

## 赤道大気レーダーで昼間に観測された高度 150km 沿磁力線不規則構造の統計解析

# 水谷 徳仁 [1]; 大塚 雄一 [1]; 塩川 和夫 [1]; 横山 竜宏 [2]; 山本 衛 [3]; Patra Amit K.[3]; 丸山 隆 [4]; 石井 守 [4]  
[1] 名大 STE 研; [2] なし; [3] 京大・生存圏研; [4] 情報通信研究機構

### Statistical results of daytime 150-km echoes observed with Equatorial Atmosphere Radar in Indonesia

# Naruhito Mizutani[1]; Yuichi Otsuka[1]; Kazuo Shiokawa[1]; Tatsuhiro Yokoyama[2]; Mamoru Yamamoto[3]; Amit K. Patra[3]; Takashi Maruyama[4]; Mamoru Ishii[4]  
[1] STELAB, Nagoya Univ.; [2] Cornell Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] NICT

Between 130 and 170 km altitude in the daytime equatorial ionosphere, the so-called 150-km FAIs (Field-Aligned Irregularities) have been observed since 1960's with several VHF radars [Basley, 1964], but generation mechanisms of the 150-km FAIs are still unknown.

We report statistical results of the 150-km FAIs observed with the Equatorial Atmosphere Radar (EAR) at Kototabang, Indonesia.

Since August 2007, 150-km FAIs measurements have been carried out with the EAR for 5-10 days every month. By analyzing the 150-km FAIs observed with the EAR during a period from August 2007 to February 2009, we have revealed statistical characteristics of the 150-km FAIs over Kototabang.

The results can be summarized as follows. 1) We investigated the vertical and zonal Doppler velocity of 150-km FAIs. The averaged vertical Doppler velocity increased in the morning, reached a maximum(21m/s) around 10LT, and then decreased in the afternoon. This feature is consistent with the empirical model of vertical plasma drifts in the F-region [Scherliess and Fejer, 1999]. The averaged zonal Doppler velocity of the 150-km FAIs observed with the EAR is westward, but amplitude is smaller than the F-region zonal drift velocity measured by Jicamarca incoherent scatter radar [Fejer et al., 1991]. 2) We found that occurrence rate of the daytime 150-km FAIs over Kototabang exceeded 50% between a period from June to August, but that the FAIs were hardly observed between March and May. We investigate seasonal variation of sporadic E layer with Ionogram at Kototabang. That variation is coincident seasonal variation of 150-km FAIs except December. 3) Yokoyama et al., 2008, 2009 have pointed at that echo intensity of the 150-km FAIs is higher on the eastward beam than on the westward beam. Such a zonal asymmetry of the echo intensity can be seen in upper E-region FAI (105-120km).

インドネシア・コトタバングに建設された赤道大気レーダー (Equatorial Atmosphere Radar; EAR) では、現在、昼間の高度 130km から 170km 付近に出現する沿磁力線不規則構造 (Field-Aligned Irregularity; FAI) の観測を行っている。このエコーは 150kmFAI エコーと呼ばれており、電離圏の現象を理解するのに必要な観測の一つである。150kmFAI エコーはペルー・ヒカマルカ (磁気伏角 0 度) のレーダーで最初に観測され [Basley, 1964]、この観測以来、ミクロネシア・ボンベイ (磁気伏角 0.5 度) のレーダー [Tsunoda and Ecklund, 2004] など磁気赤道付近でのみ観測され、磁気赤道域特有の現象であると考えられてきた。しかし、インド・ガダンキ (磁気伏角 12.5 度) [Patra and Rao, 2006] やインドネシア・コトタバング (磁気伏角 -21.2 度) [Patra et al., 2008] でも 150kmFAI エコーが観測された。このことから、磁気赤道付近以外でも 150kmFAI エコーが観測されることがわかった。我々は、EAR を用いて 150kmFAI エコーを観測し、今までに 150kmFAI エコーの発生頻度、発生高度に季節変化があることを明らかにした。本研究では、150kmFAI エコーと Es 層との関係、ドップラー速度の統計解析、エコー強度の東西非対称性の統計解析を行う。

EAR は、送信周波数 47MHz、送信出力 100kW、ビーム幅 3.4 度である。本研究では、方位角、天頂角が (165 度、22 度)、(180 度、21 度)、(195 度、22 度) のビーム方向のデータを主に用いて解析した。

EAR で 2007 年 8 月から 2009 年 2 月までの期間に得られた 94 件のデータを用いて、150kmFAI エコーの統計解析を行い、以下のことを明らかにした。1) ドップラー速度について、高度 130km から 170km、及び上向き方向については方位角 180 度、東西方向については方位角 165 度と 195 度のビームを用いて、1 時間毎に平均をした。上向きのドップラー速度については、レーダーから遠ざかる方向で、明け方から正午頃にかけてドップラー速度が大きくなり、正午前に最も大きくなった後、午後にかけて小さくなる。また、10 時 LT 頃のドップラー速度の平均が最大となり、21m/s であった。これは [Scherliess et al., 1999] の経験モデルの  $E \times B$  ドリフトの結果とほぼ一致していることが明らかになった。東西方向については西向き方向であることは [Fejer et al., 1991] の結果と一致したが、速度の大きさは小さくなるということがわかった。2) 150kmFAI エコーと Es 層との関係について、コトタバングのイオノグラムを用いて調べた。コトタバングにおける 150kmFAI エコーは 3 月から 5 月は発生頻度が低く、7 月から 12 月にかけては発生頻度が 50% 以上と高くなるが、Es 層は 12 月と 3 月は発生頻度が低く、8 月から 10 月の朝から昼にかけて発生頻度が高くなるということがわかった。両者の季節変化は 12 月以外で同様の結果を示すことがわかったが、日変化を比較すると 150kmFAI エコーがある日に必ずしも Es 層が発生しているとは限らないことがわかった。さらに本研究ではコトタバングと磁気共役点であるチェンマイ、磁気赤道であるチュンボンの Es 層の日変化について調べる。3) EAR で観測される 150kmFAI エコーには東側のエコー強度が西側よりも強くなるという東西非対称性があること、また高度 105km から 120km の E 層上部のエコー強度においても 150kmFAI エコーと同様に東側のエコー強度が西側よりも強くなるという東西非対称性があることがわかっていて [Yokoyama et al., 2008, 2009]。このような E 層における FAI エコー強度の東西非対称性は EAR サイトに設置されている VHF レーダー (30.8MHz) でも観測されており、本講演では VHF レーダーを用いた E 層 FAI エコーの東西非対称性の統計解析結果を示す。