

2024 年度正野賞の受賞者決まる

受賞者:ドアン グアン ヴァン(筑波大学計算科学研究センター)

研究業績:都市が熱帯地域の局地気候に与える影響及び都市気候変動に関する研究

選定理由:都市気候学の研究は、伝統的に温帯の先進国の大都市を対象に行われてきたが、近年、熱帯の大都市も注目されている。ドアン氏は、これまで十分に理解されてこなかった熱帯地域の大都市を対象に、都市の発展が同地域の気象・気候に及ぼす影響に関する研究を先駆的に行ってきた。

まず、ドアン氏は、近年急速に発展しているホーチミンシティやハノイを対象に、過去から将来までの都市発展による人工排熱変化を独自に推算し、過去 20 年間と将来 30 年間の都市発展が、同市の気候にどのように影響を及ぼすのかを、地域気候モデルを用いたダウンスケーリング実験によって推定した[業績 1, 2]。次に、熱帯の急成長都市では将来の都市発展効果が全球気候変動の効果に比べて無視できない大きさを持ち、将来気候のダウンスケーリング実験において将来の都市発展を考慮する必要があることを示した[業績 3]。さらには、将来の気温上昇に対する今後の人工排熱増加と土地利用変化の影響が同程度であることを明らかにした[業績 4]。ダウンスケーリング実験では一般的に、将来の都市発展を考慮していない。ドアン氏の一連の成果は熱帯都市を対象とした今後のダウンスケーリング研究に貢献すると期待できる。

ドアン氏は、熱帯都市が対流性降水に及ぼす影響を調査した。例えば、領域気象モデルを用いて、シンガポール[業績 5]、ラゴス[業績 6]などを対象に都市の感度実験を実施した。熱帯都市の場合、ヒートアイランド強度が中緯度ほど強くないために、降水への都市影響は小さいと考える研究者もいたが、ドアン氏が行った数値実験や水収支解析により、熱帯地域の都市でも明瞭な日変化を持つ対流性降水を増加させることが明らかとなった。また、シンガポールでは都市による海風の変形が、対流性降水増加に対する重要なメカニズムであることも分かった。降水に対する都市影響の研究のほとんどが中緯度都市を対象にしていたため、熱帯都市に着目した上記の研究は先駆的である。その後、ドアン氏は、地球温暖化進行時の都市気温の日較差や都市スケールの極端降水に着目した研究を行った。領域気候モデルを用いたダウンスケーリング実験の結果、将来の熱帯都市では、都市気温の日較差は小さくなり、その傾向は中緯度都市の方が低緯度都市よりも強いことを示した[業績 7]。また、将来は都市スケールの極端降水が増加し強化されると予測し、その原因をクラジウスクラペイロン効果と対流抑制エネルギーの変化によると提案した[業績 8, 9]。

ドアン氏は、数値モデルの開発や改良も行ってきた。その一つに、領域気象・気候モデル用の多層都市キャノピーモデルの開発がある[業績 10]。このモデルでは、コンピュータグラフィックス分野で使われているレイトレーシング手法を取り入れることで、

計算コストを抑えながら、解析的手法が利用できない不均一な都市街区まで計算対象範囲を広げること成功している。また、米国国立大気研究センター(NCAR)中心に開発された Weather Research and Forecasting (WRF)モデルやシンガポール気象局の都市キャンपीモデルを改良してきた[業績 1, 5]。ドアン氏は、気候学に機械学習技術を活用する研究もおこなってきた。例えば、自己組織化マップの改良版である構造自己組織化マップ(S-SOM)を提案している[業績 11]。また、クラスタリング結果の不確実性と一貫性を評価するために、情報科学の概念を取り入れた新しいクラスタリング不確実性評価手法を導入した[業績 12]。これらの手法は Github を通して公開され、世界各国で利用され始めている。

ドアン氏は、国際的な研究活動を通して都市気候学の研究コミュニティへも貢献してきた。例えば、CORDEX-SEA(Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment-Southeast Asia)では都市気候グループの代表、WCRP/WMO (World Climate Research Programme/ World Meteorological Organization)では My Climate Risk の東京ハブの代表、米国気象学会では都市環境委員会の委員として、世界の都市気候学分野の研究推進に貢献をしている。このように、ドアン氏の研究成果は、熱帯の都市気候の研究の発展を通じて、気象学・気候学の発展に寄与している。以上の理由により、ドアングアンヴァン氏に 2024 年度正野賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

1. Doan, Q.V. and H. Kusaka, 2016: Numerical study on regional climate change due to the rapid urbanization of greater Ho Chi Minh City's metropolitan area over the past 20 years. *Int. J. Climatol.*, **36**, 3633–3650.
2. Doan, Q.V., H. Kusaka and Q.B. Ho, 2016: Impact of future urbanization on temperature and thermal comfort index in a developing tropical city: Ho Chi Minh City. *Urban Climate*, **17**, 20–31.
3. Doan, Q.V. and H. Kusaka, 2018: Projections of urban climate in the 2050s in a fast-growing city in Southeast Asia: the greater Ho Chi Minh City metropolitan area, Vietnam. *Int. J. Climatol.*, **38**, 4155–4171.
4. Doan, Q.V., H. Kusaka, and T.M. Nguyen, 2019: Roles of past, present and future land use and anthropogenic heat release changes on urban heat island effects in Hanoi, Vietnam:

Numerical experiments with a regional climate. *Sustainable Cities and Society*, **47**, 101479.

5. Doan, Q.V., A. Dipankar, A. Simon–Moral, C. Sanchez, V. Prasanna, M. Roth and X.–Y. Huang, 2021: Urban-induced modifications to the diurnal cycle of rainfall over a tropical city. *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, **147**, 1189–1201.
6. Doan, Q.V., S. Kobayashi, H. Kusaka, F. Chen, C. He and D. Niyogi, 2023: Tracking urban footprint on extreme precipitation in an African megacity. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **62**. 209–206.
7. Doan, Q.V., F. Chen, Y. Asano, Y. Gu, A. Nishi, H. Kusaka and D. Niyogi, 2022: Causes for asymmetric warming of sub-diurnal temperature responding to global warming. *Geophys. Res. Lett. Japan*, **49**, e2022GL100029.
8. Doan, Q.V., F. Chen, H. Kusaka, A. Dipankar, A. Khan, R. Hamdi, M. Roth and D. Niyogi, 2022: Increased risk of extreme precipitation over an urban agglomeration with future global warming. *Earth's Future*, **10**, e2021EF002563.
9. Doan, Q.V., F. Chen, H. Kusaka, J. Wang, M. Kajino and T. Takemi, 2022: Identifying a new normal in extreme precipitation at a city scale under warmer climate regimes: A case study of the Tokyo metropolitan area, Japan. *J. Geophys. Res.: Atmosphere*, **127**, e2022JD036810.
10. Doan, Q.V. and H. Kusaka, 2019: Development of a multilayer urban canopy model combined with a ray tracing algorithm. *SOLA*, **15**, 37–40.
11. Doan, Q.V., H. Kusaka, T. Sato and F. Chen, 2021: S–SOM v1.0: a structural self-organizing map algorithm for weather typing. *Geoscientific Model Development*, **14**, 2097–2111.
12. Doan, Q.V., T. Amagasa, T.–H. Pham, T. Sato, F. Chen and H. Kusaka, 2023: Structural k-means (S k-means) and clustering uncertainty evaluation framework (CUEF) for mining climate

data. *Geoscientific Model Development*, **16**, 2215–2233.