

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の  
開発と応用

2016年度採択研究代表者

2020年度 実績報告書
-----------------

佐藤 薫

東京大学 大学院理学系研究科

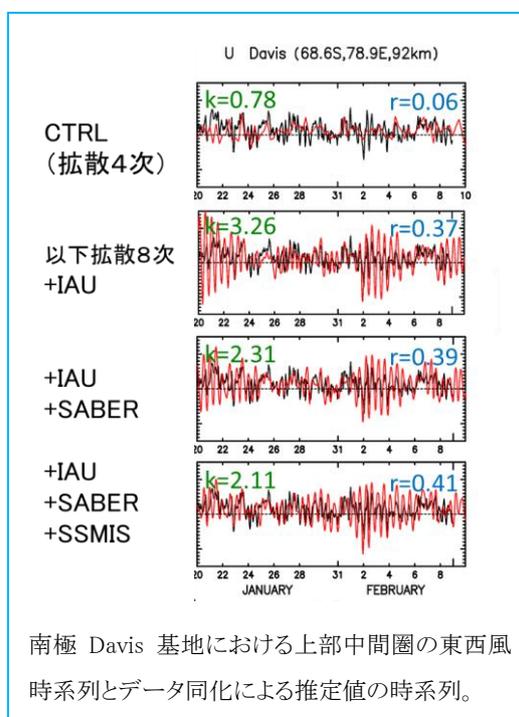
教授

大型大気レーダー国際共同観測データと高解像大気大循環モデルの融合による  
大気階層構造の解明

## § 1. 研究成果の概要

中間圏は観測が難しく、気候モデルによる再現も難しい未知領域である。最近、中間圏を介して南北両半球の気候結合が起こっているとの報告がある。そのメカニズムは時空間スケールが小さく通常の気候モデルでは再現できない大気重力波の運動量輸送に変調が起こるからだと考えられている。しかし、重力波変調の観測的証拠はなく、重力波を解像可能な超高分解能大気大循環モデルによる間接的な検証もなされていない。それどころか、中間圏を含む全中性大気のグローバルなグリッドデータが存在しないため、比較的大きなスケールのロスビー波でさえ現実大気に関する定量的な解析ができない状況にある。そこで、本研究では、ハイトップの中解像度大気大循環モデルに、太陽同期衛星によるスパースな観測データ (MLS) を同化して、中間圏も含む地上から高度約100kmまでの全中性大気の推定値データ (以下解析値と呼ぶ) を作成する4次元アンサンブルカルマンフィルター法によるデータ同化システムを開発した。採用したデータ同化手法は、多くの調節パラメータを含む。対流圏・成層圏のデータ同化に用いられているパラメータ値をもとに、妥当な中間圏の解析値も得られるように調整して、最適なパラメータセットを得た。また、適切な背景誤差共分散を得るためのアンサンブルメンバー数の最小値も明らかにした。これにより大気の数日以上の周期変動についての推定値データが得られた。

さらに、スパースな観測データ同化に伴い現れる偽擾乱の軽減を図るフィルターIAUの導入、下層から伝わる潮汐波の減衰が過度に起きないようにするための拡散形の工夫、観測領域に偏りがあるがMLSと異なり太陽非同期である衛星観測データ (SABER)、観測精度が比較的低いが水平に高密度な衛星観測データ (SSMIS) の同化を加えることにより、12時間程度の周期成分の大気擾乱の推定にも成功した。



## § 2. 研究実施体制

### (1) 大気科学グループ

- ① 研究代表者: 佐藤 薫 (東京大学大学院理学系研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・大型大気レーダー国際共同観測データと高解像大気大循環モデルの融合による大気階層構造の解明

### (2) 計測グループ

- ① 主たる共同研究者: 西村耕司 (京都大学生存圏研究所、准教授)
- ② 研究項目
  - ・大気レーダーによる乱流4次元スペクトル計測と散乱空間構造可視化技術の開発

### (3) 情報グループ

- ① 主たる共同研究者: 渡辺真吾 (海洋研究開発機構地球環境部門環境変動予測研究センター、センター長代理)
- ② 研究項目
  - ・衛星&レーダー観測データを用いた全球中層大気・化学組成データ同化システムの開発

## 【代表的な原著論文情報】

- 1) Koshin, D., K. Sato, K. Miyazaki, and S. Watanabe, “An ensemble Kalman filter data assimilation system for the whole neutral atmosphere”, *Geoscientific Model Development*, vol.13, pp.3145-3177, 2020. doi:10.5194/gmd-13-3145-2020.
- 2) Kohma, M., K. Sato, K. Nishimura, M. Tsutsumi, and T. Sato, “A statistical analysis of the energy dissipation rate estimated from the PMWE spectral width in the Antarctic”, *Journal of Geophysical Research –Atmosphere–*, vol.125, e2020JD032745, 2020. doi:10.1029/2020JD032745.
- 3) Minamihara, Y., K. Sato, and M. Tsutsumi, “Intermittency of gravity waves in the Antarctic troposphere and lower stratosphere revealed by the PANSY radar observation”, *Journal of Geophysical Research –Atmosphere–*, vol.125, e2020JD032543, 2020. doi:10.1029/2020JD032543.
- 4) Matsuoka, D., S. Watanabe, K. Sato, S. Kawazoe, W. Yu, and S. Easterbrook, “Application of Deep Learning to Estimate Atmospheric Gravity Wave Parameters in Reanalysis Data Sets”, *Geophysical Research Letters*, vol.47, e2020GL089436, 2020. doi:10.1029/2020GL089436
- 5) Nishimura, K., M. Kohma, K. Sato and T. Sato, “Spectral Observation Theory and Beam Debroadening Algorithm for Atmospheric Radar”, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol.58, No.10, pp.6767–6775, 2020. doi: 10.1109/TGRS.2020.2970200.