

機械工学科学生への CAD 教育の試み（その 2） （実習実験における CAD 教育の結果）

藤 川 昇*・池 田 慎一**・中 津 正 志***

A Trial of CAD-Education for The Student of Mechanical Engineering (Part 2)
(Result of CAD-Education to Workshop Practice and Mechanical Engineering Laboratory)

Noboru FUJIKAWA, Sin-ichi IKEDA and Masashi NAKATSU

要 旨

機械工学科 3 年の工作実習および 4 年の機械工学実験において、'94 年度から CAD の実習を実施している。このたび CAD システムを大幅に更新したので、それによる教育効果を、実習後の学生によるアンケートで調査し、得られたデータから品質工学における SN 比で分析を行ったので報告する。

Abstract

The CAD (Computer Aided Design) education has been put in operation on the subjects of Workshop practice and Mechanical Engineering Laboratory to the students of the third grade and the fourth respectively from the year of 1994. The CAD system has lately be replaced the new system so that the authors inquired into the effect of the education by the system. After lessons, the data obtained from students' surveys were analyzed by using the SN-ratio (Signal to Noise ratio) in Quality Engineering. This paper deals the effect of the CAD education from 1994 to 1998.

Key Words : CAD, SN ratio, Education, Mechanical Engineering

1. はじめに

CAD 教育については現在まで色々な角度から論じられ検討^{1)~4)}されてきた。しかし、その重要性の割には学校における CAD 教育施設設備は充分ではなく、設計製図担当者は限られた環境の中で、創意工夫をこらし教育を行ってきたのが現状である。本校においても最初 3 台の CAD システムからスタートした。その結果は前報⁵⁾で報告している。最近新しく 20 台の CAD を導入し、これでクラス単位で行っても 2 人 1 台の CAD 教育が可能になった。本来 1 人 1 台が理想であるが、前システムから大幅に向上し、実験グループ単位で実施するには十分な台数である。

本報では導入時からの CAD 教育効果を学生のアンケートから検討した。なおアンケート結果は

SN 比による教育評価法^{6)~8)}に従って処理し、年度、クラス、システムによる違いについて検討した。

2. アンケート調査について

機械工学科 3 年生と 4 年生に対し授業後 CAD アンケート用紙⁵⁾（表 1）を配布し、17 項目、5 段階による自己診断を行い集計した。診断項目は CAD に対し、どのくらい習熟しているのかを見るために各学年同じとした。1 から 5 までの基準は学生によって厳しかったり、甘かったりの差はあるが、全項目同じ基準で自己診断するように指示した。診断は '94 年度から '98 年度まで合計 5 回行った。得られたデータから各項目ごとにクラスの平均値、標準偏差、望小特性、SN 比を算出した。SN 比は、5 を一番望ましい数値として設定し、5 からの偏差の分散を計算し、その逆数の対数の 10 倍をとった。単位はデシベル (dB) で SN 比の値が大きいほど好ましい評価である。

* 技 官 機械実習工場

** 助 手 機械工学科

*** 助教授 機械工学科

表1 CAD アンケート

CAD アンケート			
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ではどちらをしたいと思いますか	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を使った印象を答えて下さい	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下さい。			

3. CAD システムについて

前回のCADシステム⁵⁾では、1) パソコンCADが3台のため設計製図や実習・実験を行うには、学生の人数に対して台数が少ない。2) ここ数年間の急激なハードウェア・ソフトウェアの進歩により、パソコンのCPUのスピード、HDDの容量、OS等バージョンアップに対応できないなど限界が生じていた。

今回のCADシステムでは、Windows対応版のソフトウェアとした。設計製図の授業の中で、2人1台の学習ができ、サーバとクライアント間のファイルの送受信などのLANが形成できるシステム(図1、表2)である。

本CADソフトは、メニュー表示やアイコン表示、マウス右クリックによるポップアップメニューなど、他のWindows対応版ソフトと同様の操作が可能であり、パラメータ編集機能やコマンドマクロ機能など、以前のCADソフトと比較して操作性が向上し、学生も違和感なく使用できるようになっている。また、SX・JXユーティリティーという編集機能があり、以前のCADで作図したデータが読み込めるようになっている。プリンタは、以前のCAD実習・実験・卒研等において、A3版以上の図面を印刷することが

表2 システムの仕様

項 目	形 式 ・ 仕 様
CADソフト	CADSUPER FX™ for Windows (ANDOR) 精 度 : 倍精度演算、倍精度データ コマンド : メニュー表示・アイコン表示・マウス右クリックによるポップアップメニュー レイヤ数 : 256グループ×16レイヤ 機 能 : 図面作成・データ管理・出力・拘束定義・パラメータ編集・Visual Basicファンクションコマンドマクロ・SX・JXユーティリティー
パソコン	VL-630E (EPSON) ×1台 C P U : MMX® Pentium® II 300MHz メ モ リ : 96MB VRAM 8MB H D D : 6GB O S : WindowsNT® SERVER 4.0 FMV-5200CL (FUJITSU) ×20台 C P U : MMX® Pentium® 200MHz メ モ リ : 32MB VRAM 2MB H D D : 2.1GB O S : Windows® 95
ディスプレイ	Diamondtron RD21GX (MITSUBISHI) ×1台 サ イ ズ : 21inch マルチスキャン 表 示 : 1600×1200dot FMV-0P977 (FUJITSU) ×20台 サ イ ズ : 17inch マルチスキャン 表 示 : 1280×1024dot
プリンタ	LP-8400 (EPSON) ×1台 作 図 : 普通紙レーザープリンタ A3判 記 録 : 600×600dpi
スキャナー	GT-9500 (EPSON) ×1台 解 像 度 : 600dpi
LAN関係	L A N ボード 100BASE-TX (Next Com) ×1台 L A N ボード 100BASE-TX Intel Ether Express PRO PCI Adapter ×20台

ほとんどなかったもので、A3版まで対応できるネットワークプリンタとし、どのサーバ・クライアントからでも自由に印刷が可能である。また、

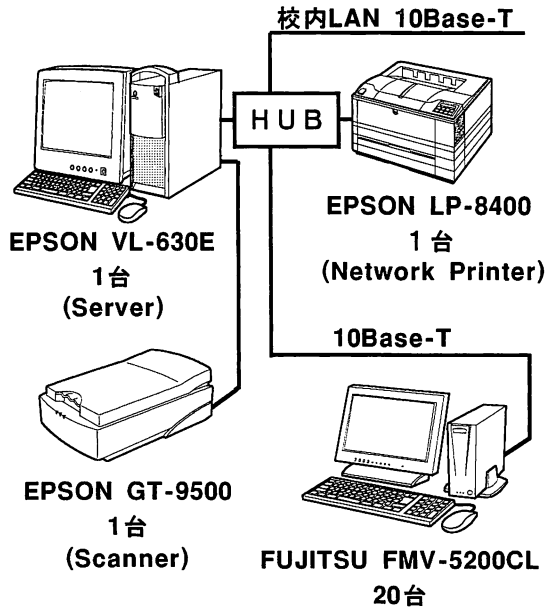


図1 システム図

普通紙対応となったので、用紙代が安くなり、ランニングコストが安くなった。このシステムはサーバーが学内 LAN と接続されているので、CAD データの送受信や、教官室のパソコンに CAD ソフトをインストールすると、図面を教官室で見たり、編集を行うことができるなど、本システムは大きく機能アップしている。

4. アンケート結果の考察

4-1 年度による違い

図1・図2に表1のアンケート結果から求めた平均値およびSN比を示したものである。平均値は'94年度から'98年度まであまり変化が見られない(図2)。しかしSN比は'94年度から'97年度まで低下し'98年度に上昇している(図3)。平均値はクラス内のバラツキが無視されるため、クラス内の実情が数値として表れないきらいがある。SN比では平均値で見つけられない変化を検出できる。SN比の低下傾向を考察すると、最初('94年度)たった3台のCADシステムであったにもかかわらず学生は興味を持って実習しSN比も高かった。やがて、実習場所の狭さ、実習中他人の操作をみている時間が長く納得いだけ自分で操作できないなどの不満(学生のレポートにも指摘があった)が -3.97dB から -5.55dB (3年)、 -5.06dB から -6.44dB (4年)へと低下をしたものと思われる。SN比は'97年度までは下がっており、'98年度に少し上昇しているがこれは新

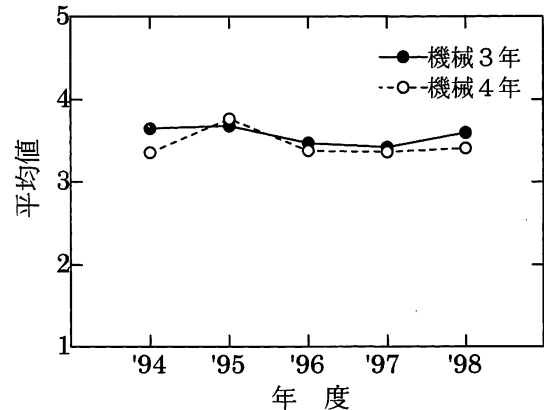


図2 平均値の変化

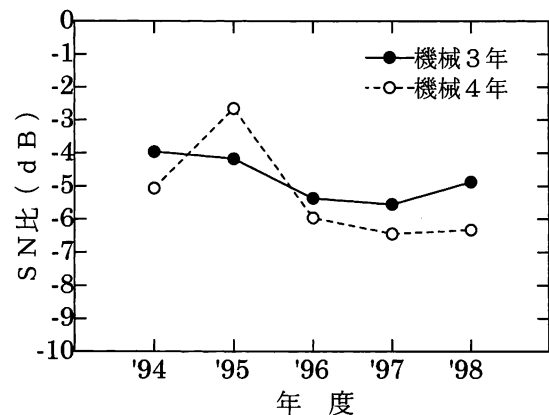


図3 年度によるSN比の変化

システムが導入されたことによる変化で後述(4-3)する。

4-2 学年による違いについて

図2を見ると3年生、4年生とも評価にあまり差がないように見える、しかし図3のSN比で見ると、4年生の評価は'95年度を除いて低い値を示している。これは図4の標準偏差で示したように4年生はバラツキが多いためにSN比が低く

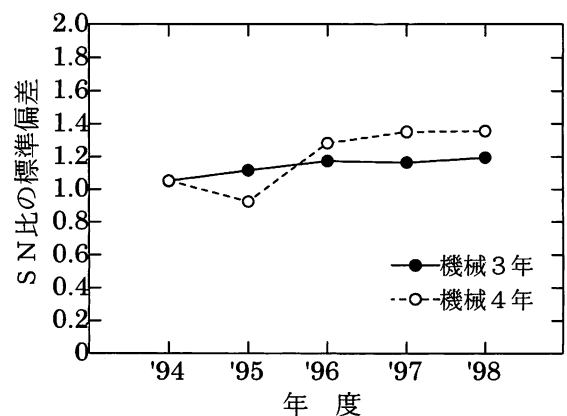


図4 年度による標準偏差の変化

なったためである。標準偏差が大きいということはCADを苦手とする学生が多くいることを示している。一般に4年生になると専門科目が多くなり、科目に対する興味も明確になってくるため自己評価のバラツキが大きくなる。また'95年度の4年生はSN比が高く、他の年度と比較して不連続に上昇している。これは学生数が少ないクラスであったので、不得意な学生への指導が行き届いていたことと、情報処理が得意な学生が多かったために、クラス全体のCADの理解も深まり良い評価となったものと思われる。

4-3 新旧システムによる変化

図2～図4の'94～'97までは旧システム、'98年度は新システムの結果である。これを見ると評価は3年生、4年生とも上がっているが、システムの劇的向上に比べて評価はあまり上がっていないように見える。実習では念願の1人1台の環境が整ったのであるがそれだけでは評価が上がらなかった。それは旧システムでは情報処理の得意な学生の操作を見て覚えたり、自分が操作する時は助言してくれるという環境があった。1人1台の場合、自分ですべてを解決しながら前へ進まなければならない、学生の実習中の負担が非常に大きくなっている。加えて思うように図を描けず苦勞するためにかえってCAD嫌いを助長させていたことが原因と思われる。この点については改善の余地を感じた。'97年度と'98年度の3年生については、システムの更新による差を対のデータの差で検定した。結果は $t_0 = 1.54 < t(16, 0.1) = 1.746$ (片側検定) で差がないと判定されたが、データを詳しく調べてみると、項目11, 12, 13はシステム更新の効果が明確に現れ、ハードウェア面の項目の評価ではSN比が上昇しており、システム更新による効果があったと考えられる。全体として、効果の向上とならなかったのは、旧システムでは、3～4人共同で1つの図面を作成を行えばよかったが、新システムでは、自分一人の力でCADにより図面の作成を行わなければならないからである。また、CAD操作中のトラブルの対応も3台から20台に増加したために、指導教官がきめ細かく対応できなかったことも理由としてあげられる。しかし、何ごととも教えるよりは、時間がかかっても自分で調べさせ、考えさせて解決することが望ましいと思われる。従って解決の方法としては、実習回数や時間を増加させることが必要と思われる。

4-4 項目別の変化

図5は'97年度(旧システム)と'98年度(新システム)を機械3年について項目別に示したものである。図5と表1より学生は、項目1～5, 7～10, 15, 17についてはシステムの新旧に関係なくほぼ同じ評価であった。評価の低かった項目の中で、項目1, 3, 9は前述(4-3)の理由で低かったと思われる。項目6は、時間の関係であらかじめ指導者が部品表を用意して実習を行ったため作成できない学生が多くなった。項目7, 8は短い3時間の実習の中では未完成で終わることが多く、評価が低かった。また、項目2, 10, 14はSN比が高く、パソコンを道具として積極的に使用したいという学生の意欲が感じられた。項目14, 15, 16も上昇している上に、高いSN比を示しており、CADに対する学生の意欲と関心がうかがわれた。結果として、項目17はさらに上昇した。

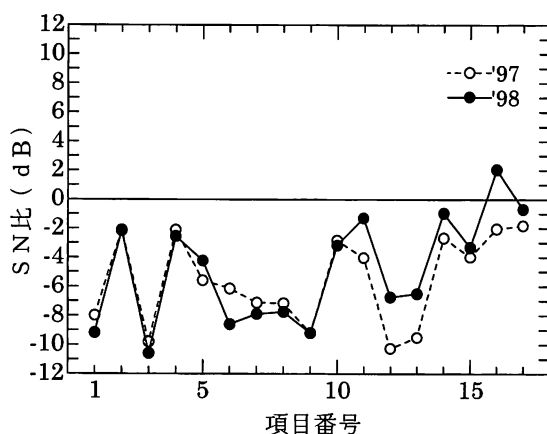


図5 項目とSN比

図6はSN比と標準偏差をプロットしたもので

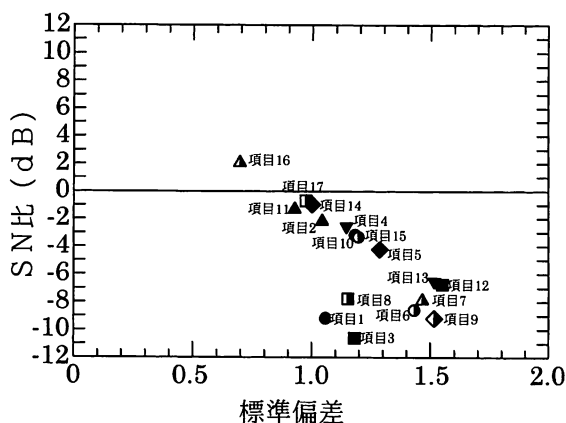


図6 '98年度機械3年
授業評価の標準偏差とSN比

ある。標準偏差が高い項目ほど SN 比が低下しており、クラス内の評価のバラツキが SN 比に反映していることが分かる。

5. まとめと今後の課題

CAD 教育について学生の自己評価をもとに結果をまとめると、

- 1) システムの更新によってハードウェアに係る調査項目については、SN 比の向上が見られる。
- 2) 年度経過による SN 比は下降していたが、これは、旧システムが設置場所を含め、あらゆる面で劣悪であったため新味が薄れるとともに低下したと思われる。
- 3) 学生の CAD に対する関心は高い。
- 4) 1 人 1 台で実習をする場合、学生には負担増になる面がある。

本校 CAD システムは、まだ十分な機能を果たしていない。今後の課題を列記すると、

- 1) クラス単位で授業を行う設計製図の授業形態を考えると 1 人 1 台 1 クラスが CAD 実習できる環境とする。
- 2) CAD 実習時間を大幅に増やすとともに、最近ではパソコンに慣れている学生が増えており、2 年生くらいから使用させる。
- 3) CAD を基礎から応用まで指導するための授業要目を作成する。
- 4) 1 年生から 5 年生までの設計製図教育を再構築する。
- 5) 設計と製作の関係を学生に教育するために CAD/CAM、実習と設計製図を連携させる。複合科目（創造設計、総合実習）を実施する。

CAD 教育について今後、実験実習課題としては実施せず、設計製図のなかで行うことになり、一応の役割を終えて終了することとなった。今後 CAD を含めてよりよい設計製図教育に発展することを望んで CAD 教育についての報告を終える。

- 3) 岡昭二他 3 名：パソコン製図の教育方法について、論文集「高専教育」第 20 号 P 216 (1997)
- 4) 岡昭二他 2 名：CAD は使われているか、論文集「高専教育」第 22 号 P 537 (1999)
- 5) 中津，池田，藤川：機械工学科学生への CAD 教育の試み，苫小牧工業高等専門学校紀要第 30 号，P 17 (1995)
- 6) 中津，池田，藤川：SN 比による教育評価法の研究，論文集「高専教育」第 19 号 P 150 (1996)
- 7) 中津正志：学生による授業評価，苫小牧工業高等専門学校紀要第 29 号，P 19 (1994)
- 8) 中津正志：教育工学における品質管理手法の利用，教育工学会関連学協会連合第 4 回全国大会講演論文集，JCET1994，F11-5，P 65 (1994)

(平成 11 年 11 月 30 日受理)

参考文献

- 1) 高専の機械系教育，機械系部会，高専教育特集号，P183 (1992)
- 2) 長谷川茂雄：パソコンによる機械設計製図教育，論文集「高専教育」第 16 号 P 42 (1993)

