

惑星間空間シンチレーション観測を用いた内部太陽圏の可視化と太陽嵐到来予測

岩井 一正 [1]; 塩田 大幸 [2]; 徳丸 宗利 [3]; 藤木 謙一 [4]; 田 光江 [2]; 久保 勇樹 [5]
[1] 名大 ISEE; [2] NICT; [3] 名大 ISEE; [4] 名大・ISEE; [5] 情報通信研究機構

Visualization of the inner heliosphere and space weather forecasting using interplanetary scintillation observations

Kazumasa Iwai[1]; Daikou Shiota[2]; Munetoshi Tokumaru[3]; Ken'ichi Fujiki[4]; Mitsue Den[2]; Yuki Kubo[5]
[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] NICT; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] ISEE.,Nagoya Univ.; [5] NICT

Coronal mass ejections (CMEs) sometimes cause disturbances of the geospace which are closely related our life such as radio telecommunications, spacecraft and airplanes operations, and GPS navigations. Therefore, forecasting of CMEs has become more and more important. However, the prediction of the CME arrival is still difficult because the initial speed of CMEs derived from white light coronagraph observations has an ambiguity, and the acceleration and deceleration processes of CMEs propagating in the interplanetary space have not been understood well. An interplanetary scintillation (IPS) observation detects CMEs from the continuous ground-based radio observations. Institute for Space–Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University has operated radio telescopes dedicated to the IPS observation at 327 MHz, which can detect radio scintillation signals generated between 0.2 and 1.0 AU. On the other hand, it has been difficult for the IPS observation, which scans the inner heliosphere once a day, to detect fast CMEs. The purpose of this study is to develop a visualization system of the IPS observation data using MHD simulation to understand propagation processes of CMEs in the inner heliosphere and predict their arrival to the Earth. In our IPS data driven MHD simulation system, the initial speed of a CME is roughly derived from the white light coronagraph observations. Then, the propagation of the CME is calculated by the MHD simulation (SUSANOO-CME; Shiota and Kataoka 2016). An IPS amplitude of each radio source is calculated using the 3D electron density variation derived from the MHD simulation. Several calculated IPSs are compared with the observed IPS to evaluate the most accurate simulation result, which enables us to predict the arrival time the CME. We simulated the propagation of some CMEs observed in 2017 and succeeded to derive the calculated IPS that are close to the observed IPS.

太陽から放出されるコロナ質量放出 (CME) 現象は地球に到来すると地球周辺環境に擾乱をもたらす、電波通信や人工衛星・航空機の航行、GPS 測位など、社会生活に様々な影響を与えるため、到来前に予報することが重要である。しかし、可視光のコロナグラフ観測などから求まる CME の初期速度には誤差があることや、惑星間空間中を伝搬する過程で CME が加速・減速を受ける影響はまだはっきりと理解されていないことから、CME の到来予報はいまだ難しい課題である。惑星間空間シンチレーション (IPS) 観測は、遠方天体の地上電波観測から CME の通過に伴う電波の散乱現象を捉えることで地球方向に飛来する CME を検出できる。名古屋大学で行っている IPS の観測周波数 327MHz では、0.2 から 1AU までの範囲に感度があり、伝搬途中の CME を検出しやすいという利点がある。一方、本観測は内部太陽圏を 1 日かけてスキャンするため、比較的時変動の早い CME を追跡することは難しかった。本研究では CME の内部太陽圏における伝搬過程を理解し、地球への到来予報精度を向上させることを目的とし、磁気流体 (MHD) シミュレーションを用いた IPS 観測データの可視化システムを開発した。本システムでは、まず可視光のコロナグラフ観測から CME の初期速度を求め、MHD シミュレーション SUSANOO-CME (Shiota and Kataoka 2016) を用いて伝搬のシミュレーションを行う。そこで得られる内部太陽圏の 3 次元密度分布を元に、地球から各電波天体への視線に沿った電波の散乱を解くことで擬似的な IPS データを再現する。複数の CME 初期速度で計算し、それぞれから得られる擬似 IPS データの中から、最も実際の IPS 観測を再現する結果を採用することで予報精度の向上を可能とする。2017 年に発生した代表的な CME に対して本シミュレーションを行った結果、実際の IPS 観測に近い擬似 IPS データの再現に成功した。