

若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス職種」への取り組み

Efforts For Skill “Mechatronics” in Youth Monozukuri Skills Competition

電気エネルギー制御科
小沢 浩二 山中 光樹

[要約]

当校の電気エネルギー制御科では、メカトロニクス技術者を育成するために、若年者ものづくり競技大会を活用し、メカトロニクス技能教育訓練を実施している。平成26年から連続して、参加してきたので、現状報告を行う。

1. はじめに

若年者ものづくり技能に対する意識を高め、若年者を一人前の技能労働者に育成していくためには、技能習得の目標を付与するとともに、技能を競う場が必要である。このため、職業能力開発施設、工業高等学校等において、原則として、技能を習得中の企業等に就業していない20歳以下の若年者を対象に「若年者ものづくり競技大会」(以下「大会」という。)を開催し、これら若年者に目標を付与し、技能を向上させることにより若年者の就業促進を図り、併せて若年技能者の裾野の拡大を図っている。

大会の職種は、15種類あり、その中の「メカトロニクス」職種は、工場の自動生産設備を模擬した競技用FAモデルを用い、設備の改造、調整、プログラミングや保守を行う。そのため、機械工学、電子工学、情報工学などが融合した技術分野であり、この職種は、幅広い知識と技能・技術が要求される競技種目である。センサ、モータ、空気圧回路、制御装置、制御プログラミングなどを用いて、機械システムを自在に制御する。現在の生産現場では、メカトロニクス技術を応用した自動化や生産管理により、危険性の高い作業現場の無人化、製品の高度な品質管理、多品種少量生産などを実現している。

当校の専門課程電気エネルギー制御科で技能・技術を習得する、自動化制御プログラミング、PLC制御(プログラミング・通信・タッチパネル)、機器組立・配線技術、作業効率の向上、メンテナンス技術等を活かすことができる。生産工程を自動化するだけでなく、製品の品質、生産量、生産コスト、納期などの管理に役立ち、工場内の自動生産と生産管理に貢献し、生産技

術の発展を担うことが想定できる。

上位入賞(3位まで)すると全国大会(技能五輪)へ参加することが可能であり、有意義な大会と言える。

この職種は、選手2名でチームを組み参加するため、チームワークが要求される競技であり、技能・技術だけでなく、コミュニケーションスキルも向上することができる。

また、各チーム1人審査員を選出し、他校を採点する。オープン・フェアの精神を原則とし、常に競技委員と参加チームがコミュニケーションを密に取り、競技運営を円滑に実施できるよう協力しあっている。

2. 競技模擬生産設備システムと課題

2-1 競技模擬生産設備システム

メカトロニクス職種の競技システムとして、フェスト社製モジュラー形プロダクションシステム(以下MPS)を使用する。図1にシステムの構成を示す。これは、工場の自動化設備を模した装置である。様々なセンサからの情報を元に空気圧シリンダ、ベルトコンベアなどの機器を自動制御し、製品に相当する直径4[cm]のワークを搬送する。

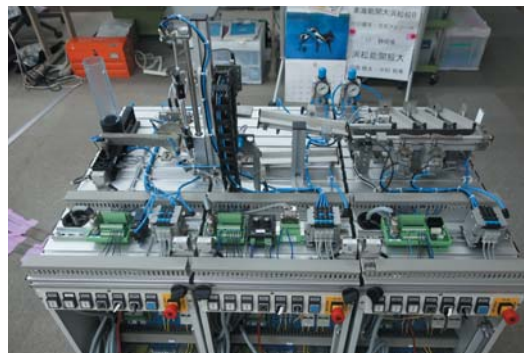


図1 競技模擬生産設備システム(CVer)

このシステムはワーク(部品)を搬送する搬送ステーション(DIS sta.)、ワークを選別する選別ステーション(TEST sta.)、ワークを分類する分類ステーション(SORT sta.)の3つのステーションから構成されている。各ステーションには、制御装置として PLC が設置されている。

2-2 課題

課題は、3つあり、第1課題はネットワーク運転(生産設備の機械装置、電気回路、空気圧回路を組み換え、調整を行い(図2)、仕様書通りのプログラムの作成)、第2課題はトラブルシューティング(生産設備の不具合を特定し修復)、第3課題はメンテナンス(生産設備の機能の維持・向上するための保全作業)である。競技時間は、第1課題2時間、第2課題30分、第3課題1時間30分であり、課題をクリアするだけでなく、速さと正確さが必要となる。全ての競技課題は非公表である。大会は2日間あり、1日目は、機器の競技設備等の搬入・動作確認、開会式、設備仕様チェック、メモリクリア、2日目に競技会、競技設備等の片付け・搬出となる。設備チェックを早く終わらせ、休む時間を多く取ることにより、万全の状態で開催を迎えることができるかなど、時間管理が重要となる。

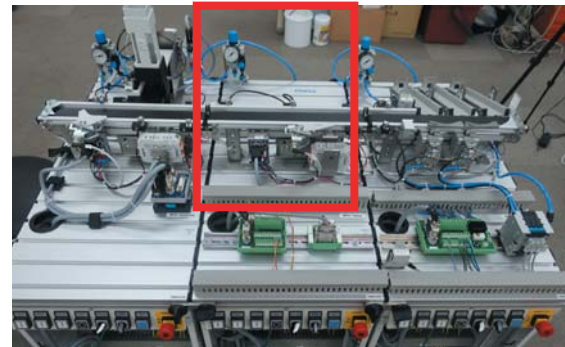
3. 大会への参加

3-1 参加目的

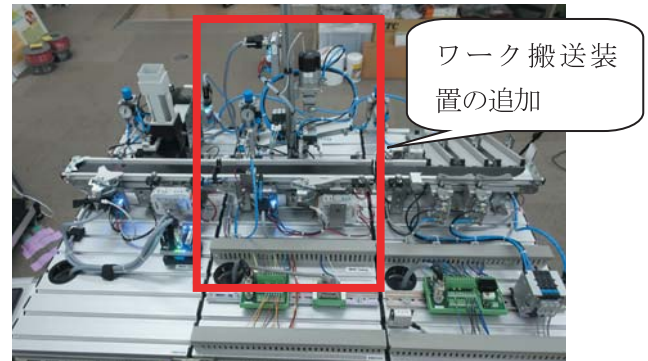
電気エネルギー制御科として、ものづくり教育を通して実践技術者を育成することを目的にカリキュラムを構成しており、その実践の場として大会へ参加している。また、課題をクリアすればよいということではなく、“心技体”を培うよう指導している。心「mind」で、責任感・気力・やり抜く心、技「technique」で、コミュニケーション能力・他に追従を許さない専門性スキル・創意工夫・気づき、体「physical strength」で、強靭性、柔軟性、バランス感覚に優れている体・取り組む姿勢を、校・県を代表して出場する選手に望む必要があり、かつ指導していく必要があると考え実践している。

3-2 参加状況

初年度(平成26年度)の練習開始は大会応募が始まった4月からとなったが、この時期は選手の就職活動と重なり練習時間が取れず、本格的に練習を始めたの



(a) 基本設備状態



(b) 第1課題(完成後)

図2 第1課題でのシステム外観(2019年度)

は6月からなった。当校にMPSは所有していたが、5年以上動作させていなかったため、競技会へ持ち込み、ハードウェア(メカ)、プログラミングを調整するところから始めた。しかし、競技への知識もなく情報も少なかったため、出場していた東海職業能力開発高等学校(以下東海能開大)から情報を頂き、ハードウェアの調整、工具や機器の準備を行い、どうにか参加した。大会では、開会式後行われる設備チェックにおいて、持ち込み機器の状態が悪く、時間がかかり、大会前に選手が疲労した状態になり、大会前の準備の重要性を

表1 大会出場状況

大会	場所	順位/チーム数
14回 (R元)	福岡	21 / 28
13回 (H30)	石川	8 / 28(特別賞 受賞)
12回 (H29) (2チーム出場)	愛知	7 / 34
		10 / 34
11回 (H28)	沖縄	19 / 26
10回 (H27)	山形	20 / 24
9回 (H26)	山形	23 / 26



図3 大会の様子(2019年 福岡マリンメッセにて)

理解した。表1に今までの大会の出場状況を示す。参加してから4年目に第1課題をクリアすることができ、5年目には、「職業能力開発総合大学校長 特別賞」を受賞することができた。これまで取り組んできたことが少しずつ実を結んできたことを感じることができた(図3)。

4. 練習

4-1 指導計画

当機構の大学校(専門課程+応用課程)から参加しているチームは、1年生の1月に選手を選考し、3月から練習を開始するところが多い。しかし、短大(専門課程のみ)では、その間に就職活動(3~5月)があり、3月から練習を開始すると練習量が不足する。そのため、9月から練習を開始し、練習時間を確保した。

また、選手の自主性を考慮し、指導者は選手の「やる気」を引き出す指導方法を検討しながら実施している。

4-2 練習内容

練習では、以下の技能・技術の習得が必要となる。競技の課題から必要とされる技能技術、専門課程標準カリキュラムで習得する要素を分析して決定した。その上で指導計画を立て実施した。

- ①プログラミング作成能力(SFC言語、FAネットワーク、AD変換)
- ②競技用システムの分解・組立能力
- ③競技用システムの配線能力
- ④競技用システムの配管能力(空気圧システム)
- ⑤プログラムの実行とデバッグ能力
- ⑥メカトロニクス全般(機構)に関する知識

⑦トラブルに関する問題解決能力

大会前には、過去課題を実施し、課題の考え方、時間の使い方を習得する。

電気エネルギー制御技術科の標準的カリキュラムの3つの仕上がり像の1つに制御技術があり、このカリキュラムは、シーケンス制御、制御機器の取り扱いおよびソフトウェアが主体のため、機械要素に関するカリキュラムが少ない。特に機構部品の組立・調整力などの機械要素の技能・技術が不足している。そのため、機械要素の技能・技術を最初に習得し、機構の理解・工具の使い方を理解してもらってから始めている。

5. 練習会への参加

5-1 機構内 訓練会

2年目より、東海能開大と連携を取り、大会前に訓練会を実施した(図4)。校内で、若年者ものづくり競技大会に参加する選手は少なく、どのレベルまで上達しているかがわからない。また、2人で練習していると他のクラスメートはアルバイトなどを実施している中、辛い練習を実施していると孤立した感じになり疲労してしまうことがあるため、同じ目的・境遇を持った、他校の選手と会話を交わすことで、多くの仲間がいることを感じ取ってもらう環境を整備した(選手のみ懇親会を実施している)。技能・技術の向上はもちろんのこと、選手間で情報交換を行い、仲間意識を高め、モチベーションの維持にも貢献している。大会当日も、選手間で話すことにより、緊張感を取り除く意味もある。

その後、千葉職業能力開発短期大学校、北陸職業能力開発大学校、新潟職業能力開発短期大学校が参加し、北海道職業能力開発大学校、九州職業能力開発大学校、



図4 訓練会(2018年 東海能開大)



図5 ユースメカトロニクス大会(2018年)

川内職業能力開発短期大学校から指導者に来ていただき、当機構内の指導者のつながりを作ることもでき、大会へ初参加する敷居を下げることができたと思う。現在は、3月と6月の年2回、訓練会を実施している。1回目は情報交換、2回目は大会当日を意識し、大会と同じスケジュールでの課題を実施することで、実践力を養う。

5-2 ユースメカトロニクス大会

東海能開大が主催する、ポリテックビジョンの一環として実施している、ユースメカトロニクス大会へ参加を継続している。MPSの機器の搬入・搬出・準備、大会と同じ課題を実施することで、実践力を付けるのに役立っている。昨年は、イオンタウン大垣で開催され、優勝することができた(図5)。

6. 広報活動

選手の技能・技術向上はもちろんのこと、この職種に出場したいという高校生に入校してもらうため、広報に力を入れている。オープンキャンパス時には、選手の練習を直接見られるようにしている。また、当校の知名度を向上させ、応募率の向上にも貢献する。下記のように積極的に広報を実施している。

- ①Facebookへの投稿(日々の練習状況)
- ②ホームページへの記事の記載(訓練会、壮行会、大会参加)
- ③校内ポスター展示
- ④学校・科名の記載(ユニフォーム、使用機器など)(図6)
- ④展示会での展示・デモンストレーション(ポリテックビジョン、ユースメカトロニクス大会、親子も



図6 ユニフォーム(県支給)(2019年)



図7 展示(イオンタウン大垣)(2018年)

のづくり教室など)(図7)

7. おわりに

修了した選手から、機会があればもう一度選手で大会に出たい、大会へ出場することで得た経験は社会人になって役に立っているとってもらえることができ、指導者として喜ばしいことである。しかし、いまだに入賞ができていないため、心技体の信念を前提として、結果にも拘り、入賞すること目標にしたい。また、指導者の人材育成にも取り組んでいきたい。

[参考文献]

- (1) 中央職業能力開発協会
<https://www.javada.or.jp/jyakunen20/>
 (2019.10.16)
- (2) FESTO 株式会社教育事業部
<https://www.festo-didactic.jp/jp-ja/news/14.htm?fbid=anAuamEuNTYwLjE4LjE2LjU5ODE>
 (2019.10.16)

S L 理論を取り入れた総合制作実習

— 半自動炒め機の製作 —

General Production Practice report incorporating Situational Leadership Theory
 -Trial Production of Semi-Automatic Stir-fry Machine-

電気エネルギー制御科
 山中 光樹、浅井 隆久

【要約】

S L 理論に基づいた指導法により総合制作実習を進めたことで、学生は主体的に活動し、年間を通して高いモチベーションを維持しながら取り組むことができた。また近年、外食や中食の割合が増えている中で、料理への興味・関心をもってもらうため半自動炒め機の製作を進めた。その指導内容と成果物について報告する。

1. はじめに

新卒者向け職業訓練では、S L 理論 (Situational Leadership Theory) に基づいた指導方法が強く浸透している。S L 理論では、横軸をリーダーが行う業務指示の必要性、縦軸をリーダーからの援助行動の高さ (コミュニケーション) として4象限に分けられ、S 1 から S 4 までを段階的に進めて指導する⁽¹⁾。S 1 から S 4 の状況において、学生の能力を高めていくための指導員の行動が考えられる。総合制作実習では、S L 理論が特に有効に働き、学生の成熟度に応じて指導することで、制作の進行だけでなく新しい技術や知識の習得をモチベーションの高い状態で遂行することができる。S L 理論を用いて総合制作実習を進めたので、その取り組みについて報告する。

また近年、外食や中食の割合が増加している。学生自身も含め、料理への興味・関心をもってもらうために半自動炒め機の製作を進めた。その成果物についても報告する。

2. S L 理論

S L 理論では、図1に示すS 1 から学生の成長に合わせ、S 2、S 3、S 4 と段階的に指導方法を変えながら学生を成長させていく。この段階に応じた取り組みを以下のように実施した。

2-1 指示型リーダーシップ (S 1 型)

S 1 段階で指導員は、具体的な指示を出し、制作の取り組みをきめ細かく監視する行動をとる。

学生の状態としては、モチベーションが高いが制作するために必要な知識、技術が足りない、成熟度が低い状態である。制作するテーマが決定し、課題完成の意欲があるが、制作の進行方法や各種機器、工作方法などの知識、技術が身につけていない4月～6月が当

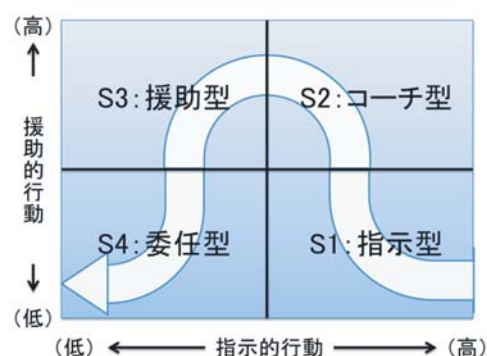


図1 S L 理論

てはまる。

制作物を早期に目に見える形にするための基礎訓練として、3次元CADの講習を行った。モチベーションは高い状態であるので、単調な内容が続く訓練でもしっかり習得できていた。また、3次元CADで不備があると細かく説明し訂正を促す、加工や試作を進める中でも手順を丁寧に説明するなどして実習を進め、技術を身に付けてもらった。

2-2 コーチ型リーダーシップ (S 2 型)

S 2 段階で指導員は、S 1 段階の内容に加え学生自らに提案させ、学生の疑問や質問に応え、前進するようにアドバイスしていく (図2)。

学生の状態として、総合制作実習の取り組み方に慣れ、グループ内で意思決定ができるようになってきた7月～9月頃がS 2 段階となる。S 1 段階で指導員が制作の進め方や各種機器の使用法などを指導することで、お互いの信頼関係も高まっている。

制作の進行は、習得したCADの技術を用いて、具体的な制作物を「目に見える形」として確認することができた(図3)。電気エネルギー制御科の学生が得意とするモータ制御技術を「どこ」に使うかが明確になり、モチベーションを高くした状態で取り組むことができた。機材の選定を学生とともに進めることで、学生の意思を尊重しつつ、制作をさらに進行させた。

2-3 援助型リーダーシップ(S3型)

この段階での学生は、ある程度の技術力、行動力が身につけている状態である。しかし、S2段階を終えた10月以降に主体的に行動できない学生に対して、支援をする必要がある場合にS3段階が有効となる。

主体的に行動できないが、電気配線やレーザ加工、各種工作、CAD設計などができるため、その活躍を褒めることで自信を持ってもらった。また、意思決定に悩んでいる場合には、話を聞き丁寧にアドバイスするが、決定を学生に委ねることで自信をつけて取り組んでもらうことができた。学生は自信がついたことで、自発的に作業内容や仕様を決めながら制作を進めることができた。

2-4 委任型リーダーシップ(S4型)

S4段階では、仕事遂行の責任をゆだねる必要がある。指導員としては、間違ったりやり方やトラブルが発生した際にアドバイスを行うことで学生の成長を促した。10月以降から完成までがこの段階となる。

責任感を持たせるために個人に役割を持たせ、グループ内でコミュニケーションを取りながら進めてもらった(図4)。個人で役割があるためプレッシャーを感じるところがあったようだが、それぞれが役割を果たしたことで組みあがった時の達成感は大きかったと感じられた。

3. 制作物(半自動炒め機)

3-1 制作課題の開発経緯

「自動機」をテーマに5名の学生が1つのグループとして取り組んだ。電気エネルギー制御科として、制御およびモータを取り入れる条件を提示した上で、学生の話し合いによって課題設定を進めた。課題を決めていく中で、制作する機器により何かが作られる、見ていて楽しい、誰でも使えるもの、という案により「半自動炒め機」の製作が決定した。また近年、外食や中食をする人が増え、自炊する人の割合が減っているとのデータがある。手軽に料理でき、調理する楽しさを知ってもらうきっかけにもつながると考え課題を設定した。



図2 アドバイスの実施

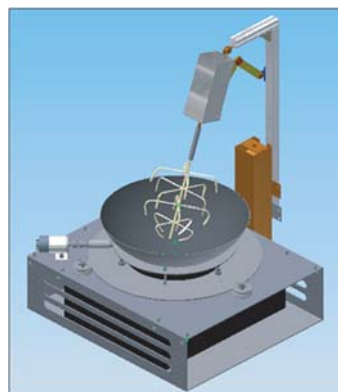


図3 3次元CAD図(完成イメージ)



図4 学生同士で決定(12月)

3-2 仕様

半自動炒め機は表1の仕様とした。炒める料理として、具材の攪拌を行うチャーハンを選定し、1~3人前の量を仕様とした。火力元をカセットガスコンロとして、AC100[V]電源があればどこでも調理できることを想定した。制御機器にPLC、操作機器にタッチパネル、押しボタンを使用する。

3-3 装置について

製作する半自動炒め機は、鍋と攪拌棒が回転することによって材料を攪拌する。そのため装置を鍋回転部(下部)と攪拌部(上部)に分けて制作を行った。また、制作班を3名と2名に分け、各部で制作を進めた。

表 1 本体仕様

項目	内容
外観寸法	幅 480×奥行 390×高さ 610[mm]
重量	8[kg]
筐体材質	ステンレス (SUS304) アルミ (A5052)
電源	AC100[V]、DC24[V]
制御機器	PLC (三菱電機製 FX3G)
動力	DC24V ブラシ付モータ×2
火力元	カセットコンロ
機能	調理操作表示、調理時間設定、 材料攪拌、タッチパネル操作、 押しボタン操作

3-3-1 鍋回転部

台や鍋を置く円盤などはSUS304を使用し、学生がそれぞれに設計を担当できるように1つずつのパーツに分けて取り組んだ。

モータからの動力をウレタンローラに伝え円盤を回転させる機構を採用した。円盤横に取り付けた3つのY型ガイドローラによって回転を補助している。鍋本体の回転は、動力のモータをPWM制御し、7.5～41.3[rpm]で速度調整ができ、タッチパネルにて6段階の速度変更が可能となっている。

図5は鍋回転部の写真である。

3-3-2 攪拌部

モータの先に攪拌棒を接続しており、攪拌棒を回転させて食材をかき混ぜる機構となっている。攪拌棒の回転はモータをPWM制御し、75～570[rpm]で変更することができる。鍋回転と同様にタッチパネルにて6段階で変更可能となっている。

攪拌棒の接続箇所にボールプランジヤを使用したことで、簡単に取り外して異なる形状のものに変えることができる。また、攪拌機の角度や高さを調節できるようにトルクステアと昇降装置を利用した。

図6は攪拌部の写真である。

3-3-3 制御部

AC100[V]で動作する。制御盤内に直流安定化電源24[V]を設置し、DCモータ、タッチパネル、ランプ、ブザーの電源としている。制作した制御盤の写真を図7、操作用パネルを図8に示す。展示用に透明のアクリル板を使用している。操作用パネルには、タッチパネルと押しボタン、ランプ、ブザーを取り付けている。タッチパネルには操作順序が表示され、スイッチが光

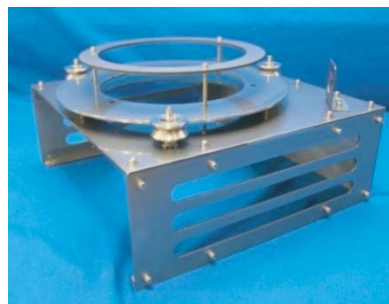


図 5 鍋回転部

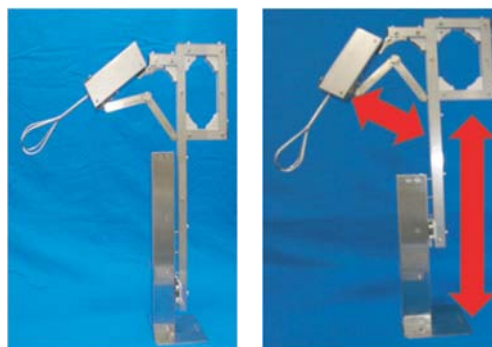


図 6 攪拌部

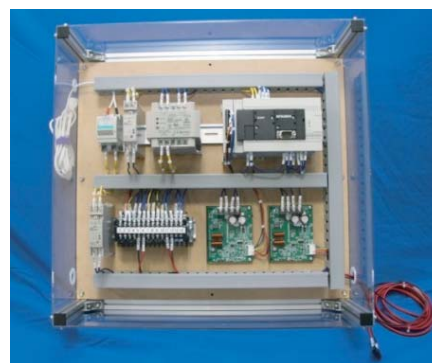


図 7 制御盤



図 8 操作パネル

ることで操作をわかりやすくしている。

3-4 機器の評価

制作した半自動炒め機について、適切な回転数を決定するため材料の攪拌具合の実験を行った。鍋の回転および攪拌棒の回転数を表示し、図を作成した。横軸を材料の混ざり具合、縦軸を食材の飛び出しとして図

9に示す。攪拌物として5色の球を計100個使用することで攪拌具合を確認した。写真を並べることで視覚的に分析することができたため、学生にも判断しやすかったと感じられた。しかし、実験で使用した球は、実際の材料よりもサイズ、粘性、水気、質量が異なるため判断材料にはならないとの指摘も受けた。今後、同様の実験を行う際は、材料に類似したものを使用し検討を進めていきたい。

4. S L理論を取り入れた評価

制作を行った5名の学生に対し、当機構で取り組んでいる「総合制作実習の授業アンケート票」により実習を評価してもらった。集計結果を表2に示す。実習のテーマに対する取り組みや興味は全員が高く感じていた。また教員との意思疎通については、傍にいたが任せる場面が多かったことから「どちらかといえばはい」の人数が増えてしまった。今後S L理論を使用した指導をする際は、指導の意図を説明した上で総合制作に取り組んでもらう必要があると考える。

5. おわりに

S L理論を用いて、総合制作実習を進めたことにより学生主体で制作を進めることができ、年間を通して学生のモチベーションは高い状態を維持することができたと考える。半自動炒め機の全体を図10に示す。

また、学生に主体性を持って取り組んでもらったことで、特筆すべきものではないがユニークな作品となり、新聞社2社様から取材を受け、新聞に掲載していただいた。そのときの掲載記事を図11に示す。

短期大学校での学生の集大成である総合制作実習は、期限や技術に大きな壁を感じることも多々あるが、それを乗り越え自分で考えながら制作を進めてきた学生の今後の活躍が楽しみである。

表2 学生の評価結果 (5名)

設問	回答	
あなたはこの実習テーマについて積極的に取り組んでいますか？	はい	4
	どちらかといえばはい	1
	どちらかといえばいい・いいえ	0
あなたはこの実習テーマに興味を持っていますか？	はい	4
	どちらかといえばはい	1
	どちらかといえばいい・いいえ	0
あなたは教員との意思疎通は図れていますか？	はい	3
	どちらかといえばはい	2
	どちらかといえばいい・いいえ	0



図10 制作した半自動炒め機



静岡新聞掲載記事

中日新聞掲載記事

(2019年2月23日掲載)

図11 新聞掲載記事

[参考文献]

- (1) P・ハーシィ、K・H・ブランチャード、D・E・ジョンソン：入門から応用へ行動科学の展開、pp184-226 (2000)

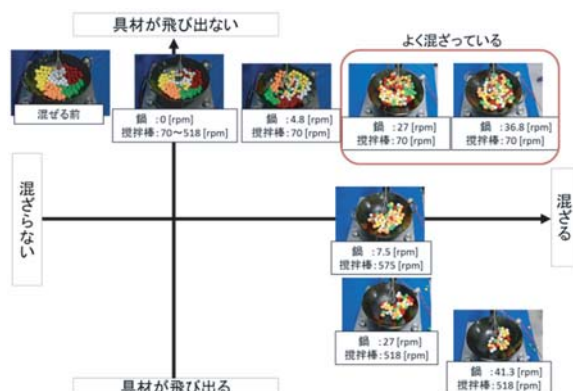


図9 攪拌具合の実験

PIC マイコンを用いた組み込みシステム教材の開発と

教育訓練及びその効果に関する考察

Consideration on development of teaching materials for an embedded system using PIC microcomputer, its educational training and effects

電子情報技術科
橋本 隆志

[要約]

電子情報技術科の役割としては、電子技術、情報技術、通信技術を統合して、さまざまな機器を制御する「組み込みシステム」が構築できる技術者を養成している。平成29年度当時のカリキュラム内容だと最新の現場の環境に対応するには、使われているマイコンの主流の変遷、通信関係の機能の拡充など、技術的にやや不足する部分があり、それを補えるようにカリキュラムの内容の変更ならびに対応した教材が必要と考え、新規教材の開発に着手、平成30年度に運用し教育効果の評価と問題点の改善を実施した。

1. はじめに

今回新規教材を開発検討した理由としては、多彩な環境に対応できる組み込みシステム技術者を養成するために必要と思われたからである。

電子情報技術科の役割として、組み込みシステムが構築できる技術者を養成することが挙げられる。

組み込みシステムとはマイクロコンピュータ（あるいはマイクロコントローラ、以後マイコンと省略、図1参照）にソフトウェアを組み込んで、さまざまな機器を制御するものであり、小さなものではマウスやTVリモコン、冷蔵庫やエアコンなどの家電製品（図2参照）、大きなものでは複数のマイコンを組み合わせ、自動車、航空機、船舶、製造プラントの制御など、さまざまな分野で利用されている

その組み込みシステムを学ぶ上での基本カリキュラムとして、計算機命令実習、マイクロコンピュータ工学、マイクロコンピュータ工学実習などの授業で、組み込み技術を指導している。しかし現行のカリキュラムでは2年間を通してH8シリーズのマイコンしか使用しておらず、ほかのARM系やPIC系マイコンに触れる機会がない。そのため修了後現場に赴いて初めて接することになり、使い方を修得するにはそれなりの習熟期間を要することが考えられる。

また、当校では年2回、組み込みシステムを使う外部の大会（静岡県ものづくり競技大会、若年者ものづくり競技大会）に参加しており、その際に使用される



図1 PIC マイコンの例(PIC18F4520)



図2 PIC マイコンの使い方⁽²⁾

マイコンはPIC系マイコンであり、良い成績を得るためには事前練習が不可欠で、PIC系マイコンの取り扱いに精通しておくことが望ましい。

さらに加えて、平成30年度職業訓練教材コンクールの応募要請も来ていた為、完成した教材の外部評価を受けることもできる良い機会でもあり、開発に取り組むこととなった。



図3 MA303 マイコンボード

2. 開発方針

2-1 ハードウェアの基本方針

PIC系マイコンの指導を行うにあたり、まず問題になったのは指導用の機材がないことであった。当初自作も検討したが、PIC系マイコンは業界で広く普及しているため、評価ボードが何種類も発売されていて選択肢も多く、市販ボードの方が壊れにくく機能が安定しているため市販ボードを購入して利用することを検討した。しかしさまざまなボードを検索したが教育したい項目（2-2参照）を十分に満たせるボードは存在しなかった。

そこで、学生にとっての取り扱いやすさ、費用対効果、入手の可否、導入実績などを勘案して、マイクロアプリケーションラボラトリー⁽⁴⁾のMA303(図3参照)を導入し、機能の不足部分のみ自作ボード(図4参照)を追加して対応することとした。

2-2 ソフトウェアの基本方針

PIC系マイコンの教育案として、以下の項目を満たす教材が必要と考えた⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

- (1) PICマイコンの基礎知識
- (2) PICマイコンからのデジタル出力
- (3) PICマイコンへのデジタル入力
- (4) PICマイコンからのアナログ出力
- (5) PICマイコンへのアナログ入力
- (6) 割り込み制御
- (7) タイマー制御 (PWM制御)

特に(2)デジタル出力に関しては、市販機器で広く使われている「7セグメントLEDの制御」、(3)デジタル入力に関しては、キーボードなどで頻繁に使われている「マトリクス入力制御」は指導しておきたい。

それを実現するにはMA303の機能だけでは不足な

ので、対応できる自作ボード(図4参照)を追加して対応することとした。

さらに、最近の学生は工業科だけではなく普通科の学生も多く入学することから、いきなり難しい技術的な話に入っていくとデジタルアレルギーを起こして拒否する可能性もあるので、なるべくわかりやすい内容で学習できる環境を提供したいと考えた。

2-3 ドキュメント作成の基本方針

ドキュメント作成にあたっては、世間に広く普及しているPIC系マイコンであることから、当然市販の参考書も数多く存在するので、それを利用することも考えられる⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

しかしながら前述にもあるように、経験の乏しい学生にいきなり技術的な問題を突きつけると拒否される可能性が高い。また、最近の学生はSNSなどの多用のせいか短文把握能力は優れているものの、長文読解能力が下がっていることも各方面指摘されており、市販テキストはある程度専門書を読むことに慣れている者にとっては至極のバイブルであるが、入門者にとっては単なる苦痛に過ぎない。

そこで以下の方針に基づいてオリジナルドキュメント作成を行った。

- (1) 簡単にマイコンを使えて結果が得られる
- (2) 専門用語は必要だが、最小限に留める
- (3) 図を多く、文章は少なくする
- (4) 練習と応用の反復練習とする
- (5) 理解度の早い学生には挑戦問題を用意する

経験の乏しい学生でも確実に結果が得られて、組み込みシステムの学習が楽しいものという感覚を最初に印象付けることが大切と考え、上記の方針に基づいてオリジナルドキュメントを作成した。

3. 開発した成果物

3-1 ハードウェア「拡張入出力ボード」

入出力用基板を製作しMA303(図3参照)に接続、ソフトウェア基本方針にあるような学習ができるハードウェアを考案した。(図4、図5参照)

この基板の機能は、入力は12個のキーにより「0」～「9」までの数字と、記号「.」、機能「Enter」の信号を入力できる。キーボードのキーは、図5にあるようにマトリクス接続されているので、後ほどドライバを製作することによりマトリクス構造を理解できる。



図4 拡張入出力ボード

出力は4桁の7セグメントLEDとした。

MA303 との接続ポート端子の数は限られているので、データ出力はSPI通信を利用して行っている。これも使い方を学習することにより7セグメントLEDの扱い方と、SPI通信の技術について学習できる仕組みとなっている。

このボードの製作にあたってはフリーソフトの「Fritzing」^⑥を使用して基板データを作成、できあがった基板データをP板.COM^⑥に発注して基板を製作、組み立ては授業の一環として学生自身が行った。

そのため、組み立て用のドキュメントも作成した。

表1 製作(利用)したデバイスドライバ

ファイル名	機能
ma303lcd.c	LCD表示用のドライバ(付属)
ma303lcd.h	LCD表示用のドライバ(付属)
DummyInt.c	割り込みを学習するまでの、ダミー処理関数
Library.c	マイコン制御の機能を簡易化した関数プログラム集

3-2 ソフトウェア

実習に使うシステムの開発ならびに、実習を行う開発環境としてはMicrochip Technology⁽¹⁰⁾のMPLAB X IDEと、無償版MPLAB-XCコンパイラを使用した。

有償版と比べると、最適化が弱いため実行モジュールが大きくなる、商業目的での製品作りに使えない等の制約はあるが、学習目的で使用するには十分な性能であり、当校でも普段から実習に使用している環境なので学生もなじみやすいと考え採用した。

製作したソフトウェアは大きく分けて2種類存在する。

- (1) ハードウェア駆動用のデバイスドライバ
- (2) 練習用問題と模範解答

(1)は、追加ハードウェアを駆動するためのソフト

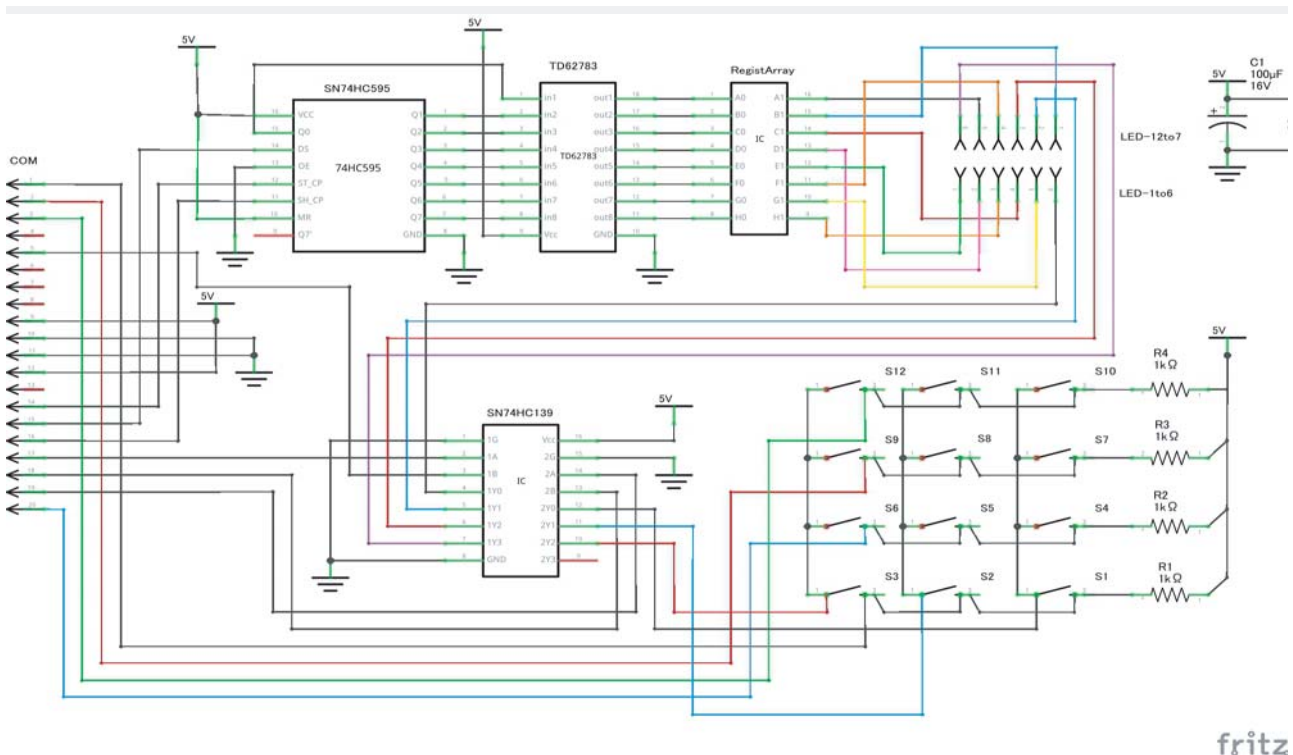


図5 拡張入出力ボード回路図^⑥

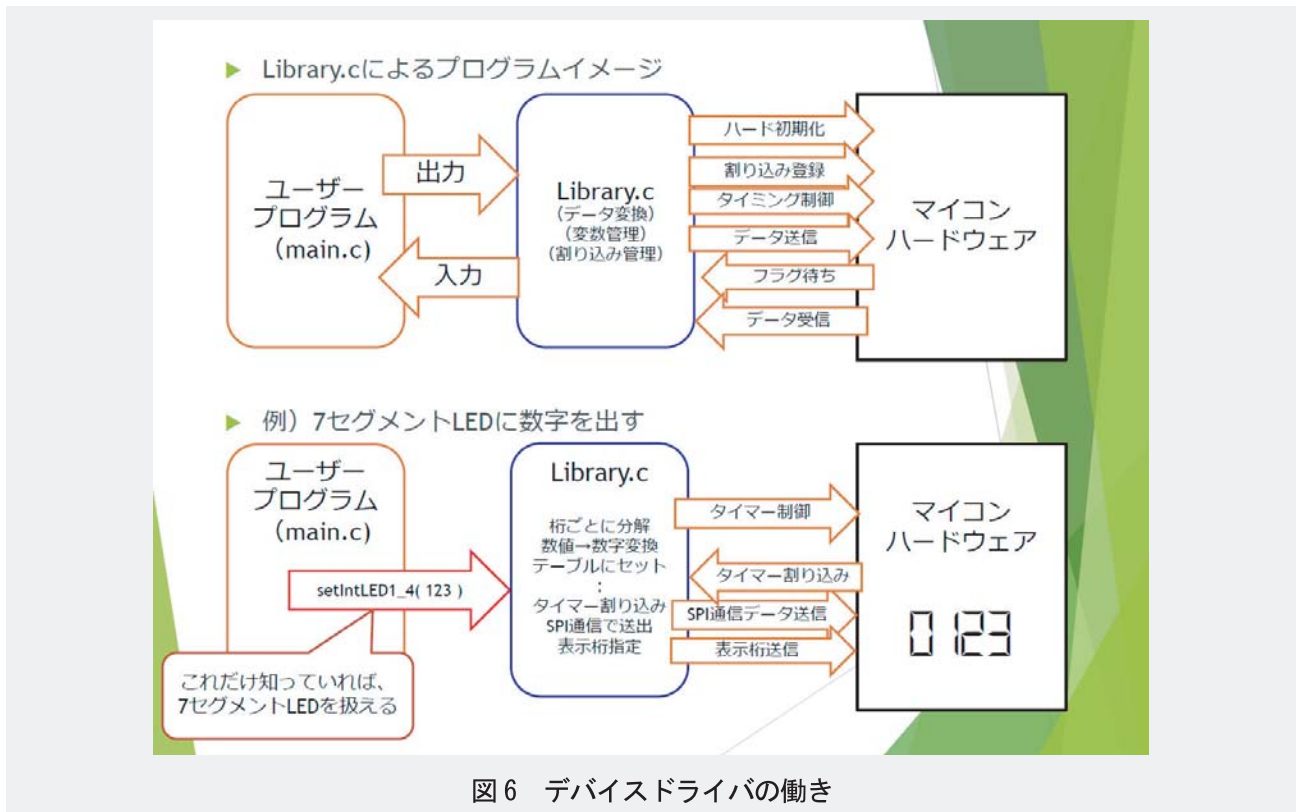


図6 デバイスドライバの働き

表2 練習ソフトウェア構成

プログラム名	機能
Sample〇〇	プログラムソースは公開、まずはそのまま入力して動きをつかむ
Lecture〇〇a	Easy レベルの応用問題 Sample を少々追加すればできる
Lecture〇〇b	Middle レベルの応用問題 Lecture〇〇a を修正すればできる
Lecture〇〇c	Hard レベルの問題 場合によっては全体の組みなおしが必要な、挑戦レベル
Report〇〇	章終了時にレポートレベルの問題を作成する

トウェアである。最初は学生に配布して容易にマイコンを使用できる様にする。後半では使用せず、各自で自作することにより、よりハードウェアの機能を修得する。

デバイスドライバの働きは図6の様になる。

デバイスドライバが無い場合は Library.c から右の操作を全て自分のプログラムで組まねばならず、そ

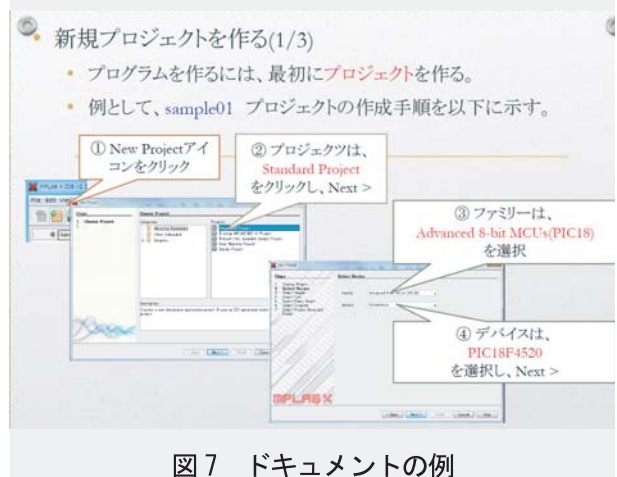


図7 ドキュメントの例

のためにはマイコンのハードウェアについて熟知していなければならない。これは初心者にとってはかなり敷居の高い難問である。

逆に Library.c を使う場合は、Library.c 左側のわずかなコマンドを実行するだけでマイコンのハードウェアをコントロールできる。

図6の例は7セグメントLEDに数値を表示する例だが、`setIntLED1_4(値)`の1行を実行すれば7セグメントLEDに数値が表示される様になっている。

(2) は、実際に学生が作成してマイコンを動かし理解するための練習問題である。簡単な問題から応用

表3 第1回実施スケジュール

期 間	授 業 名	授業時間
平成30年7月～9月	計算機命令実習	36時間
平成30年10月～12月	マイクロコンピュータ工学	36時間
平成31年1月～3月	マイクロコンピュータ工学実習	36時間

まで順にステップアップできる表2の様な仕様とした。

※プログラム名末尾のa、b、cは便宜的区別であり、3問以上あるものもある。

授業時間での進捗想定は Middle レベルである。理解度の早い学生は Hard レベルまで挑戦し、最低でも Easy レベルは時間内に組める様にする。

また、時間内に全部組みあがってなくても次回の授業には影響しない仕様とした。

3-3 製作したドキュメント

ドキュメントは説明用のパワーポイントを兼ねて A4 縦型、各ページ上下2フレーム配置して、画面説明とドキュメントがそのままリンクして説明する形とした。

製作方針に従い、なるべく図を多用して説明し、文章は少なく、専門用語も詳しく説明するように加えて製作した(図7参照)。

4. 実証実験の効果

本教材は平成29年度に作成し、表3のスケジュールで電子情報専門課程1年生18人に使用した。

授業の最後に、表4の項目で無記名アンケートを実施し、その結果が図8～図10の通りである。

おおむね好評な回答を得ているが、特に設問3-3「使用された教材は適切だと感じましたか」という問いに対しては、3科目全てにおいて100%「適切である」と良い回答を得ていることから、この教材が学生のカリキュラム修得に対して有効であったと思われる。

ただし、個別回答の中に、「これが将来どんなことにつながるか想像がつかなかった。」「C言語がまだ身につけていない部分があり、できないところが多かった。」という回答もあり、反省を踏まえて改良を行った新バージョンで平成31年度(令和元年度)は実施している。来年度はさらに今年度の評価をふまえての改良

表4 授業評価アンケート

設問	内容
設問1-1	あなたは、この授業について積極的に取り組みましたか。
設問1-2	あなたは、この授業について教員と意思疎通が図れましたか。 ※意思疎通には、授業後における質疑応答や相談なども含む。
設問1-3	あなたは、教科全体の中でこの授業の目的と必要性について、理解できましたか。
設問2-1	この授業のシラバス(訓練支援計画書)について説明がありましたか。
設問2-2	この授業では、シラバスに記載された内容が実施されましたか。
設問2-3	あなたは、目標とする知識や技能・技術が身についたと思いますか。
設問3-1	説明の仕方は、わかりやすかったですか。
設問3-2	この授業の進行速度は、適切でしたか。 (早すぎたり遅すぎたりはしませんでしたか)
設問3-3	使用された教材は適切だと感じましたか。 ※教材とは、教科書、配付資料、ビデオ映像、プロジェクタ投影などをいう。
設問3-4	この授業に関連する他科目とのつながり(実施時期、順序、内容)は、適切でしたか。
設問3-5	実験・実習において、安全または衛生に関する指導がありましたか。
個別回答	自由記述

が必要であると思われる。

しかし、「マイコンにおけるプログラムの作り方が理解できました。」という回答があったのは苦勞して教材を作成した側としてはうれしい限りである。

5. 今後の展開

教材作りは1回で終了するものではなくPDCAサイクルに基づき毎年実施した後に見直しを行い、よりよく改良していくものである。

当年度終了後のアンケートでまた問題点を洗い出し、数年かけて完成品のレベルまで持っていければと考えている。

6. まとめ

この教材で学習した最初の1年生が、静岡県ものづくり競技大会に参加し、見事1位と3位を獲得した。これも事前にこの教材を使ってPIC系マイコンの取り扱いに習熟していたことが功を奏したものと考えられる。残念ながら全国版の若年者ものづくり競技大会では賞を逃したが、教材の改良を進めることにより、

いつか教材を活用した学生が入賞してくれることを期待している。

なお、この教材はバージョン1が完成した後に、平成29年度教材コンクールに応募したが、残念ながらこちらも入選を逃してしまった。

教材としての改善、利用の積み重ねと、データの収集が必要と考える。

[参考文献]

- (1) マイクロアプリケーションラボラトリー
<http://www.mal.jp/open/products/ma303/ma303.html> (2018.08)
- (2) イラストデータフリー素材「いらすとや」
https://www.irasutoya.com/2016/07/blog-post_516.html (2018.08)
https://www.irasutoya.com/2016/09/blog-post_87.html (2018.8)
- (3) 後関哲也著、電子工作のためのPIC18F 本格活用ガイド、技術評論社、pp10-112, pp146-197、pp238-548, 2015
- (4) 小川晃著、mplab18 コンパイラ実践活用、(株)マイクロアプリケーションラボラトリー、pp58-122、2004
- (5) 小川晃著、Pic18 マイコン&C Compiler 評価ボード100%活用プログラム集、pp26-124、2009
- (6) 回路設計フリーウェアソフト「fritzing」
<https://fritzing.org/home/> (2018.08)
- (7) 電子回路の回路図エディタFritzingを試してみた
<https://qiita.com/twinoze/items/b08b279b40c8dc1ca5c1> (2018.08)
- (8) P板.com
<https://www.p-ban.com/> (2018.08)
- (9) Microchip Technology
<https://www.microchip.com/>
<https://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide/>
<https://www.microchip.com/mplab/compilers/> (2018.08)

授業改善の集計結果票						別紙4
科名:		電子情報技術科				
授業科目名:		計算機命令実習				
主体	項目	設問番号				結果
		主設問	補助設問(主設問に関連するもの)			
学生側	① 授業に対する習得意欲	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-2 100.0% (18)			
	② 学生の習得度	設問 2-3 88.9% (18)	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-3 100.0% (18)		
	③ 教員に対する信頼度	設問 1-2 100.0% (18)	設問 3-1 94.4% (18)			
指導員側	④ シラバス	設問 2-2 94.4% (18)	設問 2-1 100.0% (18)			
	⑤ 指導準備	設問 3-3 100.0% (18)	設問 2-2 94.4% (18)			
	⑥ 指導方法	設問 3-1 94.4% (18)	設問 3-2 94.4% (18)	設問 3-3 100.0% (18)		
	⑦ カリキュラム編成	設問 3-4 100.0% (18)	設問 1-3 100.0% (18)			
	⑧ 安全教育の徹底	設問 3-5 100.0% (14)				

図8 H30年度計算機命令実習

授業改善の集計結果票						別紙4
科名:		電子情報技術科				
授業科目名:		マイクロコンピュータ工学				
主体	項目	設問番号				結果
		主設問	補助設問(主設問に関連するもの)			
学生側	① 授業に対する習得意欲	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-2 94.4% (18)			
	② 学生の習得度	設問 2-3 100.0% (18)	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-3 94.4% (18)		
	③ 教員に対する信頼度	設問 1-2 94.4% (18)	設問 3-1 100.0% (18)			
指導員側	④ シラバス	設問 2-2 100.0% (18)	設問 2-1 100.0% (18)			
	⑤ 指導準備	設問 3-3 100.0% (18)	設問 2-2 100.0% (18)			
	⑥ 指導方法	設問 3-1 100.0% (18)	設問 3-2 88.9% (18)	設問 3-3 100.0% (18)		
	⑦ カリキュラム編成	設問 3-4 100.0% (18)	設問 1-3 94.4% (18)			
	⑧ 安全教育の徹底	設問 3-5 100.0% (13)				

図9 H30年度マイクロコンピュータ工学

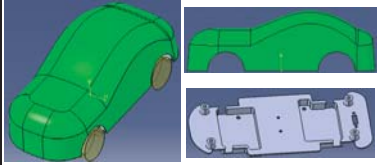
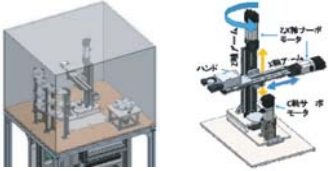
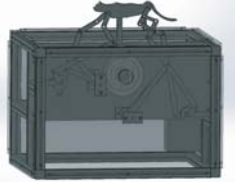
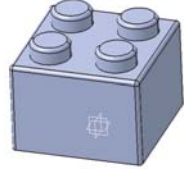
授業改善の集計結果票						別紙4
科名:		電子情報技術科				
授業科目名:		マイクロコンピュータ工学実習				
主体	項目	設問番号				結果
		主設問	補助設問(主設問に関連するもの)			
学生側	① 授業に対する習得意欲	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-2 100.0% (18)			
	② 学生の習得度	設問 2-3 94.4% (18)	設問 1-1 100.0% (18)	設問 1-3 100.0% (18)		
	③ 教員に対する信頼度	設問 1-2 100.0% (18)	設問 3-1 100.0% (18)			
指導員側	④ シラバス	設問 2-2 100.0% (18)	設問 2-1 100.0% (18)			
	⑤ 指導準備	設問 3-3 100.0% (18)	設問 2-2 100.0% (18)			
	⑥ 指導方法	設問 3-1 100.0% (18)	設問 3-2 94.4% (18)	設問 3-3 100.0% (18)		
	⑦ カリキュラム編成	設問 3-4 100.0% (18)	設問 1-3 100.0% (18)			
	⑧ 安全教育の徹底	設問 3-5 100.0% (14)				

図10 H30年度マイクロコンピュータ工学実習



平成30年度総合制作実習発表テーマ (第23回ポリテックビジョンin浜松にて発表)

ポリテクカレッジ浜松では、2年次に約300時間をかけて、各学科数名のグループごとにテーマを決めて、一般的な卒業制作にあたるものづくりの実習として「総合制作実習」に取り組んでいます。
当校の教育訓練で得た技能や技術の集大成であり、その成果は毎年2月に開催される「ポリテックビジョン」で発表しています。予稿集や口頭発表、展示を基に教職員及びポリテクカレッジ浜松協力会の委員により選考を行って、最優秀賞1件、優秀賞2件、企業奨励賞1件、学生賞1件を選出し、表彰しています。

生産技術科の発表テーマ

発表①	テーマ	射出成形金型を用いたミニカーの制作	
	学生	上村 拓也、大石 竜太、繁田 大輝、白井 裕麻、伊達 亮希	
	指導担当	西川 広憲、出来 俊司、中村佳史(外部講師)	
	概要	四輪駆動のミニカーを成形するために射出成形金型の設計・制作を行いました。ボディとシャーシを作るため3プレート金型を2つ制作する。ボディとシャーシの結合を成型により実現し、四輪駆動で走行させます。	
発表② 最優秀賞	テーマ	シーケンス制御による円筒座標型搬送装置の制作	
	学生	上妻 成実、鈴木 朝陽、寺田 智哉	
	指導担当	佐藤 弘明	
	概要	シーケンス制御による円筒座標型搬送装置の制作を行います。制作する搬送装置にはワークテーブルと棚の間でワークのピックアンドブレースを行わせる。機構部の構造は回転運動(C軸)と2軸の直線運動(X軸・Z軸)で動作する円筒座標型としました。	
発表③	テーマ	リンクを用いたリアルに動く動物模型の製作	
	学生	石田 義明、井上 皓登、落合 隆一、根村 弦希、鈴木 裕、松本 麟太郎	
	指導担当	湯浅 英司、瀧井 勝廣	
	概要	「見ていて面白いモノの製作」を目標とし、リンクを使用した動物模型(チーター)の製作に取り組みました。リンクを用いることにより、複雑な動作を可能とし、動物の忠実な脚の動きを再現しました。	
発表④	テーマ	射出成形金型を用いたポリブロックの制作	
	学生	津田 祐亮、汲田 佑真、小杉 勇貴、醍醐 拓巳、戸田 萌花	
	指導担当	山崎直哉、出来 俊司、中村佳史(外部講師)	
	概要	射出成形金型の設計・制作を行います。子供たちに「ものづくり」に興味をもってもらおうというコンセプトを考え、ブロック玩具『ポリブロック』を制作することとします。	

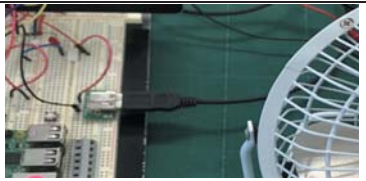


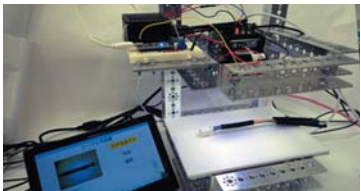
応用課程の開発課題発表テーマ

発表⑤	テーマ	仮想サイクリングシステムの開発	
	学生	岩田健斗、児島一輝、榊原拓人、中村俊太郎、内村拓翔、神保翔也、野尻敦志、山田純也、和田恭平	
	指導担当	佐々木 英世、森川 敏幸	
	概要	健康増進を主たる目的とし、楽しく継続的に使用できるサイクリングシステムの開発を行う。特徴として、実際のサイクリング環境をVR(Virtual Reality)として再現すること、サイクリング時に発電を行い、それを活用できるエコシステムとしている。	
発表⑥	テーマ	自動演奏機の開発	
	学生	二村太郎、加藤太一、中矢恭弘、山田拓人、藤川龍樹、楠田修平、小洞黎、仕藤竜貴、若原新太郎、安藤誠、池野僚亮、小野木康偉、高橋まりな、戸松晃一郎、藤田杏平、山田健人	
	指導担当	迫田 竜太、 樽原 康弘、 塚元 隆一郎	
	概要	鉄琴をアーム構造を使って叩いて演奏する自動演奏機の開発に取り組んだ。アーム機構は固定式と移動式の2方式になっており、昨年の演奏機では演奏できなかった和音など演奏の幅を広げた。	

電気エネルギー制御科の発表テーマ

発表⑦	テーマ	電動立ち乗り二輪車の制作	
	学生	大石 智也、齊藤 択馬、佐藤 凱奎、瀧下 高輝	
	指導担当	小沢 浩二	
発表⑧ 優秀賞	テーマ	小型電動トレーラの制作	
	学生	大石 奉典、木村 賢彦、楠ヶ谷 太希、丸山 雅人	
	指導担当	蔭山 哲也	
発表⑨	テーマ	IoT技術を利用した住宅模擬装置の試作	
	学生	赤野 弘洋、飯田 耀大、大川 真礼、坂田 周太	
	指導担当	寺田 憲司	
発表⑩	テーマ	半自動炒め機の制作・評価	
	学生	大塩 龍之介、倉知 隼人、ドディ エルバン、服部 俊輝、藤田 峻介	
	指導担当	山中 光樹、浅井 隆久	
	概要	炒め作業をサポートする半自動機として制作しました。機器を鍋回転機構と攪拌機構の二つに分け、作業に取り組みました。制御にはPLCを使用し、鍋と攪拌棒の回転数を変化させ、均等に具材を攪拌できるように動作させます。	

電子情報技術科の発表テーマ

発表⑪	テーマ	組込みマイコンを用いたUSB機器のON/OFF制御	
	学生	乗松 剛大、堀内 淳平	
	指導担当	澤田 健	
発表⑫	テーマ	組込みデータベースを活用した「就職てだすけくん」の開発	
	学生	内海 裕貴、金子 玄、鎌田 和磨、杉浦 義崇	
	指導担当	三木 真太	
発表⑬	テーマ	避難所支援システム(愛称:避難所てだすけくん)の開発	
	学生	近藤 颯希、山田 幹大、与那嶺 遼	
	指導担当	西出 和広	
発表⑭ 優秀賞	テーマ	Deep Learning を使用したワイヤーハーネス不良品自動判別機の制作(ロボットアームの活用)	
	学生	栗田 慎也、小山 洸生、鈴木 泰貴、寺田 和司	
	指導担当	橋本 隆志	
	概要	株式会社コベス様より、ワイヤーハーネス不良品の自動判別ができないかとの依頼を受けたため、機械学習(Deep Learning)の学習も兼ねて本制作の取り組みを行いました。さらに付随制作として、将来的にはワイヤーハーネスをロボットアームでピックアップすることも考え、ロボットアームの試作も行いました。	

最優秀賞

シーケンス制御による円筒座標型搬送装置の制作

生産技術科 2年

上妻成実 鈴木朝陽 寺田智哉

1. はじめに

私たちのグループは制御について学んでみたいと考え、製造業で多く利用されているシーケンス制御を用いた自動化機器の設計・制作をすることにした。

現在、多くの工場では人手不足などの理由により自動化が進み、多くの自動化機器が導入されている。これらの機器は人手不足を補うだけではなく、生産コストの削減や品質の向上などをもたらすことができる。

このことからテーマを「シーケンス制御による円筒座標型搬送装置の制作」に決定した。

2. 製品概要

工場の自動化ラインなどで使用される搬送装置を作るにあたって我々が目標としたことは、ワーク保管ラックとワークテーブル間のピックアンドプレースが出来ること、次に座標を装置が憶えられるような機能を持たせること、最後に安全装置がついていて危険に対する処置がされていること、以上の3点を目標とし今回の制作を進めてきた。

今回制作する装置は機構部と制御部に分かれている。機構部は搬送装置、ワークテーブル、ワーク保管ラック、制御部は制御盤と操作パネルで構成されている。搬送装置の構成を図1に示す。

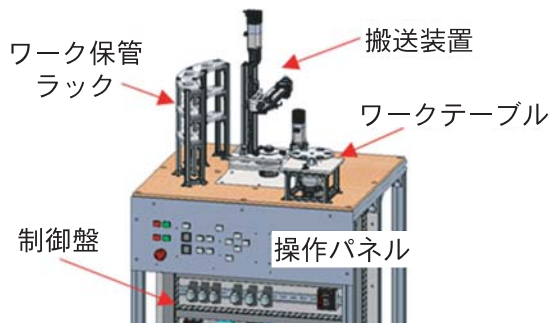


図1 搬送装置の概要

3. 機構部について

今回制作する搬送装置は設置スペースを小さく出来るということから円筒座標型にした。円筒座標型とは2つの直線運動と回転運動により任意の点に移動することが出来る構造である(図2)。

製作する搬送装置では駆動軸をX, Z, C軸として、X, Z軸はモータの回転運動をボールネジを用いて直線運動に変換し、C軸はプーリーを利用して回転運動をさせる構造にしている。

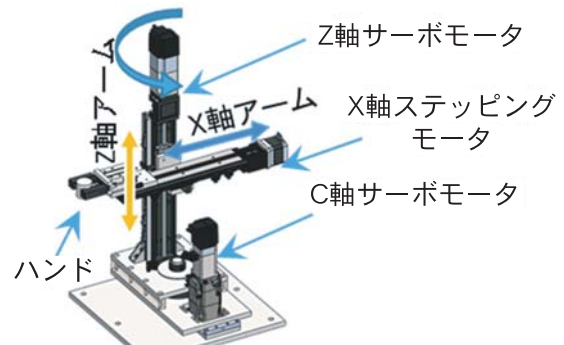


図2 搬送装置の構成

ワークテーブルは、テーブルを回転させて6個のワークを設置することができ、ワーク保管ラックは、9個のワークを設置することができる。

ワークテーブル、保管ラックはセンサを用いてワークの有無を検出することが出来る(図3, 図4)。搬送装置の仕様を表1に示す。

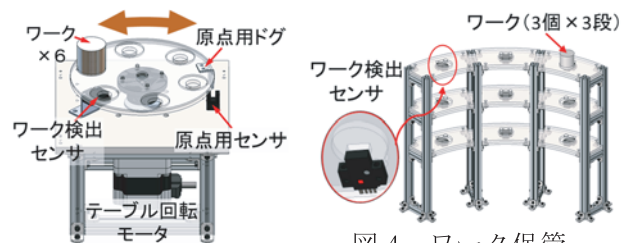


図3 ワークテーブルの構造



図4 ワーク保管ラックの構造

表 1 搬送装置の仕様

ワーク	
可搬重量	約1.6kg
ワークサイズ	φ30×30
可動範囲	
X軸	200mm
Z軸	150mm
C軸	±150°

4. 制御系について

制御系は図 5 に示すように、制御盤、操作パネルと搬送装置、ワークテーブル、ワーク保管ラックからなる機構部によって構成されている。これらは PLC を用いて制御する。操作パネルは入出力点数が多いため専用の入出力端子を配置した。

制御盤には動力機器および PLC を配置した(図 6)。操作パネルは図 7 に示すように、電源スイッチ、モード切替スイッチ、手動操作ボタンを置いた。

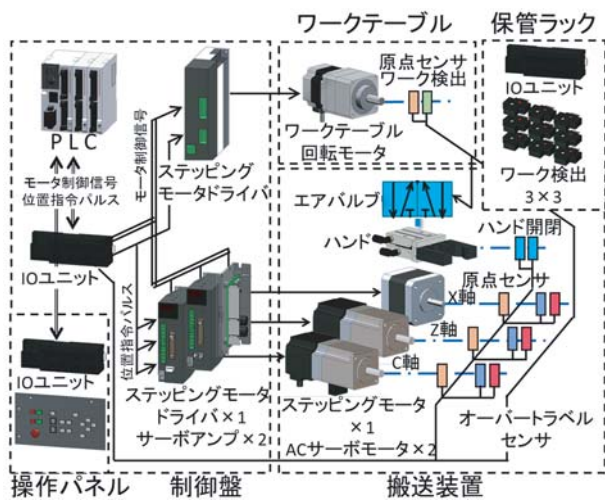


図 5 制御系の構成

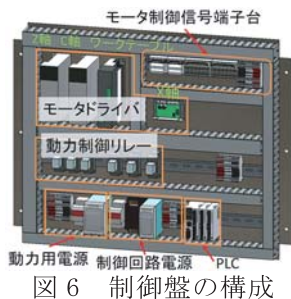


図 6 制御盤の構成

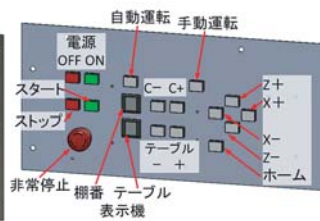


図 7 操作パネル概観

5. 制御プログラムについて

制御プログラムは電源、アラームの管理をするモジュールや操作パネルの指令の授受等をするモジュールなどを組み合わせて作られたもので、他にも原点復帰、手動操作、自動運転等をするモジュールも組み込まれている(図 8)。

図 9 に示すように自動運転時は途中の各点を経由してワークテーブル上からワーク保管ラックまで搬送させる。

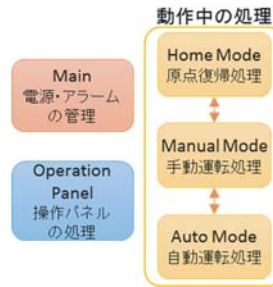


図 8 プログラムの構成

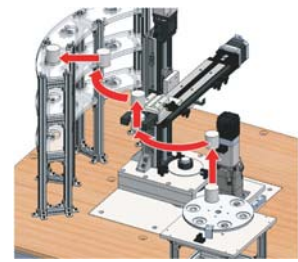


図 9 搬送時の動作

6. 搬送装置の設計・加工

搬送装置を作成する工程として我々が行ってきた事は、まず搬送装置のアーム部、ワークテーブル部、それらを載せるベース部のモデリングを行った。また、必要な制御盤や操作盤もモデリングをし、配置を検討した。

機構部の製作に当たっては、ベアリングの取付部だけではなく、ネジ穴や取付穴も半自動フライスを用いて精度よく加工した。制御盤や操作盤は板金加工となるため、レーザ加工機やバンディングマシンを用いた。

その他の作業では、PLC やモータドライバなどの制御に必要なユニットの配線を行った。

8. 終わりに

今回の制作では、シーケンス制御や、機械加工、設計などの広い分野の知識や技術を利用する必要があり、総合的なものづくりの流れを経験することが出来た。しかし、一から制作物や仕様を考えることは初めての経験であり、スケジュール通りに行かなかったのが反省点といえる。

優秀賞

小型電動トレーラの制作

電気エネルギー制御科

楠ヶ谷 太希 大石 奉典 木村 賢彦 丸山 雅人

1. はじめに

昨今、スマートフォンのゲームに代表されるように、実際に物に触れる機会が少なくなり、どうすると壊れるか、又は危険かを知らないまま、ものづくりへと進む学生が多い。また、各自動車メーカーが電気自動車へシフトしている背景を鑑み、身近で操作性の難しい大型トレーラを小型化した電動トレーラを制作し、体験する機会を増やしてもらおうと開発を行った。

2. 概要及び仕様

本機は、市販のRCトレーラをモデルとし、5歳から大人までを対象とした。乗車側からハンドル操作による方向転換やペダルによる速度調整、また、乗車側は駆動側に牽引される形とし、大型トレーラを操作する感覚が味わえるようにした。主な仕様を表1、全体のモデルを図1、システム構成図を図2に示す。設計にはAutodesk Inventor 2015(以下Inventor)を使用し、構造解析や干渉の確認を行うことができた。

表1. 主な仕様

駆動側の大きさ	幅 500×奥行 600×高さ 500[mm]
乗車側の大きさ	幅 500×奥行 1200×高さ 600[mm]
本体重量	40[kg]
体重制限	80[kg]
走行速度	3[km/h] (加速時間 5[s])



図1. 小型電動トレーラの3Dモデル

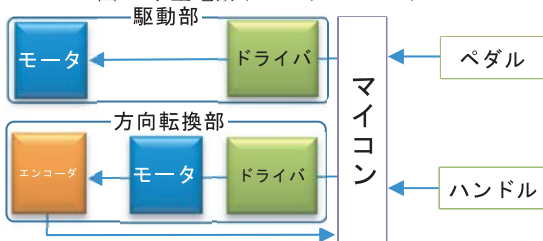


図2. システム構成図

3. 本体機構

3-1. 駆動側①駆動機構

既製品の台車を用い、構内アスファルト上を電子ばね測りで計測し、摩擦係数が0.11となった。駆動輪を除く車輪をこの台車と似た材質のキャストとし、駆動輪には動力を伝達できるホイールを選定した。仕様を満たし設計の自由度を上げるため、モータとスプロケット・チェーンによる駆動方法とした。様々なパラメータが関わり合い、選定に苦労したが瞬時最大安全率を2.12とできる208mmのタイヤとした。主な構成部品を表2に、駆動部を図3に示す。

表2. 駆動側の構成部品と設計数値

モータ	(株)ニッセイ, VGLD22-15N400L2A (400W) DC24V 電源, ドライバ有
スプロケット	(株)ミスミ, モータ側 SP40B12-N-22 駆動輪側: SP40B28-N-20
駆動用タイヤ	中部産業(株), UT2. 50-4 タホ

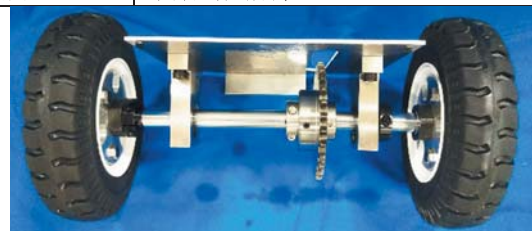


図3. 駆動部

②方向転換機構

方向転換機構には、図4のような構造とした。平行リンク式と異なりそれぞれのタイヤの切れ角が異なるため、カーブをスムーズに曲がることができ、よりトレーラに似た操作性が生み出せるのではないかと考えた。

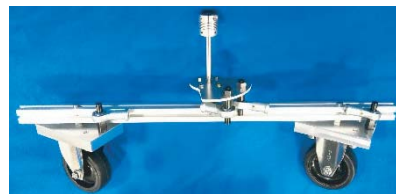


図4. 方向転換機構

3-2. 乗車側①ペダル機構

参考文献(1)は、乗車姿勢による筋力をできるだけ使わない関係について示した内容で、図1に示すようにスポーツカーの乗車姿勢に似てい

ることから、文献よりペダルの停止角を約 80° 最大動作角を約 60° とし設計を行った。ペダルにはばねを使用するが、設計を満たす市販品がなく、ふみ込んだ感覚によって選定したく、ペダル機構を製作後、ばね取扱企業の方とサンプル品等を用いて選定を行った結果、文献の示す 3.5[kgf]から 1.16[kgf]へと変更した。試作においては、ふみ込み角度の問題からスムーズな動作とならなかった為、何度か改良を行い図 5 のペダルを制作した。制作したペダルの角度は 82° から 61° の変化が行え、この変化をスライド抵抗値の変化として検出する。



(a)全体図 (b)検出部

図 5. ペダル機構

②座席の位置替え機構

概要に示すとおり、体験者の年齢が様々で身長が大きく異なることから、まず人体モデルを制作した。人体モデルは漫画家が人を描くときに参考とする体の比率を参考とした。設計に用いた Inventor では、Excel から数値を取り込む機能があり、Excel にて比率の計算を行い、身長を入力すると僅かな作業で人体モデルを作れるようになった。参考文献⁽²⁾に記載された平均身長を使用し、5歳と20歳の対象者を乗車させた様子が図 1 となる。この人体モデルを配置した結果、座席の位置を具体的な数値として把握できた。制作物を図 6 に示す。

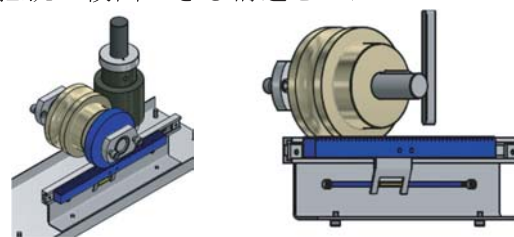


図 6. 背もたれの位置替え機構

③ハンドルの回転角度検出機構

ハンドルはトレーラのように、左右 2 周半回転で方向転換ができる仕様とした。ペダル機構と同じスライド抵抗を使うこととし、ストローク 100mm 以内、さらにハンドルから手を放しても動作しないように図 7 のようにウォームギア、

ラックピニオンと伝達され、回転角度をスライド抵抗で検出できる構造とした。



(a)角度伝達 (b)検出部

図 7. 回転角度検出機構

④フレーム構造

構造材料には、あらゆる面にねじ止めをすることができ、班員の技能不足を補うことができる NIC オートテック社のフレームを使用した。仕様のおり、体重 80[kg]の人が乗車側に乗ることからフレームの大きさを選定する為、Inventor にて構造解析を行った。材料の耐力等は、インターネットでの数値を参考とし、これを割り当て最大応力や変位量、安全率等を視覚で判断できるようになった。これをもとに乗車側には 60×40 mmの角材、駆動側には 20 mmの角材を使用することとした。

4. 評価

現在の進捗状況を表 3 に示す。一部の動作確認と検証については今後行う。

表 3. 進捗状況

	駆動側		連結部	乗車側		
	方向転換	駆動部		ペダル	座席	ハンドル
組立	△	○	×	○	○	△
確認	×	×		○	○	×

×：検討中，△：部材待ち，○：完成（2018年12月末時点）

5. まとめ

実際に組み立ててみると、スムーズに動作しない場合があることや、班内での会話が重要であると痛感した。一方で、設計図から加工・組立し動作した時には喜びも大きく、総合制作を通してものづくりを十分楽しむことができた。

参考文献

- (1) 日本人間工学会 人間工学誌 1967年3巻3号
自動車生産に対する人間工学的アプローチ
- (2) 厚生労働省 平成28年国民健康・栄養調査報告
- (3) 沢根スプリング株式会社 ストップスプリングカタログ
- (4) RC トレーラの動画

<https://www.youtube.com/watch?v=85fESwfyfys8>

優秀賞

Deep Learning を使用したワイヤーハーネス不良品 自動判別機の制作(ロボットアームの活用)

電子情報技術科

栗田慎也 小山洸生 鈴木泰貴 寺田和司

1. はじめに

私たちの研究室では、株式会社コベス様より依頼を受け Deep Learning を使用したワイヤーハーネス不良品自動判別機及びハーネスピックアップ用ロボットアームの活用を行った。

~~~~ 不良品自動判別機 ~~~~

### 2. 制作の目的

株式会社コベス様より、ワイヤーハーネスの良品・不良品を自動的に判別することができないかという相談を受けた。ちょうど総合制作で画像認識についての制作を考えていた為制作テーマとして適切と考え、行うことにした。



図1 ワイヤーハーネス良品



図2 不良品 例(チューブ短め)



図3 不良品 例(テープが巻かれていない)

### 3. 開発環境

プログラミング言語は Python3 を使用した。また、Deep Learning を使用するに当たり、ライブラリを使用して制作を行った。さまざまなライブラリが世の中にはあふれているが、画像認識について使用する Tensorflow と機械学習、画像認識で使用する Keras を選択した。

### 4. システム全体像

Raspberry Pi が処理の本体である。カメラで画像を撮影し、LED とモニターで結果を表示させる。

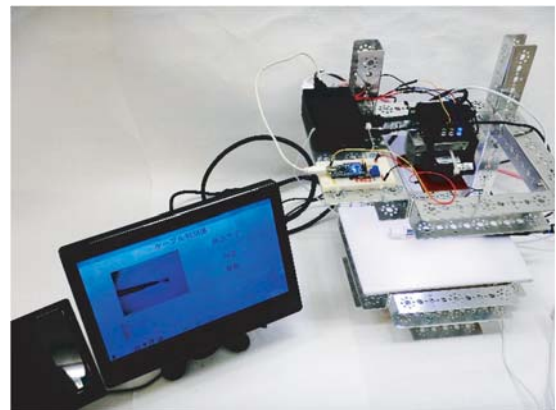


図4 システム全体像

### 5. 動作概要

- 動作1. ケーブルをポリスチレン板の上に配置。
- 動作2. モニターより判定ボタンを押す。
- 動作3. 約6秒間待つ。
- 動作4. 判断結果をモニターとLEDから確認する。

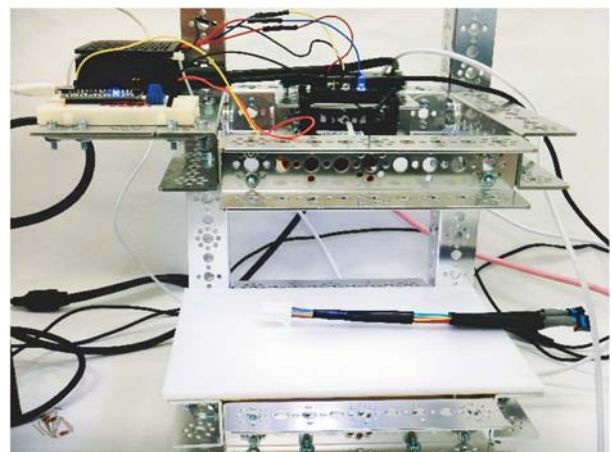


図5 判定時の配置

判定ボタンを押すと画像を撮影，更新して判定が開始される。結果が表示される。



図6 アプリケーション(良品の場合)

## 6. 動作テスト結果

判定のためにデータを入れた回数 120 回に対し、良品・不良品それぞれが正しく判定された回数は 114 回であった。画像認識の精度は **95%** となる。

動作テストの詳細を表 2 に示す。それぞれの種類で 20 回ずつテストした。

表 1 動作テスト詳細

| 種類      | 成功回数 | 失敗回数 | 成功確率 |
|---------|------|------|------|
| 良品      | 20   | 0    | 100% |
| テープなし 1 | 20   | 0    | 100% |
| テープなし 2 | 20   | 0    | 100% |
| チューブなし  | 20   | 0    | 100% |
| チューブ短め  | 18   | 2    | 90%  |
| チューブ長め  | 16   | 4    | 80%  |

~~~~ ロボットアーム ~~~~

7. 制作の目的

ワイヤーハーネス不良品自動判別機制作において、ワイヤーハーネスを一本ずつ取り出す動作を実装する。その習作としてロボットアームクレーンゲームを制作する。

7. 1 Arduino Duemilanove

ロボットアーム制御用に使用するマイコン。

Arduino とはオープンソースハードウェアのマイコンであり、電子工作初心者でも制御、組み込みプログラミングができる。

7. 2 操作用部品

ロボットアームクレーンゲームに使用した電子部品を表 2 に記す。

表 2 使用した電子部品

| 部品表 | 特徴, 用途 |
|--------------------------|-------------------------|
| 74HC595 | 出力ピン増設用 |
| 74HC4511 | 7セグ LED デコーダ |
| タクトスイッチ | 4 個 |
| 圧電スピーカ
(UGSM30B-8-01) | 8Ω±20%
音圧レベル: 86±3dB |
| 7セグ LED | 3 個使用 |
| 抵抗 | 470Ω 7 個, 1.8kΩ 3 個 |

8. 制作したロボットアームと回路

制作したロボットアームと回路を図 7 に記す。

ロボットアームを制御するためのタクトスイッチ、残り時間が変わるにつれて音が変わるスピーカ、残り時間を表示する 7 セグ LED、次の操作で押すボタン番号を表示する 7 セグ LED を使用した。

7 セグ LED はダイナミック点灯で表示。

これらの動作を Arduino Duemilanove を介して行う。

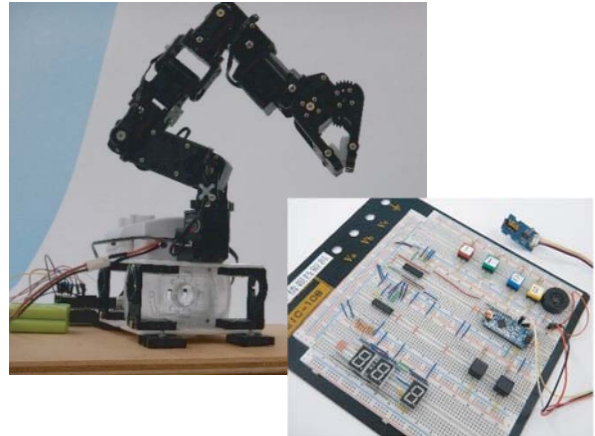


図 7 制作したロボットアームと回路

9. おわりに

画像認識では、時間をかけて制作を行いよい結果を残すことができてよかった。しかし、精度や操作方法など改善できるところがまだまだあると思うので、少しでも改善していいものを作りたいと思う。

ロボットアームではアームの動かし方、回路の設計方法を学ぶことができた。しかし、操作性がまだ分かりにくいので改善していきたいと思う。