

研究プロジェクト名

比較惑星学的視点の導入による固有磁場強度が地球周辺宇宙環境に与える影響に関する研究

Effects of the Intrinsic Magnetic Field Strength on the Space Environment Around Earth: A Comparative Approach of Terrestrial Planets

TYPE

太陽地球環境研究所・助教授

関 華 奈 子
Kanako Seki

せき かなこ プロフィール

1995年 東京大学理学部 卒業
1997年 東京大学大学院理学系研究科博士前期課程 修了
理学修士
2000年 東京大学大学院理学系研究科博士後期課程 修了
博士(理学)

研究経歴

1997年 日本学術振興会 特別研究員
1999年 米国ロスアラモス国立研究所
Graduate Research Assistant
2000年 日本学術振興会 特別研究員(PD)
2002年～ 名古屋大学太陽地球環境研究所 助教授

研究分野

宇宙空間プラズマ物理学、惑星磁気圏物理学

受賞歴、レクチャーシップなど

2001年 米国地球物理学会より 2001 Fred L. Searf Award
2001年 地球電磁気・地球惑星学会より 第13号大林奨励賞

そして、Space Physicsの第三の視点は、地球物理学的な見地から地球の最外圏の成り立ちと変動を理解しようというアプローチです。現在の地球に関する理解が進むにつれて、最近では、比較惑星学的な視点からの研究や、より長い時間スケールに関する研究も始まっています。異なる境界条件をもつ他の惑星で生起する現象を知ることは、地球に関する理解を深めることにも役立ちます。例えば、惑星からの大気の散逸過程は、惑星がもつ固有磁場の強さに大きく依存することが想像されています。これまでの研究から、十分強い固有磁場を持つ現在の地球(図1)と、全く固有磁場を持たなかった過去の地球(図2)については、大気流出量の見積りがある程度可能になっています。しかし、地球が弱い磁場をもった時に、磁場の強さの変化にともなって大気流出過程がどのように変わるのかについては殆どわかっていないため、その大気進化への影響を、定量的に議論する段階には至っていません。

今回私たちが高等研究院に提案した研究計画では、固有磁場強度が現在の地球よりも弱まった場合に、大気流出量と高エネルギー粒子生成過程がどのように変化するかを調べるために必要な、数値実験手法の基礎を確立することを目指しています。地球の約1500分の1の固有磁場をもつ水星をテスト問題として選び、磁場のソレノイダル性を自動的に保証する磁気流体コードを用いたグローバルシミュレーションと、その中で粒子運動論を記述する数値アルゴリズムを3年間かけて開発しようという計画です。

こうした新しい数値コードの開発は、科学的な成果を出す前の検証に時間がかかるため、高等研究院の制度が実質的に機能すれば、初期開発の重要な時期に高等研究院で集中して研究を行える意義は大きいと考えています。グローバルな場の中の運動論の記述に関する数値実験手法は、実現すれば上述の Space Physicsの第一から第三の視点全てに応用が可能で、各視点の研究の焦点にブレイクスルーをもたらし得る大切なステップです。そのため世界中に、この同じゴールを目指して、異なるルートから研究しているグループが存在するのが現状です。どのルートが正解であったかは、数年後にならないとわからないことでしょう。その意味で一朝一夕には成功しないリスクをもつ、野心的な本計画を採択してくださったことに感謝しつつ、共同研究者と密接に連携しながら研究に邁進したいと考えています。

私の専門分野はSpace Physicsと呼ばれる分野で、探査機を直接飛ばして測定することが可能な、太陽系内の宇宙空間、身近な宇宙で生起する現象を研究対象としています。地表から上空に100km程度よりも上の高度では、地球大気は太陽紫外線などにより電離され、プラズマ¹状態となっています。一方、太陽からは常に高温の太陽大気の一部がプラズマの流れとして太陽系内に放出されていて、太陽風と呼ばれています。このように宇宙空間は、真空ではなく、太陽や地球から吐き出された電子や陽子などが飛び交う、にぎやかなプラズマの世界です。そのプラズマの世界で生起するダイナミックなエネルギー変換機構や物質輸送を取り扱う学問が、Space Physicsなのです。

Space Physicsは現在、大別すると3つの異なる視点から研究が行われており、各々が違った魅力を持ちながら相互に影響を及ぼしつつ、進展しています。宇宙に存在する物質の99%はプラズマ状態にあるという表現が時に使われるほど、プラズマは

宇宙ではありふれた存在です。Space Physicsの第一の視点は、この宇宙プラズマ中で生起する現象を直接観測できる利点を活かし、数値シミュレーション研究とも連携しながら、身近な宇宙をプラズマの実験室とすることで、粒子加速、磁気再結合、乱流輸送など、宇宙プラズマ現象解明に重要な物理機構を、深く理解してゆこうというものです。

人工衛星を用いた地球周辺の宇宙空間の探査と利用は、1960年代から本格的に始まり、現在では、天気予報の気象衛星、カーナビ等のGPS衛星など、宇宙利用はいつの間にか私達の生活にも深くかかわっています。Space Physicsは、この宇宙時代の幕開けとともに急速に発展した比較的若い学問分野であり、その第二の視点は、人類の活動域である宇宙環境の正確な把握と、変動メカニズムの理解にあります。地球の影響が強くおよんでいる宇宙空間をジオスペースと呼びますが、オーロラや通信障害を引き起こすジオスペースの嵐(geospace storm)の研究が、現在、焦点の一つとなっています。

1. プラズマとは、マイナスの電荷をもつ電子と、プラスの電荷をもつイオンからなる気体の一種で、全体としては電気的に中性であるが、粒子の電荷のために電気的な力に支配され、ふつうの気体にはない独特な集団的振る舞いをする。物質の「第4の状態」とも呼ばれている。

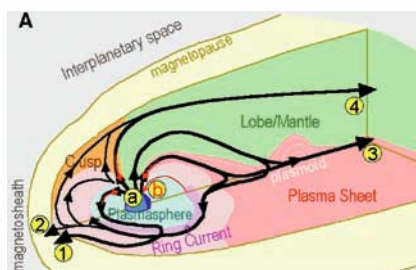


図1: 磁化惑星(現在の地球)からの酸素の主要流出ルートの模式図[Science誌より転載]。

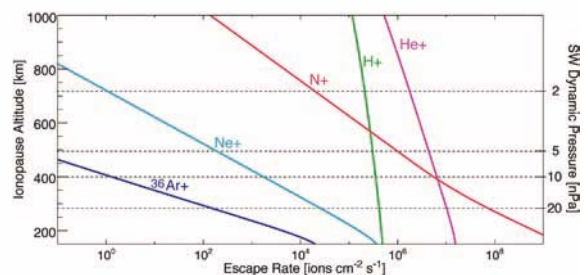


図2: 非磁化惑星(磁場を持たない地球)からのイオン種毎の大気流出率の見積り結果[Nature誌より転載]。