

低緯度磁気共役点における Midnight Brightness Wave の光学・電波観測

福島 大祐 [1]; 塩川 和夫 [1]; 大塚 雄一 [1]; 久保田 実 [2]; 津川 卓也 [2]; 西岡 未知 [3]; 長妻 努 [3]
[1] 名大 STE 研; [2] 情報通信研究機構; [3] NICT

Optical and radio observations of a midnight brightness wave at low-latitude geomagnetic conjugate stations

Daisuke Fukushima[1]; Kazuo Shiokawa[1]; Yuichi Otsuka[1]; Minoru Kubota[2]; Takuya Tsugawa[2]; Michi Nishioka[3];
Tsutomu Nagatsuma[3]
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] NICT; [3] NICT

We have been observing nighttime airglow by using highly-sensitive all-sky airglow imagers at Kototabang, Indonesia (0.2S; 100.3E; and geomagnetic latitude (MLAT): 10.0S) and Chiang Mai, Thailand (18.8N; 98.9E; and MLAT: 10.0S), which are geomagnetic conjugate stations. After 2010, we have been also observing thermospheric neutral winds by using Fabry-Perot interferometers (FPIs) at both stations. The combined observations between nighttime airglow and thermospheric neutral winds have carried out for the first time at geomagnetic conjugate stations. From our previous study, we found medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) and plasma bubbles in the 630-nm airglow images. Our results suggested that plasma-neutral coupling in the ionosphere/thermosphere played a major role for equatorial ionospheric disturbances.

In this presentation, we report a wave event propagating south-southwestward (poleward) with a velocity of 340 m/s, which was observed on 7 February, 2011 from 1600 to 1730 UT (from 2300 to 0030 LT) in the 630-nm airglow images at Kototabang. This wave has an amplitude of 20-30% and propagates poleward once at midnight. From these observed characteristics, this observed wave seems to be different from the equatorial MSTIDs. Meridional thermospheric neutral winds simultaneously observed by an FPI at Kototabang turned from northward (equatorward) to southward (poleward) just before the wave was observed. This fact is consistent with the idea that the observed wave is a midnight brightness wave (MBW) generated from a midnight temperature maximum in the thermosphere, as reported by previous studies (e.g., Colerico and Mendillo, 2002). However, similar wave was not simultaneously observed in the airglow images at Chiang Mai at the geomagnetic conjugate point. Eastward and southward thermospheric neutral winds observed by the FPI at Kototabang were 50-80 m/s and 10-50 m/s, respectively, when the MBW was observed. The bottomside heights of the F layer at a frequency of 2 MHz observed by ionosondes decreased from 230 to 190 km at Kototabang and increased from 260 to 280 km at Chiang Mai when the MBW was observed.

Pedersen conductivities in the F layer inside the MBW structure would be larger than those outside the MBW, because the airglow intensity is proportional to the Pedersen conductivity. If the ionospheric currents flow in the ionosphere under spatially non-uniform Pedersen conductivities, polarization electric fields would be generated. During the present MBW event, the Pedersen currents caused by the neutral winds are southwestward (toward $\mathbf{u} \times \mathbf{B}$ vector), since the winds at Kototabang were southeastward. Then, a north-northeastward polarization electric field would be generated inside the MBW region where the airglow intensity was enhanced. This polarization electric field is projected onto the northern hemisphere along the geomagnetic field line. The $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ drift caused by the eastward component of this projected electric field is upward. As a result, the ionospheric height would rise up in the northern hemisphere, suggesting that the wave would not be observed as the enhancement of the 630-nm airglow in the northern hemisphere. This upward motion of the ionospheric heights was observed as a 20-km height rise of the F layer at Chiang Mai, as mentioned above. In the presentation, we discuss the ionospheric variation during the MBW event by using the data from the all-sky imagers, FPIs, and ionosondes at geomagnetic conjugate stations at low latitudes.

私たちはこれまでに、インドネシア・コトタバ（地理緯度 0.2S、地理経度 100.3E、磁気緯度 10.0S）と、コトタバンの磁気共役点であるタイ・チェンマイ（地理緯度 18.8N、地理経度 98.9E、磁気緯度 8.9N）において、高感度全天カメラを用いた夜間大気光の観測を行ってきた。また両観測点では、2010 年よりファブリ・ペロー干渉計（FPI）を用いて熱圏中性風を観測しており、世界で初めて夜間大気光と熱圏中性風を組み合わせた磁気共役点観測を行っている。これまでの私たちの研究結果では、中規模伝搬性電離圏擾乱（MSTID）やプラズマバブルが大気光画像中に観測されており、中性大気と電離大気の結合が赤道域の電離圏擾乱に大きな役割を果たしていることが示唆された。

本講演では、2011 年 2 月 7 日、1600 1730UT (2300 0030LT) に、コトタバの大気光画像中に観測された南南西方向（極方向）に約 340m/s で伝搬する波について報告する。この波は、背景の大気光強度の約 20 30% の振幅があり、真夜中付近に一回だけ極方向に伝搬することから、これまでに観測された MSTID とは違う波であると考えられる。また、コトタバで同時に観測された南北中性風は、波が観測される直前に北向き（赤道向き）から南向き（極向き）に反転していることから、この波動は、過去の研究（e.g., Colerico and Mendillo, 2002）によって報告されている、真夜中の熱圏温度の極大から発生する Midnight Brightness Wave (MBW) であると考えられる。一方で、同時に得られているチェンマイの大気光画像中には、MBW と思われる波が観測されていなかった。コトタバの FPI で観測された熱圏中性風の東向き風速は MBW 発生時に 50 80m/s、南向き風速は 10 50m/s であった。また、イオノゾンデで観測された MBW 発生時の F 層下部（2MHz）の電離圏高度は、コトタバでは 230km から 190km へと大幅に下降し、チェンマイでは 260km から 280km へと上昇していた。

大気光発光強度は電離圏 F 領域における Pedersen 電気伝導度に比例するため、MBW 内部の Pedersen 電気伝導度は

他の領域に比べて大きいと考えられる。このような Pedersen 電気伝導度の空間不均一があるときに電離圏電流が流れていると、分極電場が生じる。MBW が観測されたときのコトタパンの中性風の方向は南東であるので、この中性風による Pedersen 電流は南西向き ($\mathbf{u} \times \mathbf{B}$ 方向) である。この時、MBW 内部の大気光増大領域では北北東方向の分極電場が作られ、この電場は北半球に投影されると考えられる。投影された分極電場の東向き成分による $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ ドリフトは上向きであり、その結果、電離圏高度は上昇し、大気光強度の増大は起きず、波が観測されなかったと考えられる。実際、この電離圏高度の上昇は、上述のようにチェンマイで約 20km の F 層高度の上昇として観測されている。講演では、この MBW が発生したときの電離圏の変動について、低緯度磁気共役点の全天カメラ、FPI、イオノゾンのデータを用いて詳細に解析した結果を発表する。