



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	PCの設計製図教育への導入法に関する研究 : CADシステムの共同開発によるアプローチ
Author(s)	嘉数, 侑昇; Kakazu, Yukinori
Citation	北海道大學工學部研究報告, 141, 81-91
Issue Date	1988-07-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/42114
Type	departmental bulletin paper
File Information	141_81-92.pdf



PC の設計製図教育への導入法に関する研究
—— CAD システムの共同開発によるアプローチ ——

嘉 数 侑 昇
(昭和63年 3 月31日受理)

**A study on How to Introduce PC to a Mechanical
Design and Drawing Class —— An Approach
Colaborating CAD System Development ——**

Yukinori KAKAZU
(Received March 31, 1988)

Abstract

How to introduce PC (: Personal Computer) to a class of mechanical design and drawing which is still an unsolved problem when we set several objectives such as having an expectation of providing the maximum available educational effect.

This paper proposes a new approach on how to introduce PC to a class with a case study. The proposed approach is based on the idea of producing the expecting the maximum educational effects through colaborating development of a CAD system.

To realize the idea, the concept of SADT (: Structure Analysis and Design Technique) is introduced and following the SADT, the class members are divided into several groups, each group has a group leader and the class has a supervisor. And the design object is also analyzed and divided into several subparts, each subpart is assigned to a group. In order to clarify the effectiveness of the proposed approach, the experiment was performed. And reasonable results was obtained.

1. は じ め に

産業界では当然のことであるコンピュータの導入は、教育の場に於てもその必然性が予想されているにもかかわらず具体的な導入例、更にはその有効利用例をあまり聞かない。その原因としては、コンピュータの導入目的や導入効果の推定、評価等が比較的明確である産業界に対して、教育の場ではそれらが不明確であることが主たるものであろう。また、ある種の教育革命にも繋がりがねないコンピュータの能力に対する教育者側の拒絶反応的心理も関係している可能性がある。

昭和59年、北海道大学工学部精密工学科に約35台の IBM・PC5550の導入が行なわれたが、その

導入を巡って多くの議論がなされた。ここではそれらの議論を踏まえて、特に設計製図教育へのPCの導入の仕方に関して試みた新しいアプローチの結果を事例研究として報告する。

2. PC導入に関する問題点

IBM・PCの導入に際して行なわれた議論に基いてPC導入に関する問題点を考えてみる。導入の目的としては“時代の要請”にマッチした設計製図教育を行なうため¹⁾でありこれに関して特に異論があるわけではない。

問題は、如何にそれを以下の如き問題点、疑問点を克服して実現するかということである。すなわち、設計製図教育の場へのPCの導入ということ自体、複数台のPC(理想的には1クラス学生数 $\times(1+\alpha)$ 台)、及びXYプロッタ等の作図機器を含めた周辺機器の導入設置が前提であり、それに伴って種々の管理的問題が発生する。

管理的問題としては主に設置場所の確保、PC運用の仕方及び維持管理の問題がある。特にPC固有の問題と考えられるのは、メンテナンス問題、比較的短期間での導入機種/機器のパフォーマンスの低下、新機種/機器への入換え問題、及びそれに伴う既開発ソフトウェアの死活問題、更には新しいソフトウェアや新通信技術への対応問題等があげられる。これらの諸問題は教育の場でのみ発生するものではなく、一般にPCやメインフレームを導入する全ての場で発生する問題であり、特に改めてそれらの対処法をここでは言及しないが、しかし教育の場では特に重要な問題となる可能性もある。

管理的問題の他に次のような教育的問題(疑問)点が指摘された。すなわち、

- Q 1 : コピー人間を造ることにならないか、
- Q 2 : 創造的能力は養成できないのではないか、
- Q 3 : 非協調的人格をつくることにならないか、
- Q 4 : 教育効果が期待されるソフトウェアを誰が作るのか、

等である。

米国等ではPCの利用はこれを当然の事としているゆえQ 1のケースは完全にモラルの問題として罰の対象であり、この点Q 1は恩情的発想に基づくものである。Q 2は既開発プログラムの利用方法、機器の使用方法のみに長けた学生が出来ないかという心配でもある。Q 3はPC利用に関して各方面から特に指摘されている、いわゆるパソコン少年的性格の養成につながらないかということであり、Q 4は教育者側のPC導入を好まない主要因の一つでもある。

設計製図教育にPCを導入する際は、コンピュータの利用を前提とした設計製図を理解修得させることが主目的ではあるが、それに付随して起こるであろうQ 1~Q 4に対して何等かの対応が必要となる。

その他に、ここでは詳細に議論はしないが、いわゆるカリキュラム上の問題がある。すなわちどの時点でPCを設計製図に導入するかということであるが、設計製図に必要な基礎知識及び基礎的技術はこれをPC導入以前に修得しておく方が望ましい。北大・精密工学科の場合、図学(教養課程にて)、精密工学設計製図第1(学部2年目の後期・テーマ:自動天秤の設計及び製図)、精密工学設計製図第2(学部3年目の前期・テーマ:電動ウインチの設計及び製図)、精密工学設計製図第3(学部3年目の後期・テーマ:ロボットの設計及び製図)が昭和59年度における設計製図関連のカリキュラムである。設計製図に関連した基礎知識及び技術はこれらを精密工学設計製図第2までに修得したものと見なし、PC導入による設計製図は精密工学設計製図第3

でこれを行なうことにした。

3. 問題解決へのアプローチ

前述のQ 1はPCを教育の場に持ち込んだ際に最も重要な問題となることが予想されている。例えば、NASPAIAP²⁾に基づいて出されたガイドブック¹⁾等では特にコンピュータがらみの、Cheatingについて具体例を示しつつ種々の警告及び忠告を与えている。PCやメインフレームを利用することが当然となっているケースでは、発生するCheatingの99%がコンピュータがらみであることも報告されている。³⁾ "全ての教育の目的は知識、技術に長けた人間を創ると同時に信頼するに足る人格をも創ることである"⁴⁾ということを考えて、教育する側で積極的に前述のQ 1～Q 4に対応することが要求されよう。例えば下記の如き対応が各々考えられる。すなわち、

- A Q 1 : 個々に各々異なった課題,
- A Q 2 : 分析・総合等を必要とする課題,
- A Q 3 : 全体との協調が要求される課題,
- A Q 4 : 作成課程そのものに教育効果を期待出来る課題。

これら対応策の論理積を真にする集合の値域は、種々あることが予想されるが、ここでは以下に述べるようなアプローチによるCADシステムの共同開発を昭和60年度の設計製図第3の大きな課題とした。

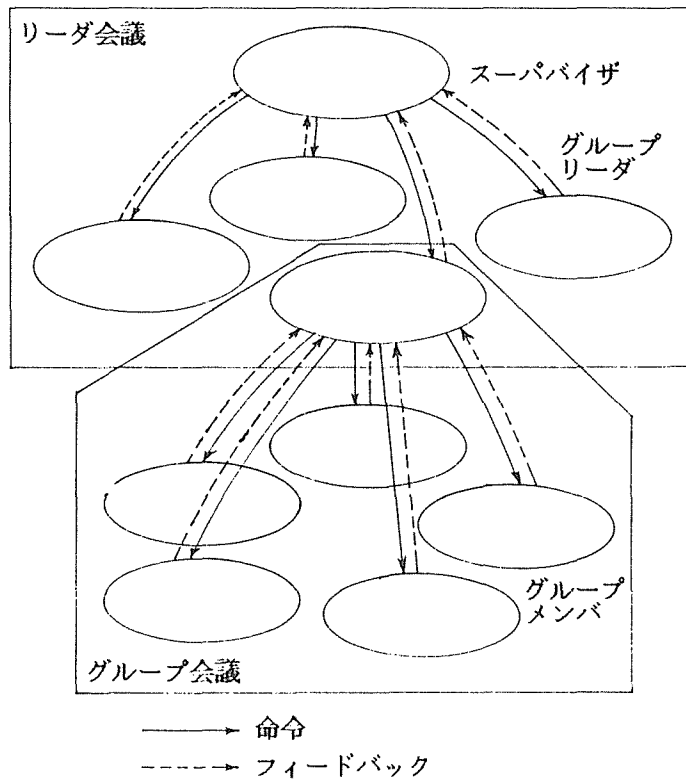


図1 ワーキンググループの構成

3.1 ワーキンググループ制

特にQ1(AQ4), Q3(AQ3)を意識していわゆるワーキンググループの発足がなされた。図1に全体の構成図を示す。ワーキンググループ及び全体は以下の様な考えのもとに構成される。

- W1: 全体は4~6グループから成る,
- W2: 1グループは4~6人のメンバーから成る,
- W3: 全体に1人のスーパーバイザを置く,
- W4: 各グループに1人のグループリーダーを置く,
- W5: 全体はグループリーダー会議を通してスーパーバイザにより管理される,
- W6: 各グループは各々のグループリーダーによる管理される,
- W7: グループ間通信はスーパーバイザを通してのみ可能とする,
- W8: グループ内通信はグループリーダーを通してのみ可能とする,
- W9: 各ソースからのフィードバックは全てその直接上位部門のみを通す。

実際のグループ分け作業, リーダ選び等はクラス全体(32人)の討議の下に実行され, 結果として6グループ, 1グループ内メンバー5人(1グループのみ6人), 6人のグループリーダー, 及び1人のスーパーバイザが決まった。

3.2 テーマの設定と制約事項

テーマを選択し決定するに際して時間的制約, 能力的条件が勘案されることが必要である。まず許容時間は約120時間, 開始時点に於るクラスのPC関連知識及び技術は次の通りである。

・PC使用経験:	20%
・BASIC使用経験:	20%
・FORTRAN使用経験:	5%
・CAD使用経験:	3%
・システム構築経験(言語, 対象不問):	0%

これらの条件を考慮してテーマ決定に際して自由討論を行った結果, すでに設計製図経験済みの電動ウインチの設計・製図システムの開発を主テーマとすることに決まった。いわゆる電動ウインチ³⁾に関する専用システムの開発である。ただし上述制約のために更に以下の如き技術的制約条件を付加する。

- T1: 電動ウインチそのものの大まかなパターンは一定とする,
- T2: パラメトリックデザイン方式をとる,
- T3: 作画に関しては2Dのみとする,
- T4: 作画システムはOKCAD⁴⁾を利用する,
- T5: 設計システムはMS・FORTRANによる。

T4とT5はT2に直接関係する部分でもあるが, OKCADはそれ自身独立したシステムであり, FORTRANにより設計部分との連動は, 直接これを実行することは不可能である(昭和60年12月現在)。ゆえに, T2を実行するために論理ファイルを通して設計部門からの計算結果データによる既存パターンの連動修正を実行する方式が採用された。

図2に設定されたグループと各々の分担部分を示す。尚, あるメンバーは, それぞれ与えられた分担部分に関し設計部分及び作図部分を同時に開発することが要求される。

図3に概念的な全体システムの構成図を示す。すなわち, IBM5550システムに於て, ある入力された要求仕様を満たすような諸設計変数を決定しその設計仕様を出力する。一方, 設計結果の

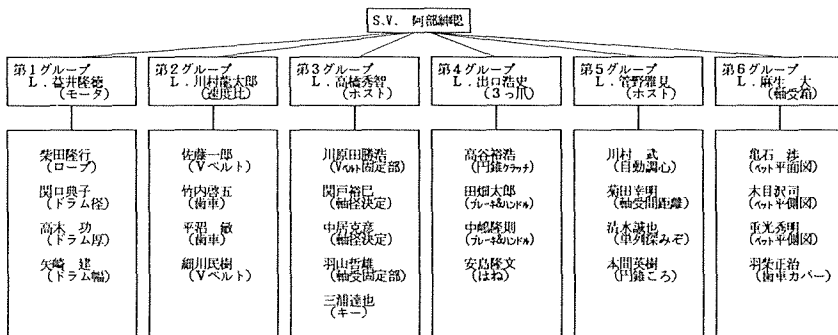


図2 ワーキンググループと各分担内容

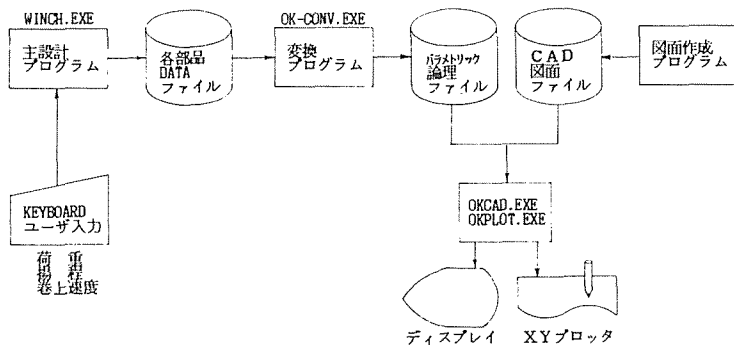


図3 全体システム構成図

作図のために必要なパラメータをも決定して論理ファイルに書き込み、各種作画ルーチンはそれを利用してパラメーターの値をセットして作画を実行することになる。

3.3 SADT の導入

ある1つのシステムを共同作業により構築する場合、あるいは逆に、ある1つのシステムを幾つかのサブシステムに分割する際に、混乱なく全体を整合、理解するためのなんらかの手法が必要である。ここでは、そのために SADT⁵⁾の考え方を導入する。図1でもすでに SADT 的発想がみられるがここでは各グループへの全体の分割、グループ内メンバーの構成法、命令伝達系及びフィードバックの仕様等が SADT に基づいている。

実際にシステムを記述するのに SADT ではデータ・ダイアグラム、アクティビティ・ダイアグラムを用いるが、これらは図4に示すような約束に基くことになる。SADT を有効に活用するには、当然のことではあるが、全てのメンバーが完全に SADT の考え方及びその記述方式を修得していることが要求される。

さて、各メンバーは各自の担当部分の分解・再構築を SADT 的に実行することになるが、この時の必要とされる入力情報、制約条件、制御条件及び他への影響するであろう出力情報等をあらかじめ明確にしておくことが必要である。この時各自担当部分以外との通信が必要となるが、これはその上位部分のみを通して行。これらの手続きにより全体の整合を計ることになる。

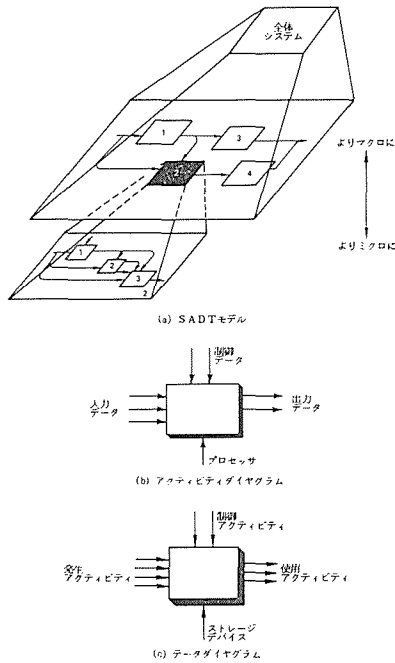


図4 SADTモデルと各BOXのデュアル表現法

4. システム構築

メインテーマである電動ウインチはSDTA的にトップダウン方式に分解され、図5に示すような全体システムとして再構築された。図5では各BOXがそれぞれのグループに対応している。また各グループ間の入出力変数の様相も示されている。

その中で例えば第3グループは軸径、軸長部分の設計を受け持っているが、グループリーダーを

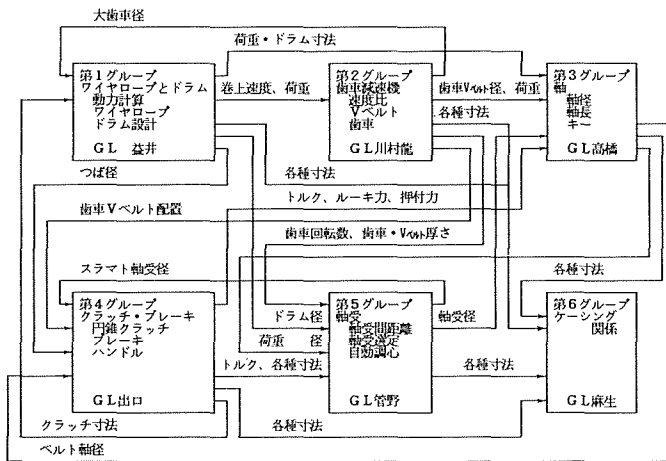


図5 電動ウインチCAD作成のためのSADT表示

含めて各メンバーが図6に示すような部分を担当している。図6では各部分間の入出力関係も同時に示す。図7は図6の中、軸径部詳細のSADT表示である。表1及び表2に他グループとの通信を意識してグループリード会議に提出された2グループの変数表、コモン名表の一部を示す。これらは、いわゆる設計自動化システムに於る入出力境界因子⁶⁾の一部に相当することになる。

各部分毎の設計計算が終了するとそれぞれの部分毎にあらかじめパラメトリックデザインを意識してOKCAD上で開発し組み込んだ作画システムに論理ファイルを通してデータを送り込み作画を実行する。図8に本システムによる作画結果例を示す。図9及び図10は軸部に関する出力結果であるがそれぞれ異なった入力仕様に対するパラメトリックデザイン結果の例である。また現時点では全体の組立図の作画は完成していない。

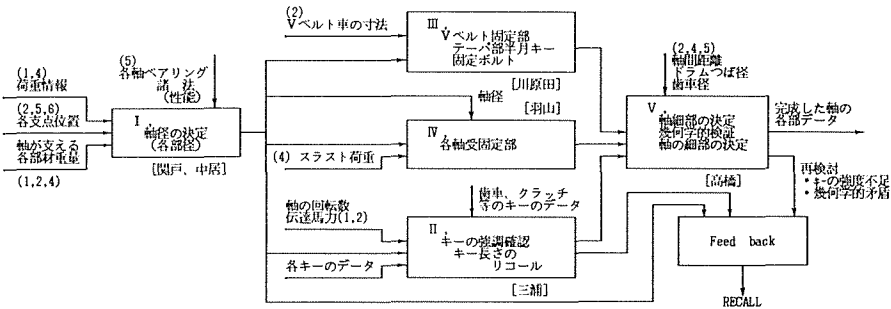


図6 第3グループ担当内容のSADT表示

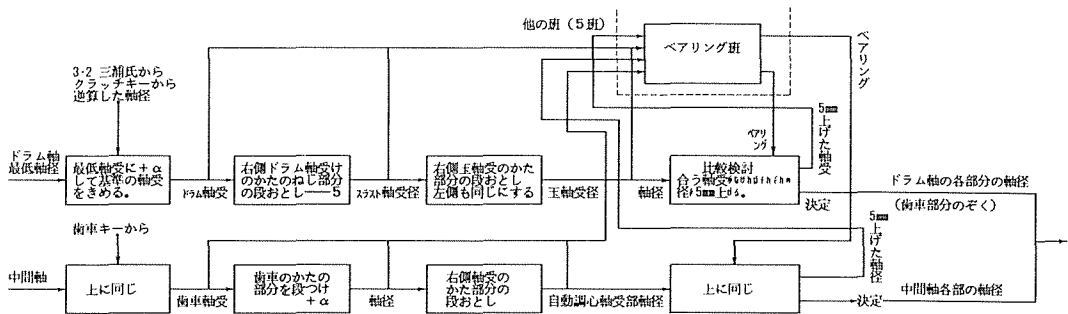


図7 軸径決定部詳細のSADT表示

表 1 変数テーブル内容例

2班 変数表 No.1			
変数名	内 容	タイプ	ラベル名
ALFA	スイッチ	R	
ANGAM	アームとアームのなす角	R	BVBEL2
ANGB1	Vベルト巻掛け中心角 (deg)	R	
ANGB2	Vベルト巻掛け中心角 (rad)	R	BBTAKA
BAG1	歯車アーム断面短径 (リム側)	R	
BAG2	(ボス側)	R	
BAV 1	Vベルトアーム断面短径 (リム側)	R	
BAV2	(ボス側)	R	
BBV		R	BVBEL3
BELT1	ベルト型 No.1	I	
BELT2	ベルト型 No.2	I	
BG	歯車の歯幅	IBGEAR1	
BGA1	曲げ強さからの小歯車の歯幅	R	
BGA2	大歯車の歯幅	R	
BGB	面圧強さからの歯幅	R	
BKEYS	キーマズ出っばり	R	BVBEL2
BOS	大歯車のボス長さ	R	BGEAR1
BRGS	Vベルト従車リム	R	BVBEL2
BRV	Vベルト車リム深さ	R	BVBEL3
CB	Vベルト車 中心距離	I	BVBEL 3
CD		R	BBSECO
DBE1	Vベルト原車径	R	BVBEL1
DBE2	従車径	R	BVBEL1
DBG2	大歯車ボス外径	R	BGEAR1
DBRG2	大歯車ボス側リブ直径	R	
DBV	Vベルトボス外径	R	
DC	中間軸径 (概算)	R	BBTAKA
DCHT		R	
DDGZK	大歯車ドラム軸直径	R	

表2 Vベルト関連コモン名例

2班 COMMON 文 ラベル&タイプ						
ラベル	変数名	タイプ	ラベル	変数名	タイプ	
BBTABA	LENG1	I	BGEAR1	FG	R	
	LENG2	I		MO	I	
	HEIG1	I		Z2	I	
BVBEL1	SUNB1	R		Z1	I	
	SUNB2	I		DG1	R	
	SUNB3	I		DG2	R	
	SUNB4	R		BG	I	
	TB	I		MGI	I	
	NB	I		BOS	R	
	MI	R		DBG2	R	
	DBE1	R		BGEAR2	DGM2	R
	DBE2	R			DGM1	R
	FE	R			DRG2	R
	BVBEL2	FV1	R	BBTAKA	NC	I
FV2		R	DC		I	
DE		R	ND		I	
DI		R	WB2		I	
ANGAM		R	WG1		I	
HBA		R	WG2		I	
BRGS		R	ANGB2		R	
BKEYS		R	BBSECO		IG	R
LBP1	R	IGA		R		
BVBEL3	BRV	R		IGB	R	
	BBV	R		CD	I	
	CB	R	R=REAL I=INTEGER			

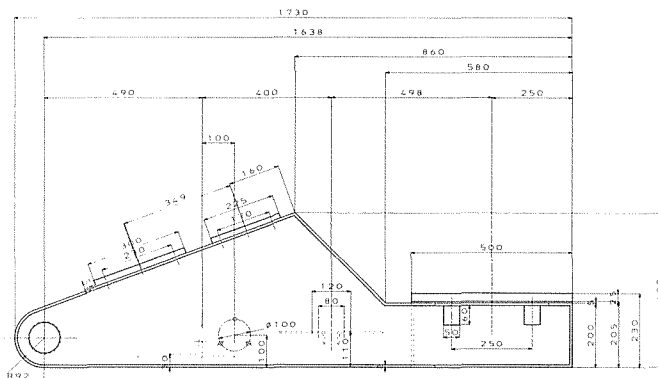


図8 ベッド部出力結果例

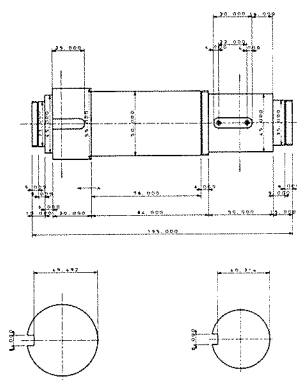


図9 軸部出力結果—その1—

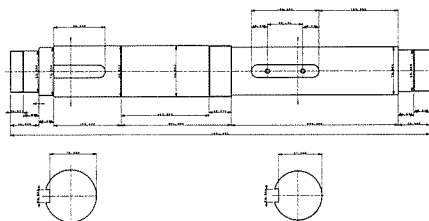


図10 軸部出力結果—その2—

5. 考 察

先に述べた如くスタート時点でコンピュータに関する基礎知識、技術の修得に多大の時間を要したこと及びメンバー間のシステム構築技術の差が存在したことに起因する種々の問題、例えば結果として質の良いシステムを作ることが本来の目的ではないことはもちろんであるが、これらの事も関連してメンバー間に種々の正・負の心理的状況が生じたようである。表3及び表4にシステム開発終了直後のアンケートの中で、負及び正に要因と考えられるものをそれぞれその度数と共に示す。負の要因第1位である仕事の個々の分担量のバラツキに起因する不満は仕事見積りの甘さのみに依存するわけでもない。その人個人あるいはグループの活動の度合にも大きく依存しているように見受けられた。総じてグループリーダーがリーダーシップを十分に発揮出来ないグループに負の要因が多であった。負の要因3位をあげた中の3人は同時に正の要因第2位をもあげていることは付言する必要がある。

これらの結果をみると技術的問題のみではなく PC 導入に伴ったシステム共同開発体験を通して様々な社会的要因をも感じたことが分る。尚ここでは触れなかったが PC を前提として開発された OKCAD や IBM550 に対しても使用体験に基づいて様々な注文が寄せられている。

表3 システム共同開発後の感想（負の要因）

順位	内 容	人数	人数/32×100
1	仕事の個人分担のバラツキ	6	18.8
2	時間経過に伴うデータの受渡し部分の混乱	5	15.6
3	クラス全体で一つの仕事をすることのむづかしさ	4	12.5
3	FORTRAN 修得に要した膨大な時間	4	12.5
3	SADT 記述に要した膨大な時間	4	12.5
6	システム・インプリメントに要する膨大な時間	3	9.4
7	大きすぎる設計対象	1	3.1
7	CAD システム導入への不安	1	3.1
7	コンピュータ社会への不安	1	3.1
7	CAD システムへの不信感	1	3.1

表4 システム共同開発後の感想

順位	内 容	人数	人数/37×100
1	新企画に参画して貴重な体験をした	15	46.9
2	全員で一つの仕事をすると楽しさが分かった	10	31.3
3	SADT をマスターした	9	28.1
4	FORTRAN をマスターした	7	21.9
5	チームワークの大事さが分った	5	15.6
5	CAD の使用体験をした	5	15.6
7	コンピュータコンプレックスを克服した	4	12.5
8	実社会でプロジェクトの進め方が分った	2	6.3
8	システム構築法をマスターできた	2	6.3
8	個々のチーム内責任とは何か分った	2	6.3

6. 結論に代えて

設計製図教育への PC 導入に関して、CAD システムの共同開発をメインテーマとして事例研究を行なった。分っていることは、PC 導入が設計製図教育に於ては避けて通れない事実であることである。その導入が、機械的に何らかの疑いもなく極めて自然になされるのならば何の問題も発生しないであろうが、少なくとも種々の疑問点が指摘されている以上、その解決に向って模索することが要求されよう。

ここで試みた方法はそれらの解決策の 1 つになり得るかどうか不明であるが、少なくとも本クラスを通して対象の分析の仕方、CAD システムの構築の仕方等を修得したことは確かであり、このことは 32 人全員がこの試みを定着させることを希望していることでもうかがえる。しかし、時間的制約(実際にシステム共同開発に要した時間は各人 500 時間を超えていることも報告されている)、コンピュータに関する基礎知識、技術の修得等 CAD システム構築以前の問題を如何に解決するか等の根本問題が残っている。これらのことを考慮しても本方法によるアプローチは少なくとも先にあげた問題点 Q 1 ~ Q 4 の 1 つの解を与えたと見なすことが出来よう。

謝辞

本報告は多くの人々の好意の賜物です。特に PC システムを御提供頂きました IBM ジャパン、岡村コンピュータ、また北大・精密工学科の関連各位に感謝の意を捧げます。

参 考 文 献

- 1) Office of the university faculty, ACADEMIC INTEGRITY HAND BOOK, Cornell university 1986.
- 2) Don Gehring and etal, Issues and Perspectives on Academic Integrity, National Association of Student Personnel Administrators, 1985.
- 3) 徳久隆義, 電動ウインチの設計, 一設計シリーズ①一, パワー社, 昭和58年.
- 4) オカムラ・コンピュータ, オカムラ CAD システム・ユーザーズマニュアル, オカムラ・コンピュータ(株), 昭和60年
- 5) D. T. Ross, An Introduction to Structure Analysis and Design Techniques, Softech Inc., 1976.
- 6) 沖野, 自動設計の方法論, 養賢堂, 昭和57年.