

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)	県内の無機材料を活用した抗菌・防カビ剤の開発 (抗菌・防カビ成分の固定化技術の確立)				
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 山口 典男			

<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	V 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)

県内企業が取り扱う無機材料製品(微粒子)の表面に抗菌・防カビ成分を担持して、高い機能性を発現する固定化技術を確立する。また、抗菌・防カビ剤と樹脂材料の複合材を作製し、複合材の抗菌・防カビ評価を行う。	
研究項目	抗菌・防カビ成分を担持する無機材料の検討 抗菌・防カビ成分の固定方法と性能評価 抗菌・防カビ剤と樹脂材料の複合化及び性能評価

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 抗菌技術を利用した抗菌加工製品の市場は、1兆円の規模を構築しており、繊維、プラスチック、塗料、食品、医療用具、建材、住設機器、日用品、家電等、多岐にわたっている。食品産業から、安全・安心に対する要求が高まっている。細菌等による商品等の美観の損失や食品汚染が懸念されている。また、機械器具メーカーでは、水と接触する部分を有した装置に、細菌の付着、増殖が元となりバイオフィルムを形成し、それが原因とみられる装置の材料劣化(腐食)が起きている状況である。県内の素材メーカーからは、既存の無機材料製品を用いて新しい用途展開を図りたいとの要望が出ている。そこで、県内企業の無機材料製品を活用して、バイオフィルム形成や食品汚染等の原因となる細菌やカビの増殖を抑制する抗菌・防カビ剤を開発し、食品産業や工業製品等への適用を図る。
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、有機系や無機系抗菌剤の開発が進められている。有機系抗菌剤は、細菌に対して即効性は高いが耐性を示す耐性菌の問題がある。一方、無機系抗菌剤は、耐熱性や持続性及び安全性が高いことが知られている。本研究では、抗菌・防カビ成分を無機材料表面により多く固定化することで、高い機能性を発現し、抗菌・防カビ成分の使用量を減らしてコスト面で有利となるような固定化技術を確立する。また、県内の素材メーカーと抗菌・防カビ成分の固定化技術や抗菌・防カビ剤の複合化について連携し、無機材料製品の新たな用途展開を図る。

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	H	R	単位
			30	31	2	
抗菌・防カビ成分を担持する無機材料の検討	抗菌・防カビ成分の担持に適した無機材料の選定	目標	5			種類
		実績	5			
抗菌・防カビ成分の固定化方法の検討	固定化プロセス・性能試験	目標		2	2	件
		実績		2	2	

樹脂材料と複合化	抗菌・防カビ剤を樹脂に分散・性能試験	目標	2	件
		実績	2	

- 1) 参加研究機関等の役割分担
 窯業技術センター：抗菌・防カビ成分の固定化技術の確立
 当センターで組織した研究会を通じて、県内の素材メーカー等と情報交換や研究活動を連携して推進
- 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	9,225	5,555	3,670				3,670
30年度	3,637	2,392	1,245				1,245
31年度	3,562	1,989	1,573				1,573
2年度	2,026	1,174	852				852

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	H 30	H 31	R 2	得られる成果の補足説明等
	抗菌・防カビ成分の担持に適した無機材料の選定	1種	1種				抗菌・防カビ成分を多く担持できる無機材料を選定
	抗菌・防カビ成分の固定化プロセス	1件	1件				機能性を有し、かつ低コスト化できる固定化プロセスを確立
	抗菌・防カビ剤と樹脂を複合化した試料の試作	1件	1件				固定化プロセスで作製した粒子を樹脂と混合し、基材に表面処理して、性能評価を実施、実証試験を継続中。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

先行技術である抗菌・防カビ剤は、有機系材料と無機系材料がある。有機系材料では、効果の即効性はあるものの、耐性菌の発現や安全性が確認できていないものもある。一方、無機系材料は、遅効性ではあるが、安全性が高く、細菌・カビ・酵母の広範囲で効果を発揮することが知られている。

本研究で取り組む抗菌・防カビ剤は、安全性が高く、広い抗菌能力を有する無機系材料に着目する。県内企業で取り扱っている製品(無機材料の微粒子)を活用し、その表面に抗菌・防カビ成分を担持した微粒子を作製する。抗菌・防カビ成分が微粒子表面に安定化できれば、調製時に起こる微粒子表面からの抗菌・防カビ成分の脱落を減らすことができるため、製造コストの低減に寄与し、且つ高機能化を達成することが可能となり優位性がある。また、抗菌・防カビ成分を無機材料表面に安定化することで、試料の色変化を抑え、最終製品状態の美しさを保持することも可能となる。

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

開発した抗菌・防カビ成分の固定化技術を県内の素材メーカーに技術移転し、抗菌・防カビ製品に関心の高い塗料メーカーと連携し、抗菌・防カビ機能を持つ塗料への展開を図る。また、機械装置メーカーと連携し、装置の部材に表面処理して機能性を付与した新製品開発を推進する。表面処理技術を有する企業との連携により、窯業分野以外への新分野に対して新製品開発を推進する。

研究成果による社会・経済・県民等への波及効果の見込み

・経済効果：4億円

国内の抗菌製品の市場規模は、1兆円である(抗菌技術と市場動向2016[シーエムシー出版])。このうち、人体に与える影響度が低い無機系抗菌剤を利用する分野(有機系抗菌剤を利用する分野と比較して4割と想定)で、住設機器・建材、キッチン用品、調理用品等への応用製品(1割と想定)に参入し、そのうち1%のシェアを獲得できれば4億円(推計：抗菌加工性製品の市場規模1兆円×0.4×0.1×0.01=4億円)の経済効果が見込まれる。

(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 食品産業では、細菌等による商品等の美観損失や食品汚染が懸念されている。機械器具メーカーでは、水を使った工業製品の材料劣化(腐食)がバイオフィルムにより発生している状況である。これら食品汚染や腐食の原因である細菌等を抑制することが要望されている。また、素材メーカーからは、既存の無機材料を活用して新しい用途展開を図りたいとの要望も出ている。これら企業の要望について、県内企業の無機材料を活用し、抗菌・防カビ機能を有する材料を開発し、各企業の課題を解決する必要がある。</p> <p>・効率性 S 県内の素材メーカー等と抗菌・防カビ成分の固定化技術や有機材料と抗菌・防カビ剤の複合化について、連携することで、それぞれに求められる抗菌・防カビ性能のレベルに応じた新製品開発を効率的に進めることが可能となる。また、当センターで組織した研究会を通じて研究活動(最新情報の把握や製造技術及び評価技術)を連携して推進するため、新分野への展開も効率的に進めることが可能となる。</p> <p>・有効性 S 開発する抗菌・防カビ剤は、県内の素材メーカーに既存の無機材料を有効活用して作製するもので、コストダウンや新製品への展開を優位に進めることができる。また、抗菌・防カビ剤(粉末)をシート状にする場合、樹脂中への高分散技術と基材への表面処理技術が必要となるが、県内企業と連携し、企業が保有する技術も有効活用するため窯業分野以外の新分野に対する参入を促すのに有効となる。新製品の売上げ増加により、表面処理メーカーや素材メーカー等の利益に繋がり、雇用の増加にも繋がるため有効である。</p> <p>・総合評価 S 開発する抗菌・防カビ剤は、県内の素材メーカーとの連携により進めて行くため、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、抗菌・防カビ剤を活用して複合化する技術は、県内の表面処理メーカーと連携するため、高機能化にも期待できる。県内企業の原料や要素技術を活用しながら研究を推進するため、異分野への展開が可能になれば、地域を活性化するための一助に成ることが期待される。</p>	<p>(29年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性 S 抗菌技術を利用した抗菌加工製品の市場規模は 1兆円規模であり、県内企業の無機材料製品を活用して、バイオフィルム形成や食品汚染等の原因となる細菌やカビの増殖を抑制する抗菌・防カビ剤を開発し、食品産業や工業製品等への適用を図りたいとの要望が非常に高い。</p> <p>・効率性 A 県内素材メーカーとの連携、窯業技術センターでの研究会を組織した研究活動等が計画され、効率的な研究開発の遂行が図られている。更なる研究の効率化のために、大学等との連携も検討していただきたい。また、抗菌作用を向上させるための銀の状態やその効果など研究手法や計画について、より具体的な検討が望まれる。</p> <p>・有効性 A 抗菌・防カビ剤と無機材料への固定化・複合化を図ることで、新しい食品産業や工業製品への適用が期待される。また、既存製品との優位性を明確にすることで有効性が高まり新しい製品の開発にもつながる。</p> <p>・総合評価 A 県内素材メーカーや表面処理メーカーとの連携により開発が進められ、成果は地域の活性化に寄与するものと期待される。また、無機担体上への銀担持は既存技術があるが、実用化に向けて、それらとの差別化をさらに詰めて頂きたい。</p>

	対応	対応 研究の効率性を高めるため、積極的に大学等との連携を図り、抗菌作用の向上メカニズムや抗菌成分の構造解明に繋げたい。
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
事後	(3年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 新型コロナウイルスの影響により、抗菌技術・製品のニーズが著しく増している。今後、収束に向かった場合でも、経済活動の継続、安全安心な生活確保の観点からも、このようなニーズの重要性は変わらないと考えられる。なお、食品産業等の当初のニーズも引き続き要望があり、それらに対応できる抗菌剤の開発は重要である。一方、無機材料(原料)を活用した新しい用途開発について県内の素材メーカーから要望があるが、抗菌ニーズとの融合などにおいては、異分野融合であり、それら課題解決には公的研究機関が支援を行ない製品化につなげていく必要がある。 ・効率性 A 抗菌剤担持用の基材となる無機材料については、県内無機材料(原料)企業で製造、産出されるものについて限定し、当センターで基礎的な抗菌剤の開発・評価等を行なった。得られた知見について、県内企業との共同研究を通じて、実証試験などを行い、開発した抗菌剤の検証を行った。また、新型コロナウイルスの影響により抗菌試験に時間を要する状況となったことを受けて可能な限りポイントを絞り研究を進めた。 ・有効性 A 研究成果については特許出願(優先権主張出願を含む)し、県内の原料素材メーカーに実施許諾を行ない、製品化の検討を經常研究と同時進行で行ってきた。また、防カビ機能への要望がある県内企業において、本研究で開発した抗菌・防カビ剤を長期にわたり実証試験を継続しているところであり、優位性が見え始めている所である。今後も、製品化につながるよう、引き続き企業と連携しながら開発・改良を進めていく。 ・総合評価 A 抗菌・防カビ剤の開発を県内素材メーカーと行って	(3年度) 評価結果 (総合評価段階: S) ・必要性 S 抗菌技術の市場規模は大きく、各種製品及び各種設備に利用できるものとして県内企業にも有益で必要な研究であった。 ・効率性 A 県内企業の素材を有効利用して、捕捉剤を添加したAg系抗菌・防カビ剤の合成方法、コーティング方法を確立し、効率的な研究が行われたと判断できる。 ・有効性 S Agの使用量を少なくして、抗菌性、防カビ性が優れ、耐久性の良い材料が開発できたことは、県内企業の競争力向上に寄与でき、素材企業への技術波及が期待できる。 ・総合評価 S 県内企業の材料を用いて、優れた抗菌性、防カビ

<p>きているが、素材メーカーにおいて異分野技術である抗菌・防カビ剤の開発・評価については、共同研究等を通じて引き続き支援を行なうことで製品化につながると期待される。また、ユーザーとの連携も引き続き深化させることで、その有用性を示しながら、食品産業、機械器具産業の課題解決につなげるとともに、現在最も大きな課題である新型コロナウイルス感染防止への一助になるものと期待される。</p>	<p>性のある材料の開発は、素材企業への技術波及効果が大きく、県内企業の事業性向上に大いに役立つものである。コスト面での検討もされた上で、実用化を期待したい。</p>
<p>対応</p>	<p>対応 県内企業への技術移転により製品化を進めてきた。今後も現在進めている共同研究において、コストを意識した製品化に努める。</p>