



堀田 英之 教授 増田 智 准教授 家田 章正 助教

太陽活動と宇宙環境のダイナミクスを最先端のシミュレーションと最新の観測データ解析から理解し予測することで、太陽宇宙環境の全体像を明らかにします。

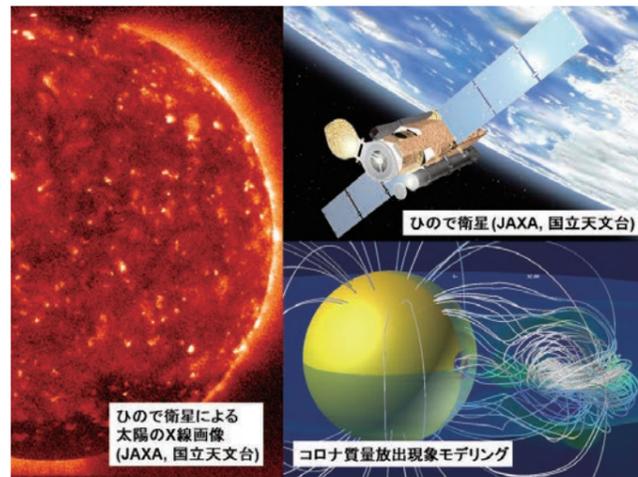
我々が生きる星「地球」は孤立した天体ではありません。地球とその周辺の空間(ジオスペース)は母なる星「太陽」と強くつながり、一つのシステムを形作っています。それ故、地球は太陽と宇宙の影響を絶えず受けているのです。太陽宇宙環境物理学研究室(SSrT研)は、太陽と地球の織りなすこの広大なシステムの謎を探ることができている世界的にも数少ない研究室です。SSrT研では最新の観測データと最先端のスーパーコンピュータを駆使したシミュレーションの融合によって、太陽宇宙環境を多角的に解き明かすことを目指しています。その研究は太陽ダイナモ、フレア爆発、太陽風、オーロラ、宇宙嵐まで多岐に渡ります。

GPSや衛星通信などにより宇宙利用が人々の生活を支える現代社会では、太陽宇宙環境の変動を予測する宇宙天気予報の重要性が高まりつつあります。SSrT研では太陽フレア爆発や放射線帯の変動、磁気嵐の予測を目指した太陽宇宙環境の予測研究を本格的に行うことができます。また、太陽活動と長期的な気候変動の関係を理解する宇宙気候研究も進めることができます。基礎から応用まで多岐にわたる研究テーマを選ぶことができることはSSrT研の魅力の一つです。さらに、その研究活動は国際的に広がり、修士課程から国内はもとより国際学会で活躍するチャンスも用意されています。以下では、SSrT研で進められている研究の一端を紹介しましょう。

母なる星、太陽の謎に迫る

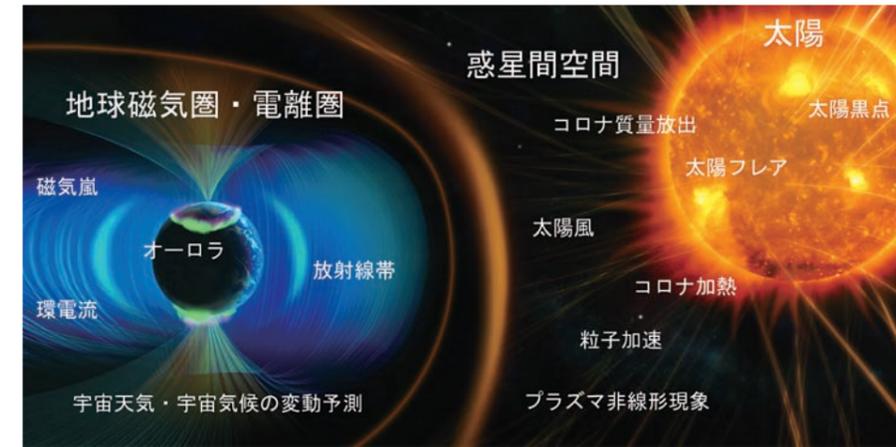
太陽は我々の生活と地球環境に最も深く関係した天体でありながら、未だに多くの謎に満ちています。太陽黒点の変動、太陽系最大の爆発現象である太陽フレアの発生機、太陽を取り巻くコロナを100万度以上に加熱するメカニズム等は、現在も未知のままです。SSrT研では、「ひので」などの観測衛星や野辺山電波ヘリオグラフ等による最新の観測データと、京コンピュータなどのスーパーコンピュータを使った大規模シミュレーションを連携させ、こうした太陽の謎に挑んでいます。フレアと大規模なプラズマ放出の発生メカニズムを衛星観測と電磁流体力学シミュレーションによって初めて明らかにすると共に、コロナ加熱を微小なフレアの集積によって説明するための新たな研究を進めています。また、将来の黒点活動を太陽磁場観測に基づくシミュレーションによって予測する研究も進めています。

大学院生のみなさんは、電波・可視光・X線等の多波長データ解析や観測データを取り込んだ精密シミュレーション等を用いて、太陽の歴史的謎に迫る研究を手がけることができます。



ひので衛星による太陽のX線画像 (JAXA, 国立天文台)

コロナ質量放出現象モデリング

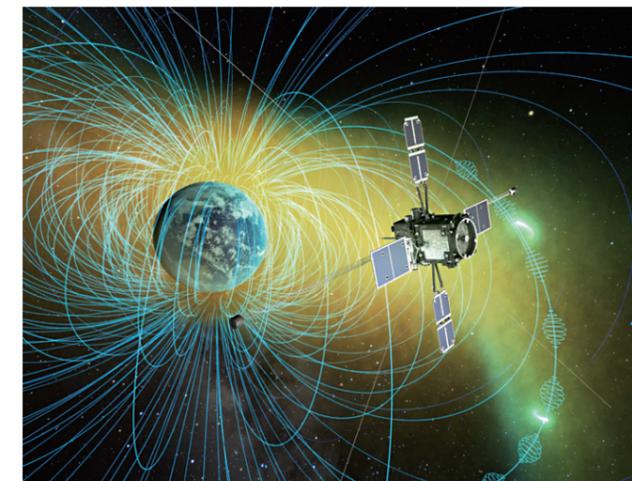


太陽宇宙環境の包括的な総合解析研究

太陽・惑星間空間・地球磁気圏・電離圏からなる太陽宇宙環境では、プラズマと電磁場の相互作用を通して太陽フレアによる爆発的エネルギー解放や太陽風の加速、太陽風と地球磁気圏の相互作用による磁気嵐や放射線帯の変動、オーロラなど様々な非線形現象がダイナミックに発生しています。太陽宇宙環境物理学研究室ではこうした多様な現象を従来の学問分野の垣根を超えて包括的に理解する研究を行っています。また、磁気リコネクション、衝撃波、波動と粒子の相互作用、プラズマ不安定性など色々なプラズマ現象の基礎研究も進めています。

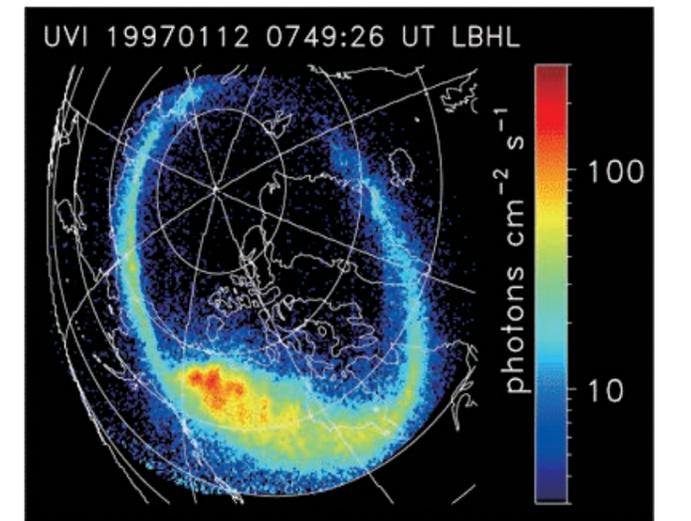
ジオスペース高エネルギー粒子環境の研究

地球周辺の宇宙空間であるジオスペースには、エネルギーが高い電子やイオンが大量に存在するヴァン・アレン帯(放射線帯)と呼ばれる領域があります。このヴァン・アレン帯の荷電粒子が変動するメカニズムを、「あらせ」衛星を中心とした人工衛星や地上観測のデータ解析、シミュレーションを組み合わせて研究します。また、荷電粒子の変動を高い精度で予測するために、観測データとモデルの同化に関する研究も進めています。



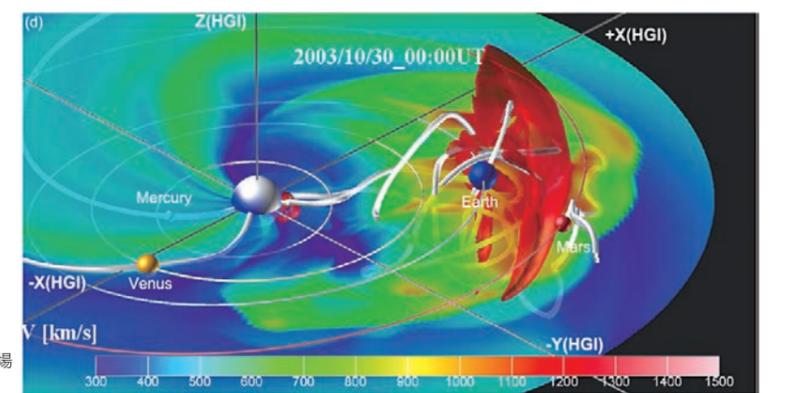
オーロラ爆発と脈動オーロラの研究

オーロラが激しく変動するオーロラ嵐(サブストーム)の解明を目指しています。特に、オーロラが爆発的に明るくなる現象(オーロラ爆発)と、地球磁気圏の尻尾がちぎれる現象(磁力線再結合)との関係を調べています。また、オーロラが周期的に明滅する現象(脈動オーロラ)と、内部磁気圏でのプラズマ波動との関係も調べています。これらを解明するために、宇宙や地上から撮影したオーロラ画像や、日本やNASAの人工衛星が観測したプラズマ・磁場・電場データの解析を行っています。



太陽地球圏環境の予測研究

太陽地球圏環境で生じる様々な変動現象は人間生活にも重大な影響を及ぼします。それらを科学的な理解に基づいて正確に予測することは、安全な社会を守るためにも重要です。太陽宇宙環境物理学研究室では、太陽地球圏環境の予測研究を全国の研究者と共に推進しています。特に、太陽表面磁場観測に基づく太陽フレア発生の数値予測、3次元電磁流体力学シミュレーションによるコロナ質量放出とそれによる惑星間空間磁場の変動予測、波動と粒子の相互作用の精密な理解に基づく放射線帯電子の変動予測、太陽周期の機構解明と黒点活動予測などを最新の計算モデルと精密な観測データ解析に基づいて進めています。



コロナ質量放出による惑星間磁場変動の予測シミュレーション



(1)



(2)



(3)



(4)

写真の説明: 左より、(1)SSrT研を含む総合解析研究部の集合写真、(2)研究所一般公開で研究紹介を行う大学院生、(3)国際会議(ロシア)で研究発表を行った大学院生、(4)熱心に議論を行う大学院生

Webページ: <https://is.isee.nagoya-u.ac.jp/>
連絡先: hotta.hideyuki.w4@f.mail.nagoya-u.ac.jp(堀田)

