OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	Infrared Study for Influence of Binarity on the Disk Dispersal of Young Stars
Author(s)	伊藤, 優佑
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/56074
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

様式3

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　伊藤　優佑　）	
論文題名	Infrared Study for Influence of Binarity on the Disk Dispersal of Young Stars （連星系での赤外線超過と原始惑星系円盤の散逸）

論文内容の要旨

天文学の分野において、惑星形成に関する理解は一つの重要な課題である。これら惑星は、「原始惑星系円盤」と呼ばれる星形成時に生成される円盤状の星周構造から誕生すると考えられている。これまでに、主に単一星周りを中心とし、観測と理論の両側面から惑星形成に関する研究が盛んに進められてきた。一方、太陽系近傍の星形成領域においては、単一星と比較して連星系が豊富に存在していることが確認されている。連星系を含め包括的に原始惑星系円盤の進化を調査することにより、惑星形成過程に関する新しい知見が得られると考えられる。

本論文では、太陽系近傍の星形成領域である、おうし座領域とへびつかい座領域に属する33組の連星系に対し、*Spitzer*望遠鏡近赤外カメラ（IRAC）のアーカイブデータを用いて原始惑星系円盤からの赤外線超過を、主星と伴星の各々に対し調査した。これらのデータから、主星と伴星円盤の赤外線超過の頻度（以下、Excess Frequency; EF）の差及び連星間距離への依存性を調査する。主星と伴星を空間的に分解して測光するため、射影離角が2秒角（約280 AUに相当）の連星系を調査対象とした。主星と伴星の分解には点像関数（Point-Spread Function）を用いた。

主星と伴星の各々に対し赤外線超過を解析した結果、多くの連星サンプルから、IRACの波長領域において、主星円盤が超過を示す場合には伴星円盤も超過を示し、主星円盤が超過を示さない場合には伴星円盤も超過を示さない、という結果が示された。一方、片方の天体のみが超過を示す4つの連星系があることを確認した。この割合は、17%であり、同じ星形成領域の単一星から無作為に2天体抽出した場合に予想される割合と比較して有意に小さい値である。このことは主星円盤と伴星円盤が同時期に散逸過程を経ていることを示唆している。さらに、連星間射影距離が280から450 AUの連星系においては、主星と伴星のEFがそれぞれ100^{+0}_{-17}%と 91^{+8}_{-18} %であることを確認した。また、これらの値が単一星の示すEF（70 ± 5%）に対し有意に高い値であることを確認した。

原始惑星系円盤の外半径を変数としたEFモデルを作成し、K-S検定により観測結果との比較を実施した。その結果、円盤の外半径が約30から100 AUの領域において、EFが100%であるモデルを仮定することで観測結果を説明できることが分かった。この円盤外半径は、単一星周りで観測されている円盤半径と比べて小さい値である。小さい円盤半径を有しているにも関わらず高いEFを持つことから、適度にトランケイトされた円盤サイズを保つことで、主に円盤外側での質量損失が支配的な光蒸発過程による円盤散逸が抑制され、これにより円盤の寿命が引き延ばされている可能性がある。

本研究により、IRACの波長領域におけるEFの連星間射影距離依存性に関し、上述に示す新しい知見が得られた。EFは円盤の寿命を反映しているものと考えられるため、従って、連星間射影距離に依存して異なるEFは、円盤内で形成されうる惑星の質量に影響するものと考えられる。この点に関しては、連星系で検出された惑星質量の連星間射影距離依存性を詳細に調査することにより、検証が可能であると考える。この検証により、円盤サイズ及び寿命と惑星質量の関係性について、さらに新しい知見が得られることが期待される。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（ 伊藤 優佑 ）	
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主査　教　授	芝　井　広
	副査　教　授	川　村　光
	副査　教　授	常　深　博
	副査　准教授	住　貴　宏
	副査　准教授	藤　田　裕

論文審査の結果の要旨

申請者は、複数の恒星からなる連星系において、惑星系の母胎となる原始惑星系円盤の残存保有率を調べ、連星間距離が適度な範囲ならば、連星系においても惑星生成が比較的容易に起こる可能性があることを以下の様に示した。

惑星形成過程の解明は天文学の最重要課題の一つである。惑星は恒星形成時の副産物であるガスと固体微粒子からなる雲（原始惑星系円盤）から誕生する。これまでは専ら太陽のような単独の恒星のケースについて、研究が進められてきた。しかし宇宙にある恒星の半数近くは連星系を構成していることから、連星系の場合の原始惑星系円盤及び円盤中で生じている筈の惑星形成過程の研究は重要である。この原始惑星系円盤は平均 1000 万年程度で消失してしまうため、この寿命年数内に円盤中で惑星が生成されるかどうかが鍵である。連星系の場合、円盤の寿命は単独の恒星のそれに比べて短くなるという予想もなされていた。

申請者は、「おうし」座及び「へびつかい」座の星生成領域（年齢 100-200 万年）に属する 33 組の連星系を選び、Spitzer 宇宙赤外線望遠鏡のデータを用いて、原始惑星系円盤が残存している証拠であるスペクトルの「赤外線超過」を連星の主星・伴星各々に対して精密に調べた。この結果、主星、伴星ともに原始惑星系円盤が高率で残存すること、さらに、連星間射影距離が 280 から 450 天文単位の場合に、原始惑星系円盤保有率が有意に高いことを見出した。これは実距離がこの程度の連星の場合、原始惑星系円盤の寿命を延ばす何らかの機構が働くことを示唆している。連星になっていることが円盤を適度な外径に切り縮める（truncation）ため、円盤外周部での光蒸発過程による円盤散逸が抑制されて円盤の寿命が引き延ばされているケース、あるいは光蒸発過程で一旦飛ばされた物質が連星の場合は再び円盤に戻ってくるケースが考えられる。つまり、単独の恒星より連星系の方が、円盤中で惑星形成が起こり易い可能性を示唆している。

この研究結果は、連星系における惑星形成過程が興味深く重要な現象である可能性を初めて観測的に示したものである。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する。