

R009-22

B会場：11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:45~10:00

金星大気の対流圏界面高度と大気重力波の変動

#杉浦 美優¹⁾, 今村 剛²⁾, 安藤 紘基³⁾

(¹⁾ 東京大学, (²⁾ 東京大学, (³⁾ 京産大)

Variations of tropopause height and gravity waves in the Venusian atmosphere

#Miyu Sugiura¹⁾, Takeshi Imamura²⁾, Hiroki Ando³⁾

(¹Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, (²Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, (³Kyoto Sangyo University

At 50-70km altitudes in the Venusian atmosphere, there is a thick cloud layer composed of H₂SO₄ and H₂O liquid. Around the cloud base, the clouds absorb infrared radiation from the lower atmosphere and then the atmosphere is heated. On the other hand, the atmosphere near the cloud top is cooled by emitting infrared radiation to space. This drives convection in the lower cloud layer. Atmospheric gravity waves, with this convection being one of the excitation sources, propagate vertically and transport momentum between distant altitude regions. Thus, they play important roles in atmospheric dynamics.

In the previous studies, the latitudinal and local-time dependences of the convective layer thickness and the gravity wave activity were suggested. Unlike Earth, observations of Venus Express and Akatsuki radio occultation showed that the convective layer is thicker at higher latitudes (Tellmann et al. 2009; Ando et al. 2020). As the solar heating in the upper cloud layer decreases with latitude, convection will be enhanced at higher latitudes (Imamura et al. 2014). The enhancement of gravity wave activity in high latitudes (Tellmann et al. 2012; Ando et al. 2015) might be attributed to such latitude-dependent convection. On the other hand, the Venus Express radio occultation observed a periodical variation of the polar atmospheric temperature with a period of 3.1 Earth days, which was attributed to a planetary-scale wave (Ando et al. 2017). However, the variations of the convective layer and gravity wave activity associated with such waves have not been studied. Clarifying these aspects is crucial for understanding the dynamics of Venus's atmosphere from micro to planetary scales and is also expected to play an important role in comparative studies with other planetary atmospheres.

Through my analysis of data obtained during two periods of radio occultation observations by Venus Express, it was discovered for the first time that the tropopause height in the polar atmosphere changes with the same period as the temperature variations associated with the propagation of planetary-scale waves. Although it was predicted that stronger convection would result in a higher tropopause height and larger amplitudes of atmospheric gravity waves, only a weak correlation was found between the tropopause height and the amplitude of atmospheric gravity waves in both periods. Furthermore, when comparing the vertical wave number spectra between cases with high and low tropopause altitudes, an unexpected trend was observed in short-wave gravity waves: the lower the tropopause height, the larger the amplitude of atmospheric gravity waves.

In this study, we conduct a detailed analysis of this reverse trend using the Full Spectrum Inversion (FSI), a type of radio holography that has a higher vertical resolution than GO(Geometrical Optics).

金星には、濃硫酸から成る厚い雲層が高度 50-70 km において全球的に存在する。雲底付近では雲が下層大気からの赤外放射を吸収することで雲層下部が加熱される一方、雲頂付近では宇宙空間への赤外放射によって大気が冷却されるため、雲層下部（高度 50-55 km）で鉛直対流が生じている。この鉛直対流を励起源の一つとする大気重力波は鉛直方向に伝播し離れた高度間での運動量輸送に寄与するため、金星の大気大循環を考える上で重要である。

先行研究では、金星大気における対流層の厚さや大気重力波活動の緯度依存性や地方時依存性が示唆されている。例えば、金星では地球とは逆に、高緯度ほど対流層が厚くなっていることが欧州の金星探査機 Venus Express や「あかつき」の電波掩蔽観測によって示されている (Tellmann et al. 2009; Ando et al. 2020)。これは、高緯度では雲頂付近での太陽光加熱が小さくなるので、高緯度ほど対流が強化されることに起因する可能性がある指摘されている (Imamura et al. 2014)。高緯度での大気重力波活動の強化 (Tellmann et al.2012; Ando et al. 2015) はそのような対流層の強さの緯度依存性に起因する可能性がある。一方、Venus Express の電波掩蔽観測によって、金星極域大気の温度が約 3.1 日周期で変動する様子が捉えられており、約 3.1 日周期の惑星規模波動が伝播していることが先行研究からわかっている (Ando et al. 2017)。しかし、このような波に伴う対流層構造や大気重力波活動の変動の研究は行われておらず、これらを解明することは微細スケールから惑星規模に至るまでの金星大気の動力学を理解する上で重要であり、地球大気といった他の惑星大気との比較研究においても重要な役割を果たすと考えられる。

これまでに Venus Express の電波掩蔽観測で得られた 2 つの期間でのデータを自身で解析した結果、極域大気において惑星スケール波の伝播に伴う温度変動と同じ周期で対流圏界面高度も変動していることが初めて分かった。また、対流が強いほど対流圏界面高度が高く大気重力波の振幅が大きくなると予想したが、どちらの期間でも対流圏界面高度と大気重力波の振幅との間にほぼ相関はなかった。さらに、鉛直波数スペクトルを対流圏界面高度が高い場合と低い場合で比較したところ、短波重力波において、対流圏界面高度が低いほど大気重力波の振幅が大きいという、予想とは逆傾向の結果となった。

本研究では、幾何光学より高い鉛直分解能を実現できる電波ホログラフィーの一種である Full Spectrum Inversion (FSI) 法を用いて解析して、この逆の傾向について詳しい解析を行う。