

京都大学生存圏研究所 MU レーダー／赤道大気レーダー全国国際共同利用
 == 信楽MU観測所・赤道大気観測所利用研究申請書 ==

西暦 2019 年 7 月 16 日

研究代表者 所属・職	東京大学大学院理学系研究科・教授		氏名	佐藤 薫	
連絡先	〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 (E-mail: kaoru@eps.s.u.tokyo.ac.jp)		電話	03-5841-4668	
研究協力者 氏名(所属・職)	堤雅基 (情報・システム研究機構・国立極地研究所・教授) 佐藤亨 (京都大学・国際高等教育院・特定教授) 中村卓司 (情報・システム研究機構・国立極地研究所・教授) 富川喜弘 (情報・システム研究機構・国立極地研究所・研究教育系・准教授) 西村耕司 (情報・システム研究機構・極域環境データサイエンスセンター・特任准教授) 高麗正史 (東京大学・大学院理学系研究科・地球惑星科学専攻・助教) 橋本大志 (情報・システム研究機構・国立極地研究所・研究教育系・助教) 津田敏隆 (情報・システム研究機構・理事) 山本衛 (京都大学・生存圏研究所・教授) 橋口浩之 (京都大学・生存圏研究所・教授)				
所内担当教員 職・氏名 (研究協力者に研究所内教員を含まない場合)					
研究題目	日本語	国際大型大気レーダーネットワーク同時観測		<input type="checkbox"/> A.信楽対流圏・成層圏 <input type="checkbox"/> B.信楽中間圏・電離圏 <input type="checkbox"/> C.赤道対流圏・成層圏 <input type="checkbox"/> D.赤道中間圏・電離圏 <input type="checkbox"/> E.その他	新規
	英語	Simultaneous observation campaign with worldwide MST/IS radar network			継続 (2015年度)
<p>1. 研究目的 (継続の場合は理由も記入のこと)</p> <p>南極大型大気レーダー (PANSY) のフルパワー観測開始によりこれまで大型レーダーの空白地帯であった南極域における観測拠点の設置が完了し、全地球的な大型大気レーダーネットワークが構築された。これにより、国際共同による対流圏・成層圏・中間圏の世界同時精密観測を実施し、また、全球高解像度モデルによる実大気シミュレーションを行って、赤道と極、両半球間等のグローバルな大気結合過程に関する研究を行う。南極昭和基地の PANSY レーダー、北極の MAARSY、北半球中緯度の MU レーダー、赤道大気レーダーを中心とした MST・ST レーダーネットワークによる観測に加え、各国拠点における MF レーダー、流星レーダー、光学観測装置など相補観測も同時に行う。SCOSTEP 研究計画 VarSITI (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact)/ROSMIC (Role Of the Sun and the Middle atmosphere/thermosphere/ionosphere In Climate) のプロジェクト ICSOM (Interhemispheric coupling study by observations and models, PI:Kaoru Sato)の一環として始まり、継続されている。</p>					
<p>2. 研究計画</p> <p>ICSOM プロジェクトの一環として、北極成層圏突然昇温 (SSW) についての全球結合に関する同時観測研究を行う。観測高度領域は、対流圏・成層圏・中間圏、観測ウィンドウは、統計的に SSW 発生頻度の最も高い 2020 年 1 月 15 日～2 月 15 日とする。SSW は約 5 日前には気候予測モデルによる予想が可能とされている。この予測に基づいて観測ウィンドウのうち 10 日間程度の観測スパンを決定し、各研究グループに通告する。各観測拠点からの各種観測データを研究代表者の下に収集し、全球高解像度モデルを用いたシミュレーションデータとともに、協力して解析を行う。SSW は 3 年に 2 回の割合で生じる現象であり、観測ウィンドウ内で SSW が起こらない可能性もあるが、対照的な極めて強い極渦の出現時の場合でも他年度に発生した SSW と比較可能なデータを得る意義があるため、共同観測を実施する。</p>					

3. MUレーダー装置

観測モード：対流圏・成層圏標準 中間圏標準 流星風 流星風(外付干渉計)
電離圏標準 電離圏E領域FAI 電離圏F領域FAI
RASS 干渉計 その他(概要を「8」に記入)

希望時期： 1 月頃, 標準観測以外の使用時間： 時間(根拠を「8」に記入)

赤道大気レーダー装置

観測モード：対流圏・成層圏標準 電離圏FAI標準 干渉計(FDI)
RASS その他(概要を「8」に記入)

希望時期： 1 月頃, 標準観測以外の使用時間： 時間(根拠を「8」に記入)

4. ラジオゾンデ利用者持込個数： 0 個

5. 他の利用設備(下記以外の設備についても、希望があれば記入のこと)

信楽アイオノゾンデ 地上気象観測器 雨量計 ネットワーク回線
流星レーダー 境界層レーダー その他()

6. 来所計画(氏名、来所回数、日数など。旅費を希望する場合はその旨記入のこと) 未定。

7. 現在までの成果と期待される成果

近年北極 SSW に連動して重力波の伝播が変化し、それによる東西風・温度の大規模構造が変わり、北極中間圏、北半球中緯度、赤道、南半球中緯度を経て、南極中間圏に影響がおよぶ、半球間結合の可能性が示唆されている。これまで低解像度モデルによる研究や断片的な観測データ解析が行われてきたが、この理論的予想を支持するものもそうでない結果も得られており、定性的な理解も進んでいない。本申請の観測研究により、2016年1~2月、2017年1~2月、2018年1~2月、2018年12月~2019年1月の4回にわたり国際共同観測が実施された。このうち、第1回、第2回は比較的小規模なSSWが、第3回、第4回は大規模なSSWが発生した。特に第4回については、突然昇温の時期が比較的早かったこともあり、MUレーダー、PANSYレーダー共に良好なデータが取得された。4期間の解析を行ったところ、重力波活動がSSWの影響を受けて全球で変動していると思われる場合とそうでない場合があり、その挙動は理論予想のように単純ではなく事例蓄積の重要性が明確となった。本研究では各観測地点の代表性を確認するための、全中層大気をカバーする大気大循環モデルを用いたデータ同化研究および(世界初となる)重力波再現実験研究や、変調を確実に捉えるための重力波クライマトロジーの観測的研究も進めている。このように、複数のSSWイベントの全球高解像観測とデータ同化を含む高解像度モデルを連携させることで、SSWに関する全球応答に関する定性的、定量的理解が進むことが期待される。

(継続の場合は発表論文等)

Hashimoto, T., A. Saito, K. Nishimura, M. Tsutsumi, K. Sato, and T. Sato (2019), First incoherent scatter measurements and adaptive suppression of field-aligned irregularities by the PANSY radar at Syowa Station, Antarctic. *J. Atmos. Oceanic. Tech.*, in press.
Harada, Y., K. Sato, T. Kinoshita, R. Yasui, T. Hirooka, and H. Naoe (2019), Diagnostics of a WN2 - type major sudden stratospheric warming event in February 2018 using a new three - dimensional wave activity flux. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JD030162>.
Sato, K., and S. Hirano (2019), The climatology of Brewer-Dobson circulation and the contribution of gravity waves, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 4517-4539, <https://doi.org/10.5194/acp-19-4517-2019>.
Shibuya, R., and K. Sato (2019), A study of the dynamical characteristics of inertia-gravity waves in the Antarctic mesosphere combining the PANSY radar and a non-hydrostatic general circulation model, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 3395-3415, <https://doi.org/10.5194/acp-19-3395-2019>.

別紙1に続く。

8. 備考(「3」に記入した事項の根拠等を記入のこと)

9. 研究費(本申請課題に関係する研究費(申請中を含む)の名称・課題名、P.I.等を記入のこと)

観測については国立極地研究所内国内プロジェクト研究費、データ解析・モデル実験に関しては、CREST「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」(PI:佐藤薫)など。

別紙 1 .

- Kohma, M., K. Sato, Y. Tomikawa, K. Nishimura, and T. Sato (2019), Estimate of turbulent energy dissipation rate from the VHF radar and radiosonde observations in the Antarctic, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124, 2976–2993. <https://doi.org/10.1029/2018JD029521>.
- Müller, S. K., E. Manzini, M. A. Giorgetta, K. Sato, and T. Nasuno (2018), Convectively generated gravity waves in high resolution models of tropical dynamics, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 10, 2564–2588, <https://doi.org/10.1029/2018MS001390>.
- Minamihara, Y., K. Sato, M. Tsutsumi, and T. Sato (2018), Statistical characteristics of gravity waves with near-inertial frequencies in the Antarctic troposphere and lower stratosphere observed by the PANSY radar, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123, 8993–9010. <https://doi.org/10.1029/2017JD028128>.
- Yasui, R., K. Sato, and Y. Miyoshi (2018), The momentum budget in the stratosphere, mesosphere, and lower thermosphere Part 2: The in situ generation of gravity waves, *J. Atmos. Sci.*, 75, 3635–3651, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-17-0337.1>.
- Sato, K., R. Yasui, and Y. Miyoshi (2018), The momentum budget in the stratosphere, mesosphere, and lower thermosphere Part 1: Contribution of different wave types and in situ generation of Rossby waves, *J. Atmos. Sci.*, 75, 3613–3633, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-17-0336.1>.
- Nishiyama, T., K. Sato, T. Nakamura, M. Tsutsumi, T. Sato, Y.-M. Tanaka, K. Nishimura, Y. Tomikawa, M. Kohma (2018), Simultaneous observations of polar mesosphere winter echoes and cosmic noise absorptions in a common volume by the PANSY radar (69.0°S, 39.6°E), *J. Geophys. Res. Space Phys.*, 123, 5019–5032. <https://doi.org/10.1029/2017JA024717>.
- Hayashi, Y., and K. Sato (2018), Formation of two-dimensional circulation in response to unsteady wave forcing in the middle atmosphere, *J. Atmos. Sci.*, 75, 125–142, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-16-0374.1>.
- Williams, P. D., M. J. Alexander, E. A. Barnes, A. H. Butler, H. C. Davies, C. I. Garfinkel, Y. Kushnir, T. P. Lane, J. K. Lundquist, O. Martius, R. N. Maue, W. R. Peltier, K. Sato, A. A. Scaife, C. Zhan (2017), A Census of Atmospheric Variability from Seconds to Decades, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 11,201–11,211. <https://doi.org/10.1002/2017GL075483>.
- Thurairajaha, B., K. Sato, J. Yue, T. Nakamura, M. Kohma, S. M. Bailey, J. M. Russell III (2017), Simultaneous observation of gravity waves at PMC altitude from AIM/CIPS experiment and PANSY radar over Syowa (69°S, 39°E), *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 164, 324–331. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2017.10.006>.
- Tsutsumi, M., K. Sato, T. Sato, M. Kohma, T. Nakamura, K. Nishimura and Y. Tomikawa (2017), Characteristics of mesosphere echoes over Antarctica obtained using PANSY and MF radars, *SOLA*, 13A, 19–23. <http://doi.org/10.2151/sola.13A-004>.
- Shibuya R., K. Sato, M. Tsutsumi, T. Sato, Y. Tomikawa, K. Nishimura, and M. Kohma (2017), Quasi-12h inertia-gravity waves in the lower mesosphere observed by the PANSY radar at Syowa Station (39.6E, 69.0S), *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 6455–6476. doi:10.5194/acp-2016-813.
- Hashimoto, T., K. Nishimura, M. Tsutsumi, K. Sato and T. Sato (2017), A user parameter-free diagonal-loading scheme for clutter rejection on radar wind profilers, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 34, 1139–1153. doi:10.1175/JTECH-D-16-0058.1.
- Sato, K., M. Kohma, M. Tsutsumi, and T. Sato (2017), Frequency spectra and vertical profiles of wind fluctuations in the summer Antarctic mesosphere revealed by MST radar observations, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 122, 3–19, doi:10.1002/2016JD025834.
- Hirano, S., M. Kohma, and K. Sato (2016), A three-dimensional analysis on the role of atmospheric waves in the climatology and interannual variability of stratospheric final warming in the Southern Hemisphere, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, 8429–8443. doi:10.1002/2015JD024481.
- Kinoshita, T., K. Sato, and T. Iwasaki (2016), A formulation of three dimensional wave activity flux describing wave propagation on the mass-weighted isentropic time mean equation, *SOLA*, 12, 198–202. doi:10.2151/sola.2016-040.
- Minamihara, Y., K. Sato, M. Kohma, and M. Tsutsumi (2016), Characteristics of vertical wind fluctuations in the lower troposphere at Syowa Station in the Antarctic revealed by the PANSY radar, *SOLA*, 12, 116–120. <http://doi.org/10.2151/sola.2016-026>.
- Mihalikova, M., K. Sato, M. Tsutsumi, T. Sato (2016) Properties of inertia-gravity waves in the lowermost stratosphere as observed by the PANSY radar over Syowa Station in the Antarctic, *Ann. Geophys.*, 34, 543–555. doi:10.5194/angeo-34-543-2016.
- Yasui, R., K. Sato, and M. Tsutsumi (2016), Seasonal and interannual variation of mesospheric gravity waves based on MF radar observations over 15 years at Syowa Station in the Antarctic, *SOLA*, 12, 46–50. <http://doi.org/10.2151/sola.2016-010>.
- Sato, K., and M. Nomoto (2015), Gravity wave-induced anomalous potential vorticity gradient generating planetary waves in the winter mesosphere, *J. Atmos. Sci.*, 72, 3609–3624. doi:http://dx.doi.org/10.1175/JAS-D-15-0046.1
- Shibuya, R., K. Sato, Y. Tomikawa, M. Tsutsumi, and T. Sato (2015), A Study of Multiple Tropopause Structures Caused by Inertia-Gravity Waves in the Antarctic, *J. Atmos. Sci.*, 72, 2109–2130. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JAS-D-14-0228.1>.
- Tomikawa, Y., M. Nomoto, H. Miura, M. Tsutsumi, K. Nishimura, T. Nakamura, H. Yamagishi, T. Yamanouchi, T. Sato, and K. Sato (2015), Vertical Wind Disturbances during a Strong Wind Event Observed by the PANSY Radar at Syowa Station, Antarctica, *Mon. Wea. Rev.*, 143, 1804–1821, doi: <http://dx.doi.org/10.1175/MWR-D-14-00289.1>.
- Nishiyama, T., K. Sato, T. Nakamura, M. Tsutsumi, T. Sato, M. Kohma, K. Nishimura, Y. Tomikawa, M. K. Ejiri, and T. T. Tsuda (2015), Height and time characteristics of seasonal and diurnal variations in PMWE based on 1 year observations by the PANSY radar (69.0°S, 39.6°E), *Geophys. Res. Lett.*, 42, 2100–2108. doi: 10.1002/2015GL063349.