

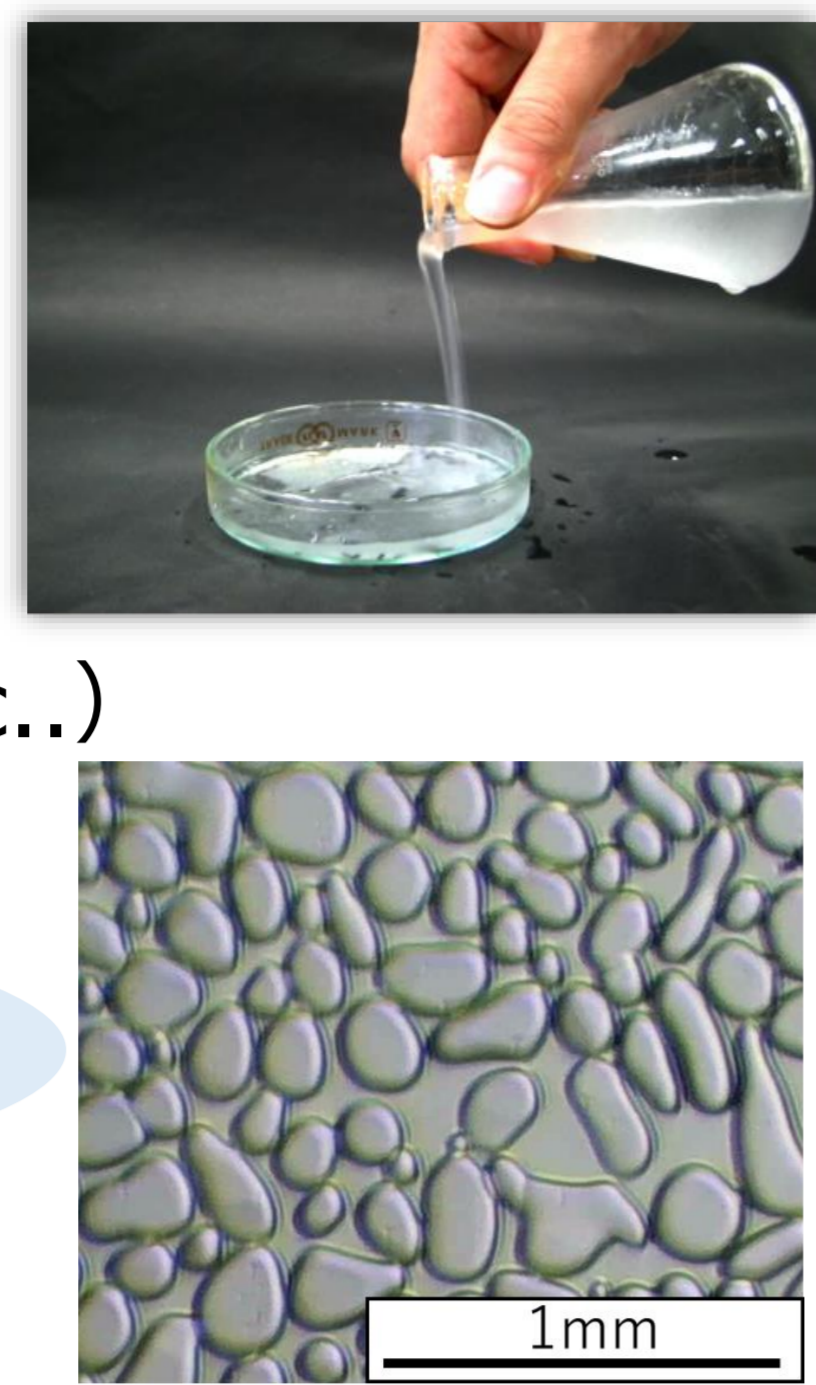
# 氷粒子の速度分布に基づくアイスラリーの流動様相の分類

石垣 匠<sup>1</sup>, 小宮 佑太<sup>1</sup>, 森本 崇志<sup>1</sup>, 小山 寿恵<sup>2</sup>, 谷野 正幸<sup>3</sup>, 熊野 寛之<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>青山学院大学 <sup>2</sup>東京電機大学 <sup>3</sup>高砂熱学工業株式会社

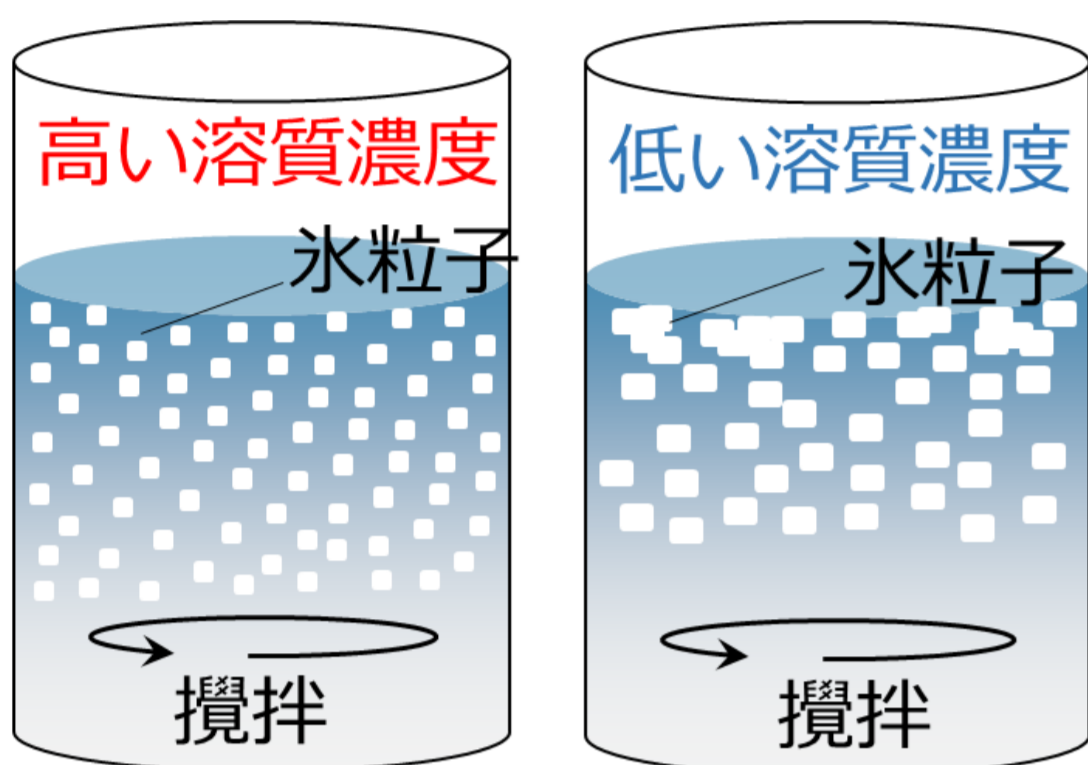
## 1. 研究背景・目的

アイスラリー：微細な氷粒子と水または水溶液からなる、固液二相流体

- 特徴：
- 氷の相変化潜熱を利用した高密度蓄熱
  - 安価に生成可能（エタノール，食塩etc..）
  - 水の流動性を有する



高い蓄熱密度を持つ  
⇒空調冷房システムの二次冷媒



高濃度：氷粒子径小，凝集性弱 (5mass%)

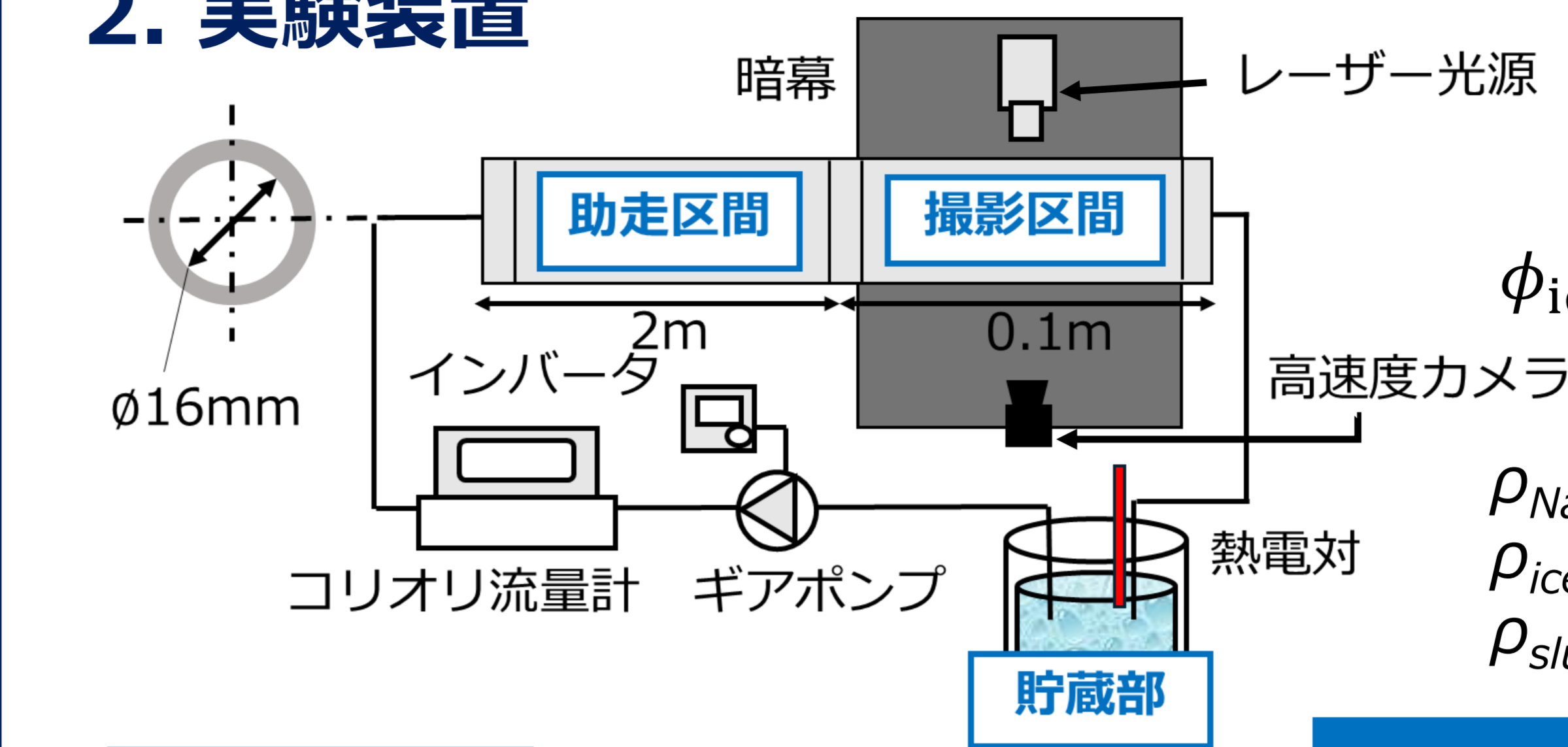
低濃度：氷粒子径大，凝集性强 (1mass%, 0.5mass%)

問題点：従来の研究では流動様相の分類は目視で行われていた

目的

PIVで計測した速度分布から流動様相を定量的に分類すること

## 2. 実験装置

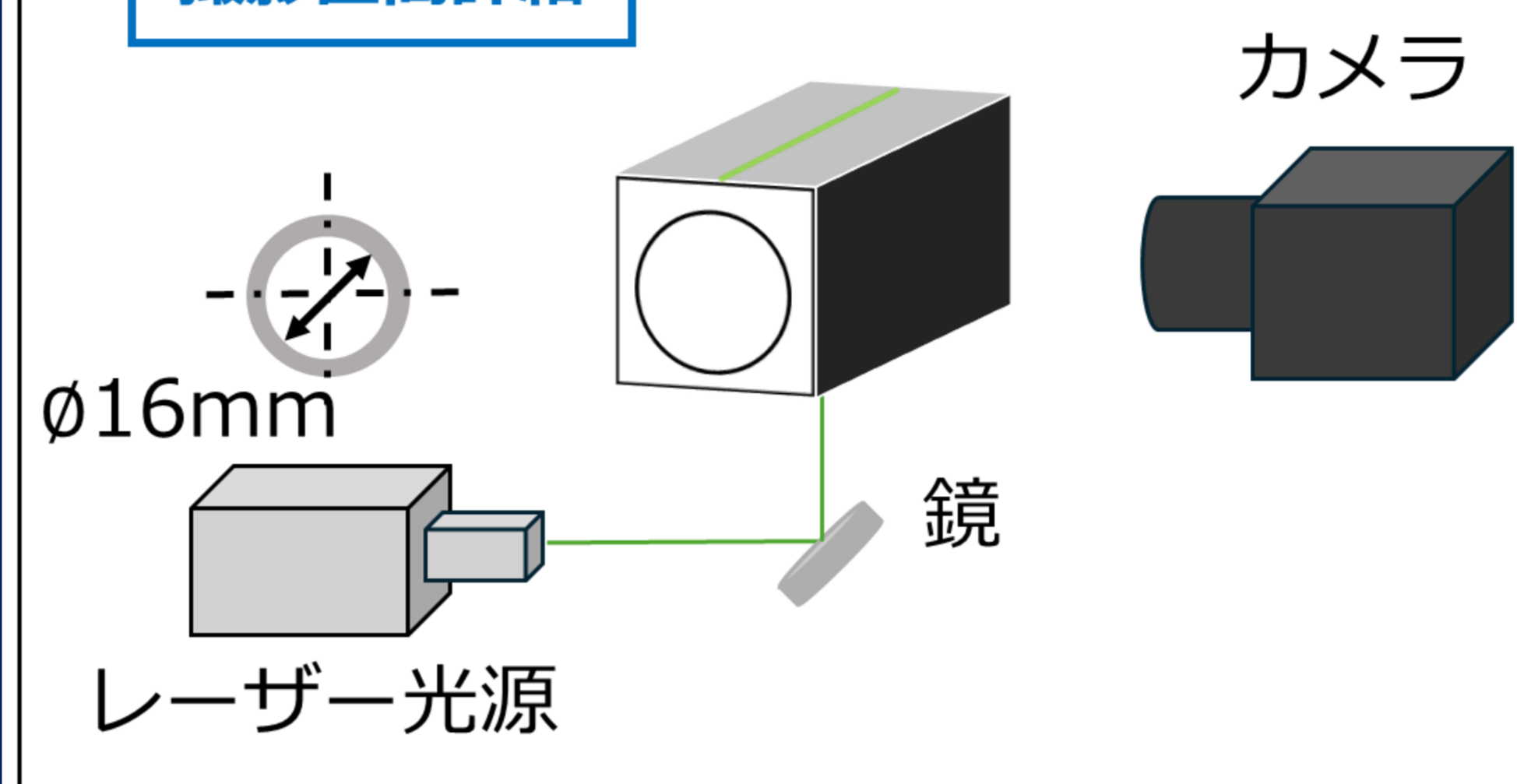


IPFの算出

$$\phi_{ice} = \frac{\rho_{NaCl} - \rho_{slurry}}{\rho_{NaCl} - \rho_{ice}} \times 100$$

$\rho_{NaCl}$  [g/cm<sup>3</sup>]: 水溶液密度  
 $\rho_{ice}$  [g/cm<sup>3</sup>]: 氷密度  
 $\rho_{slurry}$  [g/cm<sup>3</sup>]: 計測された密度

撮影区間詳細



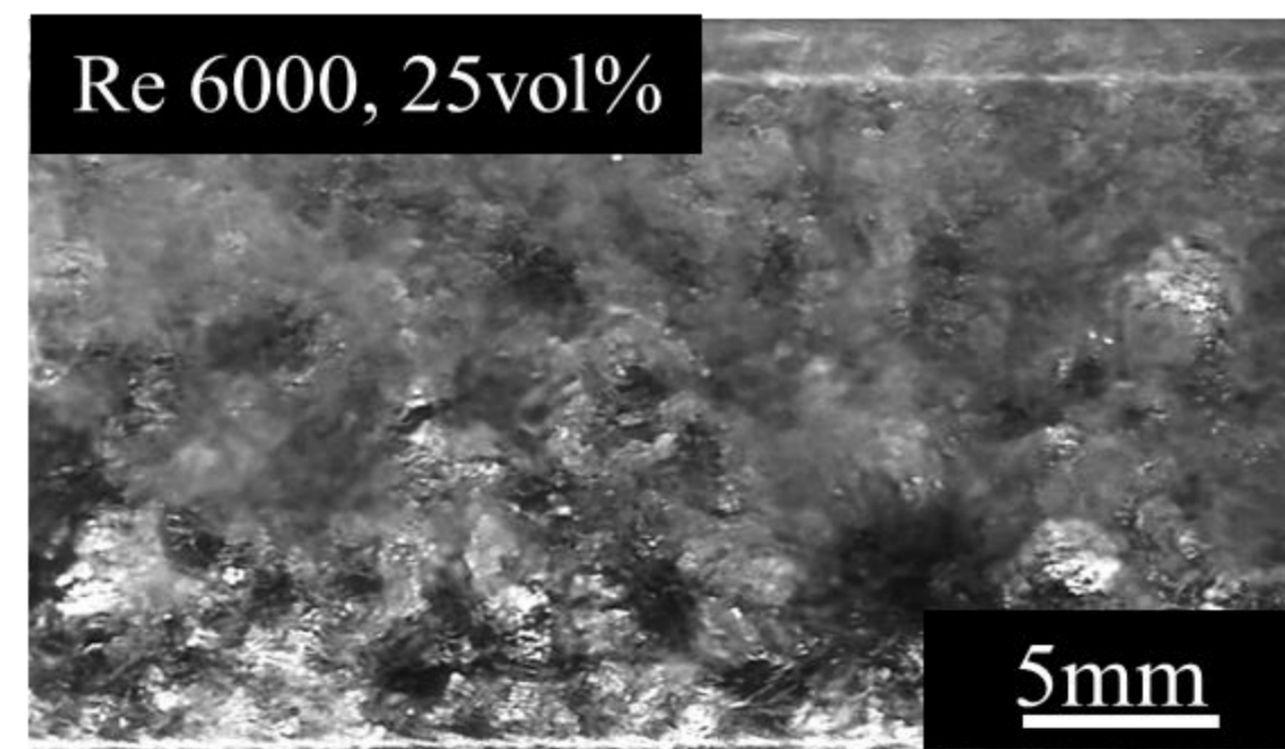
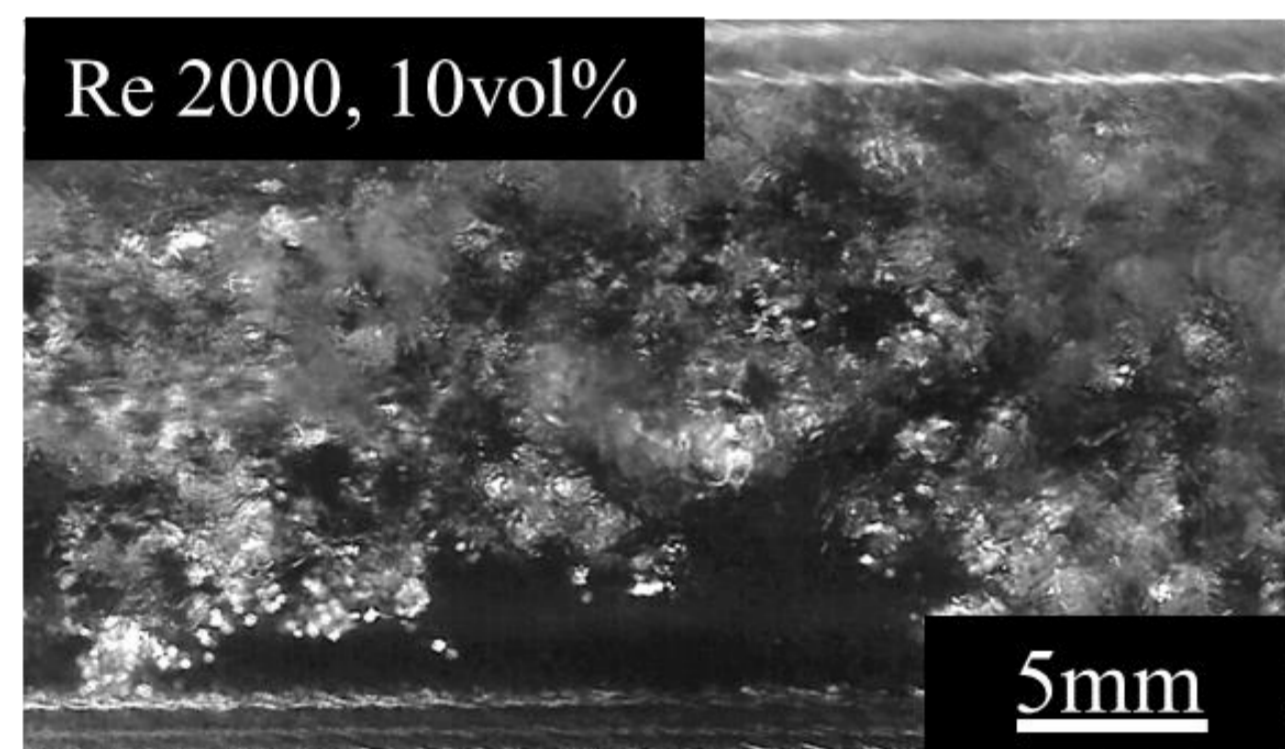
- 氷粒子をトレーサー粒子として使用

実験条件

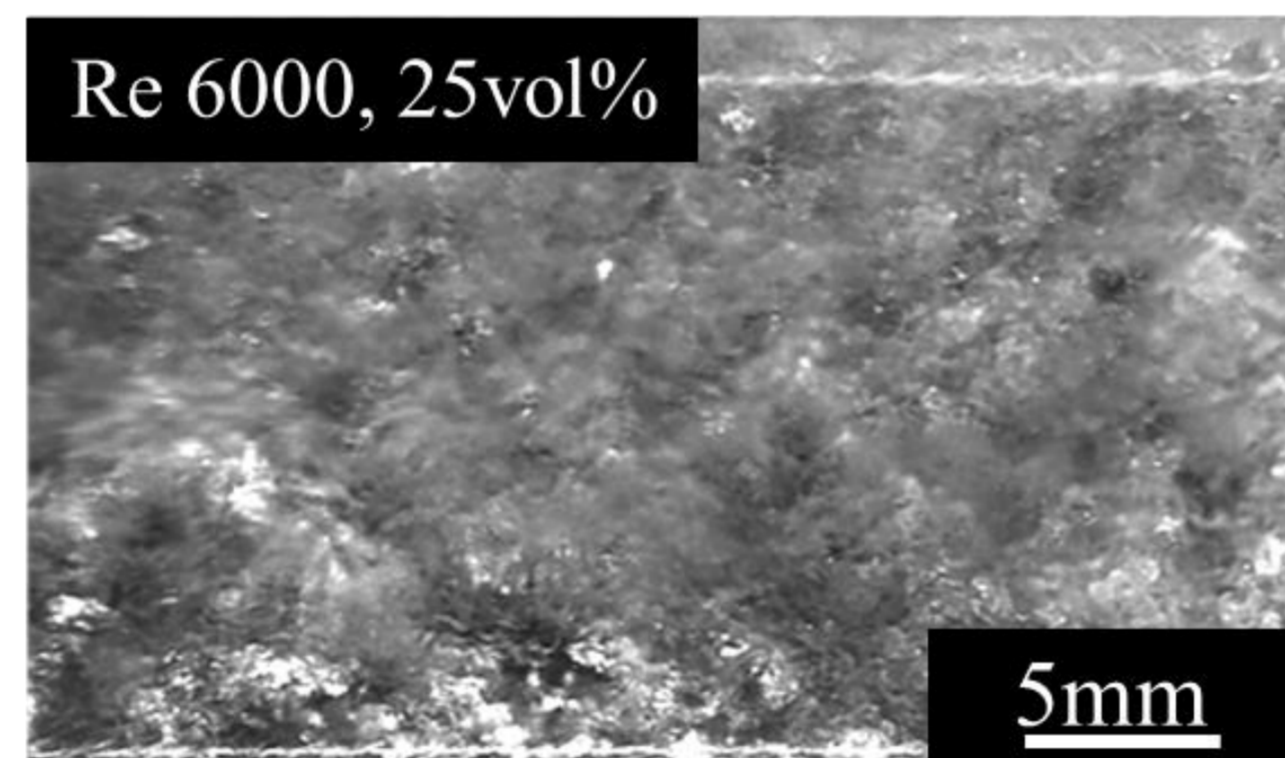
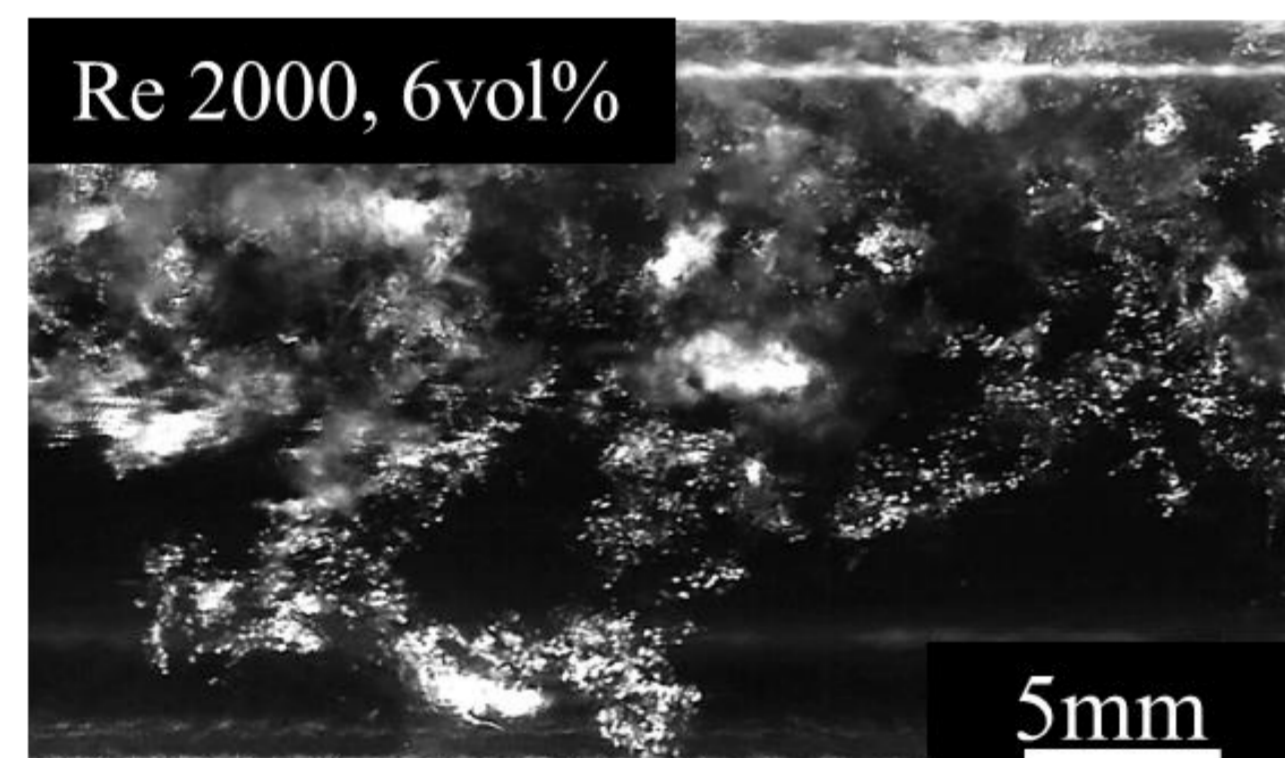
溶質	NaCl
初期濃度, mass%	0.5, 1, 5
フレームレート, fps	5000, 8000
IPF, vol%	0 - 35
レイノルズ数	1200 - 6000

## 3. 実験結果

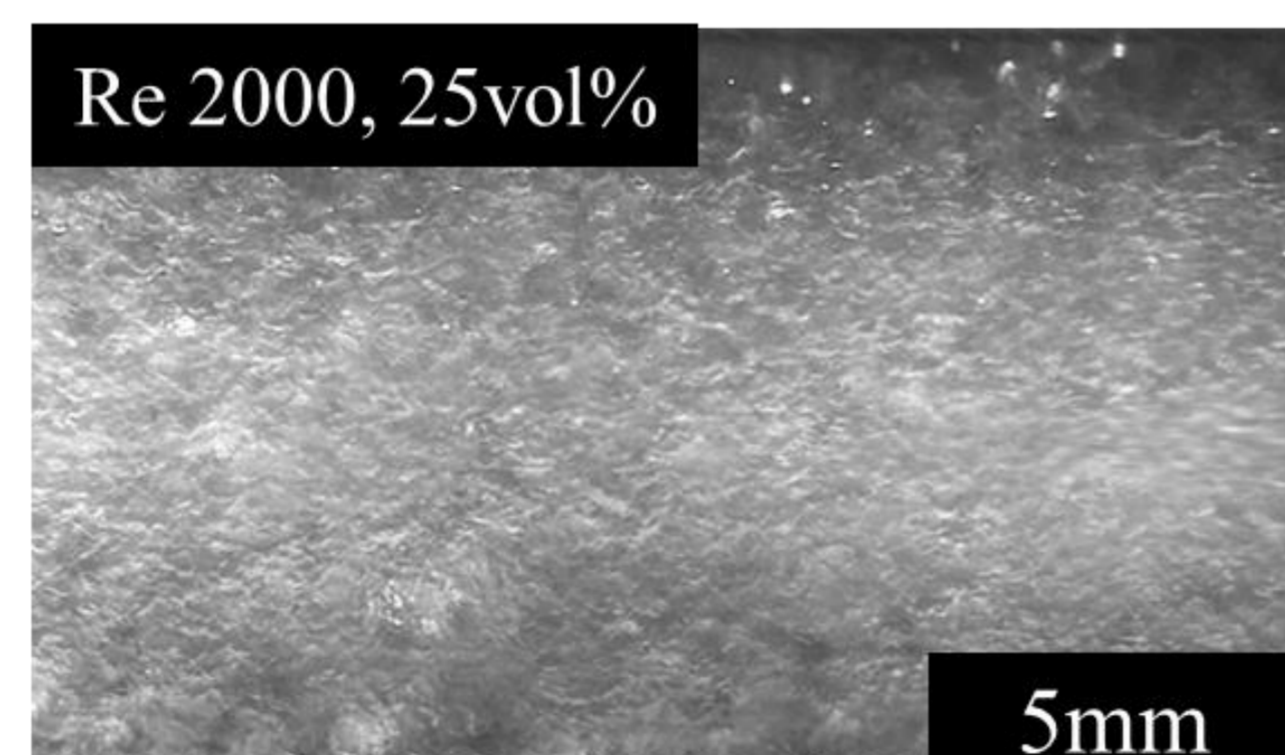
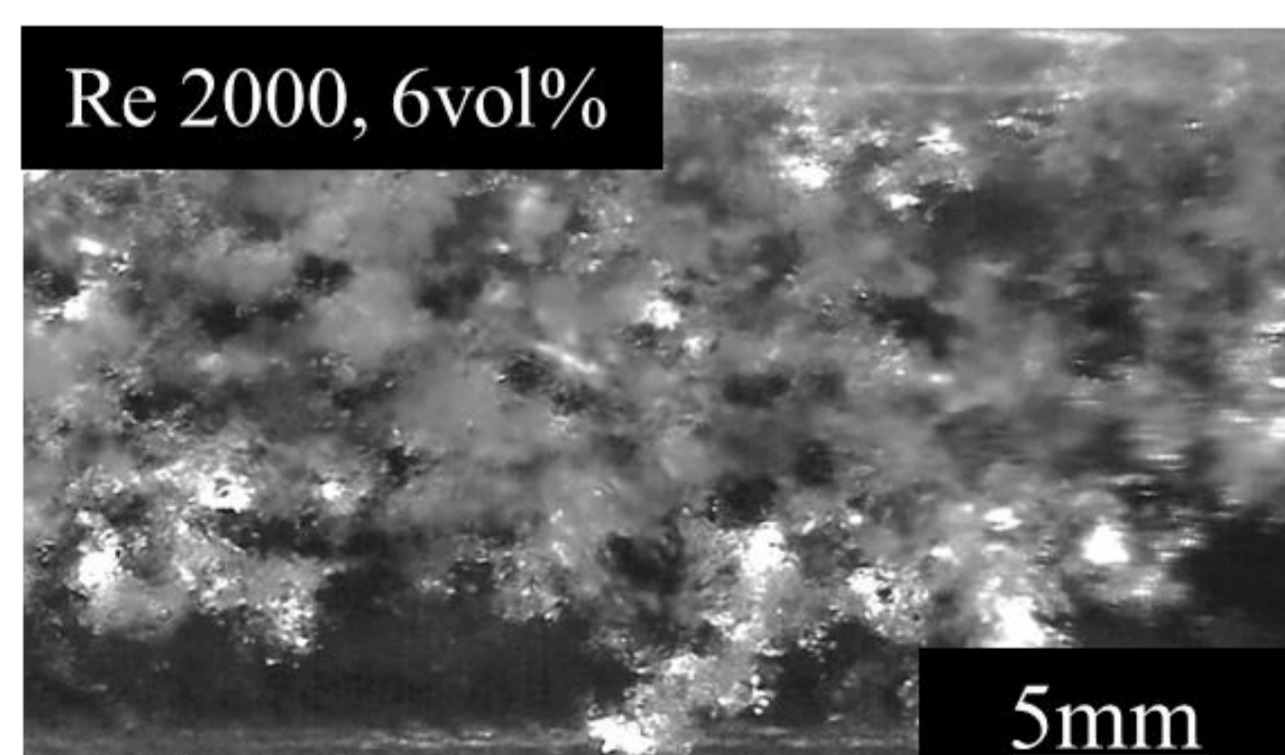
0.5mass%



1mass%

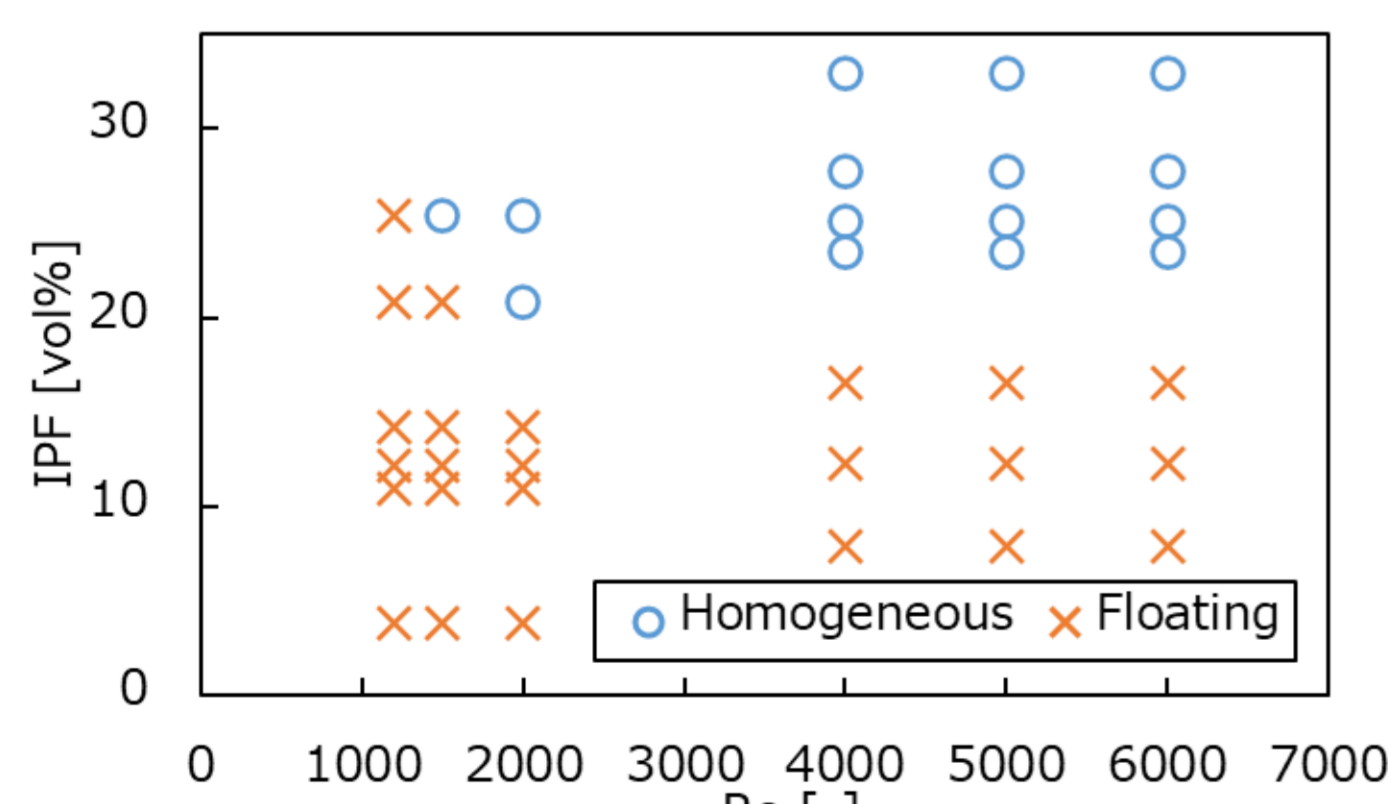


5mass%

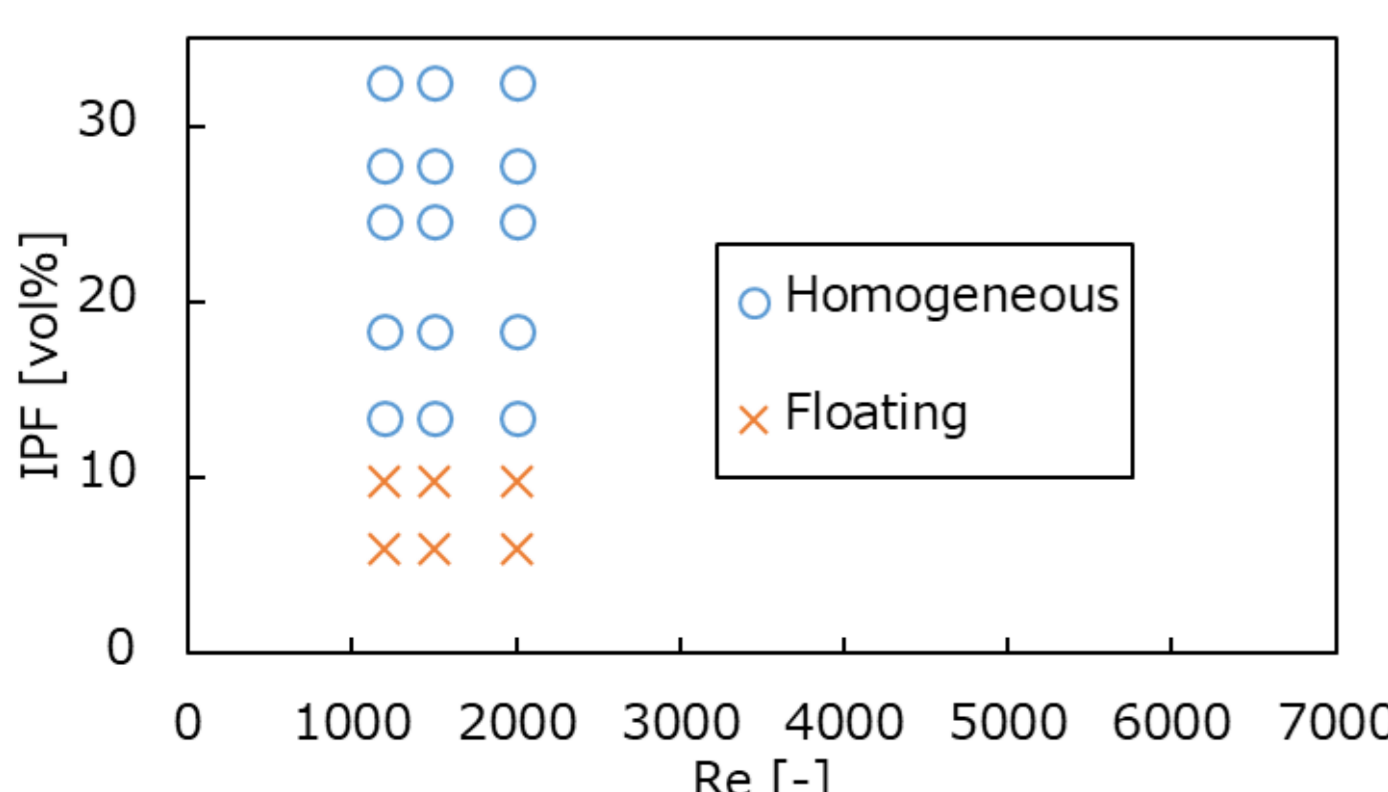


- 濃度 高：氷粒子が均一に分散

0.5mass%

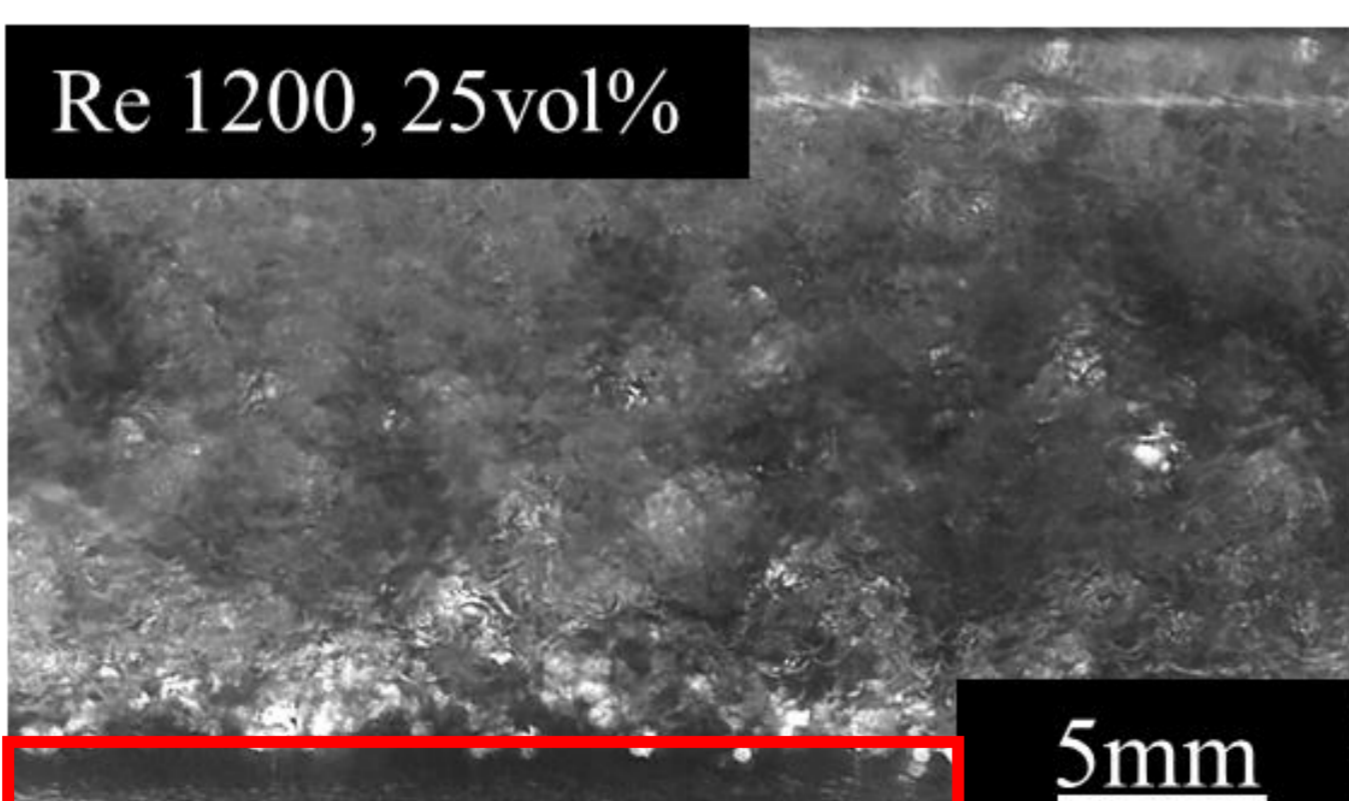


5mass%

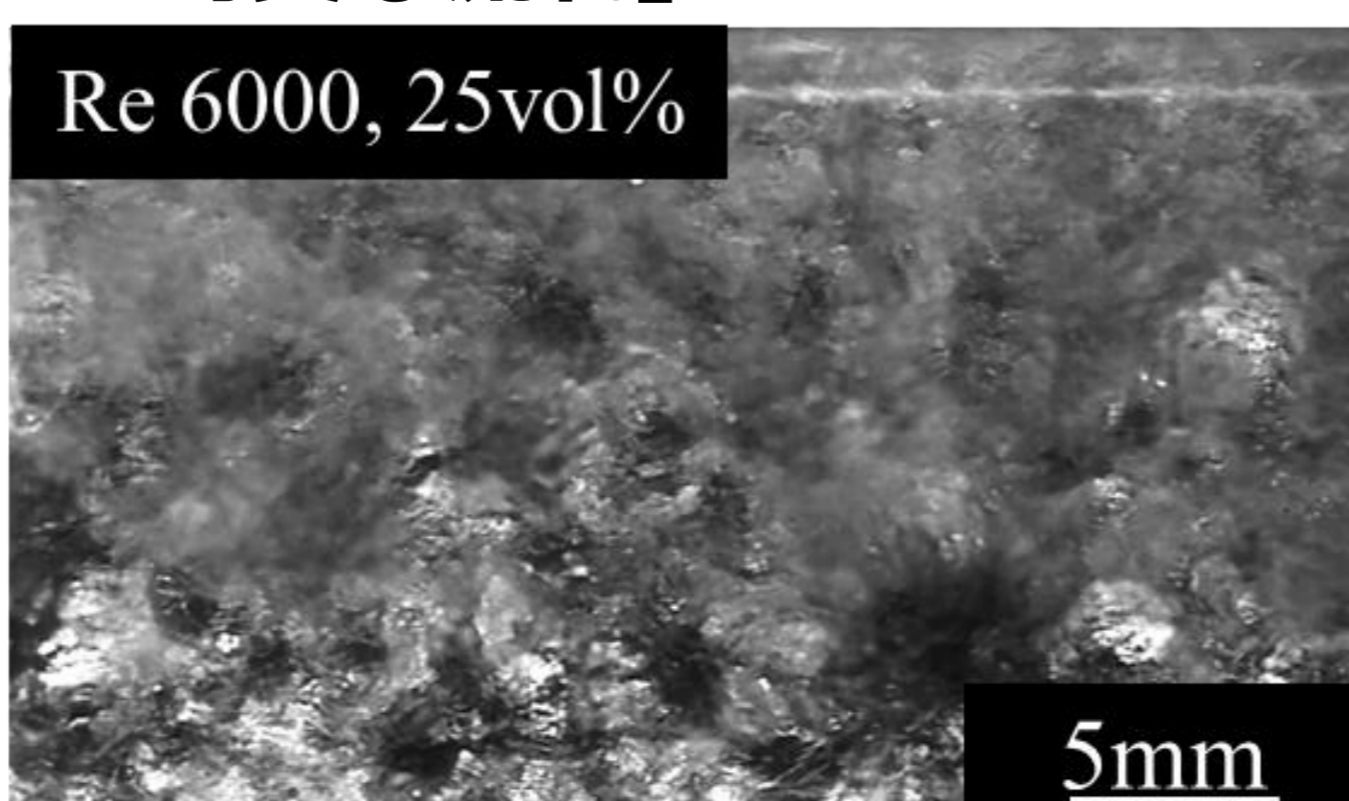


レイノルズ数上昇：「浮遊流れ」 → 「均質な流れ」

「浮遊流れ」 0.5mass%



「均質な流れ」 0.5mass%



[速度分布に対する濃度, IPF, レイノルズ数の影響]

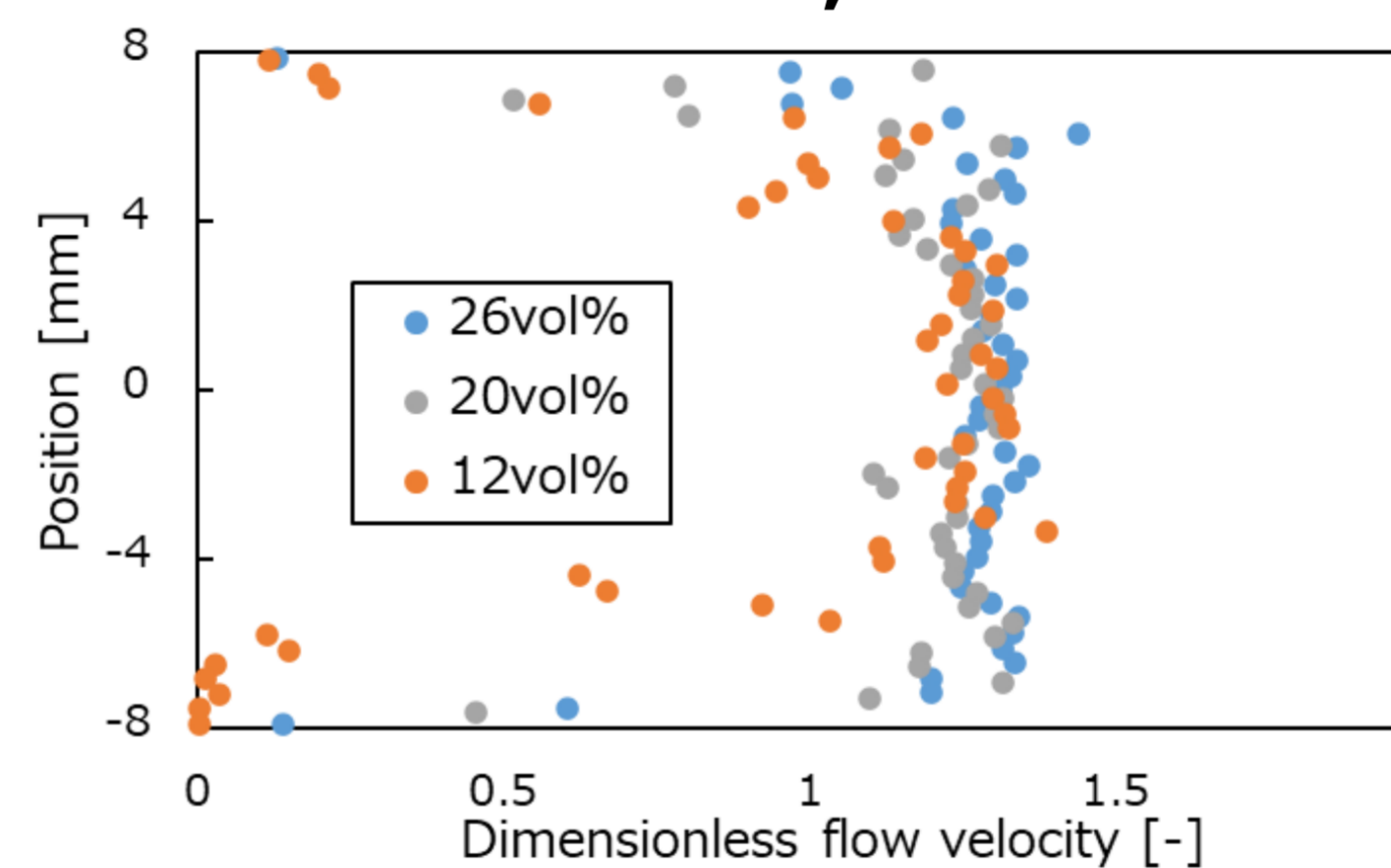
無次元化流速の算出

$$u^* = \frac{u}{u_m}$$

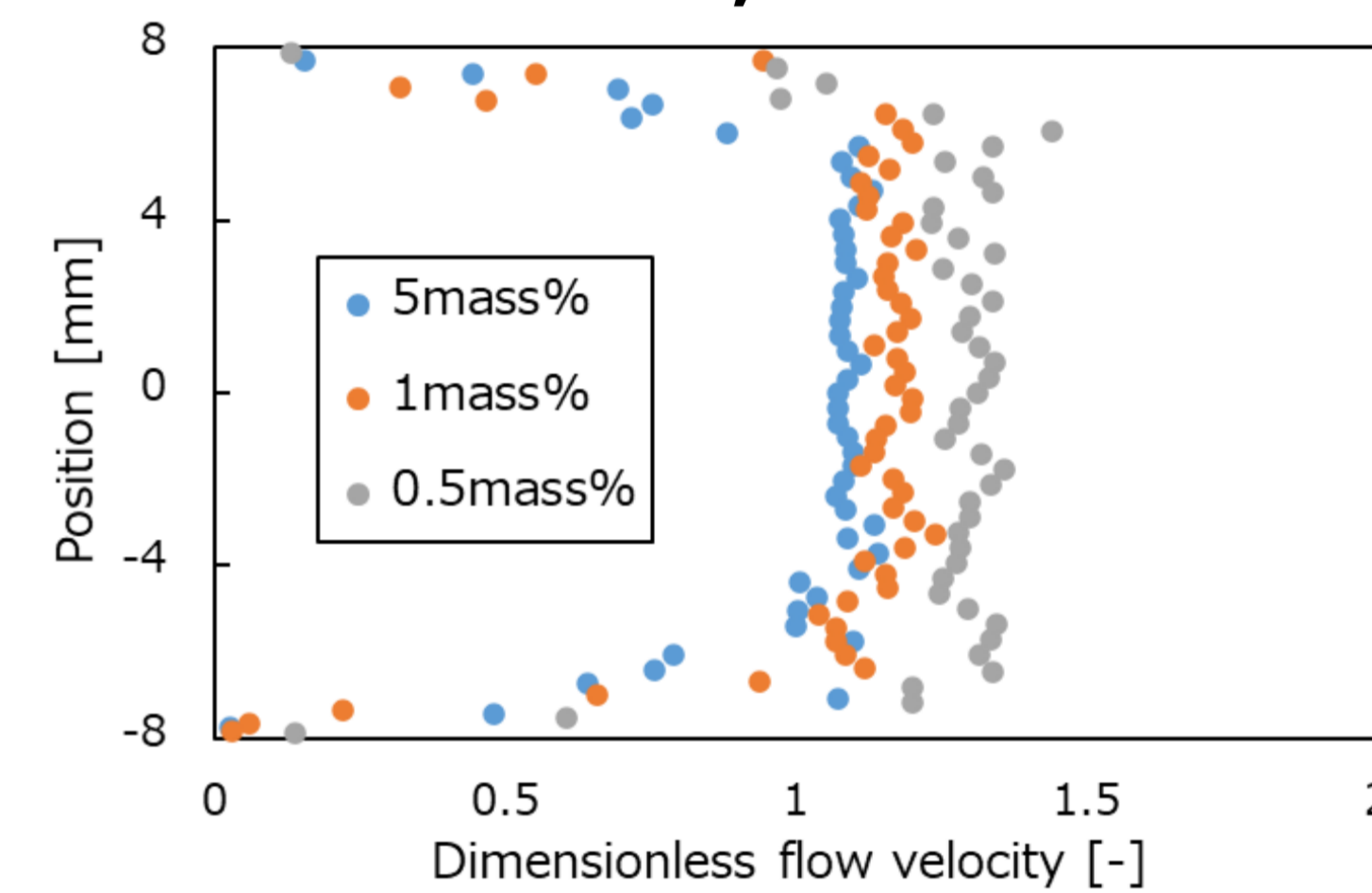
$u$  [m/s]: 計測した流速

$u_m$  [m/s]: 平均流速

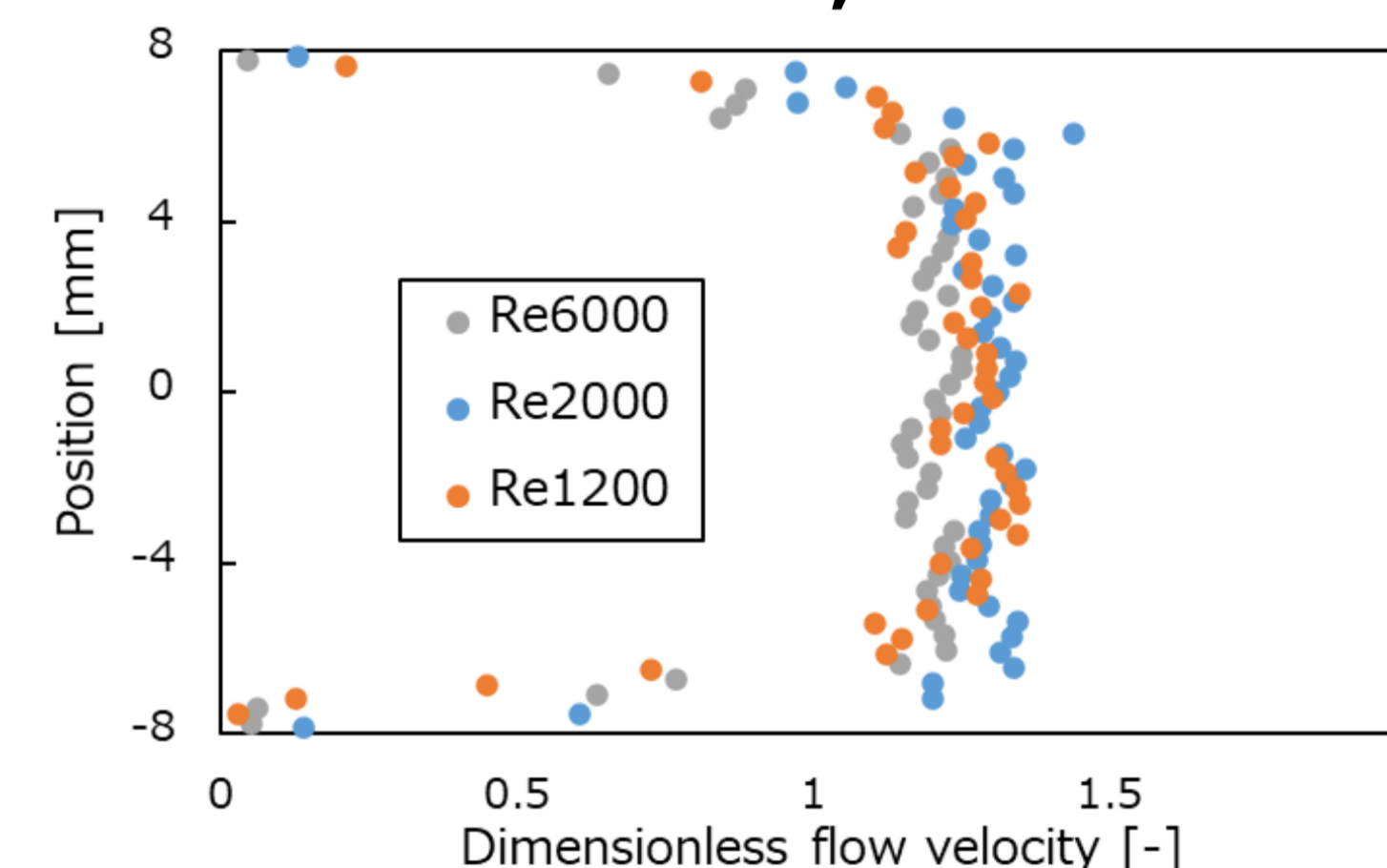
0.5mass%, Re2000



Re2000, 26vol%



0.5mass%, 26vol%

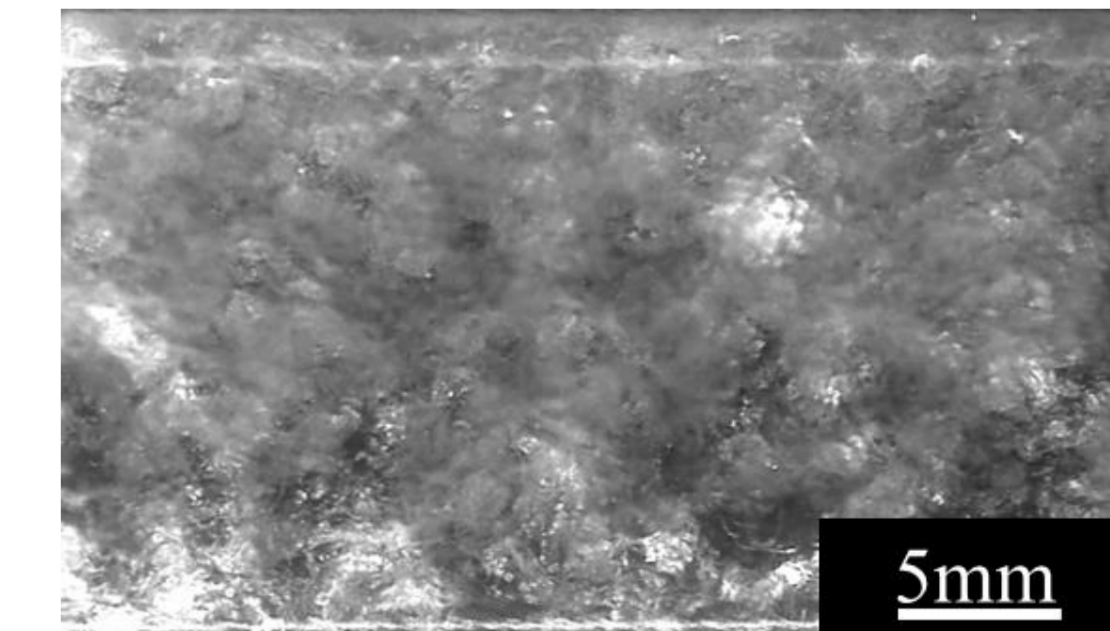
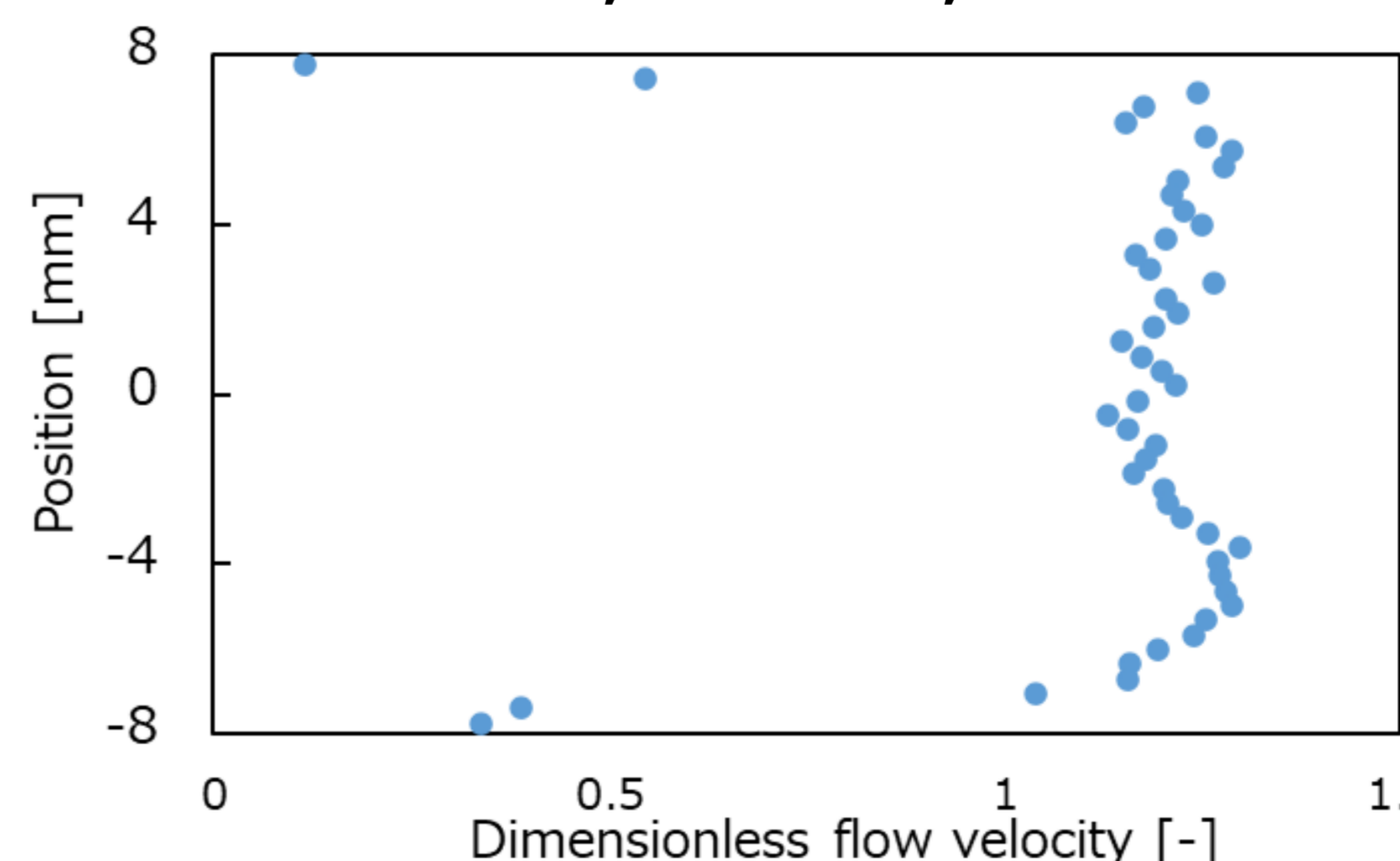


濃度 高：管壁近傍の速度勾配が緩やか

IPF, レイノルズ数：「均質な流れ」では速度分布への影響 小

[速度分布の形状から流動様相の分類の可能性]

0.5mass%, Re4000, 27vol%



IPF 高

IPF 低

円管下部流速 大 → 氷粒子の少ない層？

## 4. まとめ

- 濃度や流速が上昇すると氷粒子が均一に分散
- 「均質な流れ」の速度分布は、IPFやレイノルズ数の影響が小さい

[謝辞]

本研究では、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」(JPNP20012) の支援を受けて行った。ここに謝意を表す。