

2020 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)¹⁾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。

2020 年度には、深層学習手法 (U-Net) を用いて雲解像気象モデル出力を補正し降水量を予測する手法²⁾について、不老 Type I を用いた学習・検証データの拡張を行った。U-Net とは深層畳み込みニューラルネットワークの一種であり、エンコーダー (畳み込みを行う層) とデコーダー (畳みこまれた情報を元の解像度に戻す層) を経由して平滑化された情報と同時に、ショートカット接続によりエンコーダの途中から空間解像度の高い情報を伝達する深層学習手法である。

2001 年 8 月 1 日～31 日、2011 年 8 月 1 日～9 月 7 日を対象として、各日について CReSiBUC による京阪神地方における予測実験を行った。2011 年 8 月 20 日までの地上付近の降水量と鉛直風速予測結果を抽出して深層学習 (U-net) の入力データとし、気象庁解析雨量を目標出力として学習を行った。2011 年 8 月 21 日以降のデータから台風・前線・局地的大雨が見られた日を抽出し、降水量の有り無し (閾値 1mm/hr) についてスレットスコアを用いて検証したところ、台風でもっとも改善が大きく、前線、局地的大雨の順となった。予測した前線や局地的大雨の位置がずれている場合に、降水が強くと平滑化される傾向があることがその原因と考えられ、さらなる改良が必要である。

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、土砂災害危険度現況推定を行う手法を構築した³⁾。日本国内 (山梨・静岡両県) を対象に、2007 年 9 月 6 日 22 時 (台風 9 号) 及び 2011 年 9 月 21 日 15 時 (台風 15 号) の降水量データを学習過程に用い、検証過程では 2011 年 9 月 3 日 11 時 (台風 12 号) の降水量データを用いた。検証過程のニューラルネットワーク出力に対して、2011 年 9 月 3 日の土砂災害発生箇所すべてで見逃しが無い最も大きい数値を閾値として土砂災害危険度を判定した。土砂災害発生報告から信頼できるセルを抽出して作成した混同行列から性能指標を算出し、検証を行った。その結果、抽出したセルの過半数について正しく予測出来ていると評価され、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。

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⁾ 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.

³⁾ 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 2021 年度研究発表会 (投稿中)* .