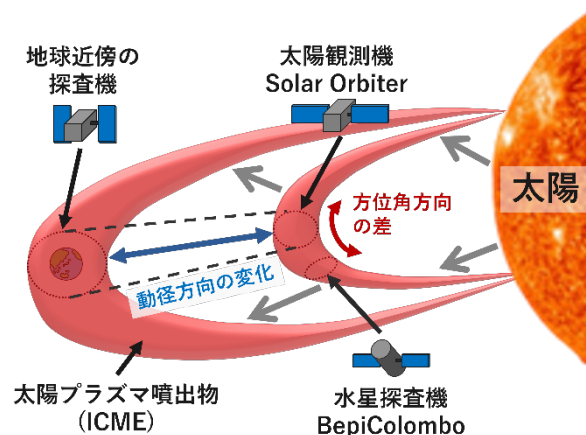


東京大学
名古屋大学

「もったいない精神」で宇宙の天気を読む
——複数探査機の多点比較から宇宙線変動と太陽プラズマの関係を解明——

発表のポイント

- ◆複数探査機の多点観測から宇宙線変動と太陽プラズマの物理的関係を解明
- ◆本来理学用途でないシステム系観測装置を活用した太陽プラズマ観測手段を確立し、実証に成功
- ◆太陽プラズマの観測手段の増加により、精度の高い宇宙天気予報実現に貢献



本研究で実施した太陽プラズマ噴出物の多点観測の概念図

発表内容

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の木下岳大学院生を筆頭とする、名古屋大学宇宙地球環境研究所の三好由純教授、原田裕己准教授、計測・実験素粒子物理学研究所 (LIP: Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics) のマルコ ピント研究員、東京大学大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻の吉岡和夫准教授などからなる国際研究グループは、太陽から噴出する惑星間空間コロナ質量放出物 (以下、ICME: 注1) と銀河宇宙線 (注2) 変動の関係を解明しました。

内部太陽圏における ICME の伝搬過程の理解は、地上・宇宙インフラ保護の観点から重要です。精度の高い宇宙天気予報 (注3) 実現のためには、探査機の ICME 観測データを用いた伝搬モデルの改良が必要とされています。ICME が観測者を通過する際に、バックグラウンドの銀河宇宙線を遮蔽する “Forbush Decrease (以下、FD: 注4)” という現象は、ICME の変化を追跡する有力な手段です。FD は簡易な粒子観測装置さえあれば検出できる現象ながら、伝搬する ICME の構造変化を反映して変化します。そこで本研究グループは以前の研究にて (関連情報: [Kinoshita et al. 2025](#))、水星探査機 BepiColombo に搭載されている、探査機の機能維持のためのシステム系観測装置 (注5) に着目しました。この観測装置のデータは簡素で科学解析には適さず、理学的には日の目を浴びてこなかったビッグデータが蓄積していましたが、本グループは「もったいない」と考え、放射線シミュレーションを介した較正により FD 観測機器へと生まれ変わらせました。

本研究では、較正データの理学的な実証として、2022年3月に BepiColombo を含めた3つの探査機が ICME・FD を多点観測したイベントを解析しました。本イベントにおいては太陽系動径

方向、方位角方向の ICME 構造の比較に適した良好な位置関係で各探査機が観測しており（概念図）、かつ磁場・太陽風など FD 以外の観点のデータも得ていたため（図 1）、ICME・FD の対応関係を多角的に考察できました。解析の結果、太陽系動径・方位角方向の ICME の進化に対応した FD の形状、深さ、傾きの変化の追跡に成功しました（図 2）。工学的な目的で設置された簡易な装置でも ICME の進化に迫れると本研究が示したことで、ICME 観測への参入障壁の低下が見込まれます。他の探査機・イベントにも本手法を適用できれば、ICME データセットを飛躍的に増大させ、さらなる宇宙天気予報の精度向上が期待できます。

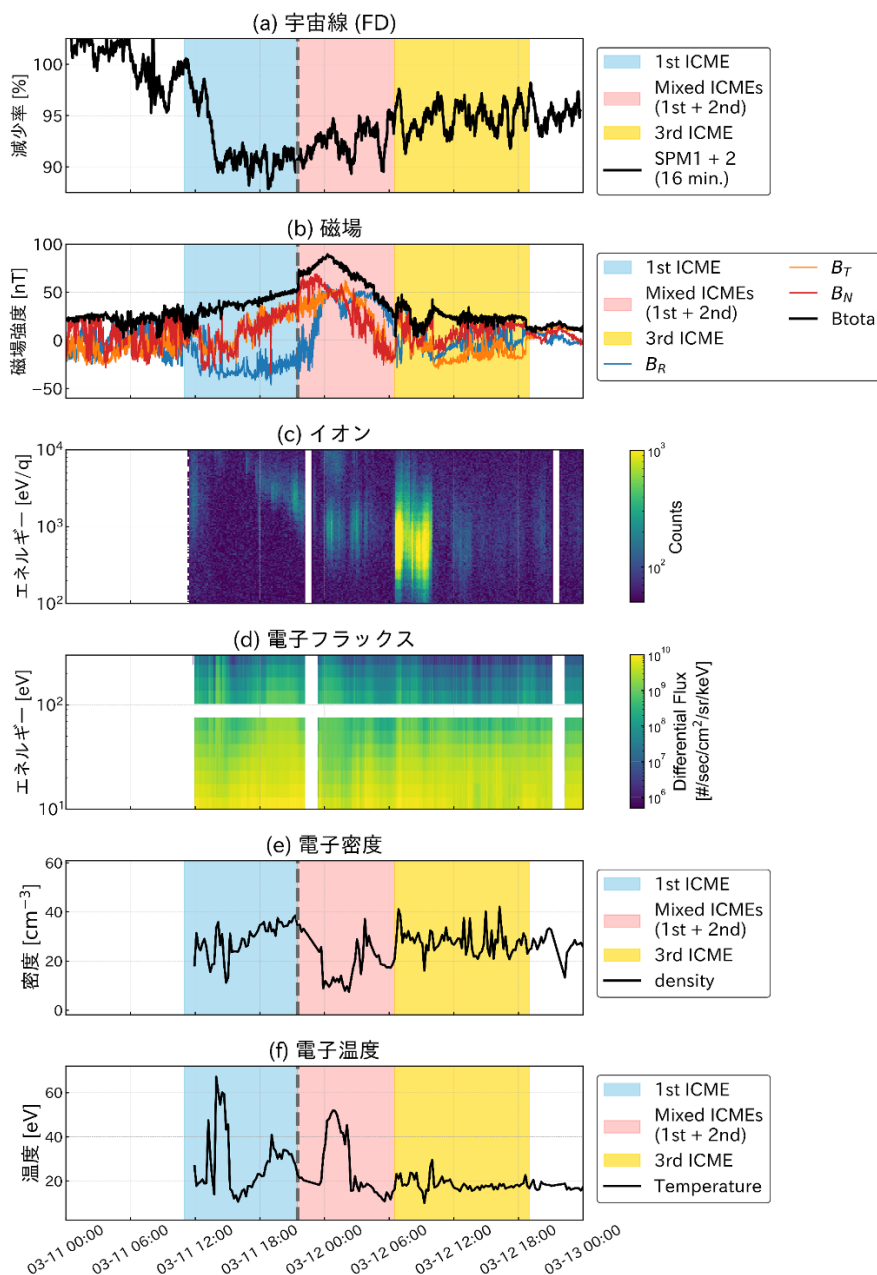


図 1：水星探査機 BepiColombo が観測した太陽プラズマ噴出物のデータ

(a) の宇宙線データの青の部分では太陽から噴出した ICME の通過による一時的な減少「Forbush Decrease (FD)」が見られます。(b)-(f) では宇宙線以外の観点の ICME 観測データを示しており、これらから推察される ICME 構造と宇宙線変動 (FD) の関係について本研究で考察しています。

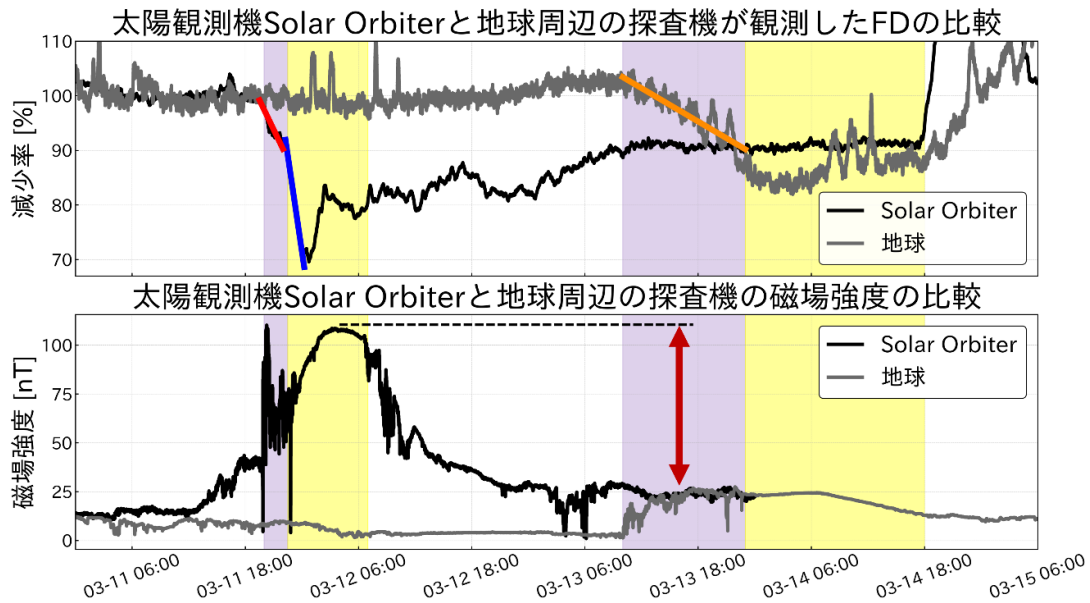


図 2：太陽観測機 Solar Orbiter と地球近傍の探査機が観測した FD と磁場の比較

Solar Orbiter は太陽から約 0.5 天文単位 (以下、au)、地球近傍の探査機は 1 au 離れており、かつ太陽から見て直線状に並んで観測していたため、太陽系動径方向の太陽プラズマ・FD の変化を追跡できました。

○関連情報：

G. Kinoshita, H. Ueno, G. Murakami, M. Pinto, K. Yoshioka, and Y. Miyoshi (2025), “Simulation for the calibration of radiation housekeeping monitor onboard BepiColombo/MMO and application to the inner heliosphere exploration”, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 130, e2024JA033147. <https://doi.org/10.1029/2024JA033147>

発表者・研究者等情報

東京大学

大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
木下 岳 博士課程学生

大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻

吉岡 和夫 准教授 (兼：大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

名古屋大学

宇宙地球環境研究所
三好 由純 教授
原田 裕己 准教授

計測・実験素粒子物理学研究所

(LIP: Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics)
マルコ ピント 研究員

論文情報

雑誌名 : The Astrophysical Journal

題名 : Spatio-temporal Evolution of the 2022 March Interplanetary Coronal Mass Ejection Revealed by Multipoint Observations of Forbush Decreases

著者名 : Gaku Kinoshita*, Beatriz Sanchez-Cano, Yoshizumi Miyoshi, Laura Rodríguez-García, Emilia Kilpua, Benoit Lavraud, Mathias Rojo, Marco Pinto, Yuki Harada, Go Murakami, Yoshifumi Saito, Shoichiro Yokota, Daniel Heyner, David Fischer, Nicolas Andre and Kazuo Yoshioka (*は責任著者)

DOI : 10.3847/1538-4357/ae1834

URL : <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ae1834>

研究助成

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2108 の支援を受けて実施されました。

用語解説

(注1) 惑星間空間コロナ質量放出物 (ICME)

太陽から爆発的に噴出するプラズマのこと。地球近傍に到達すると、人工衛星や地上インフラに深刻な障害をもたらすため、その到達予測の重要性が高まっています。

(注2) 銀河宇宙線

超新星爆発によって加速され太陽系外から定常的に降り注いでいる高エネルギー放射線のこと。

(注3) 宇宙天気予報

ICME 等の太陽に由来する現象によって引き起こされる宇宙環境の変動の予報のこと。

(注4) Forbush Decrease (FD)

ICME が観測者を通過する際に銀河宇宙線の入射を妨げ、一時的に粒子観測器のカウントが低下する現象のこと。

(注5) システム系観測装置

理学的な目的のために設置されたプラズマ・磁場などの観測器とは異なり、探査機の機能維持等の工学的な要請によって設置された機器のこと。本稿で扱っている機器は、探査機に重大な損傷をもたらしうる高エネルギー放射線環境の測定のために設置されています。

問合せ先

〈研究内容について〉

東京大学大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻

准教授 吉岡 和夫 (よしおか かずお)

E-mail : kazu.yoshioka@edu.k.u-tokyo.ac.jp

〈機関窓口〉

東京大学大学院理学系研究科・理学部 広報室

Tel : 03-5841-8856 E-mail : media.s@gs.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院新領域創成研究科 広報室

Tel : 04-7136-5450 E-mail : press@k.u-tokyo.ac.jp

名古屋大学 総務部広報課

Tel : 052-558-9735 E-mail : nu_research@t.mail.nagoya-u.ac.jp