

修士論文要旨

木星ナトリウム雲の広域分布に関する研究

鷲尾 典俊

(指導教官 森岡 昭 教授)

平成 11年

木星衛星イオの火山性ガスは、木星磁気圏の主たるプラズマ源であり、衛星イオの存在が木星磁気圏の電磁環境に大きな影響を与えているが、一方イオから放出される火山性ガスも木星磁気圏プラズマの影響を強く受け、木星の興味深い電磁環境を形成している。木星磁気圏のプラズマ源は全体の約 9割以上が激しい火山活動を持つイオであると推定されている。このため木星磁気圏の電磁環境はイオの火山活動により大きく変動されると考えられ、木星の電磁環境の理解を進める上でもイオの火山性ガスの分布の様子や、その変動を調べる事が重要な鍵となると考えられる。

本研究では、木星東西 \pm 数百 R_J に広がるイオ衛星起源のナトリウム原子の広域分布の観測を行い、その時間・空間変動特性を明らかにすることを目的としている。

新たに開発した観測装置はカメラレンズ、狭帯域干渉フィルター、高感度冷却 CCD カメラを組み合わせた光学系から成り、有効視野としては木星を中心に $\pm 400 R_J$ の領域であることが確認され、感度としても数 Rayleigh までの木星ナトリウム雲発光の検出が十分可能な装置として完成した。

可搬型観測装置の利点を活かし、1999年 9月 2日 ~ 23日に、光学観測に適した気象条件を持つオーストラリア中央砂漠地帯のアリス・スプリングスにおいて木星ナトリウム雲のキャンペーン観測を行った。観測においては、木星ナトリウム雲発光データに含まれる、木星本体を発光源とする大気散乱光成分と地球ナトリウム大気光成分

を解析時に差し引くための手順を確立した。また、データ処理においては、木星ナトリウム雲発光の大気減光効果と地球大気光の van Rhijn効果の見積もり及び補正、メディアン・フィルターの導入による恒星光の低減化、さらに絶対光度への換算を行い、木星ナトリウム雲発光強度の導出に関わる一連の解析手法を確立した。

キャンペーン観測では、従来例のない、約 3週間にわたるほぼ連夜の観測に成功し、木星ナトリウム雲の変動特性の議論が可能なデータを得た。データ解析の結果、以下の二つの変動特性を確認した。

東西発光強度比のイオ位相角依存性

木星赤道面上 50 R_J、100 R_J、150 R_J、200 R_Jのそれぞれの位置において東西発光強度比を調べた結果、木星に近い領域で顕著なイオ位相角依存性が見られるが、木星から離れるにつれて依存性は低くなることが確認された。発光が極大となる位相角の値は、50 R_Jの位置では東側が 80 付近、西側で 260 付近、一方、100 R_Jの位置では、東側が 220 付近、西側が 40 付近となることが判った。

短期変動特性

1999年 9月 2日 ~ 23日の観測において、9月 18日頃を始まりとする木星ナトリウム雲の増光が検出された。増光は、木星に近い内側の領域から始まり、時間差とともに、より外側へ移動する様相が確認され、イオ衛星における火山活動の影響がイオ軌道の外側へ伝搬し検出された可能性が示唆された。また、この増光の伝搬速度は、ナトリウム雲を構成する高速ナトリウムの速度がイオ軌道における粒子の共回転速度であるとするべく説明されることが判明した。

観測結果から得られた、東西発光強度比のイオ位相角依存性は、木星ナトリウム雲を構成する高速ナトリウム原子の放出過程に関わる重要な情報と考えられる。放出過程を考察する目的で、本研究で開発された高橋のモンテ・カルロモデル (Takahashi et al. [2000])を用いて、モデル計算を行った。放出機構として、電荷交換反応による放出と分子イオンの解離反応・解離性再結合反応による放出の 2種類を考え、それぞれの放出機構で予測されるナトリウム分布の東西発光強度比とイオ位相角との相関を調べた。その結果、観測結果から得られた東西発光強度比のイオ位相角依存性は、モデル計算結果と比較すると、分子イオンの解離反応・解離性再結合反応による放出機構のもとで、粒子放出時のバルク速度を 67 km/sとした場合によく一致することが判った。従って、木星ナトリウム雲を生成する高速ナトリウム原子の

放出機構として、分子イオンの解離反応・解離性再結合反応過程が有力な候補であることが結論された。