

# 陶磁（工芸）におけるIT技術の活用の可能性

The Possibility of the Use of IT Technology in the Ceramics (Craft)

池田 晶一

IKEDA Shoichi

## 1. はじめに

昨今、立体造形の世界のみならず、多様な分野でのIT技術の活用は、目覚ましい広がりを見せる。

特に3Dプリンターの技術においては、単に造形的にモデリングを行うだけでなく、電気系統の基盤や、そのものが光を放つ光源として照明機器がプリントされたり、医療分野においては細胞や組織がプリントされ、その活用分野や、出来ることの応用範囲はまさに日々、広がりを見せる。

工芸の分野でもこれは例外ではなく、陶磁器製造の領域においては、セラミック素材（土）をプリントし、そのまま焼きあげるといった技術までもが、今日までに開発され、なお研究がなされている。

本研究では、私自身が扱う陶磁に関して工芸の領域から、IT技術、特に3Dプリンター活用の可能性を探るべく、サンプル制作を行ってきた。今回は、研究の中間報告となるが、これまでに取り組んだ内容を整理し、制作の記録として記しておきたい。

## 2. 研究、制作の目的

まず、工芸におけるIT技術の活用について、述べておく。

タイトルは、陶磁（工芸）という表記をしているが、この後は陶磁の素材について述べて行く。また、IT技術に関しても、3Dプリンターを用いることを元に話を進めて行く。

先にも述べたように、3Dプリンターを活用した造形は、多様な分野に及んでおり、陶磁器において

もそれは例外ではない。

磁器の素材である磁器土を粉体でプリントし、それをそのまま焼成し、製作する技術も確立されている。それにより、これまでは石膏型等では実現出来なかった入り組んだ形状のものが成形出来るようになる等、造形的な可能性は非常に高くなっている。

しかし、一方で、工芸と言う括りでこれらを見ると、それは造形的に魅力あるものではあるが、いわゆるプロダクティブに製作されるものの一端を担っているものの様にも感じられる。

現在、工芸の分野では、実際に生活で使用されるものから、造形的表現に及ぶものまで様々な作品があるが、そこに根ざしているのは、素材の持つ魅力を引き出すことや、人の手による卓越した技を作品に表すことが、重要な視点だと考える。

その意味においては、IT技術、いわゆる3Dプリンターの性能や、単に最先端の技術を追求するよりも、制作の道具としてそれを位置づけ、より工芸としての造形の魅力を引き出す、もしくは3Dプリンターを用いることによって実現出来る新しい表現（技法）を模索することが重要ではないかと考えた。

さて、本稿ではこれらを踏まえ、3Dプリンターを造形の為の一つのツールとして活用し、陶磁器の素材の持つ魅力を引き出すことを目的として、そのプロセスと、試作モデルの提示をしてゆく。

## 3. 制作プロセス

まず、本研究によるサンプル制作では、フリーカップを制作することとした。

また、工芸的視点から、素材（素地や釉薬）の魅力を探るために、表面の加飾技法に着目した。

カップの表面には、手作業では困難な微細な幾何学形態を敷き詰め、細かなレリーフ（凹凸）を作ることとした。

表面にレリーフを施したのは、単にプレーンな表面では形のための設計になり、プロダクトデザインの範疇に留まってしまうのではと言う思いと、後の加飾のプロセスで、レリーフの凹凸面を用いた装飾方法を試みる為でもある。

デジタルの精密なモデリングと工芸的な表面の作成を意図し、基になる形状を設計した。

制作の手順は、(1) P.C.を用いたモデリング、(2) 3Dプリンターによる原型の出力、(3) 原型から泥漿射込み用石膏型の製作、(4) 泥漿射込みによる成形。ここまでは共通の制作過程である。

その後の(5) 加飾技法で、①下絵付け、②色ガラス釉、③色化粧の拭き取りによる表面処理の3つの加飾方法を試した。

以下、順を追って解説する。

### (1) P.C.を用いたモデリング

図1、2は、P.C.によるモデリングである。

これは、P.C.の3Dアプリケーションを用いてデジタルデータとして制作する。

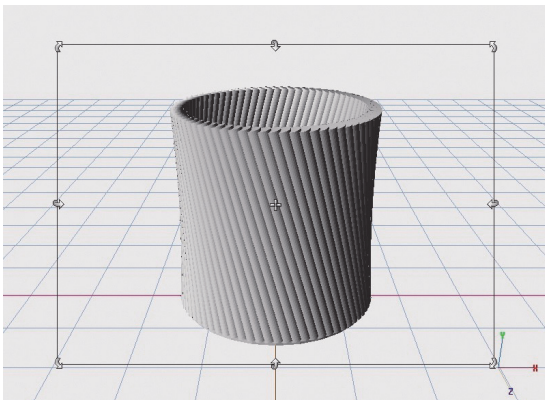


図1 P.C.によるモデリング 形状A

カップの形状は2種類作成した。

基本形態は図1の様に細長い円柱を元に、それを傾けることによって出来る曲面を用いた。後の装飾

効果を考え、幾何学的に成形される形状やフォルムを追求し、機械的に造形することとした。

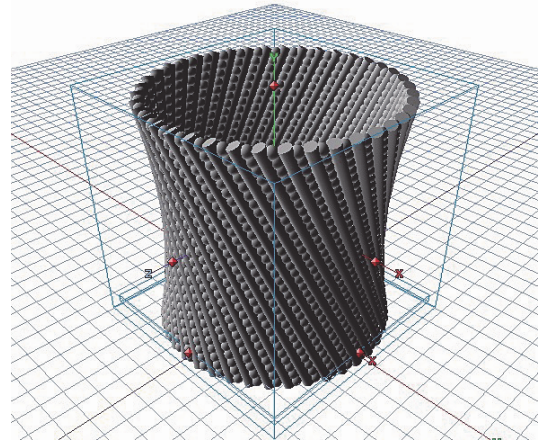


図2 P.C.によるモデリング 形状B

図2は、より角度を付け曲面を大きくし、また、細かな球を真っ直ぐに並べ微細なレリーフ状の凹凸面を得る様にした。

### (2) 3Dプリンターによる原型の出力

3Dプリンターには、現在様々な種類がある。主には、立体物を細かく積層してゆく構造であるが、液状の樹脂を紫外線で硬化させ造形する光造形方式、熱で溶融した樹脂をノズルから抽出し積層させるFDM方式（Fused Deposition Modeling, 熱溶解積層法）、粉体の石膏や樹脂等に接着剤を吹き付け積層する粉末固着方式等がある。

今回使用したプリンターはFDM方式のもの（UP Plus2）で、材料はABS樹脂で成形した。

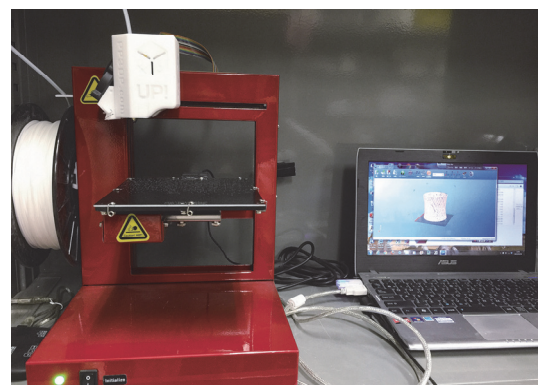


図3 プリンター：UP Plus2

図4は、プリンターにより出力している画像、図5は、プリントされたモデルである。モデルの積層ピッチは、0.2mmである。成形時間は、今回のモデルで約半日を要する。

ここからは、原型Bの形状を元に制作プロセスを紹介する。



図4 3Dプリンターによる出力（プリンター：UP Plus2）



図5 プリントされたモデル

(3) 原型から泥漿射込み用石膏型の製作

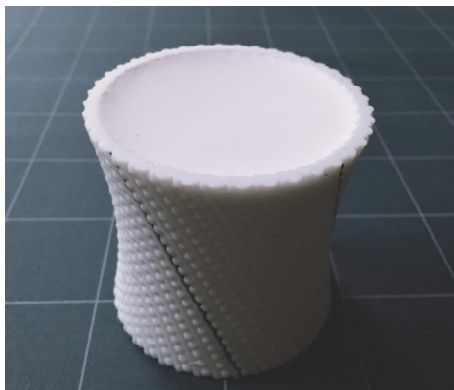


図6 石膏型取り用の原型（画像上面は底側）

図5のモデルの上下を平らに仕上げ、内側に石膏を流し込み、底の形状を作成したものが図6である。底の形状を3Dプリンターで作成することも試みたが、積層した形状の荒さが目立つため、石膏に置き換え原型を仕上げた。

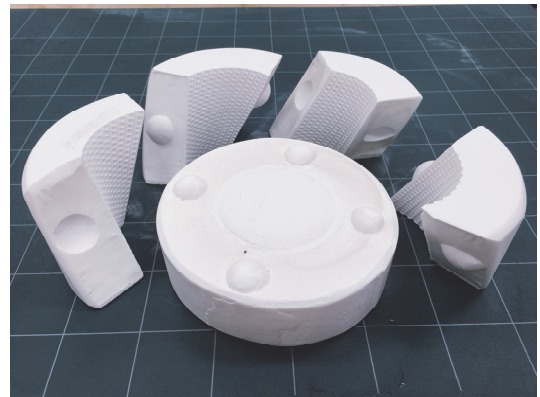


図7 鋳込み用石膏型

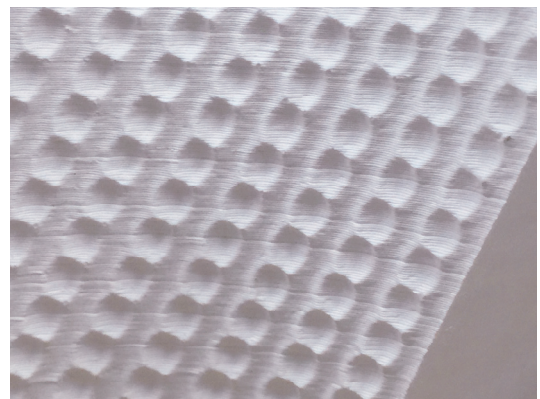


図8 鋳込み用石膏型の内側、拡大図

図7は、完成した鋳込み用石膏型である。

図8は、石膏型の内側の表面であるが、ABS樹脂モデルでは見えにくかった3Dプリンターの積層ピッチ、0.2mmの線が観察できる。泥漿鋳込みにより、磁土で成形された素地の表面にも細かな紋様は写し取られるが、釉薬等加飾を施すと、作品自体には影響しない。

逆に、3Dプリンターの特性として、積層ピッチを大きくし、それを紋様の一部として活用してしまうことも可能かもしれない。

#### (4) 泥漿鑄込みによる成形

成形は、出来上がった石膏型に泥漿（粘土に珪酸ソーダー〈水ガラス〉を加え、流動性のある生クリーム上に調整したもの）を流し込んで行う。（図9）

一定時間型の中に置くと、石膏が泥漿の水分を吸収し、硬い素地の層ができる。

必要な厚みが形成された段階で排泥（図10）を行い、石膏型から外れるまで乾燥させる。

型から外す前に、口縁部を綺麗に整え（図11）、型から外す。（図12）

出来上がった素地は、乾燥の後に石膏型の継ぎ目に来たバリの処理や、口縁部を固く水で絞ったスポンジで拭き上げ、図13の様に、滑らかに形状を仕上げてゆく。



図9 泥漿を石膏型に鑄込んだところ



図10 排泥（余分な泥漿を流し出す）



図11 口縁部の処理

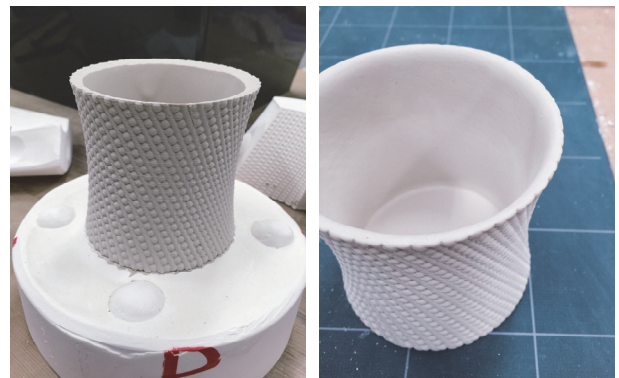


図12 石膏型の枠を外す

図13 口縁部の仕上げ

ここまでは、加飾前の共通した成形過程である。  
この後は、加飾の技法に沿って述べてゆく。

#### (5) 加装技法



図14 素焼きの素地に透明釉を施したもの

陶磁の加飾技法は、実に様々なものがあるが、今回、泥漿鑄込みという方法で素地を制作してきたが、型の表面を生かした表面装飾のテストを行った。

まず、素焼きの素地に基本的な透明な釉薬を施したものを作成した。(図14) これは、表面の凹凸で出来た陰影による装飾となる。

以下、それぞれの加飾技法について述べてゆく。

### ① 下絵付け

下絵付けは、素地を素焼き(800度で焼成)した後に、金属や顔料等でできた絵の具で模様を描き、釉薬を掛けて1230度で本焼成を行う。

釉薬の下に、絵付けの絵の具があることから、下絵と呼ぶ。(今回は、行っていないが、釉薬を掛けて本焼成した後に、釉薬の上に絵を描く上絵という技法がある。)

今回用いた方法は、素焼きをした素地の表面全面に下絵の具で着色し、その後表面の凹凸を利用して、凸部の絵の具を水で固く絞ったスポンジで拭き取った。

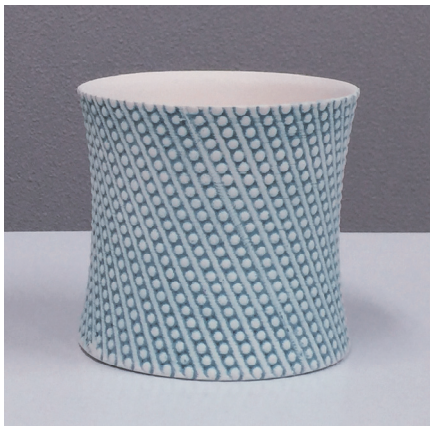


図15 下絵の具を塗布し、表面をスポンジで拭き取った状態

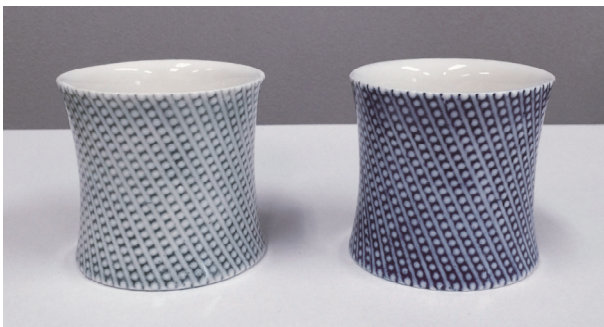


図16 下絵の具を施した完成品(緑青<左>、紺青<右>)

凸部の絵の具は拭き取られ、凹部に残った絵の具のみが表面に残る。それを表面に残る模様として利用したものである。(図15)

何色かの下絵の具を試み、色の雰囲気等を見つつ、画像図16、17のトルコ青と紺青の2色を得た。

### ② 色ガラス釉

色ガラス釉は、透明な釉薬で金属等を発色剤として調合されたものである。素焼きの後にガラス釉を施し、1230度で本焼成する。

釉薬自体が透明なため、釉薬の厚みによって色の濃淡が現れる。表面の凹凸を利用して釉薬の濃淡で模様を浮き上がらせる。(図17.18)



図17.18 色ガラス釉を施した完成品  
(トルコ青ガラス釉<左>、藍色ガラス釉<右>)

### ③ 色化粧の拭き取りによる表面処理

この技法に関しては、先の2つと若干工程が異なる。泥漿鑄込みまでの工程は同じであるが、その後素地が乾燥しない内に、顔料を混ぜて調整した3色の色泥漿をスプレーガンで層になる様に塗布する。(図19)

その後、素地の乾燥具合を見ながら、色泥漿を吹き付けた表面を、水で固く絞ったスポンジで拭き取ると、異なる色の層が下から出てくる。(図21)

色の調子を見ながら、全体を拭き取ってゆくと、凸部の表面はより拭き取られ、3色の色の層が凹凸の模様に合わせてまだらに現れる。(図22)

均一に同じ色の調子にすることは難しいが、拭き取りながら色の調子を見て、微妙な色の変化を表面に作り出す。

今回は、陶試紅・トルコ青・黄の3色の顔料を調

整し、色泥漿を作成した。

素地の口縁部は、素地が乾燥したのちに、滑らかに仕上げてゆく。



図19 スプレーガンで色泥漿を塗布



図20 3色の色泥漿を塗布したもの

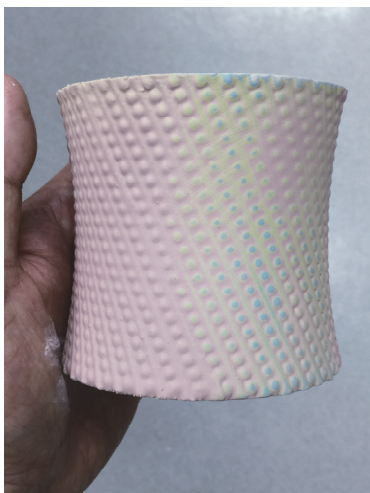


図21 表面を拭き取ってゆく

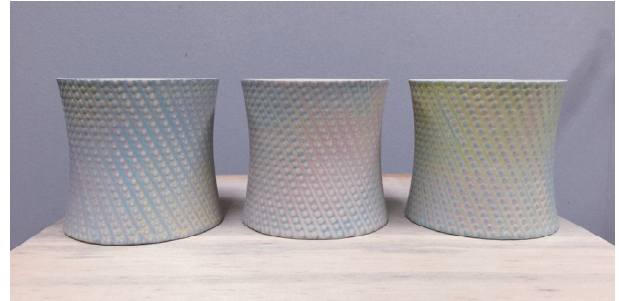


図22 表面の拭き取りを仕上げたところ

乾燥の後に素焼きを行い、透明釉を施し1230度で本焼成する。(図23)

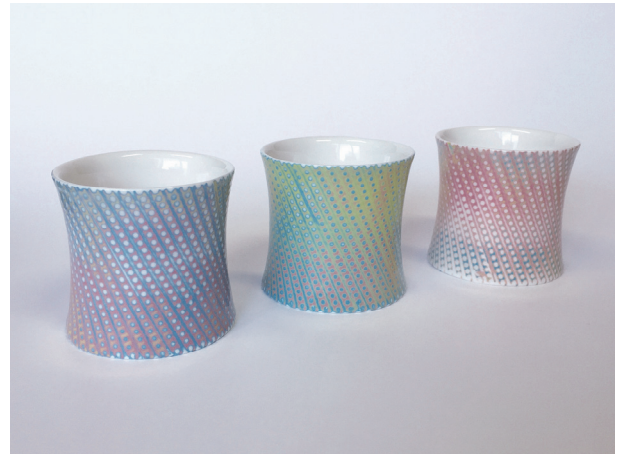


図23 素焼きの後、透明釉を施し本焼成

#### 4. まとめ

今回、3Dプリンターを用いて原型を制作し、3つの装飾のサンプルを得た。

下絵付けでは、表面の凹凸の凹部に絵の具を残す様に模様を浮き立たせた。

色ガラス釉では、凹凸による釉薬の厚みの差によって、模様を浮き立たせる。

色化粧の拭き取りによる表面処理では、色化粧を重ね、拭き取ることで、その下にある色が表れる効果を利用し、模様を作り出した。

それぞれの技法、特に先の二つは、陶磁としては珍しい技法ではない。しかしながら、今回細かな模様をデジタルデータで作成し、それを3Dプリンターで得て、制作の工程の中でIT技術の活用を模

索することで、いわゆる手作りだけではない、また、工業製品のように、画一的な形と意匠でコントロールする訳ではない、工芸らしい切り口の一面を得ることが出来たのではないかと考える。

三つ目の、色化粧の拭き取りによる表面処理では、デジタルとアナログの両面性によって面白い表情を得ることが出来た。陶磁では、色土を重ね、カンナ等で表面を削り、下の色を出して模様を得る掻き落としという技法があるが、色化粧の拭き取りによる表面処理は、それを応用したものである。

## 5. おわりに

さて今回、フリーカップの表面に3Dで可能な細かなレリーフを作成し、いろいろな加飾を施し、3D技術活用の可能性をその中に探ってきた。

装飾に関しては、一定の広がりを持って可能性を得ることが出来た。また、今回取り組めなかった上絵等の技術についても、この後探求を深めたい。

釉薬に関しても、今回は透明感のある色ガラス釉を用いたが、窯変釉（窯の中で釉薬の厚みによって変化の生じる釉薬）等、試してみるべきものは他にも沢山ありそうである。

今回取り組んだことは、3Dの活用に関して、ほんの一側面の事である。表面の模様のみならず、全体のフォルムそのものにも活用の可能性は広がっているだろう。

また、工芸の視点で見たときには、今回は私自身の専門である、陶磁の中の素材技法に特化してみているが、金属工芸で型を使う鋳金では、3D造形の素材をワックス等に変えることで、活用することも可能になる。彫刻、造形的表現においては尚更である。

挙げて行くと切りがないが、ドリル等で切削を行うNC加工の技術も、ITでデジタル的に加工できる技術である。

染織等の平面では、3Dではないが、IT技術の活用は、プリントや組織の織りの技術に関して、現在活発に使用されている。

現在、3Dプリンターは、最近新しく出てきたツ

ルとして注目を浴びる存在である。今後は、工芸の分野においても、これまでに技術革新により様々なものが動力化、機械化された中にあることを考えると、一つの道具として当たり前にならざるを得ないであろうことが、容易に想像がつく。

工芸の社会的背景も踏まえ、今後さらに研究を深めて行きたい。

また今回は、装飾の可能性を見るために研究制作を進めているが、作品そのものへの技術の応用や、技術自体のクオリティーの向上も目指し、取り組んで行きたいと考えている。

## 6. データ

寸法：形状A  $\phi 90 \times h 90$  mm (原型)  
 $\phi 78 \times h 75$  mm (焼成後)  
 形状B  $\phi 90 \times h 85$  mm (原型)  
 $\phi 77 \times h 74$  mm (焼成後)

焼成温度：1230～1240度（酸化焼成）

粘土：ニューボーン〈ヤマカ陶料(株)製〉

下絵の具：陶芸用絵の具（紺青、ピーコック）〈日陶産業(株)製〉

釉薬：ボン20〈ヤマカ陶料(株)製〉

トルコ青ガラス釉、藍色ガラス釉〈(株)竹昇精工製〉

顔料：陶試紅B300、黄P40、トルコ青M1700〈(株)竹昇精工製〉

(いけだ・しょういち 工芸科／陶磁)

(2015年10月30日 受理)



図24 透明釉を施した完成作品 形状A



図25 透明釉を施した完成作品 B形状





図26 下絵の具を施した完成品（紺青〈左〉、緑青〈右〉）



図27 色ガラス釉を施した完成品（トルコ青ガラス釉〈左〉、藍色ガラス釉〈右〉）



図28 色化粧の拭き取りによる完成作品

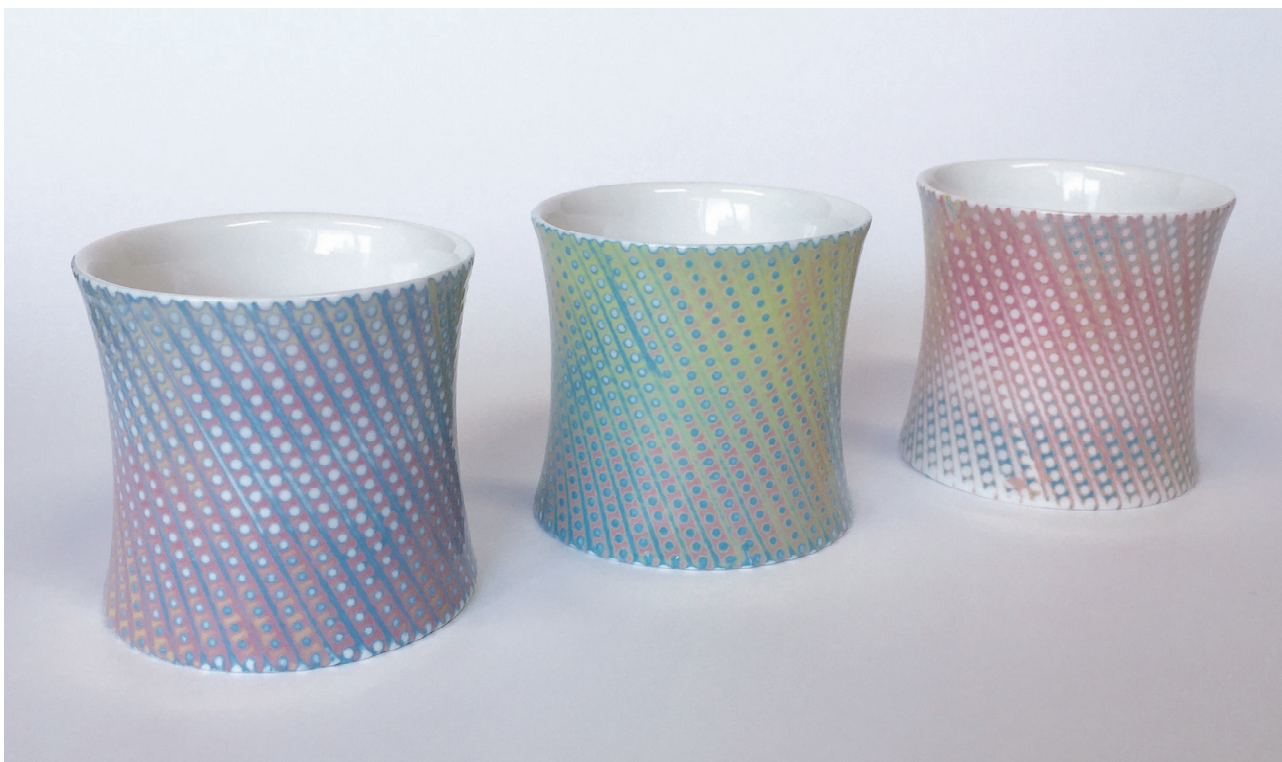


図29 色化粧の拭き取りによる完成作品