

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

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

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

要 約

本県の宝飾業界には三次元スキャナを利用し、オリジナリティのある製品を提案することが有効と考えられる。本研究では、三次元スキャナで取得したデータを宝飾品のサイズに落とし込むために必要になるデフォルメの手法をガイドラインにすることを目指し、二つのアプローチの実験を行った。一つめは、デフォルメはものの特徴点に行うべきという仮説のもと、視線解析装置を用い特徴点をデフォルメした。二つめは、実際にモデラにデフォルメを行ってもらい解析することでデフォルメの手法について検討した。その結果、視線解析から得られるデータだけではデフォルメ箇所の特定には至らなかった。また、モデラは0.3~0.4mmを基準にデフォルメを行うことが確認できた。

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。宝飾業界では、近年、三次元CAD・プリンタの高度化に伴い、少ロットやオーダーメイド品なども比較的容易に対応が可能となってきた。こうした現状を考えるとデータ入力装置としての三次元CAD、原型出力装置としての三次元プリンタの利用は一巡した感がある。

業界に三次元技術の基盤が築かれていく中、今後は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の次の展開として山梨独自の形状などを取得できる三次元スキャナを利用した新たな表現手法の開拓が有効と考えられる。現在、宝飾業界では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。こうした理由から修正（デフォルメ）が必要になる。デフォルメモデルの作製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と考えられる。

本研究では、デフォルメの手法をガイドラインにし、容易にデフォルメを行うことができること目指し、二つのアプローチの実験を行った。

一つめは、デフォルメはものの特徴点に行うべきという仮説のもと、視線解析装置を用い特徴点を探し、

デフォルメした。

二つめは、実際にモデラにデフォルメを行ってもらい解析することでデフォルメの手法について検討した。

2. 特徴点をデフォルメする実験

「山梨デザインアーカイブ」より1/1スケールのモデル（デフォルメなし）を三次元プリンタで造形し、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を使用し視線を記録。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。

2-1 モデル作製に用いた機器

Steinbichle社製（現ZEISS社）カメラ式非接触三次元スキャナ「COMET L3D」で取得した三次元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、Objet社製（現ストラタス社）「connex500」を使用し、高精細モード（積層ピッチ16μm）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1 三次元プリンタ・三次元スキャナ・視線解析装置

2-2 視線解析に用いたモデル

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

^{*1} 国立研究開発法人産業技術総合研究所

ンアーカイブ」に登録されている形状データの特徴をアーカイブ上で記載されているタグなどにより、表 1 のように抽出・集計し、代表的なモデルを選定した。

表 1 形状データ特徴まとめ

通し	ソースno	ソース名	タグ
1	1	かなかんぶつ	祈り, 道具, 顔
2	2	不動明王	木, 祈り, 人型
3	3	目黒(右)	動物, 道具, 装飾, 金属, 飾り
4	4	目黒(左)	動物, 道具, 装飾, 金属
5	5	糸巻き	四角形, 木, 構造物, 織物, 道具
6	6	桑爪	丸/円, 道具, 金属
7	7	粥かき棒	丸/円, 直線, 祈り, 道具, 幾何学形状
8	8	ハイボコサン	北社市, 祈り, 人型
9	9	お方ふち	木, 祈り, 道具, 棒
10	11	上禊式の種	木, 甲府市, 祈り, 道具, 幾何形状, 棒
11	12	新工修理像	祈り, 人型, 顔

登録形状データ 102 点中 87 点が土器土偶関連の物品であり、ここから代表的な物品を表 2 のように三点に絞り込んだ。これら三点のモデルを三次元プリンタで造形し、完成した造形品は、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 2 視線解析モデル

			
現物	三次元スキャンデータ	三次元プリンタ造形品	
名前	美人土偶	ソース No.	0087
1/1 サイズ	106.986 × 76.172 × 128.348		
			
現物	三次元スキャンデータ	三次元プリンタ造形品	
名前	土偶(いっちゃん)	ソース No.	0052
1/1 サイズ	134.683 × 84.746 × 141.795		
			
現物	三次元スキャンデータ	三次元プリンタ造形品	
名前	土偶(ウーラ)	ソース No.	0086
1/1 サイズ	172.772 × 102.406 × 216.131		

2-3 視線解析の環境

視線解析の条件を統一し、精度を向上させるため、図 2 のような環境下で実験をおこなった。モデルと同色のボックスを作製し、視覚的に余計な外的刺激を極力少ない環境を用意した。また、モデルには 3000lx のライトを照射した。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、計測時も対象物に水平状態を保持した状態でいった。

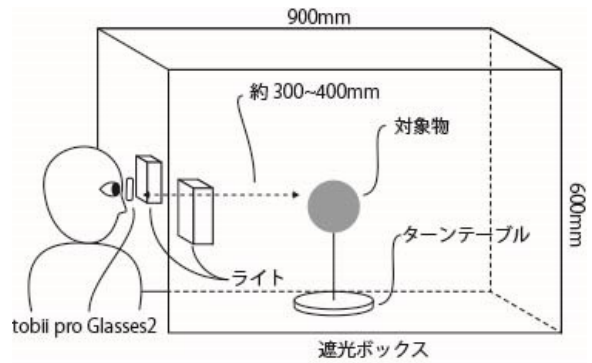


図 2 視線解析実験環境

2-4 視線解析方法

5 名の被験者に対して図 2 の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。モデルの提示は順不同とし、各方向約 20 秒間計測を行い、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。

2-5 結果及び考察

視線解析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 3 に示す。また、視線の軌跡を表すゲージプロットを図 4 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。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回数が多かった部位に関して、三次元モデルを法線方向に拡大したデフォルメモデルを作製したが、明らかに異なる形状として認識されてしまった。

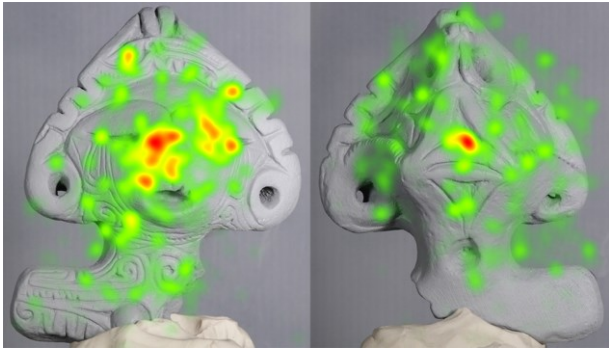


図3 視線解析ヒートマップ結果

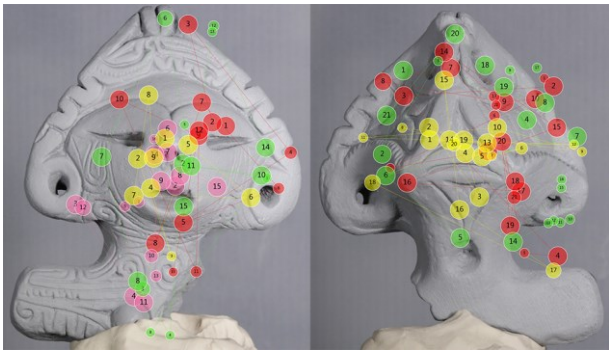


図4 視線解析ゲージプロット結果

よって、中心部に関しては視線の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、注視している部位をモデルに書き込むなどの追加実験が必要になる。

3. モデラによるデフォルメ形状解析

三名の造形家（三次元ジュエリーモデラ二名、造形専門家一名）にデフォルメを行ってもらい、三次元解析ソフトを用いその公差を解析、三次元プリンタで造形し、デフォルメの手法を検討した。

3-1 造形家について

デフォルメを行う三次元ジュエリーモデラは 2 名ともジュエリーのワックス造形の経験を持ち、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。造形の専門家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製している。

3-2 実験方法

特徴点をデフォルメする実験で使用したのと同じモデルを使用し、縮小しても、本物とわかるという条件のもと、各造形家達にモデルをデフォルメしてもらった。デフォルメされたモデルは三次元解析ソフト spAline を用いてデフォルメしていない原型モデルと比較した。

3-3 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った。三次元ジュエリーモデラ 2 名は三次元スカルプトソフト Zbrush を用い、デジタルで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。三次元プリンタで造形表現が可能な造形のサイズとして 0.3mm の球形状をソフト画面上に配置し、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。

造形専門家は 1/1 サイズの三次元プリンタ品から石膏モデルを作製し、石膏モデルを彫刻することでデフォルメを行った。はじめに縮小されるサイズのモデルを提示し、デフォルメに取りかかってもらった。使用したツールは銅版面を作製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、三次元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。

3-4 結果及び考察

各モデラの完成したモデルを三次元ソフト上で表示したものを図 5 に示す。



図5 造形家デフォルメモデル

これらのモデルの形状三次元解析ソフト spAline を用いて解析した結果を図 6 に示す。寒色になるほど彫り

込まれていることを表している。

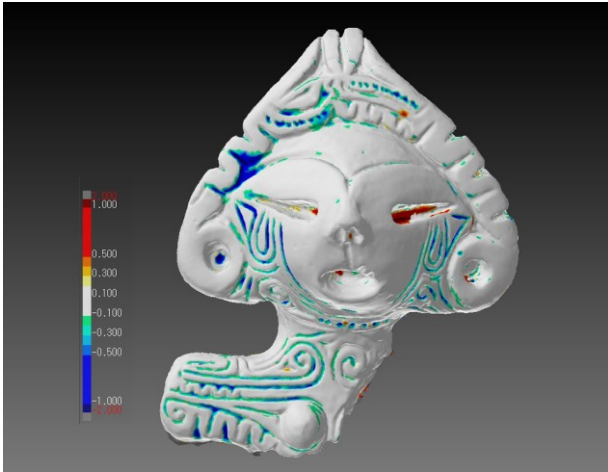


図6 造形家デフォルメモデル解析結果

デフォルメされたモデルを三次元プリンタで造形したものを図7に示す。造形に用いた三次元プリンタは宝飾品など微細なものを製作する際に用いられる DWS 社製 Digital Wax029 を使用した。



図7 デフォルメモデル三次元プリンタ造形品

各造形家へのインタビューと解析結果から顔全体を拡大したり、歪ませることはなく、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がわかった。具体的な作業としては、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・幅の拡大をするといったものであった。例外として目、鼻、口の形状は最重要点とし、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た。

また、図8のように溝拡大の際に、隣り合う溝同士が拡大により干渉してしまう場合に、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。

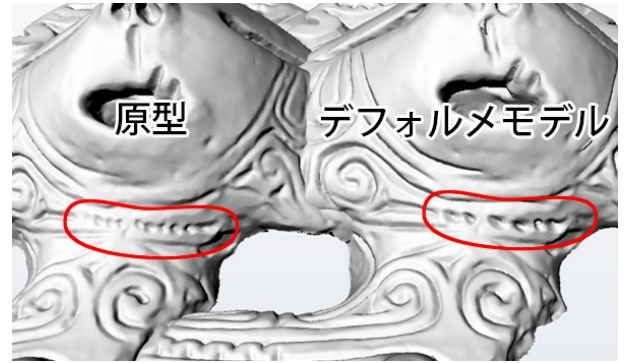


図8 デフォルメにより形状が減少した造形部分

図7の造形品を用いて 1/1 サイズとの比較し、どのモデルが本物っぽいかを一对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なかった。これは各造形家が似た様な作業を行いモデルに被験者が認知可能な大きな差が見られなかったためだと考えられる。

4. 結 言

今回の研究では、1/1 サイズのモデルを縮小する際に視線解析結果からデフォルメを行う手法を試し、評価した。また、造形専門家にデフォルメを行ってもらい、その手法について評価した。得られた結果を以下に示す。

- 1) 視線解析では、陰影が大きな場所に視線が集まることがわかった。
- 2) 視線解析装置から得られる停留点・停留回数の情報だけではデフォルメに必要な微細な特徴点を指定することは困難である。
- 3) 造形専門家は忠実な縮小デフォルメモデルを作製する場合、加工する箇所は、主に見えなくなる溝を加工する。
- 4) 加工される溝は0.3~0.4mmを基準とし、干渉する造形に関しては数を減らし、認知できる大きさにすることを優先する。

参考文献

- 1) 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）