

2024 年度堀内賞の受賞者決まる

氏名：

山田朋人

所属：

北海道大学大学院工学研究院

研究業績：

アンサンブル気候モデルを用いた大気陸面相互作用の解明と河川氾濫リスクの分析
選定理由：

水文学は気象学と社会との結節点の一つといえる。気候変動が人類文明に対する危機として認識される中、水と気候のかかわりを解明し、水にかかる災害を軽減することは、気象学が水文学と連携して挑むべき課題である。山田朋人氏は、気候モデルによる数値計算を主な手法として、大気陸面相互作用の解明と河川氾濫リスクの分析を通じ、気象学と水文学の境界領域において学術的・社会的に顕著な研究実績を挙げている。

気候変動や気象予測における大気陸面相互作用は、その場の降水の定量評価においてきわめて重要である。山田氏は、アンサンブル気候モデル実験間の類似度を定量化する指標を導入する（業績1）ことで、大気陸面の結合強度がモンスーン地域の土壤水分に依存することを明らかにした（業績2）。また、山田氏は、土壤水分の長期モニタリングをモデル初期値に活用することで、夏季の北米中央部における降水の季節予測精度が向上する可能性を示唆した（業績3）。複雑な河道網や人工的な水資源操作（灌漑やダム）を取り込むといった陸面モデルの精緻化は、水と気候のかかわりを解明する上で不可欠な開発課題である。その中で、山田氏は、深層地下水の汲み上げの影響を評価した。とくに、灌漑による地表面の湿潤化が、気象予測のスプレッドを小さくさせる効果があることが示されたことは興味深いものである（業績4）。以上の研究は、気象予測における地表面データの取り込みの重要性を示すものであり、気象予測技術の向上のために大きな影響を与えた（業績5）。

また、山田氏は、アンサンブル気候変動予測を用いて、世界に先駆けた高解像な河川氾濫リスクの分析を行った。従来の治水計画の基準である計画降雨は、現在気候で起こりうる実現値の一部に過ぎない年最大降雨の観測記録に基づき、年最大降雨が従う確率分布を仮定して推定されたものである。このため気候変動下で計画降雨を見積もることは、既存の観測データや従来の気候変動予測では不可能であり、国際的にも大きな課題として残されていた。山田氏は、この困難に対し、高精度、高解像、多アンサンブルの降雨計算により解決を図った。山田氏は、プロジェクト研究を共にする気象学者及び関係機関と協働して、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）に対し北海道域を対象とする力学的ダウンスケーリングを施し、数千年相当の多数アンサンブルの5 km メッシュデータを創出した（業績6、7）。現在気候実験の計算結果は、メソスケール気象を完全微細に再現するわけではないものの、年最大降雨の計算結果は実測と統計的に酷似していた。そのうえで、多数アンサンブルの特性を利用し、年最大降雨が従う確率分布を仮定することなく、現在気候と将来気候とで計画降雨が取りうる範囲を示した（業績8）。さらに、様々な降雨の時空間分布が含まれる多数アンサンブルの特性を活かし、河川の高水の再現期間を求めたことで、対象流域が今後直面する洪水被害の可能性を定量的に議論することが可能となった（業績9、10）。高解像度アンサンブル

ル気候予測が気候変動リスク分析に有効であることを示したことは、気象学および周辺領域に対する大きな貢献といえる。また、山田氏は同氏がプロジェクトリーダーを務める気候変動予測先端研究プログラムの課題では、シームレス実験とタイムスライス実験の設計を主導し、多数アンサンブルにおける極端降水の統計モデルの構築を通じて、気候変動予測技術の向上に大きく貢献している（業績 11、12）。さらに、気候変動影響に関する雪氷学（業績 13、14）や農学（業績 15）との連携とともに気候変動予測と将来気候を踏まえた水害リスクに関する日蘭両国による産官学の国際共同を推進するなど、山田氏の研究活動は学際的である。

山田氏のこれら一連の研究は、一貫して、水と気候のかかわりを解明し、水にかかる災害を軽減する、という気象学・水文学両分野が果たすべき研究課題に即している。前半の大気陸面相互作用の研究は世界で高く評価され、2012 年から数年にわたり Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) の Global Land Atmosphere System Study のパネルメンバーを務めるきっかけとなった。また、後半の気候変動アンサンブル予測データによる河川氾濫リスク分析の研究は、グローバルな気候変動と、ローカルな治水対策をつなげるものであり、国際的にも評価が高い（業績 16）。さらに、国内においても、多様な被害形態の想定を可能とすることが、多数アンサンブル利用の有効性として明示され、国土交通省による河川整備計画の議論を深めるきっかけとなった。このように、山田氏は学術的・学際的に優れた業績を収めているほか、実社会への貢献も顕著である。

以上の理由により、日本気象学会は山田朋人氏に 2024 年度堀内賞を贈呈するものである。

業績一覧

1. Yamada, T. J., R. D. Koster, S. Kanae, and T. Oki, 2007: Estimation of predictability with a newly derived index to quantify similarity among ensemble members. *Monthly Weather Review*, 135, 2674-2687.
2. Yamada, T. J., S. Kanae, T. Oki, and R. D. Koster, 2013: Seasonal variation of land-atmosphere coupling strength over the West African Monsoon Region in an atmospheric general circulation model. *Hydrological Sciences Journal*, 58, 1276-1286.
3. Yamada, T. J., R. D. Koster, S. Kanae, and T. Oki, 2010: Hydrological forecast skill associated with land surface initializations. *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, 54, 331.
4. Yamada, T. J., Y. N. Pokhrel, 2019: Effect of human-induced land disturbance on subseasonal predictability of near-surface variables using an atmospheric general circulation model. *Atmosphere*, 10, 725.
5. Wang, Y., M. Bellus, C. Wittmann, M. Steinheimer, F. Weidle, A. Kann, S. Ivatek-Šahdan, W. Tian, X. Ma, S. Tascu, and E. Bazile, 2011: The Central European limited-area ensemble forecasting system: ALADIN-LAEF. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 137, 483-502.

6. Yamada, T. J., T., Hoshino, S. Masuya, F. Uemura, T. Yoshida, N. Omura, T. Yamamoto, M. Chiba, S. Tomura, S. Tokioka, H. Sasaki, Y. Hamada, and M. Nakatsugawa, 2018: The influence of climate change on flood risk in Hokkaido. *Advances in river engineering*, 24, 391-396
https://doi.org/10.11532/river.24.0_391.
7. Hoshino, T., T. J. Yamada, and H. Kawase, 2020: Evaluation for characteristics of tropical cyclone induced heavy rainfall over the sub-basins in the central Hokkaido, northern Japan by 5-km large ensemble experiments. *Atmosphere*, 11, 435. <https://doi.org/10.3390/atmos11050435>
8. Yamada, T. J., T. Hoshino, and A. Suzuki, 2021: Using a massive high-resolution ensemble climate data set to examine dynamic and thermodynamic aspects of heavy precipitation change. *Atmospheric Science Letters*, 22, e1065. <https://doi.org/10.1002/asl.1065>
9. Nguyen, T. T., M. Nakatsugawa, T. J. Yamada, and T. Hoshino, 2021: Flood inundation assessment in the low-lying river basin considering extreme rainfall impacts and topographic vulnerability. *Water*, 13, 896. <https://doi.org/10.3390/w13070896>
10. Hoshino, T., and T. J. Yamada, 2023: Spatiotemporal classification of heavy rainfall patterns to characterize hydrographs in a high-resolution ensemble climate dataset. *Journal of Hydrology*, 617(B), 128910. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128910>
11. 清水啓太, 山田朋人, 2021: 情報理論を導入した確率降雨量の統合的将来予測, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 77, I_163-I_168.
12. Shimizu, K., T. Yamada, and T. J. Yamada, 2020: Uncertainty evaluation in hydrological frequency analysis based on confidence interval and prediction interval. *Water*, 12, 2554. <https://doi.org/10.3390/w12092554>
13. Kawazoe, S., M. Inatsu, T. J. Yamada, and T. Hoshino, 2023: Future projection of widespread, extreme precipitation in Hokkaido, Japan associated with tropical and extratropical cyclones using large-ensemble climate simulations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 62, 341-359. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-22-0018.1>
14. Taniguchi, Y. Y. Katsuyama, M. Inatsu, and T. Yamada, 2023: Snow melting estimate in the Jozankei Dam basin based on snowpack simulation. *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 19, 274-281.
15. Miyazaki, K., T. Hoshino, K. Shimizu, S. Shrivastava, and T. J. Yamada, 2023: Changes in sediment erosion rate in the Azuma River basin

after the Hokkaido eastern Iburi earthquake in 2018. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1136, 012027.

16. Yamada, T. J., 2019: Adaptation measures for extreme floods using huge ensemble of high-resolution climate model simulation in Japan. Summary Report on the Eleventh Meeting of the Research Dialogue 2019, 28-30, UNFCCC Bonn Climate Change Conference, Bonn, Germany (19 June 2019).