

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Radial-velocity Search and Statistical Studies for Extrasolar Planets around Metal-rich FGK-dwarfs
著者(和文)	原川紘季
Author(English)	Hiroki Harakawa
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9390号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 文衛,井田 茂,中本 泰史,長澤 真樹子,北村 良実,田村 元秀
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9390号, Conferred date:2014/3/26, 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		原川 紘季	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	佐藤 文衛	准教授	審査員	長沢 真樹子	准教授
	審査員	井田 茂	教授		北村 良実	准教授
中本 泰史		准教授	田村 元秀		東京大学 教授	

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Radial Velocity Search and Statistical Studies for Extrasolar Planets around Metal-rich FGK-dwarfs」と題し、5章とAppendixから成っている。

第1章「Introduction」では、系外惑星の形成、進化、およびその性質について、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。従来の太陽類似星を中心とした観測からは900個以上の系外惑星が発見されており、その頻度や質量、軌道の分布と中心星のパラメータには相関があることが知られている。特に、中心星の金属量は原始惑星系円盤における惑星形成領域の環境や、形成後の惑星の軌道進化を左右する重要な要素である。これまでの観測から巨大惑星の頻度は中心星の金属量に対して正の相関があることが知られているが、それらの質量や軌道の分布と中心星金属量との関係は明らかになっていない。本論文では、高金属量FGK型矮星を対象として系外惑星探索を行い、高金属量星における惑星系の発見数を増やすこととその統計的性質を解明することを目的としている。

第2章「Observations and Data Analysis」では、観測対象と観測手法、および解析手法の詳細について述べている。本研究では、635個の高金属量星を対象に、2009年から国立天文台岡山天体物理観測所188cm望遠鏡とハワイ観測所8.2mすばる望遠鏡を用いた恒星視線速度精密測定法による系外惑星探索を行っている。波長基準にはヨウ素ガス吸収フィルターを使用し、恒星スペクトルのモデリングに超高分解能のテンプレートスペクトルを使用することによって、望遠鏡の違いによる系統誤差を排除し長期間に渡って安定して約3m/sの測定精度を実現したことを示している。また、個々の天体について、測定誤差と観測データの取得期間および取得間隔を考慮した検出限界の推定法について述べている。

第3章「Detection of Planetary Systems and Statistical Studies」では、本研究によって新たに発見された4つの惑星系およびそれらの中心星の特徴と、惑星頻度の統計解析の結果について述べている。この4つの惑星系のうち2つ(HD1666、HD38801)は単独の巨大惑星を有する系であり、残りの2つ(HD1605、HD67087)はそれぞれ2つずつの巨大惑星を有する複数惑星系である。視線速度データの詳細な周期解析と軌道解析から、発見された惑星の軌道長半径は約1天文単位から3.5天文単位、質量は約1木星質量から10木星質量であり、軌道離心率はHD1666を除き非常に小さいことを明らかにしている。スペクトル解析からは、中心星はいずれも太陽の約1.6倍から2.3倍の金属量をもつ高金属量星であり、質量も太陽の約1.3倍から1.5倍という比較的高質量の恒星であることを示している。また、十分な観測データが得られた199天体をもとに、個々の天体の検出限界を考慮した巨大惑星頻度を軌道周期毎に導出し、太陽類似星に比べて高金属量星では長周期惑星の頻度が高い可能性を示している。これら199天体の物理パラメータおよび本研究で観測された視線速度変動についてはAppendixに示している。

第4章「Discussion」では、新たに発見された惑星系の性質と導出された巨大惑星頻度分布から得られる、系外惑星の形成および進化過程への示唆について述べている。本研究では、大質量で長周期かつ円軌道の惑星が多く発見されたのが特徴的であり、このような惑星系は従来の太陽類似星の観測からはほとんど見つかっていない。特にHD1605とHD67087の惑星系については、これらが長周期の円軌道を周回する複数惑星系であることから、原始惑星系円盤の散逸後に惑星同士の相互作用による軌道変化を経験していない可能性を述べており、また、HD38801については、高金属量下ではコア集積によって10木星質量以上の超巨大惑星が形成される可能性を述べている。さらに、軌道周期毎の巨大惑星頻度の比較から、惑星の軌道移動の効率が原始惑星系円盤の金属量あるいは恒星質量に依存する可能性を検討している。

第5章「Summary」では、本論文の結果を簡潔にまとめ、結論を述べている。

以上のように本論文では、長期的で大規模な系外惑星探索によって高金属量星周囲にこれまでほとんど見つかっていなかった特徴を有する新たな惑星系を複数発見し、また、統計解析からそれらの恒星における巨大惑星の軌道分布を明らかにした。本論文の結果は系外惑星の性質や形成・進化過程についての理解を大きく前進させたのみならず、今後の系外惑星の観測的および理論的研究に新たな方向性を与えるものである。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。