

## 3次元CAD教育 実習を通しての課題

### An Education of the three (3) dimensional Computer Aided Design (CAD)

-Issues thought practices-

柏原 明良, 桜井 俊明

Akira KASHIWABARA, Toshiaki SAKURAI

いわき明星大学 科学技術学部

要旨: 本学, システムデザイン工学科 2 年生対象の 3 次元 CAD 教育における座学及び実習を通して課題や問題点を抽出し, 今後の CAD 教育のあり方について検討したので報告する.

キーワード: 3 次元 CAD, CAD 教育, 製図, 設計製図

#### 1. はじめに

本学では, これまでの 2 次元 CAD に替え, 平成 17 年度から, CAD 実習用として 3 次元 CAD ソフトウェア Pro-ENGINEER を導入し, 続けて CAD 教育を行っている.

本論文では, 本学, システムデザイン工学科 2 年生対象の 3 次元 CAD 教育における座学及び実習を通して課題や問題点を抽出し, 今後の CAD 教育のあり方について検討したので報告する.

#### 2. 3次元CAD Pro-ENGINEER

導入した Pro-ENGINEER は下記のような特徴を有している<sup>(1)</sup>.

- 1) 米国 Parametric Technology Corporation (PTC) 社が開発した機械設計用上級クラス(ハイエンド)3次元CADである.
- 2) 主な特徴
  - ・単位形状(フィーチャー)を合わせて複雑な機械部品や組立品を構築できる. ここで単位とは, 突起, 穴, 面取りなどをいう.
  - ・パラメトリック機能により, 寸法変更が容易にできる.
  - ・リレーション機能を有する. この機能は穴加工などの位置や直径など他の設計条件と関係を持つ場合に使用する機能である.

・アソシエティビティ機能を有する. 本機能は双方向連携機能のことで, 寸法などが変更の場合, 他の 2 次元図面に反映される機能である.

#### 3. 実習の進め方

本学, システムデザイン工学科で実施されている設計に関する講義や実習を図1に示す.

図1 本学の設計に関する講義および実習

( ) 数値はコマ数

| 学年 | 前期              | 後期                     |
|----|-----------------|------------------------|
| 1  | 基礎デザイン科学(0.5)   |                        |
| 2  | 機械デザイン演習(1.5)   | CAD演習(1.5)             |
| 3  | システムデザイン演習(1.5) | コンラント<br>エンジニアリング(0.5) |

上記関連科目として, コンピュータの仕組み, コンピュータモデリング, コンピュータシミュレーション, CAD / CAM, NCデザインなどがある.

#### 1) 教育目標

世の中の機械系の設計はすでにCADを道具として使用している. 教育現場としてはこの状況を認識せざるを得ない. そこで教育現場として, CADソフトウェアを教育ではCADを使用して設計するというよりはむしろ, CAD操作に慣れることを目標においた. ここで設計とは, 図面の作成およびその図面を保証する計算(あるいは実験)から成立していることを意味する.

本学の設計製図に関する内容は図1に示したように, 製図の基礎は手書き図面による立体と平面との関連を理解することである, という考えの下に設計製図のカリ

キヤラムを組んでいる。この手書きによる訓練を経験した後、3次元CADのその理論的中身および操作方法を習得するのがCAD演習の目標となる。各製造メーカーでは、各種CADソフトウェアを所有しているの、一つのソフトウェア操作だけに特化しても、その他のソフトウェアに対応できないので、慣れを重視することとすることによって、卒業後、もし、CAD現場に配属され、他のソフトウェアを使用する場合でも戸惑うことのないようにすることを狙った。

基本的な使用する題材は薄板構造(石鹼箱)とソリッド体(クランクシャフト)である<sup>(2)(3)</sup>。

## 2) 進め方

- ・座学と実習を毎週行う。ただし、座学:実習 = 1:2
- ・座学は教科書<sup>(4)</sup>を使用。主に、CADの理論的な中身に関する説明を行う。
- ・端末操作は課題を実行する際、順次説明する。

## 3) 実習環境

具体的な実習内容を以下に説明する。

学生数: 約 40 名

端末: 一人一台

講師: 一人, 補助者 4 名(TA / SA), 講師がプロジェクトで説明。補助者一人が端末操作。あと 3 名の補助者は各自学生の指導。

題材: 薄板構造(石鹼箱), ソリッド構造: クランクシャフト

課題

## 4) 実践内容

薄板構造(石鹼箱)

本題に入る前に操作の基本である、マウスの使い方、基本画面の説明などを行う。完成図を目標に押し出しなどの機能を説明する。

学生はプロジェクトを見ながら、講師と共に自分で順次操作や作図を行う。ここにおける重点課題はまず端末の操作方法である。途中、ある段階で区切り、全員が操作を終了したかをチェックしている。質問や操作が分からない学生に対してTA / SAが補佐する。

図2に石鹼箱の完成図の一例を示す。完成図の学生による例を示す。完成図から分かるように、Rの付与や、壁面への穴あけ作業が重要である。手書き図面では、なかなか表現できにくい、3次元角Rから2次元への投影も、3次元CADであれば、簡単に作図できる。



図2 薄板構造(石鹼箱)

ソリッド構造(クランクシャフト)

図3に教材でソリッド構造の例であるクランクシャフトの完成図を示す。クランクシャフトに関しては、学生は既に理解していると思われるが、念のため資料でクランクシャフト構造を自動車工学の面から説明した。

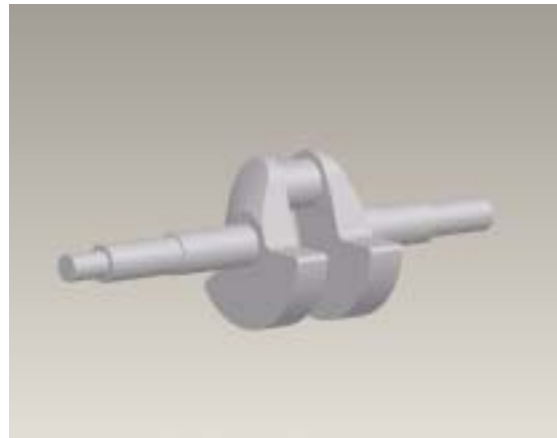


図3 ソリッド構造(クランクシャフト)

ここでは、物体からある面や形を切り取る作業が重点項目である。先に、座学ではこの論理的考え方、すなわち、集合演算に基づいた立体の創生や、Constructive Solid Geometry (CSG) についても説明した。

課題

課題として、教材の薄板構造およびソリッド構造に関連して、下記1)および2)を与えた。また、更に応用面を考え、多少複雑な構造として、自動車のコンポーネントである3)および4)を課題として課した。

- 1) パソコン筐体
- 2) 機械構造体
- 3) インstrumentパネル
- 4) シート

課題は別紙に設計仕様書、主に寸法、特に角Rや

コーナーCについて細かく指示した。また、制作に際して、必ず設計手順書を座学の時間内に作成させた。手順書を一応、チェックしてから、端末へ向かうことにした。

まず、パソコン筐体を作図する際に、筐体のスケッチ図を学生に示した。図4にそのスケッチ図を示す。

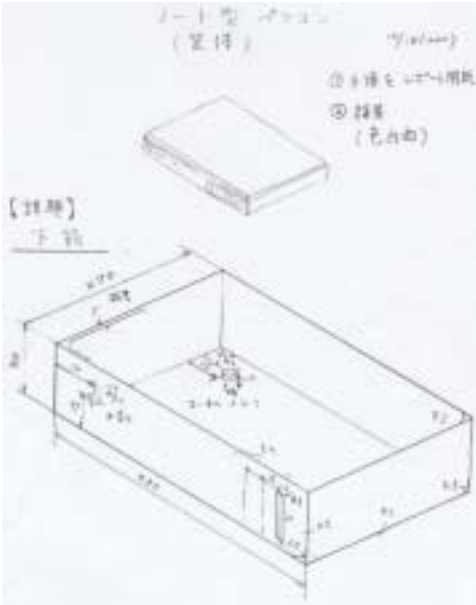


図4 パソコン筐体のスケッチ図

このスケッチ図に従い、学生は手順書を作成し、作図に取組む。パソコン筐体の完成図の一例を図5に示す。



図5 課題1 薄板構造(パソコン筐体)

課題2の場合、構造物三角法による2次元の図面を与え、先ず、等角写像でスケッチ図を作成し、その後手順書を作成し、3次元CADで制作する手順を踏んだ。

図6に三角法による構造物の図面を示す。

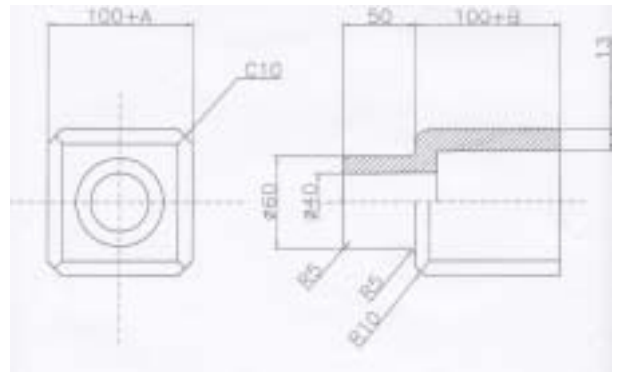


図6 構造物の図面

図7に学生による等角写像と手順書示す。それに基づいて学生が制作した構造体を図8に示す。

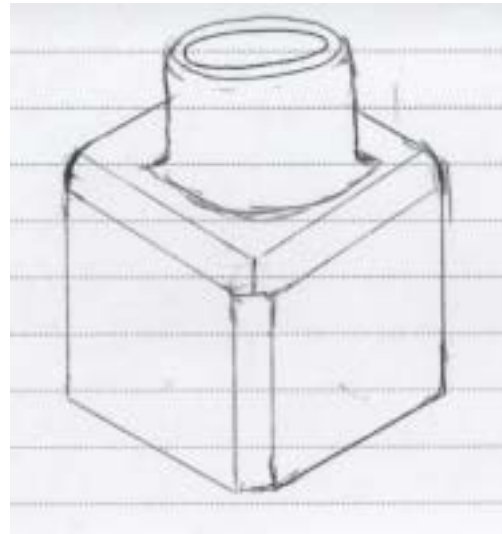


図7 学生による構造物の等角写像

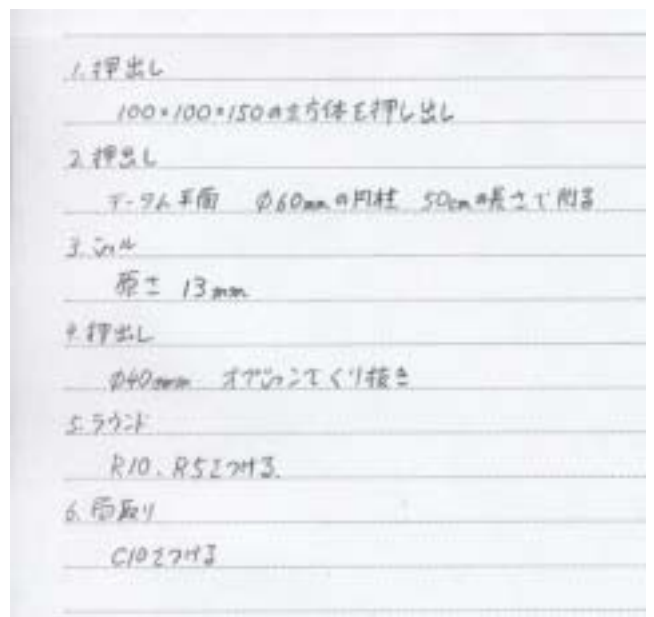


図8 作図手順書



図9 課題2 ソリッド構造(機械構造体)

課題3のインストルメントパネルを制作するに当たり、実際の自動車開発における専門家の描いた意匠スケッチ図のプリントを参考のため前もって学生に配布した。

図10に学生による薄板構造体(インストルメントパネル, 含むセンターコンソール)の完成図を示す。



図10 課題3 薄板構造体(インストルメントパネル)

テクスチャーの観点から、柔らかな木目基調も配慮されている。

#### 4. 課題や問題点

実習の中から質問の多かった項目を纏め、その結果を図11にその結果を示す。

図から分かるように、最初のスケッチ平面、回転方向、データムに関する質問事項が多かった。今後、操作方は最初の段階で丁寧に説明する必要がある。

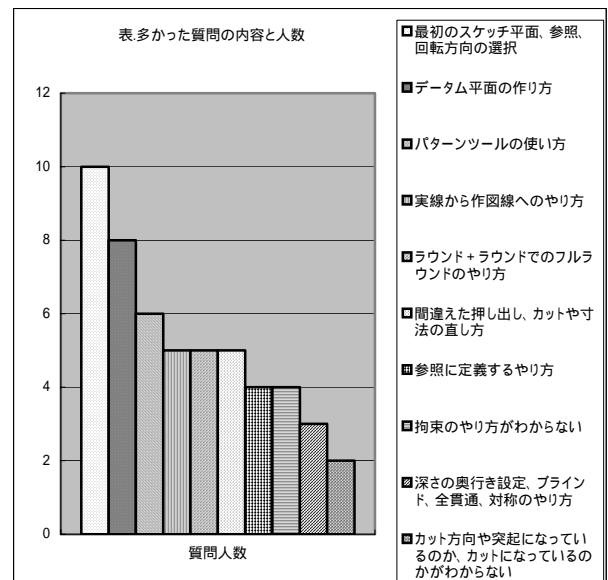


図11 質問の内容とその頻度

#### 5. 結論

1. 教育目標としたCAD端末操作法に関して、T/A/S/Aの補助を得ながら、きめ細かな指導ができています。
2. 座学と実習を併用することにより、よりCADへの理解力が深まると考える。
3. 今後、初期段階で操作に関する適正な説明をより丁寧に行う。

#### 謝辞

いわき明星大学理工学研究科物理工学専攻、井上慶一、井上剛郎および松本和也君らにはご協力いただいた。ここに感謝します。

#### 参考文献

- (1) 上智大学設計製図教育委員会[編], Pro/ENGINEERによる実践3次元CADテキスト, 日刊工業新聞, 2005
- (2) 東海大学総合情報センター, Pro/ENGINEER入門
- (3) いわき明星大学理工学部機械工学科編, Pro/ENGINEER, 2006
- (4) 桜井俊明ら, よくわかるコンピュータによる製図, 日新出版, 2003

