

## 2020年度山本賞の受賞者決まる

**受賞者：**齊藤雅典（テキサス A&M 大学 大気科学科）

**研究業績：**能動型・受動型衛星観測を複合利用した雲のリモートセンシング手法の開発

**選定理由：**

雲に関する人工衛星観測は、受動型センサのデータのリトリバル手法の開発に始まり、能動型センサも利用されるようになるなど、ここ数十年で飛躍的に発展してきた。雲の衛星観測データは、気候モデルによる計算結果の検証にも広く利用されるようになってきている。しかし、同地点・同時間のデータであっても、異なるセンサやリトリバル手法で解析される雲特性を整合させることは難しい。その主な理由の1つが、解析時に設定する仮定にある。

齊藤雅典氏は、CALIPSO 衛星に搭載された能動型センサ CALIOP のデータと、受動型センサ赤外放射計 IIR のデータを複合利用することで、氷雲について、これまで仮定されてきた消散係数と後方散乱係数の比であるライダー比を導出する手法を開発し

た（論文1）。この手法より、受動型センサ単独で解析した場合と比較して、氷雲の微物理特性の導出時の不確実性が低減され、得られる値が大きく改善されることを示した。さらに齊藤氏は、物理-幾何光学法を用いた精密な計算を行い、水平配向の六角板氷晶と六角柱氷晶の散乱・吸収・偏光特性のデータベースを開発した（論文2）。このデータベースを利用することは、能動型センサ観測の高精度化や、光学現象の再現に有用であることも確認されたため、非球形氷晶を含む氷雲が重要な放射伝達計算やリモートセンシングの高度化への大きな貢献が見込まれる。

また、これまでの受動型センサの解析では雲は鉛直方向に均質であると仮定されてきたが、齊藤氏は、CloudSat 衛星搭載の雲レーダー CPR のデータと、Aqua 衛星搭載の受動型センサ MODIS のデータを複合利用することで、雲の鉛直分布の不均質性を考慮した水雲の特性を導出する手法を開発した

(論文3). その結果, 従来型的手法による雲粒有効半径は最大30%過小評価していたことを示したほか, 広く普及している受動型センサのデータを利用した解析について, 効率的かつ現実的な改良手法を提案している. さらに, 能動型および受動型センサのデータを組み合わせて雲微物理特性を統計的に処理して下層雲の発達過程を解析する手法の改良も提案している.

齊藤氏は, 受動型センサのデータを用いた雲特性の解析時になされていた仮定を置かない手法の開発に正面から切り込み, 従来から指摘されていた問題の一端を解決する能力を発揮した. より高度なデータが求められている雲の衛星観測の分野において, 今後の活躍が期待される.

以上の理由により, 日本気象学会は齊藤雅典氏に2020年度山本賞を贈呈するものである.

#### 授賞対象論文:

1. Saito, M., H. Iwabuchi, P. Yang, G. Tang, M. D. King and M. Sekiguchi, 2017: Ice particle morphology and microphysical properties of cirrus clouds inferred from combined CALIOP-IIR measurements. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 122, 4440-4462, doi:10.1002/2016JD026080.
2. Saito, M. and P. Yang, 2019: Oriented ice crystals: A single-scattering property database for applications to lidar and optical phenomenon simulations. *J. Atmos. Sci.*, 76, 2635-2652, doi:10.1175/JAS-D-19-0031.1.
3. Saito, M., P. Yang, Y. Hu, X. Liu, N. Loeb, W. L. Smith Jr. and P. Minnis, 2019: An efficient method for microphysical property retrievals in vertically inhomogeneous marine water clouds using MODIS-CloudSat measurements. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124, 2174-2193, doi:10.1029/2018JD029659.

**受賞者:** 南出将志 (東京大学工学系研究科)

**研究業績:** 衛星全天候観測データを用いた台風のデータ同化に関する研究

#### 選定理由:

台風は熱帯海洋上で発達するため, 衛星観測がほぼ唯一の観測手段である. 特に, 静止気象衛星は高頻度で全球を観測しており, 台風に関する主要な情報源となっている. しかし, ことデータ同化に関しては, 雲域の赤外輝度データの同化が今も十分確立されておらず, 多くの予報機関で有効に活用されていないのが実情である. 雲域を含む全データの同化

が確立すれば, 台風の強度予測が向上するなどの様々な利点が見込まれるが, 誤差の扱いが難しいことが知られている. データ同化が扱う誤差には, 観測誤差と背景誤差(第一推定値の誤差)がある. 第一推定値と観測値の差がこれら誤差の推定値と整合しない場合, 有効な同化が安定的に出来なくなる. それには, 誤差を適切に膨張させることが有効である.

この問題に対し, 南出将志氏はまず, 観測誤差に着目した(論文1). 赤外輝度は雲の有無で大きく変わるが, 雲の有無は流れ場に対する非線形性が強い. このため, 晴天時と同様に観測誤差を小さく設定すると, 第一推定値の修正量が過大になって台風が強くなり過ぎるといった弊害が起り得る. この問題の解決法として, 第一推定値と観測値の差の自乗がアンサンブルメンバー間の分散より大きい場所で, その差に応じて局所的に観測誤差を増やすというシンプルな方法を考案, 実装し, 先行研究に遜色のない結果を得た. 先行研究では, 輝度の第一推定値および観測値における雲の寄与の大きさの和に応じた誤差統計をあらかじめ得る必要があったが, この手法はそれを必要とせず, 異なる種類の観測データの同化への応用も期待される. これをひまわり8号とGOES-Rによる台風・ハリケーンの観測に適用し, 晴天域のみの同化に比べ, 強度予報が向上することを示した(論文2). 丹念な解析と感度実験により, この手法がどのように効くかを明らかにした.

南出氏は次に, 背景誤差の問題に取り組んだ(論文3). 現実には雲が存在していても第一推定値が晴天である場合には雲はできにくく, その逆に誤った雲は比較的消しやすい. これを直接解決すべく, 輝度の第一推定値および観測値における雲の寄与の大きさの差に応じて背景誤差を膨張させる方式を考案し, その有効性と実際の働き方を示した. 本方式は, 雲域で観測誤差を調整する上記の先行研究の方式と一見似るが, 膨張の効果がむしろ逆に働く背景誤差を膨張させるものである. 背景誤差共分散の適応的な膨張の研究は多くあるが, 本方式は簡便で使いやすいと考えられる.

以上の研究は, 雲域のデータ同化における誤差の性質や由来に適合したシンプルで有効な解決法をもたらし, データ同化技術の発展と, 台風の強度予測の向上に資するものである.

以上の理由により, 日本気象学会は南出将志氏に

2020年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

1. Minamide, M. and F. Zhang, 2017: Adaptive observation error inflation for assimilating all-sky satellite radiance. *Mon. Wea. Rev.*, **145**, 1063–1081, doi:10.1175/MWR-D-16-0257.1
  2. Minamide, M. and F. Zhang, 2018: Assimilation of all-sky infrared radiances from Himawari-8 and impacts of moisture and hydrometer initialization on convection-permitting tropical cyclone prediction. *Mon. Wea. Rev.*, **146**, 3241–3258, doi:10.1175/MWR-D-17-0367.1
  3. Minamide, M. and F. Zhang, 2019: Adaptive background error inflation for assimilating all-sky satellite radiance. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **145**, 805–823, doi:10.1002/qj.3466.
-