

R006-18

B 会場 : 11/27 AM1 (9:15-10:45)

10:15~10:30:00

コーラス波動による非線形電子加速における不均一性パラメータの直接評価

#徳田 晴哉¹⁾, 笠原 禎也¹⁾, 松田 昇也¹⁾, 栗田 怜²⁾, 頭師 孝拓³⁾, 小嶋 浩嗣²⁾, 笠原 慧⁴⁾, 横田 勝一郎⁵⁾, 堀 智昭⁶⁾, 桂華 邦裕⁴⁾, 松岡 彩子⁷⁾, 寺本 万里子⁸⁾, 山本 和弘⁶⁾, 三好 由純⁶⁾, 篠原 育⁹⁾

(¹ 金沢大学, (² 京都大学, (³ 奈良工業高等専門学校, (⁴ 東京大学, (⁵ 大阪大学大学院, (⁶ 名古屋大学・宇宙地球環境研究所, (⁷ 京都大学, (⁸ 九州工業大学, (⁹ 宇宙航空研究開発機構

Direct Evaluation of the Inhomogeneity Parameter as Evidence of Nonlinearity in Chorus Wave – Induced Electron Acceleration

#Seiya Tokuda¹⁾, Yoshiya KASAHARA¹⁾, Shoya MATSUDA¹⁾, Satoshi KURITA²⁾, Takahiro ZUSHI³⁾, Hirotsugu KOJIMA²⁾, Satoshi KASAHARA⁴⁾, Shoichiro YOKOTA⁵⁾, Tomoaki HORI⁶⁾, Kunihiro KEIKA⁴⁾, Ayako MATSUOKA⁷⁾, Mariko TERAMOTO⁸⁾, Kazuhiro YAMAMOTO⁶⁾, Yoshizumi MIYOSHI⁶⁾, Iku SHINOHARA⁹⁾

(¹Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, (²Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, (³Nara College, National Institute of Technology, (⁴Graduate School of Science, The University of Tokyo, (⁵Graduate School of Science, Osaka University, (⁶Institute for Space - Earth Environmental Research, Nagoya University, (⁷Graduate School of Science, Kyoto University, (⁸Graduate School of Engineering, Kyushu Institute of Technology, (⁹Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

Whistler-mode chorus waves play important roles in the acceleration and loss of energetic electron populations in the Earth's inner magnetosphere. Previous studies have reported that the generation of chorus waves, a type of whistler-mode waves, is accompanied by rapid variations in electron pitch angle distributions [Fennel et al., 2014; Kurita et al., 2018]. This phenomenon is characterized by the deformation of electron distribution in the velocity space where effective wave-particle interaction is expected and the electron flux drastically increases within the resonance range of cyclotron resonance.

In this study, we analyzed variations in electron flux associated with chorus waves using observation data from PWE, MEP-e, and MGF onboard the Arase satellite in order to deepen our understanding of such phenomena. During the observation period from March 2017 to October 2018, 46 events were visually identified, and we compared the range of deformations in electron pitch angle distributions with the resonance range calculated from the observed chorus waves for each event. As a result, it was found that the observed deformations in electron pitch angle distributions can be explained by first-order cyclotron resonance with the chorus waves in many of the identified events.

It is also noted that rapid variations in the electron pitch angle distribution, occurring on time scales ranging from a few seconds to several tens of seconds, are not always adequately explained by conventional quasi-linear diffusion theory [Kurita et al., 2018, 2025; Saito et al., 2021]. In this study, we further investigated to clarify whether these rapid variations are associated with nonlinear wave – particle interactions. Specifically, we calculate the ratio of wave-induced effects to background inhomogeneity effects $\rho \gamma$ [Saito et al., 2016] and classify the electron scattering processes for each event, thereby quantitatively evaluating the degree of nonlinearity. In the presentation, we discuss the results of this nonlinearity evaluation and their implications.

ホイッスラーモード波は、地球内部磁気圏における高エネルギー電子の加速や消失に重要な役割を果たしていることが知られている。先行研究では、ホイッスラーモード波の一種であるコーラス波動の発生に伴い、電子ピッチ角分布が変動する現象が報告されている [Fennel et al., 2014; Kurita et al., 2018]。この現象では、速度空間において波動粒子相互作用が有効に働く領域でピッチ角分布の変動が観測されており、特にサイクロトロン共鳴条件を満たす領域で電子フラックスの増加が示されている。

本研究では、このような現象の理解を深めることを目的として、あらせ衛星に搭載されたPWE、MEP-e、MGFの観測データを用いて、コーラス波動に伴う電子フラックス変動現象の解析を行った。2017年3月から2018年10月までの観測期間において、目視により46件のイベントを同定し、各イベントにおける電子ピッチ角分布の変動範囲と、コーラス波動から計算される共鳴範囲との比較を行った。その結果、多くのイベントにおいて、観測されたピッチ角分布の変動はコーラス波動との一次サイクロトロン共鳴によって説明可能であることが明らかとなった [Tokuda et al., 2025]。

また、電子ピッチ角分布の変動は数秒から数十秒という短時間スケールで発生しており、従来の準線形拡散理論では十分に説明できない場合がある [Kurita et al., 2018, 2025; Saito et al., 2021]。そこで本研究では、これらの急激な変動が非線形波動粒子相互作用によって生じているかどうかをさらに詳細に解析した。具体的には、波動誘起効果と背景不均一性効果の比 $\rho \gamma$ [Saito et al., 2016] を算出し、各イベントについて電子の散乱過程を分類することで、非線形性の程度を定量的に評価した。本発表では、この非線形性評価の結果とその解釈について議論する。