

2022 年度日本気象学会堀内賞受賞者

受賞者氏名：建部 洋晶（海洋研究開発機構）

研究業績：気候モデルの開発および全球海洋モデルの高度化と気候変動メカニズム研究の推進
選定理由：

過去の気候変動の理解、近未来の気候変動予測、および将来の人為起源温室効果ガスの排出経路に応じた気候システム変化の推定には、全球気候モデルのように大規模なシミュレーションツールの活用が不可欠である。

建部洋晶氏は、日本の大学/研究機関ベースの全球気候モデルである MIROC6（Model for Interdisciplinary Research on Climate version 6）の開発を統括し、CMIP6 実験実施およびデータ創出をとりまとめることで、IPCC 報告書のみならず多様な気象・気候研究に活用できるデータを国内外に広く提供し、気象学の発展に大きく貢献してきた。また、気象学に隣接する海洋物理学分野においても、MIROC6 を自ら用いて数値実験を実施することで、以下に述べるような優れた研究成果をあげている。

建部氏は、学位を取得して以来、海洋モデリングを中心に北太平洋の海洋循環の力学に関する研究を行ってきた[業績 1,2]。その後、気候モデル MIROC の開発チームに加わり、海洋海水データ同化技術を開発し[3,8]、観測データで初期値化されたモデルを用いた事後予測実験でエルニーニョの予測可能性に関する新たな知見を得た[5]。2013 年からは、MIROC 開発の中心となって大気モデル・海洋モデルの高度化だけでなく、それらを結合した際の調整作業を行い、系統誤差の低減に尽力して現実的な気候変動が再現できるモデルに仕上げた。

建部氏はこのモデルを用いて自ら多様な数値実験を実施し、海洋物理学の観点から長期気候変動に関する多くの研究成果をあげている。まず、太平洋十年規模変動のメカニズムについて、南太平洋低緯度亜表層の変動が熱帯太平洋における十年規模および二十年規模の変動の起源となっていることを示し、十年規模変動に対しては南太平洋上の風応力変化に対する海洋波動伝播が、二十年規模変動に対しては南太平洋東部亜熱帯モード水形成領域からの移流が主要なコントロール要因であること、また、西岸境界流による熱輸送と海面水温フロントへの大気応答がもたらす海洋熱輸送の間に負のフィードバックが存在することを示した[4,6]。一方、大西洋の数十年規模変動に関しては、人為起源硫酸エアロゾルの寄与が重要であること、亜寒帯域に限っては北大西洋振動に関連した海面水温変動が支配的であることを示した[10]。さらに北太平洋の海面水位変動について、北太平洋における海面水位上昇の局所性に関する要因分析を行い、西部亜熱帯北太平洋（日本南岸）では従来の指摘と異なり、亜熱帯モード水の昇温と移流が支配的であることを示した[12]。以上に加えて、海洋深層の混合過程が気候に与える影響について、最新の観測と理論に基づいて得られた乱流混合強度分布を大気海洋結合大循環モデルに取り入れることにより、南大洋深層の乱流混合が太平洋深層循環への影響を通して南大洋上の海水分布に作用し、さらにその影響が海洋にとどまらず全球平均気温や南半球偏西風などにも有意に及ぶことを示した[7]。近年は、CMIP6 実験のための正式版モデルである MIROC6 の開発を完了し、これを用いて近未来気候変動予測や気候変動メカニズム研究などを行っている[9,11,14]。

建部氏は、MIROC6 の開発にあたって、並行して開発されていた地球システムモデル MIROC-

ES2L と物理気候部分を共通化し、気候科学から地球システム科学までを統一的に研究できるフレームを整備した。その結果、MIROC6 の初期値化システムを MIROC-ES2L へ移植して事後予測実験を実施することで、気温・水温のような物理変数だけでなく、炭素フラックスなどまで予測する国内で初めてとなる地球システム予測を可能にした[13]。こうした境界領域の研究は今後も発展することが期待される。

このように、建部氏が行ってきた海洋物理学の知見に基づく気候モデルの開発は、今後の気候研究の発展につながるものであり、それらのモデルを用いた気候システムのシミュレーションデータは、広い範囲のユーザーに研究の機会を提供することで気象学に重要な貢献をすると認められる。

以上の理由により、日本気象学会は建部洋晶氏に 2022 年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト（年代順）：

1. Tatebe, H., and H. Hasumi, 2010: Formation mechanism of the Pacific equatorial thermocline revealed by a general circulation model with a high accuracy tracer advection scheme. *Ocean Modelling*, **35**, 245–252.
2. Tatebe, H., I. Yasuda, H. Saito, and Y. Shimizu, 2010: Horizontal transport of the calanoid copepod *Neocalanus* in the North Pacific: The influences of the current system and the life history. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **57**, 409–419.
3. Tatebe, H., et al., 2012: The Initialization of the MIROC climate Models with hydrographic data assimilation for decadal prediction. *J. Meteor. Soc. Japan*, **90A**, 275–294.
4. Tatebe, H., Y. Imada, M. Mori, M. Kimoto, and H. Hasumi, 2013: Control of decadal and bidecadal climate variability in the tropical Pacific by the off-equatorial South Pacific Ocean. *J. Climate*, **26**, 6524–6534.
5. Imada, Y., H. Tatebe, M. Watanabe, M. Ishii, and M. Kimoto, 2016: South Pacific influence on the termination of El Niño in 2014. *Sci. Rep.*, **6**, 30341, doi: 10.1038/srep30341.
6. Tatebe, H., M. Kurogi, and H. Hasumi, 2017: Atmospheric responses and feedback to the meridional ocean heat transport in the North Pacific. *J. Climate*, **30**, 5715–5728.
7. Tatebe, H., Y. Tanaka, Y. Komuro, and H. Hasumi, 2018: Impact of deep ocean mixing on the climatic mean state in the Southern Ocean. *Sci. Rep.*, **8**, 14479.
8. Ono, J., Tatebe, H., Y. Komuro, M. I. Nodzu, and M. Ishii, 2018: Mechanisms influencing seasonal to inter-annual prediction skill of sea ice extent in the Arctic Ocean in MIROC. *The Cryosphere*, **12**, 675–683.
9. Tatebe, H., T. Ogura, T. Nitta, Y. Komuro, K. Ogochi, T. Takemura, K. Sudo, M. Sekiguchi, M. Abe, F. Saito, M. Chikira, S. Watanabe, M. Mori, N. Hirota, Y. Kawatani, T. Mochizuki, K. Yoshimura, K. Takata, R. O'ishi, D. Yamazaki, T. Suzuki, M. Kurogi, T. Kataoka, M. Watanabe, and M. Kimoto, 2019: Description and basic evaluation of simulated mean state, internal variability, and climate sensitivity in MIROC6. *Geosci. Model Dev.*, **12**, 2727–2765, doi:10.5194/gmd-12-

2727-2019.

10. Watanabe, M., and H. Tatebe, 2019: Reconciling roles of sulphate aerosol forcing and internal variability in Atlantic multidecadal climate changes. *Clim. Dyn.*, **53**, 4651-4665.
11. Kataoka, T., H. Tatebe, H. Koyama, T. Mochizuki, K. Ogochi, H. Naoe, Y. Imada, H. Shiogama, M. Kimoto, and M. Watanabe, 2020: Seasonal to decadal predictions with MIROC6: Description and basic evaluation. *J. Adv. Modeling Earth Systems*, **12**, e2019MS002035, doi:10.1029/2019MS002035.
12. Suzuki, T., and H. Tatebe, 2020: Future dynamic sea level change in the western subtropical North Pacific associated with ocean heat uptake and heat redistribution by ocean circulation under global warming. *Prog. Earth Planet. Sci.*, **7**, doi:10.1186/s40645-020-00381-9.
13. Watanabe, M., H. Tatebe, H. Koyama, T. Hajima, M. Watanabe, and M. Kawamiya, 2020: Importance of El Niño reproducibility for reconstructing historical CO₂ flux variations in the equatorial Pacific. *Ocean Science*, **16**, 1431-1442, <https://doi.org/10.5194/os-16-1431-2020>.
14. Ono, J., M. Watanabe, Y. Komuro, H. Tatebe, and M. Abe, 2022: Enhanced Arctic warming amplification revealed in a low-emission scenario. *Communications Earth & Environment*, **3**, Article number: 27, <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00354-4>.