

Geotail 衛星観測に基づくコーラスエミッションの非線形成長特性の解析 Evaluation of nonlinear growth of chorus emissions observed by Geotail

森 晋作¹, 幅岸 俊宏¹, 八木谷 聡^{1*}, 大村 善治², 小嶋 浩嗣²

MORI, Shinsaku¹, HABAGISHI, Toshihiro¹, YAGITANI, Satoshi^{1*}, OMURA, Yoshiharu², KOJIMA, Hirotsugu²

¹ 金沢大学, ² 京都大学生存圏研究所

¹Kanazawa University, ²RISH, Kyoto University

Geotail 衛星観測による電磁界波形データを用いて、コーラスエミッションの発生及び伝搬特性解析を行う。コーラスエミッションの非線形成長理論において、振幅の変化と相関を持つ周波数変化が報告されている [1]。その特徴はシミュレーションで再現されたコーラスエミッションでも確認され、理論の妥当性が示唆された [2][3]。今回の解析では、Geotail 衛星により実際に地球磁気圏で観測されたコーラスエミッションにおいて、非線形成長の特徴がみられるかどうかを検証すると共に、伝搬過程における振幅の成長及び 1/2 サイクロトロン周波数での減衰についても考察した。

地球磁気圏の昼側 (L 値が 9~10 の領域) で観測されたコーラスエミッションの磁界波形データを用いて解析を行った。非線形成長理論では“ 振幅 × 周波数 ”と“ 周波数変化率 ”の関係性が示されているため [1]、Geotail 衛星が観測したコーラスエミッションに対し、それらの相関関係を検証した。波形データから振幅と周波数の時間変化を算出するため、解析信号法 (ASM: Analytic Signal Method) を適用し、コーラスエミッションの周波数変化に通過帯域が追従するバンドパスフィルタを用い、背景ノイズを除去して解析を行った。相関解析の結果、非線形成長理論で予測される通り、“ 振幅 × 周波数 ”と“ 周波数変化率 ”の間に正の相関関係が見られた。

また、1/2 サイクロトロン周波数のギャップが明確に生じているコーラスエミッションに対して、その発生領域、及び伝搬過程における振幅の変化について解析した。ローワーバンドコーラスにおける周波数スペクトルの上端はコーラスエミッションの発生領域における 1/2 サイクロトロン周波数、またアッパーバンドコーラスにおける周波数スペクトルの下端はコーラスエミッションの観測領域における 1/2 サイクロトロン周波数を表すと考えられる。実際、Tsyganenko の地球磁場モデルを用いると、ローワーバンドコーラスにおける周波数スペクトルの上端が、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の 1/2 サイクロトロン周波数と等しくなり、ここがコーラスの発生領域である可能性が示された。一方、発生領域におけるコーラスエミッションの振幅を非線形成長理論から推定し、発生領域から観測点までの伝搬における非線形成長を評価した [2][3]。その結果、観測されたコーラスの振幅は、非線形成長理論から予測される値と矛盾ないことが分かった。一方で、電子がコーラスエミッションの電界成分に捕捉されることによる 1/2 サイクロトロン周波数での減衰 [4] についても、観測データによる検証を行った。

[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] Hikishima, M., S. Yagitani, Y. Omura, and I. Nagano (2009), Full particle simulation of whistler-mode rising chorus emissions in the magnetosphere, *J. Geophys. Res.*, 114, A01203, doi:10.1029/2008JA013625.

[3] Katoh, Y., and Y. Omura (2011), Amplitude dependence of frequency sweep rates of whistler mode chorus emissions, *J. Geophys. Res.*, 116, A07201, doi:10.1029/2011JA016496.

[4] 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.

キーワード: Geotail 衛星, コーラスエミッション, 非線形成長, 振幅, 周波数変化率, 発生 伝搬

Keywords: Geotail spacecraft, Chorus emission, Nonlinear growth, Amplitude, Frequency sweep rate, Generation and propagation