

## 3D CAD・3D プリンターを活用した製図の授業紹介

## Introduction of the Drawing Class by using 3D CAD・3D Printer

添田 晴生\*

Haruo SOEDA

## はじめに

本学では、「ときめき」「実践」「感動」「発展」の 4 ステップの実学教育を掲げており、その実学教育の下に、2013 年 10 月に 3D 造形先端加工センターが設置され、5 軸マシニングセンター、金属光造形複合加工機、3D プリンター、ワイヤ放電加工機を中心とした 3 次元造形のための先端加工設備が整えられた。

そこで、筆者が担当する環境科学科の「工学基礎製図」の演習授業において、立体の空間認識能力が低い学生の理解を助けるために、本学に導入された 3D プリンターを 3D CAD とともに活用したので、その活用方法と学生のアンケート結果からその効果について報告する。

## 1. 授業の概要

環境科学科の工学基礎製図は 1 年生後期に配当され、基礎専門科目の選択科目になっている。履修者は、2014 年度で 94 名、科目履修生 6 名の合計 100 名であった。また、TA は毎年 2 名の体制で行っている。本授業では、工学に不可欠である製図の基本的な読み方、書き方を教え、実習を通して、その知識と技術を習得することを目的としている。また、本授業の目標は、学生全員が例えば図 1 に示すような立体を見て、図 2 に示す第三角法による基本的な 2 次元図面が正確に書けるように、また、その逆に図 2 の 2 次元図面を見て図 1 の立体をイメージできるようになることが目標である。

本授業では、ドラフターは使用せず、140 名定員の普通の教室で実習を行っており、学生には、製図道具として、0.3mm と 0.5mm のシャープペンシル、定規、三角定規、コンパスなどを用意させている。また、授業内容としては、線の種類、投影法、第三角法、寸法記号と表記などを教え、基本的な立体や部品の 2 次元図面を書かせている。

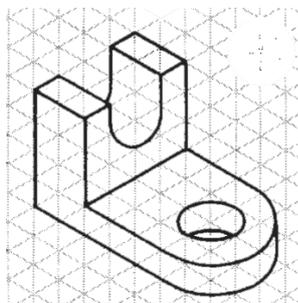
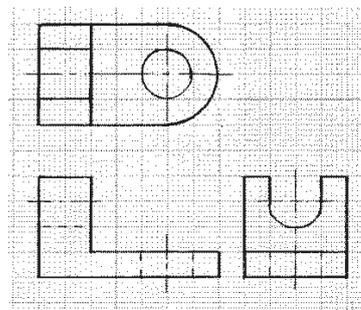
図 1 立体<sup>[1]</sup>

図 2 第三角法による 2 次元図面

\* 大阪電気通信大学 工学部 機械工学科

## 2. 3D CAD・3Dプリンターの導入目的

先ほど示した図1の立体を見て、図2の2次元図面を書く演習課題において、ほとんどの学生は正解に近い図面を書いてくるが、1割程度の学生は図面が書けないか、あるいは、正解にはほど遠い図面を書いてくる。このように立体を2次元平面に変換する能力が極端に低い学生が1割程度はいるのではないかとと思われる。おそらく、これは逆も言え、2次元図面から立体に変換する能力についても同様だと考えられる。

このような学生の理解を助けるために、製図の授業では、おそらく多くの教員が模型や実物を用いることが一般的であると考えられる。ただし、模型の製作には多くの時間を要し、また多くの模型を製作することはこれまで現実的に難しかったと言える。実際、筆者は模型の製作には着手できないでいた。しかしながら、最近、3D CAD、3Dプリンターの普及により立体を簡単に見せ、また模型を手軽に製作できるようになった。また、3Dプリンターでは、立体の断面形状も容易に製作することができる。これらは大きな利点である。

そこで、立体の空間認識能力が低い学生の理解を助けるために、本授業において、今回、3D CADと3Dプリンターの活用を試みた。筆者は3D CADに不慣れなため、フリーソフトで初心者でも扱えるAutodesk社の123D Designを使用した。また、3Dプリンターは、本学に導入されたFORTUS360mc-Sを使用した。

## 3. 3D CAD・3Dプリンターの活用

授業の最初の20分～30分程度は、課題の説明に費やし、残りの時間は製図の実習の時間としている。説明の時間の際、また、実習の途中においても、立体が3次元的にどのように見えるのか、ノートPCを使用して、3D CAD上で作成した立体モデルをプロジェクターによりスクリーンに映し、モデルを回転させ、時には、モデルの断面形状をカットして見せたりすることで、学生の理解を助けるように努めた。図3にその風景を示す。



図3 3D CADのモデル



図4 3Dプリンターで製作した模型

また、授業前には、授業で扱う立体のほとんどを3D CADにより作成し、それを3Dプリンターにて出力した。大きさは縦横高さともに10cm前後として、今回は全部で37個の模型を製作し

た。模型は時間短縮のために中空構造で製作しており、製作時間は1個当たり3時間程度である。また、授業時には、3D CADとともに、3Dプリンターで製作した模型を教壇から学生に見せたりしたが、模型が小さいため、図4に示すように、座席の一番前の机に並べておき、立体がイメージできない学生は自由に触れるようにした。しかしながら、実際は、製図をしている最中に前に来て模型を触りに来る学生はあまりおらず、理解が難しい学生一人一人のところへ、筆者やTAが模型を持って行き、その場で見せたり触らせながら説明をすることが効果的であると感じた。

#### 4. 学生の授業アンケート結果

本授業を初めて担当した2011年度の授業アンケートの学生の自由記述データが残っており、

- 「少し難しい…。課題がわかりにくい」
- 「基礎製図まったく理解できません。」
- 「元々図形問題が苦手なので、まだ図面から形状を想像するのが難しく感じます。」

という意見が見受けられた。一方、3D CAD、3Dプリンターを導入した2014年度の授業アンケート結果を以下に示す。今回は、3D CAD、3Dプリンターで製作した模型についての特別な質問は用意しなかった。

- 「わかりにくい図形などはPCでわかりやすく映していただきました。」
- 「スクリーンを使って授業していたのがよかったですと思います。どんな形の図形かわからなかったとき、パソコンで図形をいろいろな角度から見れて、どんな形をしているか理解できたのでとてもよかったです。」
- 「スクリーンを見やすくしてほしい。」

以上から、分かりやすいという意見が増えたことが確認され、わかりにくいという意見は一つもなかった。ただし、一部の学生には、スクリーンが見えにくかったようで、これはおそらく3D CADの画面ではなく、製図の書き方を実践した様子を書画カメラによりスクリーンに映した様子が見えにくかったのではないかと考えており、次年度は改善していく必要がある。また、3Dプリンターで製作した模型についてのコメントは残念ながら一つもなかった。これは、主に理解力が低い1割程度の学生に対して説明するために模型を使用したためであると考えられる。しかしながら、理解力が低いある学生に、模型を見せたり触らせながら、2次元平面ではどう見えるか説明をしたところ、このような模型があると分かりやすいという意見を個別に得ており、理解力向上に効果があると感じている。

#### まとめ

環境科学科1年生後期「工学基礎製図」の演習授業において、3D CAD、3Dプリンターを活用し、3D CADにより作成した立体モデルを教室のスクリーンに映し、さらには、3Dプリンターに

て 37 個の模型を製作して、立体の空間認識能力の低い学生の理解力向上を図った。

結果として、学生の授業アンケート結果や直接聞いた学生の声から、理解力向上の効果を確認することができた。今後も、さらなる学生の理解力向上のために、3D CAD、3D プリンターを活用しつつ、スマートフォンなどの活用についても検討していきたい。

### 謝辞

3D プリンターでの模型の製作において、本学大学事務局次長 早野秀樹様にご尽力頂きましたことを心から感謝申し上げます。また、教育開発推進センター事務室 溝口文子様には、授業アンケート結果の調査にご協力頂き、心から謝意を表します。

### 参考文献

- [1] 大西 清, 基礎製図 第5版, 理工学社, p.37, (2013)