



再処理工場における 保障措置分析技術の開発について

林 尤之 和地 勇 池田 久
光田 秀 阿部 勝男
再処理工場工務部分析課

資料番号：62-3

Development of Analytical Instrument and System
for Safeguards on Reprocessing Plant

Nobuyuki Hayashi Isamu Wachi Hisashi Ikeca
Shigeru Mituda Katuo Abe
(Technical Service Division, Tokai Reprocessing
Plant, Tokai Works)

現在再処理工場分析課において、JASPAS (対 IAEA 保障措置技術支援計画) プロジェクトの一部を担当するという形で保障措置のための分析技術の開発が行われている。本資料は、分析課で担当しているプロジェクトのうち以下のものについて、その開発目的・原理・成果等について概説するものである。

(1) JC-2「K-エッジデシメントノーターによる Pu 濃度測定システム」(2) JC-3「高分解能ガンマスペクトロメーターによる Pu 同位体組成測定システム」(3) JC-4「樹脂粒サンプリング法」(4) JC-7「自動重量サンプリング装置」

1. はじめに

再処理工場分析課における保障措置のための分析技術の開発は、TASTEX プロジェクト (1978 年より開始) の一部を担当するという形で始められた。TASTEX は全部で13の開発項目から成っていたが、そのうち分析技術に関する項目としては Task G、H、J 及び K の4つがあった¹⁾。TASTEX 終了後、これらの4つは JASPAS プロジェクトに引き継がれた (JC-2、3、4 及び JB-2)。1982 年にはそのうちの JC-2「K-エッジデシメントノーターによるプルトニウム濃度測定システム」がルーチンに移行し、また 1985 年には JC-7 として「自動重量サンプリング装置の開発」が新たに加えられた²⁾。

本資料は、それらのプロジェクトのうち JB-2 (Task-K) を除く4つについてそれぞれの開発の目的、システムの原理、これまでの成果等について概説するものである。しかしここでは各プロジェク

トの目的及び必要性をより明確にするために、それぞれのプロジェクトが全体の中でどのような役割を果たすのかについて簡単に触れておきたい。

図1に再処理工場における核物質の流れとプロジェクトの係わりを示した。再処理工場における受け入れ核物質量は入量計量で確定され、また払い出し量は出量計量で確定される。すなわち施設側はこの入量計量及び出量計量からサンプルを取り、それを施設内の分析所に送り分析を行い、核物質量を確定している。一方保障措置上の目的から施設側のサンプリングと並行して保障措置用のサンプルが取られ、それらのサンプルは分析所において査察官立会いのもとに正確に処理され、それぞれ国及び IAEA の保障措置分析所に送られている (この処理を収去処理、また処理されたサンプルを収去サンプルと呼んでいる)。しかし、この方法ではサンプルが処理されてから各保障措置分析所の結果が報告されるまでに数カ

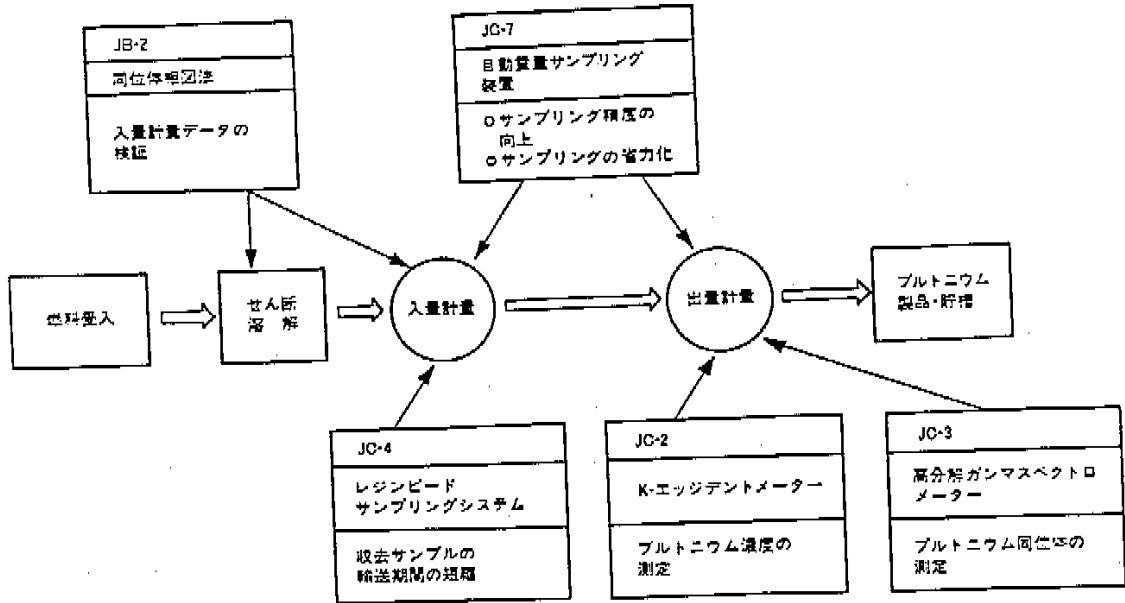


図1 再処理工場における核物質の流れに対するJASPASプロジェクトの関連

月を要し、保障措置の目標のひとつである核物質転用の遅延検知が満足されない。そういったことが背景となって施設側に保障措置上の改良が求められ、それについての検討がTASTEXという形で始まった。分析に係わるものについて具体的に説明すると、出量計量についてはプルトニウム濃度及び同位体組成を非破壊で迅速かつ精度良く測定するための「K-エッジデテクトメータによるプルトニウム濃度測定システム」及び「高分解能ガンマスペクトロメータによる同位体分析システム」の適用が、また入量計量については出量計量の非破壊分析機器に対応するものがないため、除去サンプルそのものを迅速に各分析所に送ることが重要となることから「レジニビッド法による試料除去及び分析技術の開発」が検討された。また入量計量及び出量計量の両方についてサンプルの処理精度を向上させるために「自動重量サンプリング装置」の開発も始められた。

以下に各プロジェクトについてより詳しく解説する。

2. K-エッジデテクトメータによるプルトニウム濃度測定システム

2.1 開発の目的及び経緯

K-エッジデテクトメータは、再処理工場のプルトニウム製品計量槽中及び製品貯蔵中のプルトニウム濃度を非破壊で短時間に、しかも高精度で分析す

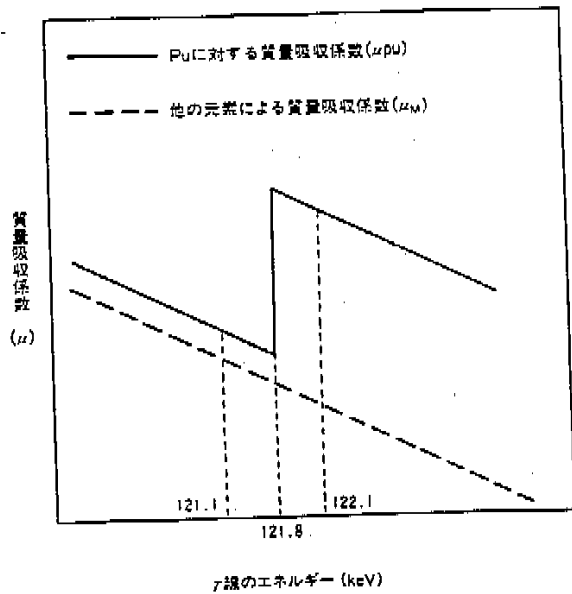


図2 プルトニウムのエネルギー吸収曲線

る目的で開発されたものである。開発当初は工場のベッセル等に直接設置するという考え方もあったが、メンテナンス上の問題等により最終的に分析所に設置し使用するということが合意された。本技術自体は米ロスアラモス国立研究所において開発されたものであり、1979年に東海工場に導入された。その後約4年間のフィールドテストの後、1982年より実

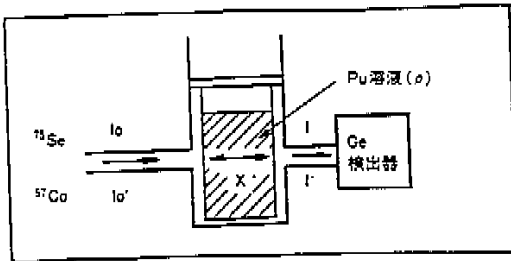


図3 プルトニウム溶液濃度測定方法

際のルーチン査察に使用されて現在に至っている。

2.2 原理

100keV前後におけるプルトニウムのエネルギー吸収曲線は図2のごとくプルトニウムのK殻電子による光電効果に起因する吸収(121.8keV)を境にエッジ状に変化する。K-エッジ前後のエネルギーの透過率の比からそこに存在するプルトニウム濃度を測定するというものである。このK吸収端を測定するための線源としては連続X線を用いる方法とRI線源を用いる方法の2つがあるが本システムはRI線源を用いている。より具体的にはK吸収端よりわずかに低いエネルギーをもつ光子(Se-75による121.1KeVのX線)及びK吸収端よりわずかに高いエネルギーを持つ光子(Co-57による122.1KeVのX線)を溶液に照射し、その透過率からPu濃度を求めるものである(図3)。

今ここでSe-75によるX線の入射強度を I_0 、透過強度を I とするとランベルト・ベールの法則から $I = I_0 \cdot \exp(-\mu_M \cdot \rho_M \cdot x) \exp(-\mu_{Pu} \cdot \rho_{Pu} \cdot x) \dots\dots(1)$ と表わせる。ここで

- μ_{Pu} : Puの質量減弱係数
- μ_M : Puを除く元素による質量減弱係数
- ρ_{Pu} : Puの密度(濃度)
- ρ_M : Puを除く元素の密度
- x : 試料セルの厚さ

同様にCo-57によるX線の入射強度を I_0' 、透過強度を I' とすると

$$I' = I_0' \cdot \exp(-\mu_M' \cdot \rho_M' \cdot x) \exp(-\mu_{Pu}' \cdot \rho_{Pu}' \cdot x) \dots\dots(2)$$

と表せる。

さて(1)式と(2)式を比べた場合、K-吸収端前後のプルトニウムの質量吸収係数 μ_{Pu} と μ_{Pu}' は端値に異なるが他の元素による質量吸収係数 μ_M 及び μ_M' は吸収端がこの範囲で存在しないためほぼ等しいと見なせる。よって(1)式/(2)式よりプルトニウム濃度は

$$\rho_{Pu} = -\frac{1}{\Delta\mu \cdot x} \ln \frac{I/I_0'}{I'/I_0}$$

ただし $\Delta\mu = \mu_{Pu} - \mu_{Pu}'$ と表せる。すなわちプルトニウム溶液の場合、プルトニウム濃度はSe及びCoの試料に対する透過率から計算されることを意味する。上式から明らかのように、本分析においては他の元素の影響は無視できるとともに $\Delta\mu$ という物理定数と試料セル厚 x からファクターが求められるという特徴を持っている。(実際にはその他の若干の要素が入るため $\Delta\mu \cdot x$ は標準試料の測定から求めている)

2.3 装置及び測定方法

図4に装置の概要を示す。50mCiのSe-75と25mCiのCo-57が回転式線源ホルダー(ジェノバメカニズム)に取り付けられている。また計数率を補正する目的で100 μ CiのCd-109がGe検出器の前面に貼り付けられている。

また測定は以下の手順に従って行われている。

- (1) 試料の無い状態でSe及びCo各々の透過強度 I_0 及び I_0' を測定する。
- (2) Pu試料をセットしSe及びCoの各々の透過強度 I 及び I' を測定する。
- (3) 2つの線源の透過率比からPu濃度を計算する。

2.4 これまでの成果

実際の査察へのルーチン使用に先立ち、約100個の試料を用いてフィールドテストが行われた。フィールドテストではバックグラウンド測定についてそれぞれCd:400秒、Se:600秒、Co:300秒、試料測定についてそれぞれSe:1000秒、Co:1000秒という条件のもとで変動計数(CV%)で0.29%という測定精度が得られた。またその後の実際のルーチンではバックグラウンドについて各800秒、試料測定について各300秒という条件のもとで変動計数で0.49%という精度が得られた。

これは、K-エッジデントメータの測定精度は大体において統計的に推定される測定精度に良く一致していることを示している。

2.5 今後の課題

これまで4年間実際の査察に本システムを使用してきたが、その間にいくつかの問題点が見いだされた。そのなかで最も大きな問題としては、溶液の放射線分解による気泡が測定セル面に付着しビームの通過距離を短くし、測定精度を落とすことが挙げられる。この場合の誤差は大きい場合で2%に及ぶこともある。その他の問題点としては、使用してい

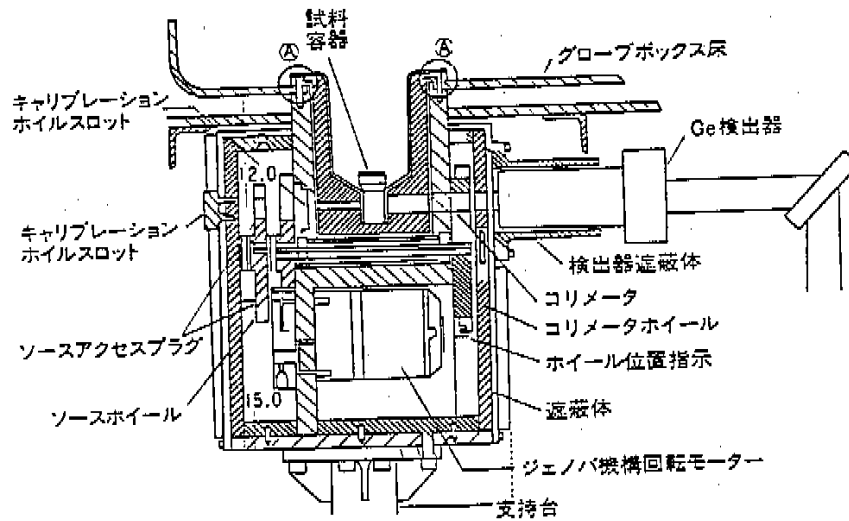


図4 K-エッジレントメータ測定セル装置構成断面図

る線源の半減期が比較的短く、強度減少により統計的誤差が変動すること及び分離後時間の経過したプルトニウムについてはアメリカシウムがかなり生成しており計数的にも統計的な誤差が増し、またこれが小さいバイアスの原因になることが挙げられる。これらについては今後さらに検討を続け、より高性能のシステムを製作する上で反映して行きたいと考えている。

3. 高分解能ガンマスペクトロメータによるプルトニウム同位体組成分析法の開発

3.1 開発の目的及び経緯

本システムはプルトニウム製品におけるプルトニウムの同位体組成を非破壊でかつ精度良く測定する分析手法のひとつである。本技術は米国ローレンスリバモア研究所で開発されたものでありプルトニウムが自発的に放射しているガンマ線を、特にその低エネルギー側のガンマ線を高分解能ガンマスペクトロメータで測定し同位体組成を求めるものである。現在分析所に設置されているガンマスペクトロメータは、1983年より開発が着手されハードウェアは日本で製作しソフトウェアは米国ローレンスリバモア研究所に協力を求めた。ソフトウェアも含めてシステムが完成したのは1985年である。これまで米国で開発されたソフトウェアはその内容は公開されてお

らず、これが装置に習熟する上で大きな障害となっていたが、本システムについては米国側ソフトウェアの非公開という制限も撤廃され、施設使用者側がハードウェア及びソフトウェア両面にわたり熟知するという良好な環境が実現された。

3.2 原理

プルトニウムの各同位体は、Pu-242を除き同位体に固有のガンマ線を放出する。本システムはこの同位体に固有のガンマ線をGe検出器で測定し、そのスペクトルを解析することでサンプル中の同位体組成を求めるというものである (Pu-242については同位体相関によって求める)。ガンマ線によるプルトニウムの同位体組成測定法については、いくつかの研究所で開発が行われているが、それらは大きく分けると数百 KeV から 1MeV 程度の高エネルギーのガンマ線を用いるタイプと 100KeV 前後の低エネルギーのガンマ線を用いるタイプと 100KeV 前後の低エネルギーのガンマ線を用いるタイプに分けることができる。高エネルギーのガンマ線を利用することのメリットは、ひとつひとつのガンマ線がよく分離されていて解析が容易であることが挙げられるが、その反面計数が低いため統計的なバラツキが大きくなるというデメリットがある。それに対し、低エネルギーのガンマ線を利用すると色々なガンマ

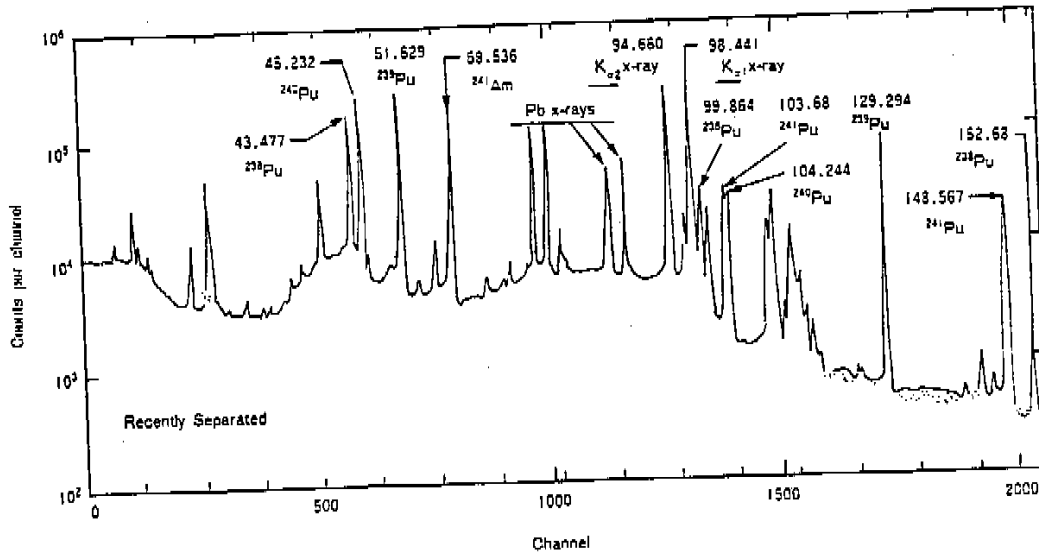


図5 フレッシュプルトニウムのα線スペクトル

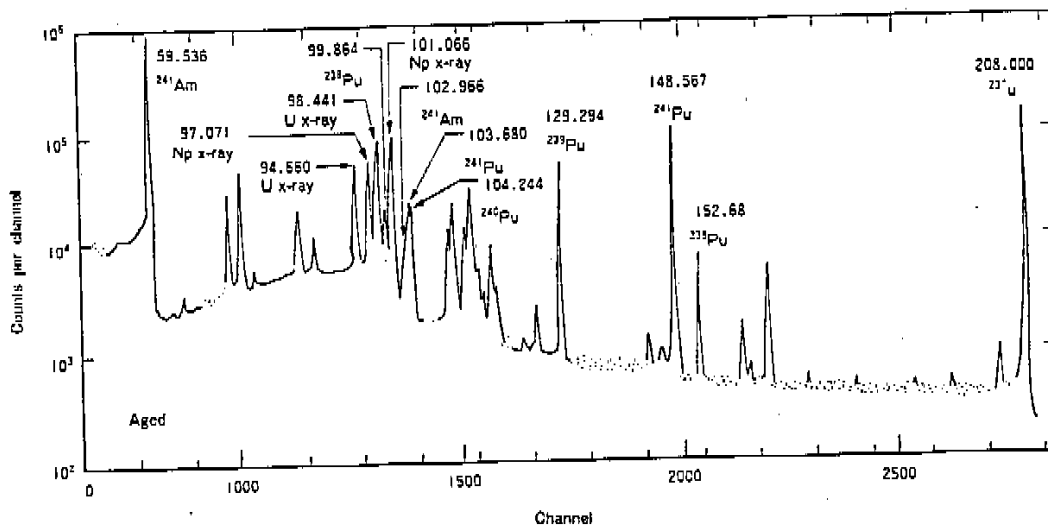


図6 エイジドプルトニウムのα線スペクトル

線が狭い領域に重なり合うことから解析は複雑なものとなるが、その反面計数が高いため短時間で統計的に精度良い測定を行うことができる。

本システムは低エネルギーのガンマ線を利用して同位体組成を求めるといった方法を採用しており、その解析に使用するガンマ線もアメリカシウムの生成を考慮して次の2種類の解析ができるようになっている。

(1) 分離精製後20日以内のプルトニウム製品（以下フレッシュプルトニウムと呼ぶ）

Pu-238 : 43.5KeV Pu-239 : 51.6KeV
 Pu-240 : 45.2KeV Pu-241 : 148.6KeV

その他 Pu-239 については 129.3KeV についても、また Pu-241 については 94.7KeV のピークについても解析を行いデータの信頼性を高めている。(図5)

(2) 分離精製後20日以上経過したプルトニウム(以下エイジドプルトニウム)

分離精製後20日以上経過するとかなりの量の Am-241 が生成するため、Am-241 から放出される

59.5KeV以下のエネルギーのガンマ線は解析に不適となる。従って解析にはより高エネルギーのガンマ線が用いられることになる。特にPu-240については94-104KeVの複雑な多重ピークの解析が必要になる。その他の同位体については次のガンマ線が用いられる。(図6、7)

Pu-238 : 152.7KeV Pu-239 : 129.3KeV
 Pu-241 : 148.6KeV U-237 : 208.0KeV

本システムではプルトニウムの同位体組成の他にAm-241及びNp-237も測定できるようになっている。

またPu-242について推定する式はいくつか提案されているが本システムでは

$$[Pu-242] = f \times \frac{[Pu-240] \times [Pu-241]^*}{[Pu-239]^2}$$

f : 比例定数で約53

によって求めている。ここで[Pu-241]*は原子炉から取り出した時のPu-241の量を示す。

3.3 装置及び測定方法

装置の構成を図8に示す。プルトニウム溶液はシリンダーを用いてテフロンチューブを通して測定セルに導かれる。測定セルは自己吸収を防ぐため検出器に対して薄く作ってある。セルから放射されるガンマ線は体積1cm³の高純度Ge検出器で測定されスペクトルはミニコン(PDP-11)で解析される。

また測定は以下の手順に従って行われる。

- (1) 試料の無い状態でBa-133を測定し30-303KeVの領域の性能をチェックする。
- (2) 測定条件を設定する。

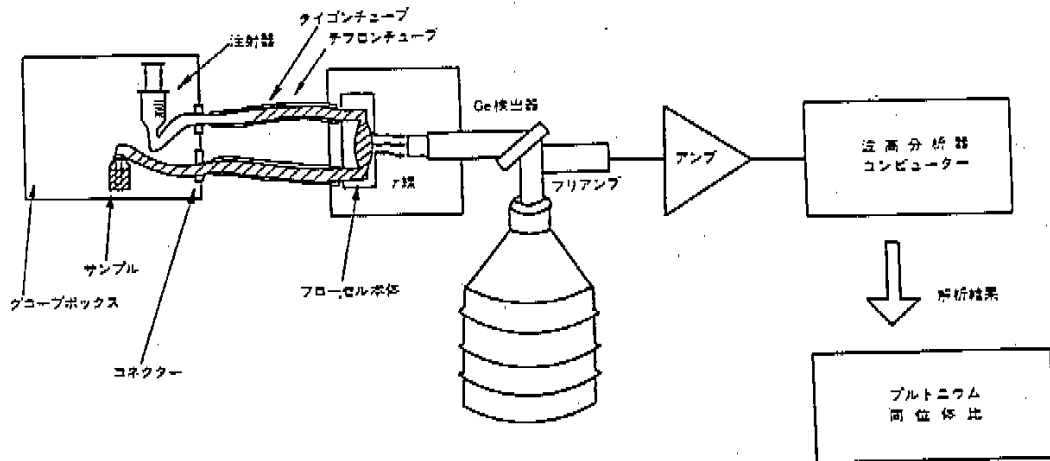
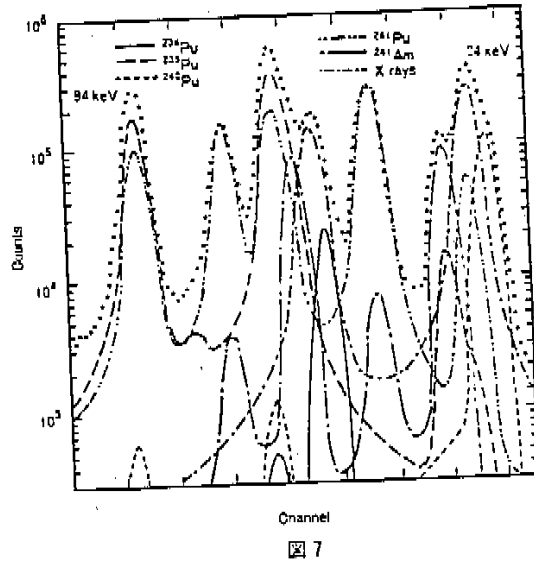


図8 高分解能γスペクトルメトリー構成図



(3) ガンマ線スペクトルを測定し同位体組成を計算する。

3.4 これまでの成果

本システムを用いてフィールドテストを行ったところ下のような結果を得ることができた。ただしここでいう精度とは質量分析の値を真値とし、それに対するガンマスペクトロメトリーの測定値(30分2回測定の平均)の比を取り、その変動係数として表したものである。

Pu-238 : 2.5 % Pu-239 : 0.3 %
 Pu-240 : 0.7 % Pu-241 : 0.7 %

ここで Pu-238 の正確さが他の同位体の正確さと比べて劣っているのは、比較の対象とした質量分析の値のバラツキが大きいためと考えられる。質量分析の精度を考慮に入れた場合の Pu-238 の精度は他の同位体と同程度と考えられる。

3.5 今後の課題

前述したように、Pu-242 はガンマ線を放出しないため、適当な式によって推定しているが、燃料の燃焼度が高くなるにつれて、この推定式の精度が問題となってくる。また本システムは査察を目的としているためその使用にあたっては、まず国及び IAEA による装置のキャリブレーションを行わなければならないが、そのキャリブレーションに使用する標準溶液の調製や、またそのデータの評価法がかなり難しいものとなることが予想される。しかし、これらは技術的に解決する課題というよりは査察上の取り決め事項をして決定される性質のものと考えている。

4. 樹脂粒レジンビードサンプリングシステム及び測定法の開発

4.1 開発の目的及び経緯

再処理工場においては前述したように国及び IAEA による入量計量槽及び出量計量槽の試料の除去処理及び除去サンプルの測定が行われている。出量計量については除去処理と同時に K-エッジテナントメータにより即時に Pu 濃度が測定され、その測定値が予備値として除去サンプルの測定値が報告されるまで使用されているが、入量計量については K-エッジテナントメータに相当する迅速な分析法が無い場合、除去サンプルの迅速な測定が肝要となる。しかしながら、これら除去サンプルは FPs、U、Pu から成る放射性物質であり、また高い分析精度を維持するために 1 サンプルにつき核物質として数 mg 以上送る必要がある。そのため、輸送に当たっては A 型輸送容器で行っており、現状では除去処理が行われてから IAEA 保障措置分析所に届くまでにかなりの時間を要している。

そこで除去サンプルの放射能レベルを極端に下げ、なおかつその除去サンプルを精度よく分析することができれば輸送手続き・方法の簡略化（例えば郵送）が可能となり、必要トータル時間を短縮できるという観点から、米國オークリッジ研究所 (ORNL) を中心に極微量の試料量 (U、Pu 各数 ng) で分析可能なレジンビード法が検討された。

開発当初の動燃の取組としては、被査察側施設ということから試料調整法の確立を主目的に進められてきたが、実際の査察を考慮した場合、被査察側(動

表1 操作フローの比較

	現在法	レジンビード法
取 扱 例	試料希釈採取 梱包、出荷手続き 出荷	試料希釈採取 原子価調整 イオン交換樹脂吸着 FPs除去 樹脂の乾燥 梱包、出荷手続き 出荷
測 定 例	溶解 原子価調整 イオン交換樹脂吸着 FPs除去 U・Pu分離 測定 (U・Pu別々)	測定 (U・Puの吸着し イオン交換樹脂 そのままセット)

燃) においてもレジンビードの測定技術を習得しておくべきであるとの認識から 1983 年より測定法についても検討を始めた。

4.2 レジンビード法の原理

現在入量計量の分析は、遠隔でも精度よく分析できる同位体希釈量分析法が採用されている。現状では IAEA 保障措置分析所において試料の FPs 除去、U・Pu 分離等の化学処理並びにフィラメントへの塗布等の前処理作業を行うため、試料量について出荷の時点で最低でも U・Pu について数 μg 程度の量が必要である。これを現在の郵送基準に合致させるためには FP を含まない形態で、かつ数十 ng 程度の量まで下げなければならない。

この要求に合致すべく、ORNL においてレジンビード法が開発された。表 1 にレジンビード法の特徴を現在法との比較で示す。

すなわちレジンビード法とは、出荷の時点で既に FP を除去した状態で U・Pu の吸着したイオン交換樹脂をそのまま保障措置分析所に送付し、また保障措置分析所においても測定に当たって U・Pu を分離することなくイオン交換樹脂のまま測定するというものである。

4.3 測定装置

(1) 質量分析計

型式：英国 VG 社製

仕様

磁場偏向角 : 90 度

収束半径 : 12 インチ

電場 : 10 センチエネルギーフィルター

イオン加速電圧 : 8kV

検出器 : デイリー検出器

- (2) フィラメント
材質：レニウム
(3) イオン交換樹脂
DOWEX1×2 (50-100メッシュ)

4.4 これまでの成果

動燃側の試料調整技術の確立とIAEA側の測定技術の確立を目的として、これまで動燃-IAEA-ORNL (ORNLとは第2回まで)との間で計6回の共同実験が行われてきたが、それらについてここで概説する。

第1回(1981)：レジンビードデータと従来法によるデータに比較的大きなバイアスがあった。試料にコンタミのあったことが原因。

第2回(1982)：第1回と比べるとバイアスは減少したが、依然として試料にコンタミがあった。

第3回(1983)：0.5%以内で従来法と一致した。しかしトレーサーの検定においてバイアスを生じた場合、全ての試料に影響することからその検定に添しては、レジンビード法とともに従来法による測定を行う必要性が認識された。

第4回(1984)：従来法と比べて質量差別効果が大きく、その補正法を検討する必要があることが強調された。第3回で指摘されたトレーサーのレジンビード試料におけるコンタミが発生したため、従来法によるトレーサー検定による補正の必要が生じた。

第5回(1985)：質量差別効果を補正したため、従来法と比較して次のような良好な分析精度を得ることができた。

濃度分析精度	0.29%(U)	0.25%(Pu)
平均偏差	0.02%(U)	0.25%(Pu)

また、第5回の共同実験ではコンタミは検出されなかった。

第6回(1986)：第6回からの試料調製は、試料のコンタミ防止と作業者の被ばくの低減という観点からレジンビード調整用の専用のグローブボックスを製作し、そこで試料の調製を行った。

また第6回では核物質管理センター、動燃両者ともレジンビードの測定に参加し、その技術を共同分析という形で経験する試みがなされた。

その結果、レジンビードを精度良く測定するためには熟練した技術を要することがわかった。なお、現時点における評価は下記の様である。

メリット：

- (1) 郵便を利用することができた場合、安価で簡便な輸送が可能である。その場合従来法に比べて若干輸送時間が短縮される可能性がある。
- (2) 仮に郵便の利用が不可能となった場合でも試料量が少なく、FPsを除去しているためL型容器でかつ輸送試料数をかなり減少させることができる。
- (3) U・Puを分離せずに測定することが可能である。

デメリット

- (1) 試料がngレベルであるため、わずかなコンタミでも大きな誤差の原因となる。
- (2) 試料の調製・測定には熟練したオペレーターが必要である。
- (3) U・Pu混合状態で測定を行うため、Pu-238測定時のU-238の妨害が問題となる。
- (4) 試料が微量であるため、質量差別効果が大きく補正する必要がある。

4.5 今後の課題

これまでの共同実験から、レジンビードによる測定では試料のわずかなコンタミでも大きな誤差の原因となることが明らかとなった。共同実験を繰り返すにつれコンタミの発生はかなり減少したが、この場合でも特定のオペレーターの技術の向上に負うところが大きい。複数のオペレーターによりコンタミを起こすことなく試料を調製できる技術を開発することが現在最大の課題である。このためJASPASプログラムの一環として、試料の前処理からレジンビードへの吸着までを全自動で行う装置を製作した(現在コールドで性能を試験中。写真1参照)。次回の実験では、この装置を用いてレジンビード法の評価を行いたいと考えている。

5. 自動重量サンプリング装置の開発

5.1 開発の目的及び経緯

前述したように、再処理工場では保障措置業務の一環として国及びIAEAによる入量計量槽、及び出量計量槽の試料の取去処理並びに計量管理のための分析が行われている。再処理工場における核物質の記憶在庫量は、これらの計量槽での測定データを基に計算され、この値と核物質実在庫調査(PIT)時に計量される実在庫量との差が不明核物質(MUF)として計上される。

監察側は、このMUFを基に再処理工場で核物質の転用があったかどうかを判断する。しかし、取去処理及び分析にはいくらかの誤差が存在するため、そのMUFがはたして有意な量であるかどうかの判

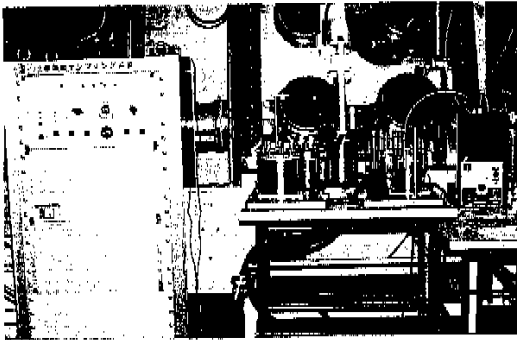


写真1 自動樹脂粒(レジンビード)サンプリング装置

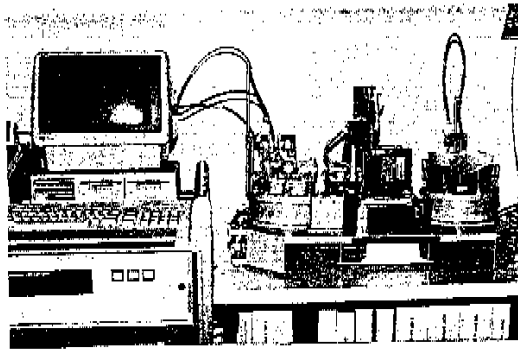


写真2 自動重量サンプリング装置

断は、それらの誤差を考慮にいたした上で統計的に行われる。従って核物質の不正使用の検出力を向上させるためには、これらの誤差を可能なかぎり小さくすることが重要となる。

ここでいう誤差は大別するとサンプリング誤差と分析誤差の2つに分けることができる。

このうち分析誤差については、近年の分析法・分析機器の改良に伴い、全誤差に占める割合は小さくなった。一方サンプリング誤差については、従来通りの容量法によるサンプリング方法を採用していたため、全誤差に占める割合が相対的に大きくなってきた。

そこでサンプリング時の誤差を減少することを目的として従来の容量基準のサンプリング法から重量基準のサンプリング法へ切り換えるとともに、この開発を機にこれらのサンプリング操作を全自動で行う装置を開発することにした。

5.2 原理

ここで容量基準によるサンプリングとの比較で重量基準によるサンプリングのメリットを記述する。

容量基準によるサンプリングではホールピペットによる試料採取及びメスフラスコによる希釈が基本になる。これらの操作では、以下のような誤差が問題となる。

- (1) ホールピペット及びメスフラスコの容量の検定時の誤差。
- (2) 温度による試料容量及び容器容量の変化。
- (3) 試料の粘性による吐き出し量のバラツキに起因する誤差。
- (4) ホールピペット・メスフラスコ定容時の標線合わせのバラツキに起因する誤差。

上記の各誤差要因について定量的な解析はなされていないが、全体として測定値にコンマ数%の誤差

を与えると考えられている。

一方重量基準の場合は、重量で採取した量を重量のベースで希釈するため、上に挙げた影響は受けない。また標線合わせ等が不要なため操作自体も容易なものとなる。

これらの一連の操作を考慮に入れた場合、容量ベースを重量ベースに変更したことによるサンプリング誤差は、3分の1程度に減少すると期待される。

5.3 装置の構成

本自動重量サンプリング装置は、グローブボックス内に設置される機構部(ロボットハンド部、容許用ターンテーブル、試料採取用チップ先のセット機構、サンプリング機構、希釈機構、天秤等)と、これを制御するコンピュータ、インターフェース、プリンタ等から構成されている。

本システムは、基本的な動作としてプルトニウム試料の1次採取、希釈、バイアルビンへの2次分取を行うものであり、これらの操作はすべてロボットハンド部を媒体として行われる。(写真2参照)

5.4 これまでの成果

昭和59年10月に試験機を製作した。この試験機によってコールド試験を行ったところ以下の点が改良を必要とするものとして挙げられた。

- (1) 空気の動き、及び静電気の影響により微妙に天秤がバラツクこと。
- (2) また、1次サンプリングから2次サンプリングまでの時間が数十分を越えると蒸発による誤差が問題になること。
- (3) システムが故障した際にメンテナンスが楽に行えるようにシステム全体を小さなユニットに分けられるような構造にする必要があること。

これらの結果をもとに実証機を製作した。昭和60

年9月—昭和61年9月まで性能試験を行った。

この間、長期使用による装置の健全性を確認するため約1カ月間の連続運転を実施し、その結果長期の使用にも耐えることが確認された。また重量基準であるため天秤自体の精度が問題になるが、風袋バイアルビン20個について、それぞれ20回測定を実施したところすべて0.01CV%以下であった。

試験機で問題のあった蒸発による誤差については処理工程の改良等を行い、これまでのコールド試験の結果では、1つの原液から5個の収去試料を得るまでの所要時間は60分以内、またこの間の試料液の蒸発による重量変化は0.1%以内であった。

5.5 今後の課題

現在、操作に要するトータル時間を短縮するためにソフトウェアの一部改良を実施している。

この改良が終了した後、本装置をグローブボックス

内に設置し、プルトニウム試料によりホット試験を実施する予定である。

また本装置に引き続き、入量計量槽用サンプリング装置の開発を行う予定である。入量計量槽用装置については、取扱う試料自体が高線量のため、ホットセルに設置する必要がある。従って装置の取扱い及び設置スペース等については出量計量用自動重量サンプリングシステム以上の制限が課せられ、かつ装置のメンテナンスは不可能と考えられることから、なお一層の耐久性と操作性を考慮した設計を行う予定である。

参考文献

- 1) 「東海再処理工場の改良保障措置技術開発(TASTEX)」, PNCT N841-82-33.
- 2) 平井健一: 「日本の対IAEA保障措置支援計画(JASPAS)への協力について」, 動燃技報 No. 52, 1984, 12.