

R009-35

Zoom meeting D : 11/2 PM1 (13:45-15:30)

14:00~14:15

## 電波掩蔽データ解析による火星大気の微細構造の抽出と解析手法の改良

#櫻井 龍太郎<sup>1)</sup>, 今村 剛<sup>2)</sup>

(<sup>1</sup> 東大院・新領域・複雑理工, (<sup>2</sup> 東京大学)

### Martian atmospheric structures studied with radio occultation and Improvement of analysis method

#Ryutaro Sakurai<sup>1)</sup>, Takeshi Imamura<sup>2)</sup>

(<sup>1</sup> Univ. of Tokyo, FS, (<sup>2</sup> The University of Tokyo)

Radio occultation is a method to derive the vertical structure of an atmosphere from the frequency time series of radio waves transmitted from the spacecraft and recorded at the ground station after passing through the planet's atmosphere. The method is effective especially for studies of fine structures in planetary atmospheres. The geometrical optics method has been used to obtain the ray path at each moment from the instantaneous frequency and then determine the atmospheric structure sequentially. In contrast, Full Spectrum Inversion (FSI) proposed by Jensen et al. (2003), one of the radio holographic methods, analyzes the whole time series at once. This method has been applied to the Venusian atmosphere by Imamura et al (2018) to reveal fine vertical structures in the atmosphere that could not be captured by previous analysis.

Radio occultation observation has been utilized to study the temperature structure of Martian atmosphere. Various meso-scale structures such as atmospheric gravity waves, convective boundary layer, and thin neutral layers that occur at night have been detected. Such fluid dynamical processes are thought to play important roles in the transport of energy and momentum. However, geometrical optics method has an altitude resolution of about 1 km, which is not sufficient to fully resolve the vertical structures of these phenomena.

We report the following two results. (1) we analyzed the Mars Global Surveyor (MGS) radio occultation data by both the geometrical optics method and FSI, and compared the results. MGS conducted many radio occultations during its mission period from 1997 to 2006, and here we report results from a portion of the data. (2) We have also improved the details of the analysis method. Specifically, we have improved the FSI analysis program that we currently use. In the current program includes several tunable parameters that are determined manually for each data, and thus it takes a long time to analyze a single data. In addition, artificial temperature oscillations appear in the results for specific seasons, latitudes, and local times. The influence of the ionosphere is sometimes seen in the solution of the neutral atmosphere. We are trying to solve these problems.

電波掩蔽観測は、探査機から送信され惑星大気を通過したのち地上局で記録された信号から大気鉛直構造を導出するものであり、惑星大気中の微細な構造を研究するための効果的な手法の一つである。大気鉛直構造を導出する手法として、従来は各瞬間の電波経路を算出してから大気構造を求める幾何光学法が用いられてきた。これに対し、近年考案された電波ホログラフィ法の一つである Full Spectrum Inversion (FSI) (Jensen et al.2003) が Imamura et al. (2018) によって金星大気に応用され、幾何光学法と比べて大幅に鉛直分解能が向上することにより、従来の解析では捉えられなかった大気中の細かい構造が見えることが示された。

これまで火星周回機を用いた電波掩蔽観測により、火星大気温度構造が求められ、そこから大気重力波、対流境界層、夜間に発生する氷の雲による薄い安定層等の様々な微細構造が存在することが明らかにされてきた。そのような流体力学過程はエネルギーと運動量の輸送に重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、従来の解析では高度分解能が 1km 程度であり、これらの現象を十分に分解し解析することができない。

そこで本研究では、以下の二つのことを行った。

(1) 火星探査機マーズ・グローバル・サーベイヤーから得られた電波掩蔽データを従来の解析手法である幾何光学法と新手法である FSI で解析し、結果を比較した。ただし、マーズ・グローバル・サーベイヤーは 1997 年から 2006 年までのミッション期間中に多数回の電波掩蔽を実施したが、ここではその一部のデータについての現段階における結果を報告する。

(2) 解析手法の細部の改良も行った。具体的には現在使用している FSI 解析プログラムの改良を行った。現段階における解析では、解析途中の段階でデータごとに手動で経験的に決めるパラメータがいくつか存在し、それらの影響で一つのデータを解析するまでの時間がかかり過ぎてしまうという問題があった。また、これまでに解析を行ったデータの結果のうち、特定の季節・緯度・ローカルタイムのデータの結果において周期的な温度振動が検出され、中性大気だけでなく電離層の影響が現れてしまうようなものも含まれた。本研究ではこれらの問題を解決するために現状の FSI 解析プログラムの修正も試みた。