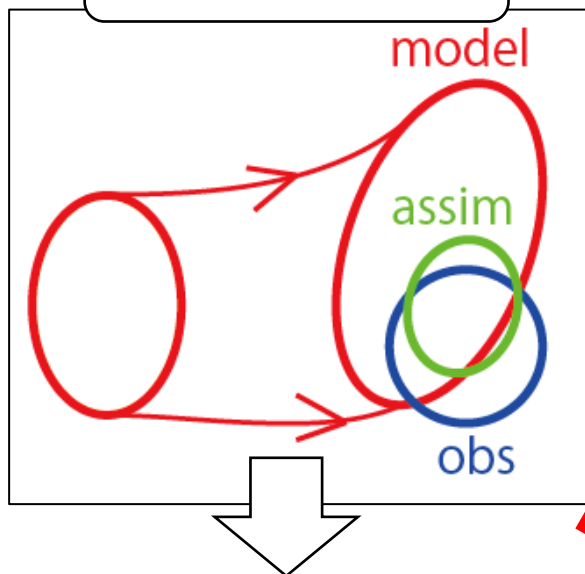


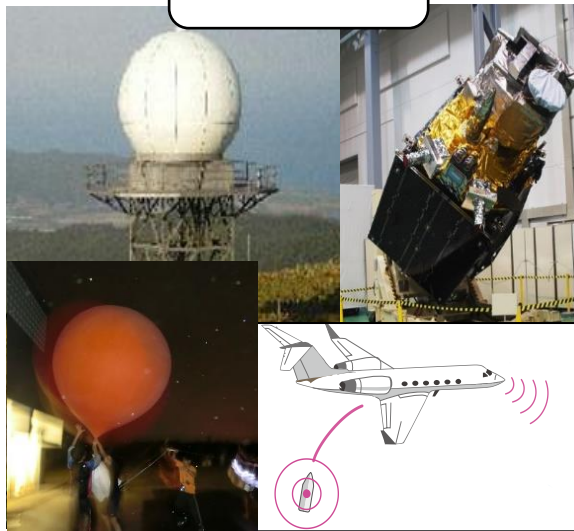
台風解析・予測へのAI活用

伊藤耕介
京都大学防災研究所

データ同化



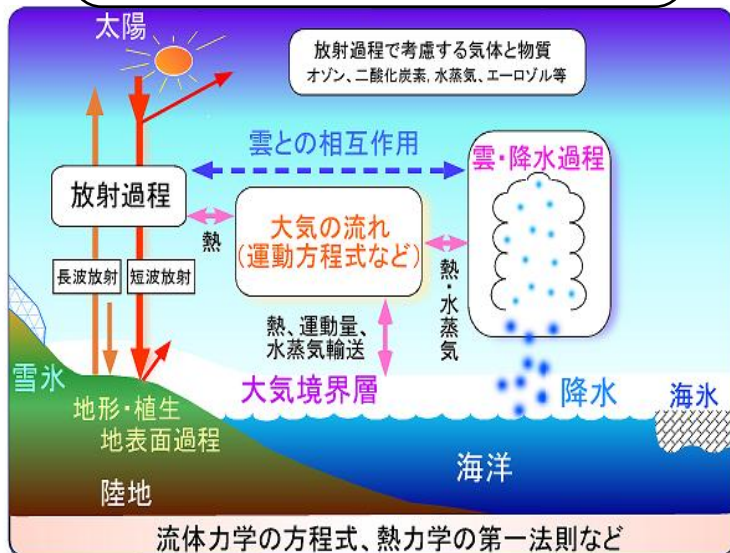
観測



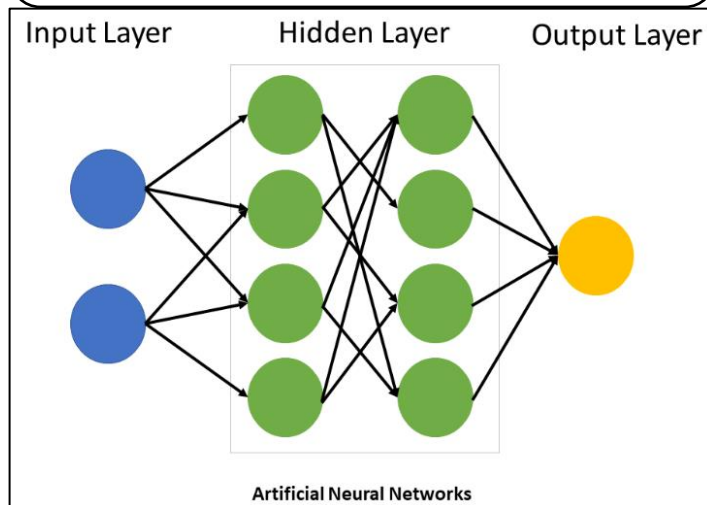
発表予報



物理モデル + 固定パラメータ



ガイダンス (統計式・機械学習)



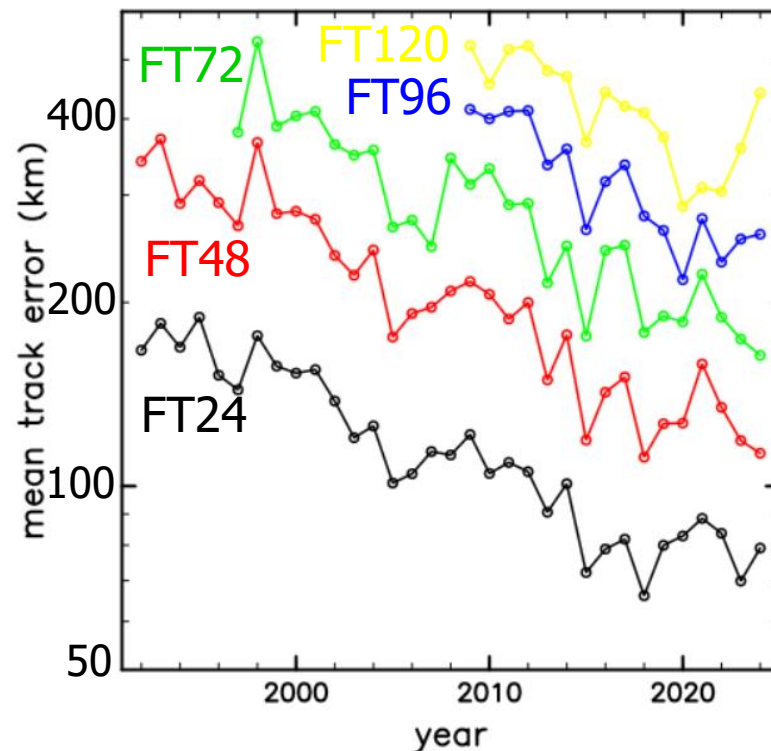
予報官の確定作業



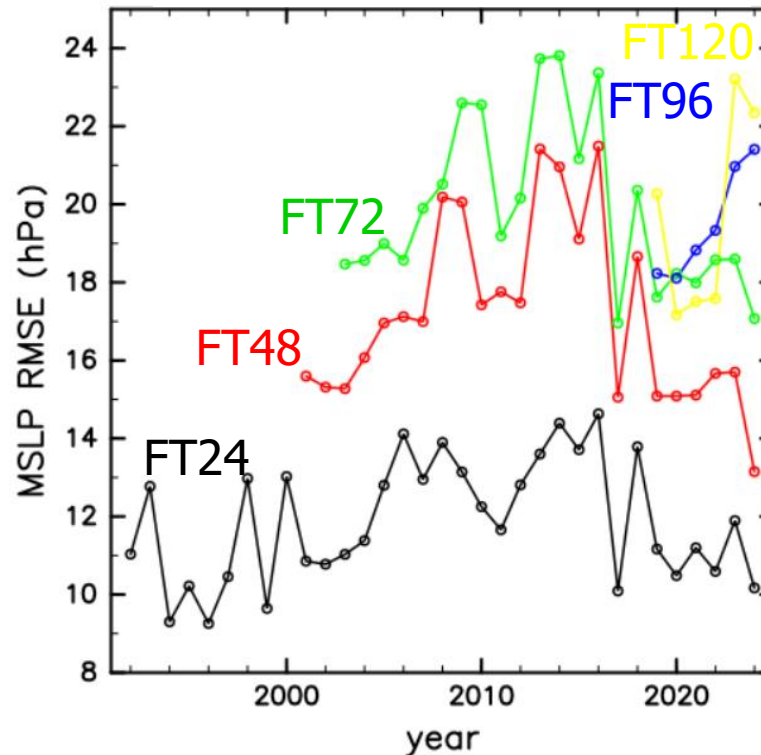
台風の予報誤差

- 進路：長期的改善傾向。2030年目標「3日先の進路予測誤差を約100km程度に」（交通政策審議会気象分科会, 2018年）
- 強度（中心気圧・最大風速）：長期的に改善していないように見えるが、ベストトラックの品質に留意する必要がある（後述）

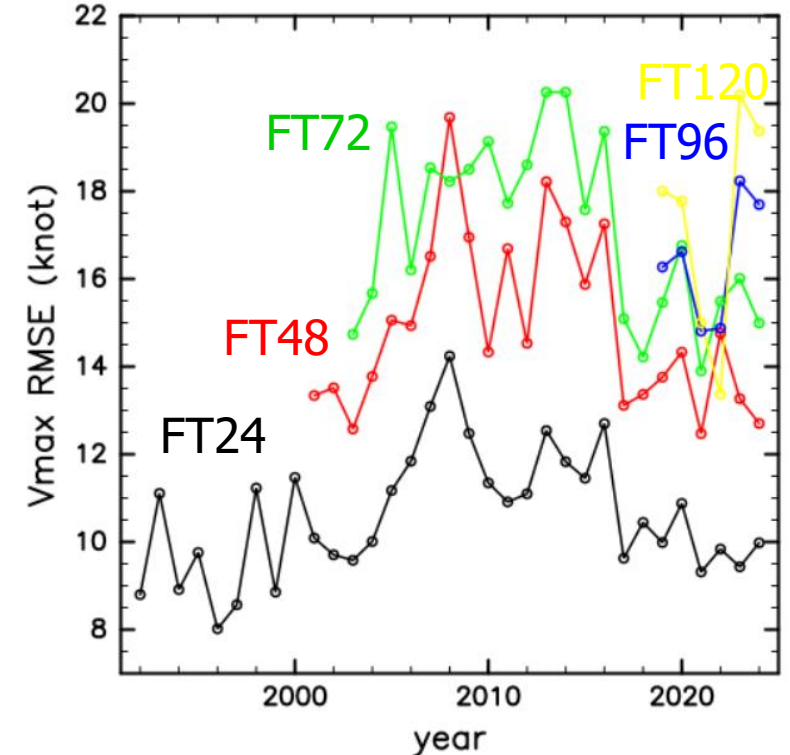
(km) 進路予報誤差(km; 対数軸)



(hPa) 中心気圧予報誤差(hPa)

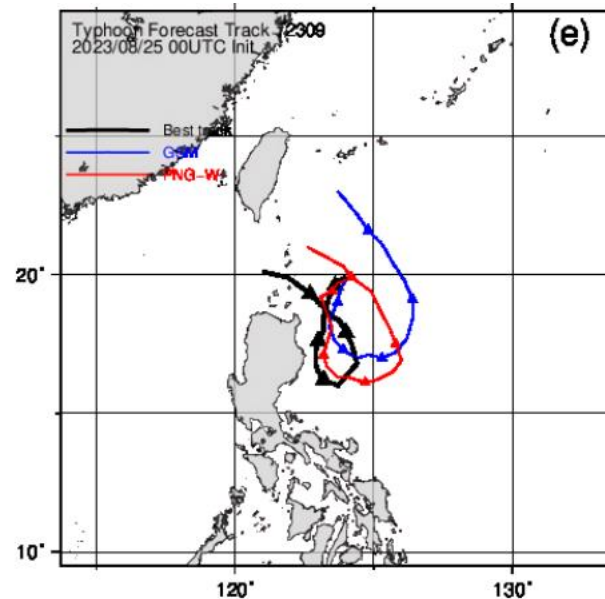
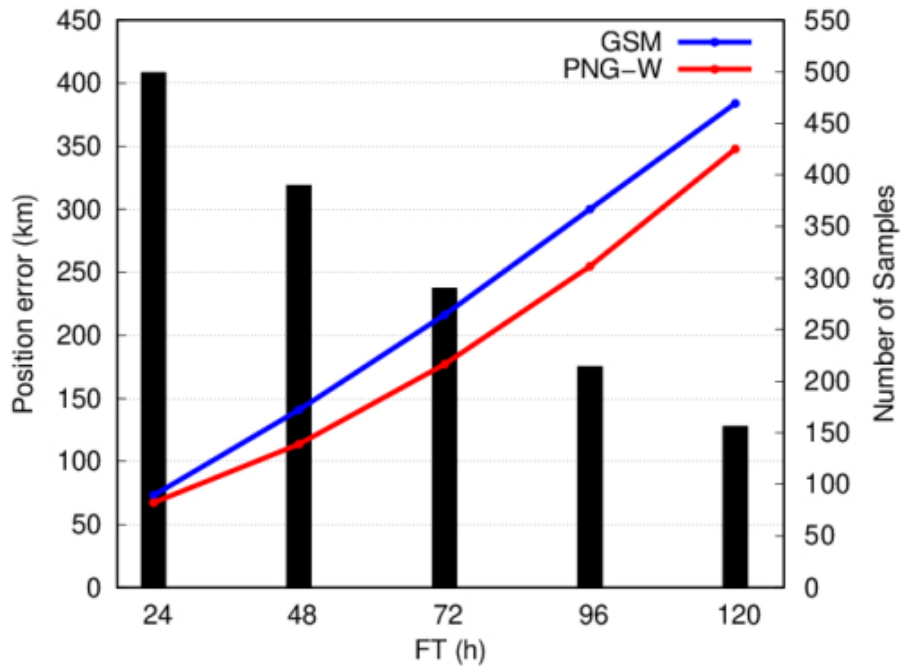


(kt) 最大風速予報誤差(kt)

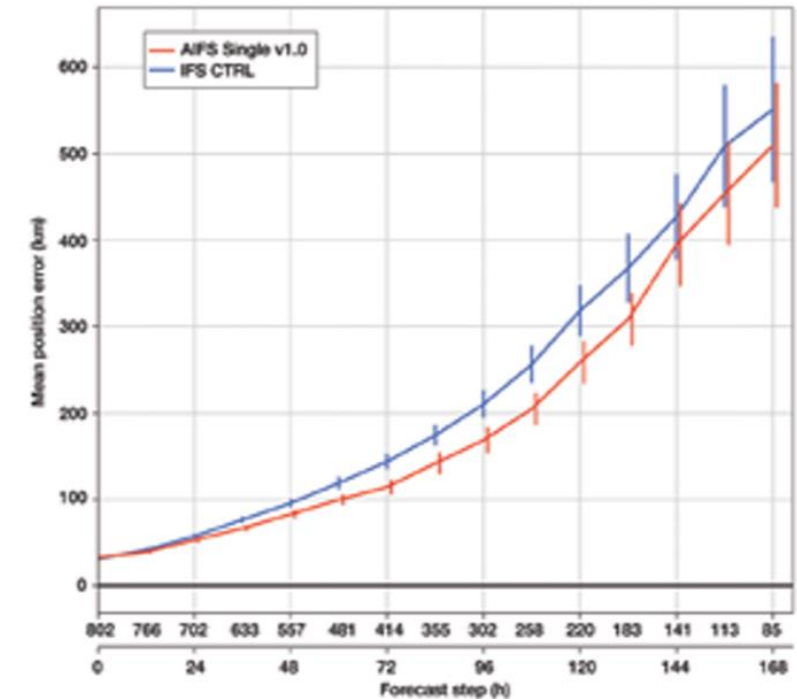


進路予報への機械学習の活用

- 気象庁全球モデルGSMの初期値を、ERA5で学習した機械学習モデル(PNG-W)に与えた結果、FT72では18%程度の進路予測改善。
- 特異な経路をとった台風についても、特段の問題は無いように思える。
- 諸外国の結果を見ても、AIを用いることで約20%までの進路予測改善 (DeMaria+ 2025; ECMWF 2025)



(Yamaguchi, Ikuta, Ito, Satoh 2025)

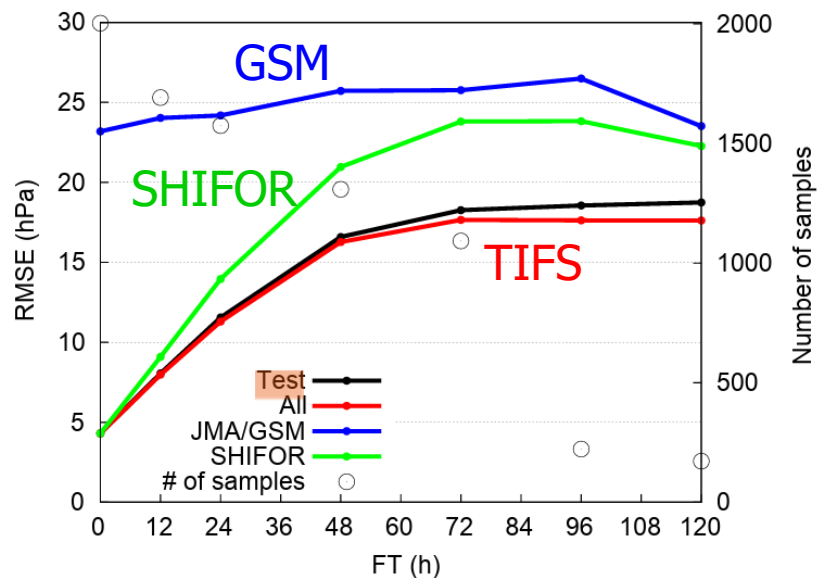


(ECMWF 2025)

強度予報への機械学習の活用

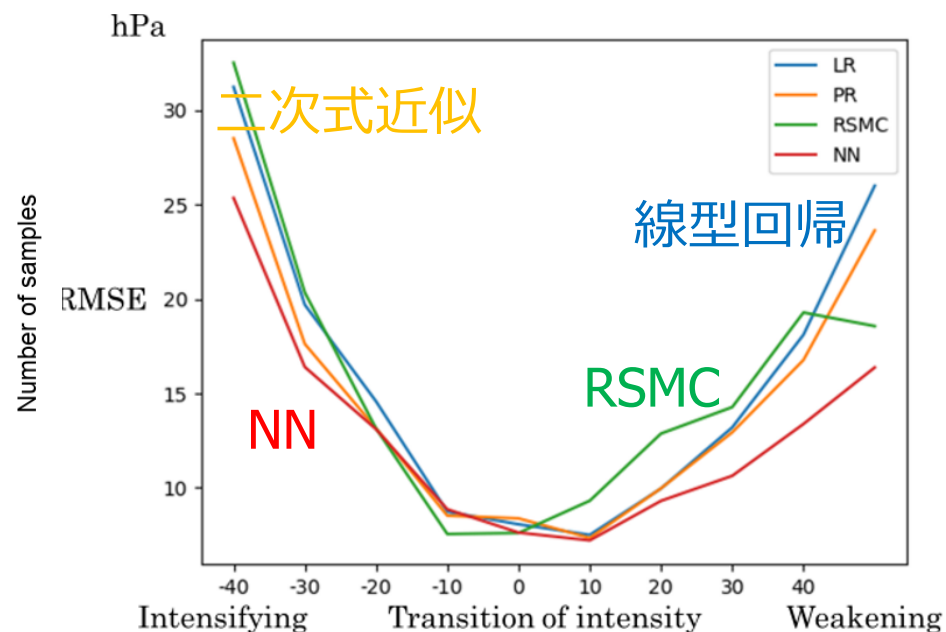
- 気象庁の強度予報：GSM+SHIFOR(緯度・経度・日付から予測する)
→2017年頃：TIFS(大気・海洋の少数のパラメータで予測する線型回帰式)
- 少数パラメータを与える線形回帰式を機械学習に置き換えると改善。
- 三次元場の推定に現れる台風の強度を予測に使う研究は発展途上。

中心気圧予報誤差 (hPa)



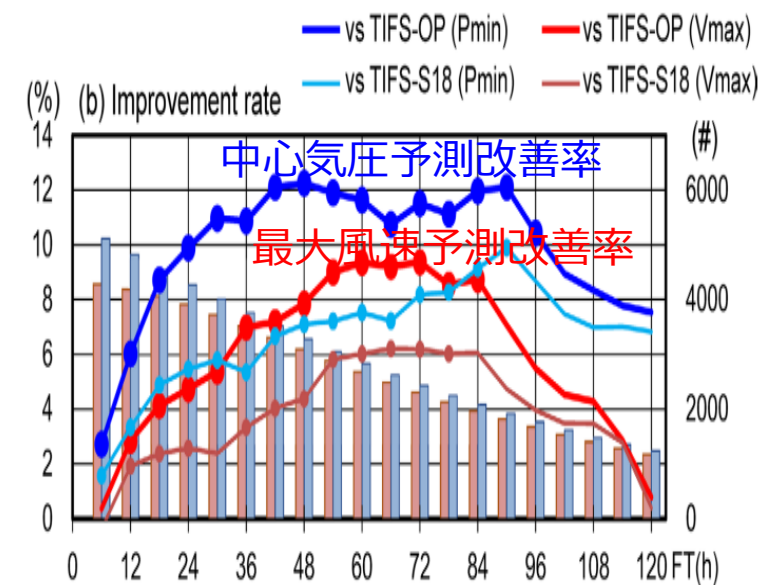
(Yamaguchi+ 2018)

中心気圧予報誤差 (hPa; FT24のみ)



(柴田, 修論, 2019)

機械学習による強度予測改善率

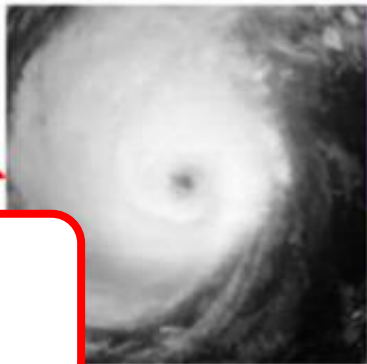
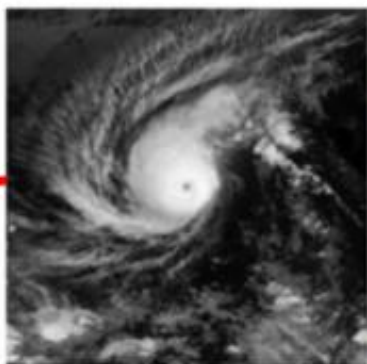


(Shimada, 2024)

強度解析への機械学習の活用

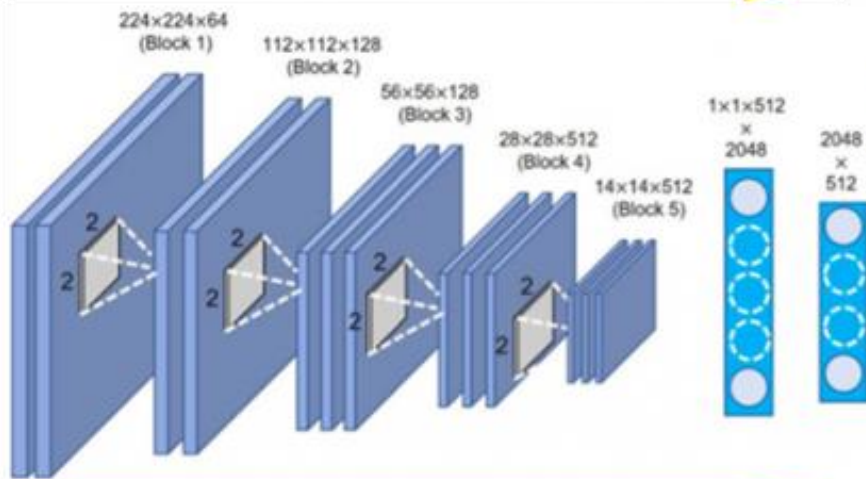
- CNNを用いた台風強度クラス分類(符号無し/強い/非常に強い/猛烈)において、中心付近の画像の魚眼加工で著しく精度が改善することを報告。
- ドメイン知識「予報官が台風の中心付近を見ている」をAIに翻訳。

猛烈な台風



魚眼加工

ディープラーニングで
衛星画像から台風の勢力を推定



精度 (%)

28

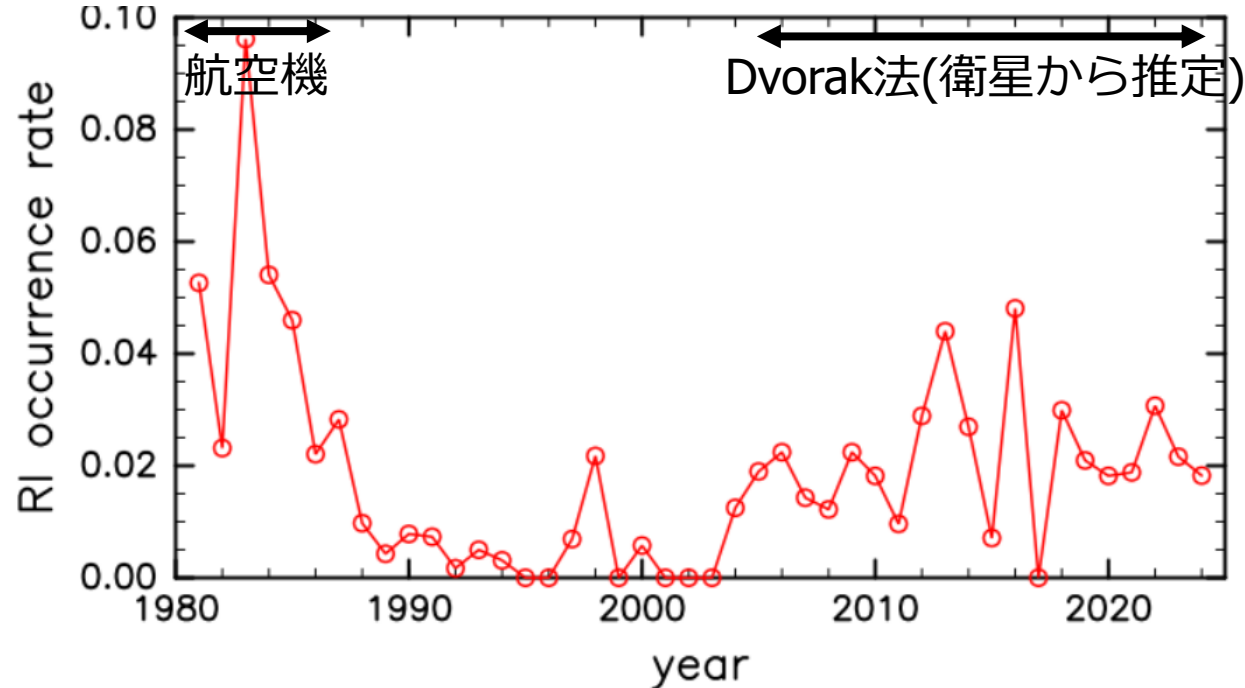
72

劇的に改善！(Higa+ 2021)

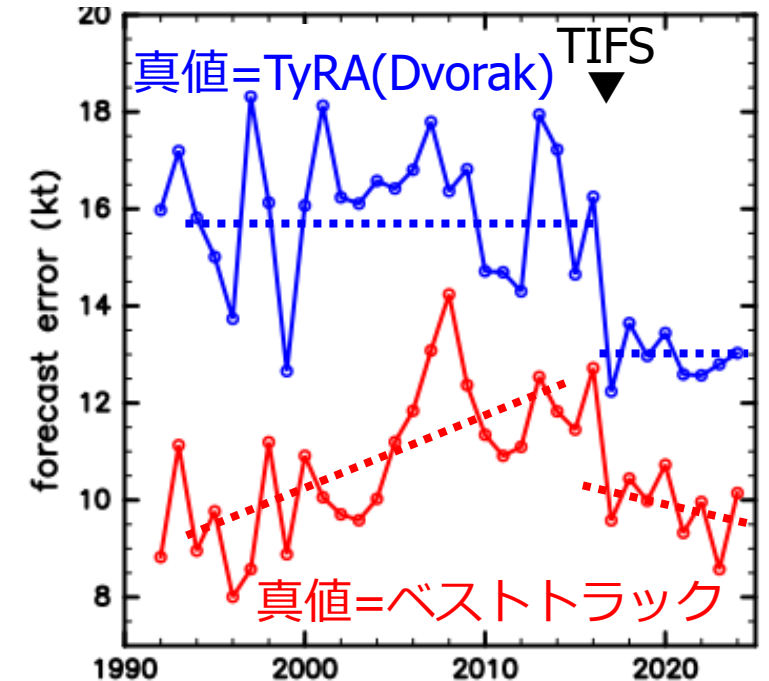
データに対する理解及びGround truthの重要性

- ベストトラックの台風強度は「解析が行われた時点で最適と考えられた手法による解析」に基づいているため、品質は長期的に変化している。
- この点が理解されないまま長期データを学習すべきではないと考える。
- 航空機観測が無い場合の中心気圧推定は約10 hPaの誤差がある(Aizawa+2024)。予測精度向上に伴い、Ground-truth(観測)の重要性は増すだろう。

急発達の発生率 (24時間で42hPa以上の中心気圧低下)



最大風速予報誤差 (kt; FT24のみ)



(Ito+, 2026)

いくつかの個人的考え：台風とAI、雑多な話題

- 台風進路：多くの研究がAI活用による改善を示しており、調査も進んできた。予報業務への積極的な活用を検討すべき段階にあると考える。
- 台風強度：TIFS(少数パラメータの線型回帰)を非線形化する等で改善が見込める。一方、三次元場の推定に現れる台風の強度については発展途上と評価する。また、強度解析の不確実性にも留意が必要。
- AIは台風に伴う降水や発生、中心位置推定など、多岐にわたる応用が見込める。特に降水は災害を考えるうえで重要であり、研究の価値があると考えます。
- 従来の予報の枠組みとAIの開発を両輪で進めることに賛成ではあるが、計算機的・人的資源の制約を十分考慮する必要がある。
- 大手企業の活動、IWTCにおけるAIセッション。