

ひさき衛星極端紫外光観測と地上可視光観測による木星衛星イオの硫黄イオントラスの時空間変動

穴戸 美日 [1]; 坂野井 健 [2]; 鍵谷 将人 [3]; 土屋 史紀 [4]; 吉川 一朗 [5]; 山崎 敦 [6]; 吉岡 和夫 [7]; 村上 豪 [8]; 木村 智樹 [9]

[1] 東北大・理・地物; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気研究センター; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [5] 東大・理・地惑; [6] JAXA・宇宙研; [7] 東大・理; [8] ISAS/JAXA; [9] RIKEN

Variation in SII, SIII and SIV brightness distribution of Io plasma torus based on Hisaki/EXCEED and ground based observation data

Mika Shishido[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Masato Kagitani[3]; Fuminori Tsuchiya[4]; Ichiro Yoshikawa[5]; Atsushi Yamazaki[6]; Kazuo Yoshioka[7]; Go Murakami[8]; Tomoki Kimura[9]

[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [3] PPARC, Tohoku Univ.; [4] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [5] EPS, Univ. of Tokyo; [6] ISAS/JAXA; [7] The Univ. of Tokyo; [8] ISAS/JAXA; [9] RIKEN

We report the time and spatial variation of sulfur ion emission line from the Io plasma torus to understand the dynamical process in the torus associated with Io's volcanic event during the period from December 2014 to March 2015, using the data obtained by Hisaki/EXCEED. A large quantity of gas is ejected from Io's volcanoes, principally oxygen and sulfur atoms and their compounds. Once they are ionized through electron impact and charge exchange, the ions are accelerated to the nearly corotational flow of the ambient plasma to form a torus of ions (the Io plasma torus, about $6R_J$ from the center of Jupiter) surrounding Jupiter. The fresh ions lose their pickup energy to the ambient electrons through Coulomb collisions. Ultimately, the torus electrons lose energy by transiting electron energy state of ions into higher states, leading to the prodigious extreme ultraviolet (EUV), ultraviolet, and visible emissions from the torus. During the period from December 2014 to March 2015, Io's outburst was observed by EXCEED, and the increase in the pickup ions were anticipated along with the increase in the neutral gas. To investigate energy flow from ions to electrons in this period, we derived sulfur ion temperature parallel to magnetic field lines from the emission scale height of the ion along the field line. From images of sulfur ion emission at 76.5nm(SII), 68nm(SIII) and 65.7nm(SIV) observed by EXCEED, we identified the time variation of sulfur ion temperature associated with enhanced volcanic activities, and interpreted that this was due to increase in the ion-pickup process. We also carried out the measurement of SII 673.1 nm emission with visible spectrograph on T60 telescope at Haleakala, Hawaii, which has high spatial resolution and found the similar variation in ion temperature. We also evaluated the spatial resolution of EXCEED by comparing the scale height which was derived from EXCEED and T60, and corrected the value of the defocused scale height by EXCEED. We will use a homogeneous model for mass and energy flow in the torus by Delamere and Bagenal (2003) to investigate the time variability of the ion and electron temperature changes during the Io's outburst period.

今回我々は、2015年1月中旬から3月下旬の期間に発生したイオトラス増光期間中におけるEXCEEDの紫外観測ならびに地上ハレアカラ望遠鏡可視観測データを用いて、イオトラス中の硫黄イオン温度及び電子温度の時間変化を明らかにした。さらにこの現象に関して、0次元時間発展モデルを用いて得られたイオン及び電子の加熱機構の検証結果を報告する。木星の衛星イオの軌道($6R_J$)には、イオの火山ガスに起因するプラズマトラスが形成される。このトラス中の硫黄・酸素イオンは、電子(5eV-1keV)との衝突励起により極端紫外から可視に渡る広い波長範囲で発光する。常に明るく光るプラズマトラスの発光を維持するには電子の温度を5eV程度に加熱し続ける必要があり、その主要な加熱源の一つとして火山ガスの電離により生じる数100eVのピックアップイオンから電子へのクーロン衝突が考えられている。2015年1月から2015年3月にかけて、「ひさき」衛星に搭載された極端紫外線分光撮像装置EXCEEDにより、イオ火山噴火に伴うイオトラス増光現象(アウトバースト)が観測された。本研究は、EXCEEDの紫外分光データならびに地上ハレアカラT60望遠鏡による硫黄イオン673.1nm可視光イメージング観測データを用いて、トラス増光現象期間におけるイオン温度の時間変化の特徴を調べることにより、電子の加熱機構を検証することを目的とする。イオトラスの南北方向の発光強度分布は磁力線方向のイオン温度を反映しており、発光分布のスケールハイトからイオン温度を推定することができる。可視イメージング観測が1価の硫黄イオンの発光分布を約1秒角の高空間分解能で撮像できるのに対し、EXCEEDは広い波長域のスペクトル観測から、多価の硫黄イオンと電子温度の情報を得ることができる。EXCEEDが観測した1価、2価、3価の硫黄イオン([SII]76.5nm、[SIII]68nm及び[SIV]65.7nm)の2次元発光分布から動径幅 $2R_J$ (dawn側、dusk側ともに $5R_J - 7R_J$)の南北方向発光強度分布を求め、スケールハイトを導出したところ、アウトバーストによるトラスの増光が開始するタイミング(2015年1月中旬)よりも10-20日ほど遅れてスケールハイトが上昇し始めた。トラスが約30日間かけて約100R増光し、その後さらに約30日かけて元の明るさまで減光する間、当初 $1.2R_J$ (FWHM)あったスケールハイトは緩やかに上昇し続け、2015年3月下旬には $1.3R_J$ (FWHM)まで増加した。ここで、EXCEEDの観測から導出されるスケールハイトは空間分解能の影響を受けているため、ハレアカラ地上可視光イメージング観測から同様に1価の硫黄イオンのスケールハイトと発光強度を導出し、これとEXCEEDの結果を比較することでそれから得られた硫黄イオンのスケールハイトの値を補正した。今後はEXCEEDの観測からイオン温度を導出し、トラスの0次元時間発展モデル[Delamere and Bagenal 2003]で再現することで、トラス中のプラズマの増加に伴うイオン及び電子の加熱機構の検証を行う。