

中間赤外線観測による金星雲頂/二酸化硫黄の空間変動の研究

Observational Study of the Spatial Variation of Cloud-top Altitude in the Venusian Atmosphere

宇宙惑星科学講座 中村正人研究室 三津山和朗

・研究背景と目的

金星の雲は大気中、高度約 45~70 km に存在し、惑星全体を隈なくおおっている。太陽からの入射エネルギーの大部分 (~80%) はこの雲により惑星大気の外へ反射され、また雲より下層の大気からの熱放射も広い波長域にわたり光学的に分厚い雲に吸収される。このように金星大気の熱収支において、雲の及ぼす影響は大きい。そのため金星気象現象を理解するうえで、惑星上で雲がどのように分布し、どのような力学的振る舞いをするかを観測的に示すことは重要である。

過去に金星大気に投入されたプローブによるその場観測の結果では、雲層中層あたりで鉛直温度勾配が断熱温度勾配に近く、大気は対流が生じた結果の中立成層を形成していると考えられている。また、紫外線による遠隔観測では、太陽直下点付近に対流セルをおもわせる数 100km スケールの斑状の構造が見られ、対流が雲頂まで届いている可能性を示唆している。しかし、紫外線で観測されるものは、雲内の太陽光吸収物質の変動であり、雲そのものの構造ではないため、その議論は踏みとどまっている。

本研究ではこのような現状をふまえ、雲頂付近から熱放射される中間赤外線を利用して雲頂のメソスケール (~数 100km) の空間変動を観測し導出することを目的としている。雲上層にまで対流が存在していれば、雲頂の高度変動や空気塊の鉛直移動により、雲頂の温度が変化し、観測される中間赤外線量に有意な変動が生じると予想される。

先行の地上観測 (Apt *et al.*, 1979 他) では、空間分解能が低いこと、S/N 比が小さいことなどにより全球的な雲頂の変動しか導出できていない。本観測は、2005 年の 12 月に、ハワイ・マウナケア山山頂にある口径 8.2m のすばる望遠鏡を利用することで、既存の研究より高解像度の空間分解能 100km 以下で高 S/N 比の観測データを得ることができた。

・観測結果

本研究では、中心波長 8.6 μm , 11.3 μm , 17.7 μm の観測を行い、地球大気の影響の除去など適切な一次処理を行った結果、前の 2 波長について有意な物理量を導出できた (図 1)。

8.6 μm 、11.3 μm における金星大気の荷重関数

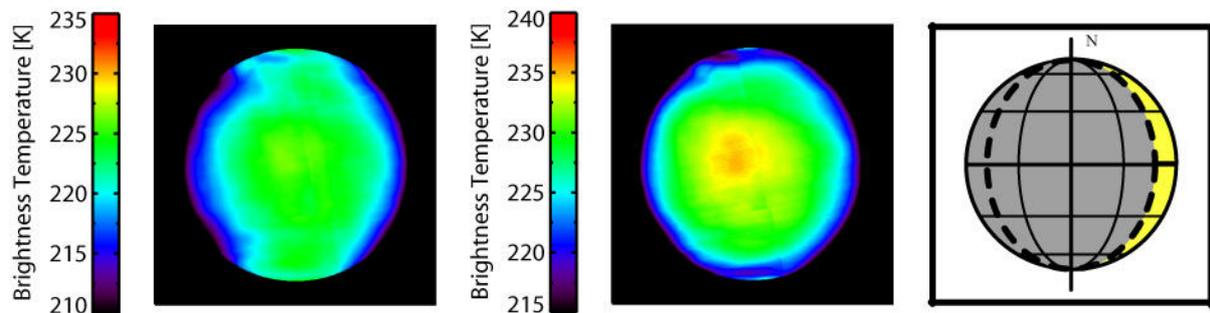


図 1 : 2005/12/15 の金星雲の一次処理画像。(左) 8.6 μm (右) 11.3 μm の画像

を計算すると、それぞれ 66, 64km となり、これらの波長は金星の雲頂付近の異なる高度の構造をみていることになる。両波長ともに、中心から周辺に向かうにしたがい温度が下がる周辺減光の効果と、両極域が高温部、そのまわりに低温領域という構造がみられる。誤差評価を行うと、相対温度誤差（温度分解能）は、Flat 補正による誤差が最も大きく、全球的には 0.1K @ 8.6 μ m, 0.4K @ 11.3 μ m で、局所的には、0.04K @ 8.6 μ m, 0.08K @ 11.3 μ m となる。一方、絶対温度誤差は、標準星による輝度温度換算の誤差で、おおよそ 4 K 程度である。

図 1 に見られるように、中間赤外線画像では金星は滑らかで、周辺減光の構造が突出している。小さな振幅の微細構造を導出するためには、この大規模構造を取り除く必要がある。本研究では、ガウス関数を利用した High-pass 画像と、2 枚の金星フレームの引き算による、空間差分画像を作成し、金星雲頂に存在する数 100km 微小スケールの構造を取り出した（図 2）。

・考察/結論

本研究では、金星雲頂の水平スケール数 100km の構造を世界で初めて観測し導出した。

微細構造の特徴は、

- ・中高緯度：帯状構造 幅~300km 振幅 ~1K
- ・低緯度：斑状構造 直径 300~600km 振幅~0.5K

これらの振幅を金星雲頂付近での鉛直温度勾配で換算すると、それぞれ約 300, 150m の高度変動に相当する。斑状構造の温度変動を生じるメカニズムとしては対流の可能性が大きい。地球の気象学から予想される対流の水平スケールは数 km 程度であり、この斑状構造は複数の対流セルの集合の可能性もある。その議論のためにはさらなる空間分解能が要求され、Planet-C の LIR の観測に期待したい。地上観測で狙える科学としては、多波長、あるいは分光観測により、異なる高度での構造を導出することで、鉛直温度勾配が計算でき、この構造が対流か否かの議論を行える。

我々は、2007 年 7 月に、NASA の IRTF を利用した中間赤外線多波長撮像の観測を予定している。

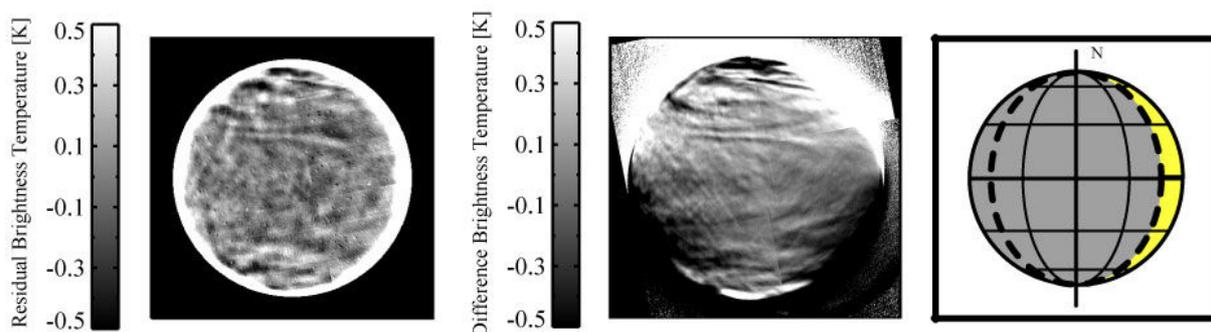


図 2 : 2005/12/16 の金星雲の微細構造画像 (左) High-pass 画像 (右) 空間差分画像