

三次元マルチピクセル型検出器の自己遮蔽プロファイルを用いた 線源方向推定法の開発

Radiation source direction estimation based on self-shielding profile in 3-D multi-pixel array detectors

¹名古屋大学, ²東京大学

*向 篤志¹, 神田 皆人¹, 島添 健次², 富田 英生¹

¹Nagoya Univ., ²Univ. of Tokyo

○Atsushi Mukai¹, Minato Kanda¹, Kenji Shimazoe², Hideki Tomita¹

E-mail: mukai.atsushi.k5@s.mail.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

放射性物質を用いたテロや放射性物質の盗難、紛失への対策のため、ガンマ線源位置・強度を推定するシステムの開発が求められている。これまでに三次元マルチピクセル型検出器を用いて全方向コンプトンイメージングに基づくシステムの開発を行ってきたが、コンプトンイメージングでは検出器に入射したガンマ線がコンプトン散乱を起こしたのちに光電吸収される事象のみを用いるため、それ以外の事象を有効活用することで、より低い計数率において遠方にある線源の方向を推定できる可能性がある。そこで本研究では、三次元マルチピクセル型検出器の各ピクセルの計数分布に基づく線源方向推定手法について検討を行った。

2. 検出器の自己遮蔽プロファイルに基づく線源方向推定

三次元マルチピクセル型検出器から離れた位置の点線源より放出させたガンマ線が検出器に入射したとき、各ピクセルの計数はそのピクセルよりも線源方向に近い位置の検出器媒質によって遮蔽されるため、特徴的な計数の空間分布（これを自己遮蔽プロファイルと呼ぶ）を生じる。そこで、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いて、このプロファイルの形状より γ 線入射方向を推定するモデルを構築した^[1]。Fig. 1 にモデルの概要を示す。検出器の各ピクセルの計数分布を入力とし、 4π 方向の各位置から検出器に入射したガンマ線による計数の割合（線源方向）およびバックグラウンド起因の計数の割合を出力させた。

3. 全方向ガンマイメージングとの推定精度の比較

構築したCNNモデルの検証のため、線源方向推定実験を行った。検出器に対する¹³⁷Cs (1.8 MBq) の距離を 1 m から 4 m まで変化させ、イベント数に対する線源方向推定性能を評価した。線源方向は $(\theta, \varphi) = (0.0^\circ, 11.3^\circ)$ であった。線源距離 1 m の場合の計数に対する推定線源方向と真の線源方向の平均誤差の関係を Fig. 2 に示す。低イベント数の環境において、提案手法は既存手法である全方向ガンマイメージングよりも高い線源方向推定精度が得られることが確認された。また、⁶⁰Co (1.0 MBq) を用いて同様の実験を行い、¹³⁷Cs 線源と同様に全方向ガンマイメージングよりも高い線源方向推定精度が得られることが確認された。

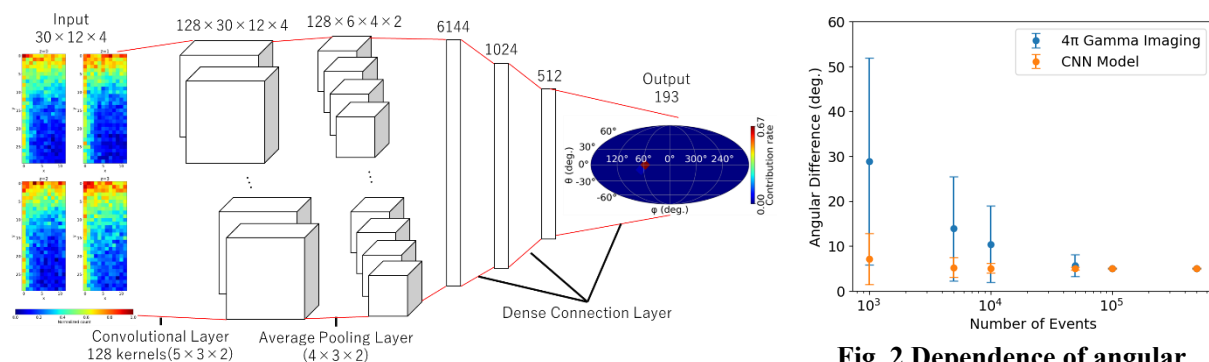


Fig. 1 Overview of source direction estimation model.

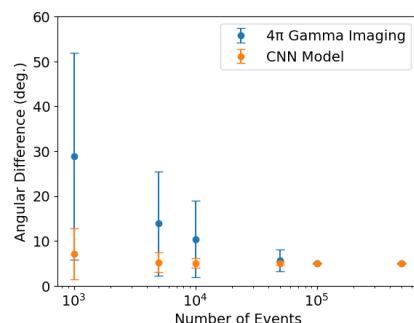


Fig. 2 Dependence of angular difference between the estimated and true source direction on number of events

参考文献 [1] 向ら, 放射線 48, pp 37 – 42, (2023).

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 19H00881 の助成を受けたものです。