

新科目「工学情報基礎」の開発について

工業科 工藤雄司・茂木好和・金城幸廣・
深澤孝之・宮川正義

新たに開発した科目「工学情報基礎」は、開発教材「2進数-10・16進数変換器」のPICマイコン用プログラムを変更し、これを「PICマイコン制御基板」として使用する。そして、「ステッピングモータ駆動基板」、「光電センサ基板」を追加し、黒ラインに沿って走行する「ライントレースカー」の設計・製作を主教材としたので、概ね生徒の反応も良く、作品製作の達成感が得られているようで、効果的なコンピュータ制御実習教材であると考えられる。

キーワード：コンピュータ制御実習教材，PIC，ライントレースカー，2進数-10・16進数変換，
情報教育

1. はじめに

筑波大学附属戸高高等学校は、平成6年度より総合学科である「総合科学科」に改組した。総合科学科工業系では「機械技術系列」「メカトロニクス系列」を開設し、自由に系列内の科目を選択する形態を採っていた。しかしながら、近年の生徒の興味関心等の変容に対応するために、平成15年度より、系列の改善を行い「工学システム・情報科学系列」に改変した。系列必修科目・系列選択科目・自由選択科目を設定し、一年次において大枠としての系列を選択させる形態とした。新系列において2年次に実施される「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内容を構成する必要がある。

我々は、これまでにも2進数理解を「情報の科学的な理解」を学習するための基礎・基本ととらえ、その学習を支援する有効な教材である「2進数-10・16進数変換器」を開発した。この開発教材は、小学生でも操作ができ、中学生では製作が行え、高校生では設計・製作が、大学生では開発の支援が可能な特徴を持っている。この特徴は、PICマイコンを効果的に使用することにより実現したものである¹⁾。

ここでは、開発した「2進数-10・16進数変換器」のPICマイコン用プログラムを変更し、この「2進数-10・16進数変換器」を「PICマイコン制御基板」として使用する。そして、「ステッピングモータ駆動基板」、「光電センサ基板」を追加し、黒ラインに沿って走行する「ライントレースカー」の設計・製作を主教材として、新たに開発した科目「工学情報基礎」における効果的なコンピュータ制御実習について報告する。

2. 工学システム・情報科学系列の目標と特色

「工学情報基礎」の内容構成を理解するためにも、最初に「工学システム・情報科学系列」の目標や特色などについて述べることにする。

1) 系列の目標

人間の知的な生産活動である「ものづくり」の体験を通して、科学技術をこよなく愛する態度と能力を習得させ、そして、工学システム・情報科学を総合的かつ科学的に探求する活動を通じて、現代産業のしくみや課題を理解し、よりよい「科学技術創造社会」を作り支える人材を育成する。

2) 系列の特色

工学システム・情報科学系列では、新しい「ものづくり」の発想力を身につけ、自分の夢を実現させることができる。人の知的な生産活動である「ものづくり」の学習を通して、自動車やロボット、コンピュータなどを作り上げた「科学技術」を総合的かつ科学的に探求する。

(1) 工学システム系：ロボットなどに代表される機械技術や、それに必要な数学や理科を中心に学習し、ものづくりの体験活動を通して工学システムに関する考え方を学ぶ。

(2) 情報科学系：コンピュータを使ったプログラミングや、それに必要な数学や理科を中心に学習し、作品を作り上げる活動を通して情報科学に関する考え方を学ぶ。

3) 系列の進路

工学システム・情報科学系列における進路の概要を図1に示す。

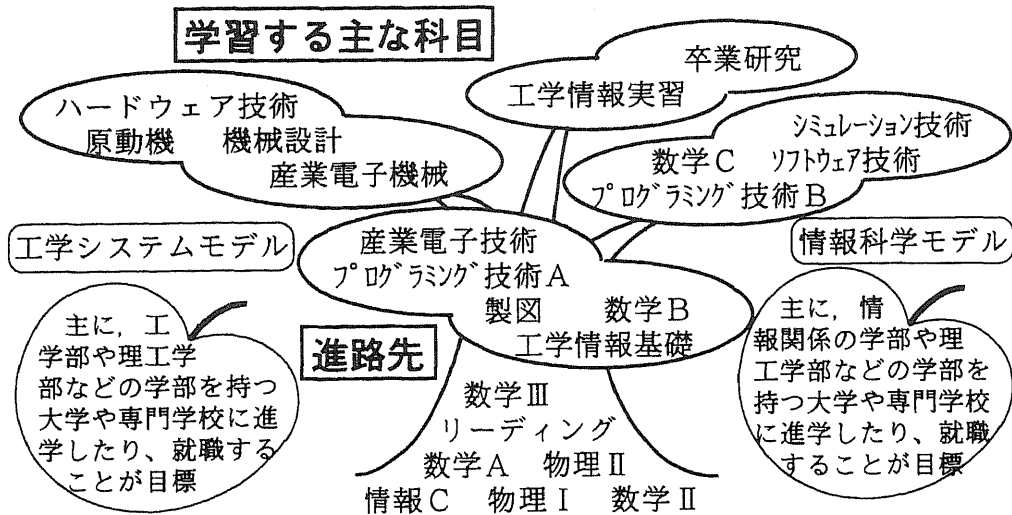


図1 工学システム・情報科学系列の進路の概要図

本系列では、生涯にわたり目的意識を持って学ぶための基礎力を身につけるとともに、推薦入試やAO (Admission Office) 入試など新しい形の入試に対応できる能力も身に付けることができるようカリキュラムを組んでいる。

4) 系列の開講科目

工学システム・情報科学系列の時間帯毎の開講科目を

表1に示す。また、3年次学校指定必修科目として「卒業研究」がある。

表1 工学システム・情報科学系列開講時間帯表

		2年次	3年次
系列 必修 ・ 選択 科目	開講時間帯①	数学Ⅱ	工学情報実習
	開講時間帯②	数学Ⅱ	工学情報実習
	開講時間帯③	工学情報基礎	物理Ⅱ
	開講時間帯④	統物理Ⅰ	機械設計(工シス系) プログラミング技術B(情報系)
	開講時間帯⑤	産業生産技術(工シス系) プログラミング技術A(情報系)	ハードウェア技術(工シス系) 数学C(情報系)
	開講時間帯⑥		数学B(工シス・情報系) ソフトウェア技術(情報系)
	開講時間帯⑦		原動機(工シス系) シミュレーション技術(情報系)
自由 選択 科目	開講時間帯⑧	数学A	リーディング[選択を勧める] 販売実践
	開講時間帯⑨	統化学Ⅰ(工基礎系) 製図(工シス・情報系) 商業デザイン	リーディング[選択を勧める] 販売実践
	開講時間帯⑩		数学Ⅲ 簿記入門
	開講時間帯⑪		数学Ⅲ 簿記入門
	開講時間帯⑫		化学Ⅱ(工基礎系) 産業電子機械(工シス・情報系) ビジネス・スキル

例えば、科目「工学情報基礎」では、系列に共通の実習項目(図面のかき方・電卓の使い方・加工のやり方・電子回路の作り方・プログラムの作り方)を学習する。

科目「工学情報実習」では、複数の実習項目の中から、

選択しながら学習を深める。

科目「卒業研究」では、発表を念頭においた研究レポートや作品製作に取り組む。

3. 開発科目「工学情報基礎」について

新系列における最初の実習科目である「工学情報基礎」は工学システム・情報科学系列の工学システム系の生徒も、情報科学系の生徒も共に学ぶことにより、系列の核となる科目である。また、最も複雑な班構成を行っている。

1) ライントレースカーの特徴について

開発科目「工学情報基礎」における主教材の「ライントレースカー」の特徴を始めに述べる。図2は、「2進数-10・16進数変換器」のプログラムを書き換え、「PICマイコン制御基板」として「ライントレースカー」に搭載したところ。

この実習では、「コンピュータ制御機器は、プログラムを書き換えるだけで別の製品となる。」ということを実感させるねらいがある。

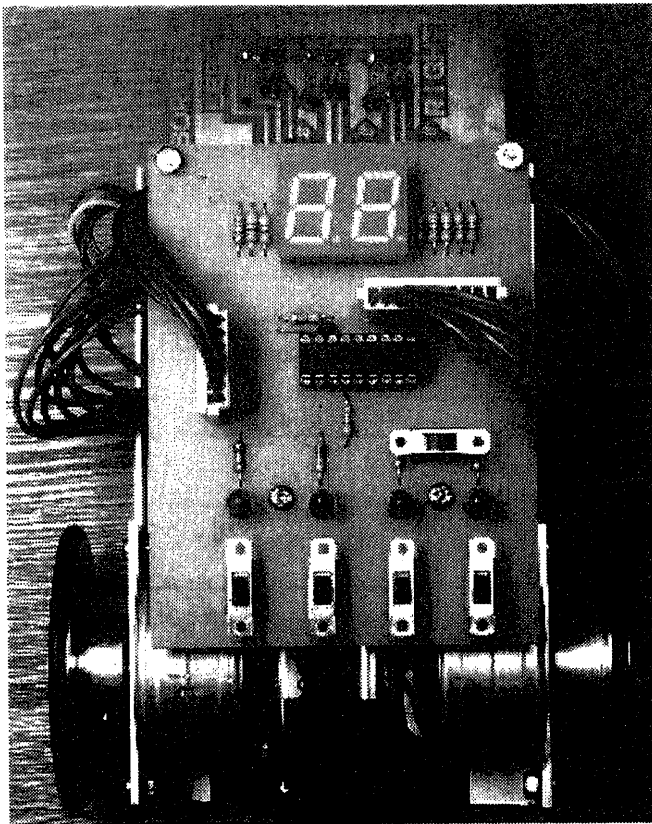


図2 ライントレースカー上面図

図3は「ライントレースカー」を前方から見たところで、左下に「光電センサ基板」が、その奥に「ステッピングモータ駆動基板」が見える。

実習のローテーションの関係で、「光電センサ基板」が未完成な場合は、オープンループ制御で実習が行える

設計になっている。

後ろの方にアルミ製の車輪が見える。車輪は、ボスの部位の切削量を減らすことで製作時間の短縮を図る設計となっている。

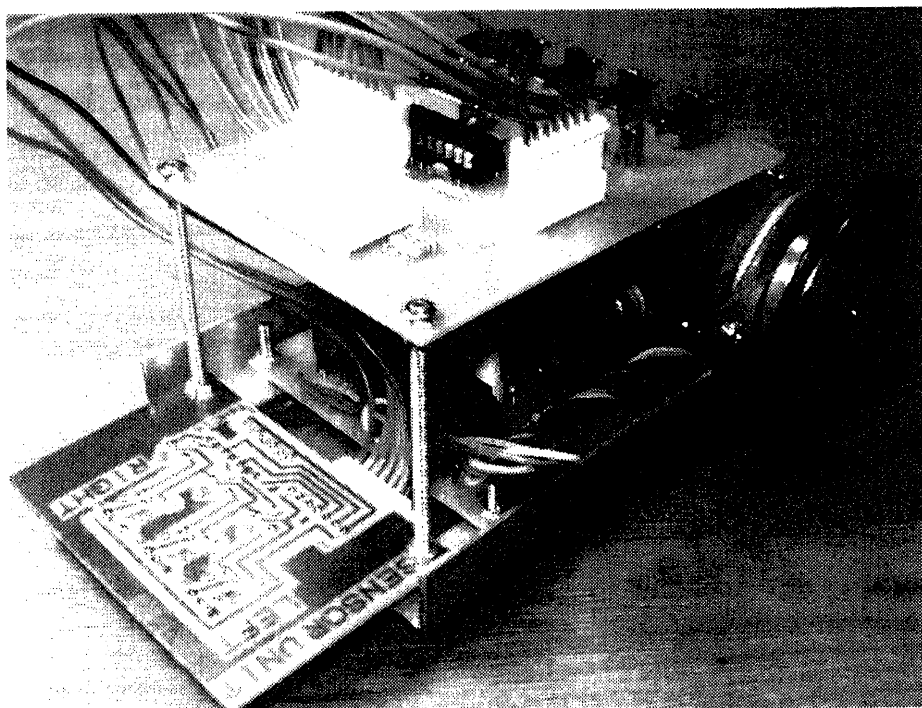


図3 ライントレースカー前面図

2) 1学期の実習内容

1学期は、表2の実習ローテーションに示すように、関数電卓実習、CAD実習、論理回路実習と、「ライントレースカー」の「PICマイコン制御基板」として使用する「2進数-10・16進数変換器」の製作を交代で行う。ここで、「2進数-10・16進数変換器」は

図4に示す配線パターン図を転写した透明フィルムを生徒に与え、感光基板を使用することにより、基板そのものから製作することになる。また、論理回路実習は、配線を差し込むだけでICや抵抗などの部品の結線が行えるブレッドボードを活用した論理回路学習教材を開発し²⁾、使用した。

	1班	2班	3班	4班
1回目	関数電卓実習			
2回目	関数電卓実習		PICボード製作	ICブレッドボード実験
3回目	CAD実習		ICブレッドボード実験	PICボード製作
4回目				
5回目			PICプログラミング	
6回目	関数電卓実習			
7回目	PICボード製作	ICブレッドボード実験	CAD実習	
8回目	ICブレッドボード実験	PICボード製作		
9回目	PICプログラミング			
10回目	特別実習			
11回目				
12回目				

表2 1学期の実習ローテーション表

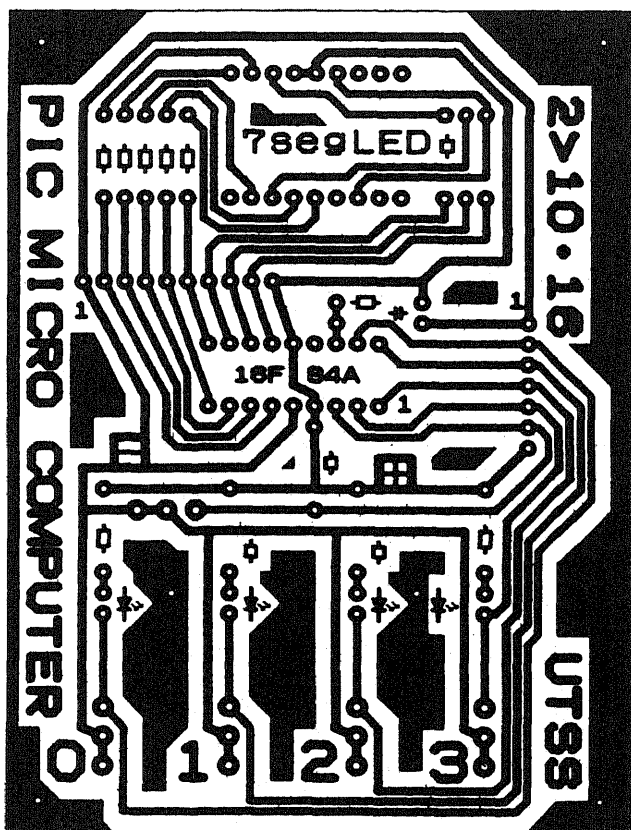


図4 2進数-10・16進数変換器の配線パターン図

3) 2学期・3学期の実習内容

2学期・3学期は、表3の実習ローテーションに示すように、「ライントレースカー」のフレーム製作、車輪の製作、「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。ここで、「ステッピングモータ駆動基板」は図5(a)に、「光電センサ基板」は図5(b)に示す配線パターン図から同様に製作する。

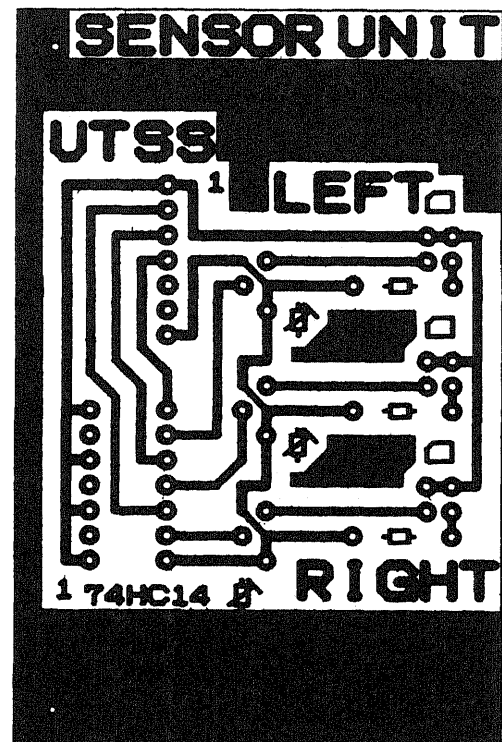
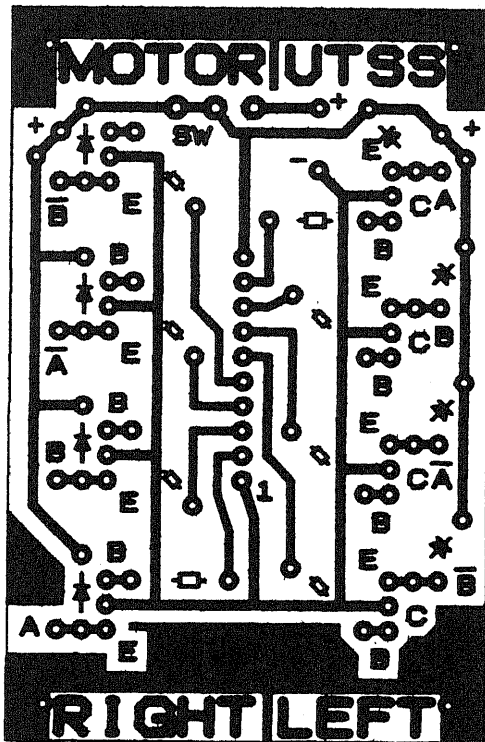
「2進数-10・16進数変換器」プログラムの「ライントレースカー」プログラムへの書き換えは、図6に示すアセンブラ言語による走行プログラムの例を与え、これを入力しコンパイルしてPICマイコンに書き込み、正常に走行することを確認する。その後、プログラムの一部を修正することにより、走行速度を上げたり、走行パターンを変更したりする実習を行う。

	1班	2班	3班	4班
1回目	車輪製作	フレーム製作	P I Cプログラム①	センサ基板製作
2回目				
3回目		モータ駆動基板製作①	センサ基板製作	P I Cプログラム①
4回目				
5回目	フレーム製作	車輪製作	P I Cプログラム②	モータ駆動基板製作①
6回目				
7回目	モータ駆動基板製作①		モータ駆動基板製作①	P I Cプログラム②
8回目				
9回目	P I Cプログラム①	センサ基板製作	車輪製作	フレーム製作
10回目				
11回目	センサ基板製作	P I Cプログラム①		モータ駆動基板製作②
12回目				
13回目	P I Cプログラム②	モータ駆動基板製作②	フレーム製作	車輪製作
14回目				
15回目	モータ駆動基板製作②	P I Cプログラム②	モータ駆動基板製作②	
16回目				
17回目	走行試験			

表3 2・3学期の実習ローテーション表

(a) ステッピングモータ駆動基板

(b) 光電センサ基板



(図5) 配線パターン

```

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。
OUTDAT EQU   H'10'        ;(10)1番地を出力データ位置指定用に設定する。
SCNT2 EQU   H'13'        ;(13)1番地をサブルーチンのカウンタ2用に設定する。
SCNT3 EQU   H'14'        ;(14)1番地をサブルーチンのカウンタ3用に設定する。
MCNT EQU    H'15'        ;(15)1番地を時間待ちルーチンのカウンタ用に設定する。
MCNT2 EQU   H'16'        ;(16)1番地を時間待ちルーチンのカウンタ2用に設定する。
            CLRFB        ;ポートBに出力するデータをクリアする。
            BSF STATUS ,RPO ;STATUS番地のRPOビットを1にし, メリ域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。
            CLRFB        ;TRISB番地をクリアし, Bポート全てを出力にする。
            BCF STATUS ,RPO ;STATUS番地のRPOビットを0にし, メリ域0を指定する。
            MOVLW B'11111111'
            MOVWF PORTB    ;ポートBに出力するデータを全て1にする。
SW0         BTFSF PORTA,0  ;右センサ(スイッチ)SW0の検査
            GOTO SW1      ;SW0がOFFならSW1へジャンプする。
            MOVLW 7       ;右折ルーチン
            MOVWF OUTDAT  ;右折用出力データの1パルス目の位置7を指定する。
            CALL SUB      ;ラベル[SUB]の出力サブルーチン呼び出す。
SW1         BTFSF PORTA,1  ;中央センサ(スイッチ)SW1の検査
            GOTO SW2      ;SW1がOFFならSW2へジャンプする。
            MOVLW 3       ;直進ルーチン
            MOVWF OUTDAT  ;直進用出力データの1パルス目の位置3を指定する。
            CALL SUB      ;ラベル[SUB]の出力サブルーチン呼び出す。
SW2         BTFSF PORTA,2  ;左センサ(スイッチ)SW2の検査
            GOTO SW0      ;SW2がOFFならSW0へジャンプする。
            MOVLW 11      ;左折ルーチン
            MOVWF OUTDAT  ;左折用出力データの1パルス目の位置11を指定する。
            CALL SUB      ;ラベル[SUB]の出力サブルーチン呼び出す。
            GOTO SW0      ;ラベル[SW0]に飛び, ループする。
SUB         MOVLW 4       ;ラベル[SUB]の出力サブルーチン
            MOVWF SCNT2   ;出力データは4パルスで1セットなのでカウンタ2に4を設定。
            MOVFB OUTDAT ,0
            MOVWF SCNT3   ;サブルーチンのカウンタ3に出力データ位置を設定する。
            CALL MATI     ;ラベル[MATI]の時間待ちサブルーチン呼び出す。
            MOVFB SCNT3 ,0 ;カウンタ3の出力データ位置を設定する。
            CALL OUTPUT   ;ラベル[OUTPUT]のサブルーチンで出力データを得る。
            MOVWF PORTB   ;動作パルスデータをポートBに出力する。
            DECF SCNT3 ,1  ;カウンタ3の出力データ位置を-1する。
            DECFSZ SCNT2 ,1 ;カウンタ2の4を-1し, 0になったら1行飛ばす。
            GOTO SUB3     ;ラベル[SUB3]に飛び, ループする。
            RETURN       ;サブルーチンからリターンする。
MATI        MOVLW 5       ;ラベル[MATI]の時間待ちサブルーチン
            MOVWF MCNT    ;サブルーチンのカウンタに繰り返し回数5を設定する。
            CLRF MCNT2    ;カウンタ2に0を設定する(-1すると255になり繰り返す)
MATI2       DECFSZ MCNT2 ,1 ;カウンタ2を-1し, 0になったら1行飛ばす。
            GOTO MATI2    ;ラベル[MATI2]に飛び, ループする。
            DECFSZ MCNT ,1 ;カウンタを-1し, 0になったら1行飛ばす。
            GOTO MATI2    ;ラベル[MATI2]に飛び, ループする。
            RETURN       ;サブルーチンからリターンする。
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'01110111' ;0 直進4パルス目
            RETLW B'10111011' ;1 直進3パルス目
            RETLW B'11011101' ;2 直進2パルス目
            RETLW B'11101110' ;3 直進1パルス目
            RETLW B'01111111' ;4 右折4パルス目
            RETLW B'10111111' ;5 右折3パルス目
            RETLW B'11011111' ;6 右折2パルス目
            RETLW B'11101111' ;7 右折1パルス目
            RETLW B'11110111' ;8 左折4パルス目
            RETLW B'11111011' ;9 左折3パルス目
            RETLW B'11111101' ;10 左折2パルス目
            RETLW B'11111110' ;11 左折1パルス目
            END          ;プログラムの終了を示す。

```

4. まとめ

本報告は、平成16年度に筑波大学附属坂戸高校「総合科学科」工学システム・情報科学系列の系列必修科目「工学情報基礎」を履修した34名の生徒を対象に実践した結果である。

本実習は、作業行程を適切に分割し、ローテーション表に則って各班の実習を行うことにより、もしもある生徒の作業に遅れが生じたりした場合には、ローテーションの各行程毎に補習等を行い、全体としては計画通りに製作が進行できる様にした。結果として、34名全員がライントレスカーを完成させることが可能となり、概ね生徒の反応も良く、作品製作の達成感が得られているようで、効果的なコンピュータ制御実習教材であると考えられる。

これらの内容を来年度に実施する3年次の「工学情報実習」において発展させ、「卒業研究」につなげる予定である。

【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, 内桶誠二: 「教科「情報」におけるハードウェアに関するカリキュラムの開発」, 日本産業技術教育学会第47回全国大会要旨集, 1p, 2004年