

近畿能開大ジャーナル

Journal of Kinki Polytechnic College
No.28 2020

(グラビア)
休憩所の設計 [住居環境科]

研究報告
教材開発
実践報告

2019年度専門課程総合制作実習概要
2019年度応用課程開発課題実習概要
2019年度における表彰



近畿職業能力開発大学校

<http://www3.jeed.or.jp/osaka/college/>

目次

【グラビア】

休憩所の設計	村岡 寛, 前田由佳	1
--------	------------	---

【研究報告】

リンク機構を利用したロボットによるものづくりへの 高校生の興味向上に関する調査	野田充大, 来住 裕 樋口黒光	5
緩衝設計のための製品衝撃強さ統計値の取得方法	堀口翔伍, 斎藤勝彦	7
第4次産業革命に対応した公共職業訓練で求められる 訓練内容等の整理・分析	磯部真一郎, 高杉泰裕 佐藤一晃, 濱本 寿	9

【教材開発】

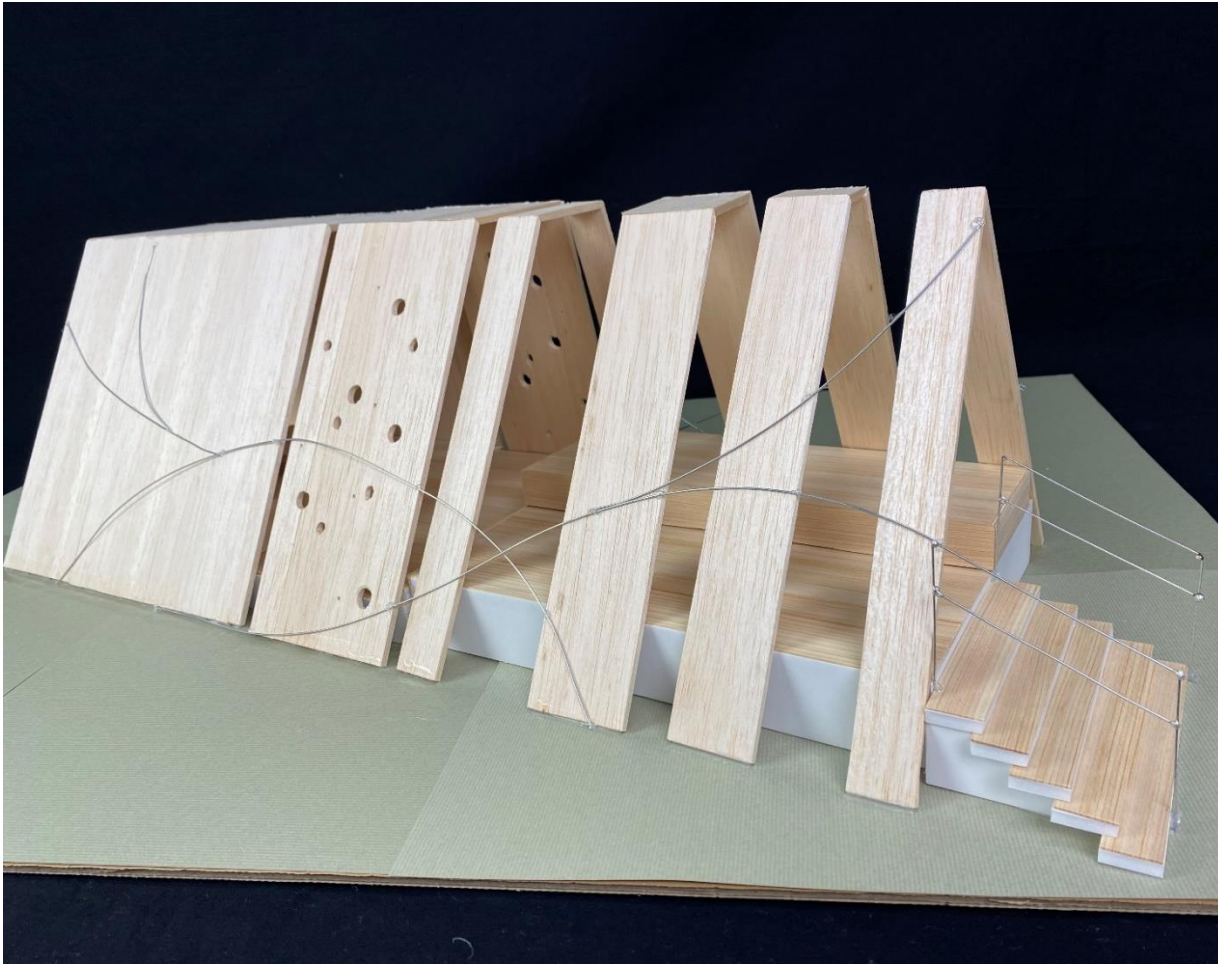
リベッティングマシンの開発	宮武正勝, 今園浩之 石部剛史	11
溶融亜鉛めっきの工程省力化装置の開発	岩城勇生, 矢口博道 井上 隆	15
キャベツ収穫機の製作 ～茎切断ユニットとセンシング部の開発～	望月隆生, 中村恵司 田中倫之	19
スマートアグリシステムの開発	秋間紳樹, 久保幸夫 庄林雅了	23
人口知能（AI）による画像認識を応用したじゃんけん システムの制作	奥井秀幸	27
3D プリンターの設計・製作	山田知広	31
受動二足歩行ロボットの製作	藤原 力, 楠本佳弘	33

【実践報告】

一坪茶席の制作 ～銀茶会への挑戦 2019～	石井真紀子	38
---------------------------	-------	----

【データ集】

2019（令和元）年度専門課程総合制作実習概要	41
2019（令和元）年度応用課程開発課題実習概要	52
2019（令和元）年度における表彰	56



休憩所の設計

令和元年度総合制作実習作品

制作：住居環境科 2年 山森彩夏, 柴本佳奈, 清野紗生, 藤川明音,
大西裕日, 水野加奈子

指導：村岡 寛, 前田由佳

大阪府が主催する第 29 回「あすなろ夢建築」※（大阪府公共建築設計コンクール）に住居環境科の学生 6 名（3 チーム）が応募し、準グランプリと佳作を獲得した。

今回のコンクールは、「にぎわいがうまれる空間」をテーマとし、大阪府営蜻蛉池公園の大芝生広場に立地する休憩所の提案がもとめられた。応募した学生は、計画敷地の実測や周辺調査を行うと同時に、来場者へのアンケートを実施することで、配置計画やコンセプトの内容について提案力を高めた。上写真の準グランプリ作品は、審査員から「大芝生広場内にとどまらず駐車場からの動線を意識して連続的な体験を提案した数少ない提案の一つとして、災害時の利用法も容易に想定できるなど、よく考えられており、グランプリにせまる提案であった。」と評価された。

※「あすなろ夢建築」大阪府公共建築設計コンクールとは

府内の建築を学ぶ専修学校、高等学校等の生徒・学生を対象に、実践を通じた生きた教育現場を提供することにより、建築技術者を目指す生徒達に夢と感動を与え、資質や能力を高め、将来の建築技術者の育成に寄与することを目的として平成 3 年度から毎年実施している。

休憩所の設計

村岡 寛*, 前田由佳*

総合制作実習では、学生自らが与えられたテーマや課題からコンセプトの立案、設計図面の作成、模型製作、透視図の作成、プレゼンテーションボードの作成に至る一連の設計プロセスを知ることが目的に、毎年学生向けコンペティションに挑戦している。今回は、大阪府が主催する第 29 回「あすなる夢建築」(大阪府公共建築設計コンクール)に住居環境科の学生 6 名(3 チーム)が応募し準グランプリと佳作を獲得した。その作品づくりから提出後の審査員による総評までを報告書にまとめる。

Keywords : 学生向けコンペティション, あすなる夢建築, 現地調査。

1. はじめに

当校専門課程のカリキュラムの一環である総合制作実習で、昨年度の住居環境科 2 年生の学生 6 名が学生向けコンペティションに挑戦した。今回応募した学生向けコンペティションは、大阪府が主催する「あすなる夢建築」(大阪府公共建築設計コンクール)である。

2. コンクールの概要と目的

「あすなる夢建築」大阪府公共建築設計コンクールは平成 3 年度から毎年実施しており、今回で第 29 回を迎える。

2.1 開催目的 「小規模な公共建築物を題材とした実践教育の場を提供することにより、将来の建築技術者の育成を図るとともに永く府民に愛され親しまれる公共建築づくりを推進することを目的とし、グランプリに選定された作品の提案趣旨を活かして事業化を行う。(応募要領抜粋)」

2.2 応募資格 府内に所在する建築関連学科のある工業高校や専修学校等に在籍する学生

3. 今回のコンクールのテーマと主な設計条件ほか

3.1 テーマ 「にぎわいがうまれる空間」

3.2 主な設計条件

- 〔課題〕 大阪府営蜻蛉池公園 大芝生広場 (図 1) に立地する休憩所
- 〔所在地〕 大阪府岸和田市三ヶ山町大池尻
- 〔計画地面積〕 約 23, 000 m²
- 〔建築面積〕 50 ~ 100 m²程度
- 〔構造〕 木造, 鉄骨造, 鉄筋コンクリート造 等
- 〔規模〕 平屋建て



図 1 計画敷地の大芝生広場

3.3 テーマの背景と課題について 多様化する都市・まちづくりの課題改善に向けて、大阪府は昨年度『府営公園マスタープラン』を策定し、府営公園を最大限活用するという視点でさまざまな検討がなされている。本公園も含め今後ますますの活性化が図られていく中、今回の課題は、休憩所の提案のみでなく、大芝生広場の活用についても求められた。

4. 応募の構成

応募者 6 名の構成は 1 チーム各 2 名の共同とし、計 3 チーム (A・B・C チーム) とした。

5. 現地(計画敷地)調査

現地に行き、敷地周辺を含めた調査を行うと同時に測量機器を用い、計画敷地の高低差を把握した。また今後、配置やボリューム検討等を行うために敷地図と測量からコンター模型(図 2)を製作した。



図 2 コンター模型

5.1 利用状況の把握と休憩所の設置についての調査

土日及び平日で公園内の大芝生広場を訪れたおよそ 30 組の方に住まいや利用目的、休憩所が新設されることについて、アンケート調査(図 3)を行った。土日は家族やペット連れの方が多く、芝生の上で遊んだり、レジャーシート広げくつろいだりと賑わいはあった。平日の利用者は少ないものの散歩など土日にはない、おだやかな雰囲気であった。両日共通して、地元の方々をはじめ現状の広々とした芝生の良さとこの風景を残してほしいという声がほとんどだった。

* 住居環境科

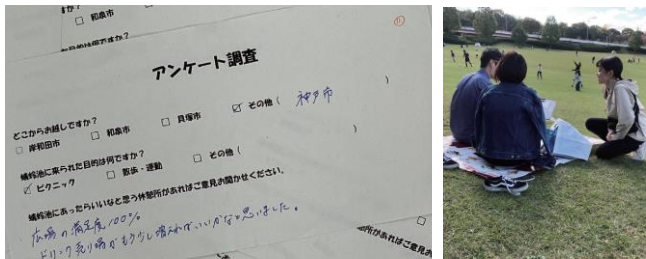
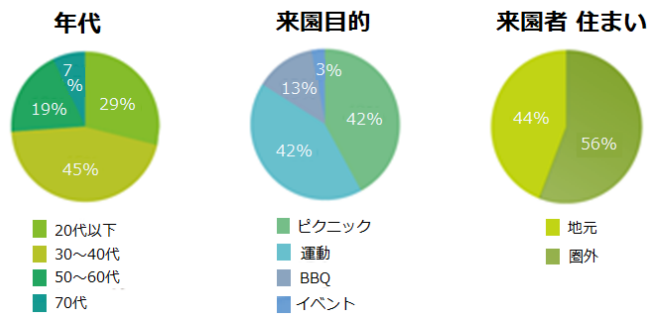


図3 アンケート調査

6. コンセプトの立案と計画

来園者へのアンケート調査から、「地元の人に親しまれる既存の風景をできるかぎり壊さない休憩所」を各チームの共通コンセプトとし、休憩所で開催するプログラムによってにぎわいを演出する計画とした。

6.1 配置と計画内容

A チーム

大芝生広場の中心から見える風景の中、近景で大きな面積を占める歩道の鉄橋（人工物）を隠すように配置し、芝生から休憩所、山並み、空へとシームレスにつながるように計画した。また休憩所は自然素材の木を利用した木造（CLT）とした。

〔プログラム〕来園者自身が、休憩所の外壁に四季折々の飾りつけをおこなうことができるようにし、休憩所への導きや親近感を沸かせるように考えた。

B チーム

大芝生広場一面を見下ろす敷地際の斜面に配置し、少し地中に埋め込み建物のボリュームを押さえる計画とした。屋根は広場外周道から直接アプローチできる展望台ともなる。一部地中となるため耐力上、鉄筋コンクリート造とした。

〔プログラム〕地域の高齢者と学童等が遊んだり学んだりできるように内壁の位置やベンチの配置を考えた。遊び場としても魅力あるようにスタンドグラスなどの装飾を施した。

C チーム

大芝生広場での大規模なイベント時に利用されている場所（舞台）に、木をイメージしたフォルムの休憩所を配置し、周りの木々と同化させることによって存在感をできる限り消そうと考えた。休憩所は、繊細な部材で構築できるように軽量の鉄骨造とした。

〔プログラム〕休憩所を構成する部材は脱着可能とし、大規模なイベント時の舞台づくりの一助となるよう考えた。

7. 設計図面と模型製作

まずラフなスケッチからスチレンボードを使用して簡易なスタディ模型を製作し、建物デザインの検討を行った。設計図面やスタディ模型の製作段階で下記①～⑤の審査基準となる評価視点について改めて自己評価を行うよう指導し、つくりこみの精度をあげるよう指導した。その後プレゼンテーションボードの透視図にも代用できるような素材がわかる1/10模型（図4）を製作した。

① デザイン

親しみやすいデザイン、魅力あるデザイン

② 機能性

建物の使いやすさ、大芝生広場を含めた動線計画、安全性やバリアフリーへの配慮

③ 調査力・分析力・提案力

現地調査の視点や分析、大芝生広場の活用方法の提案の魅力

④ コスト

建設コストへの配慮、ランニングコストへの配慮

⑤ 維持管理

長く利用されることを前提とした、維持管理のしやすさへの配慮



図4 1/10 模型

8. プレゼンテーションボードの作成

提出された多くの作品から審査員の目を引く作品に仕上げるためには透視図を中心としたレイアウトが重要になる。またコンセプトや設計の意図が明快に伝わるよう補完的に図や表を用いる工夫も必要がある。プレゼンテーションボード（図5）には要求図面はあるものの、手描きやCG、模型写真等の表現方法が自由なもので、伝え方として適切な表現方法を取捨選択しなければならない。学生にはすべての表現方法が可能となるように技術を事前に習得させた。

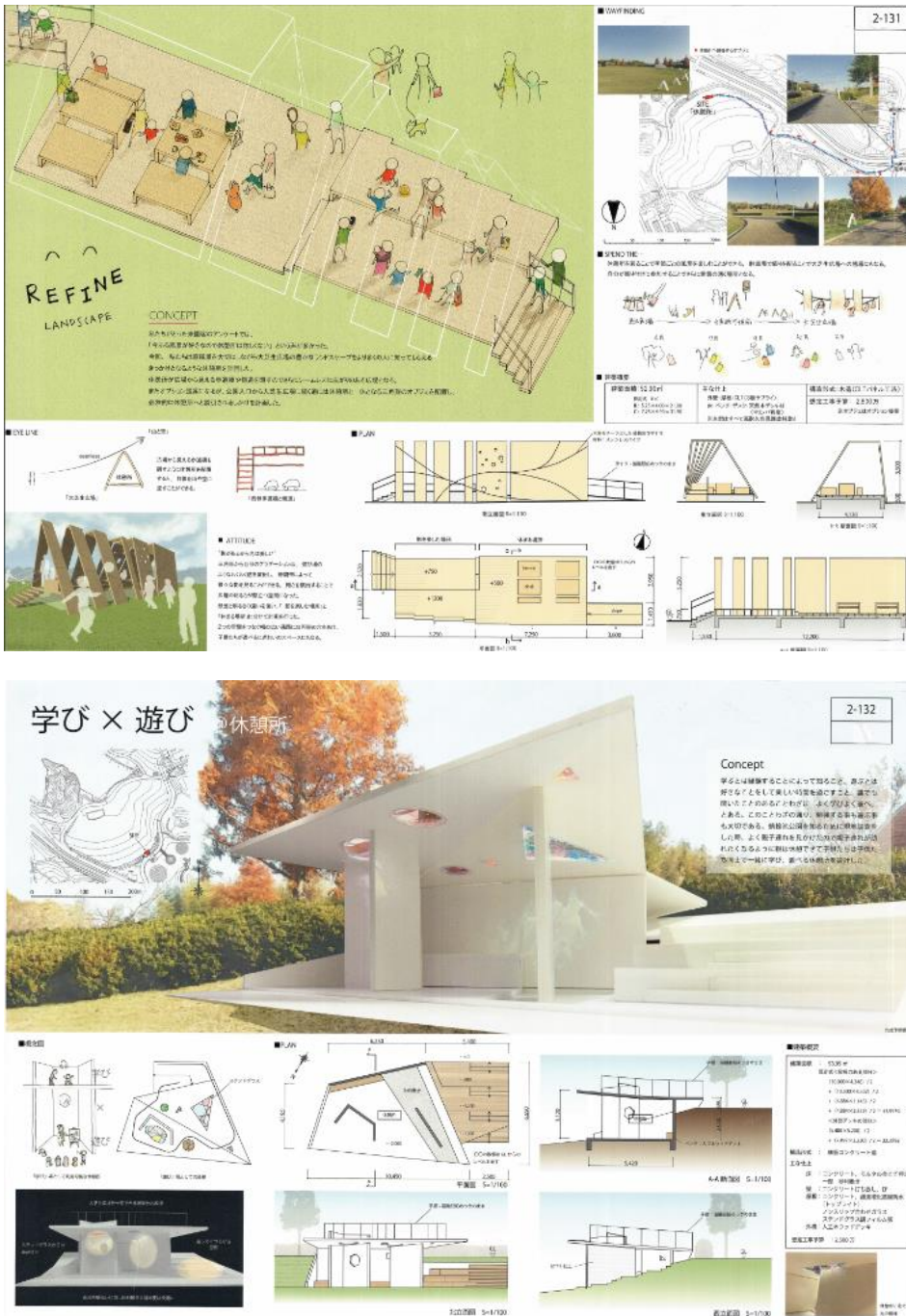


図5 プレゼンテーションボード
(上：Aチーム 下：Bチーム)

「今回は昨年までとは異なり、建物単体だけではなく、大芝生広場全体をいかに活性化するかアイデアを求めるものだった。全体的な印象としては、細かい機能的な要求や制約が少なかつたためか、のびのびとした提案が多かつたように思う。そのなかでも、入選作品は例年にまして、デザインのユニークさと洗練度が高かつた。特にグランプリ・準グランプリの二作品は、完成度が高くどちらがグランプリになつてもおかしくないレベルだつた。本コンクールは、事業化を前提としているので、コストや管理上の優劣が審査に大きく影響するが、そういった制約を越えて、今回のような案に出会つたことは、審査員冥利に尽きる喜びである。(一部抜粋)」

Aチームの作品(準グランプリ)

「大芝生広場内にとどまらず駐車場からの動線を意識して連続的な体験を提案した数少ない提案の一つ。提案された休憩所は、災害時の利用法も容易に想定できるなど、よく考えられており、グランプリにせまる提案であつた。連続するフレームから見える風景や、休憩所で三角形から台形へと変化するフレームの形について疑問が残り、グランプリにわずかに届かなかつた。」

Bチームの作品(佳作)

「敷地の斜面をたくみに利用し、大芝生広場を見下ろす位置に、大地と一体化するように建物を配置した案である。ボリュームを押しさえ風景になじむように計画されている点が評価できる。

一方で、屋根に埋め込まれたスタンドグラスのデザインは、やや過剰で、その効果についても疑問が残つた。」

9. 今回のコンクール応募状況と審査結果

9.1 応募状況

〔応募作品数〕 249点 〔応募者数〕 308人

9.2 審査経過と結果

審査は、大学教授や建築家等6名の審査委員によつて、評価する作品へ投票で実施された。結果は、1次、2次審査で当校の3チームのうちA・Bの2チームが最高得票を獲得したものの最終審査でAチームが準グランプリとBチームが佳作となつた。

9.3 審査員による総評(コメント文掲載)

10. おわりに

学生たちには、コンペティションに取り組む前に、アイデアやコンセプトの立案方法、プランニング、エスキース方法、プレゼンテーション基礎的技術を指導する。自分の考えを図面や透視図で表現し、他者に伝える能力を高めていくには、コンペティションへの挑戦を重ねることが重要であると思う。

(2020年7月30日提出)

リンク機構を利用したロボットによるものづくりへの 高校生の興味向上に関する調査

野田充大*1, 来住 裕*1, 樋口黒光*2

ものづくりに興味を持ってもらうために高校生に対してロボットに関する授業を行った。授業の内容としては“ロボットについて”“ロボットの操作体験”“ロボットの作り方”とした。その結果、高校生たちはロボットづくりをはじめとする工業系のものづくりに興味を持ってもらえたかをアンケート行い調査した。本発表では使用したロボットの仕様やロボットの授業の内容、そしてアンケート結果について発表する。

Keywords : ロボット, 高校生, ものづくり, 興味向上.

1. はじめに

若者の理系離れが言われている中、ものづくりに興味を持つ人材育成を行うことは重要なことである[1].

今回は高大連携事業で高校生にリンク機構を利用したロボットにふれる授業を行った。ロボットという題材を選んだ理由は、ペッパー君やアイボなどのコミュニケーションロボットが町に多く出回ってきていることによってロボット自体が身近な存在になりつつある事や、近畿職業能力開発大学校では、茶運び人形・弓曳童子・文字書き人形のからくり人形やカニ歩きロボットなどカムやリンクを使い面白い動きをするロボットを総合制作で作ってきた点が挙げられる。

これら面白い動きをするロボットを高校生たち自身で操作して、楽しんでもらうことでロボットやものづくりに興味を持ってもらえるのではないかと考えた。

本発表では高校生に対しロボット操作を含めたロボットの授業を行い、この授業を通じてロボット作りやものづくりに興味を持ってもらえたかを検証する。

2. ロボットの仕様

今回使用するロボットは高齢・障害・求職者雇用支援機構の元職員である平塚剛一氏の設計したカニ歩きロボットを使用した[2].

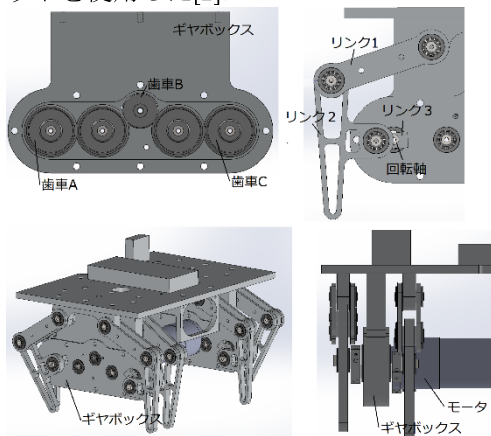


図1 カニ歩きロボットモデリング

駆動部は図1左上に示すようにギヤボックス内の5つの歯車のうち、中央の歯車Bに直流モータが接続さ

れている。直流モータが回転すると外側の歯車に回転が伝達される。これにより歯車A,Cは歯車Bと同じ方向に回転をする。歯車A,Cにはそれぞれ軸が接続されており、この軸がギヤボックスの外側に回転力を伝達する。図1右上に示すように軸の回転がリンク3に伝わりリンク3が回転することでリンク1,リンク2が揺動運動を行う。リンク1,2の揺動運動が1本の足の動きになる。足の数は図1左下,右下の図に示すようにギヤボックスに対し左右前後4本,1つのモータから4本の足に動力を伝達する。それぞれリンク機構によって回転運動から揺動運動に変換し、足を動かす。カニ歩きロボット全体としては2個の直流モータで8本の足を動かし移動する。

制御部は送受信機を使用,直流モータを使用するため受信機と直流モータの間にFETアンプを使用して,直流モータの正逆転や停止を制御した。

3. ロボットの授業の構成

授業の構成としては3部構成としている。

1部の‘ロボットについて’では、現在、世の中に出回っているロボットの紹介やどのような分野のロボットがあるかについて説明を行う。

2部の‘ロボット操作体験’では実際にカニ歩きロボットを動かしてもらい、操作してもらうことでロボットがより近い存在であることを再認識してもらう。

3部の‘ロボットの作り方’ではロボットの構造をはじめ設計方法やロボットに使われている部品の作り方,組立て方法について話した。

4. アンケート結果

ロボットの授業の終了後アンケートを実施した。アンケートの内容と結果は以下の通りである。

設問1では回答者の年齢と性別を確認した。回答者は15歳から18歳の113名,男性104名女性9名である。設問2では「今回のロボットの授業を受けて楽しかったのはどの部分ですか?(複数回答可)」と質問し,ロボットについての話(54名)・ロボットの操作(51名)・ロボットの作り方(36名)という回答が得られた。設問3では「あなたの興味のあるロボットは何ですか?」と質問し,その回答を表1に示す。設問4では「ロボットを操作してみて楽しかったですか?」と質

*1 生産技術科

*2 学務課

問し、楽しかった(61名)・まあまあ楽しかった(33名)・あまり楽しくなかった(4名)・つまらなかった(0名)という回答が得られた。設問5では「実際にロボットを作ってみてみたいですか?」と質問し、ぜひ作ってみたい(33名)・機会があれば作ってみたい(76名)・あまり作りたいとは思わない(3名)・作りたくない(1名)という回答が得られた。設問6では「ロボットも含めたものづくりに興味がありますか?」と質問し、ある(53名)・少しある(45名)・あまりない(12名)・全くない(1名)という回答が得られた。設問7では「あなたの興味のあるものづくりは何ですか?」と質問し、その回答を表2に示す。

図2,3,4,5には設問2,4,5,6の回答を割合で示している。

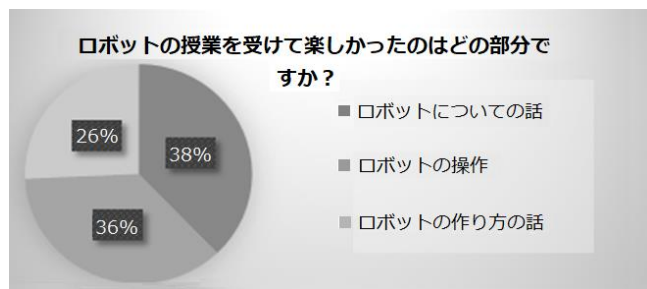


図2 設問2の結果

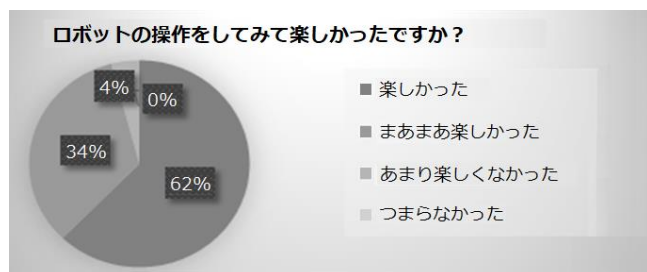


図3 設問4の結果

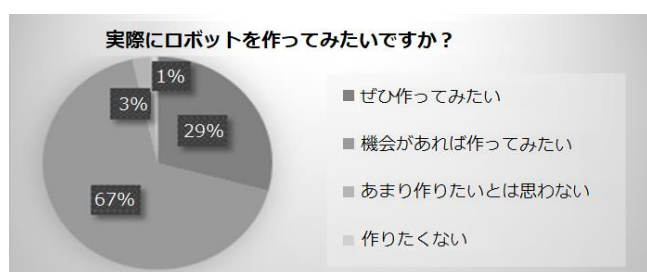


図4 設問5の結果

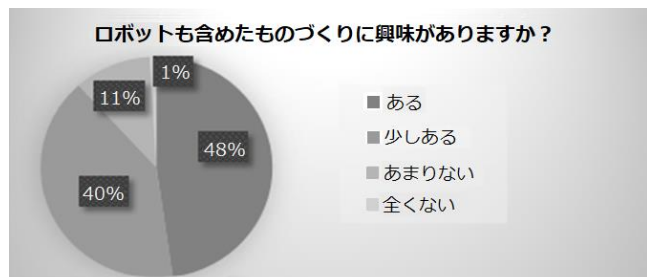


図5 設問6の結果

表1 設問3の結果

ペッパー君(24名)	ガンダム系ロボット(17名)	ルンバ(9名)
パイオロボット, ドラえもん, 2足歩行ロボット(各3名)		
空飛ぶロボット(羽ばたきロボット), ターミネーター, ダンボール戦記, ラジコン, エヴァンゲリオン, スマホ(各2名)		
医療用ロボット, アキレス, オーディン, サービスロボット, PC, 自動運転の車, メカゴジラ, 旋盤, ロボットアニメ, アレクサー, バク転ロボット, レゴ, アトム, ASIMO, ロボホン, KK君, トランスフォーマー, アイボ, ロボット, シャベラのロボット, 家事ロボット(各1名)		

表2 設問7の結果

プラモデル	28名		
無回答	18名		
お菓子	14名		
バイク関係(9名)	ロボット(8名)	機械関係(7名)	自動車関係(6名)
建築関係(5名)	レゴ, ミニ四駆, ゲーム(各3名)	自転車(2名)	
航空整備, 紙で作れるもの, 家具, スマホ, 自作PC, 料理, プログラム, 鳥ロボット, 電車整備, 楽器, ルアー, 洋服(各1名)			

5. 考察

設問3の結果(表1)よりペッパー君やガンダムなどのロボットアニメ, そしてルンバ(掃除機)のような生活に密着したロボットの存在のおかげでロボットが身近な存在であるということがわかる。また, 設問4(図3)の結果より・楽しかった・まあまあ楽しかった, の割合が9割を超え, 設問4(図4)の結果より・ぜひ作ってみたい・機会があれば作ってみたい, の割合も9割を超えている。この結果より高校生たちがロボットを作ることや操作することに対して興味があるということが言える。これは普段から身近にあるロボットを使ったり利用することによりロボットに対するハードルが下がり, ロボットを作ったり操作することに対して抵抗なく興味を持つことができていると考えられる。

設問6の結果(図5)からみても9割弱の高校生がものづくりに対して興味があるということが分かった。設問7の結果(表2)より興味のあるものづくりの約7割が工業的のものづくりといえる。

6. 結言

以上よりこのようなロボットの操作体験を組み込んだ授業を行うことにより高校生たちには工業的なものづくりに興味を持ってもらえるということがわかる。そして生活の一部となってきたロボットを通じて高校生たちにもものづくりに興味を持ってもらうことは有効な手段の一つであると言える。

文献

- [1] 文部科学省: 理工系人材育成に関する産学官円卓会議(第1回) 配付資料 Web ページ
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/068/gijiroku/1358620.htm
- [2] 平塚剛一: 歩行ロボット
 公開番号 特開 2004-1138(P2004-1138A)
 出願番号 2002-160150 (P2002-160150)

(2020年7月29日提出)

緩衝設計のための製品衝撃強さ統計値の取得方法

堀口翔伍*1, 齋藤勝彦*2

輸送中の様々な危険から守るために製品を包装する。特に落下衝撃から守るために緩衝設計が実施される。緩衝設計を実施するためには製品の衝撃強さと輸送中の落下高さが必要となる。これらの情報が誤っていると欠陥包装や過剰包装の原因となる。適正な緩衝設計のためには、より正確な情報を取得する必要がある。そこで本研究では、製品衝撃強さの統計値をより正確に取得するための方法を提案した。また、得られた統計値を用いた緩衝設計方法の例示により、提案法の適正な緩衝設計への寄与を示した。

Keywords : 包装, 緩衝設計, 衝撃強さ, 統計.

1. 緒言

包装には様々な役割がある。その役割のひとつは輸送中の物理的なハザード（振動や衝撃、荷重）からの製品の保護である。振動は主にトラックや鉄道で輸送される際に、衝撃は主に荷物を落下させてしまった際に、荷重は上から他の荷物を載せた際に発生する。これらのハザードから製品を保護するために包装設計の際に防振設計や緩衝設計、外装箱設計が行われる。製品の出荷前には振動試験や落下試験、圧縮試験が実施され、包装仕様が輸送ハザードに耐えるかどうかの検証がなされる。この検証のための試験が JIS[1]や ISO[2], ASTM[3]などの規格として定められている。(図 1)

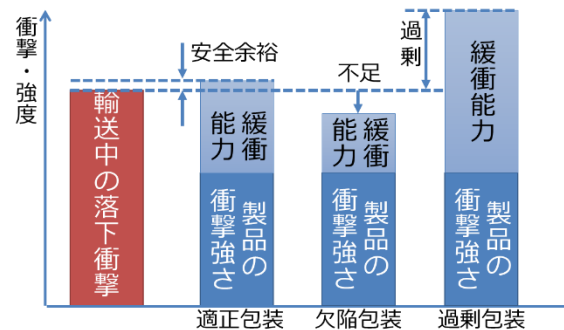


図 2 緩衝設計

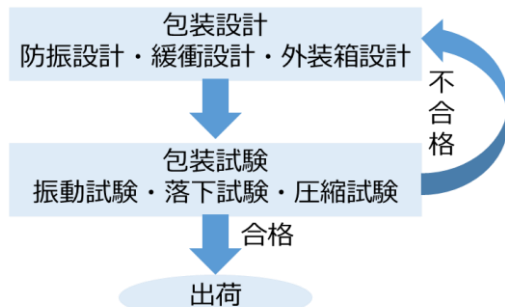


図 1 包装による製品の輸送ハザードからの保護

本研究では衝撃について取り扱う。落下時の衝撃に耐えるように包装設計するには、図 2 の様に輸送中の落下衝撃に対して製品の衝撃強さが不足する場合、緩衝能力により強度を補う必要がある。緩衝材の量が少なすぎると輸送中に製品が破損する欠陥包装になる。一方、多すぎると過剰包装となり輸送包装コストの増加を招き環境問題に発展する。そのため、適正な緩衝設計が求められている。

適正な緩衝設計を実施するためには、製品の衝撃強さと輸送中の落下高さを知る必要がある。製品の衝撃強さを知るためには JIS Z 0119[4]で規定される「製品衝撃強さ試験」を実施する。また、輸送中の落下高さを知るためには加速度センサー内蔵の調査機器を用いて「輸送環境調査」を実施する。これらの試験や調査で確かな情報を得ることで適正な緩衝設計を実現できる。

本研究では「製品衝撃強さ試験」で確かな情報を得ることを研究のターゲットとした。JIS で規定される試験では、2 種類の試験により製品衝撃強さの 2 つの指標（許容速度変化・許容加速度）をそれぞれ 1 個の試料を用いて取得する。しかし、1 個の試料では衝撃強さの個体差により過剰包装や欠陥包装を招く恐れがある。そこで、複数の試料により衝撃強さの統計値を取得することで、より確かな製品衝撃強さを得る方法[5]を提案した。統計値の利用により、より適正な緩衝設計を実現できる。

2. JIS で規定される製品衝撃強さ試験

JIS Z 0119 で規定される製品衝撃強さ試験は衝撃試験機（図 3）を用いて、図 4 に示す 2 種類の試験（許容速度変化試験・許容加速度試験）を実施する。この 2 つの指標による損傷の境界を損傷境界曲線と呼ぶ。

許容速度変化試験は作用時間の短い衝撃で段階的に速度変化を大きくして破損するまで衝撃を与える。速度変化は輸送中の落下高さとの比較により緩衝材の必要性を判定する。

許容加速度試験は緩衝材が必要な際に実施する。十分大きい速度変化で段階的に加速度を大きくして、破損するまで衝撃を与える。製品に発生する加速度は緩衝設計において緩衝材の量を決定する指標となる。

*1 地方独立行政法人大阪産業技術研究所製品信頼性研究部

*2 神戸大学輸送包装研究室

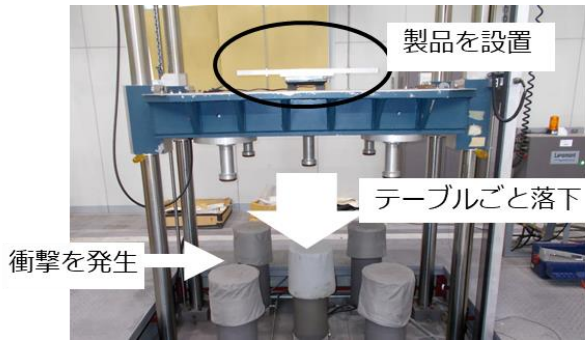


図3 衝撃試験機

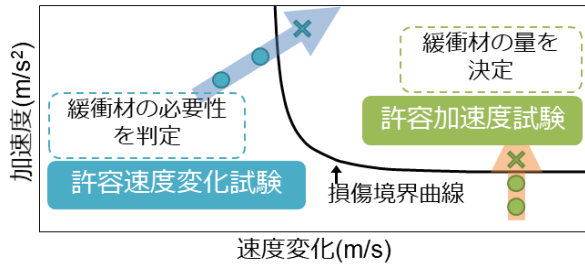


図4 製品衝撃強さ試験(JIS Z 0119)

製品衝撃強さ（許容速度変化・許容加速度）を用いた緩衝設計指針は以下の通りである。

- ①： 輸送中の落下高さで許容速度変化を比較する。
- ②-A： 製品の方が強い時、緩衝設計は不要である。
- ②-B： 製品の方が弱い時、緩衝設計が必要である。輸送中の衝撃が許容加速度以下となるように緩衝材の量を決める。

3. 複数の試料による統計値の取得[5]

同一製品を複数用意し統計値を取得する。許容速度変化試験を例に説明する。図5に示す単純法では最初に決めた設定値で全ての試料の試験を行っているため、全ての試料に加える衝撃の増加幅が大きく、許容速度変化の取得精度が粗い（3~4 m/s もしくは 4~5 m/s）。

そこで、図6に示すように提案法では試験が進む毎に設定値を最適化することで、許容速度変化の取得精度を向上させている。許容速度変化の取得精度が向上すれば、高い精度で統計値を取得できる。

4. 統計値を利用した緩衝設計[5]

統計値を利用した緩衝設計としてストレス・ストレングスモデル[6]の適用を例示する。ストレス・ストレングスモデルとは材料強度の分野で用いられる破損確率の計算モデルである。

緩衝設計では、図7に示すように、輸送中の衝撃の確率分布と製品や貨物の衝撃強さの確率分布を用いて輸送中の破損確率を算出できると考えられる。

3章の提案法の結果から統計値は正規分布を仮定すると平均3.9 m/s、標準偏差0.29 m/sと算出できる。また、輸送中の落下高さの分布は文献[7]の事例の様に取得する。これらの分布を用いてストレス・ストレングスモデルにより1回の輸送による破損確率を計算する。算出した破損確率が十分小さければ緩衝設計は不要であり、大きければ緩衝設計により破損確率を下げる必要がある。

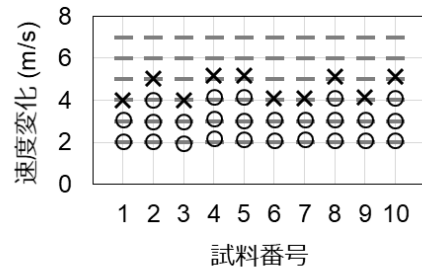


図5 単純法による許容速度変化試験の結果

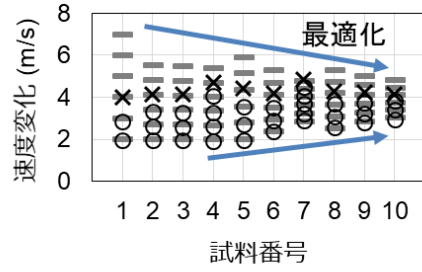


図6 提案法による許容速度変化試験の結果

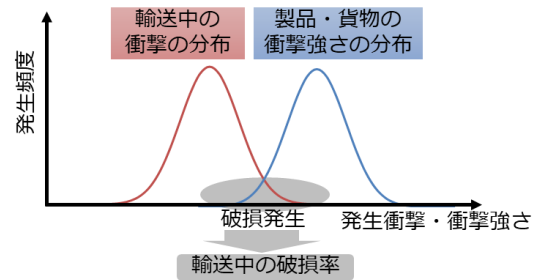


図7 ストレス・ストレングスモデル

このように統計値を取得することで破損確率により緩衝設計が可能となるため、より正確性の高い緩衝設計が可能となることが示唆された。

5. まとめ

包装による製品の保護及び緩衝設計の考え方について説明した。また、規格の製品衝撃強さ試験について説明し、その複数の試料による高精度な統計値の取得方法を提案した。統計値の活用による破損確率を考慮した緩衝設計の例を示した。以上により、統計値の活用のより正確性の高い緩衝設計への寄与を示した。

文献

- [1] JIS Z 0200 : 2013.
- [2] ISO 4180 : 2009.
- [3] ASTM D4169-16.
- [4] JIS Z 0119 : 2002.
- [5] Horiguchi S, Saito K. Packaging Technology and Science 2019;32(4):199–210. DOI:10.1002/pts.2428.
- [6] 市川昌弘, “構造信頼性工学”, 海文堂出版, pp.79-80, (1988).
- [7] Hasegawa K. Packaging Technology and Science, 1989; 2(2):69-74. DOI:10.1002/pts.2770020204.

(2020年6月23日提出)

第4次産業革命に対応した公共職業訓練で求められる訓練内容等の整理・分析

磯部真一郎*1, 佐藤一晃*2, 濱本 寿*3, 高杉泰裕*2

本調査研究は、離職者訓練、在職者訓練、高度技能者養成訓練において、産業界や地域ニーズを踏まえつつ、IoT等の技術の進展に伴って必要な人材像の変化やそれを育成する職業訓練内容、指導技法及び訓練教材等にどのような影響があるのかを調査、整理、分析することによって、第4次産業革命がもたらす高度な技術を活用した新たな職業への対応や第4次産業革命の技術を活用しより効果・効率的な教材や訓練技法の開発への道しるべとなるものである。今後、第4次産業革命を見据えた職業訓練コースの開発や人材育成に活用していただくことを期待する。

Keywords : 第4次産業革命, 公共職業訓練, 人材ニーズ.

1. はじめに

国内の生産年齢人口減少により企業における人手不足が深刻化する中、第4次産業革命(IoT, センシング, ビッグデータ, AI, ロボット等)の進展による技術革新に伴いビジネスモデルが大きく変化している。中小企業等においては、生産性の維持・向上を図るため、企業等が持つ技術力等の強みを活かすとともに、技術革新に対応できる労働者を確保、育成していくことが重要になっている。

そのような状況の下、機構の第4期中期目標においても、職業能力開発業務に課せられた使命の一つとして、第4次産業革命の進展による技術革新に対応できる労働者を確保、育成していくことが掲げられている。この使命を果たすべく本調査・研究において、第4次産業革命の進展による中小企業の人材ニーズ、人材育成ニーズ及び仕事の変化等を捉え、また、技術動向を整理することにより、第4次産業革命に対応して中小企業の求める人材の顕在化を図り、それを踏まえて、離職者訓練、在職者訓練、高度技能者養成訓練にどのような訓練内容が求められているかを明確化し、指導技法、教材作成等の考察と共に訓練の実施に繋げ、職業訓練の質のさらなる向上と量の拡大を図ることを目的とした。

第4次産業革命の進展により日本の労働力人口の約半数が人口知能やロボット等で代替可能といった試算もある中、第4次産業革命に対応した職業訓練がどうあるべきかを軸とした検討を行った。

2. 調査研究の実施手順及び内容

以下に、本テーマ整理・分析のための手順及び内容を示す。

- ①人材ニーズ、人材育成ニーズの調査
- ②第4次産業革命の進展によりヒトが担うべき仕事、技能・技術要素の整理
- ③育成する技術者像(目標)の整理・分析
- ④技術者を育成するために必要な訓練の内容の検討
- ⑤訓練を担当する指導員に必要な能力の整理・分析

⑥訓練方法、訓練教材の整理・分析

⑦職業訓練に与える影響及びその対応の検討

3. 研究会の設置

「第4次産業革命の進展によりヒトが担うべき仕事、技能・技術要素」、「技術者を育成するために必要な訓練内容」、「職業訓練に与える影響及びその対応」等の検討を行うために、研究会を設置した。研究会委員は、第4次産業革命の進展に伴い産業・企業現場に求められる技能・技術やその習得方法について知見を有する8名の有識者にて構成した。研究会は計3回開催し、検討した結果を含め、調査研究報告書としてまとめている。

4. 人材ニーズ、人材育成ニーズ

人材ニーズ及び人材育成ニーズの把握のため、第4次産業革命に係る技術(IoT, センシング, ビッグデータ, AI, ロボット等)の導入を先進的に取り組んでいるものづくり分野の企業の現状及び現場に与える影響を調査した。

調査方法としては、ものづくり白書や中小企業白書等、政府機関及び民間シンクタンク発表の文献調査、また、第4次産業革命について造詣の深い大学教授等、有識者及びIoTに係る先進的な取り組みを行っているものづくり中小企業へのヒアリング調査を行った。

調査の結果、人材ニーズ及び人材育成ニーズとして16件が導き出された。例を次に示す。

- ・新技術を現場で活用し、課題解決や新たな価値創造ができる人材
- ・ものづくりとサイバー世界のツールの「両刀使い」となれる人材
- ・従来の業務の中からIoTで取り組むべき課題の存在に「気付く」人材
- ・暗黙知の形式知化、技能伝承ができる人材
- ・工場管理・マネジメント力のある人材 等

*1 高齢・障害・求職者雇用支援機構

*2 職業能力開発総合大学校基盤整備センター

*3 島根職業能力開発促進センター

5. ヒトが担うべき仕事、技能・技術要素

次に第4次産業革命に関連してヒトが担うべき仕事を検討した結果、23件の仕事が浮かび上がった。主な内容は以下のとおりである。

- ・IoT デバイスを活用して生産現場を見える化する仕事
- ・生産情報などのデータを収集・分析し、業務改善を行う仕事
- ・3次元 CAD や BIM を活用した設計、解析、予防(予知)保全を行う仕事
- ・勘コツを含んだ複雑な作業手順や加工条件を標準化する仕事
- ・デジタルツインを活用して、製品設計や予知保全を行う仕事 等

6. 育成する技術者像(目標)

人材ニーズ、人材育成ニーズ及びヒトが担うべき仕事から育成すべき技術者像を検討した。

具体的には、生産システム設計/設計・開発/施工・組立/工事・施工/保全・管理等ものづくり分野において、第4次産業革命の進展に伴う技術要素を活用して、自動化・最適化・効率化等現場の課題解決に取り組むことができる技術者の育成を目的とした職業訓練の仕上がり像として検討した。

製造業21件、建設業24件、情報通信業9件、ものづくり基盤分野23件、計77件の仕上がり像を導出した。主な技術者像(仕上がり像)を以下に示す。

- ・IT/IoT を駆使して製造現場の設備の状態やモノの所在を見える化し、工程や作業の最適化を進めることができる。
- ・センサやIoT デバイスを活用した自動生産システムを構築できる、
- ・複数のロボット・自動機・人間の作業を組み合わせた工程設計を行うなど、付加価値の高いロボットの導入・運用ができる。
- ・BIM データを活用して、採光・通風・温熱環境・周辺環境などのシミュレーションができる。
- ・情報技術に携わる業務において、IoT・AI・ビッグデータの基礎的な知識を習得し活用できる。 等

7. 訓練の内容

77件の技術者像(仕上がり像)をもとに、離職者・在職者・高度技能者養成訓練の各カリキュラム等検討委員会において訓練内容を検討し、研究会にて訓練内容を整理した。

8. 訓練を担当する指導員に必要な能力

訓練を担当する職業訓練指導員に求められる能力について、整理された技術者像、訓練内容や職業能力開発総合大学校研修要項、専門別指導員の能力体系[1]をもとに検討した。必要な核となる技術を以下に示す。

- ・センシングと通信の組合せ
- ・データ収集・分析
- ・AI活用
- ・ロボット活用
- ・シミュレーション活用
- ・品質管理
- ・統計解析・分析
- ・AR/VR 等

9. 訓練方法、訓練教材

第4次産業革命に対応した職業訓練の実施にあたり、他の教育機関や企業等の取組みを参考に整理した訓練内容を踏まえ、有効と思われる訓練方法・訓練教材について検討を行った。

訓練効果を高める訓練教材・訓練方法を10件、第4次産業革命の進展に伴う技術等を習得できる訓練教材・訓練方法を8件、技術等を知るための訓練教材・訓練方法を3件に整理した。主な内容は以下のとおり。

- ・AR 技術を利用した施工実習用教材
- ・分野を横断する問題解決能力等を育成するPBL 科目の導入
- ・現役技術者を活用してシステム開発プロジェクトを疑似体験
- ・BIM を活用した新たな建築教育
- ・スマートファクトリー学習システムの導入 等

10. 職業訓練に与える影響及びその対策

今後の職業訓練への影響(変化)及び各訓練へ展開する上での課題を解決するための方策について次のような意見が得られた。

- ・ドイツやアメリカの取組み等を見聞し吟味した上で、技術優先だけでなく世界の中での日本のものづくりとは何かについて、その背景も含めて考えることが重要である。
- ・ビッグデータによる分析はブラックボックスであり、またヒット率が低い。技能科学的なアプローチでの改善に期待したい。
- ・IoT 等の技術習得の際には、各分野に横串を通すようなカリキュラムを設定し、複合的で広い知識が得られるようにすべきである。
- ・企業の課題解決のために AI やビッグデータの活用が不可欠とわかる課題を設定する。
- ・第4次産業革命に関連する教材について、個々の指導員が作るのではなく、標準的に作成された教材を共有すべきである。 等

11. まとめ(あとがき)

本調査研究では、育成する技術者像(目標)を基に、各専門分野の核となる技能・技術要素の抽出を行い、77件の技術者像及び育成するための訓練内容を整理した。あわせて、担当する指導員に必要な核となる能力を整理した。

今後は、事業主等へのヒアリング等を重ねて実施し、訓練カリキュラム等の開発及び訓練を担当する指導員の育成へ繋げ、中期目標の確かな達成へ貢献できることとしたい。

文献

[1] 職業能力開発総合大学校基盤整備センター「職業訓練指導員に必要な技能・技術要素の明確化、体系化等に関する調査研究」調査研究報告書 No.172,2018.

(2020年7月31日提出)

リベッティングマシンの開発

宮武正勝*1, 今園浩之*2, 石部剛史*3

令和元年度開発課題として、株式会社イケからの要望としてテーマを頂き、課題に取り組んだ。農業用エンジンの部品製作および組立てを行っている株式会社イケでは、組立て作業の自動化を推進しており、ロボットの導入や自作の自動機開発などを行っている。本開発では、組立て作業のひとつであるカシメ加工の作業を手作業から自動化へ改善することにより、身体への振動による負担軽減や大きな騒音の低減などを目的としている。

Keywords :カシメ加工, リベット, Raspberry pi, 自動化。

1. 緒言

株式会社イケは産業機エンジンの部品を中心に、機械加工及び組立て作業を行っている会社である。その組立てを行う際にリベットをカシメ加工しており、現在はリベッティングハンマを用いている。この作業は振動による作業者の負担と打ち付け時の衝撃音による騒音が問題となっており、改善が求められている。そこでリベットを自動でカシメ加工することのできるリベッティングマシン(以下装置と略す)の開発を学生が主体となり、開発課題として取り組んだ。

2. リベットについて

図1は、組立て作業で使用されているワークであり、加工対象の部品である。丸印の箇所がカシメ箇所である。ワークはアルミダイカスト(ADC11)でリベット頭部ごと成形されており、上板を取り付けて外れないようにカシメ加工を行っている。



図1 ワーク(丸印がカシメ箇所)

カシメ加工は図2のように、リベットを塑性変形させ、ワークと上板を動かないように固定させる作業である。塑性変形させる方法として打ち付ける衝撃で変形させるプレス式と専用の工具で回転させながら変形させるスピンス式がある。リベッティングハンマに代表されるプレス式は騒音が大きくなるため、スピンス式を用いることにした[1]。

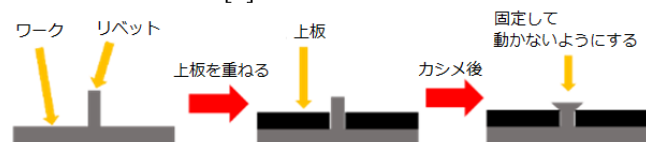


図2 カシメ加工の流れ

3. 構想設計

4月中旬より企業訪問を行い、リベッティングマシンに対する要望や仕様の検討などを行った(図3)。



図3 企業とのミーティング

企業からは、「カシメ加工による騒音」「振動による人への負担」「熟練度による加工のムラ」「安全対策」などの要望があった。これらの要望から今年度は、カシメ加工のシステムを開発することを重視し、安全カバーなどの製作については次年度以降の課題とすることにした。これらの内容から、要求仕様書を製作し、三次元CADによるイメージ図(図4)を作成した。

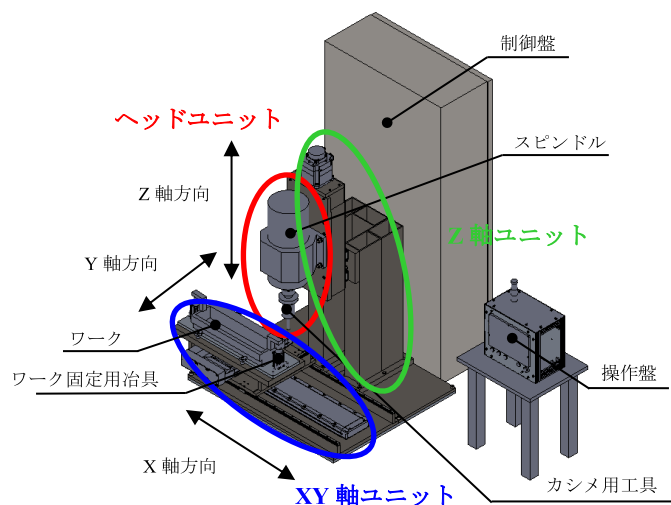


図4 装置全体図

*1 生産機械システム技術科

*2 生産電気システム技術科

*3 生産電子情報システム技術科

(現 中国職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科)

4. 仕様

表 1 に装置の仕様を示す。

項目	仕様
全体寸法	横幅：1534mm, 奥行 1260mm 高さ：1700mm
本体寸法	横幅：1184mm, 奥行：910mm 高さ：1422mm
制御盤寸法	横幅：800mm, 奥行：350mm 高さ：1700mm
操作盤寸法	横幅：350mm, 奥行：233mm 高さ：419mm
重量	480kg
可動域	X 軸: 600mm Y 軸: 150mm Z 軸: 200mm
スピンドル回転数	1800min ⁻¹
最高早送り速度	20000mm/min
最高加工送り速度	300mm/min
騒音値	70dB
加圧力	2.5kN
電源	三相 200V 24kW

装置は X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸制御による位置決めと、スピンドルによるカシメ機構で構成されている。スピンドルはプレス式よりもかきめる際の音が小さく、必要な力も小さい。

ワークは 8 箇所にはリベットがあり、スタートボタンを押してから完了までの時間を 2 分以内とした。カシメ位置に誤差が生じた場合には操作盤から補正できる。装置の操作は操作部に取り付けられた液晶タッチパネルと物理スイッチで行う。スタートと原点復帰、非常停止の機能は物理スイッチで行い、各軸の原点復帰とその他の操作は液晶タッチパネルで行う。スタートスイッチは企業からの要望ではじき型のスイッチを採用しており、端子をはじくことにより操作を受け付けることができる。

5. システム構成

システムブロックは「駆動部」、「制御部」、「操作部」、「検出部」で構成されており、図 5 に示す。操作部で作業者は操作を行い、検出部でセンサ値の取得を行い、制御部でセンサの値の処理や各種コントローラの制御を行い、駆動部でそれぞれのユニットを動作させる。

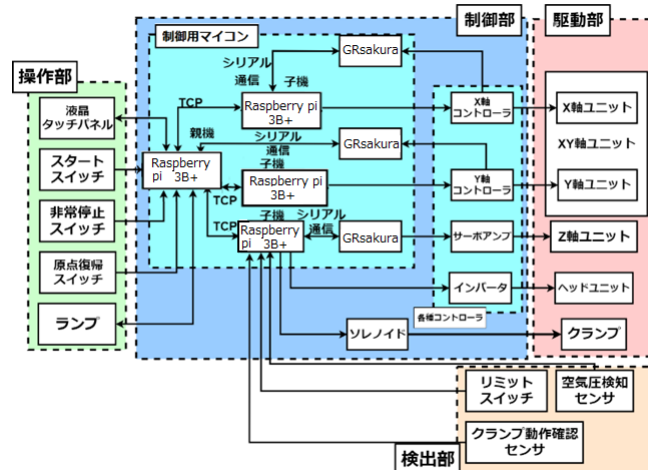


図 5 システムブロック

6. サイクル動作

スタートスイッチをはじいてから 8 箇所をカシメ加工して、クランプがワークを開放するまでを 1 サイクルとする。また、1 サイクルが終了するたびにカウントを行い後述する「自動操作画面」にあるカウントをカウントアップし表示する。サイクル動作のフローチャートを図 6 に示す。

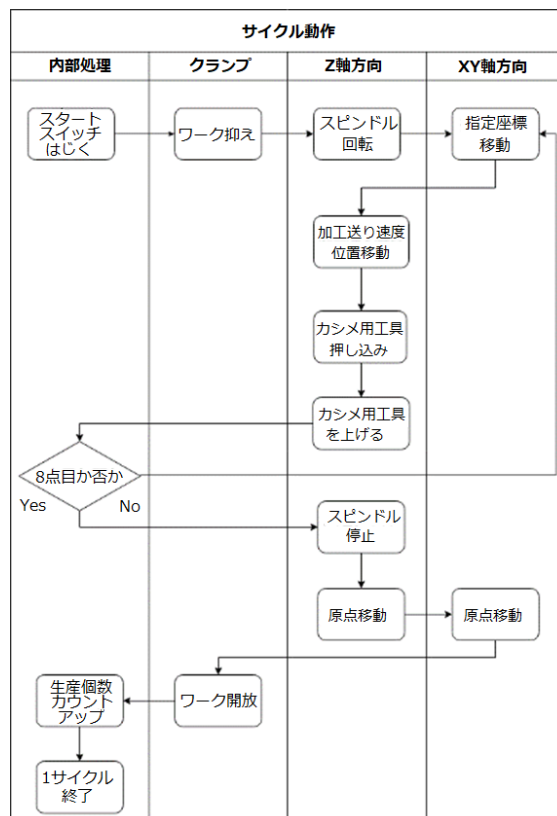


図 6 サイクル動作フローチャート

7. 駆動部

7.1 XY 軸ユニット X 軸方向に動作する X 軸ユニットと Y 軸方向に動作する Y 軸ユニットで構成されている。両軸ともに、リニアガイド 2 本と単軸ロボットで駆動している。リニアガイド取り付けの際、平行を維持できるように溝加工を施した設計にした。座標通りに動作しなければならないため速度制御と位置制御ができるステッピングモータを使用した。

7.2 Z 軸ユニット Z 軸方向に動作する Z 軸ユニットがあり、リニアガイド 2 本とボールねじで駆動している[2]。X 軸ユニット、Y 軸ユニットと同様に位置決め用の溝加工を施した。XY 軸ユニット同様座標移動が必要であり、高負荷がかかる軸であるため速度制御と位置制御ができ、高トルクであるサーボモータを使用した。

7.3 ヘッドユニット ヘッドユニットはスピンドルを回転させることにより、先端についているカシメ用工具を回転させ、カシメを行う。回転数を落とさないように速度制御と高トルクが必要であるため三相誘導電動機を使用した[3]。

7.4 クランプ クランプはワークを固定するために使用しており、図 7 のワーク固定用治具に取り付けられている。空気圧を動力とし、二箇所を押さえつけるよ

うに開閉を行う。空気の流れは図 8 のようになっており、ハイカプラから流入する。ハイカプラに送られた空気は、レギュレータで適切な圧力に調節を行う。その空気圧をソレノイドで入り切りを行いソレノイドバルブに送りクランプを動作させる。



図 7 ワーク固定用治具

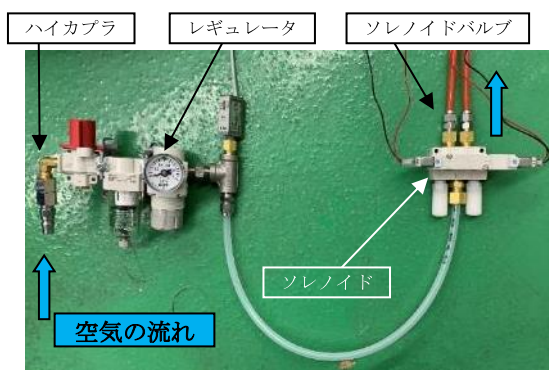


図 8 空気配管の流れ

8. 制御部

制御部には、駆動部を動作させるための各種コントローラとそのコントローラに信号を送るための制御用マイコンがある。これらの制御機器を配置した制御盤内部を図 9 に示す。制御用マイコンには Raspberry Pi と GR-sakura があり、Raspberry Pi 同士はスイッチングハブに各々接続しソケット通信を行っている。制御用マイコンの親機にサーバを実装し通信を行っている。

Raspberry Pi と GR-sakura は USB ケーブルで接続し、シリアル通信でモータの制御の通信を行っている。また、選定した各種コントローラはこの装置に必要なモータの動作を満足させることができる。ステッピングモータの制御方法については図 9 の XY 軸コントローラ(PCON-CFB-56SP-WAI-NP-2-0-DN : IAI 社製)を使用しており、サーボモータの制御方法はサーボアンプ (VR-J4-100A : 三菱電機社製)を使用し、三相誘導電動機にはスピンドル用インバータ(CIMR-JA2A0020: 安川電機社製)を使用し制御している。

この各種コントローラを動作させるため、制御盤ではそれぞれの電源の分配も行っている。制御盤の主電源は三相 200V とした。これを直接サーボアンプとスピンドル用インバータを動作させるために用いている。三相 200V からスコットトランスで単相 100V にし、それを AC-DC コンバータで DC24V にして XY 軸コントローラ用の電源としている。さらに Raspberry pi 用イ

ンターフェイス内に取り付けた DC-DC コンバータより DC3.3V にした。また、タッチパネルと Raspberry pi, GR-sakura 用に DC5V も出力できるようにした。

9. 操作部

図 10 に示すように、操作部は液晶タッチパネル、スタートスイッチ、非常停止スイッチ、原点復帰スイッチ、ランプの 5 つで構成されている。

装置への入力には液晶タッチパネルと物理スイッチを使用している。操作部の出力には液晶タッチパネル、パトランプ、パイロットランプがあり、緊急性や重要性のある出力にはパトランプを使用している。

パトランプは赤色、黄色、緑色の三色を用意している。赤色はエラーランプとして使用しエラー発生時に点灯を行う。黄色は動作確認ランプとして使用しサイクル動作及びモータが回転している際に点滅し、モータ停止中に点灯する。緑色は電源ランプとして使用し電源スイッチが ON の時に点灯する。

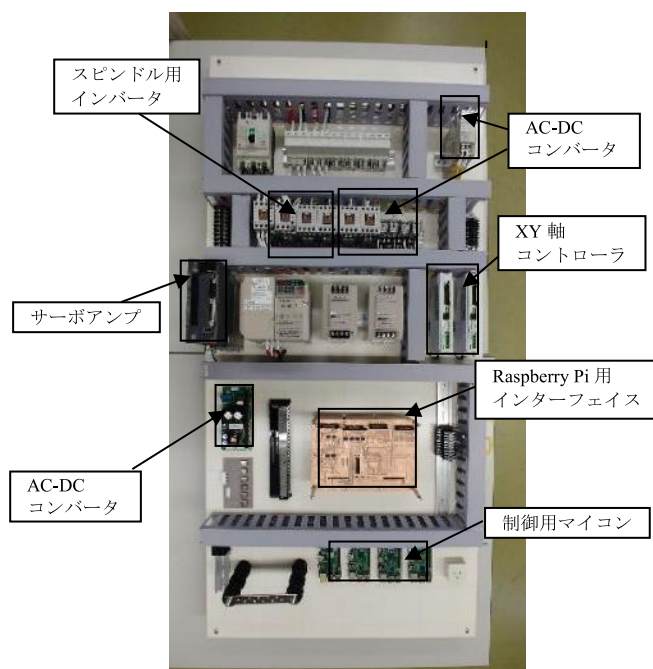


図 9 制御盤内部

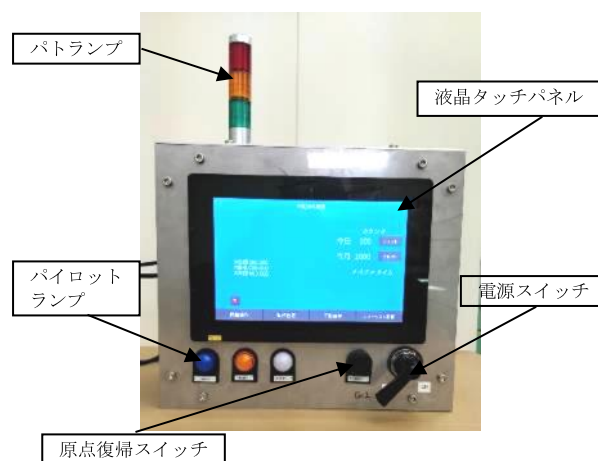


図 10 操作盤

パイロットランプは青色、橙色、白色の三色を用意している。青色はサイクル動作完了ランプとして使用しサイクル動作が完了した際に点灯する。橙色は手動運転中ランプとして使用し手動運転中に点灯する。白色は原点位置ランプとして使用し X, Y, Z 軸すべてが原点位置にあるときに点灯する。

液晶タッチパネルは図 11 のような「自動操作画面」、「手動操作画面」、「動作設定画面」、「エラーリスト画面」、「エラー画面」の 5 つがある。液晶のデザインには python 言語で kivy ライブラリを用いて行った。それぞれの画面の選択には画面下部のボタンを使用しタッチすることで画面が遷移する。また、非常停止スイッチを押下するまたはエラーが発生すると「エラー画面」に自動で遷移し、各モータの動作を停止する。原点復帰スイッチを押下すると Z 軸をはじめに原点復帰し、X 軸、Y 軸の順で原点復帰を行う。非常停止スイッチとスタートスイッチはスイッチボックスに取り付けている。



図 11 タッチパネル画面一例（自動操作画面）

9.1 自動操作画面 カシメ用工具の X, Y, Z 軸の座標値、1 サイクルにかかった時間、ワークの加工が完了した数の 3 つを表示する。また、この画面の際にスタートスイッチをはじくとサイクル動作を行う。装置の動作を終了する際には、自動操作画面でシャットダウンを行う。

9.2 動作設定画面 自動運転でカシメ用工具が移動する 8 箇所 of X, Y, Z 軸の座標値を変更し保存できる。入力の際には画面上のテンキーで入力を行い加算、減算の計算もすることができる。「保存ボタン」をタッチすることにより現在の入力座標を保存する。「元に戻すボタン」をタッチすることにより保存した座標に入力座標を変更する。「初期化ボタン」をタッチすることにより初期状態の座標に入力座標を変更する。チェックボックスにチェックを入れ「移動ボタン」をタッチすることによりその座標に移動する。

9.3 手動操作画面 駆動部にあるそれぞれのユニットを手動操作で動かすことができる。原点復帰を行う際は専用のポップアップ画面を表示し、原点復帰を行う。本装置では安全のため手動操作や原点復帰を行う際に Z 軸の位置が原点ではない場合は X 軸と Y 軸の操作を行うことができない設計にしている。

9.4 エラーリスト画面 発生したエラー項目をリスト表示し、確認することができる。エラー項目をリスト

から削除したい場合はチェックボックスにチェックし、削除ボタンを押下することにより削除を行う。

9.5 エラー発生時画面 エラー発生時に表示し発生したエラー内容や解除方法が示される。

パトランプ、パイロットランプ、原点復帰スイッチは液晶タッチパネルとともに操作盤に取り付けている。

10. 結果

今回製作したリベッティングマシンの結果として、カシメ加工については、図 12 (b) のように加工ができた。また、企業にも確認して頂き、カシメとして十分であるとの評価を頂いた。しかし、カシメ加工の自動化については、検出部の取付けやプログラムおよびユーザーインターフェース等の製作が間に合わず、作業時間や振動の軽減などの評価は次年度以降の課題とした。

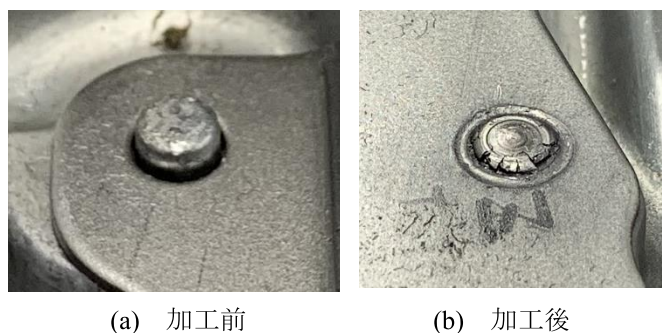


図 12 リベッティングマシンによるカシメ加工

11. 結言

令和元年度の目標である、カシメ加工ができるシステムを製作し、カシメ加工を行うことができた。また、カシメの形状や状態についても企業より十分であるとの評価を頂いた。

今後については、今年度製作できなかった各種センサなどの検出部の取付け、スタートスイッチによるカシメ加工の完全自動化のシステム開発およびエリアセンサや保護カバーによる安全装置や作業者の負担軽減のための土台製作などを考えている。

12. 謝辞

最後に開発の機会を与えて頂いた株式会社イケに深く感謝いたします。

文献

- [1] 「吉川鐵工株式会社」,
<http://www.riveting-mcn.co.jp/index.html>
- [2] 真壁友: 「自作 CNC フライス」,
<https://www.mkbtm.jp/?p=1074>
- [3] 「株式会社タック技研工業」,
<http://www.tacgiken.co.jp/>

(2020 年 8 月 4 日提出)

溶融亜鉛めっきの工程省力化装置の開発

岩城勇生^{*1}, 矢口博道^{*2}, 井上 隆^{*3}

本開発は丸昌工業株式会社からの依頼案件であり、溶融亜鉛めっきの工程省力化を図る装置の開発を目的としている。今年度はめっき処理において、部品の入ったカゴの余分な溶融亜鉛を切る（以下亜鉛切と略記）工程の省力化装置のモデル開発を目指した。動作については、丸昌工業株式会社で行われている亜鉛切作業を再現するために、カム機構を用いてカゴを上下に揺動させる機構を実現した。また、モータの制御をPLCで行い、サーマルカメラを搭載した Raspberry Pi3B+マイコンを用いて溶融亜鉛を切る作業の完了判定を行っている。

Keywords : 亜鉛切, カム機構, PLC, サーマルカメラ, モデル開発, 人的負担.

1. 緒言

本装置の開発は、丸昌工業株式会社からの依頼で取り組んだ。要望先企業は、可鍛鉄製管継手類を主要製品とし、鉄鋼材料の亜鉛めっき加工を行っている。工場内の第四めっき炉では亜鉛めっき加工を手作業で行っており、人的負担の軽減が望まれている。

作業の中で、最も負担が大きい亜鉛切工程の省力化を目指して、モデル装置を制作したので、その取り組み内容を報告する。

2. 仕様

本装置は、亜鉛切作業を再現するための「機構部」、モータの制御を行う「制御部」、溶融亜鉛が切れているかの判定を行う「カメラモジュール」で構成される。またモデル開発のため、カゴの寸法は二分の一で設計を行った。機構部の仕様を表1に、カゴの仕様を表2に、制御部の仕様を表3に、カメラモジュールの仕様を表4に示す。

表1 機構部仕様

寸法[mm]	W800.0×H1138.4×D940.9
重量[kgf]	55
モータ動作温度[°C]	-15~40
落下距離[mm]	200

表2 カゴ仕様

寸法[mm]	W900×H63×D125
容積[mL]	580

表3 制御部仕様

モータ定格出力[kW]	0.75
定格回転数[rpm]	123
最大定格電流[A]	3.6
供給電圧[V]	三相 200, 直流 24
制御機器	PLC (FX3G-24MR/DS)
通信方法	MC プロトコル
動作温度[°C]	0~55

表4 カメラモジュール仕様

寸法[mm]	W160.0×H100.0×D120.0
Raspberry Pi3B+	
動作温度[°C]	0~50
サーマルカメラ	
動作温度[°C]	-40~80
測定温度[°C]	-40~300
撮影範囲[mm]	354×214
撮影距離[mm]	340
画素数[pixel]	32×24

3. 装置概要

3.1 全体構成 本装置は、めっき浴での攪拌作業が終了した後の作業となるため、作業のライン上に設置する。作業員はカゴの持ち手部分をクランプにて固定し、スイッチを押すと動作が開始する。上下に揺動させることによって余分な溶融亜鉛を落とす。カメラモジュールにてサーマルカメラを用いて溶融亜鉛の切れ具合を確認し、溶融亜鉛の状態に応じて再揺動、動作完了の判断を行う。

3.2 ブロック図 LAN ケーブルを用いて、PLC と Raspberry Pi3B+間で MC プロトコルでの通信を行う。システムブロック図を図1に示す。

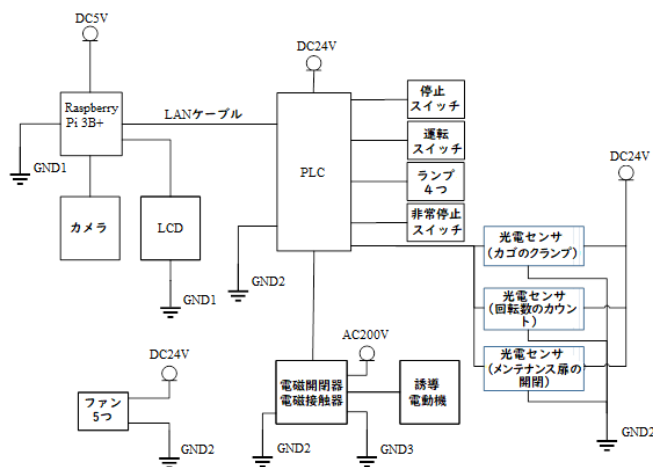


図1 システムブロック図

*1 生産機械システム技術科

*2 生産電気システム技術科

*3 生産電子情報システム技術科

4. 機構部

カムの回転をカムフォロワが追従し、カム従節に伝えて上下運動に変え、カム従節がカゴを把持しているシーソーを突き上げることで「揺動」動作の実現を狙っている。全体正面図を図2に、全体側面図を図3に、カム単体を図4に示す。

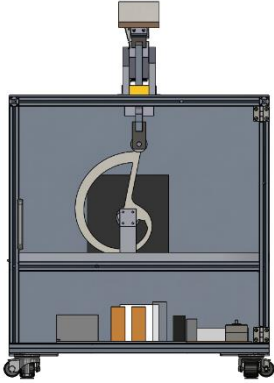


図2 全体正面図

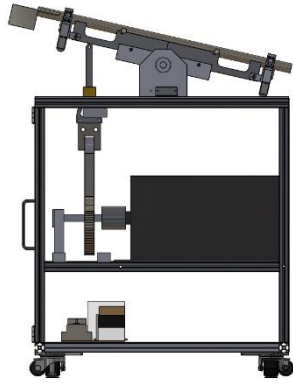


図3 全体側面図



図4 カム単体

4.1 カム かごを一定の速度で上下させるために回転運動を上下運動に変える事が必要であった。そこで往復スライダクランク機構やラックとピニオン機構などを考えたが、加工のしやすさと設計のしやすさからカムに決定した。

4.2 軽量化と作業スペースの確保 丸昌工業株式会社より、1m²以内の設置面積で亜鉛切り作業を行うものを製作してほしいとの依頼を受けた。そのため、縦・横・高さ共に800mmになるように設計した。

また、当初のカムの設計ではカムの中身が詰まっておりますり重量的に問題があるため、軽量化する必要があった。ワークの材料を鋼で設計したということもあり3DCAMの構造解析でも特に問題は見受けられなかったため、中身が空洞となるように加工を行った。

装置本体をキャスターによる移動が行えるようにアルミフレームでの骨組み造りを行った。キャスターは機構の動きによる振動を抑えるためにアジャスターが付いているものを選んだ。キャスターを図5に示す。

モータを乗せる中板は外側に用いた3mmのアルミ板でなく、5mmのアルミ板を選んだ。理由としては、モータの重量が大きいので3mmの板では強度的に不安があったためである。

モータから伸びてカムに繋がる軸の軸受けには黄銅のカップリングを鋼の支柱の中に圧入した。黄銅の自己潤滑性と柔軟性がカムの軸受けに適していると分かったため、そのように加工を行った。カムの支柱と軸

受けを図6に示す。

かごを乗せるシーソー部は、カムによって動いたときにかごが落ちないようにリング状の留め具を取り付けた。また留め具だけでは落ちる可能性があるため、丸昌工業株式会社からの了承を得て、かごの設計を変更して持ち手部分に突起をつけた。またシーソー部に突起を入れるための溝を設計し加工を行った。

更にメンテナンスを容易に行えるように装置の外側一か所にドアを設けた。



図5 キャスター



図6 カムの支柱と軸受け

5. 制御部

5.1 配置配線 制御盤をカムの真下に配置する予定であったが、カムの回転により機器に干渉する恐れがあるため、カムの真下を避けて配置した。また配線に関しては、結束バンドで固定するだけでは配線が垂れてカムに巻き込まれる恐れがあるため、マウントベースを装置の中板に取り付けることで回避した。

5.2 熱対策 装置の設置場所の気温は40°Cを超え、制御部の機器から発熱し筐体内の温度が高温となる。機器が正常に動作しない恐れがあるため、筐体内の上部、下部にファンをそれぞれ2つずつ取り付けて対策した。

5.3 装置の動作 電源投入時 Raspberry Pi3B+の起動時間に45秒かかるため、起動するまで運転表示ランプ、停止表示ランプ、一時停止表示ランプ、非常停止表示ランプが0.5秒間隔で同時点滅する。起動が完了すると初期状態になる。初期状態は装置全体が停止状態であり停止表示ランプのみが点灯する。装置の始動条件は①かごの持ち手がクランプされていること②メンテナンス扉が閉まっていること③Raspberry Pi3B+との通信ができていないことの3つになる。

装置の運転と停止は、筐体上部に取り付けているボタンの操作で行う。運転ボタンが押されると3秒後にモータの先に取り付けたカムが回転し、かごが上下に揺動する。カムが規定回数だけ回転したことを光電センサーが検知すると、モータを停止し溶融亜鉛が切れているかどうか Raspberry Pi3B+がサーマルカメラで確認する。溶融亜鉛が切れていると判断された場合は、Raspberry Pi3B+から PLC に完了信号が送られ初期状態になる。溶融亜鉛が切れていないと判断された場合に

は、Raspberry Pi3B+から PLC に再運転信号が送られモータが回転し再度亜鉛切りを行う。

また再運転後の通信ではサーマルカメラでの判定は行わず、カムが規定回数だけ回転した後にモータを停止し初期状態になる。装置全体の動作フローを図 7 に示す。

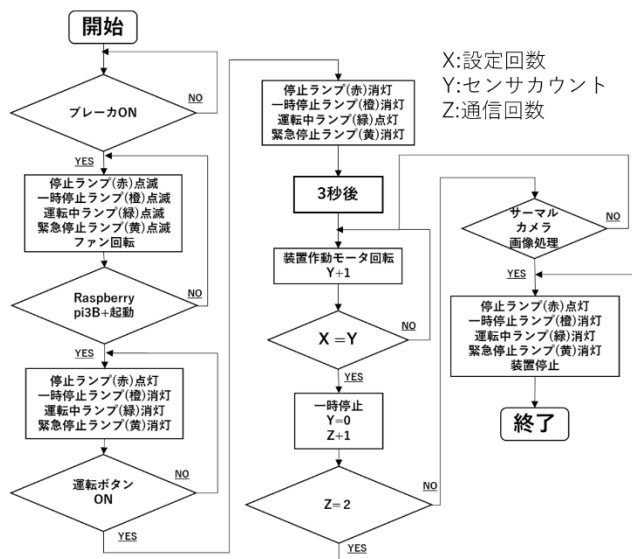


図 7 動作フロー

5.4 エラー表示 かごの持ち手がクランプされていない状態で運転ボタンを押すと、[クランプ未完エラー]として、停止表示ランプが 0.5 秒間隔で 2 回の点滅を行う。メンテナンス扉が開いている状態で運転ボタンを押すと、[扉未閉エラー]として停止表示ランプが 0.5 秒間隔で 3 回の点滅を行う。Raspberry Pi3B+との通信ができていない状態で運転ボタンを押すと、[通信未確立エラー]として停止表示ランプが 0.5 秒間隔で 4 回の点滅を行う。また動作中に[扉未閉エラー]または[通信未確立エラー]を検知した場合、モータを停止し停止ランプの表示を行う。エラー表示の動作フローを図 8 に示す。

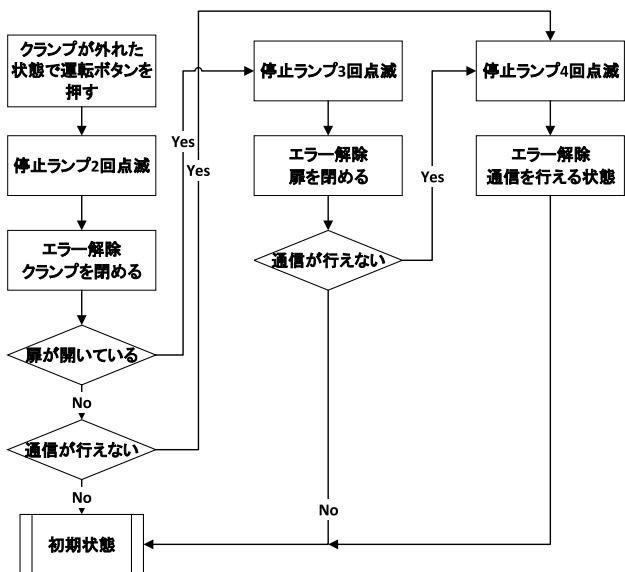


図 8 エラー表示

5.5 モータの単体試験 単体試験は①から③の項目に重点をおいて試験を行うことを目的とする。

- ① かごとメッキ部品などを考慮した重さ 20kgf の荷重を上下させるのに十分なトルク (22.9N・m) を持っているかの確認
- ② 動作中の回転数, 突入電流, 定格電流が仕様を満たしているかの確認
- ③ 停止信号を送信してから完全に停止するまでの距離が荷重によって変化するか確認

試験方法は、モータと錘の付いたケーブルをロープで結び、ロープを滑車で吊りし、巻き上げを行う。試験の結果、モータが巻き上げられる重量は最大 35kgf であり、仕様を満たしていることが確認できた。動作中の回転数は 123rpm, 突入電流は約 12A, 定格電流は約 2.4A という結果になり、仕様の範囲内であることが分かった。

また停止信号を送信してから完全に停止するまでの角度は約 130°で、荷重による大きな変化は見られなかった。結果よりかごを水平位置に来るようにカムを停める場合、130°手前にて停止信号を PLC に送信し制御を行う必要がある。

6. カメラモジュール

カメラモジュールでは、亜鉛切動作の完了後、サーマルカメラにて十分に溶融亜鉛が切れているかの判定を行う。また、動作状態に応じて PLC との通信を行う。サーマルカメラモジュールの全体図を図 9 に示す。



図 9 カメラモジュール

6.1 回路 画像の撮影にサーマルカメラ、カメラモジュールの状態を表示する LCD、Raspberry Pi3B+の電源を安全に切断するための押しボタンスイッチが必要であったため、これらの部品の接続を行う基板を 80×50 のサイズで製作した。図 10 に基板パターン図を示す。

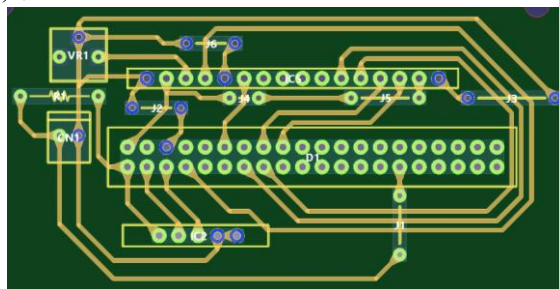


図 10 基板パターン図

6.2 撮影および保存 かごから落ちる溶融亜鉛の滴をサーマルカメラで撮影し、後述の画像処理部にて亜鉛切の判断を行う。撮影した静止画は Raspberry Pi3B+ に一時保存され、判定動作が完了した後、動画に変換され、静止画と共に USB メモリに保存される。

6.3 通信ログ 通信開始時、判定時、通信終了時に時刻を書き込んだテキストファイルを「log.txt」の名前で USB メモリに保存する。また、判定時は時刻とともに判定結果も書き込む。

6.4 通信 LAN ケーブルを用いて、Raspberry Pi3B+ と PLC 間で、通信確立時、モータ状態確認時、不可信号／許可信号送信時にソケット通信を行い、PLC に対するデータの読み書きを行う。また、通信プロトコルには MC プロトコルを用いている。図 11 に通信部分のフローチャートを示す。

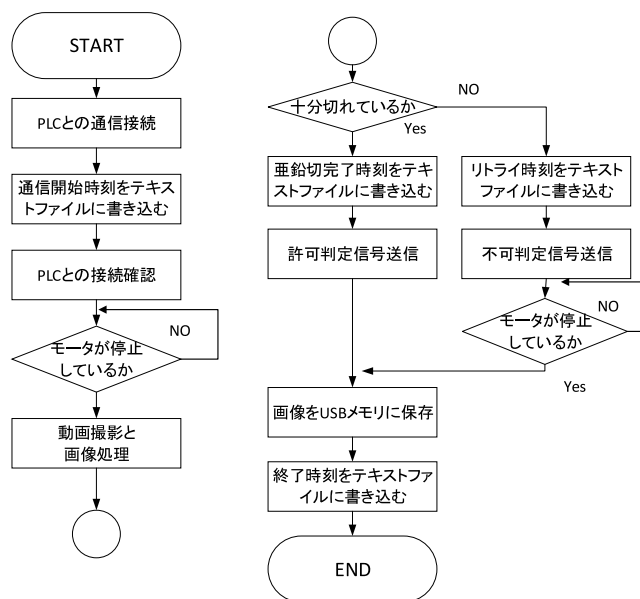


図 11 通信部分フローチャート

7. 評価

「機構部」及び「制御部」と「カメラモジュール」に分けて評価を行った。丸昌工業株式会社で行われているめっき加工工程を見学した経験のある学生が、めっき加工の亜鉛切を模した作業を行う。本開発はモデル開発であり実際に溶融亜鉛を使用することはできないため、溶融亜鉛の代替品として水溶き片栗粉を使用する。水と片栗粉の比率は 1000cc : 27g とし、温度は 60~80℃とする。今回実験で使用するめっき対象の部品は、M6 の六角ナットとし、部品を入れたカゴの重量は 15kgf である。

7.1 「機構部」 機構部の評価は以下の通りである。

- ①かごの先端が 200mm 以上上下している。
- ②装置本体の振動によってねじ類のゆるみ、外れがない。
- ③カムの従動節が落下した際はカムに直接当たらず、カムの回転後に接触し追従する。
- ④装置本体の固定ができる。
- ⑤シーソー部がスムーズに動作する。

7.2 「制御部」 制御部の評価は以下の通りである。

- ①かごのクランプ状態の検知。
- ②メンテナンス用扉の開閉状態の検知。
- ③Raspberry Pi3B+ との通信が行えている。
- ④かごが上下に 2 回揺動している。
- ⑤カウントが規定回数に達した時、モータが停止する。
- ⑥定格電流・突入電流が仕様以内に収まっている。

評価を元に試験を行った結果、①から⑥の条件を満たした上で動作を行うことができた。

7.3 「カメラモジュール」 サーマルカメラにて水溶き片栗粉を撮影し、正しい判定結果となるかを評価する。亜鉛切の判定基準は、丸昌工業株式会社から「溶融亜鉛の垂れ方が連続垂れから間欠垂れに変わり、間欠の間隔が長くなった時が終了の目安」という話をいただいた。その話を参考に、溶融亜鉛の滴を白色で表示し、1 枚の画像が占める白色の面積が 1.5% 以内の場合を許可判定とした。不可判定であった場合(10.8%)の画像を図 12 に、許可判定であった場合(0.5%)の画像を図 13 に示す。



図 12 不可判定画像



図 13 許可判定画像

8. 結言

本開発では、亜鉛めっき加工の一部工程を省力化するモデルを開発することができた。依頼企業に装置の完成度を評価して頂き、以下の追加要望があった。

- ①上下運動の衝撃は有効ではあるが耐久性はどうか。
 - ②遠心分離機まで動作する仕組みを追加してほしい。
 - ③かごを置く方法をワンチャックでロックできるものにしてほしい。
 - ④品種によって切る方法を変えたい。
- これらのことから、次年度も継続して取組む事とし、取組むべき課題を以下の内容とした。

- ・遠心分離機に素材を投入するための回転機構の追加。
- ・かごをワンチャックでロックできるようにする。
- ・かごを左右に傾ける機能の実装。
- ・作業効率を上げるためにスイッチの変更。
- ・運転時にクランプが外れると装置が停止できるようにする。
- ・安全機能の追加(エリアセンサなど)。
- ・現場でのカメラを用いたプログラム実験。

9. 謝辞

最後に開発の機会を与えて頂いた丸昌工業株式会社に深く感謝いたします。

(2020 年 7 月 28 日提出)

キャベツ収穫機の製作 ～茎切断ユニットとセンシング部の開発～

望月隆生^{*1}, 中村恵司^{*2}, 田中倫之^{*3}, 崎原渉樹^{*4}, 荒巻俊貴^{*4}, 川辺元生^{*4},
新明恭也^{*4}, 亀迫研吾^{*5}, 木下盛央^{*5}, 津曲拓弥^{*6}, 太田 真^{*6}, 大西智也^{*6},
川崎朴人^{*6}, 中 好紀^{*6}, 丸山直輝^{*6}

一般に青果用キャベツの収穫作業は二人一組で行なわれているが、これを一人で行えるようにするためのキャベツ収穫機の開発に我々は取り組んでいる。今年度はその基礎として、周りの葉を押さえ茎を切断する茎切断ユニットとキャベツの検出と収穫可否を判別するセンシング部の開発を行った。その結果、茎切断ユニットは一定の条件下で畝上のキャベツの茎を切断することができた。さらに、センシング部についても仕様を満たす検出と判別に成功した。

Keywords: 青果用キャベツ, 収穫機, 切断機構, 収穫, 判別, AI.

1. 緒言

キャベツには加工用と青果用がある。加工用キャベツは畑全体を一度に収穫するため、専用の収穫機がすでに存在している。しかし青果用キャベツは選別しながら収穫を行わなければならないので収穫機は存在していない。また、キャベツ生産では収穫の作業量が突出して多く、農業法人経営者としては、収穫作業を省力化して従業員の労働を平坦化することが求められている。現在、二人一組で行われている収穫作業を一人で行えるようになる収穫機があればこの問題の有効な改善策となる。

そこで我々は青果用キャベツの収穫機の開発に取り組むこととした。今年度は収穫機の一部となる、外葉を押さえ茎を切断する茎切断ユニットと収穫に適したキャベツを検出するセンシング部の開発を行った。なお、本テーマは農業法人である株式会社パシオスから提供されたものである。

2. 茎切断ユニットの機構

実際の収穫作業を見ると、まずキャベツの外葉を畝に押さえつけて茎を露出し、横からキャベツ全体を押さえながら包丁で斜めに茎を切断していた。これを参考として、エアシリンダによりキャベツの外葉を押し下げた後、茎を切断する機構を採用した。さらに表 1 に示したキャベツ畑の制約条件の下で各部の寸法を決

表 1 制約条件

	結球の直径	200～300mm
キャベツ	茎の長さ	50～60mm
	茎の直径	25mm
	高さ	150mm
畝	幅	300mm
	間隔	600mm

*1 生産電子情報システム技術科

*2 生産機械システム技術科

*3 生産電気システム技術科

*4 生産機械システム技術科 2 年生 (令和元年度)

*5 生産電気システム技術科 2 年生 (令和元年度)

*6 生産電子情報システム技術科 2 年生 (令和元年度)

定した。決定した茎切断ユニットのシステム構成と仕様を図 1 と表 2 にそれぞれ示す。

茎切断ユニットは外葉押さえ機構と茎切断機構で構成される。外葉を押さえる力と切断力は実験を実施して決定した。アクチュエータは必要な力と速度を両立するエアシリンダを採用した。全体図を図 2 に示す。

2.1 外葉押さえ機構 キャベツの結球に当たらず外葉だけを押しえられるように外葉押さえ機構を設計した。

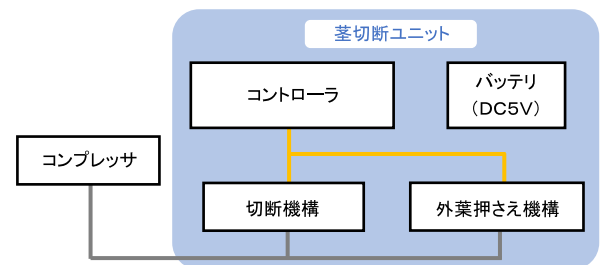


図 1 システム構成図

表 2 茎切断ユニットの仕様

大きさ (W×H×D)	600×975×1000mm
重量	39kgf
外葉押さえストローク	300mm
外葉押さえ力	30N
切断ストローク	200mm
切断力	500N
動作所要時間	12s

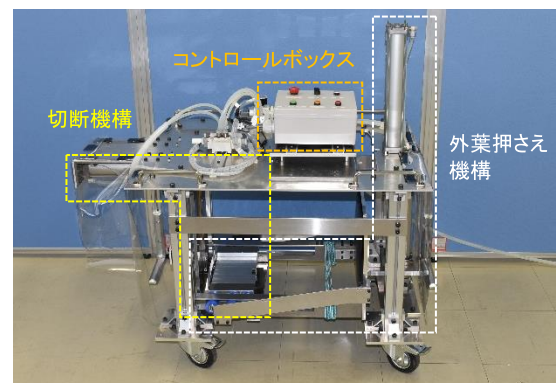


図 2 茎切断ユニット

外葉押さえ機構を図3に示す。外葉押さえ動作は、ストローク 300 mmのエアシリンダ、シャフト、リニアガイドによる直動機構で実現した。茎を切断する際、切断刃に押されてキャベツが動かないように切断刃の反対方向からキャベツを支える部品を外葉押さえ機構に取り付けた。さらに同様の目的でキャベツの結球を上から押さえるためにゴム紐も取り付けた。また、安全対策として横から人が手を入れないように安全カバーを両サイドに取り付けた。

2.2 茎切断機構 表1の制約条件を満たすように茎切断機構の設計を行った。茎の切断は刃物台に取り付けた切断刃で行い、その動作は、ストローク 200mmのエアシリンダとシャフトによる直動機構で実現した。茎切断機構を図4に示す。茎切断機構は外葉押さえ機構と一体で上下し、畝の上面を基準に切断刃の高さを位置決めする。

2.3 強度の解析 茎切断ユニットの動作時にかかる荷重に対する強度を確かめるための解析を行った。

茎切断ユニットの応力解析結果を図5に示す。解析の結果、最大応力の発生箇所はリニアガイドにあることが判り、その値は 54.1 MPaであった。一方、リニアガイドの材料であるステンレスは耐力が 172 MPaである。よって、許容応力の約 3分の1なので問題なしと判断した。

茎切断ユニットの変位解析結果を図6に示す。最大変位が生じる箇所は刃物台であることが判明し、その変位量は 4.6mmであった。この値は別途設定した許容変位 5mmを下回ることから、問題なしと判断した。

3. 茎切断ユニットの制御

3.1 コントローラのハードウェア構成 コントローラの構成を図7に示す。制御用マイコンは、DIP型のArduinoマイコンであるATmega328Pを使用し、操作スイッチとセンサの信号に基づいて、ドライバ回路経由でソレノイドバルブを制御する。また、非常停止スイッチは、マイコンによる制御系統とは別にソレノイドバルブを制御する仕様としている。

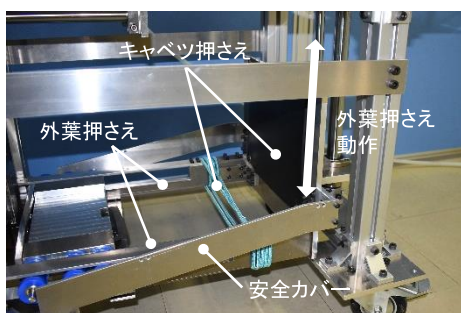


図3 外葉押さえ機構

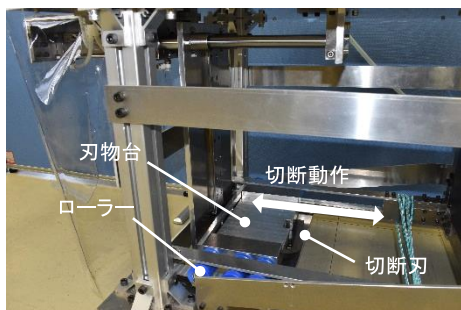


図4 茎切断機構

制御基板を収めたコントロールボックスを図8に示す。屋外で使用することを想定してコントロールボックスとスイッチは、防塵・防水仕様とした。コントロールボックスはメンテナンス性を考慮し、中継コネクタを用いて本体と分離できるようにした。

電源はLi-ionモバイルバッテリーを使用している。

3.2 空気圧回路 空気圧回路図を図9に示す。ソレノイドバルブを3位置クローズドセンタバルブにすることで、制御回路からの信号が無い状態で、自重や外力によってエアシリンダが動いてしまうことを防いでいる。エアシリンダの動作速度は空気圧回路上のスピードコントローラで調整できるようにした。

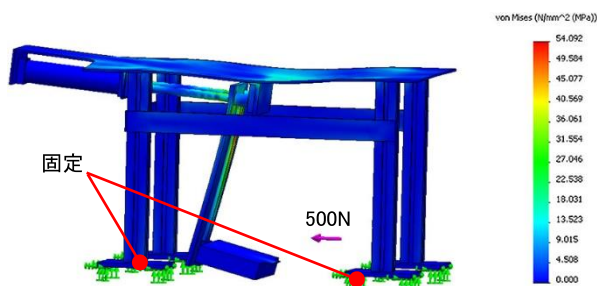


図5 茎切断ユニットの応力解析

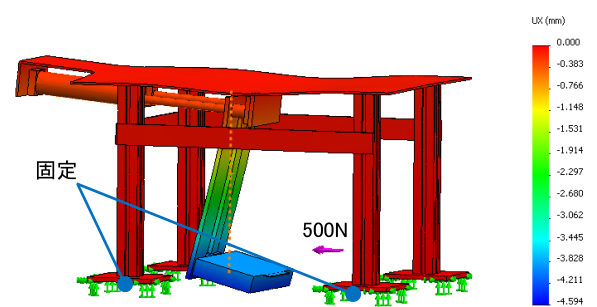


図6 茎切断ユニットの変位解析

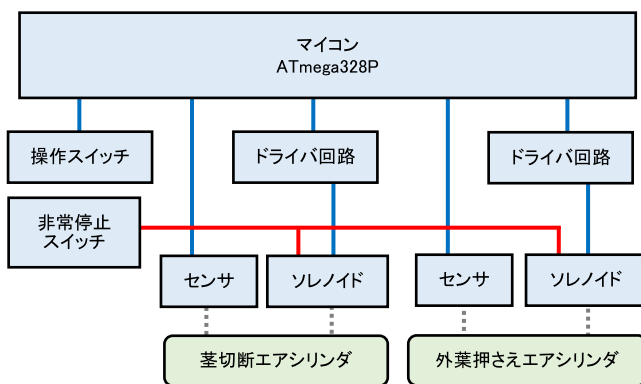
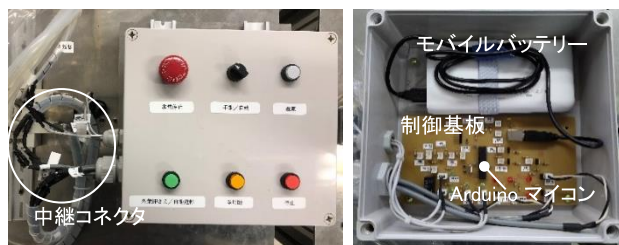


図7 コントローラのハードウェア構成



(a) ボックスと中継コネクタ (b) ボックス内部
図8 コントロールボックス

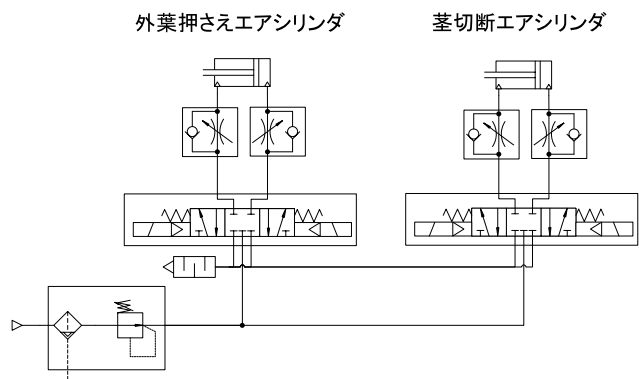


図9 空気圧回路図

3.3 操作と動作 コントロールボックス上のボタンを操作することで茎切断ユニットを動作させることができる。

手動モードとした場合、外葉押さえボタンを操作することで外葉押さえエアシリンダが動作し、茎切断ボタンを操作することで茎切断エアシリンダが動作する。エアシリンダの動作完了は位置センサを使用してマイコンが検出し、ソレノイドバルブを制御している。

自動モードとした場合、自動運転ボタンを押すことで、原点復帰、外葉の押さえ、茎の切断、切断刃の退避、外葉押さえの退避の順で自動的に動作する。なお、過負荷でエアシリンダが途中停止した場合は、マイコンがタイムアウトを検出して次の動作に移る。

安全対策として、手動モード、自動モードにかかわらず、停止ボタンを押すことで機構の動作を停止させることができる。また非常停止スイッチを押した場合は、ソレノイドバルブへの信号を電氣的に遮断して、エアシリンダの動作を直ちに停止させる。

4. センシング部の概要

4.1 センシング部の構成 センシング部の仕様と処理の流れを表3と図10にそれぞれ示す。センシング部はふたつのAIといくつかの画像処理で構成されている。はじめにカメラで撮影したキャベツ畑画像(A)をキャベツ検出AI(B)で処理することでキャベツの位置を

表3 センシング部の仕様

精度	70%以上
処理時間	8 s 以内

検出する(C)。次に検出したキャベツの位置情報からキャベツ単体の画像(D)を切り出す。最後に切り出した画像を収穫可否判別AI(E)で処理することで収穫に適したキャベツであるか判別する。これら一連の処理によってカメラ画像に写る収穫に適したキャベツの位置(F)を得る。

キャベツ検出にはYOLOv3、収穫可否判別はVGG16をそれぞれAIモデルとして採用した。

キャベツ検出AIと収穫可否判別AIの学習には、後述のデータセットを用いた。また収穫可否判別AIの学習に使用した画像は企業によって収穫の可否により仕分けられた画像を用いた。

4.2 データセットの作成 AIを学習させるためのデータセット作成のDFDを図11に、画像収集枚数を表4に示す。

【①動画分解】 学習用データの画像を用意するため、ビデオカメラで撮影したキャベツ畑の動画を用意し、その動画を1秒間隔で動画を静止画に分解し、233枚のキャベツ畑画像を取り出した。

【②画像切り抜き支援ソフト】 動画分解した画像を使用し、画像切り抜き支援ソフトでキャベツ畑画像をキャベツ単体画像にする。切り抜く際に切り抜き座標データも取得し、キャベツ単体画像はキャベツ画像仕分け支援ソフトに使用し、切り抜き座標データはアノテーション&データ水増しに使用する。

【③アノテーション&データ水増し】 画像切り抜き支援ソフトで得た座標データをもとに座標データを上下反転、左右反転を組み合わせる画像変換したファイルを生成する。画像切り抜き支援ソフトで切り出したキャベツ単体画像は、上下反転、左右反転、彩度変更を組み合わせる画像変換される。

【④キャベツ画像仕分け】 動画から切り抜いたキャベツ画像の仕分けを行い、フォルダに保存する。仕分けは3つのボタンを用いて、収穫の可否、わからない、の3種類の仕分けを行う。キャベツ畑の画像を大きく表示し、赤枠で囲まれた部分のキャベツの仕分けを行う。操作ミスにも対応し、最大20回前までの操作を取り消すことができる。

【⑤データ水増し】 仕分け済みのキャベツ単体画像を、上下反転、左右反転、彩度変更を組み合わせる画像変換する。

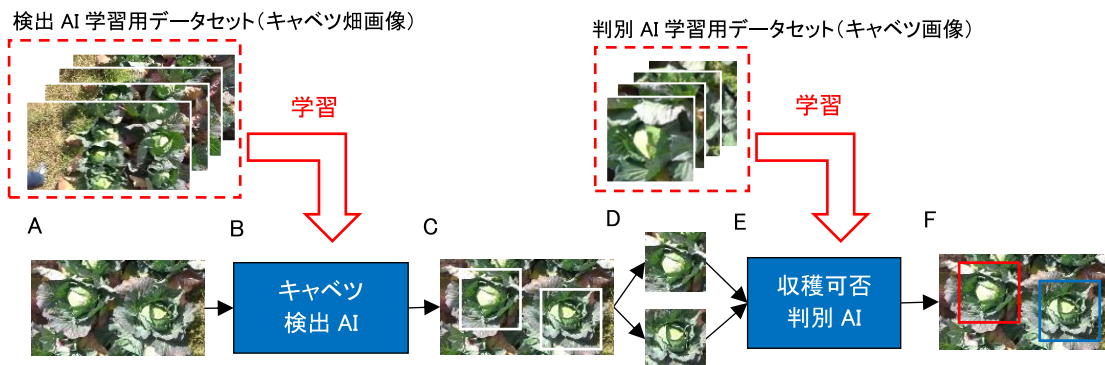


図10 センシング部で行われる処理の流れ

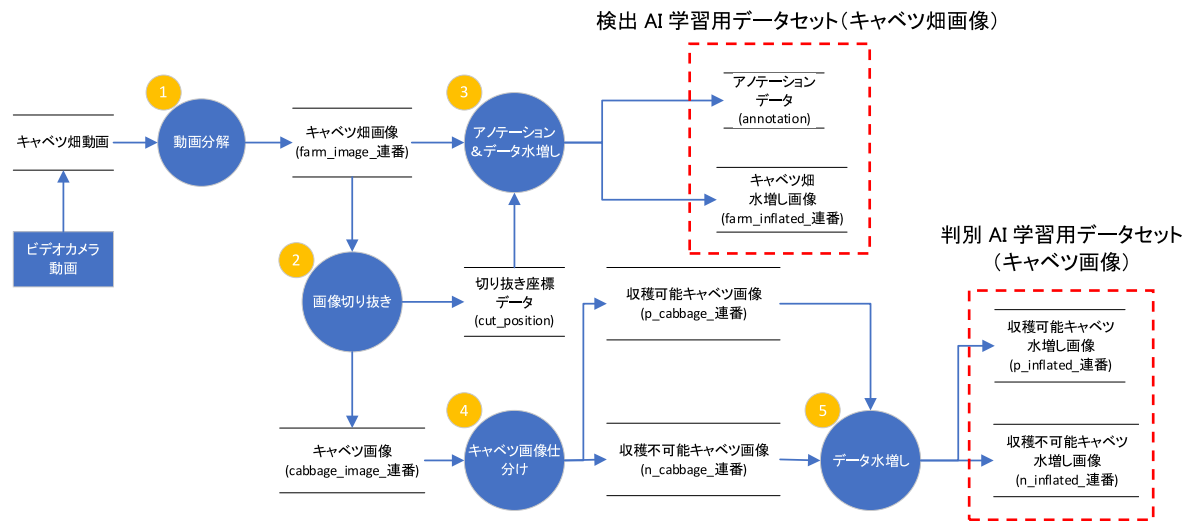


図 11 データセット作成 DFD

表 4 画像収集枚数

	水増し前	水増し後
キャベツ畑画像	233 枚	8388 枚
収穫可能キャベツ画像	169 枚	1690 枚
収穫不可能キャベツ画像	218 枚	2180 枚

表 5 画面に映るキャベツの検出精度

キャベツの総数	290 個
検出	277 個
未検出	13 個
検出精度	95.5%

5. 動作テスト

5.1 茎切断ユニット 校内に模擬畑を作り、外葉と根の付いたキャベツを入手して、動作テストを行った。

最初の実験では、キャベツが固定できず不安定な状態であったため、キャベツ全体が移動し、切断することができなかった。そこで前述のキャベツを押さえるゴム紐の追加や切断刃の取り付けの変更などの改善を行った。また、キャベツを畑に固定する治具も製作した。

機構の改善後、実験を行った結果、茎を切断することに成功した。

5.2 センシング部

(1)画像検出精度

キャベツ検出 AI の精度検証には、専用の撮影装置を製作して撮影した画像を使用した。撮影装置は台車付きのフレームにカメラ、マイコン、モバイルバッテリー、液晶タッチパネルを搭載し、畑のキャベツを一定の高さで撮影することができる。装置はタッチパネルで操作可能とし、撮影データは接続された USB メモリに保存することができる。

結果を表 5 に示す。検証用の画像に写る 290 個のキャベツの内、検出できたキャベツが 277 個、検出できなかったキャベツは 13 個であった。サンプル全体に占める検出できたキャベツ割合を検出精度とすると、検出精度は 95.5% である。また検出できなかった 13 個のキャベツには画面からはみ出して全体が写っていないも

表 6 全体が写っていないキャベツを除外した場合の検出精度

キャベツの総数	280 個
検出	277 個
未検出	3 個
検出精度	98.9%

表 7 画像判別精度結果

	判別精度
データセット A	70.11%
データセット B	71.56%
データセット C	71.69%
データセット D	71.20%
平均	71.14%

のが 10 個含まれていた。この全体が写っていないキャベツを除いた検出精度を表 6 に示す。検出精度は 98.9% である。検出処理に要した時間は 1 枚の画像あたり 0.12 秒であった。

(2)画像判別精度

AI の精度検証に広く用いられている k 分割交差検証法を用いて収穫可否判別 AI の判別精度の確認を行った。その結果、判別精度は 71.1% であった。1 個のキャベツの判別に要した時間は 0.32 秒であった。画像判別精度結果を表 7 に示す。

画像検出と総合すると、精度は 70.3%、処理時間は 0.44 秒であり、表 3 の仕様を満たすことが出来た。

6. 結言

青果用キャベツの収穫機の一部となる茎切断ユニットとセンシング部の設計・製作を行った。その結果、茎切断ユニットは一定の条件下で外葉を押さえ茎を切断することに成功した。センシング部についても畝上のキャベツの検出と収穫の可否の判別に成功した。

(2020 年 7 月 21 日提出)

スマートアグリシステムの開発

秋間紳樹^{*1}, 久保幸夫^{*2}, 庄林雅了^{*3}

水田の水管理にかかる労力の削減を目指し, IoT (Internet of Things) 技術を用いた遠隔操作による水管理システムを開発した. 本システムは, 水田の水位を検出するセンサ, 水位データをスマートフォンなどの情報端末に送信する通信モジュール, 情報端末内のアプリケーションプログラム, 情報端末からの指令に基づいて動作する取水門と排水門のシステム, 太陽光パネルによる電力供給システムからなる. 水田および構内の模擬水田に設置して動作検証し, 水田の水管理を遠隔で管理できることを確認した.

Keywords : 水管理, 水位センサ, ゲートウェイ, Web ページ, 情報端末.

1. 緒言

米農家の稲作作業にかかる時間の3割が水管理であり, 膨大な時間と労力を使っている[1]. そこで, 人が直接水田に出向くことなく, 水位や水温の状況が把握でき, 遠隔操作で水位調整を行うことができるシステムの開発に取り組んだ. 本開発は株式会社エイワット(以下, 企業)からの依頼テーマで2年目の取り組みである. 1年目は模擬水田を用いたが, 2年目は企業関係者が所有する滋賀県甲賀市にある水田(面積約1000m²)に設置して検証することを目指し, 目標は以下の4項目とした.

- ①悪天候の中や遠方の水田でも, 遠隔操作で取水門, 排水門の制御を行う.
- ②自動で水田の水位調整を行う.
- ③水温や水位, 電源電圧, 各装置の動作の正常/異常の識別情報を収集し, 閲覧できるアプリケーションを開発する.
- ④水田では電力の供給が難しいため, 太陽光パネルを用いた電力供給システムを構築する.

2. 開発課題実習テーマとしての取り組みの流れ

- 本開発においては下記に示す流れで取り組んだ.
- 5月 現地調査. 水田や取水門, 排水門を設置予定場所の寸法計測.
 - 5月~10月 現地調査に基づき各装置の設計・製作
 - 10月 試作段階の装置を現地に設置し修正. ほか必要な現地の寸法計測.
 - 11月 3日間の動作検証. 取水門, 電源装置, 通信モジュールの設置.
 - 11月~1月 装置の動作検証のための模擬水田を構内に構築
 - 1月 取水門, 排水門の現地での検証
 - 1月~2月 模擬水田での評価

3. 装置の概要

表1, 表2に装置仕様, 図1にシステム概略図を示す. 装置は以下の要素で構成されている.

- ①用水路から取水する取水門

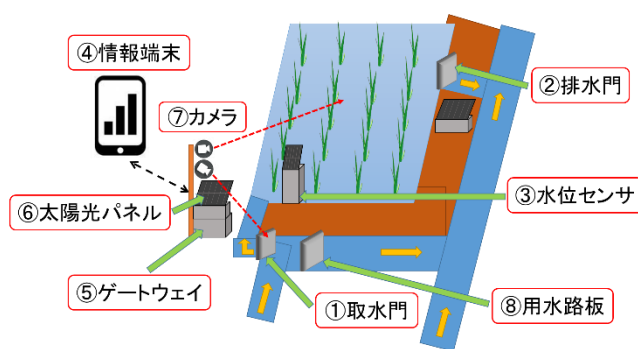


図1 システム概略図

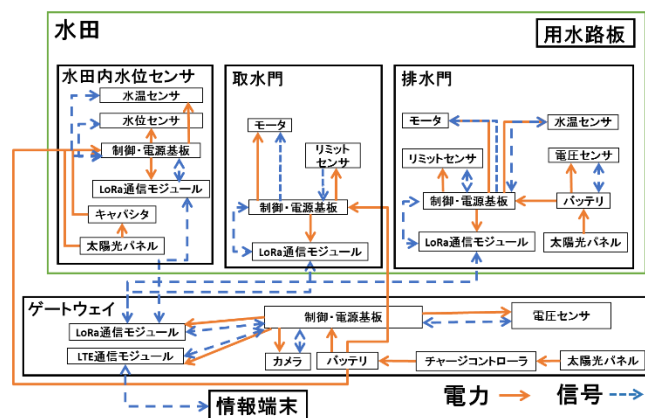


図2 システムブロック図

- ②水田から排水する排水門
 - ③水位と水温を計測する水位センサ
 - ④水位などを表示し, 門の開閉を遠隔操作する情報端末
 - ⑤通信の中継を行うゲートウェイ
 - ⑥電力を供給するバッテリーや太陽光パネル
 - ⑦水田や取水門の状況を撮影するカメラ
 - ⑧用水路の水を溜める用水路板
- これらの装置を用いて水田の水位調整を行う.

4. システム構成

4.1 概要 本システムでは, センサ値を受信し, 情報

*1 生産電気システム技術科

*2 生産機械システム技術科

*3 生産電子情報システム技術科

表 1 装置仕様

	取水門	用水路板	排水門	ゲートウェイ	水位センサ	模擬水田
寸法 D/W/H [mm]	550/400/1234	960/40/395	230/660/1100	290/170/100	235/240/1360	2910/1400/980
重量[kgf]	24	6	8	2	12	—
開口幅[mm]	275	—	138	—	—	—
太陽光パネルの 発電容量[W]	305	—	12	取水門と兼用	3	—
消費電力量[Wh]	6	—	6	12	0.015	—
バッテリーの電圧 [V]/容量[Ah]	12/115	—	12/12	取水門と兼用	キャパシタ容量 800F	—
持続時間[h]	77	—	24	—	170	—

表 2 制御および通信仕様

水位測定範囲[mm]	0~200	±10
水温測定範囲[°C]	-10~85	±0.5
水位調整範囲[mm]	0~140	±20
LoRa 通信速度 受信/送信[kbps]	11/11	
LTE 通信速度 受信/送信[kbps]	16000/4000	
データ送信間隔[分]	水位	10
	水温	10
	電圧	10

端末に表示することや、情報端末から制御命令を送信表示する。図 2 にシステムブロックを示す。実線矢印は電力を装置に供給する流れであり、点線矢印は制御信号である。電力はバッテリーにより取水門や排水門、ゲートウェイに供給する。水位センサの電力は太陽光パネルとキャパシタおよびバッテリーで供給する。

4.2 取水門 図 3 は取水門の全体図である。図の青色矢印は水の流れを示している。用水路板は用水路に流れている水を貯めて取水するために設けている。モータを正転させることで開口部にある板が下から上へスライドして開き、用水路側に溜まった水を水田側へ流す。スライドする板は大きな一枚板である。門の開閉は、上部に設置してある手動開閉用ボタンで操作ができ、端末からの遠隔操作も可能である。取水門はシャコ万力のような機構を取り入れ、既設のコンクリートブロックに固定する。また、エンコーダ付きモータを用いることで開口幅の微調整ができる。さらに、リミットスイッチにより起動時に原点復帰を行う。電源配管はゲートウェイに設置しているバッテリーから電源を供給している。

4.3 排水門 図 4 は排水門の全体図である。図の青色矢印は水の流れを示している。排水門を開くことで、水田側から U 字溝を通じ、用水路へ排水する。なお、排水門を開閉する機構及び操作方法は取水門と同様である。排水門は土の地面に杭を打ち込み固定する。電源である太陽光パネルとバッテリーは排水門の上部に設置している。

4.4 水位センサ 図 5 は水位センサの全体図である。塩ビ管の入水口から水が入ると内部のフロートが浮く。赤外線センサによりフロートの上部の反射板までの距離を計測し、水位を算出する。本装置には温度センサを取り付けており、水温が計測できる。計測した

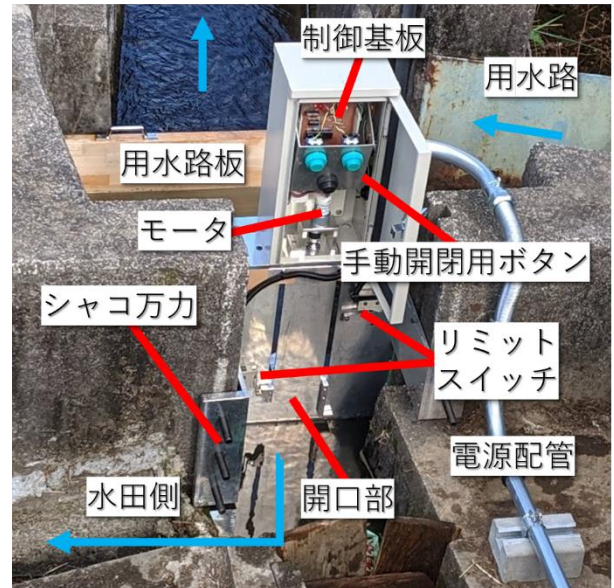


図 3 取水門

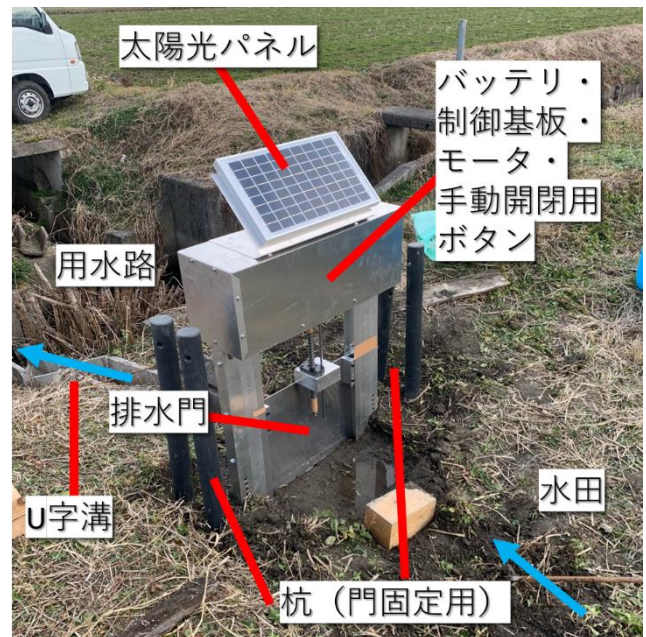


図 4 排水門

データは LoRa 通信によりゲートウェイに 10 分ごとに送信する。入水口にはフィルタを設置し、泥やゴミが塩ビ管の内部に入らないようにしている。

4.5 電源装置 電源には太陽光パネルを用い、バッテ

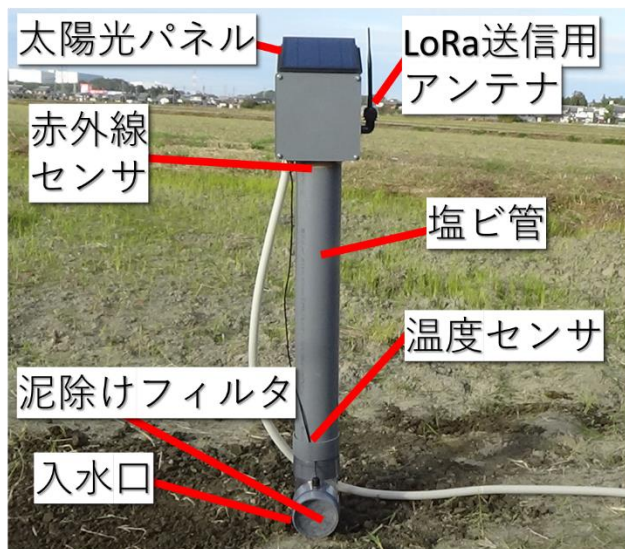


図5 水位センサ

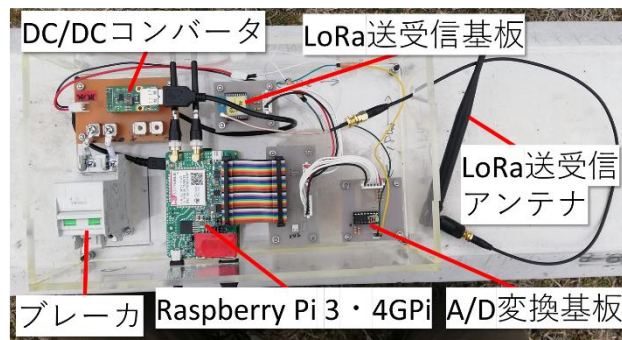


図7 ゲートウェイ

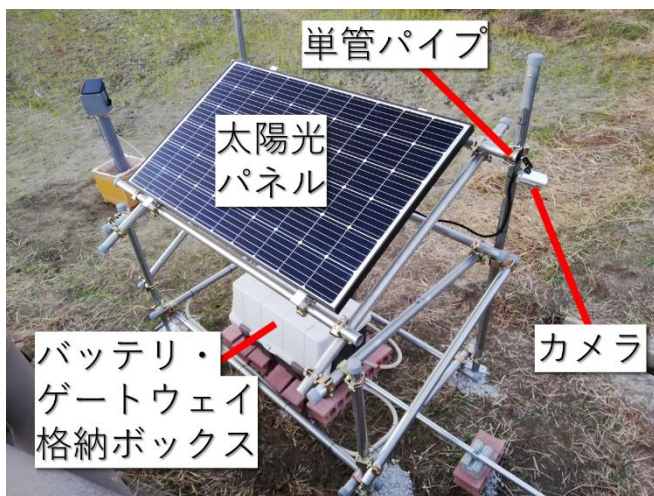


図6 取水門側電源・ゲートウェイ

リやキャパシタに充電している。発電電力が消費電力よりも大きくなるように太陽光パネルとバッテリーの選定を行った。取水門側のバッテリーからは取水門やゲートウェイに電力を供給している。バッテリー電圧は12V、容量は115Ah、消費電力量が18Whであるため、無日照時の持続時間はおよそ77hである。したがって、無日照日が3日程度続いても装置の連続稼働が可能である。図6は取水門側の電源ならびにゲートウェイであり、単管パイプを用いて架台を製作し、太陽光パネルを設置した。また、ゲートウェイやバッテリーは防水を兼ねてボックスの内部に搭載した。排水門のバッテリーからは排水門に電力を供給している。バッテリー電圧は12V、容量は12Ah、消費電力量が6Whであるため、無日照時の持続時間はおよそ24hである。したがって、無日照の場合1日しか持たないが、常時モータが動いている想定のため、水位調整頻度が少なければ持続時間は伸びる。水位センサについてはキャパシタから電力を供給している。キャパシタ容量は800F、消費電力量が0.015Whであるため、無日照時の持続時間はおよそ170hである。したがって、キャパシタの自己放電を含めて持続時間の約半分である7日間の連続稼働が可能である。



図8 端末ホーム画面

4.6 通信・ゲートウェイ 図7にゲートウェイの全体図を示す。ゲートウェイは制御マイコンであるRaspberry Pi 3 Model B+を用いて、通信の中継やWebデータベースの構築や映像の撮影を行う。取水門や排水門、水位センサとの送受信はLoRaを用いて行い、インターネットを通じた情報端末との通信はLTE (Long Term Evolution) 通信を用いる。カメラ2台で取水門や水田全体の様子を撮影し、Webページで閲覧できる。また、A/D変換を行い、バッテリー電圧を計測する。さらに、周辺基板を含めたゲートウェイ全体を箱に入れ、メンテナンス用にタッチパネルを取り付けている。

4.7 Web データベース・情報端末 ゲートウェイ内のデータベースに保存された各センサの値を、情報端末からWebブラウザでWebページを閲覧することができる。図8は情報端末のホーム画面であり、図9はグラフページの画面である。グラフは横軸が時刻で縦軸が水位 (mm) であり、水位の表示件数は12件である。また、水田に設置されたカメラで水田の様子を確認することもできる。門の操作は、指定した開口幅に開閉する「遠隔手動モード」と指定した水位を自動で保つ「遠隔自動モード」がある。遠隔自動モードでは、10分ごとに水位センサから受信した水位と情報端末から指定した水田の水位を比較し、取水門や排水門に開閉の指示を送信する。このモードでは、排水門を全開にし、取水門を開閉して水位を調整する日中モードと雨などの外部的要因で水田の水位が増えてしまった時に排水門の開閉で水位を調整する夜間モードの2種類がある。

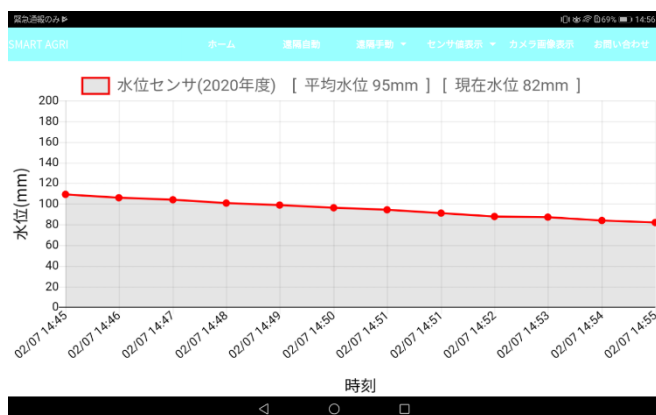


図9 端末グラフ画面

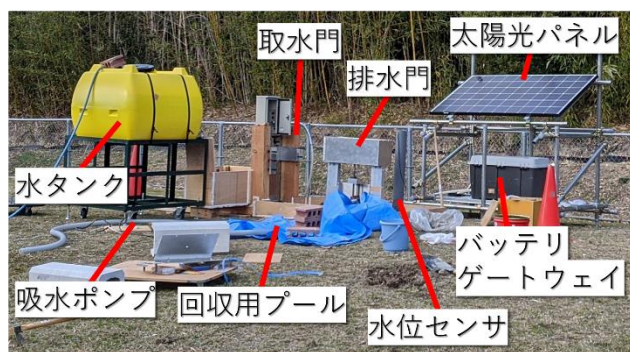


図10 模擬水田全体

4.8 模擬水田 実際の水田で検証を行った際は、機能の一部が未完成だったため全ての機能の検証を行えなかった。また、水田が遠方にあるため複数回検証を行うことが難しい。さらに、冬場は用水路に水を流さない日もあり、現地での検証が難しい。そこで図10に示すように、大学校内に現地の水田を縮小した模擬水田を製作し、機能の検証を行った。排水後の水を回収用プールに貯め、吸水ポンプで水タンクに戻し、再び取水門へ水を供給することにより水が循環できる構造にした。

5. 動作の検証

5.1 現地での動作検証（1回目） 2019年11月に実際の水田に図11に示すように排水門以外の装置を取付け、動作検証を行い、次の成果を得た。

- ① 取水門を取付け、開閉の確認を行った。しかし、水門の下部に水漏れが見つかった。
- ② 用水路板を取付け、水が溜まることを確認した。水位センサを取付け、水位を検出できることを確認した。
- ③ 太陽光パネルを用いてバッテリーに充電し、電力の供給が問題なくできていることを確認した。水田内のLoRa通信およびLTE通信によるWebページの閲覧ができていることを確認した。
- ④ カメラを用いて取水門の定期的な撮影を行った。

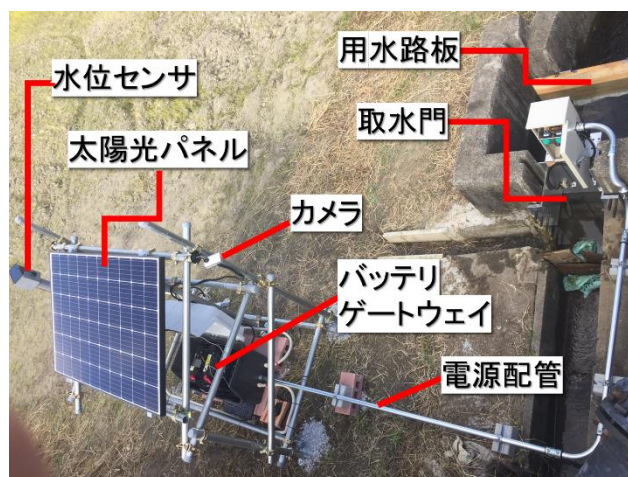


図11 現地の動作検証の様子

5.2 現地での動作検証（2回目） 2020年1月に実際の水田に排水門を取付け、動作検証を行い、次の結果を得た。

- ① 排水門を取付け、開閉の確認を行った。閉門時に水漏れが無いことを確認した。
- ② 取水門を取付け、水漏れの確認を行った。ゴムパッキン等で水漏れ対策を行ったが、取水門取付け部のコンクリートに凹凸があり、完全に水漏れを防ぐことはできなかった。

5.3 模擬水田での動作検証 大学校内に製作した模擬水田ですべての機能の動作検証を行い、次の結果を得た。

- ① 取水門、排水門の手動操作ボタンでの開閉を確認した。
- ② 遠隔手動モードを実行し、端末からの遠隔操作で取水門や排水門が開閉することを確認した。
- ③ 水位センサなどからデータを取得し、Webページで閲覧できることを確認した。

6. 結言

実際の水田に取り付け可能な取水門や排水門、水位センサ、電源装置を製作し、水田での動作検証を行った。水位や水温、電圧、各装置の動作状況が確認できるWebページを作成し、情報端末で確認できるようにした。

7. 謝辞

本開発を進めるにあたり、共同開発社である株式会社エイワットおよび水田の所有者である出原様に協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

文献

- [1] 千葉県担い手支援課 米農家の夢～従業員にも快適なこめづくり～
http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_event/attach/pdf/dream3-1.pdf 参照：2019.12.20.

(2020年7月31日提出)

人工知能 (AI) による画像認識を応用したじゃんけんシステムの制作

奥井秀幸*¹

現在, 世界的な人工知能 (AI) ブームが沸き起こり, ものづくり生産現場においても AI が高度な判断を行う「第 4 次産業革命」が起きている. そこで令和元年度総合制作実習にて, AI による画像認識を応用したじゃんけんシステムの制作に取り組んだ. これは, 2 台の Raspberry Pi に AI 設計ライブラリ Keras 等を用いて設計した AI を動作させ, Raspberry Pi に搭載されたカメラでじゃんけんを認識し, 勝敗を Web ブラウザに表示するというものである. また, AI 設計を専用設計ライブラリに任せるだけでなく, Excel を用いて自前で AI の設計も試みた.

Keywords: 人工知能 (AI), 画像認識, Socket 通信, Web ブラウザ表示, Raspberry Pi.

1. 緒言

テレビや雑誌等で盛んに「人工知能 (AI: Artificial Intelligence)」という言葉が耳にするようになった. きっかけは, 2006 年トロント大学 Hinton 教授が発表した論文が発端である. 2012 年世界的な画像認識コンテスト ILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge) において, 従来まで画像認識の誤答率が良くても 27~28% 程度であったのが, Hinton 教授が発表したディープラーニングの手法を用いた AI が誤答率 16% で圧勝し, 世界的な AI ブームが沸き起こった.

このような状況の中, 令和元年度総合制作実習にて, Raspberry Pi を用いて AI による画像認識を応用したじゃんけんシステムの制作に取り組むことにした. また, AI 設計を Keras 等の専用設計ライブラリに任せるだけでなく, Excel を用いて自前で AI の一分野である畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) の設計も試みた.

本文では, 本総合制作実習の取り組みの概要について述べる.

2. 神経細胞 (ニューロン) の構造と動作

2.1 神経細胞の構造 人間の脳には, 約 1000 億個以上の神経細胞 (ニューロン) があり, 図 1 に示すように, 互いに結びついて「神経細胞ネットワーク (ニューラルネットワーク)」を形成している.

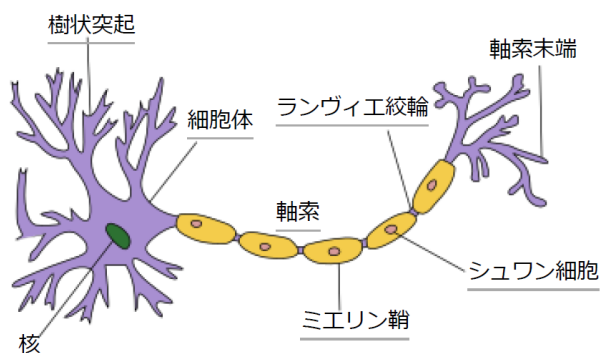


図 1 神経細胞 (ニューロン) の構造 (Wikipedia より引用)

表 1 神経細胞 (ニューロン) における入出力端子

入出力端子	入出力	端子数/神経細胞 1 個
樹状突起	入力	複数個.
軸索	出力	1 個. ただし, 軸索末端で枝分かれして, 複数の神経細胞に接続可能. 出力信号は, デジタル値 (0 or 1).

神経細胞 (ニューロン) には, 「樹状突起」および「軸索」と呼ばれる 2 つの入出力端子がある. 表 1 に, 神経細胞 (ニューロン) の入出力端子について, その特徴をまとめている.

2.2 神経細胞 (ニューロン) の動作 神経細胞 (ニューロン) 1 個の動作は単純で, 図 2 に示すように, 樹状突起入力電気信号 x_1, x_2, x_3, \dots に各々重み係数 (アナログ値) w_1, w_2, w_3, \dots を掛け合わせ, その合計値が閾値 (アナログ値) θ を超えると, ニューロンの細胞体が強く反応し, 軸索から出力信号「1」が出力される. この現象を「発火」と呼ぶ.

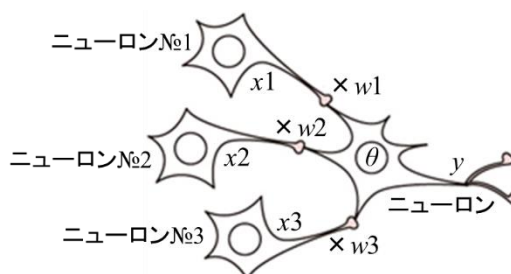


図 2 神経細胞 (ニューロン) の動作

軸索出力信号 y (デジタル値 0 or 1) とすると, 神経細胞 (ニューロン) の動作は, 下記(1)および(2)式で表される.

$$\begin{aligned}
 & \text{[発火無し]} \\
 & x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 + x_3 \times w_3 + \dots < \theta \rightarrow y = 0 \quad (1) \\
 & \text{[発火]} \\
 & x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 + x_3 \times w_3 + \dots \geq \theta \rightarrow y = 1 \quad (2)
 \end{aligned}$$

* 京都職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

(1)式および(2)式は、コンピュータ・プログラムでif文を用いて簡単に記述可能であり、コンピュータ上で神経細胞（ニューロン）の動作を疑似できる。コンピュータ上に、多数の(1)式および(2)式のプログラムを記述して、プログラムで接続する。こうして、コンピュータ上で神経細胞ネットワーク（ニューラルネットワーク）を実現したものが「人工知能（AI）」である。

3. じゃんけん認識を行うニューラルネットワーク

3.1.3 層ニューラルネットワーク 図3に、12(=4×3)画素の画像認識を行う、最も基本的な入力層・隠れ層・出力層の3層構成のニューラルネットワーク構成図を示す。●は、神経細胞（ニューロン）を表す。矢印は、神経細胞（ニューロン）間の繋がりを表す。

人間の脳の中のニューロンは、より複雑により3次元的に接続されていると考えられるが、図3に示す3層構成のニューラルネットワークが、最も基本的な人工知能（AI）の形とされる。

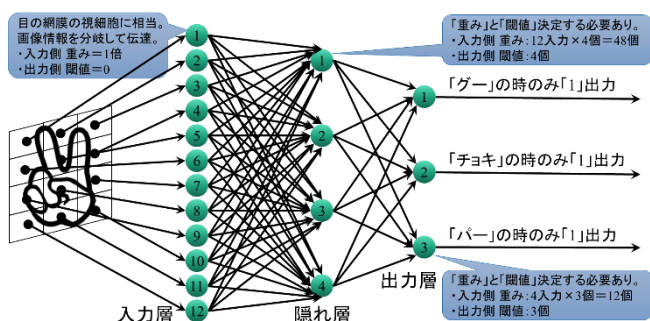


図3 画像認識を行う3層ニューラルネットワーク

表2 3層各層における各種個数

層	ニューロン個数	ニューロン1個当たり入力数	ニューロン1個当たり重み個数	ニューロン1個当たり閾値個数
入力層	12個	1	1個 (1倍固定)	1個 (0固定)
隠れ層	4個	12	12個 (値未定)	1個 (値未定)
出力層	3個	4	4個 (値未定)	1個 (値未定)

表3 各層全体における重みおよび閾値個数

層	ニューロン個数	層全体の重み個数	層全体の閾値個数
入力層	12個	1入力×12個=12個 (全て1倍固定)	12個 (全て0固定)
隠れ層	4個	12入力×4個=48個 (値未定)	4個 (値未定)
出力層	3個	4入力×3個=12個 (値未定)	3個 (値未定)

図3において、入力層12個のニューロンは目の網膜の視細胞に相当し、重み=1倍、閾値=0（固定値）で、入力信号がそのまま出力される。隠れ層4個および出力層3個のニューロンには、各々入力層および隠れ層のニューロンからの入力信号に重みを掛け合わせ、その合計値が閾値を超えると出力信号「1」が出力される。表2および表3に、画像認識を行う3層ニューラルネットワーク各層における各種個数を示す。

隠れ層および出力層のニューロンの重みおよび閾値は、現時点ではすべて値未定であり、3層ニューラルネットワーク全体で値未定のパラメータ（重みと閾値）が合計67個ある。

3.2 ニューラルネットワーク設計 図3に示す3層ニューラルネットワークにおいて、

出力層ニューロン№1 出力値＝
画像データが「グー」→「1」、その他→「0」出力 (3)

出力層ニューロン№2 出力値＝
画像データが「チョキ」→「1」、その他→「0」出力 (4)

出力層ニューロン№3 出力値＝
画像データが「パー」→「1」、その他→「0」出力 (5)

と動作するように、合計67個の値未定のパラメータ（重みと閾値）を決定する。

この多数のパラメータ決定方法として、所謂ビッグデータを用いる手法が一般的である。今回は、合計67個のパラメータ（重みと閾値）を決定する必要があるため、最低でも合計67枚以上の様々な「グー」「チョキ」「パー」の画像データが必要となる。

次に、乱数を用いて、値未定のパラメータ（重みと閾値）に適当な値を設定する。

(出力層ニューロン№1 出力値－
(画像データが「グー」→1、その他→0)) (6)

(出力層ニューロン№2 出力値－
(画像データが「チョキ」→1、その他→0)) (7)

(出力層ニューロン№3 出力値－
(画像データが「パー」→1、その他→0)) (8)

$$\sum_{\text{全画像データ}} \left\{ ((6)\text{式})^2 + ((7)\text{式})^2 + ((8)\text{式})^2 \right\} \quad (9)$$

出力層ニューロン№1～№3 出力値が(3)式～(5)式を満たす場合、(6)式～(8)式の値は0となる。逆に、出力層ニューロン№1～№3 出力値が(3)式～(5)式を満たさず誤りがある場合、(6)式～(8)式は0以外の値となる。

(9)式は、すべての画像データの出力層ニューロン№1～№3 出力値の誤差の2乗の総和であり、「損失関数」または「目的関数」などと呼ばれる。図3における値未定のパラメータは、(9)式が最小となるように、最小2乗法の原理を応用して決定すれば良い。

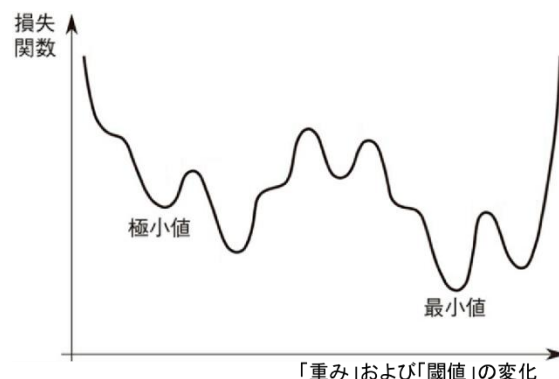


図4 重みおよび閾値の変化に対する損失関数の変化

ただし、図 4 に示すように、通常(9)式には多くの極小値があり、パラメータ（重みと閾値）に最初に設定する乱数値によって、収束する極小値の値も異なってくる。最初設定する乱数値を様々に変更し、より(9)式が最小となるパラメータ（重みと閾値）を試行錯誤的に探す必要がある。

このように、多数のじゃんけん画像データを用いて、出力層ニューロン出力値の誤差の 2 乗の総和が最小となるように、ニューラルネットワークのパラメータ（重みと閾値）を決定する。これは、多数の画像データから、コンピュータを用いて自動的に「グー」「チョキ」「パー」判別ルールを作成することでもある。人間が、「グー」「チョキ」「パー」判別ルールを考える必要は無い。

なお、図 3 に示す 3 層ニューラルネットワークでは、わずか 12 (=4×3) 画素の画像認識なのに、合計 67 個のパラメータ（重みと閾値）を決定する必要がある。画像の画素数を増やすと、決定すべきパラメータの個数が膨大になる。そこで、パラメータの個数を減らすことが可能な畳み込みニューラルネットワーク（CNN : Convolutional Neural Network）が多用されており、本総合制作実習においても CNN を用いて人工知能（AI）設計を行った。人間の目に映った映像の情報処理も、CNN に似た処理を行っているようである。

4. じゃんけんシステム構成と全体の動作

4.1 システム構成 本総合制作実習で制作した人工知能（AI）による画像認識を応用したじゃんけんシステムでは、Raspberry Pi を 3 台、Android タブレット 1 台の計 4 台のコンピュータを用い、各々 Wi-Fi 接続して Socket 通信を行う。

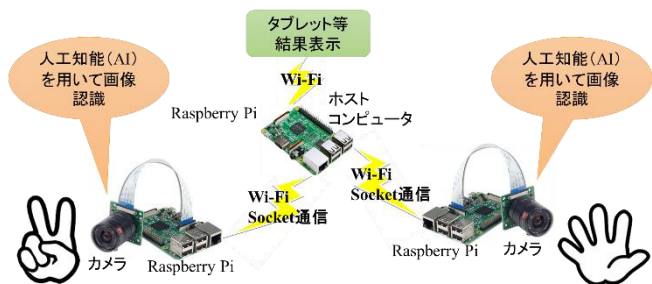


図 5 じゃんけんシステム構成

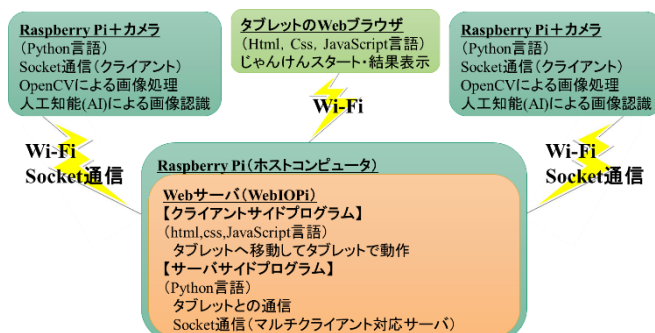


図 6 じゃんけんプログラム構成

2 台の Raspberry Pi にカメラを取り付け、人工知能（AI）設計ライブラリ Keras（バックエンドは Theano）を用いて設計した畳み込みニューラルネットワーク

（CNN，畳み込み層 2 段＋プーリング層 1 段＋中間層 1 段＋出力層 1 段）で、じゃんけんの画像認識を行う。カメラの画像の解像度は、横 320×縦 240 画素とした。

残り 1 台の Raspberry Pi はホストコンピュータの役目を果たし、画像認識を行う 2 台の Raspberry Pi と Socket 通信を行うと同時に、WebIOPi（Web サーバソフト）を用いてタブレットの Web ブラウザに「じゃんけんスタート画面（図 7）」および「じゃんけん結果表示画面（図 8）」を表示する、Html, Css, JavaScript プログラムが格納されている。



図 7 じゃんけんスタート画面

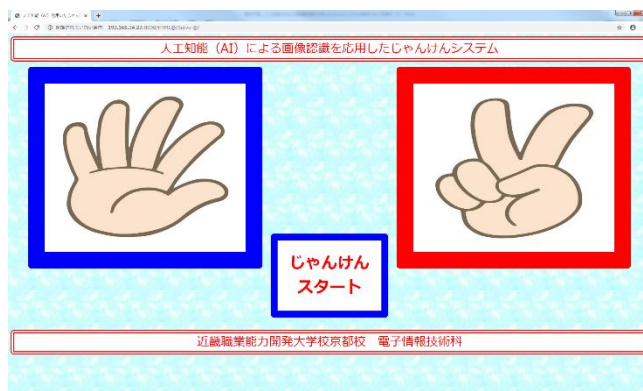


図 8 じゃんけん結果表示画面

4.2 システム全体の動作 Android タブレットの Web ブラウザに表示された「じゃんけんスタート」ボタンをクリックすると、タブレットのスピーカーから「じゃんけんぽん」という掛け声が発せられる。

「じゃんけんスタート」ボタンクリック 3 秒後、ホストコンピュータの Web サーバのサーバサイドプログラムから「じゃんけん認識開始」信号が画像認識を行う 2 台の Raspberry Pi に Socket 通信を用いて送信される。2 台の Raspberry Pi は、画像処理ソフト OpenCV を用いて、じゃんけん画像を白黒 2 値化→ノイズ除去（最も大きい白い画像である手の画像のみ残す）→カメラ枠一杯に拡大を行い、人工知能（AI）で画像認識を行う。じゃんけん認識結果は、Socket 通信を用いてホストコンピュータに送信され、タブレットの Web ブラウザに勝敗を表示する。

5. Excel を用いたニューラルネットワーク設計

今回のじゃんけんシステムでは、人工知能（AI）設計ライブラリ Keras を用いたが、設計がややブラック

ボックス的である。そこで、図 9 に示すように、Excel を用いて式を 1 つ 1 つ入力し、自前で畳み込みニューラルネットワーク (CNN) の設計も試みた。

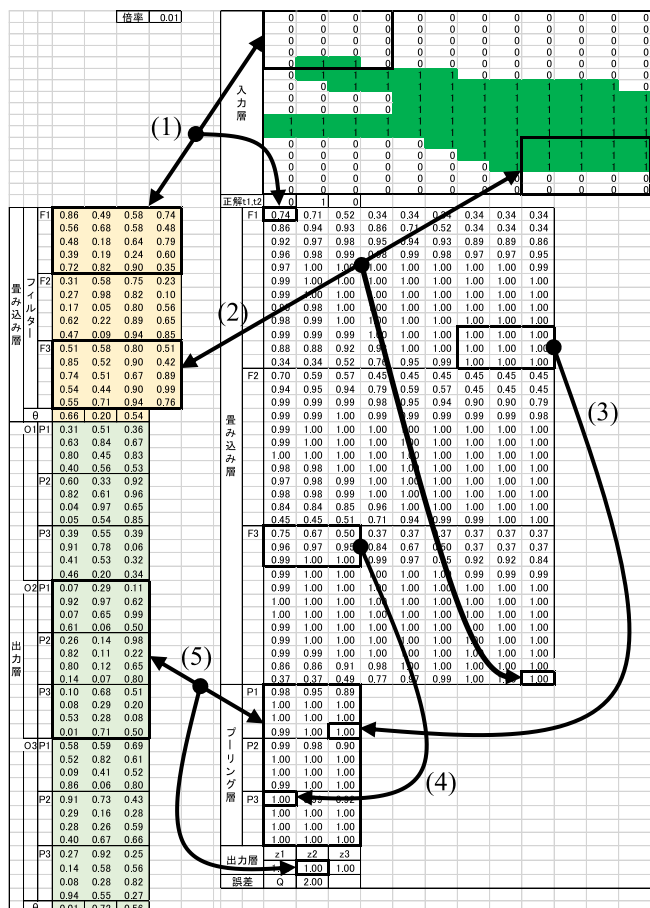


図 9 Excel を用いた畳み込みニューラルネットワーク (CNN) 設計 (一部抜粋)

図 9 に示すように、今回は横 4×縦 5 画素の畳み込みフィルタを持つ、畳み込み層 1 段+プーリング層 1 段+出力層 1 段の CNN を設計した。

(9)式 (損失関数) が最小となるようにパラメータ (重みと閾値) を決める手段として、Excel ソルバー・アドインを用いた。Excel ソルバー・アドインは、パラメータの個数が最大 200 個までしか対応していないため、Keras を用いて設計した CNN に比べ、学習用のじゃんけん画像データの解像度は横 12×縦 16 画素と減らし、CNN の畳み込み層等の段数も減らして設計を行った。

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (10)$$

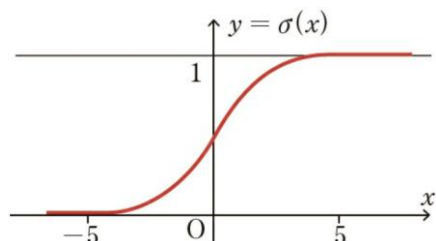


図 10 シグモイド関数 $\sigma(x)$ のグラフ

また、神経細胞 (ニューロン) の動作を表す(1)式および(2)式は、発火の有無によって出力値がステップ状に非線形に変化し、Excel ソルバー・アドインの使用が困難 (微分法を使えないため) なので、(10)式に示すシグモイド関数 $\sigma(x)$ を用いた。エラー! 参照元が見つかりません。に、シグモイド関数 $\sigma(x)$ のグラフを示す。

下記に、図 9 における Excel の計算の一部を示す。

- (1),(2) : 畳み込みフィルタ (横 4×縦 5 画素) とじゃんけん画像データの一部 (横 4×縦 5 画素) を、同じ画素位置のデータどうし掛け合わせて総和を求め、閾値を引く。その値をシグモイド関数 $\sigma(x)$ に入力し、出力値を畳み込み層に表示する。じゃんけん画像データの解像度が横 12×縦 16 画素なので、畳み込み層は横 9×縦 12 画素となる。畳み込みフィルタが 3 個あるので、畳み込み層も 3 個となる。
- (3),(4) : 畳み込み層を横 3×縦 3 画素の大きさで 12 分割し、各々の最大値を取り出して、プーリング層 (横 3×縦 4 画素) 計 3 個を生成する。
- (5) : 3 個のプーリング層 (横 3×縦 12) と出力層重み (横 3×縦 12) を、同じ画素位置のデータどうし掛け合わせて総和を求め、閾値を引く。その値をシグモイド関数 $\sigma(x)$ に入力し、出力層出力値に表示する。

Excel を用いた AI 設計により、正答率約 92% の畳み込みニューラルネットワーク (CNN) が設計できた

6. 結言

今回、初めて人工知能 (AI) を用いた画像認識に取り組んだが、AI 以前の問題として、じゃんけんの手の背後の画像によって綺麗なじゃんけんの白黒画像を得ることが困難であり、じゃんけんの誤判定が多発した。最初、ポリテックビジョン in 舞鶴で展示したときは、見学者から「こんなもの、役に立たない!」と厳しい意見も頂戴した。近畿ポリテックビジョンでは、じゃんけんの背後に白い紙を置くようにしたが、カメラを赤外線カメラに交換するなどの対策も行っていたい。

一方、AI を用いた画像認識は、驚くほど認識精度が高い印象を受けた。今後は、画像認識のみならず、様々な分野に AI の応用を広げていきたいと思う。

文献

- [1] Wikipedia : 「神経細胞」, <https://ja.wikipedia.org/wiki/神経細胞>.
- [2] 涌井良幸・涌井貞美 : “Excel でわかるディープラーニング超入門”, 技術評論社, 2017.
- [3] 金丸隆志 : “カラー図解 最新 RaspberryPi で学ぶ電子工作 作って動かしてしくみがわかる”, 講談社 (ブルーバックス), 2016.
- [4] 金丸隆志 : “カラー図解 Raspberry Pi ではじめる機械学習 基礎からディープラーニングまで”, 講談社 (ブルーバックス), 2018.

(2020 年 8 月 18 日提出)

3D プリンターを活用した地域連携

山田知広*

3D プリンターとは、モデルデータを立体に造形する機器である。3D プリンターを共同研究や総合制作実習で設計・製作した。この開発した3D プリンターは、授業や実習、訓練に活用できるように次の点を考慮した。材料代などが安価であること、3D プリンターで造形した部品で構成すること、ホームセンター等で購入できるような調達しやすい部品を使うことなどである。3D プリンターの性能も満足のできるものとなった。この3D プリンターは、プラスチック材料を溶かしながら造形形状に下から順に積み上げる熱溶解積層法（FDM方式）を採用した。造形サイズは、横150mm×奥行150mm×高さ60mmである。製作した3D プリンターは、組立実習の課題として、また、造形装置としても活用できる。今年度は、工業高校の先生方に講習会を行い、高校で活用するための勉強会の開催を計画している。次年度は、この3D プリンターを活用して地域と連携をする予定である。

Keywords : 3D プリンター, 熱溶解積層法, FDM.

1. 緒言

1.1 3D プリンター概要 プリンターというと、用紙に平面的に印刷するものである。3D プリンターは、石膏や樹脂などの材料を用いて立体的に印刷（造形）するプリンターである。

3D プリンターの3次元造形技術は、試作品の設計、形状の検討、会議等のコミュニケーションツールにも活用され医療・教育現場まで広く利用されている[1],[2].

高額な3D プリンターは精度もよく研究などに使用できる。しかし、通常の授業、実習等で手軽に使用するには、ランニングコスト、時間、台数を考えると難しい点がある。これらを問題解消するため、3D プリンターを共同研究や総合制作実習で、設計・開発した。

この開発した3D プリンターは、授業や実習、訓練に活用できるように設計した。設計の要点を下記にまとめる。

1. 製作費が安価であること
2. 取り扱い易いこと（安価で使えること）
3. 3D プリンターで造形した部品で構成すること
4. ホームセンター等で購入できるような調達しやすい部品を使うこと
5. 持ち運びが容易であること（収納し易いこと）

開発した3D プリンターは、組立実習や造形装置としても活用できる。

今年度は、工業高校の先生方と共に、高校の授業で活用できるように勉強会を開催する。今後は、工業高校のカリキュラムに導入し、授業や実習での活用を目標としている。

1.2 3D プリンターの教材としての活用について 設計した3D プリンターは、当初の計画では、「3D プリンター組立実習（装置組立実習）」と「3D プリンターの活用」という構成で高校のカリキュラムに導入することを想定している。

「3D プリンター組立実習（装置組立実習）」では、5～6人のグループを構成して、実習することを考えている。3D プリンターの組立には、機械設計、機械要素、機械加工、機械制御（モータ制御）、センサ、組立調整など多くの総合的な学習項目が含まれている。

「3D プリンターの活用」については、歯車やロボットの部品造形など造形装置として活用できる。

工業高校の各科の特徴に合わせて、必要項目を重点的に実施することや少ない項目については、副教材を合わせて実施することも検討している。

その他、教材の作成や学校のイベントや地域のものづくりイベントへの参加などにも活用できると考えている。

2. 3D プリンターの概要

2.1 3D プリンターの造形方法 3D プリンターの造形方法は、造形に使用する材料により異なる。3D プリンターで使用される材料は、PLA樹脂やABS樹脂が一般的である。この樹脂を直径1.75mmの円柱状にして、芯に巻いてフィラメントとして販売されている。これを材料にして造形する熱溶解積層法(FDM: Fused Deposition Modeling)を採用した。また、この方式は、3D プリンターの構造が比較的簡単で理解し易い構造であるため、採用した。

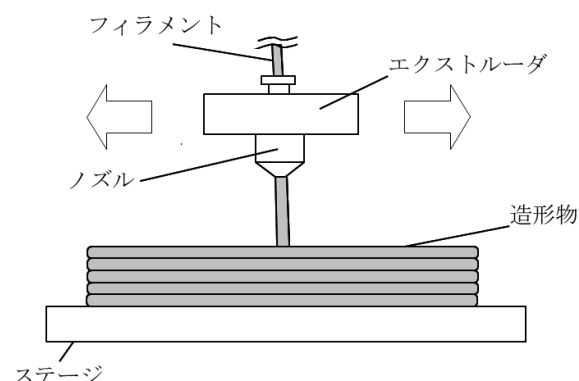


図1 熱溶解樹脂積層造形（FDM）^[1]

* 滋賀職業能力開発短期大学校 生産技術科

図 1 は熱溶解積層法(FDM : Fused Deposition Modeling)を示したものである。この方法はエクストルーダでフィラメントを送る。加熱したノズルの中を、材料となる樹脂(フィラメント)が押し出され、瞬間的にテーブル固着する。ノズルを移動しながらフィラメントを押し出すことで、ステージ上で下から上に積層し造形を行う方式である。

2.2 3D プリンターの造形手順 3D プリンターとマシニングセンタの作業手順の比較を図 2 に示す。図 2 に示すように 3D プリンターで造形することとマシニングセンタで加工することは同じような手順になる。3D プリンターを制御する造形パスは NC プログラム(G コード)であるため、機械系の実習で活用し易い制御プログラムである。

造形モデルの作成は、3次元 CAD や 3次元 CG で STL データを出力することが一般的である。近年では、フリーの 3次元 CAD ソフトも数多く開発されているため、フリーの 3次元 CAD を利用して、STL データ出力も可能である。

造形条件設定、造形パスの作成は、「Slic3r」というソフトを使用する。このソフトで、積層するピッチ、フィラメントを溶かすための温度条件、ノズルの移動速度、造形するモデルの充填率などの造形条件の設定を行う。条件設定が終了後、造形パス(NC プログラム)が自動で作成される。他にも、造形パスを作成するソフトは開発されている。

造形パスは、G コードファイルで出力される。これを SD カードに保存し、3D プリンターのコントローラで実行し造形する。このような手順で 3D プリンターを使って造形を行う。

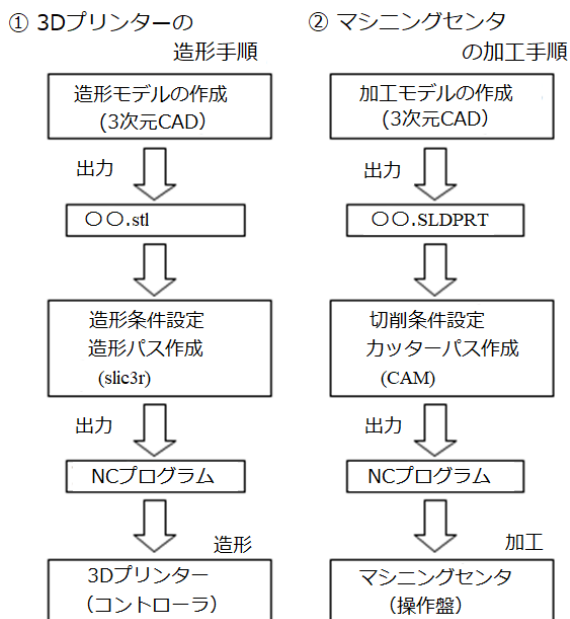


図 2 3D プリンターとマシニングセンタの作業手順の比較

3. 3D プリンターの仕様

図 3 に動作機構図を示す。図に示すように動作方式は、3D プリンターで主流である動作機構方式を採用した。Z 軸の上に X 軸が乗り、X 軸の上にノズルを搭載した。Y 軸は独立して動作する方式を採用した。各軸の送り機構は、Z 軸にねじ送り機構、X 軸と Y 軸に歯付きベルト機構を採用した。

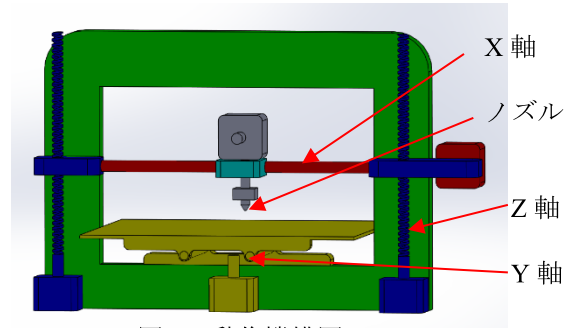


図 3 動作機構図

3D プリンターの仕様を表 1 に示す。ノズル直径は、標準的な 0.4mm とした。造形範囲については、造形時間と収納ケースの大きさから、表 1 に示す造形範囲とした。図 4 に設計した 3D プリンターを示す。図 4 の金色の部品が 3D プリンターで造形した部品である。

表1 3Dプリンターの仕様

造形方式	熱溶解積層法 (FDM)
ノズル直径(mm)	0.4
全体の寸法(mm)	横510 奥行350 高さ320
造形範囲(mm)	横150 奥行150 高さ60

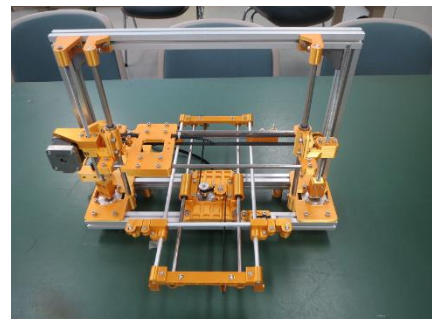


図 4 設計した 3D プリンター

4. 結言

今年度は 3D プリンターの勉強会で、工業高校の先生方にその構造と造形方法を説明する。来年度は、3D プリンターを授業・実習に活用できるように、教材を作成する予定であり、高校教育の中でロボット部品の造形などに活用して頂くのが目標である。

文献

- [1] 門田和雄: 「3D プリンタではじめるデジタルモノづくり」, 日刊工業新聞社, pp.22-36, 2013.
- [2] 水野: 「自宅ではじめるモノづくり超入門」, ソフトバンククリエイティブ, pp.8-31, 2013.

(2020 年 8 月 3 日提出)

受動二足歩行ロボットの製作

藤原 力*, 楠本佳弘*

受動歩行ロボットとは、能動的なアクチュエータを持たず、機構を工夫する事で足を交互に振り出し斜面を下っていくことができるロボットである。特に受動歩行ロボットは、マイコンやサーボモータ等を用いないためコンピュータによる制御を必要とせず、ロボットの機構を工夫し重力のみで歩くことのできるロボットである。本総合製作では、受動二足歩行ロボットと連続的な動きをする傾斜面の設計・製作を行い歩き続ける受動二足歩行ロボットの製作を行った。

Keywords : 二足, 歩行, ロボット, 斜面, 受動, 遊脚, 振動数.

1. 緒言

京都職業能力開発短期大学校では、令和元年度よりロボット要素授業が導入されている。ロボットを身近に感じてもらうため、企業や大学から専門家を招き、



図1 大須賀教授

オープンキャンパスのプログラムに、ロボット講演会を開催し、ロボット技術の情報発信を行い学生募集に取り組んできた。

ロボットの講演会では、大阪大学の須賀教授による図1, 図2の講義形式と図3に示すロボット実演講義が行われた。大須賀教授の講義は動力を持たないロボットやセンサーを用いないロボットが障害物を避けるなど、非常に興味深い内容であった。



図2 ロボットの講演



図3 ロボットの実演

ロボット工学は高度な制御技術が必要とされるが、電気制御を用いず非常に身近なロボット製作できることに興味を沸いた。

また、シンプルなものの中にも、運動解析なども含まれており、製品加工を主とする生産技術科のロボット要素課題に適していると感じ、動力を持たないロボット展示物を製作することにした。

2. 受動歩行ロボットの製作

2.1 受動歩行ロボットについて 受動歩行ロボット[1]とは、能動的なアクチュエータ（モータ等）を持たず、機構を工夫する事で足を交互に振り出し緩やかな斜面を下ることができるロボットである。特に受動歩行ロボットは、マイコンやサーボモータ等を用いないためコンピュータによる制御を必要とせず、ロボット

の機構を工夫し重力のみで歩くことのできるロボットである。受動歩行ロボットの製作目的は学生が理解しやすいロボットの製作を通して、設計計算の理解や加工部品の加工手順, 組み立て調整の習得などとともに、楽しめるロボットの製作を目標に取り組んだ。

2.2 歩行動作原理 スロープを歩く受動歩行ロボットの原理は、2本の足が図4に示す矢印の方向に本体全体が左右に揺動運動をする。この揺動運動は起き上がり小法師と同様の動作である。

【動作1】遊脚の部分が横揺運動で斜面から浮き上がる

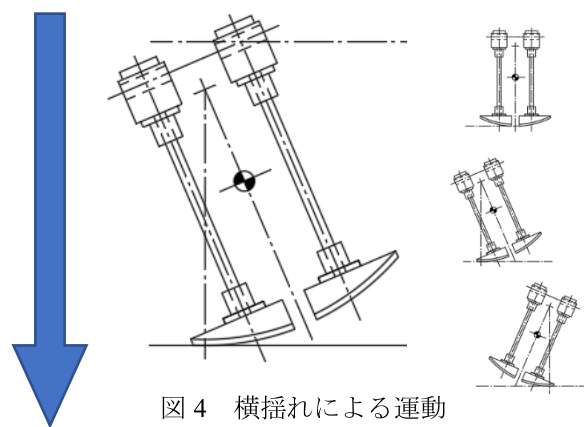


図4 横揺れによる運動

【動作2】浮いた足は鉛直方向に回転運動をする

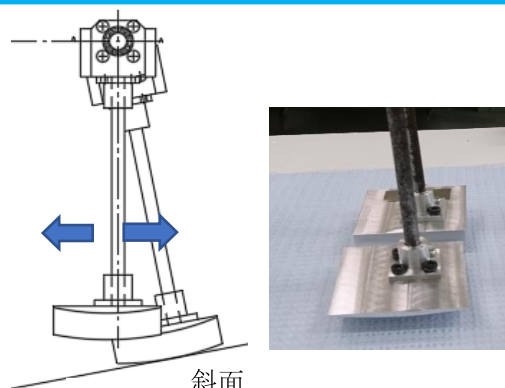


図5 遊脚の運動

* 京都職業能力開発短期大学校 生産技術科

3. 歩行運動解析

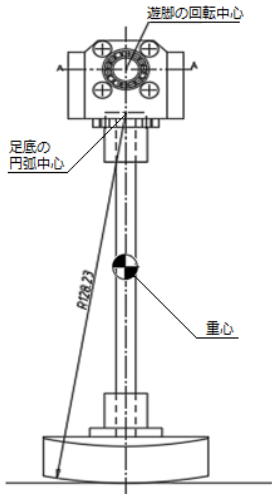


図6 側面

図6の側面方向からの歩行動作の解析を行う。歩行機は、遊脚の回転軸を中心として振り子と同じ運動をする。この振り子動作において、回転軸の摩擦抵抗の異なる状態による動作解析を行う。

3.1 粘性摩擦抵抗がない場合 この場合、回転軸に粘性摩擦が無いとすると遊脚の回転角度 $q(t)$ は次式で表され、図7のような単振動をすることになる。

$$q(t) = q_0 \cos \lambda t + \frac{\omega_0}{\lambda} \sin \lambda t \quad (1)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{M_l g r}{I_{Ch}^2}} \quad (2)$$

ここに I_{Ch} : 回転軸回りの慣性モーメント, λ : 遊脚の固有角振動数, M_l : 遊脚の質量, g : 重力加速度, r : 遊脚の回転中心と重心の距離であり、初期値は $\lambda=1$, $q_0=0.1\text{rad}$, 角速度 $\omega_0=0.2\text{rad/s}$ である。

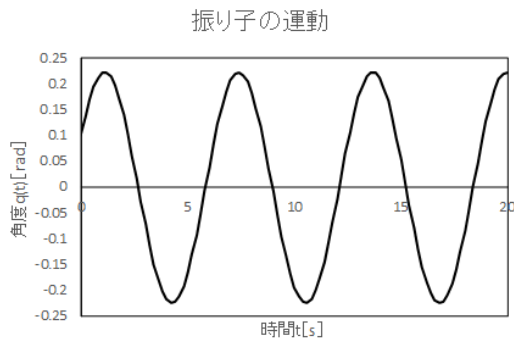


図7 回転軸に粘性摩擦抵抗が無い場合

3.2 粘性摩擦抵抗を持つ場合 股関節部分にベアリングを使用し粘性摩擦抵抗が少なくなるように製作するが粘性摩擦抵抗や空気抵抗を無くすることはできない。よって、粘性摩擦抵抗として減衰比を導入しそれが小さい場合 ($\zeta < 1$) を仮定し、次式で遊脚の回転角度 $q(t)$ を表され、図8のような単振動をすることになる。

$$q(t) = e^{-\zeta \lambda t} \sin(\sqrt{1-\zeta^2} \lambda t) \quad (3)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{M_l g r}{I_{CL}^2 + M_l (R-r)^2}} \quad (4)$$

ここに I_{CL} : 回転軸の固有振動数, M_l : 遊脚の質量, g : 重力加速度, r : 遊脚の回転中心と重心の距離, R : 足底の半径長さであり、初期値は $\lambda=1$, $q_0=0.1\text{rad}$, 角速度 $\omega_0=0.2\text{rad/s}$, 減衰比 $\zeta=0.1$ である。

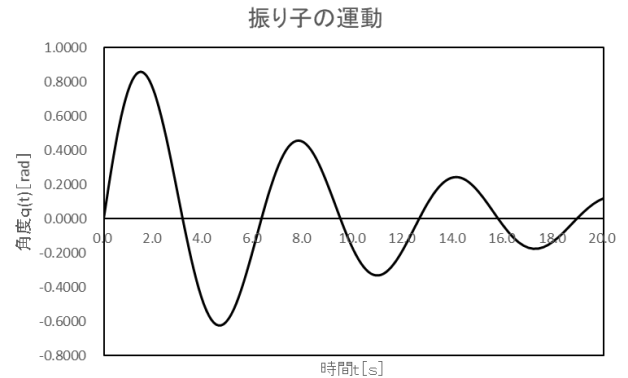


図8 回転軸に粘性摩擦抵抗を持つ場合

$q(t)$ を図示した図8から分かるように股関節部分の粘性摩擦抵抗や空気抵抗により振幅が徐々に小さくなる。受動歩行ロボットは、平衡点である鉛直下方にぶら下がった姿勢に振動しながら減衰するため遊脚を抵抗なく振動させなければならない。よって、減衰の要因である股関節部分に玉軸受けを用い抵抗を小さくすることが必要である。

3.3 正面側固有振動数 図9は、二足歩行ロボットを正面から見た図を表す。実際のロボットは左右の遊脚が離れているが、簡易的に左右の隙間を無くした状態にすると起き上がり小法師と同じ運動をする。

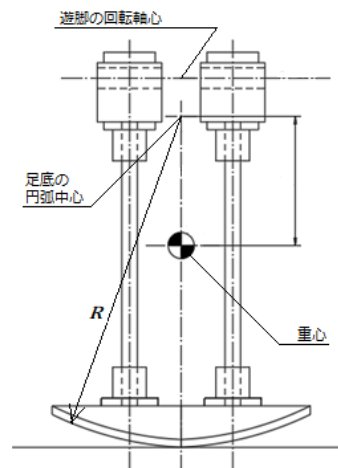


図9 正面図

正面内における運動方程式からその面内における回転角度 $q(t)$ を求めると次式となる。

$$q(t) = e^{-\zeta \lambda_L t} \sin(\sqrt{1-\zeta^2} \lambda_L t) \quad (5)$$

$$\lambda_L = \sqrt{\frac{M g r}{I_{GL}^2 + M (R-r)^2}} \quad (6)$$

ここに I_{GL} : 重心回りの慣性モーメント, λ_L : 遊脚の固有角振動数, M : 歩行機全体の質量, g : 重力加速度, r : 足底の円弧中心と重心の距離, R : 足底の半径長さである。

3.4 重心位置と足底円弧中心の関係 足裏を円弧形状に製作すると二足歩行ロボットは、正面から見ると左右に揺れながら歩行する。この運動は、足裏が円弧状で重心位置が足裏円弧中心より下にあることが必要であり、この位置関係に製作することで起き上がり小法師と同じ運動をさせることができる。

図 10 に示す二足歩行ロボットの重心位置を GL 、足底円弧の中心を CL とすると図に示す GL と CL の位置関係の場合は安定なシステムとなる。また、 GL と CL の位置関係が逆の場合は不安定なシステムとなる。

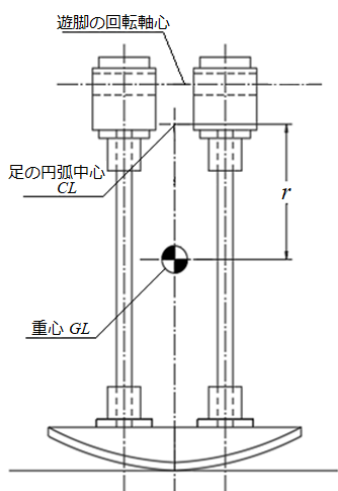


図 10 重心位置

安定なシステムの条件

$$r = \text{足底円弧の中心位置 } CL - \text{重心位置 } GL$$

$$r > 0$$

4. 受動二足歩行ロボットの設計

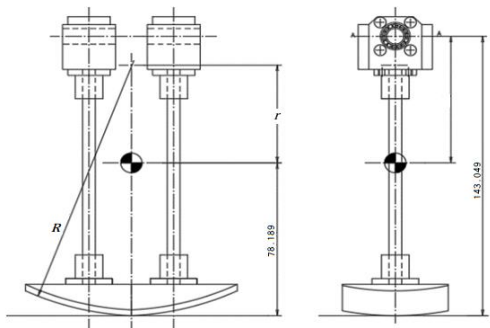


図 11 全体図

4.1 歩行の安定性 足裏の円弧半径を小さくし、その中心が重心位置を下回ると直立姿勢が維持できない。

図 11 に示すように円弧中心は重心より十分上側にとる必要がある。

4.2 重心位置 受動二足歩行ロボット全体の重心位置を SolidWorks の機能を利用し求めた。

$$GL(Z) = 78.189\text{mm}$$

4.3 慣性モーメント 重心回りの慣性モーメントを SolidWorks の機能を利用し求めた。

重心 GL 回りの慣性モーメント

$$1142035.19 \text{ g/mm}^2$$

回転軸回りの慣性モーメント

$$1128216.59 \text{ g/mm}^2$$

5. ロボットの部品加工と製作

図 12 にロボットの全体図を示す。

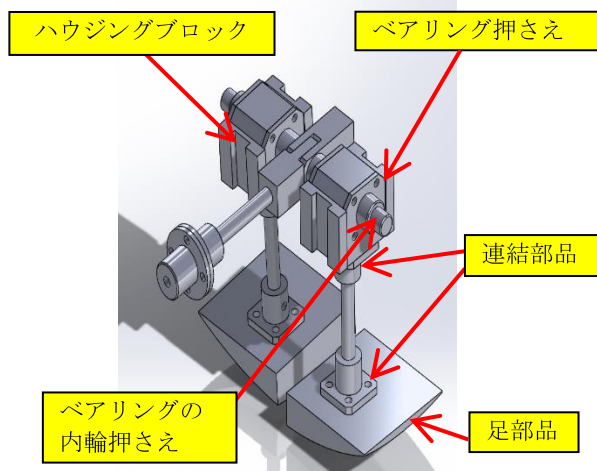


図 12 ロボットの全体図

図 12 に示す部品についての加工方法を説明する。

5.1 足部品加工 足部品は歩行動作に最も重要な部分であり、揺動運動や足の踏み出し動作のための曲面形状が必要である。曲面形状は 3 次元 CAD を使用し設計を行い、図 13 に示すように CAM によって加工プログラムの作成を行った。また、図 14 に示すように DNC 運転によりマシニング加工を行った。

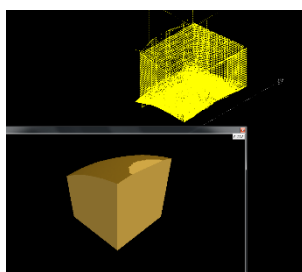


図 13 CAM による曲面加工プログラム作成

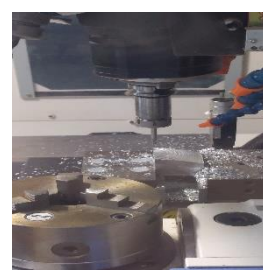


図 14 DNC 運転による曲面加工

5.2 連結部品加工 連結部品の形状は、円筒と角形とねじ穴、リーマ穴を含むことと、多数個製作するため図 15 に示すジグを作成しマシニングによって図 16 のような形状の連結部品加工を行った。



図 15 ジグ

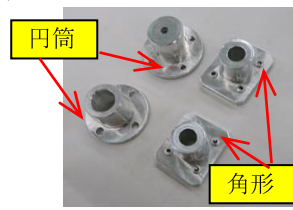


図 16 連結部

5.3 ベアリング押さえ加工 ベアリング押さえは板の厚みが 2mm のアルミ板の加工であり、バイスでの取り付けが単体では困難なため、図 17 に示すようなジグを製作しバイスに固定し、図 18 に示すベアリング押さえの加工を行った。

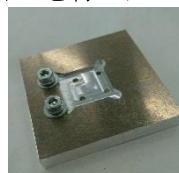


図 17 ジグ

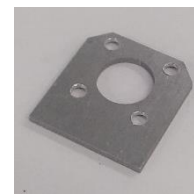


図 18 ベアリング押さえ

5.4 ハウジングブロック加工 ハウジングブロックはベアリングのはめあい公差，表面性状ならびに軽量化のために多方面からの加工が必要である．図 19 の形状にワイヤー放電加工機を用い加工し，マシニングによって図 20 の形状に製品加工を行った．

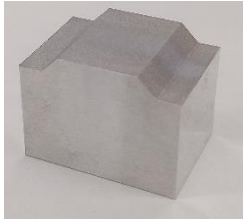


図 19 ワイヤー放電加工機で加工を行った形状

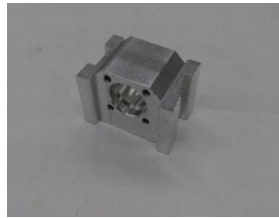


図 20 ハウジングブロックの完成品

5.5 その他の部品加工 ベアリングの内輪押さえ，軸部品を加工し，組み立て調整を行った．

5.6 組み立て

図 21 に組み立てた受動歩行ロボットを示す．

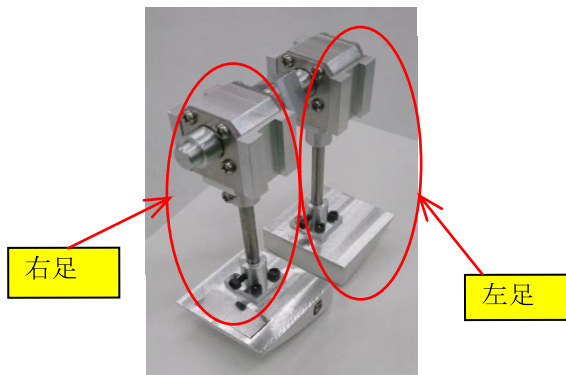


図 21 組み立てた受動歩行ロボット

図 22 に歩行用コンベアを示す．

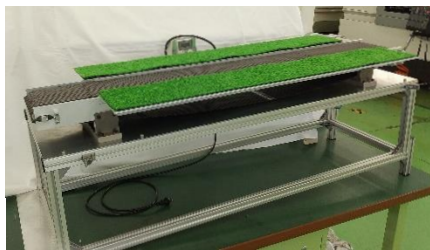


図 22 組み立てた受動歩行ロボット

6. 評価と結果

簡易スロープを製作し，歩行実験を行った．

6.1 直線歩行実験 図 21 に示す右足，左足の重さバランスは正確に加工された部品の組み立て調整が必要であり，バランスが崩れると軽い方に曲がるのが歩行実験で確認できた．曲がらないようにするため左右の足の重さを 0.1 g 以下にし，まっすぐに歩くようにバランスをとった．また，図 23 に示すスロープ傾斜角度は，図 24 に示す足軸の傾斜角度に近い角度にし，微調整によって安定した歩行動作を行うことが実験でわかった．



図 23 スロープの傾斜角度

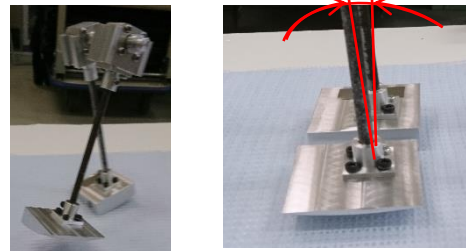


図 24 足軸の傾斜角度

6.2 安定した歩行距離と歩行動作実験 安定したステップ動作の歩行が行えるように，図 25 に示す足軸長さを変更し，検証した結果を表 1 に示す．

表 1 歩行実験

足軸長(mm)	80	90	100	110	120
歩行判定	×	○	○	◎	×
2m 歩行時(秒)	—	25	24	23	—

※歩行判定・・・◎ ○安定した歩行 ×転倒

足軸長さ 90, 100, 110mm が 2m 以上の歩行を行ったが，歩行動作については 110mm が最も安定していた．110mm の足軸長さのものを 2 体製作し，連結し 4 本脚の製作を行った．

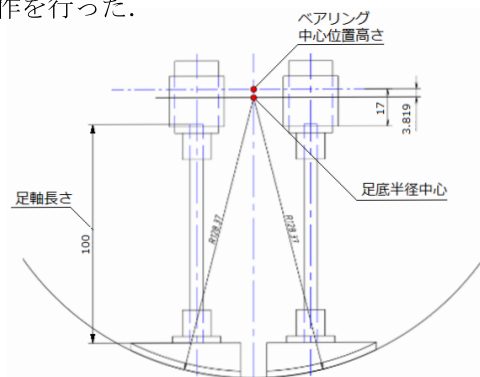


図 25 足底半径中心とベアリング中心位置高さ

6.3 運動方程式とステップ時間 正面内の固有角振動数 λ_L は(7)式で表され，ステップ時間は(8)式で表される．

$$\lambda_L = \sqrt{\frac{Mgr}{I_{GL}^z + M(R-r)^2}} \quad (7)$$

$$S_L = \frac{\pi}{\lambda_L} \quad (8)$$

ここに F_{GL} : 重心回りの慣性モーメント， λ_L : 遊脚の固有角振動数， M : 歩行機全体の質量， g : 重力加速度， r : 足底の円弧中心と重心の距離， R : 足底の半径長さ， S_L : 正面内のステップ時間である．

これらから、製作した受動二足歩行ロボットの理論固有振動数 λ_L 及びステップ時間 S_L を求めると

$$\begin{aligned}\lambda_L &= 6.9536 \\ S_L &= 0.451 \text{sec}\end{aligned}$$

となる。遊脚の固有角振動数 λ_S からステップ時間 S_S を求める。

$$\lambda_S = \sqrt{\frac{M_l g r_l}{I_{Ch}^x}} \quad (9)$$

$$S_S = \frac{\pi}{\lambda_S} \quad (10)$$

ここに I_{Ch} : 遊脚まわりの慣性モーメント, M_l : 遊脚の質量, g : 重力加速度, r_l : 遊脚の回転中心と重心の距離, S_S : 遊脚のステップ時間, λ_S : 理論固有振動数である。

製作した受動二足歩行ロボットの理論固有振動数 λ_S 及びステップ時間 S_S は

$$\begin{aligned}\lambda_S &= 9.7128 \\ S_S &= 0.323 \text{sec}\end{aligned}$$

となる。実験によって、ステップ時間 S_L が 0.5 秒程度になるように受動二足歩行ロボットの物理量を調整する。表 2 に理論値と表 3 に製作した受動二足歩行ロボットの実験結果を示す。

表 2 理論値

	正面内のステップ 時間 S_L (sec)	遊脚のステップ 時間 S_S (sec)
1号機	0.433	0.323
2号機		

表 3 実験値

総 ステップ 時間 T (sec)	平均 ステップ 時間 S (sec)	最大 歩数 n	平均 歩幅 S_l (mm)	最大 歩行 距離 D (mm)
17	0.370	46	26.522	1220
20	0.385	52	24.038	1250

平均ステップ時間 : 1 歩当たりのステップ時間
歩行周期 0.74, 0.77 : 2 歩当たりの時間
歩行振動数 1.35, 1.30 : 歩行周期の逆数

結果として、遊脚ステップ時間は理論値と実験値の差は 0.05 秒未満であり、理論値と一致した。

7. 現状と今後の展望

図 26 の受動二足歩行ロボットは、図 27 に示すように連結部を取り付け四足歩行で動作している。今後は受動歩行ロボットに飾り付けを行い、展示物として仕上げたいと考えている。



図 26 受動二足歩行ロボット



図 27 連結した受動四足歩行ロボット

8. おわりに

学生は総合制作の授業を通して、設計、材料発注、加工、組立調整、製品評価を行い、年間計画どおりに製作することがいかに大変で難しいことであるか理解することができたと思われる。

また、製品評価を行うことで製作をするだけではなく、大学で学んだ理論計算値との比較を行うことでこれまでの知識を深めることができたと考えられる。

総合製作実習において、学生たちは容易な作業であっても少しの手抜きや焦り、不注意などが時間ロスにつながることや常にトライアンドエラーの繰り返しといった根気強さを身につけ今後の学生の技能・技術の向上に役立ったと思われる。

学生が受動二足歩行ロボットの設計・製作の経験を活かし、応用力のある技術者に成長することに期待したい。

文献

[1] 衣笠哲也, 大須賀公一, 土師貴史: 受動歩行ロボットのすすめ (コロナ社).

(2020年8月13日提出)

一坪茶席の制作 ～銀茶会への挑戦 2019～

石井真紀子*

滋賀職業能力開発短期大学校では総合制作実習の一環として「銀茶会」と呼ばれる創作茶席の競技会への参加を行っている。今年で 4 回目となりここに取組をまとめた。日本の文化や伝統の一つである「茶室建築」をテーマに一坪茶席を計画、茶室様式や茶の作法、流派について学び、学生のデザイン案を基に計画案を検討、そして実寸大茶席の制作を行った。設計、施工、工程管理を含む一連のプロセスを通して必要な知識や今後の糧となる貴重な経験、一からのモノづくりの難しさを習得することができた。

Keywords : 一坪茶席, 銀茶会, 扇, 扇子, 茶道, 茶室建築.

1. はじめに

今年度も「銀茶会」と呼ばれる創作茶席の競技会に 4 名応募し、初めてのコンペ、東京で開催された審査会を見学することにより学生自身の経験に繋がった。8 月 9 日に行われる一次審査、通過すれば二次審査で実寸大茶席の制作そして最優秀賞茶席のみ東京・銀座で展示、お茶席が開催される。スケジュールは下記のとおりである。

- ・ 7 月作品応募
- ・ 8 月～10 月に一次審査、二次審査、銀茶会開催
- ・ 11 月に実寸大茶席制作
(滋賀県立国際情報高校の茶道部で設営、展示)
- ・ 12 月に改良を加え最終案を総合制作にまとめる

2. 銀茶会への出展

2.1 「銀茶会」とは 毎年 10 月に日本建築学会が東京・銀座で開催するお茶会のことである。その際、展示・使用される創作茶席を建築・デザイン系専攻の学生を対象に募集が行われる競技会であり今年で 18 回目を迎える。第 16 回からテーマが設定されるようになり、今回は「綾(あや)」をテーマとした茶席が募集された。

2.2 一坪茶席の提案 昔から現在に至るまでの茶室建築の様式を整理し、それに伴う茶の作法について調査した。また茶席の作品例や実寸大で施工可能な構造を意識し、コンセプトがしっかりと伝わるデザインを考え、日常とはかけ離れた特別なひと時を楽しむ内部空間を提案することとした。テーマ「綾」については一般的に斜めに交わること、斜交する線によって表現される模様等の意味がある。このテーマは、作品を考える上で各々様々な捉え方ができる。これらを踏まえてそれぞれ作品を提案することにし、検討や改良を繰り返し 3 案の茶席を提案した。そして条件内の縦 4m×横 4m×高さ 2.4m の大きさ程度に計画し室内の一坪で御点前を行う設定とした。

2.3 模型・プレゼンボード製作 「銀茶会」の一次審査に向けて、提出物の 1/10 模型と A1 サイズのプレゼンボードを制作した。プレゼンボードには、スケッチアップを用いたイメージ図で表現しコンセプト、デザイン、構造、施工方法についてわかりやすく配置した。模型については、実際に用いる材料に近いものを使用しイメージのしやすいものとした。

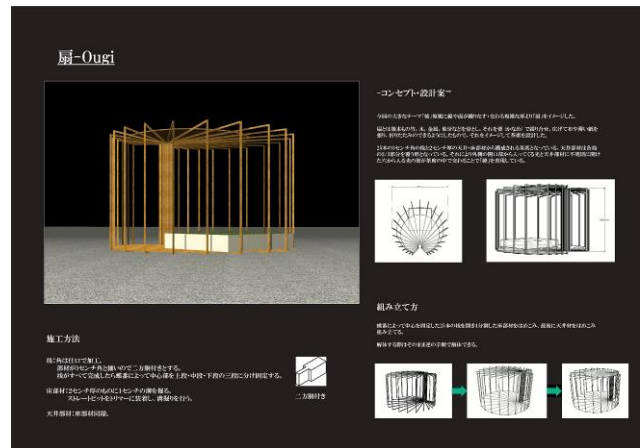


図 1 「扇」

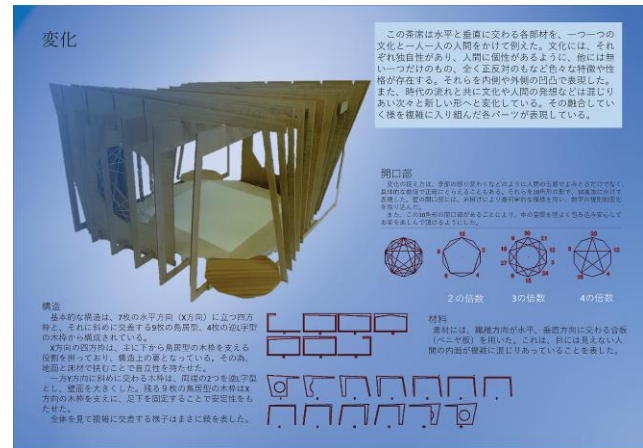


図 2 「変化」



図 3 「異・素材」

* 滋賀職業能力開発短期大学校 住居環境科

2.4 「銀茶会」審査結果 2019年8月9日に東京都の建築博物館ギャラリーにて、12名の審査員による模型とプレゼンボードによる1次審査の公開審査が行われ実際に審査の様子を見学した。今回は最多54作品が出展されており、その中から4作品が入選した(図4参照)。本学生が提案した3作品については、入選することができなかったが「扇」については審査員の方から評価を頂くことができた(図1参照)。

2019年10月6日に行われた二次審査で「竹編」(図4参照)が最優秀賞を受賞し、東京・銀座三越にて展示・使用された。



透綾 織折庵 哀糸豪竹 竹編

図4 2019年入選作品

2.5 「銀茶会」の総評 審査の様子を見学し様々な「綾」の解釈があり、どの作品もデザイン性が高く一般的な茶室とは異なるものばかりだった。そして、構造においても1/10模型では実現可能であるが実寸大茶席を制作するうえで、実現可能な構造であるかどうか考慮する重要性を実感した。

3. 実寸大茶席の制作

3.1 制作の概要 「銀茶会」での競技会の結果から、審査員の方から評価を頂いた一作品(扇)をもとに改良を加え、11月に滋賀県立国際情報高等学校の茶道部で実際に使用して頂く茶席の制作を行った。

3.2 一坪茶席「扇」について 本作品は扇・扇子をモチーフとし、茶室の外形に曲線を取り入れることで柔らかい優しい雰囲気表現した。骨組みは、扇子の骨格となる扇型を形成するように放射方向へ立体的に計画した。

3.3 「扇」の改良 当初の案(図5参照)は、すべての土台、柱、梁の1フレームを放射方向に展開する設計だったが、中心部分に柱、梁が集中し納まらないことが判明したためフレームの数を半分に減らした。また材料が細くフレームの自立が難しく、改良案として外周側だけ減らした柱を建て梁同士が上部で交差するように一体化を図った(図6参照)。結果、施工において組立て・解体が容易になり構造的に安全・自立可能な茶席が設計できた。



図5 修正前

中心部に集中

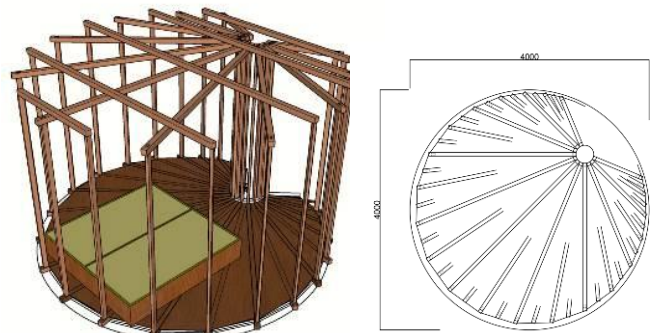


図6 修正後

平面図

3.4 1/2模型の制作 実寸大の茶席を制作するにあたり、1/2サイズの茶席の模型を制作し、作業手順や部材寸法、構造上安全であるかどうかの確認を行い、実寸大茶席の制作に向けて使用する部材の積算・発注を行った。

3.5 実寸大茶席の施工 扇型となる茶席は4m×4mの正方形に納まる大きさとし土台、柱、梁の仕口は二方胴付きのほぞ差し、土台、梁は60mm×60mm、柱は60mm×30mm、高さ2mの木材を使用した。木材については、強度に優れ、香り・見た目もよいヒノキを用いることにした(図7参照)。床については、合板を用い各ブロックに分けてパーツを作成した。またウォルナット色のオイルステインを塗布し落ち着いた印象に仕上げた。

3.6 滋賀県立国際情報高等学校(茶道部)お茶会 2019年11月21日に滋賀県立国際情報高等学校のエントランスホールにて茶道部によるお茶会が開催された。それに先立ち、11月13日に実寸大茶席の組立てを行った。搬入・組立ては1時間程度で完了した。お茶会では教職員や生徒が多く参加しており写真を撮る様子などが見られた。また参加された方にはアンケートをとり要望・改良点やデザイン性・大きさ・高さ・茶室の用途について評価、回答して頂いた。



図7 組立完成
お茶会の様子

3.7 お茶会を終えて アンケートにおいて、教職員・学生合わせて27名の方々に回答して頂き、「出入口は低い方がいい」など実際に使用してみて天井が高すぎる、柱の間隔が広い、床が冷たい印象を受ける、室内感を感じないなど改良すべき点が挙げられた。

3.8 「扇」の完成 アンケートの結果、意見をもとに以下の2点①装飾的な部分を加える②材質感を出すことを計画した。柱を増やし、一方の入り口の高さを1.5mに下げた。内部に天井材を配置し、20mmずつ段差をつけ扇子を広げたような勾配のある二重天井を制作した。また床には杉の無垢材を用いて木のぬくもり感を出し中央に一坪のお茶席を設置した。一坪の御点前を囲んで5、6人ゆっくりにお茶を楽しむスペースを計画した。

4. おわりに

本制作を通して学生がデザイン案を基に一から制作を行い、検討・改良を繰り返し作品の質を高めていくプロセスを十分に学べた。また「銀茶会」への挑戦を通し、一坪茶席「扇」の制作は学生自身グループ内での其々の役割を経験したと言える。



主軸の柱・土台



床下地



柱・梁



二重天井




茶席「扇」の完成


図8 組立手順 (30分~1時間で可能)

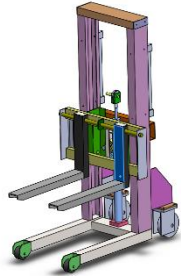
(2020年8月4日提出)


2019(令和元)年度専門課程総合制作実習概要

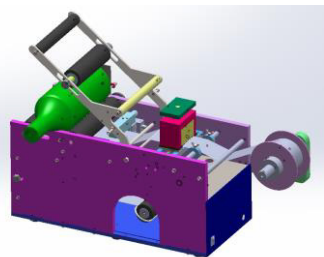
生産技術科

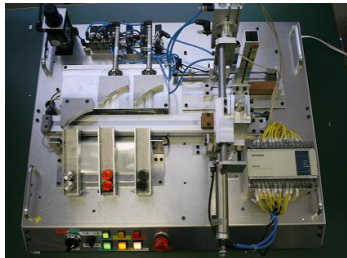
テーマ名	リンク機構を用いた羽ばたきロボットの製作		
学生	河原考和, 川間恒輝, 桑田 迅, 西野聖矢, 藤原征也, 別所優樹	指導教員	野田充大
概要	<p>目標としてはリンク機構を用いて鳥のように翼を羽ばたかせ空を飛ぶロボットである。2次元CAD、3次元CADを用いて羽ばたきの動きを再現するようにリンク機構や各部品的设计を行う。部品の制作に関しては、CAM、マシニングセンター、フライス盤等で加工する。</p> <p>このように機構を考え、図面の作成、部品加工などを行い、ロボットを完成させることで、ものづくりの基礎、流れを学ぶことが出来る。作業の役割分担をして効率よく進め、各作業者に報告、相談、連絡をすることで作業効率の向上につなげることを心がけた。</p>		

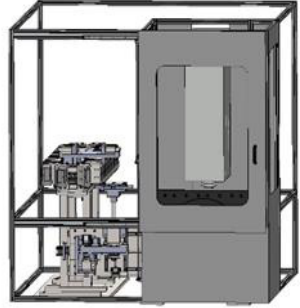
テーマ名	安全に危険を体験する装置の製作		
学生	井田涼太, 田嶋孝輝, 林 草平, 松下幸太郎, 本山 巧	指導教員	藤根和晃
概要	<p>「安全に危険を体験する装置」は実習場での色々な物体の落下の危険性を安全に体験するための装置である。ラチェット機構を採用し、落下物を持ち上げるときに手を滑らせてもその場で止まる仕組みになっているため、安全である。安全靴と不安全であるクロックスやスニーカーに重りを落下させて損傷状態を確認し、安全靴の重要性を再確認することが目的である。</p> <p>約6kgの物を700mmの高さから落とした時の衝撃が400kgである。その状況を簡単に再現し、体験することができる。</p> <p>設計にはAutoCADを用いて図面を作成し、SOLIDWORKSで部品同士の干渉を確認した。</p> <p>部品の製作には、フライス盤、汎用旋盤、ワイヤ放電加工機等を使用した。</p>		

テーマ名	手動パワーリフターの製作		
学生	西海 魁, 岡田達也, 谷次蓮太郎, 中 優貴	指導教員	榎並克則
概要	<p>現在、重量物は手動リフターを使用しフライス盤などの工作機械のテーブルに載せているが、私たちはもっと使い勝手の良い小型のリフターを作る事を目的として最大重量2000(N)として機械を製作する。</p>		


テーマ名	低融点金属による鑄造品の製作		
学生	板倉新之介, 小田剛史, 斎藤智生, 西田 匠, 渡部希林, 吉岡友裕	指導教員	梅田良範
概要	<p>当校の生産技術科のカリキュラムでは学ばない, 日本の伝統技術である鑄造技術を, 総合制作実習のテーマとして取り上げることにより, ものづくり技術者としての知識を深めることを目的とした. 使用する材料は, 低融点の純錫やピューター合金, 真鍮とし, 鑄造型は, 生砂型と樹脂型とした. 製品設計には, 三次元 CAD 及び 3D プリンターを用い, 鑄造法案の検討には, 湯流れ・凝固解析システムを活用して, 鑄造欠陥の発生予測を行うことで, 鑄造欠陥のない鑄物製品の作成に取り組んだ.</p>		

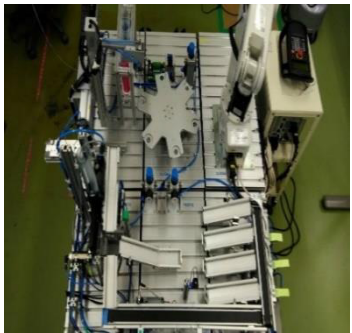
テーマ名	半自動式ボトルラベラーの設計製作		
学生	田崎 元, 天羽勇介, 土井悠馬, 永山斗也, 松浪正浩, 山下瑠己	指導教員	古賀寛光
概要	<p>びんやボトルなどの円筒形状のものにラベルを貼る際, 手作業ではどうしてもシワやヨレ, 個体によるズレが発生してしまう. そこで, ボトルを固定してレバーを下げるだけで, 誰でも正確かつ効率的にラベルを貼ることができる半自動式ボトルラベラーを設計・製作した. 今回は 1 日に 500~1000 本のボトルにラベルを貼る中小製造メーカーで使用すると仮定し, この機械を使用することで不良品の数を減らし, さらに作業時間の短縮による作業者の労力軽減ができることを目指した.</p>		

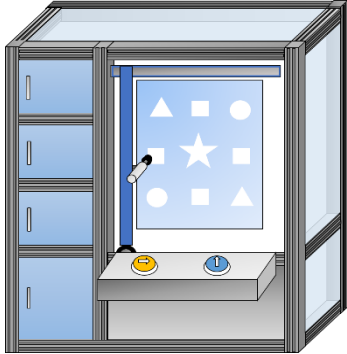
テーマ名	空圧機器を利用した FA システムの制作		
学生	田中惇嗣, 奥野晃己, 植山俊悟, 田村一稀, 向井稜馬	指導教員	来住 裕
概要	<p>空圧シリンダ、プログラムロジックコントローラ、色センサー、近接センサーなどを利用して材料を仕分けする装置である。この装置は、ワーク選別ステーション、コンベアステーション、ストックステーション、マガジンステーションの 4 ステーションからなっている。これらのステーションは、モジュール化されていてレイアウトがたやすく変更できるようになっている。これにより、メンテナンスやワークの変更にできるように考えられている。</p>		


テーマ名	5軸制御マシニングセンタの設計・製作		
学生	川崎佳也, 川村将太, 児玉侑大, 竹内悠馬, 坂上友亮	指導教員	坂口昇三
概要	<p>今日、生産活動においてNC工作機械は必須の要素であり、生産技術科においてもそれらの習得に多くの時間を割いている。本テーマでは、5軸制御マシニングセンタの製作を通して、加工機のメカニズムや制御システムの成り立ちといったNC工作機械の内部に関わる技術を身につけることを目標としている。本年度はマガジンに自動工具交換装置を付加すると共にカバーを取り付け加工機として完成させた。</p>		


電気エネルギー制御科

テーマ名	卓球マシンの製作		
学生	岸上力樹, 豊岡毅光, 西村慶大, 藤田 新	指導教員	石川大樹
概要	<p>卓球の練習に用いる球出しマシンを製作した。昨年度に製作した卓球マシンを基本にしながら、発射部や送球部における諸課題を改善するため、各要素の構造を見直して設計・製作を進めた。発射部に用いたモータの回転速度を変えることで、発射されるボールの回転方向や回転の強弱、ボールスピードを調整する機能を搭載し、実践的な練習を可能にした。</p> <p>また、装概全体の動作制御には、PLC(Programmable Logic Controller)を用い、タッチパネルによる直感的でわかりやすい操作を実現した。</p>		

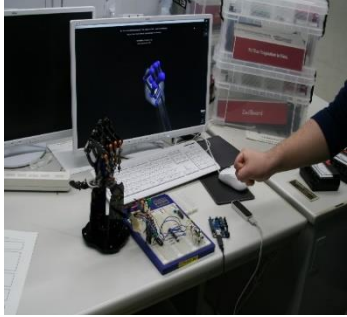
テーマ名	FAシステムの構築		
学生	前芝星也, 飯島裕基, 西川拓真, 森 晃暉	指導教員	中川章人
概要	<p>本制作物は、昨年度の動作に加え、新たに追加や変更として、カラーセンサを用いることで、色判別を昨年の二色判別から三色判別まで行うことができるようになった。さらに、判別ステーションも回転台を追加して電動アクチュエータを使用した。追加で感圧部分を設置して重さ判別できるようにしようとしている。</p> <p>本課題ではFA (Factory Automation)制御を通じて、自動化ラインの設計やプログラムの理解を深め、工場などの現場で、保守保安や改善などをできるように目標を設定した。</p>		

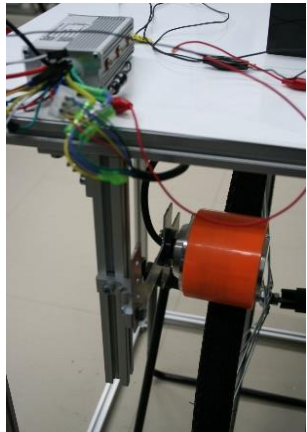
テーマ名	アミューズメントマシンの製作		
学生	安達匡宗, 宇賀亮太, 堀田十誠, 山崎徹也	指導教員	石川大樹 富澤偉紹
概要	<p>今回製作したのは、ゲームセンターでも目にする景品排出ボタンを押す方式のクレーンゲームである。PLCの位置決めユニットを使用して電動スライダをX軸、Y軸に動くように配線、設定及びプログラムの作成をする。操作ボタンでスライダを制御し、エアシリンダを任意の位置まで動かすと、シリンダのロッドが前進する。様々な形の穴の奥にある的をロッドがうまく押し倒すと、景品が入った棚の鍵が排出されるという仕様である。これまでの授業で学んだ知識や技術を基に動作仕様にあわせて必要な部品を検討し、プログラムの作成や部品の加工、組み立てを行った。</p>		


テーマ名	自動化装置の設計・製作（ビー玉仕分けシステムの設計）		
学生	飯本日夏乃, 川崎健太郎, 田中颯馬, 藤原伸太郎, 森 裕仁	指導教員	中川章人
概要	<p>二色のビー玉をファイバセンサで読み取り、PLCに出力することで一軸スライダを任意の場所に移動させる。さらに任意の場所を二点作ることによって色別に仕分けできる制御マシンを設計・製作した。動作展開として①螺旋リフトでビー玉を持ち上げ、②ファイバセンサで色を読み取る。③色別情報をPLCに出力。④一軸スライダを任意の位置へ移動させる。⑤仕分けたビー玉を①の螺旋リフトへと送る。以上の動作を永久ループさせることでビー玉を自動で仕分けるラインを確立させた。最終目標は、連続で流れる二色のビー玉をスムーズに色別し仕分けできる制御マシンの製作とする。</p>		

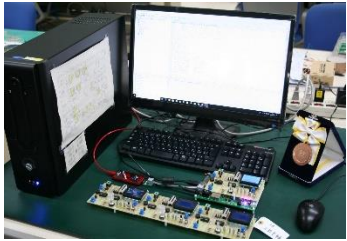
テーマ名	電動三輪車の製作		
学生	岡本拓実, 川崎翔太, 藤見京平, 古家悠斗, 森 修介	指導教員	岡田卓也
概要	<p>本テーマは、市販の三輪自転車にリチウムイオンバッテリーとブラシレスモーターを接続し、ペダルを漕がずにスロットルの操作による電気力だけで走行する電動三輪車の製作を行う。主な機能として3点挙げる。①ハンドルにスロットルを取り付け、ひねることで後部のモーター回転速度（時速）を調整する②スイッチを用いることで手動（電動なし）・自動（電動あり）の切り替えを行う③電子回路を用いてモーターの正転・逆転（前進、後退）を可能とする。また、製作を通して部品選定・発注・組立・検証といった、ものづくりの工程を知ると共に、チーム作業における情報共有・意思疎通・計画性の大切さを学ぶ。製作目標としては、電動三輪車の最高速度として、成人男性80kgが乗った場合に、時速30km/h（原付の最高速度）で走行できることを目標とした。</p>		


電子情報技術科

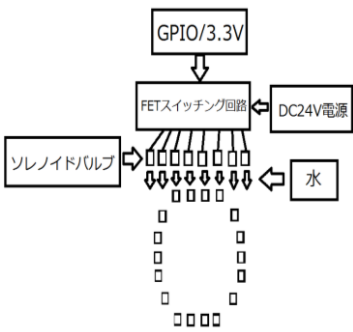
テーマ名	モーションセンサーを用いた遠隔ハンドリングロボット製作		
学生	金子晟也	指導教員	大久保欣哉
概要	<p>モーションセンサ（LEAPMOTION）を用いて手の動きを検出し、その動きをロボットハンドで再現するマスタースレイブロボットハンドを作製した。</p> <p>従来のロボットハンドシステムのようにコントローラや特殊なグローブを使っておらず、直感的な操作できるシステムを実現した。</p> <p>先輩が作製したロボットハンドのように上下左右への移動などの立体的な動作はできないが市販のもので再現できる再現性（互換性）の高さや、先輩のものより小さいという省スペースな点が強みである。</p>		


テーマ名	後付け型補助動力装置の製作		
学生	松本準弥	指導教員	大久保欣哉
概要	<p>昨今、電動自転車はかなり普及をしており、リムに取り付けるブラシレスモータや大容量の小型バッテリーなどが市場に出回るようになってきている。今回私は、小型ホイールモータを使った後付け型の補助動輪を製作した。この補助動輪は、すでに購入した手動型のベビーカーや身体障害者向けの車いすなどに向けた外付けの低速補助動輪としての応用を考えている。今回、自転車を対象にして、その後輪に補助動輪を取り付けるためにバッテリーや制御装置などを製作することで、その制御装置の筐体の大きさやモータの出力から、その可能性を検討する。</p>		

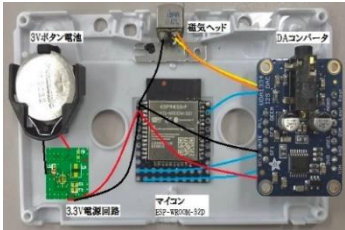
テーマ名	自動追従搬送装置の製作		
学生	定 祐希	指導教員	大久保欣哉
概要	<p>Bluetoothで距離の測定を行い自動追従する荷物搬送装置を作成した。最新 Bluetooth5.1 の距離方位測定機能を使用することによって cm 単位での距離測定が可能である。駆動輪にはインホイールモーターを用いる。ホイールの中にモーターを入れることによって荷物収納スペースを増やした駆動力がホイールに直接伝達されるために従来のギアや駆動軸に比べてエネルギー損失が少ないメリットがある。また安全装置として超音波センサを使用することによって追従対象との間に人や物が割り込んだ場合でも緊急停止することが可能である。</p>		

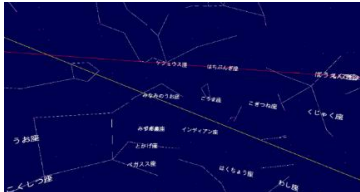
テーマ名	若年者ものづくり競技大会への挑戦 2019		
学生	上田恭輔	指導教員	大久保欣哉
概要	<p>第 14 回若年者ものづくり競技大会、電子回路組立職種に出場し、敢闘賞を獲得するまでの道のりについて紹介する。電子回路組立職種の協議課題は、4 時間以内に行う基盤組立てと、組み込みプログラム課題 5 問の作成をなっている。その中ではんだ付けやプログラムの正確さを評価する。展示する内容は、それらの技術をいかに習得し、どうして敢闘賞を獲得できたか、どうして敢闘賞だったかを解説している。また、次年度以降若年者ものづくり競技大会へ挑戦する人へ向けた資料についても解説している。また、競技大会終了後にプログラミング技術を向上するために行っていることも併せて展示する。</p>		


テーマ名	移動型遠隔監視システムの製作		
学生	奥 竜輝	指導教員	大久保欣哉
概要	<p>このシステムは移動型遠隔監視システムである。このシステムでは専用のプロポで操作し自由に飛行可能なドローンに監視システムとなる赤外カメラなどを搭載したシステムである。移動に使用するドローンはプロペラが 4 枚のマルチコプターである。ドローンには赤外カメラ、バッテリー、分電盤、フライトコントローラー、モーター、スピードコントローラー、受信機を搭載している。プロポとドローンの通信には 2.4 GHz の無線を使用する。フライトコントローラーには linuxmotio を使用。プロペラは RC 飛行用モーター 4 枚。モーターは EMAX のモーター。スピードコントローラー、は DR-12AB を 4 つ。分電盤は LHI Matek PDB XT6 配電ボードを使用。機能はプロポで遠隔操作可能、カメラを用いた監視・空撮が可能。軽量の物体を積むことが可能である。</p>		


テーマ名	水時計の制作		
学生	高橋貴文, 河村達哉	指導教員	藤井昌之
概要	<p>本システムは大阪駅で有名な水時計を、マイコンを用いたソレノイドの制御により簡易版として再現したものである。基本機能は時刻を数秒ごとに表示する水時計である。ソレノイドバルブの開閉制御には高速スイッチングに優れている MOS-FET トランジスタを採用しスイッチング回路を制作し基板化をすることで複数のソレノイドバルブの制御を実現した。制御プログラムは、コードの可読性とデバッグ等の開発効率を考慮し Python を使用し、GPIO の制御ライブラリとして高速な入出力を可能にする pigpio を使用した。時、分の表示には時刻に応じた数字を 1 文字あたり約 10 個の GPIO-ソレノイドバルブの ON/OFF を制御することにより、水の流量を調節することで実現する。</p>		 <p>(例) 0 の表示</p>

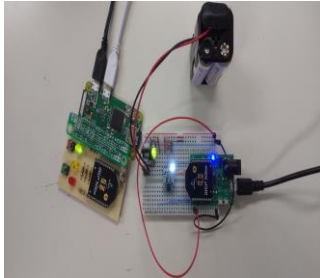
テーマ名	ペット追従監視ロボットの制作		
学生	河村優梨香, 西村 悠	指導教員	藤井昌之
概要	<p>家庭内でカメラ画像によりペットを認識し、追従することによって監視するロボットの製作を行う。画像認識には、ディープラーニングのフレームワークの1つであるYOLOv3を用いる。また、自動追従にはROSのNavigation Stackを用い、SLAMにより室内のマップ作成と自己位置推定を行う。画像認識とSLAMの情報をもとにナビゲーションルートを決し、そのルートに従って移動するように駆動部を制御することによって実現させる。</p>		

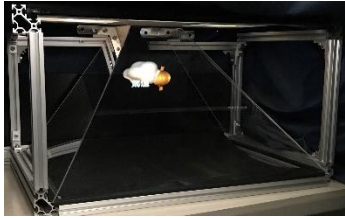
テーマ名	カセットテープ型音楽プレーヤーの制作		
学生	宮武蓮太	指導教員	藤井昌之
概要	<p>本制作は、Bluetoothを介し受信したデジタルデータを、アナログデータに変換し、磁気ヘッドにより出力することのできる、カセットテープ型の装置である。本装置を従来のカセットテープを再生できるオーディオ機器に装着することで、Bluetooth接続されたスマートフォン等の機器より送信されたデジタルデータの音声を、アナログ音声としてオーディオ機器より出力する。マイコンには無線通信のバリエーションとI2S通信を備えたESP-WROOM-32Dを利用し、D/Aコンバータとして、UDA1334を用いた。開発環境は、ESPシリーズ用に開発された、ESP-IDFである。</p>		

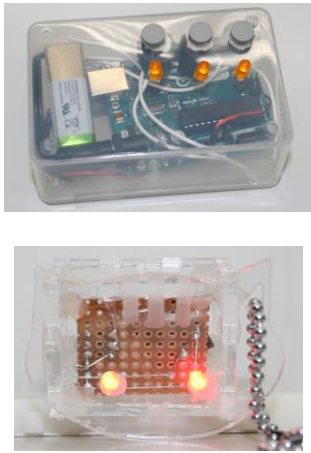
テーマ名	VRによる仮想プラネタリウムの開発		
学生	安井信也, 信貴海斗, 水田烈士	指導教員	奥田佳史
概要	<p>本テーマの目的は、星の位置・運動を理解するための学習教材をVRアプリとして制作することである。星表から星の位置等のデータを取得、変換し、3D空間内に表示する。また、インターフェース用デバイスとして、Leap Motionを採用し、日周運動のON/OFF、表示している星の詳細情報を表示するといった機能を実現する。</p>		

テーマ名	仮想空間におけるジェスチャコントローラの開発		
学生	岩端秀真	指導教員	奥田佳史
概要	<p>Leap Motion を使い、HMD を装着し、VR 空間内を覗き込む状態で素手のまま VR 空間の操作できる、直感的な操作が可能かつ誤作動の少ない UI を作ることを目的とした。</p> <p>Leap Motion 社が提供しているレンダリング機能や手のモデル、オブジェクト間の相互作用演算スクリプトなどを使い、UI を作成する。</p> <p>フリック動作でメニュー画面を呼び出し、日時・指さした星座などの表示・終了等々をタップ動作で選択してもらうことなどを予定している。</p>		


テーマ名	小型球体ロボットの製作		
学生	山田泰平, 栢原凜, 赤穂拓実	指導教員	新山 亘
概要	<p>近年様々な移動機構を持つ自立型起動ロボットが盛んに研究されている。その中で、円盤状の車輪を持つ車輪型小型球体ロボットを製作した。駆動部は、モーターを Python で作成したモーター制御プログラムによる PWM 制御で速度を調整する。ロボットの操作は、HTML で作成した画面で操作を可能とする。カメラで取得した動画を HTML 上の動画として閲覧できる。電源は、ワイヤレス充電器を作成し、球体を充電器の上に乗せるとバッテリーを充電できる。</p>		


テーマ名	ウェブブラウザを介した遠隔操作		
学生	谷塚俊祐	指導教員	新山 亘
概要	<p>家の機器を遠隔地から監視、操作することを目的とした作品である。遠隔地からの操作はスマートフォンやパソコンなどのウェブブラウザから行う。家の機器の監視、操作はネットワーク経由で指令を受けた RaspberryPi が zigbee 通信で接続した機器を制御することで実現している。また、機器の追加は zigbee 通信に決まったルールを設けることで可能になっている。部屋の室温を温度センサで確認することや、照明の点灯消灯を制御するなどの使い方が出来ている。</p>		


テーマ名	スマート 3D ホログラムの製作		
学生	大道俊平, 筒井 快, 常盤海斗, 徳田秀哉	指導教員	小出久美子
概要	<p>近年技術の進展により手軽に再現できるようになった 3D ホログラムのうち, 本製作ではペッパーズゴースト現象を利用した疑似 3D ホログラムを再現させ視覚的にも技術的にも楽しめる装置の製作を行った。</p> <p>追加機能として, 音声を聞き取ってお天気情報や天候マークの再現した 3DCG をホログラム上に表現させ, 自動音声で応答するようにした. また外部カメラを使い, 前左右の 3 方向から撮影することで人物の 3D ホログラムをディスプレイで表示させ, 機械学習によりマイクに話しかけることで会話できるように開発した.</p>		

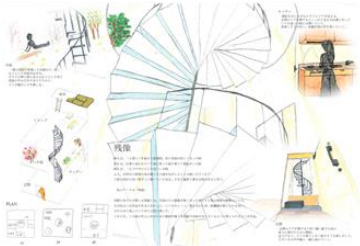
テーマ名	校内イベント用端末及び景品の作成		
学生	杉本幸子	指導教員	小出久美子
概要	<p>マイコン Arduino と Bluetooth 送受信機を使用して, ポリテクフェスタ校内イベントで実施する『宝探しゲーム』の受信機および送信機を作成する. 前年度, 使用した市販機器のボタン部分の不良が多発し, ゲーム参加者となる子供が粗雑に扱っても壊れにくいものを作成しようと考えた. また, 今年度のポリテクフェスタにて『宝探しゲーム』の景品である, 『光るキーホルダー』の設計および作成を行った.</p>		


住居環境科

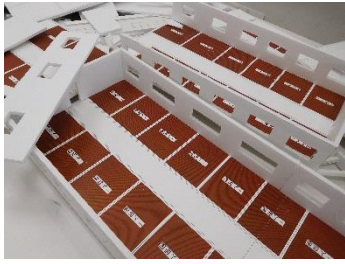
テーマ名	休憩所の設計		
学生	大西裕日, 柴本佳奈, 藤川明音, 水野加奈子	指導教員	前田由佳 村岡 寛
概要	<p>「あすなる夢建築 大阪府公共建築設計コンクール」のコンペティションを通して, 設計のコンセプトの立案方法や計画の考え方を学び, 提出課題を作成・応募までの一連の流れを学ぶ. 実施設計として, 休憩所の求められる形を考案し, 休憩所の提案のみでなく, 大芝生広場の活用方法も行う. 現地調査を行ったうえで, 大芝生広場や本公園の活性化につながるような休憩所の提案を考え設計する. アンケート結果をもとに, 休憩所のターゲット層, デザイン, コンセプト等を考え, 木造・RC造、鉄骨造の構造種別で計画した.</p>		


テーマ名	東屋の制作～八角形の東屋～		
学生	玉井海斗, 赤松翔大, 中田 亮, 大西吉輝, 田中雄大	指導教員	中川詠子
概要	<p>東屋は、公園などのところどころに腰掛とともに設置される小休憩のための建物である。もともと東屋は寄棟屋根のことを意味したこともあり作りも柱と屋根だけの簡素なものであったが、現在は洋風から和風まで様々な東屋が作られている。そこで、1年時の建築施工実習で行った小屋作りの経験を元に、総合制作実習では東屋の制作に取り組むことにした。</p> <p>計画した東屋は八角形で、見上げるとその八角がよくわかる蕪束という構造とし、床を八角の外側にも広げるデッキも設けている。</p> <p>完成した東屋をぜひご覧ください。</p>		

テーマ名	木製家具の製作 ～リクライニングチェア～		
学生	安里洋輝, 長岡慧悟	指導教員	村岡 寛
概要	<p>総合制作実習において、合理的かつ機能的で美しいフォルムをもった家具をめざし、体感的なデザインプロセスのアプローチで、試行錯誤を繰り返しながら‘リクライニングチェア’の製作に挑戦した。またそこから、効果的なデザインプロセスを学ぶことができた。</p>		

テーマ名	学生向けコンペティション参加による卒業設計 ～残像～		
学生	清野紗生	指導教員	村岡 寛
概要	<p>数ある学生向けコンペティションの中から、「のこる家」をテーマにしたコンペティションに挑戦した。このテーマにおいて私は、のこる家とは形だけでなく風景や雰囲気ものこると考えたので音が残る構造を設計した。提出した図面には部分パースを主に用い、作品の意図が分かるような文章やレイアウトを行った。</p>		

テーマ名	学生向けコンペティション参加による卒業設計 ～自然のうえにくらす～		
学生	山森彩夏	指導教員	村岡 寛
概要	<p>数ある学生向けコンペティションの中から、『自然のうえにくらす』をテーマにしたコンペティションに挑戦した。授業で教わっている設計とは違って、条件の無いからの設計であったが、友人や先生の助けを借りながら、できるだけ自分のやりたいようにすることを大切に。自然とは、暮らすとはなんだろうかと言葉の意味を考え、成果物は、第三者に伝わりやすい表現を心がけた。</p>		

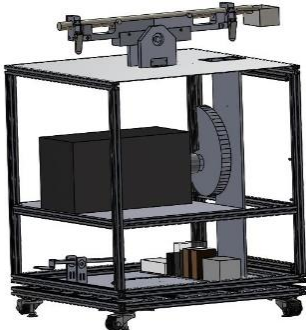
テーマ名	新しい学生寮の提案		
学生	加藤義光, 後藤 梓, 中野 颯	指導教員	武種亮宜
概要	<p>この総合制作実習では学生寮が住みにくいという不満を多く聞くため自分たちでその不満を解決してみようと考え計画を行う。具体的によく聞く不満として部屋が狭い、洗濯スペースと便所が同じ空間にある、寮生内でのコミュニケーションがないなどがある。このことから私たちはこの不満を優先的に解決し、新しい学生寮を計画していこうと考えた。この計画において敷地は今の寮生の駐車場に建築すること、寮生 130 名程度が居住できることを条件とした。これを通して壁式構造について学び意見を出し合いプレゼンテーション能力を高めるものとする。</p>		

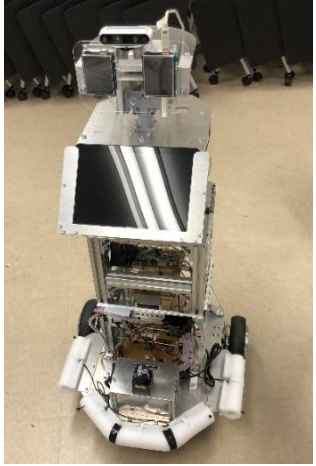
テーマ名	木造 3 階建て住宅の軸組模型		
学生	古賀寛太郎, 大槻奏空	指導教員	武種亮宜
概要	<p>この総合制作実習で制作しているのは第一種中高層住居専用地域に建てる三階建て木造住宅の軸組模型である。複雑な形にすることでデザインに面白さと奇抜さ出そうと計画し、テーマは『ブロックハウス』とした。これは、四角形のブロックの組み合わせを基本とし、凹凸をつけることで立体的なデザインとするものである。狭い敷地のなかでどのようにコンセプトを守りながら構造上可能な範囲で設計していくかがこの製作のポイントになった。この模型製作を通して建築構造への理解を深めることを目的とする。</p>		


2019(令和元)年度応用課程総合制作実習概要



生産システム 3 科

テーマ名	リベッティングマシンの開発		
学生	生産機械システム技術科 中道悠矢, 北浦雄輝, 楠 健登, 畑中大希 生産電気システム技術科 池亀康太郎, 清水勇樹, 和田直樹, 五味光一郎 生産電子システム技術科 神崎琢磨, 澤田ありさ, 辻 忠頼, 野村洸暉, 森 凌太	指導教員	宮武正勝 今園浩之 石部剛史
概要	株式会社イケから「エンジンのパーツを生産する工程でリベットをかしめる作業を自動化できないか」という依頼を受け、リベッティングマシンの製作に取り組んだ。コンセプトは「イケメン(イケのメンバー)にやさしいリベッティングマシン」としており、人的負担の軽減を主とした開発を目標としている。リベッティングマシンとは、1つのワークにつき8か所あるリベットという金具を塑性変形させて、金属の板とワークを固定させる装置である。操作方法や装置の状況には、操作盤に取り付けてあるスイッチ、タッチパネル、ランプを使用した。		

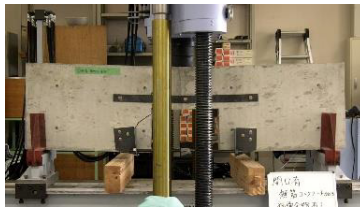
テーマ名	溶融亜鉛めっきの工程省力化装置の開発		
学生	生産機械システム技術科 石岡正太郎, 南須原靖之, 山本 昂, 和田優希 生産電気システム技術科 浅生裕偉, 大谷晃広, 佐藤広朋, 大良颯斗, 林 春海 生産電子情報システム技術科 北出裕也, 芝野純平, 濱口碧生, 松尾昌宗, 山下瑞己	指導教員	宮武正勝 今園浩之 石部剛史
概要	本開発は丸昌工業株式会社からの依頼案件であり、溶融亜鉛めっきの工程省力化を図る装置の開発を目的としている。今年度はめっき処理において、部品の入ったカゴの余分な亜鉛を切る工程の省力化装置のモデル開発を目指した。動作については、丸昌工業株式会社で行われている亜鉛を切る作業を再現するために、カム機構を用いてカゴを上下に揺動させる機構を実現した。また、モータの制御をPLCで行い、サーマルカメラを搭載した Raspberry Pi3B+を用いて亜鉛を切る作業の完了判断を行っている。		

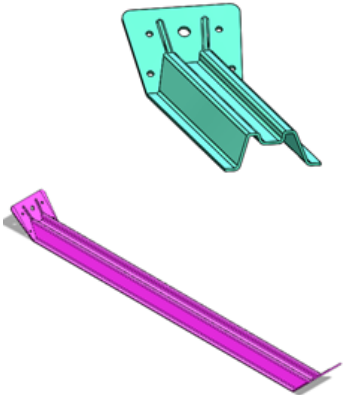
テーマ名	接客ロボットの製作		
学生	生産機械システム技術科 今井貴啓, 西口隼矢 生産電気システム技術科 青木宏太, 石川一真, 石田拓巳 岸本昇悟, 中川雄太郎, 中崎 強 生産電子情報システム技術科 片山翔太, 北岡 大, 北垣 台 坂井香月, 本田一帆	指導教員	勝田 勉 佐藤 桂 大山有利
概要	<p>本テーマは、今年で5年目となる継続テーマである。昨年までは食堂や教室でデモを行っていたが、来場者が少なかった。今年は、指導教員から「ポリテックビジョン（以下PV）で歩き回るロボットを製作してほしい」という依頼を受け、体育館での運用を想定し、PVの来場者に注目してもらえるロボットの製作に取り組んだ。本ロボットはPV会場の一定範囲内を自律走行し、来場者を認識するとあいさつやブース紹介、クイズなどを行うロボットである。また、バッテリーをワイヤレス充電する機能や、来場者等の顔を認識すると顔を追従する機能を実装する。</p>		

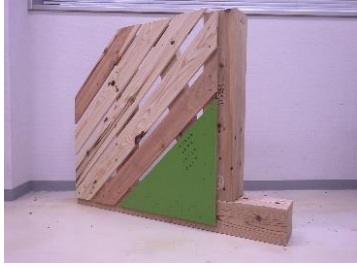
テーマ名	スマートアグリシステムの開発		
学生	生産機械システム技術科 西尾洋夢, 新居千波, 松浦 颯 生産電気システム技術科 木野 誠, 杉村 駿, 竹崎光希 中島 涼, 野下結良 生産電子情報システム技術科 川村尚太郎, 今屋宗希, 中山巧己 寺下弘朗, 田中大地, 中尾成志	指導教員	久保幸夫 秋間紳樹 庄林雅了
概要	<p>本製作は株式会社エイワットから提供された開発テーマである。稲作に関する水管理について、人的負担の削減を行えるようにスマートアグリシステムを開発した。実際の水田の寸法に合わせ取水門・排水門・水位センサを設計・製作し、水田に装置を設置した。装置への電源供給はバッテリーから行い、太陽光パネルを用いて充電している。更に、携帯端末でいつでもどこでも監視・遠隔操作ができるシステムを開発した。現在は装置を校内実験用の模擬水田に設置して検証している。</p>		

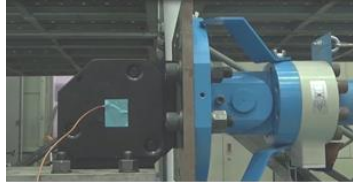
テーマ名	キャベツ収穫機の製作～茎切断ユニットとセンシング部の開発～		
学生	生産機械システム技術科 荒巻俊貴, 川辺元生, 崎原渉樹, 新明恭也 生産電気システム技術科 亀迫研吾, 木下盛央 生産電子情報システム技術科 太田 真, 大西智也, 川崎朴人, 津曲拓弥, 中 好紀, 丸山直輝	指導教員	中村恵司 田中倫之 望月隆生
概要	<p>青果用キャベツの生産において収穫作業の省力化が望まれている。そこで、現在、二人一組で行っている収穫作業を、一人で行える収穫機の開発を本年度からスタートした。</p> <p>我々は、キャベツ収穫作業で広く使われている運搬車と組み合わせて使用し、収穫に適したキャベツを検出して茎を自動で切断できる収穫機の開発を目指している。</p> <p>本年度は、まず収穫に適したキャベツの検出、茎を切断する切断機構を開発した。</p> <p>なお、本テーマは株式会社パシオスより提供されたものである。</p>	 	

建築施工システム技術科

テーマ名	戸建て住宅における基礎補強工法の開発		
学生	建築施工システム技術科 親里春児, 伊佐奨真, 宇都宮大雅, 岡本勇人, 嘉数海斗, 儀間一朝, 山中大紀	指導教員	西山正憲
概要	<p>シロアリ駆除作業員は、防蟻処理をする際に戸建て住宅の床下を移動する。しかし、築数十年の住宅では人通口がない場合があり、その際に、コンクリートを研って人通口を設けている。防蟻処理後は、基礎強度が低下するため、コンクリートにて人通口を塞いでいるのが現状である。そのため、基礎強度の低下を補強するための人通口廻りの補強工法の実験開発に取り組んだ。</p>		

テーマ名	木造建築用火打ち金物の開発		
学生	建築施工システム技術科 奥 玄暉, 北田恭弥, 田上将也, 谷本快人, 平野 茜, 松浦有希, 宮城秀幸	指導教員	宇都宮直樹
概要	<p>本開発課題は、新しい火打ち金物「見せる火打」の開発・商品化を目的に行った。研究背景として近年、リノベーションの注目から木造建築への注目が高まっていることがある。研究内容は既存の火打ち金物を用いた床構面実験により、既存金物の耐力を測定する。その測定結果を基に、解析ソフトのSolidworksを用いて住木センター認定のHB金物と同等の耐力・破壊モードを保ちつつ、新しい形状を意匠・構造・経済・施工の面から考案した。また、3Dプリンターを用いて考案モデルを立体的に考察した。右画はSolidworksを用いて作成したモデルである。</p>		

テーマ名	木造耐震構法（TIP 構法）の研究		
学生	建築施工システム技術科 山口冬馬, 伊波樹希, 河野浩陽, 長井太佑, 長嶺 樹, 原田捷平	指導教員	片平 聡
概要	<p>本研究は、日本 TIP 建築協会が考案した新構法の TIP 構法について共同で研究したものである。TIP 構法とは、斜めに張ったラス板と合板にガルバニウム鋼板を接着したガセットプレートを使用するのが特徴であり、ラス板で縦横揺れに抵抗し、ガセットプレートによってピンをラーメン構造化することができる。また、筋かいとの併用により、圧縮、引張ともに耐力の向上が期待できる。今年度の実験では、筋かいを併用した1ピースのTIP構法の性能検証に加え、ラス板及び筋かいの方向、ガセットプレートの位置による耐力の差の確認を行う</p>		

テーマ名	木造戸建て住宅用制振装置の開発		
学生	建築施工システム技術科 内田健太, 内田裕騎, 白井 優, 津覇海飛, 中島詠仁, 開田芳貴 渡邊 信 住居環境科 谷岡健人, 岡田優理, 百合拓海	指導教員	新垣忠志 藤村悦生
概要	<p>木造住宅向けの制震装置に関するものである。昨年度に引き続いての継続開発テーマとなっている。昨年度は振動台を用いた実験の結果から、粘弾性体の厚さを大きくし、減衰性能を向上させた。また、本装置の特徴である地震後の残留変形を防止する鋼製の板バネを同等の断面性能を有する円形断面に改良することによって、合理的に装置を製造することが可能となった。</p>		

2019（令和元）年度における表彰

第14回若年者ものづくり競技大会における表彰

- ① 電子回路組立て職種：電子情報技術科 上田恭輔

近畿ポリテックビジョン2020における表彰

- ① 応用課程 最優秀発表賞：生産電気システム技術科 野下結良
- ② 応用課程 優秀発表賞：建築施工システム技術科 谷本快人
- ③ 応用課程 最優秀作品賞：リベッティングマシンの開発
製作者：中道悠矢，北浦雄輝，楠健 登，畑中大希，池亀康太郎，清水勇樹，和田直樹，
五味光一郎，神崎琢磨，澤田ありさ，辻 忠頼，野村洸暉，森 凌太
指導教員：宮武正勝，今園浩之，石部剛史
- ④ 応用課程 優秀作品賞：接客ロボットの製作
製作者：今井貴啓，西口隼矢，青木宏太，石川一真，石田拓巳，岸本昇悟，中川雄太郎，
中崎 強，片山翔太，北岡 大，北垣 台，坂井香月，本田一帆
指導教員：勝田 勉，佐藤 桂，大山有利
- ⑤ 専門課程 優秀発表賞：電気エネルギー制御科 前芝星也
- ⑥ 専門課程 優秀作品賞：電気エネルギー制御科 卓球マシンの製作
製作者：岸上力樹，豊岡毅光，西村慶大，藤田 新
指導教員：石川大樹

卒業式における表彰

① 大学校賞

専門課程：生産技術科	坂上友亮
電子情報技術科	上田恭輔
応用課程：生産機械システム技術科	崎原渉樹
生産電気システム技術科	和田直樹

② 優秀賞

専門課程：生産技術科	板倉新之介
電気エネルギー制御科	川崎健太郎
電子情報技術科	河村達哉
住居環境科	柴本佳奈
応用課程：生産機械システム技術科	山本 昂
生産電気システム技術科	中島 涼
生産電子情報システム技術科	本田一帆
建築施工システム技術科	山口冬馬

2020編集委員

委員長	高橋大弐	(校長)
	志水正利	(副校長)
	福永卓己	(能力開発統括部長)
	鈴木啓生	(学務課長)
	岩城勇生	(機械系)
	古賀寛光	(機械系)
	秋間紳樹	(電気系)
	中川章人	(電気系)
	井上 隆	(電子情報系)
	藤井昌之	(電子情報系)
	宇都宮直樹	(建築系)
	村岡 寛	(建築系)
	松本果歩	(援助計画課)
	後藤義洋	(学務課)

近畿能開大ジャーナル 第28号

発行 2020年10月
発行者 近畿職業能力開発大学校
〒596-0817
大阪府岸和田市岸の丘町3-1-1
電話 072-489-2112
FAX 072-479-1751
