

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

令和元年度事後評価結果

1. 研究課題名：複合材料の品質管理を目指した小型中性子源小角散乱イメージング装置の開発

2. プロジェクトリーダー：小泉 智（茨城大学 大学院理工学研究科 教授）

3. 研究概要

本研究課題は、複合材料の品質管理に小型中性子源を活用可能にするための小角散乱とイメージングを融合した構造評価装置（小角散乱イメージング装置）の開発を目的とする。具体的にはマルチピンホールを利用した中性子小角散乱測定装置の開発・製作と、最小観測波数 $q_{\min}=0.007 \text{ \AA}^{-1}$ をシリコン完全結晶を用いて達成すること、および CCD カメラによる小角散乱ラジオグラフィの確立である。

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

ピンホール小角散乱計測を達成するためのピンホールコリメータ、および小角散乱測定装置の開発・製作は非常に順調に進展したものと高く評価する。産学共創の場、サイトビジットにおける P0、アドバイザーからの指導、助言に対応して計画を見直し、CCD カメラによるラジオグラフィの確立を取りやめる一方、新たに広角・背面検出器を付加することとし、非干渉性散乱や結晶からの回折ピークの同時計測可能システムを実現した。また、シリコン完全結晶の適用を取りやめ、ピンホールサイズのより小さいピンホールコリメータ（2号機）の開発に注力することにより、目標である最小観測波数 $q_{\min}=0.007 \text{ \AA}^{-1}$ の達成に成功し特許出願も果たした。

小型中性子源における高分子材料を対象とする小角散乱測定の実証については、理化学研究所の小型中性子源施設 RANS にて測定を行い、標準試料であるグラシーカーボンの小型中性子源における測定データを取得するとともに、サンプル用界面活性剤のミセル構造の観察までもが可能であることを実証した。これらは、産業利用に活用可能な材料開発装置としての小型中性子源への小角散乱測定装置の設置、普及にむけた道を開く重要な成果である。

4-2. 今後の研究に向けて

Time Of Flight (TOF) 手法による小角散乱測定では low-q 側の測定に長波長中性子を用いるが、長波長領域ではビーム強度が数桁分弱まる。このため十分な S/N 比を確保することが重要である。理化学研究所の小型中性子源施設 RANS との共同研究による試行測定ではマシ

ンタイムが限られていたため十分な測定時間を確保できなかったことは残念であったが、致し方ないと言わざるを得ない。今後も RANS 施設との連携協力を図り、冷中性子源およびビームラインを小角散乱測定に最適化することにより一層魅力的な測定例の創出に取り組んでいただきたい。また、中性子散乱イメージングも重要な開発項目であり、その進展にも期待する。

4-3. 総合評価

総合評価 A

入射中性子をマルチピンホールコリメータで集光することにより小型中性子源において鉄鋼材料に加え、生活素材関連材料としての高分子系材料に対しても小角散乱手法が適用可能であることを実証した。今後の小型中性子源への小角散乱測定装置実装のための測定環境の整備指針の目処が立てられた事を高く評価する。

以上