

事業区分	経常研究(基盤)	研究期間	平成30年度～令和2年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	表面剥離型防汚材料に関する研究 (海洋構造物等の表面が少しずつ剥離し新しい表面が維持されることで汚れにくい塗料の開発)				
主管の機関・科(研究室)・研究代表者名	窯業技術センター 環境・機能材料科 高松 宏行				

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画 チャレンジ2020	基本理念:人、産業、地域が輝く たくましい長崎県づくり 将来像:力強い産業を創造する長崎県 基本戦略7:たくましい経済と良質な雇用を創出する (2)地域経済を支える産業の強化 企業の技術力向上
ながさき産業振興プラン	本県産業の進むべき方向性と具体的施策 3.基本方針と施策の方向性 (1)生産性/競争力を高める 技術力の向上 (ア)窯業技術センターによる県内企業の技術力向上支援

1 研究の概要(100文字)

汚れとともに表面が少しずつ剥離し、新しい表面が維持されることで汚れにくい材料を県内の無機系未利用資源やセラミックス技術等を活用して新規に創出し、機能性塗料としての適用について検討する。	
研究項目	有機無機複合表面剥離型防汚材料の試作と評価 板状粒子結合表面剥離型防汚材料の試作と評価

2 研究の必要性

<p>1) 社会的・経済的背景及びニーズ</p> <p>海に囲まれ、長い海岸線を有する本県において、臨海の構造物や船舶などに付着する付着汚損生物や汚れの対策が求められている。汚れの堆積により、例えば工場から海に続く配管では目詰まりが生じたり、船舶では船体摩擦抵抗の増加により燃料消費量が増加したり、潮流発電では発電効率が低下したりなどの問題が生じる。</p> <p>その対策として、防汚を目的とした機能性塗料が用いられている。防汚塗料については、これまでに防汚剤が溶け出し水棲生物が忌避するタイプや表面の微構造を制御して汚れの付着を抑制するタイプ、光触媒を配合して汚れを分解するタイプの塗料など多くの開発事例があるが、防汚剤の溶出による環境への影響や防汚性能の持続性、暗所での利用、コストなど課題が多く、これらを解決できる技術が求められている。</p> <p>本研究では、上記課題を解決する技術を開発することを目的とし、県内無機系未利用資源と有機高分子を複合させた有機無機複合表面剥離型防汚材料と板状粒子を無機原料で接着した板状粒子結合表面剥離型防汚材料を新規に創出し、環境負荷が小さく、表面が少しずつ剥離して新しい表面が維持されることで汚れにくい機能性塗料としての適用について検討する。</p> <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> <p>大学や民間、各自治体において、防汚を目的とした機能性塗料についての多くの開発事例がある。このうち、本研究で開発予定の材料と防汚性を発現するメカニズムが近い自己消耗型の塗料は、未だ決定的なものが確立されていない。また、板状粒子を配向させて層状に表面剥離するように制御された材料の研究開発事例は見当たらない。</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		H 30	H 31	R 2	単位
	有機無機複合表面剥離型防汚材料の試作	試作数(県内無機系未利用資源と有機高分子の複合体。原料の組み合わせ、配合割合の検討など)	目標	10	10		種
			実績	12	8	1	
	板状粒子結合表面剥離型防汚材料の試作	試作数(板状粒子を無機原料で接着した材料。原料の組み合わせ、配合割合の検討など)	目標	10	10		種
			実績	19	4		

試作物の評価	評価対象の試作物数(機械的性質および、屋外環境での防汚能力の定性評価(陸域、模擬水域)など) 試作次第評価を開始し、一度評価を始めたものは研究期間終了まで継続評価する	目標	20	40	40	種
		実績	22	43	44	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター: 表面剥離型防汚材料の試作および試作物の機械的性質、防汚能力評価

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	10,767	7,128	3,639				3,639
30年度	3,478	2,392	1,086				1,086
31年度	3,851	2,387	1,464				1,464
2年度	3,438	2,349	1,089				1,089

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案
人件費は県職員人件費の単価

(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	H30	H31	R2	得られる成果の補足説明等
	有効な有機無機複合表面剥離型防汚材料の選定	1種	1種				試作物の各種評価結果を総合し、最も有望なものを選定する
	有効な板状粒子結合表面剥離型防汚材料の選定	1種	1種				試作物の各種評価結果を総合し、最も有望なものを選定する

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

本研究で開発する材料は、材料表面が付着した汚れとともに少しずつ物理的に剥離し、新しい表面が維持されるメカニズムにより防汚性を発現させることから、薬剤として防汚剤や忌避剤を添加することがないため環境負荷低減の点で優位性がある。また、光触媒の活用が困難な紫外線が届かない暗所での適用が可能である。さらに、汚れの種類(有機物、無機物、付着汚損生物)を問わない点も優位性がある。

フィルターとして県内無機系未利用資源を活用することにより低コスト化も期待される。

また、板状粒子結合表面剥離型防汚材料については、板状粒子を配向させて層状に表面剥離するように制御された材料の研究開発事例は見当たらず、新規性がある。

2) 成果の普及

研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

本研究の後、応用研究として船底塗料や海洋構造物用塗料としての性能評価など、防汚塗料が求められる現場での実証試験を行う。また、長期間の実用性を確認したうえで、県内製造業や塗料メーカーと量産技術や開発技術の普及について検討する。

研究成果による社会・経済・県民等への波及効果の見込み

機能性塗料の国内市場は、6,724億円との試算がある。このうち構造物用塗料1,238億円、船舶・航空宇宙用塗料538億円の分野のそれぞれ1%に本研究の開発技術が適用された場合、約18億円の経済効果が見込まれる。さらに、上記2分野をあわせた世界市場規模は、4,352億円であり今後も成長が期待される有望市場との見方もある。これに加え、窯業土石産業において材料供給などの新事業創出が見込まれる。

(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>(29年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <p>・必要性 S 海洋県である本県において、臨海の構造物や船舶などへの汚れや付着汚損生物の付着を防ぎ、海洋産業の効率性を高める防汚技術の開発は必要性が高い。また、環境負荷が少なく、暗所でも適用できる防汚塗料のニーズは高い。</p> <p>・効率性 A 原料として想定している県内の無機系未利用資源や板状粒子については、物性等のデータをセンターで蓄積しており活用できる。 また有機物と無機物の複合技術について過去にセンターで取り組んだ経緯があり、その知見を活用できるため効率的である。</p> <p>・有効性 S 積層された板状粒子の表面が、付着した汚れとともに層として剥離し、新たな清浄な面が露出するメカニズムの防汚材料は新規性があり、海域の防汚が必要なあらゆる場面への適用が期待される。 また、県内の無機系未利用資源の活用による低コスト化や防汚剤などの薬品を使用しないことによる環境負荷の低減、さらに紫外線を必要とする光触媒を活用した防汚技術で対応できない暗所での適用も期待され、有効性は高い。</p> <p>・総合評価 S 船舶や海洋構造物の防汚材料は、海洋県である本県にとって必要性が高く、その材料を県内の無機系未利用資源やセンターが蓄積してきた要素技術などを活用して効率的に開発することができる。 開発材については、新規な防汚塗料として海洋産業の効率性の向上に寄与できるだけでなく、窯業土石産業の新事業創出にも貢献できる。</p>	<p>(29年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性 S 海洋技術開発にとって重要なテーマであり、必要性は高いと考えられる。また、環境負荷が少ないことや、暗所でも適用できる点は他既存製品よりも高機能な点で、研究内容を製品化できれば経済効果は大きい。</p> <p>・効率性 A 目的や研究計画は概ね妥当であるが、研究を進める過程で試行錯誤の実験が多くあるように思われ、より実効性が期待できる材料開発方法をさらに検討した方がよい。例えば、板状粒子系材料の場合において、所望の表面に対して平板表面が配向した構造を形成されるための方法(加圧等の力学的手法では実用性に乏しいので、化学的な自己組織的に形成される方法が望ましい)などを検討されたい。</p> <p>・有効性 A 従来技術に比べて、環境負荷低減の点での優位性があり、また低コスト化も期待できる点は評価できる。研究の遂行に際しては、実用化に配慮しながら進めて欲しい。</p> <p>・総合評価 A 必要性はかなり高いが、過去に大手造船メーカーが多くの費用をかけて防汚塗料の開発を進めてきたにもかかわらず、現時点まで有用な材料や施工方法が実用化されていないことからハードルは高いと考える。このように難しいテーマであるので、要素技術からしっかりと研究を行いつつ、実用化を意識した試験方法や施工方法についても十分に検討してほしい。</p>
対応	対応	<p>対応</p> <p>船底塗料としての活用を見込んだ、実用的かつ効率的な素材開発に努める。特に、指摘のあった板状粒子系材料については、板状粒子の配向制御として、力学的手法だけでなく化学的手法についても有識者に意見を求めながら検討する。</p>

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>対応</p>	<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>対応</p>
事 後	<p>(3年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S <p>海洋産業の創出・発展を重点施策としている本県において、臨海の構造物や船舶などへの汚れや付着汚損生物の付着を防ぎ、海洋産業の効率性を高める防汚技術の必要性は高い。また、SDGs への社会的関心が高まっている中、海洋に対して低環境負荷な防汚技術のニーズは高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 A <p>過去にセンターで取り扱い、性質等について知見がある生分解性高分子や県内未利用無機資源を活用したことにより効率的な試作を行うことができた。また、有機物と無機物の複合技術についても過去に実施した経常研究や企業との共同研究の経験を活かすことができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 A <p>生分解性高分子と県内未利用無機資源の組み合わせで得られた塗料状の液体を金属板に塗布して得られた緻密な塗膜を形成したのものについて人工海水中での経時的な表面剥離性評価を実施したところ、塗膜表面が1日に数マイクロメートルずつ剥離することを確認でき、想定していた特性の素材が得られた。さらに、長期間人工海水にさらされた金属板について、塗装しなかった箇所は腐食が確認されたが、塗装した箇所は塗膜に保護されて腐食が低減されることが確認されたことから被塗装物の腐食保護にも有効であることが示唆された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 A <p>表面が少しずつ剥離し、なおかつ被塗装物を腐食から保護する塗料状の新規素材についての要素技術が整備された。実用化にあたっては、フジツボや海藻類などの実海域の付着生物に対する防汚性能評価に係る長期的な実証試験が必要であるため、企業との共</p>	<p>(3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>海洋県である本県にとって、海洋構造物や船舶の維持に必要な防汚対策となる本研究は、産業界からの必要性も高い研究であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 A <p>海洋構造物への付着を予防する塗料を開発しており、洋上風力、潮流発電等海洋再生可能エネルギーに有用な技術である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 A <p>海洋生物の構造物付着を防止できるため、海洋産業の効率性向上と塗料の新技术として新製品創出に寄与できる。実海域での実施には至っておらず、今後の結果を期待する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 A <p>汚れにくい塗料の開発を行い、海洋構造物への生物付着も予防できるため、海洋再生可能エネルギーへの進展にも寄与できる。実際の海中において目的が達成できるか確認、改良のうえ、県内企業に利用できるものに仕上げて頂きたい。</p>

<p>同研究や外部資金の活用を検討する。また、本技術は防汚機能だけでなく、表面から徐々に崩壊する特性を活かし、機能性物質を複合させることで機能性物質の徐放制御が可能であり、汎用性の高い技術となり得る。</p>	
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>実用化に向けて、県内企業との共同研究で塗料の改良ならびに実海域における防汚性能評価を実施中である。改良により塗料としての安定性や塗工のハンドリングが改善され、県内企業と共同で特許出願の準備を進めている。今後も実海域での防汚性能評価を重ね、必要な改良を加えながら塗料の製品化を目指す。</p>