

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	令和4年度～令和6年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	産業洗浄における微細気泡の効果的活用に関する研究				
(副題)	(使い勝手の向上とコストダウンにつながる微細気泡洗浄に関する取り組み)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター 機械加工科 三木伸一			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画 チェンジ&チャレンジ2025	柱2. 力強い産業を育て、魅力あるしごとを生み出す 基本戦略2-1 新しい時代に対応した力強い産業を育てる 施策(3) 製造業・サービス産業の地場企業成長促進
ながさき産業振興プラン2025	基本指針3 地力を高める 施策の柱3-3 製造業・サービス産業の生産性向上と成長促進 1 競争力の強化による製造業の振興

1 研究の概要

研究内容(100文字)	
ファインバブルと呼ばれる微細な気泡は、環境負荷が小さい洗浄技術として期待されている。本研究では、これまでの洗浄データの蓄積等に基づき、現場でより効果的に微細気泡を活用する手法の確立を目指す。	
研究項目	低い個数密度(低濃度)の気泡における洗浄技術の確立 低い個数密度(低濃度)の気泡における管理技術(簡易計測技術)の確立 実証試験による洗浄および計測システムの改良と洗浄データの蓄積

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
<p>製造業の生産性向上と成長促進において、本県の主要な産業の一つである金属製品製造業(金属加工業、それに付随するメッキ、洗浄業等)の下支え、押し上げは不可欠である。こうした取り組みの方向性には様々な切り口はあるが、本研究では洗浄をターゲットとする。金属製品製造過程においては、摩擦熱を低減するために使用した油分や不純物の除去が必要となり、洗浄は重要な工程の一つで欠かすことができない。また、製品の小型・精密化に伴い洗浄の重要性が高まっている。</p> <p>洗浄工程における具体的な県内企業のニーズとして、洗浄性の向上、薬品コストの低減、作業安全性の確保等が挙げられる。昨今のSDGsの普及の広がりもあり、環境負荷低減についても関心が高い。こうしたニーズの解決について、薬品レスで環境負荷が小さく、細部まで浸透する微細気泡を活用した洗浄は有用であり、研究の必要性が高い。また、薬品の不使用によって、薬品残留成分による錆の発生や、加工後の塗装等の被膜剥がれの防止など加工品の品質向上にもつながる。</p>
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
<p>国をはじめ、様々な機関が、用途開発を進めており、必要に応じて情報収集、連携を図る。一方、産業洗浄に関しては現場特有の課題も多く、他機関等の取り組みがそのまま適用できるものではない。</p>

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	R4	R5	R6	単位
	洗浄システムの設計及び試作	設計・試作数	目標 1	1	/	件
			実績 1	1		
	簡易計測システムの設計及び試作	設計・試作数	目標 1	1	/	件
			実績 1	1		
	実証試験	実証試験数	目標		1	件
			実績		1	

1) 参加研究機関等の役割分担

工業技術センター: 洗浄システム、管理(簡易計測)システムの設計・試作、効果の検証
 大学、国研究機関: 微細気泡の高度な分析、技術情報の提供
 県内企業: 実証試験

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	10,005	6,959	3,046				3,046
4年度	3,550	2,296	1,254				1,254
5年度	3,116	2,298	818				818
6年度	3,339	2,365	974				974

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案
 人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究 項目	成果指標	目標	実績	R 4	R 5	R 6	得られる成果の補足説明等
	低個数密度洗浄シ ステムの確立	1件	1件		○		1E8個/ml以下でも洗浄できる洗浄システムを確立
	低個数密度計測シ ステムの確立	1件	1件		○		1E8個/ml以下でも計測できる計測システムを確立
	実証試験に基づく洗 浄物数	10個	10個			○	上記システムを用いて実証する洗浄物数

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

微細気泡(ファインバブル)は、国研、大学、企業において取り組まれているが、産業洗浄への応用は、現場における課題の把握、ノウハウの蓄積が重要である。高度な分析等については国研や大学の協力を得て、洗浄現場での使い勝手や費用対効果など現場での問題は企業と協力し解決を図る。これらの取り組みについては、国研や大学と繋がりがあり、企業との関係性が強い工業技術センターに強みがある。また、これまでの知見や技術蓄積、現場での聞き取りなどから、より個数密度の低い微細気泡を活用することに取組み、新規な開発要素を導入することで差別化を図る。

2) 成果の普及

研究成果の社会・経済への還元シナリオ

低い個数密度の微細気泡に関するノウハウ、技術データを蓄積し、情報発信する場を形成し、技術セミナー、共同技術開発(実証試験)などを通じて技術を県内企業に還元する。

研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

金属製品関連企業などにおいて実用化をはかることにより、薬品コストの削減、生産性向上(手間の削減)、品質向上、環境負荷低減などに貢献できる。微細気泡は、今後の発展が見込まれる比較的新しい技術であり、技術、知見を本県に蓄積することで時代のニーズへの対応を図る。

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(R3年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 洗浄は、金属製品製造等において欠かせない工程であり、製品の小型・精密化に伴い洗浄の重要性が高まっている。企業のニーズとして、環境への配慮、洗浄性の向上、手間の削減、安全性の確保などがあり、薬品を使用しない微細気泡を活用した洗浄は、企業の生産性を高め、付加価値を生むうえで必要性が高い。 ・効率性 A これまでの技術蓄積や大学、国研などの協力関係を活用しつつ、県内企業のニーズに即した効率的な技術開発を実施する。 ・有効性 A 長崎技術研究会や共同技術開発などを通じて洗浄技術を県内企業に還元することで、企業の生産性向上や環境負荷低減に貢献できる。実証試験などより実用的な取り組みにより、成果の還元を促進させる。 ・総合評価 A 今後の市場拡大が期待される微細気泡技術を産業洗浄現場において活用を図るもので、必要性が高い。実証試験や情報発信などを通じて、本技術を県内企業に導入する。企業の生産性向上や付加価値の向上を目指すもので実施することが適当である。 	<p>(R3年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 金属産業において洗浄の工程は重要であり、環境汚染に対する有効な手段として本研究にニーズは大きい。洗浄剤の使用量減で低コスト、低環境負荷が見込まれ必要性は高い。 ・効率性 A ファインバブルは洗浄技術のキーとなるものであり、企業、大学等との連携により効率的な開発が期待できる。洗浄対象となる製品の拡大と、洗浄時間の短縮を期待する。 ・有効性 A 条件パラメータが多いので、モデル化が必要で、現場に適用しやすい検討が望まれる。低コストの手法でも有効であることを証明して、広く使われるように進めていただきたい。 ・総合評価 A ファインバブルによる洗浄ノウハウの構築を行う研究であり、金属産業現場への技術波及が見込められる。低コストを指向することは、広く使われることにつながるので性能とコストバランスの検討をして製品化に期待する。
	対応	対応 条件パラメータを検討し、最適化することで、最低限な構成で、性能を十分に発揮できるように取り組む。
途中	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階:)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価 	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階:)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価
	対応	対応

<p>事後</p>	<p>(R7年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S 洗浄は製造現場で欠かせない工程であり、製品の小型化、精密化に伴い洗浄の重要性は益々高まっている。県の施策とも関連の深い半導体製造装置関連やエネルギー関連においても、洗浄性の向上により製造物の品質を高めるニーズがあり、研究実施の必要性は高い。</p> <p>・効率性 A これまでの蓄積してきた実験データをもとに、より効果的な気泡活用の手法提案に至った。洗浄物の特性に応じ、他の手法と組み合わせることで、より洗浄性を高めることもできる。</p> <p>・有効性 A 本研究の成果をもとに、県内企業との共同技術開発に展開している。また、洗浄度は製造物の品質に影響を与えるため、洗浄性の評価や金属残渣の分析などにもつながっており、企業が抱える問題解決に貢献できた。</p> <p>・総合評価 A 新たな洗浄方法の提案は、県内企業の洗浄技術の高度化に貢献するもので、企業の関心も高い。県内企業との洗浄技術の開発に取り組むとともに、洗浄に関する助言等を通じて、県内企業が抱える問題の解決に貢献した。</p>	<p>(R7年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 A 薬品を使わない環境配慮型の洗浄技術は、県内企業を含む多くの製造分野で必要性が高い。微細気泡を用いた洗浄効率の向上は実用化にあたって喫緊の課題。実用化に向けた今後の研究を期待する。</p> <p>・効率性 A 微細気泡を活用した洗浄技術確立に向けて、理論的に実験をしつつ、洗浄メカニズムを蓄積、効率的に研究している。気泡を連続的に汚れと接触、除去するシステムの構築という難しい課題があるが、引き続き県内企業と共同開発、実用化を期待している。</p> <p>・有効性 A 県内企業との共同研究により、企業の課題解決に貢献しており、有効性は高い。微細気泡を活用した洗浄法は基礎技術として波及性が高い。今後、耐水性のある対象物に対して高い洗浄効果を示す洗浄方法(水流噴射で洗浄する際、水流に多量の気泡を内蔵するなど)を確立してもらいたい。</p> <p>・総合評価 A 本研究は、県内企業の課題開発に貢献しており、今後の適用ケース拡大に向けたさらなる洗浄効果の改善とスケールアップが期待される。引き続き、技術移転に向けた研究を望む。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p>	<p>対応 適用できる範囲を広げ、県内企業への技術移転を進める。</p>