

# 全方位指向性検出器の開発 フラクタル構造の $\beta$ ・ $\gamma$ 線イメージャーの考案

Development of an omni-directional radiation detector

## Invention of beta- and gamma-ray imager with fractal structure

\*鳥居 建男<sup>1</sup>, 杉田 武志<sup>2</sup>, 石澤 一憲<sup>3</sup>, 佐々木 美雪<sup>4</sup>, 眞田 幸尚<sup>4</sup>

<sup>1</sup>福島大学, <sup>2</sup>科学システム研, <sup>3</sup>日本放射線エンジニアリング, <sup>4</sup>原子力機構

フラクタル形状である Sierpinski の四面体型の放射線検出器を開発した。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。その概念と $\beta$ 線・ $\gamma$ 線源を用いた検出器の特性について報告する。

**キーワード**: 放射線イメージャー, 全方位測定, フラクタル形状,  $\beta$ 線・ $\gamma$ 線測定

### 1. 緒言

放射線のイメージングは放射線源の位置の特定が必要となるさまざまなフィールドで有用である。特に、1F 原子炉建屋のように $\beta$ 線源・ $\gamma$ 線源が混在しているところでは、 $4\pi$ 方向に検出できる小型のセンサーの開発が作業の進捗に大きく影響する。そこで、自己相似形のフラクタル構造をした Sierpinski の四面体型の放射線検出器を考案した。これは16個の正四面体 GAGG シンチレータを放射線センサーのユニットとして用い、Sierpinski の四面体形状に配置し、センサー間に鉛を充填した (Fig. 1)。

### 2. 検出器の特性

1辺が12mmの正四面体の16個のセンサーは、3次元的な配置から、全計数率はほぼ同感度であるにもかかわらず、センサー間に重金属(鉛)が充填されているため、個々のセンサーの計数率は放射線の入射方向によって異なる (Fig. 2)。検出器の方向特性は Phits を用いて応答解析するとともに、 $\gamma$ 線源 ( $^{137}\text{Cs}$ ) と $\beta$ 線源 ( $^{90}\text{Sr}$ ) による照射実験によりその特性を把握した。その結果、解析と線源照射試験の結果はよく一致した。また、 $\beta$ 線と $\gamma$ 線に対するセンサー特性の違いから、それぞれの入射方向を弁別し測定することが可能であることが分かった。

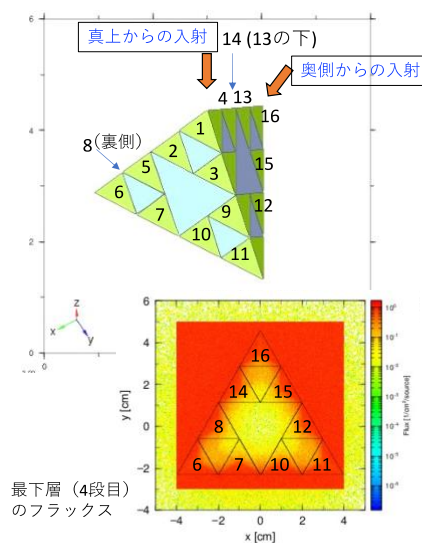


Fig.1 正四面体の16個のシンチレータを配置し空隙部に鉛を充填

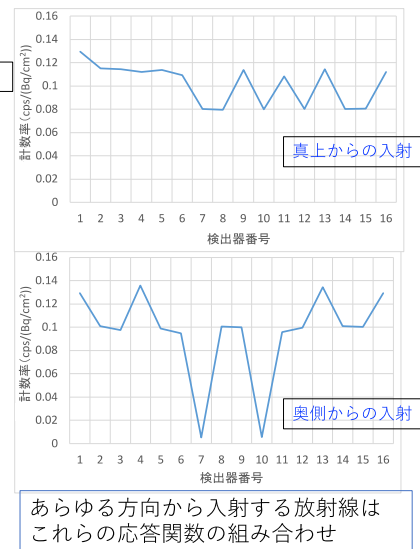


Fig. 2 GAGG シンチレータに $\gamma$ 線 ( $^{137}\text{Cs}$ )を照射した場合の応答特性

### 3. 結論

本検出器の構造は自己相似形であることから、全方位型であり検出器のサイズやその組み合わせにより、高線量率場から環境測定まで感度可変の $\beta$ 線・ $\gamma$ 線測定器となる可能性を示唆するものであった。

\*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。

\*Tatsuo Torii<sup>1</sup>, Takeshi Sugita<sup>2</sup>, Kazunori Ishizawa<sup>3</sup>, Miyuki Sasaki<sup>4</sup> and Yukihisa Sanada<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fukushima Univ., <sup>2</sup>Science System Lab., <sup>3</sup>Japan Radiat. Eng. Corp., <sup>4</sup>JAEA