

原始惑星系円盤内におけるダスト成長と光学的性質の進化

Evolution of optical property of protoplanetary disks due to dust growth

姫野 洋平[1], # 田中 秀和[1], 井田 茂[2]

Youhei Himeno[1], # Hidekazu Tanaka[2], Shigeru Ida[3]

[1] 東工大・理・地球惑星, [2] 東工大・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech., [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech., [3] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

原始惑星系円盤の観測結果を解釈する上で、そこに含まれるダストの光学的性質のモデル化は非常に重要である。本研究では、原始惑星系円盤におけるダスト沈殿成長の理論数値計算を行い、ガス円盤の光学的性質がどのように進化するかを調べた。ダスト成長の同様な計算は、すでに中川ら(1981)によってなされているが、彼らの目的は赤道面付近につくられるダスト層とそこでの微惑星形成にあった。しかし、ガス円盤の光学的性質を考える場合、ダスト層に沈殿せずガス円盤の上空に残った、少量のミクロンサイズのダストが重要な役割を果たすと予想される。我々は、このような上空に浮遊している少量のダストに注目し、沈殿成長の高精度数値計算を様々なガス円盤に対して行なった。本研究では、乱流がなくなった原始惑星系円盤を考え、又ダスト合体確率はパラメータとして振った。

数値計算の結果は以下のようにまとめられる。

(1) ダストの成長と沈殿により、千ケプラー周期程度の間にダスト層形成が形成される。この段階で、ガス円盤の光学的厚さは大幅に減少する。ダスト層形成後は、ガス円盤の光学的厚さは上空に浮遊するダストで決まり、ダスト層の寄与は無視できる。従って、原始惑星系円盤の観測では、この浮遊するダストをみているものと考えられる。

(2) 上空に浮遊するダストは、サイズの大きいものから順に沈殿しダスト層に吸収されていく。ガス円盤の各場所での浮遊ダストのサイズ分布は、円盤モデルに依らず常にベキ指数-3のベキ分布で与えられる。浮遊ダストの総量を決めるベキ分布の比例係数は、ガス円盤の面密度やダストの面密度などには依らないことも明らかになった。ベキ分布の上限サイズは沈殿により、徐々に減少していく。ミクロンサイズの浮遊ダストが沈殿により失われるのは、林モデルのガス円盤では百万年程度であり、観測から得られている「原始惑星系円盤の寿命」とおよそ一致する。

(3) 観測で見える浮遊ダストの量は、ガス円盤の面密度やダストの面密度などに比例するものではないために、従来のように原始惑星系円盤の観測で得られる光学的厚さから単純にガス円盤の面密度を決定することは、適当でない。原始惑星系円盤の観測結果からガス円盤の情報を引き出すには、我々の計算結果を用いる必要がある。