



Title	ガウス過程回帰と核反応模型を用いた核子-原子核散乱断面積の推定 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	渡辺, 証斗
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16251号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95334
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shoto_Watanabe_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 渡辺 証斗

審査担当者	主査	客員教授	木村 真明
	副査	教 授	小林 達夫
	副査	准教授	野村 昂亮
	副査	准教授	平林 義治

学 位 論 文 題 名

ガウス過程回帰と核反応模型を用いた核子-原子核散乱断面積の推定
(Prediction of nucleon-nucleus scattering cross section using a combination of
Gaussian process regression and Nuclear reaction model)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

原子核反応は、基礎・応用科学において様々な形で利用されているが、その際に原子核の構造・反応の情報を集積した、核反応データベースが必要となる。核反応データベースは、実験データの精度・信頼度を評価したうえで、それらを内挿・外挿することで作成されるが、近年、こうした核データの作成に機械学習を応用することが、盛んに研究されている。

本論文で著者は、機械学習と核反応模型を組み合わせたシステムを開発し、核反応の予測精度を向上させることを議論している。核反応モデルにはチャンネル結合光学モデルを採用し、機械学習のアルゴリズムとして、ベイズ最適化とガウス過程回帰を用いている。まず、微分散乱断面積などの実験データを再現するように、ベイズ最適化によって、光学ポテンシャルのパラメータを最適化する方法が提案しており、実際に計算を行うことで、従来のカイ二乗フィットと遜色のない結果が得られることが示されている。

次に、既知の反応データから未知の反応の予測が行われている。従来の方法では、光学ポテンシャルのエネルギー依存性や粒子数依存性について、関数形を仮定することで内挿と外挿が行われている。著者はそうした関数系の仮定を廃し、ガウス過程を用いて光学ポテンシャルのエネルギー依存性や粒子数依存性を推定することを提案した。微分断面積の角度分布や、中性子全断面積などの実験データを用いた計算を行い、データの内挿の場合には、十分な精度が得られ、予測の不定性も求められるなど、従来のカイ二乗フィットよりも優れていることが示された。一方で、外挿の場合には予測の不定性が大きくなり、入力データや、アルゴリズムの改善が必要であることが示された。また、実際の核反応データ作成に際しては、こうしたシステムの大規模化が必要であることも論じられている。

以上を要するに、著者は、核反応を記述する光学ポテンシャルの精度向上と推定について、機械学習を用いた新しい方法を開発・提案しており、原子核物理学および核データ科学の双方に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。