

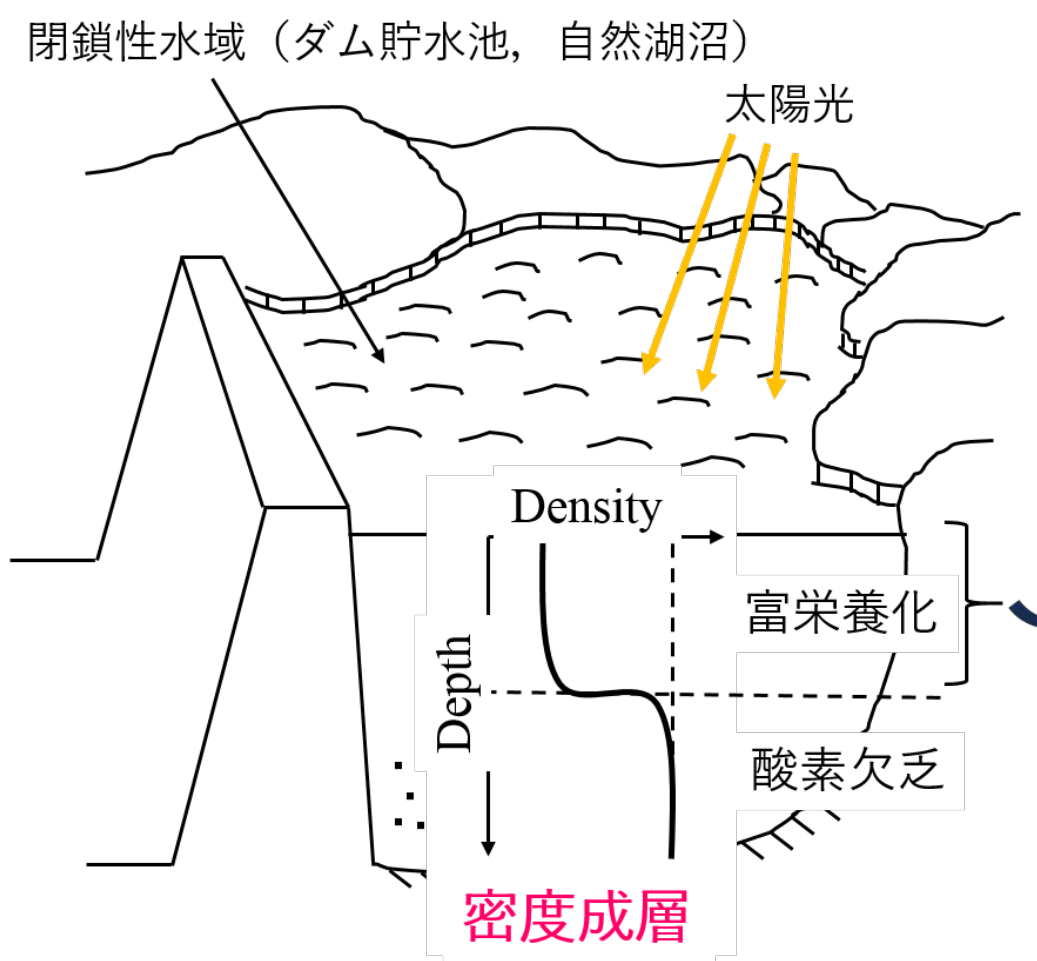
# 気液二相流を用いた密度成層の 混合攪拌挙動に関する研究

Research related to mixing behavior of density stratification by gas-liquid two-phase jet

瀬尾 龍太郎<sup>1</sup> 金子 暁子<sup>2</sup> 阿部 豊<sup>2</sup> 阿部 豊<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> 筑波大院 <sup>2</sup> 筑波大

## 研究背景・目的

【閉鎖性水域における密度成層】<sup>[1]</sup> 【混合方式による違い】



気相单相噴流：  
気泡の浮力により  
密度界面を破壊しやすい

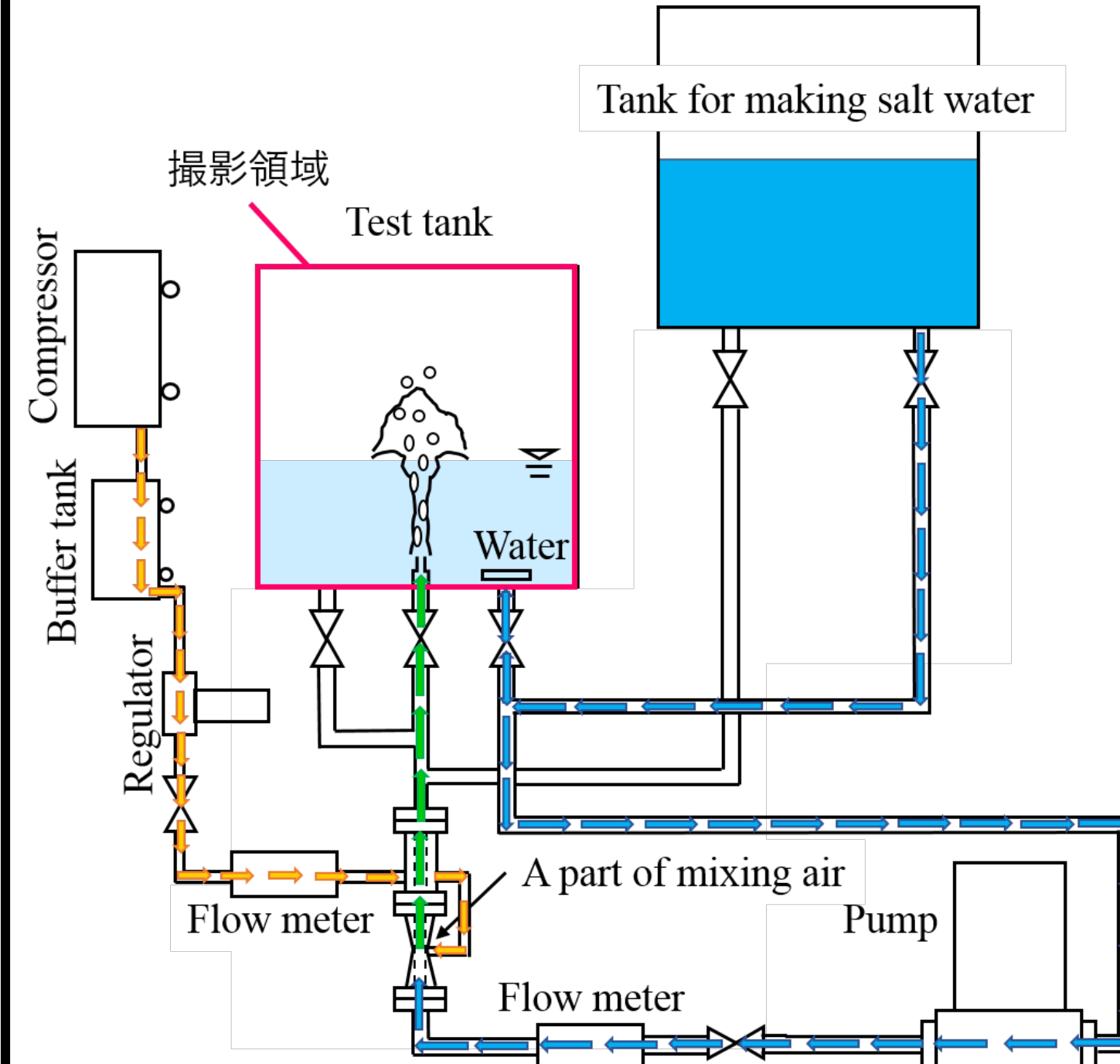
液相单相噴流：  
対流による混合が起きるが  
噴流の到達距離が短い

### 目的

気液二相噴流による密度成層の混合攪拌挙動を明らかにする

## 実験装置・条件

【混合攪拌実験装置】



【成層条件】

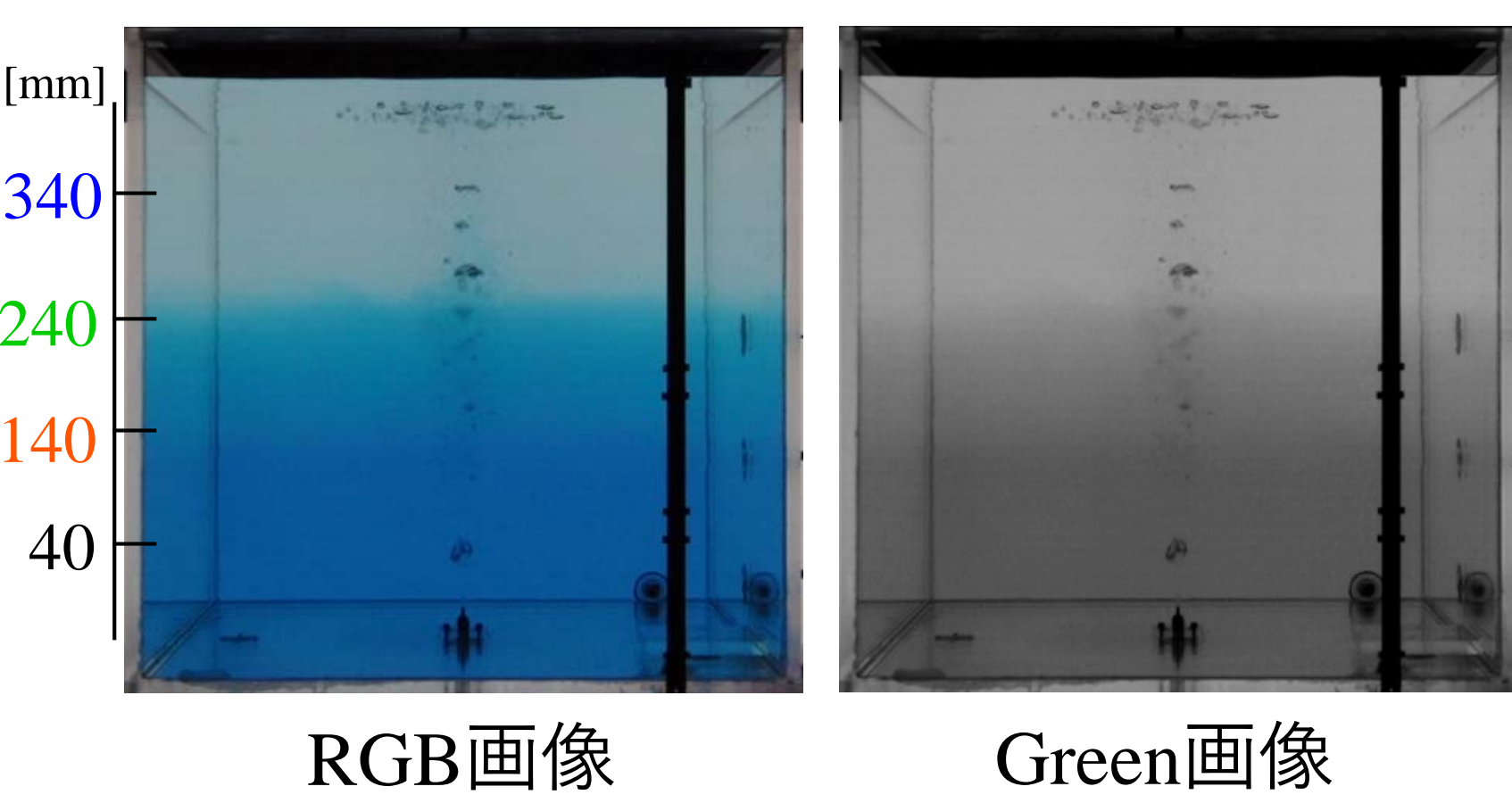
物質	上層	下層
密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	1000 ( $\rho_{u0}$ )	1025 ~ 1100 ( $\rho_{l0}$ )
塩分濃度 [wt%]	—	14.0
染料濃度 [wt%]	—	$6.0 \times 10^{-3}$ (メチレンブルー)

【噴流条件】

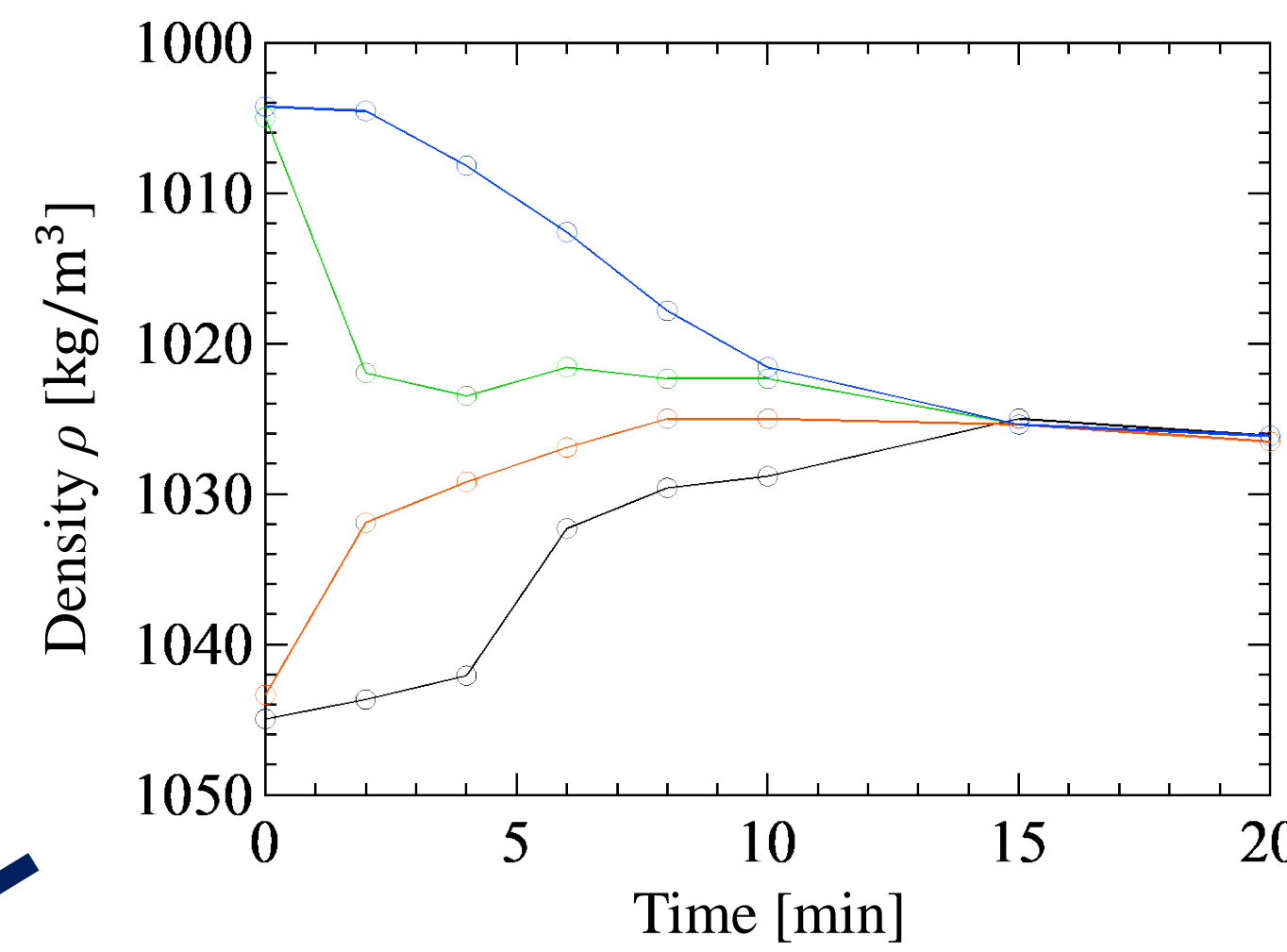
上下層密度差 [kg/m <sup>3</sup> ] : $\Delta\rho_0 = \rho_{u0} - \rho_{l0}$	25 ~ 100
見かけ全流速 [m/s] : $j_T (= j_G + j_L)$	1.9 ~ 3.4
気相見かけ流速 [m/s] : $j_G$	0.9 ~ 2.7
液相見かけ流速 [m/s] : $j_L$	0.9 ~ 3.3
気液流量比 [-] : $\beta = \frac{j_G}{j_G + j_L}$	0.0 ~ 1.0
密度フルード数 [-] : $Fr = \frac{j_T}{\sqrt{\frac{\rho_l - \rho_u}{\rho_u} g H}}$	3.9 ~ 14.9

## 密度計測手法

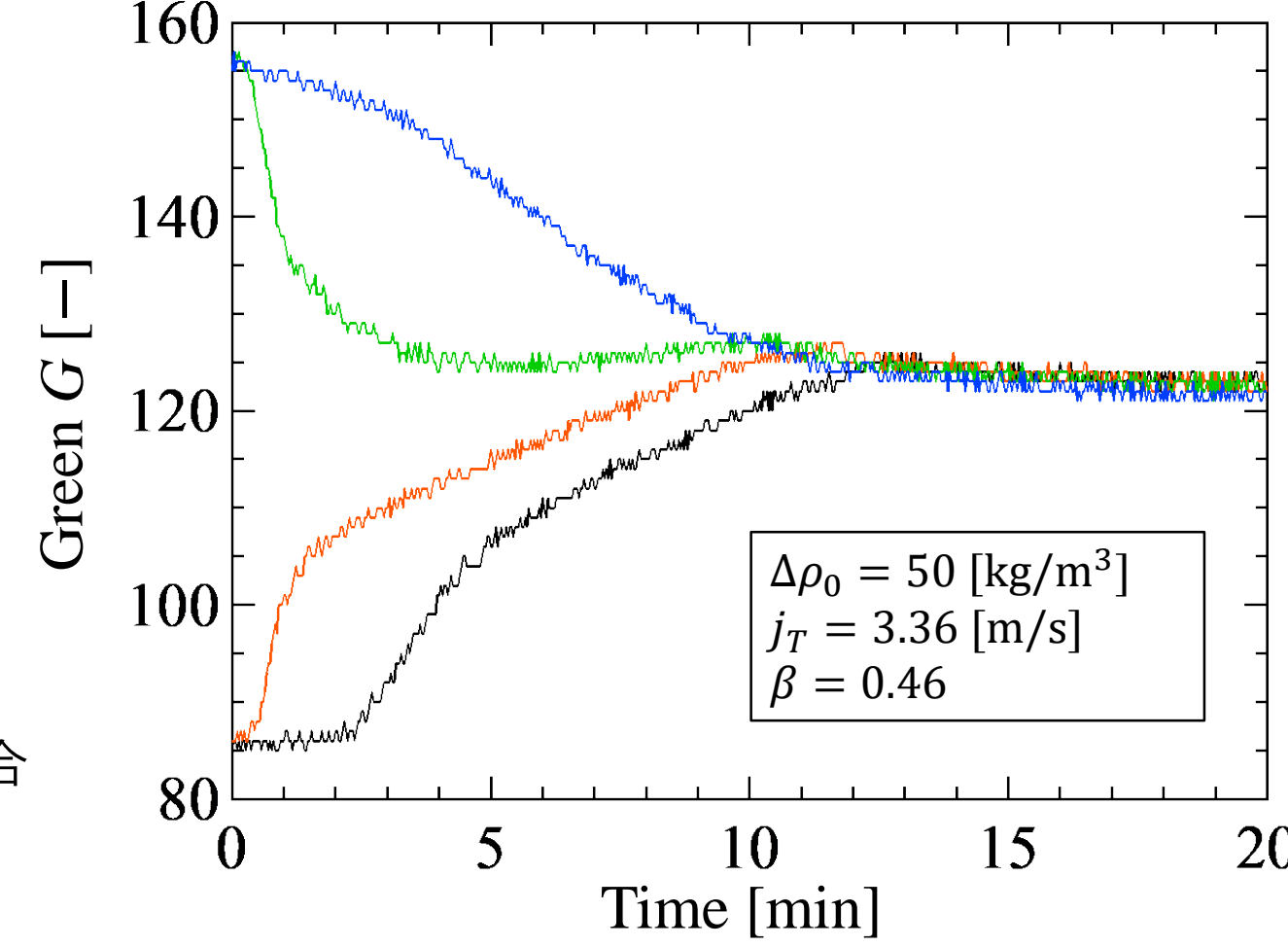
【画像処理】



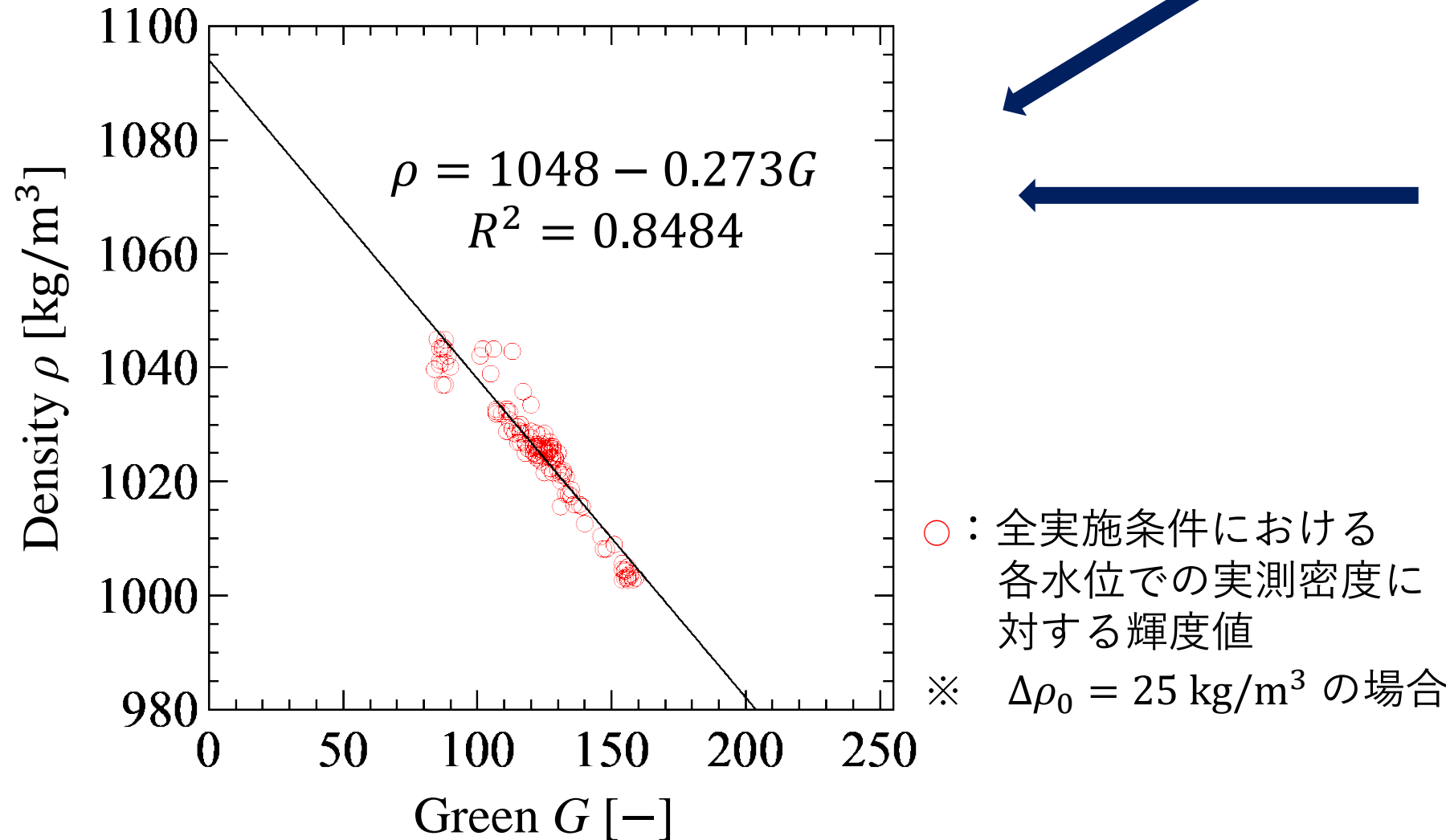
【サンプリングによる密度変化】



【可視化によるGreen値変化】



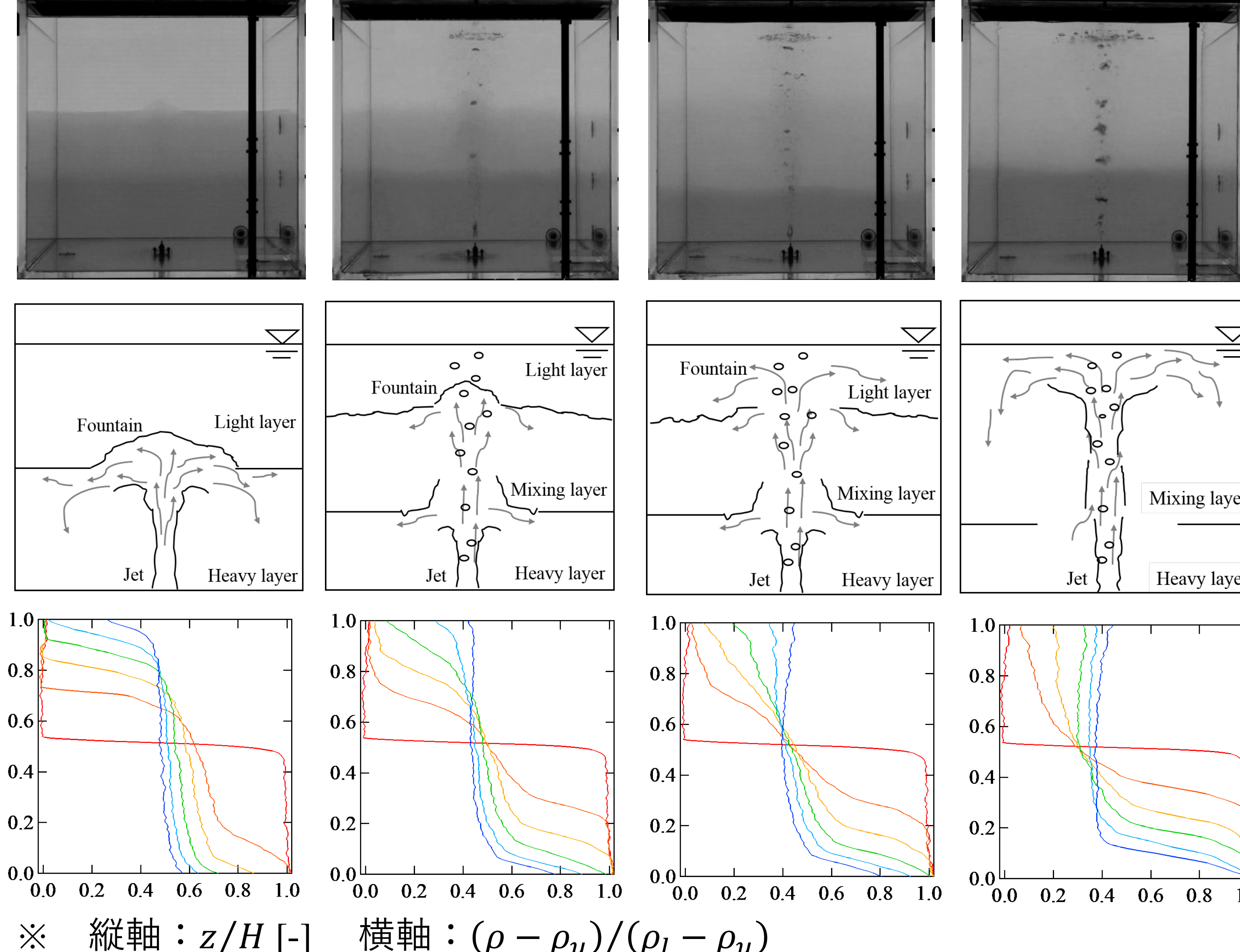
【密度換算式】



## 混合挙動

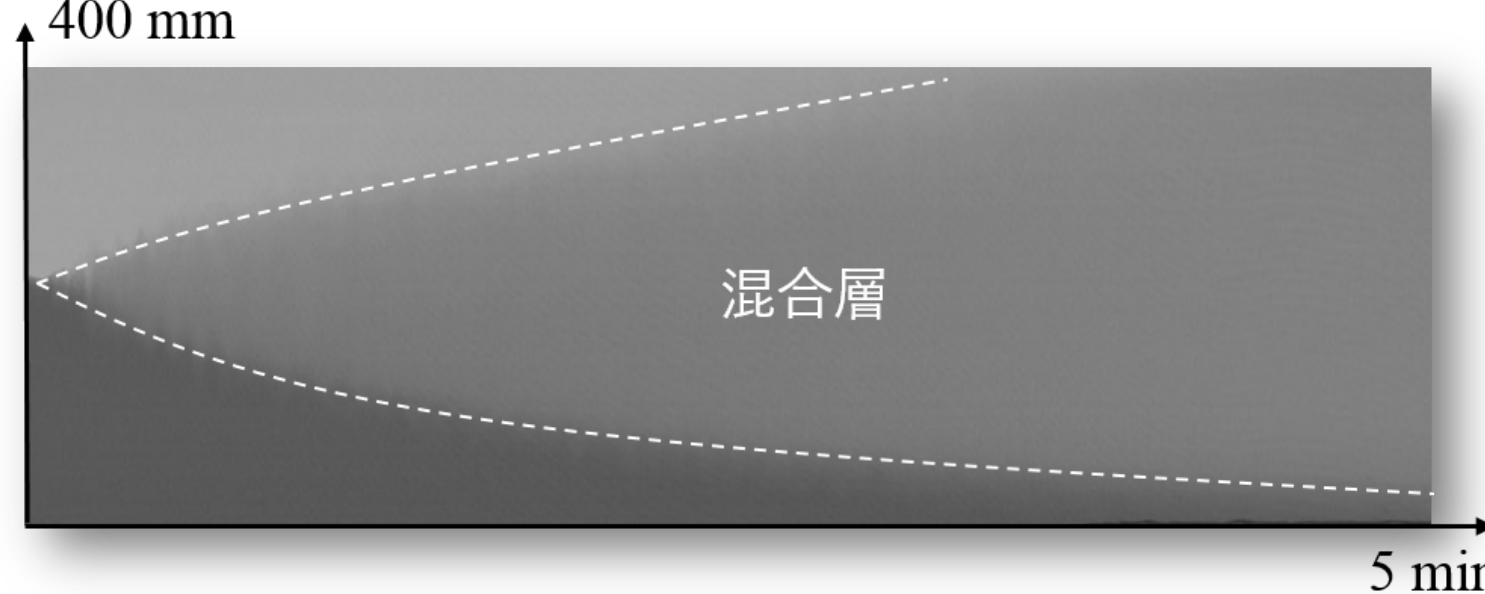
<sup>[2]</sup> 【混合挙動可視化・流動予想・密度分布】

パターンA パターンB パターンB to C パターンC

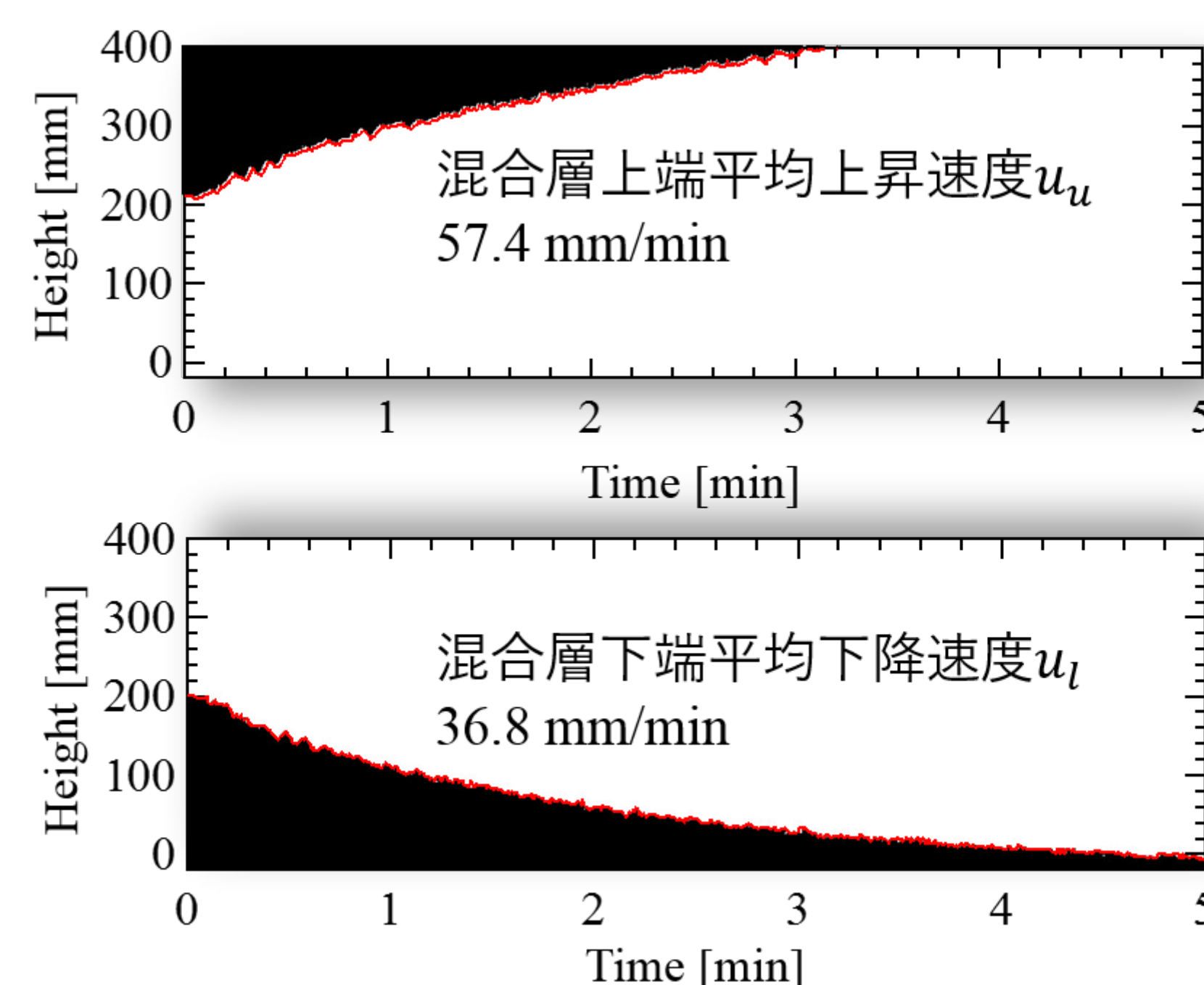


## 混合層推移

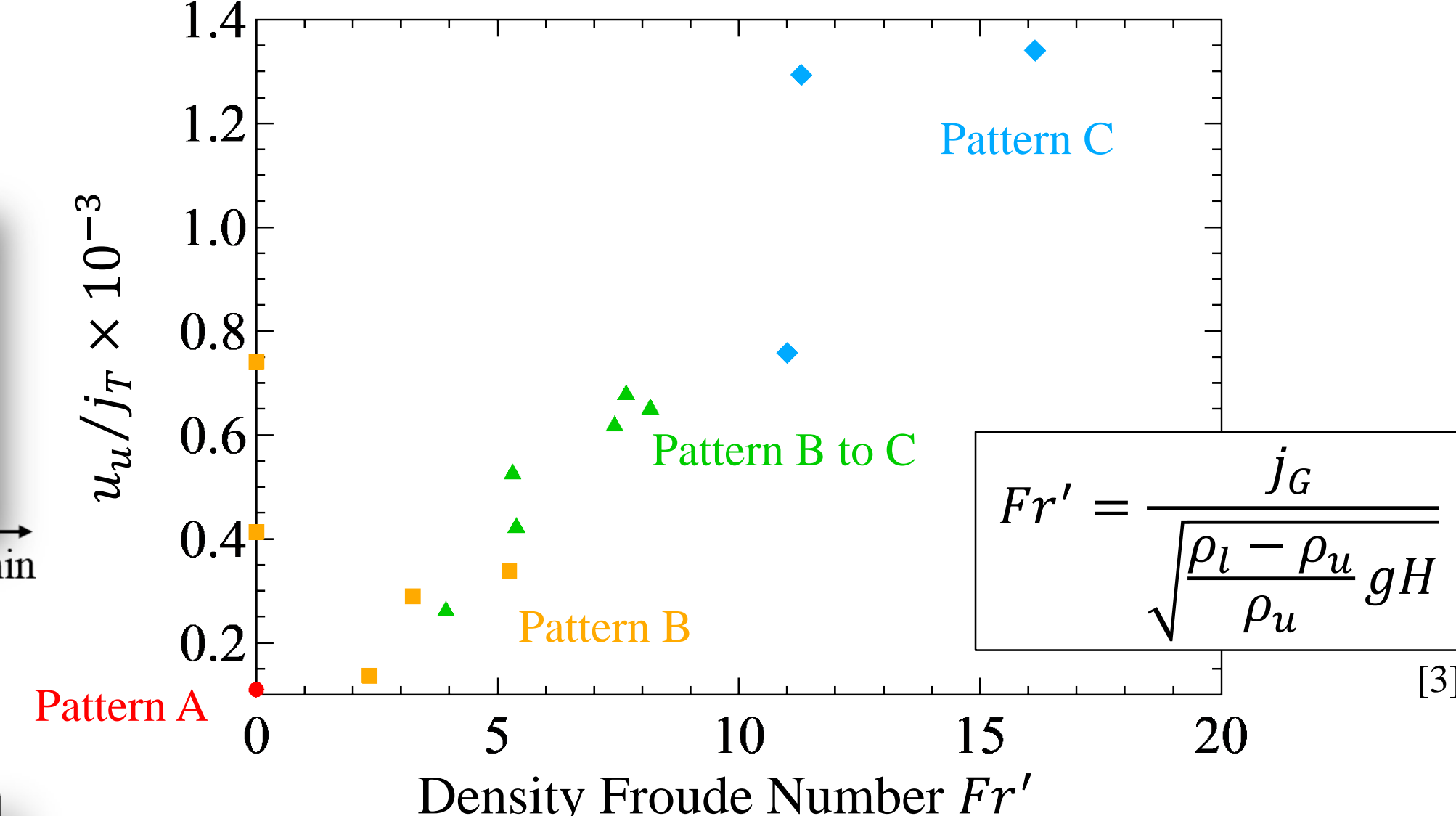
【時空間図】



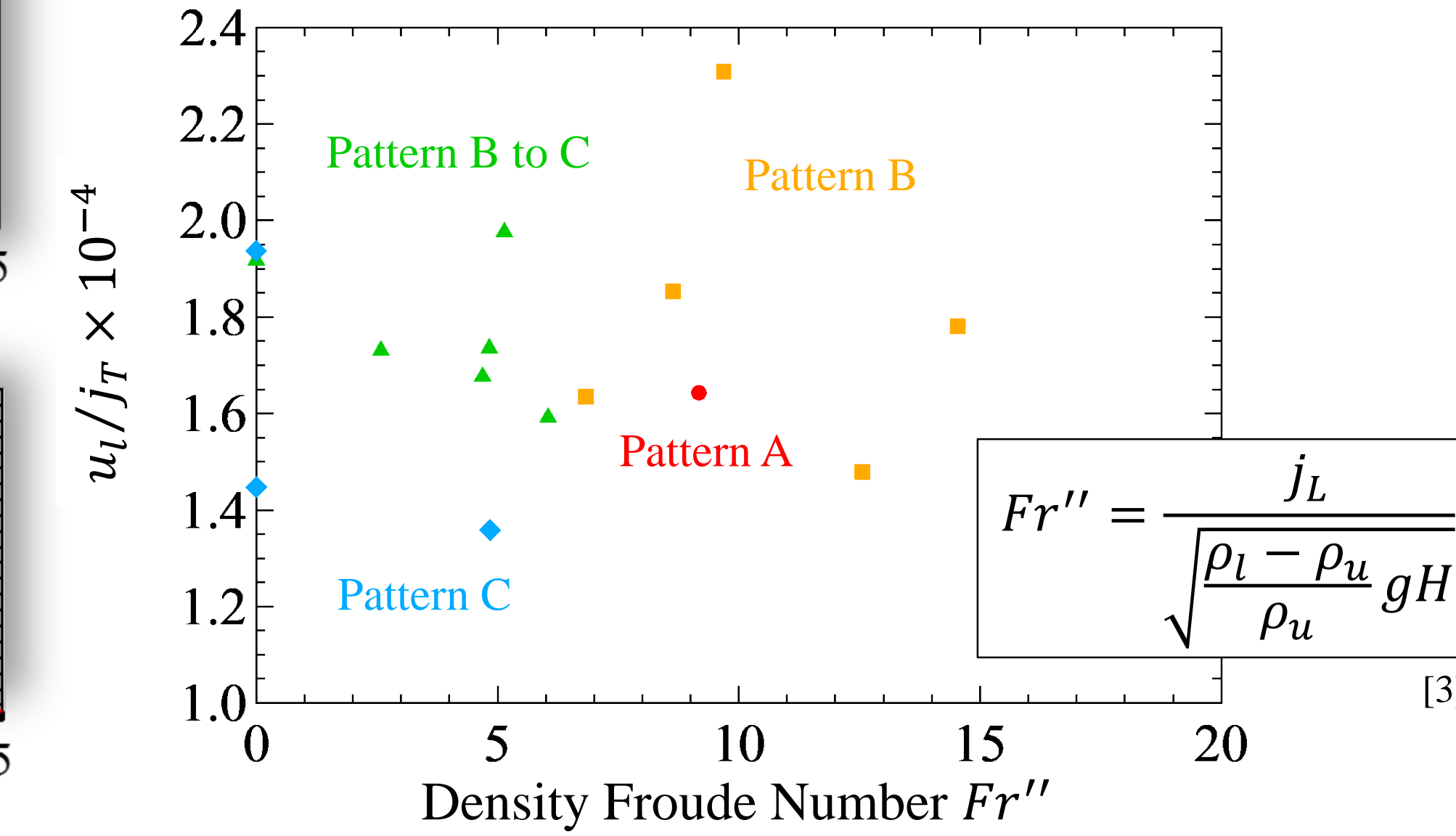
【二値化】



【混合層上端平均上昇速度】

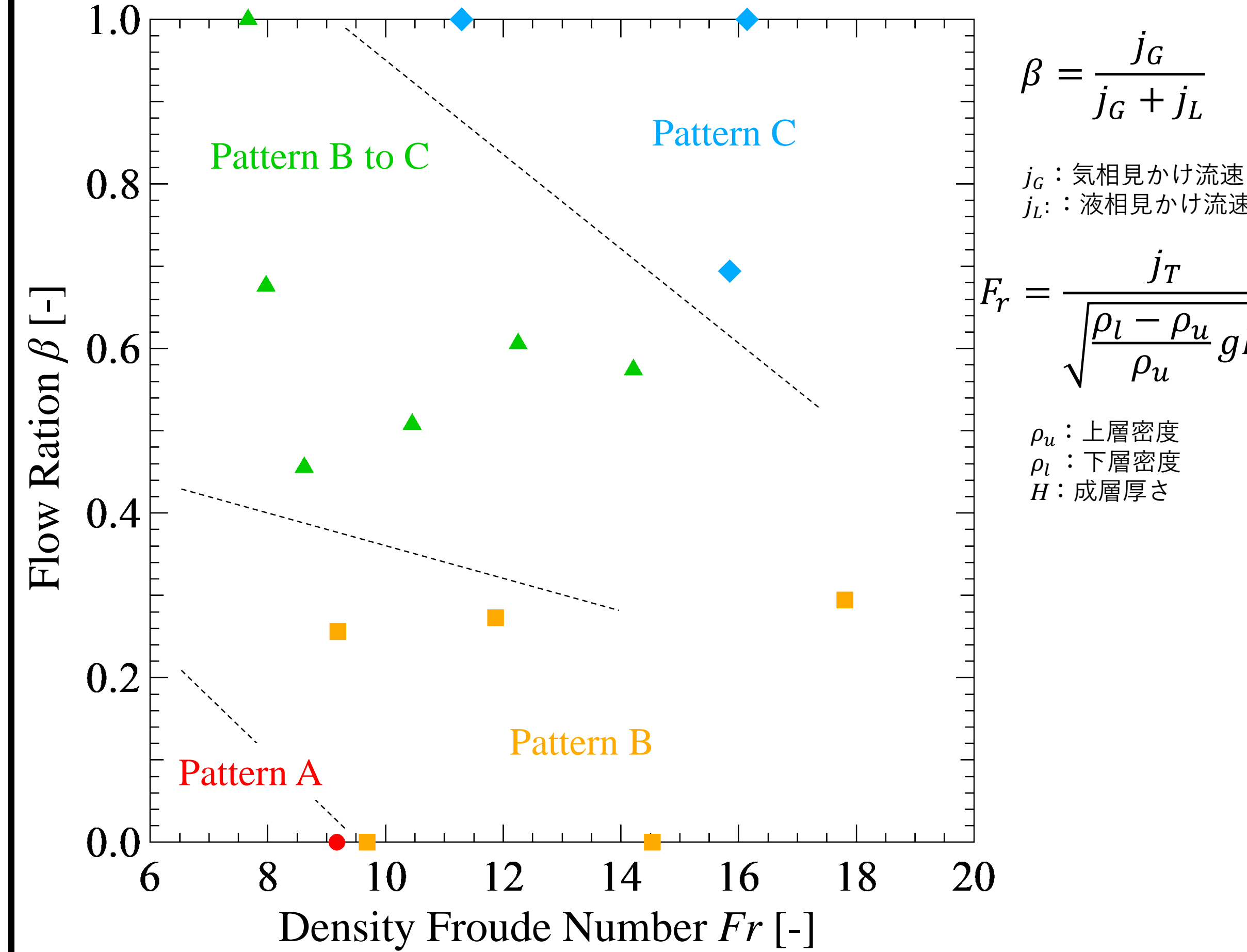


【混合層下端平均降下速度】



## 混合パターンの整理

【無次元数を用いた混合パターンの整理】



低気液流量比かつ低密度フルード数でパターンAが出現  
その後、パターンB, B to Cと遷移  
高気液流量比かつ高密度フルード数でパターンCが出現

## 結言

- 各パラメータを無次元化し、混合挙動を4つの混合パターンに分類した。
- 混合パターンを密度フルード数と気液流量比で整理した。
- 混合層上端平均上昇速度は気相流速が正の影響を、  
混合層下端平均降下速度は液相流速が正の影響を与えることが示唆された。

## References

- [1] 曝気循環施設及び選択取水設備の運用  
マニュアル 平成17年
- [2] 池田裕一ほか, 土論 No.485, 1994.
- [3] Neto, Iran., J. Fluid. Mech. 802, 2016.