

核データ積分テスト計算への実効部分空間法の適用③

Application of Efficient Sub-Space Method to Nuclear Data Integral Testing③

*今里 大智¹, 千葉 豪¹¹北海道大学**キーワード:** 特異値分解、有効部分空間、核データ、積分データ

1. 背景 現在、核データの検証用に膨大な積分データが蓄積されている。検証の際に全ての積分データを用いることは現実的ではないので、積分データ群の中から最少の組み合わせで独立性の高いデータ群を抽出する手法の検討は重要である。本研究は核データ検証に用いる有効な積分データの組み合わせを有効部分空間(ASS)と内積、直交射影を用いて検討する。

2. 解析手法 核データは互いに独立であり、個々の核データをベクトルと見なすと核データ空間を構成する。そして、積分データの個々の核データに対する感度係数ベクトル群は核データ空間内に存在し、ASS を構成する。この ASS そのものをデータの抽出に用いることは不便であるので、先行研究[1]で提案した特異値分解を用いて ASS の最大特異値に対応する基底ベクトルを用いる。この基底ベクトルと内積、直交射影を用いた独立性の高い最少の積分データの組み合わせ方法を以下に提案する。

① 最初に、ASS の中から最大特異値に対応する基底ベクトルと全ての積分データの内積を計算し、最も値の大きいデータが ASS の最大特異値に対応する基底ベクトルに似ているデータであるので選択する。

② 次に、①で選択したデータと組み合わせたときに最も独立性の高いデータを選択するために、①のデータと全ての積分データの内積を計算し、最も値の小さいデータを選択する。

③ ①と②から成る空間の次元数拡張のため、この空間への直交射影ノルムが最小のデータを選択する。

④ 以降、全ての直交射影ノルムがほぼ 1 となる空間になるまで③を繰り返す。今回は直交射影ノルムが 0.99 以上となった場合、ほぼ 1 であると見なした。図 1 は上記の手順の概念図である。

3. 結果・考察 今回は積分データに中性子実効増倍率、核データに 70 群の U-235 の核分裂断面積を用いた。そして、個々の核データに対する積分データの関係を見るために、積分データの個々の核データに対する感度係数ベクトルを対象のデータとする。U-235 と U-238 から成る濃縮度が可変な球形臨界集合体を考え、U-235 の濃縮度を 7~100%まで 1%刻みで変え 94 個の積分データを作成した。このデータ群に前述の方法を用いた結果、最良の組み合わせは{7% 54% 100%}という結果が得られた。一方、網羅的にデータ群から組み合わせを計算した結果、最良の組み合わせは{11% 62%}となり今回提案した手法の結果と異なった。手法の有効性を検証するために、網羅的な手法により得られた最良の組み合わせ数と同じ個数のデータを今回の手法を用いて選んだ。結果は{7% 54%}が 2 つの組み合わせの中で最も有効であった。そして、その組み合わせのデータ空間への各データの直交射影ノルムの最小値と、94 個のデータから 2 個を網羅的に選んだ組み合わせの各直交射影ノルムの最小値を比較すると、今回の手法での直交射影ノルムは全 4371 通りの中で 343 番目の大きさであり、今回の手法は最良な組み合わせが得られないことが分かった。

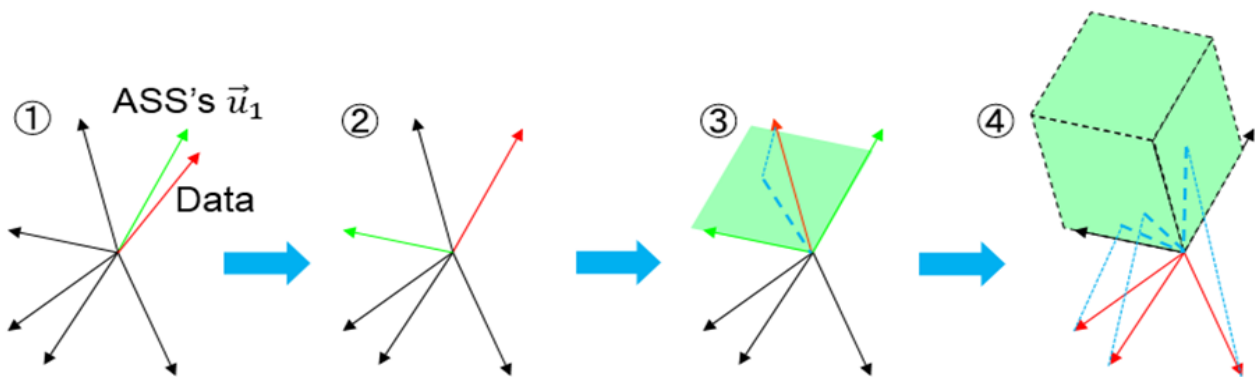


図 1: 最少の積分データ群で独立性の高い組み合わせを探す手順のイメージ図

参考文献

[1] 今里、千葉、2019 年春の年会、3J07.

*Daichi Imazato¹, Go Chiba¹

¹Hokkaido Univ.