

## 三次元造形システムを利用した総合造形教育に関する研究

平成 20 ～ 21 年度独創的研究助成事業 / 平成 22 ～ 24 年度教育力向上支援事業

森下眞行・金丸敏彦・三原鉄平

### 1. はじめに

近年、メーカーなどから三次元造形（以下、3D 造形）ができるデジタルデザイナーへのニーズが増加している。しかしながら、大学教育は開学当時のカリキュラムを基本として、社会の変化に十分対応できていないのが現状である。本研究は、最新の 3D 造形システムを利用して、造形の入力から出力までの一貫した新しい教育カリキュラム導入によって、工学的知識に裏付けられた造形力の向上と 3D 造形に関する基礎知識力の向上を図り、社会ニーズに対応した教育力向上を目的としている。

#### 1.1 社会的背景

今日、製造業における 3D 加工機は切削型から光硬化型造形、紙積層造形、粉体硬化型造形など、非切削型に移行している。この理由としては、より高速に、より安価に、塑性に関わらず形状確認が行えるなどがあるが、それ以外に、材料の再利用など環境面からの理由（環境的側面）やデザイン設計を行うオフィスに近い場所での確認が即座に行えるなど（利便的側面）がある。そのため、3DCAD デザイナー（デジタルデザイナー）へのニーズが大きく増加している。背景としては、製造業を中心としたビジネス環境の改善により、デジタル分野での人材ニーズへの期待が高まっているからである。さらに、団塊の世代の大量退職や熟練技術の継承などを補う意味でも、デジタルモデリング分野での人材ニーズは今後も増加してゆくと考えられる。（少子高齢化の側面）

#### 1.2 研究の特色

本研究は、今後益々デザインプロセスで重要になる「3D 造形、いわゆるデジタルモデリング<sup>1)</sup>」の意義を、体験的かつ体系的に学ぶと同時に、よりリアルに、スピーディにアイデア（イメージ）を実体（立体）として表現し、検討することによって、より高度な造形能力を習得することを目的としている。造形教育において、形状の入力から出力までの一貫した教育カリキュラムの実施によって、デジタルモデリングに関する造形力と知識力において、総合的な能力向上が期待できる。さらに既存設備と合わせて、造形表現の多様性に対応することが可能になると考える。

平成 19 年度にて設置導入した米国 Z-Corp 社製 3D プリンタは、現在、開発設計期間の短縮対応のため、大手メーカーデザイン部門始め、大学及び研究機関での導入が進んでいる。大学においては、医学部・歯学部で、医学教育用として既に導入実績が高く、芸術系及び工学系大学デザイン科においても、3D 造形教育へのニーズ対応から導入が始まっている。特に、プロダクト分野のみならず、建築・セラミック・ジュエリー系デザイン教育の 3D 出力（簡易金型製造など）などに利用されつつある。

### 1.3 本学の人材養成・学術研究への反映

本研究では、3DCAD の知識・基礎操作を学びながら、イメージを形にして検討する道具として 3DCAD を利用する意味とその有用性を研究する。形状形成・編集の基礎から入り、数値入力による形状形成、リアルな質感表現のための知識・技法などを習得する。応用課題として、実際にいくつかのプロダクトを学生が設計し、3DCAD でデザインや構造を検討・修正し、デザインツールとして使いこなせるようにする。これにより、本学のデジタル造形分野での社会に役立つ人材育成に貢献することが可能になると期待する。

### 2. 研究方法

本研究では、CAD や 3D プリンタなどの最新のデジタルデザインツールを使い、新たなアイデアや造形を発想するメソッドを探るものである。作業の高効率化のために生まれたデジタルツールを、クリエイションツールとして活用することが可能かを検証してゆく。平成 20 年度からは、カリキュラムへの導入試行として、卒業研究及びプロダクトデザイン実習、CG/CAD 演習、プロダクトデザインゼミナールにて、実習・演習課題にて実施し、プロトタイプング手法により検証することにした。教育力向上支援事業対象最終年度（平成 25 年度）を目途にアンケートを実施し、その効果を測定把握する。

実施に際して事前調査として、1) 最新の 3D 造形テクノロジーの調査、2) 企業及び工学系大学での先進導入調査を行った。

#### 2.1 最新の 3D 造形テクノロジーの調査

- ①平成 20 年～ 23 年第 10 ～ 13 回設計・製造ソリューション展（東京ビックサイト・東京都江東区）
- ②平成 20 年～ 23 年第 12 ～ 15 回関西 設計・製造ソリューション展（インテックス大阪・大阪府大阪市住之江区）

#### 2.2 企業及び工学系大学での先進導入調査

3D 造形教育を実施する上での問題点や課題を具体的に調査するため、実際に大学及び企業を訪問した。

##### ①愛知産業大学造形学部デザイン学科

平成 20 年 7 月 14 日三河キャンパス（愛知県岡崎市岡町原山 12-5）  
訪問者：佐藤延男教授

<http://asu-g.net/univ/gakubu/zoukei/design/index.php>

##### ②大同大学情報学部情報デザイン学科プロダクトデザイン専攻

平成 20 年 7 月 14 日滝春キャンパス名古屋市南区滝春町 10 番地 3  
訪問者：井藤隆志准教授

<http://www.daido-it.ac.jp/gakubugakka/product/index.html>

##### ③原田自動車設計株式会社

平成 23 年 3 月 9 日日本社（愛知県みよし市三好町中島 24）訪問者：  
代表取締役 原田久光社長 <http://www.hvd.co.jp/index.html>

\*MORISHITA Masayuki デザイン工学科

④大阪工業大学工学部空間デザイン学科  
平成 24 年 12 月 19 日大宮キャンパス(大阪市旭区大宮 5 丁目  
16-1) 訪問者: 学科長 宮岸幸正教授 <http://www.oit.ac.jp/da/>

### 3. 3D 造形システムについて

#### 3.1 伝統造形手法について

従来のモデリング造形手法には、一般的には除去加工、変形加工、付加加工(図 1) の 3 種類がある。単品毎の加工方法のため、制作時間がかかり、制作途中での造形変更や期間短縮に対応することが困難であった。3D 造形システムでは、3D データによって生成された薄い層状物を積み重ね接合して立体創成する新たな造形手法である。いくつかの点で伝統的造形手法より優れた特徴を持っているところに多くの注目を集めることとなっている。

一般的な伝統造形手法

- |                        |
|------------------------|
| ①除去加工：切削加工、レーザ加工、エッチング |
| ②変形加工：鋳造、鍛造、プレス成形      |
| ③付加加工：接着、溶接、メッキ        |

#### 3.2 3D 造形システムの種類

3D CAD データ(以後、3DCAD データ) によって生成された薄い層状物(プラスチック、石膏、紙など)を積み重ね接合して立体創成するものである。この方法の基本的な造形方法は、まず設計された 3DCAD データを各層ごとに切断し、2D スライスデータを作る。次に、このスライスデータを使って、それぞれの造形方法で各層ごとの薄い層状のシートを作成、これを順次積層していくことにより 3DCAD データと同じ立体形状を得ることができる。言い換えれば、等高線上に沿って切った厚紙を重ねて、立体地図を作ることと同じ手法である。これを 3DCAD データを基にして各層を自動的に作り、さらに積層も自動的に行うところが 3D 造形システムの特徴である。この方法を最初実現したのが、米国 3DSystems 社の光造形法で、造形原理は(図 1) である。

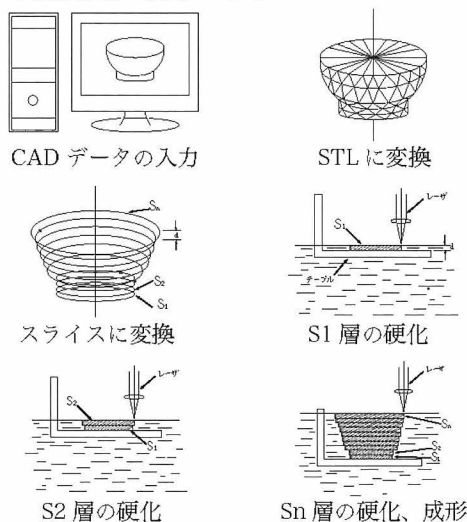


図1.米国3DSystems社の光造形法(日刊工業新聞社)

その後、様々な 3D 造形システムが誕生し、現在では(図 2) のように 5 つの方法がある。

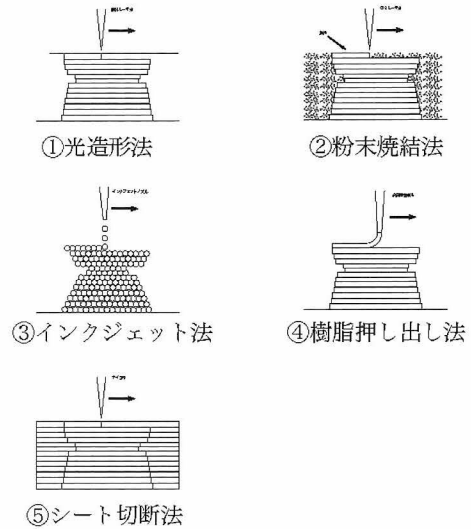


図2.様々な3D造形システム(日本モノづくりワールド)

#### 3.3 3D 造形システムの特徴

3D 形状の制作は、従来主として切削加工などの除去加工によっておこなわれていた。この切削加工と比較し、3D 造形システムには以下の特徴がある。

- ①切削加工では、加工条件の選択、CAD/CAM データ作成に熟練を要し、ワークの取り替えを含めかなり長時間の作業を要する。しかし、3D 造形システムでは、3DCAD データが存在すれば、多くの作業が自動化され、簡単な訓練により使いこなせるばかりでなく、比較的短時間に自動造形が可能となる。
- ②切削加工では、部部分割をしない限り、複雑な内部形状は加工できない。外部形状でも工具が入らない形状のものは加工できない。しかし 3D 造形システムでは、どんな複雑形状でも造形可能であり、しかも寸法精度もかなり高い。
- ③切削加工機は、安全衛生環境上また使用電力の問題により、オフィス内では使用できない。3D 造形システムは、切削も発生せずまた騒音も発生しないので、オフィス環境で十分使用できる。工作機械に比較すると機械は小型であり、デスクトップ機も存在する。
- ④ 3D 造形システムは、変更や精度不足に対しても、CAD データを修正しさえすれば、造形品の変更や修正が極めて容易である。実際の造形自体が切削加工に比較して非常に簡単であるために、修正後の再造形が容易でありこの利点が生かされる。

一方、3D 造形システムを切削加工と比較すると、以下のような課題も存在する。

- ①完全な 3D データの存在が前提であり、そのデータなしには制作できない。一方切削加工では、精度や複雑形状はともかく、熟練者の存在と図面があれば、なんとか削ることは可能である。
- ②対象材料に制約がある。樹脂でも汎用樹脂は無理であり、金

\* 三次元造形システムを利用した総合造形教育に関する研究 森下真行

属材料でもごくかぎられた材料のみである。一方切削加工では、可能な対象材料は極めて広く、ほとんどの工業材料に及んでいる。

③現在の3D造形システムの寸法精度は、最大±0.1mmのオーダーであるのに対し、切削加工では±0.01mmオーダーで、高精度を必要とする部品には精度的に不十分である。

④シート切断法と粉末焼結法を除いてサポートを必要とし、造形後に不用部の除去作業を必要とする。材料を無駄にすると同時に、かなりの手間を要している。

### 3.4 3D造形システムによるモデリング

#### 3.4.1 形の検討

3D造形システムを使用しない場合は、形状データの一部のみ表示された2Dの設計図、またデザイナー自身が予想するモデルのイメージにより、モデルづくりを行っていた。この途中のスケッチ、図面また手作りモデルは、精度的に正しいかどうか、また自分が狙ったイメージと一致しているかどうかは3D造形システムでは検討できる。デザインデータを「物」として見たり、触ったりすることができ、特にワイヤフレームからサーフェース、ソリッドモデルへの展開することは、デザイン途中段階でのアイデアの範囲を広げることにより有利である。

- ①2Dスケッチ、図面と3Dモデルの検討
- ②手作りモデルと精密寸法モデルの検討
- ③予想イメージと本物モデルの検討

#### 3.4.2 拡張性としての転写(モデリング材料の多様化)

3D造形システムでは、限られた材料しか使用できないので、モデリング範囲に制約がある。しかし、転写を利用すれば、多種材料の完成度高いモデルもでき、制作時間も手作りよりかなり短縮できる。

##### ①真空成形による方法

3D造形システムで原型を出力し、真空成形によりモデルを制作。  
対応材料：プラスチックシートなど

##### ②型を作ることによる方法

3D造形システムで型を出力し、液体材料を流すことによりモデル制作。  
対応材料：金属、セラミック、樹脂、シリコンなど

##### ③手作り成形による方法

3D造形システムで出力した造形物を基づいて、その上に他の材料を乗せたり、再造形したりする。複雑な造形や寸法変更によく使われる。対応材料：粘土、その他

### 4. カリキュラム導入における分析と考察

平成20年度からは、カリキュラムへの導入試行として、卒業研究及びプロダクトデザイン実習、CG/CAD演習、プロダクトデザインゼミナールにて、実習・演習課題にて実施し、プロトタイプング手法<sup>2)</sup>により検証した。参考として、一部の実習・演習を報告書末頁で報告する。

アイデアスケッチやレンダリング、検討モデル、デザイン図など、デザインを検討するためのプロセスには、大きく分けて二つの

目的がある。一つはアイデアを可視化して他人と共有するため、二つ目はデザインの出来映え(エクスキュージョン)を上げるためである。あいまいなイメージを何かに定着させなければならない瞬間には、気づいたり、確認したり、判断したりといったクリエイティブの要素が集約している。デザインの出来映え(エクスキュージョン)を上げるためには、こうしたステップをできるだけ多く、また効率的に経ることが必要である。

3Dプリンタは、こうしたステップを効率的に踏むために非常に有効なツールである。単に安全で出来上がりが早いだけでなく、わずかな造形の違いをきちんと反響することができる。しかし使用者本人が、或は指導者がそのような目的や意味を認識しているかいないかで、教育上大きな違いがある。学生の特性として、自分の思っていたイメージと立体との間にギャップが存在していることに気づいていない、或は非常に荒い感度でしかとらえていないことが多い。自分でデータを作り、3Dプリンタで実際に立体化すると、ハンドメイドより精度が高いだけに、データと実物との間(或は自分の認識との間)にギャップを感じることができ、そのことがデザインの出来映えを上げると共に、高い教育効果へとつながる。他人にデータを作ってもらい出力するだけでは、お手軽なモデル製造機に過ぎなくなってしまう。

### 5. まとめ

3D造形システムを教育に活用するポイントをまとめると、1)本人がデータを作る必要(あるいはそのための意欲や技能、またそれを実現するカリキュラム)があることと、2)その意味や目的をしっかりと指導することである。また、単にモデルの仕上がりを上げるためだけでなく、面の微妙な違いを認識するためにも、プライマー等による表面仕上げの検討は必要である。今後の教育への活用手段としては、出来映えの差を示す見本モデルを作成するなど、言語化しにくい微妙な造形の違いを可視化するツールとして活用することなどが考えられる。

平成19年度までの授業の中では、3DCADから立体のモデルにするためにCADのデータをNC工作機に使えるGコードに変換した上で、エンドミル等の刃物による切削工具を使いモデルを制作するといった複雑な行程を取っていた。そのため、CAD制作以降の高度な変換作業や複雑で危険な加工作業を教員が行っていた。また、工作機を使った加工作業は、学生の学習にもブラックボックスとなり良い結果となっていなかった。さらに、教員の加工するための準備や安全動作確認のため負担も重くなっていた。平成20年度から3Dプリンタを使うことで、切削加工では不可能だったカラーリングや複雑な形状の精度を上げることが可能となり、安全で速やかなモデルを成形することができるようになった。さらに、各学生が考えたデザインを加工工程の学習から検証するまでの時間が授業時間内で確保できるようになり2Dから3Dモデルまでの一貫した流れを学習できるようになった。

## 6. 今後の課題

今回研究対象とした課題において使用した3Dプリンタは、作業の高効率化のために生まれたデジタルツールではあるが、大学教育での活用という観点からみて、大きく二つの方向性があることが明確になった。一つ目は、従来からのデザインモデルの精度アップ(デザイン品質向上)である。二つ目は、クリエイションツールとして活用するアイデアを発想するための支援ツール(クリエイティブ向上)である。デジタルツールの導入も、その他のツールの導入時と変わらず、作業効率アップや開発スパンの大幅な短縮、よりクオリティの高いものづくりのために重要な役割を占めていた。しかし、すべて手でやっていた頃と、現在のほとんどデジタル化されたものづくりとは、かなりものづくりのスタイルが違うにもかかわらず、効率を求める使われ方ばかりで、製法や形態の変化に繋がっていない事を知った。もともと作業効率を上げるために開発されたツールのため、新しい造形を作ろうと思って使われていないのは、当然とも言える。しかし、デジタルツールには様々な可能性が感じられ、新たに何かを作らだすことは十分できると考えられる。単に手間を省くためのツールとして使うだけでなく、アイデア発想の手法としてよりクリエイティブに利用すると、デジタルならではの表現と形態が生まれるのではないだろうか。

最近、「WIRED」元編集長(3DロボティクスCEO)のクリス・アンダーソン氏が出版した「メイカーズ」にて、小型3Dプリンタなどのデジタルツールを活用した21世紀型の新しいモノづくりの考え方(メーカーズ・ムーブメント)が注目されている。本学においても、3D教育の延長線上として、新たなPBL型の教育プログラム開発の必要性を強く感じている。

## 7. 学会発表等

- ①平成20年度デザイン学会第3支部研究発表(ポスター発表)、平成21年3月21日、名古屋市立大学学術工学部
- ②平成21年度OPUフォーラム2009(ポスター発表)、平成21年5月29日、岡山県立大学体育館
- ③平成21年度岡山県立大学オープンキャンパス(ポスター発表)、平成21年8月1～2日、デザイン学部棟1F
- ④平成21年度岡山県立大学・大学祭(ポスター発表)、平成21年11月7～8日、デザイン学部棟1F
- ⑤第2回日本感性工学会関西支部大会(口頭発表)、平成24年5月20日、和歌山大学システム工学部
- ⑥第59回日本デザイン学会春季研究発表大会(口頭発表)、平成24年6月23日、札幌市立大学デザイン学部
- ⑦平成24年度紀要集(研究報告)、平成25年2月、岡山県立大学デザイン学部

## 8. 使用機器

- ①入力ソフト(ソリッド型):FreeFrom Modeling With Omini
- ②入力ソフト(サーフェース型):RHINOCEROS4.0(AppliCraft社)

\* 三次元造形システムを利用した総合造形教育に関する研究 森下眞行

- ③データ変換:STLデータ修正ソフト(Materialise社)
- ④接触型3Dスキャナ:MODELA(Roland社)
- ⑤出力機:3D造形機ZPrinter 450 System(ZCorp社製)

## 9. 参考文献

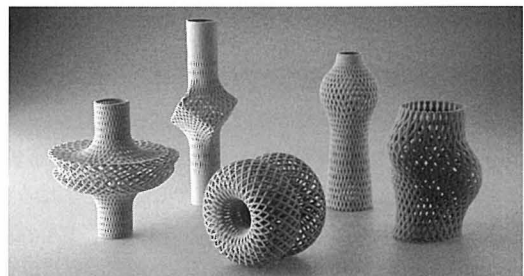
- ①Roland Knauer,Transforamtion :Basic Principles and methodology of design, BIRKHAUSER, 2008
- ②飯田吉秋「誰も教えてくれない3DCAD デザイン術」,ワークスコーポレーション, 2006
- ③飯田吉秋「思いのまま@美しい3D」,オーム社, 2008
- ④中島淳雄・女井誠司・斉藤兼彦「Rhinceros オフィシャルラーニングブック(プロダクトデザイナー・設計者のための3Dデジタルモデリング)」,ワークスコーポレーション, 2007
- ⑤是枝靖久「Rhinceros 入門株式会社ラトルズ」, 2007
- ⑥御沓佳美・垣内幸夫「最強のものづくり」,日本経営合理化協会出版局, 2001
- ⑦藤堂安人「3Dものづくり製造業勝利への道」,日経BP社, 2004
- ⑧平成24年度デザイン学研究科修了研究中間発表会 梗概概要集
- ⑨九谷他「光造形法」,日刊工業新聞社, 1990
- ⑩日本モノづくりワールド「3Dバーチャルリアリティ展示会資料」, 2012注1)「デジタルモデリング」の定義として、今回は入力や出力のプロセスでCAD(Computer Aided Design)やCAM(Computer Aided Manufacturing)等のデジタルツールを利用したデザインモデルとする。

注2)「プロトタイプング手法」とは、製品開発やソフトウェア開発において、いったん試作モデル(プロトタイプ)を作り、利用者が何度も機能や操作性を確認して、その評価を最終製品やシステムに反映する開発手法のこと。本研究では、授業を通じたトライ&エラーを繰り返し行うことで、目標とするカリキュラムの姿に近づけてゆく意味で使用している。

## 参考資料1

### 研究対象課題(実習・演習への導入)

- ①平成20年度工芸工業デザイン学科卒業研究「デジタルデザインを使った造形方法の研究と可能性」(プロダクトデザインコース4年藤川裕子、指導教員:森下教授)、研究目的:本研究はCADや3Dプリンタなどのデジタルデザインツールを使い、新たなアイデアや造形を発想するメソッドを探るものである。

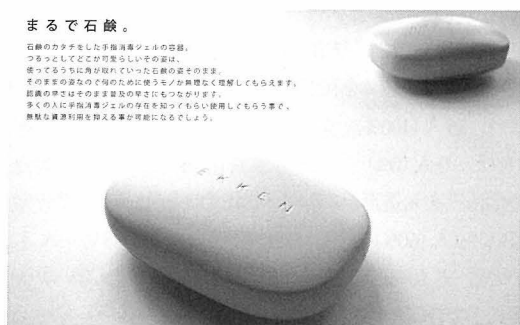


②平成 20 年度デザイン工学科プロダクトデザイン実習Ⅳ(プロダクトデザインコース 3 年田中研一、指導教員:三原助教)



学生は、モーター等電子部品を組み込んだモデルが要求されるため、一部の希望者を選抜し、具体的に Rhinoceros 4.0 での CAD データ作成、3D プリンタでの出力、ワックス及びプライマー塗布による形状安定化、塗装仕上げと実際の企業でのデザインモデルと同じプロセスを経験した。3D プリンタの素材が石膏のため壊れやすく、強度アップのためワックスだけでなく、新たにプライマー塗布による形状安定化を発見した。その後、平成 21 年 2 月販売先の DICO 社より、素材の強度を高める紫外線硬化型フィクサーが紹介された。

③平成 20 年度プロダクトデザインゼミナール(プロダクトデザインコース 3 年島田知幸田中研一、指導教員:森下教授・三原助教)「第 2 回エコ・デザインプロダクツ 2008」入賞(田中研一)



夏季休暇期間を利用して、3D ソフトの習熟を目的に 3D モデリングに挑戦した。モデルとフォントの一体化など新しい試みが実施された。

④平成 20 年度 CG・CAD 演習Ⅱ「課題テーマ:CAD から 3D プリンタ」(デザイン学部 2 年生 50 名、指導教員・金丸教授)

この演習授業では、コンピュータによる 2D 表現から 3D 表現までの基礎及び応用知識を習得することを目標にデザイン学部デザイン工学科及び造形デザイン学科 2 年生を対象に開講している。前々期、各ソフトの概要及び操作方法を学び、前後期には、そのソフトを全て使って最終成果物及びプレゼンを行なった。この演習で使用したソフトは Photoshop、Illustrator、InDesign、Form-Z である。



今回の制作課題は、生活の中で実際に使える「ネオジウム磁気を使ったマグネットピン」のデザインを行なった。アイデアスケッチ 50 点以上の中から 1 点を選び CAD で 3D データを制作し、そのデータを直ぐに 3D-printer により加工を行なった。さらに、その 3D データ画像を CG ソフト及び DTP ソフトを使い A4 サイズ用紙に意図説明文(画像 1-2)を作り、3D-printer で加工されたマグネットピンでデザイン学部棟の各階段に張り付け展示を行なった。

⑤平成 23 年度卒業研究(セラミックデザインコース 4 年岡田陽子、指導教員・金丸教授)



参考資料 2

三次元造形システムの利用に関するアンケート(1 回目)

実施時間:平成 24 年 8 月 1 日

実施対象:プロダクトデザインコース 3 年生、セラミックデザイン学専攻 1 年生、院生 20 人

集計結果:

- 課題製作をした時にどんな 3D ソフトを使用しましたか?(複数可)
  - ・ Rhinoceros のみ 17 人(85%) (理由:授業で使い方を知っているのがこれだけなので/プロダクト製品のモデリングに良いソフトのため/学校のパソコンに入っている)
  - ・ Rhinoceros & Flamingo 2 人(10%)
  - ・ Rhinoceros & Flamingo & Hayabusa 1 人(5%) (理由:手で造形が難しいため)
- 図面通りに 3D ソフトに入力することができましたか?
  - ・ はい 15 人(75%)
  - ・ いいえ 5 人(25%) (理由:使い方がわからなかった/三次元曲

- 面の制作が難しい)
3. 3D データの制作は困難なく進めることができましたか?
    - ・ はい 10人 (50%)
    - ・ いいえ 10人 (50%) (理由: 中を抜いて軽くすること/頭ではイメージが出来上がっているがそれを実際に形にするのが難しかった/機能がまだよく分からない/思い通りのRを作ること/全部曲線・オープンエッジを無くすこと)
  4. 3D プリンタ (ZPrinter450) について、知っていることは?
    - ・ 3D データにより直接に造形できる 17人 (85%)
    - ・ 使用材料は石膏粉末である 15人 (75%)
    - ・ 最大出力サイズは 203×203×245mm である 6人 (30%)
    - ・ 最大精度 0.2mm である 4人 (20%)
    - ・ 垂直方向で造形すること 14人 (70%)
    - ・ 全く知らない 0人 (0%)
  5. 3D プリンタの出力は一回で出来上がりましたか?
    - ・ はい 15人 (75%)
    - ・ いいえ 5人 (25%) (理由: 3D のミス/やり直しをした/一度出力した物の厚みが薄くて割れた)
  6. 実際にできたモデルは自分の図面と一致しましたか?
    - ・ はい 15人 (75%)
    - ・ いいえ 5人 (25%) (理由: 自分の能力不足です/ロフトで再現しにくかった/使いこなせなかった)
  7. 三次元造形システムを利用して、モデルの完成度に満足しますか?
    - ・ はい 20人 (100%)
    - ・ いいえ 0人 (0%)
  8. 次回も三次元造形システムを利用したいと思いますか?
    - ・ はい 20人 (100%)
    - ・ いいえ 0人 (0%)
  9. 講義を通して三次元造形システムに対する興味はわきましたか? また気づいたことや改善した方が良いと思う点について書いてください。
    - ・ ライノセラスは、使えば使うほどだんだん使えるようになってくるのが分かる。3D での制作は苦手意識があるが、積極的に使っていきたい。
    - ・ 使えるなら何度も使わせていただきたいです。
    - ・ もっともっと複雑なものを出力したいです。
    - ・ とても興味深い。もっと気楽に使用できるようになったら嬉しい。
    - ・ プリンタの清掃方法やエラーの対応の仕方を知らないので使っている人が多いので不具合が良く起きる。

### 三次元造形システムの利用に関するアンケート (2 回目)

実施時間:平成 24 年 10 月 4 日

実施対象:プロダクトデザインコース 4 年生 15 人

#### 集計結果:

1. 課題製作をした時にどんな 3D ソフトを使用しましたか?(複数可)

\* 三次元造形システムを利用した総合造形教育に関する研究 森下眞行

- ・ Rhinoceros のみ 14人 (93%) (理由:学校のパソコンに入っていたから/授業の一環として必要だったから/授業ですすめられたため/授業で教えたため/3D プリンタで出力するデータを作成するため)
  - ・ ArchiCAD 1人 (7%)
2. 図面通りに 3D ソフトに入力することができましたか?
    - ・ はい 13人 (87%)
    - ・ いいえ 2人 (13%) (理由:自由曲線の入力がわからなかった)
  3. 3D データの制作は困難なく進めることができましたか?
    - ・ はい 8人 (53%)
    - ・ いいえ 7人 (47%) (中のくり抜き/二つのものを結合する/ソフトの扱い方/ソフトの機能が覚えられない/結合とか/面を張る/三次曲面)
  4. 3D プリンタ (ZPrinter450) について、知っていることは?
    - ・ 3D データにより直接に造形できる 11人 (73%)
    - ・ 使用材料は石膏粉末である 10人 (67%)
    - ・ 最大出力サイズは 203×203×245mm である 0人 (0%)
    - ・ 最大精度 0.2mm である 0人 (0%)
    - ・ 垂直方向で造形すること 4人 (27%)
    - ・ 全く知らない 0人 (0%)
  5. 3D プリンタの出力は一回で出来上がりましたか?
    - ・ はい 12人 (80%)
    - ・ いいえ 3人 (20%) (理由:作品の角が鋭利すぎるため/大きさがイメージと違った/角がかりけていたため)
  6. 実際にできたモデルは自分の図面と一致しましたか?
    - ・ はい 14人 (93%)
    - ・ いいえ 1人 (7%) (理由:うまく表現できなかったから)
  7. 三次元造形システムを利用して、モデルの完成度に満足しますか?
    - ・ はい 15人 (100%)
    - ・ いいえ 0人 (0%)
  8. 次回も三次元造形システムを利用したいと思いますか?
    - ・ はい 9人 (60%)
    - ・ いいえ 6人 (40%) (理由:難しい/ソフトが使えないから/実際に手で作る方が楽しいので/操作が難しいから)
  9. 講義を通して三次元造形システムに対する興味はわきましたか? また気づいたことや改善した方が良いと思う点について書いてください。
    - ・ コストが高いので、学校からの補助などがあればより使いやすくなると思います。(現在は教育力向上支援事業で費用負担はない)
    - ・ 3D プリンタの出力のみならず、レンダリング技術向上のためにも、3D レンダリング力を授業で課す必要があると思います。
    - ・ 使えることはかなりアピールになった。もっと 3D システムを使う講義があった方がよいと思う。
    - ・ 手作りでは作るのが難しい造形をつくることのできるの、非常に興味があった。
    - ・ 3D ソフトの授業でもっと勉強できたら良かったです。