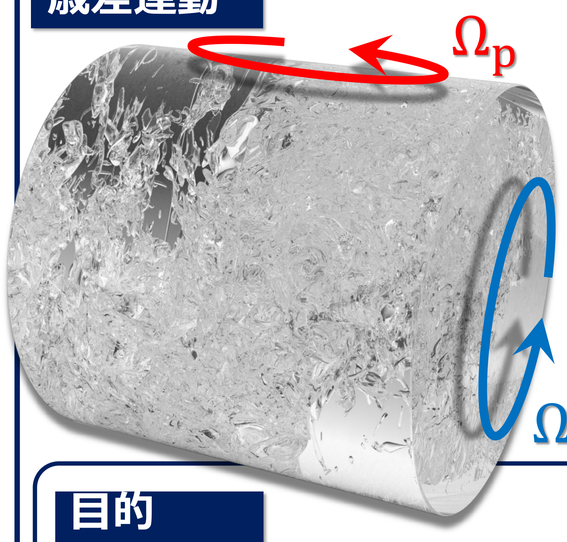
容器の歳差運動に駆動される気液二相流の大規模数値シミュレーション

EX26701　　大阪大学大学院基礎工学研究科　〇渡邊大記（D1 久木元翔太）

これまでの結果

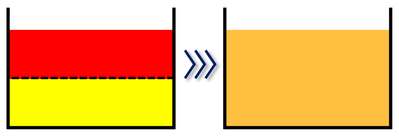
歳差運動



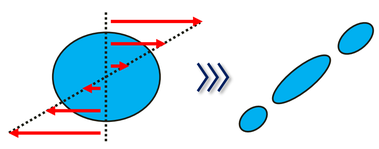
容器の歳差運動を用いた撹拌機

(Goto *et al.* 2014)

- 高速混合



- 高せん断

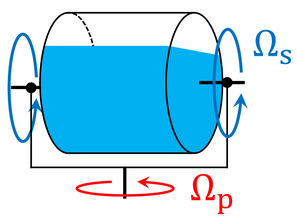


既往研究は完全に充填されている場合に限定

My Study

目的

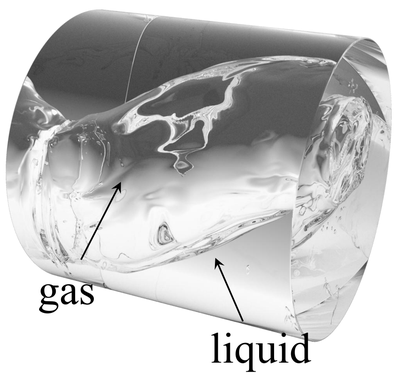
気液二相流の場合にどうなるの？



Result

流れ場は 回転数比（Γ）で制御可能　$\Gamma = \Omega_p / \Omega_s$

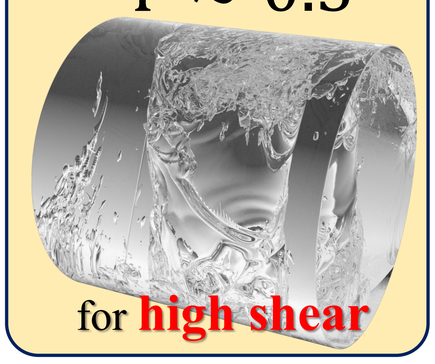
Rotation Ratio



$\Gamma \approx 0.1$

for **mixing**

$\Gamma \approx 0.3$

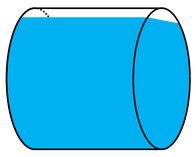


for **high shear**

ミキサーとしての活用

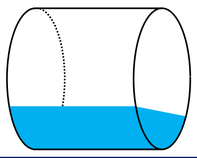
効率よく混ぜたい

A.　角速度比は0.1程度



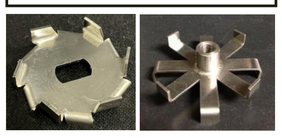
高せん断撹拌を行いたい

A.　角速度比は0.3以上程度



背景

撹拌翼



(Y. Kato 2014)

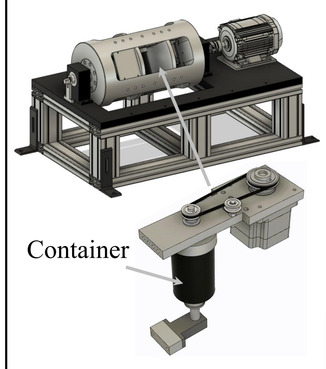
- 洗浄効率 ↓
- コンタミリスク ↑

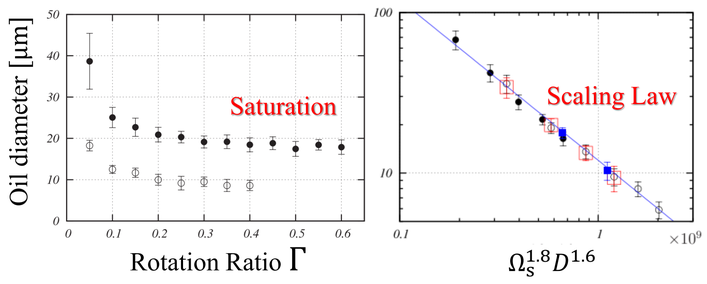
》》撹拌翼のない撹拌機があればなぁ

Precessing mixer

歳差撹拌機

Emulsification with Precessing mixer (S. Goto 2023)





先行予備実験により
低充填率 (20%) 》》 **より小さい液滴を観測**

充填率の影響とは　？

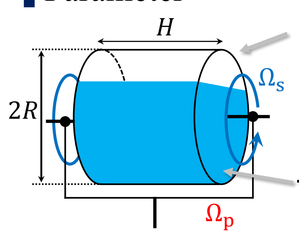
Direct Numerical Simulation

Fluid Motion 》》 有限差分法＋IBM+Levelset法

- Navier-Stokes Eq.　$\frac{\partial \rho \boldsymbol{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \boldsymbol{u}\boldsymbol{u}) = -\nabla P + \nabla \cdot (\mu \boldsymbol{D}(\boldsymbol{u})) + \boldsymbol{F}_{\mathrm{cen}} + \boldsymbol{F}_{\mathrm{cor}}$
- Continuous Law　$\nabla \cdot (\rho \boldsymbol{u}) = 0$
- Boundary Condition　$\boldsymbol{U}_{\mathrm{wall}} = \boldsymbol{\Omega}_s \cdot \boldsymbol{x}$ ← **IBM** (T. Kajishima 2001)

Gas-Liquid Interface 》》 **Volume-Preserving** Level Set Method (Sussman 1994)

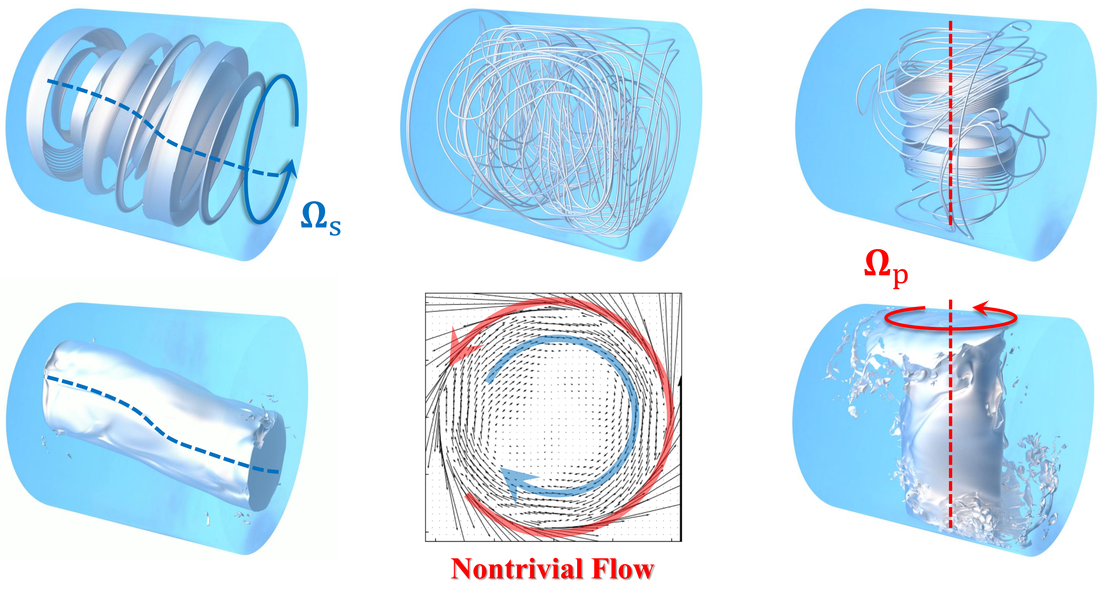
Parameter



- Reynolds Num.　$\mathrm{Re} = 10^4$
- Filling Ratio　$0.1 \leq \phi \leq 1$
- Rotation Ratio　$\Gamma = \Omega_p/\Omega_s = 0.02, 0.16, 0.5$

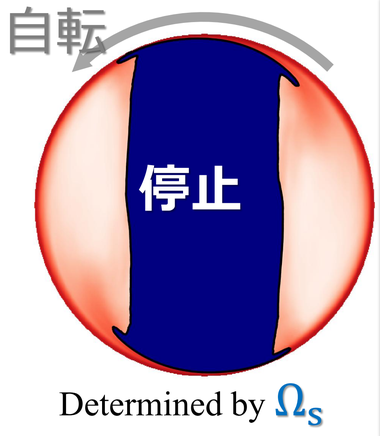
Time-Average

- $\Gamma = 0.02$
- $\Gamma = 0.16$
- $\Gamma = 0.5$

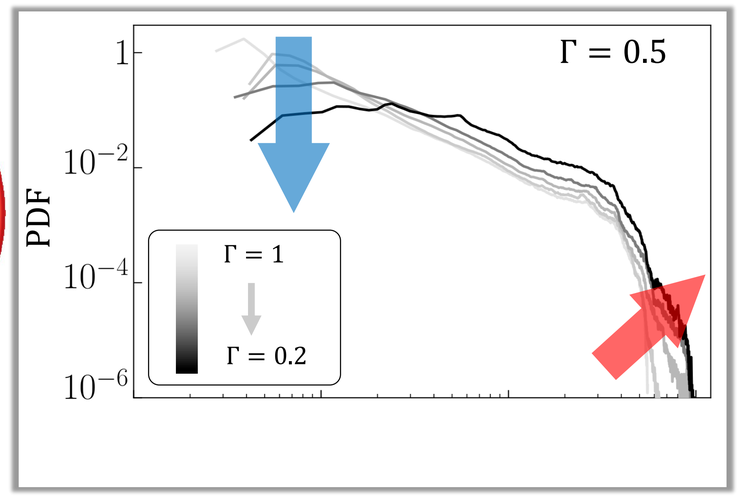


High Shear Rate

物理機構



せん断速度の確率密度関数



今後の目標

①実験との比較を行い、数値シミュレーションの妥当性を検証する

②液相の充填率依存性を調べる

←実験