

レイトレーシングを用いた多点同時観測 EMIC 波の伝搬特性解析

#梅澤 祐伊¹⁾, 笠原 禎也¹⁾, 松田 昇也¹⁾, 太田 守²⁾

(¹⁾ 金沢大, (²⁾ 富山高専

Study on the Propagation Characteristics of the EMIC Waves Observed at Multiple Points using ray tracing

#Yui Umezawa¹⁾, Yoshiya Kasahara¹⁾, Shoya Matsuda¹⁾, Mamoru Ota²⁾

(¹⁾Kanazawa University, (²NIT(KOSEN), Toyama College

The near-Earth space environment is strongly influenced by plasma waves and high-energy particles. Electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves play a key role in controlling the precipitation of high-energy ions and relativistic electrons in the inner magnetosphere. Furthermore, EMIC waves exhibit complex propagation characteristics such as reflection and cutoff, governed by dispersion relations that depend on the ion composition of the ambient plasma. Therefore, analyzing EMIC wave propagation provides valuable insights into the ion composition and spatial structure of the magnetospheric plasma.

In this study, we focus on the fine-structured EMIC wave event simultaneously observed on April 18, 2019, by Arase and RBSP-A and two ground-based stations at Gakona and Dawson (Matsuda et al., 2021). We analyze its propagation characteristics using the ray tracing method. Matsuda et al. (2021) have suggested that EMIC waves are spatially localised and may propagate

through ducts along magnetic field lines comparing the wave spectra measured at the locations of Arase and Van Allen Probes as well as ground stations. However, the specific shape of the ducts and the source regions of the EMIC waves have not been sufficiently examined in a manner consistent with all observational facts. In the present study, we conducted a series of ray tracing simulations by systematically varying the initial conditions (e.g., source location, frequency, and initial wave normal angle) as well as environmental parameters such as ion composition and duct geometry. We evaluated the relationships between these parameters and wave propagation characteristics, and attempted to identify the conditions under which simultaneous multi-point observations could be reproduced.

In this presentation, we will share the results of our analysis concerning the geomagnetic and plasma conditions that enable the observed multi-point detection of EMIC waves, and discuss how ion composition and duct structures influence EMIC wave propagation.

Reference

Matsuda et al., Geophysical Research Letters, doi:10.1029/2021GL096488, 2021.

地球周辺の宇宙環境は、プラズマ波動や高エネルギー粒子によって大きく左右される。なかでも電磁イオンサイクロトロン (EMIC) 波は、地球内部磁気圏における高エネルギーイオンや相対論的電子の降下を制御する重要なプラズマ波動である。また、EMIC 波はプラズマ中のイオン組成に依存する分散関係に従い、反射やカットオフといった伝搬挙動を示すため、その伝搬解析は磁気圏のイオン組成や空間構造を推定する手がかりとなる。

本研究では Matsuda et al. (2021) により報告された 2019 年 4 月 18 日における 2 機の科学衛星 (Arase 及び RBSP-A) と 2 つの地上局 (Gakona 及び Dawson) による微細構造 EMIC 波の同時観測イベントを対象に、レイトレーシングを用いた伝搬特性解析を行う。Matsuda et al. (2021) は、両衛星のフットプリントと波動スペクトルの比較から、EMIC 波が空間的に局所的であり、磁力線に沿ったダクトを通じて伝搬している可能性が示唆されている。しかし、ダクトの具体的な形状やその周辺の環境条件については、すべての観測事実と整合する形での考察は十分に行われていない。よって本研究では、波動の初期条件 (発生源の位置・周波数・初期伝搬角) やイオン組成・ダクト構造のパラメータを系統的に変化させながらレイトレーシングを実施し、伝搬特性と各種パラメータの関係性の評価、および多点同時観測を再現しうる条件の特定を試みた。

本講演では、対象 EMIC 波の多点同時観測を生じる地磁気・プラズマ環境条件についての解析結果を示し、イオン組成やダクト構造が EMIC 波の伝搬に及ぼす影響について議論する。