

事業区分	経常研究(基盤)	研究期間	平成 27 年度～平成 29 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	3D データを活用した精密な陶磁器製品製造技術の開発 (NC 加工機による陶磁器素材の直接切削加工技術の確立)				
主管の機関・科(研究室)・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				

**<県長期構想等での位置づけ>**

長崎県総合計画	基本理念:産業が輝く長崎県 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 (2)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	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	1 本県の強みを活かした地場産業の育成 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)地域資源を活かした地域産業の振興

**1 研究の概要(100 文字)**

既存の型を利用した陶磁器製造技術では精密で複雑な形状の製品を製造することは難しい。新しい陶磁器製品製造技術として、材料を直接切削加工する技術を整備することでこの問題解決を図る。	
研究項目	①切削加工に適した素材の開発 ②切削条件の検討と製品製造技術の確立

**2 研究の必要性**

<p>1) 社会的・経済的背景及びニーズ</p> <p>陶磁器食器製品の市場は減少しており、今後も社会環境などの要因から市場は厳しい状況である。このことから、県内の陶磁器産業は高付加価値製品の開発による新規市場開拓が重要となる。高付加価値製品の創出には、伝統的資源の活用や既存製造技術に加えて、新しい発想や製造技術に注目した製品開発が必要である。</p> <p>本県の陶磁器業界では、3D 技術を活用した新しい製品開発に取り組んでいる企業が多くなってきており、デザイナーからも3D データで製品化の依頼が増加するなど、3D データを扱うことのできる産地としての認知度が向上している。しかし、製品の製造は既存の型を利用した陶磁器製造技術に依存することから、緻密なために形状の再現ができないものや、割り型が複雑で作製できない形状など3D データによる製品化の要望には対応することができないものもある。より多くの製品化の要望に対応するためには、3D データどおりに直接素材を加工して再現できる新しい陶磁器製造技術の確立が必要である。</p> <p>現在、多くの産業で採用されている NC 加工機で直接材料を切削加工する技術は、型の製作が難しい製品やオーダーメイド、小ロットの製造に対して有効であり、製品精度においても優れている。本県の陶磁器産地の持っている伝統的な資源である陶土を基本原料として、NC 加工機で切削可能な素材を開発し、精度よく加工することができるよう技術開発を行うことで、新たな製造技術による高付加価値製品の開発が可能になる。</p> <p>2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性</p> <p>金属などの他産業では、NC 加工機による切削技術により金型などの製造を行なっているが、陶磁器素材においては直接切削加工は、まだ行なわれていない。</p>
---

**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		H27	H28	H29	単位
①	セラミック素材の開発	原材料の検討、ワークの製造方法を検討、ワーク強度の検討 件数	目標	4	2		件
			実績	5	3		
②	製造技術の開発	切削条件の整備、焼成方法の検討 件数	目標		1	1	件
			実績		1	1	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター: セラミック素材の開発、製造技術の開発

※ 研究期間内に陶磁器関連企業と製品試作の共同研究を実施する

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	10,214	4,828	5,386				5,386
27年度	3,752	1,610	2,142				2,142
28年度	3,303	1,609	1,694				1,694
29年度	3,159	1,609	1,550				1,550

※ 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	H27	H28	H29	得られる成果の補足説明等
①	切削加工用セラミック素材	2種	3種	1	1		陶土を基本とした素材2種以上
②	試作品の作製	4件	4件		1	3	企業と共同研究による製品開発支援
①②	製造工程の整備	1件	1件			1	素材の製造から焼成までの一連の工程を整備

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

本研究で開発する NC 切削加工による陶磁器製造技術は、石膏型を必要としない製造方法であるため、既存技術と比較して複雑な形状や寸法精度をもったデザイン開発やオーダーメイド商品の効率的な対応が可能となる。

本研究で開発する素材は、既存の陶磁器生地製造技術を応用して作製することを設定し、作製した素材のブロックは NC 加工機による切削加工条件の設定に対して高精度な加工に適合できる。また、焼成による変形が少なくなる条件の設定を行なうことで、これまでは製造できなかった陶磁器製品の製造が可能となる。

精密に切削加工した製品は、装飾品や家具などの部品、精度を必要とする工業製品と組み合わせた製品、フィギュアなどホビー製品、既存技術で製造された陶磁器製品の部品などの展開も可能であり、産地の持つ伝統技術を活用できる。

本研究で開発する技術で製造する製品は、作製が難しい高精度のものであり、これまでは活用が難しかった多くの 3D データに応えることが可能となり、新しい陶磁器製造技術となることから産地の技術的価値を高めるものである。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済への還元シナリオ

本研究期間中に県内陶磁器企業との共同研究を行ない、開発した技術による製品開発の支援をする。研究期間後も希望する企業への技術移転を行ない、抽出された課題に対しては、素材や技術の改良を繰り返す。

■ 研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

本研究により新しい陶磁器製造技術を開発することで、装飾品(アクセサリ、ボタン、時計、家具など)、フィギュア、オリジナル品(人物、船舶、建物など)、美術品の再現等、本県の陶磁器産業がこれまでに進出が難しかった市場へ、3D データの形状や 3D スキャンしたデータどおりの高精度な製品を提供することができるようになる。

また、多分野における市場へ新たに進出することが可能となることから、多くのデザイナーや企業からの企画を産地が受け入れることができるようになり、陶磁器産地としての技術的価値が向上し、産地ブランドの価値を高めるものとなる。

(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>(26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</li> </ul> <p>陶磁器食器製品の市場は減少しており、今後も社会環境などの要因から市場が拡大することは見込まれていない。このことから、県内の陶磁器産業は高付加価値製品の開発による新規市場開拓が重要となる。陶磁器産業においてもこれまでの伝統の活用や既存製造技術に加えて、新しい発想や製造技術に注目した製品開発が必要である。</p> <p>現在、3D データで依頼のある製品の製造は、既存の陶磁器製造技術に依存することから、緻密なために形状の再現ができないものや割り型が複雑で作製できない形状など3D データによる製品化の要望には対応することができないものもある。より多くの製品化の要望に対応するためには、3D データどおりに直接的に素材を加工して再現できる新しい陶磁器製造技術の確立が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 S</li> </ul> <p>窯業技術センターではこれまで、研究、機器整備、研修会、依頼試験などをとおして3D 関連技術を産地に導入する支援を行なっている。このため、産地には同技術に対して多くのノウハウが蓄積されている。また、この研究に対しては企業からの要望もあり、研究期間内に共同研究をするなど、製品開発における企業の視点による課題に直接的に対応した技術開発を進めることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性 S</li> </ul> <p>本研究で開発する NC 切削加工による陶磁器製造技術は石膏型を必要としない製造方法であるため、成形できる形状デザインの自由度や精度が既存技術と比較して非常に高く、これまでになかった形状や寸法精度をもったデザイン開発やオーダーメイド商品の対応が可能となる。</p> <p>また、精密に切削加工した素材は、装飾品や家具などの部品、精度を必要とする工業製品と組み合わせた製品、フィギュアなどホビー製品、既存技術で製造された陶磁器製品の部品として接着、絵付け、釉薬の技術など産地の持っている伝統技術を十分に活用できる製品展開も可能である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価 S</li> </ul> <p>多分野における市場へ新たに進出することが可能となることから、異分野の多くのデザイナーや企業が</p>	<p>(26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</li> </ul> <p>高付加価値製品の製造に必要な加工技術の確立の必要性は認める。精密な加工ができるようになるのであれば、陶磁器に拘ることなく、工業用セラミックス部品の製造等も視野入れて研究を進めてほしい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>全体的には概ね妥当な計画であるが、素材の開発については、やや不安点があるので、その点を十分に検討したうえで研究に着手してほしい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性 A</li> </ul> <p>県内陶磁器製造業者がこれまでになかった新製品を開発して、新たな市場の進出することにつながる有効な取り組みではあるが、経済効果についてはより明確化することが必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価 S</li> </ul> <p>県内陶磁器産地の技術向上による新分野進出につながるため、推進すべき取り組みである。焼成による</p>

	<p>らの企画を産地が受け入れることができるようになり、陶磁器産地としての技術的な価値が向上し、産地ブランドの価値を高めるものとなる。</p>	<p>収縮への対応にもかなりの労力を要すると思われるので、スピード感を持って研究を進めてほしい。</p>
	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>必要性に対しては、磁器製品に限定せず、付加価値のあるセラミック素材にも対応できるよう研究を進める。</p> <p>効率性の指摘に対しては、より多くの素材から選択して検討することで開発を進める。</p> <p>有効性の指摘に対しては、研究中に製品化を目的とした企業との共同開発を行うことで経済効果などを明確化し、今後の市場における新技術による製品化の可能性を広げる。</p> <p>総合評価については、陶磁器製品の分野進出は業界からも求められていることから、早急に研究を進める。</p>
<p>事後</p>	<p>(30年度) 評価結果 (総合評価段階: S )</p> <p>・必要性 S</p> <p>国内の陶磁器食器製品の市場が減少したままであり、今後も社会環境などの要因から大幅な需要増加も見込まれない。このため、県内の陶磁器産業はこれまでの伝統の活用や既存製造技術に加えて、新しい発想や製造技術に注目し、新規市場開拓を目指した製品開発が必要である。</p> <p>3D データを利用した陶磁器食器製品は、これまでに多くの製品化がされており、陶磁器製品開発には欠かせないものとなりつつある。</p> <p>そこで、陶磁器産業が新規市場参入を目指すためには、デザインや設計の主流となりつつある3D データを最大限に活用したものづくりが必要である。このことから、陶磁器素材を3D データの利用により加工する技術の開発は、既存の陶磁器製造技術では対応できなかった分野や製品への対応が可能となることから、本研究による新しい陶磁器製造技術の確立が必要であった。</p> <p>・効率性 S</p> <p>切削する素材の作製においては、肥前地区の伝統的な陶磁器材料である天草陶土を基本として開発を行い、他に付加価値のある素材として、窯業技術センターでこれまでに開発した透光性陶土や焼成腰の強い陶土を利用して同様の手法で切削する素材を開発することができた。このことで、他のセラミック素材においても同様の対応が可能となる。</p> <p>また、この研究に対しては企業からの要望もあり、研究期間内に企業との共同研究による製品開発を行うことで、企業の視点による課題に対応した技術開発を進めることができ、研究成果の商品化についても検討している。</p>	<p>(30年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <p>・必要性 S</p> <p>食器市場は年々減少しており、アクセサリやフィギュアといった陶磁器の新たな市場開拓に向けて、特に必要な研究であったと評価できる。3Dデータを用いたCAM技術を陶磁器製品製造に適用することで、付加価値を高め、陶磁器の販売維持・拡大に貢献できるといえる。</p> <p>・効率性 A</p> <p>簡便な方法で様々な形状の陶磁器を製造可能になり、試作品完成までの期間が短かったことから、効率的に研究が行われたといえる。陶磁器材料の切削加工に適用している点で独自性があり、企業との共同研究による製品開発にも取り組んでいる点は評価できる。</p>

<p>・有効性 A</p> <p>本研究で開発した技術によって、既存の陶磁器製造技術では作製が困難であった形状が寸法精度良く作製できるようになったことで、緻密なフィギュアやアクセサリ、工業製品の部材など、陶磁器産業がこれまで参入が難しかった分野での製品展開が可能となる。</p> <p>また、開発した製造技術は、石膏型を必要としないため、表札などのオーダーメイド製品や少量生産品についても、製造費用が大幅に縮小されることから、製品化に対応できることが確認できた。</p> <p>オーダーメイド可能な付加価値製品として、文字を立体的に表現した表札の作製を生地の製造における期間と費用を例にすると、既存の陶磁器製造技術では、石膏原型や型の作製に1週間程度の期間と3万円以上の費用が必要であったが、開発した技術では3Dデータの作成と切削加工に2時間程度と200円以下の材料費と消耗品、1名1時間程度の人件費で製造できる。また、加工する装置も30万円程度で市販しているもので対応ができることも確認した。</p> <p>・総合評価 S</p> <p>県内陶磁器企業においては、国内陶磁器食器製品の需要縮小のため、高付加価値製品の創出や新規市場開拓による新分野への進出が求められている。</p> <p>本研究で開発した新しい陶磁器製造技術は、既存の陶磁器製造技術では作製できなかった精密な製品を製造できるだけでなく、これまでは製造費用の面で製品化ができなかったオーダーメイド製品にも対応することができる。このことから、これまでに進出が難しかった多分野における市場へ新たな陶磁器製品を送り出すことが可能となる。</p> <p>開発した技術は、同様の手法で様々なセラミック素材に応用できることから、今後の陶磁器企業からの要望する素材での対応ができる。</p> <p>3Dデータを利用した陶磁器製品の加工技術が向上するため、多くのデザイナーや企業からの企画を技術的に受け入れることができるようになり、陶磁器産地としての価値を高めるものとなる。</p>	<p>・有効性 A</p> <p>NC加工機への適用など技術ニーズは認められ、試作品の精度を見ても非常に有効な研究であったと評価できる。医療機器(人工骨など)への参入も期待できるのではないかと。他にも類似技術がないか技術的な優位性を明確にするとともに、同製品の市場調査を行うことが望まれる。</p> <p>・総合評価 A</p> <p>確立した陶磁器の新しい成形技術は、新規のデザイナーや企業との企画を生み出し、新たな市場が開拓される可能性が非常に高く、本県の陶磁器産業の発展に大きく貢献し得る研究であった。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>本技術を利用して製造できる製品においては、陶磁器企業のさらなる多分野の市場への参入を目指した技術の修正や、陶磁器材料という素材の優位性を活用することのできる詳細な市場調査を行う。</p> <p>ファインセラミックスなどの素材についても、同技術での加工が可能であることから、焼成後の加工についての検討を行うことで、工業部品への対応も可能となる。</p> <p>現在も、開発した技術を用いて、オーダーメイド製品の製品化に向けた開発を陶磁器企業が進めており、技術的な支援を行っている。</p>

また、フィギュアやアクセサリーなど、精密な陶磁器製品についても、関係する企業に対して製品化に向けた調査などの取り組みを行っている。

今後も、新たな市場開拓に向けた商品開発を行う企業に対して、NC加工機の導入と操作の研修、造形技術の移転などの支援を行う予定である。