

〈焼成記録〉 瀬戸（美濃）大窯の復元と焼成記録

学 芸 課

1. 復元の経過

陶磁器に関する総合施設を目ざして計画された当館は、諸般の事情から展示棟の建設を先行することとなり、昭和53年度南館（産業展示棟）、昭和54年度本館（展示および管理棟）が完成し、諸企画展示を実施しているが、当初の基本計画には、実技棟・茶室および日本庭園・古窯ゾーンといった施設が考慮されていた。このうち、古窯ゾーンは、日本各地の代表的宍窯、登窯を復元し、散策路を設け、見学の用に供するものであった。

これらは、将来計画として、徐々に整備される予定であるが、昭和55年度予算において古窯復元2基分750万円が計上されることとなり、古窯ゾーンの一部が具体化されるに至った。

復元古窯の具体的な選定については、当館建設会議委員との協議を重ね、最終的に、連房式登窯（江戸期）と、大窯（瀬戸・美濃地方にみられる室町期の半地上式単室窯）の2基とすることとなった。このうち、登窯は、瀬戸で「こがま」（古窯、小窯とも書く）と呼称されているやや小型のものとし、瀬戸市首野町の美夜之窯（古い築窯技術を伝えていた磯村色一氏の昭和42年製作の三室連房窯）を参考例として製作することとし、大窯については、瀬戸市穴田町・昔田窯（昭和43年瀬戸市教育委員会発掘調査）および岐阜県土岐郡笠原町向島・妙土窯（昭和49年笠原町教育委員会発掘調査）の実測例をもとにすることとした。共に原寸復元を基本とした。

さて、復元大窯のモデルとした両窯は、室町後期（16世紀初）に編年されるもので天目茶碗や鉄釉・灰釉小皿、壺、挿鉢などを焼成しており、中には織部釉の初現とも考えられる銅緑釉製品も出土している。やがてこの大窯で志野釉製品が焼成されるように、中世から近世への橋渡しをする窯構造のものである。両窯とも規模・構造に類似点が多いので、復元にあたっては、残存状況の良好な妙土窯の実測数値を主として採用し、両者の差の著しい部分（特に床面勾配）については、両者の平均値を用いた。図1が昔田・妙土窯を同一図上にのせたものである。天井壁は、両者の残存側壁面から推定される高さ（図1の点線）の中間線を採用した。大窯の構造上の特徴は、焚き口から燃烧室にかけて床面に敷石があること、分焰柱左右の小円柱後が30cm程の昇焰壁となっていて、これが燃烧室と燃成室の境となっていること、第3支柱以上が巾狭となって煙道部を構成すること、燃成室の右側壁に出入口が付されていることなどである。

煙出しの構造は、両窯とも不明であるが、妙土窯では、特別な施設の発見はなかったので、単純な地山の凹みを作り出すだけとした。

2. 復元工程

復元古窯製作工事は、特に経験が重視されることから、瀬戸市内における築窯業者の中から、古い宍窯や、登窯等を数多く手掛けている瀬戸市品野町・大和工業株式会社（社長佐々木好道氏）に依頼することとした。また、覆屋根工事は、競争入札のうえ落札業者により、鉄骨スレート葺が、古窯に適した斜面造成を行った後、築窯2週間前に完成した。

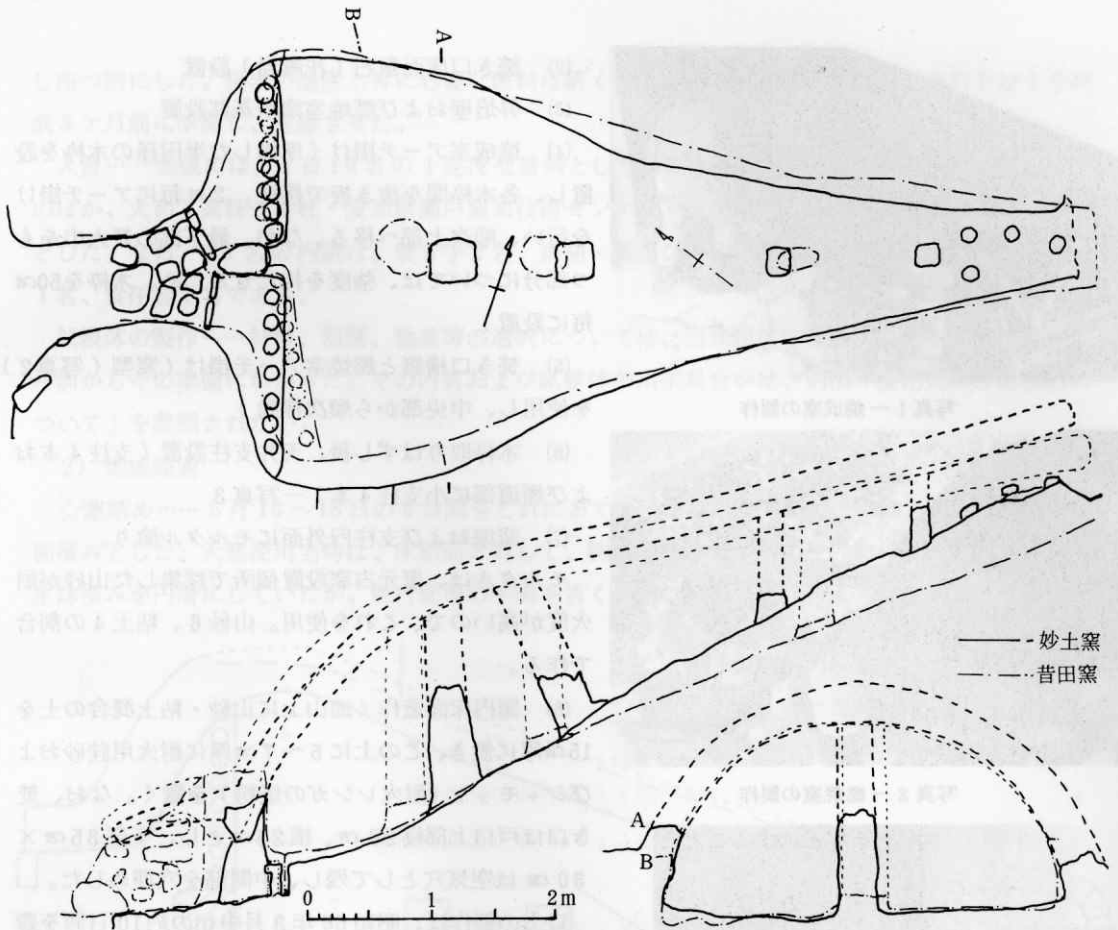


図1 昔田窯・妙土窯比較図

築窯にあたって、工事者大和工業とは、再三に渡って協議を重ねたが、特に構造上の細部について、当館建設委員河本五郎・楯崎彰一両氏の指導・助言を得た。

以下、業者による築窯の工程を、順に追って、記すこととする。

1) 準備

(1) 大窯使用当時は、窯壁全体に耐火粘土を使用していたが、復元窯は、窯の保護と焼成を順調なものとするため、瀬戸グレ（耐火用レンガ・廃窯の窯壁に使用されていたもの）を用いることとした。業者によって、調達された「クレ」は、大窯復元用のみで、約30トンにおよんだ。1個の平均的な大きさは、縦20～25cm、横25～30cm、高10cm前後の角型のものと、天井用に縦の前後が丸味をもつ同大のもの（ミカンと通称）とが選ばれたが、1個の重量は、共に10kg前後のものである。

(2) 天井構架用の半円径の木杵（写真1にみられる車輪状のもの）を、斜面にそって1mごとに設置するように設計図に基づき作成。

2) 製作

(1) 水系張り、窯体位置決定



写真1 焼成室の製作



写真2 燃焼室の製作



写真3 窯内の支柱列

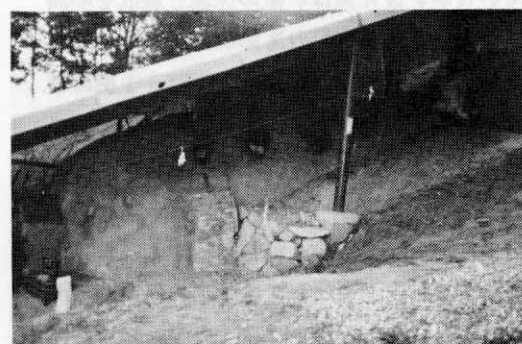


写真4 焼成実験中の大窯

- (2) 焚き口床面敷石(花崗岩)設置
- (3) 昇焰壁および燃焼室窯壁基部設置
- (4) 焼成室アーチ掛け(準備した半円径の木杵を設置し、各木杵間を抜き板で接続。2m毎にアーチ掛けを行い、順次上部へ移る。なお、最下部の最大巾をもつ部分については、強度を持たせるため、木杵を50cm毎に設置)

(5) 焚き口構築と燃焼室アーチ掛け(窯型(写真2))を使用し、中央部から順次移動)

(6) 木杵取りはずし後、天井支柱設置(支柱4本および煙道部に小支柱4本)一写真3

(7) 窯壁および支柱内外面にモルタル塗り。

モルタルは、復元古窯設置個所で採集した山砂が耐火度が高いので、これを使用。山砂6、粘土4の割合で作る。

(8) 窯内床面造作(地山上に山砂・粘土混合の土を15cm厚に置き、この上に5~7cm厚に耐火用珪砂およびシャモット(耐火レンガの焼粉)を置く。なお、焚き口は戸口上部縦28cm、横25cmとし、下部35cm×30cmは空気穴として残し、中間部を穴埋めした。

以上の製作は、昭和56年3月中旬の約10日間を費して実施された。復元大窯の法量は、全長789cm、最大巾346cm、焚き口巾83cm、煙道巾58cm、床面傾斜20~25°、天井高最大200cm(焼成室では170cm)、比高差342cm、主軸方向N31°20'Wである。

3. 焼成実験

復元古窯の強度をもたせるための焼成を、昭和56年5月20日から行った。登窯については、900度までの空焚きとし、2日間廃材を燃したが、大窯については、実験的に試験体を入れ焼成することとし、のべ7日間の焼成を実施した。

以下はその記録である。

1) 焼成準備

燃料… 焼成燃料は、一定温度まで廃材を用いることとし、校舎改築に伴う廃材を一校舎分用意した。材質は、杉・桧・松。廃材を50cm長に切り、2つ割ない

し四つ割にした。後半の温度上昇に必要な燃料は薪（赤松材）とし、2200束（1束約7kg）を焼成3ヶ月前に準備し、乾燥させた。

人員……焼成には、1日10名の1昼夜交替制として、のべ70名が必要であるので、当館職員のほか、大和工業株式会社・愛知県瀬戸窯業技術センター・同窯業職業訓練校等の応援を得ることとした。なお、10名の内訳は、焚き手2名、薪割・薪運び4名、記録係1名、雑務1名、指導者1名、責任者1名である。

試験体の製作……材料、器種、釉薬等の選択については、当課職員加藤正が中心となり、約3ヶ月前からその準備にかかった。その内容および試験体の出来具合は、別稿「復元大窯の焼成品について」を参照されたい。

2) 焼成経過

☆窯詰め……5月16～18日の3日間をこれにあて、匣鉢詰めを主とし、無釉・灰釉の試験体は棚積みとした。大窯使用当時は、床斜面に対して、駒爪形焼台が窯床にヨリ輪によって固定され、匣鉢積みを円滑にしていたが、焼台使用の手間を省くため、窯床の硅砂・シャモットを利用して、

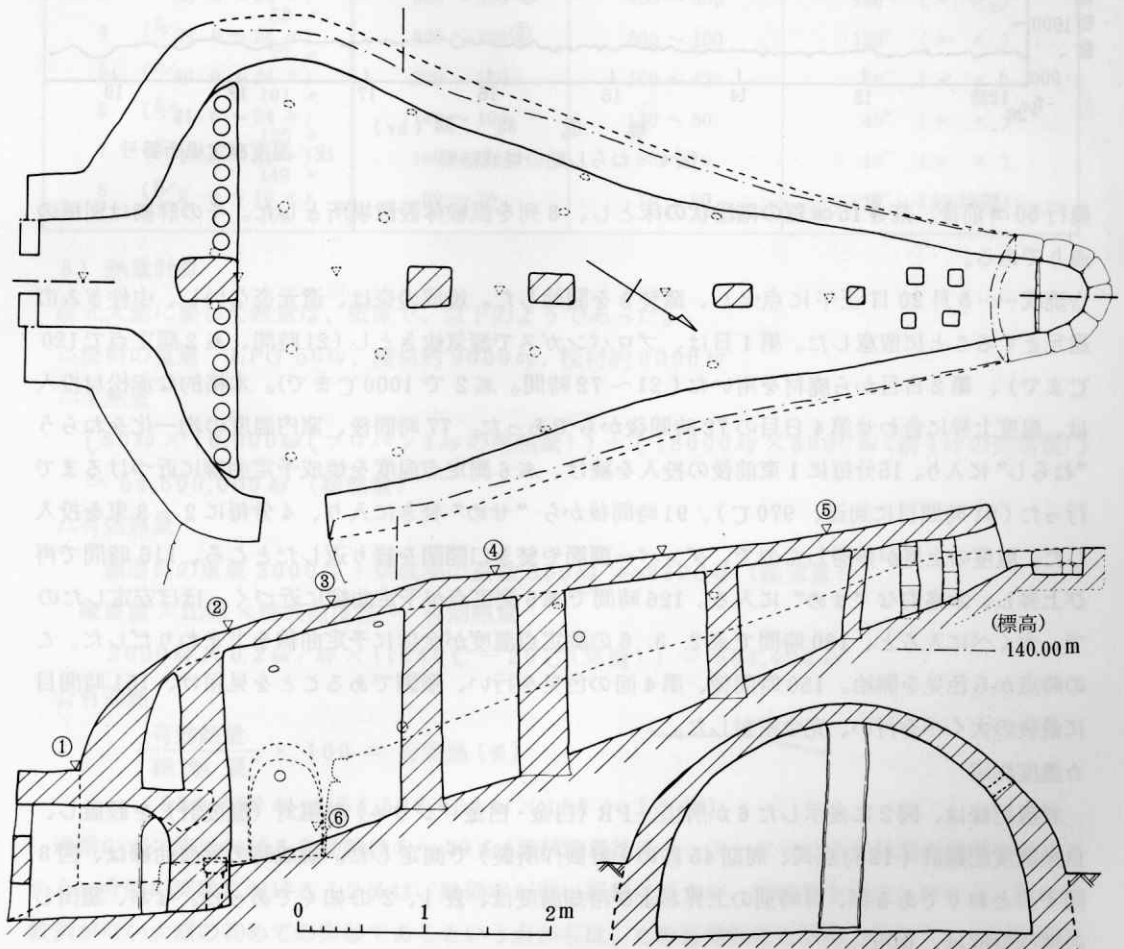


図2 復元大窯実測図

○印 色見穴 △印 温度測定孔、番号は、温度計（熱電対）設置番号

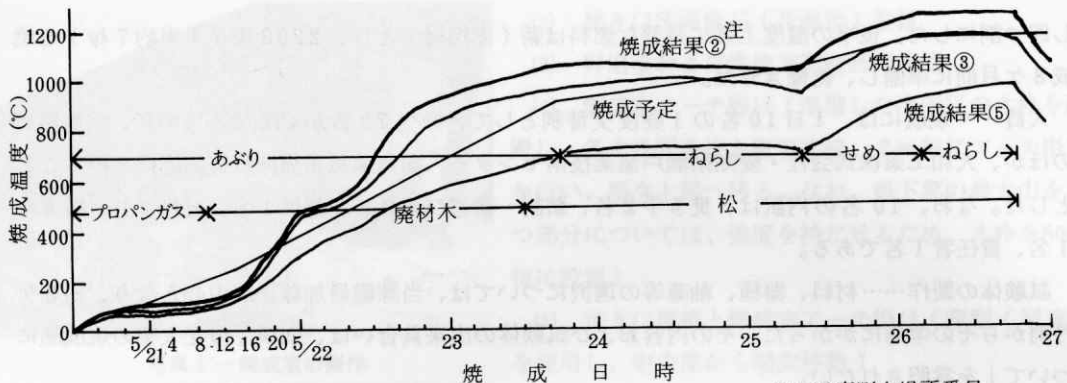


図3 焼成予定及結果 注：温度測定場所番号

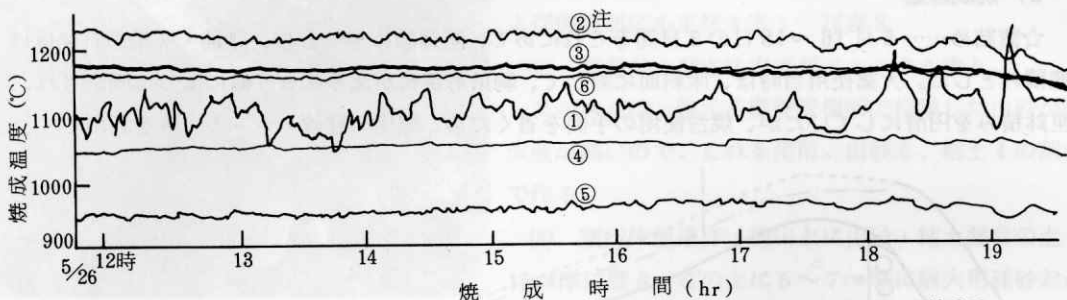


図4 ねらし期の焼成結果 注：温度測定場所番号

奥行 50 cm 前後、高さ 15 cm 程の階段状の床とし、3 列を試験体設置場所とした。その詳細は別稿の通りである。

☆焼成…… 5 月 20 日 正午に点火し、窯焚きを開始した。焼成の炎は、還元炎ないし、中性ぎみの還元とすることに留意した。第 1 日は、プロパンガスで湿気抜きとし (21 時間、№ 2 測定点で 120℃まで)、第 2 日目から廃材を用いた (21～72 時間、№ 2 で 1000℃まで)。本格的な赤松材投入は、温度上昇に合わせ第 4 日目の 72 時間後からであった。77 時間後、窯内温度の均一化をねらう“ねらし”に入り、15 分毎に 1 束前後の投入を続け、№ 6 測定点温度を焼成予定曲線に近づけるまで行った (91 時間目に到達、970℃)。91 時間後から“せめ”焚きに入り、4 分毎に 2 - 3 束を投入した。温度の上昇が停滞したので、ダンパー調節や焚き口開閉を繰り返したところ、116 時間で再び上昇し、本格的な“せめ”に入る。126 時間で № 6 測定点が予定曲線に近づく。ほぼ安定したので、大きくべに入ると、130 時間で № 2. 3. 6 の測定点温度が全体に予定曲線を上まわりだした。この時点から色見を開始。150 時間後、第 4 回の色見を行い、順調であることを見届け、151 時間目に最後の大きくべを行い、完全密封した。

☆温度測定

昇温記録は、図 2 に表示した 6 か所に、PR (白金・白金ロジウム) 熱電対 (温度計) を設置し、自動温度記録計 (12 打点式、周期 45 秒の千野製作所製) で測定した。焼成時の昇温曲線は、図 3 図 4 のとおりであるが、日時別の昇温および冷却温度は、表 1、2 の如くであった。なお、窯出しの窯内温度は、60℃。

表1 昇温分布日時別表

日 時	№②測定温度	№②③⑥ の平均温度	焼 成	燃 料	備 考
第1日 (5/20 12 ~ 24 時) 12時間	0 ~ 120℃	0 ~ 80℃	湯気ぬき	LPG	50 kg 使用
2 (5/21 0 ~ 24 〃) 36 〃	120 ~ 490	80 ~ 450	〃	廃材	} 約9トン使用
3 (5/22 0 ~ 24 〃) 60 〃	490 ~ 930	450 ~ 750	〃	〃	
4 (5/23 0 ~ 24 〃) 84 〃	930 ~ 1030	750 ~ 900	本 焼	〃	1300 束
5 (5/24 0 ~ 24 〃) 108 〃	1030 ~ 1030	900 ~ 900	〃	赤松(薪)	} 約9トン使用
6 (5/25 0 ~ 24 〃) 132 〃	1030 ~ 1210	900 ~ 1150	〃	〃	
7 (5/26 0 ~ 19 〃) 151 〃	1210 ~ 1240	1150 ~ 1170	〃	〃	1320 束

表2 冷却温度分布日時別表

日 時	№②測定温度	№②③⑥ の平均温度	温度差(時間差)
第1日 (5/26 19 ~ 24 時) 5時間	1240 ~ 1000℃	1170 ~ 980℃	190° (5時間)
2 (5/27 0 ~ 24 〃) 29 〃	1000 ~ 550	980 ~ 460	550° (24 〃)
3 (5/28 0 ~ 24 〃) 53 〃	550 ~ 330	460 ~ 300	160° (〃 〃)
4 (5/29 0 ~ 24 〃) 77 〃	330 ~ 220	300 ~ 180	120° (〃 〃)
5 (5/30 0 ~ 24 〃) 101 〃	220 ~ 140	180 ~ 120	60° (〃 〃)
6 (5/31 0 ~ 24 〃) 125 〃	140 ~ 100	120 ~ 80	40° (〃 〃)
7 (6/1 0 ~ 24 〃) 149 〃	100 ~ 80	80 ~ 70	10° (〃 〃)
8 (6/2 0 ~ 10 〃) 159 〃	80 ~ 70	70 ~ 60	10° (10時間)

3) 熱量計算

復元大窯に要した熱量は、概算で、以下のようであった。

△燃料の重量 LPG 50kg, 廃材約9000kg, 松材約9000kg

△全熱量

$$(50 \text{ kg} \times 10,000 \text{ kcal (プロパン1kgの発熱量)}) + (18000 \text{ kg} \times 3000 \text{ kcal (薪1kgの発熱量)}) \\ = 54,500,000 \text{ kcal (総熱量)}$$

△有効熱量

窯道具の重量 2000kg + 焼成品の重量 600kg = 2600kg (総重量)

総重量 × 比熱 × 焼成温度差 = 有効熱量

$$2600 \text{ kg} \times 0.2 \text{ kcal/kg} \times (1240^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C (気温)}) = 634,400 \text{ kcal}$$

☆有効熱

$$\frac{\text{有効熱量}}{\text{総熱量}} \times 100 = \text{有効熱(\%)}$$

$$634,400 \text{ kcal} \div 54,500,000 \text{ kcal} \times 100 \approx 1.2 (\%)$$

通常的气体窯における有効熱は5~30% (瀬戸窯業技術センターにおける実体調査結果) であるから、今回の実験における1.2%は、熱効率が悪い部類に属すが、焼成量を限定したこと、他に比較例がない大窯の初めての実験であるという点からは、この有効熱値も納得できよう。(文責 柴垣)