

プラズマバブル発生時の台湾・沖縄における ROTI の相関について

中田 裕之 [1]; 菊地 隼人 [2]; 津川 卓也 [3]; 大塚 雄一 [4]; 鷹野 敏明 [5]; 島倉 信 [5]; 塩川 和夫 [4]; 小川 忠彦 [3]
[1] 千葉大工; [2] 千葉大・工・電気電子; [3] 情報通信研究機構; [4] 名大 STE 研; [5] 千葉大・自然科学

Correlation of ROTI between Taiwan and Okinawa associated with equatorial plasma bubbles

Hiroyuki Nakata[1]; Hayato Kikuchi[2]; Takuya Tsugawa[3]; Yuichi Otsuka[4]; Toshiaki Takano[5]; Shin Shimakura[5]; Kazuo Shiokawa[4]; Tadahiko Ogawa[3]

[1] Graduate School of Eng., Chiba Univ.; [2] Electrical and Electronic Engineering, Chiba Univ.; [3] NICT; [4] STELAB, Nagoya Univ.; [5] Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.

Since equatorial plasma bubbles (EPBs) include various scales of field-aligned irregularities (FAIs), radio waves on a range of frequencies are affected by EPBs. In GPS navigation system, which uses L-band radio waves, the radio waves transmitted from the satellites are frequently interrupted by the EPBs. Forecasting the occurrence of EPBs is very important in order to avoid scintillation of the radio waves. As EPBs drift eastward, EPBs over Japan are previously detectable with the radio and/or optical observations at the west of Japan. In the present study, therefore, the variations of ROTI associated with EPBs are analyzed using GPS data observed at Taiwan and Okinawa. Moreover, zonal variation of characteristics of EPBs is informative for studying development and decay of EPBs. Out of 40 EPBs observed by all-sky imagers located at Sata, Japan, and Darwin, Australia, ROTI observed both at Taiwan and at Okinawa are enhanced in a half cases. In 9 cases, ROTI observed at Taiwan are enhanced but not at Okinawa. On the other hand, there is one case where ROTI observed at Okinawa is enhanced but not at Taiwan. The average drift speed of EPBs is 180 m/s, which is inferred from 20 events which observed the enhancement of ROTI at both observatory. This speed is faster as compared to the typical speed of EPBs (about 100 m/s). This result suggests that the position of the satellites responsible for ROTI should also be considered in determining the drift speed of EPBs.

プラズマバブルは、その内部に様々なスケールの沿磁力線不規則構造を伴うため、広い帯域の電波に対して影響を及ぼす。近年、広く利用が進んでいる GPS ナビゲーションシステムも GHz 帯の電波を利用していることから、プラズマバブル発生時には、電波の位相情報を求めることができなくなるロック損失が観測されている。そのため、プラズマバブルの発生を予測することは、応用上非常に重要な課題である。特にプラズマバブルは、赤道電離圏で発生し、東へドリフトする。そこで日本より西の地点でプラズマバブルをとらえることが可能になれば、日本上空に来るプラズマバブルを予測することが可能になる。そこで、日本より西に位置する台湾での TEC の変動率 (ROTI) と沖縄の GPS 観測点で求められた ROTI を比較し、それぞれの観測点において、プラズマバブルが ROTI に及ぼす影響について解析を行った。2 地点間でプラズマバブルの特性の変化を調べることは、プラズマバブルの発達・減衰を考える上でも重要である。

2002 年に佐多・Darwin に設置された大気光イメージャーで観測されたプラズマバブル 40 例について解析を行ったところ、40 例中 20 例で両方の GPS 観測点で ROTI の上昇が観測された。また、9 例では、台湾での ROTI の上昇は見られたが沖縄では ROTI の上昇が見られなかった。これらの事例については、台湾の西で発生したバブルが台湾を通過する際、バブル内部の沿磁力線不規則構造が十分発達しており、ROTI を上昇させたが、沖縄に到達したときには、不規則構造が減衰してしまい、ROTI を大きく変化させなかったと考えられる。また、40 例中 1 例において、台湾では ROTI が変化しなかったが、沖縄で ROTI が上昇していた。この事例は、台湾と沖縄の間の領域でバブルが発生したものと考えられる。残りの 10 例は、両方の観測点共に ROTI の上昇が見られなかった事例である。両方の観測点で ROTI の上昇が観測された 20 例について、その時間差から平均的な移動速度を求めたところ、約 180m/s となり、これは平均的なプラズマバブルの速度 (約 100 m/s) に比べてかなり早い。この解析では ROTI の上昇時間からのみバブルの位相速度を求めたが、ROTI を決めている衛星の位置や、沖縄と台湾の磁気緯度の差なども考慮して移動速度を求める必要があると考えられる。