

全方向ガンマ線イメージングにおける重みづけ逆投影法の開発

Development of weighted backprojection method for 4π field of view gamma-ray imaging

名大工¹, 名大 RIC 分館², 名古屋放射線診断財団³, 高橋時音¹, 一ノ瀬裕一郎², 上間康平¹,
富田英生¹, 緒方良至², 山下英二³, 田端伸旭³, 小林敏樹³, 井口哲夫¹

Nagoya Univ.¹, Radioisotope Research Center Medical Branch, Nagoya Univ.², Nagoya Diagnostic Radiology Foundation³, Tone Takahashi¹, Yuichiro Ichinose¹, Kouhei Uema¹, Hideki Tomita¹, Yoshimune Ogata², Eiji Yamashita³, Nobuaki Tabata³, Toshiki Kobayashi³, Tetsuo Iguchi¹

1. はじめに

コンプトンイメージング法を基にした全方向ガンマ線イメージングは、一度の測定で周囲全ての放射性物質分布を取得することができるため、特に、放射性物質による汚染のサーベイランスや核物質の探知といった分野での応用がなされている。コンプトンイメージング法では、鮮明な再構成画像を得るにはノイズを効率的に除去する方法が必要である。本研究では、ノイズ除去方法として、コンプトン散乱角別の逆投影によって現れる特徴を利用し、線源強度の情報を維持しつつノイズを除去する重みづけ逆投影法を導入した。また、応用例として、医療用サイクロترون施設での放射線源分布測定を行い、重みづけ逆投影法の適用性を評価した。

2. 重みづけ逆投影法の概要

マルチピクセル型 CdTe 半導体 3 次元アレイ検出器にて取得した ^{137}Cs 線源の 662 keV γ 線に対する同時計数イベントについて、各エネルギー付与量および位置を用いてコンプトンイメージング原理に基づき再構成した画像を図 1 に示す。全方向コンプトンイメージングにおいて、散乱角が直角に近いイベント(a)とそれ以外のイベント(b)に分けてそれぞれ逆投影を行うと、コンプトンコーンのノイズ成分が顕著に現れる部分が異なる。特に、線源方向と正反対の方向に着目すると、前者(a)では擬似ピークが生じるのに対し、後者(b)ではカウントがほとんど見られない。そこで(b)の像を(a)の重みとして掛け合わせることで、(d)のような再構成像を得た。単純な逆投影法で得られた再構成像(c)と比較し、S/N および角度分解能が向上することが示された。

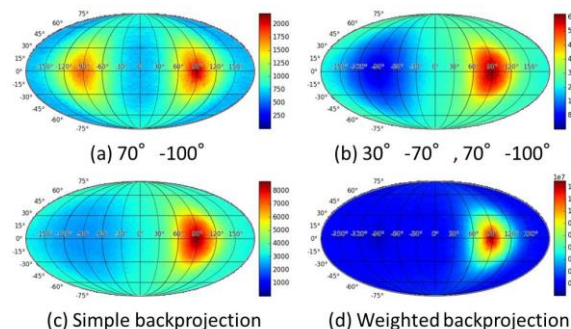


Figure 1 Reconstruction images of ^{137}Cs source
@ $(\theta, \varphi) = (90^\circ, 0^\circ)$

3. 医療用サイクロترون施設での放射線源分布測定

本手法による放射線源分布測定の一例として、名古屋放射線診断クリニックで運用されている医療用サイクロترونにて実証実験を行った。サイクロترون室内に CdTe 検出器を設置し、3 か所で測定を行った。得られたエネルギースペクトルより、各ピークエネルギーに対応したイベント毎に重み付け逆投影を行った。得られた再構成画像と光学写真と組み合わせたものを図 2 に示す。(a)、(b)はそれぞれ 511 keV (β^+ 壊変核種に起因)と 834 keV (Mn の中性子放射化による ^{54}Mn に起因) のガンマ線に対する再構成画像である。サーベイメータにて測定した空間線量率が高い領域と再構成画像上の線源位置が一致しており、実際の放射線源分布測定において、重みづけ逆投影法の有効性が示された。今後、重みづけ逆投影の条件の最適化やリアルタイムでの測定への適用を進める予定である。

謝辞：本研究の一部は、JSPS 特別研究員奨励費 JP26010826 および原子力システム事業の助成を受けて実施された。

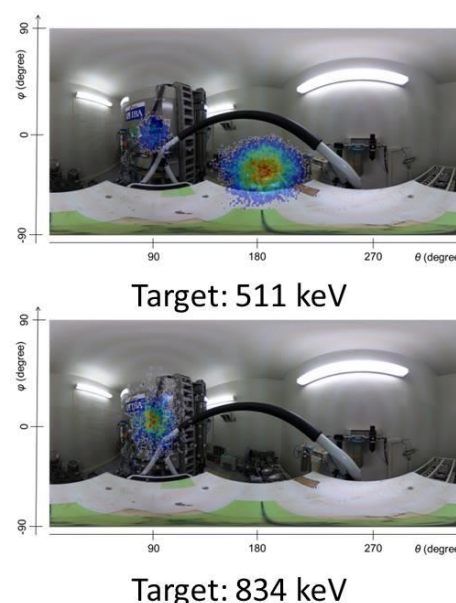


Figure 2 Reconstruction images of gamma-ray source