

2014年度正野賞の受賞者決まる

受賞者：塩竈秀夫（国立環境研究所地球環境研究センター）

研究業績：過去の気候変化の要因推定と気候将来予測の不確実性に関する研究

選定理由：人間活動による温室効果ガスやエアロゾルの排出によるこれまでの気候変化を定量的に評価し、さらにその将来変化を予測することは、気象学にとって主要な課題の一つである。この課題では気候モデルによる数値実験に頼らざるをえないため、不確実性を統計学的に定量化しつつ気候モデルと現実の気候とを比較する研究が極めて重要な意味を持つ。塩竈秀夫氏は、高度な統計手法を駆使して全球気候モデル（以下GCM）による数値実験と観測データとを解析し、過去の気候変化に対する外部要因の寄与を推定する業績や、気候将来予測の不確実性に関する数多くの研究業績を上げてきた。

最近では第一に、近年観測された猛暑や豪雨などの極端現象イベントに関して、人間活動がその発生確率を変えてきたのか否かを評価する研究に力を入れ、その例として2010年の南米の干ばつにおける人為影響の寄与を推定した（業績1）。

将来予測には、GCM間で大きなばらつきがあり、その予測データを用いる影響評価にも不確実性が伝播する。これまでの気候変化予測・影響評価研究では、多くのGCMで一致する予測の信頼性は高

く、外れ値は信頼性が低いと考えられることが多かった。塩竈氏は、このように各GCMの信頼性が等しいという素朴な仮定に基づく「モデル民主主義」アプローチには論理的な根拠がないことを指摘し、現在気候実験の誤差情報から予測の信頼性を評価する手法を開発した。その手法をアマゾン川流域の水資源影響評価に適応した結果、利用できる全てのGCM出力の平均は湿潤化を予測しているにもかかわらず、実は乾燥化するという予測の方が信頼性が高いことを示した（業績2）。

単一のGCMでも、物理パラメータ値の設定によって予測に差が生じる。塩竈氏は、気候感度（CO₂倍増時の地上気温変化量）のパラメータ不確実性を調べる実験手法を開発し、気候感度がいかなるパラメータに敏感かを明らかにした（業績3）。また、2つのGCM間で物理スキームを入れ替えたハイブリッドGCMを作成し、さらにパラメータに摂動を与えて、気候感度の物理スキーム不確実性と物理パラメータ不確実性を比較することを可能にした（業績4）。

将来予測・影響評価には、GCM間の予測のばらつきだけでなく、与える外部要因による不確実性も重要である。塩竈氏は、放射強制力が同じでもエアロゾル排出量が異なる場合は、水資源影響評価に大きな差が生じることを発見した（業績5）。その原

因を調べるため、各外部強制要因を切り分けた感度実験を行い、エアロゾル第2種間接効果の寄与を診断する手法を開発して炭素性エアロゾルの影響が大きいことを明らかにした(業績6)。

塩竈氏は、2013年に公表された「気候変動に関する政府間パネル第1作業部会第5次報告書(IPCC WG1 AR5)」においては、気候モデル評価の章の執筆協力者として貢献した。また、IPCC WG1 AR5には塩竈氏の主著6篇(業績2, 3, 5, 6, 7)、共著15篇の論文が引用された。現在は、「気候変動の検出と要因推定に関する国際研究グループ(International Detection and Attribution Group)」の運営委員として、次期結合モデル相互比較計画(Coupled Model Intercomparison Project Phase 6)の検討にも参加している。

このように、塩竈氏は、気候変化に関する多くの先駆的な成果をあげ、国内外の研究コミュニティの発展に寄与してきた。

以上の理由により、日本気象学会は塩竈秀夫氏に2014年度正野賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

1. Shiogama, H., M. Watanabe, Y. Imada, M. Mori, M. Ishii and M. Kimoto, 2013: An event attribution of the 2010 drought in the South Amazon region using the MIROC5 model. *Atmos. Sci. Lett.*, **14**, 170-175.
2. Shiogama, H., S. Emori, N. Hanasaki, M. Abe, Y. Masutomi, K. Takahashi and T. Nozawa, 2011: Observational constraints indicate risk of drying in the Amazon basin. *Nature Commun.*, **2**, 253, doi:10.1038/ncomms1252.
3. Shiogama, H., M. Watanabe, M. Yoshimori, T. Yokohata, T. Ogura, J. D. Annan, J. C. Hargreaves, M. Abe, Y. Kamae, R. O'ishi, R. Nobui, S. Emori, T. Nozawa, A. Abe-Ouchi and M. Kimoto, 2012: Perturbed physics ensemble using the MIROC5 coupled atmosphere-ocean GCM without flux corrections: experimental design and results. *Clim. Dyn.*, **39**, 3041-3056.
4. Shiogama, H., M. Watanabe, T. Ogura, T. Yokohata and M. Kimoto, 2014: Multi-parameter multi-physics ensemble (MPMPE): a new approach exploring the uncertainties of climate sensitivity. *Atmos. Sci. Lett.*, **15**, 97-102.
5. Shiogama, H., N. Hanasaki, Y. Masutomi, T. Nagashima, T. Ogura, K. Takahashi, Y. Hijioka, T. Takemura, T. Nozawa and S. Emori, 2010: Emission scenario dependencies in climate change assessments of the hydrological cycle. *Clim. Change*, **99**, 321-329.
6. Shiogama, H., S. Emori, K. Takahashi, T. Nagashima, T. Ogura, T. Nozawa and T. Takemura, 2010: Emission scenario dependency of precipitation on global warming in the MIROC3.2 model. *J. Climate*, **23**, 2404-2417.
7. Shiogama, H., D. A. Stone, T. Nagashima, T. Nozawa and S. Emori, 2013: On the linear additivity of climate forcing-response relationships at global and continental scales. *Int. J. Climatol.*, **33**, 2542-2550.

受賞者：松井仁志(海洋研究開発機構)

研究業績：エアロゾルの数・粒径・混合状態を予測する新世代モデルの開発と検証

選定理由：大気中のエアロゾルは、太陽放射の散乱・吸収(直接効果)や雲への影響(間接効果)を通じて、地球の放射収支や気候変動に対して重要な役割を果たしている。しかしその影響の不確実性は依然として大きい。松井仁志氏は、これらの効果を精度良く推定するために、直接効果の鍵となるエアロゾルの混合状態(光吸収性と非吸収性成分が同じ粒子内に混合して存在するかなど)と、間接効果の鍵となるエアロゾルの数濃度・粒径分布などを高精度で計算するエアロゾルモデルを開発し、領域3次元数値モデルに実装した。

第一に、松井氏は核形成(気体からの粒子生成)で生成する直径1nm程度の粒子からの凝縮・凝集による粒子成長過程を理論に基づいて計算するという画期的なモデルを開発した(業績1, 2)。その結果、新粒子生成が起こるかどうかは、核形成で生成した粒子の成長速度と、既存粒子への取り込みという2つの競合過程のバランスで決まっていることを示した。

第二に松井氏は、強い光吸収性をもつブラックカーボンエアロゾル(BC)の混合状態を2次元の配列(ビン)で表現したエアロゾルモデルを開発した(業績3)。この結果、観測されたBC混合状態の特徴を良く再現できることを初めて示すとともに、従来の放射計算法との比較から、BCによる大気加熱率の推定に30~40%程度の不確実性が生じることを明らかにした。

第三に松井氏は、従来のモデルでは大きく過小評

価されてきた有機エアロゾルについて、半揮発性の有機化合物の酸化過程を考慮したモデルを開発した(業績4,5)。これを導入した領域3次元モデルをアジア域に適用し、有機エアロゾルの変動を再現することに成功した。また人為起源と自然起源の気体・エアロゾル成分の相互作用が、有機エアロゾルの気候影響を推定する上で大きな役割を果たす可能性を示した。

第四に松井氏は、以上の3つの重要なエアロゾル過程を全て表現した世界で唯一のエアロゾル統合モデルを開発した(業績6)。エアロゾルの各プロセスはお互いに複雑に関連しあい、気象場の変化に対して非線形に応答する。このような複雑系の応答や、各プロセスの相対的重要度の評価は、エアロゾルの各素過程を物理化学法則に基づき詳細に表現したこの統合モデルによりはじめて可能となった。

以上のように松井氏は、次世代のエアロゾルモデルとも言うべき新たなエアロゾルモデルの開発を行い、エアロゾルの直接・間接効果に関わる重要なプロセスを解明してきた。

以上の理由により、日本気象学会は松井仁志氏に2014年度正野賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

1. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, N. Takegawa, A. Wiedensohler, J. D. Fast and R. A. Zaveri, 2011: Impact of new particle formation on the concentrations of aerosols and cloud condensation nuclei around Beijing. *J. Geophys. Res.*, 116, D19208, doi:10.1029/2011JD016025.
2. Matsui, H., M. Koike, N. Takegawa, Y. Kondo, A. Takami, T. Takamura, S. Yoon, S.-W. Kim, H.-C. Lim and J. D. Fast, 2013: Spatial and temporal variations of new particle formation in East Asia using an NPF-explicit WRF-chem model: North-south contrast in new particle formation frequency. *J. Geophys. Res.*, 118, 11647-11663, doi:10.1002/jgrd.50821.
3. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, N. Moteki, J. D. Fast and R. A. Zaveri, 2013: Development and validation of a black carbon mixing state resolved three-dimensional model: Aging processes and radiative impact. *J. Geophys. Res.*, 118, 2304-2326, doi:10.1029/2012JD018446.
4. Matsui, H., M. Koike, N. Takegawa, Y. Kondo, R. J. Griffin, Y. Miyazaki, Y. Yokouchi and T. Ohara, 2009: Secondary organic aerosol formation in urban air: Temporal variations and possible contributions from unidentified hydrocarbons. *J. Geophys. Res.*, 114, D04201, doi:10.1029/2008JD010164.
5. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, A. Takami, J. D. Fast, Y. Kanaya and M. Takigawa, 2014: Volatility basis-set approach simulation of organic aerosol formation in East Asia: implications for anthropogenic-biogenic interaction and controllable amounts. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 14, 6203-6260.
6. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, J. D. Fast and M. Takigawa, 2014: Development of an aerosol microphysical module: Aerosol Two-dimensional bin module for foRmation and Aging Simulation (ATRAS). *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 14, 10659-10699.