

W155a コンプトンカメラ画像再構成への統計的アプローチ

小高裕和 (宇宙研), 池田思朗 (統数研), 植村誠 (広大理), 武田伸一郎, 渡辺伸, 高橋忠幸 (宇宙研)

コンプトンカメラは、集光鏡やコリメータ、マスクによる画像化が困難な 0.1 MeV–10 MeV の軟ガンマ線のエネルギー域において、最も有効な撮像法である。われわれが開発してきた Si/CdTe 半導体コンプトンカメラでは、多層の半導体検出器を用いて、コンプトン散乱の散乱光子と反跳電子を測定し、コンプトン運動学を利用して光子の到来方向を制限することができる。画像化にはコンプトン運動学によって円環状に制限された領域を天球に射影するバックプロジェクションが一般によく用いられているが、検出器の応答を画像に正確に反映させるには統計学に基づく画像推定が有効だと考えられる。

本研究では、コンプトンカメラのデータから天球上の 2 次元画像を推定する問題を定式化し、コンプトン画像再構成の統計的手法を開発した。そして、簡単な構成の Si/CdTe 半導体コンプトンカメラを仮定して、この手法を数値実験で検証した。従来、コンプトンカメラの統計解析で測定値を用いてデータ空間を構成すると、空間が大きくなりすぎて、現実的ではなかったが、この手法では、ガンマ線源が十分遠方にあると仮定することにより、データ空間を圧縮することができる。数値実験の結果、複数点源でも広がったソースでも正しく再構成画像が得ることができた。また、われわれの定式化はベイズ統計の枠組みに自然に拡張でき、適切な事前分布を導入して MAP 推定を行うことで、最尤推定の結果よりも鮮明な画像を得ることができた。本講演では、コンプトンカメラの画像推定問題の定式化、数値実験の結果、将来の宇宙ガンマ線観測への展望について報告する。