

3.4.9 シミュレーターグループ

中期計画期間全体

目 標

宇宙天気研究の概念が急速な変革をとげ、“太陽フレアが発生すると地球で磁気嵐が起こるという枠組みの研究”から“太陽風—磁気圏—電離圏結合系を相互作用系ととらえ、そこでの自己無撞着性を追求する複合系の研究”に進化したことを受け、シミュレーションとモデリングの研究を行い、複合系の物理研究で学会をリードするとともに、“数値宇宙天気予報”への道標を建てる。

目標を達成するための内容と方法

グローバル構造を取り扱う MHD コードと、マイクロ現象を取り扱う粒子コードのそれぞれの特徴を研究し、それらを「連結」したコードを開発し、マイクロとマクロの物理の統合を目指す。

特 徴

これまでの研究を通じ、対流、沿磁力線電流、サブストーム、放射線帯変動などの機構を明らかにし、それらを通じ全体系での自己無撞着性の重要性を指摘し、“複合系の物理”に先べんを付けた。

今年度の計画及び報告

今年度の計画

残りが2年間となることから、「惑星間空間」と「地球磁気圏」を対象に、より具体的に成果が見えるようにすることを、本年度の目標にする。(1)「惑星間空間」の領域では、背景太陽風構造下での惑星間空間衝撃波の形成と伝搬を計算・表示するとともに、衝撃波で形成された高エネルギー粒子(放射線粒子)の「地球磁気圏」への侵入を計算・表示する。要素技術として、適合格子法(AMR法)を3次元MHDに拡張し、CME計算に利用する手法を開発する。(2)複合系の物理の解明を目指した流体・粒子連成シミュレーション研究では、リングカレントの形成過程をセルフコンシステントに計算・表示する。(3)シミュレーション評価モデルの作成は、波動粒子相互作用を取り入れた移流拡散モデルの構築を発展させる。昨年達成したNICT・MHD磁気圏モデルのリアルタイム運用を発展させ、宇宙天気に必要なパラメータである地上磁場変動や静止軌道プラズマ圧等を実時間で導出し、宇宙天気予報センターに提供する。(4)センター計算機の維持・運用は確実にを行い、運用停止を起こさない。研究会については、第3回計算科学シンポジウムを開催する。

今年度の成果

(1)CMEのモデル化を行い、背景太陽風構造下で、伝搬を計算・表示した。要素技術であるAMR法を、CMEの伝搬に適用することに成功し、地球到来予測の可能性を示した。粒子加速については、種々のプラズマパラメータにおいて計算を実行した。(2)複合系の計算では、太陽放射線の軌道を磁気圏MHD場中で追跡するコードを開発した。高エネルギー粒子の軌道を追跡するコードを開発し、現象を説明した。(3)シミュレーションの結果を、観測から得られた評価モデルと比較した。リアルタイム磁気圏シミュレーションを完成させ、定常運用を始めた。静止軌道のプラズマ圧や、磁気圏活動度などを計算から求めて表示した。(4)システムをダウンさせないで、確実に運用した。第3回計算科学シンポジウムを開催した(平成16年12月27日)。

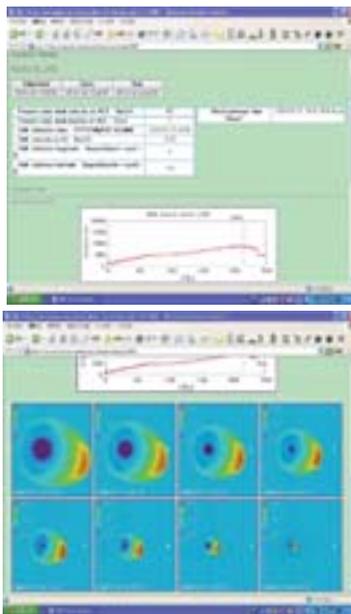


図1 CME地球到来予測ツール。WEBで、インタラクティブに扱うことができる利点がある。

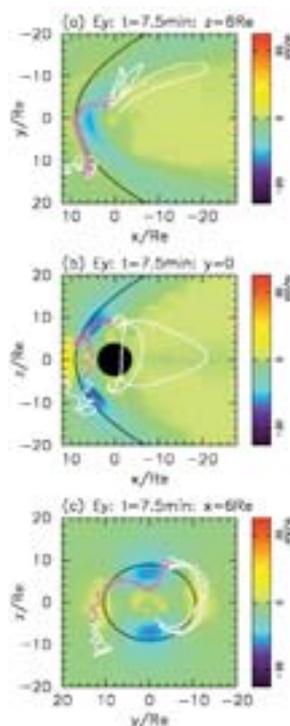


図2 太陽プロトンの地球磁気圏侵入経路の計算結果例。プロトンは、複雑な経路を経て地球近傍に達した。

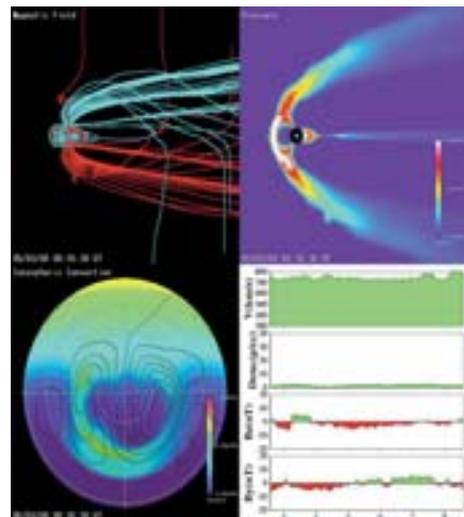


図3 スーパーコンピュータを用いたリアルタイム磁気圏シミュレーションの公開図NICTで受信している太陽風データを入力に、磁気圏擾乱発生を予報することができる。