

南極大気精密観測に基づく地球気候変動機構に関する研究—第IX期南極地域観測事業重点研究観測計画—

佐藤 薫 [1]; 堤 雅基 [2]; 佐藤 亨 [3]; 中村 卓司 [2]; 齊藤 昭則 [4]; 富川 喜弘 [2]; 西村 耕司 [2]; 高麗 正史 [1]; 西山 尚典 [2]; 江尻 省 [2]; 阿保 真 [5]; 川原 琢也 [6]; 水野 亮 [7]; 長濱 智生 [7]; 鈴木 秀彦 [8]

[1] 東大・理; [2] 極地研; [3] 京大・情報学・通信情報システム; [4] 京都大・理・地球物理; [5] 首都大・システムデザイン; [6] 信州大・工; [7] 名大・STEL; [8] 明治大

A study on earth climate change based on fine observations of the Antarctic atmosphere

Kaoru Sato[1]; Masaki Tsutsumi[2]; Toru Sato[3]; Takuji Nakamura[2]; Akinori Saito[4]; Yoshihiro Tomikawa[2]; Koji Nishimura[2]; Masashi Kohma[1]; Takanori Nishiyama[2]; Mitsumu K. Ejiri[2]; Makoto Abo[5]; Takuya Kawahara[6]; Akira Mizuno[7]; Tomoo Nagahama[7]; Hidehiko Suzuki[8]

[1] Graduate School of Science, Univ. of Tokyo; [2] NIPR; [3] Communications and Computer Eng., Kyoto Univ.; [4] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.; [5] System Design, Tokyo Metropolitan Univ.; [6] Faculty of Engineering, Shinshu University; [7] STEL, Nagoya Univ.; [8] Meiji Univ.

<http://pansy.eps.s.u-tokyo.ac.jp>

For better future projection of the environmental change due to the increase in green house gases and the decrease in sea ice, we need to understand precisely the atmospheric circulation and elucidate the embedded mechanisms. The polar region occupies one of the most important positions in the earth climate system, because it is the start and end region of the general circulation depending on the season and height. It is well known that the general circulation is mainly driven by atmospheric waves. However, comprehensive studies are needed to elucidate characteristics of the gravity waves among main drivers in particular in the polar region.

As gravity waves are not resolved by most climate models, the models include the momentum transport by gravity waves using parameterizations. However, a current generation of parameterizations does not sufficiently capture the gravity waves in the real atmosphere. Recent studies using high-resolution general circulation models and high-resolution satellite observations indicate that the gravity wave activity is maximized in winter high latitudes and minimized in summer high latitudes. These features are not expressed in the current gravity wave parameterizations. Thus, the understanding of the gravity wave characteristics in high latitudes is essential to improve the climate model. In particular, observational studies for quantitative estimates of the momentum flux associated with gravity waves in high latitudes are needed.

The PANSY radar installed at Syowa Station during the JARE VIII period is the only instrument that enables to directly estimate the momentum fluxes associated with the gravity waves in the Antarctic. The PANSY program is planned in 2000. After feasibility studies during the JARE VII period, the radar was installed by Japanese economic stimulus package in the fiscal year of 2009. Continuous observations with a limited system started in April 2012 and observations by the full system were successfully performed in March 2015, by overcoming various serious problems such as heavy snowfall and limited transport to Syowa Station. In addition, various radio and optical observation instruments which provide complementary data to the PANSY observations are operated or being installed.

This project is to promote the integration of various radio and optical observations with the PANSY radar as the main instrument, and the global network observation including MST/IS radars under the international collaborations. Combining these observation data over the globe with the high-resolution model simulations, we will deepen our knowledge and improve understanding of the general circulation from the troposphere to the lower thermosphere of the earth atmosphere. This project was accepted as one of the intensive research observations for the JARE IX period, which assures continuous observations at Syowa Station over six years from 2016-2022.

温室効果気体の増加、海氷の縮小などの地球環境の変動を理解し、将来予測に繋げるためには、連動する大気大循環の正確な把握とメカニズムの理解が必須であるが、不十分な状況にある。極域は大気大循環の終着点・出発点であり地球気候システムの中で極めて重要な位置にある。大循環は主に大気波動によって駆動されており、その主要な駆動源のうち最も実態が未解明なのが重力波である。重力波は気候モデルでは解像できないため、その作用をパラメタリゼーションにより組み込まれているが、これには様々な問題がある。最近の高解像大気大循環モデル研究や高解像衛星観測の研究により、重力波活動度は夏の高緯度域で極小、冬の高緯度域で極大となるなど現在のパラメタリゼーションで表現されない事実が明らかとなり、極域重力波の把握が気候モデル改良の鍵であるとわかってきた。とくに重力波による運動量輸送に関する定量的な観測研究が待望されている。

第 VIII 期南極重点観測設備として昭和基地で稼働中の南極初の大型大気レーダー（PANSY）は、重力波の運動量輸送の定量推定が可能な唯一の測器である。PANSY は 2000 年に立案され、第 VII 期のフィジビリティ研究を経て、H21 補正予算で建設が開始された。この間、しらせの 2 度の接岸断念等の困難が生じたが、52 次で建設・初観測に成功し、53～55 次では定常観測と共に 47 群までの拡張がなされ、56 次隊により全 55 群の調整が終了し、2015 年 3 月に全群による本格観測が開始された。また、これと併せて昭和基地では PANSY に相補的なデータを取得可能な各種電波・光学観測が整備・運用されている。

2014 年 11 月に第 IX 期南極観測重点研究観測として採択された本計画は、H28 年度からの 6 年間（58～63 次）、PANSY フルシステムによる観測を軸に、各種電波・光学観測を組み合わせ、国内外の機関と協力し、全球ネットワーク観測を行って、これを高解像度大気大循環モデルによりつなぐ世界初の総合的な地球気候システム研究を進めるものである。これによって対流圏から下部熱圏までの全大気大循環の維持・変動機構の全容解明を目指すことになる。また、第 IX 期は PANSY 計画の中心期間であり、全 55 群での 6 年間集中・連続観測を行う予定である。目的を以下にまとめる。

1. 大気大循環のメカニズム解明：PANSY による高解像度観測を行い、重力波の発生、伝播、砕波の物理メカニズムを研究する。また、大循環と深く関係するカタバ風・極成層圏雲・極渦・オゾンホール・成層圏突然昇温・極中間圏雲などの南極固有の現象も研究対象とするほか、対流圏界面における輸送・混合過程にも光をあてる。

2. 太陽地球系としての地球外環境に対する極域大気応答の解明：極域では、宇宙空間からのエネルギー注入や流星ダスト等の地球外物質の流入による大気組成やエネルギー収支の変動が起こる。極域冬季（PMWE）及び夏季エコー（PMSE）等の極域固有の電波散乱現象に対し、光電波観測、衛星観測等を共同展開してこれらの地球外起因の現象を調査する。また、PANSY 全群による南極初の IS 観測を嚆矢として、電離圏にも観測範囲を広げる。

3. 電波・光学同時観測の充実による大気現象の変動の多角的理解：様々な南極固有現象の変動の深い理解には、PANSY の風観測に加えて各種電波・光観測装置による多角的観測が有効である。すでに導入済みの高機能ライダー、大気光イメージャ、ミリ波分光放射計、MF レーダー等の観測を継続・強化する。特に、ライダーは上部中間圏・下部熱圏の原子・イオンの共鳴散乱にも対象を拡張し、降下粒子や電離・中性大気結合に研究領域を広げる。

4. 国際共同ネットワーク観測と高解像度大循環モデルの結合による総合研究：PANSY を要として、我が国主導のグローバルな大型大気レーダーネットワーク観測を展開する。関連する国際組織を通じて広く参加を呼びかける。この観測には、大気光イメージャネットワーク（ANGWIN）など相補的観測も含める。高解像度大気大循環モデルグループとも連携し、モデルでこれらの観測データをつなぎ、地上から下部熱圏までの全球的な運動量・エネルギー収支を定量的に解明する。