

高分散エシェル分光器を用いたイオプラズマトーラス硫黄イオン発光の多波長光学観測

鍵谷 将人 [1]; 米田 瑞生 [1]; 岡野 章一 [2]
[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理

Multi-spectral observation of sulfur ion emission from Io plasma torus using a high-dispersion Echelle spectrograph

Masato Kagitani[1]; Mizuki Yoneda[1]; Shoichi Okano[2]
[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ.

Plasma originated from volcanic eruption on Jovian satellite Io forms a donut-shaped region of dense plasma along Io's orbit, which is called Io plasma torus (IPT). Ions in the plasma torus, mainly consist of sulfur and oxygen ions, are excited by electron impact and emits photons in wavelength range from EUV to NIR. In order to monitor the variation of ion densities, temperatures and mass-loading rate in the inner plasma torus, we performed high spectral resolving observation of [SII] 673.1nm and 671.6nm and [SIII] 906.9nm or 953.1nm using a high-dispersion Echelle spectrograph coupled to a 40cm Schmidt-Cassegrain telescope at Haleakala observatory, Maui, from 25 May through 21 June 2007. Based on the observation that produced 117 spectral dataset, [SII] 673.1nm emission intensity at ribbon region in the dawn side IPT averaged for the observation period is 200 Rayleigh, which is a half or one-third of the intensity observed in 1990s and early 2000s. The result implies that the electron density of the observed period was 30-40% smaller than that in the past. At the presentation, mass-loading rate derived from the corotation deviation of IPT and the density of Iogenic sodium cloud that was also observed will be given along with the change of electron density in IPT.

木星衛星イオの火山ガスはイオ周辺に硫黄や酸素、およびその化合物を主成分とする中性ガスの分布領域を形成している。これらの領域では磁気圏プラズマとの相互作用により、毎秒数 100 kg ものプラズマが磁気圏に供給され(マスローディング)、電子衝突励起による硫黄や酸素イオンの発光が極端紫外から近赤外波長において知られている。近年の Cassini 探査機による極端紫外域での観測は、外側プラズマトーラスにおいてマスローディングの変動に伴うとみられるイオン組成や密度の変動現象をとらえることに成功した。一方でマスローディングレートの指標となる共回転遅延の時間変動や空間分布と、その変動にともなうイオン温度や密度の変動を連続的に観測した例は少なく、その変動現象の解明は重要な課題となっている。そこで我々はプラズマトーラス中の硫黄イオンの禁制遷移発光 ([SII]671.6nm、673.1nm ならびに [SIII]906.9nm、953.1nm) の高分散分光観測を行い、発光強度や共回転遅延量の分布と時間変動をモニタする観測を行った。この観測によりプラズマトーラスでの電子密度やイオン組成、マスローディングの分布と変動について議論することが可能となる。

観測は 2007 年 5 月 25 日から 6 月 21 日の期間に、米国ハワイ州マウイ島のハレアカラ観測所(北緯 20 度 42 分、西経 156 度 15 分、標高 3,054m)において口径 40cm のシュミットカセグレン式望遠鏡とエシェル分光器を組み合わせて行われた。本観測装置は視野角 $4^{\circ} \times 600^{\circ}$ (スリット幅 \times 長さ)、逆線分散 2.5pm/pixel (@672nm)、波長分解能約 60,000 を有し、2 つの CCD を用いて [SII]671.6nm、673.1nm ならびに [SIII]906.9nm または 953.1nm の発光輝線を同時に観測することができる。スリットは各観測時刻での遠心力赤道面に沿って当てられ、木星を中心とした東西 12 木星半径の領域において硫黄イオン発光の強度・速度分布・輝線幅を導出することが可能である。観測は様々なイオ位相角と System III 経度において行われ、期間中に 117 のスペクトルデータセットを取得した。

初期解析の結果、プラズマトーラス朝側リボンでの [SII]673.1nm の平均発光強度は 200 Rayleigh と求められた。また [SII]671.6nm 発光と 673.1nm 発光の強度比 ($I_{671.6}/I_{673.1}$) から電子温度を 4eV と仮定して導出される電子密度は $1300/\text{cm}^3$ となり、[SII]673.1nm 発光強度と矛盾ない値が得られた。しかし今回得られた発光強度は、1990 年代から 2000 年代初頭に観測されたプラズマトーラスの発光強度 (400 ~ 600 Rayleigh) と比較して $1/2 \sim 1/3$ 程度と暗い。従ってプラズマトーラスでの電子密度が過去にくらべて約 30 ~ 40% 小さかったことが示唆される。本講演ではこれら電子密度の変動とともに、プラズマトーラスの共回転遅延から導出されるマスローディングレートや同時期に観測されたイオ起源中性ナトリウム雲の密度と比較を行い、その変動の要因について議論する。