

R006-08

Zoom meeting B : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:15-11:30

しらせ搭載の全天多波長姿勢安定イメージャーによるオーロラ・大気光観測

#坂野井 健¹⁾,津田 卓雄²⁾,穂積 裕太²⁾,青木 猛²⁾,齊藤 昭則³⁾,直井 隆浩⁴⁾,永原 政人⁴⁾,江尻 省⁵⁾,西山 尚典⁵⁾

¹⁾東北大・理,²⁾電通大,³⁾京都大・理・地球物理,⁴⁾情報通信研究機構,⁵⁾国立極地研究所

Aurora and airglow observations with the multi-wavelength all-sky attitude-stabilized imagers on Shirase

#Takeshi Sakanoi¹⁾, Takuo Tsuda²⁾, Yuta Hozumi²⁾, Takeshi Aoki²⁾, Akinori Saito³⁾, Takahiro Naoi⁴⁾, Masato Nagahara⁴⁾, Mitsumu K. Ejiri⁵⁾, Takanori Nishiyama⁵⁾

¹⁾Grad. School of Science, Tohoku Univ.,²⁾UEC,³⁾Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.,⁴⁾NICT,⁵⁾NIPR

In this presentation, we give the results on the all-sky imaging observation on Shirase at 630 nm during the period of 2019-2020, and the status for improved imaging system for the operation in 2020-2021. To cover the auroral and airglow observation gap in the Southern Ocean, we developed an all-sky imaging system (Shirase ASI) with a 3-axis attitude stabilized gimbal installed on the icebreaker Shirase. The route of Shirase from February to March is preferable to observe aurora in the aurora region at the south of Australia. This region is also important to understand the height and zonal variations of mesospheric atmospheric gravity waves (AGWs). This all-sky image data on Shirase is useful in collaboration with ground-based imager networks, such as ANGWINS, UAO and AGO. In addition to auroral observation, Shirase ASI can observe airglow variations caused by plasma bubbles and MSTID when Shirase is located at the mid- and low-latitudes between Japan and Antarctica.

We developed a monochromatic all-sky imager at 630 nm in 2019, and carried out continuous observation on Shirase from November 2019 to March 2020 as a part of 61th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) conducted by NIPR. In 2020, we are additionally developing an all-sky imager for the measurement of auroral and airglow emissions at N2 1PG/OH at 650-690 nm, and going to perform similar operation in the 62th JARE period. A compact and high-sensitivity all-sky imager consists of the low-noise CMOS camera (ZWO ASI183MM Pro), the fisheye lens (Fujinon FE185C086HA, $f=2.7$ mm, F/1.8), and the bandpass interference filter (Andover, center wavelength 630nm, FWHM 4.4nm). The sensitivity at a wavelength of 630nm was calibrated by the integrated sphere in NIPR on June 26 and 27, 2019, and confirmed dynamic range is 80-20000R with a resolution of 5R with an exposure time of 19s. This optical system was mounted on a 3-axis attitude stabilized gimbal (DJI Ronin-S), and installed in the water-proof observation box on the 06 deck of Shirase. The controlling laptop PC obtained the current location from GPS signal, and calculated the appropriate start and end timings of observation every day. The exposure time and interval were changeable, and set to be 19s and 20s, respectively. All data were stored in NAS via PC, and analyzed after April 2020 when Shirase returned to Japan. Thumbnail images and housekeeping data were sent to Japan via e-mail everyday to monitor the operation status. The temperature of observation box on the Shirase deck worked sufficiently using heater, and cooler throughout the operation period. We confirmed the performance of attitude stabilization by the gimbal of which vibration was attenuated by 1/14, and the resolution of obtained image is sufficient for auroral and airglow measurements.

On several nights from February to March in 2020, we observed 630nm auroral emission with intensity of several kR in the northward direction when Shirase existed in the polar cap region. We also observed the enhancement of 630nm airglow emission with intensity of a few hundreds R at the equatorial ionospheric anomaly (EIA) on November 22 and 23, 2019. On the other hand, the gimbal stopped on March 21 due to the DC-DC regulator of power supply was broken. In addition, the controlling PC had been stopped on the return route from Australia to Japan.

In 2020-2021 (JARE62), we adopt more reliable power supply and controlling PC, and develop the two-imager system to observe auroral and airglow emissions at OI 630 nm and N2 1PG/OH at 650-690nm. We also install a GNSS receiver to monitor ionospheric total electron content. Our system can be applied to automatic and independent observation system for other ships and ocean buoys.

本講演では、南極観測船「しらせ」に搭載された姿勢安定全天イメージャーの2019-2020年の成果と、2020-2021年観測に向けた装置改良と運用計画を報告する。本研究は、しらせに搭載する全天イメージングシステム(Shirase ASI)を開発し、オーロラと大気光の南極海上の観測欠落を解消することを目的とする。南極海におけるしらせの航路は、例年2-3月にオーストラリア南側のオーロラオーバル直下を通過するため、オーロラ観測に最適である。また、この領域は中間圏大気重力波(AGW)変動の理解にも重要である。この海上データは、ANGWINS、UAO、AGOなどの南極陸域のネットワーク観測との連携に役立つ。さらに、本観測はしらせ航海中に継続して行われるため、中低緯度における大気光発光を観測からプラズマバブルやMSTID現象解明にも貢献できる。

我々は、2019年に第61次南極地域観測(JARE61)の公開利用研究としてOI630nm単色全天イメージャーを開発し、しらせ上で2019年11月から翌年3月まで連続観測を実施して装置性能を実証した。2020年はこれを発展さ

せ、第 62 次南極地域観測 (JARE61) の萌芽研究として、新たに N2 1PG / OH 650-690 nm 観測イメージャーを追加し、2020-21 年に船上観測を行う計画である。

装置について、低ノイズ冷却 CMOS カメラ (ZWO 社 ASI183MM Pro) に魚眼レンズ (フジノン社 FE185C086HA, $f=2.7$ mm, F/1.8) と干渉フィルター (アンドーバ社, 中心波長 630 nm、FWHM 4.4 nm) を取り付けた軽量コンパクトな高感度全天イメージャーを 2019 年に開発した。このイメージャーの波長 630nm における感度は、2019 年 6 月 26-27 日に極地研究所積分球によって校正され、ダイナミックレンジが 80 - 20000 R、分解能が ~ 5 R (露出時間 19 秒) であることが確認された。光学系は 3 軸姿勢安定ジンバル (DJI Ronin-S) に搭載され、しらせ 06 甲板上に設置された防水観測箱内に格納された。露出時間と間隔はそれぞれ 19 秒と 20 秒に設定した。全期間の観測データは NAS に保存され、2020 年 4 月にしらせが日本に戻った後に解析に用いられた。航海期間を通じてサムネイル画像や温度・湿度等は毎日メールで日本に送信され、稼働状況の監視に用いられた。また、ジンバルにより船の振動が 1/14 に減衰されることがわかり、オーロラと大気光の長時間露出観測でも十分な空間分解を達成することを実証した。

2019 年の観測成果として、11 月 12 日のしらせ出航以来約 4 ヶ月間の自動連続観測に成功した。特に 2020 年の 2 月下旬から 3 月上旬の数夜において、しらせが極冠域にいた際に、北側 (低緯度側) に数 kR の 630 nm のオーロラ発光を観測した。また、2019 年 11 月 22 日と 23 日には、低緯度域において赤道電離層異常 (EIA) と考えられる数 100R の増光を捉えた。一方、帰途の 3 月 21 日にジンバルへの電源供給が故障したため、ジンバルによる姿勢制御が停止した。さらに、オーストラリアから日本への帰路で制御 PC がフリーズしたため、データ記録がなされなかった。

2020-2021 年 (JARE62) の観測では、より信頼性の高いジンバル要電源と制御 PC を採用し、OI 630 nm 発光と N2 1PG / OH650-690 nm 発光を同時撮像する 2 台の全天イメージャーシステムを開発している。加えて、電離圏全電子量を監視するために GNSS 受信機を設置する。本システムは、他の船舶や海洋ブイを用いた自動独立観測システムに適用可能である。