
放射化学ニュース

第 21 号

平成 22 年 (2010 年) 3 月 31 日

目次

会長挨拶 学会の次の 10 年へ向けて (柴田誠一)	1
特集 (学会賞・奨励賞)	
学会賞選考委員会報告	3
学会賞受賞者による研究紹介	
中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究 (坂本 浩)	4
奨励賞選考委員会報告	14
奨励賞受賞者による研究紹介	
放射光 X 線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明 (池田篤史)	16
環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究 (國分陽子)	17
時過ぎて	
久米三四郎さんを偲んで ― 核化学事初め (古川路明)	20
放射化学討論会	
2009 日本放射化学会年会・第 53 回放射化学討論会報告 (永井尚生)	23
2010 日本放射化学会年会・第 54 回放射化学討論会のご案内 (篠原 厚)	25
施設だより	
日本原子力機構放射光科学研究センター SPring-8 における原子力機構専用ビームライン および RI 実験棟 (矢板 毅)	27

談話室・コラム

義務教育における原子力・放射線教育（中條 悟）	31
-------------------------	----

研究集会だより

1. 第48回核化学夏の学校（羽場宏光）	33
2. APSORC2009 雑感（海老原充）	34
3. Migration 2009: 第12回 地圏におけるアクチニド元素と核分裂生成物の化学および移行挙動に関する国際会議（12th International Conference on the Chemistry and Migration Behavior of Actinides and Fission Products in the Geosphere）（齊藤拓巳）	35
4. International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect (ICAME 2009)（山田康洋）	36
5. ISORD-5に参加して（関本 俊）	37

情報プラザ	38
-------	----

学会だより

1. 日本放射化学会第44回理事会 [2008-2009年度第4回理事会] 議事要録	39
2. 日本放射化学会第45回理事会 [2008-2009年度第5回理事会] 議事要録	41
3. 第11回日本放射化学会総会報告	42
4. 会員動向（平成21年7月～平成21年12月）	49
5. 日本放射化学会入会勧誘のお願い	49
6. ホームページおよびメーリングリストの運営について	50
7. 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	50
8. 日本放射化学会会則	52

賛助会員リスト

広告

会長挨拶

学会の次の10年へ向けて

柴田 誠一 (京都大学原子炉実験所)



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、昨年、設立10周年を迎えました。これまでの執行部のご努力により会員数が約500名の規模にまで成長してきています。10年前の学会の設立総会で配布された「日本放射化学会設立の趣旨」には、学会として進むべき基本指針が示されています。またその趣旨は、学会会則の第2条、第3条に反映されています。この中で、放射化学討論会は本学会が主催する最大の事業です。

今期の理事会では、討論会の一層の充実と活性化を大きなテーマとして、様々な取り組みを行っています。この場をお借りして、以下に、その内容について簡単に紹介させていただきます。

本学会発足以前、放射化学討論会は、3会場での口頭発表のみの開催でしたが、学会発足の数年前から、ポスター発表の形式が討論会にも取り入れられ、学会が設立された時には、3会場での口頭発表とポスター発表という形式での開催になっていました。当時の理事会では、ポスター発表をさらに充実させるためにどのようにすべきかについて議論がなされました。そこには、3会場での発表が、それぞれ核化学、原子核プローブ、放射化学分析の各分科会関連発表でまとめられていたこともあって、他の分野の発表を聞く機会が少なく、分野間の相互の交流が必ずしも十分ではないとの認識もありました。そこで、このようなことを念頭に、口頭発表を2会場とし、ポスター発表を大幅に増やして討論会の実行委員会の判断でポスター賞を選定し表彰することが、実は私どもが主

催した2003年の泉佐野での第47回放射化学討論会で実行されました。その後、この形式での開催が続いています。私どもとしましては、討論会の充実と活性化への一つのステップととらえて開催形式を変更したのですが、時の経過とともに、残念ながら若干形骸化してきていることが否めません。討論会のあり方について、再考すべき時期に来ているように思われます。新たなアイデアにもとづく企画の提案、導入が討論会の活性化のために求められているのではないのでしょうか。

昨年の日本大学文理学部で開催された第53回放射化学討論会では、学会発足10周年を記念して、このような取り組みの一環として、若手研究者セッションを設けて、放射化学及び関連分野を網羅する形で、活発な研究活動を展開されている若手研究者にその研究内容を紹介していただきました。それぞれの分野での最先端の話が聞けたのではないかと思います。このような試みはこれからも積極的に取り入れていきたいと思っています。

また、昨年の学会総会の際に、次回の討論会では、新たな試みとして公募セッションを設けることをアナウンスさせていただきました。これは、会員の皆様に、まずセッションのテーマ、発表者、座長を選任して、討論会の実行委員会宛に応募していただき、実行委員会での提案が認められましたら、そのまとめ役として、そのセッションを実行していただくものです。従来の討論会では、企画等全てにわたって実行委員会が行ってききましたが、部分的にですが、会員の皆様ご自身に討論会の一つのセッションの企画実行をお願いするので、大いに有効活用していただくことを期待しています。

それから、今期の理事会に与えられた課題の一つである放射化学ニュースのWEB化について

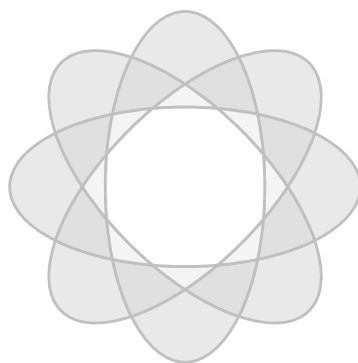
は、現在アンケートを実施していますが、この WEB 化を進める方向性は、学会総会でも承認されていますので、実施に向け準備を進めています。このことについて、総会の際も補足させていただきましたように、冊子体での送付を希望される会員には冊子をお送りします。

昨年、APSORC '09 が米国ナパバレーで開催されましたが、今回は 2013 年に日本で開催することが決定しました。日本での開催の場合は、1997 年の熊本、2001 年の福岡での開催と同様に、討論会と APSORC を日程的に連続させての開催を予定しています。APSORC への今後の対応等につきましては、理事会の中に APSORC 小委員会を設けましたので、この小委員会を中心として開

催のための準備作業等について審議していただきます。

放射化学用語辞典の HP への掲載については、当初の予定よりかなり遅れていますが、掲載へ向けて準備が進行中です。

学会設立からのこの 10 年は、学会としての基盤を固めることから始まり、その活動を軌道に乗せることに費やされてきました。次の 10 年、20 年…へ向けて、対応すべき新たな課題も山積しています。これからは、それらの課題の克服を通して、学会のアイデンティティーを確立するためにできる限りの努力を傾注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 (2008-2009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)

坂本 浩氏 (金沢大学名誉教授)

受賞題目：中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究

坂本浩氏に2008-09年度学会賞・木村賞を贈ることが、学会賞選考委員会および本会理事会での承認を経て決定し、平成21年9月28～30日に開催された2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会において、学会賞・木村賞の授与が執り行われた。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、放射化学的手法を駆使した中高エネルギー光核反応の研究において、①核破碎反応、②軽核放出反応、③核分裂、および④パイ中間子放出反応という観点から広範な系統的研究を進め、光核反応の体系化を行ったことである。さらにパイ中間子放出反応における核内核子密度分布の非一様性や、核破碎反応における重核領域での核媒質効果を見出すなど世界的にも注目される成果を得たことである。

光核反応の研究は、主に生成する放出粒子のエネルギーや角度分布の測定から反応機構が調べられていた。このため、反応過程の全容を理解する系統的研究はほとんど行われていなかった。坂本浩氏は幅広いエネルギー領域の制動放射線をさまざまな標的物質 (${}^7\text{Li} \sim {}^{209}\text{Bi}$) に照射し、核反応

生成物 (残留生成核種) の反応収率や運動エネルギーならびに角度分布を、放射化学的手法を用いて詳細に調べた。そして光核反応を上述した4つの反応に大別し、その体系化を行ったことは特筆に値する。またその過程で収集された核データは、光核反応の計算コードの改良などに使用されるだけでなく、光子源を用いたラジオアイソトープの製造、放射化分析、さらには加速器施設における残留放射能評価や遮蔽計算等にも利用され、大きな波及効果をもたらしている。

坂本浩氏は光核反応研究に加え、放射化分析や宇宙科学などの学際分野でも放射化学的手法を展開し、その分野の進展に寄与している。長年にわたる幅広い研究活動において、多数の学生を指導教育し、博士の学位取得者5名を輩出している。そのうちの2名が日本放射化学会賞奨励賞を受賞したことからも、日本の放射化学研究者の育成に大きく貢献しているといえる。また日本放射化学会における活動としては、学会設立の提案や準備、さらには発足時から副会長を務めるなど、学会運営にも多大なる貢献を行っている。

学会賞・木村賞受賞者による研究紹介



中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究
坂本 浩 (金沢大学名誉教授)

1. プロローグ

このたび、日本放射化学会 2009 年学会賞・木村賞を授与されましたことは誠に望外の荣誉です。本学会の創設から、これまでの 10 年の思い入れには、微力の寄与ながら深い感慨を覚えます。1962 年 10 月、はじめて訪れた金沢での第 6 回放射化学討論会で拝顔した飯盛里安、木村健二郎両先生の、それぞれ日本の放射化学を開拓されてきた自負・自信と後進への慈愛に満ちた、そして凜としたお姿が筆者の記憶に鮮明です。その後 (1964)、筆者は、木村先生の直弟子であった、黒田和夫、田中重男の両先生のもとで親しく薫陶を受ける幸運がありましたので木村先生の孫弟子と勝手に自負しており、この受賞は殊更の喜びです。

筆者は 1958 年、この年に創設の阪大音清先生先生の放射化学講座第 1 回院生として、低エネルギー核反応の勉強を始め、大阪府立放射線中央研究所を経て、1964 年 4 月東京大学原子核研究所 (核研) 化学室助手となりました。当時、核研では、素粒子研究所 (現 KEK) 準備室が発足したところであり、田中先生はアメリカ BNL の AGS で高エネルギー核反応の成果を挙げて帰国されたばかりで日・米彼我の落差に悲嘆しており、改めて“我々はなにをなすべきか!” の議論の明け暮れる破目となりました。その模索の中で着想したのが“宇宙線 μ 粒子と地球岩石 (Si) との核反応”でした。高速 μ 粒子の核過程は、地下に貫入の μ によるエマルジョン中のスター発生とホドスコープ中のシャワー発生から Weiszacker と Williams が考えた“仮想光子”によるとされていましたが、目的とする $^{28}\text{Si}(\mu^-, 2n)^{26}\text{Al}$, $T_{1/2}=7.4 \times 10^5$ 年、の生成率を知る手掛かりは甚だ貧弱であり、これはいずれ加速器ができれば確かめようという乱暴な出発でした [1]。過去 1000 万年ほど地形・地層

が安定であったという岐阜県久多見の露頭と地下 24 mwe からの珪岩各 200 kg からの Al 分離と極低レベル放射能測定の開発 (鋸山微弱放射能測定施設 [2]) を平行しました。狙いは、宇宙線の長期変動ないし地層変動の探索です。スタートから半年後に高木仁三郎氏が加わり、また野中到核研所長の特別の計らいや多くの方々の協力を得ながら紆余曲折し、3 年後 (1968) に上限値、10 年後 (1975) 及び 40 年後 (2006) に到達した実験結果は、予想より 1 桁高かったものの [3]、加速器による検証はまだです。しかし、この間、思わぬ仕事が生じ [4]、未だに充実感を覚えます。一方、黒田先生の下で学んだ“希ガスの宇宙化学”で筆者が見つけた未解決の難問は、始源隕石中の ($^{124}\text{Xe}/^{126}\text{Xe}$) 比 $> 1.5 \sim 2.5$ の成分が、巨大星の酸素殻燃焼過程 (2×10^9 K) での光分解で作れるか、或いは別の核過程があるか? でした [5]。これは、1970 年代末頃までの 20 年間に蓄積されてきた Xe と Kr の軽い同位体の奇妙な変動 (より軽い同位体が多い) に気付いたもので、光分解の計算は、Rice 大学 (Houston) の M. Dziczkaniec と D. Heymann (1979, 1980) によるものでした (Fig. 1)。この問題も仕舞いを着けないまま、希ガス生成核反応、特に光核反応が気にかかり続けてきました。

1972 年秋、助教授公募で着任した金沢大では、阪上正信先生中心に、学術会議勧告の“環境放射能研究所”設立に向けて奮闘中で、筆者の鋸山の経験が期待されていました。また、核医学の久田欣一、安東醇両先生は、あらゆる元素の悪性腫瘍親和性を調べており、筆者に Tm の無担体調製を相談され、 $^{168}\text{Yb}(\gamma, n\text{EC})^{167}\text{Tm}$ を着想しました。翌年 4 月、3 名の卒研希望があり、鉱物中の U(n, f) ^{133}Xe の耐熱保持性研究 (KUR)、 ^{32}Si 生成反応の励起関数測定 (核研) 及び ^{167}Tm (核理研) でスタートし、その後、数年は卒研、修論に見合う課題へ拡張しました。転機は、1970 年代末、核理研八木益男先生の“核理研で核化学をやれないか!” の一言でした。

当初、希ガス (Xe, Kr) の同位体を生成する ^{133}Cs 、 ^{139}La 、 ^{89}Y 、 ^{88}Sr 、 $^{85,87}\text{Rb}$ の光核破碎を、核理研 300 MeV 電子線ライナック、ついで核研 1.3 GeV 電子シンクロトロン (ES)、一部、電総研 600 MeV 電子線ライナックでスタートし、段々

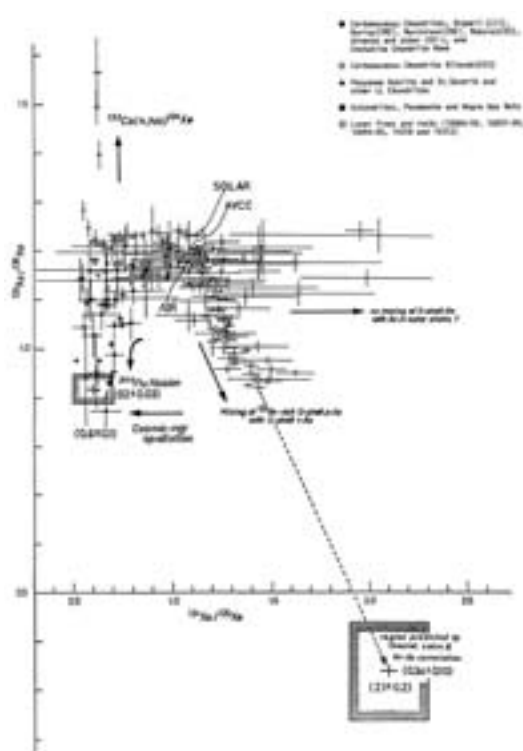


Fig. 1 隕石と月試料中の $(^{134}\text{Xe}/^{136}\text{Xe})$ 比と $(^{124}\text{Xe}/^{126}\text{Xe})$ 比の混合相関。炭素質コンドライトからの平均、AVCC、からの変化を太い矢印で示す。最も軽い ^{124}Xe と ^{126}Xe の同位体存在度は、地球大気、AIR、でそれぞれ 0.0952%, 0.0890% で測定誤差が大きいが、最も重い ^{134}Xe と ^{136}Xe とは変動要因が共通しない。唯一、図中の大きい囲みで示す巨大星内での酸素燃焼殻中の p-プロセス Xe と炭素殻の r-Xe との混合 (右下向き点線) 及び非混合 (右向き水平方向) が $(^{124}\text{Xe}/^{126}\text{Xe})$ 比の変化を説明できる。r-Xe, p-Xe の計算は、D. Heymann and M. Dziczkaniec, Proc. Lunar Planet. Sci. Conf., 11th, 1179-1213 (1980) に基づく。

と深みに嵌り、ついに筆者停年の 1999 年まで、放射化学講座 150 名の学生の 1/2 ~ 1/3 と藤原一郎、柴田誠一、古川路明の諸先生らを巻き込みました。この度、評価を戴いた光核反応の研究成就是この方々によるものです。思えば、筆者の金沢大学着任の頃、理学部では大学院博士課程設置機運が醸成され始めていて、1987 年の実現までの紆余曲折に巻き込まれましたが、以後、博士院生は少数ながら途絶えることなく、本研究発展の中核であり続けました。

研究の概要は 2003 年本学会誌 JNRS の Accounts

[6]に、試行錯誤の経緯は 2006 年“放射化学研究 50 年のあゆみ”[7]の核化学の章に、それぞれ詳しく述べました。はじめは見通しのきかない荒野に入る思いでしたが、今は放射化学の方法ではやり尽くして新たな天地が拓けた感があります。以下、更にその概要を、少し趣を変えて再録します。図表と引用文献は最少とし、他は文献 [6]に譲ります。

2. 光核反応研究序論

光子と原子核との相互作用は共鳴的である。(i) keV ~ MeV の光子は、軽・中重核の離散レベルへの励起吸収、(ii) 20 MeV 近傍では、核全体の双極子運動への巨大共鳴 GDR、(iii) 30 ~ 140 MeV の光子は、核内準重陽子の双極子運動への共鳴吸収 QDR、(iv) 140 MeV、 π 中間子の静止質量、を超えると、核子の (3, 3) 共鳴、 $P_{33}(1232)$ 、による励起核子 Δ の生成が起きる。 Δ は、瞬時 (10^{-24} sec) に安定核子と $\pi^{\pm, 0}$ のいずれかに壊変する。 π^0 は直ちに (2.3×10^{-16} sec) 2 個の光子となるが、 π^{\pm} は 2.8×10^{-8} sec の寿命を持つので相方の核子共々、又はどちらか一方は核内カスケードを起こす。 Δ^{\pm} の生成位置が核表面である“surface production”か、核深部である“volume production”かで反応過程が変わると思われる。 π^{\pm} が核内で吸収されると 140 MeV の励起エネルギーが付加されるので核内プロセスは多様となる。

1960 ~ 1970 年代の米、ソ連、独、伊などでは 0.1 ~ 数 GeV 領域の電子線加速器が建設される毎に、数多くの核化学者が生成核種測定を行ったが、連続スペクトルの制動放射線では (i ~ iv) の過程が重畳して起こるために解析が難しくなる。殊に、高エネルギーになると核破碎チャンネルが圧倒的で、別の反応チャンネル、即ち π^{\pm} 放出や軽核放出 (フラグメンテーション) への分岐の検出が難しく、核分裂との弁別も意識的な化学分離を併用しない測定では研究者間での結果の違いが目立っていた。1970 年代後半には、高エネルギー・高強度加速器の発展に合わせて、標識光子 (加速電子と制動放射光子及び核イベントとの同時計数装置、tagging system) と高分解能粒子検出器が発達し、連続スペクトルの光子を使う (化学) 実験は敬遠されるようになってきた。しかし、放出

粒子を見る物理実験では反応タイプの区別は難しく、また粒子検出器の検出粒子種は1~2という制約及び検出エネルギーの閾値が高い(π^\pm で40 MeV程度)という制約があった。残留核を見る化学的方法では、エネルギーと角度の情報は積分的で、終状態準位の解析が出来ないという難点があるものの、制動放射線の最大エネルギー、 E_0 を細かいステップで変えて照射し、それぞれ生成核収率を化学的に測定すれば、物理測定では得られない情報が期待できる。光核反応では運動量の持込みが小さく、強い相互作用のハドロン反応とは、上記の(i~iv)のように反応開始の初期過程が全く異なる。この違いが最終チャンネルに反映するかどうか?も興味深いところであった。

このようなことから、我々は ${}^7\text{Li}$ から ${}^{209}\text{Bi}$ に至る標的核について、最大エネルギー $E_0=30\sim 1200$ MeVで細かいステップ($\Delta E_0 = 0\sim 100$ MeV間隔)の照射を行い、一部の軽・中重核からの短寿命生成核の非破壊測定を例外として、夫々化学分離(全部で200以上のレシピ)を徹底し、主に γ 線(Po は α 線、 ${}^{10}\text{Be}$ はAMS)測定を行った。放射線測定は1ヶ月以上の壊変追跡を行い、妨害放射線寄与の有無、エネルギー、半減期を確認した。このようにして、得られた核反応収率の値は数千にのぼり、逐次、 E_0 、標的質量数 A_t 、生成核質量数 A_p 、生成核電荷 Z_p などをパラメータとする変化の特徴をしらべ、半経験的表式を追及した。高エネルギー核反応の生成核質量域は反応機構により核破碎、 π^\pm 放出反応、フラグメンテーション及び核分裂に分類される。我々は、特に π^\pm 放出反応、ただし π^+ は(γ, π^+)のみ、 \therefore (γ, π^+xn)は($\gamma, px'n$)と同じ生成核を作る、は、全く新しい知見が見つかり、また核分裂はpreactinidesの ${}^{197}\text{Au}$ と ${}^{209}\text{Bi}$ が先行例に疑問があったため、力が入った。核破碎と核分裂については、キャッチャー・ホイール法による生成核反跳実験を行い、収率変化や質量・荷電分布に加えて、動力学的知見を得た。そして、結果のすべてについて、T. A. GabrielとR. G. Alsmiller, Jr. (1969, 1971)の光子誘導核内カスケード蒸発モデル(photon-induced cascade evaporation analysis; PICA)による計算(30 MeV~400 MeV)を行って、モデルを検証した。計算費用は大きく、我々

以前には1、2例の試みしかなかったが、時とともに、適用エネルギー範囲の拡大、初期過程、カスケード過程及び蒸発過程のそれぞれに着目した計算の改良(C.Y. Fu, PICA95, 1997; T. Sato et al., PICA98 and PICA98 / EVAP, 1999, 2000; S. Furihata, PICA3/GEM, 2000)が続き、我々も逐次実際に計算を試みて、これらの検証を行ってきた。更に、ロスアラモス国立研のS. G. Mashnikらは、元々ドブナのグループ(V. S. Barashenkovら, 1972, 1974)のハドロン反応の計算コードを、Gabrielと共に $E_\gamma = 30$ MeV~1.5 GeVの光核反応に適用させ、我々の実験結果などをもとに精力的検証を行っている[8]。

3. 実験方法

標的物質には、天然同位体組成元素の適当な化学形を選び、その複数個をビームモニター用のAl板またはAu板とともにスタックにし、東北大原子核理学研究施設(核理研)300 MeV電子線ライナック($E_0=30\sim 250$ MeV)の水冷照射箱で、東大核研1.3 GeV電子シンクロトロンES、($E_0 = 250\sim 1200$ MeV)では空気中で照射した。核理研ではエネルギー圧縮装置を通して電子エネルギーを半値幅 $\pm 1\%$ にできた。更に、電子技術総合研究所(電総研)600 MeV電子線ライナックの $E_0 = 305$ MeVでCsClを空気中照射し、加速器間の整合性を確認した。制動放射線の発生は、核理研では0.5 mm厚Pt、電総研では同厚W、核研では0.05 mm厚Pt板で、照射位置でのビーム径は核研と電総研で10 mm、核理研で5mmであった。ビーム強度は核研ではWilson型のthick chamber quantimeter(大型電離箱)で測定したが、すべてモニター反応、 $E_0 \geq 100$ MeVで ${}^{27}\text{Al}(\gamma, 2pn){}^{24}\text{Na}$ 、 $E_0 = 30\sim 75$ MeVでは ${}^{197}\text{Au}(\gamma, n){}^{196}\text{Au}$ から求め、それぞれの加速器で最高出力に調整してもらい、核研で $10^9\sim 10^{10}$ eq. q./sec (equivalent quanta, 等価光子、後述の式(2))、核理研で $10^{12}\sim 10^{13}$ eq.q./secが得られた。モニター反応の収率値は、文献値を我々自身で実験的に確かめた。

4. 光核破碎反応

多粒子放出反応、核破碎、は中重核・重核の

中・高エネルギーのハドロン反応の最も大きな出口チャンネルであり、多種・多様の生成核種がつくられることは1950～1960年代からよく知られていた。この反応のメカニズムは、R. Serber(1947)による衝突カスケード・蒸発の二段階モデルで説明されてきた。光核反応でも、1950年代中頃、MITのグループがはじめて $E_0 = 320$ MeVでの中重核の核破碎を調べて、ハドロンとの類似性を指摘し、単純な (γ, n) 、 $(\gamma, 2n)$ 、 (γ, pn) などはGDRによるとした。我々は、光子(電磁相互作用)とハドロン(強い相互作用)の初期過程の違いが何故現れないかと疑問視した。G. J. Kumbartzkiらは、1971年、Bonn大の2.5 GeV・ESの $E_0 = 0.8 \sim 2.1$ GeVで $^{27}\text{Al} \sim ^{75}\text{As}$ の6標的の核破碎を調べ、高励起核では初期メモリーは失われるとした。1966年、G. Rudstamがハドロン誘起核破碎生成核の荷電・質量分布(CDMD)を5個のパラメータを含む半経験式を提案した：

$$\sigma(Z, A) = \hat{\sigma} P R^{2.3} \cdot \exp[PA - R|Z - SA + TA^2|^{3/2}] / 1.79 \cdot \{\exp(PA) - 1\} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\sigma(Z, A)$ は、標的核 (Z_t, A_t) からの生成核 (Z, A) の生成断面積、 P は質量分布(MD)の傾き、 $\hat{\sigma}$ はMDの全面積を表し、 R, S, T は荷電分布(CD)を決める因子で、 R は幅、 S と T はCDの最大値での荷電 Z_p , most probable chargeを、 $Z_p = SA - TA^2$, で決める。従って、 P と $\hat{\sigma}$ は入射エネルギー E_p と A_t の関数、 $R = d' \cdot A \cdot e^{-e'}$ 、(d' と e' は一定)は、 A と Z の関数となる。

Lund工大のG. G. JonssonとK. Lindgren(1970, 1972, 1973, 1977)は、自身及び多くの研究者による $E_0 = 0.1 \sim 16$ GeVでの光核破碎のデータをこの式で解析を試みた。ハドロン反応では単色エネルギー E_h に、光反応では $\sigma(Z, A)$ は最大エネルギー E_0 の連続スペクトルにそれぞれ対応する点で内容が異なるが、表式は同じとした。しかし、当時の実験データは普及のはじまったGe(Li)を用いる非破壊測定が殆どで、標的 ^{127}I から4～5元素を分離測定した場合(G. G. Jonsson and B. Persson, 1970)は例外的な一つであった。

当初、我々は $E_0 = 100$ と200 MeVで希ガス(Xe, Kr)を生成する ^{133}Cs 、 ^{139}La 、 $^{\text{nat}}\text{Rb}$ 、 $^{\text{nat}}\text{Sr}$ 及び ^{89}Y の標的を照射し、これらから5～6元素余りを分離・測定して、Jonsson-Lindgrenと同じ解析を試みた。結果は先行研究と概ね一致したが、パラメータの値はかなり修正することになった。一方、2 GeVまでのハドロン($p, \alpha, ^{14}\text{N}, ^{12}\text{C}, ^{40}\text{Ar}$ 及び π^-)誘起データの多い $^{\text{nat}}\text{Cu}$ の核破碎を $E_0 = 100 \sim 1000$ MeVの $\Delta E_0 = 5 \sim 100$ MeVステップで照射し、非破壊でNi～Beにわたる24核種の収率を得た。これらをCDMD式に非線形最小二乗法でfitさせて同位体収率曲線を、その総和として質量収率分布を得た。パラメータ P は、ハドロンでは $E_h \leq 2$ GeV、光子では $E_0 \leq 600$ MeVで急減し、より高いエネルギーでは一定となり(limiting)、かつ前者は後者より低い値となる。 P は励起エネルギーの間接的な量を示すことから、両反応の初期相互作用の違いが終状態に明確に現れると結論できた。また、荷電分布の幅 R は光核破碎の方が狭く、 Z_p での $(N/Z)_p$ は標的のそれ $(N/Z)_t$ とは直線関係にあるが、その

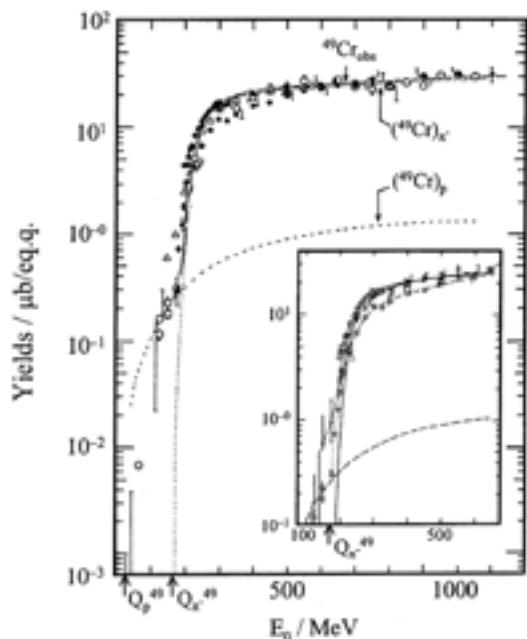


Fig. 2 $E_0 = 30 \sim 1050$ MeVでの ^{51}V 照射で生成する ^{59}Cr の収率変化。実線で結んだ白丸が筆者らの測定値で、他は文献値。点線、 $(^{49}\text{Cr})_{\pi^-}$ は二次反応による $(^{49}\text{Cr})_p$ を補正した値。挿入図は、 $100 \leq E_0 \leq 650$ MeVの拡大。横軸上の矢印は、二次反応の $(p, 3n)$ と π^- 放出の $(\gamma, \pi 2n)$ 反応のQ値を指す。K. Sakamoto et al., Nucl. Phys., A501,693 (1989)より。

傾きは光核破碎の方が大きく、Cuの $(N/Z)_t=1.2$ で交わる。この傾きは、カスケード残留核の平均励起エネルギーに対応し、光核破碎の方が小さいことを意味する。

そこで、上記の $^{133}\text{Cs} \sim ^{89}\text{Y}$ に ^{51}V 、 ^{59}Co 、 ^{127}I 、 ^{197}Au を加えて、 $E_0=30 \sim 1000$ MeVで $\Delta E \leq 100$ MeVのそれぞれ短・長時間照射を行い、非破壊・破壊（放射化学分離）を併せた測定から、 ^{51}V で22核種、 ^{59}Co で29核種、 ^{89}Y で31核種、 ^{127}I で28核種、 ^{133}Cs で44核種、 ^{139}La で52核種、 ^{197}Au で40核種という夫々多数の収率値を得た。この際、壊変蓄積について、Rudstamの式にBatemanの式を組み合わせた“繰り返し”最小二乗法を考案して補正を行った。その結果、5個のパラメータにそれぞれ含まれる変数、即ちPと $\hat{\sigma}$ は A_t と E_0 、RはAと Z_p 、SとTは E_0 不変性を詳しく調べて係数の値を改訂した。Rudstamの式の適用外の (γ, xn) 反応には、新しい経験式、 $\ln \sigma(Z_t, A) = ax + b$, $a = (1.01 \pm 0.13) A_t - (6.61 \pm 0.64)$ 、 $b = 6.78 \pm 0.21$ を導出した。また、それまで試みの僅かであったPICAの計算を行い、このコードの限界 $E_0 \leq 400$ MeV及び限界外の $E_0 \geq 700 \sim 1000$ MeVについて大まかな再現性を確かめ、また幾つかの問題点を指摘できた(S.R. Sarkar, 1991年博論)。次いで、更に標的核に ^{27}Al なども加えて、 $E_0 = 60 \sim 1200$ MeVで更に丁寧な測定を繰り返し、例えば ^{89}Y で82核種、 ^{nat}Ag で62核種、 ^{197}Au は核分裂片も入って190核種など、 $\Delta A (=A_t - A)$ を拡大した。これらに基づく経験式は再現性20%以下となった。そして、PICA3/GEMが報告され、入射 $\sim 10^8$ 回の計算でみたところ、例えば、 $E_0 = 400$ MeVで ^{59}Co からの $\Delta A \geq 40$ 、 ^{89}Y からの $\Delta A \geq 50$ 、 ^{197}Au からの $\Delta A \geq 55$ では少し低い値を示したが、より高い E_0 では実験値の再現性は大変良いことが分かった。後述する反跳実験で求めた運動エネルギーTが、重核からの大きい ΔA で過小評価が見られた。“核媒質効果”の入れ方が十分でない可能性が指摘された。ただ、 (γ, xn) 、 $x=1 \sim 9$ はPICA98による再現性はほぼ完璧であることがわかった。

5. パイ粒子(π^\pm)放出反応

第2節に記したように、(3, 3)共鳴で励起核子

Δ が核表面で作られると、 π^\pm 粒子と核子のいずれか、または両方が核外へ放出され易いだろう。 Δ が核深部で作られてもカスケード過程で π 粒子が再発生する可能性もある。いずれにせよ、 π 放出反応への分岐を調べることは、反応過程を探る上では興味深い。1970年代までGlasgow(330 MeV-ES)、Illinois(330 MeV-betatron)、INS(720 MeV-ES)、Lund(1.2 GeV-ES)、Bonn(2.5 GeV-ES)、Ukraina科学アカデミー(0.36及び2 GeV-linac)、DESY(7.4 GeV-ES, 580 MeV-linac)、MIT(170 MeV-linac)及びFrascati(1.0 GeV-E S)に於いて、単純な $^{11}\text{B}(\gamma, \pi^-)^{11}\text{C}$ 、 $^{27}\text{Al}(\gamma, \pi^+)^{27}\text{Mg}$ 、 $^{51}\text{V}(\gamma, \pi^+)^{51}\text{Ti}$ 及び $^{51}\text{V}(\gamma, \pi^- xn)^{51-x}\text{Cr}$ ($x=0, 2, 3$)が、実験及び理論的にも時に繰り返し調べられた。しかし、相互の一致が良くないため、我々は、まず ^{51}V の再測定と新たな ^{133}Cs を $E_0=30 \sim 1050$ MeV、 $\Delta E \leq 50$ MeVでスタートした。このタイプの反応、 $(\gamma, \pi^- xn)$ と (γ, π^+) は、二次粒子による反応 $(p, x'n)$ と (n, p) が同じ生成核を作る。二次粒子は、加速器のビームライン外からくるとして、off-line照射から推定したり、また同じ標的板のスタックのin-beamの照射を試みたが、十分な補正とはならないことが分かった。むしろ、実際の照射を目的反応の閾値以下で行って、ここでの二次反応量を測定し、より高い E_0 では、二次粒子スペクトルの測定値とp、nの反応の励起関数の測定値あるいはALICEコード計算を使って二次粒子の寄与を補正するという方法を開発できた。核破碎や核分裂では問題にならないが、 π^\pm 放出反応では数%～数10%に及ぶことが分かった。この補正の後、反応収率、

$$Y(E) = \int_0^{E_0} \sigma(k) \cdot N(E_0, k) dk / (1/E_0) \int_0^{E_0} k \cdot N(E_0, K) dk \dots\dots (2)$$

を $\sigma(k)$ に展開(unfold)してみた。但し、 $\sigma(k)$ はエネルギーkでの断面積 μb 、 $N(E_0, k)$ は最大エネルギー E_0 の制動放射線のエネルギーkでの光子数、 $Y(E_0)$ の単位は等価光子(equivalent quanta, eq.q.)当たりの断面積($\mu\text{b}/\text{eq.q.}$)である。ここで、制動放射線スペクトルにはL.I. Shiff(1951)のそれを仮定し、K. Tesch(1971)の方法に基づくLOUHI-82(J. T. Routti and J. V.

Sandberg, 1980) を用いた。結果の1部を Figs. 2 と3に例示する。Fig. 3では、 $^{51}\text{V}(\gamma, \pi^- 2n)^{49}\text{Cr}$ の $\sigma(k)$ を先行実験の結果と当時計算されていた理論値を併記しているが、我々の結果とは合わない。 ^{133}Cs では、驚いたことに $E_0 = 250 \sim 1050$ MeV の各 E_0 で $x = 0 \sim 9$ に相当する $^{133}\text{Ba} \sim ^{124}\text{Ba}$ の収率と励起関数が得られた。Y(E_0)で見ると、 ^{51}V では $x=0$ の ^{51}Cr から $x=3$ の ^{48}Cr へ急減するのに、 ^{133}Cs では $x=0 \sim 3$ で増加し、 $x \geq 4$ で緩やかに減少する (Fig. 5を参照)。因みに、 $^{133}\text{Cs}(\gamma, 2\pi^- xn)^{133-x}\text{La}$ は、 $E_0=600 \sim 1000$ MeV 照射で探索したが、2個の π^- 放出反応は検出限界以下と結論した。

それまで予備的であった $^{133}\text{Cs}(\gamma, \pi^+) ^{133}\text{Xe}$ に加えて、 $^{41}\text{K}(\gamma, \pi^+) ^{41}\text{Ar}$ 、 $^{87}\text{Rb}(\gamma, \pi^+) ^{87}\text{Kr}$ 、 $^{137}\text{I}(\gamma, \pi^- xn)^{137-x}\text{Xe}$ 、 $x=0, 2, 4, 5$ 及び6、更に核破碎の $^{133}\text{Cs}(\gamma, pxn)^{132-x}\text{Xe}$ 、 $x=1, 3, 5, 7, 9, 10$ 及び11、 $^{139}\text{La}(\gamma, 3pxn)^{136-x}\text{Xe}$ 、 $x=7, 9, 11, 13, 14$ 及び15を狙って希ガス測定を工夫し、反応の系統性を追求した (大浦泰嗣, 1995年博論)。ここで、反応収率 Y(E_0) の A_t に関する変化をみるには、反応の共鳴性から、k についての積分値

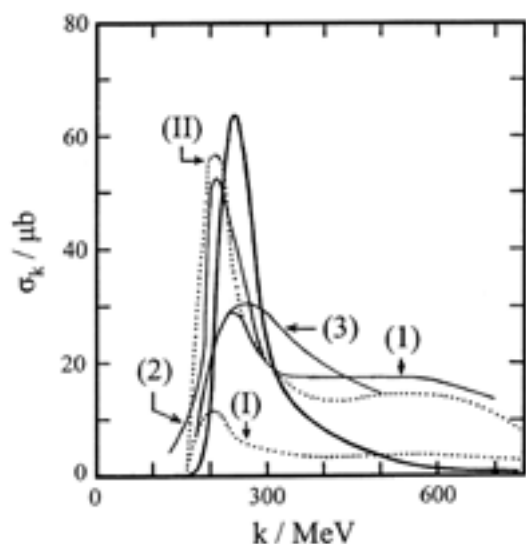


Fig. 3 $^{51}\text{V}(\gamma, \pi^- 2n)^{49}\text{Cr}$ の励起関数。太い実線は Fig. 2 の $(^{49}\text{Cr})_{\pi^-}$ を LOUHI-82 コードで unfolding した。細い実線 (1)、(2)、(3) は文献値。点線 (I) は表面反応、(II) は体積反応に基づく計算値。K. Sakamoto et al, Nucl.Phys., A501, 693(1989) より。

$\int_0^{E_0} \sigma(k) dk$ をみればよく、unfolding なしの Y(E_0) で議論できることが分かった。更に標的核種を増して、軽核では非破壊、中重・重核では化学分離で実験データを蓄積したところ、次のような結果に至った。

5.1 (γ, π^\pm) 収率の A_t 及び E_0 依存性

Fig. 4に、(γ, π^\pm) 反応の収率を $E_0=800, 400$ 及び 250 MeV について標的質量数 A_t の関数として示す (大きい印は我々、小さい印は文献値)。 $E_0 = 400$ と 250 MeV では PICA 計算値 (点線: $1 \sim 4 \times 10^6$ 入射) も示した。軽核の ^7Li , ^{11}B , ^{12}C , ^{14}N を除き、(γ, π^-) の収率は ^{44}Ca より重い標的核で一定となり、(γ, π^+) 収率は ^{27}Al より重い

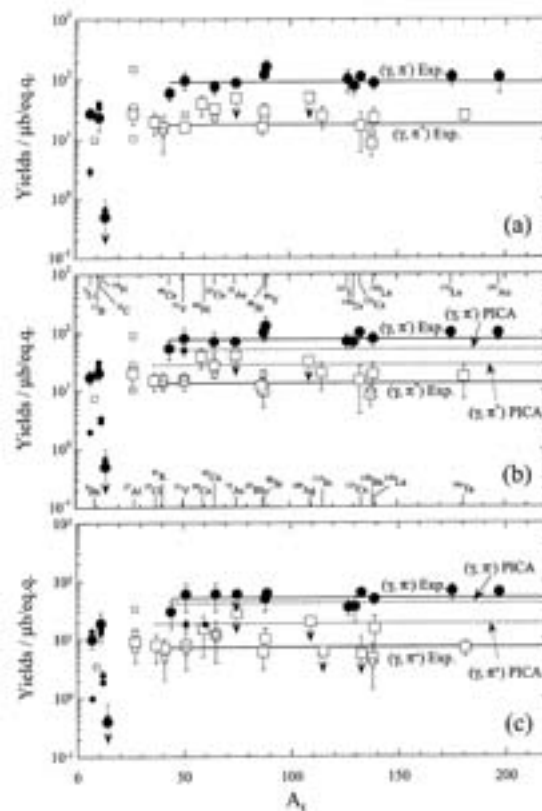


Fig. 4 (γ, π^\pm) 反応の収率の標的質量、 A_t 依存性。(a) $E_0 = 800$ MeV, (b) $E_0 = 400$ MeV, (c) $E_0 = 250$ MeV。黒丸は (γ, π^-) 収率、白角は (γ, π^+) 収率。大きい印は筆者らの測定値、小さい印は文献値。下向き矢印付きは二次反応補正なしの値。(b) の上横軸は (γ, π^-) の標的核を、下横軸には (γ, π^+) の標的核を示す。水平の実線は実験値の平均値、点線は PICA コードによる計算値の平均値。K. Sakamoto et al, Phys. Rev., C59, 1497 (1999) より。

ところで一定となる。軽核では、生成核の中性子結合エネルギー以下での転移許容準位が1~2個 (^{11}C では10個) しかないためであろう。 $A \geq 40$ では統計的に有意の準位密度があり、PICAも一定性を示す。しかし、収率比 $Y(\gamma, \pi^-)/Y(\gamma, \pi^+)$ は $E_0 = 800 \sim 400$ MeVの実験値は $5.6(\pm 1.0)$ であるのに、PICAは $E_0 = 400$ MeVで $1.8(\pm 0.3)$ と小さい。この理由について、PICAは核内p、n密度比を標的核のそれ、 $(N/Z)_t$ で一様としているが、我々は核表面近傍の中性子密度が高いためと考えた。 π^\pm の生成は、 $\gamma + n \rightarrow \Delta^0 \rightarrow p + \pi^-$ 、 $\gamma + p \rightarrow \Delta^+ \rightarrow n + \pi^+$ であり、生成した π^\pm は二核子メカニズムの要請により、 $\pi^- + pp$ 、または $\pi^- + pn$ 、 $\pi^+ + np$ 、または $\pi^+ + nn$ の過程で吸収を受けるので、表面近傍で中性子密度が高ければ、 π^- 生成 $>$ π^+ 生成、吸収は、 $\pi^+ > \pi^-$ となり、 π^- 放出が優勢となる。 π^\pm 生成・吸収が核表面で起こるとしても反応収率は $A_t^{2/3}$ には比例せず、また A_t と無関係である。これは、次項で述べる $(\gamma, \pi^- xn)$ との競争、 π^\pm に続く中性子放出の容易さに関係しているであろう。

5.2 $(\gamma, \pi^- xn)$ 反応収率の特徴

先に触れた ^{51}V と ^{133}Cs のこのタイプの反応の収率は、放出中性子数 x に関して大きく違った。その後に蓄積の $^{51}\text{V} \sim ^{209}\text{Bi}$ の標的12種について $E_0 = 800, 400$ 及び 250 MeV の結果を Fig. 5 に示す。前二の E_0 では殆ど同じであるが後者よりは大きく、また、 A_t が大きくなるとその違いは大きくなる。特に、 $A_t = 127 \sim 209$ では大きい x のところで違いは顕著になる。上の5.1で示した (γ, π^-) 、 $x=0$ の収率は、どの標的でも等しく、 $E_0 = 400$ MeV で $78 \mu\text{b}/\text{eq.q.}$ 、 $E_0 = 250$ MeV で $51 \mu\text{b}/\text{eq.q.}$ と読める (Fig. 4)。Fig. 5 の同位体収率曲線の特徴を、曲線の幅として数値化し、標的核の $(N/Z)_t$ の関数としたのが Fig. 6 である。幅は、 $x=0$ と同じ収率となる x の値と定義した。因みに、 A_t や N_t をパラメータにすると、 ^{51}V と ^{59}Co が逆転する。放出中性子数の多い反応の収率は重核ほど大きい。同位体収率曲線の幅も $(N/Z)_t$ が大きくなると拡大する。しかし、その拡大率は単純でなく、 $(N/Z)_t = 1.32 \sim 1.40$ ($^{109}\text{Ag} \sim ^{115}\text{In}$) 及び $(N/Z)_t = 1.49 \sim 1.52$ ($^{197}\text{Au} \sim ^{209}\text{Bi}$) で変曲する。また、

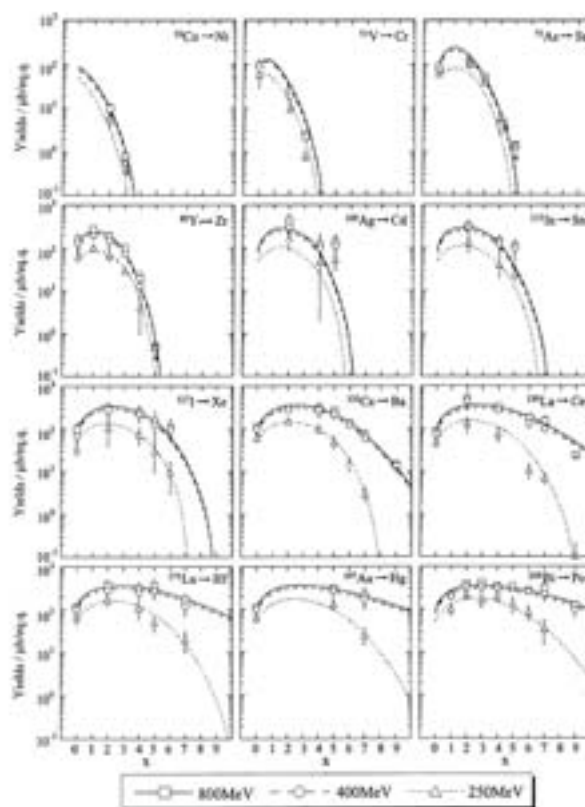


Fig. 5 $(\gamma, \pi^- xn)$ 反応の収率の放出中性子数、 x 、による変化。白角(実線)は $E_0=800$ MeV、白丸(破線)は $E_0=400$ MeV、三角印(点線)は $E_0=250$ MeV。K. Sakamoto et al., Phys. Rev., C59, 1497 (1999) より。

最大収率となる x も幅と同様の変化を示す。これは、“核媒質効果”の現れと考えられる。

そこで、Fig.7に同じ x の反応の収率を $(N/Z)_t$ の関数としてプロットし、PICAの改良版 PICA3/GEMと比較した。いずれも、 x 及び $(N/Z)_t$ に関してきれいな系統的变化を示す。どのコードも、 (γ, π^+) で過剰、 (γ, π^-) で過少評価する。一方、PICAは $x=1, 2$ で再現性は良いが、大きい x で不一致、PICA3/GEMは $x=0 \sim 2$ で過少、 $x \geq 3$ で良い一致を示す。PICA98で見ると、 $x \geq 1$ で全般的に再現性が優れている。PICA98以降は核媒質効果が考慮されている。

6. 軽核生成反応、fragmentation

1950年代より、中重・重核の高エネルギー(0.1~数 GeV)の陽子核反応で、 $A \leq 40$ の生成核が異常に(核破碎の傾向と比べて)高い断面積を示

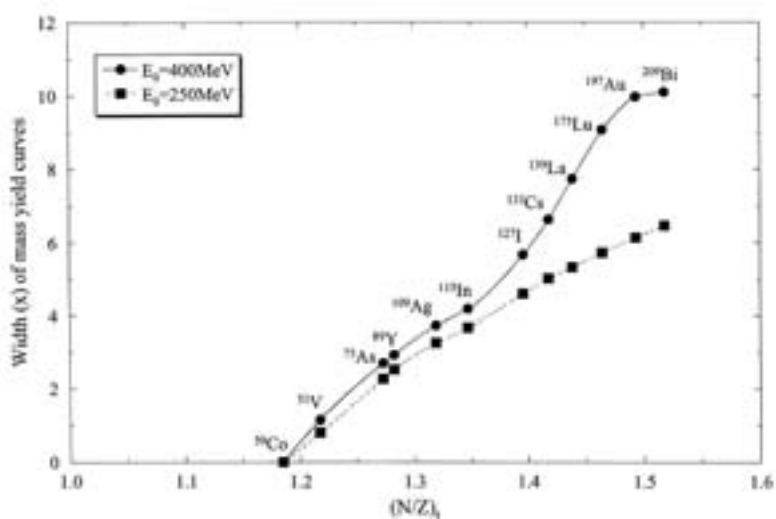


Fig. 6 $(\gamma, \pi^- xn)$ 反応の収率曲線 (Fig. 5) の幅と標的核の中性子数・陽子数の比 $(N/Z)_t$ との関係。黒丸は $E_0=400$ MeV, 黒角は $E_0=250$ MeV。幅は、 $E_0=400$ MeV で $78 \mu\text{b}/\text{eq.q.}$, $E_0=250$ MeV で $51 \mu\text{b}/\text{eq.q.}$ となる $(\gamma, \pi^- xn)$ 反応の x の値と定義。K. Sakamoto et al., Phys. Rev., C59, 1497 (1999) より。

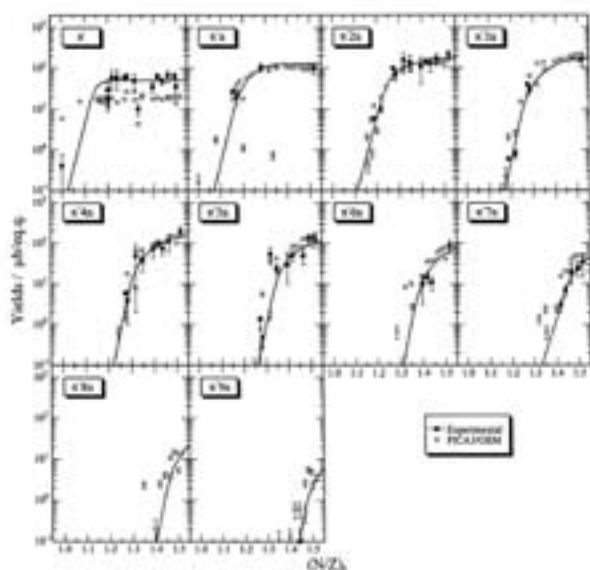


Fig. 7 $(\gamma, \pi^- xn)$ 反応の収率 (黒角印) と標的核の中性子数・陽子数の比、 $(N/Z)_t$ との関係。白丸は PICA3/GEM による計算[6]。PICA との比較は、K. Sakamoto et al., Phys. Rev., C59, 1497 (1999) より。

し、カスケード・蒸発モデルでは説明できず、むしろカスケード過程で励起核からこのような核片が放出されるとして“fragmentation”と呼ばれてきた (R. Wolfgang et al., 1956)。その後、

^7Be , ^{11}C , ^{18}F , ^{24}Na , ^{28}Mg 等が多様な標的について、陽子、中性子、光子などの反応で調べられてきた。これら軽核生成断面積は、 $A_t=50 \sim 100$ までは A_t の増加とともに指数関数的に減じ、 A_t がこれより大きくなると低エネルギーで徐減、高エネルギーでは増加に転じる。メカニズムについては fragmentation の他に“核分裂”や“核破碎の残留”などが言われてきた。一方、 ^{223}Ra からの ^{14}C 放出 (H. J. Rose and G. A. Jones, 1984) の発見は、多くの“クラスター放射能”の実験や理論的研究を呼んだ。このサブバリアーの現象は高エネルギー反応とはエネルギー面で大きく異なるが、原子核のクラスター構造の視点から興味

を呼んだ。

我々は、 $E_0 = 250 \sim 1200$ MeV で 100 MeV 毎に、 $^{\text{nat}}\text{B} \sim ^{197}\text{Au}$ の 23 標的を照射して $^7,^{10}\text{Be}$, $^{22,24}\text{Na}$, ^{28}Mg , ^{39}Cl , $^{43 \sim 48}\text{Sc}$, ^{59}Fe , $^{56 \sim 60}\text{Co}$ を分離・測定し、陽子反応の文献値とも比較しながら、核破碎と fragmentation の弁別に成功した。松村 宏 (1999 年博論) は、これを 400 MeV- $n, -\alpha$ の反応へ拡張し、これらの業績に対して本学会 2005 年奨励賞を授与され、その概要を本誌に紹介した [9]。ここでは、要点のみ記しておく：(i) $Y(E_0)$ vs. A_t の関係は、 $Y(A_t) = a \exp(bA_t) + c \exp(dA_t)$ の形の明確な二成分に分かれ、右辺の第一項は核破碎、第二項は fragmentation, に弁別・分離できることを見出した。係数 $a \sim d$ は、 E_0 及び生成核による。軽標的からは前者が優勢し、そしてそれは (1) 式で再現できること、また、重標的からは後者が優勢することがわかった。更に、 ^7Be , ^{22}Na の様な中性子欠損核の生成は A_t の増大と共に漸減するのに対し、 ^{10}Be , ^{24}Na の様な中性子過剰核の生成は漸増する。(ii) そこで、fragmentation 成分の $^{10}\text{Be}/^7\text{Be}$, $^{24}\text{Na}/^{22}\text{Na}$, $^{28}\text{Mg}/^{24}\text{Na}$ の $(N/Z)_t$ との関係を見ると、それらの比は指数関数的に増加し、生成核の組成 (N/Z) は標的核の組成 $(N/Z)_t$ を反映し、励起核からの

中性子放出に伴って様々な軽核様クラスターが形成し、核外放出が起こる。(iii) 400 MeV-陽子反応と $E_0 \geq 400 \sim 600$ MeV の光子反応の $Y(A_i)$ の形は似ている。(iv) ^{24}Na の前方・後方反跳の動力的解析(下記の7節)は(ii)の結果を支持する。

7. 光核分裂

1980年代中頃、我々は、Au箔をポリエチレン箔で挟み、その12組を重ねて $E_0 = 600 \sim 900$ MeV の4つの E_0 で照射し、ポリエチレン箔のみを纏めて γ 線測定を行い、質量収率分布を求めた。1990年代後半になって、AuとBi板をそれぞれマイラー箔で挟み、その20~40組を重ねて減圧ポリ袋に封入して照射し、前・後別に集めたマイラー箔と標的の γ 線測定を行った。反応収率の低い核種の検出のために、Au標的からK、Fe、Ni、Zn、Ga、As、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Ag及びBaを、Bi標的からはFe、Ga、As、Br、Sr、Y、Zr、Nb、Ag、I及びBaを化学分離した。この際、 ^{27}Al 、 $^{\text{nat}}\text{V}$ 、 $^{\text{nat}}\text{Cu}$ 、 ^{93}Nb 、 $^{\text{nat}}\text{Ag}$ 及び $^{\text{nat}}\text{Ta}$ 標的についても同様の実験を行った。これらの測定から、それぞれ反応収率分布の特徴を抽出するとともに、前方・後方への反跳平均飛程を調べて4節の“核破碎”で述べた $E_0 \geq 600$ MeV での limiting の確認や2節の”序論“で述べた光子核吸収過程(ii)~(iv)の弁別が出来た。更に、L. Winsberg (1978) のカスケード・蒸発の二段階速度ベクトル法による動力的解析を行い、カスケード過程で与えられる中間生成核のビームに平行な速度や反跳核の最終運動エネルギーを求めて詳しい核過程の考察ができた。この研究結果に対し、羽場 宏光(1999年博論)は本学会2001年度奨励賞を授与され、その概要は本誌に既採済[10]であるのでこれ以上の詳細はそこに譲る。

8. エピローグ

以上のように、中高エネルギー光核反応の放射化学的にはかなり詳しく調べることが出来て、今では、既知とされてきたハドロン反応が物足りない感じがします。光核反応は、近年、Mainz(~800 MeV)、Frascati(~1200 MeV)、Yerevan(~2600 MeV)、Thomas Jefferson(~3800 MeV)で

単色光子を使った報告が出始めました。光子強度は $10^7/\text{sec}$ 程度であるので化学で使えるのはもう少し先かも知れません。近年の相対論的超高エネルギー重イオン(158A GeV-Pb)の衝突で、衝突粒子が標的核荷電の移行($\Delta Z=+1$)を受ける現象が見出され、標的核周辺部との電磁氣的相互作用の重要性が指摘されています。 (γ, π^-x) の働きが考えられます。放射化学の身近な応用は、核理研グループ(榎本和義氏、現KEK,ら)の光量子放射化分析があります。我々も、核理研及び京大原子炉の電子線ライナックで幾つかの開発的研究を試みました(宮本ユタカ、1998年博論)。中性子放射化も合わせて、妨害反応の綿密な検討の必要性を痛感しました。

この光核反応の20年ほどの実験を通じて、どのマシンタイムでも予定実験はすべて完遂できました。3施設のマシングループのすべての皆さん及び課題採択委員会に感謝を申し上げる次第です。

文献

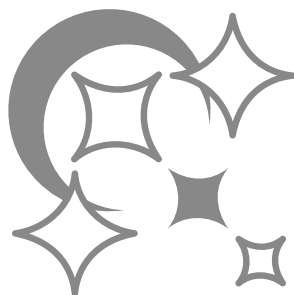
- [1] 田中重男、坂本浩、榎本道子、東大核研報告INS-TCH-9(1964); 宇宙線研究、**10**, 588 (1965).
- [2] S. Tanaka, K. Sakamoto and J. Takagi, *Nucl. Instr. Methods*, **56**, 319 (1967).
- [3] S. Tanaka, K. Sakamoto, J. Takagi and M. Tsuchimoto, *J. Geophys. Res.*, **73**, 3303 (1968); W. Hampel, J. Takagi, K. Sakamoto and S. Tanaka, *ibid.*, **80**, 3757(1975); S. Shibata, Y. Okuda, K. Takamiya, Y. Oki, T. Sasaki, H. Matsuzaki and K. Sakamoto, *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, **7**, 33 (2006).
- [4] 坂本浩、“田無における放射線と放射化学研究活動の記録”、高エネルギー加速器研究機構田無分室 放射線管理室、pp.39. (2000).
- [5] K. Sakamoto, “Terrestrial Rare Gases”, *Adv. Earth Planet. Sci.* (Cent.Acad.Publ.Japan), Vol.3, p.137 (1978); K. Sakamoto, “*Proc.16th International Cosmic Ray Conf. (Kyoto)*”, Vol.2, Paper No. OG. 12, 324 (1979).
- [6] K. Sakamoto, *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, **4**, pp.A9 (2003).
- [7] 坂本浩、“放射化学研究50年のあゆみ”、第

2 章 2.1.2 原子核反応の核化学的研究 (日本放射化学会、2005).

[8] S. G. Mashnik, M. I. Baznat, K. K. Gudima, A. J. Sierk and R. E. Prael, *J. Nucl. Radiochem.*, **6**, A1 (2005).

[9] 松村宏、放射化学ニュース、第 16 号、9 (2006).

[10] 羽場宏光、*ibid.*, 第 6 号、10 (2002).



特集 (2008-2009 年度学会賞・奨励賞)

奨励賞 (日本放射化学会学会賞選考委員会)

池田 篤史氏 (日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門博士研究員)

國分 陽子氏 (日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門研究員)

いけだ あつし
池田 篤史氏

所属：日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門博士研究員

受賞題目：放射光 X 線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明

池田篤史氏はこれまでに、電気化学や各種分光法を組み合わせ、各種水溶液・非水溶液系/各酸化数におけるウラン (U) やネプツニウム (Np) をはじめとしたアクチノイドの溶存錯体の化学種分布・構造同定に関する研究を実施してきた。例えば、U の炭酸溶液中における化学種に関する情報は、地層処分時の核種移行挙動の評価等に非常に重要であるが、再酸化や不均化反応のために不安定である U(IV) や U(V) の溶存炭酸錯体に関する報告例がほとんどない。そこで池田氏は化学的に安定な U(VI) に加え、今まで安定化が困難であった U(IV) や U(V) の炭酸溶液試料を電気化学的に調製できる条件を見だし、その溶存錯体の構造を X 線吸収分光法と量子力学計算法を用いて同定することに成功した。その結果、U(IV) は $[U^{IV}(CO_3)_5]^{6-}$ 、U(V/VI) は $[UO_2(CO_3)_3]^{n-}$ ($n=5$ (U(V)、4(U(VI))) という溶存錯体を形成していること、U(VI)→U(V) の還元反応は錯体構造の変化は伴わないが、中心 U の電荷現象に伴い結合距離が伸びること、U(IV) の溶存錯体は結晶化しても構造変化を起こさないこと等が明らかになった。また、硝酸溶液中におけるアクチノイドの溶存化学種に関する情報は、再処理関連分野の基礎・応用研究にとって重要な知見である。そこで候補者は紫外可視・近赤外吸収分光法、X 線吸収分光法、及び量子化学計算法を用いて、過塩素酸・硝酸溶液中での U(IV/VI) と Np(IV/VI) の溶存化学種を同定し、酸化数や溶媒組成の変化に伴う溶存錯体の構造変化や、U-Np 間の溶存錯

体の比較等に関する検討を行っている。その結果、過塩素酸溶液中では U, Np は $[An^{IV}(H_2O)_{9-10}]^{4+}$ や $[An^{V/VI}O_2(H_2O)_5]^{m+}$ といった純水和錯体を主に形成していること、硝酸濃度の増加に伴い硝酸イオンが二座で配位した溶存錯体が形成されること等が明らかになった。

このように、池田氏はこれまでに電気化学や X 線吸収分光等の複数の研究手段を駆使したアクチノイドの各種溶液中・各酸化数での溶液化学種に関する包括的な研究を実施し、今まで明確でなかった溶存錯体の構造を次々と明らかにしてきた。これらの研究はアクチノイドの分離現象や地球化学的振る舞い等を理解する上で必要不可欠な基礎的知見を提供しており、また放射化学の分野における先駆的研究に位置づけられる。更に発表論文は引用件数等の高い著名雑誌に多く掲載されており、31 歳という年齢を考えるとこの成果は驚嘆に値する。

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。

こくぶ ようこ
國分 陽子氏

所属：日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門研究員

受賞題目：環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究

國分陽子氏はこれまでに、環境試料中に極微量含まれる核物質の同位体比に関わる分析法を確立し、長崎原爆に由来する環境中の Pu の特定及び保障措置のための環境試料分析技術の向上において成果を挙げた。

長崎原爆によって放出された Pu は世界で最も

古く人為的に環境中に放出されたものの一つであり、放出起源が明らかであるために、その挙動の解明は数十年間の環境動態に関する知見を与える。しかし、現在環境中には、1945年以降に行われた核実験由来 Pu も蓄積し、長崎原爆由来の成分を解析するためには、核実験由来の成分と区別して検討する必要がある。候補者は、放出起源の情報が得られる $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比に注目し、環境試料中に含まれる原爆由来 Pu の特定を試みた。黒い雨が降ったと言われる西山貯水池堆積物及び爆心地周辺の土壌の分析では、 $10^{-7} \sim 10^{-11}\text{g}$ レベルの Pu の同位体比を測定し、原爆由来 Pu の特定に成功した。これらの分析結果から、爆発直後から現在に至るまで過去 60 年に貯水池に流れ込んだ原爆由来 Pu の蓄積量を見積り、これまでに報告された以上に原爆由来 Pu が爆心地から東側に蓄積していることを明らかにした。

また國分氏はこれまで開発した極微量核物質の同位体比分析法を保障措置環境試料分析への応用も試みた。現在依頼される試料は、原子力施設内の構造物や装置をスマイヤした綿布であるが、原子力施設外で採取される土壌、水、植物なども想定される。國分氏が長崎原爆由来の Pu を特定する為に確立した分析法は、これら想定されている試料の分析への対応を可能とするものである。また、

國分氏は国及び IAEA から分析依頼された試料の分析に従事するとともに、その分析の際生じた分析手法の不具合を解決するため、不純物による U 同位体比測定の影響を排除する新たな化学分離法の開発や、今後更に分析の需要が高まる表面電離型質量分析装置を用いた粒子状核物質の同位体比測定の開発も行っており、より有効な保障措置環境試料分析のための技術開発に貢献してきた。

このように、國分氏は長崎原爆由来 Pu の研究では環境中に放出された Pu の痕跡を同位体比測定法により明らかにし、その分布解明において新たな展開を図った功績は大きい。保障措置環境試料分析においても、妨害元素を排除する観点から、極微量核物質の化学分離法の改善や極微細核物質粒子を対象とした同位体比測定法の確立などの新たな課題に挑戦し、着実な成果が得られつつある。國分氏は極微量核物質の同位体分析という精緻で細心な高度技術が要求される研究に真摯に取り組んでおり、我が国における環境放射能および分析化学に関わる研究の発展にとって大変貴重な人材である。

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紹介



放射光 X 線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明

池田 篤史 (独立行政法人日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門放射光科学研究ユニット)

使用済み核燃料再処理プロセスにおける溶媒抽出工程や高レベル放射性廃棄物の地層処分時における地下水中での核種移行現象等、核燃料サイクルに関連した様々な化学現象の多くは“溶液系”において進行する。溶液系における核種の化学挙動は、その核種が当該溶液中で形成している化学種と密接に関係しているため、溶液系での化学現象のより詳細な理解・解明には、対象溶液系において対象核種が形成する溶存化学種の同定が必要不可欠である。特にアクチノイド (An) は、使用済み核燃料や放射性廃棄物の主構成要素である事から、アクチノイドの溶存化学種に関する情報は、核燃料サイクルに関連した基礎・応用研究にとって重要な基礎的知見として位置付けられる。

これまでのアクチノイドの溶存化学種に関する研究は、溶解度や安定度定数の決定等、熱力学的研究が主であった。これらの研究によって得られた熱力学パラメーターを利用すると、pH や共存イオン濃度等、溶液組成が変化した場合の化学種分布の変化を詳細に推定することが出来る。しかしながら、これらの知見には化学種の構造、即ち錯体構造に関する情報は含まれていない。溶解度や錯形成特性等、溶液系における核種の化学特性は、その錯体構造と密接に関係している。したがって、アクチノイド溶存化学種の錯体構造を解明することは、溶液系におけるアクチノイドの諸化学特性を理解する上で非常に重要な課題である。

溶存化学種の錯体構造を研究する手法としては、これまで核磁気共鳴や紫外・可視・赤外吸収等の分光法が用いられてきたが、これらの分光法には測定可能元素や試料形態に様々な制約があり、また、得られる構造情報も間接的なものであった。そこで本研究では、溶存化学種の錯体構造

を直接同定する手法として、放射光を利用した X 線吸収分光法に着目した。X 線吸収分光法は、試料形態を問わずに目的元素周囲の局所構造 (配位数や配位距離) のみを選択的に同定する手法として、近年様々な研究分野に応用されている分光法である。この手法を用いて、溶媒組成や価数が変化した場合のアクチノイドの溶存化学種構造の変化を見だし、溶液系におけるアクチノイドの錯体化学特性に関する系統的且つ包括的な知見を得た。以下に代表的な結果として、水溶液系における純水和錯体、及び炭酸錯体に関する結果を紹介する。

純水和錯体は、水溶液系における最も基本的な化学種として重要である。アクチノイドの純水和錯体としては、An(III) 及び An(IV) は球状イオンの水和錯体 $[\text{An}(\text{H}_2\text{O})_x]^{m+}$ を、An(V) 及び An(VI) はアクチニル構造 (AnO_2^{n+}) を有した水和錯体 $[\text{AnO}_2(\text{H}_2\text{O})_y]^{n+}$ を形成することが知られていたが、その水和数 ($N_{\text{H}_2\text{O}}$) に関しては様々な議論があった。本研究では、過塩素酸水溶液中における Th、U、及び Np の純水和錯体を X 線吸収分光法で同定した。その結果、Th(IV) の $N_{\text{H}_2\text{O}}$ は 10 ~ 11 であるが、U(IV) 及び Np(IV) は Th(IV) も少ない $N_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \sim 10$ である事が示唆された [1, 2]。Wilson 等が実施した高エネルギー X 線散乱測定 [3] の結果、Th(IV) の純水和錯体は $[\text{Th}(\text{H}_2\text{O})_{10}]^{4+}$ である可能性が非常に高い事を考慮すると、Th(IV) の $N_{\text{H}_2\text{O}}$ は 10 が支配的、U(IV) 以降の An(IV) は $N_{\text{H}_2\text{O}} = 9$ 以下の水和錯体を主に形成していると考えられる。一方、U(VI) 及び Np(V, VI) は、全て 5 水和錯体 $[\text{AnO}_2(\text{H}_2\text{O})_5]^{n+}$ を主に形成していることが示唆された [1, 2]。又、高アルカリ水溶液 ($\text{pH} > 13$) 中では Np は VII 価としても安定化し、その溶存化学種は水和錯体では無く、水酸化物錯体 $[\text{NpO}_4(\text{OH})_2]^{3-}$ であることも明らかになった [4]。

炭酸イオン (CO_3^{2-}) は地下水中に豊富に含まれており、そのアクチノイドに対する親和性は非常に高い。そのため、アクチノイドの炭酸錯体は、放射性廃棄物の地層処分時における核種移行挙動の評価研究等において重要な化学種の一つである。本研究では、U(IV, V, VI) 及び Np(IV, V, VI) が炭酸水溶液中において溶存化学種として

安定化する条件を検討し、その溶存錯体の構造を同定した。その結果、U(IV) 及び Np(IV) は pH = 8 付近の中性領域で安定な溶存炭酸錯体 $[\text{An}(\text{CO}_3)_5]^{6-}$ (図1中の左の構造) を形成していること [5]、U(V, VI) 及び Np(V, VI) は pH = 12 付近において三炭酸錯体 $[\text{AnO}_2(\text{CO}_3)_3]^{1-}$ (図1中の右の構造) として溶存していること [4, 6] 等が明らかになった。さらに、アクチノイド炭酸錯体における各原子間距離の系列内 (Th · U · Np · Pu) 比較も実施した。その結果、 $[\text{An}^{\text{IV}}(\text{CO}_3)_5]^{6-}$ における An(IV) と二座配位炭酸イオンの配位酸素との距離 (An-O(CO₃))、及び $[\text{An}^{\text{V, VI}}\text{O}_2(\text{CO}_3)_3]^{1-}$ における An(V, VI) と Actinyl 酸素との距離 (An-O_{ax}) は、原子番号の増加に伴い、アクチノイド収縮によるイオン半径の減少にともなって減少するが、 $[\text{An}^{\text{V, VI}}\text{O}_2(\text{CO}_3)_3]^{1-}$ における An(V, VI) と配位炭酸イオンの距離 (An-O_{eq}(CO₃)) は、中心金属の価数が同じであれば、アクチノイドの種類によらずほぼ一定であることがわかった。これらの結果は、アクチノイドと炭酸イオンの錯形成においては静電的相互作用が支配的であり、f 電子を利用した共有結合的な特徴は少ないことを示唆している。

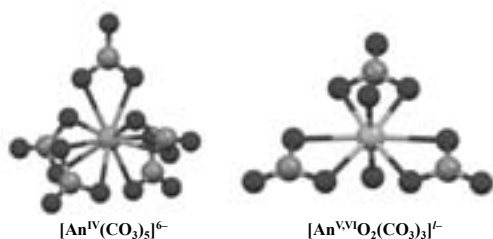


図1. An(IV, V, VI) 炭酸錯体の構造

参考文献

- [1] A. Ikeda-Ohno, C. Hennig, S. Tsushima, A. C. Scheinost, G. Bernhard, T. Yaita, *Inorg. Chem.*, **48**, 7201–7210 (2009).
- [2] A. Ikeda-Ohno, C. Hennig, A. Rossberg, H. Funke, A. C. Scheinost, G. Bernhard, T. Yaita, *Inorg. Chem.*, **47**, 8294–8305 (2008).
- [3] R. E. Wilson, S. Skanthakumar, P. C. Burns, L. Soderholm, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **46**, 8043–8045 (2007).
- [4] A. Ikeda-Ohno, S. Tsushima, K. Takao, A. Rossberg, H. Funke, A. C. Scheinost, G. Bernhard, T. Yaita, C. Hennig, *Inorg. Chem.*, **48**, 11779–11787 (2009).
- [5] C. Hennig, A. Ikeda-Ohno, F. Emmerling, W. Kraus, G. Bernhard, *Dalton Trans.*, accepted.
- [6] A. Ikeda, C. Hennig, S. Tsushima, K. Takao, Y. Ikeda, A. C. Scheinost, G. Bernhard, *Inorg. Chem.*, **46**, 4212–4219 (2007).



環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究

國分(齋藤)陽子 (日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学部門)

核物質であるウラン及びプルトニウムはそれぞれ数種の同位体が知られている。その組成は生成過程や用途によって異なるため、それらの同位体比が分かれば起源を特定できる重要な手がかりを得ることになる。本研究では、環境試料中に極微量含まれる核物質の同位体比に注目し、堆積物や土壌中のプルトニウムの同位体比測定結果による長崎原爆由来プルトニウムの特定及び、保障措置環境試料分析のための同位体比分析技術の開発を試みた。

長崎原爆によって放出されたプルトニウムは世界で最も古く人為的に環境中に放出されたものの一つであり、その放出起源が明らかであるため、その挙動の解明は数十年間の環境動態に関する知見を与える。しかし、現在環境中には、1945年以降に行われた核実験由来のプルトニウムも蓄積し、長崎原爆由来の成分を解析するためには、核実験由来の成分と区別して検討する必要がある。これまで長崎原爆由来のプルトニウムに関する研究は多く行われてきた。原爆由来の成分を特定するために $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 比等の放射能比が用いられてきたが、ダイナミックレンジが狭く判断が困難な場合があった。そこで、放出起源の情報が得られる $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比を用いて原爆由来成分と核

実験由来成分を区別し、原爆由来プルトニウムの特定を試みた。まず、黒い雨が降ったとされる長崎市西山貯水池から採取した堆積物に記録された長崎原爆由来のプルトニウム及び核分裂生成物である ^{137}Cs の蓄積を時系列に沿って解析した (図1)。原爆由来プルトニウム及び ^{137}Cs が原爆直後一気に流れ込んだ様子や、その後に核実験起因のプルトニウム及び ^{137}Cs が蓄積した様子が観察された。また、今もなお原爆由来のプルトニウムが流入していることが明らかとなった [1, 2]。次に、西山貯水池を含む爆心地周辺の表層土壌に蓄積する原爆由来のプルトニウムの地理的分布の調査を行い、西山地区以外で採取された土壌中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は、日本の他県で検出される値と同程度であったが、核実験由来のプルトニウムより低い $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比が、島原半島、さらに熊本県でも検出された。したがって、長崎原爆由来のプルトニウムが爆心地より東2 km から約100 km までの範囲に蓄積していることがわかり、これまで報告されていた以上に原爆由来プルトニウムが

爆心地から東側に蓄積していることを明らかにした [3-5]。

日本原子力研究開発機構では、保障措置環境試料分析法の開発及び国、国際原子力機関 (IAEA) から依頼された試料の分析を行っている。保障措置環境試料分析は、IAEA により保障措置の強化・効率化策として導入され、試料全体を化学処理して、その中に含まれる核物質の量や同位体比を測定するバルク分析と試料中から核物質を含む粒子を見つけ出し、粒子一個一個についてその同位体比を測定するパーティクル分析が行われている。これまでバルク分析の依頼分析に従事しながら、その分析の際生じた分析手法の不具合を解決するため、不純物によるウラン同位体比測定の妨害を排除する新たな化学分離法の開発や分析中に外部から混入する天然ウランや不純物の低減方法について検討した [6, 7]。また、パーティクル分析技術の開発では、近年、今後利用の拡大が予想されるプルトニウムやMOX から生成する粒子の分析法開発が重要な課題となってきている。これに対応するため、表面電離型質量分析装置を用いたプルトニウム及びウラン・プルトニウム混合酸化物を含む粒子状核物質のプルトニウムやウランの各同位体比測定法の開発も行った。

本研究は日本原子力研究開発機構 環境・原子力微量分析研究グループ及び高度環境分析研究棟スタッフ、また共同研究を行った大阪市立大学、近畿大学、長崎大学、さらに多くの協力者に支えられてとりまとめることができた。御指導、御協力いただいたすべての方に心より御礼申し上げます。

- [1] Y. Saito-Kokubu et al., "Plutonium isotopes derived from Nagasaki atomic bomb in the sediment of Nishiyama reservoir at Nagasaki, Japan", *Appl. Radiat. Isot.*, **65**, 465-468 (2007).
- [2] Y. Saito-Kokubu et al., "Depositional records of plutonium and ^{137}Cs released from Nagasaki atomic bomb in sediment of Nishiyama reservoir at Nagasaki", *J. Environ. Radioact.*, **99**, 211-217 (2008).
- [3] Y. Saito-Kokubu et al., "Distribution of plutonium isotopes and ^{137}Cs found in the

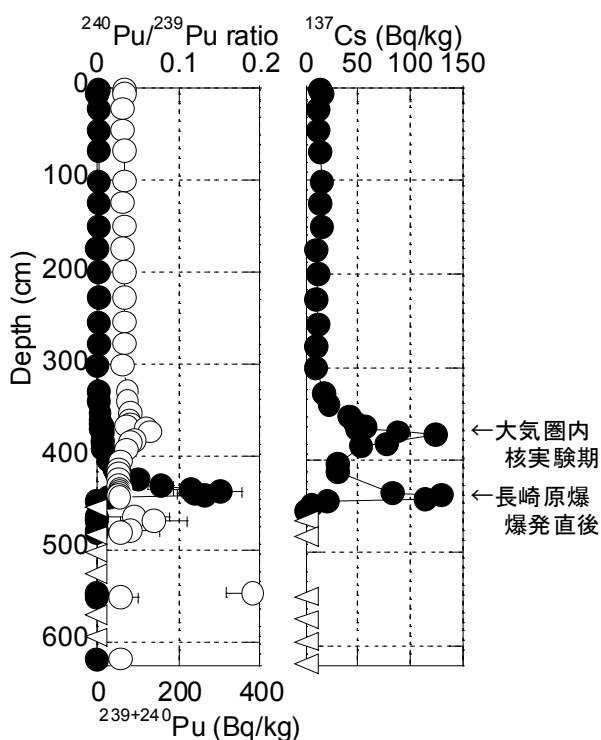


図1 西山貯水池堆積物中の $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度、 ^{137}Cs 濃度

* ▽: 検出限界以下の濃度を示す。

- surface soils of Nagasaki, Japan”, *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **50**, 11-17 (2007).
- [4] Y. Saito-Kokubu et al., “Geographical distribution of plutonium derived from Nagasaki atomic bomb in the eastern area of Nagasaki”, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **273**, 183-186 (2007).
- [5] 國分(齋藤)陽子ら、“長崎及び熊本地方に飛散した長崎原爆由来のプルトニウム分布”、*Proceedings of the seventh workshop on Environmental Radioactivity (KEK Proceedings 2006-5)*, p.36-40 (2006).
- [6] S. Usuda, K. Yasuda, Y. S. Kokubu et al., “Challenge to ultra-trace analytical techniques of nuclear materials in environmental samples for safeguards at JAERI: methodologies for physical and chemical form estimation”, *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, **86**, 663-675 (2006).
- [7] 國分(齋藤)陽子ら、“環境試料中の極微量核物質同位体比測定を妨害する汚染源の低減”、*Proceedings of the tenth workshop on Environmental Radioactivity (KEK Proceedings 2009-8)*, p.151-155 (2009).



時過ぎて

久米三四郎さんを偲んで—核化学事初め

古川 路明

核化学者、久米三四郎さん

久米三四郎さんが、2009年8月31日に亡くなられました。享年83歳でした。

久米さんは「反原発派の知恵袋」と受け取られていますが、私の知る久米さんは真面目な大学人でした。核化学の研究に取り組んだ化学者の生き方的一端をお伝えようと思っています。

久米さんは、1947年3月に阪大理学部化学科を卒業して、同学部で化学の教育研究に従事し、1989年3月に停年退職されました。

戦後の原子核研究の状況

敗戦後、占領軍は日本の原子核関連の実験的研究を禁止しました。象徴的な出来事が、サイクロトロン機の廃棄です。理研にあった1基は東京湾に、阪大の1基は大阪湾に投棄されました。

1945年12月、阪大サイクロトロンが持ち出された時に、久米さんはその様子を見ていました。その場に立ち会った教官は理学部長の仁田勇先生だけだったと、久米さんは記憶していました¹⁾。仁田先生は、X線回折を用いる分子構造の研究で有名な化学者ですが、大切な実験装置がこのような扱いを受けることに心を痛めておられたようです。久米さんは「仁田勇先生。偉いですが、あの先生は。他の人はみんなどこかに逃げて、おらんのですものね。」と語っています¹⁾。私は、この時の衝撃が久米さんの人生観、科学観に大きく影響したであろうと考えています。

久米さんと出会った頃

私が、初めて久米さんにお会いしたのは、1958年3月でした。私が東京大学原子核研究所(核研)のサイクロトロンで加速した陽子を用いて核反応を研究し始めた時でした。久米さんに実験に参加していただきましたが、多くの面で力になっていただきました。当時は入手しにくかったクロムの

薄板を電着法でつくっていただきましたが、他にも助けていただいたことは多いのです。基礎を大切にする態度と慎重な仕事の進め方はきわだっていました。

「核化学グループ」の発足

1958年の内に、核研に化学者が集まって、核化学を志す化学者が集う場をつくろうという趣旨の相談をしたことがありました。

化学者が原子核を研究するのに抵抗を感じる人が多い時代でしたが、会の席上で提案者の田中重男さんの発言を強く支持したのは、久米さんと東大理学部の横山裕之さんでした。久米さんは核化学の発展に貢献した人の一人です。

久米さんを中心に1962年に始めた「核化学夏の学校」は、今年で49回を迎えます。

阪大放射化学グループの核反応研究

音清先生を中心とするグループは低エネルギー核反応の研究を進めました。その中で久米さんは重要な役割を果たしたと思います。多くの研究の中から、二つの研究を取り上げます。

図1に、 ^{107}Ag の α 粒子誘起核反応の励起関数²⁾を示します。この場合は、中性子のみを放出する反応が有力で、実験値は複合核モデルに基づく計算値とよく一致しています。 γ 線測定にNaI検出器しか使えない時代なので、銀・カドミウム・インジウムを分離して長時間測定をしなければならず、大変な労力が必要な実験でした。私は、核反応について考察する際に役立つ重要な研究成果として高く評価しています。

図2に、 ^{142}Ce の重陽子誘起核反応の励起関数³⁾を示します。(d, p)と(d, n)反応では、ストリッピング過程の寄与が目立っていますが、(d, 2n)反応の断面積は(d, n)反応のそれよりも大きく、重陽子による核反応においても複合核過程を経る

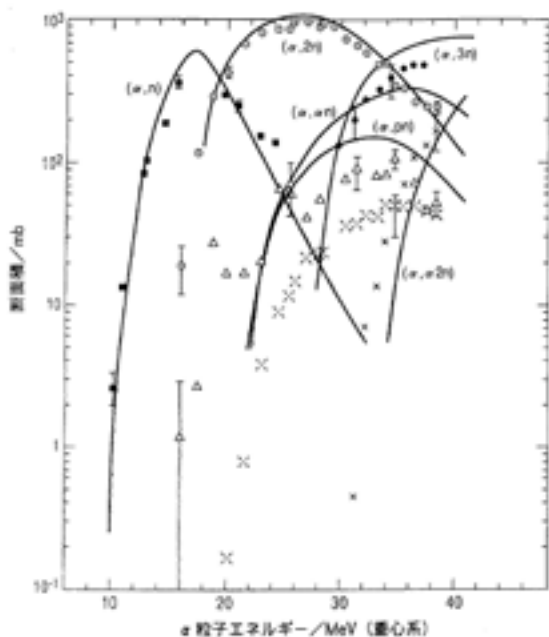


図1 ^{107}Ag の α 粒子誘起核反応の励起関数 (実践は統計理論に基づく計算値を示す)

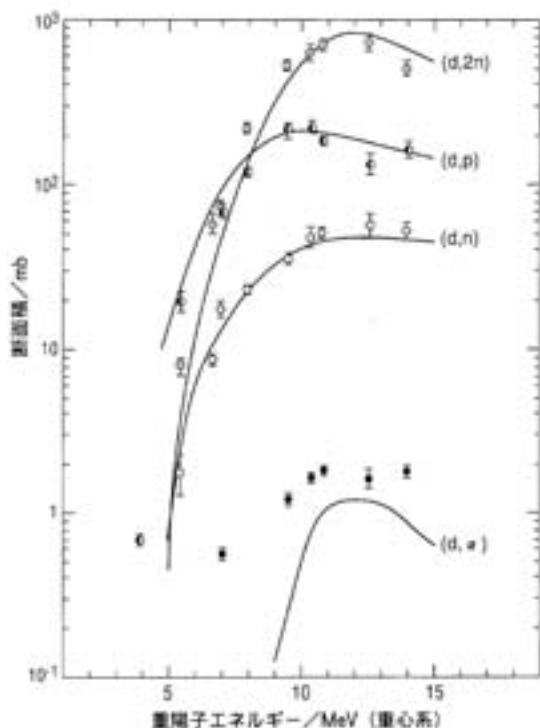


図2 ^{142}Ce の重陽子誘起核反応の励起関数 (実線³⁾ は直接過程の寄りも含めた理論的解析による計算値を示す)

核反応があることを示しています。この研究も非常に重要な成果です。

久米さんの「消滅処理」批判

1973年に、原子炉運転で発生する放射能を消せるとする「消滅処理」が話題になりました。久米さんはこの動きを許すことができず、第17回放射化学討論会で消滅処理批判の発表をしました。私は発表の準備段階で手伝いましたが、共同研究者にはなりません。「古ちゃんは、先を考えてやめといたら」という久米さんの暖かいお言葉に従ったのです。二つの討論会場の内の片方にはほとんどすべての人が来ていました。この問題に参加者の関心が高かったと考えています。

トリトンのサイクロトロン加速

1970年代初め、理研の野崎正さんから「サイクロでトリトンを加速するから来ないか」という連絡があって、喜んで出かけました。久米さんは、真空蒸着法でつくったマグネシウム・ターゲットを携えてはせ参りました。青山学院大木村幹さんにつくば大の関李紀さんも来ていました。

照射の間際になってトリチウム汚染が心配になって、次のような会話が合ったと思います。古川「大丈夫ですか」、久米「ヴァンデでの加速はあるが、サイクロについては知りません」

偶々数核のトリトン照射では、(t, p) 反応で ^{28}Mg (20.9時間) \rightarrow ^{28}Al (2.24分), ^{32}Si (160年) \rightarrow ^{32}P (14.26日), ^{42}Ar (32.9年) \rightarrow ^{42}K (12.36時間) などの特色のある核種が製造できます。

この時に集まったメンバーは個性的な人たちでした。サイクロの運転をしたのは唐沢孝さん。唐沢さんはPET診断法のためのRIを製造するための小型サイクロトロン開発に貢献した方で、以前に核研にいられたので、私は大変お世話になっています。大気内へのトリチウム放出を測定したのが、浜田達二先生。先生はタバコのピースの空き缶を持ってきたので、不思議だと思いました。古川「それ何ですか」、浜田「電離箱だよ。これで測ればいいよ。」この時はわからなかったのですが、今はそれでよかったです。

その日の実験は無事に終わりましたが、それ以後の実験はできませんでした。一回の照射による結

果なので不安はありましたが、「MgとAlのトリトンと α 粒子による ^{28}Mg の生成」として公表しています⁴⁾。久米さんは、陽子、重陽子、トリトンと α 粒子の照射について論文を書いています。このよう名化学者は多くはないと思います。

おわりに

放射化学・核化学の発展と原子力問題の分析に努力してこられた久米さんを失ったことは大変残念です。久米さんの遺志をついで新たな道を開くのが私たちの使命だと考えています。

謹んでご冥福をお祈りいたします。

- 1) 「反原発への道－久米三四郎さんに聞く」、1989年3月18日集会記録
- 2) S. Hukushima, S. Hayashi, S. Kume, H. Okamura, K. Otozai, K. Sakamoto, Y. Yoshizawa, *Nucl. Phys.*, **41**, 275 (1963)
- 3) K. Otozai, S. Kume, M. Koyama, T. Mitsuji, T. Nishi, I. Fujiwara, *Nucl. Phys.*, **81**, 322 (1966)
- 4) T. Nozaki, M. Furukawa, S. Kume, R. Seki, *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes*, **26**, 17 (1975)



*
*
*
*
*
*
*
*

放射化学討論会

2009 日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会報告

永井 尚生

(日本大学文理学部化学科)

2009 日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会は、日本放射化学会の主催、日本化学会・日本分析化学会・日本原子力学会・日本薬学会との共催で、2009年9月28日(月)～30日(水)の3日間の会期で、日本大学文理学部百周年記念館(東京都世田谷区)において開催された。日本大学における放射化学討論会の開催は初めてのことである。

運営のしやすさから会場を当学部キャンパス内にする方針で準備を進め、会期は当初、授業期間中を避け夏季休暇中に設定したが、他学会との日程重複の回避等の理由で、授業期間中の会期に変更した。日程変更ということでご迷惑をお掛けしたことが反省点として挙げられる。また、授業期間中のため教室が使用できないという制約が生じ、体育館と兼用の百周年記念館を使用することとなった。この施設は全体的にはかなりスペースに余裕があったが、2ヶ所の講演会場のうち、小さい方の会場の定員が63名と若干狭く、討論会



受付・休憩所・ポスター会場

初日は座れない人も出たため、急遽椅子を増やすことで対応した。受付・休憩所・ポスター会場はエントランスホールを全部使用し、かなり余裕のあるスペースとなった。参加登録者数は招待者を除き197(予約147)とやや少なく、内訳は会員122(85)、非会員9(6)、学生会員44(39)、学生非会員22(17)であった。

講演は例年通りの9分野と委員会企画セッションに分けて募集を行った。分野間の講演申込件数の差は大きく、最も多かったのが、「核化学、原子核プローブの化学、環境放射能」の3分野、次いで「放射化分析、同位体化学、アクチノイド化学、宇宙・地球化学」はその半分以下の件数、さらに「核エネルギー・バックエンド化学、医学・薬学・生物学におけるRI利用」は非常に少なかった。

参加・講演申込、要旨提出などは、前年度までと同様に全てインターネット経由で行った。プログラム編成については、最近の討論会では口頭発表重視という方向性が打ち出されており、本討論会もこれに従い、可能な限り口頭発表の件数を増やすという方針でプログラム編成を行った。その結果、口頭発表は依頼講演等を含み75件と、ポスター発表40件の2倍近くとなった。また、本年は日本放射化学会発足10周年という節目の年にあたることから、日本放射化学会から10周年記念セッションが提案された。これに加えて昨年の第52回放射化学討論会において設けられた、実行委員会企画セッションを今年も継続させたため、2つの特別セッションが設けられることとなった。

口頭発表の方法はパワーポイント使用を標準とし、原則として講演用のファイルは事前に受付用PCに保存する方式を採用したが、Macintosh利用者などを対象とし、自分のノートPCの使用も受け付けた。討論会参加者はパワーポイントの使用あるいは事前ファイル受付などにはかなり慣れ

てきていると思われ、口頭発表はほぼ順調に進行し、大きなトラブルは生じなかった。なお、OHPによる発表は学会賞受賞講演の1件のみであった。一般講演は例年通り発表15分質疑応答5分で行った。また休憩時間を原則的に15分と長くし、講演者の交替時のタイムロスを見込んだプログラムとした。大部分のセッションでは、大幅な遅れがなく、スケジュール通りに進行した。ポスター発表は件数があまり多くなく、会場のスペースに余裕があったため、交替なしで原則的に会期中3日間通して掲示し、コアタイムを2回行うというプログラムにした。休憩スペースとポスター会場が一緒であったので、休憩時にお茶を飲みながらポスターを眺めることも可能であった。

討論会1日目の午前中は2会場で、原子核プローブの化学と核化学の一般講演からスタートし、昼休みに原子核プローブと α 放射体・環境放射能の分科会が開かれた。午後はポスター発表の1回目のコアタイムの後、委員会企画の加速器質量分析(AMS)特別セッションと一般講演のアクチノイド化学・原子核プローブの化学と続いた。夜は、若手の会、ジャーナルおよびニュース編集委員会が開かれた。

AMS特別セッションは、委員会企画の特別セッションであり、依頼講演4件と一般講演10件により構成され、依頼講演は、「加速器質量分析と地球環境における同位体システム」松崎浩之氏(東大院工)、「加速器質量分析(AMS)によるCl-36の測定とその応用」笹公和氏(筑波大応用加速器)、「I-129のAMS分析とその環境化学および地球化学研究への応用」村松康行氏(学習院大理)、「考古研究と ^{14}C :現状とこれからの課題」今村峯雄氏(国立歴史民俗博物館)であり、新規の極微量核種分析法として開発されて約30年経過したAMSの現況、特に日本における状況と最新の研究動向についての紹介が行われた。

2日目は終日1会場で行われた。午前中は日本放射化学会10周年企画特別セッション、昼はポスター発表の2回目のコアタイム、午後は総会、学会賞受賞講演が行われた。

日本放射化学会10周年企画特別セッションは、今後の放射化学の方向性についての議論を主眼とし、前半は現状の把握という観点から、柴田徳思

氏(J-PARCセンター)、田中知氏(東大院工)両氏により、特別講演「放射線の利用-現状とその将来」、「原子力開発-現状とその将来」が行われ、後半は幅広い分野の若手研究者による問題提起という位置付けで、7件の依頼講演、「超重元素の化学-反跳核分離装置を用いた新たな展開-」羽場宏光氏(理研仁科セ)、「J-PARC MUSEでのミュオン利用の展開」二宮和彦氏(原子力機構)、「放射光を用いたアクチノイド元素の溶存化学種の解明」池田篤史氏(原子力機構)、「金属錯体におけるメスバウアースペクトルの応用」速水真也氏(熊本大院自然科学)、「廃棄物処分および再処理の基礎研究と放射化学」桐島陽氏(東北大多元物質科学研)、「環境放射能研究-現状と今後の展望」柿内秀樹氏(環境科学技術研究所環境動態)、「核医学と放射化学の学際領域-核医学治療の最前線-」鷺山幸信氏(金沢大医薬保健)が行われた。

日本放射化学会総会、奨励賞・学会賞の授賞式に引き続き、まず奨励賞受賞講演「環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究」國分陽子氏(原子力機構)、および「放射光X線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明」池田篤史氏(原子力機構)、そして学会賞受賞講演「中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究」坂本浩氏(金沢大名誉教授)が行われた。

懇親会は受賞講演終了後直ちに学生食堂に移動して開催された。懇親会参加者数は招待者を除き89(予約72)で、内訳は一般74(59)、学生13(13)であり、学生の参加者が少なかった。懇親会においても10周年記念行事が行われ、学会発足当初から賛助会員であった団体に対する感謝状の贈呈式が行われた。乾杯の音頭は若干異例ではあったが、学会賞を受賞された坂本浩氏にお願いした。懇親会の最後には来年の第54回放射化学討論会について、担当する大阪大学からのアナウンスが行われた。

3日目は再び2会場に分かれて放射化分析・地球宇宙化学・環境放射能と核化学の一般講演が午後まで行われた。また、昼休みには放射化分析と核化学の分科会が開かれている。全講演終了後に、ポスター会場において若手優秀賞の授賞式が行

れた。

若手優秀賞は学生のみを対象とし、口頭発表から、1B06「104番元素 Rf の化学的性質に向けた TIOA、TTA 逆相クロマトグラフィーの研究」荒木幹生（金沢大院自然）、3A05「ユレライト隕石中の微量希土類元素の放射化学的中性子放射化分析による定量」栗飯原はるか（首都大院理工学）、3B04「中間エネルギー領域の Cu、Nb 中性子核反応断面積測定 (II)」尾本隆志（阪大理）の3名、ポスター発表からは 1P09「広島原爆フォールアウト ^{236}U の探索」川合健太（金沢大 LLRL）が選ばれ、賞状と副賞のマグカップが贈られた。賞の審査は座長、理事などの方々に依頼し、分野（会場）毎に、一定数以上の評価を得た者のうちから、5段階評価の平均点の比較により選出した。

第53回放射化学討論会の報告は以上であるが、最後に、参加者各位の協力により、本討論会を盛会のうち無事に終えることができたことに実行委員会を代表して感謝の意を表したい。



若手優秀賞副賞のマグカップ

2010 日本放射化学会年会・第54回放射化学討論会のご案内

篠原 厚

(大阪大学大学院理学研究科)

本年の秋、第54回の放射化学討論会を大阪大学の大学院理学研究科とラジオアイソトープ総合センターでお世話をさせて頂くことになりましたので、その概要をお知らせいたします。

昨年、日本大学の永井先生のお世話のもと、日本放射化学会設立10周年を記念する第53回放射化学討論会が成功裡に行われました。その際に、柴田会長により、次の10年に向けた放射化学会の方向性が打ち出され、その中で、放射化学討論会における新しい試みとして「公募セッション」の設置が提案されました。

今回の討論会では、そのご提案を受け入れ、手探りではありますが、かなり新しい形の討論会を企画しつつあります。順調に進めば、2月中旬に会員の皆様に公募セッションのコールを行い、4月末辺りに2-3件の公募セッションを決定する予定です。このセッションでは、提案者の裁量(責任)でかなり自由に企画・実施することが可能となります。各分野(分科会)の重点研究領域や最近のトピックス的な話題、他分野との連携など、色々なコンセプトのセッションが考えられると思います。会員諸氏の積極的な提案・参画を期待しているところです。

なお、今回の阪大での討論会は、第35回に馬場宏先生が世話人を務められて以来で、19年ぶりになります。前回は豊中キャンパス内で行いましたが、今回は吹田キャンパス(下図参照)で行うことになり少しご不便をおかけしますが、よろしく申し上げます。実施体制は、ラジオアイソトープ総合センターの斎藤直先生に副委員長をお努め頂き、私の研究室スタッフに加え、京大原子炉などの数名の先生(プログラム委員)にもご協力頂く形で進めたく思っています。

今回は、新しい試みが加わることにより、プログラム構成自身はかなり変更されますので、各分科会や若手の会などのサブ組織のイベントにも影響が及ぶかと思えます。よろしくご理解ご協力をお願い出来ればと思っています。以下に、第54

回放射化学討論会の概要を示します。

多くの皆様の参加と積極的な発表・討論を期待しております。

2010 日本放射化学会年会・第 54 回放射化学討論会

期日：平成 22 年 9 月 27 日（月）～ 29 日（水）

場所：大阪大学・銀杏会館（吹田キャンパス内）

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2

内容：一般口頭発表、公募セッション、ポスターセッション、学会賞・奨励賞受賞講演、各種分科会、若手の会、懇親会

実施：大阪大学大学院理学研究科、ラジオアイソトープ総合センター

（HPは学会ホームページよりリンク済み）

大阪大学・銀杏会館（討論会場）へのアクセス

・大阪モノレール彩都線・阪大病院前下車 徒歩約10分

・JR茨木駅、もしくは北大阪急行千里中央駅からバス「阪大病院・阪大本部前行」で阪大本部前下車 徒歩約5分

学会HP：URL=<http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/shinohara/rc54/>

討論会場：URL=<http://www.office.med.osaka-u.ac.jp/icho/icho-jp.html>

施設だより

SPring-8 における原子力機構専用ビームラインおよび RI 実験棟

矢板 毅 (日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 放射光科学研究ユニット)

1. SPring-8 の概要

SPring-8 (Super Photon ring-8 GeV に由来) は、兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる第三世代大型放射光施設で、欧州放射光施設 (ESRF, 7 GeV) および米国アルゴンヌ国立研究所放射光施設 (APS, 6 GeV) とならぶ世界三大放射光施設の一つであり、その中でも最高輝度を発生する放射光施設である。SPring-8 は、昭和 63 年に日本原子力研究所 (旧称) および理化学研究所の共同チームにより建設され、平成 9 年にファーストビームを確認して以来、旧原研、理研、高輝度光科学研究センター (JASRI) の三者体制で運営してきた。平成 17 年の原子力機構発足と同時に同機構は SPring-8 の運営から離脱、理研、JASRI の 2 者体制による運営に移行し、現在に至る。原子力機構は、現在 SPring-8 の 4 本の専用ビームラインおよび同サイト内に放射光物性棟 (居室および通常の実験室) を所有し、これらの施設を利用して物質の構造物性および材料に関する機能解明・創製研究などを中心に研究展開している。SPring-8 は国内外の産学官の研究者等に開かれた共同利用施設であり、平成 9 年より放射光を大学、公的研究機関や企業等のユーザーに提供しており、課題申請が採択されれば、誰でも利用することが出来る施設となっている。以下に述べる原子力機構のような各専用ビームラインなども各担当組織の施設共用のシステム、共同研究などを通じて利用することが可能である。

2. 原子力機構専用ビームラインの概要

原子力機構は、現在 SPring-8 内に 4 つのビームライン (BL11XU, BL14BI, BL22XU, BL23SU, ただし BL: ビームライン、XU: 硬 X 線領域・アンジュレータを持つビームライン、SU: 軟 X 線領域・アンジュレータをそれぞれ意味する。) を

利用して研究を実施している。ビームラインの実験ステーション概観を図 1 に示した。以下にその概略を述べる。

BL11XU (量子ダイナミクスビームライン、図 1 a) は、核共鳴散乱実験、XAFS 構造解析、X 線非弾性散乱実験、結晶成長のその場観察などの研究をするために設計されたビームラインである。BL11XU は、アンジュレータによる高輝度ビームラインであり、Si(111) および (311) 結晶の高速交換が可能な液体窒素冷却型モノクロメータを有し、5~70 keV (強度は若干落ちるものの 130 keV 程度までは利用可能) なる範囲の X 線を取り出すことが出来る。ビームラインには、放射光の単色化などを行う輸送チャンネルとしての光学ステーションと、3 つの実験ステーションがある。第 1 の実験ステーションでは、neV の分解能を持つ分光システムと精密ゴニオメータや多軸ゴニオメータを用いる核共鳴非弾性散乱および放射光によるメスバウアースペクトルなどの測定が可能であるほか、アンジュレータ駆動とモノクロメータスキャンの同期による高輝度・高エネルギー X 線を利用した X 線吸収微細構造 (ID-EXAFS/XANES) およびモノクロメータの高速スキャンを利用した時間分解高速 XAFS 測定 (QXAFS) 実験を行うことができる。一連の XAFS 実験装置は、アクチノイドなど重元素の構造化学研究の一環としてランタノイドや白金族元素錯体の構造に関する研究などが実施されており、高レベル廃液処理に関する新しい知見を得る場所となっている。第 2 の実験ステーションには、エネルギー分解能 0.1~1 eV をもつ分光器をもちいる共鳴 X 線非弾性散乱 (RIXS) などの実験が可能であり、強相関電子系物質の物性研究などを行っている。第 3 の実験ステーションでは、分子線エピタキシー (MBE) 装置を備えた表面 X 線回折計を設置している。この装置は、III-V 族

半導体結晶成長の研究に特化した装置となっており、結晶成長過程のその場観察をすることができる。

BL14B1 (物質科学ビームライン、図1b) は、白色 X 線などを利用した高圧科学および表面科学研究に応用されている。BL14B1 ビームラインは、BL11XU とは異なり偏向電磁石によるビームラインであり、単色 X 線では 5 ~ 90 keV、白色 X 線では 5 ~ 150 keV の範囲の X 線を取り出すことが可能で、回折と XAFS 型分光において様々な実験に対応できるように設計されている。主要光学系は 2 枚の X 線全反射ミラーと定位置出射 2 結晶分光器で構成され、白色 X 線を使用した実験時には、これらの光学素子は完全に光軸上から取り除かれ、リングからの放射光を直接実験ステーションに取り出すことが出来る。輸送チャンネルにつづき、2 つの実験ステーションがある。第 1 番目の実験ステーションでは、キュービックアンビル型高温高圧発生装置とエネルギー分散型回折装置が設置されており、多様な回折実験が可能である。第 2 番目の実験ステーションでは、 κ 型多軸回折計が設置してあり、表面界面、触媒、誘電体、電池、ガラス等の様々な構造物性研究のための回折実験が可能となっている。また触媒反応追跡のためのツールとして白色光を利用した XAFS システム (DXAFS) が設置されている。この測定システムを用いれば、EXAFS 測定が ms オーダーで測定する事が出来るため、ある程度の速度の化学反応追跡を構造・電子状態の観点から行うことが出来る。

BL22XU (量子構造ビームライン、図1c) は、高圧下の物質科学と共鳴 X 線回折を用いた強相関電子系の研究を目的として設計され、最近では、

高エネルギー X 線を利用した残留応力分布測定も行っている。このビームラインは後述する RI 実験棟に延伸されており、国際規制物資および放射性物質を含む試料に関する実験が可能である。このビームラインは、BL11XU 同様にアンジュレータを用いる高輝度ビームラインであり、2 つのモノクロメータをタンデムに配置することで 3 ~ 70 keV (ただし強度が落ちるが 140 keV くらいまでは取り出し可能) までの広範囲の X 線が利用できるようになっている。このビームラインの 3keV という比較的低いエネルギー設定は、アクチノイドの $M_{4,5}$ 吸収端を意識したものである。実験ステーションは、BL11 および 14 が位置するのと同じホールに 2 つ、RI 棟に 1 つの計 3 つのステーションを有する。第 1, 2 番目の実験ステーションは、主にマルチアンビルプレスやダイヤモンドアンビルセルを用いる高温高圧実験に利用されている。後述する RI 棟の第 3 の実験ステーションでは BL11XU と同様に ID-XAFS、QXAFS などの実験が可能であり、密封放射性物質を用いるアクチノイド化学の研究に利用されている。また共鳴 X 線回折の実験装置も有しており、強相関電子系物質の物性研究や、新しい手法を用いる残留応力測定などが実施できるようになっている。

BL23SU (重元素科学ビームライン、図1d) は、軟 X 線 (0.5 ~ 3 keV) アンジュレータビームラインであり、表面化学、生物物理分光、固体物理の分野での利用研究が展開されている。これまで図1a~c のような実験ハッチはこの軟 X 線実験ステーションには存在しない。このビームラインも実験ホール及び RI 棟内の両方に設置されている。光源は、ツインヘリカル方式のアンジュレータで、5 つのキッカーマグネットを有するもので



図1 a-d. SPring-8 実験ホール内の 4 本の JAEA ビームライン概観

- a) BL11XU (挿入光源、硬 X 線); b) BL14B1 (偏向電磁石、硬 X 線); c) BL22XU (挿入光源、硬 X 線); d) BL23SU (挿入光源、軟 X 線) *BL22 と 23 については RI 棟実験ホールにも実験ステーションあり。

あり、スイッチングによって円偏光特性を瞬時に変更できるという特徴がある。実験ホール内には、表面科学反応を研究するための各種照射装置および光電子(XPS)などが設置してある。RI棟においては、角度分解光電子分光(ARPES)、磁気円二色性(XMCD)などの実験により、ウラン化合物のf軌道電子の振る舞いと物性との関連に関する研究が成されている。

3. RI 実験棟

放射化学会の会員であれば、放射性物質を含む物質のSPring-8での取り扱い興味を持たれることであろう。SPring-8では、ウラン、トリウムなどの国際規制物質は、固体試料(規定には無いが密封が条件)であるならば、全てのエリアで実験が可能である。もちろん規制値以下の固体密封試料であれば、SPring-8のどのビームラインにおいても放射性物質を含む実験も可能である。たとえば、近年の法例改正前までは、3.7 MBqまでのNp-237を含む試料であれば、Npについても実験が可能であった(現在は不可能)。ところでSPring-8には、リング棟の南側に、放射性同位元素(RI)試料を取り扱うことのできる実験施設(RI実験棟)がある(図2)。RI実験棟(延べ床面積1723 m²、鉄筋コンクリート造2階建)は、一般の実験ホールからは独立した建家として管理されている。世界における放射光施設としては、欧州共同体のESRF、米国のAPS、フランスのSOLEIL、ドイツのANKAなどがあるが、それらはビームラインあるいは実験ステーションを管理区域とするものであり、ビームライン3本を建家に延伸し、試料準備室を含むいわゆる“ホットラボ”として設計されているような規模の放射光施設は世界的にもSPring-8のものが例を見ないもので、基礎から原子力関連の応用研究・試験までをフォローできる潜在能力があると言える。建家の構成としては、1階は主に実験ホール、2階は機械室となっており、特に1階は実験ホール等の管理区域と非管理区域に区画され、非管理区域から管理区画へは更衣室を通り出入りする、通常の放射性物質取り扱いの施設と同様の仕組みになっている。実験ホールは3本のビームラインBL22XU、BL22B2、



図2 SPring-8のRI棟概観(左)および1階実験ホール内の様子(右)
*ただし、BL23SUは方向のみ記した。

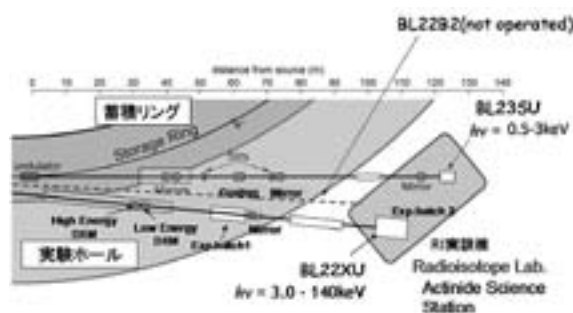


図3 RI棟のレイアウト
*図中点線のBL22B2ビームラインは、現在取り出し口のみ存在。

BL23SUが、リング等から伸張しているが、図3に示したように現在運用しているのは、BL22B2を除く2つのビームラインである。管理区域にはビームラインの他に試料調整室なども配置されている。試料調整室等には電源、給水(上水、工水)、圧縮空気を取り出せるようになっており、化学フード、グローブボックスなどのダクトの取り出し口も整備されている。排気について、管理区域は負圧管理を行い、性能の高いHEPAフィルターを設置してあり、給水はリング棟より分岐して上水、工水を供給される方式となっている。排水は独自の排水施設を有しており、実験排水と生活排水に分けて排水する仕組みとなっている。現在許認可上利用できる放射性物質は、溶液、固体を問わずTh、Uなど国際規制物質とTc-99(~160 MBq)、Np-237(~18.5 MBq)、Am-243(~204 MBq)、Cm-248(~3.6 MBq)などの密封放射性核種であり、放射性物質の密封方法は、JISに定められた等級試験に合格した密封手法に従うルールとなっている。

4. 今後の課題

以上 RI 棟の概要を記したが、施設としては非密封放射性物質の取り扱いが出来るレベルの設備を備えた施設であるが、現在は密封・非密封の法的区別のある放射性物質に関しては、許認可上密封試料のみの利用となっている。我が国の法令では、密封試料はすなわち1個体のチェックソースのような考え方があり、実験試料などを対象とした具体的な密封試料の考え方がない。従って、1個体（厳密には、線量、個数と密封方法の形状の規定）としての許認可が必要となる。しかしながら、実験によっては試料によって形状、線量などを申請通りにそろえにくい場合などがあり、必ずしも現実的でない。また、チェックソースを開封、再利用という概念も我が国の法令の中には存在しない。従って高価なアクチノイド核種なども再利用という道が開かれておらず、この問題も解決する必要がある。現在の法令の中で

は、いわゆる非密封の許認可を取得した上で、密封試料の運用する事が望まれるが、“非密封の使用許可”というキーワードが表に出た途端、許認可申請の交渉が先に進まない事などもあり、結果として我が国のこの分野の研究開発の大きなマイナスになる場合もあるようである。アメリカなどは、実験レベルの試料に関しては、2重密封の概念、クロスチェックなどの徹底で通常の試料と同じビームラインで実験が可能であるなど、基礎研究レベルの試料に関してはかなり合理的な考え方をしてもらえる。J-PARCやSPring-8など、最先端の大型研究施設での研究は、他の研究分野のみならず放射性物質を扱う放射化学の研究分野においても大変重要な位置づけになりつつあるわけであり、研究機関などの限定は必要かもしれないが、研究目的の密封線源作成・開封など関する考え方を法令の中に組み込むような方向性が不可欠なのではないかと考える今日この頃である。

談話室・コラム

義務教育における原子力・放射線教育

中條 悟 (信州大学大学院 教育学研究科 理科教育専修)

はじめに

文部科学省は平成20年に学習指導要領の改訂版を発行したが、そこには中学校理科の学習内容として放射線の利用に関するものが示された。

中学校学習指導要領解説の理科編第2章では、エネルギー資源に関する学習の一環として、従来からあった「人間が水力、火力、原子力など多様な方法でエネルギーを得ていることをエネルギー資源の特性と関連させながら理解させるとともに、エネルギーを有効、安全に利用することの重要性を認識させる」という文章に加え、「原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる」と示されている。

義務教育の理科でこうした内容が示されたのは何十年ぶりかのことであり、平成23年度から完全実施となる。これに向けて授業内容を検討するための研究授業を行った。

研究授業の構想

原子力・放射線は危険なものではあるが、使い次第で我々の生活に役立つものであり、また実際に必要とされている。しかし、多くの人はそうしたことを学ぶ機会がなく、放射線と聞くと「よく分からないが、とにかく危険なもの」「厚い壁の奥に閉じ込めて、わずかたりとも漏れ出してはならないもの」といったとらえ方をしている場合がほとんどである。

こうした現状と、今回の学習指導要領改訂を受けて、「原子力・放射線は普通の生活をしている人にも大きく関係するものである」「原子力・放射線は使い次第で有益なものにも害をもたらすものにもなる」という2点を理解させることを目標とし、研究授業を行った。

研究授業の実施方法

- (1) 実施期間：平成21年11月25日～30日
- (2) 対象生徒：長野市内N中学校3年F組
- (3) 実施計画（全3時間）

第1時間目

内容：パワーポイントを用いたプレゼンテーション

原子力・放射線が役立っている例として、原子力発電では二酸化炭素が出ないことや、レントゲン撮影やガン治療など医療現場で放射線が使われていることを扱う。

ねらい：原子力・放射線は、使い方次第で、人の命を奪うものにも救うものにもなるし、環境を破壊するものにも守るものにもなることを理解させる。

第2時間目

内容：生徒による調べ学習と意見交換

我々の身近で使われている放射線の例として、レントゲン撮影と火災報知器に関する資料を生徒たちに示す。

ねらい：放射線を利用する場合には、使う放射線の種類や量が決められていて、それを守らなければならないこと、また守って使えば害はないことを理解させる。

第3時間目

内容：霧箱による自然放射線の観察

放射線利用振興協会を通して購入した簡易型霧箱キットを組み立てて行う。

ねらい：我々の身近には常に放射線があり、その性質を利用して目に見えるようにしたり測定したりできることを理解させる。

研究授業実践の結果

対象生徒たちは、数ヶ月前に修学旅行へ行き、広島・長崎で原爆に関する平和学習を行ってきており、大変真剣に取り組んだ。紙面の都合上、詳

細は割愛するが、生徒の感想を2例、以下に掲載した。

- ・原子力は広島での平和学習からずっと怖いものだと思っていましたが、工夫して使用することによって私たちの生活をよりよいものにしてくれるものだと思います。
- ・放射線には種類があり、その特徴にあった使い方をされているということが一番興味深かった。また、私たちは毎日いろいろなものから放射線を浴びて生活していることがわかった。

おわりに

今回の研究授業を実施するにあたり、放射化学会の多くの先生方から貴重なアドバイスを頂いた。特に東北大学の関根 勉先生、三頭聡明先生、放射線医学総合研究所の田上恵子先生からは重要な資料を頂き、授業の質を高めることができた。この場を借りてお礼を申し上げたい。



研究集会だより

1. 第 48 回核化学夏の学校

羽場宏光 (理化学研究所 仁科加速器研究センター)

2009 年 8 月 9 日 - 12 日の日程で、日本放射化学会核化学分科会主催「第 48 回核化学夏の学校」が、箱根町にある四季の湯強羅静雲荘で開催されました。今回の学校は、一般 43 名、学生 17 名の合計 60 名の方にご参加いただきました。今回は、理研がお世話をさせていただいたこともあり、理研 RI ビームファクトリー (RIBF) の基幹プロジェクト研究の中から、低速不安定核ビームの生成やイオントラップの先端技術、これを利用した核物理学研究をテーマとして掲げました。講義題目と講師の先生方は、以下の通りです。

- ・「原子核構造と電子散乱」須田利美 (理研)
- ・「不安定核の電子散乱を実現する SCRIT 法」若杉昌徳 (理研)
- ・「中性子過剰核ビームによる重元素合成に向けた課題」篠塚 勉 (東北大)
- ・「イオントラップを用いた不安定核の精密光学分光」和田道治 (理研)

須田先生ならびに若杉先生には、不安定核の原子核構造を調べるための電子散乱実験と、これに必要な新技術 SCRIT (Self-Confining Radioactive Ion Target) 法についてご紹介いただきました。ウランの光核分裂によって生成する不安定核をオンライン同位体分離器 (ISOL) によって引き出し、電子蓄積リングにトラップし、リング中を周回する電子の不安定核標的による散乱から、不安定核の陽子分布を探るという世界初の試みです。篠塚先生には、超重元素の合成について、理論と実験の両サイドから、歴史的背景も踏まえて丁寧にご教授いただきました。若手研究者に向けて、「中性子過剰不安定核ビームによる超重元素探索を実現しよう！」という激励がありました。和田

先生には、超低速 RI ビーム生成装置 (SLOWRI: RF ion-guide for SLOW and trapped RI-beam) について解説をしていただきました。この装置は、RIBF で生成した高速の RI ビームをヘリウムガス中で停止させ、高周波イオンガイドとよばれる方法で外に取り出す仕掛けです。取り出された超低速の不安定核は、レーザー分光や TOF を用いた、核構造や質量などの精密測定に供されます。

研究発表としては、以下に挙げる 8 つの話題提供がありました。今回の学校は、原子核物理分野からの参加者が多く、異分野間の親交を深める良い機会となりました。

- ・「超重元素研究の現状」森田浩介 (理研)
- ・「金沢大学の超重元素研究の現状」荒木幹生 (金沢大)
- ・「ISOL を用いた短寿命中性子過剰核の研究」宮下裕次 (理研)
- ・「冷核融合反応による中性子欠損 Hs 同位体の合成および崩壊特性の研究」佐藤 望 (原子力機構)
- ・「Cf 標的を用いた核分光」浅井雅人
- ・「Post-Oarai: CERN ISOLDE の高分解能オンラインマスセパレーターによる ^{229m}Th のアルファ線測定」稲村 卓 (理研)
- ・「原子核の壊変定数に対する化学効果、 ^{90m}Nb と ^{99m}Tc の半減期測定」菊永英寿 (阪大)
- ・「六ヶ所村再処理工場のガラス固化体製造設備のトラブルについて」古川路明 (原子力資料情報室)

今回、上記の研究発表に加えて、参加者全員によるフリーポスターセッションを開催しました。夏の学校初の試みでしたが、お互いの仕事を気軽に知る上で良い企画であったように思います。

講義中は、不運にも静岡沖大地震や大型の台風 9 号に見舞われましたが、最終日のエクスカージョンのときは良く晴れ、大涌谷や芦ノ湖観光、

温泉巡りなど、箱根散策を大いに楽しむことができました。次回、第49回核化学夏の学校は、日本原子力機構先端基礎研究センターの永目諭一郎氏にお引き受けいただきました。今回以上の、大勢の方のご参加をお願いいたします。

最後に、今回の学校は、理研森田超重元素研究室の森田浩介、森本幸司、加治大哉、大関和貴、笠松良崇、工藤祐生ならびに住田貴之（敬称略）の方々にお世話いただきました。日本放射化学会ならびに理研仁科加速器研究センターからは、開催費の援助をいただきました。深く感謝いたします。



第48回核化学夏の学校フリーポスターセッションの様子。

2. APRORC2009 雑感

海老原充（首都大学東京）

第4回 APSORC が2009年11月30日から12月4日までの間、米国カリフォルニア州ナパ市において開催された。今回の APSORC（以下 APSORC2009 と略記する）は前回2005年に中国北京で開催された後を受けて開催されたもので、UC Berkeley - LBNL の Heino Nitsche 教授が実行委員長を務めた。会の概要やプログラム等は現在でも APSORC2009 の web site が開かれているので、そちらを参照して頂きたい（APSORC2009 の URL: <http://apsorc2009.berkeley.edu/index.html>）。APSORC はその名前の通りアジア・環太平洋の国々が主体となって開催する放射化学関連の国際会議であるが、第1回、第2回がそれぞれ1997年、2001年に熊本、福岡と日本で開催され、

第3回が前述の通り中国で開催された。このように、これまではアジア、しかも極東アジアと、地域的にかなり限定されて開催されてきたが、今回海を渡って米国での開催が実現し、後述するように成功裏に終わったことは APSORC の今後を展望すると、APSORC2009 の米国開催は大変意義深いことであった。

今回の会議の特徴を思いつくままに記すと、先ず欧州からの参加者の多かったことが挙げられる。会議の参加国は27ヶ国にのぼり、このうち約半数は欧州の国々である。参加人数は267人で、このうち99人が日本からの参加者で、開催地、米国からの参加者96人を僅かに上回る統計となった。参加人数の多い順に国名（及び登録者数）を列記すると、日本（99）、米国（96）、ドイツ（14）、中国（11）、韓国（5）の順で、この5ヶ国の参加者の合計が225人で、全参加者の約84%を占める。近年、各種国際学会への中国からの参加者がその経済力を背景として増加しているが、APSORC2009 でも同様の傾向が認められる。2つ目の特徴として、参加登録費の高いことが挙げられる。お昼時間やポスターセッション時に事実上食事が提供されたことを考えても割高感はない。通常、登録代に入っていることの多い excursion や banquet の参加費用も別途請求され、それはそれで明朗会計ではあるが、それならば全体の額を下げられなかったかとの思いは残る。それと関連して、学生料金の設定がないことも不満である。放射化学の教育について特別セッションやランチセミナーが設定されていたことを考えると、なおさらその思いが大きくなる。3つ目の特徴として（という表現で書く内容では無いかも知れないけれど）会として大成功だった点である。いくつかの要因を挙げる事が出来るかもしれないが、上述の通り、多くの国、特に欧州からの参加者が多かったことが挙げられる。これは主催者の努力に負うところ大である。また、これも主催者の功績と言うべきかも知れないが、会の運営（プログラム、各種セレモニー、会議場所等）が良かったことも指摘されて良いであろう。更に付け加えれば、多少手前味噌になるかも知れないけれど、日本からの参加者が多かったことも会の成功に大きく貢献していたと自負したい。登録数ばかりで

なく、発表の質もそれと同じくらい大きく貢献したことも主張したいところである。

このような APSORC2009 であったが、会期中、次回の開催地を議論する APSORC 国際委員会が最終日の夕刻に開催された。そこでの議論の結果、次回は 4 年後 (2013 年) に日本で開催することが正式に承認された。次回の開催地としてロシアが名乗りを挙げるのではないかと覚悟していたが、その意向は全く示されず、少々拍子抜けであった。APSORC2009 での日本人参加者に圧倒されたのか、あるいは日本開催を求める日本人委員の気迫に押されたのか、はたまた満を持して次回の開催を主張するのか、その理由はともかく、次回の日本開催が全会一致で決まったことは大変喜ばしいことである。

3. Migration 2009: 第 12 回 地圏におけるアクチニド元素と核分裂生成物の化学および移行挙動に関する国際会議 (12th International Conference on the Chemistry and Migration Behavior of Actinides and Fission Products in the Geosphere)

齊藤拓巳 (東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻)

第 12 回「地圏におけるアクチニド元素と核分裂生成物の化学および移行挙動に関する国際会議」(以下、Migration 2009) が、米国パシフィックノースウェスト国立研究所 (以下、PNNL) とワシントン州立大学の共催の下、2009 年 9 月 20 日から 25 日まで米国ワシントン州ケネウィック市で開催された。本会議は、放射性廃棄物地層処分の長期的性能評価に不可欠な地圏におけるアクチニド元素、核分裂生成物に関わる基礎化学、相互作用、移行、そして、それら地球化学プロセスのモデル化に関する最新の動向に焦点を当てた国際会議である。EU 諸国、米国、アジア諸国から、総勢 200 名以上にもおよぶ参加者があり、その背景も原子力分野に限らず、地球化学、無機化学、分析化学と多岐にわたる。日本からは、関連する研究所や大学から 24 名の研究者、学生の参加があった。

オープニングと基調講演に続き、以下の 3 つのセッションに関する口頭発表とポスター発表が行われ、活発な議論が交わされた。

- ・アクチニド元素と核分裂生成物の水化学
- ・放射性核種の移行挙動
- ・地球化学モデリング、輸送モデリング
- ・ハンフォード特別セッション

Migration 会議の伝統として、全ての講演が単一の会場で十分な時間 (招待講演 45 分、一般講演 25 分) を掛けて行われ、また、200 件以上のポスター発表に対しても十分な時間 (2 日間、計 6 時間) が割かれている。今回は米国開催ということもあり、米国国立研究所から参加者が多く、彼らのアクティビティの高さが垣間見られる発表が多数あった。特に印象に残った発表としては、ポスター賞を受賞した米国ノートルダム大学のグループによるウラニル過酸化物のナノクラスターに関する発表である。会議直前に著名な学術雑誌に掲載されたということもあり、ポスターの前に列ができるほどの盛況ぶりであった。フラーレン型の U60 クラスターの合成は既成概念に捕らわれない、画期的な成果であると言える。他には、アルゴンヌ国立研究所の Dr. Fenter らのグループによる固液界面を対象とした最新の X 線分光の成果に関する講演が特筆に値する。吸着によって放射性核種を保持する鉱物は廃棄物処分の天然バリア機能の点から重要であるが、同グループによる一連の成果は鉱物表面近傍の比較的長距離での吸着イオンの構造を明らかにし、反応のモデル化に貢献するものである。また、米国 PNNL のグループ、そして、ドイツ ミュンヘン工科大学のグループによる計算化学を用いたアクチニド元素の吸着反応に関する研究、特に、時間・空間スケールの異なる複数の計算手法を組み合わせた適用例は今後の研究の一つの方向性を示唆するものであると感じられた。

ケネウィック市はマンハッタン計画およびその後の冷戦期におけるプルトニウム製造のための原子炉、再処理施設が位置したハンフォードサイト近くに位置する。したがって、上述のハンフォード特別セッションは、その歴史的な意味、そして、米国最大級の放射性の土壤汚染サイトであるという事実から、非常に興味深いものであった。

米国エネルギー省は同サイトの汚染規模の評価および除染に75億ドル以上を費やしていることもあり、(悲しいことではあるが)実環境における放射性核種の化学・移行挙動を実測している貴重な発表がなされた。また、会議3日目には、エクスカッションとして、ハンフォードサイトの見学ツアーも企画された。広大な半砂漠状の敷地(約1,500 km²)にプルトニウム製造のための原子炉、再処理プラント等の跡地が点在しており、所々に見られる放射性物質による土壤汚染を示す立て札が事態の深刻さを物語っていた。マンハッタン計画時にプルトニウム製造に用いられた原子炉(B-reactor)は、現在、国定の歴史的建造物に指定されており、内部が一種の博物館として一般公開されている。核兵器開発に向けた当時の賑わいのみを訴えかける展示内容には、日本人として複雑な心境を抱かすにはいられないものであった。

会期終了後に、PNNLを見学する機会に恵まれたが、縦割りではない効率的な研究体制とアクティビティの高さを裏打ちする研究設備に驚かされると共に、我が国においても、限られた人的・物的研究資源を有効活用することの必要性を実感させられた。

5日間の内容の濃い会議は成功の内に終わり、次回の会議(Migration 2011)が中国北京で開催されるとの告知があった。アジア開催は1997年の仙台に続いて2回目である。我が国も、アジアの一員として、その存在感を示すべきであろう。

4. International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect (ICAME 2009)

(平成21年7月19日～24日、ウィーン(オーストリア))

山田康洋(東京理科大学)

平成21年7月、ウィーン工科大学でICAME 2009が開催された。ICAMEはメスバウアー分光法とその応用に関する会議であり、今回はその30回目にあたる。また、メスバウアー効果発見51周年、さらにはRudolf Mössbauerが80才になるなど、いろいろな意味で節目となる時期に開催

される会議であった。世界的な不景気の影響で企業からの経済的援助を得にくくなったために、経費節減に努力するという特色をもつ会議でもあった。開催期間を7月に設定して旅費を比較的安価とし、プロシーディングの発行をthe Conference Series of the Institute of Physicsに変更するなどの対策がとられた。しかし、内容的には全く問題無く、実り多い充実した会議となった。会議には38カ国から271名の参加者があり、その他同伴者は37名であった。最も参加者の多い国はドイツの39名で、次いでポーランド(25名)、ロシア(25名)となり、日本からは4番目に多い20名の参加者があった。物理と化学の研究者がおおよそ半分ずつ参加していた。20件の招待講演と、42件の口頭発表の他、ポスター発表が236件あり、長時間に渡って熱心な討論が行われた。この間IBAMEミーティングが3回行われた。日本からの招待講演は、瀬戸 誠(京大)による放射光核共鳴散乱法と、小林義男(理研)による加速器を用いた⁹⁹Ruと⁶¹Niのメスバウアー分光法であった。発表会場が一つだけで、パラレルセッションが無い場合、ゆったりと講演を聴くことが出来た様に思う。学会の運営にあたってホストのウィーン工科大のM. Reissner教授、H. Müller教授をはじめスタッフの活躍はもちろんのこと、学生達がゲストに心を配って積極的に運営に携わっている姿が頼もしく、また羨ましくもあった。主なテーマは新しい実験手法の開発、理論と方法論、生物・医学、化学、地球科学、工学、材料科学、ナノ構造、固体物理と磁性、動力学への応用である。第1日目夕方には核共鳴散乱の解説(tutorial)セッションが開かれ、あまりこの手法になじみの無い者にも概要を復習し、最近の動向を知る良い機会となった。最終日には鉄の関与する超伝導物質に関するマイクロシンポジウムが行われ7件の発表があった。メスバウアー分光法は様々な分野で応用される有効な分光手法であり、特に超伝導物質の研究では有効な手段となっていることを再認識した。また、核非弾性散乱と核弾性散乱の新しい手法が新たな展開を見せているほか、顕微メスバウアーの開発など新たな応用への展開が期待される。一方、ステーブンス(ノースカロライナ大)が運営しているMössbauer effect data centerの

存続が危ぶまれているとの報告があり、運営継続を希望する研究者の署名が集められる一幕もあった。

会場となったウィーン工科大学はウィーンの中心地にあるため、観光（もちろん会議の合間だけ）には絶好の場所であった。2日目の夕方には音楽の都らしく、ピアノコンサートが開催された。演奏者はウィーンに縁の深い吉田イツコさん（吉田豊氏夫人）であり、多くの参加者が感動し、心を癒した。また、3日目（中日）の午後にはエクスカーションのバスツアーがあり、ドナウ川畔の世界文化遺産であるワッハウ渓谷を訪れた。デュルンシュタインの聖堂参事会修道院を經由して、ゴトウィック修道院での酒宴が催された。文化的教養のない筆者にはこれ以上の解説はできないが、素晴らしい景色と料理を十分に堪能し、メスバウアーコミュニティーの親睦を深めた。さらに4日目の夜にはウィーン市庁舎で市長主催の晩餐会を楽しんだ。経費節減に努めたとはいえ、我々には十分に贅沢な思いをすることができる会議であった。全く時期を同じくしてウィーン大学では15th European Carbohydrate Symposium (eurocarb 15) が開催されており、空港やエクスカーションの最中に思いがけず分野の異なる化学関係者の知人と出会う人もいた。また、会場となったウィーン工科大の一階には”カフェ・シュレディンガー”という名のカフェがあり、名前につられて数回利用したが、シュレディンガーとは直接関連は無いのかもしれない。

次回の ICAME は東京で2011年9月25日から30日まで開催されることが決定した。写真は閉会式で、シンボルの小槌が次期主催者の吉田 豊教授（静岡理工科大）へ引き継がれるところ。



5. ISORD-5 に参加して

関本 俊（京都大学原子炉実験所）

ISORD-5 (The Fifth International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology「放射線安全と計測技術に関する国際シンポジウム」) が、2009年7月15-17日に、北九州国際会議場において開催された。プロシーディングスが J. Nucl. Sci. Technol. の別冊となるこの国際会議は、2001年から隔年で開催されており、参加者は主に日本、韓国、中国を中心としたアジア地域において、放射線工学を専門とする研究者である。会議のより詳細な内容は、日本原子力学会誌の2009年11月号の会議報告に記されている。

放射化学会の会員においては、KEKの榎本氏らにより、“Medical Care”のセッションで医療用の加速器から漏洩する中性子の分布の測定結果について、筑波大の木下氏により“Radiation Transport and Shielding”のセッションでKEKの12 GeV プロトンシンクロトロンターゲットとビームラインを取り囲むコンクリート遮蔽体に生成する放射能分布の測定とモンテカルロシミュレーションに関する講演等があった。尚、筆者らは、準単色の高エネルギー中性子による核反応断面積の測定結果（ターゲット：Y, Tb）を、“Radiation Transport and Shielding”のセッションで、ポスターにて報告した。

放射線工学の分野における会議ということ、遮蔽や放射線防護に関する話題が多くを占めると思われたが、それらのみならず、SF-ICP-MSを用いた海洋の $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 同位体比の分布に関する研究、同じくSF-ICP-MSを用いた海底堆積物中の ^{241}Am の測定に関する化学操作と測定技術の研究、黄砂と共に舞い上がった ^{137}Cs が全球的に拡散する様子のシミュレーションと実測など、地球科学の観点からも興味深い講演があった。全体的に、計測技術を生かした最新の結果を、何らかのシミュレーションとの比較、考察した話題が目立った。その他、ポスター会場においては、韓国のグループが、ND2010（核データに関する国際会議：2010年4月26-30日に韓国の済州島で開催）への参加募集を積極的に行っていた。

次回の ISORD は、2011年にマレーシアのランカウイ島で開催される予定である。

.....

情報プラザ

.....

1. International Nuclear Physics Conference 2010 (INPC2010)

会 期：2010 年 7 月 4 日～9 日
会 場：University of British Columbia,
Vancouver, Canada
会議ホームページ：<http://inpc2010.triumf.ca/>

電 話 (03) 6371-4004 / FAX (03) 6371-4102
E-mail : icem10@numo.or.jp
会議ホームページ：<http://www.jsme.or.jp/pes/ICEM10/>

2. 第 47 回アイソトープ・放射線研究発表会

会 期：2010 年 7 月 7 日 (水) ～7 月 9 日 (金)
会 場：日本科学未来館
会議ホームページ：<http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6,10578,103,212,html>

5. The 9th International Conference on Tritium Science and Technology (TRITIUM 2010)

会 期：2010 年 10 月 24 日～29 日
会 場：奈良県新公会堂
会議ホームページ：<http://tritium2010.nifs.ac.jp/index.html>

3. 11th International Symposium on Environmental Radiochemical Analysis

会 期：2010 年 9 月 15 日～17 日
場 所：Best Western Queen Hotel, Chester,
United Kingdom
会議ホームページ：
<http://www.rsc.org/ConferencesAndEvents/MemberEvents/ERA/index.asp>

6. MTAA-13 (13th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis)

会 期：2011 年 3 月 13～18 日
会 場：TEXAS A&M UNIVERSITY
会議ホームページ：<http://tti.tamu.edu/conferences/mtaal3/>

4. ICEM2010 第 13 回 International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management (環境修復・ 放射性廃棄物管理国際会議)

会 期：2010 年 10 月 3 日 (日) ～7 日 (木)
会 場：つくば国際会議場
連絡先：原子力発電環境整備機構 (NUMO)
植田 浩義

学会だより

1. 日本放射化学会第44回理事会 [2008-09年度第4回理事会] 議事録

日時：平成21年7月11日（土）13:35～18:10

場所：日本大学文理学部 百周年記念館 2F 会議室3

出席者：[会長] 柴田、[副会長] 海老原、永目、[理事] 奥野、永井、三浦、斎藤、沖、松尾、木村、佐藤、村松*、藤井*、福島*、[監事] 中西

欠席者：[理事] 関根、[監事] 篠原、[顧問] 前田、近藤

* 委任状提出による。

報告事項

1. 事務局より前回(第43回)理事会の議事録(案)が示され、一部修正の上了承された。2009年2月24日以降の会員の入退会について報告された。正会員の入会1名、正会員の退会5名、学生会員の退会15名であった。退会者のほとんどは退職、卒業等に伴うものであり、正会員年会費改定後の大きな変化は認められないこと、2008-09年度会費は365名(7月3日現在)、2009-10年度会費は164名(7月6日現在)がそれぞれ納入済であることが説明され了承された。
2. 奥野理事(選挙管理委員長)より7月8日に開票された役員選挙結果の報告があった。理事候補者の大槻勤(東北大)、深澤哲生(日立GEニュークリア・エナジー)、村松久和(信州大)、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)の6氏(大槻、深澤、村松の各氏は新任)、および監事候補者の篠原伸夫氏(原子力機構)の得票が投票総数(182票)の過半数の得票を得て、選挙管理委員会内規第7条により当選となったことが報告され、了承された。

3. 松尾理事より、学会メーリングリストへの配信数と、学会ホームページの更新状況について説明があり、了承された。またメール受信の大幅遅延があったことが報告され、状況について説明があった。

4. 木村理事よりJNRS誌の編集状況が報告され了承された。2008年のJNRS誌論文賞にH. Haba, et al., "Performance of the Gas-jet Transport System Coupled to the RIKEN Gas-filled Recoil Ion Separator GARIS for the ^{238}U (^{22}Ne , 5n) ^{255}No Reaction", J. Nucl. Radiochem. Sci., Vol. 9, pp. 27-31 (2008) が選ばれたことが報告され、了承された。

事務局より、放射化学ニュース20号の編集状況について報告があり、了承された。

5. 永井理事より2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会の準備状況の詳細について説明があり、了承された。今後の締め切り等は、予稿原稿提出7月24日～8月18日、参加登録予約申込み8月25日まで。一般講演の発表申込みは100件(7月11日10時現在)である。
6. その他 1) 永目副会長より以下のように小冊子編集に関して放射化学冊子編集委員会の報告があり、了承された。当初進めてきた教科書に準ずるような冊子の編集は予算的に厳しく、また教科書としてもすでに数冊出版されている。このため、フロンティア的なトピックスを取り上げて小冊子として編集する、という方針で編集が進められている。50周年記念事業の一環として第1分冊「放射性元素・核種の小さな物語」が2007年9月に発行された。次の刊行として第2分冊「環境放射能」(2009年10月刊行予定)、第3分冊「超重元素の化学」が予定されている。さらに学会の事業として、2年後を目処に朝倉書店から「放射性元素と核種の事典」を刊行予定である。

また「用語辞典」の改定およびホームページ上への掲載について意見交換を行った。2) 三浦理事より3月に開催された第10回「環境放射能」研究会(本会助成)の報告があり、参加者 約120名、合計発表件数40件でいずれも前回は上回る数字となったことが説明され了承された。3) 斎藤理事より2010日本放射化学会年会・第54回放射化学討論会の準備状況について報告があった。会期は2010年9月最終週、会場は大阪大学吹田キャンパスを予定している旨説明があり、了承された。

審議事項

1. 学会賞事務局より、学会賞選考委員会により2008-09年度学会賞および奨励賞として以下の方が選考されたことが報告された。学会賞・木村賞：坂本 浩氏(金沢大名誉教授)「中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究」、奨励賞：池田篤史氏(原子力機構)「放射光X線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明」、奨励賞：國分陽子氏(原子力機構)「環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究」。学会賞選考委員会の選考理由の説明の後、審議の結果、選考どおり了承された。学会賞、特に木村賞の位置づけについて意見交換を行った。木村賞のあり方を根本的に見直すべきであるという意見も出された。
2. 事務局より選挙結果を踏まえて次期体制について説明された。関根、斎藤、三浦各理事および、中西監事が退任し、新たに大槻、深澤、村松各氏が理事、篠原伸夫氏が監事として新たに加わる。審議の結果、了承された。次に、総会案内の往復はがきの文面について審議した。今回から、返信はがきの委任状欄の個人委任欄を削除し、議長委任のみとすることとなった。
3. 事務局より、2008-09年度の事業報告案、学会・シンポジウム等の開催、共催等の状況および決算の中間報告について説明があった。財政状況は相変わらず困難な状況にあるが、次年度(2009-10年度)からは正会員の会費改定の効果が出てくる。審議の結果、事業報告案、共催等および決算中間報告について了承された。討論会直前に開かれる次回理事会においてこれらの最終案が審議、決定される。
4. 事務局より、2009-10年度の事業計画案、および予算案の見直しについて説明があり、審議の結果、了承された。次回理事会において最終的な事業計画案、予算案が審議、決定される。
5. 永目副会長より、広報委員会のまとめた日本放射化学会10周年企画の案について説明があった。当初計画していた一般公開を取りやめ、特別講演セッション(テーマ：放射線・原子力の利用)と、若手研究者セッションから構成される講演会とする(討論会2日目9月29日午前を予定)。審議の結果、了承された。
6. 11月末から米国ナパバレーで開催されるAPSORC2009に対する学会の対応について協議した。2008-09年度第1回メール理事会(5月)でAPSORC小委員会(仮称。委員長：海老原副会長)を設置することが決まっていたが、本理事会において、名称を正式にAPSORC小委員会とし、海老原委員長の下でAPSORCへの対応を行うことを確認した。
7. その他 1) 昨年12月に公益法人制度が新しくなったことに伴い、以前に比べ学会が公益法人や社団法人になることが容易になったため、多くの学会で法人化が検討されている。事務局より、法人化のメリット、デメリットが説明された。法人化による財政面と事務局の負担が大きいことがあり、会長より会費改定の効果を見極めてから検討することが必要であるという意見が出された。また、多くの学会等で、様子見状態であるという発言があった。審議の結果、財政の改善状況を見ながら慎重に検討していくこととなった。2) 会則等の一部見直しについて整理し、次回理事会で審議することとなった。3) 放射化学ニュースのネット配信等の問題について会員にアンケートをとることとなっているが、判断には学会の財政状況が重要な情報であるので、今しばらく会費改定に伴う効果を

見極めてから実施したい旨、事務局より提案があり、審議の結果、了承された。

以上。

2. 日本放射化学会第 45 回理事会 [2008-09 年度第 5 回理事会] 議事録

日時：平成 21 年 9 月 27 日 (日) 13:30 ~ 17:00

場所：日本大学文理学部 百周年記念館 2F 会議室 3

出席者：[会長] 柴田、[副会長] 海老原、永目、[理事] 奥野、永井、三浦、斎藤、沖、松尾、木村、佐藤、福島、村松、[監事] 篠原、[顧問] 前田

欠席者：[理事] 藤井、関根、[監事] 中西、[顧問] 近藤

報告

- 事務局より第 44 回理事会の議事要録(案)の説明があり、一部修正の上了承された。正会員 2 名、学生会員 23 名の入会、および正会員 5 名、学生会員 1 名の退会 (いずれも 2009 年 7 月 6 日以降) が報告され承認された。なお、2008 年 9 月 22 日以降では入会 33 名、退会 41 名である。会員数の推移は最近 3 年間を見ると学生会員数は変動が大きい。正会員数はほとんど変化がないことが説明された。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。赤字体質からは脱却しつつあると思われる。また、賛助会員数に変化はなく、学会設立当初よりの賛助会員に感謝状を贈呈することが説明され、了承された。
- 松尾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。ジャーナル編集委員会の編集長交代と spam 対策のため、同委員会のメールアドレスを jnrs.editor2009@radiochem.org に変更したことが報告され、了承された。
- 木村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。7 月 31 日に JNRS 誌の一部が JST の

Journal@rchive に公開されたことが報告され了承された。電子化作業が終了した巻号より、順次公開される。事務局より放射化学ニュースの編集状況とニュース編集委員の一部交代について報告があり、了承された。高山努氏(大同大)から大矢恭久氏(静岡大)に代わる。

- 永井理事よりより 2009 日本放射化学会年会・第 53 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、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。
- 篠原理事より、来年の 2010 日本放射化学会年会・第 54 回放射化学討論会は、阪大吹田キャンパスにて開催すること、また期日は 2010 年 9 月 27 ~ 29 日を第一候補にしていることが報告され、了承された。

審議

- 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 11 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。2008-09 年度事業報告案および会計決算案、2009-10 年度事業計画案および予算案について一部修正の上、了承された。会計監査報告、新役員案および会則改定案について、了承された。今回の会則の改定箇所は第 23 条および 27 条で、それぞれ総会および理事会の総会の議決において可否同数だった場合には、議長が決することとした。

また、学会・シンポジウムの共催等について、2008-09 年度、および 2009-10 年度以降の予定が事務局より説明され、審議の結果了承された。

事務局より、会員の利便性を高めると同時に、学会財政の負担軽減の観点から、「放射化学ニュース」誌を学会の WEB 上に掲載してダウンロードできるようにし、冊子体を必要としない会員には今後冊子体を送付しない

ことが提案され、印刷部数の削減の効果の見積もりが示された。今回の総会に提案し、今後、会員に対してアンケートを行った上で、特に多くの反対がなければ実施することが、審議の結果決定された。

3. APSORC に対する学会の対応について以下の審議を行った。APSORC への対応窓口は APSORC 小委員会が担う。委員長の海老原副会長から、小委員会（非会員も含む）、および APSORC 国際委員会の構成等について説明があり、了承された。また、海老原委員長より国際委員を学会から責任を持って出すこと、学会の中に常設の APSORC の事務局を設置すること、次回の APSORC の開催地として日本が立候補することが、それぞれ提案された。APSORC を学会が支援し、次回の日本開催を提案することが確認された。APSORC への資金援助、および参加する学生への補助について意見交換を行った。
4. その他 1) 会長より、討論会を充実させ若手にとってもおもしろい、メリットのあるものにして行く必要性が述べられた。審議の結果、今後討論会ごとに魅力ある特別セッションや公募セッションを設けて討論会の活性化をはかることが決まった。総会で会長報告としてアナウンスする。2) 現在、JNRS 誌の Supplement として刊行されている討論会要旨集のあり方、討論会毎に活動が途切れてしまう現在の分科会のあり方、および放射化学用語辞典の HP 掲載についてそれぞれ意見交換を行った。3) 学会賞について意見交換を行った。会長より学会賞検討 WG を設置して、学会賞のあり方（特に木村賞）について再検討を行うことが提案され、審議の結果、WG を設置し永目副会長が取りまとめることになった。4) 会費未納者の取扱いとして、督促した上で、未納 2 年を目処として除名とすることを確認した。

以上。

3. 第 11 回日本放射化学会総会報告

日時：2009 年 9 月 29 日 14:40 ~ 15:50

場所：日本大学文理学部 百周年記念館 国際会議場

出席者：77 名。委任状による出席者 172 名。計 249 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 481 名、この 1/5（96 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、柴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。JNRS 誌の一部が JST の Journal@rchive にて公開された。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。懸案であった本会の財政状況であるが、赤字体質には一定の歯止めがかかったといえる。
- イ) 日本放射化学会学会賞規程に基づき、2009 年学会賞として、学会賞・木村賞を坂本浩氏（金沢大名誉教授）、奨励賞を池田篤史氏（日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門）と、國分陽子氏（日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門）にそれぞれ贈ることとなった。
- ウ) 2009-10 年度の学会事務（総務）、選挙事務は引き続き京大原子炉と静岡大学でそれぞれ担当する。学会賞事務は金沢大学から大阪大学に引き継がれる。JNRS 誌と放射化学ニュースの編集委員会の新体制がそれぞれ紹介された。
- エ) 今後の取り組みとして、討論会において特別セッションを充実させるとともに、新たに公募セッションを設けることが提案された。また、さらに財政の健全化を進める必要が強調された。
- オ) 学会設立 10 周年にあたり、設立当初から継

続いて賛助会員として本会を支援されてきた12社・団体に対して、感謝状を送ることになった。表彰式は2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会（開催中）の懇親会で行うことが報告された。

2. 2008-09年度事業報告および決算

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10回）、および2008日本放射化学会年会・第52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3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5回）、各委員会の活動その他がそれぞれ報告された。

ウ) 予算の各項目において節約を行い、多くの項目において予算より決算額を減らすことができた。また関係者のご協力もあり、毎年50～60万円の赤字（一般会計）を出していた最近の状況に歯止めがかかり、わずかではあるが黒字決算となった。

エ) 決算案に対して、篠原厚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. 2009-10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等の説明があった。

ア) 総会（第11回）、2009日本放射化学会年会・第53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4件予定されている。さらに学会として第4回APSORCを支援することが報告された。放射化学冊子出版事業として、第2分冊「環境放射能」を刊行予定であること、また学会の事業として「放射性元素と核種の事典」を朝倉書店より2年後をめどに出版予定であることが報告された。

イ) 予算案については、2009-10年度分より実施

された正会員の会費値上げの効果があり、また理事会のうち1回をメール理事会とすることにより会議費を節減して、若干ではあるが黒字の予算を組むことができた。予備費（次年度繰越金）は約18万円となった。

ウ) 会員の利便性を高めると同時に、学会財政の負担軽減の観点から、「放射化学ニュース」誌を学会のWEB上に掲載してダウンロードできるようにし、冊子体を必要としない会員には冊子体を送付しないことが、印刷部数の削減の効果の見積もりを示した上で提案された。今後、会員に対してアンケートを行い、特に多くの反対がなければ実施することが提案された。

4. 会則の改正について

引き続き事務局長より、会則の改正案の説明があった。

ア) 会則23条および27条において、総会と理事会の議決は、出席者の過半数によることが定められているが、可否同数の場合の取扱いの定めがない。そこで23条と27条についてそれぞれ、「可否同数のときは議長の決するところによる。」という文を加える。その他詳細については、巻末に掲載した会則全文を参照されたい。

5. 新役員の選任について

会長より新役員の選任について説明があった。

ア) 2009-10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）、副会長として海老原充氏（首都大）および永目諭一郎氏（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3名、再任3名、留任6名。監事は新任1名、留任1名となった。これらの候補者のうち、新任、再任の理事および新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。

6. その他

事務局長より以下の案内があった。

- ア) 2010 放射化学学会年会・第 54 回放射化学討論会は、2010 年 9 月 27 日～29 日に大阪大学吹田キャンパスで開催される。
- イ) 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。また個人会費の振込みは、納付者の氏名、所属が不明とならないように郵便振替による支払いを原則としている。公費による支払い等の関係で銀行振込みを利用する場合には事前に学会事務局とよく連絡をとってから行うようにして頂きたい。

以上の事業報告案、決算報告案、事業計画案、予算案、放射化学ニュースの Web 化案、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、以下の質疑応答の後、拍手で承認された。

質疑応答をまとめる。

・放射化学ニュースの Web 化について

名誉会員などで、Web での閲覧ができない会員への対応はどうか？ 回答（会長）：Web での閲覧を希望しない人には、今までどおり冊子で配布されるので問題ない。

どの程度の予算削減が見込まれる場合に Web 化を行うつもりか？ 回答（事務局長）：アンケートの結果次第であるが、原則として Web 化を行う予定である。たとえ数万円程度の削減効果であったとしても、現在の財政状況では Web に移行することは重要である。

放射化学ニュースの Web 化よりも、編集作業を外注せずに編集代を節約すべきではないか？ 回答（事務局長）：編集委員が自ら編集作業を行う際の労力を考慮して、外注による編集の方が良いと判断している。図、写真の取扱いなど印刷業者の方が、やはり優れている面が多い。

節約はするべきであるが、冊子の配布には意義があると思う。経費の削減が目的であれば、学会

賞への予算（20 万円）の方を削減すべきではないか？ 回答（会長）：学会賞の予算に関しては理事会においても削減を検討している。Web 化後も希望者には、いままでと同様に冊子配布を続けるので問題はない。

・APSORC について

APSORC への協賛について紹介がなされたが、予算に計上されているのか？ 今回の APSORC についても何らかの学生への補助を行って欲しいのだが？ 回答（会長）：現在、予算には計上していない。APSORC への資金援助等に関しては APSORC 小委員会により検討される予定である。今回の APSORC には間に合わないことも考えられるので、今後の APSORC も含めて検討を行う。APSORC への援助や学生への援助は、今回の APSORC に関しては、かなり難しい状況にある。

・出版物について

第 2 分冊「環境放射能」の刊行費用が予算に計上されていないようだが？ 回答（永目副会長）：50 周年事業の事業費で賄う予定である。

「放射化学用語辞典」は購入可能か？ 回答（永目副会長）：可能である。

・その他

予算のうち研究会への補助金の額が低くなったのはなぜか？ 回答（事務局長）：環境放射能夏の学校が数年前から開催されていないためである。

学会賞の推薦者に関して、受賞者の共著者のチェックが必要かどうか検討すべき。回答（会長）：既に委員会をつくっており、そこで検討予定である。

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。

○ 2009 年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 坂本浩氏（金沢大学 名誉教授）「中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究」

奨励賞 池田篤史氏（日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門）「放射光X線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明」

奨励賞 國分陽子氏（日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門）「環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究」

（2008/12/13、東京）、第43回（2009/3/5、つくばKEK）、第44回（2009/7/11、東京）、第45回（2009/9/27、東京）計5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（2008/9/25）、企画/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（2009/7/8）、学会賞選考委員会
9. 放射化学冊子出版事業への取り組み（放射化学冊子編集委員会）

○2008-09年度事業報告

1. 総会
第10回日本放射化学会総会（2008/9/26、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（2008/9/25～27、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（2008/10/9～10、高崎）
 - ・原子力総合シンポジウム2009（2009/5/27～28、東京）
 - ・第46回アイソトープ・放射線研究発表会（2009/7/1～3、東京）
6. 学会賞
学会賞1件、奨励賞2件の選考
7. 理事会
第41回（2008/9/27、広島）、第42回

○2009-10年度事業計画

1. 総会
第11回日本放射化学会総会（2009/9/29、日本大学文理学部）
2. 討論会
2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会（2009/9/28～30、東京）
3. 研究発表会、講演会、研究会等の開催（助成事業）
 - ・第11回「環境放射能」研究会（つくばKEK）
 - ・第49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（2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会要旨集、J. Nucl. Radiochem. Sci., Vol. 10, Supplement, Sep., 2009）.
 - ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.10, No.2 (Dec., 2009).
 - ・J.Nucl.Radiochem.Sci. Vol.11, No.1 (June, 2010).
 - ・放射化学ニュース第21号（2010年2月）.
 - ・放射化学ニュース第22号（2010年8月）.
5. 学会、研究会等への共催、協賛、後援等
 - ・第4回高崎量子応用研究シンポジウム（2009/10/8～9、高崎）
 - ・APSORC2009（2009/11/30～12/4、米国）
 - ・原子力総合シンポジウム2010（2010/5月、東京）
 - ・第8回核融合エネルギー連合講演会（2010/6/10～11、高山）
 - ・第47回アイソトープ・放射線研究発表会（2010/7月、東京）
6. 学会賞

学会賞、奨励賞の選考

7. 理事会

第46回(2009/12月、メール理事会として行う予定)、第47回(2010/3月、つくばKEK)、第48回(2010/7月、東京)、第49回(2010/9月、大阪)計4回。

8. 委員会活動等

ジャーナル編集委員会、ニュース編集委員会、企画/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

9. 放射化学冊子出版事業への取り組み (放射化学冊子編集委員会)

第2分冊「環境放射能」を刊行予定。

10. 「放射性元素と核種の事典」朝倉書店

学会の事業として2年後を目処に出版予定。

○2009-10年度役員

会長(留任):柴田誠一(京大)、副会長(留任)

海老原充(首都大)、永目諭一郎(原子力機構)

理事(新任):大槻勤(東北大)、深澤哲生(日立

GEニュークリア・エナジー)、村松久和(信州大)

理事(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)

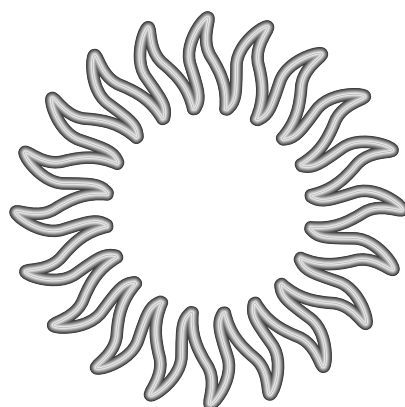
理事(留任):奥野健二(静岡大)、永井尚生(日大)、

沖雄一(京大)、佐藤兼章(分析セ)、村松康

行(学習院大)、藤井靖彦(東工大)

監事(新任):篠原伸夫(原子力機構)、監事(留任)篠原厚(大阪大)

顧問(留任):近藤健次郎、前田米藏



○ 2008-09年度（2008年9月1日 - 2009年8月31日）決算

収入の部

単位（円）

項目	決算	予算	決算 - 予算	備考
個人会費	1,905,000	2,116,000	△ 211,000	
賛助会費	1,400,000	1,450,000	△ 50,000	
雑収入	514,620	50,000	464,620	利息、出版物代金、寄付等
前年度繰越金	1,603,146*	3,035,146	△ 1,432,000	
合計	5,422,766	6,651,146	△ 1,228,380	

*2008-09年度会費の前納分を差し引いて示した。

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	400,000	400,000	0	第52回、第53回討論会
要旨集（学会誌）補助	500,000	500,000	0	第52回討論会
出版事業費	2,776,696	3,350,000	573,304	
事務費	33,162	100,000	66,838	会議費、事務通信費等
放射化学ニュース印刷費	1,264,158	1,350,000	85,842	17号、18号、19号
JNRS誌印刷費	1,187,550	1,500,000	312,450	Vol.9 No.1, No.2, Vol.10 No.1
学会誌等送料	291,826	400,000	108,174	雑誌送料（封入作業費含む）
会議費	484,140	650,000	165,860	交通費補助等
理事会	349,220	550,000	200,780	
委員会等	134,920	100,000	△ 34,920	選挙管理委員会等
研究会等補助	200,000	350,000	150,000	環境放射能研究会、核化学夏の学校
事務局経費	595,817	300,000	△ 295,817	
事務費	575,137	100,000	△ 475,137	会費請求、役員選挙、封筒作成費等含む
通信費	20,680	200,000	179,320	切手、送金手数料等
ネットワーク管理運営費	59,220	85,000	25,780	プロバイダ契約等
学会賞	214,515	250,000	35,485	学会賞楯代金
共催金	5,000	10,000	5,000	原子力総合シンポジウム 2009
予備費	70,000	756,146	686,146	会費返金分
合計	5,305,388	6,651,146	1,345,758	

繰越金（収入合計 - 支出合計） = 117,378円

財産内訳 預貯金 6,059,884円
 内訳（銀行預金 4,136,241円）
 （郵便振替口座 1,923,643円）

預貯金の内容

次年度繰越金 117,378円
 2009-10年度会費 1,886,000円
 基金（黒田基金を含む） 2,905,116円
 記念事業分 1,151,390円

○日本放射化学会 2009-10年度（2009年9月1日 - 2010年8月31日）予算

収入の部

単位（円）

項 目	09-10年度	08-09年度	差 額	備 考
個人会費	2,520,000	2,116,000	404,000	
賛助会費	1,500,000	1,450,000	50,000	
雑収入	10,000	50,000	△ 40,000	出版物代金、寄付、利息等
前年度繰越金	117,378	3,035,146	△ 2,917,768	
合 計	4,147,378	6,651,146	△ 2,503,768	

支出の部

単位（円）

項 目	09-10年度	08-09年度	差 額	備 考
討論会補助金	200,000	400,000	△ 200,000	第54回討論会（2010）
要旨集（学会誌）補助	500,000	500,000	0	第53回討論会（2009）
出版事業費	1,980,000	3,350,000	△ 1,370,000	
事務費	80,000	100,000		会議費、事務通信費等
放射化学ニュース印刷費	800,000	1,350,000		20号、21号
論文誌印刷費	900,000	1,500,000		Vol.10 No.2, Vol.11 No.1
雑誌発送費	200,000	400,000		送料、封入作業費等
会議費	430,000	650,000	△ 220,000	交通費補助等
理事会	280,000	550,000		理事会を1回ネット理事会にする。
委員会等	150,000	100,000		
研究会等補助	150,000	350,000	△ 200,000	環境放射能研究会、夏の学校等
事務局経費	435,000	300,000	135,000	
事務費	150,000	100,000		封筒作成費等含む
会費請求・選挙関係	250,000			印刷費、封入作業費、送料等
通信費	35,000	200,000		切手、送金手数料等
ネットワーク管理運営費	70,000	85,000	△ 15,000	プロバイダ契約等
学会賞	200,000	250,000	△ 50,000	学会賞楯代金、賛助会員表彰等含む
共催金	5,000	10,000	△ 5,000	原子力総合シンポジウム
予備費	177,378	756,146	△ 578,768	
合計	4,147,378	6,651,146	△ 2,503,768	

4. 会員動向 (平成21年7月～平成21年12月)

新規入会 (正会員)

氏名	所属
玉利 俊哉	九州環境管理協会 調査分析部
森本 幸司	理化学研究所 仁科加速器研究センター 超重元素分析装置チーム
韋 悦周	東北大学 サイクロトロン・RIセンター

新規入会 (学生会員)

氏名	所属
岩崎 敦史	東北大学大学院 理学研究科 化学専攻 環境放射化学研究室
武田 勇樹	
水本 貴彦	
窪田 瞳子	金沢大学 理学部 化学科 放射化学研究室
小松田 沙也加	
南 大地	
森田 祐一郎	
西尾 義弘	
天野 孝洋	筑波大学大学院 数理物質科学研究科 化学専攻
中條 悟	信州大学大学院 教育学研究科 教科教育専攻 理科教育専修
菊谷 有希	大阪大学大学院 理学研究科 化学専攻 篠原研究室
栗山 亜依	
表 利樹	大阪大学 理学部 化学科 放射化学研究室
中塚 和人	
村上 昌史	新潟大学大学院 自然科学研究科 核化学研究室
木下 達也	
小嶋 貴幸	新潟大学 理学部 化学科 核化学研究室
盛合 宏樹	
萩原 淳平	
本間 溪太郎	
伊藤 祐生	東京大学大学院 総合文化研究科 広域化学専攻 広域システム科学系
原 直樹	
岡村 久美子	東京理科大学 理学部Ⅱ部 化学科
瀧本 真己	京都大学原子炉実験所 柴田研究室

所属変更 (正会員)

氏名	所属
佐藤 渉	金沢大学 理工研究域 物質化学系
石井 康雄	日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
市川 進一	理化学研究所 仁科加速器研究センター
西 正孝	日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門
及川 真司	海洋生物環境研究所 事務局 研究調査グループ

退会 (正会員、学生会員)

氏名	氏名
真辺 健太郎	池田 泰大
飛田 和則	坪内 僚平
殿内 重政	中垣 麗子
田中 奈津子	中嶋 啓二
油井 三和	矢作 亘
松田 亜弓	柴田 裕樹
坂本 義昭	奥 直人

5. 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

*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。

なお、海外在住等で郵便振替口座への振込が利用できない場合や、その他の不明点は、遠慮なく事務局 (jnrs.office2008@radiochem.org) までお問い合わせ下さい。

6. 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://www.soc.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 会員の電子メールアドレスはメーリングリストに登録され、種々の情報が配信されます。現在、メーリングリストに未登録の会員がおり、また一部の方は、アドレスの変更等で不達となっているようです。メールアドレスを登録しているにも関わらず、情報が届かない会員がおられましたら事務局にご連絡願います。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ので、できるだけメールアドレスの登録を御願ひ致します。

また、会員は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

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

7. 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投稿可となった時点で、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。