

高空隙率ダストのエプスタイン領域からストークス領域境界での空力特性

○徳永 知毅¹ 高石 大輔¹ 高桑 繁久¹ 塚本 裕介² (1.鹿児島大学 2.甲南大学)

惑星形成初期段階であるダストの合体成長過程では、ダストが受けるガス抵抗則の遷移がそのサイズ進化を強く支配する。Okuzumi et al. (2012) をはじめとする先行研究では稠密球を仮定した抵抗則が用いられてきたが、実際のダストは衝突成長を通じて多孔質な形状になると考えられる。一方、このような多孔質な形状のダストが受けるガス抵抗則は実験的にSchneider & Wurmらによって調べられており、多孔質な形状を持つ物体は稠密球と比較して抵抗係数が大きいという結果が得られている。しかし、Schneider & Wurm (2021) の室内実験は比較的高密度なガス領域に限られ、円盤の希薄領域における多孔質体の抵抗係数は十分明らかでない。

本研究ではDSMC法を用いた希薄流体シミュレーションにより、多孔質ダストに作用する抵抗係数(C_D)をKnudsen 数 (Kn) $10^{-2} < Kn < 10^3$ の広範囲で計算した。その結果、(1) ストークス則領域における C_D の Reynolds 数依存性の冪が稠密球に比べ有意に浅く、ストークス則への遷移後も C_D が緩やかにしか減少しないこと、(2) 円盤中のダスト-ガス相対速度は極端な低マッハ数には至らず、稠密球であっても $C_D \propto Re^{-1}$ が成立する Re 領域は狭いことを示した。本結果はSchneider & Wurm (2021) の実験結果と低 Knudsen 数側で接続可能であり、希薄流体シミュレーションが実験的に到達困難な希薄領域を補完しうることを示唆する。本講演ではこれらに基づく解析的抵抗則の補正と、円盤におけるダスト成長への影響についても議論する。