

昭和基地におけるライダー観測と南極観測 VIII 期重点研究観測

Lidar observations at Syowa Station, Antarctica, and the VIIIth term prioritized research project in Japanese
Antarctic Research Expedition (JARE)

中村 卓司(国立極地研究所)、阿保真(首都大学東京・システムデザイン)、江尻 省(国立極地研究所)、
鈴木秀彦(国立極地研究所)、川原 琢也(信州大学・工学部)、堤雅基(国立極地研究所)、
富川喜弘(国立極地研究所)、佐藤薫(東京大学・理学系研究科)、
水野亮(名古屋大学・太陽地球環境研究所)、磯野靖子(名古屋大学・太陽地球環境研究所)、
日本南極地域観測第 VIII 期重点研究観測サブテーマ I メンバー

Takuji Nakamura(National Institute of Polar Research), Makoto Abo(Tokyo Metropolitan Univ.), Mitsumu K. Ejiri,
Hidehiko Suzuki (National Institute of Polar Research),

Takuya D. Kawahara (Shinshu Univ.), Masaki Tsutsumi, Yoshihiro Tomikawa(National Institute of Polar
Research), Kaoru Sato (Univ. of Tokyo), Akira Mizuno, Yasuko Isono (Nagoya University), Sub-theme I members
of the VIIIth term JARE prioritized research project

Abstract

The National Institute of Polar Research (NIPR) is leading a six year prioritized project of the Antarctic research observations since 2010. One of the sub-project is entitled "the global environmental change revealed through the Antarctic middle and upper atmosphere." Profiling dynamical parameters such as temperature and wind, as well as minor constituents is the key component of observations in this project, together with a long term observations using existent various instruments in Syowa, the Antarctic (39E, 69S). Active remote sensings such as a large atmospheric radar (PANSY) and a lidar, as well as profiling of minor constituents by a millimeter wave spectrometer have been installed in Syowa, Antarctica. In this paper, we overview the instrumentation of this project, and an initial report of a Rayleigh-Raman lidar and a millimeter wave spectrometer, which have been commenced by the 52th JARE (Japanese Antarctic Research Expeditions) in early 2011.

1. はじめに

日本南極地域観測は、2010 年より 6 年間の第 VIII 期中期計画に入り、2010 年 11 月に出発した第 52 次観測隊から本格的な観測が始まった。第 VIII 期の中層・超高層大気は、重点研究観測「南極域から探る地球温暖化」の中のサブテーマ I に位置付けられており、これまでに継続観測してきたレーザー・光学観測機器と第 VII 期で開発してきた機器を用いた大気上下結合の観測研究に加え、大型大気レーザー(PANSY) 観測、高機能ライダー観測などの測器を加え、地表から超高層大気にいたる大気の変動をとらえる計画である。第 52 次観測隊では、大型大気レーザー、レイリーライダー、ミリ波分光計の 3 つの装置を南極昭和基地(69S, 39E) に設置し、稼働を始めた。このうちレイリーライダーとミリ波分光計は第 VII 期の重点プロジェクト研究で開発が進められてきたものである。これらと合わせて、従来から稼働している MF レーダー、HF レーダー(SuperDARN)、OH 大気光回転温度計、全天大気光イメージャ等の装置を駆使して、他の南極域での観測や衛星観測などとも協調し、地表から超高層大気までの種々の大気変動と上下結合を明らかにする。

2. ライダー観測

南極観測 VII 期の重点プロジェクト研究期間中に開発したライダーは、Nd:YAG レーザーの三倍高調波を用いた 355nm のライダーであり、受信望遠鏡には 82cm のナスミスカセグレン望遠鏡と 35cm のシュミットカセグレン望遠鏡を用いている。受信チャンネルは 4ch で、レイリー/ミー散乱

用に感度を変えた 3ch と、386nm の窒素振動ラマン散乱に 1ch を配分している。現有のシステムでは、成層圏から中間圏にいたる高度 15 km から 70 km 付近までの温度プロファイルと、極中間圏雲 (PMC)、極成層圏雲(PSC)、それに対流圏の雲や境界層以上のエアロゾル層を捉えることができる。昼間観測用にインジェクションシーダとエタロンによる背景光の抑圧も予定している。月間 10 日間の観測を目標に 2 月—11 月の間夜間の定常観測を行うほか、夏季には PMC を狙った観測を行う。本年は天候に恵まれておらず、晴天日数が少ないのだが、2 月には PMC を観測し、冬期には温度プロファイルから成層圏界面の複雑な高度変化や大気重力波の消長を捉えている。さらに PSC についても細かい高度時間変化を捉えている。PMC 観測の詳細は、本シンポジウム鈴木他を参照願いたい。

第 VIII 期重点研究観測では、本ライダーを用いてさらに高高度の温度プロファイルと各種組成を計測するため、アレキサンドライトレーザーを追加して共鳴散乱ライダー化することを計画している。すでにレーザーの基礎的な実験は終わり、本年度中にレーザーの開発・製作を行う。レーザーは、波長可変のアレキサンドライトレーザーで基本波と第 2 高調波でカリウム原子(770nm)、鉄原子 (386nm)、カルシウムイオン(393nm)、N₂ イオン(390-391nm)の 4 種の原子とイオンを狙い、高度 80km 以上の大気温度、原子やイオンの分布など、大気圏と電離圏の結合過程を詳細に観測する予定である(阿保他、本シンポジウム)。同レーザーによるライダーは 2 年後の 55 次観測隊での昭和基地設置を目指す。

3. ミリ波分光計観測

名古屋大学・太陽地球環境研のミリ波分光計も VII 期で開発された機器の一つであり、52 次観測隊で昭和基地に設置された。成層圏と中間圏の微量成分のプロファイリングを行う。オゾンの高時間分解能の観測の他、N₂O, CO, ClO, NO₂, HO₂ などの微量成分の観測を予定している。本年 2 月から、248GHz 帯でオゾンの観測を開始した。

4. 大型大気レーザー (PANSY レーダー)

地上から高度 500km の超高層大気までの主に大気の運動とプラズマパラメータを高高度時間分解能で観測する MST/IS レーダーである PANSY レーダーは、京都大学の MU レーダーと同等以上の感度を有する大型の大気レーザーである。国立極地研・東京大学・京都大学などが中心となり、前々である VI 期、さらに VII 期を通じて技術検討、フィジビリティスタディを積み重ねてきたが、平成 21 年度補正予算による予算措置で昭和基地への設置が実現することとなった。52 次観測隊では 1000 本のアンテナほぼ全数の設置が実現され、3 月には送受信モジュール 57 台(全体の 6%)を稼働し、対流圏のドップラー観測を開始した。今後調整を経て 54 次観測隊でフルパワーによる稼働に持ち込む。

5. その他の観測装置

OH 分光回転温度計は、高度 87km の温度をモニターし、MF レーダーは高度 60-90km の風速を常時観測する。大気光イメージャは、オーロラの妨害に強いナトリウム大気光で大気重力波の水平構造を捉え、HF レーダー(SuperDARN)は F 層電離圏のプラズマと、100 km 付近の流星風を捉え、また PMSE (極中間圏夏季エコー) も受信する。これらの観測装置はすでに定常運転を続けており、今回設置した PANSY レーダー、ライダー、ミリ波分光計とともに地表から超高層大気にいたる南極上空の大気変動を捉えるために稼働される。