

壁乱流および複雑流の各種数値シミュレーション

東京理科大学 創域理工学部 塚原 隆裕・他（大学院生）

目的 壁乱流の亜臨界遷移過程の解明と、各種複雑流（粘弾性流体・混相流）流動状態の調査.

内容 亜臨界遷移域における壁面乱流を対象とした直接数値シミュレーション（DNS）により、流動状態の遷移過程および臨界条件を明らかにした. また、粘弾性流体のDNSを通じて乱流変動機構の解明に取り組むとともに、機械学習モデルの訓練に資するデータを提供した. さらに、オープンソースCFDツールであるOpenFOAMを用いて、サイクロンセパレータ機器内の単相流および平行平板間における気液二相流の数値シミュレーションを実施した.

結果 Taylor-Couette-Poiseuille流において、軸方向圧力勾配 $F(P)$ の増加により、例えば波状Taylor渦（WVF）が直線状Taylor渦に流動様相が変化し、さらには層流状態を経てから、亜臨界遷移に特有の層流－乱流共存状態（HLT：螺旋乱流）に移ることを見出した（図1）. 他に、粘弾性流体乱流の3D U-Net代理モデルの構築や、各種産業機器における流動現象の解明を進めた.

利用した計算機：SQUID汎用
CPU/GPU/ベクトルノード群

計算ノード時間 23,666 h

ポイント数（予定含む） 7,250 pt

ベクトル化率 99.6%以上

（自作コードDNSの場合）

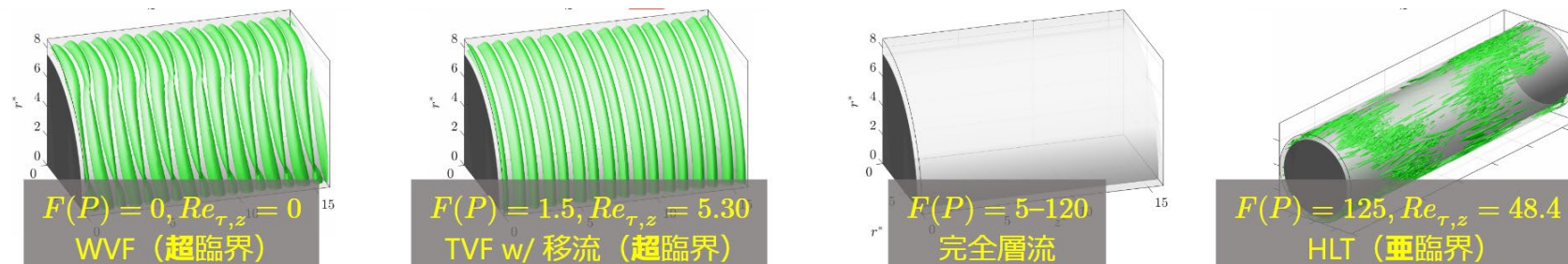


図1 Taylor-Couette-Poiseuille流のDNS結果. 最右図以外は、計算領域の一部を可視化しており、緑の等値面は渦を示している. $Re_{\tau,z}$ は軸方向摩擦レイノルズ数である.