

深層学習による河川水位予測モデル・氾濫予測モデルと一次元不定流モデルを連携させたリアルタイム浸水域予測

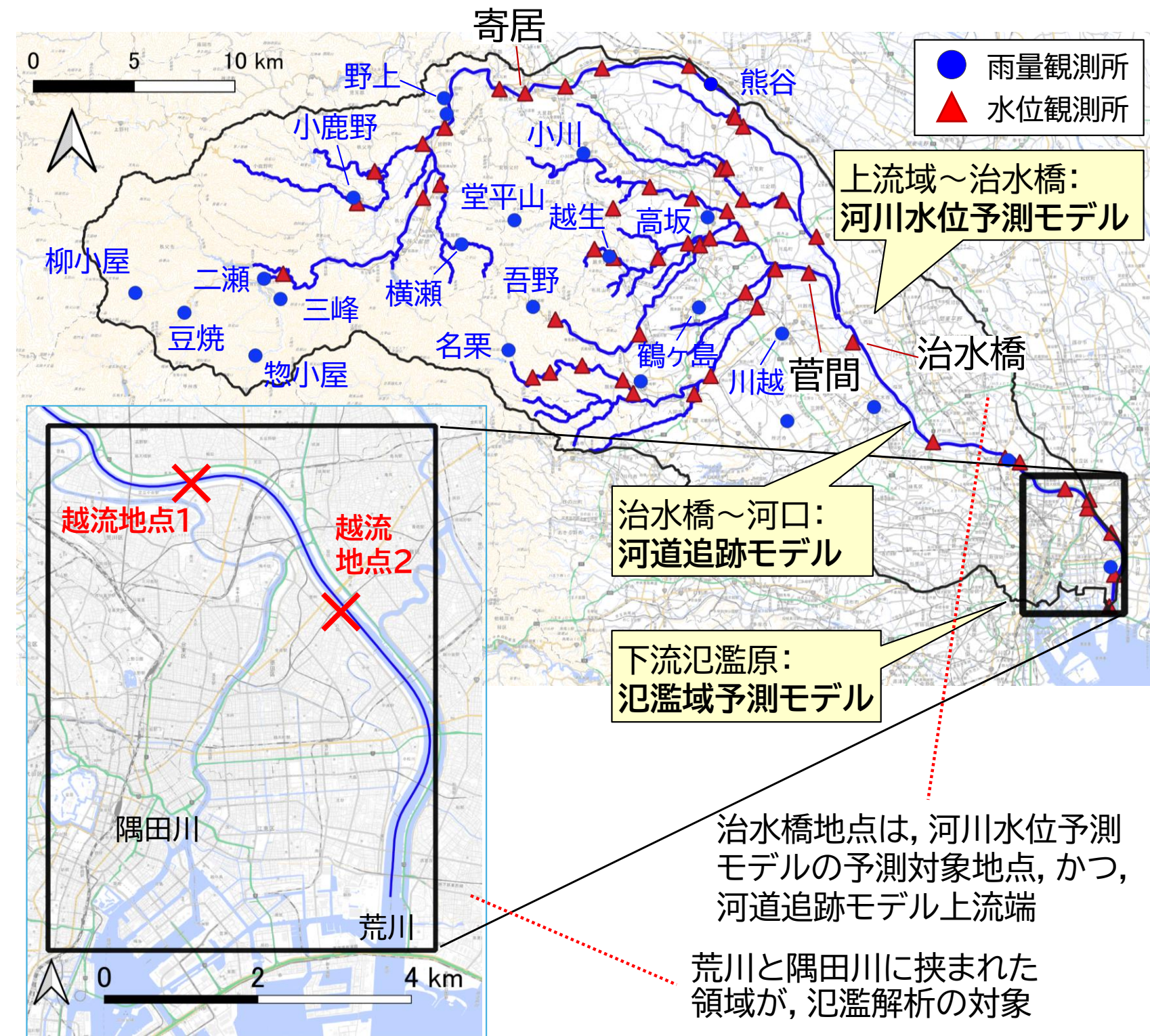
一言 正之¹・中山 龍也²・山口 歓太²・樫山 和男²
¹日本工営株式会社 ²中央大学

1 背景

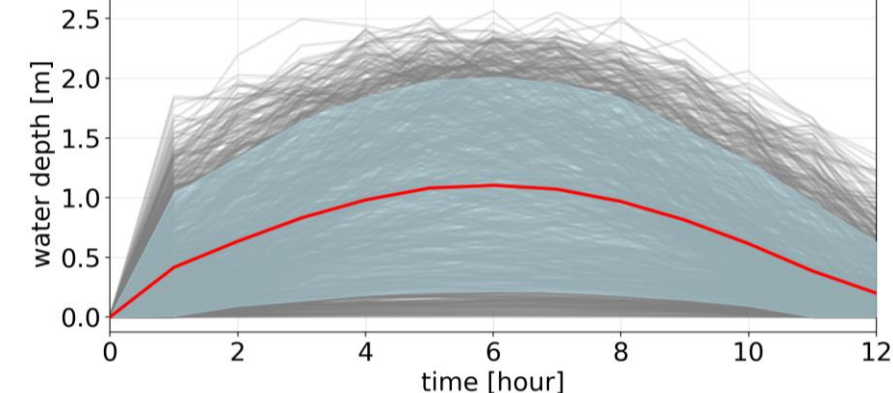
- リアルタイム氾濫予測は、発災時の避難や防災活動に重要。
 - 既存の物理的な氾濫解析モデルに加え、**データ駆動型の氾濫域予測モデルは高速な予測手法として研究されている。**
- 研究目的：
- ① 著者らは高速かつ高精度な、**次元圧縮と深層学習を組み合わせたリアルタイム浸水域予測手法の開発**に取り組んでいる。
 - ② 本研究では**河川水位予測モデル（深層学習）・一次元不定流モデル・浸水域予測モデル（深層学習）を組み合わせ、流出域・河道域・氾濫域を一連で高速に解く手法を開発。**

2 対象地域と使用データ

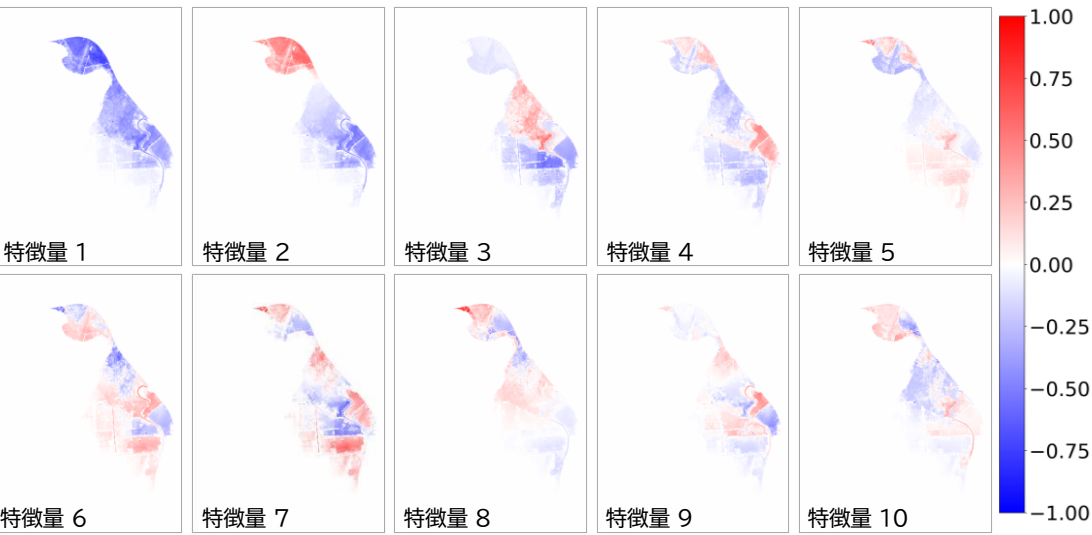
- 関東の荒川流域。右岸からの越流を対象とし、東京都荒川区・台東区のゼロメートル地帯が計算対象領域。
- 国土数値情報（5m標高メッシュ、100m土地利用メッシュ）、水文水質データベースの雨量・河川水位（2000年1月～2025年12月）、2019、2020年の河道断面測量データ、2004年から2025年までのHQ式を収集。



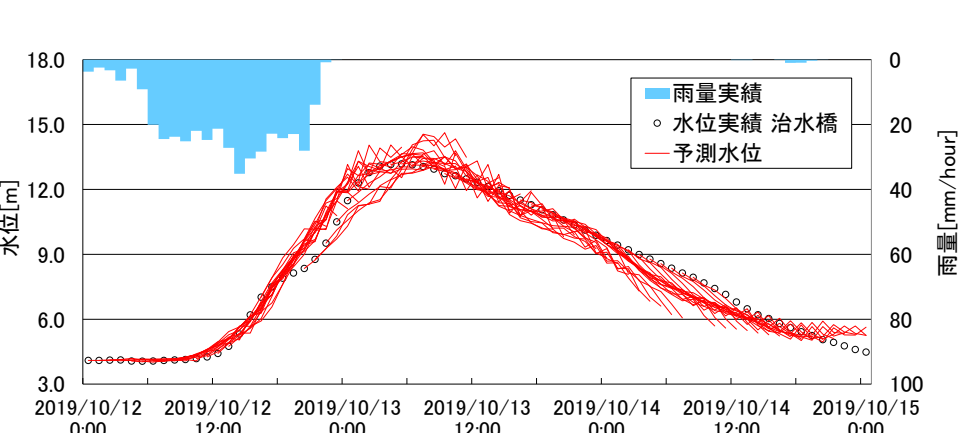
3 モデル構築



浸水シミュレーションに用いる疑似越流水深
このデータ（1000ケース）と、越流パターン3ケース（越流地点1, 2, 1+2）に基づき、3000ケースの氾濫シミュレーション（二次元不定流計算）を実施。



次元圧縮によって得られた特徴量（基底ベクトル）
404×548メッシュ=221392次元の浸水域データを、わずか10次元に圧縮。3000ケースのシミュレーション結果は、この10個の特徴量の線形結合でほぼ再現可能。



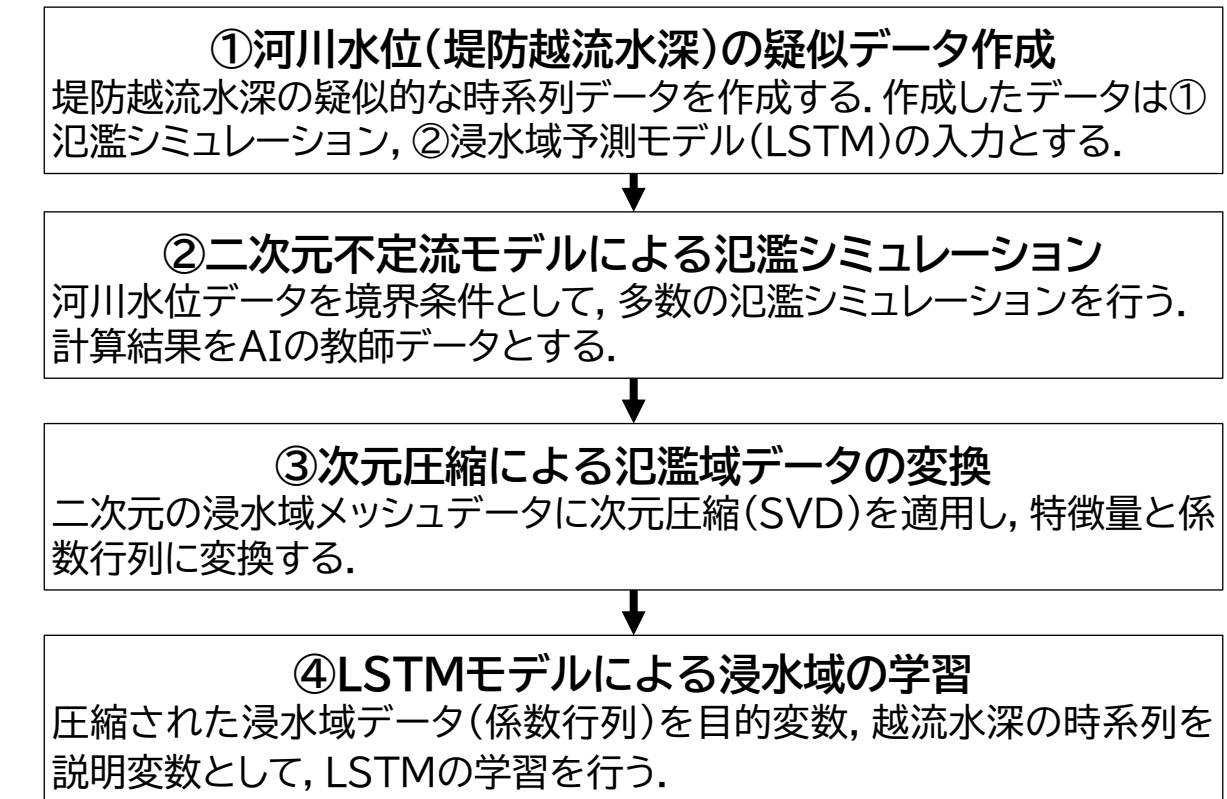
治水橋地点の水位予測モデルの再現計算結果
順伝搬型の深層学習による18時間後までの予測結果。
この水位予測計算結果を境界条件にして、河口までの一次元不定流モデルを計算する。

モデルの入力データ：治水橋水位/水位変化（3時間分）、寄居水位/水位変化（12時間分）、菅間水位/水位変化（6時間分）、流域平均雨量（時間雨量および累積雨量の組み合わせ、390時間分）。

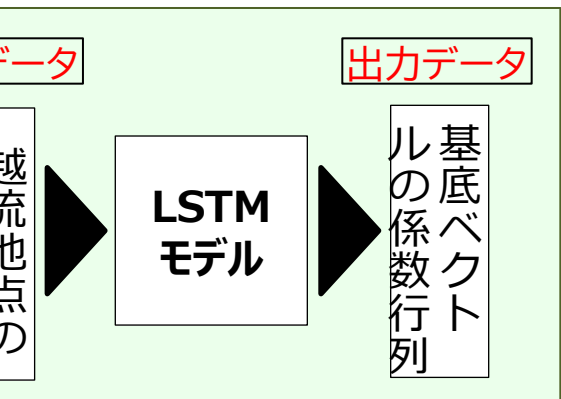
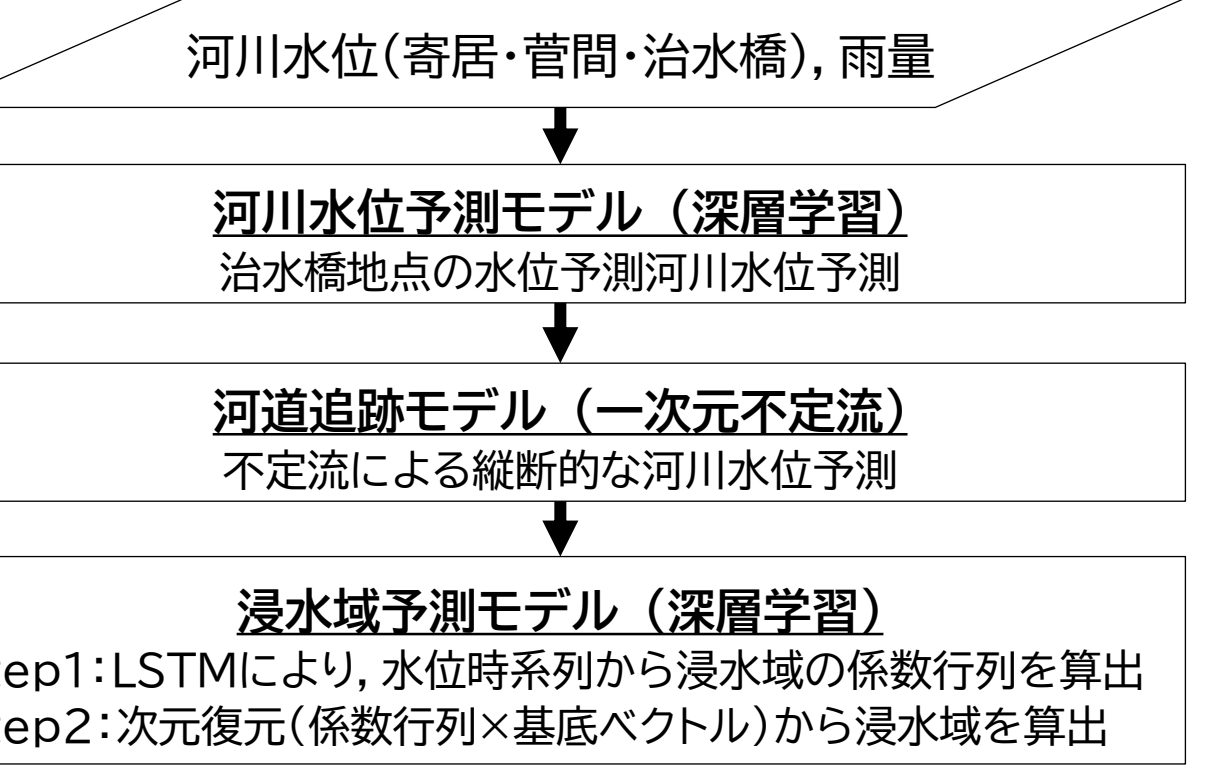
4 計算実施・計算結果

- (テスト計算用の越流水深の設定)
- 2019年10月の実績洪水を元に、計算開始（治水橋ピーク水位の9時間前）以降の予測雨量を2.0倍、2.5倍、3.0倍に引き延ばした。
- 引き延ばしたデータで河川水位予測モデル、河道追跡モデルの計算を実施。越流地点の越流水深を算出（右図の黄・青・赤線）。
- 上記に加え、学習時の疑似越流水深の平均値を算出（右図の黒線）。（**浸水域予測モデルのテスト計算**）
- 設定した越流水深に基づき、浸水域予測のテスト計算を実施。

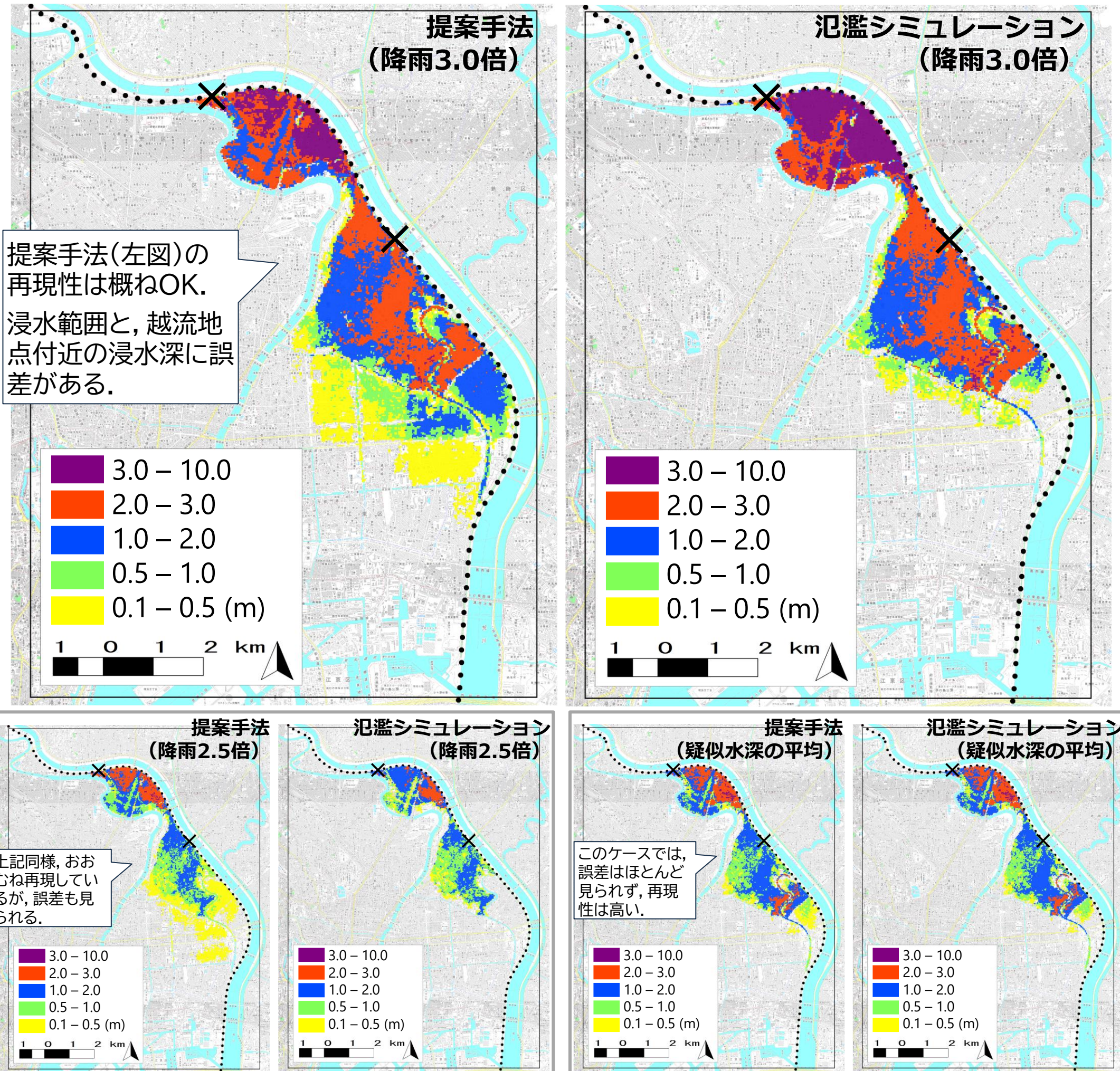
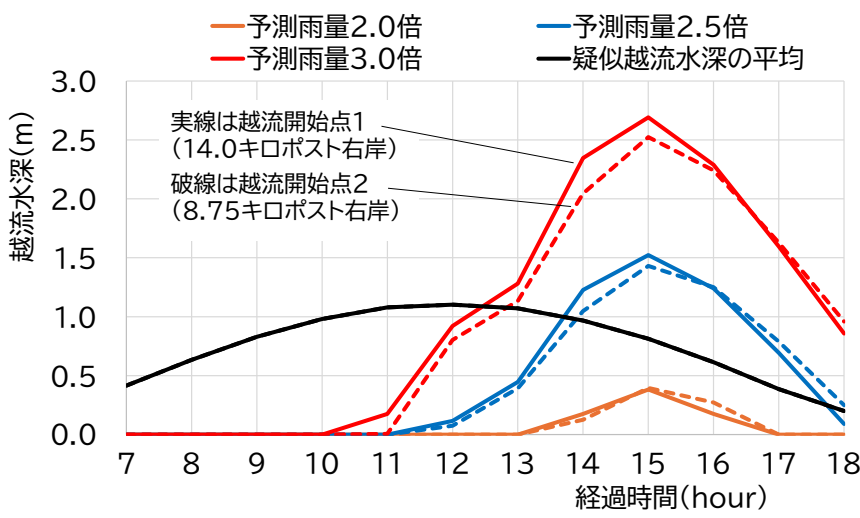
氾濫予測モデルの学習手順



提案モデル全体の計算手順



浸水域予測モデルの計算手順
上記フローのstep1, step2により、浸水域が算出される。LSTMの入力データは、越流地点の水位時系列（1時間ごと12時間分×2地点）とした。



- 提案手法は、氾濫シミュレーションの結果を概ね再現した。ただし、浸水範囲や越流地点付近には誤差も見られる。
- 右下図（学習データに類似するテストデータによるケース）では再現性が高い。
- 学習データの多様性を高めることで、提案手法の再現性がより高まると考えられる。

- 本検討により、**降雨流出・河道追跡・浸水氾濫までを一連に高速に追跡するモデルを構築**した。
- 本検討では限られた越水パターンのみを対象としたが、今後は破堤も含めた**様々な状況を学習させることで汎用性を高めたい。**
- 流出や氾濫の規模・特性が異なる流域や、内水氾濫などに対する検証は今後の課題。降雨予測の影響も含め、今後も検証を進める。