（様式第６号）

論　文　要　旨

2026 年　1 月　8 日

※報告番号	甲 第　388 号	氏　名	CONG YUXIN

主論文題名

Advanced Prediction of Subsurface Geotechnical Properties and Urban Hazard Mapping Using Artificial Intelligence Techniques
（人工知能を活用した地盤情報の高精度予測と都市地盤ハザードマッピングに関する研究）

内容の要旨

本論文は，大都市圏における液状化災害リスク評価の高度化を目的として，地盤工学分野に人工知能技術を統合した先進的ハイブリッドアンサンブル学習フレームワーク（HEF-Geo）を提案し，その有効性および実用性を体系的に検証したものである。地下地盤情報が有する空間的不均質性，観測データ密度の不均一性，ならびに従来手法の空間表現能力の限界といった課題に着目し，本研究では都市スケールから広域スケールまで適用可能な新たな予測体系の構築を目指した。

大都市域における液状化ハザードは，沖積層や埋立地盤の分布，地下水位条件などが複雑に作用することにより，極めて局所的かつ非一様に発生する。一方，従来の液状化評価手法は，ボーリング調査に基づく点的情報や経験式に依存しており，大規模かつ高解像度のハザード評価には限界がある。また，近年広く導入されている機械学習モデルは高い予測精度を示すものの，単一モデルに依存する場合，地質条件やデータ分布が異なる領域に対する汎化性能や工学的解釈性に課題が残されている。

これらの課題に対応するため，本論文では，Random Forest，XGBoost，LightGBM を基礎学習器とするスタック型アンサンブル構造を採用し，空間条件に応じて各モデルの寄与度を動的に調整する適応重み最適化機構を導入した HEF-Geo フレームワークを提案した。本手法の特徴は，機械学習による非線形トレンド推定と地球統計学的事前情報を統合する点にあり，空間的連続性と地質学的妥当性を両立した地下地盤予測を可能としている。

提案手法は，東京都および横浜市を中心とする首都圏大都市域の大規模ボーリングデータセットを用いて検証された。その結果，HEF-Geo は単独モデルと比較して，標準貫入試験（SPT）N 値の予測において RMSE を約 10～20％低減し，深度方向および空間方向の予測安定性を大きく向上させることが確認された。さらに，予測された地盤特性に基づいて液状化ポテンシャル指数（LPI）を算定し，高解像度の液状化ハザードマップを作成した結果，従来のゾーニング型ハザードマップと比較して，局所的な弱地盤分布をより明瞭に表現できることを示した。

※印欄記入不要

（様式第６号）

論　文　要　旨

2026 年　1 月　8 日

※ 報告番号	第　　号	氏　名	CONG YUXIN

内容の要旨

加えて，本研究ではモデルの汎化性能に着目し，東京で学習したモデルを大阪地域へ適用するドメイン適応解析および少数データ条件下での予測性能について検討した。その結果，提案フレームワークは地質条件の異なる地域においても安定した予測性能を維持し，都市間スケールでの適用可能性を有することが確認された。また，アンサンブル分散を用いた不確実性評価により，予測結果の信頼性を定量的に把握できる点も，本手法の実務的有用性を高めている。

以上より，本論文は，空間的不均質性を考慮した適応型アンサンブル学習と地球統計学的手法

を融合することで，大都市圏における液状化ハザード評価の精度，安定性，および解釈性を同時に向上させる新たな枠組みを提示した。提案手法は，都市防災計画，インフラ設計，リスク指向型都市計画に資する実用的な意思決定支援ツールとしての応用可能性を有しており，今後は他の地盤災害への展開や全国規模での適用も期待される。

※印欄記入不要