

個人線量モニタリングシステム

松添 雄二 (まつぞえ ゆうじ)

河村 岳司 (かわむら たけし)

青山 敬 (あおやま けい)

特集 1

1 まえがき

原子力発電所などにおける放射線取扱施設内の放射線管理区域内で作業する場合、放射線作業従事者（以下、作業員という）は放射線を測定する検出器（以下、個人線量計という）の携帯が義務づけられている。図1にゲート装置による被ばく管理システムの構成を示す。放射線管理区域の出入口には被ばく管理用ゲート装置が設置されており、個人線量計のメモリ内に保存された作業員のID番号、被ばく情報などを個人線量計からゲート装置に送信している。従来システムを用いて管理区域内の被ばく情報を得るには、線量計の表示部で線量を確認する方法や、所定の線量警報レベルまで達した時点でブザーを鳴動させることにより確認する方法がとられていた。しかし、このようなシステムでは管理者は1日数回、放射線管理区域の出入口でしか各作業員の被ばく情報を得ることができない。このことから、被ばく防止のため、作業中の被ばく情報の連続監視を行いたいという要望が出てきた。

2 システム概要およびシステム仕様

通常、作業員は個人線量計のみを携帯し、放射線管理区域に対して入る際と出る際に読取り装置に置くだけで線量計の蓄積データを読み取ることができる。しかし、高線量管理区域内で作業を行う特殊作業員の被ばく管理は、その区域内で短時間に行う必要がある。そこで、このような状

況にも対応できるように、通常使用している個人線量計に無線アタッチメントを装着するだけでリアルタイムに被ばく管理ができるシステムを構築した。このシステムは、数十秒から数分周期で放射線管理区域内の数人から数十人の作業員からの被ばく情報を管理することができるものである。さらに、管理システム側から個人線量計に対して、退去命令などの警報情報をリアルタイムに伝えることも可能である。本システムの適用可能な用途として、①通常の運用時における被ばく情報の管理（多人数を数分周期で管理）、②高線量区域で作業する個人データのリアルタイム管理（少人数を数秒周期で管理）、③個人線量計を用いた簡易的なエリアモニタなどが挙げられる。

個人線量モニタリングシステムは、図2に示すような、個人線量計用無線アタッチメント（以下、無線アタッチメントという）、個人線量計、中継機およびデータ管理装置から構成される。無線アタッチメントは、図3に示すように、放射線を検出するセンサを内蔵する個人線量計を装着することが可能なアタッチメントと個人線量計からの被ばく情報を中継機に無線通信するための無線機から構成される。また、個人線量計は、外部に被ばく情報を通信できる

図1 管理用ゲート装置による被ばく管理システム

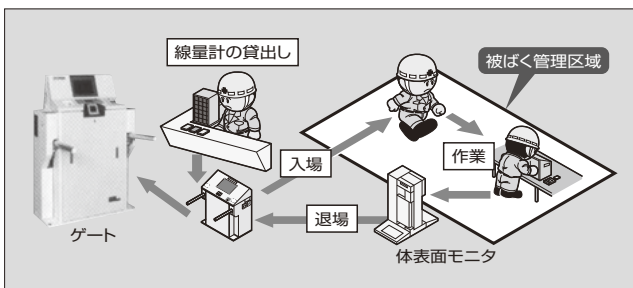
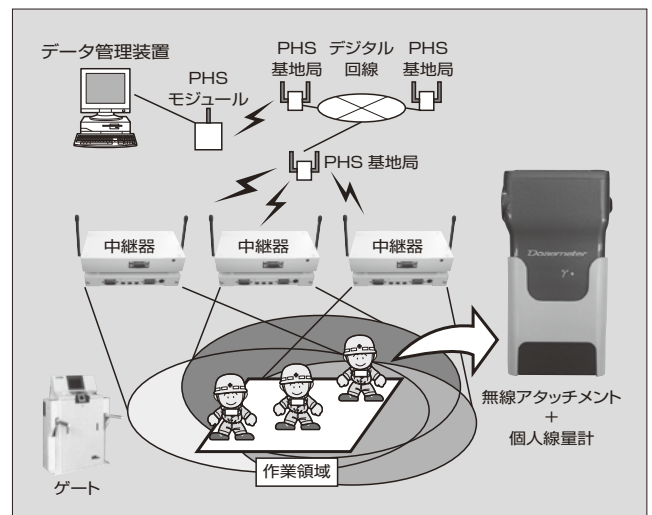


図2 個人線量モニタリングシステム



松添 雄二

放射線計測機器の開発に従事。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担当課長。工学博士。電気学会会員、応用物理学会会員、精密工学会会員。



河村 岳司

放射線機器・システムの開発、エンジニアリング業務に従事。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。



青山 敬

放射線機器・システムの開発・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グループマネージャー。日本原子力学会会員、日本保健物理学会会員。

図3 無線アタッチメント+個人線量計

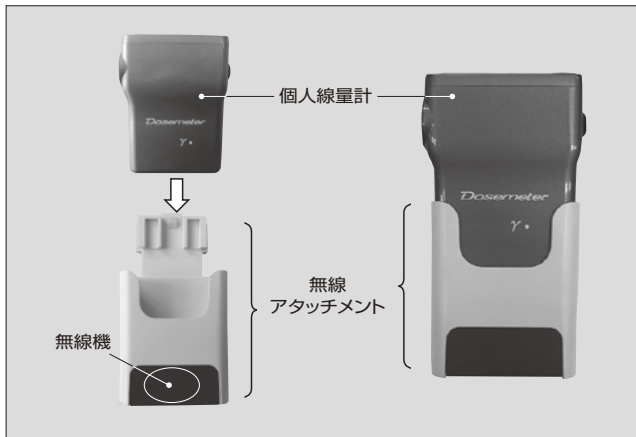


図4 中継器

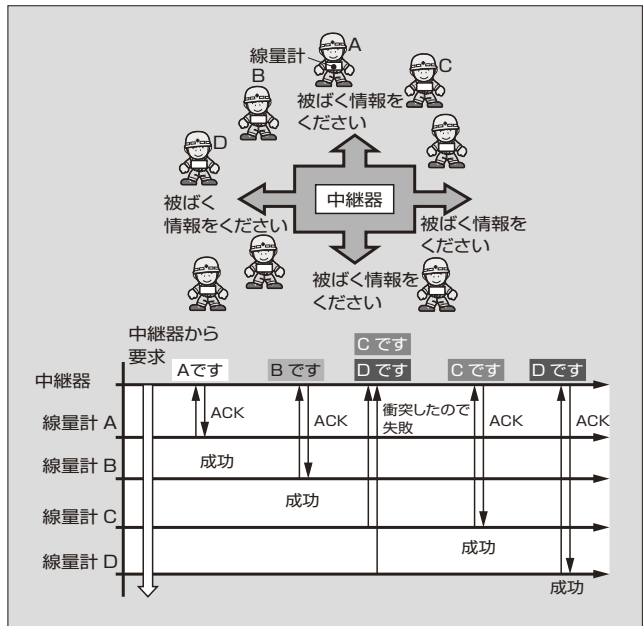


ように赤外線通信機能を持っている。一方、無線アタッチメントも赤外線通信機能を持っており、個人線量計と無線機間の被ばく情報などの通信は赤外線通信で行っている。図4に示す中継器は、複数台の無線アタッチメントからの被ばく情報を一時的に保管する機能と、データ管理装置への情報伝達機能を持っている。上位計算機への情報伝達には、① PHS による通信（構内回線）、② Ethernet による通信、③ RS-232C による通信（データ管理装置へ直接データを取り込む方法）を選択することが可能である。図2および図4に示す中継器は PHS による通信の一例である。

次に動作について説明する。管理エリア内には不特定多数の人がおり、その被ばく情報を収集する必要がある。そのためのモニタリング動作原理を図5に示す。中継器は、所定の周期で作業者の携帯する無線アタッチメントに対して被ばく情報の要求を行う。無線アタッチメントで受信した被ばく情報要求信号は、電気信号から赤外線の光信号に変換されて個人線量計に伝えられる。個人線量計はその要求に応じて内蔵された赤外線通信機能を用いて光信号で無線アタッチメントに被ばく情報を伝える。無線アタッチメントは、被ばく情報の要求を受けてからランダムなタイミングで被ばく情報を中継器に送ることにより、別の作業者が携帯する無線アタッチメントからの無線信号と

〈注〉 Ethernet：米国 Xerox Corp. の登録商標

図5 モニタリング動作原理



衝突する可能性を低くする。衝突しなければ中継器に被ばく情報が伝わり、中継器における確認応答信号（ACK：Acknowledgment）を受信して通信を終了する。万が一、衝突した場合には中継器からの ACK が来ないので、再度ランダムなタイミングで送信を行い、衝突を回避する。このような通信を所定の周期内で繰り返すことにより、成功確率が 100% に近い通信を実現する。

複数台の無線アタッチメントからの被ばく情報は、いったん中継器内のメモリ内に保存される。所定の周期で信号読出しを行うデータ管理装置からのデータ要求により中継器は、メモリ内に保存された被ばく情報をデータ管理装置へ送信する。そのときのデータ通信として、先ほど述べた三つの通信方式を活用することが可能である。以下に主なシステム仕様を示す。

- (1) モニタリング周期：15 秒～1 分
- (2) モニタリング対象の無線アタッチメント：10～50 台
- (3) モニタリングエリア：10～100 m（ただし、環境により異なる）

少人数でモニタリング間隔を 15 秒程度にすることや、多人数でモニタリング間隔を 1 分程度にすることが可能である。一例として、無線アタッチメントが 50 台の場合、モニタリング間隔は 1 分となる。

③ 機器の特徴と仕様

3.1 個人線量計

個人線量計の大きさは、携帯電話または小型のデジタルカメラとほぼ同じであり、作業服の胸ポケットに入るサイズである。無線機に接続しない場合でも個人線量計として用いることが可能であり、赤外線通信を用いて直接データ管理装置などへ被ばく情報を送ることも可能である。本個人線量計の電源としてはデジタルカメラ用の一次電池

表1 個人線量計の仕様

項目	内容
測定対象	γ(X)線 (NRF30の場合)
測定エネルギー	35keV~6MeV
測定線量	0~999 μSv
	1.000~999.9 mSv
	1.000~9.999 Sv
指示誤差	±10% (¹³⁷ Cs)
方向特性	±20% (上下左右60°)
使用温度範囲	-5~+45℃
外形寸法	60 (W) × 27 (D) × 78 (H) (mm)
質量	103g
電源	一次電池 (CR123A)

表2 無線アタッチメントの仕様

項目	内容
無線の種類	特定小電力無線
無線周波数	429.5 MHz
空中線電力	0.01 W
伝送速度	4,800 bits/s
消費電流	約17mA

(CR123A) を採用しており、通常の連続使用で4か月以上作動するように低消費電力化を図っている。低消費電力化を図るために、①低電圧電源で高計数効率を実現することが可能なシリコン半導体による放射線検出法を採用している、②通常運用時の低線量時にはマイクロプロセッサを間欠動作させる、などの施策を図っている。概略仕様を表1に示す。

3.2 無線アタッチメント

無線アタッチメントは、個人線量計を装着することが可能なアタッチメントで、個人線量計からの赤外線による光信号を電気信号に変換するものである。また、中継器間の無線通信には特定小電力通信を用いている。使用する電源には無線アタッチメントと個人線量計は電氣的に絶縁されていることから、無線アタッチメントには充電可能な単4電池を用いている。無線アタッチメント下部に充電器を接続する端子を設けており、この端子から充電を行うことが可能である。また、通常市販されている単4電池を用いる

図6 データ管理装置運用画面



ことも可能である。概略仕様を表2に示す。

3.3 中継器

中継器は、複数個の無線アタッチメントからの被ばく情報を無線によって収集し、被ばく情報を一時的に保管する機能を持っている。また、D-SUB コネクタを介して PHS, Ethernet またはデータ管理装置に接続することが可能であり、これらの伝送手段を使ってデータ管理装置に被ばく情報を伝えることができる。

3.4 データ管理装置

データ管理装置は、個人線量計の積算線量値表示および無線アタッチメントの状態表示を行うことができる。一例として10台の無線アタッチメントを使用した場合における運用モード画面を図6に示す。

4 あとがき

本システムを採用することで原子力発電所などの放射線管理区域における個人被ばく線量をリアルタイムに管理することができ、被ばく低減や作業管理を円滑に運用することができる。今後は、国内のみならず海外に向けても展開し、高度な技術と信頼性を重視した製品を供給していく所存である。

参考文献

- (1) 河村岳司ほか、個人線量計〈無線を用いた遠隔被ばく管理システム〉、計測技術、vol.33, no.8, 2005-7.

特集1