

統計的安全評価手法における核計算コードに起因する不確かさ伝播に関する検討

(2) 共分散核データの静特性解析への影響

Study on uncertainty propagation due to nuclear analysis codes on statistical safety evaluation method

(2) Influence of nuclear data covariance on static analysis

*山名 哲平¹, 池原 正¹, 金子 浩久¹, 東條 匡志¹, 原田 健一²

¹GNF-J, ²中部電力

本シリーズ発表では、統計的安全評価手法における核的パラメータの不確かさに関する検討について報告する。発表(2)(3)では、核データライブラリ不確かさの影響を示す。

キーワード：BWR、共分散、ランダムサンプリング法、LANCR、AETNA

1. 緒言

前報^{1),2)}にて、共分散核データを起源とする BWR 炉心特性不確かさ評価システムの整備について報告した。手法は、核データ共分散マトリックスから断面積ゆらぎを取り込んで、格子計算コード LANCR、炉心計算コード AETNA を一貫して実行するランダムサンプリング法による。本システムを用いて核データ不確かさが炉心特性に及ぼす影響を定量化するとともに、炉心のフィードバックによる不確かさ低減効果を確認したので、その結果について報告する。

2. 核データ不確かさ影響の定量化

評価に用いた共分散核データは前報¹⁾と同じくアクチナイド核種に J4.0、FP 核種に B7.1 (但し、Pu240 は B7.1) を採用し、Gd を含む多くの核種の核データ不確かさを取り込んだものである。それにより、格子計算段階 (BWR9×9 ウラン燃料 (濃縮度 4.2wt%/Gd 棒 13 本)、40%ボイド率) の不確かさは、無限増倍率については相対標準偏差 0.5%~1.2%程度となり (図 1)、核データ不確かさによる炉心特性への影響が大きい可能性が考えられた。

しかしながら、炉心計算段階 (13ヶ月運転、ABWR 平衡炉心) では、実効増倍率については格子計算段階と同様に相対標準偏差 0.5%程度の有意な不確かさであったが、熱的制限値である最大線出力密度、最小限界出力比については相対標準偏差 1%以下の比較的小さな不確かさであった (図 2)。

3. 炉心フィードバック効果による不確かさ低減効果

熱的制限値の不確かさが相対標準偏差 1%以下と小さい理由として、ボイド等のフィードバック効果による出力分布平坦化が寄与していることが考えられる。フィードバック効果の影響を確認するために、瞬時の炉内ボイド率・燃料温度・キセノン数密度分布を固定して (ボイド・ドップラ・キセノンフィードバックなし)、最大線出力密度の不確かさを評価したところ、通常計算 (ボイド・ドップラ・キセノンフィードバックあり) よりも有意に大きいデータのバラつきがみられ (図 3)、炉心のフィードバック効果による最大線出力密度の不確かさ低減効果が確認された。

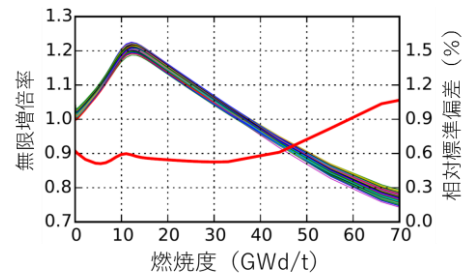


図 1. 格子計算結果

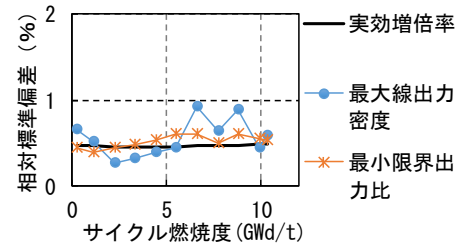


図 2. 炉心計算結果

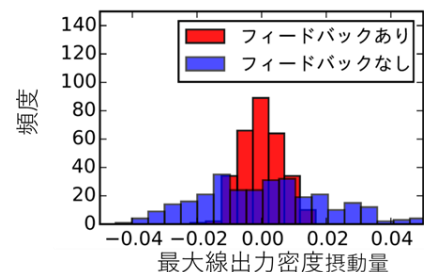


図 3. フィードバック効果 (サイクル初期)

参考文献

[1] 池原、他、日本原子力学会秋の年会、2HO1 (2016), [2] 山名、他、日本原子力学会秋の年会、2HO2 (2016)

¹Tepei Yamana, ¹Tadashi Ikehara, ¹Hirohisa Kaneko, ¹Masayuki Tojo, ²Kenichi Harada

¹GNF-J, ²Chubu Electric Power Co., Inc