

グローバルMHDシミュレーションを用いた太陽風動圧の大きな急上昇に対する磁気圏応答

久保田 康文 [1]; 片岡 龍峰 [2]; 田 光江 [1]; 田中 高史 [3]; 長妻 努 [1]; 藤田 茂 [4]
[1] NICT; [2] 極地研; [3] 九大・宙空センター; [4] 気象大

Global MHD simulation of the magnetospheric response to large and sudden enhancement of the solar wind dynamic pressure

Yasubumi Kubota[1]; Ryuho Kataoka[2]; Mitsue Den[1]; Takashi Tanaka[3]; Tsutomu Nagatsuma[1]; Shigeru Fujita[4]
[1] NICT; [2] NIPR; [3] SERC, Kyushu Univ.; [4] none

A pressure impulse and a shock in the solar wind generate a geomagnetic sudden commencement (SC). The magnetic variation of SC at auroral latitudes shows a bipolar change which consists of preliminary impulse (PI) and main impulse (MI). Fujita et al. [2003a, 2003b] reproduced the PI/MI magnetic variation using a magnetosphere-ionosphere coupling simulation and clarified the mechanisms of this magnetic variation. On the other hand, Araki et al. [1997] reported that an anomalous large and sharp amplitude SC which was more than 200 nT occurred when a large solar wind dynamic pressure which placed the magnetopause inside geostationary orbit impinged on the magnetosphere.

In this study, we investigate a large amplitude SC at auroral latitudes when a large solar wind dynamic pressure impinges on the magnetosphere using next generation magnetosphere-ionosphere coupling simulation which has advanced robustness. We simulated two large solar wind dynamic pressure cases which have 16 times as large as a standard solar wind dynamic pressure which parameter is $N=5$ [cc], $V=372$ [km/s], $B_y=2.5$ [nT], $B_z=4.3$ [nT], $T=2 \times 10^5$ [K]. One is a case which velocity rises. The other is a case which density rises.

As a result of comparison with the two simulations, we found that magnetic variation of PI/MI is larger and sharper in the case of velocity rise than the case of density rise. This result suggests that high velocity solar wind needs to impinge on magnetosphere in order to create large and sharp SC. We found that there is magnetic variation like Psc after magnetic variation of PI/MI appears in the case of velocity rise. We consider that the reason why the oscillation appears is the following scenario. When high velocity solar wind impinges on magnetosphere, vortexes are created at magnetopause following magnetopause oscillation. These vortexes which have high pressure play a role as a current generator. This current flows into ionosphere as field aligned currents and magnetic oscillation occurs. In this lecture, we discuss the reason why the large and sharp amplitude SC is created and the magnetic oscillation after PI/MI appears.

太陽風の衝撃波や動圧のインパルスが磁気圏に衝突することによって、sudden commencement(SC)と呼ばれる地上磁場の急上昇が観測される。極域のSCの磁場変動は両極の変化を示し、最初の変動 preliminary impulse(PI)と、その後の変動 main impulse(MI)から成る。Fujita et al. [2003a, 2003b]は磁気圏-電離圏結合MHDシミュレーションを用いて極域のPI/MIの地上磁場変動を再現しメカニズムを明らかにしている。一方で、Araki et al. [1997]は磁気圏境界が静止軌道よりも内側に来るような強い動圧を持つ太陽風が衝突した場合、200 nTを超えるような極端に強くシャープな特異なSCの観測を報告している。本研究では、極端に強い動圧を持つ太陽風が磁気圏に衝突した場合についてシミュレーションを行い、極域のSCの変動を調べることを目的としている。

具体的には高いロバスト性を持つ次世代磁気圏-電離圏結合MHDシミュレーションを用いて、太陽風パラメータ $N=5$ [cc], $V=372$ [km/s], $B_y=2.5$ [nT], $B_z=4.3$ [nT], $T=2 \times 10^5$ [K]を基準として太陽風動圧を16倍に高くしたシミュレーションを行った。太陽風動圧は密度を変化させた計算と、速度を変化させた計算を行い、結果を比較した。

その結果、密度を上げた計算の場合と比較して速度を上げた計算の場合はPI/MIとも大きな磁場変動(最大で70 nT)となり、またシャープな上昇を示すことがわかった。これは、シャープで強いSCを形成するためには高速な太陽風が衝突することが必要だということを示唆している。また速度を上げた計算の場合、PI/MIの磁場変動の後Pscと見られるような磁場の振動が生じることがわかった。これは高速太陽風が磁気圏に衝突した際に磁気圏境界が振動することにより磁気圏境界に複数の圧力が高い渦が形成し、それに伴いダイナモが生成され沿磁力線電流が電離圏に流れるためと考えられる。講演では強いシャープな磁場変動が生成される過程とPI/MI後に見られた磁場の変動について議論する。