

インドネシアにおける夜間F領域沿磁力線不規則構造のVHFレーダー観測

大塚 雄一 [1]; 塩川 和夫 [1]; 小川 忠彦 [2]
[1] 名大 STE 研; [2] NICT

VHF Radar Observations of Nighttime F-Region Field-Aligned Irregularities Over Kototabang, Indonesia

Yuichi Otsuka[1]; Kazuo Shiokawa[1]; Tadahiko Ogawa[2]
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] NICT

<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp>

A VHF radar with operating frequency of 30.8 MHz and peak power of 20 kW has been operated at Kototabang (0.20°S, 100.32°E; dip latitude 10.4°S), Indonesia since February 2006. Five beams were allocated between $\pm 54^\circ$ in azimuth around geographic south. From the continuous observation from February 2006 to July 2010, we found that FAIs appeared frequently at pre-midnight between March and May and at post-midnight between May and August. The pre-midnight FAIs coincided well with GPS scintillation observed at the same site. Seasonal and local time variations of the pre-midnight FAI occurrence are consistent with those of equatorial plasma bubbles reported in previous studies. These results indicate that the pre-midnight FAIs could be associated with the equatorial plasma bubbles. On the other hand, seasonal and local time variations of the post-midnight FAIs were inconsistent with those of the plasma bubbles. The features of the post-midnight FAIs can be summarized as follows: (1) The post-midnight FAIs are not accompanied by GPS scintillations. (2) Most of the post-midnight FAI regions do not show propagation, but some of them propagate westward. These features are similar to those of the FAI echoes that have been observed at mid-latitude. We have analyzed the Doppler velocities and widths of the post-midnight FAIs. On average, upward (southward) perpendicular component of the Doppler velocity was 10 m/s, and eastward perpendicular component was 25-35 m/s. This result indicates that the Doppler velocity of the FAI is different from the velocity of the ambient plasma. The spectral width of the post-midnight FAI echo was 50 m/s on average. This is comparable to the spectral width of the mid-latitude FAIs, indicating that the post-midnight FAIs are similar to the mid-latitude FAIs. However, the FAIs within the plasma bubbles in the decaying phase also have such narrow spectrum. In the presentation, we will show the characteristic of the spectrum of the post-midnight FAIs.

インドネシア・スマトラ島の京都大学赤道大気レーダー・サイト (0.20°S, 100.3°E; dip latitude 10.4°S) において、2006年2月からVHFレーダー(送信周波数30.8MHz)を用いた電離圏E及びF領域不規則構造(Field-Aligned Irregularity; FAI)の連続観測を行っている。VHFレーダーは、南を中心に方位角 $\pm 54^\circ$ (126.0°-234°)の範囲に5ビームを走査し、F領域高度において東西方向に約600kmの範囲を観測している。これまでの研究により、F領域FAIについて、主に真夜中前(19-00 LT)に出現するFAIと、真夜中過ぎ(00-05 LT)に現れるFAIとがあることが明らかになった。真夜中前のFAIは、3-5月に発生頻度が高く、GPSシンチレーションを伴う。この特徴から、このFAIは、プラズマバブルに伴うものと考えられる。一方、真夜中過ぎのFAIは、1)5-8月に発生頻度が高く、GPSシンチレーションを伴わない、2)FAIエコー領域が西向きに伝搬するものが多い、という特徴をもつことが明らかになった。この特徴は、中緯度におけるF領域FAIと類似している。しかし、中緯度FAIは、日没時から真夜中にかけて出現頻度が高く、数百kmの水平波長をもつプラズマ密度の変動(中規模伝搬性電離圏擾乱; MSTID)に伴って発生する。中緯度の夜間に発生するMSTIDは、北半球では南西方向、南半球では北西方向に伝搬するものが殆どであり、分極電場の変動を伴っている。このMSTIDに伴う分極電場が中緯度FAIの発生に重要な役割を果たしていると考えられている。従って、中緯度FAIの発生には分極電場を伴うMSTIDが存在することが必要と考えられるが、インドネシア域ではこのようなMSTIDは殆ど観測されていない。一方、この真夜中過ぎのFAIも、日没後に現れるFAIと同様にプラズマバブルに伴うものである可能性も指摘されている。しかし、この場合、プラズマバブルがなぜ夏季の真夜中過ぎに頻繁に出現するのか、という疑問が残る。そこで本研究では、真夜中過ぎのFAIの生成機構を解明するため、2006年2月から2010年7月までに得られた真夜中過ぎのFAIのドップラー速度データを解析した。その結果、ドップラー速度の磁力線直交上(南)向き成分は、平均約10m/sで上向きであること、また、東西方向のドップラー速度は、平均で約35-25m/sであり、時間とともに遅くなる傾向があることを明らかにした。赤道域における夜間のプラズマ・ドリフト速度は、平均では下向きかつ東向きであることから、FAIエコーのドップラー速度は背景のプラズマの速度とは異なると考えられる。このような特徴は、信楽のMUレーダーで観測される中緯度F領域FAIでも見られており、インドネシアで真夜中過ぎに発生するFAIが中緯度FAIと同じ生成機構をもつことを示唆している。また、真夜中過ぎFAIのスペクトル幅を調べたところ、平均で約50m/sであった。このスペクトル幅の大きさは、信楽MUレーダーで観測される中緯度F領域FAIのスペクトル幅と同程度である。一方、プラズマバブルに伴って発生するFAIの場合、プラズマバブル発生時には100m/sを越える広いスペクトル幅をもつが、発生から時間がたった減衰過程では数十m/sと狭いスペクトル幅をもつことが知られている。このことから、真夜中過ぎFAIは、減衰過程にあるプラズマバブルに伴うFAIに近いスペクトル幅をもっていることが分かる。本講演では、インドネシアで真夜中過ぎに観測されたFAIの特徴について議論する。