

公開講座用教材の開発

西川 和孝* 垂水 良浩* 村上 浩* 新宅 宏志*
河口 尚宏* 毛利 千里* 福田 清人*

Development of the Educational Materials for the Electronics Workshop

Kazutaka NISHIGAWA, Yoshihiro TARUMI, Hiroshi MURAKAMI, Hiroshi SHINTAKU,
Naohiro KAWAGUCHI, Chisato MOURI and Kiyohito FUKUDA

Abstract

The technical and educational support staff at National Institute of Technology, Kagawa College, Takuma Campus play a leading role in opening more than ten electronics workshops a year as college extension courses, one of which is hosted by the support staff. Since the extension course is targeted at elementary and secondary school students, it takes an important part in allowing the Campus to open to the public, especially to the future students of the College.

The workshop hosted by the technical and educational support staff includes soldering, the materials of which we, the staff members develop every year, taking the skills of course participants, the cost, the size and the appearance of the materials and so forth into account. In every step of the development processes, we make full use of knowledge and experience gained in the past events of the electronics workshops.

In this paper, it is stated how the soldering materials for the 2016 workshop were developed and how they worked in the very event.

Keywords : Soldering, Electronics Workshop, Educational Support Staff

1. 緒言

技術教育支援室では、毎年新しい公開講座用教材を開発している。ここでは平成28年度公開講座「サウンドロボカーをつくろう!」の教材開発過程と公開講座実施結果について述べる。

2. 開発計画

公開講座は外部から受講者を募集するためスケジュール管理が重要となる。そのため、教材部品の調達や行事等を考慮し、表1のように計画(平成27年11月から公開講座開催まで)を立てた。

表1 開発計画

日程	工程
11月	教材候補の考案
12月	部品調達と教材候補試作
1月	教材候補の比較評価と教材決定
2月～3月	教材試作品の改良及び動作テスト
4月	仕様の決定と部品調達
5月	広報開始と公開講座開催準備
6月～8月	公開講座実施(予定)

*香川高等専門学校詫間キャンパス 技術教育支援室

3. 教材開発

教材開発を「(1)教材候補考案」「(2)教材試作」「(3)動作テスト」「(4)仕様決定」「(5)実施環境の整備」の手順で進めていった。

(1) 教材候補考案

教材候補を考え、十数件の候補を挙げた(表2)。

表2 教材の条件と候補(アイデア段階)

条件	候補
[対象] 10歳～15歳	暗くなるとLEDが光る 指で触るとLEDの光が変化する
[内容] 電子工作	LED発電でメロディが鳴る 風力発電でメロディが鳴る 暗くなるとメロディが鳴る
[作業時間] 2時間	磁石のN極S極を判定する リードスイッチでモータが動作 マイクの入力音でモータが動作
[材料費] 1000円以下	赤外線リモコンでモータが動作 振動モータで紙相撲 金属探知機
[製作物] 持帰り	3分間タイマ 電池テスト

説明を含めた作業時間2時間を教材選定のための主な条件と考えた。また、材料の入手のし易さやコスト、部品数や作業時間、準備の手間や完成時の見栄え等も踏まえて検討を行ない、教材を決定した。決定した教材は、左右に一对のモータとコンデンサマイクを搭載し、マイクに向かって声を出すと、音を入力した側のモータが回るもので、これを左右交互に繰り返すことで歩くように進むモーターカーである。教材の名前はサウンドロボカーとした。

(2) 教材試作

候補選定時に試作したサウンドロボカー初期品の回路を図1に示す。

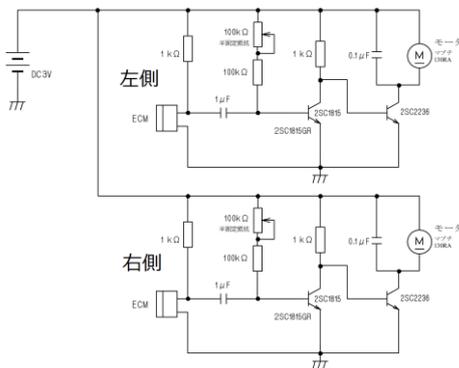


図1 サウンドロボカー初期品の回路

この回路は、モータの電源と制御部の電源を同一としたものであり、一方のモータを動作させると反対側のモータまで動作を始めるという不具合があった。そこで不具合の修正のため、各部の電圧の確認を行なった。図2の(ア)~(ウ)は左側のモータを駆動させようとした際の右側の制御部の電圧の測定結果である。電源電圧が変動しており、この電源を左右で共有していたために、右側のモータが影響を受けていたことが判明した。

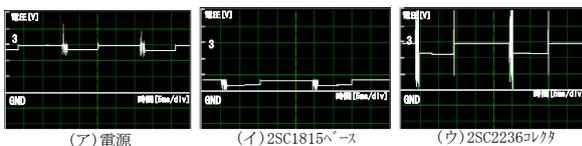


図2 左モータ動作時の右側制御部の電圧

この電圧変動の主な原因はモータのブラシノイズと考えられるため、改善手段として以下の3通りの方法を考えた。

- ① 制御部と駆動部の電源を分離
 - ② 降下型レギュレータを電源に追加する
 - ③ 昇圧型DC-DCコンバータを追加する
- ①案では電源となる電池が増えると重量が40g近く増加し地面との摩擦が大きくなる。今回使用するモータのトルクは小さいため、摩擦が大きくなると動かない可能性があった。②案は、モータの耐電圧が小さいために電圧調整用回路が必要となり部品が増える。③案は、1cm四方の製品を新たに追加する必要がある。これによる

重量増加は数グラムのため、モータの負荷は変わらない。これらの理由から、①及び②案は適さないと判断し、③案を採用した。DC-DCコンバータを回路に追加し、再度同じ箇所の電圧を確認した。その結果を図3の(ア)~(ウ)に示す。制御部の電圧が安定し、不具合を修正できた。

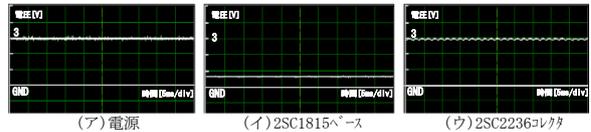


図3 DC/DCコンバータ挿入後の各部の電圧

また新たに、参加者が「調整できる」要素を盛り込むために半固定抵抗の値を変更し、さらに電源確認用LEDの追加を行ない、トランジスタをサイズの小さなものに変更した。こうしてサウンドロボカーの回路(図4)が決定した。

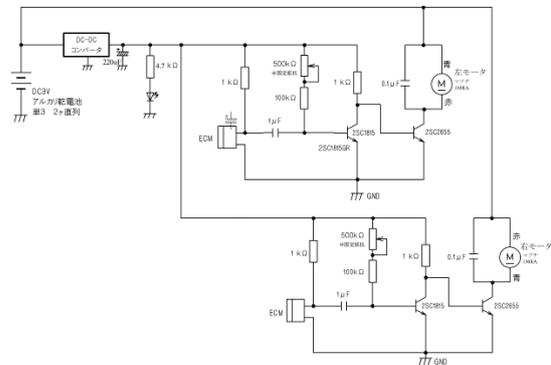


図4 サウンドロボカー回路

次に、エッチングによる回路基板作成を行った。パターンのランド径やライン幅等については、初心者がはんだ付けを行なう点を考慮し、以下のルールに沿って作成をした。

- ・ 同種種類の部品は向きを揃えて配置する
 - ・ 電源以外の部品は左右対称に配置する
 - ・ 調整用抵抗とマイクを後部に配置する
 - ・ GNDパターンは広くかつ基板外周を囲む
 - ・ ランドは広い面積のパターンから離す
 - ・ ランドから伸びるラインを1本にする
 - ・ 極性のあるものはランドの大きさを変える
- パターンへの文字記載については、エッチング時に擦れが生じるため、最低限にとどめた。こうして基板パターン(写真1)が決定した。

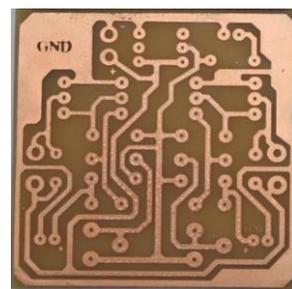


写真1 基板パターン

サウンドロボカーの筐体については、製作のノウハウがあり、在庫も豊富であったため、前年度の教材と同じ筐体を採用した。

(3) 動作テスト

試作品製作の過程でスタッフの間から「小さな子供の声でも動作するのか」という疑問が挙がったため、テスト機(写真2)による動作テストを行なった。公開講座の対象年齢に近い年齢の児童数名を対象にテストを実施し、十分動作することが確認できた。



写真2 テスト機

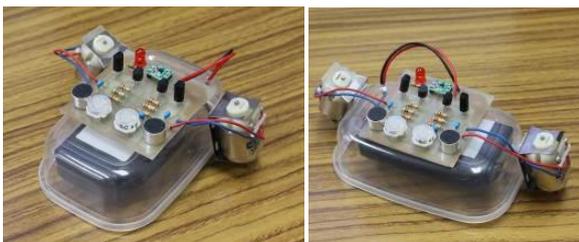
(4) 仕様決定

動作テスト後、工作の安全性向上と作業時間短縮のため、再度内容についての検討を行った。

DC-DCコンバータの出力部には仕様としてコンデンサが必要であったが、このコンデンサを付けると、内部のパルス回路に起因する耳障りな雑音が大きくなることから、検討の結果、コンデンサがなくても実用上問題が無く、部品点数も少なくなるため省略した。

また、電源スイッチのはんだ付けを省略するために、スイッチ付きの電池ボックスを採用した。この変更に伴い、筐体となるタッパーケースのサイズの変更が必要となり、外観が正方形から長方形になった。筐体が長方形になったことで、完成品の形に縦型と横型の2パターンのバリエーションが生まれた。基板サイズ(部品レイアウト)も、60mm×60mmから50mm×50mmへと縮小した。基板素材については、試作時は紙フェノールであったが、準備時の穴開けでの基板表面損傷を抑えるため、割れにくいガラスエポキシへと変更した。

最後に、作成したテキストをもとにスタッフ間で作業内容を確認し公開講座の教材が完成した(写真3)。教材の仕様を表3に示す。



(縦型) (横型)
写真3 サウンドロボカー完成品

表3 教材の仕様

仕様	初期	最終
教材名	サウンドロボカー	
本体サイズ W×D×H[mm]	115×80×40	縦型 100×95×40 横型 130×65×40
電源電圧[V]	3	
部品数	30	26
ハンダ点数	63	58
基板仕様 (サイズ[mm])	紙フェノール 60×60	ガラスエポキシ 50×50
作業時間[分]	70	60

(5) 実施環境の整備

今回の公開講座では、「作る」だけでなく「遊んで楽しむ」体験をしてもらおうと、製作機でタイムレースを行うことにした。タイムレースをおこなうため、ゴール時間判定を公正に行なう「時計」が必要となり、FPGA学習ボードDE0を用いてゴール時間計測装置を製作することとした。

ゴール時間計測装置として、「赤外線送信部」「時間計測部」の2つを製作した(写真4)。

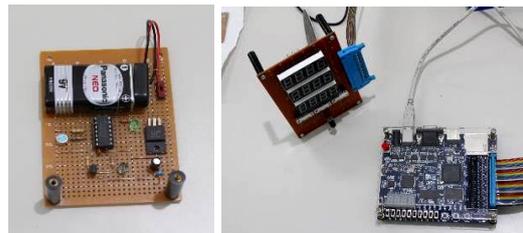


写真4 赤外線送信部(左)と時間計測部(右)

赤外線送信部の発振器は74HC04を使ったマルチバイブレータで製作した。時間計測部は赤外線受光モジュールによる検知及び7セグメントLEDの表示を制御している。これはDE0を用いて、開発ソフトQuartusIIによりVHDL形式で記述した動作をFPGAに書き込み、処理を実現している。送信部の赤外線信号を計測部下側の赤外線受光モジュールで検知できるように送信部と計測部をコース上に設置する。これにより、サウンドロボカーがスタートしてからゴールの赤外線を横切るまでの経過時間が4桁の7セグメントLEDに表示される。

公開講座の会場後方に大きめの机を配置し、机の両端部にテープで転落防止用の段差を作り、落ちにくくなるよう改良を施してタイムレース用のコースとした。

4. 公開講座の実施

今回の公開講座では、初の試みとして、保護者にも参加児童と同じ部品を提供し、一緒に工作を進めていく形式をとった。

安全と作業効率を考え、開始前に参加者それぞれの利き手を確認し、利き手ごとに使用工具の配置を変更した。製作時は1家族に1人、技術教育支援室スタッフがサポートした。

はんだ付け作業開始前に、実演を交えつつ、保護メガネの着用や火傷への注意など、はんだ作業の注意点について説明を行なった(写真5)。



写真5 製作の実演と注意事項説明

製作作業中は、親子で会話をしながら互い手順を確認しつつ、終始和やかな雰囲気のもと、それぞれの進捗で作業を進めていった(写真6)。中には、手際よく進めていき、30分程で完成させた小学生の参加者もいた。



写真6 製作の様子

はんだ付け作業は、50分程で全員無事に完成した。電池ボックスの不良品が1点あった以外には混乱もなく、取り付けミスや火傷等のケガもなく終了した。

作業時間の最後に、まとめとして、サウンドロボカーの回路やゴール時間時間計測装置が本校の実験で実際に行っている内容であることを紹介した。参加者は関心をもった様子で、うなずきながら聞いていた。

作業終了後、タイムレース開始までの調整タイムでは、参加者が親子で一緒になって何度も入念に調整を行っていた。タイムレース本番では真剣にレースに取り組んでいた(写真7)。

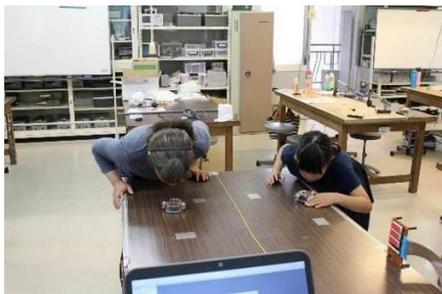


写真7 タイムレース

レース後に表彰式を実施し、参加者の笑顔のうちに公開講座が終了した。

5. おわりに

終了後に実施したアンケートで、参加者から以下の回答を得た。

- ・もっと難しいものにチャレンジしたい
- ・難しかったけど、参加できて良かった
- ・タイムレースが楽しかった
- ・次はぜひ友達を誘って参加したい

初心者でも火傷等のけがもなく、予想時間より早めに完成できたため、はんだ付け工作の難易度を抑えられたのではないかと考える。その一方で、工作慣れした参加者にとっては、少し物足りなさを感じるものだったことがアンケート結果から読みとれる。

さらに参加者全員から「楽しかった」「また来たい」と回答を得た。会話をしながら同じ物を一緒に作ったことにより、親子で共感できる部分の多い体験となったことが、良い評価につながったと考える。

スケジュール管理の面では、あらかじめ開発計画を立てたことで、それぞれの工程での締切りを意識するようになり、ゴール時間計測装置作製のような追加や変更が生じて、作業の並列化等、作業分担を見直すことで、当初のスケジュールどおりに作業を終えることができた。

また、今回の開発過程では、本校の実験実習で使用している器具や機械を用いており、実験内容や器具の使用方法について、スタッフ全員で再確認を行なうことができた。これにより平素見落としがちであった部分について、見直しを行なうことができた。

これらのことから、今回の公開講座への取組は大変有意義なものであったといえる。

今後もこの経験を生かし、参加者が楽しく安全に体験ができるような電子工作教材を開発していければと考える。