

Venus Express 電波掩蔽観測による金星下層大気構造についての研究

安藤 紘基 [1]; 今村 剛 [2]

[1] ISAS/JAXA; [2] JAXA 宇宙科学研究所

Study of the Venusian lower atmosphere by radio occultation in Venus Express mission

Hiroki Ando[1]; Takeshi Imamura[2]

[1] ISAS/JAXA; [2] ISAS/JAXA

Venus is surrounded by thick cloud which is composed of sulfuric acid from 50 to 70 km altitudes. Atmospheric structure above the cloud layer has been investigated by optical measurements in Pioneer Venus and Venus Express missions and ground telescopes. Below the cloud layer, on the other hand, vertical temperature and zonal wind velocity profiles were observed by probe measurements in Venera and Pioneer Venus missions. However only particular place can be observed by probe measurement, thus spatial structure of the atmosphere cannot be investigated. Measurements by an optical equipment and a ground telescope cannot observe the Venusian atmosphere below the cloud layer. Therefore, there is almost no knowledge about the structure of the lower atmosphere. One of the method to overcome this current situation is radio occultation technique, which can measure the vertical temperature distribution with high accuracy and resolution. In this study we analyzed the radio occultation data obtained in Venus Express mission to retrieve the vertical temperature profile and investigate the structure of the lower atmosphere.

In this study we analyzed the data obtained from July 2006 to June 2010. The number of the data is 280. In this analysis we assumed that the temperature distribution does not have the dependencies to the hemisphere and local time. We obtained the meridional distribution of the temporal and zonal mean of the temperature and found that it was qualitatively consistent with that obtained in Pioneer Venus mission. We also calculated that of the atmospheric stability. Above 62 km altitudes the atmosphere is basically stable. Below 62 km altitudes, on the other hand, the low stability layer exists from 47 km to 56 km altitudes in the low and middle latitudes, which reflects the convection layer in the Venusian cloud layer. Below 47 km altitude there is a little stable layer. This feature has also been seen in the probe measurements in Pioneer Venus mission. In the high latitude region, on the other hand, the low stable layer consecutively exists from 40 to 57 km altitudes. We expect that this might be attributed to not only convection but also dynamical and chemical factors which keep the atmospheric stability averagely low.

金星は、高度 50-70 km に渡って存在する分厚い硫酸の雲によって全球的に覆われている。雲層より上の領域における大気構造は、Pioneer Venus や Venus Express といった昨今の衛星ミッションにおける光学観測や望遠鏡による地上観測によって数多く研究されてきた。一方、雲層より下の大気構造については、過去の Venera ミッションや Pioneer Venus ミッションにおけるプローブ観測によって温度や風速が調べられているが、プローブではある特定の場所しか調べることができず、空間情報に乏しいという欠点がある。また、光学観測や地上観測を用いても金星の分厚い雲によって阻まれてしまうため、それらから雲層より下の大気構造を把握することは困難である。故に、金星雲層より下の大気構造についての知見は、皆無に等しいというのが現状である。これを打開できる手段の一つとして、気温の高度分布を高精度（温度測定誤差 ~ 0.1 K）かつ高分解能（鉛直分解能 ~ 1 km）で測定できる電波掩蔽観測が挙げられる。本研究では、欧州宇宙機関 ESA が打ち上げた金星周回衛星 Venus Express における電波掩蔽観測のデータを解析することで、金星雲層より下の鉛直温度分布を計算し、これまで見ることが出来なかった金星雲層より下の大気構造について考察した。

本研究では 2006 年 7 月から 2010 年 6 月までに得られた観測データを解析し、全部で 280 個の鉛直温度プロファイルを得た。今回の解析では、温度分布には半球依存性やローカルタイム依存性は無い、と仮定した。得られた温度分布を緯度 10° ごとに集積し、それぞれの緯度帯でそれらを高度方向に 1 km ずつ平均することで、40-85 km における金星大気温度の子午面断面図を求め、それは過去に Pioneer Venus の電波掩蔽観測で得られた結果と定性的には整合していた。また得られた温度分布を用いて大気の静的安定度の子午面断面図も計算した。高度 62 km より上の領域では、大気は安定な状態であることが分かる。特に高緯度には、大気安定度が大きくなっている領域が高度 65 km 周辺にあるが、これは高緯度特有の局所的に冷たい領域（cold collar）の存在によるものである。一方、高度 62 km より下の領域では、低緯度や中緯度においては高度 47-56 km にて安定度の低い領域が広がっており、これは金星雲層中に存在する対流層を反映している。また、それより下の高度領域では弱安定な領域が存在していることが分かる。この様な高度方向の大気安定度の特徴は、過去の Pioneer Venus ミッションにおける数少ないプローブ観測と定性的に整合している。一方、高緯度では中立安定な領域が高度 40-57 km まで連続して広がっていることがわかる。金星雲層の雲底では下層大気からの赤外放射を吸収し温度が高くなるため、雲底より下では大気は安定になると考えられるが、実際の観測結果はそれと矛盾するものである。故に高緯度で見られる鉛直方向に連続的に広がる低安定度層は、対流層の影響だけでなく平均的に大気安定度を低く保つような力学的または化学的要因によるものと考えられる。