

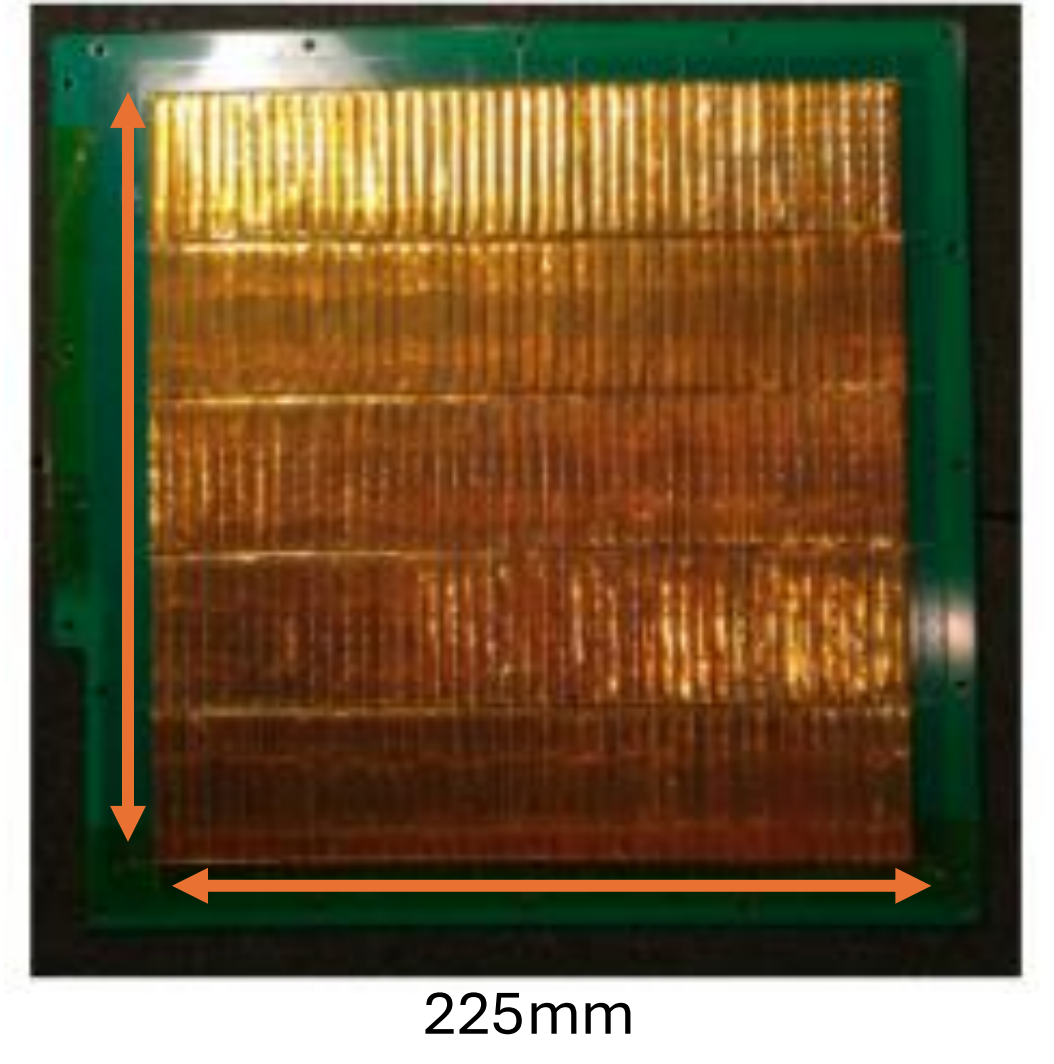
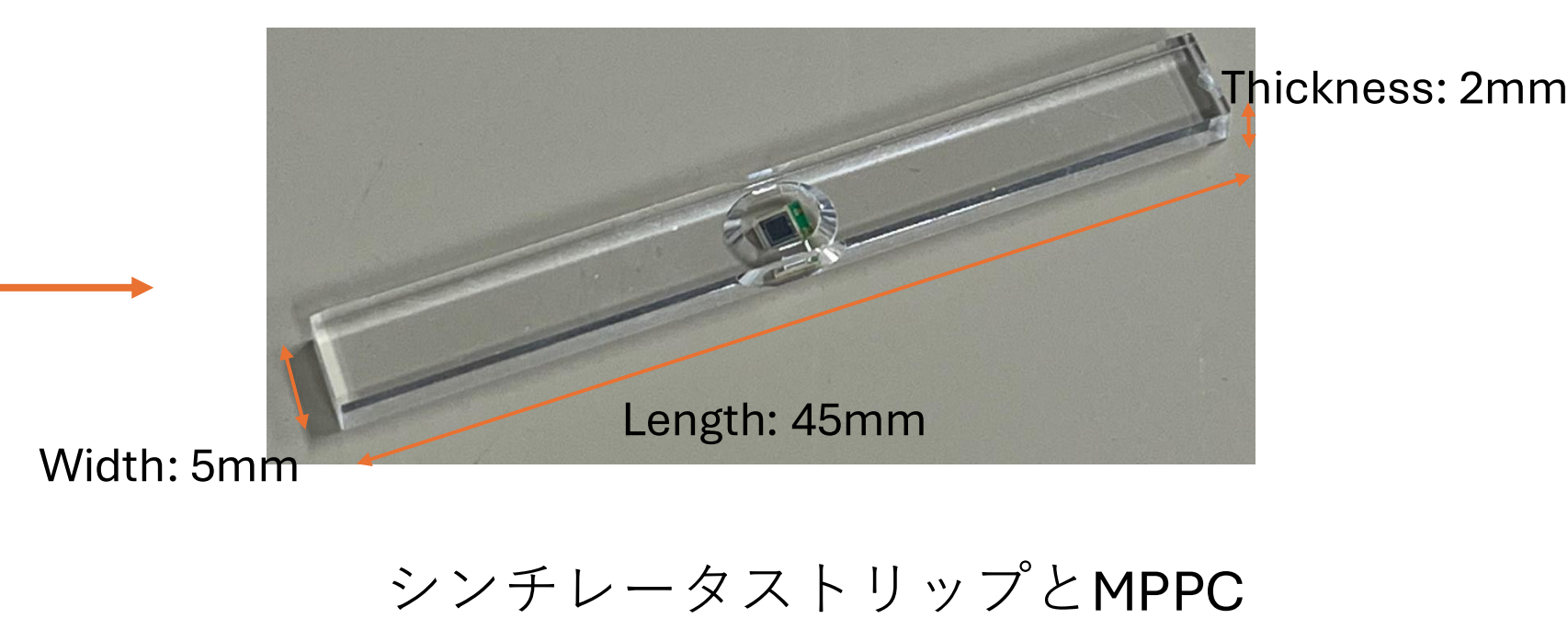
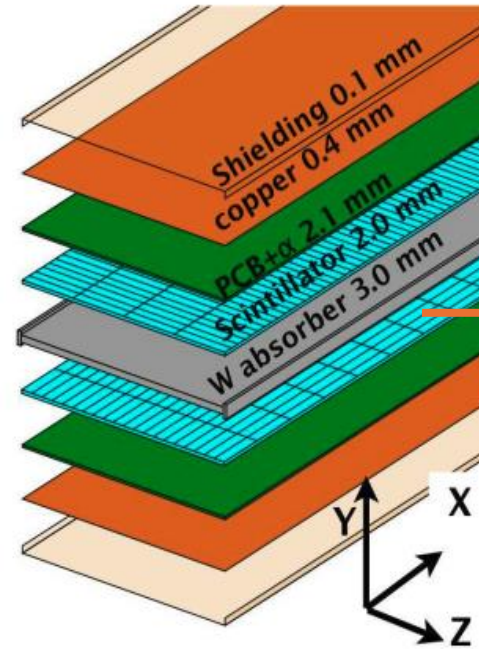
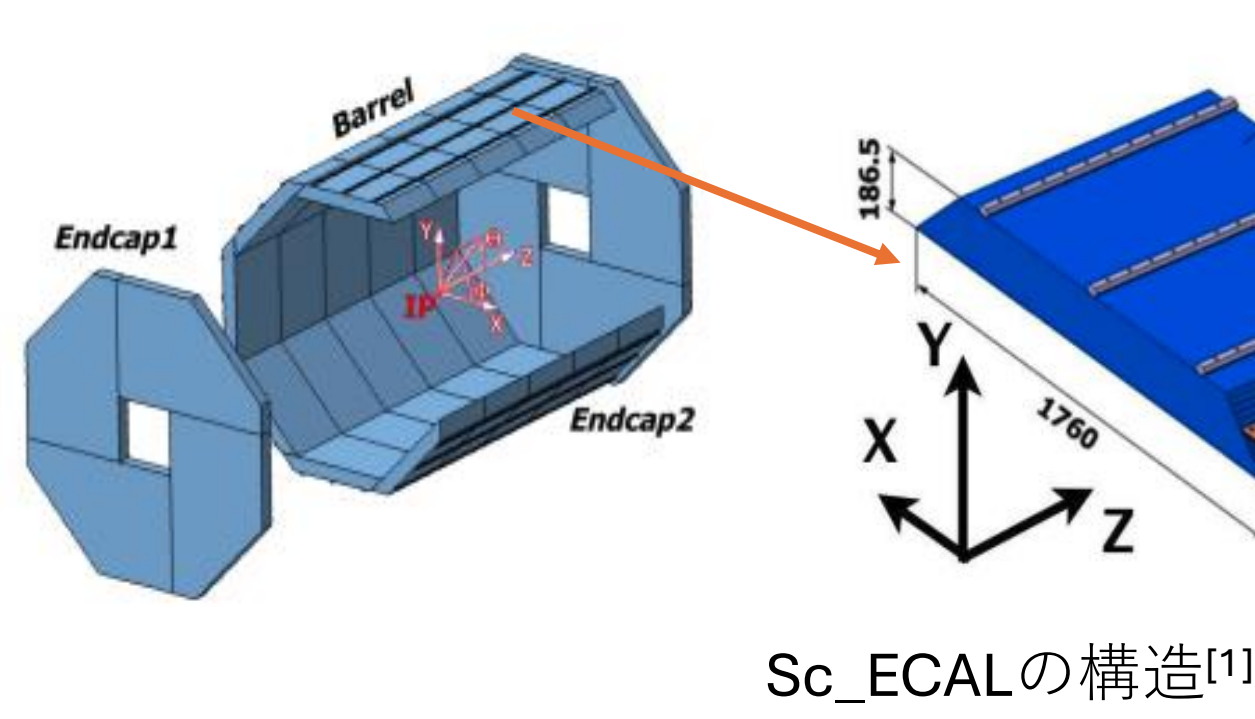
ヒッグスファクトリー用高精細シンチレータカロリメータのための 検出層デザインの開発



清野拓己¹, 大谷航², 村田樹¹, 高津大成¹
1.東大理, 2.東大素セ

概要

- 将来のヒッグスファクトリーにおけるPFA calorimetryには高精細なカロリメータが必要
- その技術オプションの一つがSc_ECAL(シンチレータ電磁カロリメータ)で、射出成形のストリップ、MPPC(Multi Pixelated Photon Counter)を用いる
- シンチレーション光をMPPCまで輸送するため、ストリップには反射材としてESR(3M Vikuiti Enhanced Specular Reflector)が巻かれる
- プロトタイプでは6000個のストリップにESRが手で巻かれたが、実機では1000万個のストリップが必要であり、反射材を全て手で巻いて正確にアセンブリするのは困難
- →**量産可能な新たなデザイン**が必要



検出層に設置されたシンチレータ^[2]

新たな反射材

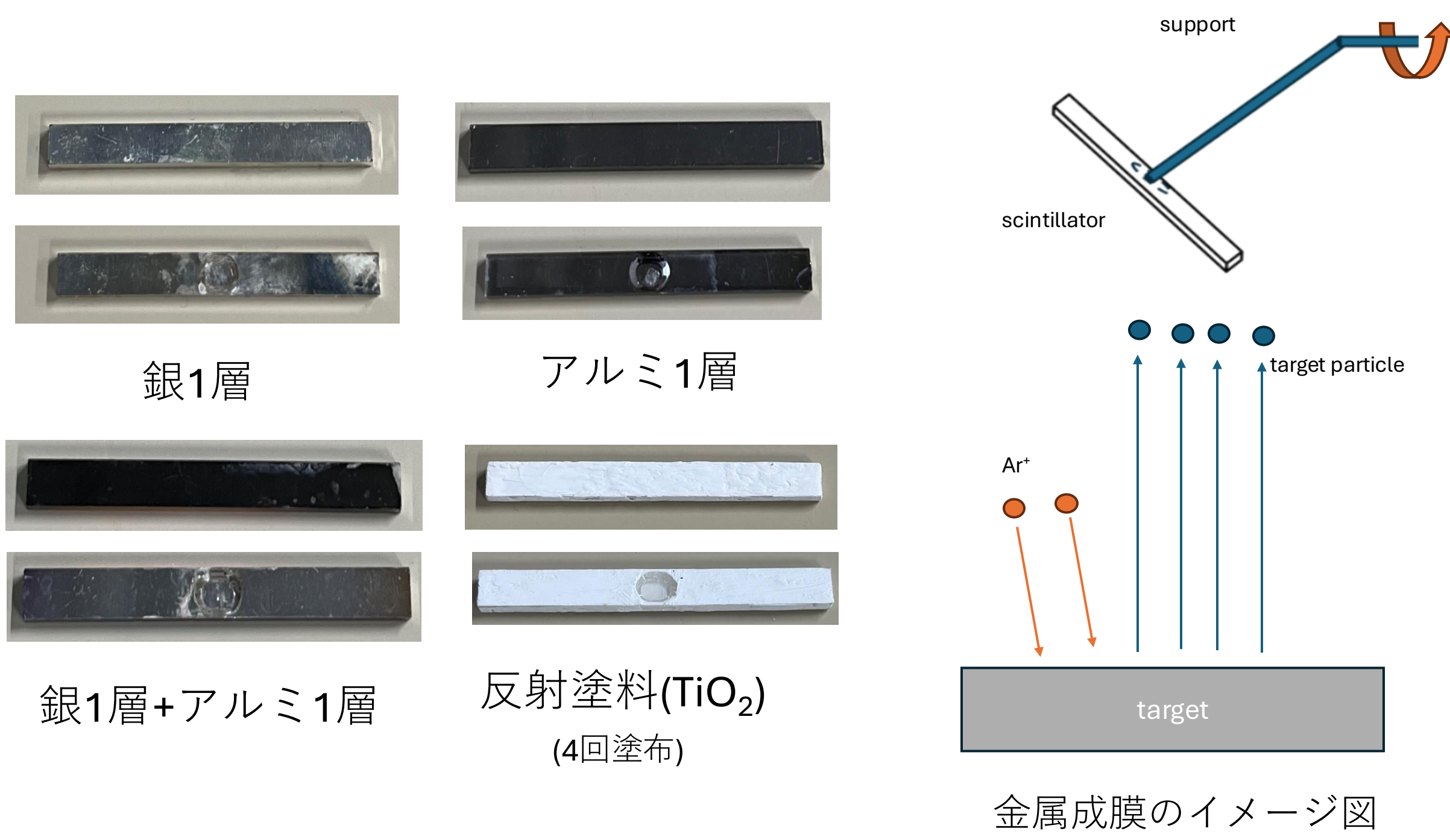
金属成膜

- 従来の成膜ではシンチレータが高温になることによる性能劣化を避けられなかったほか、成膜しても剥がれやすいことが問題
- 株式会社プラケンが**薄いプラシンに低温で金属成膜をする技術**を開発し、高い遮光性能を発揮した。この技術をシンチレータストリップにも応用できないかと考え、Ag, Al, Ag+Alコーティングサンプルを作成してもらった

反射塗料

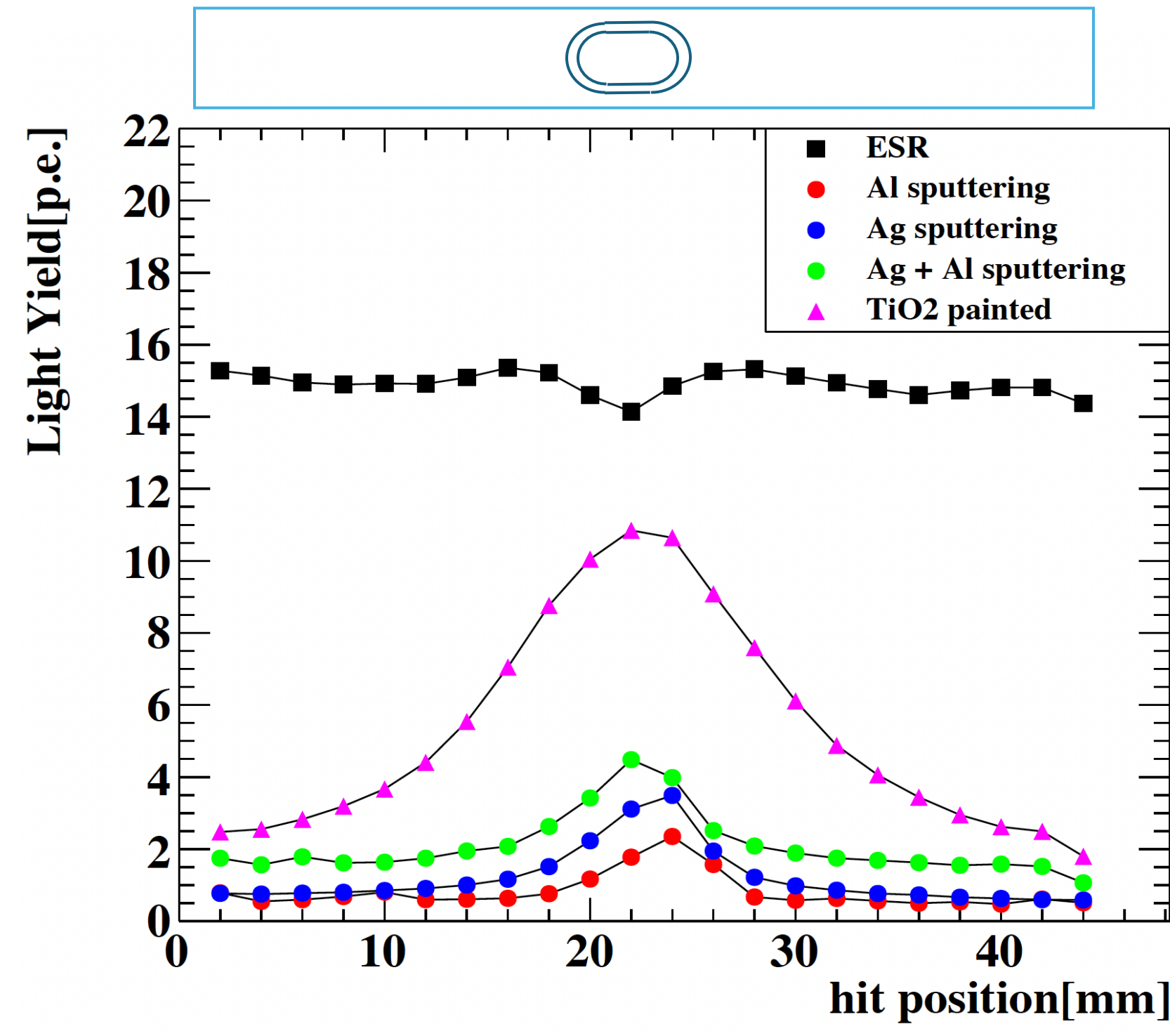
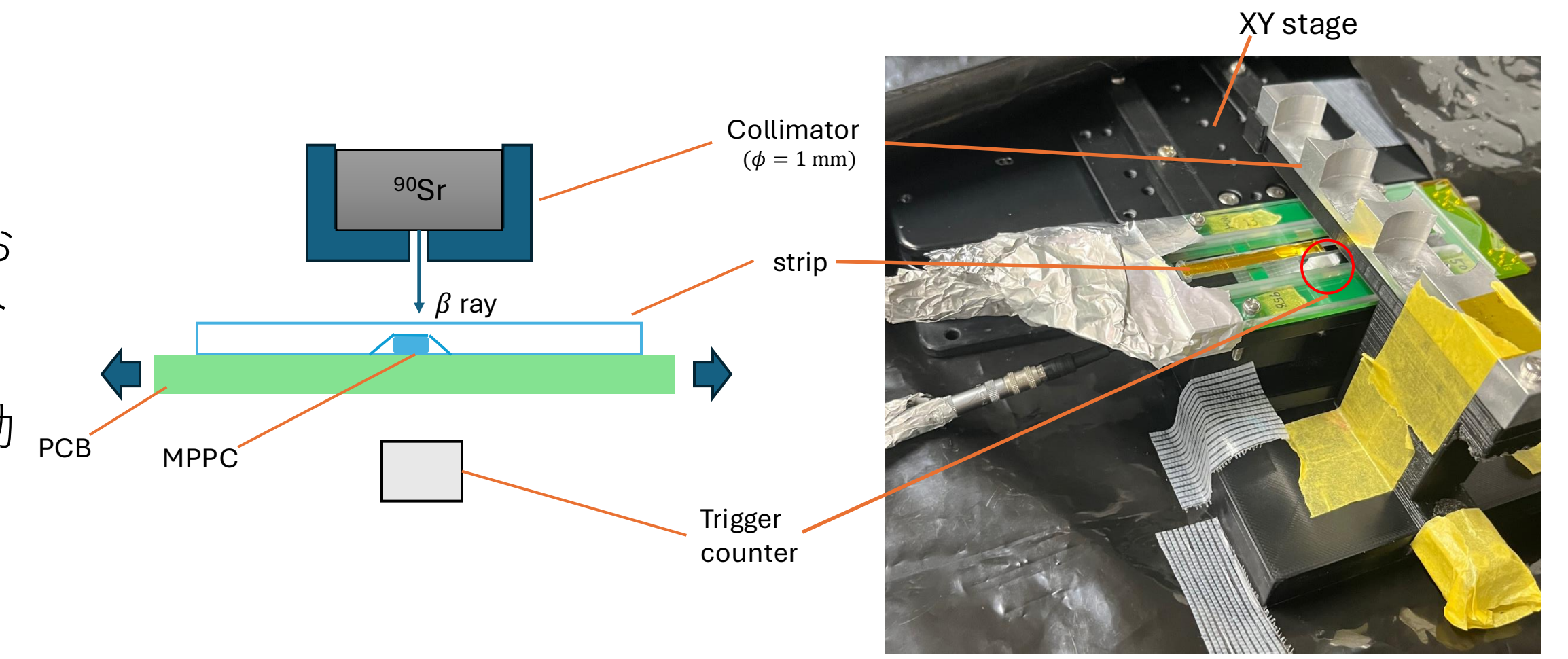
- シンチレーション検出器の反射材としてよく使われるTiO₂を直接ストリップに塗布したサンプルを作成

これらのサンプルとESRを巻いた従来の手法とで性能を比較する



測定手法

- ⁹⁰Srからのベータ線をストリップ上に照射、直下においたトリガーカウンタでトリガー
- ステージで照射位置を移動させ、光量の分布をみる



結果・考察

いずれもMPPCから遠ざかるほど光量が大きく減少した

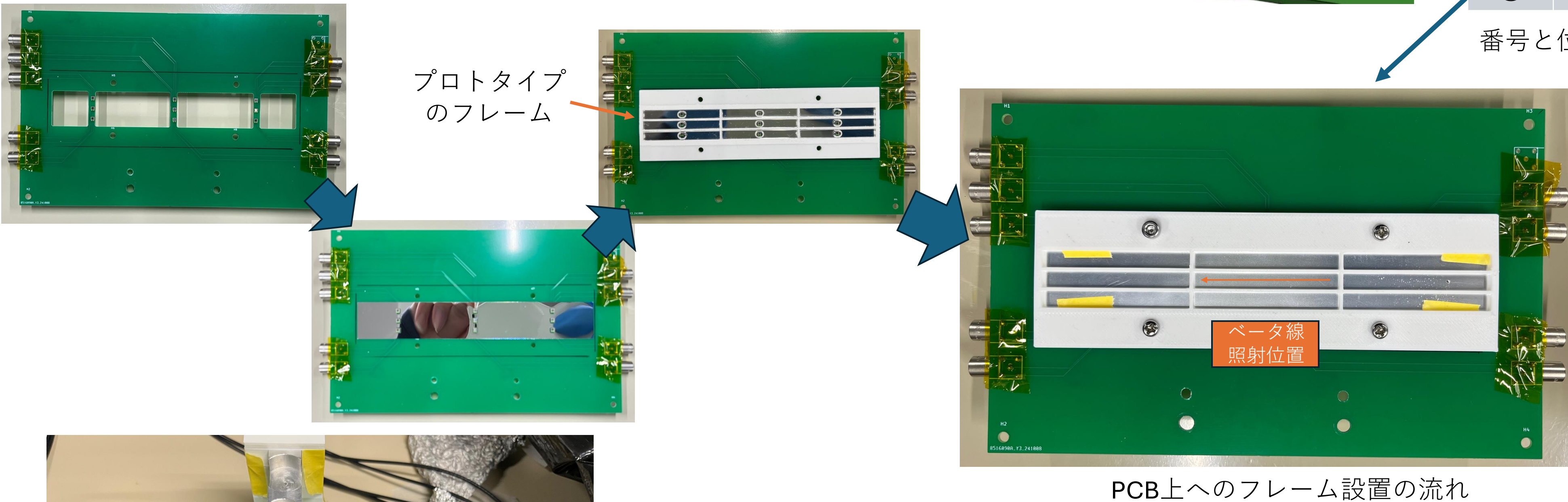
- コーティングの内面での反射率がよくない可能性がある
- 空気層との間での全反射の寄与がなくなった
- 結果として、MPPCに直接向かうようなシンチ光しか検出できなくなったと考えられる

新しいストリップアセンブリ手法

- フレームの壁面にTiO₂を塗布 (或いはTiO₂含有樹脂を用いてフレームを射出成形で作成)
- ストリップをはめこみ、フレームの上下にESRを接着
- 空気層を全面利用でき、かつ量産化が可能なデザイン

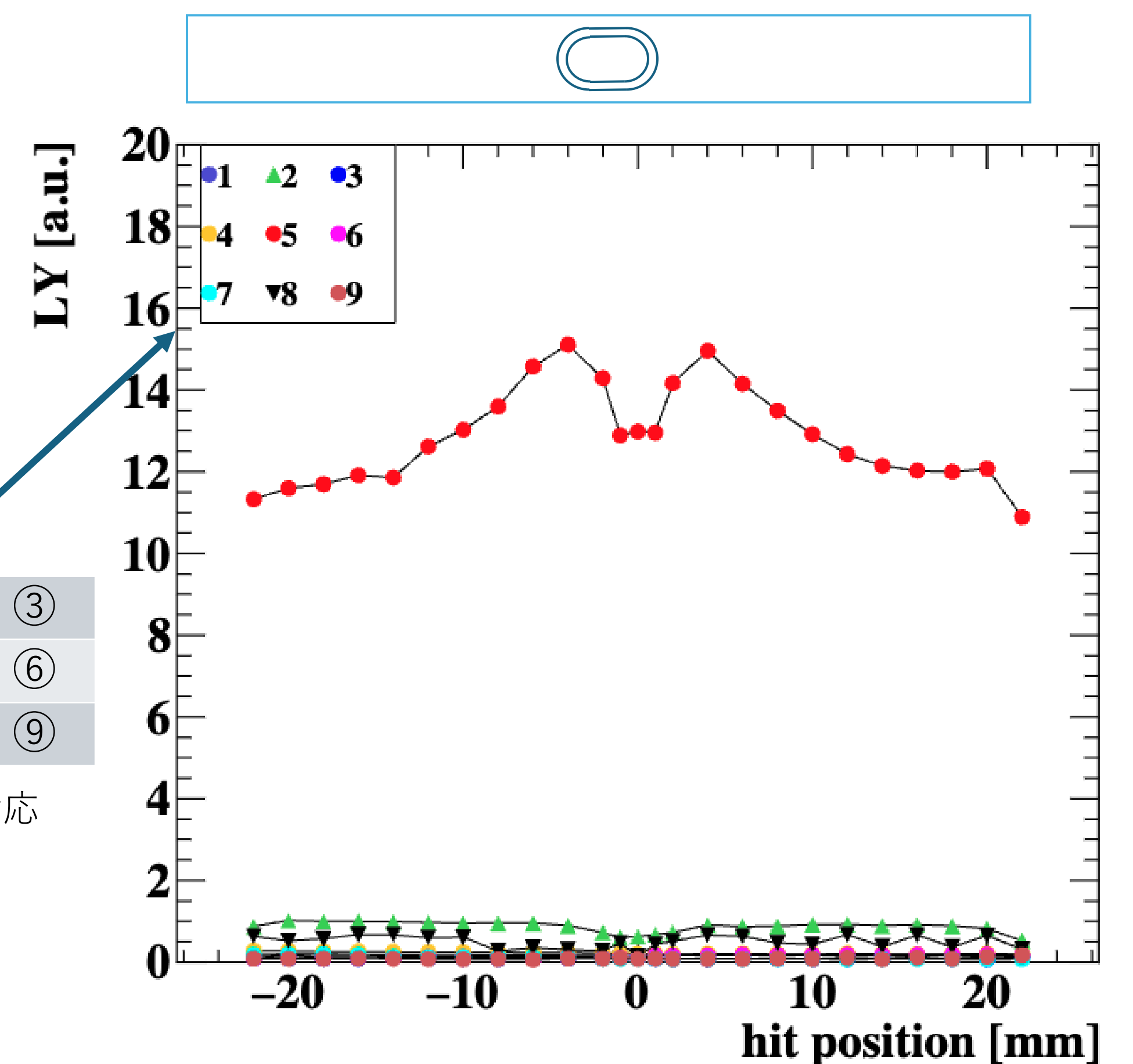
測定手法

- 3Dプリンタで3x3のプロトタイプを作成し、壁面にエアブラシでTiO₂を塗布
- 壁の厚み(=ストリップ間隔): フレーム0.4mm + TiO₂0.6mm = 1mm
- ESRを上下から挟んだのち、同じ寸法のフレームを上から載せてネジで圧着する方式で固定
- 基板に引いたガイド線に従ってフレームをアラインメント
- 上記測定同様にSr線源を用いたポジションスキャンを行い、ベータ線を直接照射したストリップでの光量分布、および周囲のストリップへのクロストークをみる



結果・考察

各ストリップにおける光量分布



- ベータ線を照射したストリップにおいて**十分な光量を得た** MPPC付近においてはESRのみと同程度であるのに対し**外縁部では27%低下した**(追加の試験により、これは壁面にTiO₂を用いていることの影響であると判明している)
- 上下方向に若干のクロストークが見られた
フレームの長辺において光学的に分離しきれていない可能性がある

展望

- シミュレーションによるカロリメータの性能に与える影響の評価
- 実機でも使用可能なESRの接着手法の検討
- ストリップ間隔の最適化(より短く、かつクロストーク小)
- Sc_ECALの大型プロトタイプに実装してビームテスト

- 現在は壁の厚みを1mmとして設計しているが、これだとデッドスペースが大きい(目標 ≤ 0.5 mm) どの程度まで減らす必要があるかについては要検証
- 一時的な措置としてESRは追加のフレームによる圧着としているが、将来的には接着剤を用いて固定することを考えている

実験装置写真