



Photo Masaki Abe

Index

「原子力の日」に思う	
－ 社会にさらに受け入れられる原子力のために － ……上坂 充	1
〔施設訪問記⑨〕	
－ 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 高度被ばく医療線量評価棟の巻 － ……………	3
〔コラム〕 34th Column	
【がんで死にたい】……………中川 恵一	8
第15回テクノル技術情報セミナーを開催しました ……………	9
厚生労働省からのお知らせ……………	12
令和3年度の医療放射線防護連絡協議会からの開催案内 ……………	13
サーベイメータで線量率や放射能をはかる……………榎本 和義	14
〔サービス部門からのお知らせ〕	
ご使用者の変更をFAXで依頼したいとき ……………	19

●「原子力の日」に思う

—社会にさらに受け入れられる 原子力のために—

原子力委員会 委員長

上坂 充*



昨年12月17日に原子力委員長に就任いたしました。初めての原子力の日を迎えるにあたり、今ほど原子力の重要性が際立っているときはないと実感しております。2021年4月に開催された気候サミットの首脳級セッションにおいて、菅総理大臣は、温室効果ガス排出削減の野心的な目標として、2030年度において2013年度比で46%減を目指し、更に50%の高みに向けて挑戦を続ける旨、宣言しました。また、エネルギー基本計画素案[※]では、2030年のエネルギーミックスでは原子力の比率は20~22%と想定されています。それを達成するには、安全・安定なベースロード電源としての原子力が不可欠であることは、明白であります。原子力界として、総力でその実現を目指さなければなりません。

(※2021年8月10日 原子力委員会資料)

私は原子力委員長として令和2年度版原子力白書の作成に携わってきました。白書においては、社会のニーズと期待に応えるための原子力の在り方が記述されています。まず「東電福島第一原発事故から10年を迎えて」という題で特集を組みました。原子力委員会は、いまだ約3万6千人の福島県民が避難生活を継続されていることを重く受け止めています。帰還困難区域を除く地域での面的除染は2017年に完了しました。一方で、被災12市町村での営農再開率は2019年度時点で32%、福島県における沿岸漁業の回復は2020年度実績で17.7%にとどまっています。また、「福島イノベーション・コースト構想」をはじめ、すでに帰還された方々、また今後ご帰還される方々のための、様々な復興活動が復興庁等を中心に展開されています。このような10年間の取組状況や福島の復興・再生状況を踏まえ、安全確保や信頼再構築に向けた取組を継続していくこと、今般の原子力災害に関する記憶と教訓を風化させずに次世代に確実に引き継ぐことなど、全ての原子力関係者が忘れてはならないこと、協働して取り組まなければならないことを整理し、メッセージを発信しています(図1参照)。

この原子力白書につき、原子力を巡る状況や重要性などを広く伝えていくため、その概要を英訳して世界に発信、また日本の大学・大学院・高等専門学校等の講義での活用など、積極的に対応していきたいと考えています。

10年間の取組状況や福島の復興・再生状況を踏まえ、原子力委員会として、**全ての原子力関係者が忘れてはならないこと、協働して取り組まなければならないこと**を整理。

全ての原子力関係者が忘れてはならないこと	全ての原子力関係者が協働して取り組まなければならないこと
<ol style="list-style-type: none"> 1. 東電福島第一原発事故により、いまだ避難生活を続けている人がいて、避難指示が解除されていない地域があること 2. 事故によって生じた風評が固定化され、福島の人たちを苦しめていること 3. 二度と事故を起こさないために、原子力災害に関する記憶と教訓を忘れないこと 4. 安全確保や信頼構築の取組に終わりはなくこと 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 福島の方々が誇りと自信を持てるふるさとを取り戻すことができるまで、福島の復興・再生に携わっていくこと 2. 安全確保や信頼再構築に向けた取組を継続していくこと 3. 原子力関係機関に内在する本質的な課題の解決に向けた取組を継続していくこと 4. 今般の原子力災害に関する記憶と教訓を風化させずに、次世代に確実に引き継ぐこと 5. この国を担う次の世代が原子力や放射線について科学的に正しい知識を身に付け、社会の中における原子力や放射線の位置付けについて自ら考え、評価できるように、それぞれの立場で必要な支援を行っていくこと

図1 原子力委員会から全ての原子力関係者へのメッセージ

* Mitsuru UESAKA

● 原子力の日に思う

ベストミックスを考える際、電力源の特性を、kWhという時間積分電力量のみでなく、再生可能エネルギーの時間変動も考慮していく必要があります。原子力はその中でベースロードの電力供給を満たし、再生可能エネルギーを最大限活用して、その出力変動をCCUS (Carbon dioxide, Capture, Utilization and Storage)等を付加した火力でカバーしていく必要があります。更にカーボンニュートラルを実質的に実現するという命題に対しては、発電のみでなく、時間変動補償、機器製造を含んだ全てのプロセスでのCO₂削減をみていく必要があります。

原子力安全文化のさらなる醸成に加えて、核セキュリティ文化の醸成を一層強化しなければなりません。安全研究として、溶融した燃料を受け止める技術、水素処理技術、リスク評価技術の開発等の原子力安全研究の遂行が不可欠です。その上で、SMRの国際共同開発、高温ガス炉、高速炉、核融合炉等革新炉の開発を進めることは、研究開発と人材育成の両面で重要であります。

放射線応用は原子力に含まれ、基礎科学と、発電以外の社会応用の特徴をもっています。IAEAも発電/非発電応用をPower/Non-power Applicationsと使い分け、後者が前者のPA (Public Acceptance) 向上に貢献することを期待しています。私も30年間大学で放射線応用 (先進小型加速器の開発と応用)の研究を行っていましたが、その方針で取り組んでまいりました。ここに数例を紹介させていただきます。我が国は、核医学を支える放射線同位元素のほとんどを輸入に頼っています。核医学診断・治療両用のセラノスティックス薬剤 (^{99m}Mo/^{99m}Tc, ²²⁵Ac等)の国産化のための、電子ライナックγ線源システムの基礎研究を行いました。次に、可搬型電子線形加速器X線・中性子源による橋梁検査応用です。すでに高速道路橋梁の商用検査が昨年からは始まっています。一般国道橋検査のための国交省プロジェクトも進行中です。医療に続く、原子力技術の社会貢献、インフラメディカルになることが期待されます。東電福島第一原発の廃炉作業において、これから取り出しが始まる燃料デブリについてその場でのウラン含有量の測定と仕分けに同じシステムを適用する、文科省プロジェクトにも参画しました。これができると、燃料デブリの保管がとても合理的・効率的になることが期待されます。それを国産技術で実現してほしいです。

さて、原子力利用の前提となるのは、国民からの

信頼回復です。そのために、正確な根拠に基づき、様々な方法で、わかりやすく丁寧に説明していくことが肝要です。正確な根拠の一例として、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) が2021年3月、福島における一般の方々の放射線被ばくによる健康影響が観察される可能性は低いと報告したことが挙げられます。また、東電福島第一原発からのALPS処理水の海洋放出に関して、経済産業省が世界の原子力施設から排出されるトリチウム量との比較を公開しています。今後、海洋でのモニタリングが実施されますが、健康影響の説明につき、前述のUNSCEARのような正確な根拠のある情報を活用していくことも有効です。そして、風評被害対策のため、東電、政府等からの地元・漁連の方々への丁寧な説明が必要です。一方、カーボンニュートラルについても、各電力源のシステム製造・電力平滑化の観点を丁寧に説明することで、コスト・CO₂放出量に関して、原子力発電の優位性が明確になる可能性があります。

以上、原子力委員会は、原子力利用の推進と、信頼回復のための社会への明解な説明に、全力を挙げてまいります。

著者プロフィール

昭和32年7月13日横浜市生まれ。昭和55年3月東京大学工学部原子力工学科卒業・4月同大学院工学系研究科修士課程進学。昭和57年9月-昭和58年8月University of Wisconsin大学院原子力工学専攻に国際ロータリ財団奨学生として留学。昭和60年3月東京大学大学院工学系研究科博士課程修了 工学博士取得。4月から(株)石川島播磨重工業 (エネルギー事業本部高度技術開発部)。平成3年4月東京大学工学部助教授 (附属原子力工学研究施設)。平成11年7月同大学院工学系研究科教授。平成17年4月同原子力専攻 (専門職大学院) 教授。令和2年12月東京大学を退職し、原子力委員会委員長。平成28年6月~平成30年6月 日本原子力学会会長。平成29年7月~令和2年12月日本学術会議連携会員。平成19年4月~平成25年3月 ICFA (International Committee for Future Accelerator) Panel on Advanced and Novel Accelerators 議長。平成25年11月~令和2年12月 IAEA International Nuclear Management Academy 委員。主な著作:「原子炉構造工学」、コロナ社 (執筆・監修) (2009, 2021 (第2版))、「東京大学工学教程『放射線生物学』」、丸善出版(株) (監修・執筆) (2021)、「原子力・量子・核融合の事典 全6巻」、丸善出版(株) (副編集長・執筆) (2014)、「Femtosecond Beam Science」, Author & Editor, Imperial College Press, 2005。主な受賞: 令和3年3月日本原子力学会 特賞学術業績賞「原子力基盤工学研究・教育・人材育成」、平成23年4月文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門)「プラズマによる粒子加速の発見と超小型加速器の研究」。主な研究・教育: 先進小型加速器の開発と原子力・医療・社会インフラ診断への応用、原子力構造工学、IAEA共同国際人材育成。



— 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
放射線医学研究所 高度被ばく医療線量評価棟の巻 —



今回、FBNews編集委員会一同は放射線医学研究所内に新たに建てられた高度被ばく医療線量評価棟（以下、線量評価棟）を訪問させていただきました。

線量評価棟は2021年3月に竣工し、2021年5月25日落成式を迎えました。

しかし、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、所在地である千葉市は「まん延防止等重点措置区域」に指定されたことから、オンラインによる落成式典となりました。

落成式典では、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下QST）平野俊夫理事長および放射線医学研究所 山下俊一所長からの挨拶と線量評価棟内部の紹介、5月19日に実施された除幕式の模様が録画映像により紹介されました。

「放射線医学総合研究所」という呼び名に親しみを感じておりましたが、QSTが原子力規制委員会より「基幹高度被ばく医療支援センター」に指定され、その機能を果たすために発足した高度被ばく医療センターに放射線影

響研究部と放射線規制科学研究部が統合され、「放射線医学研究所」（「総合」の文字がなくなる）へと発展的に名称が変更されました。

落成式典でも平野理事長よりご紹介されましたが、前身の放射線医学総合研究所は米国の水爆実験に巻き込まれた「第5福竜丸」事件をきっかけに、放射線の医学利用および被ばく影響や障害並びにその医療に関する調査研究を目的として発足された施設です。

今回、落成した線量評価棟は平成30年度原子力災害対策事業費補助金（原子力災害医療実効性確保事業）を利用して建設されました。建設の背景には、平成29年6月に原子力研究開発機構大洗研究開発センター（以下JAEA大洗）で発生した作業員のプルトニウム（以下Pu）吸入による内部被ばく事故時に線量評価を実施する際、浮き彫りになった課題の解消がありました。

その課題の一つが内部被ばく線量評価に用いるバイオアッセイ試料の処理能力です。当時バイオアッセイ試料を処理する施設は別の



写真1 除幕式の模様

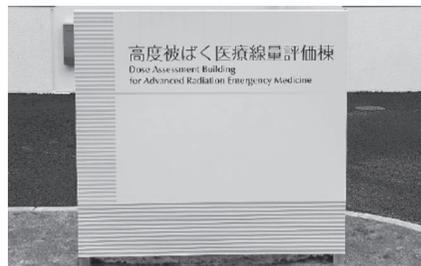


写真2 石板で作られた門標

建物にあり、別の目的の研究に特化した設備であったため、JAEA大洗で発生したPu吸入による内部被ばく事故の線量評価に必要な試料の処理に困難を伴いました。この時の経験から、内部被ばく線量評価を迅速かつ効率よく行えるよう、線量評価棟では高性能な設備を作業効率も重視して配置することにより、バイオアッセイ試料の処理能力が以前より格段に向上しているとのことでした。

なお、令和3年4月現在「高度被ばく医療支援センター」に指定されている施設はQST以外に、弘前大学、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学です。QSTは、高度被ばく医療支援センターの中心的・先導的役割を担う基幹高度被ばく医療支援センターとして、被ばく医療を担う専門人材を育成する中核拠点となり、主に高度被ばく医療支援センターの医師や看護師、研究者などの専門家の育成にあたります。また、内部被ばくに関する線量評価等でも中心的な役割を担います。(QSTのホームページより引用)

そのため線量評価棟は以下の3点を目的に掲げております。

- ・我が国の基幹高度被ばく医療センターとして、放射線被ばく事故対応への万全の備えを期す。
- ・被ばく線量評価に係る専門人材の育成および技術開発の拠点となることを目指す。
- ・外部機関と連携し、我が国の被ばく医療人

材の拡充に貢献する。

(落成式典時に配布された資料より抜粋)

【線量評価棟】

さて、ここから実際に見学時のご紹介となります。

QSTの正門を入り、左手の奥に線量評価棟があります。

線量評価棟は内部被ばくしたと思われる患者の被ばく線量評価を行う施設です。

計測・線量評価部の古渡様に建物内を案内していただきました。

線量評価棟の建屋構造と各階の主要用途は以下のとおり。

- 地上4階建て (延床面積 約2,550㎡)
- 1階：体外計測、施設・放射線管理エリア
- 2階：高レベルバイオアッセイエリア
- 3階：低レベルバイオアッセイエリア
- 4階：空調機械室および共同利用室

【1階：体外計測および施設放射線管理エリア】

線量評価棟1階は、体外計測および施設放射線管理エリアとなっており、RI管理室、肺モニタ室、WBC (ホールボディカウンタ) 測定室、廃棄物処理室、排水設備があります。

肺モニタ室の室内には、壁厚20cmの鉄で囲われた鉄室が設置されており、内部に統合型体外計測装置が備え付けられています。この装置は肺モニタとWBCが一体となった装置です。ベッド上部に肺モニタとして、3つのゲルマニウム検出器 (直径90mm×高さ30mm) が装備されており、ベッド下部にWBCとしてNaI (TI) (ヨウ化ナトリウム) シンチレーション検出器

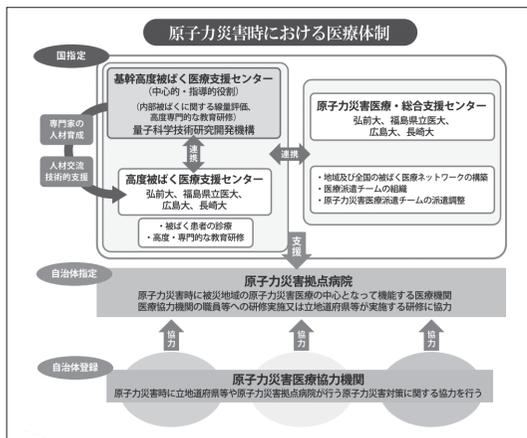


図1 原子力災害発生時の医療体制図



写真3 肺モニタ室内

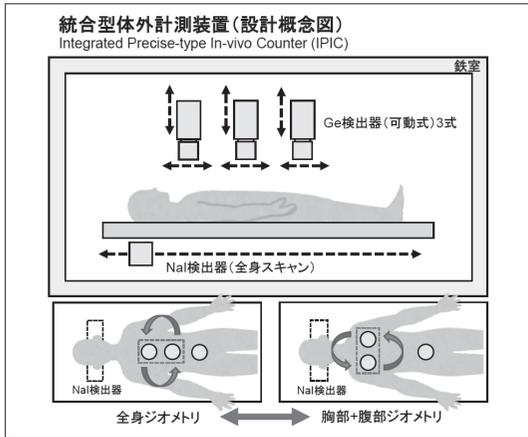


図2 統合型体外計測装置概念図



写真4 肺モニタ

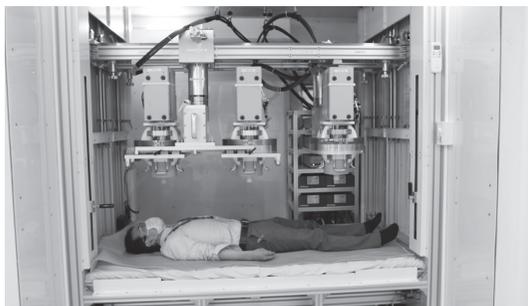


写真5 全身WBC

(横127mm×縦405mm×厚さ76mm)が装備されています。

検出器はそれぞれ可動式となっております。ゲルマニウム検出器では、Pu-239から放出される低レベルの特性エックス線からCo-60の高いエネルギーのガンマ線まで広範囲の測定が可能となっております。

また、シンチレーション検出器では頭からつま先まで全身の測定が可能となっております。

また、人体を模擬したファントム(あらか

じめ決められた量の放射能が封入されている)を使用して点検校正を行っています。

WBC測定室には立位式のWBCと甲状腺に集積したI-131等を測定するための甲状腺モニタが設置されています。

廃棄物処理室には、管理区域内で使用された有機溶媒を処理するため有機廃液焼却装置が設置されています。廃棄物処理室は非常に広く動線が確保され、使いやすい印象を受けました。



写真6 立位式WBC



写真7 甲状腺モニタ

【2階：高レベルバイオアッセイエリア】

線量評価棟の2階の管理区域内には、バイオアッセイエリア1、バイオアッセイエリア2および分析機器室があります。各部屋は広めに設計されていました。また、2階には管理区域外の部屋として、生体試料灰化室、生体試料保管室、データ解析室があります。なお、生体試料の化学分析を行ったあと、放射能測定するまでがバイオアッセイと呼ばれます。

生体試料灰化室では、被ばく患者さんからの生体試料(ここでは、主に便試料)は外から熱を加える乾式灰化と呼ばれる方法で試料を灰化させます。

乾式では、マイクロ波を使用して処理ができます。一般的な量500g程度の場合、炭素が残らないようにゆっくり行うため乾燥に数日かかることもあります。そのため、有機物の分解を素早く行うと全体工程を圧縮できます。



写真8 試料灰化装置

生体試料保管室には大型の冷蔵庫が用意されています。ここで、バイオアッセイ前の試料を保管することができます。その先には、パスボックスが用意されており、管理区域内へ生体試料をスムーズに渡すことができるようになっております。



写真9 大型冷蔵庫

バイオアッセイエリア1では、生体試料内の有機物分離や核種分離の処理を実施します。

硝酸等を使用するため、ドラフトチャンバー内で処理を実施します。

なお、ドラフトチャンバーは管理区内と外で合計10台備え付けられています。



写真10 α 線スペクトロメーター

バイオアッセイエリア2では、バイオアッセイエリア1で分離抽出された評価対象核種の放射能定量を行うための試料を作製します。

アクチノイド核種については、ステンレス製電着板に核種を電着し、 α 線スペクトロメーター用の測定試料を作製します。

分析機器室では生体試料から分離抽出された評価対象となる放射エネルギーを測定する機器が用意されています。

分析機器室には、 α 線スペクトロメーター、 β 線スペクトロメーター、ゲルマニウム半導体検出器、誘導結合プラズマ質量分析装置があり、評価対象核種の放射エネルギーを測定することができます。



写真11、写真12 β 線スペクトロメーター (上、下)



写真13 誘導結合プラズマ質量分析装置

【3階：低レベルバイオアッセイエリア】

線量評価棟3階には管理区域の出入口、汚染検査室、低レベル測定室1および低レベル測定室2等の測定室があります。

2階と3階はバイオアッセイエリアとなっており、3階は主に2階バイオアッセイエリアの処理能力を超えた際のバックアップエリアとして用いられる他、原子力災害医療に係る専門研修の高度化に資する技術開発が行われます。特に、バイオアッセイに関する技術開発では、アジア・太平洋地域をリードし、国内およびアジア・太平洋地域における内部被ばく線量評価の先導的な技術開発拠点として、評価手法の高度化および標準化を目指しています。同時に、内部被ばく線量評価技術のレベルを維持し、線量評価ができる国内の人材育成を継続的に行う重要な使命もあり、生物（染色体）線量評価と物理線量評価でそれぞれ2名の研究系職員が採用され、内部被ばく線量評価技術の開発や高度化の担い手として学んでおられます。

3階の入口を入って、まずは汚染検査室です。通常の施設よりも広い印象を受けました。

室内にはハンドフットクロズモニタ3台、複数のサーベイメータが設置されていました。

サーベイメータの中には α 線測定用もありました。これは管理区域内でアクチノイド核種を使用することが多いため、その汚染検査用として用意されています。

その他、シャワー室も用意されています。

その奥へ移動すると低レベル測定室1、低レベル測定室2があります。低レベル測定室2には数種類の誘導結合プラズマ質量分析装置があり、バイオアッセイ試料分析が可能となっています。

【4階：空調機械室】

線量評価棟4階は空調設備（排気設備）と共同利用室があります。

排気設備を見学させていただきました。

入って驚いたのはフィルターユニットの数です。その数は30基。これだけの数のフィルターユニットを目にするのは少ないため、圧巻でした。



写真14 排気フィルターユニット

その他、バイオアッセイ分析の工程で行う酸分解後の浄化に不可欠なスクラバー、および放射線管理用の排気モニタが整備されています。

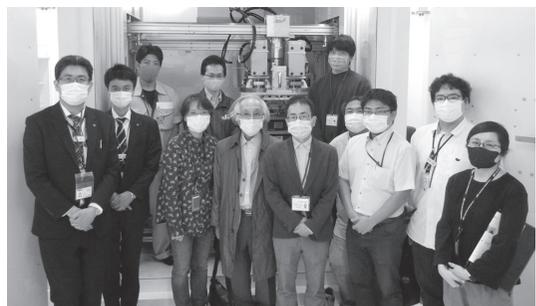
線量評価棟は主にバイオアッセイ分析で使用する多種多様な最新の装置が数多く設置され、各室内も広く設計されていました。課題とされていたバイオアッセイ試料の処理能力の向上を実現し、内部被ばく線量評価の迅速かつ効率的な実施が可能だろうと感じることができました。

原子力事故は発生しないことが望ましいですが、事故時に備えている施設があることは本当にありがたいと感じました。

お忙しい中ご対応をいただきました計測・線量評価部の古渡様をはじめとする多くの皆様に紙面を借りて感謝申し上げます。

見学当日は大粒の雨模様でした。そのため、肺モニタ室の統合型体外計測装置の前で当日いらっしゃった研究者の皆様と一緒に記念撮影をいたしました。

今回の取材は、FBNews編集委員の中村、廣田、高橋、千葉営業所 松田が伺わせていただきました。本当にありがとうございました。



(文責：高橋 英典)

がんで死にたい

「私は、がんで死にたい」 ウソではありません。全くの本心です。医師のなかには、私と同じ思いを持つ人が多いと思います。

そもそも、人間の死亡率は100%。生まれてきて、死ななかつた人は一人もいません。

さて、その死に方ですが、「ピンピンコロリ」が、いまの日本人の理想的と言われます。ずっとピンピンと元気で長生きをして、突然コロリと苦しまずに死にたいというわけです。

実は、最近、1年先輩の放射線治療医が亡くなりました。62歳の若さです。まじめで、優しい、素晴らしい方でした。仕事場での、何の前触れもない突然の死で、心筋梗塞と伺いました。まさに、「ピンピンコロリ」型の亡くなり方と言えます。(合掌)

しかし、私は、心臓発作や交通事故などで、ある日突然、ピンピンコロリと死ぬのは、ゴメンです。やり残したこともありますし、燃やしておかなければならないものも山ほどあります。パソコンのデータはいったいどうなるのでしょうか。遺書だって書いておきたいですね。やはり、人生を整理し、しめくくる時間がほしいです。

がんが治らないと分かって、数年の猶予があります。そして、死の直前まで、痛みなどの症状をとって、うまくつきあえば普通に生活できる病気です。

がんは人生の縮図、時計の針の回る速さがアップするだけのことです。つまり、がんで死ぬことは特別なことではないのです。悠久の時の流れのなかでは、所詮人生はほんの一瞬です。そして、良い人生かどうかは、時間の長さとは関係ないはずです。

今の日本人は、死なないという錯覚にとりつかれているように思います。しかし、がんは、命には限りがあることを思い出させてくれます。ラテン語に、メメント・モリという

言葉があります。「死ぬことを忘れるな」という意味の警句ですが、古代ローマでは、將軍の凱旋のパレードの際にも使われたと伝えられます。將軍は今日絶頂にあるが、いつ死ぬか分からないと諫めたのです。

現代において、がんは、まさに、メメント・モリの役割を担っています。

以前も書きましたが、私もがん経験者です。2018年の年末に、膀胱がんの「内視鏡切除」を受けました。まだ、3年も経っていませんから、経験者というより「がん患者」と呼ぶべきかもしれません。

日本人男性の3人に2人が、がんになる時代ですから、「がんになることを前提にした人生設計が必要」などと発言してきました。しかし、正直、まさか自分が罹患するとは思っていませんでした。私はたばこは吸いませんし、運動は毎日行っていて、体重も若い頃のままです。「なぜ私が」と否認したい気持ちでした。

しかし、私がこのがんにかかった理由などありません。運が悪かったとしか言えないと思います。

所詮は生き物である私たちは、自分が死ぬ、あるいは重い病気になるといったことは本能的に考えないようにプログラムされているのかもしれませんが。

ただし、この体験は私にとって、まさにメメント・モリ。良い体験をしたと思っています。

西行は、「花の下にて春死なむ」と願い、一茶は、「死にじたく致せ致せと桜かな」と詠みました。かつて、日本人には、死に親しむ伝統があったのですが、いまでは、死は生活にも意識にも存在していません。

私もそうですが、がんになって人生が深まった、生きることの素晴らしさがやっと分かった、がんになって良かったという患者さんは少なくありません。

やはり、「がんで死にたい」、と心の底から思います。

第15回テクノル技術情報セミナーを開催しました

線量計測技術課 古谷 一隆

2021年6月12日(土)、第15回テクノル技術情報セミナーを開催いたしました。新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、オンライン (Zoom) による実施といたしました。全国各地より102名の方々にご参加いただくことができました。ご参加いただきました皆様、誠にありがとうございました。

今回のセミナーの主なテーマは、2021年4月1日より施行された眼の水晶体の等価線量限度引き下げに伴い、「眼の水晶体の等価線量限度の管理」といたしました。眼の水晶体の等価線量限度は、2021年4月1日を始期とする5年ごとに100mSv、かつ4月1日を始期とする1年間に50mSvに変更となりました。

そこで主に医療関係者の方々のお役に立てるよう、以下のプログラムを催しました。

第15回テクノル技術情報セミナー プログラム

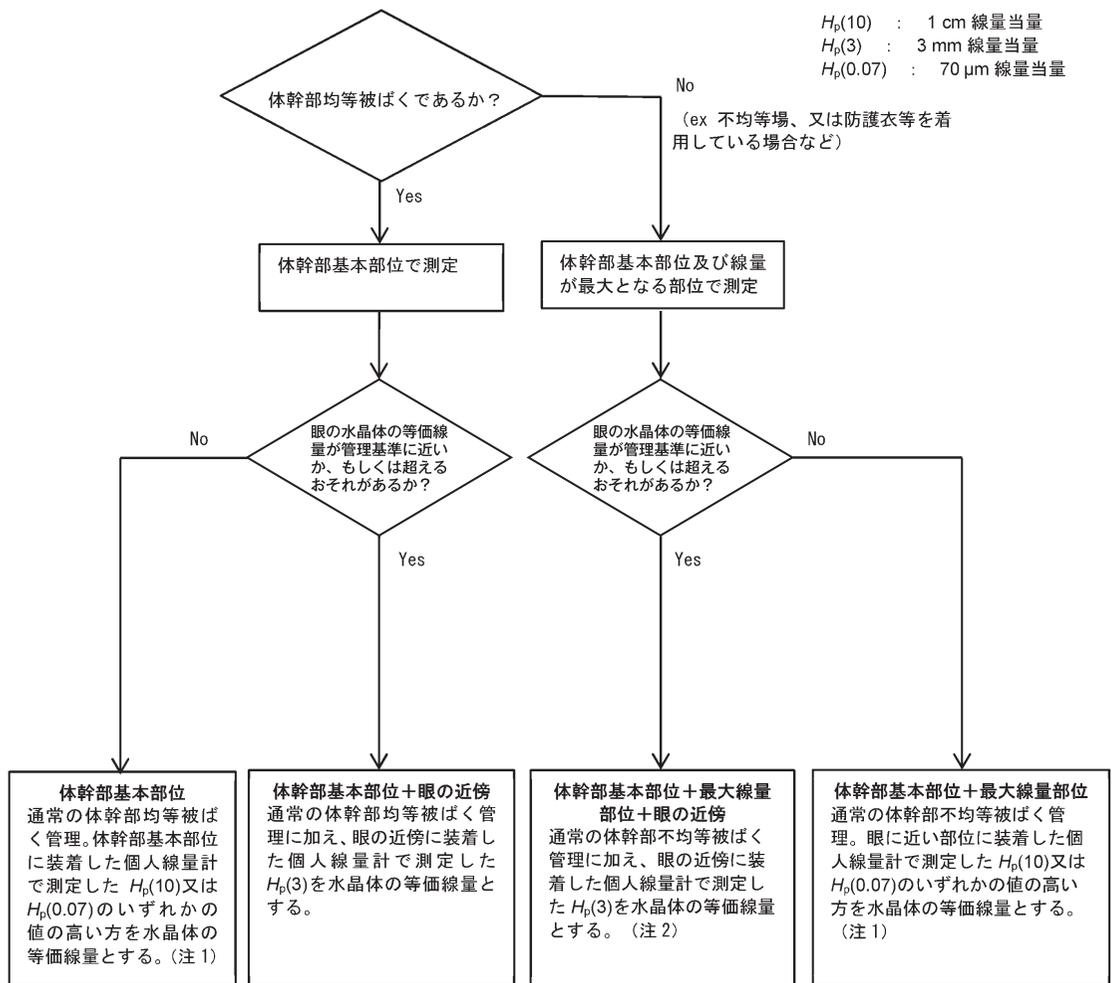
1. 法改正の概要とその背景 電子科学研究所 小田 啓二 先生
2. 水晶体線量モニタリングのガイドラインの解説 藤田医科大学 横山 須美 先生
3. 医療スタッフの放射線安全管理に係るガイドラインの解説 京都医療科学大学 大野 和子 先生
4. 法改正に関わる千代田テクノルの対応 株式会社千代田テクノル 古谷 一隆
5. 千代田テクノル施設のご紹介 (動画)
～ラディエーションモニタリングセンター、大洗研究所、原子力防災機器展示棟のご紹介

まずは基調講演として電子科学研究所の小田啓二先生より「法改正の概要とその背景」と題してご講演いただきました。国際放射線防護委員会 (ICRP) の検討内容から説き起こされ、線量限度変更に至り、さらに今後の実用量改訂への見通しまでが解説されました。学術的知見が法規制に反映されるには、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) →国際放射線防護委員会 (ICRP) →国際原子力機関 (IAEA) →原子力規制委員会までの流れがあります。この過程を経て眼の水晶体の等価線量限度引き下げは法令化されました。また測定値から評価値を算出する過程と防護量の体系について、小田啓二先生ならではの視点による問題点も含めて解説いただきました。放射線防護の評価に関する知識が一層深まる講演だったのではないかと思います。

次に藤田医科大学の横山須美先生と京都医療科学大学の大野和子先生にそれぞれガイドラインの解説をしていただきました。横山須美先生は「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」(日本保健物理学会、2020)、大野和子先生は「医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン～水晶体の被ばく管理を中心に～」(日本医学放射線学会他、2020)を主導、制定されました。

横山須美先生の講演は眼の水晶体の線量モニタリングにおける算定方法を中心としてガイドラインをご説明いただきました。「眼の近傍」「管理基準」といった概念や、眼の水晶体の等価線量の算定方法を決定するためのフロー図は、今回の法令改正で新たにクローズアップされた考え方です。管理基準（眼の近傍で直接測定することが望ましい線量レベル）は個人線量計の不確かさ1.5を考慮して年間13mSv（=20mSv/1.5）とするか、個人モニタリングの不確かさが1.2と評価できるような場合は年間17mSv（≒20mSv/1.2）とする、などがあります。他にIAEA（5 mSv/年）やEU指令（15mSv/年）の例が紹介されました。

大野和子先生には放射線防護の課題とガイドラインの活用についてご説明いただきました。診療現場では透視撮影を用いた検査・治療に代表される新しい放射線診療が発展したものの、放射線安全への配慮が追いついていない状況があります。そこで患者・術者双方にとって被ばくを最小



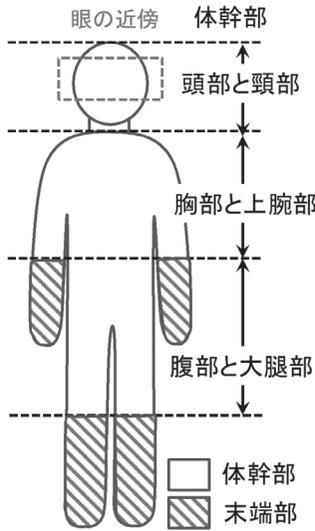
(注1) $H_p(10)$ 及び $H_p(0.07)$ に追加して $H_p(3)$ を測定した場合は、 $H_p(3)$ を眼の水晶体の等価線量とする。

(注2) 眼の水晶体の近傍に装着する個人線量計は原則 $H_p(3)$ を測定するものとする。ただし、眼の近傍が体幹部において最大線量部位になる場合は、眼の水晶体の等価線量を著しく過小に算定しない場合に限り、眼の近傍に装着する個人線量計は $H_p(10)$ 及び $H_p(0.07)$ を測定するもので代用してもよい。

図1 眼の水晶体の等価線量の算定方法を決定するためのフロー図

(出典：眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン(2020))

限にとどめる様々な方法がガイドラインには例示されています。防護衣・防護眼鏡の着用はもちろんです。透視パルスレート、拡大透視、デジタルズームも関係します。また透視を出しながら手指を照射野内に入ると非常に高線量になりますので、直接手指に放射線があたらないようにしてくださいとのことでした。



- ・ 眼の水晶体の等価線量をより正確に算定することが必要となると見込まれる場合^{※1}には、法令で義務付けられている装着位置に加え、「眼の近傍」で測定した結果を用いて眼の水晶体の等価線量を算定する。
- ・ 「眼の近傍」とは、頭頸部のうち、眼の水晶体が受ける放射線量を直接測定するために適切な位置のことをいい、両眼で受ける線量が最も高い位置から、当該線量^{※2}と有意な線量(率)勾配がないと判断できる位置までの範囲をいう。
- ・ また、眼の近傍で線量計を装着する場合、両眼からの距離が近いほど望ましい。

※1 現行の測定方法では等価線量限度を超えるおそれがあるなどの場合。

※2 防護眼鏡等を装着している場合にあっては、防護眼鏡等の遮蔽効果を考慮して判断する。

図2 眼の近傍の位置

(出典：眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン(2020))

その後、「法改正に関わる千代田テクノルの対応」と題して弊社・線量計測事業本部の古谷より講演させていただきました。弊社でサービス展開しております眼の水晶体用線量計「DOSIRIS」の装着方法を従来のガラスバッジの装着方法と合わせてご説明いたしました。また、ガラスバッジサービスの報告書レイアウトを眼の水晶体の等価線量限度変更に伴い変更いたしました。そちらのご説明もさせていただきます。この変更の概要はFBNews No.532 (21.4.1発行)にもご紹介しておりますのでご参照ください。

また「千代田テクノルの施設のご紹介」として茨城県大洗町にあるラディエーションモニタリングセンター、大洗研究所、および2020年5月に竣工いたしました原子力防災機器展示棟の紹介映像をご覧いただきました。各施設の様子をご想像いただけたことと思います。

末筆ではございますが、ご講演を賜りました小田啓二先生、横山須美先生、大野和子先生に厚く御礼申し上げます。また、お忙しい中全国からご参加くださいました皆様に心より御礼申し上げます。

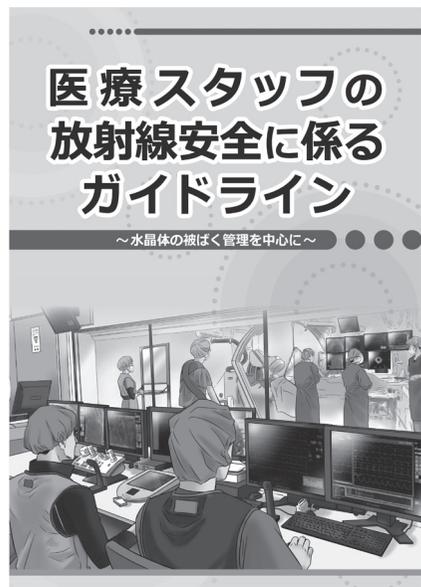


図3 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン

参考資料：

「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」

(<http://www.jhps.or.jp/upimg/files/suishotai-guideline.pdf>)

「医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン～水晶体の被ばく管理を中心に～」

(<https://www.jaam.jp/info/2020/files/info-20201009.pdf>)

厚生労働省からのお知らせ

放射線業務を行う事業主の皆さまへ

電離放射線健康診断結果報告書を 労働基準監督署に必ず提出ください 労働安全衛生法令で規定されています

1 電離放射線健康診断は年2回行ってください

放射線業務（エックス線装置の使用の業務など労働安全衛生法施行令別表第2に掲げる放射線業務）に常時従事する労働者で管理区域に立ち入る方に対し、雇入れ・配置替えの際とその後6か月以内ごとに1回、定期に、次の項目について医師による健康診断を行わなければなりません。（電離放射線障害防止規則第56条）

- ① 被ばく歴の有無（被ばく歴を有する方は、作業の場所、内容と期間、放射線障害の有無、自覚症状の有無、その他放射線による被ばくに関する事項）
- ② 白血球数と白血球百分率の検査
- ③ 赤血球数の検査と色素量の両方、またはヘマトクリット値の検査
- ④ 白内障に関する眼の検査
- ⑤ 皮膚の検査

- ※ 雇入れ・配置替えの際の健康診断では、④の項目は使用する線源の種類等に応じて省略できます。
 ※ 6か月以内ごとに1回、定期に行う健康診断では、
- ・ 医師が必要でないと認めるときは、②から⑤までの項目の全部または一部を省略できます。
 - ・ 健康診断を行おうとする日の属する年の前年1年間に受けた実効線量が5 mSvを超えず、かつ、健康診断を行おうとする日の属する1年間に受ける実効線量が5 mSvを超えるおそれがない方は、②から⑤までの項目は、医師が必要と認めないときには、行う必要はありません。

2 電離放射線健康診断結果報告書を提出ください

6か月以内ごとに1回の定期的電離放射線健康診断を行ったときは、遅滞なく、電離放射線健康診断結果報告書（様式第2号）を所轄労働基準監督署長に提出しなければなりません。（電離放射線障害防止規則第58条）

様式は、厚生労働省ホームページからダウンロードできます。

電離健診 報告書

🔍 検索

（参考）

令和3年4月1日から、電離放射線障害防止規則が改正され、眼の水晶体に受ける等価線量限度は、5年間で**100mSv**かつ1年間で**50mSv**となっています。

改正内容の詳細はこちら→



都道府県労働局・労働基準監督署

（令和3年6月）

ご不明な点がございましたら、最寄りの労働局、労働基準監督署にお問い合わせください。

令和3年度の医療放射線防護連絡協議会からの開催案内

今年も新型コロナウイルスの感染予防に配慮して、全てオンライン（WEB）で開催します。なお、フォーラムはコロナ禍の状況に応じて、会場開催を予定しております。

開催詳細は当協議会ホームページで随時紹介します。多くの皆様のご参加を心よりお待ちしております。HP：<http://jarpm.kenkyuukai.jp/information>

1. 医療放射線安全管理講習会

テーマ：「改正医療法施行規則・改正電離則に準拠していますか？」

第71回（東京会場）

日時：令和3年10月24日（日）13：00～16：30

場所：オンライン開催（講演内容は、後日WEB配信）

プログラム：

- ①電離則の遵守状況に関する調査報告＊医療従事者の実態＊
樺田 尚樹（産業医科大学産業保健部）
- ②放射線診療施設の立入検査＊東京都の場合＊
小林 剛（東京都福祉保健局医療政策部医療安全課）
- ③電離則を遵守するための要点＊放射線診療従事者の被ばく管理＊
大野 和子（京都医療科学大学）
- ④診療用放射線の安全利用のための研修の実施＊日本医学放射線学会の取り組み＊
井上 優介（北里大学病院放射線診断科/放射線部）
- ⑤放射線診療における医療者と患者間の情報共有とは＊何をどう説明するか＊
佐藤 恵子（京都大学大学院医学研究科社会健康医学系専攻）
- ⑥総合討論 座長：菊地 透（医療放射線防護連絡協議会総務理事）

第72回（京都会場）

日時：令和3年11月13日（土）13：00～16：30

場所：オンライン開催（講演内容は、後日WEB配信）

プログラム：東京会場と同様

2. 医療放射線防護連絡協議会年次大会

第32回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」

テーマ：「令和時代の医療放射線管理」

日時：令和3年12月10日（金）13：00～16：30

場所：オンライン開催（講演内容は、後日WEB配信）

プログラム：

- ①教育講演「個人線量管理の動向」
吉澤 道夫（日本原子力機構）
- ②高橋信次記念講演「令和時代の医療安全管理体制とICRP」
米倉 義春（日本アイソトープ協会）
- ③古賀佑彦記念シンポジウム「今後の線量管理に向けた取り組み」
（各講師は打診中）

3. 「第43回医療放射線の安全利用」フォーラム

テーマ：「医師・歯科医師のタスクシフティングと医療放射線安全」

日時：令和4年2月20日（日）13：00～16：30

場所：東京都立大学荒川キャンパス大視聴覚教室又はWEB開催

- ①基調講演 医師・歯科医師から診療放射線技師へシフトする業務の概要
- ②パネル討論 テーマ：タスクシフトと医療放射線の安全利用
 - ・放射線科医師からの期待
 - ・診療放射線技師業務の今後についての考察
 - ・チーム医療推進のための要望 看護師の立場から

サーベイメータで線量率や 放射能をはかる



梶本 和義*

1. はじめに

放射線安全管理の測定業務においては、サーベイメータが日常的に活用されてきた。さらに、2011年の東京電力福島第一原子力発電所の事故で広範囲に放射能汚染が生じ、サーベイメータを多くの方々が取り扱うことになった。とくに、除染作業においては、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 等から放出される γ 線を検出するために、NaI (Tl) シンチレーション式等の γ 線測定用のサーベイメータが利用されることになった。同時に、空間線量率の測定のみならず、簡便に放射能濃度を推定することも行われてきた。

また、2012年4月から放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律に放射化物が規制対象として追加され、廃止措置の強化が行われることになった。一方、放射線発生装置使用施設の廃止措置では、放射化の判定が課題となり、サーベイメータを用いる方法の検討が望まれるようになった。

ここでは、汚染物と放射化物の γ 線測定用のサーベイメータを用いた測定について、これまで経験してきたことを紹介する。

2. 放射能汚染地域での空間線量率と放射能濃度の測定について

2.1 汚染地域での除染のために定められた基準

(1) 除染作業について

「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壤等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」（平成23年厚生労働省令第152号。以下「除染電離則」という。）の施行のために定められた、「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」では、除染特別地域等における平均空間線量率が $2.5\mu\text{Sv/h}$

を超える場所で行う除染等業務以外の業務（以下「特定線量下業務」という。）を行う場合は、除染電離則の関係規定及び「特定線量下業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」（平成24年6月15日付け基発0615第6号）が適用されること。また、「特定汚染土壌等取扱業務」とは、汚染土壌等であって、当該土壌に含まれる事故由来放射性物質のうち ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射能濃度の値が 1Wbq/kg を超えるもの（以下「特定汚染土壌等」という。）を取り扱う業務（土壌等の除染等の業務及び廃棄物収集等業務を除く。）をいうこと。こちらは、除染作業者に対して、通常の放射線業務従事者と同様の被ばく管理をすることとしたものである。ただし、放射線業務従事者が作業する管理区域は3ヶ月の4半期毎に 1.3mSv と定められており、一般人が立ち入らないように入管理、区画や標識の設置が定められている。また、 1Wbq/kg は放射性物質として取り扱わない下限数量のうち、濃度の定義に等しい。

(2) 除染する区域について

また、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（放射性物質汚染対処特措法）」では、国が除染を行う「除染特別地域」に加えて、空間線量率が $0.23\mu\text{Sv/h}$ 以上の地域を含む市町村（平成23年8月を基準）のうち、全国で8県92市町村が「汚染状況重点調査地域」として指定されており、当該市町村が中心となって除染を実施することになっている。この $0.23\mu\text{Sv/h}$ は、その地域における追加被ばく線量が 1mSv/年 に当たる放射線量（安全側に立った仮定の下での推計値）を根拠としている。さらに、このような除染作業によって、放射性セシウムが $8,000\text{Bq/kg}$ 以下の廃棄物は、従来と同様の方法により安全に

* Kazuyoshi MASUMOTO 高エネルギー加速器研究機構 名誉教授 / NPO法人放射線安全フォーラム 理事

焼却したり埋立処分したりすることができるとしている。この値は、住民が生活していく上で、追加被ばく線量が1 mSv/年とするために処分を行う基準として定められたものである。

2.2 空間線量率の測定

通常、放射線管理区域内において、放射線源を取り扱う場合、まず、時間、距離、遮へいの三原則を覚えることから始まる。しかし、広い範囲にわたって放射性物質が分布しているところで作業したり、生活する場合には、このことが成り立たなくなってしまう。このため、空間線量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ とか $0.23\mu\text{Sv/h}$ は、どのような測定によるものかを理解しておく必要がある。空間線量率は地表からの高さ1 mで測定することが定められているが、運動場や農地一面が汚染されたようなところでは、測定位置から離れるにしたがって線源からの線量の寄与は距離の二乗で減少するが、均一に広がった同心円にある線源の場合、 πR^2 で面積が広がるために減少することなく加算されていくことになる。また、民有地を除染した場合、建物やその回りに屋敷森があれば、垂直方向にも線源が存在し空間線量に寄与することになる。除染する際にはホットスポットの存在が最も気になるところであるが、空間線量には周辺に存在するすべての放射能が影響しているため、線量低減を達成することは非常に大変である。¹⁾ 面的に汚染されたところの除染作業では、足下の汚染を除去しただけでは線量率の低減効果は少ない。しかし、除染を請け負った業者は指定された区域を除染したことを証明する必要がある。このためには、測定の際に除染していない周辺部からの放射線の影響を除くために、サーベイメータを遮へい体で囲み、指定された箇所の線量率が除染後は減少していることを確認することになる。

空間線量の変動要因として、雪が降って土壌表面を雪が覆うと、遠距離からの γ 線は雪による遮へい効果のために減衰してしまうので、空間線量率は減少する。また、降雨や樹木からの落葉とともに地表面に放射性物質が移動することで地表面の線量が上昇することもある。最近、森林内では、リター層から下の土壌へ放射性セシウムが移行しているとの報告もある。²⁾ さらに、次に述べるように、物理的半減期による減衰の効果も大きく、時間が経過する中での空間線量率は変動する。有効数字2桁の空間線量率 $0.23\mu\text{Sv/h}$ という値は、実効線量として年間の追加被ばく線量が1 mSvとならないようにするために定められたものであ

るが、その地域の指定は平成23年8月を基準にすることになっており、実務的には難しい基準であると思われる。

2.3 放射能濃度の測定

2011年の放射能汚染では、事故直後は半減期8日の ^{131}I が問題となったが、その後は半減期2.07年の ^{134}Cs と半減期30.08年の ^{137}Cs が主要な核種となった。このため、除染電離則では、放射性セシウムの放射能濃度として、1万Bq/kgが放射線作業として取り扱う際の判断基準となっている。作業者の被ばく線量をモニタリングする条件として定められたものである。一方、放射性物質汚染対処特措法では放射性セシウムの放射能濃度として、8,000Bq/kgが放射性廃棄物として取り扱う際の基準となっている。つまり、8,000Bq/kg以下のものは一般の廃棄物として埋設処分したとしても、周辺住民にとって問題ない濃度とされている。

除染作業によって回収された廃棄物中の放射能は、通常 γ 線スペクトロメトリによって求められ、廃棄物の質量で割った放射性核種毎の濃度(Bq/kg)として表される。この場合、除染物の一部をGe検出器などの γ 線スペクトロメータで測定し、放射能を求めることになる。

しかし、試料調整から定量まで手間がかかることから、現場でより簡易に放射能濃度を求める方法として、除染土壌をフレキシブルコンテナや土のう袋に回収し、NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータで求めた表面線量率をもとに放射能濃度を換算する方法³⁾も採用された。通常、1万Bq/kgの廃棄物は数 $\mu\text{Sv/h}$ 程度となることから、1 $\mu\text{Sv/h}$ 以下であれば一般廃棄物として取り扱えると思われる。しかし、廃棄物容器の大きさ、密度によって、線量率から放射能濃度への換算係数は変わるし、線量率が低くなれば周辺からのバックグラウンドを差し引く必要がある。このために、より正確な値が必要な場合には、それぞれの地域で、廃棄物の組成、容積等の条件を明確にして、 γ 線スペクトロメトリで求めた放射能濃度と線量率の関係を求めておくことが必要となる。

^{134}Cs と ^{137}Cs の1 cm線量当量率定数はそれぞれ0.249と0.0927であり、線量への寄与は ^{134}Cs の方が2.68倍大きい。図1に示すように、震災当初は ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能はほぼ等しかったので、線量への寄与は2.68倍であったが、現在では ^{134}Cs の寄与は ^{137}Cs の約1割となっている。つまり、2021年9月時点で事故当初に比べて、放射能は約40%、線量率は23%まで減衰しており、さらに今後は

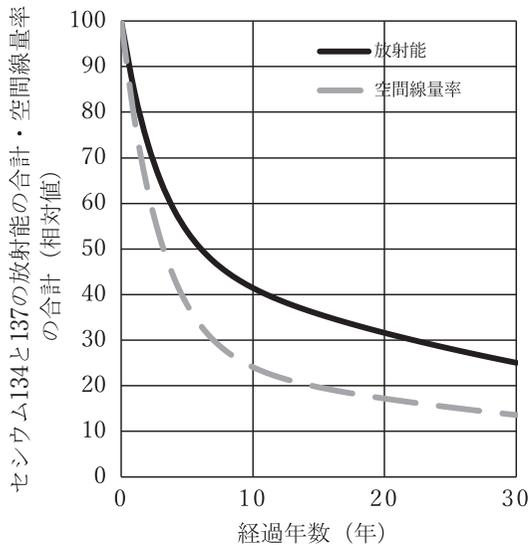


図1 放射性セシウムの放射能と線量率の経年変化

¹³⁷Csの影響が支配的になってくる。このように、線量率から放射能濃度への換算係数は評価時期によって変化することを考慮しなければならない。このことを考えると、2つの基準である1万Bq/kgと8,000Bq/kgは、現場での安全管理を厄介しているように思える。

3. 加速器放射化物の線量率と放射能濃度の測定について

3.1 放射化物の規制

2010年5月に放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の一部を改正する法律、並びに関係政令、省令及び告示が交付され、2012年4月から施行された。関係法令の改正によって、放射性汚染物の確認制度（いわゆるクリアランス制度）の導入、放射化物の規制対象への追加、廃止措置の強化が図られることになった。

放射化物の規制では、放射化物を放射性同位元素と同様に、核種とその放射能で管理することが求められた。このため、サーベイメータを用いて線量管理を行うだけでなく、その線量の原因となっている核種と放射能濃度を推定することが望まれるようになった。放射化物中の放射能の換算法については既にFBNews No.505に紹介したので、ここではサーベイメータで放射化の有無を判定する手法について紹介する。以下の3.3の(2)～(4)は原子力規制庁放射線安全規制研究戦略的推進事業で行われた令和2年度放射線安全規制研究戦略

的推進事業成果報告書「加速器施設の廃止措置に係わる放射化物の測定、評価手法の確立」(令和3年3月、高エネルギー加速器研究機構、研究代表者：松村宏)に収録された「放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル」の一部を紹介している。

3.2 加速器放射化物の特徴

放射化は、(a)加速した粒子と、(b)核反応によって2次的に発生した中性子等によるものがある。従って、放射化物では、表面汚染はなく、対象物中に放射性核種が存在していることに特徴がある。

(a)は粒子の種類、照射エネルギー、被照射物(ターゲット、スリット、モニター、ビームダンプなど)の組成と照射時期(いつごろ、どの程度の期間照射され、照射後どの程度の期間経ったものか)によって推測可能である。(b)は、周辺部では熱中性子捕獲反応によって生成するものが主要な核種となる。熱中性子は捕獲断面積が非常に大きく、生成核種の半減期も長いものが生成するため、長期にわたってその影響を考慮する必要がある。速中性子による生成核種は、ターゲットなどの加速粒子が照射された箇所の周辺部で顕著に検出される。(a)、(b)いずれの場合も、放射化で生成する放射性核種の種類とそれらの生成比は推定可能で、核種組成比法が成り立つことになる。そうすると、測定の容易な放射性核種を放射化を評価するための代理核種として定め、その核種の放射能を求めることができれば、測定困難核種も含めて、全ての放射化によって生成する核種の総放射能が推定できることになる。代理核種に選定する核種としては、放射化物の組成の中で、半減期が長く、γ線を放出する核種を選定し、放射化物表面の線量率から代理核種の放射能を推定できるようにすれば良いことになる。

3.3 サーベイメータでの建屋コンクリートの放射化の有無の判定

ここでは、サイクロトロン施設内の建屋コンクリートを例に紹介することにする。

(1) コンクリート中の天然放射性核種

コンクリート中での主要な天然放射性核種は⁴⁰K、ウラン系列、トリウム系列の核種である。表1は東京大学原子核研究所のSFサイクロトロン施設内の床、壁、天井の合計65箇所から採取したコンクリートの分析結果である。⁴⁾

図2にコンクリート中の天然放射能の放射能濃度及び線量寄与に占める割合を示した。⁴⁰Kの放射能は全体の約9割を占めているが、線量では

表 1 コンクリート中の天然放射性核種の分析結果

核種	放射能濃度 (Bq/g)	(3σ) (Bq/g)
⁴⁰ K	0.428	0.217
U系列	0.015	0.008
Th系列	0.022	0.012
合計	0.465	0.238

■ K40 ■ U-238 series ■ Th-232 series ■ K40 ■ U-238 series ■ Th-232 series

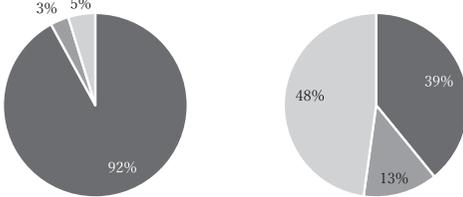


図 2 コンクリート中の天然放射能の比率(左)と線量寄与の比率(右)

4割となる。一方、トリウム系列からの線量寄与は約5割となってくる。

(2) サイクロtron施設内のコンクリート中に生成する放射性核種

PET用核種を製造する目的で使用されているサイクロtronでは、サイクロtron内やターゲットで発生した中性子は室内に拡がり、建屋コンクリートの放射化を生じる。運転終了後1年程度では、γ線を放出する核種として、⁶⁰Co、¹⁵²Eu、¹³⁴Cs等が検出される。これらの核種は熱中性子捕獲反応によるものであり、コンクリート内の深さ10cm程度で放射能が最大になり、20cmを超えると指数関数的に減衰する傾向が見られる。コンクリート中の各核種の放射能濃度の比はほぼ一定である。また、ターゲットに近いところでは、速中性子反応で生成する²²Naや⁵⁴Mnが検出されることがあるが、その全放射能に占める割合は小さい。このため、代理核種としては⁶⁰Co、¹⁵²Euとすることができる。トリチウムはこれらの約一桁高い放射能であるが、規制免除となる放射能濃度が1,000倍であるため問題とはならない。以上から、コンクリート試料のγ線スペクトロメトリによる分析結果から、コンクリート試料で検出された核種の放射能/クリアランスレベル比の和 (ΣA_i/C_i) に対する代理核種の (A/C) の割合を求めておくことで、サーベイメータで求めた代理核種の放射能濃度を何倍すれば、全放射能を含めた結果となるかが分かる。

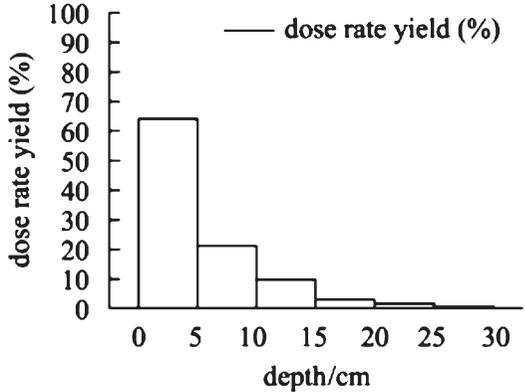


図 3 NaI (TI) シンチレーション式サーベイメータで測定した場合の放射化したコンクリート壁内部からの放射線量の寄与割合

図 3 はNaI (TI) シンチレーション式サーベイメータでコンクリート表面から測定した場合に、どの程度の深さからの放射線を検出しているのかを計算した結果である。深さ10cm程度までの放射線が約8割、深さ15cm程度までが9割以上となっている。⁵⁾

(3) 測定手順

サーベイメータで測定する際に次のような注意すべきことがある。サイクロtron室内のコンクリート面を測定するには、サイクロtron本体等金属の放射化物を撤去してから行う。その状態で、サーベイメータの検出部をコンクリート表面に密着して測定する場合、約5割は周辺部のコンクリートからの放射線の影響を受ける。測定面のみを評価するには、検出器の周りを遮へい体で覆う必要がある。この状態で得られる線量はコンクリートの深さ10cmまでのものが8割を占めることになる。図 4 はCsIサーベイメータによる測定の例である。周辺部からの放射線を遮へいするため、鉛の厚さは4.5cmにしている。また、放射線測定の時と遮へい条件を同じにして、同時期に打設され同じ材料でできていると考えられる加速器室外の放射化の恐れのない部屋のコンクリートを測定することで、バックグラウンド値を求める。

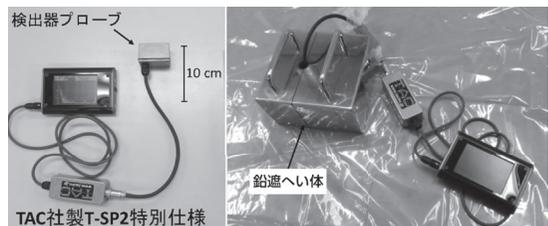


図 4 CsIサーベイメータの例 (TAC社製T-SP2特別仕様) (右は検出部を遮へい体で囲った様子)

(4) 判定の流れ

コンクリート試料の表面線量率に対して、代理核種として⁶⁰Coと¹⁵²Euの合計の放射能濃度をプロットした結果を図5に示す。放射能濃度への換算係数となる勾配は1.6となっている。このことにより、表面線量率から放射能濃度が求められることが分かる。また、代理核種に対して、サーベイメータによる測定手法がいわゆるクリアランスレベルを十分に評価できる感度を有していることを示す必要がある。さらに、バックグラウンド線量率の3σの値に相当する代理核種の放射能濃度から求めた値に他の共存する放射性核種からの寄与も加算した上で、クリアランスレベルより十分に低くなっていることを確認する。本法で、サーベイメータの時定数を10秒に設定して得られたバックグラウンドの3σ線量率はおおよそ0.01~0.02 μSv/hであり、換算した相当放射能濃度はおおよそ0.02~0.04 Bq/gである。

以上の測定評価手法は、米国エネルギー省において、国立の大型加速器施設の廃止のための手順を定め、無条件クリアランスで、検認を求めない手法として定められたIFB (Indistinguishable for Background) の定義に従って、サーベイメータで判定する条件⁶⁾を満足していることも確認した。

コンクリートの場合は、表面側の放射能が高く、コンクリート内部にいくにしたがって放射能は減衰することが明確に分かっているため、表面側から測定することで評価できる。一方、電磁石のような場合には、内部に放射化部位があることが多く、必ず放射化の程度が高い方から測定すること

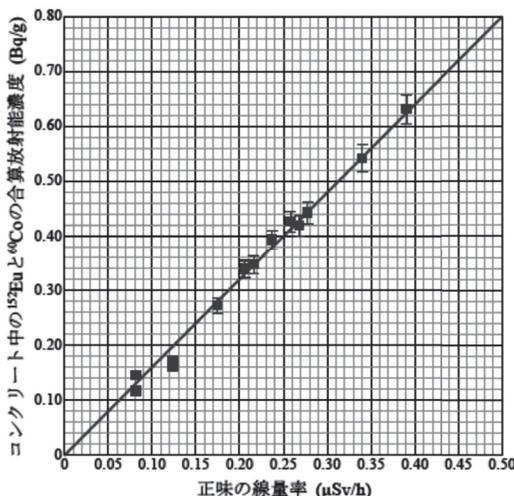


図5 正味の表面線量率と¹⁵²Euと⁶⁰Coの合算放射能濃度の関係

が前提条件となる。金属の場合はコンクリートのように天然の放射性核種が含まれないので、バックグラウンドの3σはより小さくなり、判定は容易となる。

4. まとめ

サーベイメータを測定したいものに密着して測定すると、そこを測定しているような気がするものである。しかし、周辺部からの放射線による影響は無視できない場合がある。また、核種が⁶⁰Coで、測定対象物がコンクリートの場合は深さ10cm程度、鉄の場合は深さ数cm程度までの放射能をみていることになる。放射線の線量率から放射能を知りたい場合には、測定対象物の性状、核種の物理化学的性質を考慮し、適切な測定評価手法になっているのかを検討することが必要であり、そうすればいろんなことが見えてくることになる。

参考文献

- 1) 田中知,「環境修復に向けて～放射能除染の必要性と課題～」日本原子力学会クリーンアップ分科会主催第3回安全・安心フォーラム(南相馬,平成24年2月12日)
- 2) A. Malins, et al, Evaluation of ambient dose equivalent rates influenced by vertical and horizontal distribution of radioactive cesium in soil in Fukushima Prefecture, J. Environ. Radioact. 226, 106456 (2021), (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/208778.pdf>)
- 3) 厚生労働省電離放射線労働者健康対策室編,「除染等業務特別教育テキスト」(2012年7月)
- 4) 榎本和義,「加速器施設の廃止-高エネルギー加速器研究機構田無分室における廃止事例」,デコミッションング技報 39 (2009) 30-43.
- 5) Q. B. Wang et al., "A Measurement of the Residual Radioactivity with NaI Survey Meter and Its MC Simulation", High Ener. Phys. Nucl. Phys. 31 (2007) 1071-1075.
- 6) "Clearance And Release Of Personal Property From Accelerator Facilities", DOE-STD-6004-2016, March 2016, (<http://energy.gov/ehss/services/nuclear-safety/department-energy-technical-standards-program>)

著者プロフィール

1978年東北大学理学部助手、1981年理学部附属原子核理学研究施設助手、1985年理学博士。1997年東京大学原子核研究所助教授、その年、改組により高エネルギー加速器研究機構助教授となる。その間1981年から2001年まで放射線取扱主任者。2001年田無分室(旧核研)の廃止措置を終えて、つくばに異動。2005年から高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター教授、放射線管理室長。2015年退職、現在に至る。2008年から4年間日本放射線安全管理学会会長。電子リニアック、サイクロトロンを用いる放射線分析の基礎と応用研究に従事。加速器の放射線安全管理、とくに放射化に関する諸課題に放射化学的側面から取り組む。

サービス部門からのお知らせ

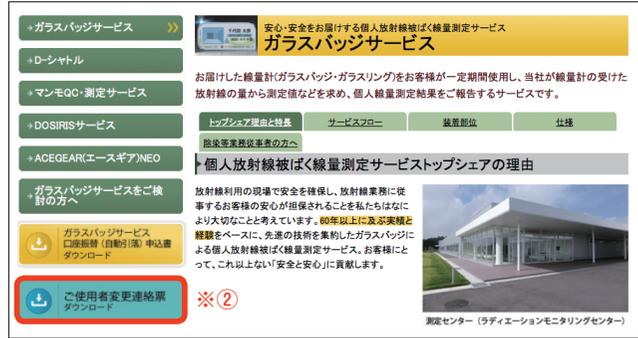
ご使用者の変更をFAXで依頼したいとき

※①

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださり誠にありがとうございます。

2020年1月より「ガラスバッジWebサービス」をリニューアルし、多くのお客様にご利用いただいておりますが、変更内容が複雑なときやWebサービスをご利用できない環境にあるとき、FAXで変更依頼したいがどうしたらよいかとのお問合せをいただくことがございます。

弊社ホームページのトップ画面下の方にございます「商品情報」(※①)よりガラスバッジ画像をクリック、左のメニューより「ご使用者変更連絡票ダウンロード」(※②)を選択し、ダウンロードを行ってください。



編集後記

- 依然としてコロナウィルスが猛威を振っています。日本の医療は優れていると思っていたのに、ワクチンは外国製で接種が遅れているし、欧米諸国と比べて陽性が遙かに少ないのに医療が大変だと騒いでいるのは理解が困難です。日本の医療体制に大きな問題があるのでしょうか。外出自粛が続いて疲れが出ていますが、この中でオリンピックが行われて、日本選手の活躍がTV等で報道されているのがせめてもの救いです。
- 今月号は、新しく原子力委員長に就任された上坂充氏の「原子力の日」に思う—社会にさらに受け入れられる原子力のために—と題して、福島原発事故から10年を経た原子力安全文化と核セキュリティ文化への思いが寄せられました。
- 施設訪問として、今年5月に竣工したばかりの放射線医学研究所の「高度被ばく医療線量評価棟」を訪問しました。この施設は、我が国の基幹高度被ばく医療センターとして、放射線被ばく事故対応への万全の備えを期すこと、被ばく線量評価に掛かる専門人材の育成および技術開発の拠点となること、外部機関と連携し、我が国の被ばく医療人材の拡充に貢献することを目指して、4階建てで、バイオアッセイエリアや体外計測エリアなどがあります。開所前で全ての施設を見ることができてラッキーでした。
- 東京大学医学部附属病院の中川恵一氏が連載中のコラムで、今回は「がんで死にたい」というコラムをいただきました。
- 2021年6月12日(土)に第15回テクノル技術情報セミナーを開催し、本文に示すように、2021年4月1日より施行された眼の水晶体の等価線量限度引き下げに伴い「眼の水晶体の等価線量限度の管理」という内容です。
- NPO法人放射線安全フォーラムの榊本和義氏から「サーベイメータで線量率や放射能をはかる」という題で、汚染物と放射化物の γ 線測定用のサーベイメータを用いた測定について、これまで経験してきたことを紹介する内容です。一つは、放射能汚染地域での空間線量率と放射能濃度の測定についてであり、東日本大震災により生じた放射性物質汚染地域での除染のために定められた基準、空間線量率の測定上の問題点、放射能濃度の測定上の問題点が指摘されています。もう一つは、加速器放射化物の線量率と放射能濃度の測定について、サーベイメータで放射化の有無を判定する手法について紹介しています。これは、原子力規制庁放射線安全規制研究で行われた「放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル」の一部の紹介です。(T.N.記)

FBNews No.538

発行日/2021年10月1日

発行人/井上任

編集委員/新田浩 小口靖弘 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 藤森昭彦
篠崎和佳子 高橋英典 廣田盛一 前原風太 山口義樹

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/03-3252-2390 FAX/03-5297-3887

https://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364円)