

WinMACCS を用いたレベル 3PRA 手法の検討 (2) メタモデルを用いたグローバル感度解析

Study of the level 3 PRA method using WinMACCS

(2) Global sensitivity analysis with meta-models

*黒川 諒悟¹, 津崎 昌東¹, 佐田 幸一¹

¹電力中央研究所

レベル 3PRA 計算コード WinMACCS の動作を近似するような計算コストの低い代替モデル(メタモデル)を機械学習アルゴリズムにより構築し、その適合度を評価した。また、構築したメタモデルのグローバル感度解析への適用性を確認した。

キーワード：レベル 3PRA, グローバル感度解析, メタモデル, 機械学習

1. 緒言

レベル 3PRA で用いる WinMACCS のような数多くの入力パラメータが存在する複雑なモデルに対しては、評価結果の不確実さに対する寄与が大きい入力パラメータを同定するグローバル感度解析が有効である。しかしながら、計算コストの側面から、そのような複雑なモデルをグローバル感度解析に直接用いることは現実的ではない。そのため本研究では、WinMACCS の動作を近似する計算コストの低い代替モデル(メタモデル)を用いたグローバル感度解析の手法を検討する。

2. 結果

WinMACCS において SOARCA 研究等[1][2]を参考にし、早期被ばくに関わる 35 種類の入力パラメータに確率分布を与え、平均個人リスクを複数回計算した。その入出力データから機械学習アルゴリズムによってメタモデルを構築し、WinMACCS との適合度を評価した。その結果、放出源からの距離やアルゴリズムによってその適合度に差が見られた(図 1)。

また、構築したメタモデルを用いてグローバル感度解析を行った結果、ランダムフォレスト(RF)や勾配ブースティング(GBDT)によるメタモデルがグローバル感度解析を実施する上で有効であることが示された。

参考文献

- [1] U.S. NRC. State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses Project Uncertainty Analysis of the Unmitigated Long-Term Station Blackout of the Peach Bottom Atomic Power Station. NUREG/CR-7155. 2016.
- [2] NRC, U. S. Uncertainty and sensitivity analysis of chronic exposure results with the MACCS reactor accident consequence model. NUREG/CR-6135. 1995.

*Ryogo Kurokawa¹, Masaharu Tsuzaki¹ and Koichi Sada¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

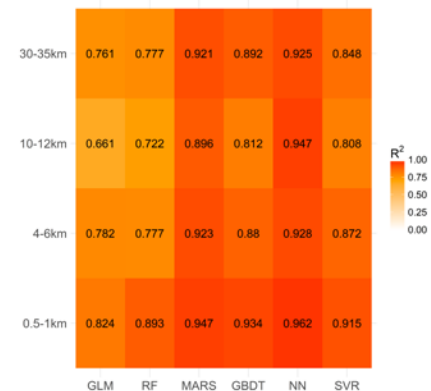


図 1 各メタモデルによる適合度
放出源からの距離区分における
WinMACCS の計算値とメタモデルの予測値から算出した決定係数 R^2 。GLM: General Linear Model, RF: Random Forest, MARS: Multivariate Adaptive Regression Splines, GBDT: Gradient Boosting Decision Tree, NN: Neural Network, SVR: Support Vector Regression