

★未だ解明されていない点も多い、超微細気泡の謎に迫る！  
 各種メカニズムに関する最新の知見と各種応用技術を詳述！

# マイクロバブル（ファインバブル）の メカニズム・特性制御と実際応用のポイント

●発行 2015年3月 ●定価 69,300円( 10 )) ●体裁 B5判ソフトカバー 469ページ

【執筆者一覧(敬称略)】

- (株)ナノプラネット研究所 大成由音
- 神戸大学 細川茂雄
- (株)オーラテック 江口俊彦
- 筑波大学 金子暁子
- (株)ナック 篠田昌孝
- 山形大学 幕田寿典
- 高知工業高等専門学校 西内悠祐
- 高知工業高等専門学校 多田佳織
- 高知工業高等専門学校 永原順子
- 高知工業高等専門学校 秦隆志
- (株)坂本技研 三谷岩生
- (株)坂本技研 山本健児
- (株)坂本技研 坂本正興
- 京都大学 松本充弘
- 慶應義塾大学 安藤景太
- 有明工業高等専門学校 氷室昭三
- (株)ナノプラネット研究所 大成博文

- (株)プレスカ 佐藤順幸
- 北海道大学 村井祐一
- 大阪府立大学 興津健二
- 静岡大学 間瀬暢之
- 東京大学 大宮司啓文
- 日本大学 松本真和
- 千葉工業大学 和田善成
- 千葉工業大学 尾上薫
- 千葉工業大学 矢沢勇樹
- (株)日立製作所 圓佛伊智朗
- 名古屋大学 安田啓司
- 神戸大学 高橋智輝
- ダイセン・メンブレン・システムズ(株) 綿部智一
- 産業技術総合研究所 平川力
- 長岡工業高等専門学校 村上能規
- 新潟大学 牛田晃臣
- 超音波システム研究所 斉木和幸
- サンスター(株) 岡徹
- サンスター(株) 石井美和

- 岡山大学 平井公人
- 岡山大学 高柴正悟
- 岡山大学 松浦宏治
- 日本獣医生命科学大学 小林史幸
- 明治大学 玉置雅彦
- 明治大学 池浦博美
- 一関工業高等専門学校 渡邊崇
- 帝京大学 丸山一雄
- 帝京大学 宇賀賀仁史
- 帝京大学 杉井むつみ
- 帝京大学 鈴木亮
- パナソニック(株) 前田康成
- 花王(株) 小林由佳
- 姫路エコテック(株) 塩田浩太
- 佐藤工業(株) 永尾浩一
- 地盤環境エンジニアリング(株) 高木一成
- 東京都立産業技術研究センター 榎本一郎
- 久留米工業高等専門学校 中武靖仁

<本書のポイント>

- 各種発生方式別にみる、気泡発生メカニズムやその特徴・挙動、応用のポイント等を解説！  
 ～加圧溶解法・エジェクター方式・ベンチュリ管式・ナノ多孔質フィルム・超音波方式 等々～
- マイクロバブル・ナノバブル（ファインバブル・ウルトラファインバブル）の発生・合体・消滅・安定化メカニズム、洗浄効果・生物活性効果等の機能発生メカニズムについて考察！
- バブルの物性・特性とその収縮挙動・温度の影響・化学反応・相互作用・中和反応とは！？
- 気泡径はどのように測定する？各種法の原理・長短所とその選定法とは？  
 粒子挙動・特性評価に向けた各種シミュレーション事例も紹介！
- 様々な分野ごとの研究開発・利活用の最新状況や、各分野の実状に対応した条件設定の考え方・性能を引き出す方法等、適用のポイントについても解説！  
 ～ナノ粒子合成・エマルジョン・晶析・膜ろ過・水処理・光化学反応・洗浄・殺菌・食品・農業・養殖・バブル製剤・美容・船舶・土木・土壌浄化 等々～

<内容目次は、裏面をご覧ください>

★書籍申込書

FAX : 03-5740-8766、または、→<http://www.johokiko.co.jp> にて  
 ※FAX番号はくれぐれお間違えの無い様お願い致します。

- (書籍申し込み要領)
- 右記記入の上、FAXでお申込を承ります。
- お申込書を確認次第、書籍、請求書および振込要領をお送りいたします。
- 未発刊の書籍をお申込の場合、申込書を確認次第、受領書をお送りいたします。発行時に弊社より書籍、請求書および振込要領をご送付いたします(送料は弊社負担)
- お支払いは請求日翌月末日までに、銀行振込にてお願いいたします。原則として領収証の発行はいたしません。
- 振り込み手数料はご負担ください。
- ★ <http://www.johokiko.co.jp/> の申込みフォームからも承ります！

書籍名 HP【BC150301】マイクロバブル（ファインバブル）の メカニズム・特性制御と実際応用のポイント		書籍	冊数	__冊 ※記入の無い場合は1冊
会社名				
所属部課・役職等				
申込者氏名	TEL		FAX	
E-MAIL	上司役職・氏名			
住所〒				
備考				
ご案内をご希望の場合は今後の案内方法にレ印を記入下さい(複数回答可) <input type="checkbox"/> e-mail <input type="checkbox"/> FAX <input type="checkbox"/> 郵送				

ご連絡頂いた、個人情報は弊社商品の受付・運用・商品発送・アフターサービスのため利用致します。今後のご案内希望の方には、その目的でも使用致します。今後のサービス向上のため「個人情報の取扱に関する契約」を締結した外部委託先へ、個人情報を委託する場合があります。個人情報に関するお問合せ先 [policy@johokiko.co.jp](mailto:policy@johokiko.co.jp)

# 構成及び内容

## 第一章 マイクロバブル（ファインバブル）の発生メカニズムとその設計・制御法

### 第1節 超高速旋回式

1. マイクロバブルとは何か
2. 超高速旋回式マイクロバブル発生装置
3. 超高速旋回式マイクロバブルの特徴
4. 適用分野と装置の適用問題

### 第2節 加圧溶解法

1. 加圧溶解法の概要と気泡径・数密度の特性
2. 気泡発生メカニズム
3. 発生後の気泡の時間変化

### 第3節 エジェクター方式

1. エジェクター方式とは
2. アスピレーター
3. マイクロバブル発生に求められるエジェクター

### 第4節 ベンチュリ管式マイクロバブル発生装置の流動特性

1. 実験装置と実験条件
2. ベンチュリ管内の気泡挙動
3. ベンチュリ管内の流動場
4. 流路方向の圧力分布とボイド率分布
5. ベンチュリ管内の音速

### 第5節 ナノ多孔質フィルムを使ったマイクロバブル発生装置

1. 気泡発生メカニズム
2. ナノ多孔質フィルムを使ったバブル発生装置の特徴
3. ナノ多孔質を使ったマイクロバブル発生装置の用途
4. 今後の展開

### 第6節 超音波方式

1. 超音波を利用したマイクロバブルの生成メカニズム
2. 超音波利用型マイクロバブル発生装置

### 第7節 現場に対応した装置作製・設計のポイント

1. 発生方式の特徴 2. 各産業での活用における課題点
3. 一次産業に対応するポイント
4. 一次産業に対応した発生装置開発の事例

## 第二章 マイクロバブル（ファインバブル）の特性・挙動・機能性 ～各種メカニズムとその制御・評価法～

### 第1節 マイクロバブル（ファインバブル）の発生・合体・消滅・安定化メカニズム

1. バブル発生の一般的な道すじ
  2. 発生メカニズム—核生成理論の概略とバブル発生
  3. 消滅メカニズム—発生したバブルの運命
  4. 合体メカニズム—バブル合体に至る条件
  5. 安定化メカニズム—表面張力の熱力学とバブル安定性
- ### 第2項 ガス過飽和水中における微細気泡の安定化機構
1. 気泡溶解の原理
  2. 気泡曝気によるガス過飽和水の生成
  3. バルクナノバブルの存在性 4. 超音波洗浄への応用

### 第2節 マイクロバブル（ファインバブル）の物性・特性

#### —力学特性と化学反応—

1. 水中における気泡の力学的特性
2. マイクロバブルの収縮挙動
3. マイクロバブルの収縮に及ぼす温度の効果
4. マイクロバブルの化学反応
5. マイクロバブルの具体的な化学反応の例

### 第3節 マイクロバブル（ファインバブル）の機能発生メカニズム

#### —洗浄効果と生物活性効果—

1. マイクロバブルによる洗浄効果
2. マイクロバブルの生物活性作用
3. マイクロバブルの生物への作用メカニズム

### 第4節 マイクロバブルの物理学的特性

1. マイクロバブル技術の基本
2. 窒素マイクロバブルと酸素マイクロバブル
3. マイクロバブルの負電位特性
4. マイクロバブルの発光特性

### 第5節 マイクロバブル水の物理化学的特性

1. マイクロバブル水の基本的性質
2. マイクロバブル水の化学的特性
3. 生物適応水としてのマイクロバブル水
4. 生理活性現象の観察

### 第6節 マイクロバブルを利用した気液・中和反応

1. 炭酸ガスを用いた気液反応型中和のメリット
2. 反応効率に影響を与える因子
3. マイクロバブル型気液混合機 4. 実施例

### 第7節 マイクロバブルの気泡径測定法

1. 気泡径計測手法の概要及び分類
2. 各種計測手法の原理と特徴

### 第8節 シミュレーション

#### 第1項 マイクロバブルの粒子シミュレーション

1. 粒子シミュレーションの原理
2. 粒子シミュレーションの適用範囲
3. 例：マイクロバブルの力学的つりあい
4. 例：核生成のシミュレーション
5. 例：薄液膜の安定性 6. 例：水溶液の表面特性

#### 第2項 マイクロバブル分散液の物性・特性評価シミュレーション

1. 単一マイクロバブルの運動方程式
2. 気泡群としての粘度特性
3. 全体流動を記述する支配方程式と数値解法
4. シミュレーションの事例

## 第三章 マイクロバブル（ファインバブル）応用のポイント

### 第1節 物質製造・化学工学プロセス

#### 第1項 超音波マイクロバブル発生法を利用する

1. 金属ナノ粒子の合成
2. 超音波マイクロバブルを利用する金属イオンの還元と金属ナノ粒子の生成
3. 各種実験条件で生成されるマイクロバブル特性と金属イオン還元反応の関係
4. 金属ナノ粒子のサイズ制御合成の例（還元速度と粒子サイズの関係）
5. 超音波マイクロバブルから発生する物理的作用が粒子の凝集に与える影響
6. 金属ナノ粒子の形状制御合成の例（超音波照射時間の影響）

#### 第2項 ファインバブルの有機合成・反応への応用

1. はじめに 1.1 気相が関与する化学反応
2. 有機合成用FB/UFB発生装置
3. FB/UFB手法によるアルコールの空気（酸素）酸化反応
4. FB/UFB手法による接触水素化反応
5. FB/UFB手法による過酸化水素合成
6. FB/UFB手法による光酸化反応 7. FB/UFBの効果

#### 第3項 中空マイクロカプセルの製造

1. マイクロバブルを利用した中空マイクロカプセルの製法
2. バブルテンプレート法による中空ポリ乳酸マイクロカプセルの製造
3. Gas/O/W法による中空ポリ乳酸マイクロカプセルの製造

#### 第4項 微細気泡の晶析技術への応用

1. 微細気泡が関与する異相界面に着目した反応場の応用例
2. 液相の組成・物性の変化と気泡の微細化効果
3. 供給ガス種の変化と気泡の微細化効果
4. マイクロ波の併用と気泡の微細化効果

#### 第5項 マイクロバブル発生装置を利用した界面活性剤を必要としないエマルジョン技術

1. 混合と溶解
2. 界面活性剤を必要としないエマルジョン生成技術への応用
3. SPNEの水和構造からの安定メカニズムの解明

### 第2節 水処理・水質浄化

#### 第1項 排水処理

1. 下水再生利用の現状と課題
2. オゾンマイクロバブルによる下水再生処理
3. 下水再生処理システムの実証事例 4. 今後の適用展開

#### 第2項 水質浄化・汚泥分解

1. ファインバブルを用いたバイオエタノールの製造工程における排水処理
2. ファインバブルを用いた余剰汚泥のオゾン分解

#### 第3項 ファインバブルを利用した膜濾過技術

1. ファインバブルを利用した河川水の膜濾過処理
2. 河川水質と膜ファウリング抑制効果の関係（加圧溶解型）
3. ファインバブルによる膜ファウリングの抑制メカニズム

#### 第4項 マイクロバブル存在下における光化学反応プロセス設計

1. マイクロバブル存在下における光照射法— 外部照射と内部照射—
2. マイクロバブルを用いた光化学反応で生成する活性酸素種の計測法

3. 紫外光照射によるマイクロバブルからのオゾン生成とその環境浄化プロセスへの応用
4. マイクロバブルを用いた光化学反応における無機塩の効果
5. マイクロバブルと酸化チタン光触媒の関係
6. 有機化合物の分解におけるマイクロバブルの効果
7. 光触媒とマイクロバブルの併用における課題

### 第3節 洗浄

#### 第1項 ベンチュリ管式マイクロバブル発生装置を用いた

1. ノンケミカル洗浄技術
2. ベンチュリ管と洗浄対象
3. ベンチュリ管内の流動挙動と発生気泡径
4. 洗浄能力の定量評価 4. 洗浄メカニズム

#### 第2項 洗浄における界面活性剤との混合と相乗効果

1. 実験概要 2. 洗浄液
3. 洗浄における機械的作用との相乗効果
4. 濡れ性との関係

#### 第3項 洗浄における機械的作用との相乗効果

1. 実験概要 2. 交番流式洗浄
3. 交番流式洗浄におけるファインバブル混合液の洗浄効果
4. 濡れ性との関係

#### 第4項 超音波との組み合わせによる樹脂・金属の表面改質

1. 何が問題か？ 2. どのようにして解決するのか？
3. マイクロバブルと超音波伝搬状態の制御・最適化
4. 具体例

### 第5節 殺菌・消毒

#### 第1項 バイオフィルムへの適用と浸透殺菌効果

1. 目的 2. 試験 3. 試験結果 4. 考察
2. 第2項 食品の殺菌・消毒応用

1. 低加圧二酸化炭素マイクロバブル（MBCO2）殺菌処理装置の概要
2. MBCO2の殺菌メカニズム解析における現状
3. 現状における課題

### 第6節 食品分野

#### 第1項 マイクロバブルが味・香りに及ぼす影響とその評価

1. 2槽式MBCO2により殺菌・酵素失活処理した清酒の品質評価
2. 2槽式MBCO2により殺菌処理した無ろ過ビールの品質評価

#### 第2項 マイクロバブル入り食品の開発とその効用

1. 食品製造に適したマイクロバブルと発生装置
2. 食品製造工程での利用例 3. 今後の展開

### 第7節 農業分野

#### 第1項 農業利用

1. マイクロバブルの農業利用の契機
2. マイクロバブル野菜
3. マイクロバブルの植物活性
4. 農業利用におけるマイクロバブル技術の役割

#### 第2項 オゾンマイクロバブルによる植物の残留農薬除去および品質評価

1. オゾンマイクロバブルによる柿葉の残留農薬除去効果および品質評価
2. 水温の違いがオゾンマイクロバブルによる野菜の留農薬除去効果に及ぼす影響

### 第8節 水産分野

#### 第1項 完全閉鎖型陸上養殖システムへの応用

##### —成長促進効果との関わり—

1. マイクロバブル技術の水産養殖への展開と課題
2. 完全閉鎖型陸上養殖システムの構築
3. 魚介類の成長促進に最適なマイクロバブル条件の決定—キタムラサキウニを例に—
4. 事業展開における課題

#### 第2項 養殖応用

1. 閉鎖循環型養殖におけるマイクロバブルの必要性
2. 泡沫分離装置 3. 曝気装置

### 第9節 医療・美容分野

#### 第1項 微小バブル製剤の活用展開と現場ニーズ

1. 超音波造影と造影剤 2. 超音波セラノステイクス
3. 超音波セラノステイクスの今後

#### 第2項 マイクロバブルバス—効果と製品設計・展開

1. 微細気泡入浴システム
2. マイクロバブルシャワーの効果
3. 製品設計の留意点と今後の展開

#### 第3項 血流改善を目的としたマイクロバブル炭酸製剤

1. 市販の炭酸スキングア製剤
2. 炭酸ガスの皮膚への供給を高めるためのアプローチ
3. 炭酸スキングア製剤への応用

### 第10節 船舶・海水設備

#### 第1項 船舶の抵抗低減

1. 気泡による抵抗低減メカニズム
2. 船舶用マイクロバブル発生装置
3. 船舶抵抗低減への応用例

#### 第2項 海生生物の付着抑制技術

1. 海生生物の付着
2. 海水中のガス・マイクロバブル
3. ガス・マイクロバブルの付着抑制効果
4. 空気マイクロバブル適用の基礎検討

### 第11節 土木分野

#### 第1項 液状化対策

1. マイクロバブル水注入による液状化対策技術
2. 実地盤での試験施工例

#### 第2項 土壌・地下水浄化・VOC除去

1. 浄化の原理と特徴
2. 使用するバブル特性とその条件
3. 浄化工法の概要
4. 適用性試験
- 4.1 塩素化VOCを含む地下水
- 4.2 燃料油由来のBTEXを含む地下水
5. 実事例での施工事例
- 5.1 ガソリンによる汚染サイト
- 5.2 塩素化VOCによる汚染サイト

### 第12節 その他応用

#### 第1項 染色加工

1. 羊毛の防縮加工
2. 綿布の漂白
3. 染色廃液の処理
4. 第2項 ファインバブルによるディーゼル機関の環境負荷低減
1. 使用するバブル特性とその条件
2. ディーゼル機関への適用

## 第四章 マイクロバブル技術20年と今後の課題

1. マイクロバブル技術の誕生とその発展
2. マイクロバブル技術の特徴
3. マイクロバブル技術の壁
4. 「生成後期」の課題
5. 次の「成長期」に備えて

\*より詳細な内容は、ホームページ  
(<http://www.johokiko.co.jp/publishing/BC150301.php>)  
をご確認下さい。