

原始惑星系円盤内のダスト層における軸対称重力不安定の2通りの進化過程

Two evolutionary paths of the axisymmetric gravitational instability in the dust layer of a protoplanetary disk

矢本 史治 [1]; 関谷 実 [1]

Fumiharu Yamoto[1]; Minoru Sekiya[1]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

ダスト層の重力不安定は微惑星の形成モデルのひとつとして提唱されている。しかしながら、重力不安定によって微惑星が形成する過程についての詳細はまだよくわかっていない。本研究では、軸対称の重力不安定についての数値シミュレーションを行い、ダスト層の進化を調べた。その結果、ダスト層に含まれるダストのガス抵抗時間（ガス抵抗でダストとガスの相対速度が $1/e$ になる時間。ダストのサイズや物質密度に依存する。）の違いによって重力不安定には異なる2通りの進化過程があることがわかった。

本研究では、中心星重力の鉛直成分による中心面に向かう運動と重力不安定による動径方向の運動を同時に考慮するために、ダストとガスを別々の2流体として取り扱う。数値シミュレーションは円盤内の局所的な領域について行った。ダスト層は軸対称で円盤中心面に対して鉛直方向に対称であるとし、非摂動状態での鉛直方向のダスト密度分布はガウス分布であると仮定する。重力不安定の進化に注目するために非摂動状態の動径方向の圧力勾配はゼロであると仮定し、シア不安定の生じない条件下でシミュレーションを行った。ダストのガス抵抗時間は、すべてのダストについて等しく時間的にも変化しないとした。

ケプラー角速度で無次元化したガス抵抗時間が 0.01（例えば、1AU でダストの半径が 4cm、物質密度が 1g/cm^3 ）のときは、ダストの沈殿よりも早く重力不安定が成長しダスト層がリング状に変形する過程が示された。一方、ガス抵抗時間が 0.1（例えば、1AU でダストの半径が 13cm、物質密度が 1g/cm^3 ）のときは、数値シミュレーションにおいて中心面密度が重力不安定の臨界密度の数十倍になるまで計算した結果、ダストの沈殿が重力不安定の成長よりも早いという結果が得られた。さらにより大きな中心面密度について調べるために近似的な解析計算も行った。これにより、ガス抵抗時間が 0.1 の場合は中心面密度によらず常にダストの沈殿が早いことがわかった。したがってガス抵抗時間の違いによって、ダストの沈殿より早く重力不安定が成長する場合と重力不安定の成長より早くダストの沈殿が進行する場合の2通りの進化過程が示された。

今後は、非軸対称の数値シミュレーションを行う予定である。