

3.7.3 電磁波計測研究所 宇宙環境インフォマティクス研究室

室長 石井 守 ほか18名

宇宙の電磁環境を把握し安心安全な利用に資する

【概要】

人類が現在あるいは近い将来に活動の場として利用する地球近くの宇宙空間を安心・安全に利用するため、放射線や高エネルギー粒子などの環境監視および予測を行う。また、その予測精度を向上するための宇宙・地球環境に関する研究開発を行う。特に、アジア・オセアニア域を中心に構築する国際的で多種多様な宇宙・地球環境の観測およびデータ収集・管理・解析・配信を統合的に行う体制を整備し、宇宙環境のみならず地上での災害等への対応も視野に入れた広領域・大規模データをリアルタイム収集・処理するためのインフォマティクス技術を確立する。

これらの技術と宇宙・地球環境の基礎的知見を組み合わせることで、衛星測位等に影響を与える電離圏擾乱を緯度・経度で0.5度以下の空間分解能で予測すること、また静止軌道衛星等の障害原因となる内部磁気圏での電磁環境および高エネルギー粒子到来を1度以下の空間分解能で予測する予報技術の高精度化を推進し、可視化技術等を用いた情報発信を行うことを目標とする。

2011年の東日本大震災後、災害に関する様々な分野でその被害想定の見直しが進んだ。宇宙環境分野においても、スーパーフレアなど1000年に一度程度の、まれにしか起こらないが非常に大規模な現象(極端現象)に対応するための解析検討が進められている。当研究室では予測技術の1つとしてこのような極端現象の計算機シミュレーション技術の開発を進めることも目標の1つとして掲げている。

現在、国際民間航空機関(ICAO)において宇宙天気情報を民間航空運用に用いるための改定案を検討している。この例をはじめ、宇宙天気情報が実社会で利用される状況が進んでおり、当研究室で行う研究においても、社会のニーズにこたえる観測および精度の高い予測情報の提供を行うことが求められているといえる。

【平成25年度の成果】

(1) 電離圏擾乱の研究開発

これまでに観測されたデータの蓄積から将来の状況を経験的に予測する技術として、ニューラルネットを用いた電離圏全電子数(TEC)の予測システムを試作した。現状、24時間先まで1時間ごとの日本上空のTECマップが計算可能となっている。また、物理現象を数値的に表現する理論モデルにおいては、地上付近の気象データを入力した大気圏-電離圏結合の理論モデル(GAIA)の開発を推進した。このモデルを用い、数十年程度の長期シミュレーションを実行した(図1)。さらに、観測結果との比較によるモデルの検証および超高層大気の変動起源の解析を行い、成層圏突然昇温をはじめとする下層大気諸現象および太陽活動の影響を検討した。

観測機器の開発としては、電離圏定常観測の機器更新を計画的に推進した。国内4か所の観測点のうち、まず国分寺局について次世代電離圏観測システム「VIPIR2」の導入を進め、将来の電離圏データ自動読み取りに向けた体制構築に着手した(図2)。

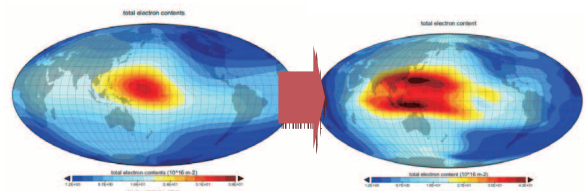


図1 旧電離圏シミュレーション(左)と現在開発中のシミュレーション“GAIA”(右)の比較。“GAIA”では磁気赤道をはさんで南北両半球にピークが生じる赤道異常が現実に近い状態で再現されている。

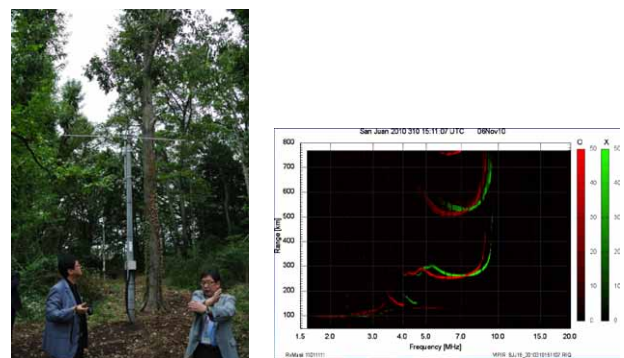


図2 国分寺局に設置されたVIPIR2受信アンテナ(左)と、サンプルデータ(右)。X- (赤)及びO- (緑)モードが分離されている。

(2) 内部磁気圏の研究開発

静止衛星付近の電磁環境の予測のために、経験モデルによる予測技術開発を進めている。平成 25 年度には内部磁気圏衛星 Van Allen Probes のデータを用い、予測領域を静止軌道高度(赤道上空約 36,000km)から GPS 軌道高度(同 2 万 km)まで拡大し、より多くの衛星に対する情報提供を可能にした。また既存の北極域 HF レーダ、磁力計ネットワークに加えて、新たに誘導磁力計を設置する検討を進めた。

理論モデルの開発においては、地球磁気圏のシミュレーションコードの精緻化を推進した。これまで、磁気圏変動は太陽風動圧(速度の 2 乗 × 密度)の急増に対応して過渡応答すると考えられていたが、計算精度を向上させた磁気圏グローバル MHD シミュレーションにより、太陽風動圧の増加が同じ場合であっても、密度が急増する場合と速度が急増する場合で、磁気圏変動の応答に大きな違いが生じることを初めて明らかにした(図 3)。

(3) その他の活動

宇宙天気における極端現象が社会インフラに与える影響を検討することを目的として、国内研究機関とコンソーシアムを結成し、我が国全体としての宇宙天気研究体制の検討を開始した。

当研究室が運営する WDC for Ionosphere and Space Weather の活動として、過去の観測データのデータベース構築を推進した。国外イオノグラムのフィルムデータを「リボンキャン」と呼ばれる手法でデジタル化を開始した。これにより、従来手法に比べて省力化、データ紛失のリスク削減等の向上がなされた。さらに、太陽風観測衛星データ受信システムおよび太陽電波観測システムの整備を完了した。太陽風観測衛星データ受信システムでは、現状の ACE 衛星に加えて、次世代衛星である DISCOVER 衛星からの受信も可能としたほか、太陽電波観測システムでは、時間分解能等で世界最高レベルの観測が可能となった(図 4)。

国際標準化活動としては、GPS-TEC データの流通促進を目的とした

新たなフォーマット“GTEX”を提案、ITU-R および国際的宇宙天気関連機関の枠組みである ICTSW (Inter Programme Coordination Team for Space Weather) 等において標準化活動を進めている。また ICAO における宇宙天気情報利用等について、ICTSW および ICAO に参加し議論を行っている。その他に、CGMS (Coordination Group for Meteorological Satellites)、UN/COPUOS (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) などに参加、専門家として意見を述べ議論に参画している。

国内での宇宙天気情報の利用状況を把握するため、利用者へのヒアリング調査によるニーズの把握、および宇宙天気ユーザーズフォーラムを実施した。

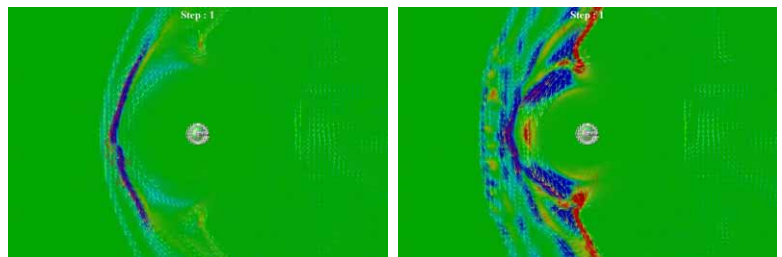


図 3 地球磁気圏のシミュレーションコード開発の結果一例。太陽からの動圧(速度の 2 乗 × 密度)において、動圧の増加は同じで、密度増大の場合(左)と速度増大の場合(右)。



図 4 NICT 本部(小金井市)に設置された太陽風観測衛星データ受信システム(左)及び、山川電波観測施設に設置された太陽電波観測システム(右)。