

## 2008年度堀内賞の受賞者決まる

**受賞者：**大島慶一郎（北海道大学低温科学研究所）

**研究業績：**海水の気候システムに果たす役割に関する研究

**選定理由：**海水は、その生成過程において高密度水を生成することを通して、気候システムにおいて重要なコンポーネントである海洋の中深層（熱塩）循環を駆動する。また、海水はアイスアルベドフィードバック効果により、気候変動に大きな影響を与える。特に最近では、地球温暖化に伴う海水の変動・応答が緊急の研究課題となっており、気候システムや気候変動に対する海水の役割を理解することは今後ますます重要になる。

大島慶一郎氏は、季節海水域であるオホーツク海と南極海において、海洋・海水の観測・モデル研究を行ってきた。その中で、特に海水が気候システムに果たす役割に注目し、定量的なレベルまで踏み込んで議論するという点で、先駆的な研究を行ってきた。

海水生成とそれによる高密度水生成は、熱塩・物質循環とその変動を決める最重要な因子であるが、それを捉える現場観測が極めて困難であることから、これらの変動はもとより海水生産の平均的な量・分布などもよくわかってはいなかった。大島氏は、衛星データによる海水情報と熱収支計算を組み合わせることで海水生産量を見積もる手法を考案し、それをオホーツク海と南極海に適用した。この研究で、沿岸ポリニヤで局所的に大きな海水生産があることを明確に示した。南極海の研究では、今まで知られていなかった高海水生産域を発見し、未知の南極底層水生成域の存在を示唆した。オホーツク海では、北西陸棚ポリニヤが最大の海水生産域であり、高密度水の沈み込み域と一致することを示した。また、熱収支解析から、北部で生成された海水が南部に輸送されそこで融解することで、多量の負の熱が南へ運ばれ、北海道北部・東部域の寒冷な気候を形成していることも示した。大島氏は現在、高精度の海水生産量のグローバルマッピングを試みており、これは、大気においても海洋においても、今までわかっていなかった海水域での熱塩フラックス境界条件を与えることにもなる。

オホーツク海は、高海水生産により北太平洋で最

も重い水を生成し、それが北太平洋の中層に潜り込み、北太平洋のオーバーターニング（中層循環）を駆動している。大島氏は、近年の地球温暖化により、海水生成が減少し高密度水の生成も弱まり、中層循環が弱まっていることを初めてデータから示唆した。古海洋学の知見から類推すると、中深層循環の変動は地球の気候や生態系にも大きな変化をもたらすことになる。また「オホーツク海及び北太平洋中層のオーバーターニングは温暖化に鋭敏である」ことは、100-1000年スケールの気候変動を考える上でも1つの視点を与えるものである。

大島氏は、海水のアイスアルベドフィードバック効果についても、卓抜した研究を行っている。まず、南極海での現場観測と熱収支計算から、南極海での海水融解は開水面より海洋混合層に入った短波放射の熱によってほとんどなされることを明らかにし、簡略化した海水・海洋結合モデルを提出した。このモデルと観測との比較から、融解期の海水の年々変動は、海水海洋アルベドフィードバック効果によってある程度説明されることを示した。

これらの研究は現場観測とフィードバックさせながら行っており、そのことも高く評価される点である。海水融解システムの研究は、日本南極地域観測隊での自身の観測が契機となっている。オホーツク海では、砕氷型巡視船「そうや」や係留系を利用しての先駆的な現場海水観測を行った。ロシア船やプロファイリングフロートによってオホーツク海の中層水をモニターし続けたことで、海水変動と中層水がリンクしていることが明らかになった。これらの観測データがあっただけで、海水の役割を定量的なレベルで議論できることになる。最近では、海水生産量マッピングから新たに示唆された南極底層水生成域での観測を中心となって企画・実行している。

大島氏のこれら一連の極域・海水域での研究成果は、気象学と海洋物理学・雪氷学との境界領域の研究を著しく発展させ、気象学の未開拓分野に大きく貢献すると認められる。

以上の理由から、日本気象学会は大島慶一郎氏に2008年度堀内賞を贈るものである。

**主要な論文：**

- Ohshima, K. I., K. Yoshida, H. Shimoda, M. Wakatsuchi, T. Endoh and M. Fukuchi, 1998 : Relationship between the upper ocean and sea ice during the Antarctic melting season. *J. Geophys. Res.*, **103**, 7601-7615.
- Nihashi, S. and K. I. Ohshima, 2001 : Relationship between ice decay and solar heating through open water in the Antarctic sea ice zone. *J. Geophys. Res.*, **106**, 16767-16782.
- Ohshima, K. I., T. Watanabe and S. Nihashi, 2003 : Surface heat budget of the Sea of Okhotsk during 1987-2001 and the role of sea ice on it. *J. Meteor. Soc. Japan*, **81**, 653-677.
- Ohshima, K. I., D. Simizu, M. Itoh, G. Mizuta, Y. Fukamachi, S. C. Riser, and M. Wakatsuchi, 2004 : Sverdrup balance and the cyclonic gyre in the Sea of Okhotsk. *J. Phys. Oceanogr.*, **34**, 513-525.
- Ohshima, K. I. and S. Nihashi, 2005 : A simplified ice-ocean coupled model for the Antarctic ice melt season. *J. Phys. Oceanogr.*, **35**, 188-201.
- Ohshima, K. I., S. C. Riser and M. Wakatsuchi, 2005 : Mixed layer evolution in the Sea of Okhotsk observed with profiling floats and its relation to sea ice formation. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L06607, doi : 10.1029/2004 GL021823.
- Fukamachi, Y., G. Mizuta, K. I. Ohshima, T. Toyota, N. Kimura and M. Wakatsuchi, 2006 : Sea ice thickness in the southwestern Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar. *J. Geophys. Res.*, **111**, C09018, doi : 10.1029/2005 JC003327.
- Ohshima, K. I., S. Nihashi, E. Hashiya and T. Watanabe, 2006 : Interannual variability of sea ice area in the Sea of Okhotsk : Importance of surface heat flux in fall. *J. Meteor. Soc. Japan*, **84**, 907-919.
- Nakanowatari T., K. I. Ohshima and M. Wakatsuchi, 2007 : Warming and oxygen decrease of intermediate water in the northwestern North Pacific, originating from the Sea of Okhotsk, 1955-2004. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L04602, doi : 10.1029/2006 GL028243.
- Tamura, T., K. I. Ohshima, T. Markus, D. J. Cavalieri, S. Nihashi and N. Hirasawa, 2007 : Estimation of thin ice thickness and detection of fast ice from SSM/I data in the Antarctic Ocean. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **24**, 1757-1772.
- Tamura, T., K. I. Ohshima and S. Nihashi, 2008 :

Mapping of sea ice production for Antarctic coastal polynyas. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L07606, doi : 10.1029/2007 GL032903.

**受賞者：**橋口浩之（京大大学生存圏研究所）

**研究業績：**下部対流圏レーダーの開発とその大気観測研究への応用

**選定理由：**気象学の発展が種々の新しい観測技術の開発とそれによる未知・未解明の大気現象の発見・解明に負うところが大きいことは長年の歴史が証明している通りである。

京大大学生存圏研究所（RISH；2004年4月宙空電波科学研究センターから改組改名）は、1980年代初めからMUレーダー・流星風レーダーを始めとする革新的な電波観測技術を開発し、主として上部対流圏および中層大気領域における大気力学現象の観測解明により大気科学の進歩発展に多大の貢献をしてきた。

橋口浩之氏は、このようなRISHの新領域開拓活動に加わり、電子工学を基盤とした卓抜した機器開発能力を発揮した。まず1990年代初頭に大気境界層の詳細な大気運動を観測するための可搬型境界層レーダー（BLR）の開発において中核的な貢献をした。BLRはLバンド（1357.5 MHz）としては世界で最初のものの一つであり、完成後これを赤道域インドネシアにおいて活用し、その観測解析を通して従前の気球観測および衛星観測のみでは分解不可能であった熱帯大気下層に固有の擾乱特性に関する幾つかの新事実の発見をもたらした。具体的には、BLR測定による3次元風系の高分解能連続データから、日変化や数日スケールの大気擾乱の力学的特性を詳細な気象学的解析によって明らかにしたこと、またTOGA-COAREプロジェクトに関連して熱帯対流雲活動と背景風系の密接な関係を見出したこと、などが特筆される。

橋口氏は、その後も、BLRの観測性能及び可搬性を向上させるべく開発を進め、1990年代末にはその集大成とも言うべき、下部対流圏レーダー（LTR）の開発に成功した。LTRは、この種の小型レーダーとして世界で初めてアクティブ・フェーズド・アレイ方式を採用し、新開発の小型送信機24台を用いて高速ビーム走査を可能にするとともに、送信ピーク出力を大幅に向上させた。さらにパルス

圧縮手法の実装, 新しいアンテナ素子の開発により, 総合的なシステム利得が初代 BLR に比べて約 100 倍に向上し, 下部対流圏全域の連続計測を可能とした。気象庁は, 2000 年度に局地天気予報の精度向上を図るため全国に大気レーダーネットワークを展開し, 現業の天気予報への活用を始めたが, LTR は WINDAS と呼ばれるこのネットワークの構成レーダーとして採用された。WINDAS により日本全国で計測される風向・風速データが現業数値予報モデルに取り込まれており, 集中豪雨などの局地現象に対する予報精度が向上する成果が得られている。一方, LTR は既に多くの大学や研究機関でも実用されており, その優れた可搬性を活かして, 国内外における各種の観測キャンペーンにも標準的な気象観測装置として必須の測器の一つとなりつつある。

橋口氏は, 近年では, 船舶搭載型の下部対流圏レーダーの開発など, 新しい観測技術の開拓に意欲的に取り組んでいる。また, 地球観測システム構築推進プランの一課題として, 赤道域インドネシアに大気レーダーネットワークを構築する計画を自身が中心となり進めている。

橋口氏の新観測技術の開発成果は, 気象学の未開拓領域を切り開く功績と言え, 国際的にも高い評価を受けている。

以上の理由から, 日本気象学会は橋口浩之氏に 2008 年度堀内賞を贈るものである。

#### 主要な論文:

- Hashiguchi, H., M. D. Yamanaka, T. Tsuda, M. Yamamoto, T. Nakamura, T. Adachi, S. Fukao, T. Sato and D. L. Tobing, 1995: Diurnal variations of the planetary boundary layer observed with an L-band clear-air Doppler radar. *Bound.-Layer Meteor.*, **74**, 419-424.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, T. Tsuda, M. D. Yamanaka, D. L. Tobing, T. Sribimawati, S. W. B. Harijono and H. Wiryosumarto, 1995: Observations of the planetary boundary layer over equatorial Indonesia with an L-band clear-air Doppler radar: Initial results. *Radio Sci.*, **30**, 1043-1054.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka, T. Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryosumarto, 1995: Boundary layer radar observations of the passage of the convection center over Serpong,

Indonesia (6 S, 107 E) during the TOGA COARE intensive observation period. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 535-548.

- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka and T. Tsuda, 1997: Frequency spectra of wind velocity fluctuations between 1 hour and 1 month in the atmospheric boundary layer over equatorial Indonesia. *J. Geomagn. Geoelectr.*, **49**, S187-S195.
- Widiyatmi, I., M. D. Yamanaka, H. Hashiguchi, S. Fukao, T. Tsuda, S. Ogino, S. W. B. Harijono and H. Wiryosumarto, 1999: Quasi 4 day mode observed by a boundary layer radar at Serpong (6 S, 107 E), Indonesia. *J. Meteor. Soc. Japan*, **77**, 1177-1184.
- Hadi, T. W., T. Tsuda, H. Hashiguchi and S. Fukao, 2000: Tropical sea-breeze circulation and related atmospheric phenomena observed with L-band boundary layer radar in Indonesia. *J. Meteor. Soc. Japan*, **78**, 123-140.
- Renggono, F., H. Hashiguchi, S. Fukao, M. D. Yamanaka, S. Ogino, N. Okamoto, F. Murata, B. P. Sitorus, M. Kudsy, M. Kartasmita and G. Ibrahim, 2001: Precipitating clouds observed by 1.3-GHz boundary layer radars in equatorial Indonesia. *Ann. Geophys.*, **19**, 889-897.
- Yamamoto, M., H. Hashiguchi, S. Fukao, Y. Shibano and K. Imai, 2002: Development of a transportable 3-GHz wind profiler for wind and precipitation studies. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 273-283.
- Fukao, S., H. Hashiguchi, M. Yamamoto, T. Tsuda, T. Nakamura, M. K. Yamamoto, T. Sato, M. Hagio and Y. Yabugaki, 2003: Equatorial Atmosphere Radar (EAR): System description and first results. *Radio Sci.* **38**, 1053, doi: 10.1029/2002RS002767.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, Y. Moritani, T. Wakayama and S. Watanabe, 2004: A lower troposphere radar: 1.3-GHz active phased-array type wind profiler with RASS. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 915-931.
- Teshiba, M., H. Fujita, H. Hashiguchi, Y. Shigagaki, M. D. Yamanaka and S. Fukao, 2005: Detailed structure within a tropical cyclone "eye". *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L24805, doi: 10.1029/2005GL023242.
- Yamanaka, M. D., H. Hashiguchi, S. Mori, P. Wu, F. Syamsudin, T. Manik, J. -I. Hamada, M. K. Yamamoto, M. Kawashima, Y. Fujiyoshi, N. Sakurai, M. Ohi, R. Shirooka, M. Katsumata, Y. Shibagaki, T. Shimomai, Erlansyah, W. Setiawan, B. Tejasukmana, Y. S. Djajadihardja and J. T.

Anggadiredja, 2008 : HARIMAU radar-profiler network over the Indonesian Maritime Continent : A GEOSs early achievement for hydrological

cycle and disaster prevention. J. Disaster Res., 3, 78-88.

---