

プラズマ波動観測と機械学習によるプラズマポーズ位置推定モデルの開発

#浅輪 優斗¹⁾, 松田 昇也¹⁾, 笠原 禎也¹⁾, 三好 由純²⁾, 篠原 育³⁾

(¹⁾ 金沢大, (²⁾ 名大 ISEE, (³⁾ 宇宙機構/宇宙研)

An Empirical Plasmopause Model using Arase/PWE Data and Machine Learning

#Yuto Asawa¹⁾, Shoya Matsuda¹⁾, Yoshiya Kasahara¹⁾, Yoshizumi Miyoshi²⁾, Iku Shinohara³⁾

(¹⁾Kanazawa University, (²⁾Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, (³⁾Japan Aerospace Exploration Agency/Institute of Space and Astronautical Science

In the inner magnetosphere, the space around the Earth, there is a plasmasphere filled with low-temperature and high-density plasma. The plasmopause is a boundary that clearly separates the high-density plasmasphere from the low-density plasma trough region. Since the characteristics of plasma waves differ inside and outside the plasmasphere, accurate determination of the plasmopause location is important for understanding the dynamics of the inner magnetosphere. Plasmaspheric hiss is typically trapped inside the plasmasphere due to reflection at the plasmopause.

In this study, we focus on the characteristics of plasmaspheric hiss and propose a new method to identify the plasmopause location by considering the boundary of the plasmaspheric hiss. We develop a machine learning model to identify the plasmopause location based on the VGG16 model, which is a type of convolutional neural network. We use electric and magnetic field spectral data observed by the Onboard Frequency Analyzer (OFA) of the Plasma Wave Experiment (PWE) aboard the Arase satellite. We investigate plasmopause locations using approximately six years data and derived an empirical plasmopause model using the least squares method, with the Kp index, magnetic local time (MLT), and magnetic latitude (MLAT) as parameters. We successfully represent the typical plasmopause locations as functions of MLT and MLAT under the different geomagnetic conditions.

In this presentation, we introduce our approach for determining plasmopause location, discuss the statistical results of plasmopause locations derived from the long-term measurement data observed by the Arase satellite and the modeling method of plasmopause locations.

地球近傍の宇宙空間である内部磁気圏には、低温で高密度のプラズマで満たされたプラズマ圏が存在する。プラズマポーズとは高密度のプラズマ圏と低密度のプラズマトラフ領域を明確に分ける境界である。プラズマ波動の性質はプラズマ圏の内側と外側で異なるため、プラズマポーズ位置を正確に把握することは、内部磁気圏のダイナミクスを理解する上で重要である。プラズマ圏内では、プラズマ圏ヒスと呼ばれるプラズマ波動が存在することが知られ、典型的にはプラズマポーズを境界として反射する特性があることから、プラズマ圏内に閉じ込められたように観測される。

本研究ではプラズマ圏ヒスの特徴に着目し、プラズマ圏ヒスの観測境界をプラズマポーズとみなしてプラズマポーズ位置を同定する方法を提案する。あらせ衛星に搭載されたプラズマ波動・電場観測器 (PWE) のサブシステムの1つである機上周波数分析器 (OFA) で観測された電磁界スペクトルデータを用い、畳み込みニューラルネットワークモデルの一つである VGG16 モデルによってプラズマポーズ位置を同定する方法を開発した。あらせ衛星の約6年間分の観測データを用いてプラズマポーズ位置を調べ、Kp 指数、磁気地方時、磁気緯度をパラメータとする経験的プラズマポーズモデルを最小二乗法によって導いた。これにより地磁気活動度の変化に伴いプラズマポーズが収縮する特徴や、磁気地方時毎の非対称性の特徴をモデルにより表現することができた。

本発表では、電磁界スペクトルデータを用いたプラズマポーズ位置の判定手法、プラズマポーズ位置の統計解析結果、プラズマポーズ位置のモデル化手法と各パラメータの対応関係について議論する。