

次世代転写加飾技術の開発

松本 奈緒子

佐賀県窯業技術センター

本研究では、陶磁器における加飾技術の幅を広げるため、スクリーン印刷技術を活かした新たな転写技法や定量塗布装置(ディスペンサー)を使用して絵具や釉薬を塗布する方法について検証した。釉薬のスクリーン印刷や濃淡印刷の検証を行い、釉薬転写の方法を確認することができた。また、スクリーン印刷の工程中に絵具の塗布工程を加えることで敢えて絵具を滲ませる方法や、カバーコートの変形を加えることで絵柄の配置をランダムに動かすことが可能な印刷技法を見出すことができた。さらにディスペンサー装置を上絵具や釉薬の印刷装置として使用する新たな印刷手法を見出した。

キーワード:陶磁器、加飾技術、スクリーン印刷

Development of New Transfer Decoration Technology

MATSUMOTO Naoko

Saga Ceramics Research Laboratory

In this study, to expand the range of decorative techniques in ceramics, we investigated new transfer methods utilizing screen printing technology, as well as methods for applying pigments and glazes using quantitative dispensing equipment (dispensers). We conducted tests on screen printing of glazes and gradient printing, and were able to confirm methods for glaze transfer. Furthermore, we discovered printing techniques that allow for intentional bleeding of pigments by incorporating a pigment application step during the screen printing process, as well as methods that enable the random shifting of design placement by deforming the cover coat. We also developed a new printing method that utilizes a dispenser as a printing device for overglaze pigments and glazes..

Key Words: Ceramics, Decorating Techniques, Screen printing

1. はじめに

上絵付けなどを代表とする表面加飾技術は、絵付けを特徴とする佐賀県の陶磁器産地の伝統的な技法である。しかし近年は、食器洗浄機の普及や文様を必要としないデザインニーズの傾向などにより、上絵具による加飾は減少の一途をたどっている。その結果として、他産地と比較した際の佐賀県の陶磁器としての特徴が減少しているといえる。また、上絵加飾を量産する際に使用するスクリーン印刷などの技術は確立されているが、特に和絵具(盛絵具)を印刷する際に絵具を厚く盛ったり、濃淡表現をしたりするために版を複数用いて印刷することによって、コストや欠点が増加するといった細かな課題がある。このようなことから、特に絵具の厚みや濃淡表現を特徴とする

「盛絵具」の魅力を活かした商品開発や新たなデザイン開発にブレーキがかかっている現状がある。

以前に当センターで開発したスクリーン印刷による濃淡印刷技術¹⁾については上絵具(和絵具)に関する検証を行ったが、この技術は釉薬の印刷にも応用が可能である。そこで今回、釉薬の濃淡印刷に関する検証を行った。また、上絵の転写紙は、現在、スクリーン印刷で作成されていることから量産が可能であり、その絵柄も安定した品質が得られるが、手描きによる絵付けと比較すると「味気ない」「均一的」と評価されることがある。そこで、スクリーン印刷においても、不均一で唯一性がある絵柄を量産できないかと考え、通常のスクリン印刷工程の前後に新たな工程や加工を加えて、絵具の滲みやランダムな絵柄配置

を可能とする方法を検討した。

一方、現在様々な分野において使用されている印刷機器で、被印刷物に対して材料を直接塗布できる定量塗布装置(以下、ディスペンサー装置)がある。転写紙作成におけるスクリーン印刷では、版のメッシュ孔サイズによって絵具の厚みや印刷量が制限されるのに対して、この装置は、絵具の厚みを吐出量により制御することができ、また塗布する形状もドット状や線状など自由にデザインすることが可能である。

このようなことから、本研究では、産地特有の上絵具(和絵具)などの特徴を活かした絵柄表現や加飾方法の選択肢を広げるため、これまで表現できなかった新たな転写加飾技法を開発することを目的とし、スクリーン印刷やディスペンサー装置を使用した上絵や釉薬の印刷技法について次の4つについて検証を行った。

- ① 上絵具の濃淡印刷技術¹⁾を用いた、釉薬の濃淡印刷に関する試験
- ② 上絵転写紙のカバーコート²⁾の形状に関する試験
- ③ 絵具を滲ませる印刷に関する試験
- ④ ディスペンサー装置を用いた転写紙作成に関する試験

2. 実験方法

2.1 釉薬の濃淡印刷技法への応用

2.1.1 釉薬転写紙の作成

釉薬の濃淡印刷を検証するための印刷ペーストは、釉薬粉末と印刷用オイルを用いてスクリーン印刷に適した調合を検討した。まず、釉薬(石灰釉)は液状のものを一旦乾燥させて、120メッシュの篩を通した粉末を使用した。次に、この釉薬粉末と印刷用オイル(OS-4334)をハイブリッドミキサー(株式会社シンキー製、ARE-310)及び3本ローラーミル(アイメックス株式会社製、BR-100VⅢ)で均一混合し、これを釉薬ペーストとした。なお、釉薬粉末と印刷用オイルの配合は、重量比(粉末:オイル)で1:0.5, 1:0.8, 1:1.5の3種類を調合した。得られたペーストは100メッシュのスクリーン版を用いて専用の台紙(転写台紙)にスクリーン印刷し、それぞれの釉薬転写紙を作成した。

2.1.2 撥水加工の方法

素地へ転写貼りを行う際は、素地の吸水性を止めるため、撥水剤を使用する必要がある。釉薬転写に適した撥水剤を確認するため、陶磁器用撥水剤CP-E(有限会社新昭和コート社製)とグレーズタイト(伊勢久株式会社製)の2種類を使用して検証した。素地上にCP-Eとグレーズタイトをそれぞれ刷毛塗りし、乾燥後に前項で作成した釉薬の各配合の転写紙を貼り付けた。それらを撥水剤やグレーズタイトの成分を焼き飛ばすために約800℃で焼成を行うものと、焼き飛ばし焼成を行わないものを作成した。それぞれを1300℃で本焼成し、焼成後の状態についてめくれやちぢれの発生の有無を確認した。

2.1.3 釉薬の濃淡印刷

スクリーン印刷の版に加工を行うことで上絵具(和絵具)の濃淡印刷を可能とした技術¹⁾を応用し、釉薬での濃淡印刷の検証を行った。2.1.1で調合した釉薬ペーストを用い、濃淡印刷用に加工を行った100メッシュのスクリーン版を用いて転写台紙上にスクリーン印刷を行った。この転写紙を素地と太白のサンプルにそれぞれ転写貼り後、1300℃で本焼成し、濃淡表現の状態を確認した。

2.2 上絵転写紙のカバーコート形状

通常、陶磁器用絵具を転写台紙上にスクリーン印刷する工程では、絵柄を転写台紙上へ印刷した後に絵柄同士がばらばらにならないようにカバーコートを最上面に面状に印刷するが、面状ではなく絵柄同士を線でつなぐようにカバーコートを塗布し、貼り付け時の絵柄のスライドのし易さを検証した。まず器面に対して複数の絵柄が点在するようなデザインへ利用することを想定し、テスト用のデザインとして直径10mmのドットを、15mm間隔でグリッド状に配置したドット(配置①)、またはそれを交互にずらして配置したドット(配置②)の上絵転写紙を準備した。絵具は上絵具(和絵具)を使用した。その転写紙上のドットの絵柄に対して、カバーコートの形状を「縦・横」「斜め」「縦・横・斜め」「縦のみ」の4パターンとし、スポイトを使用し3~4mm幅の線状に塗布した(図1)。完成した転写紙をフラットな器面上へ絵柄をスライドさせながら貼り付け、その作業性を確認した。

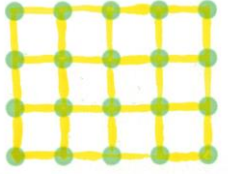
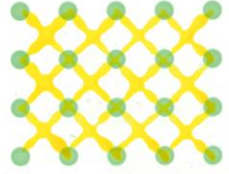
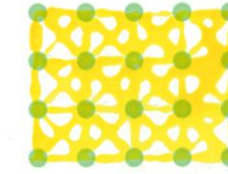
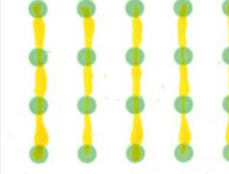
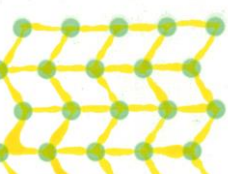
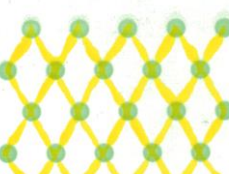
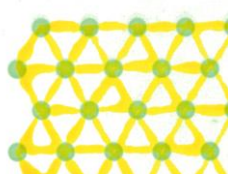
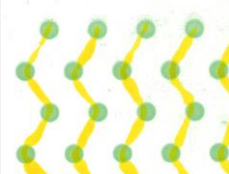
		カバーコート			
		縦・横	斜め	縦・横・斜め	縦一列
ドット 1					
	ドット 2				

図1 カバーコートの形状

2.3 しみ表現のための絵具の積層方法とその条件

スクリーン印刷の工程では印刷を重ねる場合、1回目の印刷が乾いてから2回目の印刷を重ねるのが通常であるが、それを敢えて滲ませるため、1回目の印刷後にその絵具が乾く前に上に絵具を重ねる方法について検討した。まず70メッシュの版を使用し通常のスクリーン印刷の方法で上絵具(色:きいろ)を転写台紙上に四角形状に印刷した。その上に、絵具が乾燥する前に別の上絵具(色:茶もよぎ)をシリンジで 0.02~0.03mlずつ点状に塗布した。また、しみをより促進できるかを比較検証するため、1回目の四角形状の印刷後にテレピン油を筆塗りした後上絵具をシリンジで塗布したものを作成し、違いが出るかどうかを確認した。1回目の四角形状に使用した上絵具と、その上に点状に塗布する上絵具は、絵具(粉末)と印刷用オイルの配合は重量比(粉末:オイル)で、1:0.8, 1:1.5, 1:2.5の3種類を準備し、それぞれの組み合わせで転写紙を作成した。転写紙の乾燥後に、絵具のしみ具合や焼成後の状態を確認した。また、太白サンプルに転写貼りを行い、上絵焼成(約800℃)を行い、その状態を観察した。

2.4 ディスペンサー装置の塗布条件

陶磁器の加飾で用いられる転写紙の作成や陶磁器表面上にダイレクトに塗布する加飾において、ディスペンサー装置を用いることを提案し、その塗布条件を検討した。今回使用したディスペンサー装置(武蔵エンジニアリング

製、ML-5000X II、SHOTmini200Ω)を図2に示す。ディスペンサー装置の塗布条件は数種類のノズル(内径:0.8~1.5mm)のパーツを選択し、吐出圧(Mpa)を機器側のダイヤル(0.05~0.25MPa)で調整を行った。また各種軌跡、吐出時間(0.1~0.5sec)、スピード(15~20mm/sec)等は専用CADソフト(MuCAD)上で設定した。塗布する材料は、上絵具や釉薬の粉末材料と印刷用オイルを幾つかの重量比で調合、混練されたペーストとし、参考のためペーストの粘性をR型回転粘度計(東機産業株式会社製、RE-85型)で測定した。これらのペーストを用いて各条件で転写台紙上に塗布テストを繰り返し行い、各材料と用途に適した各種条件を確認した。また最後に、各材料に適した条件をもとに、各種デザインサンプルの作成を行った。



図2 ディスペンサー装置

3. 結果と考察

3.1 釉薬転写と濃淡印刷技法への応用

3.1.1 釉薬転写紙

調合した3種類の釉薬ペーストを転写台紙上にスクリーン印刷した時の作業性を確認した。結果、重量比(粉末:オイル)1:0.5 のペーストが最も扱いやすく、問題なく印刷ができた。1:0.8 は少し緩めで印刷時に裏にじみがやや発生しやすかった。また、1:1.5 は非常に緩くにじみが酷く、きれいな印刷がほとんどできなかった。



図4 釉薬濃淡印刷の焼成結果(1:0.5の配合)(左は焼成前、右は焼成後)

3.1.2 素地への撥水加工と焼成結果

撥水剤の種類について、撥水剤 CP-E とグレースタイトの2種類について、それぞれ焼き飛ばし工程を行うものと行わないものに分けたサンプルの焼成結果を図3に示す。なお、釉薬ペーストは前項で良好であった重量比(粉末:オイル)1:0.5 のペーストを用いた。釉の表面状態から明らかのように、撥水剤はグレースタイトを使用し、焼き飛ばし工程を行う、という工程で制作したサンプルがちぢれなどの発生が少ない最も良好な結果であった。



図5 釉薬濃淡印刷の焼成結果(左は太白に転写貼り、右は素地に転写貼り後、1300°Cで酸化焼成したもの)。

		(配合) 釉薬 : オイル = 1 : 0.5	
		焼き飛ばし無	焼き飛ばし有
撥水剤種類	陶磁器用撥水剤 CP-E		
	グレースタイト		

図3 釉薬転写の焼成結果

3.1.3 釉薬の濃淡印刷

濃淡印刷用のスクリーン版を用い、釉薬の粉末と印刷用オイルを重量比 1:0.5、1:0.8 で調合し転写紙台の上にスクリーン印刷を行った。釉薬粉末と印刷用オイルの割合が1:0.5 の場合の結果を図4に示す。版に加工しているドット形状が転写された状態となり、濃淡表現もできていなかった。一方、図5, 6, 7に示すように、1:0.8 の場合は、印刷結果は良好で、ドット形状はほぼ見えなかった。焼成後の状態も1:0.8は良好であり、1回の印刷で濃淡表現ができていたことが確認された。



図6 釉薬濃淡印刷の焼成結果(太白に転写貼り後、1300°Cで酸化焼成したもの)。

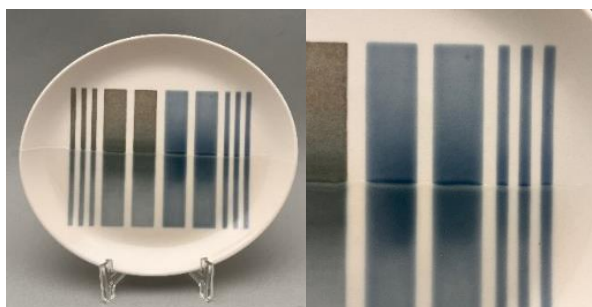


図7 釉薬濃淡印刷の焼成結果(下半分は透明釉を掛けて酸化焼成したもの)。

3.2 カバーコート形状と絵柄の配置パターン

絵柄に対してカバーコートの形状を「縦・横」「斜め」「縦・横・斜め」「縦のみ」の4パターンの転写紙を作成し、貼り付け時のスライドのしやすさについて検証した。貼り付け

時に数 mm～1cm 程度、絵柄をランダムに動かすことを意識して作業性を確認した。グリッド配置のドット①と交互配置の②ともに、「斜め」は比較的動かしやすく感じた。また、「縦・横・斜め」のカバーコートは動かしにくかった。「縦一列」は縦列ごとにつながっており全体が結合していないため動かしやすいが、全体のバランスが取りづらく感じた。これらの転写紙パターンをそれぞれを太白の平皿に貼り付け、800℃で焼成した結果を図8に示す。全体のドットのバランスを見た際に、比較的自然的な散らばりに見えた絵柄の並びはドット②の方であった。これらの結果から、絵柄をスライドしやすいカバーコートは「斜め」に絵柄をつなぐ形状で、より自然でランダムに見えやすい絵柄の配置はドット②のように交互に並べる配置であることがわかった。

3.3 絵具とオイルの調合による滲みの程度

上絵具を転写台紙上に四角形状に印刷し、その上に、別の上絵具をシリンジで点状に塗布したサンプル、及び四角形状印刷後にテレピン油を筆塗りした後、上絵具を点状に塗布したサンプルについて、それぞれの焼成試験の結果を図9に示す。四角形状部分(色:きいろ)は、印刷用オイルの割合が多い配合ほど、その上に乗せる点状の部分(色:茶もよぎ)の滲みが多くなった。また、点状部分の印刷用オイルの割合が多いほど滲む効果が高かった。テレピンを刷毛塗りした場合は、とくに点状部分の絵

具の配合が 1:2.5 の場合に滲みが促進されていた。しかし四角形状部分の絵具の配合が 1:1.5、もしくは 1:1.25 の場合はテレピンにより四角形状部分の色むらが発生していた。これらのことから、テレピンで滲みを促進させる場合、下地の絵具濃度が 1:0.8 であることが良いことがわかった。

点		茶もよぎ		
		1:0.8	1:1.5	1:2.5
四角	きいろ 1:0.8			
	※テレピン 塗布			
きいろ 1:1.5				
	※テレピン 塗布			
きいろ 1:2.5				
	※テレピン 塗布			

図9 滲みの確認のためのサンプル(焼成後)

		カバーコート			
		縦・横	斜め	縦・横・斜め	縦一列
ドット 1					
	ドット 2				

図8 ランダムに配置したサンプル(焼成後)

3.4 ディスペンサー装置の塗布条件とデザイン表現の可能性

ディスペンサー装置や MuCAD 上で条件を調整しながら、各種材料を転写台紙上に塗布するテストを繰り返した。材料の粘性が取り扱いに問題なく、またノズルの詰まりが発生せず、一定程度安定した吐出ができた条件をまとめて示したものを表 1 に示す。通常の絵付けと同様のデザイン開発がしやすいよう、上絵具と釉薬についてそれぞれ線描きとだみという 2 つの加飾の種類を検討した。また、厚く塗布できることを生かした点字用の条件も確認した(図 10)。塗布する材料の配合とディスペンサー装置等の各条件を調整することで、上絵具と釉薬のそれぞれ線描きからだみ表現まで多様な吐出パターンが可能であった(図 11,12,13)。ただし、塗布する軌跡が線状の場合は、塗布の始まりまたは終わりの部分で絵具の溜まりが発生しやすかった。溜まりが発生する場合は、吐出の開始と終了の前後に数ミリ単位で空走りを行うことで、溜まりをほぼ解消できた(図 14)。

また、MuCAD 上では、繰り返しパターンや手描きのデザイン等の多様な塗布パターンが設計でき、その出力ができることから、制作したサンプル転写紙を太白サンプル上に転写貼りを行い、いろいろなデザインサンプルを作成することができた。今回作成したデザインサンプル(800℃焼成)の一部を図 15 に示す。上絵具や釉薬の色、線描きやだみ等の表現の種類、様々なデザインと各種条件の組み合わせにより、多種多様なデザイン表現ができる可能性を確認した。



図 10 点字用条件での塗布(焼成後).

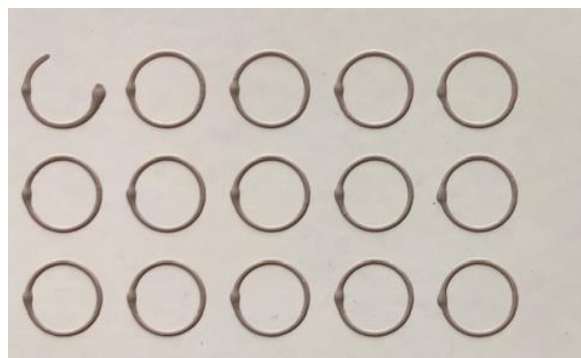


図 11 上絵具を線描き状に塗布した様子(転写台紙上).

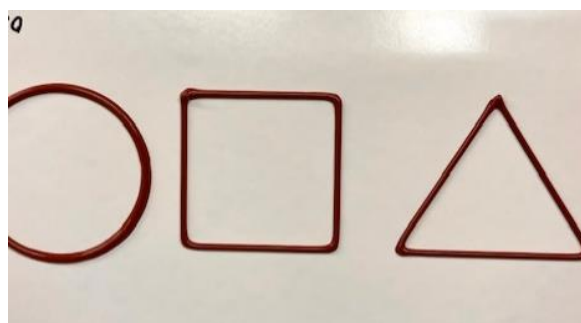


図 12 釉薬を線描き状に塗布した様子(転写台紙上).

表 1 材料の配合と粘度、ディスペンサー装置、MuCAD の条件.

		配合(重量比)		粘度 Pas	ペーストの状態	ディスペンサー条件		MuCAD条件			塗布後 厚み μm	
		粉末	オイル			ノズル 内径 mm	吐出圧 Mpa	軌跡	吐出 時間 sec	スピード mm/s		
上絵	点字用	白盛	OS-550G	0.45	211.4	○硬めだが扱える	0.84	0.14	点	0.3	-	760
	線描き (いっちゃん)	和絵具	OS-721	0.5	54.2	○やや硬めだが扱える		0.1-0.25	線	-	15-20	280-530
				0.6	21.2	◎扱いやすい						
	だみ	和絵具	OS-721	1	2.8	◎扱いやすい	1.52	0.05-0.2	点/線	0.1-0.5		370-660
1.5				1.4	○緩めだが扱いやすい							
釉薬	線描き	各種釉薬	OS-4334	0.5	67.6	○やや硬めだが扱える	1.52	0.05-0.15	線	-	400-600	
				0.75	12.5	◎扱いやすい	0.84					
	だみ			OS-4334	1	3.1	◎扱いやすい	1.52	0.1-0.2	点/線	0.1-0.5	320-590
					1.5	1.3	○緩めだが扱いやすい					

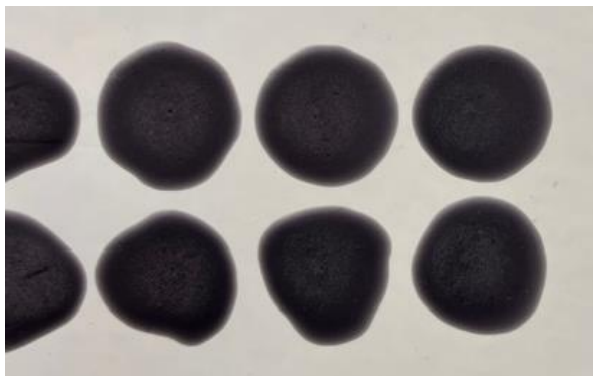


図13 釉薬をだみ状に塗布した様子(転写台紙上).

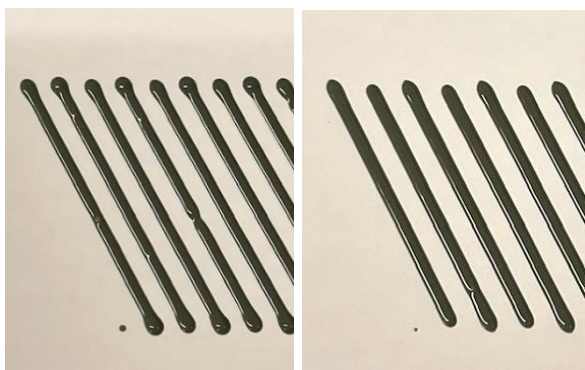


図14 溜まりの状態(左)と解消した状態(右).

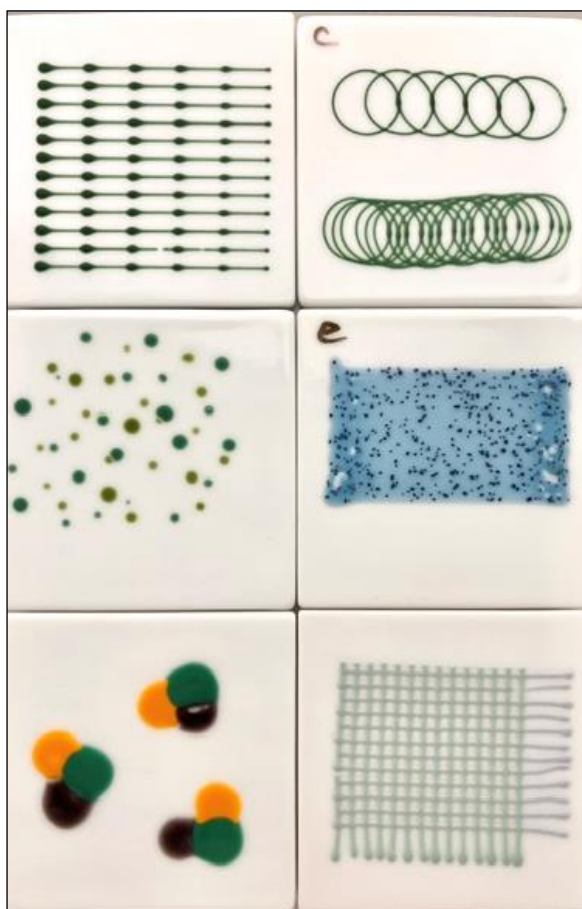


図15 ディスペンサー装置を用いたデザインサンプルの一部.

4. まとめ

今回の研究では、加飾方法の幅を広げるため、スクリーン印刷やディスペンサー装置による各種技法の検証を行った。スクリーン印刷に関連する技法では、濃淡印刷を含め、唯一性のある絵柄の量産方法を見出すことができた。また、ディスペンサー装置を使用した塗布による加飾の検証を行い、上絵具や釉薬を用いた新たな加飾デザインの方法を示すことができた。今後は、具体的なデザインサンプルを作成し、実際の製品化に向けて提案していきたい。

参考文献

- 1) 松本奈緒子, 佐賀県窯業技術センター令和5年度 研究報告書・支援事業報告書, 1-7 (2023).