

大気光イメージャーによる中規模伝搬性電離圏擾乱の磁気共役点観測

Geomagnetic Conjugate Observations of Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbances with All-Sky Airglow Imagers

大塚 雄一[1]; 塩川 和夫[2]; 小川 忠彦[3]; 齊藤 昭則[4]

Yuichi Otsuka[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Tadahiko Ogawa[3]; Akinori Saito[4]

[1] 名大 STE 研; [2] 名大 S T E 研; [3] 名大・STE 研; [4] 京都大・理・地球物理

[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] STE Lab., Nagoya Univ.; [3] STE Lab., Nagoya Univ.; [4] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.

電離圏 F 領域において電子密度変動が伝搬する現象として捉えられる、伝搬性電離圏擾乱 (Traveling Ionospheric Disturbance; TID) については、従来から多くの観測及び研究が行われてきており、TID は大気重力波による中性大気の振動が原因と考えられてきた。電離圏 F 領域では、中性大気の振動によって電離大気は磁力線方向にのみ動かされる (中性風の磁力線方向の速度 = 電離大気の磁力線方向の速度)。従って、電離大気は、大気重力波による中性大気振動のトレーサーとみることができ、電離大気の変動 (TID) を観測することで、電離圏/熱圏中の大気重力波の研究が行われてきた。しかし、近年、中緯度で夜間に観測される中規模 TID (Medium-Scale TID; MSTID) は、従来の大気重力波が原因とする考え方では説明ができないことが指摘され、電場が夜間の MSTID の生成機構に関係していると考えられる観測結果が得られている。夜間の MSTID が電場によってつくられるとするなら、電場は磁力線に沿って反対半球まで伝わるため、南北両半球で同時に MSTID が観測されると予想される。本研究では、この MSTID の磁気共役性を調べるため、日本とオーストラリアにおいて全天カメラによる大気光の観測を行った。

中規模伝搬性電離圏擾乱の地磁気共役性を明らかにするため、第 3 回 FRONT (F-region Radio and Optical measurement of Nighttime TID) キャンペーン観測が 2003 年 5 月 26 日から 6 月 7 日まで行われた。このキャンペーン期間中、我々は磁気共役点の関係にある信楽 (34.9N, 136.1E) と Renner Springs (18.3S, 133.8E) に全天大気光カメラを設置し、大気光の観測を行った。両観測点において、同時に 5.5 分の時間分解能で 630nm 大気光の全天画像を得た (露出時間は 165 秒)。Renner Springs の磁気共役点の位置は、信楽の西約 50km の位置であり、Renner Springs の全天カメラの視野の磁気共役点の大部分が信楽のカメラの視野に重なる。従って、MSTID による 630.0nm 大気光構造の磁気共役性を観測的に明らかにすることが可能とである。

2003 年 6 月 1 日夜間に信楽の全天カメラによって、北西から南東にのびる波面をもち、南西方向に伝搬する大気光変動 (MSTID) が観測された。この時、同時に Renner Springs においても MSTID が観測された。Renner Springs では、大気光変動の波面は南西から北東にのびており、伝搬方向は北西向きであった。信楽と Renner Springs で観測された大気光変動の空間構造の磁気共役性を調べるため、Renner Springs で観測された大気光変動を磁力線に沿って北半球に投影したし、信楽の大気光変動と水平二次元構造を比較した。その結果、両者の大気光変動の位相がほぼ一致していることが分かった。これは、大気光の増大 (減少) 領域を通る磁力線で結ばれた反対半球でも、大気光が増大 (減少) していることを示しており、同一磁力線で結ばれた南北両半球において、大気光が同位相で変動していることを表している。

大気光発光強度は F 領域における積分 Pedersen 導電率に比例しているため、MSTID による大気光の変動は積分 Pedersen 導電率の空間変動とみることができる。Pedersen 導電率の空間不均一があるとき、磁力線直交面内を電流が流れていると、電流の連続性を保つために分極電場が生じる。F 領域中 Pedersen 電流は、中性大気風速 U による $U \times B$ (B は磁場) と電場とによって流れる。2003 年 6 月 1 日の真夜中付近に信楽で観測された中性風はほぼ南向きであり、この中性風による電流は東向きである。この時、大気光発光強度の減少領域、つまり Pedersen 導電率の低い領域では、北東向きの分極電場がえられる。電場の東向き成分は、 $E \times B$ ドリフトにより F 領域プラズマを上方に動かすため、その領域では大気光発光強度は減少する。電場は磁力線に沿って反対半球の F 領域に伝わり、同様に $E \times B$ ドリフトによってプラズマを上方に動かし、大気光発光強度を減少させる。従って、630nm 大気光変動が両半球で対称な構造をもつと考えられる。また、信楽にある京都大学 MU レーダーによる電子密度観測との比較から、大気光発光強度の増大時には F 領域高度が低く、大気光強度の減少時には F 領域高度が高いことが明らかになった。これらの結果から、夜間の MSTID の生成に分極電場が重要な役割を果たしていることが明かになった。しかし、夜間に観測される MSTID が数百 km の水平波長をもつことや、殆どのものが南西方向に伝搬することは、電場による作用だけでは説明がず、大気重力波が関係しているものと考えられる。また、MSTID による電子密度変動が分極電場によって成長すると考えることはできるが、MSTID のきっかけとなる電子密度変動については、大気重力波によるものと考えられる。