

環境放射線モニタリングシステム

特集1

加藤 勉 (かとう つとむ)

塩入 正敏 (しおいり まさとし)

酒巻 剛 (さかまき つよし)

1 まえがき

環境放射線モニタリングシステム（以下、本システムという）は、原子力施設の周辺監視区域境界および周辺地域の環境放射線レベルを測定・監視するものである。

また、原子力施設の運転に対する一般公衆の理解を得ることを目的として、本システムの測定データを一般公開するとともに、国や地方自治体にデータ伝送することが要求されており、重要な設備として位置づけされている。

近年、新規原子力施設の建設が少ないため、本システムの工事においては更新工事が主体となっている。

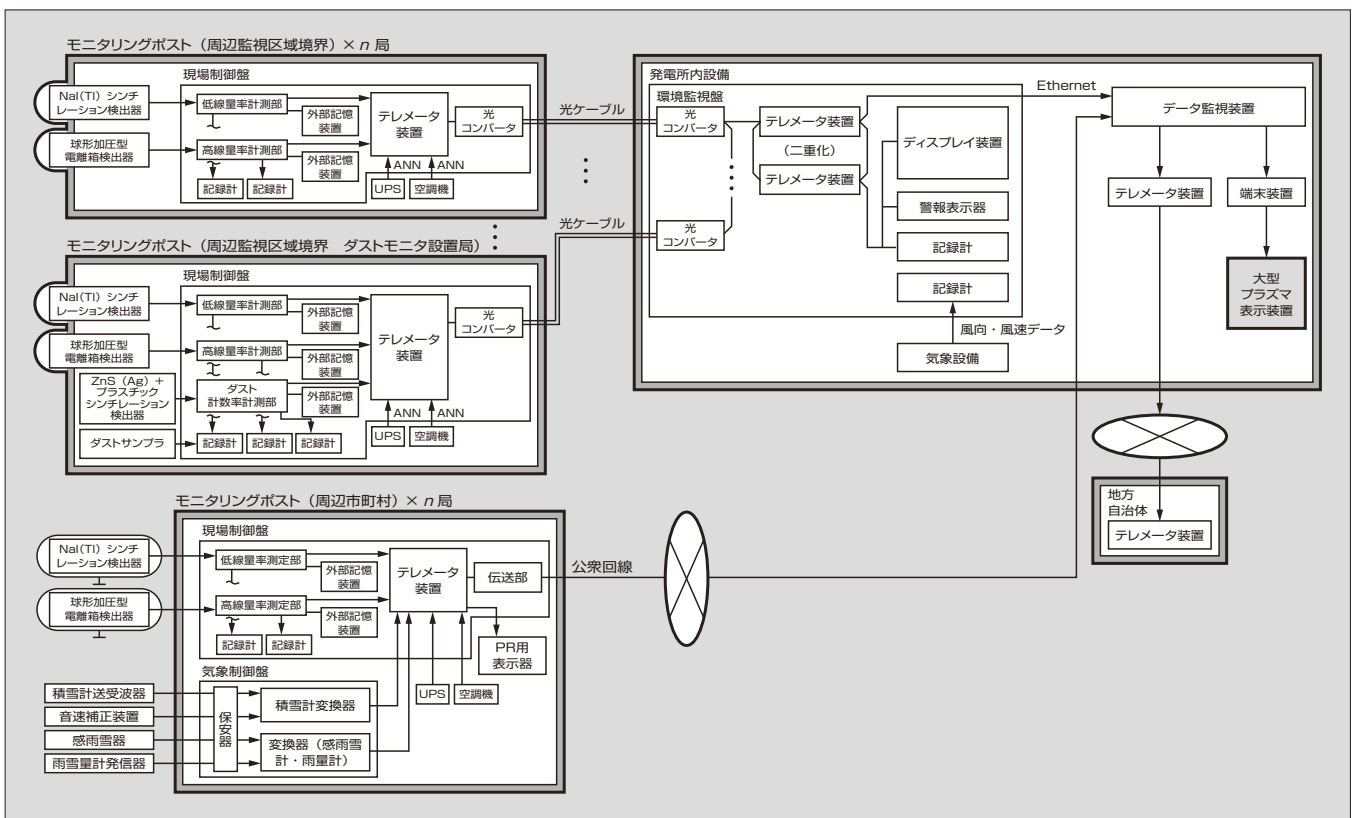
本稿では、本システムの概要と測定データの信頼性向上

を目指して開発した新しい機能を紹介するとともに、設備の性質上、更新時の欠測期間の短縮と新旧測定データの差の把握が大きな要求事項であるため、更新方法の一例について紹介する。

2 本システムの概要

本システムは、周辺監視区域境界に設置するモニタリングポスト〔線量率測定装置（低レンジ、高レンジ）、ダストモニタ、気象観測設備、テレメータ装置〕と中央制御室に設置する環境監視盤およびデータ監視装置で構成される。図1にシステム構成例を、図2にモニタリングポストの設

図1 システム構成例



加藤 勉
放射線機器・システムのエンジニアリングに従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部放射線システム統括部放射線システム部。



塩入 正敏
放射線機器・システムのエンジニアリングに従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部放射線システム統括部放射線システム部課長補佐。



酒巻 剛
放射線モニタ、放射線装置などの開発・設計に従事。現在、富士電機システムズ株式会社生産本部東京工場放射線装置部主任。

図2 モニタリングポストの設置例



図3 モニタリングカーの例



置例を示す。

さらに、本システムの一部として、モニタリングポストの補完的測定や緊急時対応のために、移動可能なモニタリングカーを備えている場合もある。モニタリングカーは、線量率測定装置（低レンジ、高レンジ）、ダストモニタ、気象観測装置、衛星携帯電話、データ監視装置および市販車を改造した車両で構成される。図3にモニタリングカーの例を示す。

③ 本システムの更新

更新においては、富士電機の最新システムを納入するとともに、富士電機が得意とする検出器から計算機システムまでの総合システム設計を駆使して、下記のポイントに重点を置いている。

- 測定データの信頼性の向上
- コストの低減化
- 欠測期間の短縮化
- 新旧測定データの差の把握

3.1 新技術（測定データの信頼性の向上）

(1) 線量率測定装置

(a) スペクトルデータの出力機能

図4 ダストモニタ



計測部はスペクトルデータ収集機能を具備しており、 γ 線エネルギー情報から放射性同位元素の同定を行うことができる。このスペクトルデータをあらかじめ四つのエネルギー領域に分割設定できる機能を設けて、それぞれの放射線の量を把握することを可能とした。例えば、このエネルギー領域を自然放射線領域、人工放射線領域、放射線治療に使用される放射線のエネルギー領域に設定することで、測定値上昇の要因がどのエネルギー領域の放射線によるものかを把握することが可能である。

(b) ゲイン自動補正機能

検出系のゲインドリフトを自動補正する機能を開発し、測定データの信頼性向上を図った。ゲインドリフトの対策として、検出器内にLED光源を挿入し、基準パルスを常時検出素子に入力し、そのピークチャンネル位置を分単位でチェックする機能を設けた。測定したピークチャンネル位置が基準チャンネルから規定値以上ずれた場合、自動的にアンプゲインを調整することで、ゲインドリフトに影響されないデータの取得を可能とした。

(2) ダストモニタ

ダストモニタは、空気中の放射性ダスト濃度を連続測定する装置である（図4）。

自然界には、バックグラウンドとしてウラン系列（ラドン系）およびトリウム系列（トロン系）の放射性核種が存在している。この放射性核種から放出される放射線はダストモニタで計測するうえでの妨害核種であり、測定データの変動時に、その変動が自然放射線の変動によるものか、それとも施設からの放射線レベルの上昇によるものかを判別することができない。そのため、これらの妨害核種の除去方法として、従来からいろいろな方式が試みられているが、ここでは、富士電機で製品化した α 線と β 線の同時計数減算方式について紹介する。この方式は、モニタリングポストを含め、多岐にわたる製品に適用可能である。以下

に α/β 同時計数の減算の原理について記載する。

放射性核種は、核種ごとに決まった放射線を決まった時間放出して他の原子核に変わる性質があり、その変化が十分にまで達する時間を半減期という。図5に自然放射線のうち、ラドン系の放出放射線、半減期をまとめた壊変系列を示す。

本減算方式では、図中のRaCとRaC'の半減期に着目し、両者から放出される β 線と α 線を、164 μ sという非常に短い時間内に両方とも計測できることを利用したものである。すなわち、この α 線と β 線を α/β 同時計数信号(Coin)とみなし、演算回路にて全計数値から減算することで、RaCとRaC'から放出される自然放射線の影響を除去することが可能となる。図6に本方式の計測系統図を示す。また、図7に減算効果のグラフを示す。本減算方式を採用することにより、バックグラウンドの影響を1/2程度低減することが可能となった。

(3) 伝送装置

本システムで連続測定されたデータは原子力施設の中央制御室および国、自治体に伝送され、指示、表示、記録されるとともに、一般公開されていることから、データ伝送の信頼性を向上させることは更新の重要なアイテムである。従来の伝送装置は、ハードディスクを有し、独自言語を使用したマイコン(FASMICシリーズ)を採用していたが、現在は以下を考慮して、プログラマブルコントローラ(MICREXシリーズ)を採用している。

- ① ディスクレス化によるハードウェアの信頼性向上
- ② ソフトウェアの透明性(ホワイトボックス化)
- ③ コスト低減

また、伝送プロトコルをDPCS-Fなどの専用通信から汎用のEthernetなどに変更することで、増設・部分更新

図5 ラドン(Rn)系の壊変系列

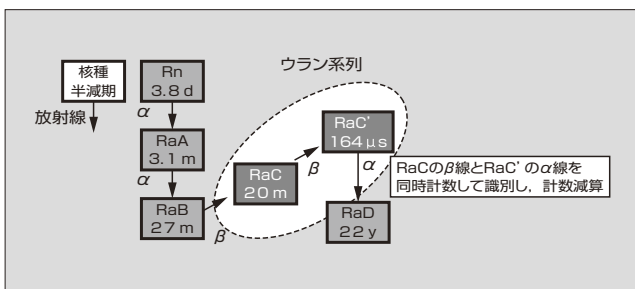
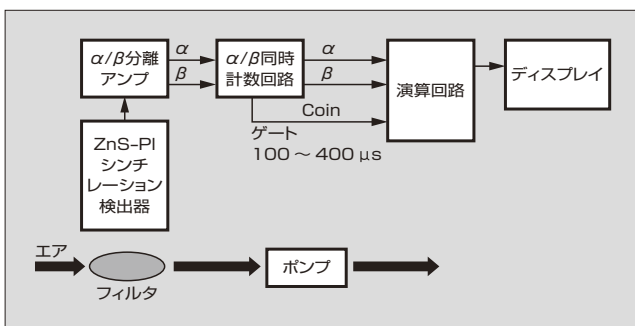


図6 α/β 同時計数の計測系統図



時の拡張も容易にしている。

3.2 更新方法

(1) 要求事項

モニタリングポストの更新時の計画において、欠測時間の短縮は重要なポイントとなる。欠測時間の条件は顧客や地方自治体の要求により決定されるが、1日の最大欠測時間を8時間(日中復旧を前提)として計画する必要がある。

また、モニタリングポストのデータは公開データであり、新旧の測定データに差が発生した場合、その理由が検出器の更新によるものであることを説明できる必要があるため、新旧の並行観測により、測定値の相違を評価しておく必要がある。

これらの理由から、富士電機では、新旧システムで同時に測定を実施できるように以下の方法で更新を実施している。

(2) モニタリングポストの更新方法

図8に更新前の伝送系統を示す。原子力施設敷地内に設置されている各モニタリングポストの測定値は、中央制御室の環境監視盤に伝送され、集中監視されている。更新時の短期間の欠測を実現させるためには、環境監視盤へのデータ伝送を極力停止させないことであり、併設されてい

<注> Ethernet：米国 Xerox Corp. の登録商標

図7 α/β 同時計数方式の減算効果

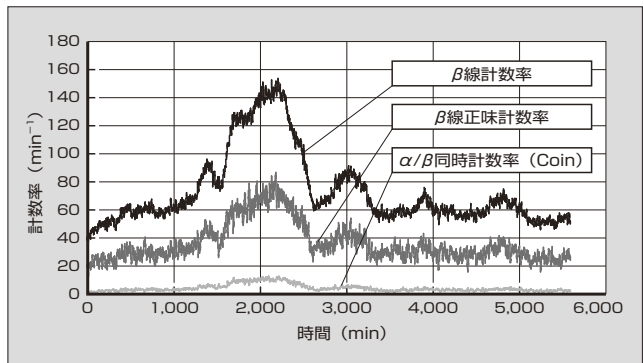


図8 更新前のモニタリングポストの伝送ライン

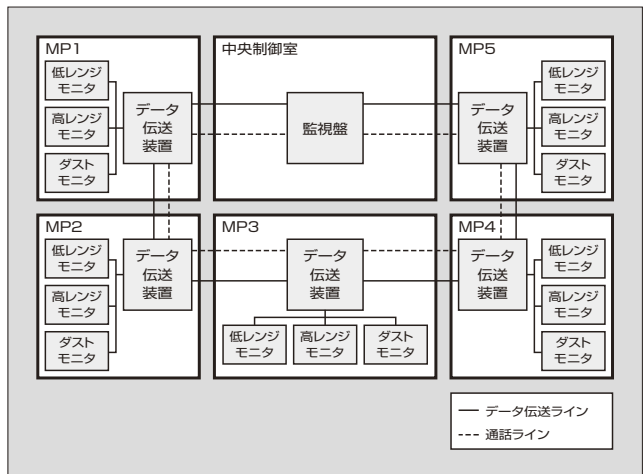
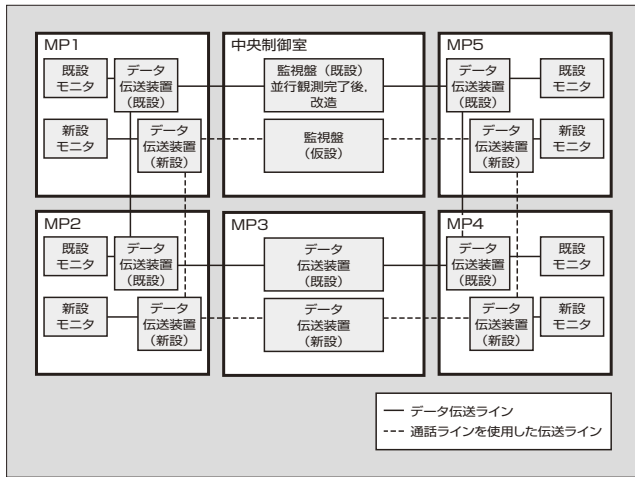


図9 更新時のモニタリングポストの伝送ライン



る通話ラインを停止させ、新設するモニタリングポストのデータ伝送ラインとして用いる。また、並行観測を実施するために、中央制御室には新モニタリングポスト用の仮設監視盤を設置する。

以下に工事の概略手順を示す。また、図9に並行観測、短期間欠測対応の伝送系統を示す。

- ① モニタリングポスト側に、更新機器を据え付ける。
- ② 通話ラインを停止させ、新設モニタリングポスト用伝送ラインに切り替える。
- ③ 中央制御室側に、並行観測を目的とした新設モニタリングポスト用の仮設盤を設置する。
- ④ 新モニタリングポスト用のモニタ機器の試験調整を実施する。

以上により、更新前後の機器による並行観測を開始する

準備が完了する。並行観測を開始して新旧モニタリングポストから得られたデータにより、更新前後の機器の妥当性の評価を実施する。

次に新旧の切替工事を実施する。切替工事の概略手順を以下に示す。

- ① 既設の伝送ラインを停止させる。
- ② 環境監視盤の既設不要機器を撤去して、更新用の新機器を取り付ける。
- ③ 通話ラインで伝送の仮設盤から、環境監視盤に伝送を切り替えて、試験調整を実施する。

以上により、更新機器の切替工事が完了する。

このとき中央制御室の欠測は、仮設監視盤から環境監視盤への切替・試験期間に限定されるため、本方式にて切替えを実施することにより、要求事項である短期間欠測（日中8時間程度）を満足することができる。

4 あとがき

富士電機は、本システムの更新工事および整備工事において、測定データの信頼性向上を目指した計測技術およびデータ伝送技術を確立してきた。

今後は、この計測技術などをベースとして、さらにコンパクトで低コストなモニタリングシステムを構築し、国内のみならず海外展開も図る所存である。

参考文献

- (1) 高木俊博ほか、環境放射線モニタリングシステム、富士時報、vol.77, no.5, 2004, p.364-368.

