

## サブオーロラ帯から磁気赤道域における磁気急始 (SC) の磁場振幅の季節依存性について

# 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]; Shevtsov Boris M. [9]; Solovyev Stepan I. [10]; 長妻 努 [11]; 湯元 清文 [12]

[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] 東大・地震研; [9] なし; [10] なし; [11] NICT; [12] 九大・宙空環境研究センター

### Seasonal dependence of magnetic field variations from subauroral latitude to the magnetic equator during sudden commencements

# 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]; Boris M. Shevtsov [9]; Stepan I. Solovyev [10]; Tsutomu Nagatsuma [11]; Kiyohumi Yumoto [12]  
[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] Physics, San Carlos Univ.; [8] ERI, Univ. Tokyo; [9] IKIR, FEB, RAS; [10] IKFIA, SB, RAS; [11] NICT; [12] SERC, Kyushu Univ.

Seasonal dependence of 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 2008 provided from the NSWG [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 10 stations: Pohnpei (geomagnetic latitude, MLAT = 0.27 degree), Yap (MLAT = 0.38 degree), Cebu (MLAT = 0.85 degree), Guam (MLAT = 5.22 degree), Okinawa (MLAT = 16.54 degree), Kakioka (MLAT = 27.18 degree), Memanbetsu (MLAT = 35.16 degree), St. Paratunka (MLAT = 45.58 degree), Magadan (MLAT = 53.62 degree), Zyryanka (MLAT = 59.74 degree), and King Salmon (MLAT = 58.09 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 3163 events of SCs in a period from January 1996 to 2008, 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 10 stations has been normalized by that in the SYM-H index with latitude correction 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 results of seasonal dependence of the SC amplitude showed that the diurnal variation in a region from the sub-auroral latitude (ZYK) to the middle latitude (MMB) tends to increase in summer, compared with that in winter. The peak-to-peak amplitude of the dayside diurnal variation strongly depends on solar zenith angle. These results imply that ionospheric currents (ICs) and field-aligned currents (FACs) generated during the MI phase of SC are enhanced due to the increase of ionospheric conductivity in summer. This feature of SC current system suggests the voltage generator. On the other hand, in a region from the low latitude (OKI) to magnetic equator (GAM, YAP and PON), the seasonal dependence of SC amplitude in the daytime sector showed quite a different signature from that in the middle latitudes. The remarkable feature is that the equatorial enhancement of SC amplitude due to an intensification of the Pedersen currents via the Cowling effect tends to become smaller in summer than in equinox. This tendency suggests that ionospheric conductivity does not depend on only the solar zenith angle. One of the implications of the equatorial seasonal dependence is that the ionospheric conductivity in the low latitude and at the magnetic equator modifies due to advection of the ionospheric plasma along the magnetic field line via interaction between the meridional neutral wind and ionospheric E-region plasmas. Therefore, in order to verify the existence of the neutral wind and its seasonal dependence, we need to analyze the thermospheric wind data obtained from the MF and meteor radars.

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合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 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、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、10 の地磁気観測点 (ポンペイ (0.27 度)、ヤップ (0.38 度)、セブ (0.85 度)、グアム (5.22 度)、沖縄 (16.54 度)、柿岡 (27.18 度)、女満別 (35.16 度)、パラツンカ

(45.58 度)、マガダン (53.62 度)、ズリヤンカ (59.74 度)、および キングサーモン (58.09 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 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ている。

その結果、サブオーロラ帯から中緯度 (35.16-59.74 度) における SC の磁場振幅の日変化の季節依存性は、朝側 (8:00, MLT) と午後側 (16:00, MLT) の領域における日変化の変動幅が冬季に比べて夏季に大きくなる傾向を示し、その中間に春分・秋分点が位置していた。さらに、夜側も同様に冬季に比べて振幅が夏季に大きくなる傾向を示していた。これは、昼間側の DP 2 型の電離圏電流の強さが電離圏電気伝導度の大きな夏季に大きくなることを意味すると同時に、夜側における振幅の季節依存性から、夏季において MI 期に形成される領域 1 型の沿磁力線電流の強度も大きくなることを示唆している。つまり、その傾向は、MI 期の電流系は、強く電離圏の電気伝導度に依存することを意味する。したがって、この結果から、MI 期の電流系は、定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 (0.27-16.54 度) に目を向けてみると、これまでサブオーロラ帯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ていた。それは、昼間側における赤道ジェット電流による振幅の増加度合いが夏季に小さくなり、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振幅の季節変動は、単純に赤道電離圏高度での太陽天頂角に依存した電離圏電気伝導度の季節変化のみでは説明することが出来ないことを示唆している。この解釈の一つとして、赤道域を南北に横切る中性大気風による磁力線に沿った電離圏プラズマ輸送や消滅過程の季節変動があげられる。これを実証するために、今後、赤道域に配置された熱圏風のデータを取得している MF レーダーや流星レーダーの解析が必要である。