

遊び心をくすぐる仕組から学ぶ電子制御講座の構築 ～公開講座向けアトラクション型教材の開発～

○松浦 亮太、島田 大嗣、登 一
奈良工業高等専門学校 教育研究支援室

1. はじめに

科学教室や公開講座に参加する子供たちを対象として、玩具で遊びながら、電子制御の仕組みを学ぶことができるアトラクション型教材を開発する。本教材は、小学校の学習指導要領^[1]の電磁石の内容にも関連する産業用電磁リレーを組み合わせた電子制御システムとすることで仕組みを見える化し、自らの手で改造を加えて、遊びながら学びを深めることができる教材とする。

2. 教材のコンセプト

2.1 テーマ

本教材を用いた講座では、図1に示す卓上型アトラクションゲーム装置を製作する。全3ステップの学習を想定し、各ステップで以下の能力を養う。

- Step1: 与えられた手順書に従って、指示通りに回路を組み立てる能力
- Step2: 講師からの助言を受けて回路構成を変更して、与えられた課題を解決する能力
- Step3: 自らの力で回路構成を変更して、機能を向上するための改良を加える能力

2.2 仕様

本教材は、図1のようにスタート地点の上から導電性チェーンを垂らしてコースを通し、コースの壁となる電極とプレイヤーが操作するチェーンが接触しないようにゴール地点まで誘導するゲームである。チェーンがコースの壁に接触したら失敗として、ブザーを鳴らす。チェーンが壁に接触せずゴールまでたどり着ければ成功とする。

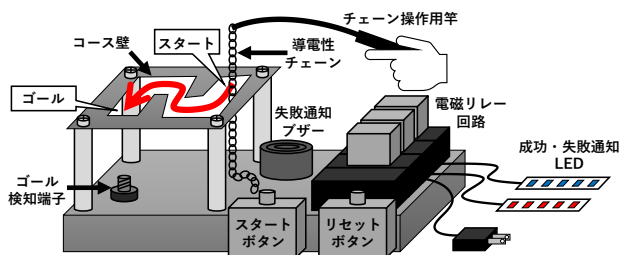


図1 本教材の構想図

動作は以下の4つの状態から構成され、それぞれの状態は表1の通りに遷移する。

(1) ゲーム開始待ち

電源が投入され、スタートボタンが押されるまでの状態である。この状態ではチェーンをいずれの位置に接触させても動作は変化しない。

(2) ゲーム中

ゲームが進行中の状態である。この状態でプレイヤーはチェーンをゴールに向かって誘導する。

(3) 失敗判定状態

チェーンがコースの壁に接触し、ゴールへの誘導に失敗した状態である。この状態では、失敗を表す色のLEDが点灯し、ブザーが鳴動する。

(4) 成功判定状態

チェーンの誘導に成功した状態である。この状態では、成功を表す色のLEDが点灯する。

表1 状態遷移の基本仕様(Step2)

遷移前	遷移後	状態遷移のトリガ
(1)	(2)	スタートボタン押下
(2)	(3)	チェーンとコース壁が接触
(2)	(4)	チェーンとゴール検知端子が接触
(2)(3)(4)	(1)	リセットボタン押下

3. 教材の設計

3.1 手順書に従った組立て (Step1)

図2に示す回路で、オンディレイタイマ LY4、LY4(1)が未配線、b 接点 LY1(3)、LY2(3)が配線で常時短絡した回路を構築する。Step1の回路では、以下の2点の仕様から外れた課題点が含まれている。

- ・ (3)失敗判定状態においてチェーンとゴール検知端子が接触すると、(4)成功判定状態へ遷移
- ・ (4)成功判定状態においてチェーンが壁面に触れると、チェーンと壁面が触れている間は成功・失敗を表す全てのLEDが点灯し、ブザーが鳴動

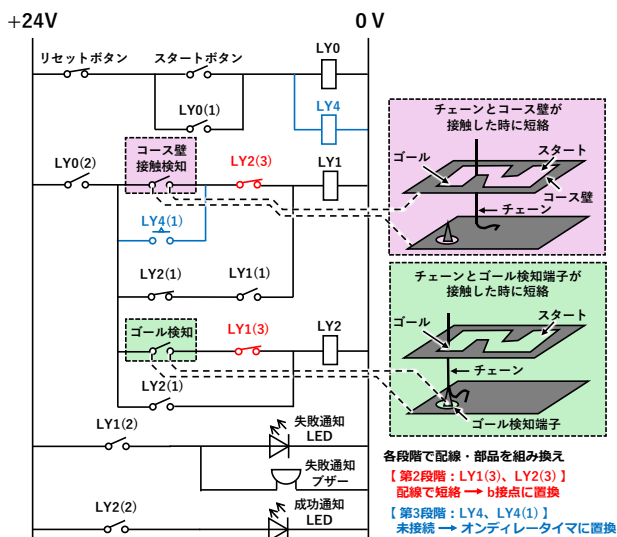


図2 Step3で構築する回路(基本仕様を拡張)

3.2 講師の助言に基づく改良 (Step2)

図2に示す回路で、オンディレイタイマ LY4、LY4(1)が未配線で、b 接点 LY1(3)、LY2(3)を追加した回路を構築する。Step2の回路では、Step1で含まれていた課題点が解消され、仕様通りの動作を実現する。

3.3 自らの力で改良 (Step3)

図2に示す回路を構築する。Step3の回路では、オンディレイタイマを追加して制限時間を設定し、設定された時間よりも長く(2)ゲーム中の状態が続いた場合に、自動的に制限時間超過として(3)失敗判定状態に遷移する機能を追加する。

4. 試作と改善

4.1 安全性の配慮

図3に示すように、第1次試作機の筐体を構成するステンレス板の縁が鋭利であるという問題が明らかになった。また、+24Vに帯電するステンレス板にも鋭利な部分が存在し、皮膚に刺さった際に感電する恐れがある。これらの問題を解決するために、ステンレス板は鋭利な縁がないように対策した。

4.2 コスト削減及び教育効果の向上

学習者が自ら部材を調達して改造を加えるためには、子供でも扱いやすく、低価格で入手しやすい部材で製作できることが望ましい。図3のように、以下の工夫を施し、教育効果を向上した上、教材の単価を初期計画段階の3分の1の価格(Step2で約5000円)に削減した。

- 配線を単線にすることで末端処理を省略し、手順と材料費を削減した。また、筐体は一般的な工作教材で使われている樹脂製リベットを用いて構築することで、分解・組立の利便性を向上した。

- 100円均一ショップで入手可能な小物を、筐体の材料として転用することで、材料費を削減しながら耐久性を向上するとともに、学習者に柔軟な発想でのものづくりを促す。
- 3Dプリンタを活用したパーツを独自製作することで、デジタルものづくりの実例を示しながら、材料費の削減と機能の向上を図った。
- 一般的な制御機器よりも耐久性や信頼性への要求は低いため、電源や電磁リレー、スイッチ等は大手制御機器メーカーの製品の互換品を採用した。
- 手で扱う小型の教材であるため、一般的な制御機器で使用されるDINレールは省略し、高輝度テープLEDは小型LEDパイロットランプへ変更した。

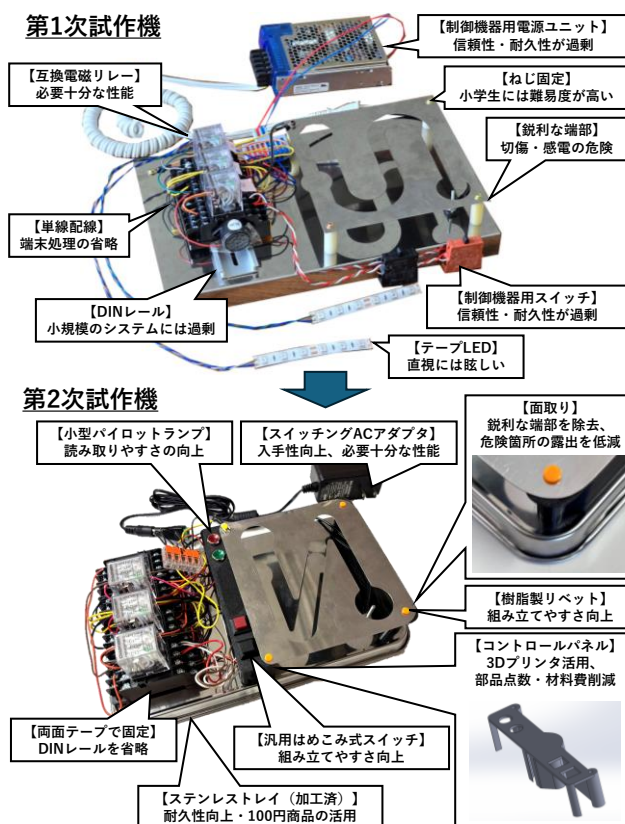


図3 コスト削減及び教育効果の向上

5. 今後の展望

学習者がより手軽に改造を加えて学び続けられるように教材を改良する。ステンレス製のコースは、家庭でも加工しやすいアルミホイルや厚紙、導電性塗料等で代用することを検討する。これらの検討ののち最適な仕様を決定し、教育効果や安全性を確認し、実際の公開講座に活用する予定である。

参考文献

- [1] 文部科学省: 小学校学習指導要領(平成29年)、p103.