

プロジェクト名(タイトル):

理研小型中性子源 RANS における中性子回折実験高度化のための
中性子輸送及びバックグラウンド遮蔽計算

利用者氏名: ○岩本ちひろ(1)

理研における所属研究室名:

(1) 光量子工学研究センター 中性子ビーム技術開発チーム

1. 本プロジェクトの研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

現在中性子ビーム技術開発チームでは、金属材料に対する応力を格子ひずみの大きさから正確に測定するために、理研小型中性子源 RANS を用いた中性子回折測定の高精度化を進めている。特に測定する回折中性子の時間分解能、エネルギー分解能、検出器における位置広がりや S/N の向上が高精度化には必要不可欠である。これらパラメータを向上させるために、中性子発生源における中性子ビームの時間広がりやを抑制するための減速材の開発、中性子輸送ラインに設置するコリメータの最適化、検出器にランダムに入射するバックグラウンド中性子の低減などの開発が必要であり、これらの設計を行なうためのシミュレーションによる検証が必要である。

2. 具体的な利用内容、計算方法

放射線輸送シミュレーションコード Geant4 や PHITS を用いて、中性子回折測定場所における中性子ビーム特性およびバックグラウンド中性子分布特性を、減速材、中性子輸送ライン光学系などの設計を変えながら計算する。中性子が発生してから回折現象が検出されるまでの輸送ラインにある光学機器や、主なバックグラウンド発生源である実験室の壁等、実験室全体を再現した計算を行なうことで、実験データとのより厳密に比較が可能な計算を行なう。また、Geant4 や PHITS の結果から得られた中性子ビーム特性を、散乱中性子の軌道計算が可能なシミュレーションコード McSTAS へ入力することで、回折線中性子の分解能や回折線ピーク形状を決める物理パラメータの定量的評価を行なう。

3. 結果

2023 年度はリソースを使用しなかった。理由は項目 6 に記載する。

4. まとめ

理研小型中性子源 RANS を用いた中性子回折測定の高精度化のための中性子減速材の開発、中性子輸送ラインに設置するコリメータの最適化、バックグラウンド中性子の低減のためのセットアップの設計が必要である。この設計を進めるにあたって、シミュレーション及び実測の両面からセットアップ現状と新たな光学系セットアップとの比較検討を行なうことで中性子回折測定の高度化を実現する計画であるが、2023 年度は計算リソースを使用しなかった。

5. 今後の計画・展望

今年度実施した中性子輸送ラインの新しいコリメータを用いたときの回折線応答関数の精密測定実験に対して、来年度はこの実験結果に対するシミュレーション評価を行ない、実測とシミュレーションとの比較検討することで回折線中性子の分解能や回折線ピーク形状を決める物理パラメータの定量的評価を行なって、その結果を成果発表する予定である。さらにその結果を用いて、中性子発生標的周辺からコリメータ、スリットサイズなどの中性子回折セットアップ光学系のさらなる最適化設計を行なうことを計画している。

6. 利用がなかった場合の理由

今年度は、中性子輸送ラインの新しいコリメータを用いたときの回折線応答関数の精密測定実験を実施しながら、この実験結果評価シミュレーションを実施するためのモデル計算を、実際の新しいコリメータセットアップを元に再現しながらテストして必要な修正を議論することを進めた。そのため計算機 HOKUSAI を用いた計算は実施しなかった。来年度は、このモデルコードを使って新しいコリメータの性能評価シミュレーションを実施し、回折線中性子の分解能や回折線ピーク形状を決める物理パラメータの定量的評価を行なう。