

放射化学

第40号

原著

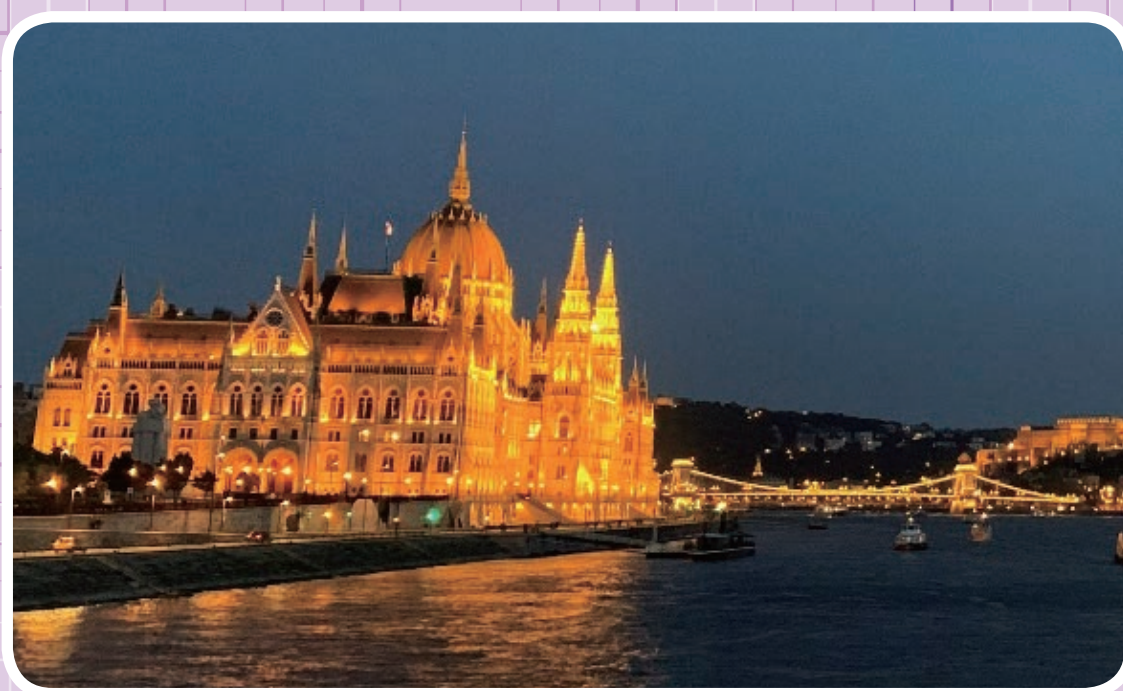
文献データを利用した魚以外の食用水生生物への ^{137}Cs 濃縮係数の導出
—福島第一原発事故前後の比較—

解説

第8周期の新元素を求めて

コラム

IAEAサイバースドルフ研究所に滞在して
関連学協会との連携強化に関する会員アンケートの調査結果について



日本放射化学会

The Japan Society of Nuclear and Radiochemical Sciences

放射化学

第40号

令和元年(2019年)9月13日

目次

日本放射化学会 20 周年を迎えるに当たって (篠原 厚)	1
-------------------------------------	---

原著

文献データを利用した魚以外の食用水生生物への ^{137}Cs 濃縮係数の導出 - 福島第一原発事故前後の比較 - (田上 恵子)	3
---	---

解説

第 8 周期の新元素を求めて (羽場 宏光)	14
------------------------------	----

コラム

IAEA サイバースドルフ研究所に滞在して (富田 涼平)	21
関連学協会との連携強化に関する会員アンケートの調査結果について (別所 幸太郎)	23

会議報告

第 20 回「環境放射能」研究会 (小荒井 一真)	26
RANC 2019 (2nd International Conference on Radioanalytical and Nuclear Chemistry) 参加報告 (高宮 幸一)	28

情報プラザ (国際国内会議)	30
----------------------	----

学位論文要録

Chemical effects on the internal conversion processes of $^{235\text{m}}\text{U}$ and $^{229\text{m}}\text{Th}$ (重河 優大)	31
Studies on incorporation of ^{90}Sr and ^{137}Cs in hard tissues of cattle and monkey in the Fukushima environment (小荒井 一真)	34

学会だより	37
日本放射化学会和文誌「放射化学」の歩み	40
日本放射化学会第63回放射化学討論会(2019)プログラム	51
「放射化学」規定など	67
「放射化学」論文編集委員会規定	
「放射化学」発行規定	
「放射化学」論文投稿規則	
「放射化学」論文投稿の手引き	
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

EUROPA 号の甲板から眺めるブダペスト市内、ドナウ川周辺の夜景
(左岸が国会議事堂、写真奥にセーチャーニ鎖橋)

日本放射化学会 20周年を迎えるに当たって

会長 篠原 厚 (大阪大学大学院理学研究科)

はじめに

本学会は、令和元年（2019年）で創設以来20年を迎えることとなります。人間で言えば成人を迎える学会の今後の発展を祈念し、会長として思うところ（実は「放射化学 Vol. 38」にほとんど述べたことです）を以下に再度述べさせて頂き、会員の皆さまと共に、新たな気持ちで大人の道を突き進みたいと思います。

そもそも放射化学は自然科学の中でもベースになる学問の一つであり、ベクレルの放射能の発見以来、強い力や弱い力と係わる基礎化学として物質観の拡張に貢献し、化学からの核現象研究、核現象による化学研究を進展させ、広い応用分野も含む学際的科学としても進化を遂げてきています。核現象と核エネルギーを安全に利用するためには、その基礎研究部分を担う放射化学・核化学の発展、そしてその教育と人材育成の重要性は言うまでもありません。日本放射化学会は、このような学際的分野も含めた広い分野の研究者の研究の促進と交流の場を与えること、放射化学に対する社会的認識の向上、放射線教育の普及などを目的に、平成11年（1999年）に設立されました。

以来、多くの諸先輩方の努力により、学会の基礎が築かれ、今日まで発展してきました。そして、成人を迎えるのを機に、これまで進めてきた学術活動をより開花させるべく、行動範囲の拡大と社会的責任を果たせる大人の学会となるべく、任意団体から法人格（一般社団法人）を得るべく舵を切ることにしました。

放射化学会のはじまり

わが国の放射化学研究の端緒は、岡本要八郎先生による北投石の発見（1906年）とされています。1920年代には、飯盛里安先生が研究室を主宰し放射化学を新しい研究分野として開拓し、木村健二郎先生や仁科芳雄先生らに引き継がれ、放射化学の基礎が築かれました。その後、放射化学は研究用原子炉や加速器の整備と歩調を合わせて大きく発展しました。

その研究発表・交流の場の「放射化学討論会」は、第1回会合が斎藤信房先生を世話人とし、“死の灰”分析で知られるビキニ事件から間もない1957年に東京で開催されました。その後毎年1回途切れることなく開催され、令和元年の開催で63回目となる歴史あるものです。1999年に日本放射化学会が組織化されてからも、学会の主要な研究発表の場として「討論会」は引き継がれています。

日本放射化学会の創設当時の様子は、「放射化学ニュース」特別号と第2号（ホームページからダウンロードできます）に詳しく記されています。当時の先生方は、学会創設に対する高邁な理念の元、今、課題となっている問題意識もすでに持ちながら、スタートしたのが分かります。関係学協会からの言葉にも、連携の重要さのみならず具体的な提案まで見られます。若手からのメッセージでは、学会に対する期待と共に、当時少し下火に（弁当の会に）なりかけていた若手の会から、若手の意見も取り入れるようなオープンな会にしてほしいという意見も出ていました。このような中、我々の学会は、3年の年月をかけて準備され、1999年10月12日（第一回年会の前日）の設立総会で創設され、初代会長・中原弘道先生のもとスタートしました。奇しくも9月30日のJCO事故の直ぐ後のことで、放射化学会のスタートとして何か因縁も感じてしまっていますが、当時の熱気は、翌年に行われたPacifichem2000で9つの関連シンポジウムを開催していることから伺えます。

放射化学会の現状

それから20年、私の会長就任時の挨拶でも（少しショック療法的にきつく）書いてしまいましたが、諸先輩方の多大な努力にもかかわらず、まだまだ多くの課題が残っています。また、研究分野の状況を考えると、福島原発事故以降、放射線や原子力に対する風当たりはきつく、安全文化の醸成として関連規制は厳しくなる一方で、ほとんどのところで老朽化した施設の更新が出来ず、さらに関連する大学の講座は減る一方で

す。その結果、学会会員も、設立当初から増えることはなく徐々に（特に若手・学生層が）減ってきています。特に大学は厳しい状況にあります。

しかしながら、このような中でも、放射化学会では、これまで、4件の木村賞、9件の学会賞、そして24件もの奨励賞を出していることから分かるように、多くのすばらしい研究成果が出され学問の発展に多大な貢献がなされています。

さらに、今の社会のニーズや学問の方向を考えると、放射線関連科学を取り巻く情勢は、実は、決して悪いものでもありません。むしろRIを取り扱える人材は益々必要となっていますし、多くの新しい教育研究の芽があり、どんどん伸びているところもあります。新元素・放射性元素の科学、宇宙科学、ミュオン科学、加速器・量子ビーム利用、福島関連科学、新しいプローブ・分析手法等々、そして最近注目されている医学応用、更に、核鑑識関連や、RIや核燃の関連する安全規制も我々が絡んで行くべき重要分野と思います。

前向きに考えるネタはたくさんあります。私自身、放射化学は新たな展開の可能性を秘めていると再認識しています。今、放射化学はもっと前向きに拡張志向で進むべき時です。そのためのベースになるのが放射化学会でありたいと思っています。

これからの放射化学会

学会の法人化の理由の1つとして、会員の皆さんが前向きに拡張志向で進むことを支援出来るよ

うな機能を持つ学会になることがあります。ただ、色々な施策を成功させ持続可能な学会運営を実現するには、皆様の積極的な参画に加え、やはり「会員増強」と「若手の活性化」が必須となります。そのためには、我々の学際領域も含む広い研究、教育、社会貢献について、会員が描く現状と将来の姿や夢を、学会として整理して見える形で持っておくことも重要と考えています。

今回、20周年の記念事業の一環としてロードマップ策定を提案したのは、そのような意図もあります。いわきで行う第63回討論会で、記念イベントとして「放射化学の未来を考える」と題するパネル討論を計画していますが、そこで、皆様と活発な意見交換を行い夢を語り合い、それに基づき、1年かけて、我々の夢と希望を描き、学生・若手を引きつけるロードマップを策定したく思っています。

会長就任の所信に「会員がメリットを感じる学会を目指して」を上げました。まだまだ暗中模索の状態ではありますが、このロードマップ策定がその方策の一部のつもりです。ただ、夢は妄想ではダメで、成人となった学会が持つロードマップは、我々が実現を目指すべきもので、学会がそのための戦略や連携を図る場になれば、会員の皆さんには少しは学会にメリットを感じてもらえるのではないかと思います。

学会の成人式を迎え、これからの明るい未来を描き、そしてその実現に向けて歩める大人の学会に皆さんで育てて行きましょう。

原 著

文献データを利用した魚以外の食用水生生物への¹³⁷Cs濃縮係数の導出 - 福島第一原発事故前後の比較 - Obtaining concentration ratio of ¹³⁷Cs in edible biota (excluding fish) in marine and freshwater environments by literature survey -Comparison of concentration ratio data before and after the Fukushima Nuclear Power Plant accident-

田上 恵子*、石井 伸昌、内田 滋夫

量子科学技術研究開発機構

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1

K. Tagami*, N. Ishii, S. Uchida

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

(2019年6月10日受理)

要旨

東電福島第一原子力発電所の事故以降、環境モニタリングが継続して行われているが、食用水生生物としては魚が中心であり、その他の食用水生生物については、海水域では放射性Cs濃度の低下に伴うデータの不検出が続いていること、また淡水域では魚以外の水生生物の利用は少ないためほとんどデータがない。したがって食用の水生生物の放射性Cs濃縮係数(CR)データが取得されていないのが現状である。本研究では食用水生生物のCRを求めることで、我々が現在その生物を食品として利用する際、放射性Cs濃度がどの程度になるのかを水中濃度から推定できるようにすること、またCRを事故以前のグローバルフォールアウトのデータと比較することにより、淡水域および海水域における水生生物の放射性Cs濃度の現状を把握すること目的として文献調査によりデータ解析を行った。どちらの水域においても見かけのCRを得ることができたが、解析した結果、淡水域では未だに事故以前より1-2桁高く、海水域では以前の状況に近づきつつあるものの、高いCRが検出されており、どちらの水系でも十分な平衡状態にないことが明らかになった。

キーワード

水-生物濃縮係数、セシウム-137、軟体類、甲殻類、大型藻類

Key words

water-biota concentration ratio, caesium-137, molluscs, crustaceans, macroalgae

1. はじめに

放射線医学総合研究所(現 量子科学技術研究開発機構)では、東電福島第一原子力発電所の事故(以下、福島原発事故と記す)以前から、グローバルフォールアウト核種の原子力の平和利用に伴

い環境中に放出される放射性核種の環境挙動解明のための研究を進めてきた。水環境関連では、文部科学省の環境放射能調査研究や研究所の特別研究の中で、淡水域から海水域の魚介類中の放射性核種の濃度測定および移行・排出メカニズムの解

* Corresponding author. E-mail: tagami.keiko@qst.go.jp

明を行ってきた。放医研以外の他の研究機関においても、調査研究が進められてきたが、それらの成果の一部は、環境放射能調査研究成果論文抄録集として昭和33年度から平成23年度分が毎年出版された¹。これらの過去の成果について、筆者らはデータを精査し、水生生物への水からの放射性核種の濃縮係数（Concentration Ratio [L kg⁻¹-fresh], 以下CRと記す）を生物全体や可食部を対象としてまとめ、報告した^{2,3}。

福島原発事故以降は、海洋および内水面での漁業再開に向けて多くの水生生物のモニタリングが主に放射性セシウム (Cs) について行われてきた。魚類の放射性CsのモニタリングデータはWada et al.^{4,5}によって報告されており、また我々も生態学的半減期に着目し、海生生物間の相互作用によって生態学的半減期が生物学的半減期よりも遅延していることを報告してきた^{6,7}。このような生態系が影響した魚中濃度の変化について、海外でも原子力規制庁等から公表されているデータを用いて、福島原発事故のシナリオとしてモデル比較研究がすでに行われ、現在も検証が続いている^{8,9}。

上述したような放射性Csの魚介類への移行解析は、海洋や内水面を問わず、食品や環境モニタリングデータから得られた魚のデータを中心に行われているが^{4,5,7,10}、最近Takata et al.¹¹がモニタリングデータを活用して多くの魚種についてデータを報告した報文を除けば、魚への濃縮係数の報告は限られている¹²⁻¹⁴。近年では特に海生生物中の放射性Cs濃度が著しく低くなったことから、食品モニタリングでは検出されないケースが増えてきており、現在海水域で起こっている魚への放射性Cs移行のメカニズムも検討しにくくなっている。また、淡水域では魚への濃縮割合が高いことが知られており、そのため引き続き魚への移行メカニズムは検討が進められているものの、食用可能な魚以外の水生生物については、利用が少ないこともあり、ほとんどデータがないのが実情である。

このようなモニタリングの状況を受けて、魚以外の食用水生生物への放射性CsのCRに着目した報告はほとんどない。関連の報告例を挙げると、Sohtome et al.¹⁵は海洋生態系で放射性Cs移行の最初のキーとなる沿岸底生生物に着目し、放射性

Csの濃度変化とその要因に堆積物が含まれることを報告した。Baumann et al.¹⁶は2011年6月に採取したムール貝と海藻中の放射性Csを測定し、IAEAが提供しているCRを使って、逆に水中のCs濃度を推定した。このような試算が行われたのは、当時は海水モニタリングの際の検出下限値が高く、実際の水中濃度が公表されていなかったせいでもある。淡水域では、Sasaki et al.¹⁷や松崎ら¹⁸は淡水植物や貝類へのCRを報告しているが、いずれも食用ではない。

人の被ばく線量評価のためには食用の魚介類のCRデータが必要であるが、上述したように魚以外の水生生物については、現状ではまとまった報告がない。特に我が国では魚介類の消費量が多いことを考えると、魚以外のCRデータも必要であることは自明である。そこで本研究では、これまで公表されているモニタリングデータを元にCRを導出し、現在我々が使用する際に食用水生生物のデータとしてまとめることを目的として研究を行なった。さらに、原発事故後に得られたCRを事故以前の値と比較することにより、現在の淡水および海水域における食用水生生物への放射性Csの移行状態について検討を行なった。

2. 材料および方法

2.1 水生生物の¹³⁷Cs濃度データ

収集対象について、環境省¹⁹が公表している「水生生物放射性物質モニタリング調査結果」を用いた。また、同省²⁰の「野生動植物への放射線影響調査において採取した試料の放射能濃度測定値と被曝線量率の推定値」にも一部食用可能な生物の記載があったため用いた（具体的にはウシガエルのみ）。データは2011年冬から2018年夏を対象とした。さらに他のデータソースについても、分析対象となるかどうか検討した。厚生労働省²¹が公表している、いわゆる食品モニタリングデータでは¹³⁷Cs濃度情報が得られても対応する水データが収集できないため、使用できなかった。東京電力ホールディングス²²が公表している魚介類の分析結果については、対応する水中の濃度が得られるものの、検出下限値（3–4 Bq kg⁻¹ fresh）よりも低いとする報告が多く、稀にガザミが報告されることもあるが、それ以外は魚で

あることから、本調査の対象外とした。また、論文等の文献調査を行なったが、上述したように該当する論文がなかった。

データ収集の対象は食用に適する成体のみとした。海水域の貝類は全体ではなく軟体部のみでCRを導出することにしたが、その他の生物は測定対象が全体であったため、生物全体に対するCRを求めることになる。

2.2 水の¹³⁷Cs濃度データ

2.1に示した対象となる生物について、採取された場所が報告されていることから、同じ採取場所で水も採取されている場合のみ水中濃度を得ることができるものとした。ただし、海水の場合には採取場所が限られていることから、必ずしも採取点は一致していないものの、本調査では下層水データを採用した。なお、生物採取日当日の水のデータを基本的には使用したが、当日ではなく、前後2日以内に水のサンプリングが行われている場合には、そのデータも採用した。

2.3 濃縮係数の導出

環境水から生物への放射性CsのCR ($L\text{ kg}^{-1}\text{ fresh}$) について、¹³⁴Cs ($T_{1/2} = 2.07\text{ y}$) は減衰のためデータ数が減少していることから、測定値が多い¹³⁷Cs ($T_{1/2} = 30\text{ y}$) 濃度を用いることとした。CRは次式で表される。

$$CR = C_{\text{biota}} / C_{\text{water}} \dots\dots\dots \text{eq. 1}$$

C_{biota} は生物中¹³⁷Cs濃度 ($Bq\text{ kg}^{-1}\text{ fresh}$)、 C_{water} は水中¹³⁷Cs濃度 ($Bq\text{ L}^{-1}$) である。

濃度は試料採取時の濃度である。以前我々はグローバルフォールアウト¹³⁷Csの水生生物への濃縮係数を同じように求めて報告している³。同様に導出できるパラメータとして堆積物-海水分配係数があるが、同じ測点でほぼ同日サンプリングのデータを使ったデータの報告があり²³、IAEAでもそのような導出法でのデータを利用している (IAEA, in preparation)。なお、水中濃度については、ろ過水 (可溶性) が望ましいが、環境省¹⁹の水データではろ過の有無は、採取法の記載がなく不明である。

上述の式を用い、上述の条件のデータセットにより事故後最初のCRを導出した。最初にCRデー

タが得られたのは、淡水生物では事故後451 d、海生生物では308 dからであった。

3. 結果および考察

3.1 放射性セシウムの現状把握

海生生物で明らかのように、水中の放射性Cs濃度が増加する中、一次生産者-小型捕食者-大型捕食者および分解者が関与する生態系内において放射性Csの濃度変化は時間的なずれが生じるため、非平衡時においてはCRが変動することが考えられる⁷。具体的には、高濃度汚染海水を介して各栄養段階の生物がそれぞれ放射性Csを取り込んだと考えられるが、その高濃度汚染海水が通過した後の生態系における放射性Csの挙動がCRに影響する。一次生産者は生物学的半減期に従って放射性Cs濃度が減少していく。例えば大型藻類では生物学的半減期がおおよそ50日である²⁴。一次生産者である褐藻類を餌にするウニや貝類の生物学的半減期は10-20日程度であるが²⁴、褐藻中の放射性Csの取り込み影響を受けるため、ウニでは生態学的半減期が126日になったとの報告がある⁶。これらを捕食するさらに高次の生物ではさらに生態学的半減期が遅くなる。また、生物遺体を餌とする分解者も影響を受けることになる。したがって、海水中の濃度が著しく減少しても、上述した理由により生物中の放射性Csの排出が遅延するため、CRが見かけ上平衡時よりも高くなってしまい、徐々に減少するという時間的な変化が見られている。今回の対象外である魚については、生物学的半減期がこれまで数十日とされていたものが、数百日レベルになるのではないかと推測されているため⁷、CRが以前よりも高い状況が数年続いた¹¹。

淡水生物の場合、水のみならず、落ち葉等を起源とする有機質デトリタスが放射性Csの生物中濃度に影響することが指摘されている²⁵。解析対象期間内において、もし、水と生物の¹³⁷Cs濃度変動が著しく、かつ時間的な傾向が異なれば、食用生物の濃度推定のためにCRを導出する意味はない。そこで、CRを求めるにあたり、対象生物および生息域中の水中濃度がどのように変動しているのかを確認した。例として異なる河川で採取

されたアメリカザリガニとモクズガニ結果¹⁹を Fig. 1 に示す。この分析期間 (2011 冬~2019 夏) において、生物および水中の ¹³⁷Cs 濃度は一次の指数関数近似することができ、

$$C_{\text{biota or C}_{\text{water}}} = A \times \exp(-\lambda t) \dots\dots\dots \text{eq. 2}$$

A は定数、 λ は減少速度 (Bq d^{-1})、t は経過日数 (d) である。生態学的半減期 T_{eco} (d) は次式で表される。

$$T_{\text{eco}} = \ln 2 / \lambda \dots\dots\dots \text{eq. 3}$$

アメリカザリガニとその環境水の ¹³⁷Cs 濃度の T_{eco} はそれぞれ 688 d (eq. 2 より $\lambda = (1.01 \pm 0.13) \times 10^{-3}$, $p < 0.001$) と 919 d ($\lambda = (0.75 \pm 0.23) \times 10^{-3}$, $p = 0.004$)、モクズガニとその環境水の ¹³⁷Cs 濃度の T_{eco} はそれぞれ 976 d ($\lambda = (0.71 \pm 0.07) \times 10^{-3}$, $p < 0.001$) と 881 d ($\lambda = (0.79 \pm 0.18) \times 10^{-3}$, $p < 0.001$) となった。それぞれ誤差範囲内で一致したことから、見かけ上平衡状態に達していると言える。アメリカザリガニの寿命は約5年、モクズガニは3-5年とされており、一個体が生息する間に水中の濃度は約1/4に減少したことになるが、桁で違うわけではなかった。しかし今も河川水中の ¹³⁷Cs が減少傾向にあることを考慮する必要がある。現状では、水中の放射性 Cs 濃度のみをすぐに生物が反映しているわけではなく、海水域の生態系の例でも示したように、餌を起因とする生態学的なファクターが影響するため、見かけの CR が淡水域では得られたことになる。

海水域ではデータ数が多かったガザミ (寿命は2-3年) について、同じく Fig. 1 に示した。およそ1600 d までは生物中濃度も海水中濃度も減少していたことから、その間の T_{eco} を導出したところ、298 d ($\lambda = (2.3 \pm 0.8) \times 10^{-3}$, $p = 0.025$) と 821 d ($\lambda = (0.84 \pm 0.29) \times 10^{-3}$, $p = 0.011$) となり、海域では T_{eco} が一致しなかった。しかし、ここで重要なのは、¹³⁷Cs 濃度の減少速度は異なるものの、それぞれ1600 d までは海水と生物中とも濃度が減少する期間であったと言えることである (減少期間の一致)。すなわち、海水中の ¹³⁷Cs 濃度減少にガザミが反応をしていたといえる。1600 d 以降は海水および生物中濃度がほぼ平衡に達していることから、期間を通して海水中濃度と生物中濃度も見かけ上平衡状態になっていると推定できる。これにより、データが採取された期間

を通して見かけの CR を導出する意味があると考えられた。繰り返しになるが、この場合も淡水生物と同様に、生態系の影響を受けて、生物が水中放射性 Cs をすぐに反映しない可能性があることに注意が必要である。なお、以前我々は海水魚に着目し、400 d 以降1500 d までのデータを使って生態学的半減期を求めたところ、実験で求められた生物学的半減期よりも半減期が長いフラクションがあることがわかった⁷。Arakawa²⁶ も底生魚には排出速度が遅いフラクションが存在することを指摘している。同様にガザミ中にも半減期が長いフラクションがあるかもしれないが、本研究の結果からは明確にすることができなかった。

3.2 福島第一原発事故前後の濃縮係数の比較

淡水生物および海生生物の種別の CR データを Table 1 および 2 に示す (個別データは Supplement Table 1 に報告)。なお CR は場所依存をしないと考え、Table 1 および 2 では、採取場所の特定を避けるためにも詳細な位置情報を明記していない。淡水域では貝類としてオオタニシ (*Bellamya japonica*)、マルタニシ (*Bellamya chinensis laeta*)、甲殻類としてモクズガニ (*Eriocheir japonica*)、アメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*)、ウチダザリガニ (*Pacifastacus leniusculus*)、スジエビ (*Palaemon paucidens*)、両生類としてウシガエル (*Rana catesbeiana*) のデータがあった。ウシガエルについては筋肉部と全体への CR データであり、その他の生物については全体へ CR データである。海水域の水生生物については、褐藻類としてアカモク (*Sargassum horner*)、アラメ (*Eisenia bicyclis*)、ヒロメ (*Undaria undariodes*)、緑藻類としてアナアオサ (*Ulva pertusa*)、ヒトエグサ (*Monostroma nitidum*)、棘皮動物としてキタムラサキウニ (*Strongylocentrotus*)、マナマコ (*Stichopus japonicus*)、貝類としてアサリ (*Ruditapes philippinarum*)、アワビ (*Haliotis discus*)、マガキ (*Crassostrea gigas*)、ウバガイ (*Pseudocardium sachalinense*)、頭足類としてコウイカ類 (*Sepia sp.*)、ジンドウイカ類 (*Loliolus sp.*)、イイダコ (*Octopus ocellatus*)、マダコ (*Octopus vulgaris*)、ミズダコ (*Paroctopus dofleini*)、甲殻

類としてイシガニ (*Charybdis japonica*)、ガザミ (*Portunus trituberculatus*)、ヒラツメガニ (*Ovalipes punctatus*)、モクズガニ (*Eriocheir japonica*)、アミ科 (*Mysidae*)、スジエビ (*Palaemon paucidens*) およびその属、テナガエビ属 (*Palaemonidae*) のデータが収集された。スジエビ、テナガエビ属、およびモクズガニは相馬市沖で採取と記載があるが、実際には松川浦内である。塩分は概ね 31 – 32 と海と同様であるが、流入河川である宇多川の影響を受け、これまでの報告には最低塩分として 17 がある¹⁹。

得られた CR について、貝類については、貝殻を除く軟体部のデータであるが、それ以外は生物全体が対象であった。なお、ある生物についての CR データが 1 で、同科の他の生物の CR データが複数ある場合には、データを合わせた (Supplement Table 1 参照)。淡水および海水域の食用生物に対する CR データの分布は正規分布よりも対数正規分布にあてはまりが良かった。このことから幾何平均値を指標とすると、淡水域において生物全体に対する CR が最も高かったのはウ

チダザリガニの $2.1 \times 10^3 \text{ L kg}^{-1}\text{-fresh}$ であり、最も低かったのはオオタニシの $1.9 \times 10^2 \text{ L kg}^{-1}\text{-fresh}$ であった。海水域では各生物種のデータ数が少ないものが多いことから、 $N \geq 5$ の生物種について幾何平均値を比較すると、キタムラサキウニが最も高く $2.2 \times 10^2 \text{ L kg}^{-1}\text{-fresh}$ であり、最も低かったのはアナアオサの $5.3 \times 10^1 \text{ L kg}^{-1}\text{-fresh}$ であった。

ただし、Fig. 1 に示したように、海生生物については原発事故発生から 1600 d 程度までは海水中の ^{137}Cs 濃度減少傾向が明確であったことから、海水中濃度が平衡になった前後で CR 比較する必要がある。期間を分けるにあたり、1650 d を設定したが、1600 d に 50 d を付した理由は、海生生物の生物学的半減期が実験室レベルではおよそ 50 d 程度であることを考慮したものである²⁴。すなわち 1650 d 以降であれば、より平衡に達した条件での CR が得られるものと考えた。そこで以前我々が報告したグローバルフォールアウト (GF) の ^{137}Cs を用いた海生生物の CR データ (甲殻類、褐藻類および緑藻類)³ と、福島第一原発事故から 1650 d 目まで、1650 d 以降の CR デー

Table 1 Concentration ratios ($\text{L kg}^{-1}\text{-fresh}$) of ^{137}Cs in edible freshwater biota species observed after the Fukushima Nuclear Power Plant accident.

Group	Scientific name	N	AM	SD	GM	GSD	Min.	Max.
Molluscs -----								
Pond snail	<i>Bellamya japonica</i>	9	3.2×10^2	3.9×10^2	1.9×10^2	3.0	4.3×10^1	1.3×10^3
Pond snail	<i>Bellamya chinensis laeta</i>	10	3.8×10^2	3.0×10^2	3.0×10^2	2.1	1.2×10^2	8.9×10^2
Crustaceans ----								
Crab	<i>Eriocheir japonica</i>	23	1.8×10^3	1.5×10^3	1.3×10^3	2.2	1.9×10^2	7.1×10^3
Shrimp	<i>Procambarus clarkii</i>	21	1.7×10^3	1.4×10^3	1.2×10^3	2.3	2.4×10^2	5.0×10^3
Shrimp	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	23	2.4×10^3	1.3×10^3	2.1×10^3	1.7	8.5×10^2	6.1×10^3
Shrimp	<i>Palaemon paucidens</i>	12	1.1×10^3	4.7×10^2	9.4×10^2	1.7	2.6×10^2	1.6×10^3
Amphibia ----								
Frog (whole)	<i>Rana catesbeiana</i>	5	5.8×10^2	1.8×10^2	5.5×10^2	1.5	2.9×10^2	7.4×10^2
Frog (muscle)	<i>Rana catesbeiana</i>	2	3.0×10^3	1.8×10^3			1.7×10^3	4.3×10^3

(Note) N: Number of data, AM: Arithmetic mean, SD: Standard deviation, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation.

Table 2 Concentration ratios (L kg⁻¹-fresh) of ¹³⁷Cs in edible marine biota species observed after the Fukushima Nuclear Power Plant accident.

Group	Scientific name	N	AM	SD	GM	GSD	Min.	Max.
Molluscs -----								
Brown algae	<i>Sargassum horneri</i>	4	7.0×10 ²	4.0×10 ²	5.4×10 ²	2.8	1.2×10 ²	1.0×10 ³
Brown algae	<i>Eisenia bicyclis</i>	12	3.2×10 ²	3.7×10 ²	1.7×10 ²	3.1	6.1×10 ¹	9.4×10 ²
Brown algae	<i>Undaria undariodes</i>	2	3.0×10 ²	2.6×10 ²			1.2×10 ²	4.9×10 ²
Green algae	<i>Ulva pertusa</i>	12	8.4×10 ¹	9.0×10 ¹	5.3×10 ¹	2.9	5.9×10 ⁰	3.4×10 ²
Green algae	<i>Monostroma nitidum</i>	2	3.1×10 ²	3.6×10 ²			5.5×10 ¹	5.6×10 ²
Echinodea -----								
Sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	18	3.1×10 ²	2.3×10 ²	2.2×10 ²	2.8	1.1×10 ¹	1.0×10 ³
Sea cucumber	<i>Stichopus japonicus</i>	3	8.2×10 ²	5.3×10 ²	6.4×10 ²	2.6	2.1×10 ²	1.1×10 ³
Molluscs excl. cephalopods --								
Saltwater clam	<i>Ruditapes philippinarum</i>	17	1.1×10 ²	6.1×10 ¹	8.9×10 ¹	1.9	1.8×10 ¹	2.3×10 ²
Abalone	<i>Haliotis discus</i>	8	1.7×10 ²	1.0×10 ²	1.4×10 ²	2.1	3.8×10 ¹	3.3×10 ²
Oyster	<i>Crassostrea gigas</i>	17	7.4×10 ¹	4.5×10 ¹	6.2×10 ¹	1.9	1.8×10 ¹	1.6×10 ²
Surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	2	4.9×10 ²	3.8×10 ²			2.2×10 ²	7.6×10 ²
Cephalopods -----								
Cuttlefish	<i>Sepia sp.</i>	2	4.2×10 ¹	3.6×10 ¹			1.7×10 ¹	6.7×10 ¹
Squid	<i>Loliolus sp.</i>	2	1.7×10 ²	7.2×10 ¹			1.2×10 ²	2.2×10 ²
Octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	1	1.3×10 ²					
Octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	3	5.7×10 ¹	1.7×10 ¹	5.6×10 ¹	1.3	4.4×10 ¹	7.6×10 ¹
Octopus	<i>Paroctopus dofleini</i>	2	1.1×10 ²	5.4×10 ¹			6.9×10 ¹	1.5×10 ²
Crustaceans -----								
Crab	<i>Charybdis japonica</i>	3	8.7×10 ¹	6.2×10 ¹	7.4×10 ¹	2.0	4.0×10 ¹	1.6×10 ²
Crab	<i>Portunus trituberculatus</i>	16	1.2×10 ²	1.2×10 ²	7.6×10 ¹	3.0	1.2×10 ¹	3.9×10 ²
Crab	<i>Ovalipes punctatus</i>	1	1.0×10 ²					
Crab	<i>Eriocheir japonica</i>	4	3.5×10 ²	1.5×10 ²	3.1×10 ²	1.8	1.3×10 ²	4.8×10 ²
Krill	<i>Mysidae</i>	9	1.0×10 ²	5.1×10 ¹	9.3×10 ¹	1.7	4.0×10 ¹	2.1×10 ²
Shrimp	<i>Palaemon paucidens</i>	6	1.1×10 ²	9.6×10 ¹	8.7×10 ¹	2.1	3.4×10 ¹	3.0×10 ²

(Note) N: Number of data, AM: Arithmetic mean, SD: Standard deviation, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation.

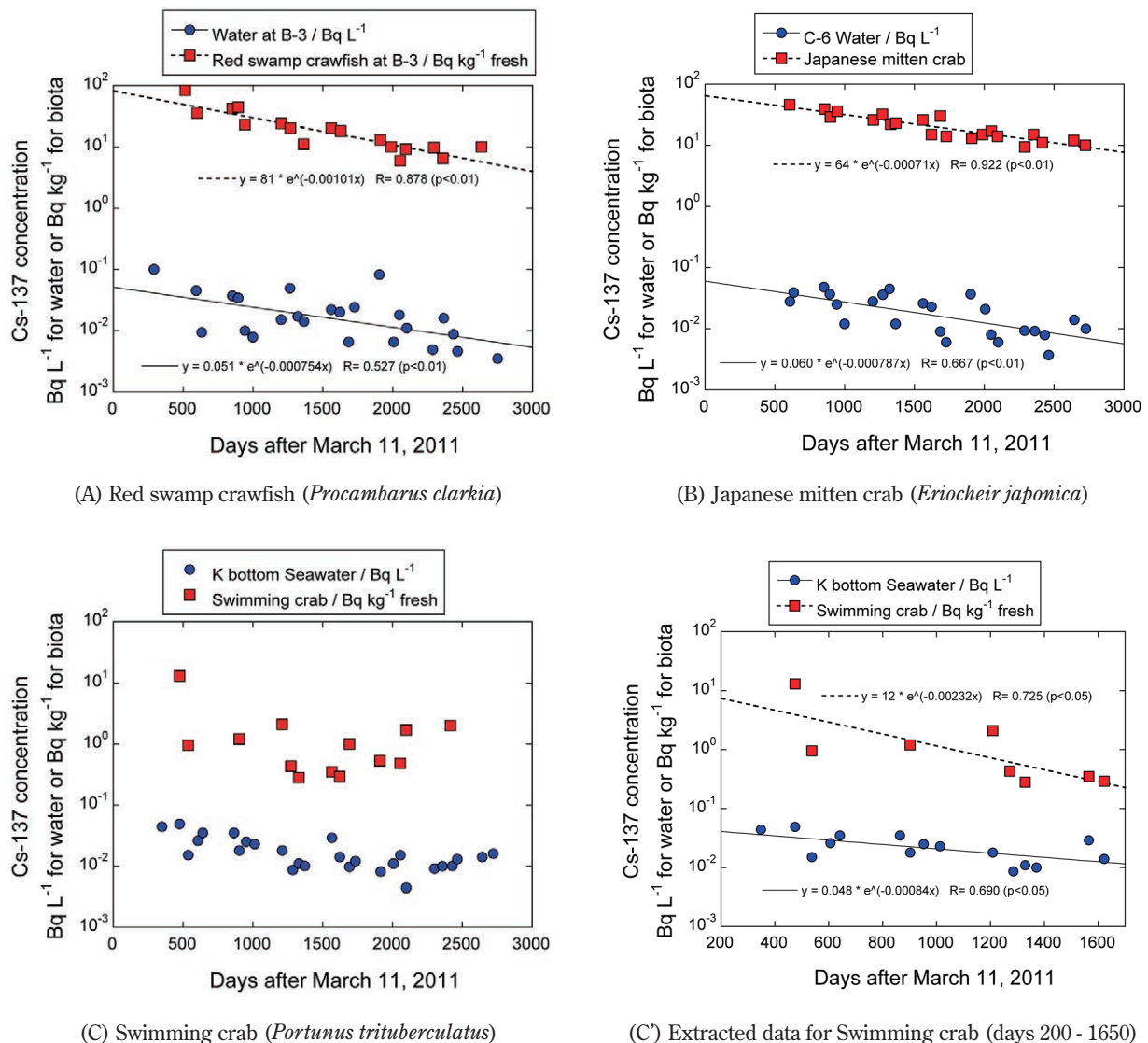


Fig. 1 Concentration changes of ^{137}Cs in freshwater ((A) red swamp crawfish, and (B) Japanese mitten crab) and marine crustaceans ((C) swimming crab) observed after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident together with ^{137}Cs concentrations in the ambient water samples. (C') shows data up to 1650 d for swimming crab (marine).

タの比較を行なった。ただし、緑藻類については1650 d 目以降のデータ数が3と少ないため、参考程度である。

CRデータプロットを Fig. 2 に示したが、分散分析 (Kaleida Graph, Turkey HSD) の結果、甲殻類では GF 時の CR と比較し、事故から 466 - 1650 d のデータは有意に高かった ($p = 0.016$) が、1650 d 移行の CR と GF では有意差がなかった。褐藻類では事故後のデータは未だに GF 時の CR デー

タよりも有意に高いと判定された ($p < 0.001$)。一方、緑藻類では褐藻類と異なり、GF 時の CR データと 466 - 1650 d の CR データに有意差はなかった。なお、褐藻類では原発事故後の CR 値が 10^3 オーダー付近と 10^2 オーダー付近の2つに別れているように見える。季節変動の影響を考え、詳細は示さないが、夏季 (6 - 8 月) と秋季 (9 - 12 月) に分類しても有意差がなく、したがって、この違いは季節変動では説明できなかった。ただ

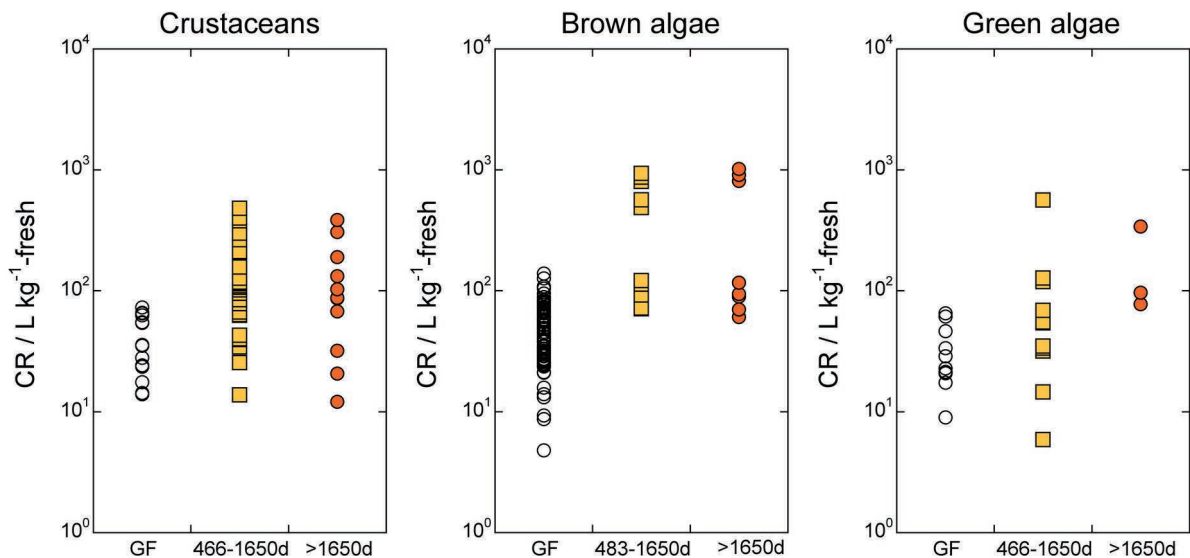


Fig. 2 CR values of ^{137}Cs in edible marine organisms (crustaceans, and macroalgae) before the Fukushima Nuclear Power Plant accident (global fallout, GF), and 466 - 1650 d and >1650 d after the accident.

し褐藻類のCRが高い状況が続いていることは、これを餌としているウニに影響すると考えられる。上述したように、海生生物ではキタムラサキウニのCRが最も高くなっていることから、褐藻類の影響が推察される。

さらに国際的に報告されている食用水生生物のデータとの比較を試みた。淡水生物ではIAEAのTechnical Report Series No. 472²⁷に無脊椎動物とカエル（筋肉）の報告があり、また、Technical Report Series No. 422²⁸には、海藻、甲殻類、貝類、頭足類のデータが報告されている。これらと比較するために、Table 1および2のデータを整理しなおして、Table 3に既存の報告値と比較した。淡水生物については、IAEAのTRS²⁷に記載されている無脊椎動物のデータ範囲が広く、推奨値が $2.3 \times 10^1 \text{ L kg}^{-1}\text{-fresh}$ であるが、本研究で得られたCR値の幾何平均は、貝類と甲殻類では全て $10^2 - 10^3$ オーダーであり、1-2桁高かったことがわかる。ただし、最大値はIAEAデータ²⁸と同程度であった。カエルについてはデータがどちらも少ないことから、比較することは適当ではないものの、1桁程度高かった。以上の結果は、淡水域においては、水および生物とも同じ速度で ^{137}Cs 濃度が減少していることから、見かけ上平衡になってい

るものの、このようにパラメータ値を比較した結果、水生生物の生活環境は非平衡であることを示唆していると考えられる。残念ながらIAEA²⁷の淡水生物の結果は環境条件が不明であるので、その影響について検討することはできなかった。

海生生物については、IAEAデータ²⁸に加えて我々が以前まとめたGFによる値³も比較として記載した。GFの幾何平均値もしくはIAEAの推奨値はそれぞれ近い値であり、また貝類、頭足類、甲殻類のデータも同じ桁であった。ただし、福島第一原発事故以前のGFのCRの最大値に比べて、事故後は最大値が1桁から2桁程度高いのが特徴的である。海生生物では淡水生物に比べて早く事故以前の状態に戻りつつあると言えるが、現在も福島第一原発から少量ずつ漏れ続ける放射性Csがあることも要因となって、海水中濃度も変動しており、水生生物の生活環境は現在も十分な平衡に到達していないことがわかった。

4. まとめ

魚を除く食用水生生物について、水からの放射性Cs濃縮係数（CR）に関するデータがなかったことから、公開されている生物および水中の濃度データを用いてCRを導出した。淡水域では水中

Table 3 Comparison of concentration ratios (L kg⁻¹-fresh) of ¹³⁷Cs in edible biota groups in freshwater and marine waters.

Type	Group	N of species	N of data	AM	SD	GM	GSD	Min.	Max.	Ref. ^{*1}
Freshwater Biota -----										
Molluscs	Shellfish	2	19	3.6×10 ²	3.4×10 ²	2.4×10 ²	2.6	4.3×10 ¹	1.3×10 ³	F
Crustaceans	All	4	79	1.8×10 ³	1.4×10 ³	1.4×10 ³	2.1	1.9×10 ²	7.1×10 ³	F
	Crab	1	23	1.8×10 ³	1.5×10 ³	1.3×10 ³	2.2	1.9×10 ²	7.1×10 ³	F
	Shrimp	3	56	1.8×10 ³	1.3×10 ³	1.4×10 ³	2.1	2.4×10 ²	6.1×10 ³	F
Invertebrates	-		29			2.3×10 ¹	75	5.4×10 ⁻³	6.1×10 ³	I-1
Herpetofauna	Frog (whole)	1	5	5.8×10 ²	1.8×10 ²	5.×10 ²	1.5	2.9×10 ²	7.4×10 ²	F
	Frog (muscle)	1	2	3.0×10 ³	1.8×10 ³			1.7×10 ³	4.3×10 ³	F
	Frog (muscle)		2	2.6×10 ²				1.7×10 ²	3.7×10 ²	I-1
Marine Biota -----										
Macroalgae	All	5	32	2.8×10 ²	3.3×10 ²	1.3×10 ²	3.7	5.9×10 ⁰	1.0×10 ³	F
	All	14	106	4.6×10 ¹	2.6×10 ¹	4.0×10 ¹	1.8	5.0×10 ⁰	1.4×10 ²	GF
	-					5.0×10 ¹				I-2
	Brown algae	3	18	4.1×10 ²	3.8×10 ²	2.3×10 ²	3.1	6.1×10 ¹	1.0×10 ³	F
	Brown algae	12	96	4.8×10 ¹	2.6×10 ¹	4.1×10 ¹	1.8	5.0×10 ⁰	1.4×10 ²	GF
	Green algae	2	14	1.2×10 ²	1.5×10 ²	6.3×10 ¹	3.2	5.9×10 ⁰	5.6×10 ²	F
	Green algae	2	10	3.3×10 ¹	1.9×10 ¹	2.8×10 ¹	1.8	9.0×10 ⁰	6.5×10 ¹	GF
Echinodea		2	21	3.9×10 ²	3.3×10 ²	2.6×10 ²	2.9	1.1×10 ¹	1.1×10 ³	F
Molluscs ^{*2}	Shellfish	4	44	1.2×10 ²	1.2×10 ²	9.0×10 ¹	2.2	1.8×10 ¹	7.6×10 ²	F
	-					6.0×10 ¹				I-2
Cephalopods	All	>5	10	9.3×10 ¹	5.9×10 ¹	7.6×10 ¹	2.1	1.7×10 ¹	2.2×10 ²	F
	Octopus	1	4	2.0×10 ¹	1.2×10 ¹	1.7×10 ¹	2.2	5.0×10 ⁰	3.0×10 ¹	GF
	-					9.0×10 ¹				I-2
Crustaceans	All	>6	39	1.4×10 ²	1.2×10 ²	9.4×10 ¹	2.5	1.2×10 ¹	4.8×10 ²	F
	All	8	14	4.1×10 ¹	2.1×10 ¹	3.5×10 ¹	1.8	1.4×10 ¹	7.3×10 ¹	GF
	-					5.0×10 ¹				I-2
	Crab	4	24	1.6×10 ²	1.4×10 ²	9.7×10 ¹	3.0	1.2×10 ¹	4.8×10 ²	F
	Krill	>1	9	1.0×10 ²	5.1×10 ¹	9.3×10 ¹	1.7	4.0×10 ¹	2.1×10 ²	F
	Shrimp	1	6	1.1×10 ²	9.6×10 ¹	8.7×10 ¹	2.1	3.4×10 ¹	3.0×10 ²	F

(Note) N: Number of data, AM: Arithmetic mean, SD: Standard deviation, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation.

^{*1}(Ref) F: Summarized CR data after the Fukushima accident, I-1: IAEA²⁶, I-2: IAEA²⁷, GF: Tagami and Uchida³

^{*2}(Molluscs) except cephalopods

濃度と水生生物共に濃度がほぼ同じ早さで減少しているものの、CRの観点からは、非平衡状態が続いていることが示唆された。海生生物では、事故以前のCRに近い値を示すものの、複数の水産生物群で事故以前よりもCRの最高値が1桁程度高い傾向を示していたことから、まだ十分な平衡状態にはなっていないことがわかった。

このようなCRを用いた事故以前との比較を行うことにより、一見平衡に到達したように見える水圏生態系においても、実際には非平衡であることを明らかにすることができた。特に淡水域においてはCRが時間と共に変化する傾向が明確ではない。CRが今後変化し、事故以前の国際的な値と同程度になるのかどうかを知るためにも、継続したモニタリングが必要であるといえる。

引用文献

- (1) 文部科学省, 環境放射能調査研究成果論文抄録集. http://www.kankyo-hoshano.go.jp/08/08_0.html (2019. 2. 24 アクセス) (2019).
- (2) K. Tagami, S. Uchida, Proceedings of WM2011 Conference, ISBN978-0-9836185-0-7, WMSymposia, Phoenix, paper number 11252, pp. 1-9. (2011).
- (3) K. Tagami, S. Uchida, J. Environ. Radioactiv. 126, 420 (2013).
- (4) T. Wada, Y. Nemoto, S. Shimamura, T. Fujita, T. Mizuno, T. Sohtome, K. Kamiyama, T. Morita, S. Igarashi, J. Environ. Radioactiv. 124, 246 (2013).
- (5) T. Wada, A. Tomiya, M. Enomoto, T. Sato, D. Morishita, S. Izumi, K. Niizeki, Sh. Suzuki, T. Morita, G. Kawata, J. Environ. Radioactiv. 151, 144 (2016).
- (6) K. Iwata, K. Tagami, S. Uchida, Environ. Sci. Technol. 47, 7696 (2013).
- (7) K. Tagami, S. Uchida, Environ. Sci. Technol. 50, 1804 (2016).
- (8) V. J. i Batlle, N. A. Beresford, K. Beaugelin-Seiller, R. Bezhenar, J. Brown, J. J. Cheng, M. Cujic, S. Dragovic, C. Duffa, B. Fiévet, A. Hosseini, K. T. Jung, S. Kamboj, D. -K. Keum, A. Kryshev, D. LePoire, V. Maderich, B. -I. Min, R. Perriáñez, T. Sazykina, K. -S. Suh, C. Yu, C. Wang, R. Heling, J. Environ. Radioactiv. 153, 31 (2016).
- (9) R. Perriáñez, R. Bezhenar, I. Brovchenko, K. T. Jung, Y. Kamidara, K. O. Kim, T. Kobayashi, L. Liptak, V. Maderich, B. I. Min, K. S. Suh, J. Environ. Radioactiv. 198, 50 (2019).
- (10) K. Suzuki, S. Watanabe, Y. Yuasa, Y. Yamashita, H. Arai, H. Tanaka, T. Kuge, M. Mori, K. Tsunoda, S. Nohara, Y. Iwasaki, Y. Minai, Y. Okada, S. Nagao, Sci. Total Environ. 622, 1153 (2018).
- (11) H. Takata, M. P. Johansen, M. Kusakabe, T. Ikenoue, M. Yokota, H. Takaku, Sci. Total Environ. 675, 694 (2019).
- (12) T. Fukushima, H. Arai, Inland Waters, 4, 204 (2014).
- (13) J. E. Pinder III, D. J. Rowan, J. T. Smith, J. Environ. Radioactiv. 152, 101 (2016).
- (14) M. E. Haque, T. Gomi, M. Sakai, J. N. Negishi, J. Environ. Radioactiv. 172, 191 (2017).
- (15) T. Sohtome, T. Wada, T. Mizuno, Y. Nemoto, S. Igarashi, A. Nishimune, T. Aono, Y. Ito, J. Kanda, T. Ishimaru, J. Environ. Radioactiv. 138, 106 (2014).
- (16) Z. Baumann, N. Casacuberta, H. Baumann, P. Masqué, N. S. Fisher, Biogeosciences 10, 3809 (2013).
- (17) Y. Sasaki, H. Funaki, S. Iri, T. Dohi, H. Hagiwara, Limnology 17, 111 (2016).
- (18) 松崎慎一郎, 佐竹潔, 田中敦, 上野隆平, 中川恵, 野原精一, 陸水学雑誌 76, 25 (2014).
- (19) 環境省, 水生生物放射性物質モニタリング調査結果. http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html#ao (2019. 2. 24 アクセス) (2019).
- (20) 環境省, 野生動植物への放射線影響調査において採取した試料の放射能濃度測定値と被曝線量率の推定値. http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-wl.html (2019. 2. 24 アクセス) (2019).
- (21) 厚生労働省, 食品中の放射性物質の検査. https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/

- shokuhin.html (2019. 2. 24 アクセス) (2019).
- (22) 東京電力ホールディングス, 福島第一原子力発電所周辺の放射性物質の分析結果. <http://www.tepco.co.jp/decommission/data/analysis/index-j.html> (2019. 2. 24 アクセス) (2019).
- (23) S. Uchida, K. Tagami, *Appl. Geochem.* 85, 148 (2017).
- (24) N. A. Beresford, K. Beaugelin-Seiller, J. Burgos, M. Cujic, S. Fesenko, A. Kryshev, N. Pachal, A. Real, B.S. Su, K. Tagami, J.V. i Batlle, S. Vives-Lynch, C. Wells, M.D. Wood, *J. Environ. Radioactiv.* 150, 270 (2015).
- (25) J. N. Negishi, M. Sakai, K. Okada, A. Iwamoto, T. Gomi, K. Miura, M. Nunokawa, M. Ohhira, *Landsc. Ecol. Eng.* 14, 55 (2018).
- (26) H. Arakawa, In: *Oceanography Challenges to Future Earth*. Springer, pp. 21-28 (2019).
- (27) IAEA, *Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments*. Technical Report Series No. 472. IAEA, Vienna (2010).
- (28) IAEA, *Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment*. Technical Report Series No. 422. IAEA, Vienna (2004).

Abstract

Environmental radiation monitoring has been carried out since the Fukushima Nuclear Power Plant (FDNPP) accident started in 2011, however, available radiocaesium concentration data for edible biota in water environments are mainly for fish species. Probably because radiocaesium concentrations in other marine biota were in lower than detection limits, and also because edible freshwater biota other than fish are not commonly used now, therefore, numbers of monitoring data were rather small than those for fish. Consequently, water-to-biota concentration ratios (CR) were not reported for both marine and freshwater environments. The purposes of this study are, therefore, to obtain CR values of ^{137}Cs for edible biota other than fish in both environments by literature survey, and compare the obtained CR data with those collected before the FDNPP accident mostly originated from global fallout. The results showed that the ^{137}Cs CR values for edible biota in freshwater environments were 1-2 orders of magnitude higher than those observed before the accident. For marine biota, the CR values getting closer to the value before the accident but the higher CR values were sometimes observed. Therefore, it was concluded that water-biota systems would not be in equilibrium conditions in both marine and freshwater environments although about 7 years have passed since the FDNPP accident occurred.

解 説

第8周期の新元素を求めて

羽場 宏光

(理化学研究所仁科加速器科学研究センター)

埼玉県和光市広沢2-1

はじめに

今年2019年は、ロシアの化学者D. Mendeleevが元素周期表を発表してからちょうど150周年の記念すべき年にあたる。1869年、Mendeleevは、当時知られていた63種の元素を整理するため、原子量と化学的性質をもとに元素の周期表を完成させた¹⁾。Mendeleevは、周期表上に空欄をつくり、未発見の元素の存在とその原子量や化学的性質を予言した。彼の予言通り、1875年にガリウム(Ga)、1879年にスカンジウム(Sc)、1886年にゲルマニウム(Ge)が発見された。その後周期表は新元素探索の地図となり、現在も進化し続けている。

2016年11月30日、国際純正・応用化学連合は、理化学研究所(理研)の森田浩介らの研究グループ(森田グループ)が発見した113番元素の元素名をニホニウム(Nh)に決定した²⁾。同時に、ロシアと米国の共同研究グループが発見した115番、117番と118番の元素名をそれぞれモスコビウム(Mc)、テネシン(Ts)、オガネソン(Og)に決定した。これによって周期表の第7周期がついに完結した。元素は何種存在するのか? 周期表は今後どのように進化するのか? 本稿では、118番までの超重元素合成をまとめた後、119番以降の新元素探索の現状と展望について解説する。

119番以降の元素周期表

最近の相対論的電子構造計算によれば、元素は173番元素くらいまで存在すると予測されている³⁾。原子番号の増大とともに1s電子軌道の結合エネルギーは増大する。原子番号が173くらいまで大きくなると、結合エネルギーはちょうど電子の静止質量(0.511 MeV)の2倍に達する。こ

のとき、1s軌道が空位になっていると、真空から自発的に電子と陽電子のペアが生成し、原子系が崩壊してしまう³⁾。

2011年、ヘルシンキ大学のP. Pyykköは、172番元素までの電子状態を拡張平均レベルDirac-Fock法によって計算し、Fig. 1の周期表を提案した⁴⁾。各周期の右には、その周期の元素について、最高エネルギー準位の電子軌道を示した。未発見の119番と120番元素は、それぞれ $8s^1$ 、 $8s^2$ の電子配置をとると予測され、第8周期の第1族、2族におかれている。すなわち、119番と120番元素は、それぞれアルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素と考えられる。これより原子番号が大きくなると、元素のならば第7周期までのように単純ではない。7d、6fと5g電子軌道、さらに $9s$ 、 $9p_{1/2}$ と $8p_{3/2}$ 軌道のエネルギー準位の差が小さいため、p、d、f、gブロックの区別が難しくなる。Pyykköの計算では、121番から138番元素までは5g元素、この後 $8p_{1/2}$ 元素として139番と140番元素、6f元素として141番から155番元素、7d元素として156番から164番元素が続く。さらに原子番号が大きい165番と166番元素は、それぞれ $9s^1$ 、 $9s^2$ の電子配置をとり、第9周期の第1族、2族におかれる。続く167番と168番元素は $9p_{1/2}$ 元素として第9周期の第13族と14族に、169番から172番元素は $8p_{3/2}$ 元素として第8周期の第15族から18族におかれる。

原子核の安定の島

重い原子核の存在限界は、核分裂障壁(B_f)とよぶ自発核分裂壊変に対するポテンシャル障壁によって記述することができる^{5,6)}。原子番号の増大とともに原子核を構成する正の電荷をもつ陽子

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orbital
Period 1	1 H																	2 He	1s
Period 2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	2s2p
Period 3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	3s3p
Period 4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	4s4d4p
Period 5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	5s4d5p
Period 6	55 Cs	56 Ba	57-71 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	6s5d6p
Period 7	87 Fr	88 Ra	89-103 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	7s6d7p
Period 8	119	120	121-	156	157	158	159	160	161	162	163	164	139	140	169	170	171	172	8s7d8p
Period 9	165	166											167	168					9s9p
Period 6	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu				4f
Period 7	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr				5f
Period 8	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155				6f
Period 8	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	5g

Fig. 1. The periodic table proposed by P. Pyykkö up to element 172⁴⁾.

同士のクーロン斥力が増大し、核分裂障壁は急激に低下していく。障壁が消失したとき ($B_f = 0$ MeV)、その原子核は即座に2つの原子核に分裂する。液滴モデルに代表される巨視的モデルによれば、原子番号 $Z \approx 100$ 以上の原子核で障壁が消失すると予測される。すなわち、100番元素フェルミウム (Fm) あたりが最後の元素となる。しかし、原子が貴ガス元素の電子配置 (閉殻電子構造) をとって安定化するように、原子核もある陽子数 (Z) と中性子数 (N) で閉殻構造となり安定化する。この殻効果によって、原子核のポテンシャルエネルギーが低くなり (殻エネルギー)、核分裂障壁が相対的に高くなって自発核分裂に対して安定化できる。1960年代から今日に至るまで、殻効果を取り入れた巨視的・微視的モデルによって、 $Z = 100$ 、 $N = 152$ や、 $Z = 108$ 、 $N = 162$ の変形閉殻構造が予測され⁷⁾、実験的に検証されてきた^{5,6)}。さらに重い原子核領域では、 $Z = 114$ 、 $N = 184$ の球形閉殻構造が予測され、ここに半減期 100 万年以上の長寿命核、すなわち“超重元素”が存在すると予測された。近年の純粋微視

的モデル⁵⁻⁷⁾においても、モデルによって陽子数にはばらつきはあるものの、 $Z = 120$ または 126、 $N = 184$ などの閉殻構造が予測されている。この安定な原子核領域は、核図表を地図に見立てた時“島”のように見えるため、“安定の島”とよばれる。1960年代以降、この島に辿り着くことが核物理学者と核化学者の大目標となっている。

最近では、104番元素ラザホージウム (Rf) 以降の超アクチノイド元素をまとめて超重元素とよぶようになってきた⁸⁾。超重元素の原子番号、元素名、元素記号、発見年、発見研究所、発見に用いられた核反応を Table 1 に示す。2019年7月現在、Rf から Og まで 15種の超重元素が知られている。超重元素は、これまで米国ローレンス放射線研究所 (Lawrence Radiation Laboratory: LRL)、米国ローレンスバークレー研究所 (Lawrence Berkeley Laboratory: LBL)、現 Lawrence Berkeley National Laboratory: LBNL)、旧ソ連・ロシアの合同原子核研究所 (Joint Institute for Nuclear Reaction: JINR)、ドイツ重イオン研究所 (Gesellschaft für Schwerionenforschung: GSI、現 GSI Helmholtz-

zentrum für Schwerionenforschung GmbH)、理研 (RIKEN) の重イオン加速器を用いて人工的に合成、発見されてきた。Fig. 2 に超重元素領域の核図表を示す⁹⁾。ここでは、各同位体の壊変様式を色分けして示した。核図表の背景には、KTUY 質量公式¹⁰⁾で計算した微視的効果による殻エネルギー (E_{shell}) の等高線図を示す。右上の濃い領域が安定の島である。超重元素の同位体は、主に α 壊変や自発核分裂壊変によってより軽く安

定な同位体に壊変していく。

超重元素の合成

超重元素は、加速器を利用して重イオンを光速の約 10% にまで加速し、これを標的原子核に衝突させ、核融合反応によって合成される。2 つの原子核がうまく融合すれば、“複合核” とよばれる 1 つの原子核が形成される。複合核は励起しており、重元素領域では、励起した核が核分裂して壊

Table 1. Discovery of superheavy elements.

Atomic number	Element (日本語名)	Symbol	Year of discovery	Institute	Synthesis reaction*
104	rutherfordium (ラザホージウム)	Rf	1969	JINR	$^{242}\text{Pu}(^{22}\text{Ne},4n)^{260}\text{Rf}$
			1969	LRL	$^{249}\text{Cf}(^{12}\text{C},4n)^{257}\text{Rf}$
105	dubnium (ドブニウム)	Db	1970	LRL	$^{249}\text{Cf}(^{15}\text{N},4n)^{260}\text{Db}$
			1971	JINR	$^{243}\text{Am}(^{22}\text{Ne},5;4n)^{260,261}\text{Db}$
106	seaborgium (シーボーギウム)	Sg	1974	LBL	$^{249}\text{Cf}(^{18}\text{O},4n)^{263}\text{Sg}$
107	bohrium (ボーリウム)	Bh	1981	GSI	$^{209}\text{Bi}(^{54}\text{Cr},n)^{262}\text{Bh}$
108	hassium (ハッシウム)	Hs	1984	GSI	$^{208}\text{Pb}(^{58}\text{Fe},n)^{265}\text{Hs}$
109	meitnerium (マイトネリウム)	Mt	1982	GSI	$^{209}\text{Bi}(^{58}\text{Fe},n)^{266}\text{Mt}$
110	darmstadtium (ダームスタチウム)	Ds	1995	GSI	$^{208}\text{Pb}(^{62}\text{Ni},n)^{269}\text{Ds}$
111	roentgenium (レントゲニウム)	Rg	1995	GSI	$^{209}\text{Bi}(^{64}\text{Ni},n)^{272}\text{Rg}$
112	copernicium (コペルニシウム)	Cn	1996	GSI	$^{208}\text{Pb}(^{70}\text{Zn},n)^{277}\text{Cn}$
113	nihonium (ニホニウム)	Nh	2004	RIKEN	$^{209}\text{Bi}(^{70}\text{Zn},n)^{278}\text{Nh}$
114	flerovium (フレロビウム)	Fl	2004	JINR	$^{242}\text{Pu}(^{48}\text{Ca},3n)^{287}\text{Fl}$
115	moscovium (モスコビウム)	Mc	2010	JINR	$^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca},4n)^{293}\text{Ts} \xrightarrow{\alpha} ^{289}\text{Mc}$
116	livermorium (リバモリウム)	Lv	2004	JINR	$^{245}\text{Cm}(^{48}\text{Ca},2n)^{291}\text{Lv}$
117	tennessine (テネシン)	Ts	2010	JINR	$^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca},4n)^{293}\text{Ts}$
118	oganeson (オガネソン)	Og	2006	JINR	$^{249}\text{Cf}(^{48}\text{Ca},3n)^{294}\text{Og}$

* Isotopes approved as new elements by International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) .

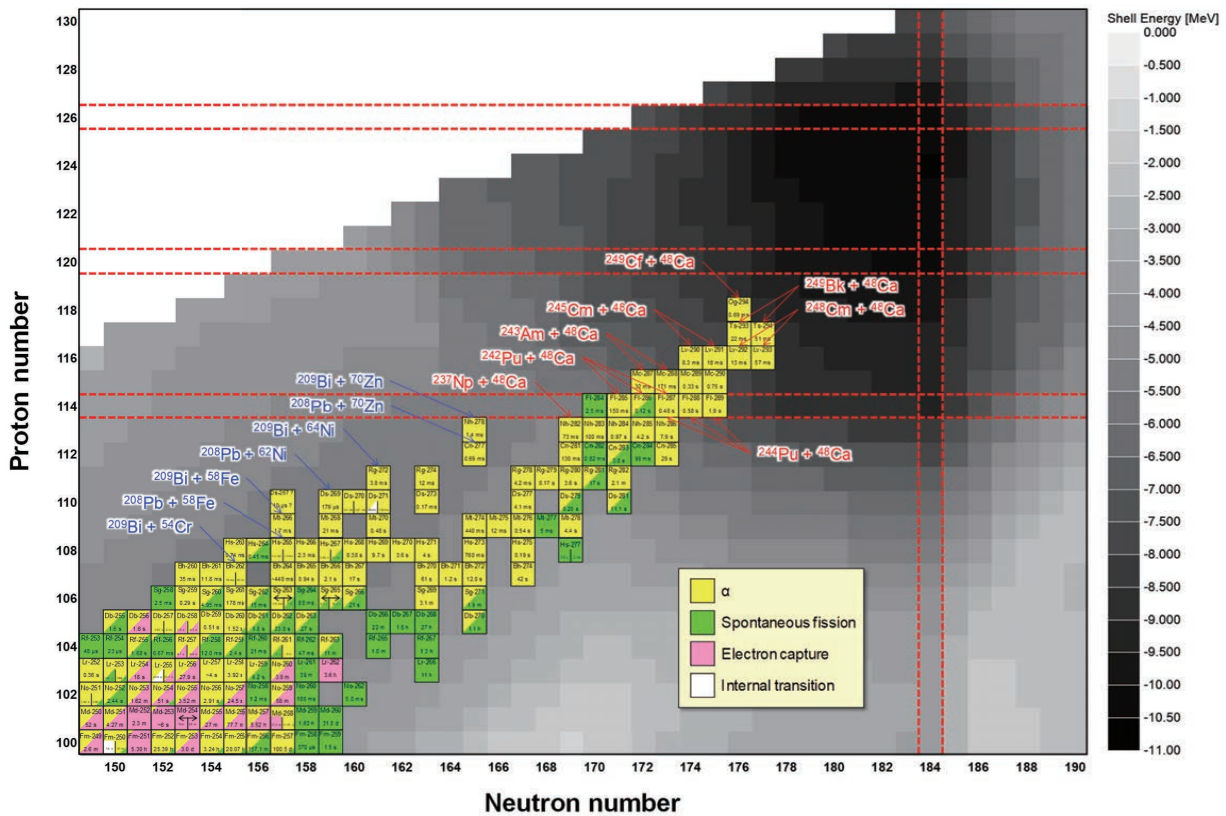


Fig. 2. Upper end of the chart of nuclides⁹⁾. The background structure shows the calculated shell energy according to the KTUY mass formula¹⁰⁾. Spherical closed shells for $Z = 114, 120, 126$ and $N = 184$ are shown by dashed lines.

れてしまう確率が非常に高い。しかしながら、中性子や γ 線を放出して脱励起し、核分裂せずに複合核近傍の原子核を形成して生き残る確率がわずかにある。この確率、すなわち核反応断面積 $\sigma(E)$ は、複合核を形成する確率 $P_{\text{fus}}(E)$ と中性子放出後に生き残る確率 $P_{\text{surv}}(E)$ との積に比例する^{6,11)}。

$$\sigma(E) \approx P_{\text{fus}}(E) \cdot P_{\text{surv}}(E) \quad (1)$$

励起した原子核の核分裂確率と中性子放出確率をそれぞれ Γ_f, Γ_n とすれば、中性子を x 個放出した後に生き残る確率 $P_{\text{surv}}(E)$ は、

$$P_{\text{surv}}(E) \approx (\Gamma_n/\Gamma_f)_1 \cdot (\Gamma_n/\Gamma_f)_2 \cdots (\Gamma_n/\Gamma_f)_x \quad (2)$$

と表せる。原子番号 Z が108を超えるような重い原子核では、ほとんどの場合 $\Gamma_n/\Gamma_f < 0.01$ であるため、式(2)より x が増大するとともに $P_{\text{surv}}(E)$ は急激に減少していく。こうして目的の重い原子核を効率良く合成するため、複合核の励起エネルギー

(E_{ex}) をできる限り低く抑え、核分裂させずに中性子を1個だけ放出させて重元素を合成する方法がJINRのOganessianによって考案された¹²⁾。これまで、二重魔法数の ^{208}Pb ($Z = 82, N = 126$) やその近傍の ^{209}Bi ($Z = 83, N = 126$) を標的核とし、これに核子の結合エネルギーが大きい鉄近傍の $^{54}\text{Cr}, ^{58}\text{Fe}, ^{62,64}\text{Ni}$ や ^{70}Zn などの重イオンを衝突させて超重元素を合成する核反応が試みられてきた。この核反応は、複合核の励起エネルギーが低いことから ($E_{\text{ex}} = 12 - 15 \text{ MeV}$)、冷たい核融合反応とよばれる。冷たい核融合反応は、Table 1とFig. 2に示したように107番から113番元素の発見に利用されてきた^{13,14)}。Fig. 3に、冷たい核融合反応の核反応断面積を生成した超重元素の原子番号(Z_{CN})に対して白抜きのプロットで示す^{5,13)}。冷たい核融合反応の断面積は指数関数的に減少し、 $^{209}\text{Bi}(^{70}\text{Zn}, n)^{278}\text{Nh}$ 反応による113番元素の断面積は $22^{+20}_{-13} \text{ fb}$ (フェムトバー

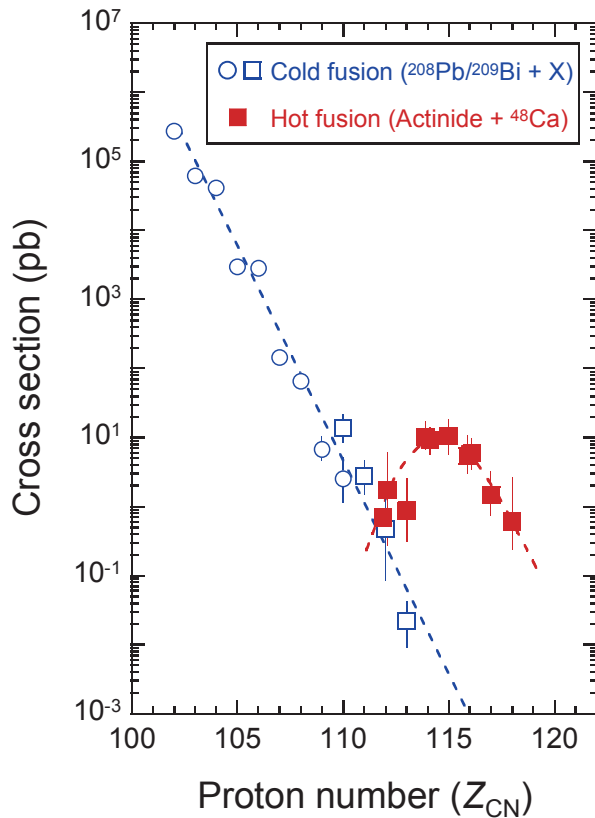


Fig. 3. Measured cross sections for cold fusion reactions and hot fusion reactions as a function of the proton number Z_{CN} of the compound nuclei (CN)^{5,13)}. Open circles mark the maximum of the $1n$ excitation function, while open squares mark the highest cross sections in the case of incomplete excitation functions. For the ^{48}Ca -induced hot fusion reactions on actinide target nuclei, the maxima of the sum of $3n$ and $4n$ cross sections at a certain excitation energy are plotted by closed squares. The curves are drawn to guide the eye.

ン: $10^{-15} \text{ b} = 10^{-39} \text{ cm}^2$) まで小さくなる。このため森田グループは、 ^{278}Nh を 3 原子合成するために 553 日間ものビーム照射を要した。

入射核 (Z_1) と標的核 (Z_2) の核融合反応において、 Z_1 と Z_2 の積 $Z_1 \cdot Z_2$ が 1600 ~ 1800 を超えると二つの原子核は融合し難くなり、 $Z_1 \cdot Z_2$ の増加とともに $P_{\text{fus}}(E)$ が指数関数的に減少する^{6,11)}。すなわち、ある原子番号の超重元素をつくる場合、 Z_1 と Z_2 の差ができるだけ大きい非対称な反応系が有利となる。そこで、アメリシウム (^{243}Am) やカリホルニウム (^{249}Cf) などのアクチノイド元

素を標的とし、 ^{18}O 、 ^{22}Ne や ^{48}Ca などの軽いイオンを衝突させて超重核を合成する方法も試みられてきた。この反応系では、励起エネルギーが冷たい核融合反応に比べて高く ($E_{\text{ex}} = 35 - 45 \text{ MeV}$)、熱い核融合反応とよばれ、104 番 ~ 106 番、114 番 ~ 118 番元素の発見に用いられてきた (Table 1)。熱い核融合反応では、複合核から 2 ~ 5 個の中性子が放出され、超重核が生成される。

冷たい核融合反応の系統性 (Fig. 3) と 113 番元素の非常に小さな断面積 ($\sigma = 22^{+20}_{-13} \text{ fb}$) を踏まえると、次の 114 番元素を $^{208}\text{Pb}(^{76}\text{Ge}, n)^{283}114$ のような冷たい核融合で合成するのは極めて困難であることが予測される。一方、熱い核融合反応では、高い励起エネルギーのため複合核から多数の中性子が放出される。核分裂は中性子放出と競争するため、式 (2) より複合核の生き残り確率が小さくなる恐れがある。中性子放出と核分裂の確率比 Γ_n/Γ_f は、以下の式で表されるように、複合核の B_f と中性子分離エネルギー (B_n) に強く依存する⁶⁾。

$$\Gamma_n/\Gamma_f \sim \exp(B_f - B_n)/T \quad (3)$$

ここで、 T は複合核の温度である。上述したように、超重核の核分裂障壁は、殻構造、とくに $N = 184$ の殻に強く影響される。すなわち、複合核が $N = 184$ の殻に近づけば、核分裂障壁が増大し、生き残り確率が上がって超重元素の合成確率が増大する。そこで、Oganessian らは、中性子が豊富なアクチノイド元素の標的核と中性子が豊富で二重魔法数 ($Z = 20$, $N = 28$) の ^{48}Ca 入射核との熱い核融合反応を用いて、 $N = 184$ の殻にできるだけ近づくことを考えた。例えば、 $^{244}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ の熱い核融合反応で形成される 114 番元素の複合核 ($Z_{CN} = 114$, $N_{CN} = 178$) は、冷たい $^{208}\text{Pb} + ^{76}\text{Ge}$ 反応 ($Z_{CN} = 114$, $N_{CN} = 170$) に比べて 8 も $N = 184$ の中性子殻に近づくことができる。

Oganessian らは、1999 年から 2013 年にかけて ^{48}Ca を入射粒子とし、94 番元素プルトニウム ($^{242,244}\text{Pu}$)、95 番元素アメリシウム (^{243}Am)、96 番元素キュリウム ($^{245,248}\text{Cm}$)、97 番元素バークリウム (^{249}Bk)、98 番元素カリホルニウム (^{249}Cf) と標的核の原子番号を大きくしていくことによ

て、114番から118番元素の多数の同位体の合成に成功した (Fig. 2)^{5,6,15)}。これらの⁴⁸Caビームを用いた熱い核融合反応の断面積は、Fig. 3に示したように、明らかに冷たい核融合よりも大きい (0.5 ~ 10 pb)^{5,6)}。

119番以降の新元素探索

2019年7月現在、119番以降の超重元素の合成に成功したという報告はない。119番以降の超重元素合成には熱い核融合反応を利用し、より安定の島に近い原子核をつくることが有利と考えられている^{6,13)}。二重魔法数で豊富な中性子をもつ⁴⁸Caを入射粒子とし、アクチノイド元素標的の原子番号を、 $Z = 94$ (²⁴²Pu)、 96 (²⁴⁵Cm)、 97 (²⁴⁹Bk)、 98 (²⁴⁹Cf) と大きくしていくことによって、114番から118番元素の発見がなされてきた (Table 1)。これらのアクチノイド元素は、米国オークリッジ国立研究所 (Oak Ridge National Laboratory: ORNL) などにある中性子密度が非常に高い原子炉で製造される¹⁶⁾。しかしながら、Cfよりも原子番号が大きな99番元素アインスタイニウム (Es) や Fm の同位体は半減期が短く、新元素合成に必要な量 (> ~ 1 mg) を入手することができない。したがって、119番以降の新元素を合成するためには、標的の原子番号を大きくするのではなく、Caよりも原子番号が大きな入射粒子 ($Z > 20$) を用いる必要がある。

Oganessianらは、2009年、⁵⁸Feイオンを²⁴⁴Pu標的に照射し、²⁴⁴Pu(⁵⁸Fe, xn)^{302-x}120反応 (x は放出される中性子数) によって120番元素の合成を試みた¹⁷⁾。120番元素は検出されず、Oganessianらは、反応断面積の上限値として0.4 pbを報告した。一方、GSIのS. Hofmannらは、2009年、⁶⁴Niを²³⁸Uに照射し、²³⁸U(⁶⁴Ni, xn)^{302-x}120反応による120番元素の探索を行った¹³⁾。116日間の照射実験の末、0.09 pbの上限値を報告した。さらにHofmannらは、²⁴⁸Cm(⁵⁴Cr, xn)^{302-x}120反応によって120番元素の探索を試み、33日間の実験の末上限値0.58 pbを報告した¹⁸⁾。同じくGSIのC. Düllmannらは、それぞれ²⁴⁹Bk(⁵⁰Ti, xn)^{299-x}119、²⁴⁹Cf(⁵⁰Ti, xn)^{299-x}120反応を用いて、119番、120番元素の合成実験を進めている¹⁹⁾。

これらの実験の結果、119番以降の新元素合成

の反応断面積は、114番や115番元素の反応断面積 (約10 pb) と比較して2桁以上も小さいことが明らかになってきた。すなわち、119番以降の新元素を合成するためには、より大強度のビームを発生できる加速器、大強度ビームの熱負荷に耐える標的、短寿命の超重元素の同位体を効率よくかつ迅速にビームや副反応生成物から分離する装置、超重元素同位体の放射性壊変を高感度で捉える検出器など、様々な技術開発が必須である。JINRでは、次世代の超重元素科学研究を推進するため、質量数 $A = 10 \sim 100$ のイオンを核子当たり最大8 MeVのエネルギーかつ 6.25×10^{13} イオン s^{-1} の大強度で発生させる新サイクロトロン実験施設、Dubna SHE Factory が建設されている²⁰⁾。GSIでは、超重元素研究専用の重イオン線形加速器 (cw LINAC) の建設が提案されている²¹⁾。

理研では、2017年6月よりRIビームファクトリーの重イオン線形加速器 (RIKEN Linear Accelerator: RILAC) に28 GHz ECRイオン源を導入し、また加速器の一部を超伝導化することによって、ビーム強度を5 ~ 10倍に増大する工事が進められている²²⁾。さらに、超重元素イオンの収集効率が²⁷⁸Nhを合成した理研気体充填型反跳核分離装置 (Gas-filled Recoil Ion Separator: GARIS) に比べて約2倍大きいGARIS IIを開発している²³⁾。理研では、²⁴⁸Cm(⁵¹V, xn)^{299-x}119反応によって119番元素の探索を進めていく計画である²²⁾。実験に必要な²⁴⁸Cmは、共同研究機関のORNLから提供を受ける。理研の本格的な119番元素探索実験は、2020年以降、RILACの増強後からになるが、先行して理研リングサイクロトロンとGARIS IIを利用し、予備実験を開始している。

おわりに

元素、原子核の存在限界はどこにあるのか？ 次々発見される超重元素はどのような核的・化学的性質を示すのか？ 筆者が超重元素研究を始めた1999年当時、我が国から原子番号103を超える超アクチノイド元素を合成したという報告はなかった。しかし、2000年代に入り、日本原子力研究開発機構や理研の研究グループが奮闘し、今日では超重元素の合成や化学研究の分野で世界最

先端の成果を発信する時代を迎えている。我が国には超重元素をつくり出すことができる貴重な重イオン加速器施設がある。119番や120番元素が発見されれば、元素周期表に新しい周期が加わる画期的な成果となるであろう。121番以降の元素を合成し、人類が初めてg電子軌道にふれる日も近いかもしれない。日本放射化学会の学生や若手研究者が、将来、安定の島に眠る財宝を手にしてくれることを願う。

参考文献

- 1) D. I. Mendelejew, Zh. Russ. Khim. Obshch. **1**, 60 (1869).
- 2) IUPAC news on Nov. 30, 2016, <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118/>
- 3) P. Indelicato, J. Bieroń, and P. Jönsson, Theor. Chem. Acc. **129**, 495 (2011).
- 4) P. Pyykkö, Phys. Chem. Chem. Phys. **13**, 161 (2011).
- 5) J. H. Hamilton, S. Hofmann, and Y. T. Oganessian, Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. **63**, 383 (2013).
- 6) Y. T. Oganessian and V. K. Utyonkov, Nucl. Phys. A **944**, 62 (2015).
- 7) A. Sobczewski and K. Pomorski, Prog. Part. Nucl. Phys. **58**, 292 (2007).
- 8) M. Schädel, Angew. Chem. Int. Ed. **45**, 368 (2006).
- 9) J. Magill, R. Dreher, and Zs. Sóti, *Karlsruher Nuklidkarte*, 10. Auflage 2018, Nucleonica GmbH, Germany, 2018.
- 10) 小浦寛之, Radioisotopes **67**, 267 (2018).
- 11) 野村 亨、阿部恭久、超重元素領域における融合反応、日本物理学会誌 **60**, 725 (2005).
- 12) Yu. Ts. Oganessian, Lecture Notes in Physics **33**, 221 (1974).
- 13) S. Hofmann, J. Phys. G Nucl. Part. Phys. **42**, 114001 (2015).
- 14) S. Hofmann, EPJ Web of Conferences **131**, 06001 (2016).
- 15) Yu. Oganessian, J. Phys. G Nucl. Part. Phys. **34**, R165 (2007).
- 16) J. B. Roberto et al., Nucl. Phys. A **944**, 99 (2015).
- 17) Y. T. Oganessian et al., Phys. Rev. C **79**, 024603 (2009).
- 18) S. Hofmann et al., Eur. Phys. J. A **52**, 180 (2016).
- 19) C. E. Düllmann, EPJ Web Conf. **131**, 08004 (2016).
- 20) S. Dmitriev, M. Itkis, and Y. T. Oganessian, EPJ Web Conf. **131**, 08001 (2016).
- 21) W. Barth, Super Heavy Nuclei International Symposium, March 31–April 2, 2015, Texas A&M University, College Station TX, USA (http://cyclotron.tamu.edu/she2015/assets/pdfs/presentations/Barth_SHE_2015_TAMU.pdf)
- 22) H. Haba, Nat. Chem. **11**, 10 (2019).
- 23) D. Kaji et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B **317**, 311 (2013).

コラム

IAEA サイバースドルフ研究所に滞在して

富田 涼平（日本原子力研究開発機構）

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（JAEA）の保障措置分析化学研究グループは IAEA による原子力施設の査察で採取された保障措置環境試料の分析を高度環境分析研究棟（CLEAR）で実施している。この分析では環境試料に含まれる極微量な核物質の同位体比を精確に測定することが求められる。そこで我々は分析能力をより向上させるために大型二次イオン質量分析装置（LG-SIMS）を導入した。しかし、LG-SIMS の運用経験がなかった為、LG-SIMS の運用方法、分析技術の習得と同時に CLEAR の持つ独自の分析技術を IAEA 側に伝える情報交換を目的として、IAEA の環境試料分析所（ESL）に長期間滞在し、この問題の解決を図った。

2. IAEA 環境試料分析所での活動

IAEA サイバースドルフ研究所はウィーンの南南東 40 km 程の距離に位置する町、サイバースドルフにある。その中のひとつである ESL では保障措置分析の為に環境試料が持ち込まれ、主に化学分析（バルク）チームと粒子分析（パーティクル）チームによって分析されている。パー

ティクルチームは LG-SIMS チームと標準試料などの品質管理チームで構成されており、滞在中は LG-SIMS チームの一員としてルーチン分析に携わった。基本的な分析手法は CLEAR で実施している方法と共通であり、LG-SIMS 装置の取扱い方法や一連の分析で注意を払うべき箇所を学ぶことが中心であった。LG-SIMS 以前の CLEAR の手法と大きく異なる部分は Blank 管理であった。他の分析装置と同様に、LG-SIMS によるウラン粒子の分析においても、天然のウラン粒子（濃縮度 0.72%）を除く、その他の濃縮度を持つウラン粒子が試料の前処理を行う部屋、装置の内部等に存在しないことを試料の分析を始める前に確認する必要がある。Blank 測定で天然のウラン粒子以外のウラン粒子が存在せず、試料を汚染する可能性がないことを確認して初めて試料の準備、分析を始めることができる。当然、天然のウラン粒子も数が少ないに越したことはない。実際にどのような原因で起こっているかは明確ではないが、経験的に知られている試料汚染の想定図を図 1 に示す。

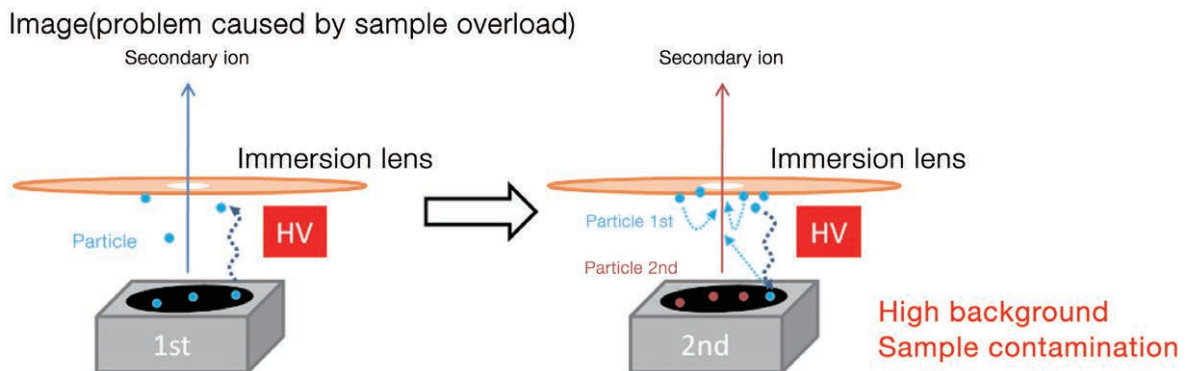


図 1 SIMS 分析で起こりうるクロスコンタミネーションのイメージ

従来の装置では二次イオンの引き出しレンズに粒子が吸着・残留した場合にバックグラウンドが上昇したならば、この試料汚染が確認可能であった。引き出しレンズに吸着するような粒子は極めて小さく、バックグラウンドの上昇もかなりの蓄積がなければ確認できない。仮に他の試料を乗せた試料台に混入する形で汚染した場合でも従来の装置では粒子として検出することができないため見逃されてきた。しかし、LG-SIMS 装置ではこのような極微小な粒子でも十分に検出可能であるため、試料を準備する部屋や装置自身が清浄であることを保証する必要がある。

3. ウィーンでの仕事・生活について

IAEA での分析業務ではチーム内での分業がされていた。私が滞在している間は4人でLG-SIMS のルーチン分析を実施していた。一連の分析は試料の前処理、同位体比測定、測定結果のデータ処理の3つに大きく分けられていた。分析時に何か気になることがあれば、他のメンバーと話をし、方針を定めてから進めるのが基本であった。メンバーの一人が Maximize efficiency がうちのスローガンと言っていたので ESL には

この考えが浸透しているようである。変えた方が効率的なことがあれば、可能な限り早くルールさえ変更する土壤ができていた。オーストリアに滞在している間はウィーンのアパートを借りて、IAEA の契約している通勤バスでサイバースドルフ研究所に通う日々であり、毎日片道1時間ほど通勤バスで過ごしていた。サマータイムが終わるころになると通勤時がちょうど日が昇るかどうかという具合であった。ウィーン市内は地下鉄やバス、路面電車が多く交通手段には困らないので生活しやすいと思われる。

4. まとめ

LG-SIMS 装置は従来の装置と比べて極めて高い粒子の検知能力を持つため、頻繁に Blank 測定を行い、装置の保守をすることが必要となる。これらの保守作業はクリーンルーム施設である CLEAR も例外ではなく、十分に注意をして実施する必要がある。IAEA の LG-SIMS チームから習得した LG-SIMS による分析法を CLEAR にも適応しつつ、これらの手法について改善点などがあれば IAEA 側とも情報共有を行い、相互に能力を向上させていけると考えている。



図2 冬季出勤時の様子



図3 ウィーン市内公園からの景色

コラム

関連学協会との連携強化に関する会員アンケートの調査結果について

日本放射化学会渉外担当理事 別所 光太郎 (高エネルギー加速器研究機構)

1. はじめに

日本放射化学会(以下、放射化学会)理事会では、学会活動を活性化し、放射化学会年会/放射化学討論会への参加を会員にとってさらに有意義なものとするを旨とし、関連の深い学協会との連携強化について検討をはじめました。会員の皆様のご意向を踏まえて連携を深めるべき学協会を明らかにし、またどのような形態による連携が有効・可能かを調査するため、2018日本放射化学会年会・第62回放射化学討論会(京都大学吉田キャンパス:9月18日(火)~20日(木)(以下、第62回討論会)において、アンケート調査を実施しましたので、調査結果の概要をご報告させていただきます。

本アンケートの実施にあたりましては、第62回討論会参加者の皆様、ならびに同実行委員会の皆様にご協力をいただきましたことを御礼申し上げます。

2. 調査方法

2.1 実施方法

第62回討論会の参加受付において、参加者全員にアンケート用紙(無記名)を配布。記入後のアンケート用紙は、受付のそばに設置した回収箱に会期中に投函。

2.2 調査項目(設問)

- 所属分野(工学系、理学系、農学系等)
- 年齢(20代、30代等)
- 現在所属(入会)している学協会を☑してください。一覧にない学協会は、自由記載欄にご記入ください。(複数回答可)
- 年会を関連学協会との合同開催とする場合、有意義だと思われる学協会を教えてください。(複数回答可)
- 関連学協会連携について、年会の合同開催以

外でどのような連携が放射化学会にとってよいと思いますか?また、他に意見がありましたら、ご記入ください。

3. 調査結果

3.1 第62回討論会参加者の概要

参加者 計185名
 正会員 98名、学生会員21名 計119名
 非会員 一般30名、学生36名 計66名

3.2 アンケート提出者の概要

計126名(提出率68%)
 会員88名(74%)、非会員38名(58%)

第62回討論会参加者全体(会員以外を含む)の所属分野(図1参照)は、理学系68%、工学系17%、医歯薬学系7%、農学系1.6%、その他(民間企業、行政機関、分析センター、教養学部、等)8%という結果となりました。理学系に所属する参加者が7割近くを占めること、民間企業や行政機関などの参加者も一定割合含まれていること、などが特徴です。

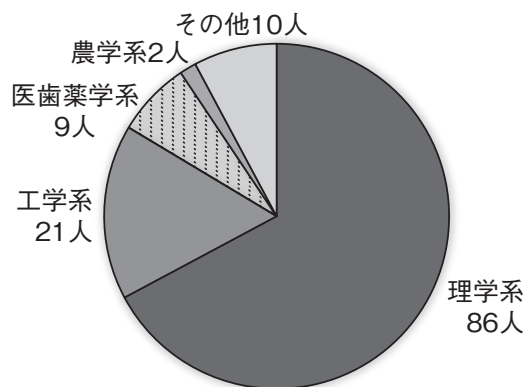


図1 参加者全体の所属分野(複数回答有)

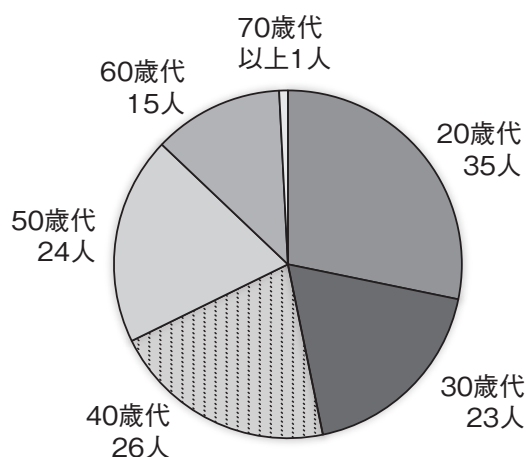


図2 討論会参加者全体の年齢分布

討論会参加者全体の年齢分布（図2参照）は、20歳代から60歳代まで幅広い年代に概ね均等に分布していることが分かりました。

3.3 所属（入会）学協会の傾向

放射化学会員および非会員に分けて、所属（入会）している学協会の回答数を集計した結果を表1に示します。

第62回討論会に参加した放射化学会会員（回答者88名）のうち、放射化学会のみ所属している会員は13名（15%）で、会員の多くが他の学協会にも所属していることが分かりました。放射化学会員の参加者が多く所属する学協会は、日本化学会（48%）、日本原子力学会（25%）、日本アイソトープ協会（20%）、日本物理学会（16%）、日本分析化学会（15%）、日本地球化学会（15%）、日本放射線安全管理学会（15%）などでした。会員数が7,000名を超える日本化学会、日本原子力学会、日本物理学会、日本分析化学会に加え、日本アイソトープ協会（会員数約2,600名）、日本地球化学会（約900名）、日本放射線安全管理学会（約350名）も、比較的多くの放射化学会会員が所属していることが分かりました。

放射化学会には所属しない参加者（回答者38名）の所属学協会の傾向も概ね放射化学会員の参加者と類似した傾向でしたが、日本保健物理学会や日本アイソトープ協会所属会員の割合が高いなどの若干異なる特徴も見られました。

表1 所属（入会）している学協会の回答数（人）
（記載が計3件以上あった学協会）

	会員	非会員
日本放射化学会 会員	88	—
日本放射化学会のみ所属	13	—
日本放射化学会 非会員	—	38
所属学協会なし	—	21
日本化学会	42	4
日本原子力学会	22	4
日本アイソトープ協会	18	5
日本物理学会	14	2
日本地球化学会	13	2
日本分析化学会	13	2
日本放射線安全管理学会	13	1
日本地球惑星科学連合	9	1
放射化分析研究会	6	0
日本保健物理学会	5	5
メスバウアー分光研究会	4	1
日本中間子科学会	4	0
日本核医学会	3	1
日本放射光学会	3	1
原子衝突学会	3	0
日本薬学会	1	2

なお、いずれの学会にも所属しない討論会参加者（回答者21名）のうち16名が20歳代であり、多くは大学院生や学部学生が対応するものと推測されます。放射化学会理事会としても、年会/討論会への参加が有意義なものと感じられるような企画の検討や工夫に年会/討論会実行委員会と協力して取り組んでいくことで、より多くの大学院生、学部学生、研究者、技術者が放射化学会に入会することにつながるよう期待します。

3.4 年会を関連学協会との合同開催とすることが有意義だと思われる学協会

挙げられた学協会の名称を回答数が多かった順に列挙します。

日本アイソトープ協会 10； 日本原子力学会 8；
日本地球化学会 6； 日本化学会 5； 日本分析化学会 4； 日本保健物理学会 4； 日本核医学

会 4； 日本放射線化学会 4； ほかに、日本地球惑星科学連合、日本物理学会、日本放射線安全管理学会、など

3.5 年会の合同開催以外の連携に関わる提案

- 学会誌・学術雑誌の共同発行・統合（4件）
- 交流会の開催
- 分科会単位の小規模な研究会での連携
- 相互の講演提供
- 他学会の学会賞受賞者等の招待講演
- 他分野の学習や知識習得につながるような講演会を学会期間中に企画
- 合同理事会の開催
- 放射化学会員であれば、連携する他学会において、同会に入会していなくても発表可とな

るよう調整 など

4. 今後に向けて

本アンケートの調査結果から、本学会会員の所属分野、他の学協会への所属状況、年会の合同開催を希望する学協会の分布、連携の方法に関する提案、などの情報を得ることができました。

本学会理事会では、得られた情報を踏まえて、他の学協会との効果的な連携活動の実施に向けて、今後より具体的な検討を行っていく予定です。会員の皆様方におかれましても、他の学協会との連携に関してご意見やご要望などがございましたら、本学会事務局（jnrs.office2019@radiochem.org）までお寄せいただけますと幸いです。

会議報告

第20回「環境放射能」研究会

小荒井 一真（日本原子力研究開発機構・福島環境安全センター）

平成30年3月14日～16日の3日間、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構において「環境放射能」研究会が開催された（主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、日本放射化学会α放射体・環境放射能分科会、共催：日本原子力学会保健物理・環境科学部会、日本放射線影響学会、日本放射線安全管理学会）。JCO臨界事故をきっかけとして平成12年にスタートしたこの研究会は、今年が20回目の節目の年であった。

第20回研究会は、1) 自然環境放射能、2) 放射線・原子力施設環境放射能、3) 東京電力福島第一原子力発電所事故を討論主題として開催された。東電福島第一原発事故関連の発表が最も多く、事故から8年が経過したにもかかわらず活発な議論が行われた。講演数は依頼講演3件、一般口頭発表23件、ポスター発表40件、計66件、研究会全体の参加者は195名であった。近年の研究会では、参加者200名、発表件数80件程度で推移していることから、これまで同様活発な議論が行われたことが伺える。

本研究会では依頼講演として3名の先生方に講演いただいた。1件目は、「東電福島第一原発事故由来の環境問題の調査研究の進展と課題—事故後初期の事象の解析と放射性物質の環境動態を中心に—」という演題で東京大学大学院工学系研究科の森口 祐一先生にご講演いただいた。森口先生は最終日の一般講演を含めて、福島事故初期から活動されている分野横断的な汚染調査についてご紹介いただいた。このような分野横断的な調査では学際的な研究が求められており、今後の研究のためにも人材育成が欠かせないという内容であった。2件目の依頼講演は「放射能研究は今が旬—放射線科学基盤機構の立ち上げとその構想など—」という題目で大阪大学大学院理学研究科の篠原厚先生にご講演いただいた。大阪大学にお

ける放射線関連施設の一元化に伴う組織の立ち上げとその紹介に関する内容であった。国内で初の放射線関連施設の一元化ということであり、大阪大学における動きが注目されている。やはり篠原先生のご講演でも次の人材の育成が現在の課題としてあげられた。森林総合研究所の三浦 覚先生には「森林生態系内の放射性セシウムの分布と長期動態」という依頼講演をいただいた。森林環境内の放射性Cs動態について、福島第一原発事故後研究だけでなく大気圏内核実験によるグローバルフォールアウトのデータも含め様々なデータをご紹介いただいた。森林環境の知識が疎い筆者にとっては、三浦先生のお示しするデータの数々が大変勉強になった。

研究会2日目終了後には例年どおり懇親会が開催された。懇親会の中で筆者がマイクパフォーマンスを求められ、就職先について報告した。「ポスドクになってたのかー！」といったリアクションや「こんなポストもあるよ」と求人情報を教えていただく方もいらっしゃった。マイクパフォーマンスでこれだけ反応があるのならば、昨年の筆者の就職活動中にマイクパフォーマンスをしておけばより多くの就職先の候補ができたかもしれない。来年以降アカデミックポストを探す学生諸氏には是非マイクパフォーマンスでその旨をお話ししていただき、将来の良いポスト見つけてほしいと思う。

研究会の最後には4件の発表に対して研究会奨励賞が授与された。「帰還困難区域の森林小河川に生息する溪流魚の ^{137}Cs のモニタリングと個体識別放流実験による ^{137}Cs 蓄積速度の推定」（茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター、樽井美香）、「森林集水域における溶存態放射性セシウムの挙動とその流出特性」（量研機構放射線医学総合研究所、神林 翔太）、「福島第一原発事故由来の放射性粒子のICP-QQQ-MSによる定量分

析」、(筑波大学数理物質科学研究科、長谷川 涼)、「福島県内で伐倒したアカマツ内部の放射能分布の計測」(防衛大学校応用物理学科、木村 文洋)。これら4件の講演は発表内容や質疑応答が評価され、受賞に至ったと考えられる。受賞者以外にも新規の参加者による興味深い発表が見受けられたため、今後の研究会においてもすぐれた研究発表を行い、是非研究会奨励賞を目指していただきたいと思う。

当研究会では毎回、査読付 **Proceedings** 論文集を発行しており、今回も出版予定である。第14回(H25年)以降の研究会 **Proceedings** については、Web ページからPDF ファイルとしてご覧いただくことも可能である。

本研究会の今後の発展のためにも、放射化学会員の皆様には研究成果の発表や新規参加者の勧誘をご協力いただければ幸いである。依頼講演でも触れられたように今後の放射化学研究の人材育成が急務となっている。本研究会が環境研究を通じた若手や新規研究者の窓口となり、放射化学の研究の輪が広がっていけば幸いである。

筆者は大学4年時の第14回の研究会から参加している。筆者にとって人生で初めて発表した学会・研究会であり、3月中旬の高エネ研宿舎での生活は毎年の恒例行事である。今回の研究会が学生として最後の研究会であった。この研究会で鍛えていただいたおかげで無事に博士号を取得することができ、感謝の念に堪えない。



図・研究会2日目昼の集合写真

会議報告

RANC 2019 (2nd International Conference on Radioanalytical and Nuclear Chemistry) 参加報告

高宮 幸一 (京都大学 複合原子力科学研究所)

本誌の編集長宛に業務連絡メールを送る際にうっかり筆を滑らせ、RANC 2019に参加したことを書いてしまったばかりに、本稿を執筆することを依頼されてしまった。飛んで火に入る夏の虫とはこのことである。夏の虫といえば、2019年5月5日～10日にRANC 2019が開催されたハンガリーのブダペストから帰国し、本稿を執筆している5月下旬の大阪では最高気温が25℃を超える夏日が続き虫たちの声の勢いが増してきているが、会期中のブダペストは雨の日が多く、最高気温が20℃を下回る肌寒い日が続いた。おかげで会場のホテル周辺には世界遺産に登録されている多くの観光名所が点在しているにもかかわらず、たいへん有意義に会期を過ごすことができたので、まずはRANC 2019での講演の内容について紹介したい。

今回のRANCでは、毎朝2件、計10件のプレナリー講演が行われた(前回の2016年では毎朝3件、計15件であった)。いずれの講演も興味深い内容であったが、紙面に限りがありすべての講演内容を紹介することはできないので、特に印象に残ったGeorg Steinhauser (Leibniz Univ. Hannover)による“European Monitoring Of The Atmospheric Ruthenium-106 Episode In Fall 2017”というタイトルでの講演についてのみ紹介したい。講演の内容は、日本でも報道された2017年の秋にヨーロッパのほぼ全土で観測された大気中のルテニウム106の濃度異常に関するもので、その検知から原因の推測までの流れを冗談を交えながら紹介したものであった。講演者のSteinhauserはフランスのO. Massonが代表を務める「Ro5 (Ring of Five)」という、ヨーロッパを拠点とした大気中の人工放射性核種濃度のデータを共有することを目的とした団体の一員であり (<http://www.iur-uir.org/en/task-groups/>

id-22-ring-of-five-task-group)、講演で説明のあったルテニウム106の濃度異常の推移も「Ro5」のメンバーによる観測結果の共有とデータ解析によって明らかにされたのであった。ルテニウム106の大気中濃度分布の経時変化をもとに、一体どこから、なぜルテニウム106が放出されたのか?を探っていく展開は、ミステリードラマかドキュメント番組を観ているようで、聴衆全員が引き込まれていたようだった。講演の最後には「Ro5」が国やEU等による政治主導の団体ではなく科学者による任意の団体であることで、第三者的な立場からデータの収集や解析、公表ができるとの言及があった。将来のために、本学会が主体となって日本(アジア)にも「Ro5」のようなネットワークを作るべきではないかと感じた(すでに存在しているのであれば筆者の見識不足ですのでご容赦ください)。

プレナリー講演の後は4つの会場に分かれての平行セッションとなり、昼食を挟んで夕方まで口頭発表が行われた。口頭発表の会場はそれほど広くなかったが、講演者、聴衆間の距離が近い分、熱い議論も見られた。最も白熱したのは放射化分析のセッションでキャンセルのあった時間帯であった。JRNC誌の編集長であり本会議のChairmanであるZ. Révayからの提案で、「うちのCompton Suppression Ge検出器で、他の施設の報告にあるようなバックグラウンド抑制効果が見られないのだが、この時間帯を使ってその原因についてみんなの意見を聴きたい」となり、各施設の(特にシニアの)研究者たちによる喧々諤々の議論が始まり、最後は収拾がつかないほどの状況になるまで盛り上がった。口頭発表の後はポスターセッションが行われたが、今回は大型ディスプレイを使った「Digital poster session」という方法が採用された。講演者はポスターのPDF

ファイルを学会事務局に送信しておき、ポスター会場に縦長の状態で設置されている10台ほどの50インチサイズのディスプレイにて、すべてのポスターを表示することができる仕掛けになっている。講演者は各自に割り当てられた時間帯に割り当てられたディスプレイで自分のポスターを表示させてプレゼンテーションを行う。大型ディスプレイとはいえ通常のA0サイズのポスターと比べると面積が小さいのだが、詳しく説明したい箇所を拡大表示することができたので、聴衆に分かり易くじっくり説明ができるというメリットがある。一方で、講演者が画面を拡大して誰かに説明を行っていると、ポスター全体を見渡すことができないし、タイトルや著者のリストすら確認することもできないため、短い時間で色々な研究内容を見て回ることができる、というポスター発表の特長を活かすことができないといったデメリットもあった。しかし、表示できるファイルの種類や操作の方法に工夫をすることで、将来のポスターセッションでのプレゼンテーションがより高度なものになる可能性を感じた。

雨模様の中で始まったRANC 2019であったが、エクスカッションとバンケットに割り当てられた水曜日は気持ちの良い快晴となった。プレナリーセッションと口頭発表、昼食の後にエクスカ

ッションの時間が設けられ、会場を出発して王宮の丘を登り、マーチャーシュ聖堂、漁夫の砦、ブダ城を歩いて回った。参加者は10人くらいずつのグループに分けられ、それぞれのグループにガイドさんが付き、マイクで無線イヤホンを通じて英語での説明をしてくれた。我々のガイドさんはパネルを使いながら、丁寧に面白くハンガリーの歴史とともに建物の説明をしてくれ、あっという間の2時間であった。エクスカッションの後は、ドナウ川に浮かぶ遊覧船EUROPA号(写真1)での船上バンケットが開催された。ハンガリー料理やハンガリー産のワインやビールに舌鼓を打ちながら、船の展望デッキから眺めるライトアップされた国会議事堂、マーチャーシュ聖堂、ブダ城、セーチャーニ鎖橋は絶景であった(写真2)。

最後に会議全般の情報をまとめて記す。今回のRANC 2019には、6大陸40カ国から313人が参加した(<https://jrnc-ranc.akcongress.com/index.php/welcome>)。Hevesy賞(Xiaolin Hou)の受賞講演に10件のプレナリー講演を合わせた11件のキーノート講演、口頭発表セッションでは42件の招待講演と156件の一般口頭発表、ポスターセッションでは97件の発表があった。なお、次回のRANCは2022年9月に開催予定とのことである。



写真1：バンケット会場が開催された遊覧船EUROPA号

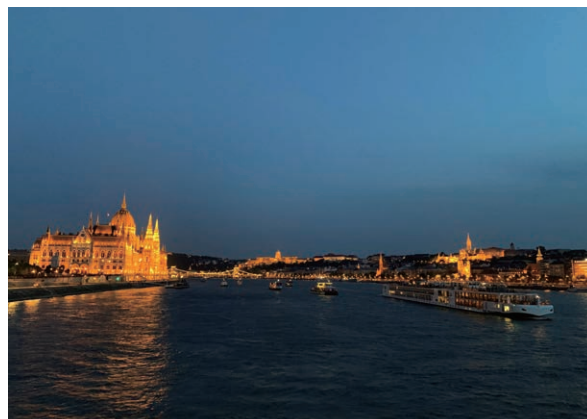


写真2：EUROPA号の甲板から眺めるドナウ川周辺の夜景(左岸が国会議事堂、右岸がマーチャーシュ聖堂とブダ城、写真奥にセーチャーニ鎖橋)

情報プラザ (国際国内会議)

国内会議

2019年日本化学会第99春季年会

日時：2019年3月16日～19日

場所：甲南大学 岡本キャンパス (兵庫県神戸市)

URL：<http://www.csj.jp/nenkai/99haru/index.html>

第56回 アイソトープ・放射線研究発表会

日時：2019年7月3日～5日

場所：東京大学 弥生講堂 (東京都文京区)

URL：https://www.jrias.or.jp/isotope_conference/index.html

2019年日本原子力学会 秋の大会

日時：2019年9月11日～13日

場所：富山大学 五福キャンパス (富山県富山市)

URL：<https://confit.atlas.jp/guide/event/aesj2019f/top>

2019日本放射化学会年会・第63回放射化学討論会

日時：2019年9月24日～26日

場所：いわき産業創造館 (福島県いわき市)

日本薬学会第140回年会

日時：2020年3月25日～28日

場所：京都国際会館他 (京都府京都市)

国際会議

6th International Conference on the Chemistry and Physics of the Transactinide Elements (TAN 19)

日時：25 – 30 August, 2019

場所：Wilhelmshaven, Germany

10th International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC-10)

日時：23 – 28 August, 2020

場所：Manchester, UK

ENVIRA 2019 – 5th International Conference on Environmental Radioactivity

日時：8 – 13 September, 2019

場所：Prague Czech

Radiobioassay and Radiochemical Measurements Conference (The 64th RRMC)

日時：27 October – 1 November, 2019

場所：Santa Fe, USA

The 15th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-15)

日時：17-22 November, 2019

場所：Mumbai, India

The 4th International Symposium on Super-heavy Elements (SHE2019)

日時：1 – 5 December, 2019

場所：ザ・プリンス 箱根芦ノ湖

学位論文要録

Chemical effects on the internal conversion processes of $^{235\text{m}}\text{U}$ and $^{229\text{m}}\text{Th}$

($^{235\text{m}}\text{U}$ と $^{229\text{m}}\text{Th}$ の内部転換過程に対する化学効果)

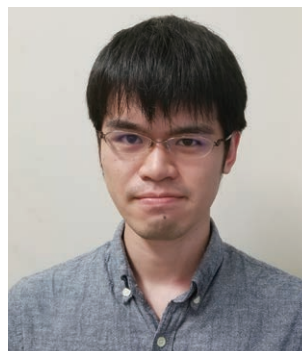
重河 優大 (国立研究開発法人理化学研究所 仁科加速器科学研究センター RI応用研究開発室 核化学研究チーム)

学位授与：博士 (理学) 大阪大学大学院理学研究科化学専攻

主 査：篠原 厚

平成 31 年 3 月 25 日

原子核と軌道殻電子は空間的広がりやエネルギーレベルが大きく異なるため、一般的に両者は互いに独立したものとして考えられる。しかし、内部転換過程のように、原子核と軌道殻電子の相互作用を伴う現象も存在する。内部転換過程では、励起状態の原子核が励起エネルギーを軌道殻電子に受け渡すことで脱励起し、エネルギーを受け取った電子が内部転換電子として放出される。ほとんどの原子核の励起エネルギーは非常に高く (10 keV – 10 MeV)、原子核に近い内殻電子と高い確率で相互作用するため、内部転換過程は化学状態にほぼ依存しない。しかし、ごくまれに、原子核の励起エネルギーが非常に低く (< 10 keV)、外殻付近の電子のみと相互作用し、内部転換過程が化学状態に応じて変化する核種が存在する。特に、原子核の半減期が変化するという現象が知られている。本研究では、既知の原子核の中で励起エネルギーが最も低い $^{235\text{m}}\text{U}$ (励起エネルギー: 76.7 eV) と $^{229\text{m}}\text{Th}$ (励起エネルギー: 約 8 eV) に着目した。これらの核種では内部転換過程に対する化学効果が非常に大きいと期待される。本研究では、 $^{235\text{m}}\text{U}$ と $^{229\text{m}}\text{Th}$ について、化学状態に依存した半減期の変化を観測し、変化の起源を解明することを目指した。本研究で得られ



た結果は、内部転換過程に対する化学効果の解明、すなわち、分子や錯体における原子核-軌道殻電子相互作用の解明につながると期待される。

【化学状態に依存した $^{235\text{m}}\text{U}$ の半減期および内部転換電子エネルギースペクトルの測定】

過去の研究では、 $^{235\text{m}}\text{U}$ の半減期の酸化数依存性や基板金属依存性が測定され、最大 11% もの半減期変化が報告された。一方、内部転換の理論計算も行われ、 $^{235\text{m}}\text{U}$ の 6p 電子 (P 殻) が最も内部転換に寄与し、6d 電子 (Q 殻・価電子) もわずかに寄与することがわかっていた。しかし、半減期の変化が 6p, 6d 電子のどのような変化に基づいているのかについては全く分かっていなかった。そこで本研究では、半減期に加えて内部転換電子のエネルギースペクトルを測定することで、それぞれの電子が半減期にどの程度寄与しているのかを調べることにした。そして、様々な化学状態について半減期とエネルギースペクトルを測定し比較することで、 $^{235\text{m}}\text{U}$ の半減期変化の起源を明らかにすることを目指した。

1 回の実験で扱える $^{235\text{m}}\text{U}$ の量が少なく、半減期が 26 分程度と短く、さらに数 10 eV の内部転換電子の平均自由行程が数原子層程度と非常に短いため、本研究では、高い検出効率を実現可能な阻止電場-磁気ボトル型電子分光装置を開発した。この装置では、強磁場と弱磁場からなる不均一磁場によって、強磁場側で発生した電子を弱磁

場側に設置された電子検出器まで高い効率で捕集することができる。そして、弱磁場側に阻止電圧（負電圧）を印加することで、電子のエネルギーを高分解能で分光測定できる。本研究では、電子検出器として低ノイズのチャンネルトロンを使用した。磁場によって広がってしまった電子を検出径の小さいチャンネルトロンに集めるために、チャンネルトロンの直前に正の高電圧（捕集電圧）を印加できるようにした。作製した装置の性能評価として、 $^{235\text{m}}\text{U}$ 試料から放出される内部転換電子の検出器への捕集効率を評価したところ、強磁場・弱磁場・捕集電圧の大きさを適切に設定することで、電子を100%の効率で捕集できることが分かった。

開発した磁気ボトル型電子分光装置を用いて3種類の化学状態における $^{235\text{m}}\text{U}$ の半減期とエネルギースペクトルを測定した。一種類目の試料は、 ^{239}Pu 線源から α 壊変の反跳エネルギーによって飛び出してくる $^{235\text{m}}\text{U}$ を、以前に開発した反跳核捕集装置によって銅箔表面に捕集することにより作製した（銅箔表面試料）。その他の試料は、銅箔表面に捕集された $^{235\text{m}}\text{U}$ にHFガスもしくはHClガスを反応させることにより作製した（HF反応試料、HCl反応試料）。3種類の試料の半減期測定の結果、HF反応試料で半減期が最も短くなり、HCl反応試料で最も長くなることが初めて明らかになった。一方、内部転換電子エネルギースペクトル測定では、スペクトルを2 eV程度の高い分解能で測定することに成功し、化学状態の変化によるスペクトルの変化を明確に観測することに成功した。得られたスペクトルを先行研究で報告されたX線光電子分光スペクトルと比較することにより、それぞれの試料の配位構造を、 $[\text{}^{235\text{m}}\text{UO}_2\text{O}_4]^{6-}$ （銅箔表面試料）、 $[\text{}^{235\text{m}}\text{UO}_2\text{F}_6]^{4-}$ （HF反応試料）、 $[\text{}^{235\text{m}}\text{UO}_2\text{Cl}_4]^{2-}$ （HCl反応試料）と推定した。次に、ウラニル型錯体の電子状態の理論計算の結果と内部転換確率の理論計算の結果から内部転換電子スペクトルで観測されるピーク強度比を予測した。それを実験値と比較することでそれぞれの試料に対応した分子軌道図を推定した。測定された半減期と分子軌道図を比較したところ、結合性軌道を形成した6p電子の数が增加するほど壊変定数が減少することが明らかとなっ

た。本研究において、 $^{235\text{m}}\text{U}$ の半減期変化の主要な起源は、価電子の6d電子の変化ではなく、一つ内殻の6p電子の変化であることを初めて明らかにすることに成功した。

【 ^{229}Ac の β^- 線-電子同時計数測定による $^{229\text{m}}\text{Th}$ の内部転換電子の測定】

極端に低い励起エネルギーを持つ $^{229\text{m}}\text{Th}$ は、特異な核現象が観測される可能性や原子核時計への応用などで長年注目を浴びてきたが、 $^{229\text{m}}\text{Th}$ の壊変の明確な観測例はなかった。最近、 $^{229\text{m}}\text{Th}$ 由来の内部転換電子が初めて検出され、Ni合金表面（MCP検出器表面）における半減期が $7 \pm 1 \mu\text{s}$ であると報告された。 $^{229\text{m}}\text{Th}$ の化学状態が変化すれば半減期が劇的に変化すると期待されるが、Ni合金表面以外における半減期は報告されていなかった。そこで本研究では、先行研究とは別の化学状態における半減期の測定を目指して、 ^{229}Ac の β^- 線-電子同時計数測定を考案し実施した。 ^{229}Ac が β^- 壊変すると $^{229\text{m}}\text{Th}$ が生成し、その後 $7 \mu\text{s}$ 程度遅れて内部転換電子が放出される。そのため、 β^- 線をトリガーとして電子の検出時間分布を測定することで、遅れて放出される内部転換電子を検出できると考えた。本手法の利点として、 ^{229}Ac から生成された $^{229\text{m}}\text{Th}$ が持つ反跳エネルギーが2.8 eV以下と非常に小さいため、壊変後の $^{229\text{m}}\text{Th}$ は ^{229}Ac と同じ化学的環境に留まることが挙げられる。つまり、 ^{229}Ac の化学状態を制御することで寿命の短い $^{229\text{m}}\text{Th}$ の化学状態を制御することが可能となる。

まず、 ^{232}Th に20 MeVのプロトンを照射することにより ^{229}Ac を製造し、 ^{229}Ac を化学的に精製した。 ^{229}Ac の半減期は62.7分と短く、不純物として化学的性質の似た ^{142}La などが大量に含まれていたものの、Ac同位体（主に ^{229}Ac 、 ^{228}Ac ）のみを高い純度で比較的迅速に精製することができた。そして、 ^{229}Ac 電着線源を作製し、 β^- 線-電子同時計数測定を実施したところ、 $^{229\text{m}}\text{Th}$ の内部転換電子の検出に成功した。得られた半減期は $10.2 \pm 7.8 \mu\text{s}$ であり、先行研究の結果に比べて明確な半減期の変化は観測されなかったものの、化学状態を制御した上で $^{229\text{m}}\text{Th}$ の半減期を測定するための手法を確立することができた。今後は、

測定のス/Nを高めるとともに、今回確立した手法を用いて様々な化学状態について ^{229m}Th の半減期を取得し比較することで、化学状態に依存した ^{229m}Th の内部転換過程を解明できると期待される。

代表的な発表論文

1. Y. Shigekawa, Y. Kasamatsu, and A. Shinohara, “Development and evaluation of a collection apparatus for recoil products for study of the deexcitation process of ^{235m}U ”, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 053508 (2016).
2. Y. Shigekawa, Y. Kasamatsu, Y. Yasuda, M. Kaneko, M. Watanabe, and A. Shinohara, “Variation of half-life and internal-conversion electron energy spectrum between ^{235m}U oxide and fluoride”, *Phys. Rev. C* **98**, 014306 (2018).
3. S. Stellmer, Y. Shigekawa, V. Rosecker, G. A. Kazakov, Y. Kasamatsu, Y. Yasuda, A. Shinohara, and T. Schumm, “Toward an energy measurement of the internal conversion electron in the deexcitation of the ^{229}Th isomer”, *Phys. Rev. C* **98**, 014317 (2018).

Studies on incorporation of ^{90}Sr and ^{137}Cs in hard tissues of cattle and monkey in the Fukushima environment

(福島原発周辺のウシおよびサルの硬組織への ^{90}Sr と ^{137}Cs の取り込みの研究)

小荒井一真 (国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島環境安全センター)



学位授与：博士（理学）東北大学大学院理学研究科
主査：関根 勉

平成 31 年 3 月 27 日

^{90}Sr と ^{137}Cs は共に半減期が約30年の核分裂生成核種であり、生体への長期の被ばく影響が懸念されるため、古くから注目されてきた核種である。大気圏内核実験やチェルノブイリ原発事故などの環境汚染の後、様々な試料を対象に ^{90}Sr と ^{137}Cs は測定されてきた。福島第一原子力発電所(FNPP)事故においてもこれら2核種は環境中に放出されており、今回の事故後の生物への取り込み状況を知ることはきわめて重要である。東北大学は「被災動物の包括的線量評価事業」を立ち上げ、福島県内の旧警戒区域内でウシやサルをはじめとした被災動物を採集・分析して、事故後の生物への被ばく影響調査を開始した。本研究では、この事業における放射性核種の生体内分布調査の一環として、被災したウシやサルの硬組織に含まれる ^{90}Sr 、 ^{137}Cs を定量した。アルカリ土類金属元素である ^{90}Sr の歯への取り込みは、歯の構成成分のCaと同様に歯の形成に伴って主に起こることが知られている。したがって、放射性核種による環境汚染の時間変化を記録する新たな指標ともなりうる。あわせて歯中の ^{137}Cs も測定し、その分布を比較した。また、骨の代謝活動の違いに注目すると、骨の部位ごとに異なる ^{90}Sr の取り込みが観測されることが期待される。さらに、汚染された環境中から歯に至るまでの2核種の移行を知るために、土壌や植物中の ^{90}Sr と ^{137}Cs を測定し、硬組織と比較した。この際に、比放射能(^{90}Sr /安定Srおよび ^{137}Cs /安定Cs)や微量元素/必須元素比(Sr/CaおよびCs/K)を用いて、 ^{90}Sr と ^{137}Cs の元素としての移行の特徴を明らかにする

ことを目指した。

被災動物硬組織への ^{90}Sr と ^{137}Cs の取り込み

ウシは福島県内旧警戒区域内(福島県大熊町、川内村、浪江町、南相馬市、富岡町)で2011年から2014年にかけて採集した。ウシの下顎骨から9本の歯を採取した。下顎骨または脛骨から皮質骨と海綿骨をそれぞれ分離した。また、ニホンザルは福島県内旧警戒区域内(浪江町、南相馬市)において、2012年から2014年にかけて採取し、全身骨と歯を試料とした。本研究において採取したウシとサルの硬組織中には ^{90}Sr および ^{137}Cs が検出され、原発事故による汚染が確認された。それらの比放射能($\text{Bq}(\text{g Sr})^{-1}$ または $\text{Bq}(\text{mg Cs})^{-1}$)は、採取地点のそれぞれの核種の沈着量の大小関係とよく対応しており、それぞれの動物の生息域における汚染状況を示していた。

若ウシ(採集時2歳以下)の9本の歯を比較すると、 ^{90}Sr 比放射能は事故後に形成された歯では明らかに高く、事故前に形成された歯と区別することができた。すなわち、環境汚染の情報の時間変化が歯の形成に伴って記録されていることが初めて示された。一方、 ^{137}Cs の比放射能は事故前に形成された歯でも高く、その取り込み機構が ^{90}Sr とは異なることが示唆された。したがって、歯の形成中だけでなく歯の形成後も ^{137}Cs が歯に取り込まれていたと考えられる。

ウシの皮質骨において、主に形成期間中に ^{90}Sr は取り込まれていた。海綿骨は形成期間だけでなく、形成後の活発な代謝によっても ^{90}Sr を取り込んでいた。このように、 ^{90}Sr の硬組織への取り込みは、形成や代謝と密接に関係していることが明らかになった。一方で、 ^{137}Cs は皮質骨と海綿骨において、形成時や代謝だけでなく形成後にも取

り込まれていることがわかり、歯の結果と合わせ、Csが硬組織の形成後にも取り込まれていることが初めてわかった。

サル全身骨に含まれる ^{90}Sr と ^{137}Cs 量を骨髓線量に変換した。その結果、FNPP事故後の環境中では ^{90}Sr だけでなく、 ^{137}Cs も骨髓線量への寄与が大きいことが明らかになった。通常、骨の構成成分であるCaと共に ^{90}Sr が取り込まれるため、 ^{90}Sr による骨髓の被ばくが懸念されてきた。しかしながら、FNPP事故では ^{137}Cs の放出量が ^{90}Sr の100倍以上大きいと、 ^{137}Cs による骨髓線量への寄与も大きくなったと考えられる。

^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、アルカリ土類金属、アルカリ金属の土壌からウシの歯への移行

ウシの採取地点では土壌と植物も採取した。土壌試料は、水と1M酢酸アンモニウム水溶液を用いて、土壌中の可溶成分を抽出した。土壌の可溶成分、土壌について ^{90}Sr と ^{137}Cs のそれぞれの比放射能を比較した。土壌では、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 共に土壌の可溶成分の比放射能が土壌自体の値より大きくなった。また、土壌から可溶成分への ^{90}Sr と ^{137}Cs の抽出率(^{90}Sr :64%、 ^{137}Cs :8.8%)は、安定Srと安定Csより高かった(安定Sr:3.8%、安定Cs:1.7%)。 ^{90}Sr と ^{137}Cs は事故により沈着したため、土壌粒子の表面に付着していたことが想定される。一方で、安定Srと安定Csはもともと土壌粒子の表面と内部の両方に存在していたと考えられる。また、 ^{90}Sr と ^{137}Cs の抽出率の差は、それぞれの核種の土壌中における存在状態に由来すると考えられる。 ^{90}Sr は、有機物含量の少ない土壌では粘土鉱物の層間に弱く吸着していると考えられる。一方で、 ^{137}Cs は粘土鉱物に強く吸着・固定化され、 ^{90}Sr に比べ抽出率が低くなったと考えられる。

事故後に形成された歯と可溶成分の ^{90}Sr の比放射能を比較すると、ウシの歯は可溶成分と同等かそれ以上であった。したがって、歯に取り込まれた ^{90}Sr の移行経路は可溶成分から植物や水を経由したことが示唆された。 ^{137}Cs 比放射能を比較すると、ウシの歯の形成時期によらず、歯は土壌と同等かそれよりわずかに高く、可溶成分の高い比放射能が反映された可能性があるが、環境中

における ^{137}Cs 比放射能のばらつきは大きかった。 ^{137}Cs に関しては、ウシの取り込んだ汚染された植物や水の比放射能が低かった可能性が考えられる。比放射能を用いることで、 ^{90}Sr と ^{137}Cs の標識する元素としての移行経路での動態を議論できた。

環境中でのSr/Ca比は、土壌、植物、歯中の順番で次第に値が小さくなっていることがわかり、摂取・固定化等のプロセスでアルカリ土類元素が弁別されていることがわかった。それに伴い、ウシ歯の $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ 比は、土壌の可溶成分の $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ 比に比べ一桁低い値となった。一方、Cs/K比は土壌、植物、歯中でほぼ一定であり、 ^{137}Cs もKとほぼ同様にその区別なく移行していることがわかった。すなわち、汚染された土壌から植物を介する動物への移行においては、必須元素に比べて ^{90}Sr はその量を減らし、 ^{137}Cs は影響を受けずに移行していることが示唆された。

本論文で得られた硬組織への ^{90}Sr と ^{137}Cs の取り込みや環境からの移行に関する知見は、乳歯を用いた測定への応用が最も効果的であると考えられる。特にヒトにおいて、乳歯は容易に試料採取が可能な貴重な硬組織である。将来的に歯と骨の ^{90}Sr と ^{137}Cs の取り込みモデルを構築することで、歯中の ^{90}Sr と ^{137}Cs を測定のみでヒトの摂取した食物中の ^{90}Sr と ^{137}Cs による汚染や骨髓線量の推定が可能になると考えられる。

代表的な発表論文

- [1] K. Koarai, Y. Kino, T. Oka, A. Takahashi, T. Suzuki, Y. Shimizu, M. Chiba, K. Osaka, K. Sasaki, T. Fukuda, E. Isogai, H. Yamashiro, T. Sekine, M. Fukumoto, H. Shinoda. "Incorporation and Accumulation of Strontium-90 in the Hard Tissue of Animals and Their Relationship with Strontium-90 Pollution in the Environment" in "Low-Dose-Rate Radiation Effects on Animals and Ecosystem-Long-Term Study on the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident" Ed. By M. Fukumoto (Springer, in press).
- [2] K. Koarai, Y. Kino, A. Takahashi, T. Suzuki,

- Y. Shimizu, M. Chiba, K. Osaka, K. Sasaki, T. Fukuda, E. Isogai, H. Yamashiro, T. Oka, T. Sekine, M. Fukumoto, H. Shinoda. ^{90}Sr specific activity of teeth of abandoned cattle after the Fukushima accident – teeth as an indicator of environmental pollution, *J. Environ. Radioact.*, 183, 1–6 (2018).
- [3] K. Koarai, Y. Kino, A. Takahashi, T. Suzuki, Y. Shimizu, M. Chiba, K. Osaka, K. Sasaki, T. Fukuda, E. Isogai, H. Yamashiro, T. Oka, T. Sekine, M. Fukumoto, H. Shinoda. ^{90}Sr in teeth of cattle abandoned in evacuation zone: Record of pollution from the Fukushima-Daiichi Nuclear Power Plant accident., *Sci., Rep.*, 6, 24077 (2016).

学会だより

1. 日本放射化学会第86回理事会 [2018 学会 年度第3回理事会] 議事要録抜粋

日時：2018年12月1日(土) 13:00-17:00

場所：東北大学東京分室 会議室 A

出席者：[会長]篠原、[副会長]高橋、北辻、[理事]塚田、渡辺、緒方、桐島、佐藤、高宮、別所、箕輪、[監事]工藤

欠席者：[理事]大矢、石岡、木下、[監事]酒井

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、会計の報告ならびにメール回議の報告がなされた。長期会費未納者に対する会員係からの連絡後の対応について、担当者を決め、個別対応することとした。会計状況について、2018年度討論会については請求がなかったこと、2019年度討論会及び20周年記念事業費については請求により前倒しで補助したことが報告された。討論会会計に関連し、賛助企業に対するエビデンスとして、広告が掲載されている冊子等を提供する必要があることを確認した。
2. 会員 ML の配信状況について、多数の配信エラーが発生していることを受け、アドレス調査を実施中であることが報告された。学会 HP の英語ページの更新作業の必要性について再確認した。
3. 2018年度討論会の際に実施した関連学協会との連携強化のためのアンケート結果の報告があり、会員への報告として、概要を放射化学誌に掲載することとした。
4. 2019年度討論会の準備状況について情報共有がなされ、学会との協議事項については、次回の理事会で議論することとした。

審議

1. 年会・討論会のダブルネームの解消について、総会における会員からの意見を踏まえ、名称と今後の運営方針を議論し、理事会案を決定した。会員 ML と HP において、新しい討論会名称の理事会案の提案と運営方針の説明を行い、会員から広く意見募集を行うこととした。
2. 会長より、本会名誉及び永年会員会員規程に基づき、中原弘道氏、近藤健次郎氏、工藤博司氏を名誉会員に推薦する提案があり、審議の結果承認された。関連して永年会員制度を再周知するため、年会費の請求書に制度の説明を加えることとした。
3. 若手の会の活動状況の報告がなされ、検討中の「日本国内における研究発表助成制度」の文案について審議し、一部修正の上、承認された。
4. 2019年度学会賞について、スケジュールの承認後、学会賞受賞候補者選考委員会を設置した。併せて、木村賞候補者の推薦提案があり、次回理事会で審議することとした。
5. 2020-2021年度役員選挙について、改選者を確認後、役員推薦委員会及び選挙管理委員会を設置した。役員を選出については、幅広く人材を集めるための新しい方法の検討が必要であるとの意見があった。
6. 第64回討論会について、篠原会長が世話人となり、大阪大学で開催することが決定された。APSORC2021(第65回討論会)について、開催候補地の検討状況等が報告された。APSORC-ICとの連携強化のため、ICメンバーを再確認し、必要に応じて役員を参加させることとした。
7. 学会の法人化及び学会創設20周年記念事業について、継続して検討を行うこととした。

以上

2. 日本放射化学会第87回理事会 [2018 学 年度第4回理事会] 議事要録抜粋

日時：2019年3月2日(土) 13:00-17:00

場所：東北大学東京分室 会議室 A

出席者：[会長] 篠原、[副会長] 高橋、北辻、[理事] 大矢、塚田、渡辺、石岡、緒方、木下、桐島、佐藤、高宮、別所、箕輪、[監事] 工藤、酒井

オブザーバー：田上

報告

- 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、会計の報告ならびにメール回議の報告がなされた。会計状況について、個人会費の未納額が大きいことが報告された。
- JNRS 誌について、2018 年は論文 6 報を掲載、2019 年は現在までに掲載 1 報、査読中 1 報であることが報告された。バックナンバーについては、すべて J-Stage に掲載されていることから、予算計上している pdf 化費については今後不要であることを確認した。
- 第 63 回討論会の準備状況について、現地実行委員会における打合せ (2/20 開催) 内容が報告された。企業からの協賛金については前回と同額、賛助会員への協賛依頼については、今後、理事会から行うことで決定した。なお、講演要旨の印刷版は作成せず、広告を掲載したプログラムを参加者及び協賛企業に配布することとした。
- 学会賞事務局より、2019 年度学会賞及び奨励賞について、応募状況が報告された。

審議

- 年会・討論会のダブルネームの解消と運営方針に関する意見募集の結果が報告された。名称については、概ね理事会案に賛同が得られたことから、「日本放射化学第〇〇回討論会 (20XX)」とすることに決定した。運営方針に関して意見が寄せられた、若手優秀発表賞の運営・審査基準の明確化について議論し、賞の位置付けを学会主催とし、審査要項を策定することとした。創設 20 周年記念事業について、「これからの放

射化学研究の在り方を展望するロードマップの作成」が提案され、討論会において分科会等で検討された内容の講演とパネル討論を実施する方針で、今後詳細を検討することとした。

- APSORC2021 (第 65 回討論会) の検討状況について、開催候補地について提案があり、福島県郡山市で開催する方針で引き続き詳細を検討することとした。
- 2020-2021 年度役員選挙について、提案された選挙管理委員候補 3 名を承認した。役員候補者の選考の在り方について提案があり、分科会等からの推薦についても考慮し、今後、役員候補者の選考を進めることとした。
- 2019 年度木村賞推薦について審議し、引き続き検討を進めることとした。
- 若手の会の助成事業の研究発表助成制度について提案があり、助成する学会を、対象者の発表経験の無い学会と修正した上で承認された。助成制度については、会員 ML で周知することとした。若手の会への入会希望の有無を明確にするため、会員入会申込用紙上で意思確認ができる様、様式を変更することとした。
- 学生会員の年会費について、年会費と討論会参加登録費の両面から議論し、学生の入会を促し、学生会員と非会員の負担の均衡を図るため、討論会参加登録費についても学会でその額を定めることとした。結果、年会費の変更は行わず、次の討論会から参加登録費を以下のとおり定めることとした。
= 事前登録 =
一般 会員 6,000 円 非会員 8,000 円
学生 会員 1,000 円 非会員 4,000 円
事前登録後においては、一律 1,000 円プラス。
懇親会費については開催地の実情を考慮し、実行委員会が定めることとした。
- 学会の法人化 WG の検討状況が報告され、次回総会までに法人化 WG の検討結果をまとめ、総会に諮り、承認が得られれば法人化準備 WG に移行させる方針が示され、了承された。
- 2019 年度学会事務局が紹介され、随時引継ぎを開始することとなった。

以上

3. 日本放射化学会第88回理事会 [2019学
年度第1回理事会] は、2019年6月15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。

4. 会員動向 (平成31年2月～令和元年6月)

新規入会 (学生会員)

氏名	所属
柏原 歩那	筑波大学数理物質科学研究科末 木研究室
佐藤 日向	新潟大学理学部化学科核化学研 究室
高橋 朋喜	明治大学大学院理工学研究科応 用化学専攻放射化学研究室
角田 弘貴	新潟大学理学部化学科核化学研 究室
濱坂 佳武	金沢大学大学院自然科学研究科 物質化学専攻放射化学研究室
早川 優太	金沢大学大学院自然科学研究科 物質化学専攻放射化学研究室
樋口 政弘	新潟大学理学部化学科核化学研 究室

所属変更 (正会員)

氏名	所属
青山 道夫	筑波大学生命環境系アイソト プ環境動態研究センター
大平 茂	国立研究開発法人量子科学研究開 発機構核融合エネルギー研究開発 部門六ヶ所核融合研究所ブラン ケット研究開発部 (東海駐在)
岡田 住子	東京都市大学女性研究者支援室
小荒井 一真	国立研究開発法人日本原子力研 究開発機構福島研究開発部門福 島研究開発拠点福島環境安全セ ンター放射線計測技術グループ
國分 陽子	日本原子力研究開発機構核燃 料・バックエンド研究開発部門 東濃地科学センター地層科学研 究部年代測定技術開発グループ

小和田 沙也加	金沢大学人間社会研究域学校教 育系
重河 優大	国立研究開発法人理化学研究所
二宮 秀美	日本タンゲステン株式会社
馬場 祐治	日本原子力研究開発機構先端基 礎研究センター
山口 瑛子	国立研究開発法人日本原子力研 究開発機構

所属変更 (学生会員)

氏名	所属
高橋 佳暉	新潟大学自然科学研究科博士前 期課程数理物質科学専攻化学 コース核・放射化学研究室

退会 (正会員)

氏名	氏名
青柳 登	石井 康雄
宇都宮 聡	小西 正芳
鹿野 弘二	竹味 弘勝
玉木 洋一	遠山 知亜紀
中山 真一	山田 正俊

退会 (学生会員)

氏名	氏名
池田 卓海	大内 昂輝
齊藤 一輝	永澤 純
廣瀬 耀	守山 卓也

放射化学会和文誌「放射化学」の歩み

日本放射化学会和文誌編集長 宮本ユタカ

日本放射化学会が1999年（平成11年）に設立してから、会誌として「放射化学ニュース」が年2回発行されてきました。2009年（平成21年）発行の第20号辺りまでは全会員に冊子として郵送されていましたが、会員の利便性を高めると同時に、学会財政の負担軽減の観点から、内容を電子化して学会ホームページ上に掲載してダウンロードできるように変わりました。その後、会員の情報交換の場として有効に機能している和文誌の位置づけを明確にし、優れた依頼総説記事などを積極的に発信する、等を意図するとして、2013年（平成25年）発行の第27号からは日本放射化学会和文誌「放射化学」へと発展的に改名して、ニュース記事のほか、原著論文、総説、速報なども掲載することになり、電子ファイルでの配布を主として希望者には冊子体の郵送の形態を取りつつ今に至っています。

日本放射化学会が20周年を迎えると、和文誌「放射化学」は自動的にその倍数として第40号の発行を迎えることになりました。ここで改めて日本放射化学会のホームページに掲載されている20年間分の会誌内容を改めて眺めてみると、原

著論文や報告、コラムなどのデータが蓄積されたままの状態になっているのがお分かりかと思いますが、また、現在は学生を指導する立場にある先生方が、博士号を取得したばかりの初々しい学生の写真もこれらのデータの中から再発見できたりもします。懐古的に過去を思い出すのも一興かとは思いますが、様々な観点から放射化学の研究分野を発展させる上で、先人の研究成果や知恵、意見などには、自分の研究に対して何か参考になる部分やひらめきを得るきっかけが潜んでいるかもしれません。

和文誌を1号ずつを丹念にめぐり返して探すのでは効率的ではありませんので、40刊分の索引を作成しました。歴代会長の挨拶、原著論文（総説）、特集、解説、学会賞や奨励賞、若手優秀発表賞の研究紹介、学会会員からの投稿記事、学位論文要録、追悼記事に分類して一覧にしてあります。ページ数の都合から掲載できなかった会議の報告記事や学位論文のタイトルなど詳細情報を入れた索引は、和文誌のホームページに掲載してあります。そちらも情報を検索する際に役立てて頂ければ幸いです。

【会長挨拶】

中原弘道		第2号（2000年）
工藤博司	「ジャーナルを育て足場を固めよう」	第8号（2003年）
近藤健次郎	「学会の着実な発展に向けて」	第11号（2005年）
近藤健次郎	「第50回放射化学討論会・記念大会について」	第14号（2006年）
前田米蔵	「基礎研究に太陽光を」	第15号（2007年）
柴田誠一	「学会のさらなる飛躍を目指して」	第19号（2009年）
柴田誠一	「学会の次の10年へ向けて」	第21号（2010年）
永目論一郎	「世界化学年－キュリー夫人のノーベル賞受賞100年－を国際的な飛躍へのスタートに」	第23号（2011年）
海老原 充		第27号（2013年）
中西友子	「会長に就任して」	第31号（2015年）
中西友子	「会長に再任して」	第35号（2017年）
篠原 厚	「会員がメリットを感じる学会を目指して」	第38号（2018年）
篠原 厚	「日本放射化学会20周年を迎えるに当たって」	第40号（2019年）

【原著論文】【短報】【総説】

集積型鉄二価錯体の集積構造の多様性と構造変化、 スピントロニクス挙動の変化 (中島 覚)	第 27 号 (2013 年)
福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムの 環境中での移行挙動とミクロスケールでの不均質性 (田中万也)	第 27 号 (2013 年)
福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質を含む土壌の付着による 植物葉からの放射性セシウム吸収について (田上恵子、内田滋夫)	第 28 号 (2013 年)
福島第一原子力発電所事故の影響を受けたソメイヨシノ (<i>Cerasus xyedoensis</i> (Matsum.) A. V. Vassil. 'Somei-yoshino') の当年枝伸長位置の根からの 距離と葉中の放射性セシウム濃度 (田上恵子、内田滋夫)	第 29 号 (2014 年)
ミュオン原子から放出されるミュオン特性 X 線を用いた 非破壊元素分析 (二宮和彦)	第 29 号 (2014 年)
福島原発事故に伴う飯館村の放射能汚染調査 (遠藤 暁、今中哲二、林 剛平、菅井益郎、小澤祥司、梶本 剛)	第 29 号 (2014 年)
$^{229}\text{Th}_m$ の検出に関する最近の研究 (菊永英寿)	第 30 号 (2014 年)
GARIS が拓く新元素の化学 (羽場宏光)	第 30 号 (2014 年)
簡易放射線計測器による東京 - 新青森間の新幹線車内における 空間線量率の経時変化 (田上恵子)	第 31 号 (2015 年)
簡易放射線計測器による東京 - 新潟間の新幹線車内における 空間線量率の経時変化 (田上恵子)	第 31 号 (2015 年)
国際核データベース (大塚直彦)	第 31 号 (2015 年)
β -NMR による物質科学研究の新展開 (三原基嗣)	第 32 号 (2015 年)
アイソトープ治療のためのアルファ放射体の製造 (鷲山幸信)	第 32 号 (2015 年)
福島県の一般廃棄物焼却施設で生じた焼却飛灰中放射性 セシウムの化学形態分析 (藤井健悟)	第 34 号 (2016 年)
原発事故における放射性核種の継続的摂取による 体内蓄積量の算出 (馬場 宏、高橋成人)	第 38 号 (2018 年)
低山地地形により傾斜した冬季雷雲からの制動ガンマ線の解析 (黒崎裕人)	第 39 号 (2019 年)
文献データを利用した魚以外の食用水生生物への ^{137}Cs 濃縮係数の導出 - 福島第一原発事故前後の比較 - (田上恵子)	第 40 号 (2019 年)

【特集】

特集 JCO 事故 ・ JCO 事故で被ばくした金中の ^{198}Au の測定 (小村和久) ・ JCO 臨界事故調査に加わって (三頭聡明) ・ JCO 臨界事故における熱中性子束とフルエンスの推定 (佐々木研一)	第 2 号 (2000 年)
特別記事 福島第一原子力発電所の事故に関連した取り組み 1. 福島第一原子力発電所事故への取り組み (永目諭一郎) 2. 放射能高汚染水からの無機吸着剤によるセシウムの選択的分離 (三村 均、佐藤修彰、桐島 陽) 3. 地球惑星科学連合と日本放射化学会の連携プロジェクト (篠原 厚、齊藤 敬) 4. 農産物の放射能汚染問題に関連した福島県への協力 (村松康行) 5. 福島県農業総合センター果樹研究所等での放射性物質対策試験 (大槻 勤) 6. 日本分析化学会・日本地球化学会・日本放射化学会 共同講演会「放射能・放射線を正しく理解する ～福島第一原子力発電所事故に関連して～」 (永目諭一郎)	第 24 号 (2011 年)
特別寄稿 福島第一原発事故と IAEA の事故評価尺度の不備 (吉原賢二)	

世界化学年を記念して 「放射化学の最前線 マリー・キュリーが目指した(であろう)テーマ」	第24号(2011年)
1. 新元素の合成と化学	(羽場宏光)
2. ラジオアイソトープの医学利用	(渡邊茂樹、石岡典子)
3. 放射化学を基礎とした核不拡散に関わる分析技術	(宮本ユタカ)
4. ラジオアイソトープ利用の最前線	(二ツ川章二)
5. 加速器質量分析とその考古学への応用-最近のトピックより	(今村峯雄)
6. ウラン電池からバナジウム固体塩電池(VSSB)へ	(山村朝雄、大田 卓)
福島問題	第25号(2011年)
1. 福島問題「福島第一原子力発電所タービン建屋たまり水中の ⁸⁹ Srおよび ⁹⁰ Srの分析」	(浅井志保、岡野正紀、亀尾 裕)
2. 福島除染問題「放射線グラフト重合合法によるセシウム除去用吸着繊維の開発」	(斎藤恭一)
3. 被爆問題「福島第一原子力発電所の爆発事故の影響」	(高瀬つぎ子)
4. 学会の取り組み「福島原発事故対策プロジェクト 進捗報告」	(高宮幸一)
特別寄稿「食品に対する安全基準についての一考察」	(馬場 宏)
福島問題	第26号(2012年)
1. 福島の果樹、この1年	(佐藤 守)
2. 原子力機構の環境修復の取り組みに参加して	(吉川英樹)
3. 環境放射線分布測定用ガンマカメラの開発	(田所孝広)
研究室紹介 - 2015 若手の会から -	第33号(2016年)
・2015 日本放射化学会年会・第59回放射化学討論会 若手の会	(小森有希子)
・広島大学放射線反応化学研究グループ	(金子政志)
・徳島大学大学院放射線理工学分野先端放射分析化学研究室	(武田晋作)

【解説】

放射化学に対する高レベル放射性廃棄物処分からの期待	(長崎晋也)	第2号(2000年)
生体試料の他元素同時分析	(大森佐與子)	第3号(2000年)
超重元素の発見	(森田浩介)	第3号(2000年)
核燃料サイクルにおけるアクチノイドの抽出分離	(館盛勝一)	第4号(2000年)
放射化学からのアプローチによるフラーレン研究	(末木啓介)	第4号(2000年)
レーザー分光法によるアクチノイドのスペシエーション	(木村貴海)	第5号(2001年)
Some Current Achievements of Radiochemistry in China (Zhifang Chai, Wenxin Li, Yuanfang Liu, Shangeng Luo, Zhi Qin, Xiangyun Wang, Yongjun Zhu)		第6号(2002年)
希土類化合物のメスバウアー測定	(高橋 正、王 軍虎、北澤隆史、竹田満州雄)	第7号(2002年)
マルチレーザー法と RIBF 計画における次世代マルチレーザー研究の展開	(羽場宏光、五十嵐香織、蛭沼利江子、榎本秀一)	第8号(2003年)
ポジトロニウム形成過程についての最近の理解	(伊藤泰男)	第10号(2004年)
加速器質量分析法(AMS)によるCl-36の測定	(関 李紀)	第11号(2005年)
地球環境のFP量推定における課題	(館盛勝一)	第11号(2005年)
物性・構造研究のためのガンマ線摂動角相関法	(大久保嘉高、横山明彦、佐藤 渉)	第12号(2005年)
^{108m} Agを用いる新しい原爆中性子評価	(小村和久)	第13号(2006年)
ITER トリチウムプラントに向けた日本原子力研究開発機構での研究開発	(山西敏彦)	第14号(2006年)

インビーム・メスバウアー分光法	(小林義男)	第15号(2007年)
アクチノイド化学事始	(三頭聰明)	第16号(2007年)
天然水中のラジウム同位体	(佐藤 純、齊藤 敬、中野(太田)朋子)	第17号(2008年)
オクロ現象研究の最近の話題から	(日高 洋)	第18号(2008年)
スピントロスオーバー錯体－学問的意義と機能性	(前田米蔵)	第19号(2009年)
イオン交換と科学的同位体効果	(藤井靖彦、野村雅夫)	第20号(2009年)
植物研究による放射線・アイソトープの活用	(中西友子)	第22号(2010年)
大強度パルス中性子を適用した中性子核反応測定装置 ANNRI	(原田秀郎、木村 敦、大島真澄)	第24号(2011年)
はやぶさ宇宙探査機によって小惑星イトカワから回収された 粒子の中性子放射化分析	(海老原 充)	第25号(2012年)
固/液及び液/液界面におけるアクチノイドの電気化学	(北辻章浩)	第25号(2012年)
従来よりも短い ¹⁴⁶ Sm半減期の測定結果と ¹⁴⁶ Sm- ¹⁴² Ndを用いた 太陽系年代に及ぼす影響	(木下哲一、中西 孝、横山明彦)	第26号(2012年)
陽子過剰原子核で観測された様式の核分裂	(西尾勝久)	第26号(2012年)
TiCl ₄ ルイス酸による金属内包フラレンの迅速分離法	(秋山和彦)	第26号(2012年)
表面電離法によるローレンシウムのイオン化エネルギー測定	(佐藤哲也)	第32号(2015年)
J-PARC/ANNRIにおける即発ガンマ線分析法開発	(藤 暢輔)	第33号(2016年)
113番新元素の合成	(森本幸司)	第33号(2016年)
113番元素の命名権、日本へ!	(工藤久昭)	第33号(2016年)
気体充填型反跳イオン分離装置 GARIS-II	(加治大哉)	第34号(2016年)
広島原爆炸裂の初期プロセスについての考察 －リトルボーイノートより－	(今中哲二)	第34号(2016年)
α 放射体 Ra-223 が前立腺がん骨転移治療薬として国内承認	(鷺山幸信)	第34号(2016年)
104番元素 Rf の抽出平衡の観測	(笠松良崇、横北卓也)	第35号(2017年)
福島第一原発の廃止措置－現状とその戦略－	(沼田 守)	第37号(2018年)
第8周期の新元素を求めて	(羽場宏光)	第40号(2019年)

【学会賞、木村賞受賞者による研究紹介】

平成13年度 ・佐野博敏 核壊変に伴う化学的後遺効果(ホットアトム効果)の 発光メスバウアー分光学的研究	第6号(2002年)
2003-2004年度 ・永目論一郎 ラザホージウム等の核化学研究における新展開	第11号(2005年)
2004-2005年度 ・竹田満洲雄 多くの核種のメスバウアー分光による無機化合物の構造と 結合状態に関する研究	第13号(2006年)
2005-2006年度 ・大槻 勤 フラレンに内包されたベリリウム-7の半減期短縮と電子状態	第15号(2007年)
2006-2007年度 ・中原弘道 低エネルギー核分裂における変形経路の解明に関する研究 ・小村和久 極低レベル放射能測定の実現と環境放射能研究への新展開	第17号(2008年) 第18号(2008年)
2007-2008年度 ・安部文敏 核プローブの応用とマルチレーザー法の創始 ・日高 洋 天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究	第19号(2009年) 第19号(2009年)
2008-2009年度	第21号(2010年)

・坂本 浩	中高エネルギー領域における光核反応機構の解明に関する研究	第 23 号 (2011 年)
2009 - 2010 年度		
・中西友子	放射線ならびにアイソトープを駆使した植物生理学の研究	第 29 号 (2014 年)
2013 年		
・木村貴海	時間分解蛍光分光法によるアクチノイドおよびランタノイドの 溶液化学に関する研究	第 33 号 (2016 年)
2015 年度		
・鄭 建	人工放射性核種の超高感度同位体質量分析法開発および 環境動態解析に関する研究	第 35 号 (2017 年)
2016 年度		
・山本政儀	極微量 α 放射性核種の測定法開発および地球化学研究への応用	

【奨励賞受賞者による研究紹介】

平成 12 年度		第 5 号 (2001 年)
・速水真也	メスバウアー分光法を用いた動的電子状態に関する研究	
・塚田和明	新アクチノイド核種の発見と中性子不足アクチノイド核種の 壊変特性に関する研究	
平成 13 年度		第 6 号 (2002 年)
・羽場宏光	中高エネルギー光核反応の放射化学的研究 - 核破砕ならびに核分裂反応の核反跳法による動力学的研究 -	
平成 14 年度		第 8 号 (2003 年)
・田上恵子	環境試料中の Tc-99 の分析ならびに環境挙動の解明に関する研究	
平成 15 年度		第 9 号 (2004 年)
・佐藤 渉	γ 線摂動角相関法のフラーレン物性研究への応用と新規測定法の開発	
2003 - 2004 年度		第 11 号 (2005 年)
・高橋嘉夫	吸着反応における希土類元素の分配パターンが示す新たな情報	
2004 - 2005 年度		第 13 号 (2006 年)
・桐島 陽	水溶液中における 4 価ウランイオンの発光現象の研究	
・加治大哉	ヘリウムガス中を運動する超重元素の平均平衡電荷に関する基礎研究 - 超重元素合成実験への寄与 -	
・松村 宏	中高エネルギー領域における軽核生成核反応の研究	
2005 - 2006 年度		第 15 号 (2007 年)
・北辻章浩	液々界面イオン移動反応の電気化学的研究とアクチノイド分離への応用	
・鈴木達也	3 級ピリジン樹脂を用いるランタノイドとアクチノイドの分離	
2007 - 2008 年度		第 17 号 (2008 年)
・小田寛貴	古文書・古筆切の放射性炭素年代測定	
・佐々木隆之	アクチノイドおよびランタニド水酸化物錯体の生成挙動に関する熱力学的研究	
2007 - 2008 年度		第 17 号 (2009 年)
・豊嶋厚史	シングルアトム分析手法を用いたラザホージウム、ノーベリウムの溶液化学的研究	
2008 - 2009 年度		第 21 号 (2010 年)
・池田篤史	放射光 X 線吸収分光法によるアクチノイドの溶液内化学種の解明	
・國分陽子	環境試料中の極微量核物質の同位体比分析に関する研究	
2009 - 2010 年度		第 23 号 (2011 年)
・大矢恭久	炭化系セラミックス材料における高エネルギーイオンの ホットアトム化学的過程に関する研究	

・吉村 崇	テクネチウム錯体の合成と性質に関する研究	第25号(2012年)
2011年度		
・坂口 綾	環境中のウラン同位体に関する研究	第26号(2012年)
2012年度		
・木下哲一	消滅核種サマリウム-146の研究-特に半減期測定について- 【解説記事】	第35号(2017年)
2016年度		
・笠松良崇	超重元素ラザホージウムの溶液化学研究 -共沈実験手法と抽出平衡観測手法の開発-	
・金子政志	メスバウアー分光パラメータと密度汎関数法を用いた d, f ブロック錯体の結合状態研究	
・二宮和彦	「負ミュオンを用いた非破壊三次元元素分析法の開発」	
2018年度		第39号(2019年)
・関本 俊	放射化分析法を用いた固体地球化学試料中のハロゲン及び微量元素の定量	

【若手優秀発表賞者による研究紹介】

2014 日本放射化学会年会		第31号(2015年)
・金子政志	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	
・佐藤志彦	福島第一原発北西部に広がる高線量地域の ^{110m}Ag : ^{137}Cs 比を用いた分類	
・重河優大	^{235m}U の脱励起過程の研究に向けた反跳核捕集装置の開発	
・森本佳祐	サロフェン型配位子をもつ八配位 U (V) および U (IV) 錯体の 安定構造の変化	
2015 日本放射化学会年会		第33号(2016年)
・佐藤志彦	福島第一原発事故で放出した放射性粒子の生成プロセス	
・小荒井一真	ウシの歯の Sr-90 と Cs-137 濃度を指標とした環境中から ウシへの取り込みの時間変化の解析	
・佐藤大輔	105 番元素 Db の化学実験のための Aliquat336 樹脂を用いた Nb, Ta のフッ化水素酸中からの固液抽出	
・亀澤明憲	MA / Ln 分離における mono-triazinyl-phenanthroline 系抽出剤の 合成とその性能評価	
・添盛晃久	東京湾と千葉県都市河川の底質における福島第一原発事故由来の 放射性セシウムの鉛直分布	
・佐野陽祐	陽電子消滅時刻運動量同時測定法による Ar ガス中での Ps 熱化過程	
2016 日本放射化学会年会		第35号(2017年)
・塩原良建ほか	ケイ酸塩鉱物中トリウムおよびラジウムの同位体の存在形態	
・吉田 剛	軽元素化合物へのミュオン捕獲によるミュオン原子形成過程の 理解に向けた研究	
・神田晃充ほか	樹脂担持有機スズ試薬を用いた ^{211}At 分離 / 標識の試み	
・白井香里ほか	Rf 同族元素 Zr, Hf の塩化物に対する等温ガスクロマトグラフィ	
・矢納慎也ほか	$^{70}\text{Zn}(d, n)^{67}\text{Cu}$ 反応による頒布用精製 ^{67}Cu の製造	
・鈴木聖人	インビーム・メスバウアー分光法を用いた ^{57}Fe 原子の化学状態の分析	
・中川真結ほか	メスバウアー分光法によるコンドライト隕石中の鉄含有鉱物組成の研究	
2017 日本放射化学会年会		第37号(2018年)
・庭瀬暁隆ほか	GARIS-II+MRTOF を用いた短寿命核精密質量分析	
・細谷青児ほか	加速器質量分析法を用いた Sr-90 測定の試み	

・小荒井一真ほか 環境からウシの歯への Sr-90、Cs-137 の移行機構	
・南部明弘ほか 鉄原子へのミュオン捕獲現象の化学状態による影響	
・白井香里ほか Zr, Hf 塩化物の等温クロマトグラフィにおける カラム通過挙動に対する分子数の影響	
・小森昌史ほか 東京湾底質中の鉄の化学状態を指標とした海水中の溶存酸素量の 推定方法に関する研究	
・重河優大ほか ^{233}U の α 線-電子コインシデンス測定による $^{229\text{m}}\text{Th}$ の 内部転換電子観測の試み	
2018 日本放射化学会年会	第 39 号 (2019 年)
・張 子見 アルファ線核医学治療に向けた At-211 標識アミノ酸誘導体の検討	
・庭瀬暁隆 MR TOF-MS 用 α -TOF 検出器の性能評価	
・五十嵐淳哉 福島県大熊町で発見された放射性 Cs を含む不溶性粒子の 破壊分析による微量元素定量	
・重河優大 阻止電場-磁気ボトル型電子分光装置の開発および U-235m の内部転換電子分光測定	
・大内和希 ウランとネプツニウムの還元に誘起される析出反応	

【歴史と教育】

レニウムとしてのニッポニウム-元素発見の屈折した道-	(吉原賢二)	第 2 号 (2000 年)
仁科芳雄博士とアイソトープ	(斎藤信房)	第 3 号 (2000 年)
「学部学生 RI 実習テキスト集」の編集・刊行にあたって	(森 厚文)	第 3 号 (2000 年)
阪上正信著 “温故知新” について	(橋本哲也)	第 3 号 (2000 年)
超ウラン元素物語 (I) -バークレーの独壇場-	(馬場 宏)	第 6 号 (2002 年)
超ウラン元素物語 (II) -米ソの先陣争い-	(馬場 宏)	第 7 号 (2002 年)
The American Chemical Society's Summer Schools in Nuclear and Radiochemistry	(Sue B. Clark)	第 7 号 (2002 年)
放射化学入門実験 青山学院大学理工学部アイソトープ研究室での一例 (斎藤裕子、木村 幹)		第 8 号 (2003 年)
ビキニ事件 50 周年 -静岡大学とのかかり合いを中心に-	(長谷川 隼彦)	第 10 号 (2004 年)
エネルギー基地「新天領」論 - -地域住民による環境放射能の自発的監視へ	(荒谷美智)	第 11 号 (2005 年)
黒田和夫 (Paul Kazuo Kuroda) 先生の若き日の自伝 “My Early Days at the Imperial University of Tokyo” について (坂本 浩)		第 13 号 (2006 年)
ネットワークによる原子力教育の新しい試み (長谷川 信、中西 孝、藤井靖彦、小高知宏)		第 17 号 (2008 年)
学士の質をどのように保証するか -信州大学教育学部での理科教員養成の取組-	(村松久和)	第 18 号 (2008 年)
大同大学授業開発センターの取り組みに関わって	(酒井陽一)	第 19 号 (2009 年)
よみがえる長岡原子模型	(稲村 卓)	第 31 号 (2015 年)
広い教育分野における $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレーターを用いる諸実験の活用 -ラジオアイソトープの新利用-	(野崎 正ほか)	第 35 号 (2017 年)

【コラム】【談話室】【トピックス】【ニュース】【温故知新】【留学報告】【談話室】

JCO 事故について	(廣瀬勝己)	第 3 号 (2000 年)
Choppin 先生からのメッセージ	(吉田善行)	第 5 号 (2001 年)
110 番元素の名前が決まる	(永目諭一郎)	第 9 号 (2004 年)
セベリア大学物理学部 (スペイン) における環境放射能研究について	(田上恵子)	第 10 号 (2004 年)

メスバウアー分光が見つけた火星の水	(竹田満洲雄)	第 10 号 (2004 年)
日本発の新元素 ? 113 番元素の発見	(羽場宏光、加治大哉)	第 11 号 (2005 年)
放射化学研究の最近の動向 - 世界と日本 -	(工藤博司)	第 12 号 (2005 年)
放射線障害防止法の改正の要点	(片田元己)	第 12 号 (2005 年)
重い核種の自発核分裂半減期について	(館盛勝一)	第 13 号 (2006 年)
京都大学原子炉実験所と韓国原子力研究所の 原子炉利用協力研究について	(高宮幸一)	第 13 号 (2006 年)
日本放射化学会への提言	(馬場 宏)	第 18 号 (2008 年)
義務教育における原子力・放射線教育	(中條 悟)	第 21 号 (2010 年)
ウランの溶液および固体化学実験プログラムの開発と グローバル人材育成の試み	(佐藤修彰、他)	第 23 号 (2011 年)
114 番元素ならびに 116 番元素が承認される	(永目諭一郎)	第 24 号 (2011 年)
IAEA Japan Proficiency Test	(大浦泰嗣)	第 26 号 (2012 年)
放射性同位体の生成とその利用から天然における核現象の解明へ	(柴田誠一)	第 27 号 (2013 年)
新学術領域研究 (研究領域提案型)「福島原発事故により放出された放射性 核種の環境動態に関する学際的研究」とその立ち上がり	(五十嵐康人)	第 27 号 (2013 年)
さまよえるプルトニウム	(篠永妙子)	第 27 号 (2013 年)
松竹梅の放射線を見る～イメージングプレートを使った解析～	(箕輪はるか)	第 27 号 (2013 年)
函館高専物質工学科における放射線等に関する学生アンケート調査	(鹿野弘二)	第 27 号 (2013 年)
福島第一原子力発電所事故後初期に茨城県東部沿岸域で測定された 複数の汚染気塊の考察	(鶴田治雄、荒井俊昭、司馬 薫、山田裕子、草間優子、中島映至)	第 28 号 (2013 年)
東京電力福島第一原子力発電所事故による農業影響に関する英文本	(田野井慶太郎)	第 28 号 (2013 年)
京都大学研究用原子炉 (KUR) の B-2 実験孔照射装置の紹介 (1)	(高宮幸一)	第 28 号 (2013 年)
第 50 回アイソトープ・放射線研究発表会パネル討論 2 (2013 年) 「加速器等を用いる新しい核プローブによる分析と応用」の報告(野村貴美)		第 28 号 (2013 年)
3次元ブロック核図表 - 同位体の理解のために	(小浦寛之)	第 30 号 (2014 年)
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)	第 30 号 (2014 年)
研究室紹介 - 2014 若手の会から -		第 31 号 (2015 年)
・2014 日本放射化学会年会・第 58 回放射化学討論会 若手の会	(大江一弘)	
・大阪大学放射化学研究室、同位体化学研究室	(横北卓也)	
・金沢大学放射化学研究室	(北山雄太)	
・首都大学東京同位体化学研究室、宇宙化学研究室	(只井智浩)	
・筑波大学放射化学研究室	(佐藤志彦)	
・新潟大学核化学研究室	(佐藤大輔)	
・日本原子力研究開発機構超重元素研究グループ	(金谷佑亮)	
原発事故環境汚染～福島第一原発事故の地球科学的側面～	(高橋賢臣)	第 31 号 (2015 年)
放射能と歩んだ 40 年 - 低レベル放射能実験施設 (LLRL) と共に -	(山本政儀)	第 32 号 (2015 年)
留学報告		第 32 号 (2015 年)
・ワシントン大学 (UW) での一年間	(渡辺茂樹)	
・ブリュッセル自由大学留学記	(日高義浩)	
帰還困難区域を訪れて	(堀まゆみ)	第 32 号 (2015 年)
中西友子 日本放射化学会現会長 (東京大学特任教授) の栄えある 2016 年 Hevesy 賞受賞を祝す	(中西 孝)	第 34 号 (2016 年)
科研費新学術領域研究「短寿命 RI 供給プラットフォーム」がスタート	(中野貴志)	第 34 号 (2016 年)

量子科学技術研究開発機構が発足	(橋本和幸)	第34号(2016年)
113, 115, 117, 118番元素の名称・元素記号が正式決定	(加治大哉)	第35号(2017年)
京都大学研究用原子炉 KUR の状況	(中島 健)	第36号(2017年)
核化学事始め	(工藤久昭)	第36号(2017年)
RCNP-MuSIC が本格運転を開始	(二宮和彦)	第37号(2018年)
単独では維持することが困難な分科会について		第37号(2018年)
大阪大学放射線科学基盤機構の発足	(豊嶋厚史、篠原 厚)	第38号(2018年)
原子炉の近況 (京都大学研究用原子炉 KUR)	(高宮幸一)	第38号(2018年)
東北大学電子光物理学研究センターの近況報告	(菊永英寿)	第38号(2018年)
ドイツ ヘルムホルツ研究所マインツ & スイス ポール・シェラー研究所滞在記	(佐藤哲也)	第38号(2018年)
JRR-3 の新規制基準適合確認への取り組み状況について	(松江秀明)	第39号(2019年)
IAEA サイバースドルフ分析所に滞在して	(富田涼平)	第40号(2019年)
関連学協会との連携強化に関する会員アンケートの調査結果について	(別所光太郎)	第40号(2019年)

【学位論文要録】

第2号(2000年)		
目黒義弘	(日本原子力研究所 先端基礎研究センター)	
柿内秀樹	(日本原子力研究所 環境化学研究部)	
可児祐子	((株)日立製作所電力・電機開発研究所)	
羽場宏光	(日本原子力研究所 先端基礎研究センター)	
趙 宇亮	(東京都立大学 理学部化学科)	
栄長泰明	(東京大学大学院 工学系研究科応用化学専攻)	
尾崎卓郎	(理化学研究所)	
佐藤兼章	((財)日本分析センター)	
宮本ユタカ	(日本原子力研究所 環境科学研究部)	
第3号(2000年)		
Mohammad Samadfam	(日本原子力研究所 環境科学研究部)	
小崎 完	(北海道大学大学院 光学研究科量子エネルギー工学専攻)	
加藤義春	(日本原子力研究所 先端基礎研究センター)	
松村 宏	(日本大学 文理学部化学科)	
殿内重政	(新潟県保健環境科学研究所)	
第4号(2001年)		
秋山和彦	(東京都立大学大学院 理学研究科)	
田中宏昌	(東北大学大学院 理学研究科)	
Sergei Yu. Tolmachyov	(九州大学大学院 理学研究科)	
第6号(2002年)		
松永 武	(日本原子力研究所 環境科学研究部)	
駒 義和	(核燃料サイクル開発機構東海事業所 環境保全・研究開発センター)	
勝又啓一	(日本原子力研究所 物質科学研究部)	
村田祥全	(金沢大学自然計測応用研究センター 低レベル放射能実験施設)	
有阪 真	(日本原子力研究所 物質科学研究部)	
後藤真一	(新潟大学 理学部)	
王 軍虎	(物質・材料研究機構 エコマテリアル研究センター)	

第7号 (2002年)	北辻章浩 (日本原子力研究所 先端基礎研究センター)
第8号 (2003年)	井口一成 (株式会社ナイス)
第9号 (2004年)	桜木智史 (放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター)
第10号 (2004年)	加治大哉 (理化学研究所 加速器基盤研究部) 阪間 稔 (徳島大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻) 佐藤(金子)哲也 (日本原子力研究所 物質科学研究部)
第11号 (2005年)	豊嶋厚史 (大阪大学大学院 理学研究科)
第12号 (2005年)	柴 剣宇 (東京都立大学 化学専攻)
第13号 (2006年)	宮崎 淳 (東京理科大学 理学研究科化学専攻)
第14号 (2006年)	菊永英寿 (金沢大学 自然科学研究科物質構造科学専攻)
第15号 (2007年)	笠松良崇 (日本原子力研究開発機構)
第16号 (2007年)	阿部琢也 (東京大学大学院 工学系研究科原子力国際専攻) 及川真司 (財団法人 日本分析センター) 大塚良仁 (環境科学技術研究所 環境動態研究部) 木下哲一 (高エネルギー加速器研究機構 放射線科学センター) 濱 克宏 (日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門)
第17号 (2008年)	國分(齋藤)陽子 (日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門) 須郷由美 (日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門) 濱島靖典 (金沢大学 環日本海域環境研究センター) 松村達郎 (日本原子力研究開発機構) 山口芳香 (公立大学法人 大阪市立大学)
第18号 (2008年)	関本 俊 (京都大学 原子炉実験所) 永井幸太 (核物質管理センター 東海検査部分析課) 二宮和彦 (大阪大学大学院 理学研究科) 安池賀英子 (北陸大学 薬学部) 安田健一郎 (日本原子力研究開発機構)
第19号 (2009年)	石井康雄 (日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門)
第20号 (2009年)	迫田晃弘 (岡山大学大学院 保健学研究科) 宮下 直 (日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門)

吉河 朗	(日本原子力研究開発機構)
第23号(2011年)	
小林大志	(京都大学 工学研究科)
上杉正樹	(金沢大学大学院 自然科学研究科)
第24号(2011年)	
大江一弘	(日本原子力研究開発機構)
第30号(2014年)	
小森有希子	(理化学研究所 仁科加速器研究センター)
第32号(2015年)	
横北卓也	(日立GEニュークリア・エナジー株式会社)
小松田沙也加	(一関工業高等専門学校 一般教科自然科学系)
第34号(2016年)	
佐藤志彦	(日本原子力研究開発機構 福島技術開発部門)
金子政志	(日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター)
第36号(2017年)	
吉田 剛	(高エネルギー加速器研究機構 放射線科学センター)
張 子見	(大阪大学大学院 理学研究科 特任研究員)
第38号(2018年)	
小木曾 了	(大同大学 非常勤講師)
第40号(2019年)	
重河優大	(大阪大学)
小荒井一真	(日本原子力研究開発機構)

【時過ぎて】

濱口博先生のご逝去を悼む	(斎藤信房)	第3号(2000年)
黒田和夫先生のご逝去を悼む	(古川路明、坂本 浩)	第4号(2000年)
故 阪上正信先生を偲ぶ	(橋本哲夫、小村和久、佐伯正克、中西 孝)	第7号(2002年)
故 八木益男先生を偲ぶ	(長谷川罔彦、近藤健次郎、榊本和義、三頭聡明)	第12号(2005年)
西 朋太先生の追悼セッションを終えて	(篠原 厚)	第15号(2007年)
立川圓造博士を偲んで	(吉田善行)	第17号(2008年)
斎藤信房先生を偲んで	(富永 健)	第17号(2008年)
久米三四郎さんを偲んで - 核化学事初め	(古川路明)	第21号(2010年)
小村和久金沢大学名誉教授を偲んで	(山本政儀、坂本 浩)	第24号(2011年)
ローランド先生を偲んで	(富永 健)	第26号(2012年)
Attila Vertes 先生を偲んで	(Ernö Kuzmann 竹田満州雄先生よりご紹介)	第26号(2012年)
Heino Nitsche 博士を偲んで	(吉田善行)	第31号(2015年)
Gregory Robert Choppin 先生 (1927 - 2015)	(葉袋佳孝)	第33号(2016年)
村松康行教授を偲んで	(内田滋夫)	第34号(2016年)
森川尚威先生を偲んで	(野川憲夫)	第35号(2017年)
森山裕丈先生を偲んで	(佐々木隆之)	第35号(2017年)
Physics and sake with Koh Sakamoto (坂本 浩先生と共にした物理と酒)	(Michael Paul)	第38号(2018年)

日本放射化学会第63回討論会(2019) 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 90 cm(横) × 120 cm(縦)以内
コアタイムは 1日目 14:00-15:15(奇数番号), 2日目 10:45-12:00(偶数番号)
会場 いわき産業創造館(LATOV(ラトブ) いわき駅前再開発ビル 6階)
A会場 企画展示ホール
B会場 セミナー室
(*は若手優秀発表賞対象講演)

第1日:9月24日(火)

.....9:20.....
受付

.....10:00.....

A会場

核・放射化学(1)

座長:佐藤 哲也

1A01* U+p 及び Th+Li 反応による Np 同位体励起関数の作成

(¹ 金沢大院自然, ² 筑波大数理, ³ 金沢大理工, ⁴ 筑波大理工, ⁵ 阪大院理, ⁶ 理研仁科セ) ○早川 優太¹, 坂口 綾², 村田 真優³, 松村 夏紀³, 藤沼 修平², 中島 朗久⁴, 笠松 良崇⁵, 篠原 厚⁵, 小森 有希子⁶, 横北 卓也⁶, 森 大輝⁶, 矢納 慎也⁶, 羽場 宏光⁶, 横山 明彦³

1A02 ^{nat}W (d,x) 反応による Re 同位体の励起関数と半減期の測定

(¹ 理研仁科セ, ² 新潟大院自然, ³ 原子力機構) ○小森 有希子¹, 村上 昌史^{1,2,3}, 羽場 宏光¹

1A03 Ia型超新星爆発の中での p核生成量 (清水建設) ○木下 哲一

B会場

環境放射能(1)

座長:田上 恵子

1B01* 川崎市における土壌深度別放射性セシウム濃度と土壌性状の関係

(¹ 明治大院理工, ² 明治大理工) ○高橋 朋基¹, 市橋 洵¹, 坂野 花歩², 小池 裕也²

1B02* 固相抽出法を用いた福島原発周辺土壌のストロンチウム-90分布測定

(¹ 阪大院理, ² 阪大放射線機構) ○梶原 知啓¹, 二宮 和彦¹, 篠原 厚¹, 山口喜朗²

1B03 山岳湖沼の赤城小沼における放射性セシウムの堆積解析

(¹ 金沢大環日セ, ² 金沢大院自然, ³ 群馬水試) ○長尾 誠也¹, 宮坂 将平², 渡辺 峻³, 鈴木 究真³, 落合 伸也¹

1A04 光核反応を用いたキャリアフリーアルカリ金属トレーサの同時製造・分離法の検討

(¹ 東北大サイクロ, ² 東北大電子光セ) ○池田 隼人^{1,2}, 菊永 英寿², 渡部 浩司¹

1B04 ²¹⁰Pb を用いた厚岸湾における堆積場と粒子動態の解析

(¹ 金沢大院自然, ² 金沢大環日セ, ³ 北大北方セ, ⁴ 北大院地球環境) ○佐々木 一樹¹, 長尾 誠也², 落合 伸也², 伊佐田 智規³, 入野 智久⁴

.....11:20.....

休憩・移動

.....11:30.....

A 会場

核・放射化学(2)

座長: 菊永 英寿

1A05 Production of At-211 at RIKEN
(Nishina Center for Accelerator-Based Science, RIKEN) ○Yang Wang, Nozomi Sato, Yukiko Komori, Takuya Yokokita, Daiki Mori, Sachiko Usuda, Hiromitsu Haba

1A06* 気相 At 化合物の吸着温度の精確測定に向けた熱クロマトグラフ法の開発

(¹ 阪大院理, ² 阪大理, ³ 阪大放射線機構, ⁴ 阪大院医, ⁵ 阪大放射線機構 RI セ) ○市村 聡一郎¹, 尾幡 穂乃香¹, 中川 創太², 寺本 高啓³, 大江 一弘⁴, 永田 光知郎⁵, 豊嶋 厚史^{1,3}, 吉村 崇⁵, 篠原 厚^{1,3}

1A07* Zr, Hf, Th の硝酸錯体形成に関する実験および理論研究~Rfの化学に向けて~

(¹ 阪大院理, ² 阪大院基礎工, ³ 理研仁科セ, ⁴ 分子研) ○渡邊 瑛介¹, 速水 翔¹, 東内 克馬¹, 二宮 秀美¹, 笠松 良崇¹, 北河 康隆², 重河 優大³, 横北 卓也³, 中野 雅由^{2,4}, 篠原 厚¹

1A08* 硫酸系における Rf の陰イオン交換

(¹ 理研仁科セ, ² 阪大院理) ○横北 卓也¹, 笠松 良崇², 渡邊 瑛介², 小森 有希子¹, 二宮 秀美², 王 洋¹, 森 大輝¹, ゴーシュ コースタブ¹, 篠原 厚², 羽場 宏光¹

B 会場

環境放射能(2)

座長: 岡 壽崇

1B05 海洋放射能モニタリングにおける指標海産物としての褐藻に関する研究

(¹ 宮城県環境放射線監視センター, ² 宮城県原子力安全対策課, ³ 東北緑化環境保全株式会社) ○小笠原 一孝¹, 小野原 清志¹, 高群 富貴², 石川 陽一¹, 高橋 正人¹, 安藤 孝志¹, 澤田 晃宏³

1B06* 福島原発事故により放出された不溶性粒子に含まれるプルトニウムの定量

(¹ 阪大院理, ² 量研, ³ 原子力機構, ⁴ 北京大物理) ○五十嵐 淳哉¹, 鄭 建², 張 子見¹, 二宮 和彦¹, 佐藤 志彦³, 福田 美保², 倪 有意^{2,4}, 青野 辰雄², 篠原 厚¹

1B07 Internal structure and composition of Unit 1 particulate revealed through combined synchrotron and mass-spectrometry techniques

(¹ Univ. of Bristol, ² JAEA) ○Peter Martin¹, Tom Scott¹, Yukihiko Satou²

1B08 福島第一原子力発電所近郊の室内
ダスト試料の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比による放射性物
質の拡散分布

(¹ 慈恵医大, ² JAEA, ³ 筑波大) ○箕輪
はるか¹, 吉川 英樹^{1,2}, 中間 茂雄², 佐藤
志彦², 末木 啓介³

.....12:50.....

休憩・移動

.....13:00.....

昼食

昼食

若手の会

.....14:00.....

ポスター発表 (P会場)

奇数番号 コアタイム

.....15:15.....

休憩・移動

.....15:20.....

A会場

B会場

核・放射化学(3)

環境放射能(3)

座長:後藤 真一

座長:長尾 誠也

1A09* 水酸化サマリウム共沈法を用いた
102番元素ノーベリウムの沈殿実験

(¹ 阪大院理, ² 理研仁科セ) ○速水 翔¹, 二
宮 秀美¹, 渡邊 瑛介¹, 重河 優大², 永瀬
将浩¹, 笠松 良崇¹, 近藤 成美¹, 羽場 宏
光², 横北 卓也², 小森 有希子², 森 大輝²,
王 洋², ゴーシュ コースタブ², 佐藤 望²,
篠原 厚¹

1B09 フキ地上部から地下茎經由による新
組織への放射性セシウムの転流について

(量研機構) ○田上 恵子, 内田 滋夫

1B10* 山林の汚染状況調査のための福島
県飯館村産コナラ中の放射性セシウムの分
析

(¹ 東北大院理, ² 東北大高教機構) ○田巻
廣明¹, 木野 康志¹, 奥津 賢一¹, 関根
勉^{1,2}

1A10* 酸化物・フッ化物・塩化物系における
U-235m の半減期および内部転換電子エネ
ルギースペクトルの測定

(¹ 理研仁科セ, ² 阪大院理, ³ 電通大院情報理
工, ⁴ JAEA) ○重河 優大¹, 笠松 良崇², 山
北 佳宏³, 金子 政志⁴, 渡邊 雅之⁴, 渡邊
瑛介², 安田 勇輝², 近藤 成美², 篠原 厚²

1A11* Ac-229 の β 線—電子同時計数測定による Th-229m の内部転換電子の観測

(¹理研仁科セ,²阪大院理)○重河 優大¹, 笠松 良崇², 渡邊 瑛介², 安田 勇輝², 近藤 成美², 二宮 秀美², 速水 翔², 羽場 宏光¹, 篠原 厚²

1A12* LET の異なる放射線によるゲノムサイズ DNA 二重鎖切断の定量的評価

(¹静大院総合科学技術,²静大理,³富大水素研,⁴同志社大生命医)○和田 拓郎¹, 仲田 萌子¹, 小池 彩華¹, 山崎 翔太¹, 趙 明忠¹, 孫 飛², 下谷内 宏統³, 波多野 雄治³, 剣持 貴弘⁴, 大矢 恭久¹

.....16:40.....

休憩・移動

.....16:50.....

A 会場**核・放射化学(4)**

座長:笠松 良崇

1A13* MRTOF + α -TOF を用いた ²⁰⁷Ra の質量-崩壊特性測定

(¹九大理,²理研仁科セ,³高工研,⁴原子力機構,⁵山形大,⁶NMSU,⁷IBS,⁸ANU)○庭瀬 暁隆^{1,2,3}, 和田 道治³, P. Schury³, 伊藤 由太⁴, 木村 創大², 加治 大哉², M. Rosenbusch², 渡辺 裕³, 平山 賀一³, 宮武 宇也³, J. Y. Moon⁷, 石山 博恒², 森本 幸司², 羽場 宏光², 田中 泰貴⁸, 石澤 倫^{5,2,3}, 高峰 愛子², 森田 浩介^{1,2}, H. Wollnik⁶

1A14 ブラッグカーブ測定による重元素の原子番号同定

(¹九大理,²理研仁科セ)○藤田 訓裕^{1,2}, 庭瀬 暁隆^{1,2}, 末川 慶英^{1,2}, 白坂 和也^{1,2}, 森田 浩介^{1,2}

1B11 歯や耳石に記録された放射性核種の取り込み履歴

(¹原子力機構,²東北大,³国立環境研究所,⁴東京医大)○小荒井 一真¹, 松枝 誠¹, 藤原 健壯¹, 小野 拓実², 木野 康志², 岡 壽崇¹, 奥津 賢一², 高橋 温², 鈴木 敏彦², 清水 良央², 千葉 美麗², 小坂 健², 佐々木 啓一², 石井 弓美子³, 林 誠二³, 関根 勉², 福本 学^{2,4}, 篠田 壽², 北村 哲浩¹

.....16:20.....

休憩・移動

.....16:30.....

B 会場**環境放射能(4)**

座長:木下 哲一

1B12 歯を用いた内部被ばく状況の把握

(¹東北大歯,²東北大理,³JAEA,⁴新潟大農,⁵北海道科学大薬,⁶弘前大保健,⁷東北大高教機構)○篠田 壽¹, 高橋 温¹, 清水 良央¹, 千葉 美麗¹, 鈴木 敏彦¹, 木野 康志², 小野 拓実², 小荒井 一真³, 岡 壽崇³, 山城 秀昭⁴, 中田 章史⁵, 葛西 宏介⁶, 有吉 健太郎⁶, 関根 勉⁷, 佐々木 啓一¹, 三浦 富智⁶

1B13 放射性物質汚染域に棲息するアライグマの硬組織および軟骨組織への放射性物質の取り込み

(¹東北大院歯,²東北大院理,³東北大高教機構,⁴原子力機構,⁵弘前大院保健,⁶弘前大被ばく研)○清水 良央¹, 高橋 温¹, 千葉 美麗¹, 鈴木 敏彦¹, 木野 康志², 岡 壽嵩^{2,3,4}, 小荒井 一真⁴, 小野 拓実², 関根 勉³, ゴー バレリ⁵, 葛西 宏介⁵, 有吉 健太郎⁶, 三浦 富智⁵, 篠田 壽²

1A15* 超重元素原子ビーム生成に向けた高温ノズル型低速原子ビーム源の開発

(¹原子力機構先端研,²新潟大院自然,³茨城大院理工)○富塚 知博^{1,2}, 佐藤 哲也^{1,3}, 伊藤 由太¹, 床井 健運^{1,3}, 鈴木 颯人^{1,3}, 浅井 雅人¹, 塚田 和明¹, 後藤 真一², 永目 諭一郎¹

1A16* 超重元素原子線分光に向けた電子再結合型原子ビーム源の開発

(¹茨城大院理工,²原子力機構先端研,³新潟大院自然)○鈴木 颯人^{1,2}, 伊藤 由太², 佐藤 哲也^{1,2}, 富塚 知博^{2,3}, 床井 健運^{1,2}, 塚田 和明², 浅井 雅人², 永目 諭一郎²

1B14* PHITS を用いた野生動物の被ばく線量評価のための動物ファントムの検討

(¹東北大院理,²JAEA,³東北大高教機構)○小野 拓実¹, 木野 康志¹, 奥津 賢一¹, 岡 壽崇^{2,1,3}, 関根 勉^{1,3}

1B15 乳歯に含まれる放射性物質のスクリーニング -イメージングプレートを用いた検討-

(¹東北大病院,²東北大院歯,³東北大院理,⁴JAEA,⁵福島県歯科医師会,⁶奥羽大歯,⁷琉球大理,⁸東北大高教機構)○高橋 温¹, 千葉 美麗², 相田 潤², 清水 良央², 鈴木 敏彦², 木野 康志³, 岡 壽崇⁴, 小荒井 一真⁴, 池山 丈二⁵, 海野 仁⁵, 廣瀬 公治⁶, 大野 敬⁶, 小坂 健², 棚原 朗⁷, 関根 勉⁸, 佐々木 啓一², 篠田 壽²

1B16 電子スピン共鳴法による野生動物の外部被ばく線量推定法の検討

(¹原子力機構,²東北大高教機構,³東北大院理,⁴東北大病院,⁵東北大院歯,⁶東北大院医,⁷弘前大保健,⁸弘前大被ばく研,⁹北海道科学大薬,¹⁰東北大災害研,¹¹新潟大農,¹²東京医大)○岡 壽崇^{1,2,3}, 高橋 温⁴, 小荒井 一真¹, 光安 優典³, 小野 拓実³, 田巻 廣明³, 木野 康志³, 関根 勉^{2,3}, 清水 良央⁵, 千葉 美麗⁵, 鈴木 敏彦⁵, 小坂 健⁵, 佐々木 啓一⁵, 藤嶋 洋平⁶, 漆原 佑介⁶, Valerie See Ting Goh⁷, 有吉 健太郎⁸, 中田 章史⁹, 鈴木 正敏¹⁰, 山城 秀昭¹¹, 福本 学¹², 篠田 壽⁵, 三浦 富智⁷

第2日:9月25日(水)

.....9:20.....

A会場

環境放射能(5)

座長:五十嵐 康人

2A01* KPFM法を用いた放射性Cs微粒子の表面電位の測定

(¹慶大院理工,²原子力機構,³東理大理,⁴京大複合研)○黒澤 景一¹, 岩田 歩¹, 佐藤志彦², 阿部 善也³, 五十嵐 康人⁴, 奥田 知明¹

2A02 海岸丘陵により傾斜した冬季雷雲からの制動放射線の解析

(新潟県放射線監視センター)○黒崎 裕人

2A03 溶液状エアロゾル粒子への核分裂生成物の付着過程における化学的効果

(京大複合研)○高宮 幸一, 西澤 佑介, 関本 俊, 沖 雄一, 大槻 勤

2A04 Sr吸着剤を用いた海水中の放射性Srと他の放射性核種との分離

(¹日立製作所,²名大・RIC分館,³慈恵医大・アイソトープ,⁴愛知医大)○加藤 結花¹, 緒方 良至², 箕輪 はるか³, 小島 貞男⁴

B会場

放射化分析

座長:大浦 泰嗣

2B01 APDC/MIBK抽出によるヒジキ中の無機As(III)およびAs(V)の中性子放射化分析

(¹石巻専修大理工,²Thailand Institute of Nuclear Technology,³Dalhousie Univ.)○福島 美智子¹, CHANNUIE, J.², BUSAMONGKOL, A.², LAOHAROJANAPHAND, S.², CHATT, A.³

2B02 中性子放射化分析による赤城大沼底質中の微量元素の定量

(都市大原研)○岡田 往子, 羽倉 尚人

2B03 光量子放射化法による家庭ごみ焼却スラッグの組成分析

(¹首都大院理,²首都大理工,³東北大ELPH)○秋山 和彦¹, 高野 和希², 杉山 陽菜², 齋藤 涼太², 諏訪 智也², Ali Ahmed¹, 菊永 英寿³, 久富木 志郎¹

2B04 高純度酸化イットリウムの不純物分析-中性子放射化分析法とICP質量分析法の比較-

(産総研物質計測)○三浦 勉, 和田 彩佳, 鈴木 俊宏

.....10:40.....

休憩・移動

.....10:45.....

ポスター発表 (P会場)

偶数番号 コアタイム

.....12:00.....

休憩・移動

.....12:10.....

昼食

分科会 (α放射体・環境放射能)

昼食

分科会 (放射化分析)

..... 13:10.....

休憩・移動

..... 13:20.....

総会 (A会場)

【授賞式】

- 木村賞 森田 浩介 「113番元素の発見による放射化学への貢献」
学会賞 佐藤 哲也 「第一イオン化エネルギー測定によるアクチノイド系列の確立なら
びに超重元素領域における核化学研究の開拓」
奨励賞 日下 良二 「振動和周波発生分光法を用いたランタノイドおよびアクチノイド
研究の界面化学への展開」
奨励賞 小林 大志 「4価アクチノイドの錯生成および溶解度に関する熱力学的研究」
奨励賞 小豆川 勝見 「福島第一原子力発電所事故で放出された放射性核種を含む食
品などの分析」

..... 14:20.....

休憩・移動

..... 14:30.....

20周年記念パネル討論会 ～放射化学の未来を考える～ (A会場)

..... 16:00.....

休憩・移動

..... 16:20.....

【公開講演】 学会賞受賞講演 (A会場)

2S01 佐藤 哲也 (原子力機構)

「周期表が書き換わる? ～アクチノイド最後の元素でみつけた周期表のほころび～」

座長 : 塚田 和明

..... 17:10.....

休憩・移動

.....17:20.....

【公開講演】 木村賞受賞講演 (A会場)

2S02 森田 浩介 (九州大, 理研)

「さらなる新元素を求めて」

座長 : 篠原 厚

.....18:20.....

移動

.....19:00.....

懇親会

(いわきワシントンホテル 3階 アゼリア)

.....21:00.....

第3日:9月26日(木)

.....9:20.....

A会場

医療用RI

座長:鷲山 幸信

- 3A01** 溶存アスタチン化学種と揮発性化学種 -酸化・還元剤濃度依存性-
(¹量研東海,²千葉大院薬)○西中 一郎¹, 橋本 和幸¹, 鈴木 博元²
- 3A02** アスタチン-211 標識金ナノ粒子の安定性評価
(¹阪大放射線機構,²阪大院理,³阪大院医)○角永 悠一郎¹, 黄 栩昊², 張 子見², 兼田 加珠子¹, 大江 一弘³, 寺本 高啓¹, 下山 敦史², 樺山 一哉², 豊嶋 厚史¹, 篠原 厚², 深瀬 浩一²
- 3A03** Zn/Cu熱分離法を用いた医療用放射性Cu-64,67の製造開発
(¹千代田テクノル,²量研機構,³原子力機構)○太田 朗生^{1,2}, 川端 方子^{1,2}, 本村 新^{1,2}, 本石 章司^{1,2}, 佐伯 秀也^{1,2}, 橋本 和幸², 塚田 和明^{2,3}, 初川 雄一², 永井泰樹¹

B会場

原子核プローブ(1)

座長:佐藤 渉

- 3B01** 希薄二元素ドーピング酸化スズ半導体の転換電子メスバウアースペクトルの解析
(¹首都大東京,²滋賀医科大,³明治大理工)○野村 貴美¹, 中西 章夫², 目良 裕², 久富木 志郎¹, 小池 裕也³
- 3B02*** Fe-Ag系 Hofmann型スピルクロスオーバー錯体のメスバウアー分光による研究
(東邦大理)○北清 航輔, 高橋 正, 北澤 孝史
- 3B03** ピリジン系ウラニル(VI)錯体の結晶構造と同形ネプツニル(VI)錯体の²³⁷Npメスバウアーパラメーター
(東邦大理学部)○北澤 孝史, 駒木根 潤, 川崎 武志

.....10:20.....

休憩・移動

.....10:30.....

A会場

応用研究

座長:吉村 崇

- 3A04*** 大型二次イオン質量分析装置を用いた微小ウラン粒子の同位体比分析
(原子力機構安全研究センター)○富田 涼平, 江坂 文孝, 安田 健一郎, 鈴木 大輔, 宮本 ユタカ

B会場

原子核プローブ(2)

座長:北澤 孝史

- 3B04** ⁵⁷Co 発光型メスバウアー分光法を用いたコバルトフェライト中カチオン分布の推定
(¹金沢大院自然,²金沢大理工)○阪口 純¹, 竹中 聡汰¹, 佐藤 渉^{1,2}

3A05 下限数量以下の Ge-68/Ga-68 ジェネレーターによる放射化学実験プログラムの開発現況

(¹理研名誉研究員,²元北里大理,³量研機構放医研,⁴武蔵大基礎教育セ,⁵根津化研)○野崎 正¹, 新澤 和裕², 永津 弘太郎³, 薬袋 佳孝^{4,5}

3A06* 4 価金属酸化物および水酸化物コロイドのゼータ電位と粒径分布の測定と解釈

(¹京大院工,²原子力機構)○伏見 朋和¹, 小林 大志¹, 元川 竜平², 佐々木 隆之¹

3B05* ミュオン崩壊電子寿命測定による非破壊元素分析法の開発

(¹阪大院理,²国際基督教大,³KEK,⁴JAEA,⁵歴史民俗博物館)○工藤 拓人¹, 千徳 佐和子², 二宮 和彦¹, 竹下 聡史³, 髭本 亘⁴, 篠原 厚¹, 下村 浩一郎³, 河村 成肇³, パトリック ストラッサー³, 三宅 康博³, 斎藤 努⁵, 久保 謙哉²

3B06* ミュオン特性 X 線測定による非破壊での化学状態分析法の開発

(¹阪大院理,²京大複合研,³阪大 RCNP,⁴大同大教養部)○梶野 芽都¹, 二宮 和彦¹, 工藤 拓人¹, 寺田 健太郎¹, 稲垣 誠², 佐藤 朗¹, 友野 大³, 川島 祥孝³, 酒井 陽一⁴, 高山 努⁴, 篠原 厚¹

.....11:30.....

休憩・移動

.....11:40.....

A 会場

溶液化学・地球化学

座長:桐島 陽

3A07* Solubility and solid phase of trivalent lanthanide hydroxides and oxides

(Kyoto Univ.)○Md. Moniruzzaman, Taishi Kobayashi, Takayuki Sasaki

3A08 J-PARC(大強度陽子加速器施設)内村松白根遺跡出土遺物の ¹⁴C年代と東海村村松虚空蔵堂所蔵文書と千々乱風伝説の関係

(¹名古屋大,²KEK)○小田 寛貴¹, 三浦 太一²

B 会場

原子核プローブ(3)

座長:野村 貴美

3B07* 水熱合成酸化亜鉛中の不純物水素による n 型電気伝導性への寄与

(¹金沢大院自然,²東大生産研,³金沢大理工)○清水 弘通¹, Markus Wilde², 佐藤 涉^{1,3}

3B08 四酸化三鉄中に不純物として導入されたインジウムおよびガリウムの原子ジャンプ過程

(¹金沢大理工,²金沢大院自然,³金沢大人社,⁴京大複合研)○佐藤 涉^{1,2}, 藤沢 照功², 竹中 聡汰², 杉本 友亮², 高田 真宏², 小松田 沙也加³, 大久保 嘉高⁴

3A09 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比からみた対馬暖流三分枝の循環

(¹金沢大 LLRL, ²日水研, ³金沢大臨海, ⁴島根大臨海, ⁵新潟大臨海, ⁶島根県水産技術セ)○花木 祥太郎¹, 井上 睦夫¹, 諸角 季生¹, 城谷 勇陞¹, 伊藤 雅², 本多 直人², 小藤 久毅¹, 藤田 充司¹, 鈴木 信雄³, 小木曾 正造³, 広橋 教貴⁴, 安東 宏徳⁵, 佐藤 勇介⁶, 森脇 和也⁶, 長尾 誠也¹

3B09 ランタノイド内包フラーレン ($\text{Ln}^{3+}@C_{82}^{3-}$)における内包金属原子が炭素ケージに及ぼす摂動的影響

(¹首都大院理, ²理研仁科セ)○雨倉 啓¹, 秋山 和彦^{1,2}, 羽場 宏光², 久富木 志郎¹

.....12:40.....

休憩・移動

.....12:50.....

昼食
分科会 (核化学)

昼食
分科会 (原子核プローブ)

.....13:50.....

休憩・移動

.....14:00.....

奨励賞受賞講演 (A会場)

3S01 日下 良二 (原子力機構)

「振動和周波発生分光法を用いたランタノイドおよびアクチノイド研究の界面化学への展開」

座長：渡邊 雅之

3S02 小林 大志 (京都大)

「4 価アクチノイドの錯生成および溶解度に関する熱力学的研究」

座長：大槻 勤

3S03 小豆川 勝見 (東京大)

「福島第一原子力発電所事故で放出された放射性核種を含む食品などの分析」

座長：松尾 基之

.....15:30.....

休憩・移動

.....15:40.....

若手優秀発表賞表彰式・閉会式 (A会場)

.....

ポスター発表 (P会場)

.....

- P01** J-PARC ANNRIにおけるパルス中性子を用いたPGA及びNRTA
(¹原子力機構,²NAT)○藤 暢輔¹, 前田 亮¹, 常山 正幸^{1,2}, 瀬川 麻里子¹, 木村 敦¹, 中村 詔司¹
- P02** Day/night variation of fine airborne particulate matters (PM2.5) collected from Kumatori-cho, Osaka
(¹ Egypt Second Research Reactor, Egyptian Atomic Energy Authority, ² Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University) ○M. Soliman^{1,2}, K. Takamiya², S. Sekimoto², Y. Oki², T. Ohtsuki²
- P03*** ICP-MS/MSを用いた¹⁵¹Smの合理的な分析技術開発
(IRID(原子力機構))○堀田 拓摩, 秋元 友寿, Do Van-Khoai
- P04*** ラマン分光法とX線吸収分光法による二酸化ウランの酸化状態分析
(原子力機構)○蓬田 匠, 大内 和希, 松村 大樹, 辻 卓也, 小林 徹, 北辻 章浩
- P05*** 分光測定によるウラン電解析出の反応研究
(原子力機構)○大内 和希, 松村 大樹, 辻 卓也, 小林 徹, 音部 治幹, 北辻 章浩
- P06** プラスチックシンチレータを用いた放射性水溶液の放射能測定法の開発
(¹首都大院理,²慶応大医,³東京インキ)○古田 悦子¹, 秋山 和彦¹, 井上 浩義², 片岡 賢英², 泉水 征昭³
- P07** 放射性バナジウムV-48を用いたVRFBの膜透過測定
(東北大金属材料研究所)○白崎 謙次
- P08** 塩化ラジウム-223水溶液から飛散する核種の同定及び定量
(¹阪大RIセ,²東北大金研,³阪大放射線機構,⁴阪大院医,⁵京大複合研,⁶阪大院理)○永田 光知郎¹, 白崎 謙次², 豊嶋 厚史³, 大江 一弘^{3,4}, 山村 朝雄⁵, 篠原 厚^{3,6}, 吉村 崇¹
- P09** ²²⁸Ra/²²⁶Ra比および²³⁴Th/²³⁸U比からみた日本列島をとりまく三縁海における物質循環
(¹金沢大,²中央水研,³日水研)○亀山 紘旭¹, 井上 睦夫¹, 花木 祥太郎¹, 諸角 季生¹, 城谷 勇陸¹, 竹原 亮成¹, 森田 貴己², 三木 志津帆², 本多 直人³, 長尾 誠也¹
- P10** Rn-222を用いた能登半島七尾西湾での海底湧水流解析
(¹金沢大院自然,²金沢大環日セ,³福井県大海洋生資,⁴北大院・水産,⁵ウッズホール研) ○藤田 充司¹, 長尾 誠也², 落合 伸也², 杉本 亮³, 芳村 毅⁴, Matthew Charette⁵, Paul Henderson⁵
- P11** Rn-211/At-211ジェネレータシステムに必要な²⁰⁷Po除去法の検討
(¹金沢大院自然,²金沢大理工,³福島医大先端セ,⁴量研東海,⁵理研仁科セ)○青井 景都¹, 新 裕貴¹, 川崎 康平¹, 東 美里², 鷲山 幸信³, 西中 一郎⁴, 羽場 宏光⁵, 森 大輝⁵, Yang Wang⁵, 横山 明彦²
- P12*** 水溶液中におけるポロノ基-アスタチン交換反応の特異性の解明
(¹阪大院理,²阪大放射線機構,³阪大院医)○尾幡 穂乃香¹, 白神 宜史², 兼田 加珠子², 大江 一弘³, 永田 光知郎², 寺本 高啓², 市村 聡一郎¹, 中川 創太¹, 吉村

- 崇², 豊嶋 厚史², 篠原 厚^{1,2}
- P13** ラドンの気相回収法とイオン液体抽出による Rn-At ジェネレーターシステムの開発
(¹金沢大院自然, ²金沢大理工, ³福島医大先端セ, ⁴量研東海)○川崎 康平¹, 新 裕貴¹, 青井 景都¹, 東 美里², 鷲山 幸信³, 西中 一朗⁴, 横山 明彦²
- P14** 水溶液中におけるアスタチンの溶存状態と大気への飛散
(¹阪大放射線機構, ²阪大院理, ³阪大放射線機構 RI セ, ⁴阪大院医)○豊嶋 厚史^{1,2}, 池田 卓海², 永田 光知郎³, 大江 一弘⁴, 市村 聡一郎², 尾幡 穂乃香², 吉村 崇³, 篠原 厚^{1,2}
- P15*** Rf の同族元素 Zr, Hf の塩化物に対する等温ガスクロマトグラフィにおける酸素の影響
(¹新潟大院自然, ²新潟大理)○白井 香里¹, 後藤 真一¹, 工藤 久昭²
- P16*** 超重元素塩化物の系統的気相化学研究に向けた 15 族元素 Sb の塩化物の揮発挙動
(新潟大院自然)○井上 浩樹, 後藤 真一
- P17*** HF/HNO₃水溶液中における Nb, Ta, Pa の陰イオン交換実験~Db フッ化物錯体の推定に向けて~
(¹筑波大院数理, ²筑波大数理, ³大阪大放射線科学基盤機構, ⁴原子力機構先端研, ⁵理研仁科セ)○安達 サディア¹, 末木 啓介², 豊嶋 厚史³, 塚田 和明⁴, 羽場 宏光⁵, 小森 有希子⁵, 横北 卓也⁵, 森 大輝⁵
- P18** (発表取りやめ)
- P19*** ノーベリウムの化学的性質解明に向けたアルカリ土類金属を用いた沈殿実験
(阪大院理)○速水 翔, 二宮 秀美, 渡邊 瑛介, 東内 克馬, 笠松 良崇, 篠原 厚
- P20*** 3 価陽イオン状態におけるランタノイド・アクチノイドの錯形成能の差異とイオン半径の推定
(¹筑波大院数理, ²原子力機構, ³大阪大放射線科学基盤機構, ⁴筑波大数理物質系)○柏原 歩那¹, 塚田 和明², 豊嶋 厚史³, 山崎 信哉⁴, 田中 万也², 藤田 睦¹, 末木 啓介⁴
- P21*** アクチノイドの高温金属表面における吸着エンタルピー測定に向けた真空脱離装置の開発
(¹茨大院理工, ²原子力機構, ³新潟大院自)○床井 健運^{1,2}, 佐藤 哲也^{1,2}, 浅井 雅人², 伊藤 由太², 鈴木 颯人^{1,2}, 富塚 知博^{2,3}, 塚田 和明², 永目 諭一郎²
- P22*** ²⁰⁵Tl(γ , pn)反応を用いた無担体 ²⁰³Hg トレーサの製造
(¹新潟大院自然, ²東北大 ELPH)○高橋 佳暉¹, 後藤 真一¹, 菊永 英寿², 高橋 健²
- P23** ²³⁹Np 複合核系における核分裂断面積測定による軌道角運動量の推定
(¹金沢大院自然, ²理研仁科セ, ³阪大院理, ⁴金沢大理工)○森田 涼雅¹, 早川 優太¹, 小森 有希子², 横北 卓也², 森 大輝², 羽場 宏光², 笠松 良崇³, 篠原 厚³, 横山 明彦⁴
- P24** 原子・原子核励起のための電子線照射装置開発
(東北大電子光セ)○菊永 英寿, 南部 健一
- P25*** 重水素固体薄膜中におけるミュオン触媒核融合反応率の計算
(¹東北大理, ²KEK, ³理研, ⁴JAEA, ⁵東北大高教機構, ⁶中部大工)○奥津 賢一¹, 宮下 湖南¹, 安田 和弘¹, 木野 康志¹, Patric Sttasser², 永谷 幸則², 三宅 康弘², 山下 琢磨³, 岡 壽崇^{4,5,1}, 佐藤 元泰⁶

- P26*** 重液分離法を用いた土壤中の放射性セシウム含有粒子の分離の評価
(¹筑波大院数理物質科学研究科化学専攻,²筑波大院数理物質系化学域,³筑波大アイソトープ環境動態研究センター)○齋藤 輝¹, 山崎 信哉², 植松 慎一郎³, 末木 啓介²
- P27*** 一号機由来の放射性粒子の生成過程の検討
(¹筑波大,²JAEA,³気象研)○石井 達也¹, 末木 啓介¹, 松尾 一樹¹, 黒澤 正紀¹, 佐藤 志彦², 小島 雅明², 福田 竜生², 吉井 賢資², 谷田 肇², 岡根 哲夫², 足立 光司³
- P28** 原発南東方向で発見した既知のタイプに分類困難な放射性粒子
(¹原子力機構,²筑波大数理,³阪大院理,⁴Univ. Bristol)○佐藤 志彦¹, 末木 啓介², 石井 達也², 五十嵐 淳哉³, P. G. Martin⁴, C. Jones⁴, T. B. Scott⁴
- P29*** 福島原発事故で放出された不溶性微粒子の生成模擬実験
(京大複合研)○稲垣 誠, 関本 俊, 高宮 幸一, 沖 雄一, 大槻 勤
- P30** 大容量エアサンプラを用いた大気浮遊じん中放射性核種濃度の実態把握
(日本分析センター)○杉山 翠, 式見 純一, 田中 博幸, 太田 裕二, 磯貝 啓介
- P31** 樹木年輪に記録された福島第一原子力発電所事故由来 C-14 の分布
(¹金沢大 LLRL,²筑波大 AMS,³東京大総合研究博物館)○松中 哲也¹, 笹 公和², 高橋 努², 松村 万寿美², 末木 啓介², 松崎 浩之³
- P32** 福島県森林集水域における放射性セシウム濃度の季節変動
(¹QST 高度被ばく医療センター,²国土防災技術(株))○青野 辰雄¹, 神林 翔太¹, 浜島 大輝¹, 高橋 博路¹, 山崎 慎之介¹, 山村 充², 山田 裕¹
- P33** Optimizing the counting geometry of well-type HPGe for measuring the activity ratio of ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs for source analysis of different kinds of radio-caesium emissions from FDNPP
(¹Egypt Second Research Reactor, Egyptian Atomic Energy Authority, ²Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University) ○M. Soliman^{1,2}, K. Takamiya², S. Sekimoto², Y. Oki², T. Ohtsuki²
- P34** 2018-2019年の日本列島周辺における¹³⁴Csの空間分布
(¹金沢大 LLRL,²中央水産研究所,³長崎大水環研,⁴北海道区水産研究所)○竹原 亮成¹, 井上 睦夫¹, 花木 祥太郎¹, 松中 哲也¹, 森田 貴己², 三木 志津帆², 滝川 哲太郎³, 葛西 広海⁴, 谷内 由貴子⁴, 長尾 誠也¹
- P35** Vertical Profiles of Radiocesium in beach sand samples from Yotsukura, Fukushima Prefecture, after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident
(¹Kanazawa University, ²Aquamarine Fukushima, ³Woods Hole Oceanographic Institution, ⁴Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University) ○PUTRA D. I. P.¹, TOMIHARA, S.², BUESSELER, K. O.³, NAGAO, S.⁴
- P36*** 福島県の避難指示区域におけるI-129の分布とCs-137との関係性
(¹筑波大院数理,²筑波大数理系,³筑波大加速器,⁴金沢大)○横山 大輝¹, 笹 公和^{2,3}, 松中 哲也⁴, 高橋 努³, 松村 万寿美³, 高野 健太¹, 落合 悠太¹, 長谷川 涼¹, 太田 祐貴¹, 末木 啓介²
- P37** (発表取りやめ)
- P38*** 日本原子力研究開発機構東濃地科学センターにおける加速器質量分析法による地下水

- 中の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 比測定法の構築
(¹原子力機構東濃, ²ペスコ)○藤田 奈津子¹, 岡部 宣章², 松原 章浩¹, 三宅 正恭², 國分(齋藤) 陽子¹, 渡邊 隆広¹
- P39** 六ヶ所村大型再処理施設周辺における水及び魚試料中のトリチウム濃度
(環境科学技術研究所)○植田 真司, 柿内 秀樹, 長谷川 英尚, 久松 俊一
- P40** いわき市の地表汚染マップに基づくグラウンドシャイン放射線量計算の検証と応用
(京都大複合研)○今中 哲二, 福谷 哲
- P41*** 電子スピン共鳴分光法によるニホンザルの被ばく線量の検出限界の推定
(¹東北大院理, ²原子力機構, ³東北大病院, ⁴東北大高教機構, ⁵東北大院歯, ⁶東北大医, ⁷東北大災害研, ⁸東京医大, ⁹東北大加齢研)○光安 優典¹, 岡 壽崇^{2,4,1}, 高橋 温³, 小荒井 一真², 木野 康志¹, 奥津 賢一¹, 関根 勉^{4,1}, 清水 良央⁵, 千葉 美麗⁵, 鈴木 敏彦⁵, 小坂 健⁵, 佐々木 啓一⁵, 漆原 佑介⁶, 鈴木 正敏⁷, 福本 学^{8,9}, 篠田 壽⁵
- P42** ラジウム(^{226}Ra)を高濃度に含む淡水系地下水の成因 —人形峠環境技術センター露天採掘場跡地の地下水について—
(原子力機構)○富田 純平, 竹内 絵里奈, 小原 義之
- P43** Rn ガス測定 of 簡易化検討
(¹東京インキ株式会社, ²首都大東京)○泉水 征昭¹, 古田 悦子²
- P44** 多量のシリカ及びカルシウムを含む試料のプルトニウム分析における前処理法の検討
(一般財団法人九州環境管理協会)○山中 潤二, 玉利 俊哉
- P45*** 環境サンプル中の放射性核種分析を目的とした迅速かつ簡便な高倍率濃縮手法の検討
(原子力機構)○松枝 誠, 小荒井 一真, 藤原 健壯, 北村 哲浩
- P46** EGS5 による改良ピーク・トータル比を用いたサム効果補正
(日本分析センター)○鈴木 勝行, 宮田 賢, 太田 裕二, 磯貝 啓介
- P47*** 照射ウランを用いた放射性エアロゾル生成模擬実験
(¹京大院工, ²京大複合研)○竹内 裕弥¹, 高宮 幸一², 関本 俊², 沖 雄一², 大槻 勤²
- P48** 中性子放射化分析法によるカナダおよび日本食材の多元素分析
(石巻専修大理工)○福島 美智子
- P49** トリアリールアンチモンおよび関連化合物の Sb-121 メスバウアースペクトル
(東邦大理)○高橋 正, 橋爪 理香子, 佐野 莉奈
- P50*** ホフマン型スピנקロスオーバー錯体 $\text{Fe}(\text{3-cyano-4-methylpyridine})_2[\text{Ag}(\text{CN})_2]_2$
(¹東邦大理, ²東京電機大理工)○牧戸 良憲¹, 小曾根 崇², 高橋 正¹, 北澤 孝史¹
- P51*** 緑泥石標準試料中に存在する鉄の化学状態とその温度依存性
(¹金沢大院自然, ²金沢大理工)○濱坂 佳武¹, 佐藤 涉^{1,2}
- P52** Mössbauer spectroscopic study on the chemical states of iron in Tokyo-bay sediments under hypoxia
(¹ Graduate School of Arts and Science, The University of Tokyo, ² Yokohama Environmental Science Research Institute)○GUAN, Y. ¹, KOMORI, M. ^{1,2}, SHOZUGAWA, K. ¹, Matsuo, M. ¹
- P53** 木質バイオマス鉄触媒炭化におけるカーボンナノシェルチェーン生成機構のメスバウアー分光学的考察
(¹秋田県立大, ²北見工大, ³成蹊大, ⁴大同大)○山内 繁¹, 鈴木 京子², 鈴木 勉², 栗

- 本 康司¹, 山嵜 崇之³, 高山 努⁴, 酒井 陽一⁴
- P54*** フッ素ドーパ酸化スズ(FTO)半導体の⁵⁷Feメスバウアー分光法による状態分析
(¹明治大, ²首都大東京, ³滋賀医科大)○齋藤 凜太郎¹, 野村 貴美^{1,2}, 佐々木 茉歩¹,
中西 章夫³, 久富木 志郎², 小池 裕也¹
- P55** 陽電子消滅分光法によるFe₃O₄中に導入した不純物Inの占有状態観察
(¹金沢大院自然, ²金沢大理工)○石崎 隆太郎¹, 清水 弘道¹, 古本 雅之¹, 佐藤 涉^{1,2}
- P56*** 陽電子消滅寿命測定法を用いた電子線照射ポリエチレンの劣化の評価
(¹東北大院理, ²原子力機構, ³東北大・高教機構)○北田 直也¹, 岡 壽崇^{2,3,1}, 木野 康
志¹, 奥津 賢一¹, 関根 勉^{3,1}
- P57** ガンマ線核分光法を用いたβ-PdH_x中水素の動的挙動と水素起因性欠陥の観察
(¹金沢大院自然, ²京大複合研, ³金沢大理工)○古本 雅之¹, 清水 弘通¹, 大久保 嘉
高², 佐藤 涉^{1,3}
- P58*** 摂動角相関法によるSrTiO₃中に微量ドーパされた¹¹¹In(→¹¹¹Cd)の局所構造観察
(¹金沢大人文, ²金沢大理工, ³京大複合研)○小松田 沙也加¹, 佐藤 涉², 大久保
嘉高³
- P59** ミュオン照射後に放出されるガンマ線測定による非破壊同位体分析
(¹阪大院理, ²高エネ研, ³国際基督教大)○二宮 和彦¹, 工藤 拓人¹, パトリック ストラ
ッサー², 寺田 健太郎¹, 河井 洋輔¹, 反保 元伸², 三宅 康博², 篠原 厚¹, 久保 謙
哉³
- P60** 酸化亜鉛中不純物Inの存在状態の焼成時間依存性
(¹金沢大院自然, ²金沢大人社, ³京大複合研, ⁴金沢大理工)○高田 真宏¹, 小松田 沙
也加², 大久保 嘉高³, 佐藤 涉^{1,4}

「放射化学」規定など

「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。別刷りを作成する場合には実費を著者負担とする。

(原稿料)

(著作権)

第13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。原著論文、総説論文、短報については、著者は論文受理後速やかに「著作権譲渡同意書」を本会に提出しなければならない。

(本規則の改定)

第14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、2015年10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の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、原則として実費を著者負担とする。なお、論文誌 web サイト公開用の PDF 版については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

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方2-4

日本原子力研究開発機構 安全研究センター 宮本ユタカ 編集委員長

Fax: 029-284-3665

e-mail: miyamoto.yutaka@jaea.go.jp

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/community/update.html>

放射化学

第40号

令和元年(2019年)9月13日発行

編集

日本放射化学会編集委員会

委員長：宮本ユタカ、委員：佐藤 渉、鈴木 達也、井上 睦夫、藤 暢輔、
阪間 稔

連絡先：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方2-4 日本原子力研究開発機構
安全研究センター

宮本ユタカ (e-mail: houshakagaku@radiochem.org)

発行

日本放射化学会

出版担当理事：佐藤 渉

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

クリアパルス株式会社

株式会社千代田テクノ

仁木工芸株式会社

東京ニュークリア・サービス株式会社

東京パワーテクノロジー株式会社

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

ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社

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

公益社団法人 日本アイソトープ協会

国立研究開発法人 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

関西電力株式会社

九州電力株式会社

中国電力株式会社

中部電力株式会社

東京電力ホールディングス株式会社

北海道電力株式会社

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アンプファイア
 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、多チャンネルアンプファイア、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



放射線の安全利用をトータルサポート



株式会社 千代田テクノル
 URL: <http://www.c-technol.co.jp>
 e-mail: ctc-master@c-technol.co.jp



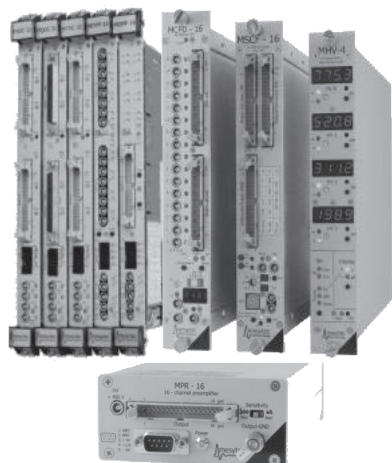
CdZnTe 半導体検出器 with 4kchMCA



GR1	FWHM $\leq 2.5\%$	10x10x10mm	CZT
GR1+	FWHM $\leq 2.0\%$	10x10x10mm	CZT
GR1A	FWHM $\leq 2.5\%$	10x10x10mm	CZT E/T/G 入出力
GR1A+	FWHM $\leq 2.5\%$	10x10x10mm	CZT E/T/G 入出力
RadAngel	FWHM $\leq 3.5\%$	5 x 5 x 5mm	CZT (学生教育用)

USB パスパワーのみで計測できます。(FWHM@662kev)

他にも 2x2mm Pixel 44 x 44 x 5/10/15mm アレイ検出器も製造可能です。



NIM/VME Electronics



- Preamp
- Shaping Amplifiers
- Multiplexed Readouts
- CFD
- VME(ADC,TDC,QDC, Pulse Processor)
- HV Supply
- Pulse shape Discriminator
- Remote control
- & electronics for Neutron Scattering

多入出力/多機能な NIM モジュール/スタンドアロンユニット、多入力 ADC,TDC、QDC に加え Pulse Processor モジュールもリリースされました。



仁木工芸株式会社

〒108-0073 東京都港区三田 3-9-7
 TEL 03-3456-4700 FAX 03-3456-3423
 Email niki_sales@nikiglass.com

お困りではありませんか？

- ・ **法改正対応**をサポートして欲しい！
- ・ PET用サイクロなど**加速器施設の線量計算**及び**放射化評価**がしたい！
- ・ RIを使用した**化学実験**をして欲しい！
- ・ **作業環境測定**など**法令に基づく放射線測定**を代行して欲しい！
- ・ **放射線施設を廃止**したい！
- ・ 施設を**変更許可申請**したいが業務が多忙のため代行して欲しい！
- ・ **サーベイメーター**を校正したい！
- ・ お米、果物、飲料水などの**放射能濃度**が知りたい！
- ・ 放射線に係わる業務に**悩み**がある。

そのお悩みTNSが解決いたします

安全設計・評価

- ◆ 施設設計
- ◆ 遮蔽設計
- ◆ 安全評価
- ◆ RI施設の許認可申請業務代行

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、挙動解析
- ◆ トレーサー試験
- ◆ 解体廃棄物の物理特性試験

保守点検・工事

- ◆ 施設の保守・点検
- ◆ 施設の改造、解体工事

分析・測定・校正サービス

- ◆ 放射能分析
- ◆ 現地における放射線測定
- ◆ サーベイメーターの実用校正

各種機器販売

- ◆ 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



東京ニュークリア・サービス株式会社

詳しくは弊社WEBサイトまで！ <http://www.tokyo-nucl.co.jp>

東京本社	TEL 03(3831)7957	〒110-0016 東京都台東区台東1-3-5 反町ビル7F
東海営業所	TEL 029(282)3114	〒319-1112 茨城県那珂郡東海村松村字平原3129-31
つくば開発センター	TEL 029(847)5521	〒300-2646 茨城県つくば市緑ヶ原4-19-2
関西事業所	TEL 078(570)5201	〒651-0096 兵庫県神戸市中央区雲井通4-2-2 マーク神戸ビル7F
六ヶ所事業所	TEL 0175(71)0710	〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾敷字野附1-4
いわき営業所	TEL 0246(66)1210	〒979-0202 いわき市四倉町上仁井田字南地田74-1

Luminess®

個人被ばく線量測定

ルミネスバッジサービス

お客様が好きなデザインを選べます
高品質なサービスを提供します

 **長瀬ランドア株式会社**

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丁目1番17号
TEL.06-6535-2675 FAX.06-6541-0931
ホームページアドレス / <https://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

ALARA
As Low As Reasonably Achievable

技術開発・研究

TECHNOLOGY STUDY AND DEVELOPMENT

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 6 丁目 24-1
技術開発研究所 / 〒342-0008 埼玉県吉川市旭 8 番 3
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.0244-26-5245 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.06-4963-2500

Tel.03-5322-2271 Fax.03-5322-2272
Tel.048-991-9461 Fax.048-991-9460

作業環境測定機関11-4(放射性物質) ISO9001:2008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 ☎ 011-221-5482

東京 ☎ 042-585-6024

関西 ☎ 06-6455-3891

東北 ☎ 022-716-0203

中部 ☎ 052-746-1032

九州 ☎ 092-262-7844



MIRION
TECHNOLOGIES

放射線安全 さらになる水準へ

放射化学のための測定システム



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

ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社
URL : <http://www.canberra.com/jp/> E-mail : jp-sales@mirion.com

東京本社
大阪営業所

03-5835-5402
06-4806-5662



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/>

～アイソトープと放射線を用いた研究に携わる全ての皆さまへ～

第56回

アイソトープ・放射線研究発表会

会 期： 2019年7月3日(水)～5日(金)

場 所： 東京大学弥生講堂(東京都文京区)

参加費 (Web要旨集含む)：

事前登録7,000円／当日登録9,000円／学生無料

※今回から要旨集をWeb版にいたしました。

詳しくはホームページをご覧ください。

https://www.jrias.or.jp/isotope_conference/

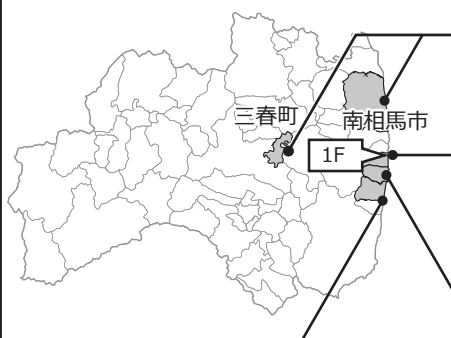
右記QRコードからアクセスできます⇒



皆さまのご参加をお待ちしております

主催 公益社団法人日本アイソトープ協会

我が国唯一の原子力に関する総合的な研究機関として、東京電力HD 福島第一原子力発電所 (1F) の廃止措置及び環境回復に取り組んでいます



福島環境安全センター

環境回復に向け、環境動態研究、放射線計測・分析技術等の技術開発を実施

大熊分析・研究センター※ (大熊町：1F隣接地) 一部運用中

1Fのガレキ類、水処理二次廃棄物、燃料デブリ等の分析を行う施設を整備中

廃炉国際共同研究センター※ (富岡町)

世界の英知を結集すべく、国内外の大学、研究機関、産業界とネットワークを形成し、1F 廃炉の研究開発と未来の廃炉研究を担う人材育成を一体的に推進

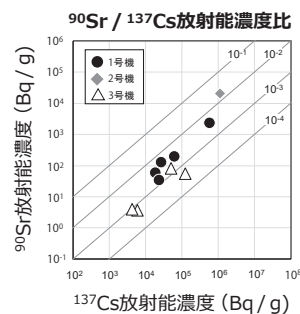
楢葉遠隔技術開発センター※ (楢葉町)

- ・遠隔操作ロボット等の開発実証 (実規模及び小規模エリアの試験)
- ・VR等による作業員の訓練
- ・施設共用及び技術支援

※ 福島イノベーション・コースト構想の拠点 (廃炉分野)

1F 事故で発生したガレキの放射化学分析の事例

^{137}Cs と ^{90}Sr との放射能濃度の相関関係に基づき、測定が容易な ^{137}Cs から、直接放射能の測定が困難な ^{90}Sr の放射能濃度を推定することができる可能性が示されました



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1 TEL: 029-282-1122 (代表)

原子力機構ホームページ

<https://www.jaea.go.jp/>



福島研究開発部門ホームページ

<https://fukushima.jaea.go.jp/>



確かな分析力を礎に
国民生活に貢献します

私たちは、環境放射能・放射線に関する分析専門機関です

分析の質の保証 **世界トップクラス**

環境と安全に対する国民の関心が高まる現在、日本分析センターは、環境放射能・放射線に関する分析専門機関として、国民に信頼される環境放射能データの提供に努めています。

環境試料に含まれるセシウム137、ストロンチウム90、トリチウム、プルトニウムなどの人工放射性核種からウラン、トリウムなどの自然放射性核種まで、様々な放射性核種の分析に対応しています。また、安定同位体比分析にも対応しています。

IAEAなど国際的な相互比較分析プログラムに参加して分析技術の客観的な評価を受けるとともに、国際標準化機構 (ISO) の認証・認定の取得やJCSS校正事業者 (区分: 放射線・放射能・中性子) として登録しています。

確かな精度管理 **安全と信頼性**

日本分析センターは、分析結果の信頼性を確保するために、IAEAなどの国際機関が主催する環境放射能分析の国際相互比較分析のプロジェクトに参加しています。優れた成績を誇るほか、様々な認証・認定を取得しています。

価値ある実務研修 **技術者に学ぶ**

日本分析センターは、都道府県、その他各方面からの要請に応じ、環境放射能分析・測定技術者への研修、専門技術者を派遣しての技術指導なども行っています。

環境放射線モニタリング等を行っている都道府県の実務担当者を向けの研修のほか、民間機関及び地方自治体の実務担当者を対象とした研修コースなど、幅広く環境放射能に関する分析・測定研修を実施しています。

ホウ素中性子補足療法 (BNCT) の開発実用化に係る研究開発、放射性核種自動分離測定装置の実用化開発や原子力発電所固体廃棄物の処理・処分に関する受託研究を行っています。

一歩前へ **新技術開発への挑戦**

日本分析センターは、現在の分析技術に安んずらず、たゆまぬ努力による技術発展を目指し、新しい分析法の研究・開発を行っています。

公益財団法人 日本分析センター
<http://www.jcaac.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 ～

- 放射線影響に関する知識の普及・啓発
- 放射線影響に関する研究活動への奨励助成、顕彰
 - 放射線影響に関する調査研究
 - ICRP調査・研究連絡会の運営
- 原子力施設及び除染等事業場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
 - RI施設で働く放射線業務従事者の被ばく線量の登録管理
 - 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（原子力、除染、RI等）
- 原子力施設等で働く放射線業務従事者を対象にした低線量長期間被ばくによる健康影響の疫学調査

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」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
- ・ 教員免許状更新講習
- ・ 放射線業務従事者のための教育訓練
- ・ 原子力・放射線に関する研修会の開催

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

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

