



放射線映像化装置の開発

宮尾 英彦 池田 諭志
塩月 正雄 菅谷 敏克

大洗工学センター管理部

資料番号：68-7

Development of Radiation Image Display (RID)

Hidehiko Miyao Satoshi Ikeda
Masao Shiotsuki Toshikatsu Sugaya
(Administration Division, O-arai Engineering Center.)

放射性物質の分布および量を遠隔・自動にて測定し、映像化する手法として、放射線映像化装置 (Radiation Image Display: RID) を開発している。
ここでは試作 (プロト) 1号機の概要と評価試験結果を中心に報告する。

1. はじめに

放射性廃棄物の表面に付着した放射性物質等の汚染分布および汚染種の内部汚染の沈着状況を評価する方法としては、スミヤ法ならびにダイレクトサーベイ法が一般的に用いられている。

大洗・管理部廃棄物処理課 (以下 WMS) では、上記評価作業の作業効率向上、作業時の被ばくの低減および測定データの信頼性向上を目的として、放射性物質の分布状況を遠隔かつ自動にて測定し、映像化する「放射線映像化装置 (RID, Radiation Image Display)」の開発を行っている。

本装置の測定原理は、指向性を持つγ線検出器および距離計を測定対象汚染物に対して走査させ、得られた放射線情報および距離情報から、コンピュータにて10段階に色分割した1,500から9,000画素 (プロット) で構成される放射性物質分布画像 (評価画面) を作成し、それを TV 画面上に合成映像化するものである。これは中部電力㈱と富士電機㈱との間で原子炉施設内の空間線量率測定を目的として、開発・報告されている「放射線 TV」の測定原理を踏襲している。図1に測定原理図を示す。

2. プロト1号機の製作

WMS では、汚染密度分布の映像化の目的の下に

以下①～④の項目について技術的検討を行い、昭和61年度、放射線映像化装置プロト1号機 (写真1) を製作し、昭和62年度から基本的性能試験、適用評

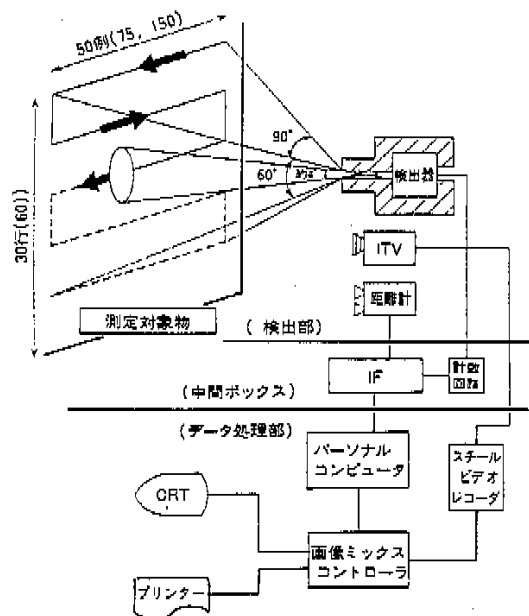
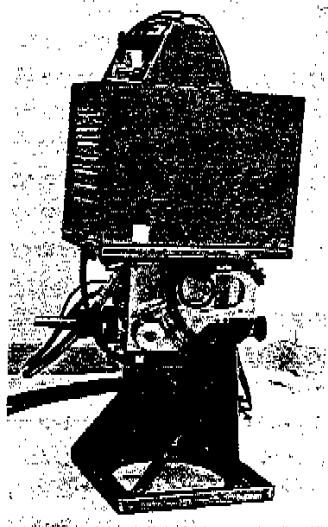
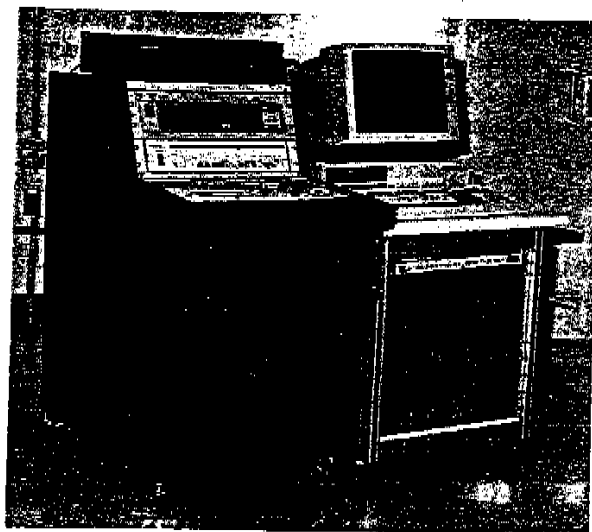


図1 測定原理図

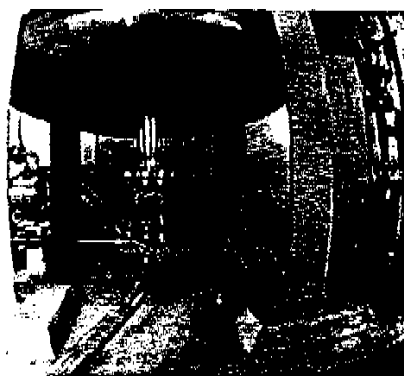


検出部

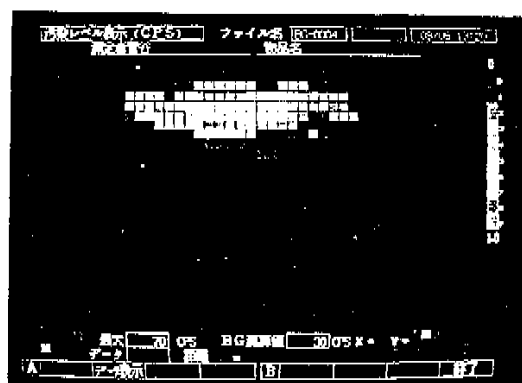


データ処理部

写真1 放射線映像化装置



TV画面



評価画面



合成画面

写真2 廃液タンクの測定例

価試験等を行っている。

- ① セル内汚染機器、表面汚染廃棄物、廃液タンク、配管等様々な測定対象への適用を図るため、CsI+フォトダイオードの組合せによるγ線検出器の利用、タングステンシールドの使用および中継ボックスの配置によつての「小型軽量化」
- ② 汚染部位を高精度に評価するため、γ線検出器とテレビカメラとを同軸上に配置および広角テレビカメラが生じる画面のズレをソフトウェアにて修正する等、TV画面と評価画面との「画像一致性の向上」
- ③ 既設配線等によるデータ伝送を可能とするため、多重伝送法の活用による「伝送配線数の減少」
- ④ 測定作業の高効率化を目的とした「演算速度の高速化」

また、昨今の映像技術の向上に伴い、映像の記録、印刷等の機器を積極的に活用している。写真2に実際の廃液タンクのTV画面、評価画面ならびに合成画像を示す。

3. 機器構成

プロト1号機は、γ線検出器、超音波式距離計、テレビカメラおよびこれらの動作駆動装置等を内蔵する上部ボックスから成る①検出部、放射線情報等を演算処理する16ビットパーソナルコンピュータならびに画像の合成記録・印刷を行う映像関連機器から成る、②データ処理部、検出器の小型軽量化、伝送配線数の減少を図るために、検出部とデータ処理部の間に信号変換機器、多重伝送ユニットおよびインターフェイス等を組み込んだ、③中継ボックスの3種類のハードウェアおよび評価計算用ソフトウェアより構成されている。なお、1画面の評価に要する時間は、測定（走査）時間、解析時間合わせて最短約15分である。

表1に本装置の主な仕様を示す。

表1 RIDの主な仕様

項 目	放射線映像化装置
検 出 器	CsI(Tl)+PD
検 出 器 寸 法	φ28×50(mm)
シールド材料	タングステン
シールド厚さ	5 cm
遮 蔽 能 力 (γ線エネルギー: 1 MeV)	約 1/100
検 出 部 重 量	約 45 kg
検出部全体寸法	300(W)×350(D)×850(H)(mm)
配 線 数	5 本
測 定 時 間	10分～60分(4段階)
解 析 時 間	約 3 分

4. 基本的性能評価試験

RIDによって求められる評価画面の信頼性を評価するため、標準線源等を用いた基本的性能に係わる以下①～③の評価試験を実施した。

- ① 検出限界値の評価
- ② ステレオ測定法による放射性物質の位置情報の抽出
- ③ 二度測定法によるBG計数値の評価

4.1 検出限界値の評価

単一の点線源を測定対象とする場合の検出限界値を評価した。試験は100μCiの⁶⁰Co線源(表面線量率10mR/h程度)を最短の測定時間である10分測定にて、測定距離をパラメータとして評価した。

電離箱サーベイメータ等の検出器では検出困難な2～3mの距離においても、RIDにより線源位置を把握することが可能である。

4.2 ステレオ測定法による放射性物質の位置情報の抽出

RIDは測定原理上、放射性物質の存在方向を明確に把握することは可能であるが、線源の3次元の位置情報を知ることはできない。

ただし、複数方向から評価画面を解析することによって線源位置を導出することができる。このような手法をステレオ測定と呼んでいる。

ステレオ測定によって得られる線源位置情報の誤差を、2個の線源を配置したSUS製円筒容器(360φmm×430hmm)を用いて評価した。評価結果を図2に示す。

④、⑤それぞれの測定位置から線源までの距離は400mm強に対し、線源位置情報のズレは20mm以内であり、本評価法の誤差は線源と検出器間距離の5%程度であると考えられる。

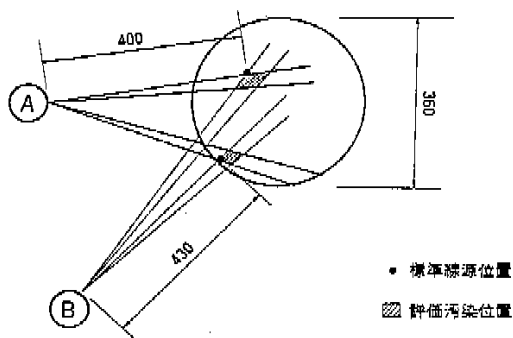


図2 ステレオ測定法の評価結果

4.3 二度測定法による BG 計数値の評価

線源位置方向に対するコリメータ遮蔽厚の変化および計測の統計誤差による BG 計数値のバラツキは、測定下限の上昇を生じる。

BG 計数値を低減する方法として効果的なものは、遮蔽能力の向上であるが、装置ハードリング性等の観点から重量の制限を設けざるをえない。

二度測定法とは、通常の測定値からコリメータ孔を塞いで測定した BG 計数成分を減算するもので、ソフト上均一に BG 値を減算する方法と比較して、より低汚染部位が映像化できることを評価結果より得ることができた。写真 3 に二度測定法と均一 BG

減算法の画像例を示す。

5. 適用評価試験

基本的性能試験に引き続き、動燃施設内の廃棄物、廃液タンクおよびセル内機器を対象とした適用評価試験を実施した。以下に得られた結果を記述する。

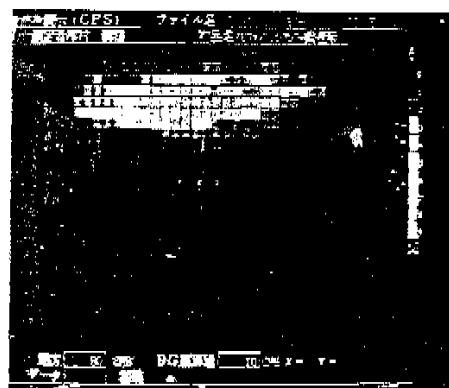
5.1 廃棄物の測定

FBR 照射後試験施設から発生した大型廃棄物および処理後の廃棄物を混入した 200ℓ ドラム缶、それぞれの測定結果を写真 4 に示す。

両評価結果とも、スポット的に存在する放射性物



均一BG減算法



二度測定法

写真 3 二度測定法と均一BG減算法の画像例

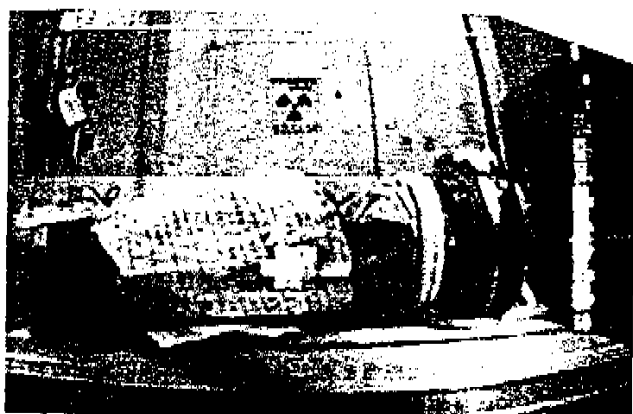


写真 4 廃棄物の測定



除染前



除染後

写真5 廃液タンク除染前・後の評価

質の存在位置を明確にできている。

5.2 タンク内除染前・後の測定

FBR 燃料集合体洗浄等の工程から発生する廃液の貯蔵処理タンクを高圧水を用いて除染した。除染前・後の映像をそれぞれ写真5に示す。

除染前に、タンク上部に観察される高汚染の沈着が高圧水の除染によって、タンク下部に移動した状況を認めることができる。



正面位置からの測定結果

5.3 セル内の汚染機器測定

軽水炉燃料再処理工程から発生した低レベル廃液を処理するアスファルト固化処理開発施設セル内の大型機器の測定を行った。

本測定試験では、ステレオ測定による高汚染部位の推定、計数値と表面線量率との関係等の評価を実施した。

(1) ステレオ測定による汚染部位の推定

対象物正面方向からと斜め方向からの2方向からのステレオ測定を行った。両画像を写真6に、汚染部位の評価結果を図3に示す。

本映像結果より、高汚染部位は装置上部内壁と推定された。

(2) RID 計数値と対象物表面線量率との関係

RID の測定原理は汚染量の評価に適しているが、測定部位周辺からの放射線の影響を受ける空間線量率については、定量化は困難であると考えられる。しかしながら、汚染核種が機器（内壁）表面に存在

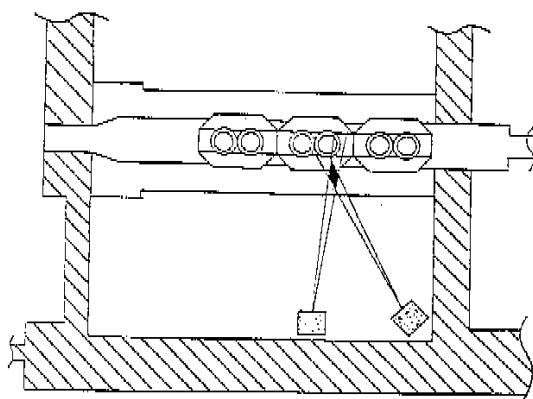


斜め前からの測定結果

写真6 セル大型機器評価画像

している面線源と考えられる場合、機器表面における線量率に寄与する放射線は、測定部位に近接した汚染核種からのものが主となると考えられる。

そこで、本対象のRIDの測定計数率と電離箱式サ



測定位置
評価汚染位置

図3 汚染部位の評価結果

ーベイメータを使用した表面線量率との関係の評価した。

図4に両者の関係を示す。ここでは100CPSを超える領域では、両者の間にほぼ直線関係が得られている。

セル機器の更新作業時において必要とされる機器表面線量等の情報の評価については、今後もRIDにて試験評価を進めていく。

6. おわりに

以上、今回試作したRIDプロト1号機の概要、基本的性能評価試験および適用評価試験の結果を記述した。これらの結果から本装置の有効性は実証されつつあると考えている。

しかしながら、今後RIDを放射性物質の量および

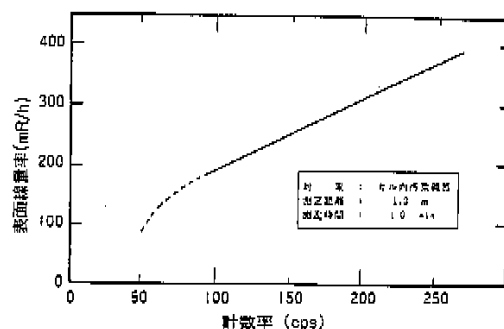


図4 RIDの計数率と電離箱サーベイメータの表面線量率との関係

分布を評価する手法として広く適用していくためには、測定データの信頼性向上・データの定量化をはじめ、機器の耐久性、操作性等のハードウェアの信頼性向上について、さらに改良を重ねていく計画である。

WMSでは施設の運転、管理のための放射性物質の分布および量の評価作業に対して本装置を適用していくとともに、今後実施する施設および設備機器のデコミッショニングを安全かつ効率的に行うための測定評価技術として本技術を積極的に活用していく計画である。

参考文献

- 1) 香谷敏克、塩月正雄、間野正、宮尾英彦：原子力学会「昭63年要旨集」、G6 (1988)
- 2) 中部電力㈱、富士電機㈱：公開特許公報、昭59-54985、昭60-227186、昭61-212782、昭61-212782
- 3) PNC SN9410 87-136 廃棄物処理課業務成果報告