

佐賀県窯業技術センター

令和5年度 研究報告書・ 支援事業報告書

佐賀県窯業技術センター

令和 5 年度 研究報告書・支援事業報告書

目 次

経常研究

和絵具の濃淡表現のためのスクリーン版加工技術の開発.....	1
ろくろ成形における NC 旋盤加工技術の確立.....	8

共同研究

セラミックスを基材とした次世代二次電池の開発.....	13
産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会.....	19
第 66 回分析技術共同研究 無機分析(鳥取砂丘の砂)への参加	

支援事業

陶磁器デザインアプリ「iroe」運用への支援.....	23
現代の磁器製造工程技術・技能の集積事業.....	26
陶石利用技術支援事業.....	29
酸処理天草陶石の品質調査	
体験・体感型産業観光による持続可能な産業のためのファンづくり.....	33
有田焼の歴史・製造工程・食の体験によるクラフトツーリズムの構築と地域活性化の取り組み	

その他 令和 5 年度に取り組んだ事業の概要.....	40
-----------------------------	----

和絵具の濃淡表現のためのスクリーン版加工技術の開発

松本 奈緒子
佐賀県窯業技術センター

陶磁器製品用の転写紙制作におけるスクリーン印刷において、佐賀県の陶磁器産地の大きな特徴の一つである和絵具を印刷する際に、1枚のスクリーン版・1回の印刷で、色の濃淡表現が可能となるスクリーン版の加工方法を開発した。これにより、これまで印刷を重ねることでコストが嵩んだり、欠点が発生したりしていた濃淡表現の印刷を、低コストで、また段差のない自然なグラデーションで行うことが可能となった。

Development of screen mesh processing technique for expressing gradation of Japanese colors (Wa-enogu).

MATSUMOTO Naoko
Saga Ceramics Research Laboratory

Decoration with Japanese colors is one of the major characteristics of the ceramic production region of Saga Prefecture. In screen printing for producing transfer paper for Japanese colors, we have developed a screen mesh processing method that enables the expression of color gradation with one screen mesh and one printing. Until now, printing with gradation expressions increased costs and caused defects due to repeated printing. This development has made it possible to create natural gradations without any step at low cost.

1. はじめに

佐賀県の陶磁器製品において、その大きな特徴の一つに器面に施される絵付けがある。釉薬面の下に施す「下絵付け(染付け)」や釉薬面に上に施す「上絵付け(赤絵)」などがあり、400年の歴史の中で技術を継承・発展させながら受け継がれている。特に上絵付けに使用される「和絵具(盛り絵具とも呼ばれる)」は、ガラス質で厚みと透明感があることから、その厚みのコントロールにより濃淡表現が可能な絵具であり、この産地特有の絵付けに用いられている(図1)。また、この絵具を用いた絵付けは、本来、職人による伝統的な手描きが主ではあるが、近年は複製が容易で大量生産が可能な転写紙による印刷(転写印刷)も普及している。

しかしながら、この転写印刷で濃淡表現を表す場合は、転写紙作成において印刷を複数回重ねて行う必要があり、そのためには複数のスクリーン版が必要となり、製造コストが嵩んでしまう。また技術面では印刷を重ねることで絵具内に気泡が残りがやすく、上絵焼成後にピンホールなど



図1 和絵具を用いた伝統的な上絵付けの例

の欠点が発生したり、濃淡のグラデーションにおいて版の積層による段差が残るなど、「印刷感」が拭えない等の課題があった。実際に、手描き以外の量産では和絵具の濃淡表現の美しさを活かすににくいという現状もあり、このような課題を技術的に解決することができれば、加飾における濃淡表現の幅が広がり、また業界における和絵具の伝統継承・発展にも寄与できるのではないかと考えた。

このことから、和絵具の加飾において自由なグラデーションを可能とする濃淡表現が1回の印刷で可能なスクリーン版の加工技術について開発を行った。なお、スクリーン版の1回印刷で膜厚を制御する方法としては、転写台紙上に樹脂製スペーサーを設置する方法と、スクリーン版自体に厚みが制御可能な加工を施す方法の2つについて検討した。

2. 実験方法

2.1 樹脂製スペーサーによる膜厚制御

スクリーン印刷において絵具等を厚く印刷するためには、一般的にメッシュ数の小さい版を選択し膜厚の厚さを確保し、絵具等の透過体積を増やすことが必要である。図2に、通常のスクリーン印刷時の状態を示す。

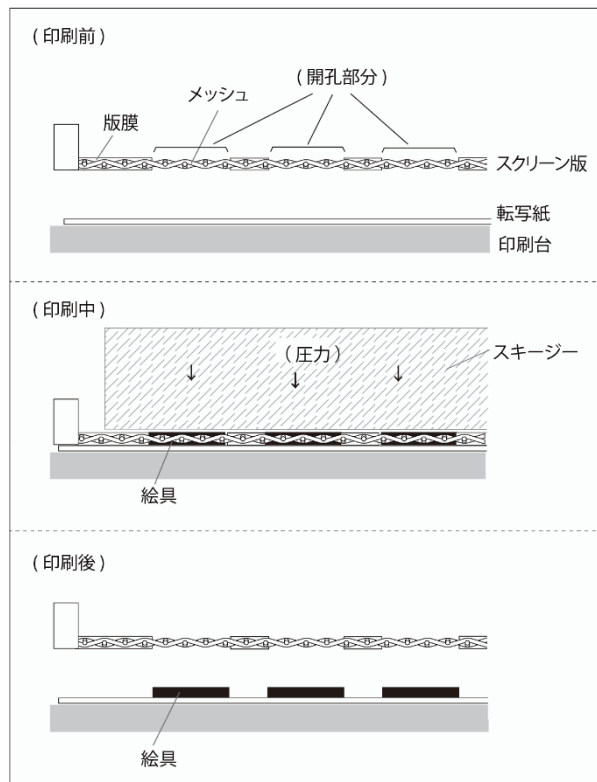


図2 通常のスクリーン印刷時の状態(横から見た断面)。

今回は、簡易的に膜厚に厚みを加える方法として、版と転写台紙の間にスペーサーを設置する方法を検討した(図3)。スペーサーは、まず3DCADで厚みが2種類(0.5 mm、1.0 mm)の板状の形状を設計し、これを3Dプリンター(Keyence社製 Agilista-3200)で硬質樹脂材料にて出力を行った(図4)。作成したスペーサーをスクリーン印刷時の転写紙の台紙上に配置し(図5)、手刷印刷機(ミノグルー

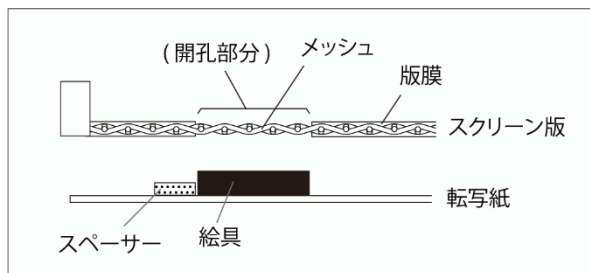


図3 スペーサーを使用した印刷時の状態(横から見た断面)。

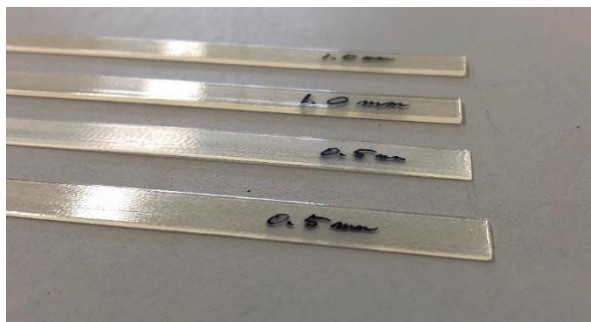


図4 作成した樹脂製のスペーサー。



図5 スペーサーを配置した状態

プ社製 HPT-B3)にて和絵具の印刷を行い、スペーサーを使用しない場合の印刷後の絵具の厚みと比較した。

2.2 スクリーン版のUVインク加工による膜厚制御

2.2.1 UVプリンターによる印刷加工

実用的で精度高くスクリーン印刷をする方法として、スクリーン版を被印刷物に印刷できるUVプリンター(Roland社製 LEF-300)(図6)を用い、インクのUV硬化による加工を行った。UVプリンターは厚膜となるインクを自由に設計印刷することができるが、このスクリーン版上に硬化付着したインクが、最終的なスクリーン印刷時に絵具の透過量や厚みを制御するための支持体(以降、「支持体」と記す)になると考え、UVプリンターによるスクリーン版への印刷条件

を検討した。

まず、UV プリンターでの印刷パターンデータを Illustrator(Adobe 社製)で作成し、このデータをスクリーン版のメッシュ(100 メッシュと 150 メッシュ)上にそれぞれ 1 ～10 回の重ね印刷を行い、加工を行った(図 7,8)。なお、UV インクには厚みが付与できる「ホワイトインク」「グロスインク」の 2 種を用い、「グロスインク」においては「GlossVarnish(光沢仕上げ)」、「MatteVarnish(マット仕上げ)」についての検討を行った。



図 6 UV プリンター Roland 社製 LEF300。

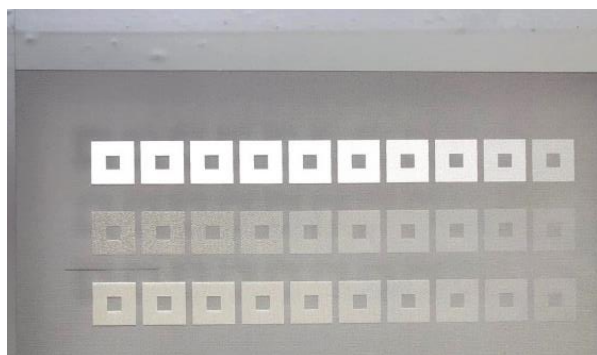


図 7 メッシュ上に UV インクを印刷した様子。
(上からホワイトインク, グロスインク(光沢仕上げ), グロスインク
(マット仕上げ))

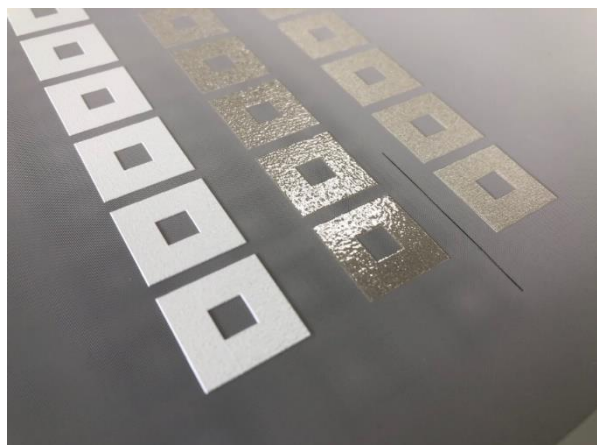


図 8 メッシュ上に UV インクを印刷した様子(拡大)。

加工された版における支持体としての評価は、UV インクの厚みの計測及び耐溶剤性を評価した。耐溶剤性は印刷時に使用する版洗浄クリーナー(大商化成株式会社製)に浸したウエスで10回程度拭き、メッシュとの密着性の変化を目視により行った。また、UV 印刷加工を行ったスクリーン版を用いて、転写紙上に和絵具をスクリーン印刷し、スクリーン版への UV インクの印刷加工によって、版のメッシュ孔が塞がるまでの回数と、その版を用いてスクリーン印刷した和絵具の状態を確認した。

2.2.2 支持体の基本パターンおよび具体的文様

まず支持体として汎用性の高いドット形状を並べたものを基本パターンとして定め、それぞれドットの大きさと配置が①直径:0.5 mm、間隔:0.5 mm、②直径:0.5 mm、間隔:1.0 mm、③直径:1.0 mm、間隔:1.0 mm、④直径:1.0 mm、間隔:2.0 mm、の 4 種類のデータを作成した。テスト用スクリーン版として、図 9 のデザインで版を作成し、その文様部分に各ドットパターンを配置し、文様の中心もしくは部分的に 3 段階で支持体が高くなるよう、それぞれグロスインク(マット仕上げ)の印刷を 2 回、6 回、10 回とメッシュ上へ印刷加工を行った(図 10,11)。そのスクリーン版を用いて転写紙への和絵具のスクリーン印刷を行い、転写紙上の絵具の状態を観察した。

また、いくつかの具体的文様を想定し、スクリーン版への支持体の加工を行い、その版を用いて和絵具を転写紙上にスクリーン印刷を行った。それらをテストピース生地やサンプル形状生地に対して転写貼りを行い、上絵焼成までを行い、多種の濃淡印刷サンプルを作成し、検証を繰り返した。

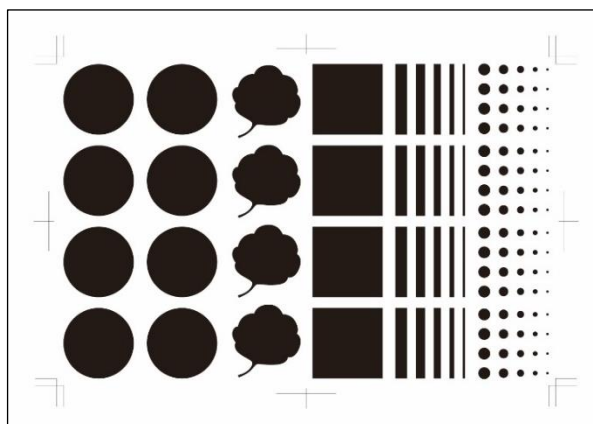


図 9 テスト用スクリーン版デザイン。

1	ドット 0.5mm /間隔 0.5mm				
2	ドット 0.5mm /間隔 1.0mm				
3	ドット 1.0mm /間隔 1.0mm				
4	ドット 1.0mm /間隔 2.0mm				

図 10 各ドットパターンを文様部分に配置した状態
(UV 印刷回数 緑:2 回、青:6 回、黒:10 回)

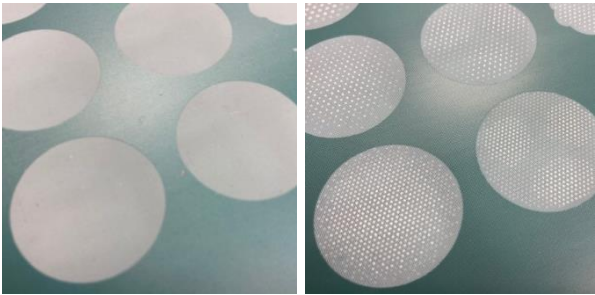


図 11 メッシュ上に加工する前(左)と加工後(右)の状態

3. 結果と考察

3.1 樹脂製スペーサーの検証

3D プリンターで出力したスペーサーを、スクリーン印刷時の転写紙上に配置し和絵具の印刷を行った。結果、印刷後の転写紙上の絵具は、スペーサーを使用しない場合と比較して部分的に厚みを増して印刷ができた(図 12,13,14)。しかしながら、スペーサーから離れた場所では版のたわみによって通常の絵具の厚みとなり、絵具が厚く印刷される部分はスペーサーに近い範囲に限られていた(図 15)。スペーサーの利用は、一回印刷するごとに設置する手間や印刷後に移動させる手間が生じることや、スペーサーから離れている部分には効果が見られなかったため、量産する際の印刷や、複雑な文様への対応には向いていないことが分かった。

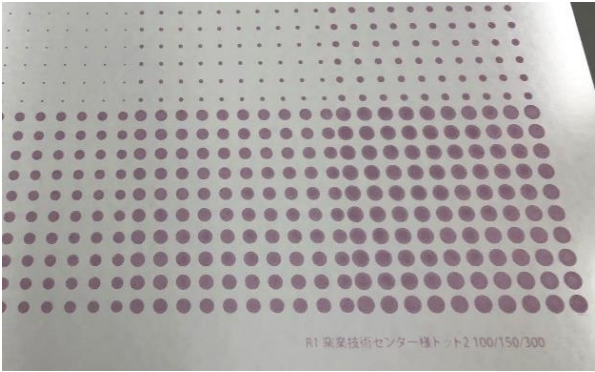


図 12 通常通りスクリーン印刷した転写紙上の和絵具の状態

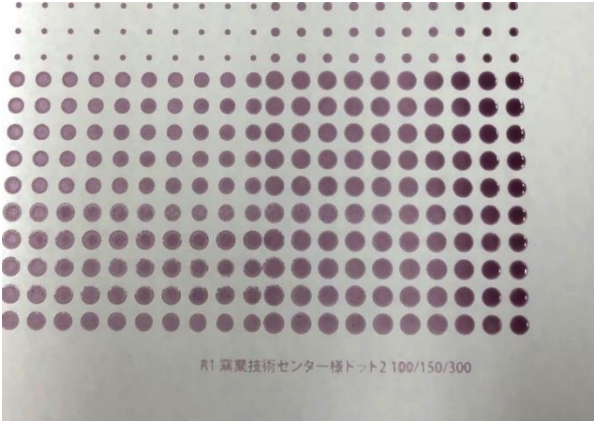


図 13 スペーサーを使用して印刷した転写紙上の和絵具の状態

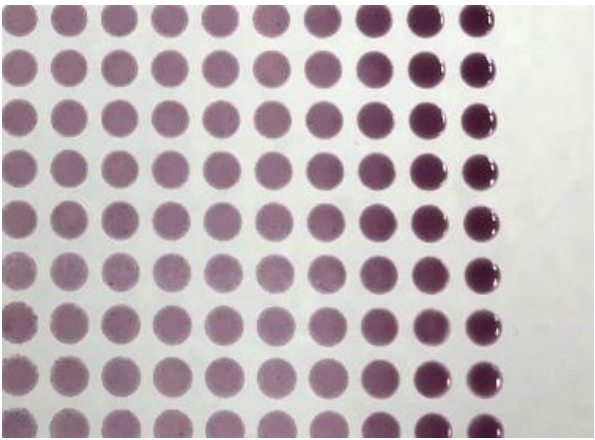


図 14 (拡大)

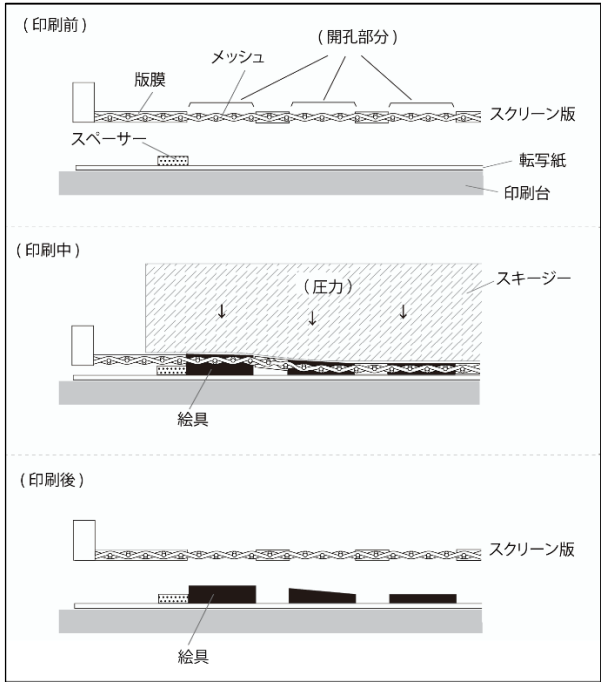


図 15 スペーサーを使用した印刷時の版のたわみの状態
(横から見た断面)。

3.2 スクリーン版の UV インク加工による印刷の検証

3.2.1 UV インクの選定と印刷加工の範囲

スクリーン版上の支持体として適した UV インクの検証として、各条件でメッシュ上に印刷を行ったインクの厚みの測定結果と、有機溶剤への耐性試験の結果を表1に示す。

表1 各インクの厚みと有機溶剤への耐性テスト結果

UV インクの種類と印刷モード		1 回あたり厚み(mm)	10 回刷り厚み(mm)	有機溶剤への耐性
ホワイトインク		0.022	0.22	×
グロスインク	光沢仕上げ	0.015	0.15	○
	マット仕上げ	0.020	0.20	○

UV インクの種類としては、ホワイトインクがグロスインクよりも厚く印刷できた。しかし、ホワイトインクは有機溶剤の使用に対して、インクがはがれる様子が見られ、グロスインクは有機溶剤に対する耐性が確認できた(図 16)。

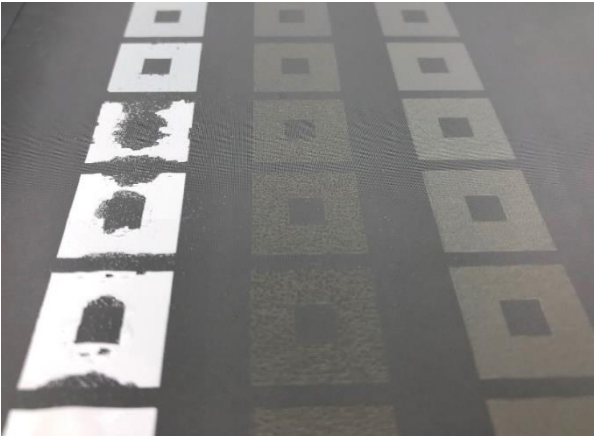


図 16 有機溶剤の耐性テスト結果
(左からホワイトインク、グロスインク(光沢仕上げ)、グロスインク(マット仕上げ))

結果として、スクリーン版に加工する支持体としてはグロスインクが適していると判断し、これ以降、グロスインクを使用して検証を進めることとした。UV 印刷加工を行ったスクリーン版を用いて、転写紙上に和絵具をスクリーン印刷した。その転写紙を実際にサンプル用生地(陶土:天草陶土、圧力鑄込み成型、石灰釉使用、本焼成済)に転写貼りを行い、上絵焼成を行った結果を図 17 に示す。UV 印刷の設定条件では、「光沢仕上げ」よりも「マット仕上げ」の方が、

メッシュ数	UV 印刷 色上げ状況	スクリーン版上へのグロスインク印刷回数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	光沢仕上げ										
	マット仕上げ										
150	光沢仕上げ										
	マット仕上げ										

図 17 スクリーン版の各加工条件と和絵具のスクリーン印刷後の焼成結果

少ない印刷回数でメッシュ孔が埋まること、文様の境界の精度が良好に印刷できることが分かった。また、100 メッシュ、マット仕上げの場合で 1～10 回の UV 印刷加工の範囲で、150 メッシュ、マット仕上げの場合で 1～4 回の UV 印刷加工の範囲で、それぞれメッシュ孔がグロスインクによって徐々に塞がれ、スクリーン印刷時の絵具の透過量が絞り込まれる結果となった。この範囲でグロスインクの印刷加工量を調整することで、和絵具のスクリーン印刷時の絵具の厚みや濃淡の調節が可能であることが分かった。

3.2.2 支持体の基本パターン選定と具体的文様での検証

様々な文様の形状や、グラデーション表現に対応するために適した支持体の形状やサイズの検討を行った。スクリーン版上に付与する支持体をスクリーン版の文様部分の内側に配置する場合は、支持体が大きすぎると支持体の形状も転写紙上に写されることとなる。逆に支持体が小さすぎる場合は、支持体のデータ作成や加工が複雑化することや、支持体のメッシュへの定着性が悪くなることが考えられる。支持体がメッシュ上へ安定して定着し、且つある程度複雑な和絵具のグラデーション表現への対応が可能な支持体の形状と間隔、サイズ等を検討した。

スクリーン版上の支持体の基本パターンを検討するため、2.2.2 で加工したスクリーン版を用いて、転写紙への和絵具のスクリーン印刷を行い、和絵具の状態を観察した。まず比較のため、加工を行っていない通常の版で和絵具をスクリーン印刷した転写紙の様子を図 18 に示す。次に、加工を行った 100 メッシュと 150 メッシュの版を用いて、スクリーン印刷を行った転写紙上の和絵具の様子を図 19,20 に示す。また、図 21 に、スクリーン版上に UV 加工による加工を施した版を使用した印刷時の状態を示す。100 メッシュ、150 メッシュともにパターン 1 と 2 では、良好

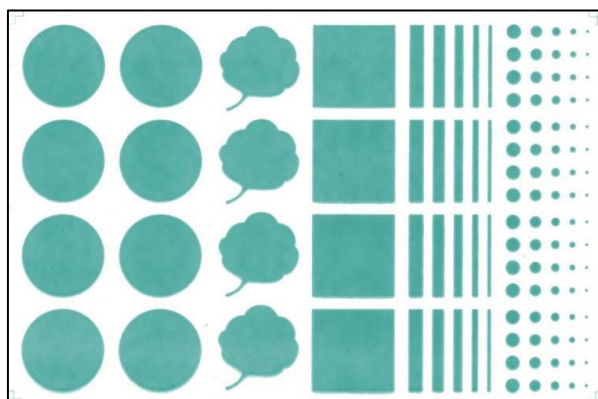


図 18 加工していない版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(100 メッシュ).

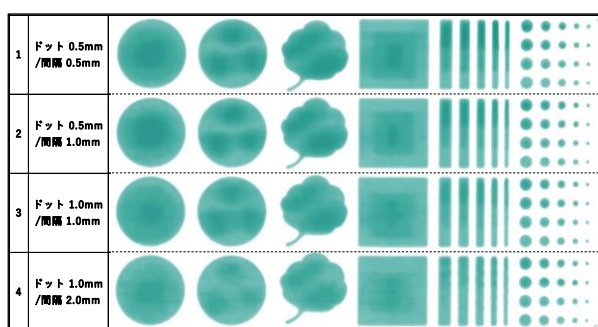


図 19 ドットパターン加工した版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(100 メッシュ).

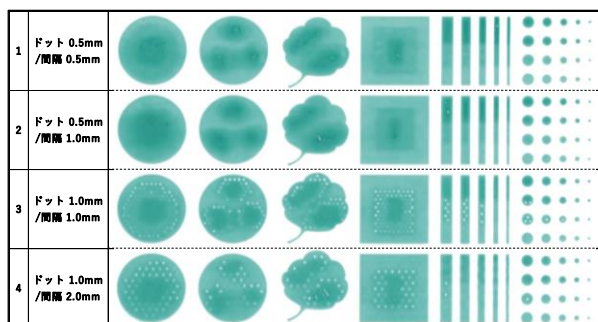


図 20 ドットパターン加工した版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(150 メッシュ).

な印刷結果が得られた。一方、パターン 3 と 4 においては、支持体のドット形状が影響したとみられるスジ状の厚みムラがみられ、とくに 150 メッシュでは支持体のドット形状が顕著に写されていた。それらの結果から、まず 100 メッシュと 150 メッシュの両方において良好に印刷できたパターン 1 と 2 が適していると判断し、さらにそのうちドットの密度と数がより少ない方が加工手間を最小限にできることから、パターン 2 が支持体の基本パターンとしてより適していると判断した。

実際の陶磁器製品の商品開発の工程においては、濃

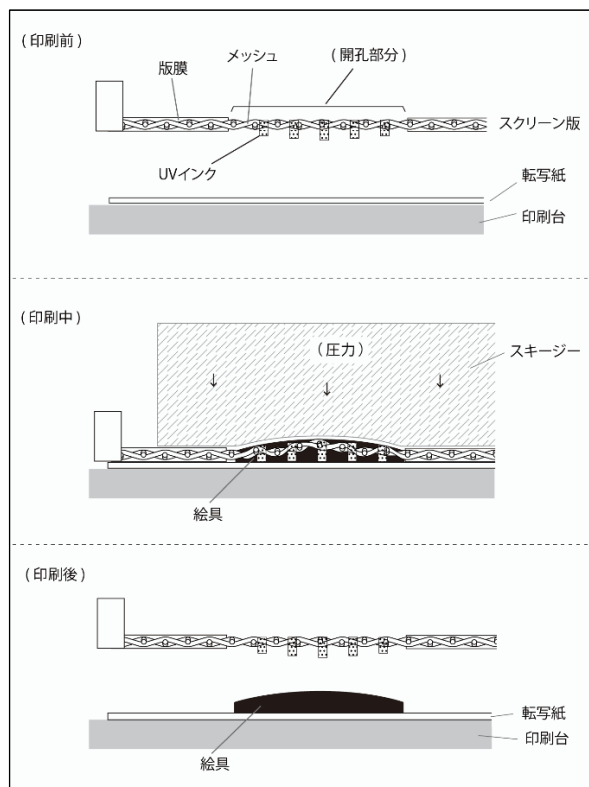


図 21 UV インクによる加工を施した版を使用した印刷時の状態
(横から見た断面).

淡表現の転写紙制作を特殊な技術や手間をかけずに取り扱えることが望ましい。そのためには、意図する濃淡表現の再現性を高め、基本ドットパターンのコントロール方法を明瞭にし、的確にスクリーン版の加工ができるようにする必要がある。そこで、実際の陶磁器製造工程において、意図する濃淡表現の再現性を高めるため、いくつかの具体的文様を想定し、スクリーン版への支持体の加工と、その版を用いた和絵具のスクリーン印刷を繰り返し行った。サンプル例を図 22,23,24 に示す。表現したい文様や濃淡表現に対しての支持体のドットパターンの印刷回数や分布具合をコントロールすることで、多様なグラデーションの表現が可能となった。

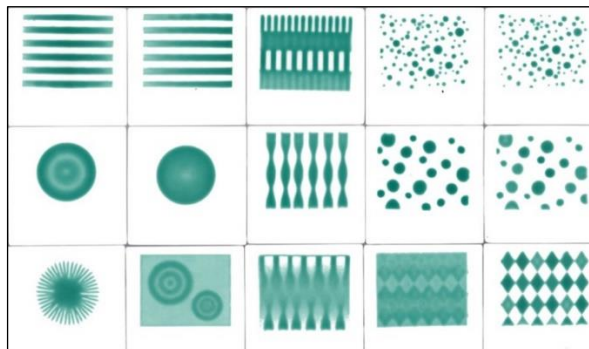


図 22 テストピースへの濃淡表現サンプル例.

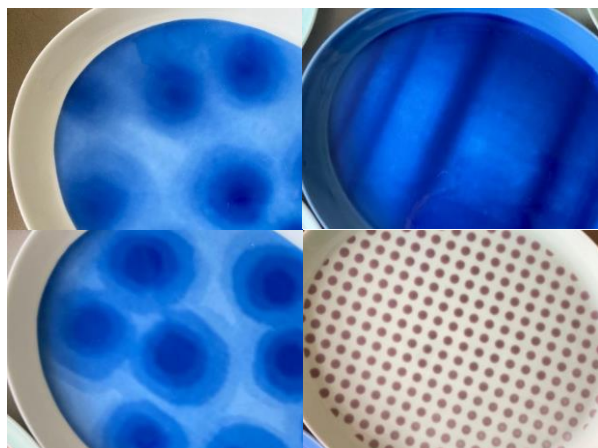


図 23 プレート形状への濃淡表現サンプル例

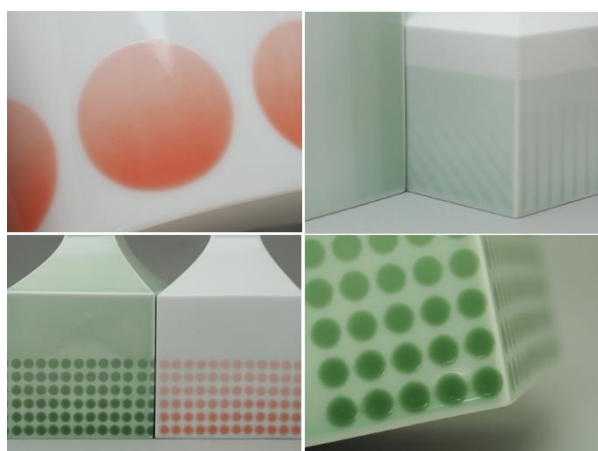


図 24 花器形状への濃淡表現サンプル例

4. まとめ

陶磁器製品用の転写紙を制作するためのスクリーン印刷において、和絵具を印刷する際に、1枚のスクリーン版・1回の印刷で、色の濃淡表現が可能となるスクリーン版の加工方法を開発した。これにより、これまで印刷を重ねることでコストが嵩んだり欠点が発生したりしていた濃淡表現の印刷を、低コストで、段差がなく、様々な文様に応じて印刷することが可能となった(本技術については、現在、特許出願中¹⁾)。この技術によって、伝統的な和絵具を活かした商品開発の継続や、和絵具を活かした新たなデザインの創出が期待できる。

参考文献

- 1) 特願 2022-119400

ろくろ成形における NC 旋盤加工技術の確立

関戸正信、蒲地伸明
佐賀県窯業技術センター

近年、窯業界でも深刻な人材不足と高齢化による事業継承の問題が大きな課題としてあげられており、特に生地製造分野では、高齢化のため外注先の自主廃業が続いている。本研究では、食器の量産で使用する金型の職人の技術継承を目的に NC 旋盤の有効性について検証を行った。必要な情報を図面化し、工程のプログラム処理を行うことで、NC 旋盤加工が可能となり、これまで職人が行ってきた経験値を数値化し自動化することが可能となった。

Establishment of NC lathe processing technology for potter's wheel molding

SEKIDO Masanobu, KAMOUCHI Nobuaki
Saga Ceramics Research Laboratory

In recent years, serious human resource shortages and business succession issues due to an aging population have become major issues in the ceramics industry. Particularly in the dough manufacturing field, where subcontractors continue to voluntarily close down due to the aging of society. In this study, we investigated the effectiveness of NC lathes with the aim of passing on the skills of craftsmen who make the molds used in the mass production of tableware. By machine diagram the necessary information and processing the process with a program, NC lathe processing became possible, and it became possible to quantify and automate the experience gained by craftsmen.

1. はじめに

有田焼の業務用食器の丸い形状の製品は、回転盤を利用した装置で生産され、その量産スタイルは、電動ろくろく 機械ろくろく ローラーマシン、と受注量に合わせて利用されている。中でもローラーマシンは最も生産性が高く、近年は、肥前地区でも導入する企業が増えつつある。このローラーマシンでの成形は、成形機本体のほか、使用する石膏型と専用の金属製のローラーヘッド(図1)が必要であるが、この窯業関連に用いる金属製ローラーヘッドの成形は、これまで窯業界近郊の限られた加工業者だけに依頼しているのが現状である。

また、その加工方法のほとんどが従来の倣い(ならい)旋盤技術¹⁾であり、現在、工業分野で普及している NC 旋盤加工技術には対応できていないことから、このことは技術後継者の面を含めて、業界の大きな課題の一つとなっている。

一方、NC 旋盤を保有する企業は佐賀県内に 60 社以上もあり、窯業用金型に関する加工情報をデータとして収

集し活用することができれば、これまで通りの依頼加工が継続できる可能性が十分にある。

そこで、本研究では、業界の生産性向上に向けた窯業機器に係わる金型職人の技術継承を目的として、NC 旋盤の有効性の検証、及び成形に係わる各種データの数値化について検討した。

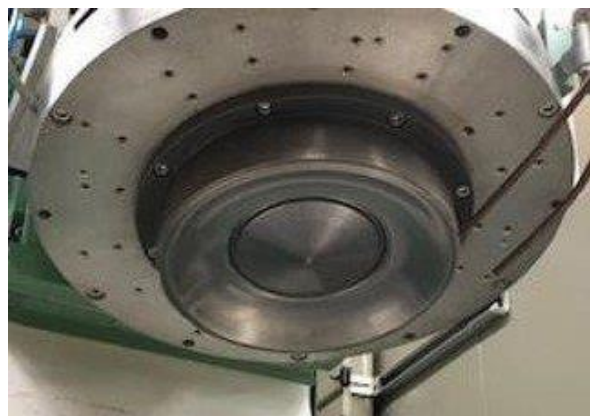


図1 ローラーマシン用金型(ローラーヘッド)。

2. 実験方法(旋盤加工機械について)

今回の研究は、金属製ローラーヘッドの旋盤加工機器において、倣い旋盤からNC旋盤への移行に向けての可能性及び、その検証を行うものであり、これまで用いられてきた倣い旋盤及びNC旋盤の現状並びにその加工工程について説明する。

2.1 倣い旋盤

倣い旋盤とは、本来基となる部品外形にならない、同じ部品を量産する機械であり、窯業の場合、器輪郭形状を写し取ったゲージを制作し、それにならって旋削を行うものである。その外観を図2に示す。また、倣い旋盤加工の工程及び実加工の様子を図3、図4に示す。なお、旋盤加工された金型は、通常、表面をペーパー(＃400)で研磨仕上げされているものが多い。



図2 倣い旋盤

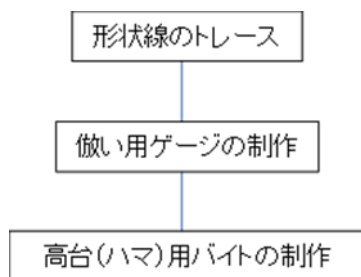


図3 倣い旋盤加工の工程の事前準備

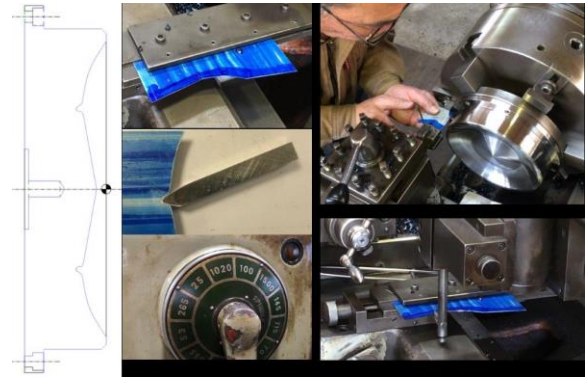


図4 加工の様子

2.2 NC旋盤

NC旋盤とは、汎用旋盤に数値制御装置を組み込んだ機械であり、主としてプログラムを認識して機械に指示を送るNC装置、作業者がNC装置への命令を行う操作盤、NC装置から指示を受けて機械を動かすサーボモーターの3つにより構成されている。装置の外観を図5に示す。また、装置におけるNCプログラム、操作盤のパネル画面、オペレーターによる操作の様子を図6に示す。



図5 装置の外観



図6 オペレーターによる操作

2.2.1 ローラーの加工精度

ローラーヘッドの嵌めあい(インロー)は、成形機に取り付ける面(凸)と器形状の成形面(凹)からなり、ヘッドの組み上げでは同心度が求められることから、インロー部分の加工は嵌めあい交差は+0.03 mm以下に収めておく必要がある(図7)。



図7 左は、機械側(凸)、右は、ローラー側(交差: $\phi +0.03$ mm)。

また、加工表面の仕上げは、バイトの送り量をコントロールし表面粗さ(Ra)は1.6a程度を目標に制御すると生地を成形したときの滑らかな仕上がりが期待できる。

2.2.2 加工工程

NC 旋盤では、器形状に倣って工具が動くプログラムと工程ごとに専用の刃物を事前に用意する必要があり、基

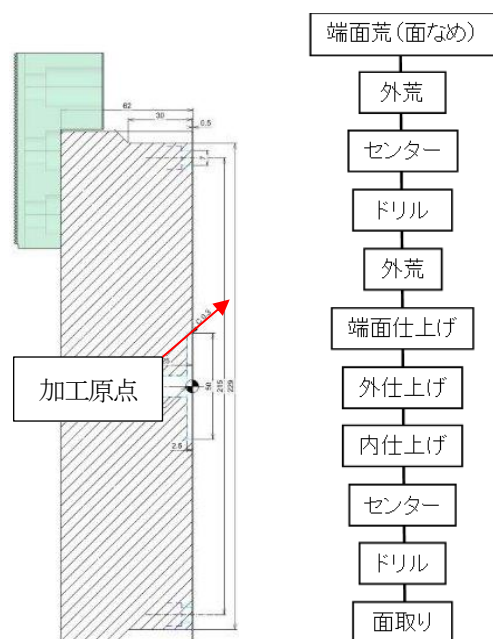


図8 左は加工原点、右は工数

面は、刃物台が右側に配置されていることから、右側端面を原点となる(図8)。刃物台(タレット)に取り付けられた工具は工程ごとに常に関連付けされており、NC プログラムの指示で工具交換が自動に処理される(図9)。

工程表	
工程種類	タレット
1 荒外端↓	T 1
2 荒外←	T 1
3 MT ^ス リル←センタ	T 5
4 MT ^ス リル←止まり	T 9
5 荒内←	T 4
6 仕外端↓	T 2
7 仕外←	T 2
8 仕内←	T 6
9 MT ^ス リル←センタ	T 5
10 MT ^ス リル←止まり	T 10
11 MT ^ス リル←面取り	T 11

図9 工程表と刃物台(タレット)。

3. 結果及び考察

3.1 荒加工について

荒加工では、工具の負担が大きいことから、特に構成刃先(図10)に注意が必要であった。構成刃先とは、ワークを削った屑が刃先に付着しはじめ、それが次第に大きくなり、大きくなりすぎると支えきれずに脱落、そしてまた刃先にくっつき始めるというサイクル(発生→成長→分裂→脱落)を繰り返す現象のことであるが、この注意を怠ると刃先の欠け、表面性状の悪化、寸法のバラツキなどの現象に大きく影響することが分かった。



図10 刃物先端の工具チップ上の構成刃先

また、これらの影響を抑えるためには、次のような対策を試みるのが有効であった。

- ① 切削温度を上げる。
- ② 切削速度を上げ、切り込み量、送り速度を上げる。
- ③ 潤滑の性能を向上させる。
- ④ 切削油を水溶性から油性などに切り替え、ワークと刃物の潤滑性能を高める。
- ⑤ 構成刃先が起こりにくい刃先を選択する。
- ⑥ 材料と親和性の低い刃物やすくい角の大きい刃物を使用する。

なお、端面加工において、つかみ代が短い金型(図11)

の場合は片持ち加工となるため、最新の注意をしながら作業を行う必要があった。

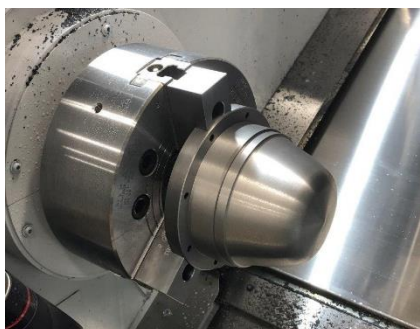


図 11 チャッキングの様子(つかみ代).

3.2 仕上げ加工について

ローラーマシンにおける金型は、高速回転で生地に着しながら成形していくため、その表面状態は成形体の出来栄に大きく影響する。NC 旋盤における仕上げの面アラサは、切削工具のノーズ R、切り込み量、送り速度をコントロールすることで、金型表面の滑らかさを調整することができ、例えば、図 12 に示すように、一般的な加工基準である Ra6.3 から Ra3.2 や Ra1.6 にすることで、よりきめ細やかな状態を得ることが可能である。また、図 13 は、送り速度を 0.1、0.2、0.3 mm/rev と変化させたときの実測値を示しており、ほぼ、算術平均粗さのとりの結果を確認することができた。



図 12 目標とする表面アラサ(日本金属電鍍製 円筒用標準粗さ片)

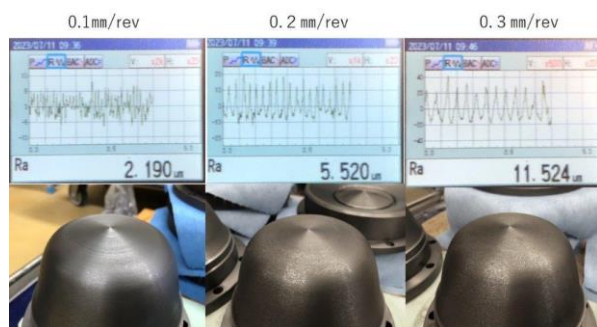


図 13 アラサ計による実測値

3.4 陶土成形による実証テスト

最後に、仕上げを調整加工された金型を用いて、実際にNC ローラーマシン(図 14)による陶土の成形テストを行った。成形プログラムを図 15 に示す。NC ローラーマシンでは、せり込み、仕上げ、ならしの工程を任意に設定することができ、NC 旋盤で加工された金属(成形ローラー)を用いた成形では、陶土の動きもよく、せり上がりも良好で、生地表面の仕上がりも従来の成形性状と変わらないことを確認することができた。外ゴテ成形及び内ゴテ成形の様子を図 16 に示す。



図14 NCローラーマシン



図 15 成形プログラム



图 16 成形。

4. まとめ

近年、窯業産業においても後継者不足による事業継承が大きな問題となっている。中でも窯業関連の部材である金型(ローラーマシン用)を製造している企業が廃業することになると、伊万里・有田などの肥前地区では陶磁器に必要な生地を製造することができず、有田焼製品の生産供給が不安定になるおそれがある。

このことから、生地の安定供給を確保するために、専用金型のNC旋盤加工への技術移行を速やかに行うための加工条件の検証を行った。

検証の結果、熟練者の経験的技術を数値化し作業工程をプログラムすることで、金型加工を従来の倣い旋盤からNC旋盤に移行しても良好に対応できることが分かった。なお、一般的に機械加工のJIS²⁾では、表面粗さの指標は定められているが、窯業で使用する金型についても、この規格を参考にして仕上げることであれば、金型を過剰に仕上げることなくコストを抑えた生産も可能になると思われる。

今回、金属加工における技術移行の可能性は確認できたが、業界においてはこれらの技術に関わる人材を育成していくことも重要である。そのため、今後も加工に関するデータを精査しながら、引き続き技術的支援を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 日本の工作機械輸入の歴史, p26-33, 日本工作機械輸入協会発行(2019).
- 2) 日本産業規格 JIS B 0601:2001.

セラミックスを基材とした次世代二次電池の開発

釘島 裕洋¹、秋山 将人¹、志波 雄三¹、渡邊 賢²

¹ 佐賀県窯業技術センター

² 九州大学大学院総合理工学研究院物質科学部門

酸化物系全固体電池は、既存の有機電解液を用いた Li イオン電池と異なり、すべての部材を不燃性の無機セラミックス固体で形成するため、高い安全性と長寿命が期待される電池である。その実現のためには、Liイオン伝導性酸化物である固体電解質の低温焼結と薄層化した固体電解質層と電極層の積層及び一括焼結が重要な技術である。本研究では、高いLiイオン伝導率と広い電位窓を有するガーネット型固体電解質(LLZ)に注目し、その焼結温度を低減可能な焼結助剤の開発及びドクターブレード法を用いたシート作製技術の確立を目的とした。今回新たに見出した助剤の添加あるいは助剤と同成分の元素を LLZ に置換固溶することにより、1000℃以下の温度で緻密化が可能となった。また、開発した易焼結性 LLZ は、室温で 10^{-4} S/cm 以上のイオン伝導率と Li 金属に対する安定性を示した。さらに、開発した材料に各種成形助剤を添加して成形用スラリーを調製し、ドクターブレード法によりシート成形を行い、厚さ約 100 μm の緻密な LLZ 固体電解質シートが作製可能となった。

Development of next-generation batteries based on ceramics

KUGISHIMA Masahiro¹, AKIYAMA Masato¹, SHIWA Yuzo¹, WATANABE Ken²

¹ Saga Ceramics Research Laboratory

² Department of Advanced Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering Sciences, Kyushu University

Oxide-based solid-state batteries are expected to be safer and have a longer service life than the current Li-ion batteries because all components are made of nonflammable inorganic ceramic solids. To achieve the solid-state battery using oxide electrolytes, which is a Li ion-conductive oxide, low-temperature sintering of the solid electrolyte, and stacking and co-sintering of the thin solid electrolyte layer and electrode layer are important technologies. In this study, we focused on garnet-type solid electrolytes (LLZ), which have high Li ion conductivity and a wide electrochemical potential window, and investigated the development of sintering aids that can reduce the sintering temperature of LLZ and the preparation of sheets using the doctor-blade method. By adding a newly discovered sintering aid or by substituting elements of the same composition as the sintering aid into LLZ, densification was possible at temperatures below 1000°C. The developed LLZ exhibited ionic conductivity of 10^{-4} S/cm or higher at room temperature and high stability to Li metal. A slurry for sheet preparation was prepared by adding various molding aids to the developed material, and sheet molding was performed using the doctor-blade method. We fabricated the dense LLZ solid electrolyte sheets with a thickness of 100 μm .

1. はじめに

近年、電動モビリティ・通信機器の普及や再生可能エネルギーの利用増加に伴い、高容量で高い安全性を有する二次電池の開発が求められている。現在、市場では電池容量の高さから Li イオン電池が広く普及しているが、可燃性の有機電解液が用いられており、液漏れや発火などを想定した安全対策が必要となっている。一方、電解液を固体電解質に置き換えることで安全性

を高めた全固体電池に関する研究が国内外で活発に行われている。

我が国においては、2013 年度に国立研究開発法人科学技術振興機構「戦略的創造研究事業先端的低炭素化技術開発 (ALCA)」の特別重点技術領域として ALCA 次世代蓄電池研究加速プログラム (ALCA-SPRING) がスタートし、硫化物型と酸化物型の二つの固体電解質をターゲットとした全固体電池チームが発足された¹⁾。

さらに、ALCA-SPRING 硫化物型チームは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)で2018年度から開始された「先進・革新蓄電池材料評価技術開発(第2期)」に橋渡しされ、民間企業、大学、公的研究機関が連携・協調し、全固体Liイオン電池の早期実用化に向けたボトルネック課題解決に取り組んだ²⁾。このような国家プロジェクトの牽引もあって、産官学での全固体電池研究が進展し、日本セラミックス協会誌「セラミックス」で全固体電池に関する特集が2号に渡って掲載された^{3,4)}。この記事が掲載されたのは2019年であったが現在も注目度は高く、電気化学会の傘下の電池討論会では全固体電池セッションが増加し、国内外の関連企業が参加する展示会の国際二次電池展も年3回開催され全固体電池に関する展示も増加している状況である。さらに、2022年には、電気化学会誌「電気化学」において酸化物型全固体電池の特集が生まれ⁵⁾、硫化物型のみならず酸化物型も注目を集めている。

全固体電池は先述したように硫化物型と酸化物型に大別される。2011年の東京工業大学の菅野らのLGPS発見以降、硫化物型固体電解質は、室温で有機電解液を凌駕する材料の発見が続いており、自動車会社をはじめとした多くの企業でその実用化が進められている。しかしながら、硫化物型固体電解質は、水分との反応により有毒な硫化水素を発生するため、製造工程において厳密な湿度管理が必要となっており、その製造コスト削減が実用化の大きな障壁となっている。

一方、酸化物型固体電解質はLiイオン伝導特性において硫化物系にやや劣るが、大気曝露時に有害なガスを発生する心配がなく、高温での安定性を有することから高安全な二次電池として注目されている。硫化物系固体電解質は、室温プレスにより簡便に緻密化が可能であり、電極との界面形成が容易である一方で、酸化物系固体電解質は1000℃以上の高温焼結が緻密化及び界面形成に必須となる。したがって、酸化物系においては高温焼結のコスト削減が重要な課題といえる。

全固体電池の構造は、正極活物質を含む正極層と、負極活物質を含む負極層と、これら電極層の間に介在する電解質層から構成される。酸化物系全固体電池であ

ればこれら電解質層、正極層と負極層の全てを酸化物系セラミックス原料から合成することが可能である。よってこれら原料の取り扱いが当センターが得意とする分野であり、本研究ではセラミックス原料を用いた酸化物系全固体電池の開発に取り組むこととした。さらに、県内企業が酸化物系固体電解質等の事業化に取り組んでいる現状もあり、本研究の成果はこれら企業への貢献度も非常に高いと考えられる。

一方、共同研究先の九州大学は優れた特性を有する酸化物系固体電解質材料及び正極活物質材料を開発するとともに、それらを用いた電池セルの作製・評価を行っていた。酸化物系固体電解質としては、優れたLi金属安定性と室温で 10^{-3} S/cm程度の高いLiイオン伝導率を示すガーネット型 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZ)に注目していた。本材料の緻密化には、一般的に1100℃以上の高温が必要であるが、そのような温度域では電極材料と高抵抗な反応相を形成するため、LLZの低温焼結技術の開発が必要不可欠であった。九州大学では、焼結温度を低減可能な置換元素を見出していたが、材料コストが高額であるため、安価な元素で同様な焼結特性を示す材料や焼結助剤の開発が必要であった。加えて、実用化に向けてシート成形技術及び大型シートの焼結技術の開発が必要となっていた。そこで、当センターが培ってきた技術と九州大学の技術を融合しながら、新規焼結助剤の開発及び電解質材料のシート化について取組んできた。

本報告では、本共同研究で開発した新規焼結助剤、新組成及びそのシート焼結技術について報告する。

2. 実験方法

2.1 新規焼結助剤及び新組成の検討

九州大学の協力を得てLLZ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$:ランタンジルコン酸リチウム)を固相法により合成した。LLZ粉末は出発原料として Li_2CO_3 、 $\text{La}(\text{OH})_3$ 、 ZrO_2 等の試薬を用い、湿式ボールミルによる混合・粉碎処理後、800℃焼成を行い合成した。得られたLLZ粉末はX線回折(SmartLab、株式会社リガク製)測定により、立方晶ガーネット相であることを確認(図1)した。得られたLLZ粉末に焼結助剤を所定量混合し、一軸加圧成形を用いて直径10 mmのディスク

とした。得られた成形体は、700℃から 950℃で焼結した。焼結体の結晶構造は、XRD を用いて評価し、嵩密度から焼結性について検討した。さらに、開発した助剤を構成する元素を LLZ の Zr サイトに置換した試料も同様な手順で合成し、助剤添加なしで焼結特性を評価した。

得られた焼結体の Li イオン伝導率は、Ag 電極を両面にスパッタリングにより形成したあと、交流インピーダンス法を用いて評価した。また、Li 溶解/析出挙動は、Ag 中間層を形成後、Li 金属を張り付け、直流分極試験により評価した。

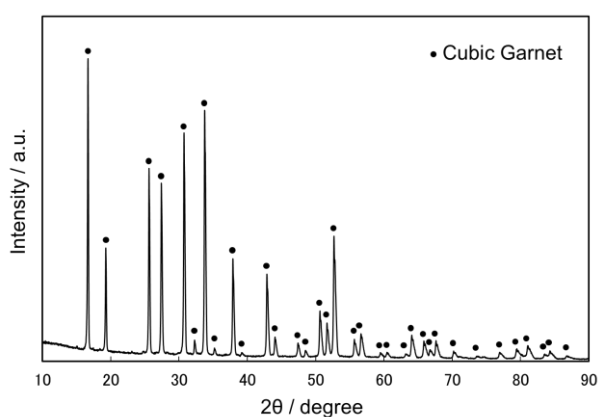


図1 固相法により合成した LLZ 粉末の XRD パターン。

2.2 固体電解質シートの作製及び評価

LLZ 粉末に、分散剤、バインダー、可塑剤及び溶媒を添加し、混合・攪拌処理を行うことでシート成形用スラリーを調製した。その後、膜厚調整式フィルムアプリケーターを用いて剥離処理 PET フィルムフィルム上に塗布・乾燥させてグリーンシート(図2)を成形し、大気中で脱脂・焼結させることで固体電解質シートを作製した。固体電解質シートの微細構造及び元素分布は SEM-EDS を用いて確認した。また、比較のため、市販の LLTO (チタン酸ランタニ



図2 フィルムアプリケーターを用いて作製したグリーンシート。

ウム)粉末(東邦チタニウム株式会社製、TP-02F)を用いた実験も実施した。

3. 結果と考察

3.1 新規焼結助剤及び新組成の検討

図3に新たに開発した焼結助剤の添加量と 900℃焼結後のディスクの嵩密度の関係を示す。添加量増大に伴い嵩密度が増大する傾向がみられ、5mol%で嵩密度 5.1g/cm³ となり、相対密度 90%以上となることがわかった。さらに 10mol%までは相対密度の増大が確認されたものの、それ以降は変化しないことがわかった。このように今回開発した焼結助剤の添加により、LLZ の焼結性が著しく改善されることがわかった。これまで、LLZ の焼結には、低融点材料が用いられていたが、これは低温で生成した液相を介して焼結が進行するのを期待するためであった。これに対し、今回開発した焼結助剤は低温で液相生成やガラスを形成するものではないため、その効果は考えられない。そこで、得られた焼結体を SEM-EDS で確認したところ、焼結助剤の成分は全体に均一に存在することが明らかになった。このことから、今回の緻密化の進行は、LLZ と焼結助剤が直接反応したことによるものと考えられる。

そこで、LLZ の Zr サイトへの焼結助剤成分の置換固溶効果について検討した。ここでは、Zr サイトに置換量 x が 0.1~0.4 になるように、組成を制御し合成した。図4に各置換量における焼結温度と嵩密度の関係を示す。置換な

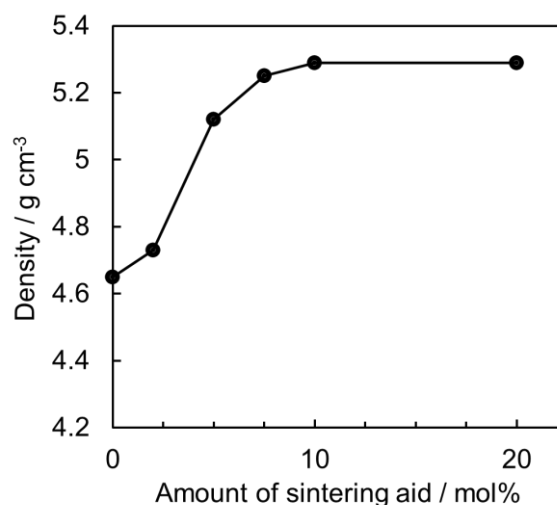


図3 新規焼結助剤添加量と 900℃焼結後の嵩密度の関係。

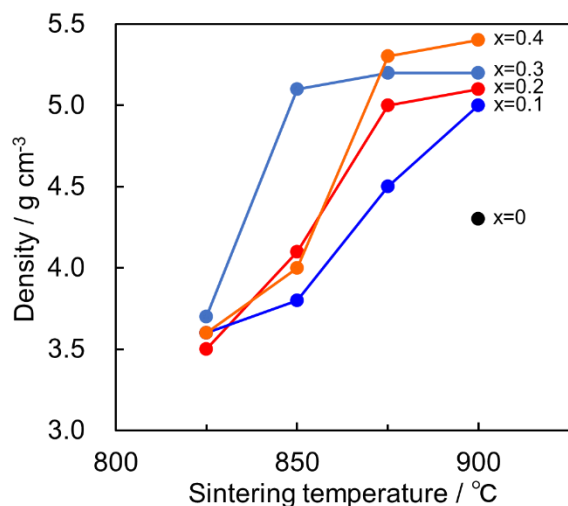


図4 LLZのZrサイトへ元素置換した試料の焼結温度と嵩密度の関係

しでは、900℃焼結においても嵩密度 4.3 g/cm³(相対密度:79%)であったのに対し、置換量 x の増大に伴い、焼結特性の改善がみられ、 $x=0.3$ の場合、850℃でも相対密度 90%以上となることがわかった。一方、 $x=0.4$ において850℃での緻密化の進行はほとんど確認されず、低置換量と同様に875℃付近で緻密化することがわかった。新規焼結助剤とLLZの反応が進行しない置換系においても焼結特性の改善がみられたことから、今回開発した新規焼結助剤は、LLZ との反応に加え、高温で体拡散や液相を生成する機能があるため、焼結進行を促進すると考えられる。いずれにしても、今回開発した新規焼結助剤及びその構成成分を置換固溶した新組成は、LLZの低温焼結に有用なことがわかった。

3.2 開発したLLZの電気化学特性評価

次に、開発した易焼結性LLZ(新組成)の電気化学特性を評価した。図5に焼結後及び酸素中熱処理後のナイキストプロットを示す。焼結後の試料は高周波側と低周波側にそれぞれ粒内抵抗と粒界抵抗に帰属される二つの円弧が確認された。一方、酸素中熱処理をした試料では、特に粒界抵抗に帰属される抵抗が大幅に減少していることがわかった。表1には、ナイキストプロットより求めた各Liイオン伝導率を示している。熱処理前後で粒内伝導はほとんど変化していないのに対し、粒界伝導は熱処理により8倍まで増大することがわかった。結果として、全電気伝導率は、 2.8×10^{-4} S/cmと低温焼結可能な酸化物系固体

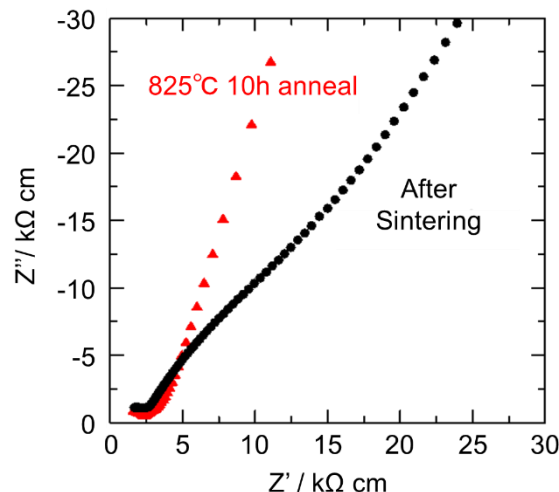


図5 開発した易焼結性LLZ 焼結体の焼結後及び熱処理後のナイキストプロット。

表1 ナイキストプロットより求めた各成分のLiイオン伝導率

	粒内 / S cm ⁻¹	粒界 / S cm ⁻¹	Total / S cm ⁻¹
焼結後	4.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}	8.8×10^{-5}
熱処理後	4.2×10^{-4}	8.7×10^{-4}	2.8×10^{-4}

電解質のなかでも比較的高い値となった。九州大学では焼結後の粒界に液相由来の非晶質層が残存していることを報告している⁶⁾。したがって、焼結後にみられた大きな粒界抵抗は非晶質層によるものと考えられ、熱処理により非晶質層が結晶化したことで、大幅に粒界伝導が向上したものと推察される。

次に、Li金属への安定性について評価するため、Li溶解・析出試験を実施した。結果を図6に示す。0.05 mA/cm²の電流密度で繰り返しLiの溶解・析出を行えることがわかった。したがって、今回開発した易焼結性LLZはLi金属に対しても高い安定性を有していることがわかった。このように、開発した易焼結性LLZの電気化学的有用性

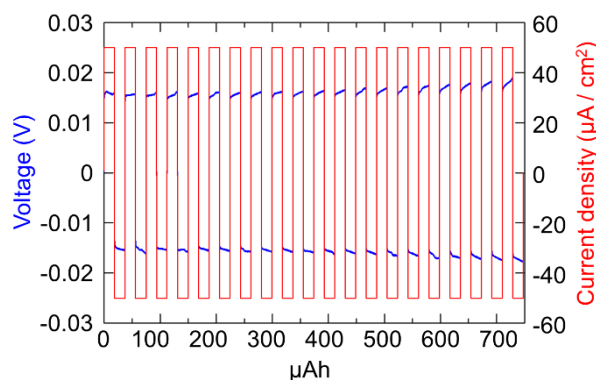


図6 開発したLLZ焼結体からなるLi対称セルを用いたLi溶解析出試験

が明らかになったため、次にシート成形及び薄層シート焼結について検討した。

3.3 LLTO 及び LLZ 固体電解質シート

まず、市販の LLTO を用いてシート成形及び薄層シート焼結の予察を実施した。所定量の分散剤、バインダー及び溶媒と LLTO 粉末を混合することで、安定なスラリーを得ることができた。図 7 に 1300℃焼成を行った LLTO 固体電解質シートの表面及び断面の SEM 写真を示す。表面 SEM 写真からは、数 μm の粒子が観察され、気孔の無い緻密な組織となることがわかった。一方、断面 SEM 写真からも気孔は確認されず、緻密な組織であることが確認された。加えて、断面からは一部数十 μm まで粒成長した箇所もみられた。一般的に高い Li イオン伝導性を示す LLTO は数十 μm の粒子からなるため、今回の焼結条件は粒成長を進行するのに不十分であり、今後さらなる条件の検討が必要ながわかった。

次に、本研究で開発した LLZ 粉末を用いてシート作製を試みた。先ほどと同様の分散剤、バインダー、溶媒を用

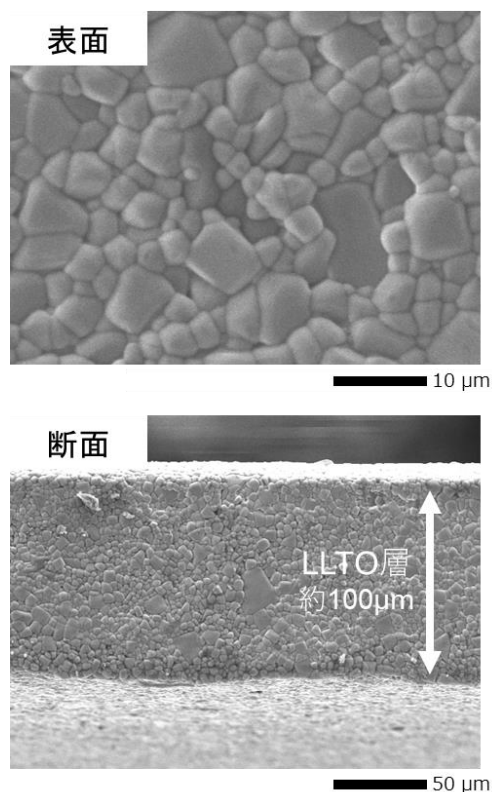


図7 1300℃焼成を行った LLTO 固体電解質シートの表面及び断面の SEM 写真

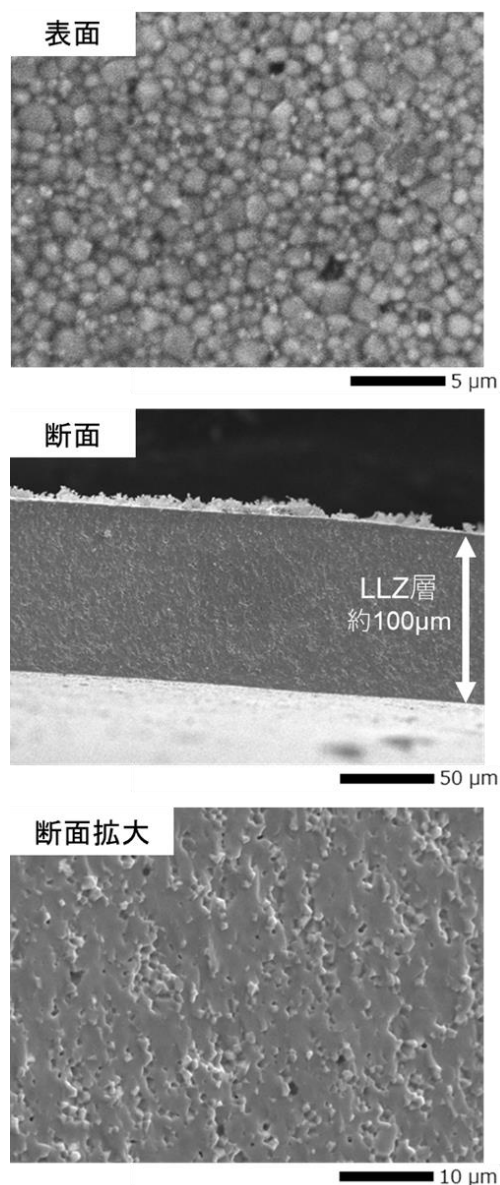


図8 875℃焼成を行った LLZ 固体電解質シートの表面及び断面の SEM 写真

いて、混合比を最適化することで安定なスラリー及びシートを得ることができた。図 8 に 875℃で焼結した LLZ 固体電解質シートの表面及び断面 SEM 写真をそれぞれ示す。どちらの場合においても、数 μm の粒子が均一に充填され緻密化が進行していることが確認された。加えて、断面 SEM 写真から、得られたシートの厚みは約 100 μm であることが確認された。LLZ 固体電解質を用いたシート作製に関する報告例は非常に少ないが、今回の共同研究で低温焼結可能な LLZ 固体電解質シートを開発することに成功した。

4. まとめ

本共同研究では、酸化物系全固体電池の固体電解質として有望視されているガーネット型酸化物であるLLZに注目し、①低温焼結を可能とする新規焼結助剤及び新組成の開発、②シート作製と薄層シート焼結技術の開発を行った。新たに開発した焼結助剤及び新組成のLLZは、850℃～900℃付近での緻密化が可能であった。また、シート化技術を確立し、厚さ約100 μmの緻密なLLZを焼結可能となった。今後は、本技術を応用した電池作製技術を確立していく予定である。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人科学技術振興機構. “先端的低炭素化技術開発-次世代蓄電池, ALCA-SPRING 次世代蓄電池のチーム体制, 全固体電池チーム”, 2018-10. <https://www.jst.go.jp/alca/alca-spring/team/index.html>. (参照 2024-03-31).
- 2) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構. “先進・革新蓄電池材料評価技術開(第2期)”. 2023-10-20. https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100146.html. (参照 2024-03-31).
- 3) 日本セラミックス協会編, セラミックス, “全固体電池とその課題: 高イオン伝導固体電解質の開発～固固界面制御と解析”, pp244-290(2019).
- 4) 日本セラミックス協会編, セラミックス, “全固体電池実用化に向けた取り組み”, pp316-362(2019).
- 5) 電気化学会, 電気化学 2022 年 90 巻 4 号アーカイブ, “特集 酸化物系固体電解質を用いた全固体電池の最前線”, <https://denkikagaku.electrochem.jp/category/journal/2022-90-4/>, (参照 2024-03-31).
- 6) K. Watanabe et al., J. Ceram. Soc. Jpn., 127, 1-4 (2019).

産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会

第66回分析技術共同研究 無機分析(鳥取砂丘の砂)への参加

松永 祐一、志波 雄三
佐賀県窯業技術センター

産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会が主催する分析技術共同研究に参加し、本年度の共同分析試料である「鳥取砂丘の砂」の分析を行った。当センターの依頼試験で通常行っている手法(JIS M 8853)で前処理を行い、ICP 発光分析法により測定を実施した。報告した値は当分科会事務局が定める z スコアにおいて「満足」の範囲内と判定され認定証を受領し、当センターの分析技術は妥当性があるとの評価を受けた。

Industrial technology cooperation promotion council intellectual infrastructure committee chemical analysis subcommittee

Participation in the 66th joint research on chemical analysis technology, Inorganic analysis (Sand of Tottori Sand Dunes)

We participated in the joint research on chemical analysis technology held by the chemical analysis subcommittee of industrial technology cooperation promotion council. This year's joint analysis sample was "Sand of Tottori Sand Dunes". The sample was dissolved in solution using the method (JIS M 8853) that is usually used in requested tests at our laboratory, and measured by the ICP emission spectrometry. The reported values were judged to be within the "satisfactory" range in the z-score determined by the secretariat, and we received a certificate of approval. The analytical technique of our center was judged to be generally valid.

1. はじめに

国立研究開発法人産業技術総合研究所が主管する産業技術連携推進会議は、全国の公設試と連携して機関相互の試験研究の推進、企業等への技術開発支援を通じて、我が国の産業技術力の強化を図ることを目的とした会議¹⁾である。その技術部会の一つである知的基盤部会分析分科会は、化学分析に係わる共通の課題について、情報交換や研究に取り組み、時代の要求に沿った国際的に通用する分析技術の確立を図ることを分科会の目的としている²⁾。

分析分科会では、1957 年より「分析技術共同研究」を実施しており、本年度で 66 回目を迎える。本共同研究は、同一試料を参加した公設試で分析した報告値を収集し、統計的に処理することにより、分析操作上留意すべき点を洗い出し、各機関の技能向上に資することを主たる目的として実施している。本年度の共同研究では、「鳥取砂丘の砂」が分析試料として選定され、38 機関、76 名が参加した。本年度の共同分析試料である「鳥取砂丘の砂」は、当セン

ターにて依頼試験で取り扱うことの多いケイ酸塩鉱物である。そこで、当センターの分析方法の妥当性を検証するとともに情報収集を行うことで分析技術の向上を図ることを目的とし、本共同研究に参加した。

2. 実験方法

2.1 共同分析試料について

共同分析試料は、鳥取大学乾燥地研究センターより無償提供された「鳥取砂丘の砂」15 kgを、粒径を 150 μm 以下に調整し均質化された粉末状態で約 100 g 配布された³⁾。これを 110℃の乾燥機で 24 時間乾燥後、シリカゲル入りのデシケーターで放冷したものを分析に使用した。

2.2 共同研究における分析項目および分析方法

本共同研究での分析項目は、Si、Al、Ca、Mn の 4 元素であり、JIS M 8853(セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法)に準じた方法で前処理及び測定を実施した。

2.2.1 Si、Al、Ca、Mn の定量分析

前処理のフローを図 1 に示す。まず試料を白金皿に 0.1 mg 単位で約 0.5 g 秤量し、炭酸ナトリウム 2 g、ほう酸 0.4 g を混合後 900 ℃の電気炉に約 5 分入れ、試料を融解した。次に塩酸(1+1) 20 mL、硫酸(1+1) 1 mL を加え、水浴上で蒸発乾固を行った。この乾固物に濃塩酸 5 mL、蒸留水(温水)を適量添加し、水浴上で 10 分程度加熱した後ろ過し、残渣を白金るつぼに移し入れた。この残渣を強熱して恒量とし重量をはかり、次にフッ化水素酸を加えて二酸化ケイ素を揮散させた。その後再び強熱して恒量とし、重量をはかり、その減量から主二酸化ケイ素量を求めた。白金るつぼ内の残渣については再びアルカリ融剤を使用して融解処理を行い、ろ液と混合して最終的に試料を完全に溶液化した。200 mL メスフラスコで定容を行い、希釈倍率 10 倍に調製したものを測定用の実試料溶液とした。

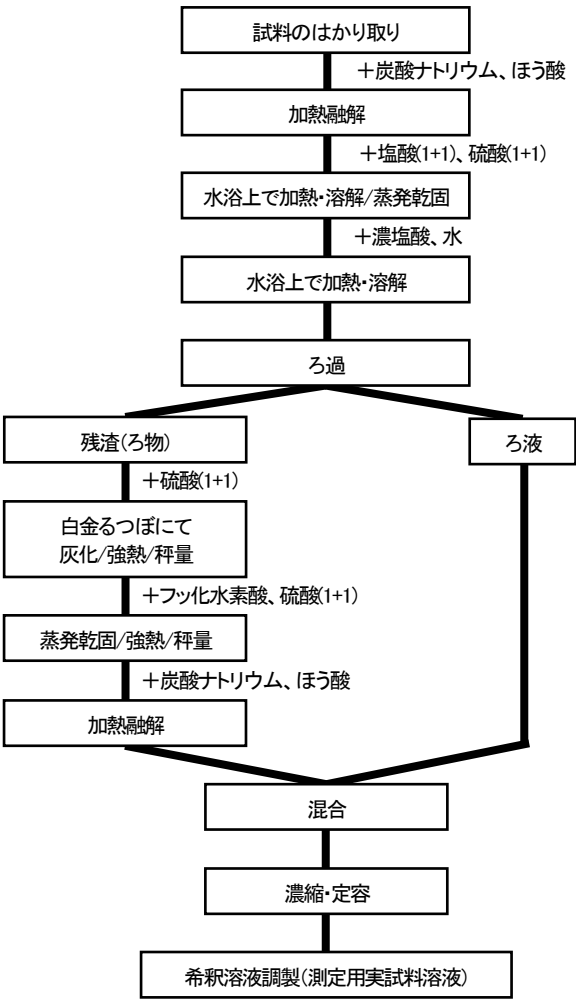


図 1 試料の前処理(溶液化)フロー。

この実試料溶液から ICP 発光分光分析法により各元素 (Si、Al、Ca、Mn)の定量を行った。なお Si については、ICP 発光分光分析法により得られた溶存 Si 量を酸化物に換算し、主二酸化ケイ素量との和を算出し、その値を元素割合に換算して求めた。

2.2.2 ICP 発光分光分析法による各元素の定量

各元素の測定には ICP 発光分析装置(ICP-8100CL、島津製作所製)を用いた。装置の測定条件を表 1 に、元素の分析波長及び波長の種類を表 2 に示す。定量分析は各元素の市販の ICP 測定用標準液から検量線用標準溶液を調製し、検量線法により実試料溶液の各元素濃度を測定した。この場合の標準溶液は、マトリックス(共存元素)を合わせるために塩酸(1+1)及び炭酸ナトリウムとホウ酸を同様に添加したものを用いた。

表 1 ICP 発光分光分析装置の測定条件。

項目	条件等
方式	ツインシーケンシャル
高周波出力	1.2 kW
プラズマガス流量	14 L/min
補助ガス流量	1.2 L/min
キャリアガス流量	0.7 L/min
ネブライザー	同軸型
チャンバー	サイクロンチャンバー
測光方向	横方向

表 2 元素の分析線波長と種類

元素	波長(nm)	波長の種類
Si	251.612	中性原子線
Al	396.153	中性原子線
Ca	393.366	イオン線
Mn	257.610	イオン線

2.2.3 分析結果の評価について

得られた定量分析の結果は、報告書として分析分科会に提出し、その評価を依頼した。分析分科会における報

告値の解析は、全報告値の中から極端な値の影響を受けにくいように考慮した統計手法(ロバストな方法)が用いられ、そのような値は各元素で棄却されている。中央値は各参加機関から報告された値を昇順に並べたときの 50% の順位に相当する値(メディアン)である。分散指数は報告値から棄却値を除いて求めた標準偏差である。各機関からの報告値が満足できるものか判定する基準としては、(1)式で算出される z スコアというものが用いられている^{4,5)}。

$$z \text{ スコア} = \frac{\text{測定値} - \text{付与値}}{\text{ばらつきの標準値}} \quad (1)$$

この z スコアの判定の目安は|z|が 2.0 以下を「満足」、2.0 を超え 3.0 未満は「疑わしい」、3.0 以上を「不満足」とされている。

3. 結果と考察

3.1 共同研究分析の報告値と z スコアについて

表3に分析分科会事務局に報告した当センターの分析値及び事務局集計による発表値を示す。(1)式の測定値は表3の分析報告値、付与値は中央値、ばらつきの標準値は分散指標にあたる。事務局によると本年度は参加機関38、報告者数76名、延べ報告データ数は80件であった。今回の報告値はすべて|z|が1.0以下となり「満足」の範囲内であったことから、当センターは今回の認定証(図2)を受領することができ、鳥取砂丘の砂に対する当センターの分析手法が妥当であることが確認された。

表3 鳥取砂丘の砂の分析値および分析分科会事務局集計による発表値

元素	分析報告値 ICP (mass%)	事務局発表値		
		中央値 (mass%)	分散指標	z スコア
Si	36.80	36.82	0.48	0.0
Al	5.905	5.796	0.152	0.7
Ca	1.078	1.081	0.029	-0.1
Mn	0.02005	0.02078	0.00133	-0.5



図2 分析分科会発行の認定証

3.2 前処理(溶液化)及び測定方法に関する考察

事務局から報告されたデータをもとに、参加機関の中で測定方法として ICP 発光分析法を用いた件数を表4に、さらに ICP 発光分析法における試料前処理(溶液化)方法ごとの件数をまとめたものを表5に示す。ここでは棄却されたデータ分の機関数も省かず含めている。まず ICP 発光分析による測定を行った機関の割合は 60~70%程度で当センターも含め多数を占めた。

Si、Al、Mn 成分の前処理方法はアルカリ融解法による前処理が最も多かった。一方、Ca 成分は酸分解法による前処理を行った機関が多かった。当センターではすべての元素をアルカリ融解による前処理にて行ったが、試料は完全に溶解し、残渣のない透明な測定溶液を得ることができた。事務局報告の解説資料では、Ca 成分における酸分解法とアルカリ融解法の分析値の差について、ばらつきと平均値に差があるとは述べられておらず⁶⁾、当センターの Ca 分析報告値は z スコアを満足する範囲内であった。酸分解法とアルカリ融解法の分析値の差については令和4年度の共同研究試料「シラス」においても同成分について検定がなされ、有意差はないとされていた⁷⁾。今回の試料の前処理方法においても同様なことが言え、酸

表4 ICP 発光分析法を行った機関の件数

元素	全件数	ICP 発光分析 件数	ICP 発光分析利 用の割合(%)
Si	76	50	65.8
Al	80	49	61.3
Ca	79	53	67.1
Mn	78	54	69.2

表5 ICP 発光分析法における試料前処理方法の件数

元素	前処理(溶液化)方法			
	酸分解	加圧分解	酸分解 ・アルカリ融 解併用	アルカリ 融解
Si	0	1	1	48
Al	10	1	1	37
Ca	27	1	1	24
Mn	13	2	2	37

分解法に比べ、アルカリ融解法では操作やマトリックス(共存元素)が複雑となり汚染等の影響を受けやすいと考えられるが、これらを十分に留意して測定溶液を調製すればアルカリ融解法でも前処理方法として問題はないものと思われる。

4. まとめ

産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会が主催する分析技術共同研究に参加した。当センターが通常依頼試験で行っている手法(JIS M 8853)で溶液化を行い、ICP 発光分析法により測定を実施した。報告値は分析分科会事務局が定める z スコアが「満足」の範囲内で判定され認定証を受領することができ、今回の「鳥取砂丘の砂」の分析において当センターの分析技術は妥当性があると評価された。

当センターの化学分析(定量分析)業務については県内企業を中心に高純度試料の微量分析など、あらゆるニーズが求められている。今後も引き続き本分科会の共同研究に参加し、情報収集、分析技術の向上に努めていく予定である。

参考文献

- 1) 産業技術連携推進会議事務局. “産業技術連携推進会議運営規程”. 2018-03-02.
<https://regcol.aist.go.jp/file/sgr/1612493123486.pdf>.
(参照 2024-03-31).
- 2) 分析分科会運営委員会. 2018-03-02. “産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会ウェブサイト”.
https://unit.aist.go.jp/nmij/collab/bb_kai/.
(参照 2024-03-31).
- 3) 共同分析試料 鳥取砂丘の砂の概要, 産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会, 2023 年度分析分科会年会総合資料, pp236(2023).
- 4) 分析技術共同研究の z スコアによる解析, 産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会, 2023 年度分析分科会年会総合資料, pp238-242(2023).
- 5) 城野克広, 津越敬寿, ぶんせき 2014 [4], pp152-160 (2014).
- 6) 令和5年度分析分科会年会 第66回分析技術共同研究検討会 解説資料 I 無機分析 鳥取砂丘の砂, pp34(2023).
- 7) 令和4年度分析分科会年会 第65回分析技術共同研究検討会 無機解説資料, pp35(2022).

陶磁器デザインアプリ「iroe」運用への支援

松本 奈緒子
佐賀県窯業技術センター

当センターでは、令和4年度に県内の陶磁器産地内で使用されている絵具の色見本とその色を用いたカラーデザインや絵付けデザインを行うことができるアプリケーション「iroe」を開発し、令和5年4月にリリースした。今年度はアプリ内の文様データの追加や機能の微修正、アップデートを行い、また、伊万里・有田焼伝統工芸士会や佐賀県陶磁器工業協同組合の協力を得て、実際にアプリを活用した商品開発の支援を行った。

Support for the project of the ceramic design app “iroe”

MATSUMOTO Naoko
Saga Ceramics Research Laboratory

In 2022, we developed the app "iroe," which allows you to create color designs and painting designs using color samples of paints used in ceramic production areas in Saga Prefecture, and It was released in April 2023. This year, we added pattern data within the app, made minor corrections to functions, and made updates. In addition, with the cooperation of the Imari-Aritayaki Traditional Craftsman's Association and the Saga Ceramics Industrial Association, we supported products development using the app.

1. はじめに

アプリケーション「iroe」は、佐賀県の伝統的な陶磁器産業において、上絵加飾製品の継承と発展、及び利便性の向上やデジタル化等を目指し、絵具のカラーチャートとその色で絵付けデザインができるツール系アプリとして開発されたもので、令和5年4月にリリースされた。このアプリは、平成30年度に行った「陶磁器製品の配色デザインに関する研究」²⁾で製作したカラーデータベースを基にして、産地特有のカラーバリエーションを持つ絵具の色を、デザイン作業や商談に気軽に活用できるよう、一般向けアプリとして開発したものであるが、特に絵付けの伝統や特色、強み、職人の手仕事の魅力や価値を伝えるためには、まず地元産地で積極的に活用していく必要がある。このことから、当センターでは現在、この iroe アプリをツールとした産地内での運用を推進している。今回、アプリ内に搭載している伝統文様データの追加を行うとともに、産地内において、実際にアプリを活用した陶磁器の商品開発の支援を行ったのでその事例について報告する。

2. 伝統文様の追加

アプリの主な機能として、色見本コンテンツと、絵付けコ

ンテンツを搭載している。絵付けコンテンツでは、佐賀県陶磁器産地の伝統文様をスタンプにしてデザインに使用できる機能を持たせている。文様は、佐賀県立九州陶磁

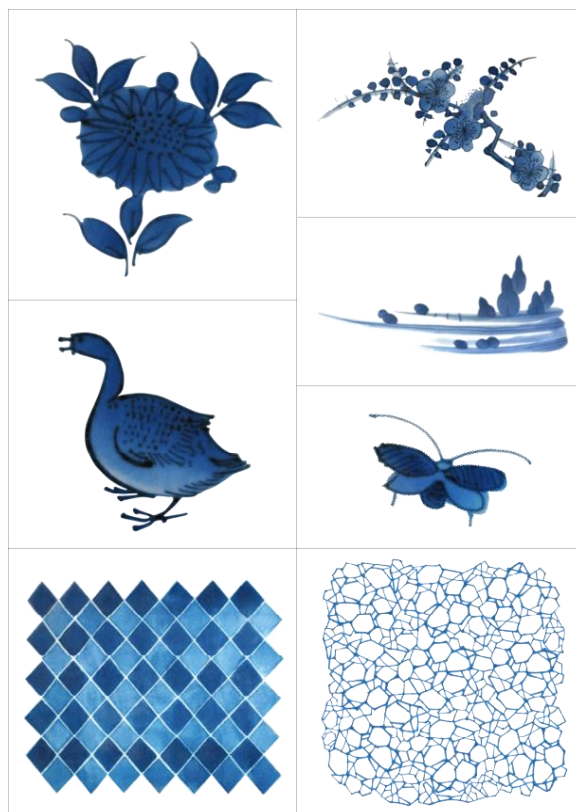


図1 追加した下絵の文様スタンプ。

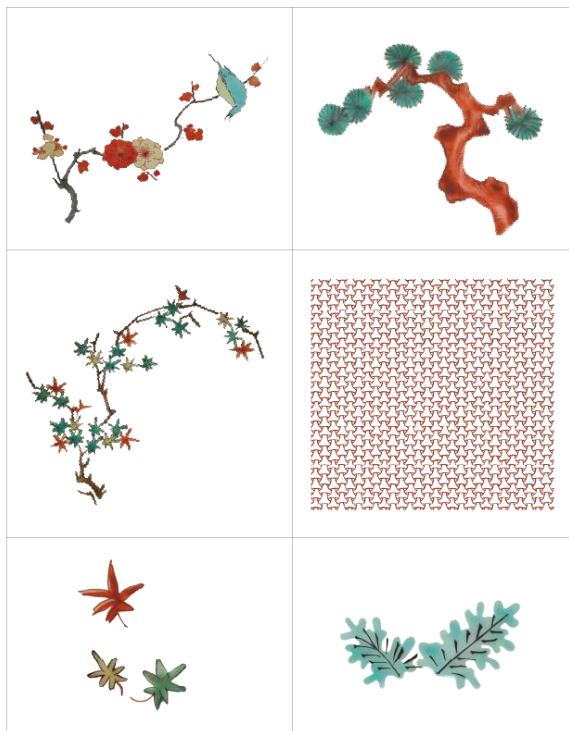


図2 追加した上絵の文様スタンプ。

文化館にご協力いただき、収蔵品の中から選択した作品を撮影し、画像データを編集しスタンプ文様として追加した。今年度は新たに伝統文様スタンプ計13種(下絵6種、上絵7種)を追加した(図1,2)。

3. アプリを活用した商品開発事例

3.1 伝統工芸士会による絵付け商品開発

一般のお客様から佐賀県陶磁器工業協同組合に対して iroe アプリを使用した商品制作依頼があり、その支援を行った。依頼の概要は以下の通り。

- ①数名のお客様に、iroe アプリを使用してオリジナル絵付けデザインを作成してもらう。
- ②そのデザインを基に、1点ずつ伝統工芸士や絵付け職人が手描きで絵付けを行ない、作品完成後、お客様へお渡しする。

《備考》・iroe アプリを使用してデザインを行うのは、一般素人の方で、作製するアイテムはそば猪口形状を1人1点ずつとする。

3.2 作業工程と結果

そば猪口の生地は窯元A社の生地から提供され、手描きの絵付けは佐賀県陶磁器工業協同組合を通して各伝

統工芸士や窯元に依頼された。各デザインの絵付けの内容は、下絵付けのみのもの、上絵付けのみのもの、下絵付けと上絵付けを両方含むデザインがあり、各絵柄の特徴や絵付けの種類等に合わせて担当が決まり、分担して絵付け作業や焼成工程が進められた。

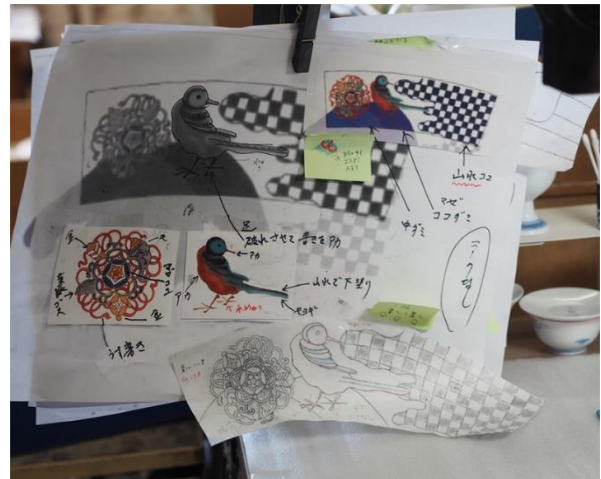


図3 デザイン指示図の一例(畑萬陶苑)。



図4 線書き後の生地

各デザインは、あくまで一般の方が短時間でデザインしたおおまかな図案であったため、それを基に各伝統工芸士や職人が全体の配置やバランス等を微調整して再図案化し(図3)、その図案を基に職人による絵付け作業が行われた(図4,5)。素案は素人のデザインではあるが、伝統工芸士の技術や視点を通して完成したものは、手描きの味わいが感じられ完成度が高い1点物の成品に仕上がっている印象であった。完成品の例を図6,7に示す。全体のバランスに配慮し、手描きで絵柄を完成度高く仕上げる事ができる伝統工芸士や絵付け職人の技量が非常に活かされた結果となった。



図5 職人による絵付け作業の様子。



図6 完成品 1.



図7 完成品 2.

3.3 支援を行った感想と今後の課題

今回の支援において、各伝統工芸士や職人にそれぞれのデザイン作業を割り振る際に手間と時間を要してしまい、様々な依頼に対してスムーズに仕事を受け付けることができなかった。この点は、作業を割り振るしくみや産地内の体制づくりの見直しが必要と感じた。また、アプリを使用し一般の方が自由に行った絵付けデザインが、実際に手描きで描くには小さすぎたり複雑すぎたりする場合に、どのように対処するかという課題も出てきた。今回、産地内での支援は初めての試みであったが、産地内で本アプリを利用した事業化を今後も支援していくためには、それぞれの取り組みに対する状況等にあわせ、アプリの機能調整や機能強化を行い、作業における円滑なシステムを構築する必要があると感じた。

4. まとめ

この陶磁器産地の大きな財産である伝統文様や加飾技術、職人による手描きの技術等を継承し、さらに活かしていくことがアプリを開発した当初の目的の一つであった。今回、アプリを利用して職人による手描きの作品を制作する事例に取り組むことができ、改めて産地が保持している手仕事の価値や、量産製品から1点物まで広く対応できることの強みと魅力を実感する機会となった。今後も引き続き iroe アプリを活用した産地の強みを活かすためのさらなる仕組みや体制作りを検討しながら、支援を行ってきたい。

参考文献

- 1) 松本奈緒子, 佐賀県窯業技術センター令和4年度研究報告書・支援事業報告書,12-14 (2023).
- 2) 松本奈緒子他, 佐賀県窯業技術センター平成30年度研究報告書・支援事業報告書,6-10 (2019).

現代の磁器製造工程技術・技能の集積事業

江口 佳孝
佐賀県窯業技術センター

有田焼製造業では、製造種別工程ごとに分業化され生地製造業、型製造業、陶土製造業、釉薬・絵具製造業など多岐にわたる。業種ごとに高度な技能を有しているが、後継者不足によりその技能の継承が困難になっている。本事業では、次世代に向け現状の高度な技能を、その機器、道具、原材料等の資料と映像データで記録した。

Document creation of porcelain manufacturing production skills and technology

EGUCHI Yoshitaka
Saga Ceramics Research Laboratory

Arita porcelain manufacturing industry is divided into labor for each process. Also it requires a high degree of production skills in each process. However, the lack of successors makes it difficult to pass on production skills. Therefore, it is necessary to create in each document to pass on the production skills and technology to the next generation.

1. はじめに

低利潤による低賃金、高齢化に伴う後継者不足などにより、分業化された有田焼製造各工程の中で、高度な技能保持就業者の減少が起こっている。

このことにより、各工程での製造物の歩留まり率の低下、製造物の品質の低下が目立ち始めている。

また、次世代に引き継ぐべき技能のノウハウが引き継がれずに廃業されていく現象がすでに生じつつある。

製造技術・技能を次世代への確に継承していくためには、現時点でこれらの高度なノウハウ及びテクニックを映像としてアーカイブ化し、そこで扱われている機器の構成、道具の素材、形態および原材料の性質を集約し連携させる資料の構築が急務である。

当センターでは、令和2年度に、これら技術的資料の収集のマニュアル構築に向けた可能性研究を行った。

本事業では、生地製造工程の中で特に技術継承が危ぶまれている機械ロクロ成形に関わる資料を作成した。

2. 機械ロクロ成形用石膏型等の製作に関する資料作成

2.1 資料作成の概要

機械ロクロ成形は、成形体の内側にコテを当てて成形

する内ゴテ成形と、外側にコテを当てて成形する外ゴテ成形に分類される。主にボール形状、カップ形状など比較的深さがある生地の製造には脱型性の面から内ゴテ成形が用いられる。一方、皿など平たい形状は変形しやすいため、成形体粒子の密度を高くし変形を防ぐ目的で外ゴテ成形が用いられる。外ゴテ成形の方が比較的難易度が高い成形方法とされている。

内ゴテ成形で、コテは生地内面の形状、石膏型は生地外面の形状を製作する。

半面、外ゴテ成形で、コテは生地外面の形状、石膏型は生地内面の形状を製作する。

機械ロクロ成形時使用する石膏型を反復生産するための全工程を取材、記録し資料化した。

次に機械ろくろ成形時使用する鉄製のコテの製作を石膏型の断面をもとに製作した。

2.2 機械ロクロ内ゴテ成形用石膏型の製作

全収縮を考慮し、焼き上がり直径 130mmボールの原型寸法での設計を行い、有田町内の石膏製造業者で製作を行う過程を取材、記録し資料化した。

内ゴテ成形用石膏型製作の工程は、原型製作、捨て型製

作(反復生産の元になる型)、ケース型製作、使用型反復製作(ポン抜き)の順である。図1に石膏型製作画像を示す。



図1 内ゴテ成形用原型の製作

2.3 機械ロクロ外ゴテ成形用石膏型製作

2.1と同じ製造業者において、外ゴテ成形用石膏型の製作を行った。

五寸皿の設計を行い、製作を行う過程を取材、記録し資料化した。

外ゴテ成形用の石膏型製作工程では、原型製作工程を省く。

石膏型は凸面の切削のほうが容易であるためあえて原型は作らず、使用型の面を切削する。

このため、工程は捨型製作、ケース型製作、使用型反復製作の順となる。

2.4 コテ(ヘラ)の製作

2.2及び2.3で製作した使用型の断面をもとに設計を行い、有田町内の鉄工所において鉄製のコテの製作を行った。

6mm鉄板を図面通り切り出し、土が当たる面にテーパーを入れる。図2にヘラ図面の製作画像を示す。

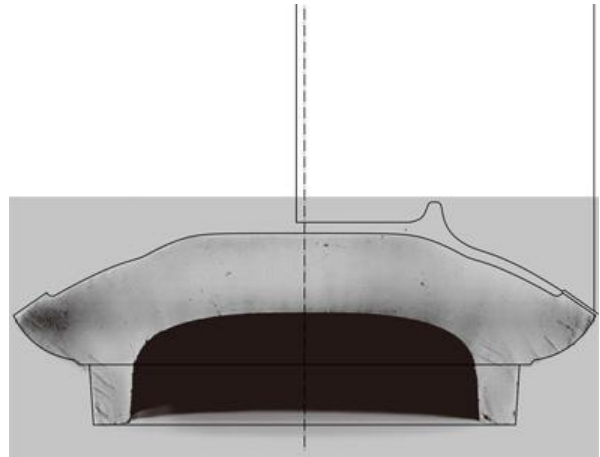


図2 外ゴテ成形用ヘラ図面の製作

3. 機械ロクロ成形による生地製造に関する資料の作成

3.1 機械ロクロ内ゴテ成形

2.2及び2.4で製作した石膏型とコテを用い有田町内の生地製造業者において、内ゴテ成形一連の製造工程を取材、記録し資料化した。

工程は、ヘラ(コテ)合わせ、機械ロクロ成形、脱型、削り仕上げの順である。

3.2 機械ロクロ外ゴテ成形

2.3及び2.4で製作した石膏型とコテを用い3.1と同じ業者において、外ゴテ成形一連の製造工程を取材、記録し資料化した。2.1で述べた通り外ゴテ成形のほうが比較的難易度が高い成形方法とされている。

工程は、内ゴテ成形と同じく、ヘラ(コテ)合わせ、機械ロクロ成形、脱型、削り仕上げの順である。図3に外ゴテ成形画像を示す。



図3 外ゴテ成形

4. まとめ

本テーマでは、機械ロクロ成形に関する石膏型製作、生地製作それにかかるコテの製作を中心に一連で取材を行い記録し資料化した。

今回取材協力をいただいた石膏製造業者及び生地製造業者ともに後継者を置かず、将来は廃業する予定とのことである。

外ゴテ用石膏型製作は、ここ数年来受注がないことで、当初工程の確認を行いながらの取り掛かりとなった。

生地製造業者において、削り仕上げ時に 万年ガナと呼ばれる刃物を用いる。刃は摩耗するため定期的に研ぐ必要があるがカナ製造業者が近く廃業予定であり、新規に購入することや、研ぐことが困難になっている現状があった。図4に万年ガナの画像を示す。



図4 万年ガナ.

また、コテの製作ができる鉄工業者もほとんど無い状態である。

次世代へつなぐため、石膏ロクロ成形に関する資料として、機器、道具、原材料等の情報を取り込んだ資料の構築を行った。作成した資料は今後後継者の育成のために活用していく予定である。

参考文献

- 1) 江口佳孝, 佐賀県窯業技術センター令和 2 年度研究報告書・支援事業報告書, 13-16 (2021).

陶石利用技術支援事業

酸処理天草陶石の品質調査

志波 雄三、嘉村 翔太郎、堤 靖幸
佐賀県窯業技術センター

天草陶石利用技術支援に資することを目的に現状の酸処理陶石の品質調査を行ない、各種陶石の塩素濃度と pH 測定、及び昨年度のデータとの比較検討を行った。無処理陶石の pH は 7.1～8.1 であり、ややアルカリ性側であった。酸処理陶石は塩素濃度が低いと pH が高くなり、塩素濃度が高くなると pH が低くなるという予想であったが、この 2 年間で pH は 6～8 と大きくばらついていることが分かった。現行市販陶土の耐火度は、SK27⁺と通常の値を示した。

Support for The Porcelain stone utilization

Investigation of the quality of amakusa acid-treated porcelain stone

SHIWA Yuzo, KAMURA Shotaro, TSUTSUMI Yasuyuki
Saga Ceramics Research Laboratory

In order to contribute to technical support for the use of Amakusa porcelain stone, we conducted a quality investigation of the current acid-treated porcelain stone, measured the chlorine concentration and pH of various porcelain stones, and compared them with last year's data. The pH of untreated porcelain stone was 7.1 to 8.1, which was slightly alkaline. It was expected that acid-treated porcelain stone would have a high pH when the chlorine concentration was low, and a low pH when the chlorine concentration was high, but it was found that the pH over the past two years varied widely, ranging from 6 to 8. The fire resistance of the current commercially available Amakusa clay was SK27⁺, which is a normal value.

1. 支援の背景

天草陶石はここ数年来、鉄分が少ない高品位陶石の採掘量が減り、また採掘現場の人手不足の現状から、一定量の陶石の確保に長時間を要す状況が続いている。中でも天草特上陶土・撰上陶土の安定した製造には鉄分が少ない陶石が必要なため、陶土製造業では塩酸処理により陶石中の鉄分の含有量を低減した酸処理陶石を目的に応じて配合することが行われている。低品位陶石から鉄分を少なくする塩酸処理は 1970 年頃から実用化¹⁾されている化学処理法であるが、一時期、酸処理陶石の洗浄不足によると思われる陶土の性状変化が発生し、安定した陶土の確保ができなかったことがあり、現在でも一部の利用者においては、酸処理陶石のマイナスイメージが残っている。こうした状況から、当センターは陶磁器業界の各組合等の協力を得ながら平成 29 年度(2017 年度)から現在まで酸処理陶石を使用した陶土の利用拡大のため

の支援事業を行ってきた^{2～4)}。

肥前地区の白磁の需要に今後も応じていくためには、酸処理陶石利用の重要性を伝えていくことが必要であり、そのためには酸処理陶石の性状確認を継続的に実施していく必要がある。本事業では令和 3 年度(2021 年度)から酸処理陶石の定期検査方法の確立を目的とし、化学組成及び耐火度、酸処理陶石を蒸留水に浸漬したときの塩素濃度及び pH の測定を実施している^{5,6)}。本年度もこれらの測定を実施したので、その結果について報告する。

2. 調査原料

調査原料は、肥前陶土工業協同組合ほか陶土製造企業の協力を得て、現在流通している天草酸処理陶石を 2024 年 1 月にサンプリングして用いた。サンプリングした原料は皿山系の酸処理陶石及び低火度酸処理陶石、海岸脈系の浜平酸処理陶石、木山酸処理陶石、木山低火

度酸処理陶石、同じく海岸脈系の共立マテリアル酸処理陶石及び低火度酸処理陶石である。比較物の陶石として、酸処理を行っていない皿山系低火度4等陶石、海岸脈系の木山3等陶石、共立マテリアル4等陶石を用いた。また現行流通中の陶土として市販天草撰上陶土(細工用及び鑄込用)の性状も調べた。なお陶石は昨年度と同じ業者、市販陶土は違う業者からサンプリングした。

3. 調査項目

原料物性として、耐火度及び化学組成について調査した。耐火度は耐火度測定装置(戸田超耐火物製、TODA'S ミニファーマネス)により行い、化学組成は蛍光X線分析装置(Rigaku 製、ZSX PrimusII)を用いてガラスビードによる検量線法で定量分析を行った。

次に原料試料を蒸留水に浸漬させた上澄み液のpH及び塩素濃度の調査を行った。まず原料陶石を小型スタンプリル(日陶科学製、ANS143 型)により粒子が1mm以下程度になるまで粉碎し、粉碎粉末30gを量り採ってビーカーに入れ、300gの蒸留水を加えて30分間攪拌した後、一昼夜程度静置させて上澄み液を採取した。陶土についても粉末30gを量り採り同様の操作によって上澄み液を採取した。静置させた上澄み液は約200mL分取し、冷却高速遠心機(コクサン製、H-2000A2)により回転数10000rpmで20分間遠心分離を行い、これを測定用溶液とした。

塩素濃度はICP発光分光分析装置(島津製作所製、ICPS-8100CL)を用いて検量線法により、pHはpHメータ(東亜ディーケーケー製、HM-42X)により測定した。

4. 天草酸処理陶石の性状結果

表1に各原料上澄み液の塩素濃度及びpHの結果を示す。塩素濃度の比較サンプルとして当センターの水道水の結果も併せて示す。

最も高い塩素濃度を示したのは今回も水道水で13.2ppmであった。各原料の値はこの値よりも低く4.0ppm以下であった。酸処理陶石で最も高かったのは昨年度と同じく共立マテリアル低火度酸処理陶石の4.0ppmで、次に木山低火度酸処理の3.4ppm、次いで共立酸処理陶石、木山酸処理陶石の順となった。皿山系と浜平酸処理陶石はすべて0.5ppm以下となった。今回の測定では酸処理

表1 各原料上澄み液の塩素濃度及びpH

原料名	塩素濃度 (ppm)	昨年度 塩素濃度 (ppm)	pH	昨年度 pH
皿山酸処理陶石	0.5	1.1	7.4	5.8
皿山低火度酸処理陶石	0.3	0.7	8.0	6.3
浜平酸処理陶石	0.5	2.0	7.3	7.3
木山酸処理陶石	1.1	1.6	7.8	7.7
木山低火度酸処理陶石	3.4	—	7.4	—
共立酸処理陶石	1.4	1.7	7.2	7.4
共立低火度酸処理	4.0	5.4	7.4	6.7
皿山低火度4等陶石	0.1	0.9	8.0	8.1
木山3等陶石	3.2	0.5	7.1	8.1
共立4等陶石	0.03	0.5	7.1	7.2
市販撰上陶土(細工用)	2.2	1.9	7.3	7.2
市販撰上陶土(鑄込用)	1.4	0.7	8.0	7.3
水道水	13.2	11.6	7.1	6.9

陶石でも0.5ppm以下のものがある一方で、木山3等陶石のように無処理陶石でも3ppm以上のものがあるなど昨年と異なる結果を示し、サンプリング時期によるばらつきが見られる結果となった。

pHの結果も昨年度と違う傾向が見られ、皿山系の酸処理陶石は昨年度の酸処理5.8が今回7.4、昨年度の低火度6.3が今回8.0とかなりアルカリ側にシフトした値となった。他の陶石は昨年度と比べて特異な差はみられなかった。

そこで、これまでに得られたデータの傾向を考察するため、収集した酸処理陶石、無処理陶石、陶土、水道水

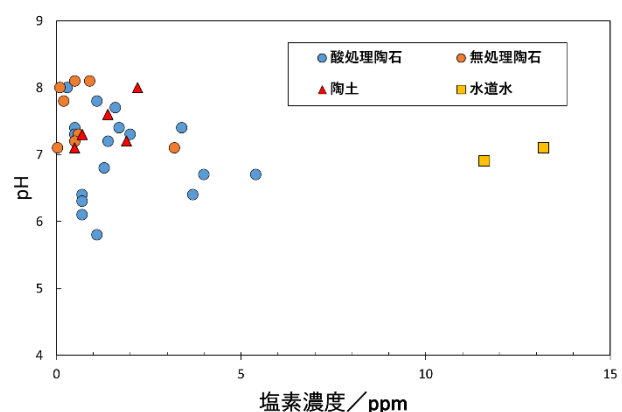


図1 各サンプルの塩素濃度とpHの関係

の塩素濃度と pH の値の関係を整理し図 1 に示す。無処理陶石は、1 個のデータを除いて塩素濃度はほとんどが 0.9 ppm 以下であった。また pH はすべて 7 以上であることから、ややアルカリ性であることが分かった。酸処理陶石は処理液である塩酸の影響から、塩素濃度が低いと pH が高くなり、塩素濃度が高くなると pH が低くなるという予想をしたが、今回の分析では塩素濃度が比較的低い 1 ppm 以下の領域において、pH が 6~8 と大きくばらついているなど、全体的な傾向は見られなかった。この原因は不明ではあるが、今回分析した陶石は複数の陶土業者から採取したものであり、それら各業者での保管状況が異なっていたためと考えられる。例えば、屋外で保管されていた陶石は天候など様々な環境下に長い間、静置されていたわけであり、このような保管条件の違いが陶石の分析値に影響を及ぼしたものと思われる。市販陶土は塩素濃度が 0.5~2.0 ppm、pH が 7~8 で推移している。いずれにしても、陶土・陶石の塩素濃度は水道水と比較すると段々に低いことから、使用における問題はないと思われる。今後も分析値の傾向を探るために一定期間ごとのサンプリング調査を継続していく予定である。

表 2 に酸処理陶石 7 種および現行市販撰上陶土 2 種の化学組成値および耐火度の結果を示す。低火度ではない陶石においては耐火度が昨年度と同様 SK20 程度という結果であり、今回も予想した耐火度よりも低かった。この結果については妥当性の確認のため、他機関での耐火度測定を検討中である。本事業で 3 年間に渡って調査した結果では、低火度でない酸処理陶石の耐火度はい

ずれの試料でも SK20 程度あるという結果であった。市販の陶土 2 種は SK27⁺と通常の耐火度であった。これらの陶土には、使用量は不明だが酸処理陶石が一定の割合で使用されている。耐火度測定の結果から、陶石から陶土へ精製した時点では、問題ないレベルの耐火度になっていることが確認された。

5. 天草陶石に関する講演・意見交換会

天草陶石研究開発推進協議会は、天草陶石の研究及び利用の促進を図り、天草陶石関連事業の発展に寄与することを目的に、天草陶石鉅業協同組合、地元行政並びに熊本県が一体となって昭和 58 年に発足し、春と秋の窯元巡りの開催や陶磁器生産地等先進地視察、研究講演等を実施している。

同協議会が主催する佐賀県、長崎県及び熊本県の陶磁器関係者を交えた「天草陶石に関する講演・意見交換会」及び採石現場の視察が令和 6 年 2 月 15、16 日に熊本県苓北町及び天草市で開催されたので参加した。新型コロナウイルスの影響で令和 2 年の佐賀での開催以来 4 年ぶりの開催となる。佐賀、長崎の陶土製造業、陶磁器製造業、陶磁器販売業、生地製造業及び公設試等から参加があり、熊本県を含めた参加者は 56 名であった。講演は「天草陶石の概況について」熊本県産業技術センター(松尾英信研究主任)、「酸処理天草陶石に関するこれまでの取り組みについて」佐賀県窯業技術センター(志波雄三特別研究員)、「長崎県窯業技術センターにおける産地支援の取り組み」長崎県窯業技術センター(河野将明専門研究員)、

表 2 原料陶石等の化学組成(mass%)及び耐火度。

原料名	LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	耐火度	昨年度耐火度
皿山酸処理陶石	2.55	78.67	14.56	0.35	0.01	0.04	0.03	0.01	3.41	SK20-	SK20-
皿山低火度酸処理陶石	2.41	78.12	14.69	0.37	0.01	0.05	0.05	0.69	3.18	SK18	SK19 ⁺
浜平酸処理陶石	3.02	78.92	14.20	0.31	0.02	0.04	0.02	0.34	2.69	SK19 ⁺	SK20
木山酸処理陶石	3.37	78.30	14.54	0.37	0.02	0.15	0.02	0.26	2.60	SK20-	SK20 ⁺
木山低火度酸処理陶石	2.57	78.10	14.55	0.33	0.02	0.05	0.03	1.04	3.00	SK16 ⁺	—
共立酸処理陶石	3.04	78.70	14.44	0.31	0.02	0.06	0.03	0.18	2.76	SK19 ⁺	SK19 ⁺
共立低火度酸処理	2.45	77.91	14.60	0.28	0.02	0.02	0.03	1.01	3.30	SK16	SK16
市販撰上陶土(細工用)	3.89	74.16	17.40	0.50	0.05	0.08	0.07	0.27	3.10	SK27 ⁺	SK27
市販撰上陶土(鑄込用)	4.12	72.44	18.79	0.62	0.03	0.08	0.04	0.08	3.43	SK27 ⁺	SK27

の 3 件で、内容は天草陶石の出荷量の推移、陶磁器出荷額の推移、未利用陶石の活用事例などであった。

意見交換会では陶石業の現状について、陶石業 3 社とも「従業員が減少しており、20 歳代が少し入っているが 50、60 歳代が多く、その間の年齢層が辞めている」、「陶石の選鉱には長年の経験が必要であり技術継承が途絶えることが危惧される」という状況が紹介された。他に酸処理陶石製造にかかるコストのこと、やきもののふるさと納税への取組などの質問があり、活発な意見交換が行われた。

6. まとめ

天草陶石の利用技術の支援に資することを目的に、現状の酸処理陶石の性状を昨年度に引き続き調査した。結果、無処理陶石はややアルカリ性側に分布していることが分かった。また、酸処理陶石は塩素濃度が低いと pH が高くなり、塩素濃度が高くなると pH が低くなるという予測であったが、塩素濃度が 1 ppm 以下領域では pH が一部 6～8 と大きくばらついており、明らかな傾向は見られなかった。この点は原因の追究と調査条件の見直しが必要と思われるが、今回の pH の変動範囲では使用において全く支障はなく、また陶土を含めた耐火度においても大きな影響はなかった。

今後も、定期的に陶石・陶土の性状に関する調査を引き続き行い、原料の安定供給に向けて業界への支援を行っていく予定である。

謝辞

本事業にご協力いただいた肥前陶土工業協同組合、各会員の皆様、ならびに協力いただいた方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 林文雄, 永田正典, セラミックス 14, No.4, 333-338 (1979).
- 2) 志波雄三, 寺崎信, 佐賀県窯業技術センター平成 29 年度研究報告書・支援事業報告書, 8-11 (2018).
- 3) 志波雄三, 寺崎信, 佐賀県窯業技術センター平成 30 年度研究報告書・支援事業報告書, 19-22 (2019).
- 4) 志波雄三, 寺崎信, 嘉村翔太郎, 佐賀県窯業技術セ

ンター令和元年度研究報告書・支援事業報告書, 51-55 (2020).

- 5) 志波雄三, 寺崎信, 嘉村翔太郎, 佐賀県窯業技術センター令和 3 年度研究報告書・支援事業報告書, 42-46 (2022).

- 6) 志波雄三, 嘉村翔太郎, 蒲地伸明, 佐賀県窯業技術センター令和 4 年度研究報告書・支援事業報告書, 20-24 (2022).

体験・体感型産業観光による持続可能な産業のためのファンづくり

有田焼の歴史・製造工程・食の体験によるクラフトツーリズムの構築と地域活性化の取り組み

浜野 貴晴

promoduction(プロモダクション) 代表 / 佐賀県窯業技術センター 外部アドバイザー

国立大学法人 佐賀大学 肥前セラミック研究センター 客員研究員 / 有田町 クリエイティブアドバイザー



1. はじめに

国連が提唱するSDGs(持続可能な開発目標)や脱炭素社会実現、CSR(企業の社会的責任)など、社会・環境・人への貢献による持続可能性が話題になる昨今だが、国内外の陶磁器業界においては、社会貢献を語る以前に、「長期的に持続不可能」という産業の危機を語る事業者は少なくない。

現在、有田焼産業は「受注減」、「利益率減」、「後継者・人材不足」、「原料や燃料の高騰」など多岐にわたる課題を抱えている。

現在の事業を長期的に持続させるためにはどうすべきなのか。その問いに対する答えの一つが「ファンづくり」である。事業者にとって「ファンづくり」がなぜ大切なのか、また「ファンづくり」が事業者にどのような効果をもたらすのかを探るとともに、その有効的な方法として「クラフトツーリズム」を考える。

2. ファンづくりの現状

「ファン」とは、言い換えれば「優良顧客」であり、商品やサービスを継続的に利用してくれるリピート客、コアユーザーである。さらに近年のSNSの普及などに伴い、事業者に代わって、その商品・サービスの価値を代弁し、プロモートしてくれる伝え手にもなる。

ファンが多ければ多いほど安定的な売上を維持でき、それにより価格戦略にも余裕が生まれ、価格競争に陥らない。結果、収益も十分に確保できるようになる。

ルイ・ヴィトン、ナイキ、アップルなどのブランドや、ミッキーマウスやスヌーピーなどのキャラクターは、長年にわたってファンづくりに注力・投資してきたからこそ、世界中で事業を拡大し、現在のゆるぎない地位を獲得した。

国際的なブランドに成長したブランドやキャラクターの例であるが、そこに共通するのは「独自の世界観創出」の上での「ぶれない商品開発」、「高い品質やデザイン」の徹

底であり、ものづくりに関わる事業者には学ぶことが多い。

当然ながら、大企業が行うプロモーションには、多大な投資が行われており、簡単に真似できることではないが、ネットが浸透した昨今では、個人事業主や零細企業でも日本中、さらに世界中にファンを持つことが可能となった。

ネットやSNSを駆使したファンづくりで、近年勢いがあるのがハンドメイド／クラフト市場だ。ハンドメイドの作家はECサイトなどでの自作品の販売に加え、SNSでの作品写真やイベント告知などの配信に余念がなく、多くのフォロワーを獲得している。中には大企業も目を見張るほど多数のフォロワーに支持されている人気作家もいる。フォロワー数は販売力に繋がる指標となるが、気軽に「いいね」するフォロワーも多いことから、「フォロワー＝ファン」とは言えないものの、そこにはファンも必ず存在する。こうした地道な活動によってオンラインでのフォロワーを獲得、さらにファンへと育てていくことで、リアルなイベントに参加するほどの熱意のあるファンとの出会いも生まれる。オンラインにてクリエイターとユーザーが直接取引を行える日本最大級のハンドメイドマーケット「Creema」が主催するお祭り型のリアルイベント「HandMade in Japan Fes」、手紙社が主催するこだわりの道具のセレクト品やオリジナル商品を扱う小規模事業者が出店する「東京蚤の市」、商談会を兼ねた作り手と伝え手、使い手を繋ぐ展示販売会「ててて見本市・ててて商店街」などを訪れると、来場者数の多さと会場の熱気に圧倒される。コロナ禍で「すごもり需要」が拡大したことも後押しとなり、この分野の市場拡大は今後もしばらく続くと思われる。



「東京蚤の市」の様子

ハンドメイド市場ではファッションやアクセサリなど服飾雑貨の作り手の中軸として目立つが、陶磁器関連も存

在感を見せている。定期的に開催される全国各地でのクラフトマーケットやデパート催事でも様々なジャンルの商品が出店される中、陶芸作家・陶磁器メーカーがその一翼を担う。人気のある作家は、独自のポップアップイベントなどを展開し、開場前から購入を希望するファンが列をなすほどの高い集客力に、関係者を驚かせることもある。

SNSなどを活用したファンづくりの手法は「ファンベースマーケティング」と呼ばれ、売り上げアップを図るだけでなく、ファンのロコミやSNSでの拡散などによってさらなる新規顧客獲得に繋がることや、ファンからのフィードバックを得て商品・サービスの改善を図るといったメリットも生む。大企業もこのような効果に着目し、これまでマスメディアを中心に展開してきたプロモーション活動を、ファンベースマーケティングを基軸にした戦術にシフトする動きも見られるようになった。商品やサービスの愛用者が集うコミュニティやイベントの企画、ライブ配信やクラウドファンディングなどの活用など、あらゆる施策による展開が見られる。当然ながら資本力の違いによりできることも事業体の体力によって異なるが、ネットの世界では投資額や展開規模などに対し、柔軟に対応したサービスも増え、近年、身の丈に合った施策に取り組めるようになっている。

ファンづくりの施策は基本的には「長期戦」であり、すぐに成果を得ることは期待できない。何かのきっかけで配信した情報が「バズる」、つまり一気に拡散することは稀にあるが、狙ってできるものでもない。施策を愚直に根気強く重ねていくことによって、ファンを少しずつ拡大していくことが順当なやり方となる。

3. 「ファンづくり」と「ブランディング」

「ブランディング」とは、自らの創出する商品やサービス「ブランド」を対外に魅力的に「見せる」ことと思われがちだが、外からどのように「見られる」かを意識し、慎重かつ丁寧に見られ方をコントロールすることである。そうしたブランドの醸す「独自の世界観」や「商品・サービスの価値」、「品質やデザイン」に共感し魅力を感じてくれた人がファンとなる。

前述した通り、「ファン」とは、事業者にとっての「優良顧客」であり、売上に寄与する存在としてこれまで認識されてきたが、さらにそうした共感できるブランドに関わる仕事

がしたいという熱い想いをを持った人材も現れる。

対外的に魅力を発信し、ブランドのイメージアップや販売促進のための取り組みが「アウトターブランディング」であるのに対し、それを経て、そのブランドに関わる仕事に従事したいという強い憧れ、その商品やサービスを生み出し、提供している仕事に関わっているというプライドやモチベーションの向上のための施策が「インナーブランディング」となる。「アウトターブランディング」と「インナーブランディング」の両輪で取り組むことで、近年、ファンは優良顧客から、積極的に商品やサービス、ブランドについて意見をするコアユーザー、さらにそのブランド展開に関わる従事者へとより関係を強める存在となっている。

4. 産地にファンを呼び込む

全国の陶磁器産地では昨今、後継者・人材不足によりサプライチェーンが不安定化し、販売機会損失や産業全体の縮小が危惧されているのは、よく知られた実情である。

後継者・人材不足の背景には、少子高齢化などの理由による働き手人口の減少、都市部と地方の所得・働き方・情報格差、主に生産現場などに従事している作業員・技術者といった肉体力労働やルーチンワークであるブルーカラーの仕事への敬遠などがあるが、うがった見方をすれば、若い世代が陶磁器産地の事業体の将来に対する展望を見いだすことができないという理由が大きい。若い世代が産地内での就職を望むほどの「熱狂的なファン」になってもらうには、「他にはない魅力ある商品を生み出せる」ことはもちろんのこと、「しっかりと稼げる」、「働き甲斐のある仕事」、「都市部とは違う地方暮らし」といった観点での仕事・生活環境の魅力も求められる。

陶磁器産地で若い働き手が不足しているのは、このような点で「ファンづくり」が充分ではなかったが故とも言えよう。とはいえ、現在の陶磁器業界においても、高い集客力を持つ陶器市のようなイベントや、ファンを多く抱える人気作家の実例もあり、ファン拡大の余地はまだある。ファンとの結びつきを強め、今度どのように活かしていくかで収益の好転から、働き手確保に繋がれよう。

有田焼をはじめこれまでの地方発のブランディングは、マスに対していかに商品やサービスの魅力・価値を伝えるかに注力するが故、より多くの人の目に触れようと都市

部での展示会出展といったアウトバウンドのプロモーション戦略が主流であった。地方発の商品であるため、一般顧客に対する露出機会の創出、認知向上においては一定の効果を生んできたが、ネットの普及に伴う情報のロジスティックスの簡便さにより、世の中には様々な商品情報が溢れ、ファンにとっては既知のことが多くなり、満足させられなくもなっている。

当然ながら、生産地から離れれば、見せられるものはその商品が主体となる。近年はできる限りわかりやすく価値を伝えるための動画など、提供するコンテンツも充実してきたが、その場での伝え手となるのは、一般的には商社などが行うことから、販売を担う担当者が提供するコンテンツとしては、「使い方(スタイリング、コーディネート、使い勝手)」といった商品化後のプロモーションである「ポスト・プロダクション」の情報が主となる。

しかし、すでに市場に商品情報が溢れる中、それに飽き足らなくなったファンにとっては、より深いブランドや商品の付加価値情報を求め、「作り方(技法、美、作り手の想い)」といった商品化前の「プレ・プロダクション」などに魅力を感じ、話題にすることも多くなった。ハンドメイドマーケットが活況であるのは、小規模製造事業者や個人作家が自ら出向き、作り手としてその商品への想いや開発秘話、製造時の苦勞を語ることで、ファンの共感度を上げていることに起因していよう。「もの・こと・ひと」が繋がることで、商品単体の魅力から、その商品を取り巻く見えない付加価値は増大する。

とはいえ、作り手が販売促進に寄与するために都市部へ自ら出張することも、また生産地から離れた場所でその商品に関する深い情報を伝えることにも限界がある。では、いかにファンの求める情報を伝えるのがよいのだろうか。

そこで逆転の発想から、自らが都市部へ出向くのではなく、全国さらには海外から産地へ、ファンに来てもらうことに取り組むことが思いつく。

産地では、日々脈々と受け継がれてきたものづくりの製造・販売構造が形成されている。一つのものが生まれ、使い手の元に届くまで、いかに多くの人の関わりがあり、その生産を支えている人の力が現場にはある。有田焼産地においては、400年の長きに渡り、この地で日常的に生産活動が続けられてきており、これまでの歴史を経て、その

商品を生み出す多くの職人の技と想い、現場の空気感、地域の食や風土に至るまでを垣間見ることができる。それは都市部の展示会には決して持つていくことのできないコンテンツである。であるからこそ、ファンに産地に赴いてもらい、実際に現場を体験・体感してもらうことは、都市部では実現不可能なブランドや価値の伝え方となる。

こうした産地に人を呼び込む取り組みは、新潟・燕三条の「工場の祭典」や福井・鯖江の「RENEW」、東京・台東区の「モノマチ」などのオープンファクトリーイベントとして知られるが、近年、全国の様々なものづくり産地にて自然発生的にこうした活動が生まれてきているのも、あながち偶然ではない。産業にとって、熱意のあるファンを呼び込み、現場を知って、ものづくりを学び、そして地域の暮らしを楽しんでもらうことが、ファンづくりのために有益であることへの気付きからであろう。

経済産業省 近畿経済産業局では、近年、地域の中小企業等が一体となって取り組むオープンファクトリーイベントが関西に増えつつあることをきっかけに、全国の地域一帯型オープンファクトリーについて研究、さらに冊子として刊行物にまとめ、オープンファクトリーの効果について検証するなど、地域にファンを呼び込む動きがもたらす経済性に注目が集まっている^{※1}。

5. 展示販売イベントから展示体験イベントへ

有田焼産地では、地域に人を呼び込むイベントとして、毎年GWに開催され、令和6年度にて120回を数える「有田陶器市」を筆頭に、年間を通し多数行われてきた。有田陶器市では今尚約120万人におよぶ来訪者があるものの、参加事業者からはかつての勢いを懐かしむ声が大い。

これまで有田における集客イベントは展示販売を目的とした集客が中心であり、廃番品や規格外品などのお買い得品や商品のバリエーションの違い、物量の大小こそあれ、都市圏で行う展示販売会と趣旨がさほど異なるものでもない。より熱意のあるファンを産地に呼び込むためには、展示販売以外で、かつ産地でしかできないコンテンツが重要となる。

伊万里・有田焼の若き窯元有志が集まり、活動するNEXTRADは、自らが生み出す有田焼の魅力をより広く伝え、産地にファンを呼び込みたいとの思いから、工場見学

とものづくり展示・体験イベント「Go Forward^{※2}」を令和3(2021)年より、毎秋実施しはじめた。

NEXTRADは、伊万里・有田焼の窯元の若手経営者および後継者により、2017年に結成したチーム。13社／名(2024年3月現在)が参加している。「車座会議」と称して、各社の取り組み、産地の抱える課題や方向性の議論、窯業関係者を招いての意見交換などを月例にて行い、情報の共有とともに、有田焼産業の持続可能な未来を考え、発信することを目的に活動している。

「Go Forward」では、佐賀県陶磁器工業協同組合のショールームをメイン会場とし、原料である陶石から完成品に至る有田焼の製造工程や、メンバーである各窯元の得意技術や表現などを展示し、磁器のものづくりを作り手自らが説明する。さらに日頃公開していない製造現場が見学できるツアー型のオープンファクトリーや製造工程を体験できるワークショップも実施している。

さらに現在の製造現場が抱える課題として、瑕疵とされる規格外品が生まれてしまう理由や脱炭素社会に向けたCO₂排出削減、産業廃棄物の問題などNEXTRADが考えるSDGsへの取り組みのパネル展示や、実際の規格外品を見て考えてもらう来場者アンケートなどを実施し、検品基準についても一石を投じている。NEXTRADがこれからの産地でのものづくりについて思いを巡らせていること、持続可能性のために取り組もうとしていることを多くの方々に案内し、有田焼について一緒に考えていただく機会創出と、より深いものづくりの情報提供をイベントとして実施している。

令和5(2023)年度のGo Forwardは、佐賀県が主催する県内企業の工場見学・体験イベント「SAGAものスゴツアー」との共催にて、親子で参加できるファクトリーツアーとワークショップを実施した。午前と午後に各15組(約30名)、計30組(約60名)を事前予約制にて募集したところ、応募総数は500組を超える人気ツアーとなった。磁器の生産は、複雑な工程なため、理解を促すには丁寧な説明と実際の作業体験を提供することが必須と考えており、現段階では10名程度を1グループとして案内するのが適切と判断しているが、それが故、受け入れられる人数にも限界がある。今後、より多くの人に提供できるコンテンツやプログラムの構築を検討している。



NEXTRAD「Go Forward」での工場見学や展示、ワークショップの様子

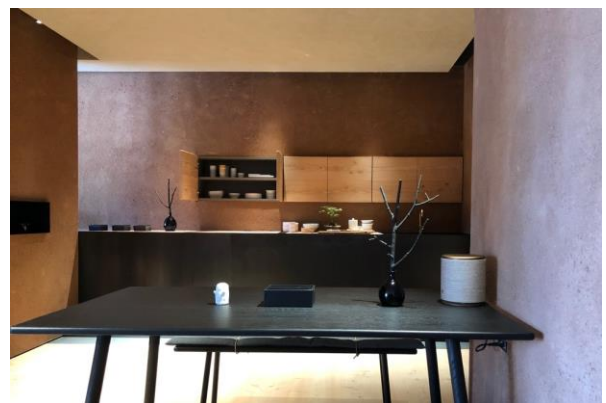
また、有田焼の絵の具や釉薬の原料メーカーである深海商店では、年間を通し、オープンファクトリーを受け入

れている。有田焼の特徴である染付の下絵の具である呉須や上絵の具、多彩なバリエーションの釉薬の製造工程という、有田焼産業を支える工場が見学でき、多くのコアな有田焼ファンの共感を得ている。

6. 商社としての取り組み

有田焼の卸商が集まり、有田焼卸団地協同組合として整備・運営しているアリタセラ/Arita Será^{※3}は、有田駅から車で5分ほどの小高い丘の上に広がる、有田焼専門店が軒を連ねるエリアの総称である。約2万坪もの敷地に、日用食器、贈答品、業務用食器、高級美術品などの陶磁器を扱う22の店舗が軒を連ね、卸団地でありながら、一般消費者も購入できるショッピングモールを展開している。

近年、複数の店舗が改装リニューアルオープンし、これまでの百貨店型とも言える商品ラインナップを一新、「生活シーンを感じさせるハイエンドな空間で自社ブランドの商品を魅せるフラグシップショップ型」、「表現や技法、テーマ性を重視し限定した窯元の商品のみを扱うセレクトショップ型」、また「器の用途、客層と親和性の高いベーカリーカフェ、インテリアや暮らしの道具を扱うライフスタイルショップ併設型」など、多数の商品を並べ販売するこれまでの展示スタイルから、見せ方にこだわり、限定した商品のみを扱うショップ展開で商品価値を伝える新たなビジネスモデルの試みも始まっている。



生活シーンを感じさせる空間で自社ブランドの商品を紹介する店舗

また有田焼卸団地協同組合では、平成30(2018)年、佐賀県の支援のもと、クリエイティブプラットフォーム交流・発信拠点として、アリタセラ内の空き店舗を改装・増築し、ホテル・レストラン「arita huis/アリタハウス^{※4}」を開業した。

平成28(2016)年に有田焼が創業400年を向けるにあたり、

2014年から3ヶ年におよび佐賀県が推進した、有田焼創業400年事業をきっかけに、近年有田には、国内外のクリエイター(アーティスト、デザイナー)が多く来訪し、佐賀県と有田町が実施するアーティスト・イン・レジデンス事業など、有田焼の職人とのコラボレーションによるものづくりも行われている。

arita huisは、スタイリッシュな10室のホテル、臨場感あふれるオープンキッチンと44席の落ち着いたダイニングに海外のクリエイターが有田に長期滞在して創作した作品を展示するギャラリーを併設したレストランを運営している。有田の地に世界で活躍する人材が集い交流する場、そして、有田から世界に向け新しいクリエイションを発信する場として、地域に根ざしたクリエイティブプラットフォームとなるべく、有田でしか味わえない特別なひとときを、充実したおもてなし、食、空間美でクリエイターから観光客にいたるまでの来訪者を迎えている。

arita huisで使われている器は、すべてアリタセラ内のいずれかの店舗にて購入でき、食事を通して、有田焼を使う体験ができる。有田焼の奥深さ、歴史、洗練された世界観を表現する他には類を見ない心地よい空間として、日本ならではの美しい器を体感し、愛で味わえる唯一無二の場所を目指し、食と連携した器文化の体験と発信に努めている。



arita huis での食を通じた器体験

7. クラフトツーリズムの構築

窯元や商社のこうした一連の動きを経て、これらを連動した取り組みとして、令和2(2019)年、東京を拠点に活動するCulture Generation Japanが中核事業者として立ち上げた新事業「Onland -Japan Craft Tours-^{※5)}」に有田焼産地としても参画することを表明し、同社と連携することとし

た。Onlandは、全国から17産地(2023年現在)が参加し、それぞれの産地でのものづくり体験を主たる目的とするクラフトツアーを専門に販売を行う旅行代理店である。

それぞれの産地には、ローカルプロデューサーが就任し、そのローカルプロデューサーが提案する産地でしか体験できないようなコンテンツのツアープログラムがカスタムメイドで提供されている。

有田焼産地においては、浜野がローカルプロデューサーを務め、「日本磁器発祥の聖地礼讃〜陶石から学ぶやきものづくり〜」としたツアーの構築を行なっている。

400年の有田焼の歴史を学ぶ九州陶磁美術館の見学を皮切りに、泉山磁石場から陶山神社など重要伝統的建造物群保存地区である内山地区の町歩きを行う一般的な観光ルートから、陶土工場、生地工場、窯元といった通常一般公開していない製造現場の見学、さらにアリタセラ、arita huisに宿泊滞在し、有田焼の器を使ったシェフのコース料理を堪能しつつ、気に入った器を購入できるまでをツアーとしている。



「Onland」公式ウェブサイト

有田観光協会や地元タクシー会社の協力のもと、それぞれの立場の事業者が自らアテンドすることで、専門的かつ、より深くものづくりに関する会話を楽しんでもらうことにも配慮し、「もの・ひと・こと」に加え、有田に来なければ体験・体感できない「とき」消費の価値提供を目指している。

こうしたクラフトツーリズムを具現化していくことで、有田焼産地における通年観光の環境整備と受け入れる側の体制や心構えなどが検証できるとともに、これまで陶磁器の購入者をターゲットとして集客を目指してきた産地において、あらたな収益の軸として「産業観光」という視点が芽生えることが期待できる。

さらに間口をものづくりに関わる学生のインターンシップや陶磁器産業への就労体験、陶芸などのクリエイティブをテーマとした小・中・高校生向けの体験学習などに広げ、展開していくことも想定でき、焼き物、器、食に関する「体験」をアピールし、産地へのファンおよびファン予備軍を呼び込み、「体験」を通して有田焼に関する造詣を深めてもらい、より熱意のあるファンづくりに努めることで、有田焼だから使いたい、購入したいと感じてもらえることに繋がる。

そして、さらにその先として、有田焼のブランドに関わる人材として産地内への就業、移住施策へと導くためにも、産地での暮らしや仕事を体験できるロングステイ型の受け入れの体制・環境整備への機運を高めていきたい。

※3)

アリタセラ 公式WEBサイト

<https://www.arita.gr.jp/>

※4)

arita huis 公式WEBサイト

<https://aritahuis.com/>

※5)

Onland -Japan Craft Tours- 公式WEBサイト

<https://onland.tours/>

8. 特筆すべき成果

- 有田焼の魅力発信、ファンづくりのためには、より深いものづくりに関する体験が有益であるという事業者の気付き
- 有田焼産地でしかできない体験コンテンツの構築
- 窯元と商社、その他産地内事業者や支援組織が連携して取り組む体制づくり
- 実施にともなう関係者の意識や経験値の向上と新たな事業への展開

脚注および参考資料

※1)

OPEN FACTORY REPORT 2.0

経済産業省 近畿経済産業局

<https://www.kansai.meti.go.jp/1-9chushoresearch/openfactory/webOPENFACTORYREPORT2.pdf>

※2)

NEXTRAD 公式WEBサイト

<https://nextrad.jp/>

NEXTRADが主催するイベント「Go Forward」に関する詳細は、佐賀県窯業技術センター「令和3年度 研究報告書・支援事業報告書」PP.47-52にても紹介。

その他 令和 5 年度に取り組んだ事業の概要

経常研究

① SDGsに対応した陶磁器の製品化技術の開発(令和 4 年度～令和 7 年度)

研究企画部 中溝 祐志
副所長 白石 敦則

一般的に産地で利用されている釉薬原料のみで釉薬開発を行い、釉薬の熔け具合、光沢度について調査した。その結果、亜鉛華を用いて調合すると、1200℃焼成でも 1300℃の石灰釉と同等の熔け具合になることがわかった。また、開発した釉薬について顔料を添加し、顔料の発色確認を行い、テストサンプルを作製した。

② 排泥鑄込みにおける成形技術の研究(令和 4 年度～令和 6 年度)

技術開発部 嘉村 翔太郎、関戸 正信
研究企画部 蒲地 伸明

R4 年度に引き続き鑄込みの試験を行い、鑄込み時間と素地重量の関係、含水率と収縮率の関係を調査した。石膏型の製作条件と気孔特性を調べるため石膏のテストピースを作成し各種物性試験を行った。また石膏型が鑄込み素地に与える影響を調べた。大型、小型形状の石膏型を作成し最適な泥漿条件を調査するため鑄込み試験を行った。

③ 次世代転写加飾技術の開発(令和 4 年度～令和 7 年度)

デザイン部 松本 奈緒子

ディスペンサー装置やスクリーン印刷で印刷するための、絵具ペースト以外の材料の検討を行った。釉薬粉末とオイルの調合を行い、素焼き生地に対しての撥水処理方法や定着性の試験を行った。また、天草陶土粉末と釉薬粉末等を調合したペーストを作成し、焼成後の強度や素焼き生地上への定着性の検証を行った。

④ 陶磁器のマスキング手法に向けたデジタル 3D 技術活用研究

(令和 5 年度～令和 7 年度)

デザイン部 下田 華与、江口 佳孝

準備したテストピースの3次元スキャナデータを基に 3D データを作成。マスキング型の絵柄の選定、型の厚み、エッジ形状パターンを作成し、吹きを検証を行った。器物面とマスキング型の隙間の広さによる吹きの仕上がり変化を確認した。

その他 令和 5 年度に取り組んだ事業の概要

戦略的試験研究

⑤ 新世代磁器の開発(令和 4 年度～令和 6 年度)

研究企画部 蒲地 伸明

昨年度に続き、自己施釉機構の実現へ向け、高温安定結晶とガラスマトリックスのバランスについて検討を行った。結果、施釉になしに一度の焼成で磁器素地表面に 100 μ m 以上の厚さを持つ透明光沢釉層を実現した。

⑥ 陶磁器上絵の耐アルカリ性改善(令和 5 年度～令和 7 年度)

技術開発部 堤 靖幸

副所長 白石 敦則

耐アルカリ性の試験方法を検討した。化学的耐久性試験は①JIS S 2403 の業務用浸漬試験と②業務用食器洗浄機を使用した洗浄試験の 2 つを比較し、評価は光沢度で実施することとした。

無鉛フリットの主成分である二酸化ケイ素と酸化ホウ素の含有量がフリットの耐アルカリ性に与える影響について検討した。

共同研究

⑦ SOFC 型ポータブル発電機用セルの開発(令和元年度～令和 5 年度)

技術開発部 松永 祐一、志波 雄三、釘島 裕洋

県内事業者(1 社)及び県外事業者(1 社)と共同で、アウトドア電源、災害等非常時電源として有用なポータブル発電機に適した燃料電池セルの開発を目指した。セルの発電性能向上のため、セルに使用している原料各成分の分散状態の改善を試みた。原料の予備混合を検討することにより、電圧の立ち上がりが早くなり、また出力を安定させることができた。

SAGA CERAMICS RESEARCH LABORATORY