

マイコン教育の一つの試み

——— ハードウェアの学習とデジタルクラブ ———

松 井 一 幸

要 旨

ハード面でのマイコン教育の一つの試みがレポートされている。昭和56年度におけるデジタル回路研究クラブの活動が報告され、成果と問題点が指摘されている。一方、マイコンのハードウェアを理解し、応用できるための教師の実践的試みが述べられている。

1. 緒 言

最近マイクロコンピュータが急速に普及し、学校教育の場においても、その利用をめぐって、真剣に議論がなされはじめている。¹⁾ 本学においては、昨秋、シャープのパーソナルコンピュータMZ-80Bが導入され、成績処理²⁾をはじめ、授業での活用等、いろいろな面での利用が考えられ始めている。

一方、生徒の間にも、個人的にマイコンを使いこなせる者が、年々増加しており、教師が正しくマイコンを理解し、指導できることが必要とされる時代になってきている。

現在、マイコンのプログラム言語で一般的に普及しているものは、BASICである。BASICでプログラムを作成し、独自で問題を設定、処理、解決することは、非常によい学習効果をもたらすであろう。能力にあわせて、対話形式で学習に取り組める点などは、生徒の自主性を高める意味においても、大いに意義のあるところである。

このようにBASICをはじめとするプログラム言語の学習に中心を置き、プログラム作成面（ソフトウェア）で、マイコンを利用した教育を考えてゆくことは、大いに期待される場所である。

ところが、如何にBASICに習熟したからといっても、マイコン本来の価値を正しく理解し、その可能性を全て利用できることにはならない。単なる使い方の修得ではなく、真のマイコン教育は、ハード・ソフト両面にわたる正しい理解を目指すことが必要であると考えられる。どちらかと言えば、真にハードウェアの理解がなされてこそ、マイコンに対する正しい価値が認識できるのではないだろうか。

そこで、昨年度より、デジタル回路研究クラブを発足させ³⁾ ハードウェアの学習に正面から取り組んだ。

電子計算機本体の仕組みが理解できるよう、生徒と共にいろいろな機器を製作してきた。本紀要第2章においては、昭和56年度の活動報告と、その結果、問題点について述べたい。第3章においては、マイクロコンピュータの導入と利用の実践報告をし、第4章では、今後の方向を探ってみたい。

2. デジタル回路研究クラブの活動

(1) 昭和56年度活動報告

責任指導体制をとるために、3班に分けて活動させた。各班の活動内容は以下のようである。

- a) ラジオ班
 - ・ 8石ラジオキット製作
 - ・ 受信機の原理の理解
 - ・ 送信機の製作
 - ・ 送信機の原理の理解 } 現在進行中

- b) 電子音楽班
 - ・ 電子オルゴールキット製作
 - ・ Music シンセサイザーの製作（現在進行中）

- c) デジタル班
 - ・ デジタル論理回路の製作
 - AND, OR, NOR, NAND, NOT 回路の製作と動作原理の理解
 - ・ TTL IC の使い方修得
 - ・ 論理回路と論理記号の学習
 - ・ 10進1桁加減算器の製作
 - ・ 組み合わせ論理回路の製作
 - ・ 順序論理回路の製作 } 現在進行中

現在進行中とあるのは、昭和57年度前期に引き継がれているものである²⁾

生徒の活動と平行して、教師の側でもいろいろと、準備実験や、機器の製作を積極的に行った。その内容を簡単に述べると以下のようである。

d) 教師の活動

- ・ ゲルマニウムラジオの製作
- ・ Music シンセサイザーの製作⁴⁾

- ・簡易コンピュータ Hontac IIIの製作⁵⁾
- ・デジタル時計の製作
- ・2進数表示装置の製作
- ・IC電子オルゴールキットの製作

(2) 活動の成果と問題点

デジタルクラブ発足当初に予定していた内容²⁾は、ある程度消化できたように思える。週一時間の全校クラブは、行事等で抜けることも多く、時間のなさを痛感したが、生徒は割と楽しく、かつ真剣に活動したように思える。ハードウェアの活動は、堅苦しく思われがちであるが、ハンタ付けの楽しさや、組んだ装置が働いた時の充実感は、生徒を生き生きさせた。生徒の中には、プリントパターンのマジック書き込みや、こみいった配線を積極的に穿ち持ち帰って行く者が存在し、生徒の意欲が非常に感じとられた。教師の方も、積極的に時間を見つけて、生徒の理解に役立つよう、種々の装置を製作し、生徒に展示、説明した。

活動の成果は、上述したように、数多くあったが、活動における問題点を掲げてみよう。

活動の問題点

- 活動時間が少ない。
- ハードウェアの研究は、コストが高くつく。
- 3班に分けたが、教師一人では指導が行き届きにくい。

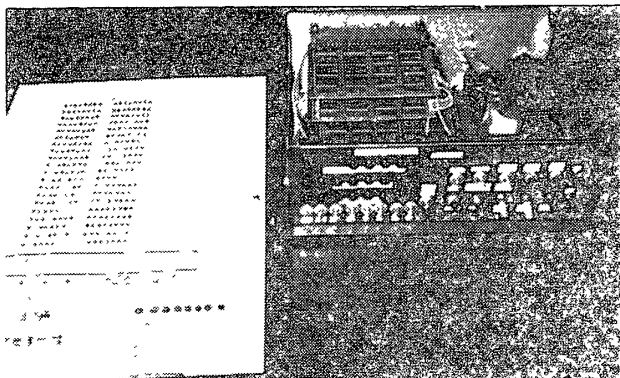


写真-1 完成したHontac III

Hontac IIIは、コンピュータの動作原理を根本的に理解する上で非常に適したシステムである。

上述した問題点は、長い目で見れば、克服されてゆくであろう。当初の念願であった、「中高生の能力でも、充分エレクトロニクスを理解し、応用できることを体得させる。」という目標はある程度達成されたと言える。

活動の成果は、文化祭で展示され、一般生徒にも人気を集めた。写真1～3は、文化祭のときのものである。Musicシンセサイザーや、デジタル時計は、文化祭のみならず、物理の授業に積極的に取り入れ、教

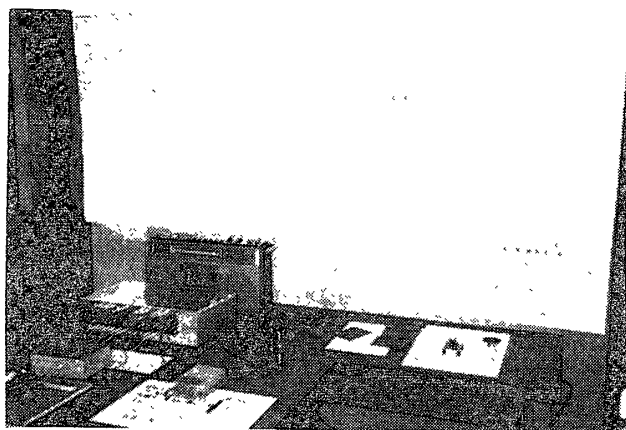


写真-2 完成したミュージックシンセサイザー
シンセサイザーの原理を理解する為の最適なシステム。

材として活用した。

Hontac III⁵⁾は、現在の発達したコンピュータの動作原理を理解する点で、非常に有効な教材である。CPUそのものをTTLで作製する基礎的な装置であるが、マイコンのハードウェアを理解する上では、極めて教育的なシステムだと言えよう。教師自身組んでみて、コンピュータの仕組みが大変よく理解できるようになった。生徒もある程度使いこなせるようになったが、Hontac IIIレベルの製作は、生徒には時間的に困難なようである。

3. 利用と製作の実践報告

(1) 市販のパーソナルコンピュータ：MZ-80Bの導入 昨年秋にSHARPのパーソナルコンピュータ（MZ-80

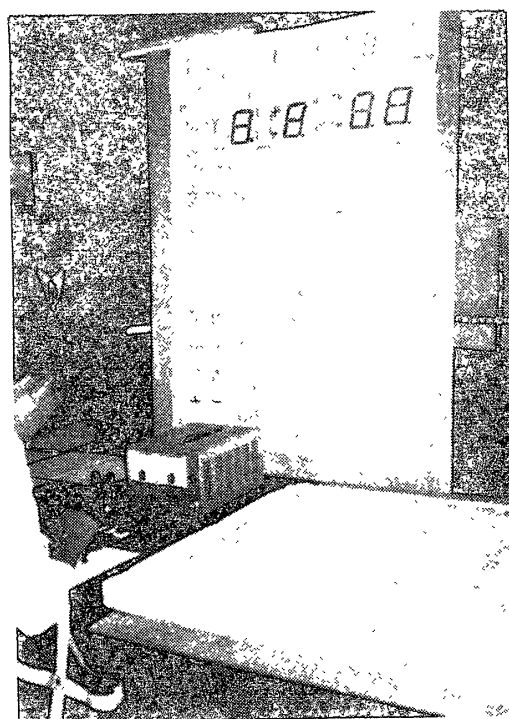


写真-3 生徒の手で完成した10進1桁加減算機
生徒の熱心な努力の結晶。

B)を導入した。実践的にどのように利用してきたかを述べよう。

- 1.成績処理(定期テスト、実力テスト)³⁾
- 2.アンケート調査集計(全校必修クラブ意識調査)
- 3.物理、数学の教材研究及び開発
- 4.各種ソフトの購入、利用
- 5.機械語プログラム開発の為の逆アセンブラの開発等々……。

わずか半年間の実績だけに市販コンピュータの利用は充分でなく、本格的利用への第一歩が始まったばかりである。この点においては、超教科で論議し、活用してゆく必要がある。

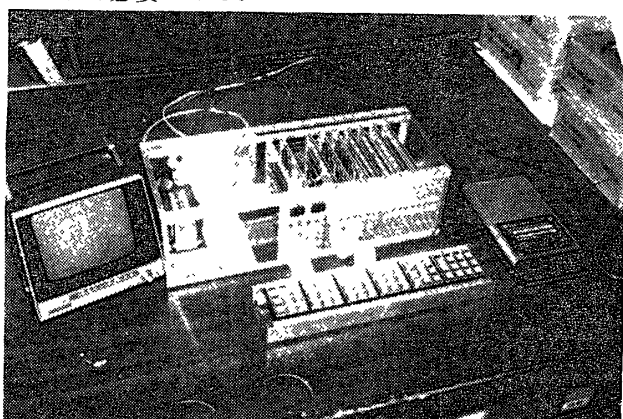


写真-4 自作のマイコンシステム

CPUはZ-80A。市販のパソコンをしのぐシステムに成長する予定

(2) マイコンの自作とその活用計画

緒言で述べたように、マイコンの真の価値の認識は、ハードウェアの理解に基づく応用にあると考えている筆者は、マイコンを自作することを試みた。写真4は、現在製作中のシステムの全景である。製作にあたっては、CQ出版社の月刊雑誌「トランジスタ技術」に、昨年11月号より連載されている、相沢一石氏著の「作りながら学ぶマイコン設計トレーニング」に従った。⁶⁾最終的には、各種機械または計測器のコントロールを任意に行えるシステムに成長し、市販のパーソナルコンピュータをしのぐものになる予定である。現在は、BASIC-ROMの移植一步手前のCRTディスプレイとフルキーボードが備わった段階である。

自作の強みは、製作過程において、マイコンのソフト・ハードの完全理解ができることと、ソフト・ハード両面にわたって自由なシステム機能拡張が可能になる力がつくことである。連載が続く間は、この流れに従って製作を進めてゆく予定であるが、終了後は、応用例として以下のようなことを考えている。

1. 物理実験のデータ処理に利用する。
2. Music シンセサイザーをマイコンでコントロールし、音楽演奏や作曲を試みる。

3. オセロ、囲碁、将棋等のTVゲームを作製し、考えるマイコンのプログラムの開発。
4. 時間割変更の機械語プログラムの開発。
5. ワードプロセッサの開発。

この他にもいろいろと考えられるが、当面の課題は以上のようなものである。2.3.5は、デジタルクラブでも積極的にとりあげ、生徒と共に学習することにより解決してゆける課題である。1.4を生徒に考えさせるのも一法であろう。

1~5の課題は、連載終了を待たなくとも、現在でも考えられるテーマである。そこで、筆者は一例として、マイコン・ストップウォッチや、ブロック崩し⁷⁾、囲碁等のプログラムを機械語で組んでみた。図-1は、独自で開発した囲碁記憶、再現プログラムを示す。自作によるため、ハードウェアの仕様が独特なものとなっており、他の機種での実行は、このままでは行えない。しかし、これは、どんな打碁でも記録でき、再現できるプログラムである。第6期棋聖戦第7局(藤沢一林戦)を記録し、生徒に見せたが、好評であった。

4. 最後に

これまで、デジタルクラブにおける活動報告や、市販コンピュータ、自作コンピュータを用いた活用例をあげて、筆者のマイコン教育の微力な実践例を示してきた。しかし、真のマイコン教育は、全学をあげて取り組むべき重要な課題であると考えている。ハードウェア面でのマイコン学習を強調してきたが、勿論ソフト面のマイコン学習も重要な課題である。マイコンで何が出来るか、如何に教育や事務処理に役立てるかは、集団で議論すべき問題である。本学においても、その気運は高まっている。本稿が、その一助ともなれば幸いである。

参考文献

- 1) 三枝孝弘他;名古屋大学教育学部紀要(教育学科)第28巻(1981年度)P.108
- 2) 松井一幸他;名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要 第27集(1982年度)P.85
- 3) 松井一幸;名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要 第26集(1981年度)P.139
- 4) 五十嵐 明;電波新聞社発行オーディオ別刷(1980)「マイオリジナル・シンセの製作」
- 5) 河内洋二、永田博義;啓学出版(1980)第4刷「実験で学ぶデジタル回路」
- 6) 相沢一石(神崎康宏);トランジスタ技術(CQ出版社)1981年11月号から連載
- 7) マイコン機械語入門、Z80マイコンプログラムテクニック、MZ-80活用研究;電波新聞社発行ホビリーズ

マイコン教育の一つの試み

冊基記憶再現機械語プログラム			冊基記憶メインプログラム		
1000 72	LD (HL),D	1050 21 52 F8	LD HL,FB 52 H	108E 6F	LD L,A
1001 3E 12	LD A,12 H	1050 CD 54 10	CALL 10 54 H	108F 7E	LD A,(HL)
1007 23	INC HL	1067 21 C2 FB	LD HL,FB C2 H	10C0 CD C6 10	CALL 10 C6 H
1004 71	LD (HL),C	1066 CD 54 10	CALL 10 54 H	10C7 FE 33	CP A,33 H
1005 2D	DEC A	1069 21 A0 FB	LD HL,FB A0 H	10C5 C9	RET
1006 20 FB	JR NZ,FD H	106C CD 35 10	CALL 10 35 H	10C6 2A F0 1F	LD HL,(1F F0 H)
1008 77	LD (HL),E	106F 21 B6 FB	LD HL,FB B6 H	10C9 77	LD (HL),A
1009 C9	RET	1072 CD 35 10	CALL 10 35 H	10CA 27	INC HL
100A 21 A2 F8	LD HL,FB A2 H	1075 C9	RET	10CB 22 F0 1F	LD (1F F0 H),HL
100D 11 95 97	LD DE,97 95 H	1076 00	NOF	10CC C9	RET
1010 0E 9D	LD C,9D H	1077 E5	FUSH HL	10CF E5	PUSH HL
1012 CD 00 10	CALL 10 00 H	1078 DB FB	IN A,(FB H)	10D0 2A F0 1F	LD HL,(1F F0 H)
1015 01 99 11	LD BC,11 99 H	107A E6 80	AND A,80 H	10D3 7E	LD A,(HL)
1018 11 16 00	LD DE,00 16 H	107C 28 FA	JR Z,FC H	10D4 25	INC HL
101B 19	ADD HL,DE	107E DB FC	IN A,(FC H)	10D5 22 F0 1F	LD (1F F0 H),HL
101C 11 9E 9F	LD DE,9F 9E H	1080 26 08	LD H,08 H	10D8 E1	POF HL
101F CD 00 10	CALL 10 00 H	1082 6F	LD L,A	10D9 C9	FET
1022 10 FA	DJNZ F6 H	1084 47	LD A,(HL)	10DA 21 7A FB	LD HL,FB 7A H
1024 11 15 00	LD DE,00 15 H	1085 FE 59	CF A,59 H	10DD CD CF 10	CALL 10 CF H
1027 19	ADD HL,DE	1087 C8 97 00	JF Z,00 97 H	10E0 C6 01	ADD A,01 H
1028 11 98 98	LD DE,98 98 H	108A 78	LD A,B	10E2 47	LD B,A
102B 0E 9C	LD C,9C H	108B FE 5A	CF A,5A H	10E3 11 28 00	LD DE,00 28 H
102D CD 00 10	CALL 10 00 H	108D DA 97 00	JF Z,00 97 H	10E6 19	ADD HL,DE
1030 C9	RET	1090 26 10	LD H,10 H	10E7 10 FD	DJNZ FF H
1031 00	NOF	1092 68	LD L,B	10E9 C9	RET
1032 00	NOF	1097 7E	LD A,(HL)	10EA CD DA 10	CALL 10 DA H
1033 00	NOF	109A CD C6 10	CALL 10 C6 H	10ED CD CF 10	CALL 10 CF H
1034 00	NOF	1097 E1	POF HL	10F0 4F	LD C,A
1035 01 41 13	LD BC,13 41 H	1098 C9	RET	10F1 06 00	LD B,00 H
1038 71	LD (HL),C	1099 21 7A FB	LD HL,FB 7A H	10F2 09	ADD HL,BC
1039 11 28 00	LD DE,00 28 H	109C CD 77 10	CALL 10 77 H	10F4 C9	RET
103C 19	ADD HL,DE	109F C6 01	ADD A,01 H	10F5 CD CF 10	CALL 10 CF H
103D 0C	INC C	10A1 47	LD B,A	10F8 47	LD B,A
103E 10 FB	DJNZ FA H	10A2 11 28 00	LD DE,00 28 H	10F9 FE 59	CF A,59 H
1040 C9	RET	10A5 19	ADD HL,DE	10FB CA 97 00	JF Z,00 97 H
1041 00 01 02		10A6 10 FD	DJNZ FF H	10FE 78	LD A,B
1044 02 04 05		10A8 C9	RET	10FF FE 4D	CP A,4D H
1047 06 07 08		10A9 CD 99 10	CALL 10 99 H	1101 CA 97 00	JF Z,00 97 H
104A 09 0A 0B		10AC CD 77 10	CALL 10 77 H	1104 78	LD A,B
104D 0C 0D 0E		10AF 4F	LD C,A	1105 FE 33	CP A,33 H
1050 0F 10 11		10B0 06 00	LD B,00 H	1107 C9	RET
1053 12		10B2 09	ADD HL,BC	1108 3A F2 1F	LD A,(1F F2 H)
1054 01 41 13	LD BC,13 41 H	10B3 C9	RET	110B 47	LD B,A
1057 71	LD (HL),C	10B4 DB FB	IN A,(FB H)	110C 11 FF FF	LD DE,FF FF H
1058 27	INC HL	10B6 E6 80	AND A,80 H	110F 18	DEC DE
1059 0C	INC C	10B8 28 FA	JR Z,FD H	1110 7A	LD A,D
105A 10 FB	DJNZ FD H	10BA DB FC	IN A,(FC H)	1111 B3	OR A,E
105C C9	RET	10BC 26 08	LD H,08 H	1112 20 FB	JR NZ,FD H
				1114 10 F6	DJNZ FB H
				1116 C9	RET

図-1 自作マイコンシステムにおける、自作の冊基記憶・再現機械語プログラム。MZ-80B用に開発した逆アセンブラによるプログラムリスト。

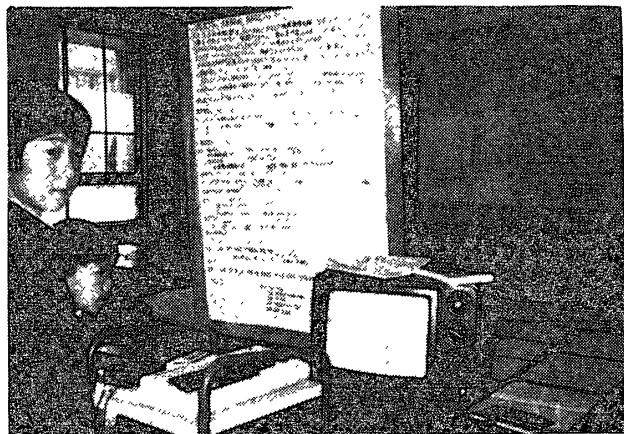


写真-5 文化祭発表の様子

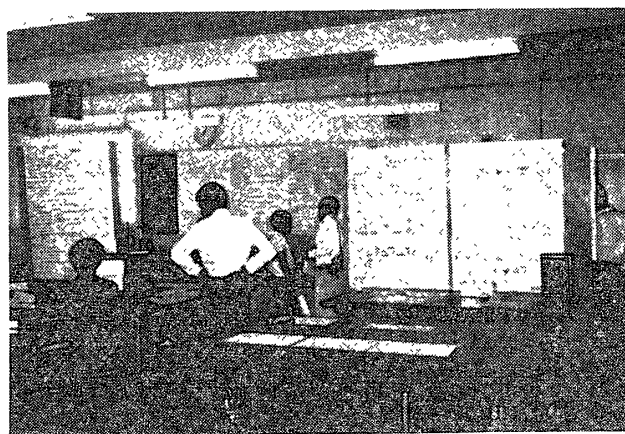


写真-6 文化祭発表の様子

昭和57年度前期 デジタル回路研究クラブ生徒構成

	男	女	計		男	女	計
中1	4	0	4	高1	1	1	2
中2	8	0	8	高2	3	2	5
中3	0	0	0	高3	2	2	4