

2D/3D技術応用による伝統産業に適したデザイン開発手法の研究開発と普及事業 第2報

(その2) デジタルクリンナップ手法による伝統工芸品製作プロセスの改善検討

デザインチーム 竹浪 祐介

要 旨

伝統工芸における製作プロセスの改善として、手作りの原型を3Dスキャンしてデジタルデータ化し、3D-CAD上でデータを加工して修正及び補正を施した後、原型を3Dプリンタで出力する“デジタルクリンナップ”を試行した。その結果、デジタル工程の可逆性の高さから手戻りの負担が軽減され、簡便に美観を整えることができた。また、これらを若い作り手に指導することも造形力向上に効果的であった。

1. はじめに

2D/3D技術応用による伝統産業に適したデザイン開発手法の研究開発と普及事業の一環として、本報では伝統工芸品の製作プロセスのうち、とくに設計段階に3Dスキャナーや3D-CADを導入することによる効率化、造形表現の幅を広げるための技術“デジタルクリンナップ”の実践とその効果を報告する。今回は、陶芸と漆芸について取り組んだ。

2. 「磁器製カレー皿」量産向け商品開発

2.1 課題

陶磁器の鋳込み造形の製作工程のうち、原型製作の従来の伝統的手法は全てを手作りで行うため、試作の修正は最初から作り直しになることから手戻りによる時間と手間がかかり、効率化に改善の余地がある。

この課題について、平成26年度¹⁾及び平成28年度受託研究²⁾で試作した介護食器のうち「掬いやすくこぼしにくい磁器製カレーライス用皿」の量産向け商品開発を例

に挙げる。高齢や障がいにより食べ物が掬いにくい場合には、器の内側に張り出した「返し(オーバーハング)」を設けることが有効である。その角度や半径については、作業療法士のアドバイスを元に従来方法の粘土による手作りで曲面を調整した。

しかし、その掬いやすさを保ちながら粘土原型に残る手跡の凹凸を滑らかにするには複数回の手戻り(作り直し)が避けられず、効率が悪い。この課題を改善するため、原型の設計の一部にデジタル技術(3Dスキャンと3D-CADモデリング)を取り入れた。製作プロセスを図1に示す。

2.2 製作プロセス

製作は以下の1～5で進めた。

1：粘土による粗原型作成

手作りで粘土モデルを成形する従来の手法で掬いやすさを検証しつつ原型を製作した(図2)。この原型は粗い状態で良い。

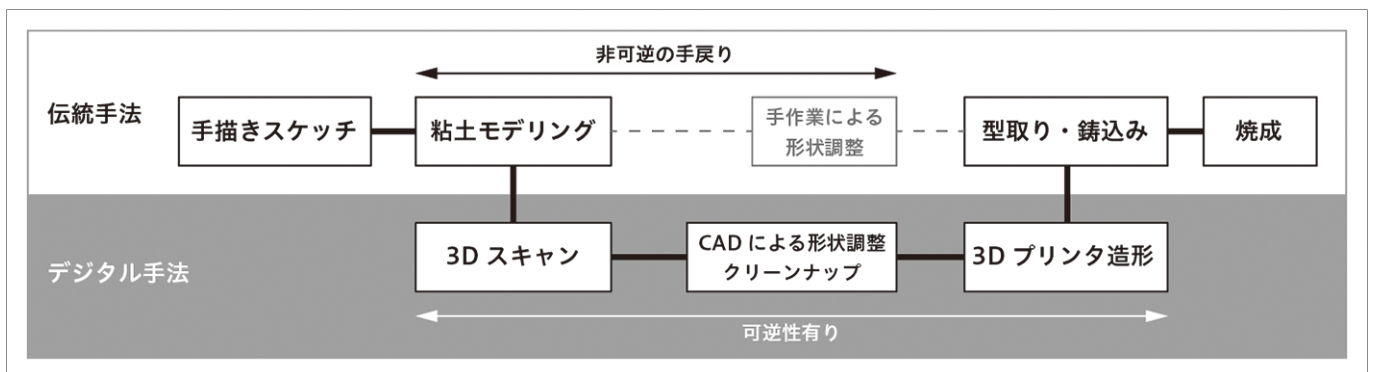


図1 設計プロセスの模式図



図2 粘土モデルでの原型製作



図3 3Dスキャンによるデジタルデータ化

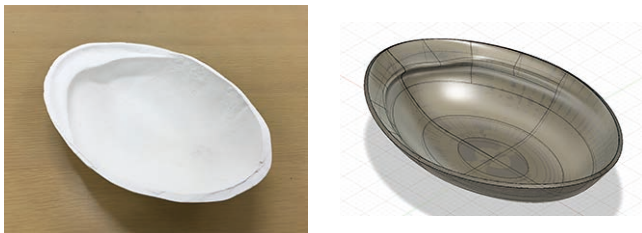


図4 左：手作りの原型 右：CADでのクリンナップ



図5 3Dプリンタ出力原型

2：原型の3Dスキャニング

粗原型を3Dスキャナー（コニカミノルタ製 RANGE5 及びCREAFORM製Handyscan700）でデジタルデータとしてコンピュータに取り込む（図3）。

3：3Dスキャンデータのクリンナップ

その曲面を、表面の粗さや凹凸を滑らかになぞるように3D-CAD（GeomagicDesignX及びFusion360）にて描き直す“トレース”を実施（図4）。

4：3Dプリントによる原型出力

造形データを3Dプリンタ（stratasys製FORTUS 360mc-L）にて出力。

3Dプリント原型は実際に皿として使うことが可能であり、陶磁器を作る前段階で形状を検証でき、開発コストの削減にもつながる。

形状検証後、陶磁器の焼成における収縮分を拡大（割掛け）させた原型を3Dプリンタで出力した（図5）。

5：伝統技法による成形・焼成

伝統的手法に戻り、鑄込み成形から焼成を経て、磁器製の実用試作品が完成（図6～7）。



図6 充填鑄込み成形



図7 磁器製実用試作品

2.3 評価

磁器製実用試作品を、第44回国際食品・飲料展「FOODEX JAPAN」（幕張メッセ：2019.3.5～8）及び舞鶴カレーの会（舞鶴赤レンガパーク：2019.3.29）に出展し、のべ100名以上の来場者に使い勝手を評価いただいたところ、小学生から70歳程度の高齢者まで全員がこぼすことなく扱うことができ、掬ってからその仕組みに気づいて「なるほど」と声上がるなど好評価であった。また、形状についても介護用の食器に見えない自然なデザインと評価され、商品化を希望する感想も多く聞くことができた（図8）。

デジタルクリンナップを陶磁器製作に取り入れることで、手作りによる造形の柔軟性を活かし、手戻りを最低



図8 FOODEX JAPAN 出展ブース

限に抑えることができた。このデジタルクリンナップはイメージやアイデアを具体化する上で、作り手を補助するツールとなることが示唆された。例えば、発想力があっても技能経験が乏しい作り手（次世代の担い手）がこの方法を活用して造形表現の幅を広げることができるツールとなる可能性がある。

3. 漆芸におけるデジタルクリンナップの試験導入

3.1 乾漆技法における原型造形の課題

漆芸では「乾漆」と呼ばれる造形方法がある。これはロクロで成形できる回転形や板材で構成できる指物とも異なる三次曲面等の多い造形に使われる技法で、粘土や発泡スチロールで原型を造形したのち布や紙を何枚も貼り、漆塗りを施す技法である。原型が忠実に再現されるため、歪みや意図しない凹凸といった不具合も写し取られてしまう。これもイメージの具現化には陶芸同様に高い造形技術が求められる。

今回は京都市産技研が実施する伝統産業技術後継者育成研修漆工コースの研修生3名（A, B, C）に、デジタルクリンナップ手法を用いて作品製作を行ってもらった。この実践について効果を検証した。

3.2 実践プロセス

実践は（1）手作りの原型作成、（2）デジタルクリンナップ、（3）効果検証の手順で行った。この実践は「手作り技術の向上」を否定するものではなく、作り手を補助するツールとしての活用を目指しており、（1）の原型作成はあくまでも手作りで行った。図9に「杖の柄（A）」「スマートフォンスタンド（B）」「花器（C）」の原型を



図9 研修生が手作りにより作成した原型
 左上：杖の柄（A）
 右上：スマートフォンスタンド（B）
 下：花器（C）

示す。3名とも理想的なデザインはイメージできているものの、造形の習熟度により原型としての完成度には改善点が残った。

3.3 デジタルクリンナップの実施

3.3.1 ポリゴンデータの再加工「杖の柄（A）」

石膏粘土で手作りにより作成した原型に対して3Dスキャンを行って形状データを得た。そのデータに対して3D-CADにて表面データの加工を行った（図10）。手跡の凹凸が残るポリゴンデータを直接加工し、任意の部分に平滑化処理（スムージング）、ポリゴン削減をすることによって滑らかな曲面にクリンナップし、3Dプリンタで出力した。これにより、原型のイメージを損なわず、

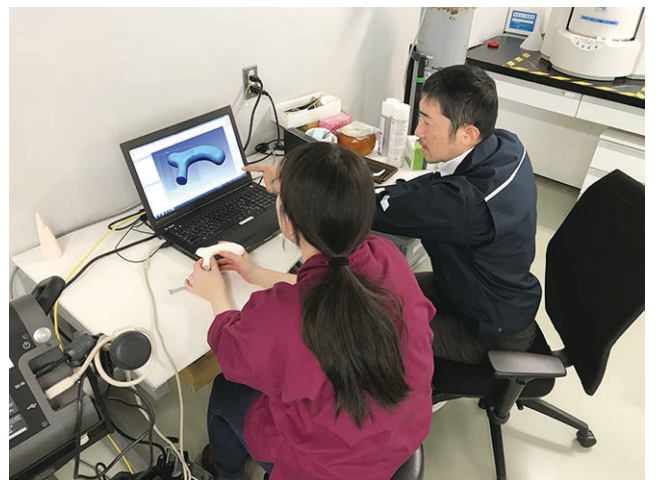


図10 3D-CADによるクリンナップ指導

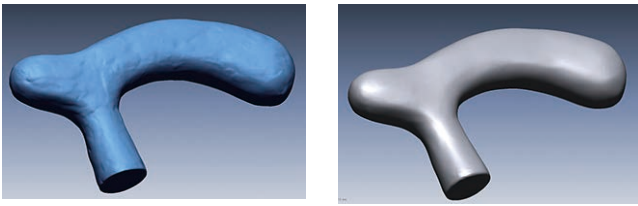


図11 左：修正前，右：修正後

美観を改善した原型が製作できた（図11）。

3.3.2 自由曲面の再構築「スマートフォンスタンド(B)」

発泡スチロールやスチレン板及び粘土で作成した原型を3Dスキャンしてデータを得た。そのデータの外形状をなぞるように3D-CADで自由曲線を描き（トレース），曲面を再構築した（図12）。スキャンデータそのものを加工するのではなく外形状や断面を参照して「描き直す」ことで，平滑面や左右対称といった幾何形体を持った曲面構成を実現できた。また，いわゆる“手なり”（手作りでの曲面構成の不明瞭な箇所）がCAD上で明らかとなり，造形の見直しにもつなげることができた（図13）。

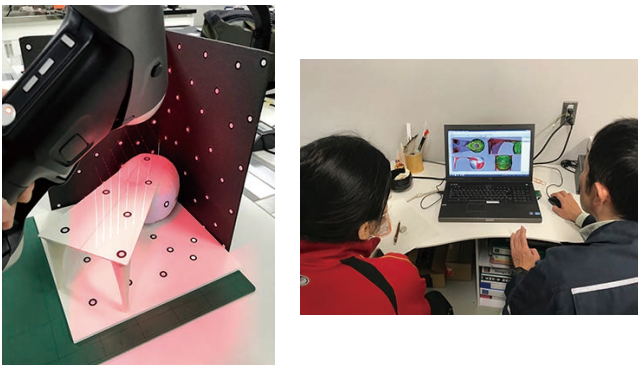


図12 3Dスキャンとトレース

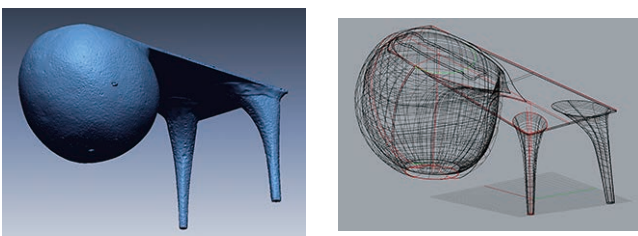


図13 左：修正前，右：修正後

3.3.3 スイープ（掃引）モデリングによる立体化「花器(C)」

粘土で手作りにより作成した原型を3Dスキャンして

データを得た。そのデータに対して3D-CADでトレースするクリンナップ指導を行った。当該の花器の形状は3D-CADでは基本技術の掃引体（スイープ）で立体化できるため，スムーズに外形上をトレースできた（図14）。また，元データを拡縮・変形させることでサイズや縦横比を変更したバリエーションも複数作成できた（図15）。

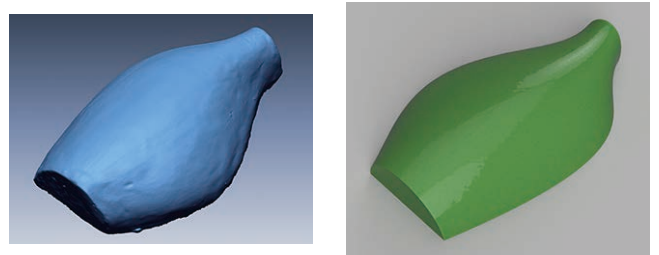


図14 左：手作り原型，右：CADでのトレース

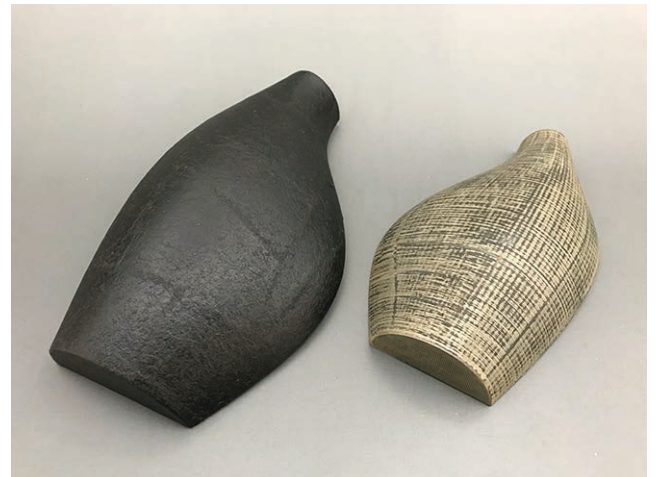


図15 完成した漆芸作品（花器）

3.4 実践の評価と課題

研修生3名がデジタルクリンナップ手法を実践し，以下の結果を得た。

- ・手作りでの実現が困難であった滑らかな表面形状が出力可能となり，デザインのブラッシュアップに繋がった。
- ・ポリゴンデータの再加工からトレースでの描き直しまで，3D-CADの様々な機能で柔軟に対応できた。

一方で，研修生3名とも3D-CADの操作経験は全く無く，課題として3D-CADの習得に時間を要するという懸念があった。しかし，日常からパソコンやスマートフォンなどのデジタル機器に親しんでいる世代であるためか，抵抗感無く操作方法を習得し，3時間ほどで理想的なデザインを実現できた。この他にも設計製図（三面

図)の基礎を学んだうえで、手描きスケッチから直接3D-CAD設計にて立体化に取り組んだ前出以外の研修生も3名いたが、いずれも1日以内という短時間で基本操作方法を習得できた。このように、技術や経験の乏しい若手技術者にはデジタルクリンナップは有効な手法である。

4. まとめ

今回は、デジタルクリンナップ手法を取り入れて、陶磁器「掬いやすいカレー皿」の開発、そして漆芸の乾漆の原型作成応用への実践を行った。その結果、陶芸・漆芸の両工芸分野において、この手法を導入することにより原型製作時の効率化が図れることが示された。

この手法は工程を単純に省力化するものではない。手作りでは見過ごされがちな僅かな面構成の矛盾がCADでは“エラー”として認識されることも少なくないため、CADを扱う際にはより正確な立体把握のスキルが要求される。そのため、“手作りとは異なる技術を使う、可逆性の高い手段”という位置づけで活用すれば、製作の効率化に寄与することが期待できる。

実践に協力いただいた研修生は手わざの経験は浅いものの、3D-CADの操作は短期間に習得して理想的なデザインを実現でき「手軽で早い」「思い描いていたカタチに近づけやすい」と好評であった。デジタルクリンナップ手法の導入障壁の低さはいわゆる“デジタルネイティブ”の世代に依るものと思われ、今後、この手法は若い作り手を中心に積極的に取り入れられてゆくと思われる。

今回検討したデジタルクリンナップ手法について、今後も手作りとデジタル技術双方のメリットを活かした事例として、伝統産業を中心に随時、技術移転を図りたいと考えている。

文 献

- 1) 平成26年度受託研究(高齢者のQOL向上のための、京都の伝統工芸による美的感性価値の高い機能性介護食器の開発)
- 2) 竹浪祐介：京都市産業技術研究報告，No.7，pp.75-78 (2017)．