

Scに伴う、磁気圏内プラズマ波動擾乱域の発生と伝播の解明

Plasma wave phenomena observed in the magnetosphere associated with SSC and Si.

新堀 淳樹[1], 大家 寛[1], 小野 高幸[2]

Atsuki Shinbori[1], Hiroshi Oya[2], Takayuki Ono[3]

[1] 東北大・理・地球物理学, [2] 東北大・理

[1] Geophys. and Astron., Tohoku Univ., [2] Geophysical Ist. Tohoku Univ., [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

Scに伴うMHD波のエネルギーが磁気圏、プラズマ圏内を伝播していく様相を解明するため、あけぼの衛星SDBデータ、Geotailのキーパラメータデータを基に、この期間に発生したSc, Siに対応する時点の解析を行った。その結果、SSCに伴い磁気圏、プラズマ圏で1分以内の精度で5kHz付近のLHR波の強度上昇とホイッスラーモード波の出現が確認された。また、ホイッスラー電波は、低緯度帯では30kHzに至り、高緯度帯では約100kHzまでに及ぶ広い帯域に及ぶ静電的ホイッスラーモードの波の発生が見られた。また、MHD波の伝播に伴うと推論される磁気圏内プラズマ加熱によって、ローカルなESCH波が発生している様相が捉えられた。

1. はじめに

太陽風中の衝撃波との会合で発生するSSCに伴うMHD波動の磁気圏、プラズマ圏、及び電離圏にわたる伝播によって励起される電場や電流については長い研究の歴史がある[1]。これらに関わるエネルギー粒子の発生と関連したScの到来に呼応するVLF波動の観測は地上[2]、及びGEOS衛星[3]について報告がある。本研究ではこれらのより詳細な究明をめざして、1989年より1998年までのあけぼの衛星SDB(サイエンスデータベース)に登録されたプラズマ波動データを基に、この期間に発生した238例のSc,及びSiのイベントを用いた解析を行った。

2. 解析方法

プラズマ波動観測データはあけぼの衛星におけるPWS、及びVLF波動データが用いられるが、1989~1998年において238例近いSc,及びSiを地上磁場観測データから同定した。これらの事象の中でGeotail衛星による波動、磁場、粒子の同時観測データ2例(1993.9.23, 1998.4.30) Wind衛星による太陽風同時観測データ1例(1998.4.30)が見出され、これらの観測結果を併せてに関しての詳細な解析が行われた。

3. 解析結果

3.1 あけぼの衛星による観測

(1) 低緯度の場合、Scに伴い電場(時に磁場も同時に)で計測されたプラズマ波動は5kHz付近のLHR周波数からVLFスペクトル強度の増大が認められると同時にその周波数がLHRから上方へ増大するのが1対1対応で見い出された。このホイッスラーモード波の周波数上昇は時に時に30kHzに至る。この低緯度帯VLFプラズマ波動現象はScの立ち上がりに対し最大約1分程度早まる場合からほぼ同時に出る場合までであるという事実が判明した。

(2) 高緯度の場合、プラズマ波動現象は複雑になるが、Scの立ち上がりと同期して広帯域バーストが出現し、その広帯域にわたるホイッスラーモード波の励起を伴い、そのスペクトル特性からは静電的なホイッスラーモード波の発生と考えることができる。

3.2 Geotail衛星による観測

1993年9月23日のScに対し昼間側に位置するGeotail衛星による同時観測では、イオン音波からホイッスラーモード波までカバーする広帯域の強いスペクトルをもってプラズマ波動現象が発生するとともに、静電的電子サイクロトロン高調波(ESCH波)の励起がScの立ち上がりとはほぼ同期して確認された。1998年4月30日のScに対しGeotail衛星が夜側約9Reに位置した場合には、広帯域VLF波動がScの立ち上がりとはほぼ同時に発生するのが確認されると同時に約8分間遅れてESCH波の発生が認められた。なお、この場合Geotailの磁場データにはScに対応する明瞭な変化が見られない点が注目される。

4. 考察と結論

本研究では電離圏、プラズマ圏、磁気圏内においてSSCに伴い1分以内の精度でホイッスラーモード波がほぼ同時に励起されていることを示した。この事実はこれまで地上観測ならび静止衛星軌道のみに限られていてSSCによるVLF強度変調について、磁気圏内とプラズマ圏の内部のプラズマ波動についても成り立っているという拡張された事実を示すことになった。ESCH波の発生から結論されるプラズマの磁力線直交方向への加熱現象は夜側においてはScよりも数分遅れて引きおこされる。このことは、Scに伴うMHD波動の伝播によりまず磁気圏、電離圏の広範な領域で磁気圧縮に伴うプラズマの加速が起き、VLF帯プラズマ波動が発生するとともにプラズマを加熱してESCH高調波の発生させると推定することができる。今後はさらに高時間分解能データを使用することにより、各領域をMHD波のエネルギーが伝播するスピードと伝播に呼応する粒子加速やプラズマ加熱の実体を解明してゆくことになる。

参考文献

- [1] Akasofu, S.-I. and Chapman, S. (1972): Solar Terrestrial Physics. Oxford at the clarendon press, 574-590.
- [2] Hirasawa, T. (1981): Effects of magnetospheric compression and expansion on spectral structure of ULF emissions. Mem. Natl Inst. Polar Res ., Spec. Issue, 18, 127-151.
- [3] Mullayarov, V.A., Yachmenev, I.V. (1990): Feature of the appearance of SC in VLF radiation. Geomagn. Aeron. (USSR), vol.30, no.2.