

木星のまわりに大きく広がる硬X線放射を発見

- 木星の放射線帯に大量の高エネルギー電子? -

○ ポイント

- 広がった放射に優れたX線感度を持つ日本の「すざく」衛星で木星周辺に謎の放射を発見。
- 木星の放射線帯で光速近くまで加速された電子による逆コンプトン放射の可能性。

○ 概要

首都大学東京(学長 原島 文雄)大学院理工学研究科の江副 祐一郎 助教らを中心とするグループは、日本のX線天文衛星「すざく」のデータから、木星周辺に広がる硬X線放射を発見しました。

発見した放射は図1に示すように、約16 x 8 木星半径(100万 km x 50万 km)に広がっており、木星の強力な磁場(地球の磁場の1万倍)にとらえられた粒子が作る放射線帯とよく一致します。これまで他のX線天文衛星の観測から、木星本体やイオ衛星の軌道(5.9 木星半径)から比較的低エネルギーのX線(軟X線)が放射されていることは知られていましたが、イオ軌道の2倍以上もの広がりによって、高エネルギーX線を発見したのは世界で初めてのことです。

この放射は、高いエネルギーを持つX線が観測されていることなどから、通常の高エネルギー電子による放射とは考えにくく、何らかのしくみで光速近くまで加速された高エネルギー電子がそこに大量にあり、それが太陽からの光子をX線にまで叩き上げている(いわゆる「逆コンプトン放射」)と考えられます。このような現象は、惑星から初めて検出されたものです。木星放射線帯を探査衛星で直接観測することは難しいため、今後は「すざく」衛星などによるX線観測が、木星の放射線帯での粒子加速を探る新たな手段になると期待されます。

なお、地球の放射線帯の電子は人工衛星などに障害を及ぼすことが知られ、「キラー電子」と呼ばれて、宇宙天気予報の重要課題になっています。逆コンプトン放射を出している電子は、地球の放射線帯の最高エネルギー電子の約10倍のエネルギーを持つと考えられるため、このようなX線観測から木星放射線環境を把握することで、将来の木星探査衛星の開発にも役立つ可能性があります。

本研究成果は、学術雑誌 *Astrophysical Journal Letters* に「Discovery of Diffuse Hard X-ray Emission around Jupiter with Suzaku」(「すざく」を用いた木星周辺の広がった硬X線放射の発見)のタイトルで2010年02月01日(米国時間)に出版されます。オンライン版はこれに先だって2010年01月14日(米国時間)から取得可能になりました。

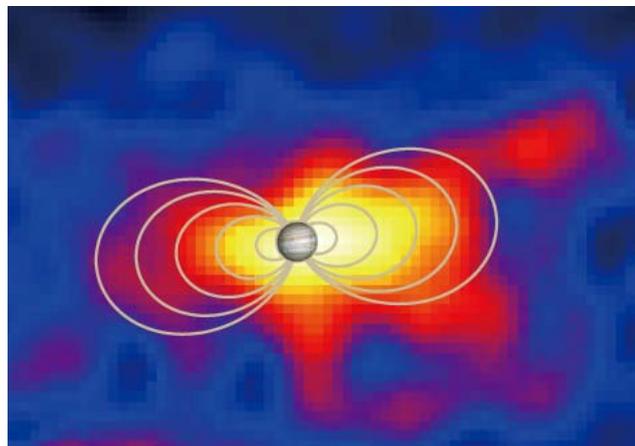


図1. 「すざく」衛星で観測した木星周辺の硬X線画像。木星の可視光画像と磁力線モデルを重ねて表示した。

問い合わせ先

首都大学東京大学院 理工学研究科物理学専攻
電話 042-677-2495, FAX 042-759-2483

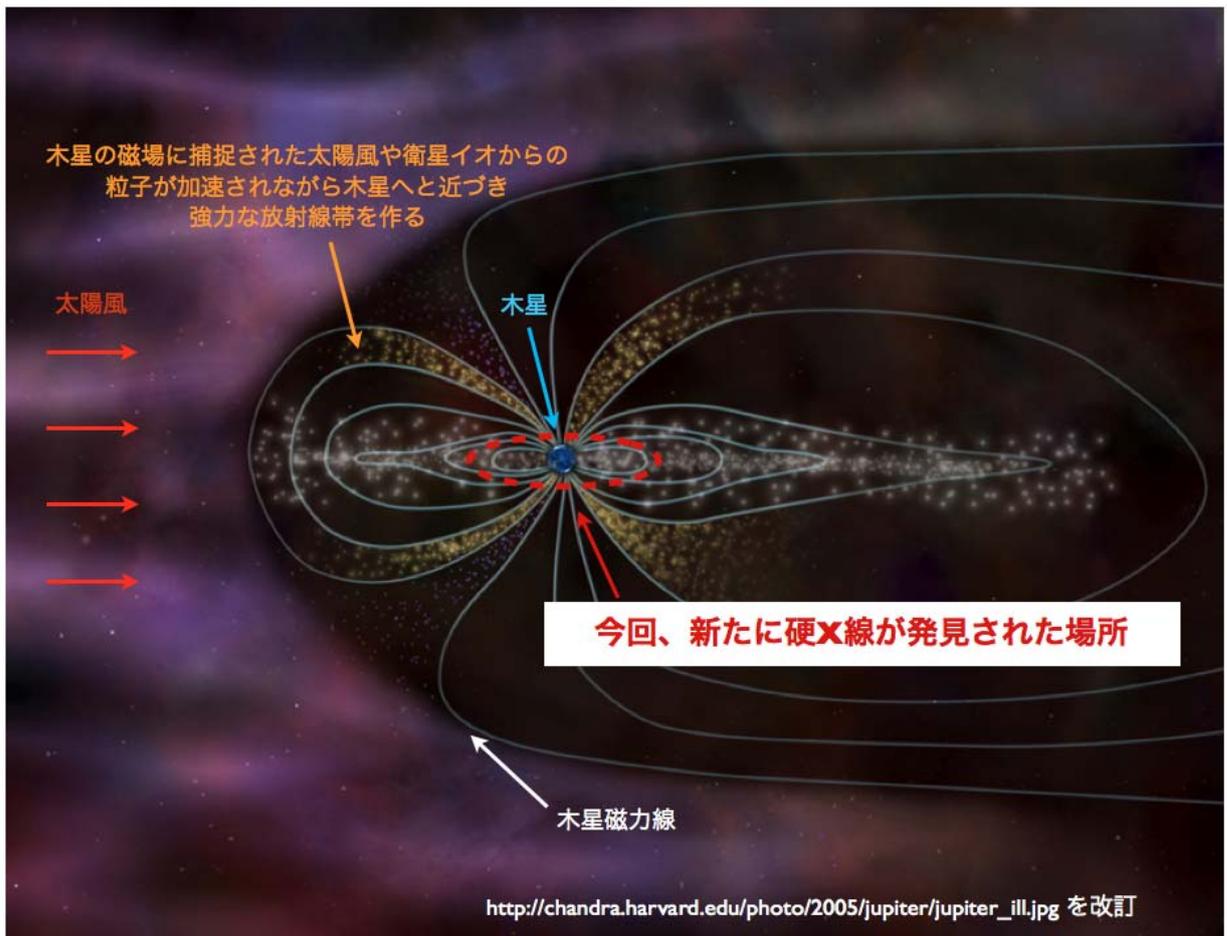
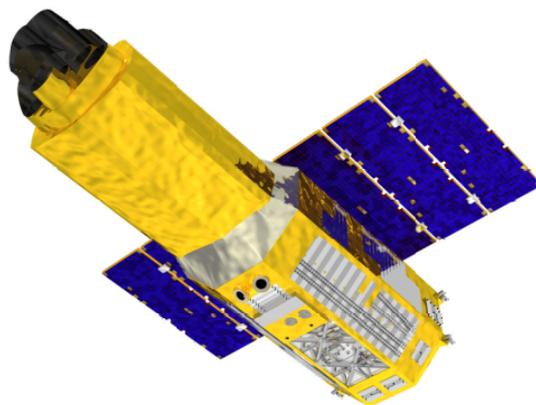


図2. 木星の放射線帯の想像図。白線は木星の磁力線。向かって左の太陽方向から太陽風が吹き付ける。黄色や白色の粒子は磁場に捕獲された粒子(イオンや電子)であり、木星の磁力線に沿って木星へと落下しつつ加速を受けて、放射線帯を形作る。木星などのサイズは見やすさのため大きさの比を変えている。



©JAXA

図3. X線天文衛星「すざく」。

○ 研究チーム

- ◆ 首都大学東京 大学院 理工学研究科
江副 祐一郎 助教、石川 久美 大学院生、大橋 隆哉 教授
- ◆ 名古屋大学 太陽地球環境研究所 総合解析部門
三好 良純 助教
- ◆ スタンフォード大学 SLAC国立加速器研究所
内山 泰伸 パノフスキーフェロー
- ◆ 東北大学 大学院 理学研究科 地球物理学専攻
寺田 直樹 准教授
- ◆ 日本大学 理工学部 物理学科
根来 均 講師

○ Webリンク

- ◆ すざく衛星ホームページ :
<http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/index.html.ja>
- ◆ チャンドラ衛星の木星本体からのX線と解説(NASA提供) :
<http://chandra.harvard.edu/photo/2005/jupiter/more.html>
- ◆ 放射線帯の解説(名古屋大学提供)(p. 67 に木星の解説) :
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/naze/housha/housha.pdf>

○ 用語解説

◆ X線：

波長 0.1-1 ナノメートル (10^{-9} メーター) の電磁波。その中でもエネルギーが高いものを硬X線、低いものを軟X線と呼ぶ。地球上では歯の治療や空港セキュリティーなどに使用されている。

◆ X線天文学：

宇宙では 100 万度を超えるプラズマや光速に近い運動をしている電子からX線が放出されている。ブラックホールや星などの天体からのこうしたX線を観測して、その物理状態を調べるのがX線天文学。日本が世界をリードしている分野でもある。

◆ 木星放射線帯：

太陽系最大の惑星である木星の強力な磁場によって捕獲された高エネルギー粒子が形作る領域。過去のパイオニア、ボイジャー、ガリレオなどの探査衛星や地上の電波観測で、木星放射線帯では、太陽からの高速プラズマ流である太陽風や衛星イオから放出された粒子が磁場で捕獲され、光速に近い速度まで加速されていることが分かってきたが、詳しい加速メカニズムや粒子の総量はまだよく分かっていない。図3に想像図を示す。

◆ 木星からのX線：

木星は太陽系で、太陽を除けば最も強いX線源であり、高緯度(北極や南極)からオーロラによるX線放射を、低緯度からは太陽X線の散乱でX線を出すことが分かっている。木星の衛星であるイオの軌道からも軟X線の兆候が得られていた。しかし、木星の放射線帯からの硬X線は、過去の衛星の感度不足によって発見されてこなかった。

◆ 「すざく」衛星：

2005年7月に打ち上げられた日本5番目のX線天文衛星。図2に衛星の外観を示す。広がった硬X線に世界で最も高い感度を持つ。低地球軌道(高度 500 km)を周回しており、宇宙線による検出器の雑音が低く安定しているのが主な理由。なお「広がった」、というのは、X線望遠鏡で分解できないほど空間的に広がった天体という意味である。

◆ 逆コンプトン放射：

光速に近い電子が電磁波(光子)と相互作用して、光子のエネルギーを高めるプロセス。観測可能なX線を出すには十分な量の電子とエネルギーが必要。ブラックホール近傍などで起きていると考えられてきたが、惑星からの逆コンプトンX線が観測的に示唆されたのは今回がはじめて。

◆ 電子ボルト：

電子や電磁波などのエネルギーの単位。メガ電子ボルトとは、電子を 100 万ボルトで加速した場合に得られるエネルギーに相当する。地上では大型の加速器を用いないとここまで加速するのは難しい。