

宝飾品における三次元データのデフォルメに関する研究（第3報）

佐藤博紀・串田賢一・鈴木文晃・宮田なつき^{*1}

Study on Deformation of Three Dimensional Data in Jewelry (3rd Report)

Hiroki SATO, Ken'ichi KUSHIDA, Fumiaki SUZUKI and Natsuki MIYATA

要 約

宝飾業界には高付加価値化やオリジナルブランド開発の支援が重要となってきた。そこで、三次元スキャナを利用し、山梨独自の形状を製品にし、提案することが有効と考えられる。三次元スキャンデータを宝飾品に落とし込むために必要となるデフォルメの知見をガイドライン（手順書）としてまとめた。このガイドラインでは、三次元デジタル彫刻ソフト「Zbrush」を使用することとし、「どこを」「どのように」「どれくらい」の3つの要素に整理し、デフォルメ手法を提案した。また、これまで対象としてこなかった民芸品の三次元スキャンデータのデフォルメを行い、作成したガイドラインの有効性を確認した。

1. 緒 言

本県を代表する地場産業である宝飾業界の活性化を図るためには、高付加価値化やオリジナルブランド開発支援が必要とされている。三次元 CAD・プリンタの普及・高度化に伴い、宝飾業界では、少ロットやオーダーメイド品など比較的容易に対応可能となってきた。今後、さらなる高付加価値化やオリジナリティのある製品作りを進めるため、山梨独自の形状を取得できる三次元スキャナを利用した表現手法が、ストーリーをもったものづくりに繋がり、他に真似できないオリジナリティある商品開発への有効な手段のひとつになると考えられる。

現在、宝飾業界において三次元スキャナが活用されるケースはあるが、取得したデータをそのまま使用しているわけではない。職人やモデラによる修正や変形（デフォルメ）が必要とされている。デフォルメの造形を行うには多くの経験が必要になり、人材育成に時間がかかるため、三次元スキャナ活用の幅が狭められている。そこで本研究ではデフォルメを容易に行うことができるガイドライン（手順書）作成を目標にして取り組んできた。

これまでの知見^{1) 2)} からデフォルメ手法を「どこに」「どのように」「どのくらい」の3つの要素に分けガイドラインを作成した。また、ガイドラインには、普及が進み、高度な自由造形が可能という点から三次元デジタル彫刻ソフト「Zbrush」を使用し、デフォルメを行うものとしている。作成したガイドラインでは三次元スキャナ点群データの修正やリトポロジー、ソフトの基本的な使用方法についても解説した。

今回の研究ではデフォルメする対象として山梨県に存在する優れた造形を持つ三次元データを収集・公開している「山梨デザイナーアーカイブ」のデータを活用することとした。³⁾ 「山梨デザイナーアーカイブ」内で公開されている三次元形状データは土器・土偶が多く、これらの物品のデフォルメを想定し、実験を行ってきた。ガイドラインの有効性を確認するため、その他の形状として民芸品を対象にし、宝飾品サイズにデフォルメを行った。デフォルメした民芸品は、三次元プリンタで造形し、シルバーでキャストを行いガイドラインの有効性を確認した。

2. Zbrush を使用したデフォルメガイドラインの作成

これまでの知見^{1) 2)} デフォルメ手法を「どこに」「どのように」「どのくらい」の3つの要素に分けガイドラインを作成した（図1）。

^{*1} 国立研究開発法人産業技術総合研究所

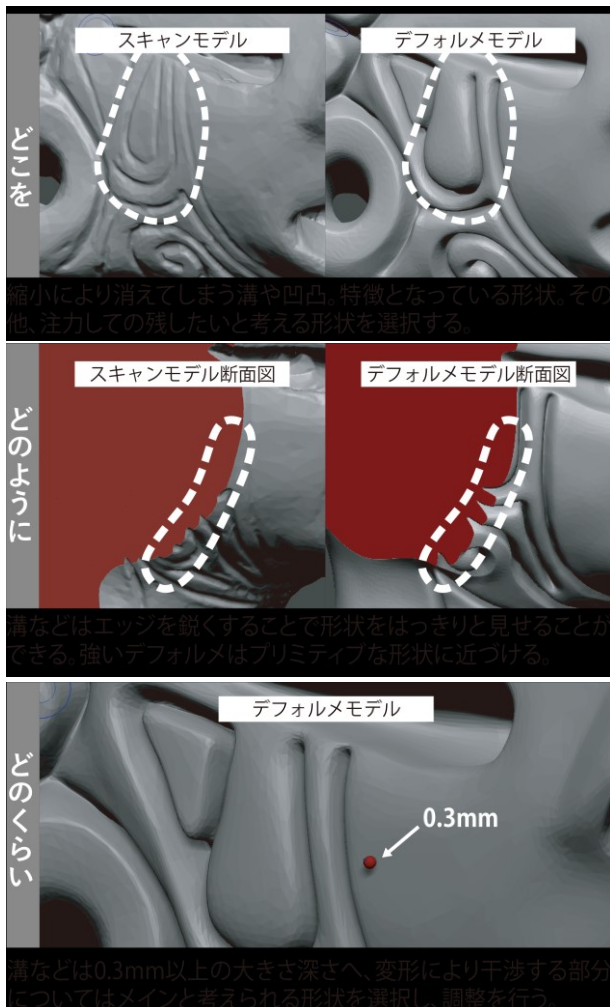


図1 デフォルメのための3つの要素

ガイドラインの作成に使用するモデリングソフトとして「Zbrush」を使用した(図2)。

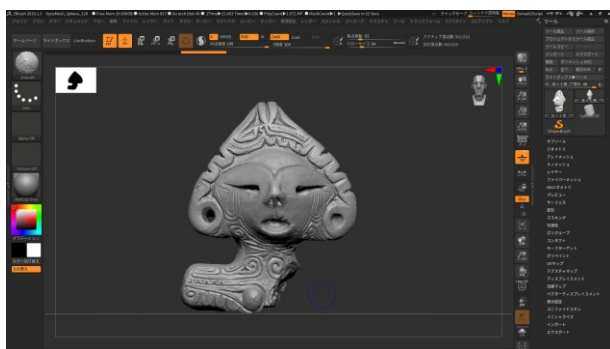


図2 「Zbrush」操作画面イメージ

「Zbrush」は三次元デジタル彫刻ソフトとして、タブレットを使用し、直感的に形状を変化できることが大きな特徴である。この特徴から具象物など複雑で有機的な形状を作成することが多い宝飾業界でも普及率が上がってきている。また、独自のメニュー配列やオリジナルの加工ブラシ作成、スクリプトの導入など拡張性が高いソフトとなっており、今後のさらなる普及も見込める。昨

今モデリングを行う際に複数の三次元CADソフトを使用し、データを変換しながら行うことが多くなってきているが、今回のガイドラインは「Zbrush」内で完結できるように使用方法を解説することとした。また、デフォルメを行うためのオリジナルのデフォルメカスタマイズUI(ユーザーインターフェース)を作成した(図3)。



図3 オリジナルデフォルメUI

2-1. データ修正・リトポロジーについて

三次元スキャンでは対象の形状や質感によって、すべての形状データを正確に取得することは困難である。よって、取得データには穴が空いている事が多い。また、三次元スキャンデータは点群になり、図4に示すように整ったポリゴンデータにはなっていない。そのため、デフォルメのモデリングを行う際には、まず、データの修正・リメッシュ作業を行う必要がある。

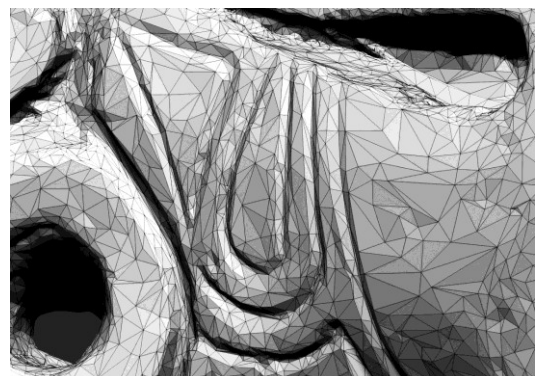


図4 データ修正前三次元スキャンデータ

リトポロジーについては「Zbrush」内でモデルを複製した後、「Zリメッシャー」を使用し、ポリゴンを整える。その際に、形状のディテールが不明瞭になってしまうため、複製前の元データを「投影」の機能を使用することで、正確なリトポロジーできる（図5）。

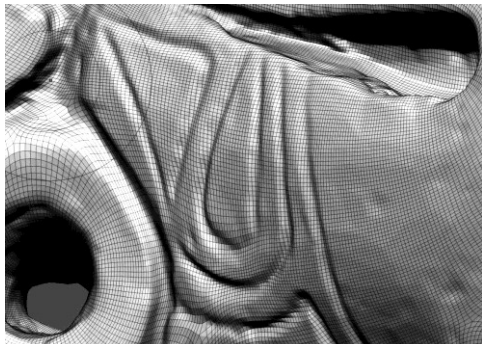


図5 穴埋め・リトポロジーしたデータ

2-2. 「どこを」について

モデルを宝飾品のサイズに縮小した際に、特徴部位を消さないことが重要であることから、特徴部位を判定するためにこれまで以下の4つの実験を行ってきた。

(1) 視線解析により特徴点を抽出する、(2) 被験者の記入箇所から特徴点を抽出する、(3) 造形の専門家がデフォルメしたモデルと元データを比較し、特徴点を抽出する、(4) 対象物の画像解析を行い特徴点を抽出する。これらの実験から得られた特徴点は次の3つに集約した。

- (a) 目、鼻、口など意味を持つ部分
- (b) 陰影が強い溝部分、特に連続文様
- (c) 輪郭部の造形

実際に「Zbrush」上でこれらの操作を行う方法として次の2-2-1から2-2-3に示す3つの方法を提案した。

2-2-1. マスクツールを使用した溝の選択

「Zbrush」の「マスクング」の機能を使用することで溝をマスクすることが可能である（図6）。

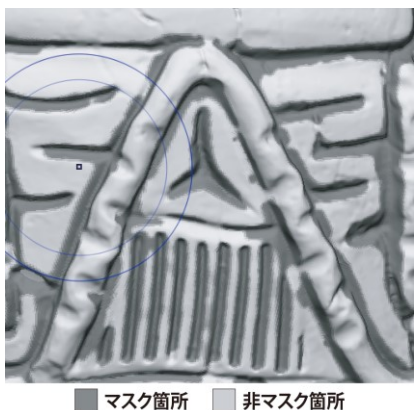


図6 土器の溝部分をマスクした様子

マスクは反転やぼかし・シャープなどの操作が可能であり、詳細なマスク部分に関してはタブレットを使用すれば、ペンでなぞるようにマスクの追加・削除が直感的に可能である。マスクングツール内の「AO（アンビエント・オートクルージョン）によるマスク」

「曲率によるマスク」「凹凸によるマスク」を使用することで、効率的に溝部分をマスクングすることが可能になるため、ツールとしてカスタマイズUIを作成した（図7）。

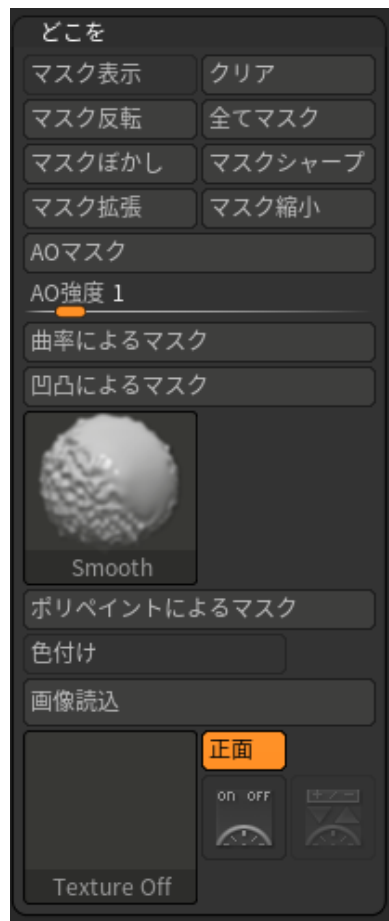


図7 作成したマスクのカスタマイズUI

2-2-2. ポリペイントを使用したマスクング

「Zbrush」では、モデルに色を付けることも可能である。これは主にアニメーションなどのCG（コンピュータグラフィック）のための機能ではあるが、この機能を使用することで、色の塗り分けによるマスクの調整が可能である。例えば大きく形状を変更したい部分を赤、少しだけ変更したい部分を青、変更したくない部分を緑にするなど、塗り分けた色ごとにマスク範囲を変更することができる（図8）。これは、被験者に特徴部位を記入させる実験を三次元上で再現する手法であり、特徴点や残したい部分、誇張したい箇所などタブレットを使い、直感的に指示が可能のため、スムーズな意思疎通を図ることが可能である。



溝部分1 溝部分2 凸部分

図8 色分けによるマスキング方法

2-2-3. マッピングを使用したマスキング

「Zbrush」では、二次元の画像データをテクスチャとして読み込み三次元モデルに投影する機能がある。この機能を使用することで、実験で得られたサイレンシーマップ画像や二次元で記入された特徴点をモデルに貼り付けることが可能になる。特徴点の抽出方法はサイレンシーマップのように二次元画像で行う手法が研究されているため、二次元画像で抽出した結果をマッピングの機能を使用することで三次元上に貼り付けられる利点があるため、この手法を提案した（図9）。

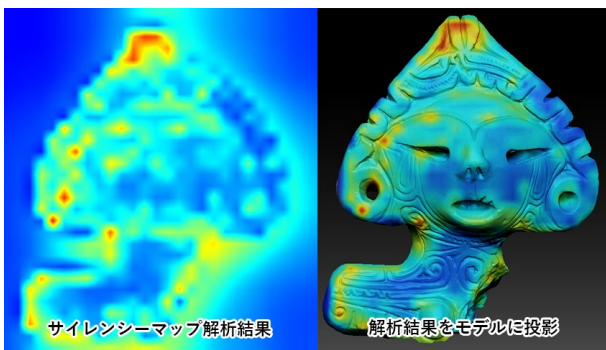


図9 サイレンシーマップをペイントした様子

2-3. どのように

造形の専門家がデフォルメモデリングし、元データとの形状を比較した実験や、その際に行った造形の専門家へのヒヤリングからデフォルメをどのように行うには次の点が挙げられる。

- ・溝形状の拡張
- ・特徴部位の拡大
- ・プリミティブ形状（球や正円、矩形など原始的な形

状）へ回帰

これらの変形を行うことを次のような方法で行うことを提案した。

2-3-1. ブラシツールを使用した方法

「Zbrush」の機能としてタブレットを使用しての形状変形機能がある。変形するには様々なブラシを選ぶことでその効果を変更することが可能であり、直感的に操作できることが大きな特徴である。その一方で多くのブラシがあるため、初心者はどのブラシを使用すべきか悩むケースがある。そこで使用するブラシを絞りカスタマイズUIとして提案した（図10）。



図10 使用するブラシのカスタマイズUI

各ブラシの効果や変形方法についてはガイドライン内で詳しく説明をしている。マスク機能を併用して使用することで細かい造形部分の修正が可能である。

2-3-2. 変形ツールを使用した方法

「どこを」でマスキングした後、一気に形状を変形させる方法として、「Zbrush」のツール内の「変形」ツールを使用した手法を提案し、カスタムUIに組み込んだ（図11）。特にツール内の「膨張（風船）」機能を使用することで、例えばマスクされていない溝部分を一気に膨張・縮小させることが可能になる。土偶のような細かい文様が多くの造形されている物品では、浅い溝部分は形状を縮小すると、どうしても消えてしまいがちだが、この手法を使用すると広範囲に溝を深くすることができ、作業の効率化を図ることができる。この際のポイントとしてはマスク箇所をぼかしておくことで極端な変形がおこらないようにすることが重要である。また、スムーズやポリッシュなどの機能を使用

することで微細なエッジをなめらかにすることができ、自然なデフォルメが行うことができる。



図11 「変形」ツールメニュー一覧

2-4. 「どのくらい」について

デフォルメの基準として、縮小変形後の形状を視認可能にするためには溝や模様は0.3mm以上の深さや幅が必要なことがわかっている。²⁾そこで基準となるサブツールを作成し、提供することでデフォルメ結果の確認をする手法を提案した(図12)。

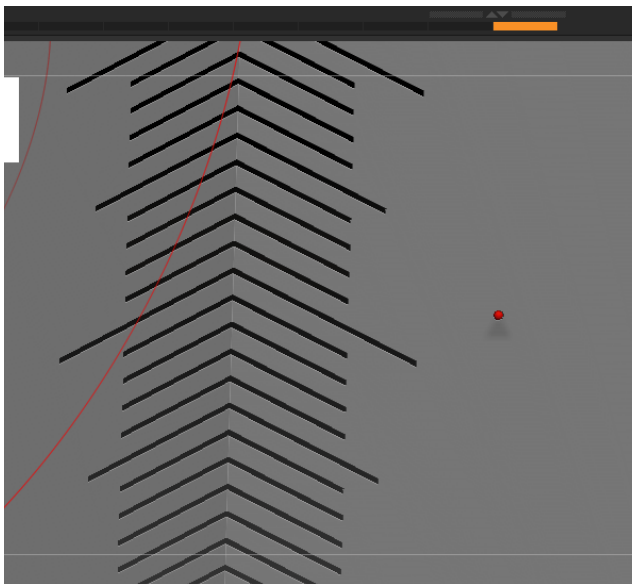


図12 基準サブツール

3. ガイドラインの検証

3-1. 土器データのデフォルメ

「山梨デザインアーカイブ」内の土器データの中から商品に転用できそうなモデルを3つ選び、ガイドラインを元にデフォルメを行った。1つ目のモデルは顔面把手付深鉢土器(図13)で土器の胴回りの特徴的な文様を使用し、リングの表面に立体的に文様を落とし込んだ(図14)。

リングのベースとなる三次元データに関してはZbrush内に用意されているリングデータを用いた。リングサイズを調整した後、土器データを読み込み使用

したい胴回り以外のデータを削除。リングに合わせサイズ調整を行った。サイズ調整により見えなくなった溝部分をマスクにより選択。その後、変形ツールを使用し、溝部分を拡大した。



図13 顔面把手付深鉢土器



図14 模様をデフォルメしたリング

2つ目のモデルは深鉢型土器(図15)。でマネークリップの正面部分に土器の胴回りの特徴的な文様を使用した(図16)。

マネークリップのベースとなる三次元データに関しては、他の三次元ソフトで作成し、Zbrush上に読み込んで作業を行った。マネークリップの三次元データとスキャンデータを読み込み、サイズ調整した後、スキャンデータの必要部分を切り抜き、マネークリップの形状に合わせ変形させた。その後、溝部分を残しマスクングを行い、膨張させることで溝幅を大きくするデフォルメを行った。



図 15 深鉢型土器



図 17 水煙文土器

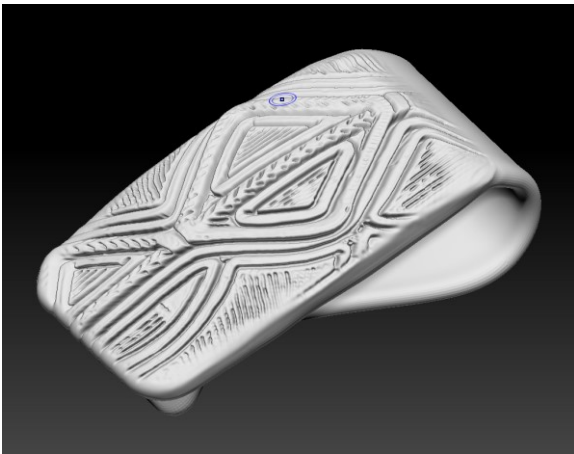


図 16 作成したマネークリップの三次元モデル

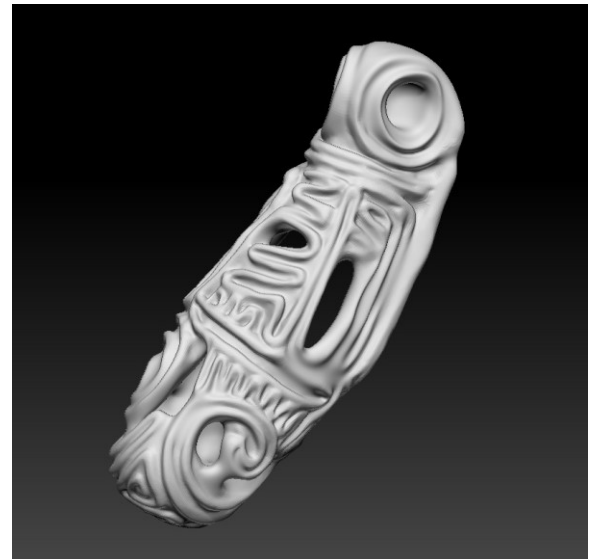


図 18 作成したピアスの三次元モデル

3 つ目のモデルは水煙文土器（図 17）で特徴的な把手形状をピアスやイヤリンを想定しデフォルメを行った（図 18）。

このモデルは把手形状をそのまま活かし、モデリングを行うため、ベースとなるモデルは必要とせず、読み込んだデータを編集した。スキャンデータを読み込み、必要となる把手形状部分以外を削除。残したモデルを穴埋め・リトポロジーを行った。その後、溝部分残しマスクングを行い、膨張させることで溝幅を大きくするデフォルメを行った。また、ピアス部品の丸カンをとおすために穴形状の拡張を行った。

デフォルメしたモデルは三次元プリンタで造形し、シルバーでキャストを行った。また、最終製品のイメージとしてイブシ加工を施し、その形状を確認することで、ガイドラインの有効性が確認できた（図 19）。



図 19 シルバーでキャスト、イブシ加工したモデル

3-2. 民芸品データのデフォルメ

本研究では、山梨のオリジナリティのある物品を宝飾品にするために「山梨デザインアーカイブ」³⁾から山梨固有の形状を使用し、実験を行ってきた。特に「山梨デザインアーカイブ」内でも細かい模様の造形が多用され、アーカイブ数が多い土器・土偶の形状を題材としてデフォルメを行った。しかし、アーカイブ内にはこのような細かい文様だけでなく、大きな凹凸がある民芸品などの形状もあり、今回の提案した手法がこうした民芸品などにも応用ができるかデフォルメを行いガイドラインの検証を行った。

検証に使用した三次元スキャンデータは「山梨デザインアーカイブ」内の獅子頭（ソースナンバー0014）を使用した（図20）。



図20 獅子頭（ソースナンバー0014）

デフォルメしたモデルは三次元プリンタで造形し、シルバーでキャストを行った。最終製品のイメージとしてイブシ加工を施し、その形状を確認することで、ガイドラインの有効性が確認できた（図21）。



図21 シルバーイブシ加工したモデル

これにより三次元スキャンデータを使用し、様々な商品展開の可能性が示された。

5. 結 言

デフォルメのガイドラインを作成し、得られた結果を以下に示す。

- 1) デフォルメ手法を「どこに」「どのように」「どのくらい」の3つの要素に分けガイドラインを作成した。
- 2) ガイドラインには三次元デジタル彫刻ソフト「Zbrush」を使用し、デフォルメの補助となるサブツールを作成した。
- 3) これまで対象としてきた土器・土偶以外の三次元モデルへの転用が可能であることがわかった。
- 4) 今後は作成したガイドラインを配布し、活用してもらうことで、オリジナリティのある宝飾品の創出に資する。

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導をいただきました産総研 DHRG の宮田なつき博士をはじめ、研究員の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐藤博紀・串田賢一・鈴木文晃・宮田なつき：宝飾品における三次元データのデフォルメに関する研究（第1報），山梨県産業技術センター研究報告書，No. 1, pp. 164-167 (2018)
- 2) 佐藤博紀・串田賢一・鈴木文晃・宮田なつき：宝飾品における三次元データのデフォルメに関する研究（第2報），山梨県産業技術センター研究報告書，No. 2, pp. 162-166 (2019)
- 3) 串田賢一・鈴木文晃・佐藤博紀・石田正文・五十嵐哲也・秋本梨恵：山梨県固有のデザインソースの編集とアーカイブ構築（第3報），山梨県工業技術センター研究報告，No. 30, pp. 113-119 (2016)