

放射化学

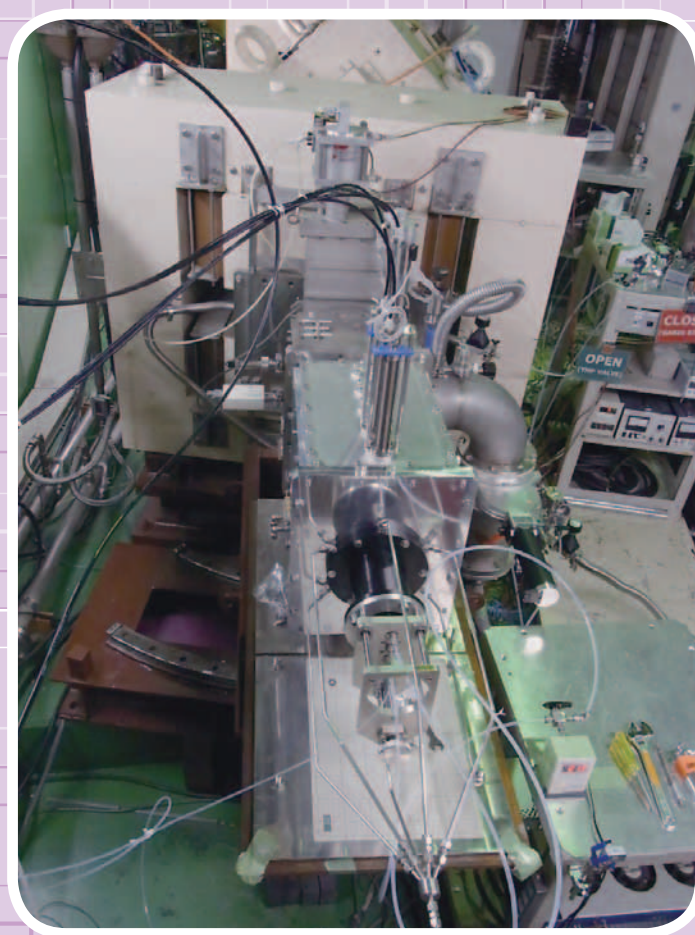
第30号

総説

$^{229}\text{Th}^m$ の検出に関する最近の研究／GARISが拓く新元素の化学

ニュース

3次元ブロック核図表 — 同位体の理解のために／理事会より「学会の将来に関するアンケート」の結果について／2012 & 2013年JNRS論文賞受賞論文紹介



放射化学

第 30 号

平成 26 年 (2014 年) 9 月 5 日

目次

総説

- $^{229}\text{Th}^m$ の検出に関する最近の研究 (菊永英寿) 1
GARIS が拓く新元素の化学 (羽場宏光) 7

ニュース

- 3次元ブロック核図表 —同位体の理解のために (小浦寛之) 19
理事会より「学会の将来に関するアンケート」の結果について (横山明彦) 21
2012 & 2013 年 JNRS 論文賞受賞論文紹介 26

会議報告

- 17th Radiochemical Conference (RadChem2014) (島田亜佐子) 27
2nd Conference on “Advances in Radioactive Isotope Science” (ARIS2014) (佐藤哲也) 29
第 3 回環境放射能除染研究発表会 31

情報プラザ (国際国内会議) 32

学位論文要録 35

学会だより 37

2014 日本放射化学会年会・第 58 回放射化学討論会プログラム 42

「放射化学」論文編集委員会規定

- ・「放射化学」論文編集委員会規定 56
・「放射化学」発行規定 56

・「放射化学」論文投稿規則	57
・「放射化学」論文投稿の手引き	58
・学位論文要録執筆候補者の推薦について	
・「会員の声」欄へのご寄稿のお願い	
・会員の異動に伴う連絡のお願い	

賛助会員リスト

広告

表紙の説明

理研気体充填型反跳核分離装置（GARIS）の焦点面に設置されたガスジェット搬送装置。GARISで合成・質量分離された超重核をガスジェット法によって数秒のうちに化学実験室に取り出すことができる。低放射線バックグラウンドにおける化学実験、大強度重イオンビームの利用とガスジェット搬送効率の増大、さらに新しい化学反応系における実験など、超重元素の化学研究における大きなブレイクスルーが期待されている。

総説

$^{229}\text{Th}^m$ の検出に関する最近の研究

Recent studies on $^{229}\text{Th}^m$ detection

菊永英寿 (東北大学電子光理学研究センター)

Hidetoshi Kikunaga

Research Center for Electron Photon Science, Tohoku University

要旨

質量数 229 のトリウム準安定状態 ($^{229}\text{Th}^m$) はこれまで知られている核種の中で、最も低い励起エネルギーを持っている。そのエネルギーは現在、7.8 eV と報告されており、外殻電子の束縛エネルギーと同程度の極端に低い励起エネルギーのため、 $^{229}\text{Th}^m$ は、次世代“原子核時計”の鍵となる可能性を持っている。しかしながら、現在までに $^{229}\text{Th}^m$ の崩壊信号をとらえたという明確な証拠は未だ得られていない。本稿では最近の $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーの決定および半減期測定を行った研究を中心に紹介する。また、我々が現在進めている $^{229}\text{Th}^m$ の γ 線測定に関する研究についても簡単に言及する。

キーワード

Th-229g, Th-229m, 核異性体, 電子遷移による核励起 (NEET), 半減期

Key words

Th-229g, Th-229m, isomer, NEET, half-life

1. はじめに

質量数 229 のトリウム (^{229}Th) にはこれまで知られている核種の中で最も低い励起エネルギーを持った準安定状態 ($^{229}\text{Th}^m$) が存在する。そのエネルギーは 7.8 eV [1, 2] と報告されており、他の原子核の励起エネルギー (~数 keV) と比べても 1000 分の 1 程度と桁で低くなっている。このエネルギーは 163 nm の真空紫外光に相当し、外殻軌道電子とのみ相互作用できるエネルギー領域である。そのため、化学形により $^{229}\text{Th}^m$ の半減期が大きく変化する [3]、 ^{229}Th の基底状態 ($^{229}\text{Th}^g$) と $^{229}\text{Th}^m$ で外殻電子の状態が変化する [4] などの特異な現象が予測されている。このような性質を持っている $^{229}\text{Th}^m$ は核化学、原子物理、核物理などの基礎科学だけでなく、高精度の“原子核時計”への応用を考えている計測学や分光学等の幅広い分野の研究者の注目を集めてい

る。しかしながら、そのような興味深い核種であるにもかかわらず、実験分野はそれほど進展していない。 $^{229}\text{Th}^m$ の存在を直接確認したという確からしい報告はほとんど無く、励起エネルギーや半減期等の基本的な情報を間接的な手法で取得している段階である。 $^{229}\text{Th}^m$ に関する先駆的な研究については文献 [5] や文献 [6] で既に紹介されているため、本稿では 2000 年以降に報告された研究について、 $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーの決定および半減期測定を中心に紹介する。また、我々が現在進めている $^{229}\text{Th}^m$ の γ 線測定に関する研究についても言及する。

2. 励起エネルギーの決定

$^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーは Helmer と Reich [7] が 1994 年に報告した、高純度 Ge 検出器を用いて評価した値、 3.5 ± 1.0 eV が長らく受け入

れられてきた。2004年にはGuimarães-FilhoとHelene [8]が $^{229}\text{Th}^g$ 回転バンドと $^{229}\text{Th}^m$ 回転バンドのバンド間遷移を考慮した再解析を行い、 5.5 ± 1.0 eVと評価した。現在、広く受け入れられている $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーは 7.6 ± 0.5 eV [1, 2]である。この励起エネルギーは光子エネルギー ~ 60 keVで分解能 ~ 26 eVのマイクロカロリメータを用いて測定された。 ^{229}Th のエネルギー準位図の一部をFig. 1に示す。図の左側は $^{229}\text{Th}^g$ をバンドヘッドとする回転バンド、右側は $^{229}\text{Th}^m$ の回転バンドを示している。 $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーは、71.82 keVの準位から42.43 keVを経由して $^{229}\text{Th}^g$ に遷移する29.39 keV + 42.43 keVの γ カスケードと、71.82 keVから29.19 keVを経由して $^{229}\text{Th}^m$ に遷移する42.63 keV + 29.18 keVの γ カスケードのエネルギー差であることが分かる。文献 [1] ではこれらの γ カスケードに含まれるエネルギーの近い γ 線を2つの組にしてそのエネルギー差を測定することで $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギー (Δ) を求めている。

$$\Delta = (29.39 \text{ keV} - 29.18 \text{ keV}) - (42.63 \text{ keV} - 42.43 \text{ keV})$$

測定値は 7.0 ± 0.5 eVであったが、29.19 keVの準位からは $^{229}\text{Th}^m$ だけでなく $^{229}\text{Th}^g$ にも遷移(バンド間遷移)するためその補正が必要となる。この論文では $^{229}\text{Th}^g$ への遷移確率を $^{229}\text{Th}^m$ への遷移確率の1/13と仮定し、補正を行うことで 7.6 ± 0.5 eVを得た(文献 [2] では42.43 keVから

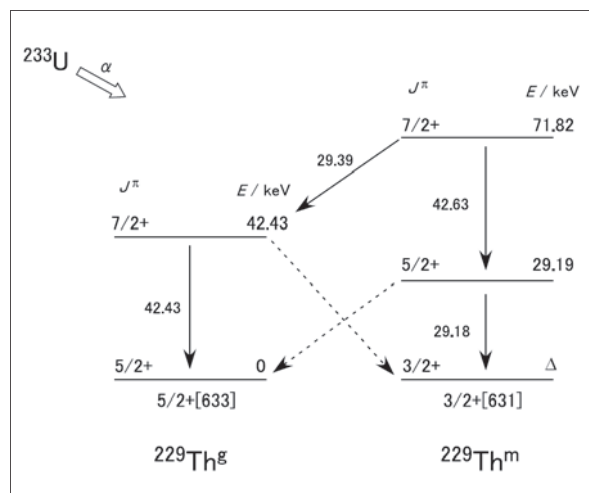


Fig. 1. Partial energy-level diagram of ^{229}Th .

$^{229}\text{Th}^m$ の遷移も補正して励起エネルギーを 7.8 ± 0.5 eVとしている)。しかしながら、この最後の補正に必要なバンド間遷移確率にモデル依存があるため、未だ決定的な値ではないとする報告もある [9]。この補正による誤差を避けるために、数eV以下の分解能を持つ検出器を用いて29.19 keVの準位から $^{229}\text{Th}^m$ と $^{229}\text{Th}^g$ に遷移する γ 線 (Fig. 2) を分離して測定することで $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーを決定する計画も検討されており [10]、今後の進展に注目したい。

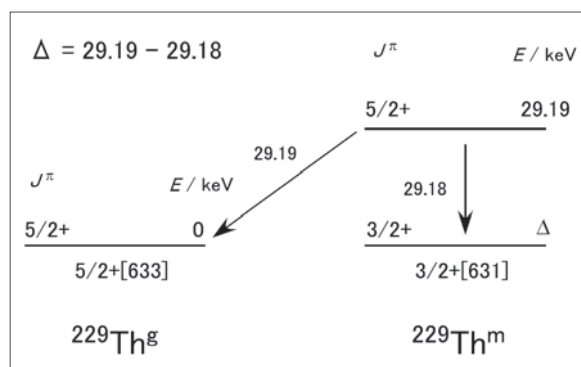
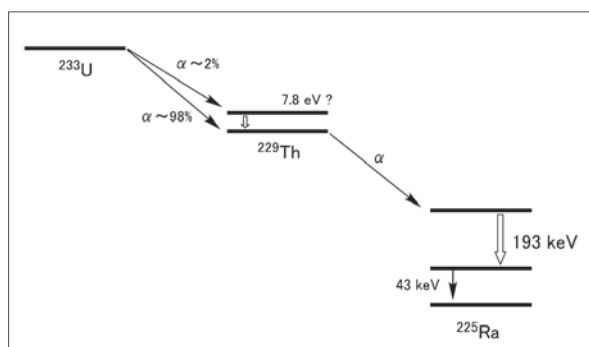


Fig. 2. Strategy for determination of the first excitation energy of ^{229}Th [10].

3. $^{229}\text{Th}^m$ の半減期測定

$^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーが 3.5 ± 1.0 eVと報告されてから、いくつかの研究グループが原子核から放出される紫外線の検出を試みてきた [11, 12]が、追試の結果、いずれも放射線誘起発光による妨害であるとされている [13, 14]。

2001年、Browneら [15]は25 gの ^{233}U から $^{229}\text{Th}^{m,g}$ を製造してその γ 線の時間変化を測定することにより $^{229}\text{Th}^m$ の半減期を決定しようと試みた。Fig. 3に ^{233}U 系列の壊変図式の抜粋を示す。 ^{233}U の α 壊変では約2%が $^{229}\text{Th}^m$ を経由して $^{229}\text{Th}^g$ に崩壊する [16]。そのため、 $^{229}\text{Th}^g$ の α 壊変に続いて放出される193 keVの γ 線には $^{229}\text{Th}^m$ 由来の2%の成長が観測されるはずである。 $^{229}\text{Th}^{m,g}$ は娘核種を除去した ^{233}U を8 M (mol/dm³)塩酸系で陰イオン交換樹脂に吸着させ、14.5時間成長させることで製造した。製造した $^{229}\text{Th}^{m,g}$ は同じ系で精製を繰り返し、最後に2 M塩酸溶液に調整して γ スペクトロメトリーを行った。しかしながら、 $^{229}\text{Th}^g$ 由来の193 keV

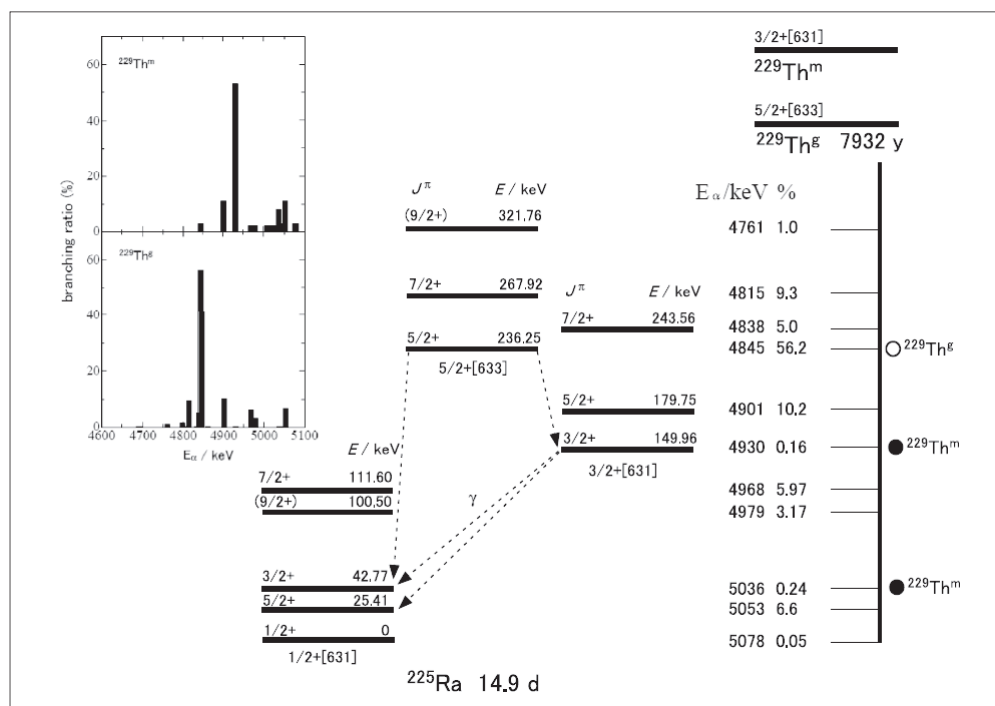
Fig. 3. Partial decay schemes of ^{233}U - ^{229}Th - ^{225}Ra .

の γ 線の成長は観測されなかったため、実験条件から $^{229}\text{Th}^m$ の半減期は6時間以下か20日以上であると結論した。

2003年、Mitsugashiraら[17]は ^{230}Th の(γ, n)反応により $^{229}\text{Th}^{m,g}$ を製造し、その α 線を測定することで $^{229}\text{Th}^m$ を検出しようと試みた。Fig. 4に ^{229}Th の娘核種である ^{225}Ra の順位図の抜粋を示す。 $^{229}\text{Th}^g$ の α 壊変では主に $5/2+ [633]$ 236.25 keV 準位に遷移するのに対して、 $^{229}\text{Th}^m$ ではNilsson軌道を表す量子数が等しい $3/2+ [631]$ 149.96 keV 準位や $1/2+ [631]$ 42.77 keV 準位に強く遷移すると考えられる。そのため、 $^{229}\text{Th}^m$ が

存在すれば4930 keVや5036 keVの α ピークが $^{229}\text{Th}^g$ のみのときよりも強く観測され、 α 壊変の部分半減期が短くなるはずである[18]。まず、照射後の ^{230}Th を8 M硝酸に溶解し、陰イオン交換樹脂にトリウムを吸着させて精製した。その後1 M塩酸溶液でトリウムを溶離し、フッ化サマリウムと共沈させることで α 線源とした。 α スペクトロメトリーの結果では明確なピークは観測されなかったが、4830–5080 keVの α カウンターの時間変化を追ったところ13.9 \pm 3時間の半減期が得られた。しかしながら、この α エネルギー領域のすぐ低エネルギー側にターゲットである ^{230}Th の非常に大きな α ピーク(4687 keV)が存在するため、これと線源に含まれる β 放射能とのパイルアップが $^{229}\text{Th}^m$ の定量を妨害している可能性は否定できない。

Kikunagaら[19]は ^{230}Th が含まれていない系で実験するため、 $^{232}\text{Th}(\gamma, p2n)$ 反応で ^{229}Ac を製造し、その β 壊変で生成する $^{229}\text{Th}^{m,g}$ を検出しようと試みた。低バックグラウンドでの $^{229}\text{Th}^{m,g}$ の測定には成功したが、 $^{229}\text{Th}^m$ の α 線エネルギー領域には副反応で生成した ^{231}Pa の α 線による妨害があったため、 $^{229}\text{Th}^m$ の α 線の同定と半減期

Fig. 4. Partial energy-level diagram of ^{225}Ra . The inserted figures show the $^{229}\text{Th}^g$ spectrum and $^{229}\text{Th}^m$ spectrum estimated by Dykhne et al. [18].

の決定には至らなかった。

Kasamatsuら[20]は93 mgの ^{233}U から $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を製造して、そこから放出される真空紫外光を検出しようと試みた。 $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ は精製した ^{233}U を9 M塩酸系で陰イオン交換樹脂に吸着させ、2時間または17時間成長させることで製造した。成長させた $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を陰イオン交換樹脂で精製し、水酸化アルミニウムに共沈、8 M硝酸に溶解したものを測定試料とした。光子測定は $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ 試料溶液を石英セルに入れ、170–600 nmに感度を持つ光電子増倍管を用いて行った。その結果、バックグラウンドから有意な差は見られず、実験条件から $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の半減期は塩酸溶液系もしくは硝酸溶液系で3分以下、もしくは硝酸溶液系で60時間以上と結論した。しかし、論文中でも触れているように硝酸溶液では340 nm (= 3.65 eV)より波長が短い光は吸収されてしまうため、 $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の励起エネルギーによってはどの半減期でも検出されない可能性がある。

InamuraとHaba[21]は中空陰極放電管を用いて $^{229}\text{Th}^{\text{g}}$ を電子遷移による核励起(NEET)過程により直接励起することを試みた。中空陰極放電管の上方にはシリコン検出器が備え付けられており、放電後はすぐさま α 線測定を行うことができる。放電後の $^{229}\text{Th}^{\text{g}}$ に $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ が含まれているならば α 壊変の部分半減期が短くなる分、 $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ の計数が増えるはずである。その考えのもと、まず中空陰極放電管の陰極中に $^{229}\text{Th}^{\text{g}}$ を電着し、5分間放電した。その後、放電管内を真空にして α スペクトロメトリーを行った。1000–5100 keVの α カウントの時間変化を追ったところ 2 ± 1 分の半減期が得られた。また、この変化量からNEET過程により $1.4\pm 0.8\%$ の励起が起こったと結論している。しかしながら、 α 線測定時のエネルギー分解能が低く ^{229}Th の全エネルギー領域の計数で議論しているためS/N比が悪いこと、及び統計精度が悪いことなどの問題点もあり追試を行うことが望ましいと考えられる。

2009年、Kikunagaら[22]は93 mgの ^{233}U から $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を製造して、そこから放出される α 線を検出しようと試みた。 ^{233}U から成長する $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の寿命よりも十分早く ^{233}U から化学分離して、その α 線を測定することがで

ければ、 $^{229}\text{Th}^{\text{g}}$ とは異なる α スペクトル(特に4930 keV付近)が得られるはずである。本手法の特徴は $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の寿命が長い場合、つまり α 放射能の時間変化がない場合でも α スペクトルの形状から $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の検出が可能な点にある。そこで、迅速に α 線源を作成する方法を開発[23]し、 ^{233}U から $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を分離開始した時点から15分以内に高分解能 α スペクトロメトリーを開始できるようにした。実験を繰り返した結果、 $^{229}\text{Th}^{\text{g}}$ のスペクトルと得られたスペクトルの間に有意な違いは検出できず、実験条件から塩酸溶液もしくは水酸化物の少なくともどちらか一方では半減期が2時間よりも短くなると結論した。

最近、Zhaoら[24]は、 $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ から放出される真空紫外光の直接検出に成功したと報告している。その手法は、0.47 mgの ^{233}U を薄層線源に調製して MgF_2 板(0.17–11.27 eVの光を透過する)に α 反跳で $^{229}\text{Th}^{\text{m,g}}$ を打ち込め、そこから放出される光を光電子増倍管で測定するというシンプルなものである。真空紫外光を測定するために全ての操作は真空中で行っており、また使用する窓材等も MgF_2 を用いている。彼らの実験では115–160 nmに感度を持つ光電子増倍管では $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ 由来のイベントは観測されず、160–280 nmの光にも感度を持つ光電子増倍管で半減期数時間のイベントが観測されている。そこから MgF_2 に β 線や α 線が入射することにより放出されるリン光や蛍光、娘核種の寄与等を差し引いて、 6 ± 1 時間の半減期を求めた。また、 $^{235}\text{U}^{\text{m}}$ の約65 eVの内部転換電子の測定との比較より、この $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ 由来のイベントは(電子ではなく)光子由来であると結論づけた。しかしながら、その解析法には問題点が提起されており[25]、現在までそれに対する返答もないことから、この結果には疑問は残る。

4. $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の検出に向けて

最後に $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の検出に向けて現在進めている研究について簡単に述べる。 $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ から放出される数eVの光子または内部転換電子は $^{229}\text{Th}^{\text{m}}$ の崩壊信号として統計的にもっとも有利であるため、これを直接測定できることが望ましい。しかしながら、これまでの研究から、(1)測定線源

自体が放射性であるため真空紫外光領域のバックグラウンドが無視できない、(2) $^{229}\text{Th}^m$ の励起エネルギーや半減期が未だ正確かどうか分からないため、測定された電子、光子が $^{229}\text{Th}^m$ 由来のものであるか判別することは難しい、などの困難があることがわかる。一方、文献 [17,19,22] で行われている $^{229}\text{Th}^m$ の α 壊変は、真空紫外光に比べれば比較的検出が容易であり、 $^{229}\text{Th}^m$ からの直接的な崩壊信号でもある。しかし、分解能良く測定するためには薄層線源にする必要があり、その線源調製時間のため $^{229}\text{Th}^m$ が十数分以下の短寿命である場合は検出が難しい [22]。そこでさらに検出が容易である $^{229}\text{Th}^m$ の α 壊変に続いて起こる γ 遷移の検出について考える。

前節で述べたように $^{229}\text{Th}^m$ の α 壊変は $^{229}\text{Th}^g$ とは遷移確率が高い準位が異なるため、続いて起こる γ 線放出にも違いが出ると考えられる。Fig. 4 から $^{229}\text{Th}^g$ では主に遷移する 236.25 keV の準位から放出される 86.4 keV や 193.5 keV の γ 線が強く観測されるのに対して、 $^{229}\text{Th}^m$ では 149.96 keV の準位から放出される 107.1 keV や 124.6 keV の γ 線が強く観測されると期待できる。Dykhne ら [18] が予想した $^{229}\text{Th}^m$ の α 壊変の分岐比を元に求めた $^{229}\text{Th}^m$ の γ 線放出率と、2% の $^{229}\text{Th}^m$ が含まれた $^{229}\text{Th}^g$ の γ 線放出率を Table 1 に示す。これを見ると $^{229}\text{Th}^m$ と $^{229}\text{Th}^g$ の 193.5 keV や 107.1 keV の γ 線で放出率の比較的大きな変化があり、これらの γ ピークの計数比を取ることで $^{229}\text{Th}^m$ の存在が確認できる可能性がある。

$^{229}\text{Th}^m$ の γ 線検出のためには何らかの方法で $^{229}\text{Th}^m$ を製造する必要がある。この方法で検出するための大量の $^{229}\text{Th}^m$ を製造できる可能性

があるのは光子や電子を用いた $^{229}\text{Th}^g$ の直接励起 [3, 4, 21, 26] である。文献 [21] の中空陰極放電管実験では 40 kBq の $^{229}\text{Th}^g$ の $1.4 \pm 0.8\%$ が $^{229}\text{Th}^m$ に励起したと報告されており、これは十分に $^{229}\text{Th}^m$ が検出できる励起量である。この γ 線検出実験は $^{229}\text{Th}^g$ の直接励起実験の追試となるだけでなく、ポンピング中でも γ 線検出を行えるため $^{229}\text{Th}^m$ の寿命が短くても検出を行うことができる。現在、放電による $^{229}\text{Th}^g$ 直接励起実験を目指し、準備を進めているところである。

引用文献

- (1) B. R. Beck et al., Phys. Rev. Lett. **98**, 142501 (2007).
- (2) B. R. Beck et al., LLNL-PROC-415170 (2009).
- (3) E. V. Tkalya et al., Phys Rev. C **61**, 064308 (2000).
- (4) E. Peik and C. Tamm, Europhys. Lett. **61**, 181 (2003).
- (5) T. Mitsugashira and H. Yuki, 核データニュース **72**, 50 (2002).
- (6) T. Mitsugashira et al., 核理研研究報告 **35**, 47 (2002).
- (7) R. G. Helmer and C. W. Reich, Phys. Rev. C **49**, 1845, (1994).
- (8) Z. O. Guimarães-Filho and O. Helene, Phys. Rev. C **71**, 044303 (2005).
- (9) S. L. Sakharov, Phys. Atom. Nucl. **73**, 1 (2010).
- (10) G. A. KaZakov et al., Nucl. Instr. Meth. A **735**, 229 (2014).

Table 1 Estimated values of the γ -branching ratio of $^{229}\text{Th}^m$

Energy / keV	$^{229}\text{Th}^g$ ※1	γ -branching ratio (%)	
		$^{229}\text{Th}^m$ ※2	^{229}Th (98%) + $^{229}\text{Th}^m$ (2%)
86.4	2.57	0.14	2.52
107.1	0.81	3.43	0.86
124.6	0.69	2.91	0.73
193.5	4.41	0.23	4.33

※1:Ref.[26]

※2:Estimated values using α -branching ratios of $^{229}\text{Th}^m$ [18]

- (11) G. M. Irwin and K. H. Kim, Phys. Rev. Lett. **79**, 990 (1997).
- (12) D. S. Richardson et al., Phys. Rev. Lett. **80**, 3206 (1998).
- (13) S. B. Utter et al., Phys. Rev. Lett. **82**, 505 (1999).
- (14) R. W. Shaw et al., Phys. Rev. Lett. **82**, 1109 (1999).
- (15) E. Browne et al., Phys. Rev. C **64**, 014311 (2001).
- (16) V. Barci et al., Phys. Rev. C **68**, 034329 (2003).
- (17) T. Mitsugashira et al., J. Radioanal. Nucl. Chem. **255**, 63 (2003).
- (18) A. M. Dykhne et al., JETP Lett. **64**, 345 (1996).
- (19) H. Kikunaga et al., Radiochim. Acta **93**, 507 (2005).
- (20) Y. Kasamatsu et al., Radiochim. Acta **93**, 511 (2005).
- (21) T. T. Inamura and H. Haba, Phys. Rev. C **79**, 034313 (2009).
- (22) H. Kikunaga et al., Phys. Rev. C **80**, 034315 (2009).
- (23) H. Kikunaga et al., Appl. Radiat. Isot. **67**, 539 (2009).
- (24) X. Zhao et al., Phys. Rev. Lett. **109**, 160801 (2012).
- (25) E. Peik and K. Zimmermann, Phys. Rev. Lett. **111**, 018901 (2013).
- (26) R. B. Firestone and V. S. Shirley, Eds., Table of Isotopes, 8th ed. (Wiley & Sons, NewYork, 1996)
- (27) Yu. P. Gangrsky et al., Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. **69**, 1857 (2005).

Abstract

Thorium-229 has an excited state ($^{229}\text{Th}^m$) with the energy lower than for any known nuclide. The most recent value of the excited energy was reported to be 7.8 eV. Because of its extremely low energy comparable with the binding energy of valence electron, $^{229}\text{Th}^m$ has the potential to become a key material of a next-generation nuclear clock. However, there is no clear evidence of the detection of the decay signal from $^{229}\text{Th}^m$ up to date. In this paper, measurements of the excitation energy of $^{229}\text{Th}^m$ and attempts to determine its half-life are described. An on-going study on the detection of $^{229}\text{Th}^m$ is also briefly described.

総説

GARIS が拓く新元素の化学 New Element Chemistry pioneered by GARIS

羽場宏光 (理研仁科加速器研究センター)

Hiromitsu Haba

Nishina Center for Accelerator-Based Science, RIKEN

要旨

我々の研究グループでは、理研気体充填型反跳核分離装置 (GARIS) にガスジェット搬送装置を設置し、超重元素 (原子番号 $Z \geq 104$) の化学的性質を調べるための新しい化学元素分析システムの開発を進めている。本システムは、低放射線バックグラウンドにおける化学実験、大強度ビームの利用とガスジェット搬送効率の増大、新しい化学反応系における実験など、大きなプレイクスルーをもたらすものとして期待されている。最近、化学実験に利用できる長寿命の ^{261}Rf 、 ^{262}Db 、 ^{265}Sg を合成し、GARIS による分離後、化学実験室に取り出すことに成功した。本稿では、GARIS ガスジェットシステムの概要と、 ^{261}Rf 、 ^{262}Db ならびに ^{265}Sg の合成と壊変特性に関する最近の研究について解説する。また、GARIS が拓く超重元素化学研究の展望について紹介する。

キーワード

超重元素化学、反跳核分離装置、理研気体充填型反跳核分離装置 (GARIS), ^{261}Rf , ^{262}Db , ^{265}Sg

Key words

superheavy element chemistry, recoil separator, RIKEN GAs-filled Recoil Ion Separator (GARIS), ^{261}Rf , ^{262}Db , ^{265}Sg

1. はじめに

1869年、ロシアの化学者 Dmitri Ivanovich Mendeleev は、当時知られていた 63 種の元素を原子量とその性質によって分類し、元素の周期表を完成させた。この時から、周期表の空白、すなわち未発見の元素を求めて新元素の探索が始まる。1898年、Marie Curie は、ピエゾ電気計付電離箱を利用し、ピッチブレンドから放射能をたよりに Po と Ra を発見した。Marie のこの発見は、核・放射化学者による新元素探索の始まりである。その後今日までに 36 種の新元素が発見されるが、Lu、Hf と Re を除く 33 元素はすべて放射性元素である。最新の元素の周期表を Fig. 1 に示した。2014年8月末の時点で、118 種の元素が周期表上に規則正しく並び、ちょうど第7周期が完結し、進化し続けている。元素名は、113番、115番、117番と 118番の4元素を除いた 114 種の元素が

国際純正応用化学連合 (International Union of Pure and Applied Chemistry: IUPAC) によって承認されている [1]。原子番号 103 を超える新しい元素群は、近年、超重元素とよばれるようになり、著者ら核・放射化学者にとって魅力あふれる研究対象となっている。

超重元素は、重イオン加速器を利用し、核融合反応によって人工的に合成される。超重元素領域では、大きな原子核電荷によって電子軌道が大きく変化する (相対論効果)、軽い同族元素の系統性からは予測もつかないユニークな性質の出現も期待されている [2,3]。しかし、超重元素の生成率は極めて低く [例えば、104 番元素ラザホージウム (^{261}Rf) : 3 原子/分、108 番元素ハッシュウム (^{269}Hs) : 3 原子/日]、寿命は 1 分間にも満たないほど短いため、一度に 1 個の原子しか取り扱うことができない [4]。超重元素の化学は、

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											5	6	7	8	9	10
3	Na	Mg											13	14	15	16	17	18
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	113	114	115	116	117	118

Superheavy elements (SHEs) →

Lanthanides	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinides	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Fig. 1. Periodic table of the elements in August, 2014.

単一原子の化学ともよばれ、まさに究極の微量元素分析といえよう。この分野の実験的研究は、大強度の重イオン加速器を所有する米国ローレンスバークレー国立研究所 (Lawrence Berkeley National Laboratory: LBNL)、ロシアドブナにある合同原子核研究所 (Joint Institute for Nuclear Research: JINR. 以後ドブナとよぶ。)、ドイツ重イオン研究所 (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH : GSI)、スイスポールシェラー研究所 (Paul Scherrer Institute: PSI)、フランスオルセー原子核物理研究所 (Institut de Physique Nucléaire Orsay: IPNO)、日本原子力研究開発機構 (原子力機構)、中国科学院近代物理研究所 (Institute of Modern Physics: IMP)、理研などの重イオン加速器研究施設で行われてきた。溶液系の化学で、106番元素シーボーギウム (Sg) まで、気相系で Hs までと、112番元素コペルニシウム (Cn) と 114番元素フレロビウム (Fl) についての報告がある。これらの化学研究については、総説 [3-6] や専門書 [7] によく纏められているので参照いただきたい。

2. 反跳核分離装置を用いた新しい超重元素化学研究

化学実験の対象となる超重元素の RI は、 ^{244}Pu 、 ^{248}Cm や ^{249}Bk などのアクチノイド元素の標的に重イオン加速器を用いて加速した ^{18}O 、 ^{22}Ne 、 ^{48}Ca などの重イオンを衝突させ、核融合反応によって合成される。従来の実験では、標的から反跳分離された超重核をヘリウムガス中で停止させ、ガスジェット法によって直接気体または液体クロマトグラフィー装置に運んで化学分析が行われてきた。核種の同定は、超重核の α 壊変や自発核分裂 (SF) 壊変を検出することによって行われてきた。しかし、この手法では、超重元素 RI とともに大量の副反応生成物が化学分析装置に導入されるため、超重元素の放射線計測が妨害され、研究対象とできる元素種や化学実験系が制限されてきた。さらに近年、1 particle μA (6.25×10^{12} 粒子/秒) を超える大強度重イオンビームを利用できるようになったが、標的チャンバー内に生じるプラズマが原因となり、化学分析装置へのガスジェット引き出し効率が激減するという深刻な問題も生じている。

このような背景の中、これまで超重元素の合

成・原子核分光研究に利用されてきた反跳核分離装置を用いた超重元素化学研究が注目を集めている [8,9]。Fig. 2に、理研重イオンリニアック施設 (RIKEN Linear ACcelerator: RILAC) に設置された気体充填型反跳核分離装置 (GAs-filled Recoil Ion Separator: GARIS) [10,11] を示す。反跳核分離装置は、重イオンビームと標的核との核融合反応で生成した超重核を、磁場や電場の組み合わせでビームや副反応生成物から分離し、数マイクロ秒のうちに選択的に焦点面に取り出すことができる。この反跳核分離装置を化学実験の前段分離装置として利用できれば、目的とする超重元素のRIを超低バックグラウンドの放射線下で化学分析できる。重イオンビームの分離除去によって、ガスジェット搬送効率を増大できる。また、多様な化学反応系での実験が可能となる。

Table 1に、反跳核分離装置を利用した超重元素化学研究に関する報告を纏めた。2002年、LBNLでは、世界に先駆けて気体充填型反跳核分離装置 (Berkeley Gas-filled Separator: BGS) にガスジェット搬送装置を連結し、四酸化オスmium ($^{169-173}\text{OsO}_4$) を利用して HsO_4 の気相化学研究に向けた低温ガスクロマトグラフィー装置 (Cryo-Thermochromatographic Separator: CTS) の開発を行っている [12]。また、オンライン液-液抽出装置 SISAK (Short-lived Isotopes

Studied by the AKUFVE-technique) を用いた Rf (^{257}Rf) のりん酸ジブチル抽出 [13] に成功している。さらに、LBNLでは、Rfの軽い同族元素である Zr 同位体 (^{85}Zr) や Hf 同位体 ($^{158,162,165,169}\text{Hf}$) の製造技術を確認し [14]、Zr と Hf のクラウンエーテル抽出 [15] やヘキサフルオロアセチルアセトン錯体の気相化学分離 [16] に成功している。一方、GSIでは、新しく気体充填型反跳核分離装置 (TransActinide Separator and Chemistry Apparatus: TASCA) を建設し [8]、そのコミッションングにおいて、ガスジェット搬送装置の開発、Hsの電気化学研究に向けた Os ($^{175-177}\text{Os}$) の Pd と Ni 金属への電着実験、自動迅速イオン交換分離装置 (Automated Rapid Chemistry Apparatus: ARCA) を用いた Rf ($^{261}\text{Rf}^a$) の HF 系陰イオン交換実験を行ってきた [17]。最近では、Sg と Hs のカルボニル錯体合成に向け、同族元素 W、Os のカルボニル錯体 [$^{163,164}\text{W}(\text{CO})_6$ と $^{170,171}\text{Os}(\text{CO})_5$] の合成と低温ガスクロマトグラフィー検出器 (Cryo-Online Multidetector for Physics And Chemistry of Transactinides: COMPACT) を用いた気相化学分離に成功している [18]。さらに、COMPACT を用いて Fl ($^{288,289}\text{Fl}$) 単体の気相化学実験を開始している [19]。ドブナでも、112番～118番元素の合成で実績のある気体充填型反跳核分離装置 (Dubna

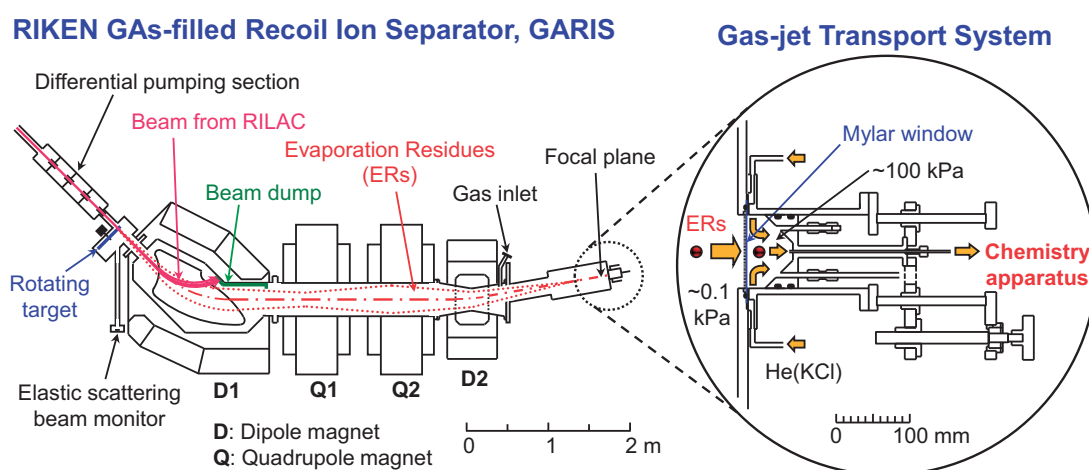


Fig. 2. RIKEN GAs-filled Recoil Ion Separator (GARIS) and the gas-jet transport system at the focal plane of GARIS.

Table 1. 反跳核分離装置を用いた超重元素化学研究。

Year	Separators	Nuclear reactions	Experiments	Referenses
2002	BGS ^{a)}	$^{118,120}\text{Sn}(^{56}\text{Fe}, 3-5n)^{169-173}\text{Os}$	Gas-phase chemistry of OsO ₄ with CTS ^{e)}	[12]
2002	BGS	$^{208}\text{Pb}(^{50}\text{Ti}, n)^{257}\text{Rf}$	HDBP ^{f)} extraction with SISAK ^{g)}	[13]
2005	BGS	$\frac{\text{nat}\text{Ge}(^{18}\text{O}, xn)^{85}\text{Zr}; ^{74}\text{Se}(^{18}\text{O}, \alpha 3n)^{85}\text{Zr}}{^{112,116,120,124}\text{Sn}(^{50}\text{Ti}, xn)^{158,162,165,169}\text{Hf}}$	Production of Zr and Hf isotopes for Rf chemistry	[14]
2006	BGS	$\frac{\text{nat}\text{Ge}(^{18}\text{O}, xn)^{85}\text{Zr}}{^{124}\text{Sn}(^{50}\text{Ti}, 5n)^{169}\text{Hf}}$	Extraction with DB18C6 ^{h)} , DC18C6 ⁱ⁾ , and DC24C8 ^{j)}	[15]
2007	GARIS ^{b)}	$^{169}\text{Tm}(^{40}\text{Ar}, 3n)^{206}\text{Fr}$ $^{208}\text{Pb}(^{40}\text{Ar}, 3n)^{245}\text{Fm}$	Development of recoil transfer chamber	[22,23]
2008	GARIS	$^{238}\text{U}(^{22}\text{Ne}, 5n)^{255}\text{No}$	Development of recoil transfer chamber	[24]
2009	BGS	$\frac{\text{nat}\text{Ge}(^{18}\text{O}, xn)^{85}\text{Zr}; ^{74}\text{Se}(^{18}\text{O}, \alpha 3n)^{85}\text{Zr}}{^{116,120,124}\text{Sn}(^{50}\text{Ti}, xn)^{162,165,169}\text{Hf}}$	Gas-phase chemistry with hfa ^{k)}	[16]
2009	GARIS	$^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O}, 5n)^{261}\text{Rf}^a$	Development of recoil transfer chamber	[25]
2010	DGFRS ^{c)}	$^{244}\text{Pu}(^{48}\text{Ca}, 3n)^{289}\text{Fl}$	Gas-phase chemistry with COLD ^{l)}	[21]
2011	TASCA ^{d)}	$^{152}\text{Gd}(^{40}\text{Ar}, xn)^{192-194}\text{Pb}$	Development of recoil transfer chamber	[17]
		$\text{nat}\text{Ce}(^{40}\text{Ar}, xn)^{175-177}\text{Os}$		
		$\text{nat}\text{Ce}(^{40}\text{Ar}, xn)^{175-177}\text{Os}$		
2011	GARIS	$^{244}\text{Pu}(^{22}\text{Ne}, 5n)^{261}\text{Rf}^a$	Anion-exchange in HF with ARCA ^{m)}	
2011	GARIS	$^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O}, 5n)^{261}\text{Rf}^b$	Production and decay studies for Rf chemistry	[26]
2012	GARIS	$^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne}, 5n)^{265}\text{Sg}^{a,b}$	Production and decay studies for Sg chemistry	[28]
2012	TASCA	$\frac{^{144}\text{Sm}(^{24}\text{Mg}, 4-5n)^{163,164}\text{W}}{^{152}\text{Gd}(^{24}\text{Mg}, 5-6n)^{170,171}\text{Os}}$	CO-gas chemistry with COMPACT ⁿ⁾	[18]
2014	TASCA	$^{244}\text{Pu}(^{48}\text{Ca}, 3-4n)^{288,289}\text{Fl}$	Gas-phase chemistry with COMPACT	[19]
2014	GARIS	$^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F}, 5n)^{262}\text{Db}$	Production and decay studies for Db chemistry	[27]

^{a)}BGS: Berkeley Gas-filled Separator

^{b)}GARIS: GAs-filled Recoil Ion Separator

^{c)}DGFRS: Dubna Gas-Filled Recoil Separator

^{d)}TASCA: TransActinide Separator and Chemistry Apparatus

^{e)}CTS: Cryo-Thermochromatographic Separator

^{f)}HDBP: dibutyl-phosphoric acid

^{g)}SISAK: Short-lived Isotopes Studied by the AKUFVE-technique

^{h)}DB18C6: dibenzo-18-crown-6

ⁱ⁾DC18C6: dicyclohexano-18-crown-6

^{j)}DC24C8: dicyclohexano-24-crown-8

^{k)}hfa: hexafluoroacetylacetonate

^{l)}COLD: Cryo-OnLine Detector

^{m)}ARCA: Automated Rapid Chemistry Apparatus

ⁿ⁾COMPACT: Cryo-Online Multidetector for Physics And Chemistry of Transactinides

Gas-Filled Recoil Separator: DGFRS) [20] を利用し、低温オンライン検出器 (Cryo-OnLine Detector: COLD) を用いた Fl (²⁸⁹Fl) のガスクロマトグラフィー実験に着手している [21]。

著者らの研究グループでは、理研 RI ビームファクトリー (RIBF) において次世代の超重元素化学研究を展開することを目標に、GARIS で分離された超重元素をホットラボに引き出すためのガスジェット搬送システムの開発を進めてきた

[22-28]。最近、化学実験に利用できる長寿命の ²⁶¹Rf、²⁶²Db ならびに ²⁶⁵Sg を合成し、GARIS によって分離、ホットラボまで引き出すことに成功した。本稿では、GARIS ガスジェットシステムの概要と ²⁶¹Rf、²⁶²Db ならびに ²⁶⁵Sg の合成と壊変特性に関する最近の研究について解説する。また、GARIS が拓く超重元素化学研究の展望について紹介したい。

3. GARIS ガスジェットシステム

3.1. GARIS ガスジェット装置の開発

GARIS に結合したガスジェット搬送装置の概念図を Fig. 2 に示す。まず、RILAC で加速された重イオンと標的核の核融合反応によって超重核が合成される。GARIS の中は、50 Pa 程度の希薄なヘリウムで満たされている。標的から反跳分離された超重元素イオンは、ヘリウム原子と衝突を繰り返し、その電荷状態はある平衡電荷を中心として分布する。その後、GARIS の4つの電磁石 D1-Q1-Q2-D2 (D: 双極子電磁石; Q: 四重極電磁石) によってビームや副反応生成物から分離され、焦点面に収束させられる。続いて厚さ $1 \mu\text{m}$ 程度のマイラー (ポリエチレンテレフタレート) の真空隔壁を通過し、ガスジェットチャンバー内でヘリウムガス中に捕獲、塩化カリウム (KCl) のエアロゾルとともにテフロン細管 (内径 $2.0 \text{ mm} \times$ 長さ 10 m) を通って数秒でホットラボに搬送される。

GARIS ガスジェットシステムの開発は、ガスジェットに結合した回転式連続 α /SF 測定装置 MANON (Measurement system for Alpha-particle and spontaneous fission events ON line) [29] を利用し (Fig. 3 参照)、それぞれ $^{169}\text{Tm}(^{40}\text{Ar},3n)^{206}\text{Fr}$ 、 $^{208}\text{Pb}(^{40}\text{Ar},3n)^{245}\text{Fm}$ 、 $^{238}\text{U}(^{22}\text{Ne},5n)^{255}\text{No}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}$ 反応によって生成する ^{206}Fr [22]、 ^{245}Fm [22]、 ^{255}No [24]、

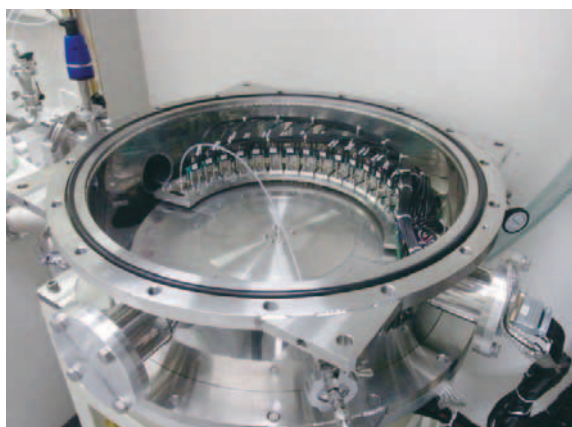


Fig. 3. Photo of the rotating wheel apparatus MANON for α and spontaneous fission spectrometry coupled to the GARIS gas-jet system.

^{261}Rf [25,26]、 ^{262}Db [28]、 ^{265}Sg [27] を用いて行ってきた。

3.2. $^{169}\text{Tm}(^{40}\text{Ar},3n)^{206}\text{Fr}$ と $^{208}\text{Pb}(^{40}\text{Ar},3n)^{245}\text{Fm}$ 反応による性能評価

GARIS の焦点面にガスジェットチャンバー (内径 $60 \text{ mm} \times$ 長さ 30 mm) を取り付け、開口率 92.5% のハニカムグリッドで支持したマイラー箔 (厚さ $3.5 \mu\text{m}$) を用いて両者を仕切った。RILAC で加速した $^{40}\text{Ar}^{9+}$ ビーム (169.7 MeV 、 $2 \text{ p}\mu\text{A}$) を ^{169}Tm 回転標的 (厚さ $120 \mu\text{g cm}^{-2}$) に照射し、 $^{169}\text{Tm}(^{40}\text{Ar},3n)^{206}\text{Fr}$ 反応によって ^{206}Fr を合成した [22]。 ^{245}Fm は、 $^{40}\text{Ar}^{9+}$ ビーム (198.6 MeV 、 $2 \text{ p}\mu\text{A}$) を ^{208}Pb 回転標的 ($420 \mu\text{g cm}^{-2}$) に照射し、 $^{208}\text{Pb}(^{40}\text{Ar},3n)^{245}\text{Fm}$ 反応によって合成した [22]。 ^{169}Tm と ^{208}Pb 標的は、それぞれの金属を炭素箔 ($30 \mu\text{g cm}^{-2}$) に真空蒸着し、直径 300 mm の回転標的とした。照射中、標的は冷却のため 3000 rpm で回転させた。

標的から反跳分離された ^{206}Fr と ^{245}Fm を GARIS によって分離し [ヘリウムガス圧: 88 Pa 、磁気剛性 $B\rho(^{206}\text{Fr}) = 1.64 \text{ Tm}$ 、 $B\rho(^{245}\text{Fm}) = 2.01 \text{ Tm}$]、ガスジェットチャンバー内でヘリウムガス中 (90 kPa) に捕獲、KCl エアロゾルとともに MANON に引き出した。ここで、エアロゾルを厚さ $0.7 \mu\text{m}$ のマイラー箔に捕集し、線源に対して上下方向に設置した Si PIN フォトダイオード検出器 (Hamamatsu S3204-09) を用いて α スペクトロメトリーを行った。MANON の回転ステップは、 ^{206}Fr に対して 30 s 、 ^{245}Fm に対して 2 s に設定した。 ^{206}Fr のガスジェット搬送効率を、エアロゾル発生用加熱管の温度 ($T_{\text{KCl}} = 515\text{--}640^\circ\text{C}$) や ^{40}Ar ビーム強度 ($0.025\text{--}2 \text{ p}\mu\text{A}$) に関して系統的に測定した。ガスジェットチャンバーに入射する ^{206}Fr と ^{245}Fm の原子数は、GARIS の焦点面に Si 半導体検出器 (Hamamatsu 12CH PSD) を設置して定量した。

MANON で取得した α スペクトルには、 $^{205,206,207}\text{Fr}$ とその娘核種の α 線が検出された。 ^{206}Fr のガスジェット効率は、 T_{KCl} とともに増大し、 620°C で 90% を超えた。 ^{206}Fr のガスジェット効率をビーム強度の関数として Fig. 4 に示す。ビームがガスジェットチャンバー内を通過する

従来ガスジェット法を用いて製造した ^{169}Hf の効率を Fig. 4 に比較した。 ^{169}Hf は理研 AVF サイクロトロン施設において、 $^{nat}\text{Ge}(^{18}\text{O}, xn)^{169}\text{Hf}$ 反応により製造した。 ^{169}Hf の効率は、上で述べたプラズマ効果のためビーム強度の増大とともに急激に減少する。しかし、今回 GARIS ガスジェットシステムによって製造した ^{206}Fr は、1 μA を超える大強度でも 80% を超える高い効率が得られている。

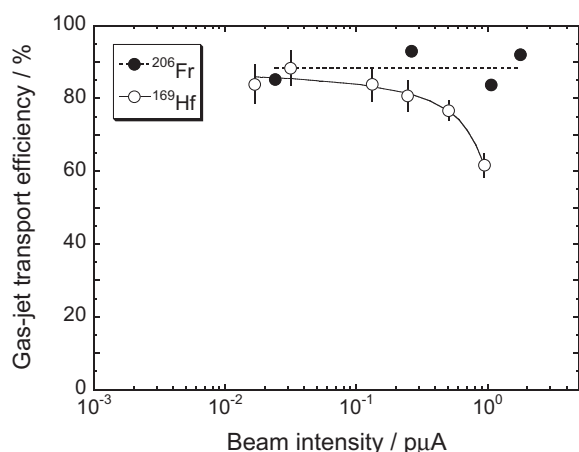


Fig. 4. Variation of the gas-jet transport efficiency of ^{206}Fr and ^{169}Hf as a function of the beam intensity. The isotope ^{206}Fr was produced in the $^{169}\text{Tm}(^{40}\text{Ar}, 3n)^{206}\text{Fr}$ reaction and transported by the gas-jet method to the rotating wheel apparatus MANON after the GARIS separation [22], while ^{169}Hf was produced in the $^{nat}\text{Gd}(^{18}\text{O}, xn)^{169}\text{Hf}$ reaction at the RIKEN AVF Cyclotron and transported to MANON with the conventional gas-jet system without GARIS.

Fig. 5 に、 ^{245}Fm 合成実験で得た MANON の α スペクトルを示す。既報 [30] の α エネルギー ($E_\alpha = 8.15 \pm 0.02$ MeV) と半減期 ($T_{1/2} = 4.2 \pm 1.3$ s) から ^{245}Fm を同定した。 ^{208}Pb から核子移行反応によって大量に生成する ^{211}Bi ($T_{1/2} = 2.14$ min, $E_\alpha = 6.623, 6.278$ MeV) や $^{211}\text{Po}^m$ ($T_{1/2} = 25.2$ s, $E_\alpha = 7.275, 7.995, 8.305, 8.883$ MeV), $^{212}\text{Po}^m$ ($T_{1/2} = 45.1$ s, $E_\alpha = 8.520, 9.080, 11.650$ MeV) などの核種 [31] は、GARIS によって完全に除去された (分離係数: 10^4 以上)。また、ガスジェット効率は、 $83 \pm 9\%$ であった。

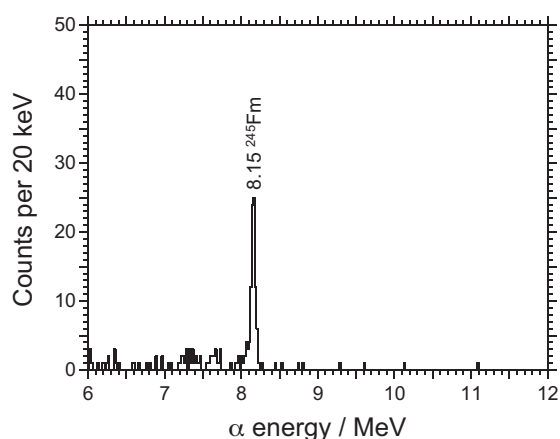


Fig. 5 Sum of α -particle spectra measured with the seven top detectors of the rotating wheel apparatus MANON for 14 s after the 2-s aerosol collection [22]. The 2-s aerosol collection was repeated 7289 times. The beam integral of 9.76×10^{16} was accumulated.

3.3. ^{261}Rf の合成と壊変特性

GARIS の焦点面に大口径ガスジェットチャンバー (内径 100 mm \times 長さ 40 mm) を設置し (Fig. 6 参照)、GARIS との真空隔壁には開口率 84% のハニカムグリッドで支持した厚さ 0.5 μm のマイラー箔を用いた。 $^{261}\text{Rf}^a$ ($T_{1/2} = 68$ s) は、RILAC で加速した $^{18}\text{O}^{5+}$ イオン (95.5 MeV, 6 μA) を $^{248}\text{Cm}_2\text{O}_3$ 標的 ($280 \mu\text{g cm}^{-2}$) に照射し、 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O}, 5n)^{261}\text{Rf}^a$ 反応によって合成した [25]。 $^{248}\text{Cm}_2\text{O}_3$ 標的は、チタン箔 (0.90 mg cm^{-2}) 上に分子電着法によって作製し、直径 100 mm の回転標的とした (Fig. 7 参照)。これを水冷した標的ケースに格納し、照射中 1000 rpm で回転させ

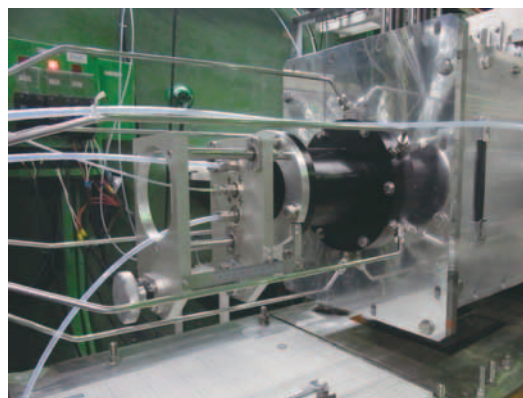


Fig. 6 Photo of the gas-jet transport system on the focal plane of GARIS.

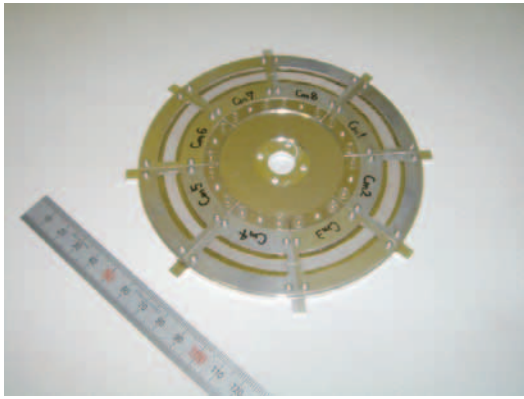


Fig. 7 Photo of the rotating $^{248}\text{Cm}_2\text{O}_3$ target. The target was prepared by electrodeposition onto a $2\text{-}\mu\text{m}$ Ti backing foil. The eight arc-shaped targets were mounted on a rotating wheel of 100-mm diameter, and the wheel was rotated during the irradiation at 1000 rpm.

た。 $^{261}\text{Rf}^a$ は、GARIS によって分離され（ヘリウムガス圧: 33 Pa, $B\rho = 1.73$ Tm）、ガスジェットチャンバー内でヘリウム（49 kPa）に捕獲、KClエアロゾルとともに数秒のうちにホットラボに引き出された。MANON の 7 対の Si PIN フォトダイオード検出器を以て $^{261}\text{Rf}^a$ の α 壊変を検出した。MANON の回転ステップを 30.5 s とし、連続的にエアロゾルの捕集と α 粒子及び SF 片の検出を行った。

MANON で得た $^{261}\text{Rf}^a$ の α スペクトルを Fig. 8 に示す。 $^{261}\text{Rf}^a$ ($T_{1/2} = 68$ s, $E_\alpha = 8.28$ MeV) と

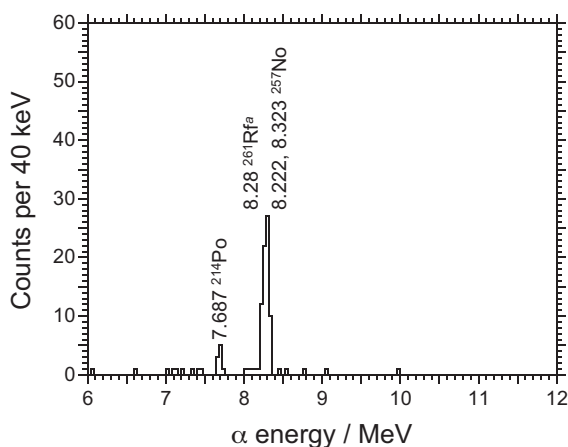


Fig. 8 Sum of α -particle spectra measured with the seven top detectors of the rotating wheel apparatus MANON in the $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^a$ experiment [25]. The ^{18}O beam integral of 6.3×10^{17} was accumulated.

その娘核 ^{257}No ($T_{1/2} = 24.5$ s, $E_\alpha = 8.222, 8.323$ MeV) の α 線を低バックグラウンドの下で観測できた。7.687 MeV のピークは、大気中に含まれる天然放射性核種 ^{222}Rn の系列核種 ^{214}Po で、MANON のマイラー捕集箔を交換するときに検出器に付着したものである。標的に極微量含まれる Pb 不純物から多核子移行反応によって生成する Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th の同位体 [32] は GARIS によって完全に除去された。 $^{261}\text{Rf}^a$ のガスジェット搬送効率は、 $6\text{ }\mu\text{A}$ の大強度ビーム照射でも $52 \pm 12\%$ であった。今回の $^{261}\text{Rf}^a$ の生成率は、ホットラボにおいて 1 時間当たり約 30 原子であった。反跳核分離装置を利用したにもかかわらず（輸送効率: $7.8 \pm 1.7\%$ ）、大強度ビーム照射の実現によって従来ガスジェット法を用いた場合 [23,29] に匹敵する生成率を達成している。

近年の $^{208}\text{Pb}(^{70}\text{Zn},n)^{277}\text{Cn}$ [33,34] 及び $^{248}\text{Cm}(^{26}\text{Mg},5n)^{269}\text{Hs}$ [35,36] 実験において、 ^{261}Rf には半減期 68 s の $^{261}\text{Rf}^a$ の他に約 3 s の核異性体 $^{261}\text{Rf}^b$ が存在することが示唆されてきた。しかし、1970 年の $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^a$ 反応による $^{261}\text{Rf}^a$ の発見 [32] 以来、 $^{261}\text{Rf}^b$ を直接反応によって明確に観測した例はない。著者らは、MANON の回転ステップを 30.5 s から 2.0 s に変更し、短寿命の $^{261}\text{Rf}^b$ の探索を行った [26]。その結果、半減期約 2 s で ^{257}No の α 壊変に時間相関する $E_\alpha = 8.52 \pm 0.05$ MeV の α 粒子を 6 個観測し、 $^{261}\text{Rf}^b$ を同定することに成功した。さらに $^{261}\text{Rf}^b$ の SF 壊変も検出し、SF の分岐比として $b_{\text{SF}} = 0.73 \pm 0.06$ を得た。 α と SF の両壊変から $^{261}\text{Rf}^b$ の半減期 $T_{1/2} = 1.9 \pm 0.4$ s を決定した。 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^b$ 反応の断面積は、 $\sigma = 11 \pm 2$ nb (95.1 MeV) で、 $^{261}\text{Rf}^a$ ($\sigma = 12 \pm 3$ nb [26,29]) と同程度であることも分かった。

3.4. ^{262}Db の合成と壊変特性

$^{19}\text{F}^{6+}$ イオン (103.1 MeV または 97.4 MeV, $4\text{ }\mu\text{A}$) を $^{248}\text{Cm}_2\text{O}_3$ 標的 (230 または $330\text{ }\mu\text{g cm}^{-2}$) に照射し、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ 反応によって ^{262}Db を合成した [28]。GARIS (He ガス圧: 32 Pa, $B\rho = 1.73\text{-}2.04$ Tm) によって分離した ^{262}Db をホットラボに引き出し、MANON を用いて α /SF スペクトロメトリーを行った。本研究

では、 ^{262}Db に帰属される α - α ならびに α -SF 相関事象をそれぞれ 73、2 事象観測した。 ^{262}Db の α エネルギーとして、既報 [30,37] の $E_\alpha = 8.45$ MeV (分岐比 $I_\alpha = 75\%$)、8.53 MeV (16%)、8.67 MeV (9%) のうち $E_\alpha = 8.53$ MeV を確認することはできず、 $E_\alpha = 8.46 \pm 0.04$ MeV ($70 \pm 5\%$) と $E_\alpha = 8.68 \pm 0.03$ MeV ($30 \pm 5\%$) を決定した。 ^{262}Db の α 壊変から求めた半減期は、 $T_{1/2} = 33.8^{+4.4}_{-3.5}$ s で、文献値 [30] ($T_{1/2} = 34 \pm 4$ s) に一致した。さらに、本研究では、総計 123 事象の SF 壊変を観測した。壊変曲線の 2 成分解析によって得られた短寿命成分の半減期 ($T_{1/2} = 30.2 \pm 6.1$ s) は、 ^{262}Db の半減期によく一致し、 ^{262}Db の SF 分岐比として $b_{\text{SF}} = 0.52 \pm 0.04$ を決定した (既報値: $b_{\text{SF}} \approx 0.33$ [38])。一方、娘核 ^{258}Lr の壊変データとして、 $T_{1/2} = 3.54^{+0.46}_{-0.36}$ s、 $b_{\text{EC}} = 0.026 \pm 0.018$ を得た (既報値: $T_{1/2} = 3.9^{+0.4}_{-0.3}$ s [30]、 $b_{\text{EC}} < 0.05$ [39])。本研究で得た ^{262}Db と ^{258}Lr の壊変様式を Fig. 9 に示す。今回の ^{262}Db ならびに ^{258}Lr の壊変データを用いて、永目ら [29,40] による $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ 反応の断面積 ($\sigma = 1.5 \pm 0.4$ nb) を再評価し、103 MeV で $\sigma = 2.1 \pm 0.7$ nb を得た。また、新たに 94.7 MeV における断面積 ($\sigma = 0.23^{+0.18}_{-0.11}$ nb)

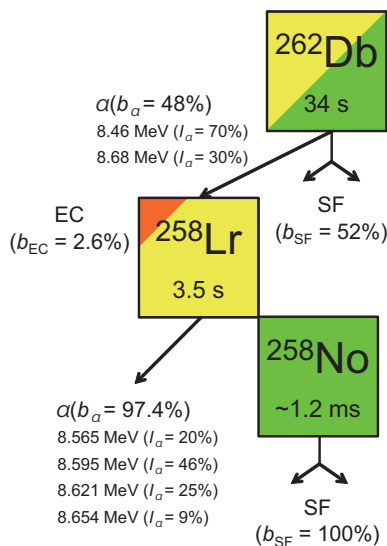


Fig. 9 Observed decay patterns for the chain $^{262}\text{Db} \rightarrow ^{258}\text{Lr} \rightarrow (^{258}\text{No} \rightarrow)$ [28]. The α -particle energies and intensities (I_α) of ^{258}Lr and all decay data of ^{258}No are taken from Ref. [30].

を得た。これらの断面積は、西尾ら [41,42] が改良を加えた理論計算コード HIVAP [43] によってよく再現された。

本研究では、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},4n)^{263}\text{Db}$ 反応で生成する ^{263}Db ($T_{1/2} = 28^{+10}_{-7}$ s、 $E_\alpha = 8.355$ MeV、 $b_\alpha = 0.43$ [38]) とその娘核 ^{259}Lr との α - α ならびに α -SF 相関事象の解析も行ったが、 ^{263}Db に帰属される事象を見出すことはできなかった。103.1 MeV と 97.4 MeV における $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},4n)^{263}\text{Db}$ 反応断面積として、それぞれ上限値 $\sigma \leq 0.064$ nb、 $\sigma \leq 0.13$ nb を得た。これらの上限値は、HIVAP による予測値よりも 3 倍以上小さく、今後、計算手法の見直しや ^{263}Db の壊変データの確認実験が必要である。

3.5. ^{265}Sg の合成と壊変特性

$^{22}\text{Ne}^{6+}$ イオンまたは $^{22}\text{Ne}^{5+}$ イオン (117.8 MeV、3 μA) を $^{248}\text{Cm}_2\text{O}_3$ 標的 (280 $\mu\text{g cm}^{-2}$ または 230 $\mu\text{g cm}^{-2}$) に照射し、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}$ 反応によって ^{265}Sg を合成した [27]。GARIS (ヘリウムガス圧: 34 Pa、 $B\rho = 1.73$ -2.16 Tm) によって分離した ^{265}Sg を上述の ^{261}Rf や ^{262}Db と同様にホットラボに引き出し、MANON を用いて α /SF スペクトロメトリーを行った。 ^{265}Sg の壊変様式 [44] を参考とし、娘核 $^{261}\text{Rf}^{a,b}$ と孫核 ^{257}No との α - α (- α) ならびに α -SF の相関事象を解析した。

本研究では、 ^{265}Sg に帰属される α - α (- α) ならびに α -SF 相関事象を合計 42 事象観測した。 ^{265}Sg の α エネルギーとして、 $E_\alpha = 8.84 \pm 0.05$ MeV と $E_\alpha = 8.69 \pm 0.05$ MeV を検出し、それぞれに対して核異性体 $^{265}\text{Sg}^a$ ($T_{1/2} = 8.5^{+2.6}_{-1.6}$ s)、 $^{265}\text{Sg}^b$ ($T_{1/2} = 14.4^{+3.7}_{-2.5}$ s) を同定した。Fig. 10 に本研究で改訂した ^{265}Sg の壊変様式を示す。 $^{261}\text{Rf}^a$ と ^{257}No のデータはそれぞれ文献 [30,45]、[46] から引用した。また、 $^{265}\text{Sg}^{a,b}$ の娘核として、 $^{261}\text{Rf}^b$ の壊変データ ($E_\alpha = 8.51 \pm 0.06$ MeV、 $T_{1/2} = 2.6^{+0.7}_{-0.5}$ s、 $b_{\text{SF}} = 0.82 \pm 0.09$) を得た。これらは上述の $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^b$ 反応によって直接合成した $^{261}\text{Rf}^b$ のデータ [26] によく一致している。 $^{265}\text{Sg}^{a,b}$ の反応断面積は、GARIS の輸送効率を 13%、ガスジェット効率を 50%、搬送時間を 3 s と仮定して、それぞれ $\sigma(^{265}\text{Sg}^a) = 180^{+80}_{-60}$ pb、 $\sigma(^{265}\text{Sg}^b) = 200^{+60}_{-50}$ pb と見積もることができた。

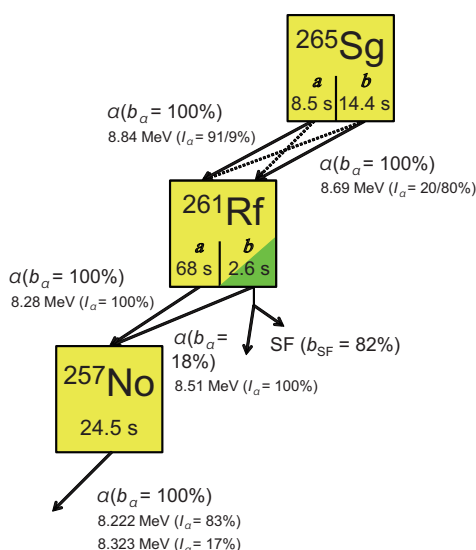


Fig. 10 Decay pattern for the chain $^{265}\text{Sg}^{a,b} \rightarrow ^{261}\text{Rf}^{a,b} \rightarrow ^{257}\text{No} \rightarrow [27]$. The dominant and weak transitions are shown with solid and dashed lines, respectively, and their intensities are given in parentheses. The data for $^{261}\text{Rf}^a$, and ^{257}No are from Refs. [30,45] and [46], respectively.

Fig. 11 に、 $^{248}\text{Cm}(^{12}\text{C},5n)^{255}\text{No}$ [47]、 $^{248}\text{Cm}(^{13}\text{C},5n)^{256}\text{No}$ [47]、 $^{248}\text{Cm}(^{14}\text{N},5n)^{256}\text{Lr}$ [39]、 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^{a,b}$ [26]、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ [28]、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}^{a,b}$ [27]、 $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na},5n)^{266}\text{Bh}$ [48]、 $^{248}\text{Cm}(^{26}\text{Mg},5n)^{269}\text{Hs}$ [36] 反応の断面積を超重核の原子番号の関数として示す。Fig. 11 に破線で示したように、 $^{248}\text{Cm}(X,5n)$ 反応断面積は原子番号の増大とともに指数関数的に減少する。この系統性から、 $^{248}\text{Cm}(^{27}\text{Al},5n)^{270}\text{Mt}$ 反応による 109 番元素マイトネリウム (Mt) の反応断面積として $\sigma = \sim 1$ pb を予測できる。

4. GARIS が拓く超重元素化学研究

著者らが開発した GARIS ガスジェットシステムは、生成率が極めて小さくかつ短寿命の超重元素の化学研究において、超低バックグラウンドにおける化学実験、大強度ビームの利用とガスジェット搬送効率の増大、さらに多様な化学反応の実現など、数々のブレイクスルーをもたらすものとして期待されている。

気相化学実験においては、重イオンビームが GARIS で除去されるので、搬送用エアロゾル物

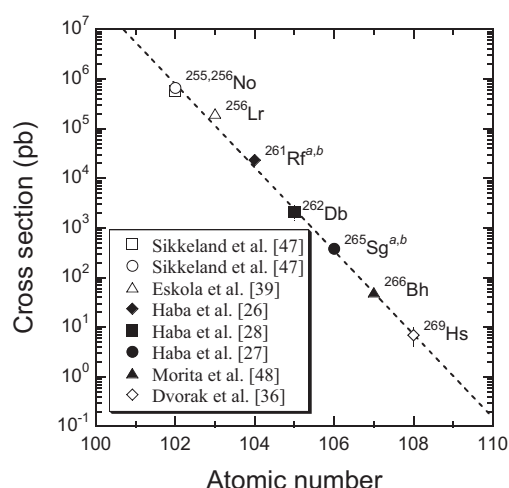


Fig. 11 Maximal cross sections of the $5n$ evaporation channel in the complete fusion reactions of ^{248}Cm target with different projectiles as a function of the compound nucleus atomic number. The present cross sections for the $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^{a,b}$ [26], $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)^{262}\text{Db}$ [28], and $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}^{a,b}$ [27] reactions are compared with the literature data for $^{248}\text{Cm}(^{12}\text{C},5n)^{255}\text{No}$ [47], $^{248}\text{Cm}(^{13}\text{C},5n)^{256}\text{No}$ [47], $^{248}\text{Cm}(^{15}\text{N},5n)^{256}\text{Lr}$ [39], $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na},5n)^{266}\text{Bh}$ [48], and $^{248}\text{Cm}(^{26}\text{Mg},5n)^{269}\text{Hs}$ [36]. The dashed line is an exponential fit to data points.

質を使用せずに高効率かつ迅速に錯形成とガスクロマトグラフィーを行うことができるようになる。一酸化炭素や β -ジケトンなどの有機系の錯形成試薬もビームに破壊されることなく使用可能となり、研究対象とできる超重元素化合物の種類を飛躍的に増大できる。最近、ドイツヘルムホルツ研究所マイントツの Evenら [49] は、この利点を生かし、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}$ 反応によって製造した ^{265}Sg をガスジェットチャンバー内でヘリウムと一酸化炭素の混合ガス中に止め、その場でカルボニル錯体 $\text{Sg}(\text{CO})_6$ の合成を行い、COMPACT を用いて二酸化ケイ素 (SiO_2) への吸着エンタルピー ($-\Delta H_{\text{ads}} = 50 \pm 4$ kJ/mol) を取得することに成功している。

液体シンチレーション計数装置は、エネルギー分解能 (数 100 keV) が Si 検出器 (数 10 keV) に比べて劣るため、従来ガスジェット法では副反応生成物からの α 線や β 線が妨害し、これまで超重元素の溶液化学実験には利用できなかった。しかし、GARIS ガスジェット法では、妨害

核種を効率良く分離除去できるため、液体シンチレーション計数装置を用いた超重元素の溶媒抽出実験が可能となる [13,50]。液体シンチレーション計数装置の α 線やSF片に対する検出効率は100%であり、これは従来Si検出器(約30%)の約3倍である。超重核の明確な同定には、その娘核との α - α や α -SF時間相関事象を観測することが必須であるが、液体シンチレーション計数装置を用いることにより、相関事象の検出効率を従来Si検出器の約9%から100%へ飛躍的に向上させることができる。さらに溶液試料を蒸発乾固する必要がなく、化学分離後直ちに放射線計測を開始できる。小森ら [51] は、 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)^{261}\text{Rf}^a$ 反応によって $^{261}\text{Rf}^a$ を合成し、これをGARISガスジェット法でホットラボに引き出し、液体シンチレーション計数装置を用いて検出することに成功している。一方、イオン交換や溶媒抽出とは異なる新しいアプローチとして、豊嶋ら [52-54] はフロー電解カラムを用いた電気化学的手法の開発に取り組んでいる。Sgは、6+や4+の酸化状態をとることが理論的に予測されており [55,56]、超重元素領域では初となる酸化還元電位の測定が期待される。Sgの溶液化学研究は、これまで0.1 M HNO_3 - 5×10^{-4} M HF混酸系と0.1 M HNO_3 系における陽イオン交換法を用いた2報の報告しかない [57,58]。直接的に ^{265}Sg の放射壊変を捉えた実験はなく、娘核 ^{261}Rf と孫核 ^{257}No の α - α 相関事象に基づいてSgの化学の議論がなされている。当時の $^{265,266}\text{Sg}$ の壊変データ [59,60] は、最近の研究 [27,34,35,44] によって大幅に修正され、長寿命の $^{265}\text{Sg}^b$ や $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)^{265}\text{Sg}^{a,b}$ 反応の断面積が明らかとなった。今後、世界初ともいえるSgの溶液化学への期待が膨らむ。

GARISガスジェット法が実現する超低バックグラウンドは、寿命が1秒程度以上の新超重核の探索や核構造研究にも非常に有効である。とくに熱い核融合反応系では、GARISが分離し切れない低価数のビームイオン、散乱された標的粒子や多核子移行反応生成物によって焦点面Si検出器のバックグラウンドが高くなり、超重核の合成や核分光実験が困難になる場合がある [24,48,61]。GARISガスジェット法では、チャンバーのマイ

ラー窓厚、ヘリウム内圧、チャンバー長などを最適化し、入射粒子の飛程差によって選択的に目的の超重核をガス中に停止させ、ガスジェットでMANONのような低バックグラウンド検出器に引き出すことができる。また、直径数ミリ程度の小さな線源を容易に作製することができ、Ge検出器を用いて高い計数効率でX線、 γ 線計測を行うことも可能である。 $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},xn)^{266-x}\text{Rf}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},xn)^{267-x}\text{Db}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},xn)^{270-x}\text{Sg}$ 、 $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na},xn)^{271-x}\text{Bh}$ などの反応で生成する新超重核の探索、 α - γ 核分光法による核構造研究、核分裂特性の研究などは、GARISガスジェット法の利点を生かせる研究課題である。

5. おわりに

冒頭で進化し続ける元素周期表にふれたが、元素の存在限界はどこにあるのか？ 次々発見される新元素はどのような核的・化学的性質を示すのだろうか？ 今後、119番や120番元素が発見されれば、周期表に新しい周期、すなわち第8周期が出現する。さらに重い121番～155番元素はスーパーアクチノイドとよばれ、人類がまだ見ぬg電子軌道が登場する。新元素の化学は、MarieのPoとRaの発見以来、我々核・放射化学者を魅了し続けてきた研究課題である。幸運なことに、我が国には新元素をつくり出すことができる世界最先端の重イオン加速器施設がある。新元素の合成と化学研究分野における我が国の発展と貢献は目覚ましく、世界のトップを競う時代を迎えつつある。著者らは、理研RIBFを利用し、国際的研究協力の下、新元素の化学という科学の最も根本的な研究課題に挑戦していきたい。日本放射化学会の若手研究者や学生が本研究分野に興味を抱き、次世代を担ってくれることを願う。

謝辞

本稿で紹介したGARISガスジェットシステムの開発研究は、理研仁科加速器研究センターと東京大学原子核科学研究センターによって共同運営される理研RIBFにおいて行われたものです。本研究は、理研仁科加速器研究センター、日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター、大阪大学大学院理学研究科、新潟大学理学部化学科、

金沢大学理工研究域ならびに東北大学電子光理学研究センターとの共同研究であり、共同研究者の方々に深く感謝いたします。本研究は、科研費(16750055、19002005、20750053、23750072、26286082)の助成を受けたものです。

引用文献

- [1] R. D. Loss and J. Corish, *Pure Appl. Chem.* **84**, 1669(2012).
- [2] V. G. Pershina, *Chem. Rev.* **96**, 1977 (1996).
- [3] A. Türler and V. Pershina, *Chem. Rev.* **113**, 1237(2013).
- [4] M. Schädel, *Angew. Chem. Int. Ed.* **45**, 368 (2006).
- [5] 永目諭一郎, *ぶんせき* No. 5, 234(2009).
- [6] 工藤久昭, *ぶんせき* No. 12, 678(2009).
- [7] *The chemistry of superheavy elements*, 2nd ed., edited by M. Schädel and D. Shaughnessy, Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, and London, 2013.
- [8] M. Schädel, *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **8**, 47 (2007).
- [9] Ch. E. Düllmann, *Eur. Phys. J. D* **45**, 75 (2007).
- [10] K. Morita et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* **70**, 220(1992).
- [11] K. Morita et al., *Eur. Phys. J. A* **21**, 257 (2004).
- [12] U.W. Kirbach et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **484**, 587(2002).
- [13] J. P. Omtvedt et al., *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **3**, 121(2002).
- [14] Ch. E. Düllmann et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **551**, 528(2005).
- [15] R. Sudowe et al., *Radiochim. Acta* **94**, 123 (2006).
- [16] Ch. E. Düllmann et al., *Radiochim. Acta* **97**, 403(2009).
- [17] J. Even et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **638**, 157(2011).
- [18] J. Even et al., *Inorg. Chem.* **51**, 6431(2012).
- [19] A. Yakushev et al., *Inorg. Chem.* **53**, 1624 (2014).
- [20] Yu. Ts. Oganessian, *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **34**, R165(2007).
- [21] D. Wittwer et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* **268**, 28(2010).
- [22] H. Haba et al., *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **8**, 55 (2007).
- [23] H. Haba et al., *Eur. Phys. J. D* **45**, 81(2007).
- [24] H. Haba et al., *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **9**, 27 (2008).
- [25] H. Haba et al., *Chem. Lett.* **38**, 426(2009).
- [26] H. Haba et al., *Phys. Rev. C* **83**, 034602 (2011).
- [27] H. Haba et al., *Phys. Rev. C* **85**, 024611 (2012).
- [28] H. Haba et al., *Phys. Rev. C* **89**, 024618 (2014).
- [29] Y. Nagame et al., *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **3**, 85(2002).
- [30] *Table of Isotopes*, 8th ed., edited by R. B. Firestone and V. S. Shirley, Wiley, New York, 1996.
- [31] J. M. Nitschke et al., *Nucl. Phys. A* **313**, 236 (1979).
- [32] A. Ghiorso et al., *Phys. Lett.* **32B**, 95 (1970).
- [33] S. Hofmann et al., *Eur. Phys. J. A* **14**, 147 (2002).
- [34] K. Morita et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 043201 (2007).
- [35] J. Dvorak et al., *Phys. Rev. Lett.* **97**, 242501 (2006).
- [36] J. Dvorak et al., *Phys. Rev. Lett.* **100**, 132503 (2008).
- [37] C. E. Bemis et al., *Bull. Am. Phys. Soc.* **22**, 611(1977).
- [38] J. V. Kratz et al., *Phys. Rev. C* **45**, 1064 (1992).
- [39] K. Eskola et al., *Phys. Rev. C* **4**, 632(1971).
- [40] K. Tsukada et al., *Radiochim. Acta* **97**, 83 (2009).
- [41] K. Nishio et al., *Phys. Rev. Lett.* **93**, 162701 (2004).
- [42] K. Nishio et al., *Phys. Rev. C* **82**, 024611 (2010).

- [43] W. Reisdorf and M. Schädel, *Z. Phys. A* **343**, 47(1992).
- [44] Ch. E. Düllmann and A. Türler, *Phys. Rev. C* **77**, 064320(2008).
- [45] M. Asai et al., *Phys. Rev. Lett.* **95**, 102502 (2005).
- [46] M. Asai(private communication).
- [47] T. Sikkeland et al., *Phys. Rev.* **172**, 1232 (1968).
- [48] K. Morita et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **78**, 064201 (2009).
- [49] J. Even et al., *Science* (in press).
- [50] J. P. Omtvedt et al., *Eur. Phys. J. D* **45**, 91 (2007).
- [51] Y. Komori et al., *RIKEN Accel. Prog. Rep.* **43**, 267(2010).
- [52] A. Toyoshima et al., *Radiochim. Acta* **96**, 323(2008).
- [53] A. Toyoshima et al., *J. Am. Chem. Soc.* **131**, 9180(2009).
- [54] A. Toyoshima et al., *Inorg. Chem.* **52**, 12311 (2013).
- [55] V. Pershina et al., *J. Phys. Chem. A* **103**, 8463(1999).
- [56] V. G. Pershina, *Radiochim. Acta* **101**, 749 (2013).
- [57] M. Schädel et al., *Radiochim. Acta* **77**, 149 (1997).
- [58] M. Schädel et al., *Radiochim. Acta* **83**, 163 (1998).
- [59] Yu. A. Lazarev et al., *Phys. Rev. Lett.* **73**, 624(1994).
- [60] A. Türler et al., *Phys. Rev. C* **57**, 1648 (1998).
- [61] M. Murakami et al., *Phys. Rev. C* **88**, 024618 (2013).

Abstract

We have developed a gas-jet transport system at the RIKEN gas-filled recoil ion separator GARIS as a novel technique for superheavy element (SHE, atomic number $Z \geq 104$) chemistry. This system is a promising approach for exploring new frontiers in SHE chemistry: (i) background radioactivities originating from unwanted by-products are strongly suppressed, (ii) an intense primary heavy-ion beam is absent in a gas-jet chamber and hence a high gas-jet transport yield is achieved, and (iii) the beam-free conditions also make it possible to investigate new chemical reactions. Recently, useful radioisotopes of ^{261}Rf , ^{262}Db , and ^{265}Sg for chemical studies were produced in the reactions of $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O},5n)$ ^{261}Rf , $^{248}\text{Cm}(^{19}\text{F},5n)$ ^{262}Db , and $^{248}\text{Cm}(^{22}\text{Ne},5n)$ ^{265}Sg , respectively, and they were successfully extracted by the gas-jet method to a chemistry laboratory. Production and decay properties of ^{261}Rf , ^{262}Db , and ^{265}Sg were investigated in detail using the rotating wheel apparatus for α and spontaneous fission (SF) spectrometry. Perspectives of the SHE chemistry pioneered by GARIS are presented.

ニュース (トピックス)

3次元ブロック核図表 —同位体の理解のために

小浦寛之 (日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター)

原子核は陽子と中性子からなる複合体である。原子核の性質を縦軸を陽子数 (原子番号)、横軸を中性子数として表す図を核図表と呼び、多くの関連研究者によって利用されている。主に原子核の崩壊に関する情報が載せられている場合が多く、世界中のいくつかの研究機関で核図表を公開している。日本でも日本原子力研究開発機構が1977年以降概ね4年に1度程度でA4サイズの折りたたみ冊子版として公開している。

最近、筆者は市販のブロック玩具を利用して原子核の性質を高さ軸にとることで表現した「3次元ブロック核図表」を作製した。このような可視化をすることにより一般の方々や、原子核物理分野以外で原子核の性質を利用する専門家に平易に、また直感的に原子核の性質を把握してもらうことを意図したものである。

写真1は高さ軸を1核子当たりの原子の質量値 (そのほとんどは原子核質量からの寄与なので

実質的に原子核の質量と見なして良い) として表した3次元核図表である。高校物理の教科書などに見られる原子核の結合エネルギーは横軸を質量数 (陽子と中性子の総数) に取ると鉄56 (^{56}Fe) 付近で最大になることを示しているが、この3次元核図表を用いるとより立体的に ^{56}Fe 付近が最小の質量であることが理解できる。また、質量数が小さい核種から ^{56}Fe 付近に向かう方向が核融合に対応し、質量数が大きい核種から ^{56}Fe 付近に向かう方向が核分裂に対応することが実感出来る。ブロックの色は原子核の半減期の程度を表し、青が5億年以上の“安定”原子核、緑が30日以上、赤が10分以上、黄色がそれ以下の半減期を表している。これは原子力機構核図表の表記を踏襲したものである。なお、未知核種は茶色で表し、その値は筆者の理論質量値を用いている。 β^- 崩壊、 β^+ 崩壊の別も質量値の傾斜の向きでどちらが起こるのか、放射化学の初学者にも平易に理解出来ると思う。

この核図表の左側に一列に示しているのは第1イオン化エネルギーである。原子核の閉殻 (魔法数) の理解のためにまず原子のイオン化ポテンシャルを示し、原子の閉殻構造の概念を紹介することを意図したものである。

写真2は高さ軸を原子核の半減期として表現したものである。一ブロックの高さを半減期の桁数に相当させた対数表示としている。色合いは黒が概ね1億年以上、茶が1年以上、赤が1年以上、黄色が1日以上…としている。実験値のものは最上部に丸ブ

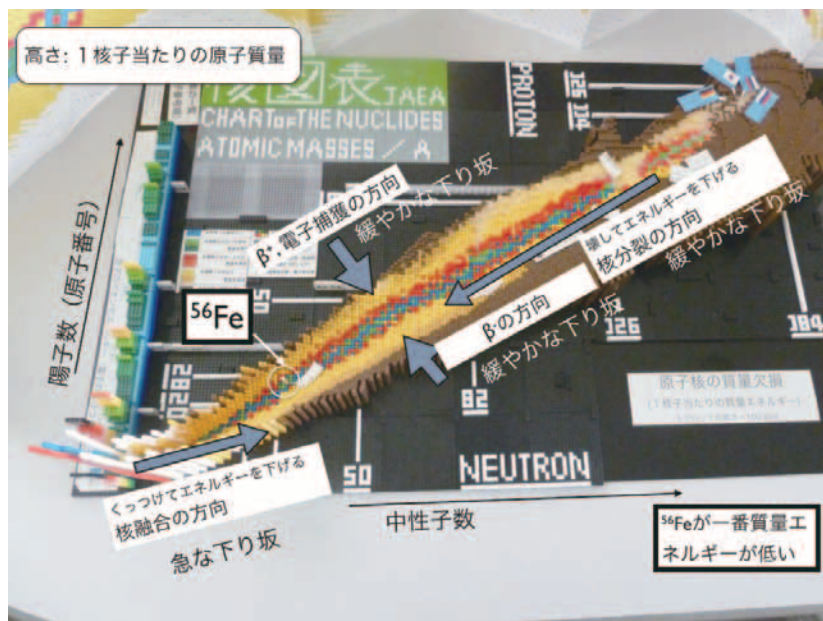


写真1 3次元ブロック核図表 (質量値版)。核図表の左側に一列に並んだブロックは第1イオン化エネルギーを表す。

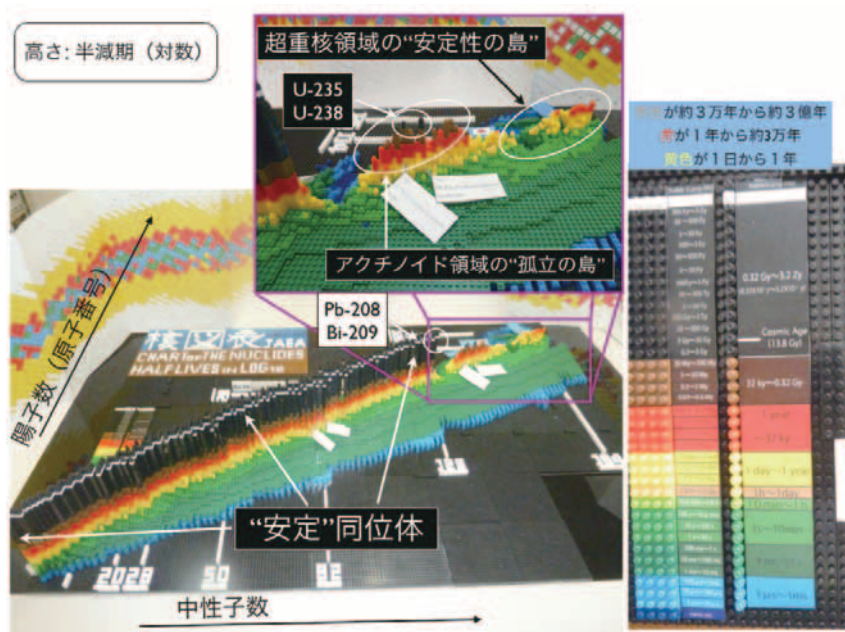


写真2 3次元ブロック核図表(半減期版)。中上部：アクチノイド、超重核領域の拡大図。右部：半減期のスケール表記。

ロック、筆者による理論予測値は角ブロックを置いて区別している。

前者の質量値版が原子核の大まかな性質を理解するのに便利であるが、この半減期版は原子核の個々の性質が原子核の隣同士で極めてドラスティックに変化するのを視覚的に見ることができる。特に原子核の陽子数、中性子数の偶奇性は顕著であり、放射化学の教科書的観点からはマッタウフの法則と呼ばれる経験則や、Tc、Pmの安定同位体が存在しない事実などを確認してみるのも良いかもしれない。

この核図表は陽子数(原子番号)130、中性子数196までの核種について載せている。“超重核の安定性の島”と呼ばれる陽子数114付近、中性子数184付近の比較的長寿命である核種群の領域も概観することもできる。筆者の計算値が主であるが、一つの原子核モデルの予測値として見て頂きたい。

このオブジェを利用して原子核関連の様々な理解に利用することができる。その一つが宇宙における星の元素合成における原子核の役割であ

る。これに関しては他の関連記事でいくつか紹介したので割愛するが、地球に鉄が豊富な理由やウランがなぜ存在するのかを元素合成の観点から講演・サイエンスカフェを行ってきた。今後放射性同位元素に関する解説や、超重元素合成の解説など様々な関連テーマに利用していきたい。

なお、今回の3次元核図表は動画で楽しむことができる。内容は宇宙における元素合成に関するもので、質量値版と太陽系における同位体存在比版を紹介している。以下のサイトで確認されたい。

- ・日本原子力研究開発機構ホームページ「JAEAチャンネル」
URL:http://www.jaea.go.jp/atomic_portal/jaea_channel/.
「宇宙の錬金術」より(5分48秒)
- ・Physics Education (IOP, UK) ホームページ「Video Abstract」
URL:<http://iopscience.iop.org/0031-9120/49/2/215>
「Three-dimensional nuclear chart…」より(4分3秒) YouTubeからも視聴可能

他の関連記事

- [1] H. Koura, Three-dimensional nuclear chart - understanding nuclear physics and nucleosynthesis in stars, Phys. Educ. 49 215-220(2014).
- [2] 小浦寛之、「3次元ブロック核図表を用いたアウトリーチ活動」基礎科学ノート 未知への探求(日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター) 21 17-19(2013)

◆◆◆ ニュース ◆◆◆

理事会より「学会の将来に関するアンケート」の結果について

横山明彦（日本放射化学会副会長）

日本放射化学会理事会は、昨年の学会年会を兼ねた APSORC13 国際学会会期中において「学会の将来に関するシンポジウム」を開催し、会員の皆様より重要な提言をいただきました。その結果と内容を理事会で検討し、会員の声をどのように反映すべきか議論している過程で、まずは広く会員の実態および意識調査を行って将来計画の参考にしたいたいの意見が挙がりました。それを受けて理事会では学会員へのアンケートを企画し、日本放射化学会事務局からのお知らせ (JNRS-Mail) を利用させて戴いて会員に周知し、本年4月から5月にかけて電子メールによるアンケート調査を実施致しました。アンケートの詳しい内容と結果は末尾にまとめてありますので、ご覧いただきたく思います。

この報告では、結果の初期的な分析と自由記述の一部（代表的なご意見）について紹介したいと思います。回答総数は57名で、400名を超える会員数と比べると15%に満たない状況でアンケート調査期間の途中、事務局からのお知らせメールで再度回答を呼びかけましたが、少し少ない結果となりました。しかし、回答者の年齢構成、所属、研究分野は適度に分散しているようで、その結果は学会員の現状を反映していると思われる。年齢は30代から50代が多く合わせると8割近い数字になっています（設問1）。所属は大学等の教育機関が半数以上を占め、次いで独立法人等の研究所が3割程度で企業関係者が少ない様子がわかります（設問2）。研究分野（複数回答）は環境放射能・放射分析と核化学がそれぞれ回答の3割程度と多く、次いで放射化分析、核プローブ・核物性の順番でした（設問3）。それぞれが放射化学会で重要な位置を占める分科会（ α 放射体・環境放射能分科会、核化学分科会、放射化分析分科会、原子核プローブ分科会）と対応しており、これらの分野に相当の人数がいるのがわかり

ます。

ここからアンケートの本題に入りますが、シンポジウムの時に話題となった、他学会所属の現状とその重要度比較について、設問4ではまず「日本放射化学会はもっとも重要な学会か」を聞きました。これに対して「はい」と答えた人は丁度6割で、「いいえ」と答えた約4割を上回りましたが、一方では他学会に重心を置く会員の多さも、浮き彫りになったと思います。具体的には設問5で他学会所属の状況を複数回答で聞きましたが、日本原子力学会がもっとも多く、次いで、日本地球化学会、日本化学会、日本物理学会、日本分析化学会、日本放射線安全管理学会、日本アイソトープ協会、日本地球惑星科学連合など広く分散しているようです。これは放射化学会が学際的な学会であることを示しており、これが強みにも弱みにもなっているのが学会の特徴であると言えるかもしれません。設問6では放射化学討論会が研究発表の場として最重要であるかを聞きましたが、これは学会の重要性から少し下がって、「はい」と「いいえ」がほぼ同数の半々という結果でした。また、参加している討論会・研究会はやはり原子力学会関連を筆頭に広く分散しているのは、学会所属の結果とほぼ対応しています（設問7）。「学会活動について、期待するあるいは将来あるべき方向について」聞いた設問8（複数選択回答）と設問9（自由記述）では、「他学会との協力関係や融合」と「放射線教育など教育活動」がほぼ同数でやや下がって「社会貢献」「研究支援」と意見が分散しています。これはここに挙げた項目のすべてが学会の活動として重要だということだと思います。もう1つ挙げた選択肢の「活動縮小」は少なく、放射化学会の活動に期待されているのがわかりました。

自由記述では福島原発事故に関連した記述が多く見られ、「福島事故に関して、これだけ

多くの専門家が所属している学会でありながら、現在に至るまで学会として組織だった活動・貢献ができていない（後略）「福島原発事故論文集と観測データ論文がでない」など学会がこの問題に貢献できなかったとの指摘があり、「福島原発（3.11）事故以降、様々な分野の研究者や団体が放射線・放射能の計測に参入・参画してきている。（中略）研究活動の横断や応用を自問自答しなければならぬ局面にきていると考える。」「福島第一原子力発電所事故後の放射線リスクに関する誤解や混乱は、多くの一般の知識不足に起因すると考えられます。（中略）教育に力を入れていくと社会貢献にもつながると感じます。」と学会外の組織との協力や教育活動に活路を見出そうという意見がありました。また、「学会誌について、和文誌は充実してきていると思う。英文誌JRNSの活性化のためには、まずは会員に投稿してもらうように呼びかけるなどの努力をすべきと思う。」「（前略）学会の英文誌の維持は重要であると思う。学会の意義は英文誌の維持と考えてもいいと思う。（後略）」という意見もありました。その他「他学会との連携や連合を進めて、「日本放射線・放射能学術連合」のような将来構想で方向性を探るべき。（後略）」「（前略）理事会による理事の推薦をやめ、自由選挙による理事、会長の選任を行うことを提案します。」など学会の組織や運営についての意見もありました。

最後に挙げた設問10（複数選択回答）と設問11（自由記述）の討論会への期待と将来像ですが、「研究テーマ討論」の実質化が最も多く、次いで「一般講演」「シンポジウム・パネル討論会」の実施、「総会日程」の変更、「分科会活動」の活発化と分散しています。討論会の本質である研究テーマの討論の重視と、それ以外の企画への期待も感

じられました。

自由記述では「原子力学会では学生や若い研究者が少なく、いつもがっかりする。放射化学討論会や「環境放射能」研究会の方が、学生が多くホットとする。」「（前略）若い研究者の箔付けに奨励賞を積極的に出したほうがより意味があると思います。」「若い研究者が研究発表する機会を増やす」「学生を参加させやすい仕組みを作ってくださいことを望みます。最近は奨学金の関係もあるので学生のポスター賞等を多めに出して欲しいです。」など、若手や学生への配慮に言及されたものが数多くあり、次世代への期待を反映したものであると思います。また、「分科会活動は、（中略）情性で続いているように見えます。分科会の世話人（もしくは幹事）＝理事とするなど、各分科会と執行部がより連携できる体制とするように提案します。」「分科会も年会のセッションの一つとして実施してもよいのではないか。」という意見がありました。討論会の内容については「現状の年会は参加者の少ない「学会」としてのイベント（総会、授賞式など）が多く、逆に発表や討論の濃度が低くなっていると感じる。（中略）3月に学生発表を中心としたような発表の機会を設けてはどうかと思う。」「コンビーナをたてて全セッションを公募制にする」「放射線化学会との連携」「放射化学討論会は秋の開催とし、春季に上記「連合学会」を設ける」など学会運営についてよりも具体的に意欲的な提案が多くされました。

このアンケート結果は今後の理事会でも引き続き検討され、日本放射化学会および放射化学討論会改革の出発点となる資料として活用されることを期待しています。最後にアンケートに協力いただきました会員の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

(アンケート内容)

日本放射化学会 会員各位

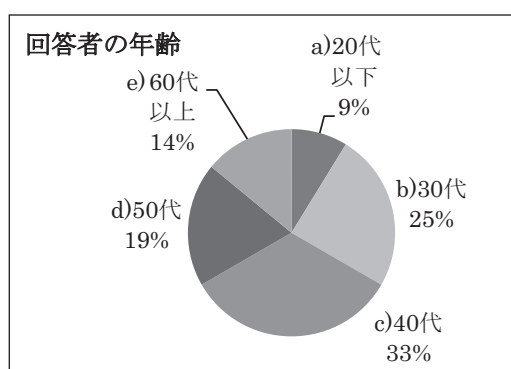
日本放射化学会 会長
海老原 充

日本放射化学会理事会では、学会年会を兼ねた APSORC13 国際学会会期中において「学会の将来に関するシンポジウム」を昨年開催し、会員の皆様より重要な提言をいただきました。その結果・内容を検討している過程で、会員の实態および意識調査を行って将来計画の参考にしたいとの意見が挙がり、下記のようなアンケートを企画いたしました。会員の皆様には、よろしくご協力いただきますようお願いいたします。なお頂いた結果は集計し、相関について検討するだけで、個人情報としては利用しませんので、そのようにご了解ください。

次の質問についてお答えください。

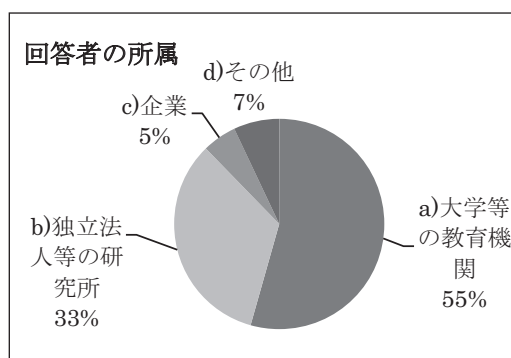
1. 回答者の年齢について当てはまるものを回答ください。

- a) 20代以下
- b) 30代
- c) 40代
- d) 50代
- e) 60代以上



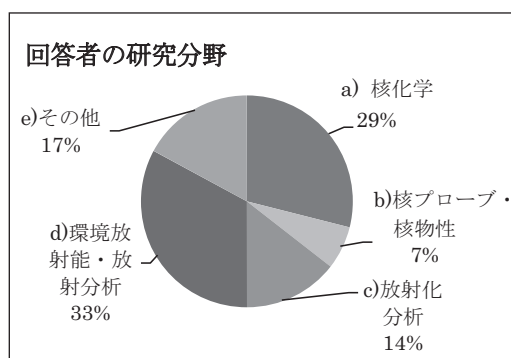
2. 回答者の所属について当てはまるものを回答ください。

- a) 大学等の教育機関
- b) 独立法人等の研究所
- c) 企業
- d) その他

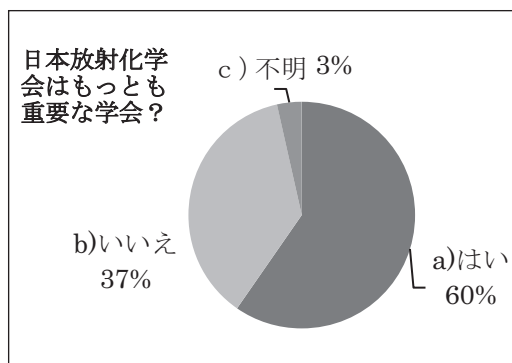


3. 回答者の放射化学の中の研究分野について回答ください。(複数回答可)

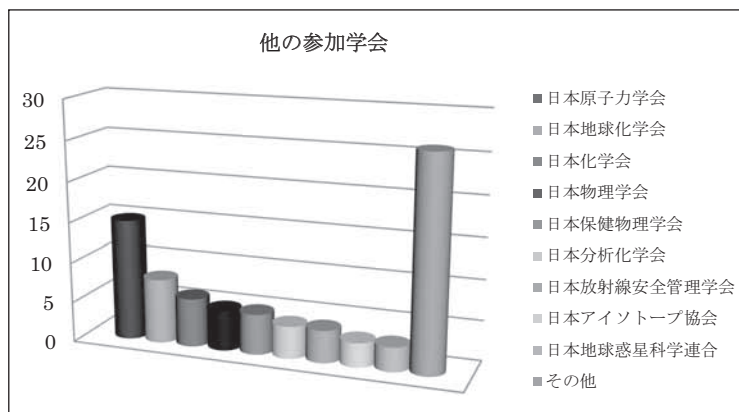
- a) 核化学
- b) 核プローブ・核物性
- c) 放射化分析
- d) 環境放射能・放射分析
- e) その他(記述:)



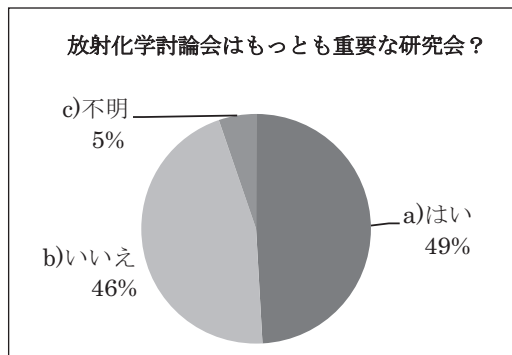
4. 自分が所属している学会で、日本放射化学会は自分にとって最も重要な学会である
- a) はい
 - b) いいえ



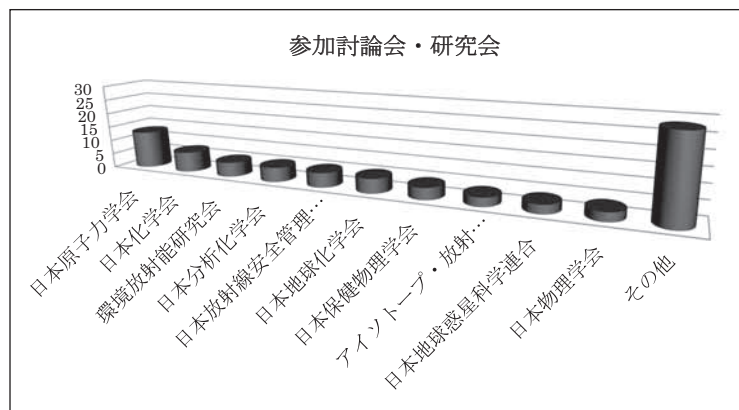
5. 他に所属されている学会について、自分にとって重要な順番で記入ください。
(複数回答可)



6. 自分がよく参加または発表している学会年会・討論会・研究会等で、自分にとって日本放射化学会年会・放射化学討論会はもっとも重要な学会である
- a) はい
 - b) いいえ



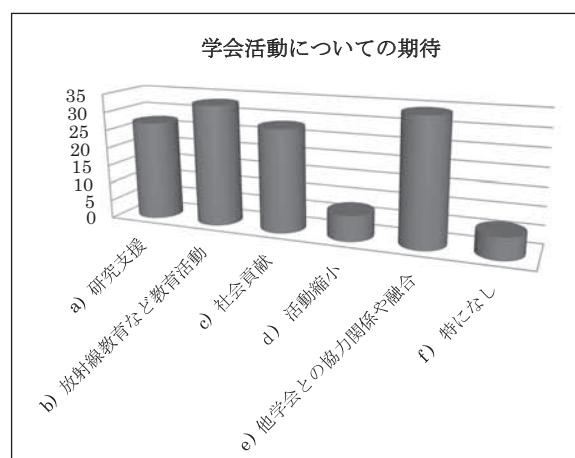
7. 他によく参加・発表されている学会年会・討論会・研究会等について、自分にとって重要な順番で記入ください。(複数回答可)



8. 日本放射化学会の学会活動について、シンポジウムの中である部分ではもっと活動を広げてほしいという意見がある一方、中心的に活動できる会員が少なくなっている現状を踏まえて活動について縮小するべきという意見もありました。あなたにとって学会活動について 期待するあるいは将来あるべき方向について重要と思われる項目の記号を重要な順番で記入ください。

(複数回答可)

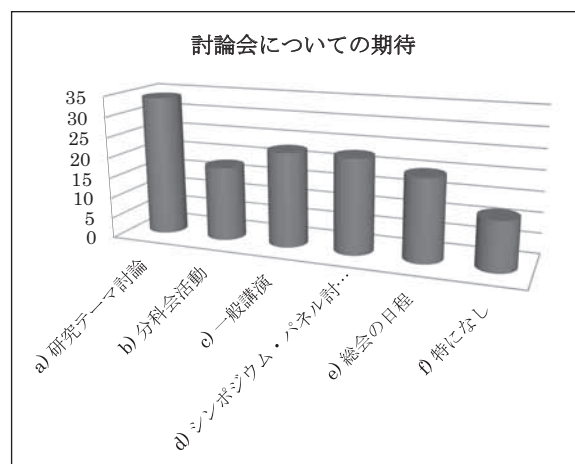
- 研究支援についてもっと企画実施すべき、
- 放射線教育など教育活動についてもっと企画実施すべき
- 社会貢献についてもっと企画実施すべき
- 学会活動については縮小していくべき
- 他学会との協力関係や融合について検討するべき
- 特になし



9. 日本放射化学会の学会活動について、期待するあるいは将来あるべき方向について他に重要と思われるものがあればお書きください。(自由記述)

10. 日本放射化学会年会・放射化学討論会について、期待するあるいは将来あるべき方向について重要と思われる項目の記号を重要な順番で記入ください。(複数回答可)

- 研究テーマ討論についてもっと企画実施すべき
- 分科会活動についてもっと企画実施すべき
- 一般講演についてもっと企画実施すべき
- シンポジウム・パネル討論会についてもっと企画実施すべき
- 総会の日程を討論会の初日・最終日などに行い、討論・発表の間の開催を避けるべき
- 特になし



11. 日本放射化学会年会・放射化学討論会について、期待するあるいは将来あるべき方向について他に重要と思われるものがあればお書きください。(自由記述)

ニュース

2012 & 2013年 JNRS 論文賞受賞論文紹介

JNRS 編集委員会

本学会の学会誌である Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences の Articles または Notes に掲載された論文の中から、編集委員会により JNRS 誌論文賞が授与されます。今回は 2012 年および 2013 年に掲載された論文を対象として、以下の論文が選ばれました。受賞論文の著者には賞状が授与されます。

Behavior of Fission Products in Sulfide Reprocessing Process

Akira Kirishima, Yuuki Amano, and Nobuaki Sato

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University

J. Nucl. Radiochem. Sci., Vol. 12, No.1, pp. 1-4, 2012.

概要

現在各国で用いられている湿式再処理法よりも簡便かつ経済性に優れた新たな再処理方法の

提案を目指して、使用済核燃料の乾式硫化と湿式選択溶解を組み合わせたプロセスの基礎研究を行っている。本論文では主要な核分裂生成物(FP)からアルカリ金属として Cs、アルカリ土類金属として Sr、遷移金属として Zr、希土類元素として Ce, Eu および白金族元素として Ru を選択して、これらの RI トレーサ (^{137}Cs , ^{85}Sr , ^{95}Zr , ^{141}Ce , ^{152}Eu , ^{103}Ru) を U_3O_8 に添加した試料を作製した。この試料を 573K から 773 K の温度範囲で CS_2 ガスにて硫化処理し、その後、1 mol/L の硝酸溶液で溶解処理する事により、各 FP 元素の溶出挙動を調べた。硫化温度を適切に選択する事により、固相として回収する対象である U の溶出率を 4 % 程度に抑制しつつ、Cs と Sr は 80% 超える溶出率、Eu は 60% を超える溶出率を得る事ができた。以上から、提案するプロセスでこれらの FP 元素を分離できる見込みが得られた。一方、固相中で IV 価を取る Ce と Zr および白金族元素である Ru は U と同程度かさらに低い溶出率を示し、これらの元素を U から分離する場合は、硫化処理条件や溶解条件をさらに工夫する必要があることが分かった。各元素の溶出率の傾向は、熱力学データを用いて硫化処理条件で算出した生成相を基にした考察で説明する事ができた。

会議報告

17th Radiochemical Conference (RadChem2014)

島田亜佐子 (日本原子力研究開発機構 バックエンド技術部
放射性廃棄物管理技術課)

2014年5月11日-16日、チェコ共和国の温泉保養地マリアーンスケー・ラーズニェで、17th Radiochemical Conference (RadChem2014)が開催されました(学会ウェブサイト: <http://www.radchem.cz/index.html>)。RadChem2014は、チェコ化学会、Ioannes Marcus Marci Spectroscopic Society, Czech Technical University in Pragueの主催で3~4年に一度開催される、放射化学と原子力化学に関連するすべての研究分野を対象とした国際学会であり、17回目の本大会では過去最多の約370名が世界各国から参加しました。本会議は、1. 環境中の放射性核種・放射線生態学、2. 核分析法、3. アクチノイドと超アクチノイド元素の化学、4. 放射線化学、5. 放射性核種の製造と応用、6. 分離法・化学形の解明、7. 核燃料サイクルの化学(第1回ASGARDワークショップ)、8. 放射性医薬品の化学・ラベル化合物、9. 教育、の9つのセッションからなり、要旨によると154件の口頭発表と243件のポスター発表がありました。学会のプロシーディングスはJournal of Radioanalytical and Nuclear Chemistryに掲載の予定です。

RadChem2014では、カリフォルニア大学バークレー校のHeino NITSCHKE教授が、The George Hevesy Medal Awardを受賞され、「Adventures in Actinide Nuclear and Radiochemistry」と題する受賞講演を行われました。この賞は放射化学や原子力化学の分野で最も権威のある国際的な賞で、1968年に設立され、1986年までに19回の授与がありました。その後、2000年に復活し、Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistryにより支援されて今日まで続いています。講演では、Nitsche教授の過去40年の研究の中からウランやネプツニウム、プルトニウム、アメリシウムなどの溶液中での熱力学や、高レベ

ル放射性廃棄物処分場の性能評価や環境修復のためにそれらのアクチノイド元素が地質中の物質にどのように吸着するかなどを研究した成果が紹介されました。また、超重元素をはじめ、新しい核種の製造やそれらの核種の物理・化学に関する研究についても発表されました。

月曜日には全員参加の講演として各分野でご活躍中の6名から発表がありました。その一番初めに、福島大学の青山教授から福島第一原子力発電所の事故により大気に放出された放射性核種の陸地や海への沈着と汚染水の直接放出により、どの程度の放射性核種(主に¹³⁷Cs)が海に蓄積され、それらが亜熱帯還流の沈み込みなどによりどのように移行していくかについてご講演がありました。

報告者は放射化学分析を専門としているため、2番目のデンマーク工科大学のXiaolin HOU教授による放射化学分析の進展に関する包括的なご講演を大変面白く聞かせていただきました。多くの放射性核種の分析、特に長寿命核種や含有量の少ない放射性核種、 α ・ β 核種の分析では、まず目的元素の分離が必要となることが多いのですが、その分離法として、近年では抽出クロマトグラフィーの利用が増えているとのことでした。実際、分離法・化学形の解明のセッションでは抽出クロマトグラフィーによる分離法の開発に関連した発表が多くみられ、中には数種類の放射性廃棄物に含まれる⁶³Niを分析して、その効率を他の分離法と比較した発表もありました。また、緊急時対応可能な測定法として、ICP-MSの有用性などについても触れられていました。

その他の全員参加の講演として、ベルン大学・ポールシェラー研究所のTürler Andreas教授による最新の周期表と超重元素研究の現状、デルフト工科大学のWolterbeek Bert教授によるMo-99

の製造法毎の実現性の比較、CEAのBourg Stephane博士による将来の核燃料サイクルのためのアクチノイドの研究とその国際的研究協力、ヨーテボリ大学のAneheim Emma博士による放射性医薬品としてのAt-211の適用性に関する研究の発表がありました。

5月のマリアーンスケー・ラーズニェは、やや肌寒いものの、チューリップやシャクナゲなどの花が咲き乱れ、芝や若葉の緑が鮮やかで、雲間にのぞく空の青さが美しいところでした。雨天が心配されましたが、参加者の普段の行いのよさにより(!?)、大きく崩れることなく会期を終えました。学会会場となったCasino conference centreのMirrorホールとRedホールはシャンデリアや彫刻で飾られた優美な空間で、1日2回のコーヒー

ブレイクにはケーキまで供されました。また、学会の新しい取り組みとしてウェルネスナイトが催され、両手のパラフィンパックの他、炭酸ガス浴・炭酸泉入浴・マッサージの中から一つサービスを受けることができました。炭酸ガスには諸々の効果があるとのことですが、さて、効果の程は? エクスカーションでは、ドイツとの国境の町、ヘブ村に行きました。歴史ある大聖堂の他、情緒ある異国の街並みを堪能しました。日本人は若く見えるようで、報告者は学生が一人で参加しているのと間違われて、中国の研究者グループの方がご親切に一緒させていただきました。おかげで楽しく過ごせましたが、学位とってから10年くらい経ってるんですね・・・



RadChem2014で講演を聴講する参加者. 学会ウェブサイト photography より
(<http://www.radchem.cz/>)

会議報告

2nd Conference on “Advances in Radioactive Isotope Science” (ARIS2014)

佐藤哲也 (日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター)

2014年6月1日から6日にかけて、東京大学本郷キャンパスにおいて、理研仁科センターと東京大学の共同開催により2nd Conference on Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014)が開催されました。

ARISは原子核構造や、天体核、核反応、原子質量や崩壊様式などを主題とした国際会議であり、今回は2回目にあたります。第一回は2011年にベルギー ルーバンで開催されました。本会議はInternational Conference on Exotic Nuclei and Atomic Masses (ENAM)とInternational Conference on Radioactive Nuclear Beam (RNB)が統合されたものです。もともとのENAMが、1950～60年代のAtomic Mass and Fundamental Constants (AMCO)やNuclear Far From Stability (NFFS)に端を発し、原子質量や原子核の安定性をテーマにした会議であったため、原子核物理分野の色合いが濃くなっています。会議のトピックとしては、先に挙げた原子核構造などの他、ドリップライン近傍核、超重元素やRI生成等、多岐にわたります。

プログラムによれば、発表件数は基調、閉会を含む招待講演が52件、その他の口頭発表が82件、ポスター発表が330件と、合計で450件を超える発表がありました。参加者数は発表されていませんが、主会場となった東京大学伊藤謝恩ホール(客席数396)が常に満席状態でしたので、かなり盛況だったことが窺えます。

招待講演の内訳は以下のようなものでした(ただし、プログラム上ではカテゴリ分けされていないため、筆者の独断で分類)。

1. 原子質量・安定性 …………… 6件
2. 核構造・核分光・崩壊様式 …………… 12件
3. 天体核 …………… 7件

4. 理論計算 …………… 6件
5. 実験施設・装置・計画 …………… 14件
6. 医療利用 …………… 1件
7. 超重元素 …………… 3件
8. 応用 …………… 1件

詳しい情報は、学会ウェブページ (<https://ribf.riken.jp/ARIS2014/>)で得ることができます。また、発表で使われたスライドファイルは、一部を除き近日中に公開が予定されています。さらにプロシーディング集は査読の上、JPS Conference Proceedings (<http://jpscp.jps.jp/>)から電子出版されることになっています。

筆者の関係する超重元素関連では、九州大/理研の森田浩介教授の“Research of Superheavy Elements at RIKEN –Present Status and Perspectives-”、スウェーデンLund大のD. Rudolph教授による“Superheavy Element Studies with TASCAs at GSI: Spectroscopy of Element 115 Decay Chains”、およびロシアドゥブナ合同原子核研究所(JINR) Y. Oganessian教授による“At the End of the Nuclear Map”以上3件の招待講演がありました。超重元素合成は、対象となる核種の生成断面積が極めて小さい上、寿命が非常に短いことから、研究を遂行できる実験施設は世界でもごく限られています。これまでに118番元素までの生成が報告されており、検証が進められています。現在のところ、113、115、117および118番は命名に至っておらず、113番元素に日本初の元素命名権獲得が期待されているのは周知の通りです。日本の超重元素合成研究についての現状は、森田教授より報告されました。他方、Rudolph教授の講演では、ドイツ重イオン研究所(GSI)における115番元素の核分光

実験などの他、119番、120番元素発見への挑戦などについても報告され、さらにOganessian教授の講演では、より強力に研究を推進するためのSHE-Factoryがロシアで建設中であることが紹介されました。周期表を見ると、我々はまさに第7周期から第8周期へと踏み出していく瞬間に立ち会っていることがわかります。次回の会議の頃には、おそらく113番元素の名前の行方も決まっ

ていることでしょう。ひょっとしたら、もう一段周期表の周期数が増えているかもしれません。そんなことを感じさせてくれました。

次回のARISは3年後、ARIS2017として、カナダ国立素粒子原子核物理研究所（TRIUMF）とアメリカミシガン州立大（MSU）の共催により、北米で開催される予定です。



ARIS2014 参加者集合写真.
学会会場となった東京大学伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールにて。

会議報告

第3回環境放射能除染研究発表会

一般社団法人環境放射能除染学会

平成26年7月3日～5日、郡山市民文化センターにおいて、第3回環境放射能除染研究発表会が開催されました。参加人数は、約800人でした。7月3日～4日は研究発表会を開催し、放射性物質の発生源対策や除染計画・除染技術など多様なテーマについて合計151編（口頭発表：招待3編、企画セッション8編、一般60編、ポスター発表80編）の発表があり、両日でのべ約650名が登録し参加しました。

5日には、環境省との共催で国際シンポジウムを開催しました。オーストラリア、ノルウェー、

英国、ロシアから4名の、また国内からは2名の専門家・研究者を招聘し、環境中における放射性物質の挙動・動態を中心にご報告いただきました。市民開放し約200名の参加者がありました。

また、同期間に1階展示室で企業展示を開催し、除染技術、保安用品等の52社が出展しました。保安用品の実演着用も行われ、研究発表会参加者との熱心なやり取りが行われました。3日間の期間中、展示室で除染プラザ（環境省・福島県）による、除染活動に関する展示も行われました。

情報プラザ (国際国内会議)

国内会議

日本温泉科学会第67回大会

日時：2014年9月4日(木)～7日(日)
場所：三朝温泉町営国民宿舎「ブランナールみささ」

2014日本放射化学会年会・第58回放射化学討論会

日時：2014年9月11日(木)～13日(土)
場所：名古屋大学東山キャンパス

平成26年度放射線安全取扱部会年次大会(第55回放射線管理研修会)

日時：2014年10月30日(木)、31日(金)
場所：かでの2・7北海道立道民活動センター(札幌)

日本放射線安全管理学会 第13回学術大会

日時：2014年12月3日(水)～5日(金)
場所：徳島大学大塚講堂

国際会議

International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity

日時：7-12 Sep, 2014
場所：Barcelona, Spain

EXON-2014 - VII International Symposium on Exotic Nuclei

日時：8-13 Sep, 2014
場所：Kaliningrad, Russia

TERACHEM2014 - 2nd International Edition of the Symposium on Technetium and Other Radiometals in Chemistry and Medicine

日時：10-13 Sep, 2014
場所：Bressanone (Bolzano) - Italy

4th INCC - 4th International Nuclear Chemistry Congress 2014

日時：14-19 Sep, 2014
場所：Mareias, SP - Brazil

EXA2014 - International Conference on Exotic Atoms and Related Topics

日時：15-19 Sep, 2014
場所：Vienna, Austria

ERA12 - An International Symposium on Nuclear & Environmental Radiochemical Analysis

日時：17-19 Sep, 2014
場所：Bath, United Kingdom

ANFC - 2nd Asian Nuclear Fuel Conference

日時：18-19 Sep, 2014
場所：Tohoku University, Sendai, Japan

Joint International Conference on Hyperfine Interactions and Symposium on Nuclear Quadrupole Interactions 2014

日時：21-26 Sep, 2014
場所：Canberra, Australia

Joint ICTP – IAEA Workshop on Nuclear Reaction Data for Nuclear Power Applications

日時：22 – 26 Sep, 2014

場所：ICTP – Trieste, Italy

Gordon Research Conference on Nuclear Chemistry

日時：31 May – 5 Jun, 2015

場所：New London, United States

ICANS XXI – International Collaboration on Advanced Neutron Sources

日時：29 Sep – 3 Oct, 2014

場所：Mito, Ibaraki, Japan

MTAA 14 – the 14th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis

日時：23 – 28 Aug, 2015

場所：Delft, The Netherlands

HAWAII 2014 – Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan

日時：7 – 11 Oct, 2014

場所：Waikoloa, Kona Hawaii, USA

Migration 2015 – 14th International Conference on Chemistry and Migration Behaviour of Actinides and Fission Products in the Geosphere

日時：12 – 18 Sep, 2015

場所：Santa Fe, New Mexico, USA

MARC X – Methods & Applications of Radioanalytical Chemistry

日時：12 – 17 Apr, 2015

場所：Keauhou, Kona Hawaii, USA

Pacificchem 2015 – The 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies

日時：15 – 20 Dec, 2015

場所：Honolulu, Hawaii, USA

ICRR 2015 – 15th International Congress of Radiation Research

日時：25 – 29 May, 2015

場所：Kyoto, Japan

TAN 15 – 5th International Conference on the Chemistry and Physics of the Transactinide Elements

日時：25 – 29 May, 2015

場所：Urabandai, Fukushima, Japan

ISRS2015 – 21st International Symposium on Radiopharmaceutical Sciences

日時：26 – 31 May, 2015

場所：Missouri, USA

放射化学関連シンポジウム（編集委員会で選考）：

- ・ Experimental and Theoretical Actinide Chemistry: From Fundamental Systems to Practical Applications (#42, Inorganic)
(Organizers: John Gibson, Georg Schreckenbach, Tsuyoshi Yaita, Jun Li, Ping Yang)
- ・ The Expanding Periodic Table: New Discoveries and Chemistry of the Heaviest Elements (#234, Inorganic)
(Organizers: Heino Nitsche, Yuichiro Nagame, Zhi Qin, Peter Schwerdtfeger, Christoph Duellmann, Andreas Tuerler)
- ・ Nuclear Probes in Nanoscale Characterization (#254, Inorganic)
(Organizers: Masashi Takahashi, Anita Hill, Virender Sharma, Junhu Wang, Kiyoshi Nomura, Yasuhiro Yamada)
- ・ Isotope Production-Providing Important

- Materials for Research and Applications (#363, Inorganic)
(Organizers: Dennis Phillips, Katherine Gagnon, Yuichi Hatsukawa)
- Computational Modeling of d- and f-Block Chemistry: Challenges and Opportunities (#130, Physical, Theoretical & Computational)
(Organizers: Angela Wilson, Peter Schwerdtfeger, Kwang S. Kim, Zhenyang Lin, Tom Cundari)
 - Science with Beams of Radioactive Isotopes (#340, Physical, Theoretical & Computational)
(Organizers: Sherry Yennello, Krzysztof Starosta, Yuliang Zhao, Hiromitsu Haba)
 - Fukushima and Radiological Contaminated Environments World-wide: The Important Role of Environmental Chemistry and Radiochemistry in Remediation and Restoration (#374, Agrochemistry, Environmental, and Geochemistry)
(Organizers: Takayuki Sasaki, Heino Nitsche, Chunli Liu, Zenko Yoshida, Stepan Kalmykov, Linfeng Rao)
 - Radioactive Contaminants and Waste Management in the Environment (#390, Agrochemistry, Environmental, and Geochemistry)
(Organizers: Wooyong Um, Min-Hoon Baik, Ohnuki Toshihiko, Arokiasamy Francis, Daniel Kaplan)
 - Application of Luminescent Materials for Radiation Detection (#442, Materials & Nanoscience)
(Organizers: Keisuke Asai, Jian Zhang, Takayuki Yanagida, Safa Kasap)
 - Chemistry for Development of Theranostic Radiopharmaceuticals (#11, Bench to Bedside: Chemistry of Health Care)
(Organizers: D Scott Wilbur, Michael Adam, Paul Donnelly, Yasushi Arano, Jae Min Jeong, Xianzhong Zhang)
 - Chemistry of Molecular Imaging (#215, Bench to Bedside: Chemistry of Health Care)
(Organizers: Henry VanBrocklin, Gilles Tamagnan, Yasuhisa Fujibayashi, Len Luyt, Andrew Katsifis, Yearn Choe)
 - Non-canonical Approaches to ^{18}F -labeling: New Frontiers in Stable Non-carbon-fluorine Bonds (#337, Bench to Bedside: Chemistry of Health Care)
(Organizers: David Perrin, Francois Gabbai, Fuyou Li)
 - Recent Advances in Microfluidics for Radiochemical Synthesis (#416, Bench to Bedside: Chemistry of Health Care)
(Organizers: Giancarlo Pascali, Yuji Kuge, Robert Michael van Dam)

IRPA 14 – International Radiation Protection Association

日時：9 – 13 May, 2016

場所：Cape Town, South Africa

NRC-9 – 9th International Conference on Nuclear and Radiochemistry

日時：29 Aug – 2 Sep, 2016

場所：Helsinki, Finland

学位論文要録

Development of Liquid Scintillation α /SF Detection System for Aqueous Chemical Studies of Element 106, Seaborgium

(106番元素シーボーギウムの溶液化学的研究に
向けた液体シンチレーション α /SF検出システム
の開発)

小森有希子 (理化学研究所仁科加速器研究セン
ター)



学位授与：大阪大学大学院理学研究科化学専攻
主 査：篠原 厚
平成 25 年 6 月 17 日

元素周期表の最下段である第7周期において、104番元素ラザホージウム (Rf) から始まる元素群は超重元素と呼ばれ、すべて加速器を用いた重イオン核融合反応により発見された新しい元素である。このような最重元素領域では、大きな原子核電荷が引き起こす強い相対論効果の影響で価電子軌道の電子配置に著しい変化を生じる結果、超重元素は同族元素と比較して周期律から逸脱した化学的性質を示す可能性が指摘されており、それを実験的に検証することは非常に興味深い。

我々のグループでは、106番元素シーボーギウム (Sg) を対象として、溶液中でのSgの錯形成反応について調べることを最終的な目的としている。化学実験に利用できるSgの同位体 $^{265}\text{Sg}^{a,b}$ ($T_{1/2} = 8.5 \text{ s}, 14.4 \text{ s}$) は短寿命であり、生成率も非常に低いことから、その化学的性質を調べるためには1個の原子を対象とした迅速な化学分析と、Sgの崩壊に伴い放出される α 線および自発核分裂 (SF) 片の検出を多数回繰り返す必要がある。しかし、従来RfからSgまでの溶液化学実験で用いられてきたシリコン半導体検出器は α 線の検出効率が30%程度と低く、また線源調製

のための溶液試料の蒸発乾固する必要があり、この操作に20-30秒を要することから、Sgの検出は難しい。そこで本研究では α 線、SF片に対してほぼ100%の検出効率をもち、溶液試料の蒸発乾固が必要ない液体シンチレーション検出器に着目した。この検出器はシリコン半導体検出器に比べてエネルギー分解能が悪く、また多量の副反応生成物からの α 線、 β 線、 γ 線が妨害となるという問題のために、これまで超重元素の検出に用いることは困難であったが、超重元素の合成に用いられてきた気体充填型反跳分離装置を用いて副反応生成物を除去することで、超重元素の検出に必要な低バックグラウンドの条件を実現できると期待される。本研究では、Sgの溶液化学研究に向け、理研気体充填型反跳核分離装置 (GARIS) を前段分離装置として用いることを計画し、液体シンチレーション検出器を用いた迅速 α /SF検出システムの開発と、Sgの同族元素であるMo, Wを用いた模擬実験を行った。

液体シンチレーションによる α 線計測では、 α 線由来のパルス信号を β 線由来の信号から弁別するために、蛍光寿命の差を利用したパルス波形弁別法が用いられている。本研究では、 α 線と β 線の飛程の差を利用した新規かつ簡便な α / β 線弁別法を提案し、その方法論の実証を行っ

た [1]。また、自動迅速液体クロマトグラフィー装置 ARCA と接続するためのバッチ測定型液体シンチレーション検出システムの開発として、ARCA から溶出した水溶液試料を迅速に乳化シンチレータと混合して測定試料調製を行う検出チェンバーを新規に開発した。ARCA に捕集した核反応生成物の溶液化および化学分離を行う間に、検出チェンバーの下に置いた電磁スターラーを用いて検出セルの中で測定試料調製を行うことにより、化学分離終了から測定開始までの時間を 1-3 秒に短縮することに成功した。この測定試料調製時間の短縮により、 $^{265}\text{Sg}^{a,b}$ の壊変によるロスを抑えることができる。また、本検出システムは α 線および SF 片に対して 100% の検出効率をもち、これらを β/γ イベントから弁別できることを確認した。これにより、 $^{265}\text{Sg}^{a,b} \rightarrow ^{261}\text{Rf}^{a,b} \rightarrow ^{257}\text{No} \rightarrow$ の連続壊変に伴う α - α - α および α -SF 崩壊鎖の検出効率を、シリコン半導体検出器を用いた場合の 4% (α - α - α) および 22% (α -SF) から、100% へと大幅に向上させることができる。

次に、理研 GARIS ガスジェット搬送システムで分離、搬送された 105 番元素 ^{262}Db の液体シンチレーション測定とブランク試料の測定を試み、超重元素の検出におけるバックグラウンド計数率に関するデータを取得した。ビーム照射中はバックグラウンド計数率が増加し、 ^{265}Sg の崩壊鎖の検出におけるシグナル対ノイズ比 (S/N) は最大でも 2 程度と見積もられたが、ガスジェット搬送物には副反応生成物はほとんど含まれていないことがわかった。バックグラウンド増加の原因は速中性子であると推定され、検出器の周りの

遮蔽を増やすことで S/N を向上できると考えられる。

本研究では Sg の錯形成反応を調べるための化学実験系の候補として、ARCA を用いた Aliquat 336 による HF、HCl 溶液からの抽出クロマトグラフィーを選択した。Mo, W の 4 M HF および 6 M, 10 M HCl 溶液からのバッチ的抽出実験の結果、Aliquat 336/CHP20Y 樹脂への固液抽出反応はおよそ 10 秒以内の振盪で平衡状態に到達し、短寿命の Sg の実験に用いることができる可能性が示された。ARCA を用いた 2-8 M HCl 溶液におけるオンライン抽出クロマトグラフィーでは、Aliquat 336/CHP20Y 樹脂への抽出率は Mo > W となった [2]。この条件で Sg の実験を行うことにより、Mo, W, Sg 間の抽出率の比較から、Sg の塩化物錯体の安定性または Sg の塩化物錯体と Aliquat 336 との親和性が Mo, W とどの程度異なるかを調べることができると考えられる。

代表的な発表論文

1. Y. Komori, H. Kikunaga, T. Yoshimura, A. Shinohara
Applied Radiation and Isotopes 72, 195-199 (2013).
2. Y. Komori, T. Yokokita, Y. Kasamatsu, H. Haba, A. Toyoshima, K. Toyomura, K. Nakamura, J. Kanaya, M. Huang, Y. Kudou, N. Takahashi, A. Shinohara
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (in press).

学会だより

1. 日本放射化学会第64回理事会 [2013学会 年度第1回理事会] 議事要録抜粋

日時：2013年12月14日（土）13:00 - 17:45

場所：東京工業大学 大岡山キャンパス原子炉研
1号館（大岡山北1号館）1階会議室

出席者：[会長] 海老原、[副会長] 横山、[理事]
榎本、野村、高橋、田上、鈴木、橋本、
渡邊、佐々木、[監事] 永井

欠席者：工藤、百島、村松

オブザーバー：篠原

報告

1. 事務局報告として、前回議事録の確認、会員の
動向・会費納入状況、会計の報告がなされた。
会員関係では、振込用紙の印字位置の不具合
に関するASの修正対応について説明があっ
た。対象未納者については、各理事より連絡
を試みるとともに、除名処分についても検討
する。会計関係では、2013学会年度の執行経
過について説明があった。賛助会員の振り込
みが完了した。

また、学会所在地（ご厚意により京大炉沖先
生方とする）。郵送物対応を含むASとの契約
内容の確認、選挙対応などについてこれま
での検討事項が報告された。学会封筒の一部
を事務局で保管することとする。会計では、前
事務局からの引き継ぎ事項として、口座3分
割案（ASに入金情報を連絡する際、通帳内の
一部個人情報に対する懸念から）があったが、
現時点では、現行の郵貯（一般）および銀行（賛
助）を維持することとした。

2. ネット委員会：

活動の内容について報告があった。配信時に
添付ファイルを送れないことが問題であっ
たが、現在システムの改善を検討している。

3. 討論会について：

名古屋大学工学部での開催準備は順調に進ん
でいる。討論会webページも作成中である。
また、再来年度の討論会についても、候補地（東
北大など）および日程の検討を始めたところ
である。

4. その他：

会長より、JAEAの組織変更（特に関連深い
JRR-4の廃止計画がある）への意見書提出につ
いて現状説明があった。提出の方向で進めて
行く予定である。

審議

1. 2013学会年度役員選挙：

投票方法：簡素化のため往復葉書の利用の提
案がなされ、労力・予算の軽減にも繋がるな
どのメリットもあり、特に問題ないことから
了承された。なお、メール投票やweb投票も
あるが、投票率や予算面の問題もあり見送ら
れた。

・選挙管理委員会の立ち上げ：前回理事会で百
島理事に依頼することとなり、これを
確認した。委員長等の互選等に関しては規定
に準じて行う（選管委に一任）。

・推薦委員会の立ち上げ：委員構成は役員全員
（選管委員長である百島理事を除く）とした。

・推薦委員会活動について：1期日理事は再任
候補としたい。会長推薦の公示文案、web文案、
メール文案を庶務担当が作成、メール審議と
する。推薦代表人が押印した文書とし、その
pdfでの応募を原則とする。公示期間1月中旬
- 2月末日必着とする予定。

2. 学会賞について：

前回の選考委員長および理事会議論の申し送
り事項（応募方法、選考方法）について説明
があった。2014年学会賞の選考委員長は工藤
理事、学会賞事務局は榎本理事、学会事務局（庶
務）を佐々木理事とする。公募案を学会事務

- 局佐々木理事が作成、メール審議。公募期間は1月末～メ切を2月28日とする予定。
3. 学会存続に向けての検討と長期展望取りまとめWG今後の開催について：
総会時に開かれたシンポジウム議事録（総括：内容整理、相違点整理、事業規模）をベースに議論が行われた。提言を出すにしても主張の絞り込みが必要である。但し、WGの目的は会長への答申である。WGとしてゴールを設定すべきであるが、現時点でWGを開いても同じような意見しか集まらないのではないか。具体的なアクションとしては、例えば、会員がどのような研究および人材育成のポテンシャルを持っているか、本学会の順位（個人の放射化学会の位置づけ）が何番目か、などの情報を取得すべきではないか。横山副会長がアンケート案を作成し、メールで審議することとした。
4. アイソトープ・研究発表会委員について：委員会での内容について報告があった。最近の発表件数および分野について紹介があり、例えば福島セッション（旧名 環境放射能）が新たに増えるなどの変化がある。この研究会で発表すると、機関誌にも掲載されるメリットがある。次期運営委員は野村理事が再任された。
5. 事業経費申込：
第15回「環境放射能」研究会からの主催申込および経費負担（5万円）の申込について説明があり、承認された。
6. 編集委員会：
・和文誌「放射化学」：編集委員会高橋理事より、次期編集委員長候補に被推薦の内諾を得ていることが報告され、承認された。なお大槻編集長との引き継ぎ期間も必要である。会長からの委嘱は来年9月1日を予定。編集担当理事を引き続き高橋理事とする。編集委員についても委員会で検討し、理事会の承認を受ける流れである。
・英文誌：同時期に交代を検討している。
・HPのリニューアル：必要性を感じており、ネット委員会とも協同して予算や労力の観点から総合的に検討していきたい。

7. 福島事故対応研究への学会貢献について：
文科省特会予算による廃炉の基盤研究予算の動きがあり、学会（ディビジョン）として、原子力分野以外の分野の人材も広く含めたアピール・活動方針を検討する必要がある。篠原氏から最近のIRID主催の廃炉ワークショップ活動などについて紹介があった。ただ、WSの議論を見ても、他分野の人がどうやって入ってもらおうかということがまだ明確でない。学会としてはそうした人材や研究のポテンシャルを引き出せるよう前に出ることが期待されているが、研究面で具体的にどのようなミッションを設定するかは未知数である。学会員は主にサイト外で広く活動を続けてきたが、サイト内についても長期的な観点で貢献すべきで、そうした方針や考え方はHP等でも発信すべきであろう。ただ、貢献の意思表示をした場合、具体的な貢献内容を抽出しなければならないだろうが、学会は分野が多岐にわたっていることも認識しておく必要がある。一方、長期にわたる問題であるし、人材育成は特に重要である。学会員の研究シーズ、ポテンシャルの調査をしてはどうかとの意見があった。環境放射能研究会での廃炉に関する話題提供があっても良いかもしれない。

以上

2. 日本放射化学会第65回理事会 [2013学会年度第2回理事会] 議事要録抜粋

日時：2014年3月8日（土）12:00 - 14:00

場所：高エネルギー加速器研究機構 研究本館 小林ホール会議室

出席者：[会長] 海老原、[副会長] 横山、[理事] 榎本、高橋、田上、橋本、佐々木

欠席者：工藤、野村、百島、鈴木、渡邊、[監事] 村松、永井

オブザーバー：なし

委任状：工藤、野村、鈴木、渡邊

報告

1. 事務局報告として、前回議事録の確認、会員の動向・会費納入状況、会計の報告がなされ

た。会員関係では、未納会員について報告があった。学生会員未納者は退会扱いで処理することで了承された。未納者対応としてメールによる直接の全額催促を行うことになった。各連絡先をASに照会後、理事会にて変更がないか確認・連絡する。会計では、現状について報告があった。2014学会年度討論会補助金、2013学会年度APSORC要旨集補助などは執行済みである。

2. メール回議：報告案件なし。
3. ネット委員会：活動内容が報告された。
4. 来年度討論会について：
2015年度討論会は東北大学において開催する旨報告された。現地委員長は関根勉氏。9月を予定している。他の学会日程とのバッティングが生じることが予想されるため、できるだけ早く日程を決めた方が良いとの意見が出された。
5. 学会賞について：
2月末で締め切ったが、学会賞奨励賞ともに応募がなかったため、再募集を行うこととなった。締切を3月末日とする。公示案を事務局庶務が作成、メール審議後公示する。
6. 新封筒について：
事務局よりデザインの提案があり、住所記載の一部修正の上、1000部松枝印刷に印刷を依頼することで承認された。学会誌以外の送付にも対応できるような封筒を作成すべきとの意見が出されたが、予算節約のためシールタックを作成し、理事会メンバーに必要なに応じて配付。
7. その他：
海老原会長より放射化学の事典の出版進行状況について説明があった。秋に刊行の予定である。

審議

1. 2013学会年度役員選挙について（継続）：
選挙管理委員会事務局担当から同理事を含め3名の委員候補者推薦があり、承認された。委嘱手続きを行う。なお、委員長は委員会での互選により選出し、理事会に報告する。
学会事務局担当により今後のスケジュールが

確認された。理事会への結果報告が次回6月下旬の予定であるため、投票締切開票を6月中旬、5月中旬に公示、投票用紙（往復葉書）の発送作業を進める。また投票用紙葉書の文案の説明があり、表記の一部修正を含めて了承された。印刷および発送作業はASに依頼することで承認された。推薦者決定後、投票用紙および公示の最終案を佐々木理事よりメール回議にはかる予定。

2. 推薦委員会からの報告：
海老原推薦委員会委員長より被推薦者に関する募集結果が報告された。その結果、理事会として1名の被推薦者を次期会長候補者として認定した。また、理事会役員候補者（会長以外）の推薦に向けて、本日付での推薦委員会を開催する旨、提案された。
3. J-STAGE掲載の業者委託について：
ジャーナル委員会における電子ジャーナル化の検討経緯について説明があった。これまで安田編集委員のボランティア作業に依存してきたが負担が大きい。現時点で残りの25編のJ-Stage掲載作業について編集委員会で外注を検討し、予算執行の要求があった。理事会はこれを承認。なお、料金の積算方法が業者によって異なることから、今後の外注の継続性も考慮して、業者選行うのが良いとの意見が出された。
4. JNRS編集長の交代について：
高橋理事より、現委員長（木村貴海氏、2000年～）の長期にわたる重責の現状について説明があった。後任として田上恵子氏とする旨の報告があり、理事会としてこれを承認した。交代予定は2014年9月予定とする。
5. 学会アンケートについて：
副会長よりアンケートの文案について説明があった。既にメール回議で確認済みであり、大きな変更無く承認された。なお学会員へのアンケートの配付・回収方法については、メーリングリストの開設も含めて、ネット委員会（渡邊理事）と検討することで一任された。
6. 樹木根国際会議のジョイントセッションについて：
名古屋での討論会と同時期に開催される樹木

根国際会議から、放射性物質の地中および植物中での挙動などの環境動態に関するセッションを共同で実施したいとの打診があったことが報告され、理事会として基本的に受け入れを承認した。なお、テクニカルな課題、会場設営をどちらの学会場にするか、言語をどうするか（国際会議を尊重し英語が望ましい）などについては、鈴木理事を通じて現地学会事務局に一任することとした。

7. 参考_推薦委員会（3月8日 14:00 - 14:15）会議メモ：

推薦委員会委員は、再任可能な1期目役員を除く役員で構成する。次期候補者の推薦作業に入ることとし、4月10日を目処に退任予定の6名かそれ以上の推薦候補者を挙げ、最終的な候補者を人選する。なお、監事の候補については推薦委員会委員長に一任する。委員はそれぞれ候補者を検討し、その進行状況について、海老原委員長に随時報告し、委員間の情報共有をはかることとした。

以上

3. 本放射化学会第66回理事会〔2013学会年度第3回理事会〕は、2014年6月21日（土）に開催されましたが、議事要録未承認のため、次号にて報告します。

以上

4. 会員動向（平成26年3月～平成26年7月）

新規入会（正会員）

氏名	所属
小木曾 了	大同大学教養部化学教室
小林 智之	福島県農業総合センター作物園芸部野菜科

新規入会（学生会員）

氏名	所属
金子 政志	広島大学大学院理学研究科化学専攻放射線反応化学
佐藤 美咲	静岡大学大学院理学研究科化学専攻大矢研究室

武田 晋作	徳島大学大学院保健科学教育部保健学専攻医用情報科学領域
宮下 由香	首都大学東京大学院理工学研究科分子物質化学専攻同位体化学研究室
湯山 健太	静岡大学大学院理学研究科化学専攻大矢研究室

所属変更（個人会員／学生会員）

氏名	所属
阿瀬 貴博	東京大学大気海洋研究所共同利用共同研究推進センター陸上研究推進室
石井 康雄	(独) 日本原子力研究開発機構福島研究開発部門福島環境安全センター環境動態研究グループ
栗原 雄一	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
黒崎 拓	Department of Chemistry Washington State University
高橋 嘉夫	東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
遠山知亜紀	海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野
廣瀬 勝己	上智大学理工学部物質生命理工学科
藤原 健壮	日本原子力研究開発機構福島環境安全センター環境動態研究グループ
山口 喜朗	大阪大学ラジオアイソトープ総合センター吹田本館
小森有希子	独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター応用研究開発室R I応用チーム
安井 良輔	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻大気海洋科学講座佐藤研究室

退会（個人会員）

氏名	氏名
佐々木研一	鈴木 圭介
西 正孝	

退会（学生会員）

氏名	氏名
入岡奈津美	小野 遼平
木村 元	島田 昌英
前田 英太	

会費未納退会（学生会員）

氏名	氏名
天野 孝洋	岩崎 敦史
中塚 和人	

以上

逝去退会（永年会員）

氏名
木越 邦彦

2014 日本放射化学会年会・第58回放射化学討論会 プログラム

口頭発表	発表時間 15分以内、討論含め 20分以内
ポスター発表	ポスターサイズ 120 cm(横) × 200 cm(縦) 以内
会場	名古屋大学工学部 IB 電子情報館
A 会場	IB ホール(2F)
B 会場	IB015 (1F)
分科会会場	IB011 (1F)
休憩室	IB013 (1F)
ポスター	IB 館 プレゼンテーション スペース (1F)
受付	IB 館 エントランス (1F)

第1日:9月11日(木)

..... 9:30

受付

A 会場

B 会場

..... 10:00

..... 10:40

核化学

原子核プローブ

座長:豊嶋厚史

座長:久保謙哉

1A01 134MeV および 184MeV 単色中性子による
Cu、Nb 標的の核反応 (阪大院理、京大炉、
KEK、JAEA、理研、パデュー大、カリフォルニア
大)○二宮和彦、藤原一哉、安井良輔、尾本隆志、
高橋成人、笠松良崇、篠原 厚、関本 俊、八島
浩、松村 宏、萩原雅之、岩元洋介、佐藤大樹、
柴田誠一、M. W. Caffee、西泉邦彦

1B01 メスバウアー分光法及び放射化分析法を用
いた東京湾浚渫窪地における酸化還元状態の評
価 (東大院総合、京大原子炉)○山形武広、小
豆川勝見、奥村 良、高宮幸一、松尾基之

1A02 GARIS を用いたホットフュージョン反応
 $^{248}\text{Cm}+^{48}\text{Ca}\rightarrow^{296}\text{Lv}^*$ に関する研究 (理研仁科セ、
埼玉大院理工、山大理、IMP、GSI、九大理、JAEA、
理研仁科セ)○加治大哉、森本幸司、羽場宏光、
若林泰生、武山美麗、山木さやか、田中謙吾、長
谷部裕雄、M. Huang、金谷淳平、村上昌史、米
田 晃、吉田 敦、山口貴之、門叶冬樹、吉田友
美、Z. Gan、L. Ma、H. Geissel、S. Hofmann、Y.
Maurer、藤田訓裕、成清義博、田中泰貴、山本
翔也、浅井雅人、鹿取健二、森田浩介

1B02 1,2-ビス(4-ピリジル)エタンで架橋した集積型
鉄錯体のアニオン混晶によるスピン変化 (広大
院理、広大 N-BARD)○土手 遥、中島 覚

1B03 混合原子価ペンタフルオロ安息香酸鉄三核
錯体の2つ多形の合成とメスバウアー分光法による
原子価トラップ/デトラップの観測 (大同大、東
レリサーチセンター、東邦大、日大文理、東工大)
○小木曾 了、酒井陽一、尾中 証、中本忠宏、
高橋 正、高山 努、尾関智二、小林雄介

1B04 不純物 Al と In をドーブした ZnO 中の酸素空
孔形成エネルギーの決定 (金大院自然、金大理
工、京大原子炉)○小松田沙也加、佐藤 涉、大
久保嘉高

1A03 natZr(d,x), natHf(d,x)反応による Nb, Ta 同位
体の励起関数測定 (新潟大院自然、新潟大理、
理研仁科セ)○村上昌史、羽場宏光、黄 明輝

1B05 超イオン伝導体ヨウ化銀中の ^{111}Ag のダイナミ
クス (金大理工、金大院自然、金大物化、福岡
大理、京大炉)○佐藤 涉、水内理映子、入岡奈

後藤真一、工藤久昭

津美、小松田沙也加、川田 知、田岡 東、大久保嘉高

1A04 On the improvement of material properties and performance of nuclear targets (JAEA、Johannes Gutenberg Univ.、GSI、Institute for Transuranium Elements、Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf) ○A. Vascon、N. Wiehl、J. Runke、J. Drebert、T. Reich、N. Trautmann、B. Cremer、T. Kögler、R. Beyer、A. Junghans、K. Eberhardt、Ch.E. Düllmann

1A05 質量数 140 付近における p プロセス解明に向けた素過程の研究① — $^{147}\text{Sm}(\gamma, p)$ 反応と逆過程— (清水建設、KEK、京大炉、金沢大 LLRL、金沢大理工) ○木下哲一、関本 俊、大槻 勤、榎本和義、浜島靖典、横山明彦

1A06 質量数 140 付近における p プロセス解明に向けた素過程の研究② —陽子過剰核の(p, γ) 反応断面積の測定— (金沢大院自然、清水建設、阪大院理、金沢大理工) ○林 和憲、上野慎吾、木下哲一、高橋成人、横山明彦

1A07 質量数 140 付近における p プロセス解明に向けた素過程の研究③ —プロトン捕獲反応による同位体比のモデル計算— (金沢大院自然、清水建設、金沢大理工) ○上野慎吾、木下哲一、林和憲、横山明彦

..... 12:20

核化学分科会 (IB011)

原子核プローブ分科会 (B 会場)

..... 13:20

特別講演 (IB ホール)

座長 小林敏樹

1S01 臨床核医学検査及び治療の最前線 (名古屋大院医) 加藤克彦

..... 14:20

A 会場

B 会場

..... 14:30

核化学

医薬生物

座長: 加治大哉

座長: 横山須美

1A08 104 番元素 Rf の水酸化サマリウム共沈挙動 (阪大院理、理研仁科セ、新潟大院理、東北大電子光セ、阪大RIセ、京大炉) ○笠松良崇、豊村恵悟、横北卓也、重河優大、高橋成人、羽場宏光、小森有希子、金谷淳平、黄 明輝、森田浩介、村

1B06 40MeV 重陽子照射で発生する高速中性子による医療用放射性核種の合成 (JAEA、九大総理工) ○塚田和明、佐藤 望、渡辺 智、石岡典子、初川雄一、橋本和幸、金 政浩、川端方子、佐伯秀也、永井泰樹

- 上昌史、菊永英寿、三頭聰明、吉村 崇、大槻勤、高宮幸一、篠原 厚
- 1A09 104番元素 Rf 実験に向けた迅速溶媒抽出装置の開発 (阪大院理、理研仁科セ、阪大 RI セ) ○中村宏平、横北卓也、笠松良崇、工藤祐生、吉村崇、高橋成人、篠原 厚
- 1A10 Aliquat 336 を用いた Nb, Ta のフッ化水素酸溶液からの溶媒抽出挙動 (新潟大院自然、理研仁科センター、新潟大理、東北大・電子光セ) ○佐藤大輔、村上昌史、羽場宏光、菊永英寿、大江一弘、後藤真一、工藤久昭
- 1A11 Db の化学実験に向けた 5 族元素 Nb, Ta のオンライン逆相クロマトグラフィー (新潟大院自然、理研、JAEA、新潟大理、金沢大院自然) ○津藤翔平、村上昌史、大江一弘、後藤真一、佐藤大輔、後藤尚哉、長岡哲也、羽場宏光、豊嶋厚史、工藤久昭、小山 巧、本山李沙、小森有希子、北山雄太、福田芳樹
- 1A12 TTA 逆相クロマトグラフィーによる超重元素ラザホージウム(Rf)の吸着挙動 (金沢大院自然、JAEA、理研、東北大・電子光セ、新潟大院理、金沢大理工) ○北山雄太、福田芳樹、塚田和明、豊嶋厚史、羽場宏光、菊永英寿、村上昌史、Huang M.H.、谷口拓海、上野慎吾、林和憲、横山明彦
- 16:10
- 16:20
- 核化学
- 座長: 二宮和彦
- 1A13 ^{193}Ir の非対称核分裂の研究 (新大院自然、JAEA、York Univ、京大原子炉、CENBG、新潟大理) ○田村信行、廣瀬健太郎、西尾勝久、西中一朗、牧井宏之、R. Orlandi、R. Léguillon、J. Smallcombe、A. Andreyev、大槻 勤、I. Tsekhanovich、大江一弘、後藤真一、工藤久昭
- 1A14 化学レーザー利用を目指した Tc-99m の半減期変化測定 (東北大・電子光セ、京大炉) ○菊永英寿、高宮幸一、大槻 勤
- 1B07 ^7Li イオンビームを用いたアスタチン、ヨウ素 R I の製造と利用 (JAEA、金沢大理工、金沢大医薬保健、金沢大院自然) ○西中一朗、横山明彦、鷺山幸信、天野良平、前田英太、谷口拓海、村上拳冬、渡辺茂樹、鈴木博元、石岡典子、橋本和幸、牧井宏之
- 1B08 $^{nat}\text{C}(d, n)$ 反応による高速中性子を利用したがん治療用 ^{67}Cu の製造 (JAEA・連携セ、JAEA・量子ビーム) ○橋本和幸、川端方子、佐伯秀也、塚田和明、佐藤 望、本石章司、永井泰樹、渡辺智、石岡典子
- 1B09 がん治療に向けた Pt-191 の製造及び精製 (阪大院理、阪大院医) ○林 良彦、高橋成人、吉村 崇、池田隼人、渡部直史、金井泰和、畑澤順、篠原 厚
- 1B10 湿式分離法を用いた Bi ターゲットからの At-211 の分離 (JAEA、ワシントン大、アルバータ大) ○渡辺茂樹、E.R. Balkin、D.K. Hamlin、K. Gagnon、M.-K. Chyan、D.S. Wilbur
- 1B11 有機溶媒を用いたラドン捕集及び壊変生成物の回収に関する基礎的検討 (金沢大医薬保健、金沢大院自然、金沢大理工、JAEA) 前田英太、○鷺山幸信、山田記大、谷口拓海、村上拳冬、天野良平、西中一朗、横山明彦
- 16:30
- 16:40
- 溶液化学
- 座長: 青柳 登
- 1B12 サロフェン型配位子をもつ八配位ウラン(V)およびウラン(IV)錯体における安定構造の変化 (阪大院理、阪大 RI セ) ○森本佳祐、松田佳恵、中塚和人、篠原 厚、吉村 崇
- 1B13 金属元素存在下における ^{177}Lu と二官能性キレート剤との錯形成 (JAEA) ○渡辺 智、橋本和幸、石岡典子

1A15 気体充填型反跳分離装置 GARIS-II の非対称系反応に対する性能試験 (理研仁科セ、山大院理工、埼玉大院理工、東京理大理工、新大院自、JAEA、九大理) ○加治大哉、森本幸司、羽場宏光、若林泰生、武山美麗、山木さやか、田中謙吾
M. Huang、金谷淳平、村上昌史、浅井雅人、森田浩介

1A16 重アクチノイド元素ノーベリウム (No, Z = 102) の第一イオン化エネルギー測定 (JAEA、茨城大、徳島大、理研仁科セ、新潟大、マインツ大、CERN) ○佐藤哲也、浅井雅人、金谷佑亮、塚田和明、豊嶋厚史、A. Vascon、武田晋作、水飼秋菜、永目諭一郎、市川進一、牧井宏之、長明彦、阪間稔、大江一弘、佐藤大輔、M. Schädel、J. V. Kratz、T. Stora

1A17 超アクチノイド元素シーボーギウム(Sg)の還元に向けた同族元素 Mo と W の電解還元 (JAEA、新潟大院自然、広島大院理、金沢大院自然、理研仁科セ、茨城大院理工、金沢大理工、阪大院理、茨城大理、オスロ大、マインツ大、GSI) ○豊嶋厚史、大江一弘、宮下直、北山雄太、小森有希子、金谷佑亮、後藤尚哉、津藤翔平、浅井雅人、佐藤哲也、塚田和明、北辻章浩、A. Vascon、永目諭一郎、M. Schaedel、佐藤大輔、押見吉成、小山巧、田中彰、横山明彦、羽場宏光、M. Huang、笠松良崇、重河優大、横北卓也、篠原厚、水飼秋菜、古賀和樹、金子政志、H. V. Lerum、M. F. Attallah、N. S. Gupta、J. P. Omtvedt、J. V. Kratz、V. Pershina

.....	18:00
	若手の会 (A 会場)	編集委員会 (B 会場)
.....	19:00

第2日:9月12日(金)

A 会場

B 会場

..... 9:00 9:40
福島関係/その他	トリチウム
座長:矢永誠人	座長:杉原真司
2A01 ラドン娘核の α 線測定による、防護服材料の不織布に関する帯電防止性能の評価 (愛医大医学部、京大炉、三井デュポンポリケミカル(株)、(株)メディテックジャパン)○市原千博、三澤 毅、佐藤賢治、中田一之、青山正貴、小西武四	2B01 マイクロ波を利用した環境試料中トリチウムの分析前処理手法に関する基礎検討 (核融合研、九環境、環境科技研、産総研)○赤田尚史、高山定次、田中将裕、玉利俊哉、柿内秀樹、佐野三郎
2A02 核分裂生成希ガスの同位体比測定による未臨界度監視方法の検討 -燃料デブリからの放射性希ガスの捕集法を中心に- ((株)ナイス)○臼田重和、内藤淑孝	2B02 機能性セラミック膜の水素分離機能を利用したトリチウム検出システムの開発 (核融合研、名大院工)○田中将裕、杉山貴彦
2A03 環境中における福島第一原子力発電所由来のウラン・超ウラン同位体組成 (筑波大数理、金沢大 LLRL、Univ. of Vienna、東大院理)○坂口綾、山本政儀、Peter Steier、高橋嘉夫	2B03 水バブラーと CuO 触媒を用いたトリチウム回収ダイナミクス (静大院理、富山大水素研)○佐藤美咲、湯山健太、原 正憲、波多野雄治、松山政夫、近田拓未、大矢恭久
2A04 電顕オートラジオグラフィを用いた金雲母中放射性セシウムの局所的分布の観察 (福大理工、福大環境研)○佐々木美雪、高瀬つぎ子、山口克彦	
2A05 福島第一原子力発電所の滞留水に含まれる ^{93}Zr の分析 (JAEA)○島田亜佐子、亀尾 裕	
..... 10:40
..... 10:50
環境放射能/福島関係	アクチノイド
座長:山澤弘実	座長:鈴木達也
2A06 河川中のセシウム 134、137 とヨウ素 129 の挙動 (筑波大数理物質、筑波大基盤セ、東大 MALT、東大生研、東農工大院農、東大院新領域)○末木啓介、柴山尚大、佐藤志彦、笹公和、高橋務、松中哲也、松村万寿美、松崎浩之、村上道夫、山下 麗、Mahua Saha、高田秀重、鯉淵幸生、Soulichan Lamxay、呉 海鍾、守利悟朗、沖 大幹	2B04 アクチノイドの電解還元に伴う微粒子形成 (JAEA)○北辻章浩、音部治幹、渡邊雅之、木村貴海
2A07 福島原発事故当時に大気浮遊粒子状物質 (SPM)計で捕集された SPM のオートラジオグラフ	2B05 酸素配位配位子とハードな金属イオンの錯体の系統的分類 (東大院理、広大院理)○高橋嘉夫、宮地亜沙美、田中雅人
	2B06 ウラン化合物を含有するイオン液体の合成と分光特性 (JAEA 基礎工、東北大多元研)○青柳 登、渡邊雅之、木村貴海、桐島 陽、佐藤修彰

- いと $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比 (首都大院理工、東大気海洋研、国環研)○大浦泰嗣、鶴田治雄、海老原充、大原利眞、中島映至
- 2A08 福島第一原子力事故初期に採取された大気試料中の ^{140}Ba の分析 (阪大理、茨城大理、東大気海洋研、気象研)○張 子見、二宮和彦、北 和之、鶴田治雄、五十嵐康人、篠原 厚
- 2A09 福島第一原発事故の初期に放出された放射性 Cs の物理・化学性状について (気象研、東理大理、筑波大)○五十嵐康人、足立光司、梶野瑞王、財前祐二、中井 泉、阿部善也、飯澤勇信、佐藤志彦、末木啓介
- 2A10 福島第一原発北西部における $^{110\text{m}}\text{Ag}:^{137}\text{Cs}$ 比を用いた汚染地域の分類 (筑波大院数理、筑波大加速器、清水建設)○佐藤志彦、末木啓介、笹 公和、松中哲也、柴山尚大、高橋 努、木下 哲一
- 12:20
- 昼休
- 13:00
- 総会 (IB ホール)**
- 14:00
- 14:10
- 特別講演 (IB ホール)**
- 座長 篠原 厚
- 2S01 大強度陽子加速器施設 J-PARC における放射化学研究 (国際基督教大) 久保謙哉
- 15:20
- A 会場 B 会場
- 15:30
- MUSE ANNRI
- 座長:酒井陽一 座長:海老原 充
- 2A11 低圧の H_2+CO および H_2+CO_2 混合ガスにおけるミュオン転移過程の研究 (阪大院理、JAEA、高エネ研、国際基督教大) ○吉田 剛、二宮和彦、稲垣 誠、伊藤 孝、髭本 亘、長友 傑、ストラッサー・パトリック、河村成肇、下村浩一郎、三宅康博、三浦太一、久保謙哉、篠原厚
- 2A12 気体ベンゼンおよびシクロヘキサンに対するミュオン水素原子からのミュオン転移過程 (阪大
- 2B07 密度汎関数法を用いたマイナーアクチノイドの選択的分離に対する計算化学的アプローチ (広島大院理、広島大 N-BARD)○金子政志、宮下 直、中島 覚
- 2B08 J-PARC/MLF/ANNRI での核データ測定と放射化分析の接点 (JAEA)○木村 敦
- 2B09 飛行時間法を用いた多重即発ガンマ線分析法開発の現状 (JAEA)○藤 暢輔
- 2B10 J-PARC BL04 ANNRI による TOF-MPGA 法を用いた元素分析 (産総研、首都大院、JAEA、東大院)○三浦 勉、海老原充、藤 暢輔、松尾基之、千葉光一、木村 敦、大浦泰嗣、小豆川勝見

院理、国際基督教大、JAEA、高エネ研)○稲垣
誠、吉田 剛、二宮和彦、久保謙哉、髭本 亘、河
村成肇、三宅康博、三浦太一、篠原 厚

2A13 μ SR 法とメスバウアー分光法による混合原
子価カルボン酸鉄三核錯体の原子価遷移の追跡
(大同大、高エネ研、国際基督教大、東レリサー
チセンター、東邦大)酒井陽一、幸田章宏、○久
保謙哉、三宅康博、中本忠宏、尾中 証、小木曾
了、高橋 正、高山 努

..... 16:30

ポスター発表

IB 館 プレゼンテーション スペース (1F)

..... 18:00

懇親会

IB 館 プレゼンテーション スペース (1F)

..... 20:00

第3日:9月13日(土)

A 会場

B 会場

..... 9:00 9:20
環境放射能/化学分析法	年代測定
座長:小島貞男	座長:國分陽子
3A01 液体シンチレーション測定を用いた海水中の放射性 Sr 迅速分析の検討 (金沢大院自然、金沢大理工)○渡辺良祐、上杉正樹、酒井浩章、横山明彦	3B01 EPMA による U-Th-Pb 系 CHIME 年代測定の高精度化のための補正計算モデルの評価 (名大年測)○加藤丈典
3A02 固相抽出法を用いた水試料中の放射性ストロンチウムの簡易測定法 I (慈恵大学・アイソトープ、日立アロカメディカル(株)、名大院医)○箕輪はるか、加藤結花、緒方良至	3B02 古筆切の顕微鏡観察・書誌学的考察を用いた間接的 ^{14}C 年代測定法—鑑真将来四分律等を例として— (名大年測、龍谷大古典籍セ、多賀高、中央大文)○小田寛貴、坂本昭二、安 裕明、池田一臣
3A03 固相抽出法を用いた水試料中の放射性ストロンチウムの簡易測定法 II (日立アロカメディカル(株)、慈恵大学・アイソトープ、名大院医)○加藤結花、箕輪はるか、緒方良至	3B03 土器付着炭化物炭素年代測定法—内面と外面に付着する炭化物の化学組成と起源— (金大 LLRL、北大、歴博、東大博物館)○宮田佳樹、遠部 慎、坂本 稔、松崎浩之、今村峯雄
3A04 溶媒抽出法による Cs、Sr の選択的抽出の検討 (東北大金研)○永井満家、白崎謙次、坂本清志、山村朝雄	
..... 10:20 10:20
..... 10:30 10:30
環境放射能/福島関係	放射化分析
座長:末木啓介	座長:高宮幸一
3A05 つくばと飯館村大気中の福島第一原発事故の放射性核種 (国環研、ふくしま再生の会、KEK)○土井妙子、高木麻衣、田中 敦、菅野宗夫、土器屋由紀子、榊本和義	3B04 INAA と ICP-AES を用いた地球化学的試料中のバナジウムの定量 (首都大学東京)○高橋大輝、白井直樹、海老原充
3A06 東京電力福島第一原子力発電所土壌への放射性核種の移行 (JAEA)○駒 義和	3B05 INAA, ICP-AES と ICP-MS を用いた標準物質 (NIST-1646a, NIST-1400, IAEA-450 と IAEA-395)の多元素定量分析 (首都大学東京、Philippine Nuclear Research Institute, Center for Analytical Techniques, Nuclear Research Institute, Dalat, Vietnam)○Cao Dong Vu, S. Raymond, T. Q. Thien, H. V. Doanh、白井直樹、海老原充
3A07 福島県内のスギ林における表層土壌の特性と放射性セシウム分布 (JAEA)○石井康雄、佐々木祥人、菊池直之、渡辺貴善、小田好博、新里忠史	3B06 家庭用アルミ箔の中性子放射化分析—比較法と k0-IAEA 法の比較— (首都大院理工)○三浦義隆、大浦泰嗣
3A08 懸濁態及び溶存態放射性 Cs の森林から河川への流出 (JAEA)○竹内絵里奈、安藤麻里子、西村周作、中西貴宏、都築克紀、小嵐 淳、松永 武	3B07 漢方薬および薬草の放射化分析-2 (お茶大

- 3A09 環境中の放射性セシウム捕集におけるカリウム・アンモニウムイオンの影響 (東大 RIC、信大ヒト環、熊大院生命)○桧垣正吾、廣田昌大、伊藤茂樹
 12:10
- α放射体・環境放射能分科会 (IB011)**
 13:10
- 環境放射能/福島関係
 座長:土井妙子
- 3A10 茶樹中における放射性セシウム及びトリチウムの移行挙動の解明 (静大院理、静大院農)○湯山健太、佐藤美咲、鴨志田瑞穂、一家崇志、森田明雄、近田拓未、大矢恭久
- 3A11 地衣類の放射性セシウム保持特性と降下物量指標としての適用可能性 (JAEA 福島、科博)○土肥輝美、大村嘉人、藤原健壯、飯島和毅
- 3A12 樹体における放射性セシウムの分布と他元素との関係 (名大院生命農)○王 犇、金指 努、杉浦佑樹、竹中千里
- 3A13 野菜への放射性セシウムの移行について (福島農総セ、学習院大理)○小林智之、齋藤誠一、原 有、村松康行、大野 剛
- 3A14 草本植物の部位別における放射性 Cs および K の濃度分布の違いについて (放医研)○田上恵子、内田滋夫
 14:50
 15:00
- 放射能計測
 座長:横山明彦
- 3A15 全効率を用いたサムコインシデンス効果の補正 -Ag110m のサムコインシデンス効果補正- (金沢大学 LLRL)○浜島靖典
- 3A16 簡略化サムピーク法の開発 (名大院医、岐阜医療大、名市大医、愛知医大)○緒方良至、宮原 洋、石原正司、石樽信人、山本誠一、小島貞男
- 3A17 ^{134}Cs 放射能の測定へのサムピーク法の適用 (名大院医、岐阜医療大、名市大医、愛知医大)
- 院理学、東北大多元研、京大原子炉)○古田悦子、佐藤修彰、奥村 良、飯沼勇人
- 3B08 加速器施設で生成されるエアロゾル粒径分布測定に影響する要因について (藤田保衛大、京大炉)○横山須美、沖 雄一、関本 俊
 12:10
- 放射化分析分科会 (B 会場)**
 13:10
- 環境放射能/放射能計測
 座長:永井尚生
- 3B09 井戸水中 ^{90}Sr 濃度に影響を及ぼす環境因子について (日本原燃、TPT)○幸 進、岡 光昭、佐々木耕一、岡村泰治、深貝 淳
- 3B10 東海再処理施設周辺の畑土中 ^{129}I 濃度測定への ICP-MS 法の適用 (JAEA)○永岡美佳、横山裕也、藤田博喜
- 3B11 Pu を含む極微量多元素逐次分離法 (JAEA 分析化学研究グループ)○宮本ユタカ、安田健一郎、間柄正明
- 3B12 TIMS フィラメント上で溶解したプルトニウム粒子の α 線測定 (JAEA 分析化学研究グループ)○安田健一郎、鈴木大輔、金澤和仁、宮本ユタカ、江坂文孝、間柄正明
- 3B13 研究坑道内における平衡等価ラドン濃度 (JAEA 東濃)○古田定昭、池田幸喜、見掛信一郎、今枝靖博、永崎靖志、鈴木 一、野村幸弘
 14:50
 15:00
- 宇宙・地球化学、その他
 座長:箕輪はるか
- 3B14 インド洋における Be-10 の深度分布の南北断面図 (日大文理、日大院総合基、弘大被ばく医療、東大博物館)○山形武靖、井上慶祐、田副博文、松崎浩之、永井尚生
- 3B15 天然鉱物を利用したパルス光励起蛍光法の線量測定への適用 (JAEA)○藤田博喜
- 3B16 放射線耐性を持つ緩歩動物クマムシに関する研究 (静大技術部、静大院理)○宮澤俊義、大矢恭久

○緒方良至、宮原 洋、石原正司、石樽信人、山
本誠一、小島貞男

..... 16:00

若手優秀発表賞授賞式

閉 会

(A会場)

..... 16:20

.....

ポスター発表

IB 館 1F プレゼンテーション スペース

責任時間 9月12日(金) 16:30~18:00

.....

- P01 104 番元素 Rf の同族元素 Zr、Hf のキレート配位子を用いた溶媒抽出挙動の研究 (新潟大院自然、新潟大理、東北大電子光セ) ○田中 彰、大江一弘、後藤真一、工藤久昭、菊永英寿
- P02 104 番元素 Rf 実験に向けた自動抽出装置を用いた Zr と Hf の固液抽出 (阪大院理、阪大理、阪大 RI セ、理研仁科セ) ○横北卓也、木野愛子、重河優大、豊村恵悟、中村宏平、笠松良崇、高橋成人、安田勇輝、吉村 崇、小森有希子、羽場宏光、金谷淳平、黄 明輝、村上昌史、篠原 厚
- P03 120 GeV、400 MeV 陽子と Y による軽核の核反応断面積の測定 (京大原子炉、京大防災研、東大タンデム加速器、高エネ研、清水建設、JAEA、アトックス、フェルミラボ、阪大院理、阪大核物理研究センター、Purdue 大、カリフォルニア大学バークレー校、理研) ○奥村慎太郎、関本 俊、八島 浩、松四雄騎、松崎浩之、松村 宏、豊田晃弘、大石晃嗣、松田規宏、春日井好己、坂本幸夫、中島 宏、D. Boehnlein、R. Coleman、G. Lauten、A. Leveling、N. Mokhov、E. Ramberg、A. Soha、K. Vaziri、二宮和彦、嶋 達志、高橋成人、篠原 厚、M. W. Caffee、西泉邦彦、柴田誠一、大槻 勤
- P04 BiCl_3 の等温ガスクロマトグラフィ挙動に関する研究 (新潟大院自然、新潟大理) ○浅井貴裕、後藤真一、大江一弘、工藤久昭
- P05 GARIS を用いた 113 番元素研究の総括 (理研仁科セ、九大理) ○加治大哉、森本幸司、羽場宏光、森田 浩介
- P06 $\text{natHf}(\alpha, x)$ 反応の励起関数測定 (新潟大院自然、理研仁科セ、新潟大理) ○村上昌史、羽場宏光、柴田誠一、工藤久昭
- P07 $\text{natMo}(d, x)$ 反応による Tc 同位体の生成断面積測定 (理研仁科セ、新潟大院自然) ○小森有希子、村上昌史、羽場宏光、柴田誠一
- P08 Off-line 実験における Zr、Hf 塩化物の等温ガスクロマトグラフィ挙動 (新潟大院自然、新潟大理) ○押見吉成、後藤真一、大江一弘、工藤久昭
- P09 Sg の同族元素 Mo、W のシュウ酸水溶液からのイオン対抽出挙動 (新潟大院自然、新潟大理、JAEA、広島大院理、茨城大院理工、金沢大院自然、理研) ○後藤尚哉、大江一弘、村上昌史、後藤真一、工藤久昭、塚田和明、豊嶋厚史、浅井雅人、佐藤哲也、宮下 直、金谷佑亮、北山雄太、羽場宏光、小森有希子
- P10 U-235m の脱励起過程の研究に向けた反跳核捕集装置の開発 (阪大院理) ○重河優大、笠松良崇、篠原 厚
- P11 超重核研究のための焦点面検出器の開発 (理研仁科セ、山大院理工、山大理、JAEA) ○加治大哉、森本幸司、若林泰生、武山美麗、門叶冬樹、浅井雅人
- P12 超重元素生成のための標的開発とそのモニターシステム (理研仁科セ、東京理大理工) 加治大哉、森本幸司、○田中謙吾
- P13 超重元素ラザホージウム(Rf)の溶液化学実験のための TTA 逆相クロマトグラフィーによる Zr、Hf の吸着挙動 (金沢大院自然、理研、JAEA、東北大/電子光セ、新潟大院自然、金沢大理工) ○福田芳樹、北山雄

- 太、羽場宏光、塚田和明、豊嶋厚史、菊永英寿、Huang M.H.、村上昌史、小森有希子、千代西尾伊織、後藤尚哉、津藤翔平、長岡哲也、大江一弘、谷口拓海、上野慎吾、林 和憲、横山明彦
- P14 表面電離イオン化効率に寄与する原子とイオンの励起準位の効果(JAEA)○浅井雅人、佐藤哲也、金谷佑亮
- P15 短寿命プローブ核 $^{19}\text{F}(\leftarrow^{19}\text{O})$ の応用に向けたオンライン γ 線摂動角相関測定システムの構築(金沢大院自然、大阪大院理、金沢大理工)○藤澤照功、島田昌英、三原基嗣、佐藤 涉
- P16 発光メスバウアー分光法によるCoとMnを共ドーブしたZnOの希薄磁性の研究(金沢大院自然、金沢大理工)○加納康大、鈴木卓也、佐藤 涉
- P17 有機金配位子と結合した超原子価アンチモン化合物の ^{121}Sb メスバウアースペクトル(東邦大理)○大野将太、佐藤明日美、高橋 正、松川史郎
- P18 マイナーアクチノイドの中性子誘起核反応断面積の測定法の開発(新大院自然、JAEA、York Univ、茨大理工学、新潟大理)○田村信行、西尾勝久、廣瀬健太郎、西中一朗、牧井宏之、木村 敦、太田周也、A. Andreyev、M. Vermeulen、S. Gilespear、M. Bentley、永山達郎、大江一弘、後藤真一、工藤久昭
- P19 土壌試料中のPu、Am逐次分析における溶解と前濃縮の迅速化の検討(金沢大学院自然、金沢大理工、金沢大学際)○鈴木開登、上杉正樹、横山明彦、中西 孝
- P20 3Dプリンタを利用したガンマ線測定用線源の作成(尚絅学院大生活環境、明治大理工)○齊藤 敬、小池裕也、鈴木亮一郎
- P21 チェレンコフ光によるストロンチウム90測定法の最適化(九環協)○川崎伸夫、玉利俊哉
- P22 市販試薬で作成した検出効率曲線による標準試料中 γ 線放出核種の定量(明大院理工、明治大研究知財戦略機構、明大理工)○鈴木亮一郎、松田 涉、岩鼻雄基、栗原雄一、中村利廣、小池裕也
- P23 TeとCsの移行量にpHが及ぼす影響(京大原子炉、京大農学研究科)○藤原慶子、高橋知之、木野内忠稔、福谷 哲、服部有紀、高橋千太郎
- P24 長野県東北信地域における放射性セシウムの動態(信州大院、信州大教育、野尻湖ナウマン博)○松尾海、小松一成、村松久和、近藤洋一
- P25 東京電力福島第一原子力発電所事故後の多摩川集水域における放射性セシウムのモニタリング(明大院理工、明大研究知財、福島大学うつくしまふくしま未来支援センター、明大理工)○青林 諒、栗原雄一、岩鼻雄基、野川憲夫、中村利廣、小池裕也
- P26 東日本における土壌中 ^{129}I 濃度—福島第一原子力発電所事故の影響—(日本分析センター)○山道美和子、大木善之、伴場鈴恵、太田裕二
- P27 粘土質土壌を含む放射能汚染水の放射能測定を試み(阪大院工)○矢野佑樹、関子直城、佐藤文信、加藤裕史、飯田敏行
- P28 福島県における大気水蒸気と降水中トリチウム濃度(2013~2014年)(九環協)○田籠久也、玉利俊哉、川村秀久
- P29 福島第一原発事故旧警戒区域内被災動物中放射能分布(東北大院理、東北大加齢研、帯広畜産大原虫病セ、新潟大自、東北大院農、宮城大食、東北大高教機、東北大院歯)○木野康志、入澤 歩、小荒井一真、鈴木正敏、漆原佑介、阿部靖之、山城秀昭、福田智一、磯貝恵美子、小林 仁、岡 壽崇、関根 勉、篠田 壽、福本 学
- P30 福島県東部地域の河川における ^{137}Cs 濃度と蓄積量との関連(環境科学技術研究所、核融合科学研究所)○落合伸也、植田真司、長谷川英尚、柿内秀樹、赤田尚史、大塚良仁、久松俊一

- P31 福島原発事故由来の低レベル ^{134}Cs をトレーサーとした阿賀野川河川粒子の挙動(金沢大 LLRL) 米岡修一郎、○上村宙輝、井上睦夫、落合伸也、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典
- P32 モルタルへのアクチノイドおよび核分裂生成核種の浸透汚染と分配平衡モデルによる深度分布予測(清水建設、筑波大数理、金沢大理工) ○木下哲一、大石晃嗣、鳥居和敬、末木啓介、横山明彦
- P33 選択的U(VI)沈殿剤DMPUおよびDMIの耐熱性(近大理工、近大院総理工、東工大原子炉研) ○野上雅伸、田中康仁、三宅恭平、西田哲大、鈴木智也、池田泰久
- P34 石川県内の環境試料中の放射性炭素濃度の時間的変動(北陸大薬) ○石川敬士、安池賀英子、佐々木千嘉、松田矩幸、板津裕昌、山田芳宗
- P35 福島第一原子力発電所事故後の石川県金沢市内の環境中のトリチウム濃度及び C-14 濃度の変動(北陸大薬) ○安池賀英子、木崎彰則、島田陽介、山田芳宗
- P36 AMS 法による ^{129}I 分析における標準試料を用いた精度管理(環境研、核融合研、九環協) ○柿内秀樹、赤田尚史、川村秀久、天日美薫、久松俊一
- P37 土壤中テクネチウム-99 分析法の確立(JAEA) ○井上和美、藤田博喜、初川雄一
- P38 逐次抽出法を利用した土壤中の I-127 と I-129 のエージング効果の調査(筑波大学院数理、東大 MALT、東大院原子力、日大文理、筑波大数理物質) ○本多真紀、松崎浩之、斉藤拓巳、永井尚生、末木啓介
- P39 宍道湖・中海(汽水湖)における $^{224}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ 比の分布特性(島根大教育、金沢大環日本海域環境研究セ、日本海洋科学振興財団) ○野村律夫、井上睦夫、小藤久毅
- P40 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた対馬暖流の循環パターン(金沢大 LLRL、中央水研、東京農大オホーツク) ○古澤佑一、城谷勇陸、井上睦夫、吉田圭佑、藤本 賢、皆川昌幸、塩本明弘、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典、小藤久毅
- P41 AMSによる低濃度ベリリウム-10 及びアルミニウム-26 測定のための試薬等の選定(JAEA、ペスコ) ○國分陽子、松原章浩、藤田奈津子、西尾智博、大脇好夫、眞田勝樹、西澤章光、三宅正恭
- P42 青銅器に対する ^{14}C 年代測定法適用の可能性(名大年測、元興寺文化財研) ○小田寛貴、塚本敏夫、山田哲也、加藤丈典
- P43 石川石から溶出するトリウムおよびラジウムの同位体の放射能強度比(明大理工、明大研究・知財戦略機構、東大院総合文化) ○小松原健太、栗原雄一、塩原良建、野村貴美、中村利廣、小池裕也
- P44 地表付近の大気中の ^7Be 、 ^{10}Be 濃度の変動(日大院総合基、日大文理、東大博物館) ○佐藤晴紀、辻田一樹、山形武靖、永井尚生、松崎浩之
- P45 東シナ海～日本海表層における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比の水平分布(金沢大学 LLRL、名古屋大水循環セ、水大校、中央水研) ○城谷勇陸、古澤佑一、井上睦夫、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典、上村宙輝、小藤久毅、森本明彦、滝川哲太郎、藤本 賢
- P46 北部北太平洋における海水中の宇宙線生成核種 Be-7、Be-10 の分布(日大院総合基、日大文理、弘大被ばく医療、東大博物館) ○増田雄基、山形武靖、長谷川憲、田副博文、松崎浩之、永井尚生
- P47 宇宙線表面照射年代測定のためのマグネタイト試料のシュウ酸溶液への溶解方法の検討(高エネ放射線セ、筑波大数理物質、筑波大加、UC パークレー宇宙科学研) ○松村 宏、末木啓介、松村万寿美、笹公和、西泉邦彦
- P48 高速中性子照射の反跳効果を利用した Sr-85 を内包した金属フラーレンの生成に関する研究(首都大院理工、JAEA 量子ビーム応用) ○宮下由香、秋山和彦、初川雄一、只井智浩、千葉和喜、佐藤祐太、久富木志郎

- P49 理研 AVF サイクロトロンを用いた頒布用 RI の調製 (I) ^{109}Cd (理研、理研・RI 協会) 脇谷雄一郎、矢納慎也、山田崇裕、羽場宏光、○柴田誠一、高橋和也
- P50 理研 AVF サイクロトロンを用いた頒布用 RI の調製 (II) ^{85}Sr (理研、理研・RI 協会) 矢納慎也、脇谷雄一郎、山田崇裕、羽場宏光、金谷淳平、○柴田誠一、高橋和也
- P51 軟 X 線照射ピリミジン塩基の不對電子収量の置換基依存性(東北大高教機構、JAEA 先端研、東北大院理)○岡 壽崇、横谷明德、藤井健太郎、木野康志、関根 勉
- P52 ^{14}C 標識した C_{60} の全合成に関する研究(首都大院理)○只井智浩、秋山和彦、久富木志郎
- P53 $\text{Be}(p, n)$ 反応による高速中性子による医療用 ^{90}Y の合成研究(徳島大院、JAEA 先端研、原子力基盤連携センター)○武田晋作、塚田和明、佐藤哲也、浅井雅人、永井泰樹、阪間 稔
- P54 核医薬品利用に向けたアスタチン-211 の溶媒抽出とその抽出プロセスにおける化学形の研究(金沢大院自然、金沢大理工、JAEA、金沢大医薬保健)○谷口拓海、前田英太、村上拳冬、西中一朗、鷺山幸信、横山明彦

「放射化学」論文編集委員会規定

(名称)

第 1 条 この規定は、日本放射化学会（以下、本会という）会則第 28 条に基づき、日本放射化学会の和文誌「放射化学」の「放射化学」編集委員会を設置し、その運営に当たるために定める。

(編集委員会の構成)

第 2 条 編集委員会は、編集委員長 1 名、編集担当理事 1 名、並びに編集委員約 5 名で構成する。編集委員長は、前委員長の推薦により選任され、理事会の承認を得て、会長が任命する。編集委員は、編集委員長の推薦により選任され、理事会の承認を得て会長が委嘱する。

第 3 条 編集委員長および編集委員の任期は 2 年とし、重任を妨げない。

(編集委員会)

第 4 条 編集委員会は、次の事項について企画・審議し、「放射化学」の継続的な発行を行う。

- (1) 「放射化学」誌の編集および発行に関すること
- (2) 「放射化学」誌への投稿論文の審査に関すること
- (3) 「放射化学」誌の編集委員長候補者及び編集委員候補者の推薦に関すること

(「放射化学」誌の発行)

第 5 条 本会が発行する「放射化学」誌は、1 年に 2 回発行し、それぞれ異なる巻数を割り振る。

(論文の審査)

第 6 条 編集委員会は、「放射化学」へ投稿された論文に対して、担当編集委員 1 名を決定する。審査を要する記事については、担当編集委員は審査員 1 名を選出し、審査を依頼する。

第 7 条 論文審査の手続きは、別に定める審査内規による。

第 8 条 本規定の改定は理事会の決議による。

付則 この規定は、2013 年 1 月 1 日から施行する。

「放射化学」発行規定

(目的)

第 1 条 日本放射化学会和文誌「放射化学」は、日本放射化学会（以下、本会）の目的を達成するために、(i) 放射化学並びにその関連領域における重要な進歩を含む学術論文と (ii) 会員および関連分野の研究者にとって有益な最新トピックスをまとめた記事を掲載する。

(「放射化学ニュース」との関係)

第 2 条

「放射化学」は「放射化学ニュース」（2012 年まで発行、第 26 号が最終号）の後継誌であり、創刊年は 2013 年、巻数は第 27 巻からの発行とする。

(掲載記事)

第 3 条 「放射化学」は審査付き論文とそれ以外の放射化学関連分野の最新トピックスを掲載する。前者には、原著論文、総説論文、短報の各欄を設け、後者はこれまでの「放射化学ニュース」を引き継ぎ、様々な記事を積極的に掲載する。

1. 審査付き論文

1-1. 原著論文は、新規な内容にもとづき論理的に明瞭な結論を含む学術論文をいう。

- 1-2. 総説論文は、当該分野のこれまでの研究の進展を専門的な立場から解説する学術論文とする。
- 1-3. 短報は、重要な研究成果を含んだ短い学術論文で、編集委員会は特に迅速な公表を行う。(未完でも学術的価値が高い学術論文を含む。)
- 1-4. この他に、編集委員会が認めた場合、上記以外の学術情報を掲載することがある。
2. 審査付き論文以外の記事
上記審査付き論文以外は固定した枠にとられない内容とし、主に各種特集記事、解説、トピックス、学位論文要録、施設だより、学会だより、研究集会だより(国内・国外)、情報プラザなどを掲載する。
3. 審査付き論文(第3条第1項)の投稿規則を第4条以降に定めるが、審査付き論文以外の記事(第3条第2項)に関する投稿規則は特に定めず、編集委員会の編集方式に従う。また本会の英文の論文誌 Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences の発行規則は別に定める。

「放射化学」論文投稿規則

(投稿論文と依頼論文)

第4条 論文は投稿によるものと編集委員会からの依頼によるものとする。

(著者)

第5条 著者は本会会員であることを要しない。

(原稿の作成)

第6条 使用言語は日本語とする。

第7条 投稿論文の作成は、別に定める「放射化学」投稿の手引き(以下、「投稿の手引き」)に従うものとする。

第8条 原著論文、総説論文、短報以外の記事については、第6条、第7条に依らない形で原稿を作成できる。

(論文の受け付け)

第9条 原稿が、「投稿の手引き」に定める「投稿先」に到着した日付けをもって、論文の受付日とする。

(審査)

第10条 編集委員会は、査読者を委嘱して論文の掲載に関する意見を求め、掲載の可否に関する審査を行う。掲載可となった日付けをもって受理日とする。投稿によるものと依頼によるものに関わらず、編集委員以外の査読者の意見を参考として、編集委員会が掲載の可否を決定する。

(論文の掲載)

第11条 掲載可となった論文は、速やかに論文誌上および論文誌 web サイトに掲載する。

(掲載料、別刷り)

第12条 論文および各種記事の掲載料は徴収しない。また別刷りは作成しない。

(原稿料)

第13条 編集委員会の依頼による論文については原稿料を支給することがある。

(著作権)

第14条 論文誌に掲載された全ての論文等の著作権は本会に帰属する。

(本規則の改定)

第15条 本規則の改定には理事会の決定を要する。

付則 この規則は、2013年1月1日から施行する。

「放射化学」論文投稿の手引き

1. はじめに

この「投稿の手引き」は日本放射化学会（以下、本会）和文誌「放射化学」論文投稿規定に基づき、編集委員会にて原稿の作成の指針として制定されたものである。

2. 投稿に際しての注意事項

- 1) 採否が決定するまで同一趣旨の論文を他誌に投稿してはならない。
- 2) 他誌に投稿中の論文を投稿してはならない。
- 3) 投稿後の著者に関する変更は認めない。
- 4) 図版を転載する場合は、著者にて転載許可を著作権者より得ること。
- 5) 投稿原稿は以下の「3. 原稿作成時の注意事項」に従って作成し、その電子ファイル（PDF ファイル、MS-Word ファイルなどが望ましい）を編集委員会に電子メールにより送付する。到着次第、編集委員長より受付日が記載された受け取りの電子メールが送付される。

3. 原稿作成時の注意事項

- 1) (原稿の構成) 原稿は以下の順でそれぞれ改ページして編成する。(1) 表紙（論文題名、著者名、研究の行われた機関、同所在地などを記す）、(2) 要旨およびキーワード（5つ程度）、(3) 本文、(4) 引用文献、(5) 表、(6) 図、(7) 図の説明文。
- 2) (原稿の形式) A4 用紙を縦方向として、横書きに印字し、1 ページに 25 行程度とする。
- 3) (原稿の長さ) 短報以外は制限を設けない。短報は図表を含めて刷り上り 4 ページ以内を原則とする。なお刷り上がり 1 ページは約 2000 字であり、図・表は 1 枚につき 500 字とカウントする。
- 4) (要旨) 要旨として英文要旨（250 語以内）および和文要旨（400 字以内）の両方をつけること。
- 5) (引用の形式) 番号順とする。最初に引用された箇所順で引用文献を並べる。引用文献の記載方法はアメリカ化学会発行の雑誌と同形式とする。なお本形式は本会の Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences 誌と同様である。
- 6) (表) 表は説明も含めて英文で作成する。本文中では Table として引用する。
- 7) (図) 図は説明も含めて英文で作成する。本文中では Fig. として引用する。なお投稿時のファイルサイズは 10 Mbyte を超えないこと。
- 8) (その他) 図表などの数値や軸の表記では物理量 / 単位の形式をとることとし、物理量（単位）の表記は用いない。（例：Time/min とし、Time (min) は用いない。）
- 9) (カラーの図表) カラーの図表を掲載する場合には、実費を著者負担とする。なお、論文誌 web サイト公開用の PDF 版のみ無料でカラーとすることができる。
- 10) (注意事項) 上記に著しく逸脱した原稿については、受け付けずに返却することがある。

4. 校正および論文誌発行後の正誤訂正

- 1) 著者校正は 1 回行う。返送期日に著しく遅れた場合には編集委員会の校正のみで校了とする。
- 2) 発行後 6 ヶ月以内に著者から訂正の申し出があった場合には、正誤訂正に関する記事を掲載することがある。

5. 投稿先

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

独立行政法人 理化学研究所 仁科加速器研究センター 羽場宏光 編集委員長

e-mail: houshakagaku@radiochem.org

学位論文要録執筆候補者の推薦について

「学位論文要録」欄では、最近2年間の範囲で博士の学位を授与された会員の方々の学位論文内容を抄録の形で掲載致しております。現代の放射化学およびその関連領域における進歩についての情報を読者の方々に提供することが主な目的であります。しかし、編集委員会が広範な領域で活躍されている執筆候補者につきまして、遺漏なく情報を得ることは困難であります。このため、会員の皆様に同欄の執筆候補者(学位取得者)を推薦いただきたく存じます。自薦・他薦は問いません。詳しくは編集委員会にご照会下さい。

☆ ☆ ☆

「会員の声」欄へのご寄稿のお願い

本誌では、学会や学会出版物に関する会員の皆様の意見を掲載するために、「会員の声」欄を設けております。1000字以内(形式自由)におまとめいただき、編集委員会または学会事務局にお送り下さい。掲載の可否につきましては当方にご一任下さい。

☆ ☆ ☆

会員の異動に伴う連絡のお願い

会員の移動に伴い、所属、連絡先等に変更が生じた場合には、以下のwebページを参照し、事務局(jnrs@ac-square.co.jp)までご連絡下さい。

会員情報変更等の手続き：<http://www.radiochem.org/nyukai/shubetsu.html>

放射化学 第30号

平成26年(2014年)9月5日発行

編集

日本放射化学会編集委員会(放射化学担当)

委員長：羽場宏光、委員：桐島 陽、齊藤 敬、佐藤 渉、関本 俊、鷺山幸信
連絡先：〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1 理化学研究所仁科加速器研究センター
羽場宏光 (e-mail: houshakagaku@radiochem.org)

発行

日本放射化学会

出版・広報担当理事：高橋嘉夫

Web: <http://www.radiochem.org/>

印刷

松枝印刷株式会社

〒303-0034 茨城県常総市水海道天満町2438

本誌掲載記事の著作権は日本放射化学会に帰属します。

賛助会員

株式会社アトックス

日立アロカメディカル株式会社

キャンベラジャパン株式会社

クリアパルス株式会社

サンゴバン株式会社

大栄無線電機株式会社

株式会社千代田テクノル

東京ニュークリア・サービス株式会社

東北ニュークリア株式会社

長瀬ランダウア株式会社

株式会社日本環境調査研究所

富士電機株式会社

富士フイルム RI ファーマ株式会社

株式会社ラボラトリ・イクイップメント・コーポレーション

公益財団法人 原子力安全技術センター

新潟県放射線監視センター

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

公益財団法人 日本分析センター

公益財団法人 放射線影響協会

一般財団法人 放射線利用振興協会

北海道電力株式会社

東北電力株式会社

中部電力株式会社

中国電力株式会社

九州電力株式会社



公益財団法人 原子力安全技術センター

放射線障害防止法に基づく登録機関業務

登録検査機関

問い合わせ先: 03-3814-7301

使用施設、貯蔵施設、廃棄施設等の施設検査・定期検査及び定期確認

登録定期確認機関

登録運搬物確認機関

問い合わせ先: 03-3814-7483

承認容器による輸送の運搬物確認

登録運搬方法確認機関

承認された積載方法による輸送の運搬方法確認

登録認証機関

問い合わせ先: 03-3814-7301

放射性同位元素装備機器の設計認証



登録資格講習機関

問い合わせ先: 03-3814-7100

第1種、第2種及び第3種の放射線取扱主任者免状取得のための講習

登録試験機関

問い合わせ先: 03-3814-7480

第1種及び第2種の放射線取扱主任者試験

登録定期講習機関

問い合わせ先: 03-3814-5746

放射線取扱主任者の資質向上のための講習

私たちは放射線障害防止法に基づく登録を受け、国に代わり、法令で定められた資格要件を備えた検査員、確認員、講師等によって業務を行っています。

〒112-8604

東京都文京区白山5丁目1番3-101号 東京富山会館ビル4階

ホームページ <http://www.nustec.or.jp/>

原子力機構は、福島環境回復(オフサイト)や原子炉廃止措置(オンサイト)に向けた技術開発等に取り組んでいます

オフサイトでの取り組み

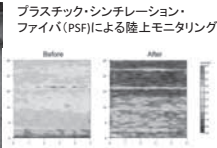
モニタリング・マッピング



航空機モニタリング



PSFによる測定の様子



プラスチック・シンチレーション・ファイバ(PSF)による陸上モニタリング

測定結果

福島長期環境動態研究プロジェクト(F-TRACE)

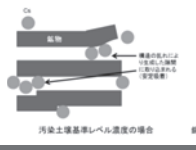


ダム調査



放射性物質が環境中でどのように移動するのか、長期にわたって調査、予測、評価し、被ばく線量の軽減につなげていく

放射性セシウムの特殊な吸着挙動を解明



汚染土壌基準レベル濃度の場合



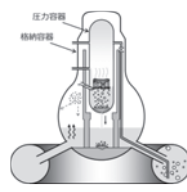
中間濃度などの微量汚染と同等レベル濃度の場合

放射性セシウムの吸着挙動メカニズムを解明し、土壌中の放射性セシウムの効率的な除染活動に寄与する

オンサイトでの取り組み

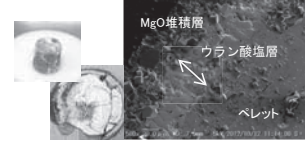
廃止措置等に関する研究開発

原子炉の内部の状況を把握するための研究



事故後の原子炉のイメージ図

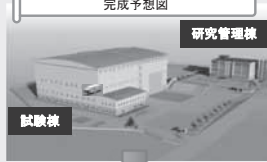
熔融固化した燃料(燃料デブリ)の取り出しに向けた研究



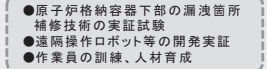
海水塩とともに加熱した模擬デブリペレット

福島県に、「遠隔操作機器・装置の開発実証施設」及び「放射性物質の分析・研究施設」を整備し、福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた研究開発を遂行します。

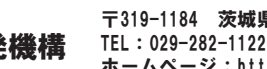
遠隔操作機器・装置の開発実証施設 完成予想図



研究管理棟

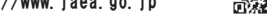
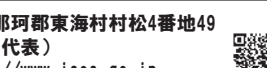
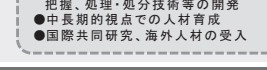
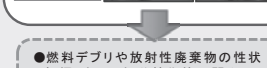
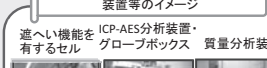


試験棟



放射性物質の分析・研究施設 装置等のイメージ

遠隔操作機器・装置の開発実証施設 完成予想図



●原子炉格納容器下部の漏洩箇所補修技術の実証試験

●遠隔操作ロボット等の開発実証

●作業員の訓練、人材育成

●燃料デブリや放射性廃棄物の性状把握、処理・処分技術等の開発

●中長期的視点での人材育成

●国際共同研究、海外人材の受入



独立行政法人日本原子力研究開発機構

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

TEL: 029-282-1122 (代表)

ホームページ: <http://www.jaea.go.jp>



環境放射能、安定同位体比等の分析専門機関です

① 環境放射能に関する分析



セシウム137などのガンマ線放出核種、トリチウム、炭素14、クリプトン85、ストロンチウム90、キセノン133、トリウム、ウラン、プルトニウムなど、あらゆる放射能の分析を行います。

相互比較分析

放射性核種を添加し作製した標準試料等を、分析機関と日本分析センターが分析し、結果を比較検討しています。



② 精度管理

技能試験

玄米を微粉砕して調製した試料を用いて玄米中放射性セシウム分析の技能試験を定期的に実施しています。



③ 環境放射能分析研修

環境放射線モニタリングや食品の放射能分析の担当者を対象とした研修を行います。その他にご要望に応じた研修にも対応可能です。



ISO9001 認証取得 (2000年) ISO/IEC17025 認定取得 (2002年)
ISO/IEC27001 認証取得 (2009年) ISO14001 認証取得 (2010年)
JCSS[放射線、放射能、中性子]登録 (2010年)

JCAC 公益財団法人
Japan Chemical Analysis Center 日本分析センター

問合せ先

公益財団法人 日本分析センター 企画・総務部
http://www.jcac.or.jp e-mail webman@jcac.or.jp

〒263-0002 千葉県千葉市稲毛区山王町295番地3
電話：043-423-5325 FAX：043-423-5372

放射線分野における科学技術の進展に貢献しています



～主な業務～

- 放射線影響等に関する知識の普及
- 放射線影響等に関する調査研究
- 放射線影響等に関する調査研究に対する奨励助成、顕彰
 - ICRP調査・研究連絡会の運営
- 原子力施設等で働く放射線業務従事者の被ばく線量の一元的な登録管理
 - 除染従事者等の被ばく線量の一元的な登録管理
 - 放射線管理手帳制度の運用管理
 - 国の指定を受けた放射線管理記録等の保存業務
- 放射線業務従事者の登録データを用いた低線量長期間被ばくによる健康影響の調査

公益財団法人 放射線影響協会

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-16 丸石第2ビル5階
TEL 03-5295-1481 FAX 03-5295-1486
<http://www.rea.or.jp>

放射線従事者中央登録センター

TEL 03-5295-1786 FAX 03-5295-1486

放射線疫学調査センター

TEL 03-5295-1494 FAX 03-5295-1485

放射線利用事業の振興と
原子力の利用に係る知識及び技術の普及を振興するために

◆ **放射線・原子力利用の普及事業**

- ・ 技術誌「放射線と産業」、専門書等の刊行
- ・ 「放射線プロセスシンポジウム」の支援

◆ **照射サービス事業**

- ・ **ガンマ線・電子線照射**：材料の耐放射線性試験、材料改質などいろいろな照射ニーズに応えます
- ・ 中性子照射：シリコンの半導体化

◆ **技術移転事業**

- ・ 産業界からの中性子利用のいろいろなニーズに応えます

◆ **原子力研修事業**

- ・ 第3種放射線取扱主任者講習はじめました(放射線取扱主任者講習修了証が発行されます)
- ・ 原子力人材育成のための研修の実施
- ・ 教員免許状更新講座
- ・ 原子力・放射線に関する研修会の企画・開催支援

一般財団法人 放射線利用振興協会

<http://www.rada.or.jp>

本部・東海事業所：〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4 TEL 029(282)9533
高崎事業所：〒370-1207 群馬県高崎市綿貫町1233 TEL 027(346)1639

メンテナンス。



厳しく、

原子力発電所、原子燃料サイクル施設などの管理、
保全に携わってきたアトックス。
その高度な技術とノウハウの蓄積をもとに、RI関連施設の分野でも
広く社会に貢献しています。
大学、研究機関や製薬メーカーなど、RI等使用施設における放射線
汚染除去、廃棄物処理、放射線管理から施設・設備の運転、点検
保守まで、トータルメンテナンスを提供。
人と地球の未来のために、安全で快適な環境を守るアトックスです。

<業務内容>

- 原子力発電関連施設・原子燃料サイクル施設のトータルメンテナンス
 - 放射線管理 ●放射性汚染除去 ●廃棄物処理 ●ランドリー
 - 清掃・区域管理 ●設備／装置運転・点検保守 ●輸送
 - 分析 ●各種工事など
- RI等使用施設のトータルメンテナンス
 - 放射線管理 ●作業環境測定 ●放射性汚染除去 ●廃棄物処理
 - 清掃・区域管理 ●施設／設備運転・点検保守 ●加速器運転
 - フィルター交換 ●各種工事
 - 機器販売、同位体販売、マニプレータ販売 など
- PET薬剤製造事業
 - PET治療薬製造、ホットラボ運営、
治験薬GMP支援 など

URL:<http://www.atox.co.jp/> <http://www.atox-isotope.jp/> (同位体販売)

- 本社：〒104-0041 東京都中央区新富2-3-4 TEL.(03)5540-7950 FAX.(03)5541-2801
- R I 事業部：〒104-0041 東京都中央区新富2-3-4 TEL.(03)5540-7952 FAX.(03)5541-2802
- 技術開発センター：〒277-0861 千葉県柏市高田1201 TEL.(04)7145-3330 FAX.(04)7145-3649
- RI事業関連部署：札幌事務所 TEL.(011)205-5205／大洗営業所 TEL.(029)266-1331／大阪営業所 TEL.(06)6384-6730
東海営業所 TEL.(029)282-1662／東京営業所 TEL.(03)5540-7953／福岡事務所 TEL.(092)483-0240
神戸医療オフィス TEL.(078)599-6851



サーベイメータ

放射能汚染はないか、放射線のレベルはどのくらいか、
 どれだけ放射線を受けたか、それらは測定器で見ることができます。
 目的に応じた、豊富な機器をご用意しております。

HITACHI
 Inspire the Next

ALOKA
 illuminate the change

●表面汚染測定用

β線測定用

TGS-146B

TCS-319H

TCS-316H

TPS-313

γ線測定用

TCS-173C

α線測定用

TCS-232B

α・β線測定用

TCS-362

●線量当量率測定用

γ(X)線
 測定用

PDR-303

ICS-323C

TCS-171B

TCS-172B

PDR-111

n線測定用

TPS-451C

日立アロカメディカル株式会社

〒181-8622 東京都三鷹市牟礼6-22-1 計測システム営業部 0422-45-5131 www.hitachi-aloka.co.jp

キャンベラジャパンの放射能測定システム



放射線測定の基礎から応用まで
 広範で卓越した製品を提供しています。



ゲルマニウム半導体検出器



InSpector1000™ : 可搬型
 デジタルスペクトロサーベイメータ



PIPS 荷電粒子検出器



ISOCSTM™ :
 ガンマ線分析システム



FASTSCAN™ :
 ホールボディカウンタ



放射線測定における世界的リーディングカンパニー

東京本社 東京都台東区浅草橋4-19-8 浅草橋ビル 〒111-0053 TEL: 03-5835-5402
 大阪営業所 大阪市淀川区西中島5-14-5 コッセイ新大阪南口ビル9F 〒532-0011 TEL: 06-4806-5662
 URL: <http://www.canberra.com/jp/> E-mail: sales-jp@canberra.com

クリアパルス（株）が提供する主要製品

自社開発のハイブリッドICを用いた低雑音プリアンプ
 低雑音スペクトロスコープ用プリアンプ
 高性能パルスハイトアナライザ

多チャンネルプリアンプ、多チャンネルプリアンプ、多入力PHA

CdTe検出器プローブ、CsI(Tl)検出器プローブ、NaI(Tl)検出器プローブ、プラスチック検出器プローブ

電離箱、環境モニタ、高圧バイアス電源、NIMビン電源、ミニビン電源

電流電圧変換器、マルチワイヤビーム位置モニタ回路

加速器制御機器、信号変換器、アナログ/デジタル制御器

データ計測・収集・転送システム

その他物理計測器、特注機器



8630型ハンドボーン



8868A型IVC



580型プリアンプ



4066型アンプ



1216型PHA



6671型バイアス電源



E6660ミニビン電源



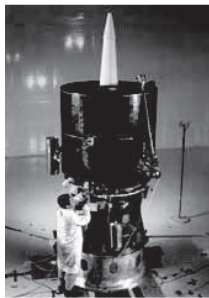
80110型プリアンプ



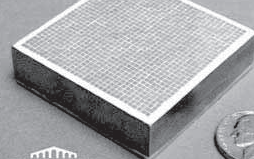
80112型MPX



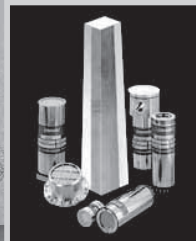
LYSO、LaCl₃、LaBr₃、NaI、CsI、BGO、CdWO₄、ZnS、YAG ...
 プラスチック、ファイバー、液体シンチレータ、アレイ状シンチレータ、
 ライトガイド、GM管、比例計数管、³He検出器等
 サンゴバンは、素材からプローブ・特殊用途まで、
 グローバル・スタンダードな最高品質のシンチレータを提供いたします。



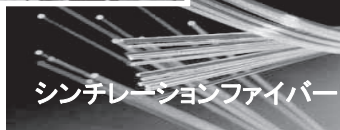
イメージング用アレイ



SAINT-GOBAIN CRYSTALS



プラスチックシンチレータ



シンチレーションファイバー

サンゴバン株式会社

〒102-0083 東京都千代田区麹町 3-7

Tel 03-3263-0559 Fax 03-5212-2196

URL <http://www.detectors.saint-gobain.com/>

お問合せ yasuo.watanabe@saint-gobain.com

(担当 渡辺)

ORTEC®

Micro-trans-SPEC



ゲルマニウム半導体検出器を搭載したバッテリー駆動型ポータブルγ線分析装置登場！

特長

- 電気冷却式Ge分析装置の中でも最小・最軽量(約6.8kg)
- 装置本体のみでリアルタイム放射能定量分析計算(Bq)
- 堅牢な筐体、防塵・防滴構造(ファンによる外気吸入なし)
- バッテリーチャージャーをビルトイン
- In-Situ測定、緊急時対応に最適

SII

セイコーイーシーアンドジー株式会社

本社・東京都中央区八丁堀 2-26-9 グランデビル6F

電話番号：03-5542-3101(代表)

<http://www.sii.co.jp/segg/>

WISSY | メスバウア用測定装置システム

低価格でPCとMCS/PHAモジュールでメスバウア簡単測定

CMCA-500/550

IBM PC/AT用メスバウア測定MCAモジュール

【特徴】

- MCSモード
- 外付ADCモジュールなしでPHA測定可能 (CMCA-550のみ)
- MCS [window] モードで外付SCAモジュールなしで、設定されたエネルギー範囲のパルスのみをメスバウアデータとして取得可能 (CMCA-550のみ)
- Windows用プログラムWISSOFT2003 (標準添付) で、パソコン制御
- バックグラウンドでデータ取得可能
- 外部電源なしでデータを保持
- インターフェース USB/RS-232C

【仕様】

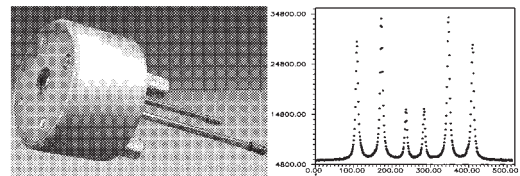
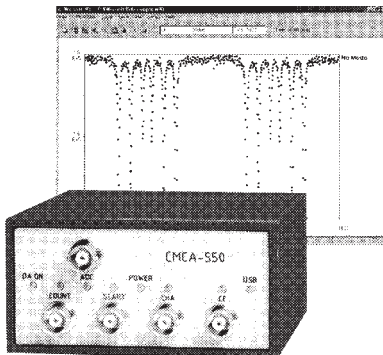
入力: COUNT、START、CHA、
COUNT ENABLE、
ADC (CMCA-550のみ)

MCS部:

- ・最大カウント周波数 > 100MHz
- ・チャンネル数 最大8192ch
- ・最大チャンネルアドバンス周波数 約500kHz

ADC部 (CMCA-550のみ):

- ・変換ゲイン 8kch
- ・完全デジタルピーク検出
- ・サンプリング周波数 48MHz



RiKon-5 CEMS Detector

【特徴】

- 測定温度範囲 100K~室温
- 入射γ線方向 0°~60°可能
- サンプルの交換が簡単
- 薄いフィルムや表面層の試験に適當
- 箔、粉末、結晶などのサンプルの測定が可能
- 優れたSN比、高いカウントレート
- 優れたエネルギー分解能
- 低温でもガスフローを保證
- ガスフローを維持すれば、長期の測定に適當
- X線測定も可能

NORMOSパッケージ:

メスバウアFittingプログラムSITE、DIST
(SITE、DIST個々のご注文も承ります)

日本総代理店

DMD 大栄無線電機株式会社

〒101-0021 東京都千代田区外神田3-10-10

☎03-3255-0931(代) FAX03-3255-9869

E-mail sales@daiei-dmd.co.jp



お客様の声を
カタチにして
より便利に
リニューアル!

TECHNOL



新型 ガラスバッジ誕生

お客様の声にお応えしました。
5つのリニューアルポイント

※2014年1月からリリース開始。



小さくて
見にくい...

名前を大きく、
ラベルの見やすさを
アップ!



肌に当たって
痛い...

薄型ケースで
クリップを幅広にし、
フィット感をアップ!



中性子用が
大きくて
使いづらい...

中性子用を、X線用、
広範囲用と同じ
コンパクトサイズ!



バッジケースの
リユース(再利用)
が気になる...

シュリンク包装に
して清潔感を
アップ!



時代的に、
世界標準も
気になる...

国際規格
(IEC 62387)に
対応!

株式会社 千代田テクノリ 営業部 www.c-technol.co.jp

〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル TEL 03(3816)1163 FAX 03(5840)6038

TNSは
エネルギーエンジニアリングの
あらゆるステージで
あなたをサポートします。

TNSは原子力・アイソトープに関する
高度な知識と技術を駆使し、設計から施
設の廃止にいたるまでのあらゆる段階で
サポート業務を展開するとともに、先端
技術分野における研究・開発においても、
質の高いサポートを提供いたします。



安全設計・評価

- 施設設計
- 遮蔽設計
- 安全評価
- RI施設の申請業務代行

施設の管理・運営

- 大規模施設の運用管理
- 放射線管理

研究及び技術開発サポート

- 研究サポート
- 技術開発サポート

受託試験研究

- 環境物質の分析
- 環境物質の挙動解析
- トレーサ試験
- 解体廃棄物の物理特性試験

工 事

- 施設の保守・点検
- 施設の解体工事
- 施設の改造工事

機器販売

- 放射線管理区域の空調機器の販売
- 放射線管理区域用機器の製造・販売

東京 千代田 株式会社

東京本社：東京都台東区台東 1-3-5 (反町ビル 7F)

東海営業所：茨城県那珂郡東海村村松字平原 3129-31

つくば健康センター：茨城県つくば市緑ヶ原 4-19-2

大阪事業所：大阪府中央区内本町 1-2-5 (YSK ビル 5F)

六ヶ所事業所：青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字野附 1-4

〒110-0016 TEL.03 (3831) 7957

〒319-1112 TEL.029 (282) 3114

〒300-2646 TEL.029 (847) 5521

〒540-0026 TEL.06 (4792) 3111

〒039-3212 TEL.0175 (71) 0710



個人被ばく線量測定 クイクセルバッジサービス

- ◆ラベルの表記がリニューアルされ、見やすくなりました。
- ◆バッジの形状の変更により、着用感がさらにUP。
- ◆測定原理は、ルクセルバッジと同じOSL線量計を用いています。
- ◆バッジ製造の国内化を実現し、安定供給を可能にしました。



長瀬ランドウア株式会社

本社 / 〒300-2686 茨城県つくば市諏訪C22街区1 Tel. 029-839-3322 Fax. 029-836-8441
 大阪営業所 / 〒550-8668 大阪市西区新町1-1-17 Tel. 06-6535-2675 Fax. 06-6541-0931
 ホームページアドレス / <http://www.nagase-landauer.co.jp>

ラジオアイソトープ(RI)取扱施設

RADIOISOTOPE(RI) HANDLING FACILITY

加速器取扱施設

ACCELERATOR HANDLING FACILITY

原子力施設

NUCLEAR POWER FACILITY

放射線モニタリング
 施設の総合管理
 施設・設備の設計・監理
 放射能分析・測定
 管理区域解除工事
 コンサルタント業務
 PET被験者管理システム

放射線管理
 除染工事
 放射能分析測定
 原子力・核燃施設 D&D技術開発・事前調査・工事
 コンサルタント業務

特殊施設管理技術の研究開発
 放射線防護用品と機器の開発
 除染関連技術の研究開発
 研究・開発・調査業務の受託

技術開発・研究

TECHNOLOGY STUDY AND DEVELOPMENT



As Low As Reasonably Achievable

JAPAN ENVIRONMENT RESEARCH CO., LTD.
 株式会社 日本環境調査研究所

ホームページ <http://www.jer.co.jp/>

本 社 : 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-8-13 (栗原ビル3F) Tel.03-3367-3281 Fax.03-3367-5934
 技術開発研究所 : 〒342-0008 埼玉県吉川市旭 8 番 3 Tel.048-991-9461 Fax.048-991-9460
 青森営業所 : Tel.0175-75-2130 東京営業所 : Tel.048-991-9461
 仙台営業所 : Tel.022-715-6081 静岡営業所 : Tel.0537-86-7176
 柏崎営業所 : Tel.0257-21-4868 掛川オフィス : Tel.0537-28-8181
 福島営業所 : Tel.0240-32-6017 名古屋営業所 : Tel.052-588-5875
 茨城営業所 : Tel.029-860-5073 大阪営業所 : Tel.06-6251-2099

作業環境測定機関11-4(放射性物質) ISO9001:2000認証
 非密封放射性同位元素取扱施設(技術開発研究所)
 管工事業/建具工事業/とび・土工事業/機械器具設置工事業
 一般労働者派遣事業 高度管理医療機器等販売業・賃貸業

富士電機の放射線測定器

より正確に より簡単に

富士電機では、放射線管理システムをはじめ、放射線管理における様々な用途に応じた測定器類を取り揃えています。

〔取扱製品〕

放射線モニタリングシステム
R I 排水管理システム
出入管理システム
非密封 R I 管理システム
従事者管理システム

各種サーベイメータ
個人線量計／環境線量計
モニタリングポスト
ホールボディカウンタ
体表面モニタ
食品放射能測定システム
その他



富士電機株式会社 放射線システム部

東京都日野市富士町1番地 〒191-8502 TEL 042 - 585 - 6024

<http://www.fujielectric.co.jp/> mail fric-info@fujielectric.co.jp

営業所

北海道	TEL 011-221-5482	東 北	TEL 022-716-0203
東 京	TEL 042-585-6024	中 部	TEL 052-746-1032
関 西	TEL 06-6455-3891	九 州	TEL 092-262-7844

FUJIFILM

いのち
その“生命”のいとなみを探る

“からだ”は、小さな宇宙に例えられます。
この小宇宙に、大切な“生命”のいとなみを求めて、
私たちは宇宙船を飛ばします。

探る、診る、治す の視点から、ラジオアイソトープのエキスパート
として、明日の医療の可能性を考えています。

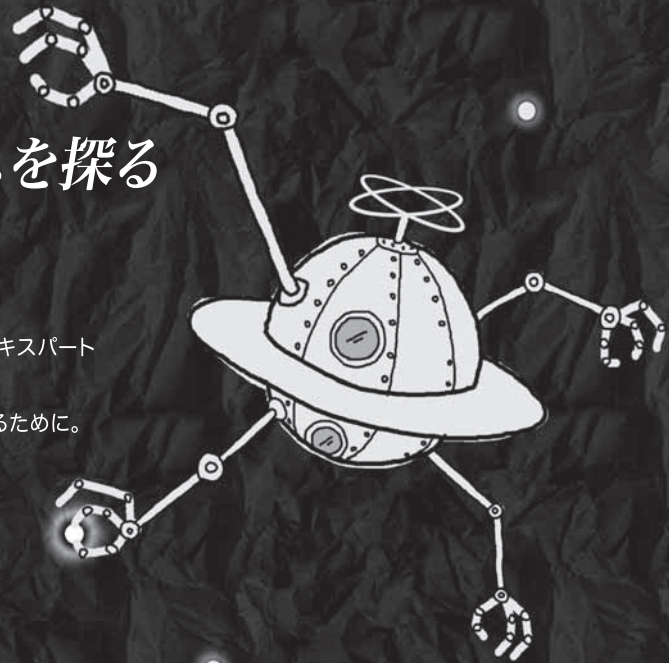
それは、患者さん一人ひとりの大切な“生命”を輝かせるために。

私たちは、富士フィルムグループの総力を結集して
医療と健康に貢献してまいります。

診断用の
放射性医薬品

治療用の
放射性医薬品

造影剤



富士フィルム RIファーマ株式会社

資料請求先：〒104-0031 東京都中央区京橋2-14-1 兼松ビル TEL 03(5250)2620
ホームページ：<http://fri.fujifilm.co.jp>



ADC500

変換方式
コンバージョンゲイン

逐次比較型 15 μ sec 固定
512,1024,2048,4096

MCA510

MCA メモリ
カウント容量
インターフェイス

4kch
32bit / ch
10/100 Mbps Ethernet

MCA520

MCA / MCS メモリサイズ
カウント容量
Dwell time
インターフェイス

4kch
32bit / ch
10sec ~ 90sec
10/100 Mbps Ethernet

2100C / MCA



ADC 8kch
ウィルキンソン方式 150MHz
MCA / MCS メモリサイズ 8kch
Windows98 ~ XP 対応ソフトウェア

NT24-DUAL

- マルチパラメータ MCA-
(陽電子消滅測定等に)



ADC 15 μ sec 固定
GAIN 4096ch
MCA 4096ch (最大 8 台)
2パラメータ表示 1024 \times 1024
時間情報を付加してのリストモード測定
WindowsXP 対応



(株)ラボラトリ・イクイップメント・コーポレーション

TEL 029-821-6051

FAX 029-821-6054

E-mail nonaka@labo-eq.co.jp

〒300-0034 茨城県土浦市港町 1-7-3

賛助会員はこのスペースに無料で広告を掲載することができます (年2回以上)

日本放射化学会 賛助会員募集

本会の学会活動にご参加頂ける賛助会員をご紹介下さい

連絡先: 日本放射化学会事務局

E-mail: office@radiochem.org