



Photo Yasuhiro Kirano

Index

創立65周年を迎えて	井上 任	1
理研がつくる応用研究用ラジオアイソトープ ～ 新元素の探索からがん治療まで ～	羽場 宏光	2
放射線災害時における診療放射線技師の役割	角田 和也	7
〔コラム〕 54th Column 【トリチウム】	中川 恵一	12
「第15回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 15 th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring)」が開催されました！		13
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ		17
令和5年度 放射線取扱主任者試験施行要領		18
〔サービス部門からのお願い〕 ガラスバッジの「休止」処理について		19

* 誌名の「FBNews」は、弊社が行っていた「フィルムバッジ(FB)」による個人線量測定サービスに由来しています。

創立65周年を迎えて



株式会社 **千代田テクノル**

代表取締役社長

井上 任

読者の皆様におかれましてはますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

この度、弊社は創立65周年を迎えることができました。

1958年6月にフィルムバッジによる個人放射線被ばく線量測定サービスおよび各種放射線防護用品の製造・販売を目的として設立し、以来、「放射線の安全利用技術を基礎に人と地球の“安心”を創造する。」を企業理念とし、放射線に関する様々な事業を展開してまいりました。

65年の永きにわたり業務を継続することができましたのも、ひとえに皆様のご支援の賜物と存じます。心より感謝申し上げます。

今回「感謝の意」と「創業時の志を新たにする意」を込めて65周年の記念ロゴを作成いたしました。



名刺や本誌等へ印刷し、社員一同皆様に感謝の気持ちを込めて活動してまいります。

今後も弊社では皆様の放射線安全管理と利用の一助となるべく邁進してまいりますのでよろしくお願いいたします。

末筆となりましたが、皆様のご健勝と益々のご発展を心よりお祈り申し上げます。

理研がつくる応用研究用 ラジオアイソトープ

～ 新元素の探索からがん治療まで ～



羽場 宏光*

1. はじめに

ラジオアイソトープ (Radioisotope:RI) は、トレーサーや放射線源として、物理学、化学や生物学の基礎研究から、医療、農業、工業等の応用分野にわたり幅広く利用されている。我々の研究グループでは、理化学研究所 (理研) 和光事業所にあるRIビームファクトリー (RI Beam Factory : RIBF) の重イオン加速器を用いて、有用RIの製造技術開発と様々な研究分野におけるRI応用研究を推進している^{1, 2)}。

図1にRIBFの鳥瞰図を示す。RIBFの5基のサイクロトロンと2基の線形加速器のうち、我々はAVFサイクロトロン (AVF) と理研重イオン線形加速器 (RIKEN Linear ACcelerator : RILAC) を用いて、元素周期表のほぼ全領域を網羅するベリリウム (^7Be) から107番元素ボーリウム (^{266}Bh) に至る様々な元素のRIを製造している。一方、理研リングサイクロトロン (RIKEN Ring Cyclotron : RRC) を用いて、核子当たり135 MeVに加速した高エネルギーの窒素-14 (^{14}N) イオンをチタン、銀、

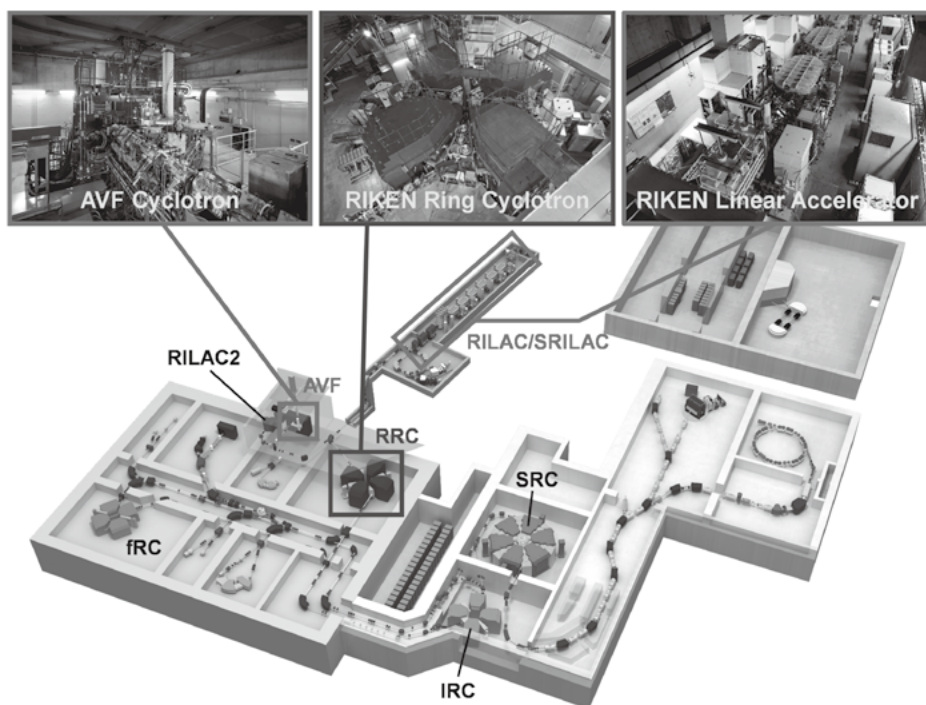


図1 理研RIビームファクトリー (RIBF) の鳥瞰図

RIBFは、5基のサイクロトロン (AVF、RRC、fRC、IRC、SRC) と2基の線形加速器 (RILAC/SRILAC、RILAC2) で構成される重イオン加速器施設である。

* Hiromitsu HABA 国立研究開発法人理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核化学研究開発室 室長／超重元素研究部 部長

金やトリウム等の標的に照射し、標的核の核破砕反応によって多数のRIを同時に製造している（マルチトレーサー）^{3,4)}。我々が製造する100種以上のRIは、国内外の研究者と共同で様々な応用研究に用いられている。詳細は、理研仁科加速器科学研究センターの年報「RIKEN Accelerator Progress Report」の「Radiochemistry and Nuclear Chemistry」の章をご参照いただきたい⁵⁾。本稿では、特に新元素の化学研究に利用される超重元素のRIと将来アルファ線核医学治療に期待されるアスタチン-211 (^{211}At) について述べる。最後に、理研のRI頒布事業についても紹介する。

2. 超重元素のRI

2016年、RIBFのRILACを用いて人工合成された原子番号113の新しい元素、ニホニウム (Nh) が元素周期表に誕生したニュースは記憶に新しい⁶⁾。図2に現在の周期表を示す。原子番号1の水素 (H) から118のオガネソン (Og) まで、118種の元素が原子番号の順に左から右へ、化学的性質が似た元素が縦に並ぶように折り返して、規則正しくならべられている。ちょうどOgによって第7周期が完結し、周期表は1869年の誕生以来もっとも整った形を見せている。

104番元素ラザホージウム (Rf) 以降の重い元素群を超重元素とよぶ。超重元素は、サイクロトロンやリニアック等の重イオン加速器を利用し、核融合反応によって人工的に合成、発見されてきた。化学的性質はもちろん未知で、筆者ら核化学者にとって魅力あふれる新元素である。超重元素領域

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
:.....▶ 超重元素																		
*ランタノイド																		
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
†アクチノイド																		
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

図2 元素周期表(2023年4月5日現在)

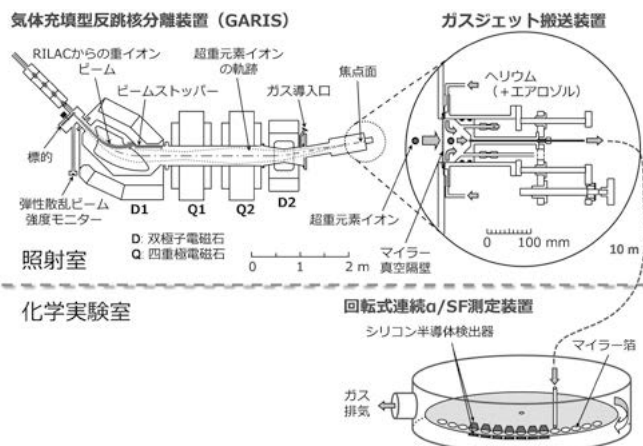


図3 GARISガスジェットシステムの概念図

では、大きな原子核電荷によって電子軌道が大きく変化し（相対論効果）、周期表の族、すなわち縦の並びからは予測もつかないユニークな化学的性質の出現も期待されている⁷⁾。しかし、超重元素の生成率は極めて低く、寿命は1分間にも満たないくらい短いため、我々が一度に手にすることができる原子の数はわずか1個である。このため超重元素の化学は、単一原子の化学ともよばれ、正に究極の微量元素分析といえる。今日までに、溶液系の化学で106番元素シーボーギウム (Sg) まで、気相系で108番元素ハッシウム (Hs) までと、112番元素コペルニシウム (Cn)、Nhと114番元素フロビウム (Fl) についての実験報告がある⁷⁻¹⁰⁾。

RILACからの大強度の重イオンビームを用いれば、様々な超重元素のRIを製造することができる。我々の研究グループでは、理研で次世代の超重元素化学研究を展開することを目標に、理研気体充填型反跳核分離装置 (GAs-filled Recoil Ion Separator : GARIS) で分離された超重元素のRIを化学実験室に引き出すためのガスジェット搬送システムの開発を進めてきた¹¹⁻¹³⁾。本システムの概念図を図3に示す。まずRILACで加速された重イオンと標的核の核融合反応によって超重核が合成される。GARISの中は、50Pa程度の希薄なヘリウム (He) で満たされている。標的から反跳脱出した超重元素イオンは、GARISの4つの電磁石によってビームや副反応生成物から分離され、焦点面に集められる。超重元素イオンは、厚さ約1μmのマイラー真空隔壁を通過し、ガスジェットチャンバー内でHe中に停止させられ、塩化カリウムのエアロゾルとともにテフロン細管を通して数秒で化学実験室に搬送される。

我々は、RILACで加速した酸素-18 (^{18}O)、フッ

素-19 (^{19}F)、ネオン-22 (^{22}Ne)、ナトリウム-23 (^{23}Na) イオンを96番元素キュリウム-248 (^{248}Cm) 標的に照射し、化学実験に利用できる長寿命の ^{261}Rf 、105番元素ドブニウム-262 (^{262}Db)、 ^{265}Sg 、 ^{266}Bh を合成した。この核反応をそれぞれ $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}$ (n は放出される中性子を表す)、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na},5n)^{266}\text{Bh}$ と表記する。そして、合成した超重元素RIをGARISガスジェットシステムを用いて化学実験室に引き出し、回転式連続 α /SF (自発核分裂) 測定装置を用いて合成と壊変データの取得を行った¹⁴⁻¹⁷⁾。図4に我々が取得した ^{261}Rf 、 ^{262}Db 、 ^{265}Sg 、 ^{266}Bh の壊変様式と核反応断面積 (核反応の起こりやすさを表す物理量) を示す。 ^{261}Rf 、 ^{262}Db 、 ^{265}Sg 、 ^{266}Bh の生成率は、化学実験室においてそれぞれわずか0.5原子/分、5原子/時間、1原子/時間、5原子/日である。

GARISガスジェットシステムは、超重元素RIの製造効率の増大、極低バックグラウンドでの放射線計測、新しい化学反応系における実験等、新元素の化学研究に大きなブレイクスルーをもたらすと期待されている。我々は、ドイツのヘルムホルツ研究所マインツ、マインツ大学、重イオン研究所、日本原子力研究開発機構ほか10機関との国際共同実験において、超重元素領域では初となる有機金属錯体、Sgのカルボニル錯体 $\text{Sg}(\text{CO})_6$ の化

学合成に成功し、Sgが周期表第6族に特徴的な化学的性質をもつことを見出した^{18, 19)}。

3. アスタチン-211

RIを含んだ薬剤を疾患部や病巣 (がん、あるいは良性疾病) に選択的に集積させ、RIから放出されるベータ (β) 線やアルファ (α) 線等の放射線を用いて細胞を死滅させる治療法を、核医学治療またはRI内用療法とよぶ²⁰⁾。近年、核医学治療に期待される α 線放出核種 ^{211}At の需要が急速に高まっている。85番元素Atは、周期表でヨウ素 (I) の真下に位置するハロゲン元素である (図2参照)。質量数211の同位体 ^{211}At は、半減期7.214時間で α 線を放出して最終的に安定原子核である鉛-207 (^{207}Pb) に放射壊変する。 α 線は生体組織内での飛程 (40-100 μm) が β 線 (0.05-12mm) に比較して短く、高い線エネルギー付与 (80keV/ μm) であるために細胞毒性が高く、播種性のがんや血液由来のがんまたは微小転移がん、手術後の部位に残存する微小がんの治療に有効であると考えられている²¹⁾。 ^{211}At は、サイクロトロンで加速された α 粒子 (ヘリウム-4の原子核) をビスマス-209標的 (^{209}Bi) に照射し、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ で表される核反応によって製造される。製造に最適なビームエネルギーは、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, 3n)^{211}\text{At}$ 反応で

生成する ^{210}At (電子捕獲壊変により長寿命のポロニウム-210を生成) の生成量を低く抑えるため、約28MeVとされている。 ^{211}At は短寿命RIであるため、海外からの輸入は困難で、国内製造が必須である。将来、 ^{211}At による核医学治療を我が国で実現するためには、大型加速器を保有する国内の加速器施設がネットワークを形成し、利用者に安定して ^{211}At を供給する体制を整える必要がある。我々の研究グループでは、2015年度よりRIBFのAVFを用いて、 ^{211}At の製造技術開発、製造・頒布を進めてきた²⁾。

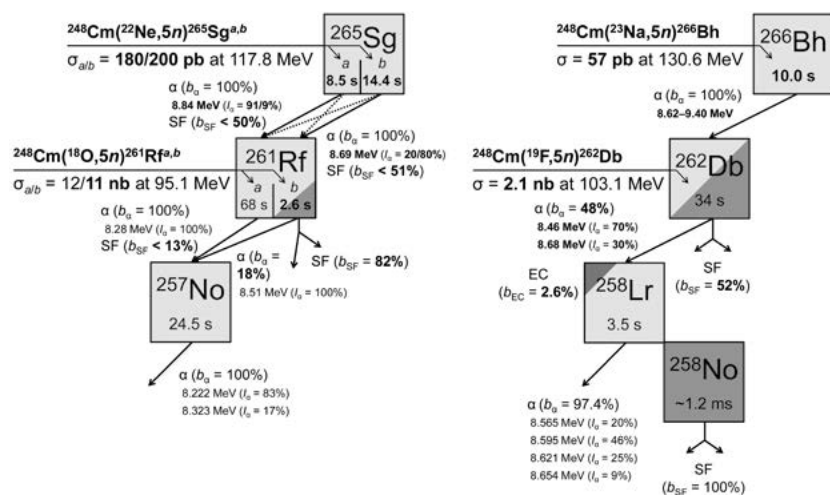


図4 ^{261}Rf 、 ^{262}Db 、 ^{265}Sg ならびに ^{266}Bh の壊変様式。

^{261}Rf と ^{265}Sg には、エネルギー状態の異なる核種 (核異性体) が存在するため、“a”と“b”を付けて区別する： $^{261}\text{Rf}^{a,b}$ 、 $^{265}\text{Sg}^{a,b}$ 。aとSFは、それぞれ α 壊変、自発核分裂壊変を表す。各核種について、半減期と α 壊変において放出される α 粒子のエネルギー及び放出率 (I_α) を示す。 b_α 、 b_{SF} 、 b_{EC} は、それぞれ α 壊変、自発核分裂壊変、電子捕獲壊変の壊変確率。核反応断面積 (σ) は核反応の起こりやすさを表し、その単位にはb (1 pb = 10^{-12} b = 10^{-36} cm²) が用いられる。筆者らが取得した核反応断面積と壊変データを太字で示す。

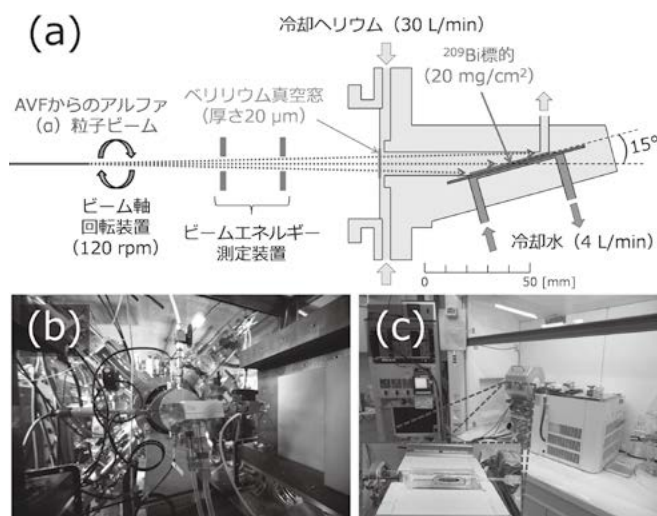


図5 (a) 理研AVFサイクロトロンに設置された ^{211}At 製造装置の概念図。(b) ^{211}At 製造装置の写真。(c) ^{211}At 精製装置の写真。

図5に ^{211}At 製造装置の概略図と写真を示す。AVFで29 MeVに加速した α 粒子を ^{209}Bi 金属標的に照射し、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ 反応によって ^{211}At を製造する。ビームエネルギーは、 ^{210}At が生成しないようにビームエネルギー測定装置を用いて $\pm 1\%$ の精度で制御している。 ^{209}Bi 標的は、アルミニウム (Al) 板上に真空蒸着法で作製し、厚さは $20\text{mg}/\text{cm}^2$ である。Bi金属の融点 (271.5°C) が低いので、標的をビーム軸に対して 15° に傾けて設置し、照射中、Bi側をHe ($30\text{L}/\text{min}$)、Al板側を水 ($4\text{L}/\text{min}$) によって冷却している。さらに、電磁石を用いてビーム軸を 120rpm で回転させ、 ^{209}Bi 標的への熱負荷を軽減させている。本装置を用いて、現在、 $40\mu\text{A}$ のビーム強度で ^{211}At の定量的製造が可能となっている。1時間の照射で、約 1GBq の ^{211}At を製造することができる。

照射後、図5(c)に示したようにBi標的を石英管内に置き、酸素を通じながら電気炉で 850°C に昇温する。標的から昇華した ^{211}At は、酸素気流とともに -100°C に冷却したフッ素樹脂管に運ばれ、管内壁に捕集される。最終的に管内に数 $100\mu\text{L}$ の純水、メタノールやクロロホルム等を流し、 ^{211}At を溶解、回収する。化学収率は約 80% である。

理研の ^{211}At は、現在、大阪大学、東京大学、国立がん研究センター等、国内約20グループに供給され、将来の核医学治療に向けた様々な研究開発に利用されている。2021年、大阪大学では、理研で製造した ^{211}At 原料を利用し、難治性甲状腺がんに対する医師主導治験が開始されている²²⁾。

現在、AVFを用いて毎月数 100MBq の ^{211}At を製造・頒布しているが、国内需要を十分に満たせていない。2020年、Nhの合成と発見に用いられたRILACは、119番以降の新元素の探索に向けて強力な 28GHz ECR (Electron Cyclotron Resonance) イオン源が導入され、さらに加速器の一部が超伝導化された (Superconducting RIKEN Linear ACcelerator : SRILAC)²³⁾。このアップグレードにより、SRILACは ^{211}At 製造に最適な α ビームをAVFの5倍以上の大強度 ($>200\mu\text{A}$) で発生できると期待されている。我々は、将来SRILACを利用して ^{211}At を実用レベルで製造するため、金属技研株式会社と共同で大規模 ^{211}At 製造装置の開発を進めている。

4. RI頒布事業

我々は、理研加速器技術の社会貢献を目的として、2007年10月よりRIBFで製造した亜鉛-65 (^{65}Zn) ならびにカドミウム-109 (^{109}Cd) の精製RIを日本アイソトープ協会の協力を経て頒布している²⁴⁾。2010年にイットリウム-88 (^{88}Y)、2015年にストロンチウム-85 (^{85}Sr)、2017年に銅-67 (^{67}Cu) を頒布リストに追加してきた。これらの理研RIは、今日までに60の大学、研究所、企業に頒布されている。

2016年度より、文部科学省科学研究費助成事業学術変革領域研究 (学術研究支援基盤形成)「短寿命RI供給プラットフォーム」が採択されている²⁵⁾。本事業では、大阪大学核物理研究センターを中核機関とし、理研RIBF、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、同大学電子光物理学研究センター、量子科学技術研究開発機構量子医科学研究所、同機構高崎量子応用研究所が密接に連携し、研究者が必要とするRIを製造・供給している。RIBFは、AVFによって加速される重陽子や α 粒子を用いて、 ^7Be から ^{211}At までの様々なRIを製造し、利用者に提供している。2022年度までの供給実績として、 ^7Be 、マグネシウム-28 (^{28}Mg)、スカンジウム-44m ($^{44\text{m}}\text{Sc}$)、 ^{67}Cu 、 ^{86}Y 、ジルコニウム-88 (^{88}Zr)、ニオブ-95 (^{95}Nb)、銀-111 (^{111}Ag)、テルル-121m ($^{121\text{m}}\text{Te}$)、セリウム-141 (^{141}Ce)、アンチモン-124 (^{124}Sb)、ハフニウム-175 (^{175}Hf)、タンタル-179 (^{179}Ta)、 ^{211}At を合計で188回頒布し、国内の基礎研究を支えてきた。

5. おわりに

日本の原子核物理学の父、仁科芳雄博士は、1937年、理研に日本初のサイクロトロンを建設した。仁科博士は、翌年、早速このサイクロトロンで製造したRIをトレーサーとして利用し、化学や生物学の応用研究を開始した²⁶⁾。我々は、仁科博士時代からの80年を超えるRIの製造・応用研究の伝統を受け継ぎ、今後もRIBFの重イオン加速器の特徴を生かしたRIの製造技術開発、RIの利用と普及に貢献していきたい。

我が国で利用されているRIの多くは海外からの輸入に頼り、短寿命RIの利用が限られる、研究で新たなRIが必要なときに早急な対応が困難である、海外の製造所あるいは輸送中のトラブルで入手に支障をきたす、海外製造所における一方的な製造中止により研究に支障をきたす等、深刻な問題を抱えている²⁷⁾。我が国は、RI製造に利用できる世界最先端の加速器を多数有している。今後、製造者と利用者が密接に意見交換しながら、有用RIの国産化や効率的なRI製造供給ネットワークを構築していくことが重要である。また、RIの製造に従事する研究者や技術者は非常に不足しており、人材育成も今後の重要な課題である。

参考文献

- 1) 羽場宏光. 理研RIビームファクトリーにおける応用研究用ラジオアイソトープの製造. 加速器 2015; 12: 206-212.
- 2) 羽場宏光. 理研における核医学治療用ラジオアイソトープの製造. Drug Deliv. Syst. 2020; 35: 114-120.
- 3) H. Haba et al. Development of a gas-jet-coupled multitarget system for multitracer production. Radiochim. Acta 2005; 93: 539-542.
- 4) H. Haba et al. Tracer Technique. in Handbook of Nuclear Chemistry (2nd ed.), edited by A. Vértes et al., Vol. 3, 1761-1792, Springer, 2010.
- 5) RIKEN Accel. Prog. Rep. <http://www.nishina.riken.jp/researcher/APR/> (最終閲覧日: 2023年4月5日)
- 6) IUPACプレスリリース. IUPAC announces the names of the elements 113, 115, 117, and 118. 2016年11月30日. <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118/> (最終閲覧日: 2023年4月5日)
- 7) A. Türler, V. Pershina. Advances in the production and chemistry of the heaviest elements. Chem. Rev. 2013; 113: 1237-1312.
- 8) N. V. Aksenov et al., On the volatility of nihonium (Nh, Z = 113). Eur. Phys. J. A 2017; 53: 158-1-5.
- 9) A. Yakushev et al. First study on nihonium (Nh, element 113) chemistry at TASCA. Front. Chem. 2021; 9: 753738-1-9.
- 10) A. Yakushev et al. On the adsorption and reactivity of element 114, flerovium. Front. Chem. 2022; 10: 976635-1-11.
- 11) H. Haba et al. Development of gas-jet transport system coupled to the RIKEN gas-filled recoil ion separator GARIS for superheavy element chemistry. J. Nucl. Radiochem. Sci. 2007; 8: 55-58.

- 12) H. Haba et al. Performance of the gas-jet transport system coupled to the RIKEN gas-filled recoil ion separator GARIS for the $^{238}\text{U}(^{22}\text{Ne},5n)^{255}\text{No}$ reaction. J. Nucl. Radiochem. Sci. 2008; 8: 27-31.
- 13) H. Haba et al. RIKEN Gas-filled recoil ion separator (GARIS) as a promising interface for superheavy element chemistry—Production of element 104, ^{261}Rf , using the GARIS/gas-jet system—. Chem. Lett. 2009; 38: 426-427.
- 14) H. Haba et al. Production and decay properties of the 1.9-s isomeric state in ^{261}Rf . Phys. Rev. C 2011; 83: 034602-1-7.
- 15) H. Haba et al. Production of ^{265}Sg in the $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}$ reaction and decay properties of two isomeric states in ^{265}Sg . Phys. Rev. C 2012; 85: 024611-1-11.
- 16) H. Haba et al. Production of ^{262}Db in the $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ reaction and decay properties of ^{262}Db and ^{258}Lr . Phys. Rev. C 2014; 89: 024618-1-11.
- 17) H. Haba et al. Production of ^{266}Bh in the $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na},5n)^{266}\text{Bh}$ reaction and its decay properties. Phys. Rev. C 2020; 102: 024625-1-12.
- 18) J. Even et al. Synthesis and detection of a seaborgium carbonyl complex. Science 2014; 345: 1491-1493.
- 19) 羽場宏光. GARIS が拓く超重元素の化学—106 番元素シーボーギウムのカルボニル錯体の合成—. Radioisotopes 2018; 67: 527-535.
- 20) 細野真. α 線内用療法の現状と展望. Isotope News 2013; 7月号, No. 711: 2-7.
- 21) 鷺山幸信. 標的アイソトープ治療 (TRT) に有用なアルファ放射体の現状. Drug Deliv. Syst. 2020; 35: 102-113.
- 22) 大阪大学大学院医学系研究科・医学部. 難治性甲状腺がんに対する医師主導治験を開始 〜アスタチンを用いた新しい標的アルファ線治療〜. News & Topics 2021. <https://www.med.osaka-u.ac.jp/archives/28162> (最終閲覧日: 2023年4月5日)
- 23) N. Sakamoto, T. Nagatomo. Superconducting linac booster for super-heavy element experiments at RIKEN Radioactive Isotope Beam Factory. Nucl. Phys. News 2022; 32: 21-26.
- 24) 日本アイソトープ協会取扱核種リスト. <https://j-ram.org/nucleide/> (最終閲覧日: 2023年4月5日)
- 25) 2022年度文部科学省科学研究費助成事業学術変革領域研究 (学術研究支援基盤形成)「短寿命RI供給プラットフォーム」(研究代表者: 中野貴志). <https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~ripf/> (最終閲覧日: 2023年4月5日)
- 26) 斎藤信房. 仁科芳雄博士とアイソトープ. 放射化学ニュース 2000; 3: 6-9.
- 27) 日本学術会議 基礎医学委員会・総合工学委員会合同放射線・放射能の利用に伴う課題検討分科会. 我が国における放射性同位元素の安定供給体制について. 提言 2008年7月24日.

著者プロフィール

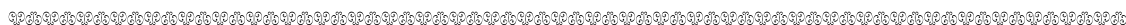
1999年金沢大学大学院自然科学研究科物質科学専攻修士。博士 (理学)。日本原子力研究所先端基礎研究センター 博士研究員を経て、2002年基礎科学特別研究員として理化学研究所 (理研) に入所。2004年研究員、2007年専任研究員、2011年チームリーダーを経て、2018年仁科加速器科学研究センターRI応用研究開発室 室長。2022年より同センター超重元素研究開発部 部長を兼務。2023年改組により同センター核化学研究開発室 室長、超重元素研究部 部長。理研RIビームファクトリーの重イオン加速器を用いて、元素周期表の全領域にわたるラジオアイソトープ (RI) の合成研究を行いながら、新元素の化学からがん治療まで様々なRI応用研究を推進。その他の活動として、2015年東京工業大学大学院理工学研究科連携教授、2017～2018年九州大学大学院理学研究院客員教授、2019～2022年中国科学院近代物理研究所客員教授、2023年新潟大学大学院自然科学研究科客員教授等。



放射線災害時における 診療放射線技師の役割



角田 和也*



1. 緒 言



放射線事故とは、意図しない放射線被ばくもしくは放射性物質の汚染により、結果として健康影響が現れるか、もしくはその可能性がある事故のことである¹⁾。この放射線事故に対処するのが被ばく医療である。放射線事故や災害は非常に稀であり、予測をするのは非常に困難である。このような事故や災害は、数名の事故に対する緊急被ばく医療から、原子力発電所で発生する大規模災害に伴う周辺住民の避難を含む原子力災害医療まで多彩である²⁾。

緊急被ばく医療や原子力災害医療は、放射線や放射性物質に関する専門知識が必要である。このような医療は一般的な傷病に関する診断や治療に加え、外部被ばく、内部被ばくや体表面汚染への対応も対象となる。

本稿では、放射線災害時における診療放射線技師の役割に焦点を絞り、診療放射線技師が緊急被ばく医療や原子力災害医療に直面した場合に、特に、体表面汚染を伴った傷病者に対する、実際の診療から教育までのピットフォール（予測できない落とし穴）を述べていきたい。

2. 傷病者受入準備



医療施設で被ばくや汚染を伴う患者に対応するチームは、様々な診療科の医師、看護師、

診療放射線技師、薬剤師、臨床検査技師、事務職員など様々な職種から構成される³⁾。

特に、汚染を伴う傷病者の受け入れを勘案して、可能な限りの汚染拡大防止措置を講じることが大切である。汚染拡大防止措置の1つとして、傷病者の受け入れ区域のゾーニングがある。この区域は、一時的な放射線管理区域外（コールドゾーン）、一時的な放射線管理区域内・汚染作業区域外（ウォームゾーン）、汚染作業区域内（ホットゾーン）に分けられる²⁾。図1に当院のゾーニング例を示す。警戒用テープの外をコールドゾーン、警戒テープ内かつ赤色の養生テープ（矢印）外をウォームゾーン、赤色の養生テープ（矢印）内をホットゾーンと定めている。



図1 当院のゾーニング
および養生例

各区域における当院の診療放射線技師の役割を示す。コールドゾーンでは、線量管理責任者として放射線管理に必要な情報を収集し、例えば空間放射線量率、表面汚染密度情報の収集と評価などを診療責任者に対して線量評価、放射線管理に関する助言を行う。ウォームゾーンでは、体表面汚染検査や汚染拡大防

* Kazuya KAKUTA 福島県立医科大学附属病院 災害医療部 副主任放射線技師

止措置、除染方法の助言を行う。汚染拡大防止管理状況を観察し、放射線測定情報を記録する。ホットゾーンでは、傷病者の体表面汚染検査、空間放射線量率測定、X線撮影検査などを担う。

災害発生時に効率的に安全を確保するための3つの原則を3Sというが、傷病者の受入時の診療放射線技師に焦点を当ててみる。1つ目のSはSelf（自分自身）であるが、どのような災害時でもまずは自身の身の安全を確保することが先決である。傷病者の対応にあたっては、防護衣を着用することで汚染拡大防止措置をとるとともに、デジタル式個人線量計（図2）を着用して被ばくの低減を図る²⁾。



図2 個人線量計の一例

2つ目のSはScene（現場）であり、傷病者の受入のために、資器材の確認と場の養生が焦点となる。診療放射線技師の大切な役割として、サーベイメータや個人線量計など機器が動作するかを確認する。また、原子力災害時ではNaI（TI）サーベイメータや電離箱にて傷病者到着前に診療エリアの環境バックグラウンドとして、空間放射線量率を測定する。さらに、GMサーベイメータでも環境バックグラウンドを測定する。福島県立医科大学附属病院では、東日本大震災以降NaI（TI）サーベイメータとGMサーベイメータの室内外の環境バックグラウンド測定を継続して行い記録している（図3）。

SelfとSceneが確保できて初めて傷病者（Survivor）への対応可能となる。傷病者の



図3 環境バックグラウンド記録表
GM、NaI（TI）サーベイで測定した室内および室外の測定値を毎日記録している

重症度や人数に対応できるよう、事前に傷病者の情報を収集するだけでなく、突発的な事態にも対応できるように医療施設内で入念な受け入れ準備をすることが必要となる。

3. 傷病者の受入

診療放射線技師は傷病者に対して、GMサーベイメータを用いた体表面汚染検査、その記録、線量評価などを実施する。また、傷病者受け入れチーム全員の被ばく管理も実施することになる。さらに、傷病者を受け入れるための施設について、汚染拡大防止措置を講じたうえで、放射線管理区域に準じる区域の管理及び診療で発生した放射性廃棄物の管理が生じる。

汚染を伴う傷病者の対応をするにあたり、第一に押さえておくべきポイントは、生命危機に瀕している場合、体表面汚染検査や除染より常に蘇生行為を優先させるということである⁴⁾。別途、診療放射線技師は、傷病者搬入時に空間放射線量率を測定し、場の安全を確認する。さらに、汚染拡大防止措置に鑑み、傷病者が身に付けてきた毛布やシート、衣類等はホットゾーンにて養生用シートなどで覆うように取り除くことが望ましい。

4. 体表面汚染検査

体表面汚染検査は、傷病者の体表面や衣服、持参品、医療資機材などに付着した放射性物質の有無とその汚染の程度を知ることを目的とする。体表面汚染検査に使用する機器は、一般的な物の表面汚染を測定するためにGMサーベイメータを使用する。GMサーベイメータの放射線の種類は主に β 線である。

外傷初期診療のプライマリーサーベイ時に医療従事者が触れる部位として、4か所（顔面・前胸部・左右の前腕部）である。汚染拡大防止の目的として、これら4か所の体表面汚染の有無をGMサーベイメータにて、迅速に評価する。その後、セカンダリーサーベイで、全身の体表面汚染の有無と汚染レベルの測定を行う。創傷部がある場合は、除染前後での評価が必要になるため、汚染の有無や程度、その範囲について時間をかけて評価する。また体位が臥位の傷病者は背部も忘れずに測定を実施する。

5. 除 染

“可能な限り”除染するが、健常皮膚を傷めるほど強力な除染薬剤の使用や繰り返し除染を行うことは、かえって傷病者にとって逆効果になることに注意したい。診療放射線技師は、1つの除染行為がなされるごとにGMサーベイメータを用いて、除染効果の有無を判断する。除染効果がなくなった時点で除染行為は終了となる。除染行為は下記の3つのステップに分かれる。

除染の手順の第1ステップは「脱衣」である。汚染時に着用していた防護衣や衣類の脱衣は、最も簡便且つ迅速な除染手段となる。脱衣により表面に付着した放射性物質のおよそ90%を除去できる。例えば、汚染傷病者が自立可能である場合は、施設で用意した衣服へ自身で着替えてもらう方が良い。その際、脱いだ

衣服は汚染拡大防止の観点から密封されたポリ袋などに保管しておく。自立した脱衣が困難な場合、衣類を裁断して除去することを考慮する。

第2ステップは「乾式除染」である。汚染を広げないように、外側から内側に向かって濡れたガーゼ等で拭き取る。除染作業後は、GMサーベイメータを用いて汚染部位の測定を行う。また、使用したガーゼに放射性物質が付着している可能性があるため、同様にガーゼは γ 線種分析装置を用いて、付着した放射性物質の定性分析を実施する。

第3ステップは、「湿式除染」を実施することも考慮する。しかし、「湿式除染」は除染行為後の放射性物質を含んだ水が発生するため、施設内で「湿式除染」が可能か事前に検討しておく必要がある。「湿式除染」の場合、汚染がない部位にラミシートなどで被覆し、水をかけながら創傷部をガーゼや綿球で洗浄する。複数回の除染後も汚染が残る場合は除染行為を終了する。

6. スメア検査

スメア検査とは左右鼻腔と口角周辺の綿棒による拭い取りにより、放射性物質の吸入の可能性を判断する行為である。左右鼻腔と口角周辺の綿棒より β 線放出核種を知るためのGMサーベイメータや α 線放出核種を知るためのZnS (Ag) サーベイメータで放射性物質が検出された場合、放射性物質を吸入した可能性があり、内部被ばく疑いとなる²⁾。また、傷口からの分泌物に汚染が認められれば、これも内部被ばくを

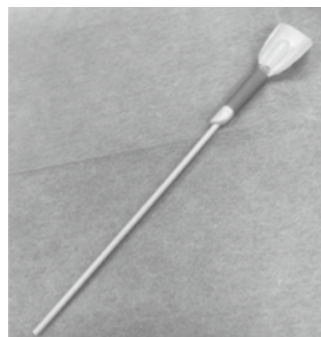


図4 スメア検査用綿棒の一例



図5 簡易型放射能測定装置

疑う所見である。綿棒のみで行う方法の他に、図4に示すように、スメア用ろ紙を綿棒に付ける方法もある。

GM計数管やZnS (Ag)シンチレーション検出器と鉛遮へい体を組み合わせた簡易型放射能測定装置(図5)を使用して測定する方法もある。 β 線放出試料の測定にも対応可能である。

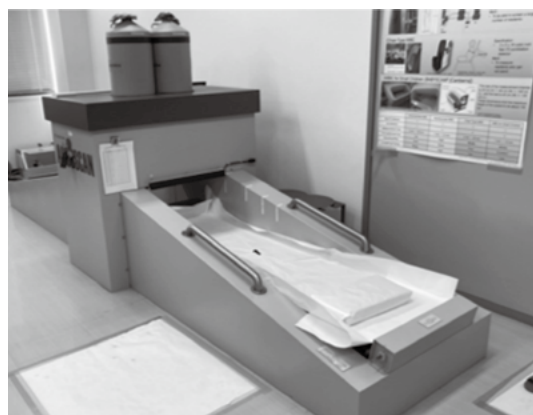
7. 核種分析

スメア検査や除染で得られたガーゼなどの検体をスペクトロメトリすることで、放射性核種の同定が可能である。Ge半導体検出器

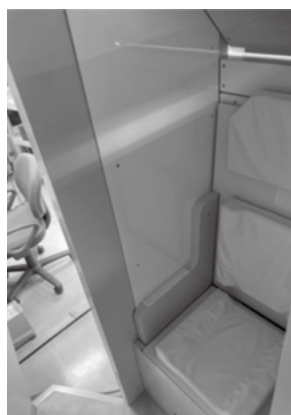
はエネルギー分解能が非常に優れているため、 γ 線を放出する多核種の定性/定量解析が可能である。

内部被ばくを評価する方法には、ホールボディカウンタ(WBC)や肺モニタ、甲状腺モニタなどを用いた体外計測法とバイオアッセイ法がある。WBCは立位型や座位型、臥位型のタイプが存在するが、福島県立医科大学附属病院内には臥位型と座位型のWBCが設置されている(図6(a, b))。WBCは、体外の検出器で計測した数値から、体内に取り込まれた放射性物質が放出する γ 線を測定する。WBCは γ 線を検出するため、測定者の体表面に汚染があった場合、内部被ばくとして検出されるため、事前に体表面汚染が無いことを確認してから、WBCの計測を実施することが望ましい。

さらに、WBCの測定結果をもとに、預託実効線量を推定可能である。預託実効線量は、キレート剤服用の判断材料にもなる。WBCで検出が難しい α ・ β 線をメインで放出する放射性核種の評価には、生体試料を用いたバイオアッセイ法が有効である。バイオアッセイ法は検体を処理して測定までに数日要するため、結果の提示までに時間がかかる。また、化学分析の手技が個人の技量に依存するため、線量結果の誤差が大きいことが欠点である。



(a) 臥位型ホールボディカウンタ



(b) 座位型ホールボディカウンタ

図6 ホールボディカウンタ

8. 傷病者の搬出

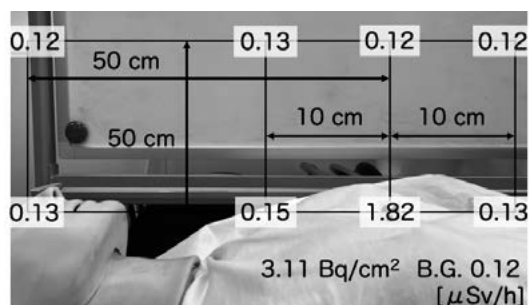
受け入れた医療施設において、被ばくや汚染に対して高度な医療が提供できない場合は、近隣の医療施設への搬送が必要となる。その際に、診療放射線技師は、傷病者の放射線に関する情報を漏れなく提供することが必要と

なる。その情報とは、外部被ばく線量や線量評価した場合の内部被ばく線量、除染を試みた場合の除染手段と除染効果など多岐にわたる。診療放射線技師は、情報を提供するためのリストを事前に準備しておくことで、高度な治療が提供できる施設へスムーズに傷病者の引継ぎができると考える。

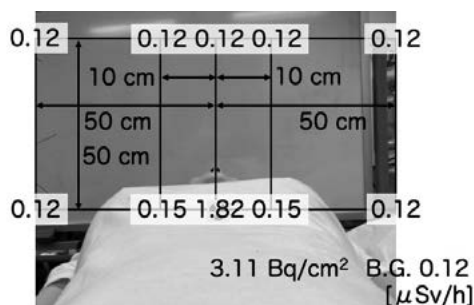
9. 放射線教育

放射線は見えないため、日常的に放射線を扱わない方は、被ばくへの漠然とした不安を示すかもしれない。そのため診療放射線技師は医療現場において検査室内の空間散乱線分布図を作成し、散乱線の見える化を図り、放射線防護を培ってきた⁵⁾。

汚染傷病者の胸部中央胸骨下部に¹³⁷Csの汚染 (3.11 Bq/cm²) がある想定で、空間放射線量率の傾向を示す (図 7 a, b)。環境バックグラウンド値は0.12 μSv/hであり、汚染部位



(a) 傷病者側面から見た空間線量率図



(b) 傷病者足部から見た空間線量率図

図 7 傷病者の空間線量率分布図

から10 cm以上離れるだけで環境バックグラウンド値と同程度の空間放射線量率であった。

図 3 より、外部被ばくからの防護策 (距離・時間・遮蔽) のうち、距離を取るものの大切さの再認識が可能である。汚染部位からの放射線による外部被ばくを少し意識することで、日常で行っている診療業務と同じ環境となる。

放射線防護教育で放射線分布図を可視化することは、教育上非常に有効との報告がある⁶⁾。診療放射線技師は図 7 のような意識を持つことで、日常業務で放射線とあまり携わらない職種へも放射線の意識を伝えることが可能となる。

参考文献

- 1) Nenot JC. Over view of the radiological accidents in the world. Int J Radiat Biol 1990; 57: 1073-1085.
- 2) 量子科学技術研究開発機構. 被ばく医療診療手引き. 2022.
- 3) 長谷川有史. 医療機関における緊急被ばく医療の診療手順. 救急医学 2019; 43: 743-752.
- 4) 廣橋 伸之. 外部汚染傷病者への対応. 救急医学 2019; 43: 761-767.
- 5) 日本循環器学会. 循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン. https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Kozuma.pdf
- 6) 荒川 弘之, 徳森 謙二, 亀澤 秀美, 他. 放射線防護教育を目的としたX線撮影室における散乱線の可視化. RADIOISOTOPES 2018; 67: 11-15.

著者プロフィール

2012年駒沢大学診療放射線技術科学科を卒業し、診療放射線技師となる。学生時に第1種放射線取扱主任者免状を取得。2014年同大学大学院にて保健衛生修士課程を修了後、福島県立医科大学附属病院に入職。放射線部で一般撮影や血管撮影、救急医療に従事。その間に血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師、救急撮影認定技師の資格を取得。その後2022年より、同院の災害医療部へ異動し、原子力災害や緊急被ばく医療に携わる。現在は、原子力災害に関する研修や訓練の実施に関わる業務に従事。

トリチウム

東日本大震災から12年が経ちました。福島と日本が今、直面する最大の課題がALPS処理水の海洋放出です。

ALPS処理水とは、事故で発生した汚染水からトリチウム以外の放射性物質を安全基準まで除去した水です。

トリチウムも水素であることに変わりはありませんから、私たちは毎日、「トリチウム水」を飲んでいますし、わずかとはいえ、体の中にも存在します。ALPS（多核種除去設備）もトリチウムだけは除去できません。トリチウム水も水には変わりはありませんから、「水の中から取り出す」ことが難しいからです。

天然のトリチウムよりずっと少ない量ですが、原子力発電所でもトリチウムは必ず発生します。震災前も、全国の原子力発電所から、年間で計380兆ベクレル前後に相当するトリチウムが海に放出されていました。

今、福島第一原子力発電所では、ALPS処理水などを貯蔵している巨大なタンクがすでに千基を超えて、増え続けています。発電所の内外にはもう土地がありませんが、これから本格化する廃炉作業を安全に進めるためには、新しい施設を建設する場所が必要となります。

大地震などの災害によるタンクの破損リスクもあります。ALPS処理水を処分することでタンクの数減らし、安全と廃炉作業のスペースを確保する必要があると思います。

このため、政府は今年の春から夏ごろに、ALPS処理水の海洋放出を計画しています。安全の優先はもちろんのこと、風評被害にも備える必要があります。

今も、世界の原子力発電所から、トリチウムを含む水が放出されていますが、日本の場合、トリチウムの安全基準は1リットルあた

り6万ベクレル。数字としては大きいですが、この濃度の水を毎日2リットル飲み続けても、1年あたりの被ばく量は 0.8 mSv にすぎません。

トリチウムが出すごく弱いベータ線が到達できる距離（飛程）は平均でわずか 0.56μ 、最大でも 6μ です。細胞の大きさは約 10μ ですから、核の中のDNAへの影響はほとんどありません。

福島第一原子力発電所の事故で一番問題となったセシウムは透過性が高いガンマ線を出します。このため、ベクレルで表す放射能が同じでも、シーベルトで示す健康影響は、トリチウムの千倍近いものとなります。

政府が予定しているALPS処理水の海洋放出では、前述の基準（1リットルあたり6万ベクレル）の40分の1未満まで希釈します。これは、WHOが定める飲料水の基準の約7分の1に相当し、毎日2リットル飲み続けても、年間の被ばく量は 0.02 mSv にすぎません。

そもそも、私たちは毎日、放射線を浴びながら暮らしています。大地や宇宙から受ける外部被ばくと、食物中の天然の放射性物質や空気中のラドンから受ける内部被ばくを合計すると、日本平均で年間 2.1 mSv になります。

自然被ばくは世界平均では 2.4 mSv ですが、ウラン鉱石など天然資源が豊富なフィンランドでは、食品由来の内部被ばくを除いても、年間 7 mSv を超えます。スウェーデンでは 6 mSv 、フランスでも 5 mSv 程度ですから、わが国の自然放射線の少なさが目立ちます。

ただ、日本の医療被ばくは 2.6 mSv と世界トップクラス。 2.1 mSv の自然被ばくと合わせると、1年で 5 mSv 程度の放射線を浴びているわけです。

福島第一原子力発電所から近い海域の魚を多く食べることを想定しても、海洋放出にともなう放射線被ばくは、年間自然被ばくの100万分の1から7万分の1にすぎません。海洋放出の影響の小ささが分かります。

「第15回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ」 (The 15th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring) が開催されました！

2023年3月25日、26日の2日間、「第15回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ」がテクノコンベンションセンター（茨城県大洗町）において開催され、放射線モニタリングに係る最新の知見や技術について、著名な専門家や若手の研究者の方々がご講演されました。

国際ワークショップは、山本幸佳大阪大学名誉教授を組織委員長として、2005年から毎年開催されておりましたが、新型コロナウイルス流行の影響で一時間開催ができなくなり、今回は5年ぶりの開催となりました。開催にあたって、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、現地参加者人数に上限を設けた結果、現地参加とオンライン参加のハイブリッド形式となりました。

今回はオンライン参加を含めて、アジア・オセアニアからは日本の他、オーストラリア、韓国、中国、インドネシアおよびキプロスの6か国、ヨーロッパからはウクライナ、オーストリ

ア、ベルギー、クロアチア、フランス、イタリア、ポルトガル、ポーランド、スペイン、スイスおよびイギリスの11か国、南北アメリカからはブラジルおよびアメリカの2か国、合計19か国から102名（海外33名）の参加がありました。

内容は、招待講演5件、口頭発表23件、ポスター発表11件、そして今回で4回目となったパネルディスカッション1件がありました。

■招待講演

ご講演いただいた5名の先生方の講演タイトル（和訳）を紹介いたします。

- ①タイトル：“計算による個人線量測定：現状と新しいアプリケーション”

講演者：Filip Vanhavere先生
(Belgian Nuclear Research Center, SCK CEN)

- ②タイトル：“環境放射線モニタリングのためのセンサーの分散ネットワークの長期フィールド研究”

講演者：Marco Silari先生
(CERN)

- ③タイトル：“核保障措置への発光材料の利用”

講演者：Francesco d'Errico先生
(University of Pisa)

- ④タイトル：“LiF蛍光飛跡検出器で生成される放射線飛跡の確率的効果”

講演者：Pawel Olko先生
(Institute of Nuclear Physics
Polish Academy of Sciences)



山本 幸佳 組織委員長

- ⑤タイトル：“陽子線およびマルチオン治療におけるRBE加重線量最適化のためのマイクロシメトリーに基づくQA”

講演者：Anatoly Rosenfeld先生
(University of Wollongong)

■口頭発表

口頭発表は、線量計素材（RPL, TL, OSLなど）、シンチレータ、検出器の開発、光子および荷電粒子線量測定法、電子線量計、個人・環境・医療用線量測定、線量イメージング、バイオドシメトリー、法規制・規格、個人線量計の国際相互比較試験などでした。

その中に、European Radiation Dosimetry Group (EURADOS) の活動についての発表がありました。EURADOSの活動理念や「個人モニタリングの調和の促進を目指し、品質と信頼性を向上させる」ための活動の紹介がありました。国際相互比較試験関係では、ISO14146:2000^{*1}および2018^{*2} 夫々に基づく試験結果についての比較がありました。なお、弊社もガラスバッジで国際相互比較試験に参加しています。

■パネルディスカッション

2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故

から12年が経過したことを踏まえ、“Emergency preparedness and disaster response”をテーマに掲げ、講演、議論がありました。コーディネーターにFrancesco d'Errico先生、パネリストは、Joseph Albanese先生（Yale New Haven Health）（録画）、James Paturas先生（Yale New Haven Health）（録画）、Vadim Chumak先生（National Research Center for Radiation Medicine, NAMS Ukraine）（オンライン）、Gurdal Gokeri先生（IAEA）（オンライン）、Michael Hajek先生（IAEA）（オンライン）、内藤航先生（産業技術総合研究所）（オンライン）の6名でした。

内容は、ウクライナ戦争、アメリカ同時多発テロおよび東京電力福島第一原子力発電所事故の際の現地の状況、その時講じられた措置、その後の経過についてのデータ解析、経験・



パネルディスカッションの様子



第15回国際ワークショップ参加者の皆様
(テクノルコンベンションセンターホール内にて)

*1 ISO14146 : 2000, Radiation protection—Criteria and performance limits for the periodic evaluation of processors of personal dosimeters for X and gamma radiation

*2 ISO14146 : 2018, Radiological protection—Criteria and performance limits for the periodic evaluation of dosimetry services

データを基にした緊急時の対策について講演がありました。

戦時中にも係わらずウクライナからオンラインで参加していただいたChumak先生のご講演終了時には、会場から多くの拍手があり、しばらく鳴りやみませんでした。

ワークショップの休憩時間には、弊社の原子力防災機器展示棟の見学がありました。この展示棟は、2020年にテクノルコンベンションセンターに併設されたものです。東京電力福島第一原子力発電所事故後の経験を基に、緊急事態時に適切かつ迅速に線量のスクリーニングを実施し、住民の避難の実効性を向上させるために開発された機器・機材が展示されています。また、これらの機器・機材を用いた緊急時対応の教育が実施可能な施設になっています。

原子力災害時の表面汚染スクリーニングに最適化された“ベータパネルΣ”や“ガンマ・ポール”、緊急対応機器・機材を収納した“原子力災害対策用コンテナ”を見学するこ

とができました。“ガンマ・ポール”は、乗車したまま小型車から大型車まで測定可能で、“原子力災害対策用コンテナ”は、避難退域時の検査場所に必要な機器、備品、衣料などが機能別に収納されていました。見学者は弊社社員の説明に耳を傾け、多くの質問をされていました。

また、恒例となっておりますガラスバッチ測定センターの見学ツアーもありました。

■若手研究者セッション

多数の口頭発表の申込をいただきましたが、密を避ける観点から発表者数を制限したため、4大学、2機関の若手研究者によるポスター発表11件となりました。発表内容は、ガラスやプラスチックなどを利用した素材開発や検出器の開発、眼の水晶体用線量計の開発、原子力防災に関する研究など様々な分野のものでした。そして、ポスター発表の中から厳選された6件について、オーラルプレゼンター



展示棟の見学の様子(ベータパネルΣ)



展示棟の見学の様子(ガンマポール)



ポスター会場の様子

ション(口頭発表)が行われました。ポスター発表とオーラルプレゼンテーションに対して、参加者の投票による優秀者の選考が行われ、2日目夜に開催された懇親会の席上で表彰されました。受賞者は次の通りです。

【エクセレントポスター賞】

<金賞>

- ・“Development of organic dosimeters using the fluorescent products of the radiation-induced reaction of fluorescein and a base generator”
田中 律羽さん
(東北大学)



エクセレントポスター賞
金賞受賞者の
田中律羽さん

<銀賞>

- ・“Study on proton ion beam-induced DNA damage by using PCR”
山口 雅さん(福井大学)
- ・“Visualization and detection of radiation for eye lens exposure by convenient wearable radio-photoluminescence dosimeter”
織茂 颯汰さん(群馬大学)

【オーラルプレゼンテーション賞】

- ・“Radiation sensitivity of plastic films doped with fluoran dyes”
遠藤 寿弥さん(東北大学)
- ・“Mn-doped MgAl_2O_4 single crystals for dosimetry applications”
竹淵 優馬さん(奈良先端科学技術大学院大学)

国際ワークショップは、毎回大洗町の協力を得て開催しています。今回もご多忙の中、國井豊町長にご挨拶を賜り、国際ワークショッ



オーラルプレゼンテーション賞
受賞者の遠藤寿弥さん



オーラルプレゼンテーション賞
受賞者の竹淵優馬さん



受賞者の皆様との記念写真
(ご欠席された織茂さんの代わりに共著者の
加田先生が賞状を受け取られました)



國井 豊 大洗町長

プを盛り上げていただきました。

また、国際ワークショップは、例年12月に開催されていましたが、今回は3月末の開催となったため、遅咲きの梅と早く咲き始めた桜と一緒に見ることができました。暖かい春の日差しを感じながら、盛況のうちに終了となりました。

国際ワークショップは、回を重ねるごとに

新しい方法を取り入れ、充実したものにする工夫が講じられてきました。弊社は、事務局をさせていただいております。来年以降も内容豊富で充実した高いレベルのワークショップ

に発展していくように努力して参ります。

最後になりましたが、ご参加いただきました皆様、関係者の方々に心より感謝申し上げます。

(大洗研究所 研究開発課)



懇親会場にて記念写真（ホテルテラス ザ ガーデン水戸）

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★

講習名/月		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
放射線取扱主任者定期講習 (オンライン講習 (ライブ配信))		○	○				○	
特定放射性同位元素 防護管理者定期講習	オンライン講習 (eラーニング 講習、ライブ 配信)	○			○	○		○
	集合講習			○				
放射線取扱主任者 講習 (集合講習)	第1種	大阪2回開催予定						
	第2種	東京2回、大阪2回開催予定						
	第3種	東京1回、大阪1回開催予定						
医療機関の放射線業務従事者のための 放射性同位元素等規制法講習会 (オンライン講習 (ライブ配信))		6/24			○			○
放射線安全管理講習会 (オンライン講習 (ライブ配信))							○	

・最新情報や詳細日程については、当センターのホームページをご確認ください。

★出版物について★ 出版物のお申込みは、当センターのホームページにて受付しております。

ホームページURL: <https://www.nustec.or.jp/>

メールアドレス: kosyu@nustec.or.jp 電話: 03-3814-5746



令和5年度 放射線取扱主任者試験施行要領

登録試験機関

公益財団法人原子力安全技術センター

1. 試験の日程：第1種試験：令和5年8月23日(水)、24日(木)

第2種試験：令和5年8月25日(金)

2. 試験地及び試験場所：

試験地	試験場所	
札幌会場	北海道自治労会館	北海道札幌市北区北6条西7丁目5番地3
東京会場	成蹊大学	東京都武蔵野市吉祥寺北町3丁目3番1号
	昭和女子大学	東京都世田谷区太子堂1丁目7番57号
大阪会場	大阪大学	大阪府豊中市待兼山町1-16
福岡会場	九州大学	福岡県福岡市西区元岡744番地

3. 申込受付期間：令和5年5月10日(水)～令和5年6月12日(月)

4. 受験料：第1種：19,800円(消費税等込み) 第2種：14,124円(消費税等込み)

5. 申込方法：インターネット申込み

原子力安全技術センターのホームページ (<https://www.nustec.or.jp/>)
からお申込みください。

6. 合格発表：令和5年10月5日(木)に、原子力安全技術センターのホームページにて合格者の受験番号を発表いたします。

また、令和5年11月上旬に、合格者の氏名が官報で公告されるとともに、合格者には原子力規制委員会から合格証が交付されます。

7. その他：原子力安全技術センターのホームページに掲載している「受験の手引き」の内容を必ず確認し、内容に同意の上、お申込みください。

8. お問い合わせ先：登録試験機関 公益財団法人原子力安全技術センター 主任者試験グループ

〒112-8604 東京都文京区白山五丁目1番3-101号 東京富山会館ビル4階

電話 (03)3814-7480 FAX (03)3814-4617

URL <https://www.nustec.or.jp/> E-mail shiken@nustec.or.jp



サービス部門からのお願い

ガラスバッジの「休止」処理について

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。
ガラスバッジを一定の期間だけ使用しないときは「休止」処理をいたします。休止期間の終了日をお知らせください。「ガラスバッジWebサービス」からもお手続きが可能です。
(<https://www.c-technol.co.jp/>)

「ご使用者変更連絡票」にてご連絡いただく際は下記をご参照ください。「ご使用者変更連絡票」は弊社Webサイトからダウンロードが可能です。

なお、休止期間が長期の場合や終了日が未定のときは「中止」にてご依頼ください。

●1回のご使用期間のみ休止される場合は、「今回のみ」を○で囲ってください。

処理区分 (必須)	お客様コード	整理 番号	個人コード	ご使用者名	性別	生年月日 (西暦)	職種	型 式	装着部位	変更年月日 (西暦)	ラベル 印字 方向	備 考 (ラベルの色・職種コードなど)
追加・変更 中止・休止 名義変更	123-4567-008	003		フリガ 千ヨダ ゴロウ 千代田 五郎	男 女	年 月 日			頭・胸 腹・手 ()	2023年 6月1日 (今回のみ) から	縦 横 R	

●連続してご使用を休止される場合は、備考欄に終了日をご記入ください。

追加・変更 中止・休止 名義変更	123-4567-008	003		フリガ 千ヨダ ゴロウ 千代田 五郎	男 女	年 月 日			頭・胸 腹・手 ()	2023年 6月1日 (今回のみ) から	縦 横 R	2023/8/31
------------------------	--------------	-----	--	-----------------------	--------	-------	--	--	-------------------	----------------------------	-------------	-----------

編集後記

- 私事です。昨年は魚を捌くことを目標としておりましたがそれも無事達成し、今年はパンチェッタ作りに動しんでおります。興味がある方は是非自家製パンチェッタを作ってみてはいかがでしょうか。(笑)
- 今月号の巻頭は理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 羽場宏光先生にご執筆いただきました。先生にもご紹介いただきました放射性同位元素による内用療法は全世界が期待するがん治療の一つになってきております。一方、投げかけていただいた短半減期核種の国内製造については国を挙げての一大プロジェクトになっておりますが、海外からのRI供給が不安定な状況もあり急がれる状況です。国内医療発展、安定した治療継続のためにも一刻も早い進展を期待しております。
- 福島県立医科大学附属病院 角田和也先生からは放射線災害時における診療放射線技師の役割についてご執筆いただきました。ここでお知らせです！今月号より福島県立医科大学様の3ヶ月連載企画がスタートしました。7月号は「被ばく医療セミナー」取材、8月号は五月女康作先生より「たんぽぽプロジェクト」についてご執筆いただきます。7、8月号もどうぞご期待ください！
- 東京大学医学部附属病院 中川恵一先生のコラムでは、トリチウムの本質についてご説明いただきました。計画されております福島第一原子力発電所のALPS処理水の放出については各メディアでも大々的に報じられており、先生の仰る風評被害も大きな懸念となっております。コラムの非常にわかりやすいお話を基に正しい情報を理解することが大事だと感じました。私もよく理解を深め福島のおいしい魚を食し続けたいと思います。
- 今年の3月に5年ぶりの国際ワークショップが開催されました。コロナ禍の影響によりしばらく開催ができておりませんでしたが、無事開催する運びとなりました。また久しぶりの開催にも関わらず多くの方々にお越しいただき、この場を借りてお礼申し上げます。また来年以降も奮ってご参加くださいますようお願い申し上げます。(F.M)

FBNews No.558

発行日/2023年 6月1日

発行人/井上任

編集委員/新田浩 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 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

—禁断転載— 定価400円(本体364円)