2119 2021年秋の大会

制御変量法と感度係数を利用した高効率ランダムサンプリング手法の改良 (3) 複数のパラメータを組み合わせた仮想的な類似パラメータを使う CV-S 法

Improvement of high-efficiency random sampling method by using control variates method and sensitivity

(3) The CV-S method by using the virtual mockup parameter combined by multiple parameters

*木田 拓実1, 千葉 豪1

1北海道大学

制御変量法と感度係数を組み合わせた CV-S 法において、複数のパラメータを組み合わせて仮想的な類似パラメータを作り計算を行った。単一の類似パラメータを用いた計算結果との比較から、適切に複数のパラメータを組み合わせることで、CV-S 法の性能が向上することを明らかにした。

キーワード:不確かさ評価、炉心燃焼計算、制御変量法、感度係数法、CV-S法

- 1. 背景 これまでに、少ないサンプル数で炉物理計算結果の統計量を精度良く求めることができる CV-S 法が考案された[1]。CV-S 法とは、統計量を求めたい対象パラメータに対してその 1 次近似を類似パラメータとし、その 2 つの差分に注目することで統計量を少ないサンプル数で高精度に推定する方法である。この汎用性を高めるために、CV-S 法において対象パラメータとは異なるより簡易なパラメータの 1 次近似を類似パラメータとして計算するという改良を行い、対象パラメータとは異なる燃焼度や体系の類似パラメータを用いた場合でも炉物理計算結果の統計量を精度良く求められることを示した[2]。本検討では、複数のパラメータを組み合わせて作り出した仮想的な類似パラメータを用いた CV-S 法を簡易問題に適用し、単一の類似パラメータを用いた CV-S 法の計算結果と比較しその効果を確認した。
- **2.検討の方法** 簡易問題では、対象パラメータといくつかの類似パラメータを考え、CV-S 法において単一の類似パラメータを用いた場合と複数のパラメータを組み合わせた場合の計算結果を比較した。また、複数のパラメータを組み合わせる際の組み合わせ方を変えた計算も行い、組み合わせ方による計算結果の違いも確かめた。簡易問題ではパラメータ $Z_1 = N(1.0,0.1^2)$, $Z_2 = N(0.5,0.05^2)$ を考え、対象パラメータを $P_t = Z_1 + 2Z_2$ とした。また、類似パラメータを $P_1 = Z_1$, $P_2 = Z_2$ とし、組み合わせた類似パラメータを $P_m = P_1^{a1} P_2^{a2}$ とした。この計算ではサンプル数を 1 万とし、得られた統計量の不確かさは同一の計算を 100 回行い得られた結果から求めた。
- 3.計算結果 類似パラメータを組み合わせる際の a1と a2の値を変化させ CV-S 法の計算を行った。この計算結果の標準偏差の Uncertainty reduction の値を図1に示す。この Uncertainty reduction とは、CV-S 法で求めた統計量の不確かさの値を、通常のランダムサンプリング法で求めた統計量の不確かさの値で割った値であり、値が0に近いほど CV-S 法により不確かさが低減できていると言

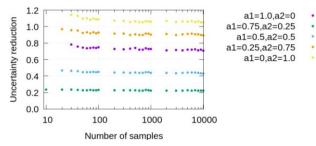


図 1 標準偏差の Uncertainty reduction

える。この結果より、複数のパラメータを組み合わせる際の組み合わせ方を変えることで CV-S 法の性能も変化し、適切に組み合わせることで CV-S 法の性能が向上することが分かった。

参考文献 [1]S. Nihira, G. Chiba, J. Nucl. Sci. Technol., 56, p.971-980 (2019). [2]日本原子力学会「2021 年春の大会」3B04 **謝辞** 本研究は原子力規制庁の委託事業の成果である。

^{*} Takumi Kida¹, Go Chiba¹

¹ Hokkaido University