

事業区分	経常研究 (基盤)	研究期間	令和6年度～令和8年度	評価区分	事前評価
研究テーマ名 (副題)	非可塑性無機素材を用いた多様な形状をもつ多孔体の成形技術開発 (可塑性のない無機素材を用いた異形状な多孔体の成形方法に関する研究)				
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 チェンジ&チャレンジ2025	柱2 力強い産業を育て、魅力あるしごとを生み出す 基本戦略2-1 新しい時代に対応した力強い産業を育てる 施策3 製造業・サービス産業の地場企業成長促進
長崎県産業振興プラン2025	基本方針3 地力を高める 施策の柱3-3 製造業・サービス産業の生産性向上と成長促進 事業群1 競争力の強化による製造業の振興

1 研究の概要

研究内容 (100文字)

産地における食器以外の製品展開を図るために、非可塑性の無機素材を原料として、多様な形状を有する多孔体の成形プロセスを確立し、各種成形技術における多孔質製品の適用を図る。

研究項目	① 機械ろくろによる複雑形状にも適応した成形技術の開発 ② 鋳込み成形技術を応用し複雑形状にも適応した成形技術の開発 ③ ローラー成形機による成形技術の開発 ④ 押出成形機による成形技術の開発
------	---

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ

県内陶磁器産地は食器を中心とした構造とされ、陶磁器和食器のここ数年の出荷額は低迷しており、産地の売上拡大には食器以外の新しい分野への参入が必要である。こうしたなか、最近では食器以外の新たな機能をもつ多孔体に興味を示す企業が増えてきており、機能を活かした製品開発が求められている。多孔体は、無機の原料粒子間で形成する気孔をもつ陶磁器素材で、その気孔によって種々の機能を発現できる。その機能は多種多様で、例えば気孔による材料の低密度化による軽量性、多数の気孔による高い比表面積や高い気孔率によって物質の吸着性や吸湿性、断熱性に優れ、軽量の建材、吸湿タイル、断熱材などへの用途がある。さらに、多孔質セラミックスは、熱や化学的な安定性により、耐熱性と耐食性に優れ、高温・化学プロセスなど過酷な環境下に晒される工業分野で広く利用されている。この機能性に優れた多孔体は、付加価値のあるアイテム群が獲得できる可能性があり、食器以外の市場が求められる産地において必要な製品である。

またセンターにおいては、多孔質セラミックスとして単純形状を有する生活雑貨用品 (植栽鉢、コースターなど) を開発中で、可塑性のない無機素材に可塑性を与え、低温でおこし状に焼き固める手法での適用を図っている。この非可塑性無機素材は、天草陶土にみられるような可塑性がなく、陶磁器産地の製造プロセスで成形することは容易ではない。企業においても生活雑貨用品への期待が高まっており、多様なニーズに応じた製品化への強い要望がある。今後、豊富な形状を有する製品ラインナップに対応していくためには、多様な形状が必要であり、さらに、非可塑性の無機素材に可塑性を付与したうえ、様々な形状をもつ多孔体を成形する技術は、産地では未だ確立されていない。

本研究では、複雑形状を有する多孔体の成形技術開発を目的とし、非可塑性の無機素材を原料に、多様な形状を得ることができる種々の成形プロセスを確立し、多孔質製品としての成形プロセスの適用について検討する。

2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性

他県や各自治体において、陶磁器くず等の非可塑性無機素材の一部を可塑性のある陶土に戻して、再度陶磁器の原料として使用するなどの開発事例はある。しかしながら、非可塑性の無機素材のみに可塑性を付与したうえ、多様な形状の多孔体を成形する技術は確立されていない。また、陶磁器産地の既存設備に工夫を加えた成形方法や量産性に優れた成形方法等で低コスト化を図り、さらに比較的粒度の粗い原料粒子を簡便で高効率な成形方法によって多孔体を製造する開発事例はない。

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	R	R	R	R	R	単位
			6	7	8	9	10	
①	可塑性を付与した坯土調製、粒度及び形状に応じた機械ろくろによる新たな成形プロセスについて検討する。	成形条件の検討数	目標 9	9				件
		実績						
②	保形性を付与した原料調製、粒度及び形状に応じた新たな鋳込み成形プロセスについて検討する。	成形条件の検討数	目標 9	9				件
		実績						
③	可塑性を付与した坯土調製、粒度及び形状に応じたローラー成形プロセスについて検討する。	成形条件の検討数	目標 3	6				件
		実績						
④	可塑性を付与した坯土調製、粒度及び形状に応じた押出成形プロセスについて検討する。	成形条件の検討数	目標 3	3	12			件
		実績						
①② ③④	各成形プロセスで得られる成形体の諸物性値等 (気孔率、気孔径、機械特性、外観など) を評価し、成形プロセスの妥当性を確認する。	試作評価数	目標 24	27	12			件
		実績						

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター : 無機原料を使った成形技術の開発
 ゴム製造会社 : 新規成形技術に適応する素材の協力
 石膏型製造業 : 新規成形技術に適応する石膏型の協力
 陶磁器製造業 : 各種成形方法に関する助言または協力
 生地製造業 : 各種成形方法に関する助言または協力

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	18,390	13,890	4,500				4,500
R6年度	6,130	4,630	1,500				1,500
R7年度	6,130	4,630	1,500				1,500
R8年度	6,130	4,630	1,500				1,500

※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	R6	R7	R8	R9	R10	得られる成果の補足説明等
①② ③④	各成形技術を運用するためのマニュアルの作成	4件				○	/	/	メーカーに提案するための成形技術における製造マニュアルの作成
①② ③④	①～④の成形技術による多孔体の製品化	2件				○	/	/	①～④の何れかの方法によって多孔体を製品化(生活雑貨用品等)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、可塑性のない種々の無機原料に対して可塑性を付与し、成形することによって、複雑形状の多孔体を得られる点で優位性がある。また、原料粒度に応じて適切な可塑性が必要で、各種成形方法によって多様な形状を得られる点も優位性がある。今回、新技術として提案する2つの成形方法(項目①、②)は、浅型形状、深型形状のほか、複雑な表面形状に適している。また、ローラー成形(項目③)では大型平板形状、押出成形(項目④)は長尺形状に特化した成形体を得ることができる。さらに、どの成形方法も比較的簡便で生産性の高い方法であり、低コスト化も期待される。また、新たな成形技術は、離型が困難な複雑表面形状を有する造形物を得ることができる点で、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

非可塑性無機素材への可塑性付与による本成形技術が整備されることによって、陶磁器産業において、多様な形状をもつ多孔体のアイテム群が獲得できる。また、本技術を運用できるようにすることで、メーカーから持ち込まれた種々の非可塑性無機素材を使って、その原料粒度に応じて、メーカーが希望する製品形状や機能に応じて、成形方法や条件をいち早く提案することができる。さらに、機械ろくろ成形機やローラー成形機などの陶磁器産地で利用されている設備をそのまま活用することができるうえ、産地で運用されている焼成温度に合わせることで、製造における技術移転も容易であることが想定される。これにより、これまで産地ができなかった多孔体製造へのハードルが下がり、効率的な普及促進が期待できる。

■ 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

研究成果における多孔質製品は、短期計画として生活雑貨用品、中長期計画として工業用製品への市場投入が考えられる。

対象とする生活雑貨用品の市場規模(2019年)は3526億円で、日々の生活や趣味の分野としての需要が高い製品が含まれる。また本技術によって得られる製品は、多孔体における吸水性や透水性といった機能を付与できるうえ、生活雑貨用品は産地においても参入しやすい市場である。具体的には、産地企業が興味を示しているコースター、アロマディフューザー、植栽鉢などの商品化を想定している。多種多様な製品展開によって、陶磁器産地企業の売り上げ向上に寄与できるものと考えられる。

また、工業用製品では半導体やフラットパネルディスプレイ等の薄型素材の搬送用として、真空吸着プレートが採用されており、約250億円の市場規模が想定される。このほか、ろ過機器および陶磁器タイルの市場(2019年)は、それぞれ1190億円、636億円で、農業用水処理装置用のプレフィルターや吸湿性タイル等への市場シェアを獲得できる可能性があり、今後、こうした工業用の多孔体製品の市場参入を目指す。

(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>(令和5年度)</p> <p>評価結果 (総合評価段階：A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 陶磁器産地の売上増加には、食器以外の新市場への参入が必要である。多様な形状を高効率で成形できる技術が確立され、さらに多孔体の機能性を付与した製品群が整備されることで、幅広い分野へ進出することができると考えられる。企業においても多様な形状をもった生活雑貨用品等への市場展開を図るため、製品化への強い要望もあり、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 A ゴム製造会社と石膏型製造業との連携で新たな成形技術に適した素材(ゴム素材、石膏型)の最適化を図る。また、研究段階から利用者の意見を反映させるため、生地製造業や陶磁器製造業とも連携し、成形技術に関する研究を効率的に進める。作製する多孔体は、これまでもセンターにおける多孔体の製造プロセスに関するデータが蓄積されている。また、共同研究などにおいて、新規成形プロセスへの適用が見込まれる要素について当たりをつけており、そのノウハウをもって効率化が図れる。さらに、押出成形は、過去にセンターで取り組んだ実績もあり、その知見を活用できる点で効率性が高い。 ・有効性 A 非可塑性無機素材の原料粒度に応じて可塑性を最適化することによって、これまで成形できなかった非可塑性原料で多様な形状の多孔体を得ることができる。本技術が運用できるようになれば、メーカーより持ち込まれた原料粒度に応じて、欲しいアイテム形状や機能に合わせた成形方法を提案することができる。また、本技術は機械ろくろやローラー成形機など産地の設備をそのまま活用することができるうえ、産地で運用している焼成温度に合わせることで、技術移転も容易である。 そのためにも、食器以外のアイテムとして、産地が参入しやすい生活雑貨用品への製品化を支援し、さらにその先の展望として、工業用の多孔体製品を目指していく。 ・総合評価 A 種々機能を付与できる多孔体の強みを活かした多様な形状の製品へのニーズがあり、成形プロセスが確立されることで、製品化を所望する企業の声にいち早く応えることができる。多孔体の製造は、これまでセンターが蓄積してきた要素技術を活かすことによって、効率的な技術開発を実施することができる。 また、本技術開発による運用マニュアルを活用することで、企業が様々な形状の製品を選択できる可能性があり、目的に合った製品化を望めることが期待される。食器以外の新分野への期待が高まる企業において、産地企業でも参入しやすい生活雑貨用品への展開を図り、地域を活性化するための新事業への足がかりとして、本技術は貢献できる。 	<p>(令和5年度)</p> <p>評価結果 (総合評価段階：A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 陶磁器業界が食器以外の新分野進出のためには、新製品・新技術の開発が必要であり、多孔体の成形技術開発を長崎県のオリジナル研究として進めていく必要性がある。 ・効率性 A 既存の陶磁器製造技術に近い技術を活用しており、研究目標・手法も合理性がある。可塑性付与をベースとした技術の開発も独自の特徴を見出せる可能性があるが、多孔体の強度、耐久性の観点からも、外観成形と強度等の関連性を明確にすることを期待する。 ・有効性 A 新規性の高い成形手法で、様々な製品形状の選択が可能となり、製品化・販路拡大が期待されるが、ニーズ発掘、利用用途開発などを積極的に推進していくことが望まれる。また、研究の応用範囲拡大につながるよう研究開発が進展することを期待する。 ・総合評価 A 技術の独自性も高く、県内陶磁器産業の活性化及び企業の新事業参入につながる研究であり今後の進捗に期待する。また、よりよい成果につなげるためにも、既存材料を凌駕する性質の提示や、用途開発を積極的にすすめていただきたい。 <p>対応 県内陶磁器産地における食器以外の新規事業開拓に向けて、利用者の意見を取り入れながら、多孔体の多様な成形技術を確立する。また高度に気孔構造を制御することで、各種分野で使われている従来の多孔体よりも高機能化を目指す。さらに積極的に開発品を広報活動して、企業との連携を図りながら、企業のニーズや市場の変化を捉えた多孔体の用途開発を推進していく。</p>

途中	<p>(令和 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>(令和 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>.....</p> <p>対応</p>
事後	<p>(令和 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>(令和 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>.....</p> <p>対応</p>