

電波ホログラフィ法による金星大気の電波掩蔽データの解析

宮本 麻由 [1]; 今村 剛 [2]; 安藤 紘基 [3]; 津田 敏隆 [4]; 青山 雄一 [5]

[1] 東大・理・地惑; [2] JAXA 宇宙科学研究所; [3] ISAS/JAXA; [4] 京大・生存研; [5] 極地研

Radio holographic analysis of Venus' radio occultation data

Mayu Miyamoto[1]; Takeshi Imamura[2]; Hiroki Ando[3]; Toshitaka Tsuda[4]; Yuichi Aoyama[5]

[1] Earth and Planetary Science, The University of Tokyo; [2] ISAS/JAXA; [3] ISAS/JAXA; [4] RISH, Kyoto Univ.; [5] NIPR

Gravity waves are considered to drive the atmospheric general circulation by vertical transportation of momentum and energy. Gravity wave breaking occurs via local instabilities such as convective instability and shear instability as the amplitude of the wave increases in the course of upward propagation. Turbulence following the gravity wave braking plays an important role in the diffusion of atmospheric substances, momentum, and energy.

Gravity waves with vertical wavelengths from a few tens of meters to kilometers have been observed in the Earth's atmosphere by radiosondes and radars. Also in the atmospheres of other planets, gravity waves are observed by various methods including radio occultation. The radio occultation method relies on the measurement of the frequency shift of the received signal caused by the bending of radio waves in the radial gradient of the refractive index in the atmosphere.

The geometrical optics method has long been used for the analysis of radio occultation data. However, this method cannot disentangle multipath rays and vertical resolution is limited by the size of the Fresnel zone (~1 km). Because of this limitation, only a limited part of the gravity wave spectrum has been covered, and thus the propagation and dissipation mechanisms of the gravity waves in other planets are poorly understood.

Radio holographic methods have been proposed for processing of radio occultation signals in multipath regions and obtaining atmospheric profiles with high resolution. One of them is the Full Spectrum Inversion (FSI), which was recently applied to GPS occultation data of the Earth's atmosphere. By applying this technique to Venus Express radio occultation data, we derived temperature profiles with high vertical resolution. In this presentation, the vertical wave number spectra will be compared among different altitudes, latitudes, and longitudes, and the spatial distribution of unstable layers will be investigated for studying propagation and dissipation of the gravity waves.

重力波は浮力を復元力とする波動で、運動量やエネルギーを鉛直輸送して大気大循環を駆動すると考えられている。また上方伝搬と共に波の振幅が大きくなると、対流不安定やシア不安定といった局所的な不安定を介して碎波し、それに伴う乱流は物質やエネルギーや運動量の拡散に重要な役割を果たすと考えられている。地球大気では、ラジオゾンデやレーダーにより鉛直波長が数十 m ~ 数 km の重力波が観測され、小スケールの波の構造まで良く理解されている。一方、他の惑星では地球と同様の気象観測は機会が限られるため、主に電波掩蔽観測によって得られる高度方向の温度分布から、波に伴う温度擾乱を取り出して重力波の性質が議論されている。しかし従来の電波掩蔽データの解析においては電波を1本の光線として扱う幾何光学解法が用いられているため、屈折率の勾配が大きい領域を通過した電波は、複数経路の電波と重なり地上で同時に受信されてしまうため、分離できない。また、電波の回折効果により鉛直分解能が1 km 程度に制限されるため、これでは幅広い重力波スペクトルのうちのごく一部分しかとらえておらず、地球以外の惑星における重力波の伝搬・散逸過程はほとんど理解されていない。

そこで我々は、近年の地球大気におけるGPS掩蔽観測で用いられている電波ホログラフィ法 (Jensen et al., 2003) という、受信信号の振幅と位相の時系列全体を同時にスペクトル解析して分解能を上げる解法を金星大気に応用した。このことにより、鉛直波長 100 m 程度という高分解能な金星大気の温度の鉛直分布が得られた。

次に、得られた温度の鉛直分布から重力波に伴うと思われる温度擾乱を抽出し、それらの鉛直波数スペクトルを求めた。また、温度の鉛直分布からは大気安定度の鉛直分布も求めた。本発表では鉛直波数スペクトルの高度や経度・緯度ごとの比較や、安定度の鉛直分布における不安定層の分布について調べ、重力波の伝搬特性と碎波の性質について議論する。