

## ブラジル磁気異常帯における磁気急始(SC)時の磁場変動の特異性

# 新堀 淳樹 [1]; 辻 裕司 [2]; 菊池 崇 [3]; 荒木 徹 [4]; 池田 昭大 [5]; 魚住 禎司 [6]; Otadoy Roland E. S.[7]; 歌田 久司 [8]; Ishitsuka Jose K.[9]; Trivedi Nalin Baul[10]; Dutra Severino L. G.[11]; Schuch Nelson Jorge[12]; 亘 慎一 [13]; 湯元 清文 [14]  
[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] 名大・理・素粒子宇宙; [3] STE 研; [4] 中国極地研; [5] 九大・理・地球惑星; [6] 九大・宙空環境研究センター; [7] University of San Carlos; [8] 東大・地震研; [9] Instituto Geofisico del Peru; [10] DGE, INPE; [11] INPE; [12] CRSPE, INPE; [13] 情通機構; [14] 九大・宙空環境研究センター

### Specificity of magnetic field variations during sudden commencements (SCs) in the South Atlantic Anomaly (SAA) region

# Atsuki Shinbori[1]; Yuji Tsuji[2]; Takashi Kikuchi[3]; Tohru Araki[4]; Akihiro Ikeda[5]; Teiji Uozumi[6]; Roland E. S. Otadoy[7]; Hisashi Utada[8]; Jose K. Ishitsuka[9]; Nalin B. Trivedi[10]; Severino L. G. Dutra[11]; Nelson Jorge Schuch[12]; Shinichi Watari[13]; Kiyohumi Yumoto[14]  
[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ.; [3] STEL; [4] PRIC; [5] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [6] SERC; [7] Department of Physics, University of San Carlos; [8] ERI, Univ. of Tokyo; [9] Observatorio de Ancon, Instituto Geofisico del Peru; [10] DGE, INPE; [11] INPE; [12] CRSPE, INPE; [13] NICT; [14] Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ.

A sudden increase in the solar wind dynamic pressure can generally cause a geomagnetic sudden commencement (SC) which shows a step-like increase in the H component in low latitudes. The global distribution of SC waveforms strongly depends on both magnetic latitude and local time. At middle and subauroral latitudes in the afternoon sector and dip equator in the daytime sector, the SC waveforms show a preliminary reverse impulse (PRI) followed by a main impulse (MI) [e.g., Araki, 1977]. The PRI amplitude tends to decrease with decrease of magnetic latitude, and the occurrence probability becomes almost zero near 20 degrees (geomagnetic latitude) [e.g., Matsushita, 1962; Araki, 1977, 1994; Kikuchi and Araki, 1985]. However, in the present data analysis, it is found that the PRI phenomena are frequently observed at the SMA station located near the center of the South Atlantic Anomaly (SAA) region. Then, in the present study, we investigated 3163 SC events identified in the SYM-H index within a period from January 1996 to December 2008 in order to reexamine the occurrence probability of the PRI phenomena in low latitudes and to clarify difference of magnetic field variations during SC in between the South Atlantic Anomaly (SAA) and other low-latitude regions.

In the present analysis, we used geomagnetic field data with time resolution of 1 second obtained from 8 stations (OKI (16.54 degrees: geomagnetic latitude), YAP (0.38 degrees), PON (0.27 degrees), CEB (0.85 degrees), ANC (3.10 degrees), SLZ (6.49 degrees), EUS (-0.05 degrees), SMA (-19.94 degrees)) belonging to the NICT and CPMN [Yumoto and the CPMN group, 2001] magnetometer networks. Here, SC events have been identified from the following two criteria: (1) a rapid increase of the SYM-H value with the amplitude of more than 5 nT within 10 minutes, and (2) no Pi 2 phenomena around the onset time. We also referred solar wind data obtained from the IMP-8, Geotail, Wind and ACE satellites in order to identify a sudden enhancement of solar wind dynamic pressure.

As a result, at the magnetic equator in the daytime sector (6-18 h), the PRI tends to appear with the occurrence probability of 60-90 %, while the preliminary positive impulse (PPI) pointed out by Araki et al. [1993] is observed in the nighttime sector (18-6 h) with the occurrence probability of 70-90 %. This implies that a dusk-to-dawn electric field carried by a pair of field-aligned currents (FACs) penetrates to the equator in both the daytime and nighttime sectors. The cross points of the occurrence curves of the PRI and PPI was located near the dawn sector (5-6 h) and the dusk one (18-20 h), respectively. On the other hand, also in the low latitudes of less than 20 degrees where the PRI is considered to rarely be observed, this phenomenon are found in the daytime sector (8-16 h) with the occurrence probability of 20-40 %. The occurrence probability gives the maximum around noon. This result suggests the upward revision of the past recognition of the low-latitude PRI. Furthermore, in spite of the low latitude, the PRI and PPI phenomena appeared with almost the same occurrence probability as that of the magnetic equator at the SMA station located near the center of the SAA region. This indicates that since ionospheric conductivity in this region is larger, compared with that in the other low-latitude regions, ionospheric currents driven by the penetration electric field tend to be larger. As a cause of the enhancement of the ionospheric conductivity, it is considered that the Pedersen conductivity increases due to the weakness of the ambient magnetic field intensity, and that ionospheric plasma density is anonymously enhanced due to the precipitation of high-energetic particles in the inner radiation belt. In future, we need to investigate the condition of ionospheric conductivity in the SAA region using the IRI-07 model.

磁気急始(SC)は、太陽風中に含まれる衝撃波や不連続面が磁気圏を急激に圧縮することによって磁気圏界面で発生した電磁流体波が磁気圏・プラズマ圏・電離圏へ伝搬し、その情報が地上に到達したときに地磁気の水平成分の急峻な立ち上がりとして観測される。これまでの地上観測結果から、SCの磁場波形は、磁気緯度と地方時によって複雑に変化することが知られている[e.g., Araki, 1977]。特に、午後側の高緯度領域と昼間側の磁気赤道域において主の磁場増加(Main Impulse: MI)に先立って1-2分程度の継続時間を持つ負の磁場変動(Preliminary Reverse Impulse)を伴う。このPRI現象

の出現頻度は、磁気緯度の減少とともに急激に減少し、磁気緯度 20 度付近の低緯度領域では、その出現確率がほぼゼロとなることが報告されてきた [e.g., Matsushita, 1962; Araki, 1977, 1994; Kikuchi and Araki, 1985]。ところが、本研究において磁気緯度 20 度付近の低緯度領域にも関わらず、ブラジル磁気異常帯の中心に位置するサンタマリアにおいて、頻繁に PRI 現象が観測されることが見出された。ここでは、低緯度領域における PRI 現象の出現頻度について見直すとともに、ブラジル磁気異常帯における SC 時の磁場変動の特異性を明らかにするために、1996 年 1 月から 2008 年 12 月までの期間において SYM-H 指数から同定された 3163 例の SC イベントについて解析を行った。

ここでは、情報通信研究機構 (NICT) と九州大学 CPMN [Yumoto and the CPMN Group, 2001] 地磁気観測網の 8 つの地磁気観測点 (沖縄 (磁気緯度: 16.54 度)、ヤップ (0.38 度)、ポンペイ (0.27 度)、セブ (0.85 度)、アンコン (3.10 度)、サンルイス (6.49 度)、ユーゼビオ (-0.05 度)、サンタマリア (-19.94 度)) から得られた高時間分解能 (1 秒) をもつ地磁気データを用いた。また、本解析では、SYM-H 指数データにおいて 10 分以内で約 5nT 以上の急峻な増加を示し、かつその開始点付近において Pi 2 脈動が出現していない変動現象を SC として定義した。また、太陽風動圧の飛びの確認に IMP-8 衛星、Geotail 衛星、Wind 衛星、ACE 衛星からそれぞれ得られたデータを参照した。

その結果、昼間側 (6-18 時) の磁気赤道域では、60-90% の確率をもって PRI 現象が出現する一方、夜側の領域 (18-6 時) では、Araki et al. [1985] で指摘されている PPI (Preliminary Positive Impulse) 現象が 70-90% の確率をもって観測された。特に、夜側に出現する PPI 現象は、PI 期に形成された沿磁力線電流が極域電離圏に持ち込んだ夕 朝方向の電場が夜側にも侵入していることを示している。また、これら PRI と PPI 現象の出現頻度の大小が入れ替わる時間帯は、朝側で 5-6 時付近、夕方側で 18-20 時付近であった。一方、これまでほとんど PRI 現象が出現しないと考えられていた低緯度領域においても、昼間側領域 (8-16 時) で出現することが新たに見出され、その出現頻度は、沖縄で 20-40% 程度であった。そして、その出現確率は、正午付近において約 40 % の最大値をとる。この結果は、これまでの PRI 現象の出現頻度に対する認識を大幅に上方修正するものである。さらに、ブラジル磁気異常帯の中心に位置するサンタマリアでは、低緯度領域にも関わらず、磁気赤道領域とほぼ同じ、つまり、沖縄の 2-3 倍の出現確率を持って PRI および PPI 現象が出現していた。このことは、この領域での電離圏電気伝導度が周囲の領域と比較して高く、電離圏に印加された電場によって駆動される電離圏電流が大きいことを示唆している。この電離圏電気伝導度が高い原因として、背景磁場が弱いことによる Pedersen 電気伝導度の上昇と南北両半球間を磁力線に沿って安定にミラー運動している放射線帯内帯粒子の電離圏への入射による超高層大気の異常電離効果が考えられる。今後は、電離圏の電気伝導度モデルとの比較解析が必要とされる。