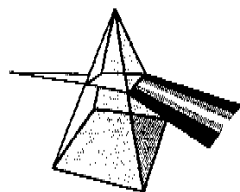


## 【技術報告】



# リサイクル機器試験施設 (RETF) 放射線管理設備の概要

高橋 哲郎 大脇 剛 石黒 信治  
瓜生 満 神 和美\* 二之宮和重\*<sup>2</sup>

東海事業所 建設工務管理室  
\* 東海事業所 安全管理部  
\*<sup>2</sup> もんじゅ建設所

資料番号: 105-6

Summary on Design of Radiation Monitoring System for RETF

Tetsuro TAKAHASHI Tsuyoshi OWAKI Nobuharu ISHIGURO  
Mitsuru URYU Kazumi JIN\* Kazushige NINOMIYA\*<sup>2</sup>

Construction &amp; Maintenance Office, Tokai Works

\* Health and Safety Division, Tokai Works

\*<sup>2</sup> Monju Construction Office

リサイクル機器試験施設 (RETF) は、高速炉燃料再処理技術の信頼性及び経済性の向上を目的として、主要な新型再処理プロセス機器を工学規模にて実使用環境下で試験を行うための施設である。

RETFに設ける放射線管理設備は、施設の運転員 (放射線業務従事者) 等の被ばくを十分低く抑えることを目的として各種の放射線管理設備機器より構成される。

これらの設備機器からの情報については、RETF内に設けた安全管理室にて集中管理を行う。また、再処理工場全体の放射線管理情報を統合化して管理するために、再処理工場 (分析所) の安全管理室に RETFの放射線管理情報の伝送を行う。

本稿では、RETF放射線管理設備のシステム構成、配置等について報告する。

*The Recycle Equipment Test Facility (RETF) is the facility to test the reprocessing process and the equipment using spent fuel from the Fast Breeder Reactors, the Monju and the Joyo.*

*The results obtained through the test will be reflected in design, construction and operation of the future plants.*

*The radiation monitoring system of the RETF consists of the radiation monitor which used optical transmission system.*

*An information of the radiation monitor is transmitted to health physics room of the RETF and the Tokai Reprocessing Plant (TRP).*

*It is used for radioactive management in the RETF, and for radioactive management of the whole Plant in the TRP.*

*This document reports the principles, the structure and the layout of the system design.*

## キーワード

高速増殖炉、リサイクル機器試験施設、再処理、放射線管理、放射線計測

FBR, RETF, Reprocessing, Radiation Monitoring

## 1. はじめに

リサイクル機器試験施設 (RETF) は、高速炉燃料再処理技術の確証を目的として主要な新型再処理プロセス機器 (レーザー解体試験機、連続溶解試験機、遠心清澄試験機、遠心抽出試験機等) を工学規模にて実使用環境下で試験を行うための施設である。

現在、施設の建設工事中であり、地上3階から上部の躯体工事を実施している。放射線管理設備

(以下、放管設備) は、内装工事と同様に躯体工事の終了した地下1・2階を対象として工事を継続している。

写真1に、平成9年9月現在の工事の状況を示す。

RETFの放管設備の設計方針は、再処理工場内の既存施設と同様に、放射線業務従事者等の被ばくの低減のための放射線管理情報の把握、制御室への放射線管理情報の提供等を行うこととしている。

さらに、再処理工場等の長年の放射線管理に係

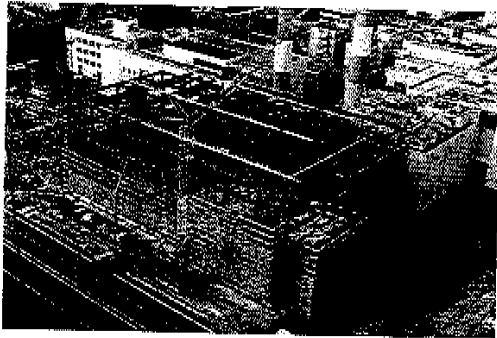


写真1 工事現況 (平成9年9月)

わる経験を活かし、かつ、放射線計測技術等の技術進歩を取り入れた設備設計を行い、放管設備のモニタの選定、モニタの配置、全体システム構成等を決定した。

以下にRETF放管設備の設計基本方針、設備の特徴、機器配置、システム構成等について概要を報告する。

## 2. 放管設備の設計基本方針

RETFの放管設備の設計基本方針は、RETFが再処理工場と同一の保全区域内に設けられることから、再処理工場の既存施設と同様に設定した。

- ① 一般公衆及び放射線業務従事者等の被ばくを十分低く抑えるため、作業環境管理、出入管理、個人被ばく管理等が十分行えるような性能、配置とするとともに、周囲からの影響を考慮した適切な場所に適切なスペースを確保するものとする。
- ② 異常事態においても線量当量率及び放射性物質濃度に関する情報を得られるように無停電電源供給を主体とし耐震性を考慮するものとする。
- ③ 保守、検査、点検が容易にかつ定期的に行われるものとする。
- ④ RETFの放射線管理に係わる各種情報は、再処理工場分析所安全管理室においても集中管理ができるように、それらの情報を伝送するものとする。
- ⑤ 原則として、放管設備の内、既存の放管設備等を使用することが可能な放射線管理項目については、既存設備等により対応を行うものとする。

## 3. 管理区域設定に係わる線量当量率等の基準

放射性物質を内在する施設の区域区分は、大きく「ホワイト区域」と「管理区域」に区分する。RETFの管理区域の設定に係わる線量当量率の

表1 管理区域の設定に係る線量当量率等の基準

| 区 分           | 基 準                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 外部放射線に係る線量当量率 | 300 $\mu$ Sv/週を超えるか、または超えるおそれのある場所                                                                                                                                                                                                           |
| 空気中放射性物質濃度    | 1週間についての平均濃度が告示第20号第7条第一号から第四号までに規定する濃度限度の10分の3を超えるか、または超えるおそれのある場所                                                                                                                                                                          |
| 表面密度          | 放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が<br>・ $\alpha$ 線を放出する放射性物質については4Bq/cm <sup>2</sup> の10分の1 (4 $\times$ 10 <sup>1</sup> Bq/cm <sup>2</sup> )<br>・ $\alpha$ 線を放出しない放射性物質については40Bq/cm <sup>2</sup> の10分の1 (4Bq/cm <sup>2</sup> )を超えるか、または超えるおそれのある場所 |

表2 区域区分と線量当量率

| 区 域 名                | 線量当量率 ( $\mu$ Sv/h)  | 備 考                           |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| ホワイト区域               | < 6.25 <sup>*1</sup> | 電気室など、汚染のない区域                 |
| グリーン区域               | $\leq 12.5$          | 操作区域など、平常運転時には汚染のない区域         |
| アンバー区域 <sup>*2</sup> | $\leq 500$           | 保守操作や一部工程を含む区域で、若干の汚染が考えられる区域 |
| レッド区域                | > 500                | セル内区域で汚染の考えられる区域              |

\*1: 1週間当たりの外部放射線に係わる線量当量については、300 $\mu$ Sv未満とする。

\*2: 線量当量率は作業の種類、内容によって設定する。例えば、作業頻度の比較的高い場所では、25 $\mu$ Sv/h以下におさえ、一方、立ち入る可能性の極めて低い場所に対しては500 $\mu$ Sv/h以下におさえる。

表3 区域区分と空気中放射性物質濃度

| 区 域 名  | 空気中放射性物質濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )                         |
|--------|----------------------------------------------------------|
| グリーン区域 | ・空気中の放射性物質濃度が、1週間平均で告示第20号第7条第一号から第四号までに規定する濃度限度の10分の3以下 |
| アンバー区域 |                                                          |
| レッド区域  | 上記の値を超える場所                                               |

基準を、表1に示す。

また、「管理区域」は、さらに「グリーン」、「アンバー」、「レッド」の3区域に区分して放射線管理を行う。

3つの区域区分に係わる基準を、表2、表3に示す。

## 4. 放射線管理の全体構成

放管設備の設計基本方針に基づいて図1に示すように、RETFの設計対象として実施すべき管理項目と既存の放管設備機器等の共用が図れる管理項目に区分して設計を実施した。

### (1) RETFの設計対象とする管理項目

施設ごとの特徴(プロセス、人物の動線等)を

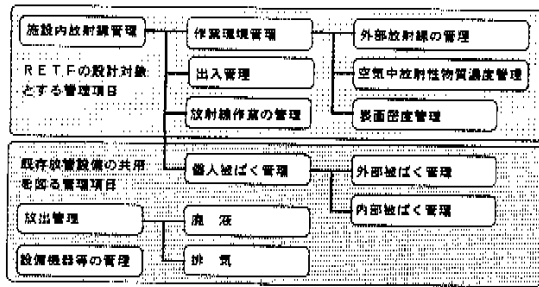


図1 放射線管理の全体構成

考慮した設計が必要となる施設内放射線管理として、以下の項目を対象とした。

#### 1) 作業環境管理

施設内の外部放射線に係る線量当量率(以下、線量当量率)の管理、空気中放射性物質濃度の管理及び表面密度の管理に係わる放管設備機器等の設計。

#### 2) 出入管理

管理区域への入退域者及び物品搬出入に係わる放管設備機器等の設計。

#### 3) 放射線作業の管理

施設内における大がかりな保守作業を想定した放射線作業に係わる放管設備機器等の設計。

#### (2) 既存放管設備の共用を図る管理項目

既存の放管設備を共用することが可能な管理項目として以下のものを対象とした。

##### 1) 個人被ばく管理

放射線業務従事者の個人被ばく管理は、管理手法が同一であることから、既存放管設備で管理を行う。

##### 2) 放出管理(廃液)

RETfの廃液は再処理工場に送液し、既存施設で処理することから、既存施設の放管設備で廃液の管理を行う。

##### 3) 放出管理(排気)

RETfの排気は、プロセス系のオフガスと建家換気系の排気の2つに区分される。

プロセス系のオフガスについては主排気筒から放出するために再処理工場に送ることから、既存の放管設備で放出管理を行う。

建家換気系の排気については、ガラス固化技術開発施設付属排気筒から放出するため、既存の放管設備で放出管理を行う。

##### 4) 設備機器等の管理

RETfに設ける放管設備機器については、既存施設の放管設備機器の中に含めて、一括管理

を行う。

## 5. 放管設備の特徴

RETfの放管設備設計に際し、最新の放射線計測技術等を積極的に導入した。その主な特徴は次のとおりである。

#### (1) 最新型検出器の採用

既存施設の更新工事等で、GM管検出器に代わりプラスチックシンチレータ検出器、半導体検出器が採用されつつあること、また他の原子力施設で光ケーブルを使用した計測信号の伝送が行われていること等を考慮して、 $\gamma$ 線エリアモニタ及びPuダストモニタに光伝送方式の半導体検出器を採用した。また、 $\beta(\gamma)$ ダストモニタに光伝送方式のプラスチックシンチレータ検出器を採用した。

#### (2) 線量当量率表示盤としての薄型ワイドCRTの採用

従来の線量当量率表示盤に比べ、より緻密な建家内の線量当量率情報を提示することが可能であること、また、管理区域内への入域時に留意すべき不定期な放射線管理情報(非正常作業等による立入制限区域等のガイダンス等)をもつことが可能であることなどから、壁面取り付けの容易な薄型ワイドCRTを採用することにした。

#### (3) 光伝送対応型OMラインの採用

OMライン(オペレーショナル・モニタリング・ライン)は、大規模な管理区域内の非正常作業を行うことを想定して、あらかじめ放射線管理区域内に設けたケーブルと端子箱により構成されている。RETfでは、モニタの光伝送化を想定して通常のケーブルと光ケーブルの両者を使用できるOMラインを採用した。

#### (4) 既存放管設備更新計画の採用

既存放管設備においては、放管設備機器の更新計画(能力の向上、省力化、小型化等の観点により既存設備を変更)に沿って、機器の更新が行われていることから、RETfの放管設備については、更新計画機器(APD(アラーム付きポケット線量率計)、 $\alpha$ 、 $\beta$ 同時測定ハンドフットクローズモニタ等)を採用した。

## 6. 放管設備の選定・配置

施設の放射線管理区域内の放射線環境条件を把握するために、リアルタイムでモニタリングを行う定置式モニタ設備と、定点をあるインターバルでモニタリングする設備等に区分して、施設の特徴に対応した選定・配置の検討を実施した。

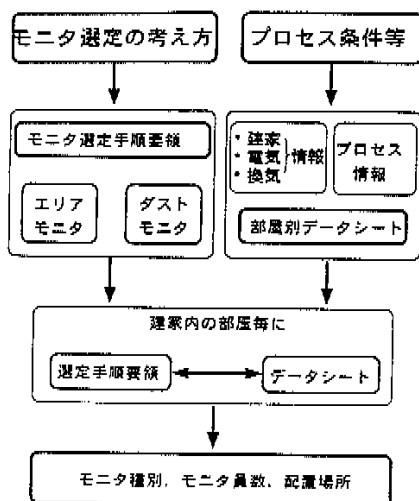


図2 モニタ選定・配置の検討フロー

図2にモニタ選定・配置の検討フローを示す。  
 (1) 選定・配置検討対象の放管設備  
 選定・配置検討の対象としたモニタの種別は、RETFのプロセス等を考慮して、以下の種類とした。

- 1) 定置式モニタ
  - ①  $\gamma$ 線エリアモニタ
  - ②  $\beta$  ( $\gamma$ ) 線ダストモニタ
  - ③ Puダストモニタ
- 2) 定置式モニタ以外の放管設備
  - ① OMライン
  - ② エアスニファシステム
  - ③ 各種サーベイメータ等による定期的な定点測定等

## (2) モニタ等の選定・配置

施設内の放射線管理区域に設置されるモニタについては、エリアモニタとダストモニタに区分し、放射線管理区域内の部屋別データシート及びモニタ選定手順要領に基づいて各部屋毎に実施した。

部屋別データシートは、放射線管理区域内各室(約100室)について、プロセス条件(線量当量率、作業頻度、作業内容、作業時間等)、プロセス機器配置条件(線源となる機器配置、換気の流れ等)等を、1部屋1枚(A3判)の表形式(表4に部屋別データシート記載項目を示す)で取りまとめたものである。

モニタ選定手順要領は、モニタ配置に係わる検討条件(放射性物質の取扱の有無、作業時間の長短、線量当量率の変動の有無、セル開口部の有無等)及び既存施設での設置例に基づいて、該当す

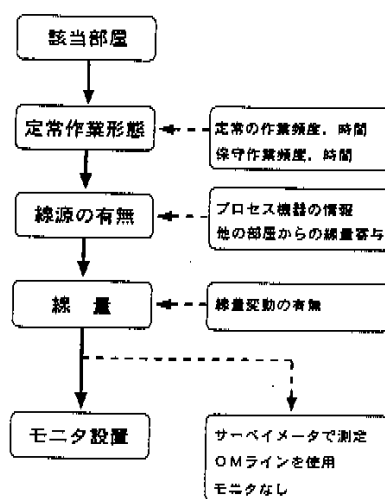


図3 モニタ選定手順要領(エリアモニタの例)

る部屋へのモニタの配置の有無・モニタの種別を選定するフローを示したものであり、エリアモニタとダストモニタに分けて作成した。図3にモニタ選定手順要領を示す。

なお、部屋別データシートは、他設備の設計(プロセス、プロセス機器等)進捗による内容変更に対応するためにパソコンにより作成することとした。

また、部屋別データシートは、モニタ選定・配置に係わる基本条件を含むとともに、施設の運転開始以降の放射線管理を行う上で重要な資料(特殊放射線作業計画立案時に必要となるプロセス条件、プロセス機器配置条件等の確認・評価に使用)となることから、RETFの放管設備の主要な監視場所となる第5安全管理室に設ける計算機端末上で運用できるようにした。

## (3) その他の放管設備の配置

定置式モニタ以外の放管設備として、ゲートモニタ、ハンドフットクローズモニタ、核種分析装

表4 部屋別データシートの記載項目

| 部屋条件       | 用途、床面積等               |
|------------|-----------------------|
| 立ち入り想定(運転) | 目的、人員、頻度、時間           |
| 動線         | 人の動線、物の動線、換気の流れ       |
| 環境条件       | 温度、湿度、給・排気口数          |
| 線量当量率想定    | 対象機器、遮蔽方法、部屋の線量当量率等   |
| 作業想定(保守)   | 対象機器、内包放射能、作業頻度、作業内容等 |
| モニタリング内容   | 項目、モニタ種別、台数、設置理由      |

置、可搬式測定器（サーベイメータ）等を計画している。

これらのモニタ機器等は、その使用条件、測定条件から、RETFの放射線管理区域内のアンバー区域、グリーン区域にそれぞれ配置した安全管理分室等に設置する。

## 7. 放管設備システム構成

再処理工場内の各施設における放管設備の基本構成を統一化することにより、放管設備の運用（監視、保守、点検等）の標準化を図った結果、RETFの放管設備のシステムは図4に示すように構築した。

このシステム構成をモニタ区分毎に説明する。

### (1) 定置式モニタのシステム構成

管理区域内の放射線環境測定を常時行う定置式モニタ設備は、 $\gamma$ 線エリアモニタ、 $\beta$  ( $\gamma$ ) 線ダストモニタ、Puダストモニタ、中間排気モニタから構成している。管理区域内の必要箇所に設置された検出器及び現場警報器と、安全管理室の放射線監視パネルの受信部及び警報変換部とを光ケーブルを介して接続し、放射線計測信号と警報信号の光伝送を行うこととした。

### (2) エアスニファシステムの構成

エアスニファシステムは、該当箇所の空気を常時吸引して、エアスニファヘッド内のろ紙に吸着させるシステムであり、エアスニファブロウとエアスニファヘッド、エアスニファブロウ制御盤により構成した。

エアスニファシステムの動作を常時監視するために、エアスニファブロウ制御盤から各種信号

（ブロウの作動信号、負圧警報信号等）を放射線監視パネルに伝送している。また、運転中のエアスニファブロウに異常が生じた場合でも、待機中のブロウを自動的に起動させることにより、吸引能力の低下を防止するシステムとした。

### (3) 副受信盤

再処理工場での従来方式では、定置式モニタ等の主要な警報は制御盤等に収納されているが、RETFの運転管理手法としてパネルレス方式を採用したことから、ここでは同様の警報表示等を行うために、独自の副受信盤を制御室に設けることとした。独自の盤としたことにより、従来型よりも盤の構成を自由に変更することができるため、運転管理部門に提供する情報の種類を増すことが可能となった。RETFの副受信盤では、既存型よりも緻密な情報提供を目的として、各種モニタ類の警報表示とともに、既存の計算機システムの端末を設けることとした。

### (4) 放射線管理情報の一元管理

RETFの安全管理室では放射線監視パネルを主体として、施設内の放射線管理情報の集中化が図られ、監視・管理業務等の一元管理が行われる。

また、RETFが将来的には再処理工場の保全区域内の施設として各種の試験運転を行うことから、再処理工場全体の放射線管理との連携を図る必要がある。これに対応するため、再処理工場の既存の放管設備との間に円滑なRETFの放射線管理情報の伝達を行なうために次のような取り合いを行うこととした。

#### 1) 定置式モニタ

計測情報をリアルタイムで既存の放射線管理

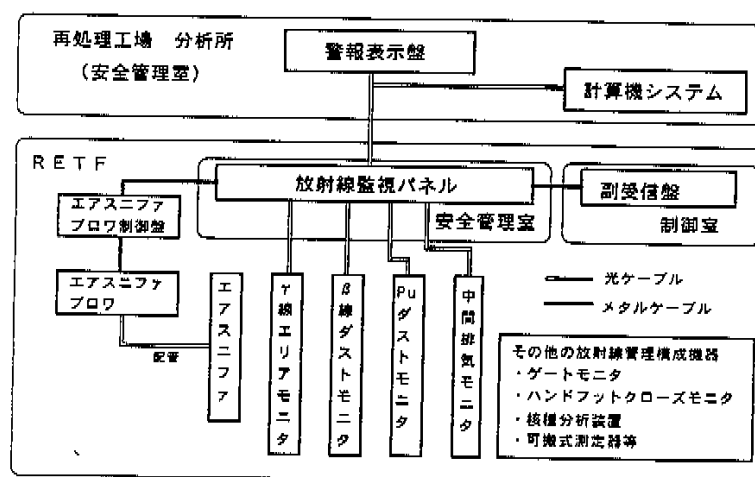


図4 放管設備のシステム構成

用計算機へ伝送するネットワークシステムを構築するとともに、各種モニタの警報信号を個別に伝送することとした。

## 2) その他の放管設備

定置式モニタを補完するために、エアスニファシステムのろ紙の計測データ、管理区域内の可搬式線量率計による定点観測データ等についても、計測装置または計算機端末への直接入力等により既存の計算機システムにバッチ式に伝送することとした。

## 3) その他

これらの取合を行うための手段として既存の放管設備の計算機ネットワークシステムを利用することとした。既存システムを利用することにより、RETF側の放管設備の設備規模を小さくすることができるとともに、RETF側においても、一元管理された再処理工場内の放射線管理情報を必要時に参照することが可能である。このための計算機端末を、RETFの制御室の補助盤、安全管理室等に設置した。

## 8. 安全対策

放管設備は、管理区域内の放射線業務従事者等の被ばくの低減を図るために、常時作業環境の放射線環境（線量当量率、放射性ダスト濃度等）を測定しており、連続監視が基本である。

このため、次のような安全対策を実施した。

### (1) 電源の2系統化

放管設備の電源は、非常用発電機に接続された電源を2系統で受電することとした。よって、電源系のトラブルで片系統がダウンしても、もう片方の電源系統に自動切替が行われることから継続

的な放射線管理を行うことが可能である。

さらに、放射線モニタ類についてはすべて無停電電源（系統毎に独立）より受電することとしたため、同様に連続監視が可能である。

### (2) 難燃性ケーブルの採用

ケーブルによる火災時の延焼を防止するため、放管設備で使用するケーブル類は、可能な限り難燃性ケーブルを使用することとした。

### (3) ブロワ類の2重化

エアスニファブロワ、中間排気モニタ等の真空ポンプについては、ブロワ類の故障による欠測を防止するために2重化するとともに予備機の自動起動を行うシステムを採用した。

## 9. おわりに

放管設備については、管理区域を有する施設ごとに、その特殊性を考慮した設備機器配置を行うとともに、関連する施設の放管設備のシステム構築の基本構成を合わせる必要となる。

RETFの放管設備においては、設備設計の早期段階から、設計・施工部門である建設工務管理室と施設完成後の運用部署である安全管理部放射線管理部門との共同作業を行うことができたので、全体システム構成、設備機器の配置等に有効な知見（計算機システムの更新計画、作業動線に合致した機器配置計画、既存システムの改善箇所等）を反映することが可能であった。

今後も、RETF建家工事及び内装工事と整合をとって設計・施工を進めて行く予定であるが、今までと同様に放管設備の運用部署と定期的な会合等を行い、放管設備の運用に係わるニーズの反映に努めて行く考えである。