

## 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

Development of a method for source direction estimation  
based on self-shielding profile in 3-D multi-pixel array detectors

\*向 篤志<sup>1</sup>, 海老 英虎<sup>1</sup>, 神田 皆人<sup>1</sup>, 富田 英生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学

放射性物質を用いた犯罪行為やテロへの対策のため、ガンマ線源探知システムの開発を行っている。本研究では、畳み込みニューラルネットワークを用いて検出器の全計数を使用した線源方向推定手法を構築し、その角度分解能を評価した。

**キーワード**：線源方向推定, ディープラーニング, 畳み込みニューラルネットワーク

**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。これまでに本グループにて開発を行ってきたシステム<sup>[1]</sup>では、ガンマ線が三次元マルチピクセル型検出器内でコンプトン散乱を起こしたのちに光電吸収される事象に着目した全方向コンプトンイメージングを用いるが、より低い計数で線源情報の取得できれば迅速な線源推定が実現できる。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を開発し、検証を行った。

### 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れ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、Fig. 1のような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を用いて、このプロファイルの形状より $\gamma$ 線入射方向を推定するモデルを構築した<sup>[2]</sup>。検出器の各ピクセルの計数分布を入力とし、 $4\pi$ 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. ガンマ線入射方向推定モデルによる線源方向推定

構築した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<sup>137</sup>Cs点線源（1.8 MBq）の方向を変化させ、各方向で10分間の測定を5回ずつ行い、得られた計数分布を入力としてガンマ線入射方向の推定を行った。線源方向 $(\theta, \varphi) = (0.0^\circ, 11.3^\circ)$ の場合の線源方向推定結果をFig. 2に示す。真の線源方向に対する推定方向の角度差は84.4%が10度以内となると評価された。これにより、本提案手法による $\gamma$ 線入射方向の推定が実証された。

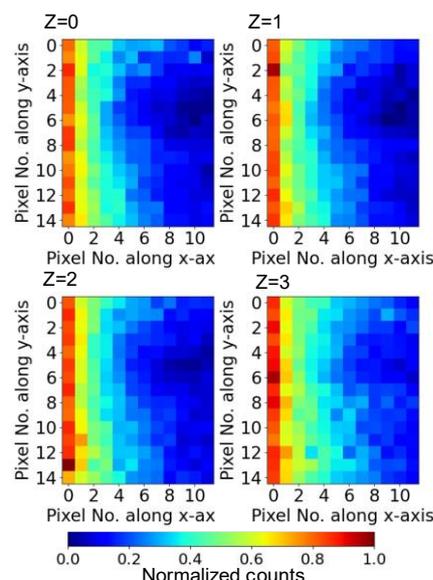
**参考文献** [1] H. Tomita *et al.*, 2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), 18-21.

[2] 向ら, 放射線, *submitted*.

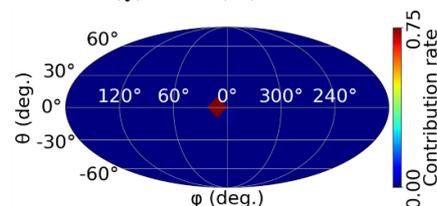
**謝辞** 本研究の一部はJSPS 科研費 19H00881 の助成を受けたものです。

\* Atsushi Mukai<sup>1</sup>, Hidetake Ebi<sup>1</sup>, Minato Kanda<sup>1</sup>, Hideki Tomita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ.



**Fig. 2 Self-shielding profile in 3-D multi-pixel array detectors for a <sup>137</sup>Cs point source at  $x,y,z=1000, 0, 0$  in mm**



**Fig. 1 Source direction estimation for source at  $(\theta, \varphi) = (0.0^\circ, 11.3^\circ)$**