

新科目「工学情報基礎」の開発についてⅢ

工業科 工藤雄司・深澤孝之・茂木好和・金城幸廣・加島倫

要 旨

総合学科における工業教育の体系の中で、生徒が学習を始めるに当たっては、実習を中心とした科目が適当であると考えて科目「工学情報基礎」を開発し、実践してきた。

本報告では、実践の中で改善を加えた事項、特に車輪の製作に力点を置き、実習ローテーションを変更したため、実習内容などを見直した実習項目「ICブレッドボード実験」を中心に報告する。

キーワード；総合学科における工業教育，論理回路学習，PIC，ライントレースカー，
2進数-10・16進数変換

1. はじめに

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。

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。

2. 開発科目「工学情報基礎」の改善について

これまで実施してきた実習ローテーションでは、1学期は、CAD演習、ICブレッドボード実験（論理回路学習）、PICマイコンボード（2進数-10・16進数変換器）製作を班別に交代で実施した。2学期・3学期は、ライントレースカーのフレーム（アルミアングルの加工）、車輪（アルミ棒材の旋盤加工）、ステッピングモータ駆動基板、光電センサ基板の製作実習を班別に交代で行っていた。

図1に示すライントレースカーの製作を実施するに当たり、車輪の製作は旋盤によるアルミ切削であり専門学科の機械科などでは実施するが、他の学科では指導する教員や、施設・設備などの問題によりあまり見られない。

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。情報科学系列の中で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。

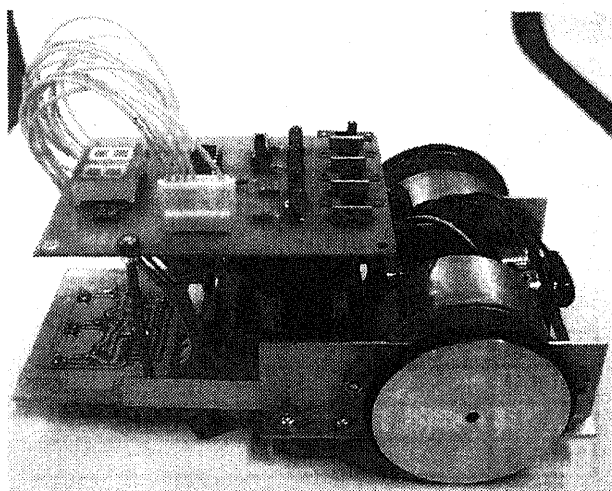


図1 ライントレースカー

また、工学システム系列の中でプログラミングには興味を示さなかった生徒も、PICマイコンボードを作ったり、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。

このような取り組みの中で、実習内容により各項目の実施時間数を増減した。特に、車輪の製作は、初めは4回の実習で実施したが、6回の実施が適当であると判断した。このため、表1に示す実習ローテーションのように、これまでの1学期と2・3学期に分けた実習ローテーションから大幅に変更し、年間ローテーションとした。

3. ICブレッドボード実験の改善について

実習項目「ICブレッドボード実験」において実施している論理回路学習には、先行研究により開発した図2に示す「論理回路実験装置」を使用している。そして、2進数理解のための2進数-10・16進数変換などは、

表1 実習ローテーション表

	1班	2班	3班	4班
1回目	レポート作成、安全上の諸注意、CADのための図学			
2回目	車輪製作	CAD演習	ICブレッドボード 実験	CAD演習
3回目				
4回目				
5回目		ICブレッドボード 実験	PICマイコンボード製作	
6回目				
7回目				
8回目	CAD演習	車輪製作	CAD演習	ICブレッドボード 実験
9回目				
10回目	ICブレッドボード 実験		モータ・センサボード製作	
11回目				
12回目	PICマイコンボード製作	車輪製作	フレーム製作	
13回目				
14回目	PICマイコンボード製作		PIC プログラミング	PIC プログラミング
15回目				
16回目	フレーム製作	PIC プログラミング	車輪製作	
17回目				
18回目	モータ・センサボード製作	フレーム製作		
19回目				
20回目	PIC プログラミング	フレーム製作	PIC プログラミング	
21回目				
22回目	PIC プログラミング	フレーム製作	PIC プログラミング	
23回目				
24回目	PIC プログラミング	フレーム製作	PIC プログラミング	
25回目				
26回目	組み立て①			
27回目	組み立て②			
28回目	調整①			
29回目	調整②			
30回目	走行試験			

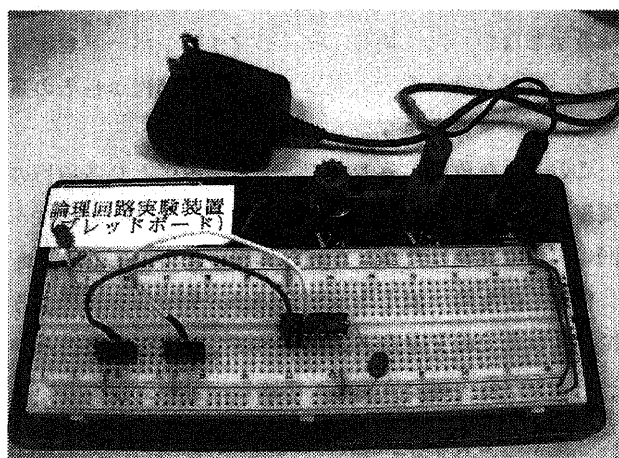


図2 論理回路実験装置の配線例

実習時期の近いPICマイコンボード製作（先行研究により開発した「2進数-10・16進数変換器」の利

用）に任せていたが、実習ローテーションの変更により本「ICブレッドボード実験」内で行うことにした。以下に、論理回路学習の実践対象、内容と論理回路実験装置の特徴を示す。

(1) 論理回路学習の実践対象

実践対象者を以下に示す。

筑波大学附属坂戸高等学校 総合科学科工業系

平成16年度	2年生	34名
平成17年度	2年生	30名
平成18年度	2年生	24名

(2) 論理回路学習の内容

本実践においては、論理回路学習を実験形式で進めている。以下に実験項目を示す。

① 実験1：電源ランプ回路

通電状態の確認のため、LEDと抵抗により配線する。

② 実験2：IC実験回路

入力スイッチ回路と出力確認用LED回路を配線する。

③ 実験3：NOT回路

実験2で作成したIC実験回路の上にNOT回路を配線し、動作を確認して真理値表を作成する。

④ 実験4：AND回路・OR回路

AND回路とOR回路について実験3と同様に実験を行う。

⑤ 実験5：NAND回路

NAND回路について実験3と同様に実験を行う。

⑥ 実験6：各種の論理回路

NAND回路を組み合わせた基本論理回路（NOT回路、AND回路、OR回路）、NOR回路を作成し、実験3と同様に実験を行う。この過程においてブール代数の定理の確認、ド・モルガンの定理の重要性の理解を図る。

⑦ 実験7：EX-OR回路

EX-OR（EXCLUSIVE-OR：排他的論理和）回路を基本論理回路を使用して作成する方法と、NAND回路のみで作成する方法を比較することにより、回路設計の基礎に触れ、TTL-ICの74シリーズにおいて何故NAND回路が00番なのかを実感する。

また、コンピュータを構成する回路の基礎として加算回路を学習するが、これの基礎となる半加算回路がEX-OR回路により構成されることを理解する。

⑧ 実験8：2進数-10・16進数変換回路

実験8は、実習ローテーションの変更により新たに追加した項目である。図3に示すように、論理回路実験装置に専用の2進数-10・16進数変換器をセットして使用する。

論理回路学習においては、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・教具として、2進数-10・16進数変換器を活用している。

これまでの本校の実習では、1学期に当該の論理回路学習とPICマイコンを使用した2進数-10・16進数変換器の製作を行い、2・3学期にはPICマイコンのプログラムを書き換えて、ライントレースカーの制御

部として使用していた。

しかし、表1に示した年間ローテーションとなり、論理回路学習とPICマイコンボード製作の連携が取れなくなった。このため、図3に示した専用2進数-10・16進数変換器を論理回路実験に導入することにした。これにより、論理回路学習はより汎用的になった。

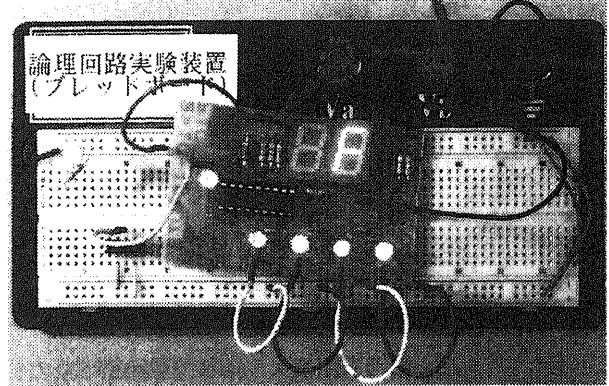


図3 専用2進数-10・16進数変換器

(3) 論理回路実験装置の特徴

図2に配線例を示した「論理回路実験装置」は、ICなどの部品や配線を差し込むだけで通電できるブレッドボードを使用した実験装置で、論理回路の組み立て実験が容易に行える工夫を加えた実習形式の学習教材・教具である。

論理回路の組み立て実験を行うには、配線が容易で、しかも、短絡事故等を防止する工夫が重要である。

ここでは、電源アダプタを接続する二カ所の電源端子の左側にもう一個端子を設け、ここに電流制限抵抗を設置した。そこから実験回路に電源を供給するようにしたため、短絡事故を起こしても過電流が流れない構造になっているため、安全に対処が行える特徴を持つ。

例えば、AND、OR、NOT等の基本論理回路実験を行う場合は、A、Bの2個のスイッチをセットし、入力回路とする。そして出力は、LEDと抵抗を用いて確認する。結果は真理値表に記入する。

本論理回路学習においては、図4に示すNAND論理回路によるOR論理回路作成等に重点を置いている。なぜなら、普通教科「情報」の目標に照らした論理回路学習では、基本論理回路の組み合わせという実習、すなわち基本的な実技を通してコンピュータハード、アルゴリズムの考え方を学ぶことを主とするが、専門教科「情報」や総合学科工業系高校、工業科等の専門高校の学習においては、普通教科の学習内容に加えて実学（Liberal Arts）、すなわち「生産性」や「創造性」といった内容を考慮した論理回路学習が必修であると考えている。

この両者の学習内容を踏まえ、特に「生産性」という意味において、実際に生産現場で活用されているICチップ等を教材として用いることとした。

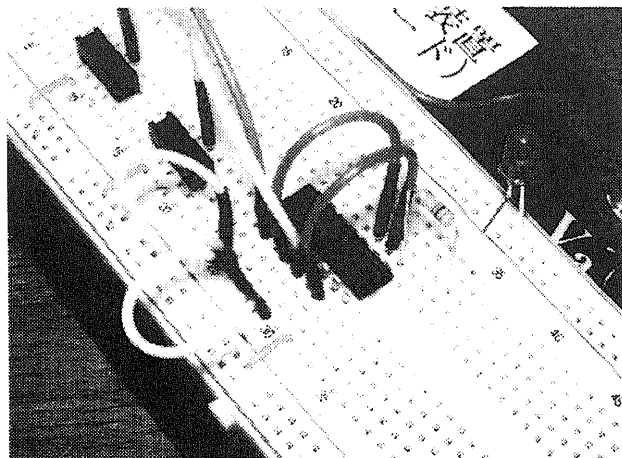


図4 NAND論理回路によるOR論理回路作成の配線例

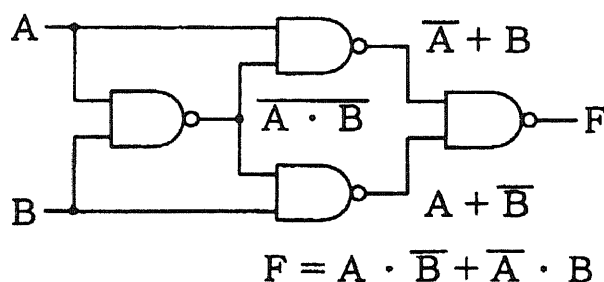
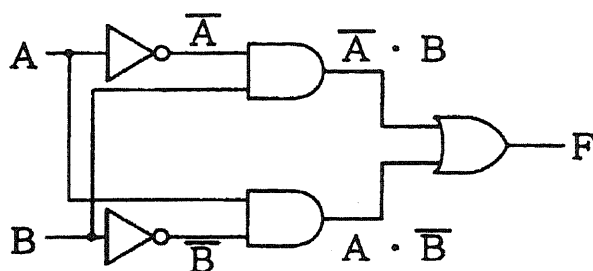


図5 EX-OR回路

ここで使用するデジタル論理IC7400は、NAND論理回路であるが、TTL74シリーズICの中で最も若い番号00が付けられている。これは、ド・モルガンの定理によってNAND論理回路の組み合わせで全ての基本論理回路が構成できるからである。

次に、図5に示した2進数の加算回路の一部であるEX-OR回路は、図(a)のように基本論理回路で構成すると理解はし易いが、3個のICを必要とする。

これに対し、図(b)のようにNAND論理回路で構成すると1個のICで良い。これを生産性の向上に繋がる考え方としている。

生産性を考慮した論理回路学習は、情報のデジタル化、コンピュータ内部の基本的な処理手順、アルゴリズムなどの項目の最も根幹に関わる2進数等の表現が、実際の電子回路とどのように繋がるかという問いに答えるものであり、コンピュータの本質を教授するのに妥当であると考えられる。

4. まとめ

本報告は、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2年次系列必修科目「工学情報基礎」を履修した平成16年度：34名、平成17年度：30名、平成18年度：24名の生徒を対象に実践した結果である。

工学情報基礎における実習は、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、2年次生全員がライトレー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。

【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
- 4) 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II』, 筑波大学附属坂戸高等学校研究紀要第43集, pp.97~pp.109, 2005年
- 5) 工藤雄司, 本村猛能: 『体系的情報教育における「論理回路学習」の知識の構造化』, 日本工業技術教育学会誌「工業技術教育研究」第11巻第1号, pp.55~64, 2006年