

新科目「工学情報基礎」の開発についてⅡ

工業科 工藤雄司・茂木好和・金城幸廣
深澤孝之・加島倫

新科目「工学情報基礎」の開発は、「総合学科における工業教育はどうあるべきか」に答えられる内容を目指して取り組んだ。

本科目は、「ライントレースカーの設計・製作」を主教材として開発し実施している。これは、先行研究により開発した教材「2進数-10・16進数変換器」を「P I Cマイコン制御基板」として使用し、「ステッピングモータ駆動基板」、「光電センサ基板」を追加することにより、黒ラインに沿って走行するものである。

【キーワード】 総合学科における工業教育, P I C, ライントレースカー, 2進数-10・16進数変換, 情報教育

1. 工業教育の現状

教科「工業」の科目数は60あり、以下示す「工業に関する学科」がある。

- ・機械系（機械科、電子機械科（一部）、自動車科など）
- ・電気系（電気科、電子科、情報技術科、電子機械科など）
- ・建設系（建築科、土木科、設備科など）
- ・工業化学・材料系（工業化学科、化学工業科、応用化学科、材料技術科など）
- ・繊維・工芸・インテリア系（繊維科、工芸科、インテリア科、デザイン科など）

これは工業に関する職種が多岐にわたっているからであり、従来の工業教育では職業教育の名のもとに技術・技能の定着を徹底するため上記の学科に分かれて教育が行われていた。各学科間での学習内容のオーバーラップはほとんど無く、学習者にとって他の学科は未知の分野であった。

2. 工業教育の変遷

社会の要請により業種・職種を越えて柔軟に対応できる人材が望まれるようになると、電子機械科のような学科が現れた。しかし、なかなか学科の壁は厚く融合は難しかった。また、

科目「工業技術基礎」

目標：基礎的技術を実験・実習によって体験させ、
各分野における技術への興味・関心を高め、
工業に関する広い視野を養い……

内容：(1)人と技術と環境 (2)基礎的な加工技術
(3)基礎的な生産技術

を原則履修科目にしたが、学科に関係する部分だけの学

習に終わる場合が多かった。

これらの取り組みは、

・将来のスペシャリストを目指して、専門性の基礎・基本を培うとともに、生涯にわたって学習する意欲と態度を育成する。

・学習は学校教育段階だけで完結するものではなく、広い視野から適切に課題解決するための基礎的・基本的な知識・技術の習得を図る。

このような視点を重視しようとしているが、これは真に総合学科で最も重視している視点である。

3. 総合学科における教育

総合学科においては即戦力としての技能・技術の習得ではなく、キャリア教育すなわち「望ましい職業観・勤労観及び職業に関する知識や技能を身に付けさせるとともに、自己の個性を理解し、主体的に進路を選択する能力・態度を育てる教育」を目指している。

本校「工学システム・情報科学系列」の卒業研究の成果には、ゴーカートの製作から、ヨーロッパ建築の研究や、ゴーグルのデザインまで幅広い研究が見られる。これも生徒が幅広い科学的関心を持って社会の変化や科学技術の発達に柔軟に対応しようとした結果であると考えられる。

4. 開発科目「工学情報基礎」について

2年次に実施する「工学情報基礎」は「工学システム・情報科学系列」を志望する生徒が最初に受講する実習を中心とする系列必修科目である。したがって、生徒の興味関心を最大限に引き出すように科目の内容としてライントレースカーの製作を中心に構成した。

資料に示したテキストは、本教材を大学生や教員対象

に実施する場合のものである。ちなみに基板は穴明けまでを終え、フレーム・車輪は完成品を用いる。この状態で10時間程度で完成する内容である。

1) 1学期の実習内容

1学期は、CAD実習、論理回路実習（先行研究により開発した「論理回路学習教材」を使用）と、PICマイコン制御基板製作（先行研究により開発した「2進数-10・16進数変換器」の利用）を交代で行う。

2) 2学期・3学期の実習内容

2学期・3学期は、「ライントレースカー」のフレーム（アルミアングル加工）製作、車輪（アルミ棒材の旋盤加工）の製作、「ステッピングモータ駆動基板」の製作、「光電センサ基板」の製作実習を行う。

5. 総合学科における工業教育について

車輪の製作は旋盤によるアルミ切削であり機械科では実施するが、他の学科では指導力のある教員が少なく、あまり見られない。しかし本系列では、金属材料から削り出しで部品を製作する経験はものづくり教育の根幹をなすものであるとの認識により全員に作らせている。情報科学系列のプログラミングにしか興味のなかった生徒も作ってみるとのめり込む生徒も見られる。

また、工学システム系列のプログラミングには興味を示さなかった生徒も、PICマイコン制御基板を作ったり、プログラムを入力すると動き出す過程からその重要性に気づくことになる。

3年次になると開発科目「工学情報実習」の中で、工学システム系列の生徒はライントレースカーに各自が設計製作した減速機構を組み込み、動きに変化を取り入れる。情報科学系列の生徒は、プログラムを改良したり、モータ用電源を追加したりして高速化を図る。

工学システム系列の生徒と情報科学系列の生徒が協同で作業を進める光景は実社会の縮図のようで頼もしい限りである。彼らがより広くより高い目標を持ち大学や専門学校に進学し、社会に羽ばたいてくれることが総合学科における教育であろうと考える。

【参考文献】

- 1) 工藤雄司，大平典男，他4名：『2進数理解を支援する教材・教具の開発について』，筑波大学附属坂戸高等学校研究紀要第40集，pp.129～pp.132，2003年
- 2) 工藤雄司，本村猛能：『高等学校総合学科工業系における情報教育の内容分析』，日本工業技術教育学会誌「工業技術教育研究」第9巻第1号，pp.17～28，2004年
- 3) 工藤雄司，茂木好和，他3名：『新科目「工学情報基礎」の開発について』，筑波大学附属坂戸高等学校研究紀要第42集，pp.85～pp.91，2004年

ライトレースカーの製作①

筑波大学附属坂戸高等学校（総合科学科）

工業科教諭 工 藤 雄 司

製作のねらい

- PICマイコンは、プログラムを変更するだけで、「2進数-10・16進数変換器」にも、「ライトレースカー用制御基板」にもなることを実感する。
- コンピュータ制御におけるプログラミングの働きを知る。
- コンピュータ制御機器に使用される「ステッピングモータ」や「光電センサ」の理解を深める。

PICマイコンボード「2進数-10・16進数変換器」の製作

① 使用部品・工具等

部 品 の 名 称	定 格・数 量 な ど
PICマイコン	PIC16F84A-20/P
ICソケット	DIP18ピン
7セグメントLED	A-552SR アノードコモンタイプ
LED（4個）	赤色高輝度型
スイッチ（5個）	スライド型
固定抵抗（1/4W型14本）	330Ω, 470Ω×7, 1kΩ×4, 4.7kΩ×2
セラミックコンデンサ	1000pF
電池ケース	単3型2本用, スイッチ付き
コネクタ	10P, 7P
ネジ（M3）	20mm, 10mm×2, ナット×5
ポジ感光基板	1.0×75×100mmガラスコンポジット片面
使用工具	はんだごて ラジオペンチ ニッパ ドライバ ドリル PICライタ (フィルムシート ライトボックス ポジ感光基板用現像剤 エッチング液)

② 関係知識

図1に製作するPICマイコンボードの概観を示す。図2の部品配置と共に製作の参考にする。PICマイコンは、3Vの電源電圧でも動作が可能で、LEDを直接点灯できる電流容量があり、図3に示すように7セグメントLEDドライバICの用途としても使用できる。

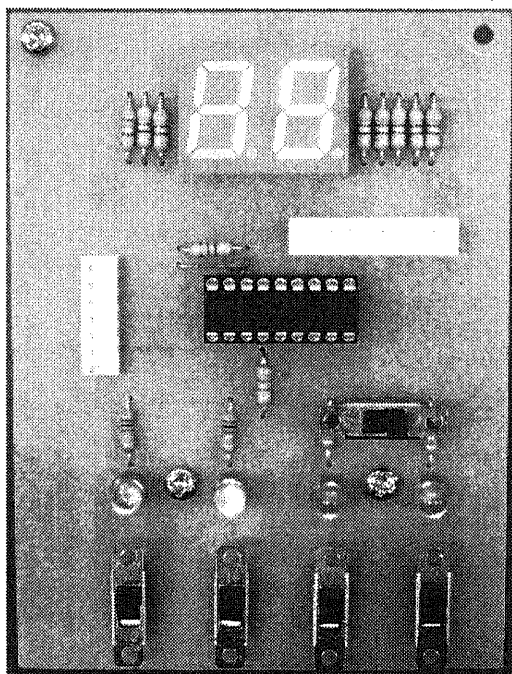


図1 PICマイコンボードの概観

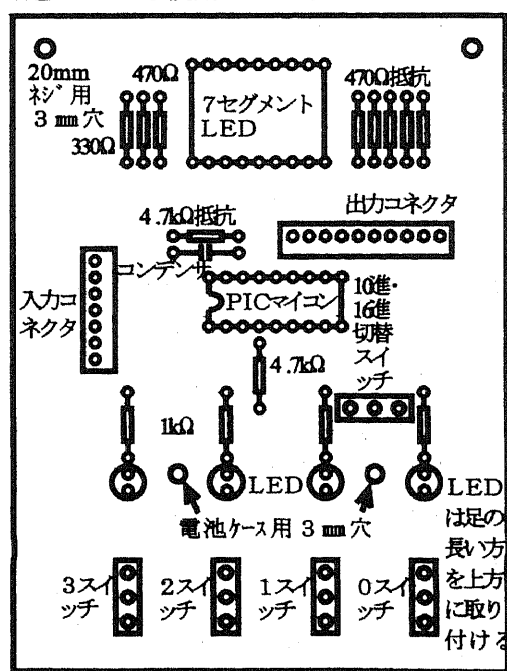


図2 部品配置

プログラムは、PICライタでPIC内のフラッシュメモリに書き込んで使用する。この実習では、2進-10進数変換と2進-16進数変換をスイッチで切り替えるプログラムを作成する。図5は、「MPLAB」というPICの開発ソフトウェアにより作成したアセンブラで書かれたプログラムである。また、PIC用Cコンパイラが各種市販されているので、これを利用してもよい。

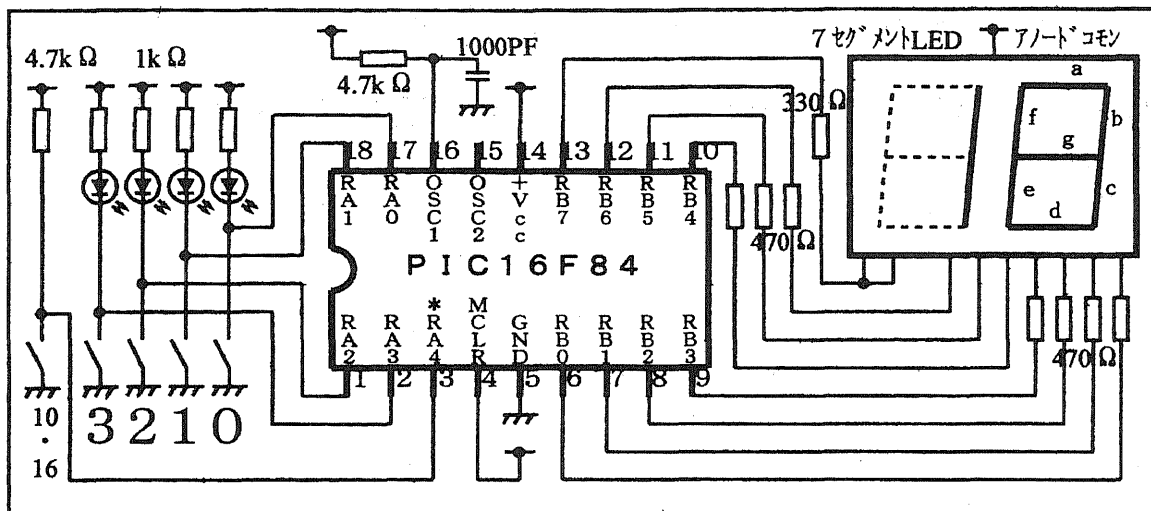


図3 PICマイコンボードの回路図

3 PICマイコンボードの製作

- ①図1, 2を参考に抵抗のカラーコードを間違わないようにハンダ付けする。
- ②ICソケットをハンダ付けする。(キリカキを左側に向ける)
- ③コンデンサ(1000pF)をハンダ付けする。
- ④7セグメントLED(発光ダイオード)をハンダ付けする。
- ⑤4個のLEDを差し込む向きに注意してハンダ付けする。
- ⑥5個のスイッチをハンダ付けする。
- ⑦7P入力コネクタ, 10P出力コネクタをハンダ付けする。
- ⑧10mmM3ネジ2本を部品面からさしこみナットでしめる。電池ケースのリード線をパターン面の+にハンダ付けした後, さらにナットでしめて固定する。
- ⑨20mmM3ネジを部品面からさしこみナットでしめる。

※ここでは、緑色の印の付いた2進・10進・16進数変換サンプルプログラム書き込み済みP I CマイコンをI Cソケットにセットし、⑤の実験に準む。

二目目に④のプログラミングを行う。

4 2進-10進数変換プログラムのプログラミング

- ①図4のようにパソコンとPICライタを接続する。
- ②ライタの小さい方のレバー脱着式ICソケットに、PICマイコンを1番ピンを上にしてセットする。
- ③図5に示すアセンブラによる2進-10進数変換プログラムの例をワープロやテキストエディタを使って入力し、ファイル名[氏名.asm]で保存する。
- ④MPLABなどのPIC開発ソフトウェアを起動し、③で作成したプログラムを機械語に翻訳した後、PICライタを作動させ、PICマイコンにプログラムを書き込む。

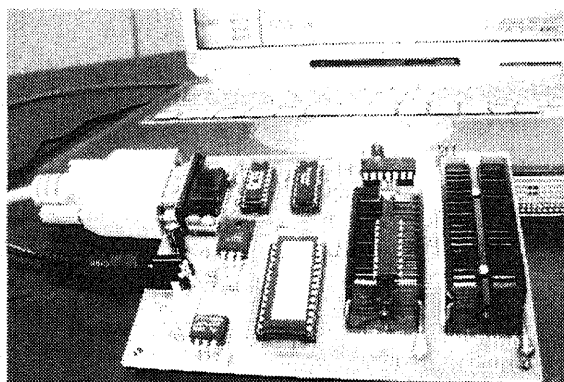


図4 PICライタ接続図

⑤PICマイコンボードのICソケットにPICマイコンをセットし、電池を入れ各々のスイッチを操作すると、2進-10進数変換器として動作する。

ここで、プログラムに使用されているPORTA, PORTB, STATUS, RP0, TRISA, TRISB, PCLの値はP16F84A.INCヘッダーファイルの中で予め設定されている。

```

LIST          P=16F84A,R=DEC      ;PICの種類, 指定しない数値は10進数を示す。
INCLUDE P16F84A.INC              ;使用するPIC用ヘッダーファイルを示す。
__CONFIG      RC_OSC & _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _CP_OFF
;抵抗・コンデンサ発振モード, 監視タイマ不使用, 電源投入時タイマ使用, コード・プロテクトなし。
        BSF      STATUS, RP0      ;STATUS番地のRP0ビットを1にし, メモリ域1を指定する。
        MOVLW    B'00011111'      ;出力: 0, 入力: 1を指定のビット位置に書き込む。
        MOVWF    TRISA             ;TRISA番地を設定し, Aポートの0~4を入力にする。
        CLRF     TRISB             ;TRISB番地をクリアし, Bポート全てを出力にする。
        BCF      STATUS, RP0      ;STATUS番地のRP0ビットを0にし, メモリ域0を指定する。
LOOP     COMF     PORTA, 0          ;ポートAのスイッチの状態を反転して使用する。
        ANDLW    B'00001111'      ;0のビットをクリアし, 4個のスイッチのみ使用。
        CALL     OUTPUT            ;ラベル[OUTPUT]のサブルーチン呼び出す。
        XORLW    B'11111111'      ;全てのビットを反転する。
        MOVWF    PORTB            ;点灯データをポートBに出力する。
        GOTO     LOOP             ;ラベル[LOOP]に飛び, ループする。
; サブルーチン      'lgfedcba'
OUTPUT    ADDWF   PCL, 1            ;プログラムカウンタにデータ位置を加え, そこにジャンプする。
        RETLW    B'00111111'      ;0 0 0 0 0 出力データ0を持ち, リターンする。
        RETLW    B'00000110'      ;1 0 0 0 0 1 出力データ1を持ち, リターンする。
        RETLW    B'01011011'      ;2 0 0 0 1 0 以下同様
        RETLW    B'01001111'      ;3 0 0 0 1 1
        RETLW    B'01100110'      ;4 0 0 1 0 0 (0 0 1 0 0はスイッチの状態を表す)
        RETLW    B'01101101'      ;5 0 0 1 0 1
        RETLW    B'01111101'      ;6 0 0 1 1 0 (0はスイッチOFF, 1はスイッチONとなる)
        RETLW    B'00000111'      ;7 0 0 1 1 1
        RETLW    B'01111111'      ;8 0 1 0 0 0 (右端の列は, 右端のスイッチを
        RETLW    B'01101111'      ;9 0 1 0 0 1 左から2番目の列は,
        RETLW    B'10111111'      ;10 0 1 0 1 0 左端のスイッチの状態を表す。)
        RETLW    B'10000110'      ;11 0 1 0 1 1
        RETLW    B'11011011'      ;12 0 1 1 0 0 (左端の列は, 横方向スライドスイッチを
        RETLW    B'11001111'      ;13 0 1 1 0 1 表し, 左にスライドする時ONとなる。
        RETLW    B'11100110'      ;14 0 1 1 1 0 ここでは使用しない。)
        RETLW    B'11101101'      ;15 0 1 1 1 1
        END                      ;プログラムの終了を示す。

```

図5 アセンブラによる2進-10進数変換プログラムの例

PICの命令

- ・クリア命令 CLRF f メモリ f を 0 にクリアする。
- ・ビット操作命令 BSF f, b メモリ f のビット b を 1 にセットする。
 BCF f, b メモリ f のビット b を 0 にクリアする。
- ・転送命令 MOVLW k 定数 k を Wレジスタに入力する。
 MOVWF f Wレジスタの内容をメモリ f に入力する。
- ・演算命令 COMF f, 0 メモリ f の内容を反転し, 結果を Wレジスタに入力する。
 COMF f, 1 メモリ f の内容を反転し, 結果をメモリ f に入力する。
 ANDLW k Wレジスタの内容と定数 k を AND 演算し, Wレジスタに入力する。
 XORLW k Wレジスタの内容と定数 k を XOR 演算し, Wレジスタに入力する。
 ADDWF f, 0 Wレジスタの内容とメモリ f の内容を加算し, Wレジスタに入力する。
 ADDWF f, 1 Wレジスタの内容とメモリ f の内容を加算し, メモリ f に入力する。
- ・ジャンプ命令 CALL j サブルーチンの番地 j をコールし, リターン後次の行に行く。
 GOTO j 番地 j にジャンプする。
 RETLW k 定数 k を Wレジスタに入力し, サブルーチンより戻る。

5 実験

プログラム 1

- ①製作した2進-10進数変換器を操作し、右表のように4桁の2進数を10進数に変換した。
- ②実際に操作し表1を確認する。

プログラム 2

- ①図6に示した2進-16進数変換プログラムへの変更部分を参考にして、プログラムの下から7行目以降を修正し、2進-16進数変換器に変更する。
- ②[氏名2.asm]のファイル名で保存し、アセンブラ・プログラムを機械語に翻訳した後、PICライタを作動させ、PICマイコンにプログラムを書き込む。

- ③製作した2進-16進数変換器を操作し、右表のように4桁の2進数を16進数に変換した。
- ④実際に操作し表2を確認する。

プログラム 3

- ①図6のプログラムに対して、図7に示した2進-10進・16進数変換プログラムへの変更部分を参考に修正し、2進-10進・16進数変換器を完成する。
- ②[氏名3.asm]のファイル名で保存し、アセンブラ・プログラムを機械語に翻訳した後、PICライタを作動させ、PICマイコンにプログラムを書き込む。
- ③10進・16進数切り替えスイッチの動作を確認する。

表1 2進-10進数変換

2進数	10進数	2進数	10進数	2進数	10進数	2進数	10進数
0000	0	0100	4	1000	8	1100	12
0001	1	0101	5	1001	9	1101	13
0010	2	0110	6	1010	10	1110	14
0011	3	0111	7	1011	11	1111	15

```

:
RETLWB'01111111' ;8 0 1 0 0 0
RETLWB'01101111' ;9 0 1 0 0 1
RETLWB'01110111' ;A 0 1 0 1 0 Aと表示される。
RETLWB'01111100' ;B 0 1 0 1 1 bと表示される。
RETLWB'00111001' ;C 0 1 1 0 0 Cと表示される。
RETLWB'01011110' ;D 0 1 1 0 1 dと表示される。
RETLWB'011111001' ;E 0 1 1 1 0 Eと表示される。
RETLWB'01110001' ;F 0 1 1 1 1 Fと表示される。
END

```

図6 2進-16進数変換プログラムへの変更部分

表2 2進-16進数変換

2進数	16進数	2進数	16進数	2進数	16進数	2進数	16進数
0000	0	0100	4	1000	8	1100	C
0001	1	0101	5	1001	9	1101	D
0010	2	0110	6	1010	A	1110	E
0011	3	0111	7	1011	B	1111	F

```

:
LOOP COMF PORTA,0 ;ポートAのスイッチの状態を反転して使用する。
      ANDLW B'00011111' ;0のビットをクリアし、5個のスイッチを使用。
      CALL OUTPUT ;ラベル[OUTPUT]のサブルーチンを呼び出す。
:
      RETLW B'11100110' ;14 0 1 1 1 0
      RETLW B'11101101' ;15 0 1 1 1 1
      RETLW B'00111111' ;0 1 0 0 0 0
      RETLW B'00000110' ;1 1 0 0 0 1
      RETLW B'01011011' ;2 1 0 0 1 0
      RETLW B'01001111' ;3 1 0 0 1 1
      RETLW B'01100110' ;4 1 0 1 0 0 (1 0 1 0 0はスイッチの状態を表す)
      RETLW B'01101101' ;5 1 0 1 0 1
      RETLW B'01111101' ;6 1 0 1 1 0 (0はスイッチOFF,1はスイッチONとなる)
      RETLW B'00000111' ;7 1 0 1 1 1
      RETLW B'01111111' ;8 1 1 0 0 0 (右端の列は、右端のスイッチを
      RETLW B'01101111' ;9 1 1 0 0 1 左から2番目の列は、
      RETLW B'01110111' ;A 1 1 0 1 0 左端のスイッチの状態を表す。)
      RETLW B'01111100' ;B 1 1 0 1 1
      RETLW B'00111001' ;C 1 1 1 0 0 (左端の列は、横方向スライドスイッチを
      RETLW B'01011110' ;D 1 1 1 0 1 表し、左にスライドする時ONとなり、
      RETLW B'01111001' ;E 1 1 1 1 0 16進数表示となる。)
      RETLW B'01110001' ;F 1 1 1 1 1
      END ;プログラムの終了を示す。

```

図7 2進-10進・16進数変換プログラムへの変更部分

ライトレースカーの製作②

筑波大学附属坂戸高等学校（総合科学科）
工業科教諭 工藤雄司

P I C ライトレースカーの製作

① 使用部品・工具等

部 品 の 名 称	定 格・数 量 な ど
ステッピングモータ (2個)	2相ユニポーラ駆動型, ステップ角7.5度, 駆動電圧5V。 コイル抵抗12Ω/相, 軸径4mm
トランジスタアレイ(2)	NPN型ダーリントントランジスタ4回路入り
光電センサ(3個)	反射型フォトセンサ(フォトリフレクタ)ROHM社製
I C	74HC14
半固定抵抗(3個)	50kΩ
固定抵抗(1/4W型3本)	470Ω
コネクタ	10P, 7P, 5Pコネクタ, 配線
電池ケース	単3型4本用
ポジ感光基板	1.0×75×100mmガラスコンポジット片面
タイヤ	65mm径, 2個
前輪	家具スパール
ボディ・フレーム	アルミアングル, アルミ板, ネジ各種
使用工具	<div> はんだごて ラジオペンチ ニッパ ドライバ ドリル P I C ライタ (フィルムシート ライトボックス ポジ感光基板用現像剤 エッチング液) </div>

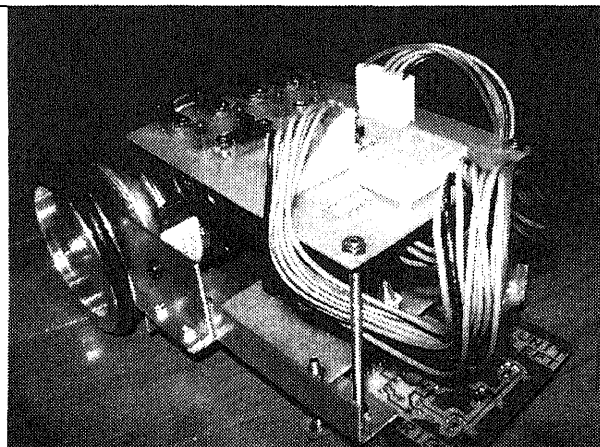


図1 P I C ライトレースカー

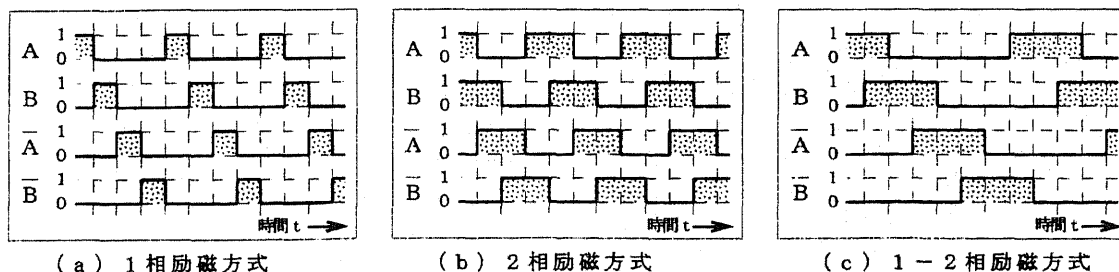
② 関係知識

図1はP I C ライトレースカーの外観である。

駆動用にステッピングモータ(パルスモータ)を使用し, プログラムに従って出力パルス数を変更させ, 右左折走行を行う。制御部は, P I C マイコンボードを使用する。

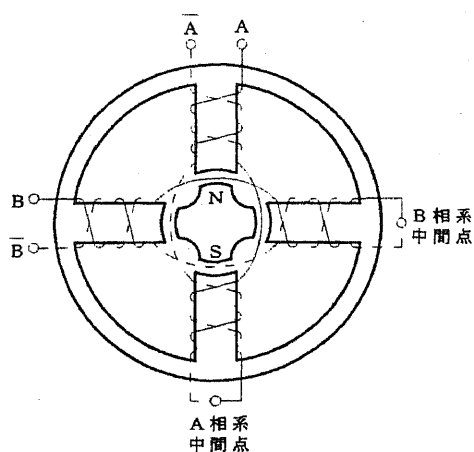
ステッピングモータを回転させるためには, 数種の励磁方式がある。図2に示す2相モータのユニポーラ駆動では, 表1の種類があり, 特徴は以下の通りである。

表1 2相モータの励磁方式

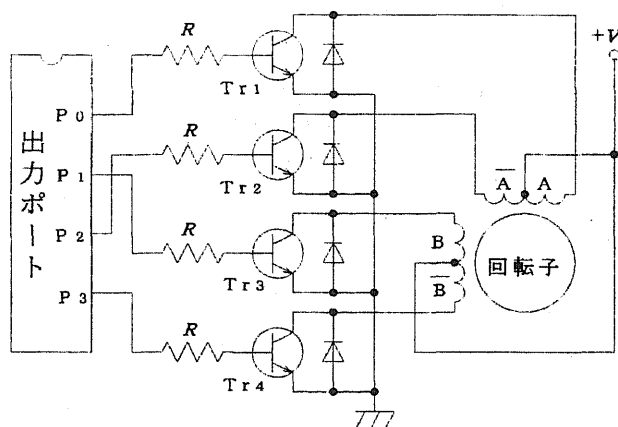


- ・ 1相励磁: 同時には1個のコイルにしか電流は流れない。駆動用の電源を小容量のものにできる。温度上昇が少ない。

- ・ 2 相励磁：同時に2個のコイルに電流が流れる。1 相のものに比べて大きな電源が必要。1 相よりも温度上昇する。
脱調を起こしにくい。
- ・ 1 - 2 相励磁：同時に1または2個のコイルに電流が流れる。ステップ角は半分になる。1 相，2 相励磁の中間の性質をもつ。



(a) 構造



(b) 制御回路

図2 ステッピングモータの駆動回路

今回用いる2相ステッピングモータのユニポーラ駆動では、モータの励磁を行うため、4本のコイルA, B, A, Bをに従って制御する必要がある。これには専用のICを用いて、ハードウェアで制御する方法もあるが、ここではステッピングモータを駆動回路を介してPICマイコンに接続し、ソフトウェア（プログラム）で制御する。

図2の駆動回路を介する理由は、PICマイコンの出力はあまり多くの電流を流すことができないためである。駆動回路の原理は以下の通りである。RB0を例にとると、RB0がL（0V）になるとトランジスタにベース電流が流れる。その電流の h_{fe} 倍の電流が電源からコイルを流れてエミッタに流れ込むので、コイルAに電流が流れる。またRB0がH（6V）になるとベース電流は流れないので、コイルにも電流は流れなくなる。このようにしてステッピングモータのコイルを駆動する。

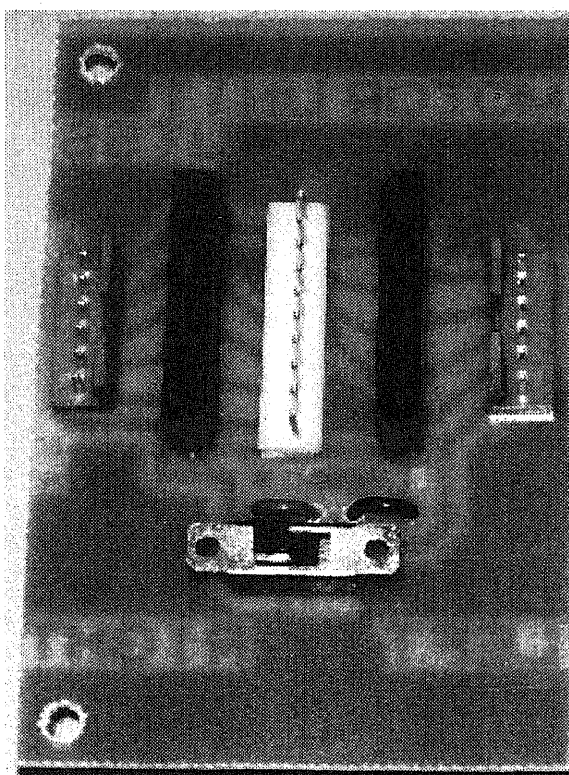


図3 ステッピングモータ駆動基板

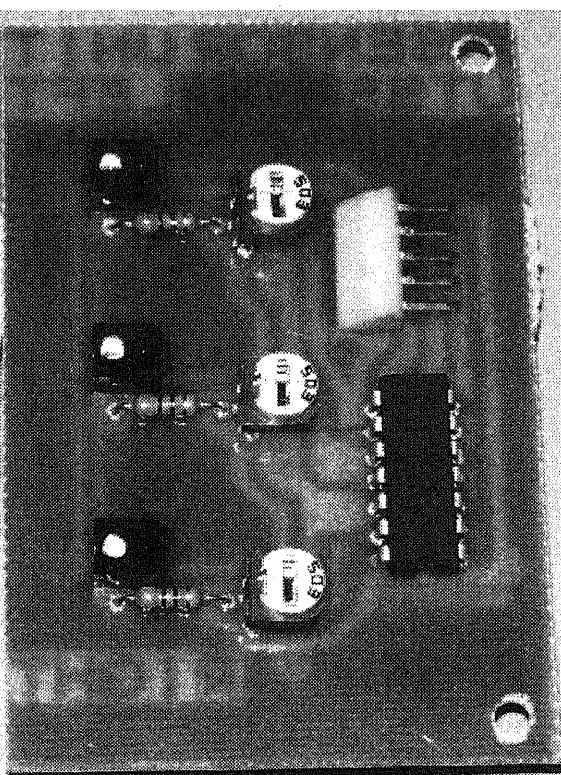


図4 光電センサ基板

図3はP I Cライントレースカーに用いるステッピングモータ駆動基板の概観であり、図4は同じく光電センサ基板の外観である。これらの図を製作の参考にするといよい。

光電センサは図5に示すように発光ダイオードとホトトランジスタが一体化されている。

ここで使用する光電センサは、黒ラインを検出する目的で使用するので発光ダイオードからの光の反射をホトトランジスタにより電気信号として取り出すことのできる反射型光電センサを使用する。このように光電センサは物体に接触しないで物体の有無を検出できる非接触型センサである。

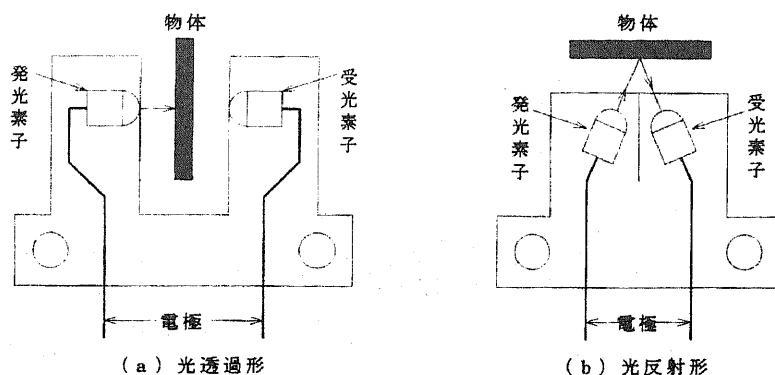


図5 光電センサ

図6に光電センサによる黒ライン検出回路を示す。中央のセンサが黒ラインを検出し、左右のセンサが黒ラインを検出ないようにステッピングモータを制御して走るようにすると、黒ラインをトレースするように走行する。

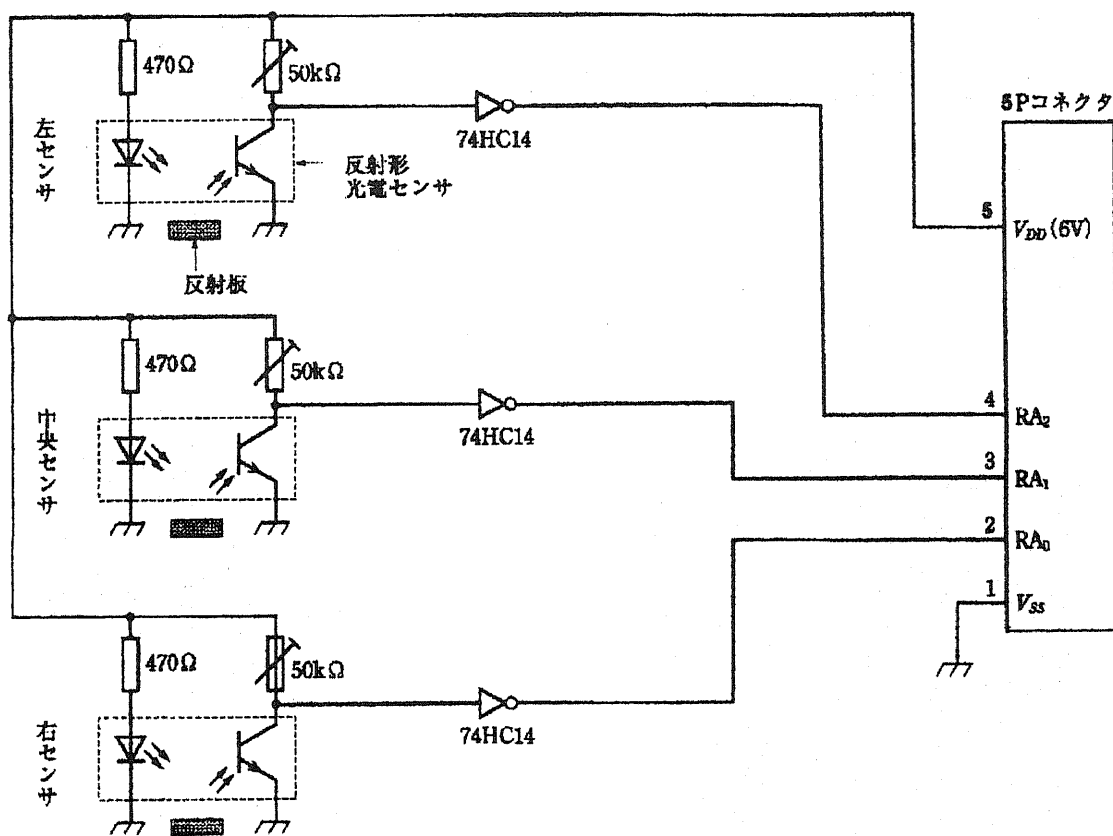


図6 光電センサによる黒ライン検出回路

3 製作

1 ステッピングモータ駆動基板の製作

- ①図3を参考にスイッチをハンダ付けする。
- ②コネクタを向きに注意してハンダ付けする。
- ③トランジスタアレイを向きに注意してハンダ付けする。
- ④電池ケースの線をモータ駆動基板にハンダ付けする。

2 光電センサ基板の製作

- ①図4を参考に抵抗をハンダ付けする。
- ②半固定抵抗をハンダ付けする。
- ③I Cをハンダ付けする。(キリカキを下側に向ける)
- ④コネクタを向きに注意してハンダ付けする。
- ⑤反射型フォトセンサを向きに注意してハンダ付けする。

3 組み立て

図1, 7, 8を参考にフレームを組み立て、基板を取り付ける。

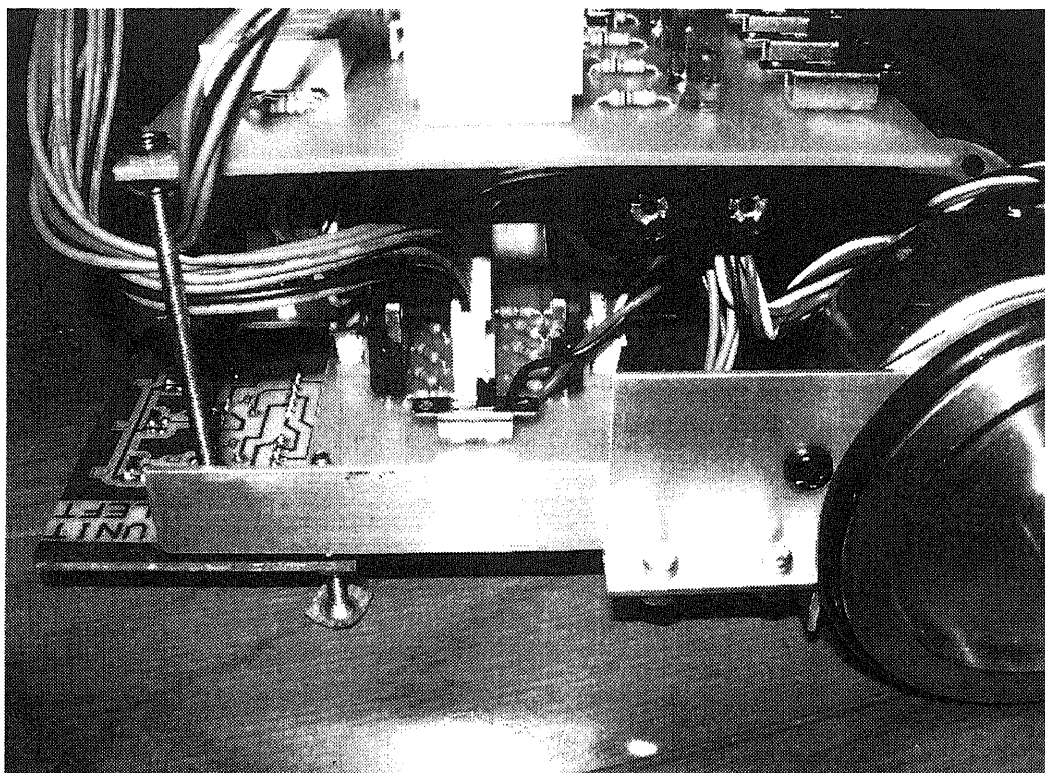


図7 ステッピングモータ駆動基板の取り付け位置

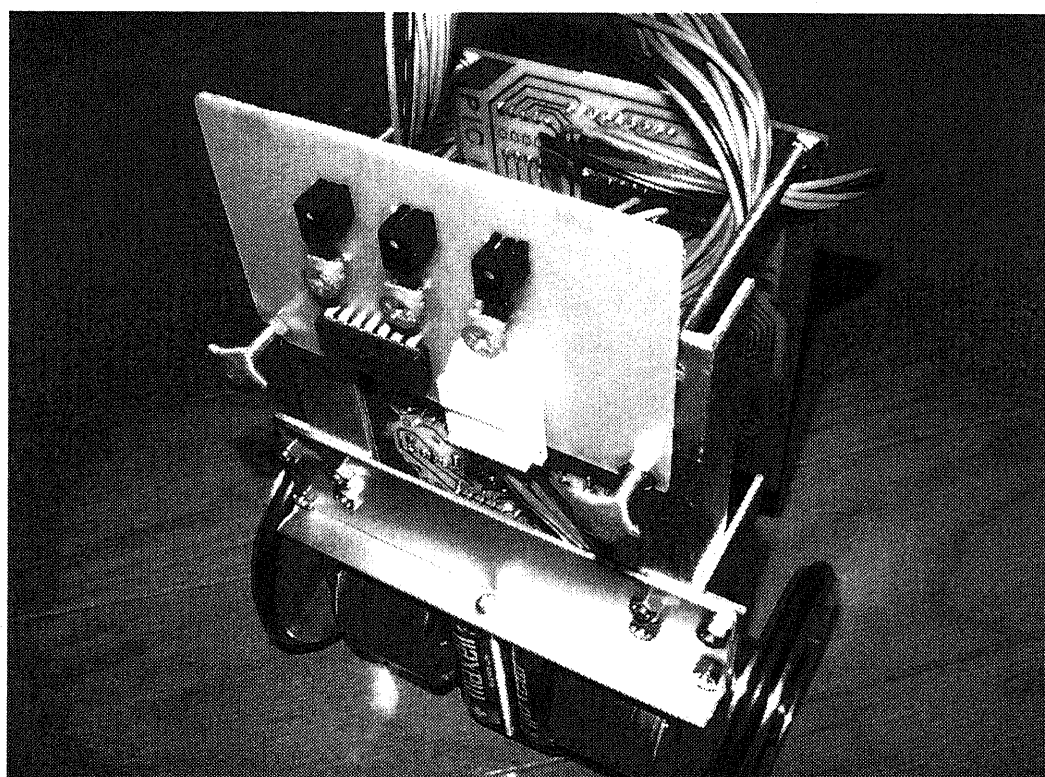


図8 光電センサ基板の取り付け位置

ライトレースカーの製作③

筑波大学附属坂戸高等学校（総合科学科）

工業科教諭 工藤雄司

PICライトレースカーの製作の続き

③ 製作

3 組み立て

別紙のライトレースカー組立図も参考にしてフレームを組み立てる。

右の図1の中央の皿ネジに家具スベールを貼り付けて、前輪の代わりとする。

※注意：工具に限りがあるので、4のケーブルの製作と交代で作業するとよい。

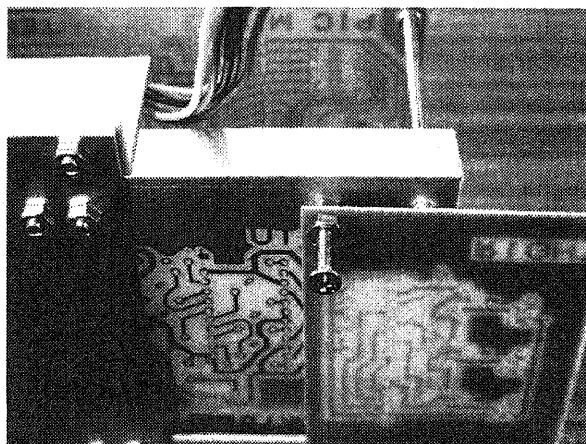


図1 前輪の代わりとなる皿ネジ

4 ケーブルの製作

PICマイコンボードとモータ駆動基板を10芯ケーブルで、PICマイコンボードと光電センサ基板を5芯ケーブルで接続する。10芯ケーブルは、図2のように10Pコネクタ間をケーブルで結ぶが、5芯ケーブルは、図3のように7Pコネクタと5Pコネクタ間を結線する。基本的にコネクタの同じ番号間を接続するが、図3では7Pコネクタの5番と6番ピンを使用せず、7Pコネクタの7番と5Pコネクタの5番を接続する。

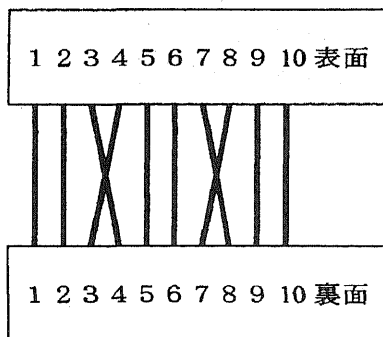


図2 10Pコネクタの結線

3番線と
4番線、
7番線と
8番線を
交差させ
る。

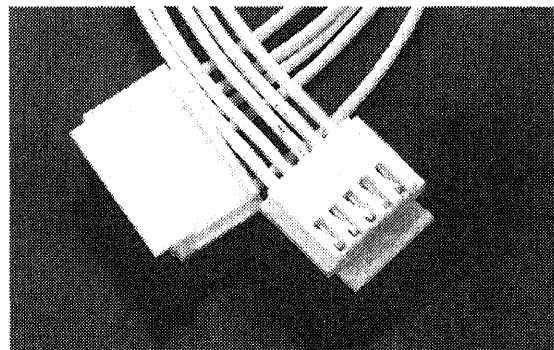


図3 7Pコネクタと5Pコネクタの結線

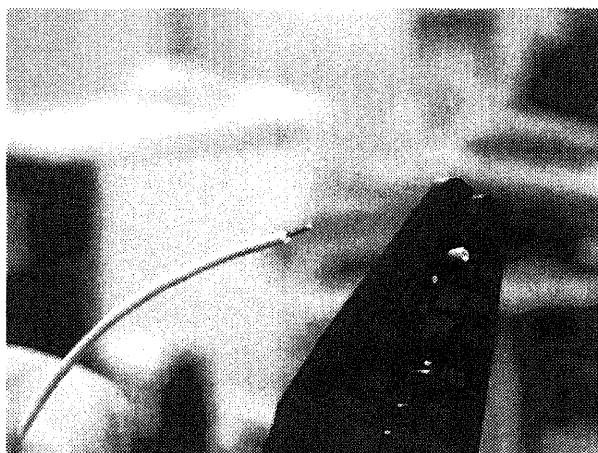


図4 線むき作業

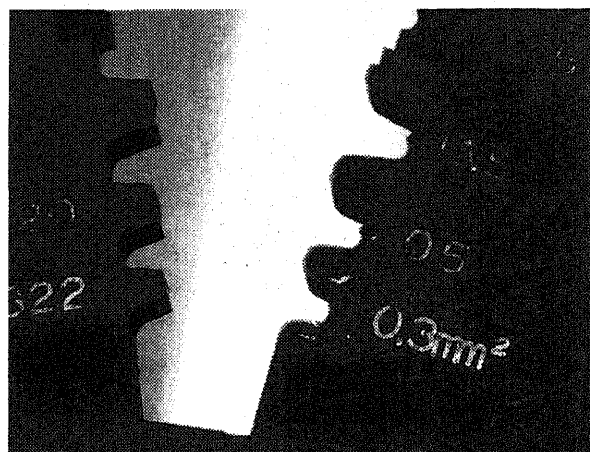


図5 かしめ部

20cmのケーブルを15本用意する。図4のように最も細い部分で線むきを行う。

図5のかしめ部は右側が谷側で谷の底に小さな山が作ってある。この一番狭い部分に図6のように端子の中央を軽く挟み込む。図7のように裏側から線むきしたケーブルの金属部を差し込み、強くかしめると、図8のようになる。

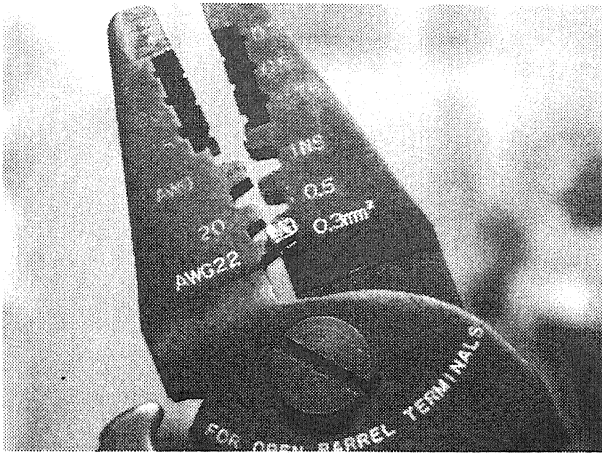


図6 端子の中央を軽くはさむ

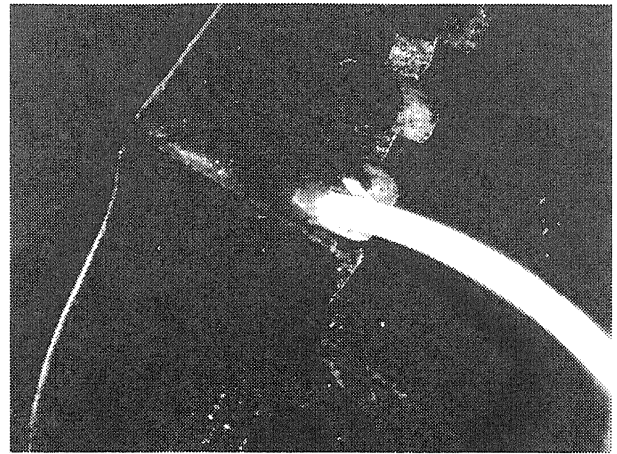


図7 裏側から線を差し込む

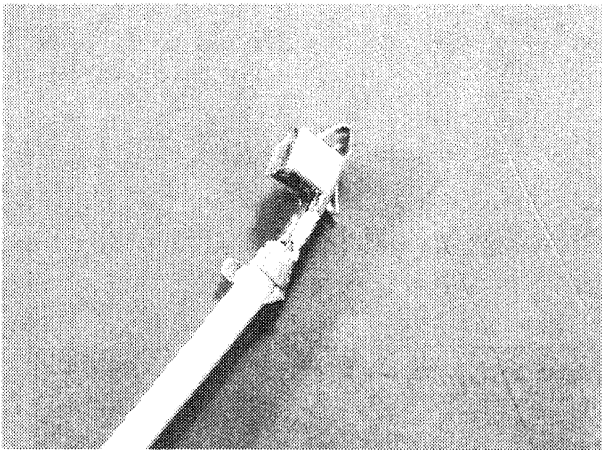


図8 金属部をかしめる

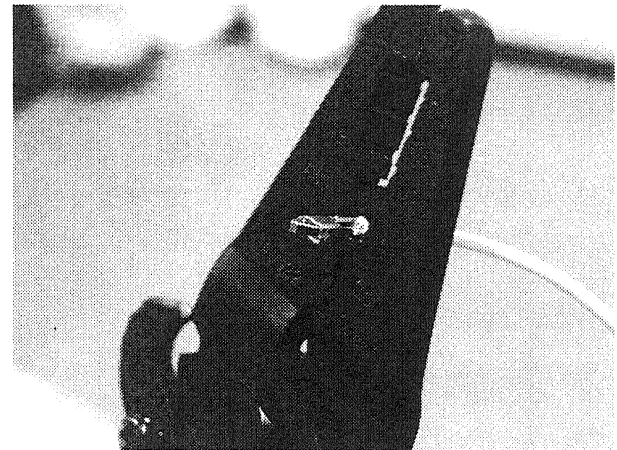


図9 ゆるい部分で被服をかしめる

次にケーブルの白い被服を一緒にかしめるが、図9のように一番ゆるい部分で形を整えるように軽くかきめ、図10でさらに細くなるように軽くかきめ、図11で金属部のかしめとほぼ同じ太さになるように成型する。

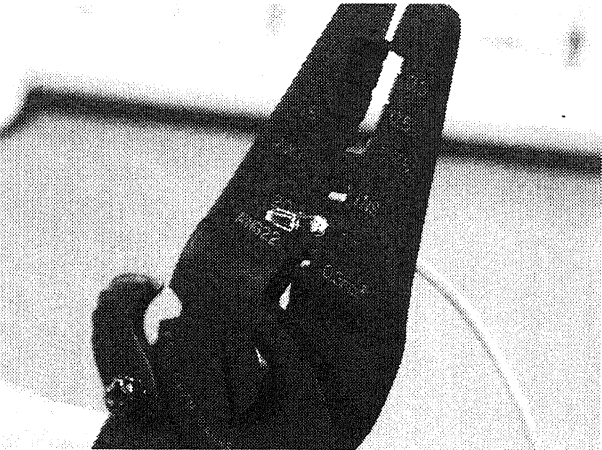


図10 被服を順番にかしめる

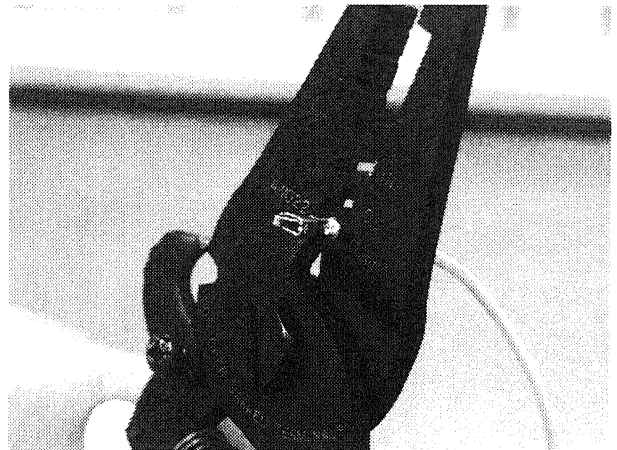


図11 強くかきめると断線する

図2、3のコネクタの裏面には四角の穴が空いているが、ここに図12の端子の下側の抜け止めがはまり込むように差し込む。

この時、図9～11の成型が悪いと差し込みにくくなる。その場合は、時計ドライバで端子を押し込むようにコネクタに差し込むと良い。

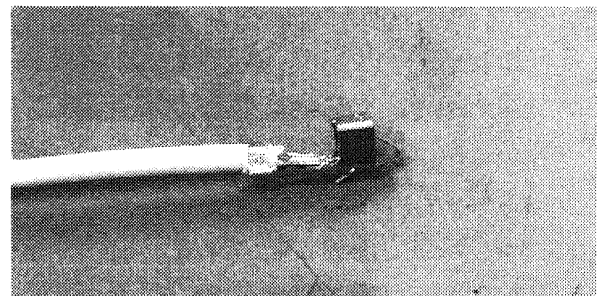


図12 完成した端子

最初は、かしめる強さの加減が分からないので、かしめ不良や断線が起こる。10芯ケーブルは長さに余裕があるので、こちらを先に製作するとよい。

※注意：電池を入れる前に、回路計を使って短絡等が無いか確認する。

PICマイコンボードの場合はスイッチの位置によってかなり数値にばらつきがあるが、電池の+-の部分に回路計のスイッチを Ω の位置にし、数k Ω ～数M Ω であればよい。モータ駆動基板や光電センサ基板の場合は、コネクタの両端で数M Ω ～O.Lであればよい。

※抵抗のカラーコードについて

カラーコード：黒＝0，茶＝1，赤＝2，橙＝3，黄＝4，紫＝7

330 Ω 抵抗：橙橙茶金，470 Ω 抵抗：黄紫茶金，1k Ω 抵抗：茶黒赤金，4.7k Ω 抵抗：黄紫赤金

橙橙茶金とは，第1カラーコードが橙，第2カラーコードが橙，第3カラーコードが茶を表し，

$33 \times 10^1 \Omega = 330 \Omega$ となる。第4カラーコードの金は精度 $\pm 5\%$ を表す。