

磁気嵐時の太陽風 - 磁気圏相互作用の効率

Efficiency of solar wind-magnetosphere interaction during geomagnetic storms

長妻 努[1]

Tsutomu Nagatsuma[1]

[1] 通総研

[1] CRL

太陽風 - 磁気圏相互作用は磁気嵐や substorm を考える上で重要な物理過程の 1 つである。1995 年から 1998 年の Wind 衛星の観測から導出した E_m と、PC 指数を用いて、対応関係を調べたところ、 $B_t \sin(\theta/2)^2$ が大きくなるにつれて、PC 指数に対して E_m が有意に小さな値を示すことが明らかとなった。また、2000 年 4 月、7 月の磁気嵐に対して DMSP のデータを用いて極冠電位差と E_m の対応関係を調べたところ、極冠電位差も $B_t \sin(\theta/2)^2$ が大きくなるにつれて頭打ちとなることが明らかとなった。このことから $B_t \sin(\theta/2)$ の値が大きい時には磁気圏境界磁場の大きさとこの差が著しくなり、昼間側 merging プロセスの効率が低下していると思われる。

太陽風 - 磁気圏相互作用によって引き起こされる磁気圏対流は、磁気嵐やサブストームを考える上で重要な物理過程の 1 つである。対流の源となる merging electric field (E_m) は、幾何学的には $E_m = B_t \sin(\theta/2)^2$ ($B_t = \sqrt{B_y^2 + B_z^2}$, θ は clock angle) となる (Kan and Lee, 1979)。磁気圏対流の指標として、PC 指数や Polar Cap Potential が用いられるが、これまでの研究において、Polar Cap Potential や PC 指数が E_m と良い対応関係にあることが知られている。その一方で、merging process の効率は反平行方向の磁気圏磁場と太陽風磁場の大きさが等しい時に最大となり、大きさが異なる場合には効率が低下することが理論的に示されている (Hill, 1975)。

太陽風磁場の大きさの変化に伴う磁気圏対流の効率の変化を観測的に明らかにするために、1995 年 ~ 1998 年の WIND 衛星の太陽風データと THULE の PC 指数を用いて、 E_m と PC 指数の関係について調べた。PC 指数は磁極近傍の地磁気データを用いて作成された指数で、 E_m に対して統計的に normalize されている。 $B_t \sin(\theta/2)^2$ の値を 0-5nT, 5-10nT, 10-15nT, 15nT-20nT, 20nT 以上の bin に区切り、それぞれの bin 毎に E_m と PC 指数の対応関係を調べた。その結果、 $B_t \sin(\theta/2)^2$ が大きくなるにつれて PC 指数が E_m に対して有意に低い値を示す (頭打ちになる) ことが明らかとなった。ただし、この結果は PC 指数の導出方法に起因する問題の可能性がある。

そこで、2000 年 4 月 6-7 日、2000 年 7 月 15-16 日の磁気嵐に関して E_m , PC 指数そして DMSP 衛星観測から算出された極冠電位差のデータの比較を行なった。その結果、極冠電位差も、 $B_t \sin(\theta/2)^2$ の増加に対して頭打ちになっていることが明らかになった。以上のことから $B_t \sin(\theta/2)$ の値が大きい時には magnetopause 付近の磁場の大きさとこの差が著しくなり、昼間側の merging プロセスの効率が低下していると考えられる。