

R005-50

Zoom meeting C : 11/2 PM2 (15:45-18:15)

17:15~17:30

## 極域下部熱圏における地磁気活動度に対する半日潮汐波の変動

#小山 裕貴<sup>1)</sup>, 野澤 悟徳<sup>2)</sup>, 小川 泰信<sup>3)</sup>, Brekke Asgeir<sup>4)</sup>

(<sup>1)</sup> 名大・宇地研, (<sup>2)</sup> 名大・宇地研, (<sup>3)</sup> 極地研, (<sup>4)</sup> トロムソ大・理工

## Variability of the semidiurnal tide in the polar lower Thermosphere at various geomagnetic activities

#Hirota Koyama<sup>1)</sup>, Satonori Nozawa<sup>2)</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>3)</sup>, Asgeir Brekke<sup>4)</sup>

(<sup>1)</sup> ISEE, Nagoya Univ., (<sup>2)</sup> ISEE, Nagoya Univ., (<sup>3)</sup> NIPR, (<sup>4)</sup> Science and Technology, UiT

We will present variability of the semidiurnal tide in the polar lower Thermosphere (93-119 km) above Tromsø, Norway (69.6N, 19.2E) based on 33 years of EISCAT UHF radar data at various geomagnetic activities under different seasonal (summer and winter) and solar activity ( $F10.7 < 75$ ,  $75 < F10.7 < 150$ ,  $150 < F10.7$ ) conditions. The neutral wind velocity data are used with time and altitude resolutions of 6 minutes and 3-4 km, respectively. The wind data are averaged according to time and altitude for different conditions, and semidiurnal tides re derived using the averaged wind data under various conditions, and then are compared with each other. Main results are as follows: (1) As the solar activity is higher, the amplitude of the semidiurnal tide increases regardless of season and solar activity. (2) Local time of maximum of the semidiurnal tide under conditions of  $5 < Kp$  is about 2-hr ahead of that under conditions of  $Kp < 3$ . (3) Geomagnetic activity dependence in winter is stronger than in summer.

下部熱圏(高度 90-130 km)において、中性大気の運動は圧力勾配力、コリオリ力、粘性力、ローレンツ力などによって支配されている。そして、下方からの上方伝搬する大気波動(大気潮汐波、大気重力波、プラネタリー波)は、この領域のダイナミクスに大きな影響を与える。極域においては、オーロラ電子による粒子加熱、ペダーセン電流によるジュール加熱、磁気圏起源の(強い)電場によるイオンドラッグ力が加わり、風系はいろいろな条件で変動する。極域下部熱圏は、磁気圏からの電磁気的作用と下層大気からの力学的作用を時に同時に受ける特異領域である。そのため、磁気圏—電離圏—熱圏結合を理解する上で、この領域の大気ダイナミクスの理解は非常に重要である。

極域下部熱圏では、半日潮汐波が大気ダイナミクスにおいて支配的であることが示されている [Nozawa and Brekke, 1999a; Wu et al., 2003]。先行研究 [Brekke et al., 1994; Nozawa and Brekke, 1995, 1999a, b] では、56 日分の EISCAT UHF レーダデータを用いて、季節依存性、太陽活動度依存性、地磁気活動依存性が調べられたが、用いたイベント数が十分ではなかったため、それぞれの依存性を区別して調べることができなかった。本研究では、半日潮汐波の地磁気活動度依存性を、夏と冬、および異なる太陽活動度に分類して、明らかにすることを目的としている。

本研究では、ノルウェー北部に位置するトロムソ (69.6° N, 19.2° E) で稼働されている EISCAT UHF レーダで得られた 33 年間 (1986-2019 年) の高度 93-119 km のイオン速度データから導出した中性風速度データ (時間分解能: 6 分、高度分解能 3-4 km) を用いた。季節、太陽活動度、地磁気活動度を下記のようにそれぞれ分類を行った。

季節: 夏 (4 月 23 日-8 月 22 日)、冬 (10 月 23 日-2 月 22 日)

太陽活動度:  $F10.7 \leq 75$ ,  $75 < F10.7 < 150$ ,  $150 \leq F10.7$

地磁気活動度:  $Kp \leq 3$ ,  $3 < Kp < 5$ ,  $5 \leq Kp$

季節、太陽活動度、地磁気活動度の各条件に合った中性風速度データを各時刻、各高度で平均し、ロムスカーゲル法 [Lomb, 1976; Scargle, 1982] を用いて 12 時間成分を抽出した。ここでは、12 時間成分を、半日潮汐波として扱う。得られた 12 時間成分の振幅を用いて sin 関数で最小二乗法フィッティングを行い、風速が正 (東向き、および北向き) に最大となる時の地方時 (以下、LTM: Local Time of Maximum) を求めた。振幅および LTM の地磁気活動度依存性において、シグニフィカンスレベルを超える点のみ議論の対象とした。

極域下部熱圏における半日潮汐波の地磁気活動度依存性の結果は以下の通りである。(1) 季節、太陽活動度に関わらず、地磁気活動度が高くなるにつれ、振幅が大きくなる (例:  $75 < F10.7 < 150$ 、冬、北向き成分では、 $Kp \leq 3$  と比較して  $5 \leq Kp$  は約 20 m/s 大きくなっている)。(2) 冬は夏よりも  $Kp \leq 3$  の時に対する  $5 \leq Kp$  の時の振幅の増加量が約 10 m/s 強くなっており、夏よりも冬の地磁気活動度依存性が強い。(3) LTM は季節、太陽活動度に関わらず  $Kp \leq 3$  と比較して  $5 \leq Kp$  は約 2 時間進んでいる。

イオンドラッグに対してロムスカーゲル法を用いて 12 時間成分を抽出すると、 $5 \leq Kp$  において、最大  $5.0 \times 10^6$  (-11) N(LTM は、07 時) となり、この時の電場は約 40 mV/m であった。イオンドラッグの 12 時間成分と半日潮汐波の振幅および LTM の比較から、北向き成分に関して、イオンドラッグの振幅のピーク高度は 105~111 km であり、この高度の半日潮汐波の振幅はその他の高度よりも  $Kp \leq 3$  の時に対する  $5 \leq Kp$  の時の振幅の増加量が約 10 m/s 大きくなっている。 $Kp \leq 3$  の時、半日潮汐波の高度 105 km における LTM は 02 時である。 $5 \leq Kp$  の時、半日潮汐波の LTM は 02:04 時となっており、イオンドラッグの LTM (07 時) の方へシフトしている。これらの結果よりイオンドラッグは半日潮汐波の励起源の一つとして働いていると解釈することができる。

本講演では、半日潮汐波の地磁気活動度依存性の詳細について報告する。

REFERENCES:

Brekke, A., Nozawa, S., Sparr, T. (1994), Studies of the E region neutral wind in the quiet auroral ionosphere. *J. Geophys. Res.* 99, 8801-8825. <https://doi.org/10.1029/93JA03232>

Lomb, N.R. (1976), Least squares frequency analysis of unequally spaced data, *Astrophys. Space Sci.*, 39, 447-462. <https://doi.org/10.1007/BF00648343>

Nozawa, S., Brekke, A. (1995), Studies of the E-region neutral wind in the disturbed auroral ionosphere. *J. Geophys. Res.* 100, 14,717-147,34. [https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(99\)00016-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(99)00016-4)

Nozawa, S., Brekke, A. (1999a), Studies of the auroral E-region neutral wind through a solar cycle: Quiet days. *J. Geophys. Res.* 104, 45-66. <https://doi.org/10.1029/1998JA900013>

Nozawa, S., and A. Brekke. (1999b), Seasonal variation of the auroral E region neutral wind for different solar activities, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 61, 585- 605, 1999b. [https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(99\)00016-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(99)00016-4)

Scargle, J. D (1982), Studies in astronomical time series analysis. II. Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data. *Astrophys. J.* 263, 835. <https://doi.org/10.1086/160554>

Wu, Q., T. L. Killeen, S. Nozawa, D. McEwen, W. Guo, and S. C. Solomon (2003), Observations of mesospheric neutral wind 12 - hour wave in the Northern Polar Cap, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 65(8), 971- 978. [https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(03\)00116-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(03)00116-0)