

全方位指向性検出器 (FRIE) の開発

(1) 検出器の設計とその特性

Development of omni-directional directional detectors (FRIE)

(1) Detector design and its characteristics

*鳥居 建男¹, 杉田 武志², 佐々木 美雪³, 眞田 幸尚³

¹福島大, ²科学システム研, ³JAEA

フラクタル形状である Sierpinski の四面体型の放射線検出器 FRIE (Fractal Radiation Imaging Element) を開発した。この形状のフラクタル次元は 2 であることから全方位に対してほぼ同感度で効率的に計数し、個々のセンサーの計数率から放射線の入射方向の把握が可能となる。本シリーズ発表では、その特性と放射線分布の解析、福島県浜通りの帰還困難区域におけるフィールド測定試験について述べる。

キーワード：フラクタル形状、放射線イメージング、 $\beta \cdot \gamma$ 線測定

1. 緒言

放射線分布のイメージングは、放射線源の位置や強度の特定が必要な場で有用となる。特に、複数の $\beta \cdot \gamma$ 線源が 3 次元的に混在する場では、 4π 方向に検出できる測定器の開発が期待される。そこで、自己相似形である Sierpinski の四面体形状の放射線検出器を開発した。16 個の正四面体 GAGG シンチレータを放射線センサーとし、センサー間に 5 個の正八面体の重金属 (鉛) を、また各シンチレータの下部に 3mm 角の Si-PM を配置している。

2. 検出器の特性

本検出器は 1 辺が 12mm の正四面体の 16 個のセンサーを 3 次元的に組み上げ (Fig. 1)、各センサーの総計数率はどのような入射方向でもほぼ同感度であるが、センサー間に鉛が充填されているため、個々のセンサー感度は放射線の入射方向によって異なる。この特性を利用することで、あらゆる方向の入射放射線の強度が判別できる。まず、機器設計のため検出器の方向特性を Phits を用いて解析し、 γ 線源 (^{137}Cs) と β 線源 (^{90}Sr) を用いた照射試験により、実験的にもその感度を把握した。その結果、解析と照射試験の結果はよく一致した (Fig. 2)。また、 β 線と γ 線に対する特性の違いから、それぞれの入射方向を同時に弁別し測定することが可能である。

3. 結論

本研究では、試作機について実験解析を行うとともに、放射線分布の逆解析、帰還困難区域において測定試験を実施した。また、2 号機

の設計製作と特性試験を行った。本発表では、シリーズ発表の 1 本目としてこれらの検出器の特性について報告する。

*本研究は、福島県「地域復興実用化等促進事業」(2021 年度) 補助金「廃炉・除染を促進する小型かつ軽量な全方位放射線イメージングシステムの開発」の支援を得て実施している。

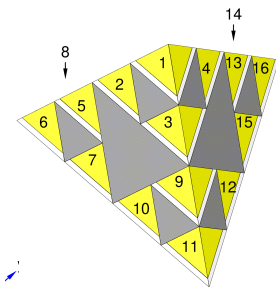


Fig.1 正四面体の 16 個の GAGG シンチレータを Sierpinski の四面体構造に配置し、間に鉛の遮蔽体を充填

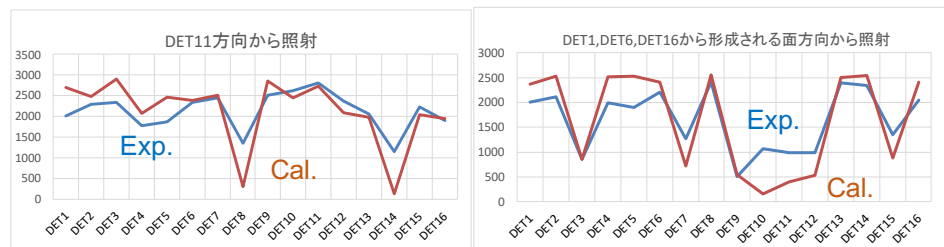


Fig.2 γ 線源(^{137}Cs)を稜線方向から照射した場合(左)と面方向から照射した場合(右)の各センサー (DET1~16) の応答特性の計算値と実験値の比較。

*Tatsuo Torii¹, Takeshi Sugita², Miyuki Sasaki³, and Yukihisa Sanada³

¹Fukushima Univ., ²Science System Lab., ³JAEA