＜実践報告＞

真土(まね)型を用いた蝋型鋳造の基礎的製作プロセス研究
－鋳型素材作りから鋳型製作，鋳造まで－

木村　仁　　信州大学教育学部芸術教育講座
上條雪絵　　信州大学大学院教育学研究科
横山君子　　信州大学大学院教育学研究科
小林佳恵　　信州大学大学院教育学研究科
鈴木啓真　　信州大学大学院教育学研究科

Research on the Basic Lost Wax Process Using Manegata Casting
- Creating the Mold Material and the Mold, and the Casting Technique-

KIMURA Hitoshi: Art Education, Faculty of Education, Shinshu University
KAMIJYOU Yukie: Graduate School of Education, Shinshu University
YOKOYAMA Kimiko: Graduate School of Education, Shinshu University
KOBAYASHI Yoshie:Graduate School of Education, Shinshu University
SUZUKI Hiromasa:Graduate School of Education, Shinshu University

研究の目的	美術鋳造における真土型[注i]を用いた蝋型鋳造[注ii]の，素材作りから鋳型製作，鋳造までの基礎的製作プロセスを明らかにし，芸術教育における実技指導研究領域の拡大を図ること．
キーワード	美術鋳物　真土型　蝋型鋳造　鋳型　焼成窯
実践の目的	美術鋳造の材料を周辺の身近な場所から採取し，鋳型の素材として使用可能となるべく適宜加工を加え，鋳造を行う．
実践者名	第一著者と同じ
対象者	信州大学大学院教育学研究科在校生（4名）
実践期間	2010年4月～6月
実践研究の方法と経過	鋳型として用いる事を目的として身近な材料を採集し，鋳型として使用した．その結果，蝋型鋳造による製作が可能であるか実践研究を行った．このプロセスを学ぶことによって美術鋳造の学習上，より深い理解度を得る事が出来たかどうかの観点からも記述する．
実践から得られた知見・提言	芸術教育における実技製作においては，使用される素材は既成のものを用いる場合が多い．従って製作過程において使用する，素材そのものの製作から実技指導が行われることは少ない．身の回りの身近な材料から，高度な素材へと変遷してゆく過程を知りうることは，芸術教育における実技学習の成果を深化させることが可能となる．

1．はじめに

本稿では，この春進学してきた４名の大学院生を対象とした工芸特論の授業をもとに構成した報告書である．当該授業においては，理論というより体を動かして作業を行い，様々な行程を確認するといった実習的要素を表に出している．それは，私の専門である美術鋳造が世間一般になじみが薄く，それゆえこの世界で使われる専門的な単語や用語を無批判に展開して理解を求める事は現実的でなく，実感としてイメージできない，といったハンディがあることと，かねてより言語表現によってこの技法の内容を理解してもらう事には，限界があると感じていたからである．

したがって本授業においては，言葉の羅列よりもまず外の世界に目を向けてもらい，原材料を採取し，体を使って作業を行うことを同次元的に体験してもらうことで，言葉では得られることがない記憶(体感とでもいおうか)を通して醸成し，その後，言語による学習をより確かなものとしてゆく事に重きをおいた．

本報告書では，ここで体験した真土型を用いた蝋型鋳造プロセスを具体的に追いながら，実体験に伴う学習効果を振り返りつつ記述したい．

2．真土型を用いた蝋型鋳造の工程

2.1 概要　真土型による蝋型鋳造の行程概要を記す．

(1) 鋳型材準備（図１参照）

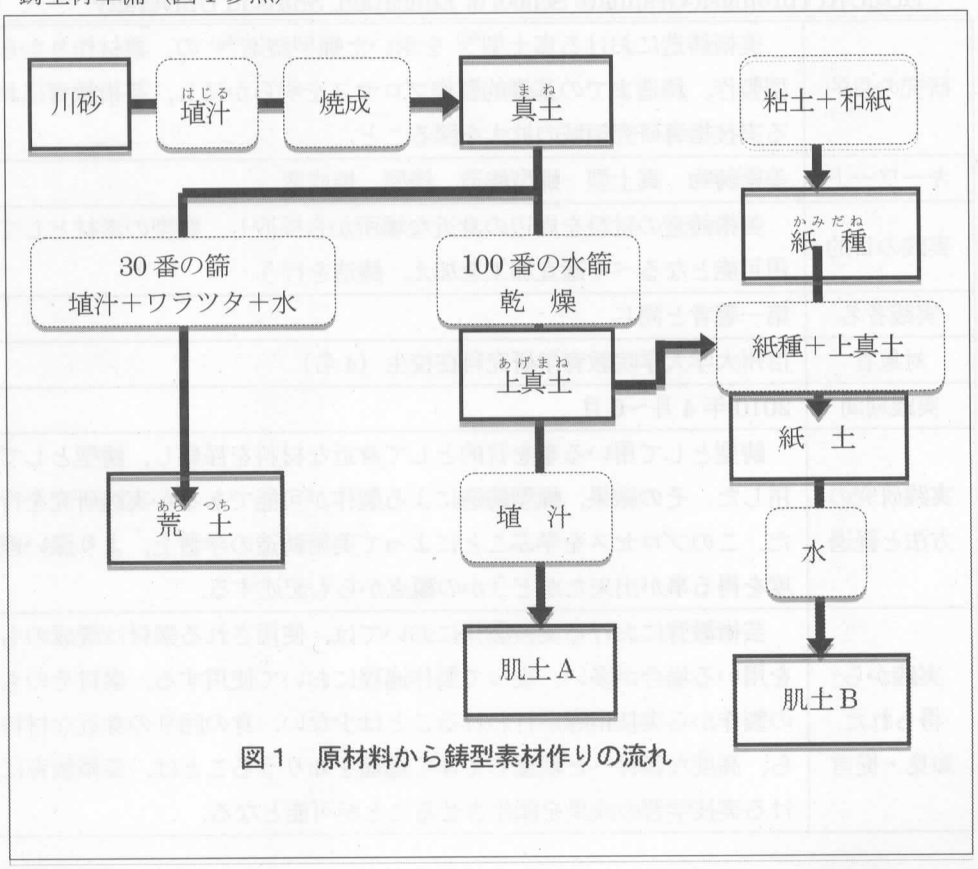

図１　原材料から鋳型素材作りの流れ

鋳型の主材料は「真土[注iii]」である．真土は，川砂に粘土と水を加えた泥状の「埴汁[注iv]」を混ぜ，焼成したものである．真土を 5 メッシュの篩で通し，埴汁とワラツタ[注v]を混ぜたものを「荒土」といい，鋳型の最も外側の材料として用いる．また，真土を 100 番で水篩を行い，乾燥させたものを「上真土」という．上真土に埴汁を加えたもの（下図では「肌土 A」と記載）は，鋳型の最も内側の材料となり，蝋原型に直接塗る．上真土に，粘土と和紙から成る「紙種」を混ぜたものを「紙土」という．紙土に水を混ぜ，適度な柔らかさにしたものを，肌土（下図では「肌土 B」と記載）として用い，上真土に埴汁と水を加えた（肌土 A）と荒土の間にあたる部分の材料となる．

(2) 蝋原型[注vi]作成

蝋を用いて原型を作る．原型の形に合わせて「湯道[注vii]」「湯口[注viii]」をつける．

(3) 鋳型作成（図 2 参照）

蝋原型を，肌土 A・肌土 B・荒土の順で覆う．肌土は荒土と比べ粒子が細かいため，蝋原型の細部にまで入り込む．その結果蝋原型と鋳型の間に隙間ができる状態を防ぐことができる．荒土で覆う際は埴汁を付けながら重ねていく．付けた荒土の上に焼き真土[注ix]を置き水分を取り除きながら更に荒土を重ねる．

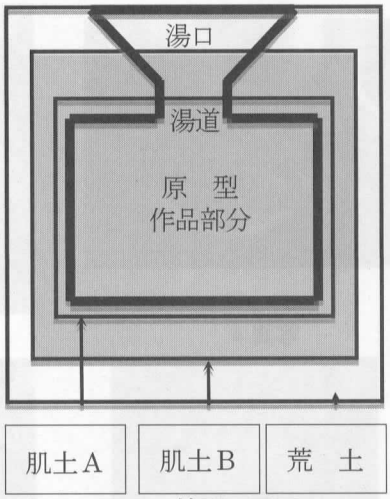

図 2　鋳型断面図

(4) 鋳型焼成

鋳型に合わせて焼窯[注x]を作り薪にて焼成する．

(5) 鋳造（フキ）

鋳型焼成後，鋳型がさめる前に窯から出し，溶かしたブロンズを湯口から流し込む．

(6) 仕上げ

鋳型がさめた後で，鋳型を壊す．湯道を切り離し，タガネやヤスリを用いて切り口を整え，バリを取り除く．

2.2 原材料から素材作りへ（真土つくりから紙土まで）

真土型を構成する真土の原材料は川砂と粘土から得る事が出来る．可能な限り近辺より採集可能な材料を使用する事を挙げ，主たる原材料の川砂は長野市小市地籍の犀川より採取したが，粘土は，市販の粘土を用いた．以下，鋳型材となる前の原材料を採取後，荒土，上真土作りから紙土までの鋳型に適した素材へ加工して行くさまを記す．

(1) 川砂採取．川辺の柔らかな感触の細かい砂[注xi]を選ぶ．（写真 1）

(2) 採取した川砂をふるいにかけ，余分なゴミや荒い砂を取り除く．（写真 2）

(3) 埴汁を，ふるった川砂に加え，耳たぶの固さになるように混ぜ，充分こねる．（写真 3・4）

(4) (3) でできたものを円盤状にして，木の板の上にのせ乾燥させ焼成する．(写真 5)

(5) 焼成した真土を細かくくだき，篩にかけて細かいものと分ける．(写真 6)

(6) 荒土作り (写真 7)

(7) 上真土作り (写真 8・9)

写真 1

写真 2

写真 3

写真 4

写真 5

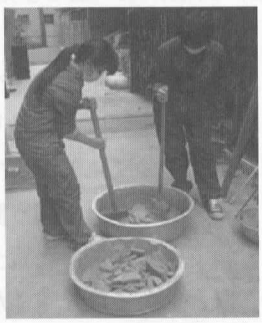

写真 6

写真 7

写真 8

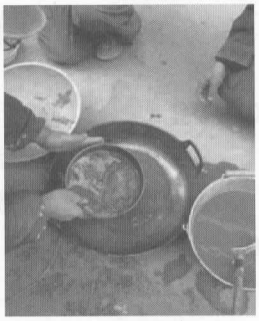

写真 9

(8) 紙種(かみだね)作り (写真 10・11)

紙種とは，粘土の中に和紙の繊維を混入させたものである．粘土 50g に古い和紙 A5 大 7 枚を混ぜて紙種を作る．和紙を水に浸したもので粘土をくるみ，金槌で叩きながら粘土と和紙を混ぜ込む．和紙 1 枚に対して 10 分間ほど叩き，7 枚分繰り返す．紙の繊維の塊がなくなり，和紙が粘土になじんで柔らかくなるまで行う．

(9) 紙土作り (写真 12・13・14)

上真土に紙種を混ぜたもの．ここでは体積比で紙種 1 に対し，上真土は 20 とした．

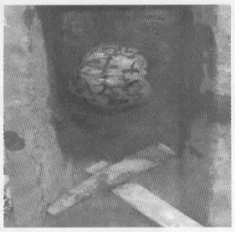

写真 10

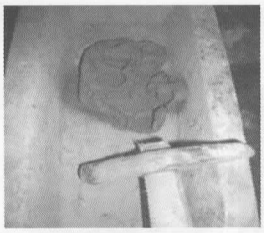

写真 11

写真 12

写真 13

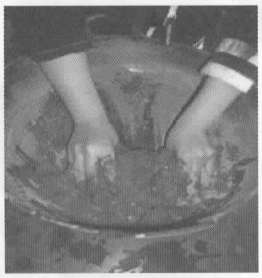

写真 14

2.3 鋳型製作

原材料から鋳型材へと加工した素材を用い，鋳型製作に入る．以下行程概略を記す．

(1) 蝋原型の表面に（肌土 A）を薄く塗る．（写真 15）

(2) 乾燥させる．乾燥を早めるために焼き真土を置いて水分を吸収させる．（写真 16）

(3) 埴汁を塗り，紙土を水で柔らかくした（肌土 B）を 5mm 程の厚さにへらを使って盛っていく．（写真 17）

(4) 乾燥させる．

(5) 埴汁をつけながら，荒土を 2 センチ程度に盛っていく．（写真 18）

(6) 荒土を盛ったものに埴汁を塗り，焼き真土を埋めてゆく．（写真 19）

(7) 乾燥させる．

(8) (5) ～ (7) の行程を蝋原型からの厚みが 5 センチ程になるまで数回繰り返し行う．乾燥のため，途中でスバイ[注xii)] を用いる．

(9) 乾燥させる．（写真 20）

(10) 乾燥させたものに埴汁を塗り荒土を重ねつつ湯道部分を荒土で埋める．（写真 21）

(11) 湯道が埋まるまで (10) の作業を繰り返す．

(12) 湯口を作る．湯道が一部見えるようにし，湯道の高さにそろえて荒土を盛る．荒土を盛る際，埴汁をつけながら接着させていく．（写真 22）

(13) 湯口の高さを作っていく，湯口は上部ほど広く湯道に近づくほど狭くしていく．焼き真土を埋めて水気を取ると同時に，補強しながら荒土を盛って高くしていく．（写真 23）

(14) 湯道から10センチ程高くする．これを一昼夜乾燥させ，鋳型が完成する．湯口からゴミが入らないように，スバイで蓋をしておく．(写真24)

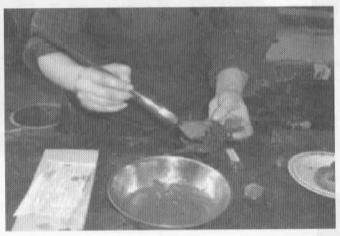

写真15

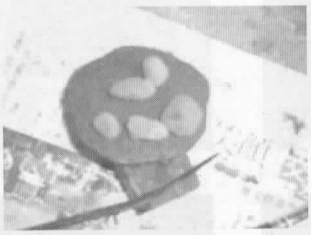

写真16

写真17

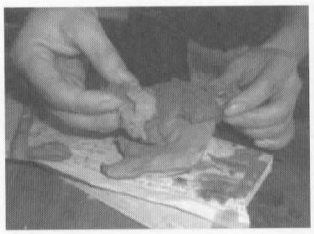

写真18

写真19

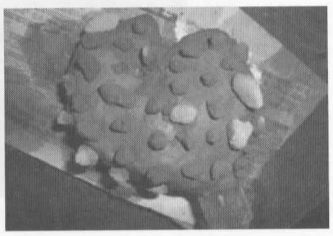

写真20

写真21

写真22

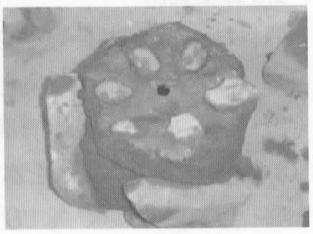

写真23

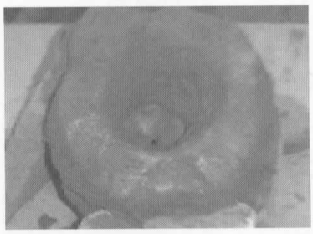

写真24

2.4 焼成窯

今回真土および鋳型を焼成するために，手製の焼成窯を2回築いた．最初は原材料から素材へと変化するための窯であり，2回目は，鋳型焼成のための窯である．以下今回用いた焼成窯の製作技法および焼成の行程を示す．

(素材作りのための窯－真土(まね)作り－)

(1) 土台を安定させるために，鍬などで地面をならす．

(2) レンガを置き，棚板[注xiii]を載せる．(写真25)

(3) 棚板の上に，川砂と埴汁を混入し乾燥させた円盤状の砂を大きいものから順に積み重ねる．

(4) 棚板の上（3ヶ所）にレンガを置きその上に棚板を置く．円盤状の砂を積み重ねる．

(5) 2ヶ所焚口をつくることを考慮し，レンガ（二分の一サイズ）で周りを囲うように間隔をとって並べる．中心にある棚板との距離は約 20cm．（写真 26）

(6) 焚口を考慮して，レンガの上に大谷石[注xiv]を積み重ねていく．二段目は一段目よりもやや内側に積むことを意識して隙間が無いように並べていく．高さは中央にある円盤状の砂が隠れるくらいが目安．（写真 27）

(7) 積み重ねた大谷石の最上段に，筋金[注xv]を交差させて置く．上部に瓦をかぶせて，中央部をやや空ける．（写真 28）

(8) ベト[注xvi]を用いて，窯の隙間を埋めていく．ただし，最下部と最上部の穴（レンガとの隙間）は空気孔としてあけておく．これで焼成窯の完成となる．窯の大きさは高さ約 60cm×直径 75cm とした．

(9) 薪を焚口に用意し，着火する．約 3 時間焼成する．焚口でできた熾を徐々に奥へ押し込んでいく．（写真 29）

(10) 窯中の火の色がオレンジ色になったら焚口を塞ぐ．（写真 30）

(11) 窯の隙間を，水を混入した土間土で塞ぎ，冷ます．

写真 25

写真 26

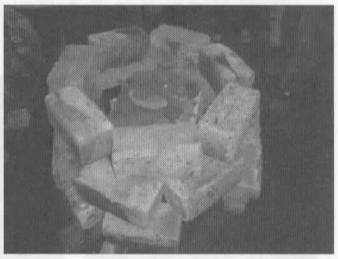

写真 27

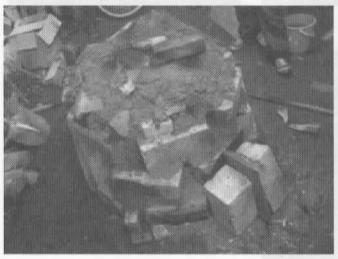

写真 28

写真 29

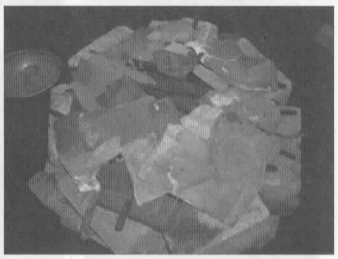

写真 30

（鋳型焼成のための窯－焼成窯－）

(1) 土台を安定させるために，鍬などで地面を均す．

(2) 窯の中心となる場所に筋金を打ち，筋金を挟み込むようにレンガを 2 つ置く．（写真 31）

(3) レンガの上に荒土，紙，鋳型の順で置いていく．鋳型は湯道を下に向けて置き，鋳型の一つは湯口が外から見えるように横にして置く．鋳型も針金で固定する．（写真 32）

(4) 2ヶ所焚口をつくることを考慮して，レンガ（二分の一サイズ）で周りを囲うように間隔をとり並べる．鋳型との距離は約20cmとした．

(5) 2段目も焚口を考慮して，レンガの上に大谷石を積み重ねる．湯口を外に向けた鋳型を色身（いろみ）として利用するための，色見穴[注xvii]を考慮しながら並べる．高さは中央にある鋳型が隠れるくらいが目安である．（写真33）

(6) 積み重ねた大谷石の最上段に，鉄棒を交差させて置き，上部にスバイを被せ，中心はやや空ける．（写真34・35）

(7) 土間土に水を混ぜ，窯の隙間を塞ぐためのベトをつくり，隙間を埋める最下部と最上部の穴は通気孔としてあける．窯の大きさは，約高さ60cm×直径75cmとした．

(8) 薪を焚口に用意し，着火する．いきなり強火にすると蝋が沸騰して作品にダメージを与えるので，30分間は焚口のみで焼成し，その後，熾を奥へ押し込む．5時間焼成を行う．（写真36）

(9) 色見穴から鋳型の湯口を見て，暗褐色に変化したら焼成を終了する．スバイやレンガを用い，ベトで隙間を塞ぐ．（写真37）この間，溶解炉にてブロンズを溶かし始め，下湯ができたころを見計らい窯を壊して鋳型を取り出し，鋳込む．[注xviii]

(10) 窯を壊す．

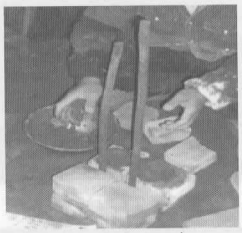
写真31

写真32

写真33

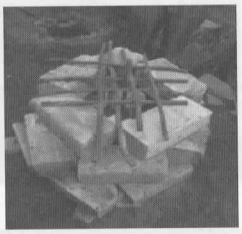
写真34

写真35

写真36

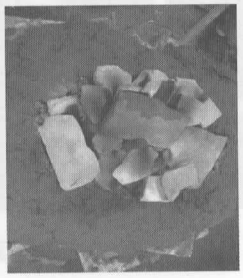
写真37

3．実践の結果

本時の授業においては，鋳造のプロセスに入る前にまず鋳型に適した原材料を採集し，鋳型用の素材として加工を加え，その後鋳型製作実習を行った．その結果，素材製作体験がその後の鋳型製作における実技学習の理解度を深めてゆく事が明らかになった．

鋳型の素材となる原材料を，周辺の身近な自然界から取得し，それらを加工処理することによって，使用に耐えうる鋳型素材へと変化してゆく様を体験する事は，その後のそれ

らを用いて鋳型を作り，焼成して鋳造するといった制作プロセスの学習を，より深く理解する事の手助けとなったのではないかと考えられる．

真土型の基本的な技法を学校にて教材化し，残してゆく事は可能ではないだろうか．また，体を使う体験による教育的効果も期待できる．今回真土型を体験した受講生からは，様々な感想や意見を得る事が出来た．最も多かったのはこんなに複雑な工程に使用される材料が，わずか砂と粘土と和紙と藁のみであったという驚きと，もとは同じ材料であっても，加工処理の多少の違いによって性質が微妙に変化し，またその結果，役割が大きく変化してゆくと言う素材加工プロセスに対する感動であった．

学問的に表現するとするならば，川砂は骨材（こつざい）であり粘土はつなぎの役割を果たすといったところであろうが，このことを言葉だけで，どれほど身についたものとして理解出来たであろうか．当初私が「埴汁は粘土の汁であり，異なる土の素材を結合させるものとして使用する．」と説明した事が，「埴汁は接着剤の役割をしていたのだという事が，体験を通してやっと分かった．」という一連の作業を終えた後の受講生の感想は，単なる知識として理解していた事柄が，体験後には自らの知識としてしっかり身についているものと解釈する事が出来るであろう．机上の学問だけでは理解できない所以である．

4．おわりに

日本における真土型を用いた美術鋳造の技法の起源は，遠く奈良の大仏の時代にさかのぼる．以来千数百年の時間の流れのなかで，職人の情熱と共に生き残ってきた．明治時代には，真土の中に和紙の繊維を混入して紙土を作り，鋳型を構成してゆく込型鋳造が開発され，街中に立つ騎馬像や立像を次々と鋳造してゆく．ところが昨今になって真土型による鋳造技法が次第に行われなくなり，2009年に日本有数の美術鋳物の産地である高岡にて真土型による美術鋳造（込型鋳造）を行っている工場を調査したところ皆無であった．[注xix] 自然界の川砂と粘土から得た真土の素材は人体に及ぼす害もなく，また，その後何度も繰り返し使用することが可能であり，産業廃棄物と化す事はない．また，工場の土間には，それまで何度も使用し，蓄積されてきた同種の真土が敷き詰められ，時々新しい砂を加えるだけで，未来永劫鋳型材として使用する事が可能となる．いわば究極のエコ技法と言える．しかしながらこの技術は，時に複雑でその習得には多くの時間を要し，また，工場内にて膝を曲げながら行う作業によって多くの職人が体を痛めてきた．衰退してゆくのは運命なのかも知れない．

もとより，今回行った真土型鋳造法は特殊な技法であり，市販の素材を望むべくもない．したがって，原材料から入手しなければならないという宿命が最初からあったのは事実である．素材から製作することはやむなき必然とも言える．しかしながら何でもない日常見かける砂が，ひとたび加工を加える事によって異なる素材へと変化し，特殊な鋳型材として使用されてゆく様を体験する事は，その後の作業に多くの知と理解の手助けをしたことは疑う余地はないだろう．機会あればぜひ真土型技法を継続的に学習し，日本が誇る伝統技法文化を後生に伝えていって欲しいと願う．

参考文献

木村仁，1990，「鋳金による金属工芸—込型鋳造による一輪青銅花器の制作—」，信州大学教育学部紀要　第69号，pp.243-260

注i) 砂と粘土を主成分とする鋳型材料で成型を行う鋳型製作技法のこと．マネという呼び名の起源については不詳．

注ii) 砂と粘土で構成された鋳型材料の呼称．採取したばかりの生砂に泥状の粘土を混入，乾燥後焼成して出来たものを焼き真土と言い，総称して真土という．

注iii) 蝋を用いてあらかじめ原型を作り，耐火性の物質で全体を多い全体を焼成することにより蝋が流れ空洞が生じそこに金属を流し入れる技法．ロスト・ワックス，あるいは蝋焼き流し方とも言う．

注iv) 粘土を水で泥状にしたもの．以前は篠ノ井の瓦工場より現地で採取した田んぼの粘土を使用．今回は市販の粘土を使用した．

注v) わらを長さ2・3cm程度に切ったもの．壁土に使用するものよりもやや細かい．

注vi) 蝋で制作されたもとの作品を言う．古来日本で使用されてきた蝋の主たる材料は，蜜蝋と松ヤニの混合物．

注vii) 金属が溶解された状態を「ユ」と称し，金属が流れてゆくルートのこと．

注viii) 溶解した金属が注入される口の呼称．

注ix) 焼成直後の真土の固まりを呼ぶ．乾燥に使用する大きさは，直径5mm前後である．

注x) 窯の大きさは鋳型の大きさに合わせてその都度作られる．このことで鋳型を焼き過ぎるのを防ぐことが出来る．

注xi) あまり細かすぎてもよくない．研究当初の砂は，千曲市の鋳物師屋近辺の川砂を使用した．今回使用した砂は，犀川小市近辺から採取した．

注xii) 瓦のかけらを素焼きしたもので赤い土の色を出している．主たる役目は鋳型の水分を吸収し，乾燥を早めることである．

注xiii) 陶芸で使用する棚板．

注xiv) 建築材料として使用される大谷石が比較的熱に強いことから，窯の材料として盛んに使用されてきた．近年原材料がなくなり，レンガ等の新たな材料に移行しつつある．

注xv) 鉄棒のこと．主に鋳型を補強する際に使用する．「筋金入り」の語源となる．

注xvi) 土間土に水を混ぜたもの．

注xvii) 鋳型の焼成具合をはかるため，窯の外から中の状態を見るための穴．

注xviii) 鋳造時における鋳型はまだ灼熱の状態である．鋳型を，湯口を上にしながら土間にセットした後，手のひらを湯口の上にかざして湯口から立ち上る熱気を手のひらに感じ取り，鋳造時（フキと呼ぶ）のタイミングを計る．職人のなせる技と言える．

注xix) 梵鐘などの挽き型による惣型鋳造には，今でも真土が用いられているが，ここで言う真土型は主に込型鋳造を指している．

（2010年6月30日　受付）