

Title	Direct Imaging Search for Extrasolar Planets in the Pleiades Cluster
Author(s)	山本, 広大
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34028
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (山本 広大)

論文題名

Direct Imaging Search for Extrasolar Planets in the Pleiades Cluster
(直接撮像によるプレアデス星団の太陽系外惑星探査)

論文内容の要旨

太陽以外の恒星を周回する惑星、いわゆる太陽系外惑星は現在までに800個以上確認されており、さらに2000個以上の候補がある。多くの惑星系が観測されることで、惑星および惑星系の性質と形成過程の解明が進みつつある。検出された惑星の9割以上は、軌道長半径が数AU以下の中心星に近い領域に高い感度をもつ間接検出法（視線速度法、トランジット法、重力マイクロレンズ法）によるものである。一方10AUより遠方の惑星が直接撮像法によって検出され始めている。これら遠方の惑星は、従来の惑星形成、軌道進化モデルでは説明困難であるため、さらなる形成理論の理解のために、より多くの遠方惑星の探査が期待されている。

惑星は恒星よりも極めて暗い。恒星の極近傍(1秒角~100 AU)で、約100万分の1の暗さの惑星からの光を直接検出するために、次のような観測を行った。すばる望遠鏡で高感度・高解像度・高コントラストの観測が行えるHiCIAO/A0188を用い、年齢が約1億年で地球から135 pcの距離にあるプレアデス星団に属する恒星の周囲で惑星を探した。プレアデス星団は太陽から比較的遠方であるために、惑星検出は容易ではない。2009年から2012年までに20個の恒星を観測し、その結果10個の恒星近傍で15個の伴星候補を検出した。次に期間をおいてから恒星と伴星候補の相対固有運動を測定し、視線上に偶然混入した星10個を伴星候補から除外した。残り5個はいずれも伴星である可能性が高い。これらの質量を推定した結果、1個は約0.6太陽質量の恒星、2個は60木星質量程度の褐色矮星であった。残る2個は1個の恒星に付随する伴星であると考えられる。H等級はそれぞれ18.0と18.5等級であり、光度進化モデルによればそれぞれ17木星質量と21木星質量の褐色矮星に相当する。現在さらなる追観測を実施中であるが、これらが伴星であった場合、プレアデス星団で発見された最小質量の伴星である。

さらに我々の観測によれば、惑星質量(13木星質量以下)の伴星は検出されなかった。この結果と標準的惑星分布モデルから、プレアデス星団に属する恒星が、50から1000 AUの軌道長半径の範囲に9から13木星質量の惑星をもつ頻度は17.5%以下(2σ)と求められた。この結果と他の太陽近傍恒星についての先行研究との比較から、年齢が約1億年であるプレアデス星団に属する恒星が遠方に惑星を持つ頻度は、その他の年齢、領域の恒星での頻度と比べて有意に多いことはなく、かつ中心星に近い惑星と比べて遠方の惑星の頻度が標準モデルと比較して高くもないといえる。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (山本 広大)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教 授 芝 井 広
	副 査 教 授 佐々木 晶
	副 査 教 授 長 峯 健太郎
	副 査 准教授 住 貴 宏
	副 査 准教授 林 田 清

論文審査の結果の要旨

太陽以外の恒星を周回する惑星、いわゆる太陽系外惑星は現在までに 1000 個以上確認されており、さらに 2000 個以上の候補がある。検出された惑星の 9 割以上は、軌道長半径が数 AU 以下の中心星に近い領域に高い感度をもつ間接検出法（視線速度法、トランジット法、重力マイクロレンズ法）によるものである。一方 10AU より遠方の惑星が直接撮像法によって検出され始めている。これら遠方の惑星は、従来の惑星形成、軌道進化モデルでは説明困難である。

申請者は、恒星の極近傍(1 秒角～100 AU)で、約 100 万分の 1 の暗さの惑星からの光を直接検出するために、すばる望遠鏡で高感度・高解像度・高コントラストの観測が可能な HiCIAO/AO188 を用い、年齢が約 1 億年で地球から 135 pc の距離にあるプレアデス星団に属する恒星の周囲で惑星を探した。2009 年から 2012 年までに 20 個の恒星を観測し、その結果 10 個の恒星近傍で 15 個の伴星候補を検出した。次に期間をおいて主星・伴星の相対固有運動を測定し、視線上に偶然混入した星 10 個を伴星候補から除外した。残り 5 個はいずれも伴星である可能性が高い。これらの質量を推定した結果、5 個中 2 個は 1 個の恒星に付随する伴星であると考えられる。H 等級はそれぞれ 18.0 と 18.5 等級であり、それぞれ 17 木星質量と 21 木星質量の褐色矮星に相当する。プレアデス星団で発見された最小質量の伴星である。

これらの観測によっては、惑星質量(13 木星質量以下)の伴星は検出されなかった。この結果と標準的惑星分布モデルから、プレアデス星団に属する恒星が、50 から 1000 AU の軌道長半径の範囲に 9 から 13 木星質量の惑星をもつ頻度が 17.5 % 以下と求められた。その結果、年齢約 1 億年であるプレアデス星団に属する恒星が遠方に惑星を持つ頻度は、その他の年齢、領域の恒星での頻度と比べて有意に多いことはなく、かつ中心星に近い惑星と比べて遠方の惑星の頻度が標準モデルと比較して高くもないといえる。

この研究は散開星団における惑星探査を初めて行ったものであり、高い価値を有すると考えられる。したがって博士（理学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。