

放射化学ニュース 第8号

放射化学ニュース

第8号

平成15年(2003年)8月29日

目次

新会長挨拶

ジャーナルを育て足場を固めよう(工藤博司)..... 1

特集(日本放射化学会奨励賞受賞者による解説)

環境試料中のTc-99の分析ならびに環境挙動の解明に関する研究
(平成14年度奨励賞 田上恵子)..... 3

解説

マルチトレーサー法とRIBF計画における次世代マルチトレーサー研究の展開
(羽場宏光、五十嵐香織、蛭沼利江子、榎本秀一)..... 9

歴史と教育

放射化学入門実験 青山学院大学工学部アイソトープ研究室での一例
(斎藤裕子、木村 幹)..... 14

施設だより

日本原子力研究所東海研究所 - タンデム加速器施設 - (永目諭一郎、市川進一)..... 16

研究集会だより

1. 第4回環境放射能研究会(百島則幸)..... 18
2. 京都大学原子炉実験所「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」専門研究会
(末木啓介)..... 19

3. International Symposium on Bio-Trace Elements (天野良平).....	19
4. 日本放射線安全管理学会・第1回学術大会(斎藤直).....	20
5. 生態圏核種移行国際シンポジウム(天野光).....	21
6. 第40回理工学における同位元素・放射線研究発表会(山田康洋).....	21
7. 原研先端基礎研究会「超重元素の核物理・核化学」(西中一朗).....	21
8. 第4回メスバウアー分光研究会シンポジウム(高橋正).....	22
関連学協会・研究会から	
原子力学会保健物理・環境科学部会の活動状況(内田滋夫).....	24
情報プラザ	
1. 2003年(平成15年)日本放射線安全管理学会・第2回学術大会.....	25
2. 日本加速器学会(仮称)設立のお知らせ.....	26
3. 情報をお寄せ下さい(編集委員会).....	26
学位論文要録	27
本だな	
新版 放射化学の基礎(百島則幸).....	28
学会だより	
1. 新事務局から.....	30
2. 日本放射化学会のシンボルマーク募集のお知らせ.....	31
3. 日本放射化学会第15回理事会議事要覧.....	31
4. 日本放射化学会第16回理事会議事要覧.....	32
5. 会員動向.....	33
6. 日本放射化学会入会勧誘のお願い.....	34
7. オンラインジャーナルとホームページの運営について.....	36
8. Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences(日本放射化学会誌)への投稿について.....	37
9. Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences(日本放射化学会誌)投稿の手引き.....	37
10. 日本放射化学会会則.....	38
2003日本放射化学会年会・第47回放射化学討論会プログラム.....	41

新会長挨拶

ジャーナルを育て足場を固めよう

工藤 博司 (東北大学大学院理学研究科)



昨年10月の本会総会において会長に任ぜられ、改めて責任の重さを感じています。これまで、設立準備委員長と副会長を務めてまいりましたが、これからも近藤、前田両副会長、吉田事務局長、役員ならびに会員の皆様のご協力を得て、本会発展のお役に立ちたいと考えています。今期から事務局が高エネルギー加速器研究機構(KEK)から日本原子力研究所(原研・東海)に移りました。本会の発足時からこれまで、事務局体制の構築にご尽力いただいたKEKの皆様にお礼申し上げます。また、新たに事務局を引き受けていただいた原研の皆様へ感謝いたします。

本会は1999年10月に発足し、間もなく5年目に歩を進めようとしています。この間、前任の中原弘道会長を中心に学会としての枠組みを整えてまいりました。本年1月には念願の日本学術会議登録学術研究団体として正式に認められ、当初の目標の一つを達成することができました。会員数は設立時の約300名から徐々に増え、現在約460名(そのうち学生会員は80名)になりました。前身の「放射化学研究連絡委員会」から引き継いだ「放射化学討論会」(本会設立後は「年会」として開催)は昨年9月に、46回数える歴史の中で初めて北海道(札幌)で開催しました(世話人、大西俊之)。参加者は200名を越え、発表件数は152件と盛会でした。一昨年10月の「討論会」は国際会議

2001 Asia Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC 2001 世話人、前田米藏)として開催し、海外18ヶ国(中国、韓国、台湾、米国、カナダ、ドイツ、インド、イスラエル、ブラジルなど)から51名の参加者を得、国内参加者を合わせると293名に達しました。海外からも本学会が認められつつあることを示す好例と思われまふ。また、アジアの放射化学研究の発展に貢献するため、次回のAPSORCを2005年に中国で開催することを計画しています。

こうしてみますと、本学会は順調に発展しているように見えますが、まだ多くの解決すべき課題を抱えています。最大の懸案は、学会誌として刊行しているJournal of Nuclear and Radiochemical Sciences誌(ジャーナル)の定期刊行を軌道に乗せることです。編集委員会の努力により、設立時に約束した年2回の定期刊行を何とか堅持していますが、APSORC 2001や一昨年12月に原研との共催で開催した国際シンポジウムAdvances in Heavy Element Research (ASR-2000)の会議録を掲載し約束を果たしている状態です。会員、非会員を問わず世界中から投稿が可能ですが、投稿数が思ったほど伸びないことが悩みです。新しい学会誌であるため、サーキュレーションがあまりよくないことが一因かも知れません。しかし、査読を経て掲載可になった論文は即刻ホームページに掲載され、世界中どこからでもアクセスが可能です。無料でダウンロードができるシステムも構築しましたので、迅速性と利便性の点では関連する他の学術誌にひけを取りません。企画委員会(前田委員長)では宣伝に力を入れ、ジャーナルの知名度を上げるための方策を準備中です。また、ジャーナルへの論文掲載を奨励賞の応募資格の一つに加えることも理事会で検討中です。しかし、何より効果的なのは会員一人ひとりが奮って投稿し、「我々のジャーナル」を育てていくことではない

でしょうか。ジャーナルの発表形態には原著論文だけではなく、総説 (Reviews, Accounts) やノートも用意されていますので、積極的な投稿により本会の根幹となる事業をもり立てるよう会員各位にお願いいたします。

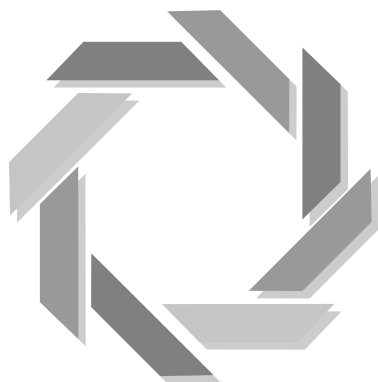
本会設立当初、部会の設置を検討しましたが、小さな学会の中に壁をつくることになるのではないかと懸念から暫く様子を見ることにして、従来から続いている分科会の活性化を図ることにしました。最近では、毎年3月にKEKと共催で「環境放射能研究会」を開催することが恒例になり、今年の参加者は約160名という大きな研究会に成長してきました。「核化学夏の学校」も継続して催されていますが、他にも新たな企画を歓迎します。必ずしも潤沢な事業費を用意できるとは限りませんが支援は惜しみませんので、多くの提案が寄せられることを願っています。

本会は、設立当初から従来の基礎放射化学のみならず、広く原子力や核薬学などの応用分野とも連携しながら発展すること旗印に掲げましたが、現状では必ずしも軌道に乗っていません。基礎と応用の交流を図ることは本会の重要な使命です。申すまでもなく、放射化学は過去において基礎科学の重要な一端を担い、輝かしい成果をあげてき

ました。基礎研究は常に重要であり、これからも放射化学は重要な役割を果たすに違いありません。しかし、楽観できない状況にあることも現実です。仲間内のコミュニティーに閉じこもっては、本会の発展はありません。「基礎」の視点を「応用」の分野に波及させることが求められているのでないでしょうか。そのための交流の場を提供するのも本会の責務の一つです。関連分野の会員数も少なくありませんので、年会への積極的な参加と研究会などの企画を切望いたします。

放射化学研究の活性化のためには若手研究者の育成が肝要です。その一環として奨励賞を設け、これまでに「メスパウアー分光による錯体の動的電子状態の研究」(神奈川科学技術アカデミー・速水真也)、「新しいアクチノイド核種の発見」(原研・塚田和明)、「光核反応の研究」(原研・羽場宏光)、「テクネチウムの環境挙動の研究」(放医研・田上恵子)の4件に授与しました。この賞は学会の活力の指標でもありますから、会員の積極的な応募を期待します。

各種事業の展開のためには財政基盤の確立が欠かせません。賛助会員(現在34法人・団体)のこれまでのご支援に謝意を表するとともに、今後も引き続きご協力いただきますようお願い申し上げます。



特集 日本放射化学会奨励賞受賞者による解説

環境試料中のTc-99の分析ならびに環境挙動の解明に関する研究

田上 恵子 (放射線医学総合研究所 比較環境影響研究グループ)

汚染物質の環境挙動を解明するためには、環境試料中の汚染物質濃度を明らかにし、環境中における分布を調べることが必要である。特に、 ^{99}Tc のように環境状況に応じて物理化学的存在形態が変わる元素の場合は、様々な環境下でのデータ収集が重要となる。しかし、 ^{99}Tc の環境中濃度が極低レベルであるため、実際の環境試料中の ^{99}Tc 濃度の報告例はほとんどなかった。そこで、極低レベルの ^{99}Tc の分析法の開発を進め、さらに、その分析法を用いて種々の環境試料中の ^{99}Tc 濃度の定量を行ってきた。また、室内トレーサー実験により ^{99}Tc の環境動態に関する多くの知見を得てきた。一連の実験により、表層土壌におけるTcの存在形態が変化し土壌に蓄積していくこと、またTcの不溶化には、これまでにあまり注目されていなかった土壌微生物活動の影響など多様な環境因子が影響していることがわかった。

1. はじめに

原子番号43のテクネチウム(Tc)は、その同位体がすべて放射性であり、中でも ^{99}Tc は熱中性子によって ^{235}U や ^{239}Pu から核分裂収率約6%で生成される核分裂生成核種である。この収率は ^{137}Cs と同じくらい高く、また半減期が21万年と長いことから、原子力の平和的利用に伴って ^{99}Tc は徐々に蓄積されていくことになる。現在、環境中の ^{99}Tc の主な起源とされているのは、過去の大気圏内核実験によるフォールアウトと、再処理後に海水中に放出された低レベル放射性廃液である。後者の方が環境中 ^{99}Tc 総量の90%以上を占めている。なお、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (半減期: 6.01 h)の医学利用に伴い環境中にもたらされる ^{99}Tc の量はわずかにすぎない。

その化学的挙動であるが、酸化的雰囲気の水溶液中では可溶性が高い過テクネチウム酸イオン(TcO_4^-)が主要な化学形であることが知られている^[1]。つまり、海水中では TcO_4^- として安定に存在し、大気中に揮散することはない。海から ^{99}Tc が陸圏に供給される可能性は極めて低いことから、陸圏の ^{99}Tc は過去の大気圏内核実験由来のものが大部分を占めることになる。大気に触れ酸化である土壌生態圏においても、この TcO_4^- が主として存在していると考えられている。陰イオンである TcO_4^- は土壌にほとんど収着されないため、土壌中を移動しやすい。また、植物にとっては必須ではないが水と一緒に吸収されてしまうた

め、高い移行係数が報告されてきた^[2, 3]。このため、農作物を介して人体へ移行する可能性が高いとされている。これらのことから、再処理施設や放射性廃棄物処分に係わる安全評価において、 ^{99}Tc は重要な放射性核種の1つとなっている。

2. 陸上環境試料中の極低レベル ^{99}Tc の測定

汚染物質の環境挙動を解明するためには、環境試料中の汚染物質濃度を明らかにし、環境中における分布を調べることが必要である。 ^{99}Tc もまた、環境中、特に陸上環境試料中の ^{99}Tc 濃度レベルを正確に測定することが重要になってくる。しかし、総量約140TBqのグローバルフォールアウト ^{99}Tc が地球表面に不均一に分布している現状においては、陸上環境中における ^{99}Tc 濃度は極低レベルであり、また、海水中においてもまだ再処理工場から放出された ^{99}Tc の影響を受けている場所はほとんどないため、やはり ^{99}Tc 濃度は低い。したがって、汚染地以外の実際の環境試料中の ^{99}Tc 濃度の報告例は少ない。

いかに極低レベルであっても、 ^{99}Tc が将来的にどのような環境挙動をするのか推定するために、現在集め得る限りの情報を得ておくことは重要である。放射能測定法を用いて ^{99}Tc を測定していた時には、海水試料はtonneオーダー、土壌試料はkgオーダーの分析が必要であった。多量の試料の分析は、操作が複雑になり回収率も安定しない。そこで、長半減期核種の測定をより高感度・高精

度かつ迅速に行える誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用い、より簡便な分析手法かつ安定した回収率を得るための分析法の開発を我々は進めてきた^[4-10]。分析法を Fig.1 に示す。土壌試料の分析において、数百グラムの土壌を分析に供した場合、アルカリ分解や酸分解では多量の共存元素が溶出してくるため、次の分離操作が煩雑になり、回収率の変動につながる。そこで、燃焼装置を用いることにより、土壌試料を 1000℃、酸素気流下で加熱することにより Tc を揮散させて水溶液に捕集することで、マトリクス元素の除去を行い、安定な回収率を得ることを可能にした^[4,8]。

次に、米国 Eichrom 社製の TEVA レジンを用いて Tc の分離濃縮を行う方法を検討した。これまでの Tc の化学分離操作では TBP, TOA, MEK, Cyclohexanone, CCl₄ 等を用いた溶媒抽出が一般に行われてきた。しかし、オゾン層破壊物質である CCl₄ を用いない、いわゆる環境にやさしい分析を行い、また、ICP-MS 装置の安定性を保つためにできるだけ有機溶媒を試料液に入れないようにするために、このレジンを用いることはメリットがある。溶媒抽出法を用いる理由は、Tc の濃縮係数が高い一方で、質量数 99 に同位体をもつ Ru の除去能が高い点にある。ICP-MS では Ru-99 を Tc-99 と分離して測定できない。Ru の他の同位体を測定することで、干渉補正することは可能であるが、Ru が除去できていたほうが望ましい。そこ

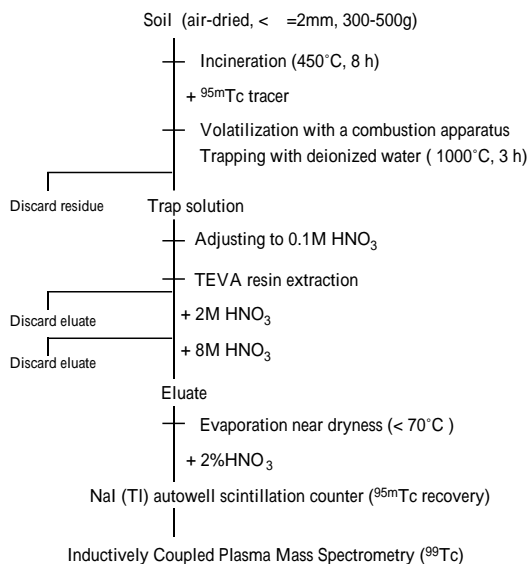


Fig. 1 Separation method for ^{99m}Tc in soil.

で、分析操作に TEVA レジンを取り入れる前に、どの程度 Ru を除去できるのかについて検討を行った^[6]。実験条件は 0.05M NaOH、0.05M NaCl 及び 0.5M NaCl 各 100mL に ^{95m}Tc 及び ¹⁰⁶Ru を添加した試料水を TEVA レジンカラムに通水後、1M HNO₃ 50mL (25mL × 2) でカラムを洗浄し、12M HNO₃ 15mL (5mL × 3) で Tc を溶離した。

Fig.2 に示したのは、各フラクションにおける Tc と Ru の回収率である。試料溶液を 0.1M HNO₃ 程度に調整した場合に Tc はレジンに特異的に収着することがわかっているが、本実験のように中性-アルカリ性溶液でもレジンに保持されており、試料溶液とともに流出することはない。Ru の場合、酸性-中性溶液ではレジンに保持されないが、アルカリ性溶液の場合では 90% 以上レジンに保持された。次に 1M HNO₃ でカラムを洗浄すると、保持されていた Ru はほとんど流出してしまうが、Tc は溶出しなかった。

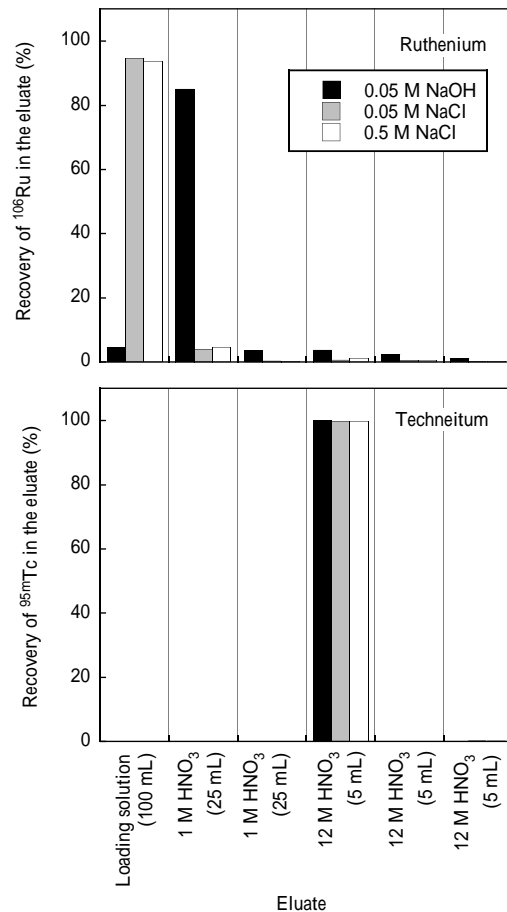


Fig. 2 Chromatographic separation of Tc from Ru and their recovery in each eluate.

ラムから溶離させる場合、最初の5mLで100%のTcが回収できた。ただし、12M HNO₃では1-2%のRuが溶出してくることから、完全には分離できていない。さらに検討を行い^[7]、カラム洗浄液として40mLの2M HNO₃を、またTc溶離液として5mLの8M HNO₃を用いることでRuの混入割合は添加量の0.3%以下となり、ほとんどTc溶離液に混入することはなくなった。TEVAレジンのRu除去能はcyclohexanone等の有機溶媒と同程度である。また、⁹⁹Tcと隣接するMoも除去可能であった^[10]。従って、TEVAレジンはTcの分離濃縮に効果的であることがわかった。

最終的にTEVAレジンを抽出によって得られた8M HNO₃は、硝酸濃度が高すぎるためにICP-MSに直接導入できない。そこでホットプレート上60-70において溶液を<0.1mLまで減容後、2% HNO₃に溶解して5mLとし、ICP-MSの試料とした。なお、回収率を求めるためのトレーサーについては東北大学大学院理学研究科の関根勉先生のご協力を戴いてニオブ箔から作成した^{95m}Tc(半減期: 61d)を用いることで、⁹⁹Tcのコンタミを大幅に減少することができた^[5, 9]。^{95m}Tcは減衰後も⁹⁹TcのICP-MS測定上妨害になることはな

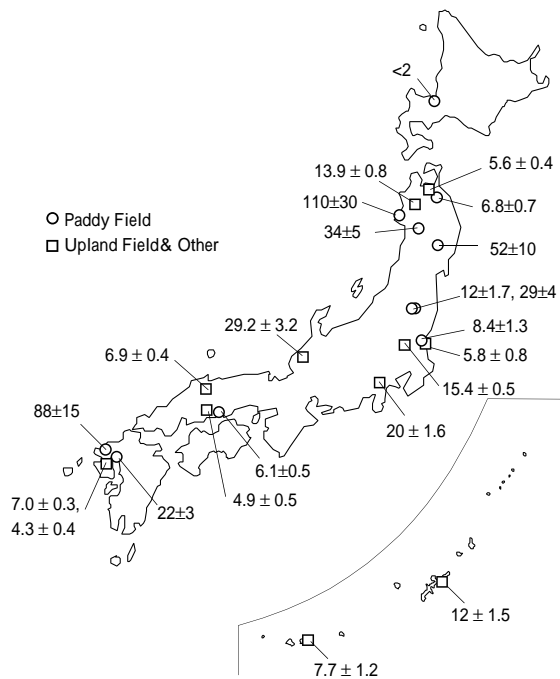


Fig. 3 Global fallout ⁹⁹Tc concentrations (mBq/kg-dry) in Japanese soils.

く、トレーサーとしてよく用いられる^{99m}Tcに比べて半減期が長いので、確実な分析操作が行える。

3. 日本の土壤中の⁹⁹Tc濃度

開発した分析法を用い、日本各地から採取した種々の環境土壌試料中の⁹⁹Tc濃度の定量を行った^[11]。結果をFig.3に示す。平均の⁹⁹Tc量は水田土壌において34mBq/kg土(乾)、畑土壌において5.9mBq/kg土(乾)、その他の土壌において16.3mBq/kg土(乾)であった。この結果から畑やその他の目的に使用されている土壌に比べ、水田土壌中の⁹⁹Tc濃度はやや高い傾向があることがわかった。陽イオン交換容量、陰イオン交換容量、総炭素量、相窒素量、活性Fe、活性Al等の土壌特性と比較したが、相関の高い項目はなかった。これらの要素がTcの蓄積に関与している可能性は低いかもしれない。

さらに同じ土壌試料を用いてGe半導体検出装置(Seiko EG&G)により¹³⁷Cs濃度を測定し、⁹⁹Tc/¹³⁷Csを求めた。土壌の利用形態別(水田土、畑土、その他)に比をプロットした結果をFig.4に示す。水田では⁹⁹Tc/¹³⁷Csが核分裂収率から求めた理論値(1.4×10^{-4} 。大気圏内核実験以来陸上環境中に放出がないため、その値は現在 3.3×10^{-4})と比べて高く、また、その比は他の土壌よりも高い傾向がみられたことから、⁹⁹Tcが水田土壌に蓄積していたことを示している。水田という還元的

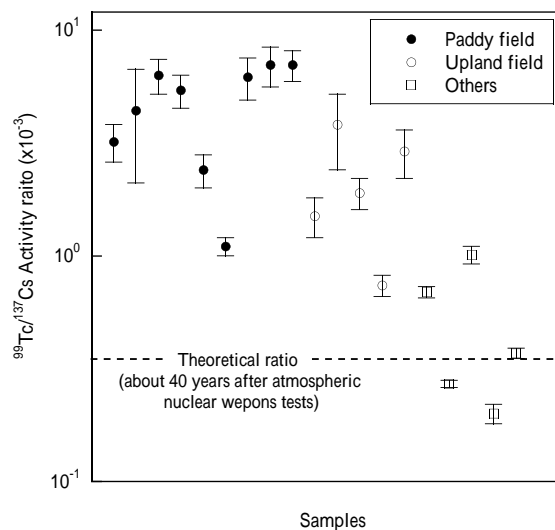


Fig. 4 Activity ratios of ⁹⁹Tc/¹³⁷Cs in soils collected in Japan.

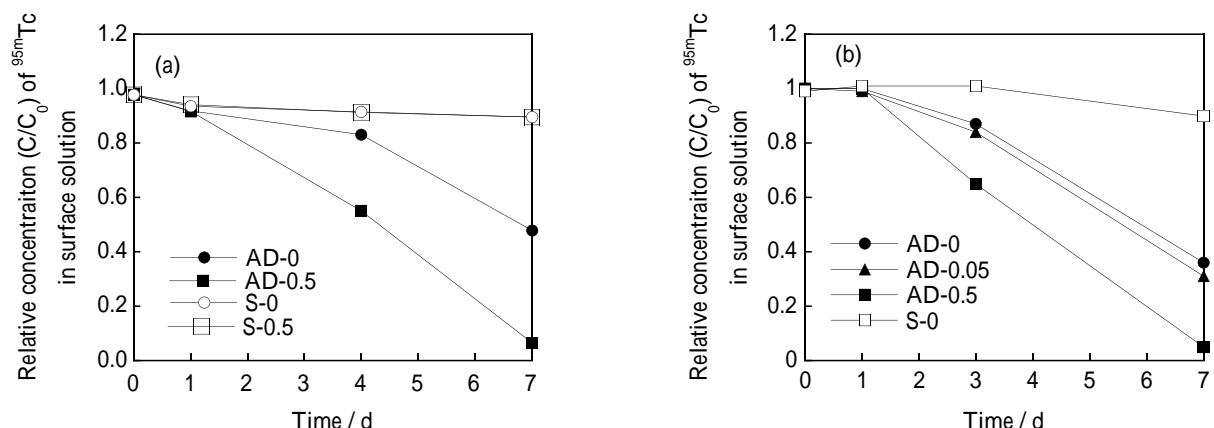


Fig. 5 Time dependence for relative concentrations of ^{95m}Tc in surface solutions for (a) Andosol and (b) Gray lowland soils. AD: Air-dried soil, S: Sterilized soil, and 0-0.5: glucose content (%) on the basis of air-dried soil.

雰囲気となる特殊な環境では、Tcは不溶化しているようである。また、その量は水田に降下物として直接沈着した ^{99}Tc の量だけでは不足するため、恐らくは、他の地域から流出した ^{99}Tc が灌漑水等により水田に入った際、なんらかの作用を受けて土壌表面に沈着した可能性がある。上述したように ^{99}Tc 濃度と土壌特性とは相関がなかったことから、Tcの水田土壌への蓄積は、単純な物理的・化学的な作用とは異なると考えられた。

4. 土壌微生物活動とTcの土壌への収着

それでは土壌にどのようにしてTcは蓄積されていくのであろうか？トレーサー実験により水田条件を再現しTcの挙動を観察した。土壌微生物の関与について知るために、実験条件は以下のように設定した。土壌7試料を用いて、室温で乾燥した後、孔径2mmの篩いで篩別した土壌 (Air-dried soil [AD]、非滅菌土) と、これをさらにオートクレーブで滅菌した土壌 (Sterile soil [S]、滅菌土) の2種類を作成した。これに土壌微生物の活動を活性化させるためにブドウ糖を濃度を変えて添加した (乾燥土壌比で0 - 0.5%)。土壌をポリスチレン瓶に詰め、静かに $^{95m}\text{TcO}_4^-$ 溶液を流し入れ、水深1 - 2cmにした。土壌表層水に TcO_4^- として添加したTc濃度の時間変化を調べた結果をFig.5に示す。化学変化がなければ TcO_4^- の可溶性は高いので1で推移するはずである。滅菌土では濃度変化が見られず、したがって土壌を単に湛水するだけでは、 TcO_4^- のまま変化がなかったことが分

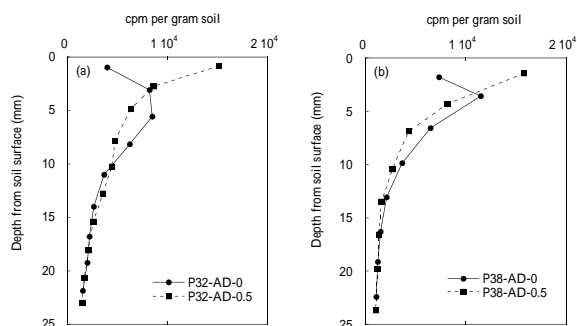


Fig. 6 Vertical distribution of ^{95m}Tc in the soil columns, P32: Andosol, P38: Gray lowland soils.

かった。しかし非滅菌土では時間とともにTcの濃度が減った。すなわち、化学的な反応とは異なる遅い速度で徐々に土壌固相にTcが収着した。土壌にブドウ糖を加えて微生物活動を活発にすると、その傾向がより明らかであった^[12]。非滅菌土のカラムを解体して、Tcの分布を示したのがFig.6である。表層から下層にかけてTcの濃度が急激に減少していることから、Tcは土壌表層で不溶化し土壌に収着したことが分かった。なお、土壌に収着したTcの化学形は還元形、有機物結合態、その他の化学形の可能性がある^[13]。しかし化学種の同定には至っておらず、これについては今後の課題である。

5. 実環境中における土壌から植物へのTcの移行挙動

土壌から植物への移行係数は、化学形が TcO_4^- ときに高いが、有機物と結合したTcは植物によ

Table 1 Soil-to-plant transfer factors (dry weight basis) for ^{99}Tc on 26 April 1986, in leaf samples (strawberry, *Fragaria vesca*) collected in the 30-km zone around Chernobyl.

	K-2 site (n=3)	D-1 site (n=2)	D-3 site (n=2)
Transfer factors (dry weight basis)	0.152 ± 0.014	0.225 ± 0.010	0.086 ± 0.004
	0.183 ± 0.019	0.405 ± 0.081	n.d
	0.448 ± 0.017		

る吸収が低くなる^[14, 15]。また、還元化された Tc に関しては可溶性が低くなり土壌溶液中の Tc 濃度が減ることからも、 TcO_4^- 以外の化学形であれば移行係数はこれまでの報告値と比べてかなり低くなると考えられる。しかし、表層土壌環境は大気と接触しているために酸化されており、 TcO_4^- 以外の化学形を考慮されることは少なかった。しかし、実際にはどのような移行挙動を示すのであろうか？日本の土壌中の ^{99}Tc 濃度は低く、植物中の濃度測定は極めて困難であるため、実環境中の ^{99}Tc の移行挙動を知るために、チェルノブイリ周辺の 30km 圏内の森林に着目した。1994 年及び 1995 年に採取された土壌及び植物試料中（イチゴ類の葉）の ^{99}Tc を分析し、移行係数を求めた^[16]。IAEA Technical Report Series 364 に記述されている葉菜類の Tc の移行係数を比較のために挙げると、その範囲は 12-2600 である^[2]。Table 1 に示したように、今回得られた値が 2 桁以上低かったことから、この森林内において Tc の化学形として TcO_4^- であったと考えにくい。特に D-3 とコードされた森林は一般に Wet Forest と呼ばれる地下水位が高い状態であり、酸化還元状態は水田土壌に似ていると考えられる。この森林から得られた移行係数は他の森林よりさらに低く、またイチゴ類以外の植物でも ^{99}Tc の濃度が極めて低い傾向があった。この土壌では、日本の水田土壌で見られたように、土壌微生物等の作用によりさらに Tc の不溶化が進み、植物に吸収されにくい化学形になっているものと推定される。

6. まとめ

陸上環境中における長半減期核種の ^{99}Tc の長期的な挙動を明らかにすることを目的として研究を

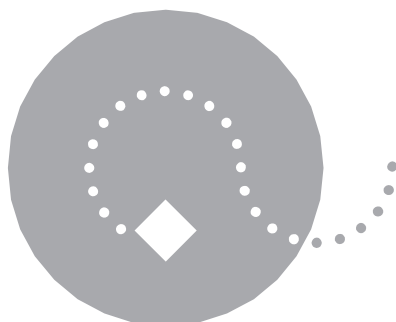
行ってきた。まず、日本の土壌中のグローバルフォールアウト ^{99}Tc の濃度及び分布の測定を行い、水田土壌に ^{99}Tc が蓄積している傾向を得た。さらに、この蓄積のメカニズムには土壌微生物が関与していることをトレーサー実験で明らかにした。水田と同じような環境である地下水位の高いチェルノブイリ周辺の森林からは、これまでに報告されてきた移行係数に比べてかなり低い値が見いだされたことから、実際の環境中において Tc は不溶化していることが示唆された。 ^{99}Tc の濃度が極めて低いために、どのような化学形で実際に存在しているのかについて明らかにすることは困難であるが、地球化学的に同じような挙動をとると考えられる同族元素のレニウム (Re) に着目し、 ^{99}Tc の長期挙動予測のための化学アナログになりえるのかどうか検討している最中である。現在、土壌、植物中の Re 分析法の検討を一通り終え、環境試料中の Re 濃度データを集めつつある。

謝辞

本研究を行うにあたり、放射線医学総合研究所の内田滋夫博士と京都大学原子炉実験所の齊藤眞弘名誉教授にご指導をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。また、研究協力してくださいました東北大学大学院理学研究科の関根勉助教授と、ご助言をいただきました熊本大学理学部の百島則幸教授、金沢大学理学部の山本政儀助教授、気象研究所の広瀬勝己室長ならびに同研究所の五十嵐康人博士に心より御礼申し上げます。また、環境試料を提供して下さった国内外の研究者、研究機関の方々、研究にご協力いただきました放射線医学総合研究所比較環境影響研究グループの方々に感謝いたします。

引用文献

- [1] D.G. Brookins, *Eh-pH Diagrams for Geochemistry*. (Springer-Verlag, Berlin, 1988), pp. 97-99.
- [2] IAEA: *Handbook of parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments*. (IAEA, Vienna, 1994), Tech. Rep. Ser. No. 364.
- [3] IAEA: *Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases*. (IAEA, Vienna, 1982), Safety Ser. No. 57, p. 61.
- [4] K. Tagami and S. Uchida, *Radiochim. Acta* **63**, 69 (1993).
- [5] K. Tagami and S. Uchida, *Appl. Radiat. Isot.*, **47**, 1057 (1996).
- [6] S. Uchida and K. Tagami, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **221**, 35 (1997).
- [7] S. Uchida and K. Tagami, *Radioact. Radiochem.* **10**, 23 (1999).
- [8] K. Tagami and S. Uchida, *Radioact. Radiochem.* **10**, 30 (1999).
- [9] T. Sekine, M. Konishi, H. Kudo, K. Tagami, and S. Uchida, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **239**, 483 (1999).
- [10] K. Tagami and S. Uchida, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **239**, 643 (1999).
- [11] K. Tagami and S. Uchida, *J. Nucl. Radiochim. Sci.* **3**, 1-5 (2002).
- [12] K. Tagami and S. Uchida, *Chemosphere* **33**, 217 (1996).
- [13] K. Tagami and S. Uchida, *Toxicol. Environ. Chem.* **56**, 235 (1996).
- [14] L.R. Van Loon, G.M. Desmet, and A. Cremers, in *Speciation of Fission and Activation Products in the Environment*, R.A. Bulman and J.R. Cooper Eds. (Elsevier Appl. Sci. Pub., London, 1986), pp. 352-360.
- [15] G.C. Krijger, A.V. Harms, R. Leen, T.G. Verburg, and B. Wolterbeek, *Environ. Exp. Bot.* **42**, 69 (1999).
- [16] S. Uchida, K. Tagami, W. Rühm, M. Steiner, and E. Wirth, *Applied Radiat. Isotop.* **53**, 69 (2000).



解説

マルチトレーサー法とRIBF計画における次世代 マルチトレーサー研究の展開

羽場 宏光、五十嵐 香織、蛭沼 利江子、榎本 秀一

(理化学研究所加速器基盤研究部ラジオアイソトープ技術室)

ラジオアイソトープ(RI)は、それ自身に固有の放射線を放出するため、極微量でも検出することが可能である。現在、トレーサーとして、物理、化学、生物などの基礎研究分野から医学、薬学、栄養学、農学、工学、環境科学などの応用研究分野にわたり幅広く利用されている。1991年に理化学研究所で発明されたマルチトレーサー法は、医学、薬学、環境科学を中心としてその応用研究が推進されてきた。近年、マルチトレーサーユーザーの研究分野の多様化や研究対象元素の絞り込みにとまない、現有マルチトレーサー製造法では製造困難なRIの供給や、実験効率向上を目的としたマルチトレーサー核種の相互分離、シングルトレーサーの供給が切望されるようになった。一方、RI供給元におけるRI製造の中止および改廃にとまない、セレンや亜鉛などといった必須微量元素群のRIが入手困難になりつつある。このような状況の中で、著者らは理化学研究所の現有加速器施設および次期RIビームファクトリー(RIBF)を用いた次世代マルチトレーサー製造計画を推進している。RIの製造法の違いから、以下に述べる3種類のトレーサー製造法を開発し、実際の製造と基礎研究、さらに大学や研究機関への供給を開始した。本報では次世代マルチトレーサーの研究展開と理研のRI製造およびその応用研究の一部をご紹介します。

1. 次世代マルチトレーサーと装置開発

1991年以来、理研マルチトレーサーは安部らが考案し、理研加速器研究施設E3照射室に設置された落送球照射装置によってその製造が行われてきた¹⁾。すなわち、理研のK540リングサイクロトロンにより、核子当たり135MeVまで加速した¹⁴Nあるいは¹⁶O、¹²Cビームをチタン、銀、金などの金属標的に照射し、核破碎反応によって多種類の元素のRIを製造する。重イオンビーム照射後、標的物質を化学的手法によって除去し、無塩・無担体のマルチトレーサー溶液を得て、種々の応用研究を展開してきた。応用研究の詳細は種々の総説や原著論文を参照していただきたい^{2,3)}。

近年、マルチトレーサー製造装置の老朽化、リングサイクロトロンの出力向上に伴い、標的の冷却効率や照射時の漏洩放射線などの諸問題が軽視できなくなってきた。また、従来の装置では製造が困難なRI、とくに比較的短寿命のRIを含んだマルチトレーサーの供給も求められるようになってきた。そこで2003年4月、著者らはマルチトレーサー製造装置の抜本的改良のため、老朽化した

落送球照射装置を撤去し、短寿命マルチトレーサー製造を目的としたガスジェット結合型多重標的照射装置と大強度ビーム対応型長寿命マルチトレーサー製造装置の複合型照射装置を新規開発した。

新装置の概略図および実物写真を図1に示す。本装置は、比較的短寿命のRI製造を目的としたガスジェット結合型多重標的照射室と長寿命RIの製造を目的とした照射室に分割してある。高真空($\sim 10^{-5}$ Pa)のビームラインとヘリウムガス($\sim 10^5$ Pa)で満たされた2つの照射室の間は、それぞれ厚さ6 μ mのハーバー箔で仕切られている。理研リングサイクロトロンで核子当たり135MeVまで加速された¹⁴Nあるいは¹⁶O、¹²Cビームは、1cm間隔でスタックされた厚さ1~2 μ mの金属標的を合計30枚貫く。図1左下に示したエアロゾル発生装置では、加熱管中で塩化カリウムや塩化ナトリウムなどを昇華させヘリウムガスをキャリアーとして照射室に導入する。核破碎反応の結果、標的から飛び出した生成核はヘリウムガス中で減速され、エアロゾルに吸着して数秒のうちに照射室から直下の化学実験室へ輸送される(ガスジェッ

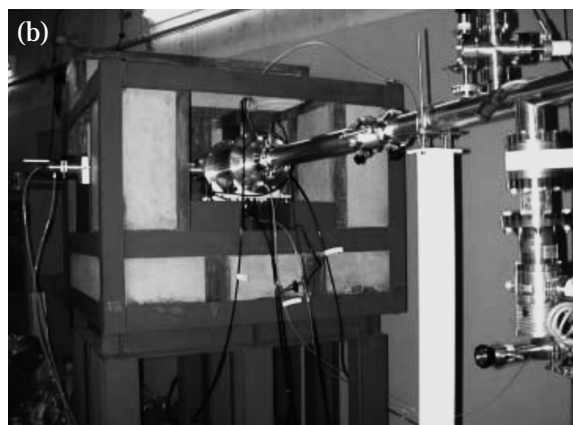
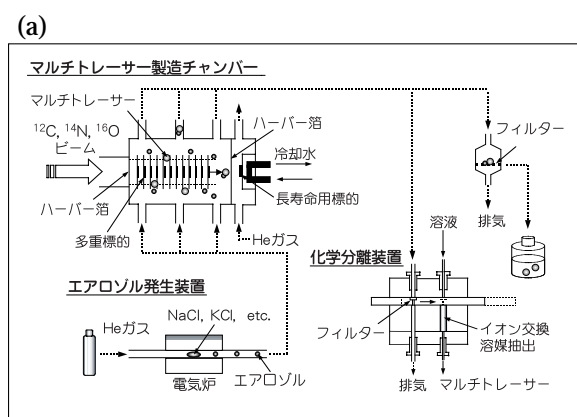


図1 ガスジェット結合型多重ターゲットシステム照射の概略図 (a) 及び照射装置の実物写真 (b)

ト法)。マルチトレーサーを吸着したエアロゾルは化学実験室のフード内でガラスフィルターに捕集され、これを任意の溶液に溶解することによって直ちに应用研究可能なマルチトレーサー溶液が得られる。本手法では標的からの化学分離が不要で、数秒程度の短寿命のRIまで研究の対象にできる。これまでは、化学分離の便宜から、標的はチタン、銀、金などの一部の金属標的に限られていたが、本装置によって周期表上のほとんどすべての元素を標的にでき、また、標的構成を変えることでマルチトレーサーに含まれる核種を最適化できる。現在、自動化学分離装置と結合して特定のRIをイオン交換法や溶媒抽出法により濃縮分離し、ユーザーの研究対象RIのみを含んだ効率的マルチトレーサーを供給するシステムの開発を急いでいる。

ガスジェット結合型多重標的照射室を出たビームは、続いて長寿命RIの製造を目的とした照射室に入射する。ここでは、従来と同様に200 μm 程度のチタン、銀、金などの標的数枚の照射ができる。標的の冷却は、これまでの水冷に加えてヘリウムガスによる冷却も行えるように改良し、冷却効率のアップを図った。本装置完成後の試験実験では、旧装置の上限であった ^{14}N ビーム強度100pnAを大きく超え、現有加速器の最大レベルである600pnAで照射を行うことができ、マルチトレーサー製造効率を格段に向上することができた。また、漏洩放射線の軽減化に関しては、チャンパー全体をビームダンプとして利用していた厚さ15cmの鉄と30cmのコンクリート遮蔽体に閉じ込めることによって、従来の4分の1にまで低減

することに成功した。一方、ガスジェット結合型多重標的として2 μm の銅標的を30枚用いて、半減期1分以上の核種を対象にマルチトレーサー製造実験を行ったところ、18元素52核種のRIが利用可能であることが明らかになった。従来使用していた落送球装置で銅標的から製造できた元素および核種数は、それぞれ10元素11核種であったので、使用可能核種の量的な革新ももたらした。

2. AVFサイクロトロンによるシングルトレーサー製造

近年、マルチトレーサー法を用いた生体微量元素の研究が活発になり、应用研究の85%は生体微量元素のダイナミクス研究である。このようなマルチトレーサー法の汎用化にともない、銅やカドミウムのように現有マルチトレーサーでは应用研究が困難なRIの供給も期待されるようになった。一方、RI供給元におけるRI製造の廃止および改廃などにもない、セレンや亜鉛などといった生体必須微量元素群のRIが入手困難になりつつある。そこで、著者らは、理研K70 AVFサイクロトロンを用いて(p,n)や(p, γ)などの比較的単純な核反応を用いて製造できるシングルトレーサーの製造技術開発を開始した。AVFサイクロトロンでプロトン照射した金属あるいは酸化物の標的を酸に溶解し、イオン交換法や溶媒抽出法によって目的RIを精製する。2002年度から始まった試みであるが、既に製造と基礎研究が進行している代表的な12のシングルトレーサーを、核反応、半減期、壊変特性ならびに線エネルギーとともに表1にまとめた。これらの元素のうち、 ^{54}Mn 、

表1 最近理研AVFサイクロトロンで製造を行っているラジオアイソトープ

核種	核反応	半減期(日)	壊変特性	γ線エネルギー(keV)
^{48}V	$^{48}\text{Ti}(p,n)$	15.9735	EC, β^+	983.5, 1312.1
^{52}Mn	$^{52}\text{Cr}(p,n)$	5.591	EC, β^+	935.5, 1434.1
^{54}Mn	$^{54}\text{Cr}(p,n)$	5.591	EC, β^+	834.8
^{65}Zn	$^{65}\text{Cr}(p,n)$	244.26	EC, β^+	1115.5
^{67}Cu	$^{70}\text{Zn}(p,\alpha)$	2.576	β^-	93.3, 184.6
^{75}Se	$^{75}\text{As}(p,n)$	119.779	EC, β^+	136.0, 264.7
^{89}Zr	$^{89}\text{Y}(p,n)$	3.267	EC, β^+	909.0
$^{92\text{m}}\text{Nb}$	$^{92}\text{Zr}(p,n)$	10.15	EC, β^+	934.5
^{109}Cd	$^{109}\text{Ag}(p,n)$	462.6	EC	88.0
^{175}Hf	$^{175}\text{Lu}(p,n)$	70	EC	343.4
^{177}Ta	$^{177}\text{Hf}(p,n)$	2.357	EC, β^+	112.9, 208.4
^{206}Bi	$^{209}\text{Pb}(p,n)$	6.243	EC, β^+	803.1, 881.0

^{65}Zn 、 ^{109}Cd および ^{75}Se 以外は現在市販されていない。 ^{65}Zn および ^{75}Se は、生体微量元素として研究が最も盛んな亜鉛とセレンのRIであるが、わが国におけるRI製造は廃止され、高額な輸入RIに依存しており、何れも貴重なRIと言える。

現在、著者らの製造した ^{48}V 、 52 、 ^{54}Mn 、 ^{65}Zn 、 ^{67}Cu 、 ^{75}Se 、 ^{109}Cd ならびに ^{206}Bi を用いて、生物学、医学、薬学分野の応用研究が開始されている。これらのうち ^{109}Cd と ^{206}Bi 以外のRIは、銀標的のマルチトレーサー中に含まれているが、マルチトレーサー法によるスクリーニング実験の結果から、その特徴的な性質が注目され、実験効率を高め、生体における詳細なメカニズム解明のためシングルトレーサーとしての供給が強く望まれるようになった核種である。バナジウムおよび亜鉛の研究例を1つご紹介しますと、バナジウム及び亜鉛錯体の糖尿病治療薬の研究が精力的に進められており、この研究には著者らの製造したマルチトレーサーおよびシングルトレーサーを利用いただいている。近い将来、待望の経口血糖降下薬の臨床応用が開始されるであろう⁴⁾。また、 ^{67}Cu は、 ^{70}Zn の濃縮同位体を標的とし、 $^{70}\text{Zn}(p, \alpha)$ 反応で製造される貴重なRIである。銅はその生理的役割も極めて重要な生体必須微量元素であり、生体内の活性酸素種の除去にかかわるスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)やセルロプラスミン、チトクロームCオキシダーゼなどの活性中心となる重要な元素で、銅代謝異常によってメンケス病やウイルソン病を惹起することが知られている。しかし、利用が簡便であるRIが少なく、その供給体制も

整っていない状況にあり、詳細な生体内におけるメカニズムが解明されていない元素の1つであった。理研が供給できる ^{67}Cu は、半減期が2.576日であり、生理学的、生化学的な研究にも十分応用可能な線放出核種である。現在、銅の生体内における役割を解明する多くの研究がスタートしており、理研の製造した ^{67}Cu で生体内における銅の役割が解明され、多くの成果が期待されている。一方、放射化学・核化学の研究分野では、近年、重い極限領域における原子の電子状態に関する情報を得ることを目的として、超重元素(原子番号104番以上)の化学的性質を調べる研究が注目されている^{5,6)}。 ^{89}Zr 、 $^{92\text{m}}\text{Nb}$ 、 ^{175}Hf ならびに ^{177}Ta は、超重元素である104番元素ラザホージウム(Rf)ならびに105番元素ドブニウム(Db)の軽い同族元素のRIで、RfやDbを模擬したイオン交換や溶媒抽出などの基礎実験に用いられている。

3. 超伝導RIビーム生成分離器BigRIPSによるRIカクテル製造

通常の陽子や重陽子などの加速器で製造されるRIは、主として安定同位体近傍の中性子不足RIに限られ、その寿命や壊変特性あるいは化学処理の困難さが原因となり実際の利用は大きな制約を受けている。また、標的物質が不純元素を含む場合や標的要素が複数の安定同位体から成る場合、目的外のRIの同時生成は避けられない。さらに、化学処理に携わる作業員の放射線被曝は大きく、深刻な問題である。一方、原子炉によって製造されるRIは、目的とされるRIと同じ元素の安定同位体を原子炉で中性子照射することによって製造される。この場合も、生成するRIの寿命や壊変特性による制限が大きく、周期表の一部の元素についてしか実用的なRIを供給できない。

近年、RIをビームとして発生させる技術が開発され、理研ではこのRIビームを世界に先駆けて多種類かつ大強度で発生させることを計画している(RIBF計画)⁷⁾。図2に示したように、本計画では理研加速器研究施設に3基のリングサイクロトロン(fRC、IRC、SRC)と超伝導RIビーム生成分離器(Big RIPS)⁸⁾を新設し、これまで軽い元素に限られていたRIビームを全元素領域にわたって世界最大強度で発生することが可能になる。こ

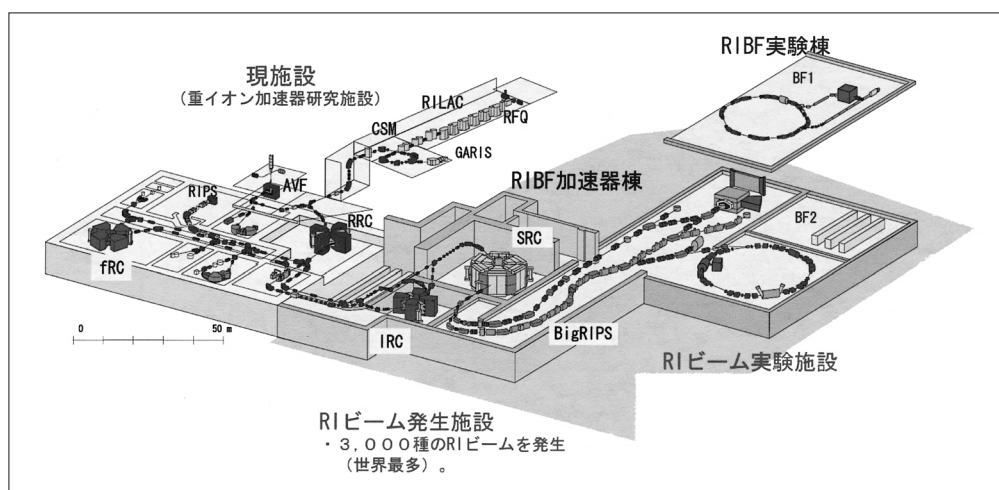


図2 RIビームファクトリー概略図

の施設を用いた基礎科学分野においては、多数の有用元素の探索が行われ、また、革新的診断・治療薬の創薬や工業、農業、環境科学分野における産業技術の高度化が期待されている。著者らは、このRIビームを直接、気体や液体中に打ち込み、周期表上のすべての元素について利用目的に最適な寿命や壊変特性を有するRIを製造、供給していくことを計画している。本手法によって供給されるRIは、従来の手法で製造されるものと比較して極めて多彩かつ高純度であり、また、化学的手法によるRIの精製が不要であるため、RI製造に携わる作業者の放射線被曝を最低限に抑えることができる。

図3の核図表に示したように、理研RIBFでは、医学、工学、理学などの分野で今後利用が期待される比較的長寿命のRIを1秒間に $10^{10} \sim 10^{13}$ 原子程度のビームとして供給することが可能である。例えば、 ^{28}Mg 、 ^{67}Cu などのRIは、生理学的、生化学的な研究に有用な線放出核種であるが、通常の加速器や原子炉では製造が困難であった。RIBFでは、 ^{28}Mg や ^{67}Cu ビームをそれぞれ1秒間当たり 2.1×10^9 個、 4.6×10^{10} 個の強度で供給することができ、これを1日間溶液に打ち込めば、それぞれ1.2GBq、11GBq量の ^{28}Mg や ^{67}Cu を製造できる。これらは十分に実用レベルである。以上のことは、特に核医学分野での放射性医薬品の創薬の可能性を広げることへとつながる。もちろん、線放出核種の新規計測法の開発も必要である

が、郷農と著者らのグループの開発している電極分割型ゲルマニウム半導体検出器を用いた多核種同時線イメージング装置(GRED)も基礎的研究段階から、実用化への一步を踏み出している⁹⁾。この装置開発と呼応する形で、臨床医療に対するRIBFからのアプローチが開始されている。

RIBFでは、1次ビームの高エネルギー入射核破碎反応で生成した大量のRI群から、ある特定のRIだけを物理的に選別し、残りはすべてビームダンプへ捨てられる。著者らはいわばこの廃棄ビームを利用したRI製造も計画している。すなわち、ビームダンプ中に標的を置き、捨てられる大強度1次ビームを用いてマルチトレーサーを製造する。さらに、RIBF計画では、IRCで加速した1次ビームの一部を現行加速器施設に返す、“戻しビーム”計画も組み込まれている。この戻しビームを現マルチトレーサー製造ビームラインに導けば、RIBF稼動中も安定してマルチトレーサーを供給していくことが可能である。RIBF施設は、年に2、3回のメンテナンス期間を除いてほぼ毎日運転される。この一連のシステムによるRI供給量は我が国のRI需要に十分耐えうるものであり、とかく外国からの輸入に頼る我が国のRI供給にはRIBFの稼動により革新的な進歩がもたらされるであろう。著者らは、2007年度からのRIBF本格的始動に向けて、現有加速器施設にあるRIビーム発生装置(RIPS)を用いた技術的試験研究を開始している。

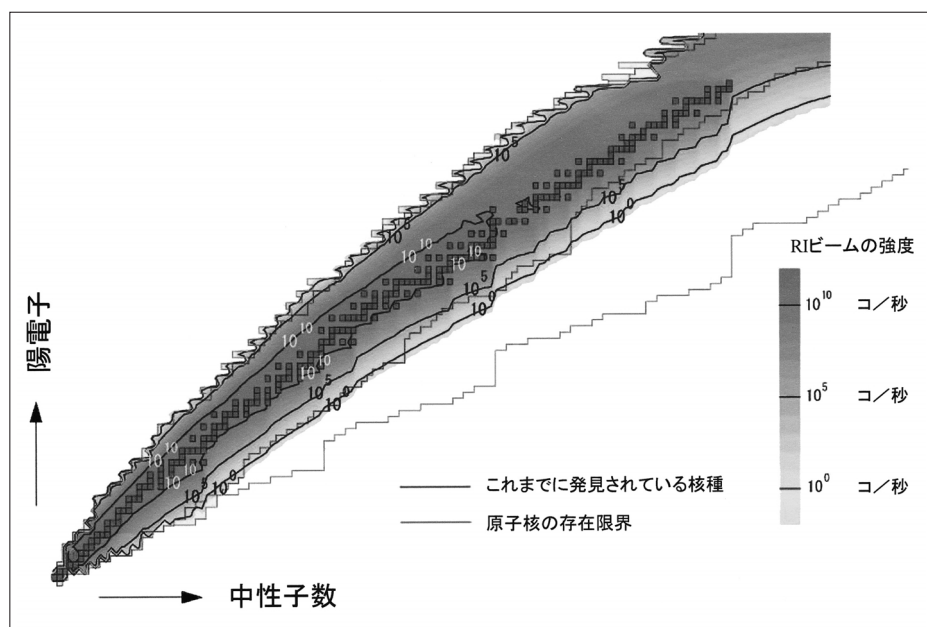


図3 RIビームファクトリーによって利用可能になるRIビームの種類と強度

RIビームファクトリーでは、大強度・高エネルギーの重イオンビームを用いることにより、全元素にわたり実験に利用可能は強さ(1コ/秒以上の強度)のRIビームを発生。新たにビームとして利用できるようになる核種の数には優に1000種を超える。

参考文献

- 1) Ambe S., Chen S.Y., Ohkubo Y., Kobayashi Y., Iwamoto M., Yanokura M., and Ambe F., *Chem. Lett.*, 1991, 149-152 (1991).
- 2) Enomoto S. (ed), *Trends in bio-trace element research*, RIKEN Rev., 35, 1-129 (2001).
- 3) 榎本秀一, *Biomed. Res. Trace Elements*, 12, 71-84 (2001).
- 4) Sakurai H., *Proceedings of International Symposium on Bio-Trace Elements 2002*, Enomoto S. and Seko Y. (Eds.), 113-118 RIKEN, Japan (2003).
- 5) Schäel M. (Ed.), *The Chemistry of Superheavy Elements*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2003).
- 6) Kratz J. V., *Heavy Elements and Related New Phenomena*, Greiner W. and Gupta R. K. (Eds.), Vol. 1, p.129, World Scientific, Singapore (1999).
- 7) 矢野安重, 谷畑勇夫, *RADIOISOTOPES*, 44, 36-42 (1995).
- 8) Kubo T., *Nucl. Instrum. Meth. B*, 204, 97-113 (2003).
- 9) 本村信治, 榎本秀一, *医学のあゆみ*, 205, 884-886 (2003).



歴史と教育

放射化学入門実験
青山学院大学理工学部アイソトープ研究室での一例

斎藤 裕子、木村 幹（青山学院大学）

大学などの教育現場で実際に放射化学の教育を行なうときに役立つ事例を紹介する。今回は青山学院大学理工学部アイソトープ研究室で行なわれている「天然放射性物質の分離、測定」、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 溶媒抽出による相互分離、 ^{45}Ca の液体シンチレーション計数装置による測定に関する実験例を具体的に紹介した。

1. “天然”放射性物質の分離、測定

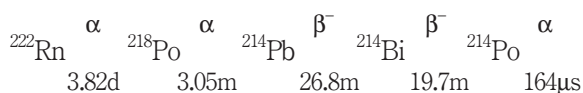
実験1では、測定はGM計数装置を用いるので、その基本操作、市販の線源によるプラトー曲線・計数効率の測定、2線源法による特性試験等行っておく。

1.1 空気中放射性物質の捕集、測定

適当なフィルターを用い、1.5 mの高さで24時間空気を吸引し、捕集された放射性物質をGM計数装置で測定する。半減期の測定、核種の同定、放射能値・空気量当たりの放射能値の算定を行う。[ハイボリウムエアサンプラーによる捕集・測定、上法との比較、管理区域の給排気、作業環境測定など関連事項の学習]

1.2 ラドン泉中ラドンの定量（下記文献参照）

ラドン (^{222}Rn) を含む水を容器に満たし密栓をして4時間以上放置すると、その壊変生成核種 (^{218}Po - ^{214}Po) と放射平衡に達する。



この含ラドン水中の ^{218}Po ~ ^{214}Po をジチゾンの四塩化炭素溶液で抽出して放射能測定する。

実験操作：

1. ラドン水の適量を分液漏斗にとる（注1）。[すりあわせ；もれに注意]
2. 濃塩酸 1ml を加える。時刻を記録する（注2）。
3. クエン酸アンモニウム 1% 溶液 1ml を加える。
[マスキング剤]

4. ジチゾン四塩化炭素溶液 (256mg/l) 5ml を加える（注3）。
5. アンモニア水 (1:1) を加えて pH8.0-8.5 に調節する。
6. 1分間ふりまぜて、Po, Pb, Bi を抽出する。[キレート系溶媒抽出]
7. ジチゾン塩溶液相を少量ずつ測定皿に移し、赤外線ランプで蒸発乾固する。
8. 四塩化炭素 1ml を加え、6, 7 の操作を繰り返して放射性 Po, Pb, Bi を測定皿に集める。
9. 有機物の量が多いときは、パーナーで軽く焼いて除去する。
10. 測定試料の放射能を GM 計数装置で計数する。
11. 10分間隔で測定して減衰を追跡する。
12. 片対数方眼紙にプロットする（注4）。

時刻0に補外して、ラドンの計数率を求める：予め計算で求めておいた壊変-成長曲線*を当てはめ、時刻0における計数率を求めてこれを二分の一にする。あるいは経過時間30分から60分の測定値を結んで時刻0に補外して、その計数率を2.4*で割る。

*[Batemanの式を使う実習、実際に得られた曲線との比較等]

得られた計数率を計数効率で除して ^{222}Rn の放射能値とする。

鉱泉水では採取時間における ^{222}Rn の含量を求める。 $[A_{\text{sampling}} = A_0 e^{\lambda t}, 11$ 当たり換算等]

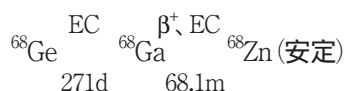
- 注1. 増富ラジウム鉱泉水等では300ml、500ml、
含ウラン鉱物浸漬水では50ml等。
- 注2. 共存する二酸化炭素は放出され、ラドン
も逸散する：時刻0。
- 注3. 含ウラン鉱物浸漬水では1mlでよい。
- 注4. 経過時間30分から60分で、見かけ上37
分(30 - 40分)の半減期で減衰する。

文献：木村健二郎、長島弘三、池田長生、木村
幹“岐阜県苗木地方の放射能泉について”
Radioisotopes 4, 31-37 (1955).

2. ^{68}Ge - ^{68}Ga の溶媒抽出による相互分離

実験2では、測定はNaIシンチレーション計数
装置(井戸型)を用いるので、その基本操作、市販
の線源による印加電圧 計数率値曲線-計数効率
の測定など行っておく。

^{68}Ge は8時間以上放置すれば子(娘)核種 ^{68}Ga と
放射平衡に達する。



この親核種 ^{68}Ge を9 mol/l塩酸溶液から四塩化炭
素で抽出し、 ^{68}Ga を塩酸相に残す。両相の放射能
測定をする。

実験操作：

1. 分液漏斗に濃塩酸5ml、四塩化炭素6mlを入れ
る。[すりあわせ；もれに注意]
2. ^{68}Ge の原液(6mol/l NaOH溶液)1mlを静かに加
える。[計量ピペッターの利用が便利]
3. 分液漏斗中の両相を激しく振り混ぜて、 ^{68}Ge
を四塩化炭素相に抽出する。
4. 両相からそれぞれ4mlを測定用ポリエチレン
管に量りとり、放射能測定する。

5. 測定結果を片対数方眼紙にプロットする。[5
時間は続けると良い；翌日再び測定]

6. 測定終了後、四塩化炭素相の ^{68}Ge を6mol/l
NaOH溶液で逆抽出しておく。

分離がうまく行われていれば、水相の放射能は
 ^{68}Ga の半減期で減衰して翌朝では0、一方四塩化
炭素相の放射能はこの逆にほぼ0から成長し一定
値に達する。[非電解質物質の抽出、抽出率の算
定、EC壊変核種 β^+ 壊変核種の測定等]

^{68}Ge の試料は旧東京大学原子核研究所サイクロト
ロンを用い、 $^{69}\text{Ga}(p, 2n)$ 反応により調製した。同
研究所の共同利用研究に感謝する。

3. ^{45}Ca の液体シンチレーション計数装置による 測定

実験3では、測定は液体シンチレーション計数
装置を用いるので、その基本操作、市販 ^3H 、 ^{14}C
線源等による測定など行っておく。

1. ^{45}Ca 水溶液の一定量とシンチレーターカクテ
ル5.0mlを測定用試料びん1、2、3にとる。
2. 試料びん1にはトルエン5mlを、2にはトル
エン4.8mlと四塩化炭素0.2mlを、3には四塩
化炭素5mlをそれぞれ加え、キャップをして
良く振り混ぜた後、液体シンチレーション計
数装置で放射能測定する。
3. 別に、 ^{45}Ca 水溶液の一定量、シンチレーター
カクテル5.0ml、およびトルエン5mlを測定用
試料びん4、5、6にとる。
4. この4、5、6にそれぞれメチルレッド溶液1、3、
10滴を加え、同様に放射能測定する。
[各種クエンチングの問題、 ^3H 、 ^{14}C との比較
等]



施設だより

日本原子力研究所東海研究所 - タンデム加速器施設 -

永目論一郎、市川進一

1. 施設の概要

日本原子力研究所東海研究所（原研東海）のタンデム加速器は1982年最高加速電圧18 MVの重イオン加速器として完成し、以来毎年200日を越える稼働率で実験に利用されている。1994年には、タンデム加速器からのビームをさらに高いエネルギーまで加速するため、後段加速器として超伝導ブースターの線形加速器が完成し、質量数 $A=70-200$ の重イオンビームでもクーロン障壁エネルギー近傍での研究が可能になった。タンデム加速器 + 後段ブースター加速器を用いて加速される粒子の質量数とその最大加速エネルギーの関係を図1に示す。

また1998年には、高電圧端子部に高周波（ECR）イオン源が設置され、これまで加速できなかった希ガスイオンの加速も可能になった。2001年からは、高エネルギー加速器研究機構（KEK）との共同で、不安定核ビームの加速に関わるプロジェクトが開始され、現在KEKの短寿命核加速実験装置のタンデム施設への移設に伴う工事が行われている。2004年後半からは不安定核ビーム（RNB: Radioactive Nuclear Beams）の加速も予定されている。

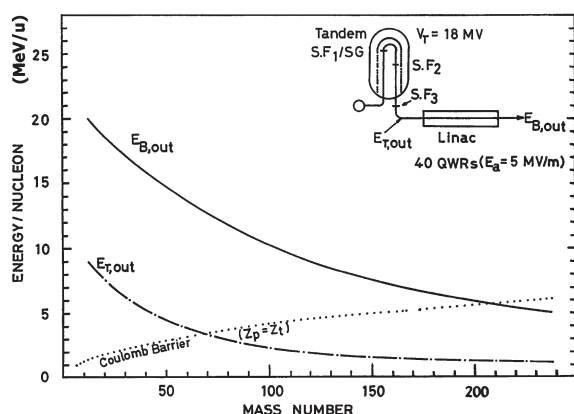


図1 タンデム加速器 + 後段ブースター加速器を用いて加速される粒子の質量数とその最大加速エネルギーの関係（原研 竹内末広氏より）

2. 利用分野

利用分野は大きく分けて、核物理、核化学、固体物理、材料照射、加速器開発となっている。タンデム協力研究制度のもとに、原研だけではなく多くの国内の大学、国立研究機関、産業界の研究者に利用されている。運転サイクルは、約4ヶ月の連続運転と約1ヶ月の整備保守からなり、年間約200日、5000時間の稼働を可能にしている。運転時間の約70%が協力研究である。

図2にビームラインと各実験室を示す。タンデム加速器で加速されたビームは、電磁石で各ビームラインに振り分けられる。0度方向のビームラインの延長上に超伝導ブースターの線形加速器が設置されている。各ターゲット室は、上から軽イオンターゲット室、第1重イオンターゲット室、第2重イオンターゲット室、照射室、RNB加速実験室という名前が付けられている。

大型の実験装置としては、ブースタービームラインに、反跳生成核分離装置、多重ガンマ線検出器GEMINIが据え付けられている。前者は重元素合成のための核反応機構の研究、後者は核構造研究や高感度元素分析装置としても利用されている。照射室に設置してあるオンライン同位体分離器（ISOL）は、新核種の発見や超ウラン核種の壊変に関する研究で多くのすぐれた成果を出している。今後は不安定核ビームの発生装置としても使用される計画である。その他には、核反応生成物の質量とエネルギーを分析するENMA（Energy and Mass Analyzer）、固体物理、材料照射関係では極低温照射装置や電子分光装置などが設置されている。

主として核化学関連の研究に利用されている照射室は、ウラン、トリウム、プルトニウム、キュリウムといったアクチノイド元素をターゲットとして使用できる日本では唯一の施設である。超ウラン元素、超アクチノイド元素の核化学研究にとっ

では、貴重な実験施設である。

所外からの実験申し込みは、基本的にはタンデム協力研究制度を通して、所内の研究グループと協力して「タンデム加速器利用申込書」を原研企画室へ提出して行く。申し込まれた課題は、タンデム加速器課題審査会（所内外の審査委員で構成される）で審査され、年間の実験日数も含めて採否が決定される。毎年10月頃に翌年度の申し込みが行われることになっている。

3. タンデム・ブースター施設の今後の計画

KEKの短寿命核加速実験装置の移設に伴い、これまでのタンデム・ブースター加速器と組み合わせた複合加速器施設が完成することになる。図2に示すように拡張したRNB加速実験室に短寿命核加速実験装置が設置される予定である。

不安定核ビームの加速には、照射室のISOLを利用する。例えば、タンデム加速器からの陽子ビームでISOLイオン源にセットされたウランターゲットを照射して核分裂を引き起こす。生成した核分裂生成物をウランターゲットから熱拡散で放出させ、+1価にイオン化した後ISOLで目的核種のビームを取り出す。そして隣のRNB加速実験室のチャージブリーダーへと導く。ここで粒子の電荷を大きくして次の線形加速器へと導く。不安定核のビーム強度は核分裂生成物の収率、ISOLでのイオン化効率、目的核種の半減期、荷

電変換効率等によって左右されるが、毎秒 $10^5 - 10^7$ 個のビーム強度を目指している。ここで得られるビームの加速エネルギーは1 MeV/u程度なので、短寿命核ビームをプローブとする物質科学研究や、天体における重元素合成過程の研究、クーロン励起による不安定核の核構造研究などに供される予定である。

一方不安定核ビームの加速とは別に、ECRイオン源を設置して、高強度の多価重イオン（安定核ビーム）をブースター加速器に導入することも計画中である。これにより、加速エネルギー2 - 5.5 MeV/uの重イオンビームがブースターターゲット室に供給できることになる。ビーム強度としては数 μA を目指しており、反跳生成核分離装置を用いた超重元素の合成や超重元素の化学研究へと発展が期待できる。

またタンデム加速器独自でも、現在加速管の交換を終了し最高電圧の増加を目指しているところである。さらに高電圧端子への大型ECRイオン源の設置も2004年に計画されており、エネルギーとビーム強度のさらなる増加が期待される。

以上のようにタンデム・ブースター加速器からの不安定核ビームや大強度安定核ビームを用いて、重元素科学、短寿命核科学、重イオン物質科学などこれまでにない研究分野への拡大が期待されている。

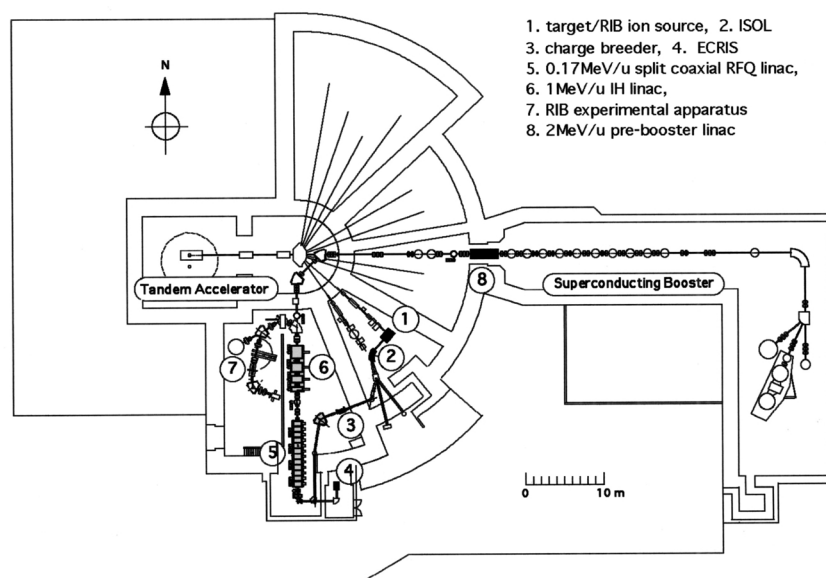


図2 ビームラインと実験室の配置（原研 竹内末広氏より）

*
*
*
*
*
*
*
*
*

研究集会だより

1. 第4回環境放射能研究会

百島則幸（熊本大学理学部）

第4回環境放射能研究会が例年通り筑波の高エネルギー加速器研究機構で平成15年3月4日から3日間にわたり開催された。今年ですでに4回目となり、わが国の環境放射能に関する代表的な研究会として確固たる地位を得てきたとの感想を持つのは、私だけではないであろう。主催は高エネルギー加速器研究機構放射線科学センターと日本放射化学会・環境放射能分科会で、日本原子力学会保健物理・環境科学部会と北関東支部が共催となっている。研究会は口頭発表とポスター発表で構成されているが、参加者がすべての発表を聞けるように発表会場を一つにすることと、講演者に十分な発表時間を与える配慮がなされている研究会であり、学会とは一味違ったものとなっている。

今回は依頼講演4件、口頭発表27件、ポスター発表39件、総計70件で、参加申し込みの人数は160名に達したと聞いている。研究会は毎回あるテーマについて講演を募っているが、今回はラドン・トロンであった。ちなみにこれまで取り上げられたテーマはJCO事故、質量分析法の環境放射能研究での利用、アクチノイドである。次回のテーマについては、期間中に開かれた世話人会でいくつかの候補がすでに挙げられており、今年中には決まることになっている。

ラドン・トロン研究の歴史は古く、最も身近な環境放射性核種の一つであり、関連する研究分野はきわめて広い。依頼講演のうち1件は藤田保健衛生大・下道國教授が「環境中のラドンとラドン短寿命娘核種」と題して、わが国の大気中ラドン濃度の概観、環境条件に強く依存したエアロゾルフリーのラドン成分、粒形分布など興味深い内容を話されたが、45分の講演時間ですべてをカバーすることは難しく、滞留時間などは後に発行さ

れるプロシーディングに記載する予定とのものであった。もう1件は私が「ラドン娘核種²¹⁰Pb-²¹⁰Bi-²¹⁰Poの環境放射能」と題して行ったが、事前に下先生と内容が重ならないように調整を行い、大気エアロゾルの除去過程、滞留時間、年代測定法などについて話をした。ラドン・トロンと名づけられたセッションには4件の口頭発表が配置されていたが、タイトルにラドンという言葉を含むポスター発表は5件あった。しかし、ラドンの親核種や娘核種あるいはそれらに関連する発表まで加えればかなりの数にのぼり、ざっと数えただけでも20件ほどになり、この分野の研究の幅広さを感じた。

本研究会では、昨年8月末に亡くなられた金沢大学名誉教授・阪上正信先生を追悼する特別セッションが開催された。同様な企画は日本放射化学会の昨年の北海道年会でも行われたことは記憶に新しいところである。セッションは、阪上先生の教え子である新潟大学橋本哲夫教授を座長として始まり、阪上先生の研究業績と足跡の紹介が金沢大学LLRL小村和久教授から依頼講演の一つとして行われ、それに引き続き阪上先生に関係された研究者による講演が続いた。阪上先生は放射化学、核地球化学、天然放射能、環境放射能などきわめて幅広い研究を行われてきたが、科学史にも造詣が深い先生であった。研究生活に入られたのは遅かったが、阪上研究室からは約90名の卒研生、35名の大学院生が巣立ち、博士号取得者は16名に達している。博士号取得者の多くは、環境放射能研究会や日本放射化学会などで広く活躍されている。

もう一つの依頼講演は、日本原子力研究所・大越実先生による「クリアランス及び規制免除に係わる諸課題について」と題して行われた。クリアランスと規制免除の違いの説明に始まり、放射線リスクと規制の関係、法体制改正を含めた現状に

ついて解り易いお話を聞くことができた。放射線障害防止法では、許可を要せずに使用可能なRIは濃度と量で決められているが、新たに提案されている規制免除レベルは、核種別の数値であり、密封と非密封の区別もないとのことであった。密封線源については現場での使用に関して不都合が起こらないか心配である。

口頭発表については自然放射能が5セッション、阪上先生追悼講演が2セッション、放射線施設が1セッション、トリチウムが1セッション、ラドン・トロンが1セッションあり、ポスター発表は2セッションであった。口頭発表には25分が与えられていたが、活発な議論によりたびたびコーヒブレイクが短縮された。本研究会の講演はこれまでプロシーディングとして発行されてきており、今回もプロシーディングを作ることになっている。研究会に参加されなかった方でも希望者には無償で提供されるので、希望の方は研究会の代表世話人である高エネ研の三浦太一氏に連絡をされるとよい。

今年の発表会は、期間中寒気がぶり返したことと会場の暖房設備に不備があったことから寒かった。その反動かどうか定かではないが、懇親会は大いに盛り上がりお酒の消費量はうなぎのぼりであった。高エネ研で開催される他の研究会を大いに引き離しているとのことであった。最後に阪上正信先生が常々口にされていた言葉を紹介したい「華やかに見える研究も時代が変わればどうなるか分からない、人があまりやらない研究を着実にしておくことに意義がある」。

2. 京都大学原子炉実験所「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」専門研究会 未木啓介（筑波大学化学系）

2002年12月17日から19日までの3日間、京都大学原子炉実験所で第4回の「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」専門研究会が開催されました。この会の世話人は阪大基礎工の那須三郎教授、九大院理の前田米蔵教授、そして当実験所の川瀬洋一教授であります。この研究会は特定領域研究(B)「局材量子構造に基づいた新しい材料機能創出技術の構築」第3班「量子プローブによる原子空孔の局在構造の解明」研究会も

兼ねていました。発表件数は43件あり、その主な内容は1) オンライン同位体分離装置 (ISOL) や加速器で得られる不安定核を含む放射性核によるNMR/ON (2件)、 β -NMR (9件)、PAC (3件)、RIビーム (1件)、2) インビーム及び放射光による光源を含むメスバウアー分光 (25件)、3) 陽電子の発生とその利用 (2件)、理論が1件でありました。放射性原子核や放射線を研究手段として新たな手法を開発すると同時に、その利用形態を高度化して研究の質的向上をはかるための技術的検討と新しく得られた研究成果について活発な討論が行われました。この研究会の参加者の特徴は物理、化学、工学と多種にわたる点であり、議論もより多方面から発展的な方向で有意義な意見交換がなされていました。 β -NMR以外にも加速器から得られる不安定核を用いたいくつかの報告があり、今後のこの種の物性研究の広がり期待されるものでありました。特に、理研におけるRIPS (現在建設中のRIビームファクトリー) やKEK-JAERIによる原研東海研タンDEM施設の短寿命核ビーム装置など新しい大型の装置が建設されている今こそ物性研究の発展につながって行くことを期待するものです。また、放射光を光源としたメウバウアー分光はもうひとつのメスバウアー研究の展開を示していると感じました。個人的に興味を持った発表は村松氏 (信州大教育) の「核ガンマ線の電磁波誘起透明化現象」についての報告でした。天然鉱物sideriteの単結晶をメスバウアー測定して、温度変化でHyperfine fieldが変化するとき、吸収体のエネルギー準位が近接する2つの状態がミキシングすることで引き起こす現象を捉えた話でとても興味深いものでした。

3. International Symposium on Bio-Trace Elements

天野良平 (金沢大学医学部保健学科)

このシンポジウムは理化学研究所 (RIKEN) と山梨県環境科学研究所 (YIES) とのJoint Symposiumの形で開催されました。微量元素研究を展開する若き研究者である榎本秀一 (RIKEN) と瀬古義幸 (YIES) の両氏による主催のもと、10月28~30日を和光で、11月1、2日は富士吉田と場所

を移してタイトなスケジュールで行われましたが、全体として主催者の意気込みを感じずるシンポジウムでした。私はこの全スケジュールに参加し、これまでの日本開催の国際シンポジウムとは少し違ったものを感じ楽しく過ごすことができました。参加者数は延べ150名程度で多くなく少し寂しい感じがしました。しかし内容は豊富で有意義でした。本シンポジウムは、全て一つの会場で行うという「勉強会」型のシンポジウムで、24題の招待講演(14外国人、10日本人)がそれぞれ30分ずつ講演者自身の最新の研究をレビューするという形で組み立てられており、微量元素研究の最前線を学ぶには絶好の機会でした。招待講演者には、Haraguchi (Nagoya Univ.), Lobinski (Poland), Chai (Chia), Szpunar (France), Gono (Kyushu Univ.), Matsumoto (Waseda Univ.), Sarkar (Canada), Burk (USA), Suzuki (Chiba Univ.), Styblo (USA), Thiele (USA), Tanihata (RIKEN), Takeda (Shizuoka Univ.), Mikoshiba (RIKEN), Sakoda (Osaka Univ.), Brown (UK), Naganuma (Tohoku Univ.), Maret (USA), Sakurai (Kyoto Pharm. Univ.), McNeil (Canada) (敬称略) (ここに挙げたのは私が実際に話を聞いた人たちで、都合で聞くことの出来なかった講演が数題あると思います)の著名な人たちがみえ、そのレビューが聞けたのは本当に幸せでした。さらに個人的には大学院講義などの良い教材や多くの最新の知識が得られ満足しています。特に、松本和子先生のランタニドキレート蛍光体の話は、開発された蛍光ラベル化合物が医学生物学へ応用されており大変興味深いものでありました。またミシガンのThieleはCuの研究では最も有名な人ですが、以前に聞いたときはイースト菌での研究でしたが、今回はマウスの話にまで展開されており、彼のscientific powerに驚嘆しました。理研の御子柴先生の話は今回初めてお聞きしましたが、細胞内でのCaのoscillationとwaveのハーモニーを知りまた生体の神秘に触れた思いがしました。京都薬科大の桜井先生はインスリン様な働きをするバナジウムと亜鉛キレートに関する面白い話をされました。臨床応用するためには薬学的アプローチが重要であることがわかり、これからの私自身の研究方法にとって教訓的な話でした。また今回全体として微量元素の話を聞きながら、「自分たち

が今展開しているマルチトレーサーを応用すれば... どのような展開ができ...」など「RIトレーサーをもっと微量元素の研究分野に広げなければ...」などと考えて過ごしました。主催者のhospitalityもすばらしいものがありました。なんと言っても我国の象徴「富士山」観光は多くの外国人の印象に残るでしょうし、理研で開かれた「茶会」も楽しいものでありました。実は招待講演以外にポスター発表もありました(私の研究室からも3題報告しました)。会場横にポスターを貼りっ放しにしておいて休み時間に討論するというものです。招待講演を聴きに来る人がポスターを出しているという感じがしました。ポスターは全部で45題ありました。RIKENとYIESの両サイトのポスターに対して、参加者の投票でそれぞれ1題ずつベストポスター賞が選ばれました(私の研究室のポスターもRIKENサイトでポスター賞に選ばれ、副賞に山梨の地ビールをいただきました。院生の良い刺激になりました)。ポスター発表にはRI関連の研究もかなりありました。最近、放射化学から少し離れた今回のような学会に参加する機会が多いのですが、そのときいつも感じるのですが「放射能および放射線を使うための基礎技術としての放射化学への期待は大きい」と。果たしてこれに答えているだろうか?一学会員として反省しきりです。今回も私自身の役割を再認識しながら金沢に帰ってきました。BITREL2002は「放射化学が何をすべきか」を考えるのに良い機会(私にとって)でした。

4. 日本放射線安全管理学会・第1回学術大会 齋藤 直(大阪大学ラジオアイソトープ総合センター)

2001年11月に発足した日本放射線安全管理学会の初めての学術大会が、2002年12月5、6日に大阪大学医学部銀杏会館で開催された。一般口頭発表26件、ポスター発表24件があり、さらに11社の機器展示があった。シングルセッション進行でまとまりのよい大会には約150名の参加者があった。特別講演「我が国の放射性廃棄物の処理処分の確立に向けて」(原研・岡崎俊雄氏)とシンポジウム「低レベル放射性廃棄物の処理・処分の確立に向けて」はどちらも放射性廃棄物をテーマ

にしたものであった。シンポジウムでは、「放射性廃棄物処理処分の現状と課題」(原子力研究バックエンド推進センター・川上泰氏)の基調講演に続いて、原子力発電所、加速器施設、研究施設、アイソトープ協会からの放射性廃棄物についての報告があった。これは放射性廃棄物を出している放射化学会員の視点からも興味深いものであった。一般発表は、放射線管理を色んな切り口から研究したもので、放射化学的なものも含めたその多様さに改めて新学会設立の意義を見た。第2回学術大会は、今年12月に放射化学会発足の地・つくばで開催される。

5. 生態圏核種移行国際シンポジウム

天野 光(日本原子力研究所 環境科学研究部)

原子力基盤クロスオーバー「生態圏核種移行研究」国際シンポジウム「International Symposium on Transfer of Radionuclides in Biosphere - Prediction and Assessment -」が2002年12月18日、19日の2日間、日本放射化学会、日本原子力学会保健物理・環境科学部会、日本保健物理学会、日本放射線影響学会の共催、日本原子力研究所、理化学研究所、放射線医学総合研究所の後援のもと、水戸で開催された。

原子力基盤クロスオーバー研究では、国内の研究機関のみならず、世界の研究機関とも研究をクロスオーバーさせるため、これまで定期的に国際シンポジウムを開催してきた。今回の国際シンポジウムは、平成15年度に「生態圏核種移行研究」第3期が終結するのに伴い、第3期の成果を国内のみならず、世界の研究者に発信し、また幅広く「生態圏核種移行研究」の現在の課題につき議論、情報交換を行うために開催した。招待講演が12件(口頭発表)、ポスター発表が44件であった。参加者の国籍は、アメリカ、カナダ、イギリス、フィンランド、韓国、ベトナム、ロシア、スペイン、バングラディシュ、中国、ベルギー、イラン、日本の13か国で、約120名が参加した。

会議での発表は、Keynote PresentationとしてJ. of Environmental RadioactivityのChief EditorであるS. C. Sheppard博士の "An Index of Radioecology, What Has Been Important?" から始まり、環境中放射性核種等の挙動予測に関する実験や観

測、挙動予測モデルとパラメータ、マルチトレーサー、新たな測定法、環境の放射線防護、生物影響、リスク評価手法、トレーサー利用まで多岐にわたった。生態圏核種移行の分野における研究の一里塚として評価してよいであろう。

本シンポジウムの会議録は、近日中にJAERI-Confとして出版される。

6. 第40回理工学における同位元素・放射線研究発表会

山田康洋(東京理科大学理学部第二部化学科)

2003年7月9日から11日までの3日間、日本青年館(東京都新宿区)で第40回理工学における同位元素・放射線研究発表会が開催された。主催は日本アイソトープ協会であり、日本放射化学会を含む54学協会が共催となっている。今回は、口頭発表133件、ポスター発表24件の他、特別講演3件、パネル討論3件があった。特別講演は1. 「光電子増倍管の最近の進歩と応用」袴田敏一(浜松ホトニクス)、2. 「四次元放射線治療」白土博樹(北大・病院)、3. 「放射線バイオ技術の現状と動向」渡辺宏(原研・高崎)であり、パネル討論は、1. 「加速器質量分析(AMS)の最近の話題」2. 「前立腺癌と放射線利用」、3. 「医療用加速器と癌放射線治療の進歩」が行われた。この他、2件のインフォーマルミーティングがあり、「文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室」と「日本アイソトープ協会理工学部会」に関して会合があった。

7. 原研先端基礎研究会「超重元素の核物理・核化学」

西中一朗(原研先端基礎研究センター)

2003年2月27日、28日に日本原子力研究所東海研究所先端基礎研究センター交流棟にて原研先端基礎研究会「超重元素の核物理・核化学」を開催しました。

本研究会は、重・超重元素領域における核物理・核化学研究の現状を理解し、今後の展開をはかることを目的とし、関連研究者の方々にお集まりいただきました。参加者は、日本の大学、研究機関から46名で、そのうち大学院生、学部生が11名でした。国外からはドイツとハンガリーか

らそれぞれ重元素化学、核分裂の研究者を招聘しました。

セッションと講演件数は、超重元素8件、核化学4件、加速器施設・核変換・RIビーム3件、核分裂3件の、合計18件でした。

超重元素のセッションでは、重元素合成のための核融合反応機構や重核の安定性に関する最近の理論および実験研究の報告があり、活発な議論が行なわれました。そのなかから理研の報告を紹介します。最近理研で行なわれた110番元素の合成実験によって、ドイツ重イオン研究所(GSI)での合成実験が検証されました。昨年の放射化学討論会で招待講演を行なったS. Hofman博士らの研究グループが、110番元素をGSIの所在地にちなんでDarmstadtium、元素記号Dsと命名するように提案したという報告がありました。理研の研究グループは、本研究会の最中も111番元素合成の実験を継続中ということで、その世界最先端の実験の詳細、および得られたばかりの最新データの報告がありました。さらに113番元素合成の実験計画について紹介があり、参加者の皆さんから日本で初の新元素合成に対する強い期待がよせられました。

核化学のセッションでは、相対論効果を強く反映した重元素の化学的性質に関する最新の理論研究の報告がありました。これに続いて、大阪大学における人工原子研究、理化学研究所における重元素化学研究の現状と今後の計画、および原研における超アクチノイド元素の化学研究の報告がありました。最新の成果報告および情報交換が行なわれました。加速器を利用して合成した人工原子を1事象ごと化学分析する「単一原子化学」は、世界でも限られた研究施設でしか行うことはできません。今後の日本における単一原子化学研究の進展が期待されます。

加速器施設・核変換・RIビームのセッションでは、原研と高エネルギー加速器研究機構との間で進められている不安定核ビーム計画と大強度陽子加速器計画の紹介、およびRIビームを使った最新の実験など新しい研究分野に関する興味深い報告がありました。

重元素の主要な崩壊特性である核分裂のセッションでは、ハンガリー原子核研究所ならびに原研

での実験研究、および甲南大学での動力的核分裂機構の理論研究の報告がありました。

本講演会は、重元素科学(物理・化学)に関する最新の理論・実験研究の報告、RIビームに関連した新しい研究分野の話、および核分裂研究報告と多彩な内容となりました。日本における今後の重元素科学研究の進展に有益な研究会であったと思います。

なお、本研究会の講演内容をまとめた報告書を作成する予定です。



研究会の様子

8. 第4回メスパウアー分光研究会シンポジウム 高橋 正(東邦大学理学部)

日本化学会メスパウアー分光研究会は発足して4年を迎えた。この会はメスパウアー分光に関連する基礎および応用研究の発展と研究者の交流を図るために設立された。これまで毎年春にはシンポジウムを、秋には講演会を開催してきており、第4回シンポジウムが3月17日に武蔵大学で行われた。

今回のシンポジウムでは、メスパウアー分光法の時空尺度を巧みに用いたスピングラスの物性研究が伊藤厚子お茶の水大学名誉教授から紹介された。メスパウアー分光の周辺分野の話題として、EDTAのカルボキシメチル基をピリジルメチル基に置き換えた配位子TPENの金属錯体の研究が、佐々木陽一北大教授から紹介された。またハンガリーのKuzmann教授は、種々のメスパウアー核を使った合金や無機化合物の局所構造の研究を紹介した。若手研究者の速水真也博士は光スイッチングする鉄()錯体、中田正美氏はネブツニル化

合物のメスbauer研究を紹介した。他にも鉄の腐食に関する研究、河川底質中の鉄化学種の状態分析、メスbauer分光におけるコヒーレンス現象の研究が紹介された。シンポジウムではメスバ

ウアー分光法の基礎に関するレクチャー講座を開いてきたが、今回は前田米藏九大教授が緩和現象の基礎について講演した。



関連学協会・研究会から

原子力学会保健物理・環境科学部会の活動状況

内田滋夫（放射線医学総合研究所放射線安全研究センター）

日本原子力学会保健物理・環境科学部会は、これまでの本学会における保健物理・環境科学関連の個々の活動を一つの力としてまとめ、保健物理・放射線防護の基本理念の構築を推進することを目的として、平成12年1月27日に設立された。部会員数は、現在、174名である。本部会のキーワードは、線量測定・評価、放射線影響リスク、放射線管理、環境放射能、放射線安全評価、放射線防護等である。日本原子力学会のホームページから本部会のホームページ（<http://wwwsoc.nii.ac.jp/aesj/hobkan/>）に入れるので一度是非訪問していただきたい。

原子力学会では、会員数が多く（7000名以上）また、内容が多岐にわたるため、15の部会を中心にそれぞれの専門分野の活動が行われている。本部会の具体的な活動としては、月2 - 3回発行するニュースレターを通して会員相互の情報交換をはかり、かつ関連団体のシンポジウム等を主催・共催し、活発な意見交換の場を提供している。例えば、平成14年度は、以下に示す5つのシンポジウム等について共催した。

シンポジウム開催、共催

平成14年9月25日 電力中央研究所
（低線量放射線研究センター）主催
「低線量放射線影響に関する国際シンポジウム」
平成14年9月26日 電力中央研究所
（低線量放射線研究センター）主催
「低線量放射線影響に関するワークショップ」
平成14年11月21 - 22日
京都大学原子炉実験所主催
「施設環境放射能動態専門研究会」

平成14年12月18 - 19日

Crossover Research Promotion Council 主催
「International Symposium on Transfer of Radionuclides in Biosphere Prediction and Assessment」

平成15年3月4 - 6日

高エネルギー加速器研究機構主催
『第4回「環境放射能」研究会』

さらに、毎年秋と春に開催される原子力学会年會では、部会主催の総合講演やシンポジウムを行っている。ちなみに、平成14年度の秋の大会では、「緊急時における支援体制」、平成15年春の年會では、「国際放射線防護委員会（ICRP）の最近の動向と防護のキーワード」という総合講演を行った。また、新しい試みとして、他の部会との共催で講演会開催を検討しており、平成15年度秋の大会では、放射線工学部会との共催で合同企画セッション「放射線障害防止法改定の意義と現場の対応」を開催する予定である。本部会を立ち上げた直後から、年會において保健物理・環境科学関連分野での発表件数が飛躍的に伸びており、部会活動の重要性を改めて認識している。

現在、部会は第2期目に入り、部会長（小佐古氏：東大）副部会長（内田：放医研）会計監査（宮崎振一郎氏：関電）を中心に、運営委員：25名（内、幹事11名）という構成で運営されている。しかし、この部会の運営においては、事務局である飯本氏（東大）および高橋氏（京大炉）に負うところが大きい。本部会の今後の発展のためにも、新しい若い世代に積極的に部会運営に参加してもらうべく、検討を始めたところである。