

# 南部鉄瓶のデザイン支援ツールの開発\*

長嶋 宏之\*\*、高橋 正明\*\*、小林 正信\*\*

伝統工芸品「南部鉄瓶」の製造において職人の技能に依っていた従来工程の生産性を向上させるため、デジタル機器を利用した「たねもの」原型の拡大・縮小ツールと文様押しツールの2工程を開発した。この「デザイン支援ツール」により作業時間の大幅な効率化が図られた。

キーワード：IT、CAD、伝統工芸

## Design Support Tools for *Nanbu Tetsubin*

NAGASHIMA Hiroyuki, TAKAHASHI Masaaki and KOBAYASHI Masanobu

Key words : Information Technology, CAD, Traditional Craft

### 1 緒言

日本を代表する伝統工芸である「南部鉄器」は、400年あまりの歴史があり、その重厚な魅力から現在も根強い人気を持つ岩手県の重要な特産品である。

その「南部鉄器」の製法の一つで、茶釜の製法由来である惣型法（焼型法）は、製作者の技能に依るところが大きく、習得するまでにある程度の経験と期間を要する。また、惣型法では熟練の職人でも工数を多く要する工程もあり、生産性を妨げている。

今回は上記のような工程課題の解決のために、「南部鉄瓶」の製法を対象とするIT技術を利用した支援手法を開発した。本センターではこの手法を「デザイン支援ツール」の一つとして提案しており、以下、この開発について述べる。

### 2 製作工程の見直しと提案

企業ニーズに基づいて、南部鉄瓶の製作工程から後述の2-1と2-2で述べる2工程を抽出し、それぞれ支援ツールを開発した。

#### 2-1 「たねもの」原型の拡大・縮小ツール

鉄瓶の商品化に当たり、容量違いのバリエーションを用意する機会が多い。その際、注ぎ口や蓋のつまみといった「たねもの」の原型は、相似形で寸法の違う複製をバリエーション毎に用意しなければならない。職人はこれを目見当で見事に製作するが、苦勞も多いという。そこで3Dデジタルデザイナー、3DプリンターといったIT技術を使って、形状をデジタル化して形態を変えずに寸法の違う原型を製作した。

##### 2-1-1 手順

手順は以下の通りである。

- (1) 標準寸法となる原型サンプルを定める
- (2) 原型サンプルの形状を3Dデジタル化する

- (3) デジタル化した原型サンプルの形状データを基に、拡大原型と縮小原型のそれぞれの形状データを作成する
- (4) 拡大、縮小した形状データを3Dプリンターによって実体化する

##### 2-1-2 原型サンプル

原型サンプルには本センターで保有する鉄瓶の注ぎ口の原型（たね）を使用した（図1）。

##### 2-1-3 形状の3Dデジタル化

形状のデジタル化は、前述の原型サンプルから3DデジタルデザイナーCOMET 6 16M (Carl Zeiss社) を使用して入力し、3D形状メッシュデータを作成した。

##### 2-1-4 拡大・縮小処理

原型サンプルの寸法に合わせ標準とする鉄瓶の容量を設定し、拡大と縮小のそれぞれの容量違いの鉄瓶を再設計した。各容量を標準は0.8L、縮小鉄瓶は0.3L、拡大鉄瓶は1.8Lと設定し、拡大および縮小率をそれぞれ0.75倍、1.25倍とした（図2）。次に、3DプリンタソフトMagics RP (Materialise社) を使用し、前述の比率で、縮小と拡大原型の両形状データを生成した。



図1 原型サンプル（左：前方、右：後方）

\* 平成30年度 技術シーズ創生研究事業（発展ステージ）

\*\* デザイン部（現 産業デザイン部）

### 2-1-5 実体化

光造形装置 NRM-6000 (シーメット社) を使用し、拡大と縮小原型、および、それらの比較対象として原寸原型をそれぞれエポキシ樹脂製モデルとして実体化した。

## 2-2 文様押しのデジタル支援ツール

「南部鉄器」の製作で鉄瓶や茶釜の表面に施された美しい文様は、職人の技能の見せ所である。「下図(したず)」を基に絵杖やへらなどを駆使して、左右、奥行を逆さにして仕上げる文様は、技術力、表現力、根気などの複合的で高度な技能を要求される。そこで IT 技術を使って、技能の未熟な職人でも加飾が可能な、または熟練者の工数軽減が可能な、文様押しの代替法を検討した。

### 2-2-1 手順

手順は以下の通りである。

- (1) 文様となる図案サンプルを用意する
- (2) 図案サンプルを加工機が対応するグレースケール画像に変換する
- (3) 加工機により押し型原型を実体化する
- (4) 鋳型模擬型により文様の仕上がりを評価する

### 2-2-2 図案サンプル

「岩工試 鋳造試作資料書類綴」<sup>3)</sup>に収録された「鳥と桜」文様を、フラットベット型スキャナーによりビットマップデータとして入力した (図3)。

### 2-2-3 画像処理

上述の図案サンプルデータから、画像補正ソフト Photoshop CC (Adobe 社) を使用して、後述する加工機である光造形装置、およびレーザーカッターが必要とする 256 階調グレースケールの画像データを生成した。

### 2-2-4 押し型 1 : 光造形装置による製作

押し型原型 (以下押し型) を光造形装置とレーザーカッターを使う二つの方法で製作した。前者の手法は以下のとおりである。はじめにデザインモデリングソフト Alias Design (Autodesk 社) により押し型の台データ (1/4 球形の 3D データ) を制作した。次に 3D 形状データ編集ソフト Geomagic Freeform (3D Systems 社) のエンボス機能を使用して、前述の画像データを台データに転写した。この押し型データから光造形装置 NRM-6000 (シーメット社) でエポキシ樹脂製モデルとして押し型を実体化した。

### 2-2-5 押し型 2 : レーザーカッターによる製作

レーザーカッターによるものは、まず光造形装置の手法と同様にスタンプのような押し型を製作した。押し型の「台」は前項で制作したデータを使い、熱溶解積層式 3D プリンター FORTUS 360mc (Stratasys 社) により文様の無い状態で実体化した。次にレーザーカッター Speedy 300flexx (trotec 社) を使用し文様の彫刻を施したゴム板を、3D プリンター製の台に貼り付けた。なお、レーザー彫刻でも前項で使用した同じ画像データを使用し、「レリーフモード」で浮彫彫刻を行なった。

### 2-2-6 評価

最後に、油土により評価用模擬鋳型を製作し (図4)、作製した二種の押し型によって文様押しを施した。その模擬鋳型を石膏で型取りし、転写された文様を目視で評価した。

## 3 結果及び考察

### 3-1 「たねもの」原型の拡大・縮小ツール

#### 3-1-1 形状データ

3D デジタイザーにより正確な 3D 形状データを生成できたが、メッシュ処理も含め測定から 30 分ほどの短時間であった (図5)。また、拡大、縮小形状データの生成作業も 3D プリンタソフトの「スケール変更」機能によって 10 分程度で終わることができた (図6)。

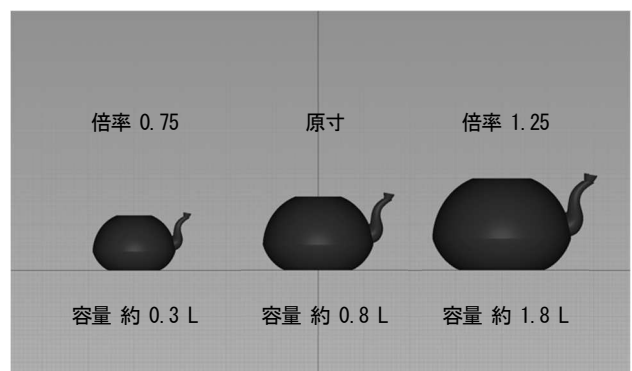


図2 縮小・拡大鉄瓶の設定



図3 スキャンした図案サンプルデータ



図4 評価用模擬鋳型

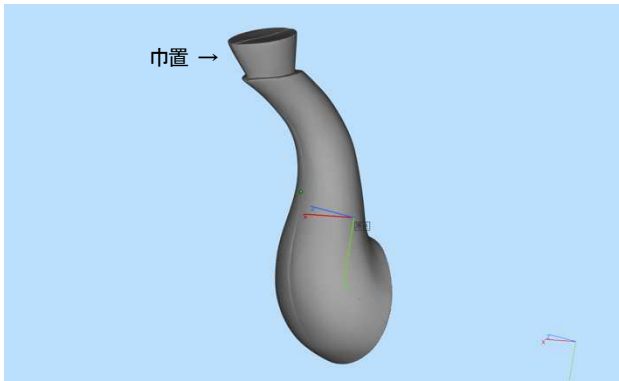


図5 原型サンプルのメッシュデータ

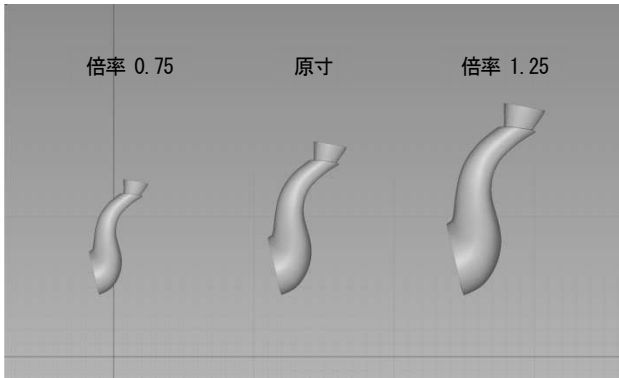


図6 縮小原型、拡大原型データ



図7 光造形装置による縮小原型、拡大原型  
(上: サンプル、中左: 縮小、中右: 実寸、下右: 拡大)



図8 加工用データ

### 3-1-2 樹脂製モデル

拡大、縮小形状データから、光造形によるエポキシ樹脂製の注ぎ口原型を製作した。目視にて、形状、比率、寸法を評価したが、異常は見られなかった(図7)。

### 3-1-3 考察

本提案ツールにより、比率、形状の正確な拡大・縮小原型を得ることは比較的容易に可能である。

作業効率に関わる製作時間は、リードタイムでは大きな短縮に至らなかった。しかし本提案ツールの工程時間で約2/3を占める光造形の工程は、職人の手に関わらない時間であることから、実質の作業時間は3時間弱となり効率の向上は可能と考える(表1)。

課題は注ぎ口原型の先端に「巾置(はばき)」と呼ばれる部分があるが、本方法で注ぎ口と巾置を同比率で拡大・縮小すると、巾置は不適切なサイズになる可能性がある。その場合はモデリングソフトなどで巾置の再設計を要するので工程が増えることとなる。

また、モデル表面には3Dプリンター特有の積層段差が現れるので、従来法では要しない表面処理の工程に時間を取られることとなる。

表1 製作時間の比較

	本提案ツール	従来法(推測時間)
形状測定	30分	粘土原型製作 2時間×2個
データ整形	10分	型取り 30分×2個
光造形	4時間30分	石膏置換 30分×2個
表面処理	2時間	巾置追加 1時間×2個
合計	7時間10分	合計 8時間

## 3-2 文様押しのデジタル支援ツール

### 3-2-1 加工用画像データ

スキャンした「鳥と桜」文様の画像サンプルデータから画像補正ソフトの画像処理を使うことで、加工用の白黒反転済み256階調グレースケール画像データを作成することができた(図8)。画像処理は、写真の補正などで使用される一般的な処理の組み合わせで行うことが可能であった(表2)。

表2 画像処理一覧

順	処理	コマンド	コマンド補足
1	モード	グレースケール/8bit	カラー情報の破棄
2	文様抽出	レイヤーマスク、	切り抜き
3	文様整形	選択ツール、移動ツール	
4	白黒反転	階調の反転	
5	色調補正	トーンカーブ	

### 3-2-2 押し型1: 光造形装置による製作

上述の加工用画像サンプルデータを転写した原型3Dデータを作成し(図9)、光造形装置によって押し型原型



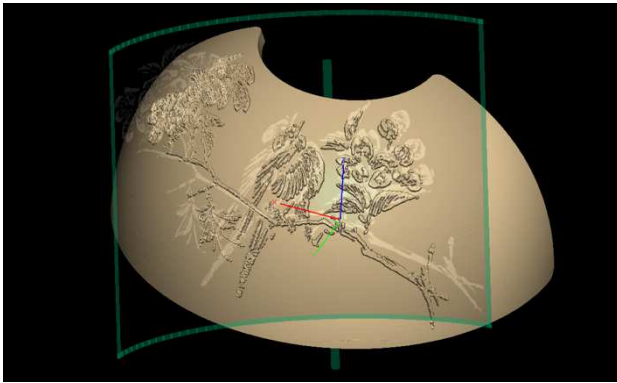


図9 光造形装置用原型 3D データ



図13 文様押し作業の様子

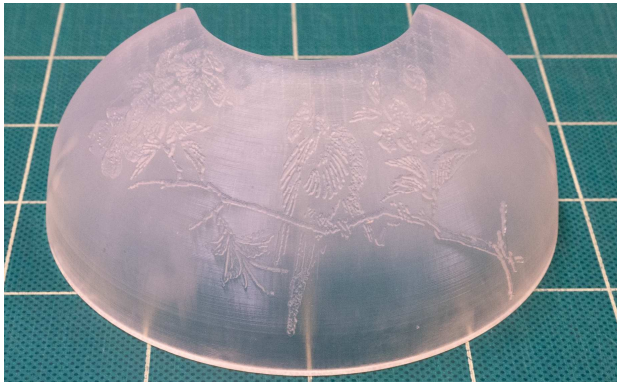


図10 光造形装置による押し型

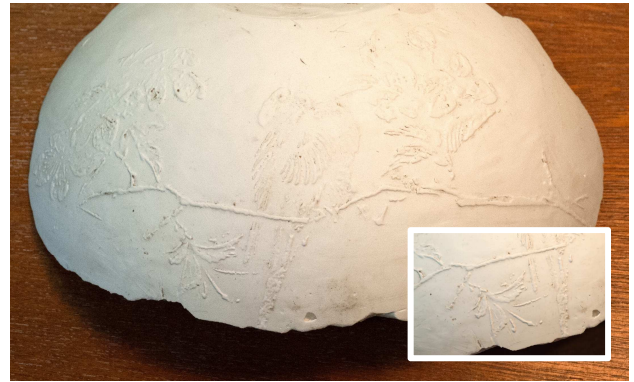


図14 レーザーカッターによる押し型の文様の転写

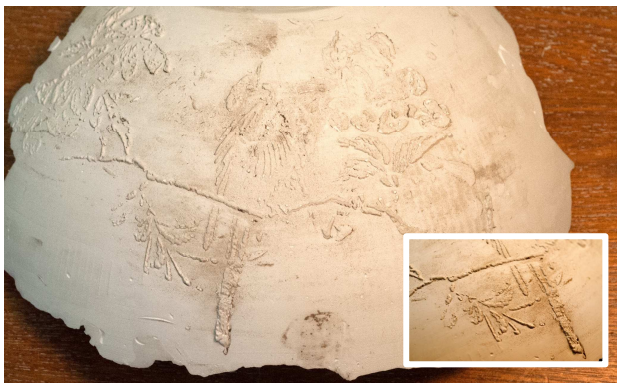


図11 光造形による押し型の文様の転写



図12 レーザーカッターによる押し型

を製作した(図10)。

原型 3D データは FreeForm のエンボス機能を使って、画像データの明度諧調を凹凸に変換し作成する。その際は画像を曲面に投影し転写するため、画像の端部が歪曲し、かつ縦横比率も変わる。さらに作業中は画像の縮尺も随時変わるため、実寸を保つことができない。このためデータ作成作業に1時間程度かかった。

また、製作した押し型の形状を1/4球形にしたため(図10)、模擬鋳型を使用した文様押し作業を行うと、一息で、しかも広い範囲を同時に押す必要があり、刻印のブレや押圧不足が多発した。この形状で商品レベルの文様を得るには習練が必要である。

しかし、押印が成功した模擬鋳型を石膏で転写した文様の印象は、ディテールがシャープではっきりした仕上がりととなった(図11)。

### 3-2-3 押し型2：レーザーカッターによる製作

グレースケール画像をそのまま彫刻加工データとすると、ゴム製の押し型はレーザーカッターによって製作はできる(図12)。

当初、模擬鋳型の文様押し作業の評価として、光造形同様1/4球状の「台」を用意し、その表面に文様を彫刻したゴム板を貼り付ける予定であった。しかし、光造形による押し型の使いづらさが判明したので断念し、そのままゴム板を模擬鋳型の表面に乗せ、指で直に文様押しをすることにした(図13)。その結果、位置決めが容易になり、位置の直しも可能になった。このことで作業性

が飛躍的に良くなり、さらに指の触感で刻印の深さ（＝文様の高さ）も確認できるようになり、習練を要せずに文様が押せるようになった。

なお、模擬鋳型を使い文様を石膏転写したものは、光造形による型と比べ文様の印象は柔らかく、細部の表現は少々甘い仕上がりになった（図 14）。

### 3-2-4 考察

押し型の文様の高さは、加工機用の図案データの作成とそれぞれの装置加工法との関係で、原型 3D データ作成ソフトウェア、レーザーカッターの加工ドライバーともに、グレースケールの 256 段階の階調情報で決定される。しかしどちらも何度かデータを調整し加工をやり直すなどの「トライアンドエラー」を要するため、「x 階調での高さは y mm」といった明確なフィードバックが得られるまでには至らなかった、

さらに、階調の再現具合も、画像の階調の度合いと加工機での階調再現に隔たりがあり、今回の文様の彫刻は平面的な印象の仕上がりになった。よって、それぞれ装置で、さらに加工を繰り返し、画像の階調と加工された文様の階調の関係を明らかにすることも今後の課題と言える。

表 3 光造形による型とレーザーカッターによる型の特徴

	光造形装置	レーザーカッター
図案制作時間	約 1 時間（スキャン、トリミング、色調補正）	
押し型原型 製作時間	3D データ制作：約 1 時間 装置造形時間：7 時間 01 分 モデル後処理：約 1 時間	彫刻時間：26 分 洗浄：約 5 分
特徴	図案比率の維持が難しい 押圧による変形が少ない シャープな文様 押し直しが不可	図案比率をほぼ維持可能 鋳型の形状に追従 柔らかい文様 位置の直しが可能

最後に今回得られた 2 種の原型製作法のそれぞれの特徴を表 3 に示す。

光造形による型については、生成した 3D データの品質と材料の樹脂の物性が刻印にシャープな印象を与える。しかし、データ作成時の画像の比率維持、型の位置決めと位置直し、押し具合の確認がほぼ不可能であるため、習練の必要な要素が多い。

一方、レーザーカッターによる型は、位置決め修正、深さの確認が可能など、使い勝手が非常に良く、比較的スキル習得が容易である。刻印の印象が柔らかく、ディテールが甘く感じられるのは、材質であるゴムの変形が起因していると推測される。

## 4 結 言

今回は数多くある南部鉄瓶の製造工程において、「たねもの」原型の製作と文様押しに関わる工程 2 案を、IT 技術を利用し提案することができた。

今後の課題は、拡大と縮小原型、および文様押し型とともに、評価のために製造現場で実際に試用し、使いやすさやコストなども含めた企業への導入可能性を検討することである。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、田山鉄瓶工房様、株式会社 南部鉄器販売 虎山工房様、ならびに関係各位に大変お世話になり厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 南部鉄器協同組合：南部鉄器 その美と技，（1990）
- 2) 村上洋一：盛岡・南部鉄器の今，織研新聞社，（2013）
- 3) 岩工試 鋳造試作資料書類綴，地方独立行政法人岩手県工業技術センター，