

技術科

情報技術教育の構想とその実践（その2）

徳井輝雄

【要約】 中学技術科における情報教育に対する基本的考え方と、それに基づく教育実践を4ビットワンボード・マイコンを使って行った。その際、自作した実習を伴うプログラム学習用のテキストを紹介する。

【キーワード】 情報教育 ワンボード・マイコン 情報技術教育 情報処理教育

I はじめに

1988年度、1989年度に引き続いて1990年度もワンボード・マイコンによる情報処理技術の入門教育を、中学三年生男子を対象におこなった。1988年度と1989年度の実践については、名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要第35集（1990年）「情報技術教育の構想とその実践（その1）」に報告した。また、1990年度の実践も加味した報告は、名古屋大学教育学部の6年制中等学校と青年期教育の改善に関する総合的・多角的調査研究の報告書「中等教育研究」第一号（1991年3月）に「ワンボード・マイコンによる情報処理技術の入門教育」として発表した。

今回この小論はその再編であり、特に、自作テキストの内容紹介を中心に報告する。

II 中学段階における情報技術教育のねらい

上述の二つの小論で既に述べた事を再録する。

現代の中学生に対する情報教育が担うべき課題は次のようなものと考えられる。

将来、すくなくとも、電子計算機にたいする盲信的態度と敬遠的態度が起こらないようにすること。更に欲張れば、生活にどんどんはいつてきている情報処理技術の初歩的原理を知り、新しい応用方法、例えば、思考のシミュレーターとして、或は自己表現の手段として計算機を捉える力が付けば良い。自分にとって、計算機とは何かとか、計算機と対比して人間の人間としての特徴は何かなどを考える機会となればさらに良い。

これらをねらいとした学習の内容はおおよそ次のようなものであると考える。

(1) 電子計算機のごく基本的な原理の理解

情報量の概念の把握、On OFFのスイッチ回路を例とした電子計算機独特の演算方式の理解などである。

(2) 計算機制御の原理の理解

計算機でモーターなどを制御するうえで極く基本と

なる方法を、情報の流れに注目させることによって学ぶ。

(3) 技術史、技術論の立場からみた電子計算機の人間社会におけるあり方を学ぶ。この学習によって電子計算機は、人間によって動かされ、人間の生活をより豊かにするために使わなければならないことを理解する。

(4) 生産現場での電子計算機の応用を知る。

身の回りを見たり、映像資料や工場見学などをつうじて、どういう場面で電子計算機が使われているかを知る。

このうち上述の(1)と(2)をねらいとした授業はテキスト(資料1 資料2参照)を使いながらワンボード・マイコンの仕組みの学習や操作を通じて行った。また、(3)については、1990年度は、計算機と人間について比較することで、人間にとって計算機とは何かを考えさせた。

III なぜワンボードマイコンか

これも上述の二つの小論で既に述べた事を再録する。

装置がむきだしになっていて電子素子が目で見える。計算機システムが簡単でその初歩的基本構成が良くわかる。

機械語を使うので計算機の情報処理の基本的考え方(16進数・2進数を使っての逐次型処理形式等)が分かり、そのことで高級言語の出現の意味が理解しやすくなる。

身の回りにマイコンの応用例が豊富にある。洗濯機、炊飯器、パン焼き器、ゲーム器、AV機器等枚挙に暇はない。

この様な理由から、ワンボードマイコンを操作することによっていわゆるパーソナルコンピューターを使う上での基本知識も得られる。

ワンボードマイコンは値段が安く、場所を取らず教具として取扱が便利である。一般には高価なパソコン

を導入する傾向にあるが、この事は、設備費、場所、保守要員、等の面で不利である。特に、1人の教師で40人以上の生徒を教えねばならない現状では、パソコンの大量導入はそれに見合った効果はあげにくい。しかも、特定の機種に、学校が動機付けてしまうことは教育上からも良くない面がある。将来自分にあった機種を自分で選ぶ力が付けば良いのである。また、パーソナルコンピュータでは、簡単な計算機制御を体験させるにはおおげさ過ぎて不便であり、家庭電気製品に組み込まれているマイコンへ関心を向けるには不適である。そして何よりも強調したいことは、情報教育は、パーソナルコンピュータの使い方みの教育であってはならないということである。この事はわかっていても、パーソナルコンピュータを大量導入してしまえばどうしても、使い方みの教育になってしまう。

Ⅳ ワンボードマイコンでの授業例

1 ワンボードマイコンの機種

NITTO KAGAKU の 4 bit マイコントレーナーを使う。1990年度までは2人に1台の割合で使用。1991年度からは1人1台の予定である。

2 授業の流れ

対象は中学3年生（男子）約40人である。授業は、次のような順序で行われた。

1 ワンボードマイコンの構造の説明

計算機システムの基本的構造を知る。

2 データの入力方法の理解

ワンボードマイコンにメロデーを奏でさせることを通じて

3 モーター制御を体験

機械学習で作ったメカキットの制御をする。ワンボードマイコンからの命令でメカキット（動く模型）を前進・後退させる。ただしフィードバック回路はない。「情報の流れ」の概念をつかみ、実際に、プログラミングを機械語で行う。

以上の内容を自作テキスト「ワンボード・マイコンに歌わせよう」及び「マイコンでメカキットを制御しよう」（資料1、資料2参照）を使って自学自習方式で進める。ときどき黒板を使っての一斉説明をまじえる。

3 授業時間数

「ワンボードマイコンに歌わせよう」での学習に約5時間、「マイコンでメカキットを制御しよう」の学習に約6時間をかけた。

4 生徒の状況

(1) 授業を受ける前の生徒の状況

ア パソコンの普及率

パソコンを持っていますかと言う質問に、「持っている」と答えたもの

1988年度	1989年度	1990年度	1991年度
45.7%	34.1%	39.5%	43.9%

イ 電子計算機に対する学習意欲

コンピュータについて学びたいかと言う質問に対して、肯定的答えをしたもの。

1987年度	1989年度	1990年度	1991年度
39.0%	75.6%	55.2%	43.9%

ウ 電子計算機に対する関心度

関心があると答えたもの。

1989年度	1990年度	1991年度
46.3%	52.6%	36.6%

エ 電子計算機に対する知識

電子計算機に対する知識があると思いますかと言う質問に対して、肯定的に答えたもの

1989年度	1990年度	1991年度
7%	8%	14.6%

オ 将来の電子計算機使用に対する気構えの自己診断

将来、電子計算機を気楽に使いそうだなと思いますかと言う質問に対して肯定的に答えたもの

1989年度	1990年度	1991年度
39.0%	42.1%	41.5%

(2) 授業後の生徒の状況

ア 電子計算機に対する学習意欲

コンピュータについて学びたいかと言う質問に対して、肯定的答えをしたもの。

1989年度	1990年度
43.5%	50.0%

イ 将来の電子計算機使用に対する気構えの自己診断

将来、電子計算機を気楽に使いそうだなと思いますかと言う質問に対して肯定的に答えたもの

1988年度	1989年度	1990年度
37.1%	41.0%	58.3%

ウ 電子計算機が身近なものになりましたかと言う質問に対して、肯定的に答えたもの

1989年度 45.1%
1990年度 50.0%

由自在にコントロール出来るようになったものは、45%である。

エ 授業の印象

	1988年度	1989年度	1990年度
たのしかった	54.3%	38.4%	58.3%
つまらない	45.7%	41.0%	30.5%
マイコンの仕事 組みが理解出来た	—	33.3%	58.3%
マイコンの仕事 組みが理解出来なかった	—	64.1%	33.3%

授業の印象の主なものを、1990年度の生徒の感想文についてみてみよう。

◎否定的なもの

- ・非常につまらなく、時間の無駄であった。
- ・4ビットではつまらない。
- ・無茶くちゃ難しかった。

◎中間的なもの

- ・僕には、むずかしすぎた。僕は、だいたい真面目に出来なかったけど、面白かったことは確かです。これからもマイコンに親しんでいきたいです。
- ・マイコンについては、僕の思っていたのとちょっと違っていたので覚えるのにとっても苦労した。いまでも、分かっていない点があると思う。

◎肯定的なもの

- ・身近になった、基礎さえ覚えれば気楽に使えることが分かった。しかし分かるまでが難しい。
- ・マイコンをもっと学びたい。

マイコンはおもしろい。

これから、マイコンをもっとしたい。

高校になっても、やって欲しい。

マイコンの勉強は楽しすぎる。

おもしろい very goodですよ。

もっと学びたい やりたい very very

very very goodですよ。

オ 技術的知識の獲得度 (1990年度の場合)

歌を唄わせることのできたもの (入力操作が出来たようになったもの) はほぼ全員である。

つぎに生徒達が入力した曲の例を挙げる。

蛍の光 ドレミの歌 蛙の合唱 エーデルワイスの歌 チャルメラの音 その他自分で作曲した生徒4人

全員がマイコンをスイッチがわりにして on off のみによるコントロールが出来たようになった。しかし、機械語でプログラムしてメカキットを自

V 中学3年生の描くマイコン像・人間像

以下は何れもマイコンに関する授業が終わった後に調査したものである。

1 マイコン像

1988年度

マイコンの使われている分野を挙げることのできたもの80%、まったく分からないとしたもの20%。

1989年度

マイコンは便利なものと思うかと言う質問に対して

思う	56.4%
思わない	15.4%
どちらとも言えない	7.6%
分からない	17.9%

1990年度

電子計算機は人類の幸福に役だっているかと言う質問に対して

そう思う	72.2%
そう思わない	8.3%
どちらとも言えない	2.8%

即ち、マイコンは、いろいろな分野で使われており、どちらかと言えば便利なもので、人類の幸福に役立っている、と言うイメージを生徒は持っている。

2 人間とマイコンの比較

マイコンについてももう少し深く考えさせるため生徒達に自分達の意見のまとめである資料3 (「中学三年生が挙げた人間とマイコンの比較要素と評価」を参照) の表を見せ、さらにコメントを求めたところ、人間はそれぞれ個性が違い、いちがいに断定できない。マイコンも組み込まれたプログラム等によって違いが出てくるなどの考えがだされた。しかし半数のものがおよそこの表の通りだとした。

3 人間とマイコンとの関係

人間とマイコンの望ましい関係を考えさせるため生徒達に自分達の意見のまとめである資料3と資料4 (「中学三年生が、人間とマイコンとを比較して得た、人間とマイコンの関係」を参照。) を見せ、コンピュータを人間が使うとき、どういう使い方が望ましく、どういう使い方が望ましくないかと尋ねたところ次のような回答を得た。

望ましいのは

計算・分析・情報管理

おなじことを繰り返すとき

平和の為、人類の発展や幸せの為
 危険複雑面倒なこと
 現実さを要するとき
 望ましくないのは
 戦争の為につかう
 私利私欲の為
 コンピュータウイルスを作る
 真心を込めたものを作りたいとき
 人間の性格分析
 世界を任せてはいけない
 感情を扱うとき
 相談相手
 勉強するとき
 目が悪くなるから使うのは望ましくない
 これらは、妥当でユニークな考えを持つに至っていることを示している。

4 人間の人間らしさはどんなところにあるか
 マイコンと人間を比較することにより人間自身についてより深く考えさせるため、生徒達に自分達の意見のまとめである資料3・4を見せ、人間の人間らしさはどんなところにあると思うかを尋ねたところ次のような回答を得た。（多い順に）

- 感情がある
- 思いやり、優しさがある
- 思考力がある
- 応用力がある
- 定義しにくい
- 反抗する
- ストライキをする
- 自分自身の楽しみがある
- わらい

○何処か抜けたところがあり、だから美術を解する
 ○思考によって自分自身をより向上させることが出来る。そして善と悪の区別をつけることができるようになる。そこから、他人や他の動物へのいたわり優しさがうまれてくる。これが人間だ！

VI 1988年から1990年までの試行から得られた教訓

授業内容が難しいようだ。特に、制御の方が。この事により、もともと電子計算機に興味の無かったものや、学びたくなかったものを引き入れることが出来なかった。

制御については、フィードバックをいれないのは制御とは言えないと言う考えがある。フィードバックの概念を学ばせないならば入門教育としては不必要ではないかと言う考えもある。しかし身近に使われている

マイコン制御にはフィードバックの無いものもあり、中学段階の入門としては、モーターを正転・逆転させる程度は必要であり適切である。しかし簡単なフィードバックの教材化を目指す必要はある。そのほか次の点を改善しなければならない。

① 動機付けをしっかりとる必要がある。1991年度は、1990年度のマイコン学習の様子を撮ったビデオを使うことにした。

② 自作テキストをやさしくかつ精選する。

1991年度に使う予定の改訂版自作テキスト二つを資料1、2として挙げておく。特に、制御の学習に使う予定の資料2のほうは詳しく紹介しておいた。

装置を扱う事を学習するには、特に入門期の中学生にとっては、テキストを見て自学自習することはなかなか困難である。我々大人でも解説書を見るより知っている人に聞いた方が手っとり早いと感ずる。従って個別に、いわば、手とり足とりで指導すれば多くの生徒を満足させることが出来る。しかし、40人学級ではそれは困難である。そこでこのテキストを使い一斉授業と個別授業を適宜組み合わせようとした。しかし、最後まで学習できた生徒は前述のように45パーセントしかいなかった。

全員がメカキットを自由自在にコントロール出来るようになったわけではないが、計算機と人間との関係に付いて、色々考える機会になっていることは重要な成果である。当初の目的のひとつである、電子計算機に対する盲信を防ぐ事、計算機への理解、人間への理解を深めること等が出来た。

資料1 自作テキスト「ワンボードマイコンに歌わせよう」の概略

- 1 ワンボードマイコンのしくみ
 - 1 全体のしくみ
 - 2 キーボード
 - 3 出力端子
 - 4 LSIについて
 - 5 CPUについて
 - 6 数字LED
 - 7 2進数と16進数
- 2 データの書き込み
キーボードの操作方法と役割
- 3 データの書き込み操作修得確認テスト
- 4 マイコンにデータを入れる
- 5 マイコンに歌わせる

資料2 自作テキスト「マイコンでメカキットを制御しよう」の概略

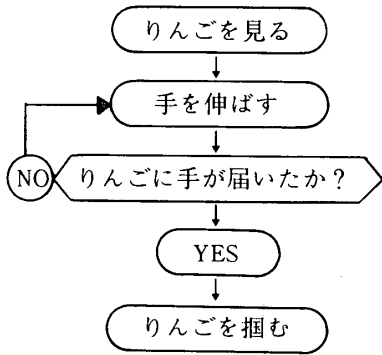
1 信号の流れ

問い1 人間が物を手でつかむとき、信号の流れはどうなっているか、下の図を参考にして推測して矢印で示しなさい。(図は省略)

2 流れ図 (フローチャート)

信号の流れを表すのに流れ図を使う方法がある。問い1に掲げたものを例にして流れ図の書き方を練習しよう。

問い1の例では、脳の命令で次のような動作や判断が順次なされていると考えられる。



上のような図を流れ図をいう。「りんごに手が届いたか?」の部分が判断をしている部分である。

問い2 上の図を参考にして、信号のある横断歩道を渡るとき、動作と判断の様子を流れ図にしてみなさい。

問い3 ジャンケン戦法を流れ図にしてみなさい。

3 情報量とは

発光ダイオード一つを使って、例えば、ついているときは進め、消えているときは止まれと言うように約束して二者択一の情報を伝えることができる。もし、発光ダイオードの個数を増やせば、もっと多くの情報量を伝えることができる。このように、発光ダイオードを使って情報を伝えようとするとき、発光ダイオード1個の点滅は1ビットの情報量を持っているという。(ビットとは情報量の単位である。)

発光ダイオード2個を並べて、これらが点灯しているか否かの組合せで情報を作るとき、発光ダイオード2個の点滅が伝える情報量は2ビットになる。

問い4 発光ダイオード2個ならべて各々を点滅させるとき、幾つの命令が作れるか。次の表を完成させながら考えよ。但し、点灯は●消灯は○で表せ。

発光ダイオード1	発光ダイオード2	命令の例
○	●	

問い5 3個の発光ダイオードでは幾種類の命令が作れるか。発光ダイオードの点滅の組合せを問い4と同じ記号を使って表せ。

問い6 問い5での発光ダイオード(LED)を赤、青、黄の電灯に置き換えると交通信号機になります。これら三個の電灯の点滅で3ビットの情報量を伝える事ができます。しかし、現在の信号機は其の機能を全部使っていません。即ち、とまれ、すすめ、ちゅういの三つの命令しか使っていません。原理的には電灯3つの点滅で何個の命令を表すことが出来ますか。

問い7 LED4個を並べると何ビットの情報量が表せますか。また、命令は何個作れますか。

問い8 次の表を完成させながら、LEDをX個並べると何個の命令が作れるか答えなさい。

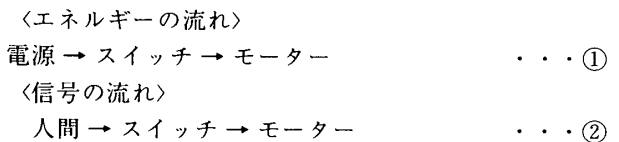
LEDの数	情報量 (ビット数)	表す事の出来る命 令の最大個数
1	1	2
2	2	4
3	3	8
4		
5		
6		
7		
X		

問い9 4ビットマイコンは何個までの命令を扱えますか。

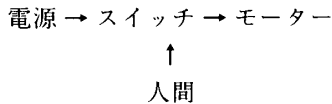
問い10 みなさんが歌わせたワンボードマイコンは4ビットマイコンです。命令を16進数で入力しました。何故、16進数が使われているかももう答えることが出来るでしょう。下に其の理由を書きなさい。

4 モーターをマイコンで制御するときの情報の流れ

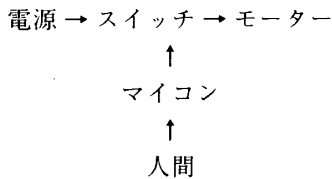
モーターで動く模型を例に、信号の流れとエネルギーの流れについて考えてみよう。



①、②を合成したものが実際の動く模型である。エネルギーの流れを信号でコントロールしているのである。



人間とスイッチの間にマイコンを入れると信号の流れは下図のようになる。



人間がマイコンに命令するときは、マイコンに分かる言葉を使わないと通じません。皆さんが、ワンボードマイコンに歌わせたときに使った16進数の命令は、そう言う言葉の一種です。

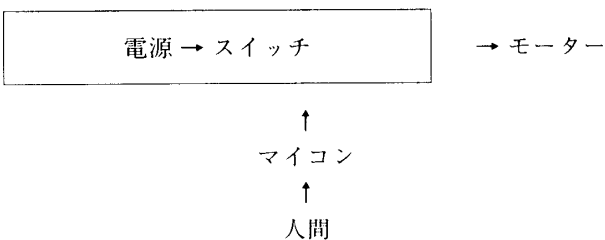
問い11 模型のモーターへ「動け」、「動くな」の信号を送るとき、人間がスイッチに直接送る場合とマイコンを通じて送る場合と、比較して其の長所短所を述べよ。

5 インターフェイスについて

マイコンでモーターをコントロールするときには、マイコンとモーターの間にインターフェイスと言うものを入れる必要がある。マイコンの出力端子から出る電気信号は、微弱な電圧なのでモーターを直接回すだけのエネルギーを持たない。そこで、モーターをまわすには、別の電源をモーターにつけ、そのスイッチをマイコンからでる電気信号で ON OFF する方式がとられる。インターフェイスは、このモーターの為の電源をマイコンからの信号で ON OFF 出来るスイッチを持っている。

今回使うインターフェイスは、モーター用電源とスイッチを持っている。マイコンはこのインターフェイスに向けて信号(微弱電圧)を出すのである。

インターフェイス



6 マイコンで模型を動かす

1 課題

上図のようなインターフェイスは準備されている。ワンボードマイコンに命令を入力してモーターの正転・逆転・停止をする。

2 信号の流れ

まず信号の流れを確認しよう。

実際は、マイコンの信号は電磁石を動かす力さえありません。従って、マイコンからくる信号をインターフェイスの中で増幅して使います。増幅とはどういうことかについては後で詳しく習います。

3 ワンボードマイコンを単に ON OFF のスイッチ替わりに使う

この使い方は一番単純な使い方だがマイコンらしい使い方ではない。しかし、ワンボードマイコンに馴れるために、この使い方から学び始めよう。

ワンボードマイコンの出力端子(例えばR0端子)から信号を出し、その信号でインターフェイスのスイッチをONにすることにしよう。

出力端子から信号を出すには、2進LEDを点灯してやれば良い。LEDのうち一番右にあるR0を記されたLEDが点灯すれば、R0端子に信号がきている。LEDのうちR1が点灯すればR1端子に信号がきている。

では次の順序でキーボタンを押してみよう。R1のLEDが点灯するはずだ。

0 → 1 → ADRSET

これを消灯するにはRESETを押せば良い。

問い13 ワンボードマイコンとインターフェイスと模型を適切につないで、上のような操作で模型を動かしてみよう。

4 ワンボードマイコンをマイコンらしく使うために

ワンボードマイコンをマイコンらしく使って模型をコントロールするには、ワンボードマイコンにプログラムを覚え込ませておく必要がある。そのためにプログラムの仕方を覚えよう。

このワンボードマイコンへ命令を与えるには、ワンボードマイコンに通じる言語でプログラムを作る必要があります。その言語とはどんなものでしょうか。

問い14 ワンボードマイコンを歌わせたときどんな言語でプログラムしましたか。

このワンボードマイコンは4ビットマイコンです。16種の命令が使えます。命令を16進数で表します。この様に数字で表された言語は機械に直接通じます。こ

の様な言語を機械語と言います。

(1) メイン命令とコール命令

4ビットのマイコンは原則として16個の命令しか扱えませんが、工夫してもう少し多くの命令が扱えるようにこのワンボードマイコンは考えられています。すなわちEを除く0~Fの15個のメイン命令とEと0~Fを組み合わせた16個のコール命令がそれです。次のページにこのワンボードマイコンの命令一覧表を掲げておきます。このコードはこのワンボードマイコンしか使えません。(コード一覧表は省略)

例えば、「0」と言う命令は、「キーボードを押して入力した数字をワンボードマイコンのAレジスタ (アキュムレータのこと、ACCと略す) に入れよ」と言う内容を持っています。

たとえば、「E9」と言う命令は、「ピー音を出す」という内容を持っています。

(2) プログラムの練習

例1 エンド音 エラー音 ピッ音の3つの音を順番に出すプログラム

アドレス	命令コード	はたらき
00	E	} エンド音をだす
01	7	
02	E	} エラー音をだす
03	8	
04	E	} ピッ音をだす
05	9	

上のプログラムをワンボードマイコンに、RESETキーを押してから入れてみなさい。プログラムを実行するときは、1→RUNと押す。音が出ましたか?

例2 ジャンプ命令「F」

例1の続きとして次の命令を継ぎ足す。

06	F
07	0
08	2

これだけでプログラムの実行を02番地へ飛ばすことができます。

例1と例2をつなぎプログラムを実行してみなさい。どんな事がおこりましたか。

問い15 上の例1と例2とを合わせたもので、08番地を「4」に変えるとどんな事が起こるか。予想をしてから実際にプログラムを実行してみなさい。

問い16 さらに08番地を「6」に変えるとどうなりますか。

5 模型を動かす為のプログラム

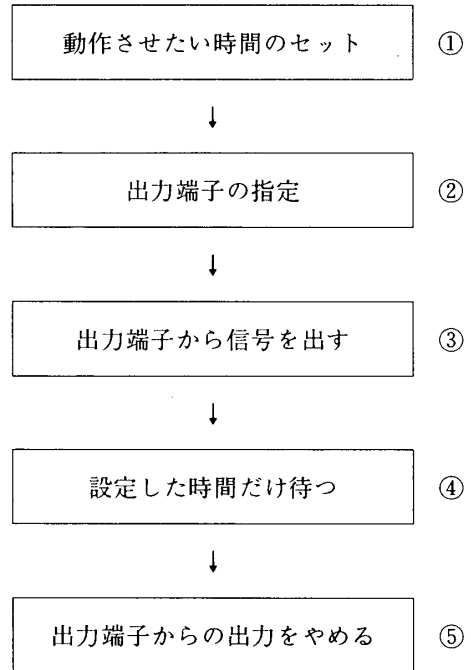
いよいよ模型をワンボードマイコンでコントロールする段階にきました。マイコンをマイコンらしく使うのです。

「ワンボードマイコンを単に ON OFF のスイッチ替わりに使う」ところで説明したように、ワンボードマイコンの出力端子から模型に信号を送る必要があります。このワンボードマイコンは、命令によって2進LEDを点灯すれば自動的にそれに対応した出力端子に5vの電圧が現れます。この電圧を信号とするのです。

問い17 命令コード表から、2進LEDを点灯したり消灯したりする命令コードを見つけなさい。

(1) 流れ図を作る

プログラムを作るには、その骨組みを流れ図にすると、作りやすい。次にその例を示す。



(2) 動作時間の設定

上の流れ図に従ってプログラムを組んで行きます。まず、動作時間を設定します。これは、例えば、模型のモーターを何秒間正転させておくかを決めることとなります。このことは、プログラム上では、次の命令の実行を遅らせることで実現されます。

ECと言う命令はアキュムレータ (ACC) に入っている値Xによって、次式で表される時間だけ、その次の命令の実行を遅らせる働きを持っている。

$$\text{遅延時間} = (X + 1) \times 0.1 \text{秒}$$

例1 ACCに9を入れておけば、

遅延時間 = $(9 + 1) \times 0.1 = 1$ となり次の命令の実行を1秒間遅延させることができる。

では、ACC に数値を入れるにはどんな命令を使いますか？命令コード表を見て下さい。「8」がその命令です。表では「何か」を AR に入れる働きとあります。AR とは A レジスタのことであり、A レジスタとは ACC との事です。「何か」とは16進数で表された数値です。8 のつぎに1を入れてやれば ACC に1が入ります。

問い18 ACC に9 を入れたい、どうプログラムするか

問い19

アドレス	命令
00	8
01	A

と言うプログラムは ACC に何が入りますか。

問い20 次のプログラムでは待ち時間（遅延時間）は1秒です。

では、0C から0D 番地の EC はどんな働きですか。

00	8
01	9
.	.
.	.
0C	E
0D	C

問い24 RO 出力端子を ON にするプログラムを書け。

例3 RO を1秒間 ON にしてから OFF にするプログラム

アドレス	命令コード	はたらき
00	8	} 待ち時間1秒の設定
01	9	
02	A	} ON OFFする2進LEDの選択
03	0	
04	E	} 2進LDE1個点灯
05	1	
06	E	} 設定時間が経過するまで プログラムの実行を待つ
07	C	
08	E	} 2進LEDを1個消す
09	2	

問い25 R1 を1秒間に ON にしてから OFF にし、次に R2 を1秒間 ON にしてから OFF にするプログラムを書け。

資料3 中学3年生(1990年度)が挙げた人間とマイコンの比較要素と評価

比較要素	人間	マイコン
計算速度	遅い	早い
記憶力	良くない 殴られても蹴られても消えない。	良い しかし壊され易い
持続性	悪い。飽きやすい	良い。飽きない
命令の受け入れ	口で言えば良い	プログラムをせねばならぬめんどろ
自主性	あり	なし
忠実性	なし	あり
応用力	あり	なし
確実性	なし	あり
感情	あり	なし

資料4 中学3年生(1990年度)が、人間とマイコンとを比較して得た。人間とマイコンとの関係

○人類がすべてのマイコンを使ってもあたたかみのある人間性は出せないと思う。

○人間は間違っことをすればすぐ気付くと思うけど、マイコンは間違っことをやり通してしまい、えらいことになると思う。

○記憶の上ではマイコンが上だ。でも人間がマイコンに命令している。つまり人間は考える天才だ。人間は頭がいい。

○人間は未知なる可能性を秘めている。マイコンは一つの道具にすぎない。ただ、人間が未知なる可能性を秘めていると言うことは、人間を越すマイコンを人間が作るかも知れないということだ。

○マイコンは与えられたことしか出来ない。人間は自らの手で物を作り、頭で考え、行動する。マイコンとて、人間が作り出したものの一つに過ぎない。しかし、計算や情報処理などでは、人間に出来ないことをやってのける。人間の指示したことを総て忠実にやる。(マイコンは)、無くてはならないものかも知れない。しかも結局のところ、人間の使い方次第でどうにでもなる。

○マイコンは、記憶力の点では人間より遙かによいと思う。瞬間に覚えて、瞬間に思い出せて、瞬間に忘れることが出来る。人間には到底こんな事はむりだと思ふ。

人間は記憶の使い方を考え、実際に行動までもっていく。これが(人間とマイコンの)大きな差だと思う。

人間にはマイコンには無い「思考」と言うものがある。「思考」を繰り返すことにより、考えを深め、記憶力を能率的にしようとする。だから現代は人間とマイコンが互いの長所をうまく使っていけば良いと思う。マイコンが記憶して人間が考える。(人間とマイコンが)協力する事が大事だと思う。