

# 三次元デザインモデル作成のための 画像マッピング手法の研究

餘久保優子\* 橋場康人\* 梶井紀孝\* 江頭俊郎\* 米沢裕司\*\* 前川満良\*\*\*

石川県内企業の3Dプリンタ利用の拡大に伴い、フルカラーの3Dプリンタによるデザインモデル作製のニーズが高まっている。デザインモデルの作製では、主に立体形状の3Dデータに絵柄などの平面の画像を貼り付ける、画像マッピングという手法が用いられる。多くの3Dソフト内には、自動的に画像マッピングできる機能が備わっているが、絵柄のゆがみ・ズレについては、形状に応じた手動での調整が必要となり、作成者の経験や技能による作業となる。そこで、本研究では、簡易にゆがみ・ズレを少なく画像マッピングが実現できる手法を構築した。13名の主観的評価の結果から、本手法により、従来手法と比較してゆがみ・ズレを軽減できることを確認できた。また、本手法を基に、九谷焼製品の転写シート開発へ応用が可能となった。

キーワード：3Dプリンタ，画像，マッピング，デザインモデル

## Study of a Texture Mapping Method for Full-Color 3D Design Models

Yuko YOKUBO, Yasuhito HASHIBA, Noritaka KAJII, Toshiro EGASHIRA, Yuji YONEZAWA and Mitsuyoshi MAEKAWA

The use of 3D printers has expanded in Ishikawa Prefecture, increasing the need for design mock-ups created using full-color 3D printers. During the creation of the mock-ups, “texture mapping” (a technique for attaching 2D graphic patterns or images to 3D models as the texture) is used. Although most 3D software offers an automated texture mapping function, the correction of texture distortion and dislocation of texture graphics or images must be performed manually. We have developed a novel texture mapping method that enables the user to correct distortion and dislocation of texture graphics or images easily. Results of a sensory evaluation performed by 13 people showed that our method reduces distortion and dislocation when compared to the traditional method. We were also able to apply our method to the development of transfer sheets for *Kutani* products.

Keywords : 3D printer, texture mapping, design mock-up

### 1. 緒 言

3Dプリンタ利用の拡大に伴い、フルカラーの3Dプリンタを用いることで、形状だけでなく、形状表面の絵柄を含んだデザインモデルの作製が行われるようになった。3Dプリンタによるデザインモデルの作製においては、3Dソフト上で、立体的な製品形状に絵柄などの平面の画像を貼り付ける画像マッピングという手法が用いられる。しかし、球体の地球儀をゆがみなく平面の地図に展開することが難しいように、立体曲面に平面画像を貼り付けると、ゆがみやズレが生じることが、画像マッピングの課題となっている<sup>1)</sup>。

多くの3Dソフト内には、立体の3Dモデルに平面の画像を、自動的に画像マッピングできる機能があるが、絵柄のゆがみ・ズレについては、手動での画像の調整が必要となる。貼り付ける立体の形状に応じて、調整の手順が異なることから、画像の調整は作成者の経験や技能による作業となる。これに対して、利用者が、汎用性の高いソフトで、簡易にフルカラー3Dプリンタによるデザインモデルを作製できることを目的に、ゆがみ・ズレが少ない画像マッピングを実現できる手法を検討した。

本研究では、県内企業に比較的普及している3Dソフト、または画像編集ソフトを用いて、本研究の手法と従来手法で作製した各デザインモデルに対し、ゆが

\*繊維生活部 \*\*電子情報部 \*\*\*機械金属部

み・ズレに関する主観的評価を行うとともに、本手法を用いた九谷焼製品転写シートへの応用について検討した。

## 2. 従来手法と本研究の手法

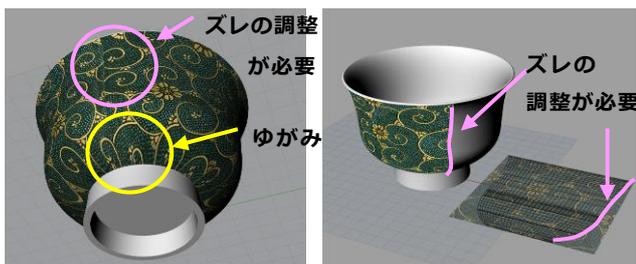
本研究では、3D ソフトには Rhinoceros ver.5, 画像編集ソフトには Photoshop ver.CS2 または Illustrator ver.CS2 を用いた。

### 2. 1 従来手法について

Rhinocerosを用いて画像マッピングする場合、主に図1(a)サーフェスマッピングと図1(b)UVマッピングの2通りの手法が用いられている。

#### 2. 1. 1 サーフェスマッピング

サーフェスマッピングは、3D モデルの表面に、自動的に画像を割り当て、画像マッピングを行う、最も簡易に行える画像マッピングの機能である。図1(a)に示すような碗形状の場合、湾曲が少ない箇所では、ゆがみが少なく、湾曲が大きい箇所では、絵柄が伸び、ゆがみが生じる。



(a) サーフェスマッピング (b) UV マッピング

図1 従来のマッピング手法

#### 2. 1. 2 UVマッピング

UV マッピングは、立体表面に対して、シームと呼ばれる境界線を指定することで、立体形状を平面形状に切り開き、それらの平面形状にあわせて、絵柄の画像を編集し、マッピングを行う。作成画面上の平面時の面積と立体にマッピングされる面積の比率、シームの入るべき数や箇所は、形状により異なるため、定義しづらく、手順化することが難しい。

### 2. 2 本研究の手法について

3D データ作成の初心者は、従来の手法では、ゆがみ・ズレを解決することが困難なため、形状によらず、画像の調整が同じ手順で実現できる手法を検討した。

#### 2. 2. 1 ゆがみの対策

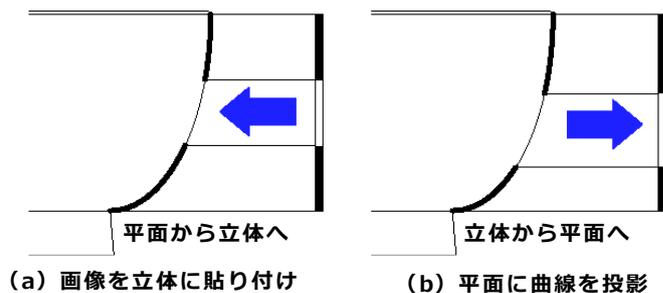


図2 平面マッピング機能と平面投影機能

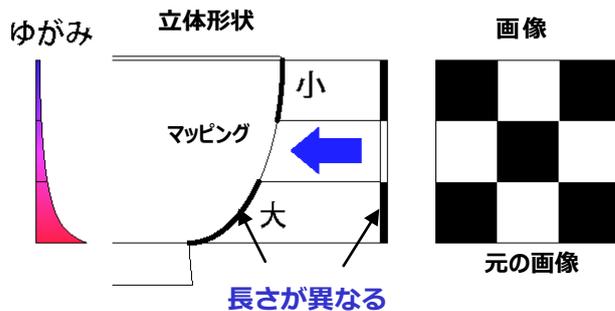


図3 平面マッピングによるゆがみ

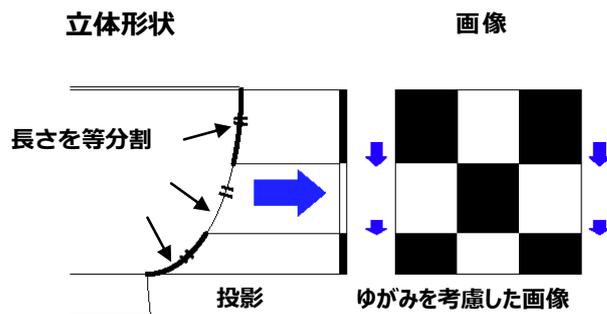


図4 平面投影によるゆがみの解消

本研究では、Rhinoceros の平面マッピング機能と平面投影機能を併せて用いることとした。図2(a)の平面マッピング機能は、立体形状に対して、任意の一方から画像を投影するようにマッピングを行う。平面投影機能とは、図2(b)のように、立体な曲線を、平面に投影する機能である。

図3のような平面マッピングを考えると、立体形状の湾曲が大きい部分ほど、画像は、縦方向に「伸び」、ゆがみが発生する。平面マッピングによるゆがみは、立体曲面の長さで画像の長さが異なることから生じる。

そこで、平面投影機能を用いて、立体曲面上の曲線の長さを、平面に投影し写し取り、図4のように、この線の長さに合わせて画像を変形し、平面マッピング

することで、長さが合致し、ゆがみが考慮されたマッピングとなると考えた。

### 2. 2. 2 ズレの対策

ズレに対しては、元の画像を続き柄とすることで、ズレを軽減した。

作成者に対する作業の簡易性を考慮し、Photoshopの手順を記録し、ワンクリックで、手順の内容を実行できる「アクション」機能を用いて、図5のようにマッピングしたい元の画像の左端と右端、上端と下端を続き柄にする手順をアクションとしてまとめ、作成者が、簡易に続き柄を作成できるようにした。

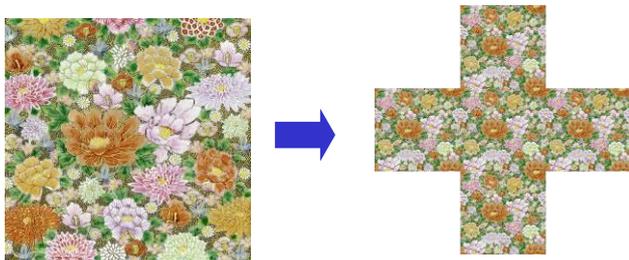


図5 Photoshopによる「続き柄」の作成

### 3. 本手法の手順

本手法の手順について、碗形状を例に説明する。まず、立体曲面上に、図6のように水平方向の上辺と垂直方向の2辺の長さが等しくなるマス目状のガイド線を作成する。

これらの曲線を平面に投影し、図7のように長さ情報を写し取る。投影した曲線を、Illustratorに読み込み、図8のように着色する。このガイド図をPhotoshopに読み込み、これを基に図9のように絵柄画像を変形する。作成した画像を再度図10のようにRhincerosでマッピングすることで、碗形状にゆがみなく画像を貼り付けることができる。

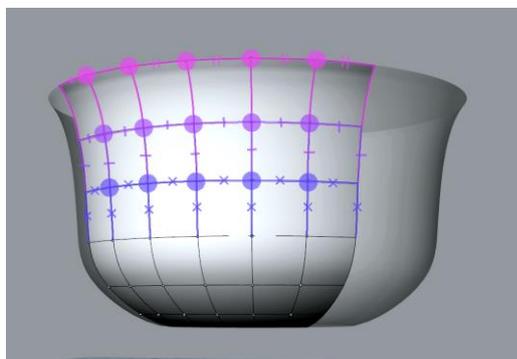


図6 立体曲面上にガイド線を作成

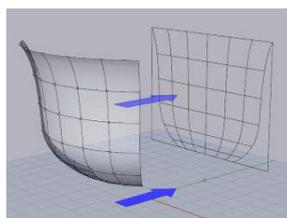


図7 曲線を平面投影

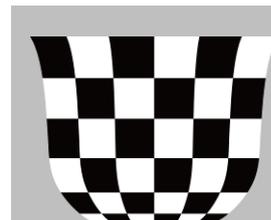


図8 ガイド図



図9 画像を変形

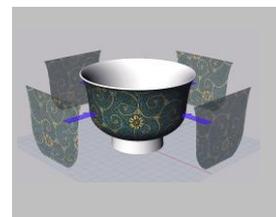


図10 平面マッピング



図11 マニュアル

最後に、ここで行った手順を整理して、各工程を図11のマニュアルにまとめるとともに、代表的な形状4種(皿、カップ、碗、グリップ)に対し、絵柄9種(九谷焼文様3種、漆文様3種、工業製品用3種)の画像マッピングが簡易に行えるデータベースを作成した。

### 4. 結果と応用例

#### 4. 1 ゆがみとズレに関する主観的評価

従来手法に対して、本手法がゆがみやズレの軽減を評価するため、各々の手法で伝統文様を画像マッピングしたデザインモデルを作製し、県内の伝統工芸産地の技術者(13名)をモニタとして、主観的評価を行った。その結果、図12のように、従来手法に比べて本手法が、ゆがみ・ズレが軽減できているという評価結果を得ることができた。

#### 4. 2 九谷焼の転写シートへの応用

また、陶磁器を量産する際に、転写シートを生地に貼り付けて絵付けする方法がとられることが多いが、その際にも絵柄のゆがみ・ズレが課題となっていた。

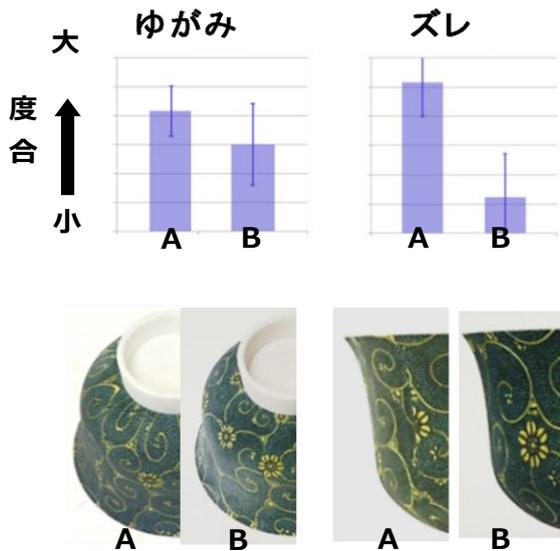


図12 評価結果

(A:従来方法, B:本手法)

そこで、本研究で作成した図 11 のマニュアルを、転写シートの開発にも応用したところ、図 13 のように画像マッピングに用いたデータを転写シート用のデータに応用することで、作業効率を向上することが可能になった。

## 5. 結 言

本研究では、汎用性の高いソフトで、簡易に、ゆが

み・ズレを少なく画像マッピングが実現できる手法を検討し、得られた結果を以下に示す。

- (1) 本研究で構築した手法を整理して、各工程のマニュアルを作成した。
- (2) 代表的な形状 4 種に対し、絵柄 9 種の画像マッピングが簡易に行えるデータベースを作成した。
- (3) 本研究手法と従来手法で作製した各デザインモデルに対し、県内の伝統工芸産地の技術者 13 名の主観的評価の結果から、本手法が、従来手法と比較してゆがみ・ズレを軽減できることを確認できた。

これらにより、県内企業が、簡易に、フルカラー3Dプリンタを活用してデザインモデルを作製しやすい環境を整備することができたと考える。

今後も県内企業に向けて技術普及を継続し、県内企業のデザイン開発を促進していきたい。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たり、終始適切なお助言と評価を頂いた産地企業の皆様に感謝します。

## 参考文献

- 1) Catmull. E., "A subdivision algorithm for computer display of curved surfaces" Ph.D. Dissertation. Dept. of Computer Sciences, University of Utah, December 1974.



図13 九谷焼製品の転写シート開発への応用例