

# 三次元CAD/CAEのレカレント教育の実施例

○山崎 光悦 (金沢大学工学部)

坂本 二郎 (金沢大学工学部)

酒井 忍 (金沢大学工学部)

## 1. はじめに

生涯学習教育, リカレント教育など地域に開かれた大学の在り方が様々な形態で問われている昨今, 金沢大学工学部でも種々ある選択の中から工学技術者に最新の専門的知識と技術の再教育を体系的に実施する, いわゆるリカレント教育の実施に踏み出した. 本報告では, 文部省の平成9年度リカレント教育講座実施経費の補助を受けて, 初めての試みとして実施した「三次元CAD/CAE—設計と有限要素シミュレーション—」の概要とその効果についての評価結果を報告する.

## 2. 実施概要

2.1. 実施目的 機械系に限らず, 最近では多くの分野でCAD/CAMが普及して, コンピュータを利用した設計・製造が行われているが, 最近のコンピュータ処理能力の飛躍的向上と廉価化に支えられてより高度な設計支援ソフトウェアとして三次元CAD/CAM/CAEソフトウェアが目覚ましい勢いで普及しつつある. そこでその機能と能力を講義と実習を通して北陸地区の機械系技術者, 教育従事者に紹介して設計ツール・教育設備として導入を促す, あるいは既に導入している企業の技術者にはその利用を促進することを目的と

した (教育内容の詳細は後述).

2.2 実施形態 受講者が参加しやすいように考慮して, 平成10年1月初旬から8週にわたり毎週金曜日の午後3時から約3時間という時間帯を設定し, 講義約1時間, 実習2時間という形式で実施した. 講義は2名が交替で, また実習は2~3名が交替でそれぞれ指導にあたった.

2.3 CAD設備 本学機械系学科には, 図1に示すような5台のワークステーションと44台のX端末, 三次元加工機, プロッター, レーザプリンターが設備され, 設計製図教育 (drafting), プログラム言語教育, CAD/CAE実験などに利用されている. 今回はその設備を利用して, 三次元CAD/CAM/CAEの最新ソフトウェアIDEAS Master series(SDR社)を例に, 三次元CAD, 部品組立て, CAMと有限要素法による構造解析シミュレーション技術の機能と能力を紹介した. 特に5台のワークステーションは高速グラフィックボードを持ち,

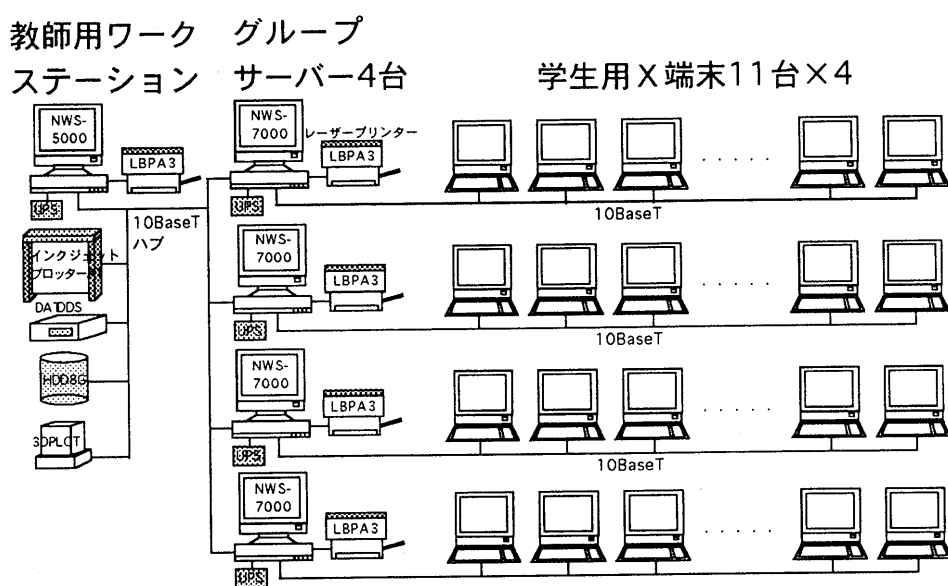


図1 3D-CAD教育設備構成

シェーディングをかけた三次元立体の回転、拡大・縮小、移動などが時間遅れなく自在に可能で、実用業務にも十分耐える能力を有する。

**2.4 対象者** 北陸三県の機械系企業、工業高校、高等教育機関、公設試験機関などにダイレクトメールとポスターを発送し、受講者を募った。その結果、企業関係者10名、教師1名、学生2名の計13名の応募があり、脱落者もなく最後まで全員が熱心に受講し、終了証を手にした。

受講者のCADの使用経験は、二次元CADが1～3年間5名、4～5年間2名、10年間1名、未経験5名であった。同様に三次元CADの使用経験は、1～2年間2名、5年間1名、未経験10名、CAM使用経験は、2年間1名、未経験12名、CAE使用経験は、1～3年間2名、5～8年間2名、未経験10名であった。未経験者である程度の熟練者が混在している点では講義の難易度や進捗の設定がかなり難しかった。

今後継続的に実施していくための反省点

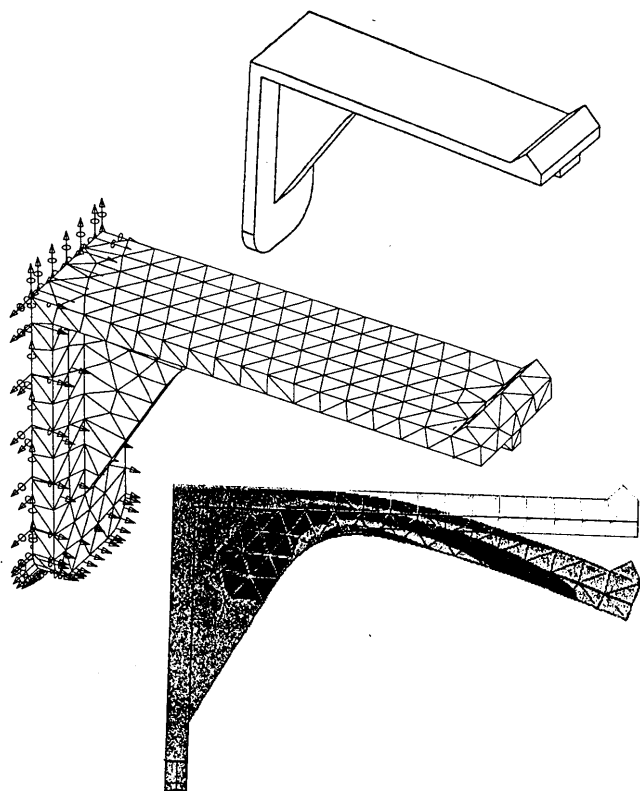


図2 三次元形状定義とCAEシミュレーションの課題例

表 教育スケジュールと内容概要

回数	題 目	概 要
第1回	三次元CAD入門 1-基本操作	セミナーの概要と、三次元CADの基本操作、ソリッド化の基本
第2回	三次元CAD入門 2-押出しによる 部品定義	断面形状の定義法、押出しによる三次元立体の構成と表示法、修正法
第3回	三次元CAD入門 3-回転による部 品定義	回転による三次元立体の構成法、三面図の出力、部品管理など
第4回	三次元CAD入門 4-アセンブリと 干渉チェック	部品の組み立て操作と可動部品の干渉チェック、アニメーション
第5回	CAM入門	CADデータからCAMデータの作成法と加工シミュレーション、ワークスモデルによる加工実演
第6回	有限要素シミュ レーション入門1 -モデル定義と解 析	静的弾性解析理論の概要、CAEシミュレーション機能の概要、モデル定義と荷重・境界条件入力、自動要素分割、モデル解析法、ポスト処理
第7回	有限要素法入門2 -要素分割と解析 精度	動的解析理論、要素分割と解析精度の向上、ポスト処理のいろいろ
第8回	設計とシミュレ ーション	最適設計法入門と数値計画法、設計へのシミュレーションの活用

としては、ある程度以上の受講者が期待できるならばレベル分けが是非とも必要である。またダイレクトメールの宛名などの情報のデータベース管理、ホームページによる宣伝、受講者募集など省力化のための種々の方策をたてる必要もある。

### 3. 教育内容

第1回～第8回までの各回のセミナーの題目とその概要を表に示す。三次元CADの歴史や最近の技術動向など概略的な講義から始まり、三次元的な形状定義の実際と部品組立て、運動部品の干渉検査、コンピュータ援用加工データの生成、有限要素法による構造解析シミュレーションなど、三次元CADを駆使した最新の設計技術の実際が系統的かつ包括的

に理解できるよう講義を工夫し、豊富な実習例題を準備した。その結果、毎回準備した資料は合計300頁に及んだ。図2は三次元形状の定義、CAEシミュレーションの実習課題に採用したモデルの一例である。セミナーの実習では毎週予定時間を過ぎても熱心な質問や討論が続き、4時間を超えることもしばしばであった。

#### 4. 実施の評価

本セミナーの実施にあたり、開始直前および終了時に参加者のアンケートを実施した。以下ではそれをもとに実施の効果などについて自己評価した結果を示す。

##### 4.1 参加動機（実施前のアンケートから）

参加の動機についての回答は以下のとおり。

- ・同じIDEASが導入されており、三次元CADを1年間でマスターする計画をしているため。
- ・最近三次元CADを導入した所なので、将来は是非CAEまで到達して設計に利用したい。
- ・既に別の3社の三次元ソフトを導入しているが、新たにIDEASも導入するに当たり、三次元設計、CAEの概要を修得しておきたい。
- ・現在CAD/CAMまでしか我社では導入していないが、CAEについてもある程度知識を持っておく方が良いと判断したから。
- ・自分の将来に役立つと思ったから。
- ・将来三次元CADを導入する予定で、CAEを設計ツールとして使っていく必要があるので社員教

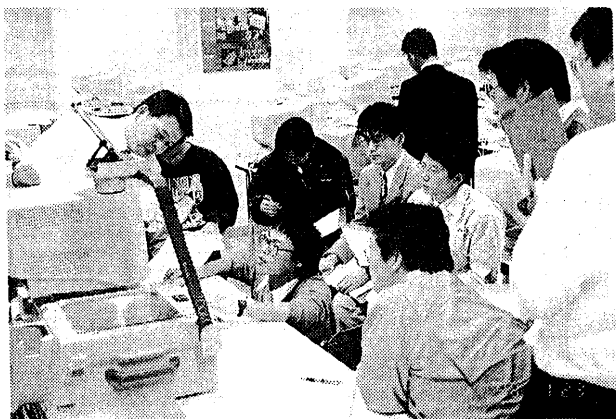


図3 実習風景

育の参考にしたい。

- ・CAEにおけるメッシュ作成の方法と誤差評価について知りたいから。
- ・CAEについて知識を深め、実務に活用したい。
- ・最適化手法の業務への適用を目指しているため。
- ・FEMを始めて数カ月だが、理論的な裏付け、数値解法の限界を知っておきたいから。解析の信頼性を高めたいから。
- ・大学及び県内のCAE技術動向をつかみたい。
- ・今後の解析業務における大学とのパイプをつなげたい。

など、純粋に技術者としてのレベルアップを望むものから、日常業務に活用したい、あるいは使っていてここが知りたいなど現実的な要求、さらには大学を通して技術動向をさぐるためのパイプを作りたいなど参加動機は様々であった。

##### 4.2 受講者の評価（アンケートから）

(1) 実施の形態などについては以下のとおり。

- ・実施曜日 金曜日で良かった(11)、他の曜日が良かった(1)、未回答(1)
- ・時間帯 15:00~18:00(11)、他の時間帯が良かった(2)
- ・実施形態 毎週2,3時間が良い(10)、まとめて2日程度(2)、未回答(1)

また以下の項目についての評価を次の5段階で尋ねた。( )内が回答数。

5:大変良い, 4:良い, 3:ふつう,  
2:あまりよくない, 1:よくない。

(2) テーマ名, 予告内容との一致度

5(3) 4(9) 3(1) 2(0) 1(0)

(3) 講義の内容, 質疑

5(5) 4(8) 3(0) 2(0) 1(0)

(4) 講師の準備 5(5) 4(6) 3(1) 2(1) 1(0)

(5) 実習の内容 5(2) 4(6) 3(4) 2(1) 1(0)

(6) 補助者の対応 5(5) 4(8) 3(0) 2(0) 1(0)

(7) 設備 5(0) 4(7) 3(2) 2(4) 1(0)

(8) 宣伝用ポスターの印象

5(2) 4(6) 3(5) 2(0) 1(0)

テーマ名, 予告との一致度, 講義内容, 実習内容, 補助者の対応などについては概ね良好な

評価を得た。しかし、設備に関しては2,3名で1台ということからかなり厳しい評価であった(1人1台が常識である技術者からすれば当然な評価であろう)。

4.3 受講した感想(終了後のアンケートから) 受講者の感想の主なものは以下のとおりであった。

- ・三次元CAD/CAM/CAEの概略を学ぶことができた。今後は更にテーマを細分化したより詳しい講義の受講を希望。
- ・初めて三次元CADを触ってみて、モデル形状の定義など分かりやすかった。ただし、ソフトウェアについては意図した命令が正しくコンピュータに伝えられないことが幾度かあった。
- ・三次元CADに実際に触れ、楽しく受講できた。CAD自体が初めてでカルチャーショックを受けた。この機会に自分で触れることができ、大変意義あるものとなった。
- ・三次元CADの有用性を会社内で宣伝したいと思う。またFEM解析への連動などの点で役立てていきたい。
- ・CAD/CAM/CAEの全体的なイメージを多少つかめた。またもっと時間があれば広範囲のことが学べたと思う。
- ・前から3DCADに興味があったので、その機能を学ぶ機会を得て大変良かった。
- ・操作方法などテキストが親切に書かれていて良かった。
- ・自分の職場では直接できない内容の体験ができて良かったが、実習内容が少し難しかった。
- ・大変解りやすく、良かった。デメリットについてももっと話してほしかった。
- ・実際に業務で使用しているソフトなので、参加するかどうか迷ったが、終わってみると参加して正解だった。全体を通して理解が深まり、不足していた知識を補うことができた。
- ・多少知識があったことが幸いして非常に解りやすい教育内容とまとまったカリキュラム構成だったと思う。講義がもう少し長くてもよかった。
- ・学生のときよりも大変興味深く聞かせて頂いた。
- ・できればコンピュータは1台/人としてほしかった。

以上より、受講者のほとんどが知識欲、技術

の向上などの点である程度満足したものと評価できる。また「他にどのようなテーマがリカレント教育講座としてあればよいと思いますか」と尋ねたところ

- ・今回の講座の中級レベルのもの(CAE中心に)、熱解析など
- ・振動・騒音技術に関する講座(実例を交えて)
- ・CG, VR, VFシミュレーション講座
- ・品質工学(タグチメソッド)とCAE
- ・有限要素法と実モデル実験との比較と評価
- ・マルチメディア, 工学基礎
- ・ADAMS(機構解析)の教育
- ・人間工学の機械設計への応用
- ・プラスチック材料に関するもの
- ・CAEについての詳細(分割や精度評価)

のように今回のテーマのより上級レベルの内容を望むものから、設計に関する種々の知識を知りたいとする実に様々なニーズがあることが明かとなった。

さらに今回のリカレントプログラムに関連して大学への要望を尋ねたところ、

- ・ホームページ等による講座の開設
- ・インターネットメールの利用によるCAEなどのカウンセリングの実施。
- ・3D-CAD/CAEに関する研究会、情報交換の場の創設。

など、きわめて大学に対する期待が大きいことも判明した。これらの貴重な意見を是非とも実現する方向で今後努力を重ねたいと考えている。

## 5. まとめ

今回のリカレント教育プログラムは始めての試みながら十分な成果を収め、また地域企業にも強いニーズがあることが明かとなった。今後は共同研究などとは違った側面からの支援や技術交流が可能であることを確信した。平成10年度は土木系のテーマも立ち上がる予定で、徐々に充実を図りたいと考えている。

最後に今回のプログラム実施に便宜を与えて頂いたソニー株式会社に謝意を表する。