

## 2021年度藤原賞の受賞者決まる

**受賞者：**鬼頭昭雄（気象業務支援センター）

**業績：**数値モデルを用いた気候変動研究への貢献

**選定理由：**

気候変動研究のための数値モデル（大気大循環モデル・大気海洋結合モデル）開発は1970年代に米国で開始され、その後我が国においても気象研究所で大気大

循環モデルの開発とそれを用いた気候変動研究が始められた。鬼頭昭雄氏は1980年に気象研究所のチームに参加して以来現在に至るまで、数値モデルを用いた気候変動研究に携わり、1993年度には大気大循環モデルを用いた数値実験を通じた大気の長期変動に関する研究により日本気象学会賞を受賞している。

1990年代に入ると、気象研究所では大気大循環モデルの高解像度化と大気海洋結合モデルの開発が進められた。この大気海洋結合モデルを用いた数値実験により、鬼頭氏はチベット高原やロッキー山脈などの大規模山岳が気候形成に果たす役割を調査した。山岳は大気大循環に直接影響を及ぼすだけでなく、山岳の影響を受けた大気循環が海面水温に影響し、それが大気循環にフィードバックすることが気候形成において重要であることを明らかにした (Kitoh 2002, 2004)。さらに、約2万年前の最終氷期最盛期及び約6000年前の完新世中期の気候再現実験から、現在と異なる外部条件下においても大気海洋結合モデルが古気候的知見と整合する気候状態を再現できることを示した (Kitoh *et al.* 2001; Kitoh and Murakami 2002)。

1988年に「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」が設立されると、5～7年毎に刊行される IPCC 評価報告書に向けて世界各国の気候モデリンググループは地球温暖化研究を活性化させた。鬼頭氏は気象研究所の気候変動研究グループの数値実験結果を用いて、世界各地のモンスーンと温暖化の関係を調査する研究を展開した。そして、温暖化に伴ってアジアモンスーンの循環は弱まるものの降水量・降水強度はともに顕著に増加するのに対し、アメリカ及びアフリカモンスーンの降水強度は顕著に増加する一方、降水量の増加は顕著ではないことを明らかにした (Kitoh *et al.* 1997, 2013)。

2002年に文部科学省は、当時世界最速のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を活用する地球温暖化の大型研究プロジェクトを開始した。それ以降の一連の大型研究プロジェクトにおいて、鬼頭氏を含む気象研究所のチームは超高解像度の気候大循環モデルを用いて台風や大雨などの極端現象や地域気候の将来変化に焦点を当てた研究を展開し、世界をリードする多くの画期的な成果を上げてきた (Kitoh and Kusunoki 2008; Kitoh *et al.* 2009; Murakami *et al.* 2012)。その間、鬼頭氏はチームの課題代表者を務めるなどプロジェクトの推進に大きく貢献するとともに、自ら実験結果の解析を行って多くの研究成果を上げた (Kitoh *et al.* 2008, 2011; Kitoh and Endo 2016a, 2016b)。

鬼頭氏は IPCC の第1作業部会にて第1次から第5次の評価報告書のリードオーサーを務めたのに続き、現在は第2作業部会にて第6次評価報告書のリードオーサーを務め、両作業部会間の橋渡し役を担っている。これらの活動を通じ、鬼頭氏は我が国の気候変動

研究の成果を世界に発信する上で大きな貢献を為してきた。さらに、一般向けの解説書 (鬼頭 2015) などの著作により、気候変動に関する科学的知見の普及にも貢献している。

以上のように、鬼頭昭雄氏は長年にわたり数値モデルを用いた気候変動研究に多大な貢献を為しており、ここに2021年度日本気象学会藤原賞を贈呈するものである。

#### 主な関連論文 (発表順)

- Kitoh, A., S. Yukimoto, A. Noda and T. Motoi, 1997: Simulated changes in the Asian summer monsoon at times of increased atmospheric CO<sub>2</sub>. *J. Meteor. Soc. Japan*, **75**, 1019-1031.
- Kitoh, A., S. Murakami and H. Koide, 2001: A simulation of the Last Glacial Maximum with a coupled atmosphere-ocean GCM. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 2221-2224.
- Kitoh, A., 2002: Effects of large-scale mountains on surface climate — A coupled ocean-atmosphere general circulation model study. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 1165-1181.
- Kitoh, A. and S. Murakami, 2002: Tropical Pacific climate at the mid-Holocene and the Last Glacial Maximum simulated by a coupled ocean-atmosphere general circulation model. *Paleoceanography*, **17**, 1047, doi: 10.1029/2001PA000724.
- Kitoh, A., 2004: Effects of mountain uplift on East Asian summer climate investigated by a coupled atmosphere-ocean GCM. *J. Climate*, **17**, 783-802.
- Kitoh, A., A. Yatagai and P. Alpert, 2008: First super-high-resolution model projection that the ancient “Fertile Crescent” will disappear in this century. *Hydrol. Res. Lett.*, **2**, 1-4.
- Kitoh, A. and S. Kusunoki, 2008: East Asian summer monsoon simulation by a 20-km mesh AGCM. *Clim. Dyn.*, **31**, 389-401.
- Kitoh, A., T. Ose, K. Kurihara, S. Kusunoki, M. Sugi and KAKUSHIN Team-3 Modeling Group, 2009: Projection of changes in future weather extremes using super-high-resolution global and regional atmospheric models in the KAKUSHIN Program: Results of preliminary experiments. *Hydrol. Res. Lett.*, **3**, 49-53.
- Kitoh, A., S. Kusunoki and T. Nakaegawa, 2011: Climate change projections over South America in the late 21st century with the 20 and 60km mesh Meteorological Research Institute atmospheric general circulation model (MRI-AGCM). *J. Geophys. Res. Atmos.*, **116**, D06105, doi:10.1029/2010JD014920.

- Murakami, H., Y. Wang, H. Yoshimura, R. Mizuta, M. Sugi, E. Shindo, Y. Adachi, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, T. Ose and A. Kitoh, 2012: Future changes in tropical cyclone activity projected by the new high-resolution MRI-AGCM. *J. Climate*, **25**, 3237-3260.
- Kitoh, A., H. Endo, K. Krishna Kumar, I. F. A. Cavalcanti, P. Goswami and T. Zhou, 2013: Monsoons in a changing world: a regional perspective in a global context. *J. Geophys. Res. Atmos.*, **118**, 3053-3065.
- 鬼頭昭雄, 2015: 異常気象と地球温暖化—未来に何が待っているか. 岩波新書, 220pp.
- Kitoh, A. and H. Endo, 2016a: Changes in precipitation extremes projected by a 20-km mesh global atmospheric model. *Wea. Clim. Extremes*, **11**, 41-52.
- Kitoh, A. and H. Endo, 2016b: Future changes in rainfall extremes associated with El Niño projected by a global 20-km mesh atmospheric model. *SOLA*, **12A**, 1-6.

**受賞者:** 山内 恭 (国立極地研究所)

**業績:** わが国における極域大気科学・気候科学研究への長年にわたる貢献

**選定理由:**

南極と北極は地球の気候や環境にとって重要な地域であり、そこでの気象・気候に関わる諸現象の実態やメカニズムの解明は、将来の地球気候を予測する上でも重要である。山内恭氏は長年にわたり両極を対象とした研究を行うとともに、観測計画の策定と実施を主導し、極域大気科学・気候科学の発展に貢献してきた。まず、第20次日本南極地域観測隊に参加した山内氏は、「みずほ基地」にて通年で大気境界層や放射のタワー観測を実施し、カタバ風帯の熱収支を明らかにした。その後、「昭和基地」にて人工衛星 NOAA のデータ受信と現場解析を開始して雪氷面上での雲識別手法を新たに開発するなど、南極域の気候・気象研究への衛星データ利用の道を開拓するとともに、南極域における放射収支の分布と特徴を明らかにした。いずれの研究も高く評価され、山内氏は1985年度に山本賞、1999年度には日本気象学会賞をそれぞれ受賞した。

その後、山内氏は南極域における大気中の諸物質に着目し、「南極大気物質循環観測計画」など包括的な共同研究を推進した (Hirasawa *et al.* 2000; Hara *et al.* 2004; Suzuki *et al.* 2008)。具体的には、第38次日本南極地域観測隊の越冬隊長として「ドームふじ基地」で初の越冬集中観測を行い、氷床の涵養や熱収支を支配するメカニズムを解明したことは特筆に値する (平

沢・山内 2017)。また、昭和基地での二酸化炭素連続観測などをモニタリング研究観測として定着させるとともに (Morimoto *et al.* 2003)、世界初となる南極域での大型気球による成層圏大気観測を推進し (Aoki *et al.* 2003)、全球規模変動の監視における南極観測の重要性を示した。さらに、大気科学のブレイクスルーを目指して実施された「南極昭和基地大型大気レーダー計画 (PANSY)」では、国立極地研究所の気水圏研究グループ長として同計画を強く支えるとともに、自ら第52次日本南極地域観測隊長としてレーダー建設の現場で尽力するなど、計画の実現に向けて不可欠な役割を果たした (Sato *et al.* 2014)。

南極域に加え、山内氏は1991年に北極スバルバル諸島ニーオルスンに基地を設置して観測を開始し、エアロゾルや温室効果気体などの南北両極における類似性と相違性の理解を深化させた (Yamanouchi *et al.* 1996; Morimoto *et al.* 2006; Tomasi *et al.* 2007)。そして、航空機観測を国際共同研究として実施し、欧州・シベリア起源の汚染物質による放射影響や成層圏大気の組成変動などを明らかにした (Hara *et al.* 2003; Thomason *et al.* 2003; Yamanouchi *et al.* 2005; Trefeisen *et al.* 2005)。さらに、文部科学省「グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス (GRENE)」事業の下、山内氏はオールジャパン体制の研究プロジェクト「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明」を新たに興し、そのプロジェクトマネージャーとして多くの先進的成果の創出へと導いた (Yamanouchi 2019; Yamanouchi and Takata 2020)。このプロジェクトの成果はその後継の「北極域研究推進プロジェクト (ArCS)」, 「北極域研究加速プロジェクト (ArCS II)」へと繋がって、我が国の統合的北極環境研究の枠組の礎が築かれた。山内氏自身も ArCS の立ち上げに尽力し、評議会副議長としてプロジェクト遂行に貢献した。

山内氏は上記の研究活動のみならず、日本気象学会「極域研究連絡会 (現極域・寒冷域研究連絡会)」の運営や、我が国の北極研究者の結集を図る組織「北極環境研究コンソーシアム (JCAR)」の設立にも携わった。さらに、「南極研究科学委員会 (SCAR)」日本代表や SCAR/大気科学を含む物理科学常置委員会議長、国際極年 ICSU-WMO Joint Committee 委員 (2007・2008) などを務め、極域研究に関する国際連携にも大きく貢献した。

以上のように、山内 恭氏は南北両極域に関わる大

気科学・気候科学研究の推進・発展に長年にわたり大きく貢献してきており、ここに2021年度日本気象学会藤原賞を贈呈するものである。

#### 主な関連論文（発表順）

- Yamanouchi, T., S. Aoki, S. Morimoto and M. Wada, 1996: Report of atmospheric science observations at Ny-Ålesund, Svalbar. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue, 51, 153-163.
- Hirasawa, N., H. Nakamura and T. Yamanouchi, 2000: Abrupt changes in meteorological conditions observed at an inland Antarctic station in association with wintertime blocking formation. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 1911-1914.
- Morimoto, S., T. Nakazawa, S. Aoki, G. Hashida and T. Yamanouchi, 2003: Concentration variations of atmospheric CO<sub>2</sub> observed at Syowa Station, Antarctica from 1984 to 2000. *Tellus B*, 55, 170-177.
- Aoki, S., T. Nakazawa, T. Machida, S. Sugawara, S. Morimoto, G. Hashida, T. Yamanouchi, K. Kawamura and H. Honda, 2003: Carbon dioxide variations in the stratosphere over Japan, Scandinavia and Antarctica. *Tellus B*, 55, 178-186.
- Hara, K., S. Yamagata, T. Yamanouchi, K. Sato, A. Herber, Y. Iwasaka, M. Nagatani and H. Nakata, 2003: Mixing states of individual aerosol particles in spring Arctic troposphere during ASTAR 2000 campaign. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 108, 4209, doi:10.1029/2002JD002513.
- Thomason, L. W., A. B. Herber, K. Sato and T. Yamanouchi, 2003: Arctic study on tropospheric aerosol and radiation: Comparison of tropospheric aerosol extinction profiles measured by airborne photometer and SAGE II. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1328, doi:10.1029/2002GL016453.
- Hara, K., K. Osada, M. Kido, M. Hayashi, K. Matsunaga, Y. Iwasaka, T. Yamanouchi, G. Hashida and T. Fukatsu, 2004: Chemistry of sea-salt particles and inorganic halogen species in Antarctic regions: Compositional differences between coastal and inland stations. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 109, D20208, doi:10.1029/2004JD004713.
- Yamanouchi, T., R. Treffeisen, A. Herber, M. Shiobara, S. Yamagata, K. Hara, K. Sato, M. Yabuki, Y. Tomikawa, A. Rinke, R. Neuber, R. Schumacher, M. Kriews, J. Strom, O. Schrems and H. Gernandt, 2005: Arctic study of tropospheric aerosol and radiation (ASTAR) 2000: Arctic haze case study. *Tellus B*, 57, 141-152.
- Treffeisen, R., A. Rinke, M. Fortmann, K. Dethloff, A. Herber and T. Yamanouchi, 2005: An estimation on the radiative effects of Arctic aerosols using two different aerosol data sets: A case study for March 2000. *Atmos. Environ.*, 39, 899-911.
- Morimoto, S., S. Aoki, T. Nakazawa and T. Yamanouchi, 2006: Temporal variations of the carbon isotopic ratio of atmospheric methane observed at Ny-Ålesund, Svalbard from 1996 to 2004. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01807, doi:10.1029/2005GL024648.
- Tomasi, C., V. Vitale, A. Lupi, C. Di Carmine, M. Campanelli, A. Herber, R. Treffeisen, R. S. Stone, E. Andrews, S. Sharma, V. Radionov, W. von Hoyningen-Huene, K. Stebel, G. H. Hansen, C. L. Myhre, C. Wehrli, V. Aaltonen, H. Lihavainen, A. Virkkula, R. Hillamo, J. Ström, C. Toledano, V. E. Cachorro, P. Ortiz, A. M. de Frutos, S. Blindheim, M. Frioud, M. Gausa, T. Zielinski, T. Petelski and T. Yamanouchi, 2007: Aerosols in polar regions: A historical overview based on optical depth and in situ observations. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 112, D16205, doi:10.1029/2007JD008432.
- Suzuki, K., T. Yamanouchi and H. Motoyama, 2008: Moisture transport to Syowa and Dome Fuji stations in Antarctica. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 113, D24114, doi:10.1029/2008JD009794.
- Sato, K., M. Tsutsumi, T. Sato, T. Nakamura, A. Saito, Y. Tomikawa, K. Nishimura, M. Kohma, H. Yamagishi and T. Yamanouchi, 2014: Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar (PANSY). *J. Atmos. Solar-Terrest. Phys.*, 118A, 2-15.
- 平沢尚彦・山内 恭, 2017: 南極氷床と大気物質循環・気候. 気象研究ノート, (233) 452pp.
- Yamanouchi, T., 2019: Arctic warming by cloud radiation enhanced by moist air intrusion observed at Ny-Ålesund, Svalbard. *Polar Sci.*, 21, 110-116.
- Yamanouchi, T. and K. Takata, 2020: Rapid change of the Arctic climate system and its global influences-Overview of GRENE Arctic climate change research project (2011-2016). *Polar Sci.*, 25, 100548.