

P214a 永年重力不安定による微惑星形成の数値シミュレーション

道越秀吾、小久保英一郎(国立天文台)、犬塚修一郎(名古屋大学)

微惑星とは、惑星系形成の初期段階に形成されたと考えられている小天体で、典型的にはキロメートル程度の大きさである。微惑星が集積し、地球型惑星やガス惑星の固体核が形成された。しかし、微惑星の形成過程は様々な議論があるが、まだ決定的な説が無いのが現状である。

微惑星形成の説の1つに重力不安定説がある。原始惑星系円盤には、星間ダストに由来するミクロンサイズの微小ダストが含まれていたと考えられている。ダストが成長すると、中心星からの重力によって円盤の中心面にダストが徐々に沈殿する。中心面でのダストの密度が十分に高まり臨界密度を越えると、重力不安定が発生し、ダスト層が分裂して、微惑星を形成するという説である。

しかし、沈殿が進むにつれて、鉛直速度シアが増加し、シア不安定が発生する。従って、沈殿が進むと最終的には乱流状態となる。また、電離度が高い領域は、磁気回転不安定性によって乱流状態になると考えられる。このように乱流状態になっている場合は、重力不安定となるほどダストが薄く沈殿できない可能性がある。

乱流でかき混ぜられたダスト層は、古典的な重力不安定の意味では安定である。しかし、ガスとの摩擦による永年進化によって不安定化する可能性がある。2011年秋季講演会では、線形解析によって永年重力不安定モードが存在し、他の過程に比べて卓越する可能性があることを指摘した。これは、乱流の効果を正しく考慮した場合は、乱流拡散では完全に安定化できないため、密度揺らぎの極大点にダストが徐々に集まる現象である。そこで、乱流でかき混ぜられたダスト層の長期進化を3次元 N 体シミュレーションと1次元シミュレーションによって調べた。本講演では、数値シミュレーションの結果から永年重力不安定による微惑星形成過程について議論する。