

プラネタリースケールの波を介した金星熱圏-下層大気結合の数値シミュレーション

Venus GCM simulations for the coupling between the thermosphere and the lower atmosphere through planetary-scale waves

星野 直哉 [1]; 藤原 均 [1]; 高木 征弘 [2]; 高橋 幸弘 [1]; 笠羽 康正 [3]

Naoya Hoshino[1]; Hitoshi Fujiwara[1]; Masahiro Takagi[2]; Yukihiro Takahashi[1]; Yasumasa Kasaba[3]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東大・理・地球惑星科学; [3] 東北大・理

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. of Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo; [3] Tohoku Univ.

大気波動は伝搬に伴う運動量輸送や背景大気の擾乱、破碎に伴う乱流拡散を通して惑星大気のダイナミクスに本質的な役割を果たしている。金星では、Zhang et al. [1996] の数値計算により、雲層 (50-70 km) で生じた重力波が西向き運動量を上層大気に輸送し、熱圏 (110 km 以上) で約 60 m/s の西向き高速東西風が形成されることが示唆されている。しかし、先行研究では重力波のみに注目しており、プラネタリースケールの波 (例えば、熱潮汐波やケルビン波) が金星の上層大気に与える影響は調べられてこなかった。近年、Forbes and Konopliv [2007] により、熱圏において下層大気起源と考えられる 9 日周期の波の存在が明らかとされた。この波は雲層から伝搬してくる 4 日周期のケルビン波が 2.6 日周期の波と相互作用することで生じると示唆されている。また、Takagi and Matsuda [2006] の数値計算により熱潮汐波が雲層風速の西向き加速に伴い、上層/下層へと伝搬する可能性が示唆されている。本研究では下層から伝搬するプラネタリースケールの波が金星中間圏 (70-110 km) ・熱圏に与える影響を、大気大循環モデル (GCM) を用いた数値シミュレーションにより明らかにする。

本研究では熱潮汐波 (一日潮、半日潮)、ケルビン波を考慮する。これらの大気波動はモデル下端 (80 km) において、大気波動に対応するジオポテンシャル分布を波の位相速度で移動させることで発生させる。波の形状、位相速度、振幅の情報は Del Genio and Rossow [1990] 及び Rossow et al. [1990] による観測結果から与える。熱潮汐波、ケルビン波の位相速度は各々 3 m/s (東向き), -115 m/s (西向き) である。熱潮汐波、ケルビン波の風速の振幅が 10 m/s となるようにジオポテンシャルの振幅を決定した。

数値計算の結果、高度約 80 km 以上において一日潮の鉛直伝搬は見られなかった。また、半日潮は約 90 km まで伝搬するものの、高度約 90 km 以上では東西風擾乱が 2 m/s 以下であった。これより、熱潮汐波が金星中間圏・熱圏風速場に対して与える影響はほぼ無視しうることが示唆される。一方、ケルビン波は鉛直波長 40-50 km で高度 110-120 km 付近まで伝搬した。ケルビン波は O₂ 大気光の発光高度 (約 95 km) においては夜側の風速場を 4 日周期で変動させており、O₂ 大気光分布に 4 日周期の変動が存在する可能性が示唆された。ケルビン波を考慮した場合としない場合でのシミュレーションを実施し、ケルビン波による運動量輸送の効果を見積もった。その結果、ケルビン波のあり・なしで帯状平均東西風にはほとんど差が生じず、ケルビン波による運動量輸送の効果は無視しうる事が示された。以上の結果は、過去に観測されている西向きの熱圏高速東西風の形成に、熱潮汐波、ケルビン波が寄与しないことを示しており、他の大気波動が熱圏高速東西風形成には重要であることを間接的に示唆している。