

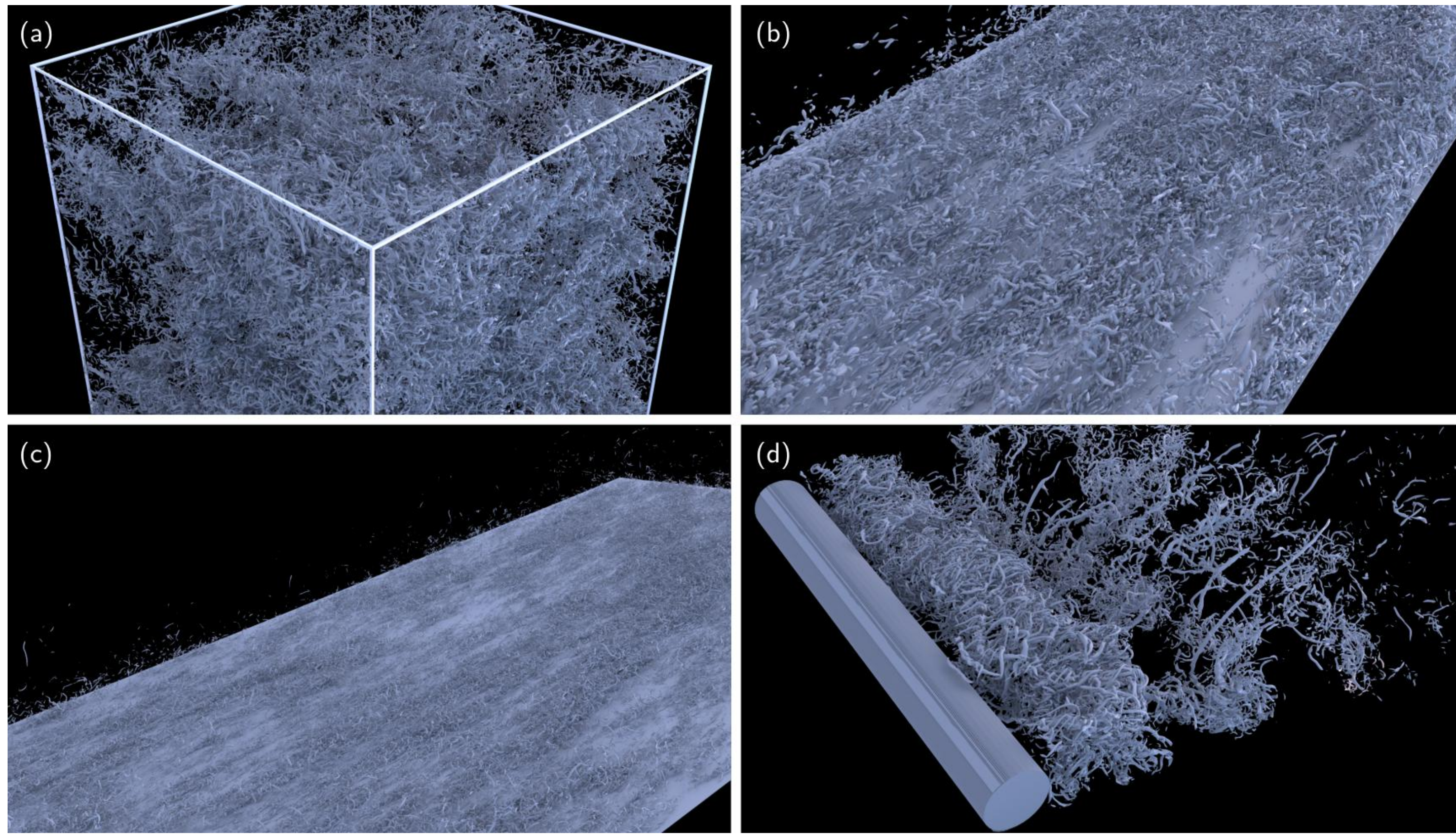
混相乱流の数値シミュレーションプログラムの開発

もとおり

後藤 晋 (阪大) 本告 遊太郎 (阪大)

渡邊 大記 (阪大) 高橋 大介 (筑波大) 下川辺 隆史 (東大)

单相乱流の直接数値シミュレーション

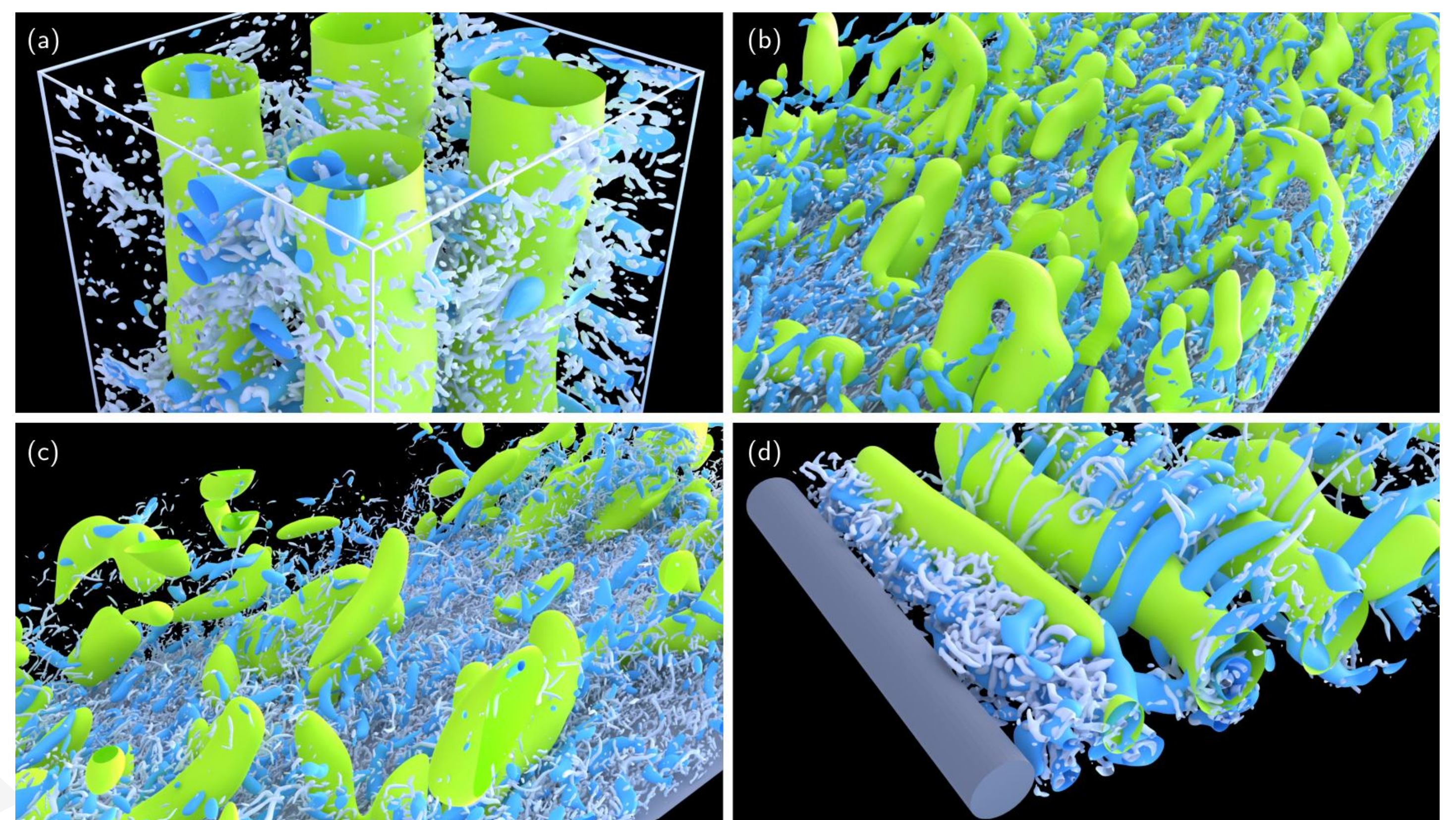


- (a) Goto, Saito, Kawahara, PRF (2017)
 (b) Motoori, Goto JFM (2019)
 (c) Motoori, Goto JFM (2921)
 (d) Fujino, Motoori, Goto, JFM (2023)
 ※ 画像引用: Motoori, Murahata, Goto, EJMBF (2026)

FFTを用いた
スケール分解

数値手法

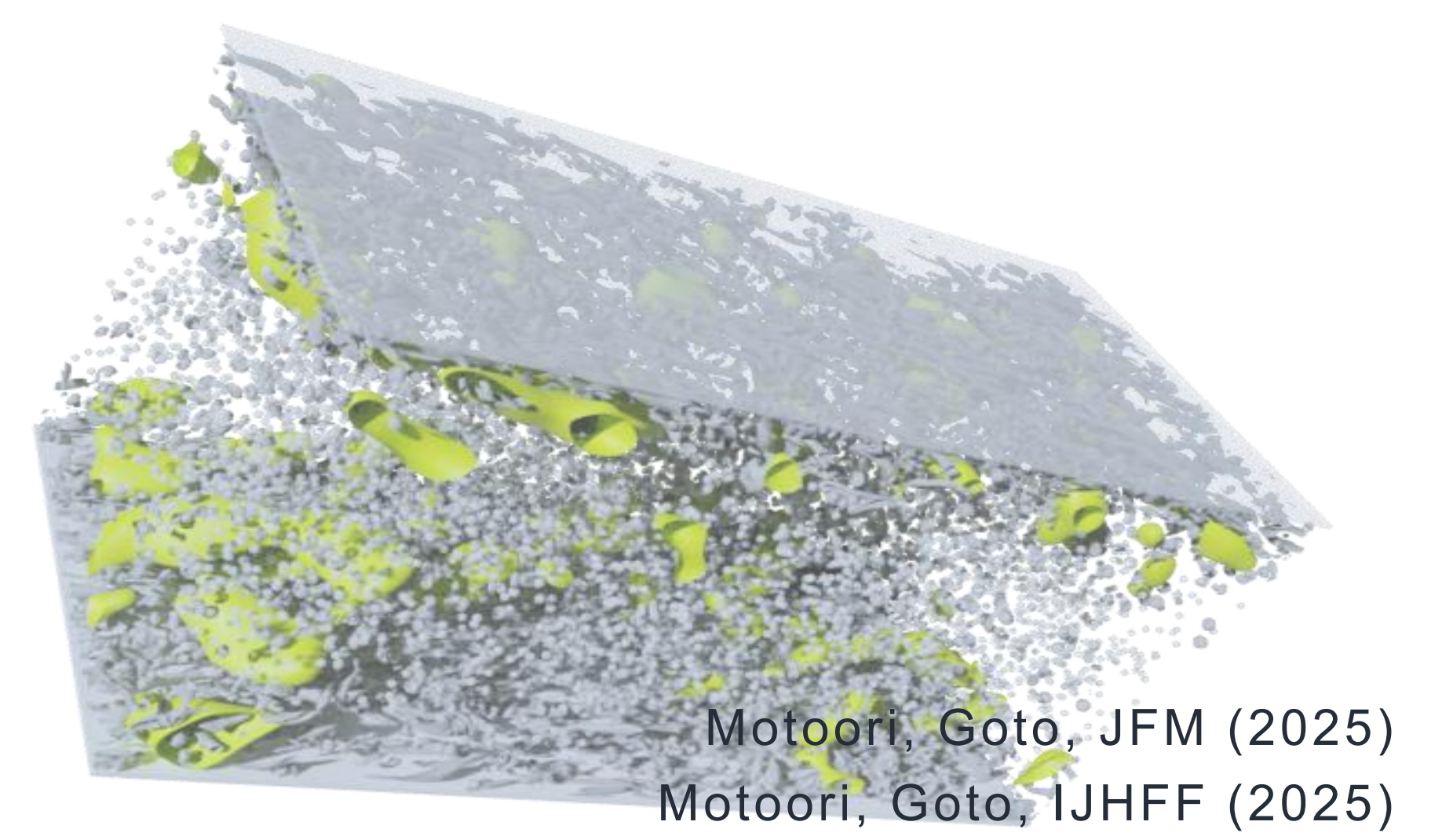
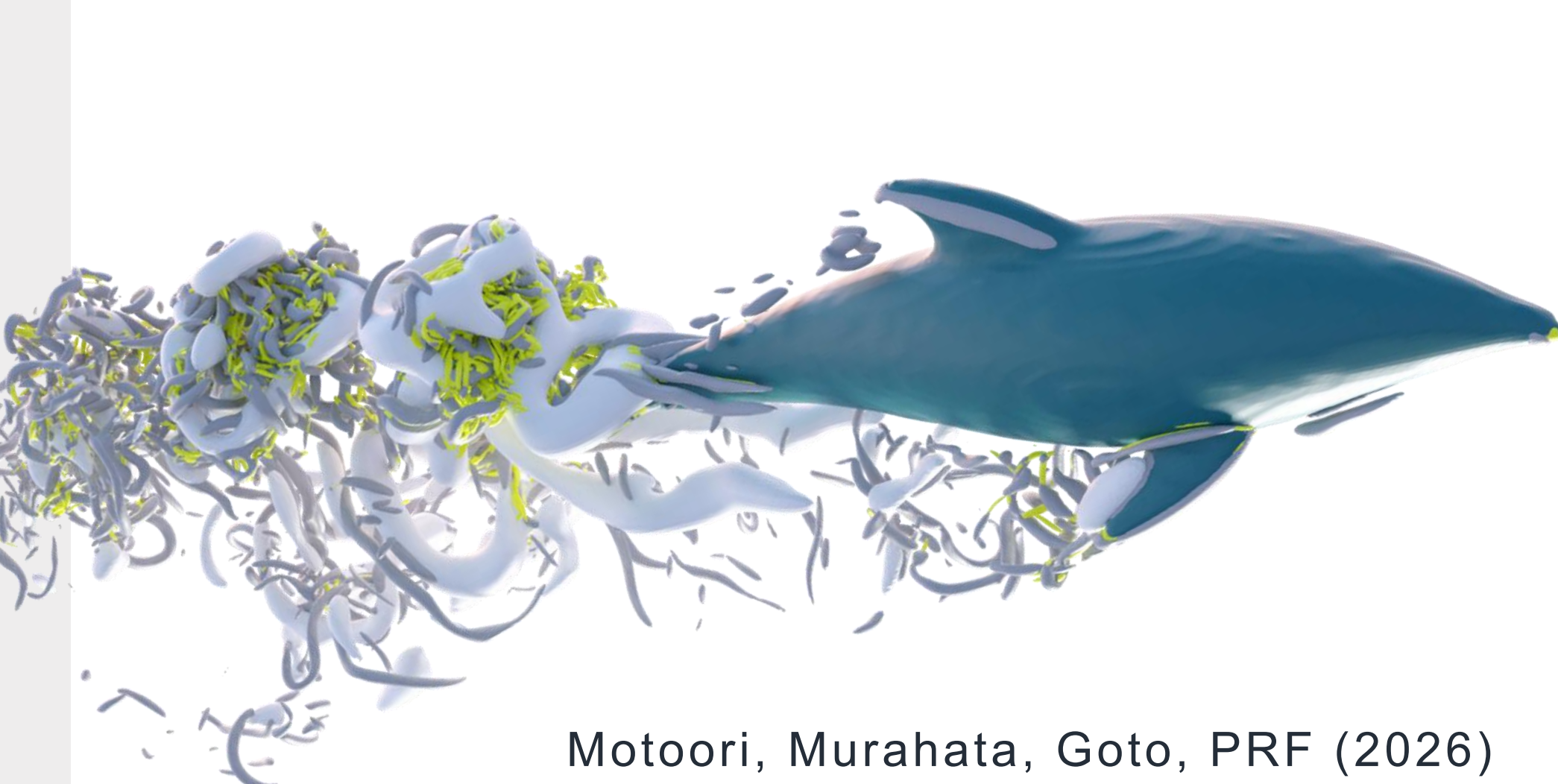
- (a) 一様等方乱流 フーリエ・スペクトル法
 (b) 境界層乱流 有限差分法
 (c) 平行平板間乱流 圧力のポアソン方程式は周期境界方向にFFT
 (d) 円柱背後の乱流



秩序だった渦の階層

秩序渦の階層に基づいて、单相乱流はよく理解できた。

本プロジェクトでは、混相乱流に挑戦する。



数値手法

- 流体構造連成
- 格子ボルツマン法/埋め込み境界法
- 周期境界条件
- スケール分解にFFT

- 気液二相流/液液二相流
- 有限差分法/CLSVOF
- ポアソン方程式は周期境界方向にFFT
(Dodd & Ferrante, 2014)

- 流体構造連成 (複数の粒子)
- 有限差分法/埋め込み境界法
- ポアソン方程式は周期境界方向にFFT

数値プログラムのGPU化

1. 高速フーリエ変換 (FFT) のGPU向け実装

周期境界条件下の乱流のDNSで効果あり
(cuFFT/hipFFTの効果をNVIDIA/AMDで確認)

2. 適合格子細分化法の実装

計算時間

