

R007-03

C会場：11/25 PM2 (15:30-18:15)

16:00~16:15

フォーブッシュ減少の多点比較で迫る 2022/3 の ICME の時空間発展に関する研究

#木下 岳¹⁾, 吉岡 和夫²⁾, 村上 豪³⁾

(¹⁾ 東大地惑, (²⁾ 東大・新領域, (³⁾ ISAS/JAXA

Study of the spatio-temporal evolution of the ICME in 2022/3, approached by the multi-point observation of Forbush Decreases

#Gaku Kinoshita¹⁾, Kazuo Yoshioka²⁾, Go Murakami³⁾

(¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, (²Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo., (³Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

The large gravitational potential difference between the Sun and Earth and the harsh environment near the Sun have made it challenging to deploy spacecraft into the inner solar system. Consequently, a few multi-point in-situ observations have been necessary to track Interplanetary Coronal Mass Ejection (ICME) structure and magnetic field changes. However, recent advancements in orbital engineering have allowed multiple spacecraft to be deployed in the inner heliosphere simultaneously, providing valuable opportunities to study solar ejecta evolution (Hadid et al., 2021).

When an ICME passes through a spacecraft, it causes a "Forbush Decrease (FD)" (Forbush, 1937), which ICME shields the background galactic cosmic rays. The FD can be observed with simple particle detectors, and its amplitude and recovery time provide crucial information about ICMEs. However, most of the previous FD studies have relied on terrestrial neutron monitors (JLF von Forstner et al., 2021), so FDs acquired by spacecraft are essential for broad comparison. This study aims to infer ICME properties from by investigating the correspondence between FD multipoint observations and transient ICME structure.

We focus on multipoint ICME observations by BepiColombo, Solar Orbiter, and Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) from March 10-16, 2022. BepiColombo and Solar Orbiter were located at nearly the same solar distance but about 40 degrees apart in azimuth. At the same time, LRO and Solar Orbiter were almost radially aligned and 0.6 AU apart, making them ideal for studying the large-scale structure of a single ICME. Using high-energy particle observation data, we extracted FD with the calibration methods (e.g., Kinoshita et al., submitted to JGR). We compared it with in-situ magnetic field, particle density, and spacecraft positions in the ICME model. We succeeded in observing the distribution of magnetic cloud and shock sheath in the azimuthal direction of the ICME and the different contributions of each structure to the FD profile.

With the solar activity peak predicted for 2025, multipoint observation data are accumulating. By leveraging FD observation's low entry barrier and applying this study's method to other events, we aim to collect statistically significant FD comparisons to understand ICME propagation and improve arrival predictions.

太陽-地球間の大きな重力ポテンシャル差などが原因で太陽系内部への探査機投入は難しい。よってこれまで惑星間空間コロナ質量放出物 (ICME) の伝搬中の構造や磁場強度変化の追跡に必要な、多点での直接観測例が不足していた。しかし近年、軌道工学の発展などによって Parker Solar Probe、Solar Orbiter、BepiColombo など複数の探査機が内部太陽圏に同時期に展開中で、太陽噴出物の動径・方位角方向の進化に迫る絶好機が訪れている。

ICME が探査機周辺を通過する際に、その Shock Sheath と Magnetic Cloud によってバックグラウンドの銀河宇宙線を遮蔽する "Forbush Decrease (FD)" という現象を起こす (Forbush, 1937)。FD は簡易な粒子観測機さえあれば検出できる観測への参入障壁が低い現象ながらも、その振幅、回復時定数は通過する ICME 構造の重要な手掛かりとなる。しかしこれまでの FD 研究は地球の中性子モニターによるものが主流で、深宇宙探査機による広範囲の FD 比較例はまだ少ない。そこで探査機による多点観測データを用いて ICME 構造と FD の対応関係を明らかにし、FD データから ICME 構造を推測する手法を確立したい。

本研究では 2022/3/10-16 に行われた BepiColombo、Solar Orbiter、Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) による ICME 多点観測のデータを扱う。BepiColombo と Solar Orbiter は太陽からほぼ等距離で方位角方向に 40 度ほど異なる場所に位置しており、一方で LRO と Solar Orbiter は動径方向に 0.6 AU 離れてほぼ直線的に並んでいるため、単一の ICME の大規模構造に迫るために最適である。そこで各探査機の高エネルギー粒子観測器データから本研究で確立した較正手法 (e.g., Kinoshita et al., submitted to JGR) などを用いて FD を抽出した。取り出した FD データを磁場や低エネルギー粒子密度のその場観測データ、及び ICME モデル上の探査機の位置関係と合わせ比較した。その結果、Shock sheath-Magnetic Cloud の構造的な分布やそれぞれの FD 振幅寄与率の動径方向の依存性が明らかになった。

来る 2025 年に太陽活動周期のピークが到来すると予測されており、多点観測データもそれに合わせて蓄積している。FD 観測の参入障壁の低さを活かし、本研究の手法を他イベントや他探査機にも適用して統計的に有意な FD 比較例を蓄積できれば、ICME の伝搬過程の解明と到達予測に貢献できるはずである。