研究トピック13

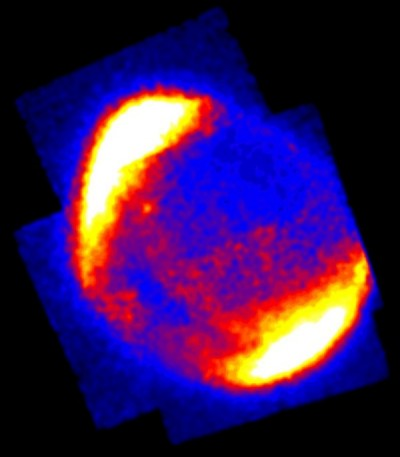
（タイトル）

宇宙プラズマの普遍的理解

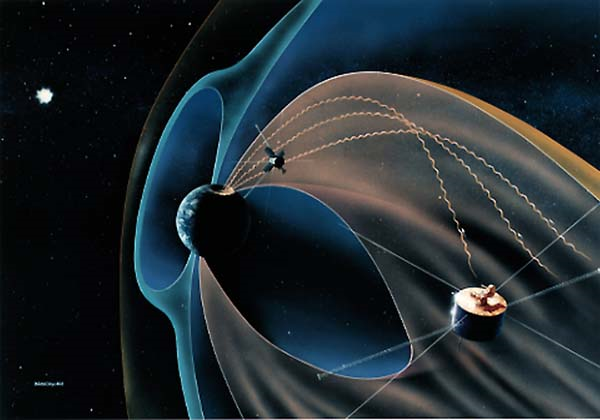
（説明文）

地球周辺の宇宙空間では、非常に希薄なガスが電離していて「プラズマ」と呼ばれる状態になっています。人工衛星を翔ばしてこの宇宙プラズマを「直接観測」すると、さまざまなおもしろい現象が起こっていることがわかります。地球近傍だけでなく広い宇宙空間の99%以上はプラズマで満たされているといわれていますから、このようなプラズマ現象を調べることで、宇宙での高エネルギー・プラズマ現象の物理に迫ることができます。たとえば、地球や惑星の周りには太陽風と呼ばれる数百km/sもの超音速プラズマの流れが太陽から吹いています。この流れが惑星磁場と衝突する箇所に衝撃波ができますが、そこでの粒子加速の理解が、超新星爆発衝撃波で生成される宇宙線の起源の解明に密接に係わっています。また地球磁気圏での磁気リコネクション（磁力線つなぎかわり現象）の研究は、パルサー磁気圏・活動銀河核ジェットなどでの磁場エネルギー解放の理解の基礎となっています。地球や木星・土星で観測されるオーロラは、太陽風のエネルギーが磁気圏内部に輸送されることにより起きます。

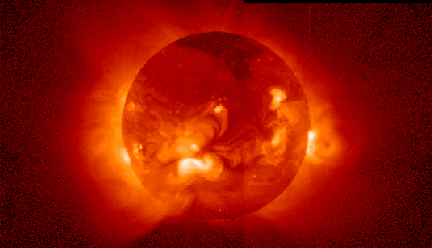
地球周辺プラズマのもうひとつの代表例が太陽で、星全体がプラズマの塊です。太陽大気中でおこるプラズマ爆発はフレアと呼ばれており、現在の太陽系における最大級のエネルギー解放で、コロナ中に蓄えられた磁気エネルギーが磁気リコネクションで一気に解放される現象です。フレアの際にも加速粒子が発生し、その総エネルギーが解放される半分近くに達するかもしれません。さらには、フレアと同時に数十億トンもの大量のプラズマガスの塊が放出されることがあります。　このようなフレア現象をはじめとする、太陽で観測されたダイナミックなプラズマ現象は、「活動的な宇宙」というあたらしい宇宙観をもたらしました。ブラックホールや生まれたばかりの星の周囲でも、おそらくは似たようなダイナミックな現象がおこっているに違いありません。



図注：超新星残骸SN1006のX線像（あすか衛星撮影：JAXA提供）



図注：地球磁気圏と探査衛星



図注：ようこう衛星による太陽のX線画像

研究トピック14

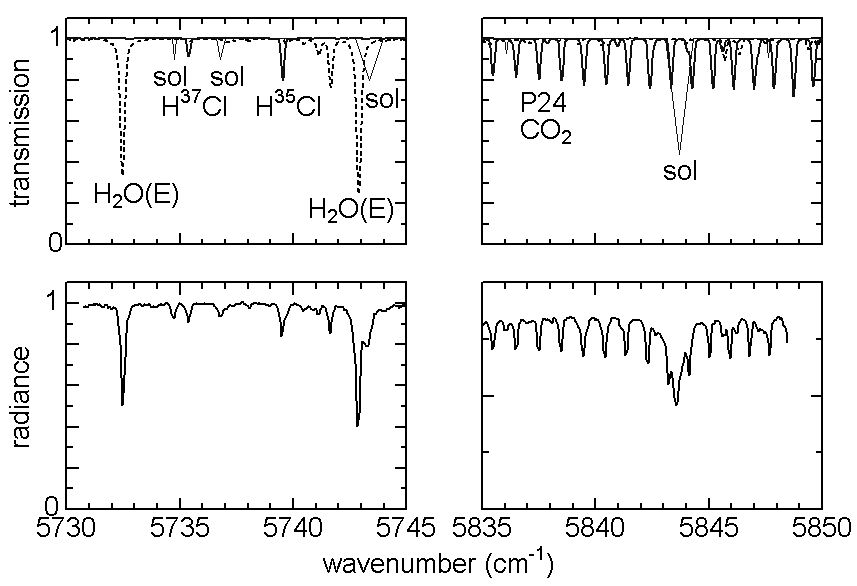
（タイトル）

惑星大気の地上分光観測と探査機観測

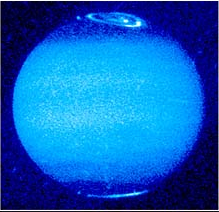
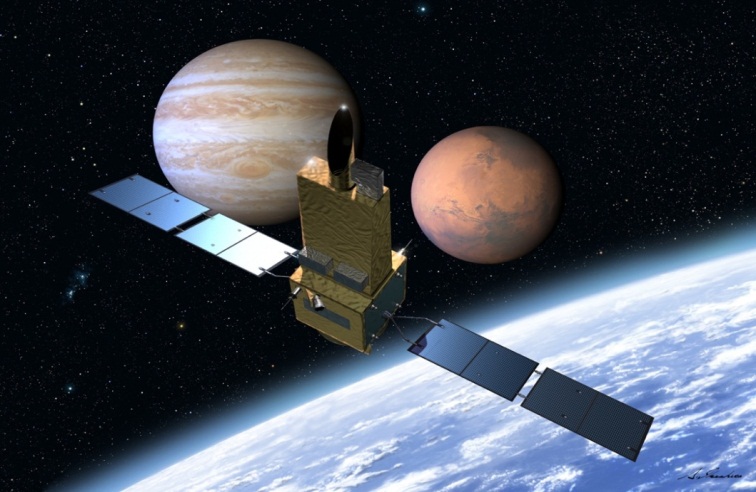
（説明文）

惑星大気の観測は「あかつき」のような探査機を飛ばして、近くから詳しくできれば理想的ですが、望遠鏡を用いて地上からも行っています。地上観測の長所は　１．高性能分光測定ができること（大きな分光器は探査機に乗せにくい）　２．長期間あるいは隔年など継続が可能なこと（探査機の公式観測期間は２年程度）にあります。１．は微量気体成分の検出などに有効ですし、２．は周期の長い変動を捉えるのに必要です。使用望遠鏡は国内では岡山１．９ｍ鏡や名寄１．５ｍ鏡などですが、ハワイ・マウナケア山頂のＮＡＳＡ惑星用望遠鏡もしばしば使っています。図はＮＡＳＡ３ｍ鏡の分光器で測定した金星昼面１．７μｍ域のスペクトル（下段）とその再現過程（上段：太陽（細線）＋地球（点線）＋金星（太線））です。左ではＨＣｌ（塩酸）を、右ではＣＯ２（二酸化炭素）を主対象としています。太陽大気や地球大気の吸収線が邪魔ですが、金星大気中にＨＣｌ（地球と同じくＨ３５CｌとＨ３７Ｃｌの両方）があることが判ります。Ｃｌを含む化合物は金星大気中でＣＯ２大気を安定に保つ重要な役割を担っていると考えられています。

人工衛星による惑星の観測は、最も高い成果が得られる研究手法である。現在、水星や金星の周回軌道に探査機を送り込む計画や、木星や土星の大気光を地球の周回軌道から観測する計画が進められています。２０１４年夏に打ち上げを予定している惑星望遠鏡計画（EXCEED）では、惑星の大気・プラズマが発する極端紫外光から、惑星の大気圏や磁気圏の写真を撮る計画です。　大気による吸収が大きいため地上の望遠鏡では見る事ができない波長で惑星を観測するのです。２０１６年には水星を探査する人工衛星が打ち上げられ、水星の近傍の大気、プラズマ、磁場や電磁波の様子を調べます。これらの計画の実現は１０年以上の歳月が必要です。そして、探査機に搭載する観測装置の開発は惑星科学の分野では重要な研究テーマのひとつです。



図注：金星昼面1.7μｍ域の測定スペクトル（下段）とその再現過程（上段）



図注：（左）2014年夏に打ち上げ予定のEXCEED望遠鏡の想像図（右）ハッブル宇宙望遠鏡の撮影した木星オーロラ（NASA提供）

研究トピック15

（タイトル）

太陽系の進化

（説明文）

　太陽系初期の記憶をとどめる隕石の年代測定から、太陽系は４５億６８００万年前に誕生したと考えられています。誕生後の太陽系では、高温ガスからの高温凝縮物 （CAI）の形成や、固体物質の急激な加熱冷却による熔融球粒物（コンドルール）の形 成が起き、それらと細かな塵とが集合して小天体（微惑星）が形成されます。微惑星内部では、放射性元素の壊変により温度が上昇し、岩石の熱変成や、水との反応による水質変成が起きます。岩石の融点以上にまで加熱されると、微惑星内部で分化（コア－マントル－地殻構造の形成）が起こります。さらに、小天体どうしの衝突により 微惑星は合体・成長し、原始惑星が形成されます。このように惑星ができるまでの数千万年の間に、太陽系は劇的な進化を遂げます。これらの初期太陽系でのさまざまな 進化プロセスが起きた年代や、そのプロセスが起きた環境の物理化学条件などの手掛かりが隕石に残されています。隕石はこれら異なるプロセスの影響が重なりあった結果として存在していますが、特定の微小領域を選んで分析することで、各プロセス単独の情報を得ることも可能になります。微小領域の高精度同位体測定が可能な二次イオン質量分析計を使って、隕石構成物質の年代測定や形成環境を明らかにしようとしています。



図注：始原的隕石の断面の一例。多数の岩石質の球粒（コンドルール）や太陽系最古の固体

物質CAIが見える。