

昭和基地のミリ波分光計で検出された NO の季節変化

磯野靖子¹、水野亮¹、長濱智生¹、中村卓司²、江尻省²、堤雅基²、三好由純¹、片岡龍峰³、前澤裕之⁴

¹名古屋大学 太陽地球環境研究所

²国立極地研究所

³東京工業大学

⁴大阪府立大学

Seasonal variations of NO observed with a microwave radiometer at Syowa Station

Yasuko Isono¹, Akira Mizuno¹, Tomoo Nagahama¹, Takuji Nakamura², Mitsumu K. Ejiri², Masaki Tsutsumi²,
Yoshizumi Miyoshi¹, Ryuho Kataoka³ and Hiroyuki Maezawa⁴

¹STEL, Nagoya University

²NIPR

³Tokyo Institute of Technology

²Osaka Prefecture University

In the polar regions, it is known that energetic particle precipitation (EPP) induces ion-molecule chemistry and changes abundances of some minor molecules in the upper- and sometimes in the middle-atmosphere. Energetic solar protons directly enter the middle atmosphere, causing increase of HO_x and NO_x radicals and decrease of ozone (e.g., López-Puertas et al. 2005). Energetic electrons also increase NO_x in the thermosphere, and the NO_x-rich air is transported downward in the polar vortex during the polar winter (e.g., Seppälä et al. 2007). To understand NO_x variation due to the EPP and polar vortex, we newly installed millimeter-wave spectroscopic radiometer at Syowa Station (Figure 1). We have been carried out ground-based continuous monitoring of millimeter-wave ozone (235.709 GHz) and NO (250.796 GHz) spectral lines since March 2011.

The NO spectra (Figure 2) which integrated over 24 hours has detected from January to the present. It was emitted by NO an altitude of 120-140 km because Full Width at Half Maximum of spectra is 0.5 MHz, and thermodynamic temperature is more than 300 K. From NO integrated intensity (Figure 3), we can see also a seasonal variation and some short term enhancement. Integrated intensity depends on temperature and quantity of NO. It is supposed that seasonal variation is caused by quantity of NO than a temperature from temperature data of MLS (Figure 4).

In this presentation, we will report the result of NO observations and discuss to estimate NO column with temperature from MLS and SABER.

太陽陽子イベント (Solar Proton Event; SPE) や磁気嵐が発生した場合、数 keV ~ 数 MeV の高エネルギー粒子が極域の下部熱圏 ~ 中間圏 ~ 上部成層圏に降り込み、大気中の窒素酸化物 (NO, NO₂) の増加やオゾンの減少といった微量大気成分の組成変動を引き起こすことが衛星観測により知られている (e.g., López-Puertas et al. 2005)。また、冬期の極域では、下部熱圏で生成された NO が大気循環により中間圏 ~ 成層圏付近にまで下降してくることが知られている (e.g., Seppälä et al. 2007)。SPE や磁気嵐に伴う微量大気成分の変動は数日程度で発生するため、数時間程度の時間分解能を持つ地上観測は非常に有効である上、長期間に渡る地上定点観測により季節変動を捉えることも可能である。我々はミリ波分光計 (Figure 1) を用いて、下部熱圏 ~ 中層大気における微量大気成分の変動を南極昭和基地から観測し、高エネルギー粒子や極渦などに起因する大気組成変動メカニズムの解明を目指している。

本研究は南極観測の第VIII期六ヶ年計画の重点研究観測に位置付けられており、PANSY やライダーと共に第 52 次隊から開始された。夏期間中に装置の設置と調整をおこなった後、試験観測を経て 2011 年 3 月から本格観測を開始した。観測対象は 250 GHz 帯のオゾンと NO、NO₂ である。NO₂ は 2011 年に観測を実施していたが未検出、2012 年 1 月以降は NO の観測を開始した。現在は 1 日 4 回 (各 1 時間) のオゾン観測とその他の時間は NO の連続観測を実施している。

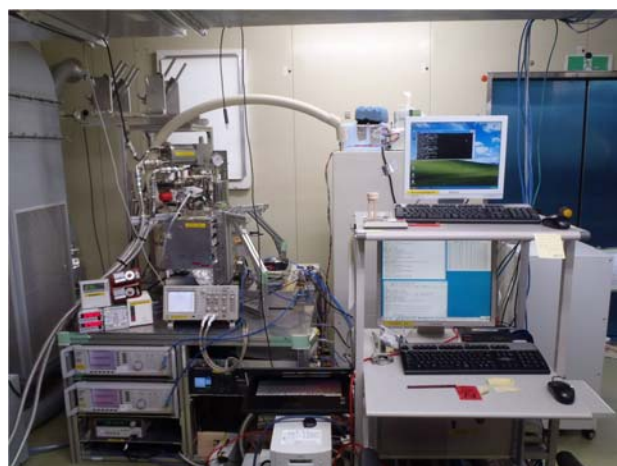


Figure 1. 光学観測棟に設置したミリ波分光計

2012年1月24日に観測を開始したNOは半年以上に渡り継続して検出された(9/16現在)。一日積分した場合の典型的なNOスペクトルをFigure 2に示す。S/N比が2以上のNOスペクトルの平均雑音rmsは24 mK、最小時は14 mKであった。スペクトルの半値全幅が約0.5 MHzであることから、高度60 km以上の領域から放射されていると推測される。さらに、得られたNOスペクトルがドップラー幅の成分のみであると仮定した場合、得られる熱力学温度は300 Kよりも高いため、NOの放射領域は温度の高い120-140 kmの下部熱圏と考えられる。

NOスペクトルの中心周波数の前後1 MHzの幅で積分した積分強度を時系列でプロットすると、季節変化と短期的な増減が見られた(Figure 3)。NOの季節変化は、4月下旬(DOY120 = 4/29)頃から徐々に増加し、5-7月は一定して高い状態が続いた。7月中旬(DOY200 = 7/18)には再び減少をはじめ、8月中旬以降は増加前のレベルに下がっている。ここで、積分強度はNOの総量と放射領域の温度の両方に依存するが、MLS衛星による高度120 km付近の温度は、夏から冬にかけて低下したのちDOY 180以降には上昇しており、その変動幅は約60 Kであった(Figure 4)。そのため、積分強度の季節変化は温度変化に比べてNOの総量の変化をより反映したものであると推測される。

本講演では、ミリ波分光計で検出されたNOの観測結果を報告し、MLSやSABERによる下部熱圏や中間圏界面の温度データと積分強度から得られるNOのカラム量の推定について議論する。

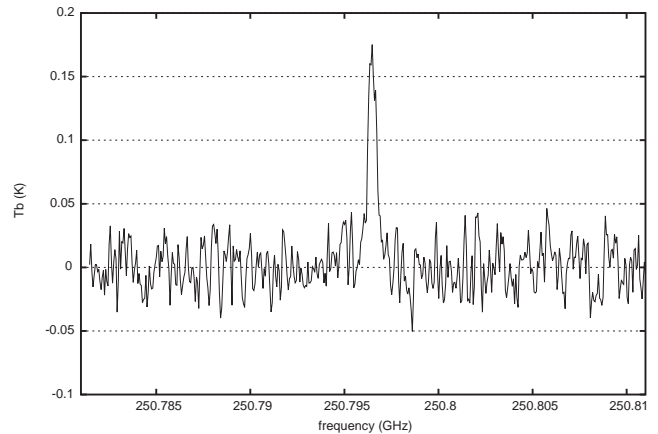


Figure 2. NOスペクトル(250.7964360 GHz)。

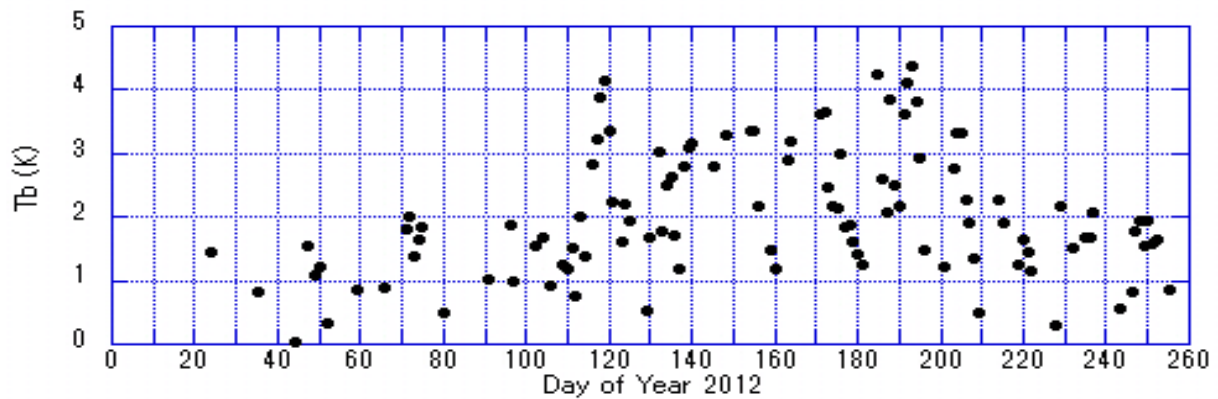


Figure 3. NOの積分強度プロット。横軸は2012年の通算日、縦軸は輝度温度(K)。

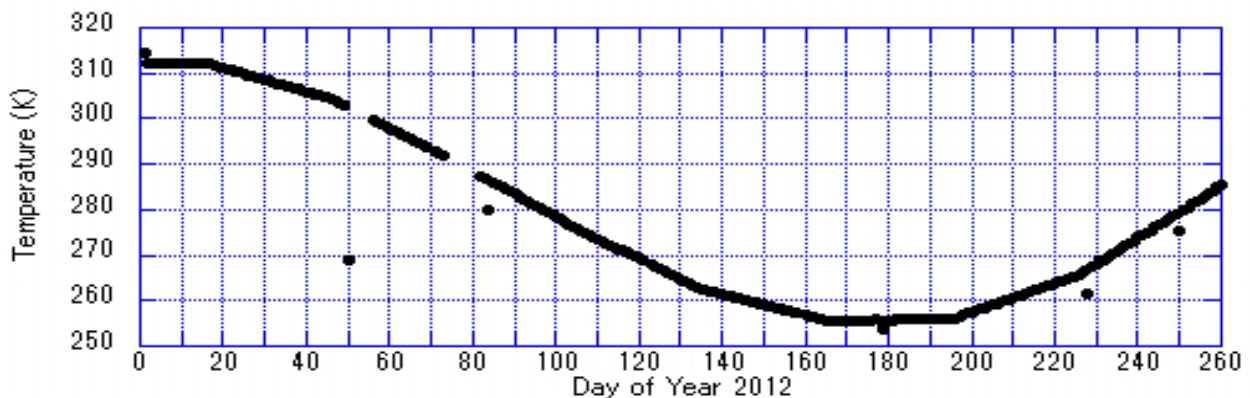


Figure 4. MLS衛星による 4.6×10^{-5} (hPa)での温度。横軸は2012年の通算日、縦軸は温度(K)。

References

- ・ López-Puertas, M., et al. (2005), Observation of NO_x enhancement and ozone depletion in the Northern and Southern Hemispheres after October-November 2003 solar proton events, *J. Geophys. Res.*, 110, A09S43, doi:10.1029/2005JA011050.
- ・ Seppälä, A., et al. (2007), Arctic and Antarctic polar winter NO_x and energetic particle precipitation in 2002-2006, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L12810, doi:10.1029/2007GL029733.