

「電気リレーシーケンス制御」実験実習用教材の製作

白川 博樹*, 山本桂一郎**

Creation of Teaching Materials for the Experiment and Practice in Electric Relay Sequence Control

Hiroki SHIRAKAWA*, Keiichiro YAMAMOTO**

Abstract

It is important for the students in the Marine Engineering Course of the Department of Maritime Technology to gain an understanding of electric relay sequence control. We have provided practical training with the teaching materials which we originally produced. However there have been many problems in the materials and it was difficult for the students to understand the subject. In this study, therefore, we aim to develop teaching materials suitable for our students by pointing out the problems of our present materials and how to solve them as well as by including new ideas that are not found in commercially produced teaching materials.

1. はじめに

電気回路を学習する上で、基礎的な技術であるリレーシーケンス制御を理解することは、本校商船学科（機関コース）で船舶のシステムエンジニアを目指す学生にとって、非常に重要な役割を担っている。海上を長期に渡って運航するという特殊な環境下で数多くの制御機器を扱う大型の船舶では、電子化が進みにくい状況にあり、プラントの安全管理の観点からも、故障しにくく、メンテナンスが容易であるリレーによる制御が、現在でも大多数を占めている。従って、船舶の機関士を育成する本学科では、リレーによる制御を学び理解する事が必要不可欠であり、そのための実験実習を行っている。また、回路の結果だけでなく筋道（考え方）が理解できていれば、将来、現場での故障や思わぬ事故にも慌てることのない実力を得ることが出来る。

しかし、専門を学び始めたばかりの学生にとって、電気回路は複雑に感じ簡単なリレー回路であっても漠然としか理解できないという現状にある。現在担当している実験実習（電気リレー実習）では、本校独自で

設計・製作した学習教材を用いてリレーシーケンス制御を理解する実習を行っている。この教材は基礎を学習する上で十分な機能を備えているが、ボードの構造上の問題で複雑に感じる点や、経年劣化による安全性、耐久性、信頼性などいくつかの問題点があった。

これらのことから、現有の学習教材の問題点を具体的に列挙し、解決策を採り入れ、種々の問題点を改善すると同時に新しいアイデアを盛り込んだ理解し易くて効率良く学習出来る、本学科の学生に合った学習教材を新規に開発することを目的とし設計・製作を行った。

2. リレーシーケンス制御学習教材

2.1 従来の学習教材

現在、商船学科（機関コース）の実験実習で使用しているリレーシーケンス制御の学習教材を図1に示す。現有の学習教材は、ターミナルが密集したアルミ製のボードを介して、リレー、タイマ、パイロットランプ、スイッチ等を色分けしてあるケーブルによって接続して回路を作成するものであり、実際の実験実習では、

テキストの回路図に従い、基礎的な論理回路から自己保持回路などのシーケンス制御の回路、2級海技士（機関）の問題でもある実践的な回路までを順次で作成している。

しかし、実際に作成した回路は、テキストの回路図に対して視覚的に類似していないため、直感的な解り易さに欠け、回路作成中に複雑に感じることや、何本ものケーブルが必要となるため、絡み合い作業に支障が生じること、目視による確認が困難でミスによる回路の修正を行っていくことが問題点として挙げられる。また、ケーブルが絡みやすいことと、何度もターミナルとプラグの抜き差しを行い作業するために壊れやすく、実験実習自体に支障が生じる。さらに、コンセントから直接100V電源を接続しているコードが露出していること、ボードの材質がアルミ板であること、各部品にケーブルが直接接続されていて剥き出し部分が多いことから、感電に対する措置が充分配慮されているとはいえず危険である。

これらのことから、これまでの実習教材は、基本的に忠実であり、実践的なトレーニングが行えるものであると言えるが、スムーズに使いこなすまでには、ある程度の専門知識と慣れが必要であり、学生にとっては苦手意識を植え付ける結果となる。また、指導する側にとっても、教育的な見地だけでなく、修理やメンテナンス面に捕われる時間が多いことや安全面からも安心して取り扱える最適な教材とは言いがたいと考えられる。

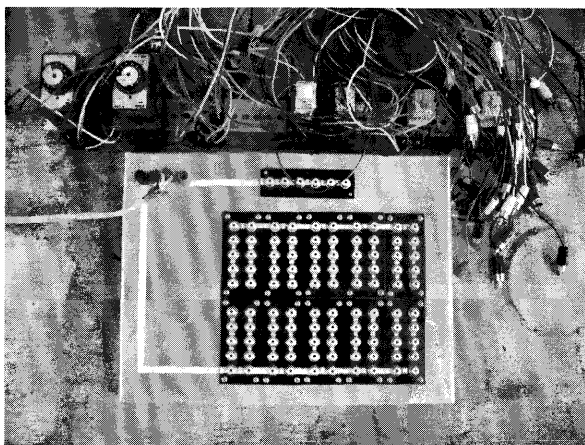
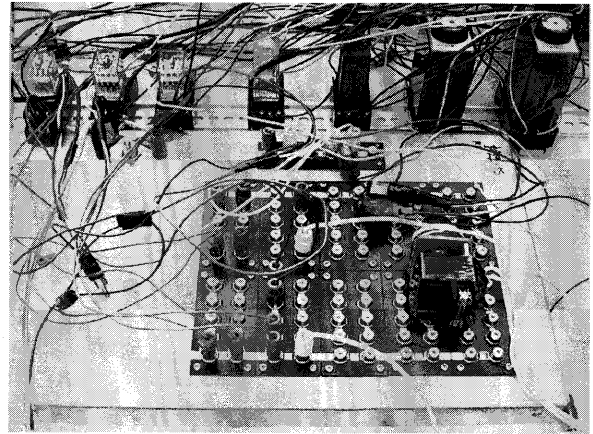
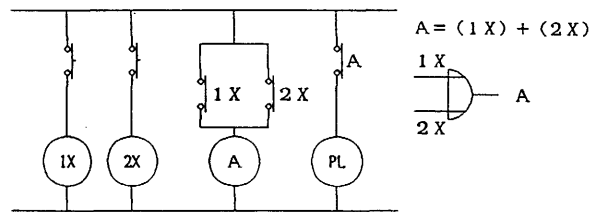


図1 従来の学習教材

現有の学習教材を用いて作成した論理和回路〔OR回路〕の作成例を図2に示す。



(a) 実際に作成した回路



(b) テキストの回路図(OR回路)

図2 従来の学習教材での回路作成例(OR回路)

2.2 新規に製作した学習教材

そこで、前節で述べた問題点を解決できる学習教材を考案した。新規に製作した学習教材は、すでに実験実習を体験している学生の意見を参考にして設計を行い、ターミナルを配列したボードと回路を構成する部品からなっている。

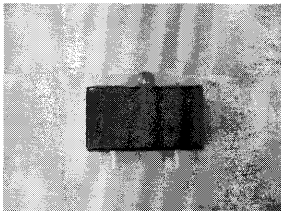
従来の学習教材の問題点を改善するために、ケーブルが多く絡みやすい点に着目して、必要最小限とするために、リレー、スイッチ等の部品をブロック式にしたことで、不要なケーブルを接続しなくて済むようになった。そして、ブロック式となった回路構成部品をパズルのように組合せることによって、回路作成に際して遊び心を盛り込むことが出来ており、初心者にも扱いやすく、取り組み易い構造となったと考えられる。

また、安全面からも透明アクリル板による完全密閉構造であるため直接電気が流れる部分を触れずに済み、感電の危険性を低減することが出来ている。ケースの材質に透明アクリル板を用いているため、ブロックの中にあるリレーの動作状況が目視可能となっている。

製作した回路構成部品（リレー、タイマ、スイッチ、ランプ）を図3に示す。



(a)部品（リレー、タイマ）



(b)部品（ランプ）



(c)部品（スイッチ）

図3 新規に制作した学習教材の回路構成部品

新規に製作した学習教材のボード部は、実験実習テキストの回路図と作成した回路が視覚的に同様となることを目的に設計・製作を行った。

新規に製作した学習教材のボード部を図4に示す。

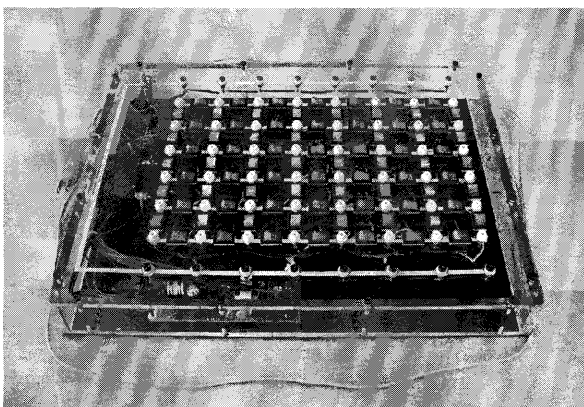


図4 新規に製作した学習教材のボード部

ボードの縦方向と横方向にターミナルが均等配列しており、このターミナルに回路構成部品を直接接続して回路を作成するものとなっている。そして、ターミナル間にラッチング動作の照光式ロッカースイッチを配列してON-OFFすることで、接点が繋がり電流が流れる構造で、ONしたときに点灯状態を保持することで、テキストの回路図と視覚的に同じ状態をボード上に表現できるようにした。

また、この状態は回路構成部品やケーブルを接続しない状況で行えるように、別に配線にしてある。これにより、まず配線のラインを作成することができ、回路作成中にケーブルが絡み易いという問題点を解決した。こちらも透明アクリル板で製作してあり内部が目視可能になっているのと、絶縁材料を用いての完全密閉構造であるため、感電の危険性を低減している。

新規に製作した学習教材での回路作成例（OR回路）を図5に示す。

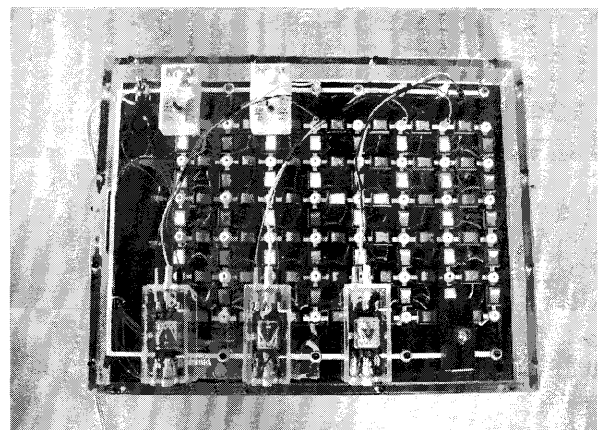


図5 新規に製作した学習教材での回路作成例

3. 性能試験およびアンケート調査

新規に製作した学習教材と既存の学習教材を比較して性能試験を行った。種々の問題点については、図2と図5の回路作成例を見比べて分かるように、解決出来ていると考えられる。

この教材の優位性を示すため、従来の実験実習で行われている課題と同じ回路を順次作成し完成するまでの所要時間を調べた「回路作成試験」と回路のミスを発見して正しいシーケンス動作をする回路に修正し解決するまでの所要時間を調べた「回路修正試験」の2種類の性能試験を実験実習をまだ体験していない6名の学生モニターを対象に行った。

図6に回路作成試験の結果のグラフと、図7に回路修正試験の結果のグラフを示す。

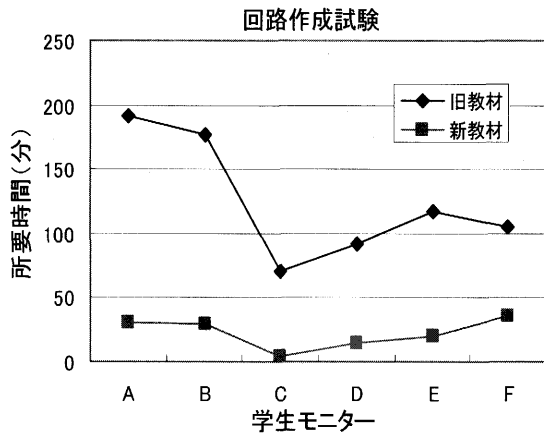


図6 回路作成試験結果

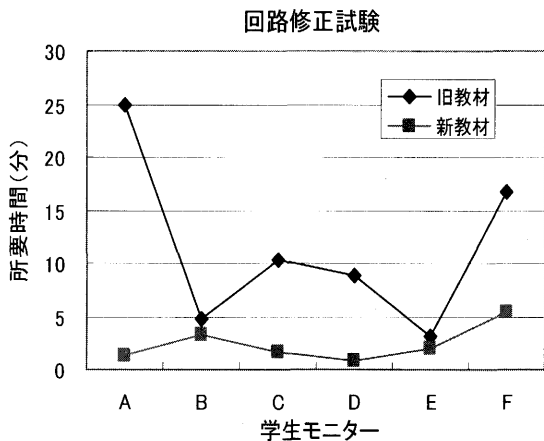


図7 回路修正試験結果

図6、図7より、新規の学習教材での回路作成にかかった所要時間が、従来のものと比べ大幅に短縮されていることがわかる。また、すべての被験者が従来の教材よりも新規の教材での作成時間が短くなっていることがわかる。回路修正試験についても同様の結果となった。これにより効率化が図られスムーズな実験実習が出来ると考えられ、より複雑な課題を盛り込むことが可能である。

理解度を調査するために性能試験終了後、学生モニターに対して、アンケート調査を実施した。アンケートの内容は次の通りである。

アンケート内容

1. シーケンス制御はどちらの教材の方が理解できましたか？
2. どちらの教材の方が実験実習をスムーズに進める事が出来ましたか？
3. どちらの教材の方がこの実験実習に適していると思いますか？
4. この教材の不満な点を教えてください。

結果、1～3の質問事項に対して全員が、新規の学習教材の方がよく理解出来たという意見を得られた。4の質問に対しては、接触不良でランプが点灯しないなどの意見を得られた。

4. まとめ

今回、新規に製作した教材により実験実習の効率化が図れると予想される。本校商船学科（機関コース）の学生にとってリレーシーケンス制御を理解し、それを深めることが必要で重要である。

専門を学習する上で、実習により体験学習したときの印象は重要であり、上手く行く場合とそうでない場合では苦手意識の面で大きな差が生まれる。このときの印象次第で、その後の学習意欲に大きな差が生じるものである。このようなことを踏まえて個人差が生じ難く、得意不得意にとられない理解しやすい教材で実験実習を行うことが理想であると考えられる。今回製作した教材は、誰にでも容易に受け入れられ、楽しい教材となったと予想される。

今後、この教材を実験実習に導入して活用することでこの教材の優位性と教育的効果を実証して行きたい。

謝辞

この教材製作に関して、本校商船学科（機関コース）卒業生の野入幹氏、同じく実習生の小坂太貴氏には、学生の立場から要望等を聞くことで、教材製作上の貴重なデータの収集及び製作に協力していただいた。また、本校技術室の皆様ならびに関係者の皆様には、ご協力、ご助言いただいたことに感謝申し上げます。

尚、本研究は、平成17年度科学研究費補助金（奨励研究）課題番号17907013の補助を受けて研究を行ったことを報告する。