

乱流ガス円盤中のダストの光泳動と回転

Photophoresis and the rotation of dust particles in turbulent circumstellar gas disks

竹内 拓 [1]

Taku Takeuchi[1]

[1] 神戸大理

[1] Kobe Univ.

原始惑星系円盤中でダストが成長し、ダスト粒子の数が減少すると、円盤は中心星の光に対して光学的に薄くなる。すると、ダスト粒子に中心星の光が直接当たり、ダストの表側（中心星を向いた面）は、中心星からの輻射によって暖められ、裏側より温度が高くなる。ここで、円盤のガスがまだ残っているとす。ダストに吸着され、再放出されるガス分子を考えると、再放出時のガス分子の速度は、暖かい表側の方が大きくなる。その反作用で、ダストは中心星から遠ざかる力を受け、外側に移動する。これを光泳動という。

ダストの光泳動を阻害する要因として、ダストの回転が考えられる。ダストが高速で回転していると、中心星の光は、ダストの表面全体をまんべんなく暖め、ダスト内部の温度は一樣となる。ダストのブラウン運動による回転の速度は小さく、光泳動を阻害するにはいたらない。そこで、円盤ガスの乱流によってダストが回転しているとして、光泳動が阻害されるかどうかを見積もった。

円盤ガスの乱流モデルとして、コルモゴロフのスケーリング則に従う等方乱流を考える。モデルを取り、最大の乱流渦の大きさと速度は、それぞれ、円盤の厚みと音速の $\alpha^{(1/2)}$ 倍と仮定する。ここで $\alpha=0.01$ とした。乱流中で、ダスト粒子の運動が同期する最も小さい渦の回転の時間スケールを、ダストの回転の時間スケールに等しいとした。この回転時間を、ダスト内部の温度が緩和する時間と比較することにより、回転による光泳動の阻害が起こるかどうかを見積もった。

その結果、乱流による回転時間は、熱緩和時間より大きいことがわかった。したがって、コルモゴロフ的なガスの乱流では、光泳動を抑えるほどのダストの回転は励起されない。