

Title	Dynamical Evolution of Seed Binaries in Collapsing Protostellar Clouds
Author(s)	佐塚, 達哉
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/69381
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (佐塚達哉)

論文題名

Dynamical Evolution of Seed Binaries in Collapsing Protostellar Clouds
(原始星期のガス雲収縮中における連星種の力学的進化)

論文内容の要旨

連星は我々の宇宙において一般的な系である。観測によって質量比（伴星と主星の質量の比）や連星間距離、連星質量などの物理量の統計的な性質が明らかになってきており、これらの観測を説明するような連星の形成過程を明らかにすることが必要である。連星は星形成期における分裂によって「連星種」として誕生することが知られており、その後周囲のエンベロープからのガス降着によって主系列星へと成長していく。よって、連星種へのガス降着を調べることは、連星の形成過程の全貌を明らかにする上で必要不可欠である。先行研究では、自己重力を無視する仮定のもとで、軌道が固定された連星に一定の比角運動量をもった等温ガスが降着する際の定常的な進化が調べられてきた。しかし星形成初期における連星種の力学的進化を明らかにするためには、エンベロープの質量密度および角運動量分布やガスの自己重力、連星種の軌道の進化などを考慮する必要がある。

本研究では、連星種の軌道進化を考慮しながら、非一様な質量密度および比角運動量分布を持ったエンベロープが降着する際の連星種の短期的な力学的進化を調べた。まず我々は、星形成期に予想されるエンベロープの質量密度および比角運動量分布を考慮した。分裂後の連星種と、非一様な質量密度および比角運動量分布を持ったエンベロープを初期条件として仮定し、連星種のガス降着に対する Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法を用いた三次元シミュレーションを行った。その結果、連星種の質量比の進化は初期質量比と臨界初期質量比との大小関係によって定性的に異なることが分かった。すなわち、初期質量比が臨界初期質量比よりも大きい場合には質量比は増加し、初期質量比が臨界初期質量比よりも小さい場合には最終的に質量比は初期値を超えないことが分かった。

さらに我々は、エンベロープの質量密度および比角運動量分布に加えてガスの自己重力と連星種の軌道進化も考慮し、連星種のガス降着に対する三次元SPHシミュレーションを行った。その結果、初期質量比が1の場合には降着するガスの角運動量の大部分は連星種の軌道角運動量へ変換され、連星間距離が増加した。一方初期質量比が0.1の場合には、降着するガスの角運動量のほとんどが主星周りの円盤の回転角運動量に変換され、その結果連星間距離が減少した。伴星は主星へと近づき、最終的には主星周りの円盤と衝突した。

これらの結果から、初期質量比が小さい場合には近接連星を形成しうることが明らかになった。これは観測から示唆されている質量比と連星間距離の関係と異なる結果であり、さらなる連星形成の解明に向けて、連星種の長期的進化や磁場による角運動量輸送の効果を調べる必要がある。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (佐塚 達哉)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	長峯 健太郎
	副 査	教授	芝井 広
	副 査	教授	松本 浩典
	副 査	准教授	藤田 裕
	副 査	准教授	釣部 通 (茨城大)
論文審査の結果の要旨			
<p>連星系は質量の重い天体（主星）と質量の軽い天体（伴星）からなる系で、我々の宇宙に数多く存在している。特に主系列星では、観測から連星の質量比（伴星質量/主星質量）、連星間距離、連星質量などの統計的性質が明らかになっており、これらの観測を説明するような連星の形成過程を解明することは重要である。分子雲収縮の際に中心部が分裂して質量が太陽質量の 1-10%程度「連星種」が形成されると考えられており、連星種は周囲のエンベロープから自身の 10-100 倍の質量のガスを降着することによって主系列星へと成長していく。そのため、連星の物理パラメータはこのガス降着期によって決定されると考えられ、連星種へのガス降着を理解することは連星形成の全貌を解明する上で必要不可欠である。先行研究では、自己重力を無視する仮定のもとで、軌道が固定された連星に一定の比角運動量（単位質量あたりの角運動量）をもった等温ガスが降着する際の定常的な進化が調べられてきた。しかし、星形成初期の連星種の力学的進化を明らかにするためには、エンベロープの質量密度および角運動量分布やガスの自己重力、連星種の軌道進化なども考慮する必要がある。</p> <p>申請者は、先行研究のモデルを発展させ、エンベロープの質量密度および角運動量分布を考慮し、連星種の短期的な力学的進化を調べた (Satsuka et al. 2017)。ここで短期的な進化とは、連星種が自身と同程度のガスを降着するまでの期間とする。さらにガスの自己重力と連星種の軌道進化も考慮し、3次元 Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法のコードを用いて連星種へのガス降着シミュレーションを実行した。その結果、初期質量比が 1 の場合には降着するガスの角運動量の大部分は連星種の軌道角運動量へ変換され、連星間距離が増加した。一方、初期質量比が 0.1 の場合には、降着するガスの角運動量のほとんどが主星周りの円盤の回転角運動量に変換され、その結果連星間距離が減少した。伴星は主星へと近づき、最終的には主星周りの円盤と衝突した。</p> <p>先行研究では近接連星を形成するためには、初期に連星間距離の小さい連星種を形成する必要があると考えられてきた。しかし、申請者のシミュレーション結果から、初期に連星間距離が大きくても、初期質量比の小さい連星種はガス降着によって短期間で連星間距離を縮めることができることがわかった。本研究の結果は、ガス降着によって連星種が成長すること近接連星を形成しうることを示唆しており、連星間距離が大きいきものから小さいものまで幅広く存在するという観測結果と矛盾しない。</p> <p>上記のように申請者の研究結果は、連星形成過程に重要な知見を与えるものである。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。</p>			