

山梨県総合理工学研究機構 研究成果報告書

研究課題名	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
研究期間	平成 29 年～令和元年度(3 ヶ年)
研究者	佐藤博紀, 串田賢一, 鈴木文晃(山梨県産業技術センター) 宮田なつき(国立研究開発法人産業技術総合研究所)
キーワード	宝飾 デザイン デフォルメ 3D スキャナ 3D プリンタ 3D

1. 研究成果の概要:

宝飾業界では高付加価値化やオリジナルブランド開発が重要となってきた。そこで 3D 形状をデータとして取得することができる 3D スキャナを利用し、山梨独自の造形をベースに商品づくりをすることがストーリーやオリジナリティがある製品づくりに有効だと考えられる。そこで、本研究では、3D データを宝飾品に落とし込むために必要となるポイントについて研究を行った。研究結果をもとに、デフォルメの知見をガイドラインとして提案を行った。

2. 研究の目的

高付加価値化やオリジナリティのある宝飾品作りを進めるため、山梨独自の造形物形状などを 3D スキャナで取得し、製品化する新たな表現手法の開発が有効だと考えられる。

現在、宝飾業界において 3D スキャナが活用されるケースはあるが、取得したデータのスケールを変更して使用する場合、変更後の形状は細かな凹凸などが認知できなくなってしまうなどの原因で実物から受ける印象と変わってしまう問題点がある。こうした理由から最終的にデータ修正(デフォルメ)が必要になり、作業としては重荷になっているため、3D スキャナ活用の幅が狭められている。

そこで、視線解析や造形家の修正作業を分析し、3D スキャンモデルをより容易に活用できる、宝飾プログラムの新たな表現手法を開発する。

3. 研究課題

3-1 視線解析装置を用いた実験

「山梨デザインアーカイブ」より 1/1 スケールのモデルをそのまま 3D プリンタで造形し、被験者と対象物の位置関係を固定した上で対象物の形状を観察してもらう。その様子を tobii 社製 pro glasses2(図 1)を使用し、被験者の視線を記録。同社、解析ソフト tobii pro Lab を用いて解析を行い、指差し・発話との差異を分析する。



図 1 tobii 社 pro glasses2

3-1-1 実験に用いた機器

Steinbichle 社(現 ZEISS 社)製カメラ式非接触 3D スキャナ「COMET L3D」(図 2)で取得した 3D 点群データをリバースエンジニアリングソフト「spScan」で穴埋め修正を行った後、3D プリンタ Objet 社(現ストラタシス社)製「connex500」(図 3)を使用し、高精細モード(積層ピッチ 16 μm)でプリントアウトしたモデルを使用した。(材料:verowhite plus, マットモード)



図 2 3D スキャナ Steinbichle 社 COMET L3D



図 3 3D プリンタ Objet 社 connex500

3-1-2 実験に用いたモデル

実験に使用したモデルは「山梨デザインアーカイブ」より、選定した。選定方法は、現在「山梨デザインアーカイブ」に登録されている形状データの特徴を抽出し、代表的なモデルを選定する方法を採用した。

モデルの選定基準として登録形状データ 102 点中 87 点が土器土偶関連の物品である。また、その中でも知名度が高く、個性がある代表的な物品を表 1 に示す 3 点に絞り込んだ。これら 3 点のモデルを 3D プリンタで造形し、造形品は、形状の起伏の陰影がわかるようにグレイに塗装をした。塗装色に関して財団法人日本色彩研究所「新配色カード 199a」より Gy-5.0(グレイ明度 5.0)に近似した塗料を用いた。

表 1 視線解析モデル

			
現物	3D スキャンデータ	3D プリンタ造形品	
名前	美人土偶	ソース No.	0087
1/1 サイズ	106.986×76.172×128.348mm		
			
現物	3D スキャンデータ	3D プリンタ造形品	
名前	土偶(いっちゃん)	ソース No.	0052
1/1 サイズ	134.683×84.746×141.795mm		
			
現物	3D スキャンデータ	3D プリンタ造形品	
名前	土偶(ウーラ)	ソース No.	0086
1/1 サイズ	172.772×102.406×216.131mm		

3-1-3 実験環境

視線解析の精度を向上させるため、図4のような遮光ボックスに造形モデルを設置し、視線解析の実験をおこなった。モデルとボックス内壁は同色で作成し、視覚的に余計な外的刺激を極力抑えた環境を用意。視線解析の精度を上げるために、キャリブレーションは被験者の視線と水平で行い、同様に、計測時もモデルに水平状態を保持した状態で行った。また、モデルにはライトを図4のように被験者側から照射し、モデル近辺で3000lxの明るさに設定した。

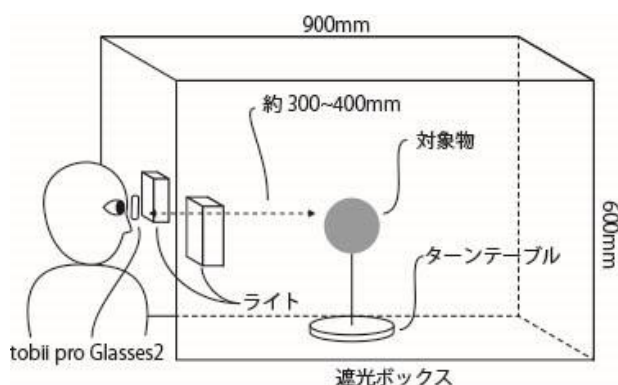


図4 視線解析実験環境

3-1-4 実験方法

5名の被験者に対して同一環境下でキャリブレーションを行った後、モデルの顔面と後頭部の2方向の解析を行った。提示するモデルの順番は順不同とした。図4のように被験者の眼球からは300~400mmの距離でモデルを水平位置に固定し、各方向約20秒間注視を行い、注視部分を発話してもらった。また、視線解析装置の精度の確認のため、見ている箇所を指で差し示してもらい、視線の軌跡とのずれの確認を行った。

3-1-5 結果及び考察

測定結果から得られた注視点の回数を元にしたヒートマップを図5に示す。また、視線の軌跡を表すゲージプロットを図6に示す。ヒートマップは暖色になるほど注視回数が多く、ゲージプロットは視線を円の大きさと停留時間、円内の番号で視線の軌跡の順番を示している。

これらの解析結果から顔面は目、鼻、口といった部位に視線が集まることがわかる。対して後頭部の解析をみると形状的に曲率の変化が大きい部分に関して視線が動いていくことがわかる。特にコントラストが強い部分に関して視線が誘導されている。また、顔面、後頭部どちらの結果も中心に視線が集まりやすい傾向にあり、注視していなくても周辺視野で形状を認識できていることがわかる。ヒートマップの解析結果をもとに注視点の回数が多かった部位に関して、3Dモデルを法線方向に拡大したデフォルメモデルを作成したが、明らかに異なる形状として認識されてしまった。

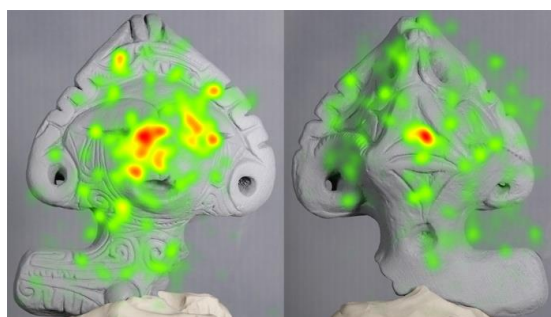


図5 視線解析ヒートマップ結果

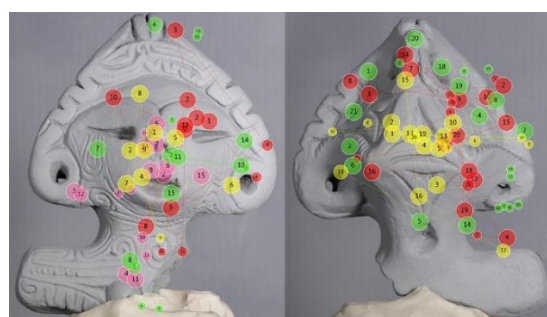


図6 視線解析ゲージプロット結果

よって、特に中心部に関しては視線解析結果をそのまま反映させるデフォルメは特徴点を維持した変形とは言えないと考えられる。

また、キャリブレーションの後、平面に四隅と中心にターゲットポイントをおいたプレートを実験と同様の環境で被験者に提示し、ターゲットポイントを注視してもらったところ5mm程度のずれが発生することがわかった。このことから、具体的に土偶の細やかな造形のどの部分を見ているかなど詳細な視線の解析に関しては追加の実験が必要になる。(詳細な視線の解析に関しては、3-3 特徴点抽出実験に記述。)

3-2 デフォルメモデル形状解析

3名の造形家(3D ジュエリーモデラ 2名 A氏・B氏,造形専門家 1名 C氏)にデフォルメを行ってもらい,3次元解析ソフトを用いその公差を解析,3D プリンタで造形し,デフォルメの手法を検討した。

3-2-1 造形家について

デフォルメを行う 3D ジュエリーモデラの A氏・B氏ともジュエリーのワックス造形からの造形家としての経歴を持ち,その後デジタルモデラに転身し,デジタルモデラになって 5年以上の経歴がある。もう一名の造形の専門家である C氏は大学で造形の教鞭をとっており,長年様々な造形物を作成している。

3-2-2 実験方法

実験に使用したモデルは,視線解析装置で使用したものと同一(表 1)のものとした。各造形家には縮小しても,現物とわかるようにデフォルメを行うという条件のもと,モデルをデフォルメしてもらい,3D 解析ソフト「spAline」を用いてデフォルメしていないモデルと比較し,どこをどのようにデフォルメをしているか明らかにした。

3-2-3 デフォルメ手法について

デフォルメを行った後,各造形家にインタビューを行い次のことがわかった。A氏,B氏は 3D スカルプトソフト Zbrush を用い,デジタルでデフォルメを行う。その際,使用するツールに関しては,ソフト内の標準で用意されているブラシを用い行うことがほとんどであった。3D プリンタで造形表現が可能造形なサイズとして参考に 0.3mm の球形状をデフォルメするモデルの脇に配置し,それを基準に主に溝部分に関して,拡大・深掘りを行う手法をとっていた。

C氏に関しては 1/1 サイズの 3D プリンタ品から石膏モデルを作成し,石膏モデルを彫刻することでデフォルメを行った。使用したツールは銅版画を作成する際に使用されるビュランと彫刻刀の三角形状のものを使用し,3D ジュエリーモデラと同じく主に溝部分に関して,拡大・深掘りを行う手法をとっていた。

3-2-4 結果及び考察

各造形家の完成したモデルを 3D ソフト上で表示したものを図 7 に示す。

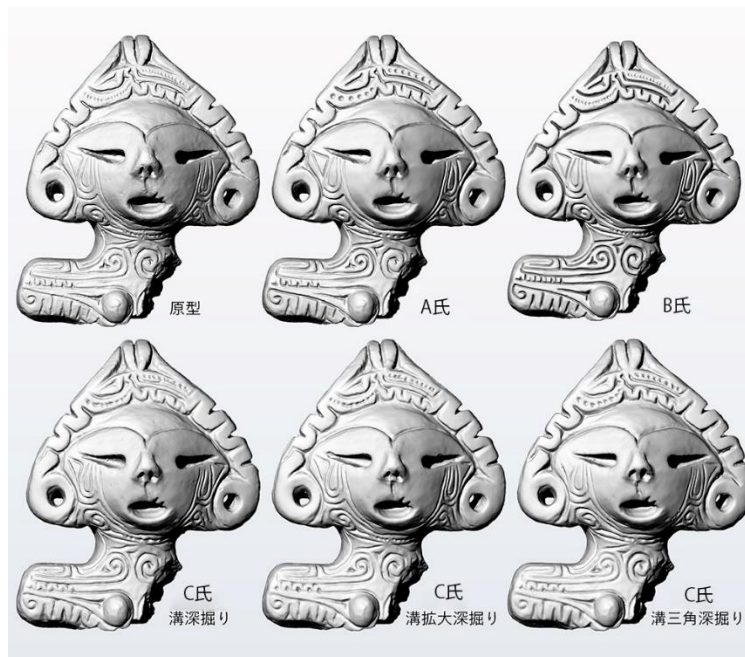


図 7 造形家デフォルメモデル

これらのデフォルメモデルを,3D 解析ソフト「spAline」を用いて解析した結果の一部を図 8 に示す.寒色になるほどデフォルメしていないモデルよりマイナス方向に削られていることを表している.

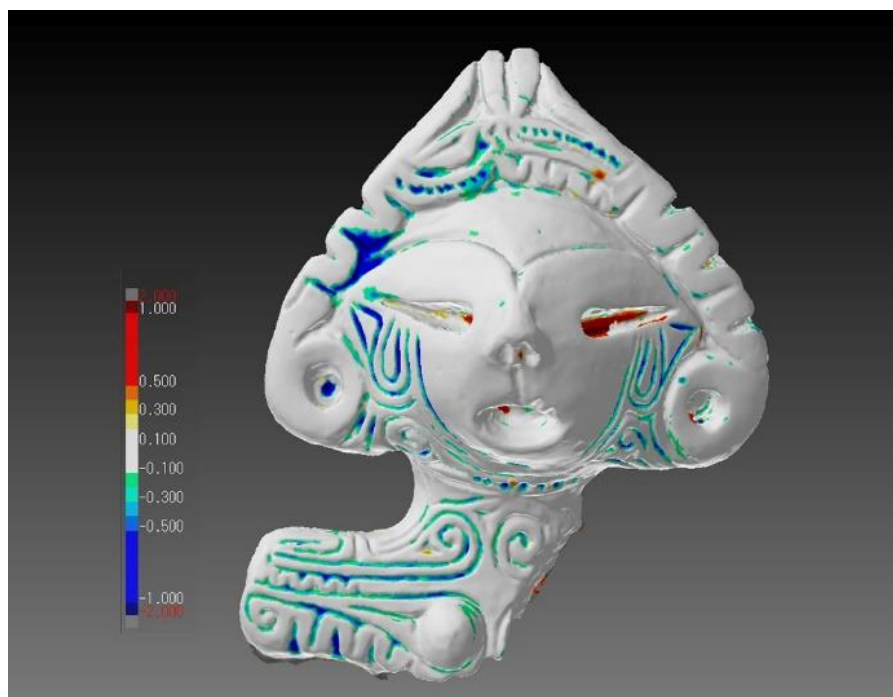


図 8 造形家デフォルメモデル解析結果

デフォルメされたモデルを宝飾品を作成する 3D プリンタを用いてプリントしたものを図 9 に示す.



図 9 デフォルメモデル 3D プリント品

各造形家へのインタビューと解析結果から見える傾向として忠実な再現を行おうとする意識から主に縮小した際に消えてしまう可能性がある溝に関して深掘りする部分的な変形に留められており、大きなデフォルメは行っていないことわかる。例外として目、鼻、口など用途・機能を備え概念として意味があるものの形状はその意味を残すために最重要点とし、鼻に関しては鼻の穴を大きくするに伴い、鼻全体のボリュームを拡大している。また、溝拡大の際に、隣り合う溝同士が拡大により干渉してしまう際に、溝の数を減らし、拡大することを優先する傾向が見られた。

図9の造形品を用いて1/1サイズと比較し、どのモデルが原型に類似しているかを、一対比較法を用いて調査を試みたが、優位性のある回答が得られ無かった。これは各造形家が似た様な作業を行って作成したデフォルメモデルに大きな差を認められなかったためと考えられる。

3-3 特徴点抽出実験

視線解析装置では細かな造形部分について、どこを注視しているか特定できなかった。また、視線は停留せず周辺視野で特徴として認識している部分は特徴として抽出することが困難であった。これらの視線解析装置を使用した実験で挙げられた課題について特徴点を補完するために、特徴点を記述してもらう実験を行った。

3-3-1 実験方法

10名の被験者に対し、3Dプリンタで造形した1/1スケールのモデル(デフォルメをしていないもの)を同一環境下で観察してもらった。液晶タブレットに同じモデルの画像を表示し、特徴点と感じた部分についてタブレットペンを用いて図10のように記述(入力)してもらった。記述の際にはペンのブラシ太さは一定、モデル画像は拡大縮小しないものとした。



図10 記入式実験方法の様子

実験には3Dスキャナで取得したデータを3Dレンダリングソフト「keyshot」に入力、3Dプリンタの造形モデルと色合いを合わせ、グレイのテクスチャ設定でレンダリングを行った画像を使用した。

記述用のソフトには画像編集ソフト「Photoshop」を使用した。3Dモデリングソフトを使用すれば画面上でモデルを回転させながら記述することも可能であったが、モデルの回転操作や3Dモデルへの記述操作へ慣れが必要となるため、2D画像で実験を行うこととした。

また、印刷物で記述実験も検討し、液晶タブレットと比較したが、結果に差異は見られなかったため、「Photoshop」のソフトの特性を活かし記述順序やモデル表示レイヤと記述レイヤを分けることで実験結果の考察に役立てた。

3-3-2 結果及び考察

各モデルに赤色で特徴と思われる部分を記述してもらった。ここでは代表例として表1の「美人土偶」の記述結果を図11に示す。また、各被験者の記述結果の透明度を変更し、重ね合わせた(オーバーラップ)結果を図12に示す。

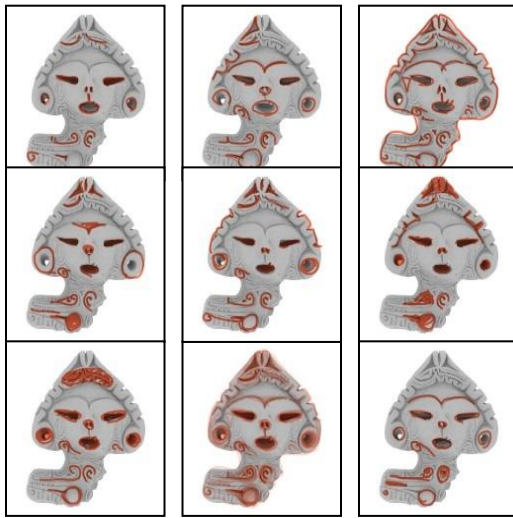


図11 各被験者の記述結果



図12 被験者の記述オーバーラップ結果

実験結果から被験者の多くは顔の中心であり一番大きな特徴と思われる目、鼻、口から特徴点を記述することが分かった。また、土偶表面に彫られている文様などは一筆書きのようになぞるため、その連続性が重要だと考えられる。これらは視線解析装置を用いた実験結果と比較した際に共通であるといえる。(図13)

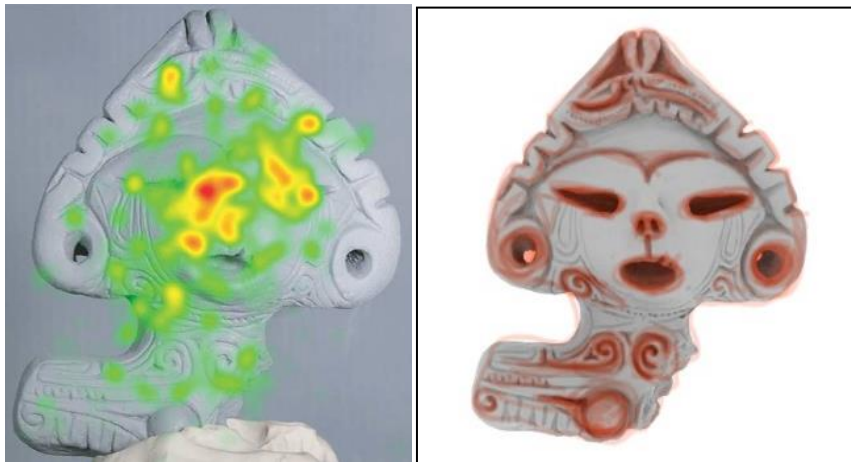


図13 視線解析実験との比較

共通しない点として、記述式の実験結果では輪郭形状も特徴であるとされた。視線解析では周辺視野で把握していた部分であると考えられるが、輪郭形状を大きくデフォルメしてしまうと忠実なデフォルメにはならないと考えられる。また、記述式の実験では、より具体的にどの文様が特徴に強く影響を与えているかがビジュアル的にわかりやすくなった。

3-4 デフォルメの強弱をつけたモデル形状の解析

1名の3Dジュエリーモデラ(A氏)にデフォルメに強弱をつけたモデリングを行ってもらい、3D解析ソフトでの検証や、インタビューから、デフォルメ箇所や、その変化の仕方をデフォルメの手法の特徴を明らかにした。

3-4-1 実験方法

使用したモデルは、特徴点抽出実験の3点と同じもの(表1)とした。3Dジュエリーモデラが行った「縮小しても本物とわかる」という条件のもとデフォルメしたモデルを弱として、今回はその前提を引き継ぎ、より強くデフォルメした中と強の2つのモデルを制作した。制作したデフォルメモデルを3D解析ソフト「spAline」を用いてデフォルメしていないモデルと比較、インタビューを通じてどこをどのようにデフォルメしているか明らかにした。

3-4-2 デフォルメ手法について

3Dスキャンデータを3Dスカルプトソフト「Zbrush」に読み込み、デフォルメを行った。使用するツールに関しては、ソフト内のブラシコマンドを用いた。

今回の造形に関しては強弱を変化させるため、いくつかのモデルを比較しながら作業を進めることがあった。特に原型に特徴が少ないと思われる「ウーラ」(表1参照)のモデルに関しては初めにデフォルメ強のモデリングを行い、デフォルメ弱との間をとるような技法でデフォルメの中を制作した。

3-4-3 結果及び考察

制作した「美人土偶」のモデルを3Dソフト上に表示したものを図14に示す。これらのモデルの形状を3D解析ソフト「spAline」を用いて解析した結果の一部を図15に示す。寒色になるほど原型よりマイナス方向に削られていることを表している。

強いデフォルメを行う場合、通常デフォルメと同じく特徴と思われるところの溝を拡大し、深く加工をしている。こうした加工はデフォルメが強くなればなるほどより大きく、深く加工される。



図14 造形家デフォルメモデル一覧

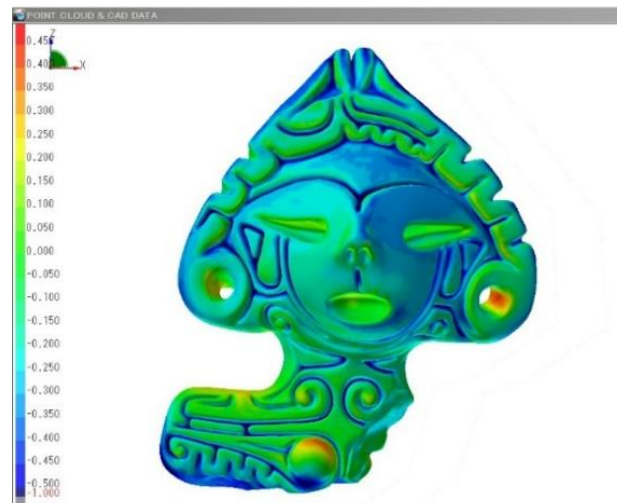


図15 原型とデフォルメ強のモデルの解析結果

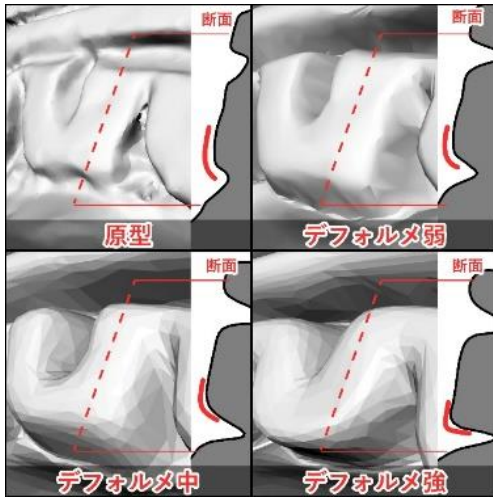


図16 エッジ造形の詳細

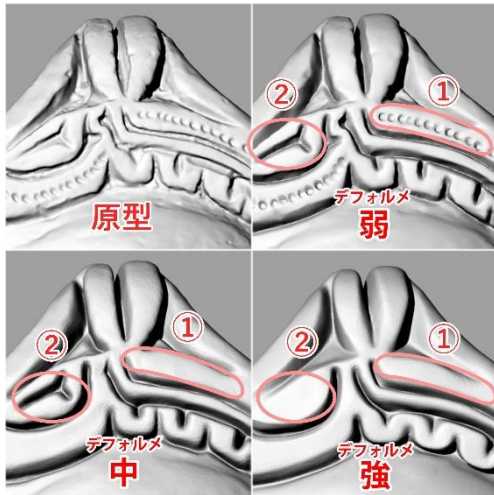


図17 造形の省略の詳細



図18 デフォルメによりプリミティブに変化していく

また,図16の各モデルの断面図から溝のエッジ部分を鋭利にし,造形が陰影により際立つように変形していることがわかった。

図17の①部分で分かるとおりの細かい造形に関しては,デフォルメ弱の時点では数を減らし大きく造形しようとするが,より強いデフォルメを行うと省略する対象となることがわかる。これは②部分のように大きめの溝に対してもデフォルメ強の時点では省略の対象になることが分かる。

こうした造形表現を総合していくと図18に示す①で囲われた部分のように,デフォルメを強くすると,徐々にプリミティブな形状に近づくことがわかる。

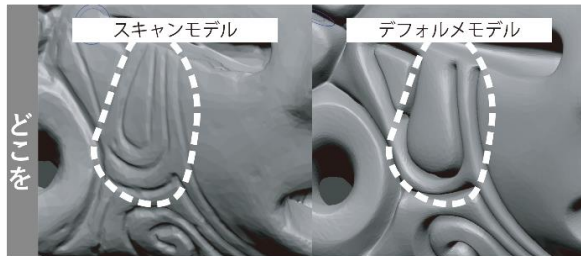
その他,溝や模様と判断されない微細な凹凸はノイズとされ,強いデフォルメでは,スムーズな面に修正される。こうした判断に関しては感覚的に処理している部分が多い。

3-5 デフォルメガイドラインの作成

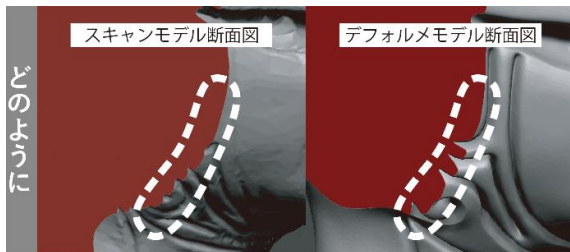
ガイドラインの作成に使用するモデリングソフトとして「Zbrush」を使用した。「Zbrush」は3Dデジタル彫刻ソフトとして,タブレットを使用し,直感的に形状を変化できることが大きな特徴である。この特徴から具象物など複雑で有機的な形状を作成することが多い宝飾業界でも普及率が上がってきている。また,独自のメニュー配列やオリジナルの加工ブラシ作成,スクリプトの導入など拡張性が高いソフトとなっており,今後のさらなる普及も見込める。昨今モデリングを行う際に複数の3DCADソフトを使用し,データを変換しながら行うことが多くなってきているが,今回のガイドラインは「Zbrush」内で完結できるよう使用方法を解説することとした。

3-5-1 ガイドラインの要素について

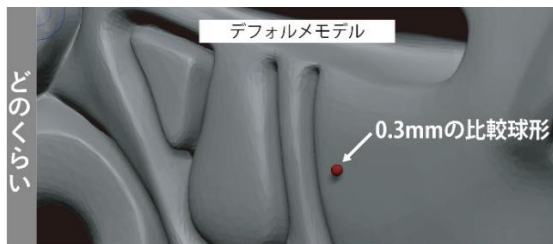
これまでの知見からデフォルメ手法を「どこに」「どのように」「どのくらい」の3つの要素に分けガイドラインを作成した(図19)。



縮小により消えてしまう溝や凹凸。特徴となっている形状。その他、注力しての残したいと考える形状を選択する。



溝などはエッジを鋭くすることで形状をはっきりと見せることができる。強いデフォルメはプリミティブな形状に近づける。



溝などは0.3mm以上の大きさ深さや幅に統一変形により干渉する部分についてはメインと考えられる形状を選択し、調整を行う。

図19 デフォルメのための3つの要素



図20 オリジナルデフォルメUI

「Zbrush」上でデフォルメを行うために「Zbrush」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20)

カスタマイズUIは定義した3つのデフォルメ要素をメニュー化したものになっており、その他に実務で頻繁に用いる機能(データ修正・リトポロジーなど)を盛り込んだメニュー構成となっている。

3-5-2 データ修正・リトポロジーについて

3D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、3Dスキャンデータは点群になり、整ったポリゴンデータにはなっていない。(図21)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。

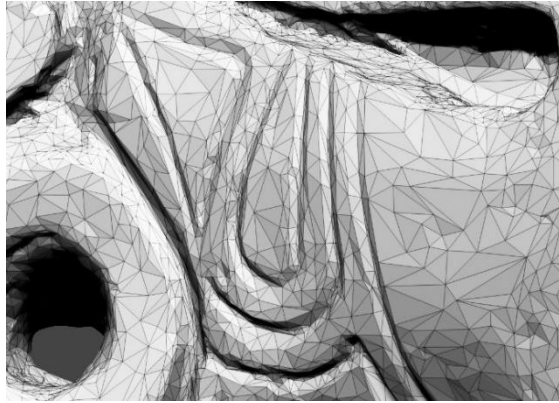


図21 データ修正前3Dスキャンデータ

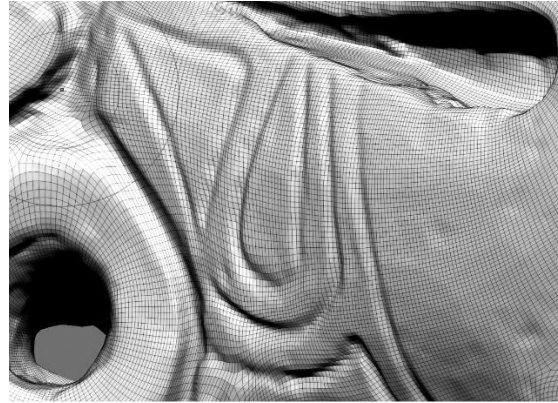


図22 穴埋め・リトポロジーしたデータ

リトポロジーについてはZbrush内でモデルを複製した後、「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、正確にリトポロジーできる(図22)。

3-5-3 「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。

- ①目、鼻、口など意味を持つ部分
- ②陰影が強い溝部分、特に連続文様
- ③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(1)～(3)に示すの3つの方法を提案した。

(1) マスクツールを使用した溝の選択

「Zbrush」の「マスキング」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23)。

マスクには反転やぼかし・シャープなどの操作が可能であり、細か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。マスキングツール内の「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キ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24)。



■ マスク箇所 ■ 非マスク箇所
図23 土器の溝部分をマスクした様子



■ 溝部分1 ■ 溝部分2 ■ 凸部分

図25 色分けによるマスキング方法

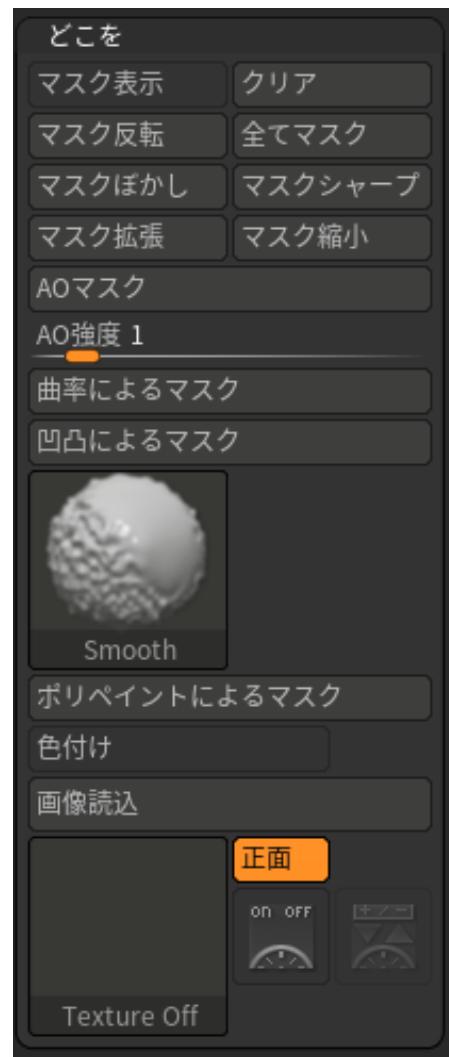


図24 作成したマスクのカスタマイズUI

(2) ポリペイントを使用したマスキング

「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、色分けしてデフォルメすることができる(図25)。これは、被験者に特徴部位を記入させる実験を3D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になる。

(3) マッピングを使用したマスキング

「Zbrush」には、2Dの画像データをテクスチャとして読み込み3D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2D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2D画像で行う手法が研究されている。そのため、2D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3D上に貼り付けられる利点を利用し、この手法を提案した(図26)。

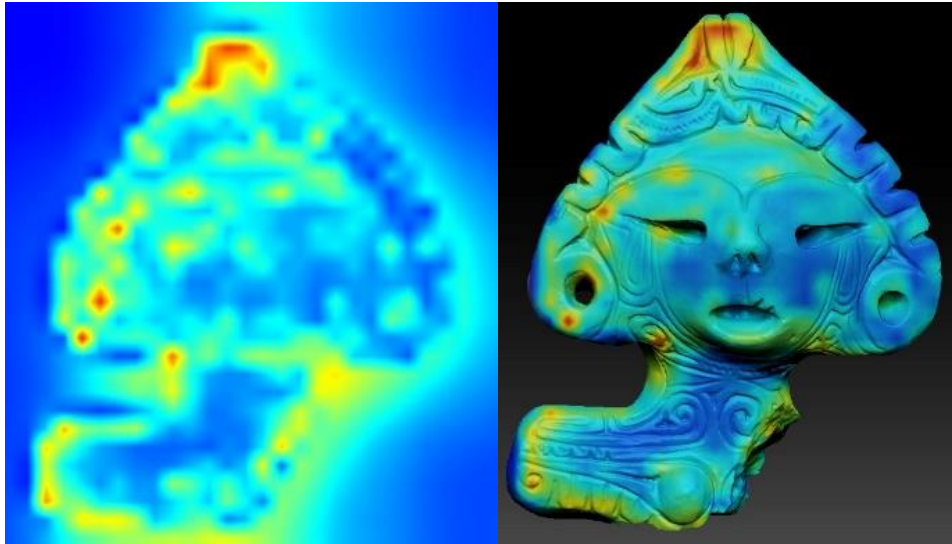


図26 サイレンシーマップをペイントした様子

3-5-4 「どのように」について

造形の専門家がデフォルメしたモデルを、元データの形状と比較した実験や、その際に行ったインタビューからデフォルメは次のように行うことがわかった。

- ・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3つの変形は、次のような方法で行うことを提案した。

(1) ブラシツールを使用した方法

「Zbrush」の入力方法として一般的にタブレットを使用し、スタイラスでなぞるようにして形状変形する「ブラシ」という機能がある。この際、様々なブラシの種類を選ぶことで、その変形の範囲や具合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。

しかし、多くのブラシがあるため、初心者ほ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27)。

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。



図27 使用するブラシのカスタマイズ UI

(2) 変形ツールを使用した方法

「どこを」でマスクした後、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28)。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いくつも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ば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、自然なデフォルメを行うことができる。



図28 「変形」ツールメニュー一覧

3-5-5 「どのくらい」について

造形の専門家への聞き取りなどから、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がわかっていて、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29)。

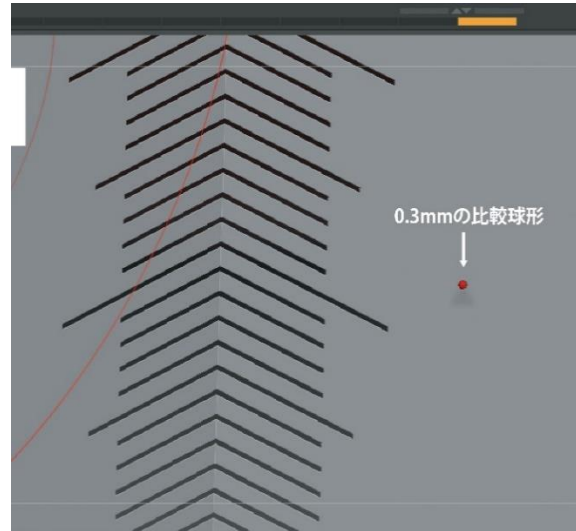


図29 基準サブツール

3-6 ガイドラインの検証

3-6-1 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) 顔面把手付深鉢土器(図30)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31)。

リングのベースとなる3D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。読み込んだ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。リングに合わせて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、マスク機能を使用して選択。その後、形状を膨張するツールを使用し、溝の幅と深さを拡大し、デフォルメを行った。



図30 顔面把手付深鉢土器



図31 模様をデフォルメしたリング

(2)深鉢型土器(図 32).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 33)

マネークリップのベースとなる 3D データに関しては,他の 3D ソフト「Rhinceros」で作成し,「Zbrush」上に読み込んで作業を行った。「Rhinceros」は宝飾業界でも普及率が高いソフトであることから,データの読み込みを想定し,その事例としてデフォルメを行った.

マネークリップの 3D 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な部分を切り抜き,マネークリップの形状に合わせて「マッチメイカー」ブラシを使用し,変形させた.溝部分を,マスク機能を使用して選択.その後,形状を膨張するツールを使用し,溝の幅と深さを拡大し,デフォルメを行った.



図 32 深鉢型土器

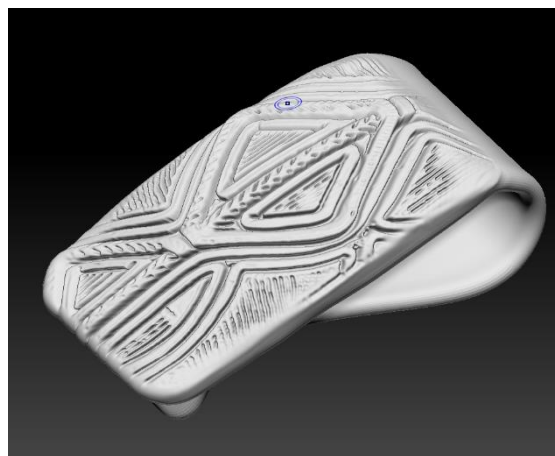


図 33 作成したマネークリップの 3D モデル

(3)水煙文土器(図 34)で特徴的な把手形状をピアスにするよう想定しデフォルメを行った.(図 35).

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変形した. 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・リポジューションを行った後,溝部分をマスク機能で選択.形状を膨張するツールを使用し,溝の幅と深さを拡大し,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 3D 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 36).



図34 水煙文土器

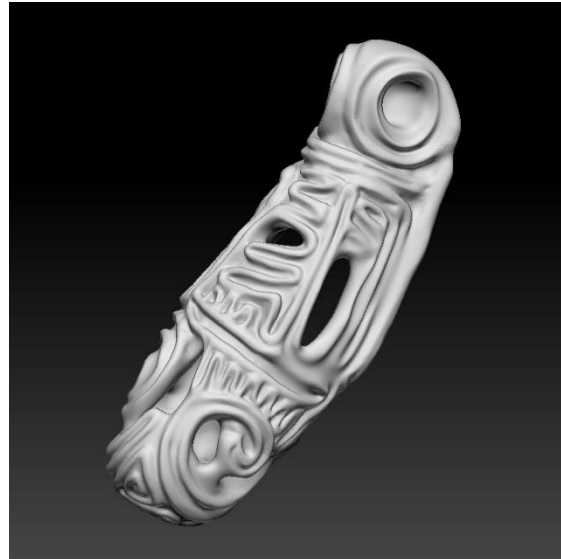


図35 作成したピアスの3Dモデル



図36 シルバーでキャスト,イブシ加工したモデル

3-6-2 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3D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, 幅339.6×高さ318.8×奥行307.0mm)を使用した(図37)。



図 37 獅子頭(ソースナンバー0014)

デフォルメしたモデルは 3D 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 38)
これにより 3D 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.



図 38 シルバーイブシ加工したモデル

4 まとめ

本研究により,得られた結果を以下に示す.

- 視線解析装置を用いた実験から顔面は目,鼻,口といった部位に視線が集まることがわかった.また,形状的に曲率の変化が大きく,特にコントラストが強い部分に関して視線が集まる事がわかった.
- 造形家によるデフォルメモデルの形状解析から,造形の専門家は縮小した際に消えてしまう溝形状に関して深掘りするなど,部分的な変形を行うことが多く,大きなデフォルメは行っていないことがわかった.ただし形状に機能や意味があるものに関しては強調することがわかった.
- 記述式の特徴点抽出実験から目,鼻,口などを特徴点とすることがわかった.また,土偶表面に彫られている文様などは一筆書きのようになぞるため,その連続性が重要だと考えられる.
- デフォルメの強弱をつけたモデル形状解析からデフォルメするモデルは溝のエッジ形状,省略する形状,形状の単純化などの手法が取られていることがわかった.
- 各実験結果を元にデフォルメ手法を「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.ガイドラインには3D 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.
- 作成したガイドラインも使い,これまで対象としてきた土器・土偶と同様に他のモデルへの転用が可能であることがわかった.
- 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.

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) 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3報),山梨県産業技術センター研究報告書, No.3, pp.169-175(2020)
- 4) 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)