

円盤風によって散逸する原始惑星系円盤内部におけるダスト面密度進化

瀧 哲朗 (東京大学)

利用カテゴリ 計算サーバ

微惑星と呼ばれる \sim km サイズの天体の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、円盤内の固体物質（ダスト）は成長の過程で円盤のガス成分と角運動量を交換することで速やかに中心星へと落下してしまう。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困難のひとつである。中心星落下を回避するためのシナリオのひとつに、ガス圧力のバンプ状構造におけるダストの捕獲がある (e.g., Taki et al., 2016)。このような構造の内部では円盤動径方向の圧力勾配力の大きさが非一様になり、圧力が極大となる位置にダストが集積する。またこの圧力バンプ構造は様々なメカニズムによって局所的あるいは大域的に原始惑星系円盤内で形成されることが知られている (e.g., Johansen et al., 2014)。

これまでの微惑星形成の研究では、大域的に定常なガス円盤内部での固体物質の進化過程を考慮することが多かった。しかし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ことが理論・観測の両面から示唆されている。特に近年では、ガス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ている。このモデルでは円盤散逸過程の初期に、円盤内側に大域的な圧力バンプ構造が表れ、さらに圧力バンプ構造は時間と共に外側へ移動していく。このような新しい円盤進化過程を考慮することで、円盤内でのダスト捕獲の描像も大きく変わる可能性がある。

本研究では、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面密度分布の進化を動径方向1次元のモデルを用いて調べた。この際、系の進化を特徴づけるパラメータを明らかにし、ダスト面密度分布進化のパラメータ依存性を調べることを目指した。

ダスト面密度進化の時間スケールは、ダストが円盤内を移動して中心星へ落下するまでの時間スケールと同程度と考えられる。このとき円盤内でのダストの移動速度を決めるパラメータは、ダスト-ガス面密度比・ストークス数（固体物質の流体への追従性を表す無次元数）・圧力勾配力の大きさの3つである。さらに、これらのパラメータはガス円盤の面密度分布に依存しているため、円盤風によるガス円盤の散逸によって時間と共に変動する。そこで本研究では、計算サーバを利用してダストの移動速度を支配する3つのパラメータの初期値と円盤散逸速度の組み合わせを様々に変えた計算を行った。これらの計算の結果をダストの中心星落下のタイムスケールと、円盤風によるガス円盤構造の進化のタイムスケールの大小関係に注目して整理することを目指し、目下計算を進行させている途中である。

今後は上記の方針に従ってさらなるパラメータサーベイを進めつつ、これらの結果を論文にまとめる予定である。