180度×180度の超広角で、放射性物質を見える化

宇宙X線天体観測用の最先端センサ技術を応用し、建物や敷地へ飛散した放射性セシウムの分布を可視化する、次世代型ガンマカメラを開発。従来機器より10倍以上広い視野で、広範囲に可視化します。

■中核機関：宇宙航空研究開発機構　■参画機関：三菱重工業株式会社、名古屋大学　■開発期間：平成24～26年度

はじまりは一通のメールから

宇宙科学研究所(ISAS/JAXA)の我々のグループでは、新しい天文学を開拓することを目指して、ブラックホールや中性子星から放射されるエックス線やガンマ線を高精度に観測するための新しいセンサ技術の開発を進めてきました。2011年4月初め、その我々のもとに一通のメールが届きました。東京電力からです。それは、「宇宙の技術を使って、放射線の強いところと弱いところを、広範囲にわたって一度の測定で見分けることはできないでしょうか」というものでした。我々が持つ技術や培ってきた計測のノウハウが役に立つ可能性があるのであれば、ぜひ挑戦してみたい。我々にとってまったく新しい取り組みが始まりました。

ガンマ線用の高感度“魚眼”デジタルカメラ

放射性物質が広く分布している状況で、有力な可視化方法として考えられるのが「コンプトンカメラ」と呼ばれる検出器技術です。コンプトン再構成という手法により、あらゆる方向から入射するガンマ線を画像化し、高感度かつ超広角の撮像を実現することができます。

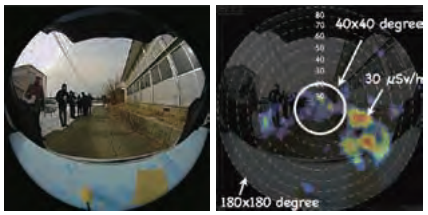
ISAS/JAXAと三菱重工業は、共同で地上用途として初めてのコンプトンカメラの開発に取り組みました。宇宙観測用の最先端の半導体検出器技術をベースに、実用に適した可搬型のシステムを新たに設計・試作しました。実地での実証実験を繰り返し、得られた結果をもとに、さらなる改良を加え、世界初のコンプトンカメラ商用機「ASTROCAM 7000HS」を開発しました。高いエネルギー分解能と角度分解能を有し、従来機器よりも10倍以上広い超広角撮像能力（180度×180度）で広範囲を可視化することに成功しました。

ASTROCAM 7000HS

●ASTROCAM 7000HSのスペックシート

形状	445L x 340W x 235H(mm)
重量	8～13 kg 程度 (装置仕様による)
視野	180 x 180 度 (2π ステラジアン)
エネルギー分解能	約2%(FWHM) @662 keV
角度分解能	約5度 (FWHM) @662 keV
検出効率	0.16 cps/MBq @1m, 137-Cs(標準タイプ) 2.8 cps/MBq @1m, 137-Cs(拡張タイプ)

●放射性物質の可視化例



魚眼レンズを装着した可視光カメラの画像（左）に、超広角コンプトンカメラで撮像したガンマ線画像を重ね合わせたもの（右）。典型的なガンマカメラの視野は40度×40度に制限されるが、超広角コンプトンカメラでは180度x180度（半球）の視野を実現

可視化のメリットで除染作業に貢献する

ASTROCAM 7000HSの利用により、サーベイメータを携えて人力で敷地を探査する方法に比べ、容易にかつ見落とすことなく、ホットスポットの探索精度が格段に向上すると考えられます。1回の測定で広い領域をカバーできるため、放射性物質が広範囲に分布している状況で特に力を発揮します。除染前後の画像の比較により、除染作業の効果の検証にも非常に有効であることも実証されています。今後は、原子力関連施設における非破壊的な安全点検作業などのセキュリティ分野で、活躍の場が与えられる可能性があります。

2013年6月撮像（除染前）

2014年1月撮像（除染後）

ASTROCAMによる原発20km圏内での実地試験。除染前（左：2013年6月取得）と除染後（右：2014年1月取得）の比較。除染作業によって、ホットスポットが除去されていることが画像上で明らかにわかる。ホットスポットの検出だけでなく、除染作業の評価にも有用であることを示している

可視化が求められるあらゆる分野に

今回開発したコンプトンカメラは、エネルギー分解能に優れるテルル化カドミウム半導体を用いた検出器技術と、極めて高度な実装技術が開発の鍵でした。これは、15年以上にも及ぶアクロラド社と三菱重工業との共同開発により実現したものです。宇宙からの微弱なガンマ線をとらえようとする天文学の分野では、極めて高い性能が観測装置に要求されます。常に新しい装置開発が求められるため、最先端センサ技術のシーズの宝庫です。我々が開発を続けているコンプトンカメラは、原子力関連分野だけでなく、分子イメージングと呼ばれる学術分野や、放射線を用いたがん治療の分野でも活躍できる可能性を秘めています。

お問い合わせ先
三菱重工業株式会社 防衛・宇宙ドメイン　米田 宗弘
〒485-8561 愛知県小牧市東田中1200番地
TEL：0568-79-3094　E-mail：munehiro_komeda@mhi.co.jp

高橋チームリーダー

チームリーダー
高橋 忠幸
（国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所・教授）

サブリーダー
黒田 能克
（三菱重工業株式会社 防衛・宇宙ドメイン・部長）