

Active Subspace 法を用いた確率論的手法による炉心特性の不確かさ評価 (2) 感度係数評価における有限差分式の次数に関する検討

Uncertainty Quantification using Active Subspace Method for Core Characteristics by Probabilistic Method

(2) Examination of finite-difference formula order for sensitivity coefficient estimation

*天野 虎之介, 大池 宏弥, 遠藤 知弘, 山本 章夫

名古屋大学

確率論的手法により評価された感度係数には離散化誤差と統計誤差が付随している。そこで本研究では差分式の次数が誤差に与える影響を調べるため、モンテカルロ計算コードを用いて Np237 核分裂断面積に起因する ADS の Np237 核分裂回数の不確かさ評価を、4 種類の有限差分式を用いて実施し比較した。

キーワード：不確かさ評価, Active Subspace, 感度係数, 有限差分式, PHITS

1. 緒言： 先行研究では Active Subspace 法(AS 法)によって確率論的手法についても低コストかつ高精度に不確かさ評価を実施できる見込みが得られた。しかし確率論的手法で得られる不確かさには有限差分式に起因する離散化誤差と炉心特性の統計誤差に起因する統計誤差の両方が付随し、その大きさは有限差分式の次数によって変化する。そこで本研究では 4 種類の有限差分式を用いて Np237 核分裂断面積に起因する ADS の Np237 核分裂回数の不確かさ評価を実施し、結果を比較した。

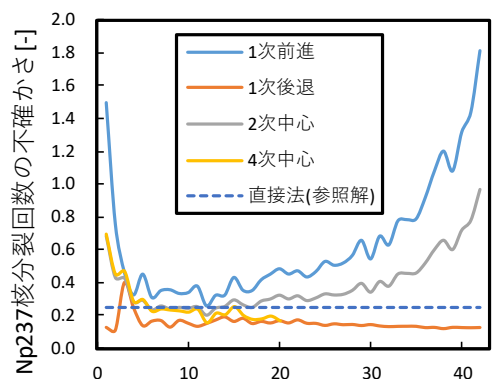
2. 不確かさ評価手法： 断面積の不確かさに起因する炉心特性の不確かさ評価には感度係数が用いられる。本研究では AS 法を用いて断面積摂動後の炉心特性を計算し、1 次前進、1 次後退、2 次中心、4 次中心の有限差分式により感度係数を評価した。それぞれの感度係数から炉心特性の不確かさを評価し、直接法(56 群のエネルギーごとに断面積を 10%摂動させて評価した感度係数から求めた炉心特性の不確かさ)との差を離散化誤差とした。また誤差伝搬の法則に基づいて炉心特性の不確かさの統計誤差を評価した。

3. 結果・考察： JAEA 設計の鉛ビスマス冷却型 ADS 炉心を対象として、SCALE6.2.3 付属の 56 群核データ共分散に基づき、モンテカルロ計算コード PHITS により不確かさ評価を実施した。PHITS の核データは ENDF/B-VII.1、ヒストリー数は 1000 とした。AS 方向への Np237 核分裂断面積摂動量に対する Np237 核分裂回数の不確かさ及び統計誤差の関係を図 1, 2 にそれぞれ示す。不確かさ評価結果は AS 方向の摂動量に依るが、仮に摂動量を 10%で考えた場合、図 1 より 2 次中心、4 次中心、1 次後退、1 次前進の順に不確かさの離散化誤差が大きくなる傾向がみられた。また、図 2 より 2 次中心、1 次後退、4 次中心、1 次前進の順に不確かさの統計誤差が大きくなる傾向がみられた。以上の結果から、本研究の計算条件において、離散化誤差と統計誤差の双方を小さくするためには摂動量を 10%程度に設定し、2 次中心差分式を用いるのがよいと結論付けた。

参考文献

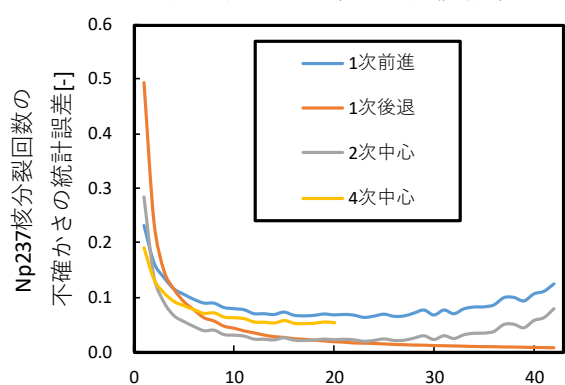
[1] R. Katano, et al., *J. Nucl. Sci. Technol.*, **54**(6), pp.637–647 (2017).

*Toranosuke AMANO, Hiroya OIKE, Tomohiro ENDO, and Akio YAMAMOTO
Nagoya Univ.



Active Subspace方向へのNp237断面積摂動量[%]

図1 炉心特性の不確かさ評価結果



Active Subspace方向へのNp237断面積摂動量[%]

図2 炉心特性の不確かさ統計誤差評価結果