

電子工学初学者のための光をテーマにした電子工作の取り組み

石橋 孝昭*

Approaches of electronic works on the theme of light for beginners

Takaaki Ishibashi*

Abstract: This paper reports approaches of electronic works for beginners. Electronic kit designed on the theme of light can be made at a low cost. Furthermore, the kit can be used with many subjects such as logical circuits, computer engineering, electrical circuits and electronic circuits. It is found that the educational kit of electronics using breadboard and electronic parts is effective for learning electronic circuit.

キーワード: 電子工作教材, 電子工学, ブレッドボード, 光, 発光ダイオード

Keywords: Educational materials of electronic works, Electronics, Breadboard, Light, Light Emitting Diode

1. まえがき

高等専門学校の目的の一つに実践的技術者の育成が挙げられており、実験や演習に関する科目だけでなく、それらを盛り込んだ講義が進められている。そのような教育方針の下で、著者らはこれまでに、電子回路学習における講義と実験を一体化して講義中の机上実験を実施し、その教育効果を確認している⁽¹⁾。また、本校の教育においても、3年生から一週間に3時間の独立した実験の授業があり、その授業の中で回路素子の特性の計測や、電子回路における入出力波形の観測などの実践的な授業が組み込まれている。

しかしながら、3年生から始められる本格的な実験では、解析する電子回路の素子の値がすでに与えられていたり、電子回路がすでに配線されていたりしている。この理由は実験における実施時間が限られているためであり、実験時間に配線や素子値を求めることは時間的に余裕がない。この事実は実験に限らず、マイコンや論理回路などで周辺回路を作製するときにも同様の問題として挙げられる。そのため、実践的な技術者を育成するためには、本格的な実験が始まる前の初学者に対して、回路図に慣れるとともに、回路図から回路の配線ができて、回路で用いられる素子値を決める設計の基礎を知ることが重要であると考えられる。

そこで本論文では、電子回路の初学者を対象とした電子回路製作の基礎的な知識を深めるための実施内容について論じ、その効果について報告する。初学者が電子回路を学習するとき、音を鳴らす回路を作製するにはアンプの理解が難しく、モータを動かす回路を作製するにはモータドライバの種類が多いことやモータにもステップモータや

サーボモータなどの種類があり戸惑うことがある。そこで、取り扱いが簡単なLEDを用いて光をテーマとしたブレッドボードを用いる電子回路を作製することにした。

本取り組みでは、非常に簡単な内容から始まり、知識や使用するパーツを少しずつ追加していくことができるように工夫している。この電子工作教材は学生一人に対し一つを揃えることができるため、学生が主体的に授業に取り組めるとともに、自宅での自学自習も期待できる。

2. 電子部品の入手と電子工作の実施

ブレッドボードはソルダレスボードとも呼ばれる電子回路を作製するためのボードである。ブレッドボードの穴は0.1インチ(2.5mm)間隔で、中央の溝は0.4インチ間隔になっている。これらは、ICや7セグメントLEDなどの規格に合わせてあるためである。ブレッドボード内部の導体は先端がクリップ状になっていて、その先端がパーツの端子やリード線を押さえることで電子回路の配線が可能になる。以降では、ブレッドボードを図1のように記載し、内部配線を細い実線で表記して必要に応じて配線例を示す。

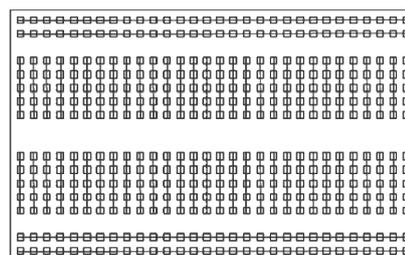


図1 ブレッドボードと内部配線

* 情報通信エレクトロニクス工学科
〒861-1102 熊本県合志市須屋2659-2
Dept. of Information, Communication and Electronic Engineering,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

電子部品に関しては一般的で安価であり入手しやすいものを選定した。その結果、電子パーツショップにおいて3000円以内で購入でき、すぐに工作を始めることができる。本取り組みは情報通信エレクトロニクス工学科1年生の基礎電気学Ⅰで実施した。長期休暇前後や定期試験後に行うことで、本来の講義内容を大きく変更せずに実施できた。

3. 電子回路の設計と製作

電子工学の初学者に電子工作の興味を持たせるとともに、回路図の理解や回路の配線に慣れ、簡単な電子回路の設計ができることを目指し、光をテーマにした以降の①から④の14項目の電子回路を考案した。項目を始めから順に実施することで、新しく利用する電子パーツを1種類程度になるように工夫した。その結果、初学者が無理なく電子回路を理解できるようになった。以降では実際に実施した各内容の目的や回路図を示す。また、初学者のために利用したブレッドボードでの実態配線図も併せて示す。

①イルミネーション

【目的】

- 電子工作に興味を持つ。
- LEDの端子の極性を知る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×2、スイッチ付き電池ボックス、イルミネーションフルカラーLED（OSTB5131A-ID）、光拡散キャップ、アクリル板、発光ロッド

【内容】

イルミネーションフルカラーLEDは、LED内のICで発光する色を順次変化させる。このフルカラーLEDの端子に電池ボックスを接続することで、簡単にイルミネーションを完成させ、電子工作に興味を持たせる。また、LEDの端子の違いや順方向と逆方向があることを学ぶ。

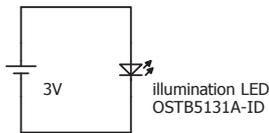


図2 イルミネーションの回路図

②覆面パトカー

【目的】

- 周期と周波数を知る。
- 直流と交流を知る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×2、スイッチ付き電池ボックス、自己点滅LED（OSHR5X34A）、自動車の模型

【内容】

LED内にICを組み込み、電源を接続するだけで点滅する自己点滅LEDがある。この自己点滅LEDを自動車の模型の屋根に付けて覆面パトカーを作る。点滅の速度につい

て周期と周波数を知るとともに、直流の電源を利用しICによって交流が発生されていることを確認する。

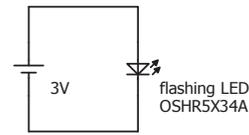


図3 覆面パトカーの回路図

③ブレッドボードで豆電球を点灯

【目的】

- 回路図に慣れ、ブレッドボード内部を理解し配線する。
- 豆電球を利用するときの電源電圧を知る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×2、スイッチ付き電池ボックス、ブレッドボード、豆電球、電球ソケット

【内容】

理科の電気実験の導入で用いられる豆電球を点灯することで、ブレッドボードの内部配線を確認する。また、電気回路や電子回路で利用する回路図に慣れさせる。さらに、豆電球に刻印されている電圧を確認し、電子工作における電源電圧の決定方法について意識させる。

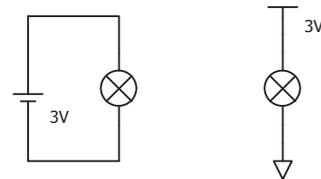


図4 豆電球点灯回路の回路図

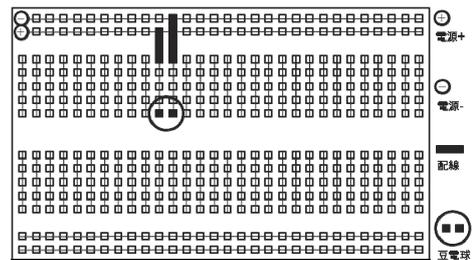


図5 豆電球点灯回路の配線例

④LEDと電流制限抵抗

【目的】

- LEDの順方向電圧から電流制限抵抗を計算する。
- 抵抗のカラーコード、ワット数、E系列を知る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×2、スイッチ付き電池ボックス、ブレッドボード、LED、抵抗

【内容】

LEDを点灯させるためには電流制限抵抗が必要であることを確認する。また、3.1で実施したLEDの向きを再確

認し、順方向電圧から電源電圧を決定し、電流制限抵抗を計算する。また、抵抗にはカラーコード、ワット数、E系列があることを学ぶ。

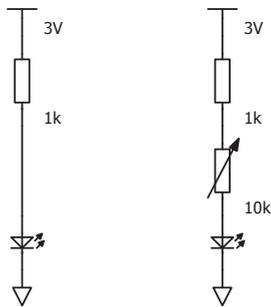


図6 LED点灯回路の回路図

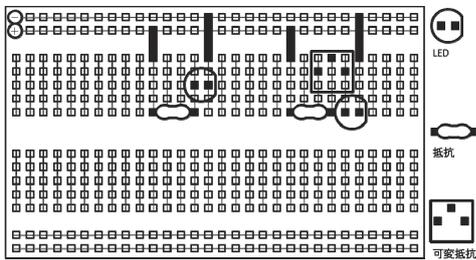


図7 LED点灯回路の配線例

⑤スイッチでLEDをオンオフ

【目的】

電流制限抵抗を付ける数や位置について知る。
AND, OR, 三路スイッチを知る。

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) × 2, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, LED, 抵抗, タクトスイッチ, トグルスイッチ

【内容】

押すと導通されて離すと切断されるタクトスイッチや、レバーの切り替えて電流の流れが変わるトグルスイッチを用いて、LEDを点灯させる回路を作る。このとき、電流制限抵抗をどこに付加するか学ぶ。また、AND, OR, 三路スイッチについて知る。

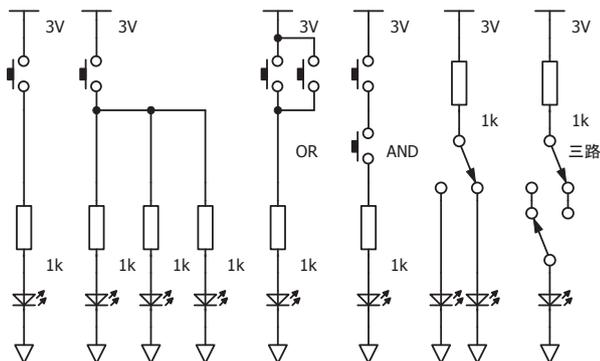


図8 スイッチ付きLED点灯回路の回路図

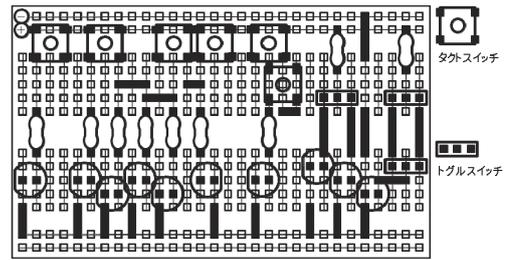


図9 スイッチ付きLED点灯回路の配線例

⑥光の三原色

【目的】

可変抵抗器を用いて電流を調整して光の強度を変える。
光の三原色について体験する。

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) × 4, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, RGBフルカラーLED (OSTA5131A), 抵抗

【内容】

光の三原色はR (Red: 赤), G (Green: 緑), B (Blue: 青)であり、全てを混ぜると白色光になる。このことを、RGBフルカラーLEDで体験する。LEDに流す電流量を可変抵抗で自由に変えることで光の強度を調整できることを知り、抵抗値と電流量と出力される物理量の関係を経験する。

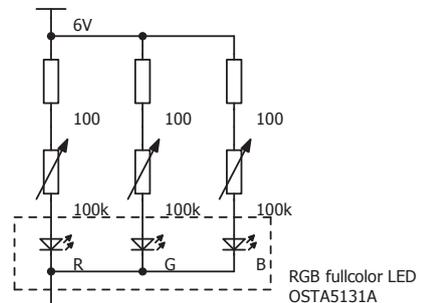


図10 光の三原色回路の回路図

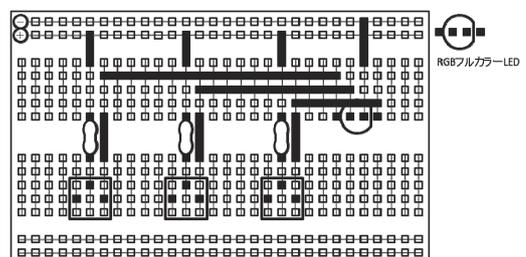


図11 光の三原色回路の配線例

⑦シンプルタイマ

【目的】

コンデンサと時定数を知る。
トランジスタのスイッチング作用を知る。

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×2, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, LED, 抵抗, コンデンサ, トランジスタ, タクトスイッチ

【内容】

電子工作で用いられるコンデンサの種類やそれらの特徴について知る. また, トランジスタのスイッチング作用によって, 小さな電流しか流れないときに LED を点灯させる方法を知る. さらに, 抵抗とコンデンサの値によって LED の点灯時間が変化することを確認する.

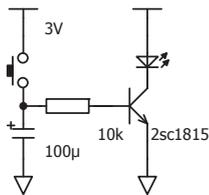


図12 シンプルタイマ回路の回路図

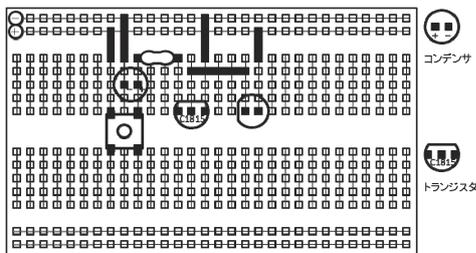


図13 シンプルタイマ回路の配線例

⑧リレーを用いた交流発生回路

【目的】

電磁石やリレーの仕組みを知る.
スイッチのオンとオフによる交流発生原理を知る.

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×3, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, LED, 抵抗, コンデンサ, リレー (941H-2C5D), タクトスイッチ

【内容】

電磁石の原理を学び, 電磁石を用いたリレーの仕組みを知る. このとき, リレーの動作がトランジスタのスイッチング作用と似ていることを確認する. リレーを用いて他電源回路を制御できることを学んだ後, 配線を工夫することで, リレーを用いた交流発生器を作製する.

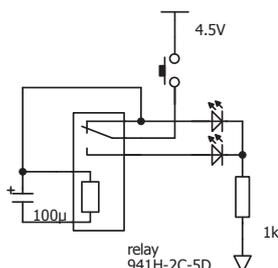


図14 リレーを用いた交流発生回路の回路図

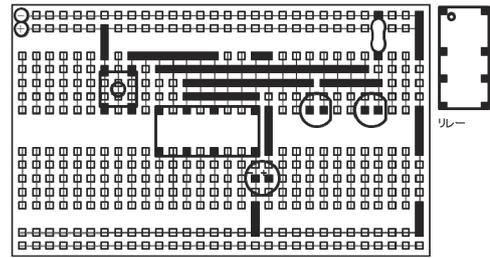


図15 リレーを用いた交流発生回路の配線例

⑨電子ホテル

【目的】

光センサを使って, 回路を制御する.
弛張発振回路による交流発生回路を知る.

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×2, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, LED, 抵抗, コンデンサ, トランジスタ, CdS

【内容】

電子工作の入門でよく紹介される電子ホテルで用いられる弛張発振回路を学ぶ. また, 光の強度によって抵抗値の変化する CdS が光センサとして用いられることを知る. また, それを用いることで, 光の強度に依存して分圧されることを学び, 暗いときだけ点灯する常夜灯の原理を知る.

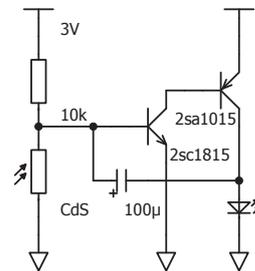


図16 電子ホテルの回路図

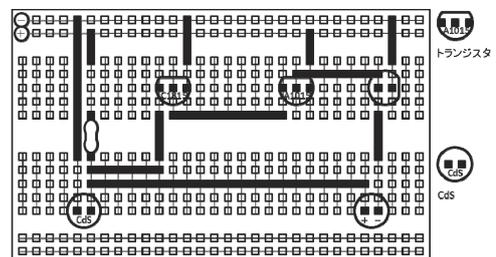


図17 電子ホテルの配線例

⑩ LED フラッシュ回路

【目的】

IC のピン配置や周辺回路について学ぶ.
IC には電源が必要であることを体験する.

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×2, スイッチ付き電池ボックス, ブ

レッドボード, LED, 抵抗, コンデンサ, ダイオード, LED フラッシュ IC (出力制御 IC : CDT7350-02), タクトスイッチ

【内容】

LED フラッシュ IC を用いて LED を順次点灯させたり, 順次点滅させたりできる回路を作製する. このときに, IC の種類や形状について学ぶ. また, IC のデータシートを確認して, IC のピン配置や周辺回路を確認する. また, IC には電源が必要であることを体験する.

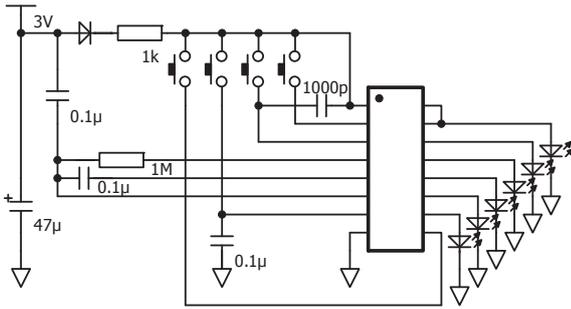


図18 LED フラッシュ回路の回路図

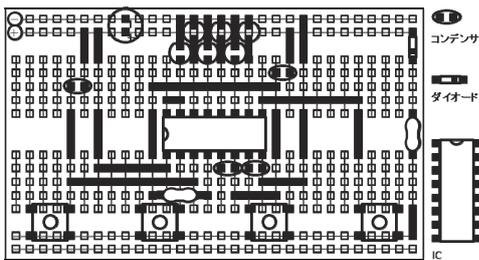


図19 LED フラッシュ回路の配線例

⑪非安定マルチバイブレータ

【目的】

回路から電源や素子の値を設計する.
トランジスタで駆動させるときの LED の位置を学ぶ.

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×2, スイッチ付き電池ボックス, ブレッドボード, LED, 抵抗, コンデンサ, トランジスタ

【内容】

電子工作で頻繁に用いられる非安定マルチバイブレータについて, 電源や素子の値を一つずつ決定して設計する方

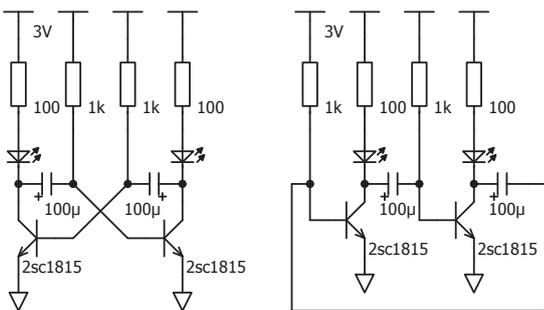


図20 非安定マルチバイブレータの回路図

法を体験する. また, 設計した素子値が問題ないか確認する. さらに, トランジスタで LED を駆動させるときの, LED をどこに配線するかを学ぶ.

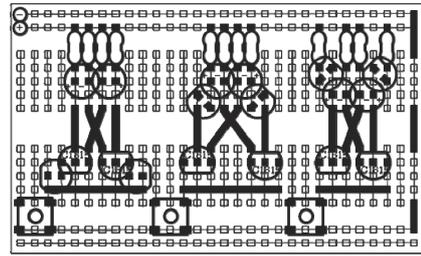


図21 非安定マルチバイブレータの配線例

⑫シンプル光通信

【目的】

フォトトランジスタと LED を用いて通信を行う.
フォトカプラやフォトリフレクタの動作原理を知る.

【パーツリスト】

乾電池 (1.5V) ×4, スイッチ付き電池ボックス×2, ブレッドボード, LED, 抵抗, フォトトランジスタ, タクトスイッチ

【内容】

LED で送信した信号をフォトトランジスタで受信することで簡単な光通信回路を作製する. この原理がフォトカプラやフォトリフレクタに用いられていることや, 身近な赤外線通信で利用されていることを知る. また, 光通信でも他電源で駆動する回路を制御できることを体験する.

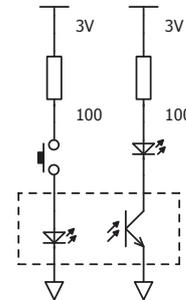


図22 シンプル光通信の回路図

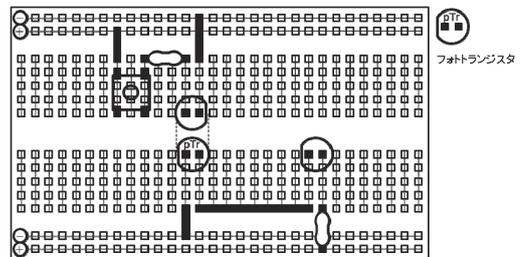


図23 シンプル光通信の配線例

⑬クリスマスイルミネーション

【目的】

今までの電子パーツを組み合わせて新しい回路を作る.

コンデンサの充放電を用いた新しい回路を作る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×4，スイッチ付き電池ボックス，ブレッドボード，イルミネーションフルカラーLED，自己点滅LED，LED，抵抗，コンデンサ

【内容】

自己点滅LEDを用いて，単純に点滅させるだけでなく，組み合わせによって新たな回路を作製できることを体験する．具体的には，自己点滅LEDに通常のLEDを直列接続することで全てのLEDを点滅させる．また，LEDにコンデンサを並列接続して，LEDをゆっくりと点滅させる．

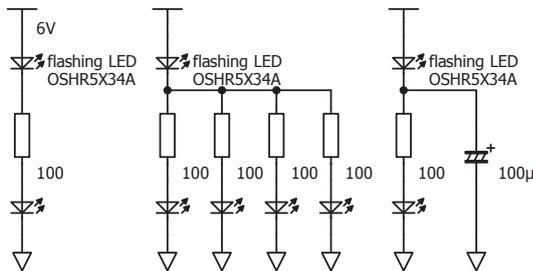


図24 クリスマスイルミネーションの回路図

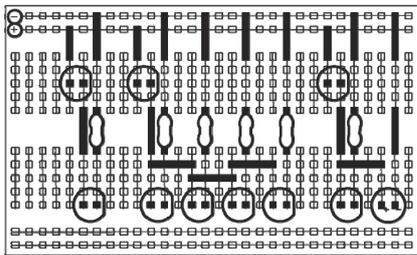


図25 クリスマスイルミネーションの配線例

⑭信号機

【目的】

時定数を変えてLEDの点灯時間を調整する。
リング発振回路を知る。

【パーツリスト】

乾電池（1.5V）×2，スイッチ付き電池ボックス，ブレッドボード，LED，抵抗，コンデンサ，トランジスタ

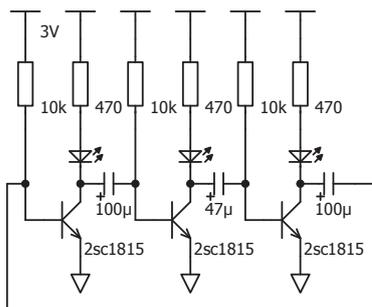


図26 信号機の回路図

【内容】

非安定マルチバイブレータを拡張したリング発振回路を作製する．また，意識的にコンデンサの容量やLEDの色を変更することで，自動車用の信号機が容易に製作できることを体験する．さらに，これまでの電子回路を拡張させたり組み合わせたりして発展させる．

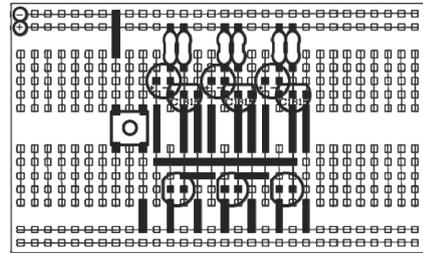


図27 信号機の配線例

4. 電子工作教材の学習効果

電子工作教材の効果を確認するために，本科1年生に対して実施したアンケートの結果を以下にまとめる．教材の価格については，妥当と回答した割合が52%，安価と答えた割合は29%で，大半の学生が高価とは感じていなかった．実験の項目数は，妥当が54%，多いが33%であった．時間配分については，妥当が57%，長い26%であった．個々のテーマに関しては，テーマが進むにつれて達成度が低くなったものの，全テーマで達成度評価が低い学生は10%を下回った．また，83%の学生から教員や同級生とのコミュニケーションの機会になったという回答を得た．79%の学生から学習効果があると回答があった．71%の学生から来年度以降も電子工作を実施してほしいとの意見があった．以上のことから，本取り組みは非常に有効であると判断できた．

5. あとがき

電子回路の初学者を対象として，電子工作に興味を持たせることから，電子回路の設計の基礎や電子回路を組み合わせることで新たな回路を作製することまでを盛り込んだ取り組みを実施した．実施するテーマでは電子工作の中で最も取り扱いが簡単と思われるLEDと入手が容易な電子パーツを利用した．また，各テーマを一つずつ実施していくことで，初学者が無理なく電子工作の設計をできるように工夫した．今後，本取り組みを広く利用できるようにテキストを作成するとともに実施内容を充実させていく予定である．

（平成25年9月20日受付）

（平成25年11月6日受理）

参考文献

(1) 石橋孝昭，葉山清輝：“電子回路学習における講義と実験の一体化の継続的取り組み，” 論文集「高専教育」，第36号，pp. 103-108 (2013)