

VEX/VIRTIS を用いて推定された金星北半球高緯度域の雲層構造

黒田 壮大 [1]; 笠羽 康正 [2]; 黒田 剛史 [2]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理

Latitudinal cloud characteristics in the Venusian northern high-latitude region evaluated from VEX/VIRTIS observations

Morihiro Kuroda[1]; Yasumasa Kasaba[2]; Takeshi Kuroda[2]
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Tohoku Univ.

This paper presents the characteristics of Venusian northern high-latitude clouds, i.e. their opacity, cloud top temperature and altitude, evaluated from Venus Express (VEX) observation. We also try to interpret them with the possible atmospheric circulation around the polar vortex structure.

The high latitude region have mainly been investigated in the southern hemisphere by Venus Monitoring Camera (VMC) and Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer - M channel (VIRTIS-M) aboard VEX. There is a bright dipole feature surrounded by a cold collar [Piccioni et al., 2007]. It is also found that the cloud top altitude decreases poleward [Ignatiev et al., 2008]. Furthermore, the past flyby observations by Galileo indicated that cloud mean particle size in the Northern hemisphere is more than that in the Southern one [Carson et al., 1993]. We pay attention the differences between both hemispheres in other aspects.

Firstly, we investigated the latitudinal variations of cloud opacity, cloud top temperature and altitude in the northern hemisphere by the data observed by VIRTIS - High spectral resolution channel (VIRTIS-H). This instrument can provide the information of northern hemisphere which has not been well reported yet in past VEX studies, so using all official data which observed the northern hemisphere by nadir mode we tried to compare these characteristics in the northern hemisphere to those in the southern hemisphere.

(A) In the night side 2.3 μ m thermal radiation, we could not find enough flux from lower altitude regions in the latitude more than 70degN. We conclude the cloud optical thickness in high latitude region is constantly about twice of that in lower latitudes. This tendency is consistent with past southern hemispheric result [Wilson et al. 2008].

(B) We retrieved the cloud top temperature from 5 μ m radiation and the dayside cloud top altitude by 2.2 μ m CO₂ absorption band. The averaged cloud top temperature increased from 223 K at 65degN (cold collar region) to 234 K at 80degN (bright dipole region). On the other hand, the averaged cloud top altitude at 80degN (65.4 \pm 0.9km) was lower than that at 65degN (68.1 \pm 0.5km). These are consistent with the characteristics in the southern hemisphere [Ignatiev et al., 2008].

(C) We compared the averaged latitudinal distributions of cloud opacity (from A), cloud top temperature and altitude (from B) from 15 orbits with the resolution of 1 deg. in latitude. Although there was a negative correlation between the cloud top temperature and its altitude (from B), there were no remarkable characteristics between other two. It suggests the temperature of the Venusian polar structure is affected by cloud top altitude.

Secondly, to interpret the first analysis results with the possible atmospheric circulation around the polar vortex structure we investigated the carbon monoxide distributions under the cloud layer and its relationship with brightness temperature of the cloud-top range using VIRTIS-M observation data. Since CO can be used as an atmospheric dynamical tracer [Tsang et al., 2008], we investigated the correlation of the atmospheric circulation with the structure of polar vortex shown as a temperature structure. As a result, the mixing ratio increased from 14 \pm 3ppm at equator regions to 25 \pm 5ppm at 65degN, and it decreased to 21 \pm 5ppm at 85degN. Furthermore, we confirmed that there was a negative correlation between the CO distributions and brightness temperature of the cloud-top range, and the peak of CO abundance was located in the cold collar regions and its abundance decreased toward bright dipole region. Since CO under the cloud is transported from the upper layer, the CO enhancement in the cold collar can be interpreted the down-welling region of planetary-scale circulations, i.e., the Hadley-Circulation.

We are now trying to evaluate this suggestion with a GCM modeling result. In the paper, we will also report the results including their interpretations.

本講演では、金星探査衛星 Venus Express (VEX) の観測による、金星北半球高緯度域の「雲の光学的厚さ」「雲頂温度」「雲頂高度」の緯度分布およびそれらの相関について、ここまでの解析結果を報告する。また、この結果と極渦近辺の大気循環との関係について議論する。

近年、金星探査衛星 Venus EXpress(VEX) で大域分布を得やすい南半球高緯度の研究が進みつつある。Venus Monitoring Camera (VMC) と Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer - M channel (VIRTIS-M) による紫外撮像・近赤外低分散分光撮像観測により、高緯度領域の Polar dipole と呼ばれる高温領域、およびその周囲にある Cold collar と呼ばれる低温領域の構造が明らかになってきた [Piccioni et al., 2007]。この領域では、雲頂高度が中低緯度域 (74 \pm 1km) よりも低下していく (63-69km) [Ignatiev et al., 2008]。一方で、Galileo 探査衛星の Near-Infrared Mapping Spectrometer (NIMS) による観測から、北半球における雲粒子の粒径サイズが南半球とは異なるという結果 [Carson et al., 1993] が報告されており、南北の雲構造の特徴の差異を調べる必要がある。VEX は北半球側に近金点があるため、北半球高緯度域の大局分布は得にくく、そちらに着目した研究はここまであまり行われていない。

本研究では北半球側の様相の解明に主眼を置き、VEX に搭載されている VIRTIS - High spectral resolution channel (VIRTIS-H) のデータによる北半球高緯度域の雲層構造を解析した。VIRTIS-H は、視野が狭いものの、ほぼ常時 Nadir で観測を継続しているため、均質な北半球側雲層情報を得ることができる。これにより得られる北半球における Nadir 方向の公開されている全ての近赤外線分光データを用いて、北半球側の「雲の光学的厚さ」「雲頂温度」「雲頂高度」に以下の緯度分布およびその相関を見出した。

(1) 夜面 2.3 μm 帯 (雲層下からの熱放射) によって雲の光学的厚さを推定した。緯度 70 度以上では放射強度レベルが常に 0 に近い。金星大気モデルを用いた放射計算により、この波長帯での雲層の光学的厚さは、高緯度域では定常的に中低緯度域より 2 倍程度となることが示された。すなわち、金星の極域は「より雲量が多い」ことが推定される。この結果は、南半球での解析結果 [Wilson et al. 2008] と一致する。

(2) 雲頂での温度および高度を導出した。前者は 5 μm 帯熱放射から、後者は昼面 2.2 μm 帯 CO₂ 吸収バンドから導出している。雲頂温度は、Cold collar 領域の緯度 65 度で 223 K に対し、Polar dipole 領域の緯度 80 度で 234 K と上昇していく傾向がみられた。一方、雲頂高度は、緯度 65 度で 68.1 \pm 0.5km に対し、緯度 80 度では 65.4 \pm 0.9km と下降する傾向を確認した。これは、Ignatiev et al. (2008) が示す南半球での傾向と一致し、この点で南北の差異がないことを確認した。

(3) 北半球における計 15 軌道の nadir 観測データから、(1) から導出した「雲の光学的厚さ」および (2) で導出した「雲頂温度・高度」の平均緯度分布 (分解能: 1 度、緯度 0 度~90 度) の相関を調べた。「雲頂温度」と「雲頂高度」には負の相関がみられたが、その他の相関はみられなかった。このことから、極域で見られる大規模温度構造 Polar dipole および Cold collar は、雲頂高度の影響を受けていることが示唆される。

次に、極域雲層構造と極渦近辺の大気循環との相関を調べるため、雲層下の一酸化炭素分布と雲頂温度の相関を解析した。一酸化炭素は、金星大気循環のトレーサーとして用いる事が出来る [Tsang et al., 2008]。CO 量の導出には、Band Ratio Technique [cf. Tsang et al., 2009] を用いた。その結果、CO 混合比は赤道で 14 \pm 3ppm、緯度 65 度付近で 25 \pm 5ppm と、高緯度域で増加する傾向があり、その後極域に向けて下降する傾向がみられ、緯度 85 度付近では 21 \pm 5ppm となる。CO 混合比が最大値となる緯度 N65- 70 度付近は Cold collar の位置に対応し、またその量は Polar dipole に向かうにつれて下降していく。これらの分布は雲頂温度と負相関となることが確認された。雲層下の CO は上層から大気循環によって輸送されてくる。このため、Cold collar は大気循環による下降気流の位置にあると示唆される。

本講演では、実施途上にある大気大循環モデル計算との比較についても合わせて報告する予定である。