

周惑星円盤からのガス抵抗による不規則衛星の捕獲過程

末次竜 (神戸大学)

利用カテゴリ 汎用 PC

巨大惑星周りには規則衛星と不規則衛星に分類できる。規則衛星は巨大惑星の成長過程において惑星周りに形成される周惑星円盤内で固体物質が集積し形成されたと考えられている。一方、不規則衛星の軌道離心率や軌道傾斜角は大きく、逆行で公転しているものも多くあるため、捕獲された微惑星が起源だと考えられている。これまで様々な不規則衛星の捕獲モデルが提案されてきたが、そのなかに一つに周惑星円盤からのガス抵抗によって不規則衛星を捕獲するというものがある。従来、ガスによる捕獲モデルでは、接近した微惑星を捕獲するために強いガス抵抗が要求されてきた。そのため捕獲後も微惑星に強いガス抵抗が作用し、捕獲された微惑星が惑星にすぐに落下するという問題があった。しかし、規則衛星形成の後期では、ガスが散逸し周惑星円盤のガス密度が低くなっているため、捕獲された微惑星は従来よりも円盤内で長時間の間、生き残りうる可能性がある。これまで、ガス密度が低い散逸直前の周惑星円盤からの弱いガス抵抗による微惑星捕獲過程や軌道進化はこれまで詳しく調べられてこなかった。そこで太陽、周惑星円盤をもつ惑星、微惑星の三体問題軌道計算を行い、捕獲過程や捕獲頻度を調べた。主な計算結果を以下である。

1. ガス抵抗が弱い場合には、微惑星はまず惑星に一時的に捕獲され惑星の周りを公転する段階があることがわかった。一時捕獲された微惑星は惑星周りのガス密度が高い領域を通過しないため、弱いガス抵抗を断続的に受けることでエネルギーをゆっくりと失い捕獲されることがわかった。
2. 1のような微惑星の捕獲は、微惑星が特定の離心率をもった場合に起こることが明らかになった。また、このような一時捕獲を経由する捕獲過程は順行でも逆行でも起こることがわかった。
3. 周惑星円盤の散逸過程を考慮し、捕獲された微惑星の軌道要素も調べた。それらの軌道長半径は比較的小さいことが明らかになった。そのためガスによる捕獲モデルは軌道長半径の小さい不規則衛星の捕獲は説明しうるが、大きな軌道長半径の不規則衛星の説明は難しいと言える。