

# 3D-CAD/CAM 教育の実践

— 第1報モデリングとシミュレーションのための教材 —

釧路高専 ○荒井 誠、石塚 和則、千田 和範、小清水 誠  
要 旨

本研究では、学生の資質変化やCADの進歩に対応できる教育効果の高い新しいCAD教育方法を提案している。本報告では、この教育方法のうち、モデリングからCAEシミュレーションの実践について報告する。

## 1. はじめに

高等教育機関の機械工学分野では、従来から基礎教育として設計製図教育が行われてきたが、学生のモノ作り経験の不足などから教育的効果に対する疑問が提言されてきた。また、コンピュータ利用技術の急速な発展にともない、機械製造業では生産情報の伝達手段としてCAD(Computer Aided Design)が多用されるに至っている。この2次元主体であったCADも、設計要素や生産情報を付加できる3次元化への変遷を遂げつつある。

本研究は、学生の資質変化やCADの進歩に対応でき、今後の工学教育において教育効果の高い新しいCAD教育方法を提案している。本報告では、この教育方法のうち、モデリングからCAE(Computer Aided Engineering)シミュレーションの実践について報告する。

## 2. 設計製図系カリキュラム

釧路高専では、ほぼ5年毎にカリキュラムの見直し検討を行っており、情報処理系科目の新設等により機械設計製図の時間割合が減少傾向にある。また、教授内容も、製図要素や製図通則などISO規格の理解を基本としているが、写図主体から創造的演習課題へと変化してきた。

CAD教育も平成4年度にEWSベースの2次元CADシステムの導入とともにCAD1単位を新設、その後平成10年度ではCGを用いた3次元モデリング、平成15年度からは本格的な工業用3DCADシステムによる教育を実践してきた。平成17年度における機械設計製図関係のカリキュラム構成を表1に示す。

表1. 機械設計製図とCADの実施時間

	1学	2学	3学	4学	5学
機械設計製図	2	2	2		
CAD/CAM			1*	1*	1*

\*：前期後期の半期にまとめ、2時間として実施

## 3. CAD/CAM教育の展開

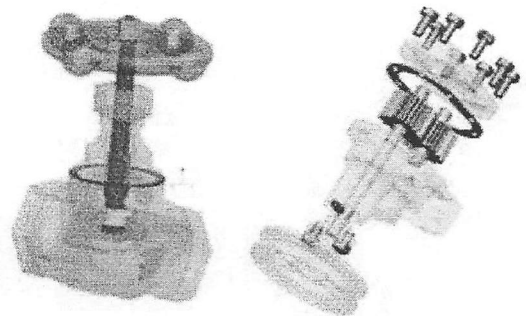
平成14年度までは、3次元CADシステムが高価であるため、その概念の理解を促すことに重点をおき、CGソフトウェアを利用していた。平成15年度において本校情報処理センターの共用システムのレンタル変更に伴い、本格的な3次元CADシステムであるPro/Engineerの導入が決定された。これにより、機構・強度設計をも考慮した3D-CADの教育が実現することとなった。

表2. CADの内容

学年	科目名	内容
3	CAD	パートモデリング、アセンブリ
4	CAD	2次元化、CAE、メカニクスシミュレーション
5	生産システム工学	CAM(旋盤、マシニングセンター)、CAE

### 3.1 3学年 (CAD)

3学年のCADは、1、2学年での設計製図において、三角法やJIS製図通則など機械製図の基本的な事項を理解していることを前提に、CADを実施している。内容的にはCADの操作方法の習得を目的として、HTML形式の教材を開発した。最終的には自由課題として学生個々に製図教科書の例を取り上げ、モデリングする。それをもって総合的な評価を行っている。自由課題例を図1に示す。



(1) バルブ(玉形弁) (2) 歯車ポンプ

図1. 3学年CAD(自由課題作品)

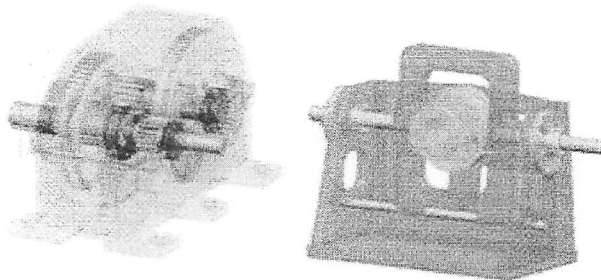
### 3.2 4 学年 (CAD)

4 学年では、単位形状 (フィーチャー) を組み合わせてモデリングとアSEMBルができることの確認を兼ね、2次元図面への変換を行う。その後、内容を解析へとシフトして行く。解析は CAE とメカニズムシミュレーションを行う。CAE は、図 2 に示すように有限要素法に基づく AdaptiveP 法による応力解析(変位、応力、ひずみ)を、はり形状での誤差検証からブラケット形状の最適化までを行う。また、後半では、図 3 に示すアSEMBリモデルにアクチュエータ動作など物理的要素を加え、設計したメカニズムの検証を行うメカニズムシミュレーションの演習を行う。

これらの演習によって、各力学における理論や設計計算の検証、機構解析のシミュレーションができる能力を養うことができる。

### 3.3 5 学年 (生産システム工学: 選択科目)

5 学年では、CAE 演習の復習後、CAD による部品から、加工に必要な工具経路を自動的出力し、NC 工作機械での切削実験を交えた演習を行うこととしている。これは今年度に試行中であり、その詳細は第 2 報にて報告する。



(1) 平歯車減速機 (2) 偏心ヨークカム装置  
図 3. メカニズムシミュレーション演習

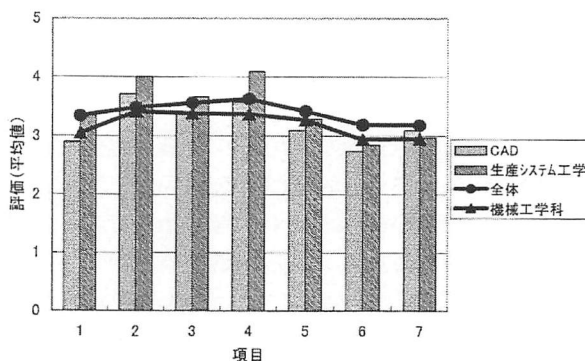
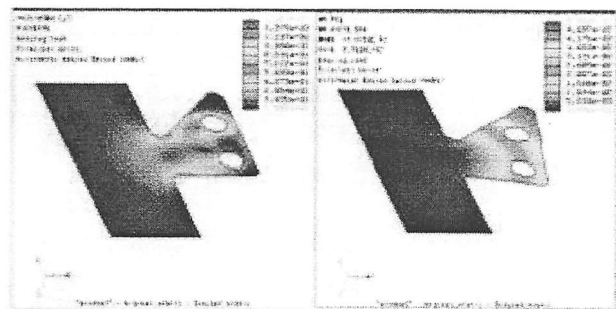
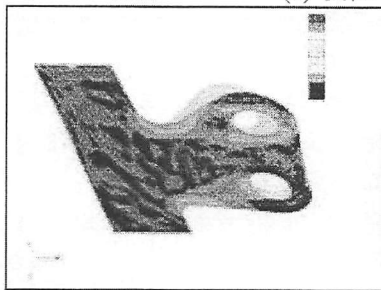


図 4. 授業評価アンケート結果(平成 16 年度)



(1) フォンミーゼス応力 (2) 変位



(3) 最適化

図 2. CAE の演習例

表 3. 授業評価アンケートの内容

1	授業は良く工夫され、わかりやすかった。
2	プロジェクタ、プリント等補助教材の利用が適切で理解に役立つ。
3	効果的に学生の参加を促した。
4	学生の質問・発言等に明快に答えてくれた。
5	演習・課題の解説・添削は適切で理解に役立った。
6	この授業の難易度は適切であった。
7	この授業の理解の程度は( )程度であった。

## 4. 授業評価アンケート

平成 16 年度に実施された 4、5 学年 CAD 関連授業に関する授業評価アンケート(抜粋)の内容を表 3 に、評価平均値を図 4 に示す。図中の折れ線グラフは全教科及び機械工学科全科目の平均である。全体傾向として、ほぼ平均的な評価を受けているが、自由記述でも指摘があったが項目 5、6 では教材とその解説が一部難解との評価となっている。これについては今後の改善につなげていく予定である。

## 5. まとめ

従来の設計製図とは、設計者のイメージを 2 次元の図面として加工情報など付加し情報手段として用いるものである。そのため、これまでの設計製図教育は 3 次元イメージを 3 面図に変換する、あるいは図面で示される情報を実体としてイメージする学習にウェイトが置かれていた。3 次元 CAD システムは、ゲーム世代とも言われる学生にとっては違和感なく、操作方法を習得できる。そのため、CAD システム操作やアプリケーションを利用できる能力を育成することは、設計関連科目との連携のうえでも、大きな教育効果が得られると期待できる。

今後、CAE 機能では力学系科目、CAM 機能では工作科目との関連を理解しやすい教材開発が課題といえる。