

【環境省】CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業 <2018-2020>

「製造プロセスの省エネルギー化によるCO2低排出型陶磁器製造技術の開発・実証」

■ 背景と目的

陶磁器製品の製造工程では、数回の焼成工程で多くのエネルギーを必要とし、多量のCO₂を排出している。本事業では、素焼き工程の省略化（素焼きレス化）と本焼成温度の低温化（低温焼成化）技術の開発に取り組むことにより、陶磁器の製造プロセスのCO₂排出量を最大40%削減する技術開発と実証試験に取り組んだ。



図1 本事業で提案するCO₂低排出型陶磁器製造プロセス

■ 実施内容

1. 素焼きレス化技術の開発

- ・セルロースナノファイバー（CNF）などの活用による陶磁器乾燥体の高強度化
- ・CNFなどを添加した鑄込み成形用スラリーの開発
- ・強度向上メカニズムの解明

2. 低温焼成陶磁器素材の開発

- ・陶磁器素地の低温焼成化（1150℃以下）

3. CO₂低排出型陶磁器製造技術の実証

- ・CO₂低排出型陶磁器製造プロセスの実証と検証
- ・ライフサイクルアセスメント（LCA）の評価
- ・事業化、普及化計画の検討

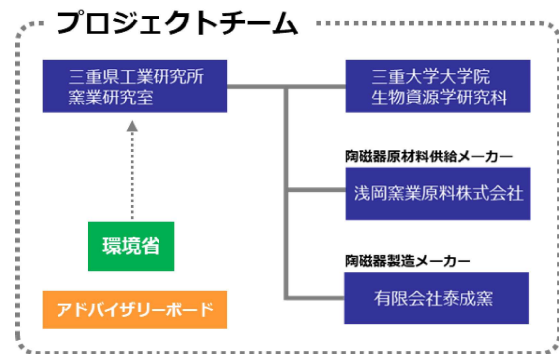


図2 本事業の実施体制

■ 結果<1> 素焼きレス化技術の開発

素焼きは、陶磁器成形体を700-800℃程度で焼成し、後工程に耐える強度（5 MPa以上）を与えることや作業性を向上させる目的で行われる。本事業では、セルロースナノファイバー（CNF）などのバイオマス原料を用いて、陶磁器成形体の高強度化を達成することにより、素焼き工程を省略することを可能にした。さらに、安価なカルボキシメチルセルロース（CMC）などのセルロース誘導体でも同様の効果があることを確認し、実用化に向けての低コスト化を達成した。

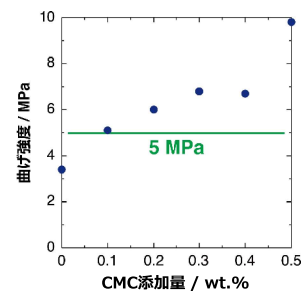


図3 陶磁器成形体のCMC添加量と曲げ強度の関係

■ 結果<2> 低温焼成化技術の開発

現在、三重県の四日市萬古焼では、1200℃程度の焼成温度で、陶器（土鍋などの耐熱陶器や半磁器）、磁器（低温焼成磁器）、炆器（紫泥急須）を製造している。本事業では、陶土の原料配合を最適化することにより、耐熱陶器および炆器の低温焼成化に成功した。また、陶器については、低温焼成可能な高強度・軽量陶器を新たに開発した。このことにより、四日市萬古焼では、1150℃以下の焼成温度で陶器、磁器、炆器という製品群を製造できるようになった。開発した陶土は、既存の設備・技術が適用可能であり、得られる製品は、従来の温度で製造されたものと同程度以上の特性を有している。

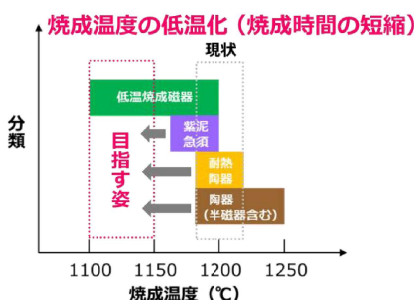
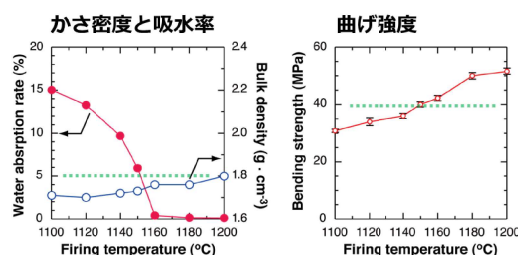


図4 三重県陶磁器業界で製造可能なものと焼成温度の関係

● 開発した低温焼成可能な高強度・軽量陶器



かさ密度：1.8 g/cm³以下
曲げ強度：40 MPa以上

図5 かさ密度/吸水率、曲げ強度と焼成温度の関係

■ 結果<3> CO₂低排出型陶磁器製造技術の実証

素焼きレス化技術と低温焼成化技術を統合した陶磁器製造プロセスにより、土鍋、食器や急須を製造し、CO₂排出量(使用量)削減効果を実証するとともに、本技術の導入による生産性および製品品質への影響を調査した。

● CO₂排出量削減効果 <例>本焼成温度1250℃との比較

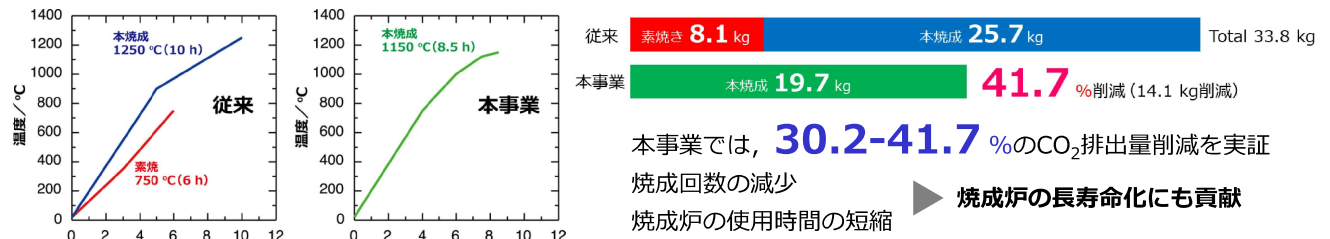


図6 陶磁器の焼成パターンとプロパンガス使用量

● 提案するCO₂低排出型陶磁器製造プロセスで得られた試作品例



- ・ 従来の製造技術が適用可能
- ・ 製品品質，特性は同程度以上
- ・ 陶磁器坏土，成形体の取り扱いのノウハウが必要
- ・ 素焼きレスによる素地や釉薬への詳細な調査
- ・ 伝統ある慣習，プロセス変更に対する心理的障壁

■ まとめと今後の取り組み

本事業では、県内企業・大学と連携し、素焼きレス化と低温焼成化に取り組むことにより、陶磁器製造プロセスのCO₂排出量を30.2-41.7%削減できることを実証した。本技術を用いて、高い競争力を持ち、魅力ある陶磁器製品の開発を進めるとともに、抽出された課題に対しては、引き続き産学官で連携して解決を図り、脱炭素社会の実現、持続可能な産業の促進に貢献したい。

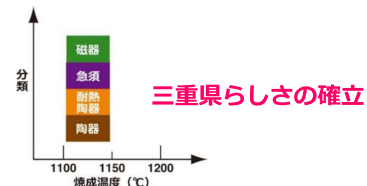
● 商品開発：環境に優しい技術で作られ、競争力のある、魅力ある陶磁器製品の開発



“環境に優しい” という **目に見えない価値** をプラス
さり気なく、押しつけるでもなく、でも確実に！消費者に伝える必要がある。

環境に優しい陶磁器産地の創出

国内外問わず、1150℃以下で陶器、耐熱陶器、急須(炆器)、磁器という製品群を **同時に** 生産できる陶磁器産地は他にない。



SDGsへの貢献