

すばる望遠鏡で観測された木星赤外オーロラの微細構造とその時間変動

渡辺 はるな [1]; 北元 [2]; 埜 千尋 [3]; 鍵谷 将人 [4]; 坂野井 健 [5]; 笠羽 康正 [6]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] 情報通信研究機構; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気研究センター; [5] 東北大・理; [6] 東北大・理

Fine structures of Jovian infrared auroras and their time variations obtained with the Subaru IRCS

Haruna Watanabe[1]; Hajime Kita[2]; Chihiro Tao[3]; Masato Kagitani[4]; Takeshi Sakanoi[5]; Yasumasa Kasaba[6]

[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Tohoku Univ.; [3] NICT; [4] PPARC, Tohoku Univ.; [5] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [6] Tohoku Univ.

Jovian Infrared aurora is an emission of H_3^+ produced by electron precipitation and ion chemistry and thermalized by H_2 atmosphere. Its morphology and intensity have been studied by observations using ground-based telescopes and space probes. In the past ground-based infrared observation, the best temporal resolution was ~ 16 min and the spatial resolution was ~ 1 arcsec. The fastest time variation reported was seen in the polar emission with ~ 30 min [Stallard et al., 2016]. On the other hand, Hubble space telescope data showed that the ultraviolet aurora, which is considered to directly reflect electron precipitation, has a faster time variation on a time scale of 2-11 min.

We observed Jovian H_3^+ infrared aurora with the Infrared Camera and Spectrograph (IRCS) attached on the Subaru telescope at Mauna Kea, Hawaii. We used an H3P narrow-band filter (central wavelength: 3.413 μm), which covers four strong H_3^+ emission lines. The observation was performed on 31 January 2015 (8:38-15:36 UT) and 25 May 2016 (6:53-7:46 UT). We got the slit views with spectrograph mode at the former observation, and used imaging mode at the latter observation. The adaptive optics instrument (AO188) enabled us to obtain high spatial resolution (~ 0.2 arcsec) images.

From the data obtained in 2016, patch-like emissions were seen on the noon sector of the northern polar region and they pulsed on a time scale of ~ 10 min. Considering that temperature change occurs over the timescale of $>10^3-10^4$ s/K, transport and diffusion occurs over the timescales of 10^4-10^5 s, the pulsating intensity variation is likely to be caused by H_3^+ density change by electron precipitation. We utilized the auroral emission model to investigate the dependence of H_3^+ emission decay time to the energy of precipitating electron. It was revealed that the fastest decay (~ 10 min) of auroral emission is made by the electron with the energy range from ten to a few tens of keV, while lower or higher energy electrons make slower decay. Next, we evaluated the response of the H_3^+ emission intensity to the periodic electron flux variation over the various time scales. We confirmed that the H_3^+ emission intensity with the time scale of ten to a few tens of minutes could be caused by the modulation of the auroral electron flux variation with similar time scales.

In this presentation, we focus on the results of the observation on 31 January 2015. We observed the southern aurora during 8:38-8:47 (UT), and observed the northern aurora during 9:49-10:45 and 11:45-13:41 (UT). In one observation run, we get several images of Jupiter, several images of sky, and then get several images of Jupiter again. Four sets were performed for the southern aurora and nine sets were performed for the northern aurora. The interval of the successive images was ~ 40 sec, and the interval of each set was ~ 4 min. We summarize the characteristics of auroral structures as follows:

- (1) On the northern main emission, the sector in the westward of ~ 200 deg. system III (SIII) was bright, and that in the the $\sim 160-190$ deg. SIII longitude was faint. Some bright filamentary structures were seen in the dusk sector.
- (2) On the $\sim 300-340$ deg. SIII longitude of the southern main oval, auroral emission was faint. Some patch-like structures were seen in this sector.
- (3) Southern Io's footprint extended surrounding the main emission. For example, when the Io's footprint spot was at the SIII longitude of ~ 320 deg., the end of the tail was at ~ 270 deg. On the other hand, the northern footprint was not so long.
- (4) Some patch-like or filamentary emissions were seen in the noon sector of the northern polar region. There was no periodic pulsating structure like 2016 observation data.

We will present the comparison of observation data taken in 2015 and 2016, and their spatial and temporal characteristics.

木星 H_3^+ オーロラは磁気圏または太陽風からの電子の降りこみによって電離圏中に H_3^+ イオンが生成され、それが H_2 大気中で熱的に励起されて起こる発光である。その形状や強度は地上大型望遠鏡や探査機による観測から明らかにされてきた。過去の地上望遠鏡赤外観測における最高の時間分解能は約 16 分、空間分解能は約 1 秒角であり、極域発光構造の 30 分変動が報告された [Stallard et al., 2016]。一方、電子の降りこみを直接的に反映していると考えられる紫外オーロラは、ハッブル宇宙望遠鏡により 2-11 分スケールの変化が観測されている。

我々はハワイ・マウナケア山頂のすばる望遠鏡赤外分光撮像装置 (IRCS) の H3P narrow-band filter (中心波長 3.413 μm 、 H_3^+ イオンの主要な輝線を含む) を用いて、木星赤外オーロラの撮像を行った。観測は 2015 年 1 月 31 日 (8:38-15:36

UT) と 2016 年 5 月 25 日 (6:53-7:46 UT) の 2 回行った。前者は分光モードでスリット画像を取得し、後者は撮像モードで観測を行った。補償光学装置 AO188 を用いることにより、これまでの地上観測よりも高い空間分解能 (約 0.2 秒角) を実現することができた。

2016 年 5 月 25 日の観測では、北側極域昼側に複数のパッチ状発光が見られた。それらのパッチ状構造は、約 10 分の周期で明滅していた。熱圏の温度変化や H_3^+ イオンの輸送の時定数は 10^4 - 10^5 秒 [Tao et al., 2013] と長いことから、観測された発光強度変動はオーロラ電子の降りこみによる H_3^+ 密度の変化を反映している事が示唆される。我々はオーロラ発光モデル [Tao et al., 2011] を用いて、赤外オーロラの発光強度減衰にかかる時間の、降りこみ電子のエネルギーへの依存性を調べた。その結果、10 keV から数十 keV の降りこみ電子が引き起こすオーロラ発光の減衰が最も早く 10 分間程度であり、それより低エネルギーまたは高エネルギーになるにつれて減衰が遅くなることが分かった。次に、降りこみ電子のフラックスを様々な周期で変動させた結果、10 分から数十分の電子フラックス変動は同程度の周期のオーロラ発光強度変動を引き起こすことが分かった。

本発表では主に、2015 年 1 月 31 日の観測結果について報告する。この観測では 8:38-8:47 (UT) に南オーロラの撮像を行い、9:49-10:45 および 11:45-13:41 (UT) に北オーロラの撮像を行った。木星を数枚撮像し、スカイを数枚撮像、そして再び木星を数枚撮像するという一連の作業を 1 セットとし、南オーロラに対して 1 セット、北オーロラに対して 9 セット行った。連続して撮像した木星イメージ同士の間隔は約 40 秒、1 セットと 1 セットの間隔は約 4 分であった。解析結果から、次のような特徴が見られた。

(1) 北側メインオーバルは System III (SIII) 経度 \sim 200 度以西が明るく、 \sim 160-190 度が暗かった。また dusk 側には明るいフィラメント状の構造が複数並んでいた。

(2) 南側メインオーバルは SIII 経度 \sim 300-340 度が暗く、その経度範囲ではメインオーバル上にパッチ状構造が見られた。

(3) 南側のイオフットプリントがメインオーバルを囲むように長く伸びていた。スポットが SIII 経度約 320 度にあるとき、尾の終わりが約 270 度まで伸びていた。一方北側のイオフットプリントはそうのように長く伸びてはいなかった。

(4) 北側極域昼側にパッチ状およびフィラメント状の発光構造が見られた。2016 年の観測でみられたような周期的な明滅は見られなかった。

発表では、2015 年と 2016 年の観測結果を比較し、形状や発光強度、時間変動について報告する。