

JAERI-Tech

2000-032



JP0050352



NUCEF分析業務報告書
—平成10年度—

2000年3月

富樫喜博・宮内正勝・園部 保・新妻 泰・中島隆幸
芳賀孝久・田上隆広・深谷洋行・蘭田 晓・坂爪克則
岡崎修二*・高柳政二・佐藤 猛

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 2000

編集兼発行 日本原子力研究所

NUCEF 分析業務報告書

－平成 10 年度－

日本原子力研究所東海研究所安全性試験研究センター安全試験部

富樫 喜博・宮内 正勝・園部 保・新妻 泰

中島 隆幸・芳賀 孝久・田上 隆広・深谷 洋行

菌田 晓・坂爪 克則・岡崎 修二*・高柳 政二+・佐藤 猛

(2000 年 2 月 24 日受理)

燃料サイクル安全工学研究施設 NUCEF に設置された定常臨界実験装置(STACY)及び過渡臨界実験装置(TRACY)の運転に当たっては、燃料として用いるウラン硝酸溶液に関する分析が不可欠であり、平成 10 年度では、ウラン溶液燃料の調製のための分析並びに STACY 及び TRACY の臨界実験終了後のウラン溶液の性状分析を行った。さらに、核燃料物質の計量管理のため、ダンプ槽に貯蔵してあるウラン溶液の分析等を実施した。平成 10 年度における分析サンプル総数は 297 件に達した。

本報告書は、平成 10 年度に実施した分析業務についてまとめたものである。

東海研究所：〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

+ 研究炉部

* (財) 核物質管理センター

Annual Report on Analysis Work in NUCEF in Fiscal Year 1998

Yoshihiro TOGASHI, Masakatsu MIYAUCHI, Tamotsu SONOBE, Yasushi NIITSUMA,
Takayuki NAKAJIMA, Takahisa HAGA, Takahiro TANOUYE, Hiroyuki FUKAYA,
Takashi SONODA, Katsunori SAKAZUME, Shuji OKAZAKI* ,
Masaji TAKAYANAGI⁺ and Takeshi SATO

Department of Safety Research Technical Support
Nuclear Safety Research Center
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received February 24, 2000)

The analysis of uranium nitrate solution is indispensable for the operations of the Static Experiment Critical Facility (STACY) and the Transient Experiment Critical Facility (TRACY) in the Nuclear Fuel Cycle Safety Engineering Research Facility, NUCEF.

297 samples were analyzed for fuel preparation, determination of fuel characteristics after criticality experiments and material accountancy (of fissile material) in fiscal year 1998.

The present report describes the analysis work carried out in fiscal 1998.

Keywords: Analysis, NUCEF, STACY, TRACY, Uranium Nitrate, Criticality Experiment

+ Department of Research Reactor

* Nuclear Material Control Center

目次

1. まえがき	1
2. 分析	2
2.1 分析の概要	2
2.2 分析実績	2
2.3 国際規制物資の計量管理に関する分析	3
2.4 原子炉施設(STACY 及び TRACY) の定期検査に関する分析	3
3. 米国エネルギー省との共同研究	3
3.1 これまでの経緯	3
3.2 平成 10 年度の実績	3
4. 施設の運転・保守・管理	4
4.1 設備	4
4.2 原子炉施設(STACY 及び TRACY) の定期検査及び定期自主検査	6
4.3 分析設備の総合運転機器操作マニュアルの更新	6
4.4 廃棄物の発生量	6
5. 分析設備の整備	6
5.1 実体顕微鏡	6
5.2 銀(II)電解装置	7
謝辞	7
参考文献	7
付録 分析管理データ	23

Contents

1. Introduction	1
2. Analysis	2
2.1 Outline of Analysis	2
2.2 Analysis Works in Fiscal 1998	2
2.3 Analysis on Material Accountancy	3
2.4 Analysis on Regular Inspection of Nuclear Facilities	3
3. Co-operation Research between JAERI and USDOE	3
3.1 Outline	3
3.2 Results Obtained in Fiscal 1998	3
4. Operation, Maintenance and Management of Analytical Laboratory	4
4.1 Equipment	4
4.2 Regular Inspection of Equipment	6
4.3 Operation Manual of Analytical Apparatus	6
4.4 Formation of Radioactive Waste	6
5. Arrangement of Analytical Apparatus	6
5.1 Microscope	6
5.2 Electrolytic Device for Ag(II)	7
Acknowledgments	7
References	7
Appendix	23

1. まえがき

燃料サイクル安全工学研究施設(Nuclear Fuel Cycle Safety Engineering Research Facility: NUCEF)では、再処理施設を対象にして、定常臨界実験装置(Static Experiment Critical Facility: STACY)を用いた溶液燃料の臨界安全性に関する研究及び過渡臨界実験装置(Transient Experiment Critical Facility: TRACY)を用いた過渡臨界時の臨界安全性及び放射性物質の閉じ込めに関する研究を行っているほか、再処理、群分離、放射性廃棄物及び TRU 化学に関する研究開発を実施している¹⁾。

平成 10 年度は 10%濃縮ウラン溶液燃料を用いて、STACY では 28 cm 厚平板炉心及び ϕ 80cm 円筒炉心を用いた臨界実験、TRACY では円環炉心に最大 2.9\$の反応度を添加した臨界超過実験及び 2.9\$の反応度での放射性物質の閉じ込め機能試験を実施した。また、使用済燃料を用いた再処理試験、高レベル放射性廃液を用いた群分離の研究等が実施された。

臨界実験を実施するためには、種々の分析が不可欠である。このため平成 10 年度は、STACY 及び TRACY 用のウラン溶液燃料の調製のための分析、並びに STACY 及び TRACY の臨界実験終了後のウラン溶液の性状分析を行った。更に、核燃料物質の計量管理のため、ダンプ槽に貯蔵してあるウラン溶液の分析等を実施した。

本報告書は、平成 10 年度に実施したこれらの分析業務についてまとめたものである。

2.分析

2.1 分析の概要

(1)分析の目的

STACY 及び TRACY では、種々のウラン濃度のウラン溶液燃料を用いて臨界実験を行う。ウラン溶液燃料は NUCEF の核燃料調製設備²⁾において、濃縮又は希釈により臨界実験に必要なウラン濃度に調製されるが、その調製過程でウラン濃度、酸濃度等を分析により確認することは非常に重要なことである。

また、臨界実験終了後のウラン溶液燃料について、臨界解析に必要なウラン濃度、硝酸濃度及び不純物濃度濃度を分析する、また、炉出力を評価するために核分裂生成物(FP)を分析するが、いずれも精度の高い分析が必要とされる。

(2)分析項目と分析法

試料の分析方法は分析対象、濃度、共存元素の有無、更に要求される分析精度等によって異なり、これまでの豊富な経験に基づいて、最適な分析方法を選定している。NUCEF における分析法及び分析装置³⁾を表 1 に示す。

2.2 分析実績

平成 10 年度の試料分析実績を表 2 に示す。

平成 10 年度の分析サンプル総数は 297 試料、分析総数は 611 件であった。サンプルは核燃料調製に係わるものが全体のおよそ 3 割を占め、次いで STACY の臨界実験に係わるものが 19%、TRACY の臨界実験に係わるものが 13% を占めている。分析項目割合別でみると、ウラン分析と硝酸濃度分析（酸分析）で全体のおよそ 5 割を占め、次いで、FP 分析、同位体組成分析、トリプチルリン酸(TBP)分析、不純物分析、グロス γ 分析、ジブチルリン酸(DBP)分析の順となっている。

STACY では、ウラン濃度が約 320gU/l の条件からスタートし、順次ウラン濃度を薄くしながら臨界実験を行っている。表 3 及び図 1 に、STACY 燃料のウラン濃度、密度及び硝酸濃度の変化を示す。TRACY の場合、ウラン濃度が約 390gU/l の条件で実験を行っているが、過度臨界実験によりウラン溶液中の水分が蒸発しウラン濃度が濃くなるため、途中で 1 度希釈を行い、ウラン濃度を約 390gU/l に戻して実験を行っている。表 4 及び図 2 に、TRACY 燃料のウラン濃度、密度及び硝酸濃度の変化を示す。

第 1 四半期の試料分析実績を表 5 に示す。分析サンプル数は 42 試料、分析総数は 93 件であった。

第 2 四半期の試料分析実績を表 6 に示す。分析サンプル数は 59 試料、分析総数は 168 件であった。そのなかには、保障措置の計量管理に関する実在庫の確認(PIT; Physical Inventory Taking)のためのウラン分析が含まれている。

第 3 四半期の試料分析実績を表 7 に示す。分析サンプル数は 72 試料、分析総数は 164 件であった。

第4四半期の試料分析実績を表8に示す。分析サンプル数は124試料、分析総数は186件であった。そのなかには、原子炉安全工学部燃料安全研究室からの依頼による軽水炉燃料の高燃焼度化に使用したNSRR照射済燃料実験の質量分析(U, Pu及びNdの同位体組成分析)が60件含まれている。

2.3 国際規制物資の計量管理に関する分析

東海研究所国際規制物資計量管理規定に基づき、NUCEF施設内の物質収支エリアにおけるPITおよびIAEA及び国による同エリアのPIV(Physical Inventory Verification(実在庫の検認))が平成10年9,10月に実施された。このPITに対応するため、ダンプ槽に貯蔵してある溶液燃料中のウラン濃度の分析を実施した。

2.4 原子炉施設(STACY及びTRACY)の定期検査に関する分析

STACY及びTRACYの定期検査に対応するため、ウラン溶液燃料の分析(ウラン濃度、ウラン濃縮度)を行い、判定基準(ウラン濃度:500 gU/l以下、濃縮度:10±0.5 wt%)を満たしていることを確認した。

3.米国エネルギー省との共同研究

3.1 これまでの経緯

NUCEFでは、「核燃料物質の計量管理、検認及び防護の分野の研究開発に関する原研・DOE間の取決め[1990年7月締結]」(現「原子力の研究開発の分野における原研とDOE間の協定[1995年7月締結]」)の中の「核燃料物質の計量管理、検認及び防護の分野の研究開発に関するDOE/原研の取決め」[1997年6月締結])に基づいて、米国、ロスアラモス国立研究所(LANL)と「NUCEFに対する非破壊測定技術の共同開発」を行っており、ハイブリッドK吸収端/蛍光X線(XRF)濃度計を平成6年1月にNUCEFに設置し、U及びPuの非破壊測定技術の共同開発を進めている⁴⁾。開発項目としては、装置の長期安定性確認、校正用密封試料の作成及び査察機器として使用した場合の施設側と査察側での独立測定方法の確立等がある。

従来のウラン分析では、滴定法等の破壊分析が主流である。ハイブリッドK吸収端/XRF濃度計(HKED)では、ウラン/プルトニウム混合溶液をガラスセルに入れ、連続X線を照射し、透過X線スペクトルと蛍光X線スペクトルの両方を同時計測する。ウラン原子のK吸収端エネルギーにおけるX線の吸収量の違いからウランを定量し、そのウラン濃度と、ウラン及びプルトニウムの蛍光X線のピーク比を組み合わせて、プルトニウムを定量するものであり、ウラン及びプルトニウムを非破壊で迅速かつ正確に分析できる特徴がある。

これまで、ウラン溶液を用いた装置の校正及び装置の長期安定性試験、更には解析ソフトウェアの更新等を実施している。

3.2 平成10年度の実績

平成10年度は、これまでに実施してきたハイブリッドK吸収端/XRF濃度計に関する長期

安定性試験及びウラン溶液の長期安定性試験結果をまとめ、春の原子力学会にて発表を行った⁵⁾。

また、平成 10 年 11 月、LANL と共同実験を NUCEF で実施した。LANL は、XRF で新たに Np を解析できるように開発したソフトを NUCEF のシステムにインストールした。次に、NUCEF 側で調製した、使用済燃料溶解液から U, Pu を抽出した残液（高レベル放射性廃液）及び Pu の製品溶液の組成を模擬した U 及び Np の元素濃度の異なる数種類の溶液を用いて測定を行い、ハイブリッド K 吸収端/XRF 濃度計による Np の測定の可能性を確かめるとともに、測定精度、検出下限値等を評価するのに必要な基本的データを収集した。図 3 に、U/Np 混合溶液（U 濃度: 235.81g/l、Np 濃度: 4.895g/l）を用いて測定された蛍光 X 線スペクトルの一例を示す。U, Np の蛍光 X 線ピークが分離されて観察される。

4.施設の運転・保守・管理

NUCEF における分析業務を実施する分析室には、各種分析機器に加えて気送設備、試料搬送設備、後処理装置、グローブボックス及びフードがある。分析業務を安全かつ円滑に実施する上で、これらの設備及び装置の保守及び管理を十分に行なうことは非常に重要である。

4.1 設備

(1) 気送設備

気送設備とは、STACY、TRACY 及び燃料取扱施設等から分析室（I）の受入グローブボックスに分析試料を輸送する設備であり、分析用試料は気送子に入れられて気送管中を空気流を利用して送られる。ほとんどの試料はこの気送設備を利用して、分析室へ搬送されている。

平成 10 年度に気送設備を利用して STACY、TRACY 及び燃料取扱施設から分析室（I）へ分析試料を移送した回数は 315 回、気送子の総走行距離は 60.482 km であった。月別の運転回数を表 9 に、気送系統毎の気送子走行記録を図 4 に示す。なお、平成 10 年度は、磨耗等により交換した気送子はなかった。

気送設備については、日常点検、週例点検及び月例点検を実施し、その性能の維持管理を実施した。更に、メーカーによる総合自主点検検査も実施した。

(2) 試料搬送設備

試料搬送設備とは、分析室（I）のグローブボックス 15 台間と接続されている試料搬送用グローブボックス内を試料搬送用台車が移動し、グローブボックス間で試料を自動的に運搬する設備である。

試料搬送設備については日常点検、週例点検及び月例点検を実施し、その性能の維持管理を行った。更に、メーカーによる総合自主点検検査も実施した。

(3) 分析機器

各分析機器については、機器の操作開始前及び操作終了後点検、週間点検、および月間点検等

を実施し、また、機器の消耗品を補充管理することによって、常に全ての機器が最良の状態で使えるように維持管理した。また、メーカの技術者による点検・調整が必要な質量分析計、ICP発光分光分析計及び振動式密度計については、メーカによる点検を実施した。

(4)後処理装置

後処理装置とは、分析を終えた放射性溶液を核燃料調整設備等へ移送するまで一時的に貯蔵しておく貯槽類のことである。再使用可能な分析残液を貯蔵しておく貯槽（再使用水系試料貯槽）、分析試薬が含まれていて再使用が不可能な分析済廃液の貯槽（水系試料貯槽）及びその分析済廃液から核燃料物質を回収するための沈殿槽（I）、（II）、分析器具の洗浄で発生した再使用可能な溶液の貯槽（水系洗浄液貯槽）、有機溶媒を含む再使用可能な溶液の貯槽（再使用有機系試料貯槽）、有機溶媒を含む再使用不可能な溶液の貯槽（有機系廃液貯槽）が後処理装置用グローブボックス内に、および再使用可能な分析残液を一時的に貯蔵しておく貯槽（再使用水系試料一時貯槽）が前処理装置用グローブボックス内に設置されている。

後処理装置については、日常点検、週例点検及び月例点検を実施し、その性能の維持管理を行った。更に、メーカによる計装盤のシーケンス制御の動作確認を実施した。

後処理装置の運転は、平成11年3月に、再使用水系試料貯槽から核燃料調製設備の戻液受槽へ約4.2リットルの廃液移送運転を行った。

(5)グローブボックス

分析室（I）には17台、分析室（II）には3台、分析室（III）には1台、分析室（IV）には2台の計23台のグローブボックスがある。主要な分析機器がその中に設置されており、グローブボックスを安全に維持管理することは非常に重要である。グローブボックスは1日の作業開始前及び終了後に内部の負圧及び温度を点検しており、負圧が-20～-30mmAq（室内の圧力に対して）、温度に関しては室温にあることを確認した上作業を行った。

グローブボックスのグローブ及びバグポートのビニールバッグは、日常の分析作業の都度汚染検査を実施している他、一ヶ月に1度の割合で、ピンホールの有無、劣化によるひび割れ等について総合点検を行った。その結果、全てのグローブに問題はなく、交換したグローブは1双もなかった。

定期自主検査関係では、グローブボックスの気密漏洩検査、負圧計の作動試験及び警報試験を年1回実施し、漏洩率が0.1 vol%/h以下であること、機器が正常に動作することを確認した。更に、グローブボックス用計器（圧力指示計等）、グローブボックス警報盤についてメーカによる点検を実施し、問題はなかった。

(6)フード

分析室（I）には3台、分析室（II）には2台の計3台のフードがあり、試料の分取、保管、前処理、後処理等に使用しており、グローブボックス同様、安全に維持管理することは非常に重要である。約3ヶ月に1度の割合で、フード前のエリアのビニール養生を取り替えた。また、不定期ではあるが必要に応じ、フード内のビニール養生も交換した。

更に全フードについて、フードの前面扉を 1/2 開口した場合の流速が、0.5 m/s 以上であることを確認した。また、メーカによるフード電気計装関係の点検を実施した。

4.2 原子炉施設(STACY 及び TRACY)の定期検査及び定期自主検査

原子炉施設(STACY 及び TRACY)の分析設備に関する定期検査では、後処理装置の再使用水系試料貯槽と核燃料調製設備の戻液受槽との送液隔離弁(G-VP-28001)のインターロック作動検査を実施し、正常に作動することを確認した。また分析設備の定期自主検査として、後処理装置の貯槽類の漏洩点検を実施し、漏洩のないことを確認した。

4.3 分析設備の総合運転機器操作マニュアルの更新

NUCEF では、分析機器の運転操作方法、グローブボックス及びフードの操作方法、フィルタの交換方法等についてマニュアルを作成している。平成 10 年度は、新たにイオンクロマトグラフィ、フローセルクロメータ及び紫外可視分光光度計（II）の操作マニュアルを追加した。更に既存の機器の操作マニュアルについても、ICP 発光分光分析の前処理方法として、イオン交換によるウランの除去方法を追加し、質量分析計の分析オプションにトータルエバボレーション法を追加した。

4.4 廃棄物の発生量

平成 10 年度に分析業務で発生した固体廃棄物量は、可燃物（赤カートンボックス）が 176 個、不燃物のうち白カートンボックスが 16 個、ペール缶が 7 個の合計 199 個であった。平成 10 年度も管理区域に持ち込む物品を極力少なくするなどにより、廃棄物発生量の低減化に努めた。表 10 に、四半期毎の固体廃棄物の発生量の内訳を示す。

5. 分析設備の整備

平成 10 年度は、プルトニウム実験関連設備として、分析室（I）に実体顕微鏡を、分析室（II）に銀(II)電解装置を設置した。

5.1 実体顕微鏡

本顕微鏡は、分析試料をろ過したフィルタ残留物、又は沈殿物等を観察する目的で購入した。本顕微鏡は明暗視野透過照明装置及び同軸落射照明装置を備えており、一方又は両方の照明装置を用いることにより、標本に最適な照明をすることが可能である。また、2 種類の対物レンズを同時に本体に取り付け、対物レンズを切り替えて使用することが可能である。本顕微鏡の総合倍率は 2.1～144 倍である。更に、本装置には 130 万画素のデジタルカメラが取り付けられており、顕微鏡映像を液晶画面で観察することはもちろん、撮影画像をスマートメディアに保存することもできる。また、306dpi の昇華型プリンタを用いて、観察映像を高品位画質で印刷することができる。外観を写真 1 に示す。

5.2 銀(II)電解装置

NUCEF では、STACY 用のプルトニウム溶液燃料調製に用いる酸化プルトニウム粉末(PuO_2)の溶解に、銀(II)イオンを利用した電解酸化法を用いる計画である。酸化プルトニウムの最適な溶解のためには、溶解液中の銀(II)イオンの濃度を把握することが重要である。銀(II)イオンの濃度は、溶解液にセリウム(III)を添加し、銀(II)の酸化反応で生成したセリウム(IV)の濃度を滴定法又は吸光光度法により分析することを考えているが、その分析法の確立のために標準となる銀(II)イオン溶液が必要である。本装置は、銀の1価イオンを電解によって2価イオンに酸化・生成するための装置である。

装置の外観を写真2に示す。電解セルは陽極液(硝酸銀溶液)と陰極液(硝酸溶液)からなり、両液はセラミック製円筒電解隔膜で仕切られている。陽極液に作用極として白金網電極を、参照電極として $\text{Ag} \cdot \text{AgCl}$ 電極を入れ、陰極には対極として白金網電極を入れ、ポテンショスタットを用いて陽極に標準酸化還元電位 $E_0=+1.98\text{V}$ をかけると、電解により陽極液に銀の2価イオンが生成する。

平成10年度は、装置の特性試験を行うとともに、銀(II)イオンが生成したことを確認した。

謝辞

試料の分析業務および分析設備の維持管理にご協力いただいた東京ニュークリアサービス(株)の寺門久雄氏、関根忠氏及び後藤基次氏に感謝します。

参考文献

- (1)Isao Takeshita, et al., "Current Status of Criticality Safety Experiment in NUCEF and its Enhancement of Facility Function Toward Pu Experiment", Proc. of Sixth International Conference on Nuclear Criticality Safety (ICNC '99), page 1512(1999).
- (2)杉川進、他、“燃料サイクル安全工学研究施設(NUCEF)燃料調製設備の概要”、JAERI-Tech 97-007(1997).
- (3)宮内正勝、他、“NUCEF 分析設備”、JAERI-Tech 96-007(1996).
- (4)峯尾英章、他、“NUCEF ハイブリッドK吸収端濃度計の整備”、JAERI-Tech 96-033(1996).
- (5)蘭田暁、他、“ハイブリッドK吸収端／蛍光X線濃度計の開発（I）－長期安定性試験－”、日本原子力学会 1999年春の年会要旨集 M36(1999).

表 1 分析法

分析項目		分析法	分析装置
ウラン濃度	数 gU/l ～数 100gU/l	滴定法 (ディビス・グレイ法)	自動電位差滴定装置
	数 ppm ～数 10ppm	分光光度法 (アルセゾナIII発色法)	紫外可視分光光度計
酸濃度		滴定法 (中和滴定法)	自動電位差滴定装置
		γ線スペクトロメトリ	Ge 半導体スペクトロメータ
核分裂生成物		全 γ 分析法	NaI(Tl)シンチレータ
		分光光度法 (溶媒抽出法)	赤外分光光度計
TBP	数 10ppm ～数 1000ppm	滴定法 (酸一アルカリ滴定法)	自動電位差滴定装置
	数%～数 10%	電気泳動法	等速電気泳動装置
不純物		発光分光分析法	I CP 発光分光光度計
		質量分析法	熱イオン化扇型磁場質量分析計
ウラン同位体組成		振動式	振動式密度計
溶液密度			

表2 平成10年度試料分析実績

依頼元	サンプル数	分析件数						分析総数
		U	酸	TBP	DBP	不純物	FP	
核燃料調製設備	99	67	57	59	5	4	2	27
STACY	57	56	56	0	0	13	32	8
TRACY	38	36	35	0	0	1	37	1
その他*	103	6	9	0	0	23	15	62
計	297	165	157	59	5	41	86	71

*その他とは、試験計画課及び研究室等からの依頼による分析を示す。

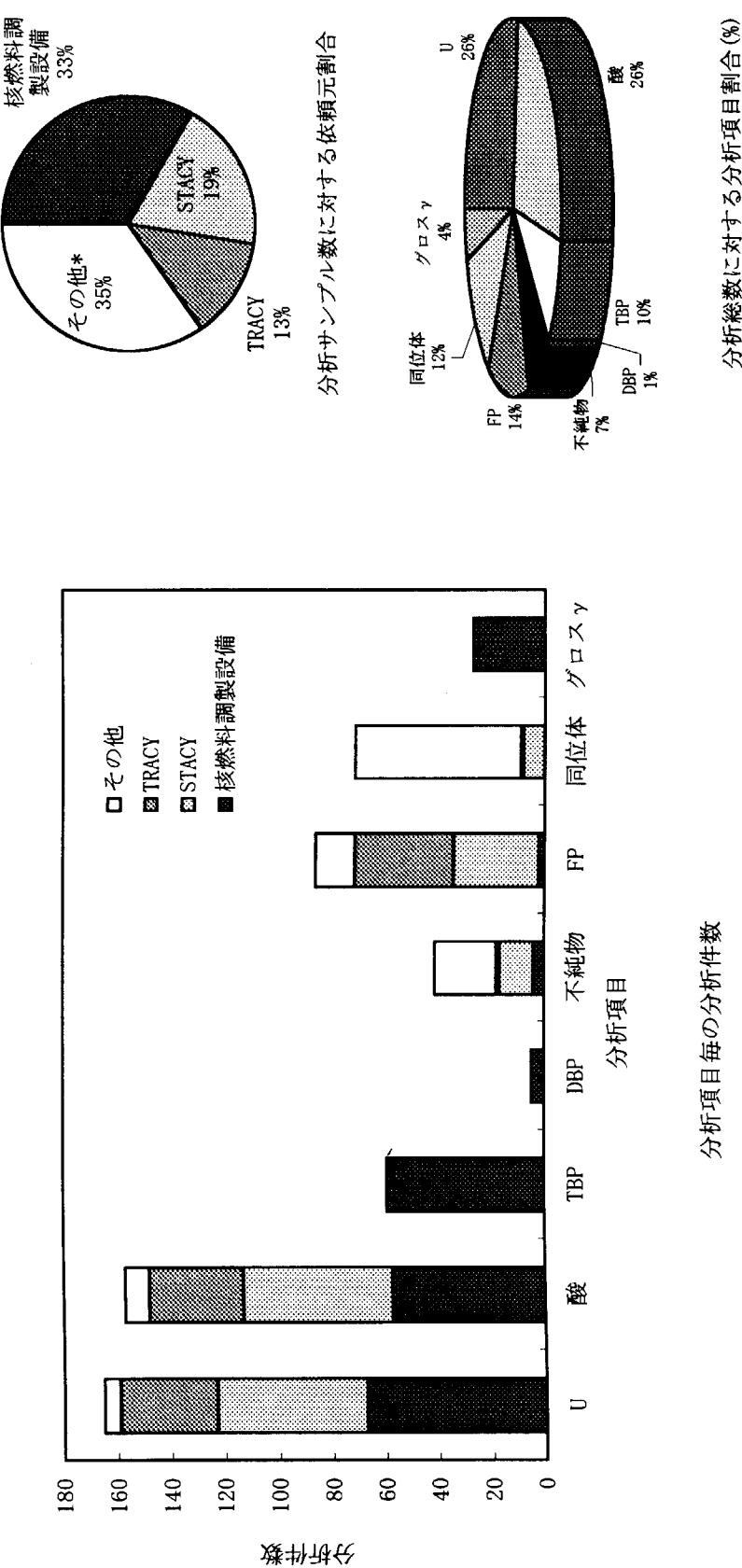


表3 STACY燃料の分析結果

試料番号	測定日	密度 g/cm ³	温度 (°C)	U濃度 (g/l)	硝酸濃度 (N)
385	4月14日	1.45919	24.96	318.585	0.958
386	4月16日	1.45205	24.98	314.891	0.948
388~389	4月21日	1.45108	25.01	313.052	0.939
390	5月6日	1.45267	24.99	314.371	0.966
392	5月8日	1.45277	24.96	316.266	0.967
394	5月18日	1.45298	26.01	314.881	0.961
396	5月22日	1.45340	24.99	315.059	0.954
398	5月28日	1.45287	25.01	315.412	0.948
399	5月28日	1.45357	25.00	315.169	0.939
400	6月4日	1.45339	24.99	314.688	0.968
401	6月11日	1.45221	25.03	315.364	0.960
403	6月19日	1.45360	25.00	315.549	0.977
405	6月6日	1.45682	25.00	316.836	0.968
407	7月2日	1.45521	25.02	316.267	0.998
409	7月7日	1.45418	25.02	315.936	1.002
411	7月14日	1.45631	24.98	316.694	0.993
413	7月16日	1.45665	24.99	316.992	0.994
415	7月24日	1.45705	24.97	317.251	0.955
417	8月3日	1.45753	25.00	317.913	0.943
419	8月6日	1.45776	25.00	318.391	0.934
420	8月20日	1.45867	25.01	319.688	0.981
422	8月24日	1.43156	24.98	299.37	0.964
425	8月28日	1.43194	24.99	299.708	0.959
426	9月8日	1.39036	24.99	268.651	0.958
428	9月11日	1.39078	25.01	268.827	0.951
433~434	10月13日	1.38890	24.99	267.797	0.976
435~436	10月15日	1.35497	24.97	241.704	0.958
437~438	10月20日	1.35353	24.99	240.755	0.951
439~440	10月26日	1.35409	25.01	241.112	0.960
441~442	10月29日	1.35451	25.00	241.776	0.956
443~444	11月4日	1.35476	24.99	241.982	0.955
445~446	11月10日	1.35537	25.00	242.758	0.962
447~448	11月13日	1.35555	25.00	242.082	0.966
450~451	11月19日	1.35627	24.99	242.618	0.978
452~453	11月25日	1.35701	25.02	242.954	0.971
454~455	11月30日	1.35760	25.05	243.257	0.969
456~457	12月2日	1.33376	25.00	225.279	0.971
458~459	12月7日	1.33444	25.02	226.462	0.965
460	12月8日	1.30599	25.01	204.682	0.991
461~462	12月15日	1.29042	25.03	193.357	0.981
463~464	12月22日	1.29107	25.02	194.059	0.979
466	1月5日	1.29194	24.99	193.908	0.990
468~469	1月6日	1.29751	25.00	197.882	0.994
470~471	1月8日	1.30103	24.96	200.976	0.989
472~473	1月18日	1.30183	24.99	201.547	0.982
474	1月25日	1.30236	25.03	201.928	0.985
475~476	1月27日	1.30278	25.03	202.222	0.981
477	1月27日	1.30527	25.03	203.991	0.971
478	1月27日	1.30480	25.03	203.963	0.976
479	1月28日	1.28186	25.04	186.675	0.979
480	1月29日	1.28390	24.98	188.106	0.981
481	2月2日	1.26270	24.98	172.443	0.975
482	2月3日	1.26376	24.97	173.522	0.969
483	2月8日	1.24627	24.99	160.251	0.974
484	2月8日	1.24610	24.99	160.505	0.980
485~486	2月12日	1.24648	25.01	160.246	0.990
487~488	2月12日	1.24657	24.98	160.438	0.982

表4 TRACY燃料の分析結果

試料番号	測定日	密度 g/cm ³	温度 (°C)	U濃度 (g/l)	硝酸濃度 (N)
255~257	4月17日	1.54527	25.01	390.009	0.700
258~259	4月24日	1.54504	24.97	389.779	0.737
260~261	5月7日	1.54510	25.05	389.728	0.725
262~263	5月15日	1.54581	25.01	390.286	0.714
264~265	5月20日	1.54512	25.01	390.268	0.707
266~267	5月29日	1.54565	25.02	390.563	0.691
268~269	6月5日	1.54652	25.01	390.890	0.724
270~271	6月12日	1.54616	24.99	390.925	0.732
272~273	6月22日	1.54942	24.96	392.539	0.710
274~275	7月3日	1.54761	25.00	391.483	0.744
276~277	7月10日	1.54791	24.98	391.369	0.737
278~279	7月17日	1.54716	25.02	391.727	0.733
280~281	7月27日	1.54811	24.99	392.117	0.681
282~283	7月31日	1.54934	25.00	392.890	0.664
284~285	8月7日	1.54945	24.97	394.254	0.655
286~288	8月21日	1.55158	25.02	395.579	0.706
289~290	8月28日	1.55243	24.99	396.370	0.699
296~300	10月7日	1.55017	24.97	395.298	0.702
301~303	10月12日	1.55570	24.98	399.033	0.710
304~305	10月19日	1.55618	25.00	399.432	0.692
307~308	10月23日	1.55710	25.02	399.691	0.690
310~311	10月26日	1.54249	25.00	388.822	0.702
312~313	11月4日	1.54310	24.97	389.440	0.694
314~315	11月9日	1.54353	24.99	389.351	0.712
316~317	11月16日	1.54312	24.98	390.560	0.698
318~319	11月24日	1.54374	25.03	389.506	0.685
320~323	11月27日	1.54407	25.00	390.058	0.697
323~325	12月4日	1.54711	25.01	391.699	0.700
326~327	12月11日	1.54732	25.03	392.832	0.697
328~329	12月18日	1.54780	25.03	392.860	0.690
330~331	1月6日	1.54843	24.99	392.873	0.712
332~334	1月13日	1.54782	25.01	392.937	0.695
335~337	1月22日	1.55028	25.06	394.930	0.692
338~339	1月29日	1.55135	24.98	395.713	0.683

表5 平成10年度第1四半期試料分析実績

依頼元	分析 サンプル数	分析件数						注
		U	酸	TBP	DBP	不純物	FP	
核燃料調製設備	15	9	3	3	0	0	0	6 酸
STACY	13	13	13	0	0	2	6	TBP 硝酸濃度分析
TRACY	9	9	9	0	0	1	9	TBP 濃度分析
*その他	5	0	3	0	0	0	5	DBP DBP濃度測定
計	42	31	28	3	0	3	20	不純物 不純物分析
								FP γ核種分析
								同位体 同位体組成分析
								グロスγ 総γ放射能測定

*その他とは、試験計画課及び研究室等からの依頼による分析を示す。

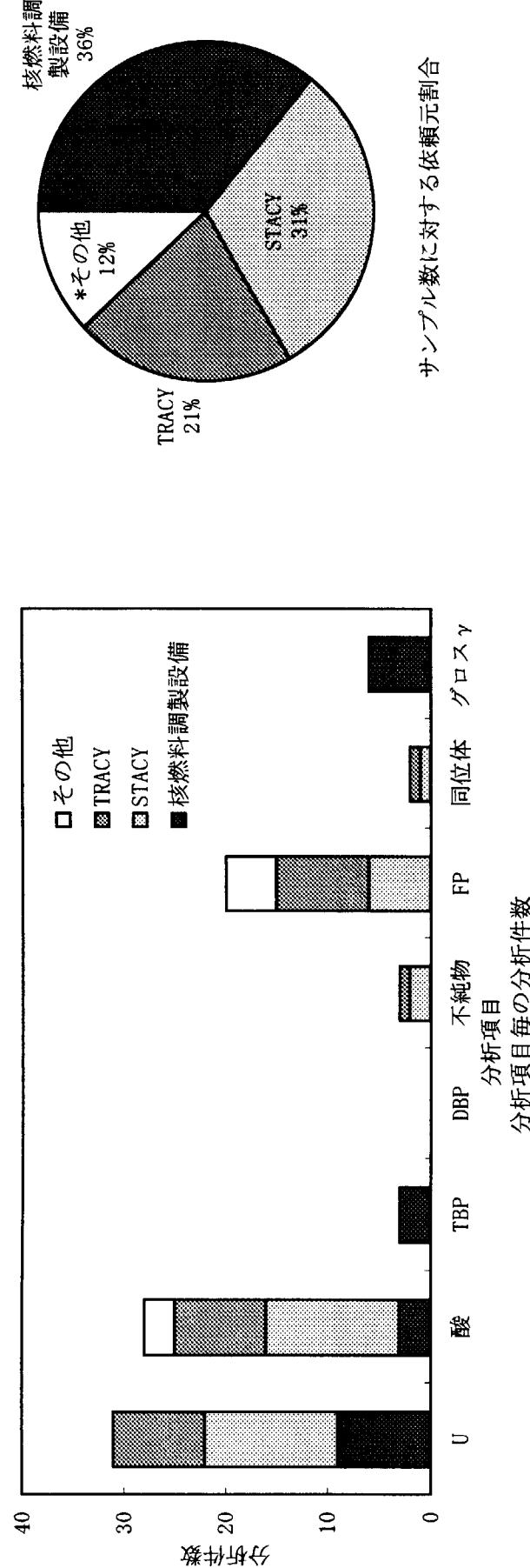
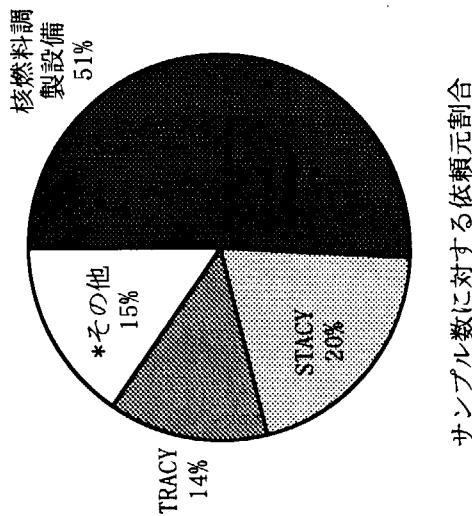
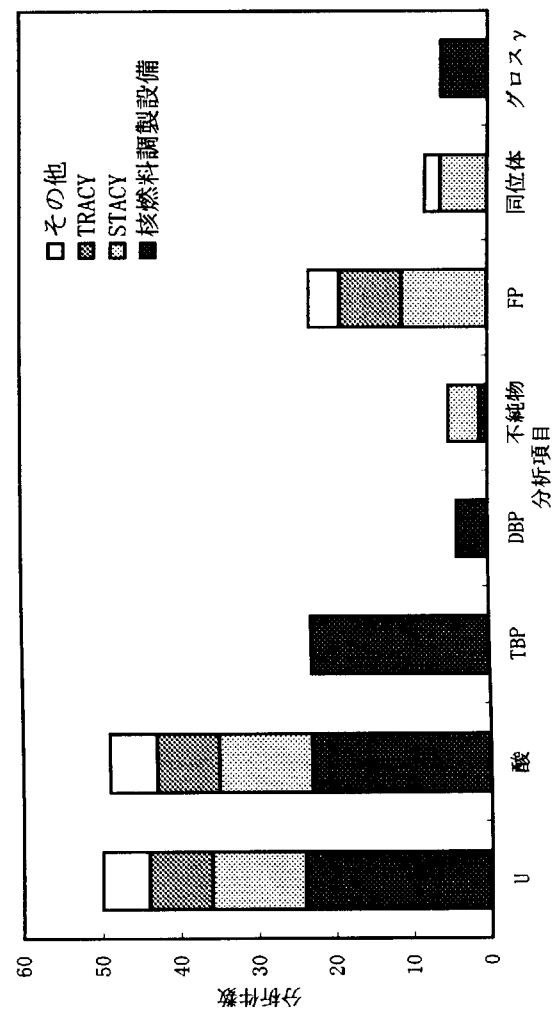


表6 平成10年度第2四半期試料分析実績

依頼元	分析 サンプル数	分析件数							注
		U	酸	TBP	DBP	不純物	FP	同位体	
核燃料調製設備	30	24	23	23	4	1	0	0	酸
STACY	12	12	12	0	0	4	11	6	TBP
TRACY	8	8	8	0	0	0	8	0	DBP
*その他	9	6	6	0	0	0	4	2	不純物
計	59	50	49	23	4	5	23	8	FP
								6	γ核種分析
								168	同位体組成分析
									グロスγ
									総放射能測定

*その他とは、試験計画課及び研究室等からの依頼による分析を示す。



U
酸
TBP
DBP
不純物
FP
同位体
グロスγ
総放射能測定

表7 平成10年度第3四半期試料分析実績

依頼元	サンプル数	分析件数						注
		U	酸	TBP	DBP	不純物	FP	
核燃料調製設備	33	20	17	19	1	2	1	0
STACY	17	16	16	0	0	3	13	1
TRACY	16	14	13	0	0	0	16	0
*その他	6	0	0	0	0	0	6	0
計	72	50	46	19	1	5	36	1
							6	164

*その他とは、試験計画課及び研究室等からの依頼による分析を示す。

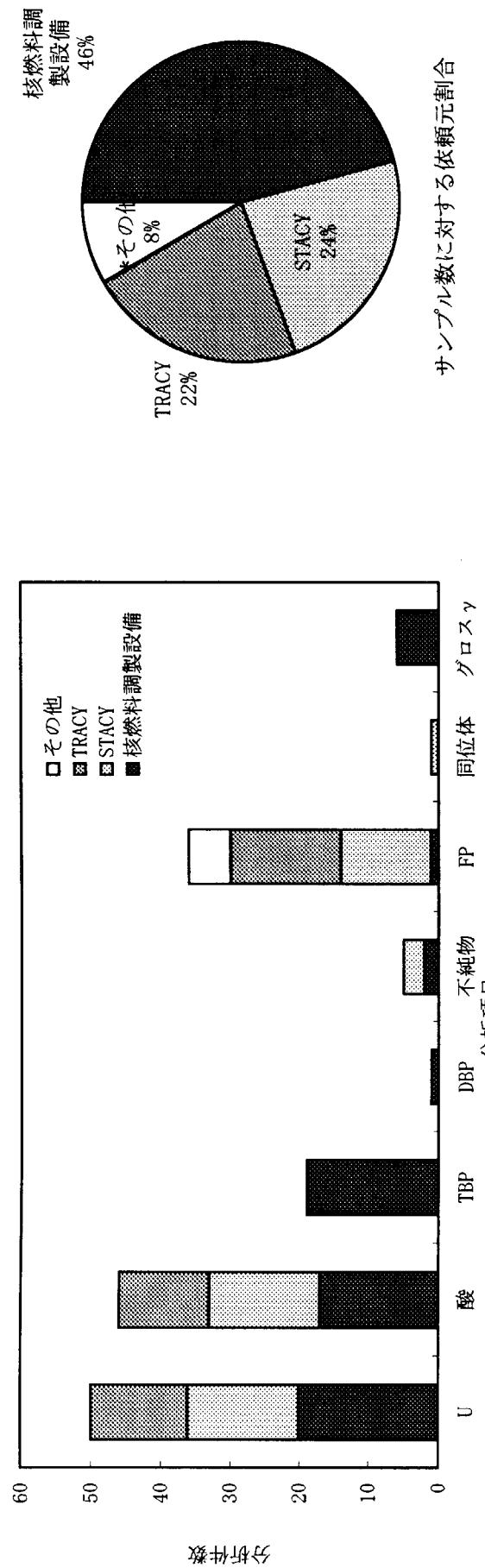


表8 平成10年度第4四半期試料分析実績

注

依頼元	サンプル数	分析件数							U	ウラン濃度分析
		U	酸	TBP	DBP	不純物	FP	同位体		
核燃料調製設備	21	14	14	14	0	1	1	0	9	53
STACY	15	15	15	0	0	4	2	0	0	36
TRACY	5	5	5	0	0	0	4	0	0	14
*その他	83	0	0	0	0	23	0	60	0	83
計	124	34	34	14	0	28	7	60	9	186

*その他とは、試験計画課及び研究室等からの依頼による分析を示す。

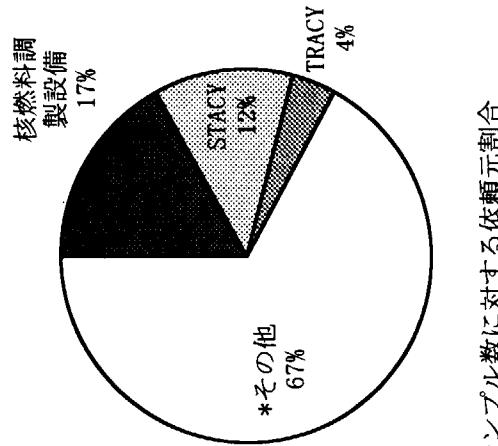
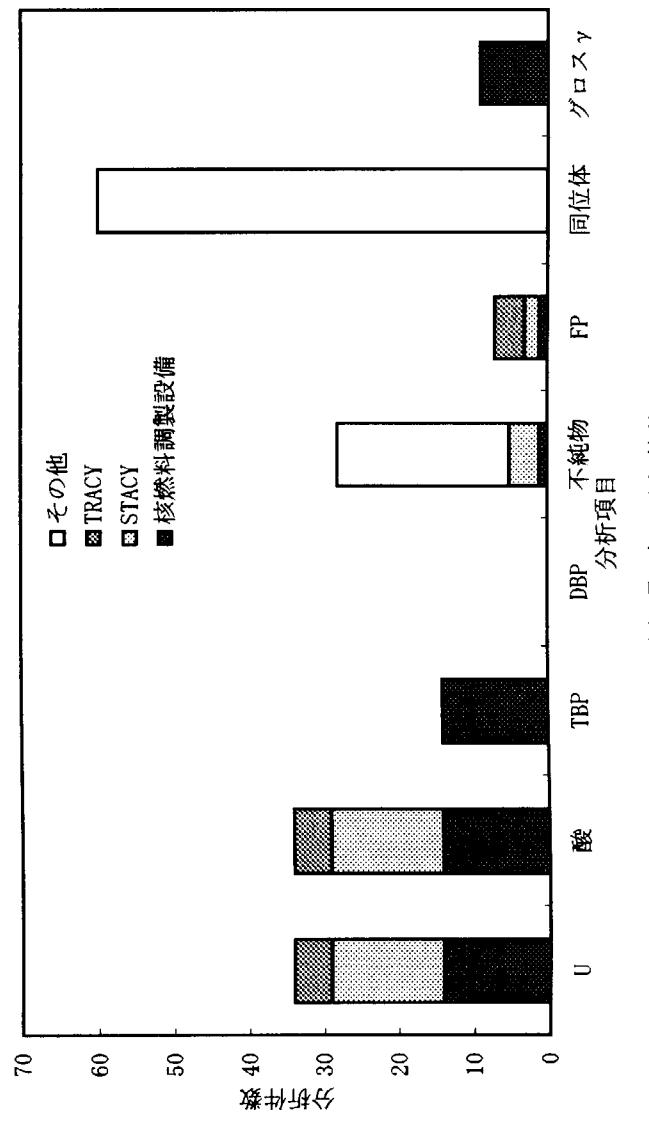


表9 平成10年度氣送設備運転状況

送信側	氣送子番号	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間運転回数	走行距離(km)
試薬供給室(A)	1系統No.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.22
実験室(II)	2系統No.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.168
燃取室(V)3	3系統No.3	9	0	6	6	0	3	0	4	3	7	1	39	3.978	
燃取室(V)4	4系統No.2	0	3	6	6	4	8	20	7	3	12	0	1	70	7.14
TRACY	6系統No.8	5	8	6	10	7	5	15	4	7	10	3	0	80	21.76
STACY	7系統No.5	5	10	7	12	7	7	8	13	10	16	8	0	103	25.956
燃取付属室(VI)	8系統No.7	0	0	0	0	0	0	9	11	0	0	0	1	21	1.26
月間運転回数		19	21	19	34	24	20	55	35	24	41	18	5	315	60.482

表10 平成10年度 固体廃棄物発生量

種類		発生量(個)				
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
可燃物	赤カートン	35	46	53	42	176
不燃物	白カートン	8	3	3	2	16
	ペール缶	1	0	2	4	7
フィルタ		0	0	0	0	0
合計		44	49	58	48	199

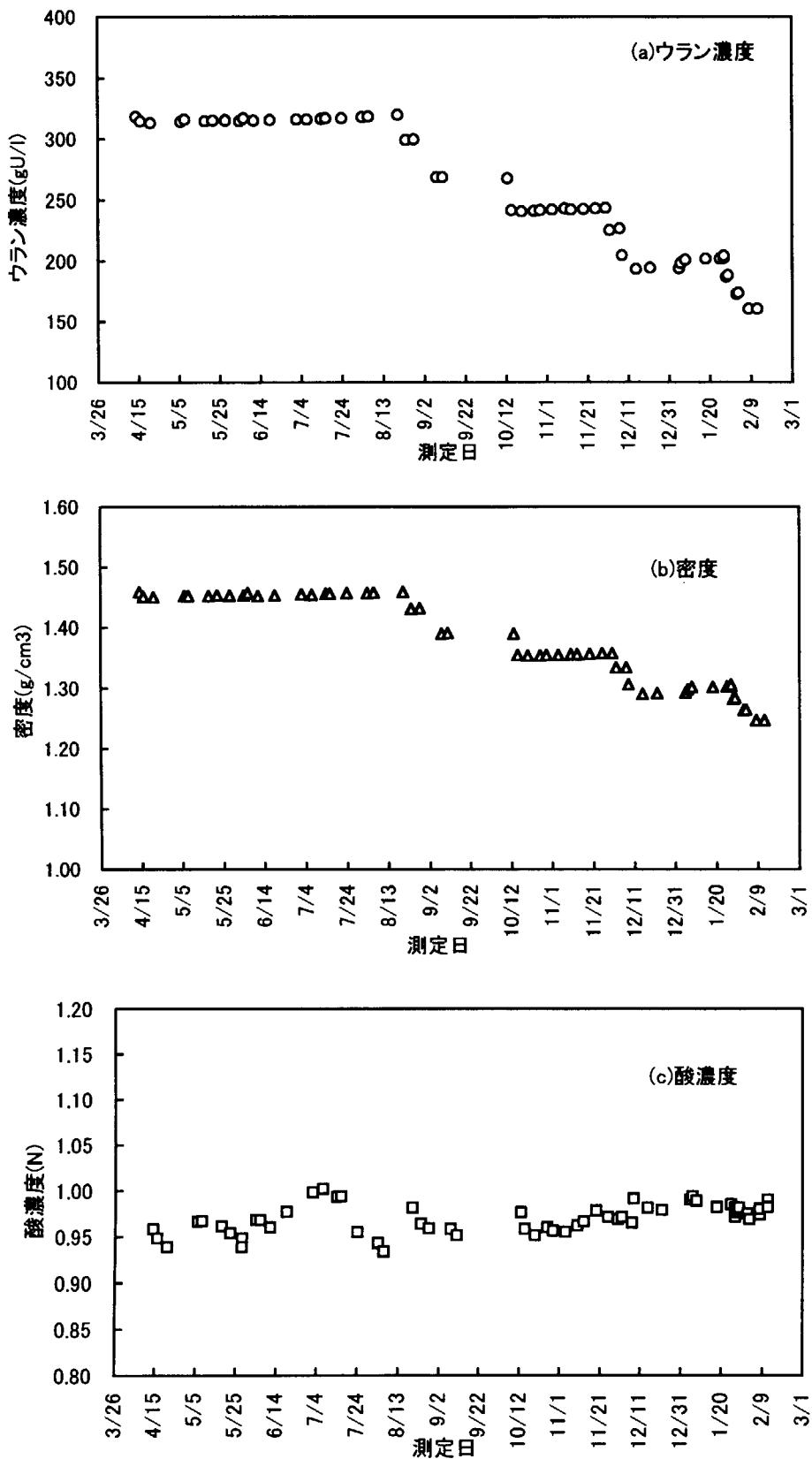


図1 STACY燃料分析結果

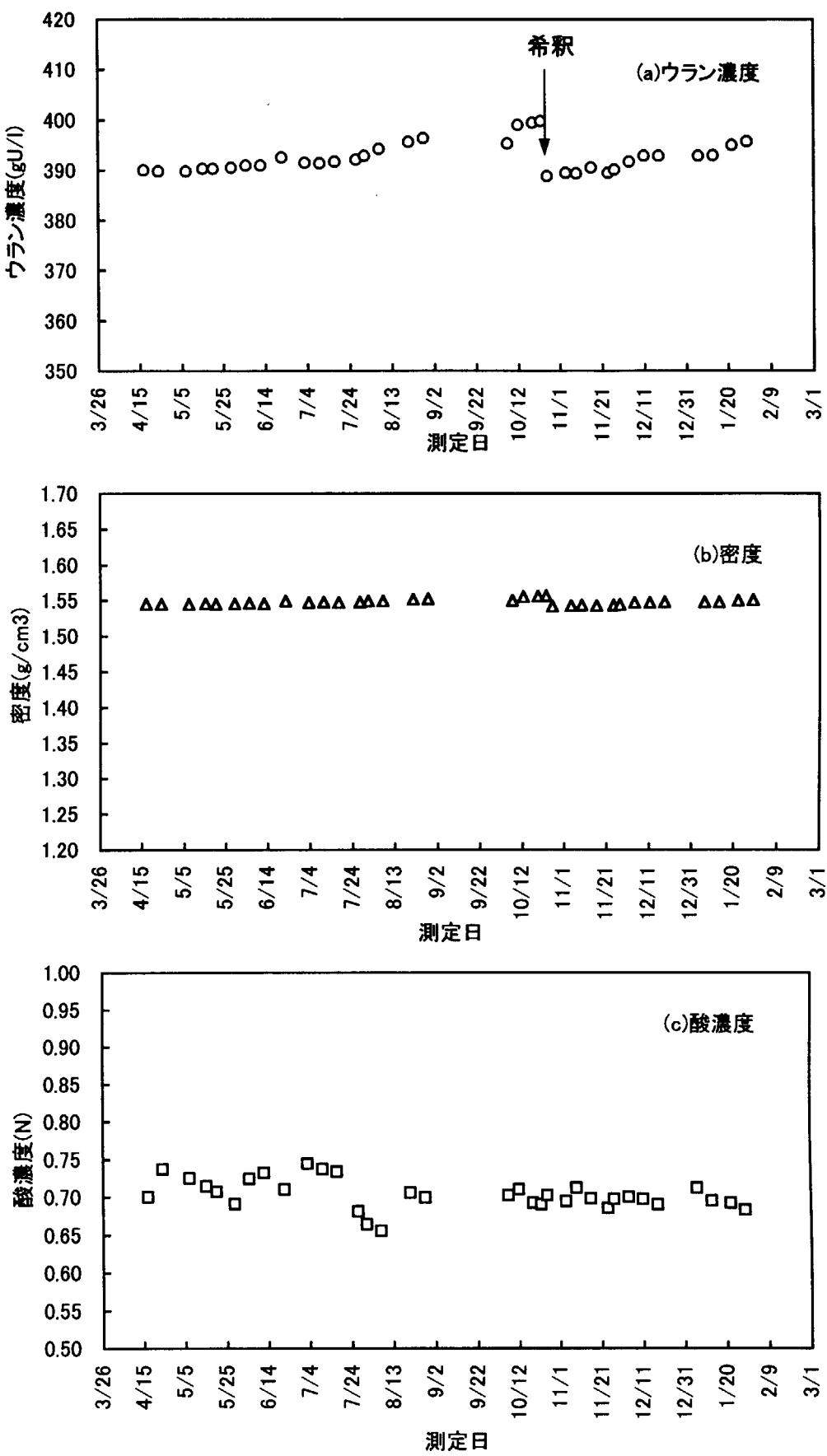


図2 TRACY燃料分析結果

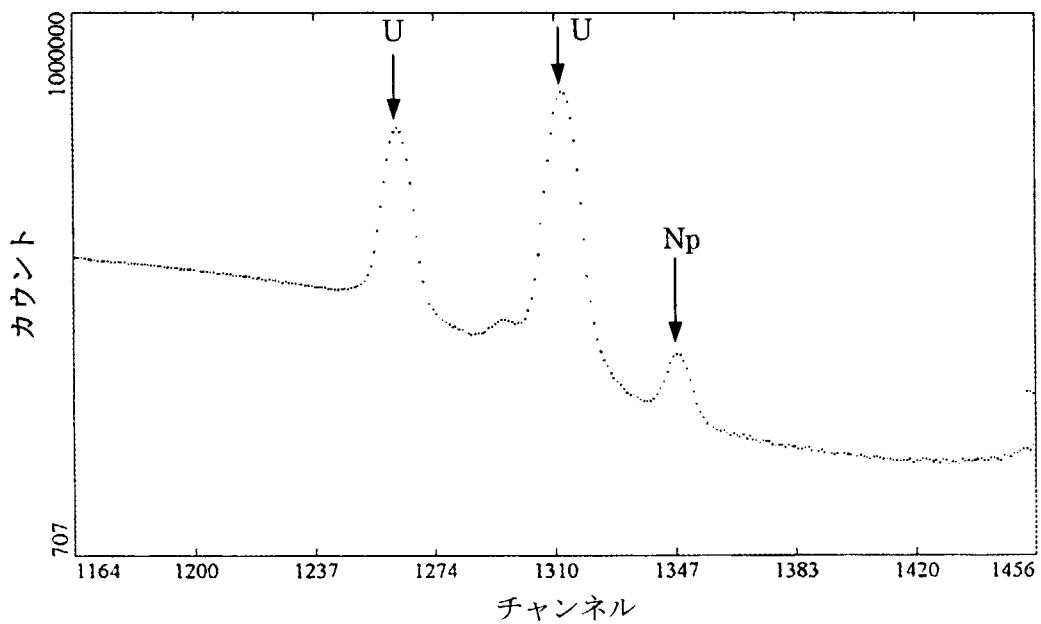


図3 U/Np 混合溶液の蛍光X線スペクトル
(U及びNpの混合溶液(U濃度: 235.81g/l, Np濃度: 4.895g/l)を
1,000秒測定して得られた蛍光X線スペクトル)

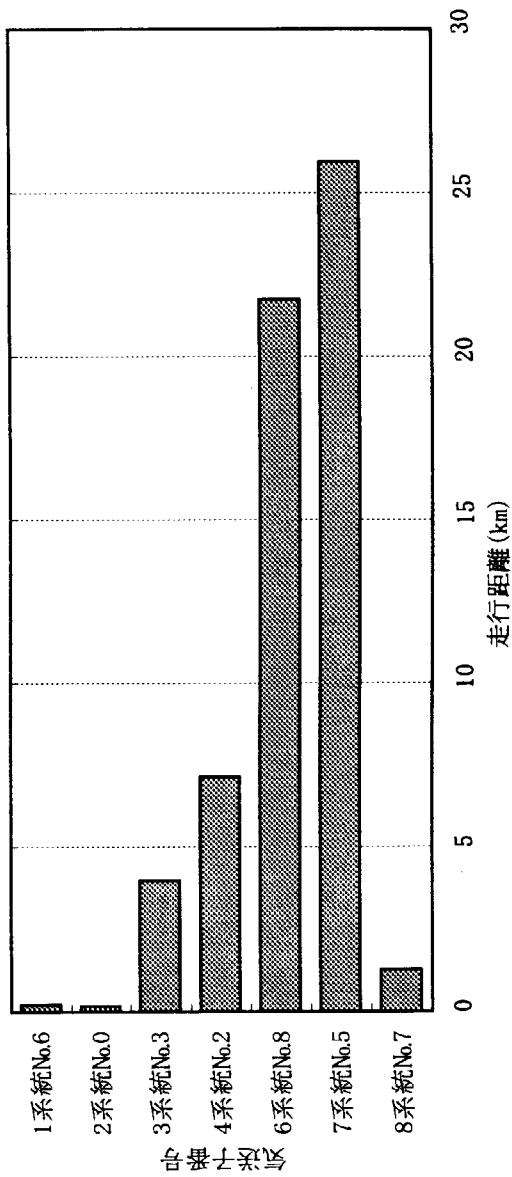


図4 気送系統毎の気送子走行距離

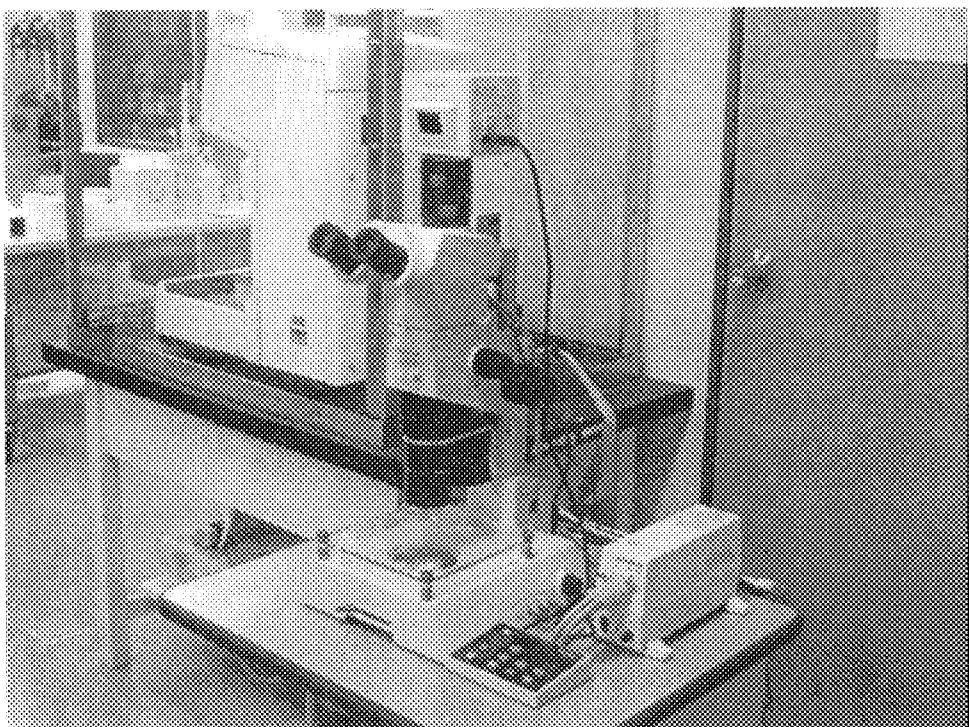


写真1 実体顕微鏡

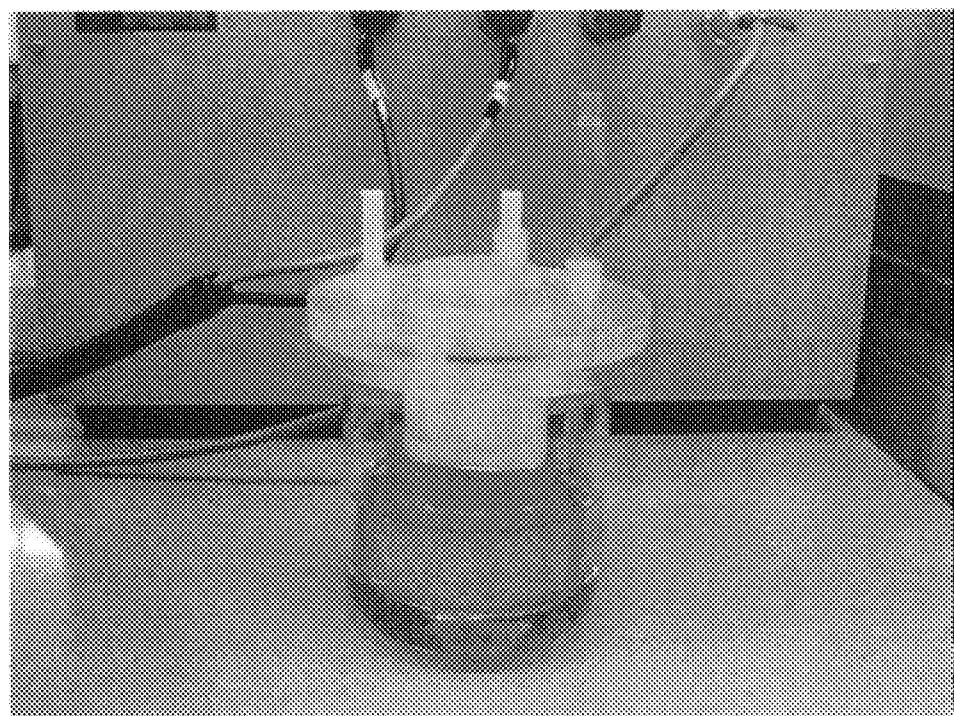


写真2 銀(II)電解装置

付録 分析管理データ

(1) 室温及び相対湿度

分析室（I）の室温及び相対湿度の年間変動を図A1に示す。分析室（I）の年間平均室温は約23°C、相対湿度は約51%であり、この状態は分析機器および試薬調製等にとって好ましい環境と言える。

(2) 自動電位差滴定装置の安定性

ウラン濃度分析は、最も重要な分析項目の一つである。そのため、日常的にウラン濃度分析に用いる自動電位差滴定装置の安定性を確認することは非常に重要である。

試験計画課では、次のようにして装置の安定性を確認している。あらかじめウラン作業用標準溶液(WSD)を調製しておく、自動電位差滴定装置で調製日におけるウラン濃度(U_A)を求めておく。次に、試料の分析当日にWSDのウラン濃度(U_B)を測定する。そして、次式で ΔU を求める。

$$\Delta U = (U_A - U_B)/U_A \times 100(\%)$$

装置の安定性の判断基準として、 ΔU が0.3%以下である場合装置は安定していると判断し、試料の分析を行う。図A2に安定性の確認結果を示す。

(3) 滴定に用いる標準溶液の調製

自動電位差滴定装置を用いた滴定分析では、滴定液としてウラン分析に二クロム酸カリウム溶液を、全酸分析に水酸化ナトリウム溶液を用いている。滴定分析では、滴定液の濃度を正確に評価しておくことが極めて重要である。そのため、滴定液の調製の都度、二クロム酸カリウム溶液についてはウラン濃度が既知の標準ウラン溶液(JAERI-U4)を用いて、また、水酸化ナトリウム溶液については濃度が既知のアミド硫酸を用いて値付けをしている。表A1及び表A2に、二クロム酸カリウム溶液及び水酸化ナトリウム溶液の調製結果をそれぞれ示す。

表A1 二クロム酸カリウム標準溶液の標定結果

調製日	標準ウラン溶液U4による標定結果			備考
	標定値 (N)	標準偏差 σ_{n-1} (N)	変動係数 (%)	
H10.4.13	0.03285	0.00006	0.19	滴定装置No.5用
H10.6.3	0.03267	0.00002	0.05	滴定装置No.5用
H10.8.4	0.03277	0.00001	0.03	滴定装置No.5用
H10.10.13	0.03271	0.00003	0.11	滴定装置No.5用
H10.11.11	0.03270	0.00005	0.15	滴定装置No.5用
H10.11.17	0.03260	0.00002	0.06	滴定装置No.5用
H10.11.19	0.03265	0.00007	0.21	滴定装置No.5用
H10.12.9	0.03270	0.00004	0.12	滴定装置No.5用
H11.1.27	0.03264	0.00001	0.04	滴定装置No.5用

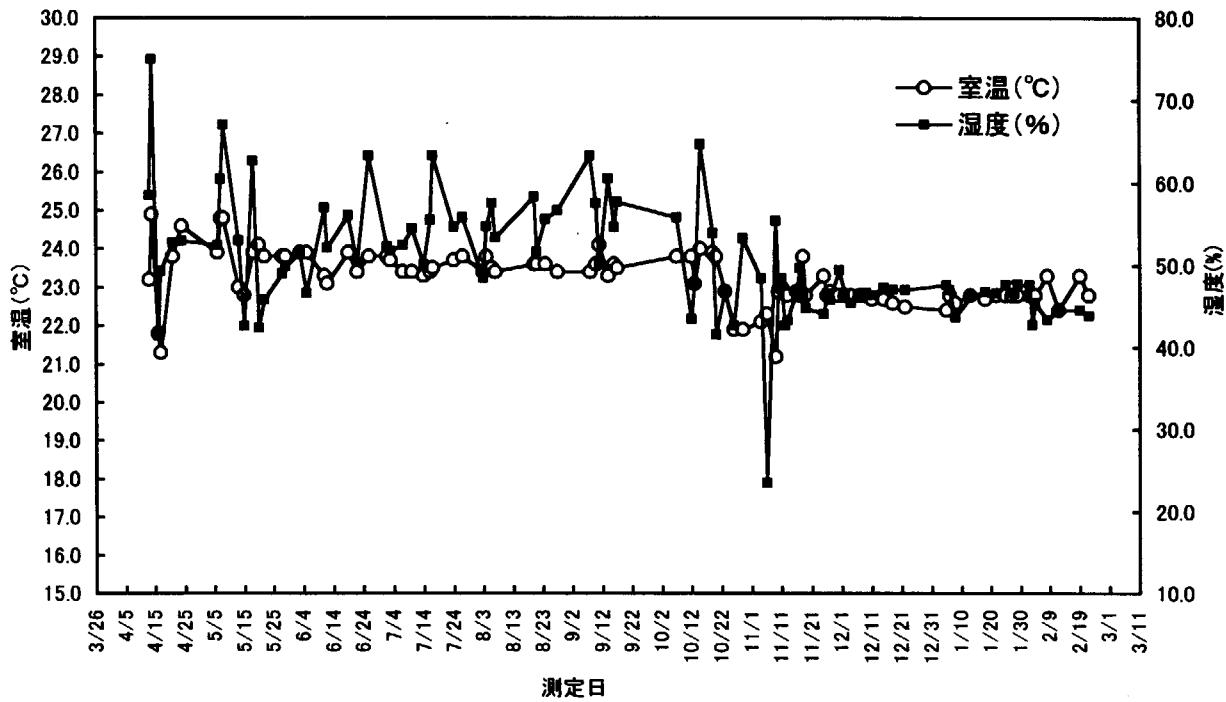
注:滴定装置No.5は、ウラン分析に用いている。

表A2 水酸化ナトリウム標準溶液の標定結果

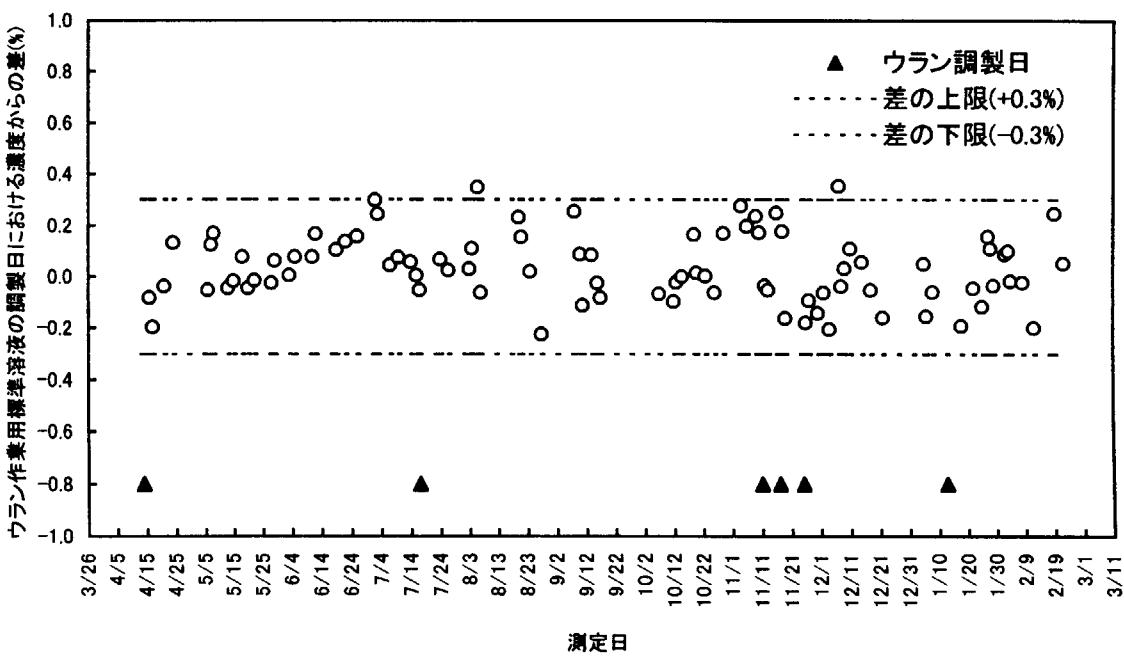
調製日	アミド硫酸による水酸化ナトリウムの標定結果			備考
	標定値 (N)	標準偏差 σ_{n-1} (N)	変動係数 (%)	
H10.4.24	0.08936	0.00003	0.04	滴定装置No.1用
H10.6.3	0.10166	0.00004	0.04	滴定装置No.1用
H10.7.1	0.09762	0.00005	0.05	滴定装置No.1用
H10.8.22	0.09599	0.00006	0.06	滴定装置No.1用
H10.10.7	0.09699	0.00004	0.04	滴定装置No.1用
H10.10.15	0.10565	0.00006	0.06	滴定装置No.4用
H10.11.9	0.08799	0.00007	0.08	滴定装置No.1用
H10.12.8	0.10329	0.00014	0.14	滴定装置No.1用
H11.1.5	0.08943	0.00005	0.06	滴定装置No.1用
H11.1.18	0.11761	0.00003	0.03	滴定装置No.4用
H11.2.16	0.10877	0.00004	0.04	滴定装置No.4用

注:滴定装置No.1は、酸分析に用いている。

滴定装置No.4は、比較的濃度の高いTBP分析に用いている。



図A1 分析室(I)の室温及び相対湿度



図A2 ウラン作業用標準溶液の分析結果

This is a blank page.

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	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
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$m \cdot kg/s^2$
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m^2
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$N \cdot m$
上率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	$A \cdot s$
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	$V \cdot s$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$	
光照度	ルーメン	lm	$cd \cdot sr$
放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名 称	記 号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	$^{\circ}, ', ''$
リットル	l, L
ト	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10^{18}	エクサ	E
10^{15}	ペタ	P
10^{12}	テラ	T
10^9	ギガ	G
10^6	メガ	M
10^3	キロ	k
10^2	ヘクト	h
10^1	デカ	da
10^{-1}	デシ	d
10^{-2}	センチ	c
10^{-3}	ミリ	m
10^{-6}	マイクロ	μ
10^{-9}	ナノ	n
10^{-12}	ピコ	p
10^{-15}	フェムト	f
10^{-18}	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換 算 表

力	N($=10^5$ dyn)	kgf	lbf
1	0.101972	0.224809	
9.80665	1	2.20462	
4.44822	0.453592	1	

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} (\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P(ポアズ)} (\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)} (\text{cm}^2/\text{s})$$

圧力	MPa($=10$ bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062×10^3	145.038
0.0980665	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
0.101325	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322×10^{-4}	1.35951×10^{-3}	1.31579×10^{-3}	1	1.93368×10^{-2}
	6.89476×10^{-3}	7.03070×10^{-2}	6.80460×10^{-2}	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J($=10^7$ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法) = 4.184 J(熱化学) = 4.1855 J(15 °C) = 4.1868 J(国際蒸気表)
1	0.101972	2.77778×10^{-7}	0.238889	9.47813×10^{-4}	0.737562	6.24150×10^{18}		
9.80665	1	2.72407×10^{-6}	2.34270	9.29487×10^{-3}	7.23301			
3.6×10^6	3.67098×10^5	1	8.59999×10^5	3412.13	2.65522×10^6	2.24694×10^{25}		
4.18605	0.426858	1.16279×10^{-6}	1	3.96759×10^{-3}	3.08747	2.61272×10^{19}	仕事率 1 PS(仏馬力)	
1055.06	107.586	2.93072×10^{-4}	252.042	1	778.172	6.58515×10^{21}	$= 75 \text{ kgf} \cdot \text{m/s}$	
1.35582	0.138255	3.76616×10^{-7}	0.323890	1.28506×10^{-3}	1	8.46233×10^{18}	$= 735.499 \text{ W}$	
1.60218×10^{-19}	1.63377×10^{-20}	4.45050×10^{-26}	3.82743×10^{-20}	1.51857×10^{-22}	1.18171×10^{-19}	1		

放射能	Bq	Ci	吸収線量	Gy	rad	照射線量	C/kg	R	線量当量	Sv	rem
1	2.70270×10^{-11}	1	1	100		1	3876		1	100	
3.7×10^{10}	1		0.01	1		2.58×10^{-4}	1		0.01	1	

(86年12月26日現在)

NODE分析業務報告書—平成10年度—