

Z308a タンデム惑星形成

戎崎俊一, 今枝佑輔 (理研)

林らが約30年前に構築した理論的枠組みに、回転磁気不安定 (Balbus and Hawly 2000) や、多孔性粒子成長機構 (Okuzumi et al. 2012, Kataoka et al. 2013)、中心星が放射する電離放射線の影響などの新物理を取り込んで、惑星形成論を再構築した。その結果、0.3-20 天文単位の領域 (諸条件により変わる) に、磁気回転不安定の抑制により静穏領域ができることが分かった。そして、静穏領域の外側の境界と内側の境界の二か所で固体粒子が円盤中央面付近に集積し、重力不安定を起こして数キロメートルの微惑星を効率的に形成することが分かった。前者では、氷 (雪) が、後者では岩石粒子が集積する。これらがさらに合体を繰り返し、前者がガス惑星の核、後者が岩石惑星に成長することが期待される。これをタンデム惑星形成と名付けた。

タンデム惑星形成において、岩石微惑星の形成場所の温度は 1000-1300K とかなり高温で、水分をなどの揮発成分は固体成分から失われることが予測される。これは、地球が水を持たない星として生まれ、後に少量の水を獲得したとする ABEL モデルと整合的である。また、水なしの原始地球表面に形成される還元的な鉱物と、後からやってきた水の激しい反応は、リン酸を含む有機物の形成を促進する。また、原始惑星系円盤のガスは、中心星からの電離紫外線による光電離蒸発で、惑星形成開始から 100-300 万年後に内側から失われる可能性が高い。

今後、原始惑星円盤における物質分布とその化学組成を明らかにし、惑星・小惑星の材料物質を議論し、小惑星・隕石の同位体組成などとの関係を議論する。また、原始星を作る母星雲が持つ角運動量と磁気フラックスの強さにより、原始惑星円盤の静穏領域の大きさが規定されることが分かってきた。これを用いて、系外惑星系の多様性の説明を試みる。