

周惑星円盤における微衛星形成に対するダストサイズ分布の影響 Effects of dust size distribution on satellitesimal formation in circumplanetary disks

*尾崎 遼平¹、奥住 聡¹、芝池 諭人¹

*Ryohei Ozaki¹, Satoshi Okuzumi¹, Yuhito Shibaike¹

1. 東京工業大学

1. Tokyo Institute of Technology

木星のようなガス惑星はその形成過程において、周惑星円盤と呼ばれる降着ガスの円盤を持つ。ガリレオ衛星はこの周惑星円盤の中で形成されたと考えられているが、微衛星の起源は明らかになっていなかった。本研究では、周惑星円盤の中で、小さなダスト粒子から微衛星が形成される可能性に着目する。

Shibaike et al. (2017)は、定常な周惑星円盤を仮定し、一定の割合で供給される氷ダストの合体成長と落下を計算した。その結果、雪線より外側で氷ダストが微衛星まで成長するためには、ダスト流入率のガス流入率に対する比が1以上、かつ乱流の強さ α が 10^{-4} から 10^{-2} という条件を満たす必要があることを示した。ただし Shibaike et al. (2017)では簡単化のため、各軌道距離でのダストサイズ分布は十分に狭いと仮定していた。このため、ダストが周惑星円盤の広範囲に流入し、大小のダストが混在する可能性を指摘しつつ、それがダストの成長や周惑星円盤の温度分布に与える影響は計算していなかった。

本研究は、氷ダストが直接合体成長のみで落下問題を回避し、また周惑星円盤の温度が氷ダストの昇華温度より低く保たれるための条件を求めることを目標とする。本研究では、ダスト流入の空間分布及び各軌道距離でのダストサイズ分布両方の広がり考慮した、ダスト合体成長の数値計算を行なった。さらに、ダストサイズ分布の計算結果を用い、円盤の光学的厚みと温度分布を再計算した。

その結果、ダスト落下問題を回避するためには、ダスト流入率のガス流入率に対する比が1以上、かつ乱流の強さ α が 10^{-4} 以上という条件を満たす必要があることがわかった。これはShibaike et al. (2017)の結果とよく一致した。一方、ガス流入率が大きいと、再計算した円盤の温度も高くなり、氷ダストが計算範囲全域で昇華してしまうことがわかった。これは、本研究でサイズ分布を計算したことにより、初めて明らかになったことである。この結果から、ガス流入率について100万年あたり0.002木星質量以下という条件が加わった。

本研究の結果は、氷微衛星形成が惑星形成の最終段階で起こる可能性を示唆する。周惑星円盤内での微衛星形成のための条件をさらに絞り込んでいくと共に、微惑星捕獲など別のアプローチと組み合わせて考えることで、衛星形成の全体像を明らかにしていくことが今後の課題となる。