

# 2進数理解を支援する教材・教具の開発について

工業科 工藤雄司・深澤孝之・茂木好和  
金城幸廣・宮川正義・大平典男

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・基本にとらえ、その学習を支援する有効な教材・教具を検討・開発することにした。

開発教具は、小学生でも操作ができ、中学生では製作が行え、高校生では設計が、大学生では開発の支援が可能な特徴を持つ。したがって、情報の必修化に伴う小・中・高・大の体系的なカリキュラムの連係が重視される今日、有効な教材・教具と考えられる。

キーワード；2進数理解，情報教育，教材・教具，P I C，2進-10・16進数変換

## 1. はじめに

新学習指導要領における情報教育の目標の一つである「情報の科学的な理解」の育成に着目すると、技術・家庭科「情報とコンピュータ」、普通教科「情報」特に科目「情報B」が関わり、専門教科「情報」と高等学校「専門学科」および「総合学科」における情報教育がこれを深化させる。

「情報の科学的な理解」においては、コンピュータのしくみを導入に、情報のあらし方としての2進数理解から、論理回路などのハードウェアの学習へと進む。このような一連の教育は現在工業高校などの専門学科が主に行っており、普通教科「情報」の代替科目として認められている工業科目「情報技術基礎」においては、数値の表し方として2進-10進-16進数の変換を学習する。

この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・基本にとらえ、その学習を支援する有効な教材・教具を検討・開発することにした。

## 2. 検討教具

①はじめに、河原淳夫・上田邦夫が開発した「2進-10進表示器」<sup>1)</sup>を検討した。使用されている7セグメントLEDドライバICは、TTL7447であり、表示パターンを図1に示す。これは、4桁の2進数入力に対して0~9までは正しく表示するが、10~15を1桁の特殊記号で表示するため、改良の余地があることが分かった。

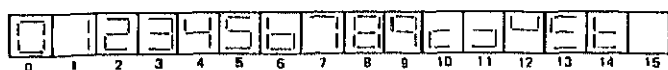


図1 TTL7447の表示パターン

②次に、工業高校教科書「新工業基礎」掲載の「2進数トレーナ」<sup>2)</sup>を検討した。使用されている7セグメン

トLEDドライバICは、C-MOS5022Bであり、表示パターンを図2に示す。これは、4桁の2進数入力に対して10以降で2桁目の7セグメントLEDに

[1]を表示する回路を持ち、0~15の10進数を表示する。また、表示パターンを図3に示すC-MOS5068Bも使用しているので、4桁の2進数入力に対して同時に、0~Fの16進数も表示する教具であり、①を改良したものである。

しかしながら、使用されているドライバICが廃版となってしまう、同等品も含めて保守部品扱いの状態であった。近年、一桁の7セグメントLEDを使用した製品の需要が少なく、また専用のカスタムICの使用が一般化し、汎用の論理ICの需要が急速に落ち込んだ結果であろう。



図2 C-MOS5022Bの表示パターン

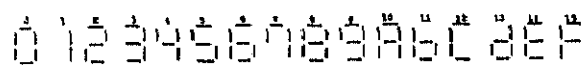


図3 C-MOS5068Bの表示パターン

## 3. 開発教具

現在容易に入手できる一桁の7セグメントLEDドライバICは、検討教具①に使用されているTTL7447とC-MOS4511Bのみである。C-MOS4511Bの表示パターンを図4に示すが、10~15を表示しない特徴を持つ。

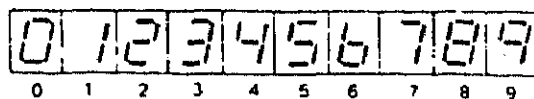


図4 C-MOS4511Bの表示パターン

①そこで、2進数で0～15を入力すると、7セグメントLEDが図2のように表示されるように、10～15の入力を0～5の入力に変換する回路を新たに開発し、10以降で2桁目の7セグメントLEDに「1」を表示する回路を持つ「2進-10進数変換」教具を開発した。

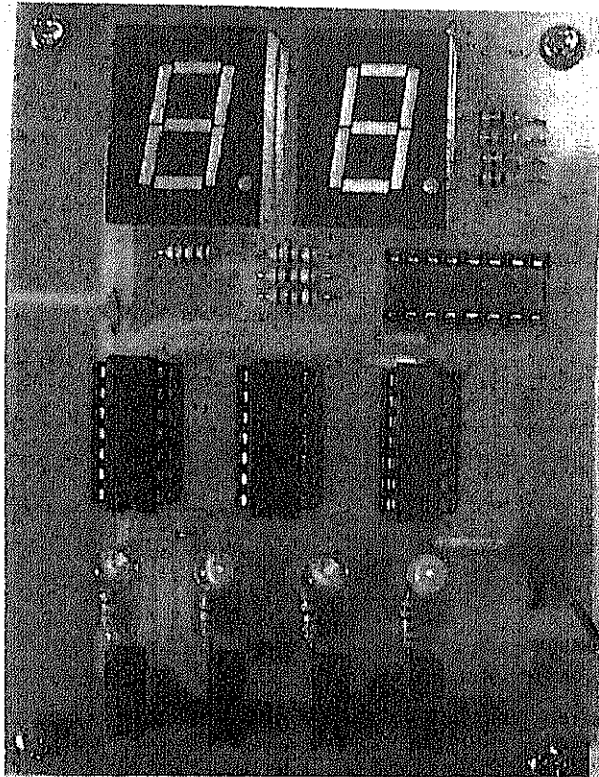


図5 開発教具① (2進-10進数変換器)

図5に開発教具①の2進-10進数変換器を、図6にその回路図を示す。この回路を使用すると、TTL 7447とC-MOS 4511Bの両方が使用できるが、ここでは、消費電力という点で有利なC-MOS 4511Bを使用している。

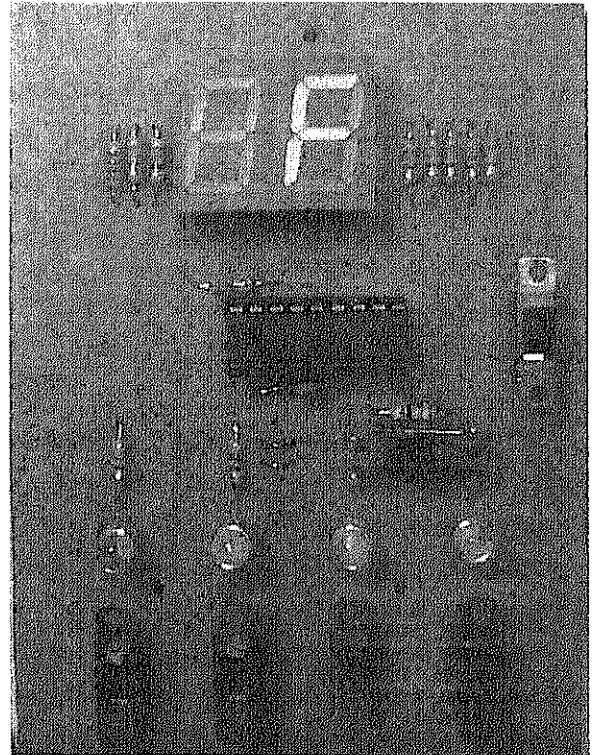


図7 開発教具② (2進-10・16進数変換器)

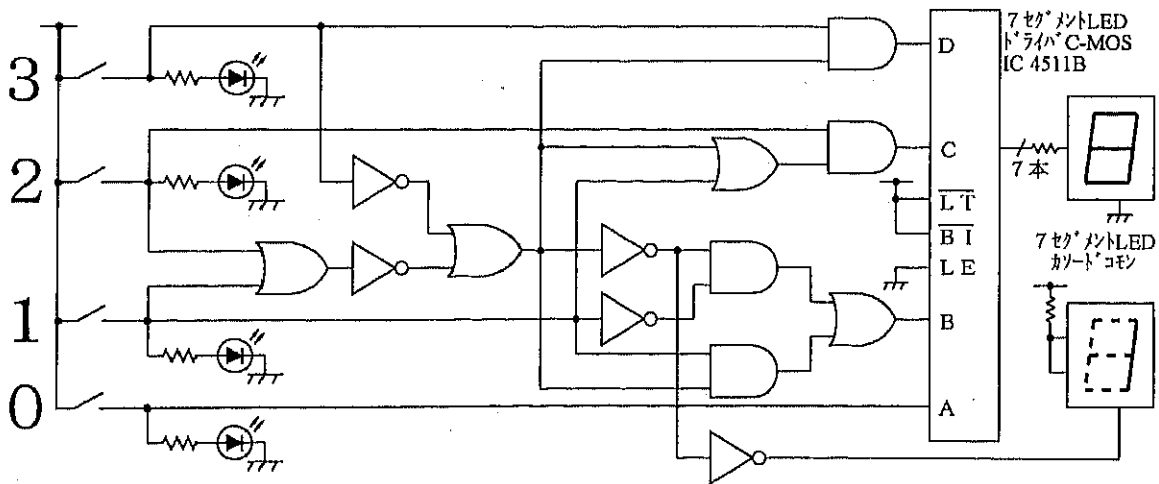


図6 開発教具① (回路図)

開発教具①は、AND・OR・NOT回路ICを1個ずつ使用した構成なので、論理回路の学習にもなる。しかし、初めて学ぶ生徒にとっては、簡単な回路、少ない部品数の方が良いと思われるので、汎用論理IC4個を使った開発教具①には問題点もある。

②開発教具①の問題点を解消するため、図7に示した

RC発信回路のみで動作するPICマイコンを使用した教具を開発した。PICマイコンは、LEDを直接ドライブできる特徴があるので、図8に示すように7セグメントLEDドライバICの代わりに使用した。また、プログラムをPICライターで書き込んで使用するので、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ようにプログラミングした。図9に基本的なプ

プログラムを示す。実際の教具では、省電力モードを備え、  
20秒何も操作をしなかった場合は、LEDが1個ずつ

順に点灯するようにプログラミングしている。

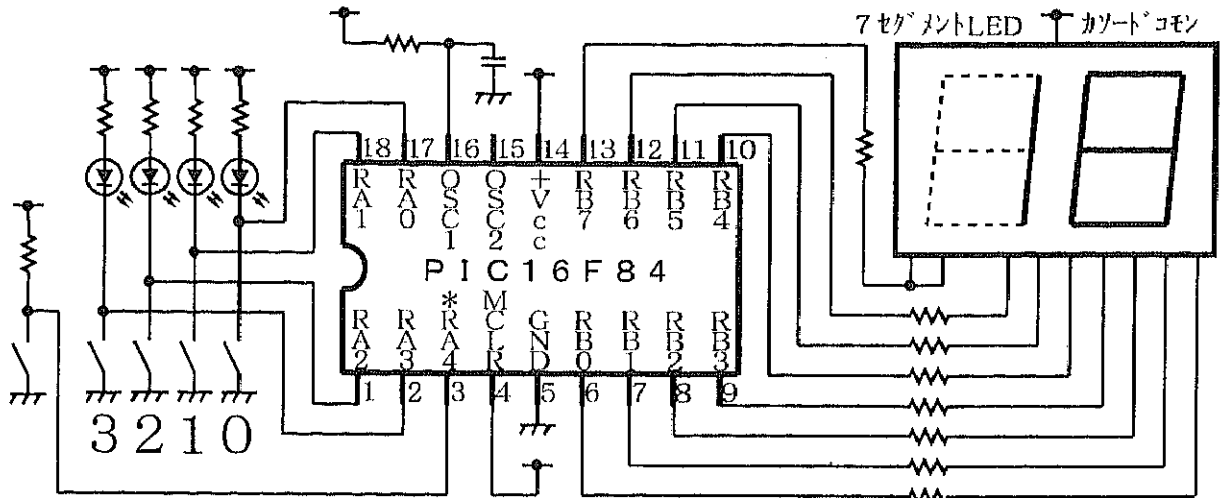


図8 開発教具② (回路図)

```

; Peripheral Interface Controller 4SW TO 7SEG PROGRAM
;                                     'pgfedcba'
;                                     CNVSEGADDWF PC,1
LIST P=16F84A,R=DEC
INCLUDE P16F84A.INC
_CONFIG RC_OSC & _WDT_OFF & _PWRTE_ON
        & _CP_OFF
PC EQU 2
STATUS EQU 3
PG EQU 5
PORTA EQU 5
PORTB EQU 6
TRISA EQU H'85'
TRISB EQU H'86'
COUNT EQU H'10'
COUNT2 EQU H'11'
SW EQU H'12'
SW2 EQU H'13'
WORK EQU H'14'

CLRFB PORTB ;CLEAR PORTB
BSF STATUS,PG ;CHANGE PAGE 1
MOVLWB'11111'
MOVWF TRISA ;TRISA=1 0 ~ 4 INPUT
CLRFB TRISB ;TRISB=0 ALL OUTPUT
BCF STATUS,PG ;CHANGE PAGE 0

LOOP COMF PORTA,0
ANDLW B'00011111'
CALL CNVSEG
XORLW B'11111111'
MOVWF PORTB ;LED ON
GOTO LOOP ;ループする

;7SEG DATA CONVERTER
;IN:W0 ~ 3=4SW W4=0:0 ~ 15,1:0 ~ F
;OUT:W=7SEG DATA
RETLW B'00111111' ;0
RETLW B'00000110' ;1
RETLW B'01011011' ;2
RETLW B'01001111' ;3
RETLW B'01100110' ;4
RETLW B'01101101' ;5
RETLW B'01111101' ;6
RETLW B'00000111' ;7
RETLW B'01111111' ;8
RETLW B'01101111' ;9
RETLW B'01110111' ;A
RETLW B'01111100' ;B
RETLW B'00111001' ;C
RETLW B'01011110' ;D
RETLW B'01111001' ;E
RETLW B'01110001' ;F
END

```

図9 開発教具② (プログラム)

#### 4. 実践および結果

生徒の2進数に関する理解度を知るため、小テスト形式（12点満点）で検査を行った。結果を表1に示す。同表の結果から開発教具②の「2進-10・16進数変換器」を使用する班と使用しない班を設け、同じ時間で2進-10進-16進数の変換を学習した後、再び2進数理解確認

小テストを行った。結果を表2に示す。

- ・対象：筑波大学附属坂戸高校 選択科目「電子機械実習Ⅰ」の中の項目「電子回路」8名
- ・時期：平成14年5月15日（水）3，6限
- ・教具使用：2，3班（表1の得点の低い班）

	番号	2→10進数	2→16進数	10→2進数	合計	いつどこで勉強したか
1班	1	4点	3点	2点	9	点マンガに書いてあった家で情報処理試験対策として
	2	2	3	4	9	
2班	3	0	0	0	0	習っていない中学校で
	4	1	0	0	1	
3班	5	4	0	4	8	中学校で中学校の数学で
	6	0	0	0	0	
4班	7	0	0	0	0	中学校の数学で中学校の数学で
	8	4	3	4	11	

表1 学習前の得点（「電子機械実習Ⅰ」電子回路グループ）

	番号	2→10進数	2→16進数	10→2進数	合計	上昇点	検査日時：平成14年
1班	1	4点	4点	4点	12点	3点	5月15日(水)3,6限
	2	4	2	4	10	1	
2班	3	4	4	4	12	12	上昇度が大きい 上昇度が大きい
	4	4	4	4	12	11	
3班	5	3	3	3	9	1	上昇度が大きい
	6	4	4	2	10	10	
4班	7	2	1	1	4	4	上昇度が小さい
	8	4	4	4	12	1	

表2 学習後の得点（「電子機械実習Ⅰ」電子回路グループ）

#### 6. まとめ

「電子機械実習Ⅰ」の始めに行ったので、良いタイミングで2進数理解の検査が行えたが、生徒は学習意欲が喚起され、学習内容の理解が深まっているので、2進-10・16進数変換器の効果は認められる。

開発教具は、小学生でも操作ができ、中学生では製作が行え、高校生では設計が、大学生では開発の支援が可能な特徴を持つ。

したがって、情報の必修化に伴う小・中・高・大の体系的なカリキュラムの連係が重視される今日、有効な教材・教具と考えられる。

今後は中学校や大学において実践を行い効果を検証していきたいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1)河原淳夫・上田邦夫：技術科教育における「情報基礎」教育の一試案，日本産業技術教育学会誌，第29巻第3号，pp.97-109，1987
- 2)小林一也他編：2進数トレーナーの製作，工業科教科書「新工業基礎」，実教出版，pp.87-88，1997
- 3)工藤雄司・平田晴路，2002，2進数理解における2進-10・16進数変換器の効果について，日本産業技術教育学会第45回全国大会要旨集，1p