

金星雲層高度での惑星規模大気波動の鉛直伝搬に伴う大気加速

神山 徹 [1]; 今村 剛 [2]; 中村 正人 [3]; 佐藤 毅彦 [4]; 二穴 喜文 [5]
[1] 産総研; [2] JAXA 宇宙科学研究所; [3] 宇宙研; [4] 宇宙研; [5] IRF

Zonal wind speed acceleration due to vertical propagation of planetary-scale waves in the upper cloud region of Venus

Toru Kouyama[1]; Takeshi Imamura[2]; Masato Nakamura[3]; Takehiko Satoh[4]; Yoshifumi Futaana[5]
[1] AIST; [2] ISAS/JAXA; [3] ISAS; [4] ISAS, JAXA; [5] IRF

Recently it was found that the low-latitude zonal wind and the amplitudes of Kelvin and Rossby waves at the cloud top of Venus show long-term variations in a synchronized manner. For the purpose of explaining this synchronization, we investigated the influence of the background zonal wind profile on the upward propagation of Kelvin and Rossby waves at altitudes 60-80 km. Results from a linearized primitive equation model suggests that Kelvin waves can reach the cloud top height when the background wind speed is slow, whereas Rossby waves can reach the cloud top when the background wind speed is fast. These features obtained from the model are consistent with the observations.

Since the momentum deposition by these waves can accelerate or decelerate the mean flow, these waves may contribute to the variation of the background wind. The calculated spatial distributions of the momentum dissipation indicate that the Kelvin waves accelerate the low-latitude atmosphere. On the other hand, the Rossby waves decelerate mainly the mid-latitude atmosphere.

金星には自転速度をはるかに上回る速度で大気が回転する「スーパーローテーション」と呼ばれる現象が知られている。金星を覆う雲の頂上 (~70km) において風速は極大となり、 100m s^{-1} にも達する西向きの高速帯上風が、その発見から 40 年以上にわたって存在し続けている。8 年以上にわたる Venus Express による継続観測により、このスーパーローテーションに金星年スケールの興味深い時間変動が報告されている。2006 年から 2010 年にわたっては約 10m s^{-1} の振幅で 1 金星年程度の周期で準周期的に東西風速が増減する一方 (Kouyama et al., 2013)、2006 年から平均的に風速が増大する傾向が見られている (Khatuntsev et al., 2013)。加えて雲頂高度において、風速が比較的遅い時期には「赤道ケルビン波」的な風速擾乱が卓越し、比較的速い時期には「ロスビー波」的擾乱の卓越がしばしば観測されている (Kouyama et al., 2013)。このような背景風速が速い・遅いといった違いと卓越する大気波動の間に関連性についての知見はまだ得られていない。そこで本研究では雲層下部高度において励起された惑星規模のケルビン波・ロスビー波が、どのような背景風速条件の場合であれば雲頂高度においても観測されうるかを Cobey & Schubert(1982) にもとづく線形計算により調査した。

金星の雲層高度では擾乱に対して強い放射減衰 (時定数 5~10 日, Crisp, 1989) が働く。このため下層で励起された大気波動がもし遅い鉛直伝搬速度を持つ場合、雲頂上高度に伝わる前に減衰してしまう。波動の鉛直伝搬速度はケルビン波、ロスビー波ともに背景東西風速度と波の位相速度の差、内部位相速度に比例するような関係があることが知られている。そこで線形計算においては速い・遅い時期を模擬した風速分布それぞれにおいて、観測されている位相速度を持つ両波動を与えその伝搬の様子を調査した。その結果、背景風速の速い場合においてはロスビー波が、遅い場合においてはケルビン波が風速の振幅を保ったまま雲頂高度まで伝搬可能であることが分かった。またこのようなケルビン波は 1 日あたり 0.1m s^{-1} 、100 日で 10m s^{-1} もの東西風速加速を赤道域においてもたらすことが推定された。一方ロスビー波は主に中緯度で強い東西風速の減速をもたらす。