

R005-54

Zoom meeting C : 11/3 AM1 (9:00-10:30)

9:15~9:30

ノルウェー・トロムソにおける NO 柱密度の導出と、高エネルギー電子の降り込みとの関係性の考察に関する研究

#後藤 宏文¹⁾, 中島 拓¹⁾, 長浜 智生¹⁾, 野澤 悟徳¹⁾, 児島 康介¹⁾, 川端 哲也¹⁾, 藤森 隆彰¹⁾, 鈴木 和司¹⁾, 小川 泰信²⁾, 水野 亮¹⁾

(¹⁾ 名大 ISEE, (²⁾ 国立極地研究所

A study on the relationship between NO column density and high-energy electrons based on the mm-wave observation at Tromsø

#Hirofumi Goto¹⁾, Tac Nakajima¹⁾, Tomoo Nagahama¹⁾, Satonori Nozawa¹⁾, Yasusuke Kojima¹⁾, Tetsuya Kawabata¹⁾, Ryuji Fujimori¹⁾, Kazuji Suzuki¹⁾, Yasunobu Ogawa²⁾, Akira Mizuno¹⁾

(¹⁾ ISEE, Nagoya Univ., (²⁾ National Institute of Polar Research

We have carried out millimeter-wave spectroscopic observation of minor constituents in the middle atmosphere such as nitric oxide (NO) and ozone at Syowa Station (69.00°S, 39.85°E) in Antarctica since 2012 to study the effects of energetic particle precipitation into the polar regions induced by the solar activity. In addition, similar steady observation is about to start at Tromsø, Norway (69.35°N, 19.14°E) in the Arctic region to obtain further understanding of the differences between the two polar regions (Nakajima et al., SGEPS, 2021).

In this presentation, we will present the results of short-term test observation of NO at Tromsø, Norway over 17 days from January 23 to February 4 and February 17 to February 20, 2019. Then we will report the results of correlation study between the observed NO column density and proxies of geomagnetic activities and energetic particle precipitations. To calculate the NO column density, two emission lines of $F = 5/2-3/2$ (250.815594 GHz) and $F = 3/2-1/2$ (250.816954 GHz) of the hyperfine structure lines $^2 \Pi_{1/2} J = 5/2-3/2$ were used. $F = 7/2-5/2$ (250.796436 GHz) emission line used for the analysis of NO at Syowa Station (Isono et al. 2014) was not used in this analysis due to outside interference. The atmospheric temperature in the region where NO is present was assumed to be a constant 200 K as well as the previous research. The average error in the column density estimated from the random noise in the data is $0.6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$. During this period, there were two increases in column density for about three days, with peaks on January 27 and February 2 at $6.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ and $9.7 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$, respectively.

In comparison with the Dst index, there was a sharp decrease in the Dst index from January 31 to February 1, before the peak of the NO column density on February 2, suggesting that NO may have increased due to electrons accelerated by the geomagnetic disturbance. Next, we compared the NO column density with the electron flux data obtained by the MEPED 0° telescope in the six POES/METOP satellites. For the comparison, we used the L-value and MLT of the satellite observations to select the electron flux data that were most likely to precipitate onto Tromsø. As a result, it was found that the NO column density increased after the increase in electron flux observed by the satellite. Furthermore, the electron fluxes at energies of >40 keV, >130 keV, >287 keV, and >612 keV were analyzed for correlation with the NO column density, and the correlation coefficients were found to be 0.5, 0.4, 0.6, and -0.1, respectively, indicating that >287 keV has the highest correlation. This suggests that the range of >287 keV has the most influence on the variation of the NO column density.

太陽活動に伴って極域に降り込む高エネルギー粒子が NO_x(窒素酸化物) やオゾンなどの中層大気中の微量分子に及ぼす影響を観測的に調べるため、我々は 2012 年から南極・昭和基地 (69.00°S, 39.85°E) でミリ波分光観測を行ってきた。さらに、両極域での差異を明らかにするため、2016 年から北極域のノルウェー・トロムソ (69.35°N, 19.14°E) で同様の観測を進めつつある (詳細は中島他、本年講演会参照)。本研究は、トロムソで 2018 年 12 月 26 日から 2019 年 3 月 10 日までの 75 日間にわたって実施した NO のテスト観測のデータをもとに NO 柱密度の時間変化と地磁気擾乱の指標である Dst 指数、衛星観測から得られた電子フラックスデータとの関係を調べた。

上記 75 日間の観測データについては、スペクトルデータのバックグラウンドのランダムノイズと下層大気の光学的厚みの時間変動などを元にしてスクリーニングと電波強度の補正を行った結果、2019 年 1 月 23 日~2 月 4 日と 2 月 17 日~2 月 20 日の 17 日間について、連続的に質の良いデータを抽出した (Goto et al., JPGU 2021 で報告)。今回は、この 17 日間分のデータについてさらに解析を進めた結果を報告する。 $^2 \Pi_{1/2} J = 5/2-3/2$ の超微細構造線 $F=5/2-3/2$ (250.815594 GHz) と $F=3/2-1/2$ (250.816954 GHz) の 2 本の輝線スペクトルを用いた。昭和基地での観測において NO の解析に用いられた $F=7/2-5/2$ (250.796436 GHz) の輝線 (Isono et al. 2014) は外部からの混信があったため今回の解析には用いていない。先行研究と同様に、NO が存在する領域の大気温度は一様に 200 K で、NO 輝線は光学的に薄いと仮定した。データのランダムノイズから見積もった柱密度の誤差は、平均 $0.6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ である。この間の NO の変動としては、1 月 27 日と 2 月 2 日にピークがみられ、このときの柱密度はそれぞれ $6.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ と $9.7 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ であった。

Dst 指数との比較では、NO 柱密度のピークがみられる 2 月 2 日より前、1 月 31 日から 2 月 1 日にかけて Dst 指数の急激な減少が見られ、磁場の擾乱により加速された電子により NO が増加した可能性が考えられる。そこで、6 機の POES/METOP 衛星に搭載された MEPED 検出器 0 度望遠鏡で得られた電子フラックスのデータと比較した。比較

に当たっては、L 値および MLT の値で条件を与えトロムソに降り込んでくる可能性の高い電子フラックスデータを選定した。その結果、衛星で観測される電子フラックスの増加の後に、それぞれ NO 柱密度が増加していることがわかった。さらに >40 keV、>130 keV、>287 keV、>612 keV の 4 つのエネルギー別の電子フラックスについて、それぞれ NO 柱密度との相関を調べたところ、それぞれ相関係数が 0.5、0.4、0.6、-0.1 となり >287 keV が最も相関が高いことがわかった。これより、>287 keV の範囲で最も NO 柱密度の変動に影響を与えていると考えられる。