



放射線管理測定の自動化 (走行式放射線モニタの開発)

関 昭雄 尾方 春美
堀越 義紀 白井 謙二
東海事業所安全管理部

資料番号: 67-9

Automatization of the Radiation Control Measurements
(Development of the Self Moving Survey System)

Akio Seki Harumi Ogata
Yoshinori Horikoshi Kenji Shirai
(Health and Safety Division, Tokai Works.)

プルトニウム燃料第三開発室は、「もんじゅ」や「常陽」の燃料を製造するとともに、実用化規模の燃料製造技術の開発を目的として建設された大型施設である。当該施設の燃料製造工程は、大量生産および作業員の被ばく低減の目的から、従来施設に比べ大幅な自動・遠隔集中制御方式が採用されている。

当該施設の放射線管理面においても、施設の大型化と燃料製造工程の自動・遠隔運転という条件に即した放射線管理システムを採用している。その1つとして、日常モニタリングの自動化を指向した走行式放射線モニタを開発導入した。

1. はじめに

核燃料物質使用施設や、再処理施設等における放射線管理は、それぞれの施設に合致した管理設備や管理手法で実施されている。

プルトニウム燃料第三開発室 (Pu-3施設) における放射線管理は、既設のプルトニウム燃料第一開発室 (Pu-1施設) および第二開発室 (Pu-2施設) での約20年間にわたる放射線管理経験をベースとし、かつ Pu-3施設の特長を考慮し実施している。

Pu-3施設の放射線管理面での特徴は、

- ① 工程運転が自動・遠隔化されている。
- ② 工程運転中には、工程室への作業員の入室が制限されるため、作業員に対しグローブボックスと工程室による二重の封じ込め機能がある。
- ③ 点検等で工程室に入室する場合は、中間保管庫内に線源が隔離される。

等が挙げられ、既設の Pu-1施設および Pu-2施設に比べ、大幅な放射線防護対策がとられていることである。

これらの施設の特長に相應し、放射線管理においても、放射線管理測定の自動化や遠隔化を目的とし

た設備機器を導入している。代表的なものとしては、定置式モニタシステムによる集中監視およびモニタリングデータの電算機処理化といった既存システムと、走行式放射線モニタおよび線量マップモニタといった開発機器がある。

本稿では、このうちの走行式放射線モニタについて、その概要と概略仕様、放射線に対する諸特性等について報告する。

2. 走行式放射線モニタ

2.1 全体構成

本走行式放射線モニタは、工程室を取り巻く外周廊下における外部放射線量率および表面汚染密度を自動測定する機器であり、管理区域内の地下1階、1階、2階の各階のあらかじめ定められたコースを移動する移動台車と、 γ 線検出器、中性子線検出器および α 線検出器を有する放射線測定装置から構成され、放射線測定装置には測定データや測定点情報等を記憶する記憶装置が組み込まれている。

写真1に走行式放射線モニタの外観を、図1にそのブロック図を示す。



写真1 走行式放射線モニタ

走行式放射線モニタは、あらかじめ床面に貼った誘導テープおよびパターンテープから、加減速、左右分岐、Uターン、測定点等の情報を読み取り、測定点で γ 線量率、中性子線量率および床面の α 汚染密度を同時に測定し、測定終了後、順次測定点を自動的に移動する。各測定点での測定データは、バブルカセットに記憶され、CPUインターフェイス装置を介してバッチ方式により放射線管理用電算機に送り、他の放射線管理データを合わせて情報処理される。

2.2 各部の仕様

(1) 移動台車

移動台車は、放射線測定装置を搭載して、定められたコースを自動走行する機能を有した台車であり、電源部、台車制御部、モータ駆動部、台車操作パネル、安全保護装置等から構成されている。走行制御

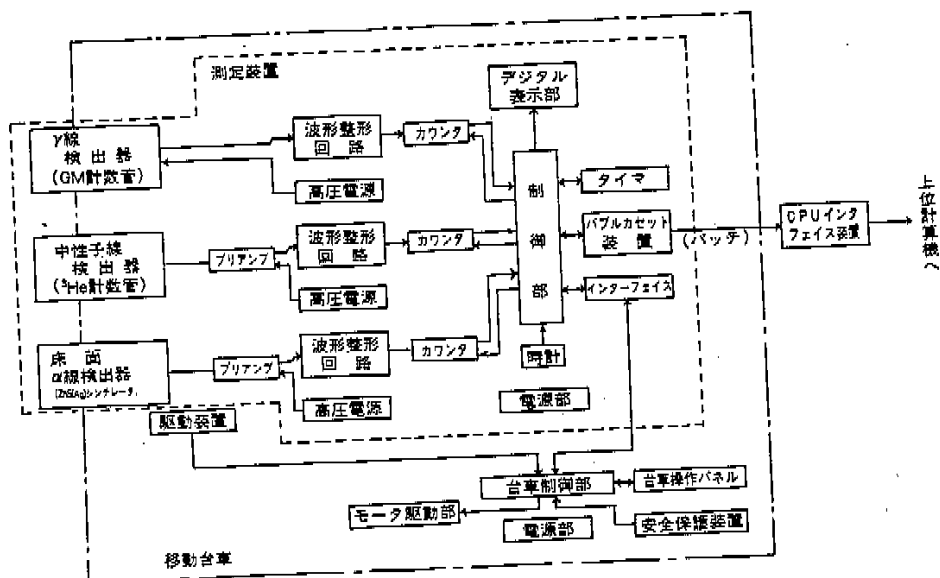


図1 走行式放射線モニタブロック図

表1 移動台車概略仕様

(1) 走行方式	光学誘導方式（リニアイメージセンサ使用）
(2) 光学誘導テープ	黒色ポリエステルテープ、誘導テープ幅 20mm、パターンテープ幅 15mm
(3) 走行速度	全速 42m/min、中速 約14m/min、低速 5m/min、最小回転半径 800mm
(4) 停止精度	定常時 ±20mm、非定常時 ±40mm
(5) 電源	シール鉛電池 51Ah/5HR DC24V
(6) 駆動機換向	サーボモータ DC24V 300W×2台
(7) キャスター	×3個 緩衝装置付
(8) 安全保護装置	安全用バンパー（停止スイッチ内蔵）×4、障害物センサー、緊急停止押釦×4
(9) 台車制御部	自動運転モード、手動運転モード
(10) 台車操作パネル	アラームおよび測定点No.表示、測定点指定パネル、バッテリー電圧計、台車状態表示ランプ

表2 放射線測定装置概略仕様

(1) γ 線検出器	GM 計数管 測定範囲 GM 管印加電圧	フィリップス社 ZP 1400 $10^{-1} \sim 10^3$ mR/h DC 500V $\pm$ 25V
(2) 中性子線検出器	^3He 比例計数管 中性子検出感度 測定エネルギー範囲 最大印加電圧	約 30 cps/mrem/h 0.025 eV $\sim$ 15 MeV DC 2 kV
(3) α 線検出器	ZnS (Ag) シンチレータ 測定範囲 検出感度 有感面積 使用電圧	1 $\sim$ 10^5 cpm 約 5×10^{-8} $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2/\text{cpm}$ 約 120 cm^2 DC 900V
(4) 測定装置 (制御部)	表示機能 タイマー 工学値変換 警報設定 制御 CPU 異常出力	γ 線、n線、 α 線 各測定値表示。 1 $\sim$ 999 秒 1 秒毎 デジスイッチ設定 1.00 $\times 10^0 \sim 9.99 \times 10^5$ デジスイッチ設定 γ 線、n線 0.0 $\sim$ 9999.9 mR/h α 線 0 $\sim$ 99999 counts 自動モード、手動モード 検出器異常、低圧異常、高圧異常、シーケンス 判定異常、バブルカセット異常、CPU 異常
(5) バブルカセット装置	バブルカセット	FBM-C128GA 128 Kbyte

方式としてリニアイメージセンサによる光学誘導方式を採用し、誘導テープおよびパターンテープに黒色ポリエステープを使用し、コースの変更や測定点の変更を容易に行える様にした。また、廊下を走行するため、作業員および機器等に対して安全を保障する種々の装置を装備している。

移動台車の概略仕様を表1に示す。

(2) 放射線測定装置

放射線測定装置は、 γ 線検出器 (GM 計数管)、中性子線検出器 (^3He 計数管)、床面 α 線検出器 (ZnS (Ag) シンチレータ) の各検出器と、測定回路および制御部、バブルカセット装置等から構成されている。各検出器系での放射線 (能) 測定は、移動台車からの測定点情報により測定が開始される。

測定の開始や測定時間の制御、および測定データ処理は制御部で行い、測定データは測定点情報とともにバブルカセット装置に記憶する。

放射線測定装置の概略仕様を表2に示す。

3. 諸特性試験および結果

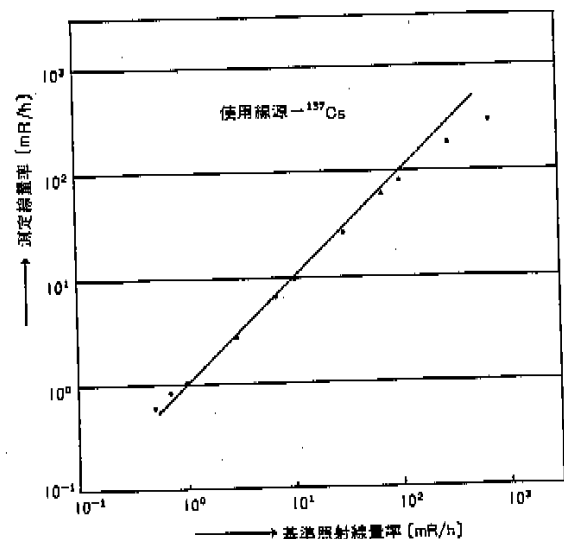
本走行式放射線モニタの特性について試験を行ったので以下に示す。

3.1 線量率直線性

γ 線検出器および中性子線検出器について、基準照射線量率 (線量当量率) に対する感度の直線性を調査した。 γ 線検出器については、 γ 線源として ^{137}Cs を使用し、0.5mR/h $\sim$ 700mR/h の線量率範囲

で照射した。この結果、 $\sim$ 500mR/h まで基準線量率に対する誤差は、 $\pm 10\%$ 以内で直線性は良好であった。500mR/h 以上では GM 管の数え落しの影響が確認されたが、測定回路にこの現象を防止するための空白検出ユニットが組み込まれており、使用環境では問題とならない。

中性子線検出器については、中性子線源として $^{241}\text{Am-Be}$ 、 ^{252}Cf を使用し、0.1mrem/h $\sim$ 200mrem/h の線量率範囲で照射した。この結果、基準線量率に

図2 γ 線検出器 線量率直線性

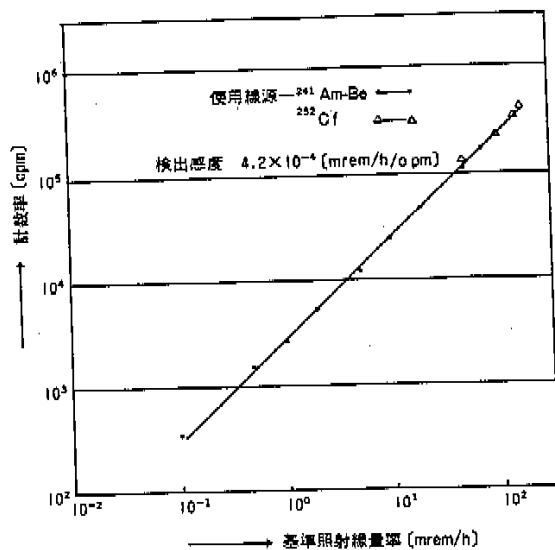


図3 中性子線検出器線量率直線性

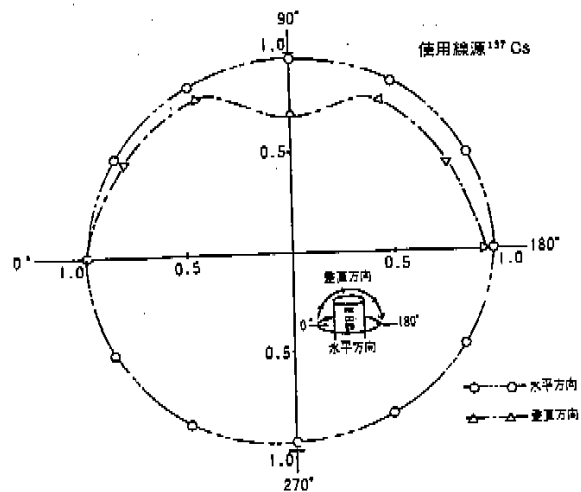
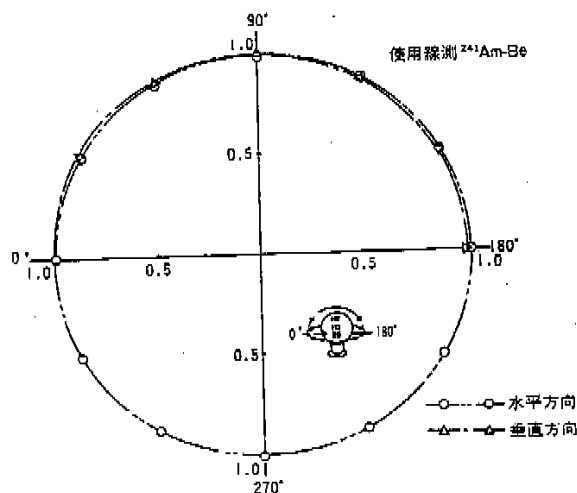
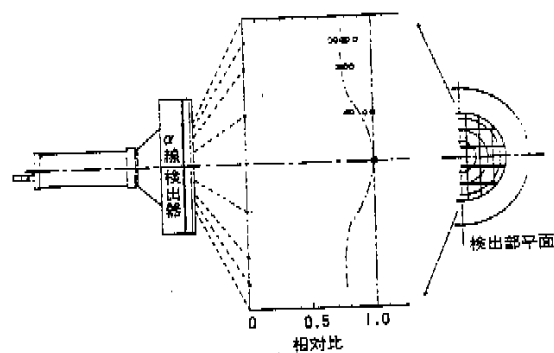
図4 γ 線検出器方向依存性

図5 中性子線検出器方向依存性

図6 α 線検出器感度特性

対する誤差は $\pm 10\%$ 以内で直線性は良好であった。
線量率直線性の調査結果を図2、図3に示す。

3.2 方向依存性

空間の放射線量率を自動モニタリングする目的から、 γ 線検出器および中性子線検出器は良好な方向依存性を持つ必要がある。 γ 線検出器および中性子線検出器について、方向依存性を調査した結果を図4、図5に示す。

3.3 感度の均一性

床面 α 線検出器は大面積ZnS(Ag)シンチレーシ

ョン検出器を使用しているため、検出位置における感度特性を調査した。ポイント線源として ^{241}Am (10 mm ϕ)を使用し、同心円状を4分割し各ポイントについての感度を中心感度との比として求めた。結果を図6に示す。感度のバラツキは中心感度1に対し、最低0.7、平均感度に対し $\pm 15\%$ 以内に分布している。

4. まとめ

放射線測定装置に係わる線量率直線性、方向依存性、感度特性とも実用上特に問題はない。移動台車に係わる光学誘導方式は、テープの使用によるコー

ス変更、測定点の変更等が容易である点と、高感度リニアイメージセンサカメラの使用で情報読み取りミスがない点で、本走行式放射線モニタに適した方式といえる。現在、本モニタによるモニタリング対象区域が外周廊下に限られるため、今後は装置の小型化・軽量化を検討し、適用範囲の拡大を図る必要がある。

5. おわりに

施設の放射線管理において、進めるべき自動化・

遠隔化の目的は、定常作業時の的確な作業環境の維持に係わる放射線（能）データ収集（採取・測定）の迅速化・省力化と、非定常作業時における質の高い放射線情報の収集であると考ええる。また、放射線管理のための機器は性格上、作業員との親和性が重要である（ちなみに本報で紹介した走行式放射線モニタは、施設従業員からの募集により愛称「モニ太郎」で親しまれている）。

今後、長年にわたる放射線管理経験をベースに、より高度な自動化を進める方針である。