

惑星による微惑星の散乱と集積

Scattering and accretion of the planetesimals by a planet

樋口 有理可[1], 小久保 英一郎[2], 向井 正[3]

Arika Higuchi[1], Eiichiro Kokubo[2], Tadashi Mukai[3]

[1] 神大・自然・地球惑星, [2] 国立天文台・理論, [3] 神戸大・自然・宇宙惑星物質

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [2] NAO, [3] Space and Planetary Materials, Kobe Univ

<http://harbor.scitec.kobe-u.ac.jp/index.html>

オールト雲形成論構築の第一段階として、惑星による微惑星の散乱を調べた。

オールト雲とは太陽系を球状に取り囲む彗星の巣である。観測可能領域へと軌道進化した彗星核の原初軌道を計算すると、太陽から数万 AU(天文単位)離れた地点からやってきたことがわかる。また、それらの軌道傾斜角は一樣に分布している。これらの観測事実は半径数万 AU の球殻構造を持つ彗星の巣が太陽系を取り囲んでいることを示唆している。それを構成する彗星核の数は 10 兆個を越えると思われている。彗星は原始惑星の原材料となった微惑星の生き残りであると考えられており、惑星系の起原と進化を解明するためにも、オールト雲形成を明らかにすることは重要である。

惑星と彗星雲は、ガスとダストからなる原始惑星系円盤から形成されたと考えられている。以下に木星以遠の領域における天体の形成シナリオの概要を述べる。

太陽系木星型・天王星型惑星形成

- (1) ダストから氷微惑星が形成される。
- (2) 微惑星が集積し、原始惑星が形成される(天王星型惑星の完成)。
- (3) 原始惑星がガスを捕獲する(木星型惑星の完成)。

オールト雲形成

- (1) ダストから氷微惑星が形成される。
- (2) 氷微惑星が原始惑星の重力摂動を受け、超楕円軌道に進化する。
- (3) 恒星、巨大分子雲、銀河系ポテンシャルからの摂動により、超楕円軌道上の微惑星の近日点距離が、原始惑星の摂動を受けない距離まで大きくなる。また、軌道傾斜角分布が一樣になる。

今回、惑星形成、オールト雲形成それぞれの第二段階にあたる、惑星による微惑星の散乱過程を数値計算した。惑星の散乱とガス円盤から受けるガス抵抗による微惑星の軌道進化を、制限三体問題として扱い数値計算を行った。それらの計算を行い、惑星の軌道長半径、質量、微惑星の初期離心率、ガス円盤の有無に対する依存性を検証した。計算方法はエルミート積分法を用いた。

その結果、惑星による近接散乱で微惑星の離心率と軌道傾斜角が大きくあがることがわかった。微惑星の軌道要素の進化は、離心率が極端に大きい場合を除き、惑星のヒル半径でスケールされた。このことは、微惑星散乱において、質量、軌道長半径がともに大きな惑星が効果的であることを意味する。惑星質量が 100 地球質量を越えると、惑星の散乱で惑星系から脱出する微惑星も出てきた。この数は惑星の軌道長半径が大きくなるほど、また初期の微惑星離心率が大きいほど、多くなることがわかった。ガス円盤による抵抗は、微惑星の軌道長半径、離心率、そして軌道傾斜角を下げる。その結果微惑星のヤコビエネルギーが下がるので、ガス抵抗は惑星による散乱を受けにくくするように働くことがわかった。