

- トップコラム／岡山大学 中性子医療研究センター 准教授 花房 直志
- 未踏の原子核世界を開拓する／〔シリーズ2〕
超伝導RIビーム生成分離装置「BigRIPS」
- 医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る／〔その3〕
職業被ばくの基礎と法改正の概要
- お願い／ご連絡の際は、事業所番号を!
- お年玉クイズ／当選者発表

ト
ツ
ブ
コ
ラ
ム
220



花房 直志

選ばれなかった道

筆者は昨年度、日本アイソトープ(RI)協会が主催する令和元年度放射線安全取扱部会年次大会に実行委員長として参画しました。年次大会は、部会員間の交流と研鑽を目的として毎年開催されるものですが、今大会では倉敷を開催地とし、大原家の業績を幾つか紹介しました。大原美術館を創設したことで有名な大原家の人々ですが、企業家の顔の他に、多くの社会貢献事業も行なっています。特筆すべきは、その多くが現在も活動を継続している事です。未来を見据えた洞察力の賜物です。倉敷では有名ですが、もっと全国に知っていただければと思います、大原総一郎氏の言葉による大会テーマ「現在と過去を整理するのは、未来のためだ。」を含めて年次大会で紹介させていただきました。

筆者がこの業界と縁を持ったのは、当時の岡山大学アイソトープ総合センターに奉職した事が始まりです。当時の記憶として今でも思い出されるのは、就職先を報告した時の家族の批判的な言動でした。いわゆる「放射能アレルギー」による言説で、本心ではなく軽口的なものでしたが、鬱々とした気分になったのは確かです。その時、放射線の利用に批判的な世論の雰囲気によって、社会に一体どれほどの損失や不利益がもたらされているのかと思い、これを是正するのは大事な仕事だと考えました。放射線の正しい理解を目指すRI協会の活動と同じです。

一教員としては、できることは教育の場での地道な放射線教育しかありません。今も機会ごとに、環境放射線レベルの低線量被ばくの影響などについて紹介し、少しでも放射能アレルギーの解消にと努めています。

一研究者としては、最近ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)に関わるようになって、BNCTの適用の広がりによって、放

射能アレルギーの解消ができるかもと考えています。原子炉中性子源の利用が現実的でないので、現在は加速器中性子源を利用したBNCTの開発が行われていますが、もし原子炉の規制のあり方が違っていたら、病院ごとに原子炉が置かれて、エネルギーの供給に加えてBNCT用の中性子も提供されるような社会が実現していたかもしれません。「開放された世界」という古典的SFで描かれた世界観ですが、「選ばれなかった道」としてあり得た、もう一つの現在でもあります。BNCTの研究の進展はこの道に繋がり、放射能アレルギー解消への一番の近道となるかもしれません。

一個人としては、健康寿命を全うすることを考えています。あの業界にいたから早くになくなったと言われるのは本意でしかたがありません。そのため最近健康に気を使うようになりました。放射線教育の場でも酒(130日)やタバコ(2250日)に比べて医療X線被ばく(6日)による寿命短縮効果は小さい事等を紹介していますが、それらを避けると共に、寿命延長効果のある運動を行っています。具体的にはウォーキングと水泳です。ウォーキングは10年、水泳は2年と継続期間は違いますが、いずれも健康にはとても良い運動のようです。是非お勧めしたいのですが、論拠としてこれらの運動が持つ相乗効果が挙げられます。「水泳を始めてから禁煙できた。」といった寿命短縮効果の解消が一例です。参考にした本では、種々の相乗効果で30年もの寿命の差がつくとのことでした。美味しいビールが飲みたくてウォーキングを始めたにも関わらず、現在飲酒習慣を断っている著者には腑に落ちる内容です。事故等避けられないものもありますが、できれば「あの人は放射線の仕事をしていたのに九十まで健康に生きた。」と言われたいとと考えています。

先の大原総一郎氏の言葉には生産性の向上(業務改善)を化学反応に例えたものがあります。化学反応を起こすにはかき混ぜなければなりません。かき混ぜる(発信し続ける)ことにより、最終的には放射線の正しい理解へ向けて、お役に立てればと思います。

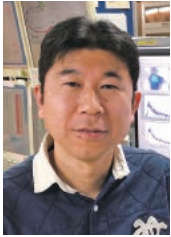
はなふさ ただし (岡山大学 中性子医療研究センター 准教授)

プロフィール●1989年3月岡山大学大学院自然科学研究科修士・学術博士、三菱化成生命科学研究科特別研究員を経て、岡山大学アイソトープ総合センター助手、改組により同自然科学研究支援センター助手(助教に名称変更)の准教授。現岡山大学中性子医療研究センター准教授。2004年より2年間米国アルバートアインシュタイン医科大学研究員。2018年度より日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会中国・四国支部支部長。専門は腫瘍免疫学、放射線安全管理学。

未踏の原子核世界を開拓する

〔シリーズ2〕超伝導RIビーム生成分離装置「BigRIPS」

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



前号では、原子核物理や宇宙元素合成に関する実験的研究を進めていく上で不安定な原子核(放射性同位元素)が重要な役割を演じていることを紹介しました。今号では、この分野で世界をリードする理研RIビームファクトリー施設とその中核を担う超伝導RIビーム生成分離装置「BigRIPS」についてお話しします。

1. RIビームファクトリー (RIBF)

RIBFは埼玉県和光市にある理研仁科加速器科学研究センターが有する重イオン加速器施設です。水素からウランまでの全元素の放射性同位元素(RI)を世界最大強度のRIビームとして発生させることができます。当施設は、RIビーム発生施設とRIビームを用いて多角的な研究・利用を行う基幹実験装置群で構成されます。RIビーム発生施設は、加速器を多段階に組み合わせて重イオンを加速する加速器群と超伝導RIビーム生成分離装置(BigRIPS)(図1)からなります。RIBFは、従来の施設に比べ卓越した性能を持ち、これまでに生成不能だったRIも生成することができます。

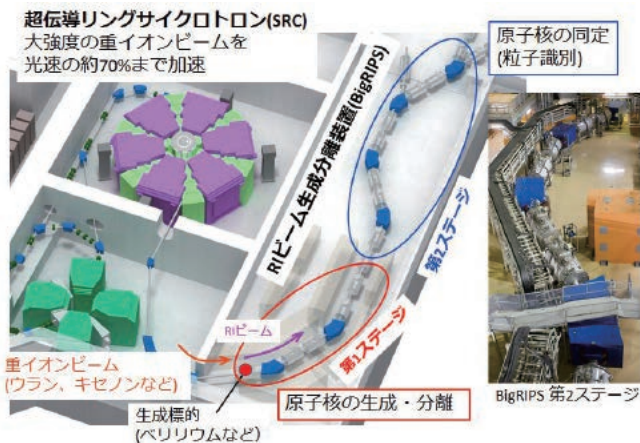


図1 超伝導RIビーム生成分離装置「BigRIPS」

2. 不安定原子核を生成・分離・同定する

RIビームの生成・分離方法についてお話しします。ウランやキセノン、カルシウムなどを加速したビームをベリリウムなどの標的に当てると、ビームの原子核と標的の原子核が衝突して、ウランなどの原子核が核分裂したり一部が剥ぎ取られたりして壊れ、さまざまな原子核が含まれるRIビームとなります。原子核物理の実験では、RIビームに含まれる原子核の中から研究対象となる特定の陽子数・中性子数をもつ原子核を選び出し(分離し)、同定する必要があります。図2は分離の原理を窒素21の場合を例にとり示したものです。分離には2台の磁石とスリット(細い隙間)、およびエネルギー減衰板を用います。まず1段目の磁石とスリットでRIビーム

に含まれる原子核が磁石の磁場を通るときの曲がりにくさ(磁気剛性 $B\rho$)を選びます。 $B\rho$ は、質量数 A (=陽子数 Z +中性子数 N)と陽子数の比(A/Z)に速度を掛けた値に比例しますが、生成されたRIビームの速度はほぼ一定なので、 $B\rho$ を選択することで特定の A/Z をもつ原子核だけを分離することができます。ただし、異なる原子核でも等しい A/Z を持つ原子核は同一軌道を描くため、スリットを通過してしまいます。例えば、酸素24($A=24, Z=8$)、窒素21($A=21, Z=7$)、炭素18($A=18, Z=6$)はいずれも $A/Z=3$ なので同じ軌道となります(図2)。そこで、1段目のスリットを通過した後、RIビームをエネルギー減衰板に通し、 Z の違いによるエネルギー損失(速度損失)の違いを利用して2段目の磁石とスリットでさらなる分離(窒素21の分離)を行います。

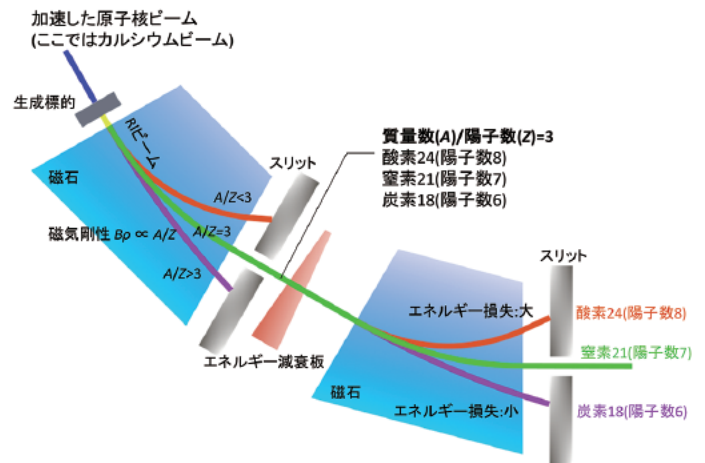


図2 特定の原子核(窒素21)を生成・分離する原理

3. 超伝導RIビーム生成分離装置「BigRIPS」

前述した原理に基づいてRIビームを生成・分離する装置がBigRIPSです。BigRIPSの特徴の一つは、大きな角度や運動量の拡がりをもつRIビームを効率良く収集するために、ビームの収束に用いる四重極磁石に超伝導磁石を採用し大口径を実現していることです。もう一つの特徴は、生成・分離を行うステージ(第1ステージ)に加えて、粒子を同定(粒子識別)するための専用ステージ(第2ステージ)を持つことです(図1)。第2ステージでは、 $B\rho$ やエネルギー損失量、速度を測定することで、第1ステージで生成・分離された原子核一つ一つを正確に同定することができます。BigRIPSが持つこれらの特徴のおかげで、約1,000兆回の衝突でわずか数個しか生成されない原子核でも収集・分離し、同定することができるのです。

次号では、BigRIPSで得られた最近の研究成果を紹介しながら原子核世界のフロンティア開拓の最前線についてお話しします。

医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る

[その3] 職業被ばくの基礎と法改正の概要



群馬バース大学 保健科学部 放射線学科 教授 渡邊 浩

ここ数年は医療被ばくと職業被ばくに関する法令や施行規則の改正(以下、改正法)が相次ぎます。そこで、前々号から4回シリーズでこれらの法改正に関する概要をお伝えしており、今回は職業被ばくについて法改正の概要等についてご紹介いたします。

職業被ばくとは、放射線や放射性物質を職業として扱うこと等によって生ずる放射線被ばくのことを言います。原子力発電所、非破壊検査、研究ならびに放射線診療等の現場で働く方々が主たる対象になります。医療では放射線診療を実施する診療放射線技師、放射線科医ならびに一般診療科医師および放射線診療を介助する看護師等が具体的な対象者です。放射線の利用は拡大ならびに高度化しています。これに伴って術者である医師の被ばくも多くなっています。このような状況の中、国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection, ICRP)の勧告を受けてわが国においても、現行法令の水晶体の等価線量限度である1年間に150mSvを「5年間の平均で20mSv/年かついずれの1年間においても50mSvを超えない」という新しい等価線量限度へ引き下げられる予定です。

水晶体の新等価線量限度を超える放射線業務従事者が多いのは医療です。「水晶体の線量限度引き下げに関する検討会」(以下、水晶体に関する検討会)の報告書によれば、2016年度の約50.3万人の放射線業務従事者のうち、水晶体の等価線量が年間20mSvを超えているのは、約2,400人でそのほとんどが医療分野となっています。割合で言うと約0.5%です。ちなみに医療分野以外で年間20mSvを超えているのは15人だけです。したがって、法改正に伴う水晶体の等価線量限度の引き下げで最も課題となるのは、医療分野ということになります。医療分野以外では放射線業務従事者が等価線量限度を超えそうな場合には、労働者を柔軟に増員して一人あたりの線量を低減することが可能です。しかし、医療の場合、特に医師の場合は柔軟に増員することが困難な場合がほとんどです。つまり、「十分な放射線防護を行っても、なお高い被ばく線量を眼の水晶体に受ける可能性のある労働者(医療の場合主に医師)」をどのように線量限度を担保できるようにするかが課題となりました。ただし、水晶体に関する検討会において、適切な放射線防護方策を的確に実施できれば、水晶体の新たな線量限度が適用されても、従来と同等のIVR等の件数を実施できる見通しがついたとされました。詳細につ

いては本シリーズの2月号の本原稿あるいは関連資料でご確認ください。

今回の法改正では水晶体の等価線量限度の引き下げに焦点があたっていますが、健康診断についても変更される可能性があることに留意する必要があると考えています。水晶体に関する検討会の報告書によれば、「眼の水晶体に受ける等価線量が、継続的に1年間に20mSvを超えるおそれがあるなど、十分な放射線防護を行っても、なお高い被ばく線量を眼の水晶体に受ける可能性のある労働者は、健康診断の項目の白内障に関する眼の検査の省略(電離則第56条第3項)は認めないことが適当である。また、必要に応じて散瞳による水晶体の観察を伴う検査等を行うため、当該労働者に対する健康診断の項目の白内障に関する眼の検査(電離則第56条第1項第4号)は、眼科医により行われることが望ましい。」とされており、該当する放射線業務従事者がいる可能性のある事業所は注意が必要です。

このような現状を踏まえて、厚生労働省は2019年11月1日付けで「放射線業務従事者等に対する線量測定の徹底及び眼の水晶体の被ばくに係る放射線障害防止対策の再周知」基安発1101第1号を通知しました。また、厚生労働省は、労働基準監督署と都道府県等(保健所)との連携を図ることとしています。これに伴って、医療法に基づく立入検査において、放射線測定器着用状況や放射線防護方策の運用状況が、重点的に確認される可能性が高いと考えています。

医療、特にX線透視を伴う放射線診療の場合には、X線診療室の中で医療行為やその介助を行う医療従事者は、放射線防護衣(プロテクター)を着用することになります。そのため必ず不均等被ばくになります。医療における放射線防護衣を着用した時の不均等被ばくの場合には、放射線防護衣で防護していない頭頸部と放射線防護衣で防護している体幹部について、それぞれ放射線測定器を着用して測定することが必要です。頭頸部用と体幹部用を逆に着けてしまう方や両方を放射線防護衣の同じところに着けてしまう方がおります。これらの着用方法ですと正しい職業被ばくの評価になりませんので、きめ細やかに啓発していくことが肝要と考えています。法改正後は水晶体の等価線量が高くなる放射線業務従事者の場合には、水晶体専用の放射線測定器を着用していただく必要が生じると考えられていますので、放射線管理者と放射線業務従事者の啓発を行うとともに医療機関全体の理解が求められています。

お願い

ご連絡の際は、事業所番号を!

(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

バッジの追加や取消などをお電話で依頼される場合には、最初にお客様の**事業所番号**をお伝えください。

当社では、**お客様の事業所情報**は「**事業所番号**」を、ご着用者の個人情報には「**個人番号**」をキーとして管理しております。事業所番号を先にお知らせいただけますとスムーズにお問い合わせやご依頼事項に対応できます。

また、ご着用者を取り消す場合や以前着用されていた方を復活する場合にも、個人番号がわかりますとミスを防ぐことができ、より正確なバッジサービスを提供することができます。

事業所番号は「**登録変更依頼書**」「**外部被ばく線量測定算定報告書**」の**左上**、「**請求書**」の**右上**に記載しております。ご連絡の際には、今一度ご確認くださいませよう願ひ申し上げます。

お年玉クイズ 当選者発表

NLだより1月号「お年玉クイズ」へご応募ありがとうございました。総数434通、うち正解者数407通(A賞99通、B賞142通、C賞166通)で各賞の中から厳正な抽選の結果、下記の方々が当選されました。おめでとうございます。当選されなかった方は、来年もまたご応募お待ちしております。

答え ③ 303

A賞
1名様



プロジェクター付
シーリングライト/スピーカー
(ポップインアラジン)

当選者
東京都 五十嶋 様

B賞
2名様



加湿空気洗浄機 (F-VC70XS)
(パナソニック)

当選者
群馬県 澤田 様
兵庫県 堂野 様

C賞
5名様



POCKETALK (W)
(ソースネクスト)

当選者
神奈川県 若松 様 神奈川県 浜崎 様
千葉県 金子 様 千葉県 池田 様
神奈川県 木羽 様

*編集担当から:例年同様、**重複応募**、商品名、および氏名の**記入もれ**は、残念ながら無効票といたしました。今回は特に氏名が無いハガキが多く目立ちました。勿体ない!

編集後記



教育の現場では4月から新年度がスタートし、新たに放射線教育を受ける生徒も多いかと思ひます。学校での十分な放射線教育がない時代に育った多くの方には、放射線が正しく理解されず、必要以上に恐れたり、間違った考えや放射能アレルギーを持ってしまふことがあります。トップコラムのお話の中にありました放射線の正しい

理解は、教育・研究及び行政機関が協力して取組む必要があると思ひます。

ところで、4月といえば桜、花見の季節ですが、日本最古の桜をご存じですか。山梨県北杜市実相寺境内にある山高神代桜は、日本三大巨桜の一つで、樹齢が約2000年のエドヒガンザクラです。石囲いと盛り土により樹勢が悪化し、枯死の危機が一時ありましたが、それを乗り越えて今は綺麗な花を咲かせています。(T. 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.06-6541-0931

NLだより No.508
2020年〈4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