

P210b 鉛直シア不安定性乱流に対する冷却率の時空間進化の影響

福原優弥（東京工業大学）, Mario Flock（MPIA）, 奥住聡（東京工業大学）

原始惑星系円盤におけるガス乱流は、ダストの成長・輸送や微惑星形成に影響を与える。近年、これらに影響を与える乱流生成機構として、円盤の放射冷却に起因する鉛直シア不安定性（VSI）が注目されている。VSIが駆動する乱流の強度は円盤冷却率の空間分布に依存する（Fukuhara et al. 2023）。一方で、円盤冷却は主にダストが担っており、冷却率分布はダストの空間分布やサイズによって変化する（e.g., Fukuhara et al. 2021）。VSI乱流はダストを鉛直方向に強く拡散するため（e.g., Flock et al. 2020）、冷却率はVSI乱流とともに時空間進化しうる。そのような状況下において、どのような乱流構造・ダスト鉛直分布が実現するかは未解明である。

本研究の目的は、円盤冷却率が時空間進化する状況下でのVSI乱流の詳細な性質を数値流体シミュレーションによって解明することである。このシミュレーションでは、ダストを圧力なし流体として計算し、そのダスト流体に従属して円盤冷却率を変化させている。計算には公開コードであるPLUTO（Mignone et al. 2007）に、ダスト流体モジュールを組み込んだものを用いた。その結果、ダスト量が多く、ダストが小さい場合では、VSI乱流とダストおよび冷却率の空間分布が準定常状態になる平衡状態が実現することがわかった。この状態では、VSI乱流はダストを鉛直方向に強く拡散する状態を維持する。この時のダスト鉛直拡散強度は、VSI乱流の典型的な値である 10^{-3} ほどである。また、ダスト・ガス面密度比が小さくなる（ < 0.01 ）、もしくはダストが大きくなる（ $\gtrsim 100 \mu\text{m}$ ）とこの平衡状態が実現しないことがわかった。これは、VSI乱流におけるダストの拡散と沈澱を調べたFukuhara & Okuzumi 2024の結果と、定性的に一致する。これらの結果は、ダスト成長に対する乱流の影響を理解するためには、ダストと乱流の共進化を調べる必要があることを示唆している。