

- トップコラム／愛媛大学 客員准教授 増田 晴造
- 未踏の原子核世界を開拓する／〔シリーズ3〕
新同位元素の発見と核図表の拡大
- 医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る／〔その4〕
放射線業務従事者管理とチーム医療としての対応
- お願い／未返却のバッジに関する代金のご案内
- お知らせ／日本保健物理学会 第53回研究発表会
- お知らせ／2020年 製薬放射線研修会(第22回製薬放射線コンファレンス総会)



増田 晴造

退職前に私が取組んだこと

私は1976年4月、新設された愛媛大学医学部放射性同位元素研究施設(RI施設)に就職しました。それから36年間放射線安全管理に従事し、定年2年前にRI施設屋上の排気設備の老朽化の問題が浮上しました。私は大学に排気設備の改修を要望しましたが、改修費用は高額であり、施設利用者数は少ない事情もあって、要望は容易には受け入れられそうにありませんでした。しかし、RI施設は医学の研究のために必要ですので、総合科学研究支援センター長と相談し、RI管理室が放射線管理業務を行うと共に大学等の放射線教育も行うことで、排気設備の改修を認めていただくという案が出てきました。この提案は大学当局から好意的に受け止められ、排気設備の改修だけではなく、将来のために施設全体の改修をする許可が下りました。

放射線教育を推進するため、2013年4月に全学組織としての放射線教育支援室が設置されました。放射線教育支援室の目的は、RI施設の人材や器材を利用して大学内外で放射線教育を行い、放射線についての正しい知識を広めていくことです。私は初代の支援室長に就き、室員は各部署の主任者が兼務し、それぞれ自分達の部署の学生への放射線教育を実施することになりました。支援室の活動として私が考えたのは、本学学生への放射線教育のほか愛媛県内の小・中・高校の教員と看護師への放射線教育でした。学校教員に対しては、2013年度に教員免許更新講習の中に放射線に関する講座を開設しました。この講座への教員の関心は高く、定員30名を満了す参加者がありました。講習は、開始年度より現在まで7年間毎年開催しています。県内の看護師に対しては、2014年に「看護師のための放射線講習会」を病院放射線部のスタッフと一緒に開催しました。し

かし、この計画はうまくいきませんでした。参加者が非常に少なく、知り合いの看護師に参加を依頼する有様でした。看護師は非常に多忙で、一日がかりの講習会にはなかなか参加出来ないということでした。そのため、2015年度からは県内の看護学生対象の講習会に切り替え、各専門学校に開講の案内状を出しました。講義内容は、放射線について、放射線の人体への影響と防護、病院における放射線の安全管理、医療における放射線の利用、また実習内容は霧箱観察、GMサーベイメータによる測定等、更に付属病院のホールボディカウンターの見学会も実施しました。講師はRI施設の管理者と病院の医師や放射線技師が務めました。講習会には46名の学生が参加し、大変盛況でした。引率の教員からは、大学の専門家による高価な機器を用いての授業は、学生達にとって大変貴重な体験だった等の回答をいただきました。その後も講習会は毎年開催し、多くの専門学校生が参加しています。

RI施設の改修工事の課題は、学位審査を控えている大学院生のためにも、彼等が実験出来ない期間を出来るだけ短くすることでした。そのため、管理区域を残した状態で改修工事を行いました。2014年11月に原子力規制委員会より新しい施設の承認証が交付され、工事関係者の教育訓練と健康診断、施設の汚染検査と除染、RI廃棄物の日本アイソトープ協会への最終的な引渡し等を終えて、2015年1月半ばから改修工事は始まりました。そうして関係者の懸命な尽力により作業は急ピッチで進み、2015年5月7日に施設使用開始の日を迎えることが出来ました。新施設は、床面積は減少しましたが、専用の学生実習室や将来PETを設置できる研究室も設置しました。

私は、定年後も3年間大学に残り施設の管理運営や教育の仕事に従事し、2017年3月に退職しました。現在は愛媛大学の非常勤講師として学生等の放射線教育に関わっています。また、愛媛県発行の愛媛原子力だより「そいゆ」において、放射線についての教育欄を監修しており、ネットでも掲載されています。自由に閲覧が出来ますので、ぜひご覧ください。

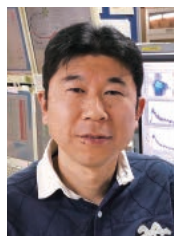
.....
ますだ せいぞう (愛媛大学 客員准教授)

プロフィール●1949年愛媛県生まれ。1974年愛媛大学理学部卒業。1976年愛媛大学医学部共同研究室放射性同位元素施設職員、同大学総合科学研究支援センター助教、学術研究支援センター特命准教授、2017年3月同大学退職。現在愛媛大学や専門学校等の非常勤講師。在職中は、日本アイソトープ協会放射線取扱主任者部会中国・四国支部委員、大学等放射線施設協議会常議員等を務めた。2007年文部科学大臣表彰(放射線安全管理)、医学博士。

未踏の原子核世界を開拓する

【シリーズ3】新同位元素の発見と核図表の拡大

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター RIビーム分離生成装置チーム 福田 直樹



原子核には安定な原子核(約270種類)と不安定な原子核が存在し、その総数は約7,000とも約10,000とも言われています。そのうち現在までにその存在が確認されているものは約3,200種類しかありません。原子核の構造と性質を根本的に理解し、また多くの謎に包まれた元素の起源を解明するためには、残された未知の原子核を作り出して調べることが必要です。そこで今号では、理研RIBFで進められている新しい原子核の生成(新同位元素探索)について紹介します。

1. 新同位元素の探索実験

不安定原子核(RI)の生成は原子核同士の衝突(反応)を用いて行われます(4月号参照)。RIの生成率は、同じ元素の同位体で比較する場合、中性子(陽子)が過剰な側では中性子(陽子)の数が多くなるほど小さくなります。これは、

図に示した核図表で見ると、黒色で示した安定な原子核から離れた位置にある原子核ほどその生成率が小さく、それゆえ生成が難しくなることを意味します。灰色で示された未知の原子核は安定原子核から遠く離れていて生成がとても困難であることがわかります。RIBFでは、加速器から供給される大強度の重イオンビームと、生成された原子核を高効率で

収集・分離し、正確に同定するBigRIPSを活用することで、これまで生成不能だった原子核の生成を可能にしました。

では、RIBFの新同位元素探索実験について紹介しましょう。RIBFで最初に発見された新同位元素は2007年にウランビームの飛行核分裂により生成されたパラジウム125 (^{125}Pd)と ^{126}Pd の2種です。この実験はRIBFにおける最初の実験でもありました。稼働開始直後のため、加速器から供給されるウランビームの強度は最終目標値の約10万分の1で、1秒あたり約1億個でしたが、この発見はRIBFのRI生成能力が世界最高性能であることを証明するものとなりました。その翌年の2008年には、ウランビームの強度を2007年時の約50倍まで増強、加えてBigRIPSのRIビームの収集・粒子識別能力の高度化を実現し、わずか4日間の実験で中性子が過剰な45種の新同位元素の発見に成功しました。その後も装置と技術の高度化を重ね、2018年には、キセノン

124ビームの入射核破砕反応を用いた陽子過剰な新同位元素の発見を含む73種の新同位元素発見について論文発表しました。これらの他、r過程元素合成(3月号参照)に関係する中性子過剰核の寿命測定実験、クリプトン78や亜鉛70、カルシウム48ビームを使った新同位元素探索実験などで発見されたものを合計すると、現在までに141種の新同位元素を発見したことになります(図)。図中の左上に1910年以降、日本、英国、米国、ロシア、ドイツ各国で新同位元素がどのくらい発見されてきたかを示しました。2007年のRIBF稼働によって、2010年以降の新同位元素の発見競争では日本がトップランナーであることがわかります。

2. 原子核の束縛限界を探る

図の核図表上、**オレンジで囲んだ領域**(中性子数20、陽子数8近傍)に注目してみましょう。未知の原子核(灰色)が描かれていない(存在が予想されていない)ことに気づくと思います。原子核は、陽子と中性子の個数のバランスが偏るとい

ずれ原子核として存在できなくなる(束縛できなくなる)ことを3月号でお話ししました。実は、この領域の原子核はその境界あるいはその境界近くまで既に到達しているのです。私たちはこの境界線を「ドリップライン」と呼んでいます。図中右下の拡大図に示した青線は中性子が過剰な側の束縛限界を与えるもので「中性子ドリップライン」と呼ばれて

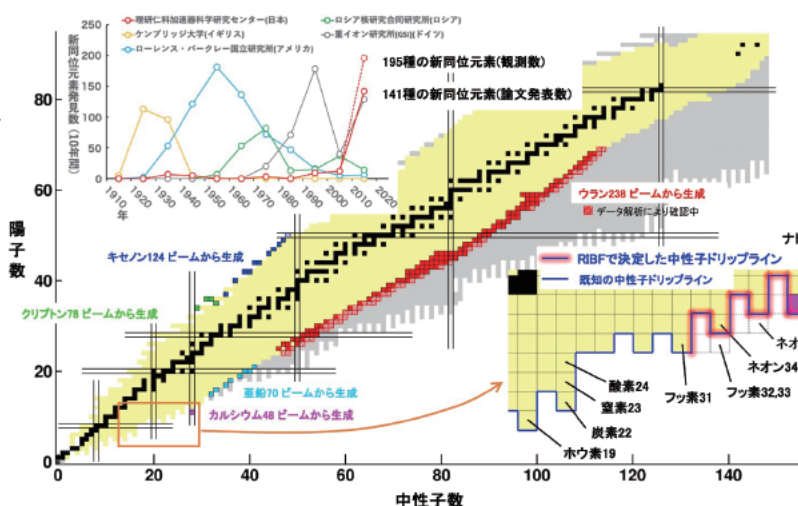


図 これまでに理研RIBFで発見された新同位元素生成に用いた重イオンビームの種類ごとに色分けをして示した。データ解析による最終確認中のものを含めると総計195種におよぶ。

います。これまで実験的にわかっている中性子ドリップラインは約20年前に証明された酸素(陽子数8)の同位体まででしたが、最近RIBFで実施された実験により、フッ素(陽子数9)とネオン(陽子数10)について、それぞれフッ素31とネオン34より中性子を多く持つ同位体が存在しないことが証明され、中性子ドリップラインが確定されました。20年ぶりに核図表の境界線が更新されたのです。

この約10年間でRIBFにより核図表の既知の領域が拡大されました。それでも尚、約4,000種以上の未知の原子核が存在すると考えられています。今後、RIBFでは、加速器システムやBigRIPSの高度化をさらに進め、この未踏の領域の開拓へ挑戦していきたいと考えています。

次号では、RIBFの今後、世界で建設が進められている次世代型RIビーム施設を紹介し、原子核世界のフロンティア開拓の将来について展望します。

医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る

[その4] 放射線業務従事者管理とチーム医療としての対応



群馬パース大学 保健科学部 放射線学科 教授 渡邊 浩

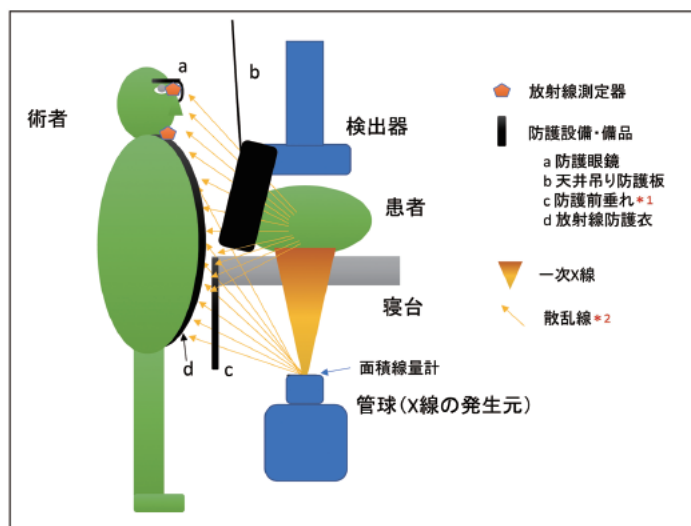
医療における放射線利用は拡大しており、放射線科医や診療放射線技師だけでなく、様々な診療科の医師や看護師等も放射線業務従事者としての管理が必要になっていきます。例えば、内視鏡にX線装置を設置している病院では内視鏡的逆行性胆道膵管造影 (Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography, ERCP) 検査を行うことがありますが、この検査の防護を的確に行わないと医療被ばくが増大するだけでなく、職業被ばくも線量限度を超える可能性があります。等価線量限度の引き下げが予定されている水晶体も課題ですが、看護師の実効線量も注意しなければなりません。ERCP検査を受ける患者の状態が悪いと患者の介助を行う看護師の介助回数と時間が増えます。特に、女性の放射線業務従事者の実効線量限度は「5mSv/3月」となっており、イレギュラーな線量増加があるとすぐに危険水域の被ばく線量レベルに達してしまいます。そのため、放射線管理者は毎月の線量をチェックするとともに基準線量を設け、それを超えた場合には線量測定サービス会社から迅速に報告してもらうシステムを利用することが重要です。測定器を配布した放射線業務従事者から回収し、線量測定サービス会社に送付し、線量結果が出るまでには最低でも1か月程度かかります。この間にも当該放射線業務従事者は、同じように放射線診療やその介助業務についているわけですので、同様に被ばく線量が増えて

いきます。気が付いた時には線量限度を超えていたということになりかねません。また、同様に線量限度を超えないようにするためには、看護師だけでなく、ERCP検査を実施している医師についても研修を行ってスタッフ全体の職業被ばくの低減を啓発することが必要になります。

また、今回の法改正の実施見通しがついたとされたのは、適切な放射線防護方策が的確に実施できればということが前提になっています。水晶体の線量をより正確に測定するために被ばく線量が多い医師等は、防護眼鏡の内側に新たな放射線測定器を着用することが必須になると考えられています。「法令だから放射線測定器を着ける、防護方策を的確に行え」という印象を医師等に与える可能性がありますので、医師自ら放射線測定器を着用し、線量低減に向かうように関係者が連携して対策を講じる必要があると考えています。

そのためには、今回の法改正は術者である医師等の健康をまもるためであることと自らの線量低減が患者の医療被ばくや周囲の看護師等のスタッフの線量低減に繋がることを理解してもらうことが必要と考えています。

図にInterventional Radiology (IVR) 施行時の放射線防護例 (アンダーチューブの場合) を示しました。放射線防護方策は多岐に渡っています。設備・備品的な放射線防護方策は天井から吊り下げるタイプの防護板、防護眼鏡と放射線防護衣等です。IVR術者の被ばくの主体は、X線装置から照射される一次X線ではなく、一次X線が患者に照射された後、患者から生じる散乱線です。また、患者の放射線被ばくや照射線量を測定するための面積線量計がX線装置の管球側に装着されますが、一次X線が面積線量計等に照射された後の面積線量計等からの散乱線からも術者は被ばくします。つまり、大きく分けて2方向からの散乱線を的確に防護しなければ、術者の線量が高くなり線量限度を担保できなくなります。そのため防護板 (図のb) を適切に配置しなければ散乱線を上手に防護できません。患者からの散乱線が主であることが理解されていないために、勘違いして防護板を配置している例も生じています。また、管球側からの散乱線を防護するために、患者寝台に防護前垂れ (図のc) を垂らして防ぐ必要があります。



*1: 使用される名称は様々です。

*2: 図では散乱線で被ばくすることを分かりやすくするため防護設備・備品の効果を反映していません。

図 IVR 施行時の術者の放射線防護例 (アンダーチューブの場合)

を照射するパルス透視があり、このレートを必要最低限に引き下げることが必要です。IVR術者は患者の放射線被ばく線量の最適化 (低減) も行う必要があり、検出器を患者に近づける、管球を出来るだけ患者から離す、適宜撮影角度を変えていつも同じ皮膚が照射されないように出来るだけ配慮する、ならびに照射野を適切に絞る等のことに配慮する必要があります。さらに、線量管理目標値 (通常2~3Gy) の運用等、多くのことが今回の法改正で明確になりました。このようにIVR術者である医師が治療以外に配慮すべきことが多いです。医療において放射線業務従事者の職業被ばく限度を遵守できるようにするためには、診療放射線技師の放射線防護に関する知識と技術を利用することや看護師を含めたチーム医療としての対応が必要不可欠になっていると考えています。

お 願 い

未返却のバッジに関する料金のご案内

(お問い合わせ: お客様サポートセンター)
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

当社のバッジは、お客様の被ばく線量を測定するために貸し出しており、返却後は再利用しております。そのため、着用期間終了後7ヶ月を経過してもご返却されないバッジについては、「未返却バッジ料金」として別途請求させていただきます。速やかにご返却ください。また、退職者のバッジも忘れずにご返却願います。

■未返却バッジ料金

バッジタイプ	未返却バッジ料金/個
SGタイプ	1,500円
KGタイプ	2,000円
NGタイプ	2,000円
Rタイプ	1,000円

(消費税別)

お知らせ

日本保健物理学会
「第53回 研究発表会」

大会長: 山西弘城 (近畿大学原子力研究所)

第53回研究発表会を以下の日程で開催いたします。会場は、「リゾートのような解放感に満ちたシティホテル」です。関西の学会員が一丸となって準備を進めています。放射線防護アンブレラ事業関連報告や放射線安全分野の実務者のためになるワークショップなど魅力ある企画セッションも計画しています。活気あふれる大阪で、議論の花を咲かせましょう。奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

◆会 期:

2020年(令和2年)6月29日(月)～6月30日(火)

◆会 場:

シティプラザ大阪～HOTEL&SPA～
〒540-0029 大阪市中央区本町橋2-31

◆お問い合わせ:

日本保健物理学会第53回研究発表会 事務局
近畿大学原子力研究所 内
E-mail: jhps53@jhps.or.jp

※詳しくはホームページをご覧ください。

<http://www.jhps.or.jp/jhps53/index.html>

2020年製薬放射線研修会

〔第22回 製薬放射線
コンファレンス総会〕

◆会 期: 2020年6月11日(木)、12日(金)

◆会 場: 大田区産業プラザPiO 3F特別会議室
(東京都大田区南蒲田1-20-20)

●1日目 6月11日(木)14:00～16:00

・見学会 湘南ヘルスイノベーションパーク

●2日目 6月12日(金)10:30～17:30

・総 会 PRC活動報告等

・研修会

特別講演「放射性同位元素等規制法関連の最近の動向
(仮題)」原子力規制庁担当官招待講演1「PETによる生体機能計測ーミトコンドリア計測
を目指してー」塚田秀夫(浜松ホトニクス)招待講演2「リスクコミュニケーションの基礎(仮題)」
西澤真理子(リテラジャパン)施設紹介「放射線使用施設レンタルラボの紹介(仮題)」
ボゾリサーチセンター、
湘南ヘルスイノベーションパーク 各担当者・交流会 大田区産業プラザPiO 4Fレストラン「コルネット」
(18:00～20:00)参加申込: <http://www.web-prc.com/>よりお申込みください。
見学会の参加には研修会の事前申込が必要です。
事前申込締切日: 5月29日(金)

編集後記



この時期に見頃となる花「ネモフィラ」をご存じでしょうか？春らしく青い色をして

おり、全国各所のネモフィラ畑で見ることができます。弊社がある茨城県では国営ひたち海浜公園がネモフィラ畑として有名です。毎年4月下旬～5月上旬頃に見頃となり、辺り一面青一色に染まり、青空と溶け込んだような景色を鑑賞することができます。

ます。私も国営ひたち海浜公園へは以前行ったことがありますが、その時は残念ながら見頃を過ぎておりました。ぜひ今度は見頃の時期に合わせて行ってみたいと思っています。ゴールデンウィーク中にご予定がない方はこの機会に近場のネモフィラ畑へ行ってみてはいかがでしょうか。色鮮やかな景色で気持ちもリフレッシュできること間違いなし！

(S.I.)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は

本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931NLだより No.509
2020年(5月号)

毎月1日発行 発行部数: 40,200部

発 行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諏訪 C22 街区 1
の場 洋明
発行人