

ノルウェー・トロムソに設置するミリ波分光観測装置の開発および南極昭和基地とのNO分子両極域同時観測

伊藤 弘樹 [1]; 水野 亮 [1]; 長濱 智生 [2]; 中島 拓 [1]; 大山 博史 [1]; 野澤 悟徳 [1]; 児島 康介 [1]; 川端 哲也 [1]
[1] 名大・宇地研; [2] 名大・STEL

Development of a millimeter-wave spectrometer for Tromso in Norway and simultaneous observations of NO in both polar regions

Hiroki Ito[1]; Akira Mizuno[1]; Tomoo Nagahama[2]; Taku Nakajima[1]; Hirofumi Ohyama[1]; Satonori Nozawa[1]; Yasusuke Kojima[1]; Tetsuya Kawabata[1]
[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.

In the mesosphere and upper stratosphere, it is known that the nitrogen oxides such as nitrogen oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂) are produced by energetic particle precipitations (EPPs) related to the solar activities (solar proton events, magnetic storms). We have carried out monitoring observations of NO at Syowa Station (Antarctica, 69.00 S, 39.58 E) since 2012 in collaboration with the Space and Upper Atmospheric Science group of NIPR and revealed two types of temporal variations of NO above Syowa; one is short-term variation lasting for a few days that is caused by EPPs, and the other is a seasonal variation that is mainly related to photochemistry (Isono et al., JGR, 2014). EPPs occur at the same time in both the southern and northern polar regions, while the variation pattern of daytime length is shifted by a half year between the two hemispheres. In order to distinguish direct effects of EPPs from indirect effects of the terrestrial origins such as photochemistry and atmospheric transport, we are going to install a new millimeter-wave spectrometer at Tromso(69.58 N, 19.23 E) in Norway.

The new millimeter-wave spectrometer is based on a prototype of the spectrometer that has been operated at Syowa Station. In the beginning, we will measure the NO emission line at 250.796 GHz. We redesigned the optical system, i.e. an elliptical mirror, a parabolic mirror, and the liquid nitrogen soaked cold-load as a reference noise source for calibration, since the spectrometer was originally designed not for the 250 GHz band but for the 100 GHz band. We also made some experiments to evaluate the receiver components such as a local signal sources and intermediate frequency circuits, which affect the receiver noise performance and liner response between input and output signals. The final assembled receiver system shows a good performance whose equivalent receiver noise temperature is ~60 K (DSB). We plan to start the NO observation at Tromso this winter and we will make comparative study of observational data both at Tromso and Syowa. We will present more details of the spectrometer system and experimental evaluation results.

極域の中間圏および上部成層圏では、太陽陽子イベントや磁気嵐などの太陽活動の影響により高エネルギー粒子が地球大気に降り込んだ際に窒素酸化物 (NO、NO₂) の増加が起こることが知られている。我々は国立極地研究所の宙空圏グループと共に南極昭和基地 (南緯 69 度 00 分、東経 39 度 35 分) に設置したミリ波分光計によって 2012 年より NO のモニタリングを行い、高エネルギー粒子の降り込みに伴う数日の短期変動と日照による光化学反応が主として効いていると考えられる季節変動を明らかにしてきた (Isono et al., JGR, 2014)。高エネルギー粒子は磁力線に沿って地球の両極域にほぼ同時に降り込み、一方日照の影響は南北で半年程度の差が生じる。そこで本研究では、新たにノルウェー・トロムソ (北緯 69 度 35 分、東経 19 度 14 分) にミリ波分光計を設置し、南極昭和基地と併せて両極域で、NO のカラム量の変動を同時モニタリングすることにより、両極域の日照時間と大気輸送の違いから高エネルギー粒子の直接的な影響と日照や大気輸送などの間接的な影響を区別して捉え、それぞれの影響のより詳しいメカニズムを明らかにすることを目指している。

本研究で用いるミリ波分光計は、大気分子の回転遷移により放射されるミリ波の線スペクトルを分光観測する装置であり、観測対象は 250.796 GHz の NO の分子スペクトルである。ノルウェー向けの観測装置は、南極で使用されているものの試作機をベースに光学系を再設計することで開発した。元々 100GHz 帯用であった光学系を 200GHz 帯が観測できるようにするため、新たに楕円鏡、放物面鏡、基準雑音源 (液体窒素冷却黒体) の設計を行った。また、LO 系に用いる信号源の比較実験を行い観測に用いる逡倍器の選定と性能評価、および IF 系の各素子の性能評価と全体の線形性評価を行った。また実験室での観測装置の事前評価では、受信機全体の雑音温度測定で約 60K(DSB) の性能が得られることが分かった。今後、ノルウェー現地で観測装置の立ち上げを行ってモニタリング観測を開始し、両極域での NO カラム量の変動について解析を進めていきたいと考えている。

発表では、ノルウェーに設置する観測装置の詳細と評価実験結果、観測結果について報告する。