

データ同化手法に基づくサブチャンネル解析コードのモデルパラメータの適正化

Optimization of model parameters of a subchannel analysis code based on a data assimilation method

*宇井 淳¹, 工藤 義朗^{1,2}, 古谷 正裕¹

¹ 電力中央研究所

サブチャンネル解析コード COBRA-TF (CTF)のボイド率分布に影響を及ぼすモデルパラメータを変数として NUPEC 管群ボイド試験を対象に大域的な感度解析を行い、メタモデルを作成した。さらに、ベイズ推定による非線形データ同化手法をメタモデルに適用してボイド率偏差等の応答変量が目標分布に近づくようなパラメータの事後分布を求めた。同定したパラメータセットを CTF に用いた結果、実測結果の再現性が向上した。

キーワード：データ同化, サブチャンネル解析, CTF, ボイド率

1. 緒言

ボイド率分布に関連の深いパラメータによるメタモデルの作成及びデータ同化の実施を通じて、サブチャンネル解析コードの評価性能の分析及び信頼性向上に向けた技術基盤を構築する。

2. 解析方法及び結果

ボイド率分布に影響を及ぼす 7 種類のモデルパラメータを選定し、Latin Hypercube Sampling 法により 100 点のサンプル点に対する感度解析を行い、回帰モデルを構築した。7 種のパラメータで構成されるベクトルを空間座標位置と捉え、位置毎の観測データの自己相関性に基づき任意の位置の予測値を得る Kriging 法を応答曲面モデルとともに用いてメタモデルを作成した。このメタモデルから 7 種のパラメータの事前分布に対する応答変量（集合体平均ボイド率偏差等）を推定し、応答変量が目標分布に近づくようなパラメータの事後分布を求めた（図 1）。ここで、パラメータセットのサンプリングにはメトロポリス-ヘイスティング法を用いた。データ同化は、Heo らの非線形ベイズ推定に基づく方法[1]を参考とした。このデータ同化により同定したパラメータセットを CTF の計算に用いて、集合体平均ボイド率偏差がベースケースの 0.072 から 0.025 に改善した（図 2）。

3. 結言

Kriging 手法を活用して、モデルパラメータのメタモデルを作成し、シミュレーション駆動型のデータ同化手法を適用し、集合体平均ボイド率偏差量などを良好に評価し得るパラメータセットを同定した。そのパラメータセットを用いて CTF 解析を実施し、集合体平均ボイド率などの予測値が実験値に一致する方向に改善することを確認した。今後本手法を発展させ、解析コードの性能向上の自動化など、広範な活用を目指す。

参考文献 J. Heo, et al., *Nucl. Eng. Technol.* **46**, 619-632, 2014.

謝辞 本研究は、経済産業省資源エネルギー庁「原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業」として実施した。データ同化手法の整備においては、尾崎哲浩氏（原子燃料工業㈱）の支援を頂いた。ここに謝意を表します。

*Atsushi Ui¹, Yoshiro Kudo^{1,2} and Masahiro Furuya¹

¹CRIEPI, ²The co-author conducted this study in CRIEPI, and currently belongs to TEPCO HD

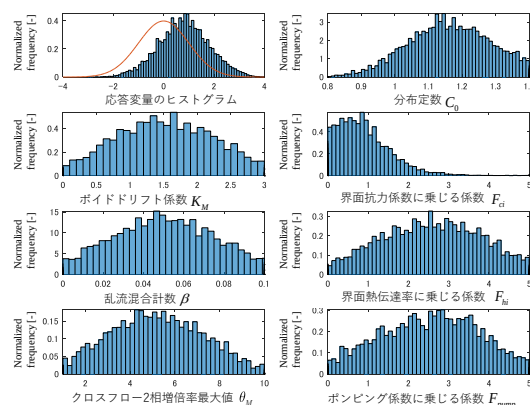


図1 各モデルパラメータの事後分布の結果

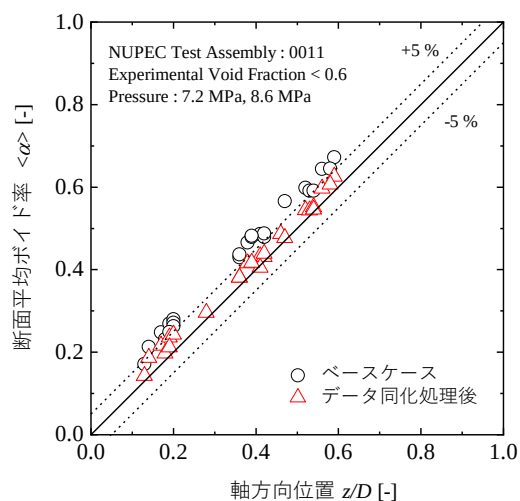


図2 データ同化によるモデルパラメータ変更後のボイド率及びベースケースのボイド率と試験結果の比較（集合体平均ボイド率）