

高緯度から磁気赤道域までの磁気急始 (SC) の磁場振幅の季節変化の緯度依存性

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]; Baishev Dmitry [7]; Shevtsov Boris M. [8]; Otadoy Roland E. S. [9]; 歌田 久司 [10]; 長妻 努 [11]; 湯元 清文 [12]; IUGONET プロジェクトチーム 林 寛生 [13]
[1] 京大・生存研; [2] 名大・理・素粒子宇宙; [3] 名大 STE 研; [4] 中国極地研; [5] 九大・宙空センター; [6] 九大・宙空; [7] なし; [8] なし; [9] なし; [10] 東大・地震研; [11] NICT; [12] 九大・宙空環境研究センター; [13] -

Latitudinal dependence of seasonal variation of the sudden commencement (SC) amplitude from high latitude to the magnetic equator

Atsuki Shinbori [1]; Yuji Tsuji [2]; Takashi Kikuchi [3]; Tohru Araki [4]; Akihiro Ikeda [5]; Teiji Uozumi [6]; Dmitry Baishev [7]; Boris M. Shevtsov [8]; Roland E. S. Otadoy [9]; Hisashi Utada [10]; Tsutomu Nagatsuma [11]; Kiyohumi Yumoto [12]; Hayashi Hiroo IUGONET Project Team [13]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Particle and Astrophysical Science, Nagoya Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] PRIC; [5] SERC, Kyushu Univ.; [6] SERC, Kyushu Univ.; [7] IKFIA, SB, RAS; [8] IKIR, FEB, RAS; [9] Physics, San Carlos Univ.; [10] ERI, Univ. Tokyo; [11] NICT; [12] SERC, Kyushu Univ.; [13] -

Seasonal dependence of the diurnal variation of the main impulse (MI) of geomagnetic sudden commencements (SCs) has been investigated using the long-term geomagnetic field data with high time resolution of 1 sec within a period from 1996 to 2010 provided from the NSWM [Kikuchi et al., 2008] and CPMN [Yumoto and the CPMN group, 2001] chains and the WDC for Geomagnetism, Kyoto. In the present analysis, we used the geomagnetic field data obtained from the 12 stations: Pohnpei (geomagnetic latitude, MLAT = 0.27 degree), Yap (MLAT = 0.45 degree), Cebu (MLAT = 0.85 degree), Guam (MLAT = 5.15 degree), Okinawa (MLAT = 16.84 degree), Kakioka (MLAT = 27.13 degree), Memanbetsu (MLAT = 35.10 degree), St. Paratunka (MLAT = 45.51 degree), Magadan (MLAT = 51.62 degree), Zyryanka (MLAT = 57.29 degree), King Salmon (MLAT = 57.92 degree), Chokurdakh (MLAT = 61.80 degree) and Kotelnyy (MLAT = 66.32 degree). In this study, the SC events have been defined as a rapid increase of the SYM-H value with more than 5 nT and time variation in the SYM-H index. Then, we identified 3535 events of SCs in a period from 1996 to 2010, which has no Pi 2 signature around 10 minutes at the SC onset. Details of the analysis method have been described in the paper of Shinbori et al. [2009]. Moreover, the SC amplitude obtained at the above 12 stations has been normalized by that in the latitudinal corrected SYM-H index in order to minimize the different contribution of the rapid change in solar wind dynamic pressure. We also used solar wind data obtained from the IMP-8, Geotail, Wind and ACE satellites within the same period. The seasonal dependence of the SC amplitude from high to middle latitudes showed that the size of the diurnal variation tends to increase in the summer, compared with that in the winter. The result indicates that ionospheric currents (ICs) and field-aligned currents (FACs) generated during the SC-MI are enhanced due to the increased ionospheric conductivity in the summer. This feature of SC current system suggests the voltage generator rather than the current generator. On the other hand, the seasonal variation of the SC amplitude from the low latitude (OKI) to magnetic equator (GAM, YAP and PON) on the dayside showed that the equatorial enhancement of SC amplitude due to an intensification of the Pedersen currents via the Cowling effect tends to become smaller in the summer than in the winter. This feature of the seasonal variation in the equatorial region is quite different from that in the high- to middle-latitude regions. This implies that the Cowling conductivity does not vary as a function of the solar zenith angle. One of the implications of the seasonal variation at the equator is that the ionospheric conductivity in this region is depressed due to the decrease of electron density in the E and F1 regions during the summer. Therefore, in order to verify the existence of the neutral wind and its seasonal dependence, we need to compare the SC amplitude with the height-integrated Hall and Pedersen conductivities calculated from the IRI-2007 and MSIS-00 models.

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。そして、地上で観測される SC の磁場波形は、磁気緯度と地方時によって大きく異なる様相を示し [e.g., Matsushita, 1962, Araki, 1977]、特に MI 期においては、その磁場変動は、磁気圏界面電流の作る磁場に加えて、磁気圏対流の増大による領域 1 型の沿磁力線電流系の作る磁場効果の重ねあわせとして解釈できる [Araki, 1977, 1994]。したがって、MI 期における中緯度から磁気赤道にわたる磁場振幅の季節依存性を調べることによって、SC の領域 1 型の沿磁力線電流系が定電圧源か、それとも定電流源かの電源の性質を決定することが出来る。近年において、夏半球側における振幅が冬半球側に比べて大きくなる傾向が明らかにされつつある [Yumoto et al., 1996; Huang and Yumoto, 2006]。しかしながら、イベント数の不足や中・低緯度の地磁気観測点のみのデータセットの解析に基づいていることから、中緯度から磁気赤道における SC の振幅の日変化の磁気緯度依存性についての詳細な統計的描像は明らかにされていない。本研究では、これらの領域における SC の振幅の磁気地方時と磁気緯度依存性を明らかにするために、1996 年から 2010 年までの期間において SYM-H 指数から同定された 3535 例の SC イベントについて解析を行った。

ここでは、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、その開始時刻の前後 10 分において Pi 2 地磁気脈動が出現していないイベントを SC として定義した。そして、12 の地磁気観測点 (ポンペイ (0.27 度)、ヤップ (0.45 度)、セブ (0.85 度)、グアム (5.15 度)、沖縄 (16.84 度)、柿岡 (27.13 度)、女満別 (35.10 度)、パラツンカ

(45.51 度)、マガダン (51.62 度), ズリヤンカ (57.29 度), キングサーモン (57.92 度), チョコルダーク (61.80 度), コテルニー (66.32 度)) で得られた SC 時の磁場振幅に対して緯度補正をかけた SYM-H 指数の振幅値で規格化した。この規格化によって個々の太陽風動圧の違いによる影響を小さくすることができ、磁気圏界面電流以外の電流によってもたらされる電流系による磁場変動の磁気地方時と磁気緯度の依存性を見出すことができる。また、太陽風動圧の飛びの確認に対して 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使用した。

その結果、高緯度から中緯度における SC の磁場振幅の日変化の大きさは、昼間側と夜側問わず、冬季に比べて夏季に最も大きくなる傾向を示し、その中間値は、春分・秋分点の振幅であった。このことは、昼間側の DP 2 型の電離圏電流の大きさが電離圏電気伝導度が最大となる夏季に増加することを意味すると同時に、夜側における振幅の季節変化から、夏季における MI 期に形成される領域 1 型の沿磁力線電流の強度も増加することを示唆している。つまり、MI 期の電流系は、強く電離圏の電気伝導度に依存して変化する電圧源であることが結論される。一方、低緯度から磁気赤道領域に目を向けてみると、これまで高緯度から中緯度で見受けられたものとは異なる振幅の季節依存性を示した。それは、昼間側の赤道ジェット電流に伴う SC 振幅の増加度合いが夏季に最も小さくなり、冬季および春・秋分点で振幅が逆に増加するという傾向である。特に、その季節変動が磁気赤道よりも少し離れたグアムにおいて顕著に現れていた。この赤道帯における SC 振幅の季節変動は、赤道ジェット電流を形成する電離圏 Cowling 伝導度が単純に太陽天頂角だけに依存して変化はしないことを示唆している。この解釈の一つとして、Cowling 伝導度をつくる Hall または Pedersen 伝導度が夏季における電離圏 E と F1 領域の電子密度の減少によって小さくなることがあげられる。これを実証するために、今後、IRI-2007 と MSIS-00 モデルから計算される電離圏伝導度の値と SC 振幅との比較解析が必要である。