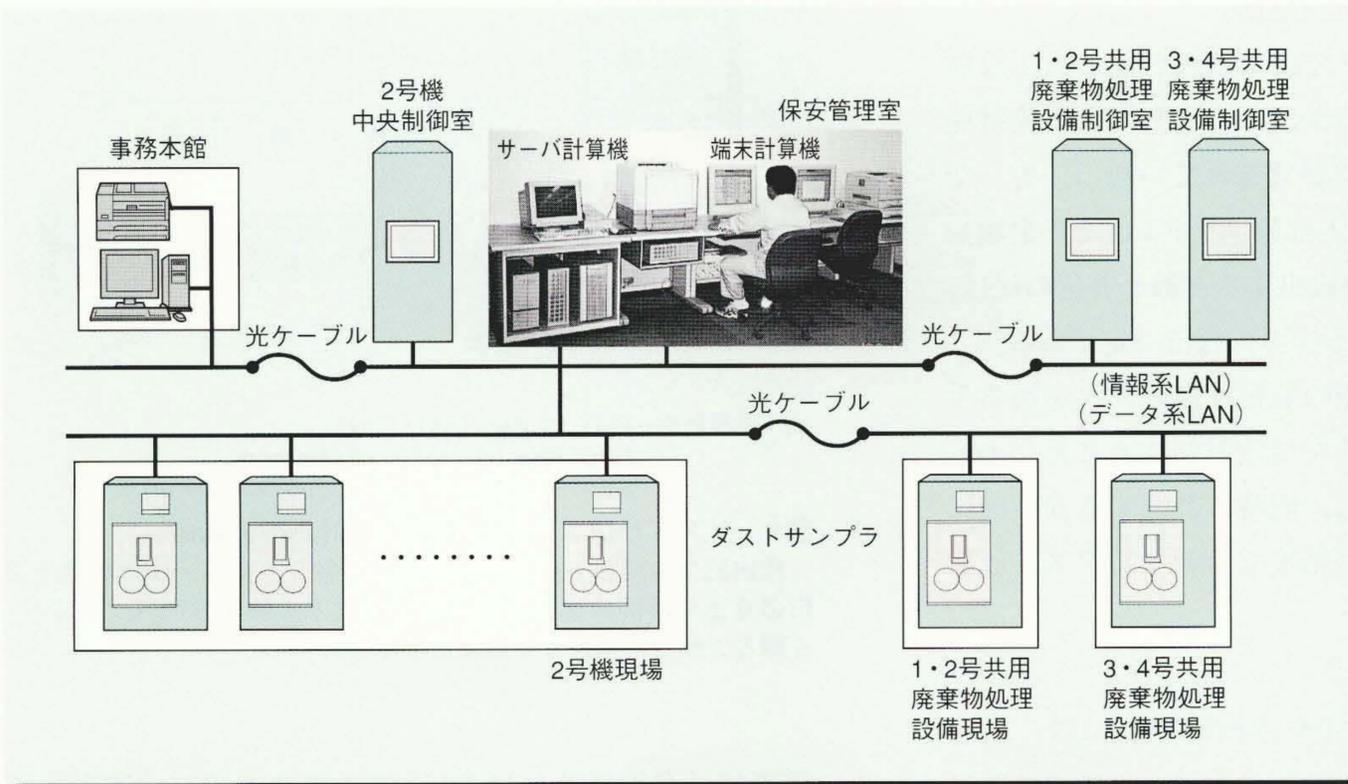


α , β 線同時弁別計測による 高性能ダスト放射線モニタシステム

High-Performance Dust Radiation Monitoring System by
Simultaneous Discrimination of α and β Rays

海原明久 Akihisa Kaihara 有馬 博 Hiroshi Arima
生井 誠 Makoto Namai 桑原 均 Hitoshi Kuwabara



東京電力株式会社福島第二原子力発電所保安管理室とダスト放射線集中監視システムの構成

空气中塵埃(じんあい)の α 線と β 線を同時監視することにより、気象などの状況で変動する天然放射能(ラドンなど)をリアルタイムで識別し、人工放射能を高精度で監視できるシステムを開発し、国内で初めて原子力発電所に採用された。これは、汎用LANを用いた最新のデータ管理システムであり、端末計算機でトレンド監視(3年間分)や、現場機器操作などの集中管理を可能としている。

原子力発電所では、各エリアの空气中的塵埃を収集して放射能を監視するダスト放射線モニタを設け、作業者の被ばく管理や作業管理を行っている。従来のダスト放射線モニタは、自然界の天然放射能にもよく感応するため、ダスト放射線モニタの放射能計測値の変動が天然放射能によるものか、人工放射能によるものかをリアルタイムで識別することが困難であり、この課題の解決が望まれていた。

このために、主な天然放射能が α 線と β 線を放出するラドンとその崩壊生成核種であることから、 α 線と β 線を1台の検出器で同時弁別計測し、その α 線と β 線の量の比から天然放射能を識別することにより、人工放射能の監視性能をこれまでよりも大幅に向上させるシステムを開発した。また、ダストサンプラ装置を単独で運転が可能な自律分散システムにするとともに、情報監視では、高性能情報制御サーバと汎用LANを用いた最新のデータ管理システムを採用し、保安管理室などでのトレンドデータ監視や現場機器操作などの集中管理が可能な、オープンで拡張性の高いシステムを構築した。

1 はじめに

原子力発電所では、発電所内の空气中的塵埃に含まれる放射能(β 線)を監視するため、沍紙に集じんして計測する各種タイプのダスト放射線モニタを使用している。このダスト放射線モニタは、建屋内換気(空調)や気象(雨天, 昼夜)状況などによって変動する天然放射能にもよく感応する。このため、従来のダスト放射線モニタでは、計測した β 線放射能値が変化した場合に、その要因が天然放射能によるものか、人工放射能によるものかをリアルタイムで識別することが困難であり、この課題の解決が望まれていた。

このような背景から、天然放射能(主にラドンとその崩壊生成核種)をリアルタイムで識別し、高精度で人工放射能(β 線)の監視が可能なダスト放射線モニタを開発した。このたび、このシステムを、東京電力株式会社福島第二原子力発電所に納入した。

ここでは、このシステムの概要について述べる。

2 集中管理型ダスト放射線モニタシステム

東京電力株式会社福島第二原子力発電所第2号機、1・2号共用廃棄物処理設備および3・4号共用廃棄物処理設備用ダスト放射線集中監視システムは、約15点の塵埃採取点を弁で切り替えて自動計測するダストサンプラ装

置(6セット)と、保安管理室や事務本館などで集中管理するダスト放射線監視システムで構成する。

このシステムの主な特徴である天然放射能と人工放射能の識別、保守性の向上、および一括集中管理化について以下に述べる。

2.1 天然放射能と人工放射能の識別

従来のダスト放射線モニタでは天然放射能と人工放射能の β 線総量を計測しているが、そのうちの人工放射能成分のリアルタイムでの識別が望まれていた。一方、空气中に存在する天然放射能の大部分はラドンとその崩壊生成核種であり、天然放射能が放出する α 線と β 線の比は、環境条件が大きく変化しないかぎり、ほぼ一定である。

このことから、人工放射能の監視性能の向上を図る手法として、天然放射能の α 線を計測監視することによって天然放射能の影響を評価し、同時に計測する β 線内に含まれる人工放射能成分を高精度で監視するダスト放射線モニタを開発した。

2.2 保守性の向上

ダストサンプラ装置の保守や点検時などには、汎用LANから切り離すローカルモードを設け、ダストサンプラ装置を単独で運転できるようにした。また、従来は、定期的に行う β 紙交換時に、可動ユニットの引き出しや密閉箱の解放などが必要であったが、 β 紙位置をダストサンプラ装置前面に配置し、 β 紙の交換が容易に行える構造にするなどの完全前面操作化により、保守性を向上した。

2.3 一括集中管理化

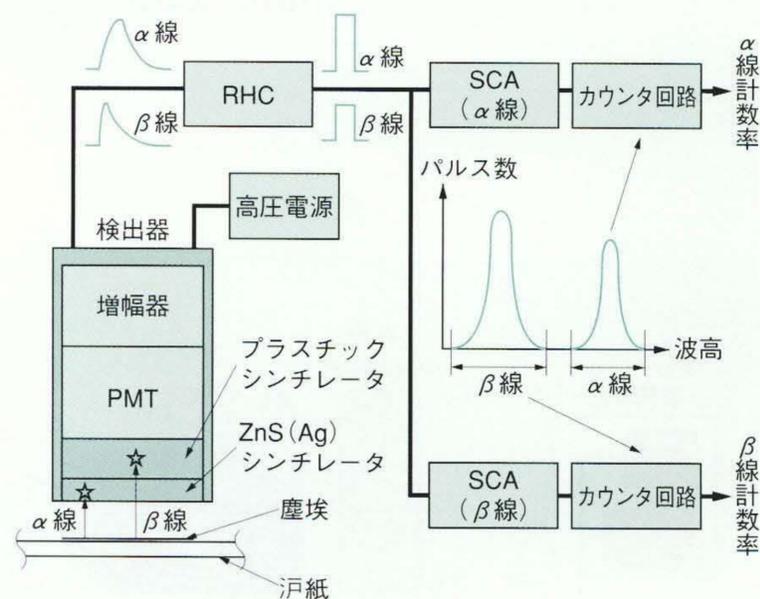
各建屋に複数台設置されるダストサンプラ装置の計測データ(放射能濃度情報など)を一括集中管理するため、サーバ計算機は、汎用LANでデータを収集するとともに、保安管理室、中央操作室、事務本館などの端末に情報を提供している。

各端末では、各ダストサンプラ装置が計測している現在の放射能濃度を任意に監視でき、特に保安管理室の端末では、各ダストサンプラ装置の β 紙採取点の切換や採取時間の設定などの遠隔操作が可能であり、一括集中管理化により、監視性と操作性の向上を図った。

3 ダストサンプラ装置

3.1 α 線、 β 線弁別方式

α 線と β 線を同時に計測するための検出器は、 α 線検出用のZnS(Ag)と β 線検出用のプラスチックシンチレータを重ねた、実績のある複合型検出器である。 α 線と β



注：略語説明 PMT (Photomultiplier Tube)
RHC (Rise Time to Height Converter)
SCA (Single Channel Pulse Height Analyzer)

図1 ダストサンプラ装置の放射線計測部の構成

検出器で α 線と β 線を同時検出し、各シンチレータでの発光波形の立上り時間の違いを利用して弁別する波形弁別方式により、 α 線と β 線を効率よく分離測定する。

線の信号弁別回路には主に「波高弁別方式」と「波形弁別方式」があるが、 α 線と β 線の弁別特性が優れている「波形弁別方式」を採用した。

ダストサンプラ装置の放射線計測部の構成を図1に示す。検出器で α 線と β 線の信号を同時に検出し、後段のRHCに送る。RHCは α 線と β 線のパルス波形の立上り時間の違いをパルス波高の違う二つのグループに効率よく分離し、この二つのグループの信号をそれぞれ α 線信号と β 線信号として後段のカウント回路に出力する。 α 線信号と β 線信号の相互間の混入率については、それぞれ α 線の β 線信号への混入率1.0%以下、 β 線の α 線信号への混入率0.1%以下を実現し、天然放射能の放射能計測値への影響を判断する α 線計数値と β 線計数値の比の監視精度を大幅に向上した。

3.2 リアルタイム計測

空气中的の塵埃の放射能はきわめて少ないので、ポンプで吸引した空気を β 紙を通して集じんし、計測する必要がある。そのため、計測の時間ずれが生じないように集じんしながら計測を行う方式とし、リアルタイムで連続して α 線と β 線を同時に計測できるようにした。

また、集じん時間などは状況に応じてユーザーが任意に設定でき、計測値は、放射線管理データとして提供される。主なデータはダスト放射能濃度や $\alpha \cdot \beta$ 計数比などであり、放射能濃度変動時の天然放射能の影響をリア

ルタイムで判断できるようにした。

さらに、ダストサンプラ装置はサーバ計算機が停止しているときでも単独運転が可能であり、計測データを継続して蓄積できる自律分散構成である。

3.3 監視・操作性、保守性の向上

ダストサンプラ装置の保守のうち頻度の高いものは、現場での汙紙交換である。従来は、検出器と90 m巻き汙紙を含む集じん部全体を密閉箱に収納していたことから、汙紙の交換や状態確認のためにはポンプを停止し、密閉箱を開く必要があった。

これを改善するため、これまでは平面に配置していた汙紙を前面の垂直面に配置し、密閉部は検出器と汙紙集じん部だけにすることにより、汙紙の交換や状態監視を容易に行うことができる構造にし、保守性の向上を図った。また、マスフロー流量計による流量制御では、集じんポンプを最適負荷状態で運転する方式を採用し、ポンプの定期交換部品の長寿命化とメンテナンス頻度の低減を図った。

一方、従来のスイッチや表示器類は、タッチ式カラーディスプレイ上に表示するとともに、汙紙交換時のガイダンス表示などもディスプレイでサポートしており、監視・操作性と保守性を向上した(図2参照)。

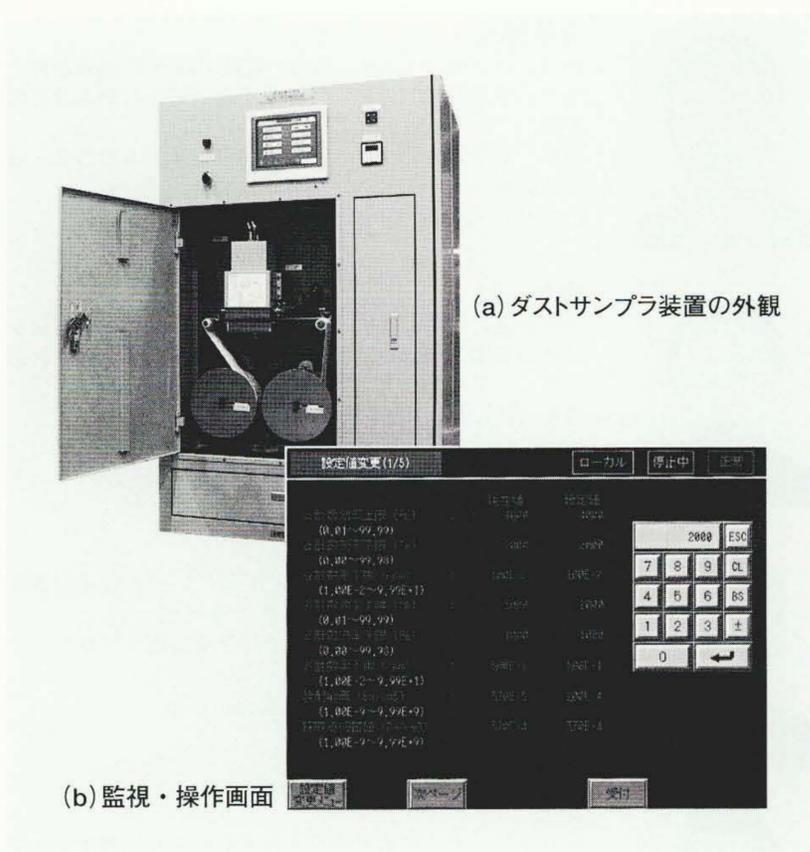


図2 ダストサンプラ装置の外観と監視・操作画面

汙紙(90 m巻き)を前面に配置して定期交換を容易にするとともに、集じん部を小型化し、保守性を向上させた。また、タッチ式カラーディスプレイにより、監視・操作性を向上させた。

4 ダスト放射線監視システム

4.1 システム構成

従来、ダストサンプラ装置の計測データは保安管理室などの記録計に記録されており、ダストサンプラ装置の操作は、保安管理室内操作盤のスイッチで行われていた。これに対して、近年の監視の高度化や操作の省力化のニーズにこたえるため、ダストサンプラ装置の計測データを汎用LANを経由してサーバ計算機でリアルタイムに収集し、中央制御室、保安管理室、事務本館などの端末にその情報を提供する、オープンで拡張性の高いシステムにした。

このシステムの主な特徴は、以下のとおりである。

- (1) 小型監視制御サーバ計算機、汎用LAN、および冗長化大容量記憶装置の適用
- (2) マルチウインドウ方式によるCRT台数の削減と、マウスによるダストサンプラ装置の遠隔操作
- (3) 日立製作所の従来システム比で、設置面積を約50%縮減

4.2 ヒューマンインタフェース

各端末に提供される情報は、警報、トレンド画面、各塵埃採取点(約80点)の計測データ画面などの形で表示されるとともに、帳票としても出力される。

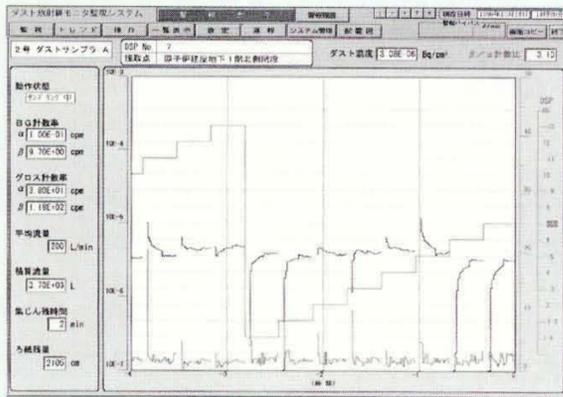
また、機器の操作は、従来のハードウェアスイッチの操作と違和感がないように、画面に表示されたボタンをマウスで操作する方式とし、連続運転しているダストサンプラ装置を保安管理室から遠隔操作が可能な集中監視・操作方式である。

遠隔監視・操作画面では、各ダストサンプラの汙紙の動作状態、交換タイミング、切換弁の状態、測定スケジュールなどを表示し、運転状態が一目で把握でき、一括集中管理が可能である(図3参照)。

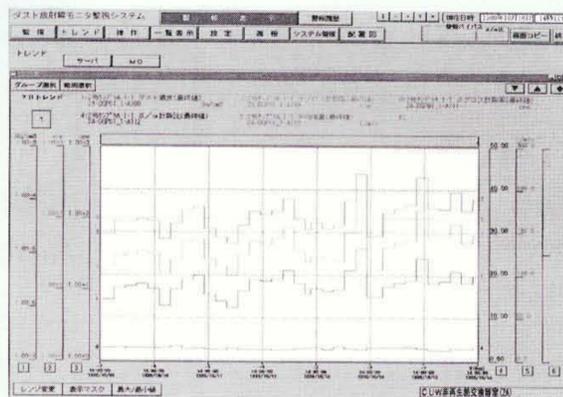
これらの各画面は、マルチウインドウ環境、高精細(1,280×1,024ドット)、およびフルカラー(6万5,000色)の特徴を生かし、集中監視・操作がしやすいように配慮している。

4.3 計測データ管理

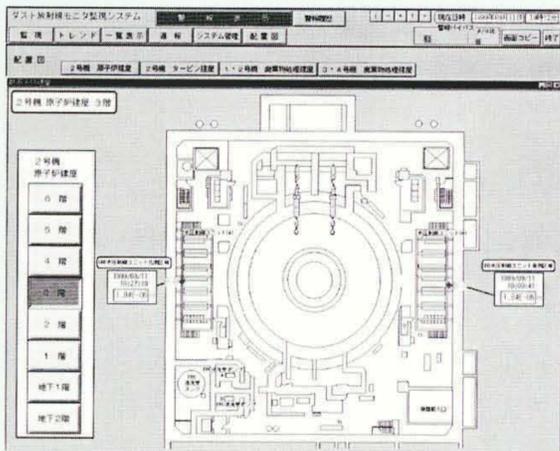
サーバ計算機は、停止後の再立ち上げ時にダストサンプラ装置で蓄積している過去1週間分の計測データを一括収集し、停止中の計測データの欠損を補充する機能を備えている。また、サーバ計算機のデータベースとして、各ダストサンプラ装置の計測データや機器操作結果、警報状態など3年間分を冗長化大容量記憶装置に蓄えるこ



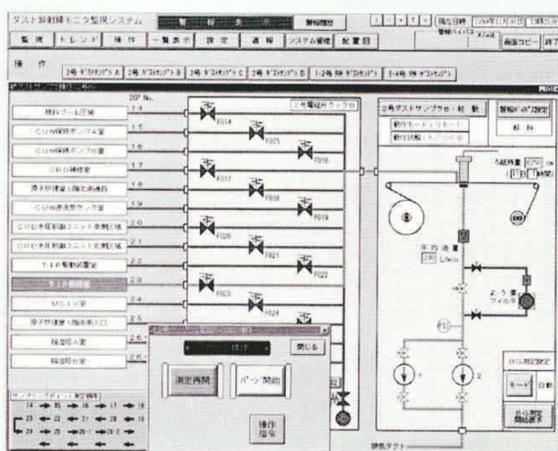
(a) リアルタイム計測画面



(b) トレンド画面



(c) 建屋別配置図画面



(d) 遠隔監視・操作画面

図3 端末の監視画面

各塵埃採取点の計測値をリアルタイム計測画面(a)でリアルタイム表示するとともに、トレンド画面(b)で各採取点の過去3年分の放射能トレンドが任意に表示でき、放射能濃度の傾向把握、解析などが容易に行える。

また、塵埃採取点と、その点の現在の放射能濃度を建屋別配置図画面(c)上に表示し、監視性を向上させている。

遠隔監視・操作画面(d)では、ダストサンプラ装置の状態監視と保安管理室からの遠隔操作による、一括集中管理が可能である。

とで、データ管理を容易にしている。

このデータベースに蓄えた計測データは、塵埃採取点と日時を各端末で指定することにより、トレンド表示を行うとともに、表計算などの流通ソフトウェアで自在に扱うことが可能であり、傾向の把握や過去のデータとの比較などの解析が容易に行えるように構成している。

5 おわりに

ここでは、人工放射能の監視性能を向上させるとともに一括集中管理方式とすることにより、監視・操作性と保守性を向上させた新型ダスト放射線モニタについて述べた。

これは、原子力発電所のダスト放射線モニタの高度化というニーズを先取りしたものであり、このシステムの柔軟性と拡張性を生かし、適用拡大に向けて積極的に対応していく考えである。

終わりに、このシステムを完成させるにあたっては、東京電力株式会社の関係各位から多大なご指導とご協力をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げます。次第である。

参考文献

- 1) 安部, 外: 環境放射線モニタリング, 財団法人 原子力安全研究会(1987.7)

- 2) 早川, 外: 続 大気中のラドン族と環境放射能, 社団法人 日本原子力学会(1990)

執筆者紹介



海原 明久

1971年日立製作所入社、電力・電機グループ 情報制御システム事業部 制御設計本部 原子力制御システム設計部所属
現在、原子力発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事
E-mail: a-kaihar@omika.hitachi.co.jp



生井 誠

1977年日立製作所入社、電力・電機グループ 情報制御システム事業部 制御設計本部 原子力制御システム設計部所属
現在、計算機システムの設計業務に従事
E-mail: m-namai@omika.hitachi.co.jp



有馬 博

1981年日立製作所入社、電力・電機グループ 原子力事業部 企画本部 サービスプロジェクト部 所属
現在、原子力発電プラントの予防保全計画・プロジェクト取りまとめに従事
E-mail: hiroshi-arima@pis.hitachi.co.jp



桑原 均

1981年日立エンジニアリング株式会社入社、機電システム本部 制御システム第一部 所属
現在、放射線計測システムの開発・設計に従事
E-mail: h-kuwaba@omika.hitachi.co.jp