

事業区分	経常研究(基盤)	研究期間	令和3年度～令和5年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	陶磁器関連製造技術を活用した多孔質素材の開発				
(副題)	(陶磁器産地の設備でつくりやすい多孔質製造技術の開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター	環境・機能材料科	浦郷寛康	

＜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 ①ものづくり企業の事業拡大対策、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 施策の柱③ 技術力の向上 基本指針(2) 新たな需要を発掘/創出する 施策の柱②新分野への進出

1 研究の概要

研究内容(100文字)

食器以外の新しい製品を提供するために、陶磁器産地の既存設備等で製造できる多孔質セラミックスの開発を目標とし、多孔体の特徴の一部である保水・透水機能や軽量機能を持った素材の技術開発に取り組む。

研究項目	①水分制御に適した多孔質植栽鉢の開発 ②アウトドア用多孔質耐熱調理器具の開発
------	---

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ

陶磁器製品(和飲食器)の出荷額(全国)は、平成3年(約1300億円)をピークに減少し、平成22年までの20年間で約1/4まで急激に減少してきた。県内の陶磁器出荷額も同様な傾向を辿り、約200億円から約50億円となっている。ここ10年の動きとしては、ブランド化など産地の努力により、出荷額の改善が見られるものの最近では頭打ちとなってきた。今後、人口減少やライフスタイルの多様化などにより出荷額の改善は期待できない。長崎県の陶磁器産地は、他産地(佐賀、岐阜、愛知など)と比べ、食器に特化した構造となっている。今後は、陶磁器製造技術を活用し食器以外の製品・商品の開発が必要であり、新分野進出に対する支援を行っていく必要がある。

本研究においては、種々の機能性を付与できる多孔体を例に取り上げ、①水分制御機能をもつ植栽鉢、②多孔質耐熱調理器具の製品開発を進めながら研究を行う。①ガーデニング・家庭菜園の市場は今後広がりが期待される中、新型コロナウイルスの影響により屋内ガーデニングに対するニーズも増えている。土を使わず屋内でも使用できる清潔な植栽鉢で、水分調整を簡単にできるものへのニーズはガーデニング初心者を中心として高まってくると考えられる。②アウトドアやソトごはんなどのニーズは増しており、特に肉を焼くことへの要望が高い。既存の鉄製は重く持ち運びの負担となることから、より軽量の調理器具へのニーズが高まると考えられる。

2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性

多孔質セラミックの研究・開発は種々の素材、目的で長年多くの研究機関で行われてきた。他の陶磁器産地でも実施されてきた経緯はあるが、気孔形成材(中空粒子、発泡剤)などの異素材利用がほとんどである。本研究では、陶磁器産地の既存設備の活用を大前提として、産地にて利用されている原料を基本として、配合調整や気泡導入等を検討事項として取り組み、ノウハウを含めた知財確保を行ない、県内企業での利用促進を図る。

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		R3	R4	R5	単位
①	水分コントロール特性(保水、透水、揚水)を有する開気孔多孔体の製造方法を検討する。	製造プロセス	目標	1	1		件
			実績	2	1		
②	熱的特性(耐熱衝撃性、熱膨張率、熱伝導率)への気孔構造(気孔率、気孔径)の影響を検討する。	サンプル数	目標	4	5		件
			実績	4	4	2	

①②	植栽鉢、加熱調理器具を試作・改良する。	試作数	目標			2	件
			実績		2	5	
1) 参加研究機関等の役割分担 ・窯業技術センター：多孔質セラミックスの開発							
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	7,410	2,767	4,643				4,643
3年度	2,603	933	1,670				1,670
4年度	2,408	917	1,491				1,491
5年度	2,399	917	1,482				1,482
※ 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	R3	R4	R5	得られる成果の補足説明等
①	最適なプロセスの確立	1件	1件			1	多孔体内部の水分制御に適した気孔構造を有する多孔体を作製するための坯土調合や焼成プロセスを確立する。
②	耐熱衝撃性を示す気孔構造の最適化	1件	1件			1	耐熱衝撃性の観点から、最適な耐熱素材製造条件を確立する。
①②	①②に適した構造を有する試作品	2件	2件			2	水分調整機能を有する植栽鉢、耐熱性調理器具の試作品を作製する

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性
本研究は、県内の陶器産地に適合した多孔体の製造プロセスを確立することを主眼においた取り組みであり、既存製品と同時に焼成できる多孔質製品の開発を目指す。
本研究の成果品として目指す植栽鉢については、細孔構造を調整し、保水、透水、揚水の機能を有することで、既存のプラスチック製品や陶器鉢にはない新しい機能を有した植栽鉢となる。また、耐熱性調理器具においては、多孔質化により既存鉄製製品よりも軽量化された新規の耐熱調理器具を提供できるとともに、積極的に制御した気孔構造と熱的物性の関係を明らかにすることができる。

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
本研究の還元先は陶磁器産業であり、本研究で想定する成果品 2 種については、試作段階において、窯元や商社と連携し製品化を進める。また、多孔質セラミックの用途は、軽量、断熱、吸音、担体、濾過など多岐に渡ることから、研究の過程で得られる要素技術を産地に周知することで、多孔質セラミックの新たな取り組みのきっかけとし、食器以外の新たな事業への促進を図る。
■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
食器以外の下記のような市場を開拓していくことで、食器のみに依存しない生産体制の構築につながる。
・ガーデニングや家庭菜園の資材市場(2018)は約1350億円で、2024年は6.5%アップと予測。また、新型コロナの影響により家庭菜園などの需要が高まり、新たな顧客の増加となっており、よりメンテナンスの少ない資材などへの要求が高まると推測される。また、脱プラスチックの観点から、セラミック製品への移行などが想定される。
・アウトドア市場で、キャンプ用品などの市場(2018)は、約 2746 億円。また、アウトドアなどの「ソトごはん」市場は、1兆4050億円(2018推計)であり、アウトドアにおける食事への要求、特に肉料理への要求は高くなっている。

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	(2年度) 評価結果 (総合評価段階: S) ・必要性 S 陶磁器製品(和飲食器)の出荷額はピーク時の1/4程度となっており、ライフスタイルの多様化や人口減少などにより、陶磁器製食器市場の拡大は期待できず、徐々に縮小していくことが予想される。特に本県は、食器に特化した産業構造となっているため、陶磁器産地の売上拡大を図るためには、食器以外の新分野への進出が必要である。多孔体は種々の機能・特徴を有しており、新分野進出の可能性を秘めている。長年培ってきた陶磁器製造技術を活用することで、スムーズに新分野進出を行うことができると考えられる。このような新分野への取り組みを産地全体に広げていくためにも、県研究機関として取り組み支援していく必要がある。 ・効率性 S 多孔体は種々の特徴を有しており、応用範囲も広いが、本研究では多孔質陶磁器の応用例として、植栽鉢と加熱調理器具にしぼり研究を進めることで具体的な課題解決を行っていく。また、産地の既存設備を活用することを前提としていることから、焼成条件なども範囲を限定し実施することで効率的な開発を進める。また、加熱調理器具に関しては、これまでセンター行ってきた耐熱磁器などに関する技術を活用しながら進めることで効率化を図る。 ・有効性 S 陶磁器製造技術を基本とする多孔質製造技術の開発を行なうことで、既存製品(食器)と同様な製造条件で取り組むことができ、産地での取り組みが行いやすい。また、本研究で得られた多孔体製造技術を、他の機能(濾過、機能性素材の担体など)に転用できることから、研究実施中または終了後の共同研究などにおいて、新規用途開拓などにつながり、売上向上に寄与できる。 ・総合評価 S 本研究は、食器への依存度が高い本県陶磁器産業において、食器以外の市場を開拓するための糸口となるものである。植栽鉢は、更なる発展として植物工場や壁面緑化など社会問題への対応などにも利用できる可能性がある。また、耐熱調理器具は、アウトドア用品として、オープンなどアイテムの広がりにつながる。ことが期待され、多孔質陶磁器の技術開発を行なうことで陶磁器産地の活性化につながる。	(2年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 食器以外への新たな活用法を提示するための新分野への進出は必要であり、多孔質素材の開発は高付加価値の製品開発につながり、県産業のすそ野の広がりを構築することが可能である。 ・効率性 A 素材開発としながらも最終製品を想定しての研究となっており、産地の既存設備を活用することにより効率性は高まる。窯業関係者に実例提示のための研究であり効率性は高い。 ・有効性 A 原料を変更することで、従来技術や設備を活用することができ、産地での取り組みが行いやすい開発なので有効性は高い。 ・総合評価 A 食器以外の市場開拓のために必要な開発でマーケティングが重要である。地場の企業との連携を強化して、ニーズをくみ取った研究を行って頂きたい。家庭菜園とアウトドアだけでなく、本技術の用途として高付加価値の医療分野で活用できないか、用途拡大を期待する。

	対応	対応 陶磁器産地で食器以外の製品開発を促進するために既存技術の活用と実例提示に重点をおき研究を進めていく。また、速やかな技術移転および消費者ニーズに基づいた製品となるよう産地企業と緊密に連携するとともに本研究で例示した製品以外への応用展開についても検討する。
事後	(6年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 陶磁器業界における陶磁器製品の出荷額は減少傾向で、ライフスタイルの多様化や人口減少などに対処していくためには、食器だけではなく、新分野への進出が必要である。また最近では、生活雑貨用品などの機能性を有したアイテムが業界から求められている。多孔体は種々の機能性を有しており、陶磁器関連製品へ適応可能な素材としてニーズが高い。 ・効率性 A 非可塑性の原料を取り扱う上で、ファインセラミックスに適した配合調整等のノウハウを活かした効率的な試作を行うことができた。また、耐熱素材については過去にセンターで取り扱った知見を基に実験を行うことができた。さらに、企業との共同研究により、植栽鉢のようなニーズを絞って技術開発を効率的に進めることができた。 ・有効性 A 水分コントロール特性については、取り扱い原料粒子の大きさを変化させることで、保水性や透水性といった機能を制御できるようになった。この技術を基に、植栽鉢を試作し、植物の生育環境に適した機能を付与することができた。熱的特性への気孔構造の影響については、シリカ系の素材で検討したところ、約 30% の気孔を導入しても、直火用耐熱製品に求められる耐熱衝撃温度差 350℃をクリアすることが分かった。また、30%気孔を導入したものは、一般的な耐熱素材であるペタライト系よりも高強度且つ軽量となることが示された。この知見を基に試作したプレートは、支障なく直火調理に使用できた。これら多孔体の製造方法の一部について特許出願した。さらに、開発した多孔体は、陶磁器産地の焼成条件で製造できるため、円滑な技術移転が期待できる。	(6年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 A 多孔質の材料の設計手法は、多くの分野に応用が効き、その必要性は高い。食器以外の製品化は重要であるが、本研究は様々な横展開が考えられて、実用製品の素材として、十分な可能性を感じる。 ・効率性 A ほぼ目標を達成していて、十分な基本性能を有しており、技術的な効率性は高い。また量産化にも一定の目途が立っており、今後の実用化に期待する。 ・有効性 A 特性を活かした研究によって新たな発展につながっていることは次なる製品開発に効果を生むと思われる。製品化が課題と考えられるため、現在の特性を上手くマーケティングし、製品のターゲットを明確にすれば、有効性の高い研究になると思われる。横展開が考えられるので研究成果の移転に期待したい。

・総合評価 A 陶磁器産地の製造技術を活用した多孔質素材の製造に関する要素技術が整備された。特に応用例として挙げた植栽鉢については、県内企業との共同研究等を通じて引き続き支援を行うことで製品化につながることが期待される。食器以外の新分野への進出として、今回開発した要素技術を基に、実用化に向けた量産技術を検討し、県内企業と連携しながら開発を進めていく。	・総合評価 A 研究目標で掲げた基本特性は十分達成しており、しっかりとした成果が上がっている。シーズ形の研究で、製品ターゲットが明確になっていないので、マーケットインの考えを取り入れ、県内企業との連携によって、長崎県発の新たな製品・ブランドができることに期待する。
対応	対応 本研究で得られた成果の広報を積極的に行うとともに、企業のニーズを拾い上げ、県内企業と連携を図りながらニーズに基づく製品化を目指す。また長崎県から発信する新規事業へ繋げるために、市場の変化を捉えた多孔体の用途開発を推進していく。