

# 放射線機器・システムの海外展開

特集1

武内 信義 (たけうち のぶよし)

藤本 敏明 (ふじもと としあき)

長間 英世 (ながま ひでよ)

## 1 まえがき

放射線機器・システムは、放射性物質や放射線発生装置から放出される放射線を検出・測定する機器およびデータ処理計算機を含めた装置やシステムをいい、主に次の放射線関連施設で利用されている。

- (1) 原子力発電所、原子燃料サイクル施設（再処理施設、濃縮・埋設・貯蔵施設など）
- (2) 医薬学、理工学分野（病院、大学、研究所、加速器施設など）
- (3) 工業利用（鉄鋼、化学、食品など）
- (4) 国、自治体

富士電機は、放射線検出器や放射線測定装置などのコンポーネントから、放射線監視・管理システムまで一貫して製作し、日本国内の多くの顧客に納入してきた。『富士時報』においても過去4回にわたって放射線機器・システム特集を組み、その時々最新の技術や日本国内の納入事例を紹介してきた<sup>(1)~(4)</sup>。本号では、特に放射線機器・システムの海外展開について紹介する。

## 2 海外展開の背景

2007年3月、内閣府の原子力委員会により『平成18年版原子力白書』がまとめられた<sup>(5)</sup>。その中で、「原子力発電は、エネルギー問題と地球温暖化問題の解決に貢献する中核的手段の一つになり得る。」と報告している。2008～2012年に温室効果ガス排出量を1990年比で6%削減することを約束した京都議定書を批准した資源小国の日本にとって、温室効果ガスをほとんど排出しない国産エネルギー源に位置づけられる原子力発電の重要性を改めて示す白書となっている。この原子力発電に対する前向きな考えは、日本だけでなく世界中に広がっている。なぜならば、化石燃料の埋蔵量は地球規模で考えても限りがある<sup>(6)</sup>。また、地球温暖化傾向の原因について諸説論じられているが、地球の温度は温室効果ガス排出量の増加に伴って年々上昇しているとするレポートが数多くある<sup>(6)</sup>。この中で、世界中に

は、429基の原子力発電所が運転されており、82基が建設中および計画中であり、さらに建設計画が増える傾向にある。幾つかの国と地域について次に紹介する<sup>(7)</sup>。

アメリカでは、原油価格の高騰、エネルギー安定供給の確保、地球温暖化防止の観点から「原子カルネサンス」と称し、1979年3月のスリーマイル島原子力発電所2号機の事故以来30年ぶりに原子力発電所建設の動きがある<sup>(8)</sup>。

アジアでは、人口増、産業の発展に伴う電力需要の増強のため、原子力発電所の建設が計画されている。なかでも中国は、「2020年までに全発電設備容量の4%を原子力にする。」との方針を出し、中国各地で原子力発電所建設計画が進められている<sup>(8)</sup>。

ヨーロッパでも、1986年3月のチェルノブイリ原子力発電所4号機の事故以来、多くの国で原子力に対して消極的な対応をしてきたが、最近では地球温暖化防止などの環境問題やエネルギー確保などの理由で原子力政策の見直しが進んでいる<sup>(8)</sup>。

一方、医療や工業、研究開発の分野で放射線を利用した技術の高度化が世界的に進んでいる<sup>(8)</sup>。

このように再び世界的に原子力が利用され、そして医療や工業の分野で幅広く放射線が利用される中、共通する重要なポイントは、これらの施設から発生する放射線を監視・管理し、そこで働く作業員や周辺住民および環境への放射線の影響を可能な限り小さくすることである。とりわけ日本の放射線管理設備は、被爆国として特有の感情の下、人間尊重・環境重視の考えから放射線管理技術が高度な発展を遂げてきた。その中で富士電機は、放射線センサ技術、放射線測定技術、放射線管理技術、データ処理技術などを駆使し、

- 個人線量管理システム
- 環境放射線監視システム
- 放射性汚染検査システム
- 施設放射線監視システム

などのさまざまな放射線管理システムを日本で最も古くからユーザーのニーズに合わせて開発・設計し、製作・販売してきた。



武内 信義

放射線機器・システムの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長。日本保健物理学会会員、日本原子力学会会員、応用物理学会会員。



藤本 敏明

放射線機器・システムの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生産本部東京工場放射線装置部長。



長間 英世

原子力、放射線機器・システムの営業に従事。現在、富士電機システムズ株式会社プラント営業本部第二営業本部第三統括部営業第三部長。

富士電機は、日本で培い育ててきたこれらの技術を、原子力開発、医療や工業の高度化をさらに発展させる国、これから参入する国、そして再開する国で放射線防護の対策の充実に役立ててもらうために海外進出を進める。

③ 放射線機器・システム

放射線機器・システムは、放射線関連施設での放射線管理に使用される場合と、放射線を照射して利用する応用機器に大別することができる。

放射線管理の分野では、図1に示すように「人の管理」「物の管理」「施設の管理」「環境の管理」に分類することができる。

「人の管理」は、放射線関連施設の放射線管理区域内で作業者の被ばく低減を目的とし、個人の外部および内部の被ばく量を測定・評価する「個人管理」と、放射線作業中の被ばくを管理する「作業管理」と、作業者の放射線管理区域への出入りを管理する「出入管理」から成る。富士電機の「人の管理」用機器・システムは、個人線量計、入退域管理装置、体表面汚染検査装置（ポータルモニタ）、ホールボディカウンタ、個人線量管理計算機システムなどがある。

「物の管理」は、放射線管理区域内で着用する衣服の洗濯前後の汚染検査や、管理区域内で使用する物品・工具類の持出し時の汚染検査を行う「汚染管理」が主体となる。富士電機の「汚染管理」用機器は、ランドリーモニタ、物

品搬出モニタ、クリアランスモニタなどがある。

「施設の管理」は、放射線関連施設において放射線作業環境の把握と低減を行うことを目的とし、施設内のプロセス中の放射線（能）の測定、作業環境中の空間線量率および空気中放射性物質濃度の測定を行う「所内放射性管理」と施設外への排気や排水の管理を行う「放射性廃棄物管理」がある。富士電機の「施設の管理」用機器・システムは、エリアモニタ、ダストモニタ、ガスモニタ、水モニタなどがある。

「環境の管理」は、放射線取扱施設周辺の放射線レベルを把握・低減することを目的とし、施設周辺の空間線量率および空気中の放射性物質濃度を測定する。富士電機の「環境の管理」用機器・システムは、モニタリングポスト、モニタリングステーション、モニタリングカー、環境線量計、環境放射線監視システムなどがある。

一方、放射線を照射して利用する「応用機器」の分野では、鉄の板やパイプ、紙やフィルムの厚さを測定する厚さ計、配管内の液体の濃度を測定する密度計、水分計、レベル計がある。

④ 技術動向

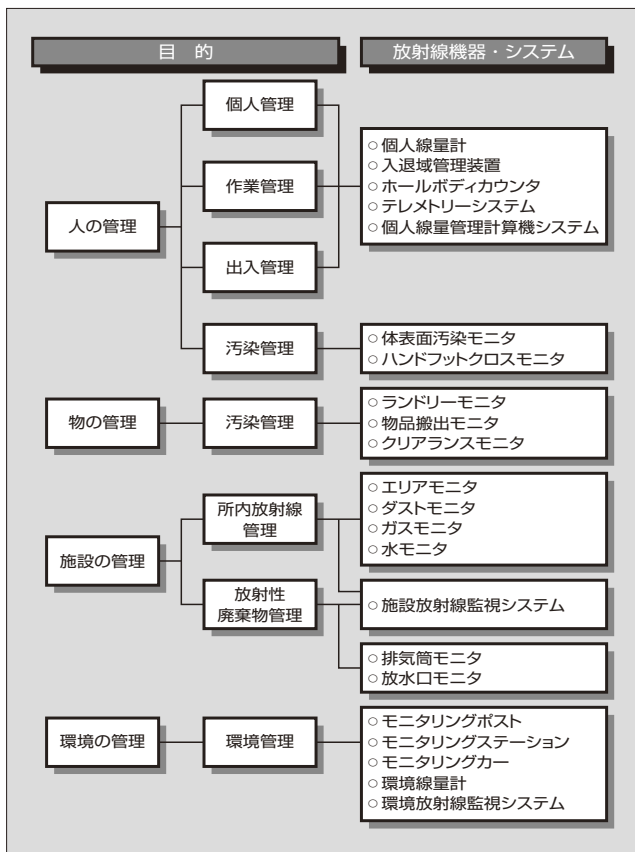
海外の放射線機器・システムは国によって異なるが、一般的な技術動向は、メンテナンスフリー、長寿命、高信頼性、耐強度、低価格などが要求されている。

海外の放射線センサは、比較的安価なGM計数管などの気体検出器が多く使用されているが、短寿命やランニングコスト高のため、初期コストは高価であるが長寿命でランニングコストの安いシンチレーション検出器や半導体検出器などの固体検出器にニーズが移行していく傾向にある。その中で特徴のある技術動向を次に示す。

海外の個人管理では、個人線量測定器として熱蛍光線量計（TLD）が広く使用されているが、最近ではリアルタイムで線量と作業時間などを直読できるアラーム機能付の電子式個人線量計（APD）の高信頼化と低価格化、さらに小型・軽量化が進み、TLDから電子式個人線量計へ移行する方向にある。その中で特に電子式個人線量計は、携帯電話やPHSを同一ポケットに入れて長時間使用する機会が増えたことから、電磁波ノイズ対策を強化し、さらに電子式個人線量計の電子回路を低消費電流化させて市販の乾電池で長期間使用可能とする技術開発が進んでいる。また、乾燥地域や消防、警察などの使用を考慮したより過酷な使用条件に耐える要求も増えている。一方、個人線量計を使用するシステムでは、高線量区域での作業用として、リアルタイムで被ばく線量を管理する目的のワイヤレス通信機能を搭載したテレメトリーシステムの開発・導入が進むものと思われる。このワイヤレス通信は、各国の「電波法」の違いにより出力や周波数などが異なり国別に対応する必要がある。

体表面汚染モニタは、ランニングコストの高いβ線ガスフロー式検出器が海外の市場を占めているが、今後はメン

図1 放射線管理の目的と使用する放射線機器・システム



テナンスフリーの $\beta$ 線プラスチックシンチレーション検出器を使用した体表面汚染モニタへ移行するものとする。国内の体表面汚染モニタは、全身を1回で測定するため全面(6面)に検出器を具備しているが、海外では低価格化のため片面(3~4面)に検出器を具備し、2回測定を標準としている。海外展開にあたって、 $\beta$ 線プラスチックシンチレーション検出器を使用した長寿命でメンテナンスフリーの低価格な片面式体表面汚染モニタの開発・投入を進める予定である。

海外における放射線管理では、環境監視モニタや施設監視モニタなどの各種放射線機器からのデータを、中央監視盤や記録計盤を設置せずに直接パソコンと伝送する傾向にある。伝送された各種測定データは、放射能濃度換算、トレンド出力、警報出力、ディスプレイ出力などの処理や保存、帳票作成などが行われるが、ソフトウェアのカスタマイズ対応要求は少なく、標準化パッケージ化が強く求められている。

## 5 あとがき

富士電機の放射線機器・システムは、日本の法令や規格基準をベースに開発・発展してきた経緯がある。そこ

で海外へ展開するにあたり、IEC (International Electrotechnical Commission) などの規格やICRP (International Commission on Radiological Protection) などの勧告をベースにして海外製品の開発に取り組んでいる。今後はさらに各国個別の法律やその国特有のニーズを把握し展開していく所存である。その中でさらなるコストダウンやコンポーネント化を進めるが、最も重要なことは、放射線機器の信頼性とトレーサビリティについて万全を期し、海外展開を進めていくことである。

## 参考文献

- (1) 放射線機器特集. 富士時報. vol.62, no.2, 1989.
- (2) 放射線機器・管理システム特集. 富士時報. vol.67, no.7, 1994.
- (3) 放射線機器・管理システム特集. 富士時報. vol.72, no.6, 1999.
- (4) 特集2 放射線システム. 富士時報. vol.77, no.5, 2004.
- (5) 内閣府原子力委員会. 原子力白書. 2006.
- (6) 電気事業連合会. 原子力・エネルギー図面集. 2007.
- (7) 日本原子力産業協会. 世界の原子力発電開発の動向. 2006.
- (8) 日本原子力産業協会. 原子力年鑑. 2007.

