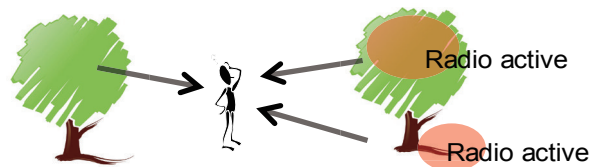


# 全方向有感型ガンマ線カメラの開発

量子工学専攻 量子ビーム計測工学研究グループ 河原林順

## 研究開発の概要

原子力施設大規模事故時の被ばく量低減のためには、環境中に飛散した放射性物質の濃度分布を取得することが有効である。この際に広範囲に亘る迅速な測定が必要となるため、従来のものより、広視野をもつ検出器が適している。そこで、全方向に有感なガンマ線カメラの開発を実施している。



## 新規性・独創性

従来のガンマ線カメラは、特定の方向から入射するガンマ線のイメージングを想定して設計されている。一方、全方向有感型ガンマ線カメラはどの方向から入射するガンマ線に対しても同じ様に測定できるため、存在する場所や分布が不明な放射線源の測定に適している。

**放射線検出原理**

- 放射線が入射し、エネルギーを落とすと、付与したエネルギーに比例した光を発する。
- 光検出器で光の量を測定し、ガンマ線の付与エネルギーを特定

**検出器要素 (シンチレータロッド)**

$N_{p1} + N_{p2} \propto E_{\gamma}$  付与エネルギー  
 $N_{p1}/N_{p2} \rightarrow z_L$  ロッド長軸方向位置

**コンプトン散乱**

ガンマ線が原子の持つ電子をはじいてエネルギーの一部を失い散乱

● 光子  
○ 電子

**コンプトンイメージング**

2つのエネルギーからコンプトン散乱過程の散乱角を計算

$\cos \theta_c = 1 - \frac{m_e c^2}{E_{\gamma} - E_{\gamma'}} \times \frac{E_{\gamma} - E_{\gamma'}}{E_{\gamma} + E_{\gamma'}}$  コンプトン散乱

多数のコーンの円の重なりから線源方向を推定

光電吸収

開発中の検出器「シンチレータスタック型ガンマ線カメラ」は、放射線検出器として広く用いられるシンチレータをロッド状にしたものを複数本束ねたものである。イメージング方法としてコンプトンイメージングを採用し、コリメータを持たないため、小型で軽量の検出器を実現できる。

**シンチレータスタック型ガンマ線カメラ**

- ガンマ線との相互作用位置を3次元的に取得
- 各相互作用点での付与エネルギーを測定

→ 全方向コンプトンイメージング

コンプトンコーンの円を検出器を囲む球面上に逆投影し、線源方向を推定

シミュレーション例 ( $^{137}\text{Cs}$ 点線源)  
 検出器サイズ:  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$   
 ( $3 \times 3 \times 48 \text{ mm}^3$  GAGGシンチレータロッド、 $16 \times 16$ 本)

## 応用例とその効果

- 1) 原子力事故時のUPZ内などの環境中放射線源分布迅速測定  
 測定時間の短縮、測定回数の低減  
 核種ごとの濃度分布の取得  
 持ち運び可能、リアルタイム測定 → 迅速・簡便なマッピング
- 2) 環境モニタリング等の放射線源の検出

