



## 動燃東海再処理工場における ニア・リアル・タイム計量管理の フィールドテスト

小森 芳昭 草野 俊胤\* 岩永 雅之\*\* 都所 昭雄\*  
小松 久人\* 舛井 仁一 三浦 信之\*  
再処理部 \* 東海事業所再処理工場処理部 \*\* 安全部

資料番号: 60-9

Field Test of Near-Real-Time Material  
Accountancy at the PNC-Tokai Reprocessing  
Plant

Yoshiaki Komori Toshitsugu Kusano\* Masayuki Iwanaga\*\*  
Akio Todokoro\* Hisato Komatsu\* Jinichi Masui  
Nobuyuki Miura\*  
(Reprocessing Development Division,  
\* Processing Division, Tokai Reprocessing Plant,  
Tokai Works,  
\*\* Safety Division.)

ニア・リアル・タイム計量管理 (NRTA) は、再処理施設の最も重要な国際保障措置手法の一つとして注目されている。動燃東海再処理工場では、NRTAの工場への適用性と効果を研究するため、1980年から1985年にかけて工場の運転期間中に必要なデータの採取 (フィールドテスト) を行った。特に1985年の後半は、JASPASの項目としてIAEAと協同でフィールドテストを行った。

フィールドテストにより、NRTAに必要なマンパワー及びNRTAの効果等について得られた知見について報告する。

**Key Words:** Reprocessing, Safeguards, Material Accountancy, Near-Real-Time, Material Accountancy, NRTA, In-process Inventory.

### 1. はじめに

ニア・リアル・タイム計量管理 (Near-Real-Time Material Accountancy、以後NRTAと記す) は再処理施設の最も重要な保障措置手法の一つとして、国際的に注目を集めている。

動燃東海再処理工場では、実際の工場へのNRTAの適用性を評価することと、NRTAの保障措置上の効果を評価するためのデータを得ることの2点を目的として、1980年から1985年にかけて工場運転期間中にNRTAデータの採取、すなわちフィールドテストを実施してきた。特に、1985年9月から12月にかけては、JASPAS (Japan Support Program for the Agency Safeguards)の項目として、

公式にIAEAと共同でフィールドテストを実施した。

### 2. NRTAとは

現在行われている計量管理は、核物質 (ウラン及びプルトニウム) の移動量の測定と、工程を停止して行うクリーンアウト実在庫測定 (実質年2回実施) により物質収支を確定し、核物質の異常なロスなどが無いことを確認するものである。NRTAは、この在来の計量管理を補完する手段であり、工程を運転している最中にも工程内の在庫測定を行い、頻繁に物質収支を確定することにより、保障措置上有意な異常の探知をタイムリーに行える可能性を高め

ようとするものである。

NRTAでは、物質収支が頻りに逐次得られるため、その解析には前後のデータと相関を持つデータ列の性質を利用した逐次分析などの統計的手法が用いられる。この手法は各国の統計専門家により研究が続けられており、シミュレーションにより得られたデータを用いた評価が中心に行われてきたが、実際のデータに基づく評価が課題となっている。また、統計解析の基礎データとして利用する測定誤差の実際的な値の把握も課題の一つとなっている。

### 3. 動燃東海再処理工場におけるフィールドテスト

#### 3.1 実施要領

##### 3.1.1 10日間モデル (10days detection time model)

NRTAの概念は物質収支の時間軸を短くすることと共通ではあるが、その実施形態は各種検討されている。このうち、動燃東海再処理工場で行われてきたものは10日間モデルと呼ばれるもので、物質収支期間を7日に設定し、試料分析及びデータ整理を以後3日以内に終了しようとするものである。合計10日間という時間は、分離されたプルトニウムに関する(核爆発装置への)転換時間をもとにIAEAに対してSAGSI (Standing Advisory Group on Safeguards Implementation) が提唱した探知

目標の時間的要求に基づき定められたものである<sup>1)</sup>。

#### 3.1.2 データ採取

図1は再処理工場全体の中のプルトニウムの流れとNRTAの物質収支区域及びその中の主要な装置を示すものである。

NRTAに必要なデータは、入量(使用済燃料の溶解液)、出量(製品硝酸プルトニウム溶液)及び約7日毎の工程内在庫の測定により得られる。

使用済燃料の溶解液は1日に2バッチ発生し、1バッチ当たり約2m<sup>3</sup>で、濃度約1-2g/lのプルトニウムと約200g/lのウラン及び核分裂生成物等を含む。製品硝酸プルトニウム溶液は約1日に1バッチ発生し、1バッチ当たり約30lで、約230g/lのプルトニウムを含む。これらは在来の計量管理の一部として、バッチ毎に液量とプルトニウム濃度の測定が行われている。

7日毎の工程内在庫測定は在来の計量管理には含まれないもので、NRTAのフィールドテストのために特に計画して行われた。工程運転中の工程内在庫は主に図1に示した各装置内に存在する。ただし、プルトニウム溶液蒸発中の在庫は運転中に直接測定を行うことが困難である。これを避けるため、工程内在庫測定は、必ずプルトニウム溶液蒸発塔からプルトニウム製品計量槽に溶液が抜き出された時か

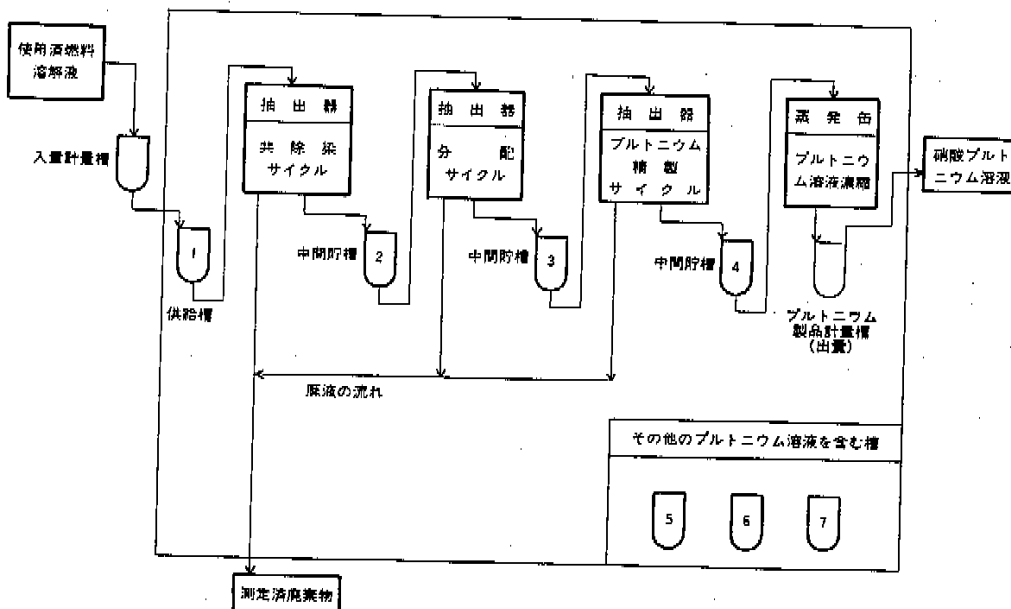


図1 NRTAの適用される物質収支区域

ら、蒸発缶に次のバッチの濃縮のための溶液の供給が開始される時までの間に行うこととした。また3つの抽出サイクルの抽出器内のプルトニウムの在庫も直接測定することが困難であるが、これらは定常運転中は変動が少なく、物質収支への影響が少ないため、常に一定として取扱うこととした。従って、約7日毎の工程内在庫測定は、プルトニウム溶液蒸発缶から溶液がプルトニウム製品計量槽に抜き出された時を見はからって、図1の1-7の槽の液量の測定とプルトニウム濃度測定のための各槽からの試料採取を一斉に行うことにより行われた。

### 3.2 結果

結果はデータの傾向等から判断し、3つの期間に分けて図2から図4に示した。

各図に示したCUMUFは各物質収支期間に対し得られた物質収支、すなわちMUFを累積したもの(Cumulative MUF)である。もしMUFが常に正の値

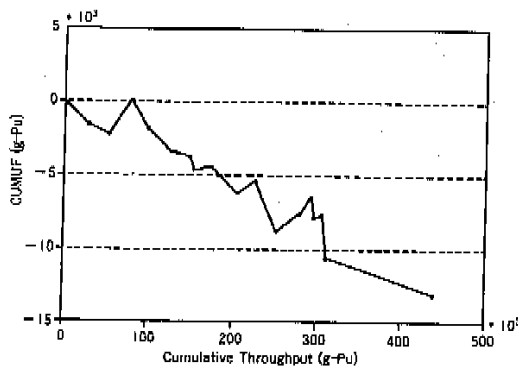


図2 C-1, C-2, 81-1キャンペーンにおけるCUMUFデータ

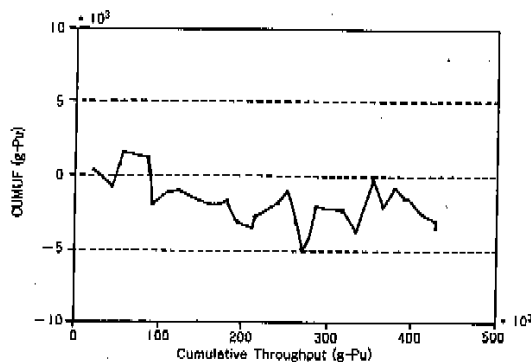


図3 81-2, 82-1, 82-2キャンペーンにおけるCUMUFデータ

を取る傾向が有ればCUMUFは増加する。横軸はプルトニウムの累積通過量であり、大体時間の経過に対応する。このプロットの方法では、もし入量と出量のどちらかまたは両方の測定に補正されていないバイアスが存在した場合、CUMUFは直線的な増加または減少傾向を示す。

#### 3.2.1 C-1, C-2及び81-1キャンペーン (図2)

CUMUFがプルトニウムの累積通過量に対し、明らかに直線的に減少している。これは、負のほぼ一定のMUFがこの期間全体にわたって存在していたことを示している。負のMUFはプルトニウムのゲインを意味するが、これは有り得ないことである。従って、この傾向は明らかに入量と出量のどちらかまたは両方の測定にバイアスが存在していたことを示しているといえる。

このバイアスの原因はその後の調査により、主に出量の液量測定にあったことが明らかにされ、対策が取られた<sup>2)</sup>。

#### 3.2.2 81-2, 82-1及び82-2キャンペーン (図3)

C-1-81-1キャンペーンで見られたようなCUMUFの減少はほとんど認められず、バイアスへの対策が妥当であったことが示されたといえる。

#### 3.2.3 85-1B, 85-1C及び85-2キャンペーン (図4)

わずかながらCUMUFの増加の傾向が見られ、MUFが正の傾向にあったことを示している。工程運転上は、この原因となるようなプルトニウムのロス

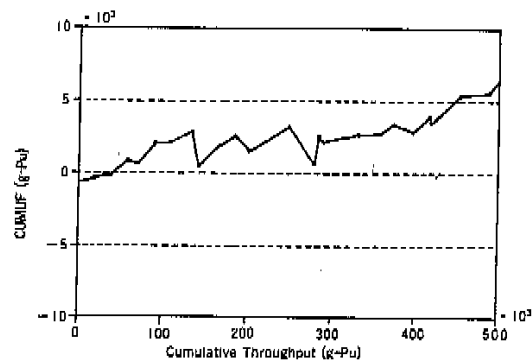


図4 85-1B, 85-1C, 85-2キャンペーンにおけるCUMUFデータ

は無かった。従って、このデータの傾向はやはり測定バイアスが原因となっていると考えられる。しかし、今のところこの原因は明らかにされていない。

なお、この結果は少なくとも在来計量管理では誤差の範囲内であり、何らかの異常を示すものではないと結論される。

### 3.3 評価

#### 3.3.1 NRTAの実施に必要なマンパワー

10日間モデルは、その実施のために新たな計装などを要するものではないが、データ採取のために在来の計量管理及び工程管理のための作業に加えて41 man-hour/weekの作業量を要した。これらはほぼすべて分析に要した作業量であった。また、約7日に1回の工程内在庫測定を実施したチームの作業量は通常の作業に加え約10~15%増加した。

#### 3.3.2 NRTAの効果

CUMUFデータの直線回帰分析の結果、物質収支データの誤差は約1 kgと推定された。この値はプルトニウムの1有意量(8 kg)に比べ十分に小さい。従ってプルトニウム1有意量を短時間で転用する、いわゆる一括転用に対しては、これを高い確率でタイムリーに探知し得る可能性が有り、効果的であるといえる。

一方、少しずつ長期にわたり転用する。いわゆる少量分割転用はCUMUFの傾きとして現われるはず

である。しかし、この傾向が測定バイアスによるものかあるいは転用なのかを区別することは、NRTAのみでは無理であり、他の保障措置手段の結果を含めた総合的な判断が必要である。

### 4. おわりに

動燃東海再処理工場におけるNRTAのフィールドテストは、実際の工場におけるNRTAの経験として他に例のない貴重なデータを提供したといえる。

再処理工場一般に対するNRTAの適用性あるいは効果は、各工場の特質(特にスルーットとホールドアップ)に依存するものであり、必ずしもこの成果をもって一概に判断することはできない。

しかし、NRTAの現実的問題の一つとして測定のバイアスがNRTAの効果に重要な影響を与えることが示され、これは動燃東海再処理工場に限られた問題ではないと思われる。従って、測定のバイアスの大きさと原因の解明及びその補正に関する検討が、NRTAの有効性を高めるための、今後の重要な課題の一つであるといえる。

### 参考文献

- 1) G.Hough, I.Shea, D.Tolchenkov (IAEA), "Technical Criteria for the application of IAEA Safeguards", IAEA-SM-231/112
- 2) M.Tsutsumi, N.Suyama, T.Kinuhata, G.Fukuda, T.Kojzumi, "Result of Material Accountancy and Control and an Evaluation for MUF at the Tokai Reprocessing Plant", IAEA-SM-260/118