

金星雲頂熱構造の時間変動：地上望遠鏡による中間赤外線観測

三津山 和朗 [1]; 今村 剛 [2]; 佐川 英夫 [3]; 大月 祥子 [4]; 岩上 直幹 [5]; 神山 徹 [6]; 空華 智子 [7]; 佐藤 毅彦 [8]; 上野 宗孝 [9]; 笠羽 康正 [10]; 中村 正人 [11]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] JAXA 宇宙科学本部; [3] MPS; [4] 宇宙研; [5] 東大院・理・地球惑星科学; [6] 東大理地惑; [7] 東大・理・天文; [8] JAXA 宇宙研; [9] 宇宙航空研究開発機構; [10] 東北大・理; [11] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部

Temporal Variation of Small Structure in Venus Cloud Top : Ground-based observations with Mid-Infrared

Kazuaki Mitsuyama[1]; Takeshi Imamura[2]; Hideo Sagawa[3]; Shoko Ohtsuki[4]; Naomoto Iwagami[5]; Toru Kouyama[6]; Satoko Sorahana[7]; Takehiko Satoh[8]; Munetaka Ueno[9]; Yasumasa Kasaba[10]; Masato Nakamura[11]

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] ISAS/JAXA; [3] MPS; [4] ISAS/JAXA; [5] Earth and Planetary Science, U Tokyo; [6] EPS U-Tokyo; [7] Dept. Astronomy, Univ. Tokyo; [8] ISAS/JAXA; [9] ISAS / JAXA; [10] Tohoku Univ.; [11] ISAS/JAXA

Venus clouds lie at an altitude from 45 to 70 km in the Venus atmosphere and cover the whole planet. Observations with ultra-violet (UV) in the past, for example by Pioneer Venus orbiter, discovered that there are various structures in the Venus cloud-top with a scale from a few hundred to thousand kilometers, UV images show variations of the amount of unknown UV absorber in the clouds. Furthermore, latterly VMC boarded on Venus Express, a spacecraft launched by ESA, found out smaller structure with a horizontal scale of several dozen kilometers. On the other hand, Mid-infrared (MIR) is thermal emission from the cloud-top and we can know the thermal structures of cloud-top by observations with MIR. The previous study, however, didn't show any prominent structures like those in the UV images, except large scale ones near the pole because of lack of an enough spatial resolution and signal-to-noise ratio (S/N).

We have been conducting MIR observations with high spatial resolution and high S/N using ground-based large-aperture telescopes aiming to understand the atmospheric physics around the cloud-top. In observations in Dec. 2005 with Subaru telescope/COMICS, we found small scale structures of a horizontal scale about 300-600km and its fluctuations are about 0.5K. 0.5K corresponds to 150m change of altitude if converted with vertical lapse rate and indicates vertical variations of cloud-top or changes of inner atmospheric thermal structures. Based on this result, further observations have been carried out in Jul. and Oct. 2007, with IRTF/MIRSI and Subaru/COMICS, respectively. the target of these is to derive temporal variation of the small structures by observing Venus with about two hours interval. Additionally, Spectral data was obtained with Subaru telescope to retrieve the inner atmospheric structure.

As the result of these observations, we noted significant temporal variations of thermal structures. The magnitude of its fluctuation is about 0.5K in two hours. And, Spatial gradients, north to south or east to west, correlate to temporal variations. This suggests that temporal variations are caused by the propagation of spatial structures, and the estimated value of its speed is about 40m/s, which is slower than that of super-rotation and faster than meridional circulations. Especially in the sub-observing meridional plane in Subaru (this is evening terminator), the velocity points poleward and this may be due to the thermal tide.

Currently, we work in model simulation of radiative transfer with spectral data to reveal the relation of the small structures and background thermal structure and the distribution of cloud. Moreover, we plan to make comparison our result to the simultaneous data of VMC. This may clear up the relation between the structures in UV images and in MIR images.

金星大気には高度 45-70km に分厚い雲が存在し、惑星全球を覆っている。過去に行われた Pioneer Venus Orbiter などによる金星紫外線観測では、雲頂に分布する紫外線吸収物質の空間変動による模様が観測され、数百 km ~ 数千 km の様々な水平スケールの構造が雲頂に存在することが知られている。さらに近年、欧州宇宙機関の打ち上げた衛星 Venus Express (Vex) に搭載された紫外線観測装置 Venus Monitoring Camera (VMC) の成果では、水平スケール数十 km の雲構造も発見されている。一方、雲頂から熱放射される中間赤外線を観測することで雲頂付近の熱構造を導出することができる。しかし、過去の観測では空間分解能や S/N 比の不足から、極域付近の大規模構造を除いて、中低緯度においては紫外線画像に見られるような有意な構造は発見されていない。

我々の研究グループでは、大口径の地上望遠鏡を利用して、高空間分解能、高 S/N 比の金星の中間赤外線観測を行ってきており、雲頂高度での雲大気物理の解明を目指している。2005 年 12 月にすばる望遠鏡/COMICS を用いて行った観測では、水平スケール 300-600km、温度振幅 0.5K 程度の微細構造を発見した。0.5K は大気の鉛直温度勾配で換算すると 150m の高度差に相当し、雲頂の高度変動あるいは、内部の大気温度構造の違いを表している。

これを踏まえ、2007 年の 7 月と 10 月には、それぞれ IRTF/MIRSI、すばる望遠鏡/COMICS を用いて、およそ 2 時間の時間間隔をおいた金星の中間赤外線撮像画像を取得し、先の微細構造の時間変動の導出を試みた。加えて、すばる望遠鏡での観測では撮像画像取得の合間に、大気内部構造のリトリーバルのための分光観測 (7.8-13.3 micron [R = 250, 2500]) も行った。取得データの解析の結果、2 つの時刻における金星画像から有意な時間変動成分を導出できた。その変動量は 2 時間で約 0.5K 程度であった。また、1 つの金星画像から南北あるいは東西方向の空間温度勾配の成分を取り出したと

ころ、時間変動成分とよい相関がみられた。これは、時間変動は異なる場所の構造が伝播してきたことを示唆している。その伝播速度を見積もったところ、約 40m/s と、金星大気超回転よりは遅く、子午面循環よりは速い値となった。また、すばる望遠鏡での観測時の観測直下子午面(夕方境界)では、極へ向かう速度となり、これは熱潮汐波を見ている可能性がある。

現在、分光データと放射伝達のモデル計算を用いて、雲頂の微細空間構造と背景の大気温度構造、および雲高度分布との関係を導出している。また、本観測と同時刻の V_{ex}/V_{MC} のデータとの比較から、紫外線画像における雲模様と雲頂の熱構造の空間変動との関連性を議論していく予定である