

---

# 放射化学ニュース

## 第 19 号

平成 21 年 (2009 年) 3 月 31 日

---

### 目次

新会長挨拶 学会のさらなる飛躍を目指して (柴田誠一) .....	1
<b>特集 (2007-2008 年度学会賞・奨励賞)</b>	
学会賞 (学会賞選考委員会) .....	3
学会賞受賞者による研究紹介	
核プローブの応用とマルチレーザー法の創始 (安部文敏) .....	5
天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究 (日高 洋) .....	16
奨励賞 (奨励賞選考委員会) .....	19
奨励賞受賞者による研究紹介	
シングルアトム分析手法を用いたラザホージウム、ノーベリウムの 溶液化学的研究 (豊嶋厚史) .....	20
<b>解説</b>	
スピントロスオーバ錯体 - 学問的意義と機能性 (前田米蔵) .....	22
<b>放射化学討論会</b>	
2008 日本放射化学会年会・第 52 回放射化学討論会報告 (中島 覚) .....	27
2009 日本放射化学会年会・第 53 回放射化学討論会へのおさそい (永井尚生) .....	29
<b>研究集会だより</b>	
1. 第 47 回核化学夏の学校 (後藤真一) .....	30
2. International Workshop on Materials & Life Science using Nuclear Probes from High-Energy Accelerators (Sakura Workshop) (久保謙哉、小林義男) .....	31

3. Second International Nuclear Chemistry Congress (2 <sup>nd</sup> -INCC) に参加して (秋山和彦) ……	31
4. 11 <sup>th</sup> International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, and Resonance ( $\mu$ SR 2008) (久保謙哉、小林義男) ……	32
5. 6 <sup>th</sup> International Symposium on Technetium and Rhenium – Science and Utilization– (IST2008) (関根 勉) ……	33
6. 7 <sup>th</sup> International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC7) に 参加して (横山明彦) ……	34
7. The 11th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS11) (上野弘貴) ……	35
8. 12 <sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA12) (緒方良至) ……	36
9. 平成 20 年度京都大学原子炉実験所専門研究会「短寿命核および 放射線を用いた物性研究 (I)」 (北澤孝史) ……	37
<b>情報プラザ</b> ……	39
<b>学位論文要録</b> ……	41
<b>学会だより</b> ……	43
1. 日本放射化学会第 39 回理事会 [2007-08 年度第 3 回理事会] 議事要録 ……	43
2. 日本放射化学会第 40 回理事会 [2007-08 年度第 4 回理事会] 議事要録 ……	44
3. 日本放射化学会第 41 回理事会 [2008-09 年度第 1 回理事会] 議事要録 ……	45
4. 第 10 回日本放射化学会総会報告 ……	46
5. 会員動向 (平成 20 年 7 月～平成 20 年 12 月) ……	52
6. 日本放射化学会入会勧誘のお願い ……	52
7. ホームページおよびメーリングリストの運営について ……	53
8. Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences (日本放射化学会誌) への 投稿およびオンラインジャーナルについて ……	53
9. 日本放射化学会会則 ……	55

## 新会長挨拶

### 「学会のさらなる飛躍を目指して」

柴田 誠一（京都大学原子炉実験所）



日本放射化学学会が発足したのは1999年のことで、放射能の発見から100年を記念する放射化学関連の国際会議がフランスやチェコで開催された後のことでした。今年、学会は設立10周年を迎えます。この節目の年に会長の大役を仰せつかりました。学会設立準備委員会の当時から参画していたメンバーの一人として、役員はじめ会員の皆様のご協力を得ながら、学会のさらなる飛躍を目指して微力を尽くす所存です。

本学会は、放射化学及び関連分野の研究の活性化とこの分野の重要性について社会的認識の向上を図ることを目標として設立されました。10年前の学会の設立総会で配布された「日本放射化学学会設立の趣旨」には、まず初めに、「従来の核・放射化学にとどまらず、関連する基礎及び応用分野を広く包含する研究交流組織と位置づけ、放射科学（サイエンス）の発展に貢献する。さらに、放射化学及び関連研究の成果を応用技術開発に波及させ、人類の福祉向上に貢献する。」とあり、それに続く5項目と合わせて、学会として進むべき基本指針が示されています。放射化学及び関連分野を取り巻く研究環境は、現在もなお厳しい状況に変わりありませんが、この研究分野の重要性を再認識し、活性化を目指して努力していきたいと思えます。

本学会は2002年には、放射化学分野の社会的認知を得るために、学会設立当初から掲げていた目標の一つであった学術会議の登録学術研究団体として認められました。また、学会の年会として位置づけられている放射化学討論会は2006年に50回の節目を迎え、学会として記念事業を展開し、放射化学研究50年のあゆみ、放射化学用語

辞典、放射性元素・核種の小さな物語の刊行、放射化学討論会要旨集（第1回～第50回）のDVD化を行いました。現在、学会は会員数が500名前後の規模にまで成長してきています。

このように、本学会はこれまでの執行部のご努力により順調に発展してきました。しかしながら、設立から10年を経て、学会として取り組むべき新たな課題が生じてきているように思われます。その中で、まず討論会の一層の充実が学会として取り組むべき最重要課題の一つと考えています。現在、講演発表は口頭発表（2会場）とポスター発表とで構成されていますが、若干形骸化してきているように感じられます。このような現況に対し、厳しいご批判もいただいています。討論会の活性化を考える上で、昨年の広島での第52回放射化学討論会において、実行委員会のアイデアで広島特別セッションが企画され、好評であったことは、討論会の活性化に向けて一つの指針が示されたのではないかと考えています。今年の討論会では学会設立10周年記念の特別セッションが企画されています。セッションの内容についての実行委員会と学会の委員会との今後の議論に期待しているところです。

それから、本学会のジャーナルは、現在は年2回の発行ですが投稿数が少ない状況が続いています。会員の皆様は本学会のジャーナルに投稿されたことはありますか？是非学会の顔ともいえるべきジャーナルへの投稿をお願いします。そしてその論文を必要に応じて引用していただきたいと思えます。編集委員が投稿論文の多さに悲鳴を上げるような状況を夢見ています。

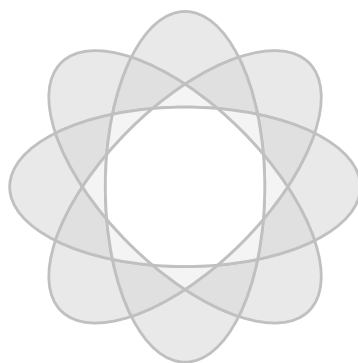
このことに関連して、この度、学会のジャーナルが科学技術振興機構（JST）の電子ジャーナル・プラットフォーム Journal@rchive に採択されました。ジャーナルの創刊号から Vol. 8 (No.2) まで

が対象で、半年後くらいには Journal@rchive のサイトで公開されます。ジャーナルのサーキュレーションの向上が期待されます。2008年以降の分については、JSTのJ-STAGEに参加すれば同様の情報を今後も提供できますので、これについても検討を進めていきます。

学校教育に関し、2012年度から全面实施となる新学習指導要領(中学校)の理科の3年生時に、「科学技術と人間」の分野において、「放射線の利用と性質」について取り扱うことが明記され、放射線・放射能に関する内容が30年ぶりに授業で取り上げられることになりました。このことは本学会にとっても待望の朗報です。この期に50周

年記念事業の一環として刊行した「放射化学用語辞典」の有効活用についても検討を進め、学会として放射能・放射線に関する知識普及活動の積極的な支援を考えていきたいと思っています。

現在、学会の財政事情は非常に厳しいものがあり、この状況を少しでも改善させるため、昨年の討論会の総会で正会員の会費の値上げを認めていただいたところです。学会事務局も私どもの京都大学原子炉実験所にあるという利点を生かして、学会運営についてきめ細かい対応を心がけ、財政面での健全化に向けて努力していきたいと思っています。会員の皆様のご協力をお願い致します。



## 特集 (2007-2008 年度学会賞・奨励賞)

### 学会賞・木村賞 (日本放射化学会学会賞選考委員会)

安部 文敏氏 (理化学研究所名誉研究員)

受賞題目：核プローブの応用とマルチトレーサー法の創始

安部文敏氏に2007-08年度学会賞・木村賞を贈ることが、学会賞選考委員会での選考および本会理事会での承認を経て決定し、平成20年9月25～27日に開催された2008日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会において、学会賞・木村賞の授与式が執り行われた。以下に対象となった研究業績の概要を紹介する。

その業績は、メスバウアー分光法、ガンマ線摂動角相関法を駆使した核プローブの応用研究と重イオン核反応を利用したマルチトレーサー法の創始であり、独創的なアイデアで研究を進め、多くの成果が挙げられていることである。

核プローブの応用研究では、サイクロトロンが身近にあることを利用し、必要な線源を調製して発光メスバウアー分光法、ガンマ線摂動角相関法により固体中の極微量原子の存在状態に関する研究を行った。このような研究は国際的にもユニークなもので、多くの成果が得られている。また、理研リングサイクロトロンが完成してからは、重イオン核反応によるマルチトレーサー法を新たに開発し、基礎化学、地球科学、生命科学など広範

な分野の研究に適用するとともに、このトレーサーを共同利用研究者へも供給している。この方法では、重イオン照射後、ターゲット物質を化学的に分離除去することにより、多数の無担体の核種を含むマルチトレーサー溶液を得る。その利用で各元素について同一条件下で化学的挙動の同時追跡ができるが、この利点により多彩な研究が展開され、多くの実績が挙げられている。

安部文敏氏は、加速器を有する研究機関に所属し、自らも加速器利用研究を遂行するとともに、放射化学関連分野の研究者の加速器利用共同研究の実施にあたっては様々な便宜を図るなど多大な貢献をしている。この過程で、70名をこえる放射化学関連分野の学生の教育指導も行っている。また、核プローブ及びマルチトレーサー関連の理研シンポジウムを開催するとともに、多くの国際会議で座長や招待講演者を務めている。このように、放射化学関連の基礎研究で優秀な業績を挙げ、またそれらの研究を通して多くの若手研究者を育成し、共同利用研究にも貢献するなど、放射化学関連分野の発展に多大な功績がある。

## 特集 (2007-2008 年度学会賞・奨励賞)

### 学会賞 (日本放射化学会学会賞選考委員会)

日高 洋氏 (広島大学教授)

受賞題目: 天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究

日高洋氏に2007-08年度学会賞を贈ることが、学会賞選考委員会での選考および本会理事会での承認を経て決定し、平成20年9月25～27日に開催された2008日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会において、学会賞の授与式が執り行われた。以下に対象となった研究業績の概要を紹介する。

その業績は、質量分析法による宇宙地球化学的試料の安定同位体の測定をもとにしており、天然原子炉の核化学的特性の解明、太陽系内惑星物質表面で起こる宇宙線との相互作用の探究、精密同位体比測定に基づく二重ベータ壊変の半減期決定など、天然における核反応現象に基づく極めてユニークな地球化学及び宇宙化学的研究の展開であり、多くの成果が挙げられている。

アフリカ・ガボン共和国のオクロ鉱山では、約20億年前に核分裂連鎖反応が起こった跡が発見され、天然原子炉として知られている。日高洋氏は、同位体化学的アプローチにより、1982年に降に発見された6カ所の原子炉ゾーンについて、そこで生じた核反応のキャラクタリゼーションを行うとともに、ゾーン内で生成した核分裂生成物

の現在に至るまでの長期的挙動の解析に、二次イオン質量分析計を用いた同位体測定を導入して、微小鉱物レベルでの核分裂生成物の濃縮・拡散挙動を追跡することにより成功した。この結果は放射性廃棄物の地層処分への基礎的データも提示している。また、隕石や月試料などの地球外物質を用いて、宇宙線の照射により二次的に生成した中性子による中性子捕獲反応をSm及びGdの同位体シフトを用いて定量的に求める方法を確認し、宇宙線照射履歴からその地球外物質がおかれた宇宙環境について新たな考察を加えることを可能にした。さらに、古い形成年代をもつオーストラリア産のモリブデン鉱床試料から極微量のRuを化学分離し、 $^{100}\text{Ru}$ に $^{100}\text{Mo}$ からの壊変生成物による過剰分を定量することに成功し、 $^{100}\text{Mo}$ の二重ベータ壊変の半減期を $2.1 \times 10^{18}$ 年と求めた。

このように、日高洋氏は質量分析法を駆使して、自然界における様々な放射壊変の現象を同位体化学的に解明する研究を遂行し、得られた成果は自然科学研究へ強いインパクトがある。これらの業績が放射化学関連分野の発展に果たした役割は極めて大きい。

## 学会賞・木村賞受賞者による研究紹介



核プローブの応用とマルチ  
トレーサー法の創始  
安部文敏（理化学研究所  
名誉研究員）

### I はじめに

このたび、日本放射化学会 2008 年学会賞・木村賞を授与されましたことは望外のことであり、特に木村健二郎先生の御名前を冠した賞であることは感激ひとしおであります。また、年会・討論会での講演に加えて、「放射化学ニュース」の誌面でこれまでの研究の軌跡を紹介させて頂けることに深く感謝いたします。

日本放射化学会につきましては、ほとんど寄与がなく恐縮の至りではありますが、1996 年 10 月に第 40 回放射化学討論会（第 40 回記念、放射能発見 100 年記念、木村健二郎先生ご生誕 100 年記念）を主催し、この際の放射化学研究連絡委員会で放射化学の将来を議論して頂いた中での坂本 浩先生のご発言がのちの日本放射化学会誕生の端緒となったものと考えております。

木村健二郎先生のご講演やスピーチを聞かせていただく機会は数回ありましたが、直接お話しさせていただいたのは、ある学会の後の駅でのただ 1 回だけでした。せっかくの機会でしたが舌がもつれて何をお話ししたか心もとない限りですが、その際の先生の御尊顔を懐かしく思い出しております。

大学の教養課程のころは、生化学に進もうと思っておりました。当時、ワトソン・クリック模型は、一般にはまだあまり知られていませんでしたが、オパーリンの「生命の起源」が一世を風靡していて、その影響を受けていたものと思われま。ところが、2 年生の後期に斎藤信房先生の放射化学の講義があり、新進気鋭の少壮教授でいらした先生の迫力あるお話にすっかり魅了され、放射化学に方向転換した次第です。そのバックグラウンドとしては、同年日本に「原子の火」が灯った、すなわち日本原子力研究所の 1 号炉が始動し

たこともあったと思います。

小生の研究のスタートは、東京大学理学部化学教室の斎藤信房教授の研究室における卒業研究で、直接には当時助手を務めておられた佐野博敏先生のご指導を頂きました。テーマは化学分離法によるホットアトム化学の研究で、あこがれていた原研 1 号炉を利用してコバルト錯体における  $(n, \gamma)$  反応の化学効果の研究を行いました。斎藤、佐野両先生には、こののち研究生活を通じて、直接・間接にご指導、ご支援をいただき、多大な影響を受けました。

大学院修士課程では、臭素酸塩における  $(n, \gamma)$  反応の化学効果をテーマといたしました。博士課程では、大学院に籍を置きながら、斎藤先生が兼務しておられた理化学研究所の研究室にポストを頂くという幸運に恵まれ、理研で試料の合成や分析を行い、原研 1 号炉に加えて新たに大学に納入された T-d 反応を利用する中性子発生装置を用いて、研究対象を塩素酸塩、ヨウ素酸塩に、また核反応を  $(n, 2n)$  反応に拡張いたしました。当時の理研の実験室は、仁科-木村時代の栄光のなごりが感じられないこともないとはいえ、大和町（現和光市）への移転を控えていたため設備投資が行われておらず、ひどく老朽化しておりました。実験台の上は腐食してでこぼこで、ビーカーを置く場所もあまりなく、やむをえず悪いとは思いつつ壁の羽目板をはがし、これを敷いて実験をいたしました。このような状況は、のちのち実験装置や器具が十分になくても何とか切り抜けるための良いトレーニングになったかも知れません。ただ、その後は悪いことはしておりません。一方、大学の中性子発生装置は東芝の 1 号機というより試作機で、故障に悩まされましたが、修理にたびたび立ち会っているうちに、わからないなりに何とか加速器慣れして、のちにより大型の加速器の利用に抵抗がなく、照射装置を設計したりするのに大きなプラスになったと思います。

さて、博士課程の終了後は、斎藤先生が IAEA にご出張になっておられるのをいいことに引き伸ばしていた学位論文の作成に取りかかり、また理研の 160cm サイクロトロン稼働をにらんで、将来の研究テーマについて考えを巡らしました。以下に述べるその後の研究の主なものは、 $^{57}\text{Mn}$ 、

$^{61}\text{Cu}$ 、 $^{119}\text{Sb}$ を線源とするメスバウアー分光、マルチトレーサー法等々、ほとんどこの20才台最後の約2年間に考えたことが端緒になっております。

その後、結局定年まで理研に籍を置くことになりましたが、おもに加速器の利用を通じて古川路明博士、馬場宏博士、中原弘道博士、篠原厚博士などの多くの理研外の方々と共同研究（といってもこちらはたいてい加速器や測定器の利用のお世話をするだけでしたが）を行なうことができ、またポストクのポストが次第に充実して、今回の年会・討論会を主宰された中島覚博士をはじめ多くの若手の方々が研究室に滞在して小生をささえて下さいました。

## II 核プローブの応用

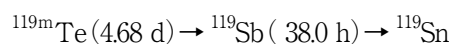
メスバウアー先生のノーベル賞受賞は、小生が修士課程2年のときであったと思いますが、博士課程のころ Werthheim の論文から、メスバウアー効果が核壊変後の原子の状態の研究に利用できることを知り、当時化学分離法によるホットアトム化学に限界を感じていたことから、研究室のセミナーでこの手法を紹介して導入を提案いたしました。幸い斎藤先生の御同意を得て、研究が始動し、佐野先生のアイデアに基づく放射線分解の研究を少し手伝わせていただきながら、理研でも測定ができるように準備を進めました。当時は、メスバウアー分光器の市販品はもちろんなく、回路は日立に作ってもらえましたが、トランスデューサーは自作するしかなく、Kankeleit の解説を頼りに、電気回路も苦手なのが、初めて聞く「磁気回路」の勉強をして設計をしました。磁石を製造している会社に制作を依頼しましたところ、こんな変な形の磁石は作ったことがないと言われましたが、無事できて分光器を完成することができました。 $^{57}\text{Co}$ 線源も市販されておらず自作しましたが、銅箔に電着した $^{57}\text{Co}$ を水素気流中で加熱して拡散させる際に、うっかり温度を上げすぎて融かしてしまい、銅箔が行方不明になってしまいました。しかしそこは放射化学の特技を生かし、サーベーターで探したところ、隅のほうで小さな球になっているのがすぐに見つかり、溶解後Kraus法で $^{57}\text{Co}$ と銅を化学分離して切り抜け、「これは

物理屋にはできないね」と負け惜しみを言ったことを覚えています。当時は、メスバウアー分光を手掛けていたのは圧倒的に物理の方々でした。さらに解析用のプログラムも入手できず、自分で書くことにしましたが、今と違って計算機の参考書は大きい書店でもなかなかなく、日本橋の丸善の本店の数学の棚の片隅にFORTRANの解説書が2冊あるのをやっと見つけ、易しそうな方を購入して勉強し、なんとかプログラムを書き上げました。

そうこうするうちに、理研の160 cm サイクロトロンも利用できるようになり、30、40才台はこれを用いて製造される核種を線源とする発光メスバウアー分光を中心に研究を進め、のちにはもう一つの核プローブ手法である時間微分ガンマ線摂動角相関法も取り入れました。

### (1) $^{119}\text{Sb}$ を線源とする $^{119}\text{Sn}$ のメスバウアー分光による核壊変、核反応の化学効果の研究

$^{119}\text{Sn}$ のメスバウアー分光は通常 $^{119\text{m}}\text{Sn}$ を線源として行われますが、EC壊変する $^{119}\text{Sb}$ も線源となります。また、 $^{119\text{m}}\text{Te}$ はEC壊変して $^{119}\text{Sb}$ となり、間接的に $^{119}\text{Sn}$ の線源となります。



これらに注目して固体中で核壊変、核反応で生成する $^{119}\text{Sn}$ 原子の価数[1]や格子位置[2]を調べる研究を展開致しました。格子位置の研究では、例えば $^{119}\text{Sb}$ 、 $^{119\text{m}}\text{Te}$ を化学的に導入した $\text{Sn}^{119}\text{Sb}$ 、 $\text{Sn}^{119\text{m}}\text{Te}$ の試料を線源として測定を行うと図1、2のようなスペクトルが得られます。 $^{119}\text{Sb}$ のEC壊変に伴う反跳エネルギーは格子中で原子が動くのに必要なエネルギー(15-25 eV)より小さいのに対して、 $^{119\text{m}}\text{Te}$ のEC壊変では一部がこれを越える分布をもつことが分かっており、 $\text{Sn}^{119}\text{Sb}$ のピークは本来のSnの位置ではなく $^{119}\text{Sb}$ があったSbの位置に留まっている $^{119}\text{Sn}$ を示していると考えられます。実際異性体シフトは、通常の吸収スペクトルで得られる本来のSnの位置にある $^{119}\text{Sn}$ のものとは異なっています(図1)。一方、 $\text{Sn}^{119\text{m}}\text{Te}$ では、反跳エネルギーの分布から予想されるようにふたつのピークが観測され、一方は異性体シフトから本来のSnの位置に移動した



$^{119}\text{Sn}$ 、他方はTeの位置に残った $^{119}\text{Sn}$ に帰属されます(図2)。

さらにこれらの結果を利用して、核反応で生成する $^{119}\text{Sb}$ 、 $^{119\text{m}}\text{Te}$ 原子が反跳の結果試料中でのどの位置に落ち着くかを明らかにすることができまし

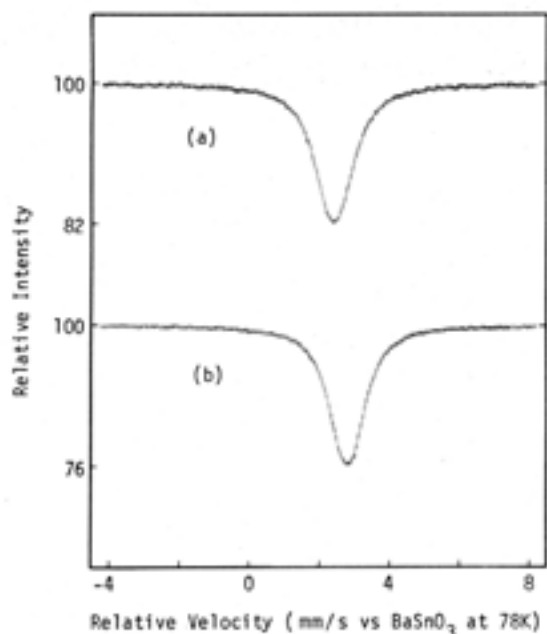


図1 (a)  $\text{Sn}^{119}\text{Sb}$ を線源とする $^{119}\text{Sn}$ の発光メスbauerアスペクトル。(b)同試料の吸収スペクトル。

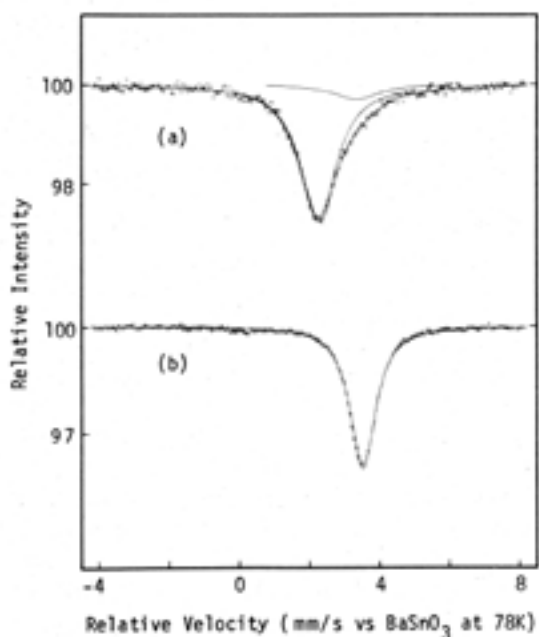


図2 (a)  $\text{Sn}^{119\text{m}}\text{Te}$ を線源とする $^{119}\text{Sn}$ の発光メスbauerアスペクトル。(b)同試料の吸収スペクトル。

た。例えば、安定同位体 $^{120}\text{Sn}$ を用いて合成した $^{120}\text{SnSb}$ 、 $^{120}\text{SnTe}$ 試料を陽子で照射して $^{120}\text{Sn}$  (p, 2n)  $^{119}\text{Sb}$ を起こさせた試料についての結果を、上記のデータを採用して解釈すると、陽子反応で反跳した $^{119}\text{Sb}$ が $^{120}\text{SnSb}$ ではすべてSbの位置に、また $^{120}\text{SnTe}$ ではSnとTeの両方の位置に分布していることがわかりました。これらの結果は周期表上でSn、Sb、Teと並んでいることから十分納得できることと思います。

なお、 $^{119}\text{Sb} \rightarrow ^{119}\text{Sn}$ とは化学的に鏡像関係となる $^{121\text{m}}\text{Sn} \rightarrow ^{121}\text{Sb}$ についても実験を行い、 $^{121\text{m}}\text{SnS}_2$ 中で $^{121\text{m}}\text{Sn}$ の $\beta^-$ 壊変で生成する $^{121}\text{Sb}$ の一部がマクロには得られないSb(V)の硫化物となっていることを示しました [3]。

## (2) $^{61}\text{Ni}$ のメスbauer分光

160 cmサイクロトロンを利用するメスbauer分光で最初に取り上げたのは実は $^{61}\text{Ni}$ でした。線源としては半減期わずか3.3 hの $^{61}\text{Cu}$ を用いる実験で、苦労しましたが何とか測定できるようになりました。しかし、遷移エネルギーが67 keVと

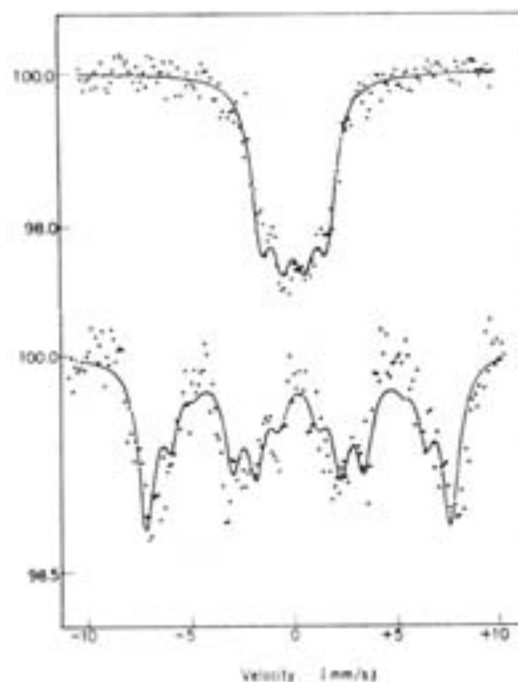


図3 Niを含むスピネル型酸化物の $^{61}\text{Ni}$ メスbauerアスペクトル(液体ヘリウム温度)。 $\text{Ni}^{2+}$ イオンは、上の $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ ではBサイト(正8面体構造)、下の $\text{NiCr}_2\text{O}_4$ ではAサイト(正4面体構造)を占めている。

大きいために吸収が小さいだけでなく、異性体シフトが小さく、四極分裂も部分的にしか分解されないことから、一般の化合物では有用な情報はほとんど得られないことが分かりました。そこで、磁気分裂を利用することを思いつき、理研の磁性のグループに共同研究を持ちかけ、スピネル型の磁性体について実験を行いました。その結果、図3に示すようなスペクトルが得られ、スピネル中の $^{61}\text{Ni}$ の格子位置により超微細磁場に大きな差異があることを見出しました [4]。 $^{61}\text{Ni}$ については、その後も何度か挑戦の計画が持ち上がりましたが、その困難さが思い起こされて実現しませんでした。若さにかまかせてがむしゃらにやるのがよい結果を生んだと言う例かも知れません。なお、理研の磁性のグループとの交流は、以下に述べる吸着種の研究や時間微分ガンマ線摂動角相関の応用に大変役立ちました。

### (3) メスバウアー分光による磁性を利用する吸着種の化学状態の研究

1976年より2年間フンボルト奨学生として渡独し、ダルムシュタット工科大学のK.H.Lieser先生の研究室で、トレーサー法による吸着の研究を行いました。

帰国後、吸着の速度や平衡だけでなく、微量の吸着種の化学状態を知ることができないかと思めぐらした結果、表面における磁氣的相互作用を利用する手法を思いつき、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ や $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ などに吸着した $^{57}\text{Co}^{2+} \rightarrow ^{57}\text{Fe}^{3+}$  [5, 6]、 $^{119}\text{Sb}^{5+} \rightarrow ^{119}\text{Sn}^{4+}$  [6, 7] および濃縮同位体 $^{57}\text{Fe}^{3+}$  [8]に適用しました。 $^{57}\text{Co}^{2+}$ が磁性酸化物（反強磁性体も可）に吸着する場合を考えると、 $^{57}\text{Co}^{2+}$ が非磁性のクラスターとして吸着する場合には、生成する $^{57}\text{Fe}$ （通常3+）の核は当然超微細磁場を感じません。 $^{57}\text{Co}^{2+}$ が磁性酸化物の表面にある磁性イオンと $\text{O}^{2-}$ を介して結合をもつ場合には、その結合の数に応じてある程度の磁場を感じるようになります。この磁場の大きさはWeiss場近似という方法で見積もることができます。このようにして、例えば無担体の $^{57}\text{Co}^{2+}$ を吸着させた $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を線源としてメスバウアー分光を測定することにより、表面の極微量の $^{57}\text{Co}^{2+}$ の化学状態を知ることができます。この方法をまず吸着後乾燥

した試料について適用しました [5] が、溶液中の原子は測定にかからないというメスバウアー効果の基本原則に改めて気付きなおし、図4に示すような配置で溶液共存状態での測定を行い、pHの変化や加熱の効果などを調べるin situ実験に拡張しました [6]。pHの変化について得られたスペクトルを図5に、これを解析して得られた磁場の分布を図6に示します。図中のBはバルクの $^{57}\text{Fe}^{3+}$ 、Aは図7に示す表面の各サイトにある $^{57}\text{Fe}^{3+}$ を示します。pHの上昇とともに、表面のサイトにある $^{57}\text{Fe}^{3+}$ が増加していくことが分かります。これは、固体が対象のメスバウアー分光を利用して溶液の変化の効果調べるというユニークな手法になったのではないかと考えております。また、表面については、超高真空下での研究は著しく進んでいますが、このような常圧、さらには溶液共存下の表面の研究も重要であるのではないかとわれ、地球化学のシンポジウムでそれなりの評価を得ました [6]。

### (4) $^{99}\text{Ru}$ のメスバウアー分光

理研における $^{99}\text{Rh}$ を線源とする $^{99}\text{Ru}$ のメスバウアー分光は、佐野博敏先生の提唱に基づくもので、先生の研究室より当時はまだ博士課程の学生であった小林義男博士が理研に派遣されて、実験を担当しました。この核種は遷移エネルギー

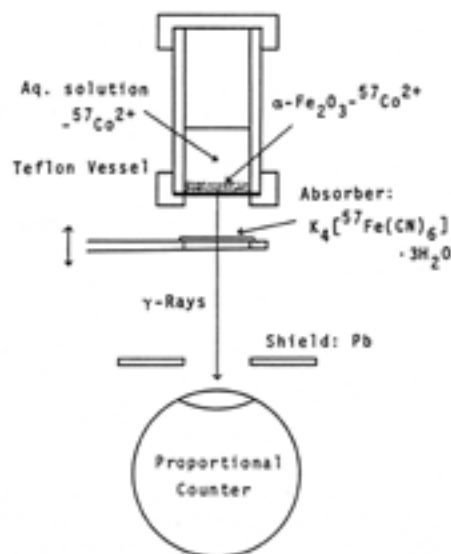


図4 溶液共存状態での発光メスバウアー分光の測定。

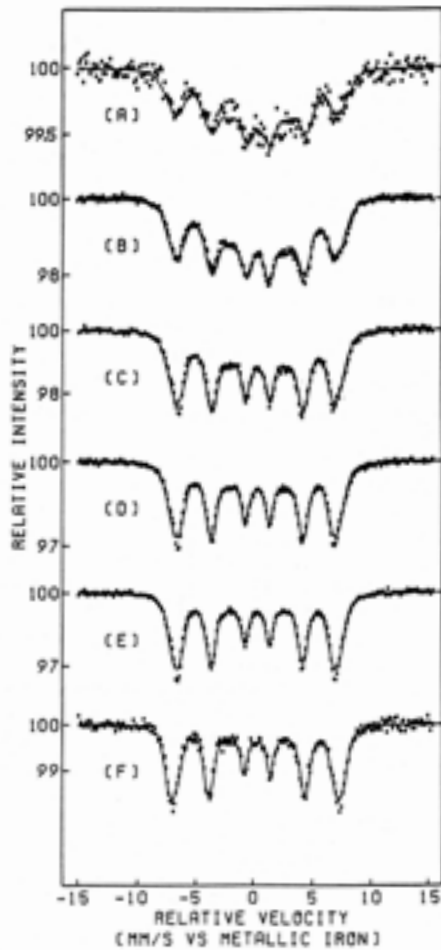


図5  $^{57}\text{Co}^{2+}$  を吸着させた  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  を溶液共存状態で線源としたメスバウアースペクトルの pH による変化。[A] pH 5.7-[E] pH 12.7。[F] は[E] の測定後、pH を 3.0 に下げて測定。

が 89 keV と非常に大きく、極めて測定の困難なものです。小林博士がよく頑張ってくれて、 $\alpha$ -および  $\beta\text{-RuCl}_3$  について極低温での超微細磁場の有無を明らかにし (図8) [9]、またのちに述べる時間微分ガンマ線振動角相関法と組み合わせて  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  [10] や高温超電導体 [11] などにドーピングした  $^{99}\text{Rh}$  について成果があがりました。

(5)  $^{57}\text{Mn}$  を線源とする  $^{57}\text{Fe}$  のメスバウアー分光  
 $^{57}\text{Mn}$  は  $^{57}\text{Fe}$  の線源となりますが、半減期が極端に短く (1.7 min)、利用には特別な技術が必要となります。しかし、Mn が 7+ までの酸化状態をもつことから、発光メスバウアー分光の線源として魅力あるものであります。例えば、 $\text{K}^{57}\text{MnO}_4$  からは  $\text{Fe}^{8+}$  が生成する可能性があります。上述

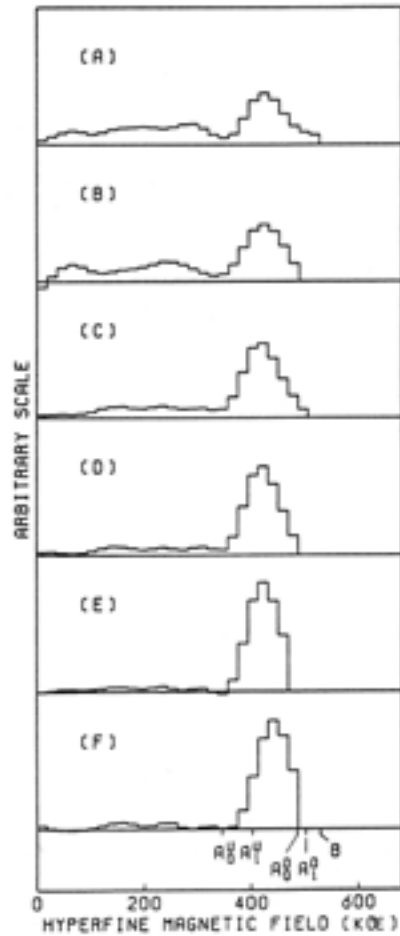


図6 図5のスペクトルを解析して得られた超微細磁場の分布。A は4種類の表面サイト (図7参照)、B はバルクのサイトを示す。

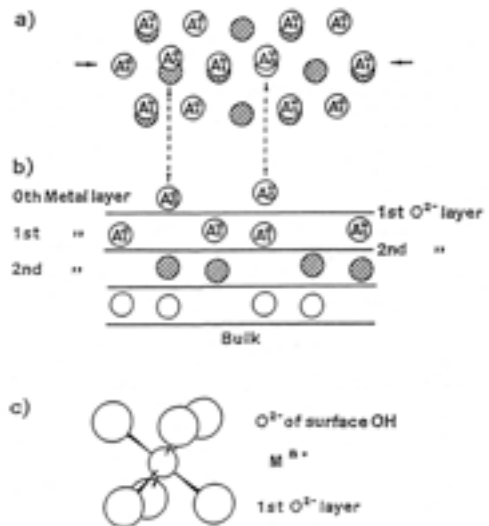


図7  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  の表面を a) 上から、b) 横から見た図。c) 0th 金属イオン層における  $^{57}\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$  の配置。

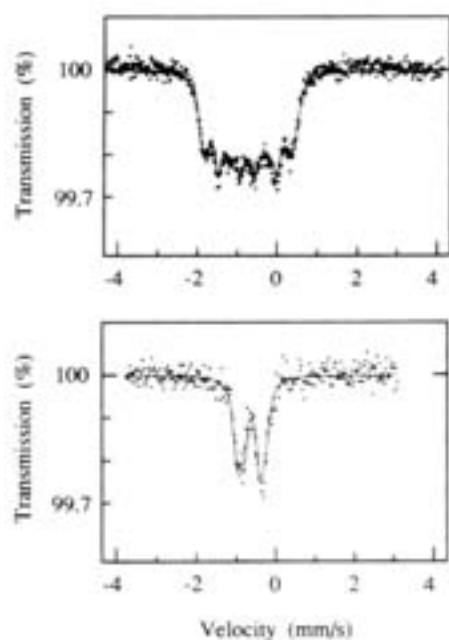


図8  $\alpha$ - $\text{RuCl}_3$  (上) および  $\beta$ - $\text{RuCl}_3$  (下) の  $^{99}\text{Ru}$  メスバウアー分光 (液体ヘリウム温度)。

のようにこの核種の利用は若いころからからぜひやりたいと思っておりました。最初は  $^{54}\text{Cr}$  ( $\alpha, p$ )  $^{57}\text{Mn}$  反応で生成する  $^{57}\text{Mn}$  の化学分離と試料化合物の合成をすべて自動的に行うことを考えましたが、これはあまりにもむずかしく実現しませんでした。つぎに Cr 化合物を大型の散乱槽の中央で照射し、窓の近くまで移動して向きを変える装置を作成し、多くの方々の協力を得ながら、酸化物などについて測定に成功しました [12]。しかしこの方法は Cr を含む試料に限られ、進展はしませんでした。

ところが、ずっと後になって小生が研究室を主宰するようになってから完成 (1990 年) した理研リングサイクロトロンから  $^{57}\text{Mn}$  のビームが得られる可能性があることを知り、これを利用するインビームメスバウアー分光をのちに述べるマルチトレーサー法と並んで研究室の主要テーマとして提唱いたしました。この実験にはビーム強度の増大、Fragmentation 反応で生成する  $^{57}\text{Mn}$  を電磁的に分離する RIPS の改善を待ち、また測定器の整備のための年月が必要で、小生の定年退職には間に合いませんでしたが、小林博士が理研外の方々の協力を得て軌道に乗せてくれたことはうれしい限りです。  $\text{K}^{57}\text{MnO}_4$  についても tentative と

いう但し書きつきではありますが、 $\text{Fe}^{3+}$  が生成しているという報告がなされています。

#### (6) 植物試料のメスバウアー分光

理研の研究室では、斎藤先生のご退任のあとは野崎正先生が研究室を主宰されることになりました。野崎先生は小生より若干あとに理研に入所され、長く同じ研究室で過ごし、オリジナリティーを大切にすることなど、多くの影響を受けました。主任研究員となられてからは、放射化学の生物、地球環境への応用を主唱され、それに共鳴して行ったのが植物体中の鉄の化学状態の研究です。試料の作成は安部静子、測定はおもに小生が担当しました。その結果、大豆の葉や根では  $\text{Fe}^{2+}$  が検出されないのに対し、種子には  $\text{Fe}^{3+}$  だけでなく、 $\text{Fe}^{2+}$  もあることなどが分かりました (図9) [13]。

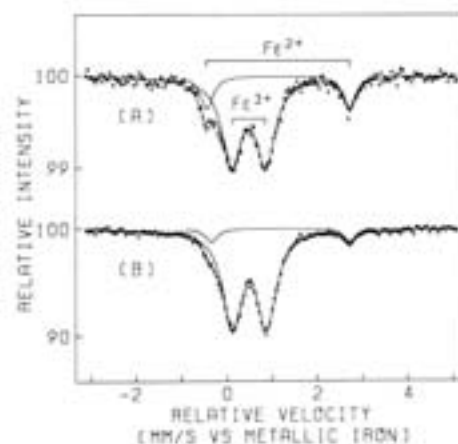


図9 大豆種子のメスバウアー分光 (液体窒素温度)。(A) 未熟な種子 (すなわち枝豆の豆)、(B) 成熟した種子。

#### (7) 時間微分ガンマ線摂動角相関 (TDPAC)

この手法はカスケード  $\gamma$  線を複数のカウンターで検出し、中間状態にある核の受ける磁場、四極場を測定する方法で、壊変後の原子の状態が分かる点で発光メスバウアー分光に類似しています。これには早くから興味を持って勉強していましたが、当時のわれわれの技術では測定も解析も困難で、メスバウアー分光の共同実験を行っていた理研の磁性のグループを説得して共同研究にこぎつけ、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  にドーブした  $^{111}\text{In}$  から生成す

る<sup>111</sup>Cdなどについて研究を行いました[14]。のちには、大久保嘉高博士が加わり、メスbauer分光の測定もできる<sup>99</sup>Rh → <sup>99</sup>Ruを利用して磁性体 [10]や超電導体[11]について、興味ある情報を得ることができました。例えば、YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6.8</sub>に分散した<sup>99</sup>Rhから生成する<sup>99</sup>Ruの価数をメスbauer分光により、また格子位置をTDPAC(図10)から明らかにしています。

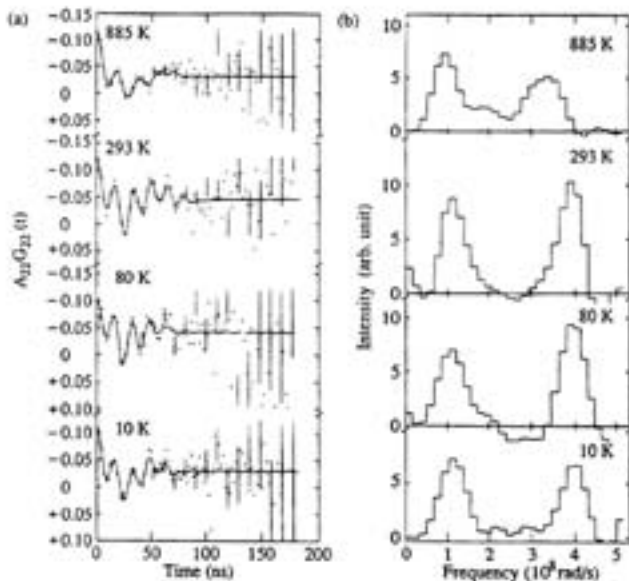


図10 (a) YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6.8</sub>に分散した<sup>99</sup>Rhから生成する<sup>99</sup>Ruの時間微分ガンマ線摂動角相関、(b)これより求めた周波数分布。

### III マルチトレーサー法の創始

理研がまだ駒込にあったころ、すぐ近くにあったアイソトープ研修所に時々お手伝いに行っていました。そこでは、大学の先輩の鈴木康雄博士が希土類元素についての研究を行っておられましたが、それぞれの元素についてpHなどの実験条件をそろえるのが大変だということでした。そこで、いくつかの元素のトレーサーをいっしょに使って、γ線スペクトルを解析してはいかがですかとお聞きしました。そのころはまだNaI (TI)の時代でしたから、それでは精度が全然足りないよという当然のお答えでしたが、これがマルチトレーサー法を考えた始まりでした。そして、理研に建設されたリングサイクロトロンを利用するマルチトレーサー法が始まったのは20数年後のことでした。

数種類以上のトレーサーを同時に用いた研究は文献にいくつか見え、表題の「創始」はややおこがましい感がありますが、これらの研究はいずれも散発的なものであり、Ge(Li)やpure Ge検出器が普及したのちも、われわれの研究まではトレーサー法をマルチエレメンタルな技術として発展させようという積極的、組織的な動きはなかったように思われます。その理由としては、ひとつにはマルチトレーサー法の意義があまり認識されていなかったことであり、もうひとつは多数のトレーサーを特に無担体の状態で入手することが経済的な意味も含めて容易ではないことが挙げられます。実際小生らも、<sup>59</sup>Fe, <sup>65</sup>Zn, <sup>57</sup>Coを購入して大豆試料中での移行を調べ、3種であるにもかかわらずマルチトレーサー法による研究と称して報告しましたが [15]、その後の進展はありませんでした。

そこに幸運にもリングサイクロトロンという多数の核種の同時製造に最適の加速器が理研に完成し、マルチトレーサー法の開発・応用に努力いたしました。すなわち、重イオンビームによる核破砕反応で生成する多数の核種をトレーサーとして同時利用する方法です。重イオン照射したターゲットを溶解し、ターゲット物質は化学的に分離し、放射性核種はできるかぎり残すことにより、多数の無担体の核種を含むマルチトレーサー溶液を得ます。これを各元素の挙動の同時追跡に用いると、各元素について全く同条件の下で効率よくデータが得られます。

最初はビーム強度が低かったため半減期の短い核種しか使えないと思われた一方、照射室は空気まで放射化して冷却時間を充分取らないとターゲットをとりはずしに入室できないということで困りました。そこで、ホットラボが照射室の真下にあるのを幸いに、球にセットしたターゲットを照射後階下に転がり落とす落送管式照射装置を考案し、使用しました。この装置はとくに過去のものとなって取り外され、現在は羽場宏光博士が設計した多機能の照射装置が使われているようです。

放射化学では、キュリー夫妻の昔より目的とする核種を純粋に分離することに多大の精力がそそがれて来ました。これに対して、例えば酸に溶解

した照射済み金属ターゲットから、上述のように多数の元素の核種をできる限り残し、ターゲット物質だけを除くというような化学分離はあまり聞いたことがなく、初めは何をターゲットにするか戸惑っていました。しかし、答はもともと頭の中にあっただけで、ある大学で分析化学の講義を担当していた時のノートがたまたま目に触れた時に、無機定性分析の第一段階を思い出し、銀を最初にターゲットとして選びました。銀ターゲットは化学分離が容易なうえに、生体に必須な金属元素の殆んどすべてを含むマルチトレーサーが得られます。その後、いろいろなターゲットについての分離法が確立され、約50種類の元素について測定ができるようになりました。例えば、金ターゲットでは、化学分離がやや面倒ですが、これら

の元素のほとんどを含むマルチトレーサーが得られます。ただ、Ge検出器の分解能ではスペクトルの解析が困難になるため、いくつかのグループトレーサーに分離して使用することが推奨され、そのための分離法も開発されました。なお、これらの分離法については、小生は管理職としての仕事に追われるようになっていたため、安部静子が主に担当いたしました。

これらのマルチトレーサーは、その利点を生かし、理研内外の多数の協力者を得て、基礎化学、地球化学の研究や生体微量元素の研究に利用されました。初期の段階ではまずメスbauer分光でも手掛けていた固体表面への吸着の研究に利用し[16]、これは海洋における sedimentation の研究や土壌中のイオンの挙動に対する酸性雨の影響

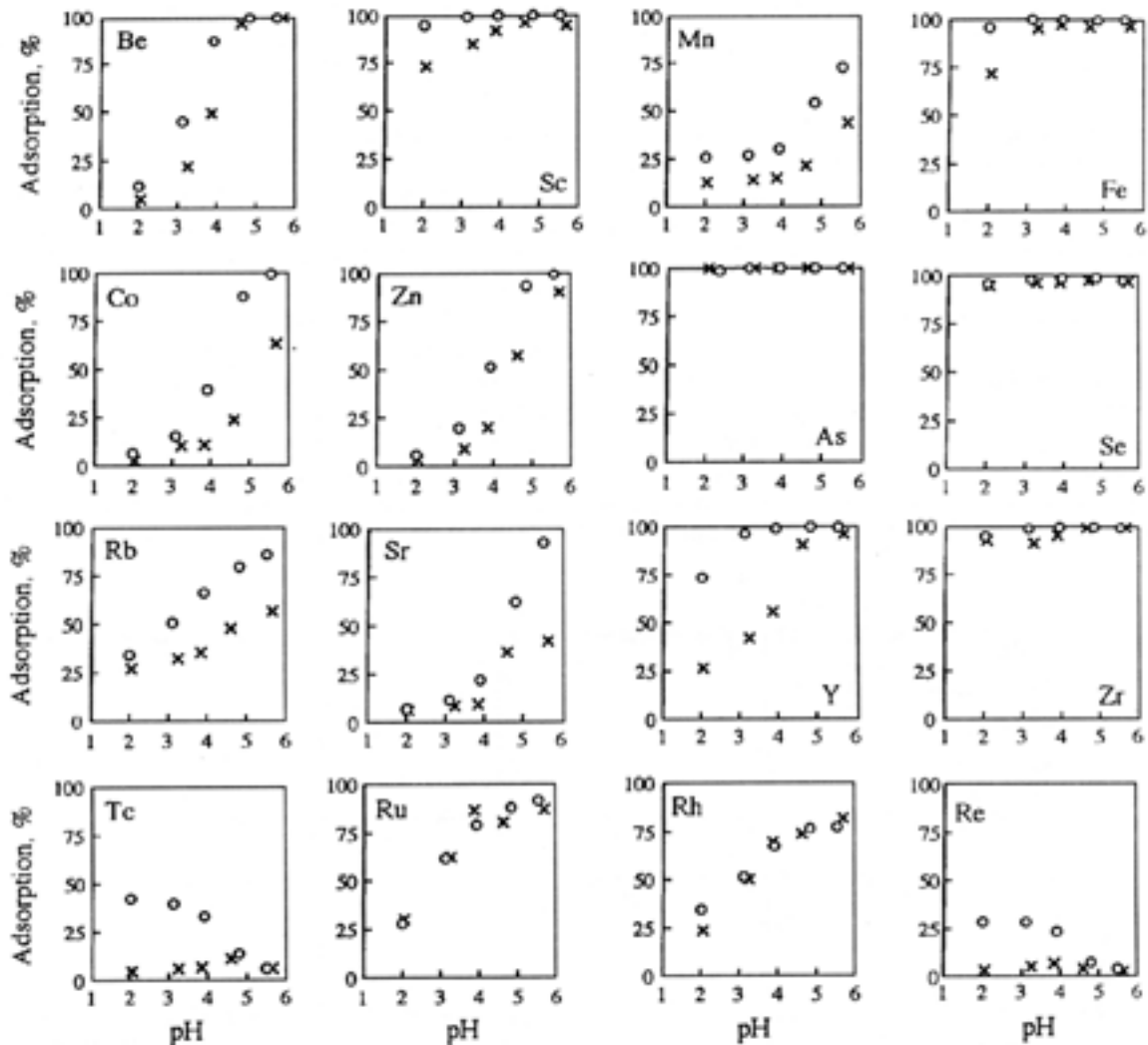


図11 各種元素の黒土への吸着に対する pH の影響。○は無処理の黒土、×は黒土から有機物を除いた試料。

(図11) [17] などの研究に発展しました。地球化学的研究では、さらに高橋嘉夫博士によりフミン酸の効果に関する研究などのより高度な研究が展開されています。基礎化学としてぜひご紹介しておきたいのはフラーレンに関する当時の都立大学の中原研究室との共同研究です。小生はマルチトレーサーの使用を勧めたのと、放射性的試料を安全に扱えるフラーレンの製造装置を設計しただけで、実験は末木啓介博士が中心になって進められました。この結果図12に示すように、当時は知られていなかったIV族、V族の元素のフラーレンの生成が確認されました [18]。

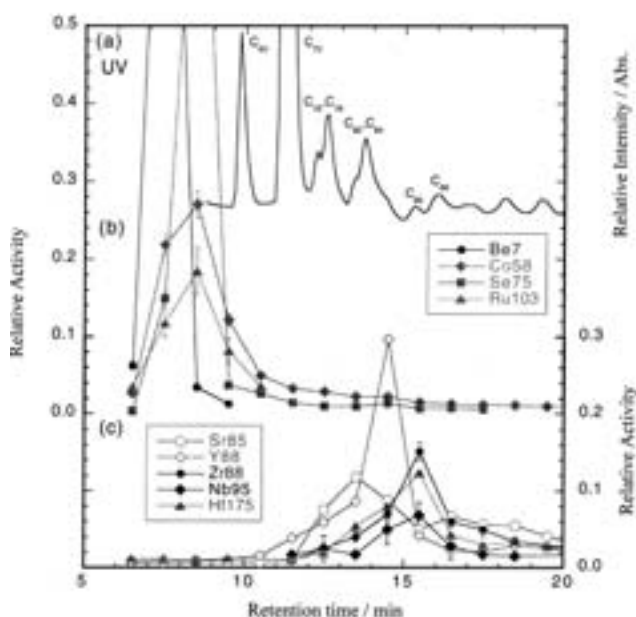


図12 マルチトレーサーを吸着したグラファイトを電極として合成したフラーレンのHPLC溶離曲線。Zr, Hf, Nbを内包したフラーレンが生成していることが分かる。

動植物中の微量元素の挙動の研究では、さらに (i) 無担体で検体への毒性がない、(ii) 同時追跡により個体差の影響をまぬがれる、(iii) 各元素について別々に実験を行うより検体はるかに少数ですむなどの利点が生きて考え、理研では安部静子が担当して大豆などの植物体における微量元素の挙動の研究が行われました。植物関係の成果は文献 [19] にまとめられています。

動物については我々の手には負えないため、まず薬科大学におられる遠藤和豊博士に協力を求め、またそのついで、矢永誠人博士、さらには薬

学出身の榎本秀一博士が加わりマウスやラットについての微量元素の挙動の研究が急速に進展いたしました。このころの研究成果の一例を図13に示します [20]。じきに、天野良平博士も加わり、のちには脳についての精細な研究が展開されたことは皆様よくご存じのとおりです。その後は、おもに榎本博士の人脈から、生体関係の研究がさらに広がり、理学系の研究室だけでなく、薬学部、医学部、獣医学部、農学部、園芸学部などの研究室との共同研究が行われ、数十報の論文が発表されています。そのほとんどはそれぞれ専門化して、連名になっているものでさえ小生にはよく理解できない(まず術語がわからない、辞書を引いてもたいてい見つからない)ものでご紹介は遠慮しますが、最後にひとつだけよくわかる例を図14に示します。これは、微量元素の肝臓への取り込みに対するアルコール摂取の影響を調べたもので、

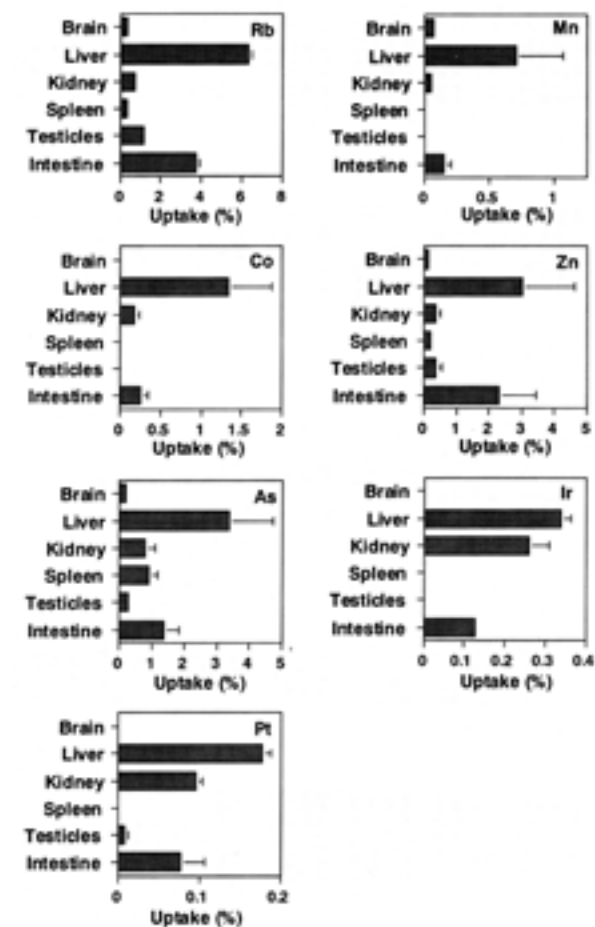


図13 ラットの各臓器への各種元素の分布(経口投与3日後)。

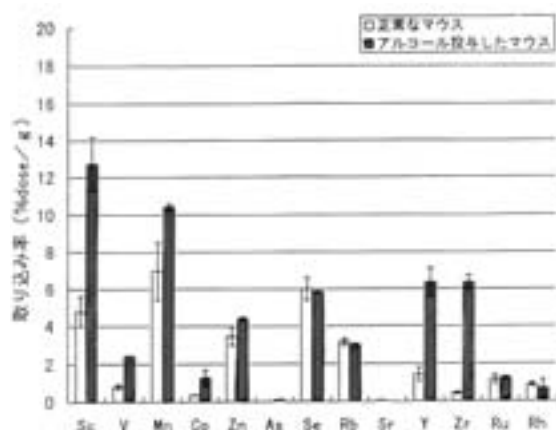


図14 マウスの肝臓への各種元素の集積に対するアルコール投与の影響。白棒：しらふのマウス、黒棒：ほろ酔いマウス。

飲酒の結果、体には到底良いとは思われないような元素が肝臓に集積して行くことが分かります。お飲みになる方は、もって自戒としていただければ幸いです。

なお、小生が現役中の研究の大部分は文献 [21] に紹介されており、またマルチトレーサー法に関する小生の書いた解説のうち最新のものは文献 [22] であります。生体関係のこれまでの研究については、天野博士あるいは榎本博士にご照会ください。最後に、コンプトン散乱を利用するマルチトレーサーの3次元イメージング GREI が実用に近づきつつあることを付言いたします。

#### IV おわりに

放射性核種の特性を生かすことをテーマとしつつ、その対象は無機化合物、磁性体、超電導体、表面、溶液、植物、動物など多岐にわたりました小生の研究のうち、着想あるいは実働において自身の寄与が比較的大きかったと思われるものを中心にご紹介いたしました。紙数制限がないのをいいことにながながと裏話まで書いてしまいましたが、これも若い方々がもし読んで下さると何かの参考になることもあるのではないかと期待しています。また、約半世紀にわたることですので、記憶違いや、無意識のうちに自分に都合のいいようにストーリーを rearrange した箇所がなかったと言い切れません。小生のささやかな Gedicht und Wahrheit としてぜひご寛恕下さるようお願いいたします。

#### V 謝辞

ご指導、ご支援をいただいた故斎藤信房先生、佐野博敏先生、野崎正先生、吉原賢二先生、坂本浩先生、畏友中原弘道博士、共同研究に参加して下さったすべての皆様、また前田米蔵博士、中西孝博士、中島覚博士、関根勉博士、初川雄一博士をはじめ今回の小生の受賞、講演、本稿の掲載に関して労を取られた皆様に心より感謝いたします。

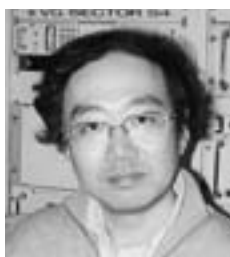
Application of nuclear probes and initiation of multitracer technique  
AMBE, F.

#### 文献

- [1] F. Ambe, S. Ambe, H. Shoji and N. Saito: Mössbauer Emission Spectra of  $^{119}\text{Sn}$  after the EC Decay of  $^{119}\text{Sb}$  in Metals, Oxides and Chalcogenides of Antimony and Tellurium, *J. Chem. Phys.*, **60**, 3773-78 (1974).
- [2] F. Ambe and S. Ambe: Mössbauer Emission Studies of Defect  $^{119}\text{Sn}$ ,  $^{119}\text{Sb}$ , and  $^{119\text{m}}\text{Te}$  Atoms after Nuclear Decays and Reactions in  $\text{SnSb}$ ,  $\text{SnTe}$ , and  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ , *J. Chem. Phys.*, **73**, 2029-36 (1980).
- [3] S. Ambe and F. Ambe: Mössbauer Emission Spectrum of  $^{121}\text{Sb}$  after the  $\beta$ -Decay of  $^{121\text{m}}\text{Sn}$  in  $\text{SnS}_2$ : Nuclear Decay Synthesis of Antimony (V) Sulfide, *J. Chem. Phys.*, **63**, 4077-4078 (1975).
- [4] H. Sekizawa, T. Okada, S. Okamoto, and F. Ambe: Mössbauer Effect of  $^{61}\text{Ni}$  in Spinel Type Magnetic Oxides, *J. Physique*, **32**, CI-326-7 (1971).
- [5] F. Ambe, T. Okada, S. Ambe, H. Sekizawa: Mössbauer Spectra of  $^{57}\text{Fe}$  Arising from Carrier-Free  $^{57}\text{Co}^{2+}$  Ions Adsorbed on  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , and  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  Surfaces, *J. Phys. Chem.*, **88**, 3015-20 (1984).
- [6] F. Ambe, S. Ambe, T. Okada, and H. Sekizawa: In situ Mössbauer Studies of Metal Oxide/Aqueous Solution Interfaces with Adsorbed Co-57 and Sb-119 Ions, In "Geochemical Processes at Mineral



- Surfaces”, J. A. Davis, K. F. Hayes, Eds.; ACS Symposium Series No. 323, American Chemical Society: Washington, D. C., pp. 403-424, 1986.
- [7] T. Okada, S. Ambe, F. Ambe, and H. Sekizawa: Emission Mössbauer Studies of Carrier-Free Pentavalent Antimony-119 Ions Adsorbed on  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Surfaces, *J. Phys. Chem.*, **86**, 4726-33 (1982).
- [8] S. Ambe and F. Ambe: Mössbauer Study of Adsorbed Ferric Ions at  $\alpha$ -Ferric Oxide/Aqueous Solution Interface, *Langmuir*, **6**, 644-49 (1990).
- [9] Y. Kobayashi, T. Okada, K. Asai, M. Katada, H. Sano, and F. Ambe: Mössbauer Spectroscopy and Magnetization Studies of  $\alpha$ - and  $\beta$ -RuCl<sub>3</sub>, *Inorg. Chem.*, **31**, 4570-74 (1992).
- [10] Y. Ohkubo, Y. Kobayashi, K. Asai, T. Okada, and F. Ambe: Time-Differential Perturbed-Angular-Correlation and Emission Mössbauer Studies on <sup>99</sup>Ru Arising from <sup>99</sup>Rh in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, *Phys. Rev. B*, **47**, 11954-61 (1993).
- [11] Y. Ohkubo, Y. Kobayashi, K. Harasawa, S. Ambe, T. Okada, F. Ambe, K. Asai, and S. Shibata: Time Differential Perturbed-Angular-Correlation and Emission Mössbauer Studies on <sup>99</sup>Ru Dispersed in YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6.8</sub> and YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6</sub>, *J. Phys. Chem.*, **99**, 10629-10634 (1995).
- [12] M. Nakada, Y. Watanabe, K. Endo, H. Nakahara, H. Sano, K. Mishima, M. K. Kubo, Y. Sakai, T. Tominaga, K. Asai, M. Iwamoto, Y. Kobayashi, T. Okada, N. Sakai, I. Kohno, and F. Ambe: Mössbauer Emission Spectroscopy of <sup>57</sup>Fe Arising from <sup>57</sup>Mn in Metal and Oxides of Chromium, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **65**, 1-5 (1992).
- [13] S. Ambe, F. Ambe, and T. Nozaki: Mössbauer Study of Iron in Soybean Seeds, *J. Agric. Food. Chem.*, **35**, 292-96 (1987).
- [14] K. Asai, F. Ambe, S. Ambe, T. Okada, and H. Sekizawa: Time-Differential Perturbed-Angular-Correlation Study of Hyperfine Interactions at <sup>111</sup>Cd ( $\leftarrow$  <sup>111</sup>In) in  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Phys. Rev. B*, **41**, 6124-36 (1990).
- [15] Z. W. Huang, S. Ambe, F. Ambe, and T. Nozaki: Multitracer and Mössbauer Studies on Uptake and Distribution of <sup>59</sup>Fe, <sup>65</sup>Zn, <sup>57</sup>Co and <sup>57</sup>Fe in Different Growth Stages of the Soybean Plant, *Appl. Radiat. Isot., Int. J. Radiat. Appl. Instrum., Part A*, **37**, 947-53 (1986).
- [16] S. Ambe, S. Y. Chen, Y. Ohkubo, Y. Kobayashi, M. Iwamoto, and F. Ambe: Application of the Radioactive Multitracer Technique to a Study of Adsorption of Metal Ions on  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Chem. Lett.*, 1059-1062 (1992).
- [17] H. F. Wang, S. Ambe, N. Takematsu, and F. Ambe: Model Study of Acid Rain Effect on Adsorption of Trace Elements on Soils Using Multitracer, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **235**, 295-300 (1998).
- [18] K. Sueki, K. Kikuchi, K. Akiyama, T. Sawa, M. Katada, S. Ambe, F. Ambe, and H. Nakahara: Formation of Metallofullerenes with Higher Group Elements, *Chem. Phys. Lett.*, **300**, 140-44 (1999).
- [19] S. Ambe: Multitracer Study on the Uptake of Trace Elements and Their Translocation in Plants, *Current Topics in Plant Biology*, **6**, 1-12 (2005).
- [20] R. Hirunuma, K. Endo, M. Yanaga, S. Enomoto, S. Ambe, A. Tanaka, M. Tozawa, and F. Ambe: The Use of a Multitracer Technique for Studies of the Uptake and Retention of Trace Elements in Rats, *Appl. Radiat. Isot.*, **48**, 727-733 (1997).
- [21] F. Ambe, ed.: The Multitracer, its Application to Chemistry, Biochemistry and Biology, *RIKEN Review*, No. 13, pp. 1-40, 1996.
- [22] F. Ambe: Multitracers in Chemistry and Biochemistry, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **243**, 21-25 (2000).



### 天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究

日高 洋 (広島大学大学院理学研究科)

#### はじめに

この度、日本放射化学会賞を受賞いたしましたことに対し、大変名誉あることと受け止めています。学会の関係各位ならびに、これまで私の研究を支えてくださった多くの方々はこの場をお借りして厚くお礼申し上げます。

私はこれまで、質量分析を用いた同位体測定を主な手法として、天然における核反応現象に基づく地球化学・宇宙化学試料のキャラクタリゼーションを行ってきました。放射壊変やエネルギー粒子と固体物質の相互作用など、自然界の中では数多くの核反応が生じています。地球内外の惑星物質の中には長年の核反応が蓄積された結果、それに関連する元素の同位体組成に検出可能な程度の変動を記録しているものがあります。したがって、核反応に関与したと思われる物質の同位体変動を読み取ることによって、それらの対象物質が置かれていた状況（多くの場合は地球化学あるいは宇宙化学的環境、それらの環境の時間的な変化など）を推察することが可能となります。これまでの研究例の中で特に放射化学に深く関係すると考えられる3つについてここに紹介いたします。

#### オクロ天然原子炉の同位体化学的研究

地球上の天然試料の中でもっとも著しい同位体異常が見られるのは、アフリカ・ガボン共和国東部にあるオクロ鉱床である。オクロ鉱床は、今から約20億年前にその内部で部分的に核分裂連鎖反応を起こした原子炉ゾーンを含む、いわゆる天然原子炉の化石として知られており、核反応の影響により鉱床内のいろいろな元素の同位体組成に異常をきたしている。オクロ鉱床試料中の元素同位体組成をシステムティックに分析することにより、(1) 鉱床内の各原子炉ゾーンで生じた核反応の規模、(2) 原子炉特性、(3) 鉱床内で生じた核分裂生成物の環境中での挙動、などをとらえるこ

とが可能となる。このような研究は、オクロ鉱床で天然原子炉現象が発見された1972年以来すでに行われていた。一方、1970年代後半～1980年代前半にオクロ鉱床の地下深部で発見された原子炉ゾーンは、初期に発見された地表面近傍の原子炉ゾーンとは異なり、自然風化などの二次的な影響を伴わず、20億年前の核反応の影響をほぼ保持しており、上記(1)～(3)に関して厳密なデータを新たに提供することができた点において大きな意義がある[1-3]。加えて、1990年前半から質量分析技術が飛躍的に向上したことにより、例えば、高感度分析可能なICP質量分析計を導入することで微量元素同位体測定を迅速に行うことが容易となったり[4, 5]、二次イオン質量分析計の導入によってサブマイクロスケールで個々の微小鉱物ごとに同位体測定することが実用的となり、特定鉱物への核分裂生成物の選択的濃縮や放射性核種の微小鉱物内での拡散・再分配挙動に関する情報をもたらすことができた[6-8]。

#### 地球外物質の同位体化学的研究

隕石およびアポロ計画によってもたらされた月表面層試料は、地球外物質として現在取り扱うことができる主な試料である。これらの地球外物質の多くは長時間にわたって宇宙線にさらされており、その表面近傍では、高エネルギーのプロトンを主成分とする銀河宇宙線の照射によって生じた核破砕反応や中性子捕獲反応が起っている。それらの反応による生成物を検出することで試料が置かれていた環境を推定することができる。惑星物質中に含まれるいろいろな元素の同位体の中でもとりわけ $^{149}\text{Sm}$ 、 $^{155}\text{Gd}$ 、 $^{157}\text{Gd}$ の熱中性子捕獲反応断面積は各々 $4.2 \times 10^4$ 、 $6.1 \times 10^4$ 、 $2.5 \times 10^5$  barnと極めて大きく、 $^{149}\text{Sm}(n,\gamma)^{150}\text{Sm}$ 、 $^{155}\text{Gd}(n,\gamma)^{156}\text{Gd}$ 、 $^{157}\text{Gd}(n,\gamma)^{158}\text{Gd}$ の反応が起り、その同位体組成に変動をもたらす。アポロ15号、16号、17号が持ち帰ってきた全長24～3mにおよぶ表土コア試料（以下A-15、A-16、A-17と略）は表面からの深さ位置が明確に記録されているため、宇宙線の相互作用によって生じる中性子発生量の深さ依存性を調べるのに格好の試料と言える[9, 10]。一方、隕石試料においては、He、Ar、Kr等の希ガス同位体測定や $^{36}\text{Cl}$ 、 $^{41}\text{Ca}$ 等の短寿

命宇宙線生成核種の生成量から宇宙線照射年代が見積もられているものについて、Sm および Gd 同位体変動による中性子捕獲効果を求め、総合的にデータを比較することにより隕石試料が受けてきた段階的な照射の履歴（母天体中に存在している状態から他天体との衝突等により段階的に大きさが変化していく過程）を考察することができる [11-13]。

また、太陽系の始原物質であるコンドライト隕石には、原始太陽系を形成するに至った原子核の合成過程の記録、太陽系形成以前に存在していた物質（先太陽系物質）の混入やその形成過程に関する情報が残されている。コンドライト隕石中のいくつかの元素の同位体組成を正確に求めることで、それらの情報を引き出すことができる。Ba は、 $^{130}\text{Ba}$ 、 $^{132}\text{Ba}$  が p- 過程のみ、 $^{134}\text{Ba}$ 、 $^{136}\text{Ba}$  が s- 過程のみ、 $^{135}\text{Ba}$ 、 $^{137}\text{Ba}$ 、 $^{138}\text{Ba}$  が s- および r- 過程によって原子核合成される 7 つの安定同位体からなる。また、太陽系形成時には存在したと思われる 200 万年の半減期を持つ消滅核種  $^{135}\text{Cs}$  は  $^{135}\text{Ba}$  へと壊変するため、その過剰同位体存在度から原始太陽系の  $^{135}\text{Cs}$  存在度の検証も期待できる [14,15]。

## 二重ベータ崩壊生成物の地球化学的検出

二重ベータ崩壊は極めて稀な壊変現象であり、その半減期は非常に長く、知られている限り  $10^{17} \sim 10^{24}$  年の範囲にある。その半減期の測定方法には (1) 壊変による放出粒子を直接数えるカウンティング法と (2) 壊変後の娘核種をその同位体過剰からとらえる地球化学的方法の二つのアプローチがある。カウンティング法は極めて低いカウントを取り扱うことになるため、そのバックグラウンドから有為なシグナルを検出する困難さがつきまとう。一方、地球化学的方法では地質学的に古い形成年代をもつ鉱物において、対象とする壊変系の娘核種を含む元素の同位体測定から、その壊変に起因する同位体過剰を調べることになる。これまでに比較的多く研究されている例として、テルル鉱物中の Xe 同位体測定による  $^{130}\text{Te} \rightarrow ^{130}\text{Xe}$ 、 $^{128}\text{Te} \rightarrow ^{128}\text{Xe}$  あるいはセレン鉱物中の Kr 同位体測定による  $^{82}\text{Se} \rightarrow ^{82}\text{Kr}$  である。元来、金属鉱物中に含まれる初生の希ガス存在量は極め

て低いために壊変による同位体過剰分の検出は他の壊変系にくらべて有利であると考えられる一方で、親核種-娘核種間の閉鎖系が保たれているか、対象鉱物の形成年代が正確に求められるか、などの問題点も生じる。これまで地球化学的手法による報告例のない  $^{100}\text{Mo} \rightarrow ^{100}\text{Ru}$  壊変系に着目し、29 億年および 10.5 億年という古い形成年代を持つオーストラリア産の 2 種類のモリブデン鉱床試料から Ru を化学分離し、その同位体比測定を行うことを試みた。一般的にモリブデナイト中には初生 Os がほとんど含まれておらず、その Os 同位体組成には Re の壊変起源のものが強調されていることから、Os と化学的性質が類似している Ru もモリブデナイト中にはほとんど含まれないことが予想された。実際は予想通りで、両モリブデナイト中の Ru 含有量は数十 ppt 程度と極端に低く、初生 Ru 含有量の低さゆえに、その同位体組成から顕著に  $^{100}\text{Ru}$  過剰を確認するにいたった。以上のデータをもとに  $^{100}\text{Mo}$  の半減期として  $(2.1 \pm 0.3) \times 10^{18}$  年が見積もられた [16]。地球化学的手法による  $^{100}\text{Mo}$  の半減期に関するこれまでの報告例は無いため、貴重なデータ提示に至ったと言える。

## おわりに

私は東京大学理学部化学教室の増田彰正先生のもとで卒業研究に引き続き大学院修士課程を過ごし、宇宙・地球化学の基礎を学びました。その後、2 年間、民間企業の研究所に勤務し、熊本大学工学部応用化学科、東京大学理学部化学教室、東京都立大学理学部化学科を経て現在は広島大学に所属しています。この間、特に東京都立大学で過ごした 3 年半の期間は非常に有意義なものでした。海老原充先生と隕石を主とした宇宙同位体化学の研究を行いつつ、中原弘道先生や末木啓介先生から核分裂メカニズムを始めとする核化学に関する様々な知識・情報を与えていただき、オクロ天然原子炉の研究を発展させるきっかけにもなりました。ここに深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] H. Hidaka and P. Holliger (1998) *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **62**, 89-108.

- [2] H. Hidaka and F. Gauthier-Lafaye (2000) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **64**, 2093-2108.
- [3] H. Hidaka and F. Gauthier-Lafaye (2000) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **72**, 4123-4135.
- [4] H. Hidaka, P. Holliger and F. Gauthier-Lafaye (1999) *Chem. Geol.*, **155**, 323-333.
- [5] H. Hidaka, K. Shinotsuka, and P. Holliger (1993) *Radiochim. Acta*, **63**, 19-22.
- [6] H. Hidaka (1998) *Radiochim. Acta*, **82**, 327-330.
- [7] H. Hidaka, J. Jeneczek, F.N. Skomurski, R.C. Ewing, and F. Gauthier-Lafaye (2005) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **69**, 685-694.
- [8] H. Hidaka, K. Horie, and F. Gauthier-Lafaye (2007) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **264**, 167-176.
- [9] H. Hidaka, S. Yoneda, and M. Ebihara (2000) *Meteoritics & Planetary Science*, **35**, 581-589.
- [10] H. Hidaka and S. Yoneda (2006) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **71**, 1074-1086.
- [11] H. Hidaka, S. Yoneda, and M. Ebihara (1999) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **173**, 41-51.
- [12] H. Hidaka, S. Yoneda, and M. Ebihara (2000) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **180**, 29-37.
- [13] H. Hidaka, S. Yoneda, and K. Marti (2006) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **70**, 3449-3456.
- [14] H. Hidaka, Y. Ohta, S. Yoneda, and J.R. DeLaeter (2001) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **193**, 459-466.
- [15] H. Hidaka, Y. Ohta, and S. Yoneda (2003) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **214**, 455-466.
- [16] H. Hidaka, C.V. Ly, and K. Suzuki (2004) *Phys. Rev. C*, **70**, 025501.



## 特集 (2007-2008 年度日本放射化学学会賞・奨励賞)

### 奨励賞 (日本放射化学会奨励賞選考委員会)

豊嶋 厚史氏 (日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター任期付研究員)

とよしま あつし  
豊嶋 厚史氏

所属：日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター任期付研究員

受賞題目：シングルアトム分析法を用いたラザホージウム、ノーベリウムの溶液化学的研究

豊嶋氏は、これまで日本原子力機構のタンデム加速器をもちいて重・超アクチノイド元素の核化学的研究を精力的におこない、104番元素ラザホージウム (Rf) 並びに 102番元素ノーベリウム (No) の溶液化学的研究において世界に先駆けた優れた研究業績をあげてきた。その概要は以下の通りである。

$^{248}\text{Cm}$  ( $^{18}\text{O}$ , 5n) 反応で合成した Rf ( $^{261}\text{Rf}$ : 半減期 78 秒、生成断面積 13 nb) の研究では、迅速化学分離装置を用いてフッ化水素酸・硝酸混合水溶液中における Rf の陰イオン交換挙動を詳細に調べ、Rf が 4 族の同族元素であるジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf) と同じようにヘキサフルオロ錯体  $[\text{RfF}_6]^{2-}$  を形成すること、しかしながらその錯形成定数は同族元素に比べて 1 桁以上も小さいことを新たに見いだした。これまでの研究では Rf, Zr 及び Hf の陰イオン交換樹脂への吸着値を比較議論するだけであったが、豊嶋氏は迅速化学分離装置の性能を最大限に活用して精密な実験データを取得し、緻密な解釈のもとに Rf の溶液化学種を初めて決定し、さらには定量的な錯形成定数の導出に至り、当該研究に格段の進展をもたらした。また、同実験装置を改良し、シングルアトム化学では初めてとなる Rf の陰イオン交換クロマトグラフィにおける溶離曲線の取得にも成功した。

ノーベリウムの研究では、電気化学的手法によって水溶液中における  $\text{No}^{2+}$  を  $\text{No}^{3+}$  に酸化する

ことに初めて成功した。シングルアトム化学では電気化学反応による電流測定が不可能なために、豊嶋氏はクロマトグラフ溶離挙動に基づいて酸化還元反応を確認する新たな実験手法を考案した。すなわち化学的選択能 (陽イオン交換基) を持つ化学修飾電極を作成し、それを装備したフロー電極カラム装置を新規に開発した。試験実験としてトレーサー量のセリウムを用い、印加電圧によって酸化状態が変わり、溶離挙動が変化することを  $\text{Ce}^{3+}$  から  $\text{Ce}^{4+}$  への酸化反応で確認した。そして同装置を用いて  $^{248}\text{Cm}$  ( $^{12}\text{C}$ , 5n) 反応で生成する  $^{255}\text{No}$  (半減期 3.1 分) の酸化実験を行い、印加電圧の増加に伴って No の溶離挙動が  $\text{No}^{2+}$  に特徴的なものから  $\text{No}^{3+}$  の溶離挙動へと変化することを観測し、No の酸化反応を確認した。これはシングルアトム化学において初めて電気化学的に水溶液中の酸化状態を変化させることに成功した極めて優れた成果であると評価される。これまでのシングルアトムレベルでの重元素の化学的研究は、主としてクロマトグラフ挙動を調べることで行われてきたが、電気化学的研究の可能性を見いだしたことで今後の当該分野での新たな展開をもたらすものと期待される。

このように、豊嶋氏は超アクチノイド元素の核化学的研究を精力的にすすめてきたが、目的に応じた装置の製作、改良ならびに新規な分析手法の開発など実験的研究を展開していくための能力を有している点で高く評価された。また緻密なデータの解釈や、新規なテーマ設定に向けた広範囲な調査活動、さらには論文誌筆能力などの点で、今後の活躍が多いに期待できる若手研究者であると認められた。

よって、これまでの業績ならびに研究者としての将来性は日本放射化学会奨励賞に十分値するものと認められた。

## 奨励賞受賞者による研究



シングルアトム分析手法を用いたラザホージウム、ノーベリウムの溶液化学的研究  
豊嶋 厚史（日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター）

原子番号(Z)が104以上の非常に重い元素群を超アクチノイド元素と呼び、周期表の第7周期に置かれている。超アクチノイド元素の電子軌道には重い元素に特徴的な相対論効果が強くはたつき、軽い同族元素が示す連続性から外挿される化学的性質とは大きく異なる性質を持つという指摘が古くからなされている [1]。この相対論効果は量子化学的な問題であり、電子の軌道半径とエネルギー準位を変化させるが、その変化はイオン半径や酸化還元などの性質に影響すると考えられ、非常に興味深い。

しかしながら、超アクチノイド元素の化学的研究には非常に難しい実験が要求されるため、現在においても相対論効果どころか化学的性質さえほとんどわかっていない。なぜならば、唯一の元素合成の手段である重イオン核融合反応での合成率が極めて小さく、また原子核の寿命も数分から数秒と短いため、わずか一個の原子（シングルアトム）を扱って化学的性質を調べなければならないためである。現在までに104番元素ラザホージウム (Rf) から108番元素ハッシウム (Hs) そして112番元素の化学実験が行われ、周期表での族は提唱されたが、詳細な性質は全くわかっていない。しかし近年、日本原子力研究開発機構（原子力機構）において迅速化学分離装置（AIDA）が新たに開発され、イオン交換や溶媒抽出などに関して統計量が高く詳細なデータを取得する事が可能となった。特に104番元素ラザホージウム (Rf) の溶液化学的研究は急速にすすめられ [2]、塩酸水溶液 [3] やフッ化水素酸水溶液 [4] 中でのイオン交換挙動が明らかとなった。

本研究では、Rfのフッ化物錯体の錯形成定数を得て、そのイオン半径を推定するために、AIDAを使用してフッ化水素酸/硝酸混合水溶液

中におけるRfの陰イオン交換挙動を詳細に調べた。フッ化物イオン濃度一定で、硝酸濃度のみを変化させて $K_d$ 値の変化を調べた結果、RfがZr、Hfと同じヘキサフルオロ錯体 ( $[MF_6]^{2-}$ ; M = Rf, Zr, Hf) を形成する事を初めて見出した。また、フッ化物イオン濃度を変化させて $K_d$ 値の変化を調べた結果、Rfヘキサフルオロ錯体の形成は弱く、その錯形成定数はZr、Hfよりも一桁以上小さい事が新たにわかった。フッ化物錯体の形成反応ではイオン半径が大きいほど錯形成定数が小さい。従ってRfのイオン半径はZr、Hfよりも大きいと推測され、これは相対論的理論計算と定性的に一致している。

また、超アクチノイド元素の酸化還元的研究に向け、シングルアトムレベルでの電気化学分析法を世界に先駆けて開発した。電気化学分析法を用いると、水溶液中でどのイオン価数が安定に存在できるか、またそれらの酸化還元電位など、従来のシングルアトム分析法では得られない性質を明らかにできる。特に酸化還元電位は相対論効果によるエネルギーの変化を強く反映する非常に面白い化学量である。本研究では、その電気化学分析法を102番元素ノーベリウム (No) の酸化反応に適用し、酸化還元電位を決定した。カーボンファイバーを破碎型イオン交換体 (Nafion perfluorinated ion-exchange resin) によって化学修飾した電極を製作し、これをフロー電解セルのカラム型作用電極として用いた [6]。この作用電極では、電圧印加に従って酸化還元反応が起こる。また陽イオン交換分離が可能である。この装置を用いて $\alpha$ -ヒドロキシイソ酪酸水溶液中におけるNoの溶離挙動を印加電圧に対して調べた。その結果、0.2 Vの印加電圧ではNoは2価イオンとしての挙動を示すが、より高い1.2 Vの電圧では3価イオンとしての挙動を示す事がわかった。すなわち印加電圧の変化とともに $No^{2+} \rightarrow No^{3+}$ の酸化反応が起きている事ははっきりと確認した。さらに、印加電圧の変化に対する酸化反応の変化を調べた結果、本条件での $No^{2+} \rightleftharpoons No^{3+} + e^-$ 反応の酸化還元電位は0.75 V (vs. Ag/AgCl 参照電極) である事がわかった。今後、この電気化学的研究を中心として、重・超アクチノイド元素の化学的性質を明らかにしていきたいと考えている。

本研究は原子力機構・永目諭一郎グループリーダー、大阪大学・篠原厚先生、新潟大学・工藤久昭先生を始めとした多くの先生方の御指導、超重元素核化学研究グループ員ほか多数の研究者ならびに学生の協力によって行われたものである。改めてここに感謝の意を表したい。

#### 参考文献

- [1] B. Fricke and W. Greiner, *Phys. Lett. B* **30**, 317 (1969).
- [2] Y. Nagame, *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **6**, A21 (2005).
- [3] H. Haba *et al.* *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **3**, 143 (2002).
- [4] H. Haba *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **126**, 5219 (2004).
- [5] A. Toyoshima *et al.*, *Radiochim. Acta* **96**, 125 (2008).
- [6] A. Toyoshima *et al.*, *Radiochim. Acta* **96**, 323 (2008).



## 解説

### スピנקロスオーバー錯体—学問的意義と機能性

前田米藏 (九州大学名誉教授)

#### 【概要】

スピנקロスオーバー錯体は1931年に Cambi と Szegő によりはじめて報告された。<sup>1)</sup> 磁氣的挙動の温度変化が理論的な考察と一致しないことが報告されている。当時は配位子場理論も登場していなかったため、あまり注目されていた様子は残っていない。その後、メスバウアースペクトルが測定されたが、そのスペクトルには低温で低スピンの、高温で高スピンの特有の吸収は観測されていない。その後、1960年代後半になって転移型の錯体が見つけれられ、スピン転移錯体として注目され始めた。スピン転移現象は  $d^3$ - $d^8$  までの電子構造を持つ遷移金属錯体で出現する現象であるが、原子内の固有の現象であるため孤立した原子の性質を調べられるメスバウアー分光が適用できる鉄化合物を対象にして発展してきた。金属と配位原子との結合に配位子場がどのようにかかわっているのかなど細かく研究していくとなぞは深まるばかりである。近年は、金属の電子状態の違いを物質の機能に生かそうとする実用材料の開発という観点から多くの注目を浴びている。はじめにスピנקロスオーバーの基礎的なことに触れ、後半に光励起スピン転移、スピנקロスオーバー液晶、逆スピン転移、などスピנקロスオーバー錯体の最近の研究と期待される機能について述べる。

#### 1. スピנקロスオーバー錯体に特徴的な性質

d 電子が  $d^3$ - $d^8$  の遷移金属錯体ではスピン対生成エネルギー  $\pi$  と配位子場のエネルギー  $10Dq$  との大小関係で、原子の電子基底状態は高スピン状態あるいは低スピン状態となる。 $\pi$  と  $10Dq$  の大きさがちょうど同じであると錯体は両電子状態を取りうることになる。このような特殊な電子状態にある錯体をスピנקロスオーバー錯体と呼んでいる。このような錯体の電子状態は高温で高スピン状態、低温で低スピン状態をとり、電子基底状態

は温度や圧力に依存し、また光エネルギーで両電子状態間を遷移させることもできる。両電子状態を検知するもっとも簡単な測定手段は磁化率を測定することである。磁化率の温度依存性を測定すると、特定の遷移温度で転移する錯体、磁化率が温度とともに次第に変化する錯体に分かれる。ここでは便宜的に前者を転移型錯体、後者を平衡型錯体と呼ぶことにする。転移型錯体では高低スピン状態間で構造が転移する例が多い。平衡型錯体では高低電子状態間に速い転移平衡が存在し、平衡点が温度とともに推移している例が多い。しかし、この分類には転移が広い温度領域で起こる転移型錯体も含まれる。後者の例は電子スピン状態が動的平衡にあるため磁化率の測定だけでは両者を区別することはできない。<sup>57</sup>Fe のメスバウアー効果では共鳴吸収の観測時間が  $10^7$  秒であるので、この時間レベルでの動的現象を観測できる。メスバウアースペクトルは動的現象を検知できるので、スピנקロスオーバー錯体の研究における大変有効な観測手段である。そのため鉄錯体に関する研究例が非常に多い。<sup>2)</sup>

スピン転移は原子内での現象であり、原子の孤立した現象と考えられる。しかし、転移型錯体が存在することは、孤立した現象であるが分子間に何らかの相互作用のある共同現象であるとしたほうが理解しやすい。そのため、分子間に相互作用が働き、そのためにスピン状態転移が共同現象的に起こるとすれば、どれくらいの大きさの集団で転移が起こっているのだろうか。そのような研究も行われ、転移型錯体では数十から数百分子の集団で、平衡型錯体（転移平衡）では数分子の集団でスピン状態転移が起こっていることが推定された。<sup>2)</sup>

物質は低温になると収縮する。分子レベルで考えると、低温になると結合距離が短くなることに相当する。スピン平衡錯体では室温から 80K の



温度降下で3-7%ぐらいの体積の収縮が観測される。このため低温で低スピン状態になるわけで、それ以外に物質の構造相転移が絡んでいる。単結晶 X 線構造解析をスピントロスオーバ錯体に適用すると、高低両スピン状態の端状態での構造解析はうまく行うことができる。しかし、転移の起こっている温度領域では、高低両スピン状態の分子が混在している。X 線回折では5000Å ぐらいの長距離構造の平均値として観測されるので、通常は混在した状態を観測することになり解析がうまくいかない例が多い。ピークのプロファイルを調べると、ピークにショルダーが観測され、これを含めた解析が必要になる。サブピークを無視して解析すると、結合距離および鉄原子を含む結合角が次第に変化する。Fe-N 結合距離は Fe-O 結合距離より変化が大きい。また、N-Fe-N 角よりは N-Fe-O 角の変化が大きいのが特徴である。

スピントロスオーバ錯体は特異な電子状態にある。そのことは分子構造的にも特異な不安定な構造を有しているということでもある。そのため、錯体の合成条件に鋭敏である。たとえば、合成時の溶媒の純度（とくに水）、結晶析出時の温度、析出速度に左右されることもある。固体として取り出した後も物性が変化することもある。同一な実験条件が安定した物性値を得ることになる。

メスバウアースペクトルは鉄化合物の電子状態を調べる有効な手段である。とくに四極分裂値からは鉄周りの配位構造に関する情報を得ることができる。転移型錯体であれば、遷移温度領域では、高低両スピン電子状態の存在割合に基づく重なった吸収が観測される。しかし、平衡型錯体で平衡反応が  $10^7$ /秒より速い系では、両電子状態の存在割合に基づいて時間平均した電子状態が観測される。後者の例では、メスバウアー分光学的観点から面白い現象を観測することができる。電場勾配  $q$  は、鉄原子の電子配置そのものに由来する  $q_{val}$  と鉄原子の周囲に存在する陰イオンなど他原子の電荷に由来する  $q_{lat}$  からなる。

$$q = q_{val} + q_{lat}$$

一般には  $q_{val}$  の寄与が  $q_{lat}$  の寄与より大きい。そのため高スピン 2 価の鉄イオンの電場勾配は  $q_{val}$  の符号を示すと推定される。一方、高スピン 3

価の鉄イオンの  $q_{val}$  はゼロであるため  $q_{lat}$  の符号を示すと推定される。低スピン 2 価の鉄イオンの  $q_{val}$  はゼロであり、低スピン 3 価の鉄イオンの  $q_{val}$  は大きいと推定される。 $q_{val}$  と  $q_{lat}$  の符号が同じであれば、四極分裂の温度変化はリニアに変化する。しかし電場勾配の符号が  $q_{val}$  と  $q_{lat}$  との間で異なれば、図 1 に示すような極小値があることになる。<sup>3)</sup> そのような例が観測された。極小値の観測例が非常にまれであることは、一般に  $q_{val}$  と  $q_{lat}$  の電場勾配の符号は同じであることを示唆している。メスバウアー分光学的の今までの説明では同じであるとすれば、という仮定で話を進めてきたので、それをおおむね支持していることになる。

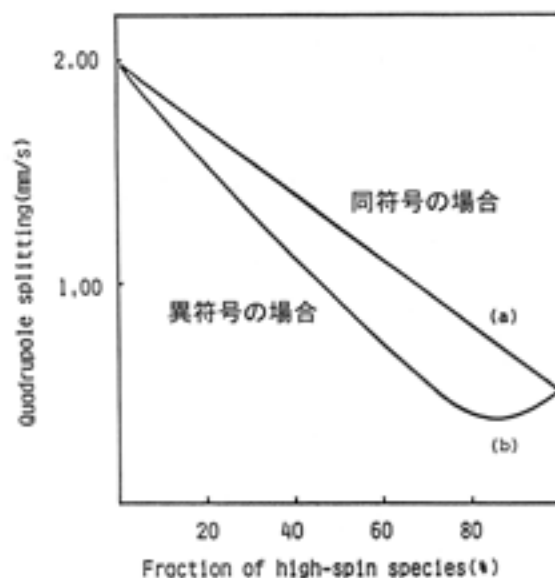


図 1 高スピン状態と低スピン状態の電場勾配の符号が同じ場合と異なる場合の四極分裂の温度変化

光励起スピン転移は LIESST (Light Induced Excited Spin State Transition) として、P. Gülich が報告した。これは低温で (5 K)、低スピン状態にしておいて光を照射すると準安定高スピン状態が得られるというものである。光励起で生成する準安定高スピン状態の化学構造と熱励起で生成する高スピン状態の化学構造が同じであるだろうかという疑問に答えて、いくつかの異なる実験手段で研究がなされた。その結果は一致していない。その原因は測定手段によるもの、あるいは観測し

ている部位が違うことなどによる。そこでNRIS (Nuclear Resonance Inelastic Scattering) 法で調べてみた。この方法はメスバウアー共鳴吸収を起こしている原子の周りの振動スペクトルを観測するものなので、光励起を起こしている原子核を直接観測しているため他の手段よりは直接的な測定手段である。対象物は  $[\text{Fe}(\text{2-pic})_3]\text{Cl}_2 \cdot \text{EtOH}$  である。その結果は図2に示すように熱励起した高スピンのスペクトルと一致している。<sup>4)</sup>

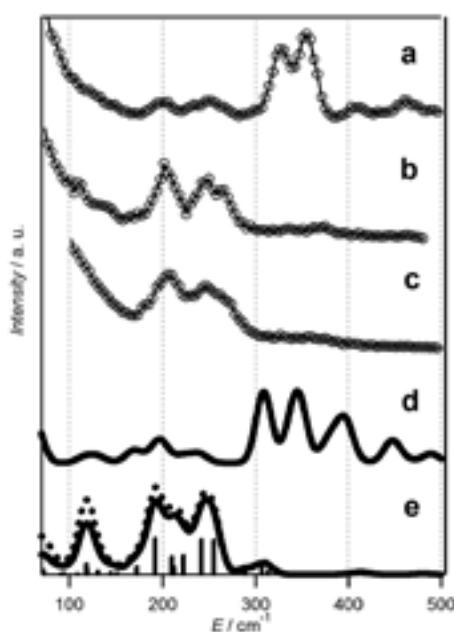


図2  $[\text{Fe}(\text{2-pic})_3]\text{Cl}_2 \cdot \text{EtOH}$  への照射前後のNRIS

- aは照射前、35 Kで測定した
- bは照射後、35 Kで測定した
- cは照射後、150 Kで測定した
- dは35 Kにおける低スピン状態に対する計算スペクトル
- eは35 K(曲線)と150 K(棒線)における高スピン状態に対する計算スペクトル

上に述べたようなスピントロソオーバの基礎的な性質の研究をしては科研費の獲得は難しい。昨今の社会情勢は研究と社会との繋がりが必要とされる。スピントロソオーバ錯体が近年にわかに注目を浴びているのは、実はスピントロソオーバ錯体に機能の実用化の可能性が出てきたことにある。そこで機能という観点からスピン転移化合物に注目する。図3に磁化率の温度依存性にヒステリシスを示す例を示す。ヒステリシスの起きている温度領域では高低両スピン状態が安定

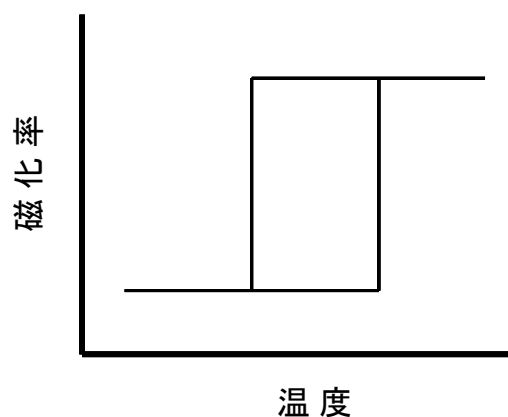


図3 ヒステリシスを示す錯体の磁化率の温度変化

に存在する。そこで両状態間の遷移を光で起こすことができれば、表示素子あるいは光メモリーとしての機能が出てくる。温度ヒステリシスの大きな材料の開発、ヒステリシス領域が室温にあるようなスピントロソオーバ錯体の開発がなされたが、光でこの両状態間の遷移を起こさせることは難しかった。原因はいろいろあるだろう。そこで、低温で低スピン状態に光を照射して高スピン状態になることが見出されて以来、LIESST現象に関する研究はにわかに活発になった。その光励起に関するメカニズム解明の暁に転移温度を室温まで上げようということである。

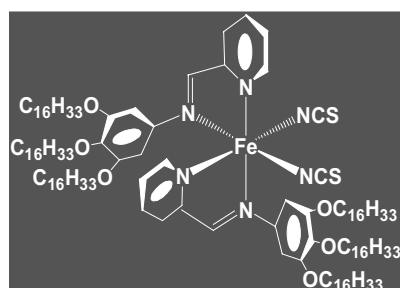
## 2. 光励起スピン転移に及ぼす分子間相互作用

光励起スピン転移を起こす化合物は今まで鉄(II)化合物であった。鉄(III)化合物では光励起して準安定高スピン状態が生成してもすぐに低スピン状態へトンネル過程でもって脱励起するため準安定高スピン状態を貯めておくことができなかったためであると推定されている。トンネル過程を封鎖することができれば鉄(III)化合物でも光励起スピン転移を観測することができる。速水らが  $[\text{Fe}(\text{qsal})_2]\text{NCS}$  で光励起高スピン状態の観測に成功したのは、この錯体にはトンネリングを起こさないなんらかの理由がある化合物に遭遇したからであると推定される。推定される理由はこの錯体の構造にある。この錯体では分子間に $\pi$ - $\pi$ スタッキングがあるので分子間に大きな相互作用があるためと推定し、分子間の相互作用とトンネリングとの関係を研究した。分子間の相互作用

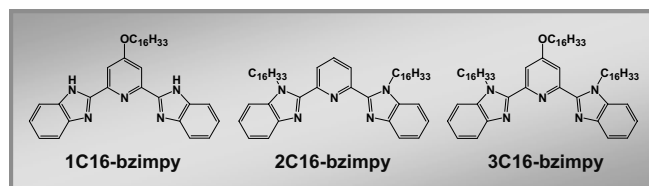
の大きさの見積もりとして Chan らが提案している cooperative factor  $C$  を実験的に求め、 $C$  と  $T$  (LIESST) (準安定高スピン状態がもっとも脱励起する温度) の間にリニアな関係があることを確認した。<sup>5)</sup> また同様のことは混晶  $[\text{Fe}_x\text{Al}_{1-x}(\text{pap})_2]\text{ClO}_4 \cdot \text{CH}_3\text{OH}$  を合成して確認された。類似した化学構造をもつ化合物群は C-T (LIESST) 関係図で同一の線上にあることより、 $T$  (LIESST) が高い温度をもつ化合物を得るためには大きな共同効果が生まれるような新規な配位子を設計する必要がある。

### 3. 液晶性を有するスピנקロスオーバー鉄(II)錯体

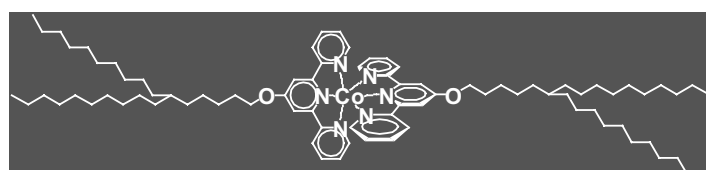
スピנקロスオーバー化合物に液晶性を持たせれば、多機能という観点から注目される材料になる可能性がある。そこで配位子に長鎖のアルキル基をもつ図4に示す錯体を合成した。 $[\text{Fe}(\text{L}3)_2(\text{NCS})_2]$  は  $72.7^\circ\text{C}$  に結晶から液晶への転移を示し、 $128.5^\circ\text{C}$  に液晶から等方性液体への転移を示す。また粉末 X 線回折には  $72^\circ\text{C}$  付近で低角側に新たなピークが出現し、高角側のピークはブロードになることより液晶性を示すことが確認でき



a.  $[\text{Fe}(\text{L}3)_2(\text{NCS})_2]$  の化学構造



b.  $n\text{C}16\text{-bzimpy}$  系の配位子 ( $n$  は鎖の本数を示す)



c.  $[\text{Co}(\text{C}12\text{C}10\text{-C}5\text{-terpy})_2](\text{BF}_4)_2$  の化学構造

図4 長鎖アルキル基を有する錯体および配位子の化学構造

た。図5に  $[\text{Fe}(\text{L}3)_2(\text{NCS})_2]$  の磁化率の温度変化を示す。液晶転移温度付近で磁化率の値が変動している。これは液晶化に伴って分子が動いていることを示している。配位子についている炭素鎖の長さを 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 個と変えて錯体を合成した。 $N=6-22$  の範囲でスピנקロスオーバー錯体を得ることができ、そのうち  $N=12-20$  の範囲で液晶錯体を得ることができた。<sup>6)</sup>  $[\text{Fe}(n\text{C}16\text{-bzimpy})_2](\text{BF}_4)_2$  系の錯体では鎖の数が 1 本の  $n=1$  の錯体は液晶性を示さないスピנקロスオーバー錯体であったが、 $n=2$ ,  $n=3$  の錯体は液晶性を示すスピנקロスオーバー錯体であった。その中でも鎖が 3 本付いた  $[\text{Fe}(3\text{C}16\text{-bzimpy})_2](\text{BF}_4)_2$  はスピン状態転移率の大きい転移型の錯体であった。<sup>7)</sup> しかし、上述の錯体はスピנקロスオーバー転移温度と液晶転移温度は一致していない。個々の現象の重なりとしての多機能である。いっぽう、 $[\text{Co}(\text{C}12\text{C}10\text{-C}5\text{-terpy})_2](\text{BF}_4)_2$  ではスピנקロスオーバー転移温度と液晶転移温度が一致しており、液晶化による構造変化がスピン転移を起こしていると推定される。<sup>8)</sup>

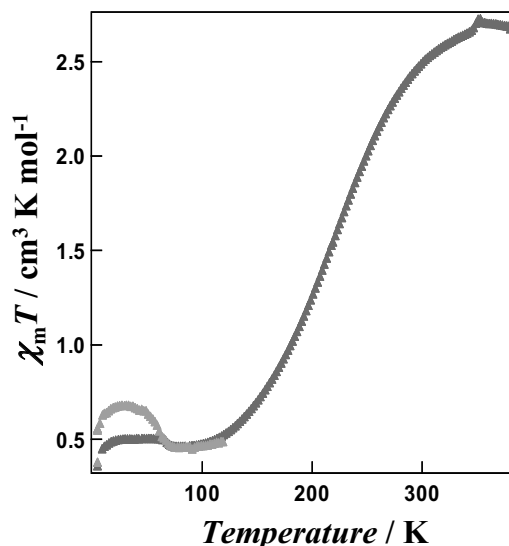


図5  $[\text{Fe}(\text{L}3)_2(\text{NCS})_2]$  の磁化率の温度変化

#### 4. 長鎖アルキル基を有する Co(II) 錯体の逆スピ ン転移現象

$[\text{Co}(\text{terpy})_2](\text{BF}_4)_2$  がスピントスオーバ化合物であることは古くから知られている。terpy に長鎖をつけると炭素鎖が12以上では逆スピ  
ン転移を示すようになる。 $[\text{Co}(\text{C16-terpy})_2]^{2+}$  の化学構造を図6に、磁化率の温度変化を図7に示す。合成した初期の溶媒を含む錯体は通常のスピ  
ン転移を示すが、400K 以上に加熱して溶媒が抜けると逆スピ  
ン転移を示す。室温付近における高スピ  
ン状態と100K 付近における高スピ  
ン状態での粉末X線回折のパターンは一致していない。この温度範囲に構造相転移があり、パッキングの違いで、高、低、高スピ  
ン状態転移が起こっていると

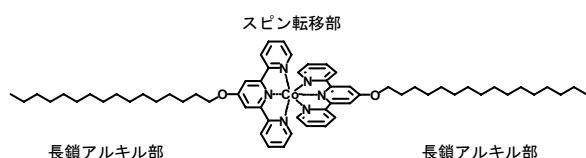


図6  $[\text{Co}(\text{C16-terpy})_2]^{2+}$  の化学構造

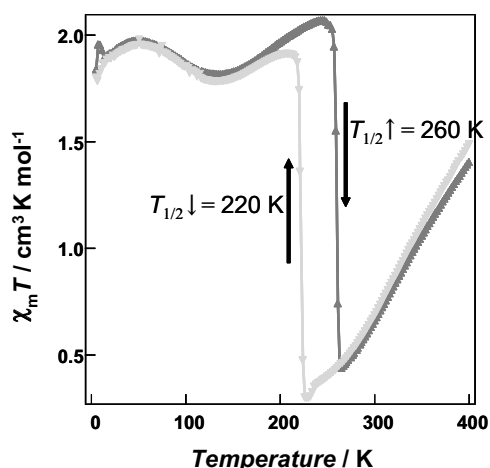


図7  $[\text{Co}(\text{C16-terpy})_2](\text{BF}_4)_2$  の  $\chi_m T$  vs.  $T$  プロット

推定される。その原因は長鎖間の分子間相互作用の違いによるだろう。低温側の高スピ  
ン状態の磁化率曲線の温度変化にうねりを生じているが、これも長鎖間の分子間相互作用によると推定される。<sup>9)</sup>  $[\text{Fe}(\text{C16-terpy})_2](\text{BF}_4)_2$  錯体は低スピ  
ン状態である。コバルト錯体を鉄(II)錯体で希釈して混晶を作るとコバルトによる磁化率の変化しか得られない。しかしコバルトのスピ  
ン転移温度は希釈されるにつれ低下している。鎖の長さが2つから11までの錯体では通常のスピ  
ントスオーバの性質を示す。

#### 参考文献

- 1) L. Cambi and L. Szegő, Ber. Deutsch. Chem. Ges., 64, 2591 (1931).
- 2) Y. Maeda and Y. Takashima, Comments on Inorganic Chemistry, 7, 41-52 (1988).
- 3) Y. Maeda, Y. Noda, H. Oshio, and Y. Takashima, Bull. Chem. Soc. Jpn., 65, 1825-1831 (1992).
- 4) G. Juhász, M. Seto, Y. Yoda, S. Hayami, and Y. Maeda, Chem. Commun., 2004, 2574-2575.
- 5) S. Hayami, T. Kawahara, Y. Maeda, K. Inoue, and O. Sato, J. Radioanal. Nucl. Chem., 266, 521-525 (2005).
- 6) S. Hayami, N. Motokawa, A. Shuto, N. Masuhara, T. Someya, Y. Ogawa, K. Inoue, and Y. Maeda, Inorg. Chem., 46, 1789-1794 (2007).
- 7) S. Hayami, N. Motokawa, A. Shuto, R. Moriyama, N. Masuhara, K. Inoue, and Y. Maeda, Polyhedron, 26, 2375-2380 (2007).
- 8) S. Hayami, R. Moriyama, A. Shuto, Y. Maeda, K. Ohta, and K. Inoue, Inorg. Chem., 46, 7692-7694 (2007).
- 9) 投稿準備中

## 放射化学討論会

### 2008 日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会報告

中島 覚

(広島大学自然科学研究支援開発センター)

2008 日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会は、日本放射化学会と広島大学自然科学研究支援開発センターアイソトープ総合部門の主催、日本化学会、日本分析化学会、日本原子力学会、日本薬学会、日本分析化学会中国四国支部の共催で、平成20年9月25日(木)～27日(土)の会期で、広島大学霞キャンパス内広仁会館を会場として開催した。

広島大学が「放射化学討論会」を担当させていただくのは、第9回(山本勇麓先生;1965/10/11～14)、第33回(市坂純雄先生;1989/10/4～6)に続き、今回が3度目になる。広島大学は医学系の学部を除く大部分の部局が東広島市へ移転を完了して10年以上が経過し、キャンパスは美しくなり、その中の施設も充実してきたので、それらを楽しんでいただくのも良いと考えたが、交通の便、宿泊施設などを考えて広島市内のキャンパスで行うこととした。

実行委員は広島大学のメンバーを中心に他大学の先生にも加わっていただき、総勢12名とした。準備を進めるにあたり多くの方からご意見をいただいたり、実行委員会で議論した結果、今回の討論会では、広島らしいセッションを設けること、口頭発表のより一層の充実を図ること、そして広島を楽しんでいただくことを目指した。このような意味も込めて今回の放射化学討論会要旨集の内表紙には宮島と原爆ドームの絵を用いた。

今回の討論会での一般研究発表は121件(口頭発表61件、ポスター発表60件)であった。その他に、受賞講演3件、特別講演2件、広島特別セッションでの講演5件、分科会・若手の会での依頼

講演6件があった。参加者215名、懇親会への参加者123名であった。

広島らしいセッションとして、高橋嘉夫先生を中心に広島特別セッション「原爆関連研究の発展と今後」をご準備いただいた。セッションは1日目の午後に設定した。高橋先生の趣旨説明の後、「原爆ドームの残留放射能」(静間清先生(広島大))、「広島原爆で生成した $^{63}\text{Ni}$ の測定」(柴田誠一先生(京大))、「長崎原爆により放出されたプルトニウムの特異性 - ICP-MSによる $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比測定からのアプローチ」(國分陽子先生(原子力機構))、「原爆線量体系DS02の概要とDS02後の被曝線量計算」(遠藤暁先生(広島大))、「原爆被爆者の個人線量評価」(中村典先生(放影研))の講演があり、その後中西孝先生により総合討論が行われた。非会員の先生の講演もあり、幅広い観点から議論できたのは有意義であった。次に記すように、口頭発表の充実を考えていたので、一般発表とのパラレルセッションとせざるを得なかった。

近年ポスター発表が活発になり、十分な時間詳細に議論できることは今後の研究展開を考える上でも意義がある。そのため、多くの方がポスター発表を行うようになり、学生もその道を選ぶ傾向がある。それは大変喜ばしいことであるが、口頭発表の緊張感を味わうことも大変重要である。そのため本討論会では口頭発表の件数を大幅に増やした。時間は限られているため、休憩時間も取らずに口頭発表を続けた。近年はパワーポイントを用いて発表することが主流になっている。この場合、前もってファイルを集めるか、当日にファイルを会場のコンピュータに保存するかになる。発表者としては出来るだけ遅くまで準備したいし、それに対して世話人としては出来るだけ早くファイルを集めたい。学会によっては、ファイルの保存のため10分程度の休憩を何回か取らざるを得

ないが、その休憩時間がテンションを下げる  
ことがある。発表者、主催者両者が満足できるように  
努めた。

なお、ポスター発表も大変活発であった。ただ  
し1日目、3日目とも1時間しか発表時間が取れ  
なかったことは申し訳なく思う。

若手優秀賞として、優秀ポスター賞と優秀口頭  
発表賞を選出した。選出方法は、前者は全参加者  
による投票で、後者は各分野から3人程度の先生  
にお願いして採点していただいた。その結果、特  
に優れた発表5件に対して実行委員長が閉会式で  
表彰した。今回受賞した優秀ポスター賞は「ミュ  
オン転移過程により形成されたミュオン原子の測  
定」(中垣麗子さん(阪大院理))、「配位子による  
テクネチウムクラスターのレドックス制御」(松  
田亜弓さん(阪大院理))であり、優秀口頭発表  
賞は「EXAFS及び量子化学計算による水溶液  
中でのネプツニウムの構造同定」(池田篤史さん  
(原子力機構))、「岩石試料のウランL<sub>III</sub>吸収端  
XANESの蛍光分光法による高感度測定」(山本  
祐平さん(広島大院理))、「1,3-ビス(4-ピリジル)  
プロパンで架橋した集積型鉄錯体の有機物吸脱着  
による構造変化とスピנקロスオーバースイッチ  
ング」(厚地正樹さん(広島大院理))であった。  
受賞された方には、今後、益々がんばっていただ  
きたい。

総会は2日目の朝一番に行い、その後の受賞講  
演、特別講演、一般発表を一番良い時間帯に持っ  
ていくこととした。今回の総会では会費の値上げ  
が議論されたため、多くの人が集まり、例年に  
ない盛り上がりを見せた。この熱気がその後の講  
演にも続いたのは大変ありがたかった。

安部文敏先生(理研)が学会賞・木村賞受賞講  
演「核プローブの応用とマルチレーザー法の創  
始」を、日高洋先生(広島大)が学会賞受賞講  
演「天然における核反応現象に基づく地球化学  
及び宇宙化学的研究」を行った。また、3日  
目に豊嶋篤史氏(原子力機構)が奨励賞受賞  
講演「シングルアトム分析手法を用いたラザ  
ホージウム、ノーベリウムの溶液化学的研究」  
を行った。安部先生は私が基礎科学特別研究  
員としてお世話になった先生であり個人とし  
ても、また、日高先生の受賞は開催校とし  
ても、大変うれしいものである。これま

での討論会では奨励賞の講演はパラレルセ  
ッションになることもあったが、今回はその  
ようにしなかった。

特別講演は「スピנקロスオーバー錯体—磁  
氣的挙動の学問的意義と機能」(前田米藏先  
生(九州大学))と「生命の起源は宇宙にあり  
?」(長沼毅先生(広島大学))であった。前  
田先生からはこれまでのスピנקロスオーバー  
錯体の研究をきれいにまとめていただいた。  
また、長沼先生は韓国での会議から帰ら  
れて直接会場にみえ、終了後は放医研で  
の実験に出発された。お忙しい中、興味  
深いお話を伺った。

分科会及び若手の会の世話人には実行委員  
会に入っていた。それぞれの会は、会員間  
での報告と依頼講演から成っていた。依  
頼講演は次の通りである。

α放射体・環境放射能分科会(世話人:高橋  
嘉夫先生):「透過型電子顕微鏡を用いた放射  
性物質と放射線損傷過程の研究」(宇都宮  
聡先生(九州大院理))と「二次イオン質  
量分析計による局所同位体測定からわか  
る放射性核種の化学的挙動」(日高洋先  
生(広島大院理))

放射化分析分科会(世話人:日高洋先生):  
「ホヤの金属濃縮機構—熱中性子放射化  
分析から始まった研究—」(道端齊先  
生(広島大院理))

核化学分科会(世話人:高橋成人先生):  
「放射線に関連した白血病の発生メカニ  
ズム」(中村典先生(放影研))

原子核プローブ分科会(世話人:速水真也  
先生):「非ヘム鉄型金属活性中心におけ  
る分子状酸素活性化—水中の鉄イオンは  
オキシゲナーゼの夢を見るか—」(船橋  
靖博先生(名工大院工))

若手の会(世話人:阪間稔先生):「医療  
現場における放射線管理測定—PETサイ  
クロトロンでの漏洩中性子測定、がん治  
療用シードの品質管理測定を中心に—」  
(佐瀬卓也先生(徳島大RIC))

懇親会はひろしま美術館で行った。天候  
にも恵まれ、美術館中庭の美しい芝生上  
で開催することが出来て大変良かった。  
多くの参加者はこれまで広島に来られ  
たことがあり、原爆ドーム、宮島は以  
前にも見学されたに違いない。今回、  
広島の違った側面を楽しんでいただけ  
たと期待する。会場で話した方の中  
には既にこの美術館に来館な

さった経験があり、ファンの方もおられた。ちょうど美術館所有の「ドービニーの庭」の「黒猫問題」が話題になっていた時であり、十分楽しんでいただけたと思う。会場で、どこに黒猫が隠されているかという問題を出したが、その解答は、絵の左下の少し赤くなっている部分である。

討論会を開催するためには実行委員だけではどうしようもなく、受付、会場係を私どものセンターの職員、学生にお願いした。この方々と霞キャンパスの職員が一生懸命やってくれたおかげで何とか無事盛会裏に終えることが出来た。最後になりますが、参加された方全員に、実行委員会を代表してお礼申し上げます。

## 2009 日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会へのおさそい

永井尚生

(日本大学文理学部化学科)

本年の秋、第53回放射化学討論会のお世話を日本大学文理学部でお引き受けすることになりましたので、その概要についてお知らせ致します。

昨年、広島大学の中島覚先生のお世話のもと、広島大学霞キャンパス内広仁会館にて第52回放射化学討論会が開催されましたが、「広島特別セッション」に見られるような意欲的なプログラム構成に、実行委員長はじめとする実行委員の皆様の意気込みが感じられた討論会でした。本年の第53回放射化学討論会は、2009年が日本放射化学会設立10周年にあたることから、次の10年に向けた方向性を打ち出せる討論会としたいと考えております。具体的には、特別セッション、課題講演などの、特定テーマのセッションを増やすことなどを検討しております。

東京での放射化学討論会の開催は2004年の第48回大会(世話人:東京大学巻出義紘先生)以来であり、日本大学では初めての開催になります。会場となる文理学部は新宿から京王線で約10分の下高井戸駅または桜上水駅から徒歩8分の場所に位置しており、東京駅からは1時間以内で到着できます。学会期間中は授業期間中にあたりますので、若干騒がしく食堂などの混雑が予想されますので、講演開始時間・昼食休憩時間を授業時間とずらすようにして、なるべく影響のないようなプログラムにしたいと考えております。

第53回放射化学討論会の概要は以下の通りです。また、討論会ホームページは3月中旬に開設を予定しておりますが、それまでに具体的な討論会の構成をお知らせできるように準備を進めております。

2009 日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会  
期日: 2009年9月28日(月)~30日(水)

場所: 日本大学文理学部(東京都世田谷区桜上水)  
百周年記念館

内容: 口頭発表、ポスターセッション、学会賞・奨励賞受賞講演、分科会、若手の会、懇親会

## 日本大学文理学部アクセスマップ



\*\*\*\*\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*\*\*\*\*

# 研究集会だより

## 1. 第47回核化学夏の学校 後藤真一（新潟大学 機器分析センター）

第47回核化学夏の学校が平成20年8月25日から28日の3泊4日の日程で、山形県山形市蔵王温泉 国民宿舎竜山荘にて新潟大学の主催で開催されました。例年に比べ遅い時期の開催であったにもかかわらず、一般19名、学生13名の計32名（途中参加も含む）の方が参加されました。昨年度は学生参加者による雑誌会が行われましたが今年度は準備が間に合わず、修士課程以下の学生には研究室の様子や研究の紹介を、博士課程の学生には、現在取り組んでいる研究の紹介と進捗状況・今後の予定などについて話してもらいました。また、恒例となっている(?)学位を取得された方による研究紹介も行いました。講義・話題提供は以下の通りです。

### 《講義》

卜部厚志先生（新潟大学災害復興科学センター・准教授）

「新潟県中越地震や中越沖地震による地震災害の特徴と復興の課題」

天羽優子先生（山形大学理学部物質生命化学科・准教授）

「水の物理化学とニセ科学」

### 《話題提供1》

吉村崇氏（大阪大）「キャピラリー電気泳動による重アクチノイドの移動度測定からの構造情報の推定」

高橋成人氏（大阪大）「第52回放射化学討論会（広島）についてのアナウンス、及び核化学分科会についてのお願い等」

### 《話題提供2》

安田健一郎氏（原子力機構）「保障措置のための放射線計測システムの開発」

関本俊氏（京大炉）「地球外起源物質の化学組成と生成機構に関する研究」

二宮和彦氏（大阪大）「パイ中間子原子およびミュオン原子形成後の内殻電子状態」

そのほか、今回は「超重元素化学の今後の展望」と題するセッションを設け、特に理研の施設を利用した超重元素化学研究の今後の進め方について議論しました。羽場宏光氏（理研）、森田浩介氏（理研）からは理研の現状と準備状況について、篠原厚氏（大阪大）、豊嶋厚史氏（原子力機構）、工藤久昭氏（新潟大）からは計画している研究の紹介をしていただきました。

初日・2日目と悪天候でしたが、エクスカーションを予定していた3日目は快晴に恵まれました。参加者全員で昼食にジンギスカンを食べた後、それぞれ蔵王のお釜観光、露天風呂入浴などをして午後を過ごしました。次回の世話人は理化学研究所となりました。核化学の枠にこだわらず、特に若い方の多数の参加を期待しています。最後になりましたが、夏の学校の開催にあたり日本放射化学会より開催費の補助をいただきましたことに感謝いたします。





## 2. International Workshop on Materials & Life Science using Nuclear Probes from High-Energy Accelerators (Sakura Workshop)

久保謙哉 (国際基督教大学)

小林義男 (理化学研究所)

重イオン加速器からのビームを利用した物質科学研究会“Sakura Workshop”が、埼玉県和光市の理化学研究所で開催された。世話人は、吉田豊教授 (静岡理工科大学)、小林義男博士 (理化学研究所)、旭耕一郎教授 (東京工業大学)、Guido Langouche 教授 (Katholieke Universiteit Leuven, Belgium) の4人で、メスバウアー分光、 $\beta$ -NMR、オンライン  $\gamma$ 線角相関等を応用する物性物理や原子物理、化学などの Hyperfine Interactions 研究グループが一同に会し、最新の研究の講演発表をするとともにグループ相互間の交流を図ることを目的とした。また、各加速器の現状や利用状況を理解するとともに、研究グループ間のネットワークを密にして、共同研究などの活動を積極的に行なうことを狙った。

海外からは、Langouche 教授をはじめ、デンマークから Gerd Weyer 教授 (Aarhus 大学)、ドイツから Rainer Sielemann 博士 (Hahn-Meitner Institut) と Manfred Deicher 教授 (Universität Saarland)、中国から王軍虎博士 (大連化学物理研究所)、カナダから Robert Kiefl 教授 (University of British Columbia, TRIUMF) が参加し、国内の参加者とあわせて約 50 人が、3 日間朝から晩まで集中的に講演と討議を行ない、発表は口頭 35 件、ポスター 11 件であった。

各施設の現状と将来計画、完成直後の理化学研究所 RIBF、最近開始されたカナダ TRIUMF 研究所での  $\beta$ -NMR 実験や CERN の ISOLDE での研究、Spring-8 の放射光メスバウアー研究等が紹介された。特にミュオン研究施設である TRIUMF で積極的に  $\beta$ -NMR の研究 (<http://bnmr.triumf.ca>) が進められている現状の紹介は印象的であった。

研究テーマとしては、磁性体の内部磁場や半導体や極超微量不純物といった固体物性の実験研究の発表が多かったが、大阪大学の赤井グループによる理論研究からの実験への提言も行われた。また首都大学東京の東教授による固体を通過するイ

オンが振動電場を感じることを利用した原子励起実験など物性測定にとどまらない加速器ビーム実験や、慶応大学の伊藤教授によるスピントロニクス の話題提供などイオンビーム関連科学の幅広さを実感させるものであった。

参加者の非科学的側面における活動の重要性を実感させたのは、Langouche 教授による 1881 年の Michelson による発見から始まる hyperfine interaction 研究の歴史と展望の講演であった。近年の研究者数や論文発表件数の減少を真摯に指摘し、適切な世代交代と新しい研究分野への積極的取組の必要性を強調した。

関係者の日頃の精進に甲斐があったため、その名を冠した満開の桜が咲きほこる理研和光キャンパスで参加者の懇親も大いに深められ、翌年以降の継続的開催も確認されて実り多き研究会であった。

## 3. Second International Nuclear Chemistry Congress (2<sup>nd</sup>-INCC) に参加して

秋山和彦 (首都大学東京大学院理工学研究科)

標記会議が 2008 年 4 月 13 日から 18 日にわたって開催された。第 1 回 (2005 年) のクサダシ (トルコ) に引き続き、第 2 回となる本会議はカンクン (メキシコ) において 200 件 (招待公演 9 件) を超える口頭発表やポスター発表が行われ、世界 27 カ国と 4 つの地域からおおよそ 220 名 (日本からの参加者は著者を含め 3 名) が参加した。本会議では核化学や核医学などの応用分野を中心とした講演が多数あり、各国における最新の研究結果や進捗状況などの報告に対し、非常に闊達な議論が繰り広げられた。講演終了後にも様々な国の研究者同士が議論を交わす姿をよく目にした。著者は発表直前に事前提出した講演用パワーポイントファイルが無くなるというトラブルに見舞われ右往左往したが、発表後に声をかけてくれる者もあり、救われた思いをした。こういったトラブルもラテン的でおおらかなお国柄を考えるとご愛嬌といったところか。

カンクンはユカタン半島の先端に位置し、カリブ海に面した非常に風光明媚な都市で、チェチェ

ンイツア等の有名な古代マヤ文明の遺跡が付近に多数存在するメキシコ随一の観光都市として有名なところでもある。(写真) エクスカーションではこういった遺跡へのツアーが多く、同伴者への配慮もなされたスケジュールが組まれており、会議参加者の多くが満足したのではないかと思う。



写真：チェチェンイツアのピラミッド

#### 4. 11<sup>th</sup> International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, and Resonance (第11回ミュオンスピン回転・緩和・共鳴国際会議 (μSR08))

久保謙哉 (国際基督教大学)

小林義男 (理化学研究所)

物質中でのミュオン ( $\mu$  粒子) スピンの回転 (rotation)、スピン偏極度の緩和 (relaxation)、スピン共鳴 (resonance) を利用した物質科学研究の手法は、まとめて  $\mu$ SR 法と呼ばれる。パイオンの壊変で生成するミュオンが100%スピン偏極していることから、ミュオンを  $\mu$ SR 法に使用することを目的とした粒子加速器が1970年代から稼動を始めた比較的新しい分光法である。3年毎に国際会議が開催されてきており、日本では第3回を伊豆下田、第7回を日光で開催し、今回第11回が高エネルギー研究開発機構の西山樟生教授を実行委員長として茨城県つくば市の国際会議場エポカルつくばで開催された。

実験施設がカナダ Triumf、スイス PSI、イギリス ISIS なので (日本では2006年に KEK-MSL

の shut down 後、2008年 J-PARC MUSE が始動した)、主な参加者は施設のある国々であるが、どの施設も国際的に共同利用が行われており、海外から53人を含む142人の参加者が、口頭発表70件、ポスター発表117件という密度の高い学術講演を行った。

開会初日には、前回の会議から開始された Yamazaki Prize ( $\mu$ SR 法に大きな貢献をした山崎敏光博士を記念した) が PSI の Elvezio Morenzoni 博士に授与された。Morenzoni 博士は、減速材を使って低速ミュオンビームを生成してごく薄い試料にミュオンビームを停止させて  $\mu$ SR 測定をする手法を開発し功績が認められた。この手法は今では PSI で  $\mu$ SR の常法となり磁性体薄膜などの研究に利用されている。

特別講演として、永宮正治 J-PARC センター長による J-PARC の現状と将来展望の話があり、3日目には J-PARC の見学会が行われ、初ビーム取出し間近のミュオン施設 (初ビームは学会にわずかに遅れて2008年9月26日) や稼動を開始した中性子施設が参加者に披露された。日本の加速器利用物質科学研究施設の時代を画す時点と重なる絶好のタイミングであった。

東工大細野グループによって2008年に発見された鉄を含む新しい超伝導化合物については、毎日膨大なプレプリントが発表されている。 $\mu$ SR 法は1986年の酸化物超伝導体の発見のときにも注目を浴びたが、今回の会議でも早速セッションが設けられて活発な討論が行われた。青木秀夫東大教授は理論の立場からこの新しい超伝導化合物について特別講演を行った。

$\mu$ SR 法は物質中の磁場に非常に感度が高いため、磁性体の研究に用いられることはもちろん、正ミュオンを軽い陽子とみれば、物質中の水素の挙動を詳しくトレースできるため、物性を変化させる半導体中の不純物水素の研究についても多くの発表が行われた。

化学では、正ミュオンと電子からなるミュオニウムを水素類似原子として使うことにより、液晶分子の運動、ミセル形成とミュオニウムラジカル、レーザー励起した分子とミュオニウムの反応の同位体効果、光増感分子がつくる三重項酸素とミュオニウムのスピン交換反応、超臨界水中のミュオ

ニウムなどが取上げられ、また新しい話題として負ミュオンが付着した<sup>4</sup>Heをトリチウムより重い水素の同位体（みかけの原子量4.116）とした反応速度の研究が発表された。

日本では温度湿度ともに快適とは言えない季節での開催であったが、Tシャツに短パンというくつろいだ服装での参加者も多く、よいサイエンスは実質にあるということを実感させる会議であった。またこの会議は、博士課程の大学院生や博士号を取ったばかりの本当の若手に口頭発表を割り当てる慣習があり、将来の担い手たちにも大きな経験となったことは間違いない。次回は2011年にカンクンで開かれる予定である。

## 5. 6<sup>th</sup> International Symposium on Technetium and Rhenium -Science and Utilization- (IST-2008) (平成20年10月7日～10日、ポートエリザベス (南アフリカ))

関根 勉 (東北大学高等教育開発推進センター)

平成20年10月、ポートエリザベス (南アフリカ) にあるネルソンマンデラメトロポリタン大学において表記のシンポジウムが開催された。

そもそも、人工元素テクネチウムに関するこの一連の会議は1993年3月に仙台で開かれた国際シンポジウムに端を発する。その後、日露セミナーとして3年に1度の割合でロシアと日本で順番に開催され (モスクワ (1996)、静岡 (1999)、ドゥブナ (2002))、前回は2005年5月に国際シンポジウム (IST-2005) として大洗で開催された。最初の会議から数えて6番目となるので、6<sup>th</sup> symposium と題された次第である。会議冒頭には、最初のシンポジウムを開催した吉原賢二名誉教授を記念する催し物が開かれ、J. Dilworth 教授 (イギリス) による記念講演「Applications of Complexes of Rhenium and Technetium with Metal-Nitrogen Bonds as Radiopharmaceuticals」があった。

このシンポジウムの特徴は、テクネチウムやレニウムがキーワードとはなっているが、それらが関わる幅広い分野に携わる研究者たちが会することである。今回も、核医・薬学、錯体化学、分析

化学、環境化学、核燃料再処理、放射線科学などの講演があった。基調講演5件、口頭20件、ポスター11件の発表があり、参加者は公式には34名 (アメリカ、日本、イタリア、ロシア、ベルギー、ウルグアイ、フランス、イギリス、南アフリカ) で、今回は比較的にじまるとした会議となった。日本からは8名が参加し、東工大の藤井靖彦教授は「Comprehensive Separation System for Spent-Fuel Reprocessing by Ion Exchange」と題して基調講演を行い、塩酸系を用いる新しい再処理システムの提案を行った。同様の分野では、アメリカに於ける UREX プロセスの紹介、核分裂生成物からの貴金属の回収とその利用、4級アミン樹脂を用いたアクチノイド元素やテクネチウム・レニウムの分離に関する発表などがあった。

全体的にも、それぞれ質の高い発表が目白押しで、内容としては大変充実していた。特に今回はアメリカからの参加者が目立ち、テクネチウム-テクネチウム間の多重結合をもつ化合物の合成などを取り扱った発表、またテクネチウム混合酸化物の新たな物性を見いだした発表などが目につき、アメリカにおける今後のテクネチウムの基礎科学研究の発展が期待された。吉村 崇博士 (阪大) はテクネチウムやレニウムのヘキサキス錯体を精力的に次々と合成し、その物性の系統的な理解にむけての研究発表を行った。またほかにはテクネチウム (あるいはレニウム) のニトリド錯体、オキソ錯体、トリカルボニル錯体などの合成と特性研究があった。さらにテクネチウムのコロイド化学に関する発表も3件あった。

今回、会議が行われたポートエリザベスは風光明媚な場所であった。特に海岸沿いには多数のホテルが建ち並び、たくさんの観光客が訪れていた。高台から海を望むと絶景であったが、数頭の鯨がしおを噴いて泳ぐ姿も遠くに見受けられた。また海岸近くまでイルカが泳いでくるなど、海の自然を感じることもできる場所が目の前にあった。会議後には the Addo Elephant National Park へのツアーがあり、1日かけて保護区の動物たちを垣間見た。その名の通り、特に多数の象が群れをなして広大な敷地で暮らしており、手の届きそうな数メートル先で多数の象が闊歩する姿にはさすが

に圧倒された。ほんの少しではあるが南アフリカの自然を堪能することができた。シンポジウム主催者代表の T.I.A.Gerber 教授（ネルソンマンデラメトロポリタン大学）には何から何までお世話になったが、その暖かい心配りに感謝したい。

また次回のシンポジウムは2011年6月にモスクワで開催されることとなった。

## 6. 7<sup>th</sup> International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC7) に参加して 横山明彦（金沢大学理工研究域）

これはヨーロッパで4年毎に行われている核・放射化学の国際会議で、今回のハンガリーの会議で7回目を数えることとなった。会場はブダペストにある Eötvös Loránd 大学で2008年8月24日から29日まで行われた。当大学はドナウ河畔にあり、市内ベスト地区にあるホテルから毎日トラムに乗って川を渡り、ブダ地区にある大学に通った。

S.M. Qaim 博士のヘベシー賞受賞式を含む開会セッションに続いて、開かれたセッションは下記の通りであった。因みにヘベシーは当地ハンガ

リーの出身であり、拙文に付した記念写真を撮ったホールには、彼の胸像を始め他のハンガリーのノーベル賞受賞者や著名な学者の像が並んで飾られていた。

討論主題（件数は最終プログラムによる）

Actinides（口頭6件、ポスター11件）

Transactinides（口頭5件、ポスター7件）

Nuclear methods in material science and industrial applications（口頭5件、ポスター12件）

Radionuclide production（口頭9件、ポスター22件）

Radiotracers in life sciences（口頭7件、ポスター11件）

Radioecology and environmental sciences（口頭17件、ポスター51件）

Radionuclides in geo- and cosmochemistry（口頭6件、ポスター9件）

Radioanalytical chemistry（口頭12件、ポスター31件）

Radiochemistry in nuclear energy production（口頭12件、ポスター7件）

Fundamental nuclear chemistry（口頭4件、ポスター3件）

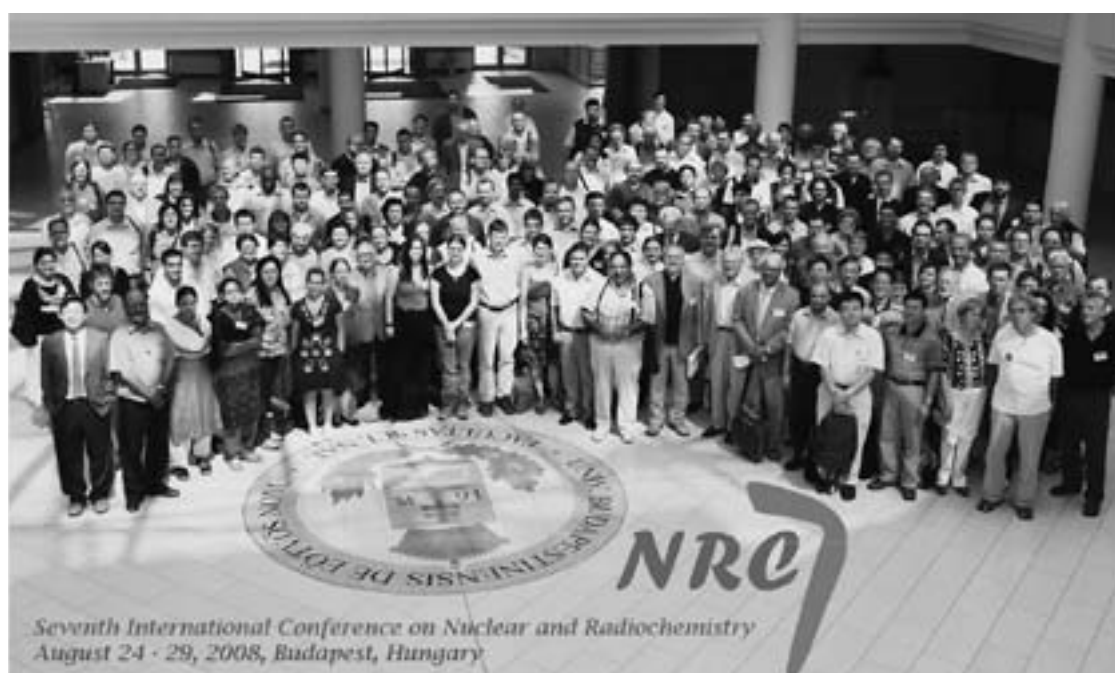


写真 会議が行われた Eötvös Loránd 大学の会場での記念写真

日本人は6名しかおらず、発表は10件で前回のドイツのアーヘンで開かれたNRC6に比べて少ないのが少し気になった。ほぼ同時期に同じくブダペストでメスバウアー分光法の国際会議があったので、そちらに参加者が流れたのかもしれない。アジアからも韓国、中国、インドなどからそれなりの参加者があるので、次回のイタリア開催の会議には日本からの参加者の増加を期待したい。

内容は放射化学に関係する広い分野に渡り、ヨーロッパの放射化学討論会とも言えぶ雰囲気はわかっていただけるかもしれない。詳細は会議のホームページに要旨が公開されているので、興味のある方はそちらをご覧ください。

ブダペストはEU加盟を果たしているがEURO経済圏には入れず、経済的状况はあまりよくないようで、街で多くのホームレスを見かけたが、さすがに観光スポットは整備が行き届いていた。エクスカーションではドナウベンドと呼ばれるドナウ川の流れるカーブを描くあたりのセンチンドレと呼ばれる古くからの風情が残る町を訪れた。その後、場所を移して改築された古城の中で中世の戦士のトーナメントの再現イベントが催され、参加者は中世の武器を自らも試して楽しんだ。そして近くのレストランでこれもまた中世の土器を模した食器でバンケットが催され、帰りは船に乗ってドナウ川をブダペストへ、帰り着いたのは深夜に近い時間であった。

## 7. The 11th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS11)

上野弘貴 (学習院大学大学院自然科学研究科化学専攻)

「第11回加速器質量分析法に関する国際会議(AMS11)」が2008年9月14日から19日の6日間イタリア国ローマ市で開催された。今回のAMS11は、加速器質量分析法(AMS)の発祥の地であるRochesterでAMS1(USA, 1978)が開催されてから数えて11回目となる。おもに討論されたテーマはAMSのシステムの発展と応用法

に関するもので、分野としては同位体的手法を用いた考古学、核物理学、天体核物理学、生物医科学、環境、地質学、水文学、海洋科学や核保証措置などであった。発表形式は口頭発表とポスター発表に分かれておりそれぞれ約80人、250人という規模であった。

AMSを用いることによりごく微量の $^{10}\text{Be}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{26}\text{Al}$ 、 $^{36}\text{Cl}$ 、 $^{41}\text{Ca}$ 、 $^{53}\text{Mn}$ 、 $^{79}\text{Se}$ 、 $^{129}\text{I}$ 、 $^{236}\text{U}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ などが測定可能であり、本会議においては様々な試料について大変興味深い分析結果が発表されていた。その中で筆者が特に興味を持った発表はスウェーデンのLund大学が行った $^{14}\text{C}$ の地域的変動についてのものであった。大気中や食材中の $^{14}\text{C}$ レベルが高い地域が存在していることは一般的にあまり認識されていない。講演では核関連施設近隣や $^{14}\text{C}$ 使用施設の一部では通常に比べ人体に取り込まれる $^{14}\text{C}$ の量が明らかに多いことが報告された。今後 $^{14}\text{C}$ レベルが高い地域などで正確な放射性炭素年代測定や法医学的研究を行う上でも重要なデータとなるであろう。そのほか南極氷床中の $^{10}\text{Be}$ の変動から復元した古環境研究や、古代の遺跡の年代測定など非常に興味深かった。

今回の国際会議では世界中から最先端に行く研究者が集まっていた。以前学習院大学にて講演をして下さったRochester大学のFehn教授と再会することができ、発表の場でアドバイスをいただくことができた。また今まで筆者の研究を進めるために読んだ論文の著者とも実際にお話しすることができ、今後の研究を進めていく上で非常に良いモチベーションを得ることができた。修士で国際学会で発表する機会はなかなか得られないものであったが、外国の研究者にも自分の研究に対して興味を持ってもらい議論することが出来たのはとても嬉しく思う。また会場であるSpazio Etoileは市内のなかでも多くの遺跡や著名な広場に囲まれた場所に位置しており、古代ローマの一端を見ることができた。様々な土地の風土に触れ、いろいろな考え方をもった研究者と意見を交わすことができとても有意義な国際会議であった。自分の考えを伝える力や英語力など反省点もあり、今後悔いの残らないよう努力をしていきたい。

## 8. 12<sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA12)

緒方良至 (名古屋大学医学部保健学科)

12<sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA12) が2008年10月19日～24日、南米 Argentina の Buenos Aires で開催された。不覚にもその20日程前に右足指を骨折したため、杖をつきながら遙か地球の裏側を目指した。会場は、レティーロ駅近くの Sheraton Hotel。メイン会場は3分割可能で、時に大会場として、時に分科会の会場として機能的に使われていた。González 大会長 (写真1) の唱える “*strengthening radiation protection worldwide*” の言葉通り80ヶ国以上から約1700人の参加があった。クロアチアや中国などの懐かしの友人との思わぬ再会に心が弾んだ。日本からは40名前後であろうか、常連の保健物理学会のメンバーと共に、私も含めて保健学科関係が4組、10名以上参加していた。

発表総数は1484件。I. Epistemological Basis of Radiation Protection が397件、II. Radiation Protection Paradigm が458件、III. Radiation Protection and Safety in Practice が629件であった。中でも、I.1.1 External Exposure to Ionizing Radiation、II.2.2 Protection of the Public Environment、III.2.1 Radiation Protection in Diagnostic Radiology のセクションには100を超える発表があり活況を呈していた。発表は、狭義の放射線防護にとどまらず電磁波やUV・可視光

の影響研究もあり、実に幅広いものであった。また、医療関係の発表も262件あり、この分野の重要性を痛感した。Abstractは厚さ3.5 cmある分厚いものであったが、オーラルとポスターが入り交じっており、その点では見つらなかった。また、ポスター会場は少し窮屈であった。タンゴショーやバンケットが9～10時に終わるにも関わらず、翌朝8時から早朝レクチャーがあり、彼らのタフさには脱帽であった。

会期中、火曜日の午前中 (この日に随行者の市内観光があった) を除いて、会場にいるのがもったいないくらいの好天気恵まれた。季節は春、新緑萌える中、街中でタンゴのメロディが流れ、あちこちでダンスが興じられていた。怪我さえなければ、

料理の主体は何と言っても“牛肉”。ビーチサンダルより分厚いステーキがドン。肉好きな人にはたまらなかったようだが、肉を食さない私には逆の意味でたまらなかった。しかし、ワインは安く美味しく、また、格好の海鮮レストランで舌鼓を打った。

今年から、しかもこの19日から夏時間が導入され、日暮れは8時頃、夕食は9時過ぎ、12時を過ぎても繁華街は人で溢れていた。屈託のない賑やかさで、治安も良かった。しかし、街中ではあまり英語が通じなかった。スペイン語はもちろんだがイタリア語も良く通じたようだ。Buenos Aires とは“良い空気”という意味だそうだが、街には古い車が溢れ、渋滞も激しく空気はあまり良くなかった。地下鉄は市内全域0.9ペソ (30円



写真1 左から石森有 (原研)、津田啓介 (国立がんセンター東病院)、ゴンザレス大会長、筆者



写真2 カミニートにて、ダンサーとの記念写真

弱)という安さであったが、車両の古さには驚いた。窓は開くし、ドアは手動。ぼやぼやしているうちに1本乗り遅れた。カミニートという観光地では、立ち並ぶオープンカフェで客寄せのタンゴが踊られていた。美脚のダンサーとのツーショットの写真が良い記念となった(写真2)。

災い転じて福となす。骨折の件を予め航空会社に伝えておいたところ、各空港で車椅子が準備されていた。混み合う入国ゲートも乗務員用の空いた方に案内されるなど、ほとんどVIP扱いだった。いろんな場面で親切にいただき、人々の温かさが身にしみた。

次会 IRPA13 が2012年にScotlandのGlasgowで、次々会がSouth Africaで開催されることが決まった。

## 9. 平成20年度京都大学原子炉実験所専門研究会 「短寿命核および放射線を用いた物性研究(I)」 北澤孝史(東邦大学理学部)

2008年11月20日、21日の2日間、大阪府熊取町にある京都大学原子炉実験所において、標記研究会が行われた。本研究会は、短寿命核やそこから放出される放射線を利用した物性研究を主題とし、関連する化学系研究者と物理系研究者が会して、発表・議論する場となっている。今回の研究発表件数は26件であり、内訳は、メスバウアー分17件、 $\beta$ -NMR 4件、PAC 3件、ミュオン1件、材料1件と多岐にわたった。この研究会ならではの特徴は、参加者の専門が多様で幅広い分野にわたっていることがあげられる。また、世話人の大久保教授(京大炉)のご配慮で、休憩時間が長めにとってあったので、質疑応答に比較的多くの時間を割くことができ、有意義で活発な議論が行われた。

今年度に定年となる慶応大理工の井上秀成氏、武蔵工大の鳥山保氏、新潟大理の大矢進氏の3名は記念講演を行った。井上氏は、鉄クロロフィルにより再構成されたミオグロビンのメスバウアー分光について講演した。昔のメスバウアー国際学会の集合写真も示され、日本人ではただ一人参加したソ連で開催されたメスバウアー国際学

会の貴重の写真もあり、生体高分子におけるメスバウアー分光の重要性を再認識した。鳥山氏は、磁場印加 CEMS による研究と PtFe 合金ナノ粒子の低温メスバウアー分光について講演した。磁場印加 CEMS を用いた研究の有用性が、よく示されており、ナノ粒子研究におけるメスバウアー分光の有効性を示していた。新潟大理の大矢氏は、低温核整列を用いた核物理・核物性の研究について講演した。1980年から行っている超低温核偏極の研究について、新潟大での取り組みおよび、TRIUMF や ISOLDE での実験を含めて紹介された。

その他にも興味深い報告が数多くあった。金沢大の山崎氏は、生体高分子への親核プローブ  $^{111}\text{Ag}$  を用いた PAC 測定について報告し、タンパク質への PAC 測定の研究展開が期待された。東北大の宮下氏は、RF-ISISOL を用いた中性子過剰核のオンライン TDPAC 測定について報告した。RF-ISISOL が、短寿命核を用いた物性研究に有益かつ興味ある実験結果が得られる可能性が示され、今後が大きく期待される。東大院工の野村氏は、大変おもしろい磁気特性を示す Fe と Sb をドーピングした酸化スズ半導体についてのメスバウアー分光について報告した。この系におけるメスバウアー分光の有効性を示していた。宇部工専の久保木氏と近大院産理工の西田氏は、ガラスへのメスバウアー分光について報告した。地球環境にいかん、メスバウアー分光が貢献できるか考えさせられた。広大の中島氏は、ゲスト分子吸脱着現象を伴うスピンドル錯体について、東大院総合の木田氏は、光誘起電荷移動錯体について、首都大院理工の片田氏はカルボン酸鉄錯体についてのメスバウアー分光をそれぞれ報告し、配位高分子錯体研究におけるメスバウアー分光の重要性を示していた。東理大理の高野氏と吉田氏は、それぞれ酸素雰囲気下で生成した酸化鉄薄膜とアセチレン雰囲気下で生成した炭化鉄薄膜についての帰属が大変難しいメスバウアー分光について報告した。薄膜についてのメスバウアー分光の研究が大きく展開されており、新規材料開発の観点からも興味を持たれる。静岡理工科大の吉田氏は、顕微メスバウアー分光装置の報告を行い、この分光装置が普及すれば赤外分光のよ

うに手軽にメスバウアー分光が研究室で利用できる可能性を示唆した。東工大院理工の鈴木氏は、メスバウアー分光によるシリコン中の鉄不純物応力誘起拡散その場観察について報告しており、今後の展開が大きく期待される。理研の小林氏は、HIMAC, RIPS, ISOLDE での  $^{57}\text{Mn}$  Implantation メスバウアー分光実験について報告した。現在、この実験の実験環境が急速に整い、大きな成果が今後ますます得られることを予感する報告であり、今後のメスバウアー分光のひとつの方向性を顕著に示していた。

この研究会において、化学研究者から、短寿命

核および放射線を用いた物性研究に適した新たな興味あふれる新規物性を持つ化合物・材料の話題が提供されることが期待された。また、短寿命核および放射線を用いた研究を行っていない化学研究者から、おもしろい化合物・材料が提供されるのではないかと期待と、そのような研究者も本研究会に参加できる雰囲気を感じることができた。

なお、この研究会の報告書は、KUR Report にまとめられる。最後に、本研究会を準備から実施までお世話していただいた、京都大学原子炉実験所の久保嘉高教授と理化学研究所の小林義男博士、および関係者の方々に謝意を表したい。





## 情報プラザ

### 第4回 APSORC 開催のご案内

第4回 APSORC が下記のとおり開催されますのでご案内いたします。この冊子がお手元に届くころはすでに pre-registration の期日は過ぎておりますが、5月15日が講演申し込み締め切り日ですので、講演申し込みはまだ間に合います。ご参加をよろしく願います。

**APSORCの開催日** : 2009年11月29日-12月4日

**Home page** <http://apsorc2009.berkeley.edu>

**場所** カリフォルニアの Napa バレー

サンフランシスコ湾の北東、北カリフォルニアに位置する Napa Valley の The Napa Valley Marriott Hotel & Spa で開催されます。また、事前登録者に対しては discount rate で宿泊できるようになっています。Napa Valley は San Francisco 空港からリムジンバスで約2時間のところに位置し、交通も便利なところです。

### Scientific Program

1. Education and future staffing needs in Nuclear and Radiochemistry at a national and global level.
2. Nuclear forensics.
3. Radiation detection: Radiation dosimetry and metrology.
4. Nuclear energy chemistry, the Global Nuclear Energy Partnership (GNEP), and Global Warming: Fuel reprocessing and new separation process; nuclear waste management and disposal; nuclide migration and performance assessment of geologic (high-level) nuclear repositories.
5. Nuclear reactions, nuclear decay/structure/cross sections, and nuclear fission.
6. Radioactive isotope beams.

7. Actinides, heavy and super heavy elements science.
8. Environmental radiochemistry and radioecology.
9. Nuclear analytical techniques: Neutrons; Ions; X-ray; Synchrotron radiation, etc.
10. Applications of nuclear & radiochemical techniques in Life Science; Nano Science; Environmental Science; Geo- and Cosmo sciences, Archaeology; etc.
11. Nuclear probes for new materials: Mössbauer; perturbed angular correlations; positron annihilation, etc.

### •Important Dates

- February 1, 2009, Second Announcement and Call for Abstracts
- May 15, 2009, Final Contribution Reminder
- July 1, 2009, Deadline for Abstracts
- August 1, 2009, Notification of Acceptance of Abstract
- September 1, 2009, Deadline for pre-Registration and hotel reservation
- October 15, 2009, Third Announcement and Final Program
- December 1, 2009, Submission of full papers
- November 29 (Sunday) to December 4 (Friday), 2009 Conference

### 連絡先

Prof. H. Nitsche  
University of California, Berkeley  
Lawrence Berkeley National Laboratory  
1 Cyclotron Road  
MS R0319  
Berkeley, CA 94609-8169  
USA

phone: +1-510-486-5615  
fax: +1-510-486-7444  
Email: [apsorc2009@berkeley.edu](mailto:apsorc2009@berkeley.edu)

**International Conference on the Applications of  
the Moessbauer Effect (ICAME 2009)**

日 時 2009年7月19日～24日  
場 所 Vienna, Austria  
Webpage: <https://icame2009.tuwien.ac.at/>

**第46回 アイソトープ・放射線 研究発表会**

日 時 2009年7月1日～3日  
場 所 日本科学未来館 (<http://www.miraikan.jst.go.jp/>)  
Webpage: <http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6,10578,103,212,html>

**連絡・問合せ先**

アイソトープ・放射線 研究発表会 運営  
委員会事務局  
日本アイソトープ協会 学術部学術課 西島  
〒113-8941  
東京都文京区本駒込 2-28-45  
TEL 03-5395-8081 FAX 03-5395-8053  
E-mail [gakujutsu@jrias.or.jp](mailto:gakujutsu@jrias.or.jp)

**The Eight International Conference on  
Methods and Applications of  
Radioanalytical Chemistry (MARC VIII)**

日 時 April 5 -10, 2009  
場 所 Kailua-Kona, Hawaii, USA

Abstracts due: November 15, 2008  
Notification to authors: December 15, 2008  
Preliminary program: January 15, 2009  
Draft Papers Due: At conference

## 学位論文要録

### The Aqueous Chemistry of Element 104 Rutherfordium – Cation exchange behavior of fluoro complexes – (104番元素ラザホージウム の溶液化学—フッ化物錯体の陽イオン交換挙動—)

石井康雄 (日本原子力研究開発機構 地層処分  
研究開発部門 地層処分基盤研究開  
発ユニット 核種移行研究グループ)



学位授与：静岡大学 (主査：菅沼 英夫)  
平成20年9月29日

原子番号が104を超える元素を超重元素とい  
い、その中で104番元素ラザホージウム (Rf) は  
初めて出現する6d遷移元素としてその化学的性  
質および重元素領域における相対論効果が注目さ  
れている。加速器によって人工的に合成される  
この元素はその短い半減期と小さい生成率 ( $^{261}\text{Rf}$   
の場合、半減期  $T_{1/2} = 78$  s、原子力機構タンデム  
加速器において1分間あたり2原子) のため一度  
に取り扱うことができる原子の量が一つであり、  
また迅速な分離分析が必要となるため実験を行  
うにあたり大きな制約が課せられている。

Rfは周期律表において第4族に位置し、酸性  
溶液中において同族軽元素であるジルコニウム  
(Zr)、ハフニウム (Hf) および擬同族元素である  
トリウム (Th) と同様に4価の陽イオンとして  
存在することが報告されている。また、これらの  
陽イオンは希ガスと同じ電子配置を持つ、固い酸  
塩基と柔らかい酸塩基 (HSAB) の概念において  
硬いルイス酸であるため、硬いルイス塩基である  
フッ化物イオンとの錯形成反応は主としてイオン  
性の相互作用に寄るものと考えられる。本研究で  
はRfの陽イオン性のフッ化物錯体の形成に注目  
し、フッ化水素酸/硝酸水溶液 (HF/HNO<sub>3</sub>) 中  
におけるRfの陽イオン交換挙動をZrおよびHfそ  
してThと比較することによって、Rfの陽イオン

性フッ化物錯体の化学状態とフッ化物イオンとの  
相互作用に関する知見を得る目的で実験を行った。

原子力機構タンデム加速器において  $^{248}\text{Cm}$  ( $^{18}\text{O}$ ,  
5n) 反応により生成した  $^{261}\text{Rf}$  ( $T_{1/2} = 78$  s) を He/  
KCl ガスジェット搬送法により AIDA ( $\alpha$ 線測定  
装置結合型自動迅速イオン交換分離装置) という  
微量溶液量、数百マイクロリットルオーダーによ  
る高速液体クロマトグラフィをベースにした自動  
実験装置へ搬送し、加速器オンラインの陽イオン  
交換実験を行った。1回のイオン交換実験のサイ  
クルは約2分であり、これを様々な硝酸濃度、  
フッ化水素酸濃度において総計で約2000回行い、  
 $^{261}\text{Rf}$  に属される237事象を観測した。

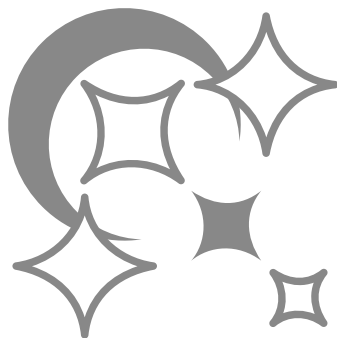
HNO<sub>3</sub>/HF 水溶液中の硝酸イオン濃度を0.1 M  
に保った場合、フッ化物イオン濃度が増加するに  
従い、Rf、Zr、Hf および Th は陽イオン交換樹  
脂に対する分配係数が同じように減少した。これ  
はこれらイオンにフッ化物イオンが逐次錯形成す  
ることによって陽イオン交換樹脂への吸着が弱く  
なったものと考えられる。一方、フッ化物イオン濃  
度を一定に保った場合において、分配係数と水素イ  
オン濃度変化より Rf、Zr、Hf および Th の陽イ  
オン交換樹脂中におけるフッ化物錯体の化学形を  
推定したところ、これらのイオンはすべてフッ化  
物イオンが一つ配位した一フッ化物錯体 ( $\text{MF}^{3+}$ ;  
M = Rf, Zr, Hf or Th) と、フッ化物イオンが2  
つ配位した2フッ化物錯体 ( $\text{MF}_2^{2+}$ ) との混在し  
た状態であることがわかった。また、Rfのフッ

化物錯形成と陽イオン交換樹脂への吸着の関係より、フッ化物イオンとの相互作用の強さの順が  $Zr^{4+} \sim Hf^{4+} > Rf^{4+} > Th^{4+}$  であることがわかった。

これらを元に HSAB の概念より Rf のイオン半径の範囲について  $Zr^{4+} \sim Hf^{4+} < Rf^{4+} < Th^{4+}$  であると予測した。これは計算によって予測された Rf を含むイオン半径の順と一致する結果であり、本研究において Rf のイオン半径を初めて実験的に見積もることができた。

代表的な発表論文：

1. Fluoride Complexation of Element 104, Rutherfordium (Rf), Investigated by Cation-exchange Chromatography  
Y. Ishii, A. Toyoshima, K. Tsukada, M. Asai, H. Tome, I. Nishinaka, Y. Nagame, S. Miyashita, T. Mori, H. Suganuma, H. Haba, M. Sakamaki, S. Goto, H. Kudo, K. Akiyama, Y. Oura, H. Nakahara, Y. Tashiro, A. Shinohara, M. Schädel, W. brüchle, V. Pershina and J. V. Kratz  
*Chemistry Letters*, **37**, 288-289 (2008)
2. Hexafluoro complex of rutherfordium in mixed HF/HNO<sub>3</sub> solutions  
A. Toyoshima, H. Haba, K. Tsukada, M. Asai, K. Akiyama, S. Goto, Y. Ishii, I. Nishinaka, T. K. Sato, Y. Nagame, W. Sato, Y. Tani, H. Hasegawa, K. Matsuo, D. Saika, Y. Kitamoto, A. Shinohara, M. Ito, J. Saito, H. Kudo, A. Yokoyama, M. Sakama, K. Sueki, Y. Oura, H. Nakahara, M. Schädel, W. Brüchle and J. V. Kratz  
*Radiochimica Acta*, **96**, 125-134 (2008)



## 学会だより

### 1. 日本放射化学会第39回理事会 [2007-08年度第3回理事会] 議事要録

日時：平成20年7月12日（土）13:30～17:20

場所：学習院大学 南1号館2階206号室

出席者：[会長] 前田、[副会長] 海老原、柴田、[理事] 永目、三浦、横山、斎藤、村松、久保、中島、沖、松尾、木村、[顧問] 坂本、工藤（博）、[オブザーバ] 中原、白田  
（出席者数：会長、副会長 計3名、理事計10名、その他4名）

（理事出席者が全理事の半数（7名）に達したので会則の規定により理事会は成立）

#### 報告

- 事務局より第38回理事会の議事要録（案）の説明があり、了承された。正会員1名および学生会員6名の入会、および正会員3名、学生会員8名の退会（いずれも2008年3月14日以降）が報告され承認された。2007-08年度会費納入状況の報告があり了承された。
- 選挙管理委員会より役員選挙の開票結果が報告された。理事候補者の奥野健二（静岡大、新任）、永井尚生（日大、新任）、沖雄一（京大、再任）、佐藤兼章（日本分析センター、再任）、藤井靖彦（東工大、再任）、村松康行（学習院大、再任）の6氏、および監事候補者の篠原厚氏（阪大、再任）が、それぞれ投票総数の過半数を得て規定により当選となったことが報告され、了承された。なお、開票は7月11日に行われ、投票総数は192票（投票率42%）であった。
- 久保理事より、学会メーリングリストへの配信状況、HPの更新等につき説明があり、了承された。
- 斎藤理事よりジャーナル編集委員会の報告があり、JNRS誌の編集状況が説明され了承さ

れた。投稿数が少ないことが報告され、改善策について議論があった。現在 Vol. 9, No. 1 が印刷中である。また、平成20年度以降のJ-Stageの電子アーカイブ対象誌に応募することが報告され了承された。横山理事より、放射化学ニュース18号の予定記事などの編集状況、および次回放射化学討論会の時点で横山理事が編集長を退任し、後任は関根理事となることが報告され了承された。

- 中島理事より2008日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会（2008年9月25日（木）～27日（土）於 広島大学霞キャンパス）の準備状況について、日程案等の報告があり、了承された。発表件数や総会等の日時について意見があった。
- その他 1) 三浦理事より2008年3月に行われた第9回「環境放射能」研究会の報告があり了承された。2) 来年日大にて開催される2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会の開催期日の案（9月または10月）について報告があり、会場の制約を考え9月に開催することになった。3) APSORC2009は2009年12月1～5日にサンフランシスコにて開催予定である旨報告があり、了承された。

#### 審議

- 2007-08年度の学会賞および奨励賞の候補者の選考結果についてそれぞれの選考委員会により説明があり、学会賞・木村賞の候補者として安部文敏氏（理研）、学会賞の候補者として日高洋氏（広大）、奨励賞の候補者として豊島厚史氏（原子力機構）を推薦することが報告された。審議の結果、推薦のとおり受賞者を決定した。学会賞、木村賞のあり方について意見交換があった。
- 事務局より役員選挙の結果を受け、役員の次

期体制案が提案され、審議の結果、了承された。次回総会の準備状況、案内状の文面等につき、事務局より報告され、審議の結果一部修正の上了承された。

3. 事務局より 2007-08 年度の事業報告案、学会・シンポジウムの共催等の状況および会計の中間報告について説明があり、審議の結果了承された。
4. 事務局より 2008-09 年度の事業計画案、および予算案の骨子が説明され、審議の結果、了承された。38 回理事会にて、正会費の年会費を 2,000 円値上げし 7,000 円とすることを総会で提案することが決まったが、値上げによる収支の改善は、2009-10 年度からになる。また、前例に従うと 2009 年 9 月に会員名簿を発行する予定であるが、この支出は 2009-10 年度になるため今回の予算案には関係ない。会員名簿に関しては、冊子体での発行や会員全員への配布をやめるべきとの意見が出されたので、今後さらに検討することとなった。
5. 事務局より正会員の会費改定に関わる会則の条文の変更が説明され、審議の結果、了承された。また、75 歳以上の会員（永年会員）の会費免除は、財政事情を考え当面開始しないこととなった（“会費免除の開始時期は今後検討する”ということになっていた）。

以上

## 2. 日本放射化学会第 40 回理事会 [1007-08 年度第 4 回理事会] 議事要録

日時：平成 20 年 9 月 24 日（水）13:30～17:00

場所：広島大学霞キャンパス内 広仁会館小会議室

出席者：[会長] 前田、[副会長] 海老原、柴田、[理事] 永目、横山、斎藤、久保、中島、沖、松尾、木村、佐藤、[監事] 中西、[顧問] 工藤（博）、坂本、[オブザーバ] 白田、中原（出席者数：会長、副会長 計 3 名、理事 計 9 名、その他 5 名）

（理事出席者が全理事の半数（7 名）に達したので会則の規定により理事会は成立）

報告

1. 事務局より第 39 回理事会の議事要録（案）の説明があり了承された。正会員 1 名、学生会員 4 名の入会、および正会員 3 名、学生会員 4 名の退会（いずれも 2008 年 7 月 2 日以降）が報告され承認された。2008-09 年度の会費納入状況の報告があり了承された。会計報告が了承された。最近 3 年では平均して毎年約 65 万の赤字が発生していることが説明された。また関連して会費未納者に対する罰則を明記しておく必要があるという意見が出された。
2. 久保理事より学会メーリングリストへの配信状況、HP の更新等につき説明があり、了承された。学術会議から学会宛に届く「学術会議ニュース・メール」のうち本会に関連するものをメーリングリストに配信する。
3. 斎藤理事よりジャーナル編集委員会の報告があり、JNRS 誌の編集状況が説明され了承された。会長より JNRS 誌はインパクトファクターもついていないので、できるだけ引用するようにしてほしいと発言があった。横山理事より放射化学ニュースの編集状況（18 号は発行、発送済み。19 号は 3 月末発行予定）、および編集委員の交代について報告があり了承された。財政の問題と関連して、放射化学ニュースの後半の会則等の掲載や余白を減らすなどして、もう少しスリム化できないかという意見が出された。
4. 中島理事より 2008 日本放射化学会年会・第 52 回放射化学討論会の直前の最終準備状況について報告があり、了承された。事務局より昨年に引き続き学会会場に学会受付を設け、年会費の納付等ができるようにすることが報告され、了承された。
5. 来年、日大にて開催される 2009 日本放射化学会年会・第 53 回放射化学討論会は、現在のところ 2009 年 9 月 17 日～19 日に開催される予定であることが事務局より報告され、了承された。

審議

1. 事務局より総会に提案する新役員の構成につ

いて説明があり審議の結果、了承された。また事務局より第10回総会および学会賞の表彰式の進行およびその準備について説明があり、了承された。

- 事務局より配布された、総会配布資料(案)をもとに総会議案について審議を行った。2007-08年度事業報告案、および会計決算案、2008-09年度事業計画案、および予算案について事務局より説明があり、審議の結果、いずれも一部修正の上、了承された。予算案に関連して名簿作成について審議した。現在、会員名簿は3年ごとに冊子体にて発行しており、次年度は発行年に当たるが、財政や個人情報保護の観点から冊子体での今回の発行はとりやめることになった。

38回理事会において、財政状況の検討の結果、正会員の年会費を値上げすることを総会に提案することとなっていたが、最新の財政資料をもとに、改めて会費値上げの是非を審議した。事前に会員にアンケートをとった方がよかったという意見が出された。要旨集をJNRS誌のSupplementとして会員に無償配布をしているのを改めて値上げを回避する案、総会で説明した上でアンケートをとってから決定する案などが提案された。それに対し、今回の総会で増収策を決定しないと解決を1年先延ばしすることになりさらなる財政悪化を招くため、やはり会費値上げを提案すべきという意見も出された。会費値上げ案を採決した結果、理事の多数が賛成したことから、当初の案どおり正会員のみ2,000円値上げして7,000円とすること(学生会員は3,000円で据え置き)を、わかりやすい説明資料を作成した上で総会に諮ることを決定した。会費値上げを行う会則改正案についても承認された。なお、今までにすでに前納した次年度以降の会費については、値上げ分については免除することになった。

- 事務局より2010日本放射化学会年会・第54回放射化学討論会は阪大が開催を希望している旨報告があり、賛成意見が出された。12月の理事会で決定することになった。

以上

### 3. 日本放射化学会第41回理事会 [2008-09年度第1回理事会] 議事要録

日時：平成20年9月27日(土) 15:30～16:30

場所：広島大学霞キャンパス内 広仁会館小会議室

出席者：[会長] 柴田、[副会長] 海老原、永目、[理事] 村松、斎藤、沖、松尾、三浦、木村、藤井、[監事] 篠原、[顧問] 前田 (出席者数:会長、副会長 計3名、理事 計9名、その他2名)

(理事出席者が全理事の半数(6名)に達したので会則の規定により理事会は成立)

#### 報告

- 来年の2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会は、永井尚生先生(日大)を世話人として、日本大学文理学部(世田谷区桜上水)にて行われることが確認された。日程は2009年9月17日～19日の予定である。
- 事務局より、2008日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会の会期中に設けられた学会受付における会費納付額について説明があり、了承された。

#### 審議事項

- 9月26日に行われた第10回総会において承認された2008-09年度の役員体制を確認し、各役員役割分担を決定した。新役員体制は以下ようになった。会長：柴田誠一、副会長：海老原充(企画委員長)、永目論一郎(広報委員長)、理事：佐藤兼章(企画担当)、村松康行(企画担当)、木村貴海(企画担当)、三浦太一(企画担当)、藤井靖彦(広報担当)、福島美智子(広報担当)、関根勉(広報担当)、放射化学ニュース編集委員長)、松尾基之(インターネット管理運営委員長)、斎藤直(ジャーナル担当)、永井尚生(討論会担当)、奥野健二(選挙事務担当)、沖雄一(総務担当、事務局)、監事：中西孝(学会賞事務担当)、篠原厚、顧問：近藤健次郎、前田米蔵。また、篠原理事を次期の学会賞事務担当とし、現担当の中西理事より引継ぎを受けることになった。

2. 事務局より来年の2010日本放射化学会年会・第54回放射化学討論会の担当として、阪大から開催希望が出ていることが報告された。次回12月の理事会にて決定することとなった。
3. 企画委員会と広報委員会の分担について意見があり、企画委員会は将来計画を含むロングレンジの案件を、広報委員会はショートレンジの企画、広報をそれぞれ担当することとなった。委員は役員以外でも可であるので、企画委員会に若手を加えることを考え、委員長は理事会に提案することとなった。10回総会において会場からも意見が出された、放射化学ニュースをネット配信にする件などについて、会員にアンケートを行うことが提案された。実施方法等につき次回理事会において審議することとなった。理事会と会員が乖離しないように、会員の意見を広く吸い上げないといけないという意見が出された。
4. 柴田会長より、本会の規定類の記述のわかりにくい部分に関し見直しを行いたい旨提案があり、次回理事会にて審議することとなった。藤井理事から放射化学会より社会に対して、放射性物質の受け入れや廃棄物などに関し、提言を行ってほしい旨要望があった。会費滞納者へのペナルティを明確にし、それを会員に周知させることが必要であることを確認し、次回理事会にて審議することとなった。名誉会員等の弔事への対応について意見交換を行った。次回理事会は12月13日(土)に学習院大学にて開催される。

以上

#### 4. 第10回日本放射化学会総会報告

日時：平成20年9月26日(金) 9:03～10:23

場所：広島大学霞キャンパス内 広仁会館 大会議室 (A会場)

出席者：69名、委任状による出席者159名。計228名となり会則に定める定足数(会員の1/5)を上回り、総会は成立した。(会員総数469名、この1/5(94名)の出席で総会は成立)

会則の規定により会長が議長となり、議事が進められた。

##### 1. 会長報告

まず、前田会長より学会の事業、財政等の現況について以下のように報告があった。

- ア) JNRS誌および放射化学ニュースが例年通り継続的に刊行された。本会が日本学術会議の学術会議協力学術研究団体の指定を受けたこと、日本化学連合に加入を検討中であり、さらに日本放射線研究連合(JARR)から加入の勧誘を受けている。また第4回APSORCが2009年11月30日～12月4日に米国ナバパレーにてProf. Nitscheにより開催される予定である。本会の財政赤字体質の改善はない。
- イ) 2007-08年度学会賞として、学会賞・木村賞を安部文敏氏(理研)に、学会賞を日高洋氏(広島大)に、奨励賞を豊島厚史氏(原子力機構)にそれぞれ贈ることとなった。
- ウ) 2008-09年度の学会事務(総務)は京大原子炉が担当する。なお、選挙事務および学会賞事務は引き続き静岡大学と金沢大学でそれぞれ担当する。JNRS誌の現状、JNRS誌と放射化学ニュースの編集委員会の体制がそれぞれ紹介された。
- エ) 今後の取り組みとして、周辺領域の研究者の取り込み、先端的研究の開発、科研費獲得への方策、会員相互の交流の促進および財政の健全化が必要である。
- オ) 緊急課題として財政問題が取り上げられた。この中で、学会の生命線である刊行物の削減はしないことと、基金は将来の事業のために残しておく方針の下で、学会から討論会実行委への補助(要旨集作成費)、理事の人数、会議費などの削減を行った。また会員の勧誘や会費納付率向上に取り組んだ。賛助会員に対してはそのメリットとなるようにメーリングリストに広告を配信できるようにした。このような取り組みを行ってきたが、残念ながら理事会としては会費の値上げはやむを得ないとの結論に達した。



## 2. 2007-08年度事業報告および決算

沖事務局長より事業報告案および決算案の説明があった。

- ア) 総会（第9回）、および2007日本放射化学会年会・第51回放射化学討論会を開催した。2件の研究会等を助成事業として助成し、学会、研究会等への共催、協賛、後援等を2件行った。
- イ) JNRS誌および放射化学ニュースの発行状況、学会賞の選考、理事会の開催（計4回）、各委員会の活動その他がそれぞれ報告された。
- ウ) 決算案に対して、篠原監事より会計監査報告があり、決算の収支および帳簿が正確であり、かつ関係書類も適正に管理されていることを確認したことが報告された。

## 3. 2008-09年度事業計画および予算

引き続き事務局長より事業計画案および予算案の説明があった。

- ア) 総会（第10回）、2008日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会の開催（総会時に開催中）と、学会賞の選考を行う。助成事業として、研究会等が2件、学会、研究会等への共催、協賛、後援等が3件予定されている。
- イ) 予算案については、予備費（次年度繰越金）が以下に詳細を述べるように年々減少している現状が述べられた。

## 4. 会費の改定および会則の改正について

引き続き事務局長より、会費改定が提案され、改定の根拠となる会則の改正案および増収額の見積もり等の説明があった。

- ア) 本会の財政の現状は、毎年赤字予算となっており、次年度繰越金が毎年50万～60万円程度減少する傾向となっている。2007-08年度中に運転資金の減少が顕著となったため、理事会の決定により、基金から100万円を一般会計に補填した。しかしながら次年度繰越金減少の傾向はこれからも続き、1～2年後に運転資金がなくなることが予想される。
- イ) 以上の財政状況は緊急に改善する必要がある、個人会員の年会費の値上げと、そのための会則の改正が提案された。値上げ額は50～60万円+ $\alpha$ の増額を目指し、未納率も考慮の上、学生会員の負担増をできるだけ避けるよう見積もりを行った。その結果、正会員のみ現行

の5,000円を2,000円値上げし、7,000円とすることを提案する。学生会員については値上げしない。2009-10年度分の会費納付から適用する。

- ウ) 会則条文の改正箇所は、会費を規定している第10条のみで、「会費年額は、正会員 5,000円」の部分のみを「会費年額は、正会員 7,000円」に変更するものである（なお改正後の会則全文は学会だよりの最後に掲載した）。

## 5. 新役員の選任、年会・討論会の開催予定等について

- ア) 2008-09年度の新役員案が以下のように報告された。会長として新任の柴田誠一氏（京大原子炉）、副会長として再任の海老原充氏（首都大）および新任の永目論一郎氏（原子力機構）が理事会より推薦された。その他の理事は12名で新任2名、再任4名、留任6名。監事は再任1名、留任1名となった。これらの候補者のうち、新任、再任の理事および再任の監事については規定に従い7月に行われた役員等選挙で過半数の得票を得て当選となり総会に推薦された。なお役員の決定については会則、および理事及び監事の選挙方法に関する規定により、会長、副会長は理事会で推薦し総会で決定すること、および理事は会員の中から選挙を経て総会で選任することがそれぞれ定められている。

- イ) 2009放射化学会年会・第53回放射化学討論会は、2009年9月17日～19日に日本大学文理学部（世田谷区桜上水）において、永井尚生先生のもとで開催されることが報告された。（事務局注：開催日程は他学会との重複を避けるためその後2009年9月28日～30日に変更されたので注意されたい。）
- ウ) 年会費納入について、未納者の早期の納入をお願いするとともに、学生会員へは指導教員からも納入を督促するよう案内があった。

以上の事業報告案、決算報告案、事業計画案、予算案、新役員案、学会事務の分担案、次回討論会の報告等については、拍手で承認された。

学会の財政および会費改定に関しては、会場より活発な質問・コメントが出された。主に放射

化学ニュースの形態、配布方法等についての提案があった。ネット配信とし、冊子体は研究グループ毎に配布することにより経費節減を図るという案、さらにネット配信を基本として冊子体での配布は希望者のみとし、場合によっては冊子体について別途費用を徴収する案などが出された。会費納入者が未納者の分を負担しているのは不公平ではないのか、若手は放射化学ニュースを読んでいないのではないか、などのコメントが出された。

ネット配信を導入し印刷部数を削減する案に関して、会長より紙媒体の重要性が指摘され、部数は印刷経費にあまり影響は与えないというコメントがあった。これに対し会場より部数の削減は送料の大幅な削減になり、一部の会員のみに送付することも事務負担の増加にはならないという意見があった。会長より、ネット配信についてはさらに検討するという発言があった。また、学会財政に関して次年度繰越金の推移に関する質問があった。

会費改定および会則の改正に関しては、質疑の後、会長より挙手での採決をしたとの発言があり、採決を行った。採決の結果は、賛成 57 名（出席者 69 名）となり会費改定案および会則改正案は承認された。

その他に、学会の年度表記がわかりにくく、会費納入時に混乱するという意見、会則付則の施行日の記述に関するコメントがあった。また、学会賞の選考に関して、理事が推薦して理事が選考しているような印象を持つので、理事も受賞できるように選考過程を整えてはどうかという意見、学会から補助金が支出されている研究会等については、簡単な事業報告をして欲しいという意見があった。

学会賞の受賞者および研究題目、総会で承認された事業報告、決算報告、事業計画、予算および新役員を以下にまとめて示す。

#### ○2007-08 年度日本放射化学学会学会賞、奨励賞

今回の受賞者および研究題目は以下のとおりである。総会に引き続き授賞式が行われた。

学会賞・木村賞 安部文敏氏（理化学研究所名誉研究員）「核プローブの応用とマルチトレーサー法の創始」

学会賞 日高洋氏（広島大学大学院理学系研究科

教授）「天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究」

奨励賞 豊嶋厚史氏（日本原子力研究開発機構任期付研究員）「シングルアトム分析手法を用いたラザホージウム、ノーベリウム溶液化学的研究」

#### ○2007-08 年度事業報告

1. 総会
  - 第9回日本放射化学学会総会（2007年9月25日、静岡県コンベンションアーツセンター）
2. 討論会
  - 2007日本放射化学学会年会・第51回放射化学討論会（2007年9月24-26日、静岡）
3. 研究発表会、講演会、研究会等の開催（助成事業）
  - ・第9回「環境放射能」研究会（2008年3月27-28日、つくば市KEK）
  - ・第47回核化学夏の学校（2008年8月25-28日、山形市蔵王温泉）
4. 会誌、研究報告、資料等の発行
  - ・日本放射化学学会誌別冊（2007日本放射化学学会年会・第51回放射化学討論会要旨集、J. Nucl. Radiochem. Sci., Vol. 8, Supplement, Sep., 2007）.
  - ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.8, No.2 (Dec., 2007).
  - ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.9, No.1 (June, 2008).
  - ・放射化学ニュース第17号（2008年3月）.
  - ・放射化学ニュース第18号（2008年8月）.
5. 学会、研究会等への共催、協賛、後援等
  - ・第45回アイソトープ・放射線研究発表会（2008年7月、東京）
  - ・原子力総合シンポジウム2008（2008年5月、東京）
6. 学会賞
  - 学会賞・木村賞1件、学会賞1件、奨励賞2件。
7. 理事会
  - ・第37回（2007.12.15、東京 学習院大）
  - ・第38回（2008.3.27、つくばKEK）
  - ・第39回（2008.7.12、東京 学習院大）
  - ・第40回（2008.9.26、広島） 計4回。
8. 委員会活動等
  - ・ジャーナル編集委員会（2008.9.25）

- ・ニュース編集委員会 (2008.3.28、2008.9.25)
- ・企画委員会
- ・広報委員会
- ・インターネット管理運営委員会
- ・役員等推薦委員会
- ・選挙管理委員会
- ・学会賞選考委員会 (2008.6.15)
- ・冊子編集委員会

○2008-09 年度事業計画

1. 総会

第10回日本放射化学会総会 (2008年9月26日、広島大学 広仁会館)

2. 討論会

2008 日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会 (2008年9月25-27日、広島)

3. 研究発表会、講演会、研究会等の開催 (助成事業)

- ・第10回「環境放射能」研究会 (つくば市 KEK)
- ・第48回核化学夏の学校

4. 会誌、研究報告、資料等の発行

- ・日本放射化学会誌別冊 (2008 日本放射化学会年会・第52回放射化学討論会要旨集、J. Nucl. Radiochem. Sci., Vol. 9, Supplement, Sep., 2008).
- ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.9, No.2 (Dec., 2008).
- ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.10, No.1 (June, 2009).

- ・放射化学ニュース第19号 (2009年3月).
- ・放射化学ニュース第20号 (2009年8月).

5. 学会、研究会等への共催、協賛、後援等

- ・第3回高崎量子応用研究シンポジウム (2008年10月、高崎)
- ・原子力総合シンポジウム 2009 (2009年5月、東京)
- ・第46回アイソトープ・放射線研究発表会 (2009年7月、東京)

6. 学会賞

学会賞、奨励賞の選考

7. 理事会

- ・第41回 (2008年9月、広島)
- ・第42回 (2008年12月、東京)
- ・第43回 (2008年3月、つくば)
- ・第44回 (2009年7月、東京)
- ・第45回 (2009年9月、東京) 計5回。

8. 委員会活動等

編集委員会、企画委員会、広報委員会、インターネット管理運営委員会、役員等推薦委員会、選挙管理委員会、学会賞選考委員会、冊子編集委員会

○2008-09 年度役員

会長：柴田誠一 (京大) (新任)

副会長：海老原充 (首都大) (再任)、永目諭一郎 (原子力機構) (新任)

理事 (12名)：奥野健二 (静岡大) (新任)、永井尚生 (日大) (新任)、沖雄一 (京大) (再任)、佐藤兼章 (分析セ) (再任)、村松康行 (学習院大) (再任)、藤井靖彦 (東工大) (再任)、木村貴海 (原子力機構)、福島美智子 (石巻専修大)、松尾基之 (東大)、関根勉 (東北大)、斉藤直 (大阪大)、三浦太一 (高エネ研)

監事 (2名)：篠原厚 (大阪大) (再任)、中西孝 (金沢大)

顧問：前田米蔵 (新任)、近藤健次郎

日本放射化学会 2007-08 決算 (2007年9月1日 - 2008年8月31日)

## 収入の部

単位 (円)

項目	決算	予算	決算-予算	備考
個人会費	1,858,500	2,139,000	△ 280,500	
賛助会費	1,550,000	1,600,000	△ 50,000	
雑収入	256,008	1,000	255,008	利息、会誌、用語集代金、寄付等
前年度繰越金	1,352,093	1,352,093	0	
基金からの繰入	1,600,000	0	1,600,000	一般会計へ1,000,000円、MTAA-12への補助の一部として600,000円
合計	6,616,601	5,092,093	1,524,508	

## 支出の部

単位 (円)

項目	決算	予算	予算-決算	備考
討論会補助金	0	200,000	200,000	第52回討論会(2008)は次年度支払
要旨集(学会誌)補助	600,000	600,000	0	第51回討論会(2007)
出版事業費	1,148,112	2,450,000	1,301,888	
事務費	32,640	100,000		会議費、事務通信費等
放射化学ニュース印刷費	328,072	850,000		16号、(17号は未支払)
論文誌印刷費	532,507	1,200,000		Vol.8 No.1、(No.2はASR2006から補助)
学会誌等送料	254,893	300,000		ニュース、学会誌等送料
会議費	419,500	650,000	230,500	交通費補助等
理事会	419,500	550,000		学会賞選考委員会を含む
企画委員会	0	100,000		
研究会等補助	850,000	350,000	△ 500,000	MTAA-12に70万(10万+基金からの60万)、環境放射能研究会に5万、核化学夏の学校に10万
事務局経費	177,641	350,000	172,359	
事務費	51,826	150,000		封筒作成費
通信費	125,815	200,000		切手、送金手数料等
ネットワーク管理運営費	60,532	80,000	19,468	プロバイダ契約等
学会賞	320,670	250,000	△ 70,670	学会賞楯代金等
共催金	5,000	10,000	5,000	原子力総合シンポジウム
予備費	0	152,093	152,093	
合計	3,581,455	5,092,093	1,510,638	

繰越金(収入合計-支出合計) = 3,035,146円

## 財産内訳

預金 7,085,146円  
 内訳(銀行預金 5,519,103円)  
 (郵便振替口座 1,566,043円)

預金の内容  
 基金(黒田基金を含む) 2,900,000円  
 次年度繰越金 3,035,146円  
 記念事業分 1,150,000円

日本放射化学会 2008-09 年度 (2008 年 9 月 1 日 - 2009 年 8 月 31 日)

## 収入の部

単位 (円)

項 目	08-09 年度	07-08 年度	差 額	備 考
個人会費	2,116,000	2,139,000	△ 23,000	
賛助会費	1,450,000	1,600,000	△ 150,000	
雑収入	50,000	1,000	49,000	利息、会誌、用語集代金、寄付等
前年度繰越金	3,035,146	1,352,093		
合 計	6,651,146	5,092,093		

## 支出の部

単位 (円)

項 目	08-09 年度	07-08 年度	差 額	備 考
討論会補助金	400,000	200,000	200,000	第 52 回討論会 2008, 第 53 回討論会 2009
要旨集 (学会誌) 補助	500,000	600,000	△ 100,000	第 52 回討論会 2008
出版事業費	3,350,000	2,450,000	900,000	
事務費	100,000	100,000		会議費、事務通信費等
放射化学ニュース印刷費	1,350,000	850,000		17 号、18 号、19 号
論文誌印刷費	1,500,000	1,200,000		Vol.9 No.1, No.2, Vol.10 No.1
学会誌等送料	400,000	300,000		ニュース、学会誌等送料
会議費	650,000	650,000	0	交通費補助等
理事会	550,000	550,000		学会賞選考委員会等を含む
企画委員会	100,000	100,000		冊子編集委員会含む
研究会等補助	350,000	350,000	0	環境放射能研究会、夏の学校等
事務局経費	300,000	350,000	△ 50,000	
事務費	100,000	150,000		封筒作成費
通信費	200,000	200,000		切手、送金手数料等
ネットワーク管理運営費	85,000	80,000	5,000	プロバイダ契約等 (ドメイン維持料含む)
学会賞	250,000	250,000	0	学会賞楯代金等
共催金	10,000	10,000	0	原子力総合シンポジウム等
予備費	756,146	152,093	604,053	
合 計	6,651,146	5,092,093	1,559,053	

## 5. 会員動向 (平成20年7月～平成20年12月)

## 新規入会 (正会員)

氏名	所属
安池 賀英子	北陸大学 薬学部 RI 施設
李 子杰	日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター

## 新規入会 (学生会員)

氏名	所属
高根真太郎	新潟大学理学部化学科
茂野 雄太	新潟大学大学院自然科学研究科
伊東雄一郎	東京理科大学 理学部 第二部 化学科 山田研究室
松田 佳恵	大阪大学大学院 理学研究科 化学専攻 放射化学講座
高山玲央奈	大阪大学理学部化学科
池田 隼人	大阪大学大学院 理学研究科 化学専攻 放射化学講座
貝谷 英樹	金沢大学 理学部 化学科
瀧本 清貴	金沢大学 理学部 化学科
都築 達朗	金沢大学 理学部 化学科
西川 恵	金沢大学 理学部 化学科
日南宗一郎	金沢大学 理学部 化学科 放射化学研究室
早瀬 利博	長崎大学大学院生産科学研究科

## 所属変更 (個人会員)

氏名	所属
白田 重和	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
片山 幸士	豊橋技術科学大学
井口 一成	京都大学 生存圏研究所 生存圏学際萌芽研究センター

大平 茂	日本原子力研究開発機構 六ヶ所BAプロジェクトユニット
小柳津 誠	日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門
尾崎 大真	株式会社 パレオ・ラボ
森田 裕子	慶應義塾大学薬学部 RI 分析室

## 退会 (個人会員)

氏名	氏名
荒殿 保幸	杉浦 啓規
中村 操	高部 智正
佐藤 優子	田代 祐基
綾部 剛也	中塚 敏光
橋本 哲夫	橋間 一樹
當銘 勇人	福西 隆志
中畑 俊彦	村田 祥全
猪飼 拓哉	大西 由子
池沢 孝明	久保 謙哉
石川 剛	小林 義男
片山 貴博	館盛 勝一
栗林 隆広	秋葉 健一
坂牧 雅巳	岸本 武士
白井 洋平	

## 6. 日本放射化学会入会勧誘のお願い

日本放射化学会では新会員の募集をしております。ぜひ新会員をご勧誘下さいますよう、よろしくお願い申し上げます。

○**入会手続き**：本会の入会案内ページ <http://www.radiochem.org/nyukai/index.html> から「入会申込書」をダウンロードし(p54にも掲載しています)、事務局に提出して頂くとともに、「入会申込金」を下記口座に振り込んで下さい。

○**「入会申込書」提出先**：〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目1010番地 京都大学原子炉実験所 柴田研究室内 日本放射化学会事務局 会員担当 宛

## ○「入会申込金」振込先（郵便振替口座）：

口座名：日本放射化学会

口座番号：00100-2-577302

## ○入会申込金（入会金と1年分の会費）：振り込みの際には内訳を振込用紙に記入して下さい。

	入会金	会費年額	合計
正会員	1,000円	7,000円*	8,000円
学生会員†	0円	3,000円	3,000円

\* 第10回総会の決定により正会員の会費年額が2009-10年度分から上記のように改定されております。納付時期と会費の関係などご不明な点は事務局（jnrs.office2008@radiochem.org）までお問い合わせ下さい。

† 学生会員とは、学部あるいは大学院に在学中の会員を指します。

## 7. ホームページおよびメーリングリストの運営について

**ホームページ** 本会の各種情報、最新情報は以下のURLに掲載されている本会の日本語ホームページ、または会員メーリングリストにより会員に周知されます。ホームページは随時ご参照下さい。

<http://www.radiochem.org/index-j.html>

(<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jnrs/index-j.html>にも同一内容が掲載されております。)

**会員メーリングリスト** 学会からの重要な情報は会員メーリングリストに配信されます。また、会員は会員メーリングリストに情報を配信することができますので、ネット委員会に依頼して下さい。配信内容は、平文とし必要に応じて他のサイ

トにリンクする書き方として下さい（添付ファイルは不可）。

配信依頼先：ネット委員会

[jnrs.net2008@radiochem.org](mailto:jnrs.net2008@radiochem.org)

**広告の配信** 賛助会員は会員メーリングリストに新製品案内、会社案内等の広告を配信することができます。これは賛助会員のメリットの一つとして実施されているものですので是非ご利用下さい。

配信依頼・問い合わせ先：事務局

[jnrs.office2008@radiochem.org](mailto:jnrs.office2008@radiochem.org)

## 8. Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences（日本放射化学会誌）への投稿およびオンラインジャーナルについて

**投稿のお願い** JNRS誌は本会の英文論文誌であり、会員非会員を問わず無料で投稿できます。多数の方の投稿は、論文誌としての価値を高めていく上で必須のことですので、是非投稿をお願い致します。

投稿規則および投稿の手引きは以下の学会ホームページに掲載しております。

<http://www.radiochem.org/kaisoku/index.html>

**オンラインジャーナル** 本会ホームページのJNRS ONLINEのページには、JNRS誌の全論文がオンラインジャーナルとして掲載され、会員非会員を問わずどなたでも自由に閲覧・ダウンロードできます。JNRS誌に投稿された論文は審査の結果掲載可となった時点で、冊子体発行前にJNRS ONLINEで公開されます。ダウンロードした論文は後日冊子体の雑誌に掲載される論文と内容、体裁とも全く同じものです。