

中心星からの可視光照射を受ける原始惑星系円盤における重力不安定の非線形発展

Nonlinear outcome of gravitational instability in irradiated protoplanetary disks

*廣瀬 重信¹、Shi Jiming²

*Shigenobu Hirose¹, Jiming Shi²

1. 海洋研究開発機構、2. Spotify USA Inc

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Spotify USA Inc

シアリングボックスにおける3次元輻射流体力学シミュレーションを用いて、中心星からの可視光照射を受ける原始惑星系円盤における重力不安定の非線形発展を、中心星からの距離 r と面密度 Σ からなるパラメータ空間で調べた。どのパラメータでも、初期条件とした層流からはまず軸対称密度波が現れるが、自己重力の度合いは、 r が大きいたがって冷却時間が短いほど、あるいは Σ が大きいほど、大きくなっている。この密度波はある程度成長すると非軸対称モードに対して不安定化して分裂し、最終的には、熱的なバランスが取れた重力乱流状態になるか、自己重力で束縛されたガス塊が形成される。その境界は、 r - Σ 空間において、 $r=75$ AUと、 $\Sigma=\Sigma_{0.2}$ （初期のToomre Q 値が0.2に相当する Σ ）に見られる。前者は、冷却時間が $1/2\pi$ 回転周期にまで減少する半径に相当し、それを超えると冷却と加熱のバランスが取れなくなるため、ガス塊が形成される。この半径近傍では、たとえ一旦重力乱流状態になったとしても、その冷却時間の短さから密度の振幅が大きくなるため、いずれガス塊の形成に至る可能性が高い。一方、 Σ が後者の値を超えると、初期の層流が重力的にあまりにも不安定なため、半径（すなわち冷却時間の長短）にかかわらず、必然的にガス塊が形成されることになる。このように、原始惑星系円盤における重力不安定によるガス天体形成には、二つの異なる経路があり得る。なお、形成されたガス塊の中心への質量集中が大きく、温度が水素分子の解離温度を超えると、逃走的収縮が起こる。

キーワード：原始惑星系円盤、重力不安定、流体力学シミュレーション

Keywords: Protoplanetary disks, Gravitational instability, Hydrodynamics simulations