

核データ部会セッション

先端データサイエンスの核データへの適用
Application of advanced data science to nuclear data

核データ評価研究および高エネルギー粒子輸送計算への機械学習の適用

Application of machine learning to nuclear data evaluation research
and high-energy particle transport calculations*岩元 大樹¹¹原子力機構

1. 緒言

近年、様々な研究分野で機械学習を用いた技術が注目されている。発表者は機械学習技術の一種であるガウス過程に着目し、その枠組みで核データを生成する手法を開発した。本発表ではこの手法の概要を説明し、本手法の核データ評価および高エネルギー粒子輸送計算への適用の可能性について議論する。

2. ガウス過程

ガウス過程は機械学習における教師あり学習法の一つであり、カーネルトリックを用いたノンパラメトリックな手法で回帰を行うことができる。さらに、ガウス過程はベイズ推論を基礎としているため、その回帰結果は確率分布として表現され、予測の不確かさを知ることができるといった特徴を有する。

3. 適用例

3.1 核データ生成

ガウス過程を核データの生成に適用した例として、図1に ${}^{\text{nat}}\text{N}(p,x){}^{10}\text{Be}$ 反応断面積を示す。本手法は実験データを訓練データとして学習することで、断面積を入射エネルギーの関数として滑らかに接続でき、共分散情報を含めた断面積データを任意のエネルギー点で生成できる。さらに、生成された不確かさ情報をもとに断面積のランダムサンプルを容易に生成することが可能なため、粒子輸送解析における不確かさ定量化への適用も期待できる。

3.2 高エネルギー粒子輸送計算

ガウス過程を高エネルギー粒子輸送計算に適用した例として、図2に陽子ビームによるビーム窓の発熱密度分布の解析値を示す。モンテカルロ粒子輸送計算では、体系のメッシュが細くなるほど計算結果の統計精度が悪くなる問題があるが、計算結果を訓練データとみなしてガウス過程回帰を適用すれば平滑化処理を行うことが可能となり、計算時間の短縮が期待できる。

4. 結言

機械学習技術は、様々な核反応データを取り扱う核データ研究分野及び粒子輸送解析において有望な技術である。特に、不確かさを取り扱うことができるガウス過程は、核データ評価において魅力的で有用なツールとなる可能性を秘めている。これらの技術の積極的な活用を期待したい。

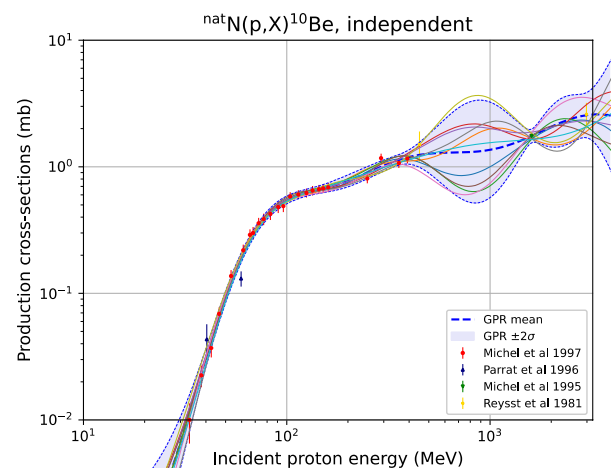
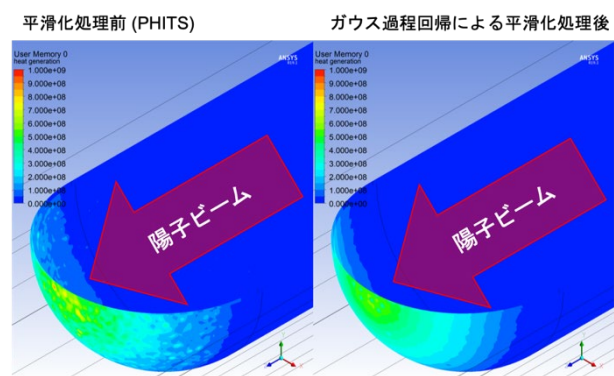
図1: ${}^{\text{nat}}\text{N}(p,x){}^{10}\text{Be}$ 反応断面積

図2: 1.5 GeV-30 MW 陽子ビームによるビーム窓の発熱密度分布解析値

*Hiroki Iwamoto¹ ¹JAEA