

2次元粉体乱流の緩和過程と統計則

(科技団・名大人情) 儀部雅晴

ミクロ（メソ）スケールの粒子間微小散逸がマクロな時空構造にどのような影響を与えているのだろうか？非平衡度により時空構造が次々と変化する散逸構造の観点から、散逸系一般の普遍的性質と分岐現象を微視レベルから明らかにするため、非平衡散逸多体粒子系の巨視的集団の物性を記述する適切な微視的モデルとして、非弾性剛体円板系の自由冷却過程に束縛型熱浴を施すことで実現する非平衡定常状態に着目し、大規模かつ系統的なイベントドリブン分子動力学シミュレーション [1] を実行した。

減衰（緩和）過程では、大きく分けて四つのステージに分類される。平衡状態（初期状態）から一様冷却緩和過程（第一ステージ）を経て、まず速度場が不安定化し速度相関を持った特徴的な大きさの局所的ドメインが励起する。渦度場に着目すると、自己組織化した秩序渦が系の動力学を支配し、エンストロフィーはべき的な減衰する（第二ステージ）。第三ステージでは密度場が不安定化し、非圧縮性流体から圧縮性流体に移行する。エネルギースペクトルは、Kraichnan- Leith-Batchelor 理論による -3 乗べき乗則に従い、二粒子間距離は Richardson 則と極めてよい一致を示した。また渦度の確率密度分布は、ガウス分布から逸脱し始める（間欠性）。最終状態（第四ステージ）は、粒子占有率、反発係数の違いにより、ラミナーなシア流、振動するシア流、乱流的なシア流、双極渦構造のいずれかに分類されることが判明した。 [2]

これらの結果は、2次元減衰性 Navier-Stokes 乱流の緩和過程、統計則、最終状態に極めて酷似しており、非平衡散逸多体粒子系が非平衡散逸流体系と普遍性クラスを共有（または包含）していることをほのめかしている。

参考文献

- [1] M.Isobe, Simple and Efficient Algorithm for Large Scale Molecular Dynamics Simulation in Hard Disk System, *Int. J. Mod. Phys. C* **10**, 1281 (1999).
- [2] M.Isobe, Vorticity Statistics in the Two-Dimensional Granular Turbulence, *submitted*.