

ガウス過程回帰を用いた核種生成断面積データの生成

Generation of nuclide-production cross-section data using Gaussian process regression

*岩元 大樹¹, 竹下 隼人²

¹原子力機構, ²九大院総理工

ガウス過程回帰モデルを用いて、実験データから核種生成断面積を生成する手法について紹介し、本モデルが核種生成断面積データおよびその不確かさデータの生成に有効かつ強力なツールとなりうることを示す。

キーワード: ガウス過程回帰, 核種生成断面積, 核データ, 不確かさ

1. 緒言

一般に、JENDL 等の評価済み核データライブラリに格納される膨大な核データは、様々な核反応モデルと種々の実験データを駆使して評価されるが、適切な核反応モデルが存在しない場合、実験データに基づく一般化最小二乗法などの回帰手法によって核データが評価される。一方、近年様々な分野でガウス過程回帰と呼ばれる回帰手法が注目されてきている。そこで本研究では、新たな試みとしてこの回帰モデルに着目し、その枠組みで核データを生成するコードを開発した[1]。さらに、開発したコードを用いて、陽子入射核種生成断面積データを例に、核データの生成に対するガウス過程回帰の適用性を調査し、その課題を摘出した。

2. ガウス過程回帰

ガウス過程回帰は機械学習による回帰法の一つであり、実験データを訓練データとみなして回帰を行う。ノンパラメトリックな手法で実験データをフィットするため、フィッティング関数あるいは理論モデルを明示的に仮定する必要がない。さらに、その回帰結果は共分散を含む確率分布として表現され、予測値の不確かさあるいは自信の程度を知ることができるといった特長を持つ。

3. 結果

図 1 に ${}^{\text{nat}}\text{Pb}(p,x){}^{205}\text{Bi}$ 反応断面積を示すように、実験データが比較的豊富にあれば、入射エネルギーの関数として比較的複雑な形状でも断面積を滑らかに接続でき、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ことがわかった。さらに回帰結果は、実験値の中央値とともに実験値の不確かさにも強く影響されることが示された。

4. 結言

本研究により、ガウス過程回帰モデルは、核種生成断面積データおよびその共分散データの生成に有効かつ強力なツールとなりうることが示

された。一方で本手法は、実験データがほとんどない反応に対しては無効である。今後、ガウス過程回帰モデルと核反応モデルの特徴を組み合わせた核データ生成手法の開発が必要である。

参考文献

[1] H. Iwamoto, "Generation of nuclear data using Gaussian process regression," Journal of Nuclear Science and Technology, (available online), <https://doi.org/10.1080/00223131.2020.1736202>

*Hiroki Iwamoto¹, Hayato Takeshita²

¹IAEA, ²Kyushu Univ.

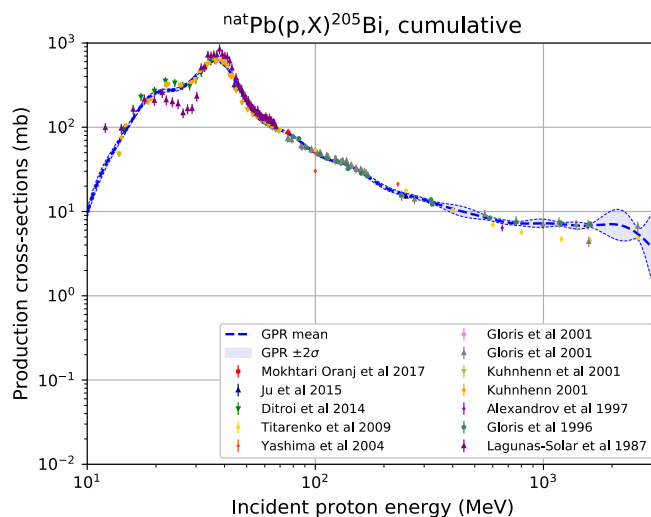


図 1 ${}^{\text{nat}}\text{Pb}(p,x){}^{205}\text{Bi}$ 反応断面積