

2019 年度(令和元年度) 名古屋大学 HPC 計算科学連携研究プロジェクト成果報告
内部太陽圏磁気流体モデルを用いた南向き惑星間空間磁場予測手法の開発

塩田大幸 (情報通信研究機構 電磁波研究所)

太陽から流出するプラズマである太陽風・コロナ質量放出(CME)は、地球に到来すると磁気圏環境に擾乱をもたらし、時には電磁波による通信や安定した電力供給網などの社会インフラに深刻な被害をもたらすことが知られている。このような太陽からの影響によって地球周辺の宇宙環境のじょう乱を予測し、警戒情報を発信する活動は「宇宙天気予報」とよばれ、日本では情報通信研究機構が予報業務を担っている。太陽風・CME は宇宙天気の中でも最も大きな被害を引き起こしうる現象である。そのなかでも地球に到来するプラズマに含まれる南向き磁場が、じょう乱の規模を決める重要なファクターであるが、これらを定量的に予測することは極めて難しい。これらの予測につながる最も有効な手段が、太陽表面(光球・コロナ)の観測結果に基づいて太陽コロナ・惑星間空間を再現する数値モデルを用いたモデリングである。我々のグループではこれまで、惑星間空間を再現する MHD シミュレーションコードの開発を行ってきた。このコードを用いて、毎日の光球の磁場観測データから 太陽風・放射線帯の予測を行う全自動宇宙天気予報システム (SUSANOO, Shiota et al., 2014) を開発し、運用を行なっている (<http://cidas.isee.nagoya-u.ac.jp/susanoo/index.html>)。現在運用中の SUSANOO の太陽風予測は CME が含まれていないため、磁場を含む CME の伝搬を計算可能な SUSANOO-CME (Shiota & Kataoka 2016)を用いて、地球に到来する南向き磁場を予測し、情報通信研究機構の宇宙天気予報での利用することを目指している。そのために、太陽観測データを自動収集し、CME の伝搬速度を測定、その結果を入力ベースとして SUSANOO-CME を複数ケース実行するシステムの構築を進めている(図1)。本研究ではそのシステム利用するため情報を調査する準備研究である。2017 年 9 月初旬には大規模な太陽フレア・CME が複数発生し、9 月 7 日は磁気嵐を引き起こした。これらの一連の現象を太陽の観測データに基づいてモデリングし、最適なパラメータを CME のパラメータを決める上での入力する CME のパラメータをどのように決めるかについての指針を調査した。図 2 にこの期間の X 線強度、地磁気変動、DSCOVR による太陽風と惑星間空間磁場南北成分の観測結果を示してある。X 線のグラフに矢印で示したフレアに伴い CME が発生した。また、フレア・CME の観測された値をそのまま使用したケースから、パラメータを少しずつ変えていった計 12 ケースのシミュレーション結果の太陽風と惑星間空間磁場の変動をカラーのグラフで示してある。もっとも観測をよく再現したケースから、入力パラメータを決める際に観測値から修正するために重要な示唆が得られた。主なものとして、CME の伝搬方向が替わる deflection が重要であり、磁束管向きは不定な要素大きいためアンサンブル予測すること、磁束量・速度・形状が伝搬のダイナミクスに大きく影響すること、などがある。これまでに調査結果を論文に投稿する予定である。

SUSANOO real-time prediction system

SUSANOO-SW

SUSANOO-CME

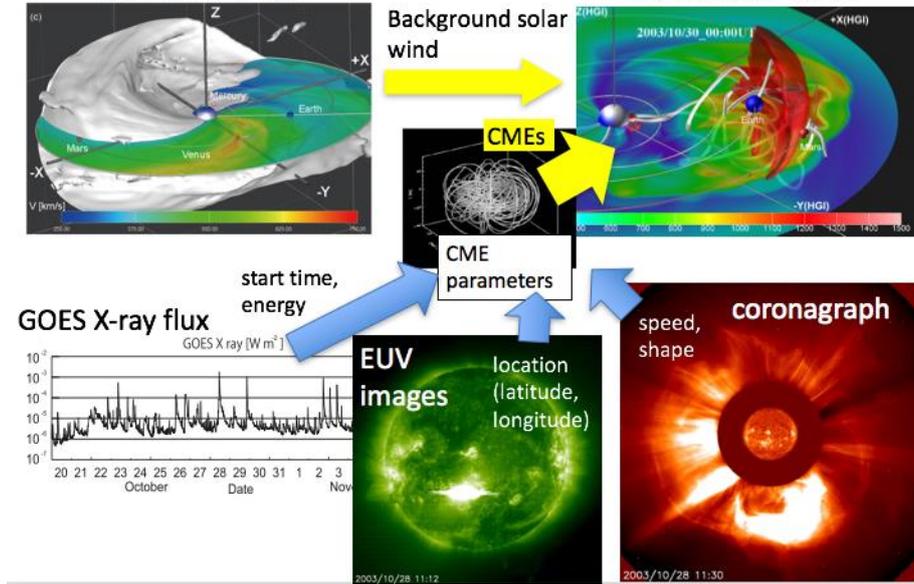


図 1 : SUSANOO-CME を用いた予測システムの概要

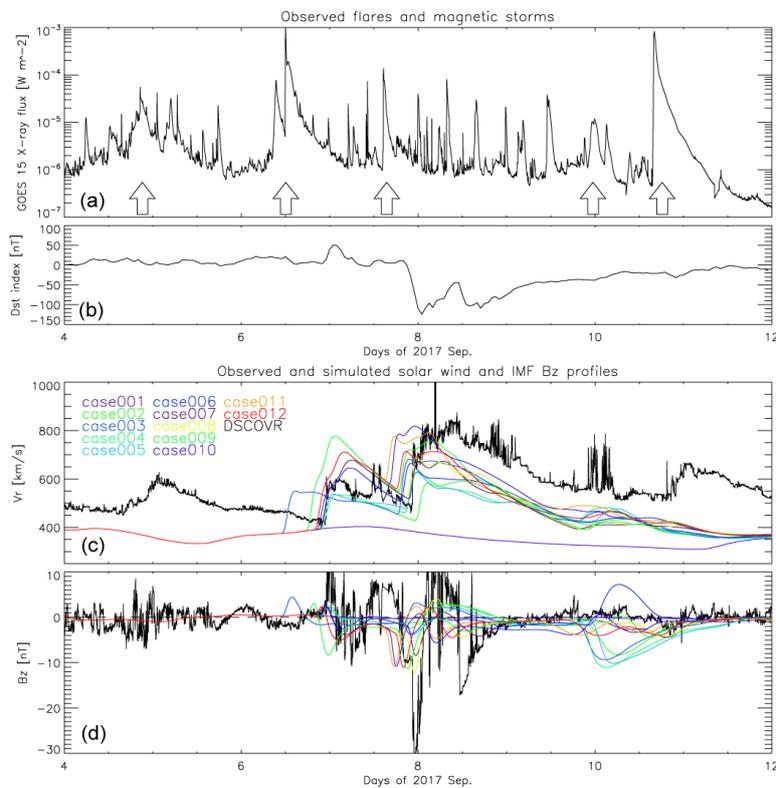


図 2 : 2017 年 9 月に発生した太陽フレア・磁気嵐、DSCOVR による太陽風の観測と SUSANOO-CME を用いたシミュレーション結果 (カラー) の比較