



2013年3月21日14時

独立行政法人 放射線医学総合研究所
日立アロカメディカル株式会社

ホットスポット探査システムの開発に成功 — 除染作業の効率化、帰宅地域の安全・安心に貢献 —

——【本研究成果のポイント】——

- 半径30mの範囲においてホットスポットの有無を最短1分で探査
- 除染作業の効率化、帰宅地域の安全・安心に貢献

独立行政法人放射線医学総合研究所（理事長 米倉義晴、以下、放医研）白川芳幸研究基盤技術部長、日立アロカメディカル株式会社（代表取締役社長 吉住 実、以下、日立アロカ）計測システム技術部の研究チームは、福島向けのホットスポット探査システムの開発に成功しました。本成果は独立行政法人科学技術振興機構（理事長 中村 道治）平成17年度独創的シーズ展開事業委託開発の成果を応用展開したものです。なお詳細は日本原子力学会2013年春の年会（3月26日～28日）で報告されます。

従来、局的に高い空間線量率を示すホットスポットを見つけるには、広い面積を歩いたり自動車などで移動したりしながら、サーベイメータを用いて詳細に調べていました。そのため効率が悪く、多くの時間がかかりました。

ホットスポット探査システムは空間線量率の測定と同時に原因となるガンマ線が飛んでくる方向を特定し、2台のホットスポット探査システムを用いることで、ホットスポットの場所が特定できます。放医研敷地内における実験では半径30mの範囲を1分で探査し、模擬ホットスポット（Cs-137密封線源使用）を見つけることができました。ホットスポットの探査は、これにより、事前におおよその位置情報を提供することができるようになり、格段に速く効率的になります。4月からこの試作機を福島でテストする予定です。

ホットスポット探査システムは除染作業の効率化、帰宅地域の安全・安心に貢献するものと期待されます。

【背景と目標】

東京電力(株)福島第一発電所の事故により、放出された放射性物質(特にセシウム137、Cs-137)は東日本各地にホットスポットと呼ばれる空間線量が高い場所を作り出しました。周辺住民の健康影響の不安を取り除く意味も含めて、ホットスポットに対して、各地で除染作業が進められています。除染作業の効率化のためには、各地域における放射性物質の分布を知ることが必要ですが、現在、放射性物質の分布は、飛行機を用いた空からの測定によって2次元的に、自動車を用いた走行サーベイによって1次元的に、また固定型のモニタリングポストによってポイントの値として求められています。(これらのデータは文部科学省のホームページなどに掲載されています)。

しかしながら除染作業の効率化のための測定においては局所的に高線量率のホットスポットの有無およびその強さを迅速に知る必要があります。それには各種サーベイメータ(空間線量率を測定するNaIシンチレーションサーベイメータ、表面汚染を測定するGMサーベイメータ、プラスチックシンチレーションサーベイメータなど)が使われておりますが、このような装置は実際に人がその場所に行って、その場所を「点」として測定するものであり、この装置のみでは広範囲な場所のホットスポット探査には長時間がかかります。この代替技術としてガンマ線カメラが注目を浴び、いくつかの商品が市販されています。これらの製品は特定の方向を見ることには優れていますが、周辺全体でホットスポットを探す場合は、例えば視野角60度の場合は装置を中心にして少なくとも6回は測定する必要があります。測定時間を1方向で5-10分とすると計30分から1時間もかかってしまいます(図1参照)。

そこで、我々はホットスポットの可能性が高い方向を短時間で示す装置を開発することになりました。方向が分かればガンマ線カメラで1方向の1回の画像で確かにホットスポットであるかどうかの確認ができます。また、その方向にサーベイメータを持ちながら移動することで、容易に場所(あるいは境界)を特定することができます。この装置を2台同時に使用すれば場所まで特定できます。開発目標を半径30mの範囲を1分で探査できることとし、放医研と日立アロカで開発を進めてきました。

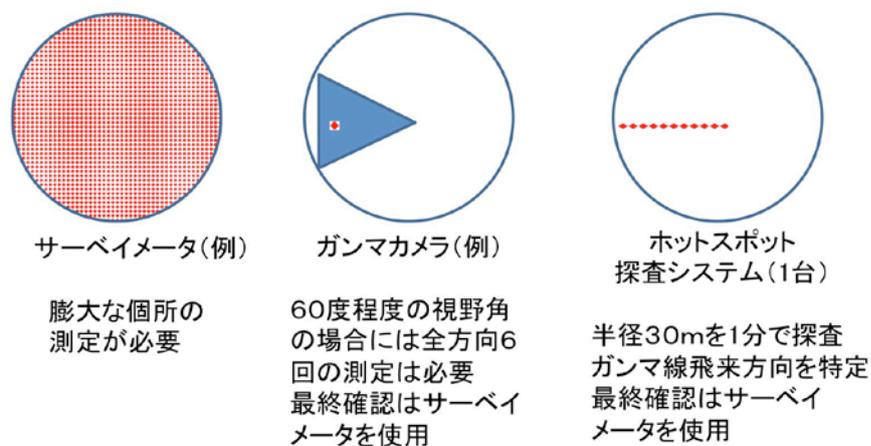


図1 従来技術との比較

【探査原理】

今回、試作した探査システムはモニタリングポスト（原子力発電所や、環境監視センターなどで空間線量率を測定するのに用いられる放射線検出器）用の検出器と同じ大きさの検出器（ヨウ化ナトリウムシンチレーション検出器*¹、結晶は直径 75mm×長さ 75mm）で、図 2 のように 120 度ずつ 3 分割して用いています。そうすることでホットスポットに最も近い位置にある青色の検出器のスペクトル*²は図 3 のように大きくなります。一方、背面に隠れている赤色や緑色の検出器のスペクトルは小さくなります。0~360 度の方向で 3 個の検出器のスペクトルの相互の関係をあらかじめ指標化しておき、実際の測定の際には、得られた 3 個のスペクトルから指標を自動計算し、コンピュータに記録された指標と付き合わせることで飛来方法を角度で示すことができます。

1 台を用いるとわかるのは方向だけですが、図 4 のように 2 台を用いれば三角測量の原理で場所も特定できます。

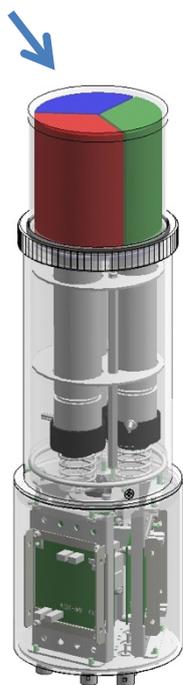


図 2 検出器内部

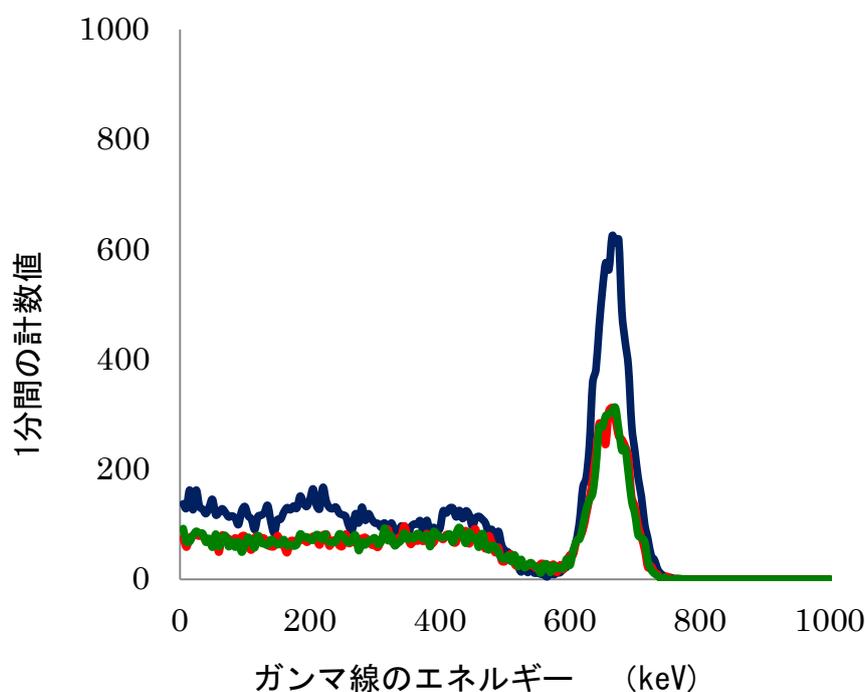


図 3 スペクトルの例

Cs-137 特有のエネルギー、662keV のところで差が大きい。3つの検出器におけるスペクトルのこの高さの比によりどの方向から放射線が来ているかが分かる。

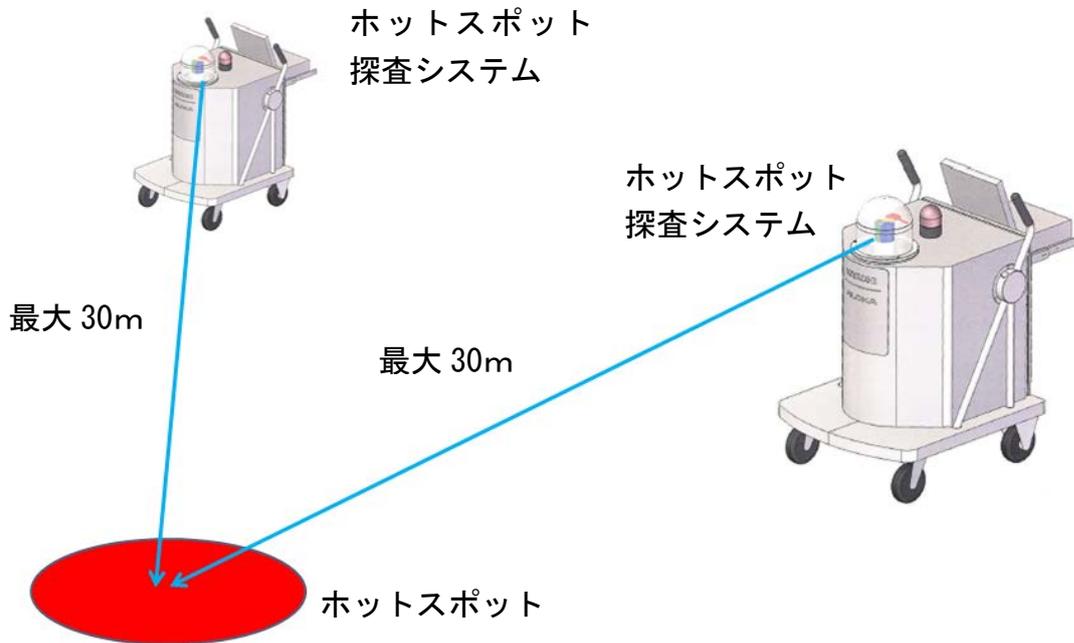


図4 探査の様子

【開発成果と今後の展望】

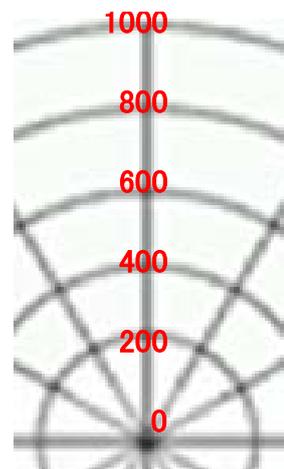
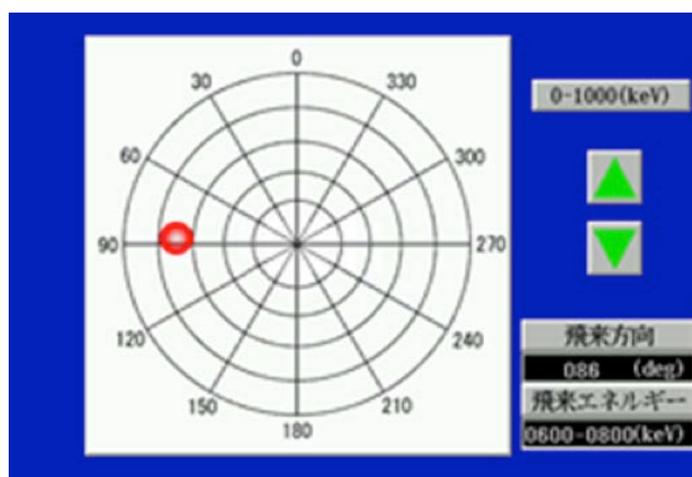
放医研内の研修棟屋上管理区域で Cs-137 の密封線源（400MBq）をホットスポット探査システムから 30m 離してセットしました。検出器の場所での空間線量率はバックグラウンド（放医研で通常 $0.06 \mu\text{Sv/h}$ ）に対してわずか $0.05 \mu\text{Sv/h}$ 増加するのみでしたが、この条件で 1 分の測定で ± 5 度の精度で方向を特定できました。また敷地内の芝生で Cs-137 の屋外使用できる表示付認証機器密封線源（10MBq）2 個をホットスポット探査システムから 8m 離してセットしました。この場合も空間線量率はバックグラウンドに対してわずか $0.03 \mu\text{Sv/h}$ 増加するのみです。この条件でも 1 分で ± 5 度の精度で方向を特定できました。以上のことから検出器の位置でホットスポットからのガンマ線がバックグラウンドの 2 倍程度あれば方向を特定できることが分かりました。

図 5 に探査システムの正面と後面を示します。図 6 は方向とエネルギーを示す画面の例です。赤い丸は 86 度の方向にホットスポットがあることを示しています。黒い円の半径は、大きくなるほどガンマ線のエネルギーが大きいことを表します（最小の円は 200keV、200keV 刻みで最大の円は 1000keV）。赤い丸の半径方向の位置は 600keV-800keV にあります。すなわち Cs-137 の 662keV のガンマ線であることが分かります。

現在、2 台の試作機が完成しています。次年度以降、福島を除染対象場所などで現場テストを実施していく予定です。



図5 探査システムの正面と後面



赤字はエネルギー(keV)

図6 ホットスポットの方向表示例

正面に対して反時計回りの86度方向にホットスポットがあることを示す。

黒い円の半径方向はガンマ線のエネルギーを表します(0-1000keV)。

(用語解説)

*1 ヨウ化ナトリウムシンチレーション検出器

ヨウ化ナトリウムは透明な結晶でガンマ線が入ると微弱な青色の光であるシンチレーション光を放出する。この結晶に光増幅器を着けるとガンマ線の検出器になる。空間線量率を測定するサーベイメータやモニタリングポストに用いられている。

*2 スペクトル

横軸に放射線のエネルギー、縦軸に計数を示すグラフのこと。放射性物質の種類、放射性物質の量などの分析に用いられている。例えば Cs-137 は 662 キロエレクトロンボルト (keV) のエネルギーのガンマ線を出している。スペクトル上にこのエネルギーのピークが観察されれば Cs-137 が存在することが分かり、ピークの大きさから放射性物質の量が計算できる。

(問い合わせ先)

独立行政法人 放射線医学総合研究所

企画部 広報課

TEL : 043-206-3026

FAX : 043-206-4062

E-mail : info@nirs.go.jp