

# 質量分析法を用いた再処理工場の定期バイオアッセイ分析の改善

Improvement of periodical bioassay analysis by mass spectrometry in Rokkasho Reprocessing Plant

株式会社ジェイテック	沼沢 怜奈	Reina NUMASAWA	
	小比類巻 康二	Koji KOHIRUIMAKI	
	一戸 佳奈	Kana ICHINOHE	
	工藤 訓	Satoshi KUDO	Member
日本原燃株式会社	大山 一寿	Kazuhisa OOOYAMA	
	氣田 信一	Shinichi KETA	
	田中 義也	Yoshiya TANAKA	

On evaluation of internal exposure in the radiation workers involved in maintenance and operation, calculation from work environment measurement, extracorporeal measurement methods and bioassay analysis method are adopted in Rokkasho Reprocessing Plant from its features. In addition, we proceed to improve efficiency of analysis work by implementing pretreatment of samples promptly and safety with mass analysis method as which ICP-MS, inductively coupled plasma mass spectrometers is used. We report overview and effect of this method in this report.

**Keywords:** Internal exposure, Bioassay, Mass spectrometry

## 1. はじめに

六ヶ所再処理工場では、原子力発電所とは異なり、核分裂生成物の他、ウランおよびプルトニウム等も取り扱うことから、保全や運転等に係る放射線業務従事者の内部被ばく管理において、アルファ線放出核種による被ばく評価も必要である。内部被ばく線量の評価方法としては、作業環境測定データからの計算法、ホールボディカウンタ等による体外計測法に加え、バイオアッセイ法も採用している。(図1)内部被ばく線量は直接測定による評価ができないため、これらの手法を組み合わせた個人モニタリングを体系化[1]し、信頼性の高い測定評価を実施することが必要である。

内部被ばく線量評価におけるバイオアッセイ法は、排泄物や生体組織等の人体から採取した試料に含まれている放射性物質の種類、放射能を測定し摂取量を算定する手法であり、アルファ線やベータ線のみを放出する核種についても評価が可能である。再処理工場では、アルフ

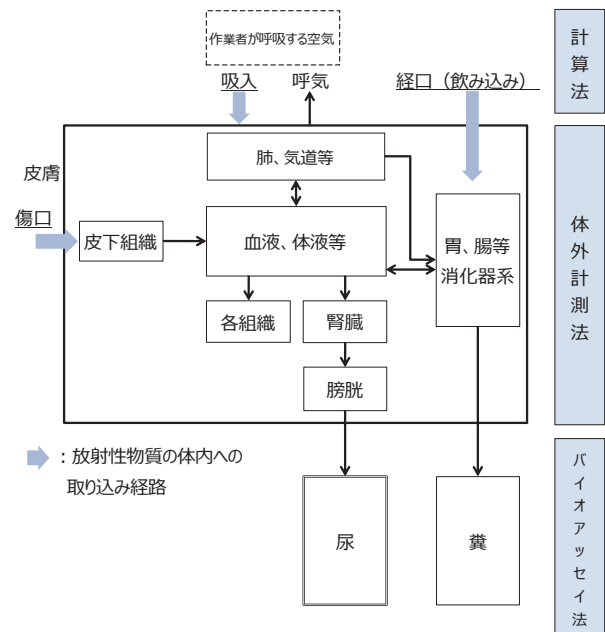


図1. 内部被ばくの評価方法

ァ線放出核種であるウランおよびプルトニウムを取り扱う作業員について、尿を分析試料として定期的にバイオアッセイ分析を実施している。

## 2. 定期バイオアッセイ分析における課題

バイオアッセイ検査対象者 (以下 検査対象者と略す) は、モニタリング対象者約 300 名から、作業内容を考慮

連絡先：沼沢 怜奈  
〒039-3212  
青森県上北郡六ヶ所村尾駱字弥栄平 1-108  
株式会社 ジェイテック  
放射線安全統括部 放射線技術グループ  
E-mail : reina-numasawa@j-tech66.co.jp

し、連続する月において同一者とならないように抽出する。定期バイオアッセイ分析では月毎に検査対象者の尿中ウラン(U-234,235,238)の放射能を測定し、内部取込みの有無を確認している。アルファ線の測定では他のアルファ線放出核種や有機物等の不純物が妨害となるため、湿式灰化による前処理および陰イオン交換法による化学分離が必要である。本手法では前処理等の作業に5日、アルファ線核種分析装置による放射能測定に22時間、採取から評価までを含めると約2週間を要し(図2)、1ヶ月あたり40検体の測定が上限である。また、健康有害性の高い試薬や分析用の放射性同位元素を使用するため、作業効率の向上に加え、安全性の確保も課題となっていた。

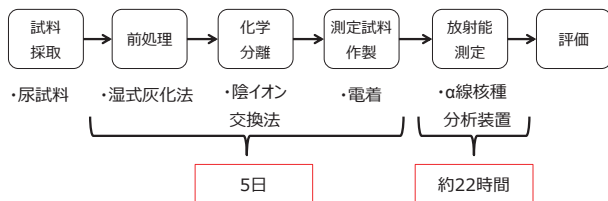


図2. 放射能分析の評価フロー

### 3. 質量分析によるスクリーニング

当社および日本原燃(株)は、前述の課題解決のため前処理が簡易かつ化学分離等が不要な誘導結合プラズマ質量分析装置(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer 以下 ICP-MS と略す)による質量分析に着目し、放射能分析を実施する前段階にスクリーニングを導入した。図3に質量分析導入後の評価フローを示す。スクリーニングでは、検査対象者の尿を採取した後、ICP-MSを用いた検量線法により、U-238濃度を測定する。なお、尿の濃縮度合を補正するため酵素法によるクレア

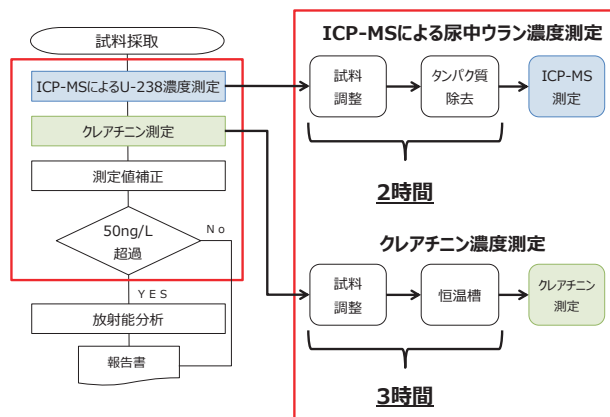


図3. 質量分析を導入した評価フロー

チニン測定を実施する。判定基準は預託線量から誘導した50ng/Lとし、基準値を上回る検体については放射能分析を実施することとしている。質量分析では前処理から測定までを1日で実施することが可能であり、クレアチニン測定についても同日に実施できる。

放射能分析と質量分析の比較表を図4に示す。

	放射能分析	質量分析
前処理等	5日	2時間
測定時間	22時間	5時間
補正用分析時間	—	3時間
使用試薬	10種類	4種類
使用試薬量	約500ml	約25ml
放射性同位元素の使用	有	無
同時測定数	6検体	15検体

図4. 放射能分析と質量分析の比較

### 4. 適用実績

2012年5月からスクリーニングを導入し、2019年3月までの約7年間で9064検体を対象に実施した。このうち、判定基準である50ng/Lを超過し、放射能分析を実施した検体は10検体であった。スクリーニング導入前は年間約480検体実施していた放射能分析が導入後は1~2検体となった。

### 5. まとめ

質量分析によるスクリーニングを導入することで、前処理の簡易化および作業時間の短縮に繋がり作業効率が大幅に改善された。試薬や放射性同位元素の使用量も削減でき作業安全性も向上した。また、検査対象者が1ヶ月あたり40名から120名に増加し、導入前に比べ3倍の検査が可能となった。

今後は、内部被ばく評価の精度向上、さらなる効率化の観点から、定期バイオアッセイと体外計測法から個人モニタリングにおける測定データの蓄積を進めるとともに、分析手法の検討も日本原燃(株)と協力しながら進めていきたい。

### 参考文献

[1] ICRP Publication78 作業者の内部被ばくの個人モニタリング (社)日本アイソトープ協会