

Tracer 第75号

目 次

巻頭言	東 村 博 子	1
研究紹介		
植物の元素感知・吸収・輸送を可視化する	菅 野 里 美	3
リストデータ形式のデータ収集系を用いた放射性エアロゾル測定の紹介	小 島 康 明	8
技術レポート		
名古屋大学アイソトープ総合センターにおける放射線測定器の信頼性確保への対応	近 藤 真 理	10
私の放射線取扱主任者としての経験の分析—長年の経験から得られた知見—	中 村 嘉 行	13
2023年 研究業績		18
センターへの講師依頼		19
2024年度 アイソトープ総合センター講習会案内		20
2024年度 アイソトープ総合センター講習会日程		21
機器貸出実績		22
放射線安全管理室からのお知らせ		22
『名古屋大学アイソトープ総合センター運営委員会』委員名簿		23
編集後記		

巻頭言

副総長・大学院生命農学研究科 教授

東村 博子



私とラジオアイソトープ総合センター（RIC）との関わりは長い。学部3年次の実習の一環として、RICにてラジオアイソトープ（RI）取扱法を学び、それを機に放射線従事者手帳を得た後、卒論研究において本格的に利用を開始した。それ以来、かれこれ40年になる。自分自身が定年退職を迎える本年度末に「巻頭言」を執筆する機会をえたことは実に感慨深いものである。本学 RIC なくして、我々の研究は成立しなかっただろうから、感謝と期待の意を込めてこの機会に RIC との関わりを中心に思い出を振り返ってみたいと思う。

我々の RIC 利用の目的は、主にラジオイムノアッセイ（RIA）による血中ホルモン濃度の測定である。これまで、黄体形成ホルモン（LH）や卵胞刺激ホルモン（FSH）、性腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH）、プロラクチン、テストステロン、エストラジオール、プロジェステロンなど、動物の生殖に関わる各種ホルモン濃度を測定してきた。動物種はラットがメインだが、共同研究も多く、扱ってきた動物種はニホンザル、ブタ、ウシ、ヤギなど多岐に渡る。

「泌乳ラットの性腺機能を抑制する脳内メカニズムの解明」をテーマとした卒業論文研究において、前多敬一郎先生（当時助手）とともにラット LH の高感度 RIA 系を立ち上げた。それ以降、もっぱら血中 LH 濃度のパルス状の変化を生殖機能の指標として用いている。動物の生殖機能は視床下部—下垂体—性腺軸によって制御される。視床下部 GnRH ニューロンから GnRH はパルス状に分泌される。GnRH パルスは、LH や FSH などの性腺刺激ホルモン分泌を刺激し、卵胞発育を第一義的に制御する。GnRH 分泌はパルス状である必要があり、GnRH を持続的に投与すると LH や FSH 分泌は逆に抑制されてしまうのだ。GnRH パルスを発生するメカニズムは「GnRH パルスジェネレータ」と呼ばれ、その本体は何十年もの謎であった。また、泌乳や低栄養、ストレスなどは GnRH パルスを抑制することで性腺刺激ホルモン分泌を抑制し、結果的に動物の生殖機能を抑制する。我々は、GnRH パルスの発生メカニズムやその制御機構の解明を重要課題として長年研究してきた。前置きが長くなったが、GnRH パルスの動態を知るために最も適した指標は、GnRH に直接反応して下垂体から末梢血に分泌される LH のパルス状分泌である。LH パルスを見るために、一頭の動物から、6分間隔で3時間の頻回採血をしなければならない。ラットのような小型動物から採血できる量には限りがあるため、感度の良いアッセイ系、すなわち RIA が必須なのである。

2000年代になり、GnRH ニューロンを直接、第一義的に支配する上位の中枢として、キスペプチン（2001年の発見当初はメタスチンと命名）ニューロンが発見された。我々はキスペプチン遺

伝子ノックアウト (KO) ラットを世界に先がけて作製し、KO ラットでは LH パルスも LH サージ (排卵を誘起するための LH の大量放出) も消失することを示した。さらに、視床下部弓状核に局在するキスペプチンニューロンが GnRH パルスジェネレータであることを証明することができた。これも高感度の LH RIA があったからこそである。RIA による血中 LH 濃度の測定については、現在でもルーティーンで実施しており、RIC にて¹²⁵I でラベルしたホット LH は、他大学の共同研究者にも譲渡され活用されるなど、この分野の研究を牽引してきたと自負している。近年では、脱 RI の傾向がすすみ、例えばエンザイムイムノアッセイなどを用いる研究グループも増えつつある中で、我々は一貫して RIA を用いている。感度の良さが抜群だからである。

本巻頭言の執筆を機に、柴田理尋センター長に本学 RIC の歴史や RI にまつわる最近の情勢について伺った。センター HP の沿革にもあるが、現在の「名古屋大学アイソトープ総合センター」という名称で国から許可 (承認) を受けたのは、昭和51年 (1976年) だが、理、工、環境医学研究所共同利用アイソトープ実験室としての発足は1953年 (昭和28年) とのことである。長い歴史を重ね、多くの研究者を支えた施設であることが分かる。最近、RIC は新築の新施設として生まれ変わり、2017年12月に旧建物からの引っ越しが完了した。今年度は29グループ、112名もの利用者登録数があるという。本学の利用者に加えて、岐阜大・中部大学からの利用者もおり、昨年からは、中部大学の研究者を学外グループとして受け入れていると聞く。RI に関する法令が厳しい方向に進みつつある我が国では、RI 施設の維持管理に費用がかかるようになり、廃止される施設が増えつつあるとのことだ。全国的に RI 施設が縮小・集約されつつある中で、本学 RIC は中部地区の中核的な存在としての期待が大きい。新築の充実した安全な施設で、安心して RI を利用できる有り難い施設である。利用者が RI を用いて独創的な研究を進めるためにも、ますますの充実を期待するとともに、今後の発展を応援したいと思う。

植物の元素感知・吸収・輸送を可視化する



菅野里美
(高等研究院)

はじめに

植物を研究対象とし、「植物と元素」をテーマに選んだきっかけは、幼少期の祖父との家庭菜園の経験です。たくさん肥料をあげた方がよく育つはずと考えた祖父の方法では、植物は大きくは育つのですが、一方で結実が減る、美味しくなくなるなどの経験から、植物にとって最適な栄養元素の量とは？栄養の過不足をどう感じているのか？と疑問に思ったことが始まりで現在に至ります。

元素の挙動を見てみたい

植物は肥料(元素)環境をどう認識し、どのように元素を取り込み、取り込んだ物質を身体の隅々にどのように分配し、どう利用していくのでしょうか？このことが分かれば、少ない肥料でよく生育させるような施肥の効率化など持続可能な農業への応用も期待できます。しかしながら、植物の

肥料(元素)吸収量や植物体内の分配を理解することは容易ではありません。なぜならその理解のためには植物サンプルを経時的に採取、分解、測定する破壊的手法を要し、同一個体での吸収から体内挙動までの連続した解析が困難なためです。筆者らはこのような制限を克服し、生体へ投与した元素の挙動を理解するため放射性同位体核種を用いたイメージング技術を開発してきました^{1, 5)}。イメージングの原理は、トレーサから発生する放射線を蛍光へ変換し、高感度のデジタルカメラやイメージセンサーで検出するというものです。

根の先端にヒミツがある？

放射性核種トレーサイメージングは、外観は相違なく見える器官内に組織特異的な元素集積があることを視覚化してくれます(図1)。リンは窒素、カリウムと並ぶ三大必須元素のうちのひとつ

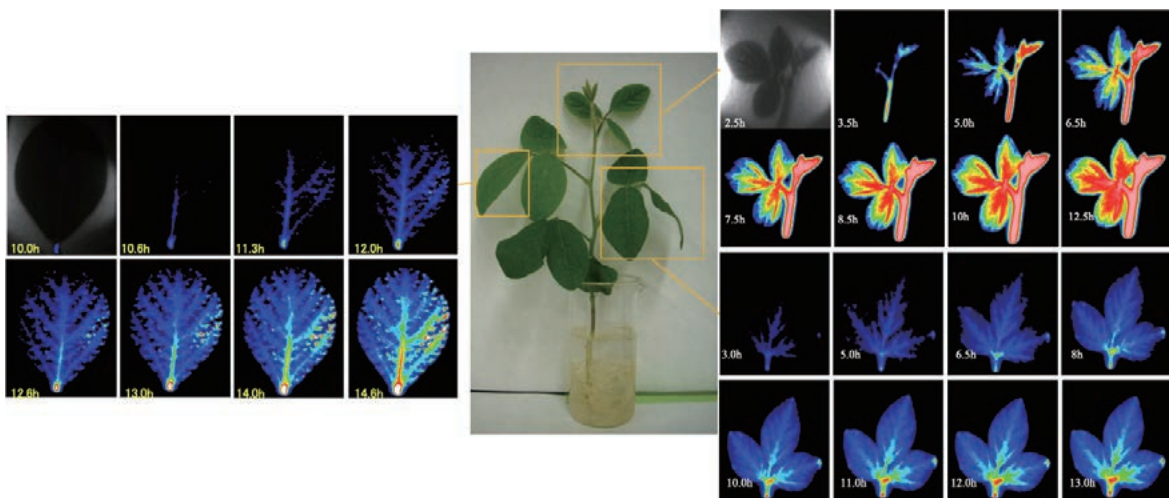


図1 一枚の葉の中での集積の違い

であり、作物生産において施肥が欠かせません。リンの場合、植物はリン酸の化学形態で取り込み、維管束を經由して全身に速やかに分配し、特に発達中の新しい器官へ多く集積します。根においても、細胞分裂が盛んな先端部分への集積が常に多くなります。これは、大量にリン酸が代謝されていることの他に元素の吸収活性が高いことが考えられました。これまでの先行研究によると、元素の吸収には、根の部位別な特徴があることが報告されているものの、リン酸について詳細は未解明でした。植物は、リン酸の輸送に膜タンパク質のリン酸輸送体を使いますが、このタンパク質は根の表層の細胞層、特に根端に多く局在します。そこで、根の先端からのリン酸吸収活性について検証するため、リン酸輸送体の局在を変えたシロイヌナズナの形質転換体を用いて根の先端の細胞層がリン酸を取り込む活性があることをトレーサイメージングにより実証しました(図2, 文献2, 3, 4)。このことから根端の数百に満たない細胞のみで根全体の吸収の20%をも担うことがわかりました。根の先端の特殊な細胞層は、重力や光を感じることはよく知られていますが、トレーサの可視化によりリン酸の吸収においても重要な役割を果たしていることが示されました。さらに吸収されたリン酸は数分以内に葉に到達し、地上部の代謝に関する遺伝子発現を発現量レベルで変化させることから、何らかの感知機構がごく

短時間で働くことがわかりました。図3では、蛍光体とCMOSセンサーとを組み合わせた高感度検出系(図3(a))によるイネの個々の根のリン酸吸収比較実験例を示しています(図3(b))。イメージング開始60秒後から20秒毎の画像強度の比較を(図3(c))に示しています。側根がない場合、吸収は80秒後から定常状態に達していたのに対し、側根が有る根は、10分間の撮影中吸収が著しく増加しました。このことから、側根有りの根のリン酸吸収能が高く、根ごとの植物個体全体への吸収寄与の違いを定量的に可視化することができています(文献6, 7)。リン酸輸送体は根の内側の細胞層にも存在しますが、それらの役割は未解明です。リン酸輸送体の種類と量と細胞層への局在がリン酸の取り込みや輸送にどのような役割を果たしているのか、分子生物学ツールと組み合わせながら画像化を進めています。

元素から地球環境と生命の共進化を考える

最後に、こちらの紙面を使わせて頂いて元素にまつわる異分野融合研究のユニークな取り組みについてご紹介させて頂きたいと思います。名古屋大学では、学内の研究者3~4名からなる研究ユニットでの異分野融合研究プログラム(通称B3)があります。活動期間は3年間です(審査によって2年の延長)。私たちのユニットは、天文学、惑星科学、生物学、植物生理学を専門とする研究者

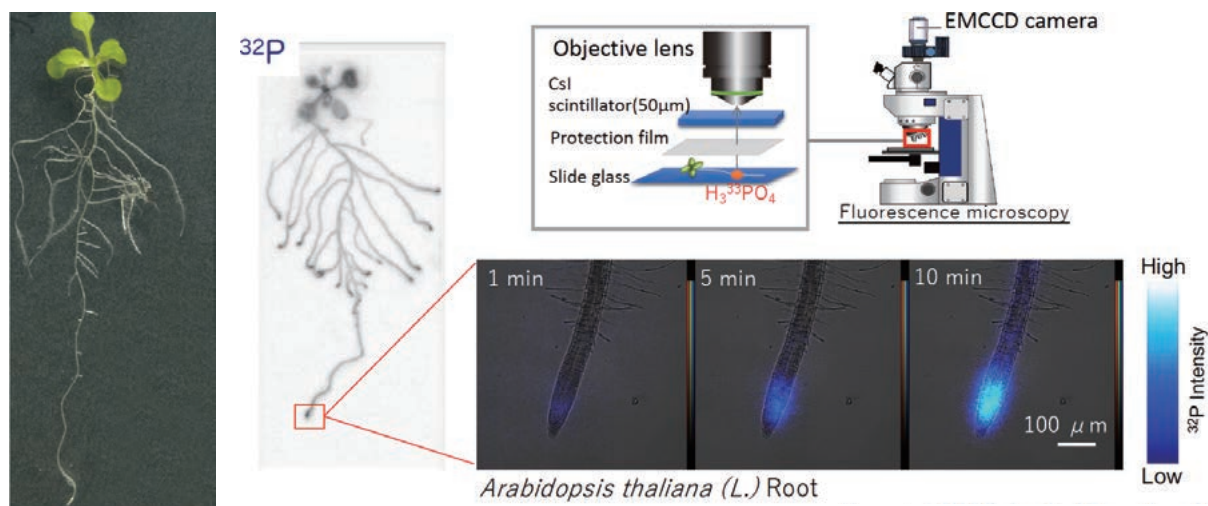


図2 シロイヌナズナの根端が³²Pを吸収する様子のイメージング

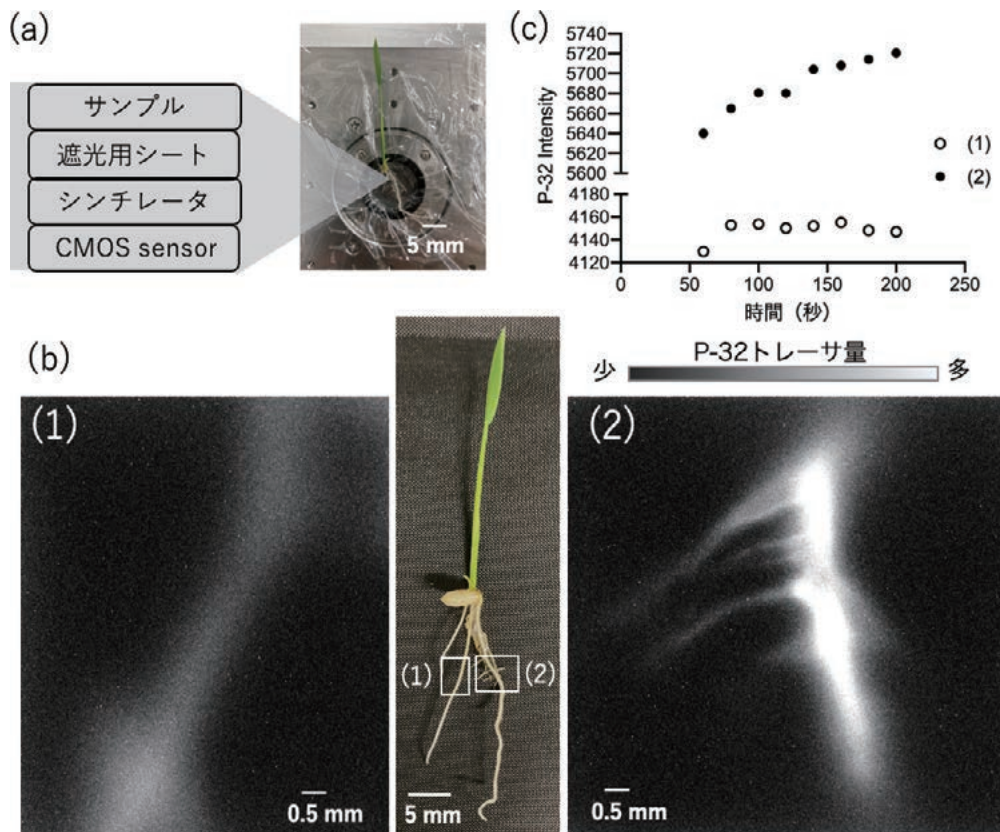


図3 イネの根の P-32吸収能の違い

からなります。宇宙と生命ということで極端なスケールに驚かれる方もいらっしゃると思います。天文学者がなぜ生命に興味を持つのか？それは惑星探査の視点からです。実は、水・酸素の存在＝生命シグナルとする考えは過去30年変わっていません。生命を育む星のシグナルは上記のみなのでしょう。ユニットでは、生命を理解するために地球環境と生命の共進化（地球環境の変遷が生命に与える影響と生命活動が地球環境に与える影響）を解明することを目指しています。

ユニットとして初めに注目したことは、大酸化イベントです。地球上の酸素が増えたことは、UVの点から生命体にとって重要な転換点であり、好気性生物の誕生による生命の多様化に繋がりました。私たちは、まず、24億年前の大酸化イベントの立役者のシアノバクテリアに注目しました。シアノバクテリアは酸素発生型光合成を始めた最初の生物であり、豊富に存在する水を光により分解して取り出した電子から ATP を作り出したことは、それまでに存在していた化学合成独立栄養生物（近赤色光を使い硫黄化合物から電子を取り出

して ATP を合成し酸素は発生させない）よりも有利に生育しました。光合成反応のコアのタンパク質は当時から現在の高等植物に至るまで保存されていますが、集光タンパク質については、シアノバクテリアはフィコビリリンという特有のものを持っています。フィコビリリンは大きなタンパク質で維持するにはコストがかかります。なぜ、このようなタンパク質を持つようになったのでしょうか？そこで、初期地球の水環境に注目しました。当時の水環境は還元的であり、二価鉄が多量に存在していました。初期に存在したシアノバクテリアによる光合成から放出される酸素により二価鉄が酸化され堆積物となりました。これは縞上鉄鉱層という化石の存在から知られています。私たちのシミュレーションの結果、酸化鉄を含む海は縞上鉄鉱層が形成される過程で一時的に緑色を呈すること（緑色光が多いこと）が予想されました。面白いことに、フィコビリリンの光吸収スペクトルが緑色光に適していることと重なりました。実際に、緑光下での生育実験から、特に緑集光に適したシアノバクテリアの種が持つ色素が進化系

統樹上、古くから存在し、現代型の株では持たないものも存在することが分かりました。このことは、当時の地球の海は緑だったということを想起させます。

一方、上記の鉄の問題と合わせて、地球の酸化イベントに影響を与えるのはリンの存在です。リンの存在量が生命の律速となり、その存在が地球の酸素濃度の上昇に影響したと考えられています。地球45億年の歴史のうち80-90%の時代は上記の鉄を多く含む海域の影響により、リンは海の堆積物として埋蔵され、新第三紀から原生代（約32億年から19億年）のリン酸濃度は現在と比較して10-12%であったと考えられています。一方で、当時の海にはSiが豊富に存在するとも考えられており、SiはFeと結合することから生物が利用できる化学形態のリン酸塩は鉄に制限されていなかったとの逆の見解もあります。見解が分かれる理由は、原生代は化石が少なく（沈黙の10億年と呼ばれる）、地学的な手法で解明することの難しさがあります。一方で約5億4千年前にリン

酸が増加したことは、化石地層から確認されており、この時期以降に酸素濃度のさらなる上昇、生物の多様化、生物の陸上化へと繋がったと考えられています。ところで現在の地球上のリン環境を見てみると、海面下では0.1-0.4 μ Mの平均濃度で存在し、これは深さと共に上昇します（水深1000mで1.2-3.2 μ M）。陸上では、世界中の5275の土壌を分析した結果から1.4-9630mg kg⁻¹と偏って存在することが知られています。環境中のリン酸の大部分は有機物を結びついているか、陽イオン（Fe, Al, Ca, Cd）や粘土によってキレートされた無機物の形で存在しており、たとえば、植物が利用できるリン酸としては0.032-310 μ Mの範囲にあるとされています。このことから、私たちは、生物は環境に合わせてリン酸の取り込みシステムを備えてきたのではないかと考え、その多様性と進化について理解することが、地球のリン環境の理解に生物側の手法から答えを出せるのではないかと考えました。AlphaFold2による予測構造から光合成生物の細胞膜のリン酸輸送体は、4つに分類で

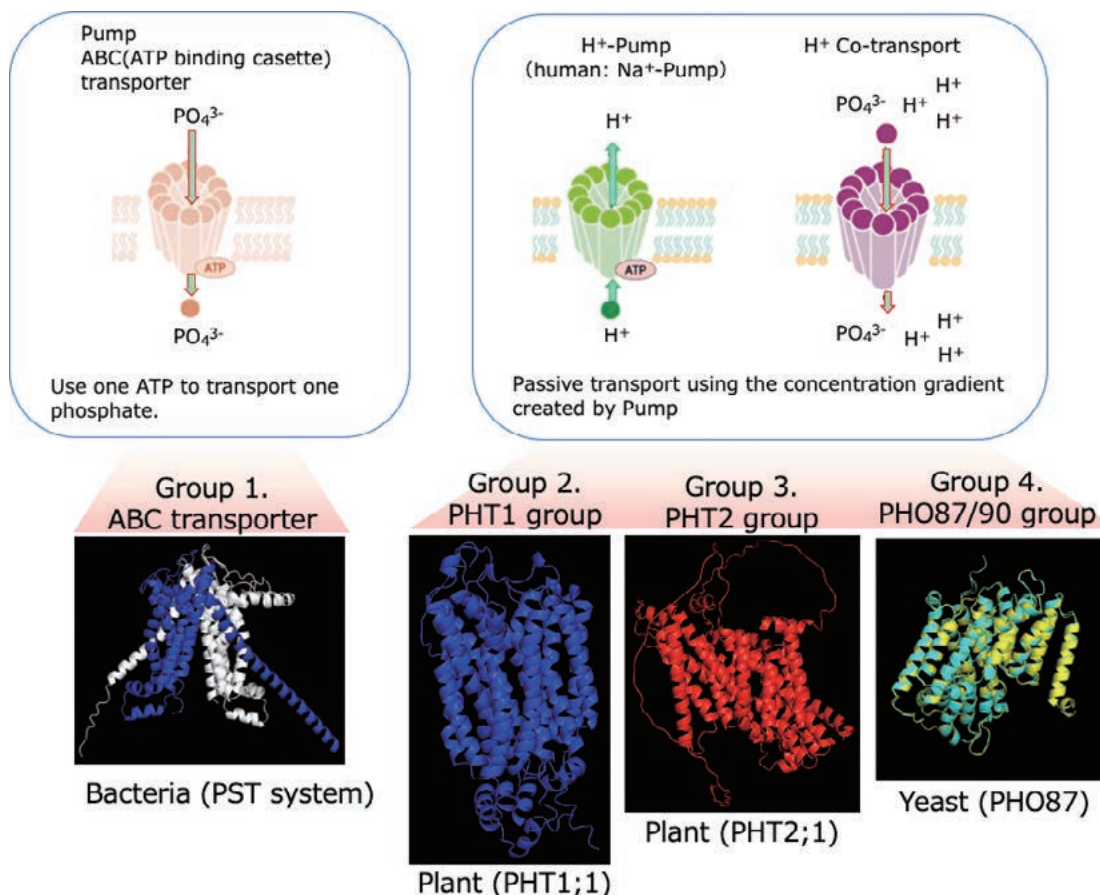


図4 リン酸輸送体の膜貫通領域は4つに分けられる

きることが解りました (図4, 文献8)。その4つは, ABC型輸送体とプロトン共輸送体型に分けられます。その輸送活性はプロトン共輸送体型(MFS輸送体)の方が濃度への対応幅が広く, 高濃度環境へ適していることが分かりました。プロトン共輸送体型はこれまで真核生物で機能解析がされていますが, プロトン共輸送体型の生物間の保存状況を系統樹解析から調べると, 面白いことにABC型リン酸輸送体を持つ古細菌においても存在することが分かりました。現在は, MFS輸送体がリン酸輸送能をもった起源を調べること(カエル卵母細胞での放射性核種トレーサ実験)で共進化の解明へ繋げることを目指しています。

異分野研究ユニット結成の当初は, お互いの専門用語が分からないことが多々ありました。今はその難しさがなくなり, スピンオフ研究が次々と発展しています。本稿の前半で私が紹介した検出系は, 天文学の分野で使用される機器(X線検出, 宇宙線検出)でもあります。望遠鏡と顕微鏡とスケールは異なりますが共通項があり, 物理や光学の知識が豊富な方々と交流した際の気づきからアイデアが生まれました。さらに現在は, 惑星観測のスペクトルカメラ技術を顕微鏡に搭載させた新システムの構築も進められています。近い将来, 生細胞の元素・代謝物解析へ応用を目指しています。

おわりに

地球上の生命の多くは, 植物が取り込み, 太陽光を利用して化合物を合成することに依存しています。元素に注目してみると, 地球の始まりから私たちの体の化学反応まで繋がりがあつてを改めて俯瞰し, 生命の不思議を感じずにはいられません。

参考:

- 1) Kanno S., Yamawaki M., Hirose A., Ishibashi H., Kobayashi I.N., Tanoi K., Nussaume L., Nakanishi M.T., "Development of Real-Time

radioisotope Imaging Systems for Plant Nutrient Uptake Studies.", Royal Society, Philosophical Transaction B, Vol.367, pp. 1501-1508, 2012.

- 2) Nussaume L., Kanno S., Javot H., Marin E., Pochon N., Ayadi A., Nakanishi T.M. and Thibaud M.C., "Phosphate import in plants: focus on the PHT1 transporters.", *Frontiers in PLANT SCIENCE*, Vol.2, No.83, pp. 1-12, 2011.
- 3) Péret B., Desnos T., Jost R., Kanno S., Berkowitz O., and Nussaume L. "Root Architecture Responses: In Search of Phosphate", *Plant Physiol.*, Vol.166, pp. 1713-1723, 2014.
- 4) Kanno S., Arrighi J. F., Chiarenza S., Bayle V., Berthome R., Peret B., Javot H., Delannoy E., Marin E., Nakanishi T. M., Thibaud M.C. and Nussaume L. "A novel role for the root cap in phosphate uptake and homeostasis." *eLife*, 5; e14577, 2016.
- 5) Kanno S., Cuyas L., Javot H., Bligny R., Gout E., Darteville T., Hanchi M., Nakanishi T. M., Thibaud M.C., Nussaume L., "Performance and Limitations of Phosphate Quantification: Guidelines for Plant Biologists." *Plant Cell Physiol.*, 57(4), pp. 590-706, 2016.
- 6) アグリバイオ7月号「可視化技術で見えてくる根の元素吸収」2022年6月22日発刊.
- 7) アグリバイオ10月号「可視化技術で見える根の元素吸収のしくみ」2023年10月22日発刊.
- 8) Nussaume L., Desnos T., Jinsheng Z., David P., Kumiko M. and Kanno S, (Chapter9 Analysis and comparison of AlphaFold structures predictions between Pi uptake transporters recovering phosphate in natural environments), *Phosphate Plant Nutrition*, Taylor & Francis Group, October 19, 2023, ISBN 9781032516523.

リストデータ形式のデータ収集系を用いた 放射性エアロゾル測定を紹介



小島 康明

(アイソトープ総合センター)

はじめに

放射線管理においては放射線計測は重要な基盤技術の一つである。このうち、環境モニタリングや汚染検査などの管理実務では、伝統的にはエネルギースペクトル、あるいはエネルギー情報を含まない計数のみの測定が用いられている。一方、放射線計測データの収集方法にはこれ以外にリストデータ形式と呼ばれるものがあり、原子核・素粒子実験をはじめとした分野ではこちらの方式が一般的になっている。本稿では、環境モニタリング等への適用を念頭に、空气中エアロゾルに付着した天然放射性核種のリストデータ形式による測定を紹介する。

エアロゾルの捕集

室内空气中のエアロゾルはハイボリュームエアサンプラーで捕集した。適切な捕集時間を決めるため、GMサーベイメータを用いて、捕集中のフィルター表面における計数を数分おきに計測した。その結果を図1に示す。時間とともに計数が増えていき、空气中のエアロゾルに付着している天然放射性核種がフィルターに捕集されることが分かる。70~90分で計数が飽和することから、以下の実験での捕集時間を90分と決めた。90分間の吸引空気量はおよそ45m³である。

エアロゾル捕集フィルターの測定と解析例

フィルターに付着した天然放射性核種の測定は、PIPS型シリコン検出器（キャンベラCAM600AM）を用いて行った。この検出器は入射窓の厚さが極めて薄い（シリコン換算で2μm

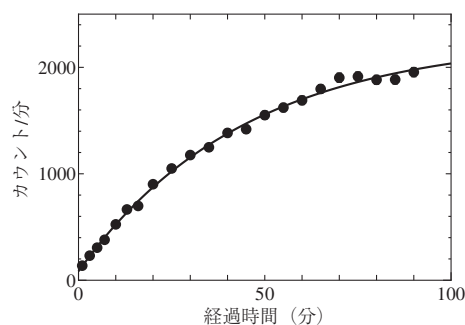


図1 エアサンプラーで空气中エアロゾル捕集中のフィルター表面の放射線計数。横軸は捕集開始後からの経過時間。

程度) ため、β線に加えてα線の測定が可能であり、さらに、入射窓は遮光膜も兼ねているため、特別な測定チャンバーを必要としないという特徴を有する。以下の測定は実験室の空气中（開放空間）で行った。

PIPS 検出器からの信号はプレアンプで波形処理した後、デジタル式のデータ収集装置（テクノエーピー APV8002）を用いて時間情報付きのリストデータ形式で記録した。ここで、リストデータ形式とは、一本の放射線を検出するごとに（以下、イベントと呼ぶ）、その検出時刻（本装置の場合は0.625ns 単位）とエネルギーを簡条書きのように記録する方式である。本装置の場合、測定中にリアルタイムでエネルギースペクトルを見ることができないという短所はある。しかしながら、自作のプログラムによるデータ解析の工夫次第で、測定終了後に様々な情報を引き出せるという利点がある。放射線管理の場ではリストデータ形式での測定は一般的ではないが、活用の可能性は大いにありと

考えている。以下では、リストデータを解析することで得られる情報について、いくつかを紹介する。

図2はエアロゾル捕集後のフィルターを測定して得られたエネルギースペクトルである。天然放射性核種は α 線と β 線を放出する(γ 線も放出するが、PIPS検出器では感度が低く測定できない)。0~500ch付近に表れている成分は主に β 線に起因し、それより高いところは α 線に起因する領域である。本来、 α 線は線スペクトル(ピーク形状)を示すはずだが、空気やフィルターによるエネルギー損失の影響があるため、なだらかな連続的なエネルギー分布として観測されている。

次に、リストデータに記録されている時間情報を利用した例として、図3を示す。これは隣接するイベントの検出時間差を調べて、頻度分布図にしたものである。0~1ms付近に特徴的な傾きが見られる。この部分を指数関数でフィッティングして半減期を求めたところ、168 μ sが得られ、 ^{214}Po の半減期の文献値164.3 μ s¹⁾とほぼ一致した。 ^{214}Po はウラン系列に属する放射性同位元素であり、ラドン温泉に含まれる成分として知られている ^{222}Rn の子孫核種である。崩壊連鎖

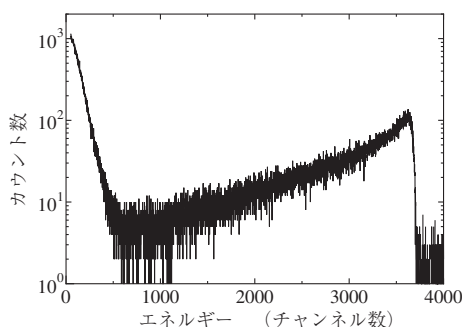


図2 フィルターから放出された放射線のエネルギースペクトル。

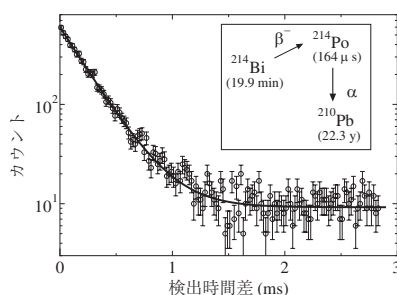


図3 フィルターから放出された放射線検出事象の時間差の頻度分布。

$^{214}\text{Bi} \rightarrow ^{214}\text{Po} \rightarrow ^{210}\text{Pb}$ に起因するイベントが時間差0~1ms付近に表れていることになる。

このことを逆に使えば、ある時間特性を持つイベントのみを取り出して、データ解析の対象にすることもできる。これを行った例が図4である。図4の測定では、エアロゾルを捕集したフィルターと一緒に、微弱の ^{137}Cs β 線源を測定している。図4の黒線は全ての測定イベントを解析対象としたエネルギースペクトルであり、当然ながら、 ^{137}Cs と天然放射性核種の両成分が含まれている。図4の青線はイベントの時間差が170 μ s(半減期)以内のもののみを解析対象とし、そのエネルギースペクトルをプロットしたものである。偶然成分を除けば ^{137}Cs 線源に起因する放射線はこの時間差内には入ってこないはずであり、実際、青線のスペクトルには ^{137}Cs 特有の内部転換電子のピークは見えていない。このことから、時間情報を活用することで、放射性核種ごとにデータを(ある程度であるが)分離できることがわかる。

おわりに

時間情報付きリストデータ形式で放射線計測のデータを保存することで自由度の高い解析が可能になり、伝統的な測定手法では得ることが難しい情報を得ることができる。放射線モニタリングなど放射線管理への活用を図っていきたい。

参考文献

- 1) R. B. Firestone, V. S. Shirley (Editors), Table of Isotopes 8th edition, John Wiley & Sons, (1996).

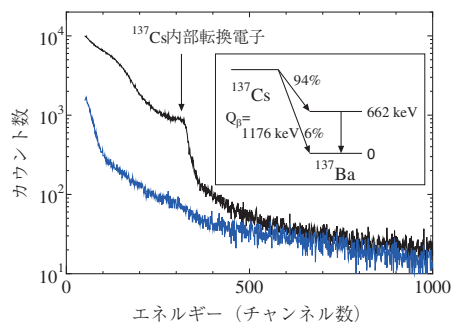


図4 フィルターと ^{137}Cs 線源を同時に測定したときのエネルギースペクトル。黒線は全ての測定イベントを、青線は検出時間差が170 μ s以内のイベントのみを解析対象にしたときのスペクトル。300ch付近のピークは ^{137}Cs の内部転換電子である。

名古屋大学アイソトープ総合センターにおける 放射線測定器の信頼性確保への対応

アイソトープ総合センター
近藤真理

1. はじめに

令和5年10月1日に施行された法令改正により、放射線測定器の信頼性を確保するための措置を講じる必要が生じた。当施設では多種多様な放射線測定器を揃えており、常に適正に維持して利用に供するように努めてはいるものの、全機器を外部機関に校正依頼することは予算面から現実的ではない。そこで、自施設で実施する点検等を適宜組み合わせることにより法令に準拠するように検討、工夫した当施設の対応を紹介する。

2. 対象機器の選定および実施方針

対象法令等および使用する放射線測定器、実施方針を表に示した。

(1) 対象法令等および放射線測定器

法令の対象となる条項および当施設で使用する放射線測定器をすべて挙げ、測定可能な測定器を複数種類保有している場合には、購入年度が新しいこと、外部機関に委託する場合のコスト面などを総合的に考慮して、法定の測定に使用する測定器を決定した。

(2) 実施方針

外部被ばくによる線量の測定に用いる放射線測定器は、ISO/IEC17025認定業者が提供する線量計を使用することにした。

排気の測定および内部被ばくによる線量の測定は、放射線測定器を使用せずに計算法によって評価しているため、本対応からは除外した。

その他の測定のうち、同型式の機種を複数台保

有している放射線測定器（NaI サーベイメータ、ハンドフットクロズモニタ（HFC）、個人被ばく線量計（ポケット線量計））は、1年に1台をローテーションで外部機関に校正または点検依頼し、その結果を基準として自施設で機能確認等を実施することにした。

同型式が1台のみである放射線測定器（液体シンチレーションカウンタ、オートウェルガンマカウンタ）は、初年度は外部機関に点検を依頼し、その結果を基準として自施設で機能確認を実施し、次年度以降は自施設の確認校正により初期指示値からのずれが10%を超えた場合に外部機関に修理または点検を依頼することにした。

自施設で機能確認等を行う放射線測定器については、故障時や異常時の早期発見ができるように、定期的な自主点検も実施することにした。

3. 予防規程および下部規定

予防規程は、法令文に従った表記で追加し、下部規定以下に次の内容を定めた。

- ・校正や点検の種類を定義
- ・実施計画
- ・実施方法

各測定器に対する具体的な点検・校正の内容や頻度は、実施計画に定めた。

実施計画は、毎年度初に当施設内の放射線安全委員会で定め、計画に基づき実施・報告し、見直す必要がある場合は次年度の実施計画に反映することにした。

表 対象法令等，放射線測定器および点検または校正の実施方針

対象法令等		使用する放射線測定器		点検または校正の実施方針
施行規則第二十条 第一項第五号 (第二号の測定に用いる測定器)	放射線の量の測定	NaI サーベイメータ	TCS-172 または TCS-172B	・外部機関による機器校正 (1年に1台，ローテーションで依頼する) ・自施設における機能確認，自主点検
	汚染の状況の測定 排水の測定	β線： 液体シンチレーションカウンタ	LSC-8000	・外部機関による点検校正 ・自施設における機能確認，自主点検 ※外部機関への依頼頻度は，初期指示値からのずれによって判断する
		γ線： オートウェルガンマカウンタ	ARC-8001	
排気の測定	(計算法により実施しているため，放射線測定器は使用しない)			
施行規則第二十条 第二項第三号 (第一号の測定の信頼性の確保)	外部被ばくによる線量の測定	OSL 線量計	ルミネスバッジ SG または KG	・ISO/IEC17025認定業者に委託
施行規則第二十条 第二項第四号 (第二号の測定に用いる測定器)	内部被ばくによる線量の測定	(計算法により実施しているため，放射線測定器は使用しない)		
施行規則第二十条 第三項第四号 (第二号の測定に用いる測定器)	作業者の手足等の管理 区域退出時の汚染検査	ハンドフットクロズモニタ	MBR-201NH	・外部機関による点検校正 (1年に1台，ローテーションで依頼する) ・自施設における機能確認，自主点検
数量告示第18条	一時立入者の外部被ばく実効線量が100マイクログラムを超えないことを確認するために用いる測定	個人被ばく線量計 (ポケット線量計)	PDM-122B-SHC	・外部機関による機器校正 (1年に1台，ローテーションで依頼する) ・自施設における機能確認，比較校正，自主点検

4. 治具の作成

放射線測定器は，機能確認後，初期校正値とのずれを確認するために同一の幾何学条件で測定を行い比較する必要がある。

当施設では，法令改正前から放射線の量の測定用のNaIサーベイメータおよび一時立入者用の個人被ばく線量計の機能確認等を実施している¹⁾。

このたび，HFCに対して治具を作成したので紹介する。当施設で使用しているHFCは，検出面積が広い(手足：100cm²，衣服72cm²)プラス

チックシンチレーション検出器を用いた仕様である。Ra-226の円板型線源(チェックソース，約4.2kBq)を毎回の確認時に同じ位置に固定して測定できるように，治具を作成した。

図は治具の設計図である。HFCの手の検出部にはめ込むことができる形にし，チェックソースの位置をスライド式に装着し，定めた位置で固定して測定ができるように工夫した。

この治具は横置きにすることにより，足，衣服の検出部にも適用可能である(写真)。

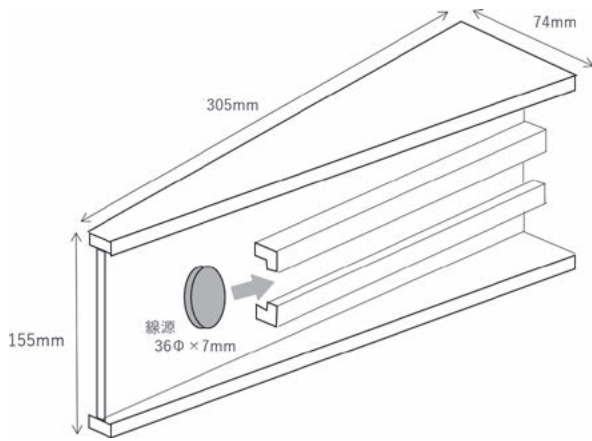
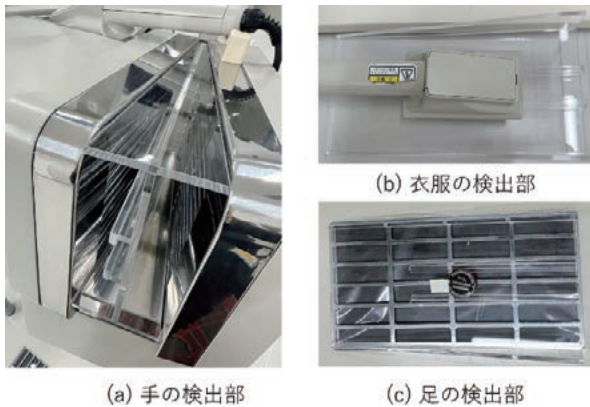


図 HFC 用治具



(a) 手の検出部

(c) 足の検出部

写真 HFC 設置時の治具

5. まとめ

法定の各測定に該当する放射線測定器に対して、信頼性の確保への対応を行った。点検または校正について、外部機関への依頼と自施設で実施との組み合わせを検討した。予防規程の変更および下部規定を制定し、実施計画を定めて実施した。自施設における機能確認および点検に必要な治具を作成した。

本対応は、施行開始から日が浅く、引き続き講習会や各所との意見交換で情報を得ながら、自施設に最適な方法を模索しているところである。実施計画に基づき実行し、改善点や工夫点を積み重ねて、より信頼性を確保できるように取り組んでいく予定である。

謝辞

治具製作にあたり、株式会社イングの杉本勇二氏にご協力いただきました。末筆ながら、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 森本浩行・近藤真理・柴田理尋, 密封小線源を用いた電子個人被ばく線量計の確認および比較校正; TRACER (72), 12-13 (2022)

私の放射線取扱主任者としての経験の分析 —長年の経験から得られた知見—

アイソトープ総合センター分館
中村 嘉行

1. はじめに

筆者はこれまでに放射線取扱主任者として30年以上の長きにわたり職責を果たしてきた。今回、筆者が退職するにあたり筆者の経験の中で現役の主任者の方々に参考になりそうなことを分析して報告する。この報告が1人でも多くの主任者の助けになることを望む。

2. 経験の分析

筆者が学会や本紙等に発表している内容は、放射線教育とそれ以外のことに大きく分けることが出来る。それぞれについて経験したことを時系列に思い出して分析を行う。分析は、事例の経緯、結果、良い点、悪い点等について、現役主任者の参考になる知見が得られるように行う。

2.1 放射線教育

行ってきた放射線教育の対象者は大きく3つに分けられる。非密封放射性同位元素利用者とエックス線発生装置利用者、それに附属病院の入職者である。各々について分析する。

2.1.1 非密封放射性同位元素利用者向け

筆者の入職時はRIの利用が益々進んでいる時であり、利用者は増加の一途を辿っていた。そして、それに伴い放射能汚染が多発していた。汚染防止のための教育はもちろん行っていたが旧態依然の方法では効果が無かったのである(図1)。効果が無かった理由は、その時の教育では受講者は行うべきことを理解するだけで、頭の中で理解し

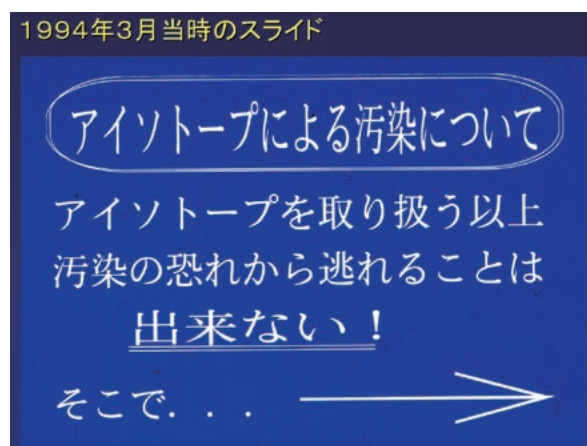


図1 効果が無かった頃のスライドの一枚
それなりに工夫していたが効果は薄かった

ても実行しなかったためである。人間は頭の中で行うべきことを十分理解していてもなかなか実行出来ない生き物であることをよく知るべきであった。汚染発生が増え続ける状況の中、筆者は連日の除染作業で疲れ果て、夢の中でもハンドフットクロスモニタの警報音が鳴り響き眠れず鬱病気味になってしまった。立入検査の検査官から「主任者として教育の機会を与えられているのに利用者に教育できないのは主任者の怠慢だ」と指摘されたこともあった。もういっそのこと辞めてしまうか、発憤して何とかせざるを得ない状況にまで追い込まれた。それでも、「これで駄目だったらもう辞めてしまおう」と思うと新しいことが出来るものである。何とか新しい教育方法(【汚染封じ込め作戦】)を作り上げて2000年3月の再教育で試した所、翌年度から汚染事故を半減することが出来た¹⁾(図2)。その時、筆者は教育とは工夫次第で効果を上げることが出来ると実感し、筆者自らが

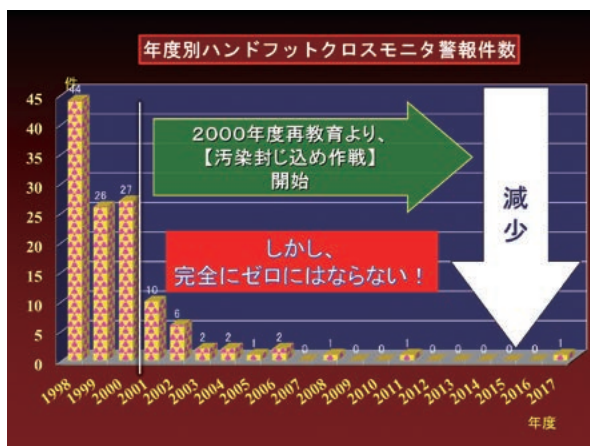


図2 年度別ハンドフットクロスモニタ警報件数

感動した。行ったことは先ず、行わなければならないと理解しているにもかかわらず汚染検査をやらない理由を洗い出した。理由は単純であった。理解していることを実行しないのではなくて、理解しているでも実行出来ないのがであった。そこで実行せざるを得ない状況を利用者の心理を分析して作りあげたのである。

それでも汚染の発生はゼロにはならなかった。この理由も簡単で、汚染させた利用者には新しい教育法でも通用せず、行うべきことを行えなかったのである。そこで、動画編集が可能なPCやプロジェクターの出現を機に早速取り入れて教材を作成した。ハンドフットクロスモニタで汚染が見つかって慌てふためく汚染者の動画を「実際の汚染時の様子」として再教育講習会で使用したのである。これはとても効果的で一段と汚染の発生を減らすことが出来た²⁾(図2)。当時汚染が減ったことで多くの利用者から「研究しやすくなった」と評価された。一方、「実験すれば当然汚染は起きる物なのに汚染が心配で研究が出来ない」、「汚染者や汚染を発生させた実験室が特定されるのはいかなものか？」との意見もあった。汚染が低減しても必ずしも良い意見ばかりではなく、否定的な意見も生じるのである。今までと変わったことを行う際には思いもよらないトラブルが生じる可能性があり注意が必要である。事態の改善を急ぐあまり早まって行動せず、起こりうる悪い結果を検討し、最終的には責任者の許可を得てから実施することが重要であることが分かった。

2.1.2 エックス線発生装置利用者向け

2004年の独立法人化を機に実習を行うことに決まり、新たにカリキュラムを整えた。当時は、血管撮影等の透視下で被ばくする者やエックス線の理解が乏しく実験に失敗する者、不適切な取扱をされてエックス線装置は頻繁に破損や故障して問題になっていた。この事態を打開するために、単に法律で定められているから行う実習ではなく、本当に役に立つ、いざ利用者が1人でエックス線装置を取り扱う際に正しく円滑に行うことが出来るようになることを目的として、3台ある全てのエックス線発生装置を実際に使用する実践的な実習を行うことにした。結果、大半の受講者からは、「安心して研究が出来る」と評価されたが、一部の者から「実習時間が長すぎる」とか、「使用する装置のみ行えば十分」とか、受講態度がとても悪い者もあった。それで、クレームのあった方たちを分析すると、実習中にもかかわらず実習に集中していないことに気がついた。要はきちんと参加しておらず「暇だ」ということである。そこで、暇だと感じさせないように実習中に書き込まなければならない穴埋め形式のテキストを作成した。実習中に穴埋めテキストを完成させなければ合格できないテストを実習後行うとともにレポートの作成も課した。そうしたところ、以前よりも実習時間を増やさなければならなくなった。にもかかわらず「長すぎる」という受講者は減り受講態度も改善した³⁻⁴⁾。

この方法をコロナウイルスによる感染拡大前までは継続してきたが、感染予防のために使用予定のエックス線装置のみを用いる実習に変更を余儀なくされた。すると、受講者には大変好評であり、実施している筆者としても負担が大幅に減って、それはそれで良いと考えられた。理由は近年、密閉式の装置しか使わない利用者が大半であり、誤った使い方をしない限り被ばくする恐れは無いことと、実習により幅広い知識を得たつもりでも必要の無い知識は時とともに忘却することがわかったからである。従って、一度決めた教育方法を劣化しないように継続して実施することはと

でも重要であるが、時には見直しが必要と考えられる。

2.1.3 附属病院の入職者向け

2011年度から新入職員にエックス線装置の安全取扱を講義することになった。受講者の大半は看護師で新規採用者オリエンテーション2日目の最後に実施することになった。当初受講者の半数くらいが一生懸命に眼を開けているのだが瞑ってしまう状態であり、講習内容を理解出来る状況では無かった。少し前までこれから病院で仕事を遂行していく上で必要不可欠な話を長時間聞き続けており、疲れも最高に達した状態なのでやむを得ないと考えられた。加えて、看護師の方たちにとって放射線は関心外であり、苦手意識があって学習意欲を持ってないことも原因と考えられた。それで、この講習を「新入職員向け特別版」としてエックス線装置に関わる被ばく低減のための必須の知識以外に、受講者が今後仕事をする上で役立つと思われることもエックス線装置の取扱いに絡めて話した。さらに目を覚ますためのスライドも加えた(図3)。学習意欲が無くても大切なことは絶対に習得させなければならぬので、理解させるための設問を作り挙手で回答することも義務づけた。そうしたところ大半の受講者が集中して受講出来るようになった。ところが、ここでも挙手



図3 受講者の目を覚ますためのスライドの一枚
これで受講者を安心させた後、実は名古屋大学でも被ばくの恐れがあることを「言われたことを鵜呑みにせずに騙されないで!」と説明すると受講者は驚愕し、その後、より真剣に話を聞くことが可能となった

で回答することに協力しない、協力出来ないであろう受講者が散見された。そこで、今度は協同学習(ペアワーク)を取り入れたところ、より良いコミュニケーション作りには努力される方ばかりで非協力者はいなくなった。まだ知り合っていないもの同士が一緒に考えることで、関心が無く苦手な問題に対しても取り組むことが出来たのである⁵⁾(図4)。

2.2 放射線教育以外の業務

放射線取扱主任者の業務はととても幅広い。にもかかわらず他にも多くの業務を行わなければならない主任者が大半と考えられる。筆者もそうであった。四の五の言わずに主任者の仕事を粛々とこなすよりほかなかった。これは筆者には難しいことであって、もし筆者が1人だけで孤立してしまったら到底満足に職務を果たし得なかったと考えられる。幸い、名古屋大学ではセンターが主導して組織的に法令改正対策や緊急連絡網訓練、立入検査が学内で行われているので、その都度必要な情報が得られ、やるべきことを早い時点で知ることが出来た。さらに他部署の進行具合を知れることも刺激になった。必然、自らも考えて実行せざるを得ず何とか今日まで職責を果たすことが出来たと考えられる。自ら考えるためには情報と刺激が必要であったのである。人様から情報を得ようと考えれば当然自分も情報を発信して人様を刺

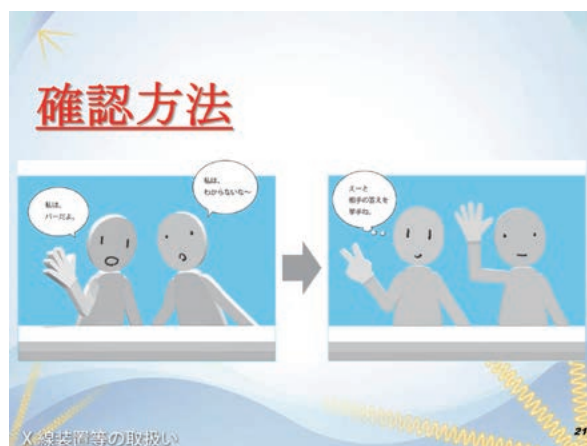


図4 協同学習(ペアワーク)
設問の回答を隣の人と相談して、挙手で答えるのは隣の人の回答としたところ思いのほか協力していただけ

激しなければならない。筆者が最初に発信したのは、その頃直ぐに退色して頻繁に貼り直さなければならなかった放射能標識の退色対策である。これは同じように悩んでいた方が多かったように思いのほか反響があった。小さなことでも他の方に役立つこともあるのである⁶⁻⁷⁾。他にも当センター建て替え時に発生した問題点⁸⁾やイメージアナライザが新規に納入された時には旧機種と比較検討報告等々を行った⁹⁾。このように、その時その時行ったことを発信することは他の方のためのみならず自分自身の成長にもつながった。時に「くだらない」、「論外」等と辛辣で否定的なご意見をいただくことがあったが、参考にしていただけた方もおみえになったので、総じてやって良かったと考える。

3. まとめ

3.1 放射線教育のまとめ

教育の効果が無いことが分かったら、そのまま旧態依然の方法を続けてはだめである。新たな方法を考えるためには相当な労力とリスクが伴うが、行うべきである。教育効果を上げるためには、教育を受ける者をよく観察して何が問題なのか？を把握し、どうしたらその問題を解決出来るのか？を考える必要がある。また、次から次に出てくる新たな機器や教育手法も役立つと思われれば積極的に取り入れたい。実施者として、教育を受ける者が負担に感じて「おそらく受け入れられないだろう」と予測されることでも、本当に必要なことであれば、上記の「汚染時の様子の動画の放映」のように受け入れられる。顕著な例としてもう一つ、エックス線実習の前段階として対面で行っていた講義をコロナウイルス感染防止対策として完全にオンライン教材に置き換えた際の事例をあげる。実施当初、本当に受講者本人が受講したか否か？不安なことがあった。オンライン教材で学んだ筈のことを実習中に理解出来ていないことが判明したり、必要な提出物が不足したりする等の問題が生じたのである。もしも替え玉受講などをしていたら法的にも違反になってしまう。そ

れでは困るので、オンライン教材を修了した後、当センターに来ていただいて紙面で実地試験を行うことにした。これを行うのは相当面倒であるし、受講者の猛反発が予想された。しかし、実際に実地試験を受けられた受講者のアンケート結果を見ると実地試験の必要性について、34名中3名のみが「仕方が無い」と答えたのみであり、ご理解いただけなかった受講者はゼロであった。なんと「十分に理解出来る」とお答えいただいた方が14名もみえたことはとても意外であった(図5)。それに、実地試験の回答にかかった時間は30-120分と幅はあるが、平均すると57分になり、受講者の大半はオンライン教材の所要時間よりも多くの時間を費やして回答していただけた(図6)。

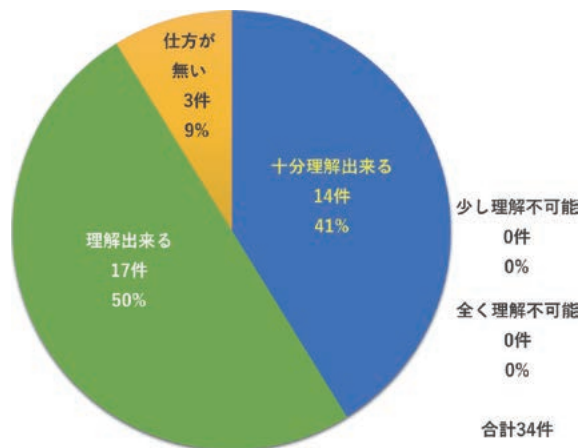


図5 アンケート「Q. 講習効果確認試験を当センターで受けていただくのは、次の実習で必要になる知識を確実に講習によって習得したことを確認するためですが、ご理解いただけますか？」の回答結果

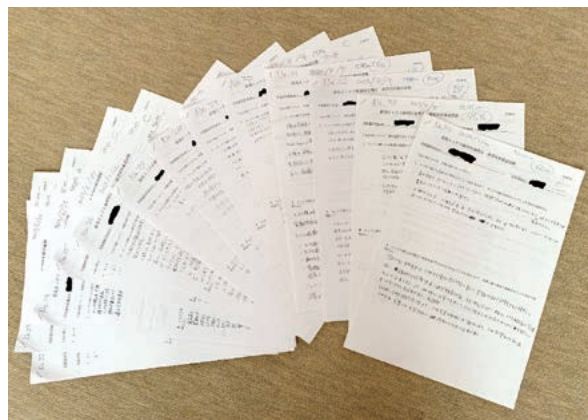


図6 実地試験の回答
記述式試験としたところ、オンライン教育でかかる時間以上の時間を費やし、回答していただけた

記述式の実地試験で時間をかけて回答した結果としてオンラインの教材の内容の理解が深まり講習効果は大幅に向上して、実習もとてもやりやすくなった。本例からも本当に必要なことは受け入れられることが分かる。

3.2 放射線教育以外の業務のまとめ

放射線取扱主任者の幅広い業務は粛々と確実にこなすよりほかはない。しかし、主任者が1人だけで実行することはとても難しいので、組織的に主任者が職務を果たせるようにサポートする必要があると考えられる。また、主任者自身もサポートされるばかりではなく、自らも創意工夫して結果を発信することで自他ともにためになると考えられる。

4. おわりに

放射線取扱主任者の仕事はきちんと出来ていて当然であり、きちんとやっても評価されることは少なかった。その様な中で私がやりがいを感じたのは上記で述べたとおり、自分が作り出した教育法の効果を実感できたときである。その他にもう一つ、利用者から「ありがとう」と言われたときにも同じくらいやりがいを感じた。だから、私も何かしらしていただいてありがたいと感じたら素直にお礼を言うことにしている。そんな日々感謝しながら生きるということが、私の長い主任者生活から得られた最大の人生の糧であると、つくづく感じている。

謝辞

本稿の執筆を勧めていただきました柴田理尋教授はじめトレーサー編集委員の皆様、業務の遂行にご指導、ご協力いただきました長縄慎二分館長

はじめ歴代分館長とスタッフの皆様、そしてイラスト作画やデザイン協力等々いつも支えてくれる家族に感謝いたします。

参考文献

- 1) 「効果的教育法による汚染発生件数の低減」；中村嘉行，安達興一，日本放射線安全管理学会・第2回学術大会（2003）
- 2) 「動画を導入した効果的教育教材の作成」；中村嘉行，Tracer45，8-12（2009）
- 3) 「医学部で実施している X 線装置取扱実習について」；中村嘉行，小木曾昇，Tracer38，13-17（2005）
- 4) 「動物実験においてエックス線発生装置を取り扱う為の実践的教育」；中村嘉行，安達興一，小木曾昇，日本放射線安全管理学会・第4回学術大会ポスター発表（2005）
- 5) 「就職時オリエンテーションに組み込まれた放射線教育における協同学習の効果」；中村嘉行，緒方良至，岸琢真，日本放射線安全管理学会 第17回学術大会ポスター発表（2018）
- 6) 「標識の退色対策について」；中村嘉行，濱田信義，木内一壽，第34回放射線取扱主任者研修会（1993）
- 7) 「放射能標識の退色対策」；中村嘉行，濱田信義，安達興一，原田恵子，木内一壽，ISOTOPE NEWS Vol. 483，80-83（1994）
- 8) 「放射線施設の建替え時に発生した問題点について」；中村嘉行，安達興一，日本放射線安全管理学会 第13回学術大会ポスター発表（2014）
- 9) 「イメージアナライザ3機種と比較検討報告」；中村嘉行，安達興一，Tracer31，7-12（2002）

2023年 研究業績

A. 本館

(RI 実験棟利用)

所 属	著 者	タイトル：ジャーナル名, 巻, 頁 (年), DOI	No.
生命農学研究科 動物科学専攻 動物生殖科学研究室	Inoue,N., Hazim,S., Tsuchida,H., Dohi,Y., Ishigaki,R., Takahashi,A., Otsuka,Y., Yamada,K., Uenoyama,Y., Tsukamura,H.	Hindbrain adenosine 5-triphosphate (ATP)-purinergic signaling triggers LH surge and ovulation via activation of AVPV kisspeptin neurons in rats; J. Neuroscience, 43(12), 2140-2152(2023)	1
	Nagae,M., Yamada,K., Enomoto,Y., Kometani,M., Tsuchida,H., Panthee,A., Nonogaki,M., Matsunaga,N., Takizawa,M., Matsuzaki,S., Hirabayashi,M., Inoue,N., Uenoyama,Y., Tsukamura,H.	Conditional <i>Oprk1</i> -dependent <i>Kiss1</i> deletion in kisspeptin neurons caused estrogen-dependent LH pulse disruption and LH surge attenuation in female rats; Scientific Reports, 13, 20495(2023) DOI: 10.1038/s41598-023-47222-5	2
	Tsuchida,H., Nonogaki,M., Takizawa,M., Inoue,N., Uenoyama,Y., Tsukamura,H.	Enkephalin- δ opioid receptor signaling mediates glucoprivic suppression of LH pulse and gluconeogenesis in female rats; Endocrinology, 164, 1-9(2023) DOI: 10.1210/endo/bqac216	3
	Tsuchida,H., Takizawa,M., Nonogaki,M., Inoue,N., Uenoyama,Y., Tsukamura,H.	Enkephalin- δ opioid receptor signaling partly mediates suppression of LH release during early lactation in rats; J. Reproduction and Development, 69(4), 192-197(2023)	4
	Yamada,K., Nagae,M., Mano,T., Tsuchida,H., Hazim,S., Goto,T., Sanbo,M., Hirabayashi,M., Inoue,N., Uenoyama,Y., Tsukamura,H.	Sex difference in developmental changes in visualized <i>Kiss1</i> neurons in newly generated <i>Kiss1-Cre</i> rats; J. Reproduction and Development, 69(5), 227-238(2023)	5
環境医学研究所 生体適応・防御研究部門 ゲノム動態制御分野	Sugimoto,Y., Masuda,Y., Iwai,S., Miyake,Y., Kanao,R., Masutani,C.	Novel mechanisms for the removal of strong replication-blocking HMCES- and thiazolidine-DNA adducts in humans; Nucleic Acids Research, 51(10), 4959-4981(2023) DOI: 10.1093/nar/gkad246	6
トランスフォーマティブ生命分子研究所 植物生理学	Yeh,C., Wang,Y., Takahashi,Y., Kuusk,K., Paul,K., Arjus,T., Yados,O., Schroeder,J., Ilves,I., Garcia-Sosa,A.T., Kollist,H.	MPK12 in stomatal CO ₂ signaling: function beyond its kinase activity; New Phytologist, 239, 146-158(2023) DOI: 10.1111/nph.18913	7
アイソトープ総合センター 研究教育部	Suetsugu,K., Sugita,R., Yoshihara,A., Okada,H., Akita,K., Nagata,N., Tanoi,K., Kobayashi,K.	Aerial roots of the leafless epiphytic orchid <i>Taeniophyllum</i> are specialized for performing crassulacean acid metabolism photosynthesis; New Phytologist, 238, 932-937(2023)	8
	Nagatoshi,Y., Ikazaki,K., Kobayashi,Y., Mizuno,N., Sugita,R., Takebayashi,Y., Kojima,M., Sakakibara,H., Kobayashi,I.N., Tanoi,K., Fujii,K., Baba,J., Ogiso-Tanaka,E., Ishimoto,M., Yasui,Y., Oya,T., Fujita,Y.	Phosphate starvation response precedes abscisic acid response under progressive mild drought in plants; Nature Communications, 14, 5047(2023) DOI: 10.1038/s41467-023-40773-1	9
	Hiruma,K., Aoki,S., Takino,J., Higa,T., Utami,D.Y., Shiina,A., Okamoto,M., Nakamura,M., Kawamura,N., Ohmori,Y., Sugita,R., Tanoi,K., Sato,T., Oikawa,H., Minami,A., Iwasaki,W., Saijo,Y.	A fungal sesquiterpene biosynthesis gene cluster critical for mutualist-pathogen transition in <i>Colletotrichum tofieldiae</i> ; Nature Communications, 14, 5288(2023) DOI: 10.1038/s41467-023-40867-w	10
	Huang,C., Kurotani,K., Tabata,R., Mitsuda,N., Sugita,R., Tanoi,K., Notaguchi,M.	<i>Nicotiana benthamiana</i> XYLEM CYSTEINE PROTEASE genes facilitate tracheary element formation in interfamily grafting; Horticulture Research, 10, uhad072(2023) DOI: 10.1093/hr/uhad072	11

(X 線実験棟利用)

所 属	著 者	タイトル：ジャーナル名, 巻, 頁 (年), DOI	No.
工学研究科 物質科学専攻 ナノ解析物質設計学講座 ナノ顕微分光物質科学	齊藤元貴, 難波太南, 原田和人, 鏡好晴	Eu, Si 添加 AlN 蛍光体の燃焼合成; 粉体工学会誌, 60(3), 137-142(2023) DOI: 10.4164/sptj.60.137	12
生命農学研究科 森林・環境資源科学専攻 木材工学研究室	Ando, K., Nakamura, R., Kushino, T.	Variation of shear creep properties of wood within a stem: effects of macro- and microstructural variability; Wood Science and Technology, 57, 93-110(2023) DOI: 10.1007/s00226-022-01439-1	13

センターへの講師依頼

A. 本館

依頼元	講習会名	受講対象者	期日	項目・担当者	受講者数
名古屋市消防局 消防学校	専科教育警防科特殊災害課程	名古屋市消防局 小隊長	令和5年12月12日	「放射線災害の基礎知識と対応要領」 柴田 理尋	32

B. 分館

依頼元	講習会名	受講対象者	期日	項目・担当者	受講者数
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱 主任者	令和5年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 A	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	令和5年9月1日～ 令和6年1月31日 (楽々ですと君によ る e-learning)	「透過写真の撮影の作業の方法」 中村 嘉行	92
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱 主任者	令和5年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 B	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	令和5年9月1日～ 令和6年1月31日 (楽々ですと君によ る e-learning)	「放射線発生装置の安全取扱い」 「放射線の人体に与える影響」 「関係法令」 中村 嘉行	81
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱 主任者	令和5年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 C	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	令和5年9月1日～ 令和6年1月31日 (楽々ですと君によ る e-learning)	「放射性同位元素および放射線発生装置の安全取扱Ⅰ」 中村 嘉行	24
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱 主任者	令和5年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 D	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	令和5年9月1日～ 令和6年1月31日 (楽々ですと君によ る e-learning)	「放射性同位元素および放射線発生装置の安全取扱Ⅱ」 中村 嘉行	21

2024年度 アイソトープ総合センター講習会案内

放射線業務従事者資格取得のための講習会を以下のとおり行います。

名古屋大学の放射線業務従事者資格は、従事可能な放射線業務別に、第1種、第2種、第3種に分かれています。

アイソトープ総合センターでは、第2種及び第3種資格取得のための講習会を開催しています。

取扱い可能な従事内容	第1種	第2種			第3種
		(A)	(B)	(B + 実習)	
非密封放射性同位元素の取扱い	○		条件付 ^(注1)	○	
密封放射性同位元素の取扱い	○	○	○	○	
放射化を伴う加速器施設の利用	○		条件付 ^(注1)	○	
放射化を伴わない加速器施設の利用	○	○	○	○	
放射光 (シンクロトロン光) 施設の利用 ^(注2)	○	○	○	○	
X線発生装置の取扱い	○				○

注1 本学で非密封放射性同位元素の取扱い資格及び放射化を伴う加速器施設の利用資格を取得するためには、講義と実習の受講が必要ですが、実習の代わりに「見習い期間」を設けることを可能としている部局もあります。見習い期間中は、単独での業務従事が制限され、教職員で放射線業務を熟知した者の指導の元に作業しなければなりません。見習い期間の可否については、所属部局の放射線安全管理室で確認をしてください。

注2 放射光施設において、X線が発生する業務に従事する場合には、第2種及び第3種両方の資格が必要です。

◎アイソトープ総合センターで開催する講習会及び取得可能な資格

① RI 講習

受講コース	内 容	時 間	資 格
講義 A	・放射線の人体に与える影響	40分	第2種 (A)
	・放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い (非密封 RI 取扱い, 放射化を伴う加速器の項目を除く)	2 時間	
	・放射線障害防止に関する法令及び放射線障害予防規程	40分	
講義 B	・放射線の人体に与える影響	40分	第2種 (B)
	・放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い (非密封 RI 取扱い, 放射化を伴う加速器の項目を含む)	3 時間	
	・放射線障害防止に関する法令及び放射線障害予防規程	40分	
講義 B + 実習	・放射線の人体に与える影響	40分	第2種 (B + 実習)
	・放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い (非密封 RI 取扱い, 放射化を伴う加速器の項目を含む)	3 時間	
	・放射線障害防止に関する法令及び放射線障害予防規程	40分	
	・実習	6 時間	

※第2種 (A) 資格保有者は、講義 B コースの「放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い」の非密封 RI 取扱い、放射化を伴う加速器の項目 (1 時間) を追加受講することにより、第2種 (B) の資格を取得可能です。

※第2種 (B) 資格保有者は、実習 (6 時間) を追加受講することにより、第2種 (B + 実習) の資格を取得可能です。

② X線講習 (講義)

第3種の資格取得希望者対象の講義です。

この講義を受講後、各自が使用する X線装置の下で実習を受講することにより、第3種資格の取得が可能です。

2024年度 アイソトープ総合センター講習会日程

※以下の日程・実施方法は、変更になる場合があります。最新情報は、アイソトープ総合センターHPをご確認ください。

RI 講習（第2種）

名称	実施年月日	実施方法・場所	人数	申込期間
RI24- 講義 1（日本語）	2024年 5 月 7 日（火）10:00～2024年 5 月 9 日（木）13:00	（TACT）	－	2024年 4 月 18 日（木） ～2024年 4 月 26 日（金）
RI24- 講義 2（英語）	2024年 5 月 13 日（月）	（MS Teams）	－	
RI24- 実習 1	2024年 5 月 15 日（水）	東山	10	
RI24- 実習 2	2024年 5 月 16 日（木）	東山	10	
RI24- 実習 3	2024年 5 月 20 日（月）	東山	10	
RI24- 実習 4	2024年 5 月 21 日（火）	東山	10	
RI24- 実習 5	2024年 5 月 22 日（水）	東山	10	
RI24- 講義 3（日本語）	2024年 6 月 10 日（月）10:00～2024年 6 月 12 日（水）13:00	（TACT）	－	2024年 5 月 27 日（月） ～2024年 6 月 4 日（火）
RI24- 実習 6	2024年 6 月 17 日（月）	鶴舞	8	
RI24- 実習 7	2024年 6 月 18 日（火）	鶴舞	8	
RI24- 講義 4（英語）	2024年 7 月 16 日（火）	（MS Teams）	－	2024年 7 月 1 日（月） ～2024年 7 月 9 日（火）
RI24- 講義 5（日本語）	2024年 7 月 17 日（水）10:00～2024年 7 月 19 日（金）13:00	（TACT）	－	
RI24- 実習 8	2024年 7 月 24 日（水）	東山	10	
RI24- 実習 9	2024年 7 月 25 日（木）	東山	10	
RI24- 講義 6（日本語）	2024年 10 月 21 日（月）10:00～2024年 10 月 23 日（水）13:00	（TACT）	－	
RI24- 講義 7（英語）	2024年 10 月 24 日（木）	（MS Teams）	－	2024年 10 月 7 日（月） ～2024年 10 月 15 日（火）
RI24- 実習 10	2024年 10 月 31 日（木）	東山	10	
RI24- 実習 11	2024年 11 月 1 日（金）	東山	10	
RI24- 実習 12	2024年 11 月 5 日（火）	鶴舞	8	
RI24- 実習 13	2024年 11 月 7 日（木）	鶴舞	8	
RI24- 講義 8（日本語）	2025年 1 月 21 日（火）10:00～2025年 1 月 23 日（木）13:00	（TACT）	－	2025年 1 月 8 日（水） ～2025年 1 月 15 日（水）
RI24- 講義 9（英語）	2025年 1 月 24 日（金）	（MS Teams）	－	
RI24- 実習 14	2025年 1 月 28 日（火）	東山	10	
RI24- 講義 10（日本語）	2025年 2 月 12 日（水）10:00～2025年 2 月 14 日（金）13:00	（TACT）	－	2025年 1 月 29 日（水） ～2025年 2 月 5 日（水）
RI24- 実習 15	2025年 2 月 20 日（木）	鶴舞	8	

X 線講習（第3種）

名称	実施年月日	実施方法・場所	人数	申込期間
X24- 講義 1（日本語）	2024年 4 月 23 日（火）10:00～2024年 4 月 24 日（水）15:00	（TACT）	－	2024年 4 月 10 日（水）
X24- 講義 2（英語）	2024年 4 月 25 日（木）	（MS Teams）	－	～2024年 4 月 17 日（水）
X24- 講義 3（日本語）	2024年 5 月 27 日（月）10:00～2024年 5 月 28 日（火）15:00	（TACT）	－	2024年 5 月 14 日（火）
X24- 講義 4（英語）	2024年 5 月 29 日（水）	（MS Teams）	－	～2024年 5 月 21 日（火）
X24- 講義 5（英語）	2024年 7 月 2 日（火）	（MS Teams）	－	2024年 6 月 19 日（水）
X24- 講義 6（日本語）	2024年 7 月 3 日（水）10:00～2024年 7 月 4 日（木）15:00	（TACT）	－	～2024年 6 月 26 日（水）
X24- 講義 7（日本語）	2024年 10 月 9 日（水）10:00～2024年 10 月 10 日（木）15:00	（TACT）	－	2024年 9 月 25 日（水）
X24- 講義 8（英語）	2024年 10 月 11 日（金）	（MS Teams）	－	～2024年 10 月 3 日（木）
X24- 講義 9（英語）	2024年 12 月 2 日（月）	（MS Teams）	－	2024年 11 月 20 日（水）
X24- 講義 10（日本語）	2024年 12 月 3 日（火）10:00～2024年 12 月 4 日（水）15:00	（TACT）	－	～2024年 11 月 27 日（水）
X24- 講義 11（英語）	2025年 1 月 28 日（火）	（MS Teams）	－	2025年 1 月 16 日（木）
X24- 講義 12（日本語）	2025年 1 月 30 日（木）10:00～2025年 1 月 31 日（金）15:00	（TACT）	－	～2025年 1 月 23 日（木）

機器貸出実績

本館

機器, 数量	貸出先	目的, 内容
《学内貸出》		
電離箱式サーベイメータ ICS-1323 1台 × 1回	保健管理室	エックス線発生装置の漏洩検査のため
電離箱式サーベイメータ ICS-1323 1台 × 1回	生命農学研究科	エックス線発生装置の漏洩検査のため
NaI シンチレーションサーベイメータ TCS-172 1台 × 2回	宇宙地球環境研究所	表示付認証機器輸送時の線量確認のため
低エネルギー X線サーベイメータ (NHC4) No.5 1台 × 1回	環境学研究科	エックス線発生装置の漏洩検査のため

放射線安全管理室からのお知らせ

●本館●

2024年

- 4月 再教育（4月上旬）
1期利用開始（4/1）
- 7月 期末チェック（～7/31）
- 8月 2期利用開始（8/19）
廃棄物集荷（8月下旬）
- 9月 東山地区停電・休館（9/6～9/9）
2023年集荷分廃棄物処分費請求
- 11月 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当
教職員研修（10/28～10/29）
東山地区停電・休館（11/15～11/18）
- 12月 期末チェック（～12/24）

2025年

- 1月 3期利用開始（1/8）
- 3月 施設・設備点検
定期検査・定期確認
2025年度利用申請
期末チェック（～3/27）

（新規利用者説明会は随時予約制で受け付け、開催します。）

●分館●

2024年

- 4月 1期利用開始（4/1）
- 6月 2期実験計画書提出期限（6/7）
- 7月 2期利用開始（7/1）
上半期利用料金等請求
施設・設備点検
- 8月 廃棄物集荷
- 9月 3期実験計画書提出期限（9/6）
床清掃（9/26-27）
- 10月 3期利用開始（10/1）
2024年集荷分廃棄物処分費等請求
- 12月 4期実験計画書提出期限（12/6）

2025年

- 1月 4期利用開始（1/6）
下半期利用料金等請求
- 2月 施設・設備点検
- 3月 2025年度実験計画書提出期限（3/7）
再教育講習会
床清掃（3/27-28）

（分館利用説明会と時間外利用責任者講習会は随時予約制で受け付け、開催します。）

『名古屋大学アイソトープ総合センター運営委員会』委員名簿

令和6年3月1日現在

所 属 ・ 職 名	氏 名
セ ン タ ー 長	柴 田 理 尋
理 学 研 究 科 ・ 講 師	出 口 和 彦
医 学 系 研 究 科 ・ 教 授	清 井 仁
工 学 研 究 科 ・ 教 授 原 子 力 委 員 会 委 員 長	山 澤 弘 実
生 命 農 学 研 究 科 ・ 准 教 授	今 井 貴 規
環 境 学 研 究 科 ・ 准 教 授	植 村 立
情 報 学 研 究 科 ・ 准 教 授	青 木 撰 之
環 境 医 学 研 究 所 ・ 准 教 授	増 田 雄 司
分 館 長	長 縄 慎 二
コバルト60照射施設利用委員会委員長 工 学 研 究 科 ・ 教 授	瓜 谷 章
放 射 線 安 全 委 員 会 委 員 長 アイソトープ総合センター ・ 教 授	柴 田 理 尋
アイソトープ総合センター ・ 准 教 授	小 島 康 明
アイソトープ総合センター ・ 准 教 授	加 茂 前 健
理 学 研 究 科 ・ 准 教 授	吉 岡 泰
生 命 農 学 研 究 科 ・ 准 教 授	上 野 山 賀 久
アイソトープ総合センター ・ 講 師	杉 田 亮 平

編集後記

「アイソトープ総合センター新館」と呼ばれていた建物の取り壊し工事が始まったことを第72号の編集後記で書きましたが、いまはその場所で新しい建物の建設作業が進んでいます。この原稿を執筆している時点では全体が工事用シートに覆われているため、外観を見ることはできませんが、アイソトープ総合センターのRI実験棟と比べてだいぶ背の高い建物のように、迫力を感じます。5月供用開始という看板が立っていますので、本号ができあがる頃には姿を見せてくれることでしょうか。そういえば、中央図書館前の第2グリーンベルトでも巨大なクレーンを使って大規模な工事が行われています。こちらはまだ全貌は見えませんが、大通りから見える大学の顔ともいえる場所の風景が一変しそうです。

トレーサー編集委員

委員長	柴田	理尋
幹事	小島	康明
	近藤	真理
	中村	嘉行
	前田	敦子

Tracer 第75号

令和6年3月28日 発行
編集発行

名古屋大学アイソトープ総合センター
〒464-8602 名古屋市千種区不老町
電話 〈052〉789-2563
FAX 〈052〉789-2567
E-mail: isotope@t.mail.nagoya-u.ac.jp