

2022 年度日本気象学会正野賞受賞者

受賞者：伊藤 耕介（琉球大学）

研究業績：台風予測精度向上に資する大気海洋相互作用及びデータ同化の研究

選定理由：

台風などの熱帯低気圧の強度や進路の研究において大気と海洋の相互作用は本質的に重要であるが、その理解や現業予測システムへの導入はいまだに不十分である。また、台風予測精度の更なる向上には、大気海洋結合モデルとデータ同化に関する研究が不可欠である。伊藤氏はこの分野で先駆的な研究を行ってきており、新たな大気海洋結合モデルやデータ同化システムを開発し、それを用いて台風の再現や強度・進路予測の高精度化に取り組んできた。これらの研究は、台風などの熱帯低気圧に関する大気海洋相互作用の理解を深めるとともに、台風の予測精度向上に大きく貢献するものである。

大気海洋相互作用の研究では、京コンピュータの計算機資源を活用して高解像度大気海洋結合モデルによる多事例の数値実験を実施し、その台風強度予測性能が全球大気モデルや高解像度領域大気モデルの性能を大幅に上回ることを実証した[業績 3]。さらに、台風の急発達にとって海洋内部の水温が重要であることを統計的に示した[業績 9]ほか、海面水温が西風ジェットに接近する台風の移動にも大きな役割を果たすことを示した[業績 11]。

データ同化の研究に関しては、海面摩擦係数や海面水蒸気交換係数といった、台風強度に重要でありながら不確実性の大きなパラメータを観測データと整合するように推定するデータ同化手法を開発した。そして、これにより、台風の強度・構造の再現性や進路・強度の予測性能が高められることを、理想化されたデータ同化システム及び気象庁の非静力学メソ 4 次元変分法システムで示した[業績 1, 2]。また、非静力学メソ 4 次元変分法にアンサンブルカルマンフィルタから推定される初期誤差の情報を取り込むメソハイブリッドデータ同化システムを構築し、台風の進路・強度予測及び集中豪雨の予測精度を高めた[業績 4]。このほか、大気海洋結合モデルを基礎とする結合データ同化システムの開発にも携わった[業績 6]。

伊藤氏は、気象庁が発表する台風予報の実態調査にも注力している。2016 年には台風の発表予報誤差のデータベースを構築し、台風の強度予報誤差が 2000 年代中盤以降に増加していたこと、その背景として台風の急発達の発生頻度がほぼ倍増していることを明らかにした[業績 5]。同論文において、誤差の一部は大気・海洋の環境場の系統的なバイアスとして説明でき、バイアスの補正によって強度予報精度を最大 15%程度改善できることも示した。

これらの研究結果は台風の強度を直接測定する必要性を明確に示し、台風の航空機観測の計画立案という大きな発展をもたらした。そして日本ではじめて国内の航空機を用いた台風の観測計画、T-PARCII(Tropical cyclones-Pacific Asian Research Campaign for Improvement of Intensity estimations/forecasts)プロジェクトが実施されることとなった。

伊藤氏は観測プロジェクトの航空機に搭乗し、非常に強い台風 Lan(2017)に対してドロップゾンデによる直接観測に参加し、取得したデータを用いた強度解析及びデータ同化実験を行った。その結果、直接観測に基づく中心気圧の観測値と気象衛星に基づく推定値に 10-15 hPa 程度の差があったこと、ドロップゾンデの同化により進路や強雨の予測精度が高められることが明らかとなったほか、台風内部構造の理解の進展にも貢献した[業績 7 (SOLA 論文賞受賞), 12]。この研究は T-PARCI の枠組みで実施された日本人研究者初となる台風の航空機観測の解析・予測結果であり、直接観測の重要性を示している。

伊藤氏は国際的にも活躍しており、世界気象機関が主催する「第 9 回熱帯低気圧に関する国際ワークショップ」において、台風進路に関する議題のレポートを務め、気象集誌に近年の台風進路に関する基礎研究のレビュー論文を発表した[業績 10]ほか、ソロモン諸島気象局と共同して当該国における台風の特徴を明らかにし[業績 8]、現地で発生する極端現象の予報に特化した数値天気予報システムの開発及び現業運用開始に貢献した。

以上のように伊藤氏は台風などの熱帯低気圧について、特に大気海洋相互作用の理解とデータ同化システムの開発に基づく予測精度向上に関する研究を精力的に行っており、台風予測の高精度化に対する貢献が顕著である。さらにこれらの研究成果は国内外の研究者から高く評価されている。以上の理由により、日本気象学会は伊藤耕介氏に 2022 年度正野賞を贈呈するものである。

主な論文リスト：

1. **Ito, K.**, Y. Ishikawa, and T. Awaji, 2010: Specifying air-sea exchange coefficients in the high-wind regime of a mature tropical cyclone by an adjoint data assimilation method, SOLA, 6, 13-16, doi:10.2151/sola.2010-004.
2. **Ito, K.**, T. Kawabata, T. Kato, Y. Honda, Y. Ishikawa, and T. Awaji, 2013: Simultaneous optimization of air-sea exchange coefficients and initial condition near a tropical cyclone with JNoVA, J. Meteorol. Soc. Japan, 91(3), 337-353, doi:10.2151/jmsj.2013-307.
3. **Ito, K.**, T. Kuroda, K. Saito, and A. Wada, 2015: Forecasting a large number of tropical cyclone intensities around Japan using a high-resolution atmosphere-ocean coupled model, Wea. Fore., 30(3), 793-808, doi:10.1175/WAF-D-14-00034.1.
4. **Ito, K.**, M. Kunii, T. Kawabata, K. Saito, K. Aonashi, and L. Duc, 2016: Mesoscale hybrid data assimilation system based on JMA nonhydrostatic model, Mon. Wea. Rev., 144(9), 3417-3439, doi:10.1175/MWR-D-16-0014.1.
5. **Ito, K.**, 2016: Errors in tropical cyclone intensity forecast by RSMC Tokyo and statistical correction using environmental parameters, SOLA, 12, 247-252, doi:10.2151/sola.2016-049.
6. Kunii, M., **K. Ito**, and A. Wada, 2017: Preliminary test of data assimilation system

with a regional high-resolution atmosphere-ocean coupled model based on an ensemble Kalman filter, *Mon. Wea. Rev.*, 145(2), 565-581, doi:10.1175/MWR-D-16-0068.1.

7. **Ito, K.**, H. Yamada, M. Yamaguchi, T. Nakazawa, N. Nagahama, K. Shimizu, T. Ohigashi, T. Shinoda, and K. Tsuboki, 2018: Analysis and forecast using dropsonde data from the inner-core region of Tropical Cyclone Lan (2017) obtained during the first aircraft missions of T-PARCII, *SOLA*, 14, 105-110, doi:10.2151/sola.2018-018.
8. Maru, E., T. Shibata, and **K. Ito**, 2018: Statistical Analysis of Tropical Cyclones in the Solomon Islands, *Atmosphere*, 9(6), doi:10.3390/atmos9060227.
9. Fudeyasu, H., **K. Ito**, and Y. Miyamoto, 2018: Characteristics of tropical cyclone rapid intensification over the Western North Pacific., *J. Climate*, 31(21), 8917-8930, doi:10.1175/JCLI-D-17-0653.1.
10. **Ito, K.**, C.-C. Wu, K. T. F. Chan, R. Toumi, and C. Davis, 2020: Recent progress in the fundamental understanding of tropical cyclone motion, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 98, 5-17, doi:10.2151/jmsj.2020-001.
11. **Ito, K.** and H. Ichikawa, 2021: Warm ocean accelerating tropical cyclone Hagibis (2019) through interaction with a mid-latitude westerly jet, *SOLA*, 17A, 1-6, doi:10.2151/sola.17A-001.
12. Tsujino, S., K. Tsuboki, H. Yamada, T. Ohigashi, **K. Ito**, and N. Nagahama, 2021: Intensification and maintenance of a double warm-core structure in Typhoon Lan (2017) simulated by a cloud-resolving model, *J. Atmos. Sci.*, 78(2), 595-617, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-20-0049.1>.