

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	高分散透過光分光観測によるホットジュピターの大気の研究
Title(English)	Studies of hot Jupiter atmospheres with high resolution transmission spectroscopy
著者(和文)	川内紀代恵
Author(English)	Kiyoe Kawauchi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11030号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 文衛,中本 泰史,野村 英子,奥住 聡,中島 淳一
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11030号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	川内 紀代恵		
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	佐藤 文衛	准教授	審査員	中島 淳一	教授
	審査員	中本 泰史	教授			
		野村 英子	准教授			
		奥住 聡	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Studies of hot Jupiter atmospheres with high resolution transmission spectroscopy」というタイトルであり、5章から成っている。

第1章「Introduction」では、ホットジュピター（短周期巨大惑星）の大気の特徴について、これまでの観測事実、理論的研究を紹介し、本論文の目的について述べている。ホットジュピターの大気は主に透過分光観測と呼ばれる手法によって観測され、そのスペクトルには多様性があることが知られている。この多様性の起源を明らかにすることは惑星本体のみならず惑星の形成・進化の過程を解明する上で重要であるが、これまでに大気が調べられたホットジュピターは中心星や惑星の物理的な性質が異なるものが多く、比較が容易ではない。本論文では、平衡温度による大気特性の違いが予想される高温のホットジュピターに注目している。透過分光観測によって同惑星の大気の特徴づけることによって、ホットジュピター大気の高多様性を生み出す原因を明らかにすることを目的としている。

第2章「Observations and Data Reduction」では、本論文で実施した観測とデータ処理の手法について述べている。本論文では、HD189733bとWASP-76bの2惑星を口径8.2mすばる望遠鏡と高分散分光器HDSを用いて観測し、これらの観測装置を使用することで高いシグナル・ノイズ比と高い波長分解能による測定を実現している。HD189733bはこれまでに様々な研究グループによってよく調べられている惑星であり、本論文ではこれを解析手法の確立、検証のために使用している。WASP-76bは本論文で初めて透過分光観測を実施した天体である。透過分光観測は地球大気の影響を強く受けるが、本観測を実施した日は大気中の水蒸気量が安定しており、好条件のもとで観測を実施できたことが示されている。

第3章「Extraction of Transmission Spectra」では、観測データからホットジュピター大気の透過光スペクトルを抽出する手法について述べている。観測データには、透過光スペクトル以外に恒星のスペクトルと地球大気のスペクトルが含まれており、これらをできるだけ取り除く必要がある。しかしながらHDS分光器による観測では、分光器の特性によって観測データの連続光成分に機器的な変動が生じることが知られており、高精度のスペクトル解析の際に問題となっていた。本論文ではこの変動を注意深く取り除き、また、HDS分光器に最適化した手法を用いて地球大気吸収線の影響を高精度で取り除くことに成功し、約0.1%という極めて高い測定精度を達成した。これをもとに、HD189733bについては先行研究の結果と一致する透過光スペクトルを得て解析手法の妥当性を確認し、WASP-76bについては惑星大気中のナトリウム原子の透過光スペクトルを初めて検出した。

第4章「Discussion」では、第3章で得られた結果をもとにWASP-76bの大気の性質について述べている。観測で得られた透過光スペクトルと等温大気モデルを仮定した理論スペクトルを比較することによって、同惑星の高層大気の温度が約3700-4000 Kと推定され、熱圏が存在する可能性を示している。一方、WASP-76bとほぼ同じ平衡温度をもち、同じスペクトル型の中心星の周りを周回するWASP-12bというホットジュピターとの比較から、惑星大気の高層大気特性を論じるには平衡温度だけでは不十分であり、透過光スペクトルが形成される昼夜境界面での温度差など惑星大気の局所的な性質が重要であることを示している。

第5章「Conclusions」では、本論文の結果についてまとめ、今後の展望について述べている。本論文では、平衡温度の非常に高いWASP-76bについて初めて惑星大気の透過光スペクトルを検出し、高温惑星における大気特性の高多様性を示し、その特性は平衡温度ではなく局所的な大気の性質によって制約されることを示した。また、今後は低分散分光観測を用いて低層の大気構造を調べ、さらに惑星大気の高多様性を示すことによってより包括的に惑星大気を理解する必要性を示した。

以上の通り、本論文はすばる望遠鏡とHDS分光器を用いた高精度透過分光観測の手法を確立し、高温のホットジュピターであるWASP-76bの惑星大気透過光スペクトルを初めて検出した。また、同種の惑星の大気特性の高多様性を示し、今後の観測的研究の新たな方向性を与えた。よって、博士（理学）の学位を与えるにふさわしいものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。