

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成 19 年度～平成 21 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	高活性複合型光触媒の開発 (光触媒を活用した水浄化システムの開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター・研究開発科・狩野伸自			

<県長期構想等での位置づけ>

長崎県長期総合計画	基本方針3 政策2 施策2 活力ある商工業の振興 (8)技術開発による新事業創出及び事業転換の支援
長崎県新産業創造構想	4つの集中プロジェクト(1.新エネルギー・環境産業の振興)

1 研究の概要(100 文字)

シリカ粒子表面にチタンの水和物を被覆して、焼成すると光触媒機能を発現した。この粒子は、高温処理しても有機物を分解することがわかった。そこで更に有機物分解能力が高い触媒の作製について検討した。	
研究項目	①色素分解率を向上できる基材と相変態抑制効果の高い基材を探索する ②複合型光触媒の製造プロセスの検討 ③光触媒成形体とモジュールの作製および殺藻効果の確認

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ これまでに県内企業数社と共同研究を行ってきている。共同研究企業から、チタニア被覆シリカ粒子とそれを利用した成形体(焼結体)の更なる光触媒特性(有機物分解能力・水質浄化能力)の向上が求められている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 全国で、光触媒を水質浄化用として実用化している例が少ない。現在取り組んでいる研究は、水質浄化用として、県内企業から排出される原料を利用したものである。そのため、触媒特性が向上すると県内企業で商品化できる可能性を有している。商品化すれば、工業分野だけでなく陶磁器産業にも応用展開できるため、必要な研究である。

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 19	H 20	H 21	単位
①	大気中で、シリカ粒子表面にチタニウムアルコキンド溶液を加水分解してチタンを被覆する。	色素分解率の高い粉末の作製	目標	10	2		種類
			実績	15	2		
②	水とアルコールおよびチタニウムアルコキンド溶液の添加量を検討する。	合成プロセスの(kg 程度)検討	目標		1	2	kg
			実績		3	3.3	
③	光触媒粒子とガラス粒子を混合し、成形体を作製する方法と、光触媒粒子を含む転写紙でガラス表面に積層させる方法。各種モジュールを循環水槽へ取り付けてクロロフィル a 量を測定し、殺藻効果を確認する。	クロロフィル a(藻類)の減少能力の高い光触媒成形体の作製とその成形体を導入した光触媒モジュールの作製	目標		光触媒モジュールの作製	光触媒モジュールを循環水槽に組込む	
			実績		作製した	組込んだ	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター 役割：複合型光触媒粒子と成形体の開発および機能性評価

九州大学大学院 役割：基礎科学に基づく合成プロセスの検討

県内企業 役割：光触媒粒子の作製・光触媒成形体の作製と装置化

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	29,022	14,930	14,092				14,092
19年度	17,157	6,578	10,579				10,579
20年度	5,906	4,176	1,730				1,730
21年度	5,456	3,673	1,783				1,783

※ 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 19	H 20	H 21	得られる成果の補足説明等
①	光触媒機能(色素分解能力)向上	32%	48%			○	ビーカーレベルでの調製
②	多量合成した試料でも少量合成した試料と同じ色素分解率を示す複合型光触媒粉末を作製	H20: 1kg で作製(30%の色素分解率)	3 kg 以上作製できた(41%の色素分解率を示した: TiO ₂ 含有量 59.6%)。			○	市販されている酸化チタン粉末(TiO ₂ 含有量 93.5%)の色素分解率は 39%であった。
		H21: 2kg 以上で作製(32%の色素分解率)					
③	共同開発している複合型光触媒成形体よりも更に色素分解能力やクロロフィルa(藻類)減少能力の高い成形体とモジュールを作製	H20: 光触媒モジュールを1種類試作	光触媒モジュールを4種類試作した。			○	共同開発している複合型光触媒成形体の色素分解率は、33%であった。本研究で開発した成形体は 46%を達成した。
		H21: 光触媒モジュールを組み込んだ循環水槽を1基試作	光触媒モジュールを組み込んだ循環水槽を1基試作した。				

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

既存の光触媒粒子は、温度を上げると相変態する為、低温での熱処理しかできない状態である。本研究の光触媒粒子は、高温で熱処理しても光触媒活性の高い結晶相(アナターズ)を残存させることができるので、これまで不可能だった高温焼成製品(陶磁器業等)への機能性付与が可能になると考えられる。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済への還元シナリオ

共同研究を通して、県内企業(光触媒粒子の製造・成形体の製造)へ、製造プロセス技術を導入する。

■ 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：光触媒の市場規模(2006年度)は、約700億円である(【光触媒と水処理分野に関する市場調査レポート H20年3月】三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株))。このうち、外装建材用途がシェア約6割で最も多く、次いで浄化機器用途が約2割のシェアとなっている。水質浄化用途の規模は、2006年度時点でほとんど市場が成立していない。そこで本研究の成果で水質浄化ができれば、新規に市場開拓することができる。本研究で得られる成果によって浄化機器用途の2割部分に参入でき、そのうち1割のシェアを獲得できれば約14億円(推計: 光触媒の市場規模700億円×0.2×0.1=14億円)の経済効果が見込まれる。利用候補としては、工場等で使用される水の浄化や循環水装置が考えられる。この結果、メンテナンスコストの低減や、薬剤を使用しないため、環境負荷の低減と安心安全な水処理装置を提供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>(18年度) 評価結果 (総合評価段階:5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:5 <p>既に長崎県内企業と共同研究しています。シリカ製造業や成形体作製企業への製造技術支援及び電子部品・デバイス製造業への光触媒産業を創出する為に必要と考えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:5 <p>大気中での合成プロセスを検討するので、簡易な合成方法を確立できると考えられます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性:5 <p>高活性化出来れば、そのまま、県内企業への技術移転が可能となるので、新産業創出が期待できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価:5 <p>多量合成プロセスへの展開とコストも考慮しながら、研究を進めます。</p>	<p>(18年度) 評価結果 (総合評価段階:5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:5 <p>必要性はあるが、コストや技術的な優位性を明確にして欲しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:4.2 <p>メカニズムを明確にして効率的に開発して欲しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性:4.2 <p>市場調査、他製品との比較などを行う必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価:5 <p>シリカとの複合化で光触媒活性が良くなるのかのメカニズムを明確にし、低コスト化を図ってほしい。</p>
対応	<p>対応</p>	<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:基質材料との複合化によりチタン原料の使用量を削減し低コスト化を図ります。また、技術的には、高温で処理しても触媒能力が低下しにくいことによる優位性を出せるようにします。 ・効率性:九州大学との共同研究により、シリカーチタニア系複合材料の高活性発現メカニズムを解明し、研究開発につなげていきたい。 ・有効性:シンクタンク等の市場調査報告書、国際フェアの各社カタログや市販品との性能比較等を実施し、研究開発を客観的に進めます。 ・総合評価:九州大学との共同研究により、シリカーチタニア系複合材料の高活性発現メカニズムを解明するとともに、チタン原料の使用量低減を図り低コスト化を目指します。
途中	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:A <p>本研究の光触媒技術は自然エネルギーも活用できる、人や環境にやさしい技術である。県内のシリカ製造業の廃棄物にも応用できるため、必要性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:A <p>H20 年度迄に各種基材の選定を行い、シリカ系基材に絞ることが出来た。また、多量合成や光触媒モジュールの作製も進んでいるため、研究は予定どおり進んでいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性:A <p>ビーカーレベルで調製した試料の色素分解率は、目標値の 95%以上を達成している。多量合成した試料の色</p>	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:A <p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:A <p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:A <p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性:A <p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価:A <p>同左</p>

	<p>素分解率が目標値の78%程度なので、H21年度は、多量合成した試料の更なる高活性化を目指す。</p> <p>・総合評価:A</p> <p>本研究は、ほぼ計画どおり進んでいる。今後は、環境技術に興味のある企業と実用化に向けた共同研究を進める。</p>	
	対応	対応
事後	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性:A</p> <p>光触媒は、光(特に紫外線)が当たると、有機物を減少できる能力を持った材料である。これは、環境に優しい浄化技術へ応用できるため、薬品を利用して浄化していた部分を光触媒で代用するニーズが県内企業より出されている。本研究で開発した光触媒は、県内企業から排出される副産物を利用した技術で、焼成技術も利用するため、副産物を排出する県内企業や陶磁器分野の企業等と研究を進めており、必要性は高いと考える。</p> <p>・効率性:A</p> <p>本研究で調製している粉末は、すべて大気中で調製可能であり、大規模な製造設備を必要としないため、県内企業へ技術移転を行いやすい。また、企業へ技術移転できれば、1バッチあたり3kg以上の調製が可能であるため、製品出荷にもすぐに対応できることが予想される。転写紙を利用して光触媒成形体(モジュール)を作製することが可能になったため、光触媒を板状等の基材に対して、最表面のみに均一に付けることができる。このことは、光触媒膜を付けるにあたって、特殊な装置や技術が不要となり、簡易的に付けることができるため、効率性は高いと考える。</p> <p>・有効性:A</p> <p>これまでの研究結果から、酸化チタンを被覆するには、シリカを含む基材が適していることが分かった。これは共同研究企業や県内メーカーが排出している原料と同じ成分であるため、研究開発が更に進むことが期待される。また、多量調製した粉末は、市販の光触媒粉末よりも光触媒活性(メチレンブルーの色素分解率)が高いことを確認しており、有効性も高いと考える。</p> <p>・総合評価:A</p> <p>本研究は、ほぼ計画どおり進んだ。今後は、県内企業や陶磁器分野の企業等と水質浄化分野の実用化に向けた共同研究を進めていく。県外でもシリカ粉末を排出している企業があり、環境浄化技術に前向きな企業があれば、積極的に共同研究を進める。</p>	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <p>・必要性:S</p> <p>国内・国外ともに水質浄化の要望は強く、安価で半永久的なものが求められている。産地が陶磁器だけでなく、工業製品等に転化するためにも必要な研究である。</p> <p>・効率性:A</p> <p>県内企業との共同研究体制も問題なく、計画通りに進捗しており、必要な特許対策も出来ている。今後、市場拡大を図るためにも、工業製品への応用展開について多角的な調査が必要である。</p> <p>・有効性:S</p> <p>光触媒活性を向上する有益な成果が得られているが、屋内で使用する際は紫外線対策が必要となるため、用途や使用方法を制限したうえで、有効な利用方法を検討すべきである。</p> <p>・総合評価:S</p> <p>水質浄化に有効な光触媒であり、早急に実用化すべき成果が得られている。また、新製品開発において、色々な応用製品を生み出す可能性があり、地域振興に大きく寄与するテーマとして、今後の発展が期待できる。</p>

対応

対応

・必要性:水中で長期間安定した光触媒製品を可能にするため、光触媒膜の剥離強度の高い製品開発を進めます。陶磁器産業以外に、県内企業の異分野産業と共同研究を進め、工業製品等への応用展開を図ります。

・効率性:工業製品への応用展開については、企業ニーズを把握するため、県内の企業訪問を実施しています。また、国内の光触媒工業展での情報収集や異分野業種との交流を行い、新分野への展開を進めます。

・有効性:企業ニーズを中心に、本研究で開発した光触媒の有効な利用方法(用途・使用方法)の研究開発を企業と共同で進めます。

・総合評価:H22年度から、長崎県課題公募型共同研究を県内陶磁器分野の企業と実施しており、新製品開発を進めています。また、工業製品への応用展開を見据えて、県内企業とも共同研究を実施しています。

水質浄化用の光触媒として利用・普及を図るために、JISの性能評価基準に沿った評価方法を採用し、評価を進めています。

■総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S=積極的に推進すべきである
- A=概ね妥当である
- B=計画の再検討が必要である
- C=不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S=計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A=計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B=研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究を中止すべきである

(事後評価)

- S=計画以上の成果をあげた
- A=概ね計画を達成した
- B=一部に成果があった
- C=成果が認められなかった

平成19年度

(事前評価)

- S=着実に実施すべき研究
- A=問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B=研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C=不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S=計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A=計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B=研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

- S=計画以上の研究の進展があった
- A=計画どおり研究が進展した
- B=計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C=十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1:不相当であり採択すべきでない。
- 2:大幅な見直しが必要である。
- 3:一部見直しが必要である。
- 4:概ね適当であり採択してよい。
- 5:適当であり是非採択すべきである。

(途中評価)

- 1:全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2:一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3:一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4:概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5:計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

(事後評価)

- 1:計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2:計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3:計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4:概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5:計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。