



Photo Kironori Kirano

Index

ポータブル甲状腺スペクトロメータ (I-Beetle) の開発について 栗原 治/矢島 千秋/金 ウンジュ高島 良生/谷 幸太郎/小川 真澄	1
「第16回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 16 th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring)」が開催されました！	6
〔コラム〕 76th Column 【柏崎刈羽原子力発電所を視察】	中川 恵一 11
放射化一「放射能測定から見えること」	榎本 和義 12
放射線安全技術講習会 第68回第2種放射線取扱主任者試験 受験対策セミナー・開催のお知らせ	17
「2025国際医用画像総合展出展」のご案内	18
〔サービス部門からのお願い〕 4月1日はガラスバッジ、ガラスリング、DOSIRISの交換日です。...	19

ポータブル甲状腺スペクトロメータ (I-Beetle)の開発について

栗原 治*1／矢島 千秋*2／金 ウンジュ*3
高島 良生*4／谷 幸太郎*5／小川 真澄*6

1. はじめに

1986年に発生したチェルノブイリ原子力発電所事故に次ぐ深刻な原子力災害となった東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、福島原発事故）の発生から今年で14年目を迎える。この間、福島復興・再生に向けて、放射性物質によって汚染された地域の除染を含め、様々な取り組みが進められてきた。同時に、福島原発事故の教訓を踏まえ、原子力発電所の再稼働の要件となる新規規制基準の導入や原子力災害対策指針（以下、原災指針）の策定なども行われてきた。2022年4月の原災指針の改正では、原子力緊急事態における原発近隣住民に対する防護対策措置として、甲状腺被ばく線量モニタリングを実施することが明文化され、原発立地道府県等がその実施主体となることが示された。併せて、同モニタリングの対象者、実施場所、実施方法及び実施期間等についても明示された^{1, 2)}。原災指針の改正に併せて、2023年5月に内閣府（原子力防災担当）と原子力規制庁の連名で「甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル」（以下、実施マニュアル）³⁾、2024年3月に内閣府（原子力防災担当）から「甲状腺被ばく線量モニタリング簡易測定運用の手引き」等⁴⁾が公表された。

こうした国の動向にも関係するが、著者らは、福島原発事故が発生した翌年から現在に至るまで、同事故における住民の初期内部被ばく線量の推計に関わってきた。初期内部被ばくとは、放射性ヨウ素等の短半減期核種の摂取によって生じる被ばくであり、特に甲状腺が受ける被ばくを対象としている。

また、2017年度から2019年度の3年間、原子力規制委員会からの助成を受け、乳幼児にも適用が可能な可搬型甲状腺モニタの開発を行った⁵⁾。同モニタはその後開発を続け、2024年1月にポータブル甲状腺スペクトロメータ (I-Beetle) として販売を開始した⁶⁾。本稿では、I-Beetleのこれまでの開発経緯や今後の展望等について述べる。

2. 開発経緯

I-Beetleの開発は、以下に述べる3つのフェーズで進められた。順を追って解説する。

(1) 試作機の開発 (2017-2019年度)

原子力規制委員会が推進する放射線安全規制研究戦略的推進事業の重点項目の一つとして「放射性ヨウ素等の内部被ばくモニタリング手法の開発」が公募され、著者らの研究提案「原子力災害時における近隣住民の確実な初期内部被ばく線量の把握に向けた包括的個人内部被ばくモニタリングの確立」が採択された⁵⁾。同提案では、甲状腺モニタの開発だけではなく、原子力災害時に実施する甲状腺モニタリング方法の提案、NaI (Tl) サーベイメータを用いる簡易測定に関するマニュアルの作成、原発立地道府県が策定した避難計画のデータベース化、海外調査等を実施するとしており、研究提案名にもあるとおり、包括的なアプローチによって原子力災害時における公衆の甲状腺被ばく線量モニタリングの実効性向上を目指すものであった。

開発する甲状腺モニタについては、幅広い年齢や体格の被検者に適用することを考慮するととも

*1 Osamu KURIHARA 量子科学技術研究開発機構
*2 Kazuaki YAJIMA 〃
*3 Eunjoo KIM 〃
*4 Yoshio TAKASHIMA 〃
*5 Kotaro TANI 東京都立大学 人間健康科学研究科
*6 Masumi OGAWA 自衛隊中央病院

に、高バックグラウンド環境に対応する小型、高感度、スペクトル分析が可能な装置であることが要件として示された。これに対して、著者らは、福島原発事故の際に行われたNaI (TI) サーベイメータを用いた小児甲状腺被ばくスクリーニング検査の検証を通じて、被ばくりスクの高い小児の計測には当時使用されたNaI (TI) サーベイメータのプロープ（検出面の直径は約4 cm）よりも小型な検出器を制作する必要性を認識しており、他方、検出器を小型化することで低下する検出感度への対処として、複数の小型検出器を頸部に近接して配置する測定法を検討した（図1）。その実現に大きく貢献したのは、後に開発機の製作まで協力頂くことになったクリアパルス株式会社（GAGG（ $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}(Ce)$ ：ガドリニウムアルミニウムガリウムガーネット）検出器であった。同検出器には1 cm²のGAGGシンチレータ及びシリコン光電子増倍管（SiPM）を内蔵しており（図2）、検出器自体も市販品で検出面が2 cm平方であった。高バックグラウンド対策に関しては、最小限の遮へいを検出器周囲に備えることを当初検討していたが、モニタ開発の過程で検討することとした。

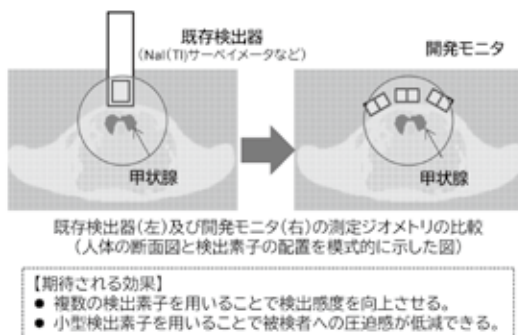


図1 開発する甲状腺モニタの概念図

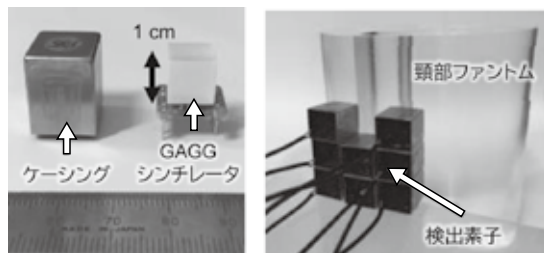


図2 採用したGAGGシンチレータ検出素子

3年間の開発期間において、初年度はGAGG検出器の特性試験及びモニタ制御兼スペクトル解析を行うソフトウェアの開発、2年目は決定した最適な検出器アレイメントを基に被検者の頸部に密着させるプロープの製作及び小児マネキンを用いたプロープの適用試験、そして最終年度は甲状腺モニタ本体の製作及び外部有識者の助言を基に測定方法の検討等を行った。これらの詳細は、報告書とともに原子力規制委員会のホームページでも公開されている⁵⁾。

開発した甲状腺モニタは小児用と一般用の2種類であり、小児用モニタの外観は図3に示すとおりである。プロープには4個のGAGG検出器を内蔵しており、乳幼児の頸部にも近接できるようにプロープの厚さは2.5 cmに抑えられている。また、同じ仕様の追加プロープを使用することにより、成長による体格変化が著しい子どもに対して、より高感度な測定が行えるように工夫した。多数のGAGG検出器からの信号は市販のSiPMアンプヘッドユニットに入力されるが、その筐体を利用してモニタ本体の持ち手部分とした。甲状腺モニタ（小児用）本体の重量は約1 kgであり、GAGG検出器への電源供給はモニタ制御兼波高スペクトル解

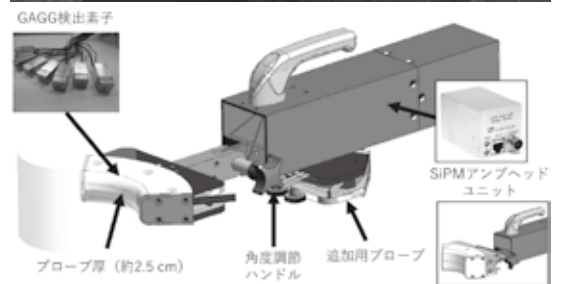


図3 小児用モニタ（試作機）の外観



図4 自衛隊中央病院での小児ボランティアによる試験の様子(試作機)

析のためのソフトウェアをインストールしたノートPCのUSBポートから行われる。甲状腺モニタの校正にはフランスIRSNが開発した年齢別頸部ファントム⁷⁾を使用し、得られたピーク計数効率とピーク下連続部分の計数率から、甲状腺中¹³¹Iに対する検出下限放射能(MDA)を評価した。3分間計測のMDAは、通常のバックグラウンド環境下(～0.05μSv/h)において約30Bq、また、周辺線量当量率が2.5μSv/hに上昇した環境下で約200Bqとなり、年齢別頸部ファントム間の差は比較的小さかった。高バックグラウンド対応については、プローブ周りに遮へい体の装着が困難であったことから、最終年度に鉛製の板を組み合わせた遮へいブースを制作することで対応した。この遮へいブースによって、¹³⁷Cs線源による周辺線量当量率を75%低減できることを実験的に示した。

(2) 改良機の制作 (2020–2021年度)

試作機の開発終了後、著者らの所属する量子科学技術研究開発機構(量研)の掲げる中長期計画のミッションの1つとして、小児を対象とした甲状腺測定の実現性の確認とともに、小型改良化を目指すこととした。前者については、量研での研究倫理審査を経て、自衛隊中央病院において小児ボランティアを募って、試作機を用いた3分間の測定状態の保持が可能であるかを調べた(図4)。また、小児ボランティアの親に対してアンケートを実施し、様々な意見を聴取した。その結果、一部の乳児で測定が途中で困難となる状況はあったものの、所定時間の測定は概ね良好に行えることが確認された。また、アンケート結果からは、より小型軽量化することが望ましいとする意見が寄せられた。



図5 改良機の外観

そうした要望に応えるべく、量研の運営費交付金を原資にして、クリアパルス株式会社小児に特化した改良機の制作を依頼した。改良機は試作機(小児用)から余分な部材は一切取り除き、小型軽量化に重点をおいて製作された(図5)。その結果、約1kgの重量があった試作機は、300g以下まで軽量化することに成功し、長時間でも測定者の疲労を低減できるようになった。

改良機の開発に併せて、原子力規制庁による試作機の第三者評価試験が産業技術総合研究所により実施された⁸⁾。その結果、実用において支障となる顕著な問題は無かったことが報告された。NaI(Tl)に代表されるシンチレーション検出器は、一般的に環境温度変化によるゲインシフトが課題とされているが、採用したGAGG検出器には温度補償回路を内蔵しており、温度特性試験において良好な結果を示した。

(3) 製品機の開発 (2022–2023年度)

2021年2月に原子力規制委員会において、緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する検討チームが設置され⁹⁾、放射線安全規制研究で開発した甲状腺モニタの実用化を前提とした議論も始まったことから、改良機の製品化に向けて開発を加速する必要があった。そのため、クリアパルス株式会社との協議を経て、同社と量研の共同プロジェクトとして製品化に取り組むことになった。開発予算は、量研の研究企画担当部署からも支援を頂いた。

製品化に際し、ユーザビリティの更なる向上を目的とし、持ち手部分を含むプローブ筐体の形状変更とそれに伴う専用基板の製作、測定中の波高スペクトルの収集を一時的に中断できる機構の追

加、検出感度向上のための結晶サイズの大型化等の大幅なアップデートを行った。また、製品機の開発と併せて、量研では改良機以降の技術開発要素について、2件の特許出願と1件のソフトウェアに関する著作権出願を行った。こうした知財化は、新しい製品の製作を手掛けるメーカを保護する上でも重要である。

こうした開発期間（放射線安全規制研究の開始年度からは7年間）を経て、製品機「ポータブル甲状腺スペクトロメータ I-Beetle」として、2024年1月より株式会社千代田テクノルから販売開始に至った（図6）。なお、製品名のI-Beetleであるが、Iはヨウ素（Iodine）や幼児（Infant）の頭文字を意味しており、またBeetleは改良機から付けられた愛称であったが、甲虫の角に形状が似ていることに由来する。

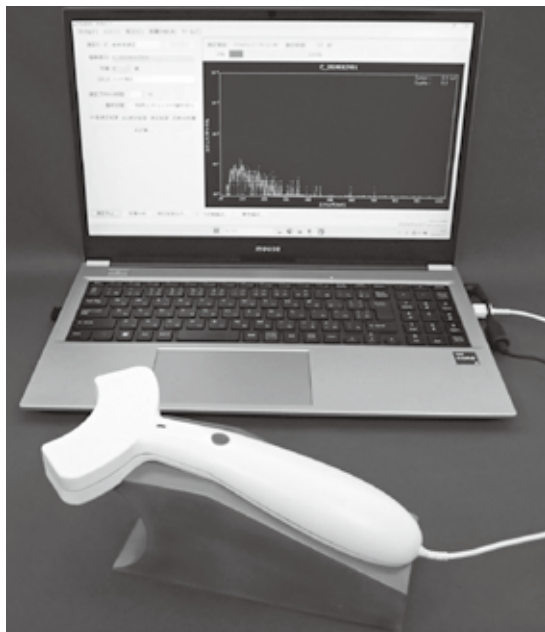


図6 ポータブル甲状腺スペクトロメータ I-Beetle

3. I-Beetleの活用法

冒頭で述べたように、著者らの甲状腺モニタの製品化に向けた開発と時期を同じくして、甲状腺被ばく線量モニタリングの実施体制、対象者、測定方法等の基本方針が国から示された³⁾。その概要をまとめると、モニタリング対象者は、即時避難または一時移転を求められる地域の住民の内、19歳未満の

者及び妊産婦・授乳婦を基本とし、NaI (Tl) サーベイメータを用いる簡易測定によってスクリーニングレベル（SL：正味値で0.2 μ Sv/h）を超過した者については、原子力災害拠点病院等に設置された据置型の甲状腺モニタを用いて詳細測定を行う。そして、その実施計画は、原発立地道府県が国や協力機関からの支援を受けて策定することとしている。

こうした枠組みの中で、著者らが開発したI-Beetleあるいは最近製品化された日本原子力研究開発機構が手掛けた可搬型甲状腺モニタ¹⁰⁾の具体的な運用方法については、国や原発立地道府県等によって今後議論がなされてゆくと思われるが、著者らが考えるI-Beetleの活用方法は以下のとおりである。

●簡易測定会場における活用

I-Beetleも据置型の甲状腺モニタと同様に核種弁別性能を有しており、原発事故の影響によって有意な周辺線量当量率の上昇がない環境下では、甲状腺中¹³¹Iに対するMDAは同等レベルである。なお、実施マニュアルでは、簡易測定を行う場所の要件として、可能な限りバックグラウンドの空間放射線量率の値が低いことを推奨している。

同マニュアルに従えば、簡易測定においてSLを超過した者は、詳細測定を受けるために据置型の甲状腺モニタが設置された原子力災害拠点病院等に通院する必要がある。その際、同性能を有するI-Beetleが簡易測定会場でも運用できれば、被検者のみならず立地道府県等の労力の軽減につながると思われる。

●乳幼児を含む小児用モニタとしての活用

I-Beetleの元々の開発方針がそうであったように、子ども、特に乳幼児を対象としたモニタとして活用できる。実施マニュアルによれば、簡易測定の実施期間は¹³¹Iの吸入摂取から概ね3週間以内とされるが、これは8歳未満の小児については、行動を共にした保護者等の成人を代替測定することを前提としている¹¹⁾。しかしこの方法では、小児に対する線量推計の不確かさが大きく、さらに保護者等からの理解を得られにくい状況も想定される。また、既設の据置型の甲状腺モニタの多くは大きな遮へい体を検出器周りに備えており、小児の測定には不向きである。I-Beetleは、こうした技術的課題に対処できる。

●簡易・詳細測定併用モニタとしての活用

I-Beetleの測定時間は、必要とされるMDAにも依るが、2～3分間を想定している。簡易測定において必要とされる大腿部測定については、周辺環境中に存在する¹³¹Iからの影響が小さい状況であれば、省略できると考えられる。甲状腺以外の体内に残留する¹³¹Iの影響についても、簡易測定が住民避難後に実施されるという時間的尤度を考慮すれば、小さいと考えられる。したがって、以上の条件が揃えば、簡易測定と詳細測定を区別することなく、一括した測定をI-Beetleで行うことが可能となると思われる。なお、I-Beetleからは、スペクトル解析プログラムを介して甲状腺中¹³¹I残留量が直接出力されるため、摂取から測定までの経過時間と被検者の年齢に基づき、甲状腺等価線量に容易に変換可能である¹²⁾。

4. おわりに

本稿では、今般、市販化されたポータブル甲状腺スペクトロメータ (I-Beetle) の開発経緯及び今後の活用を中心に紹介した。既に研修会等の機会を通じてI-Beetleの展示や実演をさせて頂いているが、今後も多くの関係者の方々にI-Beetleを手にとって頂き、率直な感想や要望等を聴取できればと考えている。それらを参考にして、I-Beetleのアップデートが持続的に進められることを期待したい。本稿の終わりに当たり、試作機の開発からI-Beetleの製品化までの長い道のりにおいて、ご支援・ご協力を賜った全ての皆様方に対し、この場を借りて深く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会：原子力災害対策指針 令和6年9月11日 (全部改正) (<https://www.nra.go.jp/data/000473921.pdf>).
- 2) 原子力規制庁：原子力災害対策指針の改正 (甲状腺被ばく線量モニタリング, 原子力災害医療体制) 及び「原子力災害拠点病院等の役割及び指定要件」の制定 (2回目) 令和4年4月6日 (<https://www.danra.go.jp/view/NRA002000002?contents=NRA002000002-00-085#pdf=NRA002000002-001-085>).
- 3) 内閣府 (原子力防災担当), 原子力規制庁：甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル (令和5年5月31日) (<https://www.nra.go.jp/data/000434068.pdf>).
- 4) 内閣府 (原子力防災担当)：甲状腺被ばく線量モニタリング簡易測定 運用の手引き (令和6年3月29日) (https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/shiryoku/pdf/12_senryou_tebiki_1.pdf).

- 5) 量子科学技術研究開発機構：原子力規制委員会放射線安全規制研究戦略的推進事業 平成29年度採択課題「原子力事故時における近隣住民の確実な初期内部被ばく線量の把握に向けた包括的個人内部被ばくモニタリングの確立」 (https://www.nra.go.jp/activity/houshasenbougo/kenseika_houkokusyo.html#section10).
- 6) 量子科学技術研究開発機構：プレスリリース (2024年2月14日) ポータブル甲状腺スペクトロメータ「I-Beetleの開発・市販化－原子力災害時における公衆の甲状腺被ばく線量モニタリングに貢献－」 (<https://www.qst.go.jp/site/press/20240214.html>).
- 7) Beaumont, T., Ideias, P.C., Rimlinger, M., Broggio, D., Frank, D. Development and test of sets of 3D printed age-specific thyroid phantoms for ¹³¹I measurements. Phys. Med. Biol. 72: 4673-4693; 2017.
- 8) 柚木 彰：開発した詳細測定器の第三者評価について「甲状腺内部被ばくの線量評価における新型測定器の実効性評価」 (<https://www.nra.go.jp/data/000357659.pdf>).
- 9) 原子力規制委員会：緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する検討チーム (https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/kinkyu_koujousen/index.html).
- 10) 日本原子力研究開発機構：プレスリリース (令和6年10月30日) どこでも正確に測定できる「高バックグラウンド対応甲状腺モニタ」を製品化－原子力災害時の甲状腺モニタリングが大きく前進－ (<https://www.jaea.go.jp/02/press2024/p24103001/>).
- 11) 原子力規制委員会：緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する検討チーム会合報告書 令和3年9月7日 (<https://www.nra.go.jp/data/000378983.pdf>).
- 12) 量子科学技術研究開発機構：令和5年度原子力施設等防災対策等委託費 (甲状腺の被ばく線量推定方法等に関する調査事業) 成果報告書 令和6年3月 (<https://www.nra.go.jp/data/000473739.pdf>).

著者プロフィール



栗原 治

1997年名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程修了。同年4月、動力炉・核燃料開発事業団入社。再処理施設の放射線管理やJCO臨界事故における従業員等の線量評価等に従事。2005年10月、日本原子力研究開発機構に改組。2012年4月、放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター 内部被ばく線量評価室長に就任。2016年4月、量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 計測・線量評価部長に就任。2011年以降、東電福島第一原発事故における住民及び緊急作業員の線量評価に従事。2017年6月6日に発生した日本原子力研究開発機構大洗研究開発センターにおける作業員のプルトニウム内部被ばく事故に対応。2024年4月から放射線審議会委員。

「第16回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 16th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring)」 が開催されました！

2024年12月14日(土)、15日(日)の2日間にわたり、第16回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 16th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring : IWIRM16) が開催されました。茨城県大洗町の株式会社千代田テクノロ テクノル・コンベンションセンター -Hosoda Hall- にて開催され、2日間で25件の講演、24件のポスター発表、1件のパネルディスカッションが行われました。

2023年3月に開催されたIWIRM15は、コロナ禍収束直後であったため、参加人数やポスター発表件数に制限を設けましたが、今回はポスター発表件数を拡大しました。また、本ワークショップ終了直後に日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会が控えていたにもかかわらず、多くの方々にご参加いただきました。

IWIRM16には16ヵ国（オーストラリア、オーストリア、ブラジル、中国、クロアチア、フランス、ドイツ、イタリア、韓国、メキシコ、ポーランド、スイス、ウクライナ、イギリス、アメリカ、日本）からの参加がありました。海外参加者は23名、国内参加者は55名で、大洗町町長や社内参加者を含めると、延べ131名が参加しました。ワークショップ開催前日は曇り空でしたが、開催期間中は全日天気恵まれ、毎回恒例となっている集合写真の撮影も外で実施することができました。



第16回国際ワークショップの参加者 (Hosoda Hall前にて)

開会に先立ち山本幸佳組織委員長、國井豊大洗町長からご挨拶をいただき、参加者への歓迎の意が示されるとともに、本ワークショップの成功が祈願されました。



左：開会の挨拶を述べる國井豊氏と右：ワークショップの山本幸佳組織委員長

今回のワークショップでは、「Evolution of radiation dosimetry and monitoring (放射線量測定とモニタリングの進化)」をテーマに掲げ、国内外の専門家による講演が6つのセッションで行われました。



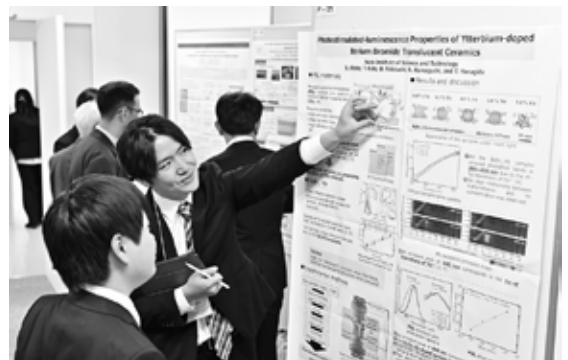
左：ご講演される高橋浩之先生(東京大学)と
右：José Vedelago先生(German Cancer Research Center)

また、パネルディスカッションでは「Outstanding Challenges and Opportunities in Radiation Measurements and Dosimetry (放射線測定と線量測定における未解決課題への挑戦と可能性)」を議題に、コーディネーターのEduardo Yukihiro先生 (Paul Scherrer Institute) を中心として、保田浩志先生(広島大学)、Francesco d'Errico先生 (University of Pisa)、Stephen W.S. McKeever先生 (Oklahoma State University)、Guerda Massillon-JL先生 (National Autonomous University of Mexico)、Susana S. Lalic先生 (Federal University of Sergipe)、Željka Knežević先生 (Ruder Bošković Institute) が議論を交わしました。本ディスカッションはフリートーク形式で行われ、より自由な意見交換を促すために事前の資料は用意せず、各パネリストがそれぞれの視点から線量計や放射線測定分野における課題を提示しました。



パネルディスカッションにおける議論の様子

Young scientist sessionではポスター発表を行う24名が登壇しました。各発表者には、ショートオーラルプレゼンテーションの場で自身の発表の要点をアピールしていただき、その後、ポスター会場にて1時間にわたり発表を行っていただきました。ポスター会場は多くの参加者で賑わい、発表者と聴講者の間で熱のこもった議論が随所で繰り広げられました。会場の活気は非常に高く、時間が足りないほどの盛況となりました。



左：ショートオーラルプレゼンテーションの様子と右：ポスター発表の様子

参加者には投票権が与えられ、最も優れていると感じた発表者を選ぶことができました。本ワークショップでは、ポスター賞として最も多くの票を獲得した発表者を金賞とし、銀賞および銅賞までを決定しました。また、2日目（12月15日）の夜に開催された懇親会では、表彰式が執り行われ、会場は大いに盛り上がりました。

◇◇◇◇◇◇◇◇ 🏆 ポスター 金賞 🏆 ◇◇◇◇◇◇◇◇

受賞者：Caroline P. Fernandes (金沢工業大学)

発表タイトル：

New RPL Material:

Silver doped Sodium Borate Glass



金賞：Caroline P. Fernandesさん

◇◇◇◇◇◇◇◇ 🏆 ポスター 銀賞 🏆 ◇◇◇◇◇◇◇◇

受賞者：高橋貫太 (株式会社千代田テクノル)

発表タイトル：

Surface analysis of Ag-doped phosphate glass in high humidity environment



銀賞：高橋貫太さん

◇◇◇◇◇◇◇◇ 🏆 ポスター 銅賞 🏆 ◇◇◇◇◇◇◇◇

受賞者：Sophia Welti (広島大学)

発表タイトル：

Investigating relationship between color change and changes in sensitivity in RPL glass dosimeters following repeat high dose irradiations



銅賞：Sophia Weltiさん

◇◇◇◇◇◇◇◇ 🏆 ポスター 銅賞 🏆 ◇◇◇◇◇◇◇◇

受賞者：Liang Zhao (京都大学)

発表タイトル：

Design of a Neutron Dosimeter for Measuring Ambient Dose H^* in Accelerator-based BNCT Irradiation Fields by Monte Carlo Simulation



銅賞：Liang Zhaoさん

会場内では弊社ラディエーションモニタリングセンター (RMC) の見学や各種展示ブースの紹介も実施され、参加者の関心を集めました。特に、国内参加者におけるRMC見学の希望者は前回開催時から15名以上増えて、約40名に達し、多くの方々にご案内することができました。



千代田テクノル展示ブースの様子

会期中にはSSD21 (21st International Conference on Solid State Dosimetry) の大会長であるGuerra Massillon-JL氏より2025年6月8日から13日にかけてメキシコで開催予定の国際会議についてアナウンスがあり、主催に向けた熱い意気込みが語られました。

また、2日目の閉会式では、今回ご参加は叶いませんでしたが、本ワークショップに長年参加してくださっている、Mária Ranogajec-Komor氏からビデオレターが寄せられました。映像には、開催初期の様子から前回のIWIRM15までのハイライトがまとめられており、Mária Ranogajec-Komor氏のワークショップへの想いを語る姿に、参加者は引き込まれました。



Mária Ranogajec-Komor氏ビデオレター

今回で本ワークショップは16回目の開催となりました。開催初期と比較すると参加者数は増加し、新たにご参加いただく方も年々増えています。また、事務局では申込方法や投票方法を完全にFormsへ移行しました。これにより、参加者の皆様にとって分かりやすく利便性の高いシステムになるよう工夫するとともに、運営側にとっても管理しやすい仕組みを構築しています。今回、参加者の皆様からは「自身で行った申込内容をいつでも確認できるようにしてほしい」など、具体的な改善要望もいただきました。今後も、ワークショップへの登録手続きをさらにスムーズにし、会期中は講演やプログラムに集中できる環境づくりを進めてまいります。

最後になりますが、ご参加いただいた皆様および関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

(大洗研究所 長谷川 涼)



懇親会の余興後の記念写真



中川 恵一

東京大学医学部附属病院

柏崎刈羽原子力発電所を視察

2025年1月21日に新潟県長岡市で開催された「東京電力フォーラム」で、地元の皆さんに、放射線とがんについて、お話をしてきました。

フォーラムには、サテライトの新潟市や上越市の会場もあわせて500名近くが来場されました。フォーラムでは、エネルギー専門家から、最新のエネルギー事情や電力安定供給の重要性について説明がありました。

私は放射線に関する基礎知識や発がんの線量との関係、事故後の福島支援などについてお話ししました。とくに、福島県民の被ばく量はわずかで、がんが増えるレベルではないこと、一方で、避難による健康被害の方がずっと問題になってきたことを強調しました。

自然被ばくと医療被ばくによって、私たちはもともと年間4mSv程度の放射線を浴びています。原子力発電所事故に限らず、避難は健康に大きなダメージを与えます。わずかな被ばくを恐れて、避難を選択することはマイナスとなることが多いのです。

フォーラムの後には、柏崎刈羽原子力発電所を見学しました。福島第一原子力発電所の事故の反省と教訓を活かした現場の安全対策などについて説明を受けました。海拔15mの防潮堤(想定される津波の最大高は7~8m)の巨大な姿や建屋内の水密扉の頑丈さに圧倒されました。

高台に設置された電源車や送水車などの緊急車両に加え、事故が発生し、一部の安全対策が機能しない場合でも、原子炉を冷やし続けるための代替熱交換器車や代替循環冷却系などの設備もありました。この設備があれば、少なくとも10日間は放射性物質の放出には至らないとのことでした。

また、万が一に備えた緊急時対応の訓練はトータル170回以上行っているとききました。多くの不祥事を繰り返した過去への反省も随所に感じられました。

あらゆる可能性に備えた多重で多様な安全対策は「神への挑戦」といった印象も与えました。

もちろん、人間は神ではありませんから、絶対はありません。万が一の際には、福島での経験を活かして、拙速な避難を避け、「全体としての健康」を確保するべきです。

今回フォーラムが開催された長岡市は、柏崎刈羽原子力発電所から約30km圏内にあるため、「緊急防護措置準備区域」にあたります。原子力災害が発生した場合、この区域では、行政の指示に従った「屋内退避」が求められます。戸締まりをして換気設備を止めるなどで、被ばく量は半分程度に抑えられます。

柏崎刈羽原子力発電所の電力はおもに首都圏に供給されるものです。地元への恩恵も含め、国全体で、この世界最大級の原子力発電所の活用を考えるべきではないでしょうか。



防潮堤



代替熱交換器車

※東京電力ホールディングス株式会社より提供

放射化 — 「放射能測定から見えること」



梶本 和義*

1. はじめに

RI規制法では、加速器施設の放射化物管理や施設廃止に伴うクリアランス制度が定められ、放射化物の核種と数量を求めることが必要となっている。放射線安全管理の現場で、放射性核種とその放射能を測定することによって何が見えてくるかについてこれまでの経験をもとに紹介したい。

2. 放射化物の管理

加速器施設の放射線安全管理では、運転中には加速器室内には人は立ち入らず、発生する放射線を遮蔽する事から始まる。しかし、維持管理や利用のために加速器室内に立ち入る際には、室内の放射線量を把握する必要がある。加速器の運転に伴って、放射化によって生成した様々な放射性核種から放射線が放出されているためである。

放射化は加速粒子がビームパイプ、標的、ダンプ、モニターなどにあたることで発生するとともに、そこでさらに中性子のような二次粒子が発生し、周辺部にも放射化を生じさせることになる。前者は、非常に限定された領域が照射され、強く放射化しているため、作業時の被ばくの原因となる。後者は、広い範囲ではあるが弱い放射能が生成しているため、機器の交換や保管廃棄の際に注意が必要となり、施設解体の際には躯体も含めて多量の放射性廃棄物となることもある。

3. 放射化物の生成式

低エネルギーの加速器の周辺部に発生する放射化の原因は加速粒子によって誘導された核反応の

結果生成する中性子によっている。運転中に発生する熱中性子フルエンス率が分かっている場合には、以下の式から測定時点での加速器室内の壁面、床面や金属に残留する放射性核種の放射能濃度 (Bq/g) を求められる。

$$\text{放射能濃度} = N \cdot \sigma \cdot f \cdot \text{飽和係数}$$

N は1g中に含まれる標的核の数、 σ は反応断面積 (cm^2)、 f は運転中に発生する熱中性子フルエンス率 ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) であり、複数回の照射が行われた場合には飽和係数の項は以下で表される。

$$\text{飽和係数} = \sum_{i=1}^n (1 - \exp(-\lambda \cdot T_i)) \exp(-\lambda \cdot T_d)$$

λ は残留する放射性核種の壊変定数、 T_i は照射時間、 T_d は照射後から測定時点までの経過時間であり、 n 回分の照射を合算して求めることになる。

4. 熱中性子フルエンス率の測定

逆に試料の組成から N が分かっている場合には、求めた生成放射能から運転中に発生した熱中性子フルエンス率 f を求めることができる。加速器室内にコミッショニング時から固定してあった機器やコンセントから真鍮やステンレス鋼 (SUS) 製のビス等を探取し、 γ 線スペクトロメトリにより、生成核種の放射能を求める。真鍮の組成は標準組成である銅65%、亜鉛35%である。また、SUS製のビスは標準組成である鉄74%、クロム19%、コバルト0.2%とする。これらの成分から、真鍮では、 ^{64}Cu 及び ^{65}Zn 、SUSでは、 ^{59}Fe 、 ^{51}Cr 、 ^{60}Co が生成される。それらの放射能を測定し、運転履歴から求めた飽和係数を核種毎に計算する。数10年にわたる運転

* Kazuyoshi MASUMOTO NPO放射線安全フォーラム 理事/高エネルギー加速器研究機構 放射線科学センター ダイアモンドフェロー

の結果、施設廃止時に残留している放射能を求める際に、飽和係数を求めることは大変である。そこで、⁶⁰Coのように長年にわたって蓄積した長寿命の核種の残留放射能の計算を行う場合には、上記の飽和係数は1年ごとの運転時間がその年の一定時期に集中して行われ、その生成放射能が測定時点まで減衰するとし、施設の操業開始から測定時点までの数十年分を合算することで容易に求めることができる。このようにして得られた中性子フルエンス率は、生成核種の半減期に応じた期間の平均的な値であることから、例えば⁶⁴Cuは数日、⁵¹Cr、⁵⁹Feは数ヶ月、⁶⁵Znは数年、⁶⁰Coは十数年間の平均した熱中性子の発生状況すなわち、運転状況が推定できることになる。各核種の放射能から求めた熱中性子フルエンス率がお互いに変わらなければ、長期間にわたって定式的な運転が行われてきたことを保証するものとなる。また、室内の各採取箇所での熱中性子のフルエンス率を知る手がかりとなる。

図1は運転時間が約18,000時間のPET用RIのデリバリー施設内のサイクロトロン室内でのビスの採取箇所を示したものであり、表1はビスの放射能から求めた中性子フルエンス率を示している。ターゲット側の壁Bで $6 \times 10^5 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度、入り口側Aで約半分の $3 \times 10^5 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度、CやDの位置

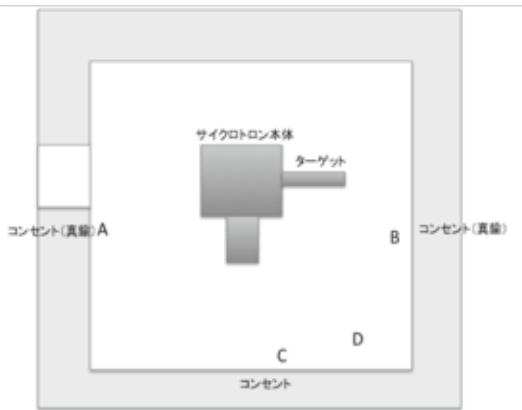


図1 PET薬剤製造用サイクロトロン室内のビス採取位置

表1 ビスの放射能から計算した中性子束(単位は $\text{cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

試料記号	⁶⁵ Zn	⁶⁴ Cu	
A	3.3E+05	2.6E+05	
B	6.5E+05	5.4E+05	
C	5.2E+05	4.5E+05	
	⁵¹ Cr	⁵⁹ Fe	⁶⁰ Co
D	3.6E+05	4.0E+05	5.2E+05

ではその間であった。全国の加速器施設で求めた平均的なコンクリート中のCoの濃度 $10 \mu\text{g/g}$ 、Euの濃度 $0.7 \mu\text{g/g}$ を用いて、この測定結果から室内のコンクリート表層中の放射能として⁶⁰Coが約 0.3 Bq/g 、¹⁵²Euが約 4 Bq/g 程度生成していると推定された。同様に、緒方らは、病院のPET施設で、ビスの分析とともに金箔を用いた放射化検出器も併用した例を報告した¹⁾。

また、松村らは、加速器運転停止直後に、図2に示すように遮蔽体付のGe検出器を用いて室内の床の測定を行ったところ、半減期15時間の²⁴Naを検出した。²⁴Naはコンクリートに含まれるNaからの熱中性子捕獲反応で生成したものであり、Ge検出器で検出できる²⁴Naからの γ 線のほとんどはコンクリート表層から深さ10cmまでに発生したものであることから、²⁴Naの放射能を測定することで、運転中のコンクリート表層部に照射された熱中性子フルエンス率 $10 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度まで非常に高感度に求めることができることを示した²⁾。その際、コンクリート中のNaの濃度は加速器施設の分析で求めた平均的な組成である2.1%を用いた。これは、運転中に施設の床コンクリートに照射された熱中性子のフルエンス率を運転直後に測定できる画期的な方法と言える。



図2 遮蔽体付Ge検出器による床面コンクリートの測定

長寿命の³⁶ClはClから熱中性子捕獲反応で生成する。そこで、加速器質量分析(AMS)で³⁶Clを測定し、熱中性子フルエンスを求めた。AMSでは³⁶Cl/³⁵Cl同位体比を求めるために、分析試料中の塩素濃度をあらかじめ定量しておく必要はない。また、³⁵Cl(n, γ)³⁶Cl反応はエピサーマル中性子による共鳴吸収の寄与がなく、熱中性子反応によって生成するために、直ちに熱中性子フルエンスが求められる。また、³⁶Clの半減期が非常に長いことから、飽和係数計算が不要で、加速器がコミッショニングされてから測定時までに発生した熱中性子

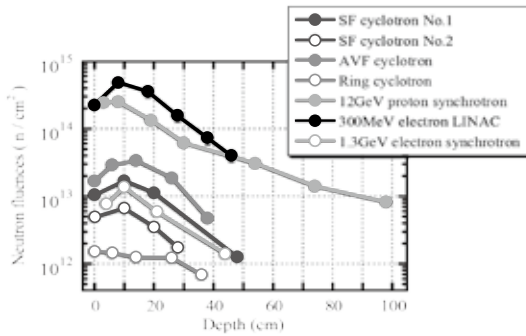


図3 $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ 比から求めた各種加速器施設で採取したコンクリートコア試料中の熱中性子フルエンスの深さ分布

の積算値を求めることができるという特長がある。一例として、図3に国内の各種加速器施設で採取したコンクリート中の熱中性子フルエンスの深さ分布を $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ 比から求めた例を示した³⁾。

以上のように、加速器施設のデコミッションングの際には、施設内に中性子によって広範囲にわたって放射化が生じることが問題となってくる。あらかじめ、加速器施設内で採取したボルトやコンクリート等を測定し、放射化で生成した核種の放射能を求めておくことにより、短期間から長期間の中性子発生量を測定できる。その測定結果を用いることで、その施設の使用期間中に加速器本体や躯体中に生成すると予想される放射性核種と放射能濃度を推定することが可能になる。

5. 加速器材料について

施設にとって、作業被ばくの低減は重要課題である。このためには、まずは放射化しない材料を用いることが重要である。例えば、加速器の真空チャンバーやビームダクトはステンレス鋼が多用されてきた。アルミニウム合金の溶接加工技術の進展を受けて、SUSに比べて放射化の程度が低くなると予想されるアルミニウム合金の利用が検討された。その際に行った実験を紹介する。

各種アルミニウム合金とSUS304を電子加速器施設において30 MeVと200 MeVを最大エネルギーとする制動放射線で照射した⁴⁾。その核種分析結果から、同一条件で、1,000時間照射した場合に生成すると予想される放射能を求めた。生成した放射能の減衰曲線を図4に示した。30 MeVでは合金成分の違いによって、減衰曲線が異なっているが、200 MeVでは、アルミニウムから $^{27}\text{Al}(\gamma, n)^{22}\text{Na}$

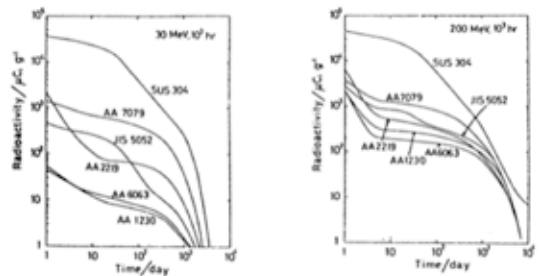
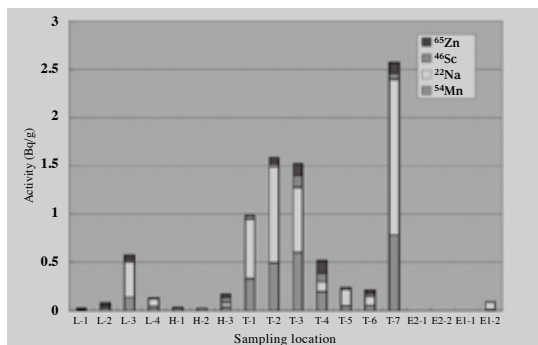
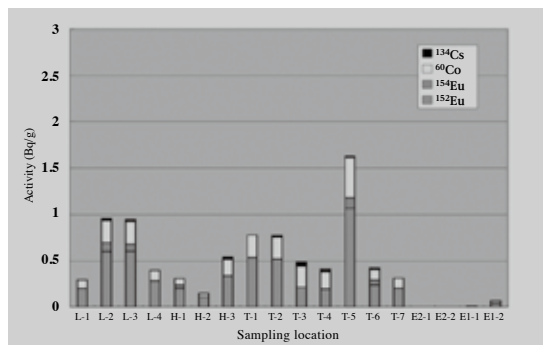


図4 アルミニウム合金およびステンレス鋼中に生成する放射能の減衰曲線(左30 MeV、右200 MeV)

反応により半減期2.6年の ^{22}Na が生成するために、その影響を考慮する必要があることが分かった。いずれにせよ、ステンレス鋼に比べて一桁以上小さいことが分かる。SUSより軽量でもあるアルミニウム合金の利用は有効であることが確かめられ、多くの施設でアルミニウム合金の利用が進められた。しかし、放射化では、主成分だけでなく微量の合金成分の影響にも注意が必要であることも分かった。このように、被ばくの低減や放射化物の管理を行う上で、時間経過とともにどのように放射能が減衰するかが分かることは有益である。

6. 加速器施設のコンクリートの生成核種

電子加速器施設で加速器施設のコンクリートを採取して核種分析を行った結果の例を図5に紹介する。低エネルギーセクション(L)では電子を30から60 MeVまで加速し、90°偏向系で、低エネルギーの実験室(E-1)に送る。90°偏向系の部分には、目的のエネルギーのみを実験室に取り出すための偏向電磁石とスリットが設置されている。さらに高エネルギーセクション(H)で220 MeVまで加速し、ビーム輸送室(T)を経て高エネルギー実験室の2つのコース(E-2)に電子を輸送する事になっている。ビーム輸送室では、ECS(エネルギー圧縮装置)でエネルギーを揃え、偏向電磁石を組み合わせ、目的エネルギーの電子を高エネルギー実験室に輸送する。それらビームライン下の表層コンクリートの分析結果を図5に示す。電子線がビームロスにより、ダクトなどを放射化する際には、前方向に指向性のある制動放射線や速中性子とさらに4π方向に広がる低エネルギー中性子がある。中性子捕獲反応によって生成する ^{134}Cs 、 ^{60}Co 、 ^{154}Eu 、 ^{152}Eu を図5(a)に、主に制動放射線で $^{23}\text{Na}(\gamma, n)^{22}\text{Na}$ 、 $^{48}\text{Ti}(\gamma, pn)^{46}\text{Sc}$ 及び $^{56}\text{Fe}(\gamma, pn)^{54}\text{Mn}$ 反応によって生成すると思



(a)熱中性子反応 (b)光核反応
 図5 300MeV電子加速器施設での表層コンクリート中に検出された核種の放射能分布

われる²²Na、⁴⁶Sc and ⁵⁴Mnを図5 (b)に示した。熱中性子は加速器室内全体に拡がっており、実験室では低かった。加速器室の高エネルギー部より低エネルギー部では偏向部の近傍 (L2, L3) が高かった。ビーム輸送室入口側のECS部 (H3, T1, T2) 及び偏向電磁石部 (T5) が高くなっている。一方、主に制動放射線によって生成する核種はL3やH3では低下しており、放射能の濃度分布はやや前方側にシフトしており、輸送部の前方向のT7で最も高くなっている。また、これらの核種は、熱中性子反応により生成する核種に比べて比較的半減期が短いために、過去数年でのビームロス状況を反映していると言える。このように、生成核種をグループ分けすることで、どのような線源によって放射化が生じたのかを探ることも可能になる事が示された⁵⁾。

また、高エネルギーの加速器施設では検出された核種が複数の元素から生成することがある。例として、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の12GeV陽子加速器施設の北カウンターホールの

コンクリート遮蔽体中に観測される核種がどの元素から生成したものであるかを求めた結果として中重核の例を表2に示す。

主要成分であるFeから高エネルギー中性子による核破砕反応によって多くの核種が生成することが分かる。⁴⁶Scの場合、PETサイクロトロンのような低エネルギー加速器ではScの熱中性子捕獲反応が主であるが、高エネルギーではFeからの寄与が大きくなる事が分かる。このように、陽子加速エネルギーがMeVからGeVと高くなるとともに、二次粒子のエネルギーも高くなり放射化によって様々な核種が生成することになる。

7. 難測定核種の測定

高エネルギー加速器施設では空気や水の放射化も問題となってくる。12GeV陽子加速器の主リングのビームラインをスミアろ紙でふき取り検査した際、Ge検出器による放射能分析結果とGMカ

表2 KEK12GeV陽子シンクロトロン施設の北カウンターホールの遮蔽コンクリート中に検出された核種に対する成分元素の寄与割合

	Conc. (mg/kg)	⁴⁶ Sc	⁴⁴ Ti	⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	⁵⁶ Co	⁵⁷ Co	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn
Sc	6.5	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Ti	2121	36	7.7	0	0	0	0	0	0	0
V	103	0.8	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Cr	109	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Mn	377	0.9	0.7	1.4	0	0	0	0	0	0
Fe	39000	50	90.4	98.5	99.3	94.9	55	12	0	0
Co	9.8	0.007	0.01	0.01	0.19	0.2	3	14	97.9	0.0
Ni	38	0.016	0.06	0.03	0.07	3.7	28	37	0.5	0.0
Cu	25	0.005	0.01	0.01	0.18	0.3	4	12	0.7	0.2
Zn	75	0.009	0.02	0.02	0.25	0.9	10	25	0.9	99.8

ウンターによる計数値が比例しない事が分かった。そこで、ろ紙の放射能をイメージングプレート (IP) で測定することにした。同一条件で3週間、ろ紙の部分の計数値の変化を求めた結果、ろ紙の放射能の半減期は14日であることが分かった。Ge検出器では⁷Be (半減期53.2日) が検出できている主要な核種であったが、EC壊変しβ線を放出しないためGMカウンターでの計数効率が低いと考えられた。このことから、IPやGMカウンターで検出されているのはβ線放出核種である³²Pが主要核種ではないかと推定された⁶⁾。大気上層では³²Pは空気中のArから高エネルギー粒子による核破砕反応で生成することが知られており、高エネルギーの加速器施設でも同様の現象が生じているといえる。

このように、放射化で生成する核種の定量においては、いわゆる難測定核種であるβ線放出核種の放射能測定にも注意を払う必要があることを示している。長寿命のβ線放出核種としては³Hや¹⁴Cが良く知られているが、それ以外でも放射能濃度の定量が必要になってくる場合がある。例え

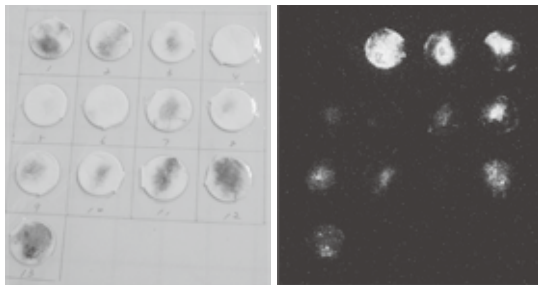


図6 12GeV陽子シンクロトン施設ビームダクト表面をスマしたろ紙とそのIP画像

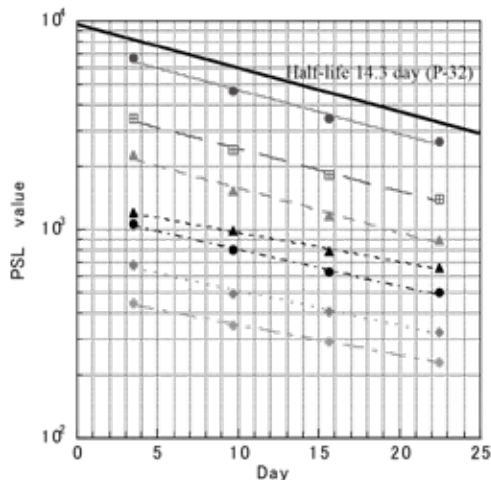


図7 スミアろ紙のIPで測定した際のPSL値 (輝尽発光強度) の経時変化

ば、金属として電磁石などで大量に使用されているCuからは、⁶³Cu (n,p) ⁶³Ni反応で⁶³Ni (半減期101.2年) が生成することが知られており、今後それらの濃度測定が重要になると思われる。

8. まとめ

古い例ではあるが、核種と数量の観点から、幾つか紹介させていただいた。放射化は意図せずに生成したものであることから、その管理は難しい。しかし、放射化物の核種と数量を求めることから対策を立てる上で役立つ元素組成、核反応に寄与する粒子とそのエネルギー領域、粒子フルエンス、空間分布、照射期間、冷却期間等の様々な情報が得られる。被ばくを低減したり、放射性廃棄物を少なくするための工夫をすることにも役立つ。すでにJ-PARCでは世界最高クラスの1 MW陽子ビームを生成する加速器の運転が始まっている。若い方々には、これまでの例にとらわれることなく、大強度加速器施設の放射化について新しい観点から研究を進められることを期待する次第である。

参考文献

- 1) Y. Ogata et al. "Distribution of Thermal Neutron Flux Around a PET Cyclotron", Health Phys. 100, S60-S66 (2011).
- 2) H. Matsumura et al. "Investigation of Concrete Radioactivation in Cyclotron Type Proton Therapy Facilities using in situ ²⁴Na Measurement Method", J. Radiat. Safety Management 21 (2022) 13-25
- 3) K. Bessho et al. "Estimation of thermal neutron fluences in the concrete of proton accelerator facilities from ³⁶Cl production", Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B, 259, 702-708 (2007).
- 4) K. Konno et al. "アルミニウム合金の誘導放射能およびそれに及ぼす微量成分の影響", 軽金属 34,22-33 (1984)
- 5) K. Masumoto et al. "Evaluation of Radioactivity in Concrete Samples Obtained from Various Accelerator Facilities", Proc. AOCR-2, Beijing, China, 9-13 Oct, 2006.
- 6) K. Masumoto et al. "Air-born contamination caused in a high-energy proton accelerator room", Proc. 5th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry Kanazawa, Japan, 22-27 Sept, 2013.

著者プロフィール

1978年東北大学理学部助手、1997年東京大学原子核研究所 (高エネルギー加速器研究機構) 助教授。81年から2001年まで放射線取扱主任者として加速器施設の放射線安全に取り組んできた。2001年核研の廃止措置を終えて、つくばに異動。2005~2015年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年名誉教授。現在、ダイヤモンドフェローに任ぜられている。
日本放射線安全管理学会、日本アイソトープ協会、日本放射化学会などの学協会で活動、文部科学省で最後の放射線審議会、同基本部委員等を歴任した。現在、原子力規制委員会放射線規制部門技術参与。
研究活動では、電子リニアックやサイクロトロンを用いる放射線分析の基礎と応用研究、加速器によるRI標識化合物製造なども手がけた。放射化に関する諸問題に放射化学的側面から取り組むとともに、放射化法法令取り入れやクリアランス制度に関し、国の委託による様々な調査を進めてきた。東日本大震災後は国、自治体などの放射能測定支援を行ってきた。

放射線安全技術講習会


— 受験対策の決定版! 優れた講師陣!! —

第68回第2種放射線取扱主任者試験 受験対策セミナー・開催のお知らせ

1. 期 日 2025年6月17日(火)～6月20日(金)の4日間
2. 会 場 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル4階
公益社団法人日本保安用品協会
3. 受講対象者 第2種放射線取扱主任者の国家試験受験を予定している方

4. 定員及び
受講料

定 員	受講料 (消費税込)
30名	49,500円

5. 申込締め切り 定員になり次第締め切りとさせていただきます。
6. 講習会主催者 公益社団法人日本保安用品協会
及び問い合わせ先 放射線取扱主任者試験受験対策セミナー事務局
〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル5階
TEL 03-5804-3125 担当: 金子
e-mail: r-seminar@jsaa.or.jp URL: <https://www.jsaa.or.jp>
7. 申込方法 申込は主催者ホームページの申込画面より行なってください。
8. 受講料の
お支払い方法 受講料のお支払いは当協会の指定する銀行口座へのお振込みとなります。

「2025国際医用画像総合展出展」のご案内

画像診断学・放射線腫瘍学・核医学を問わず、放射線医学の全ての分野における国内最大級のイベント、日本放射線技術学会・日本医学物理学会・日本医学放射線学会の学術大会が横浜で開催されます。弊社は今年も併設する「国際医用画像総合展 (ITEM2025)」に出展いたします。

日頃ご愛顧を賜っているお客様にお会いできることを、スタッフ一同心待ちにしております。お客様のお役に立てる製品の展示をいたしますので、学会へお出かけの際はぜひお立ち寄りください。

* 展示予定商品一例 *

- ①高線量率密封小線源治療装置
「フレキシトロンHDR」「アプリケータ」
 - ②放射線治療計画プログラム
「Oncentra Brachy」
 - ③定位放射線治療用加速器システム
「ZAP-Xラジオサージェリーシステム」
 - ④植込み型病変識別マーカ
「Gold Anchor マーカ」
 - ⑤放射線治療装置用QA/QC製品
 - ⑥PET校正用線源・機器校正用線源
 - ⑦RI内用療法備品「蓄尿容器」
「バイアルシールド」「シリンジシールド」
 - ⑧個人放射線被ばく線量測定サービス
「ガラスバッジ」「ガラスリング」
 - ⑨眼の水晶体用線量計「DOSIRIS」
 - ⑩放射線業務従事者個人管理システム
「ACEGEAR NEO」
- (展示品は変更する場合がございます。)

* 開催日時 *

- 2025年4月11日(金) 10:00~17:00
2025年4月12日(土) 9:30~17:00
2025年4月13日(日) 9:30~15:00

* 会 場 *

パシフィコ横浜展示ホール：
ブースNo. B2-04

* 学術大会 *

会期：2025年4月10日(木)~13日(日)
第84回日本医学放射線学会総会
第81回日本放射線技術学会総会学術大会
第129回日本医学物理学会学術大会



(担当：営業統括本部 小山 明子)

サービス部門からのお願い

4月1日はガラスバッジ、ガラスリング、DOSIRISの交換日です。

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まして、誠にありがとうございます。

4月1日はガラスバッジ、ガラスリング、DOSIRISの交換日です。

ご使用期間が3月31日までのガラスバッジ・ガラスリング・DOSIRISは、ご使用期間終了後、速やかに弊社測定センターまでご返送くださいますようお願いいたします。

2024年度の個人線量の集計は、2024年4月1日から2025年3月31日までのご使用分が対象です。ご使用になったガラスバッジ等をすべてご返却ください。

法定管理帳票として「個人線量算定値管理票」を出力いたします。関係法令で定められた線量限度を超えていないことをご確認ください。

記事に関するご意見や掲載希望の記事案については、こちらまでお送りください ctc-fbnews@c-technol.co.jp

編集後記

- この後記に取り掛かっている今は、東北・北陸地方は大雪に見舞われており、世界はトランプ新大統領の新政策への対応に苦慮しています。本号が皆様に到着する頃は、桜も見頃を過ぎていることでしょう。世界もやるべきことをしっかり見据えて、落ち着きを少し取り戻していると信じています。
- 今月号では、量子科学技術研究開発機構 栗原治先生らが開発したポータブル甲状腺スペクトロメータが紹介されています。小児をターゲットにした素晴らしい機器で、住民の安全・安心に貢献できると期待しています。
- 弊社からは第16回になります「放射線モニタリングに係る国際ワークショップ」の開催について、報告記事を寄稿させていただきました。線量計測に関わる日本の先生方と参加された学生の皆さんの世界的なプレゼンス向上に少しでも繋がればと期待しております。今後ともご協力をお願いします。
- 中川恵一先生のコラムは、今回長岡市で開催された「東京電力フォーラム」での講演内容と柏崎刈羽原子力発電所の見学所感がテーマとなっています。弊社は、原子力防災機器等も取り扱っており、防災訓練時の協力等を実施しております。
- 高エネルギー加速器研究機構の榎本和義先生（放射線安全フォーラム理事）からは、加速器施設の放射化物の数量や核種を求めることから得られる様々な情報について、素晴らしい知見を披露いただきました。日本全国に存在する使用されていない加速器の処分に役立つものと思います。

(福田 達也)

FBNews No.580

発行日/2025年4月1日

発行人/井上任

編集委員/小山重成 小口靖弘 中村尚司 野村貴美 古田悦子 青山伸 福田達也 藤森昭彦 篠崎和佳子 高橋英典 田谷玲子 東元周平 堀口亜由美 松本和樹 丸山百合子 村山賢太郎

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/03-3518-5665 FAX/03-3518-5026

<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)