

高精度な非接触二次元スカラ分布測定手法

国立大学法人鹿児島大学
工学部応用化学工学科
助教 水田 敬

高度化するプロセスの最適設計および運転のためには、系全体の特性把握に加え、**局所輸送特性の理解が大変重要**

→ 輸送特性を明らかにするには、速度、温度や濃度の分布とその経時変化に関する情報が必要

計測系に求められる性質

- ・非接触計測手法である
- ・多点同時計測である
- ・速応性を有する

→ 動画処理を用いた手法が有効

動画処理を用いた計測手法

- ・速度計測手法
PIV (Particle Image Velocimetry), PTV (Particle Tracking Velocimetry)
- ・スカラ計測手法
LIF (Laser Induced Fluorescence)

Fig. 気泡塔概念図

二色レーザー誘起蛍光法(LIF)

対象とする物理量に対して感度を有する蛍光物質と、そうではない蛍光物質を使用

→ 干渉や反射などの影響を低減可能なため、高精度な測定が期待されている (J. Sakakibara, Ronald J. Adrian, 1997, *Exp. In Fluids* 26 (1999) 7-15)

従来の二色LIF法における問題点

二つの蛍光物質から発せられる蛍光の強度分布を二台のモノクロカメラを用いてそれぞれ撮影するため・・・

- ・セッティングが複雑である
- ・**光学系自身が誤差の発生要因**となり得る

(H. J. Kim et al., *Int. J. Heat Mass Trans.* 46, 21(2003) 3967-3974)

また、蛍光物質にあわせて光学系の特性も変更しなければならぬため・・・

- ・測定対象ごとに光学系の変更が必要となり、**コストが増大**する
- ・迅速に測定系を切り替えることが困難である

→ **二色LIF法普及の妨げ**となっている

新たに開発した計測システム

一台のデジタルカラービデオカメラと、一台のレーザーのみで二色LIF法を実現することによって・・・

- ・デジタルマイクروسコープやハイスピードカメラなど、**高価なカメラを使用するシステムへの適用が容易**
- ・同一のセッティングで種々の蛍光物質の組み合わせに対応できる(= **様々な測定対象に対応可能!**)

→ 従来の二色LIF法がもっていた欠点を克服

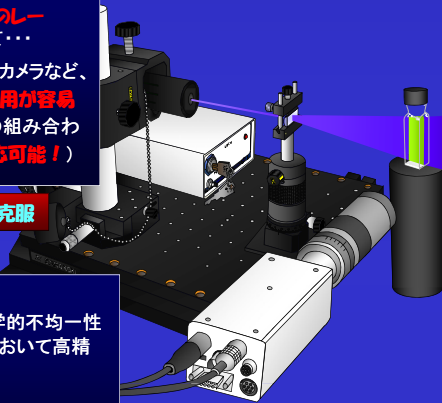
本システムの特長

1. 高い測定精度

光学系の特性により生じる面内での光学的不均一性を考慮することにより、測定エリア全体において高精度な測定を実現

2. 高い拡張性

オブジェクト指向ベースの独自開発ソフトウェアにより、新たな測定対象(= 蛍光物質の組み合わせ)にも迅速に対応可能



本システムの測定精度について

~異なる蛍光物質の組合せによるpH分布の測定~

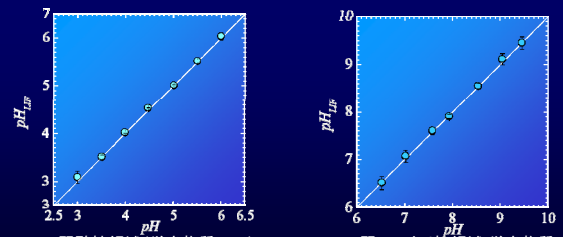


Fig. 本手法によるpH測定精度の検証結果(D) (いずれの場合も、横軸: pHメーターによる測定値、縦軸: 本手法による測定結果の面内平均値)

Table 面内における誤差の平均値と標準偏差

| | 平均値 [%] | 標準偏差 [pH unit] |
|----------|---------|----------------------|
| 弱酸性領域 | 0.8 | 5.5×10^{-2} |
| 弱アルカリ性領域 | 0.6 | 9.8×10^{-2} |

→ 使用する**蛍光物質の組合せによらず高精度な計測を実現**

本手法の適用性について 1 ~非定常現象への適用性について~

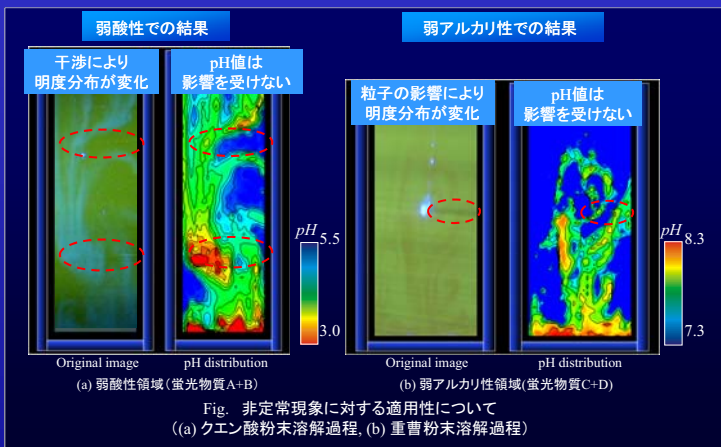


Fig. 非定常現象に対する適用性について (a) ケエン酸粉末溶解過程, (b) 重曹粉末溶解過程

弱酸性、弱アルカリ性とも、**干渉や粒子の影の影響を受けずpH測定可能**

本手法の適用性について 2 ~混相系への適用性について~

中性の静止流体中にSO₂気泡(初期体積: 5 μl)からガスが溶解していく過程を可視化

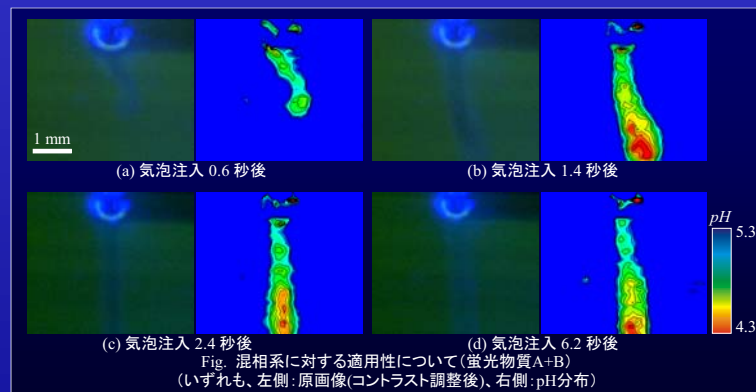


Fig. 混相系に対する適用性について(蛍光物質A+B) (いずれも、左側: 原画像(コントラスト調整後)、右側: pH分布)

気泡表面での**反射や気泡の影の影響を受けずpH分布を定量化可能**

→ **混相系などの光学的性質が不均一な場へも適用可能**

より詳細な情報については、お気軽に下記までお問い合わせ下さい!

e-mail : Kmizuta@cen.kagoshima-u.ac.jp
TEL/FAX : 099-285-8352