

太陽活動から電波利用を守る

■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、現況や予測の情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、太陽風データを利用可能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。

さらに、今後必ず発生すると考えられる激甚宇宙災害への対策として、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、どこにどの程度の影響

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に・定量的に把握するための調査・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、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28年度の成果

1. 電離圏擾乱の研究開発

国内の電離圏定常観測として整備してきた新電離圏観測装置VIPIR2の検証と運用を開始、O-Xモード分離されたイオノグラム作成に成功し提供を始めるとともに、電離圏パラメータの自動抽出に着手した。また、国内外GPS受信機網及び赤道越え電波伝搬を利用し電離圏観測のリアルタイム化・広域化を促進した。

電離圏シミュレーションにおいては、全球大気圏-電離圏モデル（GAIA）をベースとしたデータ同化のプロトタイプシステムを構築、数値予測の基盤技術の研究開発を進めた。アジア-オセアニア域の詳細電離圏情報を生成するため、全球モデルと領域電離圏モデルの連携に着手するとともに、プラズマバブルモデルの高精度化を

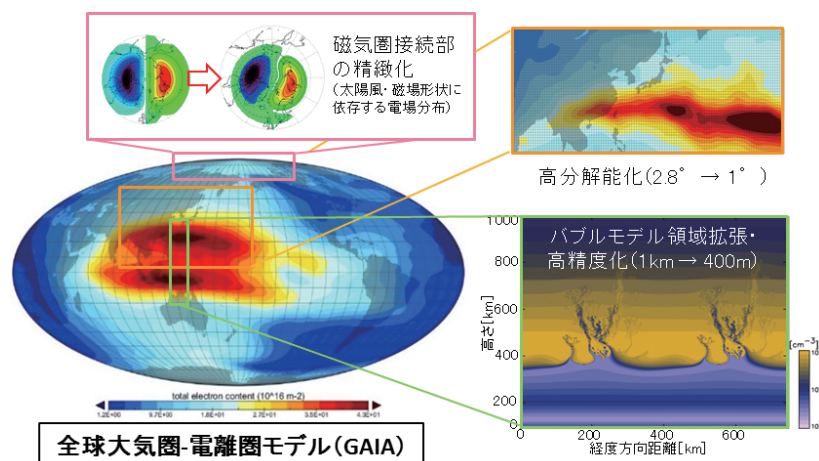


図1 大気電離圏モデルの性能改良：全球モデルの高分解能化と磁気圏接続部の改良、領域電離圏モデルの高精度化

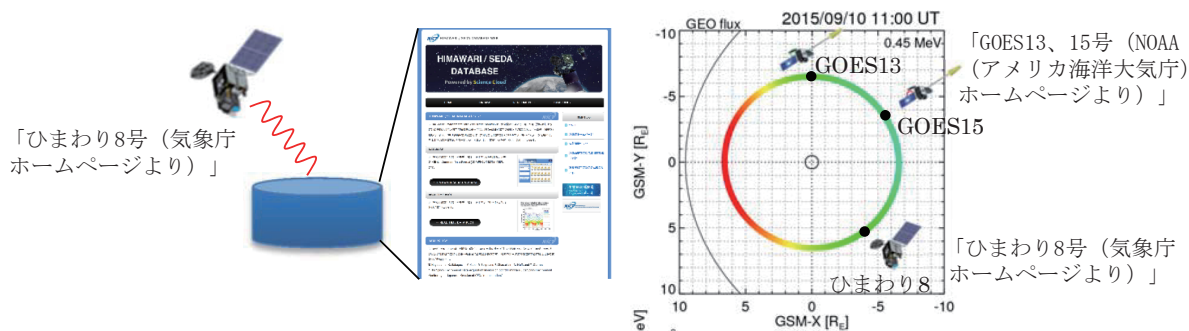


図2 ひまわり8号宇宙環境データベースの公開、静止軌道粒子分布の可視化

実現し、従来の2倍以上の解像度を実現した。また、GAIAについては従来の約3倍の解像度への高分解能化、磁場形状や磁気圏との接続部分の改良による精緻化を実施した(図1)。さらに、人工知能(AI)を用いた電離圏擾乱予測モデルの改良による予測的中率向上や、電波伝搬シミュレータの詳細検討及び実装着手など、ニーズ指向の分かりやすい情報配信の推進に向けた研究開発を進めた。

2. 磁気圏擾乱の研究開発

観測・モデル開発ともに衛星軌道近傍の宇宙天気予報精度向上に向けた活動を進めた。テーラーメイド宇宙天気システム開発を進め、3機の衛星データから静止軌道全域の粒子分布を推定・可視化するプロトタイプシステムを完成した。観測との比較による磁気圏シミュレーションの精度評価のために、宇宙環境変動と衛星帯イベントの個別事例の解析・評価を行った(図2)。

磁気嵐時の衛星への影響を見積もるため、磁気圏グローバル電磁流体力学(MHD)シミュレーションと内部磁気圏モデルとの結合を検討した。さらに、磁気圏擾乱情報の共有のために、ひまわり8号の観測データを用いた宇宙環境データベースを公開するとともに予測モデルを開発した。

3. 太陽の研究開発

太陽・太陽風観測においては、観測・モデル開発ともに太陽現象の早期把握に向けた研究活動を進めた。昭和27年から続けてきた平磯太陽観測施設での電波観測を終了し、機能を山川へ移転、地方拠点の集約化に貢献した。また、長年蓄積されてきた平磯の太陽電波観測データのコミュニティー標準フォーマットへの変換を完了した。さらに平磯・山川太陽電波観測データ公開用ウェブインターフェースを開発し、データ公開への道筋をつけた。山川電波観測施設の観測精度向上のためのチューニングを完了した。

太陽・太陽風シミュレーションにおいては、AIによる

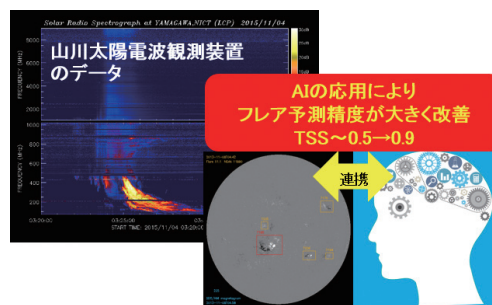


図3 AIによる太陽フレア予測モデルを開発、世界トップレベルの成績を達成(TSS~0.9)

太陽フレア予測モデルを開発し、性能評価を実施、世界トップクラスの成績を達成(True Skill Score: TSS~0.5→0.9)、メディアに多数取り上げられた(図3)。また、地上観測による太陽磁場データを用いた太陽風予測シミュレーションコードの並列化を行い、定期的に行っている環境を整備した。

4. その他の活動

南極電離層定常観測においては、昭和32年国際地球観測年(IGY)以来電離層定常観測を継続するとともに、標準電波の長基線観測を行い長波電波伝搬モデルとして国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)の寄与文書に投稿、勧告改訂に至った。

国際活動については、宇宙天気予報に関する国際機関の検討に積極的に参加し、活動に貢献した。ICAOの宇宙天気利用の検討会合である気象パネル等に出席し、寄与文書2件提出するなど検討に貢献した。

科学研究費補助金の新学術領域「太陽地球圏環境予測」(PSTEP)の枠組み等を活用し、宇宙天気予報情報の実利用のための検討を産学官で活性化する取り組みを行った。宇宙天気ユーザー協議会を開催、航空・通信・測位について関係する関連省庁、航空会社、大学研究者などの利用者とともニーズ・シーズマッチングの検討を行いハザードマップ作成に必要な情報収集を行った。また宇宙天気現象の中でも経済的インパクトが大きい電力及び航空についてハザードマップの作成を進めた。