

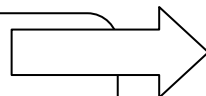
マイクロバブルとは

水の中で作られる

直径 $100\mu\text{m}$ 程度の気泡.

⇒シャーペンの芯の太さより小さい.

白い煙みたいなのは
マイクロバブルの集まり！！



普通の気泡とは異なる特性

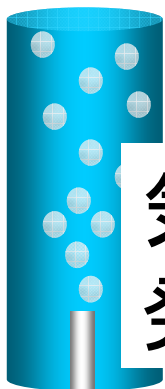
- 水に溶解する速度が早い
- 気泡面における物質の吸着
- 上昇速度がゆっくり

マイクロバブル発生の様子



マイクロバブルの発生方法と応用例

本研究室ではベンチュリ管を用いた方法に着目



気泡
発生法

微細ニードル法 多孔質板法 散気膜法

加圧溶解法 **気泡崩壊法** せん断流法



水質浄化

O₃溶解速度の向上
O₂溶解速度の向上
物質吸着による除去

マイクロバブル



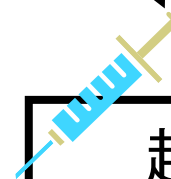
船体抵抗低減

船体の周りにマイクロバブルを吹き出すことで摩擦抵抗低減.



油汚染土壌改質

土壌粒子に付着した油膜を気泡表面に付着させることで分離・除去.



医療技術

超音波診断用の造影剤
ドラッグデリバリーシステム

研究目的

現状

- ベンチュリ管における気泡微細化メカニズムは完全には解明されていない.
- MB生成に適したベンチュリ管形状は検討されていない.

本研究の目的

- ◆ 気泡微細化メカニズムの解明
- ◆ MB発生装置の性能評価, 最適化
 - ✓ 気泡崩壊の様子 of 可視化観測
 - ✓ ベンチュリ管内の圧力分布計測



ベンチュリ管内での気泡挙動

低流速

$J_{in}=1.6 \text{ m/s}$

10 mm
↔



FLOW || →

高流速

$J_{in}=2.5 \text{ m/s}$



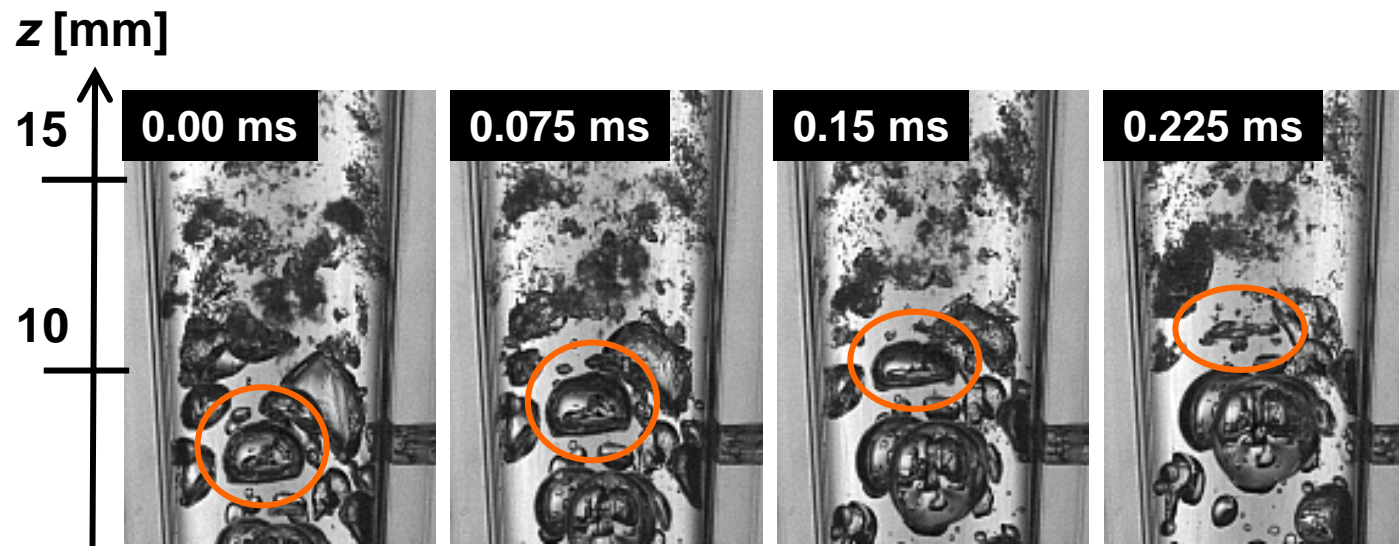
FLOW || →

高流速条件では、
気泡が急激に崩壊することでマイクロバブルが発生



気泡崩壊挙動の詳細観測

$J_{in}=2.5$ m/s

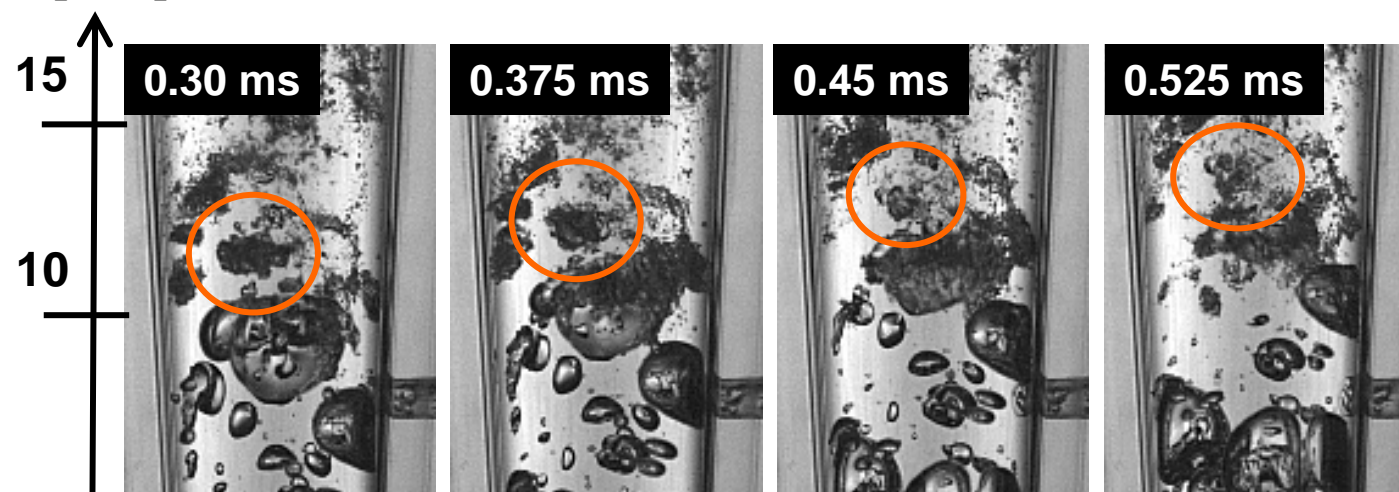


z [mm]

15

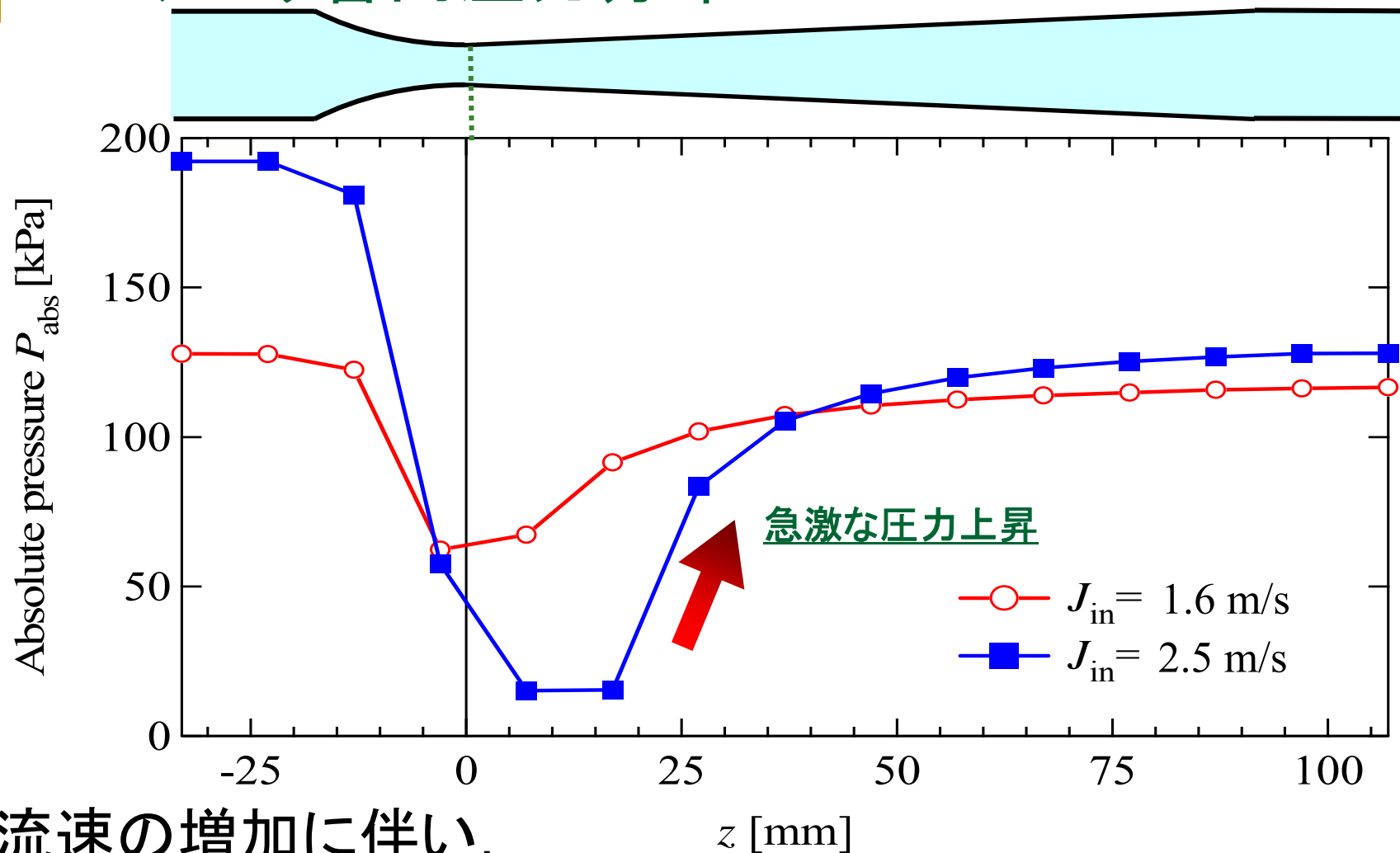
10

扁平形状に収縮



膨張・収縮を繰り返しながら微細気泡へ

ベンチュリ管内圧力分布

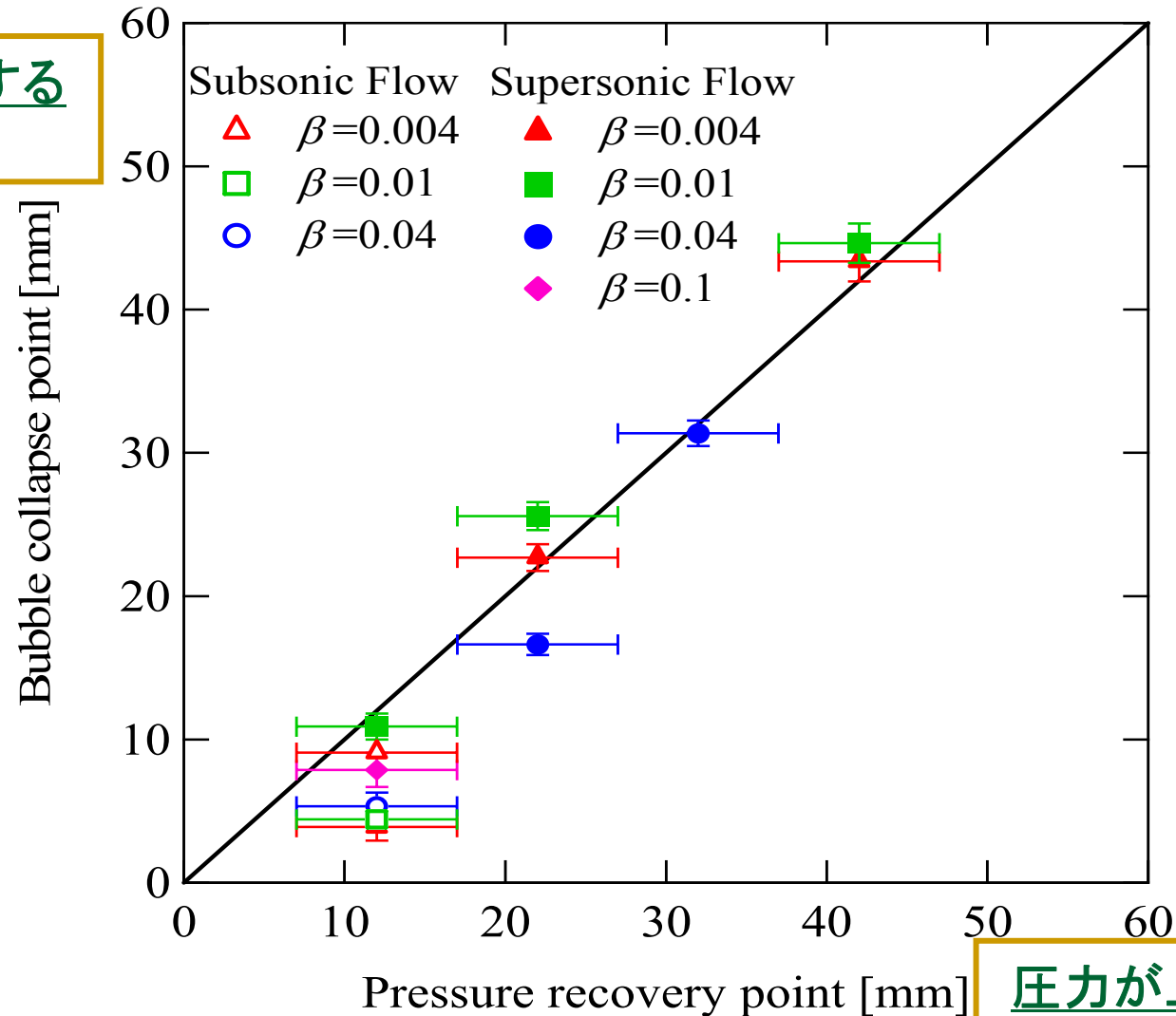


流速の増加に伴い,

- 圧力分布が変化 ➡ 超音速流れに遷移したことが示唆
- 拡大部で急激な圧力上昇が発生

気泡崩壊位置と圧力回復位置の関係

気泡が崩壊する
位置



圧力が上昇する
位置

気泡崩壊位置と圧力上昇位置がほぼ一致

⇒ 急激な圧力上昇により気泡が微細化していることが示唆

定電流法による 微細気泡流れのボイド率計測

- 上澤 伸一郎 (筑波大院)
- 金子 暁子 (筑波大)
- 野村 康通 (筑波大院)
- 阿部 豊 (筑波大)



ボイド率計測法

- ・締切法(遮断法)・画像処理法・X線CTスキャナ法
- ・中性子ラジオグラフィ法 等

問題点

画像処理や放射線の照射に時間を要したり, 流れを止める必要がある.
比較的大規模な設備が必要.

◎ 電気式計測法

- コンダクタンス法(電気抵抗検出型)
- キャパシタンス法(静電容量検出型)

- 流れを維持したまま計測が可能.
- オンライン計測が可能.
- 構造が簡単.

先行研究

- 沸騰水型原子炉での利用を目指した研究開発. (Watanabe et al. 2008)
- 定電流法を用いた液膜厚さ計測. (Fukano, 1998)
- ワイヤメッシュセンサによるボイド率計測. (Prasser et al., 2001)

直径数百 μm の微細気泡を含む分散気泡流に対しての電気式計測法は
未だ確立されていない.

コンダクタンス法及び定電流法の測定原理

コンダクタンス法：気相（空気）と液相（水道水）の電気抵抗率の違いを利用。

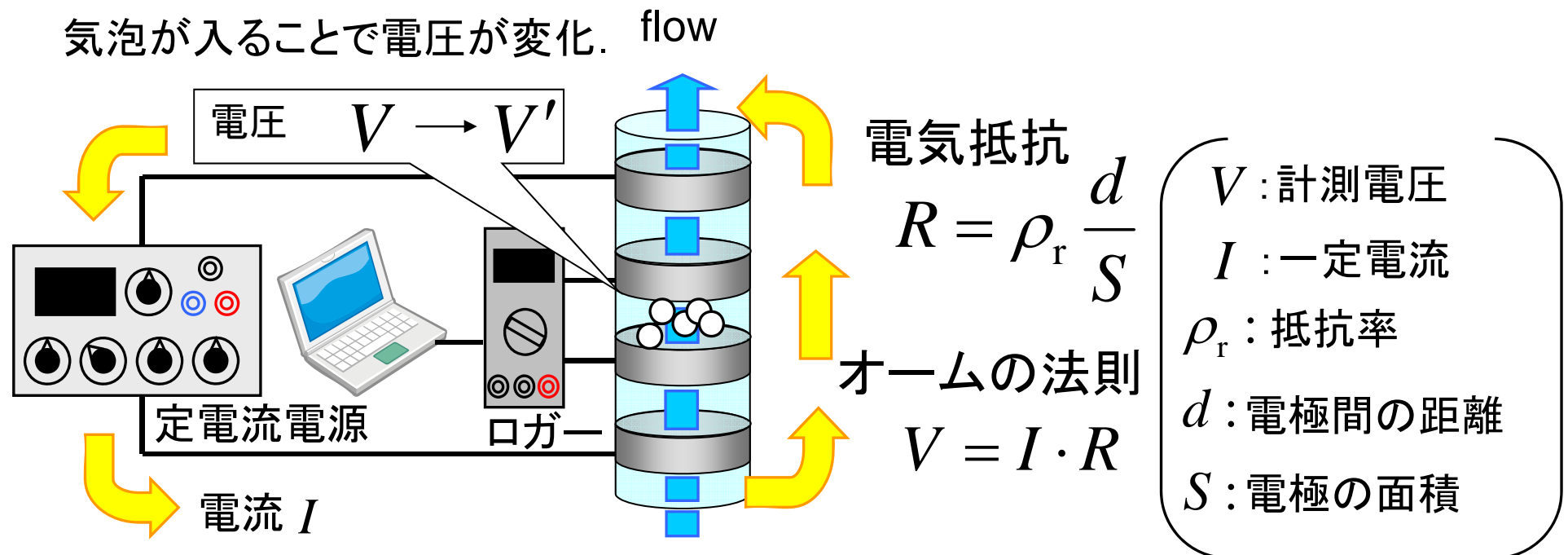
⇒ ボイド率によって電気抵抗値が変化。
計測値

電気抵抗率

空気 $\sim 1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{m}$

水道水 $\sim 1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{m}$

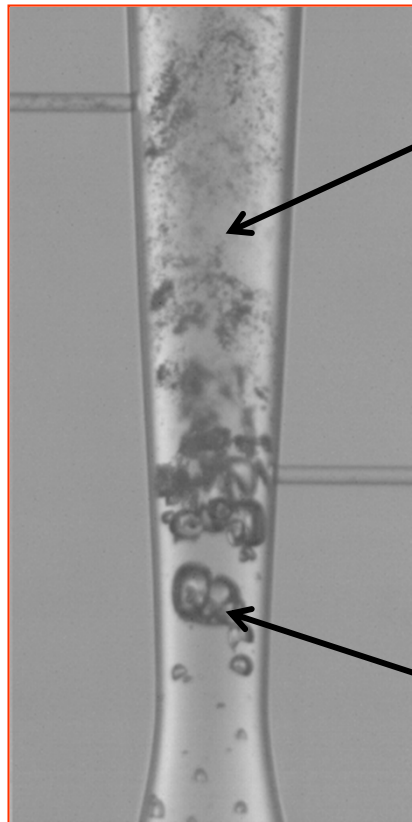
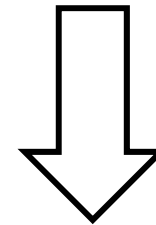
定電流法：一定電流を気液二相流に印加し、電圧を計測することで液膜厚さやボイド率を計測。



研究目的

問題点

直径数百 μm の微細気泡を含む分散気泡流に対しての電気式計測法は未だ確立されていない。



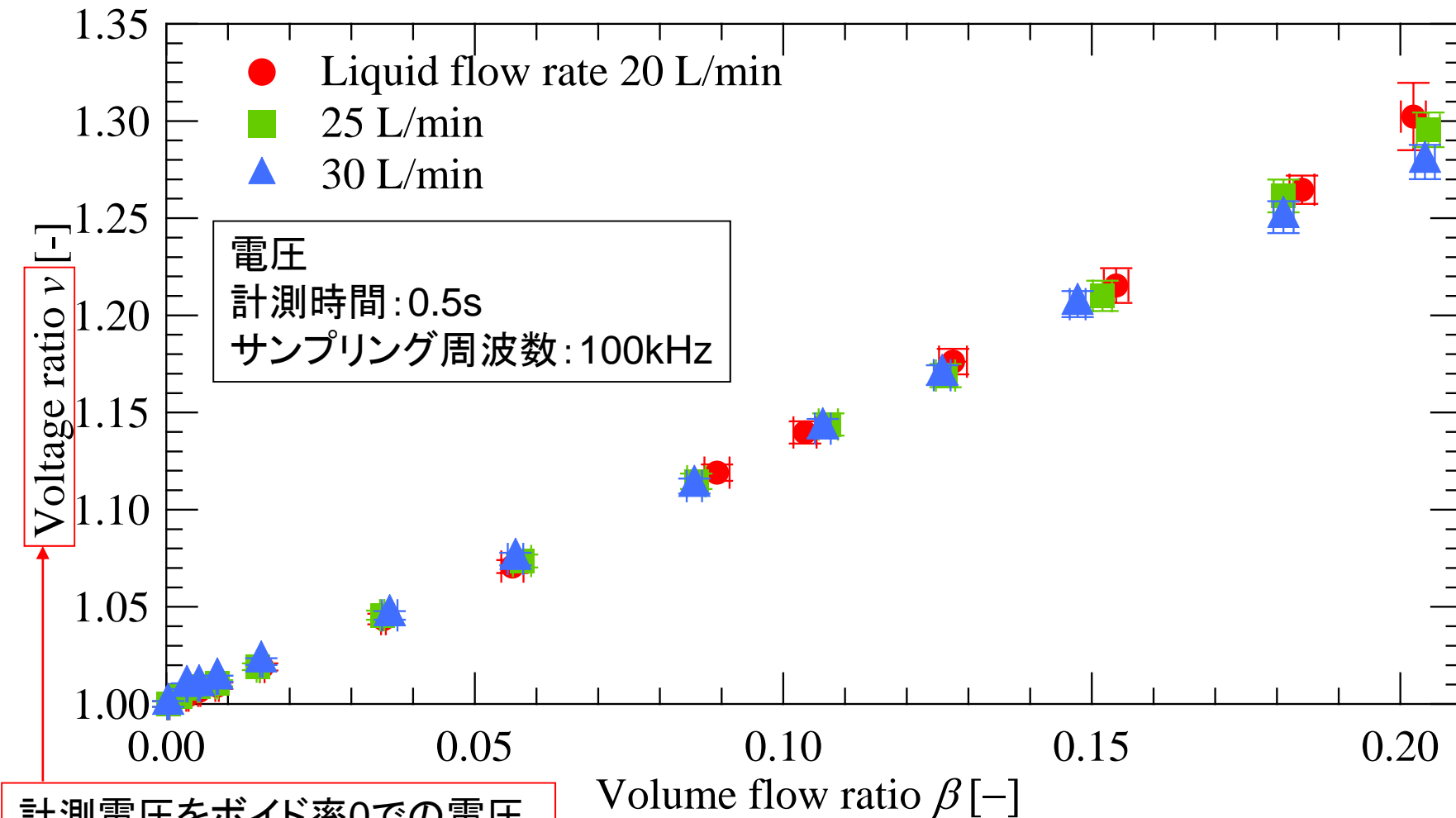
微細気泡群

- 液膜厚さや環状流のボイド率計測法として用いられてきた定電流法を，微細気泡流れへ応用．
- ベンチュリ管によって発生した微細気泡流のボイド率を計測する．

気泡

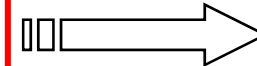
ベンチュリ管

微細気泡流れの流量比と電圧比の相関



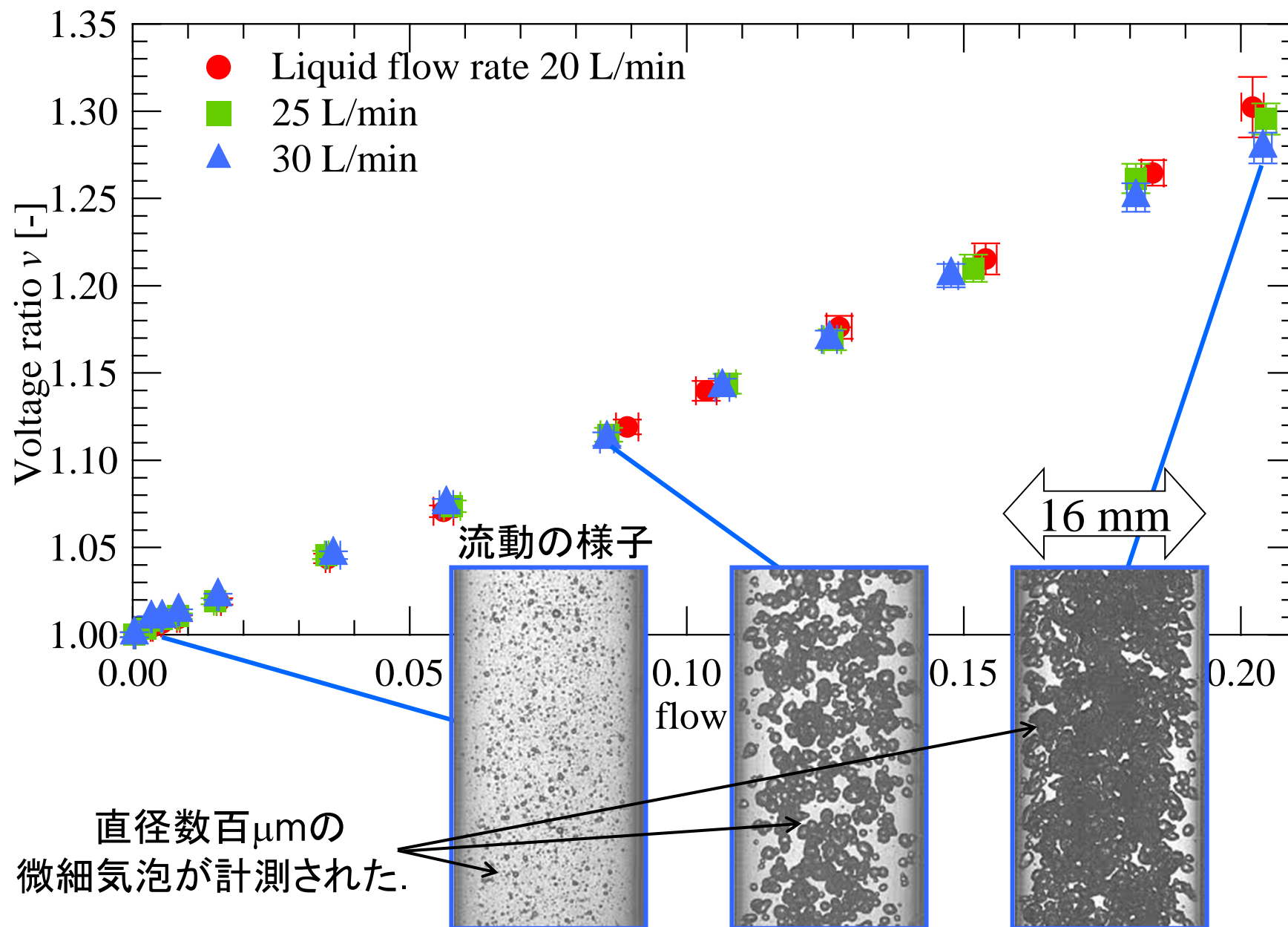
計測電圧をボイド率0での電圧
で規格化した値

流量比と電圧比に相関が見られる。



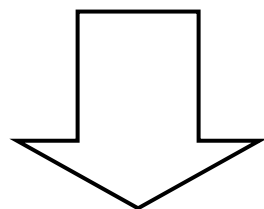
ボイド率測定の
可能性を示唆。

微細気泡流れの可視化



結言

- ✓ 直径数百 μm の微細気泡を含む分散気泡流においても、流量比と電圧比に相関が見られた。



定電流法の適用範囲を
微細気泡流へ拡張できることが示唆された。