

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成 28 年度～平成 29 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	機能性素材を活用した水質浄化装置の製品化に関する研究 (ゼオライト及び光触媒を応用した水質浄化モジュール製品開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター・環境・機能材料科 狩野伸自、秋月俊彦			

### <県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画	2. 産業が輝く長崎県 政策:5. 次代を担う産業と働く場を生み育てる (1)地場企業の育成・支援
長崎県科学技術振興ビジョン	第 3 章 長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1. 産業の基盤を支える施策 (2)次代を担う産業と働く場を生み育てるための、地場産業が持つものづくり技術の高度化
長崎県産業振興ビジョン	1. 地域資源活用型産業振興プロジェクト 2. 豊富な農林水産資源などを活かした製造業の振興 (3)地域資源を活かした地域産業の振興

### 1 研究の概要(100 文字)

水質浄化装置の能力向上を図るため、アンモニア等の高い吸着能を有するゼオライトと細菌の増殖抑制及び有機物分解能を有する光触媒を活用して、各種水処理に適用可能な水質浄化モジュール製品を開発する。	
研究項目	①ゼオライト吸着材の最適な製造プロセスの検討 ②ゼオライト吸着材を使用したモジュールの製品化 ③光触媒の有機物分解能の向上 ④光触媒の長期安定性の向上とモジュールの製品化

### 2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ	生け簀や活魚水槽等の水質浄化分野では、生物から排出されるアンモニアや有機物を物理濾過槽、生物濾過槽、活性炭槽など多くの槽を組み合わせて浄化するため、装置が大型でメンテナンス頻度が高く、小型で効率の良い水質浄化装置が求められている。また、半導体産業分野からは、シリコンウェハに関する製造プロセスに使用する有機化合物が溶解した水を浄化し、再利用できる工業用水が求められている。そこで、これまで窯業技術センターが開発・保有している要素技術をもとに、水溶液中に存在する有害物質を吸着するゼオライトと有機物分解能力を有する光触媒を活用して、各種水質浄化に対応可能な小型モジュール製品を開発し、水処理装置への適用を図る。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性	国、他県や民間等では、ゼオライトや光触媒による水質浄化技術を開発している。しかし、現状のゼオライト利用では粉末は作業性が悪く、担体への積層や押出成型等では価格が高くなり、コスト面で利用が難しい状況である。また、光触媒は流れの速い水中において使用すると剥離が生じ、長期安定性の課題を有している。

### 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		H 28	H 29	単位
①	ゼオライト吸着材の最適な製造プロセスの検討	製造プロセス	目標	2	2	件
			実績	2	3	
②	ゼオライト吸着材を使用したモジュールの製品化	アンモニア吸着率、比表面積	目標	-	1	件
			実績		1	
③	光触媒の有機物分解効率の向上	転写紙を活用した成形体の活性酸素生成能評価	目標	5	-	件
			実績	5		
④	光触媒の長期安定性の向上とモジュールの製品化	光触媒の剥離強度向上	目標	-	5	件
			実績		5	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター:ゼオライト吸着材の最適製造プロセスの確立、モジュール開発  
 光触媒の活性酸素生成能評価、剥離強度試験、モジュール開発  
 素材メーカー:既存設備によるゼオライト量産製造の実証試験  
 転写紙メーカー:光触媒等を含む転写紙の作製

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (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	16,298	12,871	3,427				3,427
28年度	8,151	6,434	1,717				1,717
29年度	8,147	6,437	1,710				1,710

※ 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	H 28	H 29	得られる成果の補足説明等
②	ゼオライト吸着材を使用したモジュールの製品化	1件	1件	-	○	ゼオライトモジュールの製品化数
③	光触媒の有機物分解効率の向上	1件	3件	-	○	活性酸素生成能力の高い光触媒の開発数
④	光触媒の長期安定性の向上とモジュールの製品化	1件	2件	-	○	転写紙を活用した光触媒モジュールの製品化数

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

平成26年度までの戦略プロジェクト研究で開発したゼオライトは、アンモニアを吸着する能力が高いことを確認し、光触媒は、微生物の増殖を抑制すること等を確認している。本技術をもとに、水質浄化装置を製品化するために生産技術の確立と品質の統一化などを図り、より効果的な水質浄化モジュールを開発する。

本研究のゼオライトは、企業から排出される無機素材を利用して合成するもので、形状付与と高吸着性能の点で新規性が高い。本研究の光触媒は、市販されている光触媒よりも有機物分解能力が高く、素材の点で新規性を有する。また、光触媒の形成方法は、陶磁器産業で使用されている転写紙を利用するため、コスト面での優位性があり、製品化の可能性も高い。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済への還元シナリオ

開発したゼオライト等の合成技術を素材メーカーに、また開発した転写紙を転写紙メーカーに技術移転し、水質浄化に関心の高い装置メーカーや陶磁器メーカーとの連携による新製品開発を推進する。

■ 研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

・経済効果 : 2.4 億円

ゼオライトについては、モジュール装置が各種生簀や水槽などに実用されれば、料亭、ホテル、百貨店、スーパー、陸上養殖、水族館等に毎年10%程度使用されることにより、約1億円/年の経済効果が見込まれる。光触媒の市場規模は、約900億円になっている(光触媒工業会資料【2008年度】)。このうち、外装材用途のシェアが約50%で最も多く、次いで浄化機器用途が約30%のシェアとなっている。浄化機器用途の中で特に水質浄化分野(5%と想定)に参入し、そのうち1割のシェアを獲得できれば1.4億円(推計:光触媒の市場規模900億円×0.3×0.05×0.1=1.4億円)の経済効果が見込まれる。難分解性有機物(医薬品、農薬、有機溶剤等)を含む水や循環水装置を使用している工場等への適用が考えられる。光触媒は光を利用し、薬品を一切使用しないため環境負荷を低減することが期待される。

(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>(27 年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 国内有数である長崎の水産物を高価な活魚の状態 で東京等の大消費地に輸送するには、長時間、水質 浄化ができる装置が必要であり、県内企業から活魚 水槽等に利用できる小型で高効率な水質浄化装置が 要望されている。また、半導体産業で使用される工業 用水等を浄化して再利用することも要望されている が、再利用可能な水質レベルに到達していない。これ ら県内企業の課題について、ゼオライト吸着材や光触 媒を開発し、各水質浄化の課題を解決する必要がある。</li> <li>・効率性 S これまで当センターが開発・保有している要素技術 を活用することで、最適な材料設計と量産可能な製造 技術を確認することができる。それと並行して、原料を 製造する砕石工業や原料を成形する陶磁器製造業及 び水質浄化装置製造業との共同開発を実施すること で、求められる各種水質浄化のレベルに応じた製品 開発を効率的に進めることが可能である。</li> <li>・有効性 S ゼオライト吸着材は、無機廃棄物を利用して合成す るもので、形状付与と高吸着性能の点で新規性が高 い。光触媒は、市販の光触媒よりも有機物分解能力 が高い点で新規性がある。また、光触媒の形成方法 は、陶磁器産業で使用されている転写紙技術を利用 するため、コスト面の優位性があり、製品化の可能性 も高い。開発した合成技術等を県内企業へ技術移転 することは、新分野への参入を促し、新製品の売上げ 増加により、雇用の増加にもつながるため有効である。</li> <li>・総合評価 S 開発するゼオライト吸着材や光触媒は、県内企業と の共同研究による技術移転を行うため、新製品開発 が可能となり、新分野への進出が期待できる。また、 開発を進める中で、水質浄化装置製造業との連携に よる新製品開発にも貢献できる。また、本技術が確立 すれば、本県特有の水産物を、高価な活魚の状態 で大消費地に届けることが可能となり、地域を活性化 するための一助に成ることが期待される。</li> </ul>	<p>(27 年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 水質浄化は、長崎県のみならず世界で必要とされ ている技術である。活魚の輸送や半導体産業におけ る工業用水の再利用の要望があり、貴重な水資源を 守るという観点からも必要な研究と認められる。</li> <li>・効率性 A 浄化対象が活魚用水から半導体工場までと幅広 すぎる印象を受けるが、窯業技術センターの保有技術 を活用するとともに、関連業界との共同開発を進める ことで研究目標を効率的に達成可能と思われる。企業 ・大学等との連携を強め、研究を加速してほしい。</li> <li>・有効性 S 光触媒形成における転写紙技術の活用は新規性 があり、コスト低減にもつながり、有効性を認める。期 待される成果は見込めるが、他の水質浄化方法との 差別化について検討してほしい。</li> <li>・総合評価 S 取組内容は概ね妥当であり、研究の成果として新 規性と競争力のある水質浄化装置が開発されることが 期待され、県内企業に経済効果をもたらす研究と判 断される。</li> </ul>

	対応	対応 研究開始当初から、複数の関連企業等と共同研究等を行い、新規な水質浄化装置の開発を効率的に進めていく。そのために、ゼオライトの量産技術の確立及び光触媒の機能性向上を図りながら、他の水質浄化装置よりも低コストで高機能な浄化モジュールを開発する。
途中	( 年度) 評価結果 (総合評価段階: ) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価	( 年度) 評価結果 (総合評価段階: ) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価
	対応	対応
事後	(30年度) 評価結果 (総合評価段階: S ) ・必要性 S ゼオライト技術については、県内企業から活魚水槽等に利用できる小型で高効率な水質浄化装置が要望されている。 光触媒技術については、県内企業との共同研究を進めながら、企業ニーズに基づいた研究開発を進めている。窯業技術センターとして、当該技術を活用しながら新製品開発のための技術支援の必要性は高い。  ・効率性 S ゼオライト技術については、当センターがこれまで開発・保有していた要素技術を、新たな未利用資源を原料に活用することで、最適な材料設計技術と量産可能な製造技術を確立した。そこで、県内企業への技術移転のため共同研究を実施し、企業保有の装置でも製造できることを確認した。 光触媒技術については、県内の大学や企業との共同研究を実施したことにより、複数の成形体を作製し、有機物分解能力の向上を達成することができた。また、有機物分解能力の向上メカニズムの解明を基に、県内企業の製品開発へ展開することができたため、効率性は高い。	(30年度) 評価結果 (総合評価段階: S ) ・必要性 S 水質浄化には上水、下水、排水など様々なニーズがあり、ゼオライト吸着材と光触媒技術を活用した水質浄化装置の開発は、必要性が高いといえる。水質浄化用の無機物質の開発は重要で、かつ未利用資源の活用でもあり、特に必要な研究であったと評価できる。  ・効率性 A 県内企業や大学等との有機的な連携によって効率的な研究開発が推進され、研究期間内に目標とする能力を有した試作品の開発まで完了し、概ね計画通りに進捗したと判断できる。ゼオライトと光触媒のいずれも既存の装置で製造可能であり、効率性は高い。特許化もされており、独創性の高い研究で、モジュール化できたことが評価できる。

<p>・有効性 S</p> <p>ゼオライト技術については、新たな未利用資源を原料に活用することで、比表面積が大きく、吸着性能の高いゼオライト粉が得られた。そのため、少量のゼオライト粉を樹脂と混合し、碎石表面へ被膜することで粒状ゼオライトの量産化が可能となった。また、ゼオライト粉は陶土と混合し、成形、焼成も可能であることから、形状付与に対する有効性は高い。</p> <p>光触媒技術については、極薄な被膜加工や基材に対して強固な膜を保持できたこと等により、少ない触媒量で大面積の被膜加工が可能となり、乾式法に比べて低コストで且つ高機能な表面を達成したため、有効性は高い。また当初目的としていた水質浄化用途だけでなく、新規に空気浄化や防汚へ展開の可能性を見出すこともできたため、有効性は高い。</p> <p>・総合評価 S</p> <p>ゼオライト技術については、計画に沿った成果が得られたため、共同研究により、県内企業への技術移転に取り組んでいる。今後引き続き、吸着剤として、具体的な商品開発を目指した技術支援を行っていく。</p> <p>光触媒技術については、県内企業等との共同研究による試作や製品開発を進めたことで、計画どおり進捗し、成果を挙げる事ができた。研究成果として、当該技術を活用することで新分野へ展開の可能性も見出されたため、今後も企業への技術支援を継続しながら、新製品開発を積極的に進めていく。</p>	<p>・有効性 S</p> <p>製品化に向けたコストダウンに課題を残しているが、当初の目的である水質浄化だけでなく、新規に空気浄化や防汚技術にも展開できる素晴らしい成果が得られた。産業界のニーズもあり、独自技術として市場展開が期待される。アンモニア吸着やCODによる効果検証に加え、分野別の事例も増やしていただきたい。</p> <p>・総合評価 S</p> <p>浄化機器としてニーズがあり、独創性の高い研究として評価できる。得られた成果は新分野にも適用可能であり、新製品開発にも貢献するものと期待される。製造プロセスの効率化でコスト低減を図るなど、性能維持と低コスト化の両立を目指し、実用化に向けた更なる検証が望まれる。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>製品化に向けたコストダウンについては、各分野の県内企業(粉末製造・部材製造・膜加工・装置製造等)と連携を密に取りながら、既存製品の活用や製造プロセスの見直しを図り、製造コストを低減していく。最終的にエンドユーザーに納得してもらえる価格帯と機能性を達成するよう努めていく。</p> <p>また、鮮度低下の要因である生鮮野菜や果物から排出されるエチレンガスの吸着効果など異なる分野についても今後検証を行っていく。</p>