



Photo H.fukuda

Index

「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」(4)		
－再処理に関連した放射性核種の水準調査－	佐野 友一	1
原子力・放射線安全管理功労表彰を受賞して		
－思い出話－	西澤 邦秀	6
「放射線安全管理功労表彰と3人の師」	豊田 亘博	8
「オーストリア人の暮らしの合理性」	町 末男	10
五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス		
実効線量から吸収線量を？	鴻 知己	10
放射線管理業務の“法定報告書”作成法について	草間 経二	11
個人線量測定論の論理(後編)	松本 進	14
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
低レベル放射線が人体に及ぼす影響の疫学調査(その2:ケース・コントロール研究)	加藤 和明	18
〔サービス部門からのお知らせ〕		
「測定依頼票」の使用期間の日付が違っている??		19



「わが国における環境放射能 水準調査の現状と今後の展開」(4)

—再処理に関連した放射性核種の水準調査—



佐野 友一*



4.1. はじめに

再処理施設から大気及び海洋へ放出される可能性のある人工放射性核種は、トリチウム、炭素14、クリプトン85、ヨウ素129等の長半減期核種ですが、これらは既にフォールアウトとして環境中に存在しています。そのため、平成19年に予定されている青森県における大型再処理施設の本格的な稼動に備え、これら核種の全国的な分布状況を把握するための調査を日本分析センターは平成15年度より文部科学省の委託を受けて行っています。

4.2. 調査内容

4.2.1 対象核種及び試料

対象核種及び試料は、再処理施設からの放出形態、人体への移行経路及び海外における再処理施設周辺の環境放射線モニタリングの現状を参考とし、以下のように定めました。

炭素14（精米、大気）、テクネチウム99（海水、海産生物）、ヨウ素129（土壌、牛乳、海産生物）、プルトニウム及びアメリシウム241（土壌、海底土、海水、海産生物）

なお、試料の入手は、北海道、岩手県、秋田県、兵庫県及び大分県の協力を得て行っています。平成17年度に実施した分析試料と対象核種を表1に示します。

4.2.2 分析方法

主な試料の前処理方法及び対象核種の定量方

表1 分析試料と対象核種（平成17年度）

試料名	試料数	対象核種
海水	5	⁹⁹ Tc, Pu, ²⁴¹ Am
海産生物	5	⁹⁹ Tc, ¹²⁹ I, Pu, ²⁴¹ Am
海底土	5	Pu, ²⁴¹ Am
土壌	10	¹²⁹ I, Pu, ²⁴¹ Am
精米	5	¹⁴ C
大気	22	¹⁴ C
牛乳	5	¹²⁹ I

法の概略は次のとおりです。

(1) 土壌の前処理方法

プルトニウム及びアメリシウム241用試料は、バットに広げて植物根及び石礫等を取り除き105℃に調節した乾燥器で乾燥します。磁製乳鉢で土塊を磨砕し、2mmのふるいを通した後、ふるい下をさらに微粉碎し、よく混合して分析試料とします。

ヨウ素129用試料は、バットに広げて70℃に調節した乾燥器で乾燥させ、分析試料とします。

(2) 海底土の前処理方法

採取した試料をバットに広げて貝殻及び石礫等を取り除き105℃に調節した乾燥器で乾燥します。泥質は磁製乳鉢で磨砕し、2mmのふるいを通した後、ふるい下をさらに微粉碎し、よく混合して分析試料とします。砂質は2mmのふるいを通した後、よく混合して分析試料とします。

(3) 海産生物(コンブ及びワカメ)の前処理方法

テクネチウム99、プルトニウム及びアメリシ

*Yuichi SANO (財)日本分析センター分析業務部自然放射能グループ 技術員

ウム241用試料は、根等を取り除き、大型磁製皿に入れ、105℃に調節した乾燥器で乾燥後、450℃で24時間灰化します。灰化した試料を0.35mmのふるいを通し、ふるい下をよく混合して分析試料とします。

ヨウ素129用試料は、冷凍庫で凍結し、真空凍結乾燥器で乾燥し、乾燥した試料を粉碎後よく混合して分析試料とします。

(4) 炭素14の定量方法

精米は、迅速試料燃焼装置で燃焼後、ベンゼン合成し、シンチレータと混合して測定試料とします。大気は、4M水酸化ナトリウム溶液を容器に入れ、2週間放置し、二酸化炭素を捕集します。水酸化ナトリウム溶液から炭酸カルシウムを生成し、ベンゼン合成した後に、シンチレータと混合して測定試料とします。測定は、液体シンチレーション測定法を用いています。

(5) テクネチウム99の定量方法

海水は、回収率補正用のレニウムと鉄担体を加え、還元後、水酸化鉄にテクネチウムを共沈させます。これを希塩酸で溶解し、固相抽出ディスクにより分離・精製し、測定試料とします。海産生物は、硝酸で加熱抽出し、その後の操作は海水と同様に行います。測定は、誘導結合プラズマ質量分析法を用いています。

(6) ヨウ素129の定量方法

中性子放射化分析法と加速器質量分析法を併用して行っています。

中性子放射化分析法については、土壤の場合

は、燃焼により活性炭に吸着・溶離させた後、溶媒抽出法によりヨウ素を精製します。ヨウ化パラジウムを生成し、それを燃焼させて石英管に封入したものを原子炉で照射します。照射した試料を取り出し、再び溶媒抽出法により、ヨウ化パラジウムを生成、袋に入れ測定試料とします。牛乳の場合は、陰イオン交換樹脂に吸着・溶離させ、溶媒抽出法により精製を行い、その後の操作は土壤と同様に行います。海産生物の場合は、試料燃焼時の残留物を融解し、炭酸塩を生成させ、上澄み液を活性炭の溶離液と合わせます。その後は、溶媒抽出法を行い、土壤と同様に行います。測定はγ線スペクトロメトリーを用いています。

加速器質量分析法については、土壤の場合は、燃焼により活性炭に吸着・溶離させ、固相抽出ディスクにより精製します。牛乳、海産生物の場合は、中性子放射化分析法と同様にしてヨウ素を精製します。精製後、ヨウ化銀を生成し、ニオブ粉末を加えた後、プレス成型して測定試料としています。加速器質量分析計(AMS)は日本原子力研究開発機構(JAEA)むつ事業所に設置されているもの(図1)を利用しています。

(7) プルトニウム及びアメリシウム241の定量方法

①α線スペクトロメトリー(プルトニウム238、プルトニウム239+240、アメリシウム241)
プルトニウムは、土壤、海底土を電気炉で加

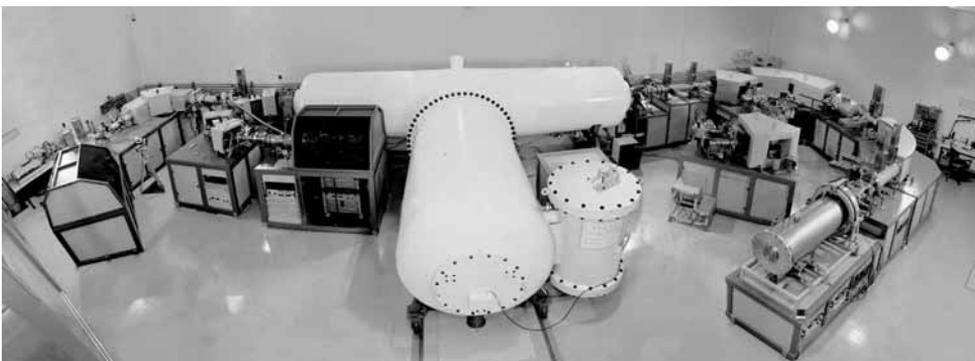


図1 加速器質量分析計(JAEAむつ事業所)の概観(JAEAむつ事業所のホームページより転載)

熱処理後、硝酸を加えて加熱抽出します。その後、陰イオン交換樹脂カラムにプルトニウムを吸着させ、アメリカウムを通過させます。プルトニウムを溶離した後、電着して測定試料としています。海産生物は、灰を分取、加熱分解し、その後、陰イオン交換樹脂カラムで精製した後、電着して測定試料としています。海水は水酸化物沈殿を生成し、硝酸で溶解、その後、陰イオン交換樹脂カラムで精製した後、電着してα線スペクトロメトリー用測定試料としています。

アメリカウムは、プルトニウム分析で得られるカラム通過液から水酸化物及びシュウ酸塩沈殿を生成し、陰イオン交換樹脂カラムで精製した後、電着して測定試料としています。

②誘導結合プラズマ質量分析法（プルトニウム 239、240）

α線スペクトロメトリーと同様に処理し、陰イオン交換樹脂カラムで精製した後、一定容にして測定試料としています。

4.2.3 結果

平成17年度の調査結果について、以下に示します。

(1) 炭素14

精米については、大気中の炭素14比放射能を反映しており、0.234~0.239Bq/g 炭素と地域による差がないことを確認しました。現在の炭素14比放射能の環境レベルは0.244±0.002Bq/g 炭素（2000年に日本各地で収穫されたブドウを用いて製造されたワイン9試料の平均値と標準偏差¹⁾）であり、分析結果は文献値と同程度でした。

大気中の炭素14比放射能の季節変動を図2に示します。北海道札幌市では、わずかながら冬期（1月）に低くなる傾向が見られました。冬期の暖房（化石燃料の燃焼）による炭素14を含まない二酸化炭素の発生量の増加に伴い、炭素14比放射能が低下した（Suess 効果）ためと考えられます。

(2) テクネチウム99

海水のテクネチウム99濃度は0.75~1.2μBq/Lでした。海水中のテクネチウム99の文献値²⁾は、福岡県で採取した海水で1.1~7.4μBq/Lであり、分析結果は文献値と同程度でした。

海産生物（コンブ及びワカメ）では0.38~5.4mBq/kg 生でした。コンブ及びワカメのテクネチウム99濃度の文献値はなく、同様に褐藻類であるウミトラノオの文献値³⁾は5~36mBq/kg

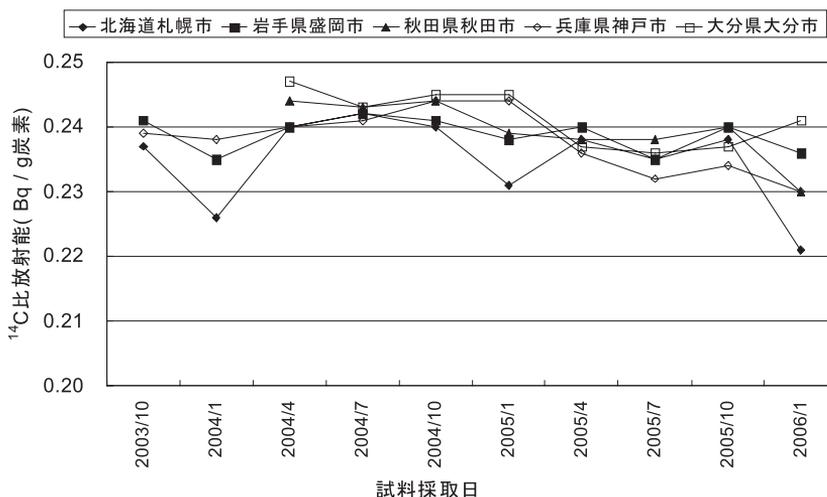


図2 大気中における炭素14比放射能の季節変動

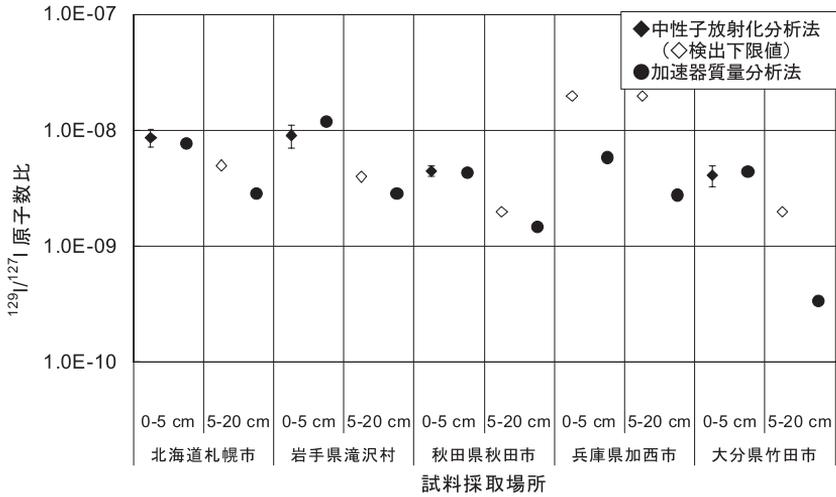


図3 土壌中（表面から5 cm及び5～20cm）の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比（平成17年度）

生（茨城県ひたちなか市で採取されたウミトラノオ中のテクネチウム99濃度は50～1500mBq/kg生と原子力施設（東海）の影響を受けて高いため除きました。）です。コブの分析結果は4.3～5.4 mBq/kg生と、ウミトラノオの文献値と同程度であり、ワカメの分析結果は0.38～0.58 mBq/kg生と、コブに比べ1桁程度低いことを確認しました。

(3) ヨウ素129

加速器質量分析法によるヨウ素129濃度は、土壌0.070～1.0mBq/kg 乾土、牛乳0.00042～

0.0020mBq/L、海産生物0.010～0.30mBq/kg生となり、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比は土壌 $3.4 \times 10^{-10} \sim 1.2 \times 10^{-8}$ 、牛乳 $2.5 \times 10^{-10} \sim 1.5 \times 10^{-8}$ 、海産生物 $8.8 \times 10^{-11} \sim 1.8 \times 10^{-10}$ でした。

土壌中の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比を図3に示します。検出下限値以上の中子放射化分析法と加速器質量分析法の値はよく一致することを確認しました。

(4) プルトニウム及びアメリカシウム241

土壌、海底土、海水、海産生物中のプルトニウム濃度は、文献値^{4)、5)}と同程度でした。ま

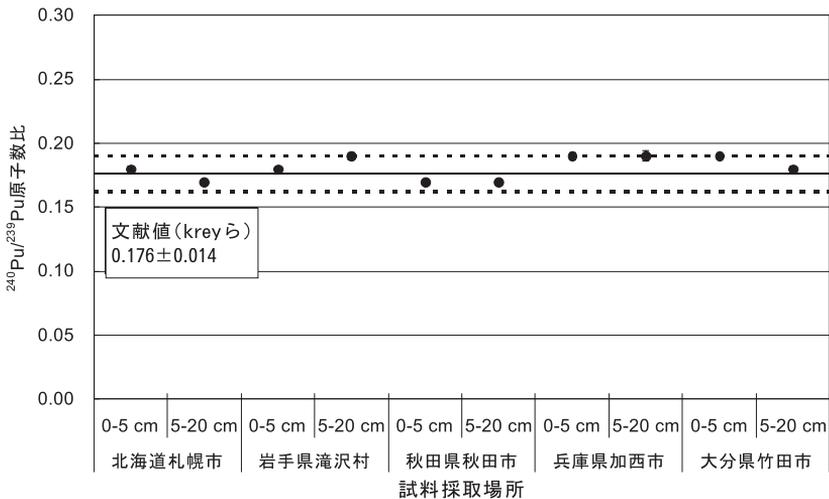


図4 土壌中の $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 原子数比（平成17年度）

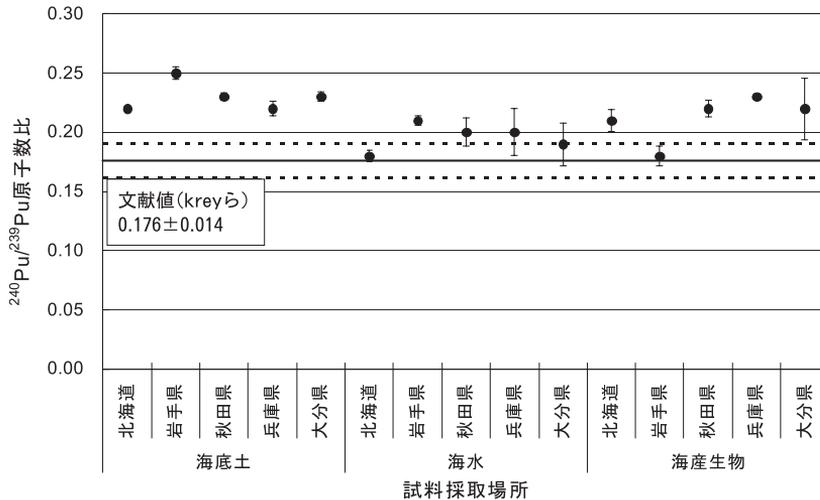


図5 海底土、海水、海産生物中の $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 原子数比 (平成17年度)

た、 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 原子数比は、文献値⁶⁾と同程度でしたが、海底土、海水、海産生物ではわずかながら高めの傾向⁷⁾を確認しました(図4、5)。

4.3. まとめ

北海道、岩手県、秋田県、兵庫県及び大分県で採取された試料について、炭素14、テクネチウム99、ヨウ素129、プルトニウム及びアメリシウム241の放射能濃度を得ました。これらの結果は、大型再処理施設の本格的な稼働後の放射能濃度を評価する上で極めて有用であり、現在のわが国における再処理から放出される人工放射性核種の放射能濃度の分布状況のさらなる深い理解のためにも、引き続き全国規模の調査を行う予定です。

なお、平成18年度からは、新たに大気中クリプトン85濃度の全国調査を開始しています。

参考文献

- 1) 府馬正一ら, 1990年代における ^{14}C の環境バックグラウンドレベル, RADIOISOTOPES, 51, 381-391 (2002)
- 2) N. Momoshima, et al., Analytical Procedure for Technetium-99 in Seawater by ICP-MS, Radiochimica Acta, 63, 73-78

(1993)

- 3) 平野茂樹ら, 海洋における分布と挙動に関する研究, NIRS-R-36, (平成11年)
- 4) 第45回環境放射能調査研究 成果論文抄録集 (平成15年度, 文部科学省)
- 5) 環境放射能データベース (文部科学省)
- 6) P. W. Krey, E. P. Hardy, et al., Mass isotopic composition of global fall-out plutonium in soil, Proceedings of a Symposium on Transuranium Nuclides in the Environment, IAEA-SM-199-39. (pp.671-678) (1976)
- 7) C. K. Kim, et al., $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ atom ratios in the bottom sediments of the NW Pacific Ocean, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 258, 265-268 (2003)

プロフィール

財団法人日本分析センター分析業務部自然放射能グループ技術員。
2004年 中央大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程修了。
同年 当センター入所。
入所から現在まで、液体シンチレーションカウンタによるトリチウム・炭素14の分析を担当。

原子力・放射線安全管理功労表彰を受賞して

— 思い出話 —



名古屋大学アイソトープ総合センター
西澤 邦秀

放射線管理に関わるようになったのは、はっきり覚えていませんが、昭和44年頃からであると思う。数えてみると、かれこれ38年になる。きっかけは、縁あって名古屋大学医学部放射線医学講座の高橋信二教授の下で研究をすることになって以来です。高橋信二教授は、現在のCTの源流となる回転横断撮影法その他を考案し、後年、文化勲章を受章した、著名な先生です。このような研究とは別に、高橋先生は、長年ICRPの委員を務められ、頻繁にICRPの会議に出席されていました。会議に出かける前には、ICRPの事務局から勧告案の分厚い原稿が送られてきて、そのコピーが私に渡され、意見を述べよと言われるのが常でした。このような勉強とは別に、知らない間に、二人の女性の助けを借りながら、医学部のRI管理を担当することにもなっていました。

そのころの大学の放射線管理は、原子力関係施設の放射線管理をお手本にして行われていました。大学と原子力施設とは、扱う核種、放射能レベル、作業内容、構成人員が全く異なっており、原子力施設の管理は、大学の管理の参考にはなっても、そのまま真似るわけにはいきませんでした。大学固有の管理方法の開発が必要とされていることに、直ぐに気が付きました。放射線防護の概念や法体系を除くと、放射線安全管理の基本は、放射線計測とシステム化です。名古屋大学医学部アイソトープセンター（後のアイソトープ総合センター分館）を初めに、アイソトープ総合センターにおいて、私自身が関わった、システム開発の思い出の中から一つ紹介させて頂くことにします。

昭和40～50年代は、法令は整備されていたものの、一般の実験室で当然のように非密封RIが使用されていた時代です。このような世相にあって、全国的に医学研究機関における放射線安全管理は特に悲惨な状況にありました。脳外科研究のために、頭を手術した犬が放射性ヨウ素131を投与して検査された後、大学病院の庭を涎を垂れながら、虚ろな目をして徘徊しているのを、良く目にしたものでした。そんな光景が、当たり前であって、特に問題にならなかった頃の話です。全国的に医学部のRI事業所は、RI管理の中で最も困難な事業所であると思われていました。平成18年になっても、管理区域から持ち出した線源を、管理区域外で厳重に管理しながら使用していたとして、文部科学省からお目玉をもらった大学があります。放射能犬を放置して頃の管理に比べれば、立派な管理が行われていたはずですが、時代が違うと、評価が全く異なってくるようです。

話がそれましたが、元に戻りましょう。医学部と言うところは、他の学部と比較して年齢構成が、高いのが特徴です。病院では、若い人でも既に先生と呼ばれていて、ある程度の年齢の人は、小さな病院であれば、それなりの地位についています。従って、病院では、仕事の中心にいて、関係者に指示する立場にいます。こういった方々が、RIを使用して実験を行うと、どうなるか想像出来ますでしょうか。管理区域へは、放射線業務従事者しか入ってはいけませんが、管理区域内の実験室へ製薬会社の営業マンを呼びつけて打ち合わせを行うのは当然であるし、汚染を起しても他人に指示して除染させようとします。そのころのアメリカは、ほとんど研究用RIは管理されていませんでしたから、アメリカ帰りの若い研究者の場合は、更に状況は悲惨になります。そう言った方々との日常的な対応は二人の女性陣がしてくれていましたが、私がやらなければならなかったのは、この状況をどうやってシステムティックに解決

するかでした。それには、コンピュータで管理区域への出入りを制御する以外にないと思い、出入り管理の制御システム案を練っていました。ある時、とんでもない大汚染がおき、一般実験室だけでなく、学生の下宿まで汚染されたときがありました。それを切っ掛けに、一気に出入り管理のコンピュータ化を進めることが出来ました。

パソコンを用いて作成した出入り管理システムは、次のような構成になっています。IDカードを個人認識手段として使って、自動ドア、ハンドフットクロスモニタ、ビデオを結合し、非密封RI施設への入退と、貯蔵室、廃棄室、P3実験室の出入りを電気錠で制御するものです。今日、ごく一般的に行われている方法です。このシステムは、名古屋大学医学部の濱田信義君と一緒に考えて作ったものです。基本的な機能設計を終えて、関連業者の方と打ち合わせを行ったところ、意外なことばかりでできました。当時は、16ビットパソコンが新発売されたばかりの頃であり、パソコンメーカーからは、パソコンはホビー（趣味）のゲーム用に作られたものであり、ハードをコントロールする目的では作られていないのでパソコンで自動ドアや、電気錠を安定して制御出来ることを確認していないこと、また発火するかも知れないので、24時間連続使用は保証しないし、火事になっても責任を取らないこと、を宣言されました。更に、自動ドア屋さんからは、パソコンで自動ドアを制御する話は、聞いたことがない、技術的にどうすれば良いのか検討も付かない、との返事でした。他にも類似した話が続出し、最初から、八方ふさがりの状態でした。何回会議を開いても、話が纏まらずにいました。そこで、ある時、システムを組んでうまく動かなくても、業者の責任は問わない、火事になったら私が責任を取ると言ったところ、ある業者が全体をまとめることで合意し、ようやく仕事が始まりました。初代のパソコンは、当たりが良かったらしく、火事どころか、ほとんど故障らしい故障もなく、長持ちしました。今になって考えてみると、万一、本当に火事になっていたら、と思うと、冷や汗が出ます。

このシステムを実現するためには、まず、教育訓練と健康診断を受けた者を放射線業務従事者として資格を確認して登録するところから始

めなくてはなりません。登録作業を通して、無資格者の一掃が実現しました。

ハンドフットクロスモニタで汚染が発見された場合は、自動ドアが開かないシステムは、汚染拡大防止に大変有効でした。初期の頃は、頻りに汚染が発見され、その対応に結構忙しい時期がありました。けれども、暫くするとモニタで汚染が発見されると、簡単にはRI実験棟から帰してもらえないし、ビデオに記録されて、逐一行動を分析される材料になるのが嫌だ、と感じるらしく、実験室の中で予め汚染検査を済ませるようになってきました。入退管理システムは、汚染を管理区域外へ持ち出さないために考え出したのですが、副次的に、実験後は必ず汚染検査を行う習慣を身につける大きな教育効果をもたらしました。

FBNewsを読まれる読者の方々であれば、よくご存じのように、今日、入退管理システムは、複数の企業において製品化されて、全国に普及しています。また、韓国からは、私の入退管理システムの論文を読んで、同様のもっと良いシステムを開発したので、買わないかと、カタログを送ってきたこともあります。私が、開発したシステムが、全国に普及し、外国でも利用されていることを知るにつけても、このような仕事に携わることが出来たことに誇りを感じています。

◆プロフィール◆

昭和18年生まれ。名古屋大学理学部物理学科卒業後、工学部助手、医学部助手を経て、アイソトープ総合センター分館講師、本館助教授へと名古屋大学内の部局を渡り歩いた。平成3年より教授、平成6年からセンター長、現在に至る。平成8～14年の間日本アイソトープ協会主任者部会長。平成13～17年の間日本放射線安全管理学会会長。趣味は家族でスキーに出かけること、食べ歩き、旅行であるが、この数年間は、国立大学の法人化の波に飲み込まれて、有名無実になっている。長年放射線安全管理の研究を行ってきた。若い頃は一人で、後半は大学院の学生さんと色々な研究を楽しませて頂いた。研究には興味は尽きないし、やり残したことはたくさんあるが、この3月で定年となるので、次のテーマを模索している。

「放射線安全管理 功労表彰と3人の師」



弊社特別顧問
豊田 亘博

1. 出会いと機会

先ごろ、平成18年度の放射線安全管理功労者として表彰していただいた。111年前にレントゲン博士がX線を発見したその日にちなむ、昨年の11月8日のことである。今回私が受賞にあずかったのは誠に名誉なこと、人の縁の不思議ということをつくづく感じている。これまでの歩いた道を振り返りながら、私が師と仰ぐ三人の方々について触れてみたい。

2. 原研高崎と町末男博士

最初の師は23才のときに出会った町末男博士である。先ごろまで原子力委員会の委員を務められた町博士は、当時日本原子力研究所の高崎研究所におられた。同研究所では放射線化学の工業利用を目指して幾つかの官民協力によるプロジェクトが進行中であった。

大学を卒業して、昭和40年に住友化学へ入社した。それから1年しか経っていない新入社員同然の私に、日本原子力研究所の高崎研究所へ派遣という社命が下った。武久正昭博士と町末男博士が率いる「エチレンの放射線重合プロジェクト」には国内の数社の化学会社が研究員を送り込んでおり、住友化学からも派遣研究員の交代メンバーとして私に白羽の矢が立ったものである。

大学時代に宇宙物理を専攻したと聞いて、町博士は果たして私にどのような仕事をさせたものかと最初は戸惑われたに違いない。それでも私が希望して持ち出した「ポリエチレンの重合中の結晶化」という研究テーマについて、静かに耳を傾けてよく話を聞いて理解を示された。研究の成果を学会で発表する前に行われたリハーサルでは、スライドの内容から効果的な話し方まで、具体的に指導を受けた。そのときに学んだ教訓は、その後の会社生活においても役立ち、今でも生きている。

町博士は原研高崎の所長を務められたあとIAEAの事務局次長として活躍され、帰国後も

原子力産業会議のアジア原子力協力フォーラムを主導して原子力と放射線の利用と普及に尽力された。

「折々に書かれたものや、話の内容をまとめて本にして下さい」

と、以前から勧めてはいるのだが、前へ前へと進んでいてとても後ろを振り返るような時間的な余裕はないのであろうか、笑って答えられない。このたび3年間に亘る原子力委員の大役を終えて肩の荷を降ろされた町博士にはこれまでの活躍や考えてこられたことを是非とも記録に残して、後に続く若い世代に伝えて欲しいものだと思っている。

3. 米国留学とブンダーリッヒ先生

2番目の師は昭和49年に社会人留学生として米国に渡って指導を受けたブンダーリッヒ教授である。すでに「高圧下でのポリマーの結晶化」で名声の高かったブンダーリッヒ先生はニューヨーク州の片田舎にある私立の工科大学の看板教授であった。その名前からも判るとおりドイツ生まれの科学者である。第二次大戦後、共産圏に組み込まれた東ドイツのベルリンを逃れ自由の天地を求めて、化学者であった父君とともに家族でアメリカに亡命した。

渡米から間もない頃に、かつて原研高崎時代にやった仕事を研究室内のセミナーで話したら

「Journal of Polymer Scienceに掲載されたその論文で、君がここに来る前からToyotaとMachiの名前は知っていたよ」

とにっこりして言われた。ブンダーリッヒ先生は、その専門誌のレフリーでもあった。

日本では車も持たず運転の経験もなかった私は、米国で運転免許を取得する必要に迫られた。そのことを知った先生は私の中古車の購入から運転の指導まで、親身になって助言して下さいました。ドイツ生まれらしい合理的な精神と暖かな人柄に日々接して、学ぶことの多い毎日であった。アメリカで生活した若い頃の笑いと涙の日々については最近、家人が『花と遊んでときどき仕事』というエッセイに詳しく書いている¹⁾。

ブンダーリッヒ先生ご夫妻は大の親日家で、学会などで来日された折には京都のお寺や庭園を訪ねるのを楽しみにしておられる。私たち夫婦もご案内を兼ねてご一緒することが多い。先生の旺盛な好奇心は70代の半ばを過ぎててもなお衰えるこ

とを知らず、研究と教育に情熱を傾けて世界を飛び回っておられる。

4. 放射線取扱主任者部会と久保寺昭子先生

米国留学を終えた昭和51年にもとの古巣の住友化学・中央研究所に戻った。ほどなく、住友化学が外国の企業と合弁で設立した日本メジフィジックスへ出向せよという社命が出た。同社は診断用の放射性医薬品を生産・販売する会社で、創立してからまだ日が浅かった。英語のできる技術畑の者ということで、山岡社長の名指しによるものであった。これが放射線管理の世界に私が本格的に足を踏み入れるきっかけとなった^{2)、3)}。

社内において放射線管理の仕事をこなすかわら、日本アイソトープ協会・放射線取扱主任者部会の関西常任委員会の末席に名を連ねることとなった。当時の関西常任委員会の活動については委員長だった真室哲雄先生が「私のRI 歴書」に書いておられる⁴⁾。

京都大学原子炉実験所(当時)の辻本忠先生や大阪医科大学の高淵雅廣先生、それに今は故人となられた近畿大学の三木良太先生などと活発に議論しながらいろいろな新しい企画を立てた。日本アイソトープ協会・大阪事務所長の友定昭宏さん、その後を継いだ高田稔さんもまだ40代の働き盛りであった。

また、東京常任委員会の委員をしておられた小山田日吉丸先生や日本大学板橋病院の佐藤幸光先生とも年次大会の席で顔を合わせるなど、多くの知己を得ることができた。「ムーンライトセミナー」や「潮騒セミナー」と銘打って、関西で企画した泊りがけの研修会には東京から久保寺昭子先生も馳せ参じられ大いに盛り上がった。

今回、放射線の安全管理に業績があったとされたのは、当時の放射線取扱主任者部会での活動が認められたものである。その内容については「放射線管理の現場で体験したこと」と題して2年前、このFBNews誌に書いたこともあるので、ここでは触れない⁵⁾。

久保寺先生は私に教えた覚えは無いと言われるかも知れない。確かに私は久保寺先生の学生でもなく、また直接授業を受けたわけではない。それでも日本語には「私淑」という言葉がある。手許の辞書をひも解くと「ひそかにある人を手本として学ぶこと」とある。その意味において私が3番目の師と仰ぐのが久保寺先生に他ならない。

町末男博士、ブンダーリッヒ先生、久保寺昭子先生と3人の師は志の高さと意の強さ^{おもい}において、はるか高みを行く方々である。

5. 放射線取扱主任者部会・近畿支部長として

日本アイソトープ協会・放射線取扱主任者部会・近畿支部委員会の皆さんに背中を押されて、昨年からは近畿支部長を務めている。主任者部会の活動はともすれば大規模な事業所や大学などの研究機関の活動に主体がおかれがちである。一方、日常での放射線利用の場に眼を向けると、放射線を使っている事業所の数では病院など医療機関や中小の民間会社の方がはるかに多い。これらの小規模な事業所で孤軍奮闘している主任者を支援することで、主任者部会がその部会員にとって役立つ存在となり、今後の発展も期待される。

また、来年度以降の放射線安全管理功労表彰にあたっては、こうした縁の下での力持ちとして日夜、放射線の安全管理に尽力されている陰のひと達にも光を当てて発掘し、ご恩返しをしたいものと考えている。

引用文献

- 1) 豊田マユミ 『花と遊んで とときどき仕事』牧歌舎(2005)
- 2) 日本メジフィジックス株式会社『日本メジフィジックス25年史』(1998)
- 3) 山岡静三郎 「わたしのRI歴書」Isotope News 2000年7月号 pp 16-20
- 4) 真室哲雄 「わたしのRI歴書」Isotope News 1995年6月号 pp 20-23
- 5) 豊田亘博 「放射線管理の現場で体験したこと」FBNewsNo.325, 2004年1月号 pp7-11

✪プロフィール✪

昭和18年広島県生まれ。昭和40年京都大学理学部を卒業。住友化学工業に入社、昭和52年まで中央研究所において研究開発に従事。その間、日本原子力研究所・高崎研究所に派遣、また米国レンセラー工科大学に留学(いずれも2年間)。昭和52年日本メジフィジックスに出向。放射性医薬品の生産と品質管理のかたわら放射線管理を担当。平成14年同社を定年退職し、千代田テクノルに入社。現在、同社特別顧問。日本アイソトープ協会・放射線取扱主任者部会・関西常任委員会委員(昭和56年～63年)、同部会・法令検討委員会委員(平成10年～16年)、現在、同部会・近畿支部長。

「オーストリア人の暮らしの合理性」

前・原子力委員 町 末 男



今朝のテレビニュースで日本でも本格的にレジ袋の有料化にとり組むと報じていた。年間300億枚も使い捨てられており、1枚5円だということから1,500億円という巨額の節約になる。

これを聞いて26年前のウィーンでの生活を思い起した。まだ観光客も少なく、静かで美しい街だった。スーパーに行くときは、いつも買い物袋をさげていったことを記憶している。レジ袋という無駄はなかった。

オーストリアは資源小国であるから資源の節約に熱心である。古紙や金属は勿論、ワインなどのビンも、台所から出る廃棄物も分別して回収し、出来る限りリサイクル利用している。洋服の古いものを集める箱も街のところどころに置かれていて、まだ使える古着は貧しいアフリカなどの途上国の人々に送られている。

省エネルギーにも努力している。夕食に招かれて友人宅を訪れると、アパートの入口の照明は消えていて、スイッチだけが赤く光っている。これを押すと明かりがついて、友人のフラットの番号を押す、インターホンで話して、ロックを開けてもらう仕組みである。照明は5分後には消える。省エネもセキュリティも徹底して

いた。駅やデパートのエスカレーターも使わないときは停まっていて人が乗るとはじめて動き出す。ウィーンの市電、市バス、地下鉄はよく整備され早朝から頻ぱんに運行されているので、多くの人が省エネとして自家用車ではなく公共の交通機関が大変よく使われている。

加えて人口の少ないオーストリアでは人材の活用も効率的である。地下鉄でも市電でも改札や車内検札というものはなく、まれに覆面の検札員が突然回ってきて、無賃乗車が見つかったと大きな罰金を徴収するというシステムで省力化している。レストランでも驚くほど少ない数のウェイトレスが多くの客を受持って、走り回って重い料理を上手にたくましく腕にのせてサービスしている。その働き振りは日本とは大違いである。ほとんどのガソリンスタンドはセルフサービスで、お客が自分で給油して料金を払いに行く。そこにはチョコレートやキャンディーなども売っていて、1人の店員でさばっている。

日本のエネルギー自給率は僅か4%である。少子化で人口は減りはじめている。オーストリアに習ってあらゆる資源の有効利用に心掛けることが必要である。(07年1月16日記)

五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス

実効線量から吸収線量を？

鴻 知己

チェルノブイリ原発事故から20年経過するというので、IAEA（国際原子力機関）はWHO（世界保健機構）などとの共催で、2005年9月にウィーンで国際フォーラム（UN Chernobyl Forum）を開催し、専門家を集めて「チェルノブイリ事故の健康影響」についてのこれまで得られた知見の総括を試みた。

Expert Group "Health"により作成された報告書の最終版が最近（2006年9月？）公開された。170頁近くある大著であり、すべてを精読した訳ではないが、第2章（Dosimetry）の最後にとっても気になる記述があった。それは、一般公衆に対する線量の評価に関して「（測定・評価されている）実効線量の値から吸収線量の値を導き出すこと」を「Sr-90やPu-239の摂取に起因する線量を評価すること」などと並べて「勧告」していることである。

実効線量というのは、放射線への暴露により受けるリスクの量を制御する目的で使用するも

のであり、制御の対象は「特定の放射線源から発せられる特定の放射線」である。すなわち、実効線量というのは「特定の放射線についての暴露に対するリスクの測度」である。放射線の人体に対する影響を記述するための「原因の量」としての吸収線量を求めるというのであれば、すべての放射線暴露をそれに取り込まなければならない。チェルノブイリの被曝者については「医療被曝」の寄与を無視して影響の因果関係を追及しても意味がない。厳密に言えば、この事情は広島・長崎の原爆被災者に対する疫学調査の解析についても当てはまる。

実効線量を測度として管理するリスクは、多種多様のリスクのうちの一部である“放射線被曝によるリスク”の、そのまた一部である“特定の放射線源に起因するリスク”に過ぎないことを明確に認識する必要がある。吸収線量と実効線量の換算は方向において非可換なのである。

放射線管理業務の “法定報告書”作成法について



草間 経二*

1. はじめ

RI 使用事業所においては、年度末に各種法定帳簿や記録を確認、集計処理など行って綴じて、新たな用紙を用意するなど煩雑な作業があります。ここでは、FBNews の読者の事業所で実施する作業をまとめてみます。

平成18年からは法令改正により、従来の使用の帳簿、保管の帳簿、運搬の帳簿、廃棄の帳簿、放射線施設の点検記録、教育・訓練の記録に加え、受入れ払出しの帳簿が必要になりました(規則第24条)。また、汚染検査や線量測定などの施設測定の記録や個人被ばく線量の測定記録(規則第20条)、健康診断の記録(規則第22条)も必要です。さらにこれら日常実施している放射線管理帳簿を4月1日から翌年の3月31日までの期間についてとりまとめ、翌年度の4月1日から6月末までに報告する放射線管理状況報告書(以下、管理状況報告書という)があります(規則第39条第3項)。

健康診断については、多くの事業所では電離放射線障害防止規則の様式第1号に従い実施していることと思います。この様式は「日本法令」(<http://www.horei.co.jp/>)より発行されており、「電離1」様式として購入できます。定期的を実施する電離健康診断は、実施後遅滞なくその結果を電離放射線健康診断結果(様式第2号)で所轄の労働基準監督署に提出します(電離規則第58条)。様式は同じく「日本法令」より「電離2」様式として購入できます。記入に当たっての注意や記入事例が「改訂 労働衛生手続便覧」(厚生労働省労働基準局安全衛生部編)に紹介されています。このように、健康診断については実施の都度とりまとめ報告していますので、それ以外の帳簿のとりまとめ結

果である管理状況報告書作成に当たって注意する点について述べます。個々の帳簿に必要な事項や記入の方法については、「記帳・記録のガイド(2005)」が参考になります。

2. 管理状況報告書

管理状況報告書(施行規則 様式第47)の各項目に従って説明します。届出様式などは文部科学省原子力安全情報のウェブサイトよりダウンロードできます。

1) 氏名、名称、住所など

許可証やすでに提出している届出書、届出受理書を確認しながら記載します。届け出ている所在地の住居表示変更などが無いか、事業所名称に変更が無いか、代表者の氏名に変更が無いかを確認します。

2) 施設等の点検の実施状況

これは、施設点検の記録を基に作成します。施設点検の記録は通常は記録の枚数が少ないので、インデックスを付けるなどして、記録が年度ごとに閉じられているか確認し、通常1年に2回点検をしているか、最近の点検日を確認します。「直近の実施年月日」を記入しますが、非密封施設では施設が多岐にわたることもあり複数日にまたがることもありますので、そのときは「平成〇年〇月〇日～〇月〇日」と記入します。点検の結果、修理等を行う必要があった時はその措置が講じられているかを確認し、「点検の結果に基づいて補修等の措置を講じたとき又は講ずる予定のときは、その内容」欄に記載します。点検の結果、異常がなく補修等の必要がない場合には「なし」と記入します。

*Keiji KUSAMA (株)日本アイソトープ協会 総務部 放射線安全課 課長

管理から外れることとなったということです。対策として、「事業者においては、①安全管理を徹底し、新たに管理下でない放射性同位元素等を発生させないこと（再発の防止）、②継続的な調査点検を実施し管理下でない放射性同位元素を積極的に発見して管理下に置くこと（継続的な調査点検）に取り組むことが必要。」と報告しています。

継続的な調査点検と言いましても機会がないとなかなか実施できません。人事異動があり、年度末の帳簿を閉めるこの時期に実施するのが効果的であると考えます。積極的な管理下でない線源の発見のポイントとして、1) 実施体制：他の分野の協力。点検責任者と点検範囲の明確化、2) 点検計画：過去の使用履歴調査、見取り図作成し点検漏れを防ぐ、3) 実施方法：チェックシートの作成、目視確認と測定、の3点が上げられております。これを参考に実施すると良いと思います。

5) 放射線業務従事者数

その年度の間で、放射線業務従事者に指名した全ての人の集計となります。たとえば、工事のために短期間の放射線業務従事者であった人、外部の人が共同実験のために1月間だけ放射線業務従事者であった人もこれに加算します。そのため、個人被ばく測定器を外部の人が持ち込んで作業した場合には、ガラスバッジ支給者数＝業務従事者数でない事もありますのでご注意ください。

6) 個人実効線量分布

個人実効線量の集計値の人数分布を作成することになります。ガラスバッジの測定結果を早く入手するには、3月分のガラスバッジを4月1日に交換し速やかに測定センターに返却するようにしましょう。そうすると法定管理帳票である個人線量管理票が早く入手できます。このFBNewsには「サービス部門からのお知らせ」欄があり新規追加や中止に当たっての注意などが記載されていますので、毎号読むようにしましょう。なお、バックナンバーは、千代田テクノルのウェブサイトよりダウンロードできます。ガラスバッジ支給者数＝業務従事者数でない事業所では、ガラスバッジを支給していない者の分も加算集計します。個人線量管理プログラム「ACE シリーズ」が発売されています。これにより個人健康診断の

管理、外部被ばく線量の管理、内部被ばく線量の管理、教育訓練の管理を行うことができ、放射線業務従事者が多い事業所ではこの管理ソフトの導入が便利でしょう。また、FD（フロッピーディスク）により測定結果を受け取ることができますので、これを利用すると管理者の作業負担を軽減することができます。

7) 女子の放射線業務従事者の実効線量分布

6) の個人実効線量分布は男女合計の分布ですが、これは女子について業務従事者数、四半期毎の線量分布を作成します。ここで、女子の数には、妊娠不能と診断された者及び妊娠の意志のない旨を許可届出使用者に申し出た者を除きます。

3. おわりに

放射線管理に関して、様々な書籍が出ています。また、IT時代を反映し政府のウェブサイトも充実しています。これらを参考にして、日々の放射線管理に役立てると良いでしょう。以下に参考資料などを記します。

参考資料

記帳・記録のガイド（2005）、財団法人原子力安全技術センター 編集発行
 新版 放射線管理実務マニュアル、社団法人日本アイソトープ協会 発行
 放射線安全管理の実際、(株)日本アイソトープ協会 発行

参考となるウェブサイト

文部科学省 原子力安全情報
<http://www.nucmext.jp/>
 申請、届出などの用紙
<http://www.nucmext.jp/boushihou/boushihou010.html>
 (株)千代田テクノ
<http://www.c-technol.co.jp/>
 (株)アイソトープ協会
<http://www.jrias.or.jp/>

◆プロフィール◆

1952年東京都葛飾区生まれ。千葉大学理学部卒
 1974年～1987年 アイソトープ協会において放射線源の取扱
 1992年～現在 アイソトープ協会本部放射線施設の放射線管理



個人線量測定の論理（後編）

松本 進*



3. 測定する量

放射線の量を測定する手法としてICRUが作ったシステムでは、**図4**に示す概念が使われている。人体をICRU球で模擬し、これについて定められる周辺線量当量と方向性線量当量、これらは場の放射線レベルの測定に使用する。人が実際に受けた被ばく線量の測定には、人体そのものについて規定される個人線量当量である。

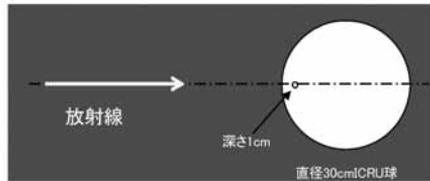
X線、 γ 線等の強透過性の放射線に対しては表面から深さ1cm位置の1cm線量当量が、低エネルギーX線・ β 線の弱透過性放射線に対しては、表面からの深さ70 μ m位置の70 μ m線量当量が考えられている。

4. 個人線量の測定

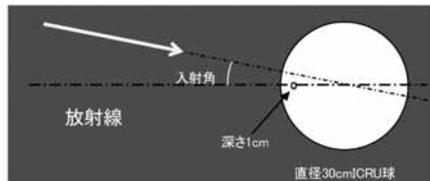
a) 1cm線量当量

個人線量を測定する1cm線量当量は、人体の表面から深さ1cm位置の線量当量と定義されている。具体的には、人体を30×30×15cm³の水ファントムで模擬し、個人線量計をその表面に密着させる（**図5**の①）。これにエネルギーと線量が既知の放射線を照射し、個人線量測定系のトレーサービリティを確保して、個人線量計の線量算出式他、基礎データを收拾する。その後、個人線量計を人が装着し、放射線業務に就業する（**図5**②）。装着後の個人線量計から、個人線量計に入射した放射線量（自由空間

周辺線量当量



方向性線量当量



個人線量当量

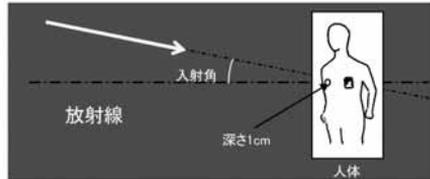


図4 測定概念

*Susumu MATSUMOTO 弊社アドバイザー

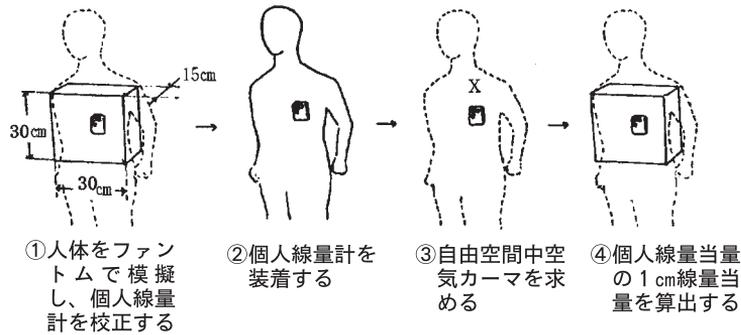


図5 個人線量計の校正・装着・算出の概念図

表4 自由空間中空気カーマからICRUスラブ中の $H_p(10,0^\circ)$ 、 $H_p(0.07,0^\circ)$ への換算係数(抜粋)

光子エネルギー (MeV)	$H_p(10,0^\circ)/K_a$ (Sv/Gy)	$H_p(0.07,0^\circ)/K_a$ (Sv/Gy)
0.010	0.009	0.947
0.020	0.611	1.045
0.030	1.112	1.230
0.040	1.490	1.444
0.050	1.766	1.632
0.060	1.892	1.716
0.080	1.903	1.732
0.100	1.811	1.669
0.150	1.607	1.518
0.200	1.492	1.432
0.300	1.369	1.336
0.400	1.300	1.280
0.500	1.256	1.244
0.600	1.226	1.220
0.800	1.190	1.1891
1	1.167	1.173
3	1.117	
6	1.109	

中の空気カーマ)とエネルギーを算出する(図5③)。換算定数表(表4)から、算出したエネルギーに相当する1 cm線量当量換算係数($H_p(10,0^\circ)/K_a$)を得、これを算出した空気カーマ(K_a)に乗じることによって、個人線量当量の1 cm線量当量を算出する(図5④)。

b) 70 μm線量当量

皮膚の等価線量を測定するための量として70 μm線量当量がある。これを個人線量計で測定する場合は、人体を30×30×15cm³の水ファントムで模擬し、個人線量計を表面に密着させる。その後は1 cm線量当量の算出と同様であるが、空気カーマに乗じる係数は、70 μm線量当量を求めるための換算係数($H_p(0.07,0^\circ)/K_a$)となる。

5. 被ばくの状態と線量算定

a) 実効線量

① 均等被ばく

職業被ばくでは、被ばくする状態は、頭の方から足の爪先まで、全身が均等に被ばくすることを第一義に考えられている。この場合、個人線量計は基本装着部位に装着し、被ばく量を測定する。そして、“均等被ばくの実効線量”は、基本装着部位に着けた個人線量計から得た1 cm線量当量となる。

均等被ばくの実効線量＝基本装着部位の1 cm線量当量

ここで、基本装着部位とは、男性は胸部、女性は腹部（一部例外有）

② 不均等被ばく

人体を、頭頸部・胸部上腕部・腹部大腿部に三区分した際、各部位の被ばく線量に差異が有る場合、我が国独自の手法であるが、これを不均等被ばくと言う。

放射線作業の方法または内容から、このような状況が起こると考えられる場合には、最大被ばく部位と基本装着部位にそれぞれ1個、計2個の個人線量計を装着する。得た1 cm線量当量に部位別組織加重係数（表3参照）を乗じ、その総和を“不均等被ばくの実効線量”とする。

ただし、その他の部位の1 cm線量当量には最大被ばく部位の1 cm線量当量を、また未装着部位の1 cm線量当量には、被ばく状況から勘案し、最大被ばく部位または基本装着部位のいずれかの1 cm線量当量を、それぞれ当てる。

$$\text{不均等被ばくの実効線量} = (\text{頭} \times 0.08) + (\text{胸} \times 0.44) + (\text{腹} \times 0.45) + (\text{他} \times 0.03)$$

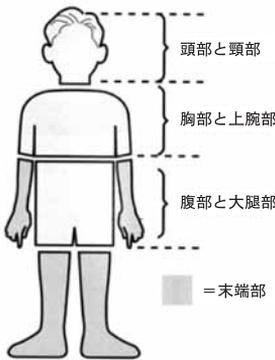


図6 体幹部の三区分

ここで、部位の頭文字は、その部位の1 cm線量当量を示す。

b) 等価線量

① 皮膚の等価線量

末端部の皮膚が体幹部の皮膚以上に被ばくする虞のある場合には、その末端部にも線量計を装着する。皮膚の等価線量は、装着した個人線量計から得た70 μm線量当量の内、最大のものとする。

$$\text{皮膚の等価線量} = \text{MAX}(\text{体に装着した線量計から得た} 70 \mu\text{m線量当量})$$

② 眼の等価線量

眼の等価線量は、実効線量と皮膚の等価線量の内、いずれか大きい方とする。

$$\text{眼の等価線量} = \text{MAX}(\text{実効線量、皮膚の等価線量})$$

6. 実効線量の評価

昨今、個人線量の測定は、多くの事業所がサービスベンダーを利用している。ベンダーとの契約内容に基づいて測定結果報告書が送られてくるが、その内容を事業所においてよく吟味する必要がある。測定の目的は人の被ばく量の測定であるが、現実を直視すると、ベンダーは人の体の前に置かれた線量計の被ばく量を測定しているのである。この線量計の被ばく量を人の被ばく量とするか否かは、事業所における評価によって決まる。

ベンダーからは、線量計から得た実用量（1 cm線量当量など）の他に実効線量、等価線量も報告されている。実効線量などは、ベンダーの取扱説明書に記された内容に基づいて、装着し、取り扱いされたことを前提に、これらを算出し、報告している。取扱方法が異なれば算出値の意味が無くなる。よって、実用量・実効線量等を評価し、真の防護量とすることが望まれる。評価手法

の一例を次に示す。

- ① 個人線量計の装着状況並びに線量計の取り扱いがベンダーの取扱説明書の内容と一致しているか？
- ② 放射線作業の内容に照らして、実効線量等が合理的であるか？
- ③ 場のモニタリング結果があれば、それに照らして、実効線量等が合理的であるか？

等の評価し、適切であれば、個人の被ばく線量として事業者は認定する。これによって、本来目的とする実効線量と等価線量の評価値が得られたことになる。

以上

参考文献

- ① ICRP 74 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数
(社)アイソトープ協会
- ② ICRP 75 作業者の放射線防護に対する一般原則
(社)日本アイソトープ協会
- ③ 外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術指針 放射線審議会基本部会
- ④ 被ばく線量の測定・評価マニュアル
(財)原子力安全技術センター
- ⑤ 松本 進他 個人線量計技術説明書
(株)千代田テクノ

お詫び

FBNews No.362 (2月号)におきまして、3頁・図3と5頁・図6に誤りがありましたので、お詫びして訂正致します。

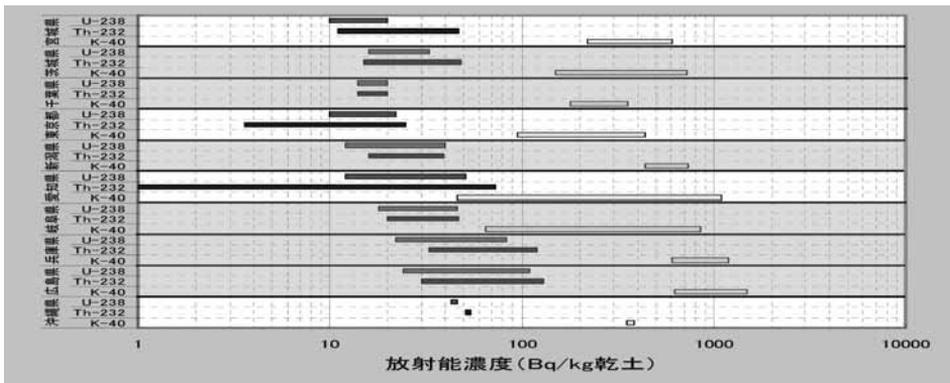


図3 地域別放射能濃度範囲 (平成15年度～平成17年度分析結果)

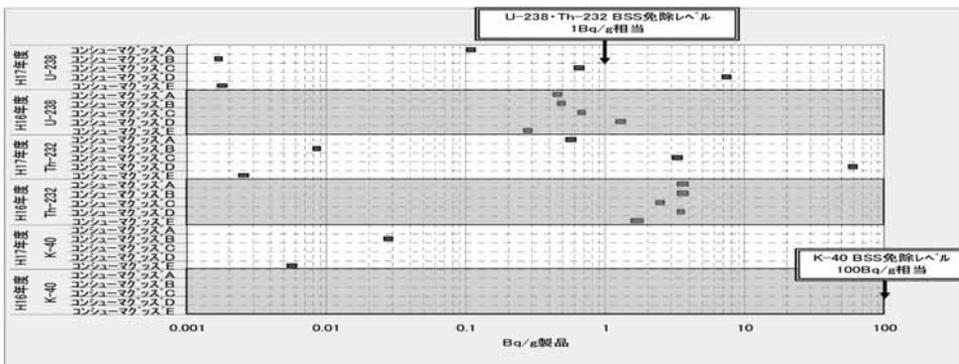


図6 コンシューマグッズの放射能濃度範囲

低レベル放射線が人体に及ぼす影響の疫学調査 (その2：ケース・コントロール研究)

事後の結果から事前の原因確率を求める“放射線疫学”では、暴露群と非暴露群からそれぞれの抽出率で標本を集めるコホート研究が多くの場合実施困難であるので、発症者の集団と非発症者の集団からそれぞれある比率で抽出を行い、抽出された標本の中での、暴露と非暴露の比率を調べるのが普通である。これをケース・コントロール研究とか症例対照研究と呼んでいる。

前回同様、母集団 N のうち想定要因に暴露し発症した者の数を A 、暴露したが発症しなかった者の数を B 、非暴露者で発症した者の数を C 、暴露せず発症もしなかった者の数を D と書き、分類のそれぞれに対応する標本の数を小文字で表すことにする。相対リスク RR は

$$RR = \{A/(A+B)\} / \{C/(C+D)\} \quad (1)$$

となる。ここで、記号 $=$ は定義を表す。

“想定要因への暴露”とは、今の場合、“低レベル放射線の被曝”である。暴露量が小さくリスク要因のリスク係数（単位量の暴露がもたらすリスクの値）も小さい場合、一般に $A \ll B$ であり $C \ll D$ である。従って、相対リスク RR は AD/BC で近似できる。

ケース・コントロール研究では標本の抽出を発症群と非発症群に分けて行う。それぞれの標本抽出率を q_1, q_2 とすると、 $A =$

$a/q_1, B = b/q_2, C = c/q_1, D = d/q_2$ ゆえ

$$RR = AD/BC = ad/bc \quad (2)$$

となり、コホート研究の場合と同様、ここでも抽出率 q_2, q_1 が上手く消去し合って姿をけす。ここで、記号 $=$ は“みなし”を表す。

比 ac/bd を疫学では「オッズ比 odds ratio」(OR) と呼んでおり、ケース・コントロール研究では相対リスク RR を OR で評価できると教えている。 q_1, q_2 の値が分らなくても、また $q_1 \neq q_2$ であっても、そのことに影響を受けずに相対リスク RR を評価できるのが魅力となっている。

しかし、(1)式を q_1, q_2 を使って忠実に標本変数による表現に変えると、

$$\begin{aligned} \{A/(A+B)\} / \{C/(C+D)\} &= \\ &: [(a/q_1) / \{(a/q_1) + (b/q_2)\}] \\ & \quad / [(c/q_1) / \{(c/q_1) + (d/q_2)\}] \end{aligned}$$

となり、分子（要因暴露群の罹患率： r_+ ）は

$$r_+ = 1 - b / \{(q_2/q_1) \cdot a + b\}$$

分母（要因非暴露群の罹患率： r_0 ）は

$$r_0 = 1 - d / \{(q_2/q_1) \cdot c + d\}$$

となる故、

$$q_1 \gg q_2 \text{ のとき } RR =$$

$$r_+ / r_0 \rightarrow 0 / 0 : \text{不定}$$

となる。不定とはどのような値も取りうるということである。対極 $q_1 \ll q_2$ では $RR \rightarrow 1$ となる。

サービス部門からのお知らせ

「測定依頼票」の使用期間の日付が違っている??

Q：ガラスバッジの測定依頼をするとき、「測定依頼票」に記載されている使用期間の日付が違う一部のお客様よりこのようなご連絡を頂いております。今回はそのことについてのご説明をいたします。

A：図①に示すとおり「お届け票」はミシン目を境に以下のように左側と右側とに分かれています。
 左側「お届け票」：今回お届けしたガラスバッジの詳細です。
 右側「測定依頼票」：今回お届けしたガラスバッジを測定依頼するときに使用する書類です。

ガラスバッジを使用している間「測定依頼票」を保管していただいたあと、ガラスバッジと保管していただいた測定依頼票を一緒にお送りください。今回、お届けした測定依頼票は前回測定終了したガラスバッジを送るためのものではありません。
 (サービス課：野呂瀬)



編集後記

●007カジノ・ロワイヤルを観ました。シリーズ20作目にして初めて金髪のジェームズ・ボンドが誕生したと言います。私は映画が好きで平均して月に1回くらい映画館に足を運びます。でも、007を観るのは初めてでした。ストーリーだけでなく切れのいいアクション、イタリアの絶景、もちろん美しいボンドガールも私の期待を裏切ることなく最後までスクリーンに釘づけでした。シリーズ物はむずかしいと思います。特に節目となる作品や前作が大ヒットした場合の脚本家や監督は、相当なプレッシャーがのしかかっているでしょうが、それを跳ね返すだけの自信と力で又ヒット作を生みます。

●「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開」はシリーズ4回目を迎えました。今回は再処理に関連した放射性核種の水準調査を佐野友一氏にご執筆いただきました。これは7回まで続きますが、毎回すばらしい調査結果を拝読することができ、日本の放射線安全管理がゆるぎないものであることを実感させられます。

●また、原子力・放射線安全管理功労表彰者のお二人にもご執筆いただきました。ご尽力にはただただ頭の下がる思いであり、受賞者の皆様にとっては今までの成果が評価され励みとなるとともに、ますます意欲的に活躍されることでしょう。

●シリーズといえば、4月号から「初級教育講座」を14回にわたって掲載します。弊社顧問を中心としてワーキンググループを立ち上げ、新人教育の一助となるよう準備を進めています。ご期待ください。

●007を観てから約3ヶ月が経ちます。それでもなお私の口からは皆様ご存知の主題歌がいつ出てくる日が多くあります。気の早い話ですがFBNewsも3年後には400号を迎えます。いつまでも愛されるそして良い意味で時々期待を裏切る記事を掲載し続けていけたらと思います。映画の最後に「Bond. I'm James Bond!!」と言ったスクリーンいっぱいのボンドの顔が忘れられません。皆様には記憶に残るFBNewsの記事がいくつありますか？(丸山百合子)

FBNews No.363

発行日／平成19年3月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 久保寺昭子 金子正人 加藤和明

山口和彦 藤崎三郎 柚木正生 福田光道 野呂瀬富也 丸山百合子

発行所／株式会社千代田テクノ 線量計測事業部

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381円)