

Ge 半導体コンプトンカメラにおける正確なコンプトン散乱角不確実性モデルに 基づいたリストモード逐次近似画像再構成法の開発

Development of a list-mode iterative reconstruction for Ge semiconductor Compton camera with an accurate model of the uncertainty of the Compton scattering angle



岡山大院医歯薬¹, 理研ライフサイエンス技術基盤研究センター²,

○猪田敬弘^{1,2}, 本村信治², 榎本秀一^{1,2}

Grad. Med. Dent. Pharm. Okayama Univ.¹, RIKEN Center for Life Science Technologies²,

○Takahiro Ida¹, Shinji Motomura² and Shuichi Enomoto^{1,2}

E-mail: he19706@s.okayama-u.ac.jp

我々は次世代の核医学イメージング技術として、Ge 半導体コンプトンカメラ GREI を開発中である。GREI は複数種類の放射性核種を同時に撮像し、画像化する”複数分子同時イメージング”が可能であり、既に、マウスに同時に投与した PET 用の分子プローブと金属元素 RI のそれぞれの分布を識別して可視化することに成功している。GREI の実用化によって、複数の因子が複合的に関与する疾患機序の解明や、生体内での様々な反応機構の解析に向けた貢献が期待される。

GREI の実用化のためには、生体に投与された核種の分布を高 S/N 比の 3 次元断層画像として取得する画像再構成法の開発が求められる。有効性が期待される手法に逐次近似法がある。これはガンマ線測定時の様々な誤差要因をガンマ線の到来方向の推定に組み込むことで、高 S/N 比の画像取得が期待できる手法であるが、計算に適用する誤差モデルの精度が画質に直接的に影響する。GREI は測定されたエネルギーにより求められるコンプトン散乱角を基にガンマ線の到来方向を推定するため、散乱角誤差の正確なモデル化が画質を大きく左右する。しかし、散乱角誤差は複数の物理的因子より構成される複雑な分布形状を呈し、さらにガンマ線測定事象によってその広がりを変化する。正確な散乱角分布モデルに基づく手法は計算が複雑化するため、従来は Gaussian などの単純なモデルを散乱角誤差に適用した逐次近似法が試みられていたが、生体撮像に対する有効性は示されていない。

本研究では、測定事象に応じて分布の広がりや決定される散乱角誤差分布のモデル化手法と、これを組み込んだ逐次近似画像再構成法を提案する。具体的には、検出器エネルギー分解能およびドップラーブロードニングによるエネルギーの誤差より、高い近似精度を持つ散乱角誤差分布を求めた。この散乱角誤差分布のパラメータはガンマ線測定事象毎に測定データにより決定される。提案する逐次近似法は list-mode maximum-likelihood expectation-maximization (LM-ML-EM) 法を基にしている。

提案手法の有効性の検証には GREI 撮像を想定したシミュレーションおよび、GREI による担癌マウス撮像データを用いた。その結果、提案手法の導入によって再構成画像の S/N 比が向上し、線源集積部位をより明瞭に描出することに成功した(Fig. 1)。本研究の成果によって、新たな核医学診断薬開発および GREI 機器開発の効率化への寄与が期待される。

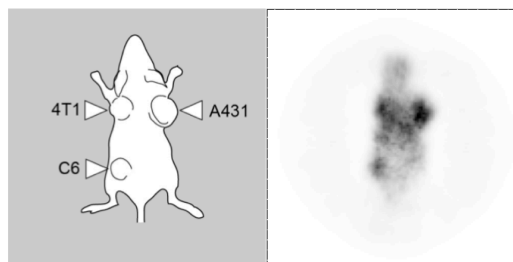


Fig. 1. Reconstructed image of the ⁶⁴Cu-labeled antibody in a tumor-bearing live mouse.