

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成 24 年度～平成 26 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	低炭素社会対応型陶磁器素材の開発				
(副題)	(環境に配慮した陶磁器素材の開発と陶磁器製造に係わる環境負荷量の評価)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	陶磁器科 河野 将明			

<県長期構想等での位置づけ>

長崎県総合計画	第4章 基本理念を実現するための10の政策 5.次代を担う産業と働く場を生み育てる (3) 新産業の創出・育成 3 低炭素社会への対応、再生可能エネルギーの産業への導入
長崎県科学技術振興ビジョン	第3章長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1 産業の基盤を支える科学技術 (3)成長分野への展開 ①グリーンイノベーションへの取り組み
長崎県産業振興ビジョン	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 (3)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)

低炭素社会に対応した陶磁器素材(特上、撰上、撰中、撰下の陶土および釉薬)を開発し、これらの素材を用いて陶磁器製造の環境負荷低減を図り、CO ₂ 削減量を従来製品と比較、表示した製品を開発する。	
研究項目	①低炭素社会対応型陶磁器素材(陶土、釉薬)の開発 ②各種素材による食器の量産試験 ③陶磁器製造に係るライフサイクルアセスメント(LCA)の評価

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ	<ul style="list-style-type: none"> ・肥前地区では、窯元から低温焼成技術への取り組みの要望が多いが、陶土や釉薬の種類(品揃え)がわずかなため、普及の遅れに繋がっている。 ・現行の素材(陶土と適合する釉薬の組合せ)と同様に、低温焼成素材が選択できれば、低温焼成での多様な製品開発が可能となり、焼成コストが削減され、環境に配慮した生産活動が可能となる。 ・一つの製品について原料から製品に至るまでの環境負荷量を LCA により定量化し、従来からの環境負荷低減量を示すため、製品のカーボンフットプリント(CFP)を算定し、そのマークを製品に表示し、他製品との差別化を図る試みがなされている。CFP は環境配慮の付加価値であり、今後、環境意識の高い購買層の獲得に繋げることができる。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・低温焼成用の陶土や釉薬を開発のなかでは、これまで陶磁器原料としてあまり利用されなかった県内の鉱物資源(対州長石や五島ロウ石)を使用することができ、県内資源の活用が期待できる。 ・他地区でも低温焼成への取り組みがなされているが坯土価格が高く成形上の課題が未解決であるなど実用化が遅れている。 ・国内和食器では陶磁器製造に係る LCA の評価はほとんど行われていない。

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		H 24	H 25	H 26	単位
①	原料選択、陶土製造プロセス、釉薬配合技術の確立、品質管理、コストの検討。	陶土、釉薬の配合条件	目標	20(陶土)	20(陶土) 15(釉薬)	20(色釉)	種類
			実績	20(陶土)	20(陶土) 15(釉薬)	20(色釉)	
②	鑄込み、マシン成形による食器製造上の基本アイテムの試作。	アイテム数	目標		4	4	種類
			実績		4	4	
③	陶磁器製造に係る LCA の定量的評価。CFP の算定と従来技術との比較。	陶磁器製造に係る環境負荷量の計算	目標	1(LCA)	1(CFP)		件
			実績	1(LCA)	1(CFP)		

1) 参加研究機関等の役割分担

- ・長崎県窯業技術センター: 素材、環境負荷低減の定量及び連携の取りまとめ
- ・熊本県産業技術センター: 天草低火度陶石の供給及び低火度陶石の脱鉄処理残滓(可塑性原料)の提供
- ・長崎県陶磁器生地工業協同組合: 開発した低火度素地の成形性評価

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	16859	10845	6014				6014
24年度	5615	3615	2000				2000
25年度	5611	3615	1996				1996
26年度	5633	3615	2018				2018

※ 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

(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	H 24	H 25	H 26	得られる成果の補足説明等
①	陶土の開発	4種	4種		○		特上、撰上、撰中、撰下の各陶土
①	釉薬の開発	7種	7種			○	低温焼成用の基礎釉、色釉
②	試作品の数	8種	8種			○	吸水率、焼成歪、衝撃強度、白色度等が従来と同レベルの試作品
②	総合歩留まり	95%	95%			○	一般的な量産品のレベル
③	CFPのマニュアル化	1件	1件		○		CFP マニュアル(従来との比較含む)

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

- ・現行の市販の低温焼成陶土は、従来の天草撰中陶土並の1種類のみである。また釉薬は低温焼成への適合が充分ではない。
- ・現行の低温焼成陶土は、可塑性が乏しく成形性が良くない。天草陶石の脱酸処理残滓は可塑性に富んでいる。この原料を活用し、産地で使用されている特上、撰上、撰中、撰下に対応した低温焼成陶土を揃えることで量産体制へ移行を誘導する。
- ・低温焼成釉薬は市販されていないため、産地で主に使用されている石灰釉、灰釉、青磁釉などに加え、色釉を新規に作り、低温焼成釉薬として整備する。
- ・業務用食器の CFP 算定が一部洋食器製造で行われているところがあるが、和食器に対する算定はまだ行われておらず、産地にいち早く導入することで他産地と差別化できる。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済への還元シナリオ

- ・低温焼成用陶土の種類(品揃え)は充分でないため、その開発により産地へ技術移転を行う。
- ・低温焼成陶土を還元焼成だけでなく酸化焼成にも対応させることにより豊かな加飾(色釉)と環境配慮を謳った CFP 製品として消費者にアピールする。
- ・このことにより生産者、販売者ともに食器市場の環境配慮型製品の市場に進出することが出来る。

■ 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 : 平成 19 年度長崎県陶磁器の出荷額は 60 億円である。波佐見町内の窯元における出荷額に対する平均燃料割合は 5%であることから、出荷額に占める燃料費は 60 億円×5%=3 億円である。製造時の焼成温度を 100℃下げることで焼成に係るガス削減量は 20%と見積もっており、3 億円×20%=0.6 億円/年の燃焼費の削減効果と試算した。

(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>(23 年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 陶磁器製造業者にとって燃料費の高騰は生産活動に大きな影響をもたらすため、燃料費が少しでも軽減できる製造技術のニーズは高い。そのためにも従来よりも低温焼成でき、従来同様の陶土や釉薬を揃える必要がある。 環境意識の高い購買層に製品をアピールするには従来品よりどれだけ環境負荷を低減しているかを示す必要がある。 陶磁器業界において、低炭素社会に寄与すべく、この技術開発を要望されており、県研究機関として取り組む必要がある。 ・効率性 S 陶土では熊本県産業技術センターの協力を得て可塑性に富む原料が供給可能なこと、成形において、長崎県陶磁器生地協同組合の協力が可能なこと、陶磁器製造業者からは是非とも取り組みたいという要望がある。このため、それぞれの工程における連携がとれ、本研究で開発された成果を県内企業に効率的に技術移転を行うことができる。 陶磁器製造における環境評価では、産地において原料から製品化、産地商社までの体制が整っているため必要に応じて各工程での環境評価に必要な要素を抽出することが効率的にできる。 ・有効性 S 低温焼成に対応した陶土の種類や基礎釉、色釉はきわめて少なく、肥前地区にこれらの選択肢を増やすことにより多様な製品が得られる。 環境評価を導入は製品が環境に与える影響を考慮でき環境に配慮した製品という付加価値を付与できるため有効な手段である。 ・総合評価 S 低炭素社会に対応する陶磁器製造技術および環境に配慮した陶磁器製品は、取り組むべき課題である。技術的には、陶磁器産業が低炭素社会に対応できる製造技術に加え製造にかかる環境評価を導入する意義は大きい 製品の環境評価により従来品との差別化は社会貢献の一つであり、他産地に先駆けて一般食器の環境評価を取り組むことは今後の製品の大きなアドバンテージになると考えられ是非とも取り組むべき課題である。 	<p>(23 年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 A 低温での焼成技術は、陶磁器メーカーにとって必要性が高く、地域の環境ニーズに合致している。 ・効率性 A 効率性については特に問題はない。ただし、解決すべき課題のハードルが高いと考えられるので、他の手法についても検討しながら進めてほしい。 ・有効性 A 陶土原料と燃料の相互関係の研究は、陶磁器メーカーにとって不可欠であり、有効性が高い。 ・総合評価 A 低炭素社会に対応した技術開発は地域ニーズに即しており、実施すべき課題と考えられる。消費者の求める商品になるべく研究を進めてほしい。

	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>必要性 地域の環境ニーズに合致しているとの評価であるので、計画通り進める。</p> <p>効率性 解決すべき課題のハードルが高いとの指摘に対して、大学の専門家の指導を受けながら問題解決を図り、効率的に進める。</p> <p>有効性 研究の有効性が高いとの評価であるので、計画通り進める。</p> <p>総合評価 消費者が求める商品について、消費者のニーズの市場調査を行い、その結果を基に研究に反映し、この開発する素材ならではの商品開発を目指す。</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>(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>対応</p>
事後	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S <p>肥前地区の陶磁器原料である天草陶石は必須の原料である。しかし、この陶石は事前評価の時よりも良質な陶石(2等石)の供給が難しくなっている。そのような中で陶磁器製品の品質を維持するためには入手できる陶石(3、4等、低火度陶石)を使う必要がある。本研究で取り組んだ陶土の開発には4等、低火度陶石を使用し、現在流通している陶土と同等の品質が確かめられた。県内陶磁器産業が今後、持続的に製造していくためにきわめて重要で必要な技術である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 A <p>開発した陶土およびこれらの陶土を用いた食器の製造は、産地で製造できる設備により製造可能であり、新たな設備投資は不要である。食器のみならず大物</p>	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階:S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S <p>低温焼成陶土の品質が、現行の製品と比較して同等であれば、環境負荷の低減に加え燃料費が削減されるという価値が付加される。品質の良い天草陶土の採掘量が減少している現状において、潤沢にある天草低火度陶石を有効に活用する取組は、業界にとって最優先課題であり必要性を認める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性 S <p>研究方法について問題は見受けられず、他の機関との連携体制もとられ、効率的な研究の遂行がなされた。窯業技術センターが取り組むに相応しい研究であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 S <p>開発した低温焼成陶土は、天草陶土の特上と比較</p>

<p>の手洗い鉢を企業と共同研究で取り組み製品化した。陶磁器製造における二酸化炭素排出量(CO2)の環境評価は、外部の先生(客員研究員)からご支援いただき、ライフサイクルアセスメント(LCA)手法によるCO2 排出量を算定し効率的に進めることができた。さらに製品の一生(原料調達から廃棄リサイクルまで)の CO2 排出量を算定できるソフトを開発した。そのため効率的に陶磁器製造の環境負荷を定量化が可能となった。</p> <p>・有効性 A 陶磁器の低炭素社会を構築するために産地に流通している陶土と同等の品質のものを開発できた。これらの陶土を用いた試作した製品は、ゆがみ、割れといった製品の欠点も見られず量産可能であることを確認した。この陶磁器製造技術は CO2 排出量も従来の製造技術より約 20%削減できることを確認しており環境に配慮した技術であり非常に有効である。</p> <p>・総合評価 A 低炭素社会に対応した陶磁器製造技術は、既存の製品の品質と同等である。良質な原料の入手が難しくなってきた現状では、きわめて重要な製造技術を確立した。 (一社)産業環境管理協会のカーボンフットプリント(CFP)プログラムに基づき、一般食器で全国で初めて CFP 認定を受け、CO2 の見える化に成功した。 今後は、普及に向けて陶土の量産化を行い、産地企業と共同で商品化を進めていく。</p>	<p>すると白さにやや差が見受けられたが、特上以外の天草陶土との差は見受けられず、十分な成果が得られた。環境に配慮した製品という新しい付加価値は意義深い。</p> <p>・総合評価 S 当初の目標を達成した。今後、低温焼成陶土の普及により、天草陶土の枯渇を遅らせることが期待され、同時に燃料費の削減にもつながる研究成果が得られたことを高く評価し、機関長評価を超える S 評価(計画以上の成果をあげた)とした。</p>
<p>対応</p>	<p>対応 本研究で得られた成果を基に、県内の陶磁器製造業者と連携し、環境に配慮した商品開発に取り組んでいく。</p>