

令和5～6年度 福岡県リサイクル総合研究事業化センター 共同研究プロジェクト

硅砂副生成物の高取焼陶土活用プロジェクト

研究代表者： 有限会社 鬼丸雪山窯元（朝倉郡東峰村小石原）

共同研究者： 日本硅砂鉱業 株式会社（嘉麻市）
福岡県工業技術センター 化学繊維研究所（筑紫野市）



令和7年7月3日 於：西日本総合展示場AIM3階 314・315 会議室

高取焼 鬼丸雪山窯元

福岡県の山中にて薪窯、釉薬、土に拘り、周囲の自然と調和、共生し日々作陶に励む。

（住 所）福岡県朝倉郡東峰村大字小石原
（代 表）鬼丸祐輔（碧山）

作品



香を引き立たせるカップ「香るカップ」

G20（2019年6月、福岡市）で
各国財務大臣への記念品として贈呈

発信



都心部におけるダイレクトな提案

御徒町エリアに誕生した「ものづくり」をテーマとした工房と
ショップがひとつになった商業施設「2k540 AKI-OKA
ARTISAN」に出店。



陶器スピーカー「BREATH」

芸術性（芸術品）と機能性（高音質）を
兼ね備えた、陶器製スピーカー

とりくみ



「こどもプロジェクト」
を発足



高取焼の素材の美しさを
建築の世界へ

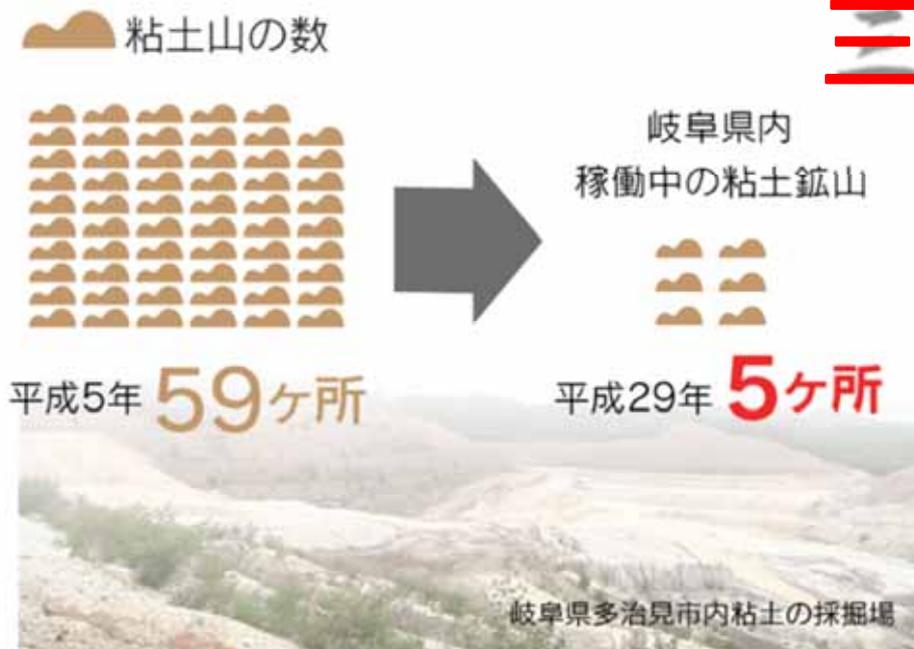
伝統の上に立った現代の高取焼の確立を目指します。 2

陶(磁)器産地の課題

【良質な原料の枯渇】

- ・生産量の増加 → 急激な減少
- ・新規採掘の難しさ (環境、ビジネス)

一土、
二窯、
三細工



(株)エクシズHPより引用

3

プロジェクトの取り組み

▶ プロジェクトの目的

- 硅砂副生成物を陶器用粘土原料として利用する技術開発により、日本硅砂鉱業(株)と高取焼産地の両者の課題解決に寄与する。
- 全国のやきもの産地などを対象とした、陶土製品の製造・販売の事業を構築する。

それぞれの課題

[日本硅砂鉱業(株)]
硅砂副生成物の有効利用
(500 t/月)

[(有)鬼丸雪山窯元]
小石原地区の原土(良質粘土)の枯渇

[日本硅砂鉱業]
硅砂副生成物の安定供給

- ・原土の定期採取と評価
- ・異物混入防止方法の検討

[鬼丸雪山窯元]
伝統と職人の技

- ・伝統的な粘土や釉薬の製法
- ・伝統的な薪窯の焼成
- ・小石原地区の薪、水等を使用

[工業技術センター]
科学的アプローチ

- ・原土の機器分析および評価
- ・建材原料としての量産テスト

期待される成果

- ・新しいブランドの構築
- ・高級建築材料の開発
- ・食器の量産
- ・他産地への原料提供ビジネスの構築
- ・小石原地区の粘土の延命

4

高取焼ができるまで

鬼丸雪山窯元における条件



ガス窯: 1050°C

釉薬づくり



薪窯: 1230°C

- ・成形素地は形状を維持したまま、焼き締まる。
- ・釉薬は液状となって表面を覆う。
釉薬は、同じ焼成温度で熔解する必要がある。
(素地より耐火度が適度に低い必要性)

陶(磁)器産地の課題

やきもの産地としての課題

① 陶芸に適した良い土の枯渇傾向

高取焼の将来のため、貴重な資源である。小石原粘土の消費量を抑制したい。



高取焼用粘土

※良い土とは？

3つの成分がバランスよく配合されている土であることが重要

- ・成形性…カオリン
- ・強度…石英
- ・焼結性…長石

② 生産性向上・製造コスト低減

機械ろくろやプレス成形など、ブランド力を維持しながらも量産技術を活用したい。



機械ろくろイメージ

環境社会配慮としての課題

③ 社会的な脱炭素への転換要求

Challenge for SDGs



7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに



13 気候変動に具体的な対策を



環境配慮への対応
エネルギー(燃料)価格の高騰
炉材の維持費などコスト対策



焼成工程の改良が重要



薪窯: 木質バイオマス利用



他産地でも検討を開始。

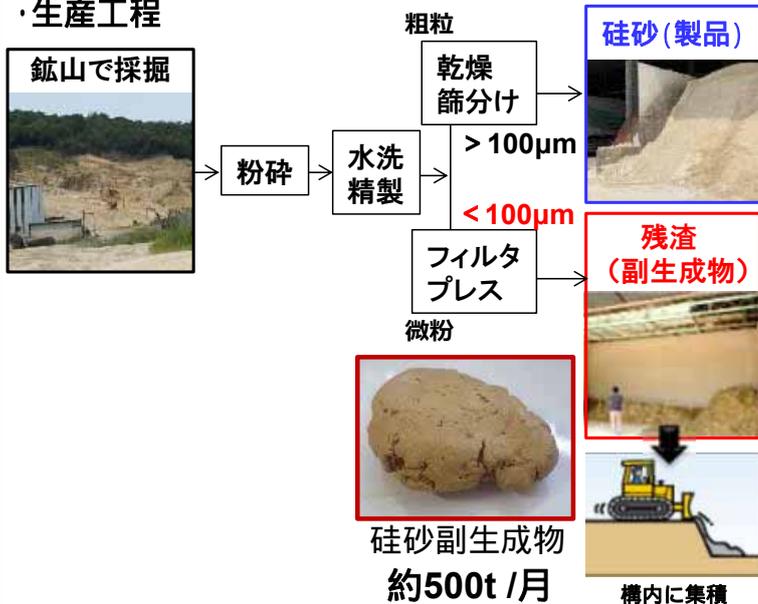
未利用資源「硅砂副生成物」

日本硅砂鉱業

- ・福岡県嘉麻市(小石原より約15kmの距離)
- ・モルタル用原料として硅砂を生産および販売

硅砂・・・珪酸分(SiO₂)を主成分とする、石英の砂
建設用骨材として利用する場合、細かい
ものであっても75 μm以上の粒径を要す
る(JIS A5005)。

生産工程



自社構内に大量集積している
硅砂副生成物を有効活用できないか？

ふくおか3Rメンバーズ
[福岡県リサイクル総合研究事業化センター]

予備試験結果：陶土利用の可能性あり

硅砂副生成物を活用した高取焼用
粘土の開発研究会 (令和3~4年度)

硅砂副生成物を陶器用粘土の原料とする
技術開発により、日本硅砂鉱業と高取焼
産地の両者の課題解決に寄与する。

機関名	分担
福岡県工業 技術センター 化学繊維研究所	・粘土や釉薬の成分分析 ・焼成テスト ・物理試験
有限会社 鬼丸雪山窯元	・伝統的技法による試作 ・伝統的な新窯での焼成 ・他産地との連携

硅砂副生成物の基本特性

硅砂副生成物の組成

表 各原料の蛍光X線分析結果(重量%)

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
硅砂副生成物	67.8	20.8	5.03	2.49	0.16	0.30	2.39	0.59
高取焼用粘土	59.8	30.5	1.59	0.06	0.07	0.49	6.44	0.62

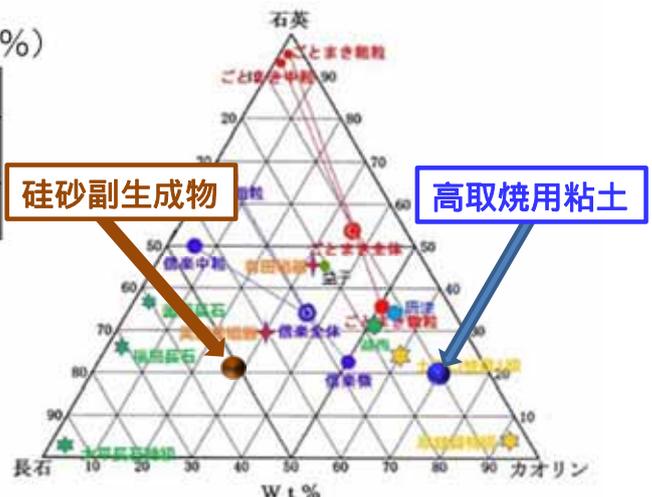
表 各種粘土のカオリン、石英、長石の含有割合(重量%)

試料名	長石	カオリン	石英
硅砂副生成物	51.3	27.8	20.9
高取焼用粘土	10.0	70.8	19.2

硅砂副生成物には長石が多く含まれる

硅砂副生成物の焼成テスト

850°C × 5h	強度：×、融着：○
950°C × 5h	強度：×、融着：○
1050°C × 5h	強度：○、融着：○
1150°C × 5h	強度：○、融着：×



硅砂副生成物の最適焼成温度は
高取焼用粘土に比べ低い

研究会事業の目的と成果

● 目的

■ 硅砂副生成物を陶器用粘土の原料として利用する技術開発により、

日本硅砂鉱業(株):未利用資源活用

高取焼産地:①良質な陶土の枯渇、②生産性向上・製造コスト低減、③社会的な脱炭素への転換の両者の課題解決に寄与する。

■ 同時に、同様の課題を抱えている他地域のやきもの産地への展開を検討する。

● 主な成果

1 陶土, 釉薬の原料としての可能性あり



・小石原粘土の最大30%を置換可能(焼成温度1230℃)

・長石代替原料に使用した透明釉(焼成温度1230℃)

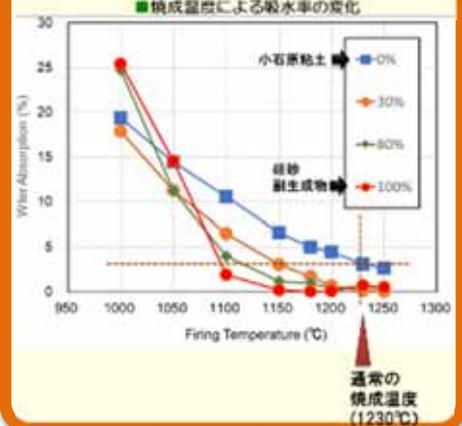


2 建材製造原料としての可能性あり



プレス後切出しサンプル(単味)
(150x150x t30mm)

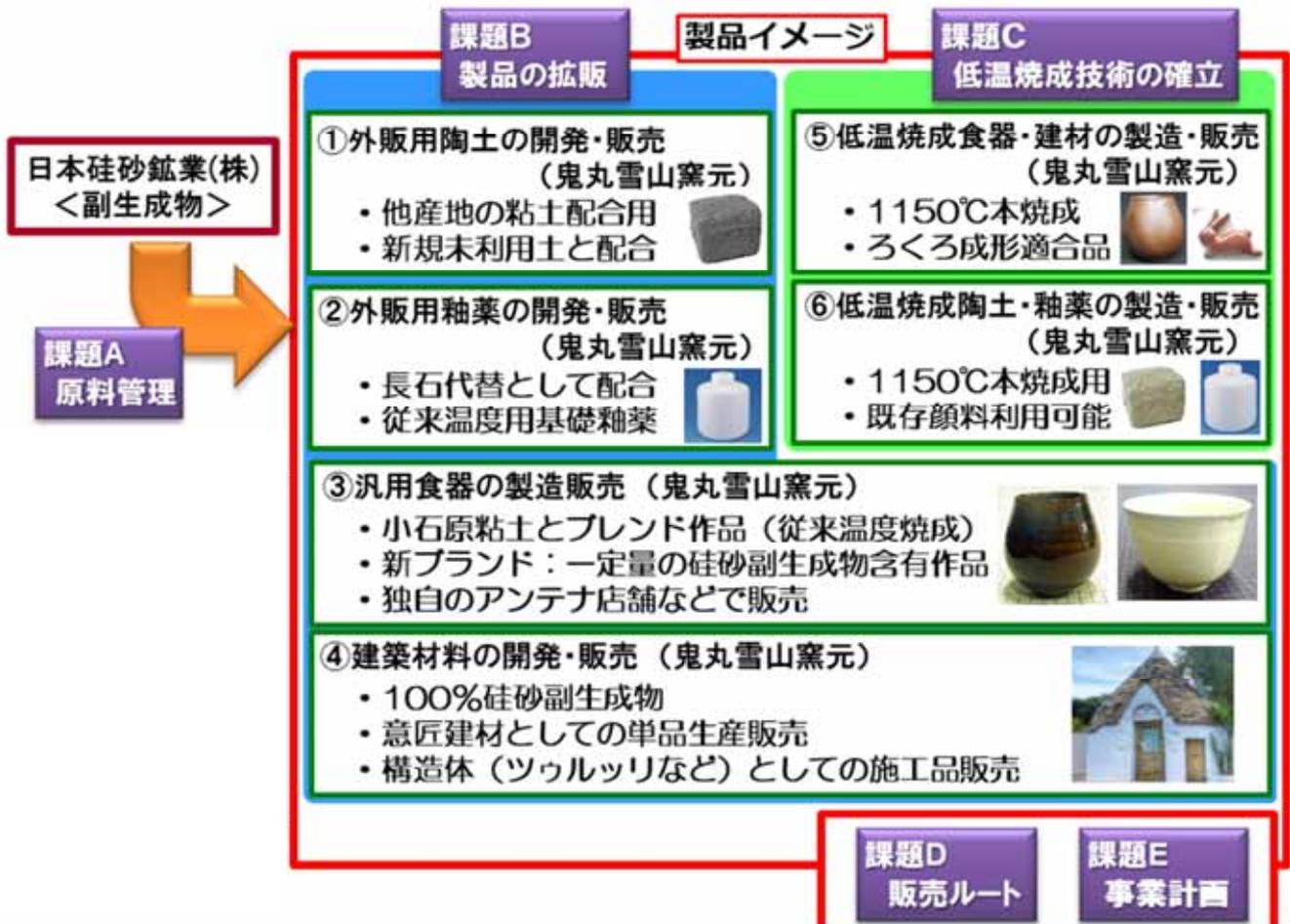
3 焼成温度の低温化の可能性あり



令和5~6年度 福岡県リサイクル総合研究事業化センター
研究開発事業「共同研究プロジェクト」にて事業化を目指す。

9

目指す事業の姿と5つの課題



10

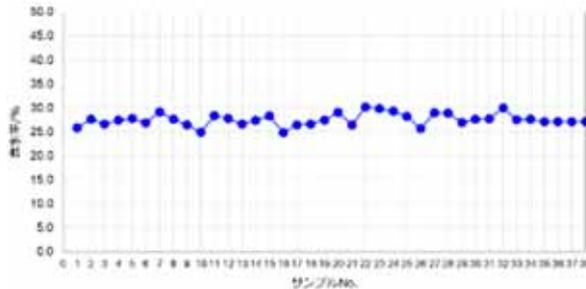
取組と成果

A:原料管理スキームの確立

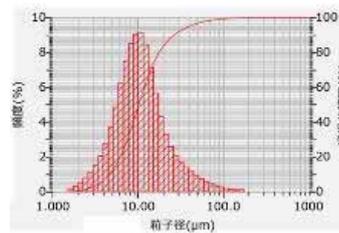
目標:品質項目とチェック頻度など有効な管理条件の確立

品質評価

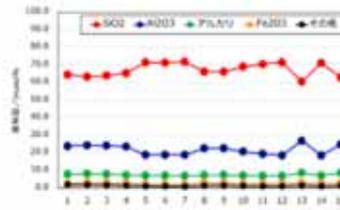
- 月2回の定期サンプリング
- 化学組成分析、水分測定、粒度分布測定、結晶相同定



2年間の水分率変動



粒度分布の代表例



化学組成変動

管理スキームの提案

- ・測定期間を通じて、大きな変動は認められない。
- ・他産地において、陶土原料の管理方法は確定していない。

→機器分析による品質チェックは、**半年～1年に1回程度**で十分。
→現場でできるチェック方法が必要？

異物対策 (稀に数mm大の異物混入確認)

- フィルタープレス前のスラリー採取を検討
→固体濃度(約37%)が低すぎるため、非効率的と判断。
- プレス後に原土トレイ受ける方法を検討



珪砂副生成物置き場

用途別の原土採取方式

- **単味制作用**: 原土トレイを使った少量採取方法
- **ブレンド用、建材用**: 受入れまま(大量)

取組と成果

B:製品の拡販 ①

目標:陶土・釉薬・作品の製品仕様および量産条件の確立

①外販用陶土の開発・販売

他産地での調査

- 萩焼, 上野焼でのヒアリング
→原土を自由に配合調整してもらい、作陶した印象をヒアリング
- ・ やや砂感が強く、コシが弱い印象の原土であるが、木節粘土などの**配合**でかなり成形しやすくなる。
- ・ 焼成条件を微妙に調整する必要がある。
- ・ **価格が安ければ**使える可能性あり。



萩焼 岡田窯



萩焼 天龍窯



上野焼 うつわ工房



萩焼 松光山

外販用は大きく2種類

● **配合用粘土**: 産地の土との配合用。成形性については配合する土の特性に依存。
【加工方法】水分調整 →土練加工。

● **ブレンド粘土**: 安価な木節粘土や未利用資源を配合し、成形性や耐火度を調整。
【加工方法】所定の配合 →土練加工。

汎用性向上

- 石灰鉱山(津久見市)にて発生する未利用資源の活用を検討
- ・ **カオリン系**: 耐火度や成形性の調整用
→受入れ状態では粗粒が多すぎ。分級を含めた**前処理が必要**。(コスト課題)



津久見鉱山

● **全て未利用資源**で構成した陶土の製品化には、**まだ課題がある**

取組と成果 B:製品の拡販 ②

目標:陶土・釉薬・作品の製品仕様および量産条件の確立

②外販用釉薬の開発・販売

量産のイメージ

●製品仕様の検討

- 昨年度:固/液比が1/10の液体製品を試作。
- 今年度:他産地調査において、**粉末製品**の需要が大きいと判明。
:福島釉薬(株)の助言受け、基礎釉配合検討。

↓
中型の製造用播潰機を用いて、数10kgサイズで粉体混合を実施。(配合材料により最大100kg可)



調製した液体釉薬



播潰機

●外販用は粉末製品を基本とする

●基礎釉薬(透明釉)

硅砂副生成物 2
微粉石灰 1
粉灰 1

●色釉薬

基礎釉薬に発色源となる顔料を配合。

鉛色



織部



汎用性向上

●石灰鉱山(津久見市)にて発生する未利用資源の活用を検討

●**微粉石灰**: 86wt%CaO-9wt%MgO
(酸化物換算)

- 良好な使用感。ただし、粗粒の混在があり、分級工程が不可欠、



微粉石灰と除去対象の粗粒

取組と成果 B:製品の拡販 ③

目標:陶土・釉薬・作品の製品仕様および量産条件の確立

③汎用食器の製造販売

手作りろくろ成形品の試作

●小石原粘土との配合作品 <1230℃焼成>

- ・30%配合(研究会事業成果)
- ・67%配合でも、焼成温度管理を行うことで、品質を満足する作品ができる。
- ・嘉麻市産の原土であるため、地元の原料として福岡県内産地では利用が容易。



30%配合



67%配合

●30%~67%まで商品化可能

●手作りろくろであれば、広い範囲で配合可能

→薄物であっても成形可能。乾燥や焼成による歪などは認められない。

→硅砂副生成物の焼成において適正温度範囲は狭い。焼成時の温度管理技術を要する。

●ブレンド粘土を用いることで、機械ろくろで成形可能

→カオリン系粘土配合で粘土の「のび」を向上させる。

機械ろくろ成形品の試作

●量産をイメージした作品

- ・萩焼窯元「単味では縁が乱れる」。
- ・30%配合粘土であれば、十分な成形可能。



30%配合(機械ろくろ)

取組と成果 B:製品の拡販 ④

目標:陶土・釉薬・作品の製品仕様および量産条件の確立

④建築材料の開発・販売

大型土練機での量産

● 大型土練機（レンガ生産用としては小型）による試作

- 珪砂副生成物100%（研究会成果）
- 水分調整のみで押出成形（JISサイズ）

- ・ 水分率約22%で十分成形可能。
- ・ 1時間で約50枚成形可能。
- ・ 乾燥後に歪による変形なし。



成形作業の様子

レンガ成形体

焼成の外部委託

● 焼成試験（電気炉）

- ・ 1050~1100℃で温度管理が必要。

● 瓦製造窯での焼成試験

- ・ 城島瓦の製造工場（久留米市）に委託。
- ・ 焼成が1000℃程度のためやや不十分。



瓦製造窯での焼成体

● JISサイズレンガの量産可能

● 適正な水分管理：陶土製造用土練加工の水分率に比べ、レンガ成形用の水分率は低い。受入れ原土（水分率30%弱）を乾燥させる際の管理が重要。

● 押出成形の効率化：現在の土練機でも切断方法の改良で1日7~800枚程度の成形が可能と推定。

● 委託焼成に課題：小石原~城島までの搬送に関わるコストや破損リスク、焼成温度条件の検討必要。

取組と成果 C:低温焼成技術の確立

目標:焼成温度をより低温化するための配合技術の確立

⑤低温焼成食器・建材の製造・販売

● 目標焼成温度

- 素焼：1050℃，本焼：1150℃

● 食器試作

- ・ 単味粘土による作品
- 手作りろくろ法で試作成功。
- 通常窯内の火口から遠いエリア（**実測1200℃弱**）で焼成可能。

● 建材試作

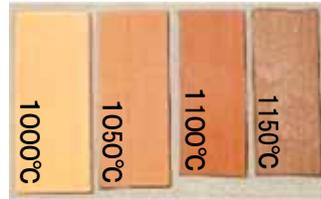
- ・ レンガの電気炉焼成試験（前出）
- 1050~1100℃（既存赤レンガ同等）



100% (単味), 無釉



オリジナルコーヒー専用カップ



電気炉焼成レンガサンプル

● 商品化には更なる研究開発が必要

● 汎用食器：強度や化学的耐久性など商品化に必要な検査や、意匠的な自由度の向上が必要。

● 建材：最も実用に近い。コストの観点から、効率的な製造方法の確立が必要。

● 陶土：木節粘土などの少量配合により成形性を改良したブレンド粘土。焼成方法など利用ガイドの整備が重要。

● 釉薬：既存の1150℃用釉薬を利用。ただし、フリット釉のため比較的高価。

⑥低温焼成陶土・釉薬の製造・販売

● 低温焼成用陶土

- 【設計】ブレンド粘土:カオリン系粘土の微量配合による成形性向上。

単味制作用粘土:粉碎加工による成形性向上。

● 低温焼成用釉薬

- 【設計】既存の1150℃用釉薬（フリット釉，福島釉薬製）を基礎として発色材を配合。

低温釉 (透明)



低温釉 (銅釉)



取組と成果 D:販売ルートの確保

目標:市場ニーズに適した製品設計と販売方法およびルートの確保

商品設計

- 陶土商品
 - ・ブレンド粘土を含む全て加工商品を「山田土」として製造。福島釉薬ブランドで販売展開。
 - ・製造管理に小石原焼陶器協同組合との連携を想定。→価格設定に反映。
- 釉薬商品
 - ・原則、粉末釉薬。
 - ・多色化はニーズの多い3色程度から。



陶土製品(イメージ)

● 既存の陶芸用粘土に倣った製品と販売

- 「山田土」: 嘉麻市の地域名「山田」を用い、出生がわかる製品名。
- 地元向け価格設定: 小石原焼陶器協同組合と連携した製造・販売を念頭に、組合員への提供価格を安く設定し普及促進を図る。
- 製品取扱の分離: 汎用食器などの作品は鬼丸雪山窯元取扱とし、陶土や建材などは新規に設立する法人が取扱う。

販路確保

- 汎用食器等作品群
 - ・自社関連小売店での販売やPR。
- 陶土等材料群
 - ・小石原焼産地への直販(新法人が担当)
 - ・商社機能を有する業者を通じた他産地普及。
- 建材等
 - ・レンガ構造物として建造体販売の可能性。



壺屋(福岡空港) 2k540 AKI-OKA ARTISAN (御徒町)

取組と成果 E:事業計画

目標:設備や人員を含めたコスト試算に基づく製造・販売計画の確立

事業形態

- 事業主体
 - ・製造、販売を担う法人の確保
 - ・継続的な事業を行うための基盤整備。
 - ・珪砂副生成物加工以外の事業内容の検討
- 実施場所
 - ・日本珪砂鋳業(株)および小石原産地の近隣で調査。

事業イメージ

- 陶土等材料群, 汎用食器群
 - ・小石原焼産地における普及活動
 - ・他産地への普及活動
 - ・SDGs製品として新ブランド化
- 建材等
 - ・レンガ構造物施工例の検討

● 新会社による陶芸材料の製造・販売

● 新会社設立: 「合同会社 小石原ラボ」

住所: 福岡県朝倉郡東峰村小石原

代表: 鬼丸祐輔

事業内容: ①珪砂副生成物を利用した「山田土」関連の陶芸材料製品の製造、販売
②他産地からの委託製造・販売(製土、製釉)
③未利用資源に関する調査

● 実施場所: 福島釉薬(株)九州工場跡地を確保(嘉麻市牛隈)

小石原 16km
日本珪砂鋳業 5km



実施場所外観

● 事業計画

[陶土等] 小石原焼産地内における試験販売に基づく適正価格と生産計画を確定
→福島釉薬のネットワークを用いて、他産地販売を本格化。

[汎用食器] 鬼丸雪山窯元を中心に、山田土を所定量配合した作品のブランド化を推進。

[建材等] 「トゥルッリ」などの試作・評価・PR



真空土練機

播潰機

これからの取り組みと波及効果

市場展開における主たる取り組み

機械ろくろ対応の量産用陶土設計

他産地のニーズでもある機械ろくろ対応できる、流動特性を改善した陶土を設計し・製造に取り組み、より多量の山田土利用を推し進める。



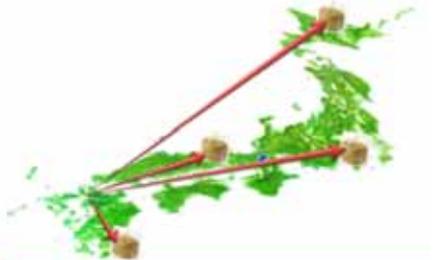
ライトユーザー向け陶土設計

産地における作陶体験や、街中の陶芸教室など、比較的陶土のブランドよりも扱いやすさを求めるユーザー向けの陶土の開発に取り組み、より広範な市場展開を図る。



商社のネットワークを活用した全国販売

[陶土] **合同会社 小石原ラボ**により、陶芸材料取り扱い商社のネットワークで全国の陶器産地などに販売



想定する波及効果

- 良質な陶土原土の枯渇は全国的な課題である。
- 本事業のような**未利用資源を活用**した新しい陶土の有用性が認知されれば、全国的に**同じような取り組みが広がる**ことが期待できる。
- 厳しい局面にある**伝統的やきもの産業の活性化**に寄与できる。

まとめ と 今後の方針

- 硅砂副生成物は、**きわめて安定な量と質を兼ね備えた原料**であり、陶土原料および釉薬原料として、十分に利用できる。また、建材原料として工業的な加工が可能であり、**量産に対応**できる。
- 硅砂副生成物は、**既存粘土に30~67%の広範囲で配合でき**、いずれも作陶可能である。他産地の陶土との配合を広く設定でき、大きな特長となる。
- 硅砂副生成物配合の粘土は、従来より低い温度で焼成できる。100%でも試作に成功。将来的に、**伝統的やきもの産業から環境配慮製品の提供**が期待できる。
- 事業化にあたり、製造・販売を担う法人「**合同会社 小石原ラボ**」を新設し、嘉麻市内の工場にて操業準備中である。
- 今後は、新法人を核として、小石原焼陶器協同組合との連携により、製品の安定供給と国内産地への普及を推し進めていく予定である。また、低温焼成関連製品の事業化を目指し、研究開発を継続する。
- 同時に、有限会社鬼丸雪山窯元では、「山田土」を所定量配合した作品のブランド化を推進する。

伝統工芸 × SDGs



ご支援いただき、誠にありがとうございました。

今後とも、どうぞよろしく申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。