

## 2025 年度藤原賞の受賞者決まる

受賞者：小池 真（東京大学）

業績：気候・大気環境科学に関わるオゾン・エアロゾル・雲微物理研究の推進

選定理由：

小池真氏は長年にわたり東アジアや北極域などの反応性気体（オゾン、窒素酸化物など）やエアロゾル、雲微物理の観測的研究を推進するとともに、関連する多くの航空機観測プロジェクトを主導してきた。まず、ピナツボ火山噴火後の成層圏オゾン減少の原因として提案されていたエアロゾルが関与する不均一反応過程を地上分光観測データの解析から実証し、1995年度に山本・正野論文賞を受賞した（業績 1）。さらに、米国主導の国際共同航空機観測や日本主導の航空機観測大型プロジェクトにおいて、対流圏オゾン生成の鍵となる窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）の高精度観測を実施し、春季の北西太平洋域では寒気吹き出しに伴うアジア大陸起源の  $\text{NO}_x$  輸送が下部対流圏の  $\text{NO}_x$  収支に果たす重要な役割や、自由対流圏の  $\text{NO}_x$  収支における雷放電による生成の重要性などを明らかにした（業績 2～4）。これら重要な成果のうち、初期のものに対しては 2001 年度に堀内賞が授与されている。

その後、小池氏は研究対象をエアロゾルや雲微物理へと発展的に広げ、都市域やその郊外におけるオゾン・エアロゾルの動態を明らかにする地上観測プロジェクト IMPACT（2003～2005 年）、及び東アジアのエアロゾルと雲微物理の変動メカニズムを明らかにする航空機観測プロジェクト A-FORCE（2004～2022 年）を共同研究者とともに主導した。これら一連の観測的研究から、アジア域で排出される人為起源の化学物質によるオゾンやエアロゾルの生成・変容・輸送・除去などの諸過程を明らかにした（業績 5～10）。また、大陸から高濃度エアロゾルの寒気が吹き出す状況下で、黒潮の高い海面水温が下層雲の鉛直構造や雲微物理量に与える影響などを解明し（業績 11）、さらにエアロゾル・雲相互作用の解明のため 2022 年夏季に北海道東方海上にて日本が主体となる初の航空機と船舶との同期観測を主導した。

こうした観測的研究の豊富な実績を踏まえ、小池氏は文部科学省「北極域研究加速プロジェクト（ArCS, ArCS II）」の大気科学研究分野を主要メンバーとして牽引し、極域にて氷雲粒子形成の核として働く氷晶核の季節変動や北極域の下層雲（水雲）に対するエアロ

ゾルからの影響を明らかにするなど重要な成果を挙げた（業績 12～14）。また、観測的研究とは相補的な数値モデル研究の発展も目指して若手の人材育成にも積極的に関与し、素過程に基づきエアロゾルの微物理的变化を表現する革新的な数値モデルの開発・改良に重要な貢献をした。そして、これらのモデルを用いてエアロゾルの動態を定量化し、人為起源エアロゾルの放射影響の高精度推定を実現した（業績 15～18）。さらに、こうした多くの研究から得た豊富で系統的な知見を基にエアロゾルと雲微物理に関する教科書も出版した（業績 19）。

小池氏は長年にわたる航空機観測プロジェクトにおける実績から、日本気象学会学術委員会の航空機観測に関する検討部会の部会長（2014～2019 年度）と副部会長を務めてきた。その間、日本初となる地球観測専用航空機の導入による気候・地球システム科学研究の推進計画を気象学会と関連諸学会の研究者らと立案し、日本学術会議大型研究計画に関するマスタープランに提案し、重点大型研究計画の 1 つとして採択に至った（2020 年度）。この計画は名古屋大学宇宙地球環境研究所附属飛翔体観測推進センターに引き継がれ、我が国の航空機を用いた大気科学研究の発展の基盤となっている。さらに、国内外の各種委員会での評価報告書執筆にも長年携わり、日本の大気科学研究のプレゼンス向上に貢献した。

上記の功績により、日本気象学会は小池真氏に 2025 年度日本気象学会藤原賞を贈呈するものである。

### 関連する主要業績

1. Koike, M., N. B. Jones, W. A. Matthews, P. V. Johnston, R. L. McKenzie, D. Kinnison and J. Rodriguez, 1994: Impact of Pinatubo aerosols on the partitioning between  $\text{NO}_2$  and  $\text{HNO}_3$ . *Geophys. Res. Lett.*, **21**, 597–600.
2. Koike, M., Y. Kondo, K. Kita, N. Takegawa, Y. Masui, Y. Miyazaki, M. W. Ko, A. J. Weinheimer, F. Flocke, R. J. Weber, D. C. Thornton, G. W. Sachse, S. A. Vay, D. R. Blake, D. G. Streets, F. L. Eisele, S. T. Sandholm, H. B. Singh and R. W. Talbot, 2003: Export of anthropogenic reactive nitrogen and sulfur compounds from the East Asia region in spring. *J. Geophys. Res.*, **108**, 8789. doi:10.1029/2002JD003284.

3. Kondo, Y., Y. Morino, N. Takegawa, M. Koike, K. Kita, Y. Miyazaki, G. W. Sachse, S. A. Vay, M. A. Avery, F. Flocke, A. J. Weinheimer, F. L. Eisele, M. A. Zondlo, R. J. Weber, H. B. Singh, G. Chen, J. Crawford, D. R. Blake, H. E. Fuelberg, A. D. Clarke, R. W. Talbot, S. T. Sandholm, E. V. Browell, D. G. Streets and B. Liley, 2004: Impacts of biomass burning in Southeast Asia on ozone and reactive nitrogen over the western Pacific in spring. *J. Geophys. Res.*, **109**, D15S12. doi:10.1029/2003JD004203.
4. Singh, H. B., D. Herlth, R. Kolyer, L. Salas, J. D. Bradshaw, S. T. Sandholm, D. D. Davis, Y. Kondo, M. Koike, R. Talbot, G. L. Gregory, G. W. Sachse, E. Browell, D. R. Blake, F. S. Rowland, R. Newell, J. Merrill, B. Heikes, S. C. Liu, P. J. Crutzen and M. Kanakidou, 1996: Reactive nitrogen and ozone over the western Pacific: Distribution, partitioning and sources. *J. Geophys. Res.*, **101**, 1793–1808.
5. Hudman, R. C., D. J. Jacob, O. R. Cooper, M. J. Evans, C. L. Heald, R. J. Park, F. Fehsenfeld, F. Flocke, J. Holloway, G. Hübler, K. Kita, M. Koike, Y. Kondo, A. Neuman, J. Nowak, S. Oltmans, D. J. Parrish, M. Roberts and T. Ryerson, 2004: Ozone production in trans-Pacific Asian pollution plumes and implications for ozone air quality in California. *J. Geophys. Res.*, **109**, D23S10. doi:10.1029/2004JD004974.
6. Kanaya, Y., R. Cao, H. Akimoto, M. Fukuda, Y. Komazaki, Y. Yokouchi, M. Koike, H. Tanimoto, N. Takegawa and Y. Kondo, 2007: Urban photochemistry in central Tokyo: 1. Observed and modeled OH and HO<sub>2</sub> radical concentrations during the winter and summer of 2004. *J. Geophys. Res.*, **112**, D21312. doi:10.1029/2007JD008670.
7. Kondo, Y., Y. Komazaki, Y. Miyazaki, N. Moteki, N. Takegawa, M. Nogami, S. Deguchi, M. Fukuda, T. Miyakawa, Y. Morino, D. Kodama and M. Koike, 2006: Temporal variations of elemental carbon in Tokyo. *J. Geophys. Res.*, **111**, D12205. doi:10.1029/2005JD006257.
8. Moteki, N., Y. Kondo, Y. Miyazaki, N. Takegawa, T. Miyakawa, Y. Komazaki, G. Kurata, T. Shirai, D. R. Blake and M. Koike, 2007: Evolution of mixing state of black carbon particles: Aircraft measurements over the western Pacific in March 2004. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L11803. doi:10.1029/2006GL028943.
9. Matsui, H., Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa, L. K. Sahu, Y. Zhao, H. E. Fuelberg, W. R. Sessions, G. Diskin, D. R. Blake, A. Wisthaler and M. Koike, 2011: Seasonal variation of the transport of black carbon aerosol from the Asian continent to the Arctic during the ARCTAS aircraft campaign. *J. Geophys. Res.*, **116**, D05202. doi:10.1029/2010JD015067.
10. Oshima, N., Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa, M. Koike, K. Kita, H. Matsui, M. Kajino, H. Nakamura, J. S. Jung and Y. J. Kim, 2012: Wet removal of black carbon in Asian outflow: Aerosol Radiative Forcing in East Asia (A-FORCE) aircraft campaign. *J. Geophys. Res.*, **117**, D03204. doi:10.1029/2011JD016552.
11. Koike, M., N. Takegawa, N. Moteki, Y. Kondo, H. Nakamura, K. Kita, H. Matsui, N. Oshima, M. Kajino and T. Y. Nakajima, 2012: Measurements of regional-scale aerosol impacts on cloud microphysics over the East China Sea: Possible influences of warm sea surface temperature over the Kuroshio Ocean current. *J. Geophys. Res.*, **117**, D17205. doi:10.1029/2011JD017324.
12. Tobo, Y., K. Adachi, P. J. DeMott, T. C. J. Hill, D. S. Hamilton, N. M. Mahowald, N. Nagatsuka, S. Ohata, J. Uetake, Y. Kondo and M. Koike, 2019: Glacially sourced dust as a potentially significant source of ice nucleating particles. *Nature Geosci.*, **12**, 253–258.
13. Tobo, Y., K. Adachi, K. Kawai, H. Matsui, S. Ohata, N. Oshima, Y. Kondo, O. Hermansen, J. Inoue and M. Koike, 2024: Surface warming in Svalbard may have led to increases in highly active ice-nucleating particles. *Commun. Earth Env.*, **5**, 516. doi:10.1038/s43247-024-01677-0.
14. Koike, M., J. Ukita, J. Ström, P. Tunved, M. Shiobara, V. Vitale, A. Lupi, D. Baumgardner, C. Ritter, O. Hermansen, K. Yamada and C. A. Pedersen, 2019: Year-round in situ measurements of Arctic low-level clouds: Microphysical properties and their relationships with aerosols. *J. Geophys. Res. Atmos.*, **124**, 1798–1822.
15. Oshima, N., M. Koike, Y. Zhang, Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa and Y. Miyazaki, 2009: Aging of black carbon in outflow from anthropogenic sources using a

- mixing state resolved model: 1. Model development and evaluation. *J. Geophys. Res.*, **114** (D3). doi:10.1029/2008JD010680.
16. Matsui, H., M. Koike, N. Takegawa, Y. Kondo, R. J. Griffin, Y. Miyazaki, Y. Yokouchi and T. Ohara, 2009a: Secondary organic aerosol formation in urban air: Temporal variations and possible contributions from unidentified hydrocarbons. *J. Geophys. Res.*, **114** (D4). doi:10.1029/2008JD010164.
  17. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, N. Takegawa, K. Kita, Y. Miyazaki, M. Hu, S.-Y. Chang, D. R. Blake, J. D. Fast, R. A. Zaveri, D. G. Streets, Q. Zhang and T. Zhu, 2009b: Spatial and temporal variations of aerosols around Beijing in the summer 2006: 1. Model evaluation and source apportionment. *J. Geophys. Res.*, **114** (D2). doi:10.1029/2009JD010906.
  18. Matsui, H., N. M. Mahowald, N. Moteki, D. S. Hamilton, S. Ohata, A. Yoshida, M. Koike, R. A. Scanza and M. G. Flanner, 2018: Anthropogenic combustion iron as a complex climate forcer. *Nature Comm.*, **9**, 1593, doi:10.1038/s41467-018-03997-0.
  19. 近藤豊・小池真, 2024: 雲の物理とエアロゾル: 物理と化学の基礎から学ぶ, 東京大学出版会, 288pp., ISBN 978-4-13-062731-3.