

SC に伴うプラズマ圏内におけるプラズマ波動、場の変動現象について

SC related plasma wave and field phenomena inside the plasmasphere

新堀 淳樹[1], 小野 高幸[2], 飯島 雅英[3], 熊本 篤志[2], 大家 寛[4]

Atsuki Shinbori[1], Takayuki Ono[2], Masahide Iizima[3], Atsushi Kumamoto[4], Hiroshi Oya[5]

[1] 東北大・理・地球物理学, [2] 東北大・理, [3] 東北大・理・地物, [4] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophys. and Astron., Tohoku Univ., [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ., [4] Tohoku Univ., [5] Space Commu. Fukui Univ.

1. はじめに

太陽風中に含まれる不連続面や衝撃波が磁気圏との会合で発生する電磁流体波が、磁気圏、プラズマ圏、及び電離圏に伝播してゆく際に励起される電流や電場に関する研究には、長い歴史がある。しかしこれらの SC に関するこれまでの研究は、地上観測や静止軌道上での観測に基づいており、特にプラズマ圏内における観測例は、CRRES 衛星[1]による 1 例のみで、この領域における十分な衛星観測の報告はなされてない。本研究では、プラズマ圏内における SC に伴う擾乱の様相を詳細に調べるため、高時間分解能をもち、長期間継続的に広範な領域を観測しているあけぼの衛星の観測データと柿岡の 1 秒値とを合わせた詳細な解析が行われた。

2. 解析方法

プラズマ波動及び電場、磁場観測データは、あけぼの衛星における PWS、VLF、ELF、及び EFD、MGF が用いられる。1989 年 3 月から 2002 年 12 月までの期間に SYM-H データにおいて 10 分以内で起こる 5nT 以上の急な立ち上がりから 2803 例の SC が同定され、これらの中から 101 例については、あけぼの衛星によるプラズマ圏内で観測された事例として見出だされた。一方、精密な SC の開始時刻は柿岡の 1 秒値磁場観測データによって定められた。

3. 解析結果

あけぼの衛星が磁気地方時 5 時の磁気赤道面付近に位置していた 1989 年 12 月 1 日の例では、SC の立ち上がりに同期して水素、ヘリウム、及び酸素のイオン波、LHR 周波数付近のホイッスラー波の周波数上昇と UHR 波動の強度の増大が引き起こされている。これらのプラズマ波動励起に伴って電場の Ex 成分と Ey 成分において周期が約 120 秒、振幅が 10[mV/m]を超えるような大きな変動が見受けられた。その後の電場変動には、周期が 64 秒の Pc4 帯の地磁気脈動に属する ULF 波動が観測され、その ULF 波動の特徴として約 3 分以内でその振幅が完全に減衰してしまうという点が挙げられる。また、これらの変動の後に電場の Ey 成分に約 1.2[mV/m]の増加が見受けられ、この継続時間は衛星の軌道条件にもよるが少なくとも 6 分以上であった。一方、この例では、初動の電場の向きが Ex 成分、Ey 成分ともに負の方向をむいていた。

さらに、この例以外の 39 例について SC に伴う電場の初動の向きの変化に着目した解析を行った結果、12 時付近では、Ey 成分のみが負の方向を、19 時付近では、Ex 成分、Ey 成分ともに正の方向を向くという電場の向きについてのローカルタイム依存性が見出され、全体として時計周りの方向を向いていることが認められる。また、昼間側のプラズマ圏内における電場の振幅は、夜側のものとは比べて大きいという傾向を持っている。

4. 考察と結論

本研究では、SC に伴い、プラズマ圏内において ELF-VLF 帯のプラズマ波動と大振幅の電場が励起されていることを示した。また、この電場の変動は、あけぼの衛星で観測された磁場変動に対応していることから、プラズマ圏内を伝播する圧縮波の波面によるものであると推察される。そして、この電場の向きが全体として時計周りの方向を向いていることから、圧縮波がプラズマ圏内を屈折しながら伝播していることが判明した。この事実は、Wilken et al(1982)[2]によって予見されていたことであるが、今回、あけぼのの電場観測からプラズマ圏内の観測によっても実証されたことになる。さらに、圧縮波の波面が通過した後に振幅が約 0.5-2.0[mV/m]である磁気圏対流電場に相当する直流電場がプラズマ圏内で観測されており、プラズマ圏のダイナミクスに関わる重要な観測結果と考えられる。今後、あけぼの衛星で観測された電場の変動が地上における変動の分布との対応関係について詳細に解析してゆくことになる。

参考文献

[1] Wygant, J., F. Mozer, M. Temerin, J. Blake, N. Maynard, H. Singer, M. Smiddy, Large amplitude electric and magnetic field signatures in the inner magnetosphere during injection of 15 MeV electron drift echoes, Geophys. Res. Lett, 21, 1739-1742, 1994

[2] Wilken, B., C. K. Goertz, D. N. Baker, P. R. Higbie, and T. A. Fritz, The SSC on July 29, 1977 and its Propagation Within the Magnetosphere, J. Geophys. Res., 87, 5901-5910, 1982.