

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：リアルタイム宇宙天気シミュレーションの研究

2. 研究代表者名：田中 高史（九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門 教授）

3. 研究概要

太陽―太陽風―磁気圏―電離圏結合系のプラズマ現象を再現するMHDシミュレーションを研究した。それらを高速化して、実際の観測データを入力とするリアルタイムシミュレーションを実現し、情報通信研究機構（NICT）で行われている宇宙環境予報のツールとして実用化した。これにより宇宙天気現象を誰にでも分かり易く可視化した。科学の理念が基本法則から複合性にシフトしつつあることに合わせ、宇宙天気現象を複合系の科学として研究する各種のシミュレーションモデルを開発した。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況と今後の見込み

いくつもの課題が並行して進んでおり、それらの多くはまだ開発途中にある。その中でリアルタイム磁気圏シミュレーションシステムは実質的に完成の域にあり、NICTの予報システムで運用されるようになった。また、SCシミュレーションについては、SC（磁気嵐急始）現象の本質の解明に貢献し、地球電磁気・地球惑星圏学会の田中館賞を受賞した。他の課題もいずれも挑戦的なものであり、意欲的に研究が進められている。

国内外の類似研究ではアメリカに2カ所競争相手がいるが、不連続で複雑な宇宙天気現象を複合系磁気圏物理学によって理解しようとする点で優位を得ている。また赤道付近の中低緯度での宇宙天気シミュレーションは本プロジェクトだけである。さらに地球の電離圏と磁気圏のマルチスケールシミュレーションにより、電離層の予報ができることを示したことは予想以上である。

研究体制ではNICTが伝統的に行っている宇宙天気予報をシミュレーションによって行うことを企図しており、また規模も必要最小限のメンバーで構成されている。かなり挑戦的な課題が並行して走っているが、スキーム開発と予報運用のチーム間の連携がうまくいっている。

4-2. 研究成果の現状と今後の見込み

多くの研究成果が出ているが、特にボイジャー1号2号の太陽圏の果てのショックフロントを予測し、これが観測で確かめられたのは大きな成果である。またNICTでの現実の電離層予報に役立っており、このことは衛星通信などの社会基盤に貢献する大きなインパクトである。

今後は太陽シミュレーションの実装、統合惑星シミュレーションモデル、電離圏全球モデルの実装、などでは着実な成果が出て来ると期待できる。一方、太陽質量放出やオーロラ嵐などより困難な課題においてはどこまで解明できるかは現段階では予測できない。しかしそうした困難な問題への挑戦は激励するべきであろう。

4-3. 今後の研究に向けて

宇宙天気現象の予測は困難な研究対象であるが、様々なシミュレーション課題に取り組んだ結果として、重点課題に焦点を絞り研究プロジェクトの中心となる成果を出してほしい。そして実際の宇宙天気予測への貢献度を最終年度にはきっちり報告してほしい。またシミュレーションと観測の統合は本CRESTの樋口研究チームで扱っており何らかの研究交流は有益であろう。

4-4. 戦略目標に向けての展望

宇宙で起きる現象というものを対象にし、これまでは見えなかったものが可視化され、NICTで発信する宇宙天気情報がより分かり易くなり、新しい分野として期待できる。また計算科学の基盤的な技術に関わる多くの課題を含んでおり、戦略達成目標に合致した研究成果が期待できる。

4-5. 総合的評価

宇宙という自然対象に対して計算機によるシミュレーションがどこまで適用できるかという新しい試みである。特に磁気圏と電離圏はスケールが異なる領域であるが、本研究プロジェクトでは2つの領域のカップリングを行い複雑なモデル全体のマルチスケールシミュレーションを実現している。

今後は太陽モデルを組み込んでシミュレーションを行う予定であり、シミュレーションにより各種観測に影響を与えることができ実用的なインパクトがある。またサブストーム現象における不連続点の存在についてシミュレーション技術で解明する予定であり学問的な意味からも重要である。

宇宙空間と地上の相互に連携する現象について、予言力のあるシミュレーションを実現しつつあることは高く評価できる。研究チームには実際に宇宙天気予報を行っている機関もあり、今後も宇宙天気シミュレーションに関する知見が十分に得られることを期待する。