

円盤風によって進化する原始惑星系円盤内でのダスト成長過程の解明

瀧 哲朗 (国立天文台)

利用カテゴリ 計算サーバ

微惑星形成過程は惑星系形成理論に残された最大のミッシングリンクのひとつである。微惑星の形成は原始惑星系円盤と呼ばれるガス円盤の内部で進行すると考えられているが、円盤内のダストは成長の過程でガスと角運動量を交換することで中心星方向へと移動する。最小質量太陽系円盤モデル

(Hayashi 1981) を仮定すると、この移動のタイムスケールはダストの成長のタイムスケールよりも十分に短く、ダストはあるサイズよりも成長することはなく中心星に落下してしまう (e.g., Nakagawa et al., 1986)。これは「中心星落下の壁」と呼ばれており、微惑星形成過程における代表的な理論的困難のひとつである。

これまでの微惑星形成の研究では、大域的には定常なガス円盤を考慮することが多かったが、実際の原始惑星系円盤は100万年程度の時間スケールで散逸する。特に近年では、円盤進化の描像が古典的な粘性降着円盤から変わりつつある。例えばSuzuki et al. (2016)では、数値実験の結果から存在が予言されている磁場駆動円盤風を考慮した円盤進化モデルを提案した。円盤進化の描像が変わると、円盤の内部で進行すると考えられている惑星系の形成過程も必然的に変わってくる。

我々は計算サーバを用いて、円盤風によって大域的に進化する原始惑星系円盤の内部におけるダストの面密度分布および粒子サイズの進化過程を調べた。計算の結果、我々は原始惑星系円盤内における新しいダスト成長メカニズムを発見することに成功した。この成長メカニズムは、円盤の内側領域に微惑星サイズの天体からなる濃密なリング状構造を作るため、惑星系形成理論および円盤観測の分野において今後の応用が期待される。

この新しい成長メカニズムの概要を示したものが添付図である。ガス円盤の進化に伴い、ダストの平衡状態のサイズが上昇していき、最終的に不安定的なダスト成長が駆動される。我々は、平衡サイズが上昇する条件および不安定的な成長が駆動される条件の両方を定式化することに成功した。

本研究内容は論文としてまとめられ、アメリカ天文学会誌に投稿中である。また arXiv にて公開済みなので、詳細は以下の URL より確認できる <https://arxiv.org/abs/2004.08839>。

