

南極昭和基地大型大気レーダー計画 (PANSY) の現状

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、山岸久雄²、山内 恭²

¹ 東京大学大学院理学研究科

² 国立極地研究所

³ 京都大学大学院情報学研究科

⁴ 京都大学大学院理学研究科

Current Status of Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar (PANSY)

SATO, Kaoru¹, TSUTSUMI, Masaki², SATO, Toru³, NAKAMURA, Takuji², SAITO, Akinori⁴,
TOMIKAWA, Yoshihiro², NISHIMURA, Koji², YAMAGISHI, Hisao², YAMANOUCHI, Takashi²

¹ Graduate School of Science, The University of Tokyo

² National Institute of Polar Research

³ Graduate School of Informatics, Kyoto University

⁴ Graduate School of Science, Kyoto University

In 2000 we started developing an MST/IS radar to be operated in the Antarctic and have made intensive feasibility studies since then. After solving various significant problems such as treatment against strong winds, energy saving, weight reduction, and efficient construction method, we reached the final system design, which is a VHF Doppler pulse radar with an active phased array consisting of 1045 Yagis. This project was authorized in 2008 as a main observation plan for JARE (Japanese Antarctic Research Expedition) 52-57, and finally funded by Japanese government in 2009. The radar construction started in late December, 2010, and the first light with a limited system was successfully tested in March, 2011. One quarter system is currently operational, and the troposphere/stratosphere observations are being extensively conducted together with polar mesospheric summer/winter echo observations. The whole array will be fully functional under the coming JARE 54. Here we present the latest results of the radar and discuss the uniqueness of the MST radar observation on the middle atmosphere research. The observation will continue for 13 years covering one solar cycle.

南極昭和基地は、気象庁定常観測、極地研を中心とした各研究機関による大気研究観測が精力的に行なわれ、世界的に見ても数少ない総合大気観測拠点となっている。南極はカタバ風や、オゾンホール、極成層圏雲、夜光雲(極中間圏雲)、オーロラなど、固有で顕著な、また人間活動が大きく影響する大気現象が見られる領域である。

日本の南極観測は、約 50 年を経て発見的あるいは環境監視を目的とした観測から、定量的な議論が可能な精密科学観測へと大きな転換期を迎えている。南極昭和基地大型大気レーダー計画 (PANSY: Program of Antarctic Syowa MST/IS radar) は、南極昭和基地に対流圏から電離圏までの広い高度領域の 3 次元風速やプラズマパラメータを高分解能、高精度で観測できる最新型大型大気レーダー(MST/IS レーダー)を設置し、これを軸として既存の観測を組み合わせることで極域大気を多角的に捉え、加えて高解像数値モデルも積極的に活用することにより、極域科学のブレークスルーを図ることを目的としている。

PANSY は、2000 年以降、南極で運用可能な大型大気レーダーの開発およびフェージビリティスタディを積み重ねて来た。その結果、低温強風対策、省電力化、低重量化、設置作業の高効率化等の南極での運用に固有の諸問題をほぼ全て解決した。PANSY レーダーは、京都大学の MU レーダーの 3 分の 1 以下の電力で同等の性能を持つ。

PANSY は第 VIII 期南極重点研究観測に応募して採択され、また予算措置がなされて建設の運びとなった。まず 52 次隊(2010. 12 下旬～)においては、史上最悪の気象条件にもかかわらず予定通り千本強のアンテナを設置、2011 年 3 月には対流圏中下層の初データ取得に成功した。その後、続く悪天に伴う大量積雪によって少なからぬアンテナ被害が出て観測を休止していた。

この 2011 年における大量積雪は、南極においても稀な気象状況であったとはいえ、今後起こらない保障はないので、アンテナアレイの形状を大幅に変更することにした。ビームパタンが複雑になり、通常の観測時には等価的なビーム幅が広がるが、開口面積は同一のためレーダーの感度は変わらない。改めて理論検討を行ったところ、ビーム形状の最適設計によりかえって性能がよくなる観測モードがあり、干渉計観測は基線長が長くなるなど利点もあることも分かった。これは、アンテナ面を広げたことによる副産物である。

53 次隊(2011. 12 下旬～)は海氷状況が悪く、17 年ぶりに砕氷船の接岸断念という事態になった。しかし、現地関係者の努力により、気象条件には比較的恵まれたことも幸いして可能な限りの物資輸送が行われ、予定の作業の約 8 割は達成できた。夏作業と並行して、2012 年 1 月 6 日からは、極中間圏雲に密接に関係する極中間

圏夏季エコー (PMSE) の1ヶ月にわたる観測にも成功し、エコー出現頻度の地方時依存性などの特性が得られた。1月23日には2003年10月以来の巨大な太陽フレアが発生し、これに関連すると考えられる通常の10倍程度の強いエコーを検出するなどの観測成果も上がっている。53次隊越冬期間に入り、5月には全体の約1/4のシステムの調整を終えて南極域最大規模の大気レーダーとなり、対流圏・成層圏を含む乱流エコー、および極中間圏冬季エコーの観測を精力的に行っている。図1に、5月のブリザード到来時に鉛直ビームで観測したエコー強度の例を示す。オレンジの丸印は気象庁の1日2回の高層気象観測 (ラジオゾンデ) により得られた対流圏界面高度である。対流圏界面ではエコー強度が強くなり、しかも時間的に大きく変動している様子が捉えられている。今後、PANSY と連動して開始したライダー観測等も合わせて、カタバ風に伴う循環・極域低気圧・大気重力波・極渦捕捉波・極成層圏雲などの研究課題に取り組む。PANSY の全システムは54次の夏オペレーションにより完成の予定であり、これによりさらに上空の中間圏・電離圏の観測が本格化する。

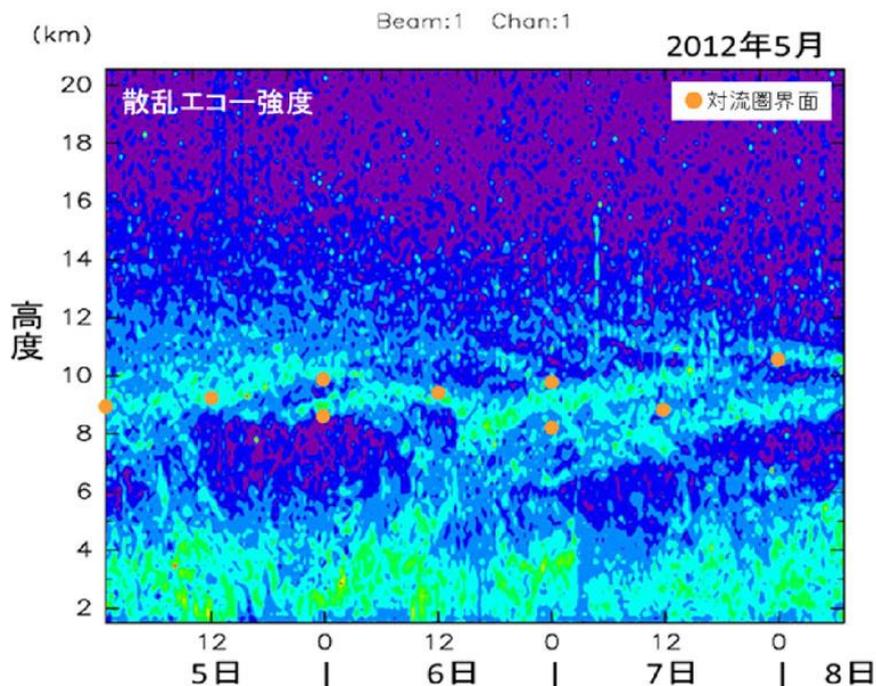


Figure 1. Time-height section of turbulence echo power observed with a vertically steered beam in May 5-8, 2012. Orange dots indicate tropopause heights estimated with the meteorological radiosonde observations.