

## Geotail 衛星で観測されたデュアルバンドコーラスの発生・伝搬特性の解析

# 幅岸 俊宏 [1]; 八木谷 聡 [2]; 大村 善治 [3]; 小嶋 浩嗣 [3]  
[1] 金沢大・自然科学・電情; [2] 金沢大; [3] 京大・生存圏

### Generation and propagation characteristics of dual-band chorus emissions observed by Geotail

# Toshihiro Habagishi[1]; Satoshi Yagitani[2]; Yoshiharu Omura[3]; Hirotsugu Kojima[3]  
[1] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.

On the basis of the nonlinear growth theory [1], we have been analyzing the generation and propagation mechanisms of chorus emissions observed by Geotail in the dayside outer magnetosphere ( $L=9\sim 10$ ). According to [2], a rising-tone emission is initially generated with a continuous frequency sweep from 0.1 to 0.7 fce (gyrofrequency) in the generation region, and half the local-gyrofrequency component is attenuated via nonlinear damping during propagation along the geomagnetic field line. Consequently a dual-band structure is created with a gap around 1/2 fce. As the chorus emission is generated at the minimum-B region and propagates toward larger-B regions along a field line, the upper cutoff of the lower-band chorus would correspond to 1/2 fce at its generation region, whereas the lower cutoff of the upper-band chorus would indicate local 1/2 fce at the observation point. Actually, it was reported using Cluster data that the lower cutoff of the upper-band chorus coincided with local 1/2 fce at the satellite positions [3]. On the other hand, by analyzing a dual-band chorus emission observed by the Geotail WFC, we have shown that the upper cutoff frequency of a lower-band element indicated 1/2 fce at its possible generation region [4].

In this study, we analyze the frequency spectrum data of dual-band chorus emissions observed by Geotail SFA consecutively over several hours. It is shown that the time variation of the lower cutoff of the upper-band elements follows that of half the local gyrofrequency observed along the Geotail trajectory. By using a Tsyganenko geomagnetic field model, it is found that the upper cutoff of the lower-band elements are almost consistent with half the gyrofrequency at possible chorus generation regions, which are estimated as high-latitude "minimum-B pockets" in the dayside outer magnetosphere. These results should demonstrate the validity of a 1/2-fce-damping scenario specified in [2]. On the basis of such generation and propagation mechanisms of chorus emissions, we will also discuss the observational evidence for "threshold amplitudes" and "optimum amplitudes" [5] required for nonlinearly triggering rising-frequency chorus emissions in the generation region.

コーラスエミッションの非線形成長理論 [1] に基づき、Geotail 衛星により昼側外部磁気圏 ( $L$  値が 9~10 の領域) で観測された電磁波の波形データ及びスペクトルデータを用いてコーラスエミッションの発生及び伝搬特性の解析を行っている。非線形成長理論では、ライジングトーンの発生・伝搬において、発生領域でサイクロトロン周波数の 0.1~0.7 倍の周波数で連続的に発生した波動が、磁力線に沿って伝搬するにつれ、非線形減衰によりローカルの 1/2 サイクロトロン周波数成分が減衰し、アッパーバンドとローワーバンドを持つデュアルバンドコーラスになると報告されている [2]。コーラスは地磁気強度が最小となる場所で発生し、磁力線に沿って地磁気強度が増大する方向へ伝搬するため、ローワーバンドコーラスの上側カットオフ周波数がコーラス発生領域での 1/2 サイクロトロン周波数、アッパーバンドコーラスの下側カットオフ周波数がコーラスが観測された位置での 1/2 サイクロトロン周波数となることが考えられる。実際に、例えば内部磁気圏において Cluster 衛星で観測されたアッパーバンドコーラスの下端周波数が、観測位置の 1/2 サイクロトロン周波数と一致することが報告されている [3]。一方我々はこれまで、Geotail 衛星搭載の波形捕捉受信機 (WFC: Wave Form Capture) により観測されたデュアルバンドコーラスの波形データ (数秒間) に対して、ローワーバンドコーラスの上端周波数が、磁力線に沿って地磁気強度が最小となる領域 (発生領域) の 1/2 サイクロトロン周波数とほぼ一致することを示した [4]。

本研究では、Geotail 衛星搭載の周波数掃引受信器 (SFA: Sweep Frequency Analyzer) により観測されたデュアルバンドコーラスのスペクトルデータ (数時間継続するもの) に対して、1/2 サイクロトロン周波数の減衰が伝搬によるものかどうかを解析した。その結果、SFA により観測されたアッパーバンドコーラスの下端周波数は、その場で観測されたサイクロトロン周波数の 1/2 倍にほぼ沿って変化していることが分かった。さらに、Tsyganenko の地球磁場モデルを用いて衛星観測点につながる磁力線に沿って地磁気強度が最小となる領域 (昼側外部磁気圏では太陽風により磁気圏が圧縮されるため、磁気赤道ではなく高緯度側に地磁気最小点が存在) を求めたところ、ローワーバンドコーラスの上端周波数が地磁気最小領域 (発生領域と考えられる) での 1/2 サイクロトロン周波数とだいたい等しくなる傾向が見られた。このことは、デュアルバンドコーラスは地磁気強度が最小となる領域で発生し、観測点へと伝搬する過程で、1/2 サイクロトロン周波数での減衰を受けてギャップが発生する可能性が高いことを示唆している。発表ではまた、この発生・伝搬

モデルに基づき、非線形成長が起こるための Threshold Amplitude、及びライジングトーンのトリガーに必要な Optimum Amplitude [5] についても解析結果を紹介する。

#### Reference

[1] Omura Y., Y. Katoh and D. Summers (2008), Theory and simulation of the generation of whistler-mode chorus, *J. Geophys. Res.*, 113, A04223, doi:10.1029/2007JA012622.

[2] Omura Y., M. Hikishima, Y. Katoh, D. Summers, and S. Yagitani (2009), Nonlinear mechanisms of lower-band and upper-band VLF chorus emissions in the magnetosphere, *J. Geophys. Res.*, 114, A07217, doi:10.1029/2009JA014206.

[3] Santolik O., D. A. Gurnett, and J.S. Pickett (2003), Spatio-temporal structure of storm-time chorus, *J. Geophys. Res.*, 108, A71278, doi:10.1029/2002JA009791.

[4] Mori S., T. Habagishi, S. Yagitani, Y. Omura and H. Kojima (2012), Evaluation of nonlinear growth of chorus emissions observed by Geotail, *JpGU 2012, May 2012, Makuhari, Japan.*

[5] Omura Y., and D. Nunn (2011), Triggering process of whistler mode chorus emissions in the magnetosphere, *J. Geophys. Res.*, 116, A05205, doi:10.1029/2010JA016280.