

2014年度藤原賞の受賞者決まる

受賞者：時岡達志（独立行政法人 海洋研究開発機構）

業績：地球温暖化モデリングによる地球温暖化予測への貢献

選定理由：

時岡達志氏は、気象庁入庁後、米国 UCLA に滞在し、荒川昭夫教授の下で UCLA 大気大循環モデルの開発に取り組んだ。1980年に気象研究所に大型計算機が導入されてからは、数値モデルによる大気大循環研究グループを主導し、1984年には第1世代の大気大循環モデルを完成した。このモデルを用いた様々な数値実験により、世界に伍する成果をあげ、1988年の日本気象学会賞を授与された。

モデル開発の中で、時岡氏は積雲パラメタリゼーションの改良に取り組み、積雲エントレインメントの下限値を導入することにより季節内変動の再現性が向上することを示した。この結果は、自由大気の水蒸気が積雲対流の励起に果たす役割を指摘したのものとして、近年のマッデンジュリアン振動の研究で注目されており、時岡氏の導入した定数は Tokioka parameter として引用されている。

1980年代末に、地球温暖化に対する国際的な科学的評価の必要性から「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」が発足した。時岡氏は、IPCC の活動に立ち上げから政府代表団に加わり、第一作業部会 (WG1) では日本代表 (1989年-1997年) 及び、第1次及び第2次評価報告書の執筆者 (Lead Author) を務めた。IPCC 第1次評価報告書へ日本の気候研究を反映させるために、気象研究所で開発してきた大気大循環モデルを海洋混合層モデルと結合して、日本で初めて二酸化炭素倍増実験を共同研究者とともに行った。引き続き地球温暖化予測研究を推進するために、大気大循環モデルと海洋大循環モデルを結合した大気

海洋結合モデルの開発を主導し、1992年には、現実的な季節変化をする太陽放射強制の下、世界で初めて大気・海洋結合モデルによる自励的なエルニーニョ再現実験に成功した。更に、このモデルに海水モデルを結合した気候モデルの開発に取り組んだ。気候モデルを長期間積分するには計算機資源が圧倒的に不足するなか、気象研究所、日立製作所 (秦野)、計算流体研究所 (東京電力からの支援)、国立環境研究所のスーパーコンピュータの援助を受け、二酸化炭素漸増実験を成功させた。その成果は、国際的な結合モデル相互比較 (CMIP) へのデータ提供を通して、IPCC 第2次評価報告書に反映された。そこで引用された、温暖化に伴う北半球高緯度の海水減少の問題は地球温暖化に伴う影響評価の重要課題になっている。

同氏は地球シミュレータを活用する文部科学省「人・自然・地球共生プロジェクト」、またその後継課題である「21世紀気候変動予測革新プログラム」(文部科学省)において地球温暖化実験研究を主導し、その成果を IPCC 第5次評価報告書に反映させた。更にその後継課題として2012年度から開始された「気候変動情報創生プログラム」(文部科学省)では、プログラムオフィサーとして研究課題の進捗に努めている。また、スーパーコンピュータ「京」を用いた「HPCI 戦略プログラム」(文部科学省)でも、課題代表者として研究を主導している。

時岡氏は、国際的にも、1980年代から世界気象機関 (WMO) の数値実験作業部会 (WGNE)、モンsoon数値実験グループ (MONEG)、結合モデリング作業グループ (WGCM)、及び世界気候研究プログラム (WCRP) の「気候の変動性及び予測可能性研究計画」(CLIVAR) のメンバーとして、我が国の気候モデリングにおける研究情報の発信と研究レベル向上に

貢献してきた。国内では学術会議の CLIVAR 小委員会の委員長として、我が国の対応の取りまとめを行っている。

このように、時岡氏は、日本の気候モデリング研究を先導し、最先端の計算資源を最大限に活用する研究課題を立案し、また課題責任者として後進の育成にも努めている。

以上の理由により、時岡達志氏に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

- Tokioka, T., A. Kitoh, I. Yagai and K. Yamazaki, 1985: A simulation of the tropospheric general circulation with the MRI atmospheric general circulation model. Part 1: The January performance. *J. Meteor. Soc. Japan*, **63**, 749-778.
- Tokioka, T. and A. Noda, 1986: Effects of large-scale orography on January atmospheric circulation: A numerical experiment. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 819-840.
- Tokioka, T. and I. Yagai, 1987: Atmospheric tides appearing in a global atmospheric general circulation model. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 423-438.
- Kitoh, A., K. Yamazaki and T. Tokioka, 1988a: Influence of soil moisture and surface albedo changes over the African tropical rain forest on summer climate investigated with the MRI-GCM-I. *J. Meteor. Soc. Japan*, **66**, 65-86.
- Tokioka, T., K. Yamazaki, A. Kitoh and T. Ose, 1988b: The equatorial 30-60 day oscillation and the Arakawa-Schubert penetrative cumulus parameterization. *J. Meteor. Soc. Japan*, **66**, 883-901.
- Noda, A. and T. Tokioka, 1989: The effect of doubling the CO₂ concentration on convective and non-convective precipitation in a general circulation model coupled with a simple mixed layer ocean model. *J. Meteor. Soc. Japan*, **67**, 1057-1069.
- Nagai, T., T. Tokioka, M. Endoh and Y. Kitamura, 1992: El Niño-Southern Oscillation simulated in an MRI atmosphere-ocean coupled general circulation model. *J. Climate*, **5**, 1202-1233.
- Tokioka, T., A. Noda, A. Kitoh, Y. Nikaidou, S. Nakagawa, T. Motoi, S. Yukimoto and K. Takata, 1995: A transient CO₂ experiment with the MRI CGCM: Quick report. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 817-826.
- Tokioka, T., 2000: Climate services at the Japan Meteorological Agency using a general circulation model:

Dynamical one-month prediction (D. A. Randall, ed.). *General Circulation Model Development: Past, Present and Future*, Academic Press, 355-371.

受賞者：中島映至（東京大学大気海洋研究所）

業績：大気放射学とそれに関わる気候・環境科学の推進

選定理由：

中島映至氏は、大気海洋結合系などの放射伝達理論、その高速解法、放射輝度から粒子系の微物理特性を推定する逆問題解法に関する先導的研究を行った。これらの研究において開発された一連の放射コードは現在、Star 放射コード系として公開されており、世界の多くの研究者に利用されている。また多波長天空輝度計 Skyradiometer を開発し、その地上観測網 Skynet の確立を推進した。Skynet は現在ではアジアを中心に全世界に展開されるまでになっており、WMO の全球大気監視網の contributing network 候補としても挙げられている。同氏はその後、NOAA 衛星搭載 AVHRR センサー観測から、エアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数の全球分布や、雲の光学的厚さと有効粒子半径の全球分布を世界に先駆けて示した。さらに、エアロゾルが引き起こす放射強制力や間接気候影響の大きさを見積もり、その後のエアロゾルと雲の微物理特性に関するリモートセンシング研究の方向性に大きな影響を与えた。また計算機の発展に合わせて GOSAT 衛星による短波長赤外分光観測からの二酸化炭素気柱濃度の推定などにおける逆問題解法の高速放射輝度計算アルゴリズムを開発した (Nakajima and Tanaka 1988)。なおこの論文は the 50 years Milestone JQSRT (*Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*) paper となっている。

これらの研究に加え、中島氏は大気放射過程を気候モデルに組み込み、温室効果や日傘効果、放射強制力といった気候研究に不可欠な放射量の計算を可能とすることにより、我が国の気候研究に大きく貢献した。さらに全球 3 次元エアロゾル輸送・放射モデル SPRINTARS の開発をリードした。SPRINTARS は多くのモデルに組み込まれ、放射強制力や気候システムにおける放射過程に関する多くの研究が我が国から生まれている。

近年、高性能の衛星搭載の多波長放射計、衛星搭載

測雲レーダまたライダーが運用されるようになり、エアロゾルと雲に関わる詳細な微物理量が推定可能になった。中島氏のグループは非静力学モデルにビン型雲粒子モデルを組み込み、世界に先駆けて衛星比較研究を実施した。その結果、エアロゾルが雲場を変える間接気候効果や下層雲のライフサイクルにおよぼす力学過程の評価などが可能となった。また、衛星リモートセンシングにとって挟雑物になるエアロゾル効果を補正するために、MIROC-SPRINTARS モデルの準リアルタイム運用・利用を提唱するなど、エアロゾル・雲リモートセンシングとモデリングの融合的研究という新しい方向性を示した。

中島氏は研究の領域にとどまらず、様々な活動を通して気象学・大気科学をはじめとする学術コミュニティの発展にも大きく貢献してきた。大気放射分野においては、IAMAS 国際放射委員会のアジア初のプレジデントを、また IPCC においてもリードオーサーを務めた。現在では、日欧共同の EarthCARE 衛星ミッションの日本側代表研究者（2013年まで）や国連環境計画大気の大気褐色雲プロジェクト（UNEP-ABC）のアジアサイエンスチーム主査などを務めており、大気放射やエアロゾル・雲の国際プロジェクトの推進に貢献している。また地球温暖化、福島原発事故などについても我が国の科学技術の施策検討や提言作成に努めている。

以上の理由により、中島映至氏に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

Iguchi, T., T. Nakajima, A. P. Khain, K. Saito, T. Takemura, H. Okamoto, T. Nishizawa and W.-K. Tao, 2012: Evaluation of cloud microphysics in JMA-NHM simulations using bin or bulk microphysical schemes through comparison with cloud radar observations. *J. Atmos. Sci.*, **69**, 2566-2586.

Nakajima, T., M. Tanaka and T. Yamauchi, 1983: Retrieval of the optical properties of aerosols from aureole and extinction data. *Appl. Opt.*, **22**, 2951-2959.

Nakajima, T. and M. Tanaka, 1986: Matrix formula-

tions for the transfer of solar radiation in a plane-parallel scattering atmosphere. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, **35**, 13-21.

Nakajima, T. and M. Tanaka, 1988: Algorithms for radiative intensity calculations in moderately thick atmospheres using a truncation approximation. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, **40**, 51-69.

Nakajima, T. and M. D. King, 1990: Determination of the optical thickness and effective particle radius of clouds from reflected solar radiation measurements. Part I: Theory. *J. Atmos. Sci.*, **47**, 1878-1893.

Nakajima, T., M. D. King, J. D. Spinhirne and L. F. Radke, 1991: Determination of the optical thickness and effective particle radius of clouds from reflected solar radiation measurements. Part II: Marine stratocumulus observations. *J. Atmos. Sci.*, **48**, 728-750.

Nakajima, T. Y. and T. Nakajima, 1995: Wide-area determination of cloud microphysical properties from NOAA AVHRR measurements for FIRE and ASTEX regions. *J. Atmos. Sci.*, **52**, 4043-4059.

Nakajima, T., G. Tonna, R. Rao, P. Boi, Y. Kaufman and B. Holben, 1996: Use of sky brightness measurements from ground for remote sensing of particulate polydispersions. *Appl. Opt.*, **35**, 2672-2686.

Nakajima, T. and A. Higurashi, 1997: AVHRR remote sensing of aerosol optical properties in the Persian Gulf region, summer 1991. *J. Geophys. Res.*, **102**, 16935-16946.

Nakajima, T., A. Higurashi, K. Kawamoto and J. E. Penner, 2001: A possible correlation between satellite-derived cloud and aerosol microphysical parameters. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 1171-1174.

Suzuki, K., T. Nakajima, M. Satoh, H. Tomita, T. Takemura, T. Y. Nakajima and G. L. Stephens, 2008: Global cloud-system-resolving simulation of aerosol effect on warm clouds. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L19817, doi:10.1029/2008GL035449.

Takemura, T., H. Okamoto, Y. Maruyama, A. Numaguti, A. Higurashi and T. Nakajima, 2000: Global three-dimensional simulation of aerosol optical thickness distribution of various origins. *J. Geophys. Res.*, **105**, 17853-17873.