、BNCTは続ける」と田中先生からの力強い一言がありました。

2. 加速器を用いたBNCT

KURRIにはもう一箇所、BNCTを行なう場所があります。イノベーションリサーチラボ(医療棟)に設けられた施設は、加速器を用いて治験を行なう世界唯一のBNCT施設です。

BNCT用加速器施設開発プロジェクトは平成19年にスタートし、平成21年3月に施設検査に合格、その後、照射場としての評価実験等を経て、平成24年10月より治験に供されておられます。

使用されているサイクロトロン(HM30)は住友重機械工業(株)製で、ベリリウム(Be)ターゲットに30MeVの陽子ビームを当てて中性子を発生させます。熱外中性子として取り出す為の減速材には、フッ素(F)、アルミニウム(Al)、鉄(Fe) および鉛(Pb) が選択的に使用されています。中性子強度はKURに比べ1.5倍である為、照射時間が1回当たり45分と短く済む事は魅力と感じました。まだ、脳や頭頸部の腫瘍に対して安全性の確認を目的とした治験が実施されただけに留まっており、そのステップが完了した後に、効果の確認の治験を順次実施されるとの事です。

かなり以前のものですが、筆者はある方からBNCTについていただいたコメントを思い出しました。「BNCTは、ホウ素を患部に集



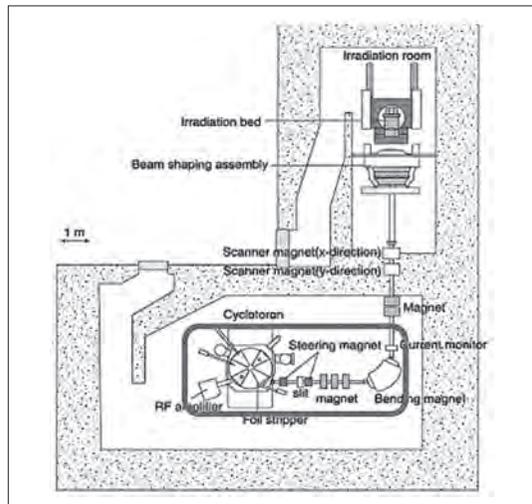
イノベーションリサーチラボ医療棟の外観

積させる専門家、中性子という放射線物理の専門家、装置を具現化するエンジニアの3者が一緒に課題解決しなければならない。3者というのはなかなかの課題になってしまうので、この実現は困難に思える」その方は、そう述べられていましたが、ここ、KURRIでは、ホウ素薬剤の部分をストックファーマ(株)、放射線物理および放射線医学をKURRIの先生方、そして住友重機械工業(株)のエンジニアリング陣のご努力がとてもうまく結実したようです。

さて、連携している医療機関との協力も忘れてはいけません。KURRIでのBNCTは大阪大学殿、大阪医科大学殿と川崎医科大学殿などと連携しており、照射時には担当のドクターが患者様に随行し遠路来所されるとの事です。放射線照射の治療計画については、医学物理士が作成し、照射後に結果のデータを担当ドクターに渡されています。

前章での田中先生のお話は、実は続きがありました。現在の課題についてお訪ねすると、「BNCTが適用される症例はプロトコルで厳密に管理されており、症例が限定されている。原子炉は、現在のように色々な点検が義務付けられていて、運転できない期間もある。法律の必要性は勿論理解しているが、重篤な症例では腫瘍の進行がかなり速い事を考えると、

炉の停止等により照射ができないという事はとても心苦しい。」田中先生のこの想いに、この加速器BNCT施設は支えられていると、得心した所でした。



サイクロトロン加速器室と照射室の配置図



サイクロトロン室で田中先生の説明を聞く編集部一行



説明される谷垣実先生

グシステムKURAMAを開発された方です。お話を伺いました。そもそものスタートは、震災後、緊急時に備えて大熊町に設けられたデータセンターが機能していない事態を認識した事から始まったとの事です。「当時拠点となるセンターは避難で機能停止していた。私の専門は実験系の原子核物理で、今回のような話には素人同然だったが、東西170km×南北130kmの福島県のモニタリングを人海戦術で行なうのは明らかに非効率に見えた。また、モニタリング点数が少な過ぎて線量率分布を捉えきれてないと思われた。そこで、安価で小型軽量な車載機を多数配備し、そのデータを特定の拠点に集約せずクラウドで共有するシステムを考案、KURAMAと命名した。Web技術を活用し即時可視化も実現した。クラウドに着目したのは、既存のシステムがデータをメモリカードで回収する方式が主流で、即時性に欠け、またデータ回収作業に人手が必要となり、混乱する現地ではデータ毀損を起こすと考えたから。」

KURAMAはその後、完全自動化や波高スペクトル測定などを実現したKURAMA-IIへと進化、事業実施主体を福島県、技術指導を京都大学、データ解析を日本原子力研究開発機構（JAEA）として路線バス中心のモニタリング体制を構築しました。2014年6月現

3. 放射線マッピングシステム KURAMA

さて、KURRIには、福島の震災以降に大活躍の方がもう一方いらっしゃいました。粒子線物質科学研究本部粒子線基礎物性研究部門核ビーム物性学研究分野の谷垣実先生は、あの自動車走行サーベイによる放射線マッピ



KURAMA- II

線量率に加えてエネルギー・スペクトルも測定する。設計コンセプトとして、放射線測定の実験が無い方でも車両に搭載すれば測定できる機械になっている。検出器は目的に応じ36 cc Csl検出器と3.4 cc Csl検出器を選ぶことができる。



歩行用KURAMA- II 試験機

すでに歩行サーベイ用に小型化されたKURAMA-IIはKURAMA-mとして商品化されているが、地表汚染のより高精度な検出をめざし試験を行っている。バックパックの底にはコリメータ付検出器、上方にはコリメータなし検出器が設けられ、これらの測定値から地表の汚染を推定する。電源は充電電池で、1日持つとの事。

在、路線バス28台、福島県のパトロール車2台、委託業者19台の線量率データについて、市内のディスプレイシステムでの即時公開と、週単位のまとめを福島県のWebサイトで公

開中との事です。「KURAMA-IIによる継続的、多面的な測定で、特に生活圏の線量率の挙動の理解が進むと思う。」今後は、コンビニエンスストアの配送車への搭載や徒歩サーベイ向け技術開発を進めたいとの事です。

ここまで頑張れる秘密は何でしょうとの問いには、「素人ならではの勢いだが、多くの方がその効果と意義を理解してその勢いに乗ってくれたから。」更に「放射線管理のプロにも、専門的な見地を活かしてもっと頑張ってもらえれば。」とのコメントをいただきました。

4. 最後に

お忙しい中、私共の取材にお付き合いいただき、興味深いお話を披露いただいた、田中浩基先生、谷垣実先生、誠にありがとうございました。また、見学の途中からご参加いただきました、木村逸郎先生、充分にお話いただける時間をご用意できず失礼いたしました。

皆様、今後共、ガラスバッジとFBNewsへのご支援、よろしく願いいたします。ありがとうございました。



前列中央 田中浩基先生、左隣 谷垣実先生
編集部一行(前列右より アドバイザー・金子正人、加藤和明、ほか編集委員 5名)

(文責：加藤毅彦)

川内原子力発電所再稼働に期待する

元・原子力委員 町 末 男



赤字の貿易収支

8月8日の新聞によると、海外との経済取引の収支を示す「経常収支」が2014年上半期（1－6月）5,075億円の赤字になった。貿易赤字は6兆1,124億円になり、13年上半期3兆4,270億円に比べて大幅に増えているという。その原因の大きなものが福島第一原子力発電所事故後48基全ての原子力発電プラントが運転停止している事による電力不足を火力発電で補うための、燃料（主に液化天然ガスと石炭）の輸入コストである。

原子力発電所の再稼働

現在19基の原子力発電プラントが原子力規制庁の安全審査を受けており、安全が確認されれば運転再開する事が国の新しい「エネルギー基本計画」（4月11日閣議決定）で決められている。

7月16日初めて九州電力川内原子力発電所1、2号機が原子力規制庁の審査に合格した。審査を申請してから約1年を要した。これから地元の方々の了解を得て、再稼働に取り組むことになる。

新安全規制にそって行われた、川内原子力発電所の改善の一部を紹介する。津波については琉球海溝の巨大地震による高さ5mの津

波を想定し、10mの防護壁を設置して海水ポンプを防護している。万一の電源喪失事故に備えて、複数の移動型の電源車とバッテリーを高台に配備、また、原子炉の冷却のため、大容量のポンプ車を高台に配備している。水素爆発を防止するため、原子炉格納容器内に水素除去装置を設置している、などである。



川内原子力発電所1、2号機(九州電力提供)

原子力発電所が全く稼働していない状態を補うために火力発電をフルに稼働しているが、電力の予備率は僅か3%である。火力発電プラントにはかなり古いものもあり、故障を避けるため、細心の注意が払われているが、プラントの保守作業は大変である。

川内原子力発電所に続いて、高浜原子力発電所など、引き続いて安全審査が進み、出来るだけ早く、審査中のプラントの安全が確認されて、逐次再稼働が実現することが、安定した電力の供給、経済性の改善の上からも強く望まれる。

(2014年8月19日稿)

平成25年度

一人平均年間被ばく実効線量 0.22ミリシーベルト



中村 尚司

弊社の測定・算定による、平成25年度（平成25年4月～26年3月）の個人線量当量の集計の詳細については、「個人線量当量の実態」（FBNewsNo.453（平成26年9月1日））に報告されていますが、ここでは同実効線量について、より簡略に見やすい形にして報告いたします。

集計方法

平成25年4月から平成26年3月までの間に、1回以上弊社の個人モニタを使用された271,952名（前年度は264,102名なので、7,850名と一昨年度に続いてのかなり大きな増加です。これは引き続き原子力発電所事故による影響かも知れません。）を対象としました。

業種別の年実効線量は、全事業所を医療、研究教育、非破壊検査、一般工業、獣医療の5グループに分けて集計しました。

職業別の年実効線量は、医療関係について

のみ職種を医師、技師、看護師に分けました。最小検出限界未満を示す「X」は、実効線量“ゼロ”として計算してあります。

集計結果

一人平均の年実効線量は、表1に示されているように0.22mSvで、前年度（0.21mSv）とごく僅かな増加です。表1の業種別に見ると、医療が0.29mSv（前年度0.29mSv）、研究教育が0.02mSv（前年度0.02mSv）、非破壊検査が0.29mSv（前年度0.28mSv）、一般工業が0.15mSv（前年度0.05mSv）、獣医療が0.04mSv（前年度0.02mSv）となっており、業種別一人平均の年実効線量は、一般工業が3倍、獣医療が2倍に増えています。しかし、全業種での平均年実効線量はほとんど変化していません。これは医療分野の集団線量が全体の90%近くを占めているためです。

平成25年度を通して検出限界未満の人は、

表1 平成25年度業種別年実効線量人数分布表（単位：人）（カッコ内の数字は%）

業種	集団線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	X (検出せず)	~0.10 (mSv)	0.11~ 1.00 (mSv)	1.01~ 5.00 (mSv)	5.01~ 10.00 (mSv)	10.01~ 15.00 (mSv)	15.01~ 20.00 (mSv)	20.01~ 50.00 (mSv)	50超 (mSv)	合計人数
医療	53,600.45	0.29	135,739 (75.06)	10,133 (5.60)	20,715 (11.45)	12,468 (6.89)	1,393 (0.77)	264 (0.15)	72 (0.04)	58 (0.03)	1 (0.00)	180,843 (100.00)
研究教育	1,184.59	0.02	41,828 (96.09)	713 (1.64)	662 (1.52)	300 (0.69)	26 (0.06)	1 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	43,530 (100.00)
非破壊	775.20	0.29	1,962 (73.51)	163 (6.11)	352 (13.19)	167 (6.26)	21 (0.79)	4 (0.15)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2,669 (100.00)
一般工業	5,996.90	0.15	33,912 (87.81)	2,590 (6.71)	1,218 (3.15)	602 (1.56)	157 (0.41)	64 (0.17)	31 (0.08)	46 (0.12)	1 (0.00)	38,621 (100.00)
獣医療	295.70	0.04	6,918 (96.49)	87 (1.21)	117 (1.63)	39 (0.54)	4 (0.06)	1 (0.01)	1 (0.01)	3 (0.04)	0 (0.00)	7,170 (100.00)
全体	61,852.84	0.22	219,529 (80.72)	13,662 (5.02)	23,034 (8.47)	13,579 (4.99)	1,600 (0.59)	335 (0.12)	104 (0.04)	107 (0.04)	2 (0.00)	271,952 (100.00)

注：矢印より左が分布（Ⅰ）に記載されています。
矢印より右が分布（Ⅱ）に記載されています。

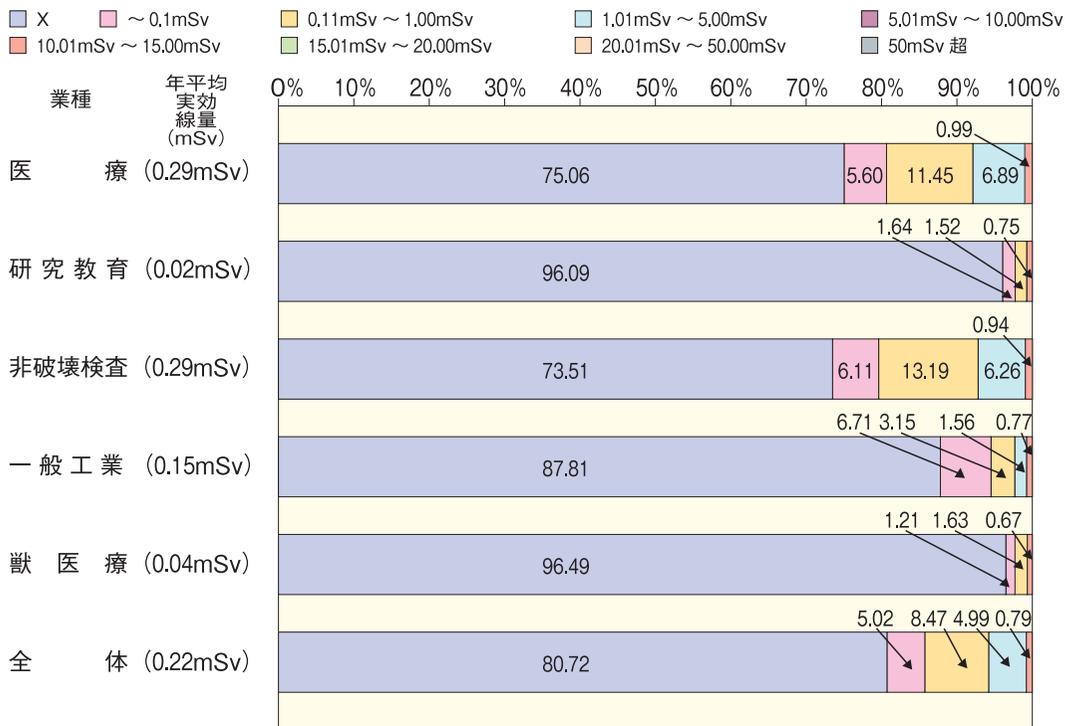


図1(a) 平成25年度業種別平均年実効線量の分布 (I)

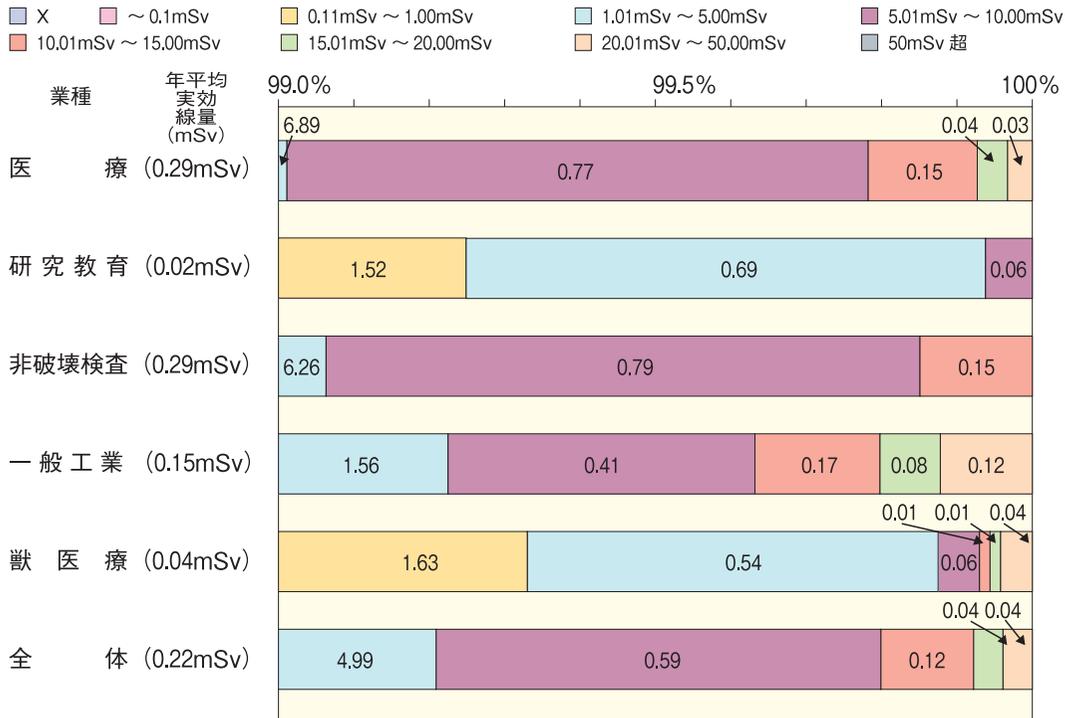


図1(b) 平成25年度業種別平均年実効線量の分布 (II)
(図1(a)の右端部の詳細を表す)

図1に示すように全体の80.72%（前年度81.15%）で、年間1.0mSv以下の人が、全体の94.21%（前年度94.35%）と、低線量当量の人割合は、前年度と比べてほとんど変化ありません。しかし、業種別に見ると非破壊検査関係と医療関係では、その他の業種に比べて実効線量値が高い人の割合が多くなっているのも例年の傾向通りです。

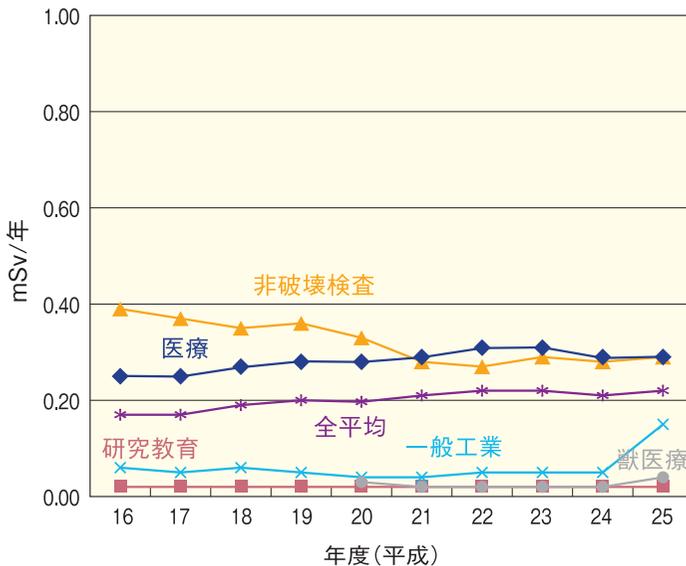


図2 過去10年間の業種別平均年実効線量の推移

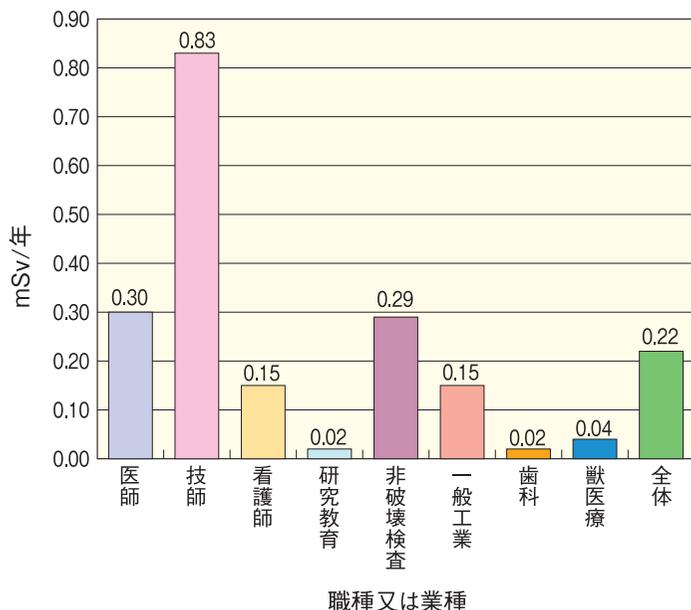


図3 平成25年度職種又は業種別平均年実効線量

表1で実効線量の多い方を見ると、年間50 mSvを超えた人は前年度はいなかったのに対して、今年度は実人数で、医療で1名、一般工業で1名と2名になりました。昨年度はたまたま0名でしたが、年間に2-3名程度というのはこれまでの傾向です。また、年間20 mSv~50mSvの人は全体の0.04%で、実数では前年度の67名と比べて、107名（医療58名、一般工業46名、獣医療3名）となっていて、前年度と比べて医療関係は4名減少していますが、一般工業が、3名から46名と急増しています。年間5 mSv~20mSvの人は全体の0.75%で、実数では2,039名（前年度1,819名）で、内訳は医療1,729名、研究教育27名、非破壊25名、一般工業252名、獣医療6名）です。前年度と比べると、一般工業が51名から252名と急増したのに対して、他の分野は前年度と余り変化していません。一般工業で線量が増加したのは、福島第一原子力発電所事故の処理に当たる人が増えた事によるものではないかと推察されます。

業種別の過去10年間の推移を見ると、図2に示すように、ここ10年間は、非破壊検査がやや減少傾向にあります。医療がやや微増の傾向にあります。また、今年、上述したように、一般工業が急増しています。

職種別・業種別の一人平均年実効線量は、図3に示しますが、前年度と同じく、医療関係の職種別では技師が0.83mSv（前年度0.80 mSv）と最も高く、ついで医師が0.30mSv（前年度0.31mSv）、看護師0.15mSv（前年度0.15mSv）の順に低くなっています。なお、獣医師は低く0.04mSv（前年度0.02 mSv）です。医療以外では非破壊検査が最も高く0.29mSv（前年度0.28mSv）です。なお、一般工業も今年0.15mSv（前年度0.05mSv）とそれに次いで高くなっています。

平成25年度

年齢・性別個人線量の実態

1. まえがき

本資料は平成25年度の、年齢・性別の個人線量の実態の報告です。個人モニタで測定した1cm線量当量から算定した、実効線量を年齢・性別に集計して報告いたします。

平成23年3月11日以降、福島第一原子力発電所事故による影響でバックグラウンドの値が高くなっている地域がありますが、業務上の被ばく線量をご報告させていただく観点から、これらの地域よりご返却されたモニタ等は、従来通りバックグラウンドを差し引いて個人線量を算定しております。

2. 用語の定義

- (1) 年実効線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までの間に受けた実効線量の合計 (単位 mSv)
- (2) 集団線量 集団を構成する個人の年実効線量の総和 (単位 manmSv)
- (3) 平均年線量 集団線量を集団を構成する人数で除した値 (単位 mSv)

3. 実効線量の求め方

測定した1cm線量当量から実効線量を算出する方法の概略を示します。

なお、記号の意味は、次のとおりです。

H_E : 実効線量

$H_{1cm\Box}$: 装着部位が \Box の1cm線量当量

基 : 基本部位 (男性は胸、女性は腹)

頭 : 頭部

腹 : 腹部

大 : 体幹部の中で最大値を示した部位

3.1 均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = H_{1cm基}$$

3.2 不均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = 0.08H_{1cm頭} + 0.44H_{1cm胸} + 0.45H_{1cm腹} + 0.03H_{1cm大}$$

4. 対象とするデータ

弊社のモニタリングサービスの申し込みをされ、平成25年4月1日から平成26年3月31日までの間で1回以上個人モニタを使用された人の年実効線量を、対象データとしております。

- 注1) 個人が受けた線量でないとし出のあったものは、含まれておりません。
- 2) 個人が受けた線量でないにもかかわらず、お申し出のないものは含んでおります。
- 3) 性別が不明のものは除外しました。
- 4) 年齢は、平成26年3月31日現在です。

5. 集計方法

(1) 集計

Table 1の左欄に示すように年齢の区分を設け、その区分に入る個人の数と集団線量並びにそれらの百分率を集計の同一の欄の内に示しました。ただし、「X (検出限界未満)」は、ゼロとして、また測定上限は、個人モニタによって異なりますが、上限を超えたものは、その上限の値 (例えば、「100mSv 超」は、100mSv) として集計しました。

(2) パラメータ

パラメータは、医療・獣医療、工業、研究教育および男性、女性としました。性別は、利用者からの申し出の内容としました。

6. 集計結果

集計結果を、以下の図表に示します。

Table 1 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量

Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

Table 1 (a) 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量(男性)

年齢	医療・獣医療		工業		研究教育		全体		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	
18～19	12	0.01	174	0.45	157	0.46	343	0.19	0.02
	0.00	0.00	6.60	0.10	0.50	0.05	7.10	0.01	
20～24	2,291	2.15	2,073	5.40	11,279	33.22	15,643	8.75	0.11
	1,473.60	3.46	218.00	3.26	96.70	9.24	1,788.30	3.55	
25～29	12,971	12.17	4,214	10.98	5,416	15.95	22,601	12.64	0.31
	6,396.80	15.01	475.40	7.11	120.19	11.49	6,992.39	13.88	
30～34	14,550	13.66	5,251	13.68	3,787	11.15	23,588	13.19	0.35
	7,257.55	17.03	722.00	10.80	179.80	17.18	8,159.35	16.20	
35～39	14,500	13.61	5,663	14.76	3,267	9.62	23,430	13.10	0.33
	6,533.40	15.33	908.00	13.58	191.90	18.34	7,633.30	15.16	
40～44	13,802	12.95	5,928	15.45	2,907	8.56	22,637	12.66	0.33
	6,228.20	14.61	1,005.40	15.03	146.20	13.97	7,379.80	14.65	
45～49	13,056	12.25	4,230	11.02	2,452	7.22	19,738	11.03	0.33
	5,486.80	12.87	1,024.00	15.31	88.60	8.47	6,599.40	13.10	
50～59	22,147	20.79	5,568	14.51	3,129	9.22	30,844	17.24	0.28
	6,997.50	16.42	1,546.00	23.12	151.40	14.47	8,694.90	17.27	
60～69	10,158	9.53	1,953	5.09	1,406	4.14	13,517	7.56	0.19
	1,919.10	4.50	581.40	8.69	59.10	5.65	2,559.60	5.08	
70以上	2,935	2.75	115	0.30	149	0.44	3,199	1.79	0.10
	308.40	0.72	3.70	0.06	11.80	1.13	323.90	0.64	
年齢不明	117	0.11	3,205	8.35	6	0.02	3,328	1.86	0.07
	24.20	0.06	197.60	2.95	0.10	0.01	221.90	0.44	
合計	106,539	100.00	38,374	100.00	33,955	100.00	178,868	100.00	
	42,625.55	100.00	6,688.10	100.00	1,046.29	100.00	50,359.94	100.00	

Table 1 (b) 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量(女性)

年齢	医療・獣医療		工業		研究教育		全体		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	
18～19	40	0.05	6	0.21	87	0.91	133	0.14	0.00
	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	
20～24	5,314	6.52	360	12.44	3,892	40.65	9,566	10.18	0.05
	467.50	4.15	6.10	7.26	14.30	10.34	487.90	4.25	
25～29	14,401	17.68	461	15.94	1,641	17.14	16,503	17.57	0.10
	1,668.00	14.82	15.60	18.57	24.80	17.93	1,708.40	14.89	
30～34	14,146	17.36	467	16.14	1,165	12.17	15,778	16.80	0.12
	1,800.10	16.00	7.70	9.17	22.40	16.20	1,830.20	15.95	
35～39	13,861	17.01	402	13.90	933	9.74	15,196	16.18	0.12
	1,785.50	15.87	5.30	6.31	25.70	18.58	1,816.50	15.83	
40～44	11,506	14.12	440	15.21	678	7.08	12,624	13.44	0.14
	1,677.30	14.91	12.40	14.76	24.10	17.43	1,713.80	14.94	
45～49	8,841	10.85	323	11.16	474	4.95	9,638	10.26	0.15
	1,459.50	12.97	8.50	10.12	8.70	6.29	1,476.70	12.87	
50～59	10,658	13.08	339	11.72	525	5.48	11,522	12.27	0.18
	1,988.70	17.67	28.10	33.45	13.20	9.54	2,030.00	17.69	
60～69	2,425	2.98	87	3.01	161	1.68	2,673	2.85	0.14
	380.80	3.38	0.30	0.36	4.70	3.40	385.80	3.36	
70以上	225	0.28	4	0.14	15	0.16	244	0.26	0.09
	22.40	0.20	0.00	0.00	0.30	0.22	22.70	0.20	
年齢不明	48	0.06	4	0.14	4	0.04	56	0.06	0.03
	1.50	0.01	0.00	0.00	0.10	0.07	1.60	0.01	
合計	81,465	100.00	2,893	100.00	9,575	100.00	93,933	100.00	
	11,251.80	100.00	84.00	100.00	138.30	100.00	11,474.10	100.00	

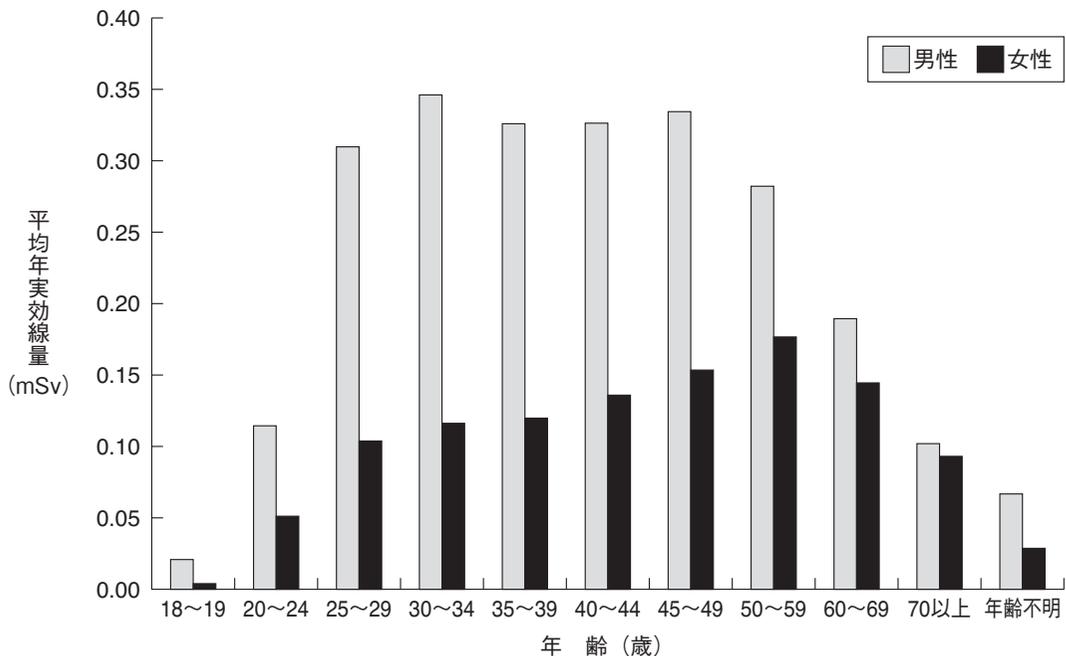


Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

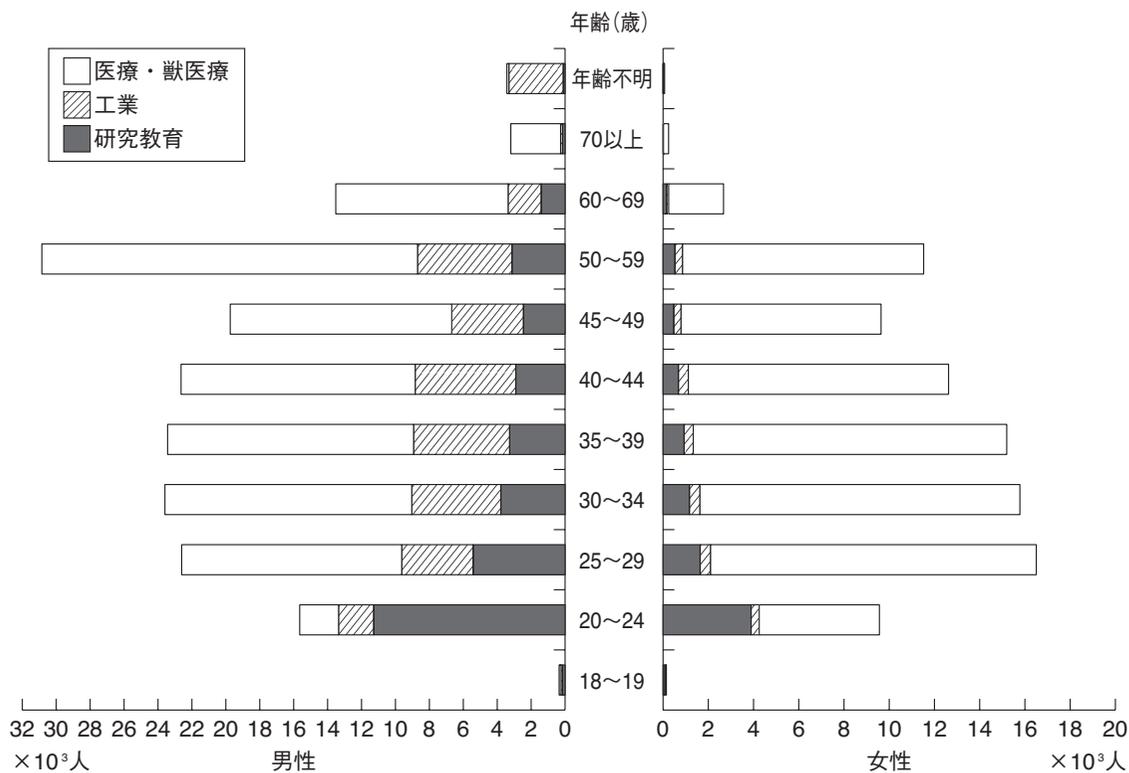


Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

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★ ※○印は計画中（平成26年8月18日現在）

講習名/月	11月	12月	平成27年1月	2月	3月
登録定期講習	10：東京 14：名古屋 17：仙台 20：札幌 27：広島 28：福岡	8：東京	9：東京 23：大阪	9：東京 14：大阪(医) 27：東京	○：東京(医) ○：東京 ○：大阪 ○：福岡
医療放射線従事者のための放射線障害防止法講習会		○：東京		○：大阪	○：東京
放射線安全管理講習会	25：東京 I 28：仙台	9：名古屋 10：大阪 15：福岡 18：東京 II			
医療機関のための放射線安全管理講習会	17：岡山 22：東京				

★出版物について★

最新放射線障害防止法令集（平成25年版）、記帳・記録のガイド（2012）、放射線施設の遮蔽計算実務（放射線データ集等、発売しております。（放射線施設のしゃへい計算実務マニュアルは、現在改訂作業中です。）

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

保物セミナー2014 開催のご案内

開催日時：平成26年12月9日(火) 9時25分～17時50分

(ボイリングディスカッションは18時00分～20時00分)

開催場所：大阪科学技術センター 8階大ホール

参加費：5,000円（ボイリングディスカッション参加者は別途5,000円）

主催：保物セミナー2014実行委員会

協賛：各種団体

>>>> 主なテーマ <<<<<

特別講演「最近の安全規制と規制の現状」

テーマ1「福島復興に向けた取り組みと放射線防護上の課題Ⅲ」

テーマ2「近藤宗平先生 追悼講演」

テーマ3「リスクと確率について考える」

問合せ先：NPO安全安心科学アカデミー「保物セミナー2014」事務局

〒542-0081 大阪市中央区南船場3丁目3番27号 サンエイビル2階

Tel/Fax：06-6252-0851

詳しくは、安全安心科学アカデミーHP（<http://www.anshin-kagaku.com/>）の広報をご覧ください。

サービス部門からのお知らせ

ガラスバッジのクリップが変わりました

平素より弊社のモニタリングサービスをご利用くださりまして、誠にありがとうございます。

このたび、ガラスバッジのクリップを11月ご使用分から変更いたしましたので、ご案内申し上げます。(一部のお客様は10月ご使用分より)

クリップの破損などを防止するため、従来よりも強度の高い材質に変更をいたしました。また、材質の変更に伴いまして、クリップ部分の色を半透明色から本体部と同一の色に変更いたしました。

これからもより良いモニタリングサービスをご提供できるよう努めて参りますので、ご理解とご協力のほど、よろしく願い申し上げます。



編集後記

●竜巻の襲来が日本でも見られるようになったと思う間もなく、強烈な集中豪雨による土砂崩れがあちこちで起き、温帯が亜熱帯と化して Deng 熱の発症がいきなり3桁となるなど、10年以上前からじわじわと激しさを増してきた“気象の異常”が急速にその勢いを増している。3年半前の“地象の異常”、クリミヤのロシア併合とかスコットランドの独立騒動といった issues の生起といった意味での“人象の異常”を併せて考えると、この世の明日は極めて不透明である。69年前に同じ敗戦国であったドイツが国債発行ゼロ（無借金）で予算を組むというのにこの国はGDPの2倍（約1,000兆円）の借金を抱え、税収の2倍に当たる国家予算（一般会計）を組んでいる。明日は何が起きてもおかしくないといった雰囲気である。

●今夏の異常気象で国民は、同じ“100ミリ”という雨量（単位はメートル）でも、年間や月間の積分值と1日雨量や時間雨量として示されるものでは（リスク要因としての）“意味合い”がまるで違うものであることを学んだ。実はリスク要因として放射線を考えるときにも全く同じことがいえることを強調しておきたい。敬愛するTN先生（放射線影響学会長をも勤められたことのある放射線生物学の大家）によると「1分（当たりの）線量が1,000ミリを超えない被曝についてはリスクゼロと見做してよい」（単位はシーベルト）とのことで

ある。リスク源の制御の視点でいうと、雨量については60分、放射線については60秒という時間をベースに考えるのがよさそうである。

●弊社では、主要業務の一つとして、職業被曝等に係る線量測定を、国が定めた方式に則って長年行っている。前年度の測定の概要と解析の結果が、例年通り、この11月号に掲載されている。解析は編集委員の一人である中村尚司先生が継続的に行ってくださっているが、平成25年度の“一人平均年間被ばく実効線量”は0.22mSvであったとのことである。本号には、BNCT（がんのホウ素中性子捕捉療法）の研究に力を入れている京都大学原子炉実験所の訪問記も掲載されている。案内くださったT先生に着任以来の職業被曝はどれくらいかとお訊ねしたら（8年間？）約2mSvであると誇らしげに答えてくださった。

●ICRPは、当然のことながら、福島原子力発電所事故に関係する日本の情報取得に熱心である。語学の障壁を克服する手立てとして科学書記の下に日本人のスタッフを抱えている。現在2人目のHN氏がカナダに駐在しているが、その前任者であった佐々木道也さんにその“体験記”を書いて戴くことが出来た。ICRPの活動に関わったことのある方にもなかった方にも、興味深いお話であると思われる。（加藤和明）

FBNews No.455

発行日／平成26年11月1日

発行人／山口和彦

編集委員／畑崎成昭 佐藤典仁 中村尚司 金子正人 加藤和明 五十嵐仁 加藤毅彦
 木名瀬一美 篠崎和佳子 長谷川香織 福田光道 安田豊 山瀬耕司

発行所／株式会社千代田テクノロ 線量計測事業本部

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4階

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）