

機械学習手法を用いた台風の経路・強度予測モデルの開発

熊本大学 学生会員 前田晃宏

熊本大学 正会員 金 洙列

HOKUULA 株式会社 Tracey H. A. Tom

京都大学 正会員 間瀬 肇

1. はじめに

例年、20 個以上もの台風が上陸している中、2022 年では25 個の台風が日本付近を通過あるいは上陸した。特に台風 14 号は伊勢湾台風に並ぶ史上最強クラスの勢力で上陸し、九州への台風の上陸時刻が満潮時刻と重なることから高潮への嚴重な警戒を強いられることもあった。このように日本において台風は高潮を誘発する要因として警戒されている。そして最近では、気候変動により台風強度が増加することも予測されており、台風による大規模災害の発生や台風予測の難しさが課題となっている。これから先の将来、台風によって引き起こされる高潮による被害を最小限に抑えるために、気候変動を考慮して台風の経路や強度の正確な予測を行うことが求められている。

そして、予測を行うことでは近年、機械学習の活用頻度が高まっており、土木分野においても様々な分野で機械学習の活用がなされている。しかし、既往研究において気候変動の影響を踏まえて台風経路や台風強度をリアルタイムで予測を行っているものは少ない。

以上のことを踏まえ、本研究では機械学習を用いて、リアルタイムで3 時間先の台風経路や強度を予測する機械学習モデルの開発を目指した。

2. 研究手法

本研究では機械学習の手法の一種である XGBoost (eXtreme Gradient Boosting model)を用いて、台風の経路や強度を予測するモデルの開発を行い、気象庁の予報データとその台風におけるベストトラックデータを用いて検証を行う。

機械学習における学習データとして台風のベストトラックデータである IBTrACS と地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

より抽出・作成された台風データを使用する。これらのデータは全球を対象にした台風データベースだが、本研究では日本付近の台風経路や強度を用いる。そのため、北緯 19~56°，東経 120~180° の範囲を対象領域とした (図-1)。そして、これらの領域を通過する台風を学習データとして取得し、学習・検証・テストを行った。

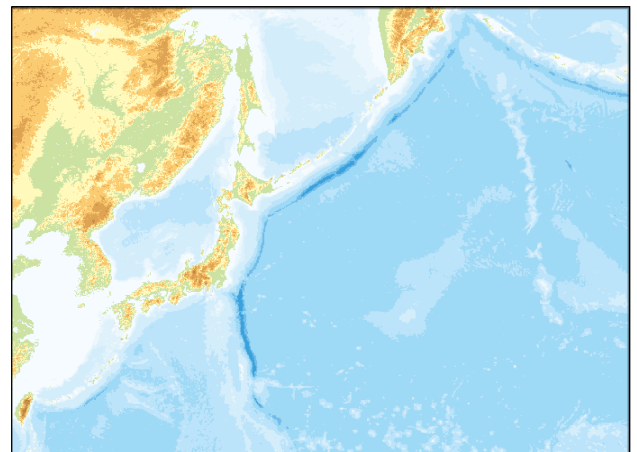


図-1 対象領域

3. 研究結果

XGBoost を用いた機械学習では予測を行うための学習を行う中で決定木が作成され、データの可視化が可能となる (図-2)。

まず、台風位置 (緯度と経度)、台風の移動速度について、それらの3 時間先の値を予測するモデルの開発を行った。過去の台風のベストトラックデータである IBTrACS のみを用いたテストデータで緯度について検証を行相関係数が 0.99, 二乗平均平方根誤差 (RMSE) は 0.095° の結果が得られた (図-3)。続いて、経度についても同様に IBTrACS のみを用いたテストデータから検証を行い、相関係数が 0.99, RMSE が 0.150° の結果が得られた。台風の移動速度についても同様の予測と検証を行い、相関係数が 0.97, RMSE が 3.879km/h の結果が得られた。XGBoost を用いた機械学習を行い、IBTrACS で構成されたテ



図-2 作成した木の一例

ストデータにおける検証においては緯度と経度いずれも RMSE が小さく、精度の高い予測結果が得られたと考える。移動速度に関しては緯度や経度に比べ、データの取りうる値の範囲が広く、データのばらつきも大きかったため、誤差の大きい予測がなされたものと推察される。台風の移動速度に関してはこれ以上の精度の向上が見込まれない場合、台風の中心の緯度と経度について XGBoost を用いた予測を行った上で、その結果をもとに移動速度の算出が必要があると考えます。

次に、台風の強度に関しては中心気圧と最大風速半径の 3 時間先の予測を行った。中心気圧についても IBTrACS のみを用いたテストデータから検証を行い、相関係数は 0.99, RMSE が 1.769hPa の結果が得られた (図-4)。中心気圧について、3 時間間隔で記録されている IBTrACS のデータを 1 時間間隔に補間したケースについても機械学習を行い、さらなる精度向上を図った。その結果、相関係数は 0.99, RMSE が 1.693hPa の結果が得られ、精度の向上をさせることができた。そして、最大風速半径についても同様の予測と検証を行い、相関係数が 0.99, RMSE が 2.39km の結果が得られた。

4. まとめ

本研究では機械学習の手法の一つである XGBoost を用いて、日本または日本付近を通過する台風を対象に経路と強度を予測するモデルの開発を行い、その精度を検討した。その結果、台風の経路 (緯度・経度) では精度の高い結果を得ることができたが、データの取りうる値の範囲が広い移動速度についてはさらなる精度の向上が必要であることが明らかになった。台風の強度に関してもより精度の高いモデルの開発に取り組む必要がある。また、今回は過去に発生した台風のベストトラックデータである IBTrACS を

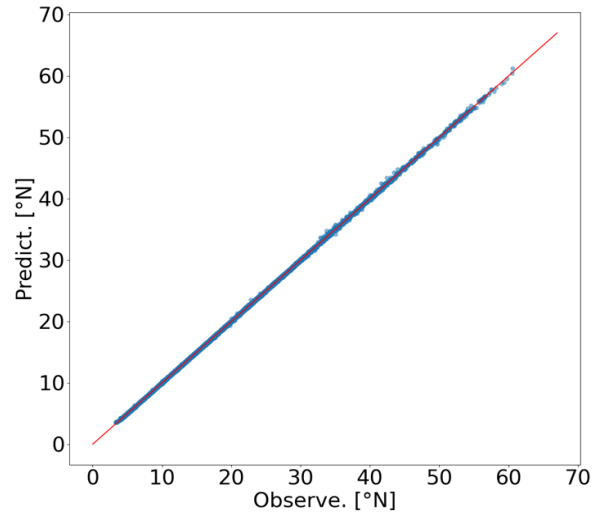


図-3 緯度の観測値と予測値の散布図

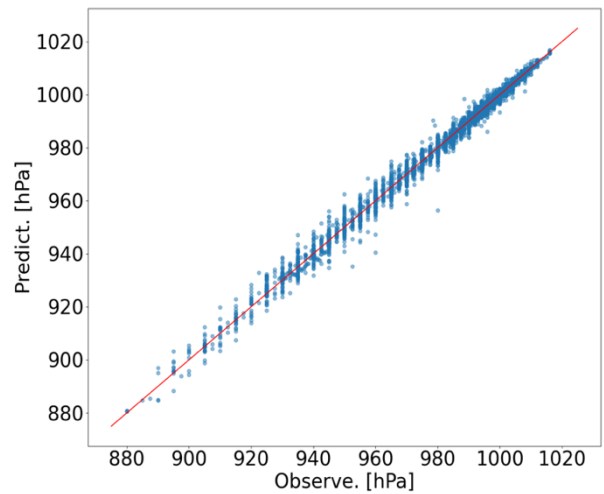


図-4 中心気圧の観測値と予測値の散布図

中心にモデルの開発を進めたが、これから先の将来に起こり得る気候変動にも柔軟に対応する予測モデルの開発を行うことが期待される。

参考文献

1. Tracey H. A. Tom, 間瀬 肇, 池本 藍, 川中龍児, 武田将英, 原 知聡, 金 洙列: GWM と XGBoost を用いた 1 週間波浪予測, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.77, No.2, 1_7-1_12, 2021.
2. 天方匡純, 藤井純一郎, 梁田信河: Gradient Boosting の適用によるダム流入量予測の精度向上, ダム工学, Vol.30, No.1, pp.18-27, 2020.