

機械学習を用いた降雨の直前予測

北海道大学 大学院理学院 宇宙理学専攻

野田 明羅

(学籍番号：20213064)

2022 年 12 月 12 日

概 要

ゲリラ豪雨や台風に伴う降雨帯、線状降水帯といった極端降雨気象の発生や降水量を正確に予測することは現代の最新の技術をもってしても難しい。これらの降雨領域の狭さや発達時間の速さが、予測の困難さの原因になっている。近年、計算機の処理速度の向上やビッグデータの登場の恩恵を受けて、機械学習技術の発展が著しい。加えて、気象学分野においても、機械学習を用いた手法が盛んに研究されている。降雨のような時空間データを学習するための機械学習モデルで最も有名なものの一つとして、Shi et al. [2015] によって提案された ConvLSTM が挙げられる。本論文内で降雨のレーダーエコーデータを用いて学習した ConvLSTM モデルが従来手法よりも高い精度で降雨を予測したことが示された。

さらに Aifang et al. [2020] は、従来の予測手法であるオブティカルフロー法と機械学習を用いた予測手法の精度を比較し、結果的に機械学習を用いた手法の方がよい精度で得られたということが示された。Cul-Min et al. [2020] は、従来の予測手法に機械学習を組み合わせたことで、予測精度が向上したことが、結果で示された。しかし、依然として課題は残っている。上記に挙げた先行研究でも、予測時間が延びるにつれ予測値と実測値との誤差が多くなることや、上手に予測ができない場合があったと述べられている。我々の研究グループは、2017 年から P-POTEKA と呼ばれる自動気象観測装置の導入を進めてきた。豪雨やそれに伴う洪水の被害が多発しているマニラ（フィリピン）の首都圏に、現在 35 個の P-POTEKA が設置されていて、降水量や気温、気圧、湿度、風速、風向、太陽の放射照度を 1 分毎に観測している。これにより、極端降雨現象を捉えるのに適した、時間的に、そして特に空間的な解像度の高いデータを得ることができるようになった。P-POTEKA のデータに加え、通常クリギング手法と呼ばれるデータの空間的な自己相関から未知の地点におけるデータを近似計算する内挿手法を用いて、データを内挿することで、時間雨量に加え、気温・湿度・風向・風速の時系列データを作成した。2020/04 ~ 2020/11 の期間で、300 以上の降雨イベントを含むデータセットを作成した。本研究で用いる機械学習モデルは、時系列画像データを学習させるのに適した ConvLSTM (Convolutional Long-Short Term Memory) と呼ばれるモデルである。このモデルは、画像認識などの画像学習で目覚ましい成果を上げている CNN (Convolutional Neural Network) と、時系列データを学習するのに適した LSTM (Long-Short Term Memory) を組み合わせたモデルで、Xingjian et al. [2020] が 2015 年に提唱した機械学習モデルである。上記の降雨の時系列画像データを ConvLSTM (Convolutional Long-Short Term Memory) と呼ばれる機械学習モデルに学習させることで、一時間後までの降水量と降水分布の短時間予測を行った。観測地点における実測値と予測値

の平均平方二乗誤差 (RMSE) を、未学習の降雨イベントに対して計算し、本研究の機械学習手法の性能の評価を行った。まず P-POTEKA データのエポック解析を行い、降雨を含めたパラメータの時間的变化を比較した。結果、降雨よりも 2, 3 時間先に温度・湿度が変化し、風向・風速は降雨に近い時間的变化を示すことがわかった。次に様々な条件で機械学習モデルの学習を行い、予測精度を比較した。パラメータを増やした方が精度が改善することがわかり、さらに入力時間を延ばすと予測精度は悪化することがわかった。最後に、より詳細なケーススタディを行いフィリピンで頻発する台風関連の降雨とそれ以外の降雨で予測精度の比較を行った。結果として、実用に足るような高い精度での予測は実現できなかった。考えられる要因としては、まず学習データの量が十分でないことが挙げられる。一般的な機械学習では数万のデータセットが必要となる場合が多い。

1 イントロダクション

1.1 極端降雨気象

日本において地上気象観測は古くから行われており、近年では全国配備された自動気象データ収集システム（AMeDAS）や、C バンドレーダー・X バンドレーダーによって、気温・気圧などの気象パラメータと降水分布がほぼリアルタイムに観測されるような態勢が確立されている。しかしながら、このような最先端の気象観測網をもってしても、ゲリラ豪雨や線状降水帯、さらには台風に伴う豪雨など、大規模災害に直結し、かつ近年多発傾向にある極端気象の予測は、依然として困難である。気象庁のホームページ https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html では降雨の内、「著しい災害が発生した顕著な大雨現象」と豪雨としている。一方、集中豪雨を「同じような場所で数時間にわたり強く降り、100mm から数百 mm の雨量をもたらす雨」と説明している。これらのような極端降雨現象は、最先端の技術でも予測が大変難しいことが知られている。集中豪雨の中でも、稀にしか発生しないような大雨は、極端豪雨、極端降雨気象などと呼ばれる。近年における降雨状況を、Masaki [2020] の発表をもとにまとめる。気象庁における統計データ [1] では、アメダスによる 1 時間降水量が 50、80、200、400mm 以上の降雨の年間発生件数の、1975 年以降の変化傾向はいずれにおいても増加トレンドにあることが示されている。（図 1）

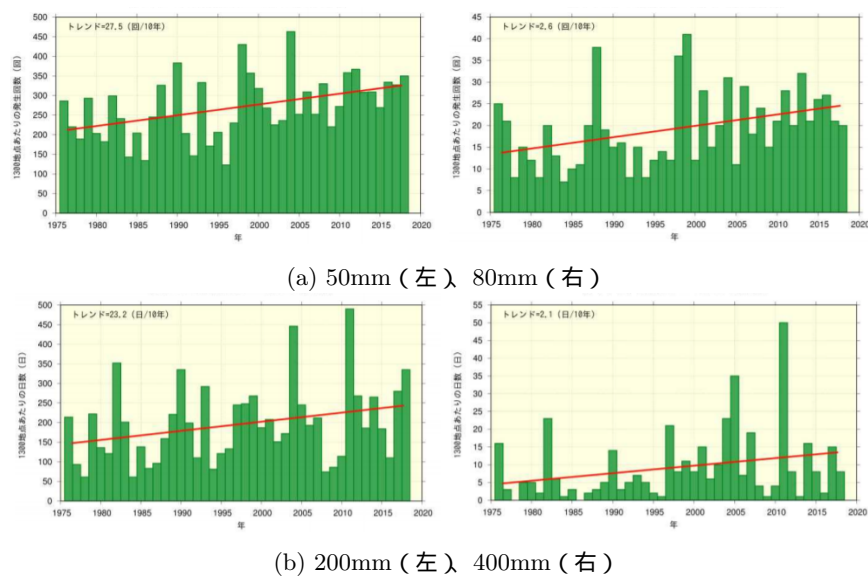


図 1: 1976-2018 年期間の全国のアメダスの 1 時間降水量 50mm、80mm (a)、200mm、400mm (b) 以上の年間発生回数の変化。棒グラフは全国のアメダスによる観測値を 1300 地点あたりに換算した値、直線は長期変化傾向を表す。

参考文献

- [1] Aifang Su, Han Li, Liman Cui and Yungang Chen, “ A Convection Nowcasting Method Based on Machine Learning, ” Hindawi, China, 2020.
- [2] Y. Y. J. Y.-M. L. a. B.-S. K. Chul-Min Ko, “ The Development of a Quantitative Precipitation Forecast Correction Technique Based on Machine Learning for Hydrological Applications, ” MDPI, Korea, 2020.
- [3] 気象庁, “ 気候変動監視レポート 2018 世界と日本の気候変動および温室効果ガスとオゾン層等の状況, ” 気象庁, 2018.
- [4] 気象庁, “ 気象庁業務評価レポート（令和 2(2020) 年度版）, ” 気象庁, 2020.
- [5] 佐藤正樹, “ 近年における降雨状況の実態：極端豪雨は増えているか 水環境学会誌 第 43 巻（A）第 5 号 pp.142 147, ” 公益社団法人 日本水環境学会, 2020.
- [6] N. Y. K. K. Fumikai FUJIBE, “ Long-Term Changes of Heavy Precipitation and Dry Weather in Japan(1901-2004), ” Observation Department, Japan Meteorological Agency, Tokyo, Japan, 2006.