大気放出された放射性核種の濃度分布と放出量をγ線画像から推定する手法開発 (3) 仮想γ線画像と応答関数の作成

Development of an estimation method of concentration distribution and release amount of radionuclide discharged to the atmosphere using gamma-ray imaging: (3) Simulation of detected gamma-ray images and construction of response matrices

*古田 禄大[1]，佐藤 大樹[1]，中山 浩成[1]，永井 晴康[1]，谷森 達[2]
[1]原子力機構，[2]京都大学

大気拡散計算と放射線計測を融合して大気放出された放射性核種の濃度分布と放出量を推定する手法の開発を進めている。ここではγ線画像から核種分布を逆解析するために必要な応答関数の整備について述べる。

キーワード：放射線計測，γ線画像，放射性核種濃度分布

1. 緒言

原子力機構では，大気放出された放射性核種からのγ線を電子飛跡検出型コンプトンカメラ（ETCC）で撮影した画像から，線源核種の濃度分布と放出量を推定する逆解析手法の開発を進めている。得られた濃度分布と放出量を大気拡散計算の入力データとして用いることで，拡散計算の予測精度を向上させることができる。本研究では，シミュレーションによって ETCC の仮想γ線画像と逆解析に使用する応答関数行列を作成し，逆解析手法の開発及び検証を行う。

2. 仮想γ線画像作成の概要

仮想γ線画像の作成には，原子力機構が開発した放射線輸送計算コード PHITS [1] を用いた。前講演で作成した大気中の放射能濃度分布を入力として，逆解析体系（東西・南北 1 km，高さ 500 m）中の複数の位置に仮想 ETCC を設置し，線源から ETCC までのγ線輸送計算を行った。放出核種については，今回は，福島第一原子力発電所事故でも大量に放出された ^{137}Cs/^{137m}Ba に限定し，0.662 MeV のγ線の直達成分のみを計算対象とした。図 1 は PHITS を用いて計算した仮想γ線画像の例である。実測で使用予定の京都大学製 ETCC [2] に合わせ，視野は 100 度×100 度，画像ピクセル数は 10×10 とした。実際に放射性核種が大気中に飛散した事故時の ETCC データは存在しないため，逆解析手法の開発では代用としてこの仮想γ線画像を用いて手法の検証を行う。

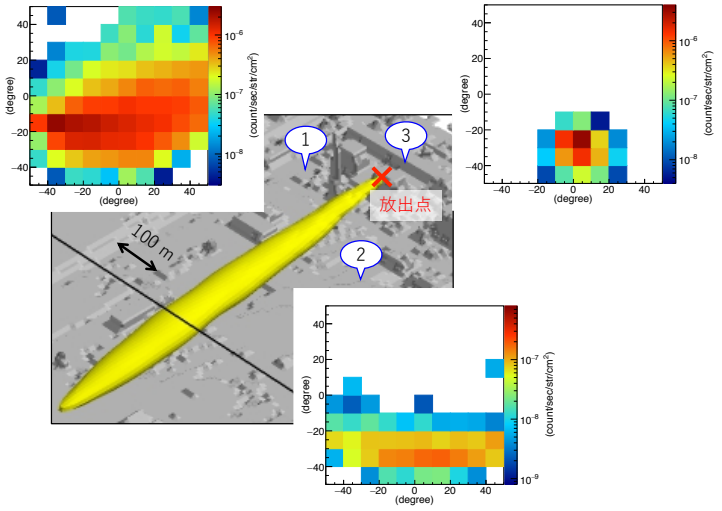

図 1 大気拡散計算で模擬作成した放射能濃度分布（黄）と周囲に設置した ETCC で得られる仮想γ線画像の例

3. 応答関数作成の概要

ETCC で得られるγ線画像から放射能濃度分布を逆解析するために，計算体系中の単位放射能をもつ線源から ETCC の検出部（10×10 ピクセル）に到達する直達γ線のフルエンスを計算し，応答関数行列として整備した。線源の 3 次元位置は，大気拡散計算の格子サイズを踏まえ東西・南北・高さ各 5 m 刻みとし，体系全体を 200×200×100 の格子に分割して計算した。応答関数行列の妥当性を確認するため，3 次元核種濃度分布と畳み込んで再構成した仮想γ線画像と PHITS の計算結果を比較した。γ線フルエンスの小さい線源周縁部を撮影したデータを除き，両者は 10 %以内で良い一致を示した。発表では，PHITS による仮想γ線画像から大気中の放射性核種濃度分布を逆解析した結果についても報告予定である。

参考文献

[1] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 55, 684–690 (2018).
[2] T. Tanimori, et al., Scientific Reports, 7, 41511 (2017).

*Yoshihiro Furuta[1], Daiki Satoh[1], Hiromasa Nakayama[1], Haruyasu Nagai[1] and Toru Tanimori[2]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]Kyoto Univ.