

地球大気と宇宙プラズマのエネルギー変換過程の解明

氏名：高山久美

所属：理学府地球惑星科学専攻

研究課題の背景

人類の活動域が宇宙へと広がりつつある現在、人工衛星を帯電させ、データ誤差や損壊をもたらす宇宙プラズマの定量的な把握・予測に関する研究の重要性が増している。同時に、航空機や衛星といった人類の社会基盤の安心・安全な運用のためにも、地球大気と宇宙プラズマの遷移領域である電離圏における、地球大気と宇宙プラズマの相互作用の結果生じる現象の解明が重要な課題となっている。

近年、地表から電離圏までを含めた、地球大気と宇宙プラズマの現象を再現できる大気大循環モデルを使った数値シミュレーション(GAIAモデル等)や、電離圏高度を飛翔する衛星のデータ解析などから、大気圏で生じる様々な現象が、電離圏における宇宙プラズマに影響を与えることが明らかにされつつある。その中で、**電離圏まで到達した地球大気の運動エネルギーが、どのようにプラズマを揺り動かす、その過程で発生した電磁エネルギーがどのように広がっていくか(図1)**は、理論的にも、観測的にも明らかにされていない。

この研究課題に挑むために、研究レビューを集中的に行い、「**大気波動伝搬の一種で、電離圏電流に現れる準6日波成分の解明**」に取り組む。

準6日波・準6日波成分とは

- ・熱帯対流圏の湿った空気による大気加熱により発生する大気波動[1]
- ・春分・秋分の前後に強く発達する季節依存性をもつ[2]
- ・衛星観測より、赤道域の電離圏電流に、準6日波の影響とみられる約6日周期の振動が現れることが確認された[3]

[1] Miyoshi, Y.& Hirooka, T., 1999 [2] Liu, H. -L., et al., 2004 [3] Yamazaki, Y. et al., 2018

研究の目的

電離圏電流の励起を通じて地上磁場変動に現れることが推測される「**準6日波成分**」の**全球的な発現分布、発生の季節依存性、長期変動などの全容**を明らかにする。

そこで、磁場による電離圏電流変動の観測のために、九州大学の国際宇宙天気科学・教育センター(ICSWSE)が運営する全球的地磁気ネットワーク(MAGDAS)を用いる。また、直接観測することができない準6日波の伝搬過程はGAIAモデルで再現する。

研究方法・初期結果

(A) 数値計算(GAIAモデル)による、準6日波成分の再現【~2022年度】

地球大気の上層結合により電離圏まで到達した準6日波と、それを駆動源として面的に広がる電離圏電流(=準6日波成分)を再現し、準6日波の伝搬過程の様相を把握する。

(B) 観測(MAGDAS)による、準6日波成分の抽出【2023年度】

地上磁場観測データには、電離圏電流が作り出す磁場変動成分が現れることが期待できる。しかし、観測点ごとに発達する擾乱成分を客観的な基準を持って分離する必要がある。本研究では、各観測点の日変化パターンを抽出・再現するために「主成分分析」を採用する。この手法を用いて地上磁場観測データの成分分離を行い、準6日波成分を取り出すことにより、GAIAモデルで得られた準6日波成分と比較可能なデータベースを作成する。

(C) 数値計算と観測の比較による、準6日波成分の全容把握【2023~2024年度】

(A)で再現した準6日波成分と、(B)で抽出した準6日波成分を比較し、全球的な発現分布、発生の季節依存性、長期変動の全容を把握する。

初期結果(図2)は簡易的な解析結果であるが、相関はあることが見てとれる。同様の解析を日本付近の緯度幅±60°の各観測点で、1997~2020年の長期間にわたって実施する予定である。

研究内容が実社会へもたらす効果

GAIAモデルと観測との比較で大きな誤差が生じた場合には、要因を解明することでより観測と整合性のとれた、**国際的に有益なモデル開発に貢献**できる。

また、**主成分分析を適用した全球的な地上磁場観測データの成分分離は国際的に前例がない**ため、その有効性が証明されることで、各観測点で発達する擾乱成分によって複雑化した地上磁場データからの必要な特徴量を分離・抽出することができ、長期磁場データの縮約化が可能となる。

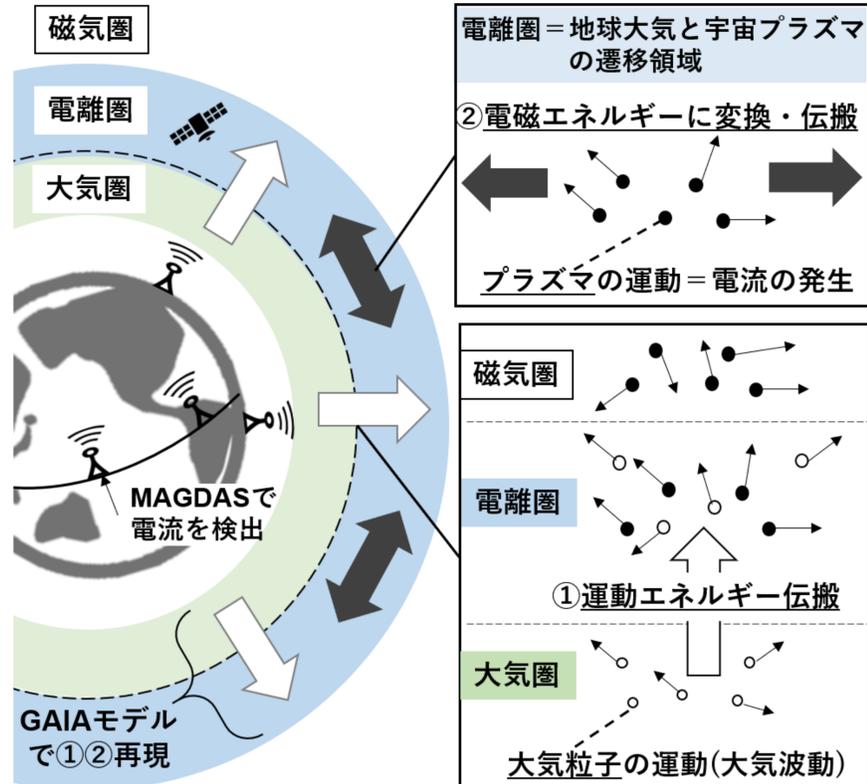


図1 本研究の概念図

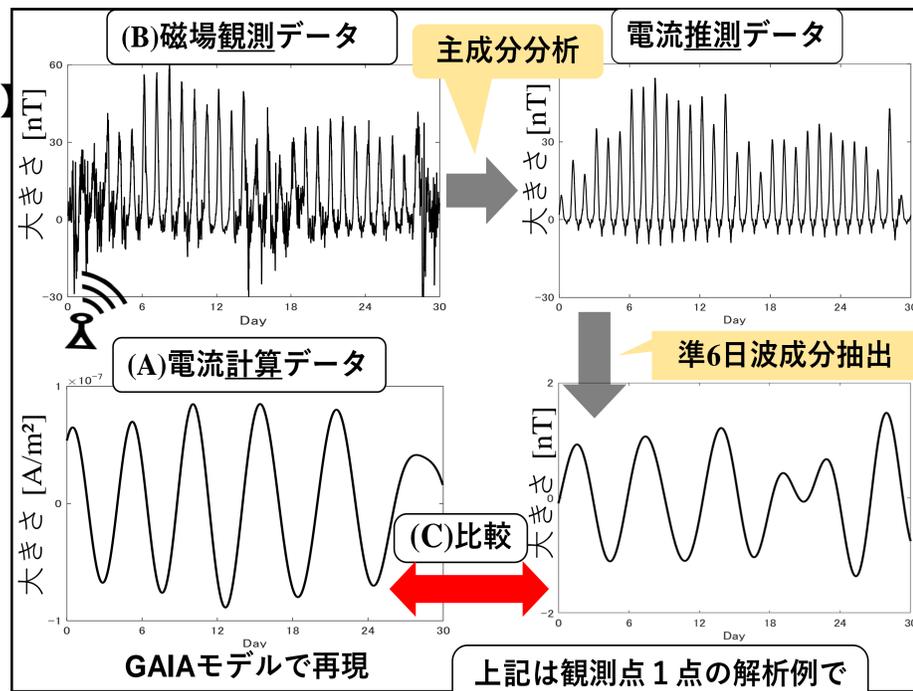


図2 初期結果

解析期間：2007年1月

観測点：ダーウィン(AUS)

上記は観測点1点の解析例でこれを多点で実施し全容把握

最終的に目指すところ

「地球大気と宇宙プラズマのエネルギー変換過程」に関する研究手法の確立を目指す。そのために、本研究計画では触れていない準2日波や準10日波といった他の大気波動成分について、本研究手法を適用させた応用研究を実施する。

本研究の完成によって、大気圏および電離圏における現象の理解が進み、衛星や航空機、通信機器に与える影響を正確に把握することで、**社会インフラの安心・安全な運用**に貢献する。