

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	多波長測光観測による若い惑星系探索
Title(English)	Observational Studies of Young Exoplanets by Multi-Color Photometry
著者(和文)	宮川浩平
Author(English)	Kohei Miyakawa
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11705号, 授与年月日:2022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,奥住 聡,横山 哲也,井田 茂
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11705号, Conferred date:2022/3/26, 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		宮川 浩平	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	佐藤 文衛	教授	審査員	井田 茂	教授
	審査員	中本 泰史	教授			
		奥住 聡	准教授			
		横山 哲也	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Observational Studies of Young Exoplanets by Multi-Color Photometry」というタイトルであり、5 章と Appendix から成っている。

第 1 章「Introduction」では、近年発見されつつある若い恒星周りの惑星系についてこれまでの観測的研究を紹介し、本論文の目的について述べている。年齢が数億年よりも若い恒星における惑星系を発見し、その軌道分布などの統計的性質を調べることは、惑星系の形成・進化の過程を明らかにする上で重要である。特に太陽よりも低温・低質量の M 型矮星は、生命が存在する可能性のある惑星の探索において有望なターゲットとして注目されている。しかし、若い恒星は自転速度が大きく磁気活動が活発であり、恒星表面に存在する黒点や白斑が自転と共に見え隠れすることによって恒星自身の明るさや視線速度が大きく変動して見えるため、測光観測や視線速度観測によって周囲の惑星を発見することが困難である。そのため、若い恒星周りでの惑星発見数は限定的であり、その存在頻度など統計的研究が十分に行われていないのが現状である。本論文では、恒星活動に起因する明るさの変化が波長依存性を示すことを利用して、多波長測光観測によって惑星検出における恒星活動の影響を評価する新たな手法を開発し、これを用いて若い M 型矮星周りの惑星系の分布を明らかにすることを目的としている。

第 2 章「Wavelength Dependence of Activity-Induced Photometric Variations for Young Cool Stars in Hyades」では、ヒアデス星団に属する 4 つの若い M 型矮星に対して、IRSF1.4m 望遠鏡を用いて近赤外測光モニター観測を行った結果について述べている。まず、ケプラー宇宙望遠鏡で観測された可視光波長域での光度変化に比べて、近赤外波長域では光度変化の振幅が約 30% に抑えられていることを明らかにしている。さらに、光度変化が恒星表面の黒点の見え隠れによるものとする、黒点のサイズは光球面積の約 10%、黒点の温度は光球温度の約 95% であることをモデル計算によって示している。従来 M 型星ではフレア星など非常に活動性の高い特別な星でのみこのような黒点の性質が調べられていたが、本論文では、惑星探索の対象となりうる一般的な M 型矮星、特に低温の M 型矮星に対して黒点の性質を初めて定量的に示している。解析手法の詳細、及びヒアデス星団に属する他の恒星の明るさ変動の例については Appendix に示している。

第 3 章「Detectability of Planetary Transit Signals with Stellar Rotational Activity」では、宇宙望遠鏡で観測された年齢の異なる 4 つの散開星団（ヒアデス、プレセペ、プレアデス、上部さそり座）に属する若い M 型矮星に対して、恒星活動が惑星検出に及ぼす影響を調査している。これまでの惑星探索の結果からは、年齢約 1 億年のプレアデスでのみ惑星が発見されていないが、この原因については明らかにされていない。本論文では、上記星団に属する計 719 個の M 型矮星の光度曲線に対して擬似的な惑星の信号を入力し、これが検出できるかどうかを詳細な観測シミュレーションに基づいて調査している。その結果、プレアデスで惑星が見つからないのは、恒星自身の光度変化が惑星検出を阻害しているためであることを定量的に示している。さらに、上部さそり座では中心星近傍の惑星頻度がヒアデスやプレセペに比べて欠乏している可能性を初めて示し、約 1 千万年程度で惑星系の軌道進化が起こる可能性を示している。また、第 2 章で得られた M 型矮星の黒点の性質を考慮すると、近赤外波長域では惑星検出率が約 50% 改善されることを示し、将来の近赤外宇宙望遠鏡による惑星探索の有用性を示している。

第 4 章「Joint Analysis of Multi-Color Photometry as an Efficient Method to Assess Planetary Candidates」では、測光観測によって発見されるトランジット惑星系候補を多波長観測によって従来よりも正確に判別する新たな手法を開発している。惑星のトランジット（恒星面通過）に似た中心星の光度変化は多重連星系の場合にも生じ得るが、従来の解析手法では定性的に惑星系かどうかを判定するに留まっており、系の詳細までは判別できなかった。本論文では、恒星の進化モデルとスペクトルを組み合わせ、その波長依存性を評価することによって多重連星系の可能性をより定量的に評価できることを示している。

第 5 章「Summary and Future Perspectives」では、本論文の目的と得られた結果、及び結果に基づく若い M 型矮星の活動性と惑星検出率の関係、さらに将来の近赤外線望遠鏡を用いた惑星探索観測への示唆が簡潔にまとめられている。

以上の通り、本論文は惑星探索の対象となり得る若い M 型矮星の活動性を多波長観測によって初めて定量的に評価した。また、複数の若い星団において恒星活動を考慮した惑星検出率を導出し、M 型矮星における惑星系の進化の時間尺度に観測的な示唆を与え、今後の観測的研究の新たな方向性を示した。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。