

# 超音波によるマイクロバブル生成技術

山形大学大学院理工学研究科 准教授 幕田 寿典

## 技術概要

マイクロバブルとは: 直径100 $\mu$ m(1/10mm)以下の微小な気泡/

### マイクロバブルの特性

- ① 浮上速度が遅い
- ② 気液界面積が大きい
- ③ 自己加圧効果
- ④ 固有の音響特性



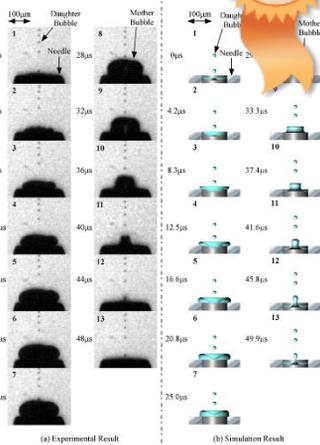
(左) マイクロバブル有 (右) マイクロバブル無

## 超音波と針を利用したマイクロバブル生成

液中の針先から気体を放出しながら超音波を印加することでマイクロバブルが発生



実験・計算条件  
周波数: 18 kHz  
圧力振幅: 10 kPa  
針内径: 0.1mm



10 $\mu$ m(1/100mm)以下で均一なマイクロバブルが発生可能

気泡発生量が極めて少ない

## 従来のマイクロバブルの発生方法

### 細管から発生させる方法:

細管に気泡を送り込み気泡発生させる

### 加圧溶解法:

溶液をガスで加圧を行い過飽和を利用して気泡を発生

### 高速旋回法:

ガスを高速旋回によって崩壊させガスを微細化

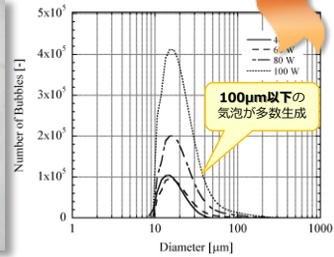
## 中空超音波ホーンを用いたマイクロバブル発生方法



### 超音波振動子

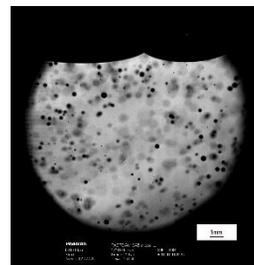
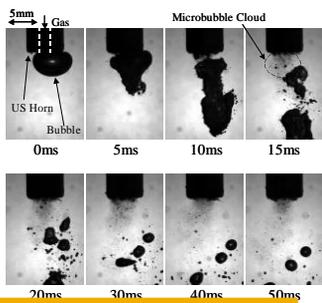


中空超音波ホーン



気体を供給する管を超音波振動体(超音波ホーン)とすることで多量のマイクロバブル化が可能に!

## 超音波を用いたマイクロバブル発生状態



シリコンオイル中(水の100倍の粘度)でのマイクロバブル発生

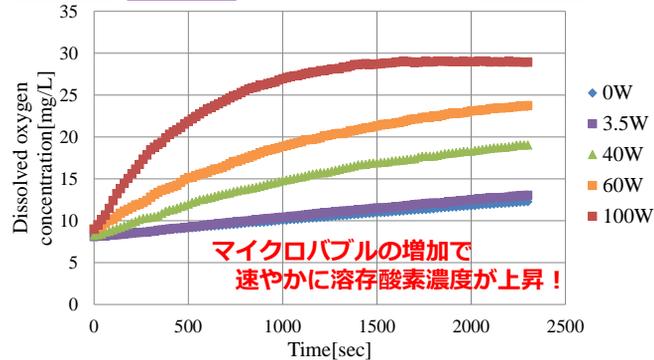
### 超音波マイクロバブルの概要

1. 大気泡が中空超音波ホーン先端に形成
2. 超音波印加と同時に付着大気泡は下方へ放出
3. マイクロバブルクラウドが安定的にホーン近傍に生成

### 超音波マイクロバブルの特徴

- ・低浮力,
- ・安定な界面
- ・千分の秒単位での発生
- ・高粘度環境での使用可能

## 酸素供給への適用事例



## 本技術の優位性

- ・100 $\mu$ m以下の気泡を多量に発生可能
- ・水以外の液体中(有機溶媒・融融体など)でも発生可能
- ・超音波&バブル併用プロセスの高効率・高機能化

## まとめ

中空超音波ホーンを用いた発生装置を使用すると様々な流体に小さく均一なマイクロバブルを大量に発生可能!

## 今後の研究の方向性

- ・マイクロバブル化流量の増加
- ・発生気泡径の制御
- ・非水系でのマイクロバブル適用検討

## 知財

幕田寿典・中尾孝明, "微小気泡発生装置および発生法", 特許5839771号

[※ JSME: 日本機械学会, SCEJ: 化学工学会]

# 超音波とマイクロバブルの組み合わせ 相乗効果でさまざまな応用！！



**食**

## “食”環境の構築へ貢献

- 植物工場用殺菌
- 養殖における生育促進

**医療**



## “医療”環境構築へ貢献

- 次世代超音波造影剤
- 超音波利用DDS担体

## 超音波マイクロバブル発生装置



**安全**

## “安全”環境構築へ貢献

- 汚染物質の音響分解
- 自己修復材料用微粒子

超音波振動子



中空超音波ホーン

SCEJ  
フロンティア賞  
2014

## 特徴・効果

- 気体の溶解促進
- 超音波洗浄効果
- 音響化学反応の効率化
- オゾンの反応性増強
- 新材料（カプセルや微粒子）創成

**福祉**



## “福祉”環境構築へ貢献

- 高機能バブルバス

## 超音波マイクロバブルの応用研究事例

### 【オゾンマイクロバブルによる殺菌】

上記技術によるオゾンマイクロバブルによるオゾン殺菌と超音波による物理殺菌の相乗効果によって効果的な殺菌が可能

[関連論文] N. Syukuya, T. Makuta, J. Jpn. Soc. Exp. Mech, Vol. 11, pp.116-121(2011).

JSEM  
技術賞  
2015

### 【中空マイクロカプセルの生成】

瞬間的に微小気泡を発生できる上記技術を利用して瞬間接着剤蒸気をマイクロバブル化し中空マイクロカプセルを生成

[関連論文] T. Makuta, Y. Tamakawa, J. Endo, Materials Letters, 65(23), pp.3415-3417(2011).

JSEM  
技術賞  
2012

### 【ソノケミストリーへの応用】

上記技術による微小気泡と強力な超音波によって気泡内部に発生する高温高圧場を利用して化学物質を分解

[関連論文] T. Makuta, Y. Aizawa, R. Suzuki, Ultrasonics Sonochemistry, 20, pp.997-1001(2013).

JSEM  
技術賞  
2013

### 【金属ナノ粒子の生成】

上記技術を利用して溶融金属中に発生させた気泡に超音波を印加し局所的なジェットを発生させて金属粒子を生成

[関連論文] T. Makuta, M. Sakaguchi, H. Kusama, Materials Letters, 77(15), pp.110-112(2012).

問い合わせ先:

山形大学 大学院理工学研究科機械システム工学専攻 准教授 幕田 寿典

Tel/Fax: 0238-26-3258, E-mail: [makuta@yz.yamagata-u.ac.jp](mailto:makuta@yz.yamagata-u.ac.jp)

[※SCEJ: 化学工学会, JSEM: 日本実験力学会]

本装置はライセンスした  
企業様より購入可能です