

他素材を活用した陶磁器デザイン

長谷川恵子 稲垣藤雄 今西千恵子

Design of Pottery with Other Materials

Keiko HASEGAWA, Fujio INAGAKI and Chieko IMANISHI

陶磁器生産技術、設備を活用して製造できる他素材として、耐熱石膏型を用い電気炉で焼結するパート・ド・ヴェール技法に着目し、ガラスのパーツを組み込んだ陶磁器製品をデザインした。

ガラス素材の質感を確認するため、工芸用ガラス、瓶ガラスの粒度と色味を調整し、電気炉内で焼結し、色の濃度、発色、テクスチャのテストピースを作製した。また、陶磁器とガラスを接着したテストピースとデザインサンプルを作製し、ガラス用接着剤の効果を確認した。これらの結果をふまえ、陶磁器とガラスの組み合わせによるインテリア用品として、2005年開催の国際博覧会のサブテーマ、「エコ・コミュニティ」、「アート・オブ・ライフ」をキーワードにペーパーウェイト、ポプリボット、フラワーベース、デカンター&グラスなど、5アイテムをデザインした。

1. はじめに

現代の消費ニーズに合った新製品開発の方向の一つとして、他素材の導入がある。これまでも、木材、金属などと組み合わせた製品デザインの試みはあるが、いずれも他素材部分の製造、加工を外部に委託する必要からコストがかさみ、結果的に陶磁器メーカーの収益に直接結び付かない面があった。そこで、本研究では陶磁器関係の生産設備や技術を活用し、産地内で製造できる他素材として、ガラスの活用を検討した。

一般に知られているガラスの成形方法は、るつぽで溶融した高温ガラスを吹き、プレス等で成形する方法であるが、これらは高度な専門技術と大掛かりな設備を要するため導入が難しい。しかし、ガラス工芸の分野で行われている耐熱石膏の型に粉碎したガラスを充填して焼結するパート・ド・ヴェール技法は、瀬戸産地で通常使用されている電気炉、粉碎機などの設備及び石膏型の作成技術の利用により容易に導入できる。また、その成形品は透明度や色の調節、多様な質感表現が可能である。

本研究では、この技法における透明度と色の調整方法、加飾方法を検討すると共に、ガラス用接着剤による陶磁器とガラスの接着を試験した。それらの結果をもとに、2005年に開催予定の日本国際博覧会のサブテーマ、「エコ・コミュニティ」、「アート・オブ・ライフ」をキーワードに、ガラスと陶磁器を組み合わせたインテリア製品をデザインした。

2. ガラス素材の検討

2.1 使用素材

無色透明ガラス素材として市販の非鉛系工芸用ガラス（東洋ガラス製、チタンクリスタル）、着色用色ガラスとしてソーダ系の濃縮色ガラス（ブルズアイ製、フリット、パウダー）を使用した。これらの熱膨張係数、比重等の特性値を表1に示す。また、廃棄物のリサイクルの観点から廃ガラス瓶を収集し、その粉碎物の活用を検討した。

成形用の型材としては、市販の鋳造用石膏（ノリタケカンパニーリミテド製、G-2）を使用した。

2.2 製造プロセス

パート・ド・ヴェールの製造プロセスを図1に示す。ガラスはボットミルで粉碎し、乾式ふるい分けで分級した後、粒度、色味を調整した。耐熱石膏型に調整したガラスを充填し、陶磁器焼成用電気炉内で焼結した。焼成及び徐冷における基本的な温度管理パターンを図2に示す¹⁾。ガラス焼成においてはガラス転移点付近での温度操作が重要であり、特に冷却過程では、亀裂や破損の原因となる熱衝撃応力や永久歪の発生を防ぐために、徐冷点から歪点付近までの温度範囲をゆっくり冷却する徐冷処理が必要となる。最高温度、焼成時間、徐冷温度域は使用するガラスの種類、

表1 使用ガラスの特性値

	無色透明ガラス	濃縮色ガラス
比重	2.9	2.5
熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	103	90
除冷点 ($^{\circ}\text{C}$)	522	532(T) 501(O)
歪点 ($^{\circ}\text{C}$)	487	493(T) 463(O)

(T): 透明色, (O): 不透明色
(各社カタログデータより)

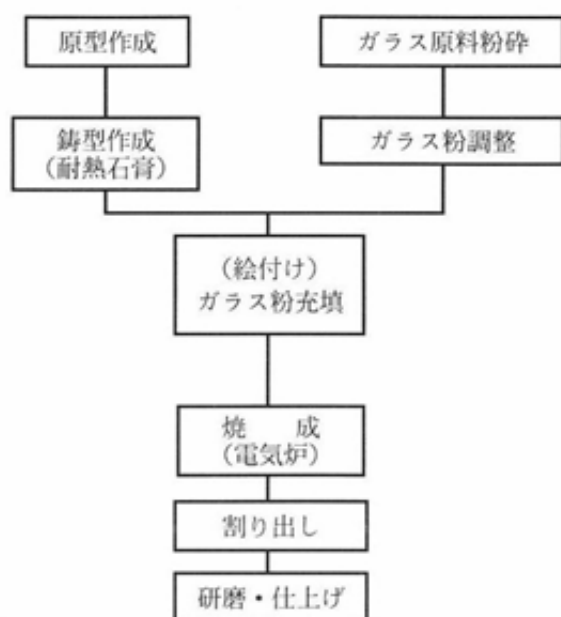


図1 パート・ヴェール製造プロセス

成形品の形状、肉厚に応じて設定した。徐冷点、歪点が不明なビンガラスは、550℃、500℃、450℃でそれぞれ一定時間保持して徐冷を行った。

2.3 粒度による透明度

6段階に粒度を調整した無色透明ガラスをそれぞれ型枠内で840℃で焼成し、粒度別のサンプルを作製した(写真1、右下)。作製したサンプルの形状、サイズを図3に示す。

成形品は、使用したガラスの粒度が小さい程、透明度が低くなり、粒度が大きくなるにつれて透明度が増した。成形体の中に含まれる泡は、粒度が大きくなる程、大きく、かつ少なくなる。ガラスの粒度を使い分けることにより、透明度の差による多様な質感表現が可能であることが判った。

2.4 色ガラスの濃度調整

濃縮色ガラスは、単味では濃度が高すぎて本来の鮮やかな発色を得ることができないため、無色ガラスを混合して色の濃度を調整した。粉砕したガラスは焼成前と焼成後の

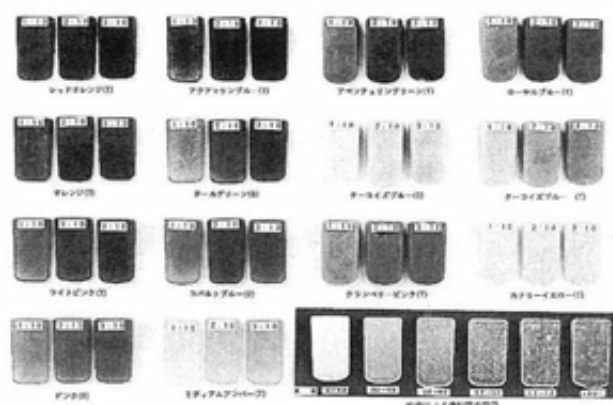


写真1 調色見本・粒度別サンプル (右下)

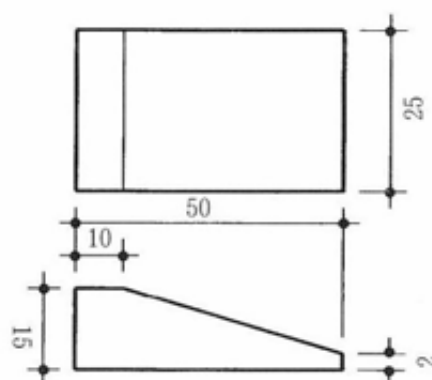
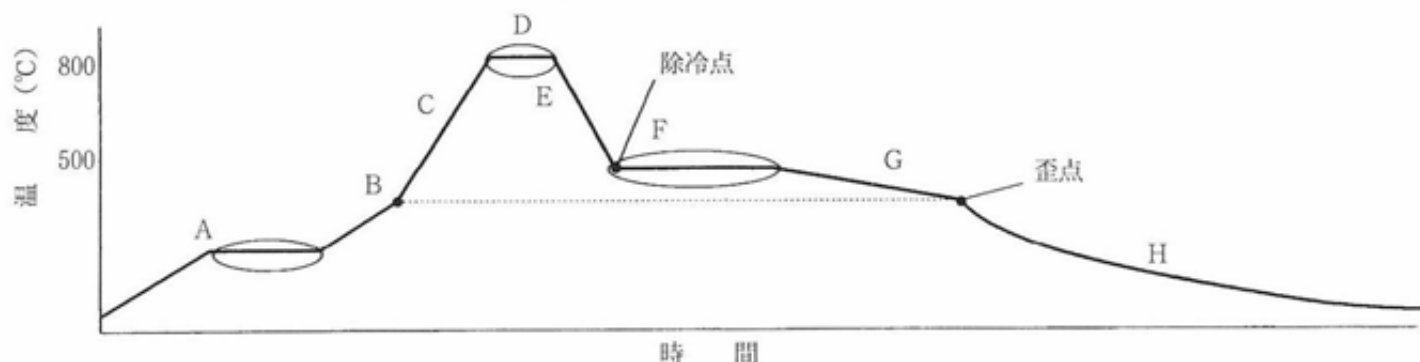


図3 サンプル形状

色味が大きく異なり、事前に焼結後の呈色を予測するのは困難である。必要とする発色を得るには混合比の明らかな色見本を参考に調色する必要がある。また、透明度の高いガラスの着色は、製品の肉厚による色の濃度変化を把握しておく必要がある。

そこで、590～1000 μm 、149～350 μm の各粒度に調整した無色透明ガラスと、149～350 μm に粒度調整したパウダー状の濃縮色ガラスを混合し、濃縮色ガラスと無色透明ガラスの混合比が1:10、2:10、3:10の三段階の調色見本を作製した(写真1)。

粒度のやや粗い粒状の無色透明ガラスを混合したものは



- A 水分除去 250℃～280℃で保持
B 初期加熱 歪点まで
C 急速加熱 歪点から最高温度まで
D 焼結

- E 急速冷却 最高温度から除冷点まで
F 除冷(1) 除冷点保持 ガラスの温度を均一化
G 除冷(2) 歪みを抜くためゆっくり冷却
H 自然冷却 歪点から室温まで

図2 温度管理

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	色ガラス
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A ピンク(O)
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B ライトピンク(T)
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C クランベリーピンク(T)
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D レッドオレンジ(T)
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E オレンジ(T)
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F カナリーイエロー(T)
G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G ミディアムアンバー(T)
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H テールグリーン(O)
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I コバルトブルー(O)
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J ロイヤルブルー(T)
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K アクアマリンブルー(T)
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L アベンチュリングリーン(T)

※：変色（黒化）の見た組み合わせ

○：不透明色
(T)：透明色

写真2 混色見本

色むらのない半透明色となり、肉厚が厚くなるほど濃色を呈した。一方、粒度の小さいパウダー状の無色透明ガラスと混合したものは不透明のバステルカラーを呈し、厚みによる発色の差は認められなかった。

2.5 色ガラスの混合による中間色の表現

混合による中間色の表現を確認するため、12色の色ガラスを使用して72点の混色見本を作製し、呈色と変色の有無を確認した（写真2、表2）。

2色の混合による中間色の表現は概ね良好であったが、オレンジ～黄色系と緑系との混合で、一部、変色（黒化）が見られた。

2.6 色ガラスによる加飾

色ガラスによる彩色を試験した。カエルのサンプル型を用い、無色透明ガラスで調色したパウダー状の色ガラスを水溶きし、型表面の所定の箇所に筆で盛り付けた後、各部分に相応しい色ガラスを充填して焼結した。

成形品は予定の色彩に仕上がり、特にバインダーを使用せず、水溶きにより良好な結果を得ることができた（写真3）。

2.7 廃ビンガラスの検討

無色透明ガラスビンと6色の有色ガラスビンを粉砕し、830℃で焼成して素材としての活用を検討した。使用したビンの色と種類を表3に示す。

無色透明、茶、緑の3色を用い、粒度による色と質感の違いを確認した。粒度の小さいもののほど色が薄くなり、緻密な質感となった。粒度の大きい2000μm以上の粒を使用

表3 有色ビンガラスの種類

色	ビン種類
無色透明	焼酎ビン
青	ワインビン
水色	酎ビン
緑	清酒ビン
オリーブグリーン	ワインビン
茶	ビールビン
黒	ウィスキービン

表2 混色表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	色名
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A ピンク(O)
B	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B ライトピンク(T)
C	AC	BC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C クランベリーピンク(T)
D	AD	BD	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D レッドオレンジ(T)
E	AE	BE	CE	DE	-	-	-	-	-	-	-	-	E オレンジ(T)
F	AF	BF	CF	DF	EF	-	-	-	-	-	-	-	F カナリーイエロー(T)
G	AG	BG	CG	DG	EG	FG	-	-	-	-	-	-	G ミディアムアンバー(T)
H	AH	BH	CH	DH	EH	FH	GH	-	-	-	-	-	H テールグリーン(O)
I	AI	BI	CI	DI	EI	FI	GI	HI	-	-	-	-	I コバルトブルー(O)
J	AJ	BJ	CJ	DJ	EJ	FJ	GJ	HJ	IJ	-	-	-	J ロイヤルブルー(T)
K	AK	BK	CK	DK	EK	FK	GK	HK	IK	JK	-	-	K アクアマリンブルー(T)
L	AL	BL	CL	DL	EL	FL	GL	HL	IL	KL	LL	-	L アベンチュリングリーン(T)

□：変色（黒化）した組み合わせ

(T)：透明色

(O)：不透明色



写真3 彩色サンプル

したサンプルは、いずれもガラス粒が完全には熔けず、粒が判別できる状態であり、色によって熔け具合に差が見られた。ビールビンの茶色が比較的良く熔け、無色透明と緑は熔けが弱く、表面に粒の凹凸が残った。このことからビンの種類によってガラスの軟化点が異なり、830℃の焼成温度では焼結性状に差がでることが確認された。それら異種ビンガラスの混合の是非を確認するため、無色透明、茶、緑の3色について、粒度2000～2380μm、1000～2000μm、149～350μmのガラス粒を使用して、混合、融着試験を行った。その結果、熔け具合の異なるガラスを混合、併置しても亀裂や割れ等の欠陥は発生しなかった。また、粒の粗い色ガラスを混合し、融着することにより、モザイク状の装飾的なテクスチャを得ることができた（写真4）。

有色ビンガラスの発色を確認するため、149～350μmの粉末を用い、無色透明ビンガラスの混合比を変化させて調色見本を作製した。その結果、ビンガラスは濃縮色ガラスより着色力が弱く、高い混合比でもマットで柔かい色調を呈した（写真5）。

2.8 陶磁器との接着

市販の紫外線硬化型と2液混合型の2種類の接着剤を用い陶磁器との接着を試みた。使用したガラス材は市販のビー玉で、図4に示す試料に接着し、硬化時間や強度を確認した。

紫外線硬化型の接着剤はエマルジョンタイプで、硬化し安定するまでに約90分かかる。一方の2液混合型は粘度が

2色混合 1000~2000μm



融着

2000~2200μm

140~350μm



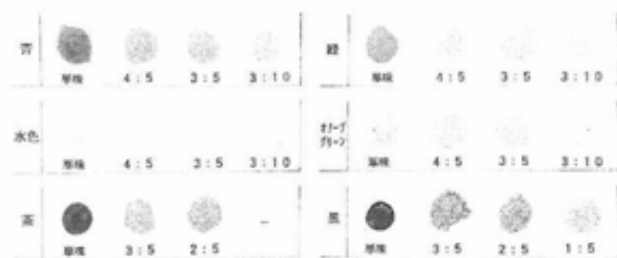
1000~2000μm

写真4 混合、融着サンプル

低い平滑な接着面でないと接着できないが、硬化時間は約30分程度と短い。いずれの接着剤も、接着したビー玉を木製ハンマーで強打したところ、接着部分のガラス面が破壊されたことから、実用上の強度は十分あると考えられる。こうした硬化時間や強度の確認の上、接着サンプルとしてワイングラスや冷酒用杯を作製した(写真6,7)。

3. デザイン

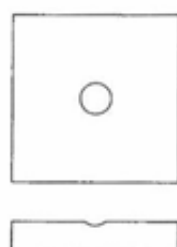
陶磁器製品にガラスのパーツをはめ込むあるいは接着することを前提として、ペーパーウェイト、フラワーベース、ポプリポット、デカンター&グラス等、5アイテムのインテリア製品をデザインした。その一部を図5~9に示す。



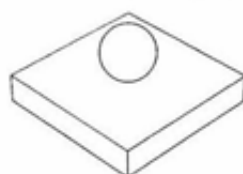
濃混合比は 青色ガラス：緑色ガラス（重量比）

写真5 調色見本（ピンガラス）

45mm角テストピース



ガラス球を接着した状態



(断面)

図4 磁器とガラス球の接着



写真6 ワイングラス

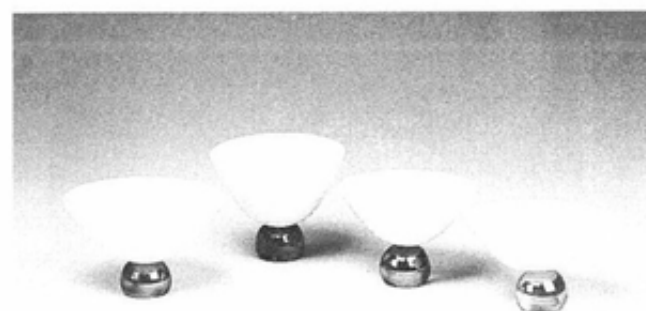


写真7 冷酒用杯

文 献

- 1) ボイス・ランドストロム, ダニエル・ショーラー, "グラスフュージング BOOK ONE", 十條商事(株)(1986), pp.51-55
- 2) 作花済夫, 境野照雄, 高橋克明, "ガラスハンドブック", (株)朝倉書店(1975), pp.865-871, pp.448-451



図5 ペーパーウェイト

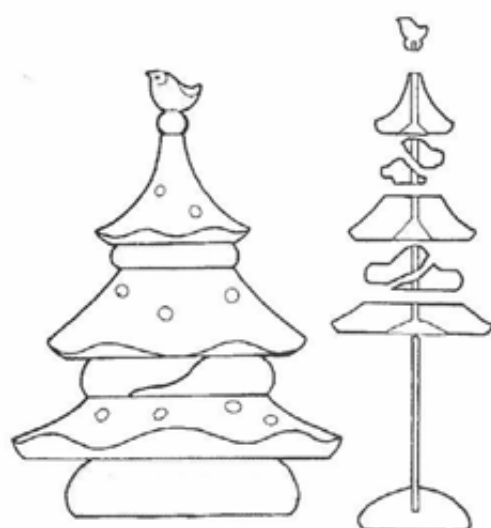


図6 ペーパーウェイト

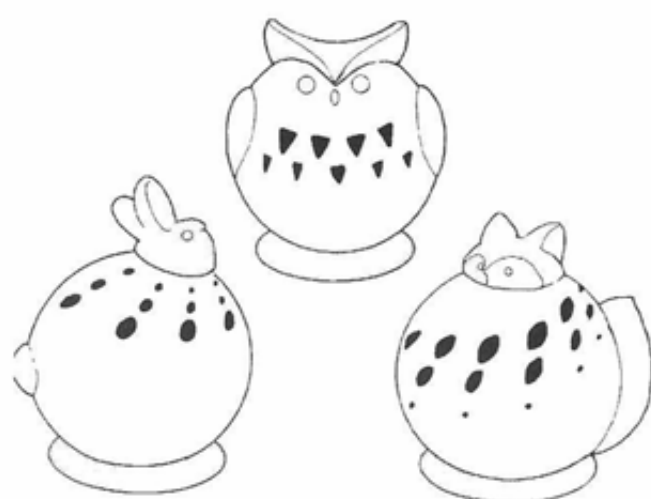


図7 ボブリポット



図8 フラワーベース



図9 ワイングラス、デカンター

図5～9 : ガラス部分