

2011年度堀内賞の受賞者決まる

受賞者：中島 孝（東海大学情報デザイン工学部・情報技術センター）

研究業績：地球観測衛星データを用いた雲物理量・雲特性の導出手法とアルゴリズムの開発

選定理由：現在の気象学や気候学の発展において、人工衛星による地球観測は無くしてはならない研究手段のひとつとなっている。中島 孝氏は1994年から2005年にかけての宇宙開発事業団（NASDA、現宇宙航空研究開発機構；JAXA）在職中、及び2005年から現在に至るまでの東海大学在職期間を通じて、一貫して地球観測衛星による雲観測に関する研究を推進し、大気科学及び大気リモートセンシングの学術分野へ大きな貢献をなしてきた。なかでも衛星搭載可視赤外センサーデータを用いて中島氏および彼の研究グループにより開発された高精度な雲特性解析アルゴリズムは国際的に高い評価を得ている。また、衛星による雲の有無判断には曖昧さと中立性が必要であるというユニークな視点を元に開発した雲域判別アルゴリズムに対する世界的な評価は非常に高く、実際に受動型可視赤外放射計を用いた幾つかの観測ミッションにおいてこうしたアルゴリズムが標準的に用いられつつある。雲判別は衛星データ利用上極めて重要な要素であり、中立性（目的恣意性の低い）の高いアルゴリズムの開発は、今後の雲気候や気候変動研究にも重要な影響を与えるものである。雲リモートセンシングの適用範囲をこれまでの水雲（球状粒子）から氷雲（非球形粒子）に拡張するために必要となる電磁波散乱問題（境界要素法および幾何光学近似手法）の解法にも取り組み、基礎研究の推進も行っている。さらに、最も近年における顕著な研究成果は、衛星に搭載された能動型センサー（CloudSat 雲レーダ）と受動型センサー（Aqua 衛星搭載 MODIS）から得られた全球規模データの複合利用である。観測原理が異なる二つのセンサーからそれぞれ得られた雲のデータを適切に組み合わせることにより、これまで単独センサーの観測では得られなかった雲粒の成長過程を、衛星データを用いて鮮やかに描き出すことに世界に先駆けて成功した。この解析では、レーダ反射因子の鉛直方向の分離のために幾何学的な高度ではなく、雲の光学的深さを用いるという大気放射研究者ならで

はのユニークな発想が成功の鍵となった。この成果は、衛星による雲のマクロな知見を、生成・発達・消滅に関するミクロな知見と融合させることに他ならず、雲凝結核から降雨までの連続的な衛星観測を可能にする手法を開発したという点で非常に大きな貢献である。このような新しいリモートセンシング技術の開発は、世界的に大きな反響をよび、これをヒントにした研究論文が続いて出てくるまでになっている。

中島氏の地球観測衛星データ解析をもとにした雲・降水に関する物理量と物理特性を引き出すアルゴリズムと手法の開発は、衛星を用いた気象学気候学の発展・向上に大きく貢献していると認められる。

以上の理由により、日本気象学会は中島 孝氏に2011年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

- 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. Y., T. Nakajima, M. Nakajima, H. Fukushima, M. Kuji, A. Uchiyama and M. Kishino, 1998 : Optimization of the Advanced Earth Observing Satellite II Global Imager channels by use of radiative transfer calculations. *Appl. Opt.*, **37**, 3149-3163.
- Nakajima, T. Y., T. Imai, O. Uchino and T. Nagai, 1999 : Influence of daylight and noise current on cloud and aerosol observations by spaceborne elastic scattering lidar. *Appl. Opt.*, **38**, 5218-5228.
- Nakajima, T. Y., H. Murakami, M. Hori, T. Nakajima, T. Aoki, T. Oishi and A. Tanaka, 2003 : Efficient use of an improved radiative transfer code to simulate near-global distributions of satellite-measured radiances. *Appl. Opt.*, **42**, 3460-3471.
- Nakajima, T. Y., A. Uchiyama, T. Takamura, N. Tsujioka, T. Takemura and T. Nakajima, 2005 : Comparisons of warm cloud properties obtained from satellite, ground, and aircraft measurements during APEX Intensive Observation Period in 2000 and 2001. *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, 1085-1095.
- Nakajima, T. Y., T. Nakajima, A. Higurashi, N. Kiku-

- chi and M. Kuji, 2006 : Atmospheric environment observed by GLI aboard ADEOS-II. *J. Remote Sens. Soc. Japan*, 26, 33-36.
- Nakajima, T. Y., H. Masunaga and T. Nakajima, 2009 : Near-global scale retrieval of the optical and microphysical properties of clouds from Midori-II GLI and AMSR data. *J. Remote Sens. Soc. Japan*, 29, 29-39.
- Nakajima, T. Y., T. Nakajima, K. Yoshimori, S. K. Mishra and S. N. Tripathi, 2009 : Development of a light scattering solver applicable to particles of arbitrary shape on the basis of the surface-integral equations method of Muller-type (SIEM/M) : Part I. Methodology, accuracy of calculation, and electromagnetic current on the particle surface. *Appl. Opt.*, 48, 3526-3536.
- Nakajima, T. Y., K. Suzuki and G. L. Stephens, 2010 : Droplet growth in warm water clouds observed by the A-Train. Part I : Sensitivity analysis of the MODIS-derived cloud droplet sizes. *J. Atmos. Sci.*, 67, 1884-1896.
- Nakajima, T. Y., K. Suzuki and G. L. Stephens, 2010 : Droplet growth in warm water clouds observed by the A-Train. Part II : A Multisensor view. *J. Atmos. Sci.*, 67, 1897-1907.
- Suzuki, K., T. Nakajima, T. Y. Nakajima and G. L. Stephens, 2010 : Effect of the droplet activation process on microphysical properties of warm clouds. *Environ. Res. Lett.*, 5, 024012, doi : 10.1088/1748-9326/5/2/024012.
- Suzuki, K., T. Y. Nakajima and G. L. Stephens, 2010 : Particle growth and drop collection efficiency of warm clouds as inferred from joint CloudSat and MODIS observations. *J. Atmos. Sci.*, 67, 3019-3032.

受賞者：島田浩二（東京海洋大学海洋科学部）

研究業績：北極域における大気・海洋・海水相互作用に関する研究

選定理由：近年、北極海では、大気と海洋の相互作用を遮断していた海水の減少に伴い、大気-海洋間の熱・水・運動量フラックスに大きな変化が生じており、その実態解明は地球気候の変動研究にとって重要な課題となっている。しかしながら特に太平洋側の北極海は、米ソの冷戦終了後、重点的に観測されることはなく、データの空白域になっており、海洋循環像さえ十分に得られていなかった。

島田浩二氏は、北極海の海水減少がクローズアップされる以前から、北極海の海洋・海水の変動を現場観測の基本的知見と、大気・海洋・海水相互作用を含む独創的な力学的視点で捉え、これらを踏まえて、近年の急激に進む海水減少メカニズムについての研究を主導してきた。特に、ベーリング海峡を通過して北極海に流入する暖かい太平洋水の流入過程については、現場観測及び係留観測などにより、実態を明らかにするとともに、その力学をロスビー波と海底地形の相互作用として明らかにした。

島田氏はさらに、近年の海水激減をもたらした正のフィードバック・メカニズムを、以下のように明らかにした。一海水密度が少し低下するだけで、大規模海水運動に対する摩擦力が著しく低下し、風応力が海水運動の強化に効率よく使われるようになる。海水運動の強化により上層海洋循環が強化され、海洋熱輸送量が増加し、海水形成量の低下に伴い海水減少が起こる。一旦、大きく海水が後退・減少すれば、沿岸付近まで海水が張り詰めるのに時間を要するため、摩擦力低下が持続し、海水運動の強化は維持され、更なる海洋の温暖化、海水減少が起こる。これら一連の反応が、著しい海水減少をもたらす正のフィードバック・システムになっている。太平洋側北極海で顕著な海水減少は、空間的に非一様な大気に対する熱源分布をもたらすため、大気海洋相互作用により、太平洋側北極海における海面気圧のダイポールモードと関係し得るもので、大気変動を理解する上でも重要な結果である。島田氏はこの他にも幅広い北極海研究を（独）海洋研究開発機構の北極グループの中核メンバーとして行ってきた。島田氏は現在、新たに見出された海水減少をもたらすフィードバック過程の解明に向け、人工衛星データおよび客観解析データを用い、高精度の海水運動データの構築や海水運動特性に関する研究を推進している。これは、数値モデルにおける大気・海水・海洋間の運動量交換に関するパラメタリゼーションの改善など、大気・海水・海洋相互作用に関する新たな基盤になると期待される。

島田氏のこれら一連の実績は、気象学と海洋学・雪氷学との境界領域の研究を著しく発展させ、気候変動研究の未開拓分野に大きく貢献すると認められる。

以上の理由により、日本気象学会は島田浩二氏に2011年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

- Shimada, K., E. Carmack, K. Hatakeyama and T. Takizawa, 2001 : Varieties of shallow temperature maximum waters in the Western Canadian Basin of the Arctic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 3441-3444.
- Shimada, K., F. McLaughlin, E. Carmack, A. Proshutinsky, S. Nishino and M. Itoh, 2004 : Penetration of the 1990s warm temperature anomaly of Atlantic Water in the Canada Basin. *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L20301, 10.1029/2004GL020860.
- Shimada, K., M. Itoh, S. Nishino, F. McLaughlin, E. Carmack and A. Proshutinsky, 2005 : Halocline structure in the Canada Basin of the Arctic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L03605, doi : 10.1029/2004GL021358.
- Shimada, K. [as one of consulting authors], 2005 : Arctic Climate Impact Assessment - Scientific Report. Cambridge University Press, 1042pp.. (Chapter 9 : Marine Systems の一部を分担).
- Shimada, K., T. Kamoshida, M. Itoh, S. Nishino, E. Carmack, F. McLaughlin, S. Zimmermann and A. Proshutinsky, 2006 : Pacific Ocean inflow : Influence on catastrophic reduction of sea ice cover in the Arctic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L08605, doi : 10.1029/2005GL025624. (Nature Research highlight)
- Sumata, H. and K. Shimada, 2007 : Northward transport of Pacific Summer Water along the Northwind Ridge in the western Arctic Ocean. *J. Oceanogr.*, **63**, 363-378.
- Nishino, S., K. Shimada, M. Itoh, M. Yamamoto-Kawai and S. Chiba, 2008 : East-west differences in water mass, nutrient, and chlorophyll a distributions in the sea ice reduction region of the western Arctic Ocean. *J. Geophys. Res.*, **113**, C00A01, doi : 10.1029/2007JC004666.
- Reid, P. C., A. C. Fischer, E. Lewis-Brown, M. P. Meredith, M. Sparrow, A. J. Andersson, A. Antia, N. R. Bates, U. Bathmann, G. Beaugrand, H. Brix, S. Dye, M. Edwards, T. Furevik, R. Gangsto, H. Hatun, R. R. Hopcroft, M. Kendall, S. Kasten, R. Keeling, C. Le Quere, F. T. Mackenzie, G. Malin, C. Mauritzen, J. Olafsson, C. Paull, E. Rignot, K. Shimada, M. Vogt, C. Wallace, Z. Wang and R. Washington, 2009 : Impacts of the Oceans on Climate Change. *Adv. Mar. Biol.*, **56**, 1-150.
- McLaughlin, F. A., E. C. Carmack, W. J. Williams, S. Zimmermann, K. Shimada and M. Itoh, 2009 : Joint effects of boundary currents and thermohaline intrusions on the warming of Atlantic water in the Canada Basin : 1993-2007. *J. Geophys. Res.*, **114**, C00A12, doi : 10.1029/2008JC005001.
- Nishino, S., K. Shimada, M. Itoh and S. Chiba, 2009 : Vertical double silicate maxima in the sea-ice reduction region of the western Arctic Ocean : Implications for an enhanced biological pump due to sea-ice reduction. *J. Oceanogr.*, **65**, 871-883.
- Yamamoto-Kawai, M., F. A. McLaughlin, E. C. Carmack, S. Nishino and K. Shimada, 2009 : Aragonite undersaturation in the Arctic Ocean : Effects of ocean acidification and sea ice melt. *Science*, **326**, 1098-1100.
- Polyakov, I. V., L. A. Timokhov, V. A. Alexeev, S. Bacon, I. A. Dmitrenko, L. Fortier, I. E. Frolov, J.-C. Gascard, E. Hansen, V. V. Ivanov, S. Laxon, C. Mauritzen, D. Perovich, K. Shimada, H. L. Simmons, V. T. Sokolov, M. Steele and J. Toole, 2010 : Arctic Ocean warming contributes to reduced polar ice cap. *J. Phys. Oceanogr.*, **40**, 2743-2756.