



JAEA-Data/Code

2019-012

DOI:10.11484/jaea-data-code-2019-012

照射後試験施設から発生した 放射性廃棄物に対する放射化学分析

Analysis of the Radioactivity Concentrations in Low-level Radioactive Waste
Generated from Post Irradiation Examination Facility

水飼 秋菜 原賀 智子 石森 健一郎 亀尾 裕

Akina MITSUKAI, Tomoko HARAGA, Ken-ichiro ISHIMORI and Yutaka KAMEO

原子力科学研究部門

原子力科学研究所

バックエンド技術部

Department of Decommissioning and Waste Management

Nuclear Science Research Institute

Sector of Nuclear Science Research

February 2020

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<https://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2020

照射後試験施設から発生した放射性廃棄物に対する放射化学分析

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究部門 原子力科学研究所 バックエンド技術部

水飼 秋菜、原賀 智子、石森 健一郎、亀尾 裕

(2019年10月9日受理)

日本原子力研究開発機構の研究施設等から発生する研究施設等廃棄物は、放射能レベルに応じて将来的に浅地中埋設処分される予定であり、埋設処分を開始するまでに、廃棄体の放射能濃度を評価する方法を構築する必要がある。そこで、原子力科学研究所バックエンド技術部では、研究施設等廃棄物に対する放射能濃度評価方法の検討のため、原子力科学研究所内に保管されているホットラボから発生した放射性廃棄物より分析試料を採取し、放射化学分析を実施した。本報告書は、平成29年度から30年度に取得した19核種(^3H 、 ^{14}C 、 ^{36}Cl 、 ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{90}Sr 、 ^{94}Nb 、 ^{99}Tc 、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{129}I 、 ^{137}Cs 、 ^{152}Eu 、 ^{154}Eu 、 ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm)の放射能濃度データについて整理し、放射能濃度評価方法の検討のための基礎資料としてまとめたものである。

本報告書は、ニュークリア・デベロップメント株式会社が国立研究開発法人日本原子力研究開発機構との契約により実施した業務成果に基づくものである。

原子力科学研究所: 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

Analysis of the Radioactivity Concentrations in Low-level Radioactive Waste
Generated from Post Irradiation Examination Facility

Akina MITSUKAI, Tomoko HARAGA, Ken-ichiro ISHIMORI
and Yutaka KAMEO

Department of Decommissioning and Waste Management
Nuclear Science Research Institute
Sector of Nuclear Science Research
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 9, 2019)

Radioactive wastes which generated from research and testing reactors in Japan Atomic Energy Agency are planning to be buried for the near surface disposal. Therefore, it is required to establish the method to evaluate the radioactivity concentrations of radioactive wastes by the time it starts disposal. In order to contribute to this work, we collected and analyzed the samples generated from Post Irradiation Examination Facility. In this report, we summarized the radioactivity concentrations of 19 radionuclides (^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , $^{108\text{m}}\text{Ag}$, ^{129}I , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{234}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm) which were obtained from radiochemical analysis of those samples.

Keywords: Low-level Radioactive Waste, Radioactivity Concentration, Radiochemical Separation, Solid Phase Extraction, Metal Samples, Post Irradiation Examination Facility

This work performed by Nuclear Development Corporation under contract with Japan Atomic Energy Agency.

目 次

1. はじめに.....	1
2. 放射能分析方法.....	2
2.1 試料の概要.....	2
2.2 試料前処理(研磨、揮散回収処理).....	2
2.3 ^3H 及び ^{14}C 分析.....	3
2.4 ^{36}Cl 分析.....	3
2.5 ^{60}Co 分析.....	3
2.6 ^{63}Ni 分析及び ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm 分析の前処理.....	3
2.7 ^{63}Ni 分析.....	4
2.8 ^{90}Sr 分析.....	4
2.9 ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析.....	4
2.10 ^{99}Tc 分析.....	5
2.11 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析.....	5
2.12 ^{129}I 分析.....	5
2.13 ^{137}Cs 分析.....	5
2.14 α 線放出核種 (^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 及び ^{244}Cm) 分析.....	5
3. 放射化学分析結果.....	7
4. まとめ.....	7
謝辞.....	7
参考文献.....	8

Contents

1. Introduction	1
2. Methods for radioactivity analysis.....	2
2.1 Overview of analysis sample.....	2
2.2 Preprocessing for analysis sample	2
2.3 Analysis of ^3H and ^{14}C	3
2.4 Analysis of ^{36}Cl	3
2.5 Analysis of ^{60}Co	3
2.6 Preprocessing for sample of ^{63}Ni and ^{234}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am and ^{244}Cm	3
2.7 Analysis of ^{63}Ni	4
2.8 Analysis of ^{90}Sr	4
2.9 Analysis of ^{94}Nb , ^{152}Eu and ^{154}Eu	4
2.10 Analysis of ^{99}Tc	5
2.11 Analysis of $^{108\text{m}}\text{Ag}$	5
2.12 Analysis of ^{129}I	5
2.13 Analysis of ^{137}Cs	5
2.14 Analysis of ^{234}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am and ^{244}Cm	5
3. Results	7
4. Conclusions	7
Acknowledgement.....	7
References.....	8

表リスト

表 1	核種分析でを使用した測定機器一覧	9
表 2	分析試料リスト	10
表 3	分析試料別の試料分配	30
表 4	削り取り前後の外観写真	32
表 5	^3H の分析結果	43
表 6	^{14}C の分析結果	43
表 7	^{36}Cl の分析結果	44
表 8	^{60}Co の分析結果	44
表 9	^{63}Ni の分析結果	45
表 10	^{90}Sr の分析結果	45
表 11	^{94}Nb の分析結果	46
表 12	^{99}Tc の分析結果	46
表 13	$^{108\text{m}}\text{Ag}$ の分析結果	47
表 14	^{129}I の分析結果	47
表 15	^{137}Cs の分析結果	48
表 16	^{152}Eu の分析結果	48
表 17	^{154}Eu の分析結果	49
表 18	^{234}U の分析結果	49
表 19	^{238}U の分析結果	50
表 20	^{238}Pu の分析結果	50
表 21	$^{239+240}\text{Pu}$ の分析結果	51
表 22	^{241}Am の分析結果	51
表 23	^{244}Cm の分析結果	52

図リスト

図 1	分析概要フロー	53
図 2	分析試料の削り取り処理フロー	54
図 3	揮散回収処理フロー	55
図 4	^3H 及び ^{14}C 分析フロー	57
図 5	^{36}Cl 分析フロー	58
図 6	^{60}Co 分析フロー	59
図 7	^{63}Ni 分析用試料、 α 線放出核種分析用試料の前処理フロー	60
図 8	^{63}Ni 分析フロー	61
図 9	^{90}Sr 分析フロー	62
図 10	^{94}Nb , ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析フロー	64
図 11	^{99}Tc 分析フロー	65
図 12	$^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析フロー	66
図 13	^{129}I 分析フロー	67
図 14	α 線放出核種 (^{234}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am 及び ^{244}Cm) 分析フロー	68

1. はじめに

廃棄物埋設事業者は、放射性廃棄物の埋設処分にあたり、処分対象となる廃棄物一体ごとに法令で定められている技術上の基準に適合していることについて規制当局による確認を受けなければならないことが「核物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」で規定されている。埋設処分を先行して実施している原子力発電所では、浅地中処分対象の廃棄物一体ごとに、廃棄物に含まれる放射性物質の濃度についてスケーリングファクタ法(以下、「SF法」という。)のような合理的な放射能濃度評価法により評価している。

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)の研究施設等から発生した放射性廃棄物(以下、「研究施設等廃棄物」という。)についても将来的に浅地埋設処分の実施が予定されており、原子力発電所同様に合理的な放射能濃度の評価方法を構築する必要がある。この取り組みの一環としてこれまでに、アスファルト固化対象の濃縮廃液¹⁾や動力原子炉(JPDR)²⁾⁻⁵⁾、JRR-2、JRR-3⁶⁾から発生した廃棄物に対し放射化学分析を実施し、放射能濃度評価法について検討した⁷⁾⁻⁹⁾。

本報告では放射能濃度評価方法を検討するため、照射後試験施設であるホットラボから採取した放射性廃棄物を対象に実施した放射化学分析方法及び結果について記述する。分析を実施したのは、ホットラボにおいて安全評価上重要核種であると予備評価された¹⁰⁾ 19 核種(³H、¹⁴C、³⁶Cl、⁶⁰Co、⁶³Ni、⁹⁰Sr、⁹⁴Nb、⁹⁹Tc、^{108m}Ag、¹²⁹I、¹³⁷Cs、¹⁵²Eu、¹⁵⁴Eu、²³⁴U、²³⁸U、²³⁸Pu、²³⁹⁺²⁴⁰Pu、²⁴¹Am、²⁴⁴Cm)の放射化学分析を行った。このとき、²³⁹Pu と ²⁴⁰Pu はスペクトル上の分離が困難な核種であるため、²³⁹⁺²⁴⁰Pu として放射能濃度を算出した。放射化学分析の方法及び分析結果について記述する。

2. 放射能分析方法

2.1 試料の概要

ホットラボから採取した分析試料(10 試料)を本試験の対象とした。分析の概要を図 1 に示す。また、表 1 に使用した測定機器等の情報を、表 2 に分析試料の形状、材質、外観等を示す。

2.2 試料前処理（研磨、揮散回収処理）

分析対象核種別の試料配分について、表 3 に示す。照射後試験施設から発生した廃棄物の多くは、施設の遮蔽セル内に設置された試験装置、照射済燃料・材料、セル内の除染作業等で発生した放射性廃棄物であり、汚染源は原子炉燃料または放射化材料に由来する放射性核種である。¹¹⁾¹²⁾。照射後試験で取り扱った照射済燃料・材料の種類は様々であるものの、汚染源となる放射性核種が付着した表面汚染の寄与が大きいと考えられる。

今回の核種分析では分析試料の試料表面を削り取り、削り粉を以後の核種分析へと供した。試料表面の汚染部回収フローを図 2 に示す。削り取りの前後に NaI シンチレーションカウンタ(以下、「NaI 検出器」という。)で放射能(全計数率(cps))を測定したところ、初期の放射能(A_0)から削り取り後の放射能(A_n)がバックグラウンド相当まで低下したことから分析試料の表面汚染全てが削り粉として回収できていることを確認した。分析試料の分配と削り取り前後の外観の変化をそれぞれ表 3 及び表 4 に示す。

^{60}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{94}Nb 、 ^{99}Tc 、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{129}I 、 ^{137}Cs 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu に対する分析の前処理として揮散回収処理を実施した。揮散回収処理のフローを図 3 に示す。はじめに分析試料を反応槽に入れ、担体としてコバルト(10 mg)、ストロンチウム(100 mg)、ニオブ(20 mg)、レニウム(テクネチウム担体の代替)(20 mg)、ヨウ素(10 mg)、セシウム(20 mg)及びユウロピウム(10 mg)の安定元素を添加した。ヨウ素回収容器を揮散回収装置にセットし、硫酸酸性下で過酸化水素を加えた。ヨウ素は I_2 の形態で揮散させて水酸化ナトリウムにトラップし、 ^{129}I 分析用試料として回収した。ヨウ素を揮散させた後の反応槽に銀担体を添加して、硫酸と過酸化水素の沸騰溶液中で ^{99}Tc とレニウムを過レニウム(テクネチウム)酸として蒸留した。この操作を 5 度繰り返し、凝集液を ^{99}Tc 分析用試料とした。 ^{129}I 及び ^{99}Tc を揮散させた後の残渣には硫酸塩となった金属イオンが含まれている。そこで硝酸で加熱溶解し、金属イオンを回収した。硝酸溶解液をろ過した後、ろ液に塩酸を加え塩化銀沈殿を回収し、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析用試料とした。塩化銀沈殿を除いたろ液には、アンモニア水を添加し、 $\text{pH} = 10$ に調整した後、沈殿を加熱熟成して再度ろ過した。残渣は ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 、 ^{154}Eu 分析用試料とした。さらに、ろ液には水酸化ナトリウムを加え、 $\text{pH} = 14$ に調整して加熱沸騰後、硝酸を加えて $\text{pH} = 10$ に調整した。炭酸ナトリウムを加えて加熱熟成した沈殿をろ過し、ろ液は ^{137}Cs 分析用試料とした。硝酸溶解液の沈殿は、純水で溶解し、水酸化ナトリウムを加えて $\text{pH} = 10$ に調整した後、炭酸ナトリウムを加えて沈殿を加熱熟成した。この溶液をろ過した沈殿に加えて、 ^{137}Cs 分析試料ろ過の際に得られた沈殿を合わせて ^{90}Sr 分析用試料とした。

2.3 ^3H 及び ^{14}C 分析

図 4 に ^3H 及び ^{14}C 分析フローを示す。分析試料を燃焼装置にセットし、空気中で 950°C まで昇温し、燃焼処理を行なった。試料中の炭素化合物は酸化触媒により CO_2 の化学形として吸収液に回収し、メスアップして ^{14}C 測定用試料とした。同時に、 ^3H はコールドトラップで HTO として回収し、凝縮水を ^3H 測定用試料とした。それぞれの測定試料は NaI 検出器で測定して妨害となる γ 線放出核種が混在していないことを確認した後、液体シンチレータと混合して ^3H は 18.6 keV 、 ^{14}C は 156 keV の β 線を液体シンチレーションカウンタ(以下、「LSC」という。)で測定した。なお、 950°C の燃焼処理で試料中の ^3H 及び ^{14}C のそれぞれ全てがコールドトラップあるいは吸収液へ移行しているものと考えられる。これまでにコールドトラップあるいは吸収液で全量回収できていることを確認しているため、 ^3H の放射能及び ^{14}C の放射能濃度はいずれも回収率を 100%として算出した。

2.4 ^{36}Cl 分析

図 5 に ^{36}Cl 分析フローを示す。分析試料を反応槽に入れ、揮散回収装置にセットした。硫酸を加えて硫酸酸性にした後、酸化剤として過酸化水素、塩素担体、沸石を添加した。加熱し、 HCl として揮発した塩素成分を水酸化ナトリウムが充填されたトラップで回収した。回収液は放冷し、炭酸ナトリウムと硝酸を加え酸性 ($\text{pH} = 1$) として、炭酸脱気した後に鉄共沈させて上澄みに妨害となる γ 線放出核種が存在しないことを NaI 検出器で確認した。さらに、硝酸銀を加えて塩素を AgCl 沈殿として回収し、アンモニア水を加えて沈殿を再度溶解した。溶解液には硝酸銀と硫化アンモニウムを加えてろ過し、硝酸を加えて酸性 ($\text{pH} = 1$) にした後、 AgCl の沈殿を回収した。沈殿の ^{36}Cl を β 崩壊に伴って放出される 709 keV の β 線スペクトロメータ(以下、「ピコ β 」という。)で測定した。 AgCl 沈殿質量を測定して求めた回収率で ^{36}Cl の放射能を補正した。

2.5 ^{60}Co 分析

図 6 に ^{60}Co 分析フローを示す。前述の揮散回収処理で ^{129}I 及び ^{99}Tc を回収した後の反応槽内の残渣を回収し、ろ過した後のろ液は酸溶解後に所定の液量に定容して ^{60}Co が放出する γ 線を Ge 検出器で測定した。残渣に ^{60}Co が残留していた場合には、残渣も加熱溶解を行って溶液化し、定容して Ge 検出器で測定した。測定前の試料溶液から分取した溶液を、誘導結合プラズマ発光分光分析装置(以下、「ICP-AES」という。)で測定して ^{60}Co の放射能濃度を補正した。なお、残渣に ^{60}Co の残留が認められた一部の試料についてはろ液と残渣それぞれの測定結果を合計しているため、 ^{60}Co の放射能は回収率を 100%として算出した。

2.6 ^{63}Ni 分析及び ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm 分析の前処理

図 7 に ^{63}Ni 及び ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm (以下、「 α 線放出核種」という。)分析の前処理フローを示す。分析試料に塩酸を加えて加熱溶解した後ろ過し、ろ液を回収した。発生した残渣

は王水加えて加熱溶解した後、ろ過してろ液を回収した。これら回収したろ液を ^{63}Ni 分析用試料及び α 線放出核種分析用試料とした。

2.7 ^{63}Ni 分析

図 8 に ^{63}Ni 分析フローを示す。前述の前処理で溶解した Ni 分析用試料にニッケル担体と 30%クエン酸アンモニウムを加え、5 分間攪拌した。NaOH で pH = 9.3 に調整した後、1% ジメチルグリオキシム-エタノール溶液を添加し、生成したニッケル-ジメチルグリオキシム錯体(以下「Ni-DMG 錯体」という。)をキシレンで抽出した。抽出した Ni-DMG 錯体を洗浄液で 5 度洗浄した後、NaI 検出器で測定して妨害となる γ 線放出核種が混在していないことを確認した。液体シンチレータと試料を混合し、一昼夜静置した後、 β 崩壊に伴って ^{63}Ni が放出する 66.9 keV の β 線を LSC で測定した。有機相の一部を分取し、分光光度計で測定した回収率で ^{63}Ni の放射能濃度を補正した。

2.8 ^{90}Sr 分析

図 9 に ^{90}Sr 分析フローを示す。揮散回収処理で回収した ^{90}Sr 分析用試料中の β 線測定に置いて妨害となる γ 線放出核種やその他の β 線放出核種を分離するため、発煙硝酸を加え、水冷して熟成させた沈殿を純水に溶解した。この操作は 3 度繰り返した。その後、沈殿を溶解させた液体に硝酸と鉄担体を加えた後、加熱沸騰させ放冷した。その後アンモニア水を加えて pH を調整し(pH = 10)鉄共沈させ、 ^{90}Sr の娘核種である ^{90}Y を除去した。ろ液を NaI 検出器で測定し、妨害となる γ 線放出核種が混在していないことを確認した。 ^{90}Sr と ^{90}Y との放射平衡を成立させるため約 2 週間放置した。沈殿を硝酸酸性下で溶解し、イットリウム担体を加えた後、アンモニア水(pH = 10)を加えて沈殿を生成させた。ろ過した沈殿に硝酸とストロンチウム担体を加えた後、アンモニアを加え pH を調整し(pH = 10)、再度ろ過した。この沈殿をさらに 3 M 塩酸で溶解し、シュウ酸アンモニウムで再度沈殿させた。ろ過した水酸化物の沈殿中で ^{90}Y が放出する 2.2 MeV の β 線をピコ β で測定した。一部分取したろ液と沈殿を溶解した溶液を誘導結合プラズマ発光分光分析装置(以下、「ICP-AES」という。)で測定し、 ^{90}Sr と ^{90}Y の放射能濃度を補正した。

2.9 ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析

図 10 に ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析フローを示す。揮散回収処理フローで回収した ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析用試料にアンモニア水を加えて五酸化ニオブ水和物の沈殿を生成させて回収した後、再度フッ化水素酸で溶解した。溶解液をろ過し、ろ液にテトラフェニルアルソニウムクロリド(以下、「TPAC」という。)を添加して沈殿を生成させた。妨害となる高エネルギーの γ 線放出核種を除去した後、 ^{94}Nb の β 崩壊に伴い放出される 871 keV の γ 線を Ge 検出器で測定した。測定後の沈殿に硫酸を加え加熱溶解し、過酸化水素を加え再度溶解した。ICP-AES で測定して求めた回収率で ^{94}Nb の放射能を補正した。 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu は、 ^{94}Nb の処理過程で得た EuF_3 沈殿を回収し、 ^{152}Eu が放出する 1408 keV の γ 線及び ^{154}Eu が放出する 1274 keV の γ 線を Ge 検出器で測定した。0.1 N 塩酸で沈殿の全量を溶解した溶液を ICP-

AES で測定して求めた回収率で ^{152}Eu 及び ^{154}Eu の放射能濃度を補正した。

2.10 ^{99}Tc 分析

図 11 に ^{99}Tc 分析フローを示す。揮散回収処理フローで回収した ^{99}Tc 分析用試料に純水と過酸化水素を加えた後、加熱沸騰させ放冷した。チオアセトアミドを加え、熟成させた沈殿をろ過し、硝酸と過酸化水素で溶解した。溶解した液をろ過したろ液に硝酸酸性下で鉄担体を加えた後、アンモニア水で pH を調整し (pH = 10)、共沈により不純物を分離した。ろ液は硝酸で pH を調整した後 (pH = 1)、過酸化水素と TPAC を加え、氷冷して沈殿を熟成させてからろ過した。沈殿を NaI で測定し、妨害となる γ 線放出核種が存在しないことを確認し、ピコ β で β 線を測定した。 ^{99}Tc は安定同位体が存在しないため、テクネチウム担体の代替として同族元素であるレニウム担体を添加している。よって、 ^{99}Tc の放射能濃度は沈殿を溶解した液のレニウム濃度を ICP-AES で測定して求めた回収率で補正した。

2.11 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析

図 12 に $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析フローを示す。揮散回収処理フローで回収した $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 分析用試料をアンモニア水でアルカリ性に pH 調整した (pH = 10) 後、塩化ナトリウムを加えて AgCl の沈殿を生成させた。 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ が放出する 433.9 keV、614.3 keV、722.9 keV の γ 線を Ge 検出器で測定した。 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ の放射能濃度は沈殿をアンモニア水で溶解した溶液の銀濃度を ICP-AES で測定して求めた回収率で補正した。

2.12 ^{129}I 分析

図 13 に ^{129}I 分析フローを示す。揮散回収処理フローで回収した ^{129}I 分析用試料をキシレンで抽出した後、(1+9)硝酸で 5 度洗浄し、さらに 10%亜硫酸水素ナトリウムで水相に逆抽出した。 ^{129}I の抽出液を NaI 検出器で測定し、妨害となる γ 線放出核種が混在していないことを確認した。その後、硝酸銀溶液を加え AgI 沈殿として回収し、 ^{129}I が β 崩壊に伴い放出する最大エネルギー 194 keV の β 線を 2π ガスフローカウンタ (以下、「 $2\pi\text{GFC}$ 」という。) で測定した。 ^{129}I の放射能濃度は、AgI 沈殿の質量を測定して求めた回収率で補正した。また、水相に逆抽出した抽出液の一部を分取して生成させた AgI 沈殿を加速器質量分析 (以下、「AMS」) で高感度分析した。

2.13 ^{137}Cs 分析

^{137}Cs の放射能濃度は揮散回収処理で得た溶解液と残渣それぞれを Ge で測定した結果を合計して算出した。そのため、 ^{137}Cs 放射能量は回収率を 100%として算出した。

2.14 α 線放出核種 (^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 及び ^{244}Cm) 分析

図 14 に ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 及び ^{244}Cm 分析フローを示す。 α 線放出核種は 2.6 節で酸溶解した分析用試料を UTEVA レジンと TRU レジンの 2 種類の抽出クロマト樹脂を使用して、U、Pu、

Am 及び Cm の各フラクションに分離した。試料の溶解液を一度乾固し、1 M の硝酸アルミニウムを含む 3 M 硝酸で再溶解した。0.6 M スルファミン酸鉄を加えた後、アスコルビン酸を加えて Pu を 3 価に調整して、完全に溶解させた。その後、硝酸でコンディショニングした UTEVA レジンに通液し、Pu、Am 及び Cm の溶出液を回収した。その後、0.05 M のシュウ酸を含む 5 M 塩酸で不純物を除去し、1 M 塩酸を通液して U を回収した。得られた Pu、Am 及び Cm の溶出液は硝酸でコンディショニングした TRU レジンに通液し、カラム上で亜硝酸ナトリウムにより Pu を 4 価に調製した。不純物を取り除いた後に 0.1 M フッ化水素酸を含む 4 M 塩酸溶液で Am 及び Cm を回収した。Pu は 0.1 M シュウ酸アンモニウムにより回収した。 α 線測定は表面障壁型 Si 半導体検出器(以下、「SSB」という。)で核種毎に行った。ただし、 ^{238}U は半減期が長いので、SSB による α 線測定より高感度に測定可能な誘導結合プラズマ質量分析装置(以下、「ICP-MS」という。)を用いた質量分析を適用した。 ^{238}U 分析では、分離精製操作を行わないため、回収率を 100%として ^{238}U の放射能濃度を算出した。 ^{234}U 分析では、UTEVA レジンで分離精製した U の溶出液をステンレス板に電着し、SSB で測定した。 ^{234}U の放射能濃度は、UTEVA レジンによる分離精製時に試料溶解液を 2 分し、一方に ^{238}U 標準溶液を添加して、試料と同一の分離精製操作を実施した。その後、SSB で測定した ^{238}U の放射能濃度から求めた U の回収率で補正した。 ^{238}Pu 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 分析では、UTEVA レジン及び TRU レジンで分離精製した Pu の溶出液をステンレス板に電着し、SSB で測定した。通常、 ^{238}Pu 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能濃度を補正する際は、分離精製操作前後の試料を ICP-MS で測定し、 $M/Z = 239$ の信号強度の変化から分離精製時の Pu の回収率を算出するが、今回の試料では ^{239}Pu の放射能濃度が極めて低いため、過去の Pu 分離精製操作における平均回収率(67%)で補正した。 ^{241}Am 及び ^{244}Cm 分析は、UTEVA レジン及び TRU レジンで分離精製した Am 及び Cm の溶出液をステンレス板に電着し、SSB で測定した。 ^{241}Am の放射能濃度は、試料溶解液を 2 分し、一方に ^{241}Am 標準溶液を添加した上で、試料と同一の分離精製操作を行い、SSB で測定した ^{241}Am の放射能濃度から求めた Am の回収率で補正した。また、 ^{244}Cm は今回の分離精製条件では ^{241}Am と同じフラクションに回収されるため、 ^{244}Cm の放射能濃度は Am の回収率を用いて補正した。

3. 放射化学分析結果

平成 29 年度から平成 30 年度にかけて 19 核種 (^3H 、 ^{14}C 、 ^{36}Cl 、 ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{90}Sr 、 ^{94}Nb 、 ^{99}Tc 、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{129}I 、 ^{137}Cs 、 ^{152}Eu 、 ^{154}Eu 、 ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm) の放射化学分析を行い、285 点の分析データを取得した。核種ごとの分析結果を表 5 から表 23 にまとめた。

4. まとめ

本報告では、研究施設等から発生する放射性廃棄物を対象とする放射能濃度評価方法検討のための基礎資料として、ホットラボから発生した放射性廃棄物について放射化学分析を実施し、得られた放射能濃度データについて取りまとめた。今後も、照射後試験施設等から発生した放射性廃棄物の分析を行い、放射能濃度データの蓄積を継続していく。

謝辞

本報告を執筆するにあたり、ホットラボの保管廃棄物から分析用試料を採取していただいたバックエンド技術部高減容処理技術課の方々、未照射燃料管理課の二瓶 康夫氏、小野 勝人氏、西 雅裕氏、椎名 秀徳氏、株式会社日本アクシスの新沼 真一氏に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 星垂紀子, 亀尾裕, 片山淳他, 研究施設等から発生する均質・均一固化体に対する放射化学分析
JAEA-Data/Code 2009-023, 2010, 84p.
- 2) 星垂紀子, 辻智之, 田中究他, JPDR 保管廃棄物試料に対する放射化学分析
JAEA-Data/Code 2011-011, 2011, 31p.
- 3) 田中究, 安田麻里, 渡辺幸一他, JPDR保管廃棄物試料に対する放射化学分析(2)
JAEA-Data/Code 2013-008, 2013, 16p.
- 4) 安田麻里, 田中究, 亀尾裕他, JPDR 保管廃棄物試料に対する放射化学分析(3)
JAEA-Data/Code 2014-011, 2014, 59p.
- 5) 大森弘幸, 根橋宏治, 島田亜佐子他, JPDR 保管廃棄物試料に対する放射化学分析(4)
JAEA-Data/Code 2014-029, 2015, 31p.
- 6) 原賀智子, 下村祐介, 水飼秋菜, 石森健一郎, 亀尾裕, JRR-2 及び JRR-3 から発生した放射性廃棄物に対する放射化学分析, JAEA-Data/Code 2019-004, 2019, 48p
- 7) 辻智之, 亀尾裕, 坂井章浩他, JPDR保管廃棄物に対する放射能濃度評価方法の検討(1),
JAEA-Technology 2012-045, 2013, 37p.
- 8) 辻智之, 坂井章浩, 天澤弘也他, JPDR 保管廃棄物に対する放射能濃度評価方法の検討(2),
JAEA-Technology 2015-009, 2015, 46p.
- 9) 林宏一, 出雲沙理, 仲田久和, 天澤弘也, 坂井章浩, JRR-2 及び JRR-3 保管廃棄物に対する放射能濃度評価方法の検討, JAEA-Technology 2018-001, 2018, 66p.
- 10) 坂井章浩, 天澤弘也, 仲田久和他, 研究施設等廃棄物の埋設処分における安全評価上重要核種の選定(その 3)－RI・研究所等廃棄物に係る主要放射性廃棄物発生施設毎の重要核種の予備評価
JAEA-Technology 2010-021, 2010, 152p.
- 11) 星野譲, 坂本義昭, 室井正行他, 照射後試験施設から発生する廃棄物の放射能評価方法の検討
JAEA-Technology 2015-015, 2015, 96p.
- 12) 辻智之, 星野譲, 坂井章浩他, 照射後試験施設から発生する廃棄物の放射能評価方法の検討(2)
JAEA-Technology 2017-010, 2017, 75p.

表 1 核種分析で使用した測定機器一覧

No.	測定器	略称	メーカ, 型式	測定核種または用途
1	Ge半導体検出器	Ge	ORTEC GEM-30P4	^{60}Co , ^{94}Nb , $^{108\text{m}}\text{Ag}$, ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu
	低エネルギーGe半導体検出器	LE-Ge	ORTEC LOAX 51370/20	
2	液体シンチレーションカウンタ	LSC	PerkinElmer Tri-Carb 4910TR	^3H , ^{14}C , ^{63}Ni
3	β 線スペクトロメータ	ピコ β	Fuji Electric NDD10001	^{36}Cl , ^{90}Sr , ^{99}Tc
4	2π ガスフローカウンタ	GFC	HITACHI LBC-4612	^{129}I
5	表面障壁型Si半導体検出器	SSB	AMETRK BU-020-450-AS	^{234}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm
6	誘導結合プラズマ質量分析装置	ICP-MS	PerkinElmer ELAN DRC II	^{238}U
7	NaIシンチレーションカウンタ	NaI	BICRON 3M3/3	γ 線妨害核種除去確認用
8	誘導結合プラズマ発光分光分析装置	ICP-AES	Agilent Technology 5110	化学回収率確認用
9	加速器質量分析	AMS	東京大学 タンデム加速器研究施設	^{129}I (高感度分析用)

表 2 分析試料リスト(1/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質※	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	2	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	3	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	4	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	5	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	

※ 試料採取情報によると材質は SUS と表記されていたが、分析試料溶解液の元素測定の結果から AI であると考えられるため、ここではアルミニウムと表記した。

表 2 分析試料リスト(2/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質※	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	6	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	7	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	8	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	9	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	10	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	

※ 試料採取情報によると材質は SUS と表記されていたが、分析試料溶解液の元素測定の結果から Al であると考えられるため、ここではアルミニウムと表記した。

表 2 分析試料リスト(3/20)

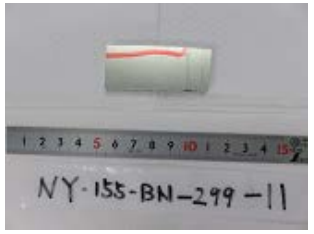

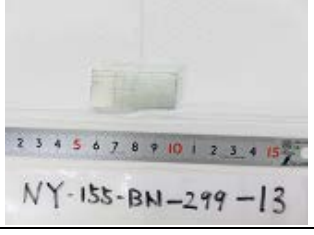

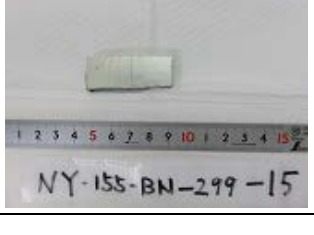
保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	11	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	12	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	13	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	14	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	15	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	

表2 分析試料リスト(4/20)


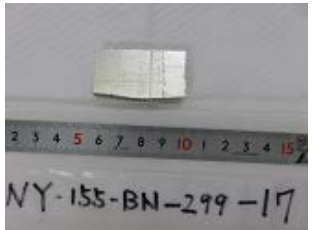



保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	16	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	17	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	18	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	19	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	
	20	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.18	

表 2 分析試料リスト(5/20)

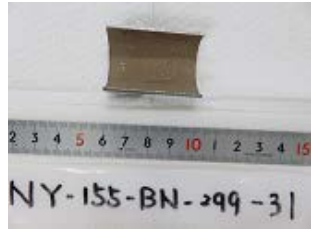



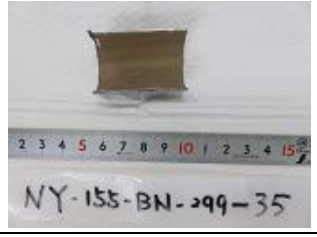
保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	31	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	32	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	33	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	34	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	35	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	

表 2 分析試料リスト(6/20)






保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-299	36	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	37	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	38	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	39	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	
	40	ホットラボ	普通鋼	筒状	H28.11.18	

表 2 分析試料リスト(7/20)

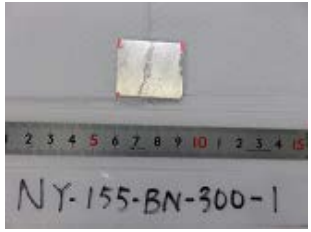

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-300	1	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	2	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	3	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	4	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	5	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(8/20)




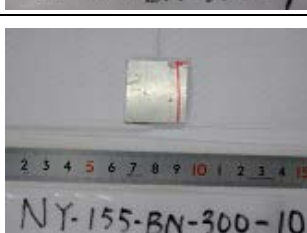
保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-300	6	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	7	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	8	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	9	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	10	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(9/20)




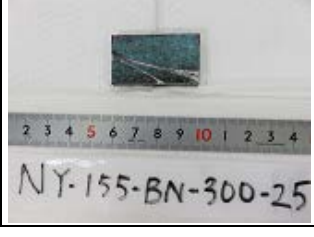
保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取 年月日	外観写真
NY-155-BN-300	21	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	22	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	23	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	24	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	25	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(10/20)






保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-300	26	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	27	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	28	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	29	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	
	30	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(11/20)

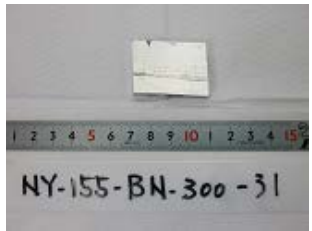




保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	32	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	33	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	34	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	
	35	ホットラボ	アルミニウム	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(12/20)



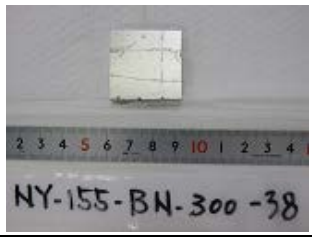


保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取 年月日	外観写真
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミ ニウム	板状	H28.11.11	
	37	ホットラボ	アルミ ニウム	板状	H28.11.11	
	38	ホットラボ	アルミ ニウム	板状	H28.11.11	
	39	ホットラボ	アルミ ニウム	板状	H28.11.11	
	40	ホットラボ	アルミ ニウム	板状	H28.11.11	

表 2 分析試料リスト(13/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-157-BN-362	1	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	2	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	3	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	4	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	5	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	

表 2 分析試料リスト(14/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
NY-157-BN-362	6	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	7	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	8	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	9	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	
	10	ホットラボ	普通鋼	板状	H28.11.1	

表 2 分析試料リスト(15/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質 形状	形状	採取 年月日	外観写真
廃棄物 No.40	1	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	2	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	3	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	4	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	5	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	

表 2 分析試料リスト(16/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取 年月日	外観写真
廃棄物 No.40	6	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	7	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	8	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	9	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	
	10	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.13	

表 2 分析試料リスト(17/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
廃棄物 No.79	1	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	2	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	3	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	4	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	5	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	

表 2 分析試料リスト(18/20)

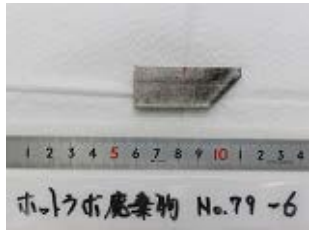

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
廃棄物 No.79	6	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	7	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	8	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	9	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	
	10	ホットラボ	ステン レス	板状	H29.2.15	

表 2 分析試料リスト(19/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
廃棄物 No.74	1	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	2	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	3	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	4	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	5	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	

表 2 分析試料リスト(20/20)

保管体番号	枝番	発生施設	材質	形状	採取年月日	外観写真
廃棄物 No.74	6	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	7	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	8	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	9	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	
	10	ホットラボ	アクリル	板状	H29.2.16	

表 3 分析試料別の試料分配(1/2)

保管体番号	枝番	分析試料質量 (g)	分配 グループ	分析核種	備考
NY-155-BN-299	2, 3, 5 6, 7, 9	9.9749	①	H-3, C-14	複数枝番を供するものは、 合計質量を分析試料質量 としている 枝番8は予備
	10	3.5284	②	Cl-36	
	1	1.6160	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Cs-137, Eu-152, Eu-154	
	4	1.7306	④	Ni-63, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
	15	11.4730	①	H-3, C-14	枝番11, 12, 13, 16, 17, 20は予備
	19	13.3218	②	Cl-36	
	18	13.8696	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Eu-152, Eu-154	
	14	12.0603	④	Ni-63, Cs-137, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
	39	10.0571	①	H-3, C-14	枝番31, 32, 35, 36, 37, 40は予備
	34	14.1705	②	Cl-36	
	33	13.8870	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Eu-152, Eu-154	
	38	12.9002	④	Ni-63, Cs-137, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
NY-155-BN-300	6	6.4282	①	H-3, C-14	複数枝番を供するものは、 合計質量を分析試料質量 としている 枝番3, 5, 9は予備
	7	6.7983	②	Cl-36	
	1, 2 4, 8	26.7220	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Eu-152, Eu-154	
	10	6.2802	④	Ni-63, Cs-137, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
	21	57.7001	①	H-3, C-14	枝番22, 26, 27, 28, 29, 30は予備
	23	28.8973	②	Cl-36	
	25	29.0781	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Eu-152, Eu-154	
	24	27.7990	④	Ni-63, Cs-137, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
	38	14.1973	①	H-3, C-14	枝番32, 33, 34, 37, 39, 40は予備
	35	12.5665	②	Cl-36	
	36	14.4832	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Cs-137, Eu-152, Eu-154	
	31	16.7728	④	Ni-63, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	

表 3 分析試料別の試料分配 (2/2)

保管体番号	枝番	分析試料質量 (g)	分配グループ	分析核種	備考
NY-157-BN-362	1	42.3850	①	H-3, C-14	枝番3, 5, 6, 7, 10は予備
	8	31.8713	②	Cl-36	
	2	36.7383	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m Eu-152, Eu-154	
	4	42.0896	③'	I-129	
	9	39.6982	④	Ni-63, Cs-137, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
廃棄物 No.40	9	90.6847	①	H-3, C-14	枝番3, 4, 6, 8, 10は予備
	2	107.6572	②	Cl-36	
	7	109.4566	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m Cs-137, Eu-152, Eu-154	
	5	93.1796	③'	I-129	
	1	200.1107	④	Ni-63, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
廃棄物 No.79	6	28.0235	①	H-3, C-14	枝番2, 3, 4, 5, 9, 10は予備
	8	28.3856	②	Cl-36	
	7	32.7663	③	Co-60, Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m I-129, Cs-137, Eu-152, Eu-154	
	1	86.2402	④	Ni-63, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	
廃棄物 No.74	2	18.1201	①	H-3, C-14	複数枝番を供するものは、 合計質量を分析試料質量 としている 枝番7, 9, 10は予備
	3	11.9926	②	Cl-36, Cs-137	
	5, 6	25.9520	③	Sr-90, Nb-94, Tc-99, Ag-108m Eu-152, Eu-154	
	4, 8	25.5523	③'	I-129	
	1	26.3450	④	Co-60, Ni-63, U-234, U-238, Pu-238 Pu-239+240(合計), Am-241, Cm-244	

表 4 削り取り前後の外観写真(1/11)







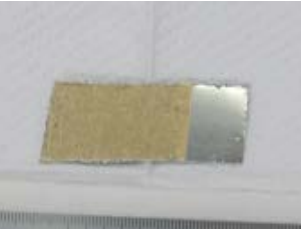



保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-299	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

表 4 削り取り前後の外観写真(2/11)









保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-299	6		
	7		
	9		
	10		

表 4 削り取り前後の外観写真(3/11)







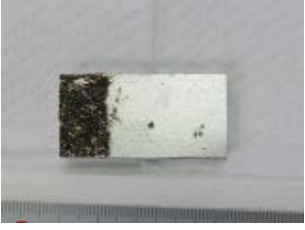

保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-299	14		
	15		
	18		
	19		

表 4 削り取り前後の外観写真(4/11)





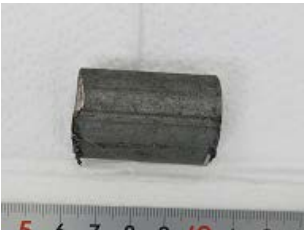



保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-299	33		
	34		
	38		
	39		

表 4 削り取り前後の外観写真(5/11)

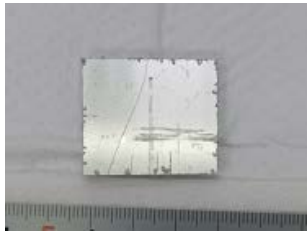

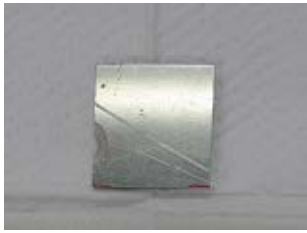


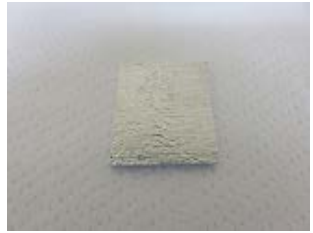




保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-300	1		
	2		
	4		
	6		
	7		

表 4 削り取り前後の外観写真(6/11)






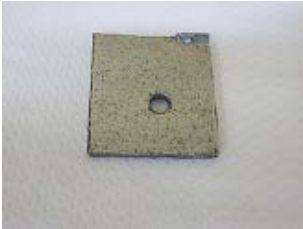




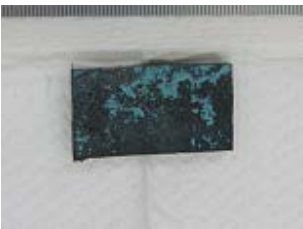

保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-300	8		
	10		
	21		
	22		
	24		
	25		

表 4 削り取り前後の外観写真(7/11)



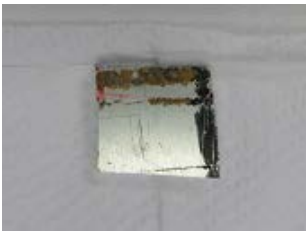





保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-155-BN-300	31		
	35		
	36		
	38		

表 4 削り取り前後の外観写真(8/11)











保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
NY-157-BN-362	1		
	2		
	4		
	8		
	9		

表 4 削り取り前後の外観写真(9/11)






保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
廃棄物 No.40	1		
	2		
	5		
	7		
	9		

表 4 削り取り前後の外観写真(10/11)









保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
廃棄物 No.79	1		
	6		
	7		
	8		

表 4 削り取り前後の外観写真(11/11)



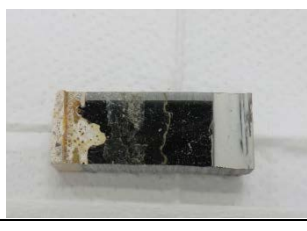

保管体番号	枝番	外観写真	
		削り取り前	削り取り後
廃棄物 No.74	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	8		

表 5 ³H の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	2,3,5 6,7,9	ホットラボ	アルミニウム	9.9749	100	2018/2/26	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-299	15	ホットラボ	アルミニウム	11.4730	100	2018/2/21	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-299	39	ホットラボ	普通鋼	10.0571	100	2018/2/21	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-300	6	ホットラボ	アルミニウム	6.4282	100	2018/2/26	ND	5×10^{-2}
NY-155-BN-300	21	ホットラボ	普通鋼	57.7001	100	2018/2/21	ND	5×10^{-3}
NY-155-BN-300	38	ホットラボ	アルミニウム	14.1973	100	2018/2/21	ND	2×10^{-2}
NY-157-BN-362	1	ホットラボ	普通鋼	42.3850	100	2018/2/23	ND	7×10^{-3}
廃棄物No.40	9	ホットラボ	ステンレス	90.6847	100	2018/2/26	ND	3×10^{-3}
廃棄物No.79	6	ホットラボ	ステンレス	28.0235	100	2018/2/23	ND	1×10^{-2}
廃棄物No.74	2	ホットラボ	アクリル	18.1201	100	2018/2/23	ND	2×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 6 ¹⁴C の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	2,3,5 6,7,9	ホットラボ	アルミニウム	9.9749	100	2018/2/19	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-299	15	ホットラボ	アルミニウム	11.4730	100	2018/2/19	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-299	39	ホットラボ	普通鋼	10.0571	100	2018/2/19	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	6	ホットラボ	アルミニウム	6.4282	100	2018/2/19	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-300	21	ホットラボ	普通鋼	57.7001	100	2018/2/20	ND	3×10^{-3}
NY-155-BN-300	38	ホットラボ	アルミニウム	14.1973	100	2018/2/20	ND	2×10^{-2}
NY-157-BN-362	1	ホットラボ	普通鋼	42.3850	100	2018/2/20	ND	5×10^{-3}
廃棄物No.40	9	ホットラボ	ステンレス	90.6847	100	2018/2/20	ND	2×10^{-3}
廃棄物No.79	6	ホットラボ	ステンレス	28.0235	100	2018/2/20	ND	7×10^{-3}
廃棄物No.74	2	ホットラボ	アクリル	18.1201	100	2018/2/20	ND	1×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 7 ³⁶Cl の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	10	ホットラボ	アルミニウム	3.5284	76	2018/2/22	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-299	19	ホットラボ	アルミニウム	13.3218	87	2018/2/23	ND	3×10^{-3}
NY-155-BN-299	34	ホットラボ	普通鋼	14.1705	97	2018/2/22	ND	3×10^{-3}
NY-155-BN-300	7	ホットラボ	アルミニウム	6.7983	89	2018/2/22	ND	6×10^{-3}
NY-155-BN-300	23	ホットラボ	普通鋼	28.8973	68	2018/2/22	ND	2×10^{-3}
NY-155-BN-300	35	ホットラボ	アルミニウム	12.5665	82	2018/2/23	ND	4×10^{-3}
NY-157-BN-362	8	ホットラボ	普通鋼	31.8713	89	2018/2/21	ND	2×10^{-3}
廃棄物No.40	2	ホットラボ	ステンレス	107.6572	96	2018/2/26	ND	4×10^{-4}
廃棄物No.79	8	ホットラボ	ステンレス	28.3856	92	2018/2/24	ND	2×10^{-3}
廃棄物No.74	3	ホットラボ	アクリル	11.9926	80	2018/2/24	ND	4×10^{-3}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 8 ⁶⁰Co の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	100	2018/2/1	$(4.9 \pm 0.2) \times 10^0$	4×10^{-1}
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	48	2018/2/2	$(2.2 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	1×10^{-1}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	80	2018/1/31	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-1}$	7×10^{-2}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	86	2018/3/13	ND	5×10^{-2}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	100	2018/2/3	$(2.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	3×10^{-2}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	74	2018/3/13	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	7×10^{-2}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	79	2018/2/5	ND	3×10^{-2}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	80	2018/2/17	$(2.8 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	2×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	81	2018/2/14	ND	3×10^{-2}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	100	2018/2/7	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	3×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 9 ⁶³Ni の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	100	2018/3/15	ND	7×10^{-1}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	96	2018/3/15	ND	1×10^{-1}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	98	2018/3/15	$(1.4 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	1×10^{-1}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	90	2018/3/15	ND	3×10^{-1}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	99	2018/3/15	$(1.5 \pm 0.3) \times 10^{-1}$	7×10^{-2}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	82	2018/3/15	ND	9×10^{-2}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	96	2018/3/15	ND	4×10^{-1}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	97	2018/3/15	ND	9×10^{-1}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	92	2018/3/15	ND	4×10^0
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	93	2018/3/15	$(1.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	5×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 10 ⁹⁰Sr の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	69	2018/2/25	$(4.3 \pm 0.1) \times 10^4$	2×10^0
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	74	2018/2/23	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^1$	6×10^{-3}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	71	2018/2/22	$(2.7 \pm 0.1) \times 10^0$	3×10^{-3}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	61	2018/2/22	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	9×10^{-4}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	68	2018/2/22	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^0$	2×10^{-3}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	80	2018/2/23	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^1$	5×10^{-3}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	66	2018/2/22	$(2.3 \pm 0.1) \times 10^0$	1×10^{-3}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	77	2018/2/25	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^0$	7×10^{-4}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	85	2018/2/23	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^0$	1×10^{-3}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	80	2018/2/23	$(4.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	7×10^{-4}

※1 測定開始日を示す。

表 11 ⁹⁴Nb の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	74	2018/3/4	$(1.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	5×10^{-2}
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	72	2018/2/23	ND	1×10^{-2}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	86	2018/2/24	ND	9×10^{-3}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	61	2018/3/3	ND	6×10^{-3}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	92	2018/2/24	ND	4×10^{-3}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	83	2018/2/25	ND	9×10^{-3}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	78	2018/2/25	ND	4×10^{-3}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	86	2018/2/25	ND	1×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	62	2018/3/3	ND	5×10^{-3}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	79	2018/2/26	ND	5×10^{-3}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 12 ⁹⁹Tc の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	81	2018/2/20	$(7.5 \pm 0.2) \times 10^0$	6×10^{-2}
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	81	2018/2/20	ND	7×10^{-3}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	77	2018/2/16	ND	7×10^{-3}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	79	2018/2/9	ND	4×10^{-3}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	76	2018/2/19	ND	4×10^{-3}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	74	2018/2/21	ND	8×10^{-3}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	75	2018/2/15	ND	3×10^{-3}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	72	2018/2/24	ND	1×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	95	2018/2/23	ND	3×10^{-3}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	94	2018/2/21	ND	3×10^{-3}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 13 ^{108m}Ag の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	81	2018/2/21	ND	4×10^{-2}
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	84	2018/2/9	ND	1×10^{-2}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	78	2018/2/8	ND	1×10^{-2}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	89	2018/2/8	ND	5×10^{-3}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	91	2018/2/9	ND	5×10^{-3}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	89	2018/2/10	ND	1×10^{-2}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	87	2018/2/9	ND	4×10^{-3}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	93	2018/2/16	ND	1×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	83	2018/2/15	ND	5×10^{-3}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	89	2018/2/14	ND	5×10^{-3}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 14 ^{129}I の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	76	2018/7/11	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	64	2018/7/11	$(6.9 \pm 0.2) \times 10^{-6}$	3×10^{-9}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	69	2018/7/11	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^{-6}$	3×10^{-9}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	81	2018/7/11	$(2.7 \pm 0.1) \times 10^{-7}$	2×10^{-9}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	70	2018/7/11	$(8.5 \pm 0.3) \times 10^{-7}$	1×10^{-9}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	70	2018/7/11	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	3×10^{-7}
NY-157-BN-362	4	ホットラボ	普通鋼	42.0896	49	2018/7/11	$(3.9 \pm 0.2) \times 10^{-6}$	1×10^{-9}
廃棄物No.40	5	ホットラボ	ステンレス	93.1796	69	2018/7/11	$(7.1 \pm 0.2) \times 10^{-6}$	5×10^{-8}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	71	2018/7/11	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^{-7}$	9×10^{-10}
廃棄物No.74	4,8	ホットラボ	アクリル	25.5523	66	2018/7/11	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	2×10^{-7}

※1 測定開始日を示す。

表 15 ¹³⁷Cs の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	100	2018/2/1	$(7.7 \pm 0.1) \times 10^4$	2×10^2
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	100	2018/1/31	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^4$	5×10^1
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	100	2018/1/24	$(6.2 \pm 0.1) \times 10^0$	7×10^{-2}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	100	2018/1/22	$(6.4 \pm 0.1) \times 10^2$	5×10^{-1}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	100	2018/1/25	$(3.8 \pm 0.1) \times 10^0$	3×10^{-2}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	100	2018/2/5	$(3.5 \pm 0.1) \times 10^1$	9×10^{-2}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	100	2018/1/22	$(2.4 \pm 0.1) \times 10^1$	4×10^{-2}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	100	2018/2/15	$(7.5 \pm 0.1) \times 10^0$	2×10^{-2}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	100	2018/2/14	$(5.3 \pm 0.1) \times 10^0$	3×10^{-2}
廃棄物No.74	3	ホットラボ	アクリル	11.9926	100	2018/2/14	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^1$	9×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。

表 16 ¹⁵²Eu の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	70	2018/2/22	ND	2×10^0
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	76	2018/2/23	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	79	2018/2/24	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	75	2018/3/2	ND	4×10^{-2}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	89	2018/2/22	ND	3×10^{-2}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	87	2018/2/25	ND	2×10^{-2}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	84	2018/2/20	ND	2×10^{-2}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	78	2018/2/21	ND	7×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	81	2018/2/26	ND	2×10^{-2}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	88	2018/2/20	ND	3×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 17 ^{154}Eu の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	1	ホットラボ	アルミニウム	1.6160	70	2018/2/22	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^3$	2×10^0
NY-155-BN-299	18	ホットラボ	アルミニウム	13.8696	76	2018/2/23	$(9.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	2×10^{-2}
NY-155-BN-299	33	ホットラボ	普通鋼	13.8870	79	2018/2/24	$(3.2 \pm 0.5) \times 10^{-2}$	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	1,2,4,8	ホットラボ	アルミニウム	26.7220	75	2018/3/2	ND	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	25	ホットラボ	普通鋼	29.0781	89	2018/2/22	$(3.5 \pm 0.4) \times 10^{-2}$	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	36	ホットラボ	アルミニウム	14.4832	87	2018/2/25	$(8.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	2×10^{-2}
NY-157-BN-362	2	ホットラボ	普通鋼	36.7383	84	2018/2/20	ND	2×10^{-2}
廃棄物No.40	7	ホットラボ	ステンレス	109.4566	78	2018/2/21	$(5.0 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	5×10^{-3}
廃棄物No.79	7	ホットラボ	ステンレス	32.7663	81	2018/2/26	$(4.6 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	2×10^{-2}
廃棄物No.74	5,6	ホットラボ	アクリル	25.5920	88	2018/2/20	$(1.6 \pm 0.6) \times 10^{-2}$	2×10^{-2}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

表 18 ^{234}U の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	92	2018/3/15	$(5.1 \pm 1.0) \times 10^{-3}$	2×10^{-3}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	97	2018/3/29	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	5×10^{-3}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	91	2018/3/16	$(4.9 \pm 1.1) \times 10^{-4}$	2×10^{-4}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	90	2018/3/19	$(7.7 \pm 0.7) \times 10^{-3}$	5×10^{-4}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	97	2018/3/28	$(1.7 \pm 0.4) \times 10^{-4}$	9×10^{-5}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	95	2018/3/20	$(3.1 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	2×10^{-4}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	95	2018/4/25	$(9.2 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	96	2018/3/22	$(1.8 \pm 0.2) \times 10^{-4}$	7×10^{-6}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	95	2018/3/27	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-4}$	2×10^{-5}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	95	2018/3/26	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	10×10^{-5}

※1 測定開始日を示す。

表 19 ²³⁸U の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	100	2018/1/31	$(2.7 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	8×10^{-4}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	100	2018/2/13	$(2.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	1×10^{-2}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	100	2018/1/31	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-4}$	2×10^{-5}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	100	2018/1/31	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-3}$	4×10^{-4}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	100	2018/1/31	$(5.7 \pm 0.2) \times 10^{-5}$	9×10^{-6}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	100	2018/1/31	$(8.8 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	2×10^{-5}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	100	2018/1/31	$(9.6 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	2×10^{-2}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	100	2018/2/13	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-4}$	2×10^{-5}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	100	2018/2/13	$(3.3 \pm 0.3) \times 10^{-5}$	2×10^{-5}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	100	2018/2/13	$(7.1 \pm 0.2) \times 10^{-4}$	10×10^{-5}

※1 測定開始日を示す。

表 20 ²³⁸Pu の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	67	2018/3/15	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$	6×10^{-3}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	67	2018/3/29	$(7.9 \pm 0.1) \times 10^2$	4×10^{-1}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	67	2018/3/16	$(2.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	8×10^{-4}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	67	2018/3/19	$(4.7 \pm 0.1) \times 10^1$	2×10^{-2}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	67	2018/3/28	$(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	3×10^{-4}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	67	2018/3/20	$(6.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	6×10^{-4}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	67	2018/4/25	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	6×10^{-4}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	67	2018/3/22	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-4}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	67	2018/3/27	$(2.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	5×10^{-4}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	67	2018/3/26	$(3.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	4×10^{-4}

※1 測定開始日を示す。

表 21 $^{239+240}\text{Pu}$ の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	67	2018/3/15	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-3}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	67	2018/3/29	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^2$	2×10^{-1}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	67	2018/3/16	$(8.1 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	3×10^{-4}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	67	2018/3/19	$(7.4 \pm 0.2) \times 10^0$	1×10^{-2}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	67	2018/3/28	$(5.0 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	67	2018/3/20	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	3×10^{-4}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	67	2018/4/25	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^0$	3×10^{-4}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	67	2018/3/22	$(6.3 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	67	2018/3/27	$(8.3 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	4×10^{-4}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	67	2018/3/26	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-4}

※1 測定開始日を示す。

表 22 ^{241}Am の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	62	2018/3/15	$(3.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	4×10^{-3}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	89	2018/3/29	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^2$	2×10^{-1}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	69	2018/3/16	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	5×10^{-4}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	65	2018/3/19	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^1$	8×10^{-2}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	74	2018/3/28	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-4}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	63	2018/3/20	$(2.0 \pm 2.8) \times 10^{-3}$	4×10^{-4}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	51	2018/4/25	$(4.9 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	6×10^{-4}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	69	2018/3/22	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-4}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	57	2018/3/27	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	2×10^{-4}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	44	2018/3/26	$(4.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	4×10^{-4}

※1 測定開始日を示す。

表 23 ^{244}Cm の分析結果

試料番号		発生施設	材質	試料量 (g)	回収率 (%)	測定日※1	放射能濃度(Bq/g)	検出限界 (Bq/g)
保管体番号	枝番							
NY-155-BN-299	4	ホットラボ	アルミニウム	1.7306	62	2018/3/15	$(5.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	4×10^{-3}
NY-155-BN-299	14	ホットラボ	アルミニウム	12.0603	89	2018/3/29	$(5.2 \pm 0.1) \times 10^2$	2×10^{-1}
NY-155-BN-299	38	ホットラボ	普通鋼	12.9002	69	2018/3/16	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	5×10^{-4}
NY-155-BN-300	10	ホットラボ	アルミニウム	6.2802	65	2018/3/19	$(2.6 \pm 0.1) \times 10^1$	7×10^{-2}
NY-155-BN-300	24	ホットラボ	普通鋼	27.7990	74	2018/3/28	$(8.6 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
NY-155-BN-300	31	ホットラボ	アルミニウム	16.7728	63	2018/3/20	$(3.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	4×10^{-4}
NY-157-BN-362	9	ホットラボ	普通鋼	39.6982	51	2018/4/25	$(1.1 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	5×10^{-4}
廃棄物No.40	1	ホットラボ	ステンレス	200.1107	69	2018/3/22	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
廃棄物No.79	1	ホットラボ	ステンレス	86.2402	57	2018/3/27	$(4.8 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	2×10^{-4}
廃棄物No.74	1	ホットラボ	アクリル	26.3450	44	2018/3/26	$(8.1 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	4×10^{-4}

※1 測定開始日を示す。ND:検出限界値以下であることを示す。

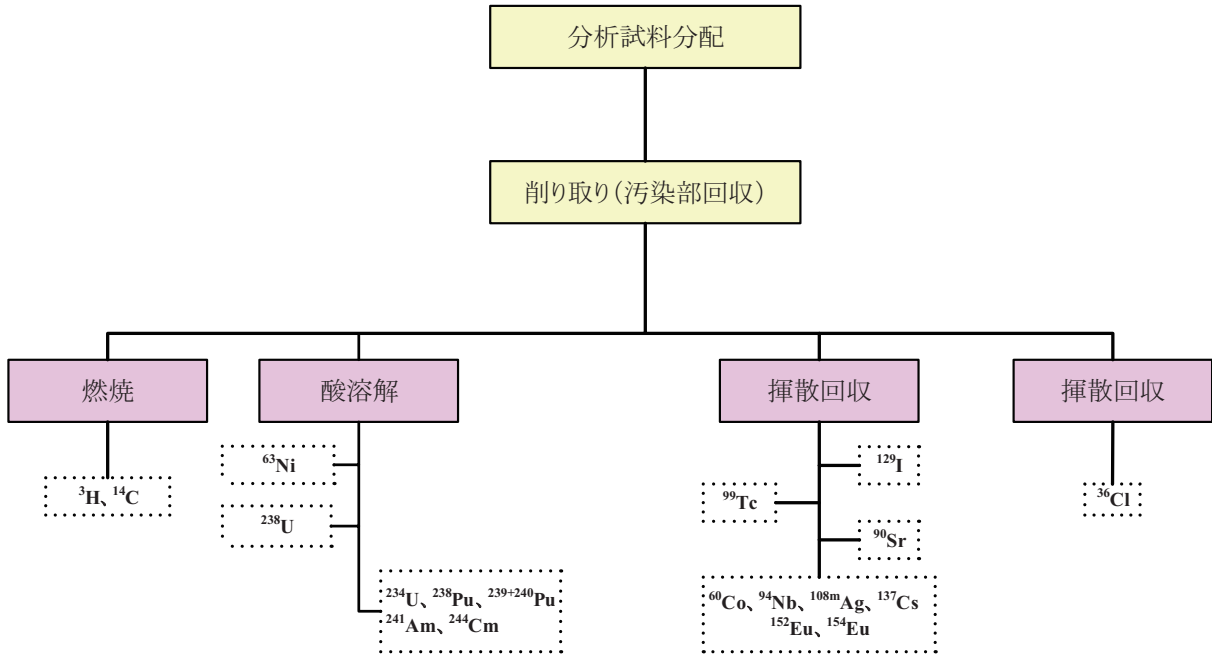


図1 分析概要フロー

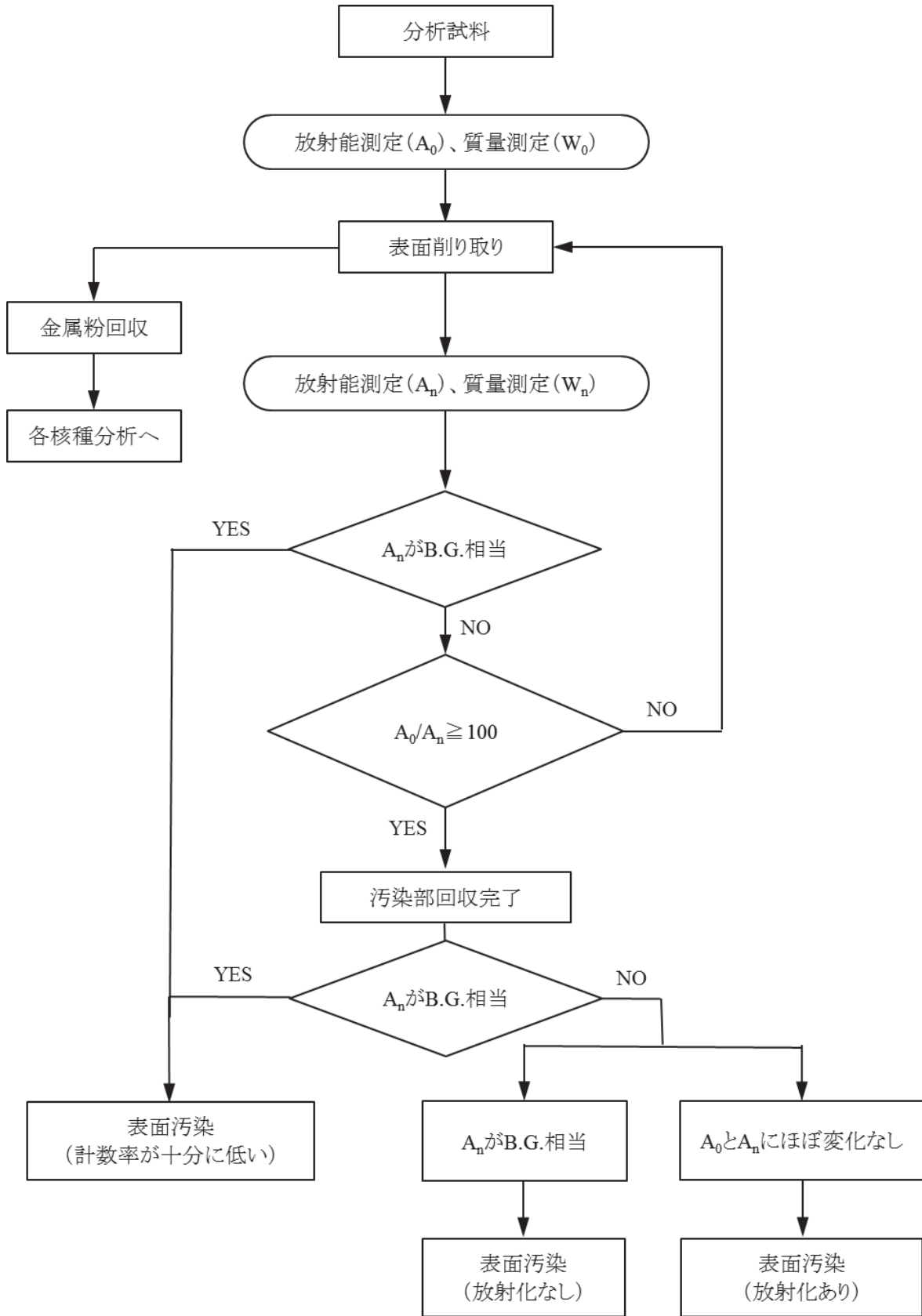


図2 分析試料の削り取り処理フロー

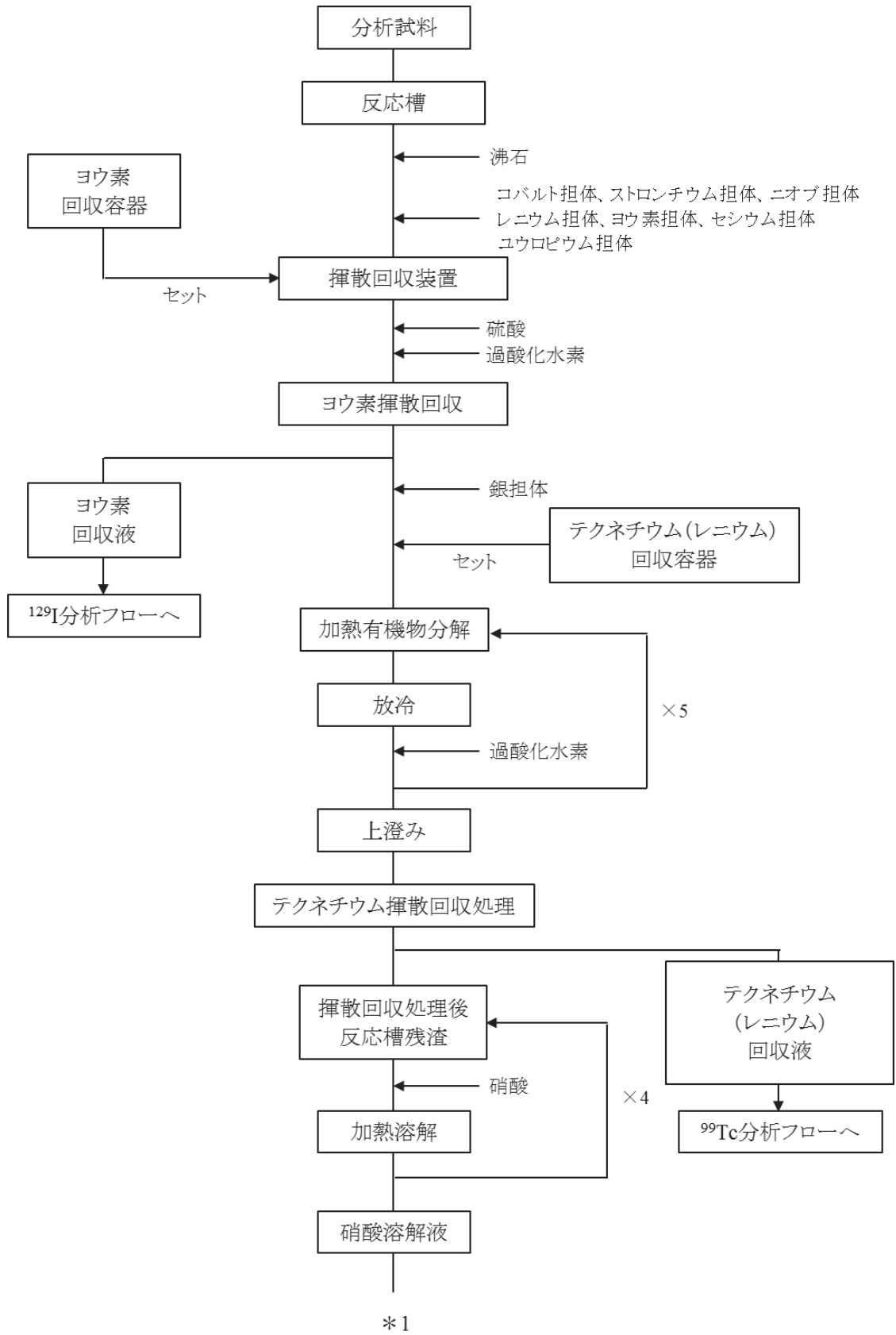


図3 揮散回収処理フロー(1/2)

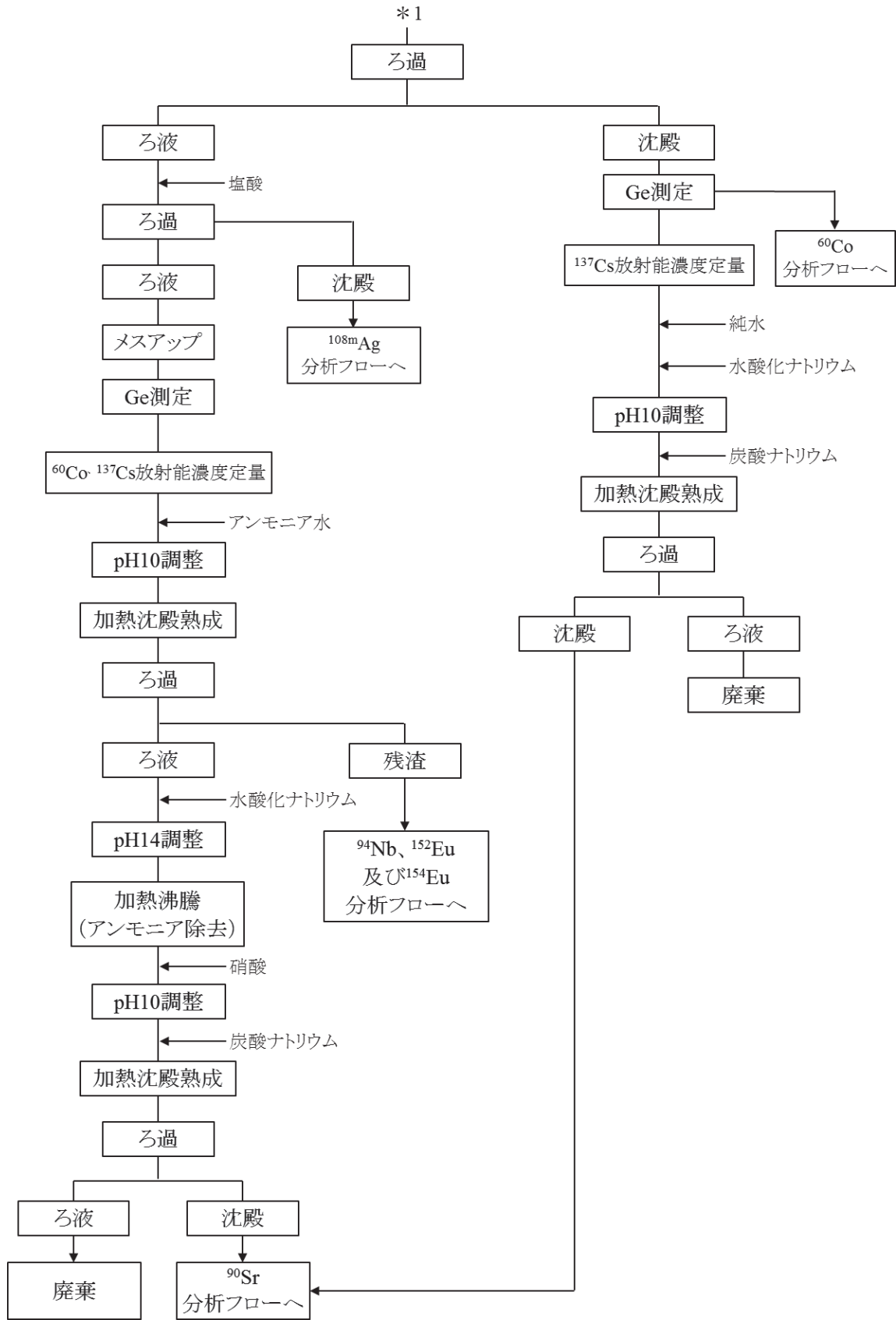


図3 揮散回収処理フロー(2/2)

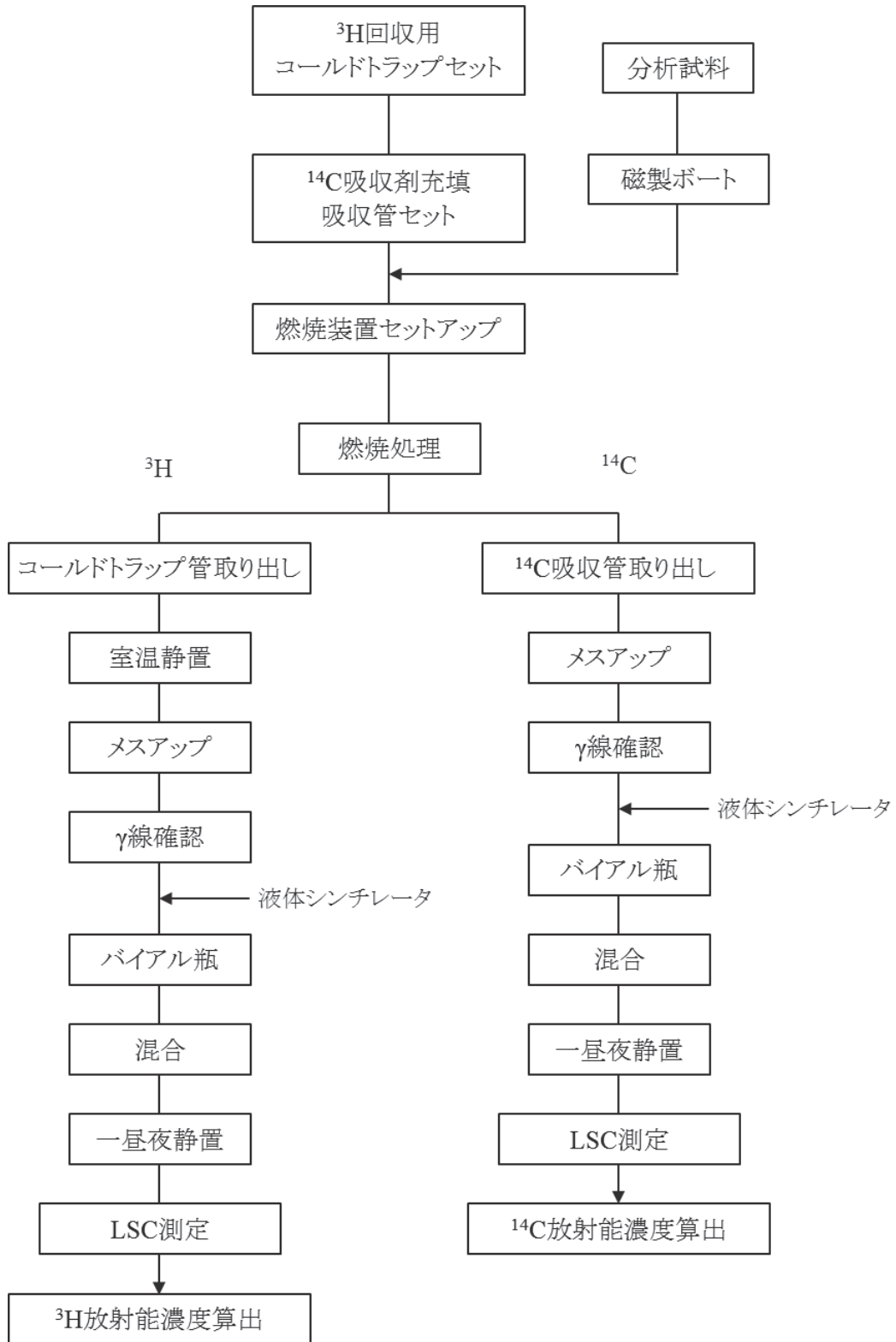


図4 ^3H 及び ^{14}C 分析フロー

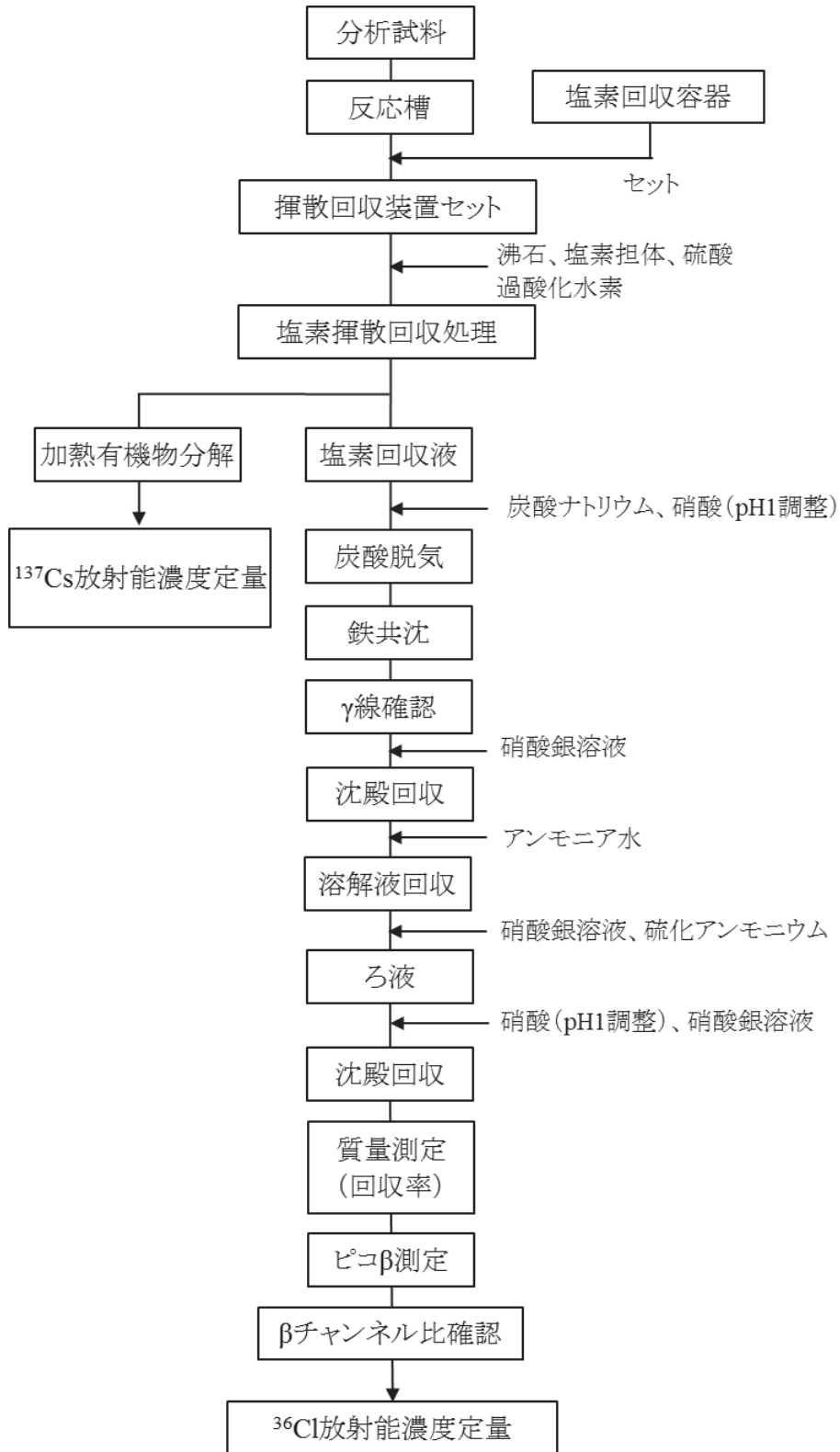


図5 ³⁶Cl分析フロー

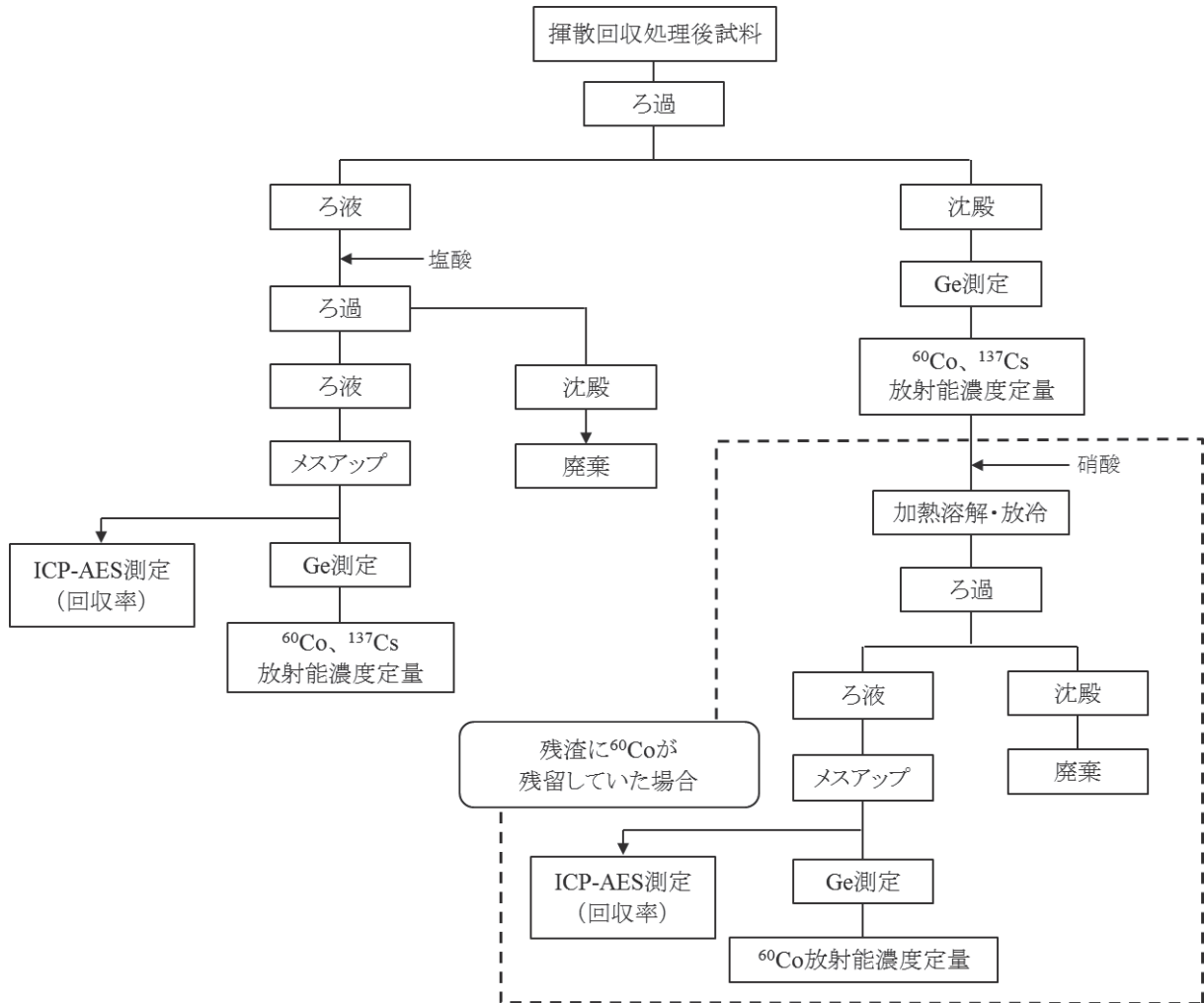


図6 ^{60}Co 分析フロー

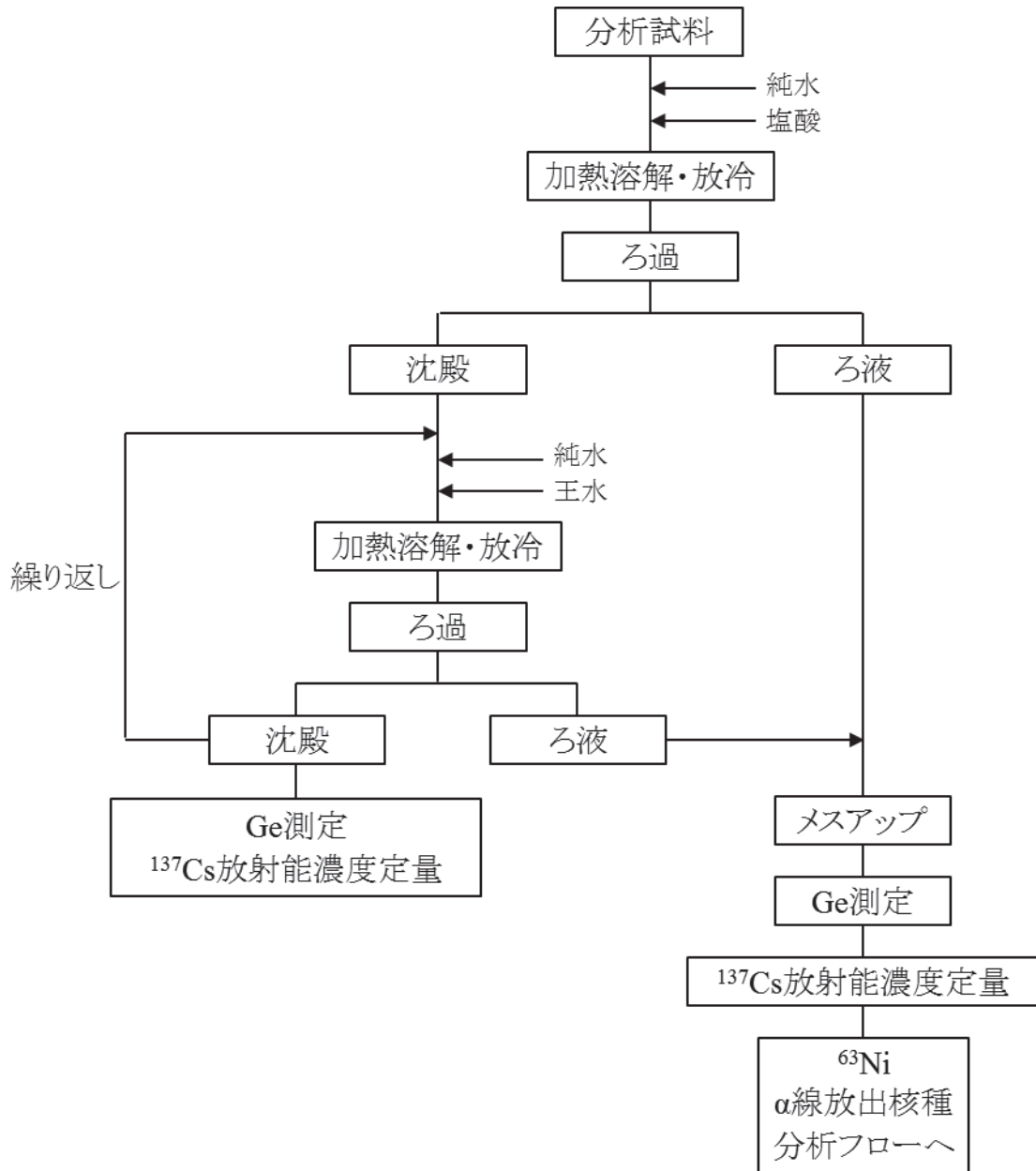


図7 ^{63}Ni 分析用試料、 α 線放出核種分析用試料の前処理フロー

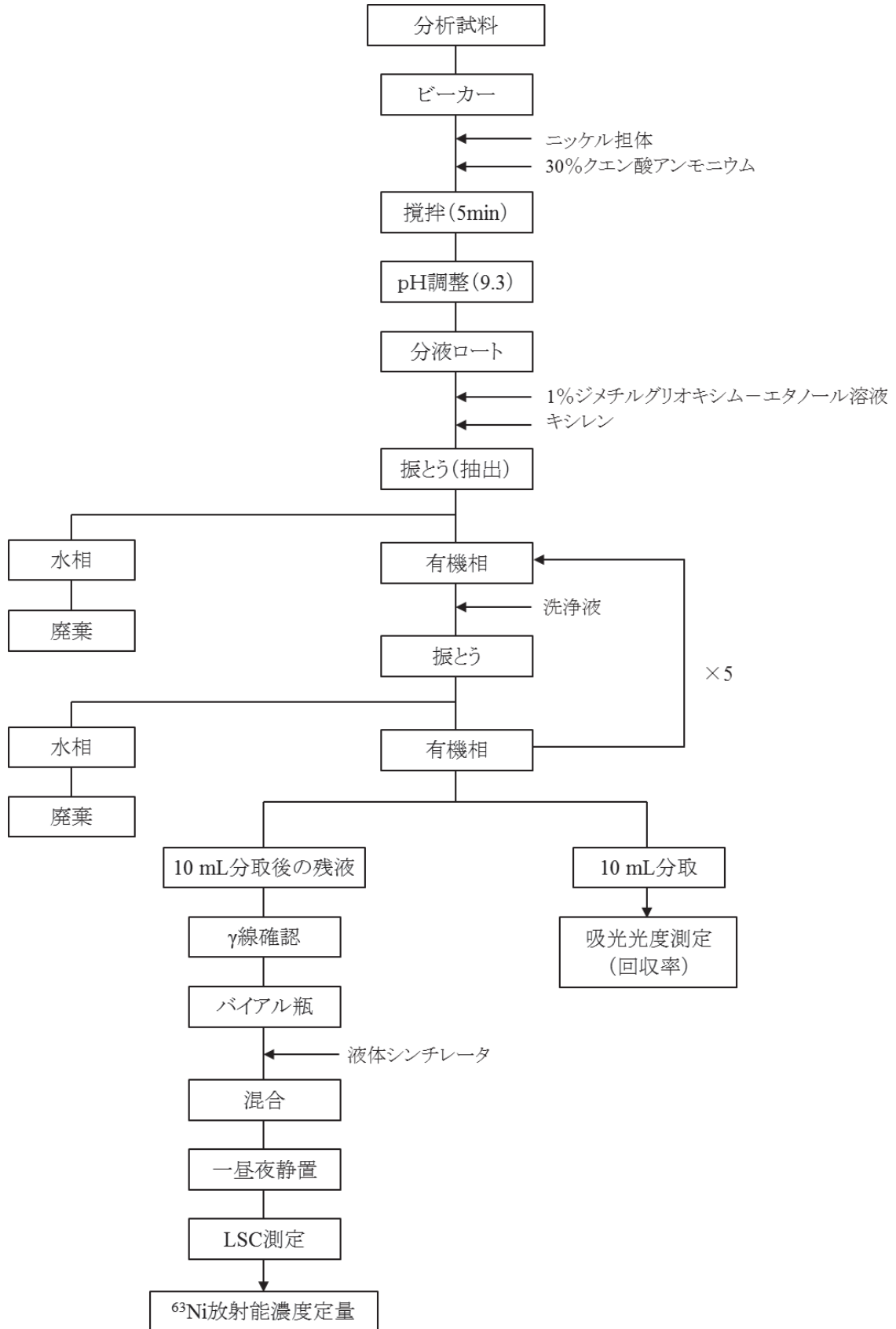


図 8 ^{63}Ni 分析フロー

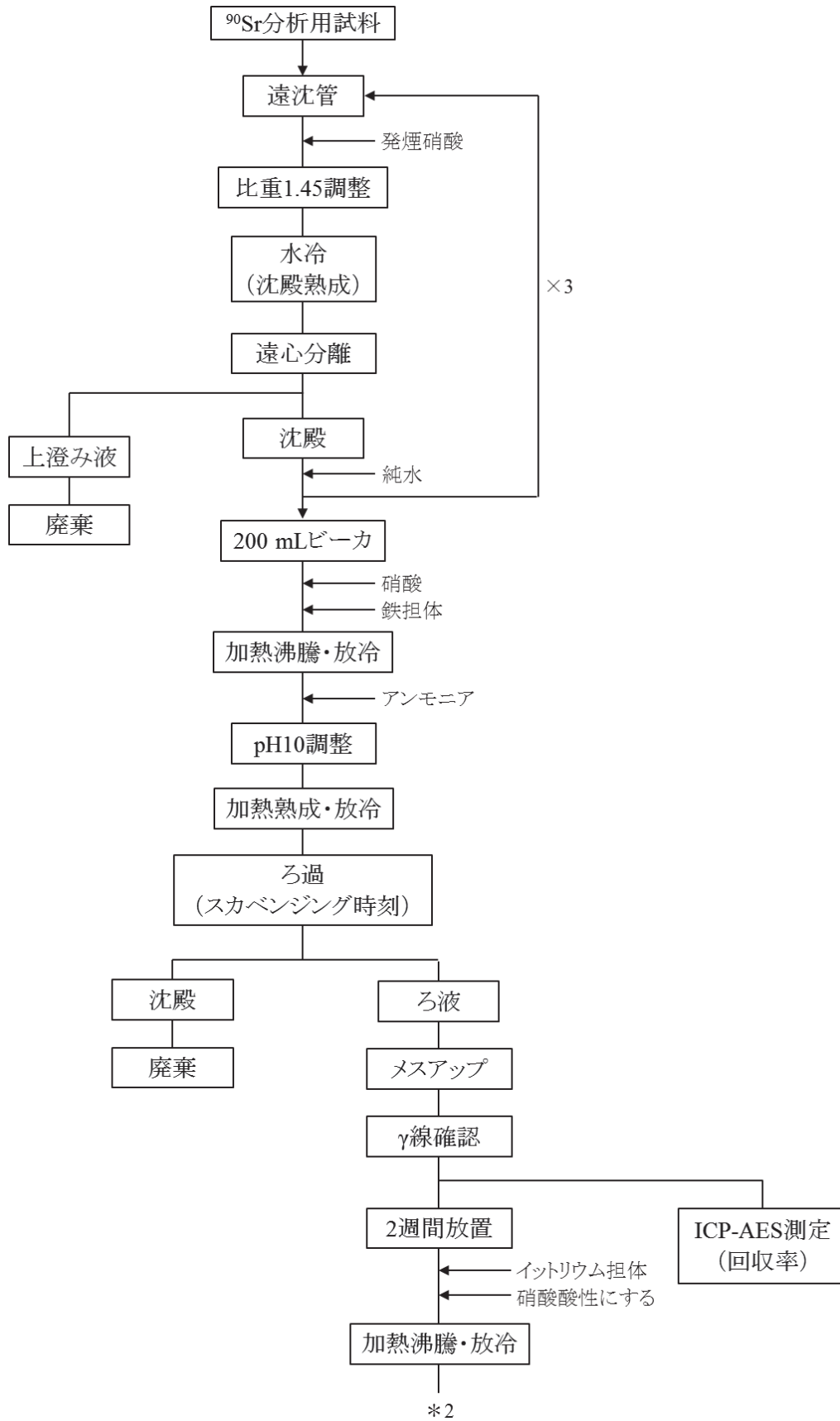


図9 ^{90}Sr 分析フロー (1/2)

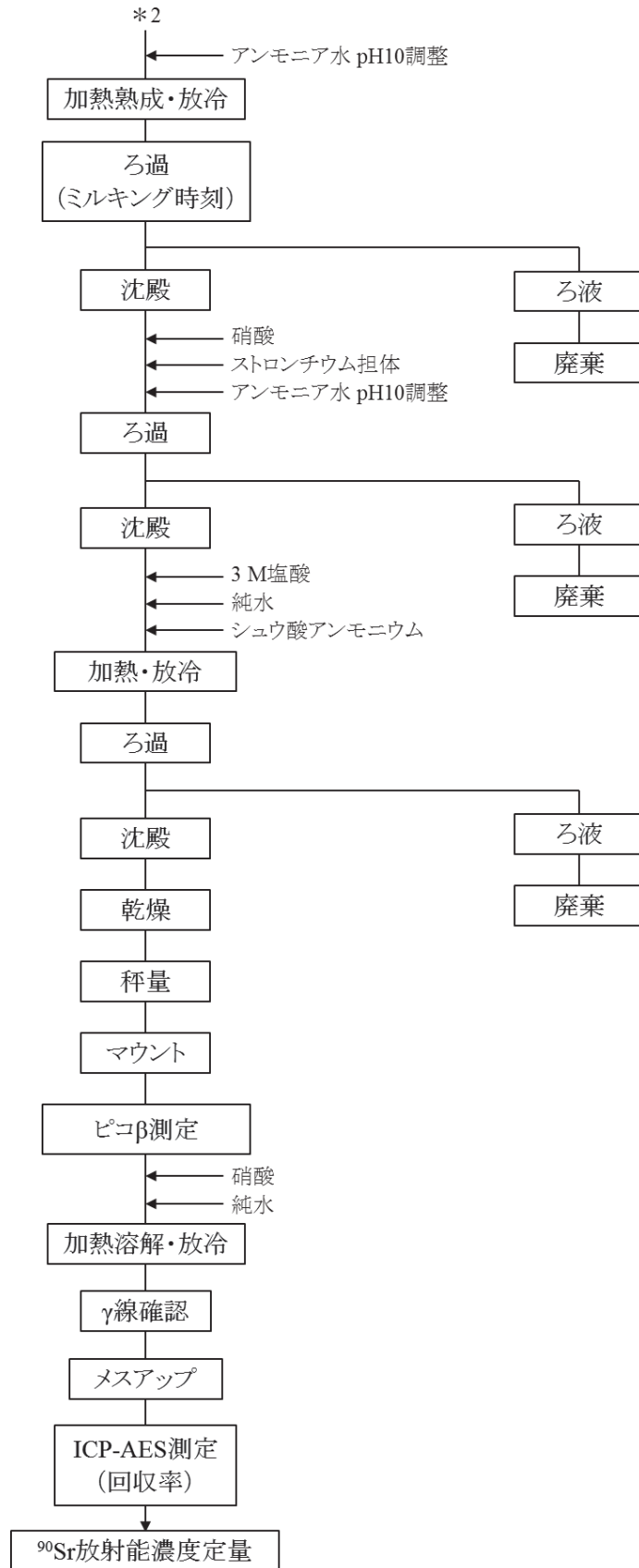


図9 ⁹⁰Sr 分析フロー (2/2)

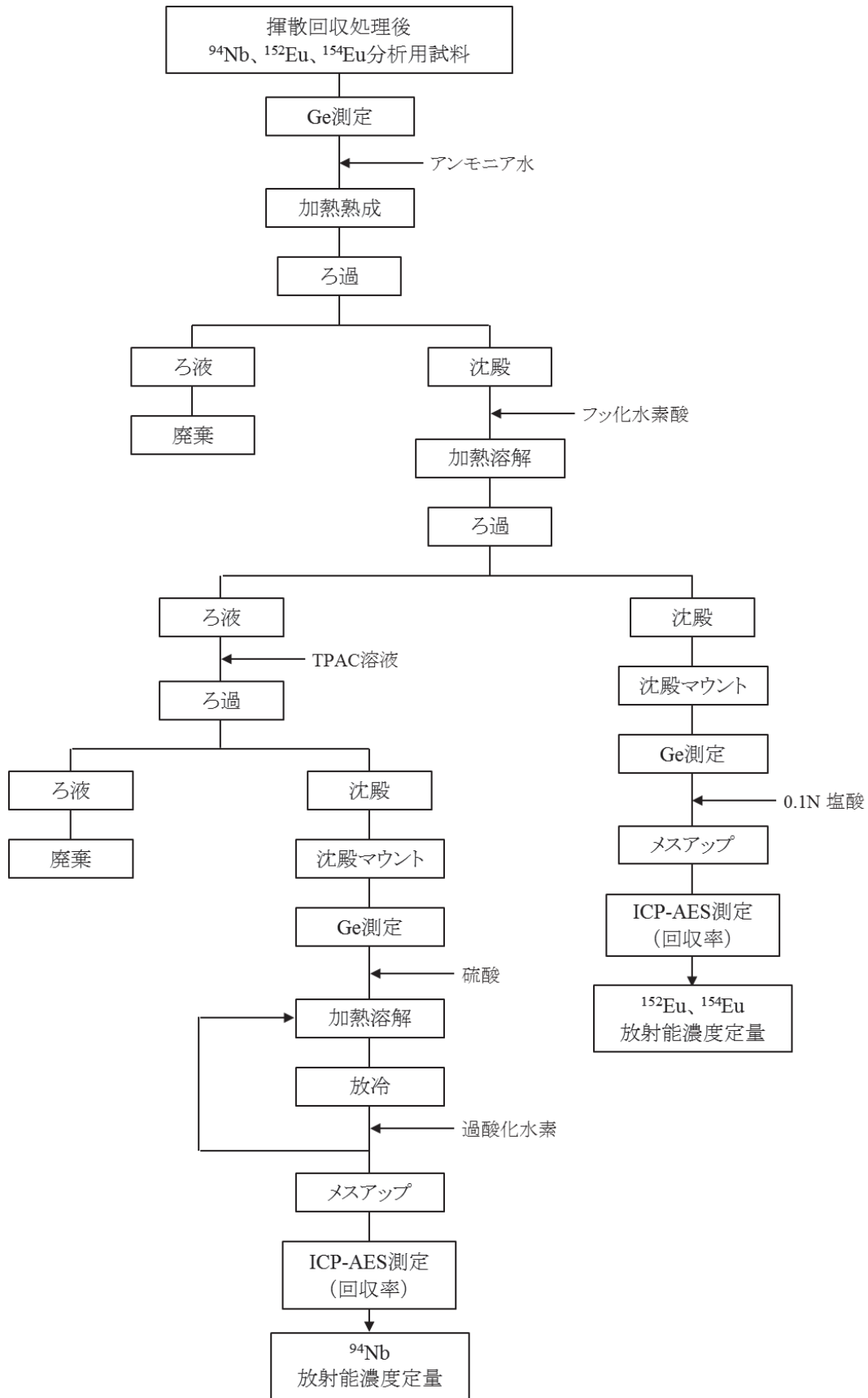


図 10 ^{94}Nb 、 ^{152}Eu 及び ^{154}Eu 分析フロー

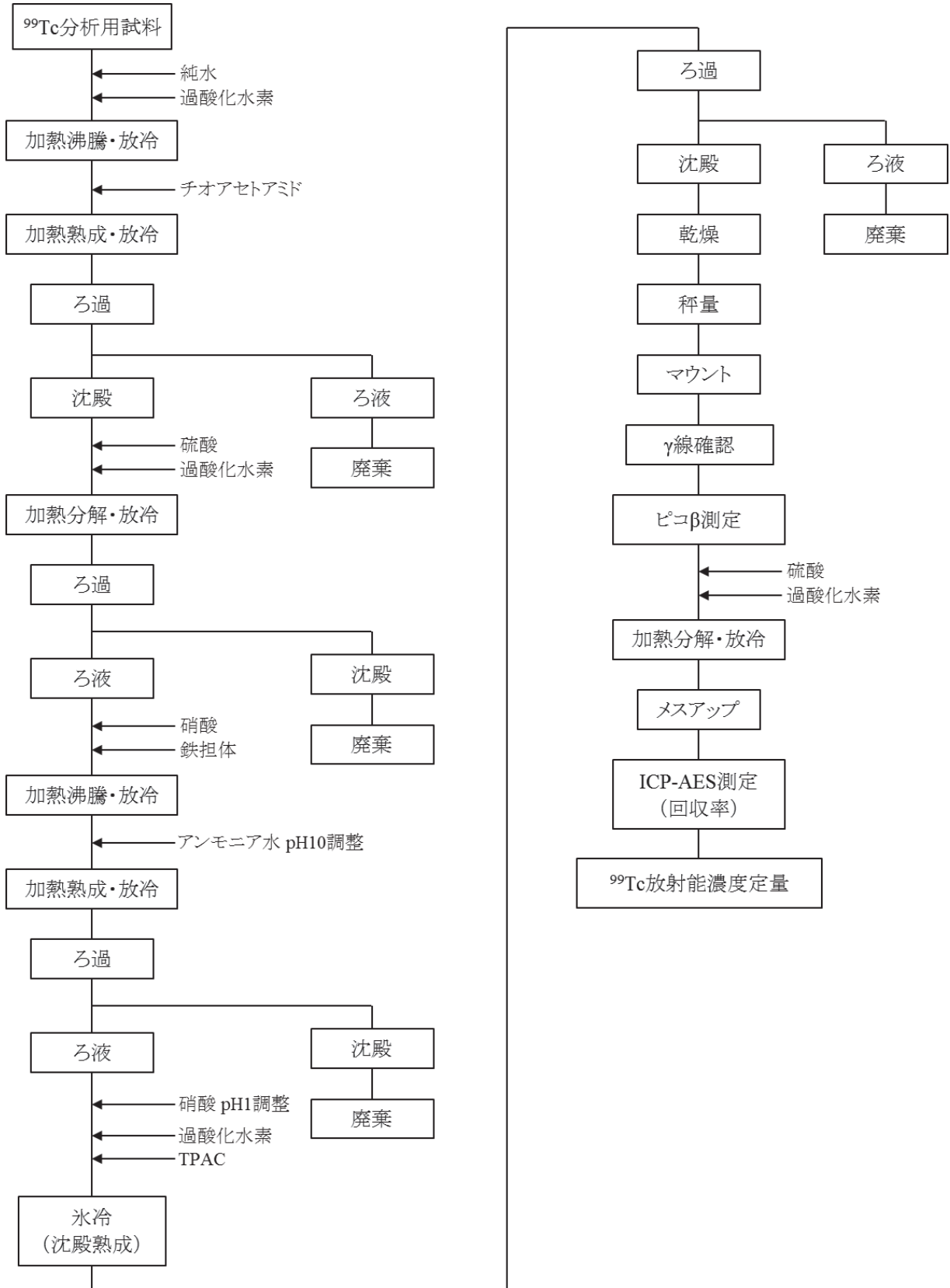


図 11 ⁹⁹Tc 分析フロー

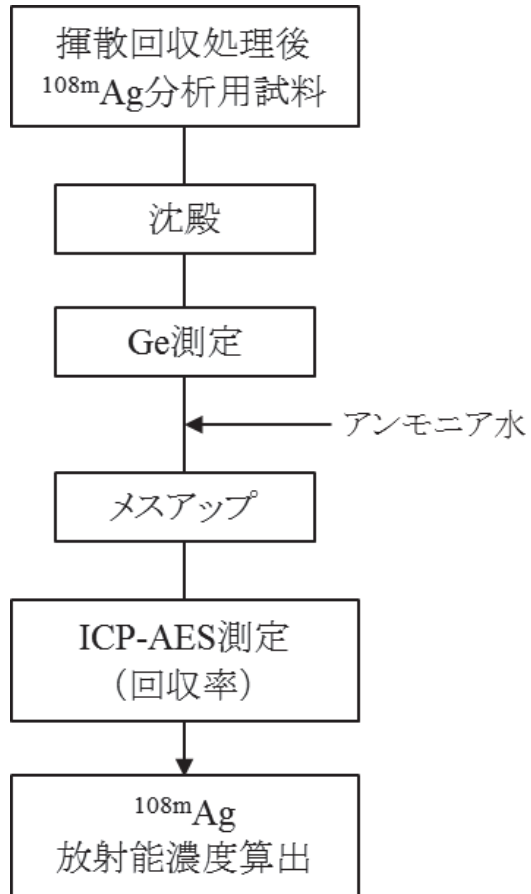


図 12 ^{108m}Ag 分析フロー

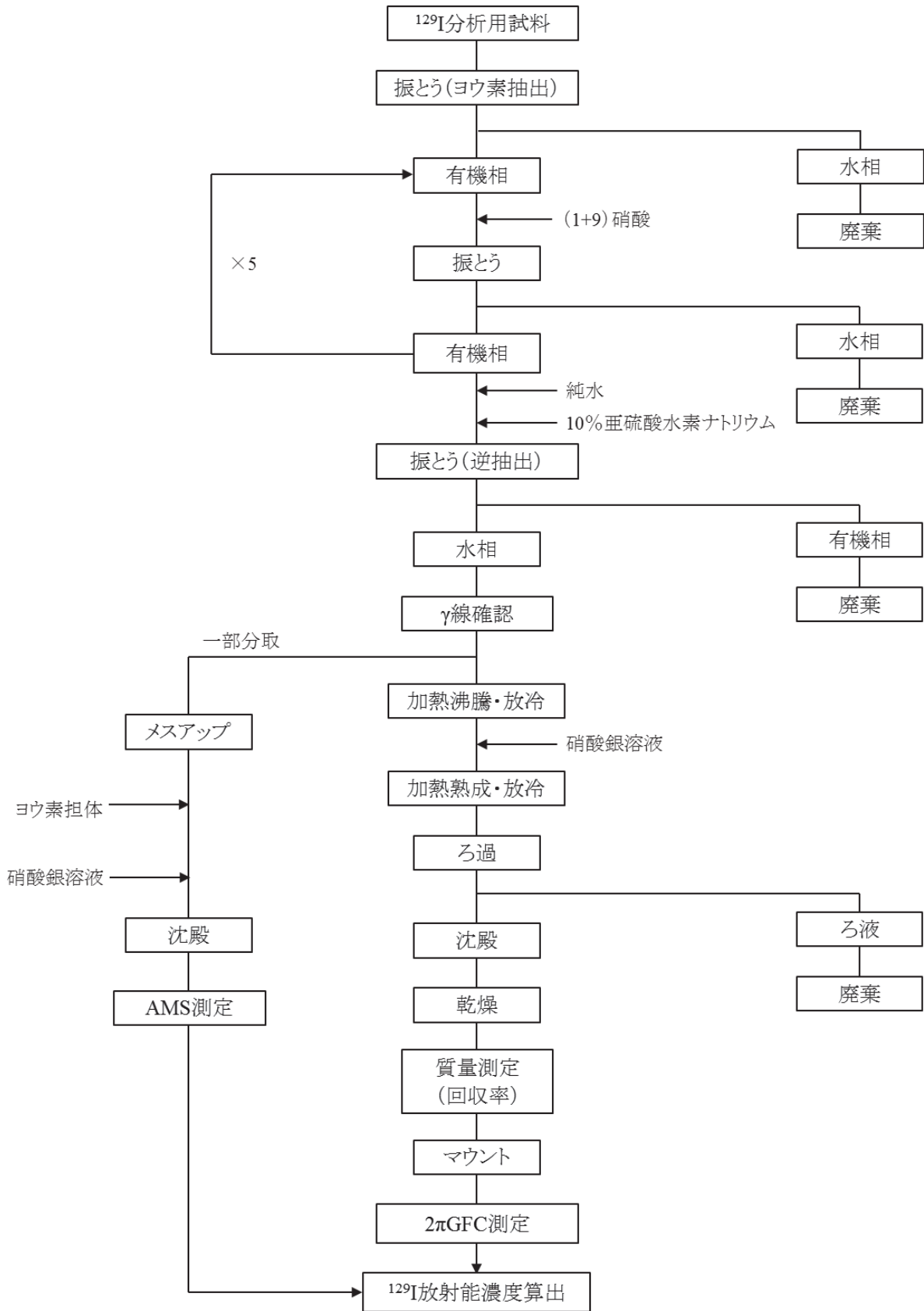


図 13 ¹²⁹I 分析フロー

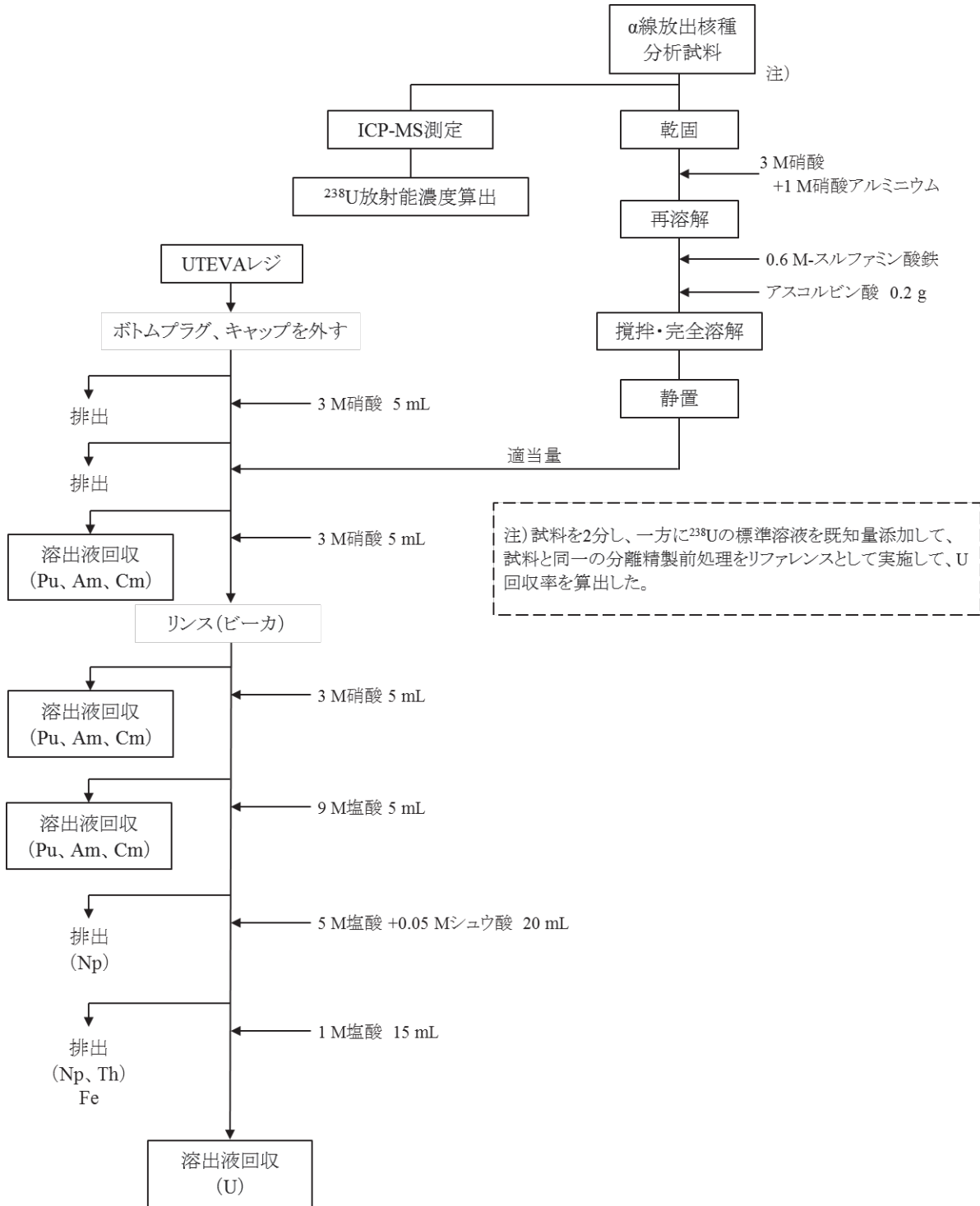


図 14 α線放出核種 (^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 及び ^{244}Cm) 分析フロー (1/3)

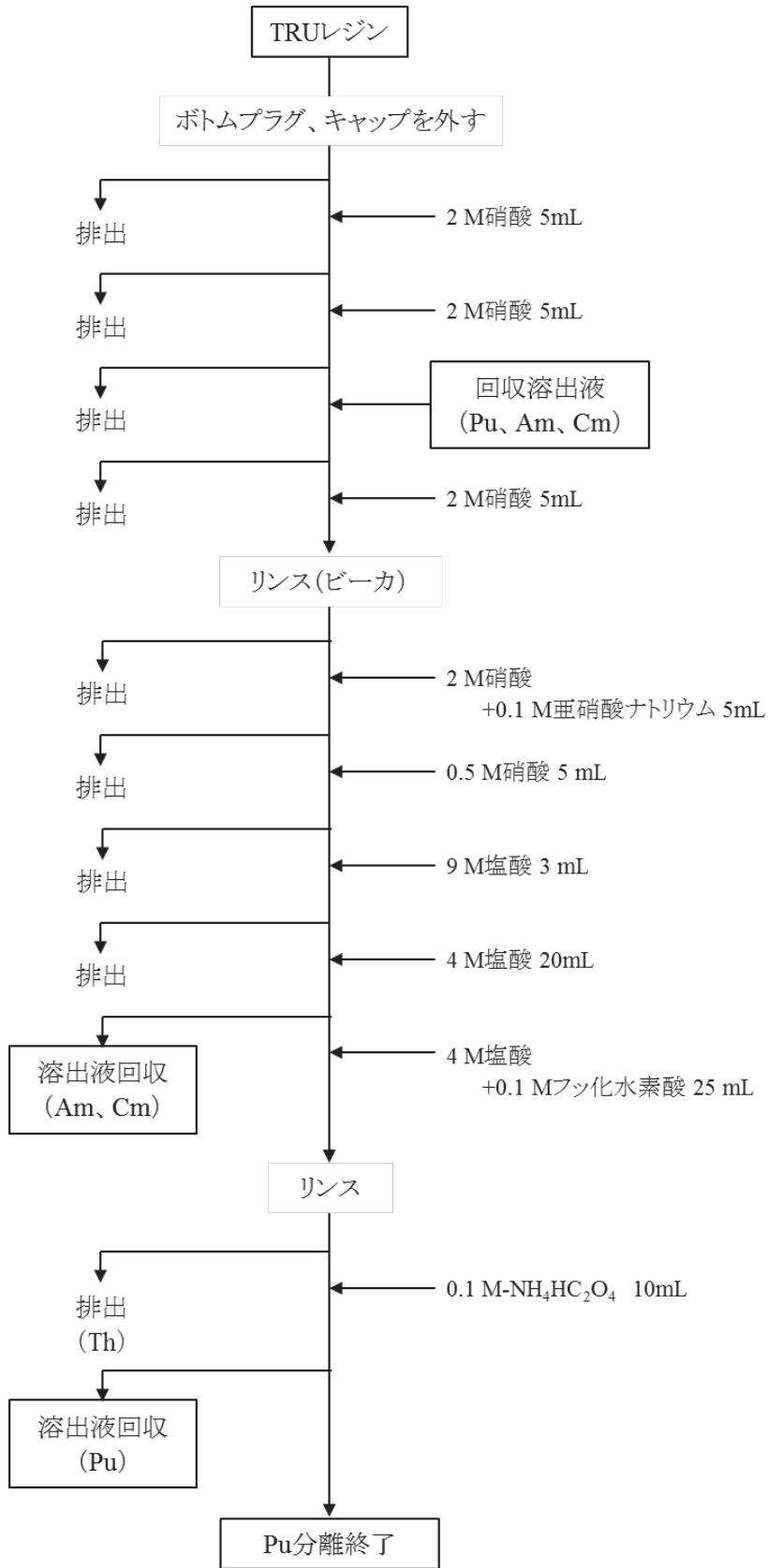


図 14 α線放出核種 (^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 及び ^{244}Cm) 分析フロー (2/3)

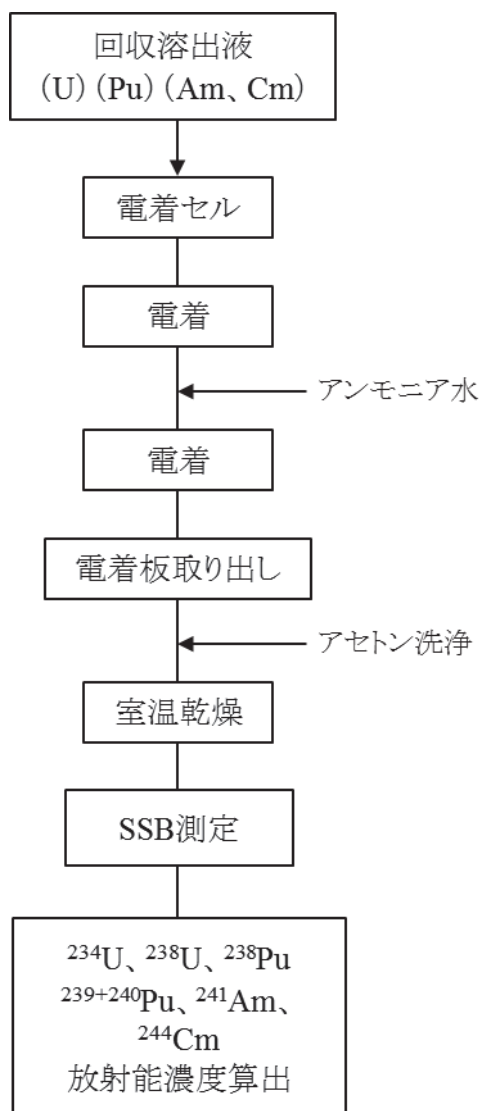


図 14 α 線放出核種 (²³⁴U、²³⁸U、²³⁸Pu、²³⁹⁺²⁴⁰Pu、²⁴¹Am 及び ²⁴⁴Cm) 分析フロー (3/3)

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光照射度	ルーメン	lm	cd sr ^(e)	cd
放射線量	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角加速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加減	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ¹² cm ²) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π)A m ⁻¹

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロ	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

