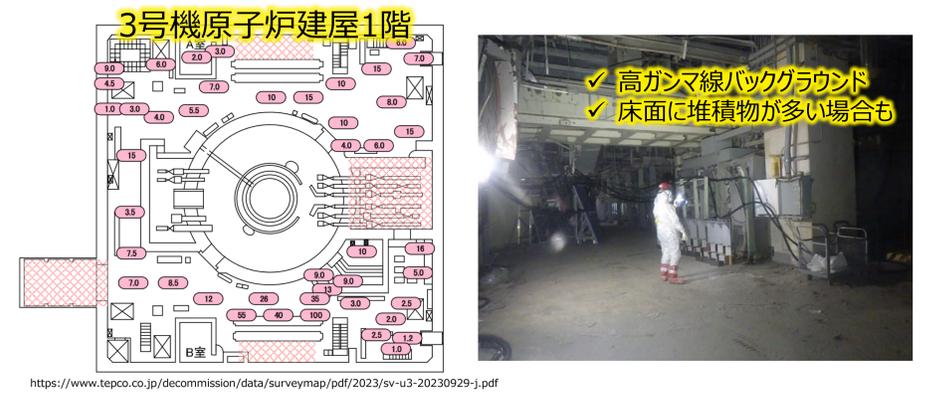
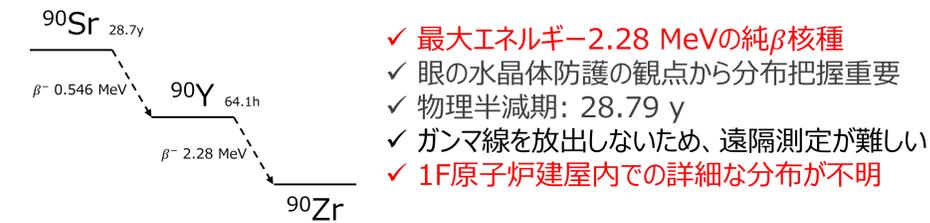


# 液体ライトガイドチェレンコフカウンターを用いた 福島第一原子力発電所3号機原子炉建屋内における 高エネルギーβ線放出核種 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ その場測定

廃炉環境国際共同研究センター 放射線デジタルグループ 寺阪祐太

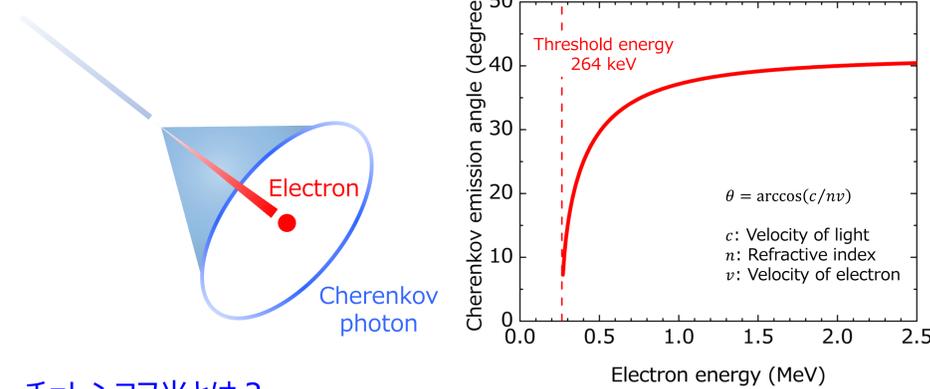
## 1. 1Fにおける高エネルギーβ線放出核種 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 測定の現状



- ✓ ガンマ線のバックグラウンドが高く、一般的に表面汚染検査に使用されるGM管は動作しない
- ✓ 床面の状態が様々で、現状のスミア法では正確な汚染密度を評価できない可能性あり

高ガンマ線バックグラウンド下にて、 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ の表面汚染密度を「その場」で「直接」測定する手法が必要

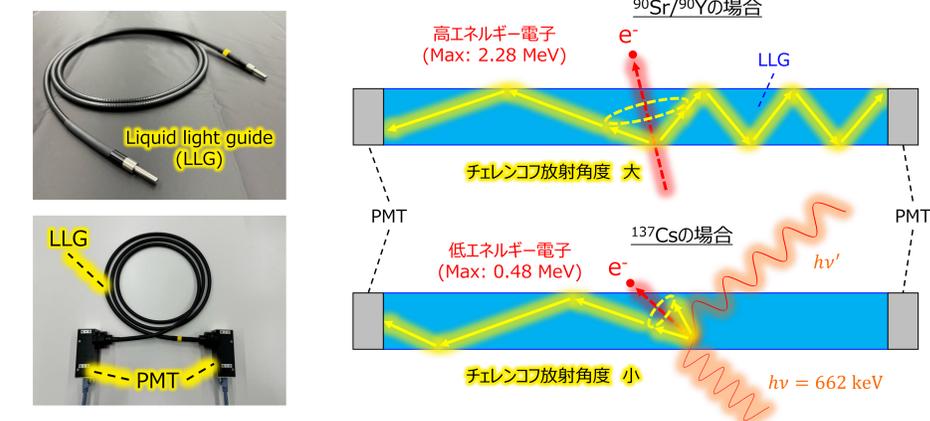
## 2. チェレンコフ光の利用



### チェレンコフ光とは？

- ✓ 荷電粒子が媒体中を光速より速い速度で走行した際に発生する光
- ✓ 発光量が少なく、感度重視の放射線計測にはあまり利用されないが、廃炉現場のように放射線量が高い現場では検知可能
- ✓ 放射角度がエネルギー依存かつ発光閾値が高いため、 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ から放出される高エネルギーβ線の選択的測定に有効？

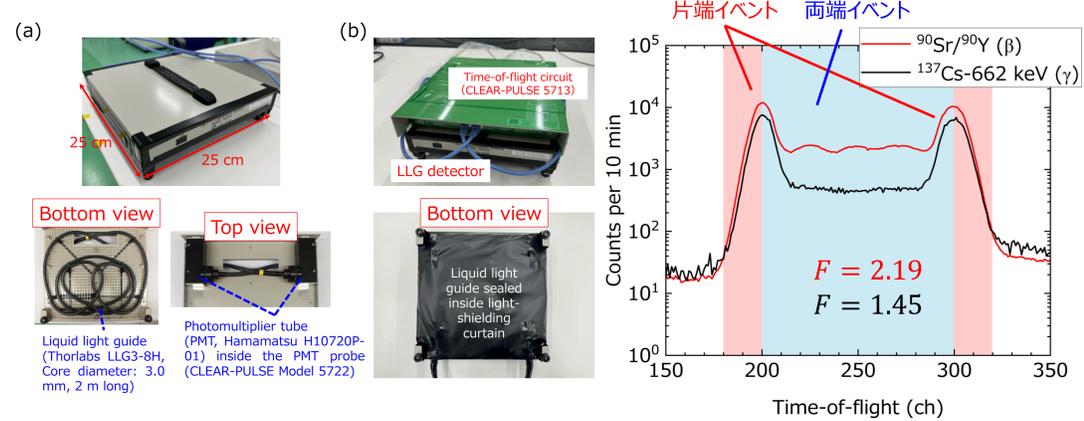
## 3. 液体ライトガイドチェレンコフカウンター



### 液体ライトガイド (LLG) とは？

- ✓ コア材が液体の光ファイバーであり、チェレンコフ検出器として利用可能
  - ✓  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ からの高エネルギーβ線入射時はチェレンコフ光放射角度大 → チェレンコフ光がLLG両端に届く「両端イベント」が多く発生
  - ✓  $^{137}\text{Cs}$ からのガンマ線入射時は低エネルギーのコンプトン電子が走行し、放射角度が小さいチェレンコフ光が発生 → チェレンコフ光がLLG片側にしか届かない「片端イベント」が多く発生
- 両端イベントと片端イベントの比から $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ を識別可能？

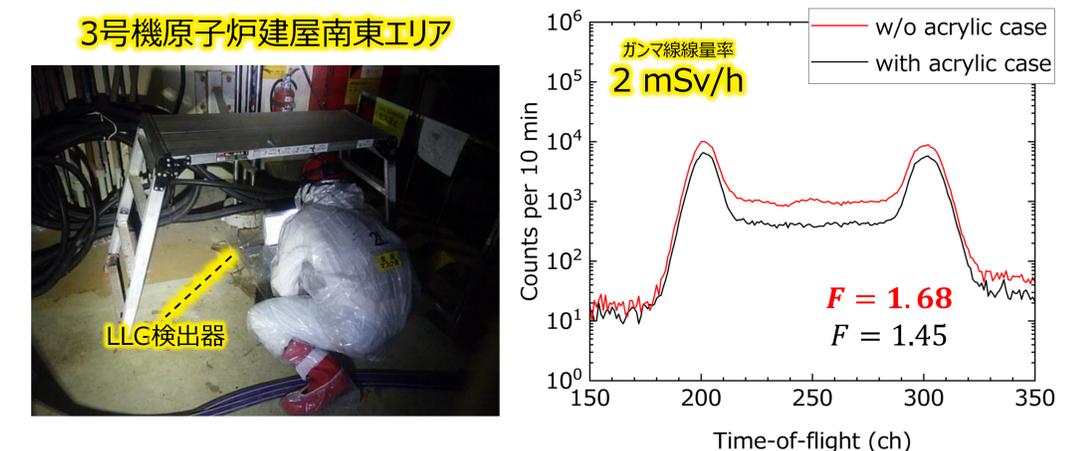
## 4. チェレンコフカウンター構成



- ✓ 筐体下部に長さ2mのLLGを巻き、筐体内部のPMTでチェレンコフ光を受光
- ✓ LLG両端へのチェレンコフ光到達時間差をポータブルTime-of-flight回路で測定
- ✓ 片端イベント発生時には端面反射の影響によりTOFスペクトルにピークが出現
- ✓ 片端イベントに対する両端イベントの計数率比  $F$  が核種依存
- ✓  $F$  が662 keVガンマ線での校正値を超えた時点で $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ありと判定

チェレンコフ光放射角度のエネルギー依存性を利用した、 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 選択的測定用の「サーベイメータ」!

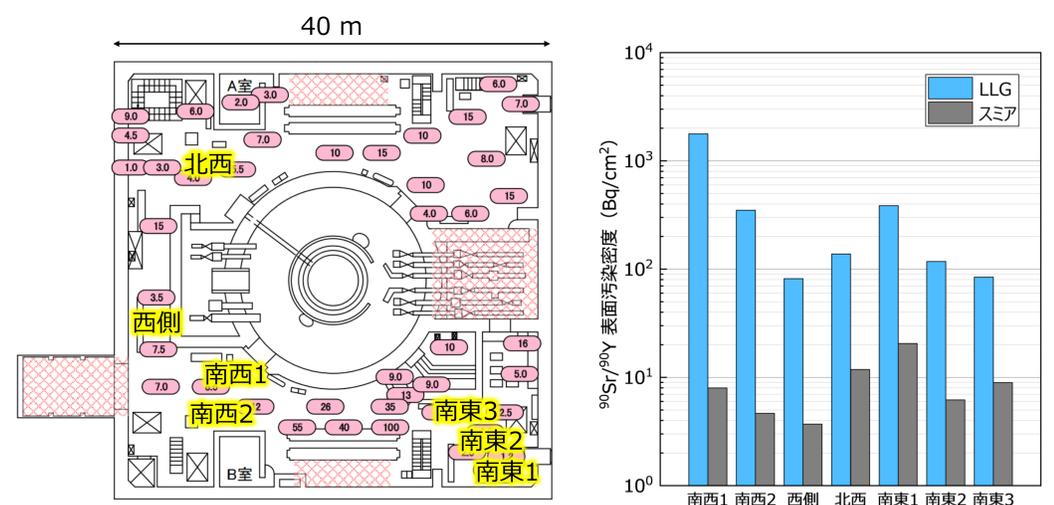
## 5. 3号機原子炉建屋内における $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ その場測定試験



- ✓ アクリル遮蔽あり:  $F$  は662 keVガンマ線での校正値と一致
- ✓ アクリル遮蔽なし: 計数率および  $F$  が大幅に増加  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ の存在を示す応答

1F原子炉建屋内での $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 「その場」直接測定に成功!

## 6. 表面汚染密度評価



### LLG検出器とスミア法の比較

- ✓  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 表面汚染密度評価結果は全地点でLLG > スミア
- ✓ 特に南西では100倍以上の乖離 このエリアには砂状の堆積物が大量に存在
- ✓ スミアは砂状の堆積物をふき取っており、建屋床面の密度を評価できていない?

今後更なる検証が必要だが、精度が床面状態に依存するというスミア法の課題および直接測定法の有効性を示唆

## 本研究に関する発表論文

Y. Terasaka et al., "In-situ detection of high-energy beta ray emitter  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  inside the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3 reactor building using a liquid light guide Cherenkov counter", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 1070, pp.170021\_1-170021\_9, 2025.