Suzuki Masaaki

鈴木　正昭

教養教育研究院　教授

学歴・学位・職歴

学　歴：東京大学大学院 工学系研究科 博士課程
学　位：博士（工学）
職　歴：東京大学 人工物工学研究センター 助教
東京大学大学院 工学系研究科 助教
東京理科大学 理工学部 講師

研究シーズ

機械学習と最適化による不確実性下の意思決定支援

研究キーワード

機械学習、最適化、信頼性、レジリエンス、希少事象予測

産官学連携実績

【 連携実績 】
パナソニック株式会社
その他、鉄鋼・建設・商社等の企業

【 外部研究費獲得 】
科学研究費助成事業
NEDO委託研究事業
JST 委託研究事業

Researchmap

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

私たちは持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。

複雑システムの安全・効率・回復力を高める設計・運用最適化

①不確実性を織り込んだ信頼性設計と限界強度評価

想定を超える極限荷重に対して構造物の健全性を合理的に評価するため、荷重・応答・強度それぞれの不確実性を明示的に扱う限界強度評価法を構築しています。評価者が実際に行うのは、荷重因子・強度因子ごとに設定した安全係数を用いた照査式の計算であり、決定論的な手順でありながら確率論的な裏付けをもちます。所望の信頼度を担保しつつ、実務に適用しやすい評価体系を提供します。

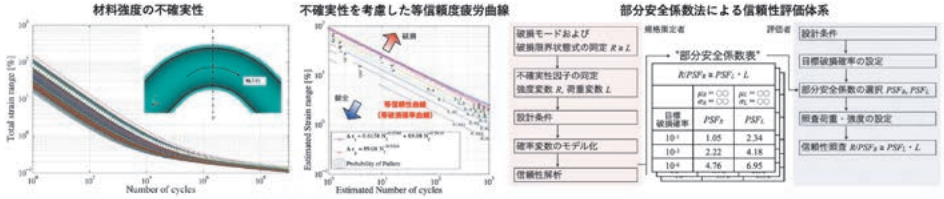

図１　不確実性を考慮した限界強度評価の枠組み

②強化学習と進化計算による保全スケジュール最適化

プラントやインフラの維持管理では、安全性の確保と費用の抑制を両立させる保全計画が求められます。本研究では、強化学習と進化計算を用いて、故障モードごとに有効な保全活動を選択しながら、供用期間全体の総保全コストを最小化するスケジュールを自動生成します。データに基づく広範な探索により高性能な解を導出し、その判断根拠の解釈も可能にすることで、実運用で信頼性の高い計画策定を目指します。

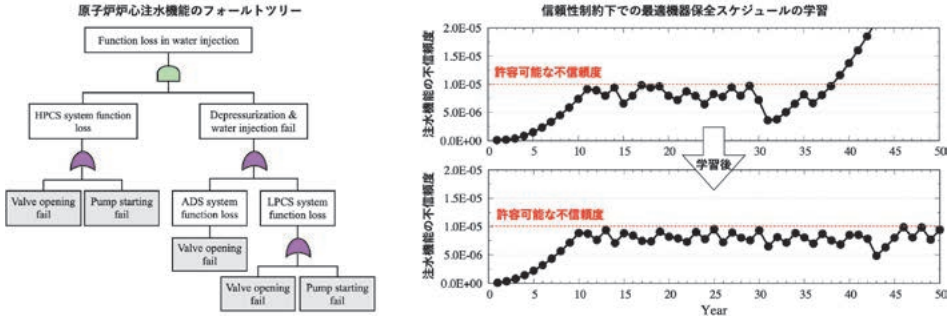

図２　学習・進化計算による保全スケジュール最適化

③設計想定外事象に対するシステムのレジリエンス評価

レジリエンスとは、想定外の擾乱に対してシステムが機能を維持し、喪失した場合も速やかに回復できる能力を指します。低頻度で不確実性の大きい事象への備えを合理化するには、この能力を定量的に測る指標が不可欠です。本研究では、レジリエンスを評価する指標と手順を提案し、軽水炉と高速炉の事故時対応能力を比較することで、システム構成の違いが回復力に与える影響を評価しています。

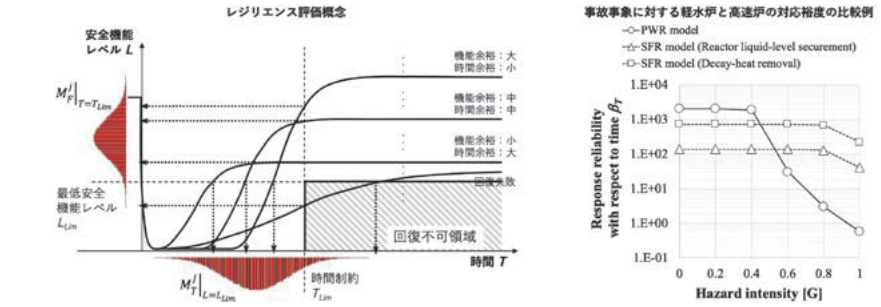

図３　事故時対応能力の可視化と定量化

多変量・時系列データに基づく希少事象リスク予測

④大規模医療データを活用した希少事象予測

脳動脈瘤の破裂リスク予測を対象に、医療チームとの共同研究で機械学習モデルを開発しました。臨床情報に加え、脳動脈瘤の形態やその時系列変化を特徴量として統合し、勾配ブースティング系手法を用いた予測モデルを構築しています。日米欧4施設・約3千件のデータを学習に用い、外部検証ではAUROC 0.90を示しました。本研究で培った希少事象予測の枠組みは、設備故障予知や品質管理、保険リスク評価など類似課題へ広く応用可能です。

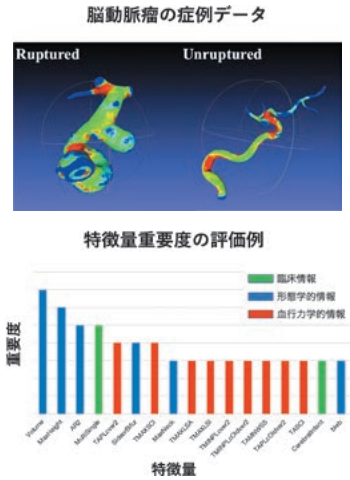

図４　脳動脈瘤の破裂リスク予測

手術室運用データに基づく予測とスケジュール最適化

⑤機械学習による手術時間予測と手術スケジュール最適化

手術時間の見積誤差は、手術室の遅延や残業を生み、医療資源の効率を低下させます。本研究では、患者・術式・チーム編成などの手術データに、医師の経験に基づく見積もり時間を特徴量として追加した機械学習モデルを構築しました。データのみで学習したモデルと比較して予測精度が向上することを確認しており、経験知を活かしつつ見積誤差を補正する枠組みとして位置づけています。さらに、予測結果を手術順序と開始時刻の計画に組み込み、遅延や残業の抑制など運用目標に沿ったスケジュール最適化へ展開しています。

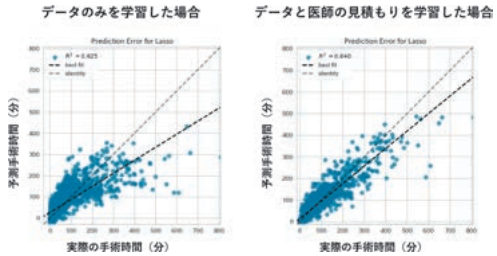

図５　医師の経験を加味した手術時間予測

期待される効果・応用分野

不確実なシステムに対し、予測（機械学習）と最適化（数理計画・強化学習）を統合して意思決定を支援します。希少事象のリスク予測や、予測に基づくスケジューリング最適化、レジリエンス評価に応用可能です。エネルギー、医療、製造、物流、金融など幅広い分野で、安全性向上、業務効率化、総コスト低減に貢献します。

産業界へのPR

現場データを起点に、ドメイン専門家と協働しながら、データ整備、特徴量設計、モデル学習・検証から、最適化モデルへの組込み、運用時の更新・監視までを一貫して支援します。設備故障予知、希少事象リスク評価、資源配分、スケジュール作成など、複雑な制約条件下の意思決定課題に対して、データ解析と数理モデル開発を中心とした連携を通じて、実務への実装・適用を支援します。

■代表的な論文・知財

1) 部分安全係数法を用いた機械製品の信頼性評価に関する指針，日本機械学会基準，S018，2018.
2) Maintenance Scheduling of Nuclear Components under Reliability Constraints Using Adaptive Parallel Particle Swarm Optimization, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing, Vol.16, No.4, JAMDSM0043, 2022.
3) Comparative Evaluation of Response Reliability During Accidents in Light Water Reactors and Fast Reactors, Mechanical Engineering Journal, Vol.7, No.4, 19-00570, 2020.
4) Development and Validation of Prediction Model for Intracranial Aneurysm Rupture Risk, JAMA Network Open, Vol.8, No.12, 2025.
5) Does Case-mix Classification Affect Predictions? A Machine Learning Algorithm for Surgical Duration Estimation, Healthcare Analytics, Vol.2, 100119, 2022.