

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	M型矮星の特性決定
Title(English)	Characterization of M-type Dwarfs
著者(和文)	小泉陽平
Author(English)	Yohei Koizumi
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11885号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 文衛,井田 茂,奥住 聡,玄田 英典,中島 淳一
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11885号, Conferred date:2021/3/26, 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

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		小泉 陽平	
		氏名	職名		氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	佐藤 文衛	教授	審査員	中島 淳一	教授	
	審査員	井田 茂	教授				
		奥住 聡	准教授				
		玄田 英典	准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Characterization of M-type Dwarfs」というタイトルであり、6章から成っている。

第1章「Introduction」では、系外惑星探索の対象天体としてのM型矮星の重要性と、これまでのM型矮星の特性決定の手法と問題点について紹介し、本論文の目的について述べている。M型矮星は太陽に比べて低温であり、また質量が小さいため、生命居住可能領域にある低質量惑星の検出が太陽類似星に比べて容易であることから、地球型惑星探索の対象として近年注目を集めている。検出された惑星の物理パラメータを推定するには、中心星の温度、半径、質量、金属量等を正確に決定する必要がある。中心星のこれらの特性は通常、恒星大気モデルに基づく恒星大気の理論スペクトルと観測スペクトルとの比較から決定されるが、M型矮星の大気スペクトルは原子・分子の吸収線が複雑に混ざり合っていて解析が困難であり、また大気モデルも太陽類似星に比べて不十分であることから、従来の手法では特に金属量について信頼できる特性決定が困難であった。本論文では、機械学習を取り入れたM型矮星の新しい特性決定の手法を開発し、M型矮星の様々な観測データを利用することで、これまでより信頼性の高いM型矮星の特性決定を行うことを目的としている。

第2章「Characterization via Synthetic Spectra and Spectral Energy Distribution」では、系外惑星探索のためのサンプル選定を念頭におき、可視低分散分光スペクトルと測光データに基づいて理論スペクトルとの比較からM型矮星の温度と半径を推定する手法について述べている。同様の手法を用いる場合、従来は近赤外スペクトルを必要としていたが、可視スペクトルだけでも温度に敏感な波長帯を適切に利用することによって約100Kの精度で温度を決定できることが示されている。近赤外スペクトルに比べて可視スペクトルは比較的入手しやすく、本手法がサンプル選定において有用であることが述べられている。

第3章「Characterization via Sparse Modeling with Optical Low-Resolution Spectra」では、スパースモデリングを用いて可視低分散分光スペクトルからM型矮星の温度と金属量を決定する新しい手法の開発について述べている。スペクトルを細かい多数の波長区間に分け、温度と金属量に敏感な区間を機械学習によって効率的に抽出することで、それぞれ約50K、0.09dexという高い精度で決定できることが示されている。この精度は太陽類似星で較正されたM型矮星の精度と同程度に高く、個々のスペクトルの解析において恒星大気モデルを使う必要がないことから、本手法が信頼性と実用性に優れていることが示されている。一方、波長分解能が不十分な低分散分光スペクトルを用いることに起因する系統誤差が高金属量星で存在する可能性が指摘されている。

第4章「Characterization via Sparse Modeling with Near Infrared High-Resolution Spectra」では、スパースモデリングを用いて近赤外高分散分光スペクトルからM型矮星の金属量等を決定する新しい手法について述べている。原理は第3章で述べられているものと同じであるが、高分散スペクトルを用いることによって第3章で指摘された系統誤差が解消され、金属量を0.07dexという高い精度で決定することが可能であることが示されている。一方、温度の決定には可視スペクトルの方が適しており、両者を組み合わせることでより信頼性の高い特性決定が可能になることが示されている。

第5章「Stellar Properties of Planet Hosts」では、本研究で新たに開発した特性決定の手法を用いて惑星をもつM型矮星の金属量を再決定し、中心星金属量と惑星質量の相関について議論している。先行研究では、M型矮星において惑星の質量と中心星の金属量に正の相関があることが示唆されていたが、本研究によってこの相関がより高い精度と信頼性で確認されたことが示されている。このことは、太陽類似星で支持されている、高金属量星の周りほど惑星形成の材料物質が豊富で巨大惑星形成が促進されるというシナリオが低質量のM型矮星においても成り立つことを示唆している。

第6章「Discussion and Conclusion」では、本研究で開発した特性決定の手法を相互に比較し、手法間の整合性、長所、短所、適用限界、及び今後の展望を示し、最後に本論文の内容を簡潔にまとめている。

以上の通り、本論文は従来困難であったM型矮星の特性決定のために機械学習を用いたスペクトル解析の手法を新たに開発した。さらに、同手法を用いて決定した惑星をもつM型矮星の金属量と惑星質量に相関があることを示し、系外惑星の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、東工大リサーチリポジトリ(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。