The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study on Young Debris Disk around HD 141569 A with Hubble Space Telescope
Author(s)	小西, 美穂子
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/56082
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式3

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　小西 美穂子　）	
論文題名	Study on Young Debris Disk around HD 141569 A with Hubble Space Telescope （ハッブル宇宙望遠鏡を用いたHD 141569 A周囲にある若い残骸円盤の研究）

論文内容の要旨

惑星は、恒星が形成される過程で作られる原始惑星系円盤の中で形成されると考えられる。原始惑星系円盤と惑星は相互に影響を及ぼすはずであり、これらを含めた星惑星系全体の進化過程を解明するためには、円盤の構造を詳細に知ることが重要である。近年、原始惑星系円盤の詳細な構造を直接観測できるようになり、その構造が複雑であることが明らかになってきた。個々の円盤の詳細な構造が、その惑星形成過程の解明につながると期待される。

本研究は、HD 141569 A（スペクトル型B9.5、年齢500万年）の円盤を対象とする。この円盤は若い残骸円盤であり、以下の様に複雑な構造をもつことが知られていた。可視光と近赤外線の観測によって2つのリング構造（内リング、外リングと呼ぶ）と腕状構造が発見され、それより内側（<175 AU）は空洞であると報告された。また、内リングより内側に中間赤外線やCOガスの放射が検出されていた。そこで、ハッブル宇宙望遠鏡のGeneral Observerプログラムとして取得されたSTIS（Space Telescope Imaging Spectrograph）のデータを用いて、恒星と円盤散乱光の放射成分を精密に分離する画像解析を行った。その結果、既知の内リングよりさらに内側に、散乱光を新たに検出した。この散乱光（内円盤と呼ぶ）は、主星からの距離で45 AUから120 AUまで広がっており、溝や空洞がないこと、腕状の放射成分が130 AUのところに見られること、内円盤の中心が星の中心に対して北へ約6 AU偏位している徴候があること、内円盤の輝度が非対称であることなどが分かった。内円盤と内リング間の溝及び円盤中心の偏位の原因として未発見の惑星の影響が考えられる。今回の解析結果では、内円盤と内リング間の溝には9木星質量以上の点源は検出されなかった。一方、力学的モデルを用いたシミュレーション結果からは、このような溝の位置と幅を作る惑星の質量の上限が1木星質量であることが示されている。従って、「未発見惑星がこの溝を形成している」可能性は棄却されない。円盤の重力不安定によって溝が形成されることは理論的にありうるが、新たに発見された内円盤の腕状構造は、惑星による摂動が原因であると考えるのが自然である。

本研究により、HD 141569 Aの原始惑星系円盤が既知のモデルでは説明できない複雑な構造を持っていることが明らかになった。この例に限らず、より詳細で高精度の観測とモデルの精密化によって原始惑星系円盤と惑星の相互作用を含む全貌を解明することが必要である。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（小西美穂子）	
論文審査担当者	（職）	氏　名
	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

惑星は、形成過程の恒星を取り巻く円盤の中で生まれると考えられる。これを「原始惑星系円盤」と呼ぶが、この円盤と生まれた惑星は相互に影響を及ぼす筈であり、恒星も含めた系全体の形成・進化過程の解明が必要である。このためには円盤の詳細構造の観測的研究が重要な役割を果たす。近年、観測技術の進歩によって原始惑星系円盤の詳細な構造が直接観測されるようになり、従来の予想よりはるかに複雑な構造を持っていることが明らかになってきた。

申請者は恒星 HD 141569 A（スペクトル型 B9.5、年齢 500 万年）の円盤の研究を行った。この円盤は「若い残骸円盤」（誕生過程の惑星の衝突破壊が進行中）に分類され、これまでにも複雑な構造をもつことが知られていた。そこで申請者は、恒星の直接光と円盤による散乱光を精密に分離する画像解析手法を開発し、Hubble 宇宙望遠鏡の General Observer プログラムとして観測されたデータを用いて、円盤の密度分布構造を求めた。その結果、既知の「内リング」よりさらに内側の主星に近い場所から散乱光が放射されていることを新たに検出した。この「内円盤」と呼ぶべき構造は主星からの距離で 45 から 120 天文単位まで広がっており、溝や空洞がないこと、分布が非軸対称であること、すぐ外側に渦状の腕構造が伸びていることなどが分かった。このような分布構造は未発見の惑星の存在を示唆するが、すぐ外側の溝の幅を力学モデルと比較した結果、惑星が存在したとしても木星より軽いと考えられる。実際、観測画像から求めた上限も 9 木星質量であり、無矛盾である。円盤の重力不安定によっても溝が形成される可能性があるが、新たに発見された内円盤の渦状腕構造を円盤重力不安定で説明することは難しく、未発見の惑星による摂動が原因であると考えるのが自然である。惑星の直接検出には至っていないが、その母体である円盤の密度分布構造を従来より内側まで得ることができた。

本研究は代表的な原始惑星系円盤を対象として上述の結果が得たものであるが、新しく開発された観測・解析手法は従来より主星に近い側に迫ることができるものであり、惑星形成現場の構造解明を一歩進めることができたと言える。したがって申請者の研成は高い価値を有し、博士（理学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。