

[研究ノート]

3Dプリンターを用いた造形教育の実践的研究 [Ⅱ]

A Practical Study about Education on Art and Design with Three-Dimensional Printer [Ⅱ]

藤枝由美子 赤山 仁 山内哲也

Yumiko Fujieda, Hitoshi Akayama and Tetsuya Yamauchi

〈抄 録〉

本稿は、昨年度からの継続研究で、時代のニーズに合った人材を育成するため、造形教育の教材としていかに3Dプリンターを導入・展開できるか、実践的に教授法を検討した報告である。昨年度の研究において、学生の技術力やカリキュラムの事情に合わせ、ソフトや課題内容を工夫することにより、3Dプリンターによる造形作品制作や課題制作が可能になったことが確認できた。課題としては、長時間の出力、出力角度の調整によるサポート材の量の工夫、仕上げ工程の手間などが明確となった。

そこで今年度は、授業内外を含めておよそ30人の学生が出力を行った結果、成功例や失敗例も含めて昨年度より多くの実践例を得ることができ、上述の課題に対する創造的解決の示唆が得られ、今後の3Dプリンターを用いた授業計画の参考とすることができた。同時に、今後も継続した検証を行い、知識と経験を蓄積していく必要がある。

キーワード：3Dプリンター、3D積層造形システム、造形教育

Abstract

This is a research project continued from the previous year, and this paper reports on how to introduce and develop 3D printers as teaching material for education in art and design and examines practical teaching methods. In the previous year's research we could make sure that 3D printers could be used for assignments and art works by getting creative with software and giving assignments. On the other hand, problems included taking too much time to print, needing creativity with support material by adjusting the angle to print out, and the time-consuming finishing work done by hand. In this year, by having printed results from about 30 students, we could practically get more good and bad examples than the previous year.

Because of this we could get suggestions for creative solutions for the above-mentioned problems. At the same time, there is a need for continuous testing and the accumulation of knowledge and experience.

Keywords: 3D printer, 3D laminating molding device, education in art and design

1. はじめに

本稿は、平成28年度芸術学部共同研究「3Dプリンターを用いた造形教育の実践的研究」¹⁾の継続研究として行った同平成29年度芸術学部共同研究のまとめである。研究の主旨は、昨年度に引き続き、時代のニーズに合った人材を育成するため、学生のデジタル表現技術と実作品の制作能力とを統合し、3Dプリンターをいかに造形教育の教材として導入・展開できるか、その可能性を実践的に検討し、教授法を研究することにある。

昨年度の研究においては3Dプリンターを2名の教員が授業で試験的に導入した結果、学生の技術力やカリキュラムの事情に合わせ、ソフトや課題内容を工夫することにより、3Dプリンターによる造形作品制作や課題制作が可能となったことが確認できた。同時に、長時間の出力、出力角度の調整によるサポート材の量の工夫、仕上げ工程の手間など、授業で導入する際のいくつかの課題も明確となった。そこで今年度は、3Dプリンターを1台追加購入し、より多くの教員や学生が使用できる体制とし、前回の研究をベースにして継続、発展して教授法の研究に取り組んだ。結果として、4人の教員が6つの授業との関連で3Dプリンターを使用し、授業内外を含めておよそ30人の学生が出力を行った。その結果、どのような成果や課題があったか、そのうちの3人の教員が授業で導入した複数の事例を紹介し、報告する。

2. 3Dプリンターによるキャラクター制作課題

筆者の担当している「メディア・デザイン研究Ⅱ」（平成29年度秋 semester 科目。メディア・デザイン学科3年生7名、4年1名参加）において、3Dプリンターによるキャラクター制作課題を実施した。本章では、課題内容及び制作過程について解説し、今後の授業運営を検討するための事例として提示したい。

2.1 課題内容

前年度の3Dプリンターを用いた授業実施の経験から、今回は課題内容を「オリジナルキャラクターを用いたグッズのプロトタイプ制作」とした。日常生活で使用する日用品に、キャラクターの要素を合わせてデザインする内容である。生活の中で使用する物に、キャラクターによって楽しさや癒やしを感じさせる効果を加えることが目的となる。

前年度は自由にキャラクターを制作する課題であったため、学生によっては課題の意味性・目的性を見失いがちであった。そのため今回は普段の生活環境から発想を広げてもらい、課題に対して実現すべき目標を明確にした。

2.2 制作準備、企画の検討

授業では企画を検討する前に、まず3Dプリンターの特性・操作方法を学生に説明した。その上で各自が練習のモデルデータ作成と印刷を行った。この過程で3Dプリンターによる制作の概観を体験できた。印刷結果が欠損する学生もおり、問題が生じるデータの把握を行うことができた。また、キャラクターへの理解をさらに促すため、キャラクターデザイン教育を専門とする東京工芸大学芸術学部の笠尾敦司教授を招き特別講義を行った。

次に企画書の作成とプレゼンテーションを行った。企画はグッズとキャラクター内容の両面から考察した。グッズは機能や使用シーン、既存の製品との違い等、プロダクトとしての価値を検討した。もう一つの要素であるキャラクターは、その名前や性格、特技、住んでいる場所といった、キャラクターの世界観を表す特徴を考えた。

2.3 データ作成、印刷、仕上げ

PC上のデータ作成では主に3つのソフトウェアを用いた。モデリングにAutodesk MAYA、データチェックにAutodesk Meshmixer、プリント設定・出力にMakerBot Printを使用した。データを作成後、3Dプリンターによる印刷の工程に入った。印刷では練習時に把握していた問題をクリアしていても、実際にキャラクターグッズの形状になった際わかる問題もあった。サポート材を取り除く際に破損するなど、印刷するのが困難な再検討が必要なモデルデータもあった。印刷後はサポート材の除去、研磨、塗装の工程となった。

2.4 制作結果、考察

図1は、ペンを立てるためのグッズである。段差のある物に座らせて設置する形状になっている。フードをかぶったオリジナルのキャラクターは、3Dプリンターで印刷しやすいシンプルな面を生かした造形で作られている。

図2はカメレオンのキャラクターを用いたリモコン置きである。開けた口の中や、上に巻き上がった尾にリモコンを入れる構造となっている。リモコンを置く機能とカメレオンの造形が一体化している部分が特徴となっている。

これらの取り組みの中で問題となったのは、やはりグッズの形状によって印刷の失敗が生じてしまう点である。単純な平面の形でも反りが発生したり、あるいは造形が細かすぎることによって破損が生じた。印刷の成功には試行錯誤が必要で、制作のノウハウが求められた。

こうした点から授業課題の設定においては、印刷しやすい形状のデータ作成を試行錯誤する時間設定が必要だと感じた。学生が制作したいイメージ・アイデアと、印刷可能な3Dプリンターの特性に合った形状とのすり合わせ作業が、課題進行の重要な点だと思われる。

こうした点から、本来の3Dプリンターによるキャラクター制作課題の目的から考えると、今後同様の課題を実施する際は制作するグッズの範囲も制限し、その上でキャラクターの魅力を高めることが必要であると思われた。



図1. ペン立て



図2. リモコン置き

(赤山仁)

3. ディスプレイや展覧会のためのストロボアニメーションの立体作品

3.1 授業の目的

授業名：メディアデザイン研究Ⅰ・Ⅱ（履修学年：3年 学生数：7名）

3Dアプリケーション（MAYA）の操作を習得し自分のイメージを3Dに展開させる。3Dプリンターに出力することにより、実際に手に取って、形状などを検討することが可能になり手作業だった企業のプロダクト製品のモックアップ制作作業が3Dプリントに移行している現況を大学の課題制作として経験させる。

3.2 3Dプリンターを用いた立体作品

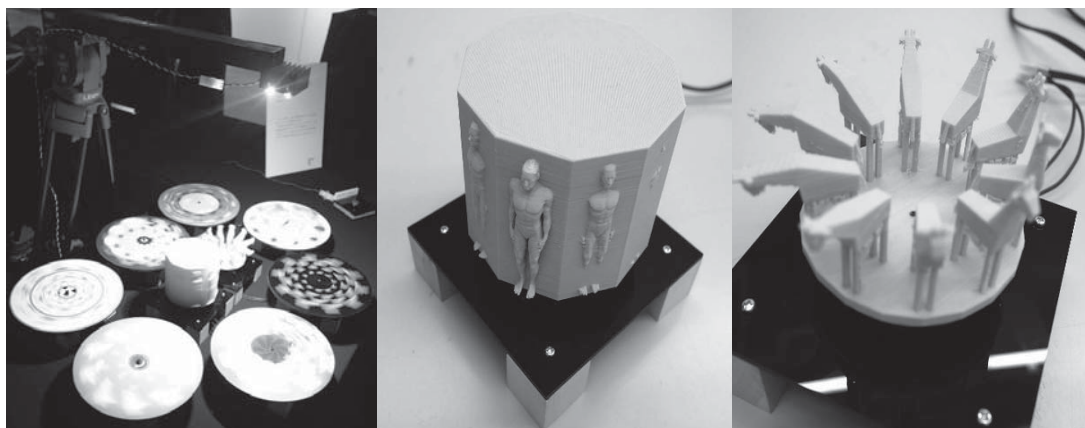


図3. 学内展示（コスモス祭
2017.11）

図4. と図5. 3Dプリント作品（台座サイズW100×D100mm）

1秒/1000のストロボによるアニメーション効果 中央2点
周りは円盤平面作品



図6. 光のモアレディスプレイ作品

図7. 装置内部に仕込んであるLED
ランプのホルダ（3点止め）

図8. ホルダ単体

3.3 3Dプリンターへの今後の期待

現段階では、どのようなモデリングでも出力可能（成功）ではなく、作成する形状にかなり制約が掛かる。下記写真は出力に失敗したもの（同データ2回共NG）だが、一度に出力した結果であり、正常なカタチにするには人のモデリングを横にして1体ずつ出力し、サポートを剥がして台座に取り付けるといった工程が必要になる。

今後は出力時間の短縮、大型化、カラー化などが予想されるが、まずこの辺りの進化を望みたい。



図9. 出力時間：1作品・約12時間（W200×D200×H150mm）

（山内哲也）

4. 3Dプリンターで出力した素材をパーツとして用いた学生作品

昨年度筆者が指摘した成果と課題は、3Dプリンターに慣れるための導入として学生は3DCADソフトFusion360²⁾を各自のノートPCにインストールし、作品を制作することはできるようになったが、3DCADを初めて触る学生に対しても、いかにしてより複雑でオリジナルな形体作りに学生のモチベーションを引き上げるか、また他の技術や素材とどのように有機的に組み合わせていけるか、という点であった。そこで、今年度は担当する複数の造形の授業に導入し、その可能性を検証した。

4.1 ドレスのパーツとして用いた事例

科目「卒業プロジェクト演習Ⅰ・Ⅱ」は、卒業制作を行う授業である。手仕事の美しさを残した現代のかつ前衛的なドレスをコンセプトとした4年生の女子学生が、3Dプリンターで出力したパーツを用いた作品制作に取り組んだ（図10）。4年間の集大成とも言える作品を制作する授業のため、これまで学んだ技術の一つとして3Dプリンターの使用を提案したところ、すぐに興味を示した。ドレスに3Dプリンターを導入することにおける挑戦は、布と樹脂というイメージの異なる素材を組み合わせた違和感を出しつつも、構造や強度や視覚的な面において総合的に調和させる感性にあった。

この学生は、前回の共同研究として行った3年次の課題で3Dプリンターによる作品制作を経験しており、その特徴と自らの3DCADの技術を理解している。そのため、いくつかの試作を繰り返した結果、一度の出力は、シンプルな幾何形態とし、それを複数個連続パターンとして組み合わせることで、より複雑で有機的な形体に仕上げることにした。そこで、立方体の支柱のみを出力することにしたのだが、この形体は水平に安定させて出力しようと思えば、サポート材が必要であるにも関わらず、サポート材を外す際に、本体が壊れ、外すことができない。つまり、いかにして初めからサポート材を付けずに立方体の支柱のみを美しく出力するかが成功の鍵となった。そして彼女は立方体を傾ける角度を工夫し、サポート材を使用しない出力に成功した。図11はその角度を付けた出力途中の様子である。

このようにして出力されたパーツは、グルーガンで接着され、着脱可能なドレスの装飾となった。連続パターンを有機的に組み合わせることにより、結果的に丸みを帯びたオブジェに仕立て上げ、オーガンジー素材との対比が効果的な現代的でオリジナリティーの高い作品となった。



図10. 3Dプリンターを用いたドレスの装飾

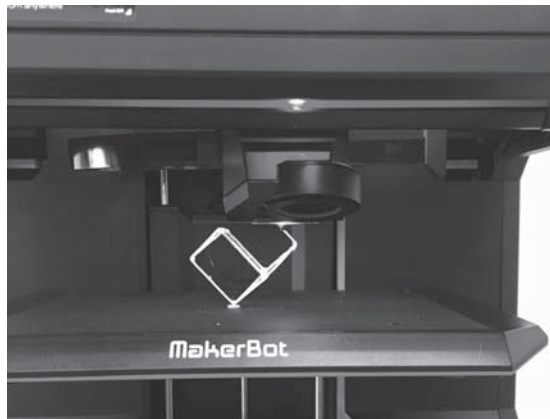


図11. キューブを傾斜させて出力する様子

4.2 型取りのパーツとして用いた事例

次に紹介する事例もまた、卒業制作の一つである。昨年度から引き継いだ、より複雑でオリジナルな形体の追求、他の技術や素材との有機的な組み合わせという課題に挑戦し、型取りの原型として3Dプリンターを使用した事例である。

作品のコンセプトは、身近な風景をジオラマとして封じ込めた花器の制作である。そこで、花器自体の形体は3Dプリンターならではの美しい幾何学的な曲線を生かした容器を考案した。ただし、花器は透明樹脂で作り、その中に砂浜と横たわる人物模型を封入する必要があった。そのため、3Dプリンターで出力した形体そのものを作品とするのではなく、それを型取りの原型として用いることとした。図12は、3Dプリンターで出力したものをパテと紙ヤスリで表面が滑らかになるまで磨き上げ、型取りの雄型としたものである。

工程としては、雄型を制作した後、シリコンで型取りして雌型を作り、雌型にオブジェと透明樹脂を段階的に流し入れてジオラマを作り、硬化させる。これを繰り返してできた作品が図13である。春夏秋冬シリーズのうちの夏の表現で、白い砂浜に白い人体模型が横たわる作品のため、写真ではジオラマがわかりにくい。これもまた3Dプリンターと多くの手作業を組み合わせた工程によって生まれたオリジナリティーのあるユニークな作品となった。花器の形体自体も一から手で作ることが非常に困難な形態であり、3Dプリンターの特長を生かした作品と言える。



図12. 3Dプリンターによる雄型。これを元にシリコンで雌型を作成した。



図13. 学生作品
透明樹脂で複製され、内部にジオラマを封じ込めた花器の作品

4.3 カメラオブスキュラの構造体として3Dプリンターを用いた事例

科目「総合造形Ⅱ」において、オリジナルのカメラオブスキュラの制作を課した。課題の狙いの一つは、制作物に応じて自由に素材や技法を組み合わせることができる素材や技法の知識と選択力を習得させることにある。この科目で、3年生の女子が『フォトグラフィック・ペーパーカメラ』（図14）を制作した。これはカメラオブスキュラを学生の発想で90度に折り曲げたもので、テーブルに置いた状態でも風景が観賞できる装置である。この装置のレンズの焦点距離を合わせる仕組みに3Dプリンターによるネジが用いられた（図15）。

実際、直径100mmのネジの制作は、木材や金属素材の場合、工作機器が無ければ手作業では困難である。しかし、3Dプリンターであれば、10分も掛からずモデリングは完了する。強度も機能も問題がなく、今回の制作においては、美観も損ねない。3Dプリンターの特徴を理解し、そのメリットを生かした使い方と言える。



図14. 『フォトグラフィック・ペーパーカメラ』
学生作品、2017

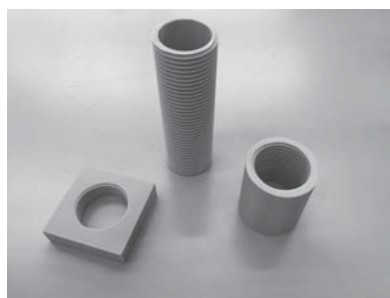


図15. 『フォトグラフィック・ペーパーカメラ』
の内部の3Dプリンターで出力されたネジの構造体

4.4 考察

上述の3つの作品事例では、それぞれ工夫をこらし、昨年度から引き継いだ、より複雑でオリジナルな形の追求、他の技術や素材との有機的な組み合わせという課題に応える作品制作となった。その点で、3Dプリンターの導入2年目としての成果が認められたと考える。今回は紹介しきれなかったが、実際今年度は多くの学生が作品の一部に3Dプリンターを用いる場面が見られた。しかし、自主的に作品にこの新しい技術を取り入れようとする学生は一部で、大半は見本を提示して初めて使用に踏み切る状態であった。今回の事例で紹介した学生のうち、自主的に使用を希望した学生は2番目の学生のみで、他の二人は、筆者の提案やサンプルの提示がきっかけとなった。これを考えると、今後は、使用マニュアルやテキストだけでなく、3Dプリンターの造形の可能性を見せるようなサンプルや、ネジや蝶番などの機能を持った実物のサンプル、先行作品の資料を充実させることで、直接的に作品への導入をイメージさせる工夫が必要であろう。

（藤枝由美子）

5. まとめ

本稿の目的は、造形教育の教材としていかに3Dプリンターを導入・展開できるか、その可能性を検討し、教授法を研究することにあつた。

まず、2章で3Dプリンターを用いて機能を持ったオリジナルキャラクターの出力事例を紹介した。昨年度の研究に引き続き、使用ソフト Maya、Meshmixer、Makerbotprint の互換性に問題が無いこと

が確認でき、現実的に出力可能な形体について知識と経験が蓄積された。そして、3Dプリンターの持つ制約の中で可能な授業の工夫の必要性を指摘した。

3章では、立体作品の出力における成功例と失敗例を提示し、出力に適した形体の仮説と検証を行った。その結果、作品として使用するには3Dプリンターはまだ制約が多く、不自由な部分もあるため、製作者側に工夫が強いられる現状であることを指摘した。

4章では、現状の3Dプリンターの制約を踏まえ、いかにしてより複雑で有機的な作品へと展開できるかを追求し、これを手仕事やアイデアでカバーした複数の作品例を提示した。またそのような作品を制作するためには、使い方の指導以上に、イメージを湧かせるような指導者側の先行作品の提示やサンプルを準備などの工夫が鍵となることを指摘した。

以上のことから、3Dプリンターのデザイン・造形教育の授業における活用については、成功例や失敗例も含めて昨年度より多くの実践例を得ることができ、今後の3Dプリンターを用いた授業計画の参考とすることができたと言える。同時に、3Dプリンターの性能に合った形での課題設定、適した形体及びサポート材の配置の工夫などについて今後も継続した検証を行い、知識と経験を蓄積していく必要があると考える。このような経験を積んだ後に、将来的にはより複雑で大型の作品制作や、他分野とのコラボレーション作品、外部とのデータのやり取りを介した共同制作、社会貢献に繋がるデザイン作品のモックアップ出力等々の可能性が見えてくるだろう。

芸術学部共同研究としては今年度の研究をもって終了とするが、今後は各授業や研究において引き続き検証を重ねていきたい。

なお、本稿は2章が赤山仁、3章が山内哲也、それ以外を藤枝由美子が執筆した。

注

- 1) 玉川大学芸術学部研究紀要 (8), 101-108, 2016
- 2) AutoDeskのFusion360は学生や教員は無償で使用可能な3DCADソフトである。

図版撮影

図1・2：赤山

図3～9：山内

図10～15：藤枝