

2021 年度名古屋大学 HPC 計算科学連携研究プロジェクト成果報告書  
「雲解像モデルを用いたアジアメガシティの都市気象シミュレーション」

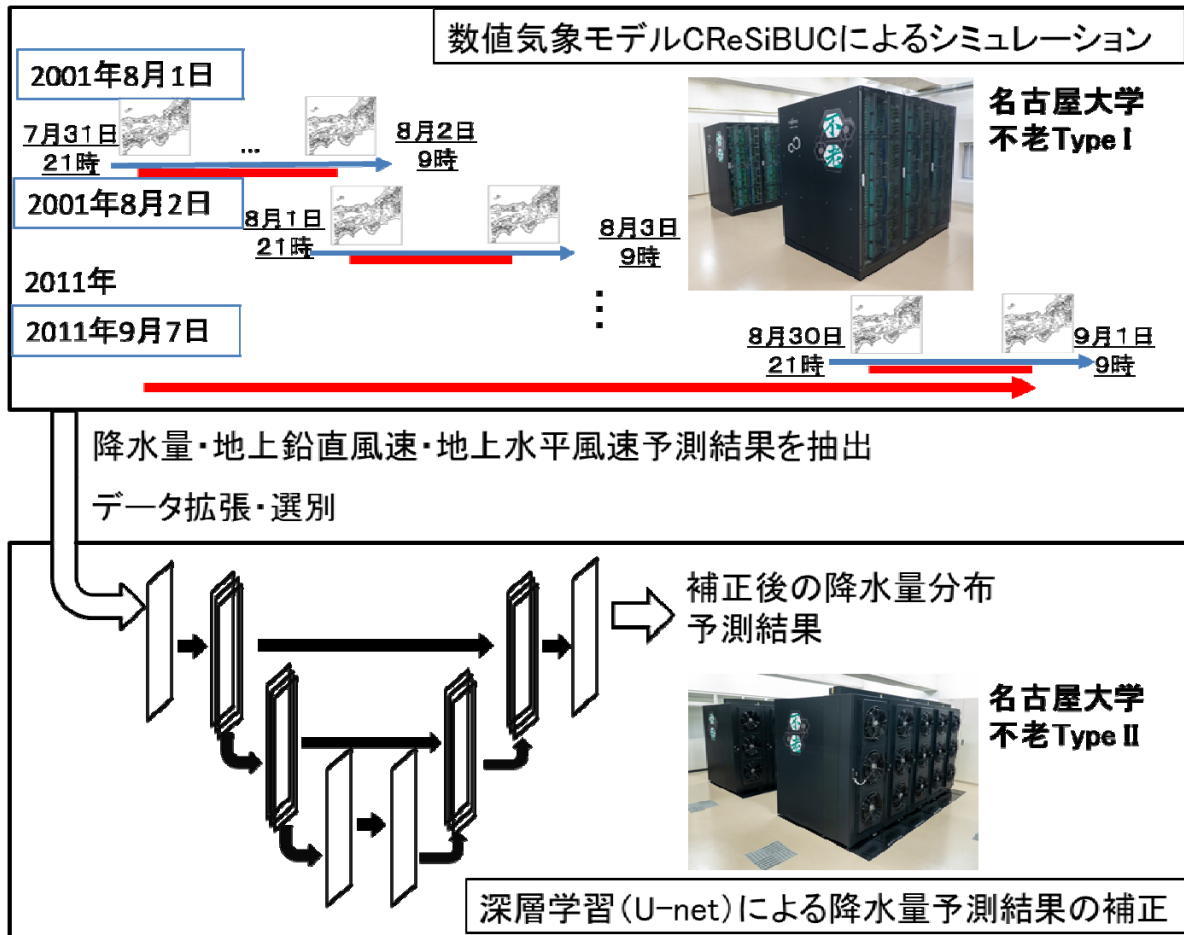
山梨大学 大学院総合研究部 相馬一義

近年日本では局地的大雨に伴う浸水被害が頻発しており、代表者らはこれまで人間活動の与える影響を取り込んだ新しい雲解像気象モデル (CReSiBUCver2.4.4 ; Souma et al., 2013)<sup>1),2)</sup>を開発し、降水予測精度の改善に取り組んできた。局地的大雨の原因となる積乱雲は、近年急速に人口集中が進む他国のアジアのメガシティにおいても、都市河川での急激な水位上昇や浸水により大きな被害をもたらしている。そのため日本のみならず、他のアジアメガシティにおいても代表者らが開発してきた雲解像気象モデルを短時間強雨予測に活用できる可能性がある。

以上を踏まえて本研究では申請者らが開発してきた雲解像気象モデルについて、日本及び発展途上国のメガシティ (インドネシア・ジャカルタ市) への適用と精度向上へ向けた取り組みを継続する。さらに雲解像気象モデルの予測結果を入力とした深層学習手法による降水量補正・災害危険度予測を行い、アジアメガシティにおける水災害被害軽減と住環境改善へ向けた検討を行う。

2021 年度には、雲解像気象モデル出力を深層学習手法 (U-Net) により補正し降水量を予測する手法<sup>3),4)</sup>について、不老 Type II にてテスト計算を行い、問題なく動作することを確認した。テスト計算では `module` コマンドにより `tensorflow2.2.0` 等のライブラリを活用し、`cx-small` で 1 ノードを用いてバッチジョブを投入した。現状では雲解像気象モデル出力を一旦山梨大学のストレージサーバにダウンロードした上でデータ拡張・選別を行い、生成した中間ファイルを不老 Type II にアップロードしている。今後は山梨大学のストレージサーバを経由せずに、不老 Type I で計算した雲解像気象モデル出力を用いて不老 Type II で深層学習による補正を行う方法を検討する必要がある。

加えて、詳細な降水量データを斜面特性データと併せて深層ニューラルネットワークに入力し、現況の土砂災害危険度を推定する手法<sup>5),6)</sup>についても改良した。日本国内 (山梨・静岡両県) を対象に、空間解像度約 1km の各セルについて前 60 分積算降水量と土壌雨量指数、斜面勾配と断層の有無を入力し、災害報告に基づき設定した危険度を教師として学習を行った。2007 年 9 月 6 日 22 時 (台風 9 号) を学習、2019 年 10 月 12 日 5 時 (台風 19 号) の降水量データを交叉検証に用いて、市町村ごとに閾値を超えるセルが存在すれば土砂災害危険度が大きい、閾値を超えるセルが存在しなければ危険度が小さいと判定した。閾値決定に際しては、2011 年 9 月 21 日 6 時 (台風 15 号) に学習済みニューラルネットワークを適用し、土砂災害が発生した市町村すべてで見逃しがない最も大きい数値を採用した。さらに、2011 年 9 月 3 日 (台風 12 号) について手法を適用したところ、この事例についても見逃しはなく、また正解率が十分に高いため、本研究の手法による土砂災害危険度現況推定結果を減災に活用できる可能性が示唆された。一方空振りはいまだ多く、さらなる手法の改良が必要である。この土砂災害危険度推定手法についても不老 Type II でのテスト計算を行い、問題なく動作することを確認した。



図：雲解像気象モデル出力を深層学習手法（U-Net）により補正し降水量を予測する手法の概要

- 1) K. Souma, 他 10 名: A comparison between the effects of artificial land cover and anthropogenic heat on a localized heavy rain event in 2008 in Zoshigaya, Tokyo, Japan, *Journal of Geophysical Research*, 118, pp.11,600-11,610, doi:10.1002/jgrd.50850, 2013.
- 2) K. Souma, 他 3 名: Use of ensemble simulations to evaluate the urban effect on a localized heavy rainfall event in Tokyo, Japan, *Journal of Hydro-environment Research*, 7 (4), pp.228-235, doi:10.1016/j.jher.2013.05.001, 2013.
- 3) 倉上健, 相馬一義, 宮本崇, 古屋貴彦, 馬籠純, 石平博: 深層学習を用いた降水短期予測における数値気象モデル出力補正手法の構築, *土木学会論文集 G (環境)*, Vol.75, No.5, I\_33-I\_39, 2019.
- 4) 倉上健, 相馬一義, 宮本崇, 古屋貴彦, 馬籠純, 石平博: ショートカット接続を含む深層学習による数値気象モデル降水量予測補正の検討, *土木学会論文集 G (環境)*, Vol.76, No.5, I\_471-I\_478, 2020.
- 5) 相馬一義, 黒田晴, 倉上健, 宮本崇: 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定, *日本地球惑星科学連合 2019 年大会, ACG36-P04*, 2019.
- 6) 平野英孝, 相馬一義, 宮本崇, 石平博, 馬籠純, 黒田晴, 倉上健: 富士川周辺地域における深層学習を活用した土砂災害危険度現況推定手法の構築とその評価, *水文・水資源学会／日本水文科学会 2021 年度研究発表会要旨集, PP-B-26*, 2021.