

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成 28 年度～平成 30 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	製品のカラフル化に対応する釉薬の多色化技術の研究				
(副題)	(市場のニーズに対応した色釉の開発とそれを用いた製品の品質管理技術の確立)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター 陶磁器科 吉田 英樹			

<県長期構想等での位置づけ>

長崎県総合計画	政策5.次代を担う産業と働く場を生み育てる (1)地域企業の育成・支援 地場企業の新分野進出や事業拡大に対する支援
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	方針1.本県の強みを活かした地場企業の育成 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

1 研究の概要(100文字)

色釉で発生している課題を克服するために、使用する原料の探索、それらを用いてカラフルな釉薬を開発する。得られた各種基礎データは、データベース化を行い、効率的な新商品開発に役立てる。	
研究項目	釉薬の多色化技術の開発 釉薬と天草素地の品質管理技術の確立 製品の焼成管理技術の確立

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 県内で生産される陶磁器製品の多くは、染付を含め白磁製品である。しかし、近年、消費市場では、カラフルな製品やカジュアルな製品などが売れている。県内産地においてもこれまで培ってきた伝統技術を用いて、それらの商品群を展開し、売上げが増加している。製品の開発には、デザインとともに多様な色調を表現することも重要である。色調は、各色の着色剤を釉薬に添加して用いられている。より明瞭な色調を出すために釉薬の厚みを増したり、既存の釉薬に着色剤をより多く添加することで調整している。しかし、製品において、用いた釉薬と素地の熱膨張のバランスが適合せず、これによって製品は、窯出し後に割れたり亀裂が入ったりする問題が多発しており、窯元や商社から対策が求められている。 このような問題に加え、産地で利用していた着色剤の製造中止や釉薬原料のなかにも原料鉱山が閉山し、出荷停止の問題も発生している。そのため、安定に入手できる代替原料の探索とそれらを用いた色釉の開発が産地から求められている。 県内陶磁器の出荷額は増加傾向にあり、さらにシェアを拡大するには、安定的に製造ができる多色化技術を産地に確立させることが必要である。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 他県公設試には釉薬データベースがあるが、それぞれの産地を対象としており、使用原料や焼成条件が異なるため、県内産地には適用できない。釉薬に使用する代替原料や色性状の検討し、多色化技術を確立することは、産地企業が単独で取り組むことは難しく、県研究機関として取り組む必要がある。

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 28	H 29	H 30	単位
	代替原料および各色(赤、橙、黄、青、灰)の着色剤の種類、添加量や化学組成の制御により光沢釉・艶消し釉を開発する。さらに、種々の温度で酸化または還元雰囲気で焼成し、天草素地と釉薬の熱膨張係数の適合性の領域を明らかにする。各色釉薬に対し、焼成温度、雰囲気との違いと発色状態とその色合いを測色により数値化する。	目標	300	200	-	件
		実績	460	490	580	

天草陶土を種々の温度で焼成の焼成性状(粒度分布、熱膨張、焼き締めり度合い)を定量化し、素地の種類違いによる各色の素地の発色状態を評価し、数値化する。	陶土評価数	目標	50	50	50	件
		実績	112	89	120	
量産焼成窯(シャトルキルン、ローラーハースキルン、省エネタイプシャトルキルン)による各色の試作品を焼成試験。雰囲気濃度、炉内の温度の不均一分布を測定。	焼成窯数	目標	-	-	3	件
		実績	-	-	3	

- 1) 参加研究機関等の役割分担  
 窯業技術センター: 釉薬の調配合試験、品質管理、釉薬および陶土のデータベースの作成  
 波佐見陶磁器工業協同組合: 既存設備による量産試験

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	14,553	9,622	4,931				4,931
28年度	4,988	3,216	1,772				1,772
29年度	4,807	3,218	1,589				1,589
30年度	4,758	3,188	1,570				1,570

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見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

釉薬開発では H28 と H29 の研究結果を受けて、企業の量産窯での発色試験を H30 に行う必要があると考え、H30 年度にさらに釉薬の調整を行った。

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H28	H29	H30	得られる成果の補足説明等
	素材に適合する光沢釉、艶消し釉	20種	34種	10	10	14	各色(赤、橙、黄、青、灰の5色)の濃淡に適合する光沢釉と艶消し釉の数
	各色の焼成特性をデータベース化	1件	1件	-	-		各色の釉薬のデータベースを構築し、色見本とそれを調合に必要な原料等を提供し、新商品開発を支援する。
	素地の焼成特性をデータベース化	1件	1件	-	-		天草素地の焼成特性をデータベース化し、素地と釉薬のミスマッチを予防する。
	量産窯で焼成した製品の品質	歩留まり90%	90%	-	-		メーカーでの焼成試験および製品検査に基づく歩留まり(白磁製品と同程度)。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

カラフルな製品は、色釉を施すことで製造している。その色釉は各メーカーが既存の釉薬に着色剤を加えたり、釉薬メーカーに独自に特注している。しかし、色釉と素材との適合性は経験的に行っており、製造環境に応じて安定した発色が難しい。本研究では、開発した釉薬の原料、着色剤の種類などに関する情報や焼成温度ごとの熱膨張係数や色調などを数値化し、これをもとに釉薬データベース、素地データベースを構築して、連動させることにより、新商品を効率的に開発することが可能となる。市場のニーズに対応できるので、陶磁器の出荷額を拡大させることができる。

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

開発した色釉は、製造上の問題がないことを確認した色から順次産地に普及していく。また、希望する企業へ技術移転を行ない、抽出された課題に対しては、技術の改良を行い、さらに普及を図る。

研究成果による社会・経済・県民等への波及効果(経済効果、県民の生活・環境の質の向上、行政施策への貢献等)の見込み

・経済効果 : 2.84 億円。

ある窯元(従業員数10人程度)の例では、色釉の使用は36リットル/月であり、色釉の平均単価は444円/リットルである。

開発する色釉では、5色×2種(光沢・艶消し釉)×432リットル/年×444円/斗=192万円

色釉製品の売上げ 2,400万円/年である。テーブルウエアフェスティバルの暮らしのアトリエに出展しているメーカーで色釉製品を展開しているのは19社中、11社。色釉製品を展開したとして、2,400万円×11社=2.64億円。

(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> <p>・必要性S カラフルな製品は売れ筋である。これまで、白磁製品を中心に製造してきた産地にとって、色釉に関する製造技術はあまり保有していない。市場から要求される色製品を製造するには、釉薬の配合技術、発色状況、色見本がかかせない。そのため安定して入手できる原料を用いて色釉の開発を行うとともに、得られたデータ情報をデータベース化することで素早く市場の要求に応えることが可能である。</p> <p>カラー製品の技術開発を産地からも要望されており、県研究機関として取り組む必要がある。</p> <p>・効率性S 安定に入手できる原料の探索とそれらを用いた色釉の開発を検討する。素地との適合性を検討することにより色釉に見られる問題解決を図る。色釉、素材のデータベースを作成することで情報を共有でき効率的に商品開発を進めることができる。</p> <p>・有効性S 産地では、カラフルな製品を中心に製造したことが少ない。そこで釉薬や素材は発色、熱膨張値など物性を数値化し、データベース化を行う。このことにより開発する商品の原材料を把握でき、製造から製品が得られるまでの品質管理に有効である。</p> <p>・総合評価S カラフルな製品に多く見られる問題への対応は、産地からの要請である。白磁製品に加え、カラフルな製品は、産地の市場を拡大できる。安定した色釉の発色にむけて早急に色釉の開発を行い、産地に普及を図っていく。</p>	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性S 多色化している近年の市場への対応や従来の釉薬の入手が困難となってきた現状の課題を解決する取組であり、必要性を認める。釉薬の開発やデータベース化は、民間での実施が困難であり、窯業技術センターで実施すべき取組である。</p> <p>・効率性A 研究のスケジュールや実施体制、予算等に問題は認められず、計画どおりに進捗することが見込まれる。データベース化にあたっては、データの種類と量が多いため、効率的にデータを収集し、整理する工夫が必要である。</p> <p>・有効性A 従来、経験に頼っていた釉薬の使用方法を数値化し、県内業者が誰でも活用できるデータベースを構築することは効率的であり、有効性も期待できる。データベースは製品開発に共通に活用できるため、他県との共同で取り組むことも検討してほしい。</p> <p>・総合評価A 既存の製品に多色化した新製品を加えることができ、本県陶磁器の認知度向上に貢献する取組である。多色化する陶磁器市場に県内陶磁器業者が参入できるよう支援してほしい。</p>
途	<p>対応</p>	<p>対応 効率的なデータの収集や整理の方法については、当センターで構築している釉薬データベースシステムを基に改良して進めていくこととする。釉薬原料や着色剤および顔料のような原材料のデータベース化は、他県と共同で取組み、共同で活用することを検討する。</p>
	<p>( 年度) 評価結果 (総合評価段階: )</p>	<p>( 年度) 評価結果 (総合評価段階: )</p>

中	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性</li> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性</li> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>
事後	<p>(元年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 陶磁器産地にとって陶磁器の形状のみならず色は消費者を引きつける要素がある。産地で利用可能な顔料を選択し、産地の製造条件に合わせた色見本を作製できた。テストピースにとどまらず、湯飲み製品での色見本を作製したことで、様々な角度で色の変化を見て取れる。 これらの情報はデータベースに集約することで、産地企業は、目的に合った色見本に迅速に対応できる。過去、現在とデータを蓄積することで色のトレンドを知ることが産地には必要な情報である。</li> <li>・効率性 S 産地で使用されている陶磁器製造に必要な窯業原料は、波佐見陶磁器共同工業組合や肥前陶土組合、窯業原料企業と連携しながら効率的に実施したため、目標数を上回る結果が得られた。 色釉では産地の資材企業や顔料企業と共同研究により進めることができたため、数多くの色見本を効率的に作製することが出来た。 原料と色釉のデータベースを作成し、得られた結果をデータベースで整理することで効率的に検索が出来る。</li> <li>・有効性 S 色見本は、メーカーが異なる顔料で実施したことで、産地の焼成条件の違いによる色の発色に違いを比較検討でき、この情報はカラフルな製品に取り組む上できわめて有効なデータで製造指針に有効である。 これら色見本はデータベースに登録・蓄積することで、今後、産地からの支援に有効に役立てられる。</li> <li>・総合評価 S カラフルな製品は市場から求められている。その色釉は基礎釉に対し約 4~6 倍高価である。本研究では、基礎釉に顔料を添加するため、各企業で調合が可能であり、コストに対抗できる。 作製した色見本はデータベースで検索できたり、目</li> </ul>	<p>(元年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 窯業における不確定要素である釉薬の発色に確実性を増す研究として必要性が高い。色見本のデータベース化は産地の重要な情報であり、品質のデータベース化は安定的な品質の製品開発・供給に繋がるものである。</li> <li>・効率性 A 陶土から釉薬の原料、温度までをデータ化することで、様々な焼成条件の中でも適した状態を判断することが出来るようになっている。波佐見陶磁器工業協同組合、色釉は資材企業、顔料企業と共同研究として取り組み、効率的な研究推進ができた。</li> <li>・有効性 S 新たな商品開発や歩留まり向上等、品質管理に役立つ研究であり、有効性は高い。作製条件と品質に関連するデータの蓄積をさらに進めることで、実用化の範囲はもっと広がるであろう。</li> <li>・総合評価 S 業界にとって大いに役に立つデータベースの作成に成功している。新たな項目に CO 濃度など追加し、さらなるデータ化を進めることで、今後、発生する問題点への対応の早さを増し、開発や品質管理に貢献できる。</li> </ul>

<p>的に合った必要な顔料の添加量を推測できることから、各社が色の発色試験に要する時間を短縮することが出来る。</p> <p>色見本にとどまらず、湯飲み製品を用いた見本を産地で使用されている窯で実証試験を行ったことで、風合いの違いがわかるので製品化の道筋がイメージできる。</p> <p>今後、産地企業からの技術相談や技術支援および波佐見陶磁器工業組合との連携しながら、原料や釉薬の情報収集に努め、データベースの情報量の蓄積に努めるとともに、産地へ色釉薬の普及や技術移転を行っていく。</p>	
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>作製条件と品質に関連するデータの取得に関しては、波佐見陶磁器工業協同組合等の関連団体と密に連携しながらデータの蓄積に努める。</p> <p>今後、IoT を活用したビッグデータの取得手法の確立や、それらに基づく AI 解析による製品開発や生産の効率化などに発展させたい。</p>