

惑星領域外縁部微惑星の軌道進化

神戸大学自然科学研究科 樋口有理可 向井 正

微惑星は原始太陽系円盤のガス中で形成される。その結果微惑星はガス抵抗を受けて互いに衝突しながら太陽に向かって落ち込むと考えられる。そこで、円盤外縁部で誕生した微惑星の幾らかは外惑星の成長に寄与し、幾らかは既に形成された巨大惑星に摂動を受け、彗星の巣に飛ばされたというシナリオを立てた。本研究では衝突タイムスケールと動径方向への移動のタイムスケールとを解析的に比較し、動径方向の移動が支配的な領域における微惑星の軌道進化を検証した。その結果、低密度、ガス抵抗が1.1-1.5倍になると考えられるフラクタル構造を仮定するとある程度成長した微惑星も惑星内領域に落ち込んでくることがわかった。つまり遠方から惑星領域内部への質量輸送は無視できないので、新しい最小質量モデルを構築する必要がある。

また、遠方の比較的冷たい領域で誕生した微惑星は遅れて惑星領域に落ち込むために、木星などの内惑星ではなく海王星の摂動を受けると考えられる。木星の摂動を受けた微惑星がオールト雲を形成し、海王星の摂動を受けた微惑星がScattered Diskなどの短周期彗星の巣を作るとすれば、長周期彗星に含まれる易揮発性物質量が、短周期彗星のそれと比べて少ないという事実と矛盾しない。また、遠方からの落ち込みを考えることで、惑星摂動を受ける距離にいたる微惑星が多量の氷を保持しているという事実も矛盾ないものと考えることができる。

ガス抵抗による微惑星の移動距離

$$r = \left(\frac{r_0^4 - 7.5 \times \frac{t_{\text{year}}}{D_{\text{m}} \cdot \rho_{\text{c}} (\text{kg m}^{-3})} } \right)^{\frac{1}{9}} (\text{AU})$$

密度 100 kg/m^3 、半径 1-1000m、
初期位置 $r_0 = 30 \text{ AU}$ 、 60 AU の微惑星の軌道進化 (a, b)
フラクタル構造をもつ物体と
それと同じ特性半径 (10-1000m) を持つ球体の軌道進化 (c)

