

微惑星との相互作用による惑星移動の素過程について

Basic mechanism of planetary migration by the interaction with planetesimals

高橋 啓介 [1]; 小林 浩 [2]; 渡邊 誠一郎 [3]

Keisuke Takahashi[1]; Hiroshi Kobayashi[2]; Sei-ichiro Watanabe[3]

[1] 名大・環・地球環境; [2] 名古屋大学、環境; [3] 名大・環境学・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Physics., Nagoya Univ.; [2] Nagoya Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

<http://epp.eps.nagoya-u.ac.jp>

太陽系はその形成過程において惑星移動を経験したと考えられている。特に海王星は移動した際に3:2の平均運動共鳴に捕らえられた微惑星がカイパーベルト

ト天体に見られる事に加え、現在の位置で形成するには時間がかかり過ぎることから、内側で形成された後に外側に移動したとするモデルが提唱されている。太陽系の形成過程を理解する上でも、惑星の移動について調べる事は非常に重要である。惑星の移動機構については、現在までにシミュレーションによる研究がいくつかなされており、惑星が外側に移動する事も可能であるという事が示されている。しかし、惑星の移動がどのような素過程によっておこるものであるかを理解する事は難しい。我々は惑星移動の素過程を理解するために幾つかの円盤質量について疑似N体計算をおこなった。微惑星円盤の分布は林モデルに従い、惑星は海王星質量のものを円盤中に一つだけ配置した。このような系において、惑星よりも内側に存在する微惑星は外側の微惑星よりも多く惑星との近接散乱を経験する。近接散乱は惑星は近接散乱が多い方向に移動するため、結果として惑星は内側に移動することになる。このとき、微惑星円盤の質量が十分に大きければ惑星は移動し続けることができるが、円盤質量が小さい場合には移動速度は徐々に小さくなっていく。前者の場合を forced migration, 後者の場合を damped migration と呼ぶ。境界となる円盤質量は3倍の林モデル程度である。本研究では、これらの移動形態を生み出す物理量として惑星をまたぐ質量流束に着目した。惑星をまたぐ微惑星は、質量と同時に角運動量も輸送する。質量流束が大きい場合、惑星の移動速度は速くなる。次に、個々の微惑星に着目する。惑星が移動することによって近接散乱領域に流入した微惑星は惑星と複数回の強い散乱を経験し、軌道長半径を上昇させる。さらに惑星が移動することで、惑星の進行方向後方に流出した微惑星は大きな散乱回数の少ない微惑星に比べて大きな角運動量を惑星から奪う。惑星の移動速度が速い場合、惑星と微惑星が強い相互作用をする近接散乱領域への滞在時間は短くなり、微惑星の軌道長半径は比較的小さくなる。逆に移動速度が遅い場合には微惑星の軌道長半径は大きくなり、単位質量辺りの微惑星が奪う角運動量は大きくなる。一方で、惑星をまたぐ微惑星の質量流束は微惑星の滞在時間が長くなると減少する。惑星の移動速度が遅すぎる場合、質量流束の減少による影響が単位質量辺りの角運動量が増す効果を上回り、惑星の移動速度は徐々に減少していく。これが damped migration である。逆に、単位質量辺りの微

惑星が運ぶ角運動量と質量流束のバランスがとれている状況では惑星の移動形態は forced migration となる。発表では、これらの影響を含んだ惑星移動を表すモデル式を示す。