

# 漆塗りを活用した新商品開発 陶磁器への焼付漆についての基礎的検討その2

材料技術グループ 有機系材料チーム 比嘉 明子, 安藤 信幸

## 要 旨

前報<sup>1)</sup>では、陶磁器への焼付漆について適切な温度と時間の条件についての実験を行い、一定の目安となる条件を見出した。今回はその結果を精査し、生漆の付着強さ（「焼付漆膜と素地間」）と黒呂色漆の付着強さ（「黒呂色漆塗膜と焼付塗膜の塗装系と素地間」）の平均値を取り、焼付漆を良好に行う条件について数値化することにより、焼付漆の条件の適正範囲の提示を試みた。

また、磁器の焼締、陶器の焼締の2種類について、焼付漆を良好に行う条件の範囲を絞り込むため、追加の実験を行った。その結果、焼締については、磁器、陶器ともに、180℃で30～60分、150℃で60～120分、120℃で120～240分が焼付漆を良好に行う条件の適正範囲であると考えられる。

### 1. 目的

前報<sup>1)</sup>では、陶磁器への焼付漆について適切な温度と時間の条件を見出すための実験を行った。この結果を一定の目安の条件としたが、今回はその結果を精査し、さらに、焼付漆を良好に行う温度と時間の条件の適正範囲について考察した。さらに、磁器の焼締、陶器の焼締の2種類について、焼付漆を良好に行う条件の範囲を絞り込むため追加の実験を行った。

### 2. 焼付漆の温度と時間の条件の再検討

#### 2-1. 前回実験の概要

陶磁器の表面に直接生漆を焼付け、これを下地として黒呂色漆を上塗りして仕上げとする工程を想定し、以下の手順で実験を行い、焼付漆の適切な温度と時間について一定の目安となる条件を見出した。

①生漆を焼付した上に黒呂色漆を上塗した磁器と陶器のプレートを作製。

②温度（100℃、120℃、150℃、180℃）と時間（30分、60分、120分、240分、480分）の条件の組合せで焼付を実施。

③陶磁器の種類別に焼付漆膜と素地間の付着強さを検討。

生漆（「焼付漆膜と素地間」）と黒呂色漆（「黒呂色漆塗膜と焼付塗膜の塗装系と素地間」）の2箇所JIS K5600-5-6クロスカット法を実施。

この実験で得た、生漆と黒呂色漆の塗布面における付着強さの試験結果について、焼付漆に適切な温度と時間は、漆塗りの作業性や効率などを考慮すると、付着強さが良好でかつ焼付時間が短く温度が低いほうがよいとした以下の基準を設定し評価した。

黒呂色漆の結果＞生漆焼付の結果＞時間＞温度

これにより得た結果を表1に示す。

表1 前回実験で良好な焼付漆が得られた条件  
\* 1, 2の順で付着強さが良好。磁器の焼締については実施していない。

試験片	1		2	
	温度/時間	(生漆の結果/ 黒呂色漆の結果)	温度/時間	(生漆の結果/ 黒呂色漆の結果)
磁・素焼	180℃/ 30分	(2/3)	180℃/ 60分	(2/3)
陶・素焼	180℃/ 30分	(1/2)	120℃/ 120分	(1/2)
磁・焼締(釉)	150℃/ 120分	(1/1)	150℃/ 60分	(1/2)
陶・焼締(釉)	150℃/ 120分	(1/1)	180℃/ 30分	(1/2)
陶・焼締	120℃/ 120分	(1/0)	150℃/ 60分	(2/0)

表2 試験片別の各条件（温度，時間）における生漆と黒呂色漆の付着強さ

磁・素焼

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	1	2
	黒呂色漆上塗			5	3
60分	生漆の焼付1回	2	1	1	2
	黒呂色漆上塗	5	5	3	2
120分	生漆の焼付1回	2	0	2	2
	黒呂色漆上塗	5	5	5	3
240分	生漆の焼付1回	2	1	2	2
	黒呂色漆上塗	5	4	3	3
480分	生漆の焼付1回	2	1	2	2
	黒呂色漆上塗	4	4	2	5

磁・焼締(釉)

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	—	1
	黒呂色漆上塗			—	2
60分	生漆の焼付1回	—	—	0*	0
	黒呂色漆上塗	—	—	2	1
120分	生漆の焼付1回	—	0*	0	0
	黒呂色漆上塗	—	2	1	3★
240分	生漆の焼付1回	—	0*	1	0
	黒呂色漆上塗	—	2	1	4★
480分	生漆の焼付1回	1*	1	1	0
	黒呂色漆上塗	2	1	4★	5★

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

磁・焼締

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	—	0
	黒呂色漆上塗			—	0
60分	生漆の焼付1回	—	—	1*	1
	黒呂色漆上塗	—	—	1	1★
120分	生漆の焼付1回	—	—	1	0
	黒呂色漆上塗	—	—	1★	4★
240分	生漆の焼付1回	—	1*	1	1
	黒呂色漆上塗	—	0	1★	5★
480分	生漆の焼付1回	0*	2	2	1
	黒呂色漆上塗	1	1	5★	5★

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

陶・素焼

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	0	0
	黒呂色漆上塗			3	2
60分	生漆の焼付1回	2	0	0	0
	黒呂色漆上塗	5	4	2	2
120分	生漆の焼付1回	1	0	0	0
	黒呂色漆上塗	4	2	2	2
240分	生漆の焼付1回	0	0	0	0
	黒呂色漆上塗	3	2	2	3
480分	生漆の焼付1回	0	0	0	0
	黒呂色漆上塗	3	2	2	5

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

陶・焼締(釉)

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	—	1
	黒呂色漆上塗			—	2
60分	生漆の焼付1回	—	—	0*	0
	黒呂色漆上塗	—	—	2	2
120分	生漆の焼付1回	—	1	0	0
	黒呂色漆上塗	—	2	1	5★
240分	生漆の焼付1回	—	1	1	0
	黒呂色漆上塗	—	2	2★	5★
480分	生漆の焼付1回	1*	1	1	1
	黒呂色漆上塗	2	1	5★	5★

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

陶・焼締

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	—	1
	黒呂色漆上塗			—	1
60分	生漆の焼付1回	—	—	0*	1
	黒呂色漆上塗	—	—	0	1★
120分	生漆の焼付1回	—	0*	2	0
	黒呂色漆上塗	—	0	0	1★
240分	生漆の焼付1回	—	0	1	1
	黒呂色漆上塗	—	0	0	5★
480分	生漆の焼付1回	0	1	1	1
	黒呂色漆上塗	0	0	5★	5★

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

2-2. 結果の再検討

上述のように，前報では焼付漆を良好に行う条件をピンポイントで示した。しかし，これらの条件の周辺域でも同様の結果が得られる。そのため，これらの条件をピンポイントではなく適正範囲で示せるように実験結果を再検討した。

まず，前回の実験結果を精査した（表2）。この数値について，生漆（焼付漆膜と素地間）と黒呂色漆（黒呂色漆塗膜と焼付塗膜の塗装系と素地間）それぞれの付着強さの値を合計して平均値を求め，これを（A）とした。（表3）

前回は，生漆の付着強さ（焼付漆膜と素地間）よりも，黒呂色漆の付着強さ（黒呂色漆塗膜と焼付塗膜の塗装系と素地間）を最優先とした。ここでは，両者の

平均を求めて数値化することによって，良好な結果を得られる条件の範囲の特定を試みたものである。なお，この時，焼付段階で不乾や焦げが生じた条件は，最も不良であったことを意味する「5」とし，平均値（A）にも反映するようにした。この平均値（A）は，0～5までの間で，0.5刻みで示した。

さらに表3について，焼付条件の温度と時間で，この平均値（A）がどう変化するかをグラフ（図1）で示した。ここで，（A）の最小値に対しプラス1までを各条件での良好な結果が得られる適正な範囲として点線で示した。また，平均値（A）が最も小さくなる条件，すなわち良好な結果が得られた1番目と2番目の条件の位置を①，②で図1上に示した。

以上をふまえ，図1からは以下が読み取れた。

表3 表2の付着強さの平均値 (A)

磁・素焼					陶・素焼				
	100℃	120℃	150℃	180℃		100℃	120℃	150℃	180℃
30分	5	5	3	2.5	30分	5	5	1.5	1
60分	3.5	3	2	2	60分	3.5	2	1	1
120分	3.5	2.5	3.5	2.5	120分	2.5	1	1	1
240分	3.5	2.5	2.5	2.5	240分	1.5	1	1	1.5
480分	3	2.5	2	3.5	480分	1.5	1	1	2.5

磁・焼締(釉)					陶・焼締(釉)				
	100℃	120℃	150℃	180℃		100℃	120℃	150℃	180℃
30分	5	5	5	1.5	30分	5	5	5	1.5
60分	5	5	1	0.5	60分	5	5	1	1
120分	5	1	0.5	2.5	120分	5	1.5	0.5	2.5
240分	5	1	1	2.5	240分	5	1.5	3	2.5
480分	1.5	1	3	2.5	480分	1.5	1	3	3

磁・焼締					陶・焼締				
	100℃	120℃	150℃	180℃		100℃	120℃	150℃	180℃
30分	5	5	5	0	30分	5	5	5	1
60分	5	5	1	3	60分	5	5	0	3
120分	5	5	3	2.5	120分	5	0	1	2.5
240分	5	0.5	3	3	240分	5	0	0.5	3
480分	0.5	1.5	3.5	3	480分	0	0.5	3	3

- (1) 磁器、陶器ともに、素焼よりも焼締の素地で平均の値が小さくなった。焼付漆の付着強さは素焼より焼締の方が良好になる傾向である。
- (2) 素焼については、磁器よりも陶器の方が、平均値 (A) が小さく、焼付漆の付着強さは良好になる傾向である。
- (3) 素焼では、磁器、陶器ともに、100℃と120℃では、経時的に結果が良好になる傾向がある。180℃では経時的に結果が不良になる傾向である。
- (4) 焼締では、陶器、磁器ともに各温度で以下のようになる。
  - ・ 100℃: 240分を超えると良好な結果が得られる。
  - ・ 120℃: 釉薬の付いたものは60分～120分を超え、240分のあたりで、良い結果が得られる。
  - ・ 150℃: 釉薬の付いたものは60分～120分、付いていないものは60分で良い結果が得られる。それ以降は不良になる傾向である。

- ・ 180℃: 釉薬の付いたものは60分で良い結果が得られ、付いていないものは、30分が最も良好である。また、60分以降は不良となる傾向がある。

以上をまとめたのが表4である。なお、表1で示した前回の焼付条件から得られる平均値 (A) の位置については、図1及び表4の良好な結果が得られる範囲内に含まれている。

### 3. 追加実験

#### 3-1. 目的

2でまとめた結果のうち、磁器の焼締、陶器の焼締の2種類について、焼付漆を良好に行う条件の範囲を絞り込むため追加の実験を行った。

#### 3-2. 実験内容

磁器の焼締、陶器の焼締について、表4に示した条件の範囲とその周辺域で焼付漆を再び実施した。テストピースは各条件につき3点用意し、実験の手順は前回実験と同様に行った。

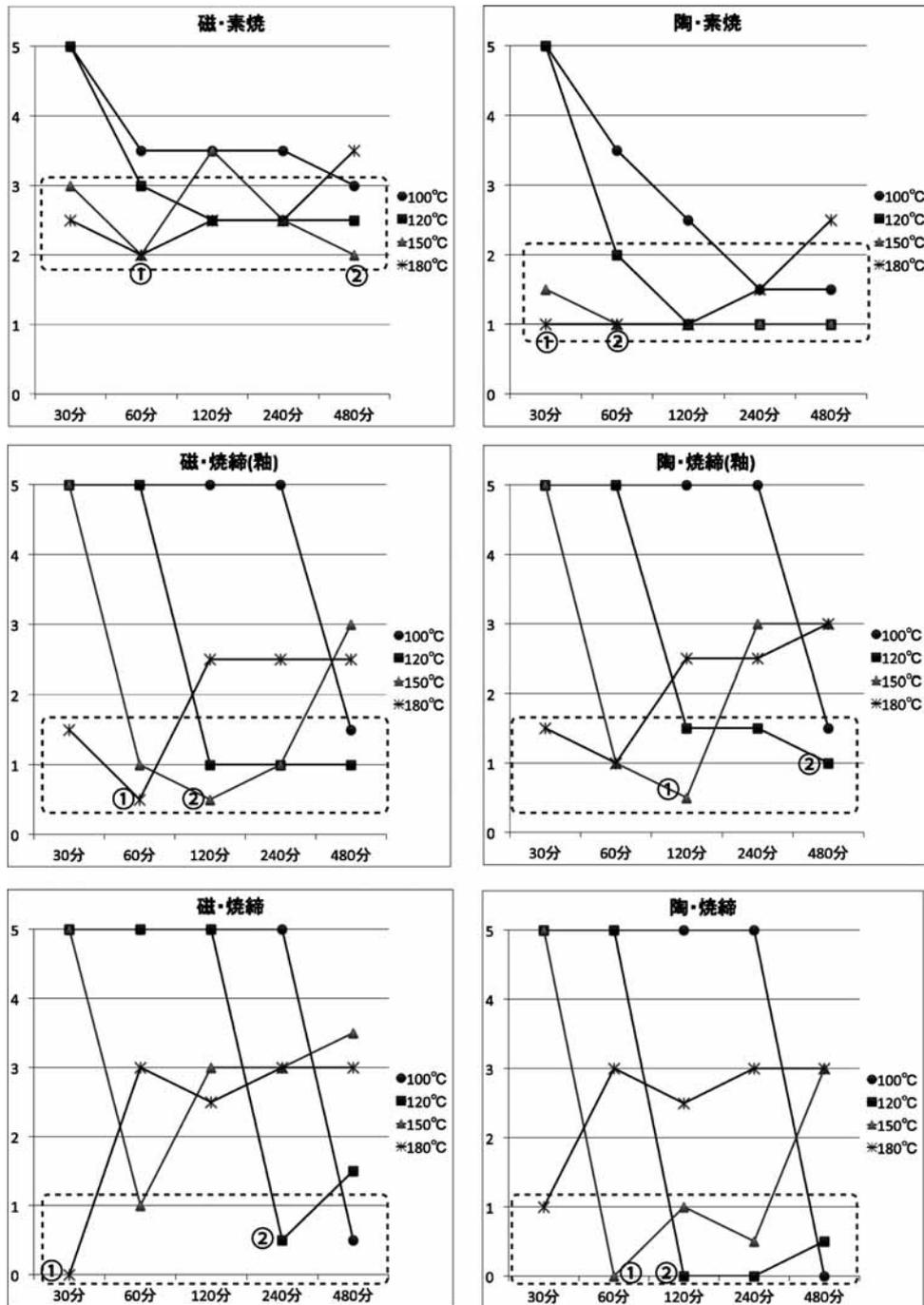


図1 焼付条件（温度と時間）に対する平均値（A）の変化

表5に実験の結果を示す。さらに表5の数値から、生漆と黒呂色漆それぞれの付着強さの平均値（A）を求めたものを表6に示す。さらに表6について、焼付の条件の温度と時間で、この平均値（A）がどう変化するかをグラフ（図2）で示した。

### 3-3. 結果と考察

磁器と陶器のいずれも平均値(A)で見ると、180°C/30分が最も良好な結果を得た条件であった。平均値（A）の0～1までの範囲は、磁器と陶器では同様となった。これが磁器と陶器の焼締素地に対して焼付漆を良好に行う条件の適正範囲と考えられる（表7）。

表4 試験片別の良好な焼付漆を得る条件の適正範囲

	良好な結果が得られた条件	黒呂色漆と生漆の結果を合計し平均した値(A)	良好な結果が得られた条件①のAの値に対し、+0.5までの範囲
磁・素焼	① 180℃ /30分	① 2.5	<2.5~3の範囲> 180℃/30~240分, 150℃/60分, 240~480分 120℃/120~480分,
	② 180℃ /60分	② 2.5	
陶・素焼	① 180℃ /30分	① 1.5	<1.5~2の範囲> 180℃/30~120分, 150℃/30~480分 120℃/60~480分
	② 120℃ /120分	② 1.5	
磁・焼締(釉)	① 150℃ /120分	① 1	<1~1.5の範囲> 180℃/60分, 150℃/60~240分 120℃/480分
	② 150℃ /60分	② 1.5	
陶・焼締(釉)	① 150℃ /120分	① 1	<1~1.5の範囲> 180℃/30~60分, 150℃/120分 120℃/480分
	② 180℃ /30分	② 1.5	
磁・焼締	① 180℃ /30分	① 0	<0~0.5の範囲> 180℃/30分, 120℃/240分 100℃/480分
	② 120℃ /240分	② 0.5	
陶・焼締	① 120℃ /120分	① 0.5	<0.5~1の範囲> 150℃/60分 120℃/120~480分 100℃/480分
	② 150℃ /60分	② 1	

表5 追加実験結果

磁・焼締					陶・焼締				
時間	100℃	120℃	150℃	180℃	時間	100℃	120℃	150℃	180℃
30分				0	30分				0
				0					
60分			0*	0	60分			0*	0
			0	1				1	
120分		0*	0		120分		0*	0	
		2	1				1	0	
240分		1*	1		240分		0*	1	
		1	1★				1	2★	
480分	4*	1			480分	2*	1		
	4	1★					5	0★	

\*: 乾きが甘い ★: 焦げ

表6 追加実験結果 (表5) の平均値 (A)

磁・焼締(黒呂色漆と生漆の結果を合計し平均)					陶・焼締(黒呂色漆と生漆の結果を合計し平均)				
時間	100℃	120℃	150℃	180℃	時間	100℃	120℃	150℃	180℃
30分				0	30分				0
60分			0	0.5	60分			0.5	0.5
120分		1	0.5		120分		0.5	0	
240分		1	3		240分		0.5	3	
480分	4	3			480分	3.5	3		

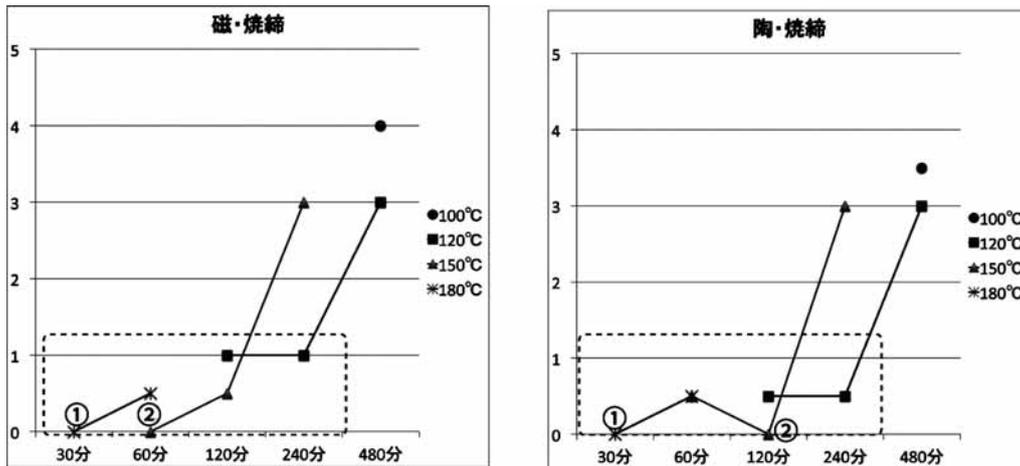


図2 追加実験で得た平均値 (A) の焼付条件 (温度と時間) に対する変化

表7 焼付漆を良好に行う条件の適正範囲 (磁器及び陶器の焼締)

試験片	良好な結果が得られる上位2つの条件	黒呂色漆と生漆の結果の平均値(A)	最も良好な結果が得られた条件①の(A)値に対し、+1までの範囲
磁・焼締	①180°C /30分	0	<0~1の範囲> 180°C/30~60分 150°C/60~120分 120°C/120~240分
	②150°C /60分	0	
陶・焼締	① 180°C /30分	0	<0~1の範囲> 180°C/30~60分 150°C/60~120分 120°C/120~240分
	②150°C /120分	0	

#### 4. まとめ

今回の考察で、陶磁器への焼付漆についての前回の実験結果の再検討を行い、下地としての焼付漆と上塗りの黒呂色漆の付着強さの平均の値 (A) から、焼付漆を行う際の条件の適正範囲を提示することを試みた。

陶磁器への漆の焼付を行う温度と時間の条件は、陶磁器の素地の状態 (土の種類や表面の荒さ、釉薬の有無など) によっても変わってくると思われる。この実験で得られた焼付漆の温度と時間の条件の適正範囲は、良好な焼付漆を得るために活用できると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 比嘉 明子,安藤 信幸,橋田 章三:京都市産業技術研究所工業技術センター研究報告, No.38,pp.53-59 (2010) .