

日本アイソトープ協会の果たしてきた役割と 放射線・RI利用の将来展望

出席者

田野井 慶太郎 氏：東京大学大学院農学生命科学研究科

飯本 武志 氏：東京大学環境安全本部

羽場 宏光 氏：理化学研究所仁科加速器科学研究センター

渡部 浩司 氏：東北大学サイクロترون・ラジオアイソトープセンター

山田 崇裕 氏：近畿大学原子力研究所

司会

二ツ川 章二 氏：前 *Isotope News* 編集委員長

【2020年12月25日（金）オンライン開催】

二ツ川（司会） 本日は、お忙しい中、「創立70年記念座談会、日本アイソトープ協会の果たしてきた役割と放射線・RI利用の将来展望」にご参加いただきありがとうございます。

1950年、協会の創立者である仁科先生に米国から ^{125}Sb が寄贈され、戦後途絶えていたアイソトープ利用が再開されることになりました。翌年、民間貿易が開始、研究者の連絡、一括購入による事務の簡素化、価格の低廉化、知識・技術の普及の必要性から、放射性同位元素協会が任意団体として発足しました。社団法人を経て、現在、公益社団法人日本アイソトープ協会として、駒込、川崎、滝沢、市原の事業所で、100名を超えるスタッフが事業を展開しています。

70歳は人間に例えれば古希です。この変遷の激しい時代で、70年間、それもアイソトープ一筋で事業を続けてこられたのは、業務を遂行してこられた皆様の努力があってではないかと考えます。

本日は、アイソトープ協会の活動にご貢献いただき、各分野で中心的役割を果たしている先生方にお集まりいただき、専門の立場から、アイソトープ協会の果たしてきた役割、また将来において果たすべき役割を中心にお話をいただきたいと思います。

では自己紹介をお願いいたします。ご職場が協会に近いところから、お話しいたします。東大農学部

田野井 私は3年生のときに農学部を選び、その中で、植物の生理を明らかにするということでアイソトープを使ってきました。

協会との接点では、協会のアイソトープ・放射線研究発表会の幹事を長らくやらせていただいております。また、*RADIOISOTOPES* 誌の編集委員会や、理工・ライフサイエンス部会の委員もやらせていただいています。バイオサイエンスにおけるアイソトープの利用というのは、DNA配列の解読の利用で一気に盛り上がり、その後一気に盛り下がりました。そういった分野で教育研究を行っています。今日はよろしくお願いいたします。

二ツ川 飯本先生。

飯本 私は現在、本郷キャンパスの環境安全本部を本籍に、東京大学全体の放射線・原子力関連施設の安全活動を指揮・統括する役割を担う「放射線安全推進主任者」を拝命しています。

研究と教育の面では千葉県の柏キャンパスにある大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻で「環境安全マネジメント学分野」を主宰しています。「放射線防護」を軸に、安全文化、ラドン・トロンやNORM、放射線計測や線量評価、放射性物質の環境分布や動態等をテーマとして、研究員や大学院生と共に研究活動をしています。

25年前に私は環境ラドンやトロンの計測と線量評価で学位を取得したのですが、私と協会との密な

(笑) 関係はその直後から始まり、今までずっと研修課と仕事をさせていただいています。放射線取扱主任者や作業環境測定士の法定講習の講師等の専門家人材育成に加えて、放射線安全取扱部会の企画専門委員会、また、福島での原子力災害の直後には全国の自治体職員向けの食品放射能計測の緊急講習会を協会と一緒に立ち上げました。直近の障防法改正のタイミングでは、原子力規制庁の事業で安全文化に関する国内外の調査研究もしました。社会的にもインパクトのある重要な仕事をこれまでにたくさん、一緒にさせていただいており、協会に大変感謝しています。よろしくお願いします。

二ツ川 次に近いのは和光で、理研仁科センターの羽場先生、よろしくお願いいたします。

羽場 先ほど仁科先生が ^{125}Sb を米国から輸入されたというお話がありましたが、私の所属は仁科先生のお名前を冠した研究センターです。仁科先生は、日本で最初のサイクロトロンを理研、現在協会の本部がある駒込の地に建設され、わが国の原子核物理学、そしてRIの製造と利用に非常に大切な基盤をつくられたと思います。私が主宰している研究室は、RI応用研究開発室です。有用なRIの製造技術開発を行い、これを広く社会に普及していくのが使命の研究室です。

現在、協会の理工・ライフサイエンス部会常任委員と、その中のRI利用推進専門委員会の委員長を務めさせていただいております。また、2019年度までアイソトープ手帳改訂専門委員もさせていただきました。

15年ほど前に、高価な ^{248}Cm を科研費で購入するときに協会にご尽力いただきました。ニホニウムの命名権を取ったときに四報の科学技術論文が審査の対象になっていて、そのうちの一報が ^{248}Cm を使った仕事でした。ですから協会を通してこのRIが日本に入ってこなかったら、ニホニウムという元素はなかったと言っても過言ではありません。というくらい私は個人的に協会に感謝しているところです。

そのほか、理研と協会と一緒に開発してきたRIが現在5核種販売され、国内の基礎研究に利用されています。どうぞよろしくお願いいたします。

二ツ川 私も当時、責任者として ^{248}Cm を担当しました。1件1億円の仕事だったので、いささか興奮しました。ロシアから輸入したのですが、連絡が

悪く苦勞しました。

羽場 科研費は3月末締めで、年度内に契約から納品まで行う必要があります、ひやひやした覚えがあります。

二ツ川 次に渡部先生をお願いいたします。

渡部 私自身、専門は原子核工学で、核医学の工学的な分野、例えば検出器、画像再構成、画像解析等を専門としています。

学生時代からアイソトープとはかかわりはありましたが、2014年に大阪大学から東北大学に異動しそこで初めて協会の会員になり、安全取扱部会の本部運営委員会にかかわらせていただきました。現在、放射線安全取扱部会の企画専門委員会と理工・ライフサイエンス部会の常任委員をやらせていただいております。そういうことで、私自身、仙台に移ってから放射線の安全管理に関して、協会とかかわり、学んできたというところです。

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターと協会とのかかわりですが、RI規制法改正で防護措置が非常に厳しくなり、うちのセンターには古い5 CiのAm/Be線源がありました。協会にかなり無理をお願いして廃棄していただきました。だいたい古い資料を昔のデータから導き出していただいて、何とか廃棄することができました。

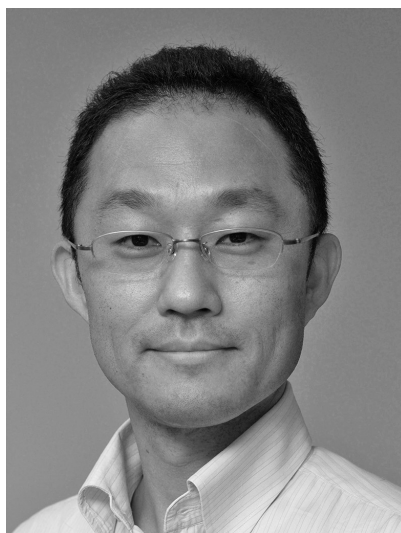
もう1つ協会とのかかわりとしては、滝沢研究所のPET施設を残念ながら閉じるということで、研究所で使われていたPET装置をセンターに移管させていただきました。滝沢からのPET装置は今後、中動物用PET研究に使わせていただいて、滝沢の研究のスピリットを継承していきたいと考えています。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

二ツ川 装置と共に滝沢の経験を渡部先生のところで引き継いでいただき、ありがたく思っています。どうぞよろしくお願いいたします。

では近畿大の山田先生、お願いします。

山田 私は協会の職員であったので少し違った側面からお話しできると思っています。

私は協会では一貫してRI線源の計測の仕事に携わっておりました。いまでも私の研究分野は放射能測定を基盤としたものです。協会には標準線源を頒布するという立場があり、それにかかる技術的な仕事に従事していました。そこから医療応用を含め実用の分野で求められる計測等々にまで対象を広げ研



田 野 井 慶 太 朗 氏



飯 本 武 志 氏



羽 場 宏 光 氏

究を行ってきたというバックグラウンドを持っています。

協会は常に多くの RI が蓄えられユーザーへの線源を頒布していますが、一方で結果的には多くは減衰してなくなります。そのような在庫の RI を有効に使うという意味で、RI を使い放題であった環境は非常に恵まれていたと思っています。同じコミュニティの海外の研究者を見ても、核種を使うのはなかなか大変なことで、非常に恵まれた環境にいたと思います。二ツ川さんは私の上司でもあり、協会に入ってそういった仕事に携わる中で、学位を取することに道筋を立てていただきました。

二ツ川 皆様がご活躍されている分野の重点課題と、その分野で協会がこんな役目を果たしている、また協会にはこんな役目を果たしてもらいたい、そのようなお話をお願いいたします。

近いところから田野井先生。

田野井 私のいるバイオサイエンス分野は、いわゆる基礎的な生物学を行う分野です。この分野では、アイソトープの利用はツールの 1 つであると思います。

先ほど山田先生が核種を使うのは大変だと言われましたが、まさにその点がすごく大きなところで、大学や施設によって核種を使うハードルの高低に非常に大きな差があるな、というのが日本の現状であると思います。

東京大学農学部では、戦後、1950 年頃に、アメリカから ^{32}P を購入して生物の代謝を調べるとか、

^{55}Fe や ^{59}Fe を購入して植物で鉄がどう使われているか、そういった研究に使われていました。ほかの手法で取って代われないので、いまだに健在です。一方で、DNA の配列を解読する手法では、 ^{32}P 等は完全に蛍光に取って代わられました。ツールとしてアイソトープ以外の選択肢があるという業界になっています。

そんな中、アイソトープを使う人が減ってきて、これはアイソトープでやっただけのいいのという実験も別な手法でやっている例も多いのが現状です。協会と一緒にやっていきたいと思うのは、アイソトープを使えばこんなに有意義だよという例を知らせ、初学者を呼び込んで良さを知ってもらうところを期待したいと思います。

二ツ川 農学部はトレーサ利用の先駆として、多くの成果を挙げてきています。これからもぜひ進めていただきたいと思います。

渡部 田野井先生は植物の RI イメージングを精力的にされていて、これはポテンシャルがあると思っていますのですが、まだそれほど植物学とか栄養学でメジャーなところにまでは至っていないと思います。そのあたりどうすれば皆さんに注目していただけるのかというのはいかがでしょうか。

田野井 例えば植物の場合、イメージングという証明方法は強力なツールであると思うのですが、論文として発表する際に、そういうデータを要求する査読者はほとんどいないのが現状だと思います。本来はアイソトープで動態や分布を詳細に調べるべき



渡部 浩志氏



山田 崇裕氏



二ツ川 章二氏

ところが抜け落ちているのではないか。世界的に見てアイソトープを利用する人は非常に少ないので、そういった切磋琢磨があまりないのが現状だと思います。

二ツ川 ありがとうございます。次に飯本先生にお願いいたします。

飯本 私は「放射線防護」のテーマを環境安全分野の例題の1つとして扱っており、「規制科学」と「環境システム学」の2つの視点でアプローチしています。協会の主な事業には、供給、集荷、処理、キャリブレーション等の実務的なものがあり、また、講演会・セミナー等を企画開催するような人材育成もありますね。私自身の活動ともかなり強くリンクしています。

例えば、現状では海外に頼らなければいけないRIを安定的に供給し続けるためには、いま日本で何が必要とされているか。廃棄物の処分も大事なキーワードになります。大きな現場を持っておられる協会ですし、現場をよく知っているからこそその旗振り役としての位置づけ、そういう期待は非常に大きいと思います。

30 ぐらいの学協会が共催している協会主催の研究発表会が毎年7月にありますね。これには学生や中堅世代がたくさん参加します。発表の場としてだけではなく経験を積む場にもなってますし、先駆的、挑戦的なテーマも割とチャレンジしやすい雰囲気もあります。例えばそんな発表からヒントを得て、協会独自の視点で良いものをピックアップして、協会

の枠組みをフル活用して紹介していくのも良いでしょう。私の場合は原子力学会や保健物理学会をベースにこの研究会に参加させていただいていますが、どの学協会も毎年いろいろな表彰活動をやっておられるはず。各学会での表彰の内容や、新しい分野のチャレンジingなものを、*RADIOISOTOPES* 誌や *Isotope News* 誌でリストアップしたり紹介したり、良いですね。

学協会自身では、それぞれの分野の壁を破ることはなかなか難しいのですが、協会であれば既にあるプラットフォームを使って、分野間、学会間の横串を通すこともできそうな気がします。これが実現すれば研究開発活動やRIの利用を、分野を越えて加速させる起爆剤になるでしょうし、表彰関連の情報ならば関係者の動機づけにもなる。RI放射線関係の最新の特許等を調べてリストアップし、積極的に広報していくのもきっと協会らしい事業になり得て、まだまだ手をつけられそうところがたくさんある、と夢は膨らみます。

二ツ川 ありがとうございます。協会の事業は、供給から廃棄という実務で皆さんの下支えをするのと、普及啓発であり、一般の国民と共にこれからの研究者への広報も重要な課題だと思っています。次に羽場先生。

羽場 私は理学部化学科出身で、専門は核化学という分野であり、基礎の物理・化学が本来の研究テーマです。理研の加速器施設に勤務していて、ほとんどのRIは自分たちでつくることができる環境にい

ます。しかし、アメリカやロシアの原子炉中性子でしかつくれない超ウラン元素の RI があり、協会にその輸入を助けていただけているのは大変ありがたいです。

RI をつくる技術を開発して、ニホニウムのような基礎研究だけでなく、応用研究も展開しています。その 1 つが α 線核医学治療という研究課題です。近年、 ^{211}At や ^{225}Ac といった RI を取り扱うことが理研でも非常に多くなっています。 α 線放出核種や核燃の取り扱いが日本は規制が厳しく、規制緩和、安全取扱に協会が貢献できる場所はたくさんあると思います。特に、 α 廃棄物は研究所内で永久保管する必要があるため、少しずつでも処理する方法を協会と考えていただけると、この分野が盛り上がっていくのではないかと思います。

2007 年度から理研で開発した RI を広く使っていたこうと、現在 5 核種を協会から販売しています。数はそれほど多くないのですが、これまでに 40 を超える機関で使用されており、こういった地道な活動が今後の RI の普及に重要ではないかと思います。そのほか、渡部先生も参画されていますが、科研費短寿命 RI 供給プラットフォームという事業があります。これは 2016 年度から立ち上がり、大阪大学、理研、東北大学、量研機構の先生方と一緒に市販されていない短寿命の RI をつくって、国内の基礎研究をしている先生方にお配りしようというプロジェクトです。協会の先生に課題選択査員に加わっていただいておりますが、こういった活動にも協会に参画いただくことが RI の普及に非常に重要ではないかと思っています。

私は数年前から協会の RI 利用推進専門委員会の委員長をさせていただいております。山田先生や渡部先生にもこの委員会に入らせていただいておりますが、ここでは科学における幅広い分野での RI 利用の普及促進を目指し、一般に流通可能な RI のみならず国内の研究所・大学等の施設で製造可能な RI の利用拡大に向けた取組みを進めています。これこそまさに協会の重要な試みではないかと思っています。

田野井 実は、 ^{109}Cd や ^{65}Zn は理研でつくっていただいて、ある年度に出荷したものはほぼすべて私が使っていました。本当に助かっています。

短寿命核種やニホニウム等の目新しさを重視して国家プロジェクトを推進する流れがあると思いま

す。一方で、既にある基盤を維持するために、しっかりと組織に国の後ろ盾を入れましょうという議論がある、私はそうあるべきだと思います。協会中心にオールジャパンで取り組むことで、日本の国力を支えるためこういう基盤を支えましょうという方向性を目指すのはどうでしょうか。

羽場 私も田野井先生のご意見には賛成で、RI のプロジェクトも国主導で大いにやっていただきたい。アメリカでは DOE (米国エネルギー省) が RI を各研究所に製造させ、それを流通させるというのを国主導でやっている。こういうのが日本にはまだなくて、本当は必要だと思うのです。

二ツ川 かつて、原子力委員会が、海外から入れられるものは、日本がつくるよりは海外から入れたほうが良いと決議したと聞いています。それが 10 年ぐらい前から、そうはいっても国産を進めていくべきだという議論も出てきています。このような面でも、協会が皆の意見をまとめて頑張っていたきたいと思います。渡部先生、お願いいたします。

渡部 私は PET の工学系の分野にかかわっています。アイソトープ協会は PET 装置の QC のための標準線源を供給しています。PET を持っている施設は標準線源がないと PET の QC を担保できないので、大変重要な線源です。ただ、その線源が非常に高価です。私自身は PET 装置の撮像認証にかかわっているのですが、病院経営上メーカーが言う頻度で線源を交換できないところもあります。

いまは海外メーカーの線源を各病院に供給している協会ですが、もう少し標準線源等への発信力を持ってもいいのではないかと。このようにすれば線源のクオリティを担保できるというところを協会から発信していただけると、業界にしてももう少し盛り上がるかなというところでは。

協会にはいろいろな業種の方が入っている。アカデミアの常識と民間企業の常識はだいぶ違います。協会が真ん中になって、お互いの業種をつなぐ役割を担っていただけると、業界全体、RI の利用全体が盛り上がるのではないかと考えています。

山田 協会は多くの財産があります。人のつながり、会員の先生方とのつながりですね。これまでも多くの先生方のお力添えの上に協会の活動があったと思いますが、まだまだ有効活用できていない部分があるのではないかと思います。



RIは輸入線源によるところが大きいですが、それ一辺倒だと、結局、様々な線源に係る技術が途絶えてしまいかねず、そこが1番問題ではないかと考えます。飯本先生が人材育成の話をされていましたが、まさにやる人がいなくなったら途絶える。いまを逃すと次はないぞというぐらいの危機感を持って、盛り上がっているときにいろいろな人、特に若い人達を巻き込もうということかなと思います。

二ツ川 いま川崎に新しい施設をつくり、ユーザーの要望に応えることができる状況にはなっている。人材等いろいろな問題はありますが、施設は充実してきているので、次のステップで、皆さんにそんなところもご支援いただいて、協会の現場を盛り上げていただければ良いかなと思います。

山田 近畿大学の原子力研究所はわずか1Wですが、原子炉を持っています。かつては原子炉工学科があったということで、たくさんの人材を輩出してきて、原子炉を中心に教育研究がなされてきました。

一方で、研究所にはRI施設もあります。RIはほかの大学施設と同様に、建物はあるけれどもというのが実態であって、これを活性化せよということが私のミッションの1つです。私自身がヘビーユーザーでもあり、いろいろな分野につながって広がっていくことが重要かなと思います。

本学の施設は、私立大学にもかかわらず、260核種の許可があり、この中には ^{211}At 、 ^{225}Ac 等、将来

の医療応用が期待される α 核種も含まれます。RIは非常に面白いと思っていて、いま私の研究室には院生を含め9名の学生がおりますが、裾野を広げる意味で若い世代にRIを用いた研究に携わってもらうのは非常にいいと思います。

利用推進ということについては、協会に聞くとRIのことは何でも分かるというのが協会のあるべき姿であると思っています。一方で、流通1つとっても、販売されているものではなく、大学加速器施設等で製造されて利用されているものが多数あると想像されますが、協会のRI流通統計では、そういう姿は数字では見えない。結局、日本のRI利用実態は誰も分かっていない。先生方は忙しく多くのRIを製造しているのに、流通統計上はRI利用が減っているということになる。

協会が実態をしっかりつかんで、RIに関する情報が集約されているということを強みにする。国の中でやっていくことの必要性から国産化推進や安全確保を前提に、より利用しやすい環境を整えるといったことに必要に応じて国の協力を得る必要がある。そのニーズを示すためにもバックデータが必要であり、その情報も協会に行けば分かるよというのが協会にあってほしい姿かなと思っています。

渡部 近大は先ほどおっしゃったように原子炉があって、核燃とRI、両方を扱わなければいけない。法律も国際的な規制も違います。同じ放射線を扱う

のに何でスタンダードが違うのか解せないところもあるわけです。もうちょっとアイソトープ協会が核燃とのかかわりはできないものかという点は山田さん自身、どうお考えでしょうか。

山田 RIのほうは利用の幅、事業所数が違うので、仕組みが細かく、核燃のほうは私の認識ではそんなに細かいことはない。そういった意味合いでのRIの許可とは違う側面もあると思いますが、持ってしまうと大変ということもあります。日本の法律の仕組みは海外で見たときにちょっと違うかなという側面があって、例えば医療で用いるトリウム等ですよね。それは明らかに海外の状況と違うので、それらを整理してやっていくというのも協会の果たす役割として非常に大きい面があると思っています。

二ツ川 協会は、核燃は法律が違うので取り扱いがないという方針できたわけですが、今後、新しいステップが必要ではないかということだと思います。この話はやっぱり飯本先生。

飯本 RI協会が核燃料にもチャレンジするかどうかはいまは横に置きまして、国際標準をわが国としてどのように取り入れていくかはしっかりと考えなければなりません。まさにその中心的な位置に、組織としても安定的な協会にいていただけると大変に良いと思います。グレーデッドアプローチも含めて、どうしたら上手な規制科学体系を確立できるかの、ユーザー側の視点で中心的な役割を果たしていただけると、我々も学術的な、あるいは研究的なアプローチで応援できるということです。医療分野で短寿命 α 核種を使いたいとなっても、現実的にはやはり簡単ではないわけです。医療法があり、RI規制法が出てきて、炉規法もときどき関係があって。いろいろな制約の中で、いまできることをいまの法体系の範囲でどのように進めていくか。法体系のどこの部分をどういうプロセスで変えていくと合理的で安定的で安全か、の議論は、協会のような大量なRIを使っている組織が日常的な視点に立って相場観を持って主張されると、関係者に響く部分が大きく強くなる気がします。国内には核燃料を扱っている原子力機構とか、医療分野を得意にしている量研機構、理研等もあり、協会も含めて、いろいろなチームがそれぞれの得意分野を活かして安定的に継続的に発言、活動いただけると、何かを変えていけるのではないかと。そうあってほしいと思い

ます。

二ツ川 いま皆さんがおっしゃったように、国内では核燃とRIを区別していたのが、海外では核燃をRIとして利用する動きもあって、そういうことも協会に対する期待の1つだと思います。次は、ご自分の分野で今後こういうRI利用の展望があり、そのとき協会にこういう役割を期待したいというのがあればお願いします。田野井先生。

田野井 やはりRI利用者が減っているのも、初学者に対してどう魅力を伝えるか、初学者への教育をどうするかというところで、協会にお願いできればというのは多々あります。

バイオサイエンス分野では、ある意味ではアイソトープ利用者は減りきっていて、エッセンスが残っている状態かもしれません。あとはいつ上を向かせるかという議論になると思います。

いまの核燃の議論を聞いていて思うのは、研究者や技術者は経済性や利便さで動くと思います。協会も自分でつくるよりは買って流したほうが楽ではないかというご議論もありましたが、そういった中でどうセキュリティを考えるのか、人材をどれくらい確保しておかなければいけないのかという高い位置からの設計はいまの日本ではなかなか見えてこないところがあります。

未来に向けてという議論ですと、国に提案する、わが国としてはこうあるべきである、と一枚岩となってやっていく。各大学、各施設がバラバラにやるのではなく、協会が国の機関や大学をまとめながら取り組んでいけるのではないかと感じました。

規制の話になるのですが、どこをもうちょっと緩めて便利にしつつ、ちゃんと締めなければいけないところは堅持する、というのを進めていくことが利用者拡大に重要だと思います。

飯本 RI放射線利用を適切に推進するためにも、グレーデッドアプローチをどのように適用するかということ、国際的な考え方をどのように取り入れるか、ですね。

規制科学的な部分での現在の最大の論点の1つは、先ほども触れた医療まわりのところ。研究目的のものを診療目的にどのように広げるか、で皆さん大変に苦労されているわけです。管理区域をどのように定義するか。管理区域の中で扱うものとして、病院には動く人間がいる、大型の動植物がいる、医



療でなくても、屋外にある自然のもの、人工の構造物をどう扱うか。どのようにうまく整理していくか皆でしっかり議論しなければいけない。例えばRI規制法では定義されていない「監視区域」を使うとか、なんらかの着地点を探していくような作業は、協会を中心にして皆で議論を深めていく必要がある。きっといろいろな分野の人に議論に参加いただかないとできないことですね。下限数量の利用もルールはあれど実際にはなかなか使いづらくて工夫が要ります。

この先のRI利用を考えると、放射性廃棄物の話題は絶対に避けられません。国際的なハーモナイズの中で、日本がずっと培ってきた放射性廃棄物に関するシステム、考え方をどのように組み込み、組み合わせながらソフトランディングさせるかが課題で、すごく難しい。もちろん諦めずに頑張る続けるわけですが、いまの我々ではどうしても越えられないハードルがあるとなると、もっとアタマの柔らかな中高生への期待が大きくなって、自然と目は人材育成にも向くわけです。大量の放射性廃棄物を物理的に早く放射性廃棄物でなくしてしまう夢の技術へのチャレンジ、有害でなく環境や人体に影響を与えないモノに変えてしまう技術とか。人文社会科学、倫理学もとても重要。RI放射線の利用や関連する研究開発について、新しい観点から追求できる題材が提示できれば、皆興味をもつし、元気も出るんで

しょう。

山田 ユーザーである田野井先生に規制が1つのネックであると言っていた。その面は非常に大きな課題で、利用を進めていくために解決しなければいけない大きな課題の1つと私も強く感じています。

協会はそういった意味で役割を果たしてきたという自負もあるかと思います。これだけ事業所が増えて利用が活性化してきたことは事実です。一律的というのは悪い意味もありますが、逆に言えば、これさえ満たせば使って良いという分かりやすい仕組みが用意されて、ユーザー側にとってもメリットがあったと思います。

しかし、今後はということになってきたとき、そこは様々な想定が変わってきているように思います。例えば、小規模の研究利用の現場の管理区域というのは、どうしても過剰な要求になっている実態であって、一方で、羽場先生や渡部先生が使われているような大規模施設の環境ではしっかりと安全管理がなされなければいけない、飯本先生がおっしゃられたグレーデッドアプローチが規制の中でうまく使われていけないといけない。

あまりにも過剰で非科学的な規制だと、使うほうも安全文化とか言われてもピンとこないと思いますし、若い研究者もそのような非科学的なことに労を費やさねばならないならほかの選択肢をとるという

考えにもなりうるのではないかと危惧します。いまそれが問われている。文科省の時代はニーズも汲み取る省でもあったわけですが、規制庁は自分からニーズをつかみに行けないですね。ですから業界団体がニーズを示していかなければいけない。協会が代表してやっていくことが求められるのではないかと。規制庁になって、それがないと実態に即したことになるのは難しいと感じています。

羽場 理研の本来のミッションは、基礎の物理と化学です。最先端の加速器を使って、何の役に立つかわからない新しい元素や同位体の探索、その核的、化学的な性質の基礎研究をまずやるべきだと思っています。この研究に必要なアクチノイド元素の標的物質等、国内でなかなか手に入らない RI は協会を通じて入手していく必要があると思います。

新しい元素や同位体の研究をしていく過程では、実験装置や技術のブレイクスルーが必要で、これが確実に医療用の RI とか工業用の RI とか産業に役に立つものを生み出していくと思っています。2020年1月、ニホニウムをつくった重イオン線形加速器が3年間のアップグレードを経て、更なる新元素を求めて動き始めたのですが、これを使うと、例えば核医学で期待される ^{211}At が実用レベルでつくれるようになってくる。基礎のところを進めると同時に、応用にも確実にフィードバックがかかってくる。このようなスタイルで今後も研究を進めていくのが重要ではないでしょうか。

いつか日本が RI を輸出する時代も来るのではないかと考えています。日本発の核医薬品等ができて、輸出するぐらいの勢いで。我々がつくった RI を海外の研究所に送る、医療で使っていただく、そういったところにも協会に貢献していただけるとありがたいです。

渡部 放射線取扱主任者は私を含めて研究者が兼務でやっていることが多い。そうすると、いい加減になるか、逆に厳しくなるか、どちらかです。負担が大変多いですね。その割には地位が低い、協会にはぜひ主任者の地位向上に関して旗を振っていただければと考えています。

協会は、主任者に関して定期講習を行ったり、人材育成にこれまでもかかわっているわけですが、今後はもう少し国際競争力というか発言力で国際的に主任者を養成する。日本の主任者は給料の割には世

界的にもクオリティが高い（笑）。こういう主任者像ができるというのを協会から日本にとどまらず世界に発信できればと思います。

今回コロナの影響で、世界は距離がそんなに離れていないというのを実感できましたので、リモートでも講習会はできるわけです。私のところにもいろいろな国から留学生が来ていますが、彼らのやり方は我々の考え方よりだいぶ緩いですね。そのあたり日本スタンダードのやり方を世界に発信していただければと思っています。

二ツ川 ありがとうございます。海外では、Radiation safety officer という、放射線管理者に対して非常に高い位置付けがあるようです。日本でも、主任者にヒト・モノ・カネを動かせるような位置付けができてくれれば良いですね。では山田先生。

山田 私の場合、下支えというか基盤的なところをやっているの、将来展望は田野井先生のような利用応用で各分野の研究者がこれからどれだけご活躍になるかにかかっていると思います。

一方で、私は協会も多くの主役の先生方や企業等を生み出したり支えたりという立場で、飯本先生からプラットフォームというお話がありましたが、まさにそういうところではないか。転換期でもあって、協会に求められるものは何かという議論、協会の中でもいろいろ悩んでいるところであると想像するのですが、そうしたときには原点に戻る必要があるのではないのでしょうか。そこを見失わないということです。

仁科先生が Sb を輸入し頒布されて研究者への小分け事業をやったというのが協会のスタートです。いままさに国産のものでそれをやろうということ、これが仁科先生の思い描いた姿ではないかと思っています。その系譜をたどると、今の羽場先生の研究室であり仁科先生にたどり着く。ですからそのことと協会が強く結び付いて仕事をするというのは何の違和感もなく、自然な流れであると思っています。

いま伺った中でも、協会が持っているノウハウが生かせる部分と、先生方のお力添えで更に技術的なことを身につけて仕事の幅を広げるチャンスにもなっていく。協会は主役達を支える立場として、そういうのを生み出せる基盤をつくっていくということを改めて思い返してもらいたい。それが発展と持続に1番繋がると私は信じております。



ニツ川 アイソトープの安定的な供給を進めてきたけれども、今後は国産の RI、また標準体も協会を中心として製造していくと、海外から輸入できないときの対応ができ、価格の低減化にもつながるのではないかと。分野を超えて RI の利用を進めることができるというのは協会の強いところではないかと。規制に対しては、文科省の時代は利用と規制が一緒だったけれども、規制庁となって、規制についてはサイエンスの話でないと進まなくなる。協会もそれについて協力してほしい。また、主任者を含めて、教育、人材育成という面も大きな役目ではないかというお話がありました。

協会の役割は、輸入されたものを各研究者に配る、そして安全に取り扱ってもらう、そういうことからスタートしたわけで、プラットフォームというか、下支えをする。皆が適切に使える条件を整えていくということを進めてほしいというご意見が多かったように思います。また、RI としての核燃の利用について協会が推進してほしい。学生に対する教育、それらも重要だということですね。

あと 30 年たつとアイソトープ協会は創立 100 年となるわけです。30 年後の社会は、コロナウイルスは風邪と同じようになっているでしょう。がんでは死ななくなり、平均年齢も 90 歳ぐらいになっている。自動運転の車もできる。地球温暖化は解消さ

れているかどうか分かりませんが。

さて、そのときアイソトープはいったいどんな活躍をしているのか、どのように社会に貢献する仕組みになっているのかを 30 年後のタイムカプセルとして皆さんからお話しいただきたいと思います。

田野井 私の専門分野のバイオサイエンスで言うと、アイソトープの利用は、30 年後もあまり変わらない気がしています。というのは、30 年前とあまり変わっていないからです。トレーサ利用という意味では、安定同位体も含めてアイソトープにしかできない使い方だと思っています。

世の中は大きく変わる中で、アイソトープはどういう位置を占めているかは、分かりません。ただ、100 年に向けて、元気が出るような仕組みを一步一步つくっていくべきだろう。規制とか廃棄物とか多少ネガティブなワードかもしれませんが、それでも楽しく議論しないと進まないのではないかと思いますので、どんなことをやるにしても元気が出る方向で取り組めればよいなと思いました。

飯本 規制がしっかりあって、それが適切に運用されているからこそ、ユーザーは自信を持って元気に使えるし、まわりの皆も安心する、の構図ですよ。

30 年後までに、RI や放射線を使う人の範囲がどんどん広がって、文系のメンバーもたくさんユー

ザーになっているようならば、放射線の理解もぐっと広がっていると思います。

放射線は、見えないものを見えるようにする、認知できるかたちにしてくれる。この特徴は圧倒的に面白いと思います。この面白くて便利な部分を理系メンバーに限ることなくもっと多くの人に知っていただく。いろいろな業界、例えば教育学、考古学、民俗学、芸術も工芸も宗教も全部、放射線と関係ありそうだとその分野のメンバーが知って自分で使ってみたいと多くの人が思ってくれば、まずはユーザーになって、施設と一緒に運営し、RI放射線についての議論もできる、という未来に繋がると良いな、と。

いま我々は地表のほんの薄いところ、陸の一部に住んでいるのですが、今後地下の深いところから海、砂漠、森林、宇宙へと人間の生活と活動の範囲がどんどん広がっていくと、それにマッチする新しい材料や技術も必要となり、その開発に伴って新しい放射線の利用の形態も生まれてくるはず。広がりの流れの中で、新しい使い方、研究開発をこれからも続けていく。放射線はモノを通り抜けるし、エネルギーを相手に与える。物質へのエネルギー付与の特徴はいまはまだ上手に使いきれていないですし、放射性物質自身もつエネルギーそのものもあまり使えていない。我々は人材育成を地道に続け、柔らかいアタマのメンバーにも我々の流れを引き継いで頑張ってもらうことで、我々がお墓に入る頃には何かが形になっているのではないかと期待しています。

羽場 まさに30年後はこれからの協会の活躍にかかっている。これからも協会と協力しながら、科学技術の発展に貢献していきたいと思っています。最近、核医学治療が世界中で盛んになってきているので、 α 核種の製造とか治療という分野では、RIの利用は30年後もっと伸びているのではないかと期待しているところです。

理研では新しい元素や同位体を探していますが、まだ人類は3分の2程度の元素、原子核に至っては3分の1程度しか知らない状況です。これからどんどん新しいものが発見されて、原子核や元素の性質がよく分かってきて、これらの新物質や知見が新しい科学を生み出し、新しい応用を拓いていくと期待できるので、まだまだRIの利用は進んでいくと思います。

渡部 私自身はRIのイメージングというのは究極のイメージング技術だと思います。我々が見ているのは原子核1個から出てくる信号です。これ以上の究極の信号、感度はない。それが30年後できるかどうかは分かりませんが、検出器の感度が非常に高くなって、いろいろなエレクトロニクスも発展し、time-of-flight技術等を使えば、1個の原子核の崩壊でイメージングがつくれてしまう可能性もあります。

究極の超高感度のPETシステム等ができれば、これまでRIのPETのイメージングである程度は統計がないと画像にならなかったものが、RIの下限数量以下のわずかな量で同等のイメージングができる可能性がある。被ばくも気にせずにRIのイメージングができるということになれば、一気にRIのイメージングが広がる可能性があると考えています

山田 若い人、例えば学生にすると、30年後はいまの私ぐらいで、1番活躍するときですね。放射線や原子力のことに興味を持ってくれば、その業界に進んでもらいたいと強く思っています。

一方で、30年後どうなのかというときに、原子力もエネルギー問題に関しては要るのは間違いないと思いますが、未だ先を見通せない部分がある。放射線もRIも絶対的に必要なものですが、社会的には阻害要因もありますから、若い人たちを、自信を持って送り出せる、この世界に巻き込めるように、自分自身この分野に身を置く立場で汗をかかなければいけないと思っています。

放射能が発見されて100年以上たって、初期の頃から医療に応用され、いまだそれがほぼ基礎原理そのままに使われているわけです。それだけの強みがあるということを考えれば、人類がこれを放棄することはないと思いますので、協会にかかわりのある様々な人たちの知恵を集めれば十分に今後も持続的に発展して、社会に貢献できる分野になりうると私は強く信じております。

最後に1点、懸念しているのは、若い人を取り込むという意味では、協会の会員数が減り続けていることです。いま2,000名の前半ぐらいになっているのではないのでしょうか。この議論を協会でもっとしてほしいと思います。協会は公益社団法人の会員で成り立っているわけです。この会員というのはまさに先生方のつながりで、飯本先生も指摘されていま

すが、それが協会の財産です。会員数が減っていくというのはプラットフォームが縮んでいくことにつながっていくということです。100年、200年続けられるためもっと若い人を獲得する。どうやって若い人の興味を引き付けるか、これまでの財産を継承していくというところで協会にはそういう役割も十分に果たしていただきたいと期待しています。

ニツ川 ありがとうございました。アイソトープ

協会は創立70年を迎えました。本日皆様からお話しいただいたように、協会は多くの分野で活躍し、期待され、それに応えてきました。この後100年に向けて、そのような事業を続けていくことが重要だと思っています。30年後にタイムカプセルを開ける日を楽しみにして、今日の座談会を終了させていただきたいと思います。本日はどうもありがとうございました。
(終)

●日本アイソトープ協会 沿革（抜粋）●

昭和26年	1951	「日本放射性同位元素協会」、任意団体として創立（5月1日）
		第1回放射性同位元素講習会開催、アイソトープの輸入、頒布開始
昭和27年	1952	機関誌「RADIOISOTOPES」（5月）、「協会ニュース」（7月）創刊
昭和28年	1953	医療用大量線源輸入開始
昭和29年	1954	社団法人に改組（5月1日）
昭和34年	1959	アイソトープ廃棄物の集荷事業開始
		「放射線取扱主任者部会（現放射線安全取扱部会）」発足
昭和35年	1960	放射性医薬品の頒布開始
昭和39年	1964	第1回理工学における同位元素研究発表会（現アイソトープ・放射線研究発表会）開催
		「理工学部会」「農学・生物学部会」（現理工・ライフサイエンス部会）「医学・薬学部会」発足
昭和44年	1969	「協会ニュース」を「Isotope News」と改題（1月）
昭和46年	1971	名称を「日本アイソトープ協会」に改称（8月1日）
昭和47年	1972	新しい大量線源取扱施設完成（7号館、通称：新ホットラボ）
昭和56年	1981	放射線照射施設「甲賀研究所」開設
昭和62年	1987	医療アイソトープ廃棄物処理施設「茅記念滝沢研究所」開設
平成元年	1989	展示施設「武見記念館」開設
平成2年	1990	PET、PIXE研究施設「仁科記念サイクロترونセンター」開設
平成5年	1993	仁科記念サイクロترونセンター全国共同利用開始
平成21年	2009	「甲賀研究所」における事業を株式会社コーガアイソトープへ譲渡
平成24年	2012	公益社団法人へ移行（4月1日）
平成29年	2017	アイソトープ供給技術開発施設「川崎技術開発センター」開設
平成30年	2018	仁科記念サイクロترونセンター全国共同利用終了（3月）
		理工学部会とライフサイエンス部会を統合し「理工・ライフサイエンス部会」発足（4月）