

事業区分	経常研究(応用)	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 (副題)	高機能セラミック製品の3Dプリンティング技術開発 (機能性材料を機能的形状に造形する製造技術の開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター 戦略・デザイン科 依田慎二			

<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	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 (7)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

研究内容(100文字) 現行研究で開発した3Dプリンタによる陶土造形技術を応用して、造形物の製品化を視野に入れた装置の改良や精度よく造形するためのノウハウの蓄積を行い、新たな素材と形状をした高機能セラミック製品を開発できる環境を整える。	
研究項目	平成30年度からの経常研究で開発した3Dプリンタ・装置の改良 機能性材料の配合試験 造形技術の開発 機能性材料による造形試験と製品サンプルの試作

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 陶磁器製品の市場においては、従来の大量生産による需要に替わり、特徴のある形状の製品や製品に機能性を付加するなど他製品との差別化が売り上げに繋がっている。 また、国内の陶磁器出荷額は、ピーク時の4分の1以下に低迷しており、今後もこの市場は減少することが予想され、陶磁器企業は他分野への進出による新規市場の獲得が必要になっている。 その中でも、自動車や空調など大きな市場をもつセラミックス関連部材は、陶磁器産業の既存技術を活用することができるため、県内陶磁器企業が参入しやすい分野である。 県内陶磁器企業では、3Dデジタル技術を利用した製品開発が他産地と比較して進んでおり、窯業技術センターでは年間200アイテム前後の製品開発に同技術が利用されている。 また、窯業技術センターから県内陶磁器企業への聞き取り調査の結果、今後3Dデジタル技術の活用に取り組むべきとの回答が81.3%あり、高い関心を示している。 3Dデジタル技術のひとつである3Dプリンティング技術は、作成した3Dデータから直接造形することのできる技術であり、既存の陶磁器製造技術では作製できない形状も造形することが可能である。 そのため、造形した製品は機能性や形状において、従来品との差別化を図ることができる。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 様々な材料を3Dプリンタで造形する研究は多数行われており、一部セラミック製品も製造されているが、高額な機器と材料を必要とするため、医療用など高額製品に需要が限定されている。

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	R			単位
			3	4	5	
3Dプリンタ・装置の改良		・陶土移送装置の検討 ・ノズル形状の検討	目標	2		項目
			実績	2		
機能性材料の調整		・機能材料の陶土への混合と調整	目標	1	1	種類
			実績	0	3	

造形試験	・製品サンプルの作製	目標	10	10	10	アイテム
		実績	0	5	25	
機能性製品の造形試験	・機能性の評価 ・3Dデータの検討	目標		5	5	アイテム
		実績		5	5	

- 1) 参加研究機関等の役割分担
 窯業技術センター：装置の開発、材料の調整、造形試験
- 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	7,177	2,527	4,650				4,650
3年度	3,046	996	2,050				2,050
4年度	2,165	765	1,400				1,400
5年度	1,966	766	1,200				1,200

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	R			得られる成果の補足説明等
				3	4	5	
	改良した3D プリ ンタ・装置の開発	1件	1件	1	-		陶土、機能性材料で製品の試作品を作製することが可能となる。
	機能性製品の試作 (試作アイテム数)	10 アイ テム	10 アイ テム		5	5	機能性の向上を目的とした製品の試作
	陶土製品の試作 (試作アイテム数)	30 アイ テム	30 アイ テム		5	25	造形ノウハウの蓄積

- 1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性
 3D プリントを利用して製品を造形することで、従来の成形技法では対応ができない新たな機能やデザインの陶磁器製品を造形することが可能となる。
 また、既存製造技術では製造が困難な高機能で優れた形状のセラミック吸着剤、濾過材等を容易に作製することが可能となる。
- 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
 3D プリントによる製造技術や研究で蓄積されたノウハウを県内企業に移転し、新規市場参入を目指した製品開発に役立てる。
 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
 新たな機能やデザインの陶磁器製品開発による県内陶磁器産業の売り上げが向上する。
 セラミックフィルター市場は2025年に約3500億円の市場が見込まれており、このように大きな市場への参入が可能となる。

(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>(令和2年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S 陶磁器製品の市場においては、特徴のある形状の製品や機能性を付加するなど他製品との差別化が重要な課題となっている。 また、陶磁器市場は今後、減少することが予想され、陶磁器企業は他分野への進出による新規市場の獲得が課題となっている。 セラミック3Dプリンタによる製品の製造は、上記2つの課題に対応できる新しい製造技術であり、製品化に対応した技術開発が必要である。</p> <p>・効率性 S 平成30年度からの研究で、陶土を造形するための基盤技術は確立しており、この技術を応用して、装置の改良や造形試験を行うことができる。 また、材料の調整や機能性の評価については、環境・機能材料との連携により、効率的に行える。</p> <p>・有効性 S 3Dプリンティング技術は、従来の成型法では対応できない原料やデザインの陶磁器製品を造形することが可能となる。 また、既存製造技術では製造が困難な、機能性に優れた形状のセラミック吸着剤、濾過材等機能性部材等を容易に作製することが可能となる。</p> <p>・総合評価 S 造形ノウハウの蓄積と製造技術の確立により、本研究後には、機能性セラミックスの製品化と、セラミック3Dプリンタ装置本体の製品化を目標としている。</p>	<p>(令和2年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 A 食器以外の新規市場への進出を図るには、従来の成形技法では限度があり、新たな機能や構造を持つ製品を開発するため3Dプリンタによる成形技術の確立は必要である。</p> <p>・効率性 A 研究目標に対して大きな障害は考えられない。既存にない新しい取組みで、ポンプやノズルといった陶磁器生地に合う開発成果は評価できる。 またこれまで培った技術もあることから計画の効率性は高い。</p> <p>・有効性 A 3Dプリンティング技術の確立によりセラミック3Dプリンタ装置の製品化が図れる。 3Dプリンタの価格帯も30万円程度と低コストで出来ることは評価できる。</p> <p>・総合評価 A 3Dプリンティング技術の開発によりデザイン性に優れた高機能セラミック製品を創出でき、陶磁器企業の市場拡大に役立つと思われる。装置産業でもあり、優位性を確立するためにも新たな供給方式が必要であり、原料開発から含めた研究が必要なのではと思われる。新規市場への進出の足がかりを築くうえで、3Dプリンタによる成形技術の確立は大切な研究である。</p>
	対応	<p>対応</p> <p>3Dプリンタでの生地製造は、従来品よりも高い機能性をもつ製品の作製が可能となる。このことから、試作については、高機能となる形状の検討に加えて、原料開発についても検討することで、陶磁器企業の新規市場参入を目標とする。</p>

途 中	<p>(年度) 評価結果 (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>対応</p>	<p>(年度) 評価結果 (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>対応</p>
事 後	<p>(令和6年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: A <p>陶磁器製品の市場においては、特徴のある形状の製品や機能性を付加するなど他製品との差別化が重要な課題となっている。</p> <p>また、陶磁器市場は今後、減少することが予想され、陶磁器企業は他分野への進出による新規市場の獲得が課題となっている。</p> <p>セラミック3Dプリンタによる製品の製造は、上記2つの課題に対応できる新しい製造技術であり、陶磁器企業が導入し易い価格帯での3Dプリンタの技術開発が必要であった。</p> <p>現在、県内陶磁器企業は、製品開発における3D技術の導入が進んでおり、3Dデータを扱っている企業も多く、3D関連技術開発に高い関心を示している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性: A <p>令和2年度までの研究で陶土を造形するための基盤技術は確立しており、この技術を応用して、装置の改良や造形試験を繰り返すことで効率よく研究を進めることができ、さらには、造形技術ノウハウの蓄積ができた。</p> <p>また、材料の調整や機能性の評価については、所内で保有している技術の活用により、効率的に行うことができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性: S <p>開発した3Dプリンタの造形技術で、機能性に優れた形状のセラミック吸着材、濾過材等機能性部材を製作することが可能となったことから、陶磁器企業の他分野への進出に向けた製品開発に利用することができる。</p> <p>また、装置は低価格で導入ができ、材料の調整も産地内の技術で対応が可能であることから、装置と材料の製品化、県内企業への技術移転も可能である。さらに、本研究の原料と造形技術については、すでに特許を出願済みであり、導入を検討している企業もある。</p>	<p>(令和6年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: A <p>低価格の3Dプリンタを研究開発できていることは県内企業にとって非常に取り組みやすい環境が整備できており、陶磁器産業が食器以外への分野への展開が可能となっている。非常に良いアイデアのシーズである一方、ニーズがどこにあるか明確になっていないので、今後、マーケティング等を実施することで明らかにしていただきたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性: A <p>既存の技術を活用・工夫することで装置を作り上げており、研究開発のシーズとしての効率性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性: A <p>県内企業は低価格で装置が導入可能であり、費用対効果が高い。また他の食器と同じ焼成温度で焼成できるため、新商品の開発が容易となる。県内企業への技術移転が進行していけば、新たなブランド製品の展開も期待でき、市場ニーズが見つかれば、有効な研究であると思われる。</p>

<p>・総合評価 A</p> <p>3Dプリンタを利用した製造技術は、既存技術では製造できない形状の作製、オーダーメイド対応などの利点があり、多くの産業において開発が進められているなか、陶磁器産業において、セラミック材料に対応した新たな3Dプリンティング技術を開発したことにより、高機能なセラミックス製品の製造に対応ができることから、陶磁器企業の新市場進出に役立てることができる。</p> <p>また、プリンタ材料においても、陶土やアルミナには多様な機能性材料を混合することができるため、様々な分野で部材としての製品化が考えられる。</p>	<p>・総合評価: A</p> <p>低コストなセラミック用3Dプリンティング装置の開発に成功しており、十分研究の目標を達成している。陶磁器産業の新規市場参入の可能性もあるが、市場ニーズが明確になっていないので、この研究シーズを有効に活用するためにも、マーケティングをしっかりと実施していただきたい。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>県内の中小企業が導入できる低価格のセラミック用3Dプリンティング装置が開発できたことから、今後はご指摘のように、市場ニーズを見つけるため、企業訪問や専門の展示会等への参加などを通じて調査を行っていく。</p> <p>同時に、従来の陶磁器製品と同じ焼成温度で焼成できるメリットを活かし、県内陶磁器企業と共同研究を行うことで、企業への技術移転と新商品の開発を進め、食器以外の製品展開にまで繋げていく。</p>