

M型星周りでのハビタブルプラネットの形成

荻原 正博 (東京工業大学)

利用カテゴリ GRAPE-B

1995 年に初めて系外惑星の観測して以来、次々と系外惑星の発見報告がなされており、今日までにその数は 300 個を超える。注目すべきは、近年の観測技術の発展により、10 年前には不可能であった惑星をも発見できるようになったことである。ここ数年では地球質量の数倍程度の岩石惑星（スーパーアース）をも観測可能になっている。これからの系外惑星探査の大きな一つの潮流は、地球質量の岩石惑星の発見を目標としており、本研究では今後の観測結果に期待し、これらの惑星形成の理論モデルを構築することを目的としている。

ところで、系外惑星探査方法で主流の視線速度法とトランジット法では、中心星に近い領域に存在する惑星の発見確率が高く、まずは中心星近傍に存在する地球型惑星から発見されていくと考えられる。また、中心星質量・半径が小さい程地球型惑星の観測可能性が高くなると言える。よって本研究では、中心星が小さい M 型星の近傍領域での地球型惑星の形成を N 体シミュレーションによって調べた。更に、M 型星の周りにおいては、中心星近傍領域にハビタブルゾーン（そこに存在する惑星は液体の水を表面に持ちうるという領域）が存在するため、生命居住可能惑星の形成という観点でも興味深い。

現在の惑星形成標準理論によると、惑星は原始惑星系円盤中で衝突・合体を繰り返すことで形成すると考えられている。ところで、原始惑星系円盤は中心星に近いほど密度が高くなり、本研究においては円盤ガスの効果が惑星形成に重要な影響を及ぼすと考えられる。円盤ガスを流体として扱えば数百周程度の進化しか追うことができないが、円盤ガスの効果を半解析的に導出された公式として惑星の運動方程式に組み込むことで、数億周程度の軌道進化を追うことが可能になる。本計算では、5000 体の微惑星から最終的な惑星形成までを重力多体専用計算機 GRAPE-6 を使用して N 体シミュレーションを行った。

計算の結果、惑星は円盤ガスとの相互作用により中心星に向かって移動しながら衝突・合体をくり返し、最終的に中心星近傍で数個の惑星が形成することが示された。また、円盤ガスの効果の程度により、惑星が中心星に向かって移動する速度が決まるが、惑星移動速度が速い条件では、形成された惑星は平均運動共鳴に捉えられた状態で形成し、惑星移動速度がある程度遅いと、最終的な惑星は平均運動共鳴から外れることがわかった。これまで発見されているスーパーアースの系は、お互いが平均運動共鳴に捉えられていない傾向にあり、惑星移動速度が遅い状態で形成したと考えられる。よって今後数年で、平均運動共鳴から外れた地球型惑星の発見が相次ぐことが予想できる。