

機械工学科学生への CAD 教育の試み

中 津 正 志*・池 田 慎 一**・藤 川 昇***

A Trial of CAD-Educatin for The Student of Mechanical Engineering

Masashi NAKATSU, Shin-ichi IKEDA, Noboru FUJIKAWA

要 旨

校内 LAN と結んだ CAD システムを構築し、機械工学科学生に CAD 入門教育を実施した。実施するにあたり、(1) CAD および設計製図に興味を持たせる、(2)手書きと CAD の違いを理解させる、(3) CAD の基礎知識と基礎技術を修得させる、ことを目標にした。その結果、ほぼ目標を達成したので結果を報告する。また、教育実践の経験から CAD 教育に対する多少の提言を行った。

Abstract

The authors constructed a CAD-system and set it in the computer center. CAD means computer aided design or drafting. The system was connected with the campus networks. We introduced how to use the system to the students of the Mechanical Engineering in our college. We determined three aims for the education of the CAD. The first is that the students take an interest in the CAD and the subject of Machine Design and Drawing. The second is that they understand the difference between the hand-drawing to the CAD. The third is to master the fundamental knowledge and how to use the basic command of the CAD for the drawing plan. As the result of CAD-education, we obtained satisfactory results, then reported in this paper and brought up some problems based on the experience of the education.

1. はじめに

設計製図を取りまく技術の発展は著しく、メディアの多様化、マウス、スキャナによる入力 of 簡略化、ネットワーク、光・電子ファイルの出現、電子カタログの出現¹⁾、など従来の設計製図方法を大きく変えつつある。いまや作図作業は、人手によるものから CAD へ、その大半が移行²⁾してきており、高専の卒業生は CAD 製図の知識と技術を修得していることが望まれている³⁾。呉高専が卒業生に行ったアンケート結果によれば(参考文献 1), 今後加えて欲しい専門教科目に生産工学、CAD があげられている。しかし、CAD システムは非常に高価なため、各高専でも導入が進んでい

ない。

このように、機械工学科学生に対する CAD 教育の必要性が叫ばれてから久しいが、本校には CAD システムがないため科目としては勿論入門的な内容さえ教育できないでいた。筆者がおこなった機械工学科学生に対する技術診断⁴⁾⁵⁾の結果でも設計製図技術の修得率が低かった。これは CAD システムがないことが響いている。幸い、この度文部省特定研究経費によりシステムを導入し CAD 教育を実施したので結果を報告する。

2. CAD システムの概要

当初の計画では、ワークステーションに CAD ソフトを搭載し、ハードによる価格の負担を軽減する予定であったが、計画時から数年が経過し、現有のワークステーションでは大幅な増強が必要うえに、動作環境に不安があったのであらため

* 助教授 機械工学科
** 助 手 機械工学科
*** 技 官 機械工学科

て計画し直した。次に、CAI室パソコンをベースに、1クラスの学生にCAD教育ができる方法を模索したが、情報処理の授業で一杯で空き時間がないこと、ディスプレイの表示能力、パソコンのCPUのスピード、HDDの容量に問題があり、ハード面の増強が必要で断念せざるを得なかった。授業担当者と検討の結果、設計製図の授業のなかで40名に一齐にCADを教えることは困難と判断し、10名以下程度の学生で学習できるシステムとして、パソコンを含めた仕様(図1、表1)に決定した。

本システムは専用グラフィックボードを搭載し描画スピードが速い上、テクニカルイラスト機能やアイソメトリック機能など豊富な機能が使用可能である。プロッタは、CAD教育の場合、大きな図は出力しないので場所を取らないA2判とした。感熱式はメンテナンスが楽で出図スピードが速いが、高い用紙代が欠点である。しかし、ほぼ1年使ってランニングコストはいまのところ問題ない。システムは校内ネットワークと結んだので、CADデータの転送や教室内にCADを設置すれば図面を自室で見ることができる。

3. CAD システムの利用

3. 1 CAD 入門教育

クラスをグループに分けて実施している授業科目ならばそのうちの1グループにCADを実習させることが可能であるので、前期に機械工学科4学年の実験の1テーマをCADに振り替え実施した。後期は、3学年の機械工作実習のなかで同じく実施した。

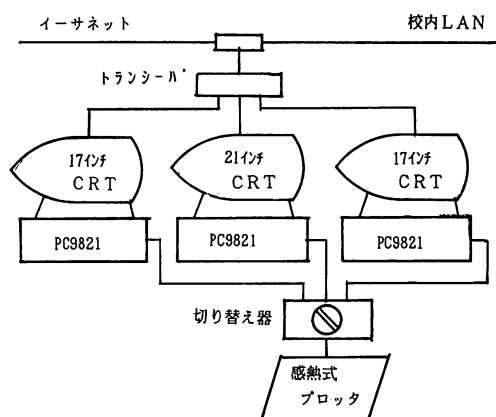


図1 CAD システム図

限られた時間(3時間)のなかでCAD入門を教えるために内容を精選するとともにつぎの目標⁶⁾⁷⁾を立てた。

- (1) CAD および CAD を通じて設計製図に興味を持たせる。
- (2) 手書きと CAD の違いを理解させる。
- (3) CAD の基本知識と基礎技術を修得させる。

最初にシステムとCADについての基礎知識を与えた。次にグループを3つに分け、CAD 1セット当たり3人(または4人)で操作させた。

課題は簡単なものを4種類(資料1上段にCADの課題例を掲載)用意し、時間内にある程度完成までこぎ着けて、学生に満足感がえられるようにした。しかし、これでも完成させるには、①CADの起動終了方法、②マウスの操作法、③線種、図形の選択方法と基礎的作図コマンドの使用法、④図形の修正、消去などの編集作業、⑤R面取りや断面のハッチング、⑥仕上げ記号などの

表1 CAD システム仕様

項目	型式・仕様
CADソフト	CADSUPER JX (770'-8) 精度 : 倍精度演算 コマンド : 標準作図、編集、入出力、属性 レイアウト : 256層 機能 : ドラッグ、テクニカルイラスト オペレーションマクロ、カスタマイズ スプーラ
パソコン	PC9821BP2/U7W (NEC) ×1台 CPU:i486™DX2 66MHz メモリ:12MB VRAM 1MB HDD:170MB PC9821Be2/U7W (EC) ×2台 CPU:i486DX2 50MHz メモリ:9.6MB VRAM 1MB HDD:120MB
ディスプレイ	RZ-21EII (三菱) ×1台 サイズ:21インチ マルチスキャン 表示:1024×768ドット LS-2617FNII (ICM) ×2台 サイズ:17インチ マルチスキャン 表示:1024×768ドット
プロッタ	TM1220 (グラフテック) 作図:感熱式 A2判 記録:400×400dpi カット:オートカッター付き
LAN関係	LAN7797 (DEC) H4005 (DEC) 10BASE5用 トランスミッター ET10084 (三菱) 4ポート LANカード LAN-PAC(98)D31 (CONTIC)

機械製図記号の入力，⑦寸法線や公差値の記入，⑧部品図をドラッキングして利用する方法，⑨文字入力による表題欄の作成法，⑩感熱式プロッタによる図面の出力，⑪作成した図面の登録(フロッピーディスクに記録)，などの修得が必要である。CAD 入門としてはこの程度できればあとはマニュアルだけで独力で先に進められると考える。

実習は CAD ごとに共同で，交代しながら図面を作成させた。操作する以外の学生は見て操作法を覚えたり，簡易マニュアルを読んでコマンドの利用法を理解させた。CAD 操作を長時間おこなわせることは，目や人体に悪い影響があるので交代で操作させることはかえって良い。

3. 2 卒研での利用

CAD は描くためのツール（製図の効率化）から考えるためのツール（設計の効率化）になっている⁸⁾。CAD による基本形状の設計は，編集機能により試行錯誤の形状決定がしやすく⁹⁾なる。CAD のメリットは基本設計の段階でアイデアをすぐ図面化したり，修正，変更が容易で，考えるツールとして利用できることである。筆者は卒業研究で資源リサイクルをテーマに空き缶処理機の設計製図製作をおこなわせている。その過程で計画図の作成に CAD を試用してきている。結果については後日研究発表予定であるが，考える道具として，さらに図面の管理などに威力を発揮している。

4. CAD 教育の結果

4. 1 事前調査

CAD の実習前に事前アンケート調査（資料 2）を行った。その結果を図 2 に示す。これは 3 学年

に実施したものである。

CAD に対する興味（項目 1）は平均 3.31 と予想より低かった。これは興味無しと答えた学生（1，2）が多く，平均を下げたためで，標準偏差が大きいことでもわかる。コンピュータ関係は好き嫌いをはっきりしやすい。このクラスは情報処理への興味（項目 5）が 2.1 と非常に低く，情報処理を苦手とする学生が多いことがわかった。しかし，CAD の必要性（項目 3：3.81）は感じていた。CAD 経験者（項目 2）は殆どいなかった。実習時間に CAD を行うことには違和感（項目 6：3.67）は感じていないようである。実習では，CAM（Computer Aided Manufacturing）を取り入れており，実習中に電算室で NC プログラムをつくる経験があったためと思われる。

4. 2 レポートの感想，提案

学生の作成した図面の例を資料 1 下段に示す，記入もれ等があるが，一応基本的な使用方法を修得している。CAD 実験実習のレポートの記述で多かったのは，「CAD の経験がなかったが使ってみるとあまり難しくなく興味がわいた」「もっとやりたいが時間がなかった」「ラバーバンド機能に驚いた」「面取り，ハッチング，寸法線記入が楽だ」「CAD の台数が足りない」「設計製図や情報処理で使いたい」である。その他，「一度書いた線の線種を簡単に変えられないか」「マウスの使い勝手と誤動作時の処置が面倒でイライラした」「コマンドの選択がわかりにくい」などの声があった。

4. 3 アンケート結果

学生の感想をより正確に把握するために，アンケート調査（資料 2）を行った。結果を図 3（3

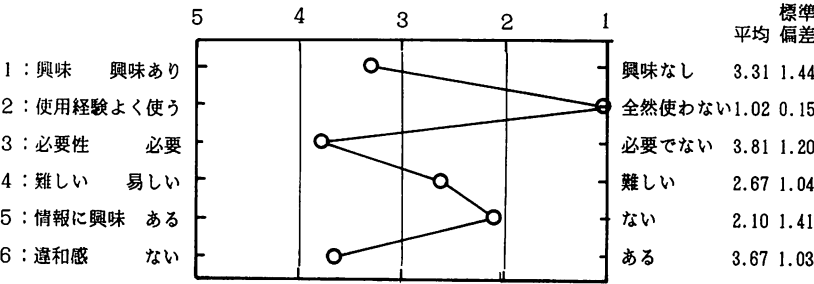


図 2 CAD 実習前のアンケート結果

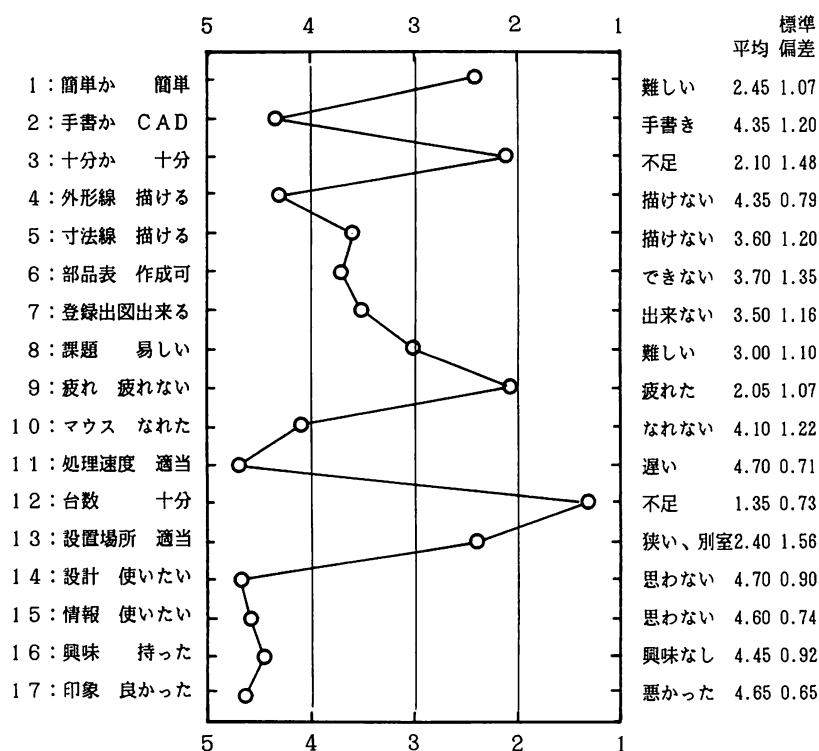


図3 CAD実習後のアンケート結果

年生)に示す。

CADにたいする興味(項目16)は平均値4.65であり、事前の値3.31からは大幅に上昇していた。CADを使いたい(項目14:4.70, 15:4.60)と答える学生は多く、CADの印象(項目17)も良かった(4.65)。

CAD操作の難易(項目1)は事前調査の2.67から2.45に下がった。3時間の短い時間の中でコマンドをみつけて使うには時間が足りなく、覚えることも多く、誤操作による時間ロスが難しさにつながった。CAD操作による疲れ(項目9:2.05)も同じ原因と思われる。また、CAD操作技術は項目4, 5, 6, 7, を見る限りでは大体修得したと考えられる。

CADの台数(項目12)や設置場所(項目13)は不足(1.35)で狭い(2.40)と答えている。

今回の経験から最低2名1セットのCADが設備されることが望ましい。さらに、学年を通した設計製図教育で考えた場合、クラス単位のCAD教育ができる教室が必要であると考えられる。

4.4 SN比

SN比は平均値とバラツキを含んだ数値であり、アンケートの5段階評価データの比較分析に有効なので¹⁰⁾¹¹⁾算出し検討した。図4はアンケート結果(3学年, 4学年)のSN比である。クラスは異なるが全体的な傾向はおおむね同じであった。全体平均のSN比は、前期行った4年が-5.91dB, 後期の3年は-4.0dBとなり上昇していた。平均値も3.35から3.60に上がっていた。項目4, 5, 6, 7, 10はCAD操作の習熟具合をみるもので、これも3年が大きく上回っている。後期は教える側のスキルアップや指導法が整ってきたことによる上昇と思われる。

CAD操作時間(項目3), CAD台数不足(項目12), CAD設置場所(項目13)については4, 3学年ともに一致して問題点として指摘している。

項目14, 15, 16, 17はSN比が4年, 3年とも高く、CAD入門の目標は達せられたと思われる。

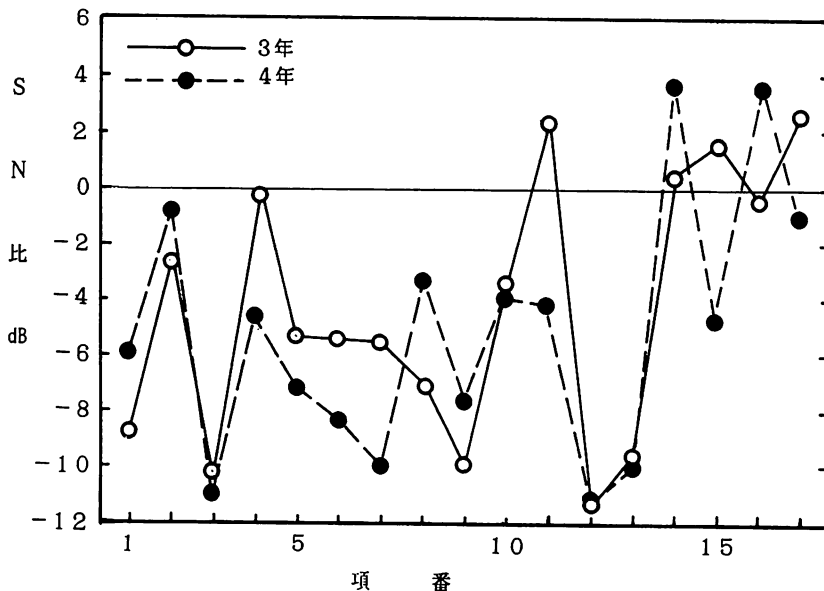


図4 SN比(3年, 4年)

5. CAD 教育について

設計製図用具は、計算尺から電卓へ、T 定規から自動製図機（ドラフター）へ、烏口による墨入れ製図から鉛筆書きへ変化してきたが、そのたびに従来方式に固執し反対する傾向がみられた。何を教えるのかはっきりしていれば新しい方式の導入によるデメリットは大幅に防げる。教育理念に固執するあまり、学生が設計製図に興味と関心を失うことは避けなければならない。

CAD は手書きに変わる便利な機械から、設計から製作にいたる過程に密接な関係をもつ道具として大きく変化しつつある。学生には未来のエンジニアの必須技術として CAD を含めたコンピュータによる設計製図技術の基礎を教えなければならないと考える。また、CAD の必要技術、目標技術は何かを早急に設定する必要がある。さらに CAD 教育のメリット、デメリットを教育実践のなかからあきらかにしなければならない、など問題は山積している。

記述式のアンケートや設計製図担当教官からも 1 クラスで利用できる CAD システムを強く望まれている。各学科で CAD をそろえることはスペース的にも予算面でも不可能である。各科共通することであるので、共通利用施設として電算機

室にセットし、各科共通で使用するべきである。情報処理教育がそうであるように、いまや CAD 教育も技術者教育に不可欠であり、電算機室の基本施設としての位置づけが必要である。

6. おわりに

CAD 入門教育を実施した結果、

- (1) 少ない時間での不十分な CAD 入門であったが、学生はおおきな興味をもった。
- (2) ハッチング、R 面取、寸法線記入の容易さ、ラバーバンド機能など、学生に手書きとは全く異なる体験をさせ、CAD の便利さと可能性を認識させることができた。
- (3) CAD の基礎知識と製図する上での基本的な技術を教えることができた。

アンケート調査などにより上記内容が確かめられ、当初の教育目標を達成することができた。

また、残された課題としては、

- (1) 3 時間の CAD 教育では不足であり、もっと時間を増やす必要がある。
- (2) 3 セットの CAD システムでは少なく、最低 2 名 1 セットで 1 クラスの授業ができる施設設備が望まれる。
- (3) 学生に必要な CAD 技術を検討し設定する。

本報は機械工学科 原田 彊教授, 松尾 征夫助教授, 工業化学科 宇野 克志教授, 土木工学科 池浦 勲教授, 電算機室室長 長谷川博一助教授, 電算室 藤本 茂雄氏の援助によるところが大でありここに感謝申し上げます。

最後に本研究は平成5年度文部省特定研究経費によるものであり, 記して関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 宮内勇三郎: 最近の設計管理技術, 設計工学 Vol 29, No 6 (1994) p 193
- 2) 清水一道, 他 3 名: 低学年の製図教育から CAD 教育までの一試行, 論文集「高専教育」第16号 (1993) p 209
- 3) 仲川 力, 他 6 名: 電子制御工学科における CAD 教育, 論文集「高専教育」第17号 (1994) p 255
- 4) 中津正志: TQC 情報処理システム, 情報処理教育研究発表会論文集, 第13号 (1993), p 127
- 5) 中津正志他 2 名: 機械工学科学生の技術と安全作業, 日本工業教育協会平成 6 年度工学・工

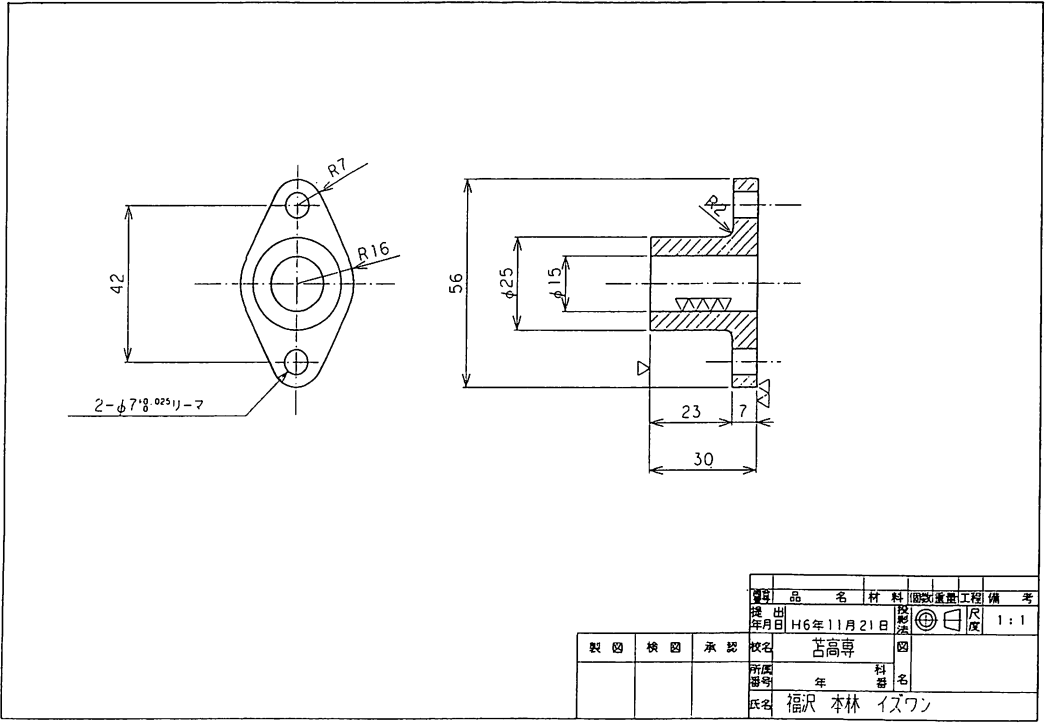
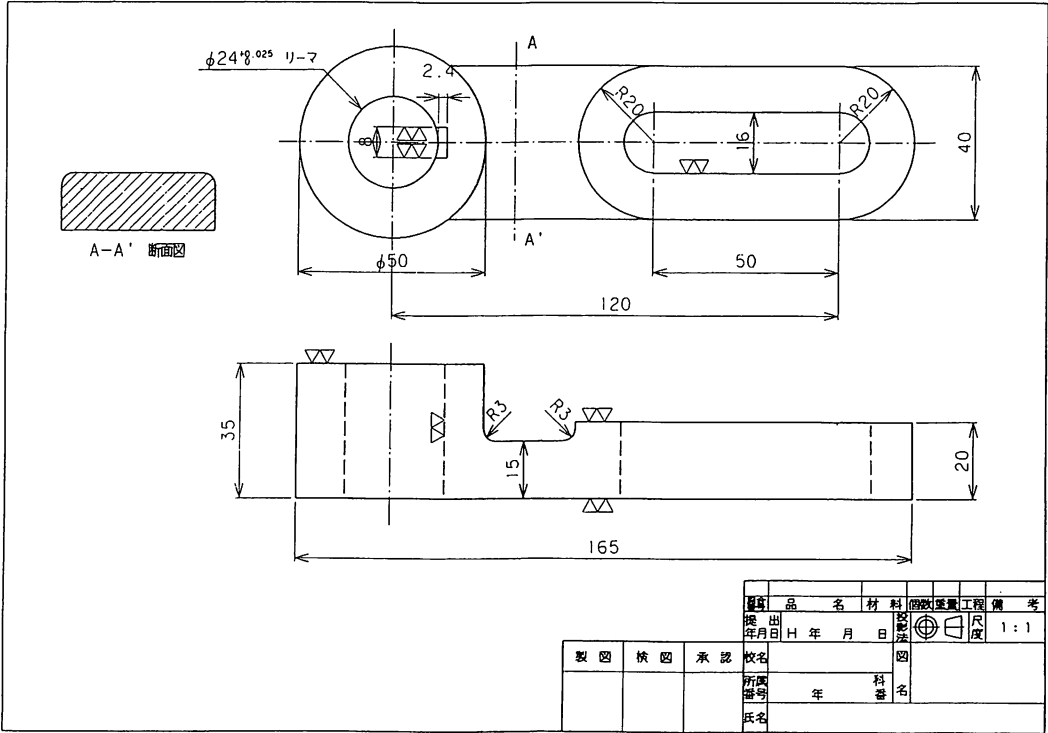
- 業教育研究講演会論文集, (1994) p 17
- 6) 横溝・長島: 専門学校における CAD 教育の一事例, 設計工学, VAL 28, No 12, (1993) p 519
- 7) 秋山喜三郎・大西清: 日本工業教育協会平成 5 年度工学・工業教育研究講演会論文集, (1993) p 34
- 8) 大木美穂: パーソナル CAD における電子カタログ, 設計工学, Vol 29, No 9 (1994) p 327
- 9) 長谷川茂雄: パソコンによる機械設計製図, 論文集「高専教育」第16号 (1993) p 42
- 10) 中津正志: 学生による授業評価, 苫小牧高専紀要, 第29号 (1994) p 19
- 11) 中津正志: 教育工学における品質管理手法の利用, 教育工学関連学協会連合第 4 回全国大会講演論文集, JCET 1994, F 11- 5 (1994), p 65

参考資料

- 1) 高専教育特集号: 高専の機械系教育, (1992), p 182

(平成 6 年11月30日受理)

資料 1



資料2

C A D アンケート 案 (事前)

- | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|--------|
| 1 : CADに興味がありますか | 興味あり | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 興味なし |
| 2 : CADを使ったことがありますか | よく使う | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 全然使わない |
| 3 : 高専の授業にCADが必要と思いますか | 必要と思う | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 必要でない |
| 4 : CADはむずかしいと思いますか | 易しい | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 難しい |
| 5 : 情報処理に興味がありますか | ある | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | ない |
| 6 : CADを実習や実験で行うことに
違和感がありますか。 | ない | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | ある |

C A D アンケート 案 (事後)

- | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|---|---|---|---|---|-------|
| 1 : CADは簡単でしたか | 簡単だった | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 難しかった |
| 2 : 手書きとCADではどちらを使いたいですか | CAD | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 手書き |
| 3 : 1回3時間のCAD講習で十分と思いますか | 十分 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 不足 |
| 4 : CADで外形線、中心線を描けますか | 描ける | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 描けない |
| 5 : CADで寸法線、仕上げ記号を書けますか | 描ける | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 描けない |
| 6 : CADで部品表を作成できますか | 作成できる | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | できない |
| 7 : 作成図面を登録したり、出図したり出来ますか | 出来る | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 出来ない |
| 8 : 課題内容はむずかしかったですか | 易しい | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 難しい |
| 9 : CADを操作して疲れましたか | 疲れない | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 疲れた |
| 10 : マウスの操作になれましたか | なれた | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | なれない |
| 11 : CAD操作中の処理速度は適当でしたか | 適当 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 遅い |
| 12 : CADの台数はこれで十分と思いますか | 十分 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 不足 |
| 13 : CADの設置場所は適当ですか | 適当 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 狭い、別室 |
| 14 : 設計製図の中でCADを使いたいと思いますか | 思う | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 思わない |
| 15 : 情報処理の中でCADを使いたいと思いますか | 思う | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 思わない |
| 16 : 使ってみてCADに興味を持ちましたか | 持った | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 興味なし |
| 17 : CADを使った印象を教えてください | 良かった | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 悪かった |

* その他CADについて気がついたことを記入してください。