

CNNとPINNsを用いた中小河川における洪水時水位予測の実用性の検討

安田晃昭¹・上田夏海¹・大原由暉²・安田浩保³

1株式会社安田測量 技術部 2日本学術復興会特別研究員DC2新潟大学大学院自然科学研究科 3新潟大学研究教授 研究推進機構

1.背景・目的

【背景】

中小河川での水位予測の課題



雨量や水位、
河道形状等の
観測データの不足



洪水到達までの
応答時間が短い
河川ごとに
流域特性が違う



十分な観測体制
が整えにくい

従来のAI (CNN)
大量のデータを要するため観測が乏しい中小河川には適用しにくい

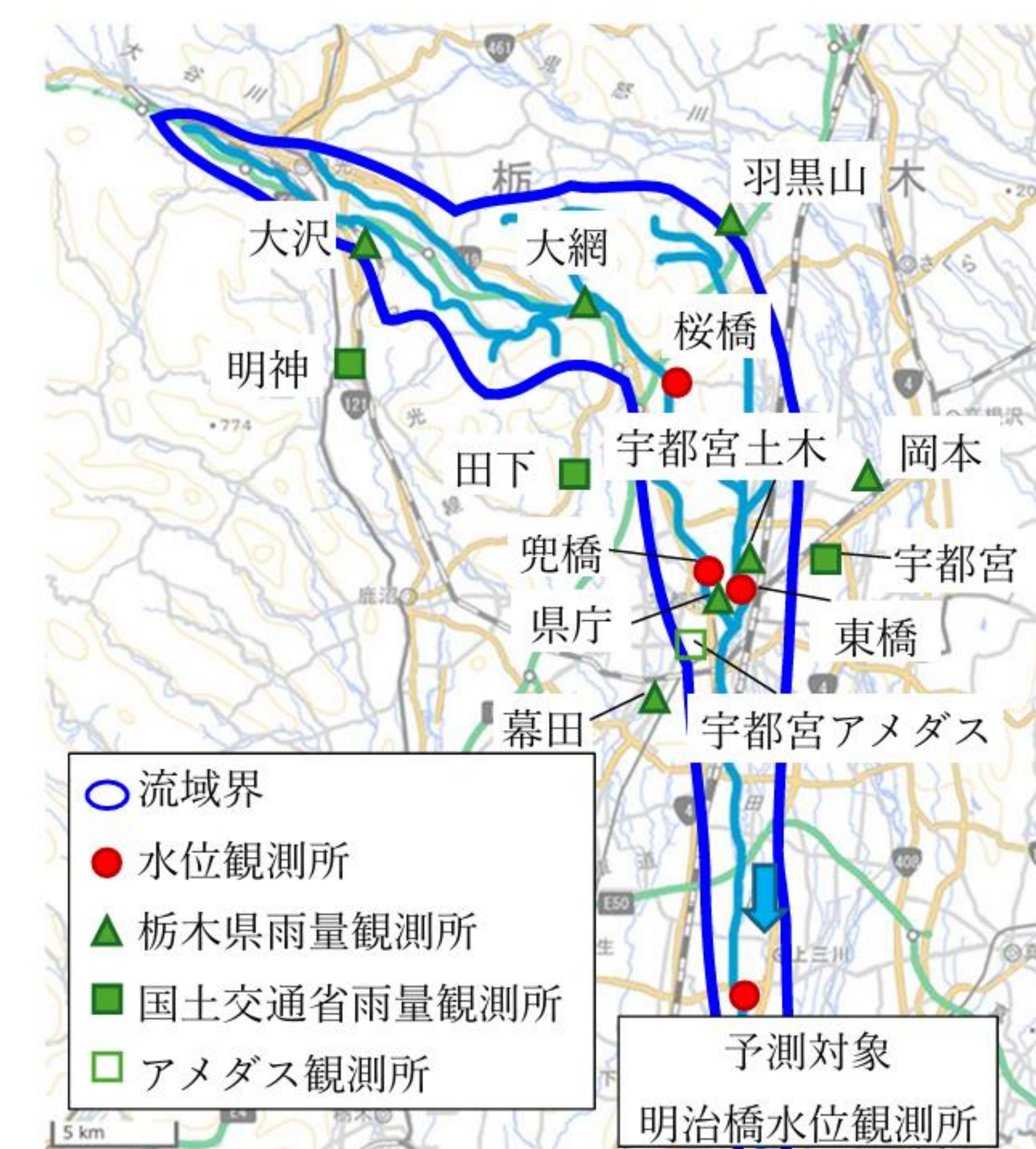


物理法則を組み込んだ機械学習モデル(PINNs)により少量データでも予測可能

【目的】

栃木県一級河川田川明治橋水位観測所を対象にCNNとPINNsの二手法と水位予測を検討し、中小河川で実用的かつ高精度な水位予測を構築する

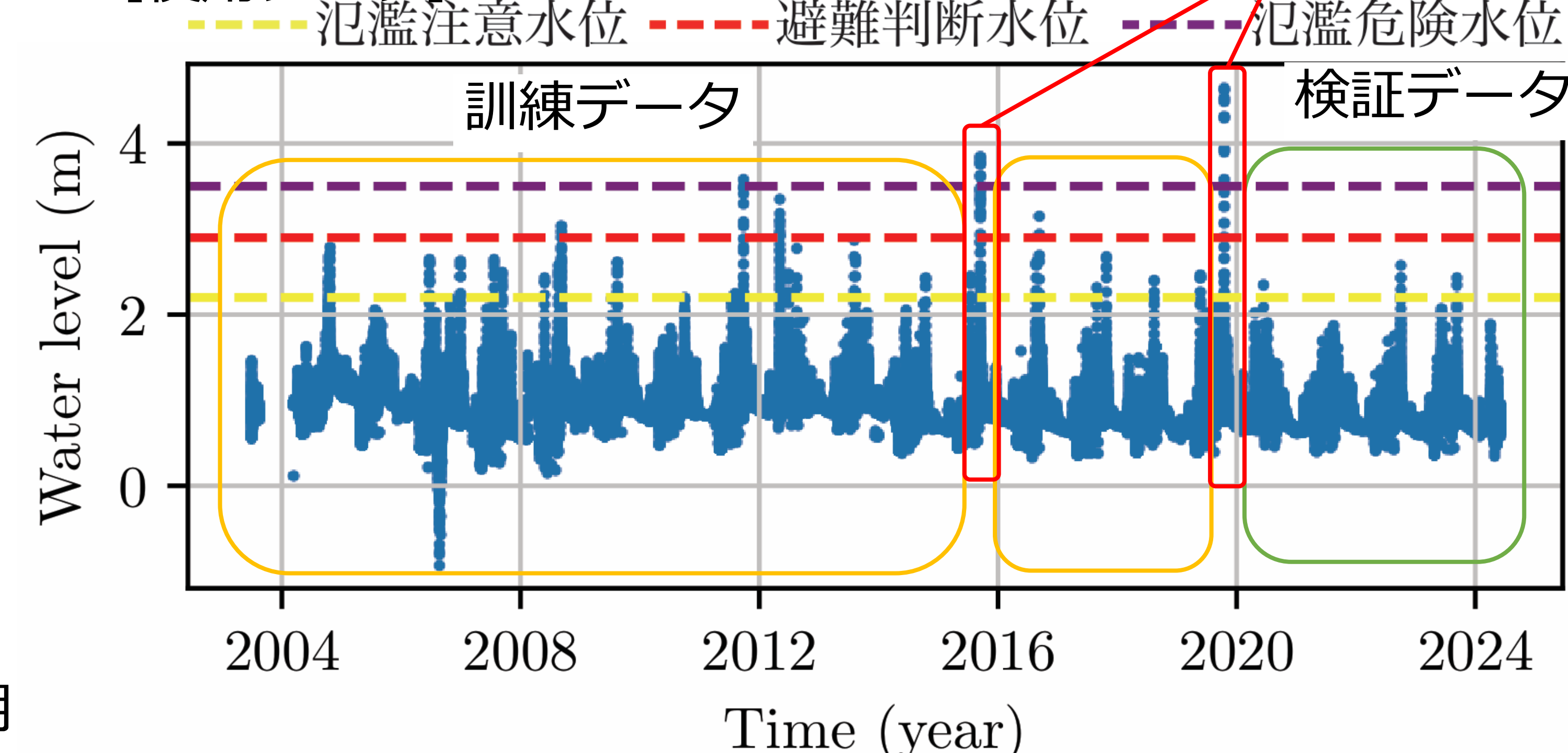
2.対象河川



一級河川田川
河川延長：約77.9km
流域面積：約246m²

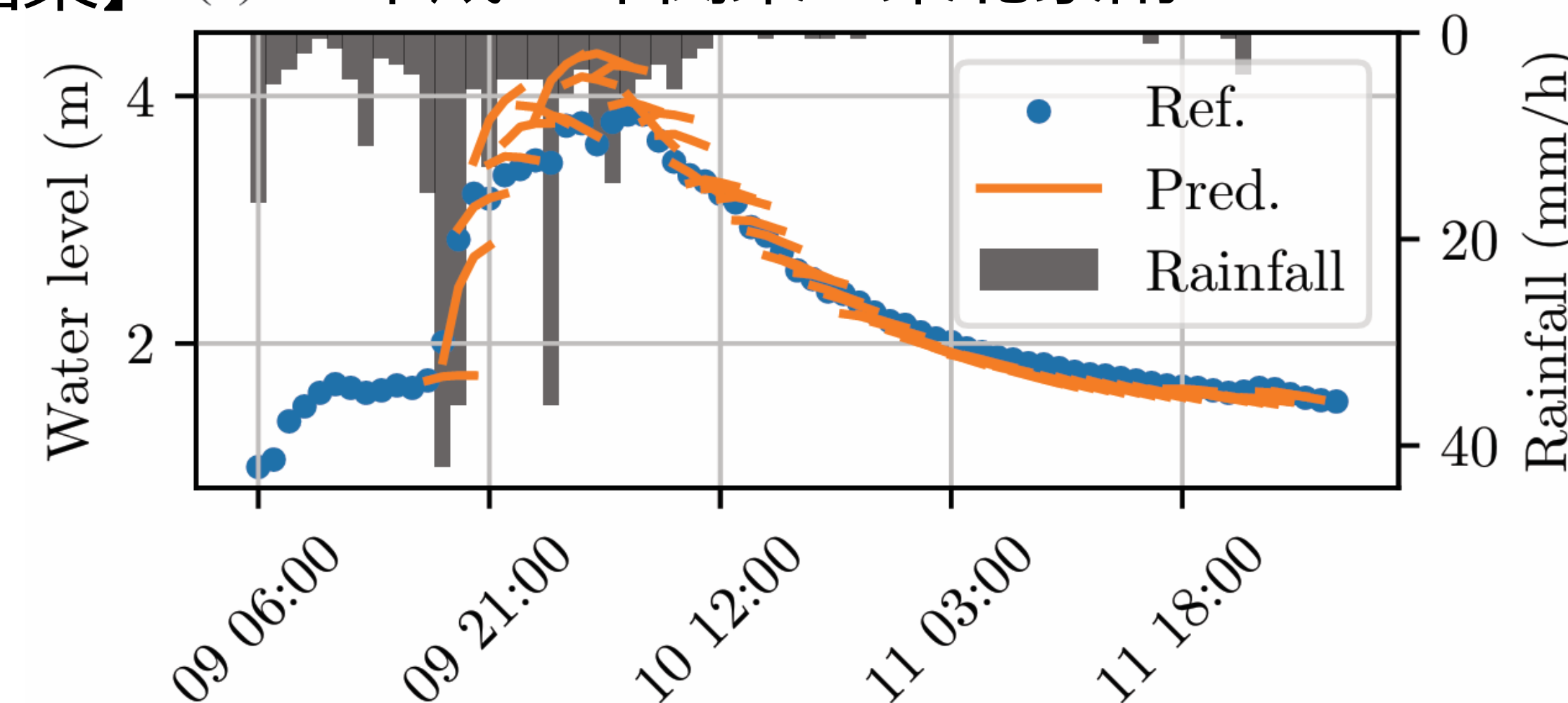
3.CNNによる水位予測

【使用データ】

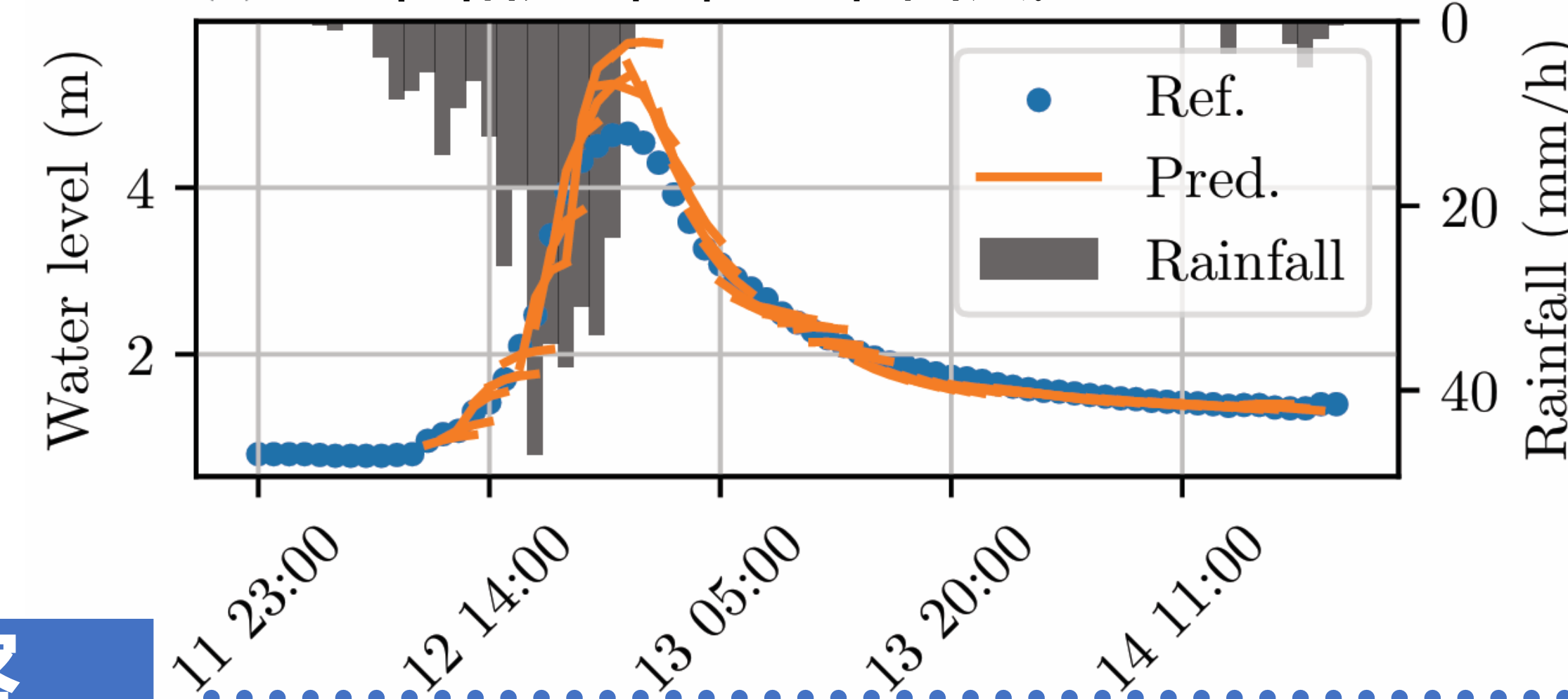


説明変数：24時間×14観測所の2次元データ
目的変数：1～4時間後の水位

【予測結果】 (a) 平成27年関東・東北豪雨



(b) 令和元年東日本台風



5.考察

【CNN】

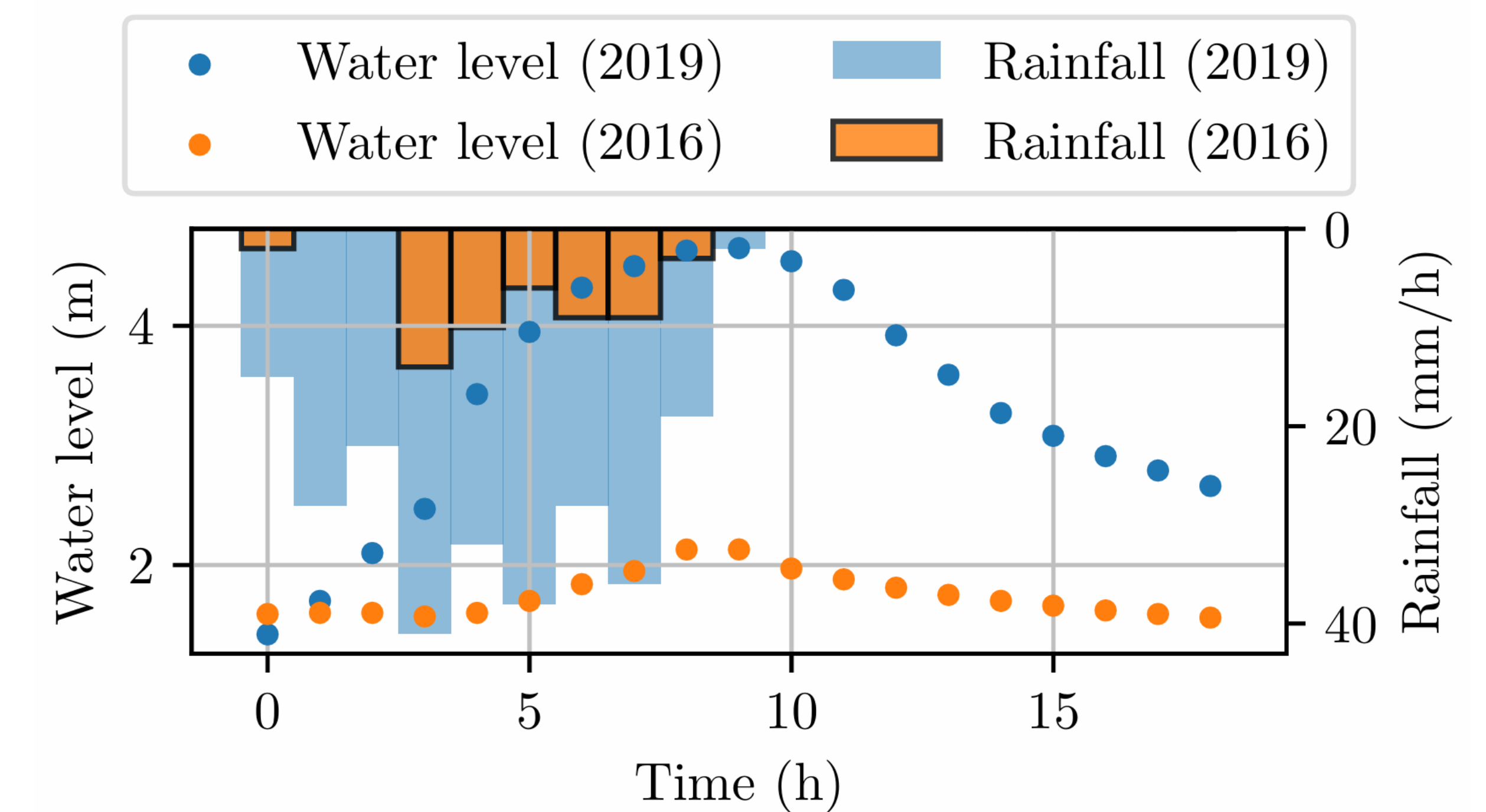
- ・4時間先まで良好な精度で予測可能
- ・立ち上がり部分が特に高精度に予測可能
- ・越水等の影響を考慮できていない

【まとめ】

あらかじめモデルを構築しておくことで、1秒以下で出力を得ることが可能であり、洪水発生時におけるリアルタイムでの活用が期待される。今後は適用事例を増やすとともに適用限界や学習に必要なデータ量を明らかにすることで、実際の洪水へのお応用に向けた検討を進める

4.PINNsによる水位予測

【使用データ】

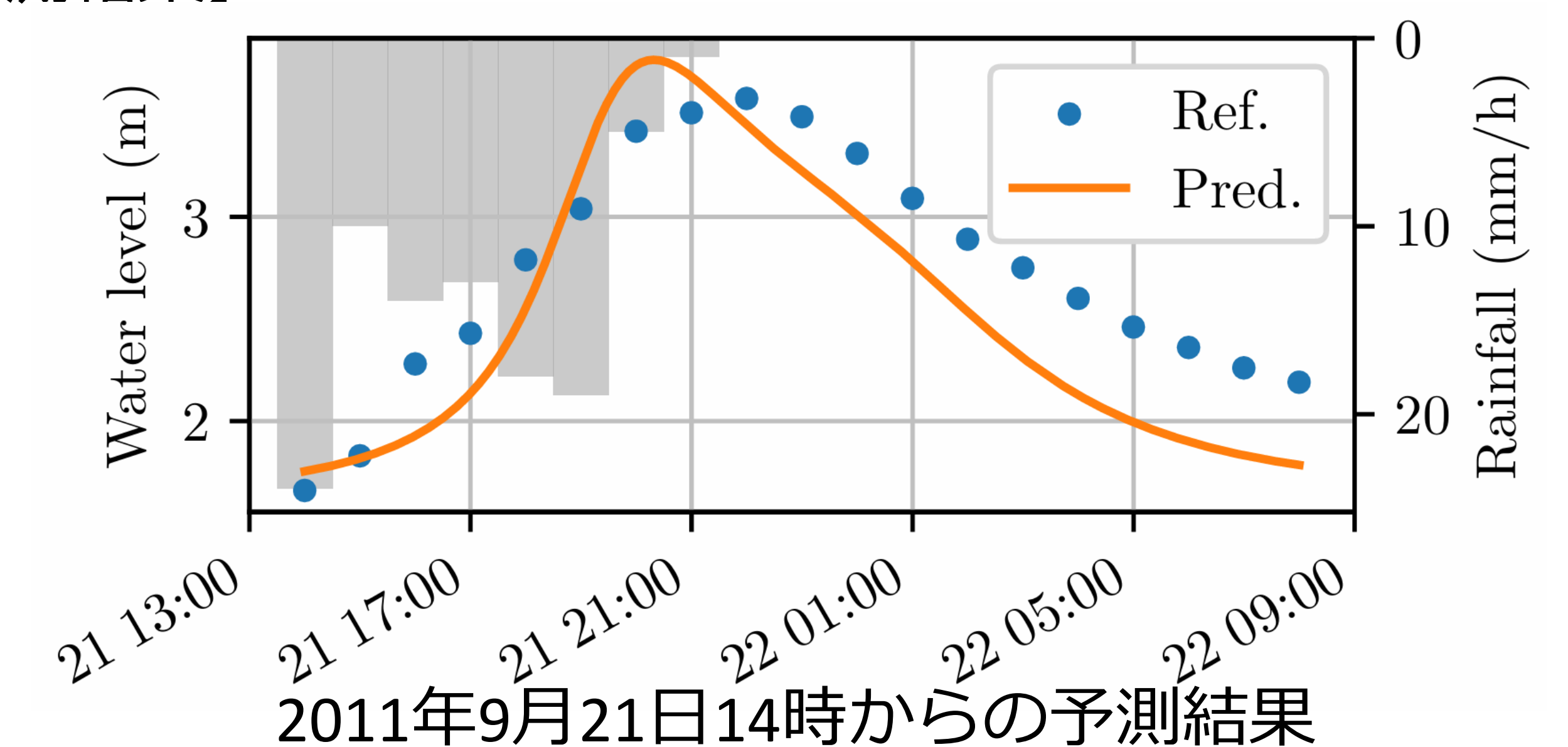


説明変数：座標 (x) , 時刻 (t) , 降雨量の時系列 (r)
目的変数：河床高 (z) , 川幅 (B) , 流速 (u) , 水深 (h)

【物理法則】

$$B \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial (Bhu)}{\partial x} = 0$$
$$B \frac{\partial (hu)}{\partial t} + \frac{\partial (Bhu^2)}{\partial x} = -gBh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gB^3n^2u|u|}{h^{1/3}}$$

【予測結果】



【PINNs】

- ・少量のデータで予測可能
- ・気象予報等の利用が必要であり、精度に影響を及ぼす恐れがある