

流体分野における

数値シミュレーションの現状と課題

京都大学 学術情報メディアセンター
コンピューティング研究部門 牛島 省

1

計算対象となる流体の特徴 (土木分野)

- 乱流：3次元非定常，最小渦～計算対象スケール
- 移動境界
 - ・ 自由水面 (ときには気液混相流)
 - ・ 移動床 (境界面か粒子群か，固液混相流)
- 連成現象
 - ・ 大スケールの物体 (剛体) を含む流れ
 - ・ 変形する物体と流れの相互作用
- 熱あるいは (溶存) 物質の輸送
 - ・ 化学反応，生態・環境との関係

2

数値解法の現状

- これまでの解法：
複雑な計算対象 → 単純化，(大胆な) モデル化
(例) 各種の水理経験則など
- これからの解法：
現象をミクロに捕らえると，複雑な流動現象は，
単純な力学過程として正確に扱えるのではないか？
(例) potential 流を仮定しない → 流体力は簡単に記述
- そのような解析が可能なのか？
部分的には可能だが，実用問題に対しては，
大幅な計算処理能力の向上が必要

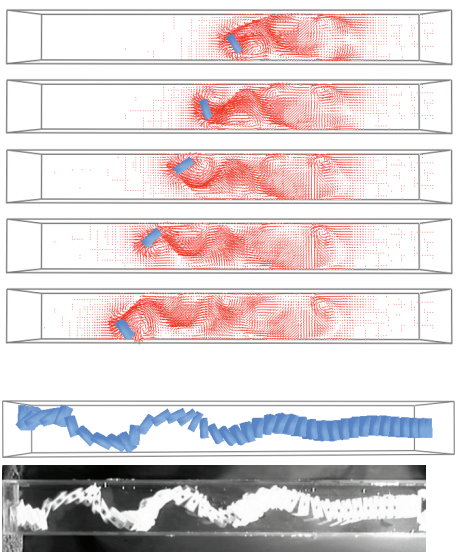
3

最近の計算手法の例

- 乱流のモデリング
 - ・ 各種 LES / RANS
- 非線形項を高精度に扱う解法 (保存型解法)
 - ・ CIP, IDO, FVM-QSI
- 粒子的な扱いを利用する解法
 - ・ LBM, MPS
- 一流体的なモデルにより多相場を扱う解法
 - ・ CCUP, MICCS

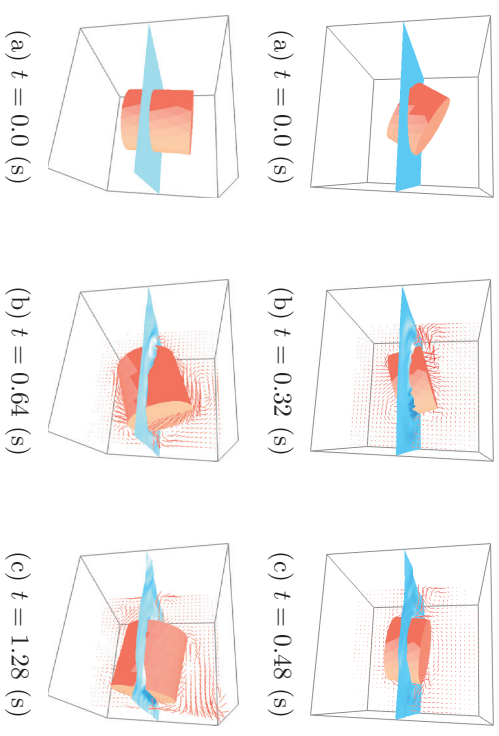
4

水中を落下する矩形物体



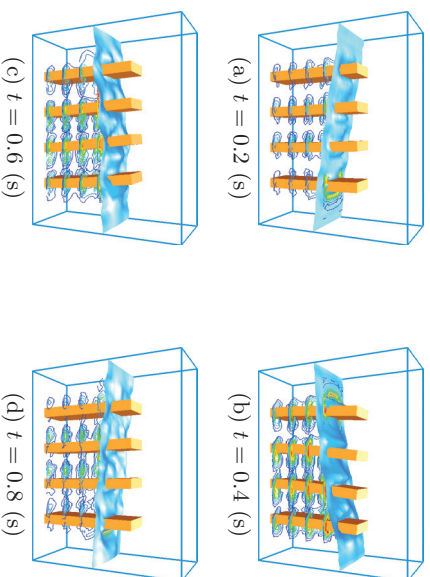
5

円柱浮体の安定性



6

スロッシングと弾性体の連成計算の例



- 等高線は渦度の絶対値を表す

7

流体計算の将来

- これからの課題：
 - ・ モデルリソング、計算アルゴリズムに関して、高速演算が実現した場合を想定した検討が必要（もし演算速度が現在の100万倍になったら?）
- 演算速度の高速化：
 - ・ プロセッサの集積度の限界（ムーアの法則の終焉）
 - ・ ユーザが工夫（並列化）しないと高速化できない時代
 - ・ ハードウェア（ペタコン、GGPU等）の動向を視野に入れた計算手法の提案が望まれる

8