

ファインバブル基盤技術研究開発事業  
事後評価報告書  
(案)

平成28年1月  
産業構造審議会産業技術環境分科会  
研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

# 事後評価報告書（案）概要

<u>プロジェクト名</u>	ファインバブル基盤技術研究開発事業		
<u>事業担当課</u>	経済産業省産業技術環境局基準認証ユニット国際標準課		
<u>事業実施者</u>	一般社団法人ファインバブル産業会		
<u>プロジェクトの目的・概要</u>	<p>液体中に安定的に溶存するファインバブル（直径約100μm程度以下の気泡）は、洗浄、殺菌、水質浄化などの機能を有し、広範囲の産業応用が期待されている。しかしその発生機構や作用メカニズムといった基礎的・基盤的な技術の解明・開発について課題が残っており、本格的な産業応用には至っていない。したがって、本事業では、ファインバブルの様々な機能・効果のメカニズムの解析や生成制御等の基盤技術開発を実施する。</p>		
<u>予算額等</u>	2億円（委託）／平成26年度		
<u>目標に対する成果・達成度</u>	<p><b>(1) 全体の目標及び成果</b>            ファインバブル技術の早期の産業化につなげるため、ファインバブルの生成・挙動や様々な機能・効果のメカニズム等の解析や生成制御等の基盤技術開発を実施し、個別要素技術について一定の成果を得た。</p> <p><b>(2) 個別要素技術</b></p>		
<b>要素技術</b>	<b>研究開発目標</b>	<b>成果</b>	<b>達成度</b>
共通基盤技術	<p>ファインバブルの生成・制御に係る諸要因の解明や、基礎的・共通的な課題の解決を図る。</p> <p>研究開発等の内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 生成制御に関する研究開発、</li> <li>② 基本的な作用メカニズムの解明、</li> <li>③ リスク評価方法の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○生成制御の基盤技術に関しては圧力刺激および流路サイズによりファインバブルを高密度化する指針が得られた。</li> <li>○基本的作用メカニズム解析に関しては高分解能でのリアルタイム観察装置の開発に成功した。</li> <li>○リスク評価に関してはヒト細胞に対するファインバブルの影響を評価する試験系を構築した。</li> </ul>	達成
洗浄技術	<p>ファインバブルを利用した洗浄は対象物や環境への負荷が少ない技術として期待されていることから、洗浄作用のメカニズムや最適条件を明らかにする。</p> <p>研究開発等の内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① モデル汚染物質の選定、</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○モデル汚染物質の選定については、洗浄機能を評価するに当たり、必要となる各種パラメータ（密度、サイズ、被洗浄サンプルとの接触速度・剪断速度、液の物性など）を検討し、容易に入手可能で、基板一汚染物質の付着力、汚染除去量を正確に定量的に評価すること</li> </ul>	達成

	<p>② 汚染微粒子の洗浄基盤技術の開発、 ③ 油脂・高分子類の洗浄基盤技術の開発</p>	<p>が可能となり得るモデル汚染物質を選定した。</p> <p>○汚染微粒子洗浄基盤技術に関しては、半導体製造レベルでの応用に向けたクリーンウルトラファインバブル水の生成装置を開発し、ウルトラファインバブルによる洗浄力向上を確認した。</p> <p>○油脂洗浄基盤技術の開発では市販のウルトラファインバブル発生装置より遙かに小型化が可能なウルトラファインバブル発生手法を開発するとともに、ウルトラファインバブルの各種物性を評価し基礎データを得た。</p>	
殺菌技術	<p>ファインバブルを利用した殺菌は、ファインバブル自身に一定の殺菌効果がある他、殺菌剤の効果も高めるため、対象物や環境への負荷が少ない殺菌技術として期待されていることから、オゾン等反応性気体種を活用したファインバブルの生成、仕様の検討及び、殺菌効果を明らかにする。</p> <p>研究開発等の内容：</p> <p>① 医療、および関連機器殺菌技術の開発、 ② 食品、および飲料設備殺菌技術の開発</p>	<p>○医療、および関連機器殺菌技術に関しては安全で短時間処理が可能な反応性化学種対応ウルトラファインバブル発生装置を開発し、プラズマ処理水による細菌 (<i>B. subtilis</i>) に対する殺菌効果を検証した。</p> <p>○食品、および飲料設備殺菌技術に関しては各種食品プラントへのCO<sub>2</sub>ウルトラファインバブル水の適用可能性評価を行い、カット野菜製造プラントへの評価が高いことを実証した。</p>	達成
水質浄化技術	<p>水質浄化技術は、排水処理に伴う余剰汚泥の発生を低減するものとして期待されていることから、水質浄化の機能等を明らかにする。</p> <p>① ファインバブルを利用した水質浄化の機能評価、 ② 排水処理における余剰汚泥減容化技術の開発</p>	<p>○酸素 (O<sub>2</sub>) ファインバブル処理により排水中の油滴が超微細化し、油脂分解菌と細胞壁分解菌が増加することを確認できた。</p> <p>○オゾン (O<sub>3</sub>) ウルトラファインバブルにより活性汚泥菌の高効率な死滅が可能であることを確認するとともに、実証実験に向けたモデル排水処理施設を構築した。</p>	達成

### 評価概要

#### 1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

国際標準化を見据え、本研究開発事業でファインバブルの基盤要素技術開発を実施し

たことは時宜を得ている。ファインバブルは洗浄、殺菌、水質浄化などの機能を応用した広範囲な分野での産業応用が期待されており、国の事業として産学官が協力したプロジェクトを立ち上げたことは評価できる。

一方で、ファインバブルの生成方法、制御方法、ハンドリング方法、計測方法などの基礎研究の解明も並行して進めていくことも重要であり、生活環境に関わる本技術の実用展開のためには、官民連携で信頼性のある盤石の共通基盤技術の確立が期待される。

## 2. 研究開発等の目標の妥当性

ファインバブル技術を応用した分野の産業化を加速するため、基盤技術開発や人体に対する安全性を研究テーマに設定している点は目標設定として評価できる。

一方で、さらなる基盤技術の研究開発や標準化を視野に入れたデータの取得、定量的な目標の設定が期待される。

## 3. 成果、目標の達成度の妥当性

基盤技術開発について、多方面からの評価検討が行われ、技術の蓄積も進み、ファインバブル技術の将来展望を開くための十分な成果が挙げられていると評価できる。

一方で、本事業の実施期間が短期間であったことから、まだ途中段階と評価せざるを得ない技術開発があること、基礎的なデータや普遍的な定量評価の不足、成果公表も少なかったことより、今後の標準化のための調査等の中で実施することが必要とされる。

## 4. 事業化、波及効果の妥当性

事業化にむけた妥当な見通しが立てられており、いくつかの要素技術については、すでに実証実験や装置の開発が行われるなど、成果の波及が期待できる。事業化はファインバブル技術の国際標準化を後押しすることになり、さらに多くの分野への波及効果が期待される。

一方で、リスク評価法の確立、ファインバブルのハンドリング方法、医療や農業への応用展開のための関係省庁とのすり合わせが必要である。

## 5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性

1年という短い事業期間にしては、多くのテーマを効率よく実施し、今後の発展につながる十分な成果が得られていることから、研究開発のマネジメント及び体制は適切であったといえる。

一方で、共通基盤技術の開発には、基礎研究力のある大学等をもっと参画させるべきであり、外部評価の構築や、真に必要なテーマの選択と資金の集中に検討の余地があったといえる。

## 6. 費用対効果の妥当性

基盤技術開発について目標を達成しており、今後の事業化や波及効果の見通しが明確であることから、将来的にも大きな費用対効果が期待できる。

一方で、本事業では検討されていなかった応用分野（宇宙関連産業）へ展開したほうが費用対効果は高くなる可能性があることや、本事業の実施期間が長ければより大きな費用対効果を期待できたのではないかと考えられる。

## 7. 総合評価

日本がリードしているファインバブル技術について産官学が連携して技術の共通基盤を形成し、事業化を目指すという本事業は、短期間であったにも関わらず妥当な成果が得られた。また、日本が世界に先駆けて標準化を目指すためには、基盤要素技術開発

という黎明期で国が事業に関与することは妥当であった。

一方で、信頼できる技術として発展するためには、さらなるメカニズムの解明、研究開発の深掘りや定量的評価が必要である。

## 評点結果

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.17	2	2	3	2	2	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	1.67	1	2	2	2	2	1
3. 成果、目標の達成度の妥当性	1.83	2	2	2	2	2	1
4. 事業化、波及効果の妥当性	2.00	2	2	3	2	1	2
5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性	1.50	1	2	2	1	2	1
6. 費用対効果の妥当性	1.83	1	2	3	2	1	2
7. 総合評価	2.00	1	2	3	2	2	2

## 評点

