

磁気赤道付近における ELF 波動の下限カットオフ周波数の特性解析とイオン組成比の推定

松田 昇也 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]
[1] 金沢大

Study on lower cutoff frequency of ELF emissions and estimation of ion constituents in the vicinity of magnetic equator

Shoya Matsuda[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]
[1] Kanazawa Univ.

The AKEBONO satellite has been operated continuously over 2 cycles of solar activity. Long-term observation data obtained by the AKEBONO satellite is very valuable to clarify plasma dynamics in the magnetosphere. Recently, the mechanism of wave-particle interaction around the radiation belt has attracted considerable attention. The ERG mission is expected to provide important clues for solving plasma dynamics in the Earth's radiation belt by means of integrated observation of electric and magnetic fields, particles and waves.

The ELF receiver, which is a sub-system of the VLF instruments onboard AKEBONO, measures waveforms below 50Hz for one component of electric field and three components of magnetic field, or waveforms below 100Hz for one component of electric and magnetic field, respectively. It was reported that ion cyclotron waves were observed near magnetic equator by the receiver [1]. These phenomena sometimes have characteristic lower cut-off frequencies changing along the trajectories of Akebono. According to our work, it was found that the cutoff frequency is frequently in agreement with $1/n$ of proton's cyclotron frequency, where "n" is integer. The lower cut-off of ion cyclotron wave can be theoretically derived considering certain ion constituents of the background cold plasma. However, it remains several different interpretations depending on the species of ions and their ion constituents.

In this study, we set up the following two hypotheses which shall satisfy dozens of such phenomena observed in 1989 and 1990:

1) Constituents of major ions in the plasmasphere (i.e., H^+ , He^+) happened to coincide the condition that gives observed lower cut-off frequency along the trajectory.

2) There exists minor ions (i.e., D^+ , T^+) that have cyclotron frequencies at $1/n$ of proton's cyclotron frequency.

We examine the validity of the above hypotheses referring electron density and Dst index of the corresponding period.

In combination with our proposed method for the estimation of ion constituents from crossover frequency of ion cyclotron wave, the present study could be a promising technique to estimate ion constituents from plasma wave observation by Akebono in the radiation belt where low energy particle detector was not in operation. It is also noted that it can be also applicable to the ERG mission.

References:

[1] Y. Kasahara et al., Radio Sci., 27, 347-362, 1992.

あけぼの衛星は今日までに太陽活動の2サイクルを超えて運用されており、得られた地球磁気圏の長期観測データは磁気圏物理の解明に大きく貢献している。一方で、近年では放射線帯近傍での波動や粒子の振る舞いが大きくクローズアップされており、次期磁気圏探査衛星 ERG での粒子・電磁場・波動の統合観測などによる放射線帯変動メカニズムの解明が期待されている。

あけぼの衛星搭載の VLF 観測装置のサブ機器である ELF は、50Hz 以下の電界 1 成分、磁界 3 成分、もしくは 100Hz 以下の電磁界各 1 成分を観測しており、磁気赤道近傍ではイオンサイクロトロン波などの波動現象が観測されることが従来から知られている [1]。これらの波動現象にはその特徴を示す特性周波数が現れる場合があり、我々の解析によって、波動強度が急激に減衰するカットオフ周波数がプロトンのサイクロトロン周波数の整数分の一倍と一致する現象が多数確認された。これらは、コールドプラズマにおける分散関係において空間中のイオン組成を考慮することで説明が可能であるが、存在を仮定するイオンの種類によって複数の解釈がとれる。

本研究では、1989-90 年の観測で確認された数十例の現象について、

1) H^+ , He^+ といったプラズマ圏内のメジャーなイオンの組成比が、図らずもその特性を示す組み合わせであった

2) プロトンのサイクロトロン周波数の整数分の一倍に特性周波数を持つ、重水素などのマイナーなイオンが存在していた

との2つの仮定を立て、電子密度や Dst 指数など、同イベントが観測された時期のプラズマ圏の状態を表す種々のキーパラメータとの関係も含めて両解釈の妥当性を考察する。

これらは、昨年講演したイオンサイクロトロン波のクロスオーバー周波数の同定によるイオン組成比推定とあわせて、粒子計測による観測が困難であったあけぼの衛星の波動観測データから放射線帯の低エネルギーイオンの組成比を得る方法として、科学的に大変有意義である。また現在計画されている ERG 衛星への応用も期待できる。

参考文献：

[1] Y. Kasahara et al., Radio Sci., 27, 347-362, 1992.