

低速中性子全断面積計算コードと機械学習を組み合わせた 波長分析型中性子イメージングデータ解析

Wavelength-resolved Neutron Imaging Data Analysis

by Combining Slow Neutron Total Cross-section Calculation Code with Machine Learning

*笠原 朋樹¹, 佐藤 博隆¹, 加美山 隆¹

¹北海道大学

未経験者でも容易に取り扱える中性子透過ブラッグエッジイメージングデータ解析法の開発を目的として、低速中性子全断面積計算コード RITS によって計算した様々な低速中性子全断面積を機械学習し、この学習モデルでスペクトルを解析して結晶組織構造情報を得る新しい手法を開発した。

キーワード：波長分析型中性子イメージング, 機械学習, ブラッグエッジ, 結晶組織構造解析, RITS

1. 緒言

中性子透過ブラッグエッジイメージングは、広範囲かつ高位置分解能で多結晶材料のバルク結晶組織構造情報を評価できる手法である。中性子透過率ブラッグエッジスペクトルが持つ結晶組織構造情報の定量解析は、スペクトルフィッティング解析コード RITS によって実現している。しかし RITS によるフィッティング解析には構造パラメータの初期値入力が必要であり、未経験者には難しいという課題がある。本研究では、未経験者でも容易な中性子透過ブラッグエッジイメージングデータ解析を実現するために機械学習を利用し、訓練データには RITS で計算した様々なスペクトルを用いる新しい解析法を開発することを目的とした。

2. 低速中性子全断面積計算値の機械学習を利用した中性子透過率ブラッグエッジスペクトル解析

本手法には、機械学習モデル構築のための訓練データが必要である。低速中性子全断面積計算コード RITS によって様々なパターンの集合組織の発達度と結晶子サイズの中性子全断面積スペクトルを合計 1581 個計算し、訓練データとした。一方、解析対象は、J-PARC MLF BL22「螺鈿 (RADEN)」で測定した室町時代の日本刀「則綱」の実験データとした[1]。実験による中性子透過率スペクトルは、全断面積化した上で訓練データとともに主成分分析 (PCA) することで、スペクトル情報を保持しつつデータ量を削減し、次段の機械学習を行い易くした。そこでは、K 近傍法 (KNN) を用いて画素毎に集合組織の発達度と結晶子サイズの解析を行った。図 1 に日本刀の茎と呼ばれる根本部分付近における結晶子サイズのイメージング結果を示す。(a) は機械学習による解析結果、(b) は RITS による解析結果である。本手法で解析した結果を RITS の解析結果と比較した所、結晶組織構造の実空間分布の変化を両者同様に捉えていることがわかった。

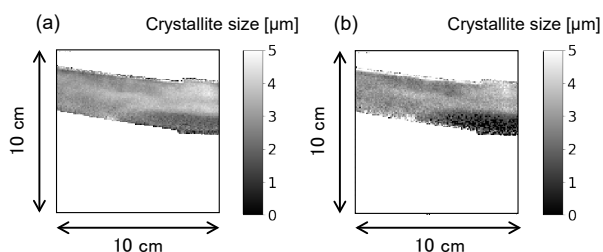


図 1. 日本刀「則綱」茎部分の結晶子サイズイメージング。

(a) 機械学習による解析、(b) RITS による解析。

3. 結言

本研究では計算された中性子全断面積の機械学習を利用したブラッグエッジスペクトル解析により、構造パラメータ推定を必要とせず結晶組織構造を解析・イメージングする新しい手法を開発した。

[1] H. Sato *et al.*, Mater. Res. Proc. 15 (2020) 214-220.

*Tomoki Kasahara¹, Hiroataka Sato¹ and Takashi Kamiyama¹

¹Hokkaido Univ.