

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 核物質セキュリティ用 ^3He 代替中性子計測装置の開発
プロジェクトリーダー	: ポニー工業株式会社
所属機関	: ポニー工業株式会社
研究責任者	: 井口哲夫 (名古屋大学)

1. 研究開発の目的

本課題では、核物質セキュリティ用中性子計測装置の検出媒体として、供給不足という問題を抱える従来の ^3He に代わり、新規中性子用 LiCaAlF_6 (以下 LiCAF) シンチレータを採用した純国産かつ世界標準となり得る中性子計測装置の開発を目指す。主な開発項目は、要素技術を統合し製品化するシステムインテグレーション、国産 LiCAF シンチレータにおけるガンマ線ノイズを抑制可能な検出器デザイン及びデータ処理法の開発、LiCAF シンチレータの量産化技術の開発である。最終的には、中性子/ガンマ線感度比が 10^4 以上、装置寸法 $700\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 70\text{ mm}$ 程度、重量が 150 kg 以下、 100 V の AC 電源で動作可能な装置の実現を目指す。

2. 研究開発の概要

①成果

本課題において、シンチレータ育成を担当する東北大学及びトクヤマが共同で、中性子用シンチレータである Eu 添加 LiCAF を高い品質でかつ品質を揃えて量産化する技術を確認し、またこれらの品質評価を行う技術を九州工業大学にて確立した。こうして得られた Eu:LiCAF を、トクヤマと名古屋大学のアイデアにより、小片化し透明樹脂中に多数分散させることで、ガンマ線感度を抑制しつつ、大型シンチレータを製造する技術に発展させることで、目標とする性能を達成可能なシステムの構築に繋がった。最終的には、ポニー工業においてシステムインテグレーションを行い、当初目標に掲げた仕様を満足する中性子検出システムを実現した。

研究開発目標	達成度
①システムインテグレーション 装置寸法 $700\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 70\text{ mm}$ 程度、重量が 150 kg 以下、 100 V AC 電源で動作可能	①中性子検出器が $\phi 70\text{ mm} \times 820\text{ mm}$ からなる、目標の重量、並びに、目標の電源で動作可能な試作機を完成させた。(達成度:100%)
②中性子/ガンマ線弁別性能の向上 検出器レベルの評価で 中性子/ガンマ線感度比が 10^6 以上、装置レベルでは中性子/ガンマ線感度比が 10^4 以上	②樹脂型 Eu:LiCAF シンチレータ及び波長シフトファイバを使用した中性子検出器を開発し、目標の中性子/ガンマ線感度比を達成した。(達成度:100%)
③均質結晶の育成条件の最適化 偏析係数:3倍の向上、結晶の8割以上で不純物からの発光が不検出、マイクロ引き下げ法で育成した結晶の性能をチョクラルスキー法で実現	③処方の見直しから偏析係数を 3~5 倍向上させ、不純物由来の発光が8割以上で不検出となる育成条件を見出した。また、マイクロ引き下げ法で育成した結晶と同性能の1インチ単結晶を、チョクラルスキー法で製作することができた。(達成度:100%)

<p>④大型結晶の育成 4 インチ結晶で X 線ロックアップカーブの FWHM: 200 arcsec 以下</p> <p>⑤歩留り・均質性の評価 結晶化率 20%以上で発光特性ばらつき 20% 以内</p>	<p>④4インチ結晶の育成を達成し、さらに8インチの大型結晶を8倍の速度で育成することに成功した。この結晶では多数のクラックが発生するが、粒子化して製作する樹脂型 Eu:LiCAF シンチレータとして良好な性能が得られることを確認済みである。(達成度:100%)</p> <p>⑤大型化サンプルにも対応可能な品質評価システムを構築した。また、評価した Eu,Ce 添加 LiCAF は、結晶化率が 20%以上であり、パルス波高値における発光量で 20% 以内のバラツキであることを確認した。(達成度:100%)</p>
--	---

②今後の展開

今回製作した中性子計測装置における中性子検出器及び減速材の幾何形状、配置の最適化、樹脂型 Eu:LiCAF のシンチレータの最適育成方法、品質管理手法及び大型シンチレータ化などにより、さらなる製造コストダウン等の検討を進めると共に、中性子計測装置だけでなく、透明樹脂型 Eu:LiCAF 自体も各セキュリティ用途以外への応用展開も期待できることから、各参画機関と必要に応じて研究協力を進めながらさらなる技術展開を進め、世界的な競争力のある製品の実現を目指す予定である。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。参画機関の連携も良く取られており、結晶を樹脂に分散させるアイデアにより目標の装置を開発したことは、高く評価できる。今後は、早期の実用化に向けて、計画を進めて欲しい。