

ブレッドボードを用いた電源コンセント不要のリレー・シーケンス制御講座

三谷祐一郎*1, 中澤新吾*2

Public Lecture for Relay and Sequence Control on Using a Breadboard Without the Need for an Electric Outlet

MITANI Yuuichiroh*1 and NAKAZAWA Shingo*2

Abstract: An Open lecture was held for junior high school students who are interested in Numazu KOSEN on the 22nd of October in 2022. This is the first time to hold an open lecture for junior high school students in the Mechanical Department of Numazu KOSEN. Many graduates of the Mechanical Department engage in production engineering and they are generally required to learn the skill of relay and sequence control. That is to say, this open lecture is an exact introduction to the Mechanical Department. The contents of the lecture were consisting of basic logic "And", "Or" circuits, self-holding circuit, and on-off switching circuit by using the photo-micro sensor as a practical technique. The number of participants was 11, the lecture was about six hours. The result of the questionnaire of lecture shows that almost all of the participants were satisfied with what they studied and the lecture was effective to introduce the basic techniques of mechanical engineering and automation.

Key Words: Open lecture, Relay and sequence control, Breadboard, Production engineering, Automation

1. 緒言

2022年10月22日, 沼津高専機械工学科における中学生対象の公開講座「自動車等の生産ラインの制御回路を小さな電子パーツで体験しよう ～リレー回路の基礎 スイッチを押すとランプが消える・モータが止まる! ?～」を開催した。本校機械工学科において, 中学生を対象とした公開講座を実施したのは初めてのことである。講座の計画当初は, 本校の夏季休業中の最後の週である9月24日に実施予定であり, 募集定員20名に対して事前申し込みは16件あった。しかし当日, 台風の影響で急遽延期となり, その後再募集を行い, その結果11名の小中学生が参加した。参加者の内訳は, 小学6年生1名, 中学1年生3名, 2年生1名, 3年生6名であった。小学生は, 中学生対象の講座であることを承知のうえで参加した。講座に付き添った保護者が5名おり, 小中学生と合わせても定員の20名に収まったので, 保護者が来ている小中学生には保護者とペアになって実施してもらい, それ以外は小中学生同士でペアとした。講座の実施時間は, 午前9時に開始し, 昼の休憩1時間を挟み, 午後15時過ぎに終了した。その後, 実施内容等に関するアンケート調査を行い, 参加者からの反応は大変良好であった。なお事前準備として,

サポート学生3名に対し, 講座の資料を見せながら回路の作成練習を2時間程度行った。実施当日は, 機械工学科5年の教室を使用し, 使用する電子パーツ類は, 二人で1セットとして, 2台の机を横並びにして置いた。本講座では, すべての回路が乾電池駆動なので, 延長コードを用いたわずらわしい電源準備は不要である。また, 本講座における電子パーツ類は2018年度に実施した機械工学科1年生の科目「工学基礎Ⅱ」のために準備したものであり, 乾電池駆動は40名が同時に実施できるようにするための工夫であった。本講座内容は, その基礎的な部分を抜粋したものであり, 使用した電子部品等はほぼ同一である。この工学基礎Ⅱの授業はカリキュラムの見直しを受け, 残念ながらこの年のみの実施となった^[1]。そこで2019年度より中学生向けの講座への活用を計画し, 内容を修正して今回の実施に至った。

2. 使用した電子部品

表1に, 本講座にて使用した一人分の電子部品等のリストを示す。これらの部品は, 図1に示すパーツボックスに入れ, 二人一組で使用した。パーツはすべて, ブレッドボードに使用できるものを選定し, DCモータや電池スナッチ等, ケーブル先端が細すぎたり, 複雑になっているものについては, 自作ジャンパ線のコネクタおよびハウジングを, それらの先端に取り付けた。表1に示した個数は, 本講座にて作成した回路に必要な数であるが, パーツボックスには多数の予備

*1 機械工学科 Department of Mechanical Engineering

*2 技術室 Technical Support Division

を入れ、講座実施中に紛失した場合等に備えた。なお、2018年度に実施した工学基礎Ⅱにて用いた電子パーツもパーツボックスに入れたままとし、講座の中では、参考としてそれらのパーツの紹介をした。

表 1 使用物品リスト

No.	品名	個数
1	ブレッドボード	1
2	リレー	4
3	電子ブザー	1
5	フォトマイクロセンサ	1
6	DC モータ	1
7	LED	3
8	タクトスイッチ	4
9	固定抵抗	4
10	9V 乾電池	1
11	9V 乾電池用スナップ	1
12	1.5V 単 3 乾電池	1
13	単 3 乾電池ボックス	1
14	電解コンデンサ	1
15	積層セラミックコンデンサ	1
16	ダイオード	2
17	3 端子レギュレータ	1
18	ジャンパ線	多数
19	マイナスドライバ	1
20	ピンセット	1
21	ニッパー	1
22	ラジオペンチ	1
23	マルチテスタ	1

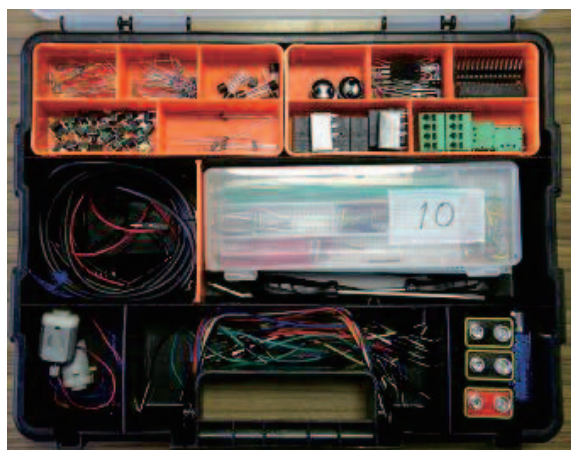


図 1 パーツ BOX (2 名分のパーツ)

3. 実施内容

講座は、以下のような内容で 1~16 の順に実施した。

- 1) 今日の講座の目標・スケジュール
- 2) 今日の講座内容は、どこで役立つのか?
- 3) 使用する電子パーツ類の確認・説明
- 4) 電源回路の作成
- 5) 抵抗・コンデンサ・ダイオードの役割 (説明)
- 6) LED の点灯 (1 個, 2 個 (並列つなぎ))
- 7) スイッチを用いた LED の点灯 (AND, OR 回路)
- 8) リレーを介したスイッチによる LED の点灯・消灯
- 9) リレーを用いたブザーの鳴動, DC モータの駆動
- 10) コインパーキング回路 (演習)
- 11) 自己保持回路・OFF スイッチ付き自己保持回路
- 12) フォトマイクロセンサによる LED の点灯
- 13) フォトマイクロセンサによる DC モータの駆動・スイッチによる停止 (実践問題)
- 14) 沼津高専機械工学科の紹介 (概要, 就職・進学状況, カリキュラム)
- 15) 何でも質問時間
- 16) 修了証書の授与

実施は、上記内容を 4 つに区切り、その区切りごとにおおよそ 1 時間半に 1 回休憩をはさんで、以下のように配分した。

表 2 実施内容の時間配分

時間	内容番号
9:00 ~ 10:30	1) ~ 7)
10:40 ~ 12:00	8) ~ 11)
13:00 ~ 14:35	11) ~ 13)
14:45 ~ 15:20	14) ~ 16)

以下簡単に、それぞれの実施内容を説明する。

1) 今日の講座の目標・スケジュール

講座の目標は、以下三つを挙げた。

- ① 新しいこと (生産ラインでの回路の知識) を学ぶ。
- ② 高専での授業の雰囲気を知る。
- ③ 機械工学科の概要を知る。

スケジュールは、おおよそ表 2 に示した内容を説明した。

2) 今日の講座内容は、どこで役立つのか?

シーケンス制御の応用例や、オムロン株式会社が全国高専に寄付した、FA ベーシックキットを使ったシーケンス制御事例を紹介した。

3) 使用する電子パーツ類の確認・説明

パーツボックスの写真を配布して、どこに何が入っているのか伝えながら、各パーツの写真を提示して説明した。その際、リレーや発光ダイオードのような重要なパーツは、仕組みの概要や使い方も合わせて紹介した。

4) 電源回路の作成

シーケンス回路の説明や作成に入る前にまず、図 2 に示す回路電源をブレッドボードに組んだ。ブレッドボードやジャンパ線の使い方を簡単に説明した後、図 2 を提示し、9V の乾電池の電圧を、本講座で作成する回路の仕様である 5V に下げる必要があることを伝え、回路を組む

際には、回路図ではなく、図 3 上のような回路作成途中の写真を示しながらブレッドボードのどこへ何を組み付けるのかが分かるように、ブレッドボードに書かれてある番号やアルファベットを用いて説明した。図 3 下は完成した電源回路を示しており、提示して配置を確認した。

5) 抵抗・コンデンサ・ダイオードの役割 (説明)

それぞれ、本講座との関連性を意識し、例えば以下の働

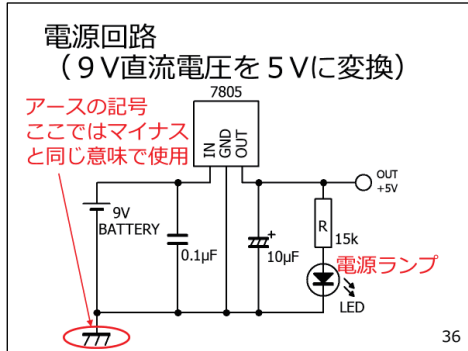


図 2 電源回路

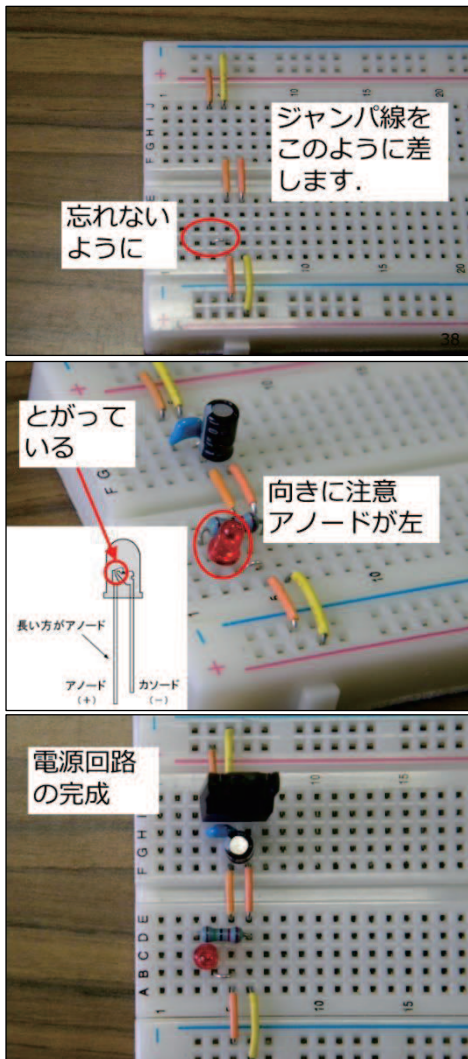


図 3 電源回路 (写真)

きを持つものとして紹介した。

<抵抗> LED の定格電流に合わせて選定し、LED に流れる電流を小さくする。

<コンデンサ> DC モータの入力端子に取り付けることで、DC モータから発せられる電気ノイズを防止する。

<ダイオード> リレーに掛かる電圧がゼロになった時、リレーを駆動するトランジスタを保護するために、一方へ電流を逃がす。

6) LED の点灯 (1 個, 2 個 (並列つなぎ))

抵抗と LED を組で用いることを伝え、まず、LED を 1 個点灯させる回路を例示して作成した。その後、LED を 2 個同時に点灯させる回路を練習問題として作成した。このとき、参加者の半数ほどは LED を直列につないだ回路を作成した。その結果、電池の残量によって、LED は光らないか、または暗く光った。ここで模範解答として並列回路を示して回路を作り直し、LED が直列回路より明るく光ることを確認した。一般に制御機器は、並列つなぎとすることで正しく動作することを伝えた。

7) スイッチを用いた LED の点灯 (AND, OR 回路)

まず、タクトスイッチの使い方を説明した後、タクトスイッチ 1 個を用い、スイッチが押されたら LED が点灯する回路を例示して作成した。次に、2 個のタクトスイッチ 個を用い、同時に押されたときに LED が点灯する AND 回路、どちらかが押されたら LED が点灯する OR 回路を作成した。この辺りから、回路を組むことを楽しんでいる様子が見受けられた。

8) リレーを介したスイッチによる LED の点灯・消灯

まず、図 4 に示すスライドを提示して、リレーとは何か概要を紹介した後、図 5 を示して、リレーの動作を、電流の流れを赤矢印で示して詳しく説明した。続いて、図 5 の写真を見ながら回路を作成し、タクトスイッチを押すと、リレーが音を出して切り替わる事を確認した。このと

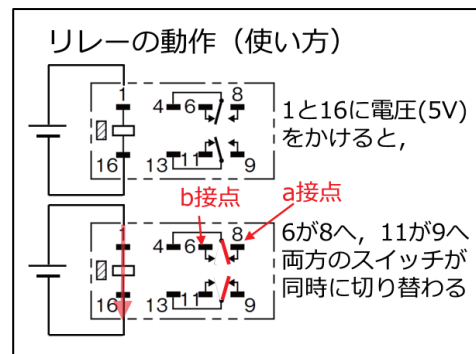


図 4 リレーの動作の説明用スライド

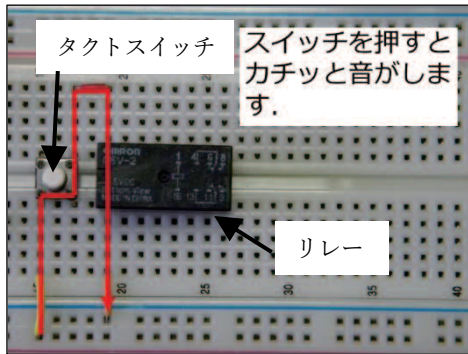


図 5 リレーの動作確認回路 (例)

き、受講者から小さな歓声が上がった。そして、リレーの a 接点および b 接点を利用して、6)で実施した LED を点灯させる回路を組み、タクトスイッチを押すことで、リレーを介した LED の点灯・消灯を行った。

9) リレーを用いたブザーの鳴動、DC モータの駆動

ここでは単に、8)で行った LED の点灯回路を、ブザーや DC モータを駆動する回路に交換することで、リレーを使って多様な出力装置の駆動ができることを確認した。なお DC モータの駆動は、電源回路によって作成した 5V に接続すると電流不足となるため、別途単 3 乾電池を用いた。

10) コインパーキング回路 (演習)

ここでいよいよ、論理演算を応用した本格的なリレー回路例である AND/OR 回路の典型例として、コインパーキング回路を問題として提示した。これは、企業における研修時の、リレー・シーケンス制御の基礎的な問題としても用いられることを伝え、長めに時間を取って演習した。ほぼ全員が完成したところで、図 6 に示す写真を提示し、a 接点および b 接点を用いた論理回路の一例であることを解説した。

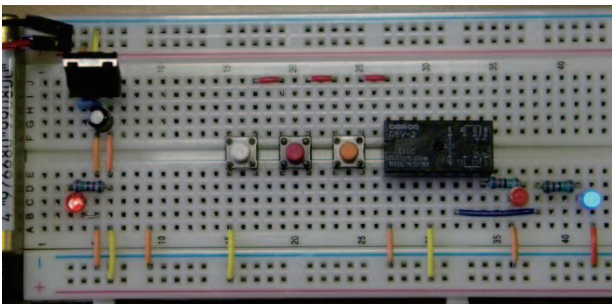


図 6 コインパーキング回路 (例)

11) 自己保持回路・OFF スイッチ付き自己保持回路

本講座の最難関である自己保持回路は、リレー・シーケンス制御に関する企業での研修においても、正答に至らない場合が少なくないことを伝え、回路の説明や作成に

かなり時間を割いた。やはり戸惑う受講者が多くいたので、サポート役がある程度回路の作成を手伝い、受講者には部分的に、あるいは最後の仕上げの部分のみを作ってもらう等、受講者の理解度や進捗状況を見て、臨機応変に対応した。図 7 は、自己保持回路の説明用として用意したスライドであり、自己保持する様子を、矢印を描いて説明した。

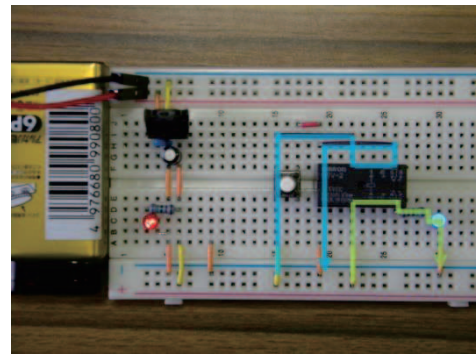


図 7 自己保持回路 (例)

12) フォトマイクロセンサによる LED の点灯

まず、フォトマイクロセンサの電源端子を接続するとセンサの発光部より赤い光を出し、それを物が遮ると、光が消えることを確認した。次に、図 8 のスライドを提示してフォトマイクロセンサの基本的な利用方法を説明し、回路を作成して動作確認した。普段扱ったことのない、生産現場で用いられるセンサの反応を見て、ここでも小さ

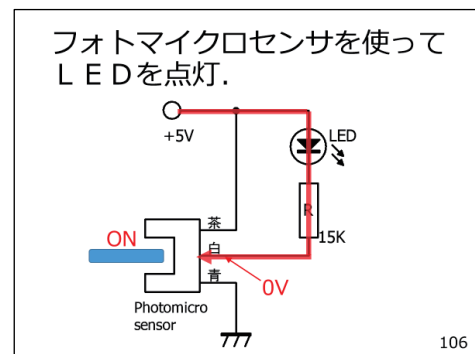


図 8 フォトマイクロセンサの使用例

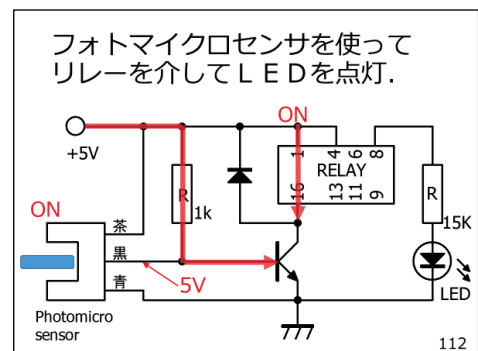


図 9 フォトマイクロセンサによるリレーの駆動

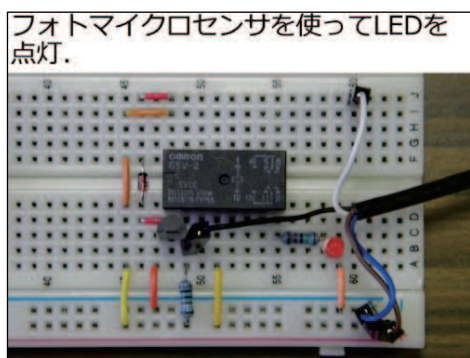


図 10 フォトマイクロセンサによるリレーの駆動 (写真)

な歓声が上がった。なお、フォトマイクロセンサにより直接リレーの駆動はできず、トランジスタを使用するので、詳細な説明は割愛して、図 9 に示す回路および図 10 の写真を提示して回路を作成した。

13) フォトマイクロセンサによる DC モータの駆動・スイッチによる停止 (実践問題)

実践的な総合問題として、図 11 のスライドに示した 2 問の課題を提示し、作成した。

生産ラインへの応用 (実践) 問題

1. フォトマイクロセンサが反応したら LED を点灯したままとし、押しボタンスイッチで消灯せよ。
2. フォトマイクロセンサが反応したらモータを回転させ、押しボタンスイッチで停止せよ。

ヒント：2 個目のリレーを自己保持せよ。

117

図 11 講座における最終問題

これができれば、本講座冒頭で紹介した、FA ベーシックキットを用いた、センサを用いたベルトコンベアによる搬送時の駆動と停止の制御システムのための回路に相当することを伝えた。フォトマイクロセンサによるリレーの駆動および、OFF スwitch付き自己保持回路の組み合わせが必要であり、リレーを 3 個使わなければならない。多くの受講生は苦勞して作成していたが、その一方で、中学 3 年生達の中には難なく作成した者もいた。

14) 沼津高専機械工学科の紹介 (概要、就職・進学状況、カリキュラム)

機械工学科の紹介として、学科のホームページに記載してある、学生・卒業生の活躍の記事を紹介した。また、就職・進学状況として、一日体験入学等で掲示しているポスターや学科のパフレットに掲載している、就職・進学状況 (人数、割合、主な進路) を紹介した。カリキュラム

は、1 年生の研修で用いた、学年ごとの科目リスト (必修・選択・実技の区分) を提示して紹介した。受講者の中で、特に父親が熱心に聞いていたのが印象的だった。

15) 何でも質問時間

講座の最後に、講座の内容をはじめ、機械工学科や沼津高専全体に関して、受講者が自由に質問する時間を設けた。いくつか出た質問の中で印象的だったのは、講座では配布資料が無かったが、ぜひ内容の復習をしたいので、何か資料をもらえないか、との要望が出たことである。事後に本講座の内容をホームページに掲載し、そこへ資料がダウンロードできるリンクを張る、と回答した。

16) 修了証書の授与

すべての内容が終了後、本校事務部にて製作した修了証書を一人ずつ授与した。この証書の授与は、事務部より講座を実施する講師に一任されていたが、受講者の誇らしそうな様子から、授与して良かったと感じた。

4. アンケート結果と考察

実施後に、実施内容についてのアンケートを取り、11 名中 8 名から回答があった。事務処理の効率化のために Web アンケート (事後に回答依頼) としているが、当日回答時間を設けるか、またはアンケート用紙の記載とした方が、参加者全員からの回答が期待できる。今後検討すべきと考える。

図 12 に、アンケートの集計結果を示す。なお、横軸はすべて回答件数であり、複数回答可の質問項目も含まれる。以下、回答について順に考察する。受講の理由は、全員が内容に興味があったと答えている。本校ホームページに掲載される、講座のタイトルや実施概要を魅力的なものとする事で、受講者を増やすことにつながると考えられる。受講者は受験を控えた 3 年生が多いが、1 年生から、または小学生の時から複数回受講する者も居ることから、講座を受講することで希望学科を決めるための判断材料としているように思える。電気や制御だけではなく、機械工学科ならではの講座も検討すべきであろう。講座の感想は、全員良かったと回答しており、おおむね良好であった。内容としても、興味深かった、普段できないことができた等、全調査項目で 4 件以上の該当があり、受講者の期待に応えられたと言える。なお 7 名は、内容はわかりやすかったと回答しているが、残り 1 名はとても難しかったとの印象だったようである。本講座は、機械工学科および電気電子工学科の 2 年生で学習することを学ぶ内容としたことから、その内容を正しく理解しようとする、当然中学生には難しく感じるはずである。講座の進め方として、難易度の高い練習問題については、ある程度正答を示しながら、または正しい回路の作成をサポートしながら実施したが、

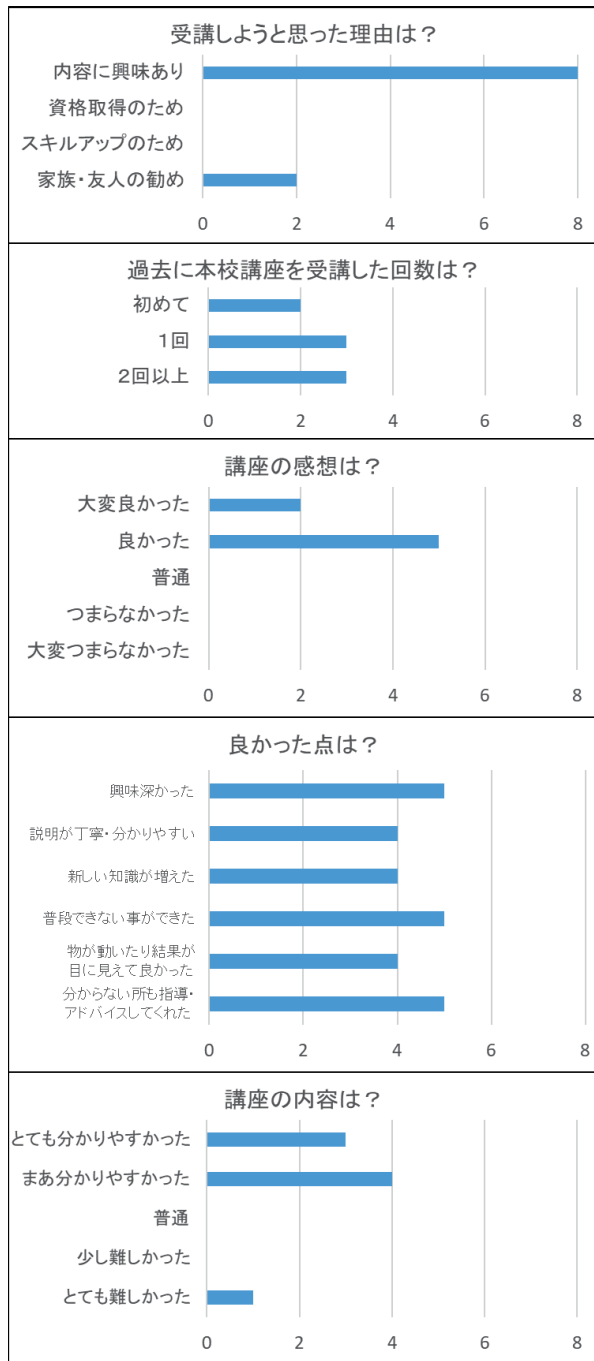


図 12 講座後のアンケート結果

おそらく、本質的な部分まで理解しようとした中学生がいたことによると思われる。以下、自由記述項目への主な意見を示す。

- リレーの仕組みを理解するのは難しかったけど、回路がうまく完成できて楽しかったです。
- 先生、高専生のみなさん、ありがとうございます。とても難しかったけれど、分かりやすく教えてくださったからうれしかったです。
- 楽しかったです。また行きたいなと思いました。
- とても興味深く、楽しく学ぶことができました。



図 13 講座の様子

図 13 に、講座実施中の様子を示す。終始、参加者は熱心に取り組んでくれていた。

5. 結言

2022 年度に初めて、機械工学科にて中学生対象の公開講座を実施した。本校を中学生にアピールする場として、7 月の「一日体験入学」、10 月の「中学生のための体験授業」、高専祭における「ミニ体験授業」がある。しかしそれらは、それぞれの実施企画における時間が決められており、長くても 1 時間半である。それに対して公開講座はほぼ一日、中学生やその保護者と接することができ、非常に大きな本校の PR の場のできる。そこで、実施内容の検討や準備には多くの時間をかけ、本校の授業の魅力を伝えられるように意識して取り組んだ。講座の中でとても印象的だったのは、保護者、特に母親がとても楽しそうに回路を作成していたことである。回路が思うように動作した時、「先生、できましたよ！」と嬉しそうに報告してくれた。おそらく、隣で悪戦苦闘しながら回路を作っていた中学生にも、その嬉しい気持ちは伝わったであろう。手を動かしながら、現場に必要な知識を学ぶ場として高専を知ってもらい、沼津高専を受験する中学生の増加に少しでも寄与できればと思う。

参考文献

- [1] 三谷・中澤・外園・西, マイコンを用いたリレー・シーケンス制御の学習の試み, 沼津工業高等専門学校研究報告第 53 号, 2018, pp.7-14