

# 新型電子式個人線量計によるリアルタイム遠隔監視システム

Real-Time Remote Monitoring System Utilizing New Electronic Personal Dosimeter

中島 定雄 NAKASHIMA, Sadao

前川 修 MAEKAWA, Osamu

安部 繁 ABE, Shigeru

従来の被ばく管理手法は、あらかじめ設定した被ばく線量に達すると線量計が警報を発し、それ以上の被ばくを防ぐというものである。一方、リアルタイム遠隔監視システムは、管理者がリアルタイムに作業者の被ばく線量を把握し、警報設定値に達する前に適切な指示を与えることで、不要な被ばくを防ぐ処置ができるものである。富士電機が開発した新型電子式個人線量計は、Wi-Fi 規格に対応した汎用のアクセスポイント、クラウドサーバおよび Web アプリケーションを活用することができるため、初期投資を低く抑えてリアルタイム遠隔監視システムを構築することができる。

Conventional radiation exposure management method included sounding a dosimeter alarm when a measured value reaches a pre-set exposure dose level to prevent further exposure. Meanwhile, the real-time remote monitoring system enables managers to monitor the exposure dose of workers in real time and give workers appropriate instructions before the alarm of pre-set level is raised to prevent unnecessary exposure. The new electronic personal dosimeter developed by Fuji Electric can use cloud servers, web applications, and Wi-Fi compliant general-purpose access points, allowing it to construct a real-time remote monitoring system with low initial investment.

## 1 まえがき

富士電機は、放射線管理ソリューションに注力しており、特に、原子力発電所向け電子式個人線量計のシェアは国内トップを維持している。

放射線被ばくを管理するために作業者が着用を義務付けられている個人線量計には、パッシブ型とアクティブ型の2種類がある。パッシブ型個人線量計は、月に一回程度、専用の機器で被ばく線量を解析しなければならない。これに対してアクティブ型個人線量計は、リアルタイムに被ばく線量を確認することができ、警報動作などにより作業者の不要な被ばくを低減することができる。

リアルタイム遠隔監視システムは、アクティブ型個人線量計を用いることで、例えば、作業により線量計の表示を確認できない場合に、管理者が被ばく線量を把握して適切な指示を与えることができる。このため、いっそうの被ばく量の低減が期待できる。

本稿では、Wi-Fi 環境を利用して、病院、研究所、大学などでも導入しやすいリアルタイム遠隔監視システムについて述べる。

## 2 リアルタイム遠隔監視システム

放射線管理においては、重要な指針として国際放射線防護委員会 (ICRP) が 2007 年勧告の中で提唱した、ALARA (As Low As Reasonably Achievable) の考え方である“経済的及び社会的要因を考慮に入れ、すべての線量を合理的に達成できるかぎり低いレベルに減らすこと”<sup>(1)</sup>が求められている。これを実現するためには、被ばく線量の積極的な低減が必要である。しかし、従来の被ばく管理手法は、あらかじめ設定した被ばく線量に達すると線量計

が警報を発して作業者に通知し、それ以上の被ばくを防ぐというものであった。そのため、警報を発するまでの被ばくを許容せざるを得なかった。

一方、リアルタイム遠隔監視システムは、管理者がリアルタイムに作業者の被ばく線量を把握し、被ばく線量が警報設定値に達する前に適切な指示を与えることができる。これにより、従来は被ばくしてからしか気付くことができないような、想定外の高線量率の場所において、作業開始前から作業中を通して注意を促すなど、不要な被ばくを防ぐ処置を取ることができる。米国ではリアルタイム遠隔監視システムの導入により、作業者の被ばく線量を大幅に低減できたという事例もあり、日本でも今後広く普及していくものと考えられる。

### 2.1 システム構成

リアルタイム遠隔監視システムは、1 台の中継器に対して約 10 台の線量計を接続し、積算被ばく線量や線量率の測定データをリアルタイムでサーバに伝送する構成が代表的である。据付型である中継器がそれぞれのカバーする領域をラップさせることでエリア全体を監視している。中継器は、エリア内の線量計および他の中継器と無線で通信し、無線親機までデータを伝送する。無線親機は、Ethernet などにより上位ネットワークに接続し、データを伝送する。無線は各国の規制により使える周波数帯が制限されていたり、開局するための登録申請や専用の設備が必要であったりするため、システムの導入までに時間やコストが掛かってしまう。そこで富士電機では、病院や研究所、大学などに向けて、Wi-Fi によるリアルタイム遠隔監視システム

〈注 1〉 Ethernet : 富士ゼロックス株式会社の商標または登録商標

〈注 2〉 Wi-Fi : Wi-Fi Alliance の商標または登録商標

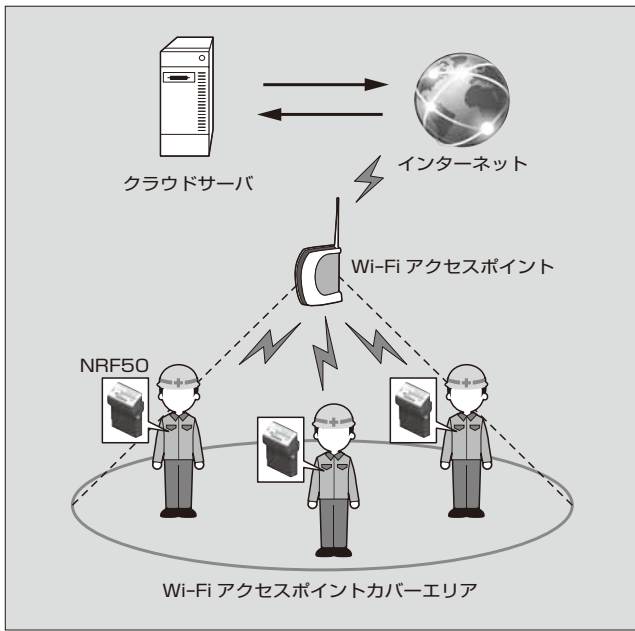


図1 Wi-Fiを使用したリアルタイム遠隔監視システムの構成例

の構築を提案している。Wi-Fiの規格に対応した汎用のアクセスポイントが安価に調達できるため、初期投資を低く抑えられる。さらに、クラウドサーバやWebアプリケーションを活用することにより、新たな設備を購入することなく、運用が開始できる。図1にWi-Fiを使用したシステムの構成例を示す。

## 2.2 機能概要

ネットワーク上の操作端末にインストールした管理ソフトウェア、またはWebアプリケーションによって、全ての情報を一括で管理する。対象エリア内にある線量計やエリアモニタ、カメラの情報を一覧表示で確認することができる。

リアルタイム遠隔監視システムにより、作業者の被ばく線量の情報や現場の線量率情報をリアルタイムで確認できるだけでなく、線量率の情報を作業場所のマップに反映したり、現場のカメラ映像を確認したりできる。このため、作業者に対して速やかに避難や移動の指示を与えることができる。また、リアルタイムで情報を入手できる利点を活用することにより、放射線量が異常に高い場所や、本人が線量計を確認できない状態においても過剰被ばくを未然に防ぐことができる。さらに、日々の実績データを蓄積することにより、効率的な作業計画の立案や立入り制限区域の設定に役立つこともできる。

## 2.3 新型電子式個人線量計

富士電機が開発した新型電子式個人線量計「NRF50」は、リアルタイム遠隔監視システムの核となる測定器であり、これまでの豊富な経験から得られた顧客のニーズを反映している。主な特徴は、無線モジュール一体型の構造、大きくて見やすい表示器および緊急用コールボタンの搭載である。

個人線量計は、測定精度はもちろんのこと、作業者が装着して使用するために、小型・軽量化や長時間稼働が求められる。そこでNRF50では、次に示す技術によりこれらの要求に応えている。

- (a) 従来は外付けしていた無線モジュールを内蔵するためのコンパクト設計
- (b) 測定性能に無線が影響しないようにするためのセンサシールド設計
- (c) 無線モジュールを動作させながら電池交換をせずに8時間以上の測定を可能とするための、電源回路設計および動作シーケンス最適化

図2にNRF50の外観を、表1に主な仕様を示す。

### (1) 無線モジュール

従来のリアルタイム遠隔監視システムでは、無線アタッチメントを既存の線量計に装着することにより、システムに組み込んでいる。既設の線量計をそのまま使えるという



図2 「NRF50」

表1 「NRF50」の仕様

項目	仕様
測定線種	γ線
検出器	シリコン半導体
測定範囲	1 μSv ~ 10 Sv
エネルギー特性	±20% (50 keV ~ 6 MeV)
方向特性	±20% (Cs-137, 0 ~ 75°)
	±50% (Am-241, 0 ~ 75°)
指示誤差	±10% (Cs-137)
防水性能	IP65, IP67
警報音量	90 ~ 100 dB (30 cm 離れた位置で)
通信機能	電磁誘導, 赤外線, USB, Bluetooth, 900 MHz/Wi-Fi
データ保存	最大 4,000 件 (日時, 積算線量, 線量率, ステータス)
温度	-10 ~ +50 °C
湿度	~ 95%RH
電池	単 3 形電池 2 本
連続動作時間*	2,500 時間以上
寸法	W60 × D29 × H105 (mm)
質量	約 170 g (電池, クリップ含む)

\*新品の単3形アルカリ電池を使用し、警報動作と無線使用がない場合

メリットはあるが、外形寸法が大きく、重くなるという課題があった。そこで、NRF50はアタッチメント方式ではなく、無線モジュールを本体に内蔵する一体型とした。

搭載する無線モジュールは、Wi-Fiか900MHz無線から選択することができ、今後は他の周波数帯の無線にも対応する予定である。データ送信周期は、2秒、4秒、10秒、30秒および60秒から選択することができる。Wi-Fiモジュールを選択した場合は、WPA、WPA2、WEPといった標準の暗号化にも対応している。単3形アルカリ電池を2本使用した場合に、データ送信周期が10秒の設定で8時間以上の運用が可能である。

#### (2) 表示器

視認性を高めるために、できるだけ大きな数字の表示にしてほしいというニーズに応え、表示エリアがW43.5×H16.3(mm)のドットタイプ大型LCDを採用した。他社製品に比べて約2倍の大きさである。また、白色、赤色および橙色のバックライトを搭載し、警報時に設定した表示を行うことで作業者に警報動作を分かりやすくしている。

#### (3) 緊急用コールボタン

従来製品にない最大の特徴として、緊急用コールボタンを搭載した。このボタンを押すことにより、無線テレメトリによる緊急伝文をサーバに報知することができる。また、サーバから作業者に対する緊急警報の強制発報が可能である。

### 2.4 応用事例

新型電子式個人線量計が持つ機能を活用することにより、リアルタイム遠隔監視システムによる被ばく線量の管理に加え、よりきめ細かな作業者の安全管理が可能である。

#### (1) 作業者の身体異常検知

加速度センサを内蔵しているため、着用している作業者が全く動けなくなっている状態を検知することができる。また、いつ起こるか分からない、作業者の転倒を検知することもできる。これらの情報を遠隔監視の対象に加えることで、一刻を争うような事態に対応することができる。

#### (2) 作業者の心拍数の監視

Bluetooth<sup>〔注3〕</sup>を搭載しており、POLAR社製の心拍計(図3)と接続することができる。持病がある作業者の心拍を常に監視することなどにより、不測の事態を未然に防ぐことができる。

#### (3) 簡易エリアモニタ

線量計は、本来のエリアモニタに使用される検出器に比べて感度が低い。さらに、身体に着用した状態で被ばく線量を管理できるように校正されているため、単体をどこかに設置して積算線量または線量率を測定するということを想定していない。しかしながら、急激な線量率の増加を検知できるため、簡易エリアモニタとしても使用することができる。NRF50は、外部機器からUSBケーブルを介して電源を供給しながらの動作が可能であるため、電池の残量



図3 心拍計

を気にすることなく、エリアモニタとしてリアルタイム遠隔監視システムに組み込むことができる。

### 〔3〕 今後の展望

現在、このリアルタイム遠隔監視システムに対応した機種は「NRF50」のみであるが、 $\gamma$ 線と中性子を測定できる「NRF51」および $\gamma$ 線と $\beta$ 線を測定できる「NRF54」を系列品としてラインアップしていく予定である。また、米国で使用できる900MHzに加えて他の無線周波数帯にも対応することにより、国内外における屋外での除染作業や放射性物質によるテロへの対策としての利用が期待できる。さらに、CEマークを取得することで欧州における利用の拡大が期待できる。

### 〔4〕 あとがき

新型電子式個人線量計によるリアルタイム遠隔監視システムについて述べた。お客さまのニーズに合わせたシステムのエンジニアリングを含め、幅広いソリューションを提供していく所存である。

### 参考文献

- (1) 公益社団法人 日本アイソトープ協会. ICRP Publication 103 国際放射線防護委員会の2007年勧告. 2009.



中島 定雄

原子力関連施設の放射線計測システムのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部産業計測機器事業部放射線システム部主席。日本保健物理学会会員。

〔注3〕 Bluetooth : Bluetooth SIG, Inc. の商標または登録商標



**前川 修**

原子力関連施設の放射線計測システムのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部産業計測機器事業部放射線システム部課長。



**安部 繁**

原子力関連施設の放射線計測システムのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部産業計測機器事業部放射線システム部課長補佐。日本保健物理学会会員，日本原子力学会会員。





\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。