

# 中性子イメージャーの高機能化に向けた基礎研究

防衛大学校 本科66期 応用物理学科 西田 太樹

## 1 目的

核テロの未然防止には核物質から放出される中性子の飛来方向を特定できる中性子イメージャーが有用である。放射線物理研究室ではこれまで複数Li ガラスシンチレータを用いた中性子イメージャーを作成し中性子線源を用いた性能評価を行ってきた。本研究では研究室で開発した中性子イメージャーを2台にすることで、検出感度や位置測定精度といった検出性能が向上する可能性を考慮し、シミュレーションによりその性能を評価した。

## 2 シミュレーション

5kg のプルトニウムからは、自発核分裂によって毎分  $2.2 \times 10^7$  個の高速中性子が放出される。本研究では高エネルギー物理学実験で広く利用されているGeant4 コードを用いて、10 分間の放出数に相当する中性子を生じ、様々な検出器配置条件で測定するシンチレーションを行った。検出部には一辺 20mm、厚さ 3mm のLi ガラスシンチレータ 17 枚を用い、減速材として厚さ 10cm のポリエチレン球殻を定義した。(図1) 中性子強度分布を再構成するために、緯度 13 点、経度 36 点の計 468 方位による線源方向空間を定義し、逐次ベイズ推定に基づくアンフォールディングを行った。

検出器台数による検出性能比較のため、線源位置を図2に示す7点とし検出器1台(検出器位置: 原点)と2台(検出器間距離 200cm)の条件でシミュレーションを行った。線源及び検出器位置条件は、6m×6m の室内に核物質が隠蔽されていると想定して設定した。また、検出器間距離による検出性能比較のため、線源位置は変えず検出器間距離 200cm、300cm、400cm でシミュレーションを行った。

## 3 結果及び考察

図3に検出器台数が1台と2台の場合について主要な4点の再構成結果を示す。いずれもほぼ正しい線源位置に高強度スポットが現れることが分かる。表1に示す経度・緯度方向の標準偏差を比較すると緯度・経度  $0^\circ$  の場合を除き検出器2台の方が角度特定性能は向上することが分かった。また、図にはないが検出器間距離を大きくすることで低経度付近、高経度付近ともに角度特定性能が低下することが分かった。これは線源位置に対して検出器間距離が大

きくなりすぎたため、低経度付近で検出数が減少し検出誤差が影響したこと、高経度付近では一方の検出数が極端に大きくなりその検出器による非線源方向の検出数が影響したことが原因と考えられる。検出器間距離をさらに小さくすることで検出性能が高まる可能性がある。

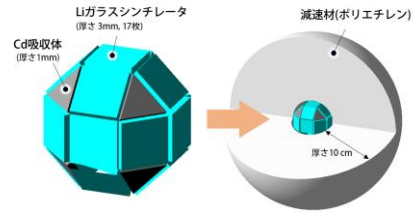


図1 中性子イメージャー概要

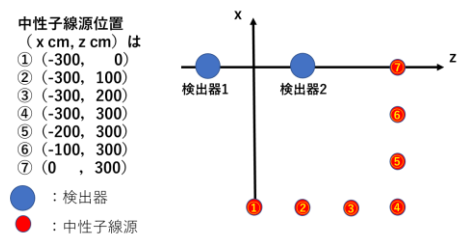


図2 検出器2台設置時の線源位置 (x-z平面を鉛直上向きから見た位置関係)

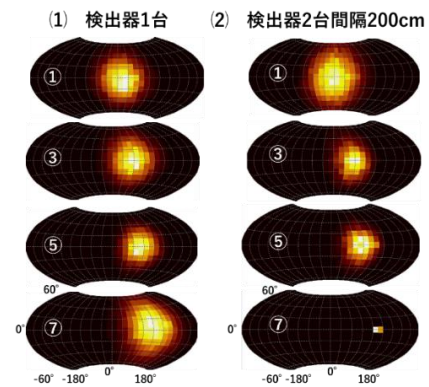


図3 経度① $0^\circ$  ③ $34^\circ$  ⑤ $56^\circ$  ⑦ $90^\circ$ における再構成結果 (左: 検出器1台 右: 検出器2台)

表1 検出器1台と検出器2台(検出器間距離 200cm)における標準偏差比較(左: 経度方向 右: 緯度方向)

線源	検出器1台	検出器2台	線源	検出器1台	検出器2台
①	30.74	> 29.5	①	29.88	< 35.35
③	31.69	> 23.85	③	29.85	> 27.74
⑤	25.28	> 22.47	⑤	23.48	> 22.66
⑦	31.36	> 4.064	⑦	29.77	> 0.0008

研究指導教官 准教授 松村 徹