

## 磁気急始 (SC) に伴う夜側の磁場変動の磁気緯度依存性

# 新堀 淳樹 [1]; 辻 裕司 [2]; 菊池 崇 [3]; 荒木 徹 [4]; 亘 慎一 [5]

[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] 名大・理・素粒子宇宙; [3] STE 研究所; [4] 中国極地研; [5] 情通機構

### Latitude dependence of the nighttime magnetic field variations associated with geomagnetic sudden commencements

# Atsuki Shinbori[1]; Yuji Tsuji[2]; Takashi Kikuchi[3]; Tohru Araki[4]; Shinichi Watari[5]

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ; [3] STELab; [4] PRIC; [5] NICT

In order to investigate latitude dependence of the nighttime magnetic field variations associated with the preliminary impulse (PI) and main impulse (MI) phases of geomagnetic sudden commencements, we analyzed the long-term geomagnetic field data with high time resolution of 1 second obtained from the Yap (geomagnetic latitude, 0.38 degrees), Gaum (5.22 degrees), Okinawa (16.54 degrees), Kakioka (27.18 degrees), Memanbetsu (35.16 degrees), and St. Paratunka (45.58 degrees) stations. We identified SC events as magnetic field distances indicating an abrupt increase of the SYM-H value with its amplitude and time variation of more than 5 nT and 1.5 nT/min, respectively, within 10 minutes. Solar wind parameters obtained from the Wind and ACE satellites are also used in the present analysis. Moreover, magnetic field variations of the H-component observed at all the stations is subtracted from those at the Okinawa station in the low latitude, assuming that the H-component variations at this station are mainly composed of the DL part of SC produced by the Chapman-Ferraro currents. As a result, the first signature of the H-component associated with an SC which occurred at 14:55 (UT) on April 4, 2001 showed that a negative magnetic field variation appears in the middle latitude at three stations (Kakioka, Memanbetsu, and St. Paratunka) corresponding to a positive one at the dip equator. The peak of the negative magnetic field variation was almost the same time (14:55:28 (UT)) as that of the positive one. After the magnetic field signature, the H-component variations showed an abrupt increase at all the stations except for the Yap station, and the peak at the St. Paratunka station was the largest. The magnetic field signature at the Yap station was a gradual decrease with its amplitude of 5.2 nT. Latitude dependence of the magnetic field variations associated with SC showed that the amplitude of negative variations in the middle latitude increases with increasing of magnetic latitude while that of positive variations near the dip equator increases with decreasing of magnetic latitude for the first magnetic field signature. On the other hand, the latitude dependence for the second magnetic field signature showed an opposite relationship to the first SC signature. This tendency implies that the origin of magnetic field signature in the middle latitude is located in the high-latitude region while that near the dip equator lower than the Okinawa station exists at the dip equator. From these results, it can be concluded that the magnetic field variations in the middle latitude are the magnetic effects of the field-aligned currents (FACs) corresponding to the PI and MI phases of SC while those near the dip equator are due to the eastward and westward ionospheric currents driven by the dusk-to-dawn and dawn-to-dusk polar electric fields propagating to the magnetic equator.

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、DL 場が卓越する低緯度で観測される SC の磁場波形は、単純な階段関数的な変動を示し、その振幅は、昼間側で大きく、夜側で小さくなる傾向を持つことが見出されている [e.g., Russell et al., 1994]。一方、DL 場に比べて DP 場が支配的となる中緯度、オーロラ帯では、Preliminary Impulse (PI) 期と Main Impulse (MI) 期に対応したパイポーラー型の磁場変動を示す。例えば、朝側における磁場変動は、まず正のパルスの出現に続いて負のパルスが続く。午後側ではこれとは逆センスの磁場変動が現れる。これは、PI 期と MI 期に磁気圏内で生成された沿磁力線電流が昼間側のオーロラ帯に流れこみ、それによって中緯度・オーロラ帯に持ち込まれた電場によってもたらされる電離層電流が作る磁場変動であると考えられている [Araki, 1994]。また、昼間側磁気赤道においても午後側の中緯度・オーロラ帯で出現するのと同様な磁場変動が現れる。このとき、昼間側磁気赤道では Cowling 効果 [Hirono, 1952] によって SC の振幅が増大する。このように昼間側の SC の磁場波形は、磁気圏界面電流の作る磁場変動と沿磁力線電流によって生じる電離層電流によって解釈されていた [Araki, 1994]。しかしながら、Kikuchi et al. [2001] は、正午過ぎから午後側の中緯度にも午前側とよく似た磁場変動が出現することを見出し、この変動は、電離層電流ではなく、PI 期に生成される沿磁力線電流の作る磁場効果であることを提唱した。同様に、中低緯度における SC の振幅が夜側において増大し、昼間側のものよりも大きいことが統計解析から判明し [Araki et al., 2006]、この要因もまた、PI 期のもと同じで、MI 期に生成される沿磁力線電流そのものを作る磁場効果であると解釈されている。ここでは、中緯度から磁気赤道までの広範囲に及ぶ地上磁場データを解析することによって、まだ明らかにされていない夜側における SC 時の PI 期と MI 期に呼応した磁場変動の磁気緯度依存性について調べることを目的としている。

本解析で用いている地磁気データは、磁気経度 210 度付近に属するヤップ (磁気緯度, 0.38 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) の 6 つの観測点で得られたものであり、その時間分解能は 1 秒である。ここでは、SYM-H 指数データにおいて 10 分以内で約 5nT 以上の振幅をもち、その変化率が 1.5 nT/min である急峻な増加を示す現象を SC として同定し、太陽風のパラメータは、Wind 衛星および ACE 衛星からそれぞれ得られたデータを使用した。また、沖縄で観測される磁場変動が主に SC の DL 場から構成されているとして、各点

における磁場変動から沖縄の磁場変動の差し引きを行った。

上記の6つの観測点が真夜中側に位置していた場合で、2001年4月4日14:55(UT)に発生したSCイベントを解析した結果、まず、14:54:56(UT)に全ての観測点においてほぼ同時にSCに伴う磁場変動が現れ、中緯度の女満別、パラツンカとそれに近い柿岡における磁場変動は、減少を示し、逆に磁気赤道付近のヤップとグアムでは、正の磁場変動が現れていた。しかも、磁気赤道付近における磁場増加が最大となる時刻(14:55:28(UT))にほぼ同期して中緯度における負の方向の磁場変動がピークを向えていた。その後、ヤップを除く観測点において急激な磁場増加を示し、ヤップのみが減少を示した。14:57(UT)過ぎにはそれらの磁場変動のピークを向えていた。このときの磁場振幅の磁気緯度分布は、初期の変動に対して緯度が高くなるに従って右下がりの傾向を示し、逆に後の変動に対して右上がりの傾向を示した。この傾向は、中緯度で現れる負の磁場変化の起源が高緯度に位置し、沖縄よりも低緯度側の磁場変動の起源が磁気赤道にあることを示唆している。

以上から、中緯度における磁場変動は、PI期とMI期に形成される沿磁力線電流が作る磁場効果であり、磁気赤道での変動は、極域電離圏に持ちこまれた夕-朝および朝-夕電場が夜側の磁気赤道域まで伝搬することによってその電場が駆動する東および西向き電流によって生じたものであると結論される。