

放射線工学部会企画セッション

放射線工学におけるアンフォールディング研究の現状と将来展望
Current Trends and Future Prospects on Unfolding Techniques in Radiation
Science and Technology

(3) 環境情報を用いた線源分布アンフォールディング技術

Unfolding methods of radioactivity distribution using environmental information

*鳥居建男¹¹原子力機構 廃炉国際共同研究センター

1. 緒言

2011年3月に発生した東日本大震災に伴い発生した福島第一原子力発電所の事故後、放射性物質の汚染分布、すなわち放射線源の空間分布を直感的に把握できる放射線源の可視化への要求が高まり、ガンマカメラと呼ばれる放射線のイメージング装置の投入と開発が進められてきた。線源分布の測定といっても、原子炉建屋内の高線量率エリアから環境中の比較的線量率エリアのホットスポットの検出までそのダイナミックレンジは大きく、対象となる計測エリアの大きさ、3次元的な幾何形状、線源分布も様々である。

2. 線源分布の測定解析技術

現在利用されているガンマ線イメージャーにはピンホールカメラ型とコンプトンカメラ型に大別されるが、ピンホールカメラはコンプトンカメラと比較して線源分布の可視化は比較的容易である。しかし、ピンホール以外に重量物の遮蔽に囲まれているため、その重量は数10kg以上となる。このため、可搬性を持たせて様々な箇所を迅速、簡便に測定することは困難である。また、重量が重いためにドローンはもとより小型ロボットに搭載して現場に導入することは困難である。一方、コンプトンカメラは、散乱体と吸収体の2層のセンサーデータを用いて放射線の入射方向を解析的に求める手法であり、これまで宇宙物理や医療分野で研究や利用が進められてきた。原理的に遮蔽が要らず、小型軽量化が可能であること、視野角が広いなどの特長を有することから、福島第一原発事故により汚染した環境中の測定でも利用が試みられてきた。

コンプトンカメラは、コンプトンコーンと呼ばれる円錐を逆投影しその重なりから線源分布を面的に求めることから、 γ 線が飛来する奥行き方向の線源位置を特定することが困難である。そこで、3次元的な線源分布の広がり把握のために、①多点計測により異なる視野角からの線源分布画像を逆解析して求めたり(図1)、②光学画像等の他の計測技術により求めた環境情報と組み合わせて線源分布を推定する手法(図2)が試みられている¹⁻³⁾。これらの技術の現状と課題について報告する。また、森林による遮蔽効果を含めて線源分布を最尤推定期待値最大化(ML-EM)法を用いた取り組みについても述べる⁴⁾。

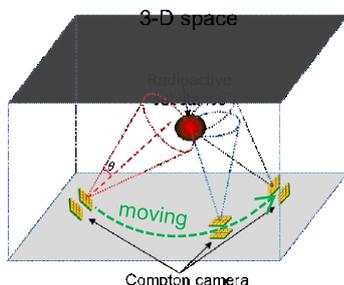
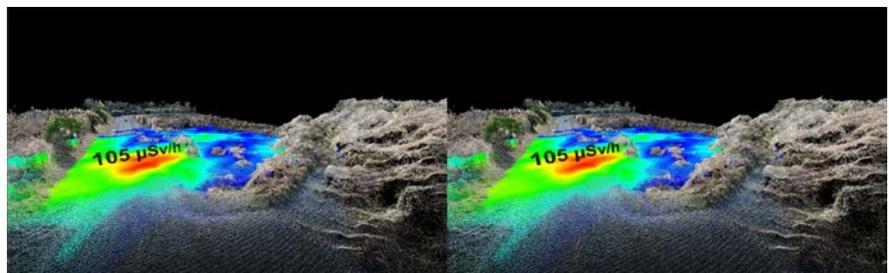


図1 多点計測による線源位置の解析

図2 環境中での線源分布の3次元ステレオ画像²⁾

参考文献

- 1) Vetter, K., et al., NIM A878 (2018) 159-168: 2) Sato, Y., et al., J Inst. 13 (2018) P03001:
- 3) 吉原有理、博士論文(東大)(2019): 4) Sasaki, M., et al., RPD (2019) ncz095.

*Tatsuo Torii¹¹ Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science (CLADS), Japan Atomic Energy Agency (JAEA)