

R005-05

A 会場 : 11/26 PM2 (14:50-16:20)

15:50~16:05:00

ハワイ・ハレアカラ T60 望遠鏡を用いた金星のオーロラ観測研究

#栗生 大竣¹⁾, 鎌谷 将人²⁾, 中川 広務¹⁾, 青木 翔平³⁾, 寺田 直樹¹⁾

(¹ 東北大学地球物理学専攻惑星大気物理学分野, (² 東北大学地球物理学専攻惑星プラズマ・大気研究センター, (³ 東京大学大学院複雑理工学専攻

Ground-based observation of Venusian aurora using the T60 telescope at Haleakalā

#Taishun AO¹⁾, Masato KAGITANI²⁾, Hiromu NAKAGAWA¹⁾, Shohei AOKI³⁾, Naoki TERADA¹⁾

(¹Tohoku University, Department of Geophysics, Planetary Atmospheric Physics, (²Tohoku University, Department of Geophysics, Planetary Plasma and Atmosphere Research Center, (³University of Tokyo, Department of Complexity Science and Engineering

Aurora is key phenomena for understanding the interaction between the solar wind and planetary magnetosphere/ionosphere. Their characteristics have been extensively studied on Earth, Jupiter, and Saturn, which possess intrinsic magnetic fields and atmospheres. Recently, thanks to the aggressive explorations by MAVEN and EMM, various types of aurora have been discovered on Mars, a weakly magnetized planet without the intrinsic magnetic field. With its complex induced magnetosphere, Mars exhibits unique auroral features, unseen on Earth, including global-scale diffuse aurora and localized crustal-field-associated discrete aurora. In contrast, detections of aurora at Venus, which also has no intrinsic magnetic field, have so far been limited to be found associated with coronal mass ejections (CMEs), with limited observational coverage. Thus, the spatio-temporal variations of Venusian aurora remains poorly understood.

In this study, we aim to reveal the spatio-temporal variations and generation mechanisms of Venusian aurora through continuous, wide-field observations. We conducted observations of Venus from February 10-19, 2025, using the 60 cm telescope (T60) at Tohoku University Haleakalā Observatory in Hawaii. This observation is unique in that it uses a fiber array spectrograph to capture a wide-area image of the night side of Venus. A 20-minute observation was considered one data set, and an average of four data sets were observed per day. During this period, 37 data sets were observed. At that time, the apparent Venus's disk was $\sim 30'' \times 30''$, and the field of view was $\sim 20'' \times 20''$, covering about half of the night side of the disk. Focusing on the oxygen green line at 5577 Å, we obtained spectra with a wavelength range of 5540-5590 Å and a resolution of 0.02 Å. The relative velocity between Venus and Earth was ~ 12 km/s during this period, corresponding to a Doppler shift of ~ 0.2 Å, which was sufficient to separate Venusian emissions from terrestrial airglow. The observation of the aurora was limited to the night side of the field of view. A field aperture was used to minimize contamination from reflected light because the reflection of sunlight from the daytime side of Venus was the greatest source of noise. The observation was conducted for approximately one hour between sunset and Venus's setting.

As a result, emissions were detected in 74 out of 4,440 spatial grids, with maximum intensities ~ 50 Rayleighs. Venus aurora emissions were observed on every day of the campaign, suggesting that auroral activity occurs persistently and not only during solar events such as the Coronal Mass Ejections (CMEs). The spatial distribution of emissions tended to concentrate near the limb of Venus. To confirm these findings, we refine data selection criteria and noise evaluation.

This study demonstrates the feasibility of continuous monitoring of the 5577 Å emission on the nightside of Venus. Remote and automated control of the telescope has already been established, and since May 1, ~ 60 -day continuous dataset has been accumulating. Statistical analysis of these data will allow us to determine the occurrence frequency, spatiotemporal variability, and solar wind dependence of Venusian aurora, contributing to a better understanding of its mechanisms.

オーロラは太陽風や高エネルギー粒子と惑星の磁気圏・電離圏との相互作用を理解するうえで重要な現象である。これまでには固有磁場と大気をもつ地球、木星、土星においてオーロラの特徴が詳細に研究されてきた。近年はNASA火星探査機 MAVEN や UAE 火星探査機 EMM によって、固有磁場を持たない弱磁場惑星の火星においても、様々な種類のオーロラが発見された。火星は複雑な誘導磁気圏をもち、全球を覆うものや地殻磁場に関連した、地球では見られない特徴的なオーロラが観測されている。一方、火星と同様に固有磁場を持たない金星のオーロラ観測の報告事例は非常に限定的であるものの、Gray et al. (2014) はオーロラ発光がコロナ質量放出 (CME) 時に限定されることを示唆し、観測範囲も狭いことから、その時空間変動は未解明である。

本研究では、独自の観測網を用いて金星オーロラの広範囲かつ継続的な観測を初めて実現することで、金星オーロラの時空間変動や発生メカニズムを解明することを目的とする。

本研究では、ハワイ・ハレアカラ山頂東北大学観測所の 60 cm 望遠鏡 (T60) を用いて 2025 年 2 月 10 日から 19 日にかけて連続的に金星を観測した。この観測では、ファイバレイ分光器を用いて、金星ディスク夜面を広範囲撮像できる点が新しい。20 分の観測を 1 データセットとして 1 日平均 4 データセットの観測を実施し、9 日間に 37 データセットの観測に成功した。また、観測時の金星ディスクは約 $30'' \times 30''$ に対して、観測視野は $20'' \times 20''$ を占め、金星夜面の半分程度の観測を達成した。オーロラは酸素原子 5577 Å を対象として、波長範囲 5540-5590 Å、波長分解能 0.02 Å である。金星との相対速度は約 12 km/s であり、約 0.2 Å のドップラーシフトが見込まれ、十分に金星と地球の発光を分

離できた。オーロラを観測する際に、金星昼面の太陽光反射が最大のノイズであるため、反射光の漏れ込みを最小限に抑えるために視野絞りをを用いて観測範囲を夜面に制限した。また、観測時間は太陽が沈んでから金星が沈むまでの約1時間の間に行った。

観測の結果、4440 ピクセルの観測のうち、74 ピクセルにおいて発光がみられた。典型的な発光強度は $\sim 50R$ 程度であった。また、この観測期間9日間のうち毎日金星由来の発光がみられCME等の太陽現象にかかわらず、定常的にオーロラ発光が観測されることが示唆された。さらに、その発光分布は金星の縁に集中している傾向があった。この結果をより確からしいものにするため、データの選定方法やノイズの評価をさらに進めている。

独自の小口径望遠鏡という利点を活かし、金星の夜面での $5577 \text{ \AA}$ 発光の時空間変動を長期的に監視することが可能になった。すでに本観測の遠隔かつ自動制御に成功し、5月1日からの連続観測では約60日間のデータが蓄積されつつある。これらの世界的にも稀有なデータセットを統計解析することで、金星オーロラの発生頻度、時空間変動、太陽風条件との相関を解析し、その形成メカニズムの解明に貢献することが期待される。