

## 小角コンプトン散乱を利用した遮蔽体を必要としない 新しいガンマ線イメージャーの検討

Investigation of a New Gamma-Ray Imager Using Small-Angle Compton Scattering Without Shield

\*北山 佳治<sup>1</sup>, 寺阪 祐太<sup>1</sup>, 佐藤 優樹<sup>1</sup>, 鳥居 建男<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構

福島第一原子力発電所廃止措置における作業員の安全確保という観点から、ホットスポットの位置を事前に把握可能なガンマ線イメージャーの研究が積極的に行われている。本研究では、小角コンプトン散乱を利用し検出器に指向性を出すという新しいアイデアの原理検証を行った。

**キーワード:** ガンマ線イメージャー, 小角コンプトン散乱, シリコンドリフト検出器, モンテカルロシミュレーション, 指向性ガンマ線検出器

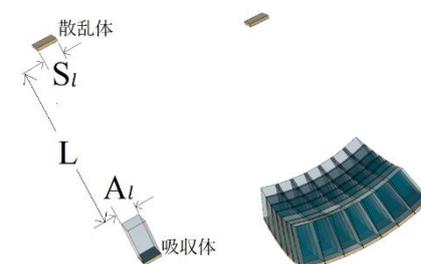
### 1. 緒言

我々のグループは超軽量コンプトンカメラを用いた放射性物質の分布測定を行っている。コンプトンカメラは線源方向の推定に複数イベントが必要で、その際に線源が存在しない場所にもコーンが描写されてしまう。それが余計なノイズとなり、得られる画像の S/N 比に悪影響を与えている。ピンホール方式のガンマ線イメージャーを用いると上記の問題は解決されるが、遮蔽体を必要とするため検出器は重く大型になる。本研究では、散乱体に軟 X 線用 Si 検出器を用いることで小角散乱での僅かなエネルギー付与を測定することに基づく新しいガンマ線イメージャーの検討を行った。散乱体で選別された小角散乱のみを吸収体で検知することで遮蔽体を用いずに指向性を出すことを目指した。

### 2. モンテカルロシミュレーションを用いた原理検証

指向性検出器について、そのジオメトリと得られる指向性の関係を、Geant4 シミュレーションを用いて調べた。指向性検出器は散乱体と吸収体で構成され、さらに指向性検出器を複数並べることでガンマ線イメージャーを構成する(図 1)。

検出器の指向性は、散乱体の大きさ  $S_L$ 、吸収体の大きさ  $A_L$ 、散乱体と吸収体間の距離  $L$ 、散乱体でのエネルギー閾値によって決まる。それらのパラメータを変化させながら、得られる指向性と検出効率を調べた。



指向性ガンマ線検出器      ガンマ線イメージャー

図1 指向性ガンマ線検出器(左) 複数の指向性ガンマ線検出器から構成されるガンマ線イメージャー(右)

### 3. 結果

図 2 に  $S_L = 2.8\text{mm}$ ,  $A_L = 6\text{mm}$ ,  $L = 100\text{mm}$  の指向性検出器に  $662\text{keV}$  のガンマ線  $10^8$  個を照射した際の、ガンマ線の散乱体入射角と検出イベント数の関係を示す。散乱体に  $0.5\text{keV} \sim 2.0\text{keV}$  のエネルギーウインドウを持たせ、吸収体にも  $600\text{keV}$  の下限閾値を設けた場合、 $\pm 5$ 度の指向性が得られる事がわかった。また検出イベントのうち、散乱角  $5^\circ$  以下の割合が約  $90\%$  あることから、目的の小角散乱を十分選別可能である事がわかった。同時に検出効率に課題があることも判明した。使用する吸収体の素材や厚みにもよるが、検出効率はおおよそ  $10^{-6}$  から  $10^{-7}$  のオーダーであった。

今後は実際の検出器を用いた実験により基礎データの取得を行っていく。

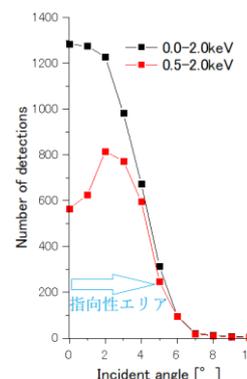


図2 ガンマ線の散乱体入射角と検出イベント数の関係

\*Yoshiharu Kitayama<sup>1</sup>, Yuta Terasaka<sup>1</sup>, Yuki Sato<sup>1</sup> and Tatsuo Torii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency.