

Pc4-5帯トロイダルモードULF波動とホイッスラーモード・コーラス放射の強度変動との対応に関する研究

大野 敦裕 [1]; 加藤 雄人 [1]; 熊本 篤志 [2]; 土屋 史紀 [3]; 寺本 万里子 [4]; 笠原 禎也 [5]; 松田 昇也 [6]; 松岡 彩子 [7]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 名大・宇地研; [5] 金沢大;
[6] ISAS/JAXA; [7] JAXA 宇宙研

Study of the relationship between whistler-mode chorus emissions and toroidal mode Pc4-5 ULF waves

Atsuhiko Ono[1]; Yuto Katoh[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Fuminori Tsuchiya[3]; Mariko Teramoto[4]; Yoshiya Kasahara[5]; Shoya Matsuda[6]; Ayako Matsuoka[7]

[1] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] ISEE, Nagoya University; [5] Kanazawa Univ.; [6] ISAS/JAXA; [7] ISAS/JAXA

Whistler-mode chorus emissions are electromagnetic plasma waves generated in the equatorial region of the terrestrial magnetosphere. Previous studies suggested that chorus emissions play an important role in the precipitation of energetic electrons into the atmosphere through wave-particle interaction. Since the amplitude modulation of chorus emissions should control the variation of the electron precipitation, the investigation of the generation mechanism of chorus emissions is essentially important in understanding the energetic electron precipitation. One of the important factors which modulate the amplitude of chorus emissions is ULF (Ultra Low Frequency) waves, which are low frequency plasma waves occurring in the terrestrial magnetosphere. Previous studies reported the relationship between chorus emissions and Pc4-5 ULF waves, whose wave period is about 1-10 minutes. Li et al. (2011) reported that the periodic intensity variations of chorus emissions associated with compressional Pc4-5 ULF waves, in which chorus emissions are enhanced at the timing of the Pc4-5 ULF waves oscillate southward, corresponding to the intensity minimum of the ambient magnetic field. Jaynes et al. (2015) reported that the periodic variations of chorus emissions associated with toroidal and poloidal mode Pc4-5 ULF waves, while chorus emissions enhanced twice during one wave period of the ULF waves.

In the present study, we investigate the relationship between the amplitude modulation of chorus emissions and ULF waves using observation results of the Arase satellite. We use the data observed by the Onboard Frequency Analyzer (OFA) of the Plasma Wave Experiment (PWE) and the Magnetic Field Experiment (MGF). We analyze the data during the campaign observation of the Arase satellite with stations on the ground, from March to June 2017, and identified 4 events of the enhancement of chorus emissions simultaneously with ULF waves. In this paper, we focus on Pc4-5 waves observed from 2130UT to 2230UT on March 27, 2017 when Arase satellite was located in the magnetic local time from 04:00 to 04:30, the magnetic latitude from -12.7 to -7.4 degrees, and the L-value from 6.3 to 5.9. These Pc4-5 waves appear with the periods of about 2-3 minutes and are dominated by the toroidal component. We also find the periodic enhancements of chorus emissions with the periodicity of about 2-3 minutes, where chorus emissions enhanced at the timing of the toroidal component of ULF wave directing westward. The identified phase relationship between chorus emissions and the toroidal mode ULF waves is different from those reported in Jaynes et al. (2015).

地球磁気圏の磁気赤道領域で発生するホイッスラーモード・コーラス放射は、波動粒子相互作用を通して、磁気赤道面に存在する高エネルギー電子を地球電離圏に降り込ませる役割を果たしていると考えられている。そのため、地球電離圏に降り込む電子のフラックスの変動には、コーラス放射の強度変化が深く関わっていると考えられており、これらの現象について考察する上でコーラス放射の発生機構を理解することは本質的に重要である。コーラス放射の発生機構に関係すると考えられている現象の1つとして、地球の磁気圏で発生する低周波のプラズマ波動であるULF波動が挙げられる。過去の研究では、周期が約1-10分のPc4-5帯のULF波動とコーラス放射の強度変化の間に対応関係があるということが指摘されている。Li et al. (2011)では、コーラス放射の周期的強度変化はcompressionalモードのPc4-5帯ULF波動と対応関係があり、磁気赤道面でULF波動が南向きに振動するとき、すなわち背景磁場強度が最小になるときにコーラス放射の強度が増大するという対応関係が報告されている。一方で、Jaynes et al. (2015)では、コーラス放射の周期的強度変化はトロイダルモード・ポロイダルモードのPc4-5帯ULF波動と対応関係があり、ULF波動の1振動周期の間にコーラス放射の強度が2回極大値を取ることが指摘されている。このように過去の研究では、コーラス放射の強度変化とULF波動の間に、ULF波動のモードごとに異なった対応関係が存在することが指摘されている。

本研究では、コーラス放射の強度変化とULF波動の対応関係について理解することを目的として、あらせ衛星の観測結果を解析する。2017年3月から4月にかけて実施されたあらせ衛星と地上観測局とのキャンペーン観測期間中に得られた結果に着目して、プラズマ波動・電場観測器(PWE)のOnboard Frequency Analyzer(OFA)と磁場観測器(MGF)の観測データの解析を行った結果、ULF波動とコーラス放射が同時に計測されているイベントを4例同定した。本発表では特に2017年3月27日UT21:30-22:30に計測されたイベントに着目して解析を行った結果について報告する。解析対象とする時間帯には、あらせ衛星は磁気地方時04:00から04:30、磁気緯度-12.7°から-7.4°、L値6.3から5.9程度の地点、すなわち地球磁気圏の磁気赤道面付近の朝側領域に位置していた。解析の結果、MGFにより観測された磁場波形に周期2-3分程度のPc4-5帯に対応する周期的な変動成分が見出された。このPc4-5帯の周期的な磁場変動はポロイダル成分、トロイダル成分とcompressional成分の全ての成分に見いだされたが、特にトロイダル成分の振幅が卓越しているこ

とが示された。また、OFAにより観測された波動電磁場成分のスペクトル解析結果から、kHz帯に2-3分程度の周期でコーラス放射が周期的に発生していることが確認された。これらのMGFならびにOFAの観測結果を比較した結果、トロイダルモードのPc4-5帯ULF波動の磁場成分が西向きに卓越する位相においてコーラス放射の波動強度が増大する対応関係が確認された。コーラス放射の発生周期はULF波動の周期と同程度であり、Jaynes et al. (2015)と異なる対応関係であることが示された。本発表では、ULF波動の位相とコーラス放射の発生との対応関係について詳細に解析した結果を報告する。