

ROIS 戦略的研究プロジェクト 成果報告会 (第3期名称:未来投資型プロジェクト)

研究課題名:

磁気圏電離圏グローバル再解析データ作成のための基盤整備

2023年4月3日

研究代表者

所属 データサイエンス共同利用基盤施設

氏名 中野 慎也

◆背景と研究目的

磁気圏電離圏系の現象は、極域の地上及び電離圏で観測される現象であっても、多くは磁気圏に支配されており、現象を正しく理解するためには磁気圏での物理過程とその電離圏との対応を正確に理解する必要がある。一方、電離圏高度(地上数百km程度)の観測が時間空間的に比較的密であるのに対して、磁気圏高度(地上数千～数十万km)での観測は非常に疎らであり、直接情報を得ることが難しい。本プロジェクトでは、極域の地上および電離圏観測で得られる膨大なデータの情報をデータ同化によって高精度磁気圏電離圏シミュレーションコード(REPPUコード)に取り入れることによって、現象を高精度に再現し、得られた結果を「磁気圏電離圏再解析データ」を宇宙天気関連分野コミュニティに提供するための基盤整備を行う。

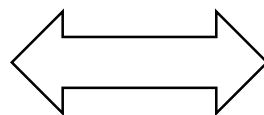
◆国内外の類似・競合する研究との関係

情報通信研究機構において、リアルタイムで入手した太陽風データを使用し、磁気圏電離圏シミュレーションによる宇宙天気予報を行っている。本研究は、宇宙天気予報に使われるモデルとほぼ同じモデルで再解析データを作成することを目指している。磁気圏電離圏モデルを使ったデータ同化は、Saita et al. (2018)が試みているが、モデルの計算精度が十分でなかったため、その成果は限定的であった。本研究では、入力として品質管理された太陽風データを使い、不確かな電離圏電気伝導度パラメータをデータ同化で決定することにより、磁気圏電離圏系の状態について従来よりも信頼できる推定を行い、さらに得られた結果を分野の研究者コミュニティに提供するための基盤を整備することである。

◆本研究の意義

磁気圏電離圏現象の研究において、電離圏は比較的広い範囲に渡って観測されているが、磁気圏は限られた数の人工衛星による観測しか得られないため、全体像を把握することが困難である。本研究は、データ同化によって、磁気圏電離圏の全体像について信頼できる推定を行い、磁気圏電離圏科学および関連分野の研究者に提供するための基礎を築くことを目的とするものである。

電離圏は地上から観測可能で、比較的広い範囲を観測がカバーしている。



磁気圏の大きさは半径 $20R_E$ 、長さ $1000R_E$ 超。磁気圏の人工衛星数は 10^2 機のオーダー。観測データ分布は極めて疎。

一方、シミュレーションでは $10^7 \sim 10^8$ 機の人工衛星に相当するデータ生成

1) 研究の概要		極域の地上および電離圏観測で得られるデータと磁気圏電離圏シミュレーションを統合するデータ同化システムを開発し、実際に起こった現象をデータ同化で再現した「磁気圏電離圏再解析データ」を宇宙天気関連分野コミュニティに提供するための基盤整備を行う。そのために、まず磁気圏電離圏グローバルシミュレーションを現実の太陽-地球系を再現できるように改良する。次に、そのコードが、実際に観測された電離圏ポテンシャルや地上磁場変動の空間分布をよく再現するようにデータ同化を行い、モデルの精度を高める。さらに、得られたデータ同化の結果を公開するための枠組みを構築する。					
2) 実施計画・実績		2020年度		2021年度		2022年度	
		FS (Feasibility Study) ★6/19 FS採択審査会 ★3/18 FS評価審査会(本研究採択)		本研究 ★ 1年目実績評価		★10/20 2年目成果報告会 ★ 最終成果報告書	
費用 (千円)	予算	925		2,300		1,730	
	執行	925		2,300		1,388	
実施者 (所属機関)		研究代表者:・中野慎也(データサイエンス共同利用基盤施設・データ同化研究支援センター) 共同研究者: 門倉昭(データサイエンス共同利用基盤施設) 片岡龍峰(極地研究所) 細川敬祐(電気通信大学) 田中良昌(データサイエンス共同利用基盤施設) 藤田茂(データサイエンス共同利用基盤施設) 才田聡子(北九州工業高等専門学校) 中溝葵(情報通信研究機構)					
3) 研究成果の概要		磁気圏電離圏グローバルシミュレーションを改良に成功し、観測された電離圏ポテンシャルや地上磁場変動の空間分布がシミュレーションで再現できることを初めて示した。また、アンサンブルサイズ20のアンサンブル変分法によって、電離圏電場や地上磁場のデータを同化し、電離圏伝導度を推定することに成功した。これによって、これまで経験的に決めていた電離圏電気伝導度の値を観測に基づいて決めることができるようになった。また、機械学習を用いて任意の太陽風入力から電離圏電場分布を予測するエミュレータを開発し、エミュレータに電離圏データを同化することで、観測とモデルに基づく電場分布の推定ができる見通しが立った。					