

東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃炉に向けた 放射性廃棄物に係る化学分析作業手順

Procedures of Chemical Analysis of Radioactive Waste for Decommissioning
of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

米川 実 岩崎 真歩 島田 梢 柳谷 昇子
塚田 学 飯塚 芳之 金子 宗功 畔野 俊道

Minoru YONEKAWA, Maho IWASAKI, Kozue SHIMADA, Shoko YANAGIYA
Manabu TSUKADA, Yoshiyuki IIZUKA, Munenori KANEKO and Toshimichi UNNO

福島研究開発部門
福島研究基盤創生センター
運転管理準備室

Preparatory Office for Hot Laboratory Operation Management
Fukushima Research Infrastructural Creation Center
Sector of Fukushima Research and Development

March 2016

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Testing

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 (<http://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, 2016

東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃炉に向けた 放射性廃棄物に係る化学分析作業手順

日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門
福島研究基盤創生センター 運転管理準備室

米川 実、岩崎 真歩、島田 梢、柳谷 昇子^{※1}、塚田 学^{※1}、飯塚 芳之^{※1}、
金子 宗功^{※1}、畔野 俊道^{※1}

(2015年12月24日 受理)

福島研究基盤創生センター運転管理準備室では、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発を着実に進めるにあたり、低放射線量のガレキ類及び燃料デブリ等の放射性廃棄物の処理、処分及び管理の安全性を評価するための放射化学分析手法について作業手順書の作成を行っている。作業手順書は、新たに従事する分析技術者の人材育成のために PowerPoint®のアニメーション機能を活用し、化学分析の初心者にも理解しやすいように工夫を施した内容としている。今回の報告書は、これまでに分析手法が確立し、且つ、アニメーションによる作業手順の作成が完了した核種についてまとめたものである。

Procedures of Chemical Analysis of Radioactive Waste for Decommissioning of TEPCO's
Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

Minoru YONEKAWA, Maho IWASAKI, Kozue SHIMADA, Shoko YANAGIYA^{※1},
Manabu TSUKADA^{※1}, Yoshiyuki IIZUKA^{※1}, Munenori KANEKO^{※1} and
Toshimichi UNNO^{※1}

Preparatory Office for Hot Laboratory Operation Management
Fukushima Research Infrastructural Creation Center
Sector of Fukushima Research and Development
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 24, 2015)

Preparatory Office for Hot Laboratory Operation Management in Fukushima Research Infrastructural Creation Center has advanced research and development for decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. For this purpose, work procedure manual of chemical analysis for safety evaluation on processing, disposal and management of radioactive waste such as low dose level rubbles and fuel debris has been prepared. The manual will be used for personnel training and animation function of PowerPoint[®] was used for the beginner of the chemical analysis to understand easily. This report describes about nuclides which were established analysis method and completed to make animation of work procedure.

Keywords : Radiochemical Analysis, Animation, Radioactive Waste, Operating Procedures

※1 Collaborating Engineer

目 次

1. はじめに	1
2. 分析の概要	1
3. 化学分析作業手順	2
3.1 ^{60}Co の分析作業手順	2
3.2 ^{63}Ni の分析作業手順	2
3.3 ^{79}Se の分析作業手順	2
3.4 ^{90}Sr の分析作業手順	2
3.5 ^{137}Cs の分析作業手順	2
3.6 ^{99}Tc の分析作業手順	2
3.7 ^{129}I の分析作業手順	2
4. まとめ	2
謝辞	3
参考文献	3
付録 CD	

Contents

1. Introduction	1
2. Overall of analysis	1
3. Chemical analysis operating procedure	2
3.1 Operating procedures of ^{60}Co	2
3.2 Operating procedures of ^{63}Ni	2
3.3 Operating procedures of ^{79}Se	2
3.4 Operating procedures of ^{90}Sr	2
3.5 Operating procedures of ^{137}Cs	2
3.6 Operating procedures of ^{99}Tc	2
3.7 Operating procedures of ^{129}I	2
4. Summary	2
Acknowledgements	3
References	3
Appendix CD	

This is a blank page.

1. はじめに

東京電力株式会社福島第一原子力発電所（以下、「1F」という。）の原子炉廃止措置に向けた研究開発を着実に進めるにあたり、日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）福島研究基盤創生センターでは、ガレキ類及び燃料デブリ等の放射性廃棄物の処理、処分及び管理の安全性を評価する技術開発に資するため、1F敷地の隣接地へ分析・研究施設の建設を進めている。分析・研究施設は、フード及びグローブボックスを使用したガレキ類及び二次廃棄物等の低線量の試料の化学分析を実施する第1棟及びコンクリートセルを使用し燃料デブリ等の高線量の試料を取り扱う第2棟から構成される。このうち第1棟では、2018年度からの運用を目指し100基程度のフード等を使用した放射能分析、化学組成分析、機械強度及び物性測定を実施する予定である。これらの作業に従事する分析技術者の人材育成に資するため平成27年4月に運転管理準備室が開設され、当室員によりバックエンド技術開発建家内のフードを使用したガレキ類の放射化学分析の実習を基に作業手順の確認を行っている。

本報告書は、これまでに分析手法が確立し、且つ、アニメーションによる作業手順の作成が完了した7核種（ ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{79}Se 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{99}Tc 、 ^{129}I ）についてまとめたものであり、分析・研究施設第1棟で新たに従事する分析技術者に対し、PowerPoint®のアニメーション機能を活用することで視覚により情報を得られるため、誰もが理解しやすく、且つ、作業時のヒューマンエラーを減らすことを目的として作成した。

2. 分析の概要

これまで数々の文献やレポートにおいて、放射性核種の分析方法及びスキームが紹介されているが、いずれも紙ベースによる記載のみであり、内容も複雑で膨大な量であった。今回紹介する分析作業手順書は、これらの流れをPowerPoint®によるアニメーション化し動画にすることによって、視覚と読み出し機能による聴覚により手順を習得することが可能となっている。また、タブレット端末等を作業現場に持ち込み、アニメーション動画を再生し作業手順を確認ながら作業することが可能であるため、経験の少ない分析技術者でも複雑で長い工程の化学分析作業も確実に遂行できることが期待される。

想定される放射性廃棄物としては、1F事故時に建家外に存在した構内の設備、飛散したガレキ、解体廃棄物、汚染水二次廃棄物、焼却灰があり、これらに含まれる放射性核種の分析については、「研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法（分析指針）」¹⁾を参考に、処分安全評価の核種として暫定的に選定されている38核種²⁾（ ^3H 、 ^{14}C 、 ^{36}Cl 、 ^{41}Ca 、 ^{60}Co 、 ^{59}Ni 、 ^{63}Ni 、 ^{79}Se 、 ^{90}Sr 、 ^{93}Zr 、 ^{93}Mo 、 ^{94}Nb 、 ^{99}Tc 、 ^{107}Pd 、 ^{126}Sn 、 ^{129}I 、 ^{135}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{151}Sm 、 ^{152}Eu 、 ^{154}Eu 、 ^{233}U 、 ^{234}U 、 ^{235}U 、 ^{236}U 、 ^{238}U 、 ^{237}Np 、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{241}Am 、 $^{242\text{m}}\text{Am}$ 、 ^{243}Am 、 ^{244}Cm 、 ^{245}Cm 、 ^{246}Cm ）とし、放射能濃度（38核種）の分析フローをFig.1に示す。

これらのうち今回は、これまでに分析手法が確立し、且つ、アニメーションによる作業手順の作成が完了した7核種（ ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{79}Se 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{99}Tc 、 ^{129}I ）について報告する。

3. 化学分析作業手順

以下に、アニメーションによる核種別の分析手順を静止画にて示す。また、動画による分析手順については、添付の CD にて配布する。

3.1 ^{60}Co の分析作業手順

^{60}Co の分析作業手順を Fig.3.1 に示す。

3.2 ^{63}Ni の分析作業手順

^{63}Ni の分析作業手順を Fig.3.2 に示す。

3.3 ^{79}Se の分析作業手順

^{79}Se の分析作業手順を Fig.3.3 に示す。

3.4 ^{90}Sr の分析作業手順

^{90}Sr の分析作業手順を Fig.3.4 に示す。

3.5 ^{137}Cs の分析作業手順

^{137}Cs の分析作業手順を Fig.3.5 に示す。

3.6 ^{99}Tc の分析作業手順

^{99}Tc の分析作業手順を Fig.3.6 に示す。

3.7 ^{129}I の分析作業手順

^{129}I の分析作業手順を Fig.3.7 に示す。

4. まとめ

1F の廃炉作業に伴う放射性廃棄物の処理、処分に係る化学分析作業では多数の分析技術者が従事することになり、これまでの紙ベースでの作業手順書やマニュアルでは、各個人の経験や能力に応じ理解度に温度差があることが予想される。作業手順をアニメーション化することにより紙ベースでは表現しにくい手順や個人の解釈の違いが、視覚により習得することで各自が同様なイメージで理解することができ、全ての分析技術者が同じ手順で分析作業を実施することでデータの統一性を図り、効率良く、且つ、確実に分析技術者の人材育成教育が実施できるものと期待できる。

本報告書では、放射性廃棄物に係る放射化学分析の作業手順のうち、これまでに作成が完了したに 7 核種について掲載した。今後は、他の核種についても作業手順が確立したものから順次、アニメーションを作成し報告書に纏める予定である。また、作業手順をビデオにより撮影し、DVD または、サーバー内のハードディスクに保存することにより、分析技術者が個人でも作業手順を再確認することが可能であるシステムを構築し、今後の分析作業に活用していきたいと考えている。

謝 辞

報告書をまとめるにあたり、河村弘福島研究基盤創生センター所長、亀尾裕バックエンド技術部放射性廃棄物管理技術課長からご助言、ご指導を頂きました。

以上を記して謝意を示します。

参考文献

- 1) 亀尾 裕、島田 亜佐子、石森 健一郎、他、研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法（分析指針）、JAEA-Technology 2009-051,(2009),81p
- 2) 日本原子力研究開発機構、平成 24 年度 地層処分技術調査等事業（高レベル放射性廃棄物処分関連：先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発）－原子力事故廃棄物の処理・処分に係る対応－報告書 平成 25 年 3 月.

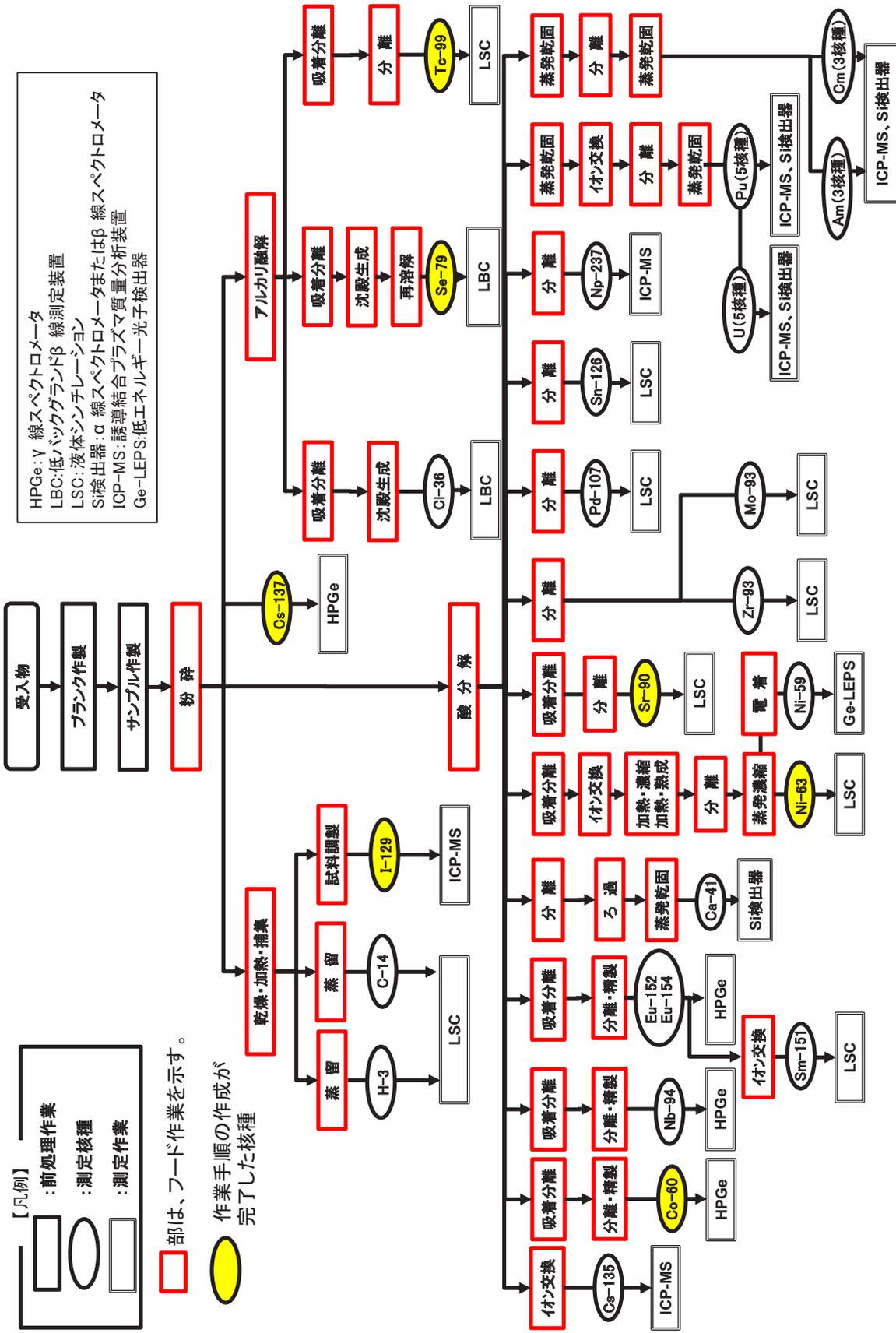


Fig.1 放射能濃度 (38核種) の分析フロー



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Co-60の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.1(1) ^{60}Co の分析作業手順

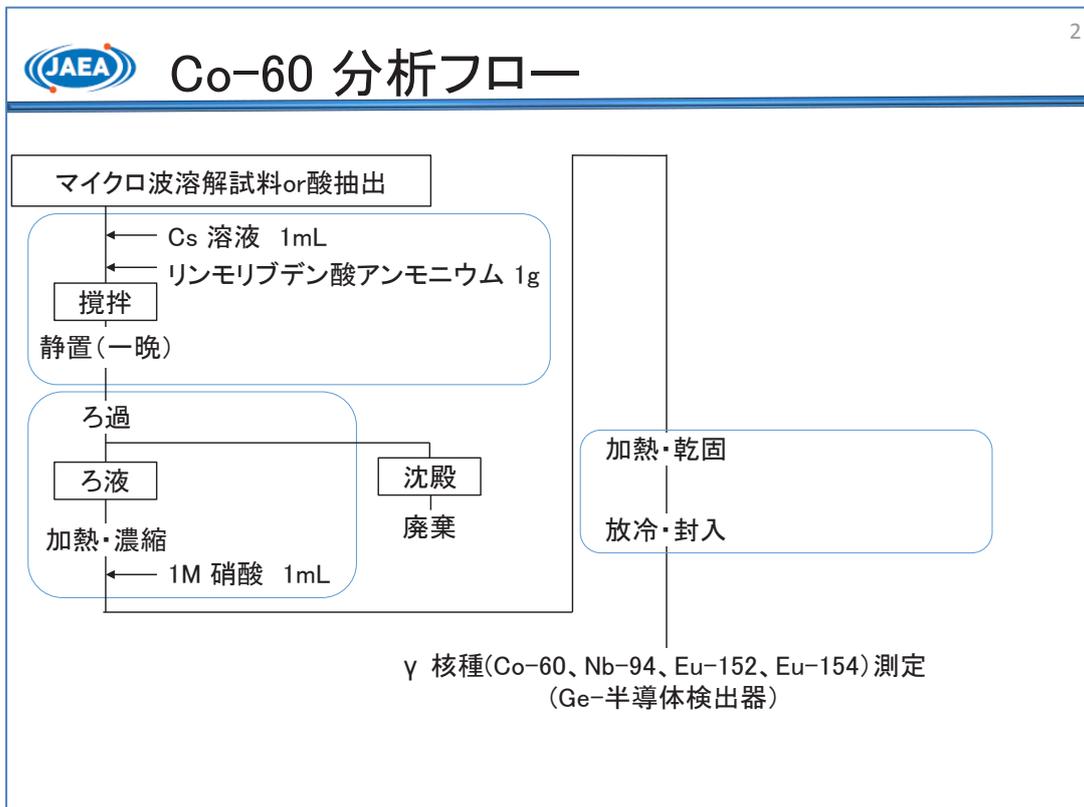


Fig.3.1(2) ^{60}Co の分析作業手順



Co-60分析

3

Cs-137除去

(1) 「マイクロ波加熱分解」、または「酸抽出」で調整した試料に、Cs溶液1mL加えた後、リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れる。

(2) 試料を十分に攪拌し、一晩静置する。



Fig.3.1(3) ^{60}Co の分析作業手順



Co-60分析

4

Cs-137除去

(1) 「マイクロ波加熱分解」、または「酸抽出」で調整した試料に、Cs溶液1mL加えた後、リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れる。

(2) 試料を十分に攪拌し、一晩静置する。

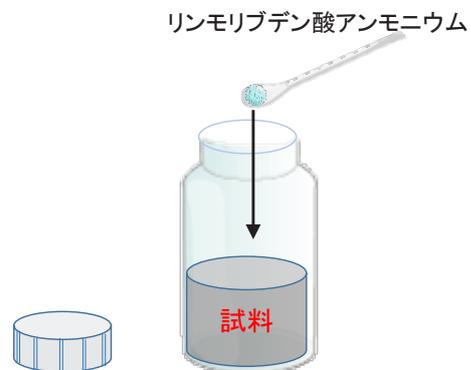


Fig.3.1(4) ^{60}Co の分析作業手順



Co-60分析

5

Cs-137除去

(1) 「マイクロ波加熱分解」、または「酸抽出」で調整した試料に、Cs溶液1mL加えた後、リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れる。

(2) **試料を十分に攪拌し、一晩静置する。**

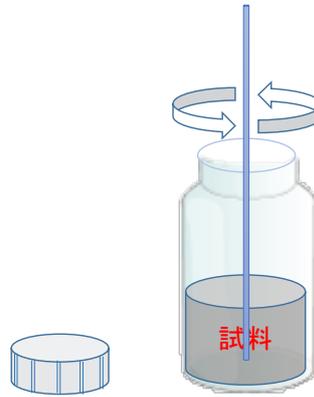


Fig.3.1(5) ^{60}Co の分析作業手順



Co-60分析

6

Cs-137除去

(1) 「マイクロ波加熱分解」、または「酸抽出」で調整した試料に、Cs溶液1mL加えた後、リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れる。

(2) **試料を十分に攪拌し、一晩静置する。**



Fig.3.1(6) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

AMPろ過

(3) 0.45 μ mメンブレンフィルタとポリエチレンファンネルを用いて、吸引ろ過を行う。ポリビンの洗浄は1M硝酸1mL \times 3回行う。

(4) AMP沈殿の洗浄についても1M硝酸1mL \times 5回行う。

(5) 100mLビーカーに入れた(4)のろ液をホットプレートにて、1mL程度まで濃縮する。

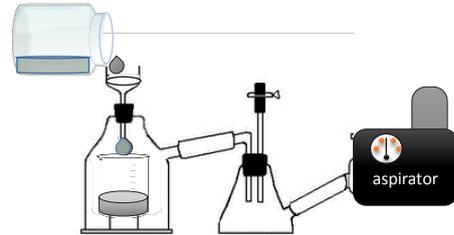


Fig.3.1(7) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

AMPろ過

(3) 0.45 μ mメンブレンフィルタとポリエチレンファンネルを用いて、吸引ろ過を行う。ポリビンの洗浄は1M硝酸1mL \times 3回行う。

(4) AMP沈殿の洗浄についても1M硝酸1mL \times 5回行う。

(5) 100mLビーカーに入れた(4)のろ液をホットプレートにて、1mL程度まで濃縮する。

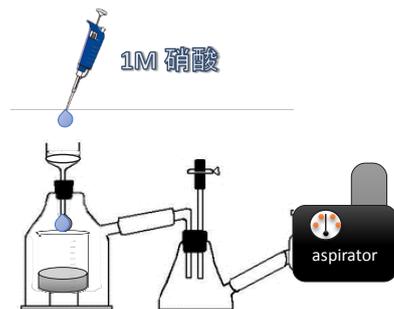


Fig.3.1(8) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

AMPろ過

(3) 0.45 μ mメンブレンフィルタとポリエチレンファンネルを用いて、吸引ろ過を行う。ポリビンの洗浄は1M硝酸1mL \times 3回行う。

(4) AMP沈殿の洗浄についても1M硝酸1mL \times 5回行う。

(5) 100mLビーカーに入れた(4)のろ液をホットプレートにて、1mL程度まで濃縮する。

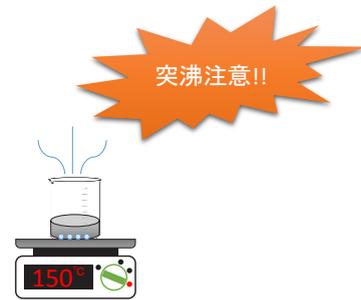


Fig.3.1(9) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

測定試料調整

(6) 「AMPろ過」(5)項の濃縮溶液を20mLガラスバイアルに移し、ビーカーを1M硝酸1mL \times 3回洗浄して洗浄液もガラスバイアルに入れ、加熱乾固する。

(7) 加熱乾固後、ガラスバイアルを放冷させ、蓋をする。

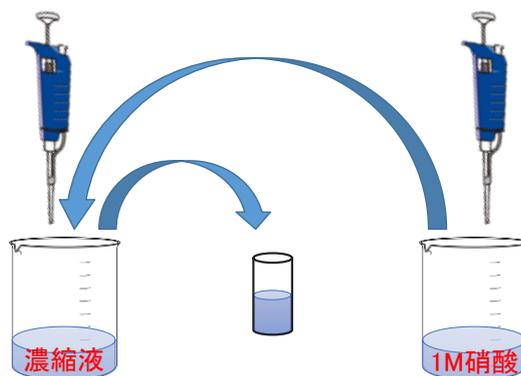


Fig.3.1(10) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

測定試料調整

(6) 「AMPろ過」(5)項の濃縮溶液を20mLガラスバイアルに移し、ビーカーを1M硝酸1mL×3回洗浄して洗浄液もガラスバイアルに入れ、**加熱乾固する。**

(7) 加熱乾固後、ガラスバイアルを放冷させ、蓋をする。



Fig.3.1(11) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

測定試料調整

(6) 「AMPろ過」(5)項の濃縮溶液を20mLガラスバイアルに移し、ビーカーを1M硝酸1mL×3回洗浄して洗浄液もガラスバイアルに入れ、**加熱乾固する。**

(7) 加熱乾固後、ガラスバイアルを放冷させ、蓋をする。

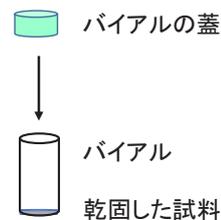


Fig.3.1(12) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA Co-60分析

試料測定

(8) Ge半導体検出器で、 γ 核種 (Co-60、Nb-94、Eu-152、Eu-154) を測定し、測定機器、測定日、測定距離を分析管理シートに記入する。

【測定時間の目安】
測定時間: 70,000秒



図: 試料搬入口を開放した状態の Ge半導体検出器

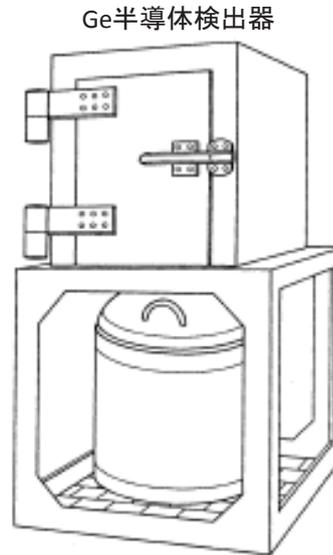


Fig.3.1(13) ^{60}Co の分析作業手順



終了

Co-60の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.1(14) ^{60}Co の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Ni-63の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.2(1) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63分析フロー

2

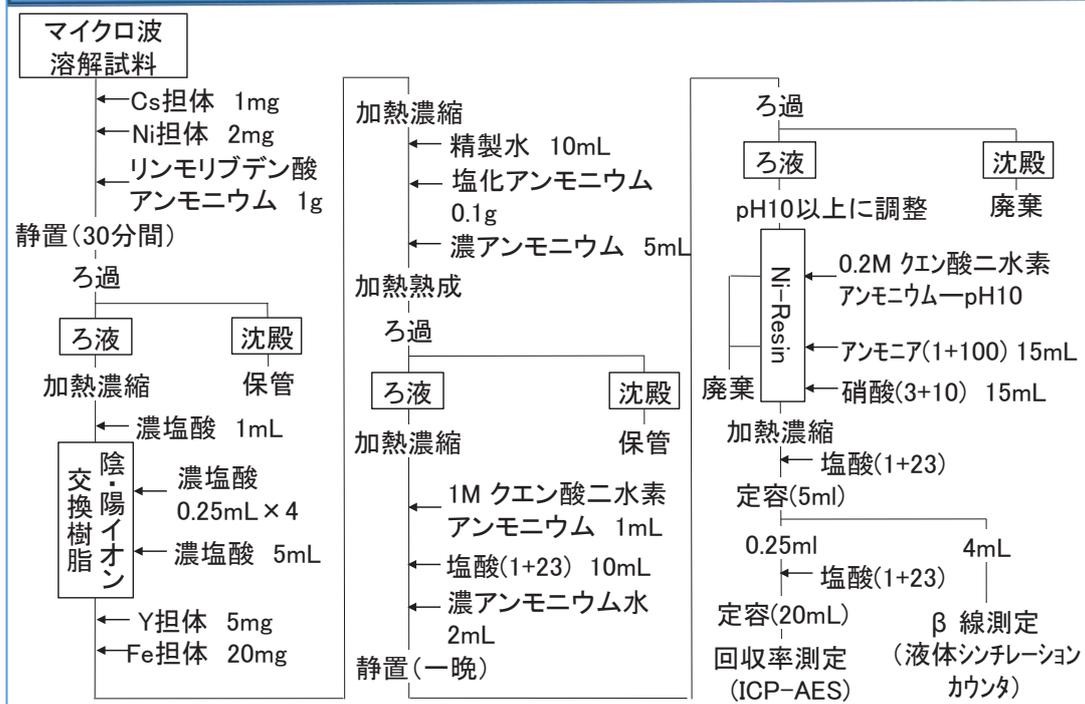


Fig.3.2(2) ⁶³Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

試料中Ni量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
塩酸(1+23)で定容する。

(2) ICP-AESにて、Ni濃度を下記の条件で測定し、
0.2ppm以上か未満かを確認する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 231.604nm
- ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 10ppm-塩酸(1+23)溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる。

(3) 試料中のNi量を算出する。

(4) 「試料中のNi測定」(1)の試料(残 9.5mL)から
9mLを20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Ni 溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

- ・(2)の測定値が0.2ppm未満の場合:(5)のNi担体添加量に変更なし。
- ・(2)の測定値が0.2ppm以上の場合:(5)のNi総量が2mgになるように調整する。

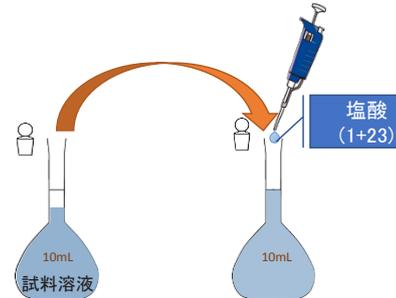


Fig.3.2(3) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

試料中Ni量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
塩酸(1+23)で定容する。

(2) ICP-AESにて、Ni濃度を下記の条件で測定し、
0.2ppm以上か未満かを確認する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 231.604nm
- ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 10ppm-塩酸(1+23)溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる。

(3) 試料中のNi量を算出する。

(4) 「試料中のNi測定」(1)の試料(残 9.5mL)から
9mLを20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Ni 溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

- ・(2)の測定値が0.2ppm未満の場合:(5)のNi担体添加量に変更なし。
- ・(2)の測定値が0.2ppm以上の場合:(5)のNi総量が2mgになるように調整する。

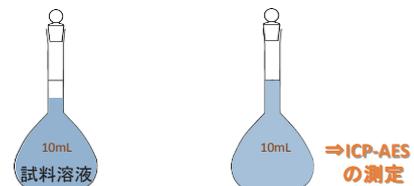


Fig.3.2(4) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

試料中Ni量測定

- (1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料（全10mL）から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、塩酸(1+23)で定容する。
- (2) ICP-AESにて、Ni濃度を下記の条件で測定し、0.2ppm以上か未満かを確認する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 231.604nm
- ・検量線 0,0.5,1.5,10ppm-塩酸(1+23)溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液 1,000ppmを希釈して用いる。



- (3) 試料中のNi量を算出する。
- (4) 「試料中のNi測定」(1)の試料(残 9.5mL)から9mLを20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)
- (5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Ni 溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。
 - ・(2)の測定値が0.2ppm未満の場合:(5)のNi担体添加量に変更なし。
 - ・(2)の測定値が0.2ppm以上の場合:(5)のNi総量が2mgになるように調整する。

Fig.3.2(5) ^{63}Ni の分析作業手順

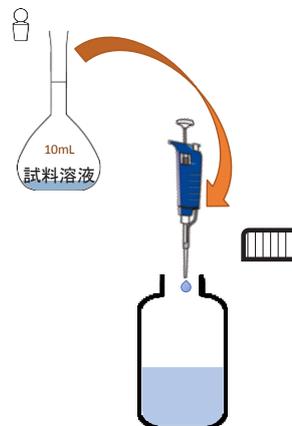
JAEA Ni-63の分析

試料中Ni量測定

- (1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料（全10mL）から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、塩酸(1+23)で定容する。
- (2) ICP-AESにて、Ni濃度を下記の条件で測定し、0.2ppm以上か未満かを確認する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 231.604nm
- ・検量線 0,0.5,1.5,10ppm-塩酸(1+23)溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液 1,000ppmを希釈して用いる



- (3) 試料中のNi量を算出する。
- (4) 「試料中のNi測定」(1)の試料(残 9.5mL)から9mLを20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)
- (5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Ni 溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。
 - ・(2)の測定値が0.2ppm未満の場合:(5)のNi担体添加量に変更なし。
 - ・(2)の測定値が0.2ppm以上の場合:(5)のNi総量が2mgになるように調整する。

Fig.3.2(6) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

7

試料中Ni量測定

- (1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
塩酸(1+23)で定容する。
- (2) ICP-AESにて、Ni濃度を下記の条件で測定し、
0.2ppm以上か未満かを確認する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 231.604nm
- ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 10ppm-塩酸(1+23)溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる。

- (3) 試料中のNi量を算出する。
- (4) 「試料中のNi測定」(1)の試料(残 9.5mL)から
9mLを20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)
- (5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Ni溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

- ・(2)の測定値が0.2ppm未満の場合:(5)のNi担体添加量に変更なし。
- ・(2)の測定値が0.2ppm以上の場合:(5)のNi総量が2mgになるように
調整する。

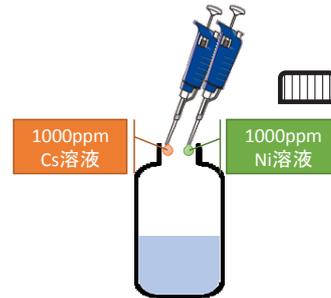


Fig.3.2(7) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

8

Cs-137の除去(1)

- (6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、
1M硝酸で全量を20mLにした後、試料を
十分に攪拌し、30分以上静置する。
- (7) 0.45 μm メンブレンフィルター付ろ過キットを用いて、
吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は
1M硝酸1mL \times 5回行う。
- (8) ろ過キット及びAMP沈殿の洗浄についても、
1M硝酸1mL \times 3回行う。
- (9) AMP沈殿は分析終了までフード内に
保管する。

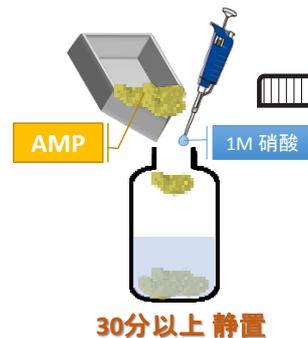


Fig.3.2(8) ^{63}Ni の分析作業手順

9

JAEA Ni-63の分析

Cs-137の除去(1)

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を20mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて、**吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。**

(8) ろ過キット及びAMP沈殿の洗浄について1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。



Fig.3.2(9) ⁶³Ni の分析作業手順

10

JAEA Ni-63の分析

Cs-137の除去(1)

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を20mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて、**吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。**

(8) ろ過キット及びAMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

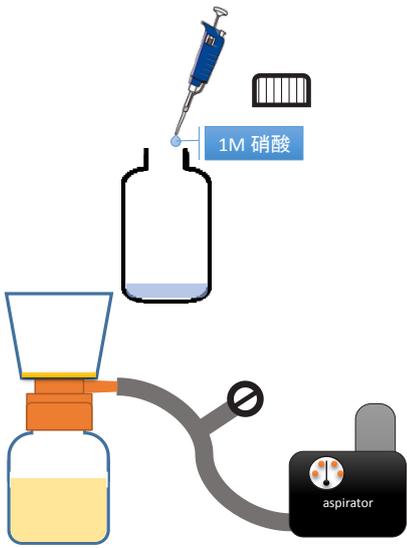


Fig.3.2(10) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

11

Cs-137の除去(1)

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を20mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) ろ過キット及びAMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

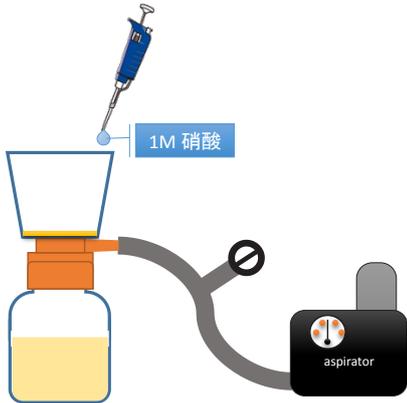


Fig.3.2(11) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

12

Cs-137の除去(1)

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を20mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) ろ過キット及びAMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。



Fig.3.2(12) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

13

Cs-137の除去(2)

(10) 試料小分け時のCs-137量を確認する。

- ・Cs-137量が1000Bq未満の場合⇒(15)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が1000Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。



(11) (8)の試料にCs担体1mg添加する。

(12) AMP1gを入れて良く攪拌し、30分以上静置する。

(13) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて吸引ろ過を行う。

(14) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸 1mL×3回行う。
AMPの沈殿は廃棄する。

Fig.3.2(13) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

14

Cs-137の除去(2)

(10) 試料小分け時のCs-137量を確認する。

- ・Cs-137量が1000Bq未満の場合⇒(15)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が1000Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(11) (8)の試料にCs担体1mg添加する。



(12) AMP1gを入れて良く攪拌し、30分以上静置する。

(13) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて吸引ろ過を行う。

(14) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸 1mL×3回行う。
AMPの沈殿は廃棄する。

Fig.3.2(14) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

15

Cs-137の除去(2)

(10) 試料小分け時のCs-137量を確認する。

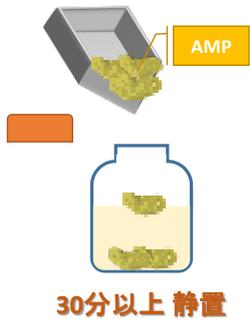
- ・Cs-137量が1000Bq未満の場合⇒(15)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が1000Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(11) (8)の試料にCs担体1mg添加する。

(12) AMP1gを入れて良く攪拌し、30分以上静置する。

(13) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて吸引ろ過を行う。

(14) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸 1mL×3回行う。
AMPの沈殿は廃棄する。



30分以上 静置

Fig.3.2(15) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

16

Cs-137の除去(2)

(10) 試料小分け時のCs-137量を確認する。

- ・Cs-137量が1000Bq未満の場合⇒(15)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が1000Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(11) (8)の試料にCs担体1mg添加する。

(12) AMP1gを入れて良く攪拌し、30分以上静置する。

(13) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて吸引ろ過を行う。

(14) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸 1mL×3回行う。
AMPの沈殿は廃棄する。



Fig.3.2(16) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

17

Cs-137の除去(2)

(10) 試料小分け時のCs-137量を確認する。

- ・Cs-137量が1000Bq未満の場合⇒(15)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が1000Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(11) (8)の試料にCs担体1mg添加する。

(12) AMP1gを入れて良く攪拌し、30分以上静置する。

(13) 0.45μ mメンブレンフィルター付ろ過キットを用いて吸引ろ過を行う。

(14) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸 1mL×3回行う。
AMPの沈殿は廃棄する。

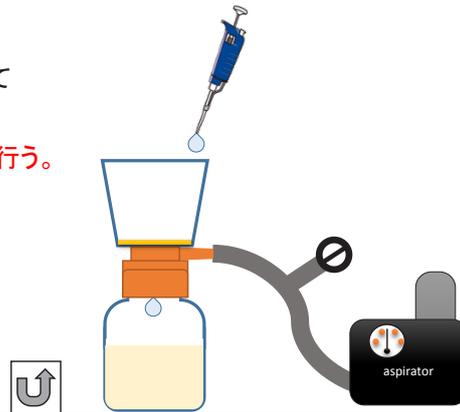


Fig.3.2(17) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

18

Cs-137の除去(3)

(15) Ge半導体検出器で試料中のCs-137の測定を行い、Cs-137が100Bq未満であることを確認する。

- ・Cs-137量が100Bq未満の場合⇒(16)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が100Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。



(16) 試料を1mL程度まで、加熱濃縮を行う。

- * 突沸しないように昇温に注意し、完全に乾固させないこと

(17) 放冷後、濃塩酸を1mL添加する。

Fig.3.2(18) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

19

Cs-137の除去(3)

(15) Ge半導体検出器で試料中のCs-137の測定を行い、Cs-137が100Bq未満であることを確認する。

- ・Cs-137量が100Bq未満の場合⇒(16)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が100Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(16) 試料を1mL程度まで、加熱濃縮を行う。

- * 突沸しないように昇温に注意し、完全に乾固させないこと

(17) 放冷後、濃塩酸を1mL添加する。

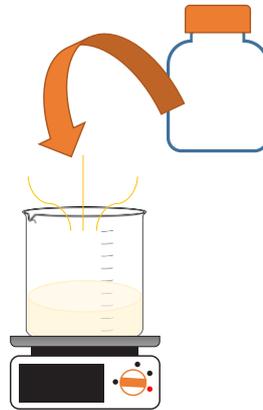


Fig.3.2(19) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

20

Cs-137の除去(3)

(15) Ge半導体検出器で試料中のCs-137の測定を行い、Cs-137が100Bq未満であることを確認する。

- ・Cs-137量が100Bq未満の場合⇒(16)からの操作を行う。
- ・Cs-137量が100Bq以上の場合⇒(11)からの操作を行う。

(16) 試料を1mL程度まで、加熱濃縮を行う。

- * 突沸しないように昇温に注意し、完全に乾固させないこと

(17) 放冷後、濃塩酸を1mL添加する。

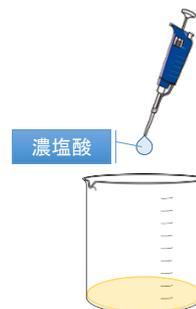


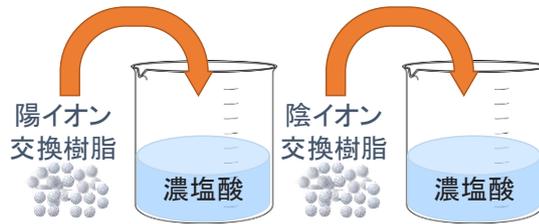
Fig.3.2(20) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

陰・陽イオン交換 準備

(18) 洗浄済みの陰・陽イオン交換樹脂をそれぞれ濃塩酸に浸す。

- ・DOWEX 50W×8 200-400メッシュ
強酸性陽イオン交換樹脂(H型)
- ・DOWEX 1×8 100-200メッシュ
強塩基性 I 型陰イオン交換樹脂(Cl型)



(19) ムロマックカラムM(以下、カラム)に、陽イオン交換樹脂(樹脂量 2mL)を、45mmhの高さまで、気泡が入らないように充填する。

(20) 陽イオン交換樹脂に陰イオン交換樹脂(樹脂量0.5mL分。陽イオン・陰イオン交換樹脂で合計2.5mL)を54mmhの高さ(樹脂量)まで充填する。

(21) 充填後、濃塩酸を少量加えて、パラフィルムで蓋をしておく。

Fig.3.2(21) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

陰・陽イオン交換 準備

(18) 洗浄済みの陰・陽イオン交換樹脂をそれぞれ濃塩酸に浸す。

- ・DOWEX 50W×8 200-400メッシュ
強酸性陽イオン交換樹脂(H型)
- ・DOWEX 1×8 100-200メッシュ
強塩基性 I 型陰イオン交換樹脂(Cl型)

(19) ムロマックカラムM(以下、カラム)に、陽イオン交換樹脂(樹脂量 2mL)を、45mmhの高さまで、気泡が入らないように充填する。

(20) 陽イオン交換樹脂に陰イオン交換樹脂(樹脂量0.5mL分。陽イオン・陰イオン交換樹脂で合計2.5mL)を54mmhの高さ(樹脂量)まで充填する。

(21) 充填後、濃塩酸を少量加えて、パラフィルムで蓋をしておく。



Fig.3.2(22) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

23

陰・陽イオン交換 準備

- (18) 洗浄済みの陰・陽イオン交換樹脂をそれぞれ濃塩酸に浸す。
- ・DOWEX 50W×8 200-400メッシュ
強酸性陽イオン交換樹脂(H型)
 - ・DOWEX 1×8 100-200メッシュ
強塩基性 I 型陰イオン交換樹脂(Cl型)
- (19) ムロマックカラムM(以下、カラム)に、陽イオン交換樹脂(樹脂量 2mL)を、45mmhの高さまで、気泡が入らないように充填する。
- (20) 陽イオン交換樹脂に陰イオン交換樹脂(樹脂量0.5mL分。陽イオン・陰イオン交換樹脂で合計2.5mL)を54mmhの高さ(樹脂量)まで充填する。
- (21) 充填後、濃塩酸を少量加えて、パラフィルムで蓋をしておく。

Fig.3.2(23) ^{63}Ni の分析作業手順

Ni-63の分析

24

陰・陽イオン交換 準備

- (18) 洗浄済みの陰・陽イオン交換樹脂をそれぞれ濃塩酸に浸す。
- ・DOWEX 50W×8 200-400メッシュ
強酸性陽イオン交換樹脂(H型)
 - ・DOWEX 1×8 100-200メッシュ
強塩基性 I 型陰イオン交換樹脂(Cl型)
- (19) ムロマックカラムM(以下、カラム)に、陽イオン交換樹脂(樹脂量 2mL)を、45mmhの高さまで、気泡が入らないように充填する。
- (20) 陽イオン交換樹脂に陰イオン交換樹脂(樹脂量0.5mL分。陽イオン・陰イオン交換樹脂で合計2.5mL)を54mmhの高さ(樹脂量)まで充填する。
- (21) 充填後、濃塩酸を少量加えて、パラフィルムで蓋をしておく。

Fig.3.2(24) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

25

陰・陽イオン交換 分離

- (22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)
- (23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。
- (24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。
- (25) カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。
- (26) 回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)

Fig.3.2(25) ^{63}Ni の分析作業手順

Ni-63の分析

26

陰・陽イオン交換 分離

- (22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)
- (23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。
- (24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。
- (25) カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。
- (26) 回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)

Fig.3.2(26) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

27

陰・陽イオン交換 分離

(22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)

(23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。

(24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。

(25) カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。

(26) 回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)



Fig.3.2(27) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

28

陰・陽イオン交換 分離

(22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)

(23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。

(24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。

(25) カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。

(26) 回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)



Fig.3.2(28) ⁶³Ni の分析作業手順

29

JAEA Ni-63の分析

陰・陽イオン交換 分離

(22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)

(23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。

(24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。

(25) **カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。**

(26) 回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液 1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。
(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)



Fig.3.2(29) ⁶³Ni の分析作業手順

30

JAEA Ni-63の分析

陰・陽イオン交換 分離

(22) 樹脂をコンディショニングの為に濃塩酸 5mL 通液する。通液後、カラムの受けを試料回収用の 10mLビーカーに交換する。(5mLのところに印をつけておく)

(23) 「Cs-137の除去」(17)項の試料を少量ずつ通液し、回収する。

(24) 試料を通液後、濃塩酸 0.25mLでビーカーを洗い、その洗浄液も通液する。この作業を4回行い、回収する。

(25) カラムに濃塩酸 5mL を添加し回収する。回収液量の合計が5mLに達した時点で、ビーカーを廃液用に交換する。

(26) **回収した試料(合計5mL)に、5000ppmのY溶液 1mLと、20000ppmのFe溶液 1mLを添加する。**
(Y担体添加量5mg。Fe担体添加量20mg。)

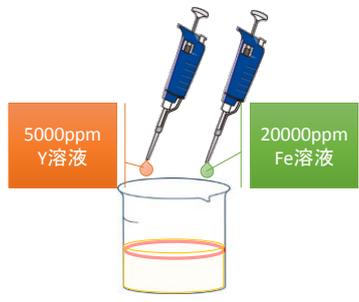


Fig.3.2(30) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

31

鉄共沈(1)

(27) 担体を加えた試料を、1mL程度まで加熱濃縮を行う。

(28) 精製水 10mLと塩化アンモニウム 0.1gを加える。

(29) 濃アンモニウム水 1mL×5回を攪拌しながらゆっくりと添加する。

(30) ホットプレートで沸騰させないよう穏やかに約20分加熱熟成させた後、放冷する。
(沈殿物が滞留しているのを確認する。)

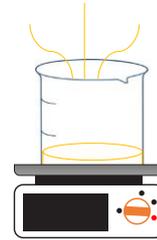


Fig.3.2(31) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

32

鉄共沈(1)

(27) 担体を加えた試料を、1mL程度まで加熱濃縮を行う。

(28) 精製水 10mLと塩化アンモニウム 0.1gを加える。

(29) 濃アンモニウム水 1mL×5回を攪拌しながらゆっくりと添加する。

(30) ホットプレートで沸騰させないよう穏やかに約20分加熱熟成させた後、放冷する。
(沈殿物が滞留しているのを確認する。)



Fig.3.2(32) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

33

鉄共沈(1)

- (27) 担体を加えた試料を、1mL程度まで加熱濃縮を行う。
- (28) 精製水 10mLと塩化アンモニウム 0.1gを加える。
- (29) 濃アンモニウム水 1mL×5回を攪拌しながらゆっくりと添加する。
- (30) ホットプレートで沸騰させないよう穏やかに約20分加熱熟成させた後、放冷する。
(沈殿物が滞留しているのを確認する。)

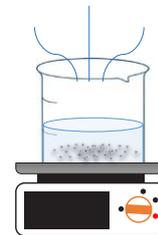
Fig.3.2(33) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

34

鉄共沈(1)

- (27) 担体を加えた試料を、1mL程度まで加熱濃縮を行う。
- (28) 精製水 10mLと塩化アンモニウム 0.1gを加える。
- (29) 濃アンモニウム水 1mL×5回を攪拌しながらゆっくりと添加する。
- (30) ホットプレートで沸騰させないよう穏やかに約20分加熱熟成させた後、放冷する。
(沈殿物が滞留しているのを確認する。)



約20分 加熱熟成

Fig.3.2(34) ^{63}Ni の分析作業手順

35

JAEA Ni-63の分析

鉄共沈(2)

(31) 放冷した試料を 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、アンモニア(1+100)で行う。
鉄共沈物は、フード内に保管する。
注) アンモニア(1+100)はpH試験紙でpH10であることを確認すること。

(32) 試料を 1mL程度まで、加熱濃縮を行う。
突沸させないように昇温すること。

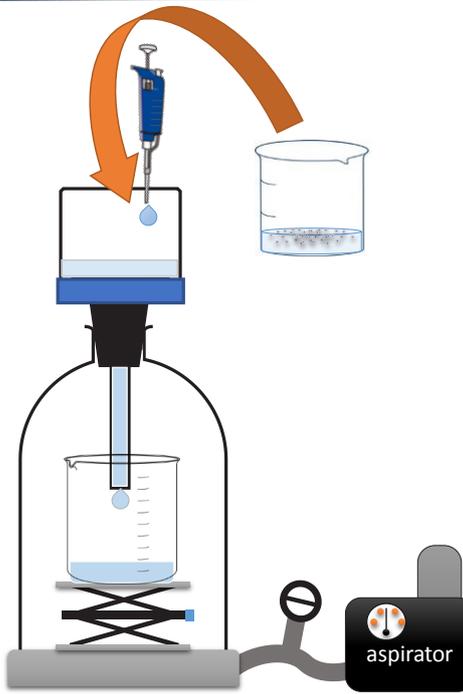


Fig.3.2(35) ^{63}Ni の分析作業手順

36

JAEA Ni-63の分析

鉄共沈(2)

(31) 放冷した試料を 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、アンモニア(1+100)で行う。
鉄共沈物は、フード内に保管する。
注) アンモニア(1+100)はpH試験紙でpH10であることを確認すること。

(32) 試料を 1mL程度まで、加熱濃縮を行う。
突沸させないように昇温すること。

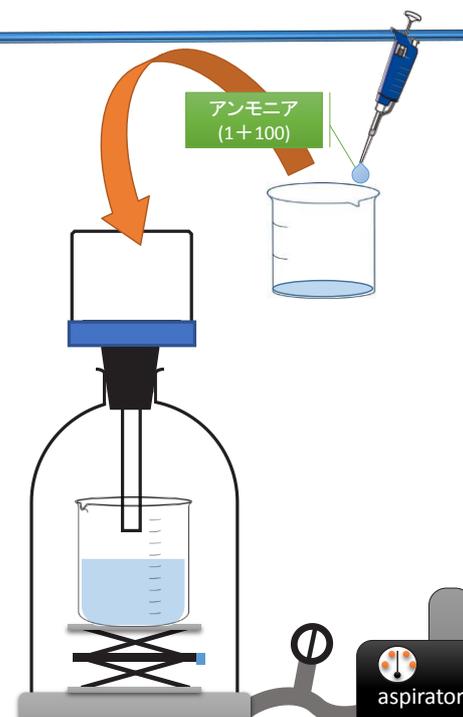


Fig.3.2(36) ^{63}Ni の分析作業手順

37

JAEA Ni-63の分析

鉄共沈(2)

(31) 放冷した試料を 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、アンモニア(1+100)で行う。
鉄共沈物は、フード内に保管する。
注) アンモニア(1+100)はpH試験紙でpH10であることを確認する。

(32) 試料を 1mL程度まで、加熱濃縮を行う。
突沸させないように昇温すること。

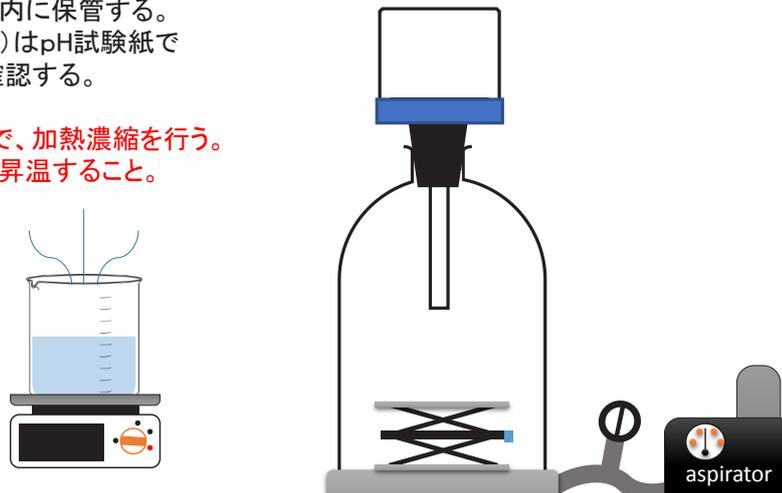


Fig.3.2(37) ⁶³Ni の分析作業手順

38

JAEA Ni-63の分析

鉄共沈(3)

(33) 濃縮した試料に、塩酸(1+23) 10mL、
1M クエン酸二水素アンモニウム 1mL、
濃アンモニウム水 2mLを加える。

(34) 試料に、パラフィルムで蓋をして、一晩静置する。

(35) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、アンモニア(1+100)で行う。沈殿物は廃棄する。

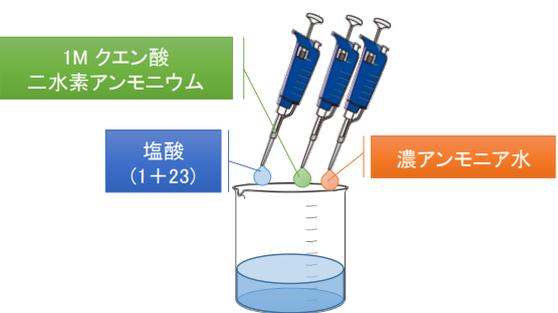


Fig.3.2(38) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

39

鉄共沈(3)

(33) 濃縮した試料に、塩酸(1+23) 10mL、
1M クエン酸二水素アンモニウム 1mL、
濃アンモニウム水 2mLを加える。

(34) 試料に、パラフィルムで蓋をして、一晩静置する。

(35) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、
吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、
アンモニア(1+100)で行う。沈殿物は
廃棄する。



一晩静置

Fig.3.2(39) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

40

鉄共沈(3)

(33) 濃縮した試料に、塩酸(1+23) 10mL、
1M クエン酸二水素アンモニウム 1mL、
濃アンモニウム水 2mLを加える。

(34) 試料に、パラフィルムで蓋をして、一晩静置する。

(35) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、
吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、
アンモニア(1+100)で行う。沈殿物は
廃棄する。

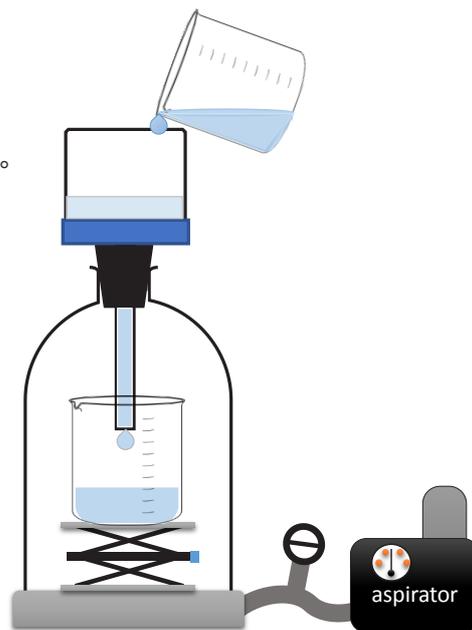


Fig.3.2(40) ^{63}Ni の分析作業手順

41

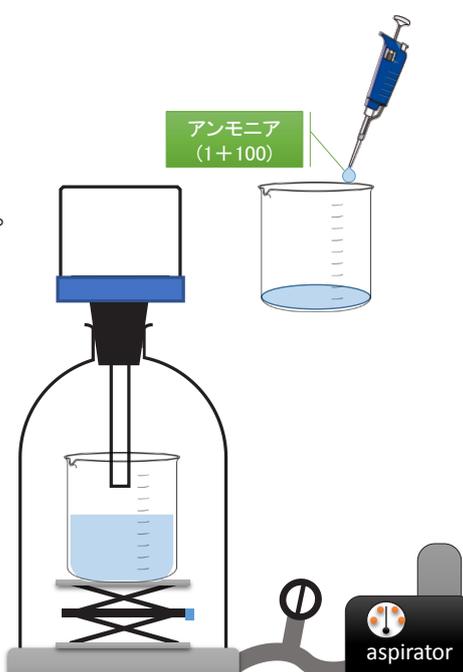
JAEA Ni-63の分析

鉄共沈(3)

(33) 濃縮した試料に、塩酸(1+23) 10mL、
1M クエン酸二水素アンモニウム 1mL、
濃アンモニウム水 2mLを加える。

(34) 試料に、パラフィルムで蓋をして、一晩静置する。

(35) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて、
吸引ろ過を行う。ビーカー等の洗浄は、
アンモニア(1+100)で行う。沈殿物は
廃棄する。


Fig.3.2(41) ^{63}Ni の分析作業手順

42

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの準備

(36) クエン酸二水素アンモニウムを精製水に
溶解し、濃アンモニウム水でpH10に調整し、
0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10
アンモニウムを調製する。

(37) Niレジン粉末 1.3gを、精製水に浸す。

(38) スラリー状のNiレジン5mLの高さまで
バイオラドカラムに詰め、セラミックフィルタ
ーで、蓋をする。


Fig.3.2(42) ^{63}Ni の分析作業手順

43

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの準備

(36) クエン酸二水素アンモニウムを精製水に溶解し、濃アンモニウム水でpH10に調整し、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10アンモニウムを調製する。

(37) Niレジン粉末 1.3gを、精製水に浸す。

(38) スラリー状のNiレジンを5mLの高さまでバイオラドカラムに詰め、セラミックフィルターで、蓋をする。



0.2M クエン酸二水素アンモニウム
-pH10 アンモニウム

Fig.3.2(43) ⁶³Ni の分析作業手順

44

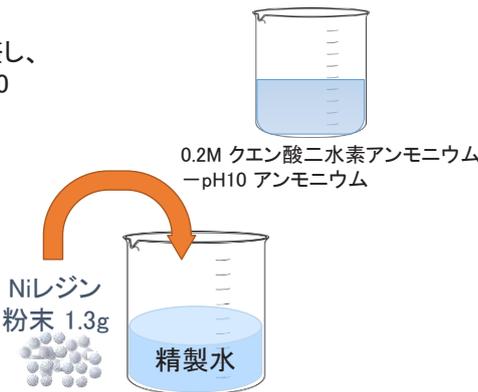
JAEA Ni-63の分析

Niレジンの準備

(36) クエン酸二水素アンモニウムを精製水に溶解し、濃アンモニウム水でpH10に調整し、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10アンモニウムを調製する。

(37) Niレジン粉末 1.3gを、精製水に浸す。

(38) スラリー状のNiレジンを5mLの高さまでバイオラドカラムに詰め、セラミックフィルターで、蓋をする。



0.2M クエン酸二水素アンモニウム
-pH10 アンモニウム

Niレジン
粉末 1.3g

精製水

Fig.3.2(44) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

45

Niレジンの準備

(36) クエン酸二水素アンモニウムを精製水に溶解し、濃アンモニウム水でpH10に調整し、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10アンモニウムを調製する。



0.2M クエン酸二水素アンモニウム
-pH10 アンモニウム

(37) Niレジン粉末 1.3gを、精製水に浸す。

(38) スラリー状のNiレジンを5mLの高さまでバイオラドカラムに詰め、セラミックフィルターで、蓋をする。

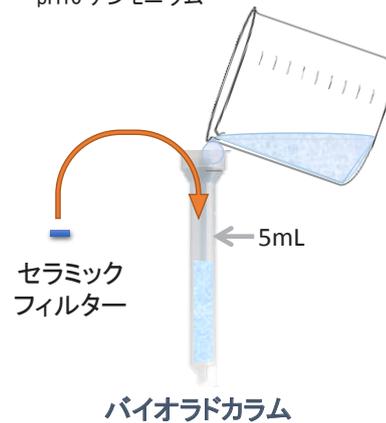


Fig.3.2(45) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

46

Niレジンの分離操作(1)

(39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。

(40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。

(41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。

(42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。

(43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10アンモニウム溶液 5mL × 4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。

(44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。



Fig.3.2(46) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの分離操作(1)

(39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。

(40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。

(41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。

(42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。

(43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 5mL×4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。

(44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。

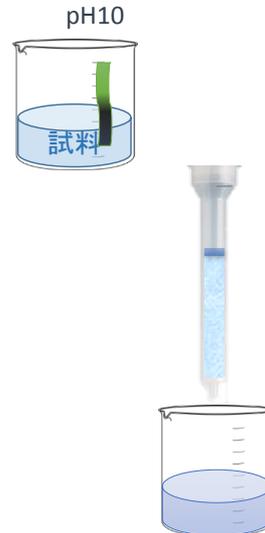


Fig.3.2(47) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの分離操作(1)

(39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。

(40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。

(41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。

(42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。

(43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 5mL×4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。

(44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。

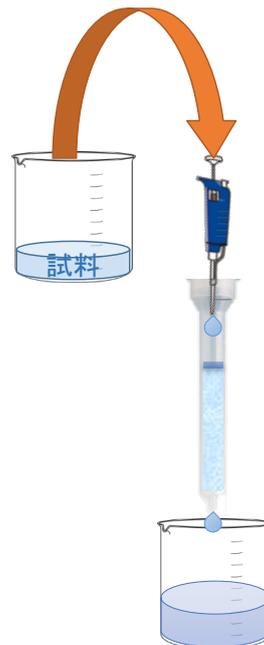
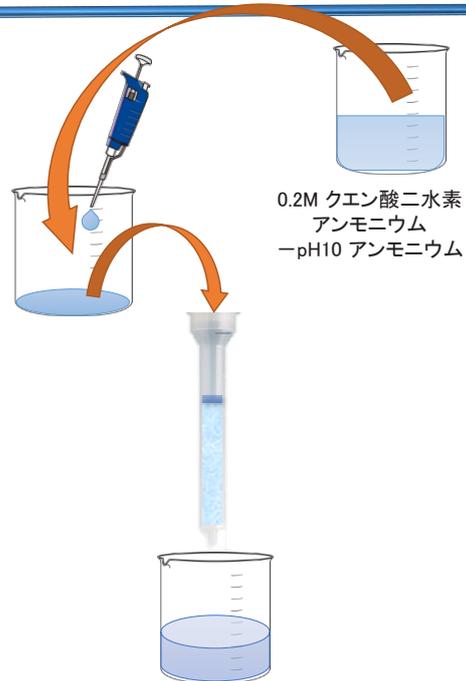


Fig.3.2(48) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの分離操作(1)

- (39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。
- (40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。
- (41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。
- (42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。
- (43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 5mL×4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。
- (44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。

Fig.3.2(49) ^{63}Ni の分析作業手順

JAEA Ni-63の分析

Niレジンの分離操作(1)

- (39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。
- (40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。
- (41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。
- (42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。
- (43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 5mL×4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。
- (44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。

Fig.3.2(50) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

51

Niレジンの分離操作(1)

- (39) Niレジンカラムにコンディショニングのためアンモニア(1+100)を15mL通液する。
- (40) 鉄共沈の試料のpH10を確認し、pH10より低い場合は、濃アンモニア水を加えて調整する。
- (41) Niレジンカラムに試料を1mLずつ、ゆっくりと通液させる。
- (42) Niレジン準備で調製した、0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 1mLでビーカーを洗浄し、Niレジンカラムに通液する。この操作を3回行う。
- (43) 0.2Mクエン酸二水素アンモニウム-pH10 アンモニウム溶液 5mL×4回通液し、アンモニア(1+100)を5mL通液する。操作後、試料回収用のビーカーに交換する。
- (44) 硝酸(3+10)15mLを、Niレジンカラムに通液する。**

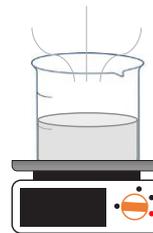
Fig.3.2(51) ^{63}Ni の分析作業手順

Ni-63の分析

52

Niレジンの分離操作(2)

- (45) 試料を1mL程度まで加熱濃縮する。**
- (46) 濃縮後、5mLメスフラスコに塩酸(1+23)で定容する。

Fig.3.2(52) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

53

Niレジンの分離操作(2)

(45) 試料を1mL程度まで加熱濃縮する。

(46) 濃縮後、5mLメスフラスコに塩酸(1+23)で定容する。



Fig.3.2(53) ^{63}Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

54

試料測定

(47) 液体シンチレーション測定用バイアルに、試料の4mLとUltima Gold LLT 16mLを加えて、測定試料を調製する。

(48) 液体シンチレーションカウンタにて、Niの放射能測定を行う。測定条件を以下に示す。

液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10.00 min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0 ~ 66.9 keV

(49) 回収率測定のため、試料0.25mLを20mLメスフラスコに分取し、塩酸(1+23)で定容する。

(50) ICP-AESにてNiの回収率測定を行い、測定結果を分析管理シートに記録する。測定条件を以下に示す。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長231.604nm
 ・キャリアーガス流量0.7L/min
 ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 100ppm-塩酸(1+23)溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(51) Ni量の回収率を算出する。(3)項で求めたNi量を考慮して回収率を計算する。

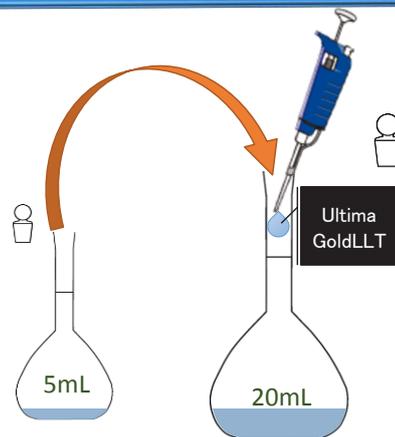


Fig.3.2(54) ^{63}Ni の分析作業手順

55

JAEA Ni-63の分析

試料測定

(47) 液体シンチレーション測定用バイアルに、試料の4mLとUltima Gold LLT 16mLを加えて、測定試料を調製する。

(48) **液体シンチレーションカウンタにて、Niの放射能測定を行う。測定条件を以下に示す。**
 液体シンチレーションカウンタ測定条件
 (Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10.00 min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0 ~ 66.9 keV

(49) 回収率測定のため、試料0.25mLを20mLメスフラスコに分取し、塩酸(1+23)で定容する。

(50) ICP-AESにてNiの回収率測定を行い、測定結果を分析管理シートに記録する。測定条件を以下に示す。
 ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長231.604nm
 ・キャリアーガス流量0.7L/min
 ・検量線 0.0,0.5,1.5,100ppm-塩酸(1+23)溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(51) Ni量の回収率を算出する。(3)で求めたNi量を考慮して回収率を計算する。



Fig.3.2(55) ⁶³Ni の分析作業手順

56

JAEA Ni-63の分析

試料測定

(47) 液体シンチレーション測定用バイアルに、試料の4mLとUltima Gold LLT 16mLを加えて、測定試料を調製する。

(48) 液体シンチレーションカウンタにて、Niの放射能測定を行う。測定条件を以下に示す。
 液体シンチレーションカウンタ測定条件
 (Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10.00 min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0 ~ 66.9 keV

(49) **回収率測定のため、試料0.25mLを20mLメスフラスコに分取し、塩酸(1+23)で定容する。**

(50) ICP-AESにてNiの回収率測定を行い、測定結果を分析管理シートに記録する。測定条件を以下に示す。
 ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長231.604nm
 ・キャリアーガス流量0.7L/min
 ・検量線 0.0,0.5,1.5,100ppm-塩酸(1+23)溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(51) Ni量の回収率を算出する。(3)で求めたNi量を考慮して回収率を計算する。

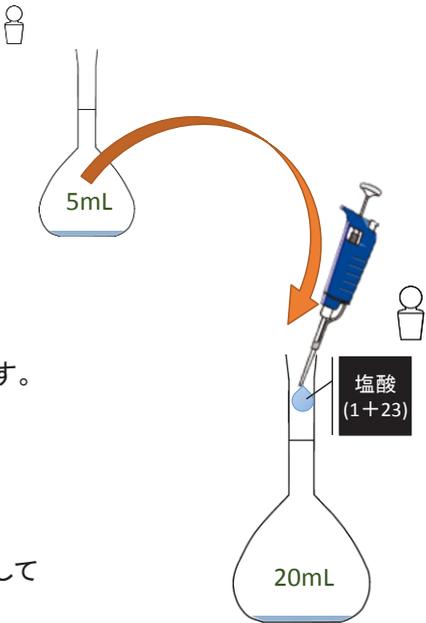


Fig.3.2(56) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

57

試料測定

(47) 液体シンチレーション測定用バイアルに、試料の4mLとUltima Gold LLT 16mLを加えて、測定試料を調製する。

(48) 液体シンチレーションカウンタにて、Niの放射能測定を行う。測定条件を以下に示す。

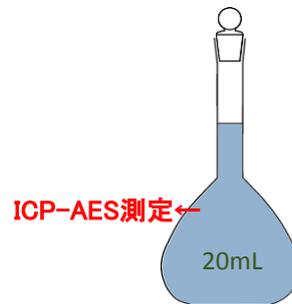
液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10.00 min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0 ~ 66.9 keV



(49) 回収率測定のため、試料0.25mLを20mLメスフラスコに分取し、塩酸(1+23)で定容する。

(50) ICP-AESにてNiの回収率測定を行い、測定結果を分析管理シートに記録する。測定条件を以下に示す。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長231.604nm
 ・キャリアーガス流量0.7L/min
 ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 100ppm-塩酸(1+23)溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液1000ppmを希釈して用いる。



(51) Ni量の回収率を算出する。(3)で求めたNi量を考慮して回収率を計算する。

Fig.3.2(57) ⁶³Ni の分析作業手順



Ni-63の分析

58

試料測定

(47) 液体シンチレーション測定用バイアルに、試料の4mLとUltima Gold LLT 16mLを加えて、測定試料を調製する。

(48) 液体シンチレーションカウンタにて、Niの放射能測定を行う。測定条件を以下に示す。

液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10.00 min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0 ~ 66.9 keV

(49) 回収率測定のため、試料0.25mLを20mLメスフラスコに分取し、塩酸(1+23)で定容する。

(50) ICP-AESにてNiの回収率測定を行い、測定結果を分析管理シートに記録する。測定条件を以下に示す。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長231.604nm
 ・キャリアーガス流量0.7L/min
 ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 100ppm-塩酸(1+23)溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Ni標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(51) Ni量の回収率を算出する。(3)で求めたNi量を考慮して回収率を計算する。

Fig.3.2(58) ⁶³Ni の分析作業手順

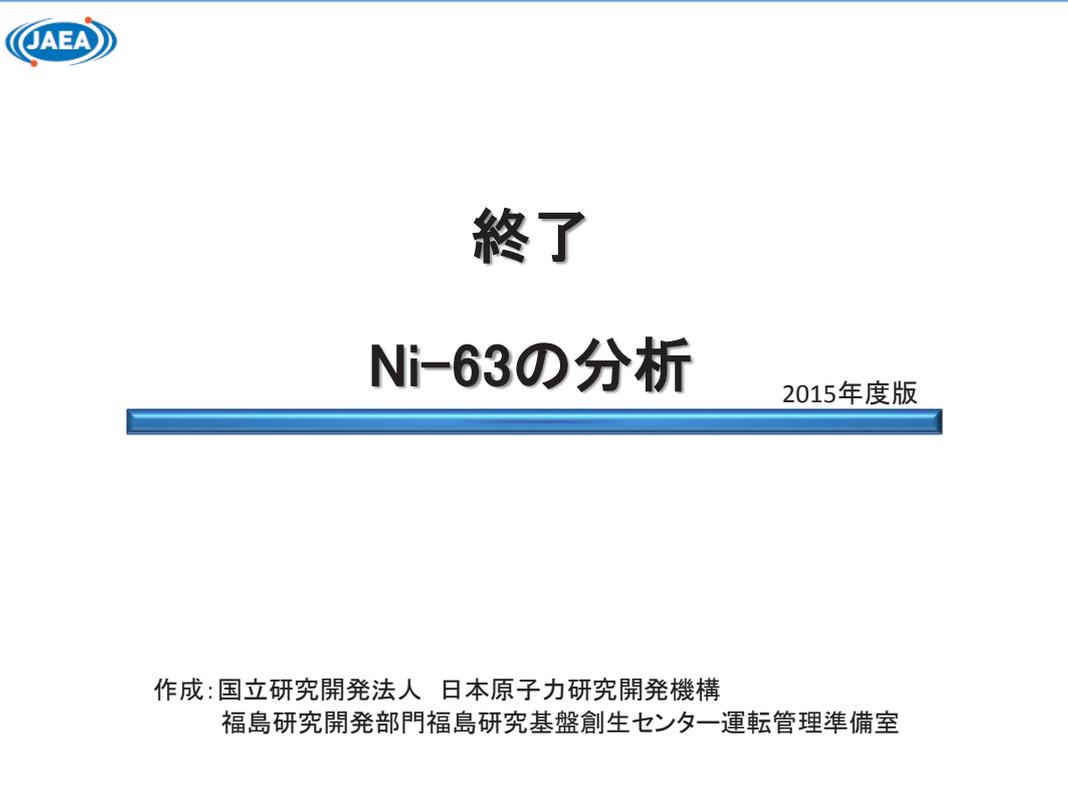


Fig.3.2(59) ^{63}Ni の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Se-79の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.3(1) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79 分析フロー

2

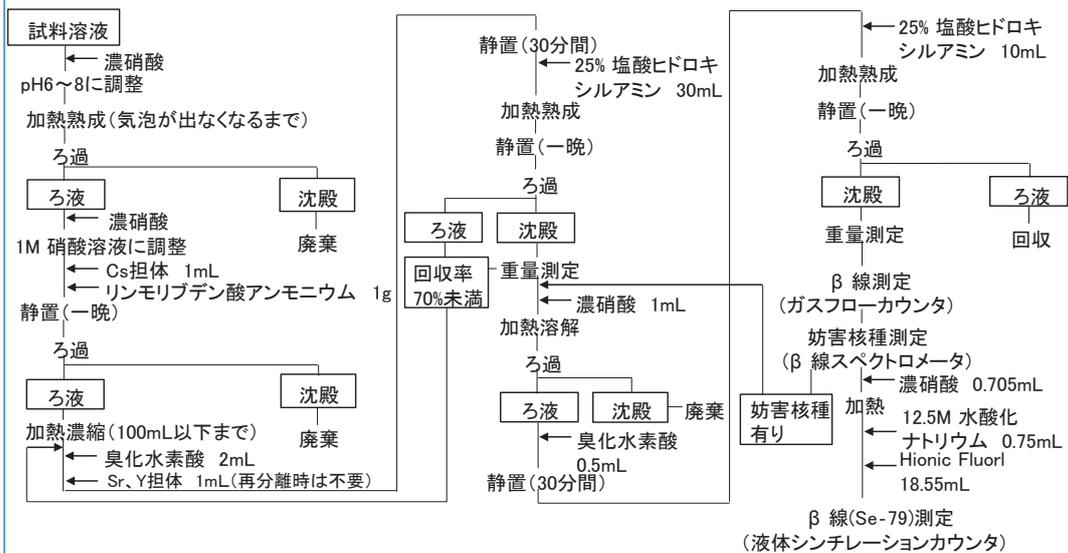


Fig.3.3(2) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

3

ケイ酸塩の除去(1)

(1)「アルカリ融解」のろ液に、濃硝酸を加えpHを中性 (pH6~8) に調整する。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(2)試料をガラス棒で攪拌しながら半透明な浮遊物(ケイ酸塩)をホットプレートで加熱熟成する。



Fig.3.3(3) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

4

ケイ酸塩の除去(1)

(1)「アルカリ融解」のろ液に、濃硝酸を加えpHを中性 (pH6~8) に調整する。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(2)試料をガラス棒で攪拌しながら半透明な浮遊物(ケイ酸塩)をホットプレートで加熱熟成する。

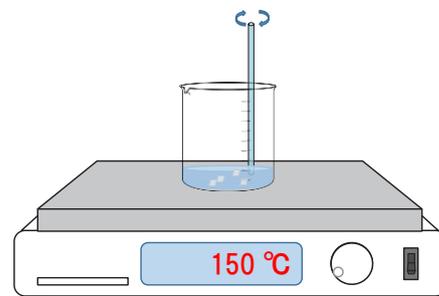


Fig.3.3(4) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

5

ケイ酸塩の除去(2)

(3)放冷し、0.45μ m-メンブレン
フィルターを用いて吸引ろ過を
行う。洗浄は精製水で行う。

※ 浮遊物が多い場合はメンブレン
フィルターが詰まってる過できない
ため、先に0.7μ m GF/Fのガラス
繊維フィルターで吸引ろ過をする。

※フィルターシステム (150 mL) を
使用する。

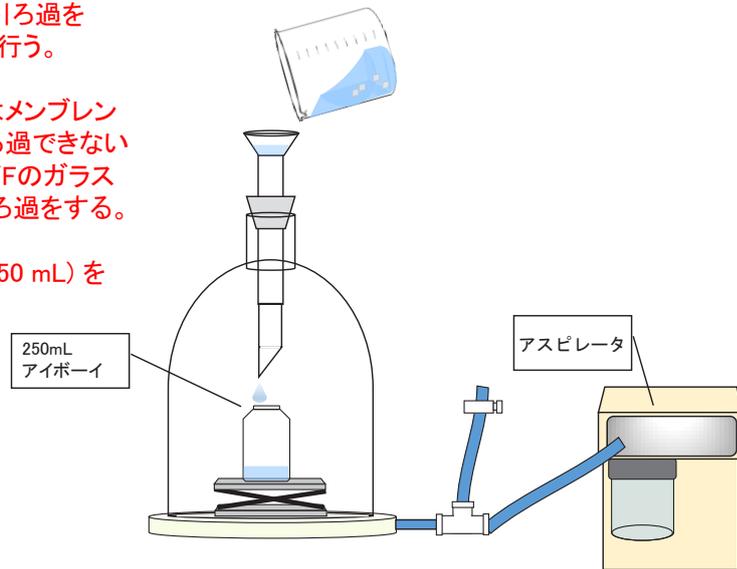


Fig.3.3(5) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

6

Cs-137除去(1)

(4)液量から1M-硝酸溶液になるように
濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に
調整する。
※確認はpH試験紙で行う。

(5)Cs担体を1mL加え攪拌する。

(6)リンモリブデン酸アンモニウム1gを
添加し攪拌する。

(7)一晩静置する。



Fig.3.3(6) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

7

Cs-137除去(1)

(4)液量から1M-硝酸溶液になるように濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調整する。
※確認はpH試験紙で行う。

(5)Cs担体を1mL加え攪拌する。

(6)リンモリブデン酸アンモニウム1gを添加し攪拌する。

(7)一晩静置する。



Fig.3.3(7) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

8

Cs-137除去(1)

(4)液量から1M-硝酸溶液になるように濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調整する。
※確認はpH試験紙で行う。

(5)Cs担体を1mL加え攪拌する。

(6)リンモリブデン酸アンモニウム1gを添加し攪拌する。

(7)一晩静置する。

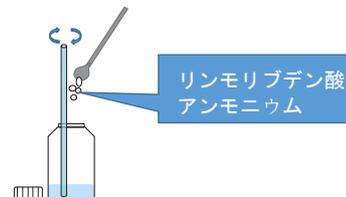


Fig.3.3(8) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

9

Cs-137除去(1)

(4)液量から1M-硝酸溶液になるように濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調整する。
※確認はpH試験紙で行う。

(5)Cs担体を1mL加え攪拌する。

(6)リンモリブデン酸アンモニウム1gを添加し攪拌する。

(7)一晩静置する。



Fig.3.3(9) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

10

Cs-137除去(2)

(8)0.45 μm -メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。

(9)ポリ瓶に少量の1M-硝酸溶液で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

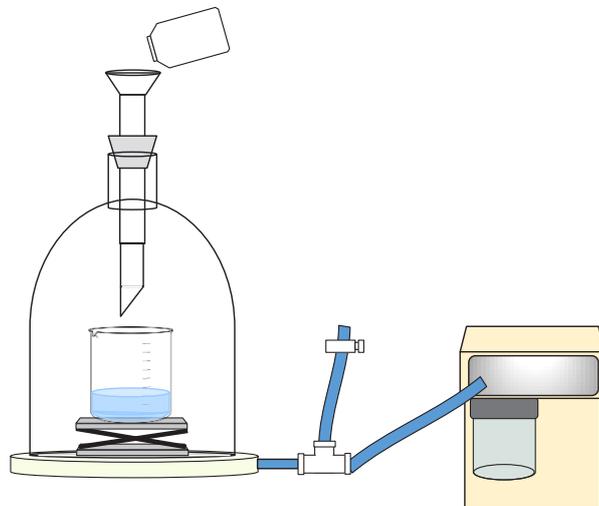


Fig.3.3(10) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

11

Cs-137除去(2)

(8)0.45μ m-メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。

(9)ポリ瓶に少量の1M-硝酸溶液で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

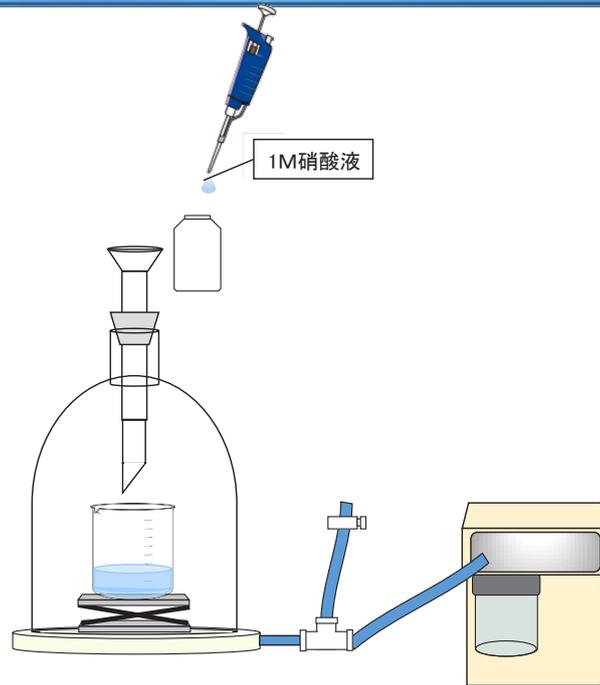


Fig.3.3(11) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

12

Se-79沈殿分離回収(1)

(10)前(9)項の溶液を液量100 mL以下に加熱濃縮する。

(11)溶液に臭化水素酸2mLを加える。

(12)Sr、Y担体をそれぞれ1mL加える。

(13)30分以上静置する。

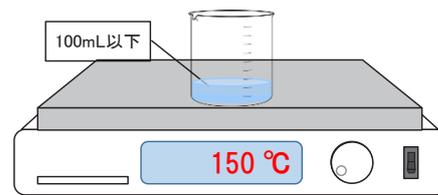


Fig.3.3(12) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

13

Se-79沈殿分離回収(1)

(10)前(9)項 の溶液を液量100 mL
以下に加熱濃縮する。

(11)溶液に臭化水素酸2mLを加える。

(12)Sr、Y担体をそれぞれ1mL加える。

(13)30分以上静置する。



Fig.3.3(13) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

14

Se-79沈殿分離回収(1)

(10)前(9)項 の溶液を液量100 mL
以下に加熱濃縮する。

(11)溶液に臭化水素酸2mLを加える。

(12)Sr、Y担体をそれぞれ1mL加える。

(13)30分以上静置する。



Fig.3.3(14) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

15

Se-79沈殿分離回収(1)

- (10)前(9)項 の溶液を液量100 mL以下に加熱濃縮する。
- (11)溶液に臭化水素酸2mLを加える。
- (12)Sr、Y担体をそれぞれ1mL加える。
- (13)30分以上静置する。



30分以上静置

Fig.3.3(15) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

16

Se-79沈殿分離回収(2)

- (14)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。
- (15)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。
- (16)溶液が濃紫色にならない場合は、25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを更に加え、ホットプレートで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。
- (17)一晩静置する。



Fig.3.3(16) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

17

Se-79沈殿分離回収(2)

(14)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(15)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。

(16)溶液が濃紫色にならない場合は、25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを更に加え、ホットプレートで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。

(17)一晩静置する。

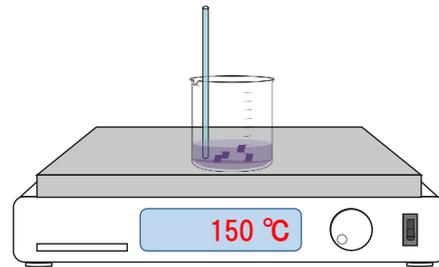


Fig.3.3(17) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

18

Se-79沈殿分離回収(2)

(14)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(15)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。

(16)溶液が濃紫色にならない場合は、25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを更に加え、ホットプレートで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。

(17)一晩静置する。

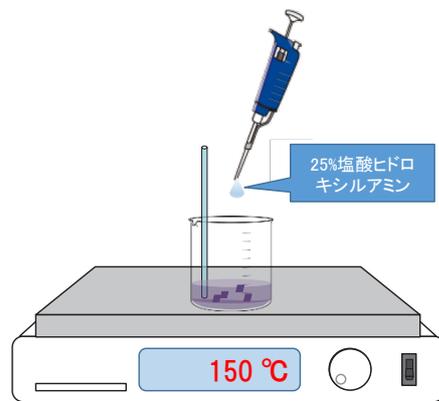


Fig.3.3(18) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

19

Se-79沈殿分離回収(2)

(14)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(15)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。

(16)溶液が濃紫色にならない場合は、25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを更に加え、ホットプレートで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後、放冷する。



一晩静置

(17)一晩静置する。

Fig.3.3(19) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

20

Se-79沈殿分離回収(3)

(18)あらかじめ乾燥させた0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(19)21mm ϕ のG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(20)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(21)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

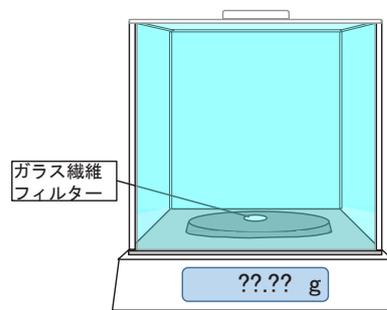


Fig.3.3(20) ^{79}Se の分析作業手順

Se-79沈殿分離回収(3)

(18)あらかじめ乾燥させた0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(19)21mm ϕ のG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(20)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(21)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

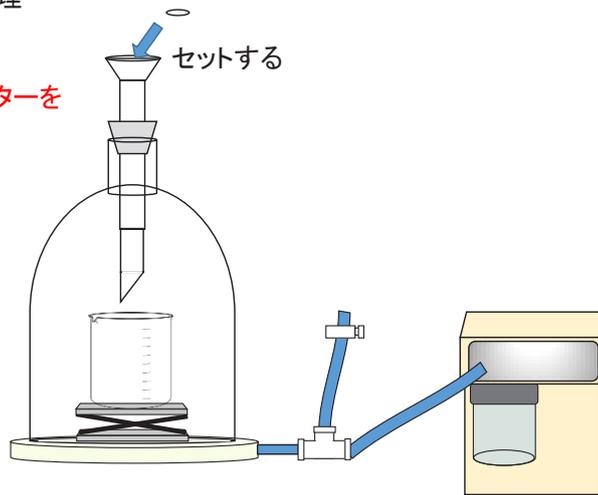


Fig.3.3(21) ⁷⁹Se の分析作業手順

Se-79沈殿分離回収(3)

(18)あらかじめ乾燥させた0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(19)21mm ϕ のG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(20)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(21)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

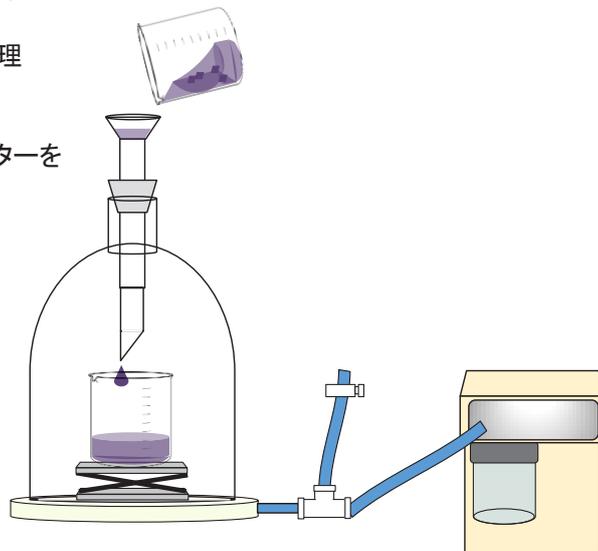


Fig.3.3(22) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

23

Se-79沈殿分離回収(3)

(18)あらかじめ乾燥させた0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(19)21mm ϕ のG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(20)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(21)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨する。

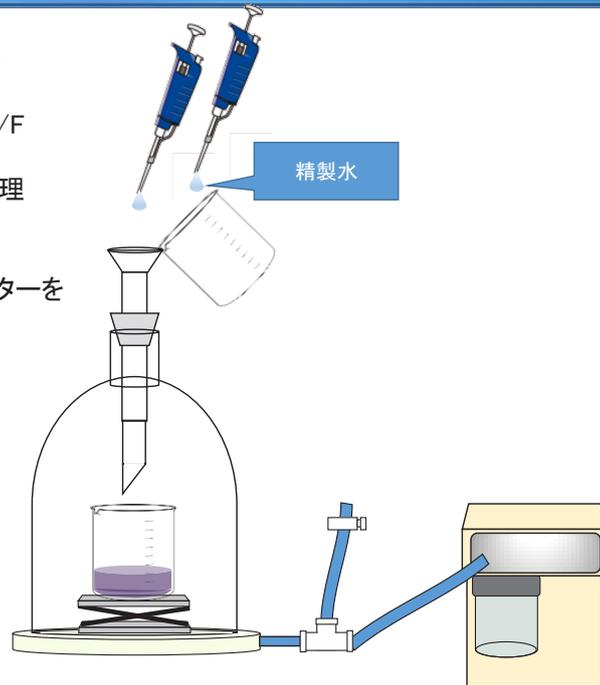


Fig.3.3(23) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

24

Se-79沈殿分離回収(4)

(22)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(23)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(24)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(25)ガラス繊維フィルターを取出し、80 $^{\circ}\text{C}$ で1時間乾燥させる。

(26)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

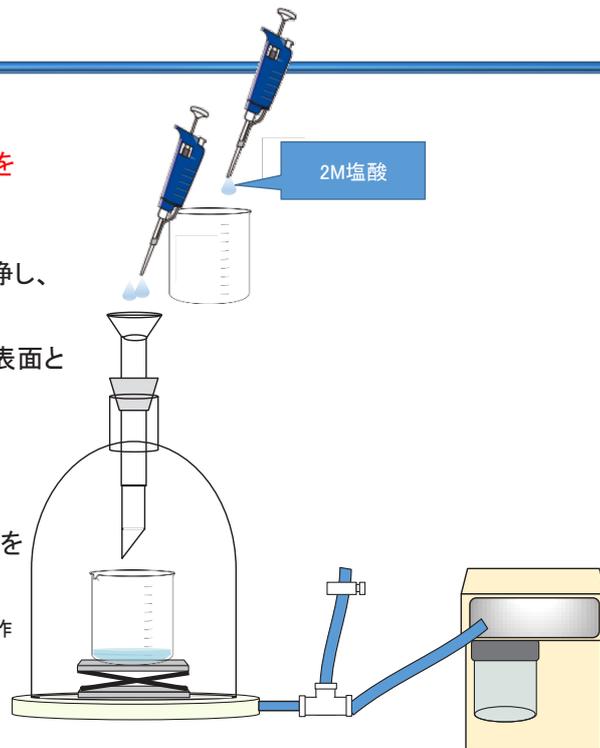


Fig.3.3(24) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

25

Se-79沈殿分離回収(4)

(22)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。

※この操作を3回行う。

(23)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(24)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(25)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(26)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作



Fig.3.3(25) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

26

Se-79沈殿分離回収(4)

(22)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。

※この操作を3回行う。

(23)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(24)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(25)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(26)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

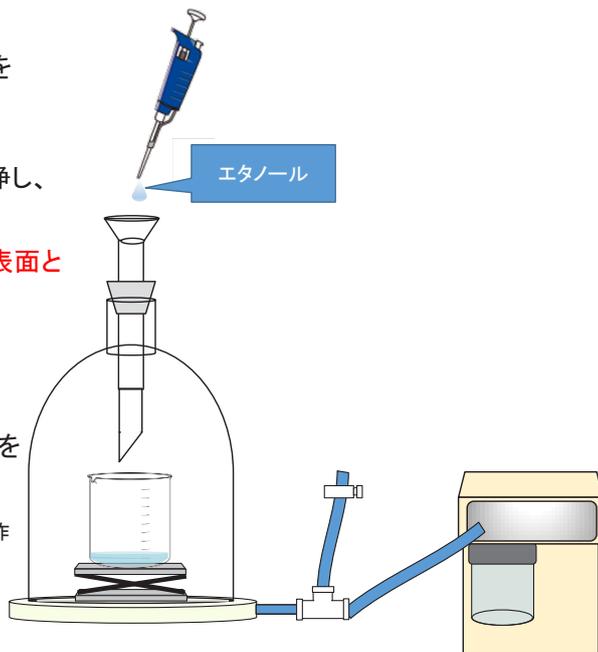


Fig.3.3(26) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

27

Se-79沈殿分離回収(4)

(22)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。

※この操作を3回行う。

(23)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(24)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(25)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(26)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

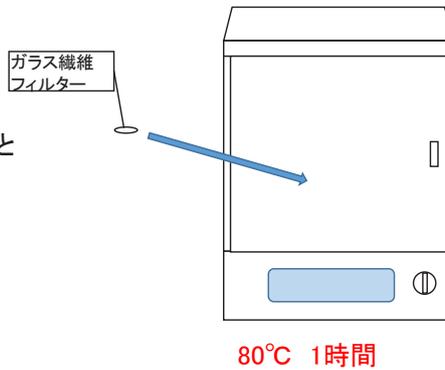


Fig.3.3(27) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

28

Se-79沈殿分離回収(4)

(22)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。

※この操作を3回行う。

(23)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(24)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(25)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(26)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

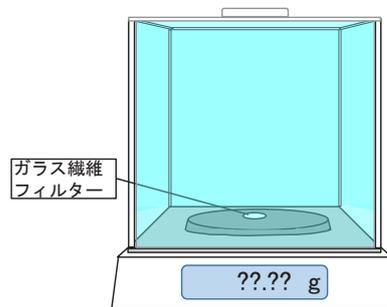


Fig.3.3(28) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

29

Se-79沈殿再分離回収(1)

(27)前項“Se-79沈殿分離回収(4)”(23)で回収した溶液に、臭化水素酸2mLを攪拌しながら加える。

(28)30分間静置する。

(29)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(30)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後放冷する。

(31)一晩静置する。



Fig.3.3(29) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

30

Se-79沈殿再分離回収(1)

(27)前項“Se-79沈殿分離回収(4)”(23)で回収した溶液に、臭化水素酸2mLを攪拌しながら加える。

(28)30分間静置する。

(29)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(30)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後放冷する。

(31)一晩静置する。

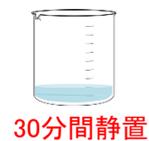


Fig.3.3(30) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

31

Se-79沈殿再分離回収(1)

(27)前項“Se-79沈殿分離回収(4)”(23)で回収した溶液に、臭化水素酸2mLを攪拌しながら加える。

(28)30分間静置する。

(29)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(30)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後放冷する。

(31)一晩静置する。



Fig.3.3(31) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

32

Se-79沈殿再分離回収(1)

(27)前項“Se-79沈殿分離回収(4)”(23)で回収した溶液に、臭化水素酸2mLを攪拌しながら加える。

(28)30分間静置する。

(29)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(30)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後放冷する。

(31)一晩静置する。

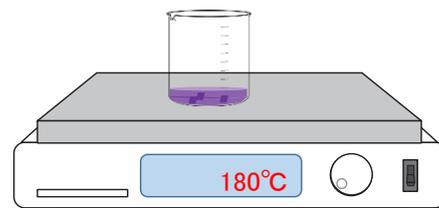


Fig.3.3(32) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

33

Se-79沈殿再分離回収(1)

(27)前項“Se-79沈殿分離回収(4)”(23)で回収した溶液に、臭化水素酸2mLを攪拌しながら加える。

(28)30分間静置する。

(29)25%塩酸ヒドロキシルアミン30mLを攪拌しながら加える。

(30)ホットプレート上で濃紫色になるまで穏やかに加熱しSe沈殿を熟成させ、その後放冷する。

(31)一晩静置する。



一晩静置

Fig.3.3(33) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

34

Se-79沈殿分離回収(5)

(32)あらかじめ乾燥させ0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(33)21mm ϕ のG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(34)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(35)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

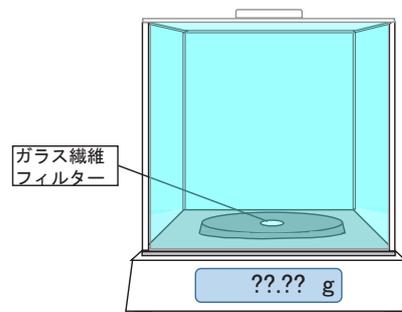


Fig.3.3(34) ^{79}Se の分析作業手順

Se-79沈殿分離回収(5)

(32)あらかじめ乾燥させ0.7μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mmφ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(33)21mmφのG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(34)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(35)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨する。

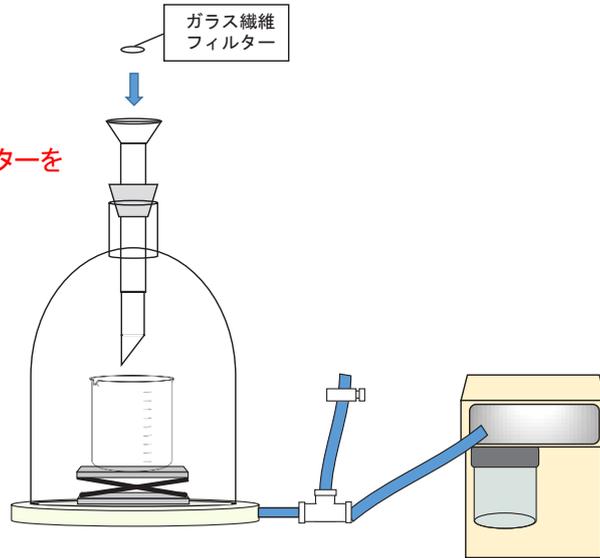


Fig.3.3(35) ⁷⁹Se の分析作業手順

Se-79沈殿分離回収(5)

(32)あらかじめ乾燥させ0.7μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mmφ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(33)21mmφのG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(34)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(35)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨する。

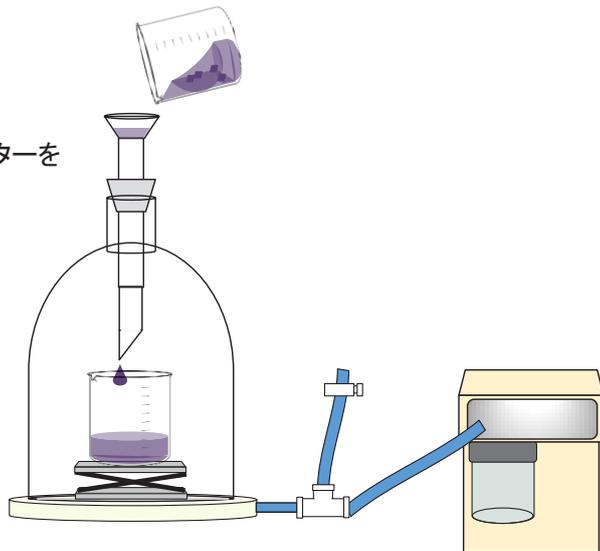


Fig.3.3(36) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

37

Se-79沈殿分離回収(5)

(32)あらかじめ乾燥させ0.7μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mmφ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(33)21mmφのG/Fガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(34)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(35)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨する。

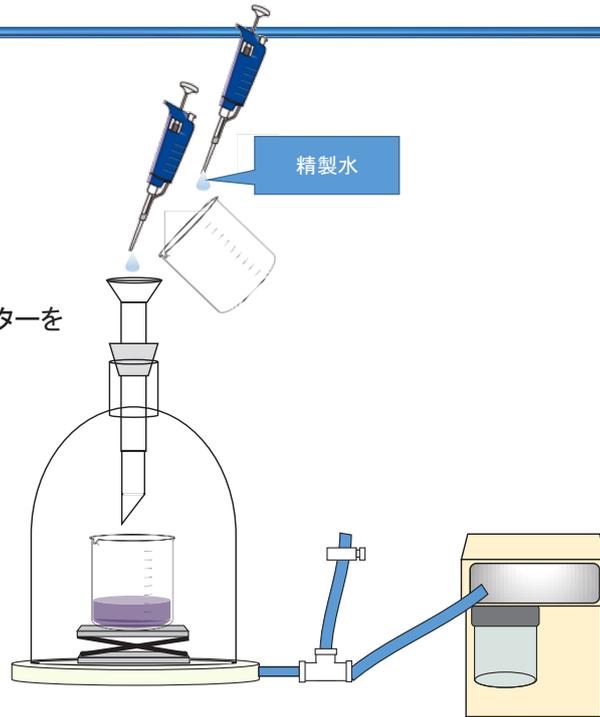


Fig.3.3(37) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

38

Se-79沈殿分離回収(6)

(36)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(37)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(38)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(39)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(40)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

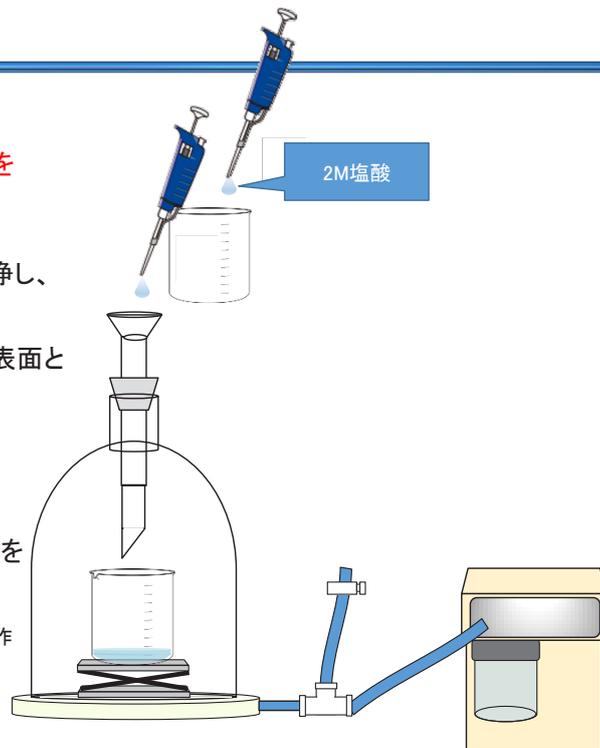


Fig.3.3(38) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

39

Se-79沈殿分離回収(6)

(36)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(37)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(38)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(39)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(40)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

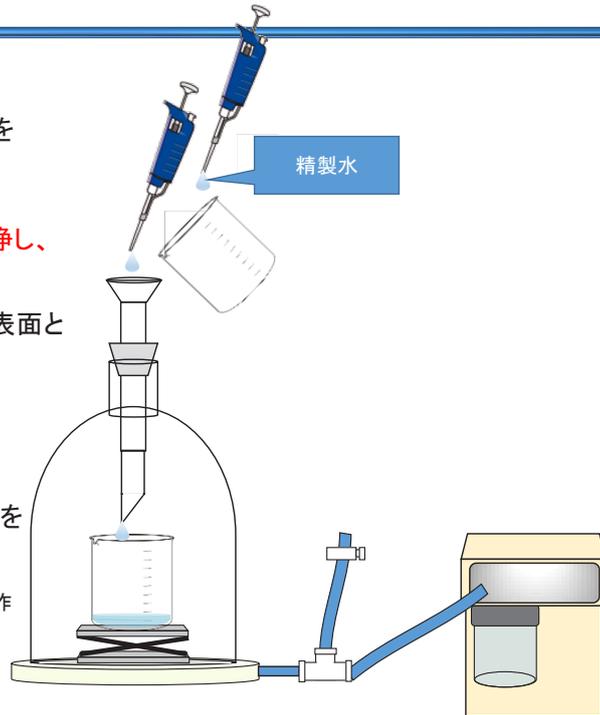


Fig.3.3(39) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

40

Se-79沈殿分離回収(6)

(36)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(37)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(38)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(39)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(40)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

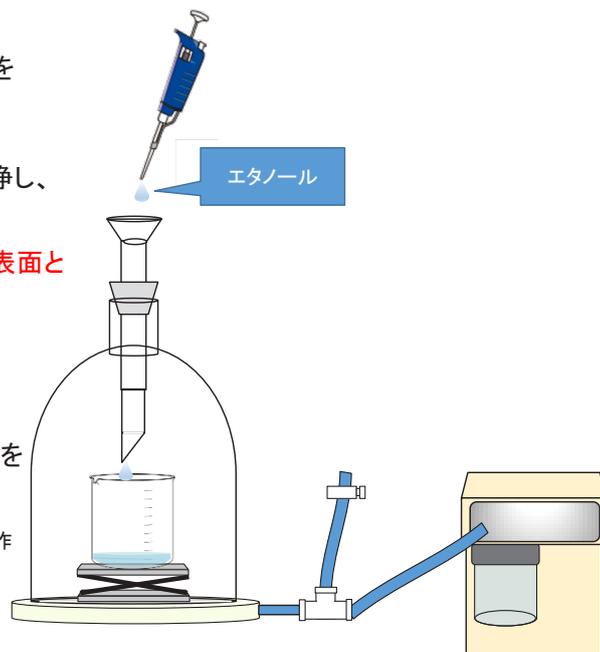


Fig.3.3(40) ⁷⁹Se の分析作業手順

41

JAEA Se-79分析

Se-79沈殿分離回収(6)

(36)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(37)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(38)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(39)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(40)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

Fig.3.3(41) ⁷⁹Se の分析作業手順

42

JAEA Se-79分析

Se-79沈殿分離回収(6)

(36)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(37)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(38)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(39)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(40)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

- ・回収率が70%未満の場合
「Se-79沈殿再分離回収(1)」(27)からの操作
- ・回収率が70~100%の場合
「汚染核種の除去(1)」(41)からの操作

Fig.3.3(42) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

43

汚染核種の除去(1)

(41)「Se-79沈殿分離回収(4)」の(23)項、及び「Se-79沈殿再分離回収(3)」の(34)項でろ過した沈殿物とろ紙を下向きにビーカーに入れ濃硝酸を1mL加える。

(42)ホットプレート上で加熱溶解する。

(43)ろ紙をガラス棒で細かく砕く。



Fig.3.3(43) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

44

汚染核種の除去(1)

(41)「Se-79沈殿分離回収(4)」の(23)項、及び「Se-79沈殿再分離回収(3)」の(34)項でろ過した沈殿物とろ紙を下向きにビーカーに入れ濃硝酸を1mL加える。

(42)ホットプレート上で加熱溶解する。

(43)ろ紙をガラス棒で細かく砕く。

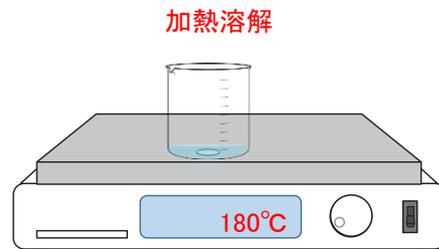


Fig.3.3(44) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

45

汚染核種の除去(1)

(41)「Se-79沈殿分離回収(4)」の(23)項、及び「Se-79沈殿再分離回収(3)」の(34)項でろ過した沈殿物とろ紙を下向きにビーカーに入れ濃硝酸を1mL加える。

(42)ホットプレート上で加熱溶解する。

(43)ろ紙をガラス棒で細かく砕く。

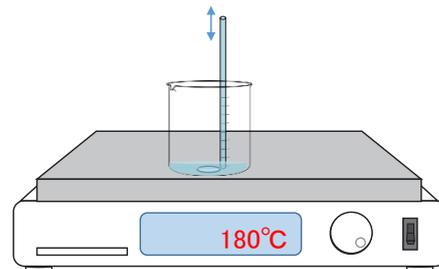


Fig.3.3(45) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

46

汚染核種の除去(2)

(44)0.45 μm メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。

(45)ビーカーに少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

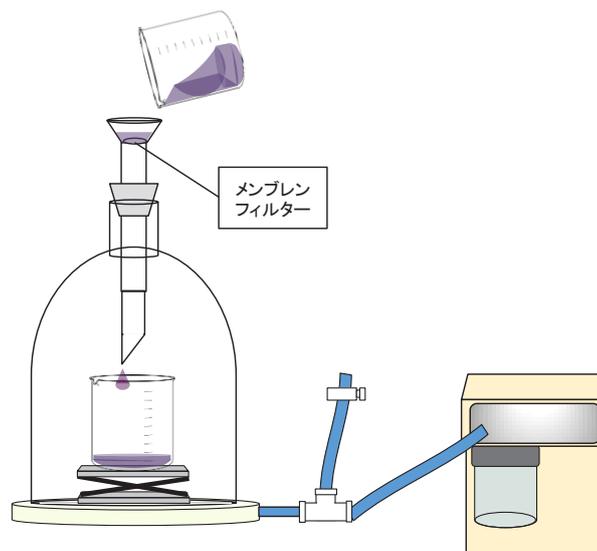


Fig.3.3(46) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

47

汚染核種の除去(2)

(44)0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。

(45)ビーカーに少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

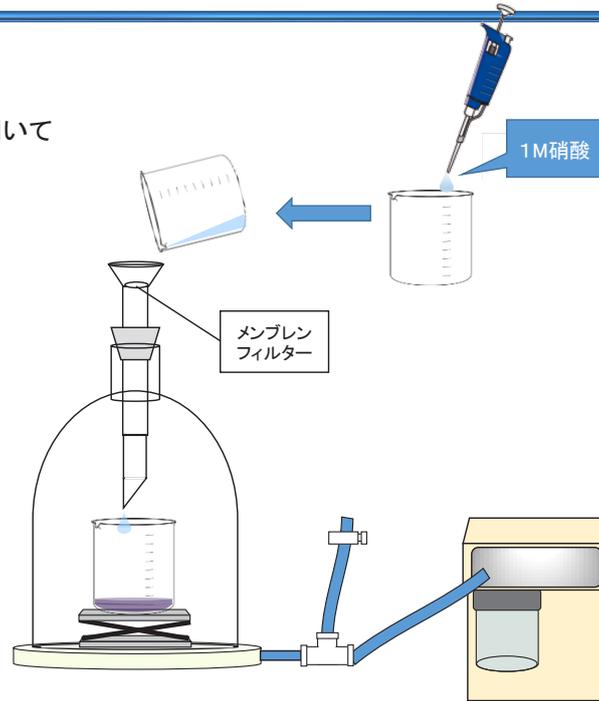


Fig.3.3(47) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

48

汚染核種の除去(3)

(46)溶液に臭化水素酸0.5mLを攪拌しながら加える。

(47)30分間静置する。

(48)25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを攪拌しながら加える。

(49)ホットプレート上で濃紫色になるまで加熱しSe沈殿を熟成させる。

(50)一晩静置する。



Fig.3.3(48) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

49

汚染核種の除去(3)

(46)溶液に臭化水素酸0.5mLを攪拌しながら加える。

(47)30分間静置する。

(48)25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを攪拌しながら加える。

(49)ホットプレート上で濃紫色になるまで加熱しSe沈殿を熟成させる。

(50)一晩静置する。



30分間静置

Fig.3.3(49) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

50

汚染核種の除去(3)

(46)溶液に臭化水素酸0.5mLを攪拌しながら加える。

(47)30分間静置する。

(48)25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを攪拌しながら加える。

(49)ホットプレート上で濃紫色になるまで加熱しSe沈殿を熟成させる。

(50)一晩静置する。



Fig.3.3(50) ^{79}Se の分析作業手順

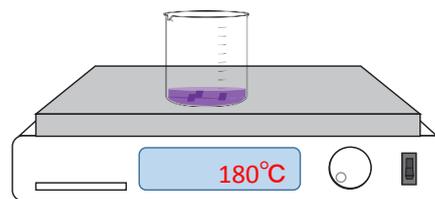


Se-79分析

51

汚染核種の除去(3)

- (46)溶液に臭化水素酸0.5mLを攪拌しながら加える。
- (47)30分間静置する。
- (48)25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを攪拌しながら加える。
- (49)ホットプレート上で濃紫色になるまで加熱しSe沈殿を熟成させる。
- (50)一晩静置する。

Fig.3.3(51) ^{79}Se の分析作業手順

Se-79分析

52

汚染核種の除去(3)

- (46)溶液に臭化水素酸0.5mLを攪拌しながら加える。
- (47)30分間静置する。
- (48)25%塩酸ヒドロキシルアミン10mLを攪拌しながら加える。
- (49)ホットプレート上で濃紫色になるまで加熱しSe沈殿を熟成させる。
- (50)一晩静置する。



一晩静置

Fig.3.3(52) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

53

汚染核種の除去(4)

(51)あらかじめ乾燥させ0.7μ mGF/F
グレードのガラス繊維フィルター
(21mmφ)の重量を測定し、分析管理
シートに記入する。

(52)ガラス繊維フィルターをガラス
ファンネルにセットする。

(53)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(54)精製水でビーカーと沈殿物を
洗浄する。

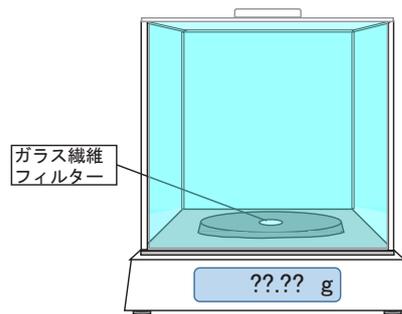


Fig.3.3(53) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

54

汚染核種の除去(4)

(51)あらかじめ乾燥させ0.7μ mGF/F
グレードのガラス繊維フィルター
(21mmφ)の重量を測定し、分析管理
シートに記入する。

(52)ガラス繊維フィルターをガラス
ファンネルにセットする。

(53)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(54)精製水でビーカーと沈殿物を
洗浄する。

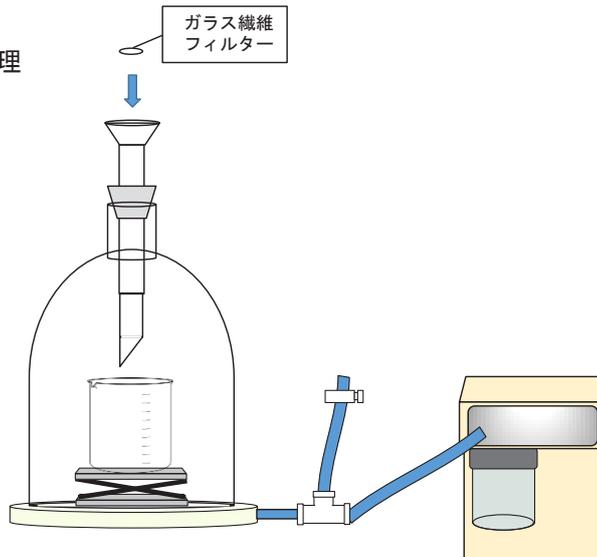


Fig.3.3(54) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

55

汚染核種の除去(4)

(51)あらかじめ乾燥させ0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(52)ガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(53)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(54)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

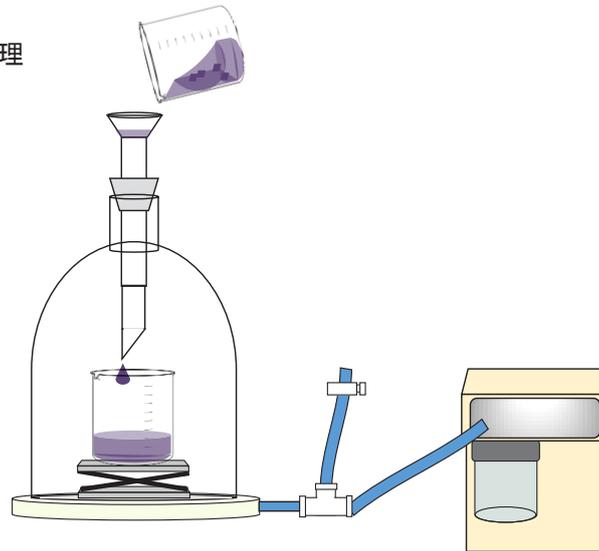


Fig.3.3(55) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

56

汚染核種の除去(4)

(51)あらかじめ乾燥させ0.7 μ mGF/Fグレードのガラス繊維フィルター(21mm ϕ)の重量を測定し、分析管理シートに記入する。

(52)ガラス繊維フィルターをガラスファンネルにセットする。

(53)沈殿物を吸引ろ過し、回収する。

(54)精製水でビーカーと沈殿物を洗浄する。

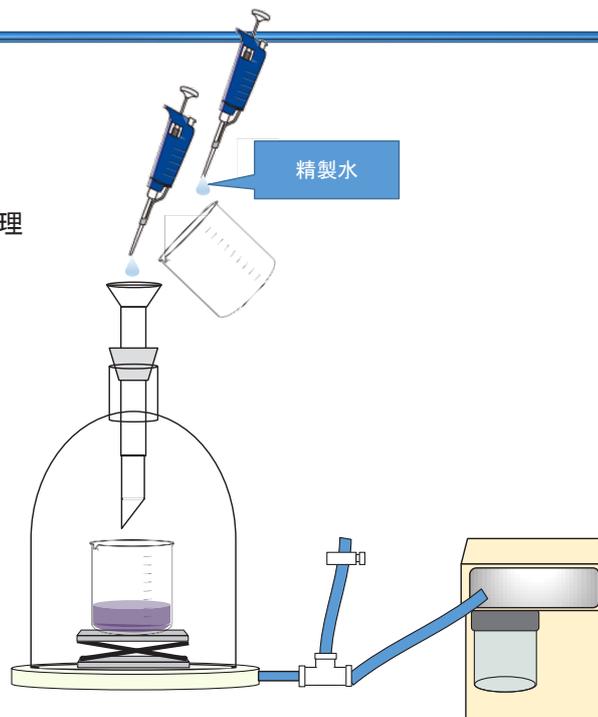


Fig.3.3(56) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

57

Se-79沈殿分離回収(7)

(55)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(56)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(57)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(58)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(59)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

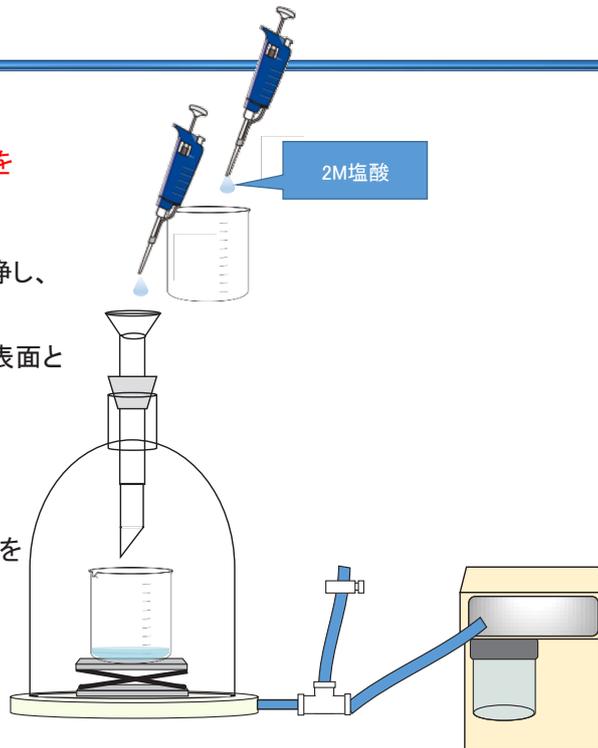


Fig.3.3(57) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

58

Se-79沈殿分離回収(7)

(55)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。

(56)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。

(57)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。

(58)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。

(59)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。



Fig.3.3(58) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

59

Se-79沈殿分離回収(7)

- (55)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。
- (56)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。
- (57)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。
- (58)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。
- (59)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

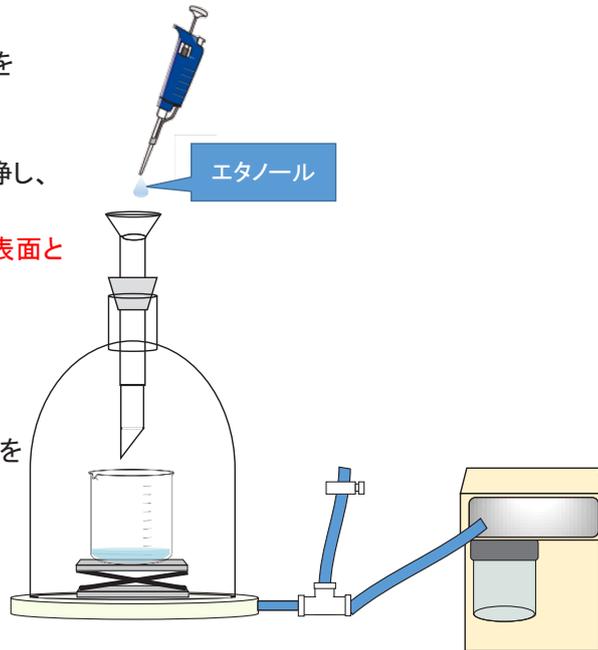


Fig.3.3(59) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

60

Se-79沈殿分離回収(7)

- (55)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。
- (56)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。
- (57)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。
- (58)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。
- (59)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

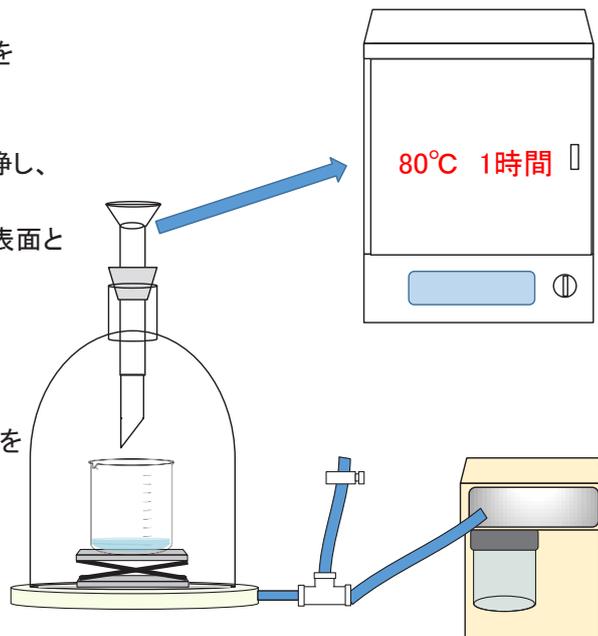


Fig.3.3(60) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

61

Se-79沈殿分離回収(7)

- (55)2M塩酸2mLでビーカーと沈殿物を洗淨する。
※この操作を3回行う。
- (56)精製水でビーカーと沈殿物を洗淨し、ろ液と洗淨液は回収する。
- (57)エタノールでガラスファンネル内表面と沈殿物を洗淨する。
- (58)ガラス繊維フィルターを取出し、80°Cで1時間乾燥させる。
- (59)乾燥終了後、放冷しガラス繊維フィルターの重量を測定し、回収率を算出する。

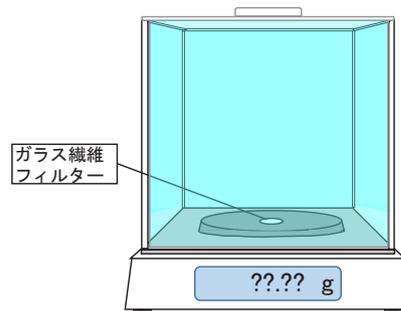


Fig.3.3(61) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

62

β線核種の汚染確認

- (60)前項のガラス繊維フィルターの沈殿物表面を上に向け、アクリルディスク上に置く。その上からマイラー膜で覆い、アクリルディスクとテフロンリングで固定し測定試料を調整する。

- (61)ガスフローカウンター(LBC)で放射能を測定し、評価を行う。
測定条件: 30min × 1repeat × 3cycles

- (62)評価後、有意な値が検出された場合にβ線スペクトロメーター(ピコβ)でSe-79以外の妨害核種を測定する。
測定時間1000秒測定

- 妨害核種がない
→次項「測定試料の調製(1)」(63)から操作
- 妨害核種がある
→測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜をはがし、「汚染核種の除去(1)」(41)から操作

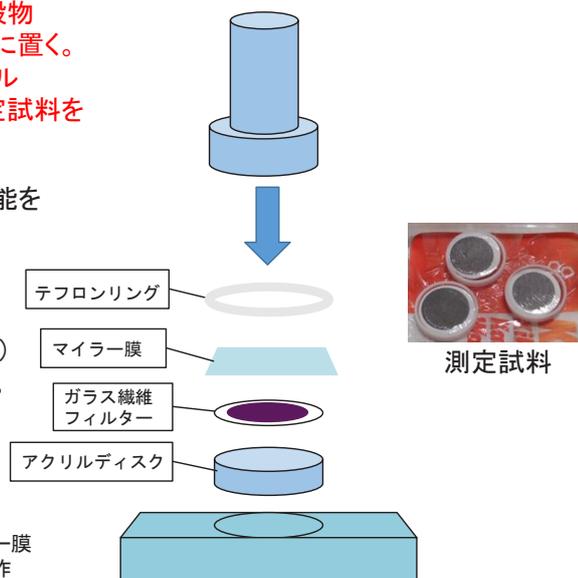


Fig.3.3(62) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

63

β 線核種の汚染確認

(60)前項のガラス繊維フィルターの沈殿物表面を上に向け、アクリルディスク上に置く。その上からマイラー膜で覆い、アクリルディスクとテフロンリングで固定し測定試料を調整する。

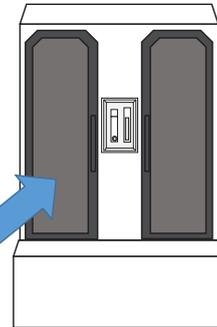
(61)ガスフローカウンター(LBC)で放射能を測定し、評価を行う。
測定条件: 30min × 1repeat × 3cycles

(62)評価後、有意な値が検出された場合にβ 線スペクトロメーター(ピコβ)でSe-79以外の妨害核種を測定する。
測定時間1000秒測定

- 妨害核種がない
→次項「測定試料の調製(1)」(63)から操作
妨害核種がある
→測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜をはがし、「汚染核種の除去(1)」(41)から操作



測定試料



ガスフローカウンター

Fig.3.3(63) ⁷⁹Se の分析作業手順

Se-79分析

64

β 線核種の汚染確認

(60)前項のガラス繊維フィルターの沈殿物表面を上に向け、アクリルディスク上に置く。その上からマイラー膜で覆い、アクリルディスクとテフロンリングで固定し測定試料を調整する。

(61)ガスフローカウンター(LBC)で放射能を測定し、評価を行う。
測定条件: 30min × 1repeat × 3cycles

(62)評価後、有意な値が検出された場合にβ 線スペクトロメーター(ピコβ)でSe-79以外の妨害核種を測定する。
測定時間1000秒測定

- 妨害核種がない
→次項「測定試料の調製(1)」(63)から操作
妨害核種がある
→測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜をはがし、「汚染核種の除去(1)」(41)から操作

Fig.3.3(64) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

65

測定試料の調製(1)

(63)前項(62)で妨害核種がないことを確認した測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜を剥がす。

(64)液体シンチレーションカウンター(LSC)用ガラスバイアル瓶に沈殿物とろ紙を入れる。

(65)濃硝酸0.705mLを加えホットプレート上で加熱溶解する。

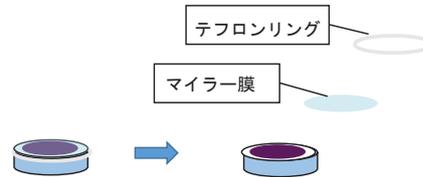


Fig.3.3(65) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

66

測定試料の調製(1)

(63)前項(62)で妨害核種がないことを確認した測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜を剥がす。

(64)液体シンチレーションカウンター(LSC)用ガラスバイアル瓶に沈殿物とろ紙を入れる。

(65)濃硝酸0.705mLを加えホットプレート上で加熱溶解する。

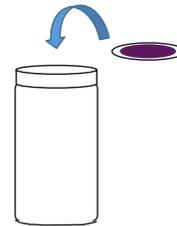


Fig.3.3(66) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

67

測定試料の調製(1)

(63)前項(62)で妨害核種がないことを確認した測定試料のテフロンリングをはずし、マイラー膜を剥がす。

(64)液体シンチレーションカウンター(LSC)用ガラスバイアル瓶に沈殿物とろ紙を入れる。

(65)濃硝酸0.705mLを加えホットプレート上で加熱溶解する。

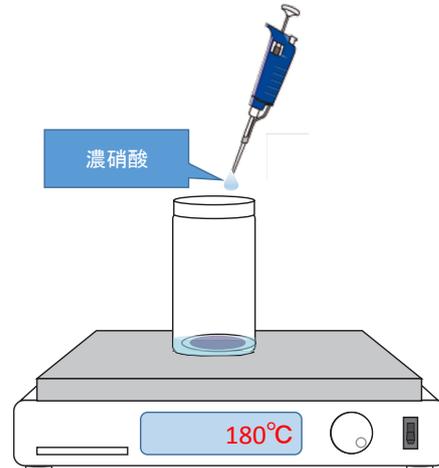


Fig.3.3(67) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

68

測定試料の調製(2)

(66)放冷し、12.5M水酸化ナトリウム溶液0.75mLを徐々に加えながら中和する。

(67)Hionic Fluor 18.55mLを加えて測定試料を調製する。

(68)液体シンチレーションカウンター(LSC)でSe-79の放射能を測定する。
 ・測定条件6min × 1repeat × 20cycles
 ・RegionsB: ~156keV



Fig.3.3(68) ⁷⁹Se の分析作業手順



Se-79分析

69

測定試料の調製(2)

(66)放冷し、12.5M水酸化ナトリウム溶液
0.75mLを徐々に加えながら中和する。

(67)Hionic Fluor 18.55mLを加えて
測定試料を調製する。

(68)液体シンチレーションカウンター(LSC)で
Se-79の放射能を測定する。
・測定条件6min × 1repeat × 20cycles
・RegionsB: ~156keV

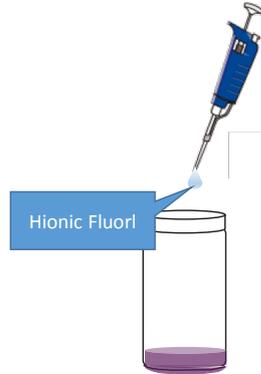


Fig.3.3(69) ^{79}Se の分析作業手順



Se-79分析

70

測定試料の調製(2)

(66)放冷し、12.5M水酸化ナトリウム溶液
0.75mLを徐々に加えながら中和する。

(67)Hionic Fluor 18.55mLを加えて
測定試料を調製する。

(68)液体シンチレーションカウンター(LSC)で
Se-79の放射能を測定する。
・測定条件6min × 1repeat × 20cycles
・RegionsB: ~156keV

Fig.3.3(70) ^{79}Se の分析作業手順



終了

Se-79の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.3(71) ^{79}Se の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Sr-90の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.4(1) ⁹⁰Sr の分析作業手順

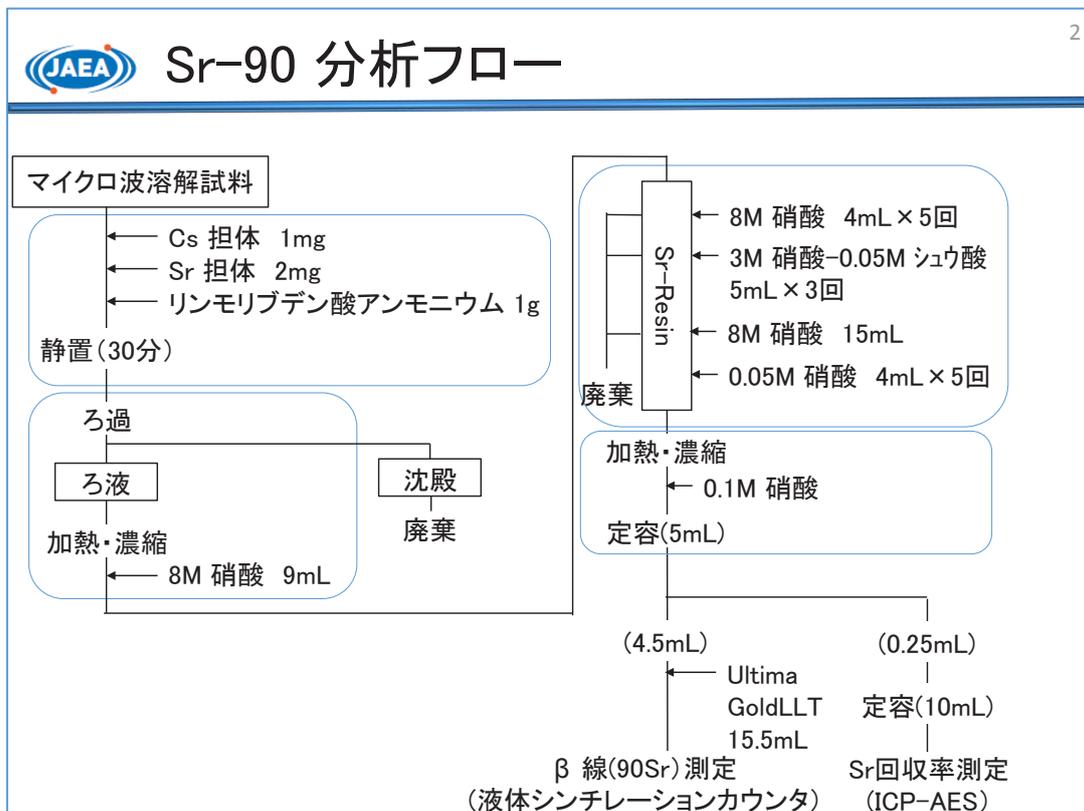


Fig.3.4(2) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

3

試料中Sr量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
0.1M 硝酸で定容する。

(2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0,0.5,1.5,10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる

(3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と
予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を
算出する。

(4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を
20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

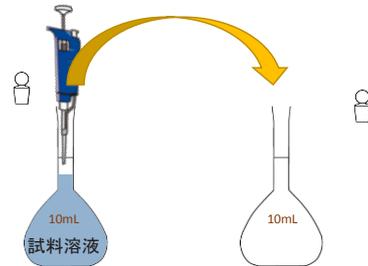


Fig.3.4(3) ^{90}Sr の分析作業手順



Sr-90分析

4

試料中Sr量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
0.1M 硝酸で定容する。

(2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0,0.5,1.5,10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる

(3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と
予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を
算出する。

(4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を
20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

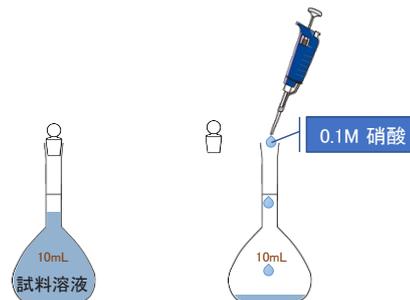


Fig.3.4(4) ^{90}Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

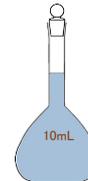
試料中Sr量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
0.1M 硝酸で定容する。

(2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0,0.5,1,5,10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる



(3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と
予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を
算出する。

(4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を
20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

Fig.3.4(5) ^{90}Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

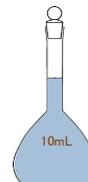
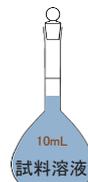
試料中Sr量測定

(1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料
(全10mL)から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、
0.1M 硝酸で定容する。

(2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件(島津製ICPS-7510)

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0,0.5,1,5,10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液
1,000ppmを希釈して用いる



(3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と
予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を
算出する。

(4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を
20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)

(5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

Fig.3.4(6) ^{90}Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

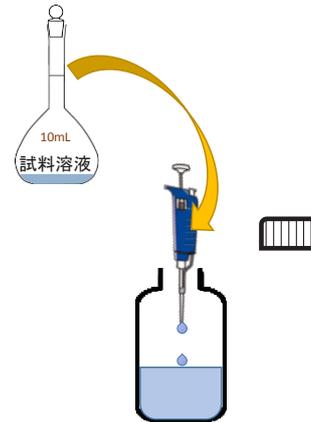
試料中Sr量測定

- (1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料（全10mL）から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、0.1M 硝酸で定容する。
- (2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件（島津製ICPS-7510）

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液 1,000ppmを希釈して用いる

- (3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
 - ・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を算出する。
- (4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)
- (5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

Fig.3.4(7) ⁹⁰Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

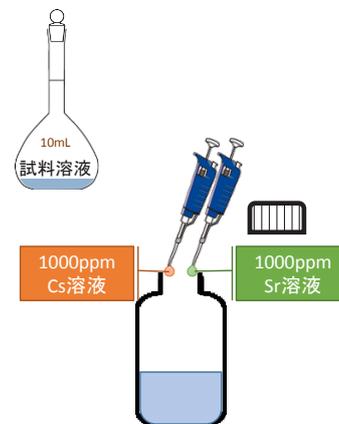
試料中Sr量測定

- (1) 酸抽出、もしくは、マイクロ波加熱分解の試料（全10mL）から10mLメスフラスコに0.5mLを分取し、0.1M 硝酸で定容する。
- (2) ICP-AESにて、Sr濃度を以下の条件で測定する。

ICP-AES測定条件（島津製ICPS-7510）

- ・波長 407.71nm
- ・検量線 0.0, 0.5, 1.5, 10ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液 1,000ppmを希釈して用いる

- (3) Srの予想濃度から分析に使用する使用量を算出する。
 - ・小分けの時のCs濃度(Bq/g)の0.1%=Sr濃度(Bq/g)と予想し、Sr量が10~20(Bq)になるように試料量を算出する。
- (4) (1)の試料(残 9.5mL)から(3)で算出した試料量を20mLポリバイアルに分取する。
(分析管理シートに記録)
- (5) 1000ppm-Cs溶液1mLと1000ppm-Sr溶液2mL
(分析管理シートに記録)を加える。

Fig.3.4(8) ⁹⁰Sr の分析作業手順

9

JAEA Sr-90分析

Cs-137除去

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を約10mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

 [←吸引ろ過の動画](#)



Fig.3.4(9) ⁹⁰Sr の分析作業手順

10

JAEA Sr-90分析

Cs-137除去

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を約10mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

 [←吸引ろ過の動画](#)

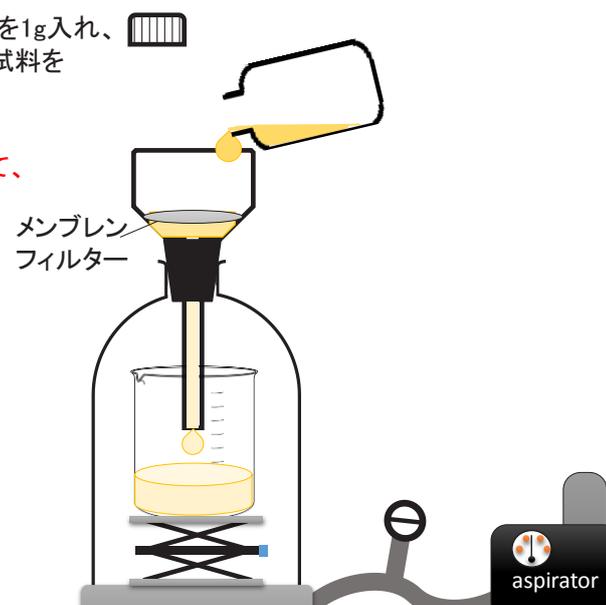


Fig.3.4(10) ⁹⁰Sr の分析作業手順

11

JAEA Sr-90分析

Cs-137除去

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を約10mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

 [←吸引ろ過の動画](#)

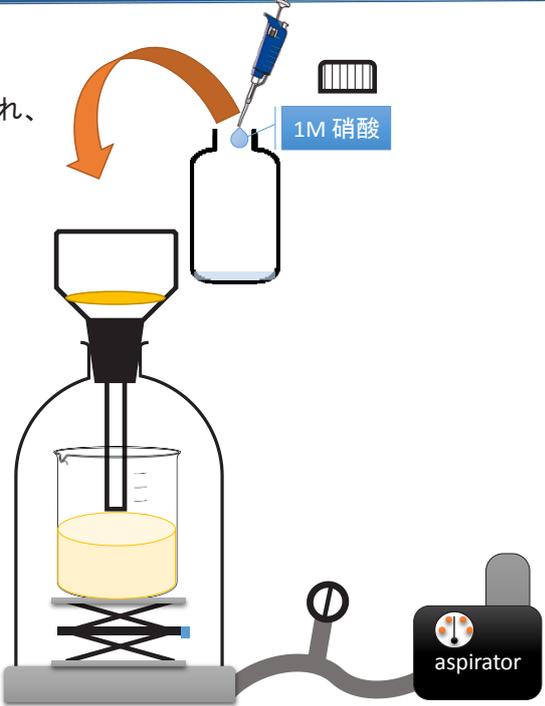


Fig.3.4(11) ⁹⁰Sr の分析作業手順

12

JAEA Sr-90分析

Cs-137除去

(6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を約10mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。

(7) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL×5回行う。

(8) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL×3回行う。

(9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

 [←吸引ろ過の動画](#)

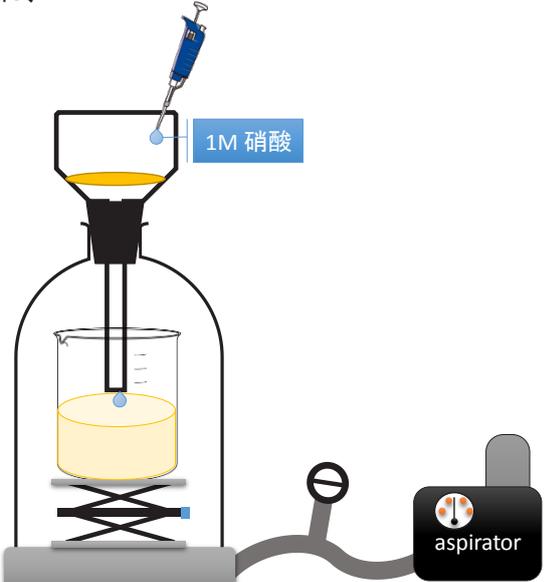


Fig.3.4(12) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

Cs-137除去

- (6) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を1g入れ、1M硝酸で全量を約10mLにした後、試料を十分に攪拌し30分以上静置する。
- (7) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて、吸引ろ過を行う。ポリバイアルの洗浄は1M硝酸1mL \times 5回行う。
- (8) AMP沈殿の洗浄についても、1M硝酸1mL \times 3回行う。
- (9) AMP沈殿は分析終了までフード内に保管する。

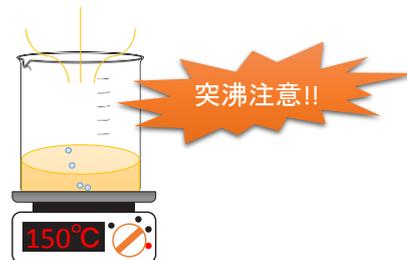
 <吸引ろ過の動画

Fig.3.4(13) ^{90}Sr の分析作業手順

Sr-90分析

Cs-137除去

- (10) (8)項で、ろ過した試料溶液を1mL程度まで加熱濃縮を行う。突沸させないよう上昇温度に注意し、完全に乾固させないこと。



- (11) 加熱した試料に、8M硝酸を9mL加え、全量を約10mLにする。

Fig.3.4(14) ^{90}Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

Cs-137除去

(10) (8)項で、ろ過した試料溶液を1mL程度まで加熱濃縮を行う。突沸させないように上昇温度に注意し、完全に乾固させないこと。

(11) 加熱した試料に、8M硝酸を9mL加え、全量を約10mLにする。

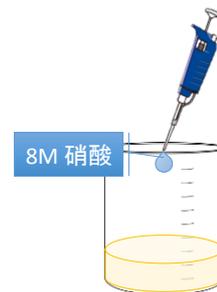
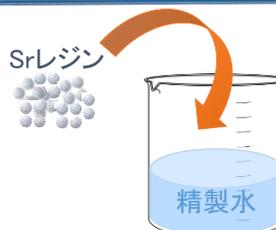


Fig.3.4(15) ^{90}Sr の分析作業手順

JAEA Sr-90分析

Srレジンの準備

(12) Srレジン 約1.85gを精製水に、約1時間程度浸す。



1時間静置

(13) バイオラドカラムにスラリー状のレジンを5mLの高さまで入れ、セラミックフィルターで隙間なく蓋をする。蓋をする時はレジンを平らにする。

(14) バイオラドカラムに精製水を入れ、パラフィルム等で蓋をする。分離まで、Srレジンが乾燥しないように保管する。

Fig.3.4(16) ^{90}Sr の分析作業手順

17

JAEA Sr-90分析

Srレジンの準備

(12) Srレジン 約1.85gを精製水に、約1時間程度浸す。

(13) バイオラドカラムにスラリー状のレジンを5mLの高さまで入れ、セラミックフィルターで隙間なく蓋をする。蓋をする時はレジンを平らにする。

(14) バイオラドカラムに精製水を入れ、パラフィルム等で蓋をする。分離まで、Srレジンが乾燥しないように保管する。

バイオラドカラム

Fig.3.4(17) ⁹⁰Sr の分析作業手順

18

JAEA Sr-90分析

Srレジンの準備

(12) Srレジン 約1.85gを精製水に、約1時間程度浸す。

(13) バイオラドカラムにスラリー状のレジンを5mLの高さまで入れ、セラミックフィルターで隙間なく蓋をする。蓋をする時はレジンを平らにする。

(14) バイオラドカラムに精製水を入れ、パラフィルム等で蓋をする。分離まで、Srレジンが乾燥しないように保管する。

バイオラドカラム

Fig.3.4(18) ⁹⁰Sr の分析作業手順

19

JAEA Sr-90分析

Sr分離

(15) (14)項で準備したバイオラドカラムに、
8M硝酸を20mLを通液し、コンディショニング
を行う。

(16) (11)項の前処理済み試料を2mL程度ずつ
マイクロピペットを用いて、バイオラドカラムの
セラミックフィルター部分に直接当てるように
通液する。

(17) ビーカーを8M硝酸1mLで洗浄し、バイオラドカラムに
通液する。この操作を更に2回行う。



i <カラムクロマトグラフィーとは？>

Fig.3.4(19) ⁹⁰Sr の分析作業手順

20

JAEA Sr-90分析

Sr分離

(15) (14)項で準備したバイオラドカラムに、
8M硝酸を20mLを通液し、コンディショニング
を行う。

(16) (11)項の前処理済み試料を2mL程度ずつ
マイクロピペットを用いて、バイオラドカラムの
セラミックフィルター部分に直接当てるように
通液する。

(17) ビーカーを8M硝酸1mLで洗浄し、バイオラドカラムに
通液する。この操作を更に2回行う。



i <カラムクロマトグラフィーとは？>

Fig.3.4(20) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

21

Sr分離

(15) (14)項で準備したバイオラドカラムに、8M硝酸を20mLを通液し、コンディショニングを行う。

(16) (11)項の前処理済み試料を2mL程度ずつマイクロピペットを用いて、バイオラドカラムのセラミックフィルター部分に直接当てるように通液する。

(17) ビーカーを8M硝酸1mLで洗浄し、バイオラドカラムに通液する。この操作を更に2回行う。

i <カラムクロマトグラフィーとは？>



Fig.3.4(21) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

22

Sr分離

(18) バイオラドカラムに8M硝酸を4mL×5回通液する。

(19) バイオラドカラムに3M硝酸－0.05Mシュウ酸を5mL×3回通液する。

(20) バイオラドカラムに8M硝酸を15mL通液する。YとSrの放射平衡に2週間かかるため、時刻を記録しておく。

(21) 試料回収用ビーカーに交換する。

(22) 0.05M硝酸を4mL×5回通液する。

i <Srレジンのカラムクロマト原理説明>



Fig.3.4(22) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

23

Sr分離

(18) バイオラドカラムに8M硝酸を
4mL × 5回通液する。

(19) バイオラドカラムに3M硝酸-0.05Mシュウ酸を
5mL × 3回通液する。

(20) バイオラドカラムに8M硝酸を15mL
通液する。YとSrの放射平衡に
2週間かかるため、時刻を記録しておく。

(21) 試料回収用ビーカーに交換する。

(22) 0.05M硝酸を4mL × 5回通液する。

 [←Srレジンのカラムクロマト原理説明](#)



Fig.3.4(23) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

24

Sr分離

(18) バイオラドカラムに8M硝酸を
4mL × 5回通液する。

(19) バイオラドカラムに3M硝酸-0.05Mシュウ酸を
5mL × 3回通液する。

(20) バイオラドカラムに8M硝酸を15mL
通液する。YとSrの放射平衡に
2週間かかるため、時刻を記録しておく。

(21) 試料回収用ビーカーに交換する。

(22) 0.05M硝酸を4mL × 5回通液する。

 [←Srレジンのカラムクロマト原理説明](#)

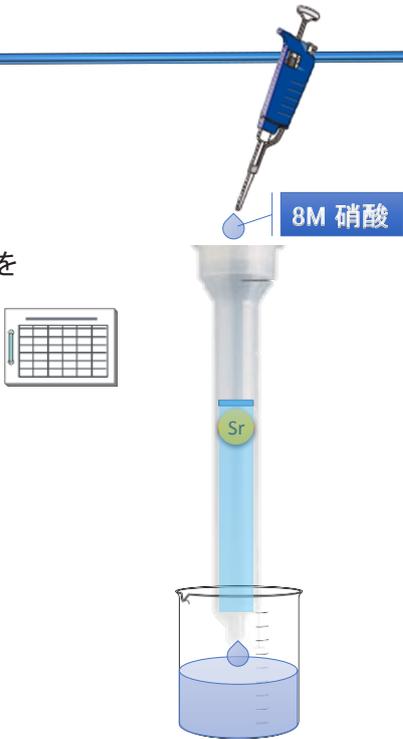


Fig.3.4(24) ⁹⁰Sr の分析作業手順

25

JAEA Sr-90分析

Sr分離

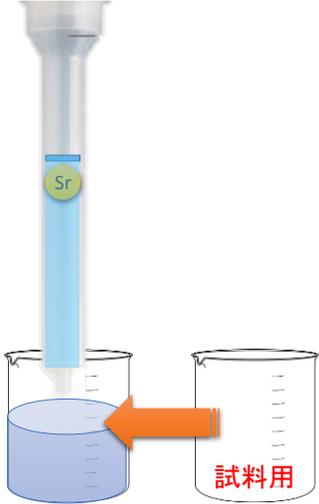
(18) バイオラドカラムに8M硝酸を
4mL × 5回通液する。

(19) バイオラドカラムに3M硝酸－0.05Mシュウ酸を
5mL × 3回通液する。

(20) バイオラドカラムに8M硝酸を15mL
通液する。YとSrの放射平衡に
2週間かかるため、時刻を記録しておく。

(21) 試料回収用ビーカーに交換する。

(22) 0.05M硝酸を4mL × 5回通液する。



i ←Srレジンのカラムクロマト原理説明

Fig.3.4(25) ^{90}Sr の分析作業手順

26

JAEA Sr-90分析

Sr分離

(18) バイオラドカラムに8M硝酸を
4mL × 5回通液する。

(19) バイオラドカラムに3M硝酸－0.05Mシュウ酸を
5mL × 3回通液する。

(20) バイオラドカラムに8M硝酸を15mL
通液する。YとSrの放射平衡に
2週間かかるため、時刻を記録しておく。

(21) 試料回収用ビーカーに交換する。

(22) 0.05M硝酸を4mL × 5回通液する。



i ←Srレジンのカラムクロマト原理説明

Fig.3.4(26) ^{90}Sr の分析作業手順



Sr-90分析

27

濃縮作業

(23) 分離後、ホットプレートにて、
約1mLまで加熱濃縮する。

(24) 試料を濃縮後、ビーカーを0.1M硝酸で
洗いながら、5mLメスフラスコに移し、
定容する。

Fig.3.4(27) ^{90}Sr の分析作業手順

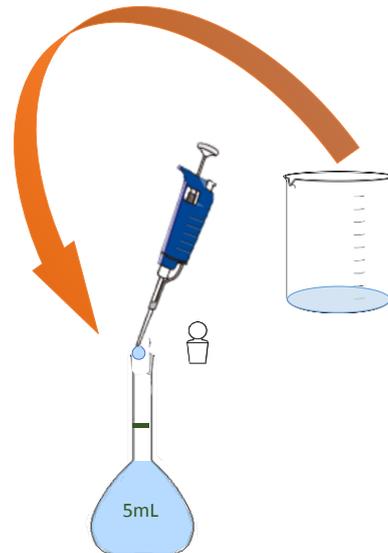
Sr-90分析

28

濃縮作業

(23) 分離後、ホットプレートにて、
約1mLまで加熱濃縮する。

(24) 試料を濃縮後、ビーカーを0.1M硝酸で
洗いながら、5mLメスフラスコに移し、
定容する。

Fig.3.4(28) ^{90}Sr の分析作業手順

29

JAEA Sr-90分析

試料測定

(25) β線測定試料は、(24)項の試料溶液から4.5mL分取し、Ultima GoldLLTを15.5mL加えて調整し、液体シンチレーションカウンタで測定する。

液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)

- ・10min × 1 Repeat × 20 Cycles
- ・0.0~2000.0keV

(26) 回収率測定として、(24)項の試料溶液から0.25mL分取し、0.1M硝酸で20mLメスフラスコで定容し、ICP-AESで測定する。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)

- ・波長: 407.771nm
- ・キャリアーガス流量: 0.7L/min
- ・検量線: 0.0,0.5,1.5,100ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(27) Sr量の回収率を算出する。(2)項で求めたSr量を考慮して、回収率を算出する。

Fig.3.4(29) ⁹⁰Sr の分析作業手順

30

JAEA Sr-90分析

試料測定

(25) β線測定試料は、(24)項の試料溶液から4.5mL分取し、Ultima GoldLLTを15.5mL加えて調整し、液体シンチレーションカウンタで測定する。

液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)

- ・10min × 1 Repeat × 20 Cycles
- ・0.0~2000.0keV

(26) 回収率測定として、(24)項の試料溶液から0.25mL分取し、0.1M硝酸で20mLメスフラスコで定容し、ICP-AESで測定する。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)

- ・波長: 407.771nm
- ・キャリアーガス流量: 0.7L/min
- ・検量線: 0.0,0.5,1.5,100ppm-0.1M硝酸溶液
- ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(27) Sr量の回収率を算出する。(2)項で求めたSr量を考慮して、回収率を算出する。

Fig.3.4(30) ⁹⁰Sr の分析作業手順



Sr-90分析

試料測定

(25) β 線測定試料は、(24)項の試料溶液から4.5mL分取し、Ultima GoldLLTを15.5mL加えて調整し、液体シンチレーションカウンタで測定する。

液体シンチレーションカウンタ測定条件
(Perkin Elmer製 2901TR,3110TR)
 ・10min × 1 Repeat × 20 Cycles
 ・0.0~2000.0keV

(26) 回収率測定として、(24)項の試料溶液から0.25mL分取し、0.1M硝酸で20mLメスフラスコで定容し、ICP-AESで測定する。

ICP-AES測定条件(島津製 ISPS-7510)
 ・波長: 407.771nm
 ・キャリアーガス流量: 0.7L/min
 ・検量線: 0.0, 0.5, 1.5, 100ppm-0.1M硝酸溶液
 ・検量線の調整には、原子吸光分析用Sr標準溶液1000ppmを希釈して用いる。

(27) Sr量の回収率を算出する。(2)項で求めたSr量を考慮して、回収率を算出する。

Fig.3.4(31) ^{90}Sr の分析作業手順



終了

Sr-90の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.4(32) ^{90}Sr の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Cs-137の分析 2015年度版

作成: 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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.5(1) ^{137}Cs の分析作業手順

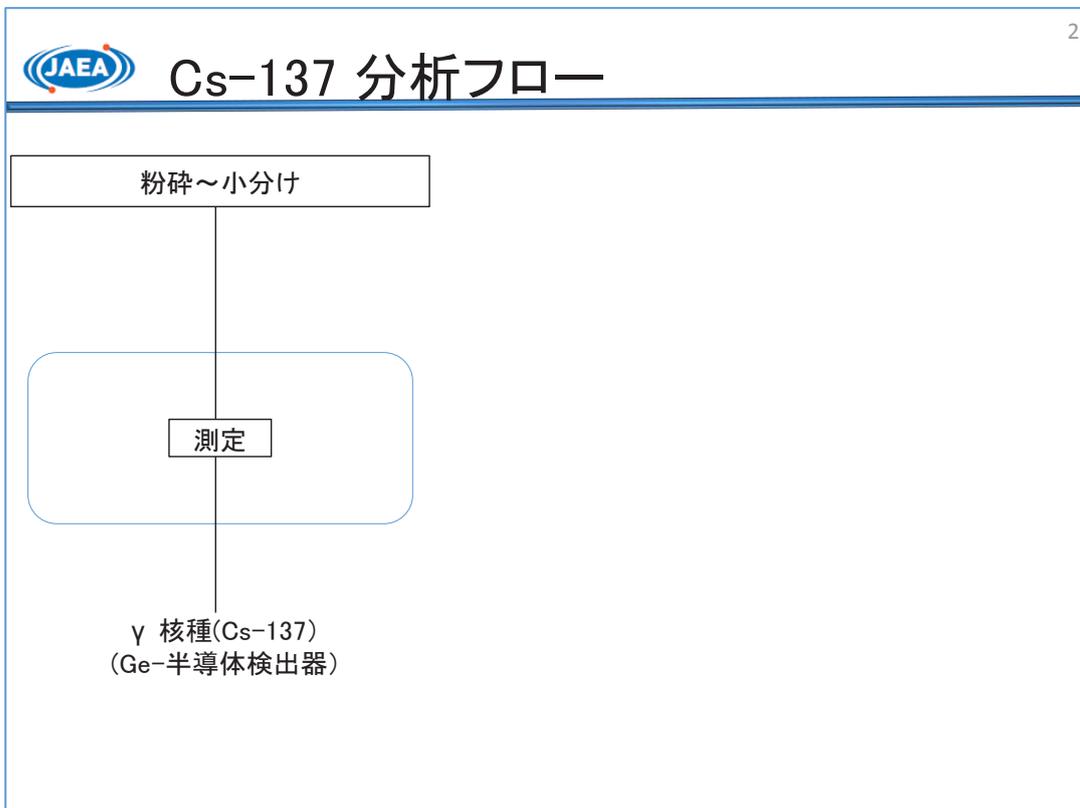


Fig.3.5(2) ^{137}Cs の分析作業手順



Cs-137分析

3

準備

- (1) Ge-半導体検出器の測定が終了していることを確認する。
- (2) 検出器扉をゆっくり開ける。
- (3) 測定が終了した試料(別作業の試料)を取り出す。
- (4) 測定する試料をセットする。
- (5) 検出器の扉をゆっくり閉める。



Ge-半導体検出器

Fig.3.5(3) ^{137}Cs の分析作業手順

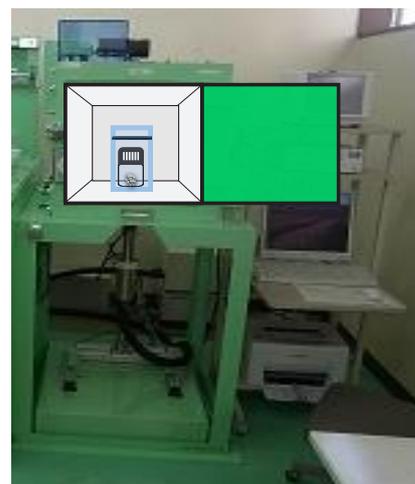


Cs-137分析

4

準備

- (1) Ge-半導体検出器の測定が終了していることを確認する。
- (2) 検出器扉をゆっくり開ける。
- (3) 測定が終了した試料(別作業の試料)を取り出す。
- (4) 測定する試料をセットする。
- (5) 検出器の扉をゆっくり閉める。



Ge-半導体検出器

扉の開閉注意

Fig.3.5(4) ^{137}Cs の分析作業手順

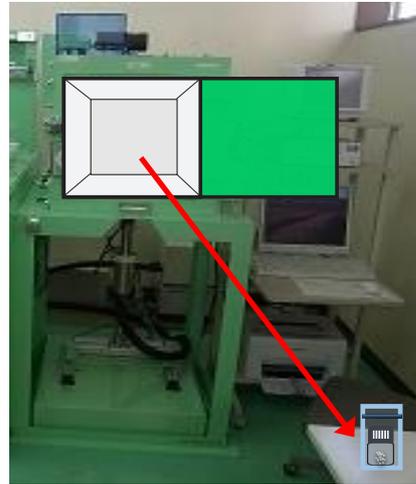


Cs-137分析

5

準備

- (1) Ge-半導体検出器の測定が終了していることを確認する。
- (2) 検出器扉をゆっくり開ける。
- (3) **測定が終了した試料(別作業の試料)を取り出す。**
- (4) 測定する試料をセットする。
- (5) 検出器の扉をゆっくり閉める。



Ge-半導体検出器

Fig.3.5(5) ^{137}Cs の分析作業手順



Cs-137分析

6

準備

- (1) Ge-半導体検出器の測定が終了していることを確認する。
- (2) 検出器扉をゆっくり開ける。
- (3) 測定が終了した試料(別作業の試料)を取り出す。
- (4) **測定する試料をセットする。**
- (5) 検出器の扉をゆっくり閉める。



Ge-半導体検出器

Fig.3.5(6) ^{137}Cs の分析作業手順

7

JAEA Cs-137分析

準備

- (1) Ge-半導体検出器の測定が終了していることを確認する。
- (2) 検出器扉をゆっくり開ける。
- (3) 測定が終了した試料(別作業の試料)を取り出す。
- (4) 測定する試料をセットする。
- (5) **検出器の扉をゆっくり閉める。**

扉の開閉注意



Ge-半導体検出器

Fig.3.5(7) ¹³⁷Cs の分析作業手順

8

JAEA Cs-137分析

測定(1)

- (6) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (7) 前回の測定したスペクトルが残っていたら、「クリア」をクリックしてスペクトルを消去する。
- (8) 「検出器選択」をクリック、使用する「検出器No.」を選択しOKをクリックする。

ガンマスタジオ



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(8) ¹³⁷Cs の分析作業手順



Cs-137分析

測定(1)

- (6) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (7) 前回の測定したスペクトルが残っていたら、「クリア」をクリックしてスペクトルを消去する。
- (8) 「検出器選択」をクリック、使用する「検出器No.」を選択しOKをクリックする。



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(9) ¹³⁷Cs の分析作業手順



Cs-137分析

測定(1)

- (6) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (7) 前回の測定したスペクトルが残っていたら、「クリア」をクリックしてスペクトルを消去する。
- (8) 「検出器選択」をクリック、使用する「検出器No.」を選択しOKをクリックする。



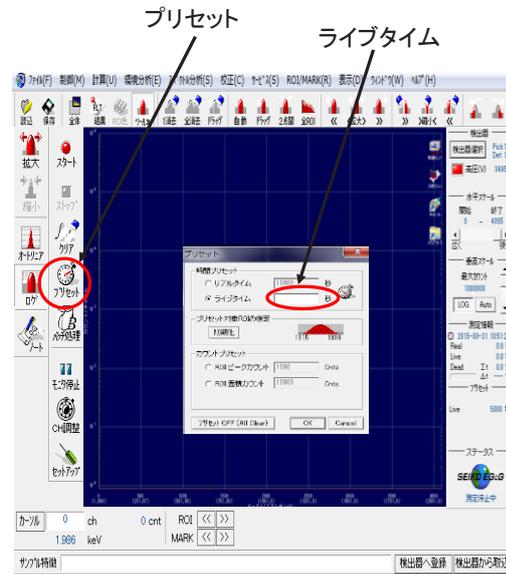
測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(10) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

測定(2)

- (9) 「プリセット」をクリック、「ライブタイム」に測定したい時間(単位:秒)を入力し、OKをクリックする。
- (10) 下段の「サンプル特」徴にサンプル名を入力し、「検出器の登録」をクリックする。
- (11) 「スタート」をクリックする(測定開始)。
- (12) 測定が終了したら、サンプル名を確認し保存する場所を指定して、「保存」をクリックする。



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(11) ^{137}Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

測定(2)

- (9) 「プリセット」をクリック、「ライブタイム」に測定したい時間(単位:秒)を入力し、OKをクリックする。
- (10) 下段の「サンプル特」徴にサンプル名を入力し、「検出器の登録」をクリックする。
- (11) 「スタート」をクリックする(測定開始)。
- (12) 測定が終了したら、サンプル名を確認し保存する場所を指定して、「保存」をクリックする。



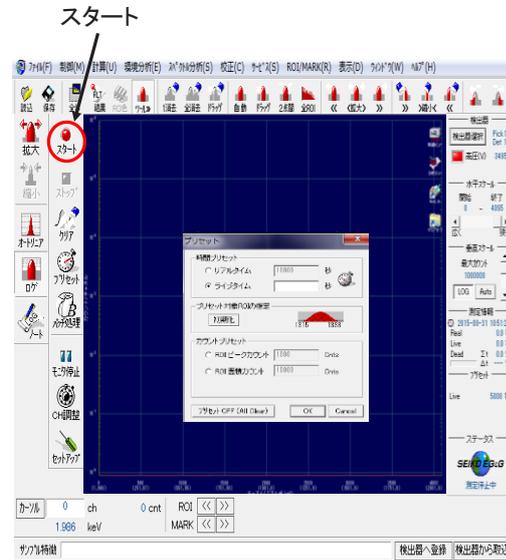
測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(12) ^{137}Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

測定(2)

- (9) 「プリセット」をクリック、「ライブタイム」に測定したい時間(単位:秒)を入力し、OKをクリックする。
- (10) 下段の「サンプル特」徴にサンプル名を入力し、「検出器の登録」をクリックする。
- (11) 「スタート」をクリックする(測定開始)。
- (12) 測定が終了したら、サンプル名を確認し保存する場所を指定して、「保存」をクリックする。



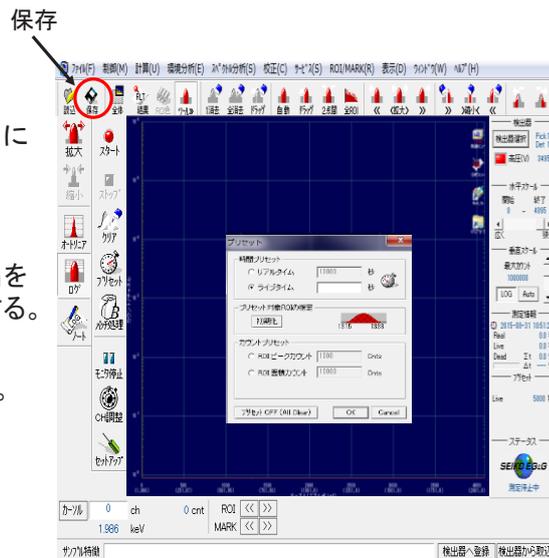
測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(13) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

測定(2)

- (9) 「プリセット」をクリック、「ライブタイム」に測定したい時間(単位:秒)を入力し、OKをクリックする。
- (10) 下段の「サンプル特」徴にサンプル名を入力し、「検出器の登録」をクリックする。
- (11) 「スタート」をクリックする(測定開始)。
- (12) 測定が終了したら、サンプル名を確認し保存する場所を指定して、「保存」をクリックする。



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(14) ¹³⁷Cs の分析作業手順

15

JAEA Cs-137分析

解析(1)

- (13) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (14) 「読み」をクリックし、解析ファイルを選択して、「開く」をクリックする。
- (15) 「環境分析」をクリックする。
- (16) 「詳細設定」をクリックする。

測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(15) ¹³⁷Cs の分析作業手順

16

JAEA Cs-137分析

解析(1)

- (13) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (14) 「読み」をクリックし、解析ファイルを選択して、「開く」をクリックする。
- (15) 「環境分析」をクリックする。
- (16) 「詳細設定」をクリックする。

測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(16) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(1)

- (13) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (14) 「読み」をクリックし、解析ファイルを選択して、「開く」をクリックする。
- (15) 「環境分析」をクリックする。
- (16) 「詳細設定」をクリックする。



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(17) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(1)

- (13) PCの「ガンマスタジオアイコン」をクリックすると、測定・解析ソフトが起動する。
- (14) 「読み」をクリックし、解析ファイルを選択して、「開く」をクリックする。
- (15) 「環境分析」をクリックする。
- (16) 「詳細設定」をクリックする。



測定・解析ソフト(ガンマスタジオ)の画面

Fig.3.5(18) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。

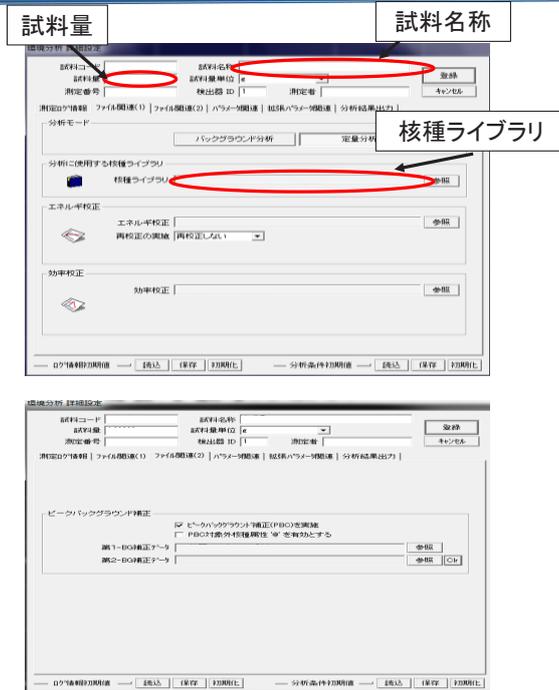


Fig.3.5(19) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。



Fig.3.5(20) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。



Fig.3.5(21) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。



Fig.3.5(22) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。



Fig.3.5(23) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(2)

- (17) 「試料名称」と「試料量」を入力し、「核種ライブラリ」を必要に応じて選択する(目的の元素)。
- (18) 「エネルギー校正」を必要に応じて選択する(最新のファイル)。
- (19) 「効率校正」を必要に応じて選択する。
- (20) 「ファイル関連(2)」をクリックする。
- (21) 「第1BG補正データ」を必要に応じて選択する。
- (22) 「分析結果出力」をクリックする。



Fig.3.5(24) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(3)

(23) 「カスタム報告書の内容」において、ピークチャンネル、半値幅及びグロス面積以外は全てチェックする。

(24) 「分析結果の外部出力先と出力内容」において、出力先、プリンタへ出力及び関数適合結果(1)、(2)以外にチェックして、「登録」をクリックする。

(25) 「続けて環境分析を実施しますか」に対して「はい」をクリックする。

(26) 分析結果がプリントアウトされる。

(27) カウントを確認する。

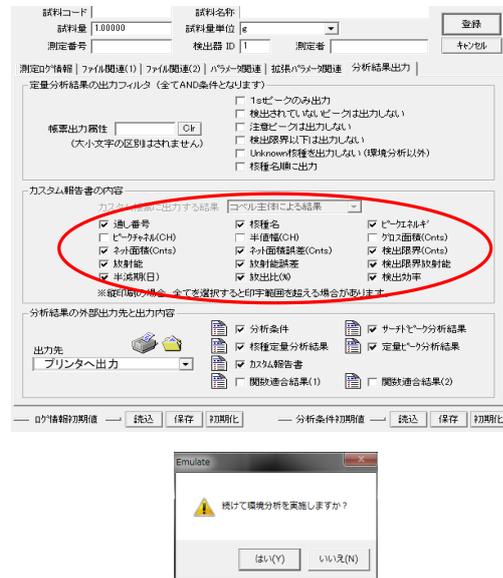


Fig.3.5(25) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(3)

(23) 「カスタム報告書の内容」において、ピークチャンネル、半値幅及びグロス面積以外は全てチェックする。

(24) 「分析結果の外部出力先と出力内容」において、出力先、プリンタへ出力及び関数適合結果(1)、(2)以外にチェックして、「登録」をクリックする。

(25) 「続けて環境分析を実施しますか」に対して「はい」をクリックする。

(26) 分析結果がプリントアウトされる。

(27) カウントを確認する。



Fig.3.5(26) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(3)

- (23) 「カスタム報告書の内容」において、ピークチャンネル、半値幅及びグロス面積以外は全てチェックする。
- (24) 「分析結果の外部出力先と出力内容」において、出力先、プリンタへ出力及び関数適合結果(1)、(2)以外にチェックして、「登録」をクリックする。
- (25) 「続けて環境分析を実施しますか」に対して「はい」をクリックする。
- (26) 分析結果がプリントアウトされる。
- (27) カウントを確認する。



Fig.3.5(27) ¹³⁷Cs の分析作業手順

JAEA Cs-137分析

解析(3)

- (23) 「カスタム報告書の内容」において、ピークチャンネル、半値幅及びグロス面積以外は全てチェックする。
- (24) 「分析結果の外部出力先と出力内容」において、出力先、プリンタへ出力及び関数適合結果(1)、(2)以外にチェックして、「登録」をクリックする。
- (25) 「続けて環境分析を実施しますか」に対して「はい」をクリックする。
- (26) 分析結果がプリントアウトされる。
- (27) カウントを確認する。

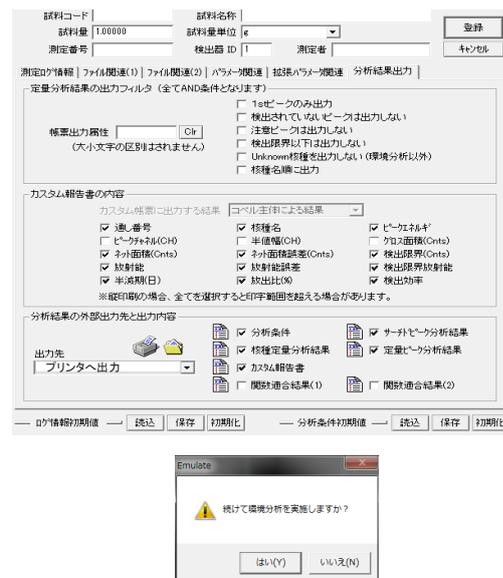


Fig.3.5(28) ¹³⁷Cs の分析作業手順



終了

Cs-137の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.5(29) ^{137}Cs の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順

Tc-99の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.6(1) ⁹⁹Tc の分析作業手順

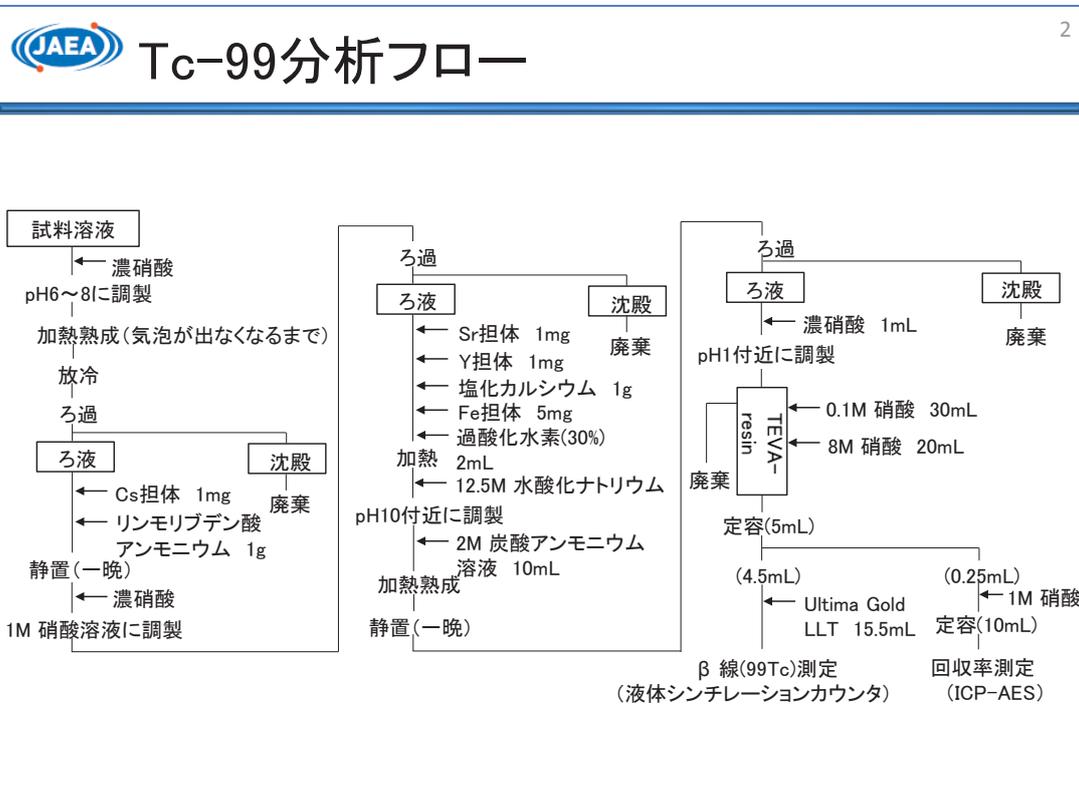


Fig.3.6(2) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

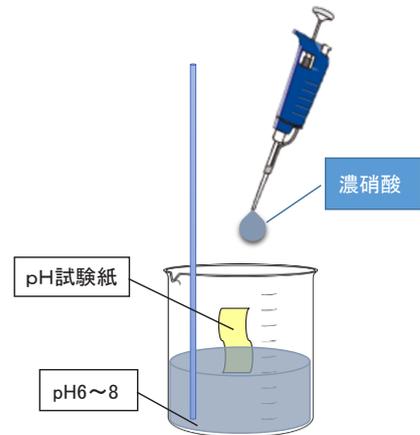
3

ケイ酸塩の除去

(1) 「アルカリ融解」後のろ液に、濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調製する。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(2) 試料をガラス棒で攪拌しながら半透明な浮遊物(ケイ酸塩)をホットプレートで加熱熟成する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。

(3) 放冷後に、0.45μ m-メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。
※ 浮遊物が多い場合はメンブレンフィルターが詰まって、ろ過できないため、先に0.7μ mGF/Fのガラス繊維フィルターで吸引ろ過を行う。



反応が激しいので、濃硝酸は注意して、少量ずつ加える。

Fig.3.6(3) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

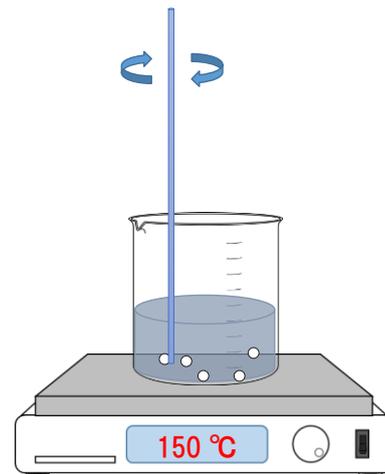
4

ケイ酸塩の除去

(1) 「アルカリ融解」のろ液に、濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調製する。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(2) 試料をガラス棒で攪拌しながら半透明な浮遊物(ケイ酸塩)をホットプレートで加熱熟成する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。

(3) 放冷後に、0.45μ m-メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。
※ 浮遊物が多い場合はメンブレンフィルターが詰まって、ろ過できないため、先に0.7μ mGF/Fのガラス繊維フィルターで吸引ろ過を行う。



煮沸注意

Fig.3.6(4) ⁹⁹Tc の分析作業手順

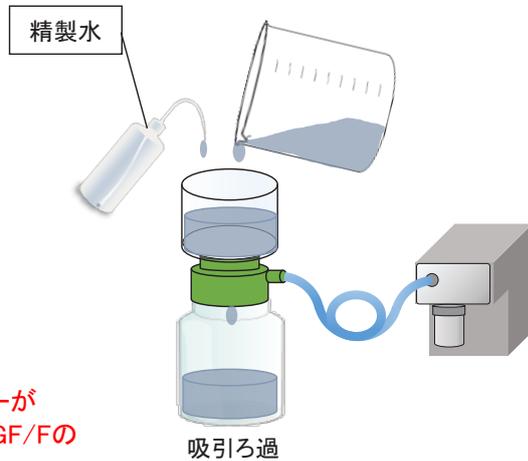


Tc-99分析

5

ケイ酸塩の除去

- (1) 「アルカリ融解」のろ液に、濃硝酸を加えpHを中性(pH6~8)に調製する。
※ 確認はpH試験紙で行う。
- (2) 試料をガラス棒で攪拌しながら半透明な浮遊物(ケイ酸塩)をホットプレートで加熱熟成する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (3) 放冷後に、0.45 μ m-メンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。
※ 浮遊物が多い場合はメンブレンフィルターが詰まって、ろ過できないため、先に0.7 μ mGF/Fのガラス繊維フィルターで吸引ろ過を行う。

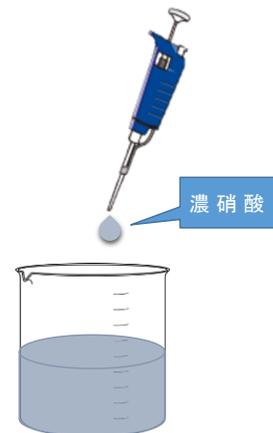
Fig.3.6(5) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

6

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP)1gを加え攪拌する。
- (8) 一晚静置する。
- (9) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。



反応が激しいので、濃硝酸は注意して、少量ずつ加える。

Fig.3.6(6) ^{99}Tc の分析作業手順

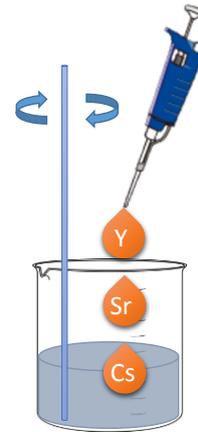


Tc-99分析

7

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。
- (8) 一晩静置する。
- (9) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

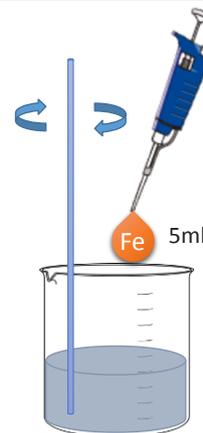
Fig.3.6(7) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

8

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。
- (8) 一晩静置する。
- (9) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

Fig.3.6(8) ^{99}Tc の分析作業手順

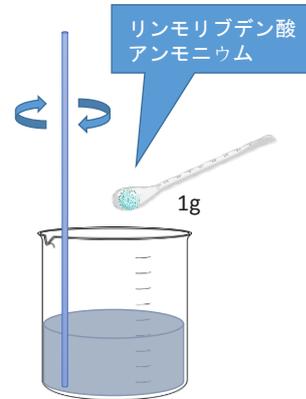


Tc-99分析

9

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) **リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。**
- (8) 一晩静置する。
- (9) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

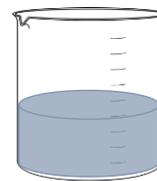
Fig.3.6(9) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

10

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。
- (8) **一晩静置する。**
- (9) 0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。



一晩放置

Fig.3.6(10) ^{99}Tc の分析作業手順

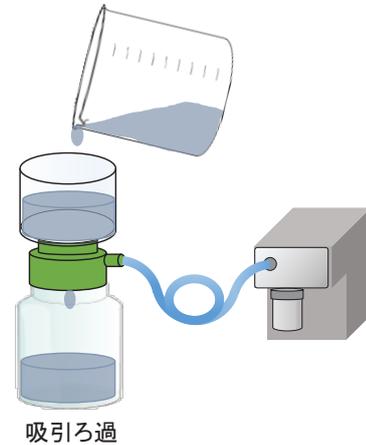


Tc-99分析

11

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。
- (8) 一晩静置する。
- (9) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

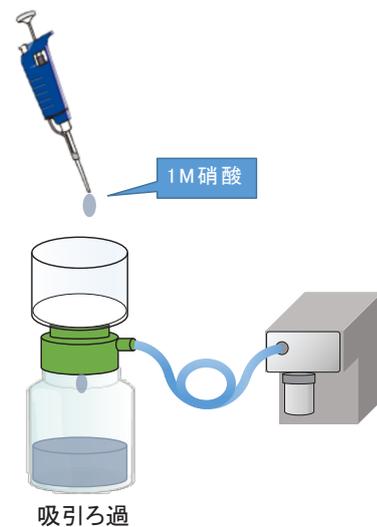
Fig.3.6(11) ⁹⁹Tc の分析作業手順

Tc-99分析

12

Cs-137の除去

- (4) ケイ酸塩の除去(3)の溶液に1M硝酸溶液になるように濃硝酸を加える。
- (5) 1000ppmCs、1000ppmSr及び1000ppmY担体を、それぞれ1mlを加え攪拌する。
- (6) 1000ppmFe担体5mLを加え攪拌する。
- (7) リンモリブデン酸アンモニウム(AMP) 1gを加え攪拌する。
- (8) 一晩静置する。
- (9) 0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。
- (10) ポリ瓶も少量の1M硝酸で3回洗浄し、洗浄液もろ過する。

Fig.3.6(12) ⁹⁹Tc の分析作業手順

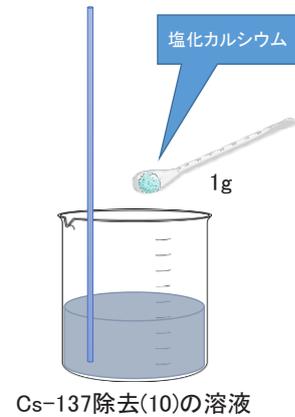


Tc-99分析

13

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。

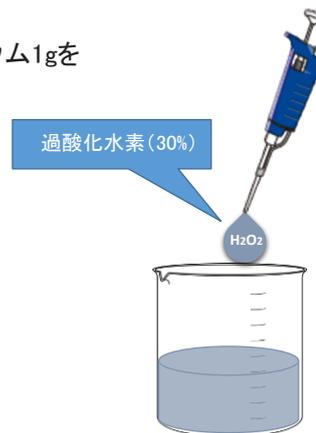
Fig.3.6(13) ⁹⁹Tc の分析作業手順

Tc-99分析

14

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。

Fig.3.6(14) ⁹⁹Tc の分析作業手順

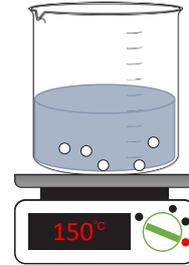


Tc-99分析

15

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) **ホットプレートで加熱する。**
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。



気泡が出なくなるまで

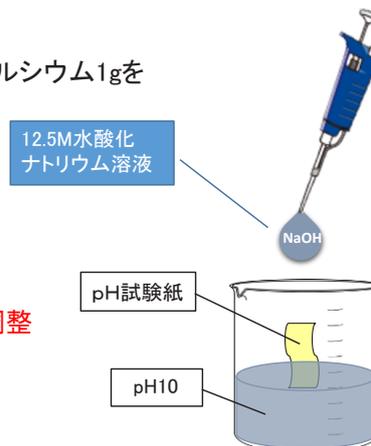
Fig.3.6(15) ⁹⁹Tc の分析作業手順

Tc-99分析

16

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) **12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。** ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。

Fig.3.6(16) ⁹⁹Tc の分析作業手順



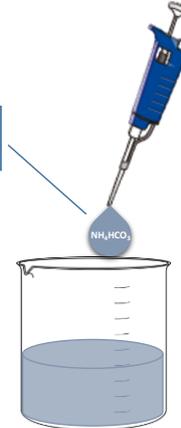
Tc-99分析

17

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。

2M炭酸アンモニウム
溶液

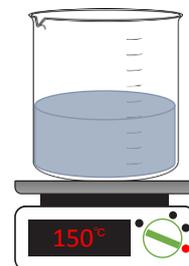
Fig.3.6(17) ⁹⁹Tc の分析作業手順

Tc-99分析

18

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。



煮沸注意

Fig.3.6(18) ⁹⁹Tc の分析作業手順

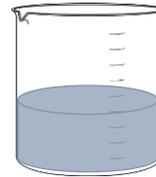


Tc-99分析

19

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。



一晩静置

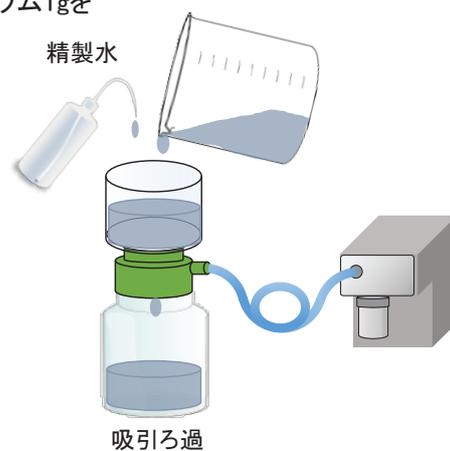
Fig.3.6(19) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

20

Sr-90、Y-90除去

- (11) 前項「Cs-137除去」(10)項の溶液に、塩化カルシウム1gを加え溶解する。
- (12) 過酸化水素(30%)2mLを加える。
- (13) ホットプレートで加熱する。
※ 気泡が出なくなるまで行う。
- (14) 12.5M水酸化ナトリウム溶液でpH10付近に調整する。 ※ 確認はpH試験紙で行う。
- (15) 2M炭酸アンモニウム溶液を10mL加える。
- (16) ホットプレートで沈殿物を加熱熟成させる。
- (17) 一晩静置する。
- (18) 沈殿物を0.45 μ mメンブレンフィルターを用いて吸引ろ過を行う。洗浄は精製水で行う。

Fig.3.6(20) ^{99}Tc の分析作業手順



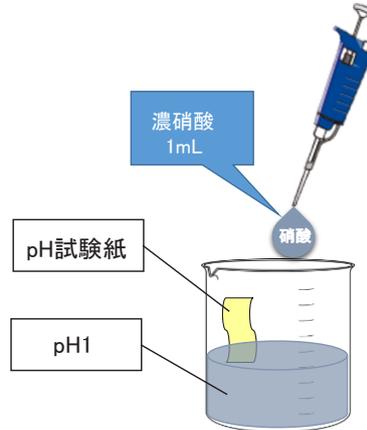
Tc-99分析

21

Tc-99(Re)分離操作(1)

(19) 前項「Sr-90、Y-90除去」(18)項の溶液に、
濃硝酸1mLを加えpH1にする。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(20) ホットプレートで加熱し、炭酸ガスを
追い出す。

Fig.3.6(21) ^{99}Tc の分析作業手順

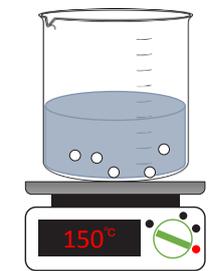
Tc-99分析

22

Tc-99(Re)分離操作(1)

(19) 前項「Sr-90、Y-90除去」(18)項の溶液に、
濃硝酸1mLを加えpH1にする。
※ 確認はpH試験紙で行う。

(20) ホットプレートで加熱し、炭酸ガスを
追い出す。



炭酸ガスを追い出す

加熱時の煮沸注意

Fig.3.6(22) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

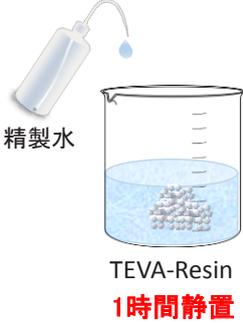
23

Tc-99(Re)分離操作(2)

(21) TEVA-Resinに精製水を加え1時間程度浸ける。

(22) カラムに精製水を加えながらTEVA-Resinを5mL加える。

(23) 専用フィルターを上から押入れ、TEVA-Resinから5mm位間隔を開けて取り付ける。



精製水

TEVA-Resin

1時間静置

Fig.3.6(23) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

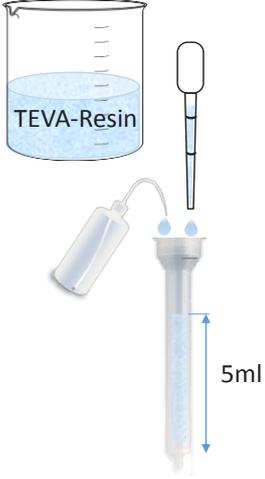
24

Tc-99(Re)分離操作(2)

(21) TEVA-Resinに精製水を加え1時間程度浸ける。

(22) カラムに精製水を加えながらTEVA-Resinを5mL加える。

(23) 専用フィルターを上から押入れ、TEVA-Resinから5mm位間隔を開けて取り付ける。



TEVA-Resin

5ml

Fig.3.6(24) ⁹⁹Tc の分析作業手順

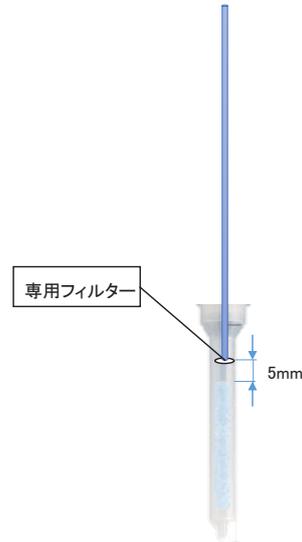


Tc-99分析

25

Tc-99(Re)分離操作(2)

- (21) TEVA-Resinに精製水を加え1時間程度浸ける。
- (22) カラムに精製水を加えながらTEVA-Resinを5mL加える。
- (23) 専用フィルターを上から押し入れ、TEVA-Resinから5mm位間隔を開けて取り付ける。

Fig.3.6(25) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

26

Tc-99(Re)分離操作(3)

- (24) 0.1M硝酸50mLを通水し、通過液は廃棄する。
- (25) 調製した試料溶液をTEVA-Resinに通水する。
- (26) 0.1M硝酸30mLを通水し、通過液は廃棄する。
- (27) TEVA-Resinに8M硝酸20mLを通水し、50mLビーカーに回収する。

Fig.3.6(26) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

27

Tc-99(Re)分離操作(3)

(24) 0.1M硝酸50mLを通水し、通過液は廃棄する。

(25) 調製した試料溶液をTEVA-Resinに通水する。

(26) 0.1M硝酸30mLを通水し、通過液は廃棄する。

(27) TEVA-Resinに8M硝酸20mLを通水し、50mL
ビーカーに回収する。



Fig.3.6(27) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

28

Tc-99(Re)分離操作(3)

(24) 0.1M硝酸50mLを通水し、通過液は廃棄する。

(25) 調製した試料溶液をTEVA-Resinに通水する。

(26) 0.1M硝酸30mLを通水し、通過液は廃棄する。

(27) TEVA-Resinに8M硝酸20mLを通水し、50mL
ビーカーに回収する。



Fig.3.6(28) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

29

Tc-99(Re)分離操作(3)

- (24) 0.1M硝酸50mLを通水し、通過液は廃棄する。
- (25) 調製した試料溶液をTEVA-Resinに通水する。
- (26) 0.1M硝酸30mLを通水し、通過液は廃棄する。
- (27) TEVA-Resinに8M硝酸20mLを通水し、50mLビーカーに回収する。

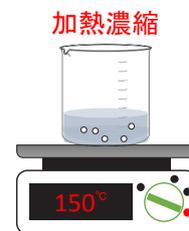
Fig.3.6(29) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

30

Tc-99(Re)分離操作(4)

- (28) 回収した通過液を乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。
- (29) 精製水10mLを加え乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。 ※ この操作を2回行う。
- (30) 精製水で5mLに定容し、「Tc分析試料」とする。
- (31) (30)項の溶液をGe半導体検出器で γ 線を測定し、Cs-137が検出下限値(ND)であることを確認する。
測定時間: 10,000秒
- ・Cs-137が検出下限値(ND)以上の場合
250mLアイボイに1M硝酸で洗い入れ100mLの液量にし、「Cs-137除去」(4)~(10)の操作を行い、「Tc-99(Re)分離操作(1)」(19)からの操作を行う。
 - ・Cs-137が検出下限値(ND)未満の場合
「計測試料の調製」(32)からの操作を行う。

Fig.3.6(30) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

31

Tc-99(Re)分離操作(4)

(28) 回収した通過液を乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。

(29) 精製水10mLを加え乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。 ※ この操作を2回行う。

(30) 精製水で5mLに定容し、「Tc分析試料」とする。

(31) (30)項の溶液をGe半導体検出器で γ 線を測定し、Cs-137が検出下限値(ND)であることを確認する。

測定時間: 10,000秒

- ・Cs-137が検出下限値(ND)以上の場合
250mLアイボーンに1M硝酸で洗い入れ100mLの液量にし、「Cs-137除去」(4)~(10)の操作を行い、「Tc-99(Re)分離操作(1)」(19)からの操作を行う。
- ・Cs-137が検出下限値(ND)未満の場合
「計測試料の調製」(32)からの操作を行う。

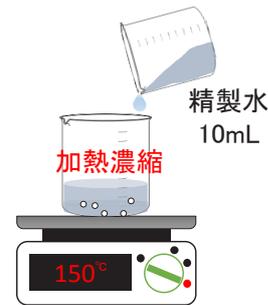


Fig.3.6(31) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

32

Tc-99(Re)分離操作(4)

(28) 回収した通過液を乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。

(29) 精製水10mLを加え乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。 ※ この操作を2回行う。

(30) 精製水で5mLに定容し、「Tc分析試料」とする。

(31) (30)項の溶液をGe半導体検出器で γ 線を測定し、Cs-137が検出下限値(ND)であることを確認する。

測定時間: 10,000秒

- ・Cs-137が検出下限値(ND)以上の場合
250mLアイボーンに1M硝酸で洗い入れ100mLの液量にし、「Cs-137除去」(4)~(10)の操作を行い、「Tc-99(Re)分離操作(1)」(19)からの操作を行う。
- ・Cs-137が検出下限値(ND)未満の場合
「計測試料の調製」(32)からの操作を行う。

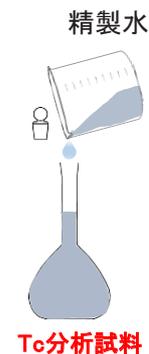


Fig.3.6(32) ^{99}Tc の分析作業手順



Tc-99分析

33

Tc-99(Re)分離操作(4)

- (28) 回収した通過液を乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。
- (29) 精製水10mLを加え乾固寸前(0.5mL位)まで加熱濃縮する。 ※ この操作を2回行う。
- (30) 精製水で5mLに定容し、「Tc分析試料」とする。
- (31) (30)項の溶液をGe半導体検出器で γ 線を測定し、Cs-137が検出下限値(ND)であることを確認する。
測定時間: 10,000秒
- ・Cs-137が検出下限値(ND)以上の場合
250mLアイボリーに1M硝酸で洗い入れ100mLの液量にし、「Cs-137除去」(4)~(10)の操作を行い、「Tc-99(Re)分離操作(1)」(19)からの操作を行う。
 - ・Cs-137が検出下限値(ND)未満の場合
「計測試料の調製」(32)からの操作を行う。



Ge半導体検出器

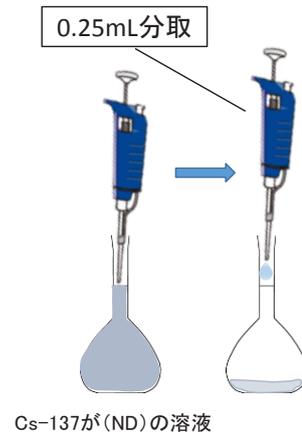
Fig.3.6(33) ^{99}Tc の分析作業手順

Tc-99分析

34

計測試料の調製

- (32) 前項「Tc-99(Re)分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。
- (33) 「Tc-99(Re)分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。
- (34) 液体シンチレーションカウンター(LSC)でTc-99の放射能を計測する。
・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
・Regions B: 0~294keV

Fig.3.6(34) ^{99}Tc の分析作業手順



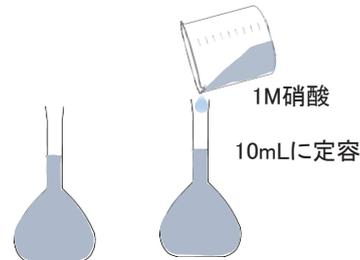
Tc-99分析

35

計測試料の調製

(32) 前項「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。

(33) 「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。



Cs-137が(ND)の溶液

(34) 液体シンチレーションカウンター(LSC)でTc-99の放射能を計測する。

- ・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
- ・Regions B: 0~294keV

Fig.3.6(35) ⁹⁹Tc の分析作業手順

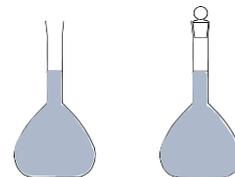
Tc-99分析

36

計測試料の調製

(32) 前項「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。

(33) 「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。



ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定

(34) 液体シンチレーションカウンター(LSC)でTc-99の放射能を計測する。

- ・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
- ・Regions B: 0~294keV

Fig.3.6(36) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

37

計測試料の調製

(32) 前項「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。

(33) 「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。

(34) 液体シンチレーションカウンター (LSC) でTc-99の放射能を計測する。

- ・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
- ・Regions B: 0~294keV

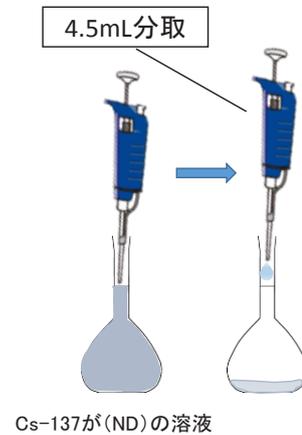


Fig.3.6(37) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

38

計測試料の調製

(32) 前項「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。

(33) 「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。

(34) 液体シンチレーションカウンター (LSC) でTc-99の放射能を計測する。

- ・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
- ・Regions B: 0~294keV

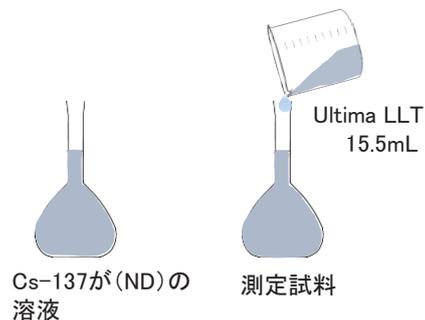


Fig.3.6(38) ⁹⁹Tc の分析作業手順



Tc-99分析

39

計測試料の調製

(32) 前項「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から0.25mL分取し1M硝酸で10mLに定容し、ICP-AESによる検量線法による定量方法でReを測定し、回収率を算出する。

(33) 「Tc-99 (Re) 分離操作(4)」(31)項でCs-137が(ND)であることが確認できた溶液から4.5mL分取し、Ultima Gold LLTを15.5mL加えて測定試料を調製する。

(34) 液体シンチレーションカウンター(LSC)でTc-99の放射能を計測する。

- ・測定条件: 60min × 1repeat × 20cycles
- ・Regions B: 0~294keV



Fig.3.6(39) ⁹⁹Tc の分析作業手順



終了

Tc-99の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.6(40) ⁹⁹Tc の分析作業手順



放射性廃棄物に係る分析作業手順 I-129の分析

2015年度版

作成: 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基盤創生センター運営管理準備室

Fig.3.7(1) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析フロー

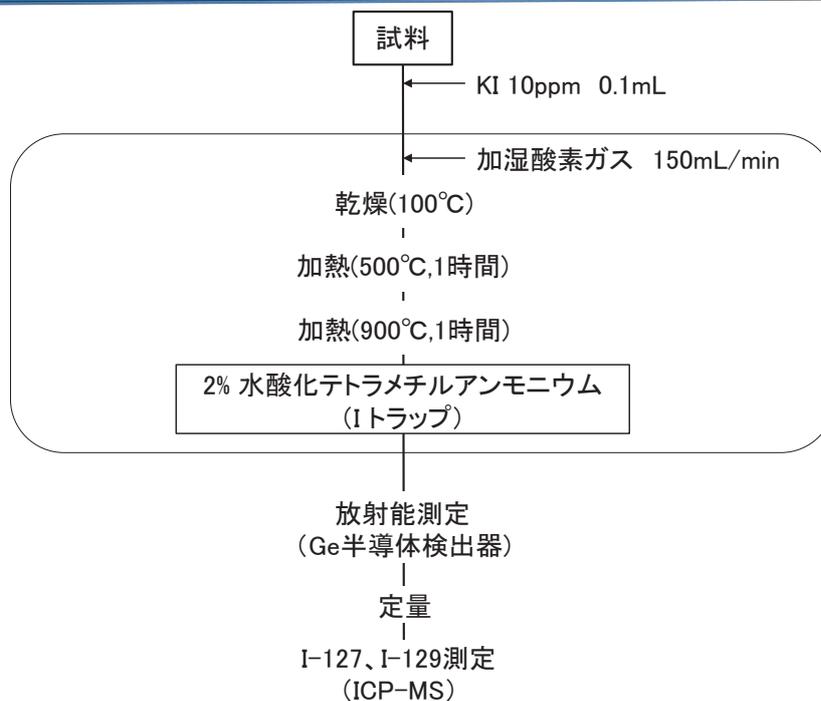


Fig.3.7(2) ^{129}I の分析作業手順

JAEA I-129分析

準備(1)

(1) インピンジャーに精製水を20mL入れた加湿用バブラーをスタンドに取り付ける。

(2) 酸素の配管を加湿用バブラーまで接続後、レギュレーターの出出口と流量計が「閉」である状態を確認し、酸素ポンベの元栓及びレギュレーターバルブを開ける。

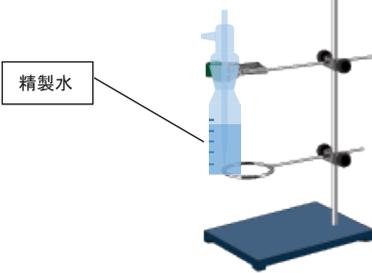


Fig.3.7(3) ^{129}I の分析作業手順

JAEA I-129分析

準備(1)

(1) インピンジャーに精製水を20mL入れた加湿用バブラーをスタンドに取り付ける。

(2) 酸素の配管を加湿用バブラーまで接続後、レギュレーターの出出口と流量計が「閉」である状態を確認し、酸素ポンベの元栓及びレギュレーターバルブを開ける。

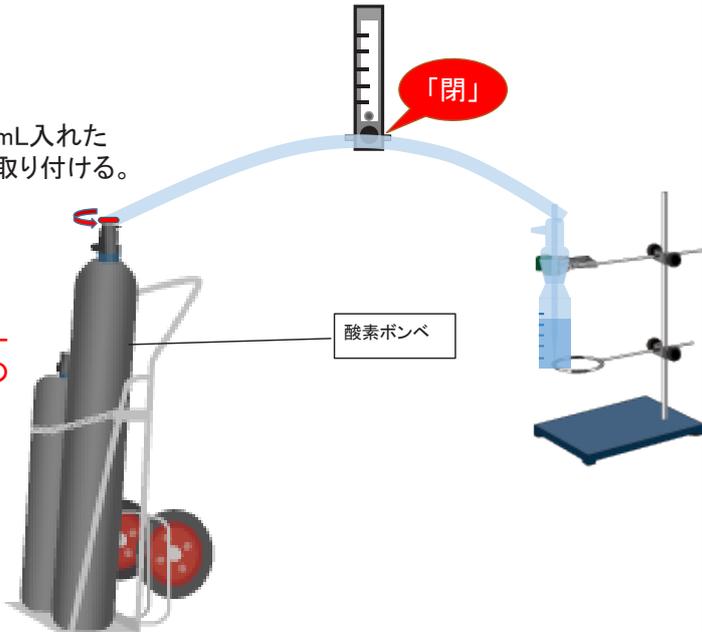


Fig.3.7(4) ^{129}I の分析作業手順

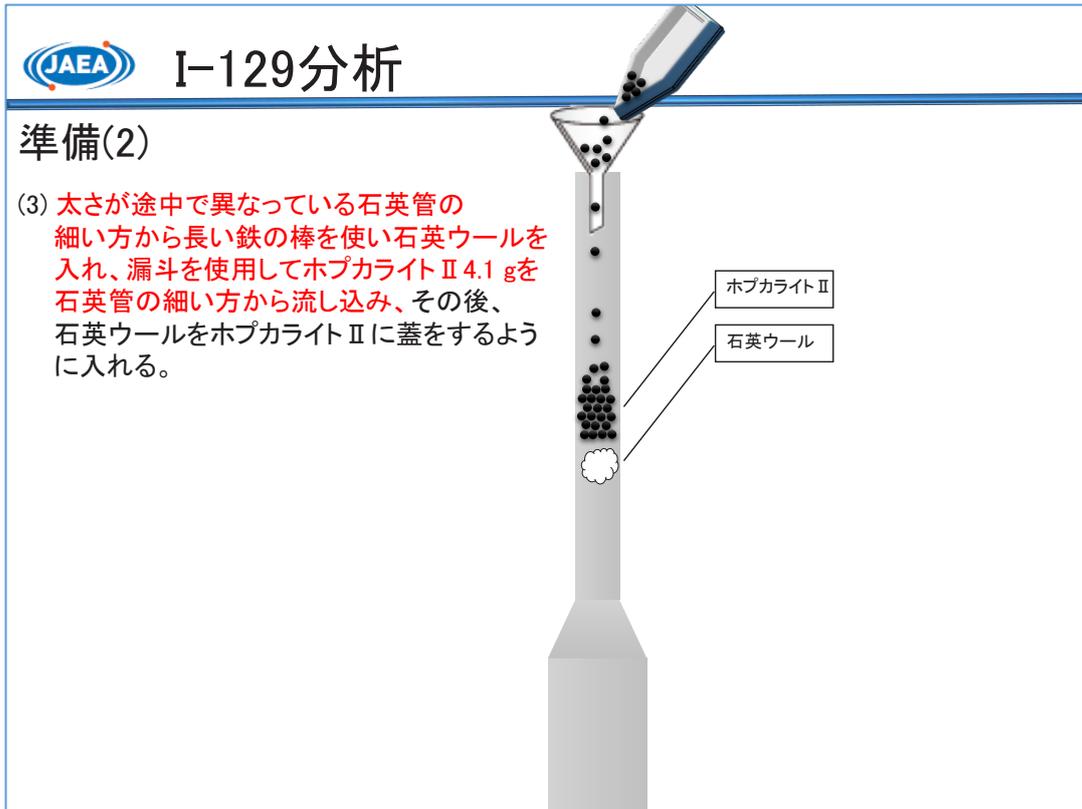


Fig.3.7(5) ^{129}I の分析作業手順

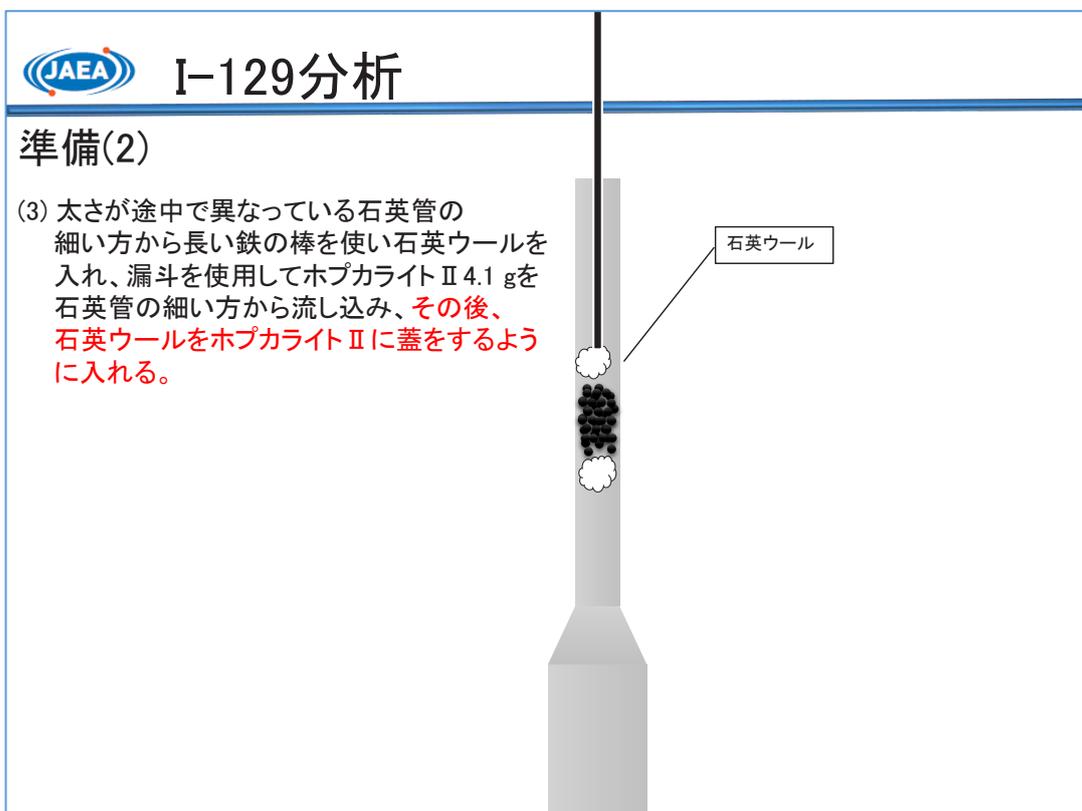


Fig.3.7(6) ^{129}I の分析作業手順

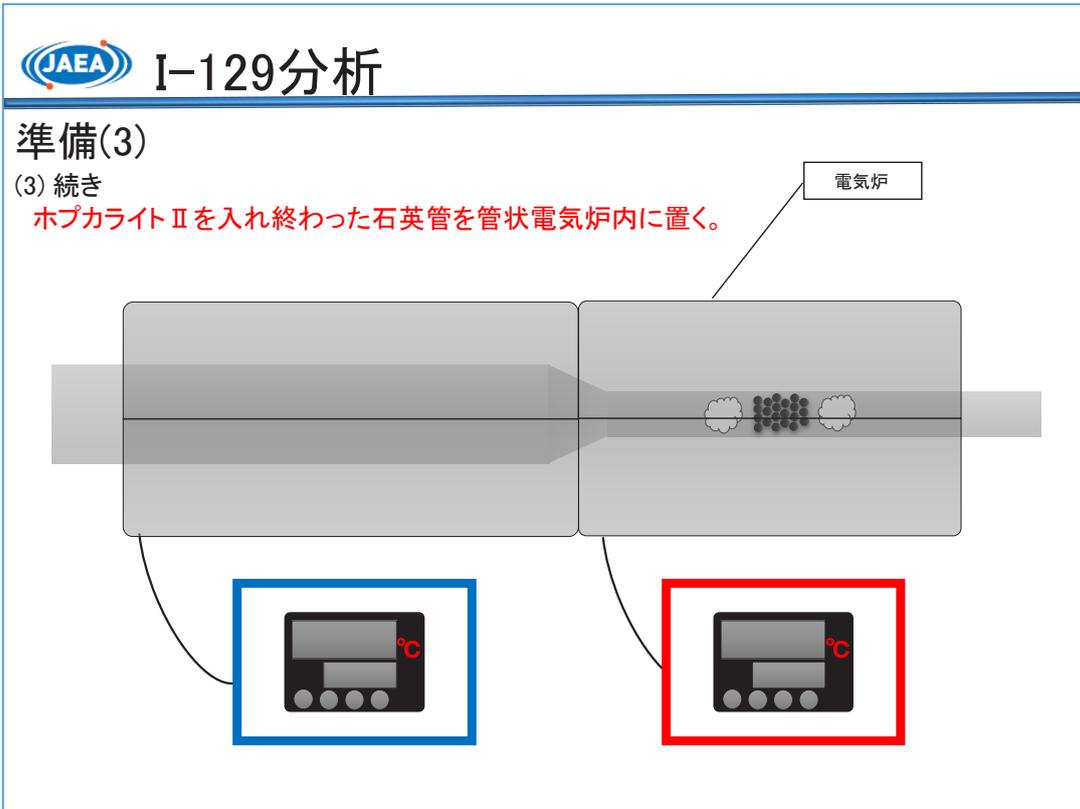


Fig.3.7(7) ^{129}I の分析作業手順

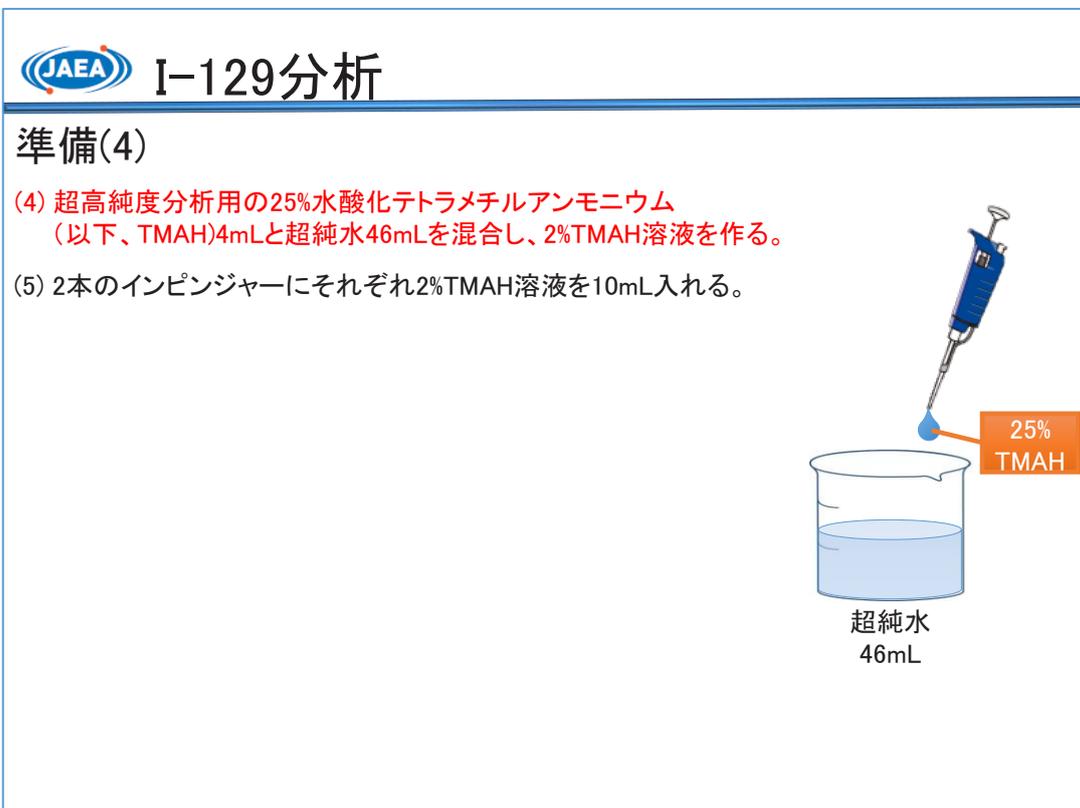


Fig.3.7(8) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

準備(4)

- (4) 超高純度分析用の25%水酸化テトラメチルアンモニウム
 (以下、TMAH)4mLと超純水46mLを混合し、2%TMAH溶液を作る。
- (5) 2本のインピンジャーにそれぞれ2%TMAH溶液を10mL入れる。

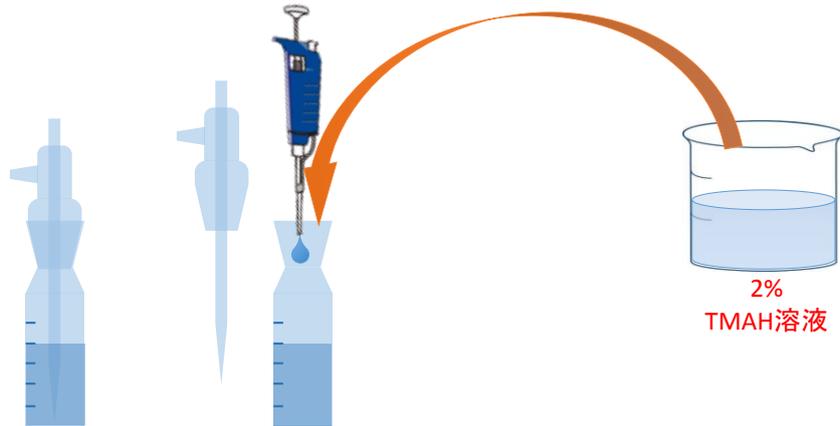


Fig.3.7(9) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

準備(5)

- (6) 石英管の下流の接続部にL字型ガラス管を取り付け、接続部をクリップで固定する。L字型ガラス管とSPC15接続のインピンジャー(一段目)を取り付け、接続部をクリップで固定する。
- (7) 各インピンジャーをSPC24のクリップで固定する。1段目のインピンジャーと2段目のインピンジャーをタイゴンチューブでつなぐ。

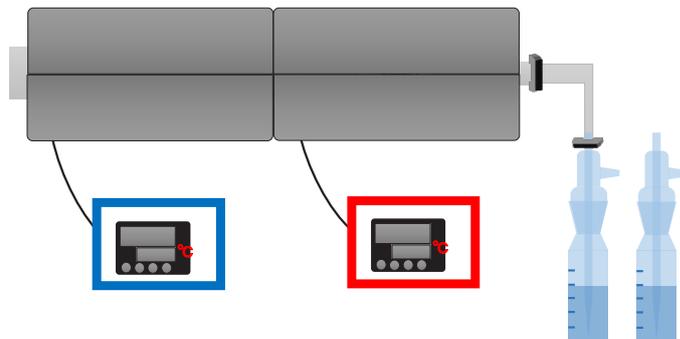


Fig.3.7(10) ^{129}I の分析作業手順

JAEA I-129分析

準備(5)

- (6) 石英管の下流の接続部にL字型ガラス管を取り付け、接続部をクリップで固定する。L字型ガラス管とSPC15接続のインピンジャー(一段目)を取り付け、接続部をクリップで固定する。
- (7) 各インピンジャーをSPC24のクリップで固定する。1段目のインピンジャーと2段目のインピンジャーをタイゴンチューブでつなぐ。

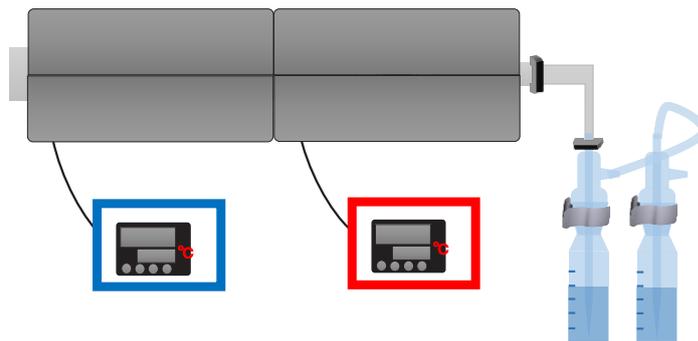


Fig.3.7(11) ^{129}I の分析作業手順

JAEA I-129分析

燃焼操作(1)

※試料が容易に移し分けが可能な場合(粉体状態)

- (8) 小分け容器とビニール袋を合わせた重量を測定し、「分析管理シート」【項目①】に記入する。
- (9) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。粉末の飛散防止のため、大き目のポリ袋の中で、小分け容器の内容物を燃焼ポート上に試料を移し、ポートにカバーをかける。
- (10) 小分け容器をもとのビニール袋に入れ、重量測定し、「分析管理シート」【項目②】に記入する。この時、ポリ袋の外側はコールドとなるように扱う。ポリ袋の口を閉じ、重量測定して、燃焼ポートに移した瓦礫試料重量を求め、「分析管理シート」【項目③】に記入する。



Fig.3.1(12) ^{60}Co の分析作業手順

JAEA I-129分析

燃焼操作(1)
 ※試料が容易に移し分けが可能な場合(粉体状態)

(8) 小分け容器とビニール袋を合わせた重量を測定し、「分析管理シート」【項目①】に記入する。

(9) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。粉末の飛散防止のため、大き目のポリ袋の中で、小分け容器の内容物を燃焼ポート上に試料を移し、ポートにカバーをかける。

(10) 小分け容器をもとのビニール袋に入れ、重量測定し、「分析管理シート」【項目②】に記入する。この時、ポリ袋の外側はコールドとなるように扱う。ポリ袋の口を閉じ、重量測定して、燃焼ポートに移した瓦礫試料重量を求め、「分析管理シート」【項目③】に記入する。

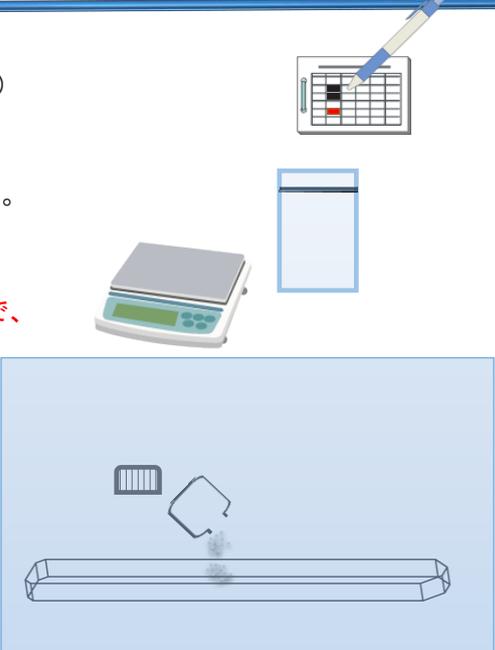


Fig.3.7(13) ^{129}I の分析作業手順

JAEA I-129分析

燃焼操作(1)
 ※試料が容易に移し分けが可能な場合(粉体状態)

(8) 小分け容器とビニール袋を合わせた重量を測定し、「分析管理シート」【項目①】に記入する。

(9) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。粉末の飛散防止のため、大き目のポリ袋の中で、小分け容器の内容物を燃焼ポート上に試料を移し、ポートにカバーをかける。

(10) 小分け容器をもとのビニール袋に入れ、重量測定し、「分析管理シート」【項目②】に記入する。この時、ポリ袋の外側はコールドとなるように扱う。ポリ袋の口を閉じ、重量測定して、燃焼ポートに移した瓦礫試料重量を求め、「分析管理シート」【項目③】に記入する。

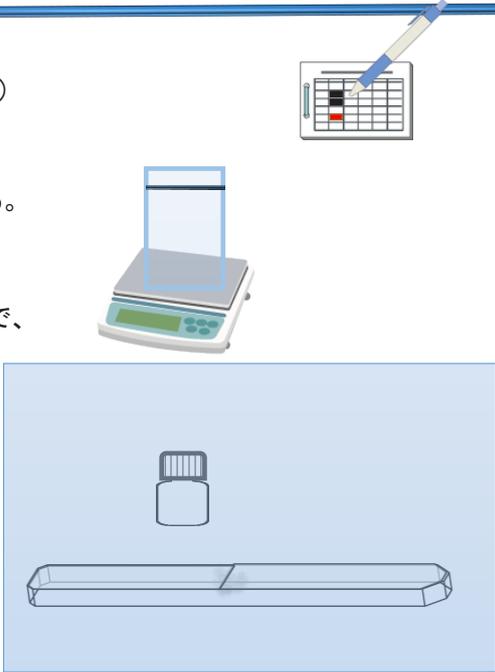


Fig.3.7(14) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

燃焼操作(1)

※試料が容易に移し分けが可能な場合(粉体状態)



(8) 小分け容器とビニール袋を合わせた重量を測定し、「分析管理シート」【項目①】に記入する。

(9) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。粉末の飛散防止のため、大き目のポリ袋の中で、小分け容器の内容物を燃焼ポート上に試料を移し、ポートにカバーをかける。



(10) 小分け容器をもとのビニール袋に入れ、重量測定し、「分析管理シート」【項目②】に記入する。この時、ポリ袋の外側はコールドとなるように扱う。ポリ袋の口を閉じ、重量測定して、燃焼ポートに移した瓦礫試料重量を求め、「分析管理シート」【項目③】に記入する。

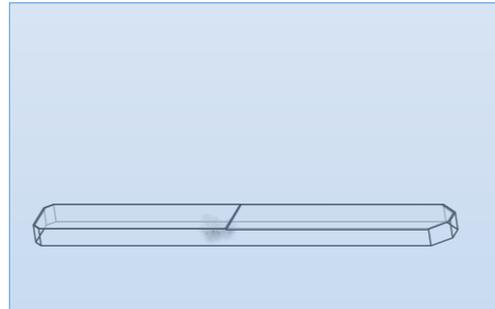


Fig.3.7(15) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

燃焼操作(2)

※試料が容易に移し分けが困難な場合(スラリー状態)

(11) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。固体試料が多い場合には、プラスチック製のスパチュラで燃焼ポートに移し入れる。終了後、スパチュラは燃焼ポートの中で精製水により洗浄する。



(12) 小分け容器に精製水0.5mLを加え、蓋を閉めて容器の中を洗浄する。洗浄液は燃焼ポート内に入れ、容器内に試料がなくなる迄洗い、最低3回は洗浄する。

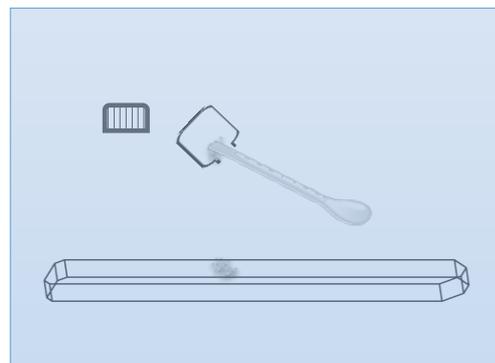


Fig.3.7(16) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

燃烧操作(2)

※試料が容易に移し分けが困難な場合(スラリー状態)

- (11) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。
 固体試料が多い場合には、プラスチック製の
 スパチュラで燃烧ポートに移し入れる。終了後、
 スパチュラは燃烧ポートの中で精製水により
 洗浄する。



- (12) 小分け容器に精製水0.5mLを加え、
 蓋を閉めて容器の中を洗浄する。
 洗浄液は燃烧ポート内に入れ、
 容器内に試料がなくなる迄洗い、
 最低3回は洗浄する。

Fig.3.7(17) ^{129}I の分析作業手順

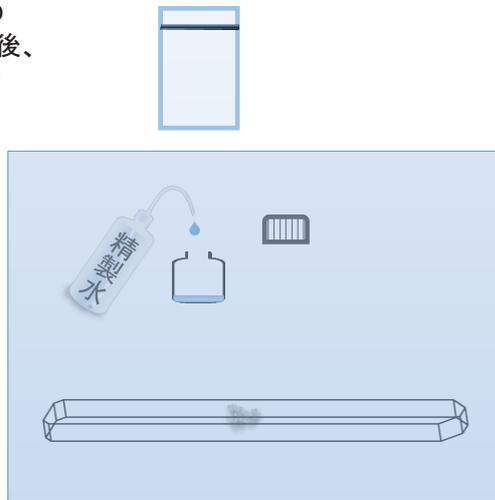


I-129分析

燃烧操作(2)

※試料が容易に移し分けが困難な場合(スラリー状態)

- (11) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。
 固体試料が多い場合には、プラスチック製の
 スパチュラで燃烧ポートに移し入れる。終了後、
 スパチュラは燃烧ポートの中で精製水により
 洗浄する。



- (12) 小分け容器に精製水0.5mLを加え、
 蓋を閉めて容器の中を洗浄する。
 洗浄液は燃烧ポート内に入れ、
 容器内に試料がなくなる迄洗い、
 最低3回は洗浄する。

Fig.3.7(18) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

燃烧操作(2)

※試料が容易に移し分けが困難な場合(スラリー状態)

- (11) フード内でポリ袋の中の小分け容器を受ける。
 固体試料が多い場合には、プラスチック製の
 スパチュラで燃烧ポートに移し入れる。終了後、
 スパチュラは燃烧ポートの中で精製水により
 洗浄する。



- (12) 小分け容器に精製水0.5mLを加え、
 蓋を閉めて容器の中を洗浄する。
 洗浄液は燃烧ポート内に入れ、
 容器内に試料がなくなる迄洗い、
 最低3回は洗浄する。

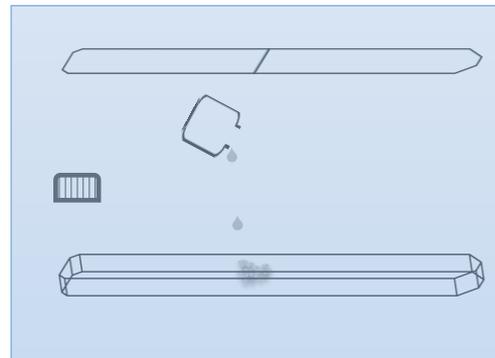


Fig.3.7(19) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(1)

- (13) I溶液 0.1mLを燃烧ポートに添加する。
 (I溶液はヨウ化カリウムを超純水に溶解して
 100 $\mu\text{g/mL}$ に調整する)
- (14) 石英管保護のため、瓦礫試料を乗せた
 燃烧ポートをNi箔で覆う。

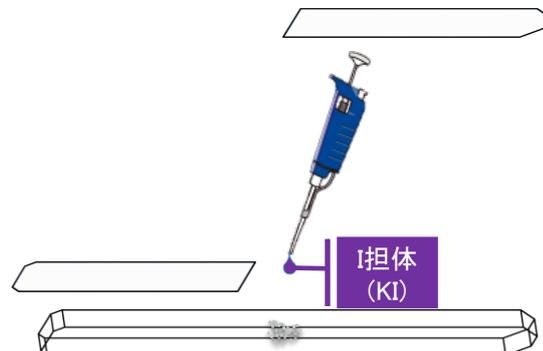


Fig.3.7(20) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(1)

(13) I溶液 0.1mLを燃焼ボートに添加する。
(I溶液はヨウ化カリウムを超純水に溶解して
100 μ g/mLに調整する)

(14) 石英管保護のため、瓦礫試料を乗せた
燃焼ボートをNi箔で覆う。

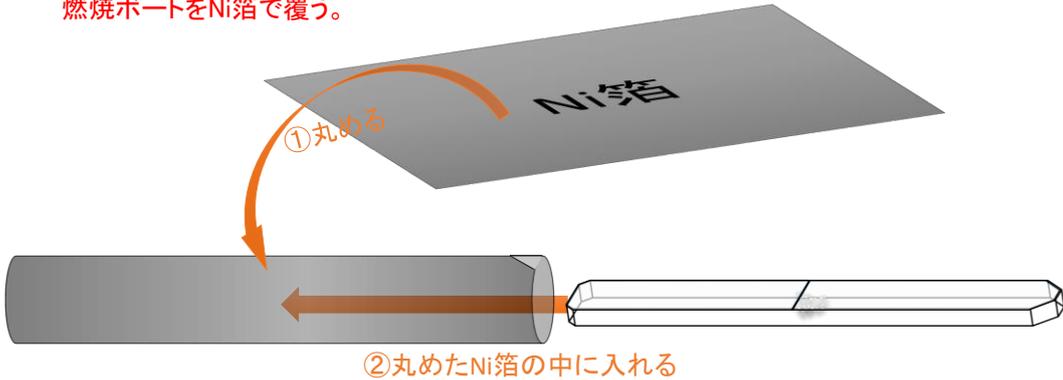


Fig.3.7(21) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(2)

(14) 前項より続き
石英管の太い方から鉄製の棒を使い、
管状電気炉1段目の真ん中の位置に
燃焼ボートごと入れる。

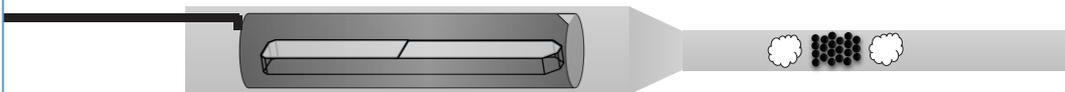


Fig.3.7(22) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(3)

- (15) 加湿用バブラーから石英管蓋までのラインをタイゴンチューブで接続する。
- (16) 石英管蓋と石英管の間にエラストマーシールを挟んで接続し、チェーンクランプを用いて固定する。
- (17) 酸素ポンペについてのレギュレーターの出バルブと流量計を開け、酸素ガス流量計の値を150mL/minにする。

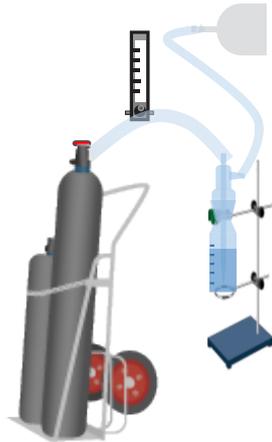


Fig.3.7(23) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(3)

- (15) 加湿用バブラーから石英管蓋までのラインをタイゴンチューブで接続する。
- (16) 石英管蓋と石英管の間にエラストマーシールを挟んで接続し、チェーンクランプを用いて固定する。
- (17) 酸素ポンペについてのレギュレーターの出バルブと流量計を開け、酸素ガス流量計の値を150mL/minにする。

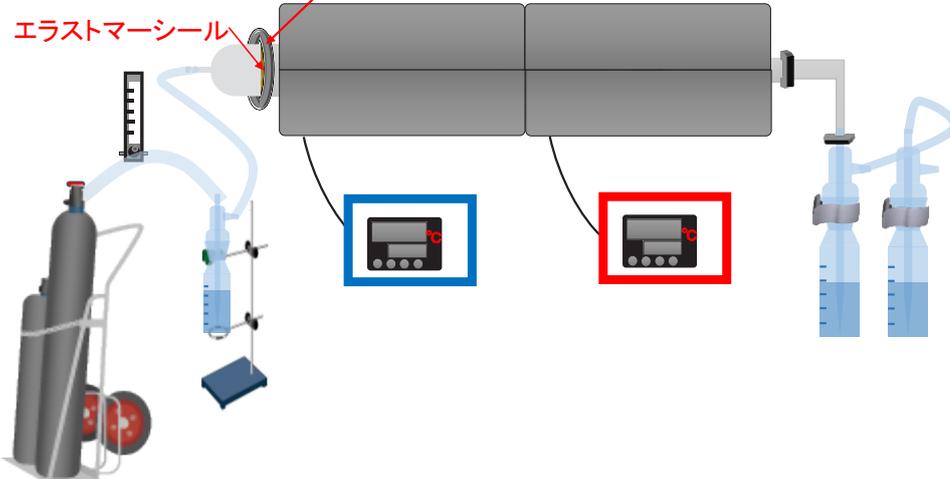


Fig.3.7(24) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(3)

- (15) 加湿用バブラーから石英管蓋までのラインをタイゴンチューブで接続する。
- (16) 石英管蓋と石英管の間にエラストマーシールを挟んで接続し、チェーンクランプを用いて固定する。
- (17) 酸素ポンペについてのレギュレーターの出バルブと流量計を開け、酸素ガス流量計の値を150mL/minにする。

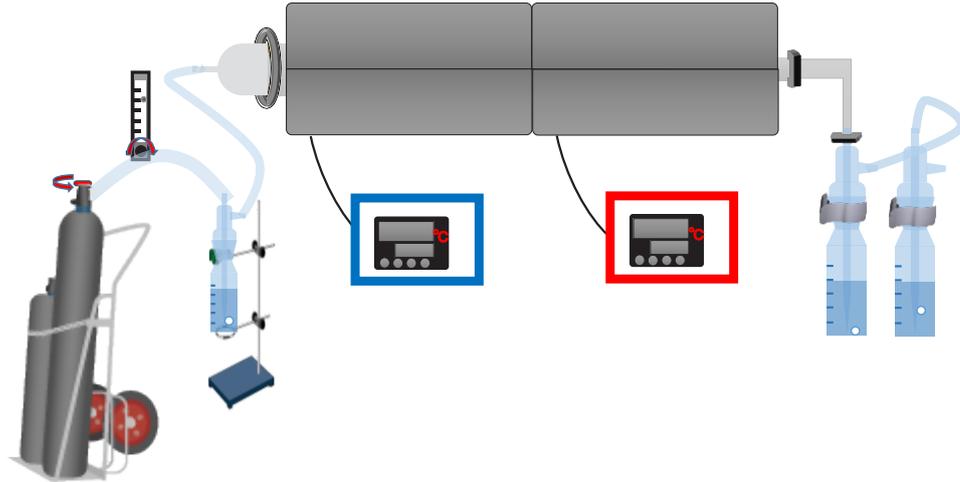


Fig.3.7(25) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

焼き出し(4)

- (18) 両方の管状電気炉の電源を入れて、ホプカライト側の管状電気炉内温度を100°C位に上げ、ホプカライトを乾燥させた後、500°Cにする。

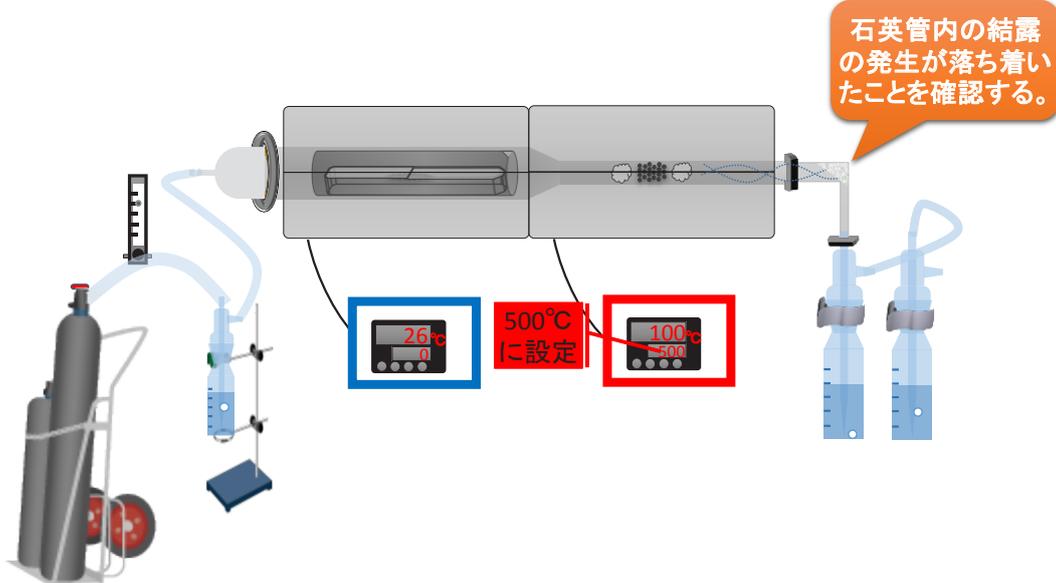


Fig.3.7(26) ¹²⁹I の分析作業手順

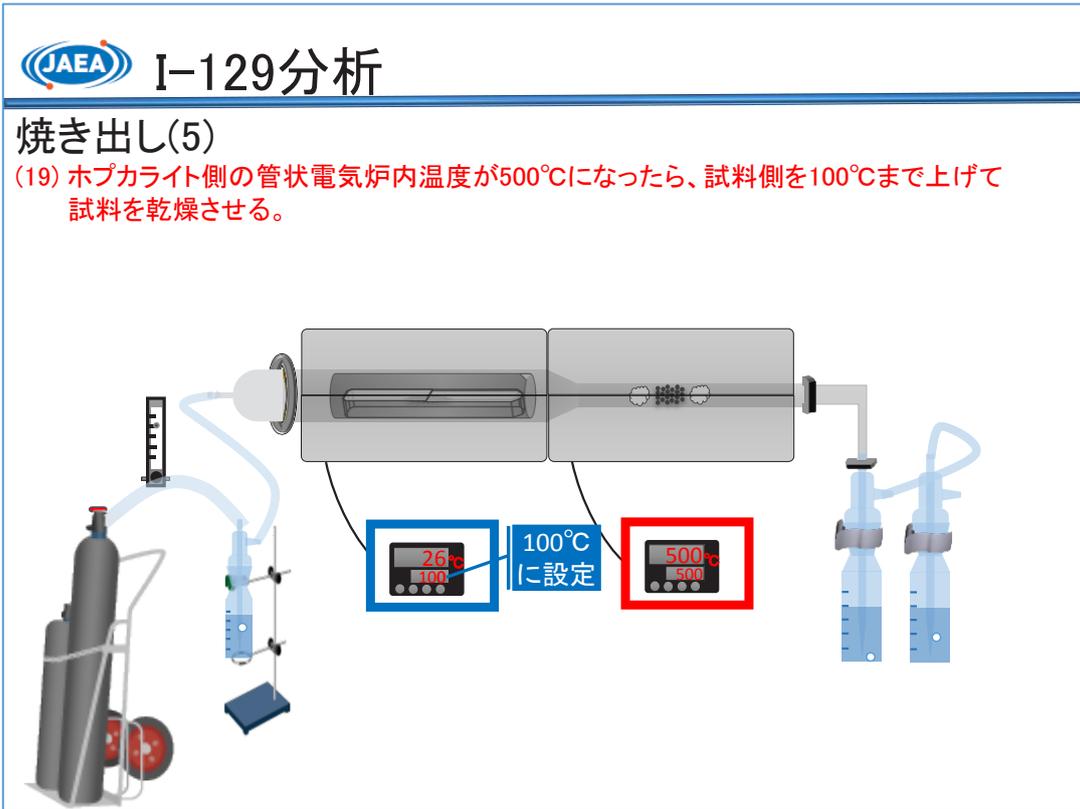


Fig.3.7(27) ¹²⁹I の分析作業手順

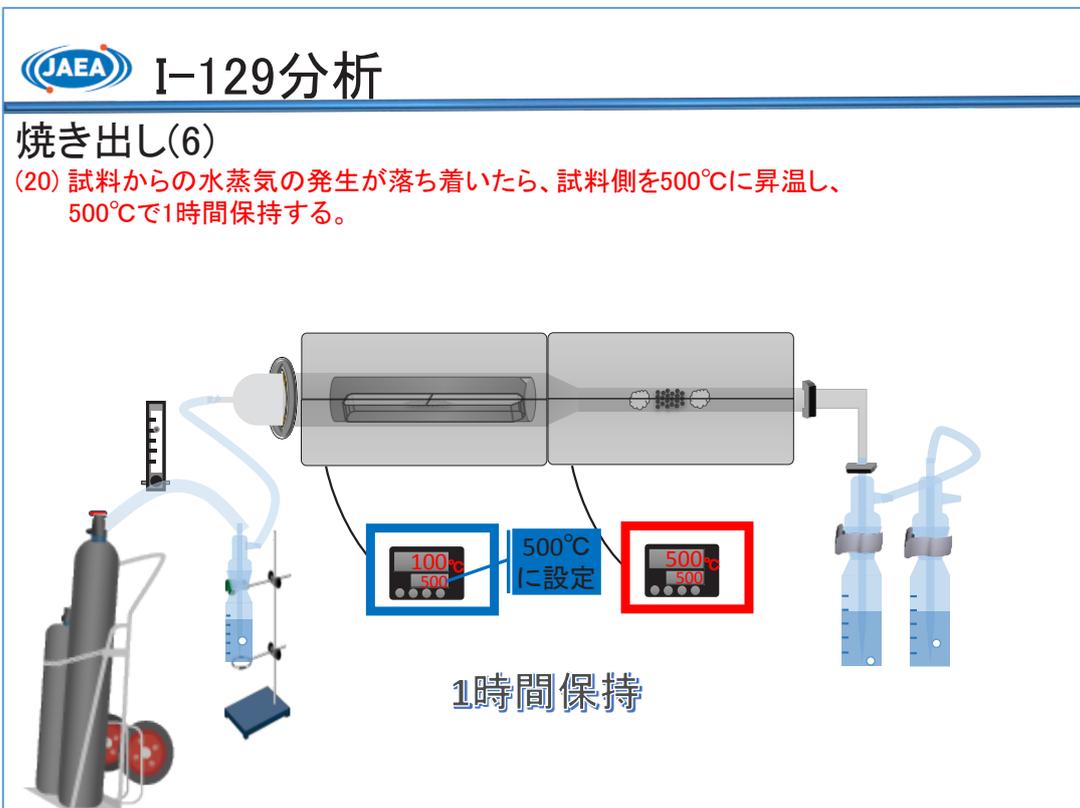


Fig.3.7(28) ¹²⁹I の分析作業手順

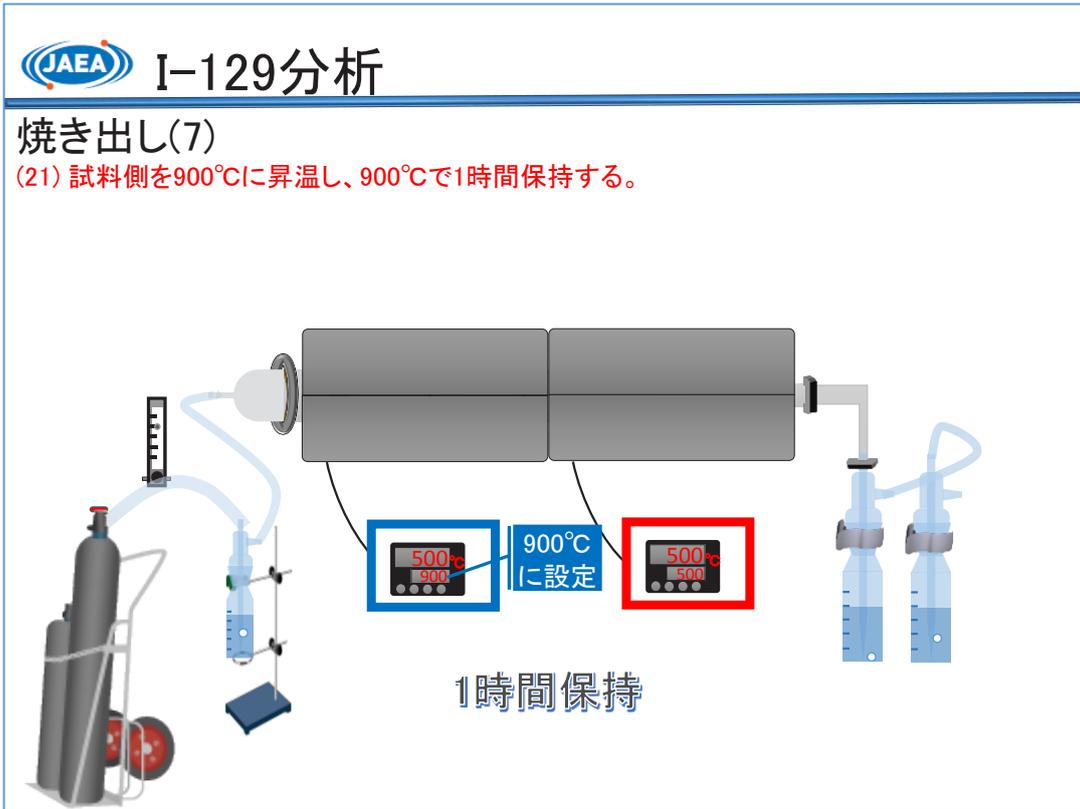


Fig.3.7(29) ^{129}I の分析作業手順

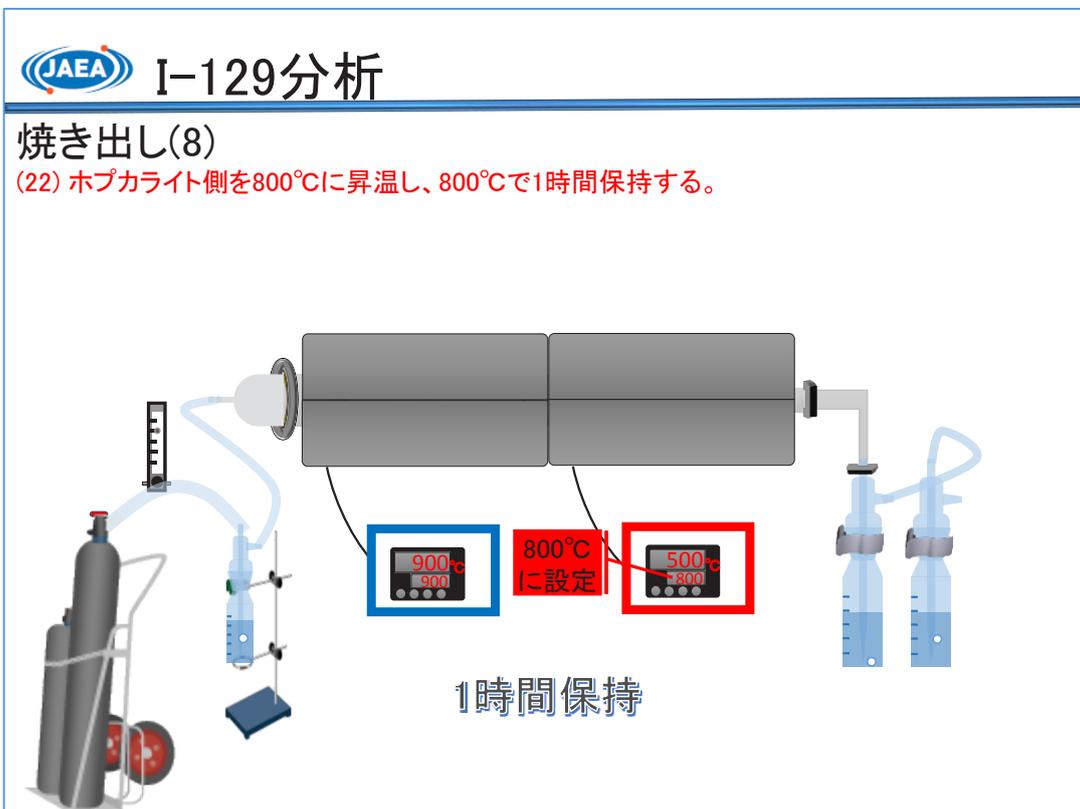


Fig.3.7(30) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

分離液の回収(1)

(23) 900°Cで1時間保持後、管状電気炉の昇温を止める。インピンジャーと石英管の蓋を
 燃焼装置から外してから、流量計・レギュレーター・酸素ポンペを止め、管状電気炉の
 蓋を開ける。

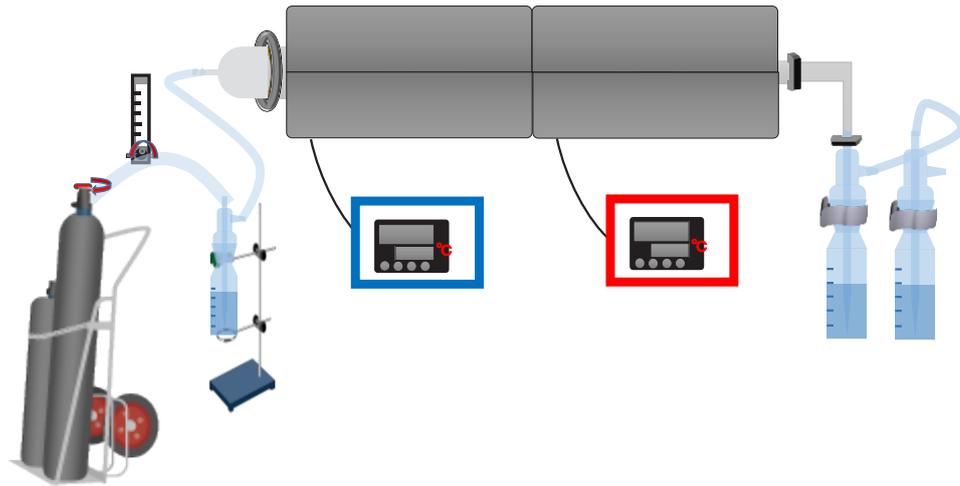


Fig.3.7(31) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

分離液の回収(2)

(24) インピンジャー内のTMAH溶液をインピンジャー毎にパスツールピペットを使い
 メスフラスコ(20mL)に回収する。インピンジャー内を2%TMAHでパスツール
 ピペットを使い洗浄し、メスフラスコに回収する(最低3回は行う)。洗浄後、
 2%TMAHで定容する。定容後はよく攪拌し、バイアル瓶に移し入れ、分離液
 とする。分離液は項目「試料定量」時まで、フード内に保管する。

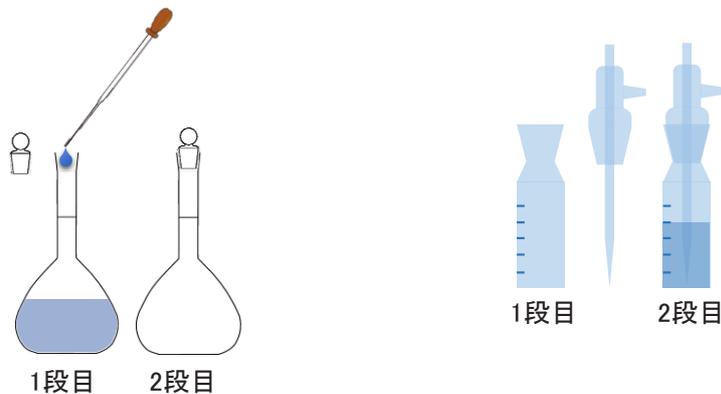


Fig.3.7(32) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

分離液の回収(2)

(24) インピンジャー内のTMAH溶液をインピンジャー毎にパスツールピペットを使いメスフラスコ(20mL)に回収する。インピンジャー内を2%TMAHでパスツールピペットを使い洗浄し、メスフラスコに回収する(最低3回は行う)。洗浄後、2%TMAHで定容する。定容後はよく攪拌し、バイアル瓶に移し入れ、分離液とする。分離液は項目「試料定量」の時まで、フード内に保管する。

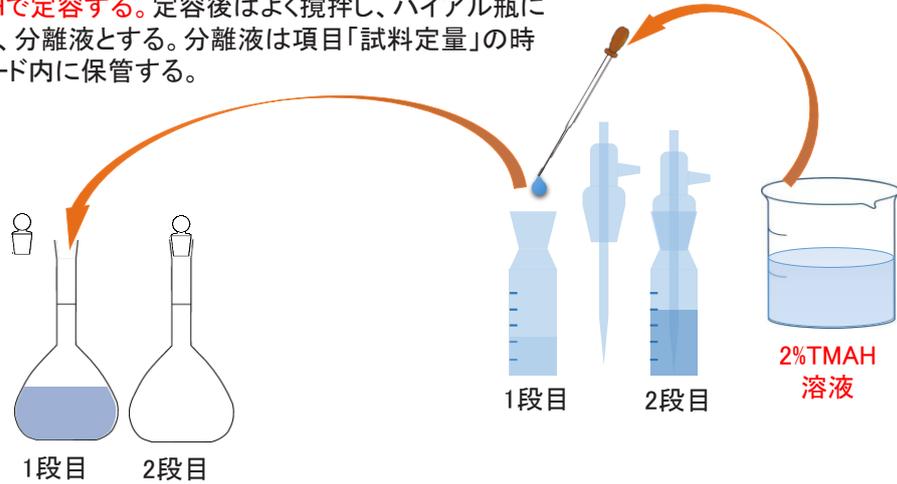


Fig.3.7(33) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

分離液の回収(2)

(24) インピンジャー内のTMAH溶液をインピンジャー毎にパスツールピペットを使いメスフラスコ(20mL)に回収する。インピンジャー内を2%TMAHでパスツールピペットを使い洗浄し、メスフラスコに回収する(最低3回は行う)。洗浄後、2%TMAHで定容する。定容後はよく攪拌し、バイアル瓶に移し入れ、分離液とする。分離液は項目「試料定量」時まで、フード内に保管する。

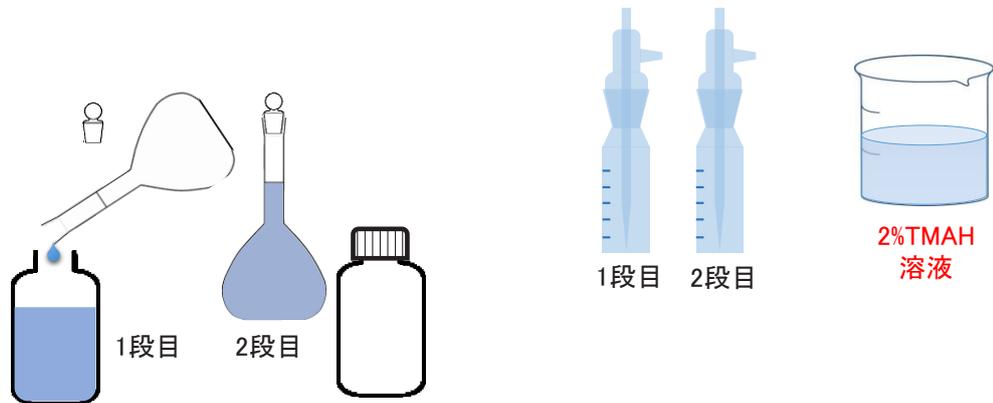


Fig.3.7(34) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にを行うこと。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(35) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にを行うこと。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(36) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にすること。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(37) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にすること。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(38) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にを行うこと。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(39) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にを行うこと。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(40) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料の取り出しと片付け

- (25) 分離に用いたインピンジャーやL字型ガラス管、石英管蓋、エラストマーシール、タイゴンチューブを1M硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
- (26) 石英管が冷めたのを確認し(一度、管状電気炉の電源を付けて温度を確認する)鉄の棒を使い石英管からNi箔と石英ボードを取り出す。石英ボードと試料はポリ袋に入れる。
- (27) Ni箔と石英管を1M 硝酸と超純水で洗浄した後、放射能測定を行い、汚染がなければフードから出す。
測定器: GM管式サーベイメーター
判定基準: <100cpm
- (28) フードから出した器具類(Ni箔以外)は水道水で十分洗浄した後、洗浄槽に1時間以上漬ける。(洗浄を確実にを行うこと。洗浄槽は、アルカリ洗剤を希釈したものをを用いる)
- (29) (28)の器具を洗浄槽から出し、精製水で十分すすいで洗浄液を洗い流す。その後、超純水ですすぐ。
- (30) (29)の器具類を硝酸槽に1日以上漬ける。
- (31) 硝酸漬けた器具をコーティングの付いたピンセットで取り出し、精製水で十分すすぐ。その後、超純水ですすぎ、乾燥させる。

Fig.3.7(41) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

試料定量

- (32) 「分離液の回収」(24)で回収した溶液をICP-MSによりDRCモードでI-127とI-129を検量線により定量する。このとき溶液は、2%TMAHを用いる。

検量線濃度

I-127: 1, 5, 10ppb

I-129: 0.1, 0.2, 0.5ppb

In-115: 各試料に10ppb

I-127は(13)で使用したI溶液を超純水で100倍に希釈して1μg/mLに調製する。

In-115溶液は原子吸光用の標準溶液(100μg/mL 0.5M硝酸)を超純水で希釈し、1μg/mLに調製する。

- (33) ICP-MS測定用試料の調製

1段目:

- ・I-127用にメスフラスコに(24)分離液0.1mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(100倍希釈)。
- ・I-129用にメスフラスコに(24)分離液2mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(5倍希釈)。

2段目:

- ・I-127, I-129ともに(24)分離液9.9mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加する(1.01倍希釈)

※上記の希釈で検量線の範囲を超えた場合には、測定結果を参考に希釈倍率を変更し、検量線の範囲内で測定できるように調製する。

- (34) 試料溶液の調製した結果については、分析管理シート「ICP-MS測定」に記入する。

Fig.3.7(42) ¹²⁹I の分析作業手順



I-129分析

試料定量

(32) 「分離液の回収」(24)で回収した溶液をICP-MSによりDRCモードでI-127とI-129を検量線により定量する。このとき溶液は、2%TMAHを用いる。

検量線濃度

I-127: 1, 5, 10ppb

I-129: 0.1, 0.2, 0.5ppb

In-115: 各試料に10ppb

I-127は(13)で使用したI溶液を超純水で100倍に希釈して1 μ g/mLに調製する。

In-115溶液は原子吸光用の標準溶液(100 μ g/mL 0.5M硝酸)を超純水で希釈し、1 μ g/mLに調製する。

(33)ICP-MS測定用試料の調製

1段目:

- ・I-127用にメスフラスコに(24)分離液0.1mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(100倍希釈)。
- ・I-129用にメスフラスコに(24)分離液2mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(5倍希釈)。

2段目:

- ・I-127,I-129ともに(24)分離液9.9mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加する(1.01倍希釈)

※上記の希釈で検量線の範囲を超えた場合には、測定結果を参考に希釈倍率を変更し、検量線の範囲内で測定できるように調製する。

(34) 試料溶液の調製した結果については、分析管理シート「ICP-MS測定」に記入する。

Fig.3.7(43) ^{129}I の分析作業手順



I-129分析

試料定量

(32) 「分離液の回収」(24)で回収した溶液をICP-MSによりDRCモードでI-127とI-129を検量線により定量する。このとき溶液は、2%TMAHを用いる。

検量線濃度

I-127: 1, 5, 10ppb

I-129: 0.1, 0.2, 0.5ppb

In-115: 各試料に10ppb

I-127は(13)で使用したI溶液を超純水で100倍に希釈して1 μ g/mLに調製する。

In-115溶液は原子吸光用の標準溶液(100 μ g/mL 0.5M硝酸)を超純水で希釈し、1 μ g/mLに調製する。

(33)ICP-MS測定用試料の調製

1段目:

- ・I-127用にメスフラスコに(24)分離液0.1mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(100倍希釈)。
- ・I-129用にメスフラスコに(24)分離液2mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加し、2%TMAHで10mLに定容する(5倍希釈)。

2段目:

- ・I-127,I-129ともに(24)分離液9.9mL分取し、In-115溶液を0.1mL添加する(1.01倍希釈)

※上記の希釈で検量線の範囲を超えた場合には、測定結果を参考に希釈倍率を変更し、検量線の範囲内で測定できるように調製する。

(34) 試料溶液の調製した結果については、分析管理シート「ICP-MS測定」に記入する。

Fig.3.7(44) ^{129}I の分析作業手順



終了

I-129の分析

2015年度版

作成: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基盤創生センター運転管理準備室

Fig.3.7(45) ^{129}I の分析作業手順

This is a blank page.

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 ^(c)	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	ウエーバ	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
光線	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
放射線	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
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間には1:1の関係がある。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
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	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	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面積	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)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

