

磁気嵐時のプラズマ圏内赤道域における ESCH 波動の研究

Strom time ESCH waves observed in the equatorial region of the plasmasphere

大橋 将之[1], # 小野 高幸[2], 飯島 雅英[3], 熊本 篤志[2]
Masayuki Ohashi[1], # Takayuki Ono[2], Masahide Iizima[3], Atsushi Kumamoto[4]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理, [3] 東北大・理・地物

[1] Geophys Sci, Tohoku Univ, [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ., [4] Tohoku Univ.

1. はじめに

静電的電子サイクロトロン高調波 (ESCH 波動) は、Allouette, ISIS などの電離層トップサイドサウンダー観測による発見以来、人工飛翔体の観測により広く宇宙空間プラズマ中に発生して、強い波動粒子相互作用を引き起こす結果、その場のプラズマ状態を直接的に反映する波動現象として広く認識されつつある。1989 年に準極軌道衛星として打ち上げられた EXOS-D (あけぼの) 衛星では搭載された PWS (Plasma Waves and Sounder Experiments) により地球プラズマ圏内における ESCH (ElectroStatic electron Cyclotron Harmonic) 波動を頻繁に観測している。

ここでは、地球プラズマ圏内において磁気嵐の回復相における観測データ中に強度の強い diffuse band の $(n+1/2)fc$ emission を新たに見出し、そのプラズマ波動の特性を究明した。

2. 磁気嵐時 ESCH 波動出現の特徴

本研究において新たに見出された diffuse band の $(n+1/2)fc$ emission の特徴としてまず nfc 以上 $(n+1)fc$ 以下かつ f_{UH} 以下を満たすことが見出された。さらに発生領域が高度 8000km-10000km、磁気緯度 $\pm 3^\circ$ 以内の磁気赤道付近に限定されていることが確認された。これは磁気圏では常時観測される diffuse band の $(n+1/2)fc$ emission (C. Paranicas and W.J. Hughes, 1997) の特徴と非常によく似ている。しかし、本研究で新たに見出された diffuse band の $(n+1/2)fc$ emission は、磁気嵐の回復相で主に観測されているという点が異なる。このことは Dst 指数と相関関係を得ることにより、 $(n+1/2)fc$ emission の発生には磁気嵐時に発生するリングカレントの高エネルギー粒子発生のプロセスが深く関わっていることを示唆するものである。

3. プラズマ不安定並びに非線形波動粒子相互作用の実体

ESCH 波動の発生機構を説明する上で最も基本的な波動粒子相互作用である Harris 型不安定によって波動が励起されるとの仮説に基づき ESCH 波動の分散関係の解析を 1992 年 2 月 20 日 21 時 54 分 54 秒に観測された現象におけるプラズマパラメータを用いて実施した。1eV の温度分布を持つ電子の Cold 成分と 12-2keV の温度分布を持つ電子の Hot 成分からなる Multi-component Maxwellian を仮定して、分散関係を解き、 $(n+1/2)fc$ ブランチでのプラズマ不安定を見出した。これは伝搬角が 84-88 度、温度異方性が 6-35 という限られた条件下でのみ不安定が引き起こるといえるものである。さらに温度異方性によるプラズマ不安定では波動が励起されえない $1.5fc$ 以下の周波数帯においても $(n+1/2)fc$ emission が観測されている。この原因として、EPWAT 波動との非線形波動粒子相互作用並びに波動の伝搬効果を考慮することにより、観測された周波数スペクトルを説明することができた。 $(n+1/2)fc$ emission が磁気赤道付近の高高度域に局在する性質については、プラズマ型不安定発生の制約条件となる fp/fc の値の範囲や、観測された $(n+1/2)fc$ emission の高度と fp/fc の値の関係から、発生高度の局在性を説明した。磁気緯度の赤道近傍への局在性については、磁気ミラー効果によって ± 3 度以内に Hot 成分の電子が捕捉されるモデルから、粒子のピッチ角が約 86 度以上であることを示した。このピッチ角について、さらに分散関係を解く際に仮定した Multi-component Maxwellian の速度分布関数の持つエネルギー密度の分布と比較することから、温度異方性のパラメータとして温度異方性 15 は妥当な Hot 電子のモデルを与えることが示され、限られたピッチ角の内に分布する Hot 電子が等価的に強い温度異方性の性質を帯びて、磁気緯度 ± 3 度以内の極めて限られた領域において $(n+1/2)fc$ emission が励起されていると結論付けることができた。