

## 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産業ニーズ対応タイプ

### 平成 30 年度事後評価結果

1. 研究課題名：He-3 代替位置敏感型中性子検出器の開発

2. プロジェクトリーダー：瓜谷 章（名古屋大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

本研究課題では、He-3 ガス使用の位置敏感型検出器の代替検出器としてシンチレータを用いた位置敏感型検出器を開発する。具体的には、①我が国で開発された中性子シンチレータである LiCaAlF<sub>6</sub>（以下、LiCAF と略記）を透明樹脂中に分散させた TRUST LiCAF (Transparent rubber sheet LiCAF)を用いて 1 次元位置敏感型検出器を開発する。また、②TRUST LiCAF の機械的柔軟性を活かした円環型小型検出器を開発する。さらに、③LiCAF シンチレータの要素技術としてセラミックス化製法の改良と新規組成シンチレータの材料探索を行う。また、④ZnS シンチレータを用いた 1 次元位置敏感型検出器も試作し①の LiCAF を用いた検出器との性能比較を行う。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

He-3 ガス代替の 1 次元位置敏感型検出器の開発においては、シンチレータを用いた長軸形位置敏感型検出器を作製して中性子の検出が可能であることを原理実証した上で、位置分解能の向上に取り組むこととなった。いくつかの手法で位置分解能の向上を目指し、チェックポイントの目標値はかろうじて達成したが、実用的な位置分解能としては不十分であった。このため、産学共創の場・サイトビジットで、LiCAF を用いた実用的な検出器を製品化する方向性として非位置敏感型検出器の試作をプログラムオフィサーらが提言し、これを受けてプロジェクトリーダーが実用的な 0 次元検出器開発を研究計画に追加した。この試作機の性能評価では、ヘリウム 3 検出器を代替できる可能性のある良好な評価結果が得られた。また、その応用例として波長シフトファイバーを直交配置させた 2 次元位置敏感型検出器の試作にも意欲的に取り組んでいる。

TRUST LiCAF の機械的柔軟性を活かす円環型検出器の開発においては、まず 3 本の円環状検出器を配した試作機を製作し、各円環状検出器について円周方向の一様性などの基本性能が担保されていることを実証した。その後、全方位を覆う 79 本の円環状検出器を配置した第 2 試作機の製作が進められ、京都大学の KUANS にて性能評価試験を実施し、鉄粉末試料の回折パターンの測定に成功した。この結果は、小型中性子源では難しいと考えられていた粉末構造解析の実現に必須の要素技術を確立しつつあることを意味しており、重要な成果である。

TRUST LiCAF シンチレータ製法の改良では 2 種のセラミックス化製法が試みられた。特に SPS

(Spark-Plasma-Sintering) 法では作製条件の最適化により熱中性子のピークを観測可能なシンチレータ材料が得られるところまで進捗し、LiCAF タイプのシンチレータ検出器を実用化する上で重要な貢献となった。一方、新規組成シンチレータ材料の探索では100種を超える合成を試みた結果として、LiCAFのCa元素をMgに置換された物質が新規シンチレータとして可能性があることが見いだされたこと、および研究期間の最後期で新たに酸化物のシンチレータ材料候補が見い出されたことの2点は、評価すべき成果である。

#### 4-2. 今後の研究に向けて

LiCAFを適用した0次元検出器と2次元位置敏感型検出器の開発は実用化が期待できるが、既存のJ-PARCで使用されているシンチレータ型2次元位置敏感型検出器との性能比較を行い優位性を担保することが必要である。

開発された円環型小型検出器は、小型中性子源における粉末構造解析を実用化する上で必要な要素技術として、唯一の検出器となる可能性を秘めている。今後は、小型中性子源に最適化された粉末データ測定用の分光器として、開発研究を進めていただきたい。

また、シンチレータ材料候補として見い出された酸化物材料の評価研究の進捗にも期待する。

#### 4-3. 総合評価

##### 総合評価 A

TRUST LiCAFを用いる0次元型、2次元型、円環型検出器は、それぞれに有用な特徴を有しており、実用化を期待する。特に、円環型小型検出器を試作し、中性子束の弱い京都大学のKUANSにて鉄粉末試料の回折パターンの測定に成功したことは、小型中性子源における粉末構造解析を実用化する上で、その意義は大きい。また、シンチレータ材料候補として、酸化物材料が見い出されたことも評価する。

以上