

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 29 年度中間評価結果

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 工学部 教授）

3. 研究概要

本研究課題は、複合材料の品質管理に適用可能な小型中性子源を活用した小角散乱法と、小角散乱測定で得られる構造情報を材料の各部位に関してマッピングして可視化する「構造評価法」の確立を目指す。具体的には、飛行時間法とマルチピンホールを組合せた小型パルス中性子源用小角散乱装置を製作し、主として高分子材料を測定することにより、その性能評価を実施する。その後、小角散乱法によって得られる構造情報のマッピング手法を開発する。また測定可能な波数領域を拡張するために完全結晶を利用するマルチ結晶小角散乱法を小型中性子源で実証する。さらに、小角散乱法に最適化されたターゲット・モデレータから 2 次元検出器までの実用的小角散乱ビームラインの設計を完成させる。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

小型パルス中性子源用の小角散乱装置の開発は、非常に順調に進捗している。小角散乱測定用検出器としては、小角散乱用 2 次元フラットパネル型検出器を試作し、性能評価を行い光拡散ガラスの装填により位置分解能を 3 倍に向上させることに成功し、実装している。次に、ビーム制御要素としてモデレータ位置の面光源から小角散乱用に角度分散を制限したビームを取り出して試料位置に集光させるマルチピンホールコリメータを製作してビームライン内に実装可能とした。小角散乱装置本体に関しては、試料制御機構、散乱真空槽、検出器遮蔽体等から構成される小角散乱装置を組み上げ、装置制御とデータ処理を行う専用ソフトウェアも整備した。その後小型中性子源において組み上げた小角散乱装置の基本性能の評価が開始されている。製作された小角散乱装置は、弱微なシグナルを測定する小角散乱法に適した高い S/N 比を実現した非常に優れた装置となっており、高く評価する。

4-2. 今後の研究に向けて

集光型マルチピンホールに関しては、1 個のピンホールで定義されたビームで測定される小角散乱データとは運動量分解能が異なると想定されるため、25 本のビームを集光していることによる運動量分解能の変化を定量的に評価していただきたい。また、小角散乱装置

そのものの基本性能の評価は開始されたばかりであり、非干渉性試料による装置性能評価の測定までは実施されているが、高分子材料系の試料による本格的な小角散乱装置としての性能評価が重要である。十分な統計を持つ測定データを取得し、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の装置との定量的な性能比較を実施していただきたい。さらに、これまでの性能評価は熱中性子ビームで実施されているが、本来、小角散乱測定は冷中性子ビームを用いて行われる。来年度以降、理化学研究所では冷中性子源の稼働が見込まれており、冷中性子源による小角散乱装置の性能評価試験を優先的に実施していただきたい。

小型パルス中性子源における小角散乱法の確立のためには、ビーム制御デバイスとしての回転楕円型ミラーの導入も有効である。本プログラムの他の研究課題では回転楕円体型ミラーの開発が進捗しており、その活用の検討を進められたい。

4-3. 総合評価および研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 条件付き可

小角散乱装置部分の製作が順調に進捗して、測定系がほぼ揃った。小型中性子源において小角散乱測定を実用レベルで実施可能にするために、前項のとおり研究計画を調整し、冷中性子源による小角散乱装置の性能評価試験を優先的に実施していただきたい。

以上