

論文審査の結果の要旨

氏名 宮本麻由

電波掩蔽とは探査機が地上局から見て惑星の背後を通過した際に、探査機から送信された電波が惑星大気を通過し地上局に届くことを利用した観測である。惑星大気の高高度方向の温度分布を測定することができ、惑星探査における重要な観測手法のひとつである。電波掩蔽データの解析においては長年、電波を1本の光線として扱う幾何光学的解法が用いられてきた。しかし、この解法では複数経路(以下マルチパス)の電波が重なり地上で同時に受信されると分離できない。マルチパスは金星では高緯度に見られる温度逆転領域でしばしば生じる。また、この解法では鉛直分解能がフレネルゾーンと呼ばれる量で制限される。

本論文では上記の欠点を補うために新たに提案されている電波ホログラフィ法を用いて金星大気の構造を決定した。この方法はマルチパス領域の処理と高分解能で大気構造を得るために提案された手法であり、そのうちの 하나가 Full Spectrum Inversion (FSI)と言われ、近年の地球大気におけるGPS掩蔽観測で用いられている。本論文では、このFSIを欧州のVenus Expressにおける電波掩蔽データに適用し金星大気の鉛直温度分布を新たに求め、惑星大気観測におけるFSIの有効性を実証した。

第1章では電波掩蔽の基本的な概念、さらに金星大気の研究への応用、また従来の方法の限界が述べられている。

第2章では本研究に用いたデータセット(欧州のVenus Expressによる)、信号処理の方法、従来用いられて来た幾何光学的解法、新たな解析方法としてFull Spectrum Inversion (FSI)の手法、理想的な円軌道におけるFSIからの補正と大気科学への応用方法が記述されている。

第3章は結果を記述したものである。FSIにより求めた金星大気の鉛直温度分布はマルチパス成分を分離し、高鉛直分解能(~150m)を達成した事が述べられた。これにより金星大気温度構造について新たに(1)中高緯度で従来知られていたよりもシャープな温度極小構造が見られ、温度極小の直下が断熱温度勾配になっていること、およびこの中立層(対流層)は従来知られていたよりも高高度まで到

達しており、その上の安定層と薄い遷移領域で隣り合っていること (2)対流層の上の安定層で厚さ数百 m 程度の薄い中立層が中高緯度で数多く捉えられたこと、が述べられた。

第4章は議論である。第3章の(1)に関連して、この構造は雲頂付近における放射冷却だけではなく、対流プルームがより高高度まで到達し温度極小の構造を作っていることを示唆する事を議論した。対流層がその上の安定層と薄い遷移領域で隣り合っている状況は、対流プルームが安定層をたたき重力波を生成するのに好都合な条件である。また第3章の(2)に関連して、この現象は重力波の砕波によって生成された乱流の層が捉えられた可能性がある事を議論した。

第5章は本論文のサマリーである。

本委員会は、2016年1月15日に学位論文の内容および関連事項について口頭試験を行なった。本研究によって、特に中高緯度で従来知られていたよりもシャープな温度極小構造が見られ、温度極小の直下が断熱温度勾配になっていること、また対流層の上の安定層で厚さ数百 m 程度の薄い中立層が中高緯度で数多く捉えられる事など金星大気に於ける温度構造がより詳細に理解されたことを確認した。本論文の成果は、地球惑星科学における重要な進展をもたらす業績であると判断し、審査委員全員一致で合格と判定した。

なお、本論文には共同研究による成果も含まれているが、論文提出者が主体となって研究を行っており、本人の寄与は十分にあると考えられる。

以上の理由により、本論文は地球惑星科学の発展に寄与するものと認め、博士(理学)の学位に十分に値するものと認める。