マイクロコンピュータシステム 技術者教育の現状と課題

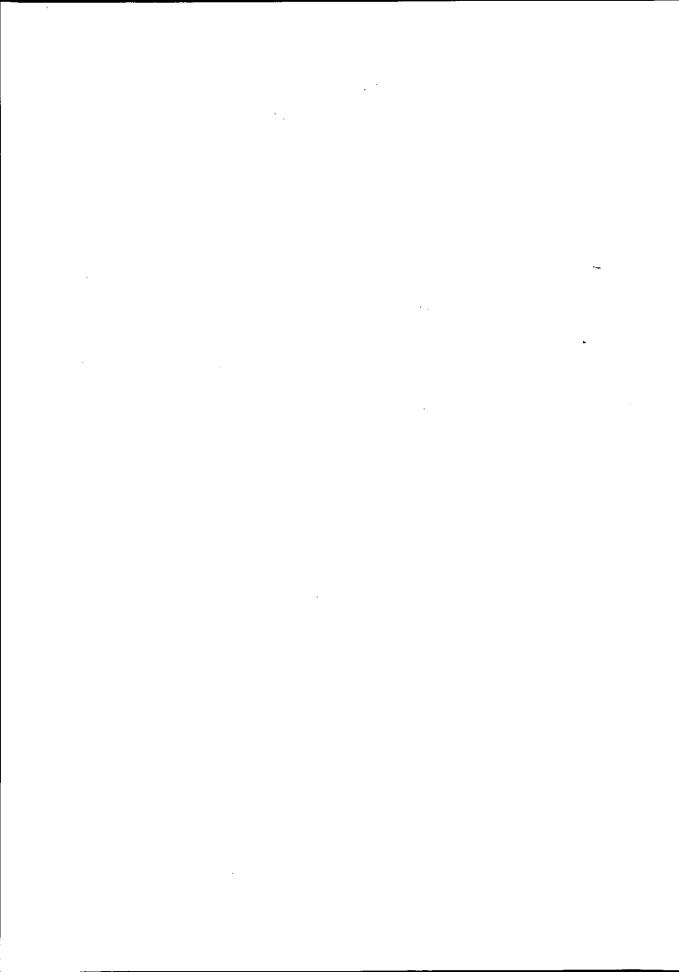
昭和57年3月

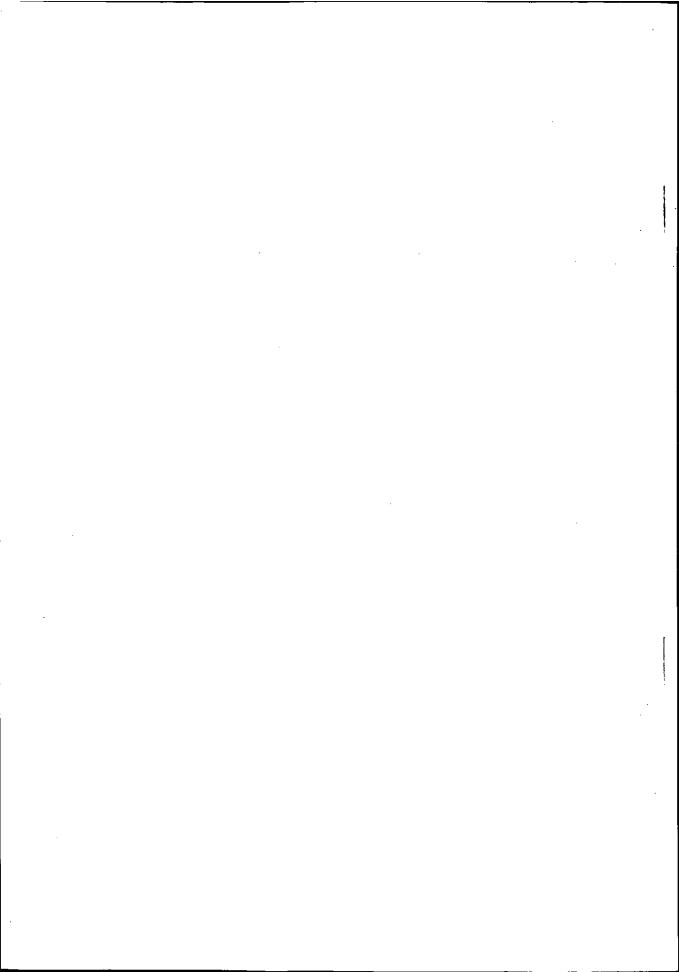


財団法人 日本情報処理開発協会



この報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて、昭和56年度に実施した「マイクロコンピュータの応用に関する調査研究」の一環としてとりまとめたものであります。





近年、マイクロコンピュータはあらゆる産業分野において利用され、そのすぐれた特質は第2次産業革命の核とさえいわれており、現在は無論のこと将来の社会、経済に及ぼす影響は計り知れないものがある。

しかしながら、マイクロコンピュータに関する技術は極めて若く、そのためマイクロコンピュータを使いこなせる技術者も少く、また技術者を教育できる人も限られている。

当協会は、昭和53年度にマイクロコンピュータ振興センターを設置し、システムハウスを含めた広汎なマイクロコンピュータ産業振興を目的にして各種の調査研究を行っているが、本年度においては上述の観点からマイクロコンピュータシステム技術者の育成に関する具体的な方策について調査研究を行った。ここに調査研究の実施に当り、ご指導、ご協力頂いた関係各位に厚くお礼申し上げるとともに、本報告書が今後多くの方々のご批判、ご叱正を得て、更により具体的な育政策へと展開することにより、わが国のマイクロコンピュータシステム技術者の育成に寄与することができれば幸いである。

昭和57年3月

.

マイクロコンピュータ基本問題委員会

(順不同・敬称略)

委 員 長 田 村 浩一郎 電子技術総合研究所

制御部論理システム研究室長

委 員 小沢慎治 慶応義塾大学理工学部

電気工学科助教授

" 菊川 健 東海大学工学部

通信工学科助教授

ル 井内 優 シャープ㈱電子部品事業本部

集積回路事業部長

〃 前田英明 マイクロコンピュータコンサルタント

比 企 春 之 ㈱応用システム研究所

技術部長

オブザーバ 稲 積 義 登 通商産業省機械情報産業局

情報処理振興課

佐 藤 昌 彦 通商産業省機械情報産業局

電子政策課

事 務 局 (財)日本情報処理開発協会 マイクロコンピュータ振興センター

ATAMATEN TO THE COLOR

CHARLES TO FAIL

1996年 - 1996年

集新工作的基本企業等等。 (2) 20 年 (2) 年 (

18.16 (1.5) 18.1

The state of the s

 $(\mathcal{C}_{\mathcal{A}},\mathcal{C$

ic		目	3 - 2 % - X - X - X - X - X	次二	4 1 A N	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
₹ .;	F				M 7 12	() () () ()	
字 .	論…						1
k }		.,,,		,社体之类	•	1.5.5	3
茅	1. 章 マイク					7 K.	
8 S	1 学校におけ	る教育の境	大	7) J [9][9]	rs (I) part	i, a j	3
i, 5	1.1.1 大学に	おけるマイ	クロコンピ	ュータ関連	!技術の教育	i	3
	(1) 全学部						3
ą p	(2) 教養課	程における	工学部の講	義科目 "		· 7/ S	.5 (
	(3) 工学部	専門課程の	講義科目			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	5
r st		専門課程♂	宝型科目 。				6
7 (7	(5) 卒業研	究			i i U k		7
•	1. 1. 2 工業高	等専門学校		胡加珊教者			9
÷ :			このカリキュ	ラム			9
•			たにおけるマ		ノピュータ		
زا ، ا		例					16
1.	2 メーカにお)現状	***************************************	14 (8) (5 × 1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2 5
: 3							 2 5
: •	1.2.1 メーカ			· ·			
٠	4.4		女育の必要性 -	1 '	ų, t	*:	2 6
	1. 2. 3 メーカ	の任内教育	<u> </u>		21.0	•	2 7
	1.2.4 713	ン技術者都	対育の実情		•••••	\$ 1 .	2 8
	1.2.5 問題点		•	·		**********	3 3
1.	3 システムハ	ウスにおけ	ける教育の現	状	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		3 3
	1.3.1 システ	ムハウスド	における教育	のねらい			3 4
	1. 3. 2 教育	課程		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,			3 4
: •	1.3.3 システ						3 7

1.4 7	「コンスクールにおける教育の現状 ;	3 7
1. 4. 1	通信教育	3 8
1. 4. 2	マイコンクラブ	4 1
1. 4. 3	マイコンスクール	4 2
1. 4. 4	セ ミ ナ	4 3
1. 4. 5	チップ・メーカが提供している講習会	4 4
1. 4. 6	各種団体で開催している講習会	4 6
1. 4. 7	マイクロコンピュータ技術者教育	5 2
•	and the control of the control of the state of the second of the state of the second o	
第 2 章	マイクロコンピュータを用いたCAI技術	5 5
2. 1 C	A I 技術の発展	5 5
2. 1. 1	ティーチングマシンとしてのCAI	5 5
2. 1. 2	適応型CAI	5 7
2. 1. 3	Drill and Practice	5 8
2 1. 4	シミュレーション方式	5 9
2. 1. 5	解答構成方式	6 0
2. 1. 6	A I 技術の利用	6 2
2 1. 7	まとめ	6 3
2.2 C A	A I システム利用の現状	6 4
2. 2. 1	米国における C A I	6 4
2. 2. 2	日本におけるCAI	6 6
2. 2. 3	C A I の現状の課題	6 9
		7 1
2. 3. 1	現 状	7 1
	ハードウェアの可能性	7 2
	ソフトウェアの可能性	7 3
2. 3. 4	ソフトウェアの互換性	7.5

.

.

		2. 3.	. 5	今後	の展	開	••••	•••••	•••••	••••	• • • • • • ·	• • • • • •	••••	••••	•••••	••••	•••••	7	6
	第	3	章	· マイ	クロ	コン	/ピ	<u>.</u> –	タシ	ステ	· ム打	支術 者	教 章	質の	課題			7	8
	3.	. 1	教育	の課	題	,,,,	• • • • •	••••	• • • • • •	••••	• • • • • •	• • • • • •		••••			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	7	8
	3.	. 2	育成	の方	卣		••••	••••	•••••	·····			• • • • •	••••				7	9
•	3.	. 3	シス	テム	技術	者認	記定記	试験	制度	••	• • • • • •	• • • • •		• • • • •	• • • • • •	••••		7	9
							-				-								
	付	属	資	料															
	I	マ	イク		ンピ	·	- タミ	ンス	テム	技術	が者と	こして	(の)	必要	な知	識•	技術		
		/篇)	案)	• • •		••••		••••		••••	• • • • •	••••		••••		••••		8	1
		1.	/ \	ドウ	₌ 7	の生	識:	はよ	び技	術	••••		••••	••••	•••••	••••		8	2
		2.	ソフ	トウ	ェア	の矢	1識1	μģ	び技	術			• • • • •	••••	• • • • • • •	· · · • •		9	1
	I	マ	イク	ㅁ⊐	ンピ	·	- タ:	ンス	テム	技術		達成 コ	· — 7	۲ (入門	⊐ –	-ス)	,	
		カリ	キュ	ラム	/ ()	案)			••••	••••								9	5
		1.	概	要			• • • • •	••••				• • • • • •		. .		••••		9	5
		2.	現在	のマ	イク	p =	レンも	<u>.</u> _	ー タ	の使	きわれ	ル方			• • • • • •			9	5
		3.	本コ	ース	の目	的	••••		• • • • • •	••••	• • • • •				•••••	••••		9	6
		4.	本コ	ース	の特	長	••••	••••	••••	· • · • ·			• • • • •	• • • • •	•••••	• • • • •	•••••	9	7
		A	. ハ	 ⊦ '	ウェ	アス	門網	扁	• • • • • •	••••					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	••••		9	8
		В	, ッ	フト	ウェ	アス	門網	Ē							••••••	••••	1	. 0	0
		C.	. ァ	セン	ブラ	ブロ	グラ	эξ	ング	編				••••				0	2
			_	_													1		

,

5 i	The second secon	÷
5 1		
.,)	The second of th	\$ *
÷Ÿ	- Panasa -	E.Z.
	(1985年 新校を支持のいてする 達むさかとしょう しょくかいしかり	J
(3	in the second of	
<u>.</u>	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	.1
£ +}	·····································	·.
	3. "我们就是这一个数据的数据,这个工程,这个人不是不是不	ļi
1. 5,	and the second of the second o	Ċ
e tr	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
2.5	A CONTRACTOR AND A SECURITION OF THE SECOND	~
4!	Continue of the Continue of th	
	and the second of the second o	

		•		
	re _g	·		
			•	
				•
				٠

1970年代にはじまったマイクロコンピュータによる産業の一大変革は、 80年代に入ってなおその勢いを増している。いまやその重要性を説くこと自 体が時代遅れのあたり前の事に聞こえる。

しかし、この変革は新たな難問をいくつか引き起こしている。別けても、マ イクロコンピュータを使いこなす技術者の不足が大問題なのである。

マイクロエレクトロニクスは量産が生命である。量産が技術的に可能で、逆に量産によってのみその低価格化が実現できる。これは作り手側の事情である。では使用者側の事情はどうか。大量に作り出されるIC製品は、どうやって消化されるのだろうか。この受皿の容量が十分大きくならない限り、IC産業の頭打ち現象があらわれる。そうなれば量産効果の限界から、低価格化の維持はできず、従って使用者側では使いにくくなる。こうしてネガティブフィードバックがかかれば、せっかくの新技術による新産業も縮退せざるを得ない。

この好ましからざる悪循環を解くカギはいくつかある。なかでも重要なのがマイクロコンピュータを埋め込んだ応用システムの開発を行える技術者の養成である。以後は簡単化のために単に「システム技術者」と呼ぶことにしよう。この略称は当を得ている。なぜならば、今後大多数のシステムは、マイクロコンピュータを埋込むものにならざるを得ず、従って「システム技術者」は、必然的にマイクロコンピュータを応用してシステムの開発を行う技術者になるからである。

マイクロコンピュータ基本問題委員会では、前年度までの議論の帰結として システム開発技術者の養成問題の重要性を強く認識した。

それを受けて、本年度よりこの問題に本格的に取り組むことになった。本書 はその調査研究活動を報告するものである。

第1章では、システム技術者教育の現状について述べる。ここでは、大学、 高専などにおける学校教育での現状、マイクロコンピュータメーカ内での教育 の現状、システムハウス内での現状および民間一般での教育機関における現状 を報告する。もちろん、そのすべてについて調べる余裕はないため、それぞれ はケーススタディになっていることをご了承願いたい。 ・第2章では、教育の一方法として今後有力となり得るCAI教育について述べる。マイクロコンピュータが高機能化するにつれてCAIの実用性はますます高まることが予想される。ましてや、マイクロコンピュータ応用システムの教育にマイクロコンピュータ自体を用いるのは、多くの利点を持つことになろう。もちろん、教育コース全般にわたってCAIを用いるのは無理が伴うが、使い方如何によっては、書物や講義による教育を十分バックアップし得るし、そういう伝統的な方法以上の効果を上げることが期待できる。

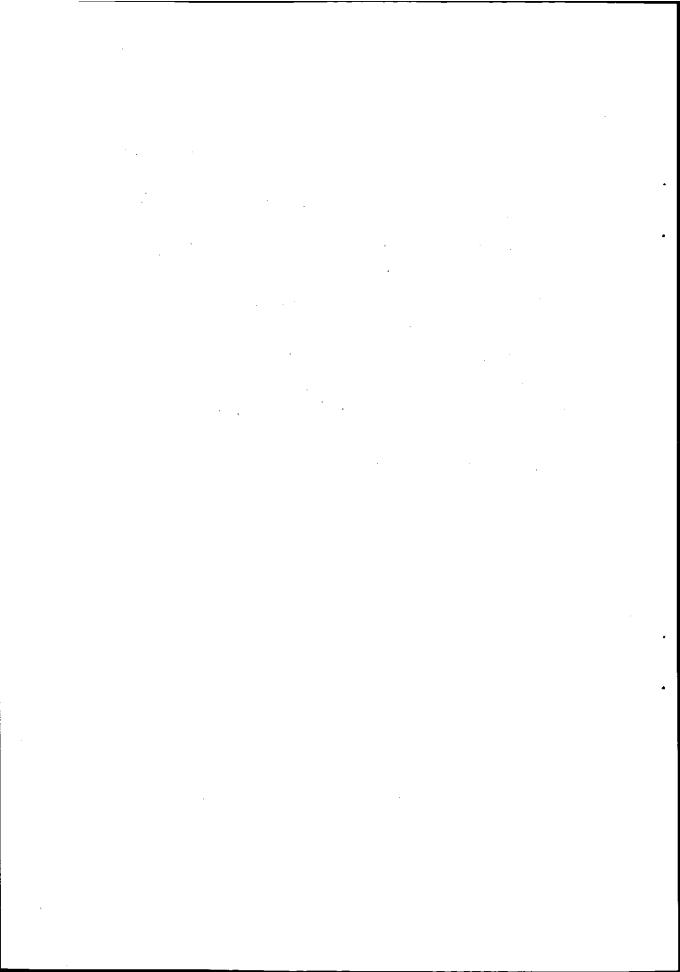
第3章では以上を総合してシステム技術者教育に対する課題,育成の方向などに関してわれわれなりの提言を行う。特に、教育の実効をあげるための手段として、あるいはシステム技術者の市民権獲得のため、ある種の技能認定試験制度が必要になることを提言したい。

さらに、付属資料として、システム技術者に必要な知識・技術、および入門 コースのカリキュラムの試案を最後に提示する。これらはあくまでも試案であ り、今後多くの方々と検討をいただく上での基礎資料として考えるものである。

システム技術者の育成は、わが国産業の隆盛のためには不可欠のものであり、 産業基盤を支える最も重要な課題の一つであるといっても良い。もしそれが十 分行われないとするならば、産業の隆盛はおろか社会生活に甚大な被害を及ぼ すことさえ考えられる。システムの虫が突如あらわれ、それが人命に影響する 事態さえあり得るのである。

教育は地味な活動であり、華々しさに欠けるが、長期的展望は言うにおよばず、短期的にも極めて強いニーズを持っている。本委員会はその責任の重さを十分認識したが、なに分にも時間的制約が強く、十分な活動はなし得なかった。今後もより深く、より広汎な活動を続ける必要があろう。¹²

最後に、東京学芸大の岡本敏雄、育英高専の木戸能史両先生にヒヤリングを 通じてご教示いただいたことを感謝したい。 第1章 マイクロコンピュータシステム技術者教育の現状



第1章 マイクロコンピュータシステム技術者教育の現状

Commence of the state of the st

1.1 学校における教育の現状

1.1.1 大学におけるマイクロコンピュータ関連技術の教育

現在の大学においては、積極的にマイクロコンピュータシステム技術者の 教育をめざす組織的なカリキュラムは存在していない。もちるん、そのよう な科目は二、三存在するが、課されている時間はまだ不士分である。

従って、通常のコンピュータ教育の一部として、マイクロコンピュータ・ システムについての教育も含まれると考えてよいと思われる。

この立場から、慶応義塾大学、特に工学部の例を中心として、コンピューンタ教育のカリキュラムについて述べ、その中でマイクロコンピュータシステーム技術者の教育への寄与を考察することとする。

大学における教育は、教養課程における全学部共通の講義、教養課程における学部の講義、専門課程における講義、実験、実習および卒業研究に分けられる。最近では大学院課程に進む学生も多いが、ここでは触れないことにする。なお、マイクロコンピュータについては、大学生自身が大学のカリキュラムによらず、独自に興味をもって勉強している例が非常に多いことが特徴である。

(1) 全学部を対象とした講義科目

最近のコンピュータ教育の普及によって、慶応義塾大学においても1学年 5,500人の学生のうち3,000人程度が履習するようになってきた。

しかし、その内容は、2,500人が履習している「情報処理概論」では、 "コンピュータを用いて計算することを学ぶ"ことである。すなわち、FO-RTRAN、Pascal、BASIC、SIMPLなどの言語を用いて、コンピュータ で処理することができるように問題を構成することに重点をおき、アルゴリ ズムの理解、組立、改良することならびにそれに必要なコンピュータおよび コンピュータ用言語の知識を与えるものである。

6科目から構成される各論コースでは、それぞれCOBOL、LISP、Pascal, Assembler, APL、PL/1の言語教育を行う。このコースはあわせて300人程度が履習している。

さらに6科目から構成される応用コースでは、それぞれ数値解析、数理計画、統計解析、シミュレーション、経済経営分析、図形処理の教育を行う。これは、どれか1つの言語をマスターしていることを前提として、複雑な問題を解く手法を教えるものである。このコースはあわせて250人程度が履習している。

さらに6科目から構成されるシステムコースは、それぞれコンピュータアーキテクチャ、オペレーティングシステム、言語プロセッサ、経営情報システム、情報検索システム、マイクロコンピュータシステム設計についての教育を行う。このコースは、汎用コンピュータシステムに関するものと、特殊な目的のシステムおよびマイクロコンピュータシステムとかなり多岐な内容を含んでおり、あわせて300人程度が履習している。

最後に4つの科目から構成される情報科学コースでは、それぞれ言語理論、 ソフトウェアエンジニアリング、データ構造論、アルゴリズム論の教育を行 こう。このコースの履習者は30人程度である。

以上、かなり詳細に全学部を対象とした講義科目について述べたが、マイクロコンピュータシステム技術者を教育するという立場からは、28人が履習している「情報処理システムN(マイクロコンピュータシステム設計)」、が設置されているだけであって、時間数も1週あたり90分で15週であって豊富とは言い難いが、内容は充実している。大多数が履習している科目は、いわゆるコンピュータサイエンスであって、マイクロコンピュータシステム技術者にも当然要求される内容であり、演習も充実していて、簡単な例題を独力で解析してコーディングし、結果を得るまでの知識は十分得られている。反面、マイクロコンピュータシステム技術者に特別に要求されるハードウ

ェア、システム制御、システム設計についてはほとんど触れられていないの は止むを得ないことである。

(2) 教養課程における工学部の講義科目

「計算機実習」が2年生全員に必須であって、内容は「情報処理概論」と 「各論コース」の中間程度である。ハードウェアやシステム制御、システム 設計についても多少は触れられている。

(3) 下学部専門課程の講義科目

他学部の専門課程においても、コンピュータに関する教育が行われているが、マイクロコンピュータについては、工学部の専門課程だけに設置されていると考えてよい。

工学部における講義をマイクロコンピュータシステム技術者教育の立場から分類すると、(a)コンピュータそのもの、(b)システムそのもの、(c)インター
、フェース、(d)信号処理、(e)データ処理に分けられる。

- (a) コンピュータそのものについての講義
 - ハードウェア 「ディジタル回路」

「電子演算工学」

「順序回路」

● プログラミング 「計算機実習」

「電子演算工学」

- (b) システムそのものについての講義
 - 計 測 「電子計測」

「ディジタル計測」

「テレメータリング」 ここここ

▶ 制 御 「制御工学」

「システム制御士

「サーボ機構」

● 構 成 「システム工学」

(c) インターフェースについての講義

(a)(b)の内容はほぼ理解していることを前提として、「ディジタル信号処理」において、アナログデータとディジタルデータとの相互変換について標本化、量子化の問題も含めて教育する。

The state of the s

(d) 信号処理

やはり「ディジタル信号処理」において、フーリエ変換、ディジタルフィルタなどのシステムにおいてはアナログ量である信号をディジタル的に 処理する手法を教育する。

(e) データ処理

この内容についでは、教養課程の講義の発展として「数値解析」「データ処理」などの講義があって、さらにそれに関する実習が付加されている。 以上が工学部の専門課程の講義の内容である。特にコンピュータを限定 しているわけではないが、マイクロコンピュータシステム技術者にとって も不可欠の内容である。

(4) 工学部専門課程の実習科目

(3)で述べた講義科目の中には、演奏習が付加されているものも多いが、それらでは大型コンピュータまたはミニコンピュータを利用しており、マイクロコンピュータを利用していない。ここでは、現在すでにマイクロコンピュータを利用している演習科目の例を示す。

(a) 「電子計算機応用」

機械工学が設置している選択科目で, 内容は

- ① 計算機制御の動向
- ② ハードウェアの基礎
- ③ ソフトウェアの基礎
- ④ システム設計

であって,マイクロコンピュータ(TLCS-12)を中心にして講義,実習

を行う。

部(b) 高「電気工学実験」

電気工学科が設置している必修科目で、いくつかのテーマのうち「論理 回路」と「プログラミング」がコンピュータの実習にあたる。

and the second of the second o

「論理回路」では、ディジタル回路の特性およびディジタルICを利用 した論理関数の実現が課せられている。

「プログラミング」ではマイクロコンピュータLSI11/23のOS UNIXを利用して例題を解き、それを通してファイルおよびリアルタイム処理の概念を学ぶ。

(5) 卒業研究

電気工学科の例を示せば、卒業研究は4年生に課せられ、1年間に1つの テーマで研究を行う。

マイクロコンピュータに関連したものもいくつかあって、マイクロコンピュータそのものに関するもの、実験結果のデータ処理に用いるもの、実験データの収集に用いられているもの、実験回路に組み込まれているものなどがある。それぞれの例を示す。

(a) マイクロコンピュータそのものに関するもの

「グラフィックスマシンの基礎研究」ではコンピュータグラフィックスで要求され、現在ではソフトウェア的に実現されている機能を、ハードウェア的に実現するためのマイクロコンピュータのアーキテクチャに関して研究している。

- (b) 実験結果のデータ処理に用いられているもの これはかなり数が多いが、その多くは、大型コンピュータで処理できる ものである。
- (c) 実験データの収集に用いられているもの

これがマイクロコンピュータの典型的な利用のしかたであろう。データの収集だけでなくデータ処理を行ったり、実験条件、特にパラメータの設

定なども同時に行っている例が多い。

「濃淡情報を用いた多面体の形状計測」は、立体の形状を非接触で計測しようとするものである。測定データは鉛直方向のスリット光を物体の中心へ向って照射したときの、反射光の強度である。照射光の物体に対する水平方向の角度を0°から360°まで適当な間隔で変化させて、それぞれに各座標の反射光の強度を測定すれば多面体の形状が得られるというものである。この研究では、照射角の設定および制御、反射光の強度データの収集、形状の計算をマイクロコンピュータで行っており、かなりの精度で結果が得られている。

(d) 実験回路に組込まれているもの

「マイクロプロセッサを利用した波力発電の定電圧化」は波力発電における負荷の変動を検出して出力の定電圧化をはかる制御において、検出およびフィードバック量の計算をリアルタイムで行って制御することを回路に組込まれたマイクロコンピュータで行うものである。

以上マイクロコンピュータを利用した卒業研究の例を示した。

このようなテーマでは、研究そのものの理解とマイクロコンピュータの 知識とが必要であることはいうまでもないので、卒業研究に着手する以前 からマイクロコンピュータの知識をもっていた者とそうでない者との間で かなりの差が見られると思われる。しかし、実際に卒業研究の進行状態を 観察してみると、必ずしも有意差は見られない。

これは基礎的な知識と理解力があって、研究そのものの理解が深ければ そのアルゴリズムをマイクロコンピュータで実現することが適当なOn the Job Training になっているからではないかと思われる。

まとめてみると、大学におけるマイクロコンピュータシステム技術者教育の現状は次のようになると考えられる。

① 将来技術者になる工学部においても、積極的、組織的にマイクロコンピュータシステム技術者教育は行われていない。

- ② コンピュータに関する講義およびマイクロコンピュータシステムに 要求される機能を実現するための基礎となる講義はかなり充実している。
 - ③ 卒業研究において、マイクロコンピュータを利用する者はかなり多い。しかも、単なる数値計算だけではなく、マイクロコンピュータシステムと呼べるようなシステムを構成している例も多い。
 - ④ 卒業研究でマイクロコンピュータを利用する者は、講義で得た基礎的な知識の上に卒業研究による OJT により、かなりの成果を上げている。
 - ⑤ 従って、卒業研究でマイクロコンピュータを利用しなかったものに対する教育はほとんど行われていないが、将来企業において仕事を与えられたときには OJT により対応ができるものと考えられる。
 - ⑥ 講義でマイクロコンピュータの教育を行おうとする試みは最近かなりあって、1人に1セットのマイクロコンピュータが設置された実習室ができつつある。このような設備が普及すれば現在では卒業研究でしか行えない教育が、演習形式で行えるようになることが期待される。

1.1.2 工業高等専門学校における情報処理教育

工業高等専門学校は、公立の場合、国立学校設置法によって各都道府県に 1校の割合で設置され、わが国における中堅技術者の養成を目的として、中 学卒業または同等の資格者に対し5ヶ年間の教育を行っている。

電気系の学科は従来電気工学科,電子工学科および電波通信科であったが,昭和55年度より,旧国立電波高校から出発した仙台,詫間,熊本の三校には情報工学科が開設された。私立学校では育英工業高等専門学校(東京)など国立とほぼ同一のカリキュラムで開校されている。

・(1) 工業高等専門学校のカリキュラム

表1-1~表1-4は, 詫間工業高等専門学校の電子工学科および情報工 学科の開講科目であり, 他の工業高等専門学校においてもほぼ同様のカリキ ュラム編成となっている。卒業単位177単位に対し、専門科目の履修単位数は92単位以上と定められている。

表1-1 工業高等専門学校(電子工学科)の必修科目

192	養 科 目	単位数	i., j.	学年	別単	位数		備考
. 12		中山級	1年	2年	3.年	4年	、5年	
	応用数学	- 4			, .	4.		演習を含む。
	応用物理	4	-		2	2	_	演習を含む
	情報 処理	. 2		` 2				演習を含む
必	電気磁気学	4	,	2	2	, ·		
ŀ	電気回路	3		. 2	1	,	•	
, ,	基礎電子工学	2	2					
修	電子工学	3	,	2	1			
	半導体工学	2 .			2			
	電子回路	4			2	2		
科	電子計測	5		-	2	3		
	電子機器	4				2	2	
	電気音響	2			1 .	1		
	電子計算機	4			2	2		演習を含む
	図学・製図	. 5	5					
	電子工学実験	14	2	2	3	3	4	
	卒 業 研究	6					6	
	計	68	9	10	18	19	12	

表1-2 工業高等専門学校(電子工学科)の選択科目

	We the think	216 64-466	`、学	年	別単		考		
授	業 科 目	単位数	1年	2年	3年	4. 年:	5年	рня	
	回路理論	2				2			
,	情報理論	2		ζ.	•		.2		
4	電波伝送学	4		-		2	2		
	電力工学概論	2					. 2	-	
	電波・電気法規	2	`.				2		,
.選	パルス工学	2				2			
	マイクロ波工学	2				2			.*
	自動制御	2	•				2		
ŀ	データ通信	2		·		!	. 2		
択	電波航法	2					2		
	画像工学	2				:	2 .		ż
	応用数学概論	2					2		
	真 空 工 学	2					. 2		
科	固体物理	2				2 .			
	電子材料	2					. 2		. :
	通 信 システム	2	;				2		•
	有線通信工学	2				2			
B	特 殊通信工学	2					2		
	量子エレクトロニクス	2				2			
	電子応用	2					2		
	機械工学概論	2,				2			
	環境電磁波工学	2					2		
選	択履修単位計	24以上	:	,		8以上	16以上	:	•
中	門履習単位計	92以上	9	10	18	27以上	28 以上		
	般科目との合計	177以上	35	36	36	35 以上	35 以上	<u> </u>	

⁽注)1. 4年次については、選択科目8科目16単位のうちから8単位以上履習すること。

^{2. 5}年次については、選択科目15科目30単位のうちから16単位以上履習すること。

表1-3 工業高等専門学校(情報工学科)の必修科目

. 452	** #	₩.65*		学年	別単	位 数		備考
授	業科目	単位数	1年	2年	3年	4年	5年	VA -5
	応 用 数 学	3				, 3		演習を含む
<u> </u> .	応 用 物 理	4			2	2	,	演習を含む
	電気磁気学	4	-	2	2			
·	電気回路	4		2	2			
必	電子工学	3			2	1		34 75, 1
J. 20	電子回路	4	- ,		2	2		•
,	計測工学	. 4			2	2		9
	電波伝送学	_3		-		2	1	
修	通信機器	4		-		2	2	
. 182	情報理論	2				·	2	
	情報処理	4	2	2		-	• •	演習を含む
•	プログラミング言語	2		,	2			
 科	情報工学概論	2		2		·		
ļ	数值解析	2				2		演習を含む
	論理回路	4		-	2	2		
	計算機システム	. 3				1	2	
	図学・製図	2	2				,	
	通信技術	7	4	3	ļ		····-	
	特殊通信技術	1	1				,	,
	電波法規	3				1	2	
	工学実験	10		ļ	2	4	4	
-	卒 業 研 究	 					6	
	計	81	9	11	18	24	19	

表1-4 工業高等専門学校(情報工学科)の選択科目

	is in the second	40.0	141 E.			4.	16 °	er green and the
, ,	受業 科目	単位数	学年別単位数		数	備考		
	X X 41 B	UZRX	1年	2年	3年	4. 年	5 年	
	テータ通信	2		. : :			2	
	通信システム	2	- 1	. :	2		2, 2	
	情報数学	2.	<i>∆</i> + .				2	A NA 1 1 - Y
	オペレーションズ リ サ ー チ	2		5 - 5 7	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	2	15.	er er er
	システム 工学	2					2	1 177 H. J. B
	システムプログラム	2	-		-	•	2	
	有線通信工学	2				2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	回路 理論	2				2		
	電波航法	2					. 2	
	自動制御	2 .					2	
	国際電波法規	1			·	1		
	通信交通地理	1				1 .	. ,	
	通信技術	1				- 1	<i>.</i>	
選	択履習単位計	11 以上		7.3		3以上	8以上	
専	門履習単位計	92以上	9	11	18	27以上	27以上	
	般科目との合計	177以上	35	37	36	35以上	34以上	

⁽注)1. 4年次については、選択科目6科目9単位のうちから3単位以上履習すること。

^{2. 5}年次については、選択科目7科目14単位のうちから8単位以上履習すること。

まず国立高専における情報処理技術者の大部分を占めるとみられる電子工学科の場合,情報系統の科目は2年次に「情報処理」2単位,3年,4年次に「電子計算機」合計4単位,5年次に選択で「データ通信」2単位が設けられているに過ぎない。次にその内容であるが,「情報処理」ではFORT-RAN、COBOL、「電子計算機」ではFORTRANによる数値計算,電子計算機の基礎に関する講義,「データ通信」ではデータ通信の知識、マイクロプログラムの講義であり,一般論に終始しがちであるため,マイクロコンピュータに関する教育やシステム技術者養成のためのプログラムは特に用意されていない。

次に情報工学科の場合、1、2年次に「情報処理」合計4単位、2年次に「情報工学概論」2単位、3年次に「プログラム言語」2単位、3、4年次に「論理回路」合計4単位、4、5年次に「計算機ンステム」合計3単位とかなり充実しており、さらに選択科目でも「オペレーションリサーチ」、「データ通信」、「通信システム」、「システム工学」、「システムプログラム」など情報処理技術者、システム技術者の養成を目ざしていることがうかがえる。

しかし、情報工学科が開設後2年しか経過していないためもあって、まだ 内容面について不確定の要素が強いようである。

以上、工業高等専門学校においては現在のところカリキュラム編成上マイクロコンピュータ教育を独立した科目として新たに開設されているものはなく、大部分の高専ではマイクロコンピュータ教育はソフトウェアでは「情報処理」、「電子計算機」に分散されてしまっている。しかし、現行のカリキュラムで内容面の充実を図ろうとする試みも一方でなされている。例えば、育英工業高等専門学校では、「情報処理」、「電子計算機」を有機的に結合し、28セットのマイクロコンピュータを設置した情報処理演習室の活用によって効果的な情報処理教育が行われている。内容を示すと次の通りであり、前記放課後情報処理演習室での実習を含めている。

(1-1) コンピュータの概要 歴史,特徴,分類,機能
(1-2) コンピュータのしくみと情報表現
2,8,16進法,数値,文字,命令語
(1-3) シミュレーションによるコンピュータ動作のしくみとプログラ
ム演習(後述) これ こうしょう
(2-1) BASIC語の基本命令群
(2-2) 基本的アルゴリズムによるプログラム群 スペース
① ストレート型構造 こうしょう 人がもおり もむしょうしゃ
② ループ型構造(無限)、スペート・スペースをはいる。
・ ③ 『ループ脱出型構造』、 ままに きょうしょ ないりゅうにきょ
④ 分岐型構造
⑤ 繰返し型構造(有限)
⑥ 配列型構造 (1): 1
で、サブルーチン型構造 (************************************
(3-1) 基本数値計算法
① 数表作成(ベキ乗,三角,指数),,,
② 代数方程式(2次,3次)
③ 級数近似(π, e ^x , ln; sin x, etc.)
④ 成績表(統計, SORTING etc), 売上明細表(帳表作成)
5. 行列計算: 1
(3-2) 応用数値計算法
① n次代数方程式
② 連立一次方程式
③ 数值積分
④ 常微分方程式
(3-3) 統計計算法
① 平均と標準偏差.

- ② 確率変数と分布
- ③ 推 定
- 40 検 定

(4-1) システム設計

- ① 設計の準備
- ② 設計の実施
- ③ 設計の評価
- ④ OR問題(線形計画法)
- (2) 工業高等専門学校におけるマイクロコンピュータ教育の事例

工業高等専門学校のカリキュラムに独立した科目として「マイクロコンピュータの教育」を設けられてはないが、実験科目や演習、卒業研究に対し積極的に導入している例が多くみられる。

(a) 実験教育におけるマイクロコンピュータの利用 -

津山工業高等専門学校や豊田工業高等専門学校では、低学年からマイクロコンピュータに関する基礎知識を体験を通して与えることを目的としてマイクロコンピュータを使用した新しい学生実験のテーマ開発に取組んでいる。津山工専では、3年次の応用物理実験に「放射線計測」、「誤差法則のシミュレーション」を豊田高専では「系の動特性測定」実験を、また「放射線計測」と「系の動特性」実験はデータ収集と処理に1ボードマイクロコンピュータを用いている。図1-1は「放射線計測」実験の構成である。

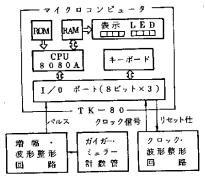


図1-1 放射線計測の構成

「誤差法則のシミュレーション」実験は図1-2に示すが、マイクロコンピュータとDAコンバータの組合せにより、ブラウン管面上に出力を表示し、学生が測定線を基準線に目測で合せることにより、長さ測定のシミュレーションを行うものである。このように低学年からマイクロコンピュータに触れさせるような試みがなされている。

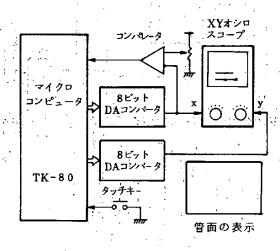


図1-2 誤差法則のシミュレーションの構成

(b) 「マイクロコンピュータ」の実験 」

豊田高専では入出力命令、割り込み、CALL 命令の学習実験として、図1-3に示す実験セットを用いて、マイクロコンピュータの実験を実施している。プログラミングの実習は、

1) 入出力命令

- ① 入力したデータをそのまま出力。
- ② 入力したデータにある操作を加えて出力
- ③ 入力スイッチの値によってジャンプ先を変更する。

2) 割り込み .

ROM領域に書き込んである表示プログラムを多重割込みによって次々に表示する。

3) CALL命令.

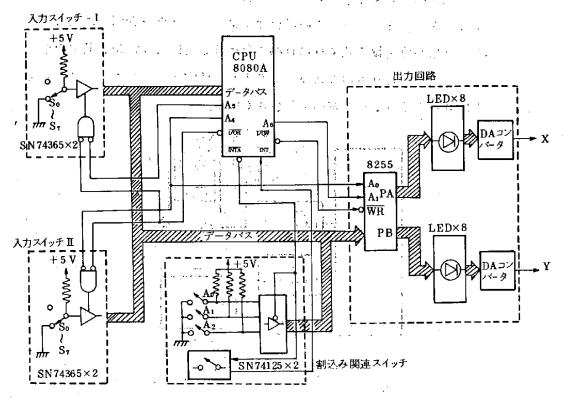


図1-3 豊田高専のマイクロコンピュータ実験システム

また、同じく豊田高専ではコントローラーとしてのマイクロコンピュータの教育のために、図1-4に示すような鉄道模型のレイアウト上の電気機関車をマイクロコンピュータによってコントロールすると同時に、ワイヤードロジックによる制御回路と比較実験するテーマが設けられている。

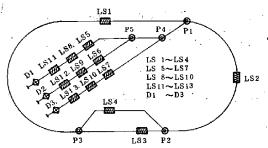


図1-4 豊田高専の鉄道模型実験の構成

制御操作は前進,後退,ポイント切換 5 ヶ所,デカップラ 3 ヶ所,制御対象からの検出入力は 1 3 ヶ所のリミットスイッチ,待時間タイマからなっている。この実験は CPU の RUN, WAIT ,割り込みによってプログラムがジャンプしてゆく様が機関車の動きを通して手にとるように理解され,コンピュータをオンラインで動かすという体験によって興味を湧かせることができたという。

また、この実験ではワイヤードロジックによって同じくレイアウトを制御する実験も併せて行っているが、マイクロコンピュータがシーケンシャルであるのに対し、ワイヤードロジック制御はパラレル動作であり、動作時間の比較や制御の複雑さについても学習できるようになっている。

津山高専では、マイクロコンピュータのハードとソフトの機能分担を理解させるために「ADコンバータのシミュレーション」実験を実施している。図1-5にその構成を示すが、TK-80を制御部として8ビットのDAコンバータとコンパレータを組み合わせることによってADコンバータを実現している。この特長は、同一のハードウェアを用いながらソフトウェアの変更で逐次比較型と追従比較型の相異なる方式のADコンバータを実現する点にある。

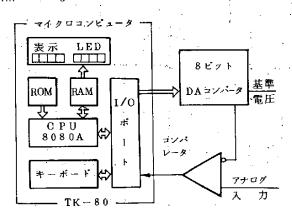


図1-5 ADコンパータのシミュレーションの構成

学生は、実験時にマイクロコンピュータの一般的知識とADコンパータの原理の指導を受けた後、自分でプログラムをRAMに書き込み実行させる。プログラムのすべてを作成させることは困難なので、サブルーチン化したプログラムをあらかじめ用意しておき、

- 1) ニーモニックコード, マシンコード, アドレスすべて確定したもの
- 2) ニーモニックコードのみのもの
- 3) 一部ニーモニックコードの抜けたもの

の順で与え, 部分部分を理解させながら, 段階的に完全なプログラム に仕上げさせている。

(c) 情報処理教育におけるマイクロコンピュータ実習室

育英工業高等専門学校では、「情報処理」、「電子計算機」の授業補習 手段として、パーソナルコンピュータを1クラスの2名に1台宛(実際の 実習時には、1クラスを半分にして1人1台を実現)28セットを実習室 に設置している。システムの構成は、図1-6、図1-7に示す通りであ る。

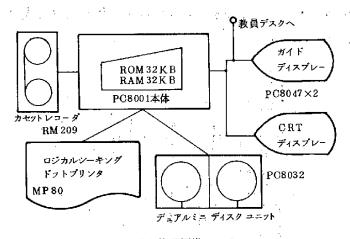


図1-6 学生使用標準システム

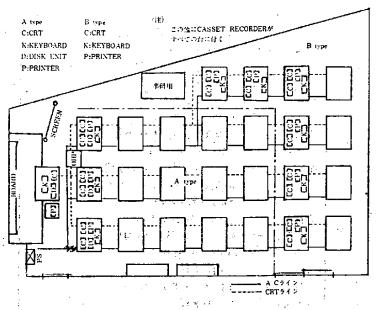


図1-7 情報処理演習室見取図

「情報処理」における実習室の利用例を述べると、この実習端末を利用して「コンピュータンミュレータ」を実現していることである。計算機ハードウェア特に CPU 内の動作について、カウンタ、アキュムレータ、メモリ、命令レジスタ、デコーダなどの基本要素をカラーディスプレイ上に表示し、シミュレーションを行うもので、言語仕様を表1-5に、命令コードを表1-6に示す。これらの仕様をもとにして、実習用例題は次の6題およびその変形を用意してある。

表 1 - 5 言語仕様

```
8ピット・1ワード
      -128 \sim 127
      3ピット -10種(表3)
命令
疑似:
       内2種は拡張型(RD, WR)
     ·····2種···(OB···END)
      5ビット 0 番地 ~ 3 1 番地、
       内30番地:入力バッファ、31番地:出
実行方式 Auto/Manual ·
ディスプレイ 10進(Decimal)表示
プログラム・データ入力 KEYBOARD,
出力 display/printer
作成言語 N-BASIC
       LIST / GRAPHIC
実行モード
仕様変更
         N-BASIC
```

表1-6 命令コード表

```
M.cade S.code
                              ハタラキ
                  17
                          '(n) -> ACC
                  9t
                          14EC)+(m) -> ACC
                  Ŀ۶
                          (ACC)-(n) -> ACC
           51
                          (acc) -) (n)
                  971
                  ۴'n"
                          n -> SCC
                  711
                          ACC(0: n -) SCC
                  t*014
                          ACC=0 : n -> SCC
           I.H
                  171
                          0 -> SCC : stop
           RD
                  37
                          input -> 30
           MR
                  11
                          (31) -> output
           08
                          -128 .. 127
           END
                  177
                          end of statements
18 push any key!!
```

4) 総和算
$$\sum_{i=1}^{n} i \rightarrow s$$

- 5) か け 算 a × b → c
- 6) わり算 a÷b→c 余りd

プログラムを実行すると図1-8に示すように CRT 上で動的に表示されシミュレーションが行われる。

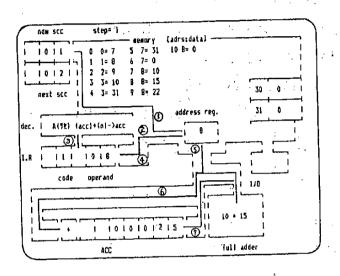


図1-8 1番地の実行推移図

- (d) 卒業研究とマイクロコンピュータ教育 マイクロコンピュータに関する教育は,
 - ① 機械語を中心とした低水準言語を用いる。
 - ② ハードウェアとのかかわりあいが強く、ディジタルICの知識が必要となる。
 - ③ コントローラとして用いることが多いために、外部機器とのインターフェイスの知識が必要である。

であり、結果的に卒業研究でのマイクロコンピュータ教育が重要な位置を 占めるようになってきた。例えば、詫間工業高専では卒業研究の約半数が 何らかの形でマイクロコンピュータを扱っており、また前述の実験等で用 いられるマイコン利用の実験機器のほとんどが卒業研究によって試作完成 されたものである。

次に、昭和56年度における育英高専の卒業研究のうちマイクロコンピュータに関するテーマを挙げると次の通りである。

- ① オートハンドのマイコン制御について
- ② 身障者用電子プリンタの研究および試作
- ③ CPUボードの試作と出欠点呼器への応用
- ④ 使用電力の分布測定とシステム構成
- ⑤ 自動身長測定器の試作研究
- ⑥ マイコンによるディジタル表示電圧計の制御とプログラムの研究
- ⑦ パワートランジスタ式 PWM インバータとマイコンによる駆動回路 の試作
- 8 成績データ処理分析システムの開発
- ⑨ グラフィックディスプレイの試作
- (i) PC8001の内部解析
- ① マイクロCAIによるコンピュータシミュレータ

このように工業高等専門学校でのマイクロコンピュータ教育はまだ体系 化されるに至っていないが、教師側のマイクロコンピュータに対する重要 性の認識は充分あり、今後ますます活発化する方向にあると言える。

[参考文献]

(1) 鬼頭孝弘他;

「マイクロコンピュータを用いた系の動特性測定装置」,電子通信学会教育技術研究会資料ET78-8,1978

(2) 鬼頭孝弘他;

「機関車モデルのワイアードロジック制御とマイクロコンピュータ制御」, ET78-8, 1978

(3) 岡田 正他;

「マイクロコンピュータを使用した学生実験」, ET-78-8, 1978

(4) 鬼頭孝弘他;

「CRT ディスプレイを利用したマイクロコンピュータの入出力命令,割込み, CALL命令の学習」, ET79-6,1979

(5) 鬼頭孝弘他;

「マイクロプロセッサ8080Aの機械語プログラミングのための教育機器」 ET80-12, 1981

(6) 木戸能史他;

「情報処理教育に関する一試行」, ET81-3, 1981

- (7) 「学校要覧 昭和56年度 」, 詫間電波工業高等専門学校
- (8) 「卒業研究概要集 1981 -」, 育英工業高等専門学校
- 1.2 メーカにおける教育の現状

マイコン技術者の教育を必要としているメーカは、現在では多種にわたっている。一口にメーカといってもその業種、規模に応じて、教育に対する要求度、内容、水準は様々である。製品を作る技術者が必要なのか、それを利用する技術者が必要なのかによって、教育への対応の仕方は自ずと異なってくる。

ここでは,まずメーカの種別とマイコン技術への係わりから考えてゆく。

1.2.1 メーカの種別とマイコンとの係わり方

マイクロコンピュータンステムに関する技術力を必要とする業種として、 現在システム製品そのものを作っている所が一番に挙げられよう。しかし、 これで全部かと言うとそうではない。これまで、そのような製品を作ってい なかったメーカが、今後の布石として、あるいは事業領域の拡大を狙って、 マイクロコンピュータシステムに強い関心を持ち始めているのが現状である。 マイクロコンピュータの持つ広汎な適応力から考えれば、それ以外のあら ゆる製品との結合によって、新しいシステム製品や分野が生まれてきて当然 である。

従って、技術者教育を必要とするメーカとして、主分野と分野外の両面から見てゆく必要があろう。

- ① 主分野-電子機器, 準電子機器メーカ
- ② 分野外一非電子機器メーカ

(機械,化学,交通,医用,他)

これらのメーカとシステム技術との係わり方は次の如くである。

- ① システム製品そのものを作る。
- ② 組合せた2次製品を作る。
- ③ 設備や器具として、生産に活用する。
- ④ その他の利用

効果的な導入と運営という面を考えると、利用技術も重視すべきであろう。

4.7 ft.

1.2.2 マイコン技術者教育の必要性

システム製品そのものを作る専業メーカ,あるいはそういった専門技術部門の場合,教育を与えるべき対象は主に新人であり,彼らにできるだけ速く専門知識,技術を与え,システム製品を生み出す戦力に仕上げる目的で教育が必要とされる。この場合,そのベースとなる環境が揃っているため,基礎知識,技術の習得は比較的容易であり,教育は主にそれを越えるシステム技術力の育成を目標に進められる。

、他方,非専業メーカ,あるいは非専門技術部門においては、次のような必要理由が考えられる。

- ① 新しくシステム製品を開発するための技術者を養成したい。
- ② システム製品を利用した2次製品を作るための技術者を養成したい。
- ③ システム製品を活用し、生産向上などに寄与させ得る技術者を養成した

410

④ 知識として保有させたい。 これに こうこう こうこう こうこう

手取り早い方法は、教育された技術者を獲得することであるが、技術者が 払底している現状ではなかなか難しい。やはり地道に自社内で、基礎から教 育を行わざるを得ないであろう。

しかし、システム技術教育を社内で考えてゆく場合、単に固定的な教育形式だけでは不充分である。特にマイクロコンピュータ分野での技術の進歩は急速であり、変化してゆく種々雑多な情報の中から整理された有力な内容を 採取し、吸収させてゆく必要がある。

そのようなダイナミックな教育方式も重要である。

マイクロコンピュータシステムの技術者教育が重視される背景には単に伸 びによる人員補充以外に次のような原因が潜んでいるように思える。

マイクロコンピュータシステムの適応範囲が極めて広汎に拡がっていて、 それらの領域を埋めるために多くの人材が必要であることが認識され始めた のが主因であろう。

専門技術者の数の伸びだけでカバーし切れなくなっている点と技術分野が 多岐にわたっている点が教育による人材育成の必要性を強くしている。

また、従来非専門分野と思われていた領域へもシステムが入り込んできている現状から、技術者教育を強く要望しているのは、むしろ非専門分野側に多い。これは、単に自分達の領域が侵害されるというより、非専門分野の方からもシステム技術へ手が出せる可能性を見ているためと考えられる。

1.2.3 メーカの社内教育

メーカにおいて現在行われている一般的な社内教育は、大別して次の如くである。

- ① 人物教育-新人,職制研修,管理者養成
- ② 基盤技術教育- QC, VE, IE研修

- ③ 専門技能教育 各種技能訓練
- ④ 自己啓発援助一講習会開催,参加援助他

通常,定期的に行われる社内教育には,人物の育成,また社内異業部門の 全社員を対象とする必要性から,高度の専門技術に関する技術教育は少ない と見られる。

メーカの一部には、技能訓練機関を設け所定の技能訓練を行う所もあるが、マイクロコンピュータシステム技術といった専門分野についての充分な教育 体制があるか否かは不明である。

技術的内容が高度で、総合的な内容になるほど、教育を行う側の負担は大きくなり、現実にはメーカ内での実施は困難となる。例えば、講師、教育機材の確保、運営、維持などの問題があり、メーカの企業規模の大小を問わず、充分な対応は容易ではない。むしろ、外部の専門的な教育機関への派遣、委託などの形の方が効率的であると考えられる。

多くのメーカでは,通常の社内研修は一般的な人物教育,基盤技術教育に 重点が置かれ,専門技術については,各職場での実践的な OJT による方式 が多い。

技術関連の教育方法の代表的なものは、次の如くである。

- ① OJT
- ② 社内研修 担当専門技術者招へい 外部講師招へい
- ③ 社外研修 講習会参加 研修委託
- ④ 個人学習支援 通信教育紹介,費用援助,図書,教材購入費援助
- 1.2.4 マイコン技術者教育の実情
 - (1) 実施形態(ОЈТと自己学習)

システム技術者を有する専門技術部門またはメーカにおいては、教育は〇

JT形式で実務経験者,有知識者に職場内で行わせる形がほとんどである。 ただ,実務技術者の場合,自分の仕事を持ちながら教育に当らねばならない ため,被教育者の次期所属部署などに応じて教育内容や期間を適宜に設定す る必要がある。その被教育者が部下として組み込める場合には,長期的な計 画で順を追って技術教育を施してゆけるが,そうでない場合は制限された期 間と内容になる。

このOJT方式は、かなり合目的的に教育および訓練が行え、環境や機材 が揃っているので、必ずしも確立された手順は無いにもかかわらず、教育の 効率は良いと考えられている。

こうした方法を採り得ないメーカでは、まず人材の確保から始めている。 主に、電気・電子関係の技術者などをこれに充て、外部教育機関への研修委 託や講習会参加、講師招へいなどを行いながら、自己研修やグループ研修に よって進めている。しかし、外部機関への依存による方法は、まだ教育内容 が一般的であり限られた期間内でしか教われないため、実務に生かしてゆく 上で充分とは言い難い。特に、具体的な問題に対処してゆくためには、良い 方法論や経験の蓄積が必要であり、経験者が身近に居る場合に比して不利で ある。

最近では、公共の教育機関の活発な教育活動によって、これらの問題に対する対応が図られてきており、今後そうした機関への依存率も増してくると思われる。

(2) OJTの単位と効果

前述したように、専門技術者を擁した部門やメーカでは、OJTが最も効率の良い教育方法と考えられている。このOJTに関して、教育効果を有する単位という面から考えると、次のように分けられるであろう。

- ① 事業所単位
- ② 部門,グループ単位・

事業所自体が、現実に被教育者に教育を行うのは、一定期間の集中的な研修という形であろう。しかし、それ以外に製品系列や組織体系といった有形無形の要素が意外に有効な教育要素となる。被教育者は、組み上げられてきた組織体系や作られた具体的な製品群を知って、システム全体とその中での個別製品や技術の位置付けを暗黙の内に認識できるからである。ただ、こうした効果を有効に活用しているか否かは、事業体の意識の有無によって左右されている。具体的な例として、事業所内での巡回実習などがある。

部門またはグループにおいては、直接・間接の情報交換や討議、あるいは グループの活動自体が被教育者に対する大きな教育効果を持っている。勿論 これらは指導側の適切な示唆と被教育者の心掛けが重要である。

日常他の技術者間で交わされている技術会話などは良い効果を持つ。特に、マイクロコンピュータシステム技術分野では、専門用語とその意味、他との結び付きなどが大切な学習項目であり、単に書籍や講義のみでは実体が伴わず理解が困難なことが多い。話されている内容と現物を見て、始めて理解できたという例は多い。

成員単位、つまり指導者と被教育者との関係で教育、訓練が行われる場合、常に系統的な教育が行われるとは限らないが、仕事に関連した具体的な知識、技術の授受が効果的に行われる。しかし、指導者がすべての知識を与える訳ではなく、主として方向付けと自己学習指導によっている。そして、問題が生じた場合の解決に援助を与える。これによって場合に応じた対処の仕方を、経験を通して学ばせてゆく。

(3) OJTの対象者

今まで、便宜上教育される対象者を被教育者と呼んできたが、以降未経験 技術者の意味で単に「技術者」と呼ぶことにする。 対象者としての技術者は、大別して次の2組に分けられよう。、八十八

- ① 企業內活動未経験者(新人)

メーカが新人を採用し、システム技術関連部門に配置しようとする場合、できる限りその専門知識を有する人物を選ぶのが普通である。こうした人材は大学、高校などの教育機関での教育に負う処が大きいことは言うまでもない。このような人材については、基礎知識が充分である場合も多いので、これをメーカ技術者として有効化するための教育を施してゆく。

一方,技術者の配置転換などによって,非専門技術者が対象となることも 少くない。

この場合、メリット・デメリットが割合大きな形で現われ易い。時には、マイクロコンピュータの基礎知識から習得させる必要があったり、年令的な問題や旧部門でのキャリアが支障になるというデメリットもある。しかし、多くの場合技術レベルに関する限り、OJT形式では、通常の教育制度で問題となる程には重大ではない。勿論、教育効率という面では問題だが、低レベルはそれなりの形でメーカ内業務に寄与させ得るし、高レベルに至るまでの各段階に応じて、教育と並行させながら生産的な寄与がさせられるからである。

また、分野外技術者の混入は次の意味で有用であり、ひとつの施策ともなり得る。

システム技術においては、単にマイクロコンピュータの専門技術のみに堪能なだけでは不充分である。システム応用製品の創出のためには、広範囲の知識、技術の組合わせが必要なことは言うまでもない。そのために、部門内に異領域の知識や技術を有する人材を積極的に保有してゆくことによって、これに対応してゆくのもひとつの方法である。

(4) OJTの手法と意義

通常, 〇JTはマンソーマン, あるいはグループ単位で行われる。

職場内の規律や健全な人間関係の維持などの点から、指導者として年長の 実務経験者や有知識者が選ばれるのが通例である。

技術者の保有知識,技術レベルに応じて,大体次のようなステップのいず れかから指導が行われる。

- ① 一定期間基礎学習(自習,説明)をさせてから見習い、あるいは簡単な 作業を手伝わせる。
- ② 時間的に余裕のある簡単な実務課題に取組ませ、逐次指示を与えながら 進めさせる。
- ③ やや高度な実務課題を与え、要点を指導しながら進めさせる。
- ④ 実際の応用課題に取組ませ、指導は示唆と援助に留める。
- ②、③、④は実務課題である場合が多く、期間、仕上りは完全なものが要求される。従って、指導者は細心の注意で指導を行い、トラブル対応については、即時適切な処置ができなければならない。

大体の目安として、1~2項は6ヶ月~1年間ぐらい必要で、4項は3年 目以降となろう。

初心者でも、実際に材料を扱わせて、組立てさせたり、必要な資料を調べさせたりすることによって、比較的短期間で最低限必要な知識は習得する。 しかし、問題の発見やその解決に対しては無力であり、経験者の援助無しに は解決はおぼつかない。

OJTの良さは、この解決者が常に近くに居る点である。単に知識の授受でなく、問題の発見とそれに対処する仕方、すなわち良い方法論や豊富な経験に基づいた適切な処置の方法を教わってゆける点で、他の教育方法より優れていると言えよう。

1.2.5 問題点と今後の課題

メーカにおけるOJT形式の教育は、前述の如く個々の技術者に適した形で教育、訓練が進められ、また実務にも寄与させ得る点で効率の良い方法である。しかし、反面次のような問題もある。

指導に当る者がすべて最適任かと言うと、現実には必ずしもそうとは言い難い。技術面に限って考えると、特にシステム技術は総合的な知識、技術の集積の上に成立つ内容であるだけに、単に個々の技術のみに長じているだけでは充分な指導が行えないであろう。

勿論,そうした各個技術の教育が行われる必要があるし,行える技術指導 者も比較的多い。しかし,本当のシステム技術の指導が行える者は果して充分 多いかと言うと疑問がある。

そういった意味で、新人技術者の教育も重要だが、それ以上に指導技術者 の育成という問題も重視されねばならないと思う。

こうした指導者のための教育は、現状では管理者教育や人物教育ぐらいしか無い。従って、今後技術指導者のための指導原理や技法に関しても問題視されるべきであろう。これは単にメーカ内だけの問題でなく、技術者教育全体の中で考えられてゆく必要があると考える。

現場の技術指導者から「最も多忙な者に、最も難しい仕事(後進教育)を押し付けている」という声がよく聞かれるが、この事実がメーカの中での技術者教育の最大の問題点であることを端的に物語っている。この問題点の解決が今後の課題である。

1.3. システムハウスにおける教育の現状

システムハウスには種々の形態があるが、ラフに定義すれば、デバイス たるマイクロコンピュータと自社の有するソフトウェア技術・ノウハウと を結合させ、顧客の要望に応じてマイクロコンピュータの機能を十全に引き出したシステムやシステム製品を開発するマイクロコンピュータ応用機

器メーカである。 (通商産業省の定義による)

ととでは、代表的なシステムハウスを例にとり、教育の現状について述べることとする。 ***

1.3.1 システムハウスにおける教育のねらい

システムにおける教育は、一日も早く顧客に対応できる人材を養成する ことにあり、基礎教育を終了した者を対象に配属先の業務内容に即した教 育がなされる。 一言でいうならば、与えられた課題を要求された期間内 で作り上げていくための技術、標準化への工夫、仕事の進め方について個 人の能力に即して適時に教育していくことである。

1.3.2 教育課程

(1) 入社前教育

例年4月1日入社予定の学生を対象に、それ以前の数ヶ月間の学生の空き時間を利用して、コンピュータ関連知識習得のための教育を実施している。 入社前教育の狙いとしては、次のことが挙げられる。

- ① コンピュータ未経験者に対して、初歩的知識を植えつけることにより、4月以降の教育に入りやすくする。
- ② 入社前の学生の自主的学習を動機づける。
- ③ 入社後の教育レベルを上げる。

入社前に実施している教育の種類ごとに概略を述べる。

(a) 通信教育

遠隔地の学生に対して資料を郵送し、演習問題の添削を行う。レベルはコンピュータとはどういうものかを把握させる程度のものである。

(b) コンピュータ入門講習会

近距離の学生を対象に、休日を利用して初歩的知識の講習を行う。10 回程度実施し、コンピュータに親しめるよう配慮している。レベルは通信 教育と同等のものにしている。

2月以降の大半の日が出社可能な学生に対して、OJT教育を実施している。入社後の職場、業務に早めに慣れるよう、実際の業務の一部分を先輩社員の指示の下に体験する。

(2) 新入社員教育

入社後の約1ヶ月間を集合教育にあて、各職場への正式配属はこの教育期間終了後としている。教育の内容としては、一般的教育、コンピュータの知識習得、実習に大別される。

(a) 一般的教育

- ① 会社の概況,諸規則,諸手続を説明し,把握させる。
- ② 社会人としての常識的マナー,心構えを徹底する。
- ③ 業界の動向,業界内での会社の位置づけ,社会的責任を理解させる。

7.50 米 (基) (X) 27 基 (E)

④ 3~4日の合宿研修を行い、規律、協調性、責任感の指導を行っている。男子社員については、例年、自衛隊に体験入隊させ、所期の効果を上げている。女子社員については、昭和57年度から別途合宿研修を予定し、同様の効果を期待している。

(b) コンピュータの知識習得

ハードウェアの基礎知識,ソフトウェアの基礎知識の講習を行い,技術者として必要な最低限の知識を理解させる。

通常,講座の担当講師は,社内の中堅技術者をあてているが,担当業務との兼ね合いで講習期間を通しての専任講師を設定するのが困難な現状にある。

(c) プログラミング実習

10日間程度の実習期間を設け、マイコンのプログラミング実習を行う。 簡単な機能で、各自がデバッグ完にすることを最大の目標としている。言 話はアセンブラを使用し、基本的な命令の使い方を理解させるようにして いる。 配属先により業務内容が大幅に異なるため、担当業務に密着した実習は 難しく、マイコン技術者としての本格的教育は配属後の職場でのOJTに 依存している。

(3) ハード教育

ハードウェア担当のマイコン技術者育成は、その大部分をOJTによって行っている。初期OJTでは作業の一部門を順次体験しながら知識の吸収を 積み上げ、次の段階のOJTで回路設計までを実習させる。

(a) 初期OJT

① 回路図の見方と機能の習得

マイコンに使用する部品の実物を実際に見て、どのような働きをする ものか、それらの部品の回路図上での表現方法を理解、把握させる。

'② ICの機能と使い方の理解

I Cは数多くの種類があり、その機能も多岐にわたっている。すべての種類について理解させるのは難しいため、比較的頻繁に使用する主だったものを把握させ、回路の理解につなげる。

③ 配線実習

配線の基本となる半田付けを徹底して行わせ、マスターさせる。また、 回路図と実配線との違いを、この過程で理解させる。

④ 加工実習

シャーシ加工を実習させ、加工に使用する各種機械、器具の取扱いを 習得させる。

⑤ 測定器の使い方実習

測定器を実業務の中で使用させ、測定器そのものとその使用方法を習得させ、製作したハードの調整方法について理解を深めさせる。

⑥ 基本回路の理解

基本回路についての理解を徹底させ、応用回路設計の基礎づくりをす。 る。

(b) OJT

① 製作実習

与えられた図面により実際に製作を行い、製品完成までの手順を体験, 理解させる。また、調整を実習し、製作上の各種注意すべき点を体得さ せる。

② 回路設計

与えられた条件に基づき実際の回路設計を担当させ、回路の理解を深 めさせる。

1. 3. 3 システムハウスにおける教育課程

システムハウスにおける教育は、当面する受注業務に対処するための技術 教育を中心として実施されているが、その中で自社または当業界にて早急に 解決しなければならない問題も包含されている。

以下にいくつかの問題点をあげてこれを解決するため、各界より支援が望まれる。

- ① 教育するに当って非常に人的な設備に負担がかかる。
- ② 高等学校,専門学校,大学等で履習されている教育科目に一貫性がない。
- ③ このような理由によりシステムハウスにおける教育も基礎から再教育する必要がある。
- ④ 公的機関による標準的な教育方法および段階的な技術力認定方法が必要である。
- ⑤ 技術者育成のために画像を用いた教育システムの構築が望まれる。

1.4 マイコンスクールにおける教育の現状

学校教育以外で行われているマイクロコンピュータの教育の場がいくつかある。これをグループ化すると、次のように分類することができる。

① 通信教育

- ② マイコンクラブ
- ③ マイコンスクール
- ⑤ チップメーカが開催しているセミナ
 - ⑥ 各種団体で開催している講習会 これらが行っている教育の現況について以下で説明することとする。

in the first of the second of the contract of the second

1.4.1 通 信 教 育

, 我が国に、マイクロコンピュータが導入された頃と時を同じくして、マイクロコンピュータのための通信教育がスタートしている。通信教育の部分では、マイテック、日本通信学園およびラジオ教育研究所などが大手であり、この外にもいくつかの団体で通信教育を行っている。

通信教育を受けた人数は不明であるが、一説によると、ある会社の通信教育は、1学期に3,000人の受講者をかかえ、全体で3万人から5万人の受講者を持っていたと云われるので、推定では、10万人がこの通信教育を受講したことになる。従って、初期にマイクロコンピュータを勉強した人達は、何らかの形で通信教育に参加していたと云っても過言ではあるまい。

通信教育は、当然のことながら個人で参加する人も多いが、しかし、通信教育がスタートしたばかりの頃は、これに代わるマイクロコンピュータの教育の場がなかったために、企業内教育の一環として、企業単位で参加する会社が少なくなかった。

ほとんどの通信教育は、教材として、自社製の8080を使用したシングルボード・マイクロコンピュータを使用することを前提にしている。従って、教材も、8080 マイクロプロセッサチップを中心にし、8080で使用されている各種信号の種類とその役割り、8080サポートチップの働らきなどが中心となっている。

教材に16進キーボードが付いた8080システムを使用しているために,

プログラミングは当然のことながら8080の機械語が中心となっている。 プログラミングの説明のために取り上げられている例題も,この教材で取り 扱える程度のものであり,余り深く掘り下げられてはいない。

- 講義内容の一例

テキストは、マイクロプロセッサチップの働らきに終始しているので、余りにも専門的になっているきらいがあり、"良くは判らなかった。"というのがある受講者の偽わらざる感想である。

通信教育は、マイクロコンピュータが導入されたばかりの頃には"貴重な情報を提供する場"として大きな役割をはたしたが、今日のように、マイクロプロセッサの応用が多様化し、また応用の規模が拡大してきた時代には、これまでの教材あるいは講座内容では受講者の要望に対応することがむずかしいであろう。

通信教育の外に、各種学校がマイクロコンピュータの技術者養成のために 夜間講座を提供している。

入門コースは、20時間から40時間で、8080の機械語を中心にして 教育を行っている。

応用コースは、各種インタフェイスを中心に 2 0 時間程度の教育を行っている。

ある夜間コースの講義内容は次のようになっている。

表1-7 マイコン入門講座日程表

	内容
第 1 日	マイクロコンピュータの基礎(用語解説) ピット,バイト,2進,16進,補数,BCD
第 2 日	マイクロコンピュータの基本構成 CPU,メモリ,I/O データパス,アドレスバス,コントロールバス

	<u>.</u>		The state of the s
Ë	ż	汝	内容
A7Ar			8080の内部構成
第	3	Ħ	レジスタ、A L U , スタック , フラグ
第	4	日	実習用マイクロコンピュータの操作方法
第	5	日	プログラム実習(1)
第	6	日	データ転送命令
第	7	B	ブログラム実習(11)
第	8	Ħ	算術演算命令, 分岐命令
第	9	日	プログラム実習面
第	10	日	レジスタ増減命令, サブルーチン命令
第	11	日	プログラム実習 (M)
第	1 2	日	入出力命令,論理演算命令 総合演習問題
第	13	. H	インターフェイス回路の考え方
第	1 4	Ħ	マイクロコンピュータの応用
			<u> </u>

.1 - 11 .

表1-8 マイコン応用講座日程表

	項 目	内、容、、、、
第 1 日	インターフェイスとは(考え方)	CPUのデータ入出力とそのタイミング、 I/Oアドレスとデコーダ I/Oポート I/Oポートによるデータの入出力
第4日	キーボード・インターフェイス	キーポード キーポード・エンコーダ エンコーダを使わない キーポード・インターフェイス
第 5 日	ディスプレイ・インターフェイス	ディスプレイ・ディバイス 発光ダイォード(LED) インターフェイス回路
第6日	リレー・インターフェイス	インターフェイス回路 制御プログラム
第7日	1 13-4	光電式紙テープ・リーダー インターフェイス回路 制御ブログラム

		<u> </u>	
	2	内	容
第8日	放電ブリンタ・インターフェイス	放電プリンタ インターフェイス	回路
<i></i>		制御プログラム	<u> </u>
	アナログ回路・インターフェイス	A / D変換器	
第 ,9 日	(A-Dの利用)	インターフェイス # 約 マーガニ・	回路
\$		制御ブログラム D/A変換器	, , , ,
第 i0 日	the suit of the second	インターフェイス	回路
		制御ブログラム	<u> </u>

今日、マイクロプロセッサあるいはマイクロコンピュータを利用しようとしている事業所は、いずれもフロッピィディスク付きのソフトウェア開発装置を所有しているので、この時代に16進の機械語を利用した講座は実状に合わないといっても過言ではあるまい。

1.4.2 マイコンクラブ

全国各地にマイコンクラブが設立され、かなり活発に活動が行われている。 我が国のマイクロコンピュータはどちらかと云うと、ホビーからスタートし たために、それぞれのクラブともホビーとしてマイコンの技術を修得した人 々が中心として活動しているクラブが多いといえよう。

あるクラブでは、次のような催しを毎月定例的に行っている。

(a) 勉強会

主として,各社の新製品についてそれぞれのメーカの技術者より説明を聞く。

(b) ソフトウェア勉強会

機械語を中心にして、プログラミングについて勉強を行う。

(c) ハードウェア勉強会

各種インターフェイスについて勉強を行う。

各地のマイコンクラブはそれぞれ工夫をこらして活動してきているが,次

のような点で問題を持っている。

- ① 友好団体であるので、活動を行うのに充分な機械と会場を持っていない。このために充分な活動が出来ない。
- ② 大型計算機の技術者とマイクロコンピュータの技術者との間に断絶がある。 特にプログラミング の経験を持っている指導者が少ない。 米国では、マイクロコンピュータに限らず、あらゆるクラブが社会奉仕 (Social return) の場になっている。例えば、米国ペンシルバニ 万州のブラックスバーグ市では生涯教育の一環としてマイクロコンピュータのコースが用意されている。

このコースで使用されたテキストが「BUG BOOK」という名で市販され、その後のマイクロゴンピュータの教育に使用されている程である。

我が国でも、自己の業務を遂行するために必要な知識をマイコンクラブ を通じて求めようとクラブに参加する人が多いが、しかしながら、この要 望に応ずることができるクラブの数はまだ少ない。

各地におけるマイコンクラブを生涯教育の場にするためには、指導者の 育成が急務であろう。

1.4.3 マイコンスクール

BASICがROM化されている BASIC マンンが普及するにつれて、BASIC を中心とした講習会を開催しているマイコンスクールが数多く誕生している。

これらのスクールでは、BASIC を中心とした2日間(土日コース)を開催しているところが多い。

このコースでは、特定のパーソナルコンピュータの使い方を中心にしている。 $2 \sim 3$ 日の短期コースを受講した人々は、"BASICの言葉は習得したが、自分の業務と BASIC の言葉とがうまく結び付かない。"という感想を持っている。

このような問題を解消するために、各マイコンスクールとも、中級コース、フロッピィディスク・コースを併設するところが増加している。しかし、各マイコンスグールは、いずれも事務処理にパーソナルコンピュータを使用することを指向している。

このために、BASICを使用して制御を行おうとする場合には教育の場としてほとんど役立たないといえよう。

大型電子計算機の場合には,用途が,事務用,科学技術計算用,それに制 御ンステムと大きく分かれていた。

従って、講習会も、用途別に用意されていたが、マイクロコンピュータの場合には、マイクロコンピュータに対する各人の要望、即ち用途が異なるので、講習会ですべての受講者の要望を満足させることが出来ない。

このために、受講者一人一人の要望を満たすことはむずかしいので、コンピュータ・サービス(CSK)では、ハードウェアおよびソフトウェアのための特別相談コーナを用意している。

また、名古屋市市立工業試験所で行われているコースでは、コースに先立って、受講者に対して"コースに対する要望"を前もって求め、これにもとづいて受講中に色々とアドバイスを行うようにしているが、このようなサービスを行っているスクールは数少ない。

1.4.4. セミナ

2~3日でマイコンのセミナが開催されている。例えば、16ビットマイクロプロセッサのセミナを例にとると、16ビットマイクロプロセッサメーカの技術者がそれぞれ3~4時間ずつ担当し、自社のマイクロプロセッサの機能を紹介しているといった具合に、新製品の紹介の場として各種のセミナが開催されている。

このようなセミナは、例えば16ビットマイクロプロセッサのように、同 時期に各社より新製品が発表になった場合には、一個所で情報を入手するこ とができるので、受講者にとって、それなりの価値があるようであるが、今日のようにマイクロプロセッサの利用が多くなった時代には、短期間に盛沢山のテーマで開催されるセミナには、これまでと違って参加者が集まらなくなったのが現状のようである。

表 1-9 最近のセミナの内容例(1)

16ピット マイクロプロセッサの機能と応用

- (1) 16ピットマイクロプロセッサの現状
- (2) LSI-11/23
- (3) MC68000
- . (4) Z8000
 - (5) TMS99000
 - (6) iAPX 86, 432

表 1-10 最近のセミナの内容例(2)

マイクロコンピュータのソフトウェア開発

(第1日)・ソフトウェアの生産管理

・ソフトウェア開発の現状と課題

(第2日)・ソフトウェア開発の事例

・ソフトウェア開発技術の課題

これに対して、日本能率協会や三井情報開発(MKI)で開催しているマイコンシンポジウムは若手技術者よりも管理者の方に主体を置いている。 このシンポジウムにかなり多くの参加者があるところを見ると、マイクロコンピュータの分野でも新しい技術の導入によって、この新しい技術に対する中堅管理者の苦悩がひしひしと感じられる。

1.4.5 チップメーカが提供している講習会

マイクロプロセッサを提供しているチップメーカも講習会を開催しているが、自社製のチップを使用するのに必要な技術を提供しているのにすぎな

V٦

このために、講習期間も2~3日程度とかなり短い。

チップメーカの中でもインテル社はかなり充実した講習を提供しているが、インテル社のシステム開発装置(MDS)を使用しているユーザは、それなりにマイクロコンピュータでの経験を有しているので、必ずしも初心者向きのコースというわけにはいかない。

表1-11 インテルジャパン㈱マイクロコンピュータ
・トレーニングゼンターのコース概要

ワークショップ名	(88	. 2日日	388	488	588
INTRO	トマイクロエレクトロニクスとは トコンピュータ報定とマイクロコン ピュータ第ウコンピュータの国際と マシン語 トラボ:具体時としての4045Aシス テム (SDXB) を使ったマシン語 によるプログラムとその配作可認	●サブルーチンの考え方 ● 酸の結論の考え方とその合物 ●酸の比較の考え方とその合物 ● 独型実施の必要性とその合物 ● ラボ・SDK・65モニタ・デブルー テンモ応報したプログラム資際の システムにおけるプログラム資	■新込みの概念とそれに対する他は、 ■マイクロプロセサの動作と前行機関 メモリ・オペレーティングとアド レス・デコーディング、施辺チップ の機能 ■ラボ:アセンブラ・高級首語の概念 と MDS によるコーディング・デ バッグの実施		,
MCS-85	 ●マイクロプロセサ 8080/8085 ●8085の含者セットとその組み合せ ●/○含者を1/10銘間プログラム ●インテル林DSモニター ●ラボ:システムモニタの製料 	▶MDSのDOSとそのコマンド ▶CREDITテキスト・エディタとマ クロ・アセンブラ ▶ラボ:CREDITとアセンブラの使 い方	▶サブルーテンの概念とスタック ▶新込みの概念と8885の新込み機線 ▶10個部の無限テクニック シいくつのプログラミング技法 ▶ラが:制御システムの開発	►ICE-85 ▶82XXファミリ東子の機能 ▶メモリとそのインターフェース ▶ラボ:ICE-85によるデバッグ	トパラレル/OシリアルI /O書子 ト的発用書詞とサポート・システム トシングルボード・コンピュー外SBO トラボ:システムの記念デバッグ
MCS-51	 ●概説 ・ ●プログラミングと章 キセットの提明 ● 内部アーラ・メモリ ● プログラム・シーナンス ● 和ログラム・シーナンス ● の配けない。 ● ラボ:交通信号解析システムの研究 	▶ISIS-II とCREDIT ▶MOS-SI アセンブラ トサブル・チン トラボ:フセグメント表示 トラボ:フセグメント表示 文法信号コントローラー	 ▶パラレル・レポート ▶レジスナ・アドレッシング ▶助議演算》間接アドレッシング ▶ラボ、セグメント表示のマルチブレックシング ▶ラボ、モーブル・ルックアップ技術を使用しての実験 	▶終込み ▶805iのタイマ ▶シリアル・ポート ▶外極メモリのアクセス	トアプリケーション・トピック トラボ:ICE-51の利用 トラボ:GRTでコミュニケートする ・システムの個例
iAPX-86 の基礎 とアセンブリ言語		▶アドレッシング・モード ▶命者とその使い方 ▶簡発システムMDS ▶ラボ:MDSによるアセンブル	▶セグメントの取り扱い方▶部込み▶ラボ:システムソフトウェアの使用とダウンワード	 大規模システムのプログラミング ◆ OPUの配作とタイミング● クロックジェネレータ・バスコントローラップ・マルチセグメント プログラミング 	► iAPX-85のシステル構造 ►PL/M-85およびFMX/85 ► フルチCPU技会 ・ラボニシステム総合デバッグ ICE-85
PL/M プログラミング	システム開発用電路としてのやした場合・する位置が引き、特別および 分割・する位置が引き、特別および 分割・アクリー を	* (リ基LDOX DO CASE \$5 * * * * * * * * * * * * * * * * * *	トプロセジャの宣言と問題 トプリーク回いと引き返し、 オペレータとの3ドペレータ 場外込み形質をつえ、アルチモジュール トプログラムがリンク・ロケート手順 トモンラールーチンとのリンク トアセンフラーブログラムとのリンク トラボージフィートがくのーチンを使ったメッセージ出力プログラム トラボージログ・ユレーションBOX による物画プログラム による物画プログラム	トISIS-II ファイル管理プログラム とのリンク トプラメータプロップについて トプロック製造を3000の概念のま との トライプラリ管理プログラム トロストプラリ管理プログラム トロストプログライン トラインマイル第位のデーナ解析 プログラム トライニログによるデアバッグ	● 割り込みに対するPL/M ● 再参りでラム ● 再参りでは、 ● 可参り吸点プログラムとライブラ ● のののでは、 ● リフォン理会プログラムの作成 ● リフォン理会プログラムの作成 ● フォンはできたは、まちスクム・デ ・ ラボ:いくつかのプログラムにつ して検討
PASCAL プログラミング	▶PASCAL機以ープロック機合 ▶億準スカラー・データ・タイプ ▶PASCALにおけるプログラム作成 ▶ISIS・II ディスク・オペレーディ ング・システムトラボドASCAL- 30の使用▶ラボ:代入文、開発シ ステムの使用	▶条件文、 ▶掃返し文 ▶プロシジャとファンクション ▶ユーザー定職のスカラー・データ・ タイプ ▶ラボ:プロシジャとファンクション	ト保計化データ・タイプ: セットと 配列 PPASQAL-86コンパイラ トリロケーション/ 結合 トインテルMDSシリーズ目デバッ ガ トボ: 配列とセットの使用	 ●構造化データ・タイプ:レコードとファイル トファイルの支援 サポードパの事能み ラセシュール間インターフェース トラボ:モジュラー・プログラミング:ファイル・データの構成と外面プロシジャの使用 	▶ ダイナミック・データ報道▶ ブログラミング・機能▶ ラボ:ダイナミック・データ構造
iRMX 88	トマルチ・タスキングの機関 ト・ドMXとはト教院プロセス機関 トラボ:HMXの特作	▶IRMXモデル▶IRMXタスクの実現。 ▶システム構成▶ラボミタスクの書 き方とシステム構成	■堪木ハンドラ▶クスク侵失値▶ラボ;遠末ハンドラ・タスクの実現。	▶ フリー・スペース・マネジャ ▶ラボ、デバッガとフリー・スペース・マネジャ	▶100 ▶5ポ:100の使い方
iRMX 86	 ▶リアルタイム機談 ►RMX BSモデル ▶RMX 85ニュークリアスの機談 ▶ソフトウェア制発プロセス ▶ラボ:シングル・タスクの響き方 	► BMX 86ニュークリアス ト総末ハンドラ トラボ:塩末ハンドラ使用システム のマルチクスクの響き方	▶新込み ▶デバッガ ▶ラボ:到り込みタスクの書き方	▶システム構成のプロセス ▶RMX-86の起込み ▶ラボ:構成モジュールの響き方	▶1/0システムの簡単▶放張RMX-86の特徴▶ラボ:ファイル入出力のタスクの書き方
ADVANCED IAPX-86 SYSTEMS	▶ ISBC/(2A レングルボード・コンピュータ構製 (6ビットCPU) PMULTIBUS(マルチプロセサンステム)構製 PASM・8G/でセンブラ85)材製 Pンステム・デバッカ)DE-86インサーキット・エミュレーラ Pラバ:(DE-86様だ」、SBC86/12A モニタ	▶大規模マルチプロセサ・システム のデザインおよびプログラミンタ ルラボ: ISBC86/12A_ISBC プログ ラミング トラボ: ISBC86/12A(16ビットCPU)	▶EPROMへのユーザー・コード等 込みとシステム操作 トラボ:ISBC86/12A、ISBC9/30 (8ビットCPU) とマルチプロセナ アプリケーション(EPROMへの ユーザー・コードの輸込みと操作)	ララボ: \SBC85/12A, \SBC85/12 Aマルチプロセサ	▶ラボ: ISBC#6/12 Aマルチプロセサ

1.4.6 各種団体で開催している講習会

大阪科学技術センタ,日本能率協会などの団体で開催している講習会は, これまでの講習会と比べて,期間も長く,内容も充実している。

大阪科学技術センタで開催している講習会は, どちらがというとハードウェアが主体となっているのに対して, 日本能率協会で開催している講習会はソフトウェアを中心にしているといえよう。

いずれも,講習会を終了した受講者が,現場ですぐ実務につくことが出来 るようにするために実習の期間が長く取ってある点が他の講習会に見られな い大きな特長である。

日本能率協会の講習は、ソフトウェアは適切な参考書がないので自習することがむずがしいが、ハードウェアはそれなりに参考書が数多く出ているので自習しやすい。また、「ソフトウェアが良く分かるとハードウェアも自習しやすい」という考えの下にカリキュラムが組まれている。

このために、ソフトウェアの作り方に重点が置かれ、マクロアセンブラの 使い方など他の講習会では受けられない技術の習得に力を注いでいる。

他の講習会と比べて不足していると思われるハードウェアの教育は、各種 インタフェイスを通じて学習するようになっている。

インタフェイスの回路(ハードウェア)とこのインタフェイスをテストするプログラム(ソフトウェア)を組み合わせて両者を互いに上手く融合させている。

このコースは、組み込みシステムあるいは制御システムを開発する技術者 を養成することを目的としているので、リアルタイムシステム用モニタプロ グラムの開発までを教育するという特長を持っている。

このコースの参加者は、コースの目的からして、このコースの終了後、チームリーダとなって、システムの開発に従事する人が多い。

表1-12 大阪科学技術センターテクノスクールの内容 (1)

基礎コース (43時間)

マイクロコンピュータを使いこなすために必要な基礎知識としてマイクロコンピュータのハードウェア、ソフトウェアならびに簡単な I / O 、割り込みを含むプログラムの作成をワンボードマイクロコンピュータを使用して習得させる。

教	科	内	容	時	間
1. マイクロコ	ンピュータとは 0 0 0		Į.	3	н
2. 数体系とコ	I— ド系 000000000000000000000000000000000000				
3. 論理演算と	- 論理設計	論理式と 論理が一ト図 カルノー図 NAND NOR EXOR 論理般計の基礎	論 理	6	H
4. 論理回路	-		`	3	Н
5. コンピュー	0	コンピュータの構成 処理原理 主記憶とレジスタ 命令の実行過程		3	Н
6. マイクロ: 基本原理		ハードウェア構成CPUの構造と動作命令の実行過程RAMとROM		3	Н
7. マイクロコ ソフトウュ	<i>7</i> . د	・ プログラム用言語 ・ 機械語とアセンプリ言語 ・ レジスタ類		3	Н
8. マイクロコ) 命令) ブセンブリプログラム演習		3	Н
9. プログラム	ム演習と実習			9	н
10. インター3) バス方式		3	н
11. インター? ラムと実習		9単なⅠ/Oボードを使ったイン	· ターフェイスの実習	6	н
12. 今後の動	向と応用法			1	Н

表1-12 大阪科学技術センターテクノスクールの内容 (2)

エンジニアコース (85時間)

マイクロコンピュータの実利用に即した課題を取り上げ、マイクロコンピュータのハードウェア・ソフトウェアやセンサーシステムを含む I / O インターフェイスを設計作製し、完成することによってマイクロコンピュータに関する技術を習得させる。また応用開発時におけるプログラム等、システムドキュメンテーションの整備についても研修を行う。

	- 教 科	内 容	時	固
1.	マイクロコンピュータの構 遊と動作	O マイクロコンピュータの構成 O バス O 計算機にかけるデータ処理の原理 O CPUの一般構造 O CPU CHIP O 記憶接置 O 入出力インターフェイス	5	н
2.	システム設計	○ 転送制御記号 ○ メモリーシステムの設計 ○ 入出力システムの考え方とインターフェイス ○ ンステムの拡張とバス構造 ○ I / ○ 機器 ○ 簡単なンステムソフトウェア	15	н
3.	チェックポイント	o ソフトウェアの設計と最適化方策 o システム開発シールの使い方 o ソフトウェアディペッグ	.4	н
4.	マイクロコンピュータの入 出力	 ○ 各種センサーの動向及び特性と活用法 ○ アナログ処理 ○ A/D, D/A変換器とその周辺回路 ○ 各種ドライバー, アクチュエータの特性と活用法 	11	Н
	短頭引着翌 4 縄頭の内が	いら1つ選択して演習する		
5.	 1) イメージセンサーによ 2) 簡易型学習制御シスラ 	フィードバックコントロールシステムの設計	42	H
5.	 1) イメージセンサーによ 2) 簡易型学習制御シスラ 3) 物理量の計測によるフ 	テムの設計 フィートバックコントロールシステムの設計	42	н
	 1) イメージセンサーによ 2) 簡易型学習制御シスラ 3) 物理量の計測によるフ 	テムの設計 フィードバックコントロールシステムの設計 動運転システムの設計		
	1) イメージセンサーに 1 2) 簡易型学習制御システ 3) 物理量の計測によるフ 4) 簡易型工作機械の自動 マイクロコンピュータ応用 利用の考え方	アムの設計 フィードバックコントロールシステムの設計 加運転システムの設計	4	н

Control of the Control of the

表1-12 大阪科学技術センターテクノスクールの内容 (3).

マネジャーコース (51時間)

担当部課長クラスを対象にマイクロコンピュータについての知識の習得と技術的側面及び経営的側面から、応用開発における諸問題に対するために必要な研修をケーススタディを織りまぜて行う。 (トレーニングキット不要)

	数 科	内容	時	Ħ
1.	コンピュータ入門	 ロンピュータの概念 ハードウェア・ソフトウェア コンピュータの操作実習、 	6	н
2.	マイクロコンピュータ	 マイクロコンピュータはどう応用利用されるか マイクロコンピュータの系列と特徴 マイクロコンピュータ応用機器開発上の問題 	6	H
3.	マイクロコンピュータ応用 開発手順	 経営的側面と技術的側面の考え方 開発推進スタッフの選定と組織 マイクロコンピュータ応用利用導入への予算の立て方 製品・設備の外在方式 サポートツールの利用体制 メインテナンスの体制 マイクロコンピュータ応用利用の外部機関の利用法とチェックポイント 	18	н
4.	マイクロコンピュータ応用 開発導入 ケーススタディ	o 応用利用を自社で実際にすすめる事を考え、マネジャーと して判断すべき点を課題を与え回答させる。 ビジネスゲーム方法を応用	15	н
5.	マイクロコンピュータ応用 着想のヒントと今後の動向 話題提供、討論方式 必要あれば見学会を実施	 製品,設備へのマイクロコンピュータ活用事例発表 技術的追求からくる将来方向 センサー等周辺I/O機器の動向と最近のセンサー技術 	6	н

表1-13 日本能率協会の講習会の内容

<第1クール>

- ① 基本的なプログラム設計技法 高水準プログラミング言語の1つである Pascal を利用して、プログラムの 作り方を習得する。
- ② Pascal によるプログラム実習

<第2クール>

- ① 8080/Z80マクロアセンプラによるプログラミング(Pascalを利用して定義したプログラムをアセンプラで表現する方法 アセソンプリ言語によるプログラミング
 - ② 280プログラムのデバッグ方法
 - ③ 8080/Z80によるプログラム実習

<第3クール>

- ① 8080/Z80インターフェイスとそのプログラミング(各種入出力機器インターフェイスとそれをコントロールするプログラミング)
 - シリアルインターフェイス:CRTディスプレイ
 - ・パラレルインターフェイス:プリンタ/紙テープリーダ/紙テープパンチ フロッピィディスク

<第4クール>

- ① リアルタイムシステムプログラミング(基礎編)
 - ・割込み機構の概要
 - · Concurrent Pascal によるリアルタイムシステム
 - ・8080/280アセンプラによるリアルタイムシステム
- ② リアルタイムプログラム実習

〈第5クール〉

- ① リアルタイムシステムプログラミング(応用編)
 - ・リアルタイムシステム設計
 - · Concurrent Pascalによるリアルタイムシステム
- ② リアルタイムプログラム実習
 - ・8080/Z80 C P U以外の 8 ピット C P U 6800, 6502 のプログラミングの方法 及び 16 ピットマイクロコンピュータ (8086, Z8000, 9900)の評価を含む。

1.4.7 マイクロコンピュータ技術者教育

マイクロコンピュータに関する講習会の平均年令を見ると、 BASIC を中心とした講習会の場合には、平均年令が35才前後であり、システム開発を中心とした場合には平均年令が28才前後となっている。

この数字から見ると分かるように、マイクロコンピュータの場合には、これらの人々に対して新しい技術、しかもこれまでとは異質の技術が、これらの人々の肩に新しく乗りかかってきた。

これに対して、マイクロコンピュータがこれほどまでに普及して来た今日 において、これらの人々の要望を満す教育の場がどこにも用意されていない ということは実に不思議である。

これは、我が国におけるマイクロコンピュータの普及がめざましかったことおよび初期の制御用システムがミニコンピュータからマイクロコンピュータにとって代わったということに基因するのであろう。

我が国に電子計算機が導入されたばかりの頃がそうであったように、マイクロコンピュータの世界でも"先輩の技術"が口から口へと後輩に伝承されていたためであろう。ある程度の技術を持った会社であれば、このような手さぐりで技術を伝えることができたが、新規にマイクロコンピュータに参入しようという人々にとっては、このような技術の伝承がなく華やかな陰に戸惑いを感じている人々が多くいる。

マイクロコンピュータを今日以上に普及させるためには、"利用するのに必要とされる技術"をより気軽に習得する場が必要になってくることは論をまつまでもない。

このためには、科学的に計画された教育の場と適切なソフトウェア開発ツールが一日も早く開発される必要がある。

表1-14 代表的なマイクロコンピュータ教育コース一覧

_								_						,	
		,		_		対	177		R		者				
	会 社 名	教育:	ス名	\vdash	ソゴ	1 '	1	-74~		ンングルボー		1	. 	時間	. 受 排 料
1				人		1		1	\vdash	· ,,	1	+	用		
H	D + 8 /3 44	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1	19	1	用	177	.H3	初	1	上		771		
1.	日本電気(鉄) Bit-INN	PC-8000:	初級	0	0		L	<u> </u>	<u> </u>	L	_	_		6時間	会 員: 2,000円 非会員: 3,000円
[.	システムセンター	シリーズ購習会	中級			0				ŀ		,	,	9時間	会 員: 2,0'00円 非会員: 3,000円
		バーソナルコンド コース (PC800		0	l -		T	ŀ		-	†			1 🗎	8.000円
;		N-BASICZ=		-		\vdash		H	,	-	-		ļ		(高校以下 5.000円)
١٠.		7-Z	· .	-	0			H	-	-				2. 日	18,000円
2	日本情報技術専門学院	N-BASICフロ ク演習コース	9 E 1 T 1 A			0		<u> </u>		<u> </u>		L		2 🛭	2000円
,	(数谷パソコンセンター (日本情報研究センタ	システム設計コー	- *			0								2 B	20,000円
١.	** .	インタフェイス	· - ス		-	0				T :		 		1 8	9,000円
		スペシャリストで		_	-	<u> </u>	<u> </u>	-	├-	\vdash	-		H		
<u> </u> -		2		0	О	0	ļ	_		_	1_		Ш	12日	85.000円
		,	자 門	Ö								'		1 🖪	6.0,00H
ŀ		パーソナル コンピュータ	BASIC 入 門	-	0							,		1 8	9,000円
		= x	BASIC		0		_	-	-				•	2 日	9 5 9 9 P
		(PET/CBM)	演 習 ミニフロッピ	-	Ľ				-	├	┝			- Z FI	25,000円
3.	傷システムズ		演習コース	<u> </u>		0				<u> </u>				2 日	30,000円
*	フォーミュレート	スモール	入 門				0					٠		2 日	18,000円
		ピジネス	BASIC 実 習					0						3 🛭	3 & 0 0 0円
	, ,	= - x (IF800)						_		\vdash	-				
-			速修コース					0		-	-	_		1 日	12000円
		BASIC=-					0							3 🛭	15,000円
	ノート電算機	アセンプラコ	- a .				:	0		ĺ			٠. ا	3 B	30,00円
4.	・ システム側	PIPS=-A						0	٠.		;			4 日	2 0,000円
						-	-			-		-			
-		フォートランコー		\vdash				$^{\circ}$		<u> </u>	Ĺ.		-	2 8	20,000円
5.	関西情報センター	マイコン実用化入	、門セミナ	0						L.		İ		1 8	3,000円
١.		入門・初級コース	·	0		\prod								, 1 E	8.000FI
6.	大阪商工会議所	中級コース (BAS			0	7							-	1 8	8,000円
				\dashv	_	-	-			_	-		\dashv		
		上級コース(アプ)	ケーション) 	_	4	0						_	_	1 8	8,000円
7.	東海ソフト(物)	IF800パソコン	昼				0	0				İ		2 1 日	1 6,000円
, ,	末 P年 / / 『切り 	BASIC = -x	夜				0	0						4 日	14.000円
		基礎コース						٦	0					4.3 時間	会 員: 90,000円
	PC 20 AN 44 AM			\dashv	\dashv	\dashv	-		-	_		\dashv	-		一 般:100,000円 会 員:170,000円
8,	大阪科学技術センター	エンジニアコ・	- x	_	\perp	4	\dashv		•	0	0	_	_	85時間	— 般:190,000円
		マネジャーコー	- z						0					5 1 時間	会 員:130,000円 一般:145,000円

	, , ,			対		. 2	ŧ.	-	者							
会 社 名	教育コース	,;	ソコ	z	スモ	ール ネス	シン	У rut	-1	トマイコン		ドマイコン		畤 ~	RLA	受辦料
	教育コース	入	官	õ	J.	応	Ė	キット 実 用		・ット 奥 用		ット 庚 用		-0	1=0	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	門	語	用	Pħ	用	杒	ф	ᆂ	√ -}	ノフト					
	マイコン入門コース											1	Ħ	3.000円		
	マイコンキット EX-80応用コース								٠.			2	8	6,000円		
9. 東京芝浦電気餅	4ビットワンチップマイコン TLCSー43応用コース											3	8	9.000円		
	4ビットワンチップマイコン TLCS-46A応用コース											3	8	9,000円		
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	8 ビットマイコン TLCS-80A/85A応用コース											3	B	9,000円		
10. 日本能率區会	マイクロコンピュータ ソフトウェアエンジニア 登成コース									0	0	30	B	会 英:570,000円 一般:630,000円		
	TK-85=-x						0					2	B	会 員: 2,000円 非会員: 3,000円		
日本電気機 11. マイコンクラブ	PC8000入門コース	0	0									2	Ħ	会 員: 2,000円 非会員: 5,000円		
	PCフロッピーコース											2	B	会 員: 3,500円 非会員: 5,500円		
	入門コース									0	0	2	B	3,000円		
	インターフェイス基礎コース	-								0		2	8	5,000円		
	シニアコース [,			0	၁	7	Ħ	30,000円		
12. 错 日立製作所	シニアコース Ⅱ									0		2	Β.	6,000円		
	シングルボードコンピュータ (SBC)コース									0	0	-2	B	6,000円		
	システムデバツガコース				ľ	į					0	2	В	5,000円		
	マイクロコンピュータ 入門コース								0			3	B	120,000円		
	PL/M-86コース										0	5	E	200,000円		
	MCS-86システム・コース									0	0	5	В	200,000円		
13. インテルジャパン(株)	RMX/80システム・コース									Q	.0	5	B	200,000円		
	i SBCシングルボード コンピュータコース									0	0	5	EI .	200,000円		
	PL/M-80=-x						,				Ó	5 (В	200,000円		
	MCS-85システムコース							_		0	0	5	B	200,000円		

⁽注) 本コースの内容は56年度のものであり、その後変更されたものが多少ある。

第2章 マイクロコンピュータを用いたCAI技術

.

·

第2章 マイクロコンピュータを用いたCAI技術

2.1 CAI技術の発展

教育過程の中でコンピュータを利用しようという考えは、すでに米国で1950年代末に始まっている。しかしCAI(Computer Assisted Instruction)という言葉が使われだしたのは、1960年代の末のことである。コーロッパではCAL(Computer - Aided Learning)と呼ばれることが多い。いずれにせよ、教育へのコンピュータ利用の研究および実用の歴史は米国ではすでに20数年、わが国でも16年以上経過している。教育そのものの何千年という歴史に比べればごくわずかな経験ではあるが、コンピュータぞのものの歴史がいまだ30数年であることを考えると、技術としての歴史は長いとみることができよう。

にもかかわらずCAI技術は今の所伸び悩みが見られる。技術そのものの発展も他のものと比べれば相対的に遅いと言わねばならず、またその普及度も大きいものではない。CAI技術に対する深刻な反省の声も研究者の中でしばしば聞かれるところである。

これには様々な要因が考えられるが、そういった点を踏まえて、現在までのCAI技術の流れを概観してみよう。

2.1.1 ティーチングマシンとしてのCAI、

米国における心理学の一つのパラダイムとして行動科学(behavioral science)がある。人間の心理を一つのシステムとして,入力と出力の関係から解明しようという立場である。つまり人間を他者として観察の対象にし,その行動を「客観的」に観察することによってその機構の「仮説」を設定,検証する。この立場が有効な事象も多い。例えば,人間の低レベルの視覚情報処理機構を物理現象として調べる場合などは確かに有効性を持つ。しかし,グローバルな心理機構の解明まで有効かどうかは,疑問を持つ人も多い。そ

れはともかく, $1920\sim50$ 年代は Thorndike らを中心とする行動科学派は大きな影響を心理学研究に与えた。

この立場で教育をみるならば、それは入力と出力の対を望ましい(と教師が考える)ものに変えることに他ならない。ある入力を学習者に与え、その出力が望ましいものならば YES, ちがえばNOと言い、それをくりかえせば学習者の行動が変容するであろう。単純に言えば、これが行動科学的な教育の仕方である。

Skinner らは、動物実験の成果を人間の教育(の一部)にも適用可能であるという仮定のもとに、Teaching Machine を創案した。これは次のような考え方にもとづく。

学習者にある行動なり概念なりを教えたいとする。その内容を詳しく分析して、細項目に分ける。次にそれらを最終目標に向けて並べる。出発点をA、ゴールをZとすれば、AからZまでをできるだけ細かいステップに分割するわけである。各ステップは学習者が容易にのり越えやすいものとする。そこで各ステップ毎を問題として学習者に提示する。学習者はその問題に容易に答えられる。この提示と反応をくりかえすことによって学習者はゴールZに到達可能な筈である。

以上が Skinner の Teaching Machine基本原則である。このような学習方法を一般にプログラム学習ともいう。また、学習者の応答が正答、誤答にかかわらず次のステップがきまっているため、特にこのようなプログラム学習を線型プログラム学習ともいう。

この種のTeaching Machine としてコンピュータを使用すれば、学習者の 応答如何によって次の提示を変えるような機構は簡単にできる。このような ものを分岐型プログラム学習とも言う。

初期のCAIではこの考えにのっとったものが多い。この種のCAIをフレーム志向型CAIとも言う。提示と応答処理をひとつのフレームと呼び,フレームを多数組合わせることによってコースウェア(学習プログラム)を

作るからである。

フレーム志向型CAIによってもそれなりの成果を得られたのは事実であるが、大きな問題が二つある。これは当初から指摘されてきたことである。

第1に、コースウェアを作るのが非常に大変である。まず教科内容を細かく分析しなければならない。次にそれらを教育効果を考えて組み立てなければならない。次に、実際に何人もの学習者に対して試行してもらい、その結果を見て修正、改良していかなければならない。分岐型ともなると、生徒の応答に対しての適切な分岐先を決めなければならない。コースウェアを作りやすくするための種々のソフトウェアツールが開発されてきたが、それでも本質的な困難さはつきまとう。

第2に、これがより大きな問題なのであるが、細かいステップで親切に教育されると、その内容が身につかないという感じが否めない。ちょうど、曲がり角ごとでここをまがってと方向を指示されながら道を歩いても、通ってきた道が覚えられないようなものである。自分で考えてみるという面がどうしてもおろそかになりやすい、コンピュータと長時間にわたって問答し、コンピュータの出題に答えながら最終ゴールに達しても、最後に、それでは一体何を教わったのか、という感じが残る。

第1,第2の問題のいずれもフレーム志向のわく組みの中で解消するための努力がなされてきたし、またその成果もみられたが、どうも本質的に内在する課題のようである。

2.1.2 適応型 CAI

分岐型プログラムは各フレームでの学習者の応答によって次のフレームを変えるようにプログラムできるから、この意味では学習者に適応するCAIになる。しかし、その"適応"の仕方は、次のフレーム決定をあらかじめ学習プログラム作成者が与えておくものである。ここで以下に述べるものは、次のフレームの決定をある一定ルール(決定理論)によって行わせようとす

るものである。代表例としてはMITのSmallwood のプログラムが有名である。

あるフレームに対する正答,誤答のそれぞれに次のフレームが複数個対応しているものとする。学習者にはその中のひとつが提示される。この選択を学習者の過去の履歴およびこのCAIプログラムが過去に教えた一群の学習者全体のデータの両方を用いて最適な解になるように行う。統計的なパラメータは大数の法則に従うから、学習者数が増えれば増えるほど、そして、対象としている一学習者を長く教えるほど、この決定は最適解に近づく筈である。これがSmallwood の適応CAIの基本的発想である。

工学的な見地からみれば非常に興味深いが、しかし、ただでさえフレームを用意するのが大変なのに、適応能力を発揮させるためにそれ以上のフレームを準備するのは極めて大変な労力を要する。フレームを作成するのが人間であることに変わりがないからである。もし良いフレームが作られなければ、せっかくの"適応"も効果がない。ましてや教育成果は期待できない。ここには相変らず CAIの根源的な難しさが残されている。

2.1.3 Drill and Practice

何とかしてフレームそのものを創り出す CAIはできないものだろうか。簡単なものならば可能である。

例えば、かけ算を教えたいとする。その問題の発生は乱数を使って容易に 行える。またレベル分けも、桁数を増やして行える。TIのLittle Proffessor や、シャープの「算数博士」などの学習器がこれに相当する。

この種の教育を"drill and practice "という。CAIの初期の頃から 用いられた方法の一つである。

この手法は限られた教科内容に対しては大きな威力を発揮するし、また問題をランダムに発生するところがコンピュータ向きである。しかし一般の教 科内容に対して通用するものではない。考え方は通用するが、一般に問題を 作り出すのは容易ではない。例えば、幾何学の演習問題を考えだすのは人間 にとってもむずかしい。

Drill and Practice は、ある特定のパターン、特に数値計算などには向いている。その他、これを若干高級化すれば、英文和訳の教科などで、パターンは一定にしておいて、単語を(ある制約のもとで)発生して、英文を作り出すなどということは可能である。もっとも学習者の解答の正誤を判別するのは容易ではない。

2.1.4 シミュレーション方式

例えばある物理現象を教えたいとする。コンピュータ内にこの現象をシミュレートするプログラムを作っておく。学習者がこのシミュレータにある入力を与えれば、シミュレータの出力が得られる。この仕組みを利用するのがシミュレーション式CAIである。

この方法によって、実験がしにくいもの、実験はできてもなかの機構が目に見えないのでわかりにくいもの、などの教育が可能である。もちろん実験で教育効果のあるものに対しても、コンピュータのシミュレーションを用いた方が教育を効果的に有効にすることが可能である。

この方法のむずかしさは、シミュレータを使って教育効果を出すために、 如何に学習者を手引きすることができるか、という問題にある。やさしいも のからむずかしいものへ、単純なものから複雑なものへ、という基本的な流 れを作るのは当然だが、説明の与え方、問題の作り方、いずれも学習者を十 分考慮して注意深く組みあげる必要がある。

この方法の利点は、部分から全体、全体から部分という教育にとって重要な行き来が比較的容易な点にある。教育はともすると部分に分解して、それを読みあげるだけで全体を作る教程をとりがちになる。しかしそれでは学習者に全体像を浮かびあがらせにくい。逆に全体像を教えようと思っても、部分部分がきちんと理解できていなければ、それは不可能になる。この部分と

全体とは、どんな教程をとってもジレンマに落ち入りやすい。シミュレーション方式では、両者のチャネルを比較的太くとれるように教程を組み立てる 立ことが可能であるう。

ハードウェア的に見るならばグラフィックディスプレイが比較的安価に利 ・用できるようになったから、それによって、絵解きの形式でシミュレーション ・方式を効果的に実現することができる。これをうまく活用するならば、講義 形式や書物によるものよりずっとわかりやすい説明が可能な筈である。

多くのCAIでは学習者の解答は短いものに限定させるように作る。例えば、多肢選択にするとか、あるいは、たかだか数値や単語を解答として要求する、などである。
しかし、数学にしる語学にしろ、あるまとまった長さの解答を学習者に構成させることを要求した方が、教育効果があがると考えられる場面がある。コンピュータのプログラムを教える時などでもそうであろう。このように、学習者に構成的な解答を要求し、その正誤を判別し得るようなCAI方式を、解答構成方式と仮りに呼ぶことにしよう。
如の用語は実は一般的な用語とは若干異っている。普通に、多肢選択でなく解答を陽に要求するもの全般をこのように言う。しかしここでは、数値や単語の解答は含めないことにする。コンピュータ技法としてはこれらも多肢選択も同じように容易だからである。
当時では、まずその解答をである。
は極めて困難である。しかし対象領域を限定し、しかもその対象領域が比較はないて困難である。しかし対象領域を限定し、しかもその対象領域が比較

的コンピュータにわかりやすいものならばそれが可能である。例えばスタンフォード大で開発された算数プログラムや、論理計算コースなどがその代表例である。また、MITの人工知能研究所で研究されたLOGOシステムは徹底的に解答構成方式をとっている。

LOGOは、その基本的な思想を米国の行動科学からはなれて、ピアジェーの学習理論に置いている。行動科学の考え方が、入力と出力とに注目してその間をブラックボックスとしたのに対して、むしるその中味の機構を洞察する立場をとる。特に、幼児の概念形成過程についての仮説を持っている。ピーアジェの思想そのものが構造主義的であり、統計主義的ではない。

LOGOでは、2次元図形を描かせるプログラムを子供に作らせる。点(タートル)は向きを持っていて、その点の向きをターンさせる、その向きに前進、後退させる。くりかえす、サブルーチン化する。などの簡単な命令セットを用意している。その結果はすぐディスプレイにあらわれるから、子供はそれを見て自分の行為の結果を知る。これは、"プログラミング"の教育であると同時に、何かを創造する、あるいは何かを抽象化する、という能力の育成にもつながると考えられている。

LOGOの考え方は、XEROX 社のパロアルト研究所でのSmalltalkシステムにも影響を与えた。Small talkはプログラミングシステムであるが、特にその言語が興味深い。これも子供でも容易にプログラムできることをねいらって、長年の試行ののち、最近確定版が発表された。この言語を使って、子供でも相当面倒なディスプレイのプログラムが作れるようになるといわれ

10 G Oや Small talkによる"学習"の問題は、教育効果をどうとり入れるかである。ほとんど自由に作らせるから、できる子はどんどんむずかしいことできる。できるでして行ぐが、理解できない子供達に対してはどう対処するのかが不明である。ディスプレイプログラムは結果が目に見えて確かに子供の興味をひきつけるのに十分であり、また、人間は本来、物を作り出すことに喜びを持

つのには違いないが、プログラムを作ってどうしてもそのあやまりがわからないような場合はどう対処するのだろうか。その方策を実現するには、子供の作ったプログラムを"理解"する機能が必要になるであろう。

2.1.6 A I 技術の利用

AI(人工知能)研究は1950年代から始められ、すでに多くの成果が得られている。例えば、パターン認識、数式処理、ロボット技術、言語理解、コンサルタントシステムなどである。そこで培かわれた技術をCAIに利用することによって、よりインテリジェントなCAIを作ろうという研究が1970頃より始められた。例えば、Carbonellの南米の地理の教育システムがある。

まず、教科内容を知識ベース化(あるいはデータベース化)する。この知識ベースを利用して問題を発生させる。

また、簡単な自然言語理解の機能を持たせる。これによって、学習者との会話は、(一見)自然言語風になる。CAIの場合は、学習者の応答文は予期できるから、一般的な自然言語理解プログラムほど凝ったものである必要はないだろう。

教育過程は、主導権混合型 (mixed initiative) にする、つまり、教育過程での会話の主導権をコンピュータ (先生)側が持ったり、学習者側が持ったりする。多くの、特にフレーム志向型の CAIでは主導権は大部分コンピュータ側にある。せいぜい学習者が Help 要求をした時に主導権が移る位のものである。一方、LOGOや Small talk では、逆に学習者が主導権を持ち、コンピュータが教育過程に介入することはほとんどない。しかし理想的に言えば、両者が混合するのがよい。

以上の3つの基本機能によって、コンピュータと学習者が自然な会話を行い教育が進行する。この中でむずかしいのは、教授方略をどう考えるかである。例えば地理を教えるにしても、単に地名や人口などのデータを教えるだ

けではあまり意味がない。地名を知り、人口を知り、気候や資源を知ることによって、地勢にかかわる一般原則を考えさせるプログラムにしたい。また、生徒がわからないときにすぐ教えてしまうのがよいのか、あるいは考えさせるのがよいのか、こういった、教育自体に関する昔からの疑問があらわれてくる。

実用的な見地から見ると、AI志向型のCAIでは、プログラムが凝っているために応答時間がかかりすぎることがしばしば起こる。たとえばCarbonellのシステムでは、(当時の)大型コンピュータで3分程度かかるのである。プログラムを改善することで10倍位早くすることも可能であるが、そうするともっと凝ったストラテジィをとり入れることになる。

A I 志向の C A I がいろいろな意味で今後の C A I の理想になろうが、その理想の達成のためには、多くの難問がある。

第一は前述した教授方略の明晰化である。これは教育における難問中の難問であり、これまでも人間教師のもとで様々のものが試みられてきたが、決定的と思われるものはない。今後もそういうものはないだろう。人間は機械とちがって適応力が高く、どんな方略でもうまく行くし、逆にうまく行かない。しかしより良いものを求め努力は継続されるべきであろう。

第二は、ソフトウェアの開発である。AI志向のものは、そのプログラム作りが単に大きいだけでなく本来的にむずかしい。プロダクションではなくそれ自体研究課題である。

第3にハードウェアの問題がある。いかに良いソフトウェアができても実 行時間がかかりすぎては実用にならない。高速のコンピュータが強く望まれ るのである。

21.7 まとめ

CAI技術の発展の概略を述べてきたが、パーソナルコンピュータに象徴 されるように、高機能で低価格のハードウェアが手に入るようになってきた 現在、CAIは新しい発展のフェーズにはいり得るとも言える。しかし、問題はソフトウェアおよびその基礎をなす教育技法である。この面での研究は数多くなされてはいるものの、いまだコンピュータの潜在能力を十分発揮しているとは言いがたい。今後CAI研究がますます盛んになることを期待したい。

2.2 · . C A I システム利用の現状

CAI研究と実用とは欧米およびわが国で行われている。特に米国と日本とが相対的には盛んであるが、必ずしも広く深く普及しているとはいいがたい。その実状と課題とを以下に見て行くことにしよう。

"我们就是这种种的。""我们就是一个人,我们还是这个人,我们就是一个人。"

2.2.1 米国における CAI

前節で述べたように、米国では最も古くから CAIの開発を始めている。 研究・開発機関も比較的多く、しかもそれぞれ長年月にわたっているため、 経験が豊富である。その中で特に知られているものとして、以下のものがあ る(岡本[1])。

- 。o.フロリダ州立大グループ
 - o: イリノイ大PLATOシステム シャル・
 - o 同大SOCRATES
 - ο テキサス大グループ ·
- 0 IBMグループ
 - o MITグループ
 - o ブリアムヤング大のTICCITシステム
 - ο シカゴ市教育委員会
- : o : イースタン高校
- その他

全軍、民間研究機関、大学 (1975年) (1975年) (1975年) などがある。

以上のうち、特に知られたものとして PLATO およびTICCIT両システムについてもう少し詳しく見てみるごとにしよう。

(1) PLATO

イリノイ大学で1959年から着手されたもので、研究、開発、実用をくりかえしつつ現在はバージョンVに達している。CDC社から市販もされている。

PLATO の特徴は、CDC66600という大型コンピュータを用い、端末数も数千台、しかも回線で広域にわたっているという、そのスケールの大きさである。

端末装置もユニークで、プラズマディスプレイを用い、そこにマイクロフィッシュのプロジェクタを付けて投影できるようになっている。従って、動かない背景の図柄はマイクロフィッシュプロジェクタで与え、動的な文字や図形はコンピュータが送り出し、両方が重畳されて画面を作る。

プラズマディスプレイは PLATO のために開発されたもので、CRTディスプレイに比して、平面スクリーン、ちらつきのなさなどの利点を持っている。しかし、多色化がまだ十分でないこと、CRTに比べて価格が高いなどの難点がある。

CAIプログラムの作成には TUTOR という言語を用いる。これは基本的にはフレーム志向形である。しかし、それにこだわらず、ディスプレイ機能をうまく活用したシミュレーション型のすぐれたプログラムも作られている。

すでに開発された教材も豊富で、あらゆる学科にわたっており、プログラム数はすでに数千になっているといわれている。もっともすべてが良いものだけでなく、恒常的に使用されているようなすぐれたものはそう多くはない。

PLATO システムは、システム的に見るならば、コンピュータが高価であった時代の形式をとっている。もっと端末をインテリジェント化する、つ

まりパーソナルコンピュータ化することによって、次の時代への発展につながるであろう。

(2) TICCIT

ブリアムヤング大学のTICCIT(Time - Shared Interactive Computer Controlled Information Telerivion) はいろいろな点でPLATOと対照的である。ミニコンのNOVA800をセンターにして、カラーテレビを改造した端末を利用する。映像用に磁気ディスクを用いている。このようにシステムとしてはPLATOに比べてはるかに廉価であり、分散志向である。

教授方略においても学習者の主体性を尊重していることを考慮している。.

2.2.2 日本におけるCAI

わが国においては, 1965年に電気試験所(現,電子技術総合研究所) においてはじめてCAIが作られた。端末数3台であった。

その後、電子工業振興協会において、CAI用標準言語が設定された。この言語はフレーム志向型CAIを想定したものである。この言語に対する批判も根強いが、しかしそれによって多くのプログラムが作られ、成果をあげたのも事実である。

現在の設置状況を表 2-1 に表す。 資料がやや古いのでその後の変動が若干あると思われる。たとえば、(10)の機振協システムは北海道教育大学に移設された。また、この表にはのっていないものでマイクロコンピュータを利用したものが大学や高専などで多く作られていると思われる。

以下に典型的な例について見て行くことにしよう。

(1) 北海道教育大学函館分校

わが国の大学関係ではおそらく最も古く研究に着手したグループのひとつであろう。特に物理教育でのすぐれた教材が作られている。最近では、マイクロコンピュータ利用のCAIについての研究も進められている。また、機振物で作られたシステムが移設され、ここで利用されている。

表 2 - 1 わが国のCAI学習システム設置状況一覧 (1979年3月現在)

	段 置 者 名	計算機名	容量	計数	学習端末装置の種類
番号		HITAC10	16kw		RAS, KB
1	北海道教育大学函館分校	niiacio	,		RAS RAA KB
2	機BWR運転訓練センタ	NEAC2200/50	16kc		RAS, KB
3	埼玉県所沢商業高校		32+16kw	•	CRT, KB
4	日立製作所做中央研究所	HITAC10×2	16kw		TTY, RAS
5	東京教育大学教育学部	HITAC10 OKITAC4500			CRT, KB
6	学芸大学	HITAC10	4kw		PR, KB
7	東京大学教育学部	HITAC8400	256kB		RAS, KB
8	日本電信電話公社 中央学園	NEAC2200/50	16kc		RASKB
9	(財)能力開発工学センタ		32+8kw.		RAS, CRT. RAA, KB
10	(財)機械振興協会(1)。	HITAC10×2	JZ10KW		RAS, RAA, KB
11-	愛知教育大学 八日皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇皇	OKITAC4500	24kw		CRT, RAS, KB
12	京都教育大学		2784		RAS, KB
13	大阪大学	HITAC10	20kw	2	TTY, nts/17, S, A
14	香川大学教育学部付属髙松中	NEAC2200/4	16kw		PR. KB
15	広島県立呉商業高校	NEAC2200/50	16kc		1
16	北九州機械工業振興会	//	1024kw		RAS, PR, KB
17	日本IBM	IBM360/65	-,		RAS TTY
18	岐阜大学教育学部	TOSBAC40C×2	64kw×2		RAS, KB
19	官城県教育研修センタ	TOSBAC40C-40A	32kB		
20	神田外語学院 	TOSBAC40×2	64kB×2	- 1	RAS, KB, CRT
21	長野県情報処理教育センタ	FACOM230/25	64kB		RAS, KB, MF
22	東京工業大学	HITAC10-11	20kw (
23	日本ユニバック総合研究所	OUK9300 NEAC2200/500	32kB 524kc	i	CRT, KB
24	日本情報処理開発協会	FACOM230/60	18kw	2	CRT, KB
25	広島県立宮島工業高校	OKITAC4500	4kw		
26	富士通	FACOM230/35	65kB	7	RAS, KB RAA, KB, 漢字, 図形他
27	国際基督教大学	TOSBAC40	65kB		CRT, RAS, KB, MFR
28	東京都葛飾区立常盤中学校(国立教育研究所)	OKITAC4500C	32kw		RAS, KB
29	東京工業高等専門学校	NEAC3200/50	16kw ;		RAS, KB
30	大阪電気通信大学	PDP11			RAS, KB
31	東京大学医学部	TOSBAC40 OKITAC4500	32kw	2	1
32	沖電気工業術		32kw 64kB	1	
33		TOSBAC40			5 枝選択、ページ指示
34	東京都立小山台高校	TOSBAC40N	16kB 256kB	17	CRT, RAS, RAA, KB
35		INTERDATA7/32.	64kB×2	1	プラズマディスプレイ、VID
36	長崎大学,	TOSBAC40×3.	16kB×1	1	RAS, KB
37	大阪教育大学	HITAC10-11	12kw	١.	KB. 区形(Turtle)
38		PANA FACOM U-400×2	1	1	
39			56kB	1	TV
40	竹園東小学校(筑波大学)	Z-80	JOKD	1 40	1 * 1

(2) 電電公社中央学園

プログラム言語その他の教材が作られている。ここの端末はユニークで、 CRT2台がならべられていて、それを巧みに利用している。企業内教育と してのCAIでは最も古くから開発されたもので、長年月にわたる実績を持 つ。

(3) 神田外語学院

民間で実用化されている数少い例の一つである。語学教育の一部としてコースの中に組込まれている。 このシステムは汎用性をねらわず, 語学教育用として目的を限定し, それに合わせて端末が設計されている。それが成功の一因となっているかも知れない。

(4) 都立小山台高校

ふつうのCAIと異なり、読本中心に教えるが、その指示をコンピュータが行う。それによって、すべてをコンピュータにまかせることによって生じる無理(例えばコースウェア作りの大変さなど)を避けている。これもユニークなCAIの方式であろう。

(5) 金沢工業大学

大学のCAIとしては最も大規模なものである。教育課程の一部として組 込まれ実用化されている。これも日本の大学としては珍らしい。

(6) 筑波大学

システムの多機能性として随一のものであろう。スーパーミニコンで制御されているが、端末装置には、CRT、プラズマディスプレイ、ランダムアクセススライド、ランダムアクセスオーディオ(音声発生装置)、などが一つの有機的な複合体としてまとめられている。

(7) 竹園東小学校

筑波研究学園都市に新設された竹園東小では、小学校教育の一環として CAIが実用されている。マイクロコンピュータを活用し、ハードウェア価格を低くおさえている。

わが国ではCAIよりもむしろCMI(Computer Managed Instruction)に力点を置いている所が多い。これは,CAIが直接教育過程にコミットするのに対して,コンピュータを間接的に教育に利用するものである。例えば,レスポンスアナライザの統計的分析を行ったりする。

2.2.3 CAIの現状の課題

1960年代初頭には、CAIの将来はバラ色に見えた。あと10年か20年するならば、学校の教室にはCAI端末がずらりと並び、センタのコンピュータがそれらをすべて管理するという光景が見られる。といった予想がなされた。確かにコンピュータ技術としてはそれは可能である。コストも60年代初めに比べれば何百分の一になっている。現に、米国や日本でもそういう光景が全くないわけではない。しかし、それらはごくわずかであり、容易にリストアップできる程度であり、決してポピュラーなものになっていない。なぜなのだろうか。再びCAIに対する反省の機運が高まっている。

CAI低迷の原因はいくつか考えられる。

その中で最大のものは、「教育」ということのむずかしさである。たとえ 超高性能のコンピュータを使っても教育のむずかしさにはかわりがない。た とえコンピュータという武器があってもそのむずかしさの攻略が10年や20 年で成功するものではない。

教育のむずかしさはコースウェア作りのむずかしさにつながるが、それ以前の問題として、CAIプログラムの作成が極めて繁雜であるという問題がある。特にフレーム志向形のものがそうである。作成を容易にするためのソフトウェアツールがいろいろ開発されて改善されてはきたものの、依然として、安直にプログラムが書けるものではない。なんらかの抜本的な解決策が必要となろう。

次に、CAIは果して本当に効果があるものかどうか、という疑問がある。 CAIの場合、教育の効果はコースウェアの良し悪しに大きく左右される。 また、CAIの適用の仕方および適用分野によってもその効果が変わる。 従って、CAI一般が役に立つかどうか、特に、人間教師に比してより良い かどうかの判定は意味がない。しかし、残念ながら、CAIによって抜群の 効果をあげたという顕著な例はない。それがCAI普及にもうひとつ熱がは いらない大きな理由の一つである。

わが国の場合には、もっと低レベルの日本語入出力の課題がある。特に漢字の入出力である。最近は、日本語ワードプロセッサの普及などにより、入出力が比較的容易になってきた。しかし従前は、スライドプロジェクタを用いて、スライドに説明文や問題を提示せざるを得なかった。そのため、どうしてもコースウェアの作り方が制約をうける。例えば、問題を生成するようなことはできず、また、コースウェアを改良することが大変であった。最近は漢字をあつかえるペーツナルコンピュータが増えているため、この問題は徐々に解消されることになろう。

今後CAIが発展するためには次のような課題が考えられよう。 第一に、CAI技術の多様化である。教育の仕方に決定的なものはない。 教科内容、学習者レベルその他の要因が絡むし、たとえ外的要因が同一であっても、教育技法には種々のものが考えられる。そして、教育効果を更に高めるのは教育技法とは別の次元のものが大きく影響する。例えば、教科内容の体系化の仕方、教師の熱意、といった面である。CAIでも同様である。様々な技法を自由に駆使して、学習者側の負担をできるだけ下げるように努力し、その上で教育効果をねらうべきである。

次に、ハードウェアにあまりに凝るのは疑問である。ハードが安くなったとは言っても大量生産可能でしかも軽量のものに限られる。また、あまりにハードに凝りすぎて、ハード的に多機能にすると、学習者はかえって使いにくくなる。使うための手段や表示の手段が多すぎては、情報の伝達が散慢になるからである。ハードに対してはストイックな方が良い。

凝るのはソフトウェアである。現在のCAIソフトウェアは概してあまり

にそっけない。もっと学習者の身になって親切なソフトウェア作りを心がけるべきであろう。

このように、CAI技法の多様化とソフトウェアの高度化をはかることによって、CAIソフトウェアのソールとしてどのようなものが必要なのかが次第にわかって来るだろう。その段階でソール(ソフトウェアツール)が整備されるならば、CAIコースウェア作りが本当の意味で容易になってくるであろう。

医脱毛性病 医克里特氏试验检尿病 医二种异种异形菌素

- Art (2007) - Art (1907) - A

2.3 マイクロコンピュータを用いた CAIシステムの展望

2.3.1 現 状

前述したように、マイクロコンピュータはCAIに大きなインパクトを与えつつある。CAIの伸び悩みの一つの原因はバードウェアが高価であったことである。そのため、たとえCAIが良くとも普及せず、また、CAI研究にも資金が必要で研究者が増えないという面があった。研究者層が厚くならないと技術はなかなか進歩しないものである。

1975年頃より、マイクロコンピュータが比較的手に入りやすくなると、 それを使ったCAIシステムが、わが国や米国で研究されるようになった。 その形態には二通りあると考えられる。

一つはスタンドアロンとして用いるものである。つまり、マイコンを組込んだパーソナルコンピュータを単独で用い、ハードウェア的にはそれ自身で閉じている。コースウェアはフロッピィディスクなどで供給する。このようにした場合、TSSの端末にはできない良さが生じる。その典型がグラフィックディスプレイの有効活用である。たとえ大型の高速コンピュータを用いてもセンタコンピュータと端末との回線のために、凝ったディスプレイができない。これはなにも図形だけでなく、文字の表のようなものでもそうである。

スタンドアロンの良さは、信頼性の面でもある。センタ方式の場合、セン

タがダウンすると全システムがとまる。しかし、スタンドアロン方式ならば、 その危険が分散されることになる。

しかし難点もある。大きなプログラムはかからない。CAIの場合には、フロッピィに分割して収納することも考えられるが、有機的に結合した凝ったプログラムでは分割ができない。しかし、ディスクも徐々に大容量化しているから、次第にこの難点は解消されるようになろう。

スタンドアロンで本質的な難点は、共有データが使いにくいことである。 例えば、CAIの場合、学習者の記録をとって、それを分析することにより コースウェアを改善していきたい。記録に集団共通のデータである。こうい うものは共通のアクセスが容易なデバイスを利用したい。

このようにして,スタンドアロン機器やファイル装置をつなぎ合わせるローカルネットワークが必要になる。

ローカルネットワークに接続したパーソナルコンピュータはいわばセミス タンドアロンである。

ひとたびこういうシステムを作れば、学習記録データだけでなく、学習プログラム (コースウェア)も共有化することが可能になる。

このような形態がおそらく今後のCAIシステムとなることが予想される。

2.3.2 ハードウェアの可能性

マイクロコンピュータは今後も発展し続けていく。従って,現在のマイコンの機能だけをみて,そのCAIへの利用を論じてもあまり意味がない。

80年代後半には次のようなパーソナルコンピュータの出現が予想されよう。

CPU - 1 MIPS

主メモリ − 1 Mバイト

2次メモリ - 100 Mバイト

ディスプレイー 1000×1000点 カラー

これが、200万円位で手に入ることが考えられる。200万円というのはほぼ目家用車なみの価格であるから、決して一般に手の届かないものではない。

この程度のハードウェアが期待できるとするならば、ソフトウェアは相当 凝ることができる。しかも、ローカルネットワークに接続可能ならばなおさ らである。

この性能は大体現在のスーパーミニコンピュータと同格である。スーパー ミニコンピュータではふつう TSSで共用している。 3人~10人位で共用 しても能力的に不足ではない。それを個人用で使えるということは、かな りぜいたくなプログラムが使える、ということになる。

こうしてみると、ハードよりむしろソフトに問題があることがわかる。そのようなぜいたくなソフトをどのように作るかが課題なのである。

ただ大きいだけでは何の意味もない。いかにすぐれたヒューマン・インタフェイスを持ち、また、いかにすぐれた教育方略を持つかが問題なのである。 従前はハードウェアの制約のために、凝った機能を考えてもそれを実現することができなかった。しかし、今後はその制約がとれる。

まず第一に、このようなふんだんなハードの能力を活かす想像力が必要である。想像力が貧弱では能力を活かすことはできない。

次に、プログラムを組む腕力が必要となる。腕力を効果的に発揮させるソフトウェアツールも必要である。

ハードウェア、特にパーソナルコンピュータの急激な能力向上と低価格化はCAI、特にCAIのソフトウェア作りに大きな影響を与えるであろう。

2.3.3 ソフトウェアの可能性

CAI用ソフトウェアには様々な側面がある。

まず、ヒューマンインタフェイスのためのソフトウェアがある。つまり、 学習者との接点になるソフトウェアである。具体的には、文字認識、音声認 識,あるいは自然言語理解のためのプログラムが考えられる。

文字認識については、オンライン形のものが有効である。例えばタブレットに学習者が手書きで入力する。コンピュータがそれを認識して認識結果をディスプレイ上に表示する。オンライン方式ならば手書き漢字認識も可能になりつつある。ただし、字数が多いためにどうしてもプログラムが大きくなる。

音声認識も使い方次第によってCAIに有効である。現在のところ、特定活動の特定語彙のものだけが実用化されている。ということは、学習者の発話を登録しておかなければならない。また、認識率もさほど良くない。このレベルでCAIで実用に供するとするならば、自ら使途が限定されるであろう。不特定話者、特定語彙のものならば、語学教育に使えるようになる。

最も望ましいのは、連続音声、不特定話者での認識である。しかしこれは 極めてむずかしい課題である。音声波形の分析から、自然言語についての文 法(意味論を含めて)までも一貫して用いなければならない。

一般に良く言われるのは、日本語は「アイウエオ」の母音と子音との組み合わせだから一字、一字を区切って発音すれば認識しやすい、という。しかし実用性を考えるとこれもむずかしい。電報で文章を送る時、「イロハのイ」のように、冗長句をつけて送るのを見てもわかるように、短い音声の認識はかえってむずかしいのである。例えば「マ」と「ナ」などその差は極めてデリケートであって、人間でさえ聞きとりにくい。また、一字一字区切って発話するのは、発話者にとっても疲れるものである。しかしCAIについては、それでもうまく利用できるならば効果があるだろう。

自然言語理解機能を持つCAIもすでにいくつか作られている。ただし、本格的な理解システムではなく、疑似自然言語を対象にしている。CAIの場合、学習者の応答をある程度予期できる。あるいはそのようにプログラムが組めるから、自然言語理解についてあまり凝る必要はない。学習者との会話をある程度なめらかにできるならばそれでも十分であろう。

以上はヒューマンインタフェイスについての課題と展望であったが、これらだけでCAIができるわけではない。教育手法をどうするか、教科内容を どのようにコースウェアに作りあげるか、といった問題がある。

まず考えられるのは、コースウェアを書くための専用プログラム言語を作ることである。これはCAI研究の初期の頃からはじめられている。わが国ではCAI標準言語が電子工業振興協会で作られた。

確かにこの種の言語は便利であり、また多くの実用的なコースウェアが作られたのもそのおかげである。しかし、その方式には大きな難点がある。教育手法を限定してしまうのである。プログラム言語を設計するためには、わく組みがまず必要である。特に専用言語を作るためには、わく組みを厳しくしなければならない。そうすると、ある教育手法を用いることを前提としてCAI言語が作られてしまう。その教育手法にのっとってプログラムを作る時には便利だが、それからはずれようとすると、かえって極めて不便なものになる。

そこで、特別な教育手法を前提としないプログラム言語を作る、あるいは利用する。そのかわり、ディスプレイの表示機能などをしやすく工夫したものにする。こういう、教育手法には立入らない新しいCAI用プログラミング言語を考えてみる必要があろう。

この種の言語は、前述した高度なヒューマンインタフェイス機能のプログラムとは異なり、技術的に手の届く範囲にある、この意味で、現在のパーソナルコンピュータでも使用できるはずである。

2.3.4 ソフトウェアの互換性

コースウェアの開発には資金が必要である。そのためコースウェアの互換性を持たすことによって利用率を高めようという考え方がある。CAI標準言語を定めたのもそのような考えが出発点になった。

しかし、この考えはうまく機能しなかった。第一の原因は、端末のハード

ウェアが少しずつ異るため、修正が必要になった。修正は、たとえわずかなものでも案外厄介なものである。第二に、CAI標準言語そのものも各社で少しずつちがった方言となった。大体、人の決めたものに対しては不都合な点が目立つものである。そこで、その点でも他に移して使用しようとすると、修正せざるを得ない。

パーソナルコンピュータ上でCAIを作るにしても同様な問題が生じよう。 コースウェアの互換性は望ましいものであるが、現実にはなかなかうまく行 かないのである。

いっそのこと実現不可能な互換性の夢はあきらめて、各パーソナルコンピュータ毎で自由にコースウェアを開発した方が、かえって良いのではないか、という考えもある。よいコースウェアを揃えたパーソナルコンピュータがより普及することになれば良いからである。ひと昔前に比べれば、確かにハードウェアが安くなった。その結果、ソフトとハードとの相対位置が逆転し、これからはハードがソフトの付属品になっていくであろう。つまり、良いソフトを得るために、(仕方なしに)ハードも購入するのである。現に、CAIプログラムなどではそういう現象があらわれている。また、メインフレームでは一般に良いソフトを持つことがハード購入のひとつのチェックポイントになっている。

2.3.5 今後の展開

パーソナルコンピュータが急激に普及し出しているが、その使いにくさに ユーザが追いて行けないという面もある。パーソナルコンピュータを使うた めのCAIプログラムが、その面をカバーすることも考えられる。もともと CAIプログラムによる自習システムをつけて発売するのである。実際にこ うでもしないと、これ以上のパソコンの普及はむずかしくなるだろう。ここ にCAIの大きな出番がある。

次に,パソコンは次第に家庭にはいることが予想される。この時,一体家

庭で何に使うのかが大きな疑問である。その用途の大きなものとしては、外部データベースへのアクセスおよび CAIが考えられる、学習は高度な娯楽である。この面で、パソコン CAIが伸びるチャンスがあろう。

[参考資料]

(1) 岡本敏雄;「CAIシステム」,工業調査会,機械と工具 Vol.23, 168, 1979

. . .

.

.

第3章 マイクロコンピュータシステム技術者 教育の課題

第3章 マイクロコンピュータシステム 技術者教育の課題

我们不知,只是这个女性的人,只是这个人,我们就不是一定的人,我们就是这个人。

前章までで、"システム"技術者の教育の現状、および CAI技術の動向を見てきた。本章では、システム技術者教育の課題、育成の方向について述べ、提言を行う。

3.1 教育の課題

システム技術者の教育は、わが国では十分とは言えない。

その第1の原因として、まだ技術そのものが若いということが考えられる。 そのため、システム技術者に必要な知識体系や教育体系が十分整備されてい ない。

また、教育できる人も限られている。これが特に学校教育において大きな 問題である。

従って、企業側では学校教育に多くを期待せず、社内教育を重視するようになる。社内教育とはいっても、教育だけの期間は限定されるから、どうしても〇JT重視にならざるを得ない。〇JTがうまくいっている企業は人材育成に成功するが、〇JTがすすめられない企業も多いと思われる。

教育の立ち遅れに比して、システム技術者に対する需要は極めて高い。あらゆる産業にマイクロコンピュータが利用され出しているからである。しかも、マイコン技術そのものが若いために、マイコンを使いこなせる技術者は少い。

このジレンマを解くひとつの方法として、CAIの利用が考えられる。特に最近はハードウェアが安くなっているため、CAI技術は利用しやすくなっている。にもかかわらず、第2章でみてきたように、CAIではソフトウェア上の問題がある。CAI研究者の層がもっと厚くなる必要がある。

-78-

3.2 育成の方向

少くとも当面は、企業のOJTに頼る部分が大きいであろう。しかし、次 第に学校教育、民間の各種教育機関の充実を図る必要がある。

そのためには、良い教材、特にマイコン技術者向けの良い教材が必要である。さらに、すぐれたCAIプログラムを開発し、すくなくとも補助機材として活用できると良い。

ここでいうシステム技術者は、わが国において加速度的に需要が増えることが予想されるから、システム技術者育成に対しての抜本的な対策が必要となっている。その第1の対策は上に述べたように教育体制の整備が考えられるが、それだけでもまだ不十分である。育成のための何らかのインセンティブが必要なのである。それについて次に提言したい。

3.3 システム技術者認定試験制度

I A A CONTRACTOR STANFALLS

システム技術者は、今後わが国の産業基盤を支えることになるにもかかわらず、この点についての社会的な認識が欠けている。つまり技術の範ちゅうとしての市民権が得られていないのである。これはちょうどひと昔前の情報 処理技術者の立場に似ているといえよう。

しかがく 大手 かっさ 佐田 子庭

そこで、「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度」 略して「システム技術者認定試験制度」の導入を提言したい。

ここでいうマイクロコンピュータ応用システムとは、マイコンを何らかの 形で埋め込むことによってインテリジェント化されたシステムのことである。 このようなシステムは現在すでに枚挙にいとまないほど多数ある。今後も増 加する一方であるう。そして、序論でも述べたように、このようなシステム が社会生活や産業のいたるところに出現することの影響力は極めて大きい。

この種の技術者はソフトとハードに通じていなければならない。それも生 半可な知識では危い。ハードは物理現象であり、ソフトは論理的なものであ る。両者の接点における技術というのは、それ自体個有のものであり、単な るプログラマやハード設計者にはないセンスが要求されるのである。具体的 な知識体系については附属の資料を参照していただきたい。

この認定試験は、当然情報処理技術者認定試験とのかかわりが出てくる。 現にシステムハウスでのシステム技術者が何らかの資格認定を受けようとす ると、この試験を受けざるを得ない。しかし、これはシステム技術者にとっ て範囲が広すぎる反面、その試験にたとえ合格してもシステム開発にはあま り役に立たない。とは言え、両者の相違は今後より緻密に分析してみる必要 があろう。

いずれにせよ、システム技術者は、高度知識集約産業を中核とする技術立 国をめざすわが国にとって最も貴重な需要の大きい技術者である。できるだ け多数の人材を育成し、その技術の認定制度を作ることは、決して早すぎる ことではないと考えられる。 $168.76 \pm 1.0 \times 10.28 \times 10^{-2} \text{ s.t.} \quad (1.57) \times 10^{-2} \text{ s.t.} \quad (3.15) \times 10^{-2} \text{ s.t.} \quad (1.57) \times 10^{-2} \text{ s.t.}$

AND THE CONTROL TO LEASE HORSE AND AND TO THE CONTROL OF THE CONT

付 属 資 料

- I. マイクロコンピュータシステム技術者として必要な知識・技術(試案)
- II. マイクロコンピュータシステム技術者養成コース(入門コース)カリキュラム(試案)

·

Ⅰ マイクロコンピュータシステム技術者としての必要な知識・技術(試案)

(1) 本資料の作成の目的

本資料は、マイクロコンピュータンステム技術者として備えるべき基本的 な知識・技術についてそのスコープ(範囲)を明らかにすることを目的として作成した。

本資料の作成は、代表的なシステムハウスにお願いした。

従って、本資料で示された知識・技術の内容は、現在の代表的システムハウスが必要とする技術者の知識の一端を示したものということができる。

しかしながら、マイクロコンピュータンステムは、近年ますます高度化し、 マルチマイクロプロセッサシステムなどが頻繁に利用されるようになり、システム開発環境も日々高度化している。このため、必要とされる知識・技術 も、ここに示された内容をはるかに越えて、広範・高度なものとなっている。

本資料が、今後、より広い立場からご意見をいただき、検討を重ねていただくための第一歩となることを期待する。

(2) 本資料作成にあたって

本資料を作成するにあたっては、マイクロコンピュータ関連の基礎知識をマスターしていることを前提として、マイクロコンピュータ応用製品の開発に従事する技術者として備えるべき基本的な知識、技術について前半はハードウェア、後半はソフトウェアについて記述してある。

ハードウェア技術者にとってはハードウェアの項,ソフトウェア技術者にとってはソフトウェアの項をマスターしなければならないが,マイクロコンピュータ応用製品開発にとってはそれだけでは不十分であり,両方の知識を深めることが必要である。さらにエレクトロニクス,情報処理,応用製品に関する広範な知識も必要となる。

今後,多種多様に高度化するマイクロコンピュータの出現とその応用技術に対処するため、さらに突込んだ専門的な知識と技術を習得しなければならない。

- 1. ハードウェアの知識および技術 1.1 ハードウェアとは 1.2 マイコンに使われている部品 1.3 基本的な電気回路 オームの法則 • キルヒホッフの法則 • トランジスタの増幅の原理 • トランジスタのロジック回路 1.4 論理回路と論理代数 1.4.1 論理回路と真理値表 加算回路 多種入力回路 - スイッチング回路 ニーー ・ 論理回路と論理記号 真理値表 1.4.2 論理代数と演算 - 論理積 • 論理和 • 否定 1.4.3 基本回路 • A N D • O R • NOT
 - 1.4.5 フリップフロップ

• 微 分

1.4.4 順序回路

• 積 分

1.4.6 カウンタ	
1.4.7 レジスタ	
1. 4. 8 デコーダ	of the Samuel
1.4.9 インバータ	
1.5. 半導体製造技術とその特徴	
• PMOS	S. A. B.
- CMOS	
• NMOS	July 1
• BIMOS	3. 基本 1. 基本 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.
• I ² L	
• シリコンプラナ	
・ソリッドステート	1996年中的1996年1996年1996年1996年1996年1996年1996年1996
・バイポーラ	
1.6 基本回路と原理	
1. 6. 1 電源回路	
	$\mathcal{H}_{\mathcal{A}} = \mathcal{H}_{\mathcal{A}} + \mathcal{H}_{\mathcal{A}} + \mathcal{H}_{\mathcal{A}}$
• シリーズレギュレータ	
• スイッチングレギュレータ	And the second
DC-DCコンバータ	* [w]
1.6.2 A/D, D/A変換	
D/A変換の原理	
 A/D変換の原理 	
逐次比較	
比較追従	est established to the second of the second
• 2 重積分	V
2里個刀サンプルホールドとアナログ	
• 9 W	

.

1. 6. 3 OP AMPとコンパレータ	
• 反転増幅	+ 5 (t
• 非反転増幅	
・コンパレータ	
• OP AMPの応田	e _k
・絶対値	the state of the s
・ 差動増幅	$\epsilon = 0$. The $\epsilon = 0$
· 加 算	A grant of a
	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1
・アクティブフィルタ	
1.7 8ビットマイクロコンピュータ	+ +1 **
80, Z80, 6800	
1.7.1 マイコンとは	
1.7.2 マイコンの内部構造	St. Part
• 命令のデコード, C P U の制御	to the second
• 命令レジスタ	•
• データバス制御	
内型データバス	
• A L U	
・ CPUレジスタ	
アドレス制御	
1. 7. 3	·
1.7.4 主要タイミング波形	
命令OPコードフェッチサイクル	·
7 111 - 4-14 / 12 /	
• メモリアクセスタイミング	4 3

• 刮込安水/ / グ / リッシリーグル	2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
• DMA要求	
1.7.5 命令セット	
1.8 並列入出力	2 × V = 4 × 4
1.8.1 並列入出力とは	**************************************
• パラレルI/O	
• セントロニクス	$f(\mathbf{e}^{-t})$
• GPIB	i et et e
1.8.2 並列入出力のデータ転送規約	
1.8.3 並列入出力に使用する I C	
Z 8 0 P I O, 8 2 5 5, その他	DT-T-L入出力-I-C,GP-I(B=
。 《名馬·馬克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·克·	ng sa ki Apad da Apad sa marang sa ka
1.8.4 プログラマブルパラレルインターフ	
(8255, Z80PIO)	
• 内部構成	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
• 端子信号	
・タイミング	en groen en
• 動作条件	,
• プログラミング	the office
• 電気的特性	ega e e e e e e e e e e e e e e e e e e
1.9 直列入出力	
1.9.1 直列入出力とは	
• R S 2 3 2 C	
・カレントループ	
・TTLレベル	
• I E E E 4 3 2	
~ ~ ~	

•	並列との比較(メリット,デメリット)	
1. 9. 2	非同期と同期	
1. 9. 3	モデム	
1. 9. 4	転送速度	
1. 9. 5	データ構成	1883 (A. 1884)
	・スタートビット	
	• データ長	
	・パリティビット	and the second
	・ストップビット	
	・プロックビット	
1. 9. 6	データ転送の規約(RS232Cについて	·).
1. 9. 7	直例入出力用IC(Z80PIO, 825	1, MB8868)
	・ 8 2 5 1 の使い方	
	• 内部構成	
	・端子信号	
	・タイミング	,
	• 動作条件	• •
	• プログラミング	
	• 電気的特性	
1. 1 0	8ビットマイコン用周辺IC	
(1)	カウンタ,タイマ	
	Z80CTC, 8253	San San Carlos Company
(2)	割込コントローラ	e e e e e e e e e e e e e e e e e e e
	MB8866, 8259	*
(3)	DMAコントローラ	
	Z 8 0 D M A, 8 2 5 7	
(4)	フロッピーディスクコントローラ	• • •
(5)	論理演算ユニット	

1.11 8ビットマイコン用周辺回路	•• .
(1) データバッファ	
(2) アドレスバッファ	•
(3) コントロールバッファ	
(4) ROM	•
(5) R A M	$(\mathbf{x}_{i},\mathbf{x}_{i})^{\mathbf{x}_{i}} = (\mathbf{x}_{i},\mathbf{x}_{i})^{\mathbf{x}_{i}} $
(6) アドレスレコーダ	$\{(x,y)\in G(\mathbb{R}^n): x\in \mathbb{R}^n\}$
(7) クロック発信回路	
(8) リセット回路	
(9) シリアル I /O インターフェイ	ス
(10) リスタート/NMI回路	
1.12 バスの概念	•
1.1 2.1 マイコンのバス	
• データバス	
• アドレスバス	
• コントロールバス	4 - 1 - 1
1.122 主なバスの種類とその動き	e general set
マルチバス, S100,	STD, Qバス
1.1 2.3 バスの拡張について	
負荷, インピーダンス, 5	₹射 ,
1.13. 8ビットマイコンに使われる品	周辺装置
• T T Y	•
・プリンタ	
• C R T	M _a see √
• P T R	e e e
• P T P	,
PROMライタ	
•	

• F D D	$(A_{\mathcal{F}}(X), A_{\mathcal{F}}(X), A_$
1.14 メモリ空間の拡張	$\mathbf{x}^{(n)} = \mathbf{x}^{(n)} \mathbf{x}^{(n)} + \mathbf{x}^{(n)}$
・バンクセレクト	g Arranda a sa
・バーチュアルメモリ	
・メモリマネジメント	g#30 cm cm cm
1.15 8ビットマイコンの開発	The growing of
1.1 5.1 CPUの選択	
1.15.2 メモリの選択	War Paris
1.1 5.3 周辺装置インターフェイ	スの選択 きょうしゅ しゅ
1.1 5.4 回路設計	and the second of the second o
1.15.5 製作	The House Water State of the
1.1 5.6 チェック	1. 20 A 10 A
1.1 5.7 デバッグツール	
• インサキーキットエミ	ュレータ
• ロジックアナライザ	the state of the s
1.16 4ビットマイコンのハート	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・
	女と8ビットマイコンとの違い
1.1 6.2 4ビットマイコンの内部	
• R O M	
• R A M	
• プログラムカウンタ	(1) 数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数数
• レジスタ	£ 77 +
• 命令レコーダ	4
• 演算回路	et de la seconda
・出力(ラッチ,バッファ) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
• 入力	V
1.1 6.3 電気的仕様	And the second of the second o
1.1 6.4 動作条件	
	E 0

- 1.16.5 入出力回路
- 1.1 6.6 クロック発振回路
- 1.1 6.7 出力バッファ特性
- 1.1 6.8 入出力および命令のタイミングチャート
- 1.1 6.9 低電力ショットキーTTLとMOSとのインターフェイス
- 1.1 6.10 標準TTLとMOSとのインターフェイス
- 1.1 6.11 オープンコレクタTTLとMOSのインターフェイス ...:
- 1.1 6.12 ダイナミック LEDインターフェイス
- - モグリューエーションチップ シャ・バーウィー きっこう
 - エバリュエーションボード:

8 8 7 8 3 8 8 8

- 1.16.14 メカニカルデータ
- 1.1 6.15 4ビットマイコンの種類
- 1.1 6.16 周辺サポートデバイス
 - I/Oエクスパンダ
 - キャパシティブタッチキーインターフェイス
 - LCDドライバ
 - A/Dコンバータ
 - サーミスタ
 - センススイッチ
 - 螢光表示管
 - TTL回路
 - R A M
 - EPROM
 - ROM
 - リニア回路
 - インターフェイス回路

```
• ラインドライバ
```

- ラインレシーバ
- ライントランシーバー ディージャー (All and All and

ニュー・バペリフェラルドライバ・ニュー・ニュー・ディン・スペール

- ディスプレイドライス ことではケック では ション
- 1.17 16ビットマイコシャンパードグラインション・コーニュウナイ
- 1.17.1 16ビットマイコンとは「一个時間です」 インター・イン
- 1.17.2 16ビットマイコンの種類とその特徴

8086, Z8000, 68000, 9900, *

LSI-11, その他

- 1.18 ビットスライス
- 1.18.1 ビットスライスコンピュー多どはペープ アードー ニュー・3
- 1.1 9. 応 用 いまみた エーかがくない かり しも
 -
 - grant the control of

 - Same State of the - - The second second
 - The same of the first
 - The second of the second of the second
 - 1011

 $\mathcal{S}_{\mathcal{F}}$ is $\mathcal{S}_{\mathcal{F}}$

	·		
2. ソフト	、ウェアの知識および技術		
2.1 8	ビットマイコンのソフトウェア		
2. 1. 1	ソフトウェア開発ステップの理解		• !
-	• マイコン応用製品の概略仕様		
	• 製品の基本設計		
	・プログラム設計	J. P. M. Title	
	• プログラミング		
	• 評 価	原理"法 "。	
2. 1. 2	マイコン応用製品の概略仕様/製品の基	基本設計	
	• 類似応用製品に関する知識	* · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	・マイコンおよび周辺回路に関する知識	K. O. S.	
	・マイコン応用化設計技術	1000 mm /	
	・プロックダイアグラム	17年5点:50	
	• 入出力機器に関する知識	the try fire ser	
	・入出力方法に関する知識	10 % C	
	• 基本設計技術	M. A. H	
	安水性化の兵先に	Company Control Control	
	ハードウェアとソフトウェアの機能	能分担	
	• 基本設計ドキュメント化技術	R. C. A.	(X
2. 1. 3	プログラム設計	ENT BY	
	• マイコンの機能およびプログラミン	グ言語に関する知識	
	• マイコンソフトウェア開発支援シス	テムに関する知識	1.2
	• デバッグ方法に関する知識		e A
	• 0/8に関する知識および作成技術		^ A.
	• マイコン処理能力の把握		• • •
	・データ伝送の知識	$(x,y) \in \mathcal{F}_{p_1}$;

- 1山力機器トデータの楼準に関する	如熱
・入出力機器とデータの構造に関する	Aprilla Aprill
・プログラム設計とドキュメント化技	My - A Sign - A A M を A A A A A A A A A A A A A A A A
2.1.4 プログラミング (***) (**	2000
フローチャートの書き方カー・ファーチャートの書き方	State of the state
	$\mathcal{A} \subseteq \mathcal{S}_{11} + \mathcal{S}_{22} + \mathcal{S}_{33} + \dots + \mathcal{S}_{3n}$
	$\mathcal{L}_{\mathbf{a}} = \mathcal{L}(\mathbf{e}_{\mathbf{a}})$
コード変換	
データ I / 0	Say Tan American Supplied
• コーディングの書き方	
· プログラムテクニック	e. Na filipa de la light de la companya de la companya de la companya de la companya de la companya de la company
and the same of th	
生成る台上	
+- Fil bit TH	the state of the s
タイマージング	
その他	
• デバッグツールの使い方	in the state of th
• デバッグ方法	
0 1 5 Ex	
. *A * ± >+	en de la companya de la companya de la companya de la companya de la companya de la companya de la companya de La companya de la co
I A also and the Art of the Art o	
2.1.6 8ビットマイコンの応用	
22 4ビットマイコンのソフトウェア	
2.2.1 4ビットマイコンの機能	
2.2.2 4ビットマイコンの種類と特徴	
~ ~° ~ ™ →	in Gardian e e e e e e e e e e e e e e e e e e e
223 デザインステップと手法	
	v. Postavija i Postavija

- (1) 機能設計に関する知識および技術
- (2) プログラム設計に関する知識および技術
- (3) プログラムデバッグに関する知識および技術
- (4) 評価に関する知識および技術
- 2.2.4 プログラムの開発手法
 - (1) 基本手法
 - ・キースキャン
 - 表示スキャン
 - キーと表示スキャン
 - キーチャタ防止
 - キーデコード
 - 1 0 進四則演算
 - ソフトウェアクロック
 - タイマ
 - 뇹
 - 並列処理
 - 割込
 - データ I / O
 - (2) 応用製品の制御手法
 - 温度コントロール
 - 湿度コントロール
 - 時計, タイマコントロール
 - PLLコントロール
 - A/D変換
 - カルキュレーション
 - メカとのインターフェイス
 - シーケンスコントロール

- 表示出力
- ・キースイッチ入力 こうしん こうかい ま
- マルチCPUインターフェイス
- 周辺 I Cの制御
- 音の生成
- 乱数の発生
- 224 プログラムの圧縮テクニック
- 225 プログラムの開発サポート
 - (1) プログラムの生成用
 - (2) デバック用
 - (3) 評価用
- 226 4ビットマイコンの応用

8ビット・マイクロプロセッサを始めとして、各種マイクロプロセッサの 利用が高まるにつれて、技術者の不足が深刻な問題になっている。

これまで、マイクロコンピュータの技術者の養成に当っては、通信教育などがあったが、いずれもシングルボード・マイクロコンピュータを教材としているため、系統的な技術修得を行うことに無理があった。

マイクロコンピュータシステムの場合には、利用できる分野が広いだけに、大型電子計算機を利用する場合と比べて、かえってより幅の広い知識が必要とされる。

しかし、現在のところこのような要求に応えられるだけの教育機関がない という実状を鑑み、本コースでは比較的短時間の教育で実務に従事すること が出来る技術者を養成することに重点を置いている。

大大大王 医精膜性衰弱性 化二倍异苯基化 人名英克尔 计设计器 经收益额

2. 現在のマイクロコンピュータの使われ方

カリキュラムの作成に当っては、現在マイクロコンピュータがどのような 分野で使用されているか、また、この応用を行うには、どのような技術が必 要になるか知る必要がある。

	応用分野	特	長	ハードウェア	<u>ソフトウェア</u>
(1)	組み込み システム	には4ビッ!	ステムの場合 マイ クロプ 用している。		アセンブラ (クロス・アセンブラ)
(2)	計測シス テム	にインタフェ	コンピュータ イスを用意し , を接続してい	自家製インタフェイスGPIB	BASIC アセンブラ
(3)	制御シス テム 監視シス テム		のマイクロコ ノステムが使用	プログラム中断機構 タイマ	リアルタイムモニタ アセンブラ 高水 準 言語

応用分野(1)では、通常の場合に、例えば家電メーカの管理の下で作業が行われる。

システムの規模は小さいが、使用される製品の数が多い、変更がたえず行われるといったことから、このシステムの開発に従事する技術者には、ソフトウェアの作り方、ソフトウェアのテストの仕方について広範囲の知識が要求される。

パーソナル・コンピュータの普及によって、分野(2)の応用が広まっている。 パーソナル・コンピュータでBASICを修得した人達が、自分の仕事を 自動化しようというケースである。

。この場合には、簡単なインタフェイスを用意し、これを介して、パーソナル・コンピュータと計測器とを結びつける。

「どのような応用では、インタスェイス技術と、制御プログラムの作成技術 が必要になる。「こう」とは、1950年度は10月では、1950年度は10月である。

今後分野(3)の応用が広まってぐることであるう。 シュスタ (美力) ションスト

分野(3)は、これまで、ミニコンピュータで行っていたような仕事をマイクロコンピュータに置き換えて行う訳であるので、このシステムの開発に当っては、より高度の技術が必要となる。

リエントラント・コーディング

.システム・パーフォーマンスの事前評価

3. 本コースの目的

本コースでは、次ぎの分野に従事する技術者の養成を行うことを目的としている。

応用分野(2)では,

1人でシステムの開発を行うことができる。 応用分野(3)では、 リーダーの指導の下に、ソフトウェアの開発に従事することができる。 このような技術者を養成するために、本コースは、次ぎの3つの部分から 構成されている。

A、ハードウェア入門編

IOイシタフェイス・プログラムを作成する上でハードウェアの回路図を読んだり、あるいは、簡単なインタフェイスを作成するために必要な知識を修得する。

B. ソフトウェア入門編

プログラムの作り方を高水準言語を通して学習し、プログラムの作り方 をアセンブリ言語のプログラムを作成する時に応用できるようにする。

D. IOプログラミング編

標準的な I O機器を動かすために必要なインタフェイスおよび I O プログラミング技術を修得する。

4. 本コースの特長

本コースは、特定のハードウェアにとらわれない抽象的なプログラミングを 全面的に採用している。

即ち、アセンブリ・プログラムの説明に当っては、まず最初に例えば Pas-cal などの言語を利用して、プログラムを解説し、これに基づいてアセンブグラ・プログラムを説明する。

この結果、16ビット・マイクロコンピュータ時代になってアセンブラに 代わって、高水準言語が全面的に利用されるようになってもこのコースで修 得じた技術がそのまま利用することができる。

また、プログラミングの方法が特定のマイクロプロセッサの外に、抽象的 (例えば Pascal) に説明されているので、他のマイクロプロセッサにもそ のまま応用することができる。

これまで、マイクロコンピュータは"ハードウェアが判らないとまずい" というのが通説であった。

しかし、ソフトウェアが判らないために、ハードウェアの設計ミスが多い という実例を重視し、ソフトウェアから見たパードウェアという考え方に立って、本コースでは、ハードウェアの教育は必要最少限にとどめた。

A. ハードウェア入門編

1. 概 要

本編では、IOインタフェイスのプログラミングを行うために必要なデジタル・ロジックの基本を学習することを目的としている。学習に当っては、CAI教材をもとに学習し、これをテスト・サーキットを利用して学習するとより一層の効果が期待できる。

2. コース・カキリュラム

2.1 デジタル・ICのあらまし

(1時間)

TTLLCMOS

ファン・アウト、ファン・イン

データ・シートの読み方

2.2 NAND, NOR インバータの働き

(1時間)

2.3 NAND, NOR 回路によるフリップ・フロップ

(1時間)

2.4 各種フリップ・フロップの働き

(1時間)

Dフリップ・フロップ

JKフリップ・フロップ

2.5 各種カウンタの働き

(2時間)

10進カウンタ,16進カウンタ

プリセット・カウンター

2.6 デューダの働き (1時間) 7 SEGMENT DECODER 2.7 TTLによる24時間クロック (1時間) 2.1~2.6までの学習の結果をまとめる。 (2時間) 2.8 データ・ラッチ 2.9 周波数カウンタ . . . 2.1~2.8までの学習結果をまとめる。 (1時間) 2.10 マルチプレキシング 2.11 オシレータのあらまし (2時間) NE555によるオシレータ リトリガブル・オンレータ リトリガブル・オシレータによるクロック・ジェネレータ 。 2.12 各種エンコーダ, デコーダの働き (1時間) 2.13 各種インタフェイス (2時間) · ステップ・モーターのシーケンス・コントロール 2.2 マイクロプロセッサのあらまし (3時間) 4ビット マイクロコンピュータの特長 8ビット マイクロコンピュータの特長 16 ビット マイクロコンピュータの特長 2.3 マイクロコンピュータのあらまし 2.3.1 マイクロコンピュータで使用されている素子 (5時間) (1) **CPU**チップ (2) メモリ・チップ (3) IO サポート・チップ (4) タイマ・チップ 2.3.2 マイクロコンピュータシステム構成 (5時間) キーボード・モニタを持つシングルボードシステムの回路を中心と

- Bにソフトウェア入門編

本編では、これから学んでいこうとしていることが、ソフトウェアの開発でどの部分に当たるかということをまず最初にはっきりとさせる。

次いで、ソフトウェアの作り方を中心に学習する。 これまで、ソフトウェアの学習と云うと、どちらかというと特定のマイク ロコンピュータの機械語(あるいはアセンブリ言語)を中心に学習するのが 常であったが、このようなアプローチを取ると、その技術が、特定のマイク ロプロセッサでしか利用できなくなるというきらいがある。

このような弊害から逃れるために、問題の解き方、即ちプログラミングの 方法をプログラム制御機能(例えばWhile ~ do ~ など)を利用して、平文 で定義することから学んでいくことが良いであろう。

このように平文で学んだプログラム定義を具体化するために Pascalを利用して、プログラミング演習を行うが、この演習では、次ぎのアセンブラ・プログラミングでそのまま利用することが出来る問題を使用するのが良い。

- 2. コース・カリキュラム コポッキューショング ファー・・・・・
- 2.1 マイクロコンピュータシステム開発のステップ

マイクロコンピュータンステムを開発していくときに採用している作業ステップを各ステップ毎に、その目的および作業内容を説明する。

- **30**分程度のVTRによって、システム開発のステップを説明する。
- 2.2 ソフトウェア開発で利用するソフトウェア・ツールについて ソフトウェア開発で利用できるソフトウェア・ツールにどのようなもの があるか、それがどのように利用できるか説明する。

(1),プログラミング言語の歴史 : ::	
- 各種プログラミング言語の生い立ちと、その	の言語の特長を説明する。
(2) テキスト・エディタ	and the state of t
エディタの働らき,各種エディタの特長。	
(3) デバッギング・ツール	
プログラムのテストを行う時にデバッ	ガをどのように利用するか説
明する。	
(4) ソフトウェア開発環境	Land Control of Marian Control
これから使用しようとしているソフトウェ	ア開発環境のあらましを説明
する。	31.
プログラミング言語の歴史	(VTR 3 0 分)
テキスト・エディタ	。
デバッギング・ツール ニュー・・・・	(VTR 10分)
ソフトウェア開発環境	(VTR 10分)
ニェディタの使い方	(CAI方式 1時間)
ソフトウェア開発環境の使い方	(CAI方式 1時間)
エディタの使い方(実習)	(3時間)
2.3 抽象的プログラミング	(8時間)
.: begin∼end, while∼do∼, repeat	t∼until, case∼end
を利用して、プログラム定義の仕方を学習	する。
10問程度 各30分で修得する。	, ,
実習 3時間	•
2.4 Pascalによるプログラミング演習	•
2.4.1 Pascalプログラムのあらまし(VTR	
2.4.2 摂氏 - 華氏温度変換	
repeat ~ until ~ の使い方	(VTR 5分)
while~do~ の使い方	(VTR 5分)

for ~ do ~ の使い方 (VTR`5分) (実習 2 時間) (1時間) 2.4.3 2進法, 16進法のあらまし 1桁の16進数を10進数で表示させる(case 文の利用) 10進-16進相互変換 文字とデータの区別,手続きと関数 (実習 3 時間) 2.4.4 10進カルキュレータ, 16進カルキュレータ (30分) BNFの読み方を説明する プログラム説明 2.4.5 配列の利用 データの並びかえ(入れかえ) 「デニタの並びかえ(ポインタ入れかえ) 16 1 1 1 1 1 1 1 1 (実習 3時間) 2.4.6 IOプログラミング (1時間) ファイル・ダンプ メモリ・ダンプ プログラム・ローダ (実習 3 時間) 2.4.7 Pascalのあらまし (VTR 3時間) Pascal が有している機能のうち、上記 2.4.1 から 2.4.6 までで説 明できなかった機能について説明する。 (この部分は必要に応じて学習する。) C. アセンブラ・プログラミング編 1. 概 要

本編では、8080アセンブリ言語を基にして、8080アセンブラ・ブ

ログラミングを学習する。

本編で学習した知識を8080だけではなく、**280**、6800、6502 などの別のマイクロ・プロセッサに応用することが出来るようにするために、 マクロ・アセンブラを利用する。

本編で採用した例題は、いづれもアセンブラ・ブログラミングの基礎となるものであり、且つ現場のプログラミングにおいて、そのまま利用することができるものを取り上げている。

- 2. コース・カリキュラム
- 2.1 8080ハードウェアのあらまし (VTR 30分), (CAI 30分)

. .

各種レジスタの働き

各種フラッグの役割り

アドレシング方式 ストース スーパンパーション

(VTRとCAIによって、8080のハードウェアを説明する。)

2.2 情報の表し方

(CAI 30分)

⇒ 2 進数 符号なし

2 進数 符号あり

BCD

JIS

- 2.3 8080プログラミング
- 2.3.1 メモリ内にある256バイト以下の転送
 - (1) プログラミング

(3時間)

アセンフラ・プログラムの仕方

Aレジスタの働き

BC、DEレジスタの働き

HLレジスタの働き

LDA, STA, MOV, MVI, INX, DCR, LXI. 各種ジャンプ命令

(2) デ	バッガーによるテストの仕方	N 1	(30分)
(3) テ	ストの仕方には、ロー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		3 (3 0分)
2. 3. 2	メモリにある256バイト以上の転送	: •	(3時間)
	フラッグの働き		4 7
	O R A	100	· Jagar State and
2. 3. 3	マクロ・アセンブラの使い方		(3時間)
	置換型マクロ定義とマクロ命令	•	Section Section
	2.3.1,2.3.2で利用したブログラムを	マクロ命令	として利用でき
,	るようにする。		1000
2. 3. 4	配列型の演算 コンター・デージン	·	(1時間)
	C(I) := A(I) + B(I)		1. 1. 1.
2. 3. 5	多倍精度加減算 (2進数)	1 - 1 - 1	(1時間)
	CLC, ADC, DCX, XRA		tank to the
2. 3. 6	多倍精度減算		。(1時間)
: 4 . 4; .	CMA	·.	
2. 3. 7	多倍精度加算(ASCII データ)	, · · · · ·	(3時間)
	CPI, DAD, PUSH	. · 1 - 6	
2. 3. 8	16進数演算プログラム		🖟 , (5時間)
	キャラクタ入出力サブルーチン		· · ;
	ASCII to Binary	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	4 C y
	Binary to ASCII	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
	レジスタ渡しのサブルーチンの活用	•	
	マクロの再定義の仕方	4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4	
2. 3. 9	メモリ・ダンプ・ルーチン	$\frac{d}{d} \left(\frac{d}{d} + \frac{d}{d} \right)$. (5 時間)
	プログラムの組み立て方		15 grand 15
2. 3. 10	プログラム・ローダ	-	(5時間)
	10ツミュレータの毎田古井		- No. 1

2.4 サブルーチンとパラメータの受渡し方 (5時間) スタック渡しの場合(XTHL)・Calling N!を計算するプログラム パラメータ・ポケットを利用する場合(SPHL)。 2.5 マクロ・アセンブラの活用法 (5時間) 2.5.2 マクロ・アセンブラによるクロス・アセンブリングの方法 2.6 リンカのあらまし · (VTR 30分) 2.7 デバッガーのあらまし (V.T R: 130分) 本編の学習に当っては、各種レジスタの動きがCAI方式で学習すること ができるようになっていると学習効果は大きい。 ・ 300 リョー・パー D. IOプログラミング編 ... っつい ... ラーニー 音音 1. 概 本編では、8080を中心として、各種入出力機器を接続して使用する場 合に必要な知識を修得する。 to be a first of the I O プログラミングは、ハードウェアとの関連が非常に深いので、IOプ ログラミングを学習するに当っては、ハードウェア編を前もって学習してお く必要がある。 CARLEST CONTRACTOR 2. コース・カリキュラム 2.1 8080のJOプログラミング・・・・・・・ (1:時間) ○8080の制御信号 メモリ・マップド・ロジックのあらまし、 o アドレス・デコーディング・ロジック (angles) (1000 control of the

(マシン・サイクルの認識をうえつける。) 2.3 入力パラレル・ポート ソフトウェアによるキースキャン 2.4 0 シリアル・インタフェイス シリアル・インタフェイスで使用されている信号 TTL レベル R S 2 3 2 C 20 mA カレント・ループ ジリアル・インタフェイス・チップのあらまし 。 CRT 1文字出力プログラム ○テレタイプ・インタフェイスのあらまし ○紙テープ・リーダ、紙テープ・パンチのためのコントロール・プロ グラム 2.5 プリンタ・インタフェイス (2時間) プリンタで使用されている信号 ○プリンタ制御プログラム 2.6 紙テープ・リーダ・インタフェイス (2時間) ○紙テープ・リーダのあらまし 紙テープ・リーダの信号 ◦紙テープ・リーダ・インタフェイスのあらまし ○紙テープ・リーダ・コントロール・プログラムのあらまし 2.7 AD, DAコンバータ (1時間) DAコンバータのあらまし

○LEDの点滅プログラム

A D コンバータのあらまし

A Dコンパータ・インタフェイス

- DAコンバータ・インタフェイス
- 2.5 **GPIB**インタフェイス

(5時間)

- GPIBで使用されている信号の役割り
- GPIBサポート・チップのあらまし
- GPIBインタフェイス
- GPIBコントロール・プログラム
- 2.6 プログラム自動中断機構

(15時間)

- 2.6.1 プログラム自動中断機構のあらまし
- 2.6.2 8080におけるプログラム中断機構
- 2.6.3 プログラム自動中断機構を利用したタイプ・アヘッド バレル・バッファとは
- 2.6.4 タイマ割込み
- 2.6.5 タイマ割込みを使用したデータ・サンプリング・システム

 $((X_{i},Y_{i})_{i}, (X_{i},Y_{i})_{i}, (X_{i},Y_{i})_{i}) = ((X_{i},Y_{i})_{i}, (X_{i},Y_{i})_{i}, (X_{i},Y_{i})_{i})$

etilaeti area kerilari area e

174,888 (1946) 11 11 11 11 11 11 11

Company of Arman

Control of the Markey

Called a December 1997 to the street of the Street of the

Williams of the same sex

in the control of the

. . .

— 禁無断転載 —

昭和57年3月発行

発行所 財団法人日本情報処理開発協会

東京都港区芝公園 3-5-8

機械振会館内

TEL(434)8211(代表)

印刷所 株式会社タケミ印刷

東京都千代田区神田司町 2-16

TEL(254)5840(代表)

