

## 4層フォスウィッチ検出器による $\beta \cdot \gamma$ 同時弁別型線量計の開発 (1) 基本設計

A novel dosimeter technique using quadruple-phoswich scintillator for beta/gamma simultaneous counting and discriminating.

### (1) Concept and overall design

\*前川 立行<sup>1</sup>, 久米 直人<sup>2</sup>, 牧野 俊一郎<sup>1</sup>, 菊地 賢太郎<sup>2</sup>, 大島 雄志<sup>1</sup>, 藤原 栄一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東芝電力放射線テクノサービス, <sup>2</sup>東芝エネルギーシステムズ

高線量環境下における簡易かつ確実な $\beta$ 線線量率測定を目指し、 $\beta \cdot \gamma$ 線の同時弁別測定ができる(3+1)層型の多層シンチレータ構造の考案、事象の弁別手法と線量評価手法の開発により基本的な成立性を確認した。

**キーワード:**  $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、フォスウィッチ、4層、弁別、同時、線量率

### 1. 背景と課題

福島第一原子力発電所の廃炉現場では $\beta$ 線線量率管理が重要になってきている。現状、 $\beta$ 線線量率測定には $\beta$ 線遮断フィルタ有無の違いのある2つの養生した電離箱を携行し、2つの測定差分から $\beta$ 線線量当量率を得ている。今回我々は、携行品の最小化、測定被ばくの低減、差分算出時の誤差伝播抑制など、放管員の被ばく低減とデータの品質向上を狙いとして開発に着手した。

### 2. 開発のポイント

$\beta$ 、 $\gamma$ の観測信号は、検出器中での電子のエネルギー損失に由来するため、信号観察だけでは本質的に $\beta \cdot \gamma$ の識別は不能である。しかし、図1に示す様に、 $\gamma$ 線は確率的反応で電子を散乱する事に対し、 $\beta$ 線は必ず軌跡に沿って連続的エネルギー付与をするという大きな特性の違いがある。我々はこの点に改めて着目し、 $\beta \cdot \gamma$ を同時に識別測定できる事、計数率だけでなく線量当量率を得る事、弁別のために効率を犠牲にしない事を配慮して検討した結果、この4層フォスウィッチシンチレータ構造を提案する。

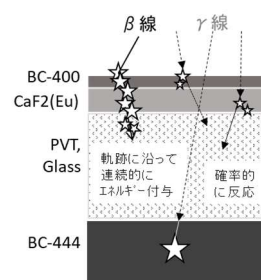


図1.基本概念と構成

### 3. 4層フォスウィッチ検出器の基本構成

図1には4層フォスウィッチの概念と構成を示す。入射窓側に、 $\beta/\gamma$ を100以上確保した薄いプラスチックシンチレータ(PLS) [ $\tau=2.4\text{ns}$ ]と薄いCaF2(Eu) [ $\tau=950\text{ns}$ ]を $\beta$ 線受感層として配置し、 $\gamma$ 線感度の抑制だけでなく、信号検出可能な光出力を得るためのエネルギー付与を考慮して最適化する。3層目には透明な光ガイドを配置し、光伝搬と併せて $\beta$ 線の想定最大エネルギー(最大2.28MeV@Y-90)の吸収体として機能させる。4層目は $\gamma$ 線検出のためのPLS [ $\tau=285\text{ns}$ ]とし、測定上限レンジを考慮して厚さを最適化する。

### 4. 基本動作の構想

$\beta$ 線のエネルギーに応じて第1層のみ、或いは第1, 2層両方が発光する。両層の $\gamma$ 線検出効率は前述の様に低く抑えられ、第2層でのコンプトン散乱電子も前方散乱する限りは有意な信号を形成しない。実際には信号検出時は3層の発光有無を示す7パターンから波高情報も併用して有効信号を抽出する。 $\beta$ 線のフルエンス-線量換算係数は概ね2群のエネルギー分割で考えられるため、層別計数と波高を併用した演算法で3mm, 70 $\mu\text{m}$   $\beta$ 線線量当量率を算出する。3層目のPLSは人体組織等価であるため、計数ではなく発光量(波高値)積算により $\gamma$ 線のH\*(10)相当の線量算出を行う。この基本構想を実用的に成立させるためには、先ず4層フォスウィッチ構造について現実的な最適設計解を得る事と、3層の発光の事象弁別の基礎技術が重要である。シリーズ発表その2では、先ずこの2点についての成立性を確認した成果を報告する。

\*Tatsuyuki Maekawa<sup>1</sup>, Naoto Kume<sup>2</sup>, Shunichiro Makino<sup>1</sup>, Kentaro Kikuchi<sup>2</sup>, Yuji Oshima<sup>1</sup> and Eiichi Fujiwara<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Toshiba Power Systems Radiation Techno-Service Corporation, <sup>2</sup>Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation.