

## 2017 年度山本賞の受賞者

受賞者：大野知紀（東京大学大気海洋研究所）

研究業績：熱帯低気圧の暖気核に関する力学的研究

選定理由：暖気核は熱帯低気圧に顕著な構造で、その水平温度偏差の大きさと形成される高度により特徴づけられる。通常、暖気核は熱帯低気圧中心の対流圏中上層に存在するが、観測面での制約もあって、その高度の頻度分布や、暖気核構造の特徴と熱帯低気圧強度の関係は、これまで明らかにされていなかった。また、非常に強い熱帯低気圧などで、暖気核が対流圏界面高度付近に形成された事例も報告されているが、その形成メカニズムは明らかにされていなかった。これらの課題に対して、大野知紀氏は下記の二つの研究を行った。

まず、大野氏は、3次元雲解像モデルを用いた理想実験で熱帯低気圧を計算し、暖気核の形成メカニズムを詳細に調べた。温位収支解析より、下部成層圏からの継続的な下降流に伴って断熱昇温が起これ、対流圏界面付近に暖気核が形成されることを明らかにした。バランス力学に基づいた2次循環の解析により、下部成層圏の下降流は熱的強制の位置よりも慣性安定度の増加に対して感度が大きく、熱帯低気圧の渦構造が鉛直方向に伸びて下部成層圏まで到達することがその形成要因であることを示した。これを、理想渦に対する熱源応答問題として再度検討し、モデルを用いた感度実験で立証した。この成果は、成層圏由来の空気塊の暖気核形成への寄与によって熱帯低気圧の構造や強度が影響される場合があり、とりわけ非常に強い熱帯低気圧の形成にとって重要である可能性を初めて示唆したものである（論文1）。

次に、大野氏は、全球雲解像モデル NICAM を用いた高解像度通年積分のデータを解析し、より強い熱帯低気圧はより高い高度に暖気核を伴うことを見出した。そして、内部コア領域の風速分布と温度分布は、温度風の関係でよく近似されることを示した。これらの知見にもとづき、近似的に等角運動量面とみなせる壁雲の形状と熱帯低気圧の強度との間の関係を探った。その結果、壁雲が直立した熱帯低気圧ほど強度が強いことを示すとともに、内部コア領域の詳細を捉えることの難しい比較的粗い空間解像度のデータでも評価できるような壁雲の傾きを表すパラメータを提唱した。また、壁雲の傾きと熱帯低気圧の強度を結びつける理論モデルを提唱し、その理論モデルが解析結果をよく説明することを示した（論文2）。

熱帯低気圧の強度に関する理論は Emanuel 等により提唱されてきたが、上部対流圏・下部成層圏の構造は十分に考慮されていなかった。大野氏の研究は、その改良を提唱するものである。論文2で提唱したパラメータは、静止衛星等から入手可能なデータからも評価可能で、現実の台風の強度推定等への応用の観点からも注目される。以上のように、大野氏の研究は熱帯低気圧の強度および構造の基礎理論に関する重要な知見を提示しており、その成果は今後の熱帯低気圧研究の発展に大きく資するものである。また、論文1の研究を進めるために、全球非静力学モデル NICAM を改良した平面版 NICAM を開発し、f 平面での利用の道筋を切り開いたことも高く評価できる。

以上の理由により、日本気象学会は大野知紀氏に 2017 年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

1. Ohno, T. and M. Satoh, 2015: On the warm core of a tropical cyclone formed near the tropopause. *J. Atmos. Sci.*, 72, 551-571.
2. Ohno, T., M. Satoh and Y. Yamada, 2016. Warm cores, eyewall slopes, and intensities of tropical cyclones simulated by a 7-km-Mesh global nonhydrostatic model. *J. Atmos. Sci.*, 73, 4289-4309.

## 2017 年度山本賞の受賞者

受賞者：大畑 祥（東京大学大学院理学系研究科）

研究業績：エアロゾルの湿性除去メカニズムに関する観測的研究

選定理由：大気中に浮遊するエアロゾル粒子のうち粒径 0.05 - 1  $\mu\text{m}$  程度のものは、太陽光の散乱・吸収効率が高く、かつ雲凝結核数の主要部分となるため、大気の放射収支に大きな影響を及ぼす。この粒径範囲のエアロゾルは、主に湿潤対流に伴う降水により大気から除去されると考えられているが、定量的には未解明の部分が多い。したがって、エアロゾルの大気中での動態および気候影響を正しく理解・予測する上で、湿潤対流におけるエアロゾル除去メカニズムとその支配要因を解明することが極めて重要である。

暖かい雨（warm rain）を伴う湿潤対流において、エアロゾルの一部は雲凝結核として雲粒を生成（雲凝結核活性化）し、降水として落下することにより、大気中から除去される。さらに、雲粒や雨粒との衝突・併合による除去も起こる。しかしながら、これらの過程を観測事実に基づき直接的に実証することは困難であり、各要因の相対的な重要性に関する理解は不十分であった。

大畑 祥氏は、非水溶性の固体エアロゾル粒子であるブラックカーボン（BC）を湿性除去過程におけるトレーサーとして用いることで、降水として沈着したエアロゾルが経験した雲粒・雨粒への取り込み過程を観測的に明らかにする新しい手法を考案した。この手法は、降水開始前の大気境界層内の BC（除去前の BC）と降水に含まれる BC（除去後の BC）を地上観測し比較するものである。まず、大気中・降水中で観測された BC の粒径別数濃度の比を除去効率と定義し、その粒径依存性を調べる。次に、BC と内部混合する成分の吸湿性や雨滴粒径分布の測定データを用いて除去効率を理論的に計算し、観測結果と比較を行った。この手法を、2014 年の東京での 10 回の降水イベントに対して適用し、雲凝結核活性化による除去が支配的であったことを明らかにした。さらに、本研究で提案した観測手法により、BC 含有粒子が雲凝結核活性化したときの平均的な水蒸気の過飽和度が推定可能であることを示した。

大畑氏の特筆すべき成果は、BC を除去過程の粒子トレーサーとみなす新しい観測方法論を確立した点、および実際の湿潤対流においてエアロゾルの除去効率を支配するメカニズムを観測に基づき初めて解明した点にある。これらの成果は、エアロゾルの大気中での動態を数値モデルで再現するためには、エアロゾルの雲凝結核能の精緻な表現が重要であることを示唆する。さらに、数値モデルにおいて直接的な表現の難しい水蒸気過飽和度についての検証手段を提供するなどの波及効果が期待される。

本研究の実現にあたっては、大畑氏らが開発した BC 含有粒子の吸湿性の測定法と降水に含まれる BC の粒径別数濃度の測定法が重要な鍵となっている。これらは大畑氏を筆頭著者とする三報の論文などにまとめられている。

以上の理由により、日本気象学会は大畑 祥氏に 2017 年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

Ohata, S., N. Moteki, T. Mori, M. Koike and Y. Kondo, 2016: A key process controlling

the wet removal of aerosols: new observational evidence. *Sci. Rep.*, 6, doi:  
10.1038/srep34113.