

## 少数多体系の軌道不安定性

## Orbital instabilities in small number N-body system

# 榎森 啓元 [1]

# Hiroyuki Emori[1]

[1] なし

[1] none

惑星が微惑星と呼ばれる小天体の衝突合体により形成される。惑星形成過程初期に進行する暴走的惑星成長過程は少数の、突出して大きな原始惑星を形成し、それらの原始惑星は火星程度の大きさまで成長した時点で互いの重力相互作用により距離を保ち、成長の第一段階を終了する。この段階で、現在の金星、地球、火星が存在する領域には、十数個の原始惑星が、ほぼ等間隔に並ぶ。現在の惑星系はこの後、これらの原始惑星が衝突合体し、形成される。この惑星形成後期過程は多数の巨大衝突が発生し、例えば月の形成に深く関係したに違いない重要な過程である。

等間隔に並んだ原始惑星が互いに衝突するには、原始惑星の軌道交差が必要である。原始惑星は互いに重力を及ぼし、軌道離心率を大きくする。この結果、内側の軌道の遠日点が外側の軌道にまで達すると軌道交差が可能となる。この原始惑星の軌道交差に必要な時間は、原始惑星系から惑星系を形成する時間を推定する上で必須な情報であり、多くの研究が行われてきた。その代表が Chambers et al. (1996) による研究である。

彼らの研究結果によると、ほぼ等間隔に並んだ原始惑星系が最初の軌道交差に至るまでに必要な時間は、原始惑星同士の軌道間隔が広がると指数的に長時間となる結果を与えた。この結果の惑星形成論にとっての意味、すなわち原始惑星から惑星への成長に極めて長時間を必要とすることに止まらず、軌道交差時間が軌道間隔に指数的な依存性をみせること自体の天体力学的な興味深さもこの研究を重要なものとした。以後、多くの研究が彼らの研究を基礎として、より現実的な状況設定を導入して行われた。例えば Iwasaki et al. (2001) では原始惑星系系雲からのガス抵抗を考慮した軌道交差時間を考察している。

こうした研究は一定の成果を挙げたが、原始惑星の軌道不安定を理解する最も大切な、「軌道交差時間が軌道間隔に指数的な依存性を示すのはなぜか？」という問題に答えるものでは無かった。Chambers et al. により示された結果は数値計算結果からの純粋な経験則であり、軌道交差時間を導く物理的なモデルは与えられていない。また、この経験則も限られた条件下に得られたものであり、その一般性に関しては何の保証も無かった。このため、後発の研究はそれぞれに相当と考える条件を与え、改めて Chambers et al. と同様の計算を再度行う必要に迫られている。多様な物理条件が重層的に関わる惑星形成過程に於いてこの原始惑星の軌道交差時間を適用するためには、この経験則を理論化す適用範囲の明確化と一般性の向上を計る必要がある。

本研究は Chambers et al. と全く同じ状況設定下で数値計算を行い、軌道交差時間の物理モデルを構築すること、軌道交差時間を導く法則性の理論化を目的としている。

軌道交差時間は原始惑星同士の軌道間隔に強く依存すると同時に、原始惑星の初期配置にも依存する。おなじ軌道間隔に於いても、初期に惑星を配置する方位角方向の位置が異なると、軌道交差までの時間が異なる。このことはすでに Chambers et al. でも報告され、彼らの結果によると場合によっては軌道間隔により与えられる軌道交差時間には一桁程度の揺らぎが発生する。本研究ではこの軌道交差時間の分布に注目し、平均軌道交差時間周りの軌道交差時間分布を求めめることを目的とする。

軌道数値計算の結果、軌道交差時間が平均軌道交差時間の周りに対数正規分布することが分かった。