

第3学年における論理回路製作実習導入の成果と課題

技術教育支援センター
技術専門員 堅固山 幸 治

1. 論理回路製作実習導入の背景と位置づけ

秋田高専（以下、本校）電気情報工学科では平成17年より実験実習ワーキンググループ（現、教育改善ワーキンググループ（以下、WG））を立ち上げて実験実習の見直しを行っている。WGにおいて検討した結果から、実験内容が社会情勢にそぐわないもの、講義科目との連携が適切でないものは見直し、新たにものづくり教育や学生の興味を引き出すような新規テーマを導入している。

このような教育改善の流れの中で創造教育やものづくり教育を充実させるために、論理回路製作実習を第3学年に導入した。本実習は4週連続で論理回路の設計から製作までを行う。従来の論理回路に関する実験実習は実験および製作をそれぞれ独立して行っていたが、これらを一連の作業の中で学習することができる。本実習の導入に当たって、学生が積極的に取り組めるように以下の点に留意して見直しを行った。

- ①実験セットを学生の人数分用意することにより、一人で実験を行えるようにする。
- ②自分で回路を考えて、設計から製作までの一連の流れを体験させる。
- ③回路CADの使用方法を修得する。
- ④放課後も自発的に活動できるように環境を整備する。

2. 実習内容

(1) 概要

本校電気情報工学科における論理回路教育は第2学年で論理回路の基本を学習し、第3学年でフリップフロップ、加減算回路などを学習する。本実習は第2学年で学習した基本的な論理回路を復習し、これまで修得した知識を応用して論理回路の設計・製作を行うことを目的とする。また、1人1セットの環境で実習を行うことにより、学生の理解度はより深まることが期待される。

(2) 日程

実験は4週連続で行うが、主な内容は以下に示す

通りである。従来と大きく異なる点は、自分で論理回路を考えてきてもらい、最後は半田付け作業により回路製作を行う点である。特にものづくり教育の一環として、本実習ではポジ感光基板の製作まで実習内容に取り入れている。

①第1週目

基本的な論理素子の実験（AND、ORなど）を通してブレッドボードの使い方に慣れてもらう。次第に回路の難易度を上げていき、半加算回路、全加算回路、エンコーダ回路を組み合わせる。ブレッドボードの作業風景を図1に示す。

2週目までの課題として多数決回路、課題回路について簡単化を考えてきてもらう。加えて、自ら設計・製作する回路について動作を考え、真理値表、回路について設計しておく。

②第2週目

各自設計してきた多数決回路、課題回路について回路を組んで動作を確認する。ここまでが授業の復習となる。

次に自分で考えてきた回路についてブレッドボード上で動作確認する。問題なく動作した場合は、3週目以降でCADによる設計製作を行う。

③第3週目

Cadsoft社の回路CADソフトであるEagleを使って回路設計を行う。実習にはフリーライセンス版を使用し、学科コンピュータールームで作業する。Eagleを使って図2のように回路図を書く



図1 作業風景

図3のような回路パターンを自動配線してくれる。自動配線できない場合は手動で引き直しを行う必要がある。

④第4週目

設計した回路基板のエッチングと半田付けを行う。エッチング作業は露光5分、現像1分、エッチング10分程度の時間を要する。エッチング終了後、穴あけ作業をして基板は完成である。

最後に、半田付け作業により部品を取り付けて仕上げとなる。完成した基板を図4、図5に示す。

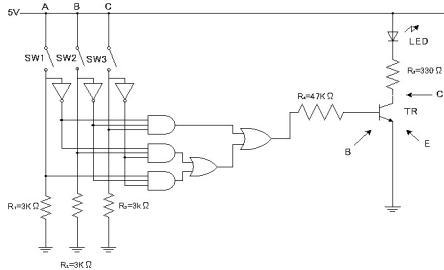


図2 CAD画面 (回路図)

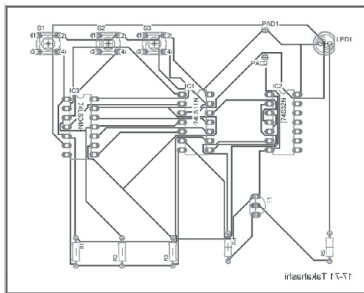


図3 CAD画面 (回路パターン)

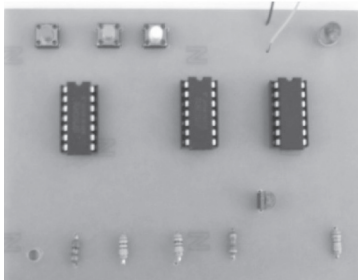


図4 完成した基盤 (表)

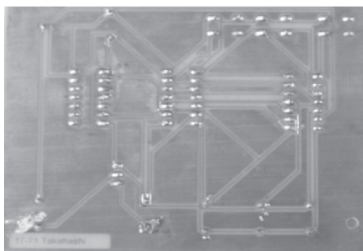


図5 完成した基盤 (裏)

3. 従来の実習テーマと新規の実習テーマとの比較

本実習は第2学年の論理回路の授業内容に準拠したため、今回使用したICは基本論理素子だけであり、内容も基礎にとどまっている。今後は作業が早く進んだ学生には、フリップフロップICやデコーダICも取り入れた回路実習ができるよう改善をしていく必要がある。

表1に従来の論理回路関係の実習と本実習の比較を示す。

表1 実習内容の比較

従来のテーマ名	実習内容	新規テーマの実習内容
基礎論理回路Ⅰ	単純化、多数決回路等	○
基礎論理回路Ⅱ	半加算回路	○
	全加算回路	○
	半減算回路	×
	全減算回路	×
	エンコーダ	△
	デコーダ	△
電子工作	カウンタの製作	△

○対応 ×対応せず △自由課題

4. 成果と課題

電気情報工学科であっても回路製作を苦手とする学生は多い。しかし、自分で考えた回路について試行錯誤することにより、回路製作に対して慣れた学生は多くなった。学生が興味を持って実習に取り組み、自分で回路を考え、一つのものを作り上げる喜びも得たことから、導入した意義はあったと考えている。

ブレッドボードで動作確認してから回路設計と製作を行っているが、実際に基板に作ったときに動作しない場合が多数見られた。原因としては設計ミスとエッチング不良が多かったが、チェックしきれないのが現状である。学生自身がチェックできるようなガイドラインが必要だと考えている。