

福井・新研究炉に向けた日本放射化学会の取り組み； 照射、RI製造、ホットラボ

三浦 勉

産業技術総合研究所物質計測標準研究部門

発表概要

- ・日本放射化学会について
- ・放射化学会が実施したアンケートから集約した新研究炉への期待・要望

RCNP研究会「研究用原子炉を用いた原子核素粒子物理学」
2022年5月30日 14:35～15:00 大阪大学核物理研究センター

日本放射化学会



戦前：北投石の研究、
理研での仁科・木村の研究

1950年 放射化学研究の再開

1954年 “ビキニの灰”の分析

1957年 浜口博による隕石中のUの放射化
分析

1957年 第1回放射化学討論会
(世話人斎藤信房・東大)

以後、放射化学討論会は毎年1回開催

1999年11月 日本放射化学会設立
2021年 法人化

現在の会員数は約400名

研究分野は核化学、核プローブ、放射化分析、
核医学、環境放射能などである。

歴代の学会賞／奨励賞の受賞者と受賞テーマ

年	賞名	受賞者	受賞タイトル
2021年	学会賞	海老原 充	中性子放射化分析法の高度化と宇宙地球化学研究への応用
2020年	学会賞	田上 恵子	環境中の放射性核種による人の被ばく線量推定のための生活圏移行パラメータ研究
2019年	木村賞 学会賞	森田 浩介 佐藤 哲也	113番元素の発見による放射化学への貢献 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量素領域における核化学研究の開拓
	奨励賞	日下 良二	振動と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
2018年	奨励賞	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
2016年	学会賞	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	笠松 良崇	ラザホージウム溶液化学研究のための新しい分析法の開発ー共沈法と抽出平衡測定法ー
	奨励賞	二宮 和彦	負ミューオンを用いた非破壊三次元元素分析法の開発
	奨励賞	金子 政志	メスパワ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
2015年	学会賞	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
2013年	学会賞	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
2012年	奨励賞	木下 哲一	消滅核種サマリウム-146の研究ー特に半減期測定についてー
2011年	奨励賞	坂口 綾	環境中のウラン同位体に関する研究
2010年	学会賞	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
	奨励賞	大矢 恭久	炭化セ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
	奨励賞	吉村 崇	テクネチウム錯体の合成と性質に関する研究
2009年	木村賞	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
	奨励賞	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
	奨励賞	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
2008年	木村賞 学会賞	安部 文敏 日高 洋	核プローブの応用とマルチトレーサー法の創始 天然における核反応現象に基づく地球化学及び宇宙化学的研究
	奨励賞	豊嶋 厚史	シングルアトム分析法を用いたラザホージウム、ノーベリウムの溶液化学的研究
2007年	木村賞	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
	学会賞	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
	奨励賞	小田 寛貴	古文書・古筆切の放射性炭素年代測定
	奨励賞	佐々木隆之	アクチノイドおよびランタノイド水酸化物錯体の生成挙動に関する熱力学的研究
2006年	学会賞	大槻 勤	フラー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
	奨励賞	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
	奨励賞	鈴木 達也	3級ポリジメチルシリルを用いるランタノイドとアクチノイドの分離
2005年	学会賞	竹田 満洲雄	多くの核種のメスパワ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
	奨励賞	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
	奨励賞	加治 大哉	ヘリウムガス中を運動する超重量素の平均平衡電荷に関する基礎研究ー超重量素合成実験への寄与ー
	奨励賞	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
2004年	学会賞	永目 諭一郎	ラザホージウム等の核化学研究における新展開
	奨励賞	高橋 嘉夫	アクチノイドおよびランタノイドの環境中での錯生成ならびに固相吸着に関する研究
2003年	奨励賞	佐藤 渉	γ線振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
2002年	奨励賞	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
2001年	木村賞	佐野 博敏	核爆変に伴う化学的後遺効果(ホットアトム効果)の発光メスパワー分光学的研究
	奨励賞	羽場 宏光	中高エネルギー光核反応の放射化学的研究ー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ー
2000年	奨励賞	速水 真也	メスパワー分光法を用いた動的電子状態に関する研究
	奨励賞	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

放射化学会における新研究炉への対応

2020年12月8日:京大複合研・日本放射化学会 web会議

京大複合研川端所長より

- ・ 高速中性子の利用について、利用希望分野やユーザー数などについて情報がほしい。
- ・ 熱中性子に関しても利用目的、ユーザーの種類、規模などの情報を収集し整理したい。
- ・ 照射物等を取り扱うホットラボに設置すべき設備や設計について、特にRI製造に関しては産業界との連携も考慮に入れた上で検討してほしい。

篠原会長より

- ・ 日本放射化学会での「新研究炉検討委員会」設置準備等の対応状況の説明の後、意見交換を行った。
- ・ 2月中旬までに放射化学会からの新研究炉への要望をまとめる。

2020年12月15日:

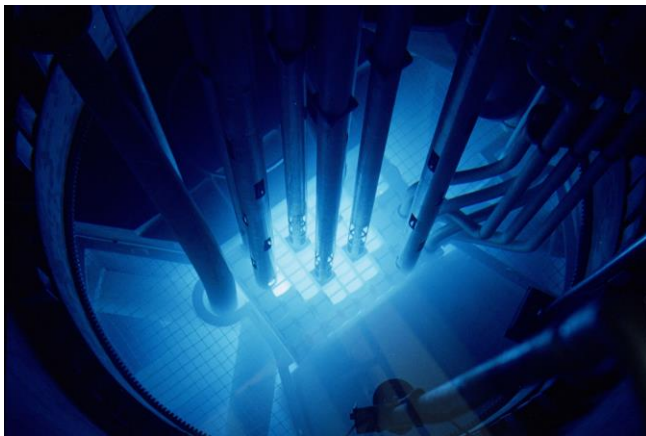
放射化学会理事会で新研究炉検討委員会を設置。まず、新研究炉への要望・意見を取りまとめ、京大複合研に提示する。

新研究炉検討委員会

委員長:三浦勉(産総研)、副委員長:大浦泰嗣(都立大院)

委員:篠原厚(阪大院)、高宮幸一(京大複合研)、羽場宏光(理研)、箕輪はるか(慈恵医大)、佐藤渉(金沢大院)、鷲山幸信(福島医大)、木下哲一(清水建設)、桐島陽(東北大院)、笠松良崇(阪大院)

新研究炉に関するアンケート



<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/KURdiv/index2.php>

放射化学会・放射化分析研究会会員
にアンケートを実施。新研究炉検討委
員会で意見を集約し、2021年2月
16日に京大複合研所長に提出した



新研究炉に関するアンケート

新研究炉（福井炉）に関する要望をお聞かせください。
複数の利用形態が考えられる場合は、各利用形態ごとに複数回の回答をお願いします。

***必須**

主に関連する研究炉の利用形態を選択してください。*

- ☐ 放射化分析
- ☐ 核化学（RI製造、医薬・環境科学等におけるトレーサ利用を含む）
- ☐ 原子核プローブ（メスbauer分光、陽電子湮滅分光、振動角相関、μSRなど）
- ☐ 核燃・アクチニド化学
- ☐ その他: _____

福井炉で研究を行う上で必要となる照射設備と中性子束（例「圧気輸送管照射設備：KURの圧気輸送管設備(5 MW)の2倍」）[複数回答可、設備毎に改行してください]

福井炉で研究を行う上で必要となるホットラボ設備と数（例「実験室：2室<改行>フード：2台<改行>測定室：1室<改行>Ge検出器：2台」）[複数回答可、設備毎に改行してください]

福井炉で研究を行う上で必要となる周辺施設（例：宿泊施設<改行>コールドラボ）[複数回答可、設備毎に改行してください]

福井炉でRIを含む試料（放射化物など）の物性測定を行う上で必要な装置（例：粉末X線回折装置、SQUID、ICP-MS、 , , , ）[複数回答可、設備毎に改行してください]

福井炉で核燃料物質を用いた研究を希望しますか？希望する場合は、どのような設備が必要ですか？（例：専用フード<改行>グローブボックス）[複数回答可、設備毎に改行してください]

その他、福井炉で研究を行う上での要望（例：メールインサービスの実施、実験時の技術的サポートなど）や意見など自由にお書きください。

メールアドレス（ご回答いただいた内容について、問い合わせをさせていただくことがありますので、よろしければご記入ください）

ご回答いただいた内容について
本フォームからは回答いただいた内容は回答者側に送ることが出来ないため、記録を残しておきたい方はご自身で印刷・保存をお願いします。

送信

アンケート結果：概要

日本放射化学会は、福井県もんじゅサイトに新設される試験研究炉設置に対してユーザーとしての新研究炉施設への意見や要望を集約し発信するために、新研究炉検討委員会を設置した。ここでは2021年1月に実施した日本放射化学会会員と放射化分析を目的とするユーザーの団体である放射化分析研究会会員を対象に行ったアンケートの集計結果から集約した、

1. 新研究炉で実施できる研究及び利用テーマ
2. 照射利用の形態とユーザー規模
3. 照射設備・中性子束
4. ホットラボ・実験設備
5. 放射線測定装置・分析装置
6. 周辺施設

を紹介する。

これらは、放射化分析、RI製造(核化学、工学、核医学、環境科学等におけるRI利用を含む)、核プローブ、アクチニド化学のグループから寄せられた要望・意見である。

アンケート結果：新研究炉での研究及び利用テーマ

新研究炉で実施可能な研究及び研究炉利用テーマを以下に示す。主に照射により生成した放射性核種を利用する研究であり、照射設備に加えてホットラボの整備が必要である。併せてRIだけでなく核燃料物質の使用を希望する強い要望があった。

(1) 原子炉中性子源による研究用RIの製造

(2) 核化学、生物学、核医学、環境科学、教育分野等におけるRI利用

(3) 原子炉中性子源による放射化分析を用いた宇宙・地球化学、環境科学、化学標準の研究・開発、民間企業を想定した放射化分析の商用利用、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定

(4) 原子炉中性子の照射で放射性核種を生成し、これらを摂動角相関法やメスバウアー分光法などのプローブ核として利用する物性研究

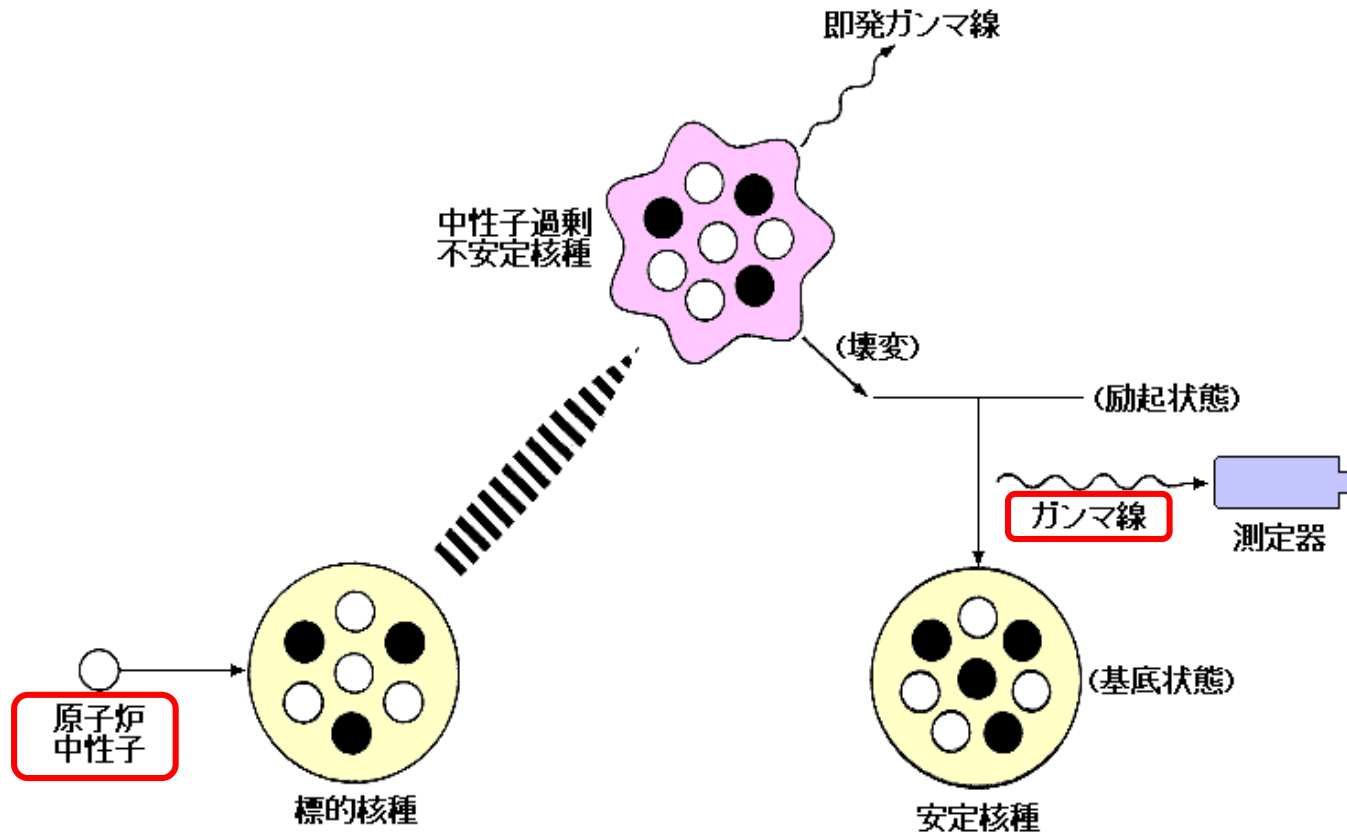
原子炉中性子源による研究用RI製造

- ・原子力委員会で「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」を策定中
- ・原子炉は加速器より高い中性子束が得られる。
- ・速中性子による (n, p) 、 $(n, 2n)$ や (n, pn) 反応を利用し、医学・生物学利用に有効な比放射能が高いRIが製造できる。例えば、核医学用RIとして、 ^{99}Mo 、 ^{67}Cu 、 ^{225}Ra 等を製造できる。また、 $(n, 2n)$ 反応を利用することで、 (n, γ) 反応とは異なる核種を製造でき、利用できる半減期や放射線を拡大することができる。

製造核種の例：

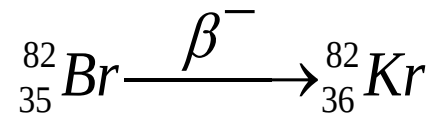
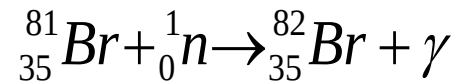
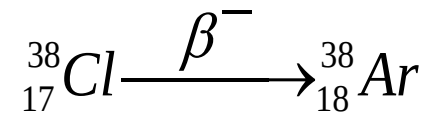
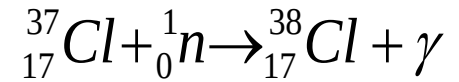
^{24}Na 、 ^{47}Ca 、 ^{56}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{64}Cu 、 ^{65}Ni 、 $^{65,69}\text{Zn}$ 、 ^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)、 ^{79}Se 、 ^{91}Sr 、 $^{93,95,97}\text{Zr}$ 、 ^{95}Nb 、 ^{103}Ru 、 $^{131-133}\text{I}$ 、 ^{140}Ba 、 ^{140}La 、 $^{141,143}\text{Ce}$ 、 ^{151}Pm 、 ^{166}Ho 、 ^{177}Lu 、 ^{181}Hf 、 ^{182}Ta 、 ^{185}W 、 ^{186}Re 、 ^{188}W 、 ^{197}Pt 、 ^{198}Au 、 ^{239}Np など
多数)

中性子放射化分析法



中性子放射化分析の概念図

[出典] 海老原充: 放射化学的中性子放射化分析(解説)、ふんせき、(1988) p.905



Neutron Activation Analysis (NAA)

中性子放射化分析法(NAA)の利点と適用可能な試料

- 中性子と標的原子核との原子核反応に基づく分析法
- 目的元素の存在状態に影響されないので、試料を分解・溶解することなく全量分析が可能。→ 中性子照射後、複数回試料を測定することで、試料を分解し、溶液化することなく30元素以上の定量が可能。
- トレーサビリティチェーンが切れないので、SIトレーサビリティの確保が容易、ハロゲン等の揮発性元素の定量に有効
- 試料中のH, C, N, O, Sは他の元素の定量に影響しない。 10^{-9} gから 10^{-6} g程度の存在量の元素の定量に適している。

完全分解が困難な試料

土壌、鉱物、岩石、隕石・宇宙塵、大気浮遊塵、セラミックス

水素、炭素、窒素、酸素が主成分の試料

植物、生物試料

溶液化に伴い汚染の危険がある試料

高純度物質(Si半導体材料)、極微量試料(宇宙塵、大気浮遊塵)

厳密な定量が必要な試料

認証標準物質の値付け、科学捜査関係試料、美術・考古学試料

Neutron Activation Analysis of a Particle Returned from Asteroid Itokawa

M. Ebihara,^{1,*} S. Sekimoto,² N. Shirai,¹ Y. Hamajima,³ M. Yamamoto,³ K. Kumagai,¹ Y. Oura,¹ T. R. Ireland,⁴ F. Kitajima,⁵ K. Nagao,⁶ T. Nakamura,⁷ H. Naraoka,⁸ T. Noguchi,⁹ R. Okazaki,⁵ A. Tsuchiyama,⁹ M. Uesugi,¹⁰ H. Yurimoto,¹¹ M. E. Zolensky,¹² M. Abe,¹⁰ A. Fujimura,¹⁰ T. Mukai,¹⁰ Y. Yada¹⁰

A single grain (~3 micrograms) returned by the Hayabusa spacecraft was analyzed by neutron activation analysis. This grain is mainly composed of olivine with minor amounts of plagioclase, troilite, and metal. Our results establish that the Itokawa sample has similar chemical characteristics (iron/scandium and nickel/cobalt ratios) to chondrites, confirming that this grain is extraterrestrial in origin and has primitive chemical compositions. Estimated iridium/nickel and iridium/cobalt ratios for metal in the Itokawa samples are about five times lower than CI carbonaceous chondrite values. A similar depletion of iridium was observed in chondrule metals of ordinary chondrites. These metals must have condensed from the nebular where refractory siderophile elements already condensed and were segregated.

The Hayabusa spacecraft was launched on 9 May 2003 and reached asteroid 25143 Itokawa in September 2005 (1). After accomplishing numerous scientific observations (2, 3), the spacecraft tried to collect surface material from Itokawa by touching down to the asteroid in November 2005 (4). The spacecraft then navigated back to Earth. Despite encountering several difficulties, Hayabusa finally returned to Earth on 12 June 2010, and its entry capsule was successfully recovered. Although the sample collection was not nominally performed, it was hoped that some extraterrestrial material was stored in the capsule. After careful and extensive examination, more than 1500 particles were recognized by microscopes, most of which were eventually judged to be extraterrestrial, probably originating from Itokawa (5).

We analyzed one of the largest grains returned by Hayabusa (RA-QD02-0049) through instrumental neutron activation analysis (INAA). We used a scanning electron microprobe (SEM) to perform the initial characterization of this grain at the receiving room at Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency. The SEM results indicate that the particle is a large crystal of olivine (Fig. 1A), and small inclusions of troilite are contained in this olivine (Fig. 1B). In addition, small pieces of silicates are attached on the surface of olivine (Fig. 1B). Before assaying to INAA, the sample was rinsed with ethanol for the inspection of organic materials at Kyushu University, Fukuoka, Japan, where the rinsed sample was also analyzed by a Raman spectrometer for the characterization of carbonaceous compounds. The sample was then carefully placed into a quartz sample holder for neutron irradiation at Kyushu and brought to the Kyoto University Research Reactor Institute (KURRI), Kumatori, Osaka, Japan. Along with reference standards, the Itokawa sample was irradiated with neutrons at a thermal neutron flux of $8.2 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ for 19 hours. After irradiation, the quartz holder was replaced with a new (nonirradiated) one to reduce the background radioactivity during gamma-ray counting. During this procedure, the sample was split into five small grains, the largest of which was named RA-QD02-0049-1. The remaining four smaller grains were placed together into one sample holder and named RA-QD02-0049-2. Together with reference standards, both samples were

measured for their radioactivity at KURRI for the first three weeks and then at the Low Level Radioactivity Laboratory of Kanazawa University, Tatsunokuchi, Kanazawa, Japan. The detailed procedure for INAA is described in the supporting online material (SOM).

Both samples have similar chemical compositions, suggesting that the grain is fairly homogeneous in its chemical composition (Table 1). According to the surface observation by SEM, grain RA-QD02-0049 is composed mainly of olivine, with plagioclase and troilite as trace components. A slightly high Na content for RA-QD02-0049-1 suggests that it is somewhat plagioclase-rich relative to RA-QD02-0049-2.

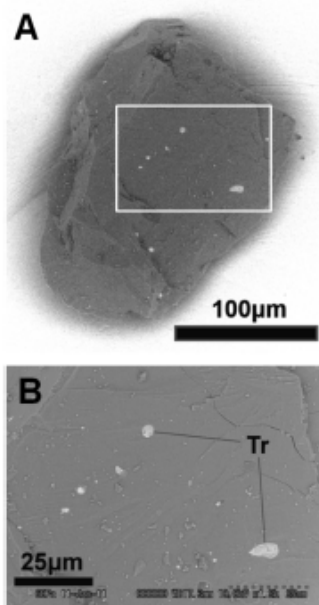


Fig. 1. Back-scattered electron image of a whole view (A) and a partial view (B) of Itokawa particle RA-QD02-0049. (A) The particle is almost exclusively made of olivine with minor amounts of what are probably plagioclase and opaque inclusions mostly of troilite. (B) Enlarged view of the boxed area in (A) where some troilite (Tr) inclusions are observed. Many small pieces of silicates deposit on the surface.

貴重な小惑星回収試料への応用

試料：
小惑星イトカワから回収された微小粒子

分析結果：
Na, Sc, Cr, Fe, Co, Ni, Zn, Se,
Sm, Eu, Hf
→ ngレベルを定量
Ir → 30 fgのIrを定量

照射：京大原子炉KUR

Downloaded from www.sciencemag.org on August 30, 2011

¹Department of Chemistry, Tokyo Metropolitan University, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan. ²Kyoto University Research Reactor Institute, Kumatori, Osaka, Japan. ³Low Level Radioactivity Lab, Kanazawa University, Tatsunokuchi, Japan. ⁴Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra, Australia. ⁵Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan. ⁶Geochronological Research Center, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. ⁷Department of Earth and Planetary Material Sciences, Tohoku University, Sendai, Japan. ⁸College of Science, Ibaraki University, Mito, Japan. ⁹Department of Earth and Space Science, Osaka University, Toyonaka, Japan. ¹⁰Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, Sagamihara, Kanagawa, Japan. ¹¹Natural History Sciences, Hokkaido University, Sapporo, Japan. ¹²NASA Johnson Space Center, Houston, TX 77058, USA.

*To whom correspondence should be addressed. E-mail: ebihara-mitsuru@tmu.ac.jp

高純度物質への応用： ^{28}Si 濃縮けい素単結晶中の不純物分析

analytical chemistry

Letter
pubs.acs.org/ac

Impurities in a ^{28}Si -Enriched Single Crystal Produced for the Realization of the Redefined Kilogram

Marco Di Luzio,^{†,‡} Attila Stopic,[§] Giancarlo D'Agostino,^{*,†} John W. Bennett,[§] Giovanni Mana,[†] and Massimo Oddone[‡]

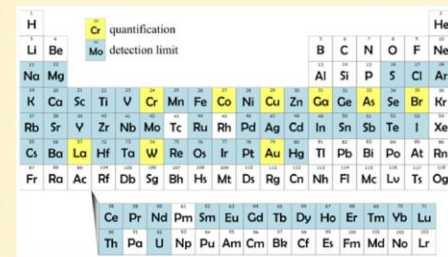
[†]Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), Strada delle Cacce 91, 10135 Torino, Italy

[‡]Department of Chemistry, University of Pavia, via Taramelli 12, 27100 Pavia, Italy

[§]Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO), New Illawarra Road, Lucas Heights, New South Wales 2234, Australia

Anal. Chem., 89, 6214-6317, 2017.

ABSTRACT: The practical realization of the unit of mass is possible by manufacturing a perfect one-kilogram sphere from a ^{28}Si -enriched single crystal. The mass of the sphere can be determined in terms of a fixed value of the Planck constant by counting the number of silicon atoms in the core of the single crystal. To reach the target 2.0×10^{-8} relative standard uncertainty, the mass of the surface layer and the mass deficit due to point defects such as impurities and vacancies must be investigated and corrected for. A sample of a ^{28}Si -enriched single crystal produced to test the possibility of obtaining material at a scale useful to the dissemination of mass standards was measured by instrumental neutron activation analysis to check the purity with respect to a large number of possible contaminant elements. The results collected in a neutron activation experiment performed with the high thermal neutron flux available at the 20 MW OPAL research reactor are described. The data collected in this study showed that the produced material has a purity level never achieved with silicon used to manufacture previous one-kilogram spheres.



ANSTO, OPAL research reactor ($6 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) で 300 s、116.7 h 照射後 γ 線測定し定量

	半減期	質量分率 (kg kg^{-1})
Cr	27.7 d	$(1.40 \pm 0.14) \times 10^{-12}$
Co	1925.3 d	$(7.6 \pm 1.5) \times 10^{-14}$
Cu	12.7 h	$(6.9 \pm 1.2) \times 10^{-10}$
Ga	14.1 h	$(3.1 \pm 1.0) \times 10^{-13}$
As	26.2 h	$(1.28 \pm 0.47) \times 10^{-12}$
Br	35.3 h	$(1.80 \pm 0.30) \times 10^{-13}$
La	1.68 d	$(7.14 \pm 0.71) \times 10^{-14}$
W	23.7 h	$(6.87 \pm 0.42) \times 10^{-12}$

	上限値 (kg kg^{-1})
Ir	$< 4.5 \times 10^{-16}$
Na, Ar, Sc, Mn, Zn, Se, Mo, Ru, Pd, Ag, Cd, In, Sb, Te, Cs, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Hg, Th, U	$< 1 \times 10^{-11}$
Cl, K, Ca, Ti, V, Fe, Ni, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Sn, I, Ba, Er	$< 1 \times 10^{-7} \sim < 1 \times 10^{-11}$
Mg	$< 3.0 \times 10^{-7}$
Nb	$< 2.3 \times 10^{-5}$
S	$< 7.0 \times 10^{-3}$

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定法

地質試料を原子炉で照射し、 $^{39}\text{K}(\text{n}, \text{p})^{39}\text{Ar}$ を生成させ、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ を希ガス質量分析法で測定して試料の年代を決定する。

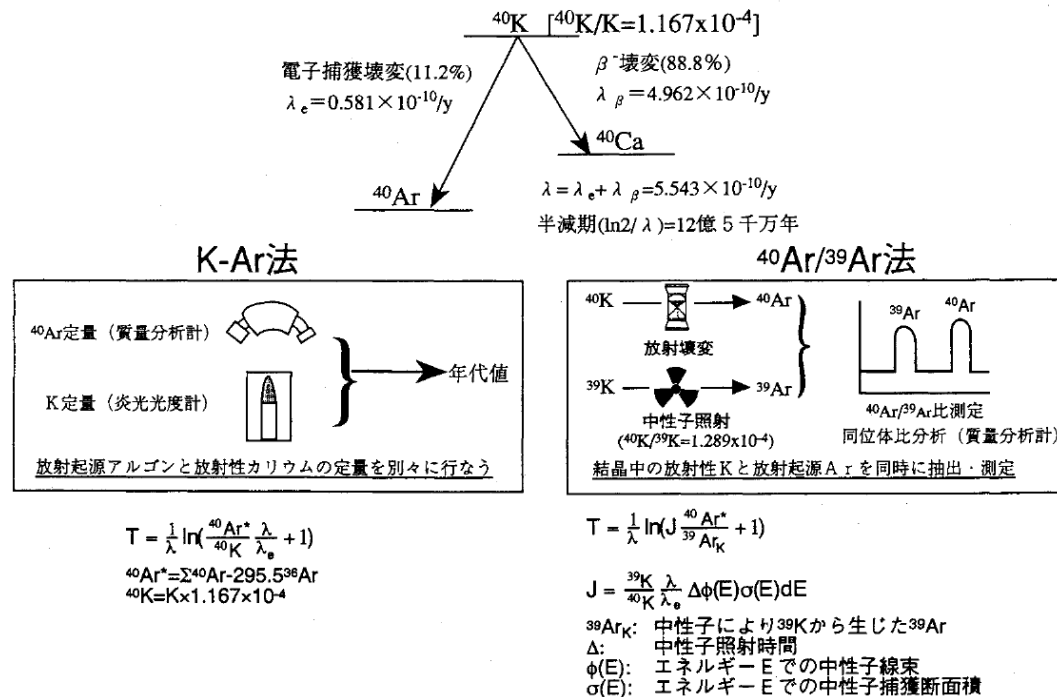


図1 K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定法の原理

宇都浩三、石塚治、K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法による第三期火山岩の年代測定の現状と将来、石油技術協会誌, Vol. 64, 63-70, 1999

中性子照射: 厚さ0.8 mmのCd箔で熱中性子を除いて照射する。

KUR: 1 MW (速中性子 $1.9 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2\text{s}$, 10 h) 5MW (速中性子 $5.95 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2\text{s}$, 2 h)

アンケート結果:新研究炉での備えることが望ましい 照射設備・中性子束

(1)照射設備:

- KUR-Pnと同等な秒から分単位で照射時間を制御できる圧気輸送管照射設備(JRR-3 Pn3と同等の秒単位の迅速照射、繰り返し照射ができる設備も有効)
- 水圧輸送管設備(短期および数週間から数か月の長期照射が可能)
- KURの傾斜照射孔、長期照射プラグ相当の照射設備
- 低温照射が可能な照射サイト
- 即発 γ 線検出用ポート:スーパーミラー中性子導管を設置し即発ガンマ線分析装置を設置する。
- 核燃料物質が利用できる照射設備、実験室

(2)中性子束:

優先度高:

10^{13} /cm²/秒(KUR-Pnの2~5倍程度)~ 10^{14} /cm²/s(炉心照射)。

出力10MW程度

優先度中:

速中性子束:RI製造用にJMTRと同程度あれば望ましい。

大きめのサイズの試料の照射場があると望ましい。

アンケート結果:ホットラボ・実験設備

設置すべきホットラボ・設備として要望があった項目を以下に示す。ホットラボ・設備では核燃料物質・RIの使用が可能であることが望ましい。

(1)実験室:(核燃料物質・RIの使用が可能。)

他の施設と差別化を図り利用価値を上げるためにも、マクロ量(g単位)の核燃料物質(U, Th, Pu)を、マイナーアクチノイド等のRI核種と同時に取り扱いできること。

実験室:3室(>100 m²/室)[ホット、セミホット、低レベル(前処理)]もしくは[化学, 物理学, 核医学]、器具洗浄室:1室、放射線計測室(>75 m²/室):2室(低バックグラウンド測定用1室)
短時間照射用気送管の照射設備/試料取出設備(Ge検出器)
恒温測定室:1室、質量分析測定室:1室(>75 m²/室)
材料試験用実験室

(2)設備(核燃料物質・RIの使用が可能であること。)

優先度高;

照射カプセルの開封や試料分取に用いるグローブボックス:2台
高線量試料を取り扱うためのマニピュレータ付きホットセル:1基
嫌気性グローブボックス:2台
耐酸性スクラバ付きの化学フード(鉛ガラスなどの遮へい付き):4台
クリーンフード

優先度中;ガス置換型高温電気炉(~1500℃)、オンライン同位体分離器

(3)コールドラボ(予備実験や試薬調製用の非管理区域実験室)

化学実験室(>100 m²/室)、物理実験室(>100 m²/室)

アンケート結果：放射線測定装置・分析測定

設置すべき放射線測定装置・分析装置として以下の装置の要望があった。全ての装置で核燃料物質・RIを使用できることが望ましい。

(1)放射線測定装置

優先度高：Ge半導体検出器：8台、 α 線スペクトロメトリーシステム、液体シンチレーションカウンター

優先度中：2 π ガスフロー式検出器、BaF₂検出器、イメージングアナライザー、HPLC(RI検出器、MS)、TLCスキャナー、低バックグラウンド β 線スペクトロメーター

(2)分析装置

優先度高：メスバウアー分光装置、ICP-MS、ICP-AES、スパッタリング装置

優先度中：XRD、XRF、SEM-EDS、TEM、SQUID、TG-DSC、XPS、比表面積/細孔分布測定装置、レーザーラマン分光装置、CHN元素分析装置、紫外可視近赤外分光光度計、NMR、TOC計、イオンクロマトグラフィー、熱電特性評価装置、シャルピー衝撃試験機、一軸圧縮強度試験機、硬度試験機、SIMS、TIMS、AMS、PIXE

アンケート:その他

周辺施設

設置すべき周辺施設として以下の要望があった。

優先度高;

宿泊施設(ツイン10室・福井炉への容易なアクセス)

公共交通機関の充実(バス, タクシー)

研究員控室(十分なインターネット環境を提供)

ミーティングルーム(>30 m²):2室

冷媒供給設備(液体窒素, 液体ヘリウム)

優先度中;

コンビニエンスストアまたは売店

データ解析室(並列計算ワークステーション)

食堂

レンタル自転車

図書館

工作室(金属加工・ガラス細工用の機械と設備)

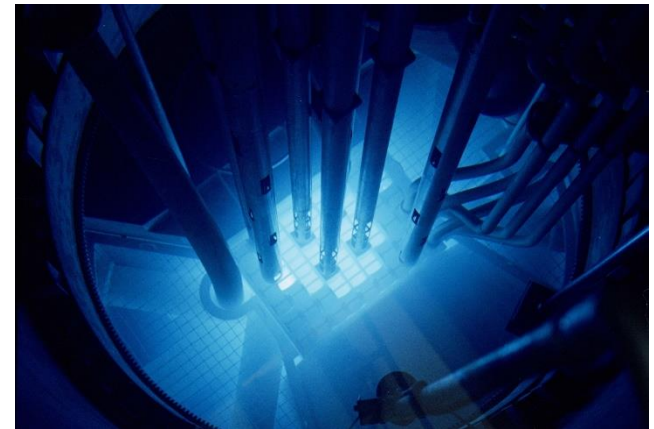
貸し出し用備品(NIMモジュール, ケーブル, 電子回路部品など)

7. その他の意見・要望として、常駐の当該分野研究グループ・技術支援スタッフ配置の必要性とその人材確保に早くから取り組む必要性が多数挙げられた。その他、

- ・ユーザズオフィスのようなユーザー対応をワンストップサービスで対応する部署の設置が有効
- ・民間企業による新研究炉の利用ができれば利用者の増大と産業振興につながる
- ・商用利用を望む。放射化分析・即発γ線分析では委託分析ができるとありがたい。
- ・供用法(特定先端大型研究施設の供用の促進に関する法律)の適用
- ・核燃料物質の照射とその分析ができること。教育訓練のe-learning、手続きのオンライン化、スムーズな核燃料物質の受け払いの仕組みを期待する。

最後に

- 現在、放射化学会新研究炉検討委員会は、「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」新試験研究炉における幅広い利用運営(WG2)との意見交換を継続的に進めています。
- 福井県もんじゅサイトに新設される試験研究炉の設置がスムーズに進行することを強く期待するとともに、バックアップ・協力を進めていきます。



<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/KURdiv/index2.php>