

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成 31 年度～令和 3 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	可塑性原料の探索とそれを用いた陶磁器素材の開発 (可塑性を付与した陶土の開発と陶磁器製造における品質管理データベースの開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター 陶磁器科 吉田 英樹			

<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	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 ⑥企業の技術力向上
ながさき産業振興プラン	基本指針 (1)生産性/競争力を高める ③技術力の向上 (ア)工業技術センター及び窯業技術センターによる県内企業の技術力向上支援と産学官連携による研究開発の支援

1 研究の概要

研究内容(100 文字)

日用食器製造に必要な陶磁器原料(天草陶石、可塑性原料、釉薬原料)の調査と、今後、主流となる天草陶石に可塑性を付与した新陶土の開発と陶磁器製造に係る品質管理技術を体系化し、産地の技術支援の充実を図る。

研究項目	①新規可塑性原料を用いた天草陶石立て新陶土の開発 ②新陶土と色釉の適合性の検討 ③波佐見陶磁器協同組合員の品質管理データベースの作成と運用
------	---

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ

長崎県の陶磁器産業はおもに天草陶石を主原料とした陶土を利用して磁器を製造している。それらは、染付をしたものからカラフルな配色をしたものまで多品種な日用食器を量産製造している。

近年、陶土に使用する良質な 2 等級の天草陶石の供給がきわめて困難で、それから作られる特上・撰上・撰中陶土の製造が減少している。そのような状況のため、入手できる 3、4 等石から製造した陶土は白さが劣り、これらを化学処理して不純物を取り除くことで白さを確保している。しかし、陶土の可塑性が乏しいため、可塑性を付与する必要がある。これまで流通していた原料の鉱山が相次ぎ閉山し、これまで市販されていた同等品質の原料がほとんどなく、代替原料も模索状態である。また、陶土のみならず、釉薬原料に使用される鉱山も閉山し、代替原料を用いた製品が従来と風合いが異なるといった問題が発生し、産地からその技術対応を求められている。

このようなことから波佐見焼の業界(波佐見陶磁器工業協同組合)より、陶磁器製造に必要な原料調査や確保、そして波佐見焼という伝統産業を持続するために確保可能な原料による磁器用陶土の開発が要望されている。

2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性

佐賀県窯業技術センターが支援する産地企業と本県の産地企業が使用する原料は基本的に同じであるが、県機関同士の情報共有により同じ研究内容を実施することはない。肥前窯業圏として原料供給元である熊本県と、陶磁器製品を製造する佐賀県、長崎県の両産地をさらに発展させるために研究成果を共有する可能性はある。

一方、肥前窯業圏以外のやきもの産地がある他県公設試では、それぞれの産地ごとに使用原料や焼成条件が異なるため、本県が取り組む成果品を適用できない。また、産地全体に関わる原料に関する取り組みであるため、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	H31	R2	R3	R4	R5	単位	
①	可塑性原料および天草陶石、天草陶土の性状把握と特性の評価(鉱物組成、化学組成、粒度分布、色度)	原料数	目標	10	10	10	/	/	件
		実績		10	10	10	/	/	
①	新陶土開発の原料選択、陶土製造技術の確立、品質管理、コストの検討	陶土の作製	目標		1		/	/	件
		実績			1	1	/	/	
①	食器製造上の基本アイテムの試作	成形方法	目標		1	1	/	/	種類
		実績			2	1	/	/	
②	新陶土と釉薬の適合性の検討(光沢の色釉、非光沢の色釉:5色)	釉薬調整数	目標		50	50	/	/	種
		実績			100	100	/	/	
③	組合員の使用原料、焼成した素地の特性評価(熱膨張、色度測定)および窯の温度分布測定	調査回数	目標	2	2	2	/	/	回
		実績		2	2	2	/	/	

1) 参加研究機関等の役割分担

- ・窯業技術センター:可塑性原料の探索、新陶土の試作、データベースの作成
- ・波佐見陶磁器工業協同組合:組合員の品質管理データの収集と新陶土を用いた試作協力
- ・佐賀県窯業技術センター、熊本県産業技術センター:肥前窯業圏として各県の産地状況を年1回情報交換

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	11,237	7,071	4,166				4,166
H31年度	4,072	2,387	1,685				1,685
R2年度	3,453	2,347	1,106				1,106
R3年度	3,712	2,337	1,375				1,375

※ 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	H31	R2	R3	R4	R5	得られる成果の補足説明等
①	新陶土の開発	1種	1種		○		/	/	産地でもっとも使用される撰中陶土を開発し、製造技術マニュアルを作成する。
②	釉薬色見本の作製	2件	2件		○	○	/	/	光沢釉と非光沢釉における各色の釉薬色見本を作製する。
③	品質管理データベース作成と運用	1件	1件			○	/	/	波工組組合員の製造条件をデータベースに蓄積することでトラブル予防と発生時に迅速な対応を行うことができる。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

肥前地域の陶土はスタンパー製法であるため、天草陶石と可塑性原料も石の状態に粉砕し必要な大きさの分布を持つ陶土を製造することができる。一方、他産地ではミル製法であるので、原料を同条件で製造しても同じものはできない。波佐見陶磁器工業協同組合が使用する陶土の製造方法を保有するため、原料供給が困難な場合でも、陶土企業にそれを示すことで早急に対応することができ、最小限に製造ロスを防ぐことができる。また、企業と公設試が共同開発する事例はあるが、量産製造を行う技術を産地と連携して行う事例はほとんど見あたらない。

2) 成果の普及

■研究成果の社会・経済への還元シナリオ

開発した新陶土は、製造上の問題がないことを確認し、波佐見陶磁器工業協同組合を通じて所属組合員に技術移転を行う。そのなかで発生した課題に対しては、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・経済への波及効果の見込み

・経済効果 :陶土製造技術を保有することで、産地業界が安心して品質が確保された陶土を使用することが出来るとともに、白磁器のみならず多色化した磁器製造により多様な商品展開が期待できる。産地業界が品質管理技術を定量化することで技術の伝承や産業の維持に寄与できる。

(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>(30年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <p>・必要性 S 産地の陶磁器生産に必要な陶磁器原料、とくに基盤原料である高品位な天草陶石は供給難である。一方、低品位の陶石は可塑性が乏しいため、可塑性原料と組み合わせてこれまで通りに使用できる陶磁器原料を産地業界から要望されている。そのため産地業界と連携し、利用できる可塑性原料調査とそれらを天草陶石と組み合わせた新陶土の開発を行うことは、産業の維持として必要である。</p> <p>さらに、陶磁器製造技術は経験と勘に頼ってきたが、数値化できるところから定量化しデータを蓄積することが技術伝承に必要である。今後の原料問題を見据えた新陶土の開発や製造技術の見える化は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 産地特性に適合する可塑性原料を探索し、それを用いた新陶土開発を検討し、産地組合と連携して量産試作を行い評価する。新陶土素地と色釉の適合性を検討し、釉薬見本を作成することで効率的に利用できる。さらに原料特性、釉薬見本、製造条件などのデータベースを構築し見える化することで産地企業と情報を共有でき、効率的に陶磁器製造を進められ技術支援にも効率的に活用できる。</p> <p>・有効性 S やきもの製造の川上の原料特性把握から、それを用いた陶土開発やそれに伴う釉薬との適合性、陶磁器の量産試作の川下まで産地業界と連携して行うため、技術を共有でき産業の維持のためにはきわめて有効である。原料物性および製造工程における数値化の情報収集は産地業界の品質管理や技術支援に役立てられることから有効性は非常に高い。</p> <p>・総合評価 S 陶磁器原料問題への対応とそれらを用いた新陶土の開発は、産地業界からの要望である。産地業界にとって、産業の維持のため現在から将来に向け原料の定量的評価によりデータを蓄積することは重要である。さらに陶土の開発は、産地と連携し効率的に進め技術移転を行い普及を図っていく。原料から産地企業の製造データのデータベースを構築することで品質管理の向上につながり技術伝承に役立てられる。</p>	<p>(30年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <p>・必要性 S 県を代表する産業の原料難の解決を図る研究であり、良質な原料と同等の品質を維持していくことは、これから先の窯業界には絶対に必要なことである。可塑性を有する新陶土の開発は、県の陶磁器産業を振興させるうえで必要不可欠な課題であり、迅速に取り組むべきである。</p> <p>・効率性 A 窯元のデータ収集を行うことや、他2県の産地状況の意見・情報交換は既に実施されており、効率性は高いといえる。研究の目的、連携体制、実施内容が明確で、IoT 技術を有効に活用することで、効率的な開発が期待される。また、今後の資源探索に向けて、データベースの作成は効率的といえる。</p> <p>・有効性 S 原料製作の川上から陶磁器製作の川下まで、業界を挙げた取り組みとなっている。窯元データの収集によって、新たな問題が起きたときの対応が迅速化され、有効性は高いといえる。データベースの活用方法が品質管理にとどまらず、付加価値生産にも役立てられるようにしていただきたい。</p> <p>・総合評価 S 新陶土の開発、釉薬の作成、製造に係るデータベースの作成など、総合的な陶磁器製作技術として期待される研究である。課題抽出と成果目標は明確で、今後の原料資源確保への危惧から、窯業界の基になる部分であり、積極的に推進すべき研究テーマである。</p>

		<p>対応</p> <p>産地で使用できる原料資源の確保に向けて、原料特性の把握を迅速に進め新陶土の開発に取り組んでいく。データベースは、焼成データ管理にとどまらず、原料や釉薬の情報も蓄積し、企業の商品開発に役立てられるように利用普及に努めていく。</p>
途中	<p>(年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(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>(年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(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
事後	<p>(4年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S <p>産地の陶磁器生産に必要な陶磁器原料、とくに基盤原料である高品位な天草陶石は供給難である。一方、低品位の陶石は可塑性が乏しいため、可塑性原料と組み合わせるまで通りに使用できる陶磁器原料を産地業界から要望されている。そのため産地業界と連携し、可塑性を有する新陶土を開発することは産業維持のために必要である。さらに、経験と勘に頼ってきた陶磁器製造技術を数値化しデータを蓄積することは技術伝承に必要不可欠である。</p> <p>今後の原料問題を見据えた新陶土の開発や製造技術の見える化は産地からも要望されており、県研究機関として必要な取り組みであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 A <p>産地特性に適合する可塑性原料の探索により良好な原料を見出し、産地組合と連携して撰中相当の新陶土を試作できた。新陶土素地と色釉との適合性が確認でき、釉薬見本を作製できた。さらに、3 カ年を通じて原料、釉薬、窯元の焼成条件、及び品質管理に関する多くのデータを蓄積できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 A <p>伝統工芸士、生地成形業者、工業組合と連携して取り組んだ試作陶土の成形性や加工性の評価については従来の天草陶土と同等との評価をいただき有効性を確認した。一方で、焼成歩留まりが市販陶土より低かったためそれを引き上げることが今後の課題である。また、原料から品質管理までほぼすべての製造工程を網羅するデータベースが完成し、産地企業へ</p>	<p>(4年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S <p>不足する陶磁器原料の確保は、今後陶磁器産地の持続的な発展のためには必要であり、ノウハウを有する窯業技術センターが取り組むべき課題であり、必要性の高い研究であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 A <p>原料の特性から製造に至るまでの条件を調査し、ライブラリーの作成も行われており、効率的に実施されている。歩留まり改善や更なるデータの蓄積などを期待する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 A <p>原料から品質管理までの製造工程のデータベースが完成し、窯業界で実用化できる技術となっており、今後効率的な運用方法を検討することで、本技術を活用した製品開発が期待できる。</p>

<p>の技術支援にすでに活用を始めている。</p> <p>・総合評価 A 新陶土の開発は、産地と連携し効率的に進めることができたが、焼成歩留まりに課題を残した。産地業界にとって、産業の維持のため現在から将来に向け原料の定量的評価によりデータを蓄積することは重要であり、陶磁器製造に必要な原料から品質管理までのデータを蓄積できるデータベースを構築し、産地企業への技術支援にすでに活用を始めている。</p>	<p>・総合評価 A 天草陶石の枯渇問題がある中で原料確保のために無くてはならない素材の開発であり、必要性は高い。陶土の開発も概ねできており、安定的な量産化が行われるよう産地との連携強化を行い発展することを期待する。</p>
	<p>対応 陶磁器産業のために、欠かせない陶磁器原料の確保に向け、波佐見陶磁器工業協同組合と連携して、原材料データベースの充実及び新陶土を用いた量産体制の整備に努める。</p>