

P215b 原始惑星系ガス円盤の消散過程と惑星形成 (2):定常降着円盤における静穏領域と固体微粒子移動

今枝佑輔, 戎崎俊一 (理研)

原始惑星系円盤の構造進化は一次元粘性降着円盤で記述される。降着円盤においては、磁気回転不安定 (MRI) に起因する乱流が粘性の起源と考えられているが、その起動には最低限の電離率が維持される必要がある。先行研究においては、円盤中に含まれる放射性核種と銀河宇宙線を電離源として考慮して、中心星から 10AU 程度よりも内側は、電離率が低すぎて、乱流がない静穏領域になることが明らかにされてきた。我々はさらに、中心星起源の宇宙線による電離、紫外線による電離蒸発、中心星の磁場、熱電離も考慮し、定常状態を仮定して、円盤の電離状態と構造を調べた。すると、降着率が $10^{-7} - 10^{-8} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ の場合には、1AU 程度より内側で主に熱電離のために電離率が再び上昇し、MRI が起動し乱流状態が形成されることが分かった。この MRI の再起動 (静穏・乱流) 境界の内側は粘性が急に大きくなるため、円盤ガスの密度勾配そして圧力勾配が正になり、円盤ガスの公転速度が固体微粒子の公転速度より速くなる。その結果、固体微粒子はガスから角運動量をもらいガスに対して外側に向かってドリフトすることが期待される。0.1~1mm より大きな固体微粒子はこのドリフト速度がガスの降着速度を上回って静穏・乱流境界に長期にわたって滞留することがわかった。このような場所では、固体微粒子の合体成長がこれまで考えていたより加速される可能性がある。一方、それより小さな固体粒子はこのバリアを乗り越えガスと共に降着し、電離蒸発によって降着円盤から飛び出して、中心星に落下するか、太陽風により再び外側に流されることになる。降着円盤の内側の端が中心星に十分近いと、いったん溶ける。この現象は隕石の中の Ca-Al-rich inclusions (CAI) やコンドリュールの形成と関係があるかもしれない。