

高まる宇宙天気予報の重要性

■概要

当研究室では、主に太陽を起源とする放射線や高エネルギー粒子、磁気圏及び電離圏の擾乱などの宇宙天気現象を監視し、宇宙天気予報を毎日提供するとともに、その精度向上を目的とした研究開発を行っている。

電波伝搬に大きな影響を与える電離圏等の擾乱の状態をより正確に把握する宇宙環境計測及び高精度予測のための基盤技術の研究開発を行うとともに、航空機の運用等での電波インフラの安定利用に貢献するシステムの構築に向けた研究開発を行い、研究開発成果を電波の伝わり方の観測等の業務に反映する。

また、人工衛星の安定運用に不可欠な宇宙環境の把握・予測に貢献するため、太陽風データを入力とする高性能磁気圏シミュレータの研究開発を進めるとともに、衛星観測データによる放射線帯予測モデルの高精度化技術の研究開発を行う。さらに、太陽電波観測・太陽風シミュレーションによる高精度早期警報システムの実現に向けて、太陽風の擾乱の到来を予測するために必要な太陽活動モニタリングのための電波観測システム及び衛星観測データを活用した太陽風伝搬モデルに関する技術の研究開発を行う。

また、今後必ず発生すると考えられる激甚宇宙災害に対する対策として、通信・放送・測位及び電力網や人工衛星の運用などが極端現象により、どこにどのくらいの影響を受ける可能性があり、その結果として社会システムの損失・損害がどの程度になる可能性があるのかを具体的・定量的に把握するための研究を進めている。

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準備が進められている。平成29年度には我が国をはじめ、87の国と地域がICAO宇宙天気センターとしての能力確認の査察を受けた。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、宇宙災害の社会影響の定量的な把握とリアルタイムモニタリング及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29年度の成果

1. 電離圏擾乱の研究開発

国内電離圏観測においては、平成28年度に新規で導入したVIPIR2のO-Xモード分離イオノグラムを国内4観測点すべてで自動導出し、リアルタイムによるWebでの提供を開始した。これにより、電離圏パラメータの自動抽出率が60-80%から90%以上に向上することとなった。また、東南アジア域観測用の低コスト次期FMCWイオノゾンを試作し、既存のシステムと遜色ない性能を有することを検証した。また赤道域において、準天頂衛星を利用した高精度測位を実証するため、観測網の高機能化（磁気赤道域におけるマルチGNSS受信機及びVHFレーダーの設置計画）に着手した。

電離圏シミュレータにおいては、大気電離圏モデル（GAIA）の高解像度化・高機能化を行い、下層大気の影響と考えられる波動的な擾乱の再現に成功した。また太陽風変動の影響により変動する極域電場モデルを実装した。さらに局所モデル（HIRB）の高精細化を進め、観測との比較・検証により定量的評価を実施し、プラズマバブル中の微細構造まで精度良く再現することが確認された（図1）。国内GPS-TEC及びイオノゾンデ観測における新電離圏嵐基準（I-scale）を策定し、宇宙天気予報会議での利用を開始した。

AI技術を利用した国内電離圏擾乱の予測技術を改良し、これまで静穏モデル・擾乱モデルの2つのモデルを切り替えて使用していたものを統合するとともに磁場データを入力として用い精度を向上した。さらに、ユー

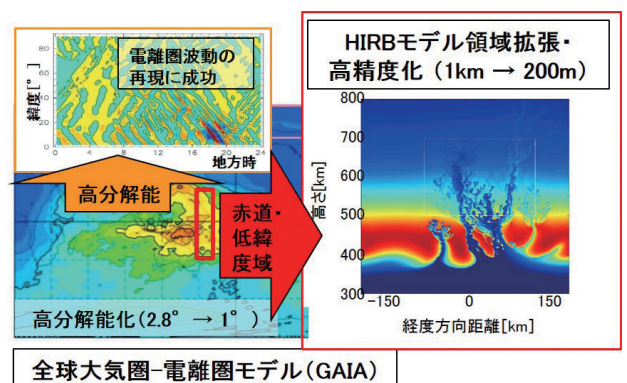


図1 GAIAモデル及びHIRBモデルの高解像度化・高機能化

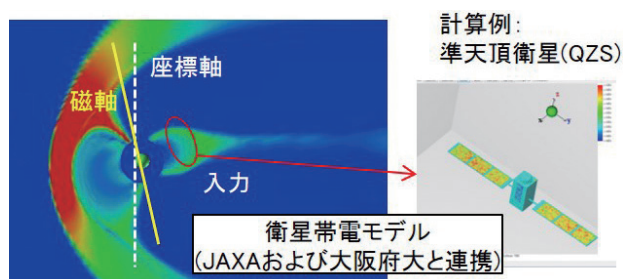


図2 宇宙環境モデルと衛星帯電モデルの結合プロトタイプ

ザーニーズに応えるための電波伝搬シミュレーター（HF-START）の機能を向上、3次元電離圏データの実装に着手した。

2. 磁気圏擾乱の研究開発

磁気圏グローバルMHDシミュレーションと内部磁気圏モデルとの結合について、太陽風入力を座標変換にすることにより磁軸の傾きを導入した（図2）。また電離圏電気伝導度分布が内部磁気圏領域に与える影響について調査した。さらに、磁気圏シミュレーション内で圧力が增大する効果を導入した。

ERG衛星宇宙天気データ等を用いた放射線帯予測モデルについて第1版を開発し学会記者発表を行った。

宇宙環境データと衛星帯電計算を結合したプロトタイプモデルを開発、JAXA・大阪府大等と連携し実際の衛星帯電イベントについて磁気圏シミュレーション結果を用いて衛星帯電計算を試行した。

3. 太陽・太陽風の研究開発

太陽フレアの監視については、東北大学と連携して太陽電波データベースの開発を継続するとともに、電波バースト検出アルゴリズムの検討を行った。また平磯太陽観測データの利活用に向けて、光学観測データの標準化と公開用インターフェースの開発を行った。

太陽フレア発生前の予測については、先進的音声翻訳研究開発推進センター（けいはんな・京都府精華町）との連携により、深層学習を用いた太陽フレア発生確率予測モデルを開発、実運用への移行に着手した。

太陽フレア発生後の予測については、太陽風予測シミュレーションの可視化及び実運用への移行を実施するとともに、JAXA/ISASの要請を受けて、「はやぶさ2」探査機に対する宇宙天気予報の提供を試験的に開始した（図3）。

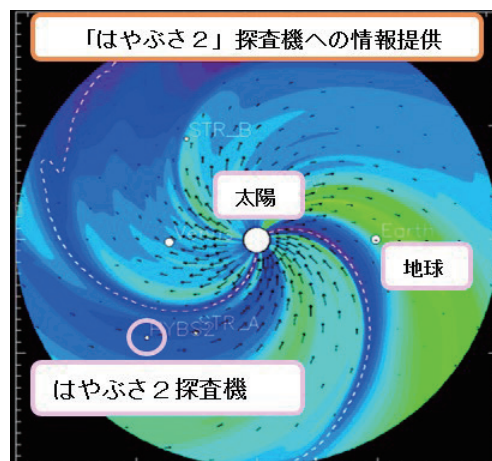


図3 はやぶさ2探査機への宇宙環境情報提供



図4 太陽フレア発生時の記者会見の様様

4. その他の活動

国際活動・連携としては、ICAOにおける宇宙天気情報利用に関する標準文書の作成に寄与するとともに、ICAO宇宙センター実施への関心について回答し、国際査察を実施した（日本にはイタリア・ニュージーランドが来所、日本からは仏・露へ赴いた）。

実利用展開としては、宇宙天気ユーザーズフォーラム及びユーザー協議会を開催、当室が提供する宇宙天気情報を解説するとともに、宇宙天気に関する最新の情報を提供した。また、「航空機被ばく推定システム」等、宇宙天気情報の実利用のためのコンテンツを開発した。

平成29年9月に発生した太陽フレアに伴う社会への影響について、注意喚起のためのプレスリリースを行うとともにプレス対応を行った（新聞271件、テレビ60件、Webニュース779件）（図4）。NICT宇宙天気Webには2日間で180万件のアクセスがあった。