

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)	要約
Type(English)	Outline

現在までに 900 以上の系外惑星が検出されており、それらの軌道要素、質量、また中心星の性質による惑星系の違いは一般的な惑星形成の物理過程や進化についての重要な知見をもたらしてきている。同時に、サンプル数の増加によって中心星のパラメータとの相関について統計的な性質が明らかになりつつあり、惑星形成の複雑な過程を解き明かす重要なアプローチとして精力的に取り組まれている。中でも中心星の金属量と木星型惑星系の存在する確率の相関についてはよく知られており、最も強い相関の一つである。

しかし、この相関にて算出されている惑星系の確率はシンプルに観測天体と惑星系の単純な割合で見積もられており、惑星系の軌道長半径に対する分布などは考慮されておらず、周期が 4 年以内の惑星を有する恒星を一様に惑星確率として考慮していたため、惑星の軌道長半径に対する惑星確率の分布などはこれまで議論されてこなかった。

コア集積過程としてよく知られているプロセスによれば、木星型惑星はスノーラインと呼ばれる、固体の氷が生じる中心星からの距離の境界以遠で形成された後、円盤ガスを加速度的に取り込み、木星のような大質量の惑星へ成長すると考えられている。また、形成途中・形成後に原始惑星系円盤ガスとの相互作用によって、ガスが散逸するまで中心星に向かって軌道移動をされると考えられている。従って、中心星パラメータと、惑星系の軌道長半径に対する分布の相関を明らかにすることは惑星形成時の環境の違い、形成後の進化の傾向を探る極めて重要な知見をもたらすと考えられる。

これまでに、太陽類似星（太陽と同等の質量・金属量）と、太陽よりも重い ($> 1.5M_{\odot}$) 準巨星についての惑星分布は推定されてきたが、金属量豊富な太陽型(FGK 型)星についてはまだ明らかになっていない。従って、我々は金属量豊富な太陽型星について惑星の存在分布を明らかにすることを最終的な目標として、以下の二つのアプローチをとり行った。1) 視線速度法による惑星探索を行い、ターゲット星周りの惑星のサンプルを増大する。2) 検出した惑星サンプルを用いて、検出限界を考慮した統計的手法を用いて惑星の軌道長半径に対する分布を推定する。

我々は 2009 年より岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡、すばる望遠鏡を主に用いて、現在までに周期 280-2500 日の 4 つの惑星系の軌道を新たに決定し、うち 2 つの系が惑星を 2 つ以上有する複数惑星系であることを明らかにした。一方の 2 つの惑星系は現在のところ、単独で存在している可能性が高く、複数惑星系である兆候は見られていない。

複数惑星系はいずれも木星型惑星($1 - 3M_{JUP}$)で、全ての惑星の離心率が 0.1 以下と、ほぼ円軌道の惑星のみで構成されているという結果を得た。これは、円盤ガス散逸後に惑星同士が互いの重力相互作用によって軌道が乱されず、安定して存在してきたと考えられる。このような惑星系はこれまでに 3 つ確定されているのみで、本結果によって希少な惑星系のサン

ブルがもたらされたことになる。

単独惑星系については 2 つとも $> 5M_{JUP}$ と、非常に大きな質量の惑星であり、コア集積過程によって形成されうる惑星の中で最も重い部類に属するサンプルとして有用である。この二つの惑星は離心率がそれぞれ 0, 0.7 と大きく異なっており、前者は形成後に軌道が乱されることなく、後者は同時に形成した他の惑星との相互作用による結果と考えられるが、その場合に存在が予想される新たな惑星の兆候は検出できなかった。

また、これらと現在までに同じターゲット集団内で検出された惑星をサンプルとして、データ数が多いターゲット 199 星について統計解析を行い、惑星の軌道長半径に対する分布を推定した。その結果、太陽類似星と比べて、我々のターゲットは遠方 ($< 3AU$) の惑星ほど存在する確率が高いことが示唆された。これは形成後の軌道移動の頻度、あるいは移動量を決める現象、例えば円盤ガス散逸時間が高金属量星の場合は比較的短い傾向にあることが考えられる。