

近畿能開大ジャーナル

Journal of Kinki Polytechnic College
No.30 2022

(グラビア)

2021年度高大連携事業でのロボット関連教材の開発
[生産技術科・電気エネルギー制御科・学務課]

研 究 報 告
教 材 開 発

2021年度専門課程総合制作実習概要

2021年度応用課程開発課題実習概要

2021年度における表彰



近畿職業能力開発大学校

<https://www3.jeed.go.jp/osaka/college/>

目次

【グラビア】

2021 年度高大連携事業でのロボット関連教材の開発	來住 裕 野田 充大	1
	岡田 卓也 樋口 黒光	

【研究報告】

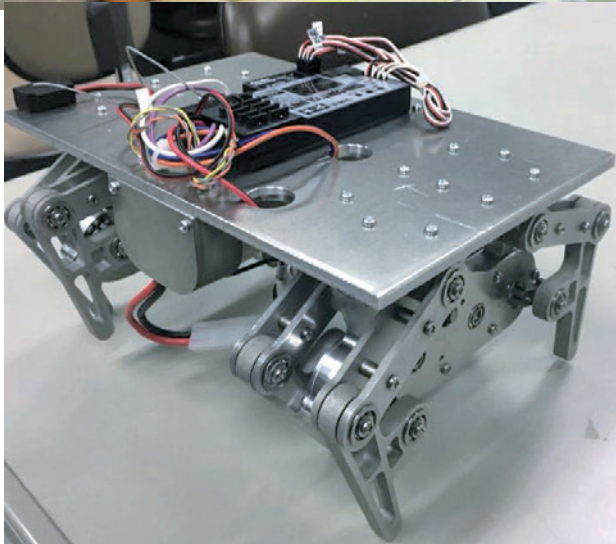
社寺建築物における鉛直軸力の影響を考慮した木造軸組架構の耐震性能評価に関する研究	宇都宮 直樹 綱島 芽吹	2
	宮本 慎宏	

【教材開発】

2021 年度高大連携事業でのロボット関連教材の開発	來住 裕 野田 充大	7
	岡田 卓也 樋口 黒光	
組立小部品のピッキングシステムの開発	宮武 正勝 天野 隆	12
	武川 肇	
農業機械の電動化	秋間 紳樹 久保 幸夫	16
	上間 豊久	
サーボプレス（ボールねじプレス）とプレス型の設計製作	野田 充大	20
小児向け車椅子用電動化キットの製作	大久保 欣哉	24
木造戸建て住宅基礎用補強工法の開発	西山 正憲	28
圃場ガードシステムの開発	庄林 雅了 岩城 勇生	32
	清水 隆之	
構造ヘルスマニタリングに関する研究	新垣 忠志 藤田 貴司	36
薄膜フィルタ貼り付け装置の開発	矢口 博道 佐藤 桂	40
	大山 有利	

【実習テーマ・表彰】

2021（令和3）年度専門課程総合制作実習概要	44
2021（令和3）年度応用課程開発課題実習概要	55
2021（令和3）年度における表彰	59



2021 年度高大連携事業でのロボット関連教材の開発※

來住 裕，野田 充大，岡田 卓也，樋口 黒光

上段・中段の写真は，高等学校でロボット関連教材を利用した高大連携事業の中で実施した発表会の様子である．中央のホワイトボードには，女子生徒が持つ製作したロボットハンドの実験結果から改善すべき項目のアイデアを付箋にまとめ，模造紙に張り付け整理したものが張り付けられている．これをもとに，各グループの発表が行われている．付箋をもとにしたまとめは，高校生が5人から6人で討論して行った結果になっている．中段の発表風景も同じものであるが，他のグループのものである．下段のロボットは平塚氏が設計したリンク機構のロボットを，高校生が触れて動かすことができるように自走式から遠隔操作方式に改造したものである．このロボットは，平行リンク機構を利用して8本の足を動かして前後進，左右の回転ができるようなロボットである．

※P 7～11 参照

社寺建築物における鉛直軸力の影響を考慮した 木造軸組架構の耐震性能評価に関する研究

宇都宮 直樹^{*1}, 綱島 芽吹^{*2}, 宮本 慎宏^{*3}

本研究は、社寺建築物における鉛直軸力が木造軸組架構の荷重変形角関係に及ぼす影響を把握することを目的としている。木造軸組架構は頭貫、内法貫、足固貫、柱で構成されている。鉛直軸力をパラメータとした架構体の静的載荷実験を実施し、荷重変形角関係を把握した。架構体構成要素の要素実験を行い、鉛直軸力の影響による耐力変化を確認した。平面解析モデルを構築し、静的増分解析を行い、実験結果との比較から妥当性を検証した。その結果、鉛直軸力の増加に伴う柱-頭貫接合部の耐力増加を確認した。平面解析モデルと実験結果の比較から耐力の推定値が半分程度であり、載荷方法の影響が耐力に影響していること、二次剛性は解析値が上回っていることが確認された。

Keywords : 社寺建築物, 木造軸組架構, 鉛直軸力, 柱傾斜復元力, 静的増分解析。

1. 緒言

社寺建築物は部材寸法が大きいため、木造軸組架構が重要な耐震要素である。構成要素である頭貫と柱は鉛直軸力によって耐震性能が変化の特徴を持つ。本研究では、架構体実験として木造軸組架構を構成する頭貫、内法貫、足固貫、柱について鉛直軸力をパラメータとした静的載荷実験を実施し、荷重変形角関係を把握する。要素実験として、架構体と同仕様の柱-頭貫接合部等について鉛直軸力をパラメータとした静的載荷実験を実施し、耐力変化を確認した。架構体を再現した平面解析モデルに要素実験結果を反映させて静的増分解析を行い、架構体実験結果と比較を行った。

2. 架構体実験

2.1 試験体概要 架構体実験の試験装置外観および試験体を図1(a)~(c)に示す。柱長1900mm, 柱間1220mm, 頭貫は幅80mm, せい130mm, 柱は180mm角とした。柱-頭貫接合部は図1(d)に示す輪薙ぎ込みとし、柱と頭貫に12mmの欠き込みを設けた。内法貫、足固貫は幅50mm, せい90mmとし、図2(a)に示す渡り顎を有するT-1の形状とした。柱頭には大斗を想定した角材をφ18mmのダボで接合した。部材はヒノキ、ダボはカシを使用した。試験装置と大斗上部、柱脚部の間にはφ18mmの鋼製ピンを設けた。

2.2 載荷方法 鉛直軸力は鉛直ジャッキにより大斗に与えた。頭貫のみを有する試験体は、鉛直軸力のパラメータを10kN, 20kN, 40kNとし、それぞれ試験体I, II, IIIとした。足固貫を有する試験体を試験体IV, 内法貫を有する試験体を試験体Vとし、鉛直軸力を40kNとした。水平荷重は、水平油圧ジャッキにより頭貫に与え、柱の見かけのせん断変形角が1/200~1/15radで正負3回ずつの交番加力とし、1/10radは正方向に1回加力を行った。

2.3 実験結果 実験結果を図3に示す。+方向では軸

力の増加に伴って架構全体の荷重も増加する傾向が見られたが、一方向では軸力に関わらずほぼ同じ荷重を示した。足固貫、内法貫が付加されることで荷重は増加する。試験体IIIと比較すると、足固貫が付加された試験体IVで2割程度、足固貫と内法貫が付加された試験体Vで7割程度の荷重増加となった。試験体Vの破壊状況を図4に示す。内法貫、足固貫には1/50rad以降に渡り顎から割裂が生じ、変形の増大とともに進展した。1/15radで足固貫に曲げ破壊が生じた。柱頭と大斗の接触部は1/30rad以降に割裂が生じた。繰返し加力によって破壊が進展すると耐力増加は見込めない。

3. 要素実験

3.1 試験体概要 架構体実験と同様の部材寸法、仕口形状とした柱試験体、頭貫試験体、通し貫試験体の試験装置外観および試験体を図5に示す。柱試験体、頭貫試験体は柱長が980mmの試験体aと850mmの試験体bの2種類作製した。頭貫の長さは1400mmとした。

3.2 載荷方法 鉛直軸力は試験体を上下反転させ、柱脚側に錘を用いて載荷し、5kN, 10kN, 15kN, 20kNの4パラメータとした。頭貫試験体aのみ0kNの場合も実施した。通し貫試験体は接合部を渡り顎有(T-1仕様)と渡り顎無(T-2仕様)とした。鉛直軸力による接合部性能に変化がないことから錘は使用しない。水平荷重は、アクチュエータにより柱に与え、柱の見かけのせん断変形角が1/200~1/10rad(通し貫試験体は1/7rad)で正負1回ずつの交番加力とした。試験体数は柱試験体、頭貫試験体は各1体、通し貫試験体は2体とした。

3.3 実験結果 柱試験体の実験結果を図6に示す。鉛直軸力の増加に伴い荷重が増加した。

頭貫試験体の実験結果を図7に示す。試験体aは鉛直軸力の増加に伴い荷重が増加した。試験体bは鉛直軸力の増加に伴う傾向は見られなかった。

通し貫試験体の実験結果を図8に示す。変形の進行

*1 近畿職業能力開発大学校 建築施工システム技術科 職業能力開発教授 博士(工学)

*2 香川大学大学院 創発科学研究科 大学院生

*3 香川大学創造工学部 准教授 博士(工学)

に伴い、荷重が増加した。T-1(渡り顎有)は 1/50rad から楔が柱にめり込み始め、1/30rad から楔端部の割裂が生じ、変形の進行に伴い、割裂破壊が進展した。1/15rad で渡り顎から割裂が生じた。T-2(渡り顎無)は 1/15rad で楔の割裂が生じた。貫と楔の割裂による荷重低下はなかった。図 9 に示すように、T-2-b は 1/7.5rad で治具接合部の穴より貫が割裂破壊した。

剛体仮定時の最大柱傾斜復元力^[1]に対する実験値の最大柱傾斜復元力の比率を図 10 に示す。実験結果は負の相関があり、各試験体の正方向における柱の圧縮応力度が 0.15N/mm² 時のみ計算値を上回った。ここで計算値^[1]は 0.75 を示す。

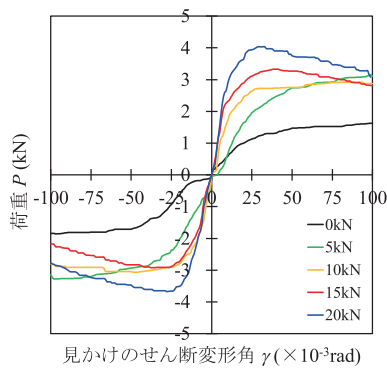
通し貫接合部と柱-頭貫接合部は、柱が水平荷重を受けたときのめり込み箇所が異なるものの、貫の接地面にめり込みが生じる機構は同様であるため、通し貫接合部の設計式^[2]に低減係数を乗じることで柱-頭貫接合部の耐力を推定可能と考えた。実験結果から求めた柱-頭貫接合部一か所当たりの降伏モーメントを通し貫の設計式^[2]から求めた降伏モーメントで除した比率を算定し、低減係数である降伏モーメント比 α と定義した。ここで、通し貫接合部の設計式^[2]には、摩擦係数 μ は 0.4、めり込み強度 F_c は材料実験より 12N/mm²、全面横圧縮ヤング係数 E90 は 467N/mm²、貫幅は欠き込み部分の 56mm を用いる。また、柱-頭貫接合部の耐力は、頭貫試験体の荷重から柱試験体の荷重を減じることで算出する。図 11 に示すひずみゲージより曲げモーメントを算出すると、鉛直軸力が小さい場合(5kN),

頭貫の両側で曲げモーメントが生じている。鉛直軸力が大きい場合(15kN, 20kN), 片側で曲げモーメントが生じていない。実際の木造軸組架構は連続しており頭貫の両側に曲げモーメントが生じることから、実験結果より算出した柱-頭貫接合部一か所当たりの降伏モーメントを 2 倍にした値を用いて α を算出した。図 12 に示す降伏モーメント比は試験体 b の負方向を除いて正の相関が見られた。ただし、鉛直軸力が小さい場合、曲げモーメントは接合部の両側で生じているため、降伏モーメント比は過大評価になっており、実際の近似直線の傾きはより大きいと考えられる。これにより、鉛直軸力の増加に伴う柱-頭貫接合部の耐力増加を確認した。

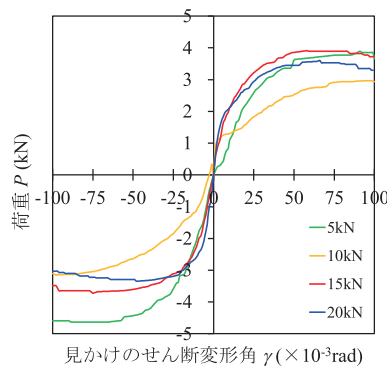
4. 解析モデルの構築

架構体実験を再現した解析モデルを図 13 示す。要素実験結果を反映させ、架構体実験結果と解析結果を比較する。静的増分解析には汎用構造解析ソフト SNAP Ver.8 を用いる。柱脚はピン拘束とし、鉛直軸力は大斗頂部の節点に付加質量を加えて再現し、頭貫を変形角 1/10rad まで増分させた。

柱傾斜復元力は水平バネで再現する。設定値は、設計式^[1]の第 2 折れ点と第 3 折れ点を結んで 4 線形に線形補間したとき、 $0.1a_0 \leq \delta \leq 0.15a_0$ の区間における荷重が、柱試験体実験結果の正負平均の最大値となるように補正する。この時、実験値は柱試験体の柱長を架構体の柱長で除した値を乗じることで補正し、 a_0 は錘を



(a) 試験体 a 柱長 980mm



(b) 試験体 b 柱長 850mm

図 7 頭貫試験体 荷重-見かけのせん断変形角関係

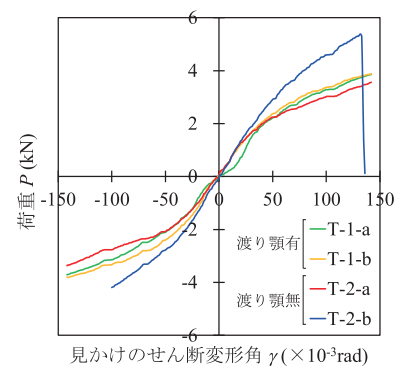


図 8 通し貫試験体 荷重-見かけのせん断変形角関係

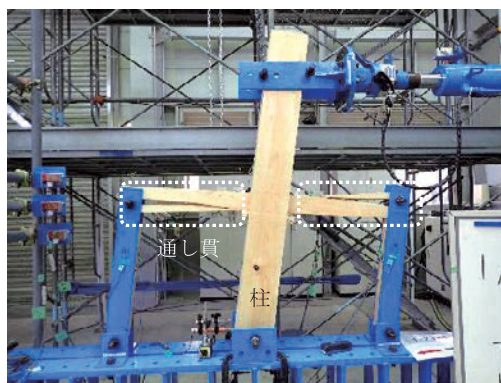


図 9 通し貫試験体 T-2-b 破壊状況 1/7.5rad

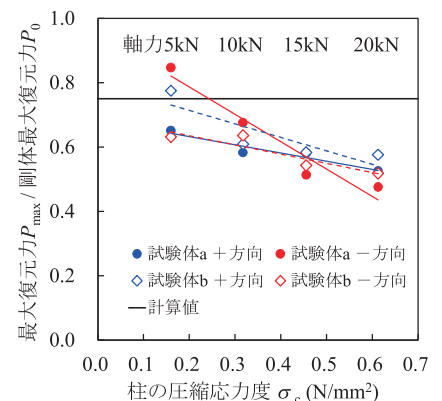


図 10 柱傾斜復元力の比率

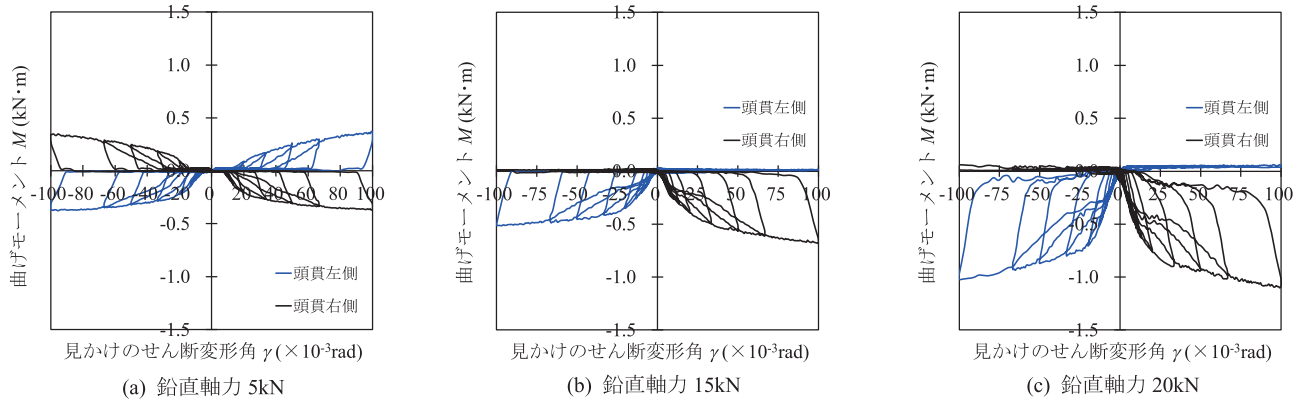


図 11 頭貫に生じる曲げモーメント－見かけのせん断変形角関係

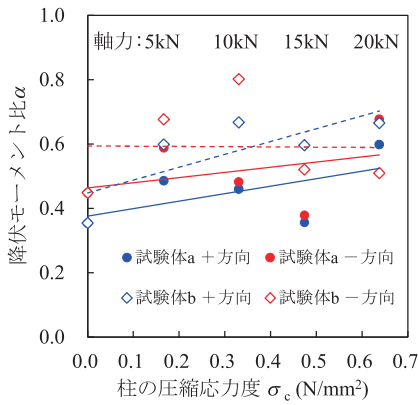


図 12 降伏モーメント比

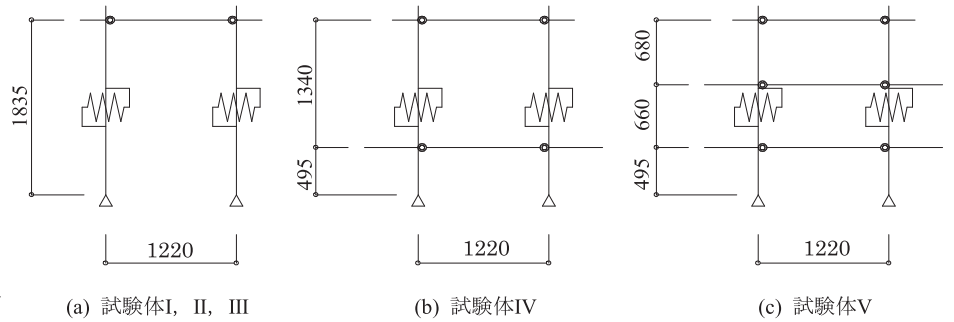


図 13 解析モデル

表 1 材料定数

	試験体 I, II, III	試験体 IV, V	頭貫 試験体	T-1-a	T-1-b
横圧縮 ヤング係数 (N/mm ²)	972	247	467	467	299
部分圧縮強度 (N/mm ²)	5.33	8.92	12.00	12.00	6.01

--- 試験体a 解析結果
--- 試験体b 解析結果
— 架構体実験 + 方向
— 架構体実験 - 方向

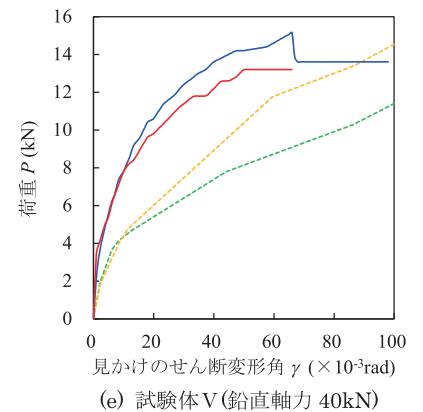
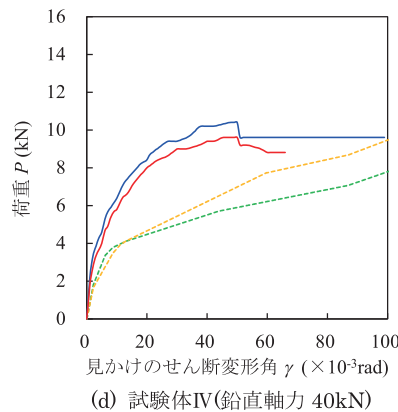
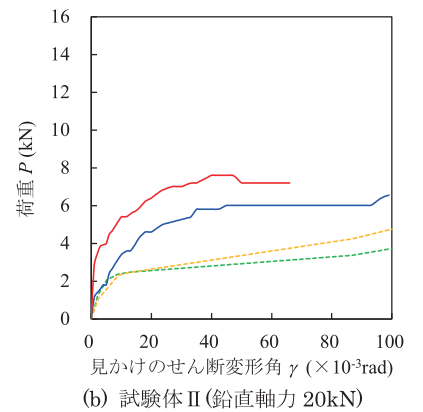
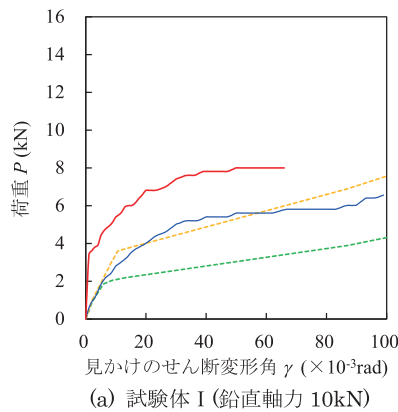
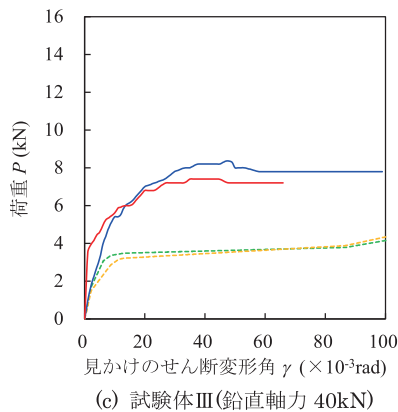


図 14 荷重-水平材接合部変位の比較

載荷する治具の幅 150mm と柱径 180mm の平均 165mm とする。柱一貫接合部は回転バネで再現し、要素実験結果を正負平均してバイリニア置換した値を用いる。ただし解析モデルにおいて頭貫の余長部は拘束されていないが、架構体実験においては余長部分にもめり込み抵抗が生じていることを考慮して頭貫試験体実験結果を 2 倍する。通し貫接合部は楔止めであるため、余長部分が拘束されていない場合でも接合部の両側に曲げモーメントが生じると考え、通し貫試験体実験結果を用いる。表 1 に示す材料実験より求めた材料定数より、架構体実験の横圧縮ヤング係数を要素実験の横圧縮ヤング係数で除したものを初期剛性に乘じ、架構体実験の部分圧縮強度を要素実験の部分圧縮強度で除したものを降伏モーメントに乘じることで、材料特性値による影響を考慮する。

5. 架構体実験と要素実験の比較

図 14 に架構体実験と解析結果を示す。試験体 I, II, III は、試験体 I の試験体 b 解析結果を除いて、概ね実験結果の半分程度となった。試験体 IV, V は、2 次剛性が異なるが、0.1rad 付近で実験値と同等となる。解析値が小さい原因として、架構体実験では水平荷重の増加により付加軸力が生じて左右の柱が均等に載荷されていないこと、架構体実験では水平荷重を頭貫に対して載荷し、要素実験では柱に対して載荷していることが挙げられる。

6. 結言

本研究では、社寺建築物における鉛直軸力が木造軸組架構の荷重変形角関係に及ぼす影響を把握することを目的とした。得られた成果を以下に示す。

- 1) 木造軸組架構に足固貫、内法貫を付加することで荷重は 2 割～7 割程度増加した。
- 2) 鉛直軸力の増加に伴い、荷重が増加した。足固貫と楔の割裂による荷重低下は見られなかった。
- 3) 架構体実験の試験体を再現した解析モデルを構築し、要素実験結果を反映させて架構体実験との比較を行った。頭貫を有する試験体 I, II, III では、降伏モーメントは解析値が下回ったが、初期剛性は実験値と一致した。頭貫と通し貫を有する試験体 IV, V は、初期剛性と降伏モーメントは解析値を下回ったが、二次剛性は解析値の方が上回ったため、0.1rad 付近では実験値と解析値はほぼ等しくなった。

謝辞

本研究は、一般財団法人大成学術財団の助成金による支援を受けて実施した。実験には香川大学、近畿職業能力開発大学校の学生の協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

文献

- [1] 文化庁：重要文化財（建造物）耐震基礎診断実施要領，pp.19-21，2012.06
- [2] 社団法人日本建築学会：木質構造接合部設計マニュアル，pp.254-255，2010.09

(2022 年 5 月 29 日提出)

2021年度高大連携事業でのロボット関連教材の開発

來住 裕^{*1}, 野田 充大^{*1}, 岡田 卓也^{*2}, 樋口 黒光^{*3}

2021年度に産業用ロボット・サービス用ロボットを題材とした高大連携事業用教材を開発し、実際の高等学校で運用を行った。その結果について述べる。この教材は講義のみ、実習のみ、講義と実習の組み合わせで運用することで高等学校からのロボットにかかわる仕事の説明、ロボットと物理の関係、コミュニケーション・プレゼンテーションに関する経験の要望に対応する教材として開発した。この教材を利用して高等学校で行った授業の概要に関して述べ生徒に対するアンケート結果をもとに開発した教材の評価をおこなった。

Keywords : 産業用ロボット, 高大連携授業, ものづくり, キャリア教育

1. はじめに

平成29年3月に地方教育行政の組織及び運営に関する法律及び社会教育法⁽¹⁾が改正され、地域と学校の連携・協働の推進がうたわれた。これをうけ高等学校では、地域の企業、大学、公共機関と協力し理科教育、語学教育、キャリア教育を実施している。当校は、地元の高等学校に対し高大連携事業の一部として高等学校のキャリア教育・ライフサイエンス・総合的探究の授業の協力を行っている⁽²⁾。その中で産業用ロボットやサービスロボットをテーマとする教材の開発とその教材を利用した教育訓練を行った。開発された教材の教育訓練の効果とアンケートを利用した評価に対し報告する。同時に、課外授業の一環としてFA・ロボットシステムインテグレート協会が行っているアイデアロボット甲子園に参加した高等学校への支援に関して報告する。

2. 教材の開発の方針

産業用ロボット・サービスロボットをテーマにする高大連携事業では、キャリア教育・ライフサイエンス・総合探求の授業の中での協力を求められることが多い。ただし高校により授業を依頼される学年は1年生、2年生、3年生といろいろである。ただ、1年間を通して授業を依頼されることはなく、最長の担当する時間でも1学期程度である。最も依頼が多いのは1時限から4時限程度である。高校の授業時間は1時限50分または45分である。1学期間の依頼でも使用できる授業時間数は、定期試験時間と体育祭、文化祭、遠足等の行事をのぞき週に2回の授業コマ数で14時限程度である。そのうち高等学校の先生が担当する全体の授業の説明と学期ごとのまとめの時限をのぞき高大連携事業で利用できる時間数は最大10時限程度となる。これらを考慮して教材を開発する必要がある。

表1に教育訓練内容と必要とする時間数を示している。高等学校からの多様な要望に、表1に示される授業のテーマを組み合わせることで1時限から数時限の授業を行うことができる。

例えば、高等学校側の生徒にロボットに触れさせたいとの要望に対し、表1に示された第1項の内容は後

述される教材(図2, 図3)のロボットに触れてみるものである。第2項はロボットにかかわる職業説明の高等学校側の要望に1回目の授業の教材として利用できる。第3・4項の教材のハンドの組み立てと組み立てたハンドの実験で実際のロボット部品と理科の関係を理解させたい高等学校の要望に対応できる。第5・6項の内容は、生徒にハンドの実験結果をもとにグループで改善点を整理し発表をさせている。高等学校の討論、発表を含む大学の模擬授業を経験させたいという要望に対応することができる。

この授業ではテーマを産業用ロボットの使い方などに変更することで、ハンドの組み立てや実験をすることなしに高等学校の討論、発表を含む大学の模擬授業を経験させたいという要求に対応することができる。

さらに1項から6項までの連続した授業を行うと1学期間の課題探求、ライフサイエンスの授業に対応することができる。

表1 開発した講義内容と時間数

項番	授業のテーマ	時間数
1	ロボットの定義と小形ロボットに触れてみる	1時間
2	社会で利用されているロボットとロボットに関連する仕事	1時間
3	教材のハンドの組み立て	3時間
4	組み立てたハンドでの実験	1時間
5	実験結果をもとに改善点の整理と改善アイデアの抽出・整理発表の準備	3時間
6	発表	1時間

3. 教材を開発した授業の内容

表1に示した授業の詳細を以下に述べる。

3.1 第1項のロボットの定義と小型ロボットに触れてみる この授業は、産業用ロボットやサービスロボットで利用されている機構と物理の力学との関連を理解して利用されている製品で理科の必要性を理解できるように組み立てられている。

*1 近畿職業能力開発大学校生産技術科

*3 近畿職業能力開発大学校学務課

*2 近畿職業能力開発大学校電気エネルギー制御科

図1にこの授業で利用しているリンク機構の理解のためのチェビシェフリンク機構を利用した職業能力開発大学の平塚が設計した歩行ロボットを示す。このロボットは左右にチェビシェフリンクを利用した4本の足が1組になった移動機構が2つ取り付けられている。取り付けられた移動装置を組み合わせて動かすことで前進・後進・旋回を行うことができる。

図2はメカナムホイールを利用した全方向に移動する装置である。メカナムホイールは、車輪回転方向の制御により本体に加わる力の方向を変化させることで本体を前後、回転、真横、斜め45度へと移動をさせることができる。すなわち、力の向きと移動方向を理解できるロボット台車になっている。また、本体にとりつけられたカメラから転送された周辺の画像データを用いて操作できるようになっている。

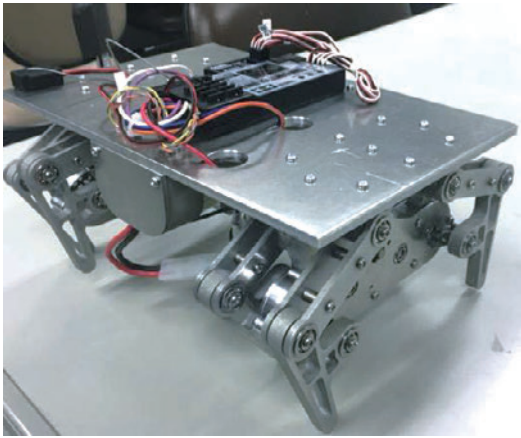


図1 チェビシェフリンクを利用した歩行ロボット

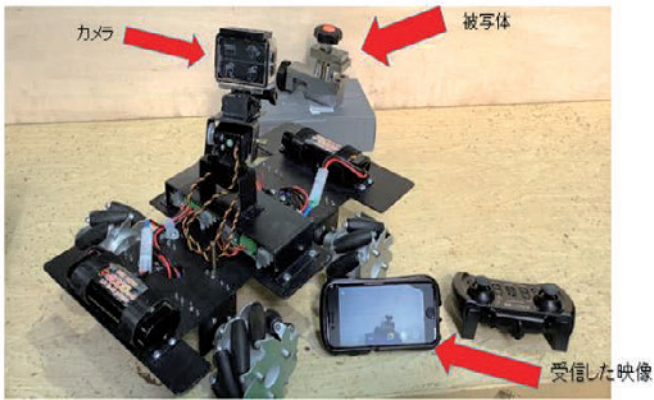


図2 メカナムホイールを利用した全方向移動装置

図1・図2に示される装置を実際の授業のなかで生徒が触ることで力学で学ぶ内容が実際にどのような機構として利用されているかを理解することができる。

3. 2 社会で利用されているロボットとロボットに関連する仕事 表1に示す第2項では社会で利用されているロボットとロボットに関連する仕事を示している。内容は、工場、医療、福祉サービス、飲食、輸送現場で利用されているロボットの紹介とロボットに関連する仕事の内容に関して説明を行っている。

図3にこの時使用するスライドの一部を示してい

る。ロボットにかかわる仕事がロボットを組み立てる、設計するだけでなくそれ以外のロボットを運用する販売するなどの多岐にわたる仕事もあることを理解してもらうためのスライド資料である。ここでは示すことができないがロボットシステムを開発するためのFA・ロボットシステムインテグレート協会から提供されたロボットのシステム開発の動画がプレゼンテーション資料には含まれている。

ロボットに係る考えられるお仕事

- ・ロボットを開発設計する仕事
- ・ロボットを作る仕事
- ・ロボットを設置・使う仕事
- ・ロボットを運転する仕事
- ・ロボットを修理する仕事
- ・ロボットを販売する仕事

図3 ロボットにかかわる仕事のプレゼンテーション

3. 3 教材のハンドの組み立て 図4に今回利用した教材のハンドのモデルを示す。ハンドの指は、図4に示される引き金部分を手前に引くことでハンド先端部分の平行リンク機構に力が伝わり開閉できるようになっている。図5に、実際に高大連携事業で高等学校の生徒が組立作業をやっている様子を示している。図5は、レーザー加工でハンド製作に必要な部品の形に切られた2mmのシナベニヤ合板から必要な部品をとりはずし接着剤、ラジオペンチ、プラスのドライバーを利用して組み立てている様子である。ラジオペンチはハンドの組み立て時にナットをおさえてねじの供回りを防ぐために利用している。ハンドを組み立てる際に、ねじがナットを押さえていないと供回りを始めることがある。この時、ナットとねじの供回りを防ぐ作業は初めて経験する作業であるようで、生徒の多数が戸惑っているようであった。また、ドライバーに力をかけすぎでシナベニヤ合板を割ってしまうものもいた。スムーズに動くようにハンドの組み立てたものを調整することは生徒たちにとってはかなり難しい作業となっていた。



図4 ハンドモデルの構成



図5 教材ハンドの組立作業の様子

3. 4 組み立てたハンドでの実験 組み立てたハンドでテニスボール、おはじき、ビー玉、コード、三角形の積み木、円柱の積み木、プラスチックのケースの開閉、ペットボトルのふたの開け閉めを行った。その結果を表2に示すような形で、つかもうとしたものの形状、どの部分でつかんでいるのか、ハンドのつかめる方向、安定したつかみ方ができたのかをまとめた。これによりハンドの特徴の把握ができるようになっていく。

表2 実験データの整理シートの一部

つかめ場所	つかんでる場所	安定しているか	ハンドの方向	つかめなかった理由	人の手と違い	その他 問題点
球の中央	3か所 	5回つかむと2回失敗	縦方向、横方向でしかつかめない		同じように、指の腹	指先ではつかめなかったためベニヤ板であったため壊れそうであったしつかめられていなかった
				指先が大きかった、コードが滑り落ちた		ベニヤ板で作った指の位置がづれているため細いコードつままなかった

3. 5 実験結果をもとに改善点の整理と改善アイデアの抽出・整理と発表の準備 グループ討論の必要性があるので生徒を5人から6人のグループに分けた。実験したデータシートをもとに今回はトマトを傷つけずに収穫できるハンド部分の構造はどのような形がよいかのテーマに対し20件以上のハンドの改善点、できたことを付箋に記載させた。各付箋をグルーピングして、図6に示すように、できたこと、改善点などの用にグループ表題をつけ模造紙の上にまとめた。図6に示すようにグループ表題をもとに各グループの関係を考え全体で何をすべきかを考え表題をつけた。図7に示すようにこの模造紙を黒板等に張り付け発表のながれをグループで検討した。



図6 まとめられた模造紙



図7 発表前の打合せ

3. 6 発表 図8に示すように作成した模造紙を中央に張り発表を行った。各グループの発表の持ち時間をおよそ6分程度とし質問時間は設定しなかった。発表したグループが6グループで交代時間を考えて7分程度となることより質疑を入れると1時限で発表できなくなることで含めていない。

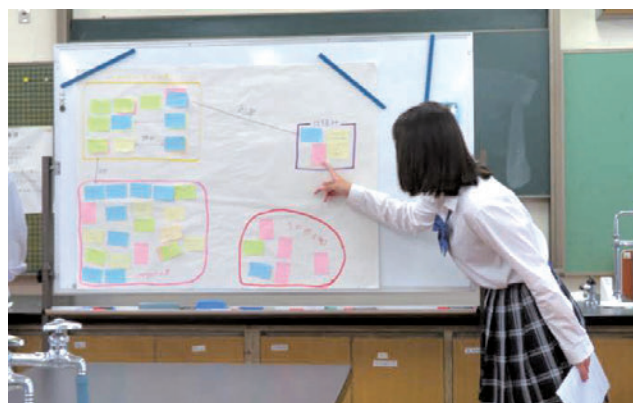


図8 発表の風景

4. 開発した教材についての生徒の評価

開発した教材を実際に体験した生徒にアンケートをおこなった。

アンケートは、授業の中でどの項目が一番大変でしたか。

ロボットハンドの製作を通して、物理や数学が必要

であることを感じることができましたか。

ハンドを使った実験検証で得たデータの整理や実験方法は役に立つと思いますか。

問題の整理法や改善法の手法は、今後、役に立つと思いますか。

チームで討論して問題点を整理し発表するストーリーを作ることは難しかったですか。

発表は大変だと思いますが、やってよかったと思いますか。

授業は面白かったですかの内容である。

各問いに対し、選択肢の選択形のアンケートとした。

このアンケートをもとに教材の評価を行うことにした。

4.1 授業に関するアンケート結果の考察 授業の中で生徒が興味を持ってできたと答えた内容は、図9に示されるようにロボットハンドの製作に80%の生徒が興味を持ってできたと答えている。手を動かしてハンドを組み立てる作業自体に興味があるのではないかと推定される。残り20%の生徒が問題点の整理過程や発表過程に興味を持ったと答えている。これは問題整理やグループで物事を進めていくことに興味があるのではないかと推定できる。

図10が授業内容で難しいと感じたことをアンケートした結果である。75%の生徒がデータの整理や発表が難しいと感じていることを示している。今までに、グループでデータの整理や討論する経験が少ないため、難しいと感じている推定できる。

図11では、製作したハンドの中で物理や数学との関係があることを理解できたとするものは、80%に達している。ハンドでいろいろなものをつかむ実験では何となく製作したハンドの機構に物理や数学が利用されていると感じていることが推定される。

しかし、まだ実際の構造物との関係までを理解するまで至っていないと考えられる。

4.2 プレゼンテーションとプロセスのアンケートに関する考察 図14では発表は難しいがやってよかったと感じているものが8割を超えているハンドを作り、実験、結果整理、問題点の発見、改善提案の流れの発表を行う授業は、難しさを感じながらも興味を持って取り組んでいると考えられる。

図12から、生徒は実験による検証が必要なことが理解できているかの確認では、実験データを整理して利用する必要性を理解できていると考えられるものが80%に達している。しかし、図13に示されるようにグループで討論を進めながら結果を導くことは全員が難しいと感じていることがわかる。実験をもとに物事を考えグループで物事を進めた経験が少ないことを示す内容ではないかと考えられる。

4.3 授業をうけた結果に関するアンケートの考察 全体として図15に一連の教材に高校生が面白い、そこそ面白かった、と答えている生徒が9割を超え面白くなかったが0となっている。このことより、興味を持って一連の授業を受けいれていることがわかる。これらアンケート結果よりデータの整理方法やグループでの討論での指導および教材の改善の必要性がみら

れるが高大連携の教材として利用できるものを開発することができたと考えられる。

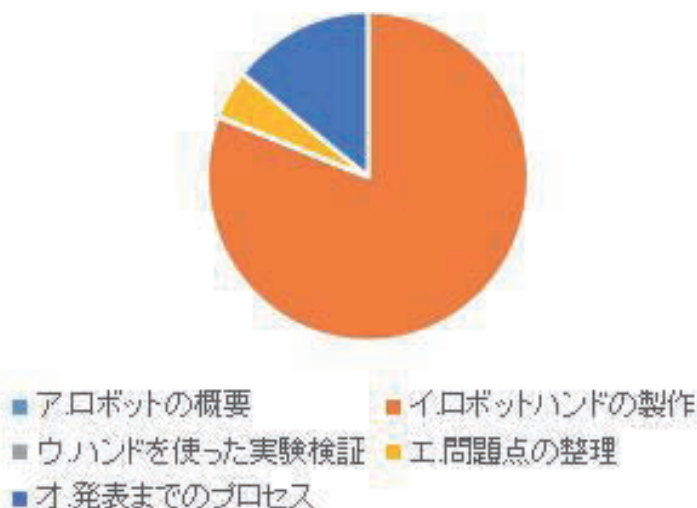


図9 興味を持った項目

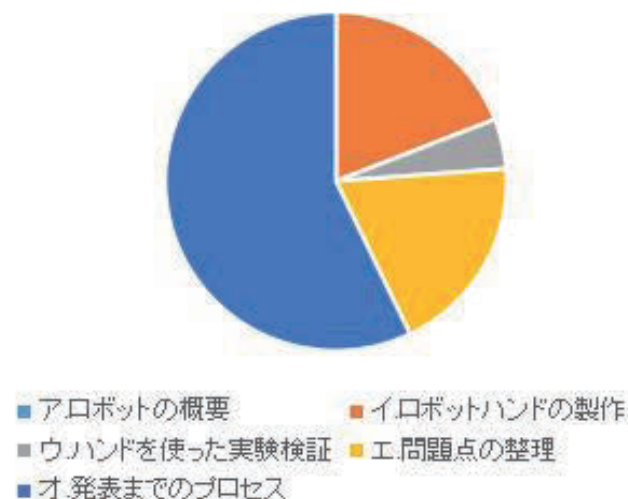


図10 授業で大変だった項目

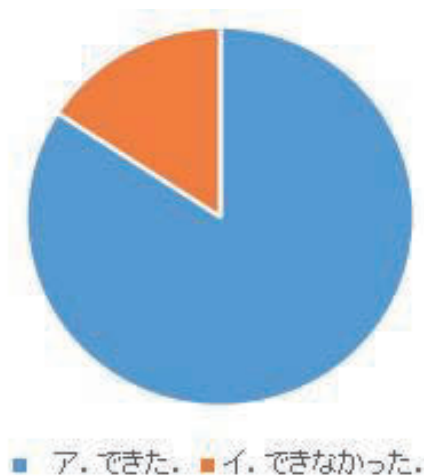


図11 物理数学の必要性を感じるかどうか

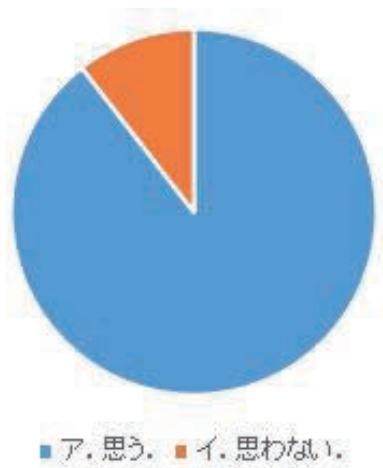


図 1 2 ハンドを使った実験検証でえたデータの整理や実験方法は役に立つと思うか

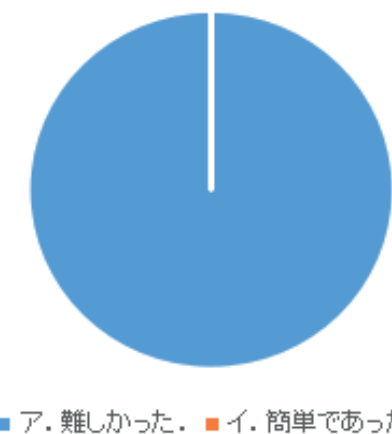


図 1 3 チームで討論して問題点を整理し発表するストーリーを作ることは難しかったですか

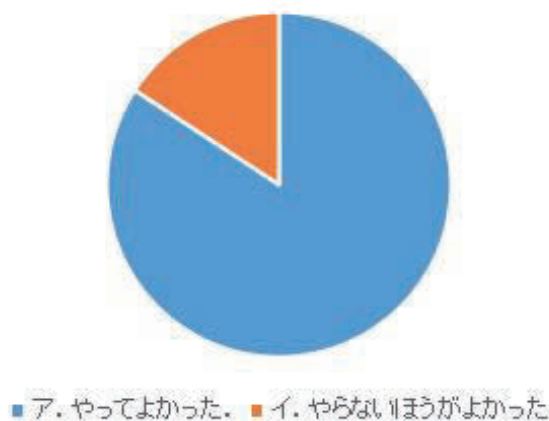


図 1 4 発表は大変だと思いますが、やってよかったと思いますか

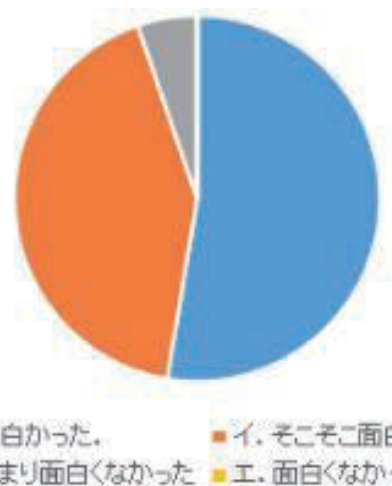


図 1 5 最後にこの授業は面白かったですか

5. 課外授業における高大連携事業および他校で展開実績

詳しくはここでは、述べることはできないが、FA.ロボットシステムインテグレータ協会が実施する高等学校向けのロボットアイデア甲子園に参加を予定していた高等学校に対し、前述した表 2 の第 5 項を利用してアイデアを整理していく方法を用いて産業ロボットの用途開発に関する高大連携事業の協力を行った。その結果、高大連携事業を行った高校においてロボットアイデア甲子園の大阪大会決勝で 2 名の生徒が審査委員特別賞を受賞している。

高等学校での「ロボットに触れてみたい」の要望に関する授業は、10 校程度で実施した。生徒のキャリアガイダンスとしてのロボットにかかわる授業は、8 校で行った。さらにアイデアをまとめ発表する形の授業は、3 校で行った。

6. おわりに

今回、高大連携事業で使用する 10 時間にわたるロボットに関連する教材開発を行うことができた。

はじめに述べたように、講義と実習を分解し組み合わせ授業を行うことで高等学校からのキャリア教育、コミュニケーション能力の開発、問題点発見と検証による問題解決能力の養成の要望に対応することができた教材の開発ができた。これらに関する教材の生徒の評価も高い評価を受けることができた。

文献

- [1] 文部科学省 ; http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icefiles/2015/02/04/1349283_04.pdf 参照: 2022.. 6.30,
- [2], 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 理科編理数編 p27-44.

(2022 年 7 月 6 日提出)

組立小部品のピッキングシステムの開発

宮武 正勝^{*1}, 天野 隆^{*2}, 武川 肇^{*3}

本テーマは、株式会社イケとの共同研究である。本システムはスマートファクトリに対応したピッキング作業を補助するものであり、ピッキングの種類を間違えないように部品箱が自動で引き出される機能や人が選別しにくい部品を半自動でピッキングする機能を有している。また、スマートファクトリへの対応として、ピッキング指示書を従来の紙媒体の指示書とは異なり、タブレットを用いてピッキング作業を進めるようにした。その結果、目標としていたピッキングミス0件およびピッキング時間5分以内を達成することが出来た。

Keywords : ピッキング, スマートファクトリ化, 平座金, ペーパーレス化, タブレット

1. はじめに

株式会社イケは産業用エンジンの部品を中心に、機械加工及び組立作業を行っている会社である。現在、組立に必要な部品を作業者が手作業で分別作業（以下ピッキング）を行っており、部品の種類や数を間違えるピッキングミスや、紙媒体の指示書による印刷の手間やコストが問題となっている。また、スマートファクトリ化を進める中でピッキング作業がネットワークから独立している為、スマートファクトリ化に対応出来ないことも問題となっている。このことから、株式会社イケではピッキングミスを減らし、スマートファクトリ化に対応したピッキングシステムの開発が望まれている。

2. 装置本体の概要

図1に今回製作した本装置の全体を示す。本装置は手動ピッキングの補助を目的とした。補助機能としては、ピッキングの種類を間違えないようにする機能と自動的に個数をカウントする分別機能の2つとした。分別は1種類（ワッシャ）の部品とし、残りの部品は手動にてピッキングを行う。本装置では人間工学[1]を参考に「身長」、「両腕の全長」、「両腕の可動域」、「歩幅」を決定し、それに合うように設計を行った。装置の仕様を表1に示す。

3. システム構成

システムブロックを図2に示す。本システムは「ピッキング指示書システム部」、「マシン部」で構成される。本システムでは、注文書の共有と専用のWEBアプリを用いたデータの管理を行い、ピッキング指示書システム部では注文書の受注、タブレットでの指示書の表示、PLCとの通信を行っている。マシン部のハード制御部ではピッキング指示書システム部からの情報をもとにハード全体の制御を行い、分別部では半自動で部品のカウントを行い、収納部はピッキングする部品の収納を行い、計測部は部品の重量計測と個数計算を行っている。

4. ピッキングの流れ

本システムのピッキングの流れを以下に示す。

- ①イケのシステムからピッキング指示がタブレットに表示され、ピッキングが開始される。
- ②表示された指示書に従ってリストの上から順に収納部の部品箱が動作する。同時にリストに平座金が入っている場合は並列して分別部が動作する。
- ③部品箱からピッキングした部品を風袋に入れ、カウンティングスケールで個数の計測を行う。
- ④ピッキング完了後、風袋ごとコンテナに格納し、新たな風袋をカウンティングスケールにセットする。指示書に表示されている部品がすべて完了するまで②～④を繰り返し行う。
- ⑤すべての部品のピッキング終了後、組立レーンへ流し新たな指示書待つ。

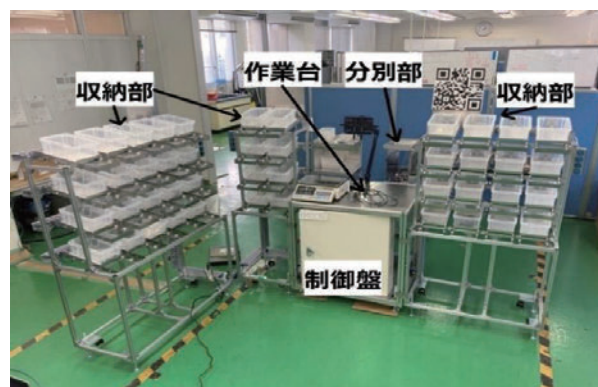


図1 ピッキング装置全体

表1 装置仕様

全体寸法(mm)	幅:2550 奥行:2600 高さ:1940
収納部寸法(mm)	幅:440(2列) 840(4列) 1040(5列) 奥行:440 高さ:1940
分別部寸法(mm)	幅:280 奥行:800 高さ:1230
作業台寸法(mm)	幅:800 奥行:640 高さ:1600
制御盤寸法(mm)	幅:600 奥行:160 高さ:700

*1 近畿職業能力開発大学校生産機械システム技術科

*2 近畿職業能力開発大学校生産電気システム技術科

*3 近畿職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科

5. 製作物

5.1 収納部

5.1.1 仕様 収納部では現在イケで行われているピッキング作業の無駄な移動をなくし、ピッキング部品の取り間違いの防止を念頭に設計製作を行った。本装置はすべての部品を1歩の移動で手が届くようにし、ピッキング指示が入った部品のみが取り出せる機構とした。ピッキング部品の収納数は、現在一人でおこなっているピッキング作業の部品数40個以上にしたいというイケからの要望もあり44部品とした。1つの部品箱に3kgの部品を収納出来るようにした。各棚は4段とし、左から5列2列4列の3つに分割した。

5.1.2 機構 図3に収納部の機構を示す。部品箱は自重で落ちてくるように水平に対して角度をつけ、コロを取り付けたレール上にプルソレノイドを用いて固定金具で固定している。信号が送られると、プルソレノイドが下がり、固定が解除される。結果、部品箱が滑り出る仕組みになっている。ピッキング終了後、滑り出していた部品箱を手で押し戻すと再度固定され、次の指示部品の入った部品箱が滑り出る。

5.1.3 棚付属品 ARグラスアプリで使用するQR貼り付け用の板と押しボタンスイッチを製作した。押しボタンスイッチは各棚に取り付けており、押すとその棚の横1列すべての箱が滑り出る仕組みになっている。部品補充や部品箱の位置入れ替えの際等に使用する。

5.2. 分別部

5.2.1 仕様 分別部では作業者が他の部品をピッキングしている時間(最大5分)の間に平座金を20枚半自動でピッキングをおこなう。排出口に風袋をセットすると分別が開始する。マイクロモータに偏心したおもりを付け、回転させることによって発生した振動によって平座金をセンサ部でカウントしながら排出口にある風袋に収納される。

5.2.2 機構 分別部では「供給部」、「整列部」、「センサ部」、「上下部」で構成されている(図4)。まず、平座金の半日分の使用量を入れられるスペースがある「供給部」から「整列部」に移動する。その際に平座金の枚数を制限させる機構を用いて整列時の平座金の詰まりをなくした。次に、「センサ部」にて平座金のカウントを行う。カウントには金属センサを使用し、通過することでカウントされる。カウントが目標に達すると振動が収まり停止する。また、排出口下部に対物センサを設置しており、センサが風袋を検知しないと動作しない。最後に、「上下部」が整列時に枚数制御によりはじかれた平座金を上下運動することで「供給部」へ戻す。

5.3. 作業台

5.3.1 仕様 すべてのピッキング作業の開始点となる場所であり、ピッキング指示書の確認、およびピッキングした部品数のカウント、コンテナへの格納を行う。制御盤を作業台内部に収められるように設計を行った。

5.3.2 作業台 コンテナのトレーサビリティに必要なバーコードをカメラで読み取るために、コンテナの設置位置を確定させるストッパを取り付けている。

5.3.3 風袋置き場 ピッキングした部品を入れるための風袋を収納しておくために製作した。組立から帰ってきたコンテナ内にある風袋が不足、または過剰である際にこの風袋置き場に取り出し、格納を行う。

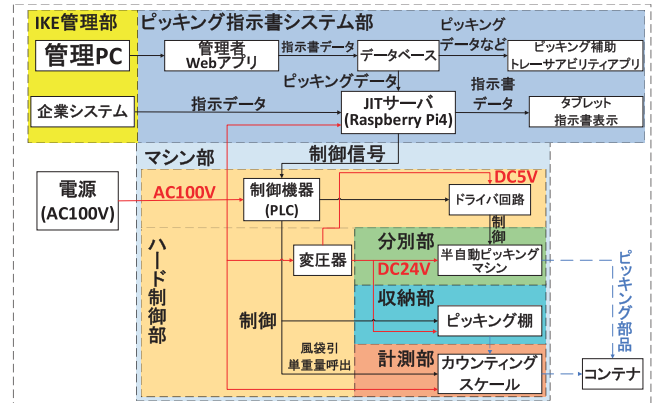


図2 システムブロック

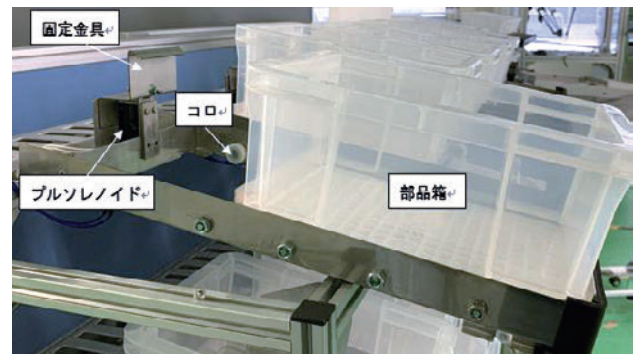


図3 収納部機構

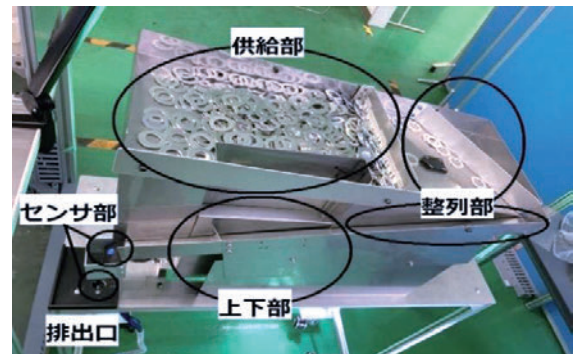


図4 分別部の機構

5.4. 制御部

制御部の仕様は収納部、分別部、計測部、Raspberry Piへ電源供給を行い、収納部、分別部への駆動をPLCで制御を行う。また、PLCからRaspberry Pi、計測部との相互通信を行う。製作した制御盤内部を図5に示す。

5.4.1 電源部 各種駆動機器、センサ及びPLCを動作させるために電源回路を製作した。これらを収納した制御盤における電源には、制御用電源とし単相100Vを用いた。制御用電源は制PLC、カウンティングスケール、Raspberry Pi、バーコードカメラに使用し、スイッチング・パワーサプライでDC24VとDC5Vに変換し、

これを入出力ユニット、リレー、ドライバ回路、各ソレノイド、スイッチ、センサの電源に使用している。制御盤内ブロック図を図6に示す。

5.4.2 PLC 駆動機器を制御と動作、通信するためである。LANケーブルを用いてPLCとRaspberry Piでソケット通信を行っている。また、シリアルユニットとカウンティングスケールでRS-232C通信を行っている。

5.4.3 ドライバ回路 分別部で駆動するDCモータの出力調整のためにドライバ回路を製作した。タイマーIC(NE555P)を用いてPWMを製作し、デューティ比を可変抵抗で変更することによりモータへの出力を調節している。また、ドライバは2種類あり振動用モータと上下駆動用モータに接続している。

5.5. 計測部

仕様を満たすために誤ピックアップ防止、時間短縮を目標とした。そのために、カウンティングスケールのコマンドモードを用いた。

5.5.1 計測動作 作業者が空の風袋を取り、カウンティングスケールに置くと同時に、PLCからTコマンド(風袋引き)とFコマンド(単重量呼び出し)をカウンティングスケールに送信する。収納部から部品をピックアップし、カウンティングスケールにて数の確認を行う。必要数が入った風袋をコンテナに入れ、空の風袋をカウンティングスケールに置く。部品数に過不足がある場合は、数が一致するまでピックアップを継続する。

最後に、引き出しを閉めたと同時に、Tコマンドをカウンティングスケールに送信する。

5.6. ピッキング指示書システム

5.6.1 ピッキング指示書システムの概要 ピッキング指示書システムは、JITサーバ、トレーサビリティアプリ、データベース、管理アプリ、WEB API、ピッキング指示書表示アプリから構成されている。

JITサーバ、データベース、管理アプリ、WEB APIはRaspberry Pi4 B+ (Raspberry Pi 財団製マイコン) 上で動作する。トレーサビリティアプリはスマートフォン上で動作する。ピッキング指示書表示アプリはタブレットおよびARグラス上で動作する。

Raspberry Pi4 B+と他の機器との通信には、有線LANとWiFiを使用する(図7)。Raspberry Pi4 B+には、FM480(PC Worth社製バーコードリーダー)を増設している。

5.6.2 JITサーバ JITサーバは、イケ社システムとピッキングマシンとの橋渡しを行う。イケ社システムとの通信には、Raspberry Pi4 B+に構築した共有フォルダを利用する。この共有フォルダを通して、注文書ファイルの受け入れとピッキング状況の出力を行うことで、イケ社システムとの連携が行えるようになっている。

JITサーバは、受け取った注文書ファイルから指示書(従来の紙の指示書に変わるもの)を生成した後、タイミングを見計らいながら指示書表示アプリやピッキングマシンにピッキング情報を渡し、システム全体の進捗状況を制御する。

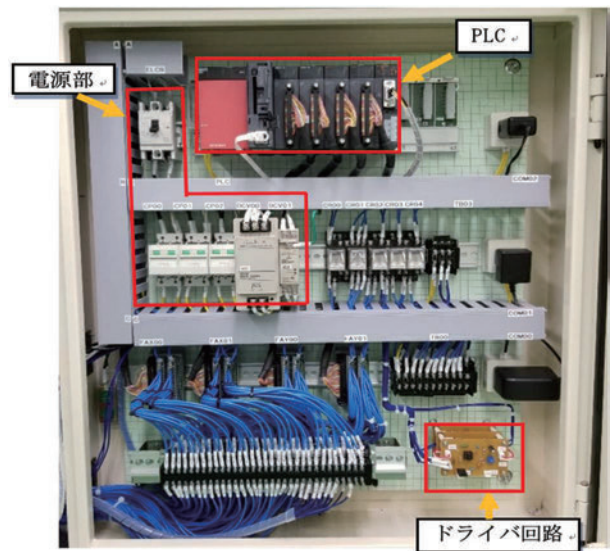


図5 制御盤内部

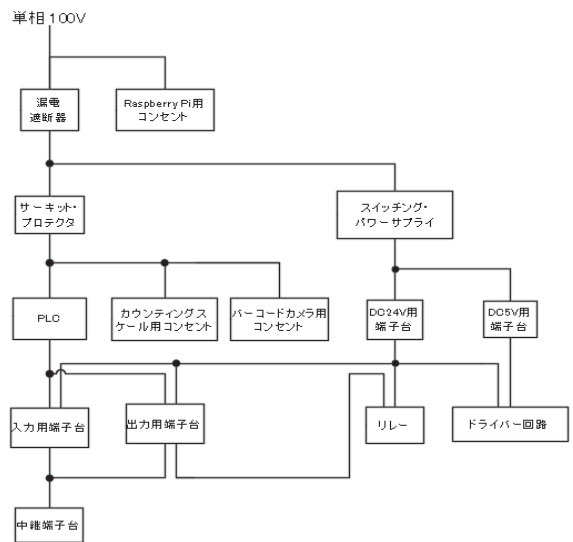


図6 制御盤内ブロック

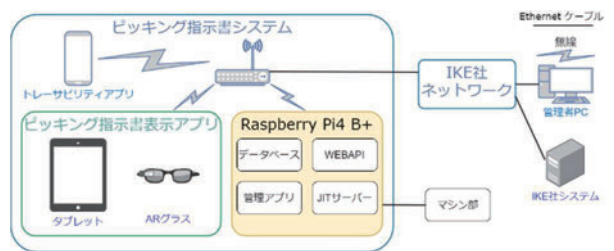


図7 ピッキング指示書システム

なお、本システムでは、図8のトレーサビリティアプリでピッキング完了後の箱のバーコードを読み込むことで箱の中身の確認が出来るようになっている。また、イケ社のネットワーク内であればどこからでもアクセス出来るトレーサビリティアプリは、セキュリティの点から管理アプリで登録した端末のみ動作する。

5.6.3 データベース データベースには、ピッキング部品と棚に関するマスタ情報、そしてピッキング状況

が記録されている。

管理アプリは主にピッキング関連データと従業員データの閲覧、新規登録、削除機能があり管理者が管理出来る WEB アプリケーションである。またピッキング状況のログの確認、出力が出来る。これらによってデータベースでのデータ管理と作業状況の見える化等が可能になった。

セキュアなシステムを目指し、直接データベースにアクセスさせない為に WEB API を制作した。今回はクライアントとして、トレーサビリティアプリ、ピッキング指示書表示アプリが WEB API を利用している。

5.6.4 ピッキング指示書表示アプリ ピッキング指示書表示アプリを、タブレット用と AR グラス用の 2 種類制作した。

タブレットはペーパーレス化を達成するために、指示書を画面に表示することで紙の指示書を代替する (図 9)。その他に作業を補助するための機能を 2 つ有している。

一つ目は判断補助と誤操作防止の機能である。これはピッキング完了部品や棚外部品、自動ピッキング対象の部品を別の色に着色することと、操作ボタンを必要があるときのみ表示させる機能である。この機能により使用者の誤判断、誤操作の減少を期待する。結果的に作業効率の向上を狙った機能である。

二つ目は画面に触れずに操作出来るジェスチャ機能である。これは作業中には手袋をしていることを考慮して、直接触れずにタッチ操作を行うためのものである。タブレットのインカメラに向かってジェスチャを行うと、手のランドマークからハンドサインの判定(図 10)を行い、タブレットはそれに対応した処理を行う。対応しているジェスチャは右手での OK サインのみである。現在、このジェスチャ機能は開発段階であり動作中にアプリが強制終了するバグが存在する、今後安定したジェスチャ機能の実装を行う。

AR グラス用のアプリでは、図 11 のように AR グラスのディスプレイにピッキングする部品背番号や個数、部品箱の方向を表示することで、不慣れた初心者を補助する。部品箱の方向は各棚に取り付けられた QR コードを見ることで表示される。これにより騒音のある工場内で初心者が部品箱を目視で探す動作を減らし、熟練者とのピッキング時間の差が短縮されることを期待する。

6. 評価

12 種類の部品の指示書を未経験の人がピッキングした場合の時間の平均とミス回数を未経験者延べ 3 人で測定した。結果、平均は 4 分 44 秒、ミス回数は 0 回となり、未経験者でも 5 分以内にピッキングが完了した。導入前のシステムでは、1 ヶ月 10 件程度のピッキングミスがあり、2 日に 1 回程度のミスであった。本システムでピッキング作業をおこなったところ、長時間使用の評価はできなかったが、使用者を変更しての 20 回の連続試験ではピッキング種類のミスや個数のミスは発生しないことを確認した。

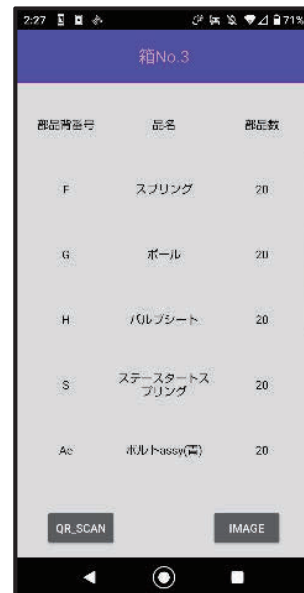


図 8 内容物画面

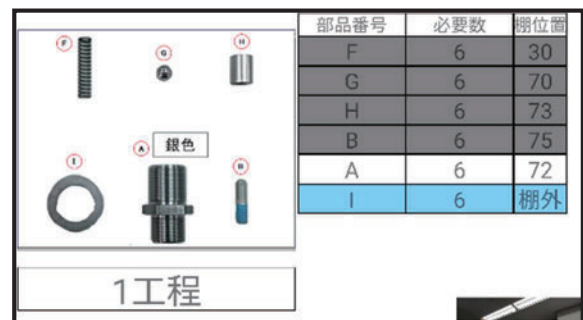


図 9 指示書画面 (タブレット)



図 10 ジェスチャ判定画面

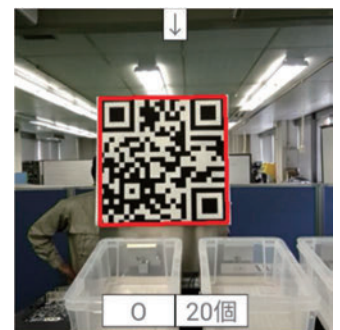


図 11 AR グラス画面

7. 結言

評価の結果から、ピッキングミスを減らし、組立ラインに必要な量の在庫を送ることができる組立小部品のピッキングシステムを開発出来た。また、スマートファクトリに対応したトレーサビリティ機能、指示書表示アプリなども開発することができた。

文献

[1] 野呂影勇：図説エルゴノミクス，日本規格協会，(1990)，666。

(2022 年 10 月 13 日提出)

農業機械の電動化

秋間 紳樹^{*1}, 久保 幸夫^{*2}, 上間 豊久^{*3}

農業人口の減少と食料自給率の低下が問題視されており、農業の裾野を広げることが必要とされている。また、農業機械は自動車と同様に電動化が進められている。そこで、扱いやすい電動式の耕運機の開発を目指し、バッテリー駆動方式の耕運機を設計・製作した。製作した耕運機は、ボタン操作による直進、旋回、耕運、さらに畝立て時における直進アシスト機能を有している。製作した耕運機を運転させ、耕運などの基本動作を確認した。

Keywords : 電動化, 耕運機, リアロータリ式, アシスト機能

1. 緒言

各国において自動車の電動化が進められており、これを追って移動式の農業機械・農業用車両においても各メーカーが電動化の取り組みを始めている[1][2]。また、農林水産省の「食料・農業・農村基本計画」[3]では、食料自給率(生産額ベース)を2018年の66%から2030年には75%とする目標が掲げられた。農業人口が減少しているなかで食料自給率を上げるには、農業の裾野を広げることが必要である。

このような背景のもと、株式会社EIWAT様より農業機械の電動化に関するテーマを提供いただいた。農業の裾野を広げるという観点で、家庭菜園を行う方を対象とした扱いやすい耕運機の開発を目指した。

家庭菜園を行う方にとって内燃機関式の耕運機は、取り扱いに不慣れ、燃料の取り扱いが苦手、運転音が大きいのなどの懸念がある。一方、電動式耕運機はすでに市販されているが、駆動源が電動式に置き換わっているのみで、耕運はもちろん畝立てにおいて初心者にはコツが必要である[4]。

そこで、本テーマでは次に示す機能を持つ電動式の耕運機を開発することを目標とした。

- ①土を耕することが可能。
- ②充電式バッテリーによる駆動。
- ③一回の充電で45分以上の運転が可能。
- ④ボタン操作によって前進・後退・旋回が可能。
- ⑤畝立て時には一定の範囲内で畝を立てられるようアシスト機能を付加。
- ⑥普通乗用車で運搬が可能。
- ⑦バッテリーは太陽光で充電が可能。

上記の目標の④、⑤および⑦は市販の耕運機にない機能である。これらの目標に基づき電動式の耕運機を設計・製作し、校内に製作した簡易的な畑において評価を行った。

2. 開発した耕運機

耕運機は図1に示すように3種類に分類される。それぞれの特徴は次のとおりである。

(1)車軸式

コンパクトさが売り。

(2)フロントロータリ式

爪(以後ロータリとする)が前にあり、旋回しやすい。

(3)リアロータリ式

エンジンの重みでロータリが深く入り耕しやすい。

文献調査により、土を耕するのに必要なトルク・動力を求め、目標である45分以上の運転を持続するためのバッテリー容量を求めると、モータとバッテリーの重量が本体重量のほとんどを占めることがわかった。そこで、重量を利用して耕せるリアロータリ式構造とした。他に、株式会社EIWAT様から駆動輪とロータリとの距離をできるだけ短くしたほうが良いとの助言や文献調査を参考に製作した耕運機外観が図2である。また、表1は今回製作した耕運機の仕様である。



図1 耕運機の種類[5]



図2 耕運機外観

^{*1} 近畿職業能力開発大学校生産電気システム技術科
(現 北陸職業能力開発大学校生産電気システム技術科)

^{*2} 近畿職業能力開発大学校生産機械システム技術科

^{*3} 近畿職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科

表 1 耕運機の仕様

本体質量(kg)	100
本体寸法(D×W×H mm)	1270×660×1200
耕運機の種類	リアロータリ式
最大耕深(mm)	150

3. システム構成

図 3 にシステムブロック図の抜粋を示す。

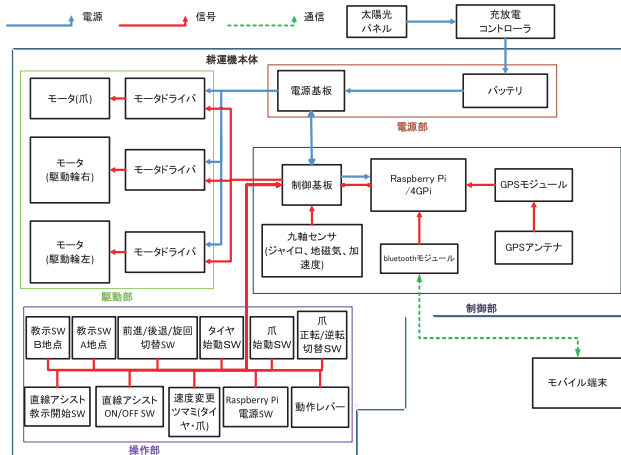


図 3 システムブロック図の抜粋

本システムでは、「電源部」、「操作部」、「充電部」「駆動部」、「制御部」で構成される。操作部では人的操作を行い、電源部ではバッテリーから各装置に必要な電源電圧に変換する。充電部では太陽光発電により得た電圧で充放電コントローラを通し、バッテリーを充電する。駆動部では指示されたデータに従って、モータの動作を行い、制御部では、センサの信号の処理やモータドライバの制御を行う。Android アプリで使用する基準局を選択するためにモバイル端末を使用する。

3.1 駆動部 表 2 に駆動部の仕様を示す。耕運時の前進速度は各メーカーの耕運機の前進速度を調査し、幅を持たせる仕様とした。

表 2 駆動部の仕様

モータ軸の回転速度(min^{-1})	100
モータ軸のトルク($\text{N} \cdot \text{m}$)	7
変速段階	無段変速
前進速度(m/s)	0.3~1.14
後退速度(m/s)	0.3

図 4 に駆動部の機構を示す。モータから駆動軸までの距離が長く、伝達トルクも比較的大きいことからチェーンによる伝達を採用した。チェーンでモータの動力を駆動軸に伝達し、駆動輪を回転させる。駆動輪は、表 1 にある最大耕深時に土に埋まることがない大きさで、市販の耕運機用のタイヤを流用した。

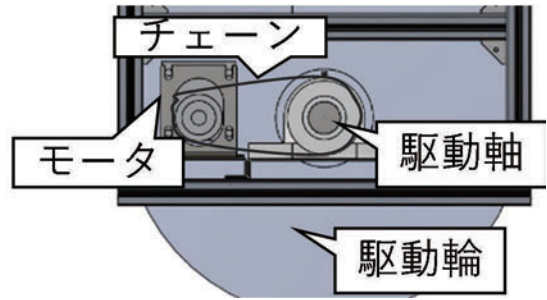


図 4 駆動部の機構

3.1.1 ロータリ部 表 3 はロータリ部の仕様である。

図 5 にロータリ部の機構を示す。駆動部同様チェーン機構で動力を伝達し、ロータリを回転させる。ロータリは市販品を流用した。また、使用者に対する安全性を考慮し、ロータリカバーを装着した。

表 3 ロータリ部の仕様

モータ軸の回転速度(min^{-1})	130
モータ軸のトルク($\text{N} \cdot \text{m}$)	3
変速段階	無段変速
ロータリ回転速度(min^{-1})	0~125

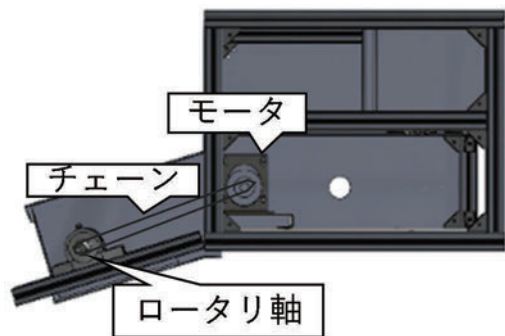


図 5 ロータリ部の機構

3.2 電源部 耕運機本体内部のバッテリー、電源基板、バッテリー残量表示基板から構成される。電源部から耕運機内のその他の機構へと電力を供給し、耕運機を運転させる。モータが消費する電力から必要なバッテリー容量を求め、表 4 に記載する定格を持つバッテリーを使用した。

表 4 電源部のシステム構成

バッテリー電圧(V)	24(12V×2 直列)
バッテリー容量(Ah)	24
バッテリー充電時間(h)	26(13h×2 個)
バッテリーの重量(kgf)	6
太陽光パネル最大開放電圧(V)	21.2
発電容量(W)	30

3.2.1 電源基板 電源基板はバッテリーからの電圧 24V を各デバイスに必要な電圧に変換する。

3.2.2 バッテリ残量表示基板 バッテリ残量表示基板は、バッテリーに残っている電圧と基準となる電圧を比較し、バッテリー電圧の残量を四つの LED の点灯で、表示するための基板である。LED は一つ点灯するごとにバッテリー残量の 25%、45%、65%、85%以上であることを示す。四つ全て点灯するとバッテリーの残量は 85% 以上、全て消灯すると 25% 以下である。

3.2.3 充電部 太陽光パネルとチャージコントローラ、バッテリーを接続し、太陽光発電によってバッテリーの充電を行う。

3.3 各種スイッチ 図 6 は耕運機本体上部の各種 SW である。これらの SW は運転前の主な機能を設定するものである。

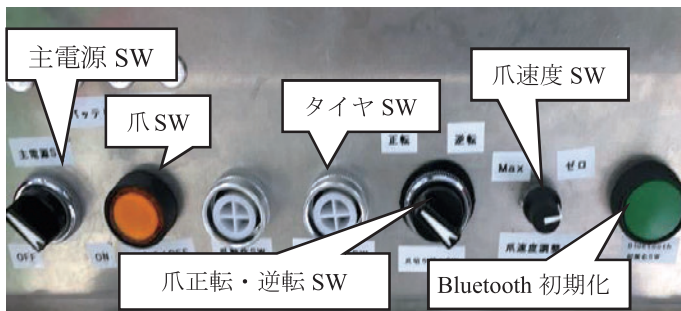


図 6 耕運機本体上部の SW

それぞれの SW の機能は次のとおりである。

主電源 SW : 耕運機本体の電源をオン/オフする SW

爪 SW : 爪の回転をオン/オフする SW

タイヤ SW : タイヤの回転をオン/オフする SW

爪正転・逆転変更 SW : 爪の正転・逆転を変更する SW

爪速度 SW : タイヤの速度を調整するつまみ

Bluetooth 初期化 SW : Bluetooth を初期化する SW

3.3.1 操作部 図 7 に耕運機のハンドルを示す。

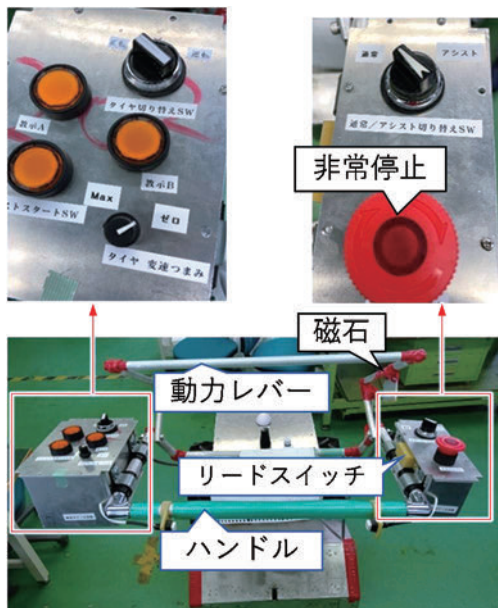


図 7 耕運機のハンドル

磁石付きの動力レバーを握って下げることによりハンドルについているリードスイッチが磁石に反応、信号が送られ、ロータリと駆動輪が回転し、前進などの動作が可能になる。

4. 制御部

制御部は操作部のボタンから送られてくる信号を制御用マイコンで受け、その信号を基に制御基板を經由して、駆動部のモータドライバに制御信号を送り、モータの制御を行う。

誰でも簡単にまっすぐな畝が作れる直進アシスト機能を実装するために、GPS モジュール(Global Positioning System)による RTK(Real Time Kinematic)測位[6]と 9 軸センサを使用する。

4.1 制御用マイコン 各センサやボタンから受け取った信号を基に計算を行い、制御信号を送る。このマイコンには Raspberry Pi 4B を使用する。また、一般に公開されている基準局からインターネットを介して、位置の補正情報を取得するために 4GPI (Raspberry Pi 対応 4G LTE 通信モジュール) を用いる。4GPI は USB ケーブルを介して接続する。GPS モジュールは Raspberry Pi に USB ケーブルを用いて接続をする。

4.2 制御基板 制御基板ではタイヤと爪のモータの速度変更をするため、A/D コンバータや D/A コンバータを含む PIC マイコンを実装した。また、操作部のボタンや動作レバーの信号を Raspberry Pi で受け取る。PIC マイコンがタイヤと爪の始動 SW やタイヤと爪の速度変更つまみ、爪正転/逆転切替 SW の信号を受け取る。これによって、始動 SW か動作レバーのどちらかが壊れても、意図しない動作をしないように、安全面を考慮して設計した。

9 軸センサは環境や周囲の磁気に影響するため、制御基板とは別に 9 軸センサ用の基板も製作した。実験ではモータから 100mm 以上離せば、正常な動作ができると分かったため、モータから 100mm 以内の範囲に入らない位置に取り付けた。Raspberry Pi と 9 軸センサとの通信は I2C(Inter-Integrated Circuit)通信で行う。

Raspberry Pi と PIC マイコンは UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)で通信を行う。制御基板からモータドライバ、ハンドル基板への接続はすべてコネクタを用い、配線がしやすいようにコネクタの位置を考慮して設計を行った。

4.3 GPS モジュール・9 軸センサ 直進アシスト機能を実装するために、GPS モジュールによる RTK 測位と 9 軸センサを使用する。RTK 測位とは GPS などの全地球航法衛星システム (GNSS : Global Navigation Satellite System) を使った自己位置推定方法の中で、移動中でも高精度な測位データが得られる測位法である。

基準局(岸和田市の大阪土地家屋調査士会) [7]と移動局(耕運機に搭載した GPS アンテナ)の 2 か所で取得した位置情報を GPS モジュールに読み込ませて演算することで、数センチメートルの精度を可能にする測位方法である。また、9 軸センサには 3 軸加速度センサ、3 軸ジャイロセンサ、3 軸地磁気センサがあり、耕運機の向いている方角を知るために地磁気センサを使用した。RTK 測位の仕組みを図 8 に示す。

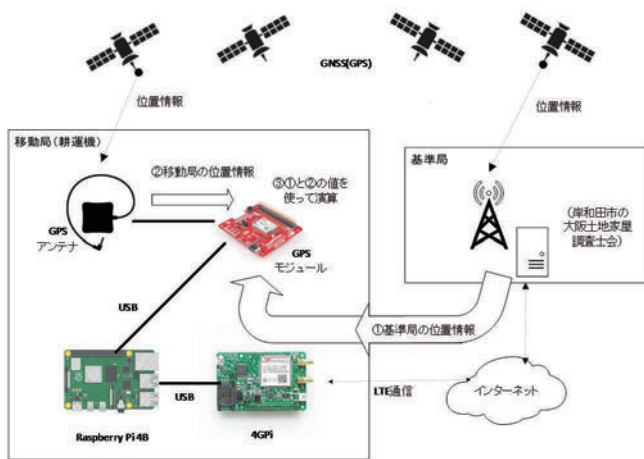


図8 RTK測位の仕組み

5. アプリ・モバイル端末

モバイル端末はアプリ内で、使用する基準局を選び、耕運機との接続が確立できれば、そのデータを耕運機に渡す。そのデータで耕運機から基準局にアクセスすることができる。耕運機とモバイル端末を通信するために Android アプリを使用する。通信方式は bluetooth 通信を用いる。実装した機能としては、Raspberry Pi と PIC マイコンのシリアル通信の状態をアプリ上に表示することで、モータドライバの状態を確認できる。また、アプリ内で、耕運機の取り扱い説明書を pdf 方式で閲覧できる。アプリの基準局の選択画面を図9に示す。



図9 アプリの基準局選択画面

6. 動作検証用の畑

電動式耕運機の評価を大学校内で行えるように模擬畑を製作した。模擬畑の面積は以下の図10となっており、縦10m、幅1.5mの直線で直進アシストの評価を行い、5m×5mの正方形で旋回しながら耕すことができるかを検証した。

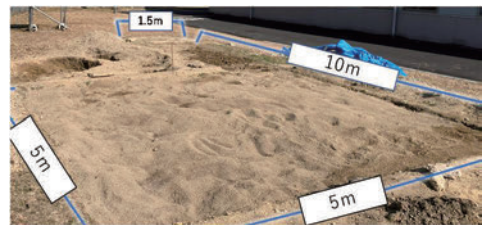


図10 動作検証用の畑

7. 動作検証と評価

緒言で決めた目標の項目をもとに、動作の検証・評価を行った。評価項目と結果を表5に示す。ロータリで土を耕すことができたが、表1の仕様にある最大耕深150mmを満たすことができなかった。一回の充電で45分以上の無負荷運転ができたが、負荷運転では20分程度であるため一部達成となった。普通乗用車で運搬は設計当初よりサイズが大きくなり未達成である。

表5 評価項目と結果

番号	評価項目	結果
①	土を耕すことが可能	△
②	充電式バッテリーによる駆動	○
③	一回の充電で45分以上の運転	△
④	ボタン操作によって前進・後退・旋回が可能	○
⑤	畝立て時には一定の範囲内でアシスト機能を付加	—
⑥	普通乗用車で運搬が可能	×
⑦	バッテリーは太陽光で充電が可能	○

○：達成 △：一部達成 ×：未達成 —：未検証

8. 結言

耕運機の製作とそれを評価する畑の開拓を行った。また、現在の耕運機の状態と位置を遠隔で目視できるアプリケーションの開発を行った。動作検証・評価から電動式耕運機の基本的な動きは目標を満たした。アシスト機能については、位置情報を取得し、教示もでき、方角および距離などの情報を算出できた。その情報を使っておこなうモータの制御は現在調整中である。

文献

- [1] 日本経済新聞, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO54410960V10C20A1000000/> 参照: 2022.2.5
- [2] ニューススイッチ, <https://newswitch.jp/p/26152> 参照: 2022.2.5
- [3] 農林水産省:「食料・農業・農村基本計画」, https://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/attach/pdf/index-9.pdf 参照: 2022.2.5
- [4] エンジン式芝刈り機のメリットとデメリット, https://grass-cut.com/merit_demerit/ 参照 2022.2.5
- [5] Honda 耕運, <https://www.honda.co.jp/tiller/lineup> 参照: 2022.2.5
- [6] 国土地理院, <https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi45009.html>, 参照: 2022.1.28
- [7] 善意の基準局掲示板, <https://rtk.silentsystem.jp/> 参照: 2022.1.28

(2022年6月20日提出)

サーボプレス（ボールねじプレス）とプレス型の設計製作

野田 充大*

サーボプレスは、せん断加工や曲げ加工、絞り加工を行う機械として用いられている。しかし、近畿能開大には実験や授業で使用する金型などを扱える小型のサーボプレスがない。本テーマでは気軽に扱えるサーボプレス（ボールねじプレス）の設計・製作を行う。製作するサーボプレスは、ACモータやインバータを使用し、ボールねじを回転させてスライダの位置や移動速度などを変更できるボールねじプレス（以下、サーボプレスと呼ぶ）の設計・製作を目標とし、プレス型は打ち抜き型の金型と樹脂による絞り型を製作する。

Keywords : サーボプレス, ボールねじプレス, プレス機, プレス型, 樹脂型

1. 緒言

サーボプレスは自動車や家電製品などの世の中の多くの製品製作に役立てられている。しかしながら、近畿能開大には教育場面で用いられる小型のサーボプレスがない。そのため、学生が金型の構造やプレス加工を勉強するため、また、樹脂型による絞り加工などの実験するためのサーボプレスの設計・製作を本テーマに設定した。

2. サーボプレスの構成

製作したサーボプレスは、図1に示すように本体と制御盤、操作盤から構成されている。今回目指す動作は、スライダプレートの上下移動とその移動速度の変更である。サーボモータと比べ費用が安く、制御が容易であるACモータとインバータを使用してサーボプレスの制御を行った。停止位置は作業者が目視で制御した。移動速度はインバータにより回転数を変更することにより変化させた。

2.1 サーボプレス本体 図1に示すようにサーボプレス本体はACモータ、ボールねじ、ボールねじサポートユニット、継ぎ手、リニアブッシュ、5枚のプレートそしてそれらを支える支柱からなる。実際に組み立てたものを図2に示す。

サーボプレスの動作についてはモータが回転し、継ぎ手を介してボールねじが回転する。ボールねじ固定

用プレートが上下し、それによりスライダプレートが上下する仕組みである。

スライダプレートとボルスタプレートの上に金型を置きプレス加工を行う構造となっている。金型は最大200×200×200 [mm]の大きさのものが使用できる。本体に使用されているプレートと支柱以外の部品について表1に示す。

2.2 制御盤 制御盤は図1に示してある通り、インバータ、MCCB：配線用遮断器、MC：電磁接触器、THR：サーマルリレー、リレー（200V用）から構成されている。ACモータ、操作盤、各スイッチ（SW）を含めた回路図を図3に示す。

2.3 操作盤 操作盤は図1に示してある通り、SW1からSW5の5つのボタンスイッチとRL、YL、GLの3つのランプから構成されている。各SWの役割は表2に示す通りである。SW3とSW4は両手で押してもらうために同時押しにした。これによりスライダプレート下降中に手を挟み込んでしまう事故を防ぐことができる。SWの色は図4の写真の通りである。RL、YL、GLの3つのランプは今回はまだ機能させていない。今後使用していく予定である。

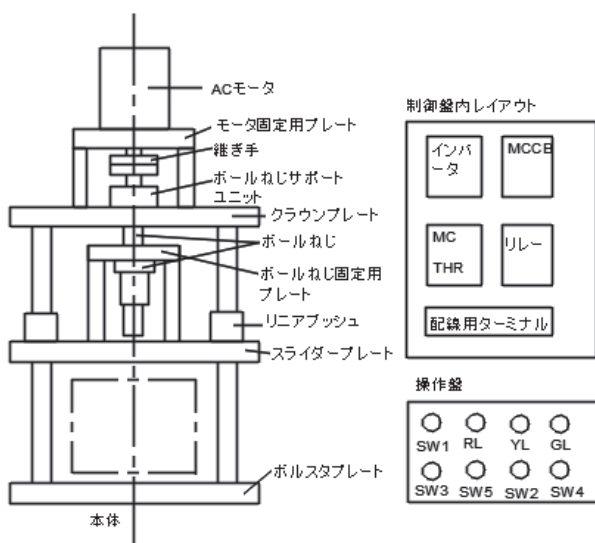


図1 サーボプレスの構成

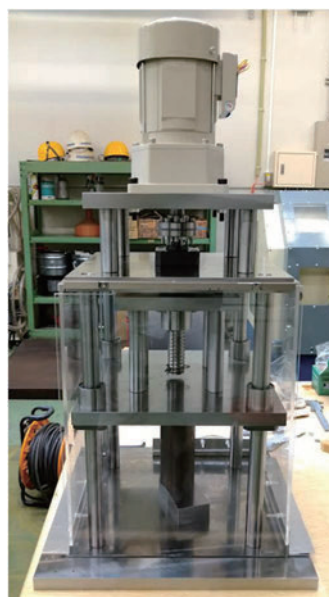


表 1 本体構成部品

	品名	メーカー
ACモーター	プレストNEOギアモーター (三相200V) フランジ付・ブレーキ付 電圧200/200V、 容量0.1 kW,減速比160,枠番1220	住友重 機械工 業
継ぎ手	自作	
ボールねじ	転造ボールねじ無予圧タイプBTK-V形 BTK2806V-2.6ZZ+325LC7T-H2K	THK
ボールねじサ ポートユニット	サポートユニット固定丸形 (フランジ型) FK20 P0-C7	SUNGIL
リニアブッシュ	角フランジ型 LMK25UU	THK

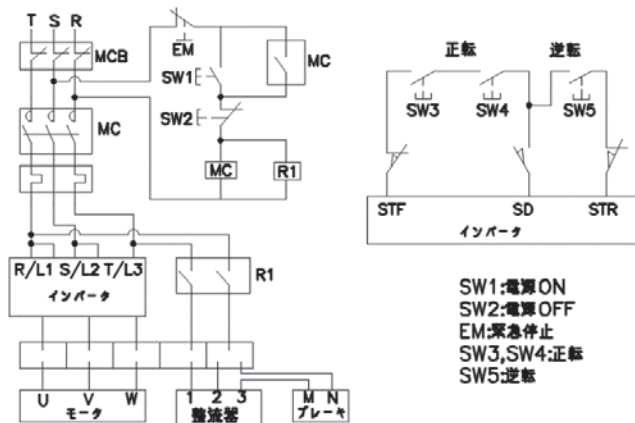


図 3 制御用回路図

表 2 操作盤 各スイッチの役割

	SWの機能
SW1	制御盤の回路接続
SW2	制御盤の回路切断
SW3	同時押しでスライダプレート加工
SW4	
SW5	スライダプレート上昇

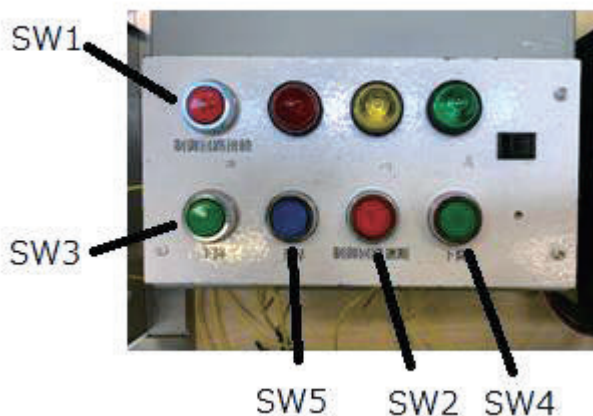


図 4 操作盤

3. 部品選定

製作するサーボプレスの荷重能力を 50 [kN], スライダの移動範囲を 65 [mm], スライダの移動速度を 60 [mm/min] としてボールねじ, モーターを選定する.

3.1 ボールねじの選定 サーボプレスの荷重能力などからボールねじ軸谷径を(1)式より算出した.

$$d = \sqrt[4]{\frac{P \times \ell^2}{m \times 10^4}} \quad (1)^{[1]}$$

d : ねじ軸谷径 [mm]

P : 許容軸方向荷重 [kN] (荷重能力)

ℓ : 荷重作用点間距離 [mm]

m : ボールねじの支持方法で定まる係数 (=1.2)

許容軸方向荷重は荷重能力に対応する. ここで荷重能力は F=50 [kN] と設定した. ただし, 繰り返し荷重や打ち抜き時の衝撃値などを考慮し, 設計に用いる許容軸方向荷重は 200 [kN] として考える. 荷重作用点間距離は取り付け間距離に相当するため, 今回は ℓ=150 [mm] とした. 以上より, 今回使用するボールねじは軸谷径を 25.2 [mm], 外径 28 [mm], リード 6 [mm] のボールねじを選定した.

3.2 モーターの選定 モーターの負荷トルクを(2)式より算出した. ボールねじに接続する際の回転数は低回転であるためモーターの加速トルクは無視した.

$$T_L = \left(\frac{F P_B}{2\pi\eta} \right) + \left(\frac{\mu_0 F_0 P_B}{2\pi} \right) \quad (2)^{[2]}$$

T_L : モーターの負荷トルク

F : 運転方向荷重 [N] (荷重能力)

P_B : ボールねじのリード [mm]

μ₀ : 予圧ナット内部摩擦係数 [=0.3]

F₀ : (=F/3) η : ボールねじの効率 [=0.85]

F : 運転方向荷重は荷重能力に相当する.

ボールねじと同様に安全性を考慮し, F=70 [kN] として計算する. 以上より, (2) 式に代入すると, 負荷トルクは 85.3 [N・m] となる.

次にモーターの定格出力を(3)式より算出した.

$$P_K = \frac{2\pi N_m T_L}{60000} \quad (3)^{[3]}$$

P_K : モーターの定格出力

N_m : モーター回転数 [rpm]

T_L : トルク [N・m]

回転数は 10 [rpm] として計算する. そして, (2) 式で計算した負荷トルクを(3)式のトルクに代入する. この時, 定格出力は 0.089 [kw] となる.

以上より, 今回使用するモーターは定格出力 0.1 [kw], 出力軸トルク 79.6 [N・m] (60[Hz]時), 回転数 10.9 [rpm] (60[Hz]時) のモーターを選定した.

4. サーボプレス仕様

4.1 大きさ サーボプレス本体の大きさは 幅 400[mm]×奥行 400[mm]×高さ 780[mm]

使用可能な金型の大きさ（最大値）については 幅 200[mm]×奥行 200[mm]×高さ 200[mm]である。

4.2 スライダ可動距離 スライダプレートの可動距離はボルスタプレート上 210[mm]から 145[mm]までの 65[mm]である。

4.3 スライダ移動速度 スライダ移動速度はモータの回転数によって変わる。モータの回転数はインバータの周波数によって変わるので、インバータの周波数を変えることによりスライダの移動速度が変化する。選定したモータの減速比が 160、極数が 4 であるので回転数は以下の式 (4) で表すことができる。

$$N = \frac{120 \times f}{160 \times 4} \quad (4)$$

N : 回転数[rpm]

f : 周波数[Hz]

次にボールねじのリードが 6[mm]であるのでスライダプレートの移動速度 V は式 (5) で表すことができる。

$$V = 6 \times N = \frac{6 \times 120 \times f}{160 \times 4} \quad (5)$$

V : スライダプレート移動速度 [mm/min]

表 3 にインバータの周波数を 120[Hz], 60[Hz], 30[Hz]にした時のスライダプレート移動速度の算出値と実際に測定した値の平均値を示す。なお、周波数から算出した値にはモータのすべりは考慮していない。

表 3 スライダプレート移動速度

	インバータ 周波数数	スライダプレート 移動速度
	[Hz]	[mm/min]
算出値	120	135
	60	67.5
	30	33.75
実測値	120	135
	60	67.5
	30	34.71

4.4 荷重能力 式 (2) より荷重能力は負荷トルクによって変化し、式 (3) より負荷トルクは回転数によって変化することがわかる。つまりインバータの周波数によってスライダプレートの移動速度を変化させると荷重能力も変化していくということになる。インバータの周波数を 120[Hz], 60[Hz], 30[Hz]にした時のスライダプレートの移動速度（実測値）と負荷トルクと荷重能力を表 4 に示す。これによりインバータの周波数を下げれば荷重能力をあげていくことが可能になるということがわかる。しかし、荷重能力をあげていくと各プレートや支柱の強度が持たなくなるので気を付けなければならない。仮に式 (1) より今回使用している

ボールねじが耐えうる荷重能力を計算してみると、215 [kN] となる。プレートや支柱のことを考慮すると荷重能力の限界値は 50 [kN] 程度にしておくといふと考えられる。

表 4 荷重能力

5. 安全装置

インバータ周波数	スライダ移動速度 実測値	負荷トルク	荷重能力
[Hz]	[mm/min]	[Nm]	[kN]
120	135	42.4	34.77
60	67.5	84.9	69.6
30	34.71	165	135.3

サーボプレスを覆うようにアクリル板を設置する。側面と背面のアクリル板は磁石で簡単に取り外しが可能にしてある (図 5)。正面のアクリル板はスライド式で、閉めていない場合はリミットスイッチが反応せず、モータが稼働しないようにしている。(図 6) 背面には上昇、下降用のリミットスイッチを取り付け、ボールねじの回転しすぎを防ぐ。背面のリミットスイッチはねじを緩めることで、位置調整が簡単に行える。(図 7) 操作盤からは緊急停止用のボタンを伸ばす。学生が操作する場合、教員がボタンを持ち、危険と判断した場合プレス機を停止することができる。(図 8)



図 5 背面、側面の保護用アクリル板

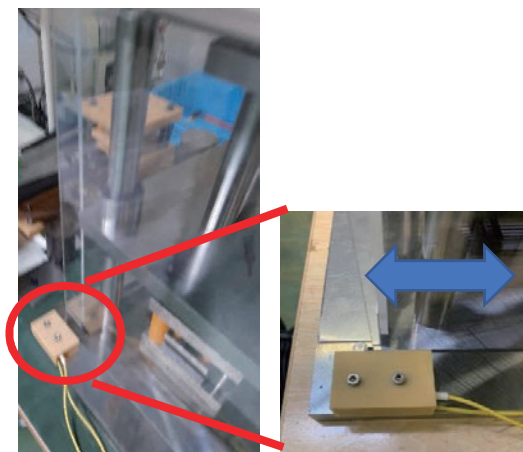


図 6 正面アクリル板とリミットスイッチ

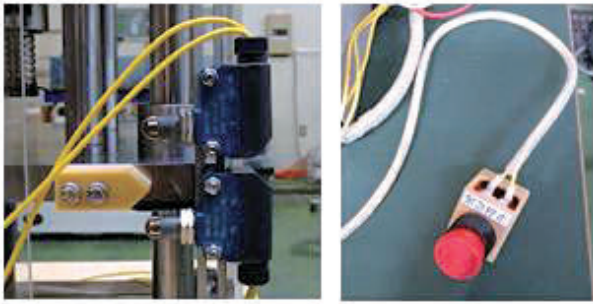


図7 背面リミットスイッチ 図8 緊急停止ボタン

6. プレス型製作

プレス型は2種類製作した。

6.1 打ち抜き金型 単発式のモールドベースを参考に設計した打ち抜きの金型である。金型の大きさは120×120×100[mm]である。パンチとダイ、押さえ板のプレートで構成されている。材質はS45Cを使用した。打ち抜き寸法は25×35[mm]、角部R5[mm]である。クリアランスは0.25[mm]である。(図9)

6.2 絞り用樹脂型 3Dプリンターで部品を成型した樹脂型とした。樹脂型の大きさは120×120×100[mm]である。パンチとダイで構成した絞り用の樹脂型である。絞り形状は直径30[mm]、深さ15[mm]の半球形状である。この樹脂型でSPCCやアルミニウムを絞ることができかどうかを確認することは今回の大きな目的の一つである。(図10)

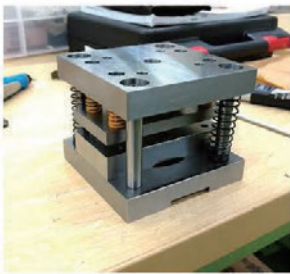


図9 打ち抜き金型

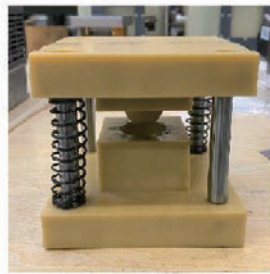


図10 絞り用樹脂型

7. プレス結果及び考察

7.1 打ち抜き金型 打ち抜き加工では図9に示す金型を用いて1[mm]のアルミニウムの板を打ち抜いた。結果として、打ち抜くことができた。

図11に1[mm]のアルミニウム板の加工物を示す。これを見ると角部のだれ及び破断面の傾きが大きくなっている。アルミニウムが1[mm]でクリアランスが0.25[mm]であるのでクリアランスは板に対して25%である。一般的にアルミニウム板の打ち抜きの際の適正クリアランスは7~11%と言われている^[4]。故に今回はクリアランスを大きく取りすぎたため、角部のだれ及び破断面の傾きが大きくなったと考えられる。この様に金型の特性も結果にしっかりと反映されている。

以上より、本研究で試作したプレス金型を用いて、金型の構造や打ち抜き加工などについて教えていくことが可能である。また、板材の引っ張り強さと厚さを考慮すれば他の材質に対しても打ち抜き加工が可能であると思われる。

7.2 絞り用樹脂型 絞り加工では図10に示す絞り用

樹脂型で板厚0.5[mm]のSPCCに対して絞り加工を行った。図12に加工物を示す。樹脂型でSPCCを絞ることができるということが分かった。ただし、樹脂型に板押さえを付けなかったため、しわができた。そして、ダイ側が樹脂で成形しているため脆く、何度も繰り返し加工に使用することは難しかった。

今回は板押さえを付けなかったため、たくさんのしわが出て、そのしわにより樹脂のパンチやダイを傷つけてしまったが、板押さえをした上で、板材の材質や厚み等の条件を選定すれば、より良い結果が得られていると考えられる。



図11 打ち抜き



図12 絞り

8. 結言

製作したサーボプレスは、打ち抜き加工に関しては材料の引張り強さ、厚みなどを考慮したうえで使用は可能であり、金型の構造説明に関しても使用できる。

9. 今後の課題と展開

9.1 サーボプレスの設計製作 4.4項で述べたがインバータの周波数を下げればモータの荷重能力をあげることができる。これではモータ以外の部品が耐えきれず壊れてしまう可能性がある。

位置制御に関しても、今は目視でボタンを押して制御しているため、金型に過負荷がかかりすぎたり、負荷が足りなかったりという問題点がある。

故にモータを今のACモータからサーボモータに変えることで荷重能力をサーボモータ側で制限をかけることができる。そして、より高精度な位置制御を行うことができるようになる。

9.2 プレス型(樹脂型)の設計製作 絞り用樹脂型については使用する板材や樹脂型の構造など条件を考え、プレス型として繰り返し使えるように改善していく必要がある。

10. 謝辞

サーボプレスの製作に尽力を尽くしてくれた生産技術科の阿治翼、小田康輔、栗原脩の3氏には厚く感謝し、謝辞をここに述べるものである。

文献

- [1]https://jp.misumi-ec.com/tech-info/categories/technical_data/td03/a0012.html?clkid=clkid_tech_prod_oth1_sc340_20197
- [2]<https://d2q959cj7cevd.cloudfront.net/tech/glossary/sa08/>
- [3]https://www.orientalmotor.co.jp/tech/reference/sizing_motor02/
- [4] 村上智広：絵ときプレス現場の観察ノート，pp76-78，日刊工業新聞社

(2022年06月30日提出)

小児向け車椅子用電動化キットの製作

大久保 欣哉

本製作は、重症心身障がい児(小学低学年以下)を対象とし、普段使いの車椅子を電動化させることによって、慣れた器具で、自分の意思で動くことを訓練することにより、リハビリテーションの効果を上げることを目的としている。当電動化キットは、インホイールブラシレス DC モータを使用することで、軽量化を図っている。また、簡易的な治具を用いて実装が可能であり、機種依存をできるだけ無くすることで、色々な方に使用できることが期待される。

Keywords : 電動車椅子, バギー, インホイールモータ, ブラシレス DC モータ

1. 緒言

現在、車椅子の電動化は、主に成人障がい者に対して行われており、子供、特に小児に対しては、助成が出ないのが現実である。これは、成長が早く車椅子の実質の使用期間が短いことが理由と考えられる。しかしながら小児のリハビリテーションにおいて、障がいの持った子どもたちが電動車椅子を使って、自分の意思で自由に行動ができることで、リハビリの効果がよりある事は明らかである。そのためにこのテーマは、子供の成長に速さにより車椅子が短期間で変わってもモータを実装する治具の自由度を高くすることで、できる限り乳幼児のときから1人で行動できるようにするための室内用訓練器具となりうる電動車椅子キットを製作することである。

2. システムの概要

図1にシステム全体のブロックを示す。このシステムは、ホイールモータ部、電装部、コントローラ部に分けられる。

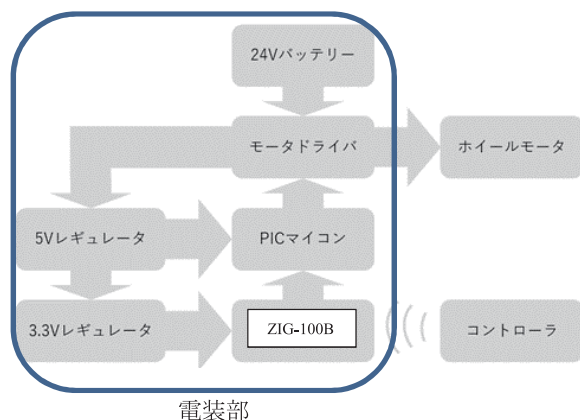


図1 システムブロック

電装部は、車椅子の下部に装着することを想定し、インホイールモータは、後輪又は、前輪と後輪の間に装着する。また、無線を使って、手元にコントローラ（リモコン）を置く

2.1 ホイールモータ部 モータの取り付けについては、大きく2つの方法を考えた。1つは、車椅子の後輪自体を電動車輪に変更した場合、そして前後の間に小型電動車輪を追加した場合である。図2に後輪を小型自転車用の24V350Wのインホイールモータに変更した場合、図3に前後車輪の中央に電動スケート用の24V150Wのインホイールモータを追加した場合を示す。それぞれ、左右2個実装している。軽量な子供が乗る車椅子には、オーバスペックあると考えられるが、障がい者用の車椅子は、頑丈に設計されており、ベビーカーに比べて5倍程度の重量である事から、ある程度起動トルクが得られることと、入手性を考えて選択した。



図2 モータに交換された後輪



図3 中央に配置されたモータ

2.2 電装部 車椅子に搭載した電装部の概要を図 4 に示す。

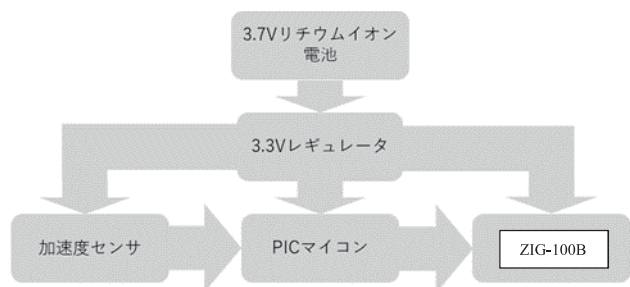


図 4 電装部ブロック

電源としては、車椅子自体がとても小さいことから、コンパクトに収める必要がある。また、今回の移動範囲は、室内を考慮していることから、大容量のバッテリーは必要ないと考え、容量よりも大きさと短時間での電流出力が大きいリチウムイオン電池の使用を考えた。使用した電池は、電動スケードボード用の大きさ 120mm×70mm×20mm の 24V2Ah の物を使用した。また、だれにでも扱いやすいように 1つのバッテリーを使って、ブラシレス DC モータドライバ、マイコン制御部分並びにコントローラとの通信部分など全部の機能に対して電力を供給することで、バッテリーの交換を容易にしている。

2.2.1 モータドライバ

一般に市場で販売されているドライバは、速度が出すぎて危険であることから、今回は、PWM 制御が可能である CNC 機器用に開発された 50V400W まで制御可能な GOTOTOP 製 WS55-180 を左右のモータにそれぞれ 1 台ずつ使用した。図 5 に示す。モータドライバは、外部電源端子によって他へ 10V の電圧を供給可能であり、制御部、通信部へ電源として、電力供給をしている。



図 5 モータドライバ

2.2.2 コントローラ部

ブラシレス DC モータを制御するためのマイコンとして、マイクロチップ社製 40PIN の PIC16F1939 を使用している。モータのタイミングなどは、ドライバが行うため、マイコンの機能としては、外部より無線により入力される指令と安定して直

進するために搭載したジャイロセンサからの入力によって、モータドライバへの制御信号を送ることになる。制御基板を図 6 に示す。制御内容は 3つのプログラムに分かれており、それぞれ、起動、操作、停止と考える。本体が停止状態のとき、コントローラから前進信号を受信したときに最大出力でホイールモータを順回転させて操作に移行する。操作ではリモコンの傾きによって異なる信号を受信し、それらに合わせた PWM 制御を行い、左右のホイールモータの電圧出力を調整し、リモコンを 90 度傾けるとその方向に方向変換する。このドライバは、停止の信号に対しては、制御がフリーになり慣性で進んでしまうことから、コントローラから停止の信号を受信すると、0.5 秒モータを逆回転させることで車椅子を停止させている。

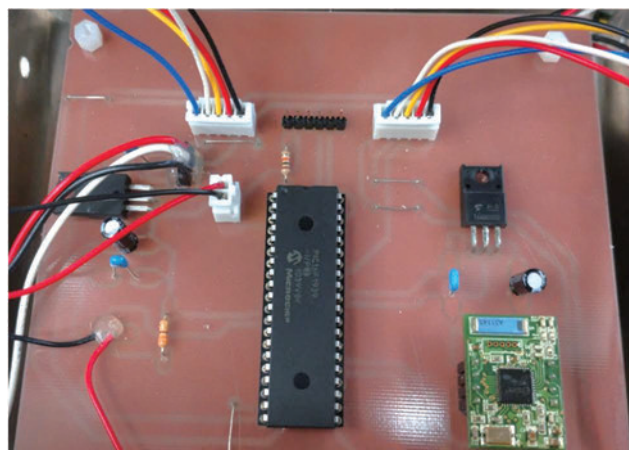


図 6 制御基板

2.2.3 通信部

リモコンとの無線通信モジュールとして、容易に有線シリアル通信の無線置き換えが可能な 2.4GHz 帯を用いた専用 IC (BEST technology 製 ZIG-100B) を用いた。この通信モジュールを 2つ用いたシステムの最高速度は、240Kbps であり接続部分のプロトコルが TIN232 準拠であれば、有線でつながっているように利用することができる。



図 7 シリアル通信無線化モジュール

2.3 コントローラ (リモコン) 回路

システムブロック図を図 8 に示す。リモコンには充電回路を含めた状態で、リチウムイオン電池が搭載した。microUSB 端子に USB ケーブルを接続するだけで充電が可能である。また、スライドスイッチを使って電源の ON/OFF を切

り替える。電池の残量がわかるように電池の電圧が 3.4V 以上の場合には緑色の LED が点灯し、3.3V 以下の場合には赤色の LED が点灯するため、赤色に点灯したときに充電する必要がある。また、中央のタクトスイッチは、電動アシストプログラムの停止を制御回路に送信する機能を持つため、操縦者の意図しない動作をした場合はそのスイッチを押すことで停止する。もしくは車椅子の操作中に推進力が無くなり、意図せず停止した場合も停止プログラムに入ることで走り出しのプログラムに移行して操作に戻るリセットボタンの役割もある。コントローラの回路基板と外観を図 9 と図 10 にそれぞれ示す。

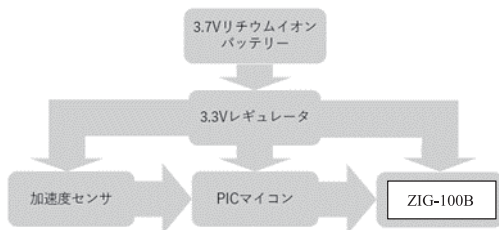


図 8 コントローラブロック図



図 9 コントローラ基板



図 10 コントローラ外観

3. 車椅子への取り付け

モータ、制御回路、コントローラを実際の車椅子へそれぞれ取り付けた。車椅子の大きさは、高さ 1000mm、幅 400mm、奥行 800mm（手押し部含む）である。

3.1 モータ制御部の取り付け

モータ制御部は、車椅子の下の空間に装着した。実際は、30mm 角のアルミフレームで骨組みを作り、その上に厚さ 3mm のアクリル板をレーザ加工機で加工し、電装部を搭載した（図 11）。また、バッテリーは土台の裏側に取り付けた。2 つのブラシレス DC モータの

ドライバモジュールは、電装部と同じアクリル板内固定をした。

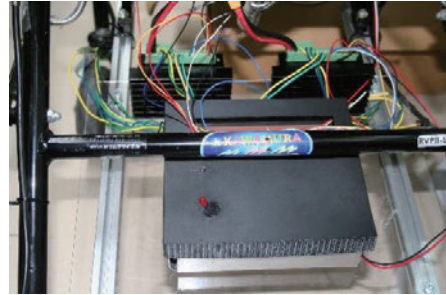


図 11 電装部

3.2 誤動作防止センサ 座椅子の座面の裏には、人が乗っていない時に、車椅子が暴走しないように、圧力型の人感センサ（圧力センサシート）を貼り付けた。座椅子に圧力を感知している間は、モータ制御が可能であるが、感知しない間は OFF 状態になり、コントローラの電源が入っていても座椅子に乗らない限り車椅子が走り出すこととなるようになっている。また、椅子前面足置き先端には、超音波センサを取り付け壁への激突を回避している。取付部分を図 12 に示す。

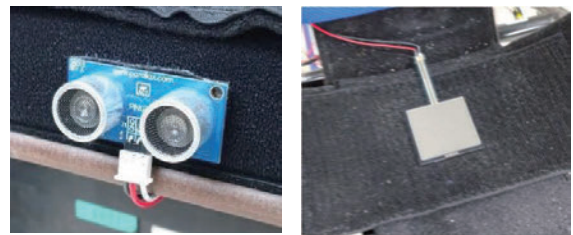


図 12 超音波センサと圧力センサ

3.3 車輪の取り付け治具 車輪には、制御や操作性の違いを見るために 2 種類のインホイールモータを使用した。1 つは、直径 75mm のインホイールモータ専用に治具を製作し（図 13）、30mm 角のアルミフレームを用いて補助輪として前輪と後輪の間に入れた。この治具の上には、3 つの長穴があけてあり、アルミフレームの専用ナットを介して、アルミフレームに固定する。また、他方は、後輪そのものを図 14 に示すように直径 200mm のインホイールモータに専用治具を製作し元の後輪があった所へ取り付けた。



図 13 固定フレーム



図 14 電装部ブロック図

4. 実走

組付け後、実走を行った。図 15 は、中央にインホイールモータを付けたタイプであり、体重 60kg 程度の学生が乗車している。ひざの上にコントローラを使っている。図 16 は、後輪にインホイールモータを装着させたもので、外部より、コントローラを操作し、約 20kg の重さを座面に搭載したものである。2 台とも時速 10km/s 程度まで速度を上げて動かすことが可能であった。



図 15 中間モータタイプの試走の様子



図 16 後輪モータタイプの試走の様子

5. まとめ

今回製作した 2 つのキットの動画を理学療法士に見せたところ、非常にコンパクトにまとまっているので、是非使用したいとの評価を得たが、以下の点を指摘され改善を希望された。

- ・全体的に速度が速すぎるので、通常速度を時速 1km 未満として、早くても 4km までに抑えないとリハビリに使用するのでは危険である。

- ・手に物を持つことができない子供が居るので、手元に固定したコントローラを作してほしい。

- ・制御基板をぶら下げるなど、可搬性を良くしてほしい。

- ・中間増設タイプの方が制御性が良く、狭い空間でも使用することが可能だと思うが、取付方法を分かりやすいものにしてほしい。

以上の事を検討して、以下の項目について検討を行うこととした。

- ブラシレス DC モータのドライバを自作することによって、超低速化及び高トルク化を行う。

- 制御部の可搬性を良くし、固定場所の自由度を増やすために制御基板の発熱部分にファン等を利用し風を当てて強制的に放熱方向が変更できるようにする。また、高熱部をむき出しにしないようにカバーをつけることによって安全性を高める。

- ブラシレス DC モータの取付治具の固定に工具を使用しなくても良いものに置き換える。

- リモコンを手で持つタイプからタッチセンサなどを利用してハンドル、全面机などに置くものに変更する。

6. 謝辞

この車椅子を製作するに当たり、このテーマを選択して総合制作課題実習として 1 年間取り組んでくれました当科の卒業生である濱野葉太君、奥田雄大君に感謝申し上げます。また、2 種類のモータの治具の製作を快く引き受けて頂きました当校生産技術科 來住裕先生にお礼を申し上げます。

文献

- [1] 安田寿彦 ほか 1 名：“第 54 回自動制御連合講演論文集”,pp.1108-1109,2011
- [2] 奥田雄大：“2020 総合制作実習 個人報告書”
- [3] 濱野葉太：“2021 総合制作実習 個人報告書”

(2022 年 6 月 30 日提出)

木造戸建て住宅基礎用補強工法の開発

西山 正憲*

住宅基礎梁にアラミド繊維シートとアラミド含有エポキシ樹脂接着剤をもちいた補強工法の強度特性の検証をおこない、補強効果を確認する。補強工法にもちいる住宅基礎梁は、有筋基礎梁と無筋基礎梁である。有筋基礎梁は、昨年度に疑似ひび割れなしで試験をおこない補強効果を確認している。今年度は疑似ひび割れを設けて試験をおこなうことによって同様の効果が確認できるか検証する。また、無筋基礎梁は今年度が初めてであり、有筋試験体と同様の補強効果が期待できるのか検証をおこなう。

Keywords : 住宅基礎梁, アラミド繊維シート, アラミド含有エポキシ樹脂 補強効果.

1. 緒言

共同研究先である株式会社アサンテでは、コンクリートの劣化や施工不良の戸建て基礎の補強方法に、アラミド繊維シート補強を行っている。接着剤及び劣化防止としてアラミド含有エポキシ樹脂接着剤（パワーアラスト）をもちいて、アラミド繊維シートの施工をおこなっている（図1、図2）。

昨年度は、基礎梁に疑似ひび割れなしで試験をおこなったが、次のことが確認できていない[1]。

- ① ひび割れ補強工法であるがひび割れが生じていない基礎梁の補強となっている。ひび割れた基礎梁にも同様の効果があるのか。
- ② 試験では基礎梁が降伏した後、アラミド繊維補強の効果が出現しているが、ひび割れた基礎梁でも補強効果が同様に出現するのか。
- ③ 無筋基礎梁にも同様の補強効果が出現するのか。

今年度は、試験体に疑似ひび割れを施し、昨年度のひび割れなし試験体と同様の補強効果が保たれているのかを検証をおこなう。また、今年度は新たに無筋コンクリート基礎梁試験体の試験をおこなうことにより、鉄筋コンクリート基礎梁試験体と比較検証をおこなう。

試験では、実寸大の住宅基礎梁の試験体を作成し、基礎梁曲げ試験を行い、アラミド繊維シートとパワーアラストを用いた補強工法の強度特性の検証をおこなう。



図1 基礎梁補強前



図2 基礎梁補強後

2. 試験概要

住宅基礎梁試験体は、梁幅 150mm、梁成 600mm、長さ 2400mm の大きさとする。試験体は基礎梁のみで、フーチングなしである。鉄筋の有無、及び補強方法を変えて試験をおこなう。

住宅基礎梁は、長期荷重時に、上部構造からの荷重

を受け、地反力として基礎梁下部から荷重がかかる。短期荷重時は、共同研究先より基礎に発生するひび割れは、基礎梁中央上部より下部に進展したものがほとんどであると聞いている。そのため、短期荷重時には、耐力壁から伝わるせん断力を介して、柱脚に生じた引抜力が基礎梁に曲げモーメントを発生させ、ひび割れが生じていると考える。試験では、試験機の構造上、基礎梁下部から載加することは困難なため、基礎梁上部からの載加にて補強効果の確認をおこなう。

基礎梁補強が実施される基礎梁は、施工不良やひび割れで耐力が低下していたため、試験では、初めに試験体に疑似ひび割れを施し、その後、アラミド繊維シートを施工し試験を実施する。

3. 試験体概要

試験体は、鉄筋コンクリート基礎梁試験体(有筋試験体)と、無筋コンクリート基礎梁試験体(無筋試験体)を各3体ずつである。補強を施さない試験体を補強なし、基礎梁側面下部片面にアラミド繊維シート 100 mm巾にパワーアラスト 200 mmを塗布した試験体を下 200 mmとし、同様にパワーアラスト 300 mmを塗布した試験体を下 300 mmとする。

試験で使用する2種類の試験体6体の概要を以下、表1に示す。有筋試験体を図3～図5に示す。

表1 試験体概要

試験体名	梁成 (mm)	試験区間長 (mm)	アラミド繊維
無筋1 下 200mm	600	2100	引張
無筋2 下 300mm	600	2100	引張
無筋3 補強なし	600	2100	—
有筋1 下 200mm	600	2100	引張
有筋2 下 300mm	600	2100	引張
有筋3 補強なし	600	2100	—



図3 有筋1 下 200mm

*1 近畿職業能力開発大学校建築施工システム技術科



図4 有筋2下300mm



図5 有筋3補強なし

3.1 配筋方法 有筋試験体は、せん断補強筋と腹筋にはSD295A-D10、上端主筋と下端主筋にはSD295A-D13を使用する。下端主筋は梁底から87mmの位置に、上端主筋は梁上端から79mmの位置となるよう結束を行い、かぶり厚は60mmとする(図6)。

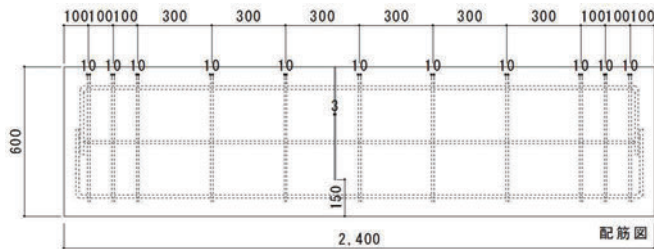


図6 有筋試験体配筋

3.2 コンクリート圧縮試験 試験体を作製するにあたり、3本のテストピース作成を行った。設計基準強度は $F_c=18\text{N/mm}^2$ であり、コンクリート打設後にテストピースを材齢28日まで養生し、試験体の圧縮試験をおこない、コンクリートが所定の強度に達しているかの確認をおこなう。試験結果を以下(表2)に示す。

表2 コンクリート圧縮試験結果

圧縮強度(N/mm ²)			
1体目	2体目	3体目	平均
22.581	23.202	22.312	22.700

4. 補強方法[2]

試験体の補強にはパワーアラストとアラミド繊維シートを用いる。パワーアラストは、アラミド繊維含有のエポキシ樹脂接着剤である。アラミド繊維を混合することにより、エポキシ樹脂に引張強度を付加した塗膜体になる。以下にそれぞれの材料強度、及び施工方法を記す。

4.1 パワーアラスト材料強度 パワーアラストはコンクリートに 4.4N/mm^2 の接着力をもって浸透密着し、それ以上の引張力が加わると、塗布面から剥がれるのではなく、コンクリートの基材部分から破壊されることから、強力な接着力をもつことが確認されている。

4.2 アラミド繊維シート材料強度 アラミド繊維シート単体の引張強度は 2060N/mm^2 以上である。パワーアラストとアラミド繊維シートの貼付けを行った際の引張強度は 285N/mm^2 であり、コンクリートの60倍程の

引張強度をもっている。また、パワーアラスト単体の5.8倍の引張強度をもつ塗膜体であることが確認されている。本実験のアラミド繊維シートは、前田工織株式会社AW40をもちいる。引張強度が $2,060\text{N/mm}^2$ 、設計厚さが 0.193mm 、シート幅が 100mm である。

4.3 アラミド繊維シート施工方法 一般的な施工手順と施工の概要は以下のとおりである(図7、図8)。

- ① 下地処理：
ケレン及びサンダーによる躯体表面の平滑化
- ② 繊維シートの接着：
パワーアラストの下塗り
繊維シートの貼付・含侵
パワーアラストの上塗り
含侵および脱泡
- ③ 養生：
パワーアラストが硬化するまでの間に、雨、砂及び埃が付着しないように養生する。
接着材はアラミド繊維シートに含侵させ、余分な空気を抜く脱泡作業が重要である。

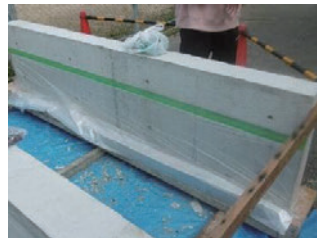


図7 養生の様子



図8 アラミド接着

5. 試験方法

鉄筋コンクリート布基礎試験体(長さ 2400mm ×梁幅 150mm ×梁高 600mm)を作成し、試験体への加力は、単純梁方式の単調圧縮加力をおこなう。支持点は、両端から 150mm の位置とし、荷重点は材の中心とする。試験体は曲げモーメントとせん断力を同時に受ける応力状態となる。

試験機はSHIMADU:UH-F1000kNXを使用し、載荷速度は 1mm/min で行う。疑似ひび割れ幅を最下部に 0.8mm 入れた後、試験をおこなう。試験体設置状況を以下(図9)に記す。

また、コンクリート打設前に鉄筋にひずみゲージの取付ける、これにより荷重と変位及びひずみの計測をおこなう。

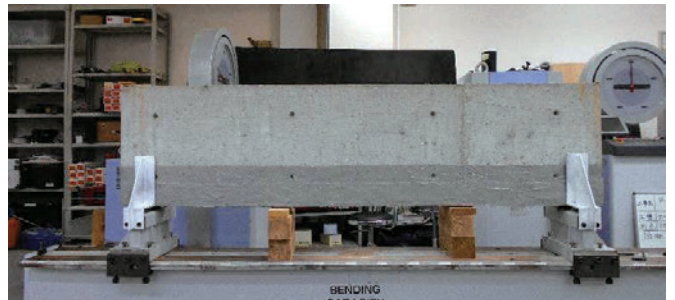


図9 試験体(無筋1下200mm)設置状況

6. 疑似ひび入れ作成

SHIMADU:UH-F1000kNXを使用し、ひび割れ幅

0.8mm 程度の疑似ひび割れを施す。ひび割れ計測は、クラックスケールを用いる(図 10, 図 11)。疑似ひび割れ結果をまとめた表 3 を以下に示す。なお、基礎梁中央部上端にできたひび割れを上、基礎梁中央部中央にできたひび割れを中、同様に下端にできたひび割れを下とする。

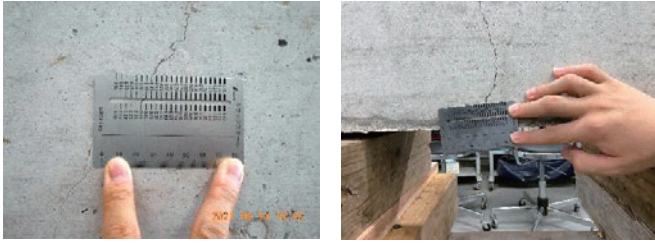


図 10 クラックスケール 図 11 ひび割れ測定

表 3 疑似ひび割れ結果

	上	中	下
無筋 1 下 200mm	0.1mm	0.3mm	0.65mm
無筋 2 下 300mm	0.1mm	0.45mm	0.75mm
無筋 3 補強なし	0.1mm	0.4mm	0.85mm
有筋 1 下 200mm	0.1mm	0.35mm	1.0mm
有筋 2 下 300mm	0.35mm	0.3mm	0.45mm
有筋 3 補強なし	0.1mm	0.2mm	0.45mm

7. 試験体強度の算定

試験体強度の算定は、梁降伏強度とアラミド繊維引張強度を加算することにより求める。実験により、梁降伏強度に達した後にアラミド繊維シートの補強効果が発現することが確認できている。アラミド繊維引張強度の算定式を以下に記す。

$$T=A \times \sigma=100 \times 0.19 \times 2,060=39,758$$

$$M=T \times j=39,758 \times 481.25=19,133,538$$

$$P=4M/L=4 \times 19,133,538 / 2,100=36,445$$

ここで、T(N):引張力、A(mm²):断面積、σ(N/mm²):引張強度、M(N・mm):曲げモーメント、j(mm):応力中心間距離、P(N):荷重、L(mm):試験区間長である。

8. 昨年度の実験結果

試験体寸法、配筋方法は今年度と同様、コンクリート圧縮強度は 20.76N/mm² である。

表 4 試験体 A 実験結果

	A コントロール	A 上	A 下
降伏荷重(kN)	97.44	77.99	80.48
最大荷重(kN)	108.40	106.64	132.79

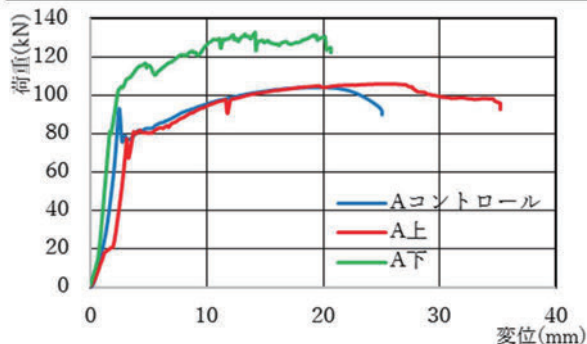


図 12 試験体 A 荷重変位

A コントロールは補強なし、A 上はアラミド繊維を上部に、A 下はアラミド繊維を下部に施工した。A コントロールは最大荷重 108.40kN、A 下は最大荷重 132.79kN である(表 4)。この差 24.39kN の荷重をアラミド繊維補強が負担したと考える(図 12)。

9. 試験結果

無筋・有筋試験体、それぞれの下部補強 200mm、下部補強 300mm、及び補強なし試験体の降伏荷重、最大荷重及び終局荷重をまとめた表(表 5, 表 6)、荷重変位図(図 13, 図 14)を以下に記す。

9.1 無筋試験体

表 5 無筋試験体試験結果

	無筋 1 下 200mm	無筋 2 下 300mm	無筋 3 補強なし
降伏荷重(kN)	38.32	21.02	2.00
最大荷重(kN)	40.1	25.96	2.00
終局荷重(kN)	23.5	23.62	—

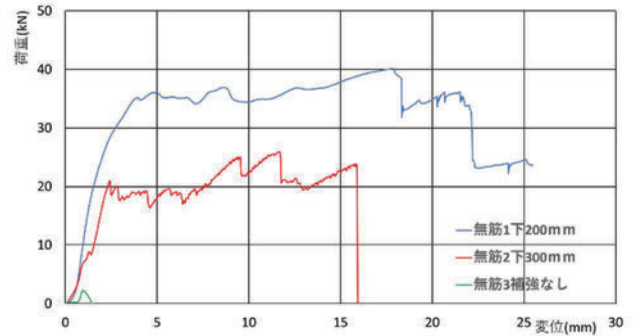


図 13 無筋試験体荷重変位

9.2 有筋試験体

表 6 有筋試験体試験結果

	有筋 1 下 200mm	有筋 2 下 300mm	有筋 3 補強なし
降伏荷重(kN)	83.32	70.74	63.3
最大荷重(kN)	99.8	102.1	85.22
終局荷重(kN)	98.96	99.66	—

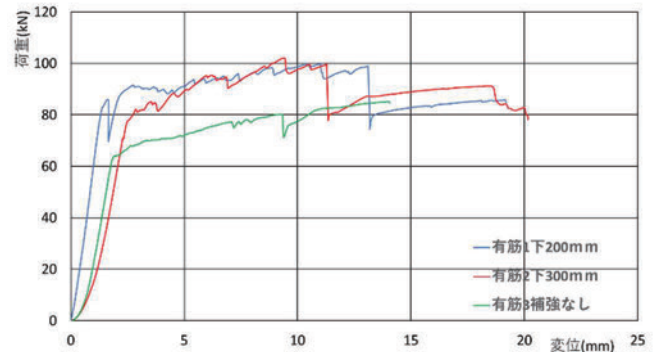


図 14 有筋試験体荷重変位

10. 考察

無筋・有筋試験体、それぞれの下部補強 200mm、下部補強 300mm 及び補強なしの試験結果より、考察を以

下に記す。なお、基礎梁補強は梁側面片側のみにおこなったため、載荷時に梁側面は面外変形を生じたが、今回の考察はこの影響を加味していない。

10.1 補強材の補強効果I(有筋試験体) 有筋3は疑似ひび割れを設けた補強なしの試験体である。ひび割れ作成時の状況は降伏荷重 61.8kN, 最大載荷荷重 63.8kN であった。本試験は、ひび割れ最大載荷荷重後、除荷により 0kN に戻し、再び載荷荷重を行った。表 1 より、その際の降伏荷重は 63.8kN を示した。このことから、有筋試験体では、ひび割れが進展しても鉄筋に引張耐力が残っていることを示していた。このため、再度、載荷荷重を行うと、鉄筋は、一度、降伏強度に達していたために、引張強度が試験体の降伏耐力になることを示していた。同様に、有筋2においてもひび割れ作成時の最大載荷荷重 67.3kN, アラミド繊維補強シート施工後の本試験降伏荷重 70.74 kN を示していた。

有筋2, 有筋3では疑似ひび割れを試験体中央部に作製できていた。しかし、有筋1試験体では、疑似ひび割れが中央左寄りから、上中央に向かって進展していた。そのため本試験では載荷を行ってゆくと、新たに中央右寄りから上中央に向かってひび割れが進展していた。さらに載荷していくと中央右寄りのひび割れが中央左寄りと大きく進展していた(図15, 図16)。そのため、本試験では、他の2体と異なり降伏荷重後、載荷荷重が下がったと考えられた。以上より、有筋の疑似ひび割れあり試験体は、ひび割れ作成後、鉄筋の引張強度が本試験時の降伏耐力となり、その後は、アラミド繊維シート補強の効果が現れると考えられた。

今回の試験では、疑似ひび割れ作成時に最大載荷荷重時のひび割れ幅が 0.85mm 程度になるまで載荷荷重を負荷していた。しかし、共同研究先では、ひび割れ幅が 3mm まではアラミド繊維シート補強工法を用いる。ひび割れ幅が 3mm の際は鉄筋の引張強度を超えており、同様の補強効果が得られるかは、判断し難い。



図15 有筋1試験体
ひび割れ(補強前)



図16 有筋1試験体
ひび割れ(補強後)

10.2 補強材の補強効果II(無筋試験体) 無筋3の補強なしは最大荷重 2.24kN・降伏荷重が 2.16kN と非常に低い結果を示していた。しかし、補強を施している無筋1は降伏荷重が 34.86kN, 最大荷重 40.1kN, 無筋2は降伏荷重が 21.02kN, 最大荷重 25.96kN であり、補強の効果が明らかであった。

「7. 試験体強度の算定」より、アラミド繊維シートが負担する荷重は 36.445kN/m²である。無筋1はアラミド繊維シートが負担する荷重が 36.32kN であり、無筋2は 19.02kN であった。無筋2は算定値より低い値となっていた。これは、アラミド繊維シートは接着剤であるパワーアラストがコンクリートに含浸接着してい

る状態で接着強度を発揮することになっている。しかし、図17, 図18が示すように、破壊状態は、アラミド繊維シートの接着が不十分であり、コンクリート面から材料破壊が理想であるが、接着面とコンクリート面での界面破壊となっているため、耐力を十分に発揮できていない状態であった。



図17 無筋1破壊状況



図18 無筋2破壊状況

10.3 補強材の塗布幅の違いによる補強効果 無筋, 有筋試験体のそれぞれでアラミド繊維シート幅 100mm に対してパワーアラストの塗布幅を 200mm と 300mm に設定し試験をおこなったが、塗布幅による補強効果の違いを確認することはできなかった。アラミド繊維シートの補強効果に対してパワーアラストのみの補強効果は小さいと考えられた。

11. 結言

木造戸建て住宅用基礎梁にパワーアラストを用いてアラミド繊維シート補強をすることによって以下の補強効果等がわかった。

- ① ひび割れ鉄筋コンクリート基礎梁の補強効果はひび割れにより鉄筋が降伏強度に達した後の鉄筋の引張強度に影響される。
- ② 鉄筋コンクリート基礎梁のひび割れあり・なしとも基礎梁が降伏した後にアラミド繊維シートの補強効果が発揮される。
- ③ 無筋コンクリート基礎梁にひび割れがある際の補強効果はほぼ全てアラミド繊維シート補強耐力である。
- ④ パワーアラストの塗布幅による補強の度合いはアラミド繊維シートの補強効果に対して小さく試験では確認できなかった。
- ⑤ アラミド繊維シートはパワーアラストを用いてコンクリートに含浸接着するため、接着強度を十分に発揮させるためにパワーアラストの施工管理を十分に行うことによって均一な接着性能が発揮できる。

文献

- [1] 令和2年度 総合制作実習・開発課題実習報告書 pp.102-105,近畿職業能力開発大学校,2022
- [2] (財)日本建築防災協会:連続繊維補強材を用いた既存鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計・施工指針

(2022年6月30日提出)

圃場ガードシステムの開発

庄林 雅了*1, 岩城 勇生*2, 清水 隆之*3

野生鳥獣や人の盗難等による農作物被害額は膨大であり、深刻な経済的影響を農山村に与え続けている。被害を軽減するためには、動物の選択的な捕獲や、動物・人による盗難を未然に防ぐための追い払い等の対策が必要である。そこで、本開発では、イノシシを捕獲するための箱罠や、動物・人を追い払うための防護柵に設置するスピーカやライト、および、動物・人を検知するための音や振動、映像、赤外線センサを用いたデータ収集システムを試作し、検証用の環境において各装置の作動を確認したので報告する。なお、本システム開発は、株式会社 CiNK 様からテーマを頂き、開発課題実習として15名の学生および担当指導員で取り組んだ。

Keywords : データ収集, 防護柵, 箱罠, 情報端末, 遠隔操作, 模擬動物。

1. 緒言

野生鳥獣や盗難等による農作物被害額は膨大であり、深刻な経済的影響を農山村に与え続けている[1]。これに伴い平成25年に環境省・農林水産省は生態系等に被害を及ぼしているシカ、イノシシ等の野生鳥獣についての捕獲強化を推進する鳥獣捕獲強化対策を策定した。

本テーマはIoT(Internet of Things)システムなどのシステム開発を行っている株式会社 CiNK 様との共同開発の一部であり、本校は、圃場を野生動物や人から守るために柵や箱罠に取り付けたセンサのデータ収集を担当する。さらに、遠隔操作や自動で野生動物の追い払いや捕獲、対人防犯を行うシステムの開発に取り組む。なお、映像をセンサデータとして使用する事例はあるが、音をセンサデータとして使用する事例はほぼ無い。映像では視野角が狭いが、音は比較的広いため、少数のセンサで検知が可能であり、コストの削減になる。また、振動や赤外線などの複数のセンサを組み合わせた事例も少ない。

そこで、本実習の目標は①～④の4項目とした。

- ① 追い払い用の装置の試作
- ② イノシシ捕獲用の装置の試作
- ③ 農作物を荒らしている動物や人を検知するための音や振動、赤外線、映像のデータ収集システムの試作
- ④ 屋内外で実験可能な試験用環境の試作

2. 装置概要

図1にシステム外観、表1に装置仕様を示す。装置は①～⑧の要素で構成されている。

- ① 動物や人を追い払う防護柵
- ② 動物や人の足音や声等を検知する音センサ、動物や人が柵や箱罠に衝突する振動を検知する振動センサ、体温を検知する赤外線センサ、イノシシや人を検知するカメラ
- ③ 光が点滅して、動物や人を追い払う撃退ライト、動物や人が嫌がる音を放出する撃退音スピーカ

- ④ 捕獲対象をイノシシとした箱罠
 - ⑤ 防護柵と箱罠の状況が把握でき、遠隔操作できる情報端末
 - ⑥ 通信の中継を行うゲートウェイ
 - ⑦ 電力を供給するバッテリーや太陽光パネル
 - ⑧ イノシシを模した模擬動物
- これらの装置を用いて各装置の動作検証を行う。

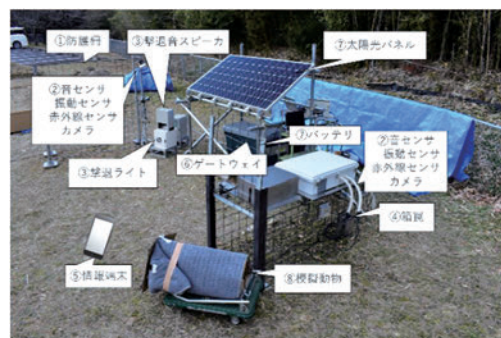


図1 システム外観

表1 装置仕様

装置	内容		
防護柵	本体	外形寸法(mm)	W1600×D1600×H600
		ワイヤ直径(mm)	3.2
		格子の大きさ 縦(mm)×横(mm)	100×100
	撃退ライト	電圧(V)、輝度(mcd)、半減角(度)、発光色	12、8400、約60、白色、黄色、青色
箱罠	撃退音スピーカ	電圧(V)、放射角(度)、搬送波周波数(kHz)、音声信号(Hz)	12、約20、約40、500~1000
	扉	扉の寸法(mm)	W700×H700
電源装置	本体	本体の寸法(mm)	W700×D1500×H700
		一日の消費電力量(Wh)	477
		太陽光パネル最大出力(W)	385
		バッテリー電圧(V)	12
通信	バッテリー容量(Ah)		345
音センサ	通信方式	Ethernet, Wi-Fi, USB, ̢C	
		①マイク方式、②指向性、③デジベル(dB)、④周波数(Hz)、⑤通信方式	
振動センサ(3軸加速度センサ)		①エレレクトコンデンサ方式、②単一指向性、③-42±(44~40)、④20~20000、⑤USB	
カメラ	電圧(V)、通信方式	1.95~3.6V、̢C	
赤外線センサ	画素数(px)、画角(度)、通信方式	640×480、60、USB	
		①人間の検出距離(m)、②精度レート(̢C)、③電圧(V)、④温度範囲(̢C)、⑤通信方式	
ゲートウェイ		①7、②±2.5、③3.3、④0~80、⑤̢C	
情報端末	デバイス、通信方式	Raspberry Pi 4B, Ethernet, USB, ̢C HUAWEI MediaPad T3, Wi-Fi	

*1 近畿職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科

*2 近畿職業能力開発大学校生産機械システム技術科
(現 和歌山職業能力開発促進センター)

*3 近畿職業能力開発大学校生産電気システム技術科

3. システム構成

3.1 概要

3.1.1 システム概要 図2にシステムブロックを示す。防護柵では、エッジデバイスでセンサや撃退ライト、撃退音スピーカを制御する。箱罾では、エッジデバイスでセンサやアクチュエータを制御する。電源は、太陽光パネルやバッテリー、インバータから防護柵や箱罾の各装置に供給する。ゲートウェイは、通信の中継を行い、情報端末は、アクセスポイントと通信し、防護柵や箱罾の動作を行う。また、情報端末から制御命令を送信し、防護柵の撃退ライトや撃退音スピーカを作動し、箱罾では罾を作動する。防護柵や箱罾の各センサ（音、振動、映像、赤外線）で取得したデータや、動物や人の検知有無のデータ（以下、検知データ）は、ゲートウェイに送信し、保存する。なお、情報端末では、センサの検知データを表示することができる。

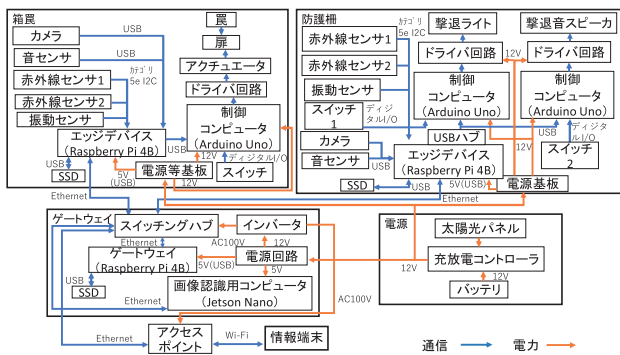


図2 システムブロック

3.2 情報端末・簡易プログラム開発環境

情報端末から各センサの検知データの閲覧および防護柵に設置した各センサの検知の有効化、撃退ライトや撃退音スピーカ、罾の遠隔操作ができる。

Web ページは、防護柵や箱罾を遠隔で操作できるメインページと、センサの検知データや Web ページの操作履歴、センサによる検知の有効状態、防護柵や箱罾の動作履歴が確認できるログ表示ページがある。メインページ下方のボタンを押すとログ表示ページに遷移する。メインページでは、防護柵と箱罾の映像の確認および撃退ライトや撃退音スピーカ、罾を遠隔で操作できる。なお、図3は箱罾のメインページである。

防護柵や箱罾の動作は、直接動作と電動動作がある。直接動作は、動物がワイヤに引っ掛かり、扉が落下する。電動動作は、Web ページから防護柵と箱罾の映像を確認しながら撃退ライトや撃退音スピーカの操作ができる「遠隔手動モード」と、センサの検知で自動的に罾等の操作を行う「遠隔自動モード」がある。遠隔手動モードは、防護柵の場合、映像を確認し、人や動物が写れば、撃退ライトと撃退音スピーカの操作を行う。箱罾では、映像で動物が箱罾に入ったことを確認し、罾作動ボタンを押して、罾を落とす箱罾の操作を行う。遠隔自動モードは、防護柵の場合、検知を有効にしているセンサが検知すると自動的に撃退ライトや撃退音スピーカが作動する。箱罾では、映像と赤外線の検知が有効になり、模擬動物が入ると箱罾の扉が自動的に落下する。Web ページでの操作履歴は、ゲ



図3 情報端末 Web ページ (箱罾)

ートウェイのデータベース (MariaDB) に保存する。簡易プログラム開発環境は、Node-RED を使い、機能をブロック化し、システム開発者が容易にプログラムを開発できる環境を構築した。

3.3 防護柵

3.3.1 概要 図4に防護柵の外観を示す。防護柵は、柵本体、制御ボックス (制御コンピュータ、エッジデバイス、電源供給回路)、各センサ (音、振動、赤外線、カメラ)、撃退ライト、撃退音スピーカで構成されている。

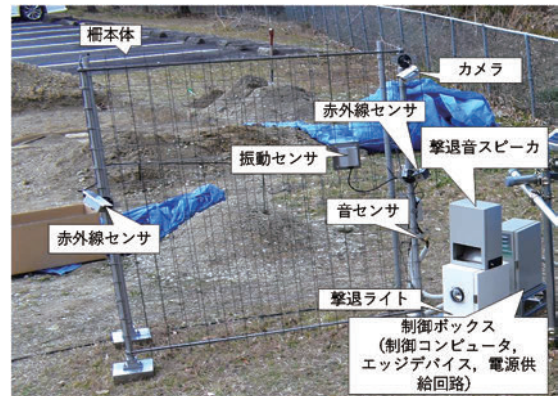


図4 防護柵の外観

3.3.2 柵本体 柵のサイズは W1600mm×D600mm×H1600mm であり、屋内外に移動できるサイズとした。底板と支柱は、取り外し可能となっている。柵はワイヤメッシュとし、ワイヤ直径は振動センサが検知しやすい3.2mm、格子の大きさは一般的に使用されている100mm×100mmにした。

3.3.3 制御ボックス 制御ボックス内には、撃退音スピーカや撃退ライトを制御する制御コンピュータ (Arduino Uno)、ゲートウェイとの通信および各センサや制御コンピュータとの通信を行うエッジデバイス、電源ボックスから供給された DC12V を用いて、撃退ライト、撃退音スピーカなどの各負荷に DC12V と DC5V を供給する電源供給回路を搭載した。撃退ライト、撃退音スピーカの稼働時間が30分とした場合、使用電力量は、215Wh である。

3.3.4 エッジデバイス エッジデバイスは、Raspberry Pi 4B を用いている。各センサのデータ保存や検知、ゲートウェイへのデータ転送、ゲートウェイからの制御信号を受信し、制御コンピュータに転送を行う。

3.3.5 撃退音スピーカ 撃退音スピーカは、超音波を搬送波とするパラメトリックスピーカを使用している。搬送波は約 40kHz の超音波を使用し、信号波は約 1kHz の Duty 比を変更した可聴音を出力している。この信号波は、制御コンピュータで制御を行っている。パラメトリックスピーカを下向きに設置しているため、反射板を使用して音が前方に出力されるように設置を行った。信号波が無い時も超音波が出力されるため、リレーを ON/OFF することによって、超音波スピーカのアンプの電源を ON/OFF させている。

3.3.6 撃退ライト 撃退ライトは、白色、黄色、青色の三色で点滅する。なお、ライトには車の LED ヘッドライトを使用し、光学リフレクタを用いて光の照射を前方に集中させている。一番照度の高い白色光での照度は、0.2m 離れたライトの正面では 11600lx、1m 離れたときでは 2510lx である。

3.3.7 センサ

3.3.7.1 音 音センサの筐体は、3D プリンタで製作し、エレクトレットコンデンサ方式の USB マイクを音センサとして搭載した。エッジデバイスで音センサの音データをサンプリング周波数 48kHz で取得し、wav 形式でエッジデバイスとゲートウェイに保存する。検知は、動物や人が出す雑音のない環境で、最初に 10 秒間のキャリブレーションを行い、標準偏差を導出して閾値を設定する。次に、1 秒間に取得したデータの標準偏差が、キャリブレーションで設定した閾値よりも大きい場合は検知状態とし、ゲートウェイのデータベースに保存する。

3.3.7.2 振動 振動センサの筐体は、筐体を軽くするため、素材をアルミにし、防水対策として、できる限り隙間を無くすためポケット加工で製作し、振動センサとして 3 軸加速度センサを搭載した。

エッジデバイスで振動センサの振動データをサンプリング周波数 100Hz で取得し、csv 形式でエッジデバイスとゲートウェイに保存する。検知は、柵を揺らしていない環境で、最初に 10 秒間のキャリブレーションを行い、標準偏差を導出して閾値を設定する。次に、1 秒間に取得したデータの標準偏差が、キャリブレーションで設定した閾値よりも大きい場合は検知状態とし、ゲートウェイのデータベースに保存する。

3.3.7.3 赤外線 赤外線センサの筐体は、レーザ加工機やプレス機を使用して製作し、64 個（横 8 個×縦 8 個）のメッシュで配置された赤外線センサを搭載した。なお、上部が傘のようになっており、防水対策を行っている。エッジデバイスで赤外線センサの温度データを 1 秒間に 1 回（64 個）取得し、テキスト形式でエッジデバイスとゲートウェイに保存する。検知は、キャリブレーションとして、動物や人がいない状態で 64 個の温度データを取得し、標準偏差を導出して閾値を設定する。次に、1 秒間隔で取得した 64 個の温度データの標準偏差が、キャリブレーションで設定した閾値よりも大きい場合は検知状態とし、ゲートウェイのデータベースに保存する。赤外線センサを防護柵の左右に設置することにより、動物や人が、防護柵の左側、中央、右側のいずれかの位置にいるかを検知できる。

3.3.7.4 映像 エッジデバイスに取り付けたカメラで、箱罾内や防護柵前を 1 秒間隔で撮影する。撮影された画像をソケット通信で画像認識用コンピュータに送信し、画像認識を行う。画像認識では 2 秒間隔に 1 回、人やイノシシ、その他の 3 種類の判別を行い、判別結果をソケット通信でエッジデバイスに送信する。学習済みモデルは InceptionV3、データセットは ImageNet を使用した。ImageNet には、人のデータが含まれていないため、服と判別された結果を人として扱った。

3.4 箱罾

3.4.1 概要 図 5 に箱罾の外観を示す。箱罾は、箱罾本体（扉やトリガを含む）、制御ボックス（制御コンピュータ、エッジデバイス、電源供給回路）、各センサ（音、振動、赤外線、カメラ）で構成されている。

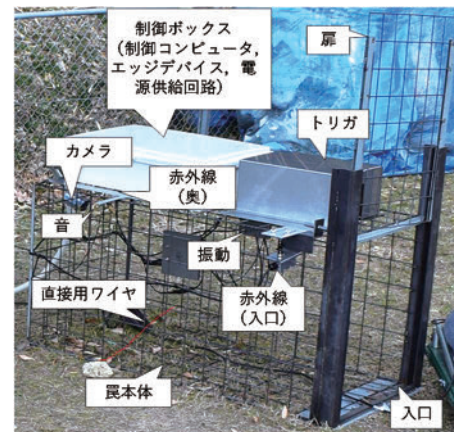


図 5 箱罾の外観

3.4.2 箱罾本体 図 6 は箱罾を側面から見た図であり、罾機構の動作原理を示す。模擬動物が、①直接のワイヤに引っかかると、②シャックル棒が引っ張られ、③扉を支えている棒が扉の方向に倒れ、④扉が落下し、⑤扉がロックされる。直接用のワイヤは入り口から 900mm の位置にあり、このワイヤに模擬動物が引っかかることで作動する。トリガ機構は雨風を防ぐためにカバーを取り付けている。扉はばねを使用してロックする機構となっており、扉が落下すると、丸棒が貫通してロックされる仕組みとなっている。

図 7 は箱罾を上から見た図であり電動動作の原理を示す。箱罾で使用しているアクチュエータの機構としては、プッシュプルソレノイドを使用するトリガロック機構と DC ギヤードモータを使用した電動トリガ機構がある。各機構の動作はアクチュエータの制御コンピュータ（Arduino Uno）が制御している。

制御コンピュータはゲートウェイから動作信号を受信し、各機構のアクチュエータを制御する。

電動トリガ機構は、図 7 の①～③の順番で動作する。まず、遠隔操作時に①ソレノイドが閉じシャックル棒が引っ張られないようにし、トリガがロックする。次に、②捕獲のタイミングでトリガのロック状態が解除される。③モータが回転し、シャックル棒が倒れ、扉が落下する。その後、一定の秒数が経過すると①トリガがロックした状態に戻る。

なお、ソレノイドとモータは検証用としてスイッチで手動操作することができる。

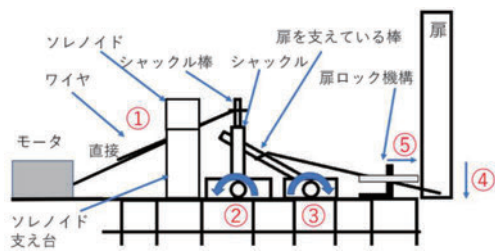


図 6 罾機構の動作原理 (側面)

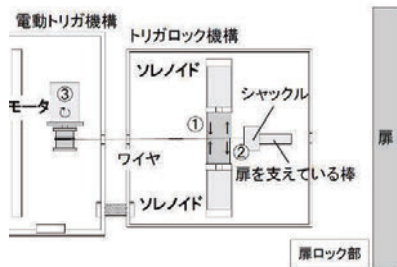


図 7 電動動作の原理 (平面)

3.4.3 制御ボックス 制御ボックス内には電源供給回路やエッジデバイス、アクチュエータを制御する制御コンピュータ、電動トリガが搭載されている。エッジデバイスは、各センサの制御やデータの保存、検知、アクチュエータを制御するコンピュータとの通信ゲートウェイとの通信を行う。電源供給回路では、電源ボックスから供給された DC12V を用いて、DC12V と DC5V をモータ、アクチュエータなど箱罾の各負荷に電源供給する。

3.4.4 センサ 防護柵と同様に、音や振動、赤外線、映像を取得し、検知を行う。各センサは、箱罾の側面に設置し、センシングの方向は箱罾内とした。赤外線センサ以外は 1 台ずつ設置し、赤外線センサは、箱罾の正面に向かって入口左と奥側右に設置した。センサデータの取得方法は、防護柵と同様である。遠隔自動モードでは、映像でイノシシを検知するとともに、奥側の赤外線が検知し、手前側の赤外線が未検出であると、箱罾の扉が閉じる機能を搭載した。

3.5 電源・ゲートウェイ

3.5.1 電源装置 独立電源の太陽光パネルの架台

(W2000mm×D1200mm×H2000mm) を、太陽光パネルの位置は南向き約 30° の位置に合わせて取り付けした。電源ボックスの持ち運びを容易にするために台車を使用し、台車の収納場所を架台部の中に設けた。また、自重を増すためにコンクリートのブロックを足元の支柱に載せ安定させた。電源ボックスには、バッテリーや充放電コントローラ、ゲートウェイを搭載している。

電源部は、太陽光パネルからの電力を充放電コントローラを介して電源ボックス内のバッテリーへ充電を行うと共に、防護柵と箱罾の制御ボックスに電源供給を行う。電源には最大出力 385W の太陽光パネルを用い、充放電コントローラでバッテリーに充電している。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。バッテリー容量は 345Ah、電圧は DC12V であり、一日の消費電力量は 477Wh であるため、無日照時の持続時間は 208h であ

る。したがって、無日照日が 8 日程度続いても装置の連続稼働が可能である。また、防水のためゲートウェイやバッテリーは電源ボックスの内部に搭載した。

3.5.2 ゲートウェイ ゲートウェイは、Raspberry Pi 4B を用いている。箱罾と防護柵のエッジデバイスから、各センサの検知データ等を取得すると共に、撃退ライト、撃退音スピーカ、箱罾の制御コンピュータから確認応答を取得し、ファイルやデータベースへ保存する。また、Web ページからの動作信号をデータベースから読み取り、各エッジデバイスへ送信する。

4. 動作検証

製作した各装置を用いて本実習における動作検証を行った結果を①～⑥に示す。

- ① Web ページから撃退ライト、撃退音スピーカを遠隔操作できることが確認できた。
- ② 防護柵や箱罾に取り付けているカメラからの映像を Web ページから確認できた。
- ③ 防護柵の各センサ (音、振動、映像、赤外線) の検知で、自動的に撃退ライト、撃退音スピーカが動作することを確認できた。
- ④ Web ページからの罾の遠隔操作が確認できた。
- ⑤ 箱罾の各センサ (映像、赤外線) の検知で、自動的に罾が動作することが確認できた。
- ⑥ 防護柵や箱罾の各センサのデータおよび検知データの収集ができていることを確認できた。

5. 考察

音や振動、映像、赤外線 of センサデータの収集を可能とするとともに、各センサの特徴を活かし組み合わせることで、模擬動物や人を検知し、追い払い用の撃退ライトおよび撃退音スピーカ、箱罾の動作ができるようになった。しかし、実際の動物による検証ができていないため、本格的な運用には至らない。また、複数のセンサデータを組み合わせたときの最適化や、動物の発する音の判別も検証不足である。したがって、試験を繰り返し行い、検証をすすめていく必要がある。

6. 結言

追い払い装置として防護柵や、撃退ライトと撃退音スピーカを製作して、イノシシ捕獲用の装置として箱罾を製作した。イノシシや人を検知するための音センサ、振動センサ、赤外線センサ、カメラによるデータ収集システムを製作した。

7. 謝辞

本開発を進めるにあたり、株式会社 CiNK の石井啓介氏、後藤雅晴氏、および奈良先端科学技術大学院大学の新井イスマイル准教授、大阪府猟友会岸和田支部の和田勉氏に、学生の指導に寄与して頂いた。ここに記して謝意を表す。

文献

- [1] 農林水産省 農村振興局：鳥獣被害の現状と対策 令和 3 年 1 月、
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/> 参照：
 2022.2.5

(2022 年 6 月 17 日提出)

構造ヘルスマニタリングに関する研究

新垣 忠志*1, 藤田 貴司*2

本開発課題では低コストでできる構造ヘルスマニタリング機器の開発を行い、災害時に加わる建築物内部の構造の損傷をリアルタイムでかつ空間的に検査し、健全性評価や耐震化工事の判断材料に活用することを目的とする。また、災害時だけでなく平常時にも計測・収集することで建築物の経年劣化についても評価が可能である。構造ヘルスマニタリングは、課題として高額な費用がかかることが挙げられるため、安価で開発した機器と従来のネットワークを利用することで低コスト化を目指した。今年度は昨年度に引き続いて設置した計測装置のデータについて報告する。

Keywords : 構造ヘルスマニタリング, 加速度ユニット, 観測データ.

1. はじめに

建設された構造体についての耐震性能、耐台風性能等を評価することは容易ではないと考えられる。近年の情報通信技術の進歩は著しく進化している。このような状況下で、建設された建築構造物の性能を調査する技術が確立しつつある。その一つが構造ヘルスマニタリング(本報では構造モニタリング)であり、遠隔地の構造の状態をリアルタイムで広範囲に計測することを特徴としている。

本報では構造モニタリング機材の開発(機器の動作確認, 初期設定)と現実の建築物への施工を行った状況について報告する。

2. 構造モニタリングの概要

2.1 建築構造物の性能評価方法の比較(表 1) [1] 構造物劣化の評価には「定期点検」, 「非破壊検査」があり、建物の特定部位についての劣化状態を調査している。

「定期点検」は建築物を目視で点検するもので、「非破壊検査」は同じく定期的に超音波探傷検査などにより目視できない構造物内部の損傷・劣化を計測機器で検査するものである。これらの課題として、検査が定期的でかつ判定にばらつきがあり、計測の対象が特定箇所に限定されることが挙げられる。これに対し、構造モニタリングは、建築物内部に機器を設置し、災害時及び平常時の建築物に加わる振動をネットワーク技術に活用してリアルタイムでデータ計測解析し、構造物全体の損傷・劣化を把握、建物の健全性の評価や耐震化工事の判断材料に活用できる。

2.2 加速度計測の目的 建築構造物の加速度を計測することにより、建物全体の構造体の劣化状況や、外装材などの2次部材等の劣化を推定することが可能となる。具体的には建築構造物の質量(m)と剛性(k)から構造体の固有周期(T)は(1)式から求められる。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

加速度を計測し、周波数分析(FFT等)することにより、平常時の構造体全体の固有周期、2次部材等の局所的な部材の固有周期を計測することができる。一般に地震動による損傷により建物の剛性(k)が低下する

と考えられている。加速度計測により得られた波形の波数分析より固有周期の変化から損傷の程度を推定することが可能となる。また、大きな地震が発生した際には、その加速度記録を基に構造体の劣化のみならず2次部材の損傷の具合を評価することが可能となる。外装材に計測器を取り付けることにより、台風などの風圧力による劣化はもとより、腐食などによる経年劣化についても推定することが可能となると考えられる。

2.3 加速度計測の概要

加速度ユニットは加速度基盤とその制御を担うマイコンで構成されている。加速度計測に用いるチップはMEMS技術よるものを採用している。サーバは、加速度、ひずみの各ユニットから送信されるデータを集積する役割と、リモート接続の中心を担う。本システムにおいてはLinux系のOSが動作する機材であればサーバの役割を担うことが可能であるので、一般的なPCの利用も可能である。今回、サーバについてはできるだけコンパクトな装置であることが望ましいとの判断からRaspberry Pi 4(写真3)を選定した。図2に加速度ユニットの設置概要図を示す。

3. 計測地震動の概要

3.1 地震観測記録 図1は、気象庁が発表した2021年12月3日に紀伊水道を震源とした地震の震度分布を示している。地震の規模を表すマグニチュードは5.4で、震度の最大値は5弱(御坊市)を観測した。本地震では、近畿から四国・中国地方で地震が観測された。本報告の建築物に最も近い観測点では震度2が観測されている。地震動の諸元について表2に示す。

3.2 加速度データの分析 図4(a)-(c)は免震PIT内部の基礎に設置された加速度記録の時刻歴を表している。基礎上の最大加速度は南北方向において10.36(gal)、東西方向において9.26(gal)、上下方向で6.90(gal)であった。地震動が地盤を通して到達する際初期の波動をP波、その後到達する波動をS波と呼んでいる。加速度の時刻歴波形のデータから、上下方向の加速度振幅はP波が大きく、その後到達するS波は南北・東西の水平振動が大きくなっている。これは、一般的な地震動の伝達する際の性質を表している[3]と考えられ

*1 近畿職業能力開発大学校建築施工システム技術科

*2 (株) フジ設計

表1 建築構造物の評価方法の比較[1]

	定期点検	非破壊検査	ヘルスマonitoring
目的	部材や特定箇所の 損傷・劣化把握 (ローカルモニタリング)	部材や特定箇所の 損傷・劣化把握 (ローカルモニタリング)	構造物全体や層レベルの 損傷・劣化把握 (グローバルモニタリング) (ややローカルへの展開も可能)
測定方法	人による近接目視 現象に基づく評価	計測機器による 静的・動的計測	センサによる動的計測
測定頻度	定期的 次回点検まで打ち切り	定期的 次回点検まで打ち切り	リアルタイム 継続的・連続的
測定費用	点検要領の作成 技術者の配置・養成	計測機器購入費用 計測要員の配置	システム初期投資 センサ等維持費用
課題	点検頻度の最適化 判定のばらつき抑制 建物内 部の状況把握困難 人手の確 保, 効率化	点検頻度の最適化 設備の停止・再稼働効率化	費用対効果 膨大なデータの蓄積管理 実構造 物による検証

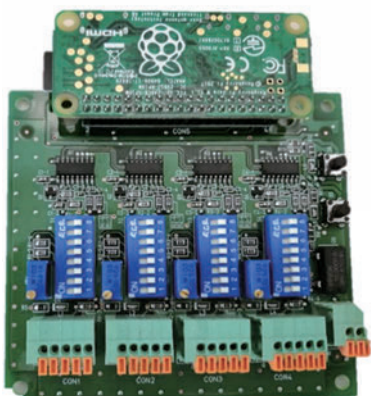


写真1 ひずみユニット

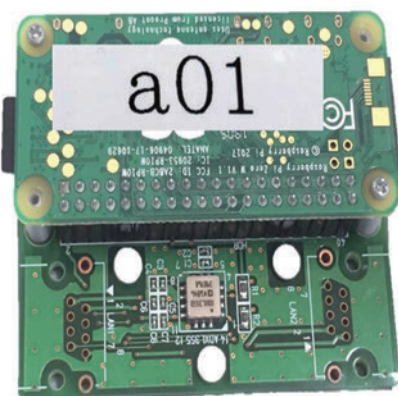


写真2 加速度ユニット



写真3 Raspberry Pi 4

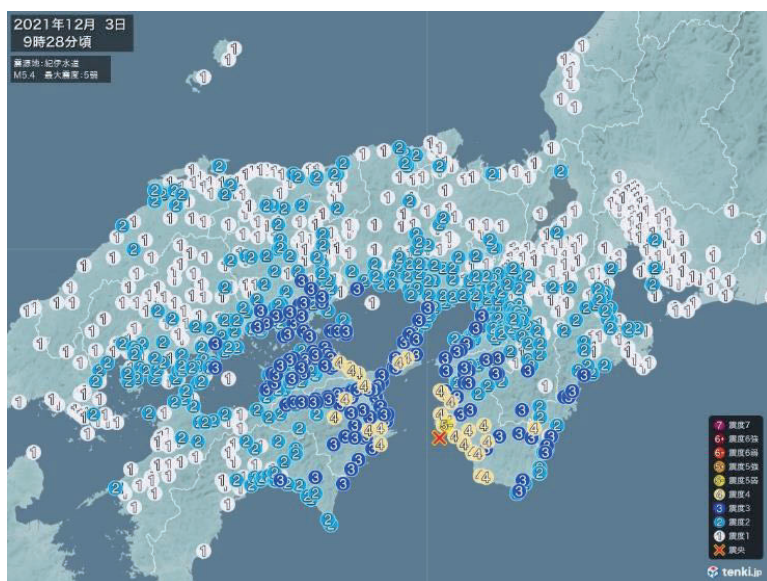


図1 震度分布 (日本気象協会より[1])

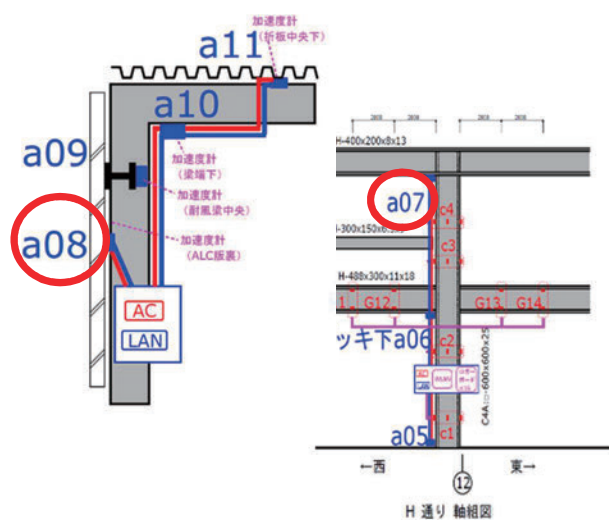


図2 加速度計測の概要

る。また、加速度記録から求めた計測震度は 2.1 であった。この値は本建物の建設地にほど近い場所に設置された Kik-NET[4]の計測震度 2.3 とほぼ同様な値であり、本地震計測システムの信頼性を確認することができた。

図 5 (a)-(c)に基礎上の加速度の値から求めたフーリエ振幅スペクトルを示す。横軸は振動数 (Hz) を縦軸はフーリエ振幅 (gal sec) を表している。地動の加速度は種々の振動数を有するいわゆるランダム波の性質を表している。周波数が 0.8 (Hz) 未満の領域 (1.25 秒以上) ではフーリエ振幅の値が小さな値となっている。この原因については本地震動そのものに長周期成分が含まれていない可能性、あるいは本建物の建設地盤上の性質が考えられ、今後も計測を継続していく必要がある。

図 6 は骨組上部の加速度計測記録東西方向を表している。計測器番号 a07 は骨組の上部に設置した加速度計で、地盤面からの高さが概ね 12m に位置している。最大加速度の値を表 3 に示す。骨組上部の最大加速度は南北方向 20.40(gal) 東西方向 21.17(gal) 上下方向で 7.01(gal) である。基礎上の最大加速度と比較した比率は南北方向 1.97 倍、東西方向 2.29 倍、上下方向 1.02 倍となっている。

図 7 は東西方向の加速度記録をもとにして求めたフーリエ振幅スペクトルである。フーリエ振幅スペクトルから本建物の東西方向の固有振動数は 4.42(Hz) (固有周期 0.226 秒) であると考えられる。

図 8 は ALC 板に取り付けた加速度記録の時刻歴波形 (東西方向) である。ALC 板の加速度記録では南北方向 11.39(gal)、東西方向 45.18(gal)、上下方向 8.17(gal) が測定された。これは基礎上の加速度に対して南北方向で 1.97 倍、東西方向で 4.88 倍、上下方向 1.18 倍となっている。

図 9 は ALC 板に取り付けた加速度記録のフーリエ振幅スペクトルである。フーリエ振幅の値から ALC 板においては 5.5~6.4 (Hz) で大きな値となっている。ALC 板のような外装材は主体骨組とはちがいが、構造躯体にボルト緊結しているためこのような固有周期に幅のある振動現象を生じていると考えられる。

表 2 地震動の諸元 (日本気象協会より[2])

発生時刻	2021 年 12 月 03 日 09 時 28 分頃	
震源地	紀伊水道	
最大震度	震度 5 弱	
位置	緯度	北緯 33.8 度
	経度	東経 135.1 度
震源	マグニチュード	M5.4
	深さ	20km

表 3 最大加速度(gal)

	基礎上 (a04)	骨組上部 (a07)	ALC 板 (a08)
南北方向	10.36	20.40	11.39
東西方向	9.26	21.17	45.18
上下方向	6.90	7.01	8.17

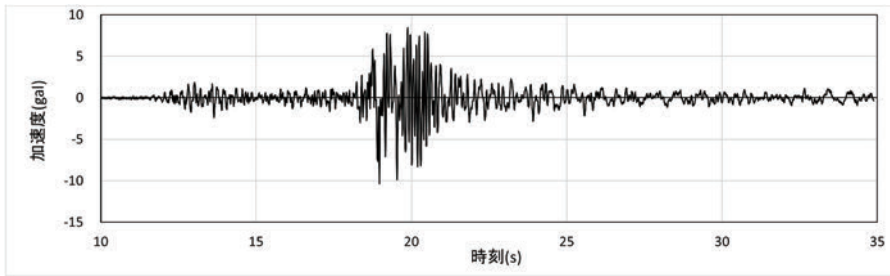
4. まとめ

2021 年 12 月 3 日に紀伊水道を震源とした地震からえられた加速度記録の分析を行った。本建物の建設地の計測震度は 2.1 であり、地震動としては加速度振幅の値も 10gal 程度であった。本システムにより、ヘルスマモニタリングのための適切な加速度計測を実施することができた。今後もさらなるデータの蓄積・分析を図ることが課題である。

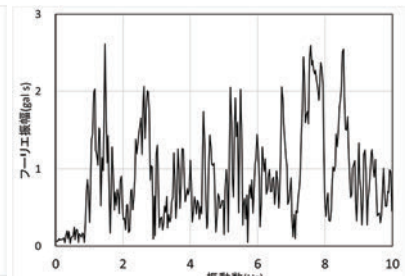
文献

- [1] 国土省土技術政策総合研究所：構造ヘルスマモニタリング技術に関する解説資料，p7，令和 2 年 7 月 21 日
- [2] 一般財団法人 日本気象協会
<https://earthquake.tenki.jp/bousai/earthquake/>
 令和 4 年 4 月 1 日 参照
- [3] NIED 国立研究開発法人防災科学技術研究所
<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/gk/publication/1/I-4.1.2.html>
 令和 4 年 4 月 1 日 参照
- [4] 防災科研 K-NET, KiK-net (NIED K-NET, KiK-net)
<https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004>
 令和 4 年 4 月 1 日 参照

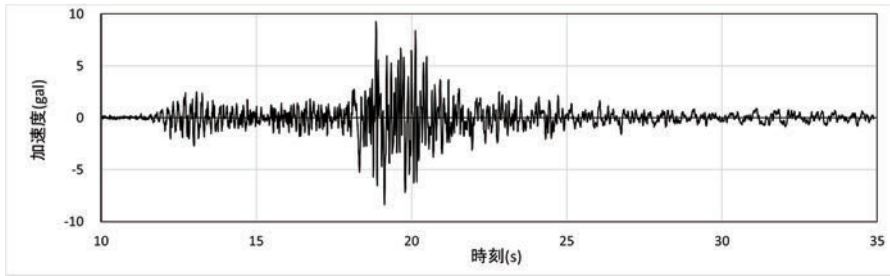
(2022 年 6 月 30 日提出)



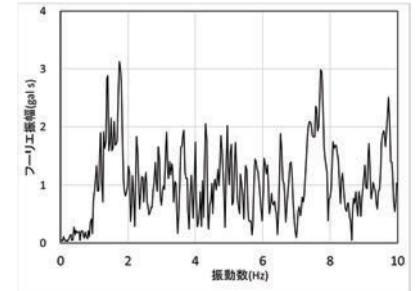
(a) 南北方向



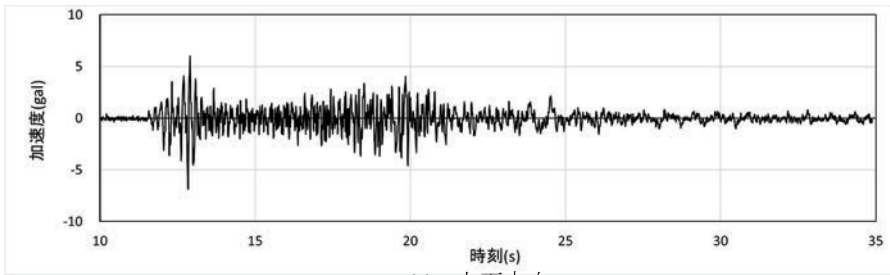
(a)南北方向



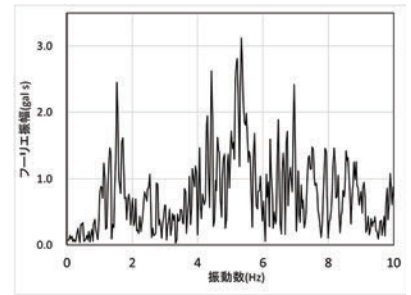
(b) 東西方向



(b)東西方向



(c) 上下方向



(c) 上下方向

図4 基礎での加速度の時刻

図5 フーリエ振幅スペクトル(基

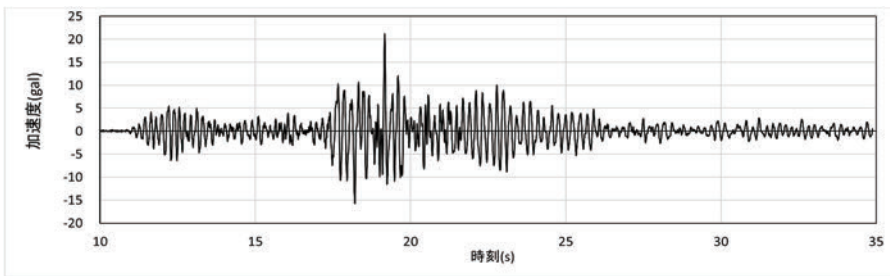


図6 骨組上部での加速度の時刻歴(東西方向)

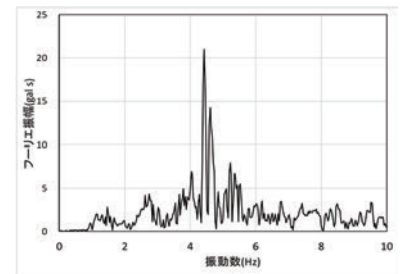


図7 フーリエ振幅スペクトル(骨組)

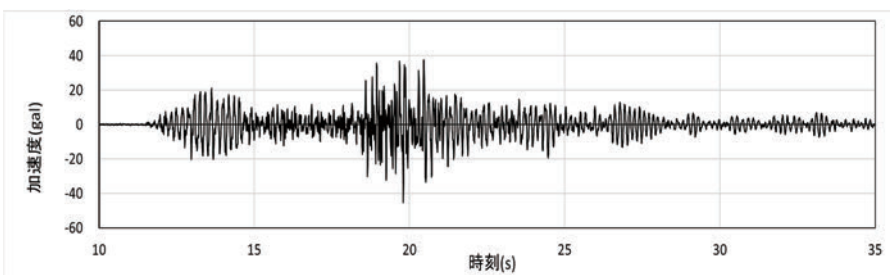


図8 外装材 ALC での加速度の時刻歴(東西方向)

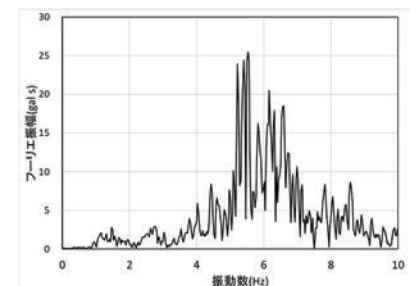


図9 フーリエ振幅スペクトル(ALC)

薄膜フィルタ貼り付け装置の開発

矢口 博道*1, 佐藤 桂*2, 大山 有利*3

本開発はムネカタインダストリアルマシナリー株式会社よりテーマを頂き取り組んだ課題であり、ロールシートにより供給されるフィルタを対象物の指定個所に配置し、溶着機により貼り付ける工程の自動化を目的としたものである。

本課題においては車のヘッドライトユニットにフィルタを模したシールを自動的に貼り付け、貼り付け状況(押し付け力、貼り付け位置、めくれ・汚れの検出)を判定する装置を開発するものである。2020年度はX・Y・Zの直交3軸によるワークの水平な面への貼り付け、ロードセルによるシール押し付け力の検出、画像判定によるシール貼り付け位置の検出を達成した。今年度はB・Cの回転2軸を追加することによる傾斜面への貼り付けと、判定カメラの高画素化によるめくれ・汚れの判定を実装した。

Keywords : 薄膜フィルタ, 位置決め制御, 画像処理, 良否判定, PLC, RaspberryPi.

1. 緒言

車のヘッドライトユニットには、放熱や結露防止のための通気口が設けられており、雨水や砂塵の侵入を防ぐために厚さ0.1~0.5mm程度の樹脂製フィルタが取り付けられている。このような薄膜状の樹脂製フィルタはメンブレンフィルタや薄膜フィルタ(以下、フィルタ)と呼ばれ、水滴や砂塵を通さず、気体のみを通す性質を持つ[1]。取り付けは防水性と気密性を確保するために、フィルタの周囲を熱溶着する形で行う。車のヘッドライトユニットを模した樹脂製のワークと貼り付け位置を図1に示す。

本課題は2020年度よりの継続課題であり、2020年度は図1の青で囲まれた水平面2か所について、シールの供給~搬送~貼付~判定までの工程を、X・Y・Zの3軸を用いて達成した。2021年度は図1の赤で囲まれた傾斜面4か所を含めた6か所すべての貼り付けを行うことを目的とし、以下の5つを目標とした。

- ①ワークの位置決め, 固定ができる
- ②シールの供給ができる
- ③シールの搬送ができる
- ④シールの貼り付けができる
- ⑤貼り付け状態の判定ができる



図1 ワーク外観と貼り付け箇所

を行う供給部, ワークを固定するワーク部, シールの搬送・貼り付けを行う搬送部, 貼り付け状態の判定を行う判定部, ワークを傾けて貼り付け位置を水平にするB・C軸部, 制御の基幹となる制御盤と操作盤で構成された基幹部の6部で構成される。

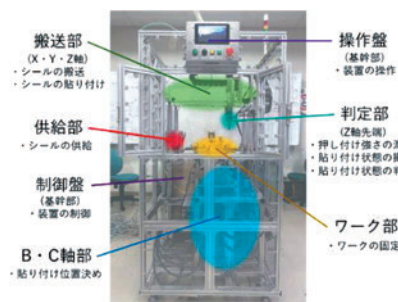


図2 装置全体

また、2020年度使用した樹脂製のワークは、実際のワークと比較すると重量が大きくB・C軸の負荷が必要より大きくなるため、軽量化した疑似ワークを製作することとした。

図3に改良した新ワークの全体を示す。貼り付け箇所は6か所あり、画像のように置いたときに水平になる箇所や角度がついている箇所、深さのある箇所がある。貼り付け箇所には、直径6mmの穴が設けられている。この穴の半径方向±0.05mmの位置に、60±5Nの押し付け力でシールの貼り付けを行う。

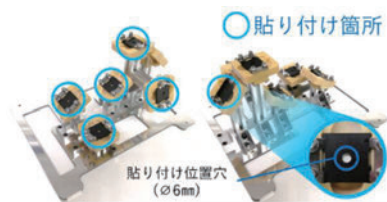


図3 ワーク全体

2. 装置概要

2.1 全体図 図2に装置の全体を示す。シールの供給

*1 近畿職業能力開発大学校生産電気システム技術科

*2 近畿職業能力開発大学校生産機械システム技術科

*3 近畿職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科

2.2 装置仕様 表1に装置仕様、表2にワーク仕様を示す。

表1 装置仕様

外形寸法(D×W×H) (突起部除く) [mm]	900×900×1700
X軸ストローク [mm]	500
Y軸ストローク [mm]	400
Z軸ストローク [mm]	150
B軸可動域 [°]	-51.7~+78.2
C軸可動域 [°]	140
X軸最大送り速度 [mm/min]	800
Y軸最大送り速度 [mm/min]	560
Z軸最大送り速度 [mm/min]	100
B軸最大回転速度 [min ⁻¹]	1.5
C軸最大回転速度 [min ⁻¹]	3
位置決め精度 [mm]	半径方向±0.05
押し付け力 [N]	60±5
吸着力 [MPa]	0.4
装置電源	三相 AC200V

表2 ワーク仕様

寸法(D×W×H) [mm]	200×300×174.1
重量 [kgf]	1.6
①面貼り付け角度	B軸 0° C軸 0°
②面貼り付け角度	B軸 0° C軸 0°
③面貼り付け角度	B軸 60° C軸 0°
④面貼り付け角度	B軸 60° C軸 0°
⑤面貼り付け角度	B軸 45° C軸 0°
⑥面貼り付け角度	B軸 75° C軸 90°

3. システム構成

3.1 供給部 図4に供給部を示す。供給部は、幅29mmのロール状の台紙に1列3枚ずつ並べられた紙製シール（直径8mm）を、搬送部Z軸先端の吸着パッドで吸着させやすいようにシールを台紙から1/4~1/2程度剥離（以下ベロ出しと表記）する装置である。改良前はシールロールの換装手順が煩雑で、装置を20分程度停止させて2人がかりで作業する必要があった。改良後は供給部の一部をカートリッジ化し、装置の停止時間を1分程度に短縮し、作業員1人での換装を可能とした。

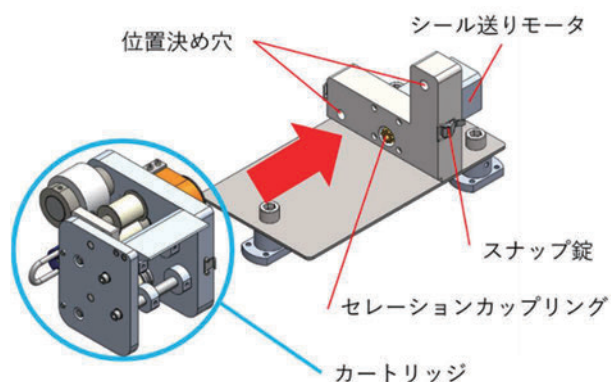


図4 供給部

カートリッジは、カートリッジの位置決めピンと本体側の位置決め穴で位置決めを行い、両端のスナップ錠で固定することで取り付ける。また、シール送りモータの動力はセレーションカップリングによって伝達する。

本体側はシール送りモータと、ベロ出し状態を検知する光電センサで構成される。光電センサは3枚分搭載されており、シールごとにベロ出し状態を検出することができる（図5）。1列分3枚をすべて使用すると、シール送りモータが回転し、シールのベロ出しが行われる。この際、光電センサが3枚のシールを検知できなかった場合はエラーとして操作盤の画面に出力する。シール送りモータは、停止精度と保持力の観点から超低速シンクロナスマータを使用した。

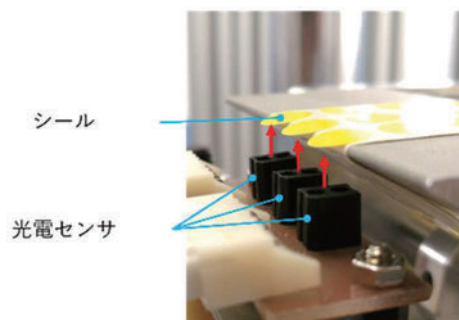


図5 ベロ出し部と光電センサ

3.2 ワーク部 図6にワーク部を示す。ワーク部はワークを装置へ固定し、ワーク取り付けの際に正確な位置決めを可能にする装置である。

B・C軸側、ワーク側の対角線上に空いている穴にボールロックピンを差し込むことで位置決めを行い（図6右下）、縦型クランプにて固定を行う。これによりワーク取り付けの際に±0.05 mm以内で位置決めが可能となった。

提供いただいた旧ワークは質量が7.2kgであり、これは実際のヘッドライトユニットの質量（約1.5~2kg）よりも重いため、軽量化を行った。貼り付け位置を変えず軽量化を行うにあたり、新たにワークをABS樹脂とアルミフレームで製作し、ワーク下板の肉抜きを行った。これによりワーク質量を7.2kgから1.6kgへと軽量化した。

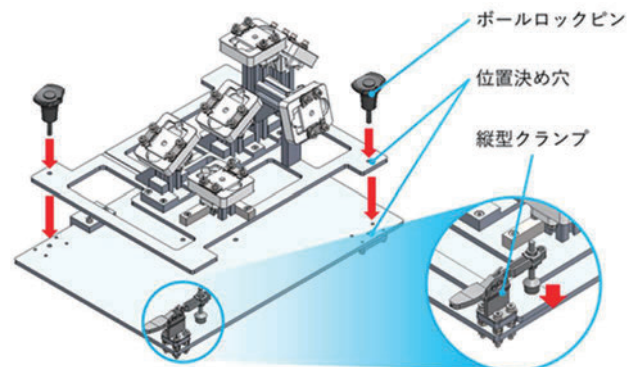


図6 ワーク部

3.3 B・C軸部 図7にB・C軸部を示す。B・C軸部は、ワークの傾斜面にある貼り付け個所に貼り付けできるように、ワーク本体を回転させ吸着面と貼り付け面を平行にする装置である。

B軸は132Nと大きな負荷がかかること、位置決め精度を要することから200Vサーボモータを用いた。また、動力伝達にはセルフロックによる安全性を考慮してウォームギアを用いた。

C軸は限られたスペースで90°以上回転させることが求められたため、電動スライダとラック&ピニオンを用いた。電動スライダに取り付けられたラックによりピニオンギアを回転させることで所定の角度に移動し、貼付中は電磁ブレーキによる保持力によって静止状態を維持する。位置決めの際には発生するバックラッシュを無効にするため、一方向から角度調整する。

B・C軸の制御に関しては、いずれもPLCの位置決めユニットを用いた。B軸の回転速度は、最大1.5min⁻¹としC軸の動作速度は実験から最大83.3min⁻¹とした。B・C軸は0.1°単位で制御できる。

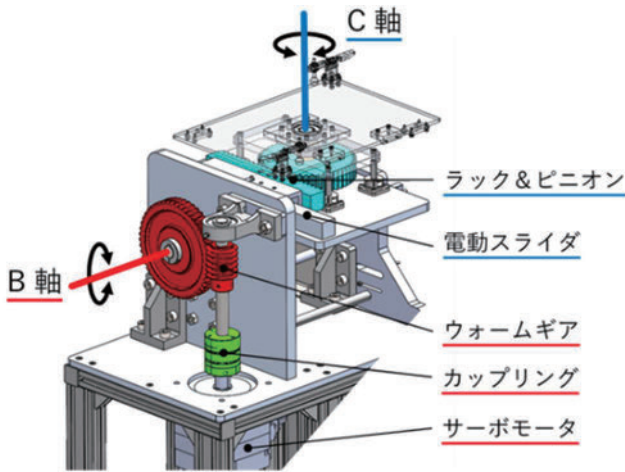


図7 B・C軸部

3.4 搬送部 搬送部はX・Y・Zの3軸からなり、Z軸にはシールの吸着と押し付けを行う機構、貼り付け状態を判定するカメラ、押し付け力を判定するロードセルを搭載している。動作順序は、

- ① 原点復帰
- ② Z軸を供給部まで移動
- ③ Z軸降下、シールの吸着
- ④ Z軸上昇、貼り付け位置までX・Y軸を移動
- ⑤ Z軸降下、シールの貼り付け・押し付け力判定
- ⑥ Z軸上昇、カメラ撮影位置まで移動
- ⑦ 貼り付け状態の撮影、判定

この動作を6か所すべての面に貼り付けできるまで繰り返す。

2020年度はZ軸を吸着・搬送・撮影と押し付けのZ1、Z2の2軸に分けており、貼り付けを行う際にZ軸を2度動作させていた。2021年度は吸着と押し付けを行う機構を結合し、1軸とした(図8)。これにより、Z軸動作を半減し、貼り付け動作時間を1か所につき10秒短縮した。

X・Y軸は電動スライダを、Z軸は電動シリンダ使用

し、制御にはPLCの位置決めユニットを用いた。動作速度は、要求される精度で停止できるようダイヤルゲージを用いた動作実験を行い、最大速度をX軸800mm/min、Y軸560mm/min、Z軸100mm/minとした。

60±5Nでの押し付けは、負荷に連続で加圧する押し当て運転によって制御を行う。押し当て運転は専用の機器で運転電流値を設定する必要があるため、実験により電流値を決定した。ロードセルを取り付けたシリンダを押し付け、ロードセル出力が6,100g(60N)になる電流率28.4%に調整した。Z軸では吸着動作をするため、先端に吸着パッドをつけている。この動作は空気圧制御にて行う。使用圧力は動作実験から0.4MPaとした。

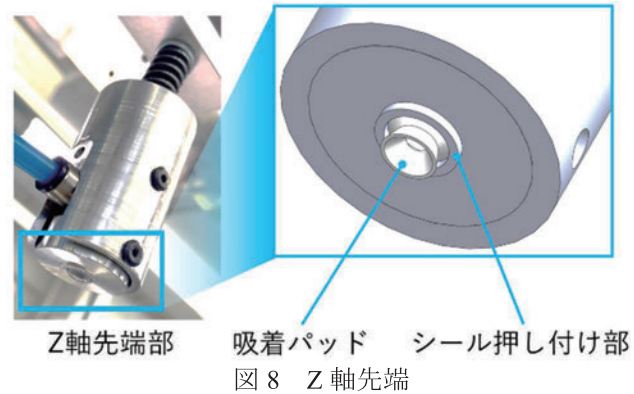


図8 Z軸先端

3.5 判定部 判定部では、以下の項目に分けて製品の良否判定を行う。

- シール貼り付け時の押し付け力
- 貼り付け位置と貼り付けたシールのずれ
- シールのめくれ・汚れ

押し付け力は貼り付け時にロードセルで測定し、60±5[N]の範囲内のものを良品とする。ずれは貼り付けたシールを撮影し、OpenCV (Open-Source Computer Vision Library)を用いた画像処理で撮影したシールの中心を求めてずれの算出を行い、設定した基準値内に収まっているものを良品とする。撮影を行う際のカメラ位置と貼り付け位置との距離:W.D[mm]によってずれの寸法の算出に使用する画素分解能が変化するため、ワークの深い位置にある貼り付け位置を撮影する場合のW.D190[mm]と、それ以外の貼り付け位置を撮影する場合のW.D150[mm]の時の画素分解能を求めた(表3)。

表3 画素分解能

W.D[mm]	画素分解能[mm]
150	0.044
190	0.056

めくれ・汚れの判定は貼り付けたシールを撮影し、画像処理で画像内のシールが占めるピクセル数を求め、良品となる場合の画像のシールが占めるピクセル数と比較した時の割合を算出し、設定した基準割合を上回

っているものを良品とする。

良否判定が完了すると押し付け力、ずれの寸法、画像内のシールが占めるピクセル数を良品と比較したときの割合、判定基準、判定結果などを csv ファイルに出力する。また、判定結果画面から csv ファイルを参照して過去の判定結果を参照することができる。

3.6 筐体部 筐体部では装置の安全性の確保のため、以下の改良を行った。

- ・面にアクリル板を取り付け、動作中に手や物が入らないようにした。
- ・装置正面にワーク脱着用、左側面に供給部のカートリッジ交換用の扉を設置した。
- ・作業者の身長に合わせて、操作盤を0~20°の角度調整ができる機構とした

3.7 基幹部 基幹部は操作盤・制御盤で構成される。

図9に操作盤を示す。操作盤はタッチディスプレイ(以下T.D.)と物理ボタン(以下ボタン)で構成され、以下の機能を有する。

- ① 各軸の動作速度、インチング量、良否判定の閾値の設定
 - ② ボタンによる各種運転動作
 - ③ T.D.より教示作業、判定結果の確認、ログの参照
- ①T.D.を用いて装置全般の設定作業を行えるよう画面を作成した。②2020年度は運転開始、リセット、非常停止の3つであったが、2021年度はモータドライバのON/OFFを切り替える「運転準備」、全軸の原点復帰を行う「原点復帰」ボタンを追加した。③貼り付け位置を登録する教示作業、過去の判定結果の確認、動作ログの参照ができるよう画面を作成した。

また、操作性向上のため2020年度では離れた位置にあったT.D.とボタンを操作盤に集約した。



図9 操作盤

制御盤は各種機器への電源供給と、PLCによる位置決め制御を行うためのドライバ、また操作盤に必要な回路の設置を行った。変更点は以下の3点である。

- ① 制御軸数変更に伴う各モータドライバの配置
 - ② 制御盤の省スペース化
 - ③ サーボモータ用200V回路の増設
- ①2021年度はX・Y・Z・B・Cの5軸となったため、制御回路の最適化及び制御盤内の配置・配線の変更を実施した。②ドライバ増設等のスペース確保のために、ねじ式端子台を差し込み式端子台に変更した。これにより

端子台のスペースを約半分にすることができ、回路変更に必要なスペースの確保ができた。③B軸に200Vサーボモータを導入したため、他回路へのノイズの影響を鑑み、200V専用の制御盤を新たに作製した。

図10にシステムブロックを示す。本装置は2台のマイコンとPLCによって制御を行っている。装置を制御するマイコンはRaspberry Pi4を使用した。供給部のモータ及び光電センサ、搬送部のカメラ・ロードセルアンプをマイコン①で制御し、操作盤のタッチディスプレイはマイコン②に接続する。PLCではX・Y・Z・B・C軸の位置決めユニット、モータドライバ、パトライト、物理ボタン、真空発生装置を制御する。PLCとマイコンはスイッチングハブを用いてEthernetで接続しTCP/IPで通信する。

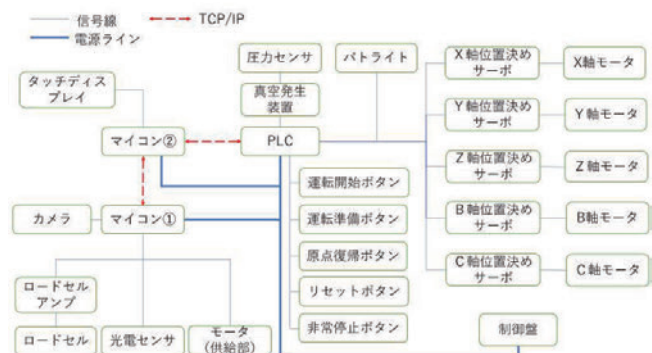


図10 システムブロック

4. 動作検証

作製した装置について、動作検証を行った。掲げた5つの目標に対し評価を行った。

①については、B・C軸の追加、ワークの軽量化、ワーク取り付け方法の変更によって6か所の貼り付けを達成した。

②③④については、2020年度完成していた基本機能を維持したまま、供給部のカートリッジ化やZ軸の1軸化により、シールロールの換装手順やシール貼り付け動作の無駄取りを達成した。

⑤については、単体での良否判定は確認できた。装置への実装はワーク部の動作試験中に衝突するトラブルがあり、修正・調整に時間を取られ期間内に検証をすることが出来なかった。

5. 結言

シールを自動的に貼り付ける装置の機能追加と改良を行った。その結果、目標であった6か所への貼り付けを達成できた。今後の予定として、判定動作の実機での確認を行う。

文献

- [1] 防水通気フィルタ「SBF」センサー・電子機器部品用 | 日本ドナルドソン - Powered by イプロス, <https://premium.ipros.jp/donaldson/product/detail/230575011> 参照:2022.01.14

(2022年6月30日提出)

2021（令和3）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ロボットハンドの製作		
学 生	山川 尚紀 道幸 柊斗 渡瀬 智元 鷺尾 鋼生	指導教員	江口 藤良
概 要	<p>リンク機構を用いたロボットハンドの製作では、人間の五指の動作を専門課程で学んだ知識で実現することを試みた。3次元設計、3次元プリンタ、加工、組み立てを通して「ものづくり」に関する一連の工程をこの実習を通して習得することで、実務で適応する技能、技術を身に付ける。また、製作に係るアイデアの導出、製作工程スケジュールの計画、役割分担といった管理能力から情報の共有、チームワーク、コミュニケーション力、グループで物を作るという能力も身に付ける。</p>		

テーマ名	水圧で動くリンク機構を用いたアームの製作		
学 生	中谷 海斗 西川 生真 渡邊 龍太郎 三戸 朝光	指導教員	高橋 麗
概 要	<p>専門課程の2年間で行ってきたメカニズムや機械加工などの授業で得ることができた技術を使い、身近なものにある圧力を用いて動いている機構がどのように動き、作用をしているのかの理解を深めることを目的に、水圧により動作の制御をすることができるリンク機構を用いたアームの製作を行った。</p>		

テーマ名	全方向移動型ロボットの開発 ～床下探査ロボット～		
学 生	成重 直哉 筒井 嶺 辻 和紀 篠田 怜音	指導教員	來住 裕
概 要	<p>床下探索を目的とし全方向移動型ロボットを作製した。この全方向移動型ロボットは遠隔操作にすするため進行方向の確認用カメラとライトが取り付けられる。遠隔操作により操作を出来るようにするため車本体に受信機を取り付け手元にあるスマートフォンで送られてくる画像を見て発信機で全方向移動型ロボットを操作出来るようにした。カメラは遠隔撮影をできるように首振り機能がある。床下の障害物を乗り越え移動するため4つのタイヤが常に地面に接地するようにするためサスペンションが取り付けられている。障害物にぶつかっても本体の電装品を守るためにFRPのカバーがされている。</p>		

テーマ名	サーボプレスとプレス金型の設計製作		
学 生	阿治 翼 小田 康輔 栗原 脩	指導教員	野田 充大
概 要	<p>今日の生産活動において、サーボプレスは金属加工を代表する機械として世界中で取り扱われる。しかし、近畿能開大には学生が扱えるサーボプレスがない。本テーマでは専門課程で学んだ内容を活かし、サーボプレスの設計・製造を行う。構造を理解することで更なる機械技術や制御技術の向上を目的とする。製造するサーボプレスは、AC モーターやインバータを使用し、人為的に位置や回転数などを変更するサーボプレスを目指し、金型は打ち抜きのみとする。</p>		

テーマ名	誰でも簡単にドリルが研げる治具の制作		
学 生	吉田 祐樹 戸江 朝美 倉本 一輝 山條 悟史	指導教員	藤根 和晃
概 要	<p>実習場で日常的に使用されるドリルを研ぐには一定の技術を要するが、技術を取得するには専門的知識と練習する時間が必要となる。そこで本実習にて誰でも簡単にドリルを研げる治具を制作した。主に卓上ボール盤で使用するドリル(Φ13 まで)を想定し、この治具は実習場にある両頭グラインダーに取り付けが可能である。ドリルを研ぐ際の冷却水、鉄粉で錆びるのを防ぐ為、主にステンレス(SUS304)で制作した。ここにこの取組を報告する。</p>		

テーマ名	手動パワーリフターの製作		
学 生	谷 光桂 瀬川 祥一朗 永山 雅	指導教員	榎並 克則
概 要	<p>今年度のパワーリフターは前年度のものと比較して幅を広げ重たいものを持ち上げた時の安定性が向上するようにした。制作前に、まず被覆アーク溶接、半自動溶接の練習を行い、同時にディスクグラインダーの取り扱い方法についても技術の向上に取り組んだ。制作をするにあたってグラインダーを使用しての黒皮除去、ボール盤での穴あけ加工、半自動溶接機を使用した溶接などグループで案を出し合い工夫し制作に取り組み、制作した治具を使用し、塗装、組み立てを行い完成までの過程を報告する。</p>		

テーマ名	低融点金属による鋳造品の製作		
学 生	浅野 瑠花 井畑 快翔 本田 晃涼	指導教員	梅田 良範
概 要	<p>本実習では、低融点金属のスズ、そしてその合金であるピューターを用いて鋳造品の製作を行った。今回の製品設計においては、それぞれ別々に行い、鐘、ろうそく立て、そしてキャンドルホルダーを製作することとした。3D CAD を用いてモデリングを行い、型は繰り返し使用可能な樹脂型を採用し、型の製作には 3D プリンターを用いた。鋳造方案においては湯流れ・凝固解析ソフトを用いて、湯回り不良や引け巣発生予想を行った。湯口の寸法の変更や鋳込み温度の変更などにより、良好な製品を製作することができた。</p>		

<電気エネルギー制御科>

テーマ名	災害派遣用探査機の製作について		
学 生	伊丹 駿 佐藤 玉伎 寺尾 昂也 山本 敬太	指導教員	中川 章人
概 要	<p>近年災害が増加する日本において人が被災地に赴くことなく被災場所の状況が把握できるような探査機の作製に取り組んだ。Android を用いた遠隔操作を可能にし、wifi カメラを用いることによって被災地の状況把握を行うことにした。また、センサを取り付けることで探査機が障害物に衝突したり転倒することを防止している。</p>		

テーマ名	エレベーターの製作		
学 生	向井 達哉 橋本 尚弥	指導教員	中川 章人
概 要	<p>今年のテーマとして、エレベーターの製作を行った。今回の製作ではモータと近接センサ、押しボタン、ランプスイッチを設置した。そこで外装はアルミ板を加工し押しボタンスイッチを設置し、エレベーター内装のボタンをタッチパネルで活用し動作させる。又、各階ごとに近接センサを導入し、PLC で命令させリフトが停止するようにし、モータを上下に動作させるエレベーターの製作を目指す。</p>		

テーマ名	階段昇降機構の製作		
学 生	今石 翔希 川辺 聖樹 上田 雅大	指導教員	石川 大樹
概 要	<p>近年国内では少子高齢化社会により車椅子の需要が増加している。そこで私たちは、車椅子にあると利便性が向上する今までになかったモノの制作に取り組む事を考えた。具体的には、人の手を借りることなく階段を昇降できるような機構の開発に取り組んだ。</p>		

テーマ名	台車におけるアシスト機構の製作		
学 生	宮寫 琉名 展 吉源 藤原 拓巳 藤原 壘	指導教員	石川 大樹
概 要	<p>専門課程で習得したノウハウを生かすため、Arduino Uno によって制御、動作を行うアシスト機構を製作する。一から製作するため、3D CAD での設計、マイコンボード Arduino Uno と圧力センサとの連携におけるプログラミングなど、新たな知識を必要とするものがあつた。本製作物は実在するアシスト機構を用いた台車を参考にしており、これまでの復習と新たな知識を交えた製作となっている。制御に Arduino Uno、モータ駆動回路にはモータドライバ IC を活用し、アシスト機構を製作した。</p>		

テーマ名	ピッチングマシンの製作		
学 生	上江洲 征琉 福井 秀侑 新田 敦久	指導教員	富澤 偉紹
概 要	バッティングセンターや野球場などにあるピッチングマシンを参考に、自分たちで一から製作した。インバータと PLC とタッチパネルで制御し、モータを回転させ、ボールを発射するピッチングマシンである。		

テーマ名	ストラックアウトの製作		
学 生	安田 遥海 大川 直徒 中西 光樹 山崎 達也	指導教員	富澤 偉紹
概 要	バッティングセンターでよく見かける電子式のストラックアウトを参考に製作をした。7セグメント LED を利用し、ボールが当たった数字が消える。ビンゴになると音楽が流れる。装置の制御は、PLC 及びタッチパネルで行った。		

テーマ名	電動キックボードの製作		
学 生	長尾 逸平 中下 蓮	指導教員	岡田 卓也
概 要	今年のテーマとして、前年度の電動三輪車を参考に「電動キックボードの製作」を行った。市販のキックボードにモータとスロットルを選定し、取り付ける。又、新しい機能として「ブレーキスイッチ、ウィンカー、ランプ各種、ホーン、ドライバー、スピードメーター・磁気近接センサ」を追加する。スロットルを回すことによりモーターの力で安全に走行出来る電動キックボードの製作を目指す。		

テーマ名	電動バイクの製作		
学 生	谷口 元太 國本 紘希 皆川 歩佑武	指導教員	岡田 卓也
概 要	今回は前年度の「電動三輪車の製作」より進化した二輪で駆動する「電動バイク」の製作を行った。新しくハブモータを採用し、目標速度であった時速 30km を達成することができた。また、スイングアームを作製にするにあたり、溶接、穴あけ作業を行い機械分野の作業にも取り組んだ。		

<電子情報技術科>

テーマ名	健康促進のためのシューティングゲームの開発		
学 生	橋 享汰 辰己 尚吾	指導教員	小出 久美子
概 要	<p>近年、子供が外で遊ぶことが少なくなっている。体力が低下した小中学生をターゲットとし、遊ぶことで身体的健康を改善することを目的としたシューティングゲームシステムの開発を行った。赤外線部など安全性の点から市販されている玩具をベースとし、コントローラ部を ESP32 に組み換え、M5stack と Bluetooth 通信を行うことで新たなゲーム性を生み出した。対象者が小中学生なので、保護者が子供の現在地を確認できるように M5stack 内に搭載されている GPS で使用者の現在地を本人と特定の第三者にのみ閲覧できるようなシステムを製作した。</p>		

テーマ名	電動工具チェック管理システムの製作		
学 生	藤崎 栄二郎 森 光汰	指導教員	小出 久美子
概 要	<p>電動工具を使う際、安全のために事前に工具の状態をチェックしなければならないが、実際に行う人が少ない。そこで各項目を確認しチェックをしないと電動工具の電源が入らない装置の開発に取り掛かった。昨年度からのテーマであるが改良を加えた新しいシステムを製作した。</p>		

テーマ名	視線追跡による非接触型意思伝達装置		
学 生	小川 哲飛	指導教員	新山 亘
概 要	<p>コロナ禍の社会においては、システム等の非接触化が重要な課題である。本テーマでは、視線を用いた非接触型意思伝達装置の開発に取り組む。この本装置(非接触型意思伝達装置)は、画像処理を用いて視線追跡を行い、意思伝達を図るシステムである。非接触型意思伝達装置は、カメラ画像を OpenCV と Dlib のライブラリを使用した画像処理と、プログラムを組み合わせて処理を行い焦点を計算するシステムである。視線に応じて意思伝達が可能にするシステムとした。</p>		

テーマ名	姿勢推定技術の研究と応用		
学 生	梶本 岳滉	指導教員	新山 亘
概 要	<p>姿勢推定とは人物の関節をはじめとした特徴点を座標データで検出する技術であり,RGB画像から各ジョイントの2,3次元の(x,y)座標を推定する. 姿勢推定のプログラムに必要な知識として、画像認識の原理について理解する必要があるため、画像認識の基本原則から学習していく. また本開発の最終目標として、リアルタイムに座っている人間の姿勢を監視し、姿勢が悪くなるとそれを本人に伝えるというプログラムを作成する.</p>		

テーマ名	NFC 及びデータベースを用いた校内イベント用システム制作		
学 生	草野 琉風	指導教員	新山 亘
概 要	<p>ポリテクフェスタに来てくれる子供たち向けの謎解きゲームの製作に取り組んだ. 本制作物は NFC およびデータベースを用いたものとなっている. 主にこれらを組み合わせ、ポリテクフェスタに来てくれる子供たちが少しでも楽しめるものを作ることを目標とした. 本校に来てくれた子供たちを一つの場所にとどめるより、周遊型のゲームとすることで、本校を少しでも見てもらうことを楽しめる要素にすることも視野に入れて取り組んだ.</p>		

テーマ名	openvino を用いた物体認識ロボット		
学 生	島田 雅也	指導教員	新山 亘
概 要	<p>人工知能を適用したロボット(物体認識ロボット)の製作を検討した. そのため、人工知能の基礎となる機械学習を理解する必要がある. そこでソフトウェアとして openvino を用いたロボットを製作することにした. カメラから映像を取り、openvino の NCS2(Neural Compute Stick2)を用いて大量の計算を行い、その結果からある物体に向かって進むロボットを製作した. 機械学習とは、人が自然に行っている学習能力をコンピュータで実現しようとする手法である. 時間をかけデータ量を増やし、コンピュータ自身の精度を上げる手法でもある.</p>		

テーマ名	車両自動運転システムの制作		
学 生	山本 裕 榎谷 隆一	指導教員	大久保 欣哉
概 要	<p>現実の電車は人の手によって運転が行われ、時刻表通りに各駅に電車が到着し、出発している。しかし、ヒューマンエラーが原因で大きな事故が起きることが度々ある。時刻表も膨大な資料を用いて人の手で改正が行われ、時間がかかる。時刻表を簡単に作成できるプログラムを制作し、プラレールを用いて車両を自動運転するプログラムを制作した。今回、私は車両自動運転システムを担当し、Visual Basic.Net と PIC を利用して制御を行ったことを発表する。</p>		

テーマ名	FSK 変調を用いた電源重畳通信システムの製作		
学 生	佐藤 俊耀 寺井 優香	指導教員	大久保 欣哉
概 要	<p>本テーマでは、FSK (Frequency Shift Keying) 変調を用いた電源重畳通信システムの製作を行った。挑戦した通信方式は、アナログ電話などで使用されている FSK 変調等を用いている。応用例として DC 電源に信号波形を重畳することによって伝送路に鉄道模型用線路を使用し、鉄道模型が動作しながらも鉄道模型用線路の 2 線だけで電源と 2 点間での通信を行うことができるシステムを製作した。</p>		

テーマ名	小児障がい者用バギー (車椅子) の電動アシストシステムの製作		
学 生	濱野 栞太	指導教員	大久保 欣哉
概 要	<p>本製作は障がいを持った子ども(小学 4 年生以下)を対象とする車椅子を電動化させ、無線通信を搭載したコントローラで車椅子を制御するものである。市販の車の両後輪をホイールモータに換えてコントローラから送られてきた信号を受信して制御を行う。いずれのモータも三相ブラシレス DC モータを使用している。コントローラには加速度センサを搭載しており、リモコン本体の傾きを検知し、それに対する信号を車椅子本体に送信することで安定を図っている。</p>		

テーマ名	DNN と非接触距離センサによる手の形状学習システムの開発 ～ AI じゃんけんゲーム編 ～		
学 生	筒井 遼二	指導教員	奥田 佳史
概 要	<p>AI の学習の一步として、非接触距離センサとディープラーニングで手の形状を学習させ、次に、コンピューターとのじゃんけんを試みる。じゃんけんにおいてリアルタイム性は重要であるため、より速く、より正確に人間の手を認識できるよう、学習に最適なデータ、モデルを模索した。また、キーボード操作、マウス操作など余分な動作はセンサを用いて不要にした。結果として、コンピューターとのスムーズなじゃんけんゲームが実現できた。</p>		

テーマ名	DNN を用いた自然言語処理システムの構築 ～単語の分散表現～		
学 生	有村 雅陽	指導教員	奥田 佳史
概 要	RNN(再起型ニューラルネットワーク)というニューラルネットワークを使い自然言語処理を行う機械翻訳システムの開発を目的とする。個人では機械翻訳システムの開発において重要なパーツである分散表現を Pytorch の Embedding 層を用い独自に作成した。		

テーマ名	DNN を用いた自然言語処理システムの開発 ～LSTM エンコーダ・デコーダモデルによる機械翻訳～		
学 生	森本 陽貴	指導教員	奥田 佳史
概 要	Apple の Siri や Amazon の Alexa などのスマートアシスタント, 迷惑メールフィルター, 言語翻訳など身近なシステムの中に組み込まれている自然言語処理の仕組みを理解するために, 近年目覚ましく発展している DNN(Deep Neural Network)を用いて, 日英翻訳を行う自然言語処理システムを開発することにした。		

テーマ名	VR 空間における 3D 立体音響システムの使用実験		
学 生	中島 健伸	指導教員	奥田 佳史
概 要	本テーマは, VR 空間において, より現実感のある仮想現実空間を作るために, 音という観点に注目し, 立体音響を使用する方法を知るための実験的研究である。立体音響とは, 特定の場所での音の環境を立体的に再現して, 聞き手に対して出力することである。この方法を使用することで, VR 空間においても, 音によるものの場所の把握や, 人と会話する際に移動しても, より現実的な音に環境を再現し, 違和なく聞き手に音情報として受け渡すことが可能となる。		

テーマ名	防犯ドローンシステムの制作 — 人検出・追尾 —		
学 生	大谷 勝樹 日高 竜也	指導教員	藤井 昌之
概 要	本防犯システムは, ドローンが巡回飛行し, 必要に応じて映像を撮影・追尾するものである。想定されるのは固定の防犯カメラを設置することが難しい屋外の広い範囲での利用である。本防犯システムは, 利用することにより「保守性が向上する」, 「地形に左右されずに導入できる」などの利点が考えられる。ドローンは防犯システムとして使用するため, 決められたルートやカメラなどを用い自律飛行するものとする。また, 物体を画像認識し, 追尾する機能も備える。		

テーマ名	マーカに基づくドローンの室内探査・自律飛行 — AR マーカ・カラーマーカ —		
学 生	小野 尚気 寺田 吉宏	指導教員	藤井 昌之
概 要	<p>近年小型ドローンの普及が進み、ホビー用途から動画撮影、測量用の地形測定、輸送など実務用途に用いられている。ドローンの操縦は、軍用などの大型システム以外では、機体を直視して行うか、ドローンに搭載されたカメラからの映像を元に行う形式が一般的である。しかしながら、一定の経路の飛行や自動的な帰還などを行うためには、何らかの指標を基にした自律飛行能力が必要となる。本制作では CV Drone を使用し、AR 検出・色彩検出と PID 制御を用いたマーカを利用した自律型探査ドローンを制作した。</p>		

テーマ名	Mixed Reality を使用したインテリアコーディネート		
学 生	中村 陽向	指導教員	藤井 昌之
概 要	<p>新居やリフォームの際に導入する家具やシステムキッチンの選択は、これまで紙のカタログから選択することが多かったが、近年 3D-CG を用い全方向からの外観などを確認できるシステムも現れている。しかし、部屋の雰囲気や合う商品を購入したはずが、使い勝手などにおいて思い描いていたモノではない場合もあり、大型家具やシステムキッチンでは返品交換などは非常に困難である。本制作では Mixed Reality を使用することで、現実により近い、操作性までも含めたコーディネートが可能とすることにより上述の問題点の解消を図った。</p>		

<住居環境科>

テーマ名	技能検定(3級建築大工)の動画教材の開発		
学 生	大岩 瑞輝 塔筋 悠 畑谷 春来 藤原 慎平	指導教員	山内 元成
概 要	<p>技能検定(3級建築大工)の実技試験を通して、基本的な大工技能を習得すると同時に、一定の精度で時間内に課題を完成させるため、各人のそれぞれの問題点・対策を整理し、解決していく過程をふまえ、それらを動画教材に活かした。技能検定(3級建築大工)の実技試験の課題である部材ごとの墨付けから加工、組み立てまでを、動画教材としてまとめた。</p>		

テーマ名	東屋の制作		
学 生	濱口 翔太 東谷 浩輔 藤岡 宙 松田 絢弓	指導教員	中川 詠子
概 要	<p>東屋とは庭園などに、休憩、眺望のために設けられる簡素な構造の建屋である。東屋制作の目的は、実際の建築現場と近い環境で作業し、実践的に学ぶことである。本稿では、東屋の設計から制作までの取り組みについてまとめる。</p>		

テーマ名	中庭の見える住宅の計画		
学 生	谷口 魁	指導教員	廣澤 幸清
概 要	<p>本制作では、在来軸組工法による住宅のモデルプランの作成に取り組んだ。木造軸組み工法による住宅計画・法規・構造・環境・設備などの分野別の設計プロセスを理解する。また、模型製作を通じて検討した計画図を表現することで、木造住宅の構造、施工手順等をより深く理解し、住宅の知識をより深めることを目的とする。</p>		

テーマ名	カフェ併用住宅の計画		
学 生	前濱 郷太	指導教員	廣澤 幸清
概 要	<p>本制作では、在来軸組工法による住宅のモデルプランの作成に取り組んだ。木造軸組み工法による住宅計画、法規、構造、環境、設備などの分野別の設計プロセスを理解する。また、模型製作を通じて検討した計画図を表現することで、木造住宅の構造、施工手順等をより深く理解し、住宅の知識をより深めることを目的とする。</p>		

テーマ名	景勝地に建つ週末住宅の計画		
学 生	山崎 一真	指導教員	廣澤 幸清
概 要	<p>本制作では、在来軸組工法による住宅のモデルプランの作成に取り組んだ。木造軸組み工法による住宅計画・法規・構造・環境・設備などの分野別の設計プロセスを理解する。また、模型製作を通じて検討した計画図を表現することで、木造住宅の構造、施工手順等をより深く理解し、住宅の知識をより深めることを目的とする。</p>		

テーマ名	『リビングのインテリア空間』の提案と製作		
学 生	上田 りおん	指導教員	前田 由佳
概 要	<p>総合制作実習において、自身の考える理想のリビング空間を計画し、コンペティションへ参加する。新しい生活様式とリビングのインテリアという課題テーマのもと、「読書」・「くつろぎ」に重きを置いたリビング空間の提案を行った。作品の特徴としては本棚・椅子・机・階段など、利用者の使いたい目的に応じて可変できるものとした。加えて、考えた空間を体験することができるように原寸大の作品の一部、再現に取り組む。</p>		

テーマ名	キッチン空間の設計		
学 生	岡田 咲瑞	指導教員	前田 由佳
概 要	<p>キッチン及びそれに関連性をもたせたダイニング空間についてコンペ参加を通して設計する。キッチンは、調理・食事・団らん・憩いの場・食育の場として、暮らしの豊かさを実感できる中心的な空間になっている。そこで、自分の背丈に合ったキッチンの設計を行いキッチンについて学ぶことにする。</p>		

テーマ名	有名建築モデルの積算		
学 生	倉間 響	指導教員	前田 由佳 村岡 寛
概 要	<p>本実習の目的は、有名建築をモデルとして積算を学習することである。来春から積算事務所に就職するため、入社前に積算の知識を得て、効率的な積算を建築積算ソフト（Herios）で実施することを目標とする。</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 ～テーマ「うとうとうっど」～		
学 生	高杉 友紀乃	指導教員	村岡 寛
概 要	<p>これまで学んできた建築設計実習や建築計画の知識を活用し、総合制作実習では、学生向けコンペティションに 3 回取り組んだ。それぞれ、課題としてテーマや設計条件が与えられ、それに対して計画敷地の調査から、アイデアの発想、コンセプトの立案、デザイン、設計、模型製作、プレゼンボード作成までを行うことで、建築設計作業の一連の流れを学んだ。これらの集大成である 3 回目のコンペティションに取り組んだ内容の詳細を示す。</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 ～テーマ「季節に学んで遊ぶ」～		
学 生	原田 剛行	指導教員	村岡 寛
概 要	<p>これまで学んできた建築設計実習や建築計画・造形実習の知識を活用し、総合制作実習では、学生向けコンペティションに取り組んだ。課題として、テーマや設計条件が与えられ、それに対して計画敷地の調査から、アイデアの発想、コンセプトの立案、デザイン、設計、模型作成、プレゼンボード作成までを行うことで、建築設計作業の一連の流れを学んだ。これらコンペティションの取り組んだ内容の詳細を示す。</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 ～テーマ「ぼんやりや」～		
学 生	伊藤 朱里	指導教員	村岡 寛
概 要	<p>これまで学んできた建築設計実習や建築計画の知識を活用し，総合制作実習では，学生向けコンペティションに 3 回取り組んだ．いずれも課題として，テーマや設計条件が与えられ，それに対してアイデアの発想，コンセプトの立案，デザイン，設計，模型製作，プレゼンシート作成までを行う事で，建築設計作業の一連を学ぶ．これらコンペティションの取り組んだ内容を示す．</p>		

2021（令和3）年度応用課程開発課題実習概要

<生産システム技術系>

テーマ名	薄膜フィルタ貼り付け装置の開発		
学 生	ー生産機械システム技術科ー 植山 竣悟 岡田 達也 奥野 晃己 児玉 侑大 田崎 元 三宅 晶 ー生産電気システム技術科ー 飯島 裕基 川崎 健太郎 豊岡 毅光 ー生産電子情報システム技術科ー 大西 央純 常盤 海斗 藤田 凌 山田 泰平 渡邊 和輝	指導教員	矢口 博道 佐藤 桂 大山 有利
概 要	<p>本開発はムネカタインダストリアルマシナリー株式会社からご提供いただいたテーマであり，車のヘッドライトユニットにフィルタを模したシールを自動的に貼り付け，貼り付け状況(押付け力，貼り付け位置，めくれ・汚れの検出)を判定する装置を開発するものである．昨年度は X・Y・Z の 3 軸によるワークの水平な面への貼り付け，ロードセルによるシール押付け力の検出，画像判定によるシール貼り付け位置の検出を達成した．今年度は B・C の回転 2 軸を追加することによる傾斜面への貼り付けと，判定カメラの高画素化によるめくれ・汚れの判定を実装した．</p>		

テーマ名	鋳物部品の良否判定装置の開発		
学 生	ー生産機械システム技術科ー 川崎 佳也 斉藤 智生 坂上 友亮 田嶋 孝輝 西野 聖矢 松浪 正浩 ー生産電気システム技術科ー 岸上 力樹 藤見 京平 山崎 徹也 ー生産電子情報システム技術科ー 上田 恭輔 徳田 秀哉 橋野 日太 藤田 浩輝 水田 烈士 吉田 峻馬	指導教員	望月 隆生 田中 倫之 紺野 伸顕
概 要	現在、鋳物部品の傷に関する検査は目視により行われており、人的負担が大きい。これを自動化する事によって作業者の負担を減らすための鋳物良否判定装置の開発に我々は取り組む事とした。今年度は昨年の撮影装置の改良及びAI (Artificial Intelligence) による鋳物良否判定機能の搭載を行った。昨年度からの改良点は、装置の小型化と粉塵の付着防止、照明の輝度の向上及び撮影画像の画質向上である。また、AI による良否判定機能を搭載した。		

テーマ名	組立小部品のピッキングシステムの開発		
学 生	ー生産機械システム技術科ー 藤原 征也 天羽 勇介 谷次 蓮太郎 田村 一稀 中村 哲也 松下 幸太郎 ー生産電気システム技術科ー 勝谷 誠史 前芝 星也 森 修介 ー生産電子情報システム技術科ー 谷塚 俊祐 芦澤 一步 今井 颯摩 奥 竜輝	指導教員	宮武 正勝 武川 肇 天野 隆
概 要	本テーマは、株式会社イケより頂いた共同研究テーマである。本システムはスマートファクトリ化に対応するピッキングシステムで、ピッキングの補助として部品箱が自動で手前に引き出される機能、人が選別しにくい部品を半自動でピッキングする機能を有する装置の開発を行った。ピッキング作業では従来の紙媒体の指示書では無く、作業者はタブレットを用いて作業を進めることになる。これらの装置の開発を行い、現在のピッキング作業での課題解決と共に、イケシステムと連携することでスマートファクトリ化に対応させていくこと等を目的としている。結果、目標としていたピッキング時間 5 分以内を達成することが出来た。		

テーマ名	農業機械の電動化		
学 生	ー生産機械システム技術科ー 竹内 悠真 田中 惇嗣 中 優貴 本山 巧 山下 瑠己 渡部 希林 ー生産電気システム技術科ー 岡本 拓実 宇賀 亮太 川崎 翔太 藤田 新 ー生産電子情報システム技術科ー 中嶋 琢人 河村 達哉 定 祐希 高橋 貴文 福山 仁一朗	指導教員	秋間 紳樹 久保 幸夫 上間 豊久
概 要	農業人口の減少と食料自給率の低下が問題視されており、農業の裾野を広げることが必要とされている。また、農業機械は自動車と同様に電動化が進められている。そこで、扱いやすい電動式の耕運機の開発を目指し、バッテリー駆動方式の電動式耕運機を設計製作した。製作した耕運機は、ボタン操作による直進、旋回、耕運、さらに畝立て時における直進アシスト機能を有している。製作した耕運機を稼働させ、耕運などの基本動作を確認した。		

テーマ名	圃場ガードシステムの開発		
学 生	ー生産機械システム技術科ー 河原 孝和 桑田 迅 土井 悠馬 永山 斗也 林 草平 ー生産電気システム技術科ー 安達 匡宗 桑田 慎太 前田 海成 森 晃暉 ー生産電子情報システム技術科ー 岩端 秀真 栢原 凜 清田 朔也 平田 裕樹 松井 陸 小笠原 裕也	指導教員	庄林 雅了 清水 隆之 岩城 勇生
概 要	野生鳥獣や人の盗難等による農作物被害額は膨大であり、深刻な経済的影響を農山村に与え続けているため、鳥獣の選択的な捕獲や追い払いによる被害の軽減、盗難被害の発生を未然に防ぐ必要がある。そこで、本開発では、イノシシを捕獲するための箱罠、動物や人を追い払うために防護柵に設置するスピーカやライト、動物や人を検知するための音、振動、映像、赤外線センサを用いたデータ収集システムを試作した。試作後は、検証用の環境において各装置の作動を確認した。なお、本開発は株式会社 CiNK 様との共同開発である。		

<建築施工システム技術科>

テーマ名	MDF を用いた垂木屋根構面の構造性能に関する実験的研究		
学 生	井口 貴志 伊敷 杏奈 稲垣 彩夏 大塚 恭平 大槻 奏空 小倉 孟 北村 大志 谷岡 健人	指導教員	宇都宮 直樹
概 要	<p>本開発課題は、ホクシン株式会社製 MDF(製品名:スターウッド)を用いた垂木屋根構面に関して、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の告示 1654 号「構造の安定」に記載されている床倍率の認定（大臣認定）を取得することを目的とした実験的研究である。研究においては、ホクシン株式会社より提案・製造された屋根構面の試験体で試験を行い、MDF の接合具周辺のひずみと変位を把握し、実験結果をもとに解析ソフトを用い、開発を実施する。実験では、面材の貼り方、垂木を留付ける接合具の施工方法などを考慮する。</p>		

テーマ名	木造戸建て住宅基礎用補強工法の開発		
学 生	百合 拓海 中野 颯 赤松 大翔 大西 吉輝 岡田 優理 下地 沙羅 高良 優汰 藤川 明音 松本 彩希	指導教員	西山 正憲
概 要	<p>本研究では、共同研究先で用いられているパワーアラストとアラミド繊維シートを使用した補強工法の強度特性の検証を行い、補強効果を確認する。有筋基礎は、昨年度に疑似ひび割れなしで試験をおこない補強効果を確認している。今年度は疑似ひび割れを設けて試験をおこなうことによって同様の効果が確認できるか検証する。また、今年度は無筋ひび割れにも初めて取り組み、有筋試験体と同様の補強効果が期待できるのかの検証をおこなう。</p>		

テーマ名	構造ヘルスマニタリングに関する研究		
学 生	目取眞 佳輔 新垣 大智 荒川 泰己 大西 裕日 沖田 昂樹 木村 勇貴 柴本 佳奈 松島 修弥	指導教員	新垣 忠志
概 要	<p>本開発課題では低コストの構造ヘルスマニタリング機器の開発を行い、災害時に加わる建築物内部の状態を可視化し、健全性評価や耐震化工事の判断材料に活用することを目的とする。また、災害時だけでなく平常時にも計測・収集することで建築物の経年劣化についても評価可能である。構造ヘルスマニタリングは、課題として高額な費用がかかることが挙げられるため、安価で開発した機器と従来のネットワークを構成することで低コスト化を目指した。今年度は昨年度に引き続いて設置した計測装置のデータについて報告する。</p>		

2021（令和3）年度における表彰

第31回「あすなろ夢建築」大阪府公共建築設計コンクールにおける表彰

奨励賞 住居環境科 伊藤 朱里

卒業式における表彰

① 大学校賞

専門課程	生産技術科	阿治 翼
	電気エネルギー制御科	谷口 元太
	住居環境科	伊藤 朱里
応用課程	生産機械システム技術科	田村 一稀

② 優秀賞

専門課程	生産技術科	戸江 朝美
	電気エネルギー制御科	佐藤 玉伎
	電子情報技術科	濱野 葉太
	住居環境科	東谷 浩輔
応用課程	生産機械システム技術科	田崎 元
	生産電気システム技術科	岡本 拓実
	生産電子情報システム技術科	谷塚 俊祐
	建築施工システム技術科	谷岡 健人

近畿職業能力開発大学校ジャーナル編集委員会

委員長 北條 正樹 (校長)
多井作 和郎 (副校長)
塚本 文彦 (能力開発統括部長)
鈴木 啓生 (学務課長)
宮武 正勝 (機械系)
天野 隆 (電気系)
武川 肇 (電子情報系)
前田 由佳 (建築系)
山口 雅史 (援助計画課)
後藤 義洋 (学務課)

近畿能開大ジャーナル 第30号

発行 2023年2月
発行所 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構 大阪支部
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



 **NOKAIDAI**
近畿職業能力開発大学校