

近畿能開大ジャーナル

Journal of Kinki Polytechnic College
No.27 2019

(グラビア)
簡易組立式休憩所 [住居環境科]

研究報告
教材開発
実践報告
2018年度専門課程総合制作実習概要
2018年度応用課程開発課題実習概要
2018年度共同研究
2018年度における表彰



近畿職業能力開発大学校

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

近畿能開大ジャーナル
第27号 (二〇一九年)

近畿職業能力開発大学校



NOKAIDAI
近畿職業能力開発大学校

目 次

【グラビア】

簡易組立式休憩所（総合制作実習作品）	前田由佳	1
--------------------	------	---

【研究報告】

高速対称座標変換を用いた事故時運転継続系統連 系装置	吉田昭男	4
トポロジー最適化を活用した機械構造物の構想設計 手法の開発	赤井亮太	8

【教材開発】

木造戸建て住宅用制震装置の開発	新垣忠志， 藤村悦生， 水本悠斗， 岸本大幸， 新垣翔太， 大城賢斗， 東迎拓郎， 山本拓実	12
プリント基板実装支援装置の開発	石部剛史， 久保幸夫， 今園浩之	16
スマートアグリシステムの開発 — 模擬水田の水位調整 —	作 成一郎， 秋間紳樹， 庄林雅了	20
アスパラガス収穫ロボットの開発 — 試作 2 号機的设计・製作 —	望月隆生， 宮武正勝， 矢口博道， 三浦 透， 川本達郎， 城島尚己， 武田拓実， 森 健士郎， 山添伸也， 名田圭太， 小櫻雄貴和， 酒井淳史， 北河孝基， 久喜涼平， 西村滉太郎	24
開発課題『接客ロボットの製作』を通しての指導 方法	勝田 勉	26
海洋ロボットの開発	井上 隆， 椿 博敏， 岩城 勇生	30
二級建築士製図課題の軸組み模型	武種亮宜， 稲澤由紀也， 岩田透阿， 松田晃平， 保澤俊樹	32
風土を生かした建築「湯河原駅前美術館」の提案	丸山正実	34

【実践報告】

『学生スマートフォン アプリコンテスト』への挑戦	小出久美子	41
--------------------------	-------	----

【データ集】

2018（平成 30）年度専門課程総合制作実習概要	43
2018（平成 30）年度応用課程開発課題実習概要	50
2018（平成 30）年度共同研究概要	54
2018（平成 30）年度における表彰	57



簡易組立式休憩所

平成 30 年度総合制作実習作品

製作：住居環境科 2 年 奥 康高，中務宏彦，山下大河，吉本康佑

指導：前田由佳

2018 年は、猛暑や地震・台風など災害が多い年であった。この出来事をきっかけに、災害時に現地で簡単に組み立てができ、継手のいらぬ休憩所を製作することにした。さらにシーンによって、使用目的が変えられるよう可変性を持たせる機能を加え、「ウッドトランスフォームシステムコンペティション」に応募することを目標とした。

設計段階では、災害時やイベント時に使用するため、持ち運びが容易で、簡易に組み立てられるといった条件で、ブレインストーミングによって意見を出し合った。また、安定性や運びやすさ、組み立てやすさ、分解のしやすさも考慮した。

※ ウッドトランスフォームシステムコンペティションとは

日本木材青壮年団体連合会が実施したコンペティションで、平成 30 年度の応募期間は 10 月 1 日から 12 月 28 日までだった。

ウッドトランスフォームシステムとは、日常生活で人々の役に立つものとして利用されながらも、災害時にはトランスフォームし、被災者の避難所生活や復旧活動を支援する木造のシステム製品のこと。このコンペティションで集められたアイデアが将来具現化されていけば、木のぬくもりにあふれた風景の中で、災害にも強い豊かな街づくりを進めていくことができる。（出典：一般社団法人全国木材組合連合会 <http://www.zenmoku.jp/>）

1. 設計

軽トラックで容易に運べるようにすることを目標にして、側板（ここでは各面を意味する）と、これを構成する各パネルのサイズを決めた。図1は2種類の側板と各パネルの寸法を示すもので、左の側板は①と②によって構成、右のパネルは③④⑤の3枚で構成される。これらパネル同士の連結にはジョイントと栓が用いられるを用いる。

各側板のサイズは1400×2133mm、6枚を合わせて上方から見ると図2のように一辺1100mmの正六角形となる。また図に描かれているように、6面体に載せる天板もこの形状に合わせて台形としている。

図3は、6面体に添える椅子を上方から見た様子である。図中に記されていないが、それぞれ着座高さの異なる子ども用（6面体の外側に配置）と大人用（内側に配置）を製作している。

なお、以上の組み立てには“相欠き”や“栓”を用いるため、設置現場に工具は不要である。

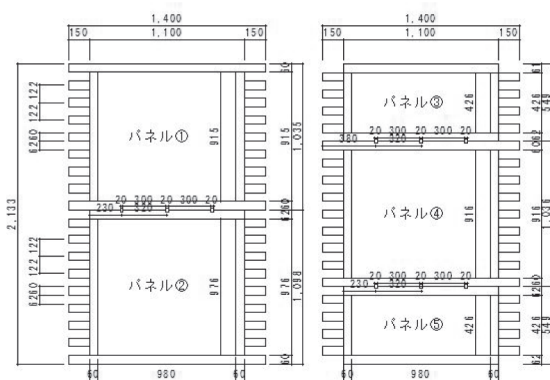


図1 パネル①②と③④⑤を側面から見る

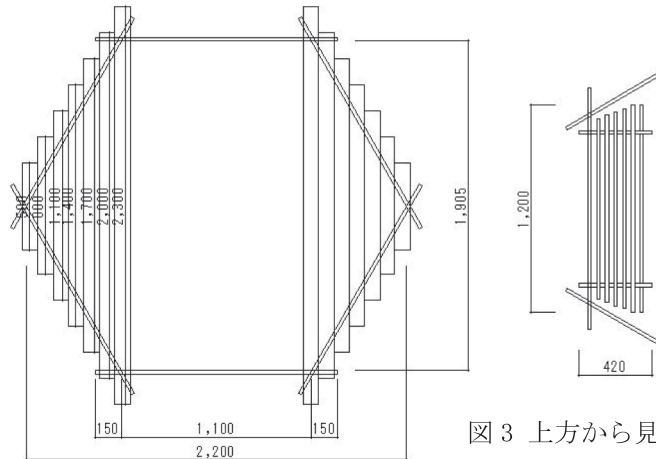


図2 上方から見た6面体（屋根有）

図3 上方から見た椅子

2. 製作

本作品に使用したすべての木材が1×4材（19×89mm）のSPF材で、これを60mmと62mmの2種類の幅に製材して基本パーツとした。SPF材とは、北米産の針葉樹から切り出された木材のことで、スプルース（トウヒ）、パイン（松）、ファー（もみの木）それぞれの頭文字を取ってSPFと呼ばれている。

次に、側板のパネルを製作する際は、木材同士の接合方法として“ダボ”継ぎを行っている。ダボとは先端の角が面取りされた短い丸棒のことで、木材に取り付けた様子を図4に示す。

図5は木材にダボ穴をあける様子である。板厚の中心になる箇所を印を付けダボ錐を使用して穴をあけ、ここに接着剤を入れてダボを打ち込む。複数の木材に同様の加工を施し、接合するお互いの木材の内面とダボ穴に接着剤を塗布し、表面をならして接合する。

この後は、図6に示すようにクランプを使用して接着剤の乾燥まで圧縮する。



図4 取付けられたダボ



図5 ダボ穴あけ

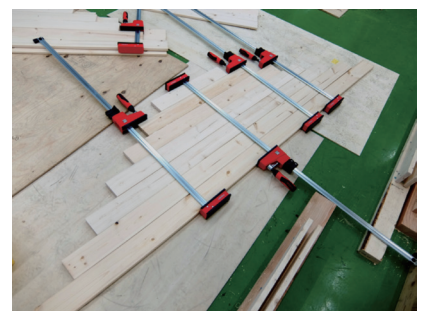


図6 クランプで圧縮

3. 組み立て

ここでは、作品が組み立てられていく様子をご覧いただく。

詳細は割愛するが、基本的には地面に接する下方から順次パーツを配置して積み上げていく方法を使った。図7～8に、側板を作る際に上下パネルの接合で栓を用いている様子を示す。



図7 栓を入れる穴

※写真奥には、立てる前のパネルが見える。



図8 栓による固定

図9の椅子は組み立てが簡単で、板の一部が6面体に差し込まれるため、作品全体の補強材としても機能している。



図9 椅子単体の外観

その他、組立・分解が容易になるよう、側板同士の接合には相欠きを用い、天板ははめ込み式になっている。以下、完成までの様子を図10に示す。

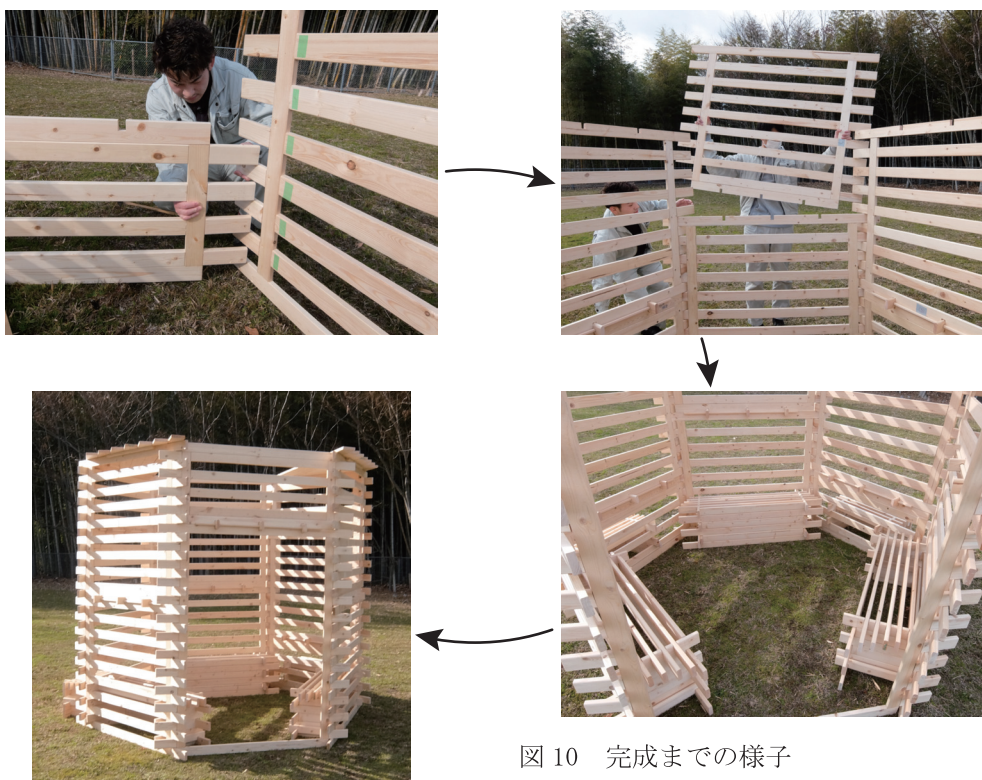


図10 完成までの様子

高速対称座標変換を用いた事故時運転継続系統連系装置

吉田昭男*1

今日再生可能エネルギーによる分散電源の発電電力の総発電量に占める割合は増加傾向にある。太陽光発電など系統連系装置を介して交流系統に接続されている分散電源が一線地絡事故などにより同時に解列した場合、電力崩壊が懸念される。そこで事故原因が除去された場合の運転継続 (FRT : Fault Ride Through) 要件が決められた。太陽光発電システムのパワーコンディショナーを運転継続させるためには、不平衡状態の検出が重要な要素となる。本稿では、実時間制御システムにおける複素数代数を用いた新しい検出法を提案し、不平衡状態の高速検出方をシミュレーションによって検証を行った。

Keywords : 対称座標変換, FRT, LVRT, 太陽光発電.

1. 緒言

今日再生可能エネルギーは発電源の重要な部分を占めている。とりわけ再生可能エネルギー中、太陽光エネルギーを利用した太陽光発電 (PV : Photovoltaics) は最も一般的で、設備容量は急速に増加した。そしていくつかの地域では発電総量における太陽光発電の割合が限界に達するといわれている。それは、供給側で障害が発生したとき、大量の太陽光発電システムの突然の発電電力喪失が懸念されているからである。太陽光発電システムのパワーコンディショナーにおける事故時運転継続 (FRT : Fault Ride Through) 要件は欠くことのできない機能である。

図1は簡略化された交流系統に接続されている太陽光発電システムのパワーコンディショナーの一般的な概念図を表している。 L_{ac} は交流系統のリアクタンスである。図2は、2017年からパワ-コンディショナーに要求される瞬停時運転継続 (LVRT : low voltage ride through) 要件である。LVRTは、系統の電圧が低下してもできるだけ解列せずに出力を継続するための機能である。要件では、残電圧が定格電圧の20%以上、事故の継続時間が1秒以内のときパワーコンディショナーは運転を継続しなければならない。事故が除去された後パワーコンディショナーの出力電力は事故前のときの出力80%まで回復されなければならない。残電圧が定格電圧の20%未満であるとき、ゲートブロックが許される。図3に一線地絡時の位相図を示す。LVRTのために低電圧における無効電力制御が研究された[2][3]-[4]。

FRT制御のため、第一に重要な点はパワーコンディショナーの出力交流電流における過電流を抑制する能力である。事故状態で不平衡電圧を扱うのに、対象座標変換 (SCT : symmetry coordinate Transform) を利用するのは一般的である。多くの場合平衡三相電圧はd-q-0座標に変換される。制御概要を図4に示す。

事故中系統電圧の維持そしてLVRT要件に適合させるため正相、逆相無効電流補償制御方式が分散電源で利用されるインバータに提案されている。正相無効電流と逆相無効電流を考慮に入れ、本紙では新しいLVRT技術を提案する。提案された方法は、系統運用規則に

よって要求される無効電流を、配電網に接続されたコンバータ[2]のパワートランジスタのピーク電流を上回ることなく注入することができる。配電網電圧の不平衡を軽減することを目的とした不平衡出力の制御のために、逆相成分の検出は非常に重要である。本紙は複素数代数[5-7]を用いた対称座標計算を提案する。

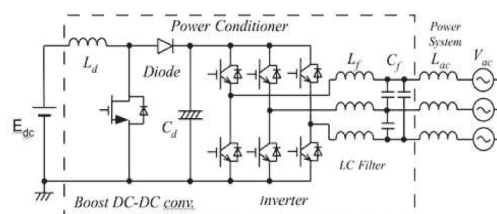
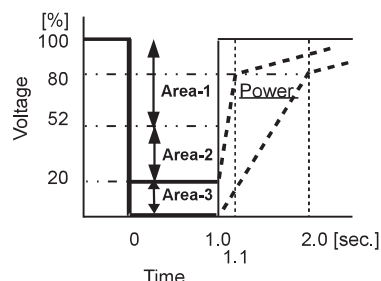
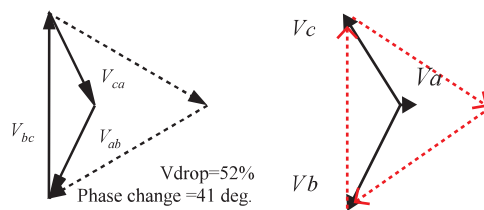


図1 太陽光発電システムにおける一般的なパワーコンディショナー



- Area-1 : 運転継続 位相変化 41° を考慮
- Area-2 : 運転継続 位相変化なし
- Area-3 : 運転継続又はゲートブロック

図2 LVRT要件



(1) V_a 喪失 (線間電圧) (2) V_a 喪失 (相電圧)
図3 一線地絡時 (残電圧 52%) 位相図

*1 電気エネルギー制御科
(現 東海職業能力開発大学校)

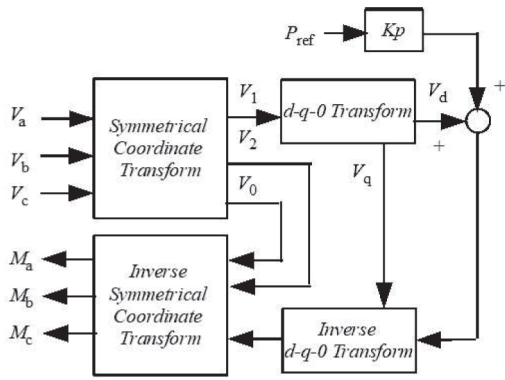


図4 不平衡電圧制御概要

2. 提案する方法

対称座標計算は複素数代数によって計算される．平衡三相電圧は，複素数式では(1)式のように表される．

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} V_a e^{j(\phi+\theta)} \\ V_b e^{j(\phi+\theta-2\pi/3)} \\ V_c e^{j(\phi+\theta-4\pi/3)} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} V_a \{ \cos(\omega t) + j \sin(\omega t) \} \\ V_b \{ \cos(\omega t - 2\pi/3) + j \sin(\omega t - 2\pi/3) \} \\ V_c \{ \cos(\omega t - 4\pi/3) + j \sin(\omega t - 4\pi/3) \} \end{bmatrix} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

ここで， V_a, V_b, V_c は a 相，b 相，c 相の各振幅， ω は角周波数である．次に三相对称座標変換は(2)式で表される．

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_p \\ \dot{V}_n \\ \dot{V}_0 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi/3} & e^{j4\pi/3} \\ 1 & e^{j4\pi/3} & e^{j2\pi/3} \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

ここで，添え字 p, n および 0 は，それぞれ正相，逆相および零相成分を表す．(2)式を実数部と虚数部を分割することによって，

$$\begin{bmatrix} V_{pr} \\ V_{nr} \\ V_{0r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{ar} - \frac{1}{2}V_{br} - \frac{\sqrt{3}}{2}V_{bi} - \frac{1}{2}V_{cr} + \frac{\sqrt{3}}{2}V_{ci} \\ V_{ar} - \frac{1}{2}V_{br} + \frac{\sqrt{3}}{2}V_{bi} - \frac{1}{2}V_{cr} - \frac{\sqrt{3}}{2}V_{ci} \\ V_{ar} + V_{br} + V_{ci} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{pi} \\ V_{ni} \\ V_{0i} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} V_{ai} - \frac{1}{2}V_{bi} + \frac{\sqrt{3}}{2}V_{br} - \frac{1}{2}V_{ci} - \frac{\sqrt{3}}{2}V_{cr} \\ V_{ai} - \frac{1}{2}V_{bi} - \frac{\sqrt{3}}{2}V_{br} - \frac{1}{2}V_{ci} + \frac{\sqrt{3}}{2}V_{cr} \\ V_{ai} + V_{bi} + V_{ci} \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

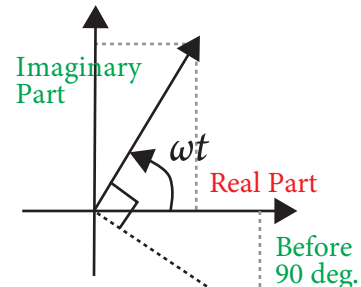
ここで， V_{pr}, V_{nr}, V_{0r} は実数部， V_{pi}, V_{ni}, V_{0i} は虚数部，

そして V_{ar}, V_{br}, V_{cr} は実数部で， V_{ai}, V_{bi}, V_{ci} は虚数部である．

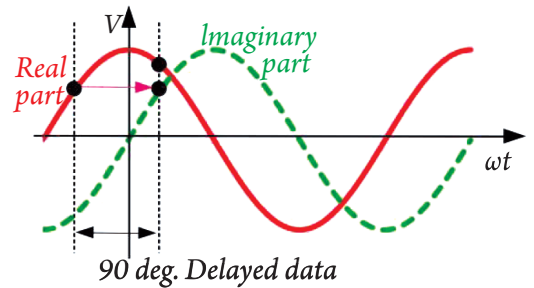
$$\begin{bmatrix} V_{ar} \\ V_{br} \\ V_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a \cos(\omega t) \\ V_b \cos(\omega t - 2\pi/3) \\ V_c \cos(\omega t - 4\pi/3) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{ai} \\ V_{bi} \\ V_{ci} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a \sin(\omega t) \\ V_b \sin(\omega t - 2\pi/3) \\ V_c \sin(\omega t - 4\pi/3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \\ V_b \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2}) \\ V_c \cos(\omega t - \frac{4\pi}{3} - \frac{\pi}{2}) \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

(4)式の虚数部は，実時間（測定時の時点）電圧の虚数部に 90 度進みのデータが使用できることを意味する．これより対称成分を計算するために虚数部にこれらの 90 度進みのデータを記録し使用することも可能である．



(a) 位相 - 電圧ベクトル図



(b) 電圧波形と記録された電圧波形の関係

図4 a相電圧のベクトル表示例

(4)式は先述したように，実時間電圧の虚数部に 90 度進みの記録データを使用できることを意味している．本紙では検出速度の高速化を図るため $\alpha (< 90^\circ)$ 以前の記録データを用いて V_{ai} を推定する．

$$\begin{aligned} V_{ai} &= V_a \sin(\omega t) \\ V_{ar} &= v_a(\omega t) = V_a \cos(\omega t) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

$$\begin{aligned}
v_a(\omega t - \alpha) &= V_a \cos(\omega t - \alpha) \\
&= V_a \{ \cos(\omega t) \cos(\alpha) + \sin(\omega t) \sin(\alpha) \} \\
&= V_a \cos(\omega t) \cos(\alpha) + V_a \sin(\omega t) \sin(\alpha) \quad \dots (6) \\
&= v_a(\omega t) \cos(\alpha) + V_a \sin(\omega t) \sin(\alpha)
\end{aligned}$$

(6)より

$$V_a \sin(\omega t) = \frac{1}{\sin(\alpha)} \{ v_a(\omega t - \alpha) - v_a(\omega t) \cos(\alpha) \} \quad (7)$$

が得られる。このとき

$$V_{ai} = V_a \sin(\omega t)$$

とおくと

$$= \frac{1}{\sin(\alpha)} \{ v_a(\omega t - \alpha) - v_a(\omega t) \cos(\alpha) \} \quad \dots (8)$$

三相行列式表現においては、次式で表される。

$$\begin{bmatrix} V_{ai} \\ V_{bi} \\ V_{ci} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sin(\alpha)} \begin{bmatrix} V_a(\omega t - \alpha) - V_a(\omega t) \cos(\alpha) \\ V_b(\omega t - \alpha) - V_b(\omega t) \cos(\alpha) \\ V_c(\omega t - \alpha) - V_c(\omega t) \cos(\alpha) \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

サンプリング周期 T_{samp} 、系統周波数 f_{sys} とすると n サンプル前の遅れ角 α は次式で表される。

$$\alpha = 2\pi f_{sys} n T_{samp} = \omega_{sys} n T_{samp} \quad \dots (10)$$

三相對称座標変換は次式で表される。

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \\ \dot{V}_0 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi/3} & e^{j4\pi/3} \\ 1 & e^{j4\pi/3} & e^{j2\pi/3} \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} \quad \dots (11)$$

3. 提案した方法による事故検出シミュレーション

上述の方法による事故検出シミュレーション結果を示す。シミュレーション・ソフトウェアは PSIM ver.10 を使用した[8].

表 1 にシミュレーションのパラメータを図 5 に、太陽光発電パワーコンディショナーのインバータ制御方法概要を示す。通常、系統側には最大電力点追尾装置 (MPPT : Maximum Power Point Tracking) が接続されたインバータが太陽光パネルとの間に接続されているがここでは提案する座標変換の特性を調べるため dc 側を一定電圧の直流電源とする。

遅れ角度 α は、式(10)よりサンプリング時間 (100 μ s) で決定される。

表 1 シミュレーションパラメータ

要素		値
交流系統電圧	V_{ac}	200V _{rms(L-L)}
DC 電源	E_{dc}	400V
交流系統インピーダンス	L_s, R_s	0.1mH, 1 Ω
フィルター静電容量	C_f	8 μ F
フィルターインダクタンス	L_f	4mH
スイッチング周波数	f_{sw}	10kHz
サンプリング周波数	f_{samp}	10kHz

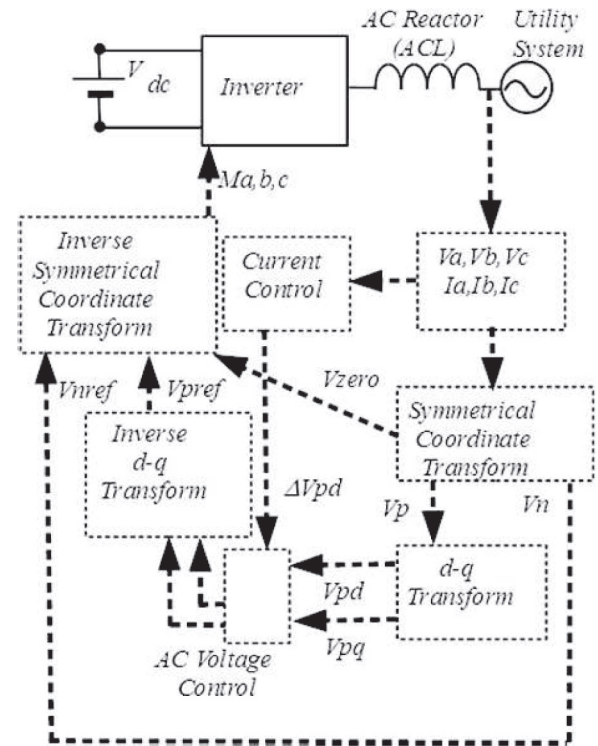


図 5 対称座標法を用いたインバータ制御方法概要

図 6 において、シミュレーション結果は 0 度で事故が起こった場合を示している図 6(a)では、a 相電圧は、0 度で 0V まで低下している。(0.146ms)

図 6(b)では、a 相系統電圧 V_a と計算で得られた電圧ベクトルの虚数部分が表されている。

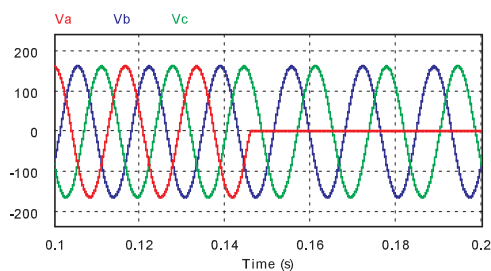
図 6(c)において、正相電圧 (V_p) と逆相電圧 (V_n) は a 相の事故後 1 サンプル時間後理論値の値を示す。

図 7 において、シミュレーション結果は 90 度で事故が起こった場合を示している図 7(a)では、a 相電圧は、90 度で 0V まで低下。(0.150ms)

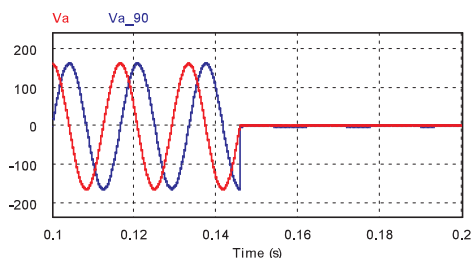
図 7(b)では、a 相系統電圧 V_a と計算で得られた電圧ベクトルの虚数部分が表されている。

V_a の急激な電圧減少の後、1 サンプル時間遅れて虚数部分が大きく立ち上がる。これは対称座標の結果に影響を及ぼす。

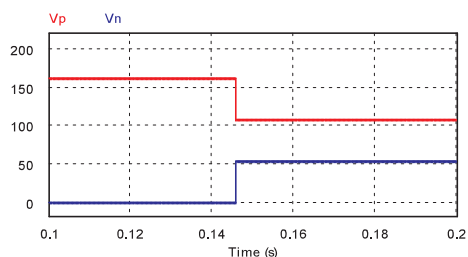
図 7(c)の中で正相・逆相成分は急峻に大きく立ち上がる。



(a) 不平衡三相電圧 (V_a is lowered at 0 deg.)

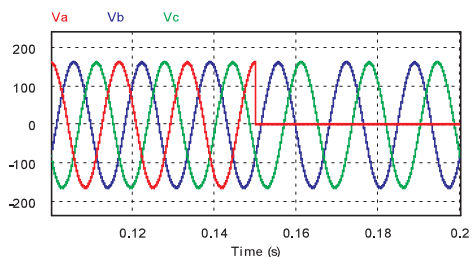


(b) 位相 90 度で V_a からサンプリングした 90 度位相波形

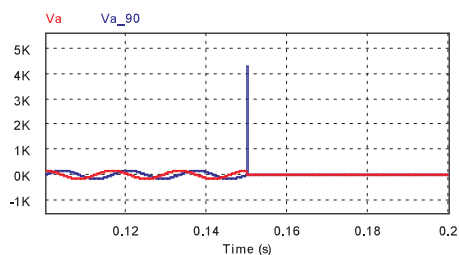


(c) 対称座標変換による正相・逆相成分の計算結果

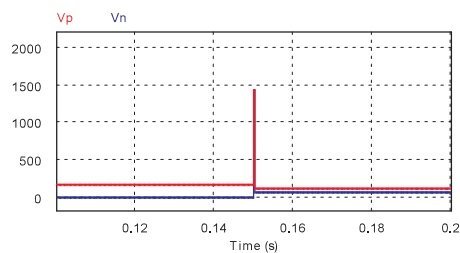
図 6 不平衡交流電圧対称座標変換



(a) 不平衡三相電圧 (V_a is lowered at 90 deg.)



(b) 位相 90 度で V_a からサンプリングした 90 度位相波形



(c) 対称座標変換による正相・逆相成分計算結果

図 7 不平衡交流電圧対称座標変換

4. 結言

本紙は事故検出方として記録された三相電圧データを用いた実時間対称座標変換による FRT 制御について述べた。シミュレーションの結果より提案した方法が 1 線地絡事故検出に有効であることがわかった。次の段階としてシミュレーション結果を踏まえ実験にて検証を行いたい。

参考文献

- [1] 系統連係規定, JEAC 9701-2010.
- [2] Che-Wei Hsu, Chia-Tse Lee, Po-Tai Cheng, "", Proceedings of ECCE-2010, pp.3388-3395, Sep. 2010.
- [3] S. Alepuz, S. Busquets-Monge, J. Bordonau, J. A. Martinez-Velasco, C. A. Silva, J. Pontt, and J. Rodriguez, "Control Strategies Based on Symmetrical Components for Grid-Connected Converters Under Voltage Dips," Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. 56, pp. 2162-2173, 2009.
- [4] F. A. Magueed, A. Sannino, and J. Svensson, "Transient performance of voltage source converter under unbalanced voltage dips," in Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04. 2004 IEEE 35th Annual, 2004, pp. 1163-1168 Vol.2.
- [5] Noriyuki Kimura, Koji Nijima, Toshimitsu Morizane, Hideki Omori, Yasuyuki Nishida, "NEW REAL TIME SYMMETRICAL COORDINATE TRANSFORMATION USING COMPLEX NUMBER CALCULATION TO DETECT IMBALANCED FAULT IN UTILITY POWER SYSTEM", Fifteenth IEEE Workshop on Control and Modeling for Power Electronics, June 22-25, 2014.
- [6] N. Kimura, K. Nijima, T. Morizane and H. Omori, "Real Time Symmetrical Coordinate Transformation Applied for Detection Of Imbalanced Fault In Utility Power System", 6th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, PEMC, Paper ID-146, 21-24 September, 2014.
- [7] Noriyuki Kimura, Xiao-xiao Yu, Koji Nijima, Toshimitsu Morizane, and Hideki Omori, "Imbalanced Fault Detection using Real Time Symmetrical Coordinate Calculation with Memorized Data", 9th International Conference on Power Electronics - ECCE Asia, ICPE 2015-ECCE Asia"2015-06-04.
- [8] Akio Yoshida, Noriyuki Kimura, Toshimitsu Morizane, Hideki Omori, Very Fast Real Time Symmetrical Coordinate Transformation applied for Fault Ride, Through 2017 19th International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE) October 4 - 6, 2017 Dubrovnik, Croatia.
- [9] Powersim Inc. Home Page, <http://www.powersimtech.com/>

(2019 年 6 月 28 日提出)

トポロジー最適化を活用した機械構造物の構想設計手法の開発

赤井亮太*1

大阪産業技術研究所は内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の課題「革新的設計生産技術」に参画しており、トポロジー最適化を活用した構想設計法の普及、および、その実用化に向けて活動している。本報では、トポロジー最適化について紹介し、トポロジー最適化から創成される最適構造を具体的な設計案とするための、大阪技術研の活動における構想設計手法について述べる。さらに、機械構造物を想定した例題に対して、その構想設計手法を適用した結果について述べる。

Keywords : 構造最適化, トポロジー最適化, 構想設計.

1. 緒言

近年、与えられた初期構造から要求される性能を最大限追求する構造を創成する方法として、トポロジー最適化[1]が活用されている。トポロジー最適化は、外形形状や孔の数などの構造の形態を変更できる自由度の高い構造最適化の方法であり、それによる性能の大幅な向上や、設計の上流段階において具体的な構造をもつ設計案を創出する方法として期待されている。西脇らは、その点に着目し、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「革新的設計生産技術」において、トポロジー最適化にもとづく構想設計法のシステム化を進めている[2]。

地方独立行政法人大阪産業技術研究所（以下、大阪技術研）は、SIPの課題「革新的設計生産技術」の1つのテーマ「三次元異方性カスタマイズ設計・付加製造拠点の構築と地域実証」に参画中である。さらに、西脇らが進める上述のテーマにおいて、地域の企業がトポロジー最適化にもとづく構想設計法の試用が可能な拠点として活動している。

本報では、トポロジー最適化について紹介し、大阪技術研におけるトポロジー最適化による構想設計手法の詳細について述べる。さらに機械構造物を想定した例題に対してその手法を適用した結果について述べる。

2. トポロジー最適化の考え方

2.1 トポロジー最適化

高性能な製品を開発するための方策として、製品を構成する個々の部品の形状に対して構造最適化を利用し、性能向上を目指すことが考えられる。構造最適化は、機械部品などを対象に、物理的数値モデルと数学的な最適化手法を用いて、所望の性能を最大限向上可能な構造設計案を求める方法である[3]。構造最適化の方法を大別すれば、寸法最適化、形状最適化、トポロジー最適化の3つに分類される。なかでも、トポロジー最適化は最も自由度が高く、他の2つの方法と比べて性能向上の可能性が高い。

トポロジー最適化の基本的な考え方は、求めたい最適構造を示す設計領域 Ω_d 、それを包含する固定設計領域 D 、式(1)に示す特性関数 χ_Ω の導入により、構造最適化問題を固定設計領域内の材料分布問題に置き換えることにある。

$$\chi_\Omega = \begin{cases} 1 & \text{if } \mathbf{x} \in \Omega_d \\ 0 & \text{if } \mathbf{x} \in D \setminus \Omega_d \end{cases} \quad (1)$$

図1に示すように、式(1)は、固定設計領域 D のある位置 \mathbf{x} が最適構造を示す領域 Ω_d に含まれるのであれば特性関数 χ_Ω の値を1とし、そうでなければ、0とすることを意味している。この特性関数によって固定設計領域内の最適構造を表現できる。

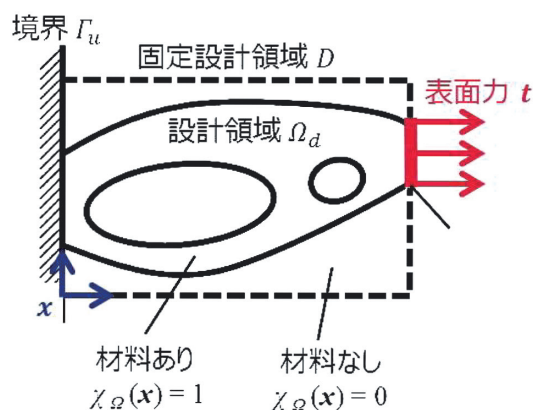


図1 トポロジー最適化の考え方

2.2 剛性最大化問題

本報で述べる構想設計手法では、静的な剛性最大化問題を対象とするトポロジー最適化を活用している。そこで、本節では剛性最大化問題の定式化について述べる。

図1のように、固定設計領域 D 内の線形弾性体に対し、境界 Γ_u を完全拘束し、境界 Γ_t に表面力 t を作用させた場合を考える。領域 D には物体力 \mathbf{b} が作用しており、このときの変位場を \mathbf{u} とする。変位場では次式の仮想仕事の原理式が成り立つ。

$$\int_D \boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{v}) : \chi_\Omega \mathbf{E} : \boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{u}) d\Omega = \int_D \chi_\Omega \mathbf{b} \cdot \mathbf{v} d\Omega + \int_{\Gamma_t} \mathbf{t} \cdot \mathbf{v} d\Gamma \quad (2)$$

$\mathbf{u} \in V^D, \forall \mathbf{v} \in V^D$

ここで、 $\boldsymbol{\varepsilon}$ はひずみテンソル、 \mathbf{E} は弾性テンソルを示す。また V^D は、 Γ_u において $\mathbf{v} = \mathbf{0}$ を満足する変位関数空間である。

*1 地方独立行政法人大阪産業技術研究所 電子・機械システム研究部

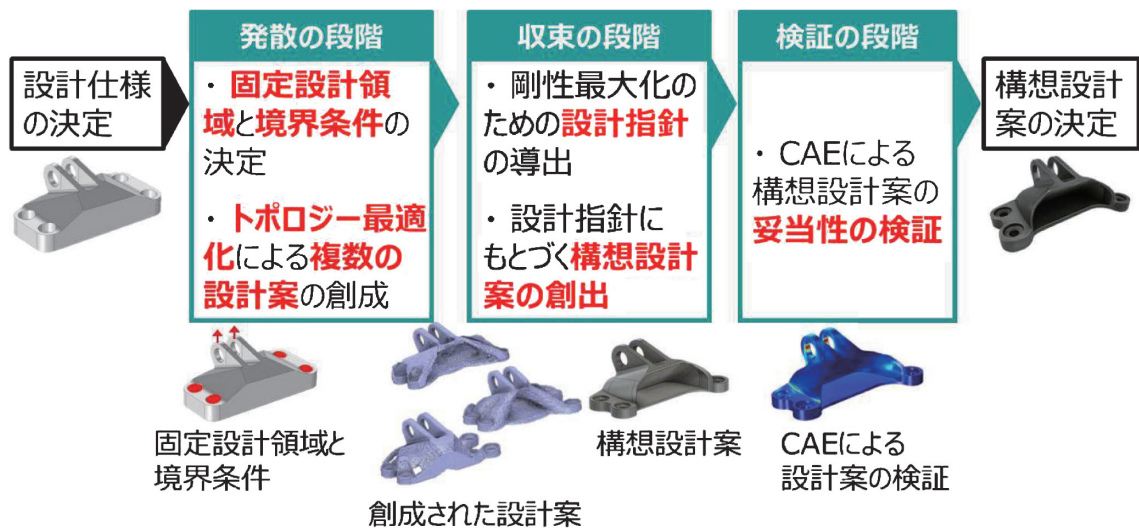


図2 トポロジー最適化を活用した構想設計手法

一般的に、最適化問題の定式は、設計変数、目的関数、制約条件からなる。静的な剛性最大化問題を対象とするトポロジー最適化は、設計者が定める目標値まで体積を削減しつつ、最も剛性が高くなる固定設計領域内の材料分布を決定する問題となる。そのことから、設計変数として定める値は固定設計領域内の各点における特性関数の値となり、制約条件は総体積に関する不等式制約と式(2)の仮想仕事の原理式となる。また、目的関数を、構造物に与えられた荷重とそれによって生じる変位の積とを荷重が与えられた領域で積分した量である平均コンプライアンスとし、剛性最大化問題を平均コンプライアンス最小化問題として定式化する。なお、平均コンプライアンスは式(3)で定義される。

$$l(\mathbf{u}) = \int_D \chi_\Omega \mathbf{b} \cdot \mathbf{u} \, d\Omega + \int_{\Gamma_t} \mathbf{t} \cdot \mathbf{u} \, d\Gamma \quad (3)$$

2.3 最適化のための設計空間の緩和 2.2節で述べた平均コンプライアンス最小化問題を、最適化手法により数値的に解くことで最適構造を得る。しかし、式(1)に示した特性関数 χ_Ω は無限小の領域において離散化された0または1の値をとることができるため、そのままでは数値計算上多くの問題点をもつ。この特性関数をもつ非常にたちの悪い不連続性についての問題を解決するため、大域的な意味において連続関数に置き換える設計空間の緩和を行う。

代表的な設計空間の緩和の方法として、均質化法にもとづいた方法、密度法、レベルセット法がある。これらの方法の中で最も簡易な方法は密度法であり、ほとんどの商用ソフトウェアではこの方法が用いられている。しかし、密度法には数値不安定性や構造の境界が不明瞭になるグレースケールが生じる問題がある。そこで、山田らはそれらの問題を解決すべくレベルセット法によるトポロジー最適化を開発している[4]。本報で示す構想設計手法では、その山田らの開発したレベルセット法によるものを用いている。

3. 構想設計手法

3.1 構想設計手法の全体像 トポロジー最適化を活用した構想設計手法を図2に示す。構想設計手法は、「ト

ポロジー最適化によって複数の設計案を創成する発散の段階」、「設計者によって複数の設計案をもとに1つの構想設計案を創出する収束の段階」、「構造解析によって構想設計案の妥当性を検証する段階」の3段階からなる。これらの段階を経て、剛性が高く、かつ、軽量の構想設計案を得ることができる。なお、ここで述べる構想設計とは、設計プロセスにおいて設計対象の形状を暫定的に決める段階を意味している。

次節から各段階について詳細に述べ、4章では機械構造物の設計例題にこの手法を適用した事例を示す。

3.2 複数の設計案を創成する段階 まず、構想設計したい部材の材料や使用条件などの設計仕様を明確にする。それにもとづき、トポロジー最適化のための固定設計領域を3次元CADなどによってモデリングし、そのモデルに対してトポロジー最適化のための境界条件と体積制約条件をいくつか定める。そして、定めた異なる境界条件、体積制約条件のもとでトポロジー最適化を行い、複数の最適構造を得る。それらをこの段階で得られる複数の設計案とする。この段階では、設計者がいくつかの条件設定を行うこととなるが、具体的な構造をもち、かつ、合理的な設計案が最適化計算によって得られる。

3.3 1つの構想設計案を創出する段階 設計者は、前の段階で創成されたトポロジー最適化による複数の設計案のそれぞれについて、設計案と境界条件および体積制約条件との関係を考察する。例えば、体積制約条件を変え、それ以外の制約条件を同一としてトポロジー最適化を行い、それらの最適構造から体積を削減できそうな固定設計領域の部分を見出す。それを通じて、剛性最大化のための設計指針を導く。

設計者は、導いた設計指針にもとづき、トポロジー最適化において考慮できない設計ルールや製造性などの設計要件を満たすように、構想設計案を創出する。

3.4 構想設計案の妥当性を検証する段階 上述の2段階を経て創出された構想設計案には暫定的な寸法が与えられている。最後に、そのもとで構造解析や実験を行い、設計案の妥当性を検証する。構想設計案の検証において、最大応力値が許容応力を上回るなど性能が不十分であった場合には、前段階である構想設計案の

創出を設計者がやり直すこととなる。また、必要に応じて複数の設計案を創成する段階に戻る。その際には、設計対象の使用条件を見直し、新たな境界条件と体積制約条件を定め、トポロジー最適化を行い、新たな構造設計案を創成する。

4. 機械構造物を想定した設計例題への適用

4.1 設計例題の内容 機械構造物を想定した例題として、自転車のフレームを想定した設計例題を取り上げる。トポロジー最適化によって軽量かつ剛性の大きいフレームの構想設計案を創出する。図3に想定した自転車のフレームを示す。ここで、赤色のフレームを構想設計の対象とし、黒色のフレームを対象としない。また、図中白丸の部分に境界条件を設定する。

本来、自転車のフレームはパイプを繋いだ3次元的な構造である。この設計例題では、簡単のため、2次元の構造としてフレームを考える。加えて、固定設計領域を厚さ一定の鉄鋼製の板材と考え、板材から自転車フレームに相当する2次元の構造をトポロジー最適化で創成することを試みる。

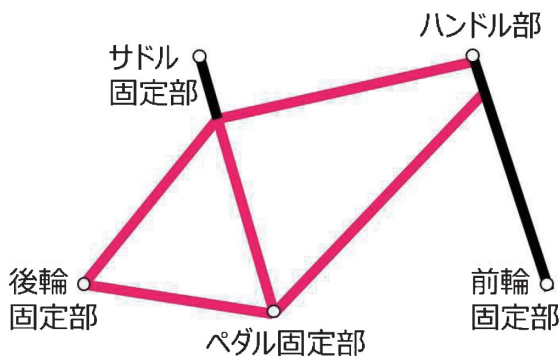


図3 想定している自転車のフレーム

4.2 発散の段階 まず、固定設計領域を設定する。トポロジー最適化によって剛性の大きい構造を導くには、設計自由度を高くする方がよい。すなわち、固定設計領域を広くとる方が剛性の大きい構造が得られる可能性が高い。そこで、本例題では図4のように図3に示したフレーム構造全体を覆うような固定設計領域を設ける。この図では、固定設計領域を灰色で示し、図3の赤色のフレームに相当する部分を点線で示している。なお、黒色部分と白丸部分は図3と同様である。

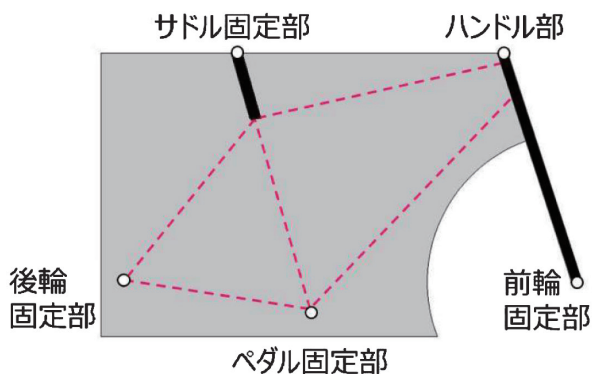


図4 固定設計領域

トポロジー最適化によって複数の設計案を創成するため、複数の境界条件を定める。本例題では、境界条件として、前輪固定部と後輪固定部を完全拘束し、ハンドル部に100 N、ペダル固定部に250 Nの荷重を与える。サドル固定部については500 N、1000 N、2000 Nの異なる3種類の荷重条件を設定する。すなわち、サドル固定部の荷重条件だけが異なる3種類の境界条件それぞれのもとでトポロジー最適化を実施する。なお、体積制約を固定設計領域の体積を80%まで削減できる条件とした。3種類の境界条件それぞれのもとでトポロジー最適化を行った結果を図5、図6、図7に示す。

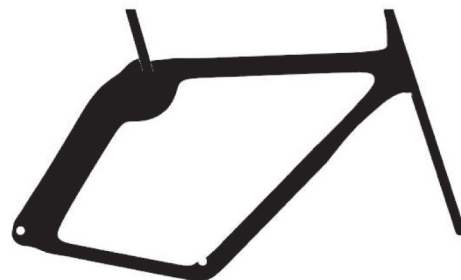


図5 サドル固定部 500 Nにおける最適構造

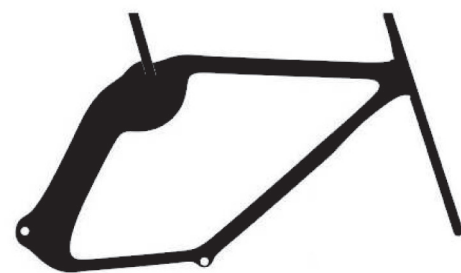


図6 サドル固定部 1000 Nにおける最適構造

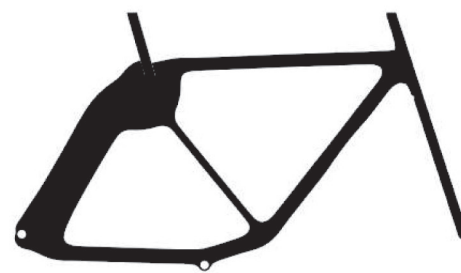


図7 サドル固定部 2000 Nにおける最適構造

4.3 収束の段階と妥当性検証の段階 前段階で創成された最適構造を力学的に考察し、設計指針を導く。いずれの場合も、フレームの外形はハンドル部付近、サドル固定部下端付近、後輪固定部付近、ペダル固定部付近を頂点とする菱形をしており、サドル固定部下端から後輪固定部にかけてのフレームが太くなっている。また、2000 Nの最適構造のみ、図3に示した赤色のフレームと同様にサドル固定部下端付近からペダル固定部付近へ向かうフレームが創成されている。

サドル固定部下端から後輪固定部にかけてフレームが太くなっていることについて考察する。後輪固定部が完全拘束されており、サドル固定部に最も大きな荷重が加わることから、後輪固定部には大きな曲げモー

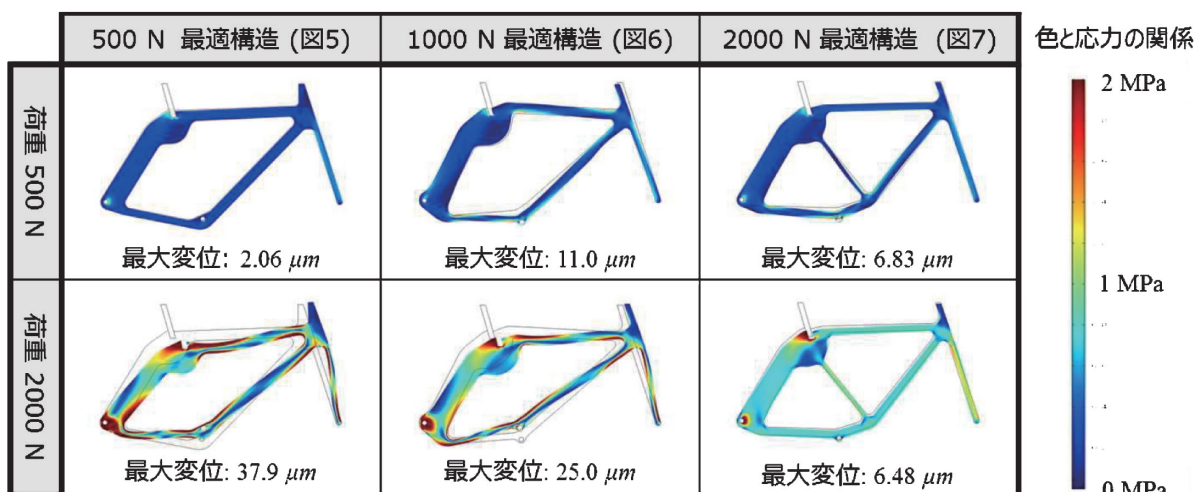


図8 力学的考察のためのトポロジー最適化結果に対する構造解析

メントが加わる。それによる変形を抑えるため、当該フレームは太くなっていると考えられる。

図7に示す最適構造のみフレーム構造が異なることについて考察する。まず、図5、図6、図7の構造のそれぞれに対してサドル固定部に500 Nを加える場合、および、2000 Nを加える場合の境界条件のもとで構造解析を行う。それらの結果を図8に示す。

図8左下に示す図5の構造に2000 Nを加えた結果では外形の菱形が上下に潰れている。それを防ぐため、図7の構造では菱形の上下を支えるフレームが創成されたと考えられる。図8右上に示す図7の構造に500 Nを加えた結果を見ると、菱形の上下を支えるフレームがあるが、その最大変位は図5の場合より大きい。これは、フレーム左側の三角形構造の剛性が加えられた荷重に比して大きく、この構造全体が後輪固定部を支点としてサドル固定部の荷重により変位するためだと考えられる。

図7の構造において、サドル固定部に500 Nを加えた場合と2000 Nを加えた場合とについて、菱形の上下を支えるフレームに生じる主応力の向きをみる。2000 Nの場合、主応力の向きは軸方向のみであるが、500 Nの場合、フレームを曲げる方向にも生じている。すなわち、500 Nの場合では、菱形の上下を支えるフレームは2000 Nの場合と比較して有効に機能していない。その一方、図5の構造と図6の構造を見ると、荷重の大きさが500 Nから2000 Nに変わると最大変位が大きく変化するが、図7の構造では荷重が大きくなることによる最大変位の変化は小さい。

以上の考察から、フレームの外形は菱形、サドルから後輪にかけてフレームを太くする、菱形の上下を支えるフレームはサドル固定部にかかる荷重が小さい場合には機能しない、菱形の上下を支えるフレームがあるとサドル固定部にかかる荷重が変動しても最大変位の変動は小さい、といった設計指針が得られる。本例題では、製造性などの設計要件を定めていないので、得られた設計指針から図7の構造を構想設計案とする。また、構想設計案の妥当性検証については、すでに力学的考察の段階で構想設計案に対して構造解析を行っており、妥当性が検証されているため、本例題の

場合に限っては必要ない。

5. 結言

本報では、トポロジー最適化を活用した構想設計手法について述べた。本構想設計手法は、トポロジー最適化によって複数の設計案を創成する発散の段階、設計者によって複数の設計案をもとに、設計者によって1つの構想設計案を創出する収束の段階、ならびに、構造解析によって構想設計案の妥当性を検証する段階から構成される。さらに構想設計手法を自転車のフレームを想定した設計例題に適用した結果を示した。

6. 謝辞

本報の取り組みは、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「革新的設計生産技術」(管理法人：NEDO)の「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証」および「迅速で創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化に基づく超上流設計法の開発」において実施されたものである。京都大学大学院工学研究科 教授 西脇眞二先生、および、助教 山田崇恭先生にはトポロジー最適化について貴重な助言をいただいた。心より御礼を申し上げます。

文献

- [1] 西脇眞二・ほか2名：「計算力学レクチャーコース トポロジー最適化」，丸善，2013。
- [2] 迅速で創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化に基づく超上流設計法の開発，Web ページ，<http://www.osdel.me.kyoto-u.ac.jp/SIP/>，参照日：2019-06-27。
- [3] 西脇眞二：トポロジー最適化による構造創成設計，情報処理，Vol. 54, No. 2, pp. 92-96, 2013。
- [4] 山田崇恭・ほか4名：「レベルセット法による形状表現を用いたフェーズフィールド法の考え方に基づくトポロジー最適化」，日本機械学会論文集(A編)，Vol. 75, No. 753, pp. 550-558, 2009。

(2019年6月28日提出)

木造戸建て住宅用制震装置の開発

新垣忠志*1, 藤村悦生*2, 水本悠斗*3, 岸本大幸*3
 新垣翔太*3, 大城賢斗*3, 東迎拓郎*3, 山本拓実*3

本開発課題では制震装置を用いた木造骨組の振動実験を行い、制震装置の耐震性能評価を行った。その際、計測装置としてモーションキャプチャ（変位測定センサー）と加速度ピックアップ（加速度測定センサー）により変位と加速度を測定し、性能評価を行った。また、骨組と単体の比較を行うため、静的加力試験機を用いて制震装置単体実験を行った。

Keywords : 制震装置, 粘弾性体, 振動台実験, 等価粘性減衰定数.

1. 緒言

近年の熊本地震においては、地震動による木造住宅の倒壊や半壊などの甚大な被害を受けた。その中でも、2000年の新耐震導入以前より、2000年以降のほうが被害は少ない。これは2000年の新耐震基準が倒壊のリスクを減らすために機能していたことが考えられる。しかし、2000年以降の建物でも倒壊・崩壊したというのも事実である。前震の震度7の揺れには耐えた建物でも、その後の本震までは耐えることができなかつたと考える。震度7や震度6が数回おきても耐震できる接合部仕様や耐震補強、制震装置が必要である。2000年以降の指定された金物でも倒壊している現状では、建築物の地震対策は過去の地震被害を教訓として継続的な取組が求められる。

本報告書は木造住宅向けの制震装置に関して述べる。昨年度に引き続いての開発テーマとなっている。昨年度は振動台を用いた実験の結果から、粘弾性体の厚さを大きくし、減衰性能を向上させた。また、本装置の特徴である地震後の残留変形を防止する鋼製の板バネを同等の断面性能を有する円形断面に改良することによって、合理的に装置を製造することが可能となった。

今年度は装置の単体試験を実施し、本装置の減衰性能の分析に関する報告と実大骨組実験の結果について報告する。

2. 本装置の概要

2.1 本装置の特徴 本装置は在来軸組木造建築向けの装置として20cmタイプ、伝統木造建築向けとして30cmタイプの2種類がある。写真1に30cmタイプの写真を、図1に制震装置の概要図を示す。本装置は粘弾性的性質を有する粘弾性シートを鋼板で挟むことで装置の減衰性能を実現している。また、地震発生後に建物の残留変形を防止（原位置回復機能）するために、鋼材を用いてプレートを接続することで残留変形の低減を図っている。

2.2 設置方法 設置位置が梁または土台の隅角部で、ビス打ち込みでの取り付けとなっている。取り付け箇所は、制震装置を上部の梁に4つ設置する場合と、上下の梁と土台に2つずつ設置する場合でそれぞれ実験

を行い、その実験結果を元に判断した。同程度の性能を示したが、全体的に上下部に設置した場合が多少揺れを抑えている箇所があった。その結果を踏まえ、制震装置の設置は上下に2つずつの位置を採用した。

3. 単体加力試験

3.1 目的 本制震装置の単体試験の目的としては、温度や振動数、振幅などの条件を変えて行うことによって等価粘性減衰定数の値がどう変わっていくのかを解析し、制震装置単体にどういった性能があるのかを検証することとする。以下に制震装置の機能及び構造について記す。制震装置の振動吸収体「特殊粘弾性体」は、温度や紫外線などによる変質が無く、60年間以上粘度と弾性を保つことが立証されている。設置場所の温度変化や湿度に左右されず、制震性能を長期に渡って維持する。建物の内部にいる人の体感レベルを実際の約2分の1に減少させ、安全な居住空間を提供する。外部からの力を和らげてゆるやかに復元するこの制震装置は、地震だけでなく強風や交通による振動にも大きな力を発揮し、建物内の安全性を飛躍的に高める。

3.2 試験概要 実験は、制震装置の取り付けフランジ2箇所にてプレートをボルト接合した。一方をアクチュエーター、もう一方を試験フレームの治具に接合して行った。荷重はアクチュエーターのロードセルを用い、変形はアクチュエーターに内蔵された変位計を用いて計測を行った。実験の状況を写真2に示す。実験パラメータを表1に示す。実験パラメータは振動数が0.5Hz～3.0Hz、振幅は0.5mm～3.0mmである。単体実験では、夏季に環境温度約30℃の試験を行い、秋季に約20℃の試験を行った。

3.3 試験結果 実験結果の一例を図2, 3に示す。このグラフは荷重と変形の関係を示している。図2は環境温度30℃、振動数が1.0Hzの結果である。振幅が増大すると、Y軸との交点である切片荷重も増大している。本装置の減衰性能は粘弾性体を用いているので、オイル系のダンパーと比較すると、粘性とともに剛性（弾性的性質）の両方を有していることがわかる。図3は環境温度が20℃の場合の結果である。30℃の場合と同様に本装置の履歴ループは粘弾性体特有の特徴を有していると考えられる。

*1 建築施工システム技術科

*2 住居環境科

*3 建築施工システム技術科2年生（平成30年度）



写真1 制震装置

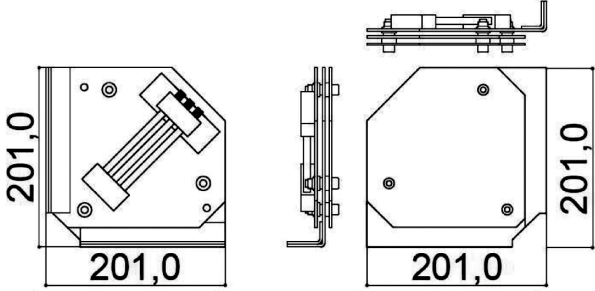


図1 制震装置概要図

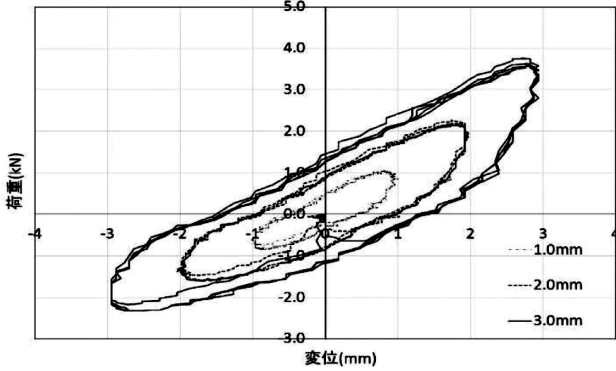


図2 30°C荷重と変形の関係 1.0Hz

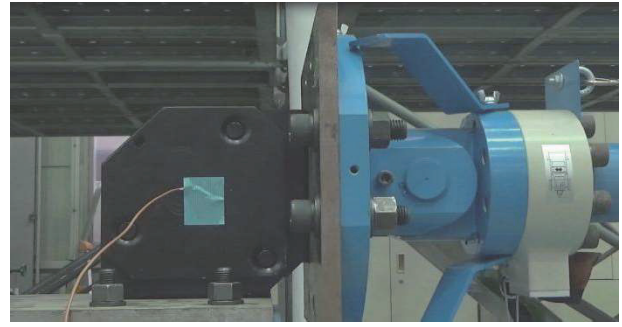


写真2 試験状況

表1 実験パラメータ

振動数 f Hz	振幅 D mm	速度 V_{max} cm/s	振動数 f Hz	振幅 D mm	速度 V_{max} cm/s
0.50	1.00	0.31	1.00	1.00	0.63
0.50	2.00	0.63	1.00	2.00	1.26
0.50	3.00	0.94	1.00	3.00	1.88
2.00	1.00	1.26	3.00	1.00	1.88
2.00	2.00	2.51	3.00	2.00	3.77
2.00	3.00	3.77	3.00	3.00	5.65

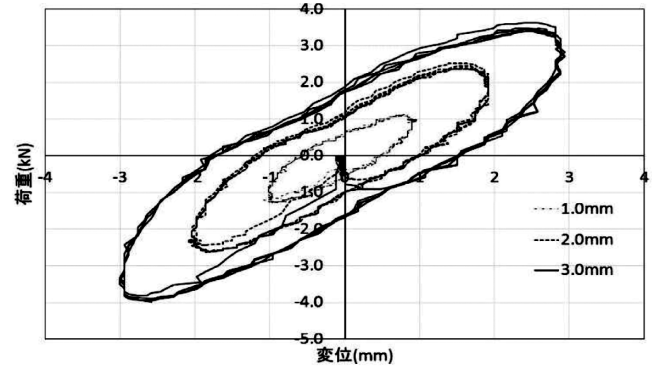


図3 20°C荷重と変形の関係 1.0Hz

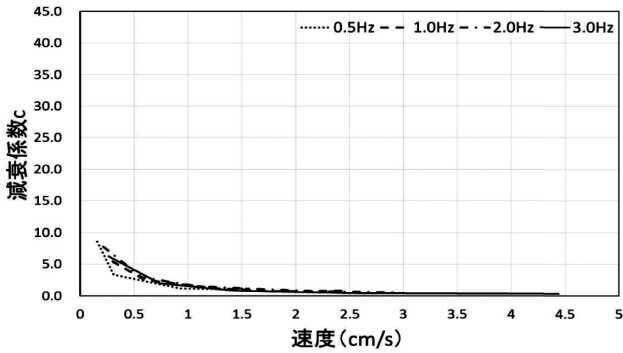


図4 温度 30°C時の減衰係数と速度の関係

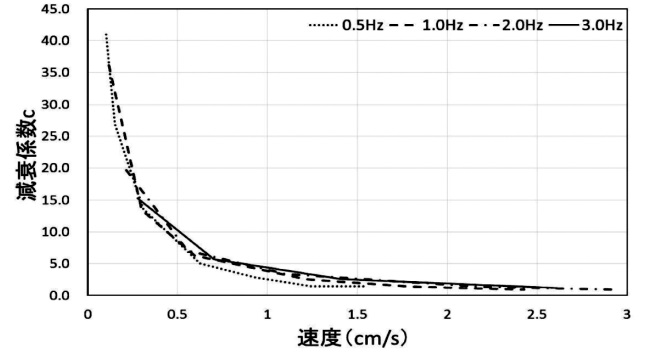


図5 温度 20°C時の減衰係数と速度の関係

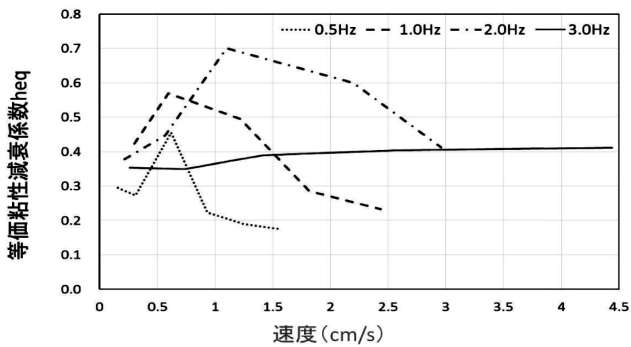


図6 温度 30°C時の等価粘性減衰定数と速度の関係

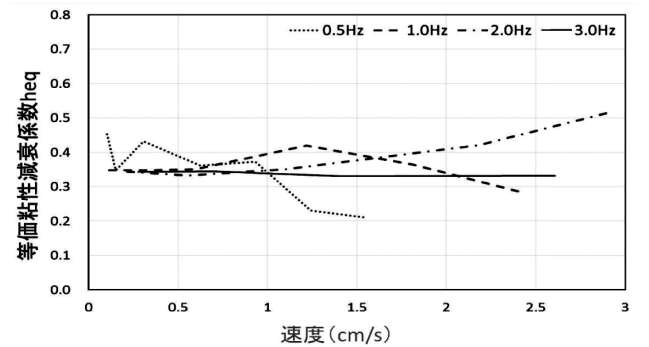


図7 温度 20°C時の等価粘性減衰定数と速度の関係

3.4 減衰性能 減衰とは建物や装置が振動するエネルギーを吸収し、時間の経過とともに揺れを小さくしていく効果のことである。载荷速度に応じて性能を發揮する仕様の制震装置では、その性能を表す指標として減衰係数が用いられる。等価粘性減衰定数は装置の減衰性能を表す指標で、値が大きければ減衰性能も高まるとされている。

3.4.1 制震装置の減衰性能 図4, 5は実験から得られた減衰係数と速度の関係を表している。横軸 V_{max} の速度は、振動数 f に実験から得られた最大振幅 D_{max} と 2π を乗じて求めたものである。縦軸の減衰係数 c は、切片荷重 (Y軸との交点) を速度 V_{max} で除して求めたものである。図4の環境温度が 30°C の場合、速度が 0.5cm/s 程度以下だと減衰係数は $5.0\sim 10.0\text{ kN}\cdot\text{s/cm}$ となり、速度レベルが 0.5cm/s より大きくなると、急激に減衰係数が低下している。図5は温度が 20°C の場合のものである。速度が 1.0cm/s 以下の場合、減衰係数は $5.0\sim 30.0\text{ kN}\cdot\text{s/cm}$ となっている。 30°C の場合と比較するとより大きな減衰性能を有していることがわかる。 1.0cm/s より大きな領域では、 30°C のときと同様に減衰係数が低下していることがわかる。本装置の減衰性能は、温度が高くなると減衰係数が低下していると考えられる。また、速度が 1.0cm/s 以上では減衰係数が大きく低下している。これは、一般的な粘弾性的性質を有する素材と同様の傾向を示していると考えられる。

図6, 7は振動数ごとの等価粘性減衰定数を表したものである。等価粘性減衰定数は実験から得られた履歴ループの吸収エネルギー $\int W$ を用いて求めたものである。 30°C の試験では減衰性能が速度や振動数によって変化しているのに対し、 20°C の試験では減衰性能のばらつきが比較的少ない。気温が高いと速度や振動数に依存し、気温が低い時は振動数にあまり影響されずに安定した減衰効果を發揮していることがわかる。

30°C と 20°C の等価粘性減衰定数を比較すると、 2.0Hz では速度 1cm/s 付近での等価粘性減衰定数は 20°C よりも 30°C の方が大きな値となっている。また、振動数が 0.5Hz より大きな場合は、等価粘性減衰定数は概ね 0.3 を上回っており、より大きな値を有していることがわかる。

4. 実大骨組の加振

4.1 試験概要

4.1.1 試験方法 今回の試験は 1500kg のマスを用いて、地震を想定した振動を加える試験である。加力は 25% 、 50% 、 75% とし、 120 秒間、 1 方向に振動させて計測する。試験体には図8に示すような $1500\text{mm}\times 1820\text{mm}\times 2730\text{mm}$ の立体骨組とし、 20cm の制震装置を取付けた場合 (以後、試験体 A とする。) または 30cm の制震装置を取付けた場合 (以後、試験体 B とする。) の2種類の試験体を用いた。制震装置の取付け位置は写真3に示す。

4.1.2 測定方法 試験体の振動による変位及び加速度を計測するため、モーションキャプチャと加速度ピックアップを行った。モーションキャプチャでは、計 18

個のマーカールを取付け、 6 台のカメラを用いて変位を計測する。加速度ピックアップでは、振動台、柱、マスの上面に計 6 ヶ所に取り付け、加速度を計測する。

4.2 試験結果

4.2.1 評価方法 今回の解析では、試験で得られた変位、加速度から、時刻歴応答変位、時刻歴応答加速度、荷重と変形の関係図、FFTを作成した。これらのグラフからそれぞれの力学的特性を考察する。時刻歴応答変位、時刻歴応答加速度はそれぞれから固有周期を得る。FFTは解析ソフトを利用し、グラフを作成し、そこから最大加速度時の振動数を得る。

4.2.2 解析結果 この試験で得られた2種類の試験体の解析結果を表2に示す。この解析結果では、最大変位とその固有周期、最大加速度とその固有周期を表す。また、時刻歴応答変位、時刻歴応答加速度、荷重と変形の関係図、FFTをそれぞれ、図9、図10、図11、図12に示す。

4.3 考察

4.3.1 制震装置の異なる大きさによる比較 ここでは、試験体 A と試験体 B の比較について考察する。表2より、相対変位では試験体 B の最大変位の値が試験体 A より低い値となっている。しかし、最大加速度では試験体 A と試験体 B とともに近い値となっている。また、図9、図10、図11からもその結果が表れている。このことから、試験体 B は試験体 A より金物として効果を發揮している。

4.3.2 剛性と固有周期について 表2より、得られた固有周期と解析より算定した固有周期を比較する。固有周期 T の算定方法として、図12より得られる最大値における振動数 f 及びマスの質量 m より剛性 k が得られる。質量 m 、剛性 k より、固有周期 T が求まる。その結果、試験で得られた固有周期と解析より算定した固有周期ではともに近い値となっている。

5. まとめ

今年度、本装置の性能確認実験を通して下記の知見を得た。

- ①本装置の減衰性能は速度、環境温度、振動数に依存することがわかった。
- ②減衰係数は最大速度が 1.0cm/s を超える領域では急激に低下している。
- ③環境温度が 20°C のときは 30°C のときよりも大きな減衰性能を有している。
- ④ 1.0Hz 以上ではより大きな減衰係数となっている。
 20cm タイプと 30cm タイプを比較すると 30cm タイプの方が変形抑制効果は高い。

【謝辞】本課題を実施するに当たり、イケヤ工業(株)に協力していただきました。ここに感謝の意を表します。

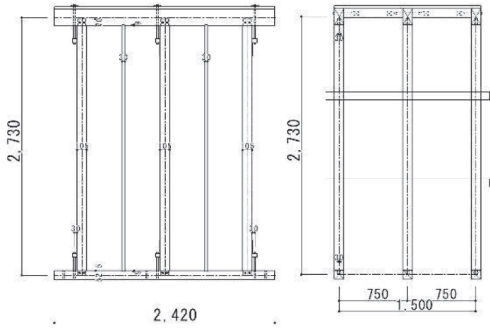


図 8 試験骨組の概要図

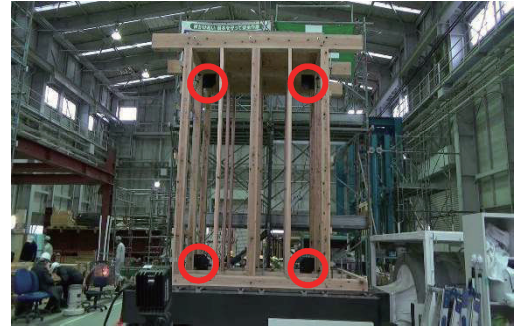


写真 3 試験状況

表 2 実験結果

試験体	装置種類	加震率 (%)	相対変位		加速度		固有周期算定			
			最大変位 (m)	固有周期 (s)	最大加速度 (m/s ²)	固有周期 (s)	上部質量 (kg)	振動数 (Hz)	剛性 (kN/m)	固有周期 (s)
試験体A	20cm	25%	0.012	0.64	1.36	0.63	1650	1.55	156.50	0.65
		50%	0.028	0.67	2.42	0.69	1650	1.49	144.42	0.67
		75%	0.050	0.76	3.62	0.77	1650	1.53	151.69	0.66
試験体B	30cm	25%	0.009	0.57	1.26	0.54	1650	1.82	215.53	0.55
		50%	0.022	0.61	2.67	0.61	1650	1.65	176.91	0.61
		75%	0.035	0.64	3.78	0.62	1650	1.53	151.69	0.66

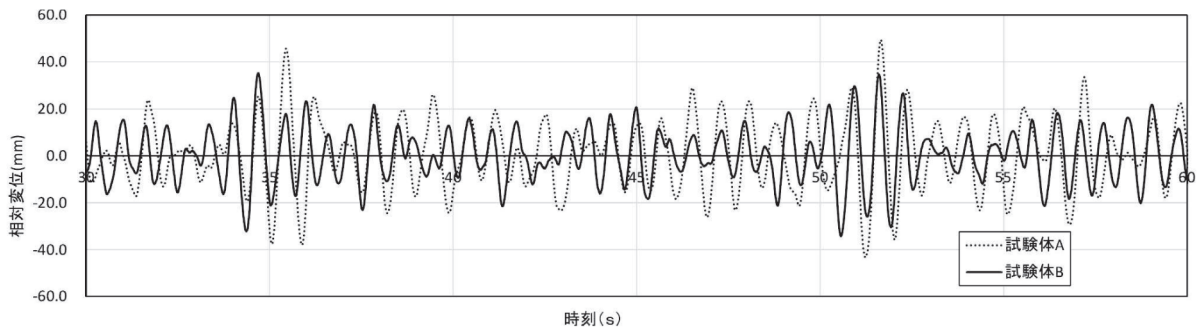


図 9 時刻歴応答変位(加震 75%)

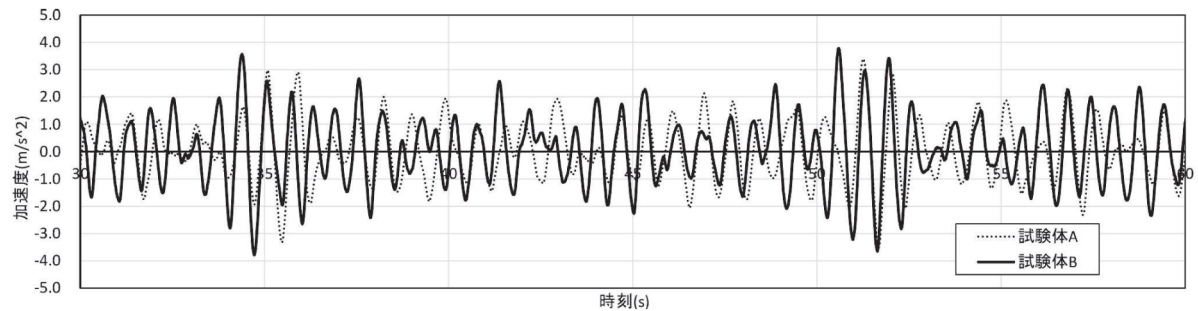


図 10 時刻歴応答加速度(加震 75%)

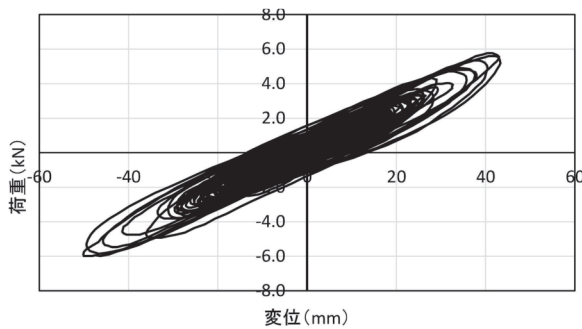


図 11 荷重と変位の関係図(加震 75%)

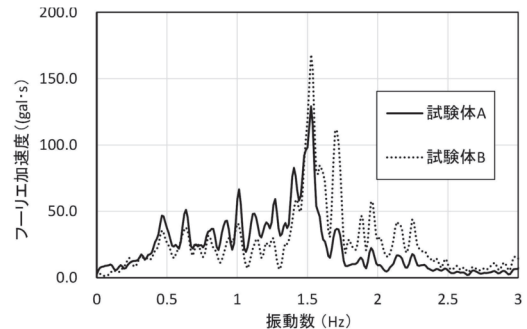


図 12 FFT (加震 75%)

(2019年6月28日提出)

プリント基板実装支援装置の開発

石部剛史*1, 久保幸夫*2, 今園浩之*3

平成30年度開発課題として、松永電子システム株式会社からの要望をテーマとした課題に取り組んだ。電子回路の設計開発を行っている松永電子システム株式会社では、多品種少量生産でプリント基板を試作、開発することが多いが、試作基板の実装には手間と時間を要することが問題となっていた。これらの問題を解決するために5つの要素で構成したプリント基板実装支援装置の開発をした。この装置は、作業者の好みに合わせた配置ができ、無線通信を用いてリアルタイムな連動を行う。これにより試作基板を実装する作業の改善ができる支援装置を開発した。

Keywords : 実装支援, プロジェクタ, ZigBee, 部品棚, はんだ付け作業, プリント基板.

1. 緒言

開発を行ったプリント基板実装支援装置の開発は、多品種少量生産のプリント基板の設計・試作を行う松永電子システム株式会社からの依頼で取り組んだ。要望先企業の現場では試作する基板の実装は、担当者が部品の準備から実装まで手作業で行っており、作業終了までに手間と時間を要するため、半田付け作業を支援する装置の開発が望まれた。この装置を学生達が主体となって企業テーマの開発課題として取り組んだ内容を報告する。



図2 要求仕様書作成のための装置外形検討風景

2. 仕様

4月中旬に要望説明のため、企業担当者に来校いただいた。その際に企業からの要望と事前に学生達が検討した質問事項について質疑応答を行った。その事前に検討した質問内容の記録一部を図1に示す。その結果、

め「フットスイッチモジュール」の5つの要素で構成した支援装置を開発する内容とした。検討結果から作成したCGによる完成イメージを図3に示す。

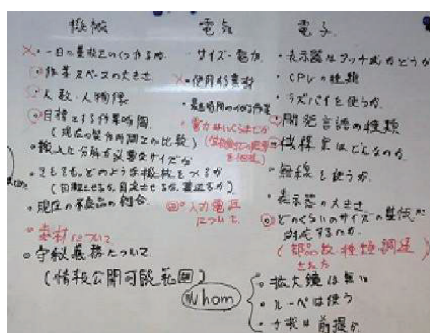


図1 ホワイトボードで検討した質問内容の一部

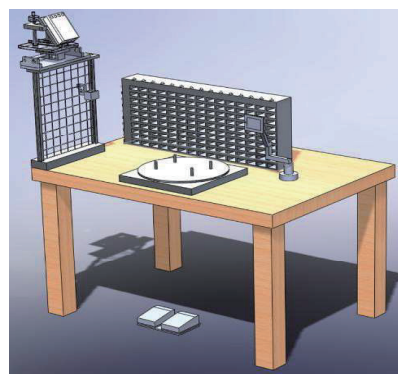


図3 要求仕様書作成時の完成イメージ

要望としては「はんだ付け作業の改善」「部品を探す作業の改善」「目視検査の改善」の3点を確認できた。これらの内容から約2か月の期間で6月に要求仕様書を作成した。この要求仕様書では企業からの要求を満たすため、図2に示すような段ボールで作成したモデルでの最適な形状と機器配置の検討を行った。その結果、プリント基板を固定する「基板台」、部品番号の表示や注意喚起を行う「表示器」、プロジェクタの設置とプロジェクタの照射角度を調整する「プロジェクタスタンド」、部品を収納する「部品棚」、工程を遷移指示のた

3. システム構成

支援装置は、使用者が装置の配置変更を容易にするために装置間の通信はIEEE 802.15 (Zigbee) に準拠したXBeeモジュールをATモードで使用した。全体のシステムブロックを図4に示す。5つの装置は表示器をシステムの中心である親機とした。基板台とフットスイッチは親機へデータを送信だけの子機とした。部品棚とプロジェクタスタンドは親機からデータを受信する

*1 生産電子情報システム技術科

*2 生産機械システム技術科

*3 生産電気システム技術科

だけの子機とした。各入力子機からの基板角度やはん
だ作業の工程遷移などの受信情報を基に、親機が各出
力子機に基板情報や部品情報などのデータを送信す
る。各装置間の通信形態は、ブロードキャスト通信を
採用した。

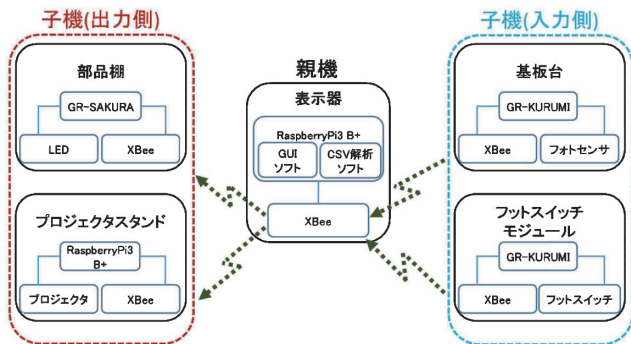


図4 システムブロック図

4. 支援装置の各装置について

前述のように支援装置は、5つの装置で構成されてい
る。それら5つの装置の外観を図5に示す。

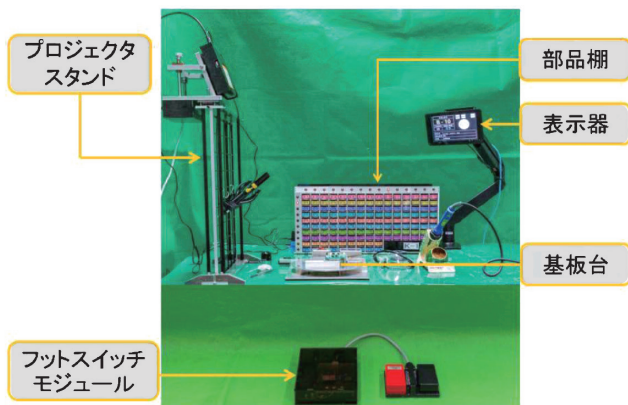


図5 プリント基板支援装置全体写真

4.1 プロジェクタスタンド 市販のプロジェクタを使用
して基板台に設置した基板の任意の場所に図6に示
すような光点を照射する。作業者はその光点の位置に
作業棚と表示器で提示された部品をはんだ付けする。
そのため通常ならば回路図やプリント基板のパターン
図で行う確認作業を行う必要なくなるため作業時間
を大幅に短縮することを可能とした。光点を照射する
プロジェクタは図7に示すようにスタンドの最上部に

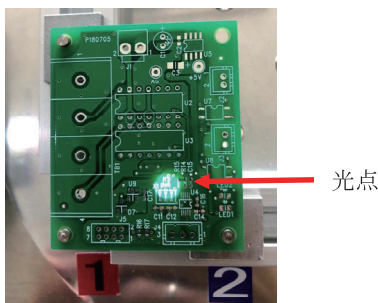


図6 プリント基板に表示された光点



図7 プロジェクタスタンド

設置した。照射角度や位置を微調整するための機構を
備えているので容易に調節することが可能である。ス
タンドの下側は工具入れを設置可能にした。

4.2 基板台 基板に実装する部品の向きは部品や取り
付け位置ごとに異なるためプリント基板を90°毎に回
転させる機構とそれに伴いプロジェクタの照射位置を
基板の位置に合わせる必要があった。そのため、プリ
ント基板を固定し、カム機構によって0°、90°、180°、
270°の4段階で容易に基板角度を位置決めできる基板
台を開発した。設計段階でカム機構の検討を行うため
に、図8、9、10に示すような試作装置を作成し、カム

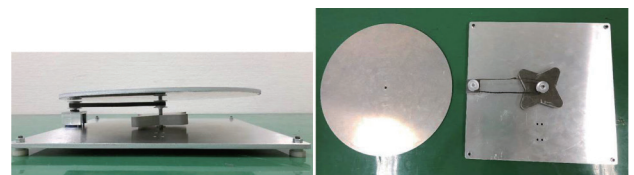


図8 試作基板台側面 図9 試作基板台内のカム

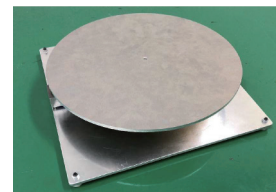


図10 試作基板台外観

の形状とばね定数を決定した。位置決めは図11に示す
様にバネの張力により基板台の位置を自動で合わせる
機構を採用した。基板台の角度検出には図12に示すよ

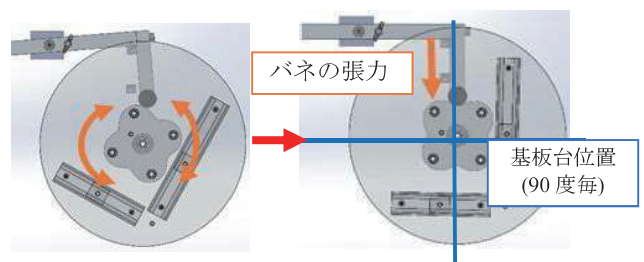


図11 カム機構位置決め機構

うな回転台の裏側を反射板として2個のフォトセンサでセンシングすることで基板台の角度の判別を行った。検知した角度データは親機である表示器を介して無線でプロジェクタスタンドへ送信し、現在の角度データにあわせた光点をプリント基板に表示することを可能とした。最終的に完成した基板台の外観を図13に示す。この図は企業から頂いた試作基板を実際に載せた状態の写真である。

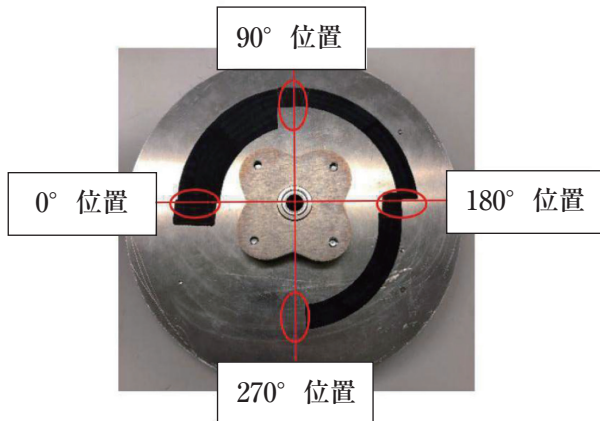


図12 回転台の裏

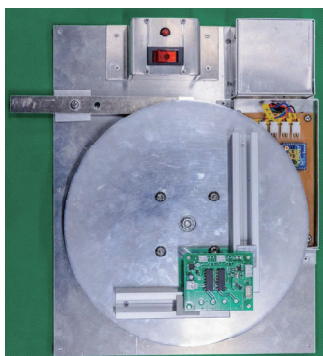


図13 開発した基板台

4.3 表示器 作業員へ基板に実装する部品棚の引出し番号、工程番号、部品記号、部品情報を伝える装置として表示器を開発した。この表示器はタッチパネルで作業員からの操作入力も可能とした。コントロール用のコンピュータは液晶背面に固定した。無線通信を行うため表示器のケースは金属にできないため3Dプリンタを使用してABS樹脂で製作した。この表示機は図14に示す様にモニターアームに固定されているので、作業員が任意の位置で表示器の閲覧、操作を行える。

4.4 部品棚 はんだ付けする部品を収納し、LEDで部品を収納している引出しの場所を指し示す装置である。作業員は点灯している縦列LEDと横列LEDの交差する引き出しから事前に収納しておいた電子部品を取り出し、はんだ付け作業を行う。引き出しは全部で138個の部品と大型の部品の引き出しに1~3個の合計で最大141個を収納可能とした。作業員のミスをなくすために引き出しには個別にアルファベットとナンバーが貼り付けられている。部品棚の背面にマイコンと無線モジュールを収めているため背面の部品はアクリル樹脂を使用した。

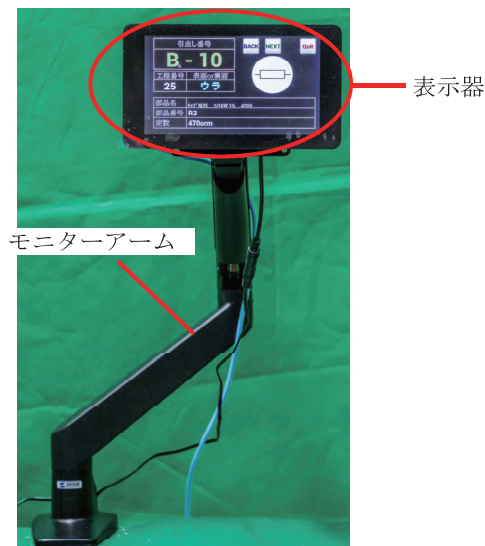


図14 表示器

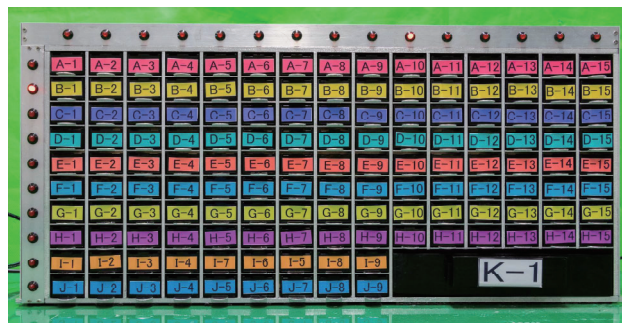


図15 部品棚

4.5 フットスイッチモジュール 作業員がはんだ付け作業時に両手を使わずに足で支援装置を操作する装置として開発した。黒スイッチは「作業工程を進める」、赤スイッチは「作業工程を戻す」指示を支援装置に送ることができる。スイッチの信号処理と通信を行う基板はケースに収め、踏み間違いなどから回路を保護するために図16に示すようにアルミの保護ケースの中に収めている。しかし無線通信に考慮してアルミケース側面は窓をあけた構造とした。

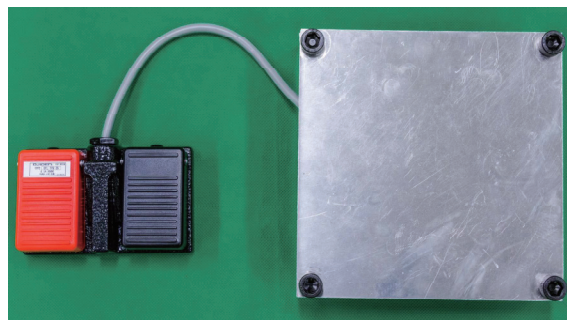


図16 フットスイッチモジュール

5. エクセル CSV 変換ソフト

5.1 作成の背景 本支援装置において、基板にはんだ付けする部品の座標データ、部品名などの部品データ

が必要となる。松永電子システム株式会社では、部品データをエクセルファイルの「部品表データ」、「座標データ」で管理している。しかし、本支援装置にデータを組み込む為には、CSV ファイルでなければならない。よって部品表データと座標データの各エクセルファイルを結合して、CSV ファイルに変換するプログラムを作成した。開発した VBA(Visual Basic for Applications)ソフトウェアの名称は「エクセル CSV 変換ソフト」とした。

5.2 ソフトの処理について 作成したソフトは、起動後のウィンドウのテキストボックスに「部品表データ」と「座標データ」のエクセルファイル名を入力し、「CSV ファイル作成」ボタンをクリックすることで処理を開始する。ファイル処理の動作の流れは、図 17 に示すように最初に二つのエクセルファイルを合成し、一つのエクセルファイルを作成した後に CSV ファイルに変換する。

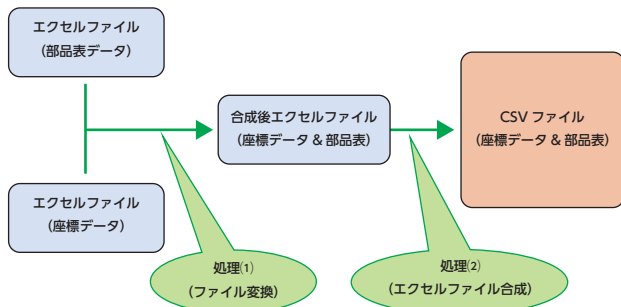


図 17 VBA の動作イメージ

6. 評価

6.1 評価方法 図 18, 19 に示すように実際に使用した使用者から定性的な評価として意見を集めた。定量的な評価としては新旧作業の時間や工数の比較を行った。また、松永電子システム株式会社の担当者にも実際に使用した評価を頂いた。

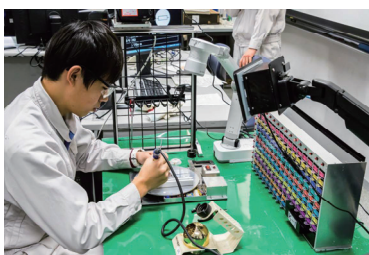


図 18 作業風景



図 19 手元部分

6.2 評価結果 2月初旬に実際に松永電子システム株式会社の担当者に支援装置を評価していただいた。使用後には4月に依頼された3つの要望に対する装置の評価点数を表1に示す。従来の手法より優れていると評価した場合は最大100点、変わらないと評価された場合は50点、以前より悪化していると評価された場合は最小0点の数値で点数化した。

表 1 評価点数

①はんだ位置を探す作業	90/100点
②部品を探す作業	75/100点
③検査の作業	95/100点

次に、松永電子システム株式会社の社員から頂いた意見を示す。

- ・プロジェクトで部品位置を照射するアイデアが良い。
- ・キャリブレーションの時間が短縮できると良い。
- ・部品位置がすぐに分かるので、従来と比較してかなり作業が容易になっている。
- ・企業側の提案が実現されており、満足している。

7. 改善点

松永電子システム株式会社からの意見と最終動作評価会で得られた意見を元に将来的に改善の余地があると考えられた項目を下記に示す。

- ・プリント基板に光点を表示するために必要なキャリブレーション作業の簡易化。
- ・基板の表裏を反転する際に表示器でより明確な注意喚起の表示。
- ・取り付け向きのある部品実装時にプリント基板に直接注意表示を行う機能の追加。
- ・DIP型電子部品に対応できるように部品棚の大型化
- ・支援装置全体の応答速度の向上。

8. 結言

プリント基板の実装を支援する装置の開発を行った。基本的に学生だけでプロジェクト管理を行った。必要であれば学生主体で会議を開き、問題解決を行った。結果的に課題実習の期間中に3科合同のグループ会議は23回実施した。そのうち要求仕様書を作成するために行った会議は11回である。仕様書作成にかなりの時間と労力を必要とした。依頼主である松永電子システム株式会社の担当者に装置の使用後の評価をいただいた結果、当初要望のあった3つの要件について高い評価を得ることができ、松永社長から感謝状を頂いた。最終的には開発課題の評価として「近畿ポリテクビジョン2019」の最優秀作品賞を受賞した。また「平成30年度総合制作実習及び開発課題実習の成果物に係る表彰」において特別賞を受賞した。これらの結果を残せた理由としては複数挙げられるが、最初の理由としてメンバーの中に依頼企業の社員がいたことで連絡を密にすることができたこと、次に個々の学生が努力したことは当然として、機械、電気、電子情報3科の各リーダーが高いコミュニケーション能力と責任感を持っていたこと、最後にグループ全体のメンバーに自由な意見を言い合える雰囲気と組織を構築したグループリーダー辰野君の力量であると考えている。

9. 謝辞

最後に開発の機会を与えていただいた松永電子システム株式会社に深く感謝いたします。

(2019年06月18日提出)

スマートアグリシステムの開発 -模擬水田の水位調整-

作 成一郎*1, 秋間紳樹*2, 庄林雅了*3

米農家は膨大な時間と労力を細かな水位や水温の調整で使っている。そこで、本テーマでは、水田の水管理にかかる労働時間の削減と用水量の無駄の低減を目的とし、情報端末からの閲覧と遠隔操作により水位調整を行うこととした。また、株式会社エイワットとの共同研究とし、単位科目である開発課題で行うことで、学生の訓練教育を行ったので報告する。

Keywords : 給水・排水装置, 水位・水温センサ, 水田, AWS, LoRa, サイフォン, 太陽光パネル。

1. 緒言

開発課題は、機械系や電気系、電子情報系の3科の学生がグループを形成し、1つのテーマに取り組む課題である。計画や設計、製作、試験、発表を学生自らが行うことで、製品開発の一連の流れを、グループワークを通じて実体験できる。なお、本テーマは、自然エネルギー事業をしている株式会社エイワット（以下企業）に在籍している本校の卒業生の提案により、共同で実施することにした。

稲作において水管理は毎日行い、細かな水位や水温の調整のために米農家は膨大な時間と労力を使っている[1]。そこで、農家が直接水田に出向くことなく、手元で水位・水温の状況が把握でき、遠隔操作で水位調整を行うことのできるシステムの開発に取り組んだ。

企業との調整の結果、本システムの開発は複数年実施する予定であり、2018年度の主な目標は以下の6項目とした。

- ① 模擬水田に適応できる給水・排水装置を製作する。
- ② サイフォン式給水装置を製作する。
- ③ ゲート式排水装置を製作する。
- ④ 模擬水田を製作し、製作物の評価環境を構築する
- ⑤ システム全体を100W以下の電力にし、電源はバッテリー、太陽光パネル、キャパシタとする。また省電力で広い範囲の通信を可能とするLPWA（Low Power Wide Area）である通信規格「LoRa」の通信モジュールを用いる。
- ⑥ 情報端末における水位等の表示および給排水の遠隔制御を可能にする。水位、水温、バッテリー電圧およびキャパシタ電圧を水位・水温センサで取得しクラウドサービスに保存するとともに情報端末に表示する。遠隔制御はタイマモード、手動調整モード、自動調整モード、手動モードの4つの方法により水位調整ができる。

2. 装置概要

図1に装置全体図、表1に装置仕様を示す。装置は

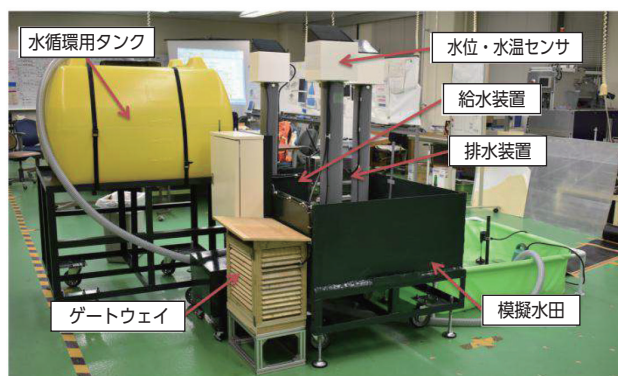


図1 装置全体図

表1 装置仕様

項目	内容
装置全体寸法 (mm)	3320(W)×2210(D)×1600(H)
装置全体重量 (kgf)	210
模擬水田の水田部分の寸法 (mm)	910(W)×1050(D)×420(H)
最大給水量 (l/min)	78
最大排水量 (l/min)	1350
用水路水位測定範囲 (mm)	30~370±10
水田水位測定範囲 (mm)	0~320±10
水田水位調整範囲 (mm)	0~320±20
水温センサ測定範囲 (°C)	-10~+85±0.5
バッテリー容量 (Ah)×2	115
バッテリー使用装置の消費電力 (W)	5
給水装置	9
バッテリー排水装置等	230
持続時間 (h) 給水装置	100
キャパシタ容量 (F)	400
キャパシタ装置の消費電力 (W)	0.5
キャパシタ持続時間 (h)	8
水位・水温センサのデータ送信間隔	排水装置側 10min, 水田・用水路側 1h

*1 生産機械システム技術科
(現 兵庫職業能力開発促進センター)

*2 生産電気システム技術科

*3 生産電子情報システム技術科

給水・排水装置、水位・水温センサ、模擬水田、水循環用タンク、および通信の中継を行うゲートウェイやシステム全体に電力を供給するバッテリーを格納するボックスで構成されている。これらの装置により模擬水田内の水位調整を行うことができる。

3. システム構成

3.1 概要 本システムでは、センサ値を受信し、情報端末に表示することや、情報端末から制御命令を送信し、給水・排水装置の制御ができる。水位・水温センサのセンサ値は、LoRa による通信によりゲートウェイに送り、無線 LAN 通信を通じてクラウドサービスに保存され、情報端末で表示する。

図 2 にシステムブロックを示す。実線矢印は電力に供給する流れであり、点線矢印は制御信号である。電力はバッテリーにより主に給水・排水装置やゲートウェイに供給する。水位・水温センサの電力は主に太陽光パネルとキャパシタにより供給する。

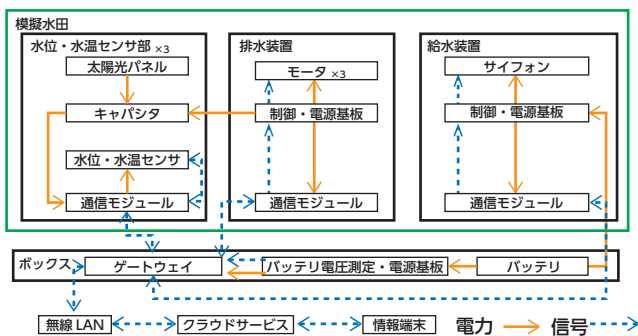


図 2 システムブロック図

3.2 模擬水田 図 3 は、各装置の実験や評価を確認するために製作した模擬水田の平面図である。

給水装置を動作させるために、用水路の給水口の水位を一定に保つため仕切りを用いた。これにより、タンクから用水路に流れる水は、水深 370mm に固定される。排水装置が動作すると、模擬水田の水が用水路に

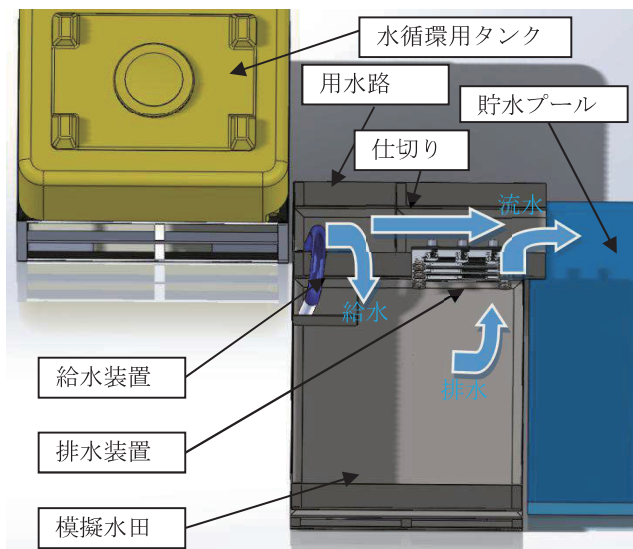


図 3 模擬水田概略図

排水される。排水は用水路を通り、貯水プールに溜まり、水中ポンプを用いて水循環用タンクへ戻し循環させる。水循環用タンクと用水路には高低差をつけてあり、水が貯水プールまで流れるようにした。水漏れ対策は、内側からコーキングを施し、防錆対策として、塗装を行った。

3.3 給水装置 電磁弁の切換えにより、水路液面下に設けたサイフォン管へエアタンク内の空気を圧送し止水させる。また、速度制御弁を使用し空気の使用を省力することで、コンプレッサの駆動時間を減らし、電力の消費を削減した。給水は電磁弁を切換え、管内の空気を大気へ排気させ通水させる。サイフォン管と空気圧回路を図 4 に示す。

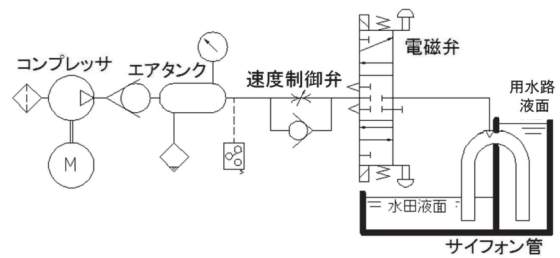


図 4 サイフォン管と空気圧回路

給水装置とゲートウェイ間の通信は LoRa による通信で、ゲートウェイからサイフォンをタイマ動作させるための制御信号を受信し、給水装置の制御部へ送信する。

電磁弁の制御には PLC (Programmable Logic Controller) を使用し、通信装置と PLC の通信には PIC (Peripheral Interface Controller) マイコンを使用した。通信装置からシリアル信号を受信し PIC マイコンを経由して、PLC に信号が入力される。PLC からは電磁弁の開閉を行う止水・給水信号が出力される。電源は給水装置内に設置した 12V のバッテリーを用いる。

3.4 排水装置 全体図は図 5-(a)の通りであり、モータを回転させることで、開口部にあるゲートがスライドし排水する。ゲートは 3 段構造になっており、上段・中段・下段のゲートを横方向にスライドすることで、排水量を調整できる。状況に応じて稼働させるゲートを選択することによって水位調整ができ、雨天での増水時に水が溢れることも防止できる。排水装置とゲートウェイ間の通信は、給水装置同様に、LoRa を使用した。ゲートウェイから、モータをタイマ制御させるための制御信号を受信し、排水装置の制御部へ送信する。

ゲート開閉操作は、遠隔制御によるものと通信障害が発生しても操作できるように制御ボックスに設けた押しボタンスイッチによるものがある。モータドライブ基板と通信基板を入れた制御ボックスを図 5-(b) に示す。

3.5 水位・水温センサ 水位・水温センサは、水田と用水路における水位と水温を計測するものである。概略図を図 6-(a) に示す。

図 6-(b) は製作した水位・水温センサを示している。水位センサは赤外線方式を使用し、フロートに取り付けた反射板との距離を計測し、水位の値を取得する。

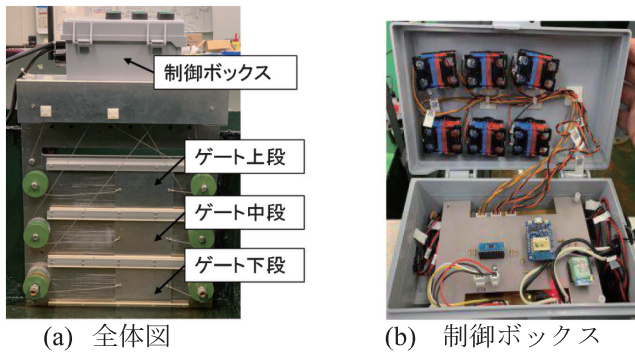


図5 排水装置

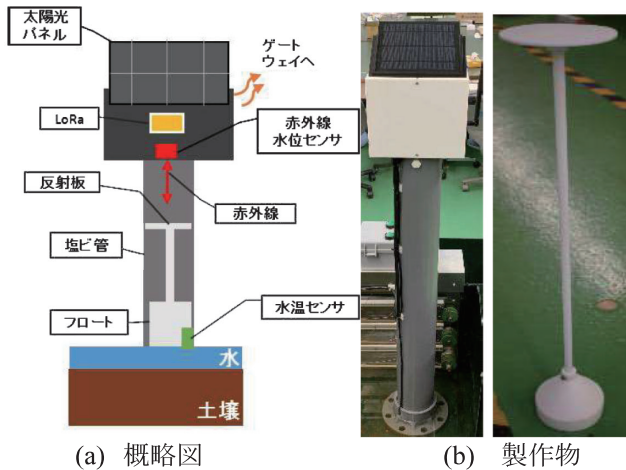


図6 水位・水温センサ

赤外線による水位測定を行った理由は、非接触型であり、接触型と比べ水や土による汚れによる誤動作が少ないためである。ただし、赤外線は太陽光などの外乱光により、測定が正確に行えないために塩ビ管を使用している。フロート機構を採用した理由は、赤外線が水田の水面に届く前に、塩ビ管のふちに当たり、水位の測定ができないためである。また、水温センサは、デジタル型温度センサを使用している。

水位・水温センサは、用水路側、水田内の排水装置側と対角線上（以下、水田側）に設置する。排水装置側の水位・水温センサは、通信回数が多く、消費電力が大きくなることを想定し、バッテリーで動作をしている。したがって、バッテリーからの電力を取得しやすい排水装置の近くに設置する。

水位・水温センサとゲートウェイ間の通信は、給水・排水装置同様、LoRaを使用し、水位、水温、キャパシタの電圧の測定値を、ゲートウェイへ送信する。ゲートウェイへの送信間隔は、排水装置側が10分に1回、用水路側と水田側が1時間に1回の送信である。排水装置側の送信間隔を短くしている理由は、水位を自動で制御する際、1時間に1回の送信では、データが古く水位測定に影響がでるためである。

電源部分は省電力であるということから太陽光パネルを採用した。晴天時は太陽光パネルで発電し、センサに電力を供給しながら、キャパシタに充電する。夜間・悪天候時はキャパシタ充電した電力をセンサに供給する。また、予備電源として電池とバッテリーからの電力を供給できるようにした。

3.6 ゲートウェイ ゲートウェイは、Raspberry Pi 3 Model B+®（以下RPI）でLoRaの通信モジュールを制御し、各装置へデータの中継している。水位・水温センサから受信した値は、JSON（JavaScript Object Notation）フォーマットに変更し、Wi-Fiでインターネットに接続後、クラウドのデータベースに保存される。同時に、A/Dコンバータを用いてバッテリー電圧を測定し、クラウドのデータベースに保存する。また、情報端末から送られてくる制御信号は、インターネットからWi-FiでRPIに接続後、給水・排水装置に送信される。

電源は12Vのバッテリーを使用する。電力の供給先は排水装置のモータ制御回路、水位・水温センサである。RPIの電源はUSB電源モジュールによって5Vに変圧し供給している。

ゲートウェイの通信モジュールなどの装置や、バッテリーを木製ボックスに格納した。気温や環境にも左右されにくく、通気性が高いため、ゲートウェイ内の機器の発熱を防ぐことができる。内部は2段構造であり、上段にはゲートウェイの各機器、下段にはバッテリーが搭載される。木材には防水・防腐塗装を施しており、継ぎ目はコーキングを用いて防水対策をしている。

3.7 クラウドおよび情報端末 クラウドサービスはAWS (Amazon Web Services) を用いており、データベースはAmazon DynamoDB、センサ値の保存はAWS IoTを用いる。AWSの構成は図7のようにサーバレスで行った。アプリケーションの動作回数等で課金されるサーバレスであるため、本環境の規模においては、無料枠内で運用可能である。

ログインページでユーザ名とパスワードを入力するとAmazon Cognitoのユーザープールと照合して、正しければログインできる。情報端末のWebブラウザで表示するJavaScriptファイルはAmazon S3に保存し、Amazon API Gatewayで公開する。AWS Lambdaはクラウド内で動作させる関数である。CloudWatchはAWS Lambdaを一定間隔の時間で起動するために用いる。センサ値をAWS IoTに送信するゲートウェイとAWS IoTへの通信には通信プロトコルであるMQTT(Message Queuing Telemetry Transport)を用いる。また、通信内容をTLS (Transport Layer Security) を用いて暗号化することによりセキュリティを強固にしている。

ログインページでログインをすると、水位や水温、キャパシタ電圧、バッテリー電圧を表示するグラフページに遷移する。グラフページでは、Amazon DynamoDBから必要なデータを取得し、情報端末のWebブラウザに返信してグラフを表示する。図8に水位と水温のグラフを示す。初期状態では最新から6件の情報を表示する。画面上部のセレクトでセンサの場所とグラフの種類を選択できる。更新ボタンで最新の情報に更新が可能である。

画面左の矢印で前の6件のデータを表示する。画面右の矢印で次の6件のデータを表示する。画面下部のセレクト群で日時を選択してその時刻以前の6件を取得して表示する。また、水門操作ページを押下すると水門操作ページに遷移する。

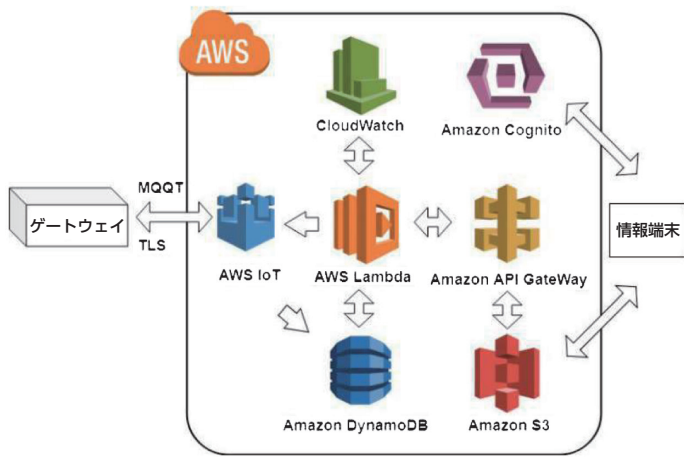


図7 AWSの構成図

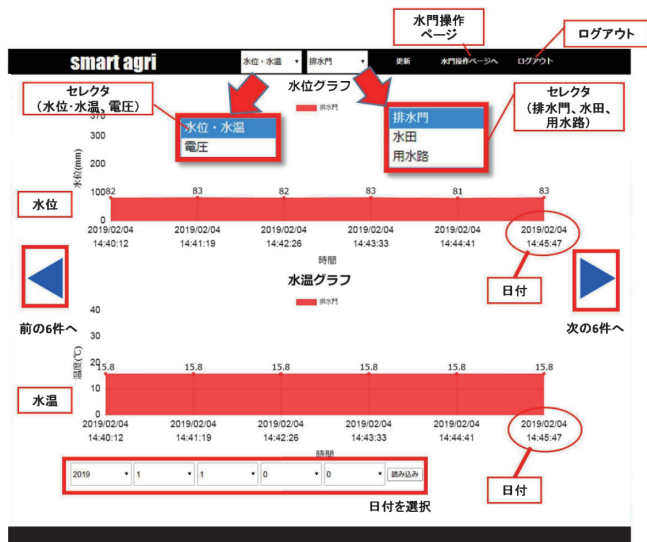


図8 水位・水温のグラフページ

水門操作ページで操作できる給水・排水装置の制御の方法はタイマモード、手動調整モード、自動調整モード、手動モードの4つのモードがある。タイマモードは給水装置や排水装置の開閉を指定した時間だけ行うモードである。指定できる時間は1秒から998秒である。手動調整モードと自動調整モードは排水装置の近くに配置されている水位センサから送信された水位を閲覧しながら給排水を行う。手動調整モードは、ユーザが情報端末の水位を閲覧し、調整したい水位に1回だけ水位調整を行うモードである。自動調整モードは調整したい水位を設定し、10分間ごとに指定した水位に自動的に調整を行うモードである。手動モードは排水装置の上段・中段・下段の開閉と給水装置の給水・止水を行えるモードである。

排水装置のゲートの開き方は上段・中段・下段の順に開閉し、閉じ方は下段・中段・上段の順に閉じていく。排水装置の各段にはリミットスイッチが2個付いており、そのリミットスイッチで開閉状態がわかるようにしている。排水装置での排水方法は特定の水位から10mm減らす方法である。用水路側の水位を370mmで保った状態にして給水装置から給水するとはじめの10mmを給水するために42秒かかり、その後24秒ごとに10mmずつ水位が上昇していく。

4. 動作の検証

2月時点において各装置の製作を終えたことから動作検証を行い以下の結果を得た。

- ① 給水装置が給水動作を始めてから42秒で10ℓ給水できた。このとき水位は10mm上昇した。その後24秒程度で水位が10mmずつ上昇していく。
- ② 模擬水田や給水装置からの水漏れはなく、排水装置からの漏れは0.4ℓ/minである。これは、想定した実際の水田の大きさに対して少量であり、問題はない。
- ③ 水位計測誤差は±10mm以内である。また、情報端末で水位・水温の閲覧ができる。
- ④ 太陽光発電により水位・水温センサに電力を供給しながらキャパシタを充電できる。また、400Fのキャパシタで8時間動作させることができた。
- ⑤ 給水装置の消費電力は9Wであり、排水装置や水位・水温センサの消費電力は5Wである。システム全体の消費電力は14Wである。バッテリー容量が115Ahであるため給水装置は100時間であり、排水装置は230時間程度動作させることができる。

5. 結言

2018年度の主な目標である、模擬水田に適応できるサイフォン式給水装置やゲート式排水装置、評価用模擬水田、水位・水温センサを製作した。さらに、水位・水温の測定値をクラウドサービスに保存し、情報端末において測定データの閲覧および遠隔制御を行うシステムを開発し、目標を達成することができた。

なお、企業からは以下のご意見をいただいた。

- ① 給水装置の水の流れを確認できる機能を付加する。
- ② 最新の水位、水温、キャパシタ電圧、バッテリー電圧がひと目で確認できる画面にする。
- ③ 排水装置の安全対策を施す。

2018年度は、本テーマが1年目であることから、要件定義の洗い出しに時間を多く費やしたことや成果物の構成要素が多く、工数が人員に対して過剰であったため、設計や製作、評価の時間に余裕が無く、安全対策など要件の洗い出しの際に抽出した事項が実現できなかった。今後は、要件定義の検討期間の短縮や工数の軽減を行うように指導していく。

最後に、共同研究と共に学生の教育に寄与していただきました株式会社エイワットの皆様に深く感謝いたします。

文献

- [1] 千葉県担い手支援課 米農家の夢 ～従業員にも快適なこめづくり～
http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_event/attach/pdf/dream3-1.pdf 参照: 2018.4.18.

(2019年6月28日提出)

アスパラガス収穫ロボットの開発 — 試作2号機の設計・製作 —

望月隆生*1, 宮武正勝*2, 矢口博道*3, 三浦透*4, 川本達郎*4
 城島尚己*4, 武田拓実*4, 森健士郎*4, 山添伸也*4, 名田圭太*5
 小櫻雄貴和*5, 酒井淳史*6, 北河孝基*6, 久喜涼平*6, 西村滉太郎*6

アスパラガスの生産において収穫の自動化が望まれていることから、昨年度からアスパラガス収穫ロボットの開発を行っている。本開発課題では昨年度に引き続き、ロボットの機構や画像計測アルゴリズムを検証するための試作2号機を設計・製作した。ロボットは、対象となるアスパラガスの長さや空間座標を算出する画像計測処理と、指定された位置へロボットハンドを移動させ、アスパラガスの切断・把持を行うロボットアームで構成されている。本年度開発した2号機は、昨年度の1号機の問題点を大幅に改善することに成功した。なお、本テーマは株式会社パシオスから提供されたものである。

Keywords : アスパラガス, 収穫ロボット, 画像計測, ロボットハンド, ロボットアーム。

1. はじめに

アスパラガス収穫を自動化したいというニーズが高いことから、昨年度よりアスパラガス収穫ロボット（以下、ロボット）の開発に取り組んでいる。しかし開発した試作1号機は重量が重いこと、精度が低いこと、画像計測が遅いこと等の改善すべき点があった[1]。そこで本開発では軽量化、動作精度の向上、処理の高速化、計測精度の向上を図ることを目的とし、ロボットの試作2号機の設計・製作を行った。なお、本テーマは株式会社パシオスから提供されたものである。

2. 仕様

開発するロボットはアスパラガスの位置と長さを計測する画像計測、アスパラガスの切断と把持を同時に行えるロボットハンド、アスパラガスの位置までロボットハンドを移動させるロボットアームで構成されている。ロボットの仕様を表1に示す。

3. ロボットシステム

3.1 システムの構成 システムブロックを図1に示す。シングルボードコンピュータ（以下SBCと称する）であるRaspberryPi 3B+を3台使用した。また各SBCは

表1 ロボットの仕様

本体寸法	W:1000mm, H:720mm, D:800mm
電源	AC100V・750W
重量	50kgf以下
ストローク（各軸）	X:500mm, Y:100mm, Z:700mm
移動速度（各軸）	X:100mm/s, Y:100mm/s, Z:300m/s

*1 生産電子情報システム技術科

*2 生産機械システム技術科

*3 生産電気システム技術科

*4 生産機械システム技術科2年生（平成30年度）

*5 生産電気システム技術科2年生（平成30年度）

*6 生産電子情報システム技術科2年生（平成30年度）

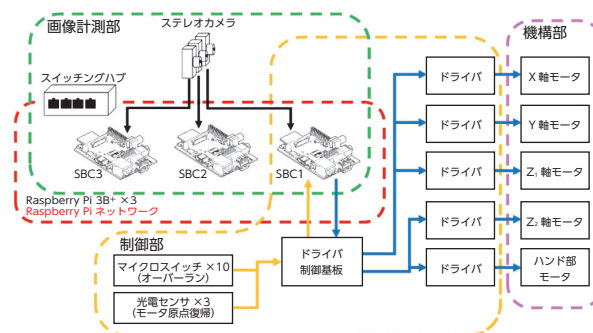


図1 システムブロック図

LANで接続することでデータを転送し、最大12コアで並列処理を行うことで計測時間の短縮を図った。

3台のカメラ（以下ステレオカメラと称する）はそれぞれのSBCに1台ずつ接続されている。

SBCの制御信号はドライバ制御基板を介してドライバに入力され各モータを駆動する。また各センサの信号もドライバ制御基板を経てSBCに入力される。

3.2 機構部 ロボットはロボットハンドと、ロボットアームで構成されている。ロボットの全体像を図2に示す。

(1) ロボットハンド

切断部はハサミ型機構を採用した。切断用の刃は市販のステンレスカッター刃を使用し、取り替え可能とした。切断部の変更に伴い把持部の変更も行った。

(2) ロボットアーム

ロボットアームの機構は直交3軸型である。各軸はボールねじとリニアガイドによる直動機構とした。

Z軸は、畝の幅（700mm）をカバーするストロークを確保すると共に、収縮時に畝間の通路（800mm）内に納める必要があることから伸縮を2段構成（Z₁軸、Z₂軸）とした。Z軸の機構を図3に示す。

3.3 画像計測部 計測カメラを3台にすることにより、近距離計測と遠距離計測にそれぞれ最適化した2組のステレオ画像を撮影し、計測精度の向上を図った。

カメラ画像のレンズひずみを補正する処理を実装し

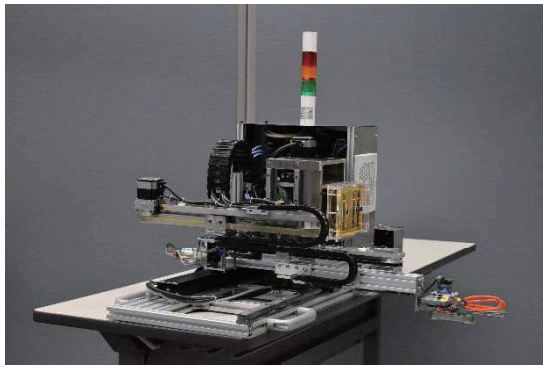


図2 ロボットの全体像

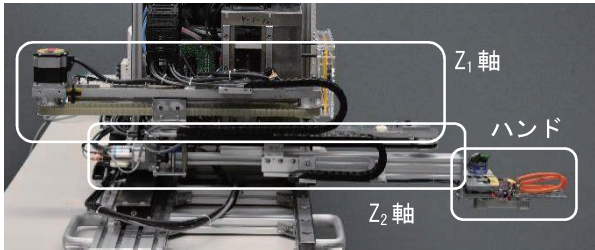


図3 Z軸機構（伸長時）

た。ひずみ補正に必要なパラメータはキャリブレーションによって求めた。

奥行情報を有する視差をステレオ画像から求めるためにステレオマッチング[2]を用いた。ステレオマッチングはカメラに写るアスパラガス以外の物体の視差も算出するため、バックプロジェクション[2]を利用してアスパラガスの視差のみを抽出した。

視差等からアスパラガスの3次元空間上の座標を算出する。

3.4 制御部 制御部は画像計測部で計算されたアスパラガスの空間座標からロボットハンドを移動させるために必要な各軸のモータの操作量を計算し、制御する。各軸はX軸、Y軸、Z₁軸をステッピングモータで、Z₂軸、ハンド部をDCモータで制御している。また、各モータはドライバを経て制御している。

(1) モータ制御

ステッピングモータは加減速制御することで、より高速な動作を行えるようにした。DCモータはPWM制御により適切なトルクとなるよう調節している。

Z軸は、収穫対象アスパラガスまでの距離が300mm未満の場合はステッピングモータ駆動のZ₁軸のみで制御し、300mm以上の場合はDCモータ駆動のZ₂軸も併用で制御し、対象まで移動する。

各軸には原点を検出する光電センサとオーバーランを検出するマイクロスイッチを取り付けた。

(2) 安全装置

動作中の機構に強い外力が加わると、ステッピングモータが停止し、非常停止状態になる。

4. 評価

4.1 計測時間 カメラ撮影後からロボットが動き出すまでに要した時間を図4に示す。1号機は60秒を要していたが、2号機は15秒で処理を終え、計測処理を高速化することができた。

4.2 動作時間 画像計測処理終了後から1本目のアスパラガスを収穫し終わるまでに要した時間を図5に示す。1号機は73秒を要していたが、2号機は20秒で1本目の収穫することができ、機械的な動作速度を高速化することができた。

4.3 計測誤差 カメラで評価用ターゲットを撮影し、画像計測処理をした位置と評価用ターゲットの実際の位置での偏差のRMSを図6に示す。X軸の誤差は1号機が約14mm、2号機が約1mmであった。Z軸の誤差は1号機が約24mm、2号機は約4mmであった。Y軸は昨年度未測定ため比較できていないが、計測できた軸は全て精度を向上させることができた。

4.4 動作誤差 評価用ターゲットを画像計測処理した後、ハンドを移動させ、ハンドと評価用ターゲットとの間の距離を図7に示す。1号機は約26mmの誤差であったが、2号機は約9mmの誤差にすることができ、精度の向上が確認できた。

4.5 重量 1号機の装置の重量は65kgfであったが、2号機の装置の重量は40kgfに軽量化することができた。

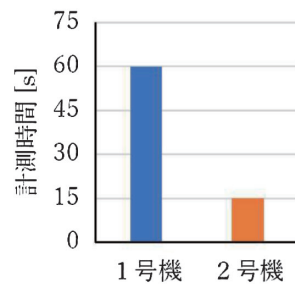


図4 計測時間

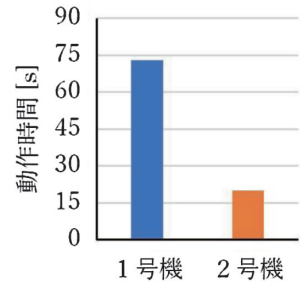


図5 動作時間

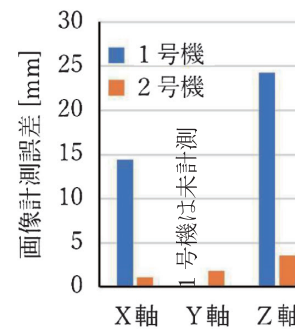


図6 計測誤差

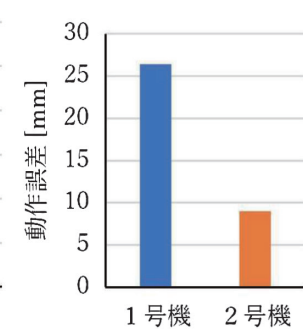


図7 動作誤差

5. おわりに

アスパラガス収穫ロボットの試作2号機を開発した。開発したロボットは、試作1号機と比較して装置の軽量化、動作精度の向上、処理の高速化、計測精度の向上を実現し、大幅な改善に成功した。

文献

- [1] 谷瀬雅和・ほか9名：“総合製作実習・開発課題実習報告書”，pp.106-107，近畿職業能力開発大学校，2017。
- [2] Gray Bradski, Adrian Kaebler：“詳解 OpenCV”，pp.211-216,423-426，オライリージャパン，2012

(2019年06月01日提出)

開発課題『接客ロボットの製作』を通しての指導方法

勝田 勉*1

平成30年度の開発課題として、平成27年度から取り組んできた「接客ロボットの製作」を継続テーマとして指導を担当した。学生にとって開発課題は1年間の取り組みであるため、継続テーマとして実施する場合は、前年度より改善された目標を立て成果を上げる必要がある。その指導内容と今年度の成果について報告する。

Keywords : ファミリーレストラン, ロボット, TF-2MD3-R6, NUC, ROS.

1. はじめに

平成27年度に開発課題として実施した「接客ロボット」[1]を平成28年度から平成30年度にかけて、継続テーマとして実施してきた。平成27年度にコンセプトとして掲げた「親しみの持てる接客ロボット」を継承し、長く継続できるテーマとして平成30年度も指導員テーマとして起案した。

学生にとって継続テーマは、お手本があり計画が立てやすい反面、前年度を超える成果が求められる難しさもある。指導員にとっては、唯一人の経験者でありテーマの伝承者であるが、これまでの失敗や改善点をいつの時点で学生に教えるかが、学生への教育とプロジェクトの成功の両天秤となり悩みどころである。

本稿では、平成29年度と平成30年度の指導内容と成果について報告する。平成28年度については、平成28年度の「接客ロボット」[2]を参照されたい。

2. 計画フェーズ

平成28年度からは、開発課題スタートから6月末までの2ヶ月間を計画フェーズとして、実施した内容を「開発計画報告会」の名称でレビューを行っている。計画フェーズで実施すべき内容は、別途1年次に開講している「創造的開発技法」の中でPMBOKに準じたプロジェクト計画を学習している。

下記6項目を開発課題で実践し、最終成果として仕様書とWBS、ガントチャートを作成させ、以降のフェーズの進捗管理が行えるようにしている。

1. コンセプトの明確化
2. 最終目標と動作イメージ
3. 仕様書作成
4. 運用想定
5. 構想設計
6. スケジュール作成

2.1 コンセプトと最終目標の設定 コンセプトは「親しみの持てる接客ロボット」を継承している。具体的な仕様やチャレンジする目標については、学生達で都度決定している。平成29年度は、ファミリーレストランでの想定は継続するものの、ROS[3]を使用した精度の高い客席案内を目指した。平成30年度は、活躍の場をファミリーレストランから大学校の図書館に変更し、本の運搬機能を追加した。

2.2 仕様書の作成 製作する具体的な仕様は、前年度の仕様を参考に作成し文書化した。表1に平成29年度と平成30年度の主な仕様を示す。

表1 平成29年度と平成30年度の主な仕様

	平成29年度	平成30年度
高さ	1200mm	1425mm
幅	478mm	660mm
奥行	630mm	630mm
重量	50kgf	70kgf
最高速度	4km/h	4km/h

平成29年度は、これまでと大差の無い大きさだったが、平成30年度は、本を運ぶ機能や手で本を持つ機能などを追加した事により、大きさも重さも増加する結果となった。

2.3 運用想定 平成29年度は、平成28年度に引き続き、大学校の食堂をデモンストレーションの場として、平成28年度に実現できなかった「お客様のテーブルへの案内機能」を最優先課題として取り組んだ。

一方、平成30年度は、図1に示すように大学校の教室を図書館に見立てて、ポリテックビジョンでデモンストレーションすることを目標として設定した。

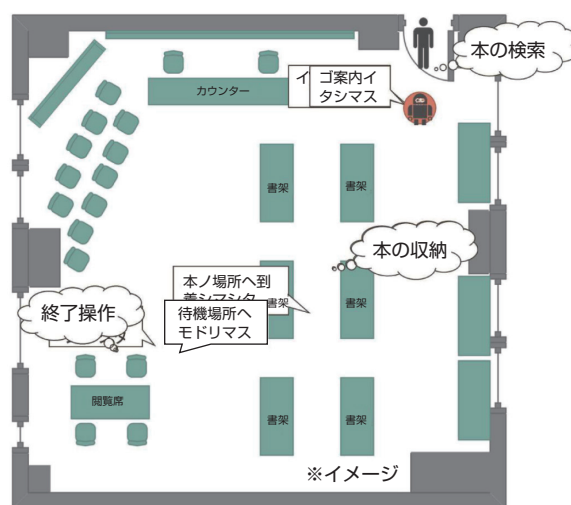


図1 ポリテックビジョンでのデモ想定

*1 生産電気システム技術科

2.4 構想設計とプロジェクト計画 これらの運用想定をもとに実施に向けた構想設計を行い、具体的な作業に向けてプロジェクト計画を策定する。学生にとってプロジェクト計画は、授業で習っている一から実践するのはかなりハードルが高く手探り状態である。幸いにも前年度のWBSと実績表があるため、それらを参考に作成する。

やはり継続テーマでは、前年度製作した製作物を確認したり、改善点を洗い出したり、作成する資料を参考にしたりと学生へのメリットはかなり大きい。

3. 実行フェーズ

実行フェーズでは、各科で別れた作業が多くなるため、週の初めに全体会議としてプロジェクトメンバー全員が集まり進捗と課題の報告を行う。週末に各科のリーダーと指導員が集まり、課題の方向付けを行うといったプロジェクト運営を行っている。プロジェクトリーダーは、都度、参加者に連絡を入れることにしている。

3.1 機械科の設計内容 平成29年度の機構部の全体構成図を図2に示す。駆動部は平成28年度から使用しているタイヤ付きアウトロータ型のブラシレスDCモータを使用している(図3)。

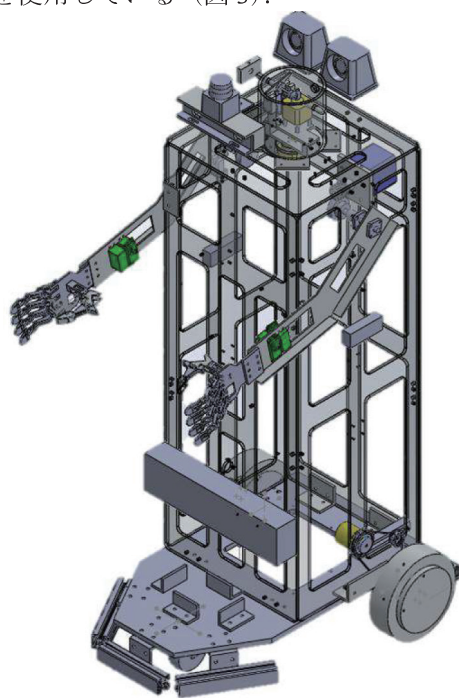


図2 機構部の全体構成図 (H29)



図3 タイヤ付きモータ

機構部で平成29年度に大きく変更した点として、次の2点が上げられる。

1点目は首や肩の回転用モータに、これまでのRCサーボモータからステッピングモータを使用し、電源供給を遮断しても頭や腕が自由落下しないようにウォームギアを使用した。図4に首上下部の機構構成図を図5に肩回転部の機構構成図を示す。

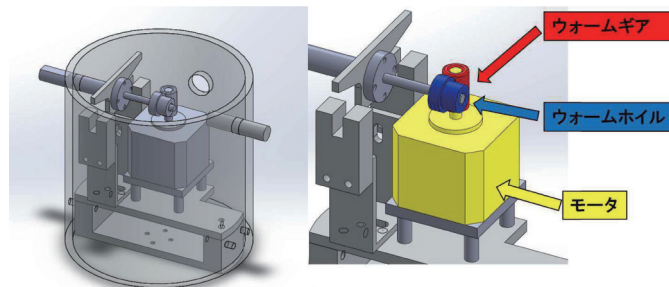


図4 首上下部の機構構成図

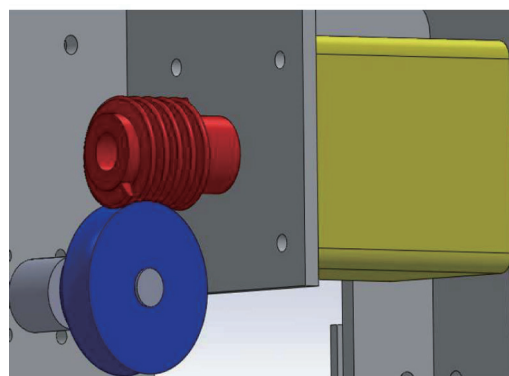


図5 肩回転部の機構構成図

機構部の改善点の2点目は、コップを把持する手を5本指で構成している(図6)。指の動作は、親指用のRCサーボモータとその他4本の指をまとめて動かすRCサーボモータの2つを使用している。



図6 コップを指で把持の様子

平成30年度は、活躍の場をこれまでのファミリーレストランから図書館に変更し、重い書籍の運搬機能を追加したため、図7に示すようにこれまでより重厚な構成となった。特に、背面に10kgまでの本を搭載し運搬する構成を取った。

図8に背面の本収納部の構造を示す。動滑車を使用して、ストロークの異なる本収納部の扉と底板部が1つのモータで動作するように設計している。

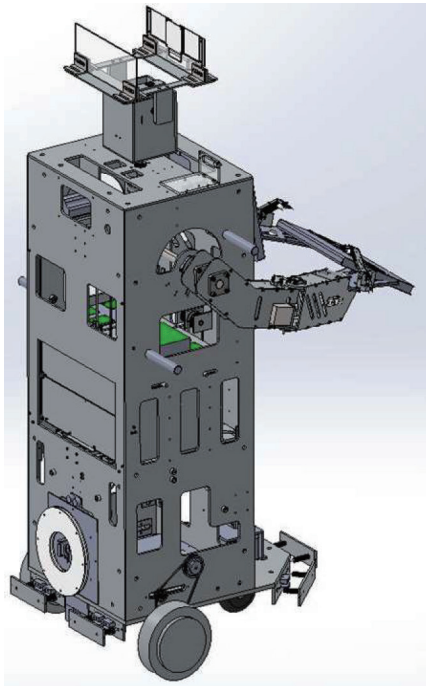


図7 機構部の全体構成図 (H30)

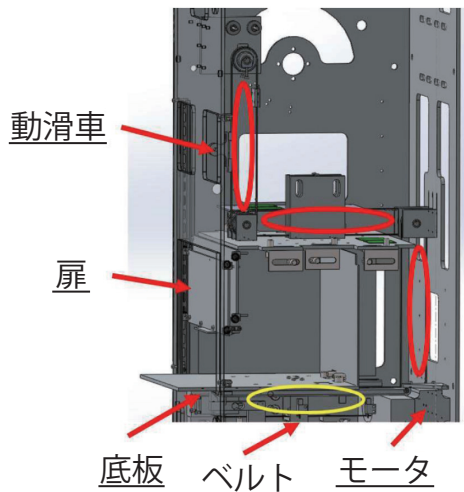


図8 背面の本収納部

また、肘部には内側に25度回転できる肘関節を追加し、500gまでの本の受け渡しを可能とした(図9)。

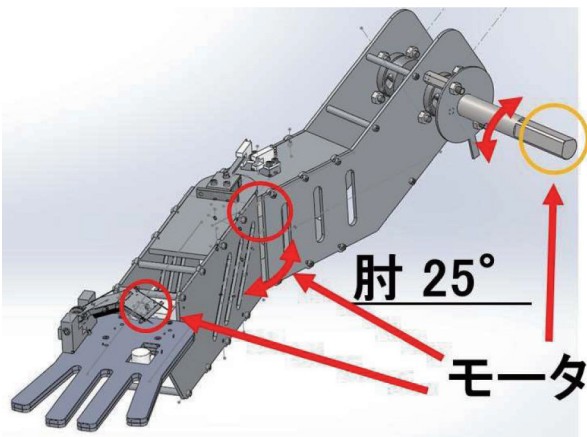


図9 腕の構成図

3.2 電気科の設計内容 平成29年度のシステム構成図を図10に示す。ハードウェアのシステム構成は、平成28年度から使用しているNUC[4]をメインCPUとし、モータの駆動やセンサの情報をPICマイコンで制御するといった構成を踏襲している。

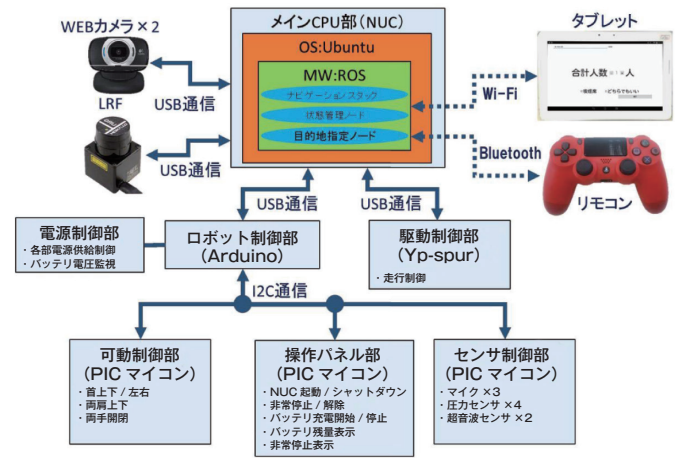


図10 システム構成図(H29)

大きく変更したのは、NUCに搭載するOSを平成28年度のWindows7からUbuntu16.04に変更しミドルウェアにROSを使用した事によるものである。更に、平成28年度は、Windows7のアプリケーションソフトウェアを全て電子情報科の担当としていたため、電気科がハードウェア部の動作テストを単独で行う事が困難であった。そこで、平成29年度からは、基本動作の確認を、離れたところからBluetoothを使用したリモコンで操作できるようにハードウェアのプラットフォーム化を図った。これにより、個々のマニュアル動作をゲームパッドで動作確認まで出来るようになった。このプラットフォーム化を電気科が担当し、UbuntuとROSのインストールからファームウェアの設定までを電気科が担当し、電子情報科はファームウェア上で動作するアプリケーションソフトに専念する担当分担とした。

ロボットを動作させるための可動制御部やセンサ制御部を統括するロボット制御部のマイコンは、これまでのPICマイコンからArduino[5]に変更した。これはROSがArduinoとの通信ライブラリを標準でサポートしており、ArduinoとNUCをUSB接続することでROSのノードとして認識され、メッセージ交換(ROSではトピックと呼ばれる)が容易に実現できる。

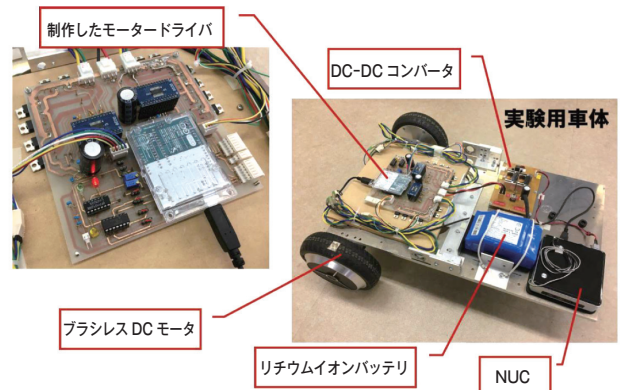


図11 駆動部の改善と実験用車体

また平成 28 年度から使用している、走行用のブラシレス DC モータドライバ TF-2MD3-R6[6]は ROS 対応のノードを提供しており、ソフトウェアのドライバ YP-Spur と共に平成 28 年度の Windows7 から Ubuntu 対応に移行した。

一方、自作のモータドライバを製作し図 11 に示す実験用車体に搭載して ROS との動作確認を行った。ROS 経由でのリモコン走行は実現できたものの、ロボット本体に搭載するには至らなかった。

3.3 電子情報科の設計内容 電子情報科の担当者数が、平成 28 年度が 7 名だったのに対し、平成 29 年度は 3 名と激減したことで、設計方針を「つくりたくないソフトウェア」とし、如何にコーディングせずにパッケージソフトを活用するかに重きを置いた。その一環として、ROS の使用を前提として、「ファミリーレストランでの席案内」を完成させることを最優先課題に設定した。

ROS ではナビゲーションスタックと呼ばれるメタパッケージが利用でき、指定された地図上の目的地に障害物を回避しながら走行する AI ソフトウェアが準備されている。メタパッケージとはパッケージが複数集まったアプリケーションであり、パッケージとはノードが複数集まったプログラムである。ノードは単独で実行できるプログラムであり、大規模なソフトウェアも小さなノードの集合として構築できることが ROS の大きな魅力である。

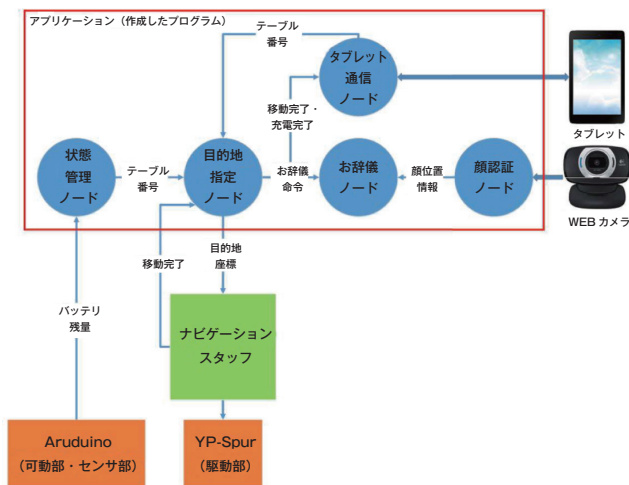


図 12 アプリケーション構成図

図 12 が、平成 29 年度に作成したアプリケーション構成図であり、高度な AI ソフトを使用している割には小規模なコード作成で実現している。その大部分が図 13 に示す、ROS のナビゲーションスタックとして準備されている。コードは準備されているものの、個々のロボットに適合させるためのパラメータは膨大な量であり、その最適値を探るのに多くの時間を要した。

しかしながら、ROS にはシミュレーション用のツールも豊富で、実動作が困難な状況やハードウェアが準備されていない時点では、Gazebo や RViz を使用した GUI 上で繰り返し動作確認とパラメータ調整を行った。それらの詳細と動画は、本校のホームページを参照[7]。

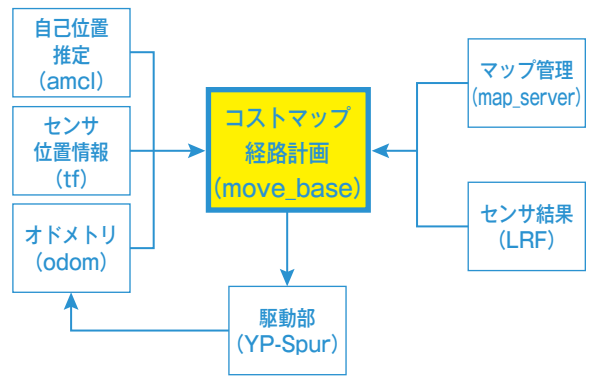


図 13 ナビゲーションスタック構成図

4. 成果と課題

4.1 これまでの成果

- ① 平成 29 年度に ROS を導入できたことで、ソフトウェアの作成を激減することができ、活躍する場にカスタマイズすべきアプリケーションソフトの作成に専念することが出来るようになった。
- ② ハードウェアをプラットフォーム化することで、アプリケーションと単体動作の確認を分離することが出来るようになり開発の効率が上がった。
- ③ ウォームギアの搭載により電源断でも腕が落下する事が無く、機構的にも年々改善が出来る。

4.2 今後の課題

- ① バッテリーで動作するロボットには自動充電が必須であるが、動作を優先するため未だに自動充電が完成されていない。
- ② 障害物検出に 2 次元の LRF を使用しているが、3 次元での検出やカメラによる人を含む物体認証が必要となる。

5. おわりに

平成 27 年度に学生起案のテーマとしてスタートした本テーマの「接客ロボット」も、既に、4 号機の完成を見た。これまで開発に携わった学生が 57 名となり、指導員も 7 名となった。1 号機から継続して担当している者としては、これまで担当された方々に心から感謝すると共に、本テーマが終了することなく年々進化させ、後輩の学習教材になることを目指していく。

文献

- [1] 勝田勉: 近畿能開大ジャーナル第 24 号, pp.47-50, 2016.
- [2] 勝田勉: 近畿能開大ジャーナル第 25 号, pp.78-81, 2017.
- [3] ROS <http://wiki.ros.org>
- [4] NUC <https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/products/boards-kits/nuc.html>
- [5] Arduino <https://www.arduino.cc>
- [6] TF-2MD3-R http://t-frog.com/products/motor_driver/
- [7] 接客ロボットの開発課題 公開ページ <http://www3.jeed.or.jp/osaka/college/file/SROB/2017/SROB17-0.pdf>

(2019 年 6 月 14 日提出)

海洋ロボットの開発

井上 隆*1, 椿 博敏*2, 岩城勇生*3

この開発課題は、沖縄で行われる競技大会「第4回海洋ロボットコンペティション in 沖縄」に参加することを目的として設定されたもので、今年度はROV (Remotely Operated Vehicle : 遠隔操作型無人潜水機) 部門に出場するロボットの開発に取り組み、その2号機においては、姿勢制御の機能を付加して、波の影響があるところでも機体を安定化させることを目的とした。

Keywords : 海洋ロボット, ROV, 姿勢制御, 海洋ロボットコンペティション.

1. 緒言

ROVの開発に取り組むにあたり、重心の違いによる水中での機体の安定性を調査するために2機分製作を行ったが、競技大会の日程が早まったことにより、1号機(ROV1)にはマイコンを搭載せずに大会に臨み、残りの2号機(ROV2)には時間をかけて姿勢制御の機能を付加することとなった。

2. 競技大会について

2.1 競技大会のルール

競技大会は水中にある①～④のQRコードを海洋ロボットに搭載しているカメラで撮影し、読み取ることによって点数を取得できる。QRコードは1箇所の読み取りで25点となり、コース内の4つのQRコードを全て読み取ると100点となる。ROV部門では6チームが参加し、本校のチームは4位という成績となった。

図1に大会のQRコード配置のイメージを、図2に大会で読み取るQRコードのサンプルを示す。

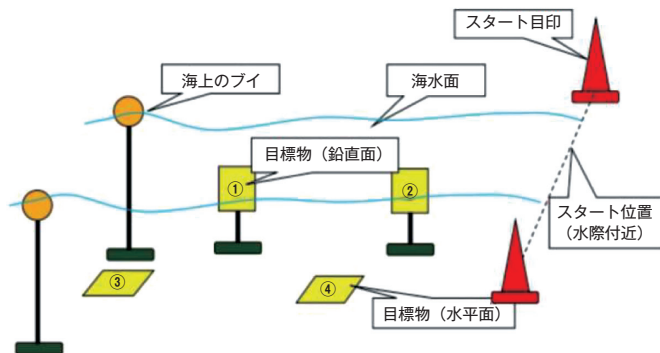


図1 QRコード配置イメージ



図2 大会のQRコードサンプル

2.2 競技大会での問題点

競技大会のROVの競技エリアは矩形の入り江となっているが、波の影響が以外と大きく、海洋ロボッ

トの機体が揺れて姿勢を保ちつつカメラの視野を固定することが難しい状況であり、これを改善するために、ROVの姿勢制御に取り組むこととなった。

3. ROVの概要

3.1 2号機(ROV2)の仕様

今回の競技大会において1号機(以下、ROV1とする)にわずかに浸水が発生した為に成績を伸ばすことができなかったことを受けて、2号機(以下、ROV2とする)では更に防水性能を強化し、かつ波の影響による姿勢の乱れを防ぐ為の姿勢制御の機能を付加することとなった。

これにより、水中でのカメラ撮影の画像を安定化させ、QRコードを安定して読み取れるようになった。

表1にROV2の仕様、図3にROV2の外観の写真、図4にROV2のシステム構成図を示す。

表1 ROV2の仕様

項目	内容
筐体寸法(D×W×H) (突起物除く) [mm]	680×720×370
重量 [kgf]	22
データロガー用 マイコン	Raspberry Pi Zero W 1個
モータ制御用 マイコン	Raspberry Pi Zero W 1個
モータ	COBRA 2814 / 20 8個
操作用コントローラ	ゲーム用コントローラ
スラスタ	φ75mm×長さ70mm
圧力センサ	BAR30-SENSOR-R1 1個
9軸センサ	MPU-9250 1個
電流センサ	ACS722LLCTR-40AB-T (40[A]タイプ) 8個
連続航行時間 [min]	22
表示用モニター	Windows_PC
カメラ	TS-WRLC 1個
モータドライバ (ESD)	Blue Robotics Basic ESC 8個
バッテリー	Li-Po 14. 8[V] 10[Ah] 2個

*1 生産電子情報システム技術科

*2 生産電気システム技術科
(現 島根職業能力開発短期大学校)

*3 生産機械システム技術科

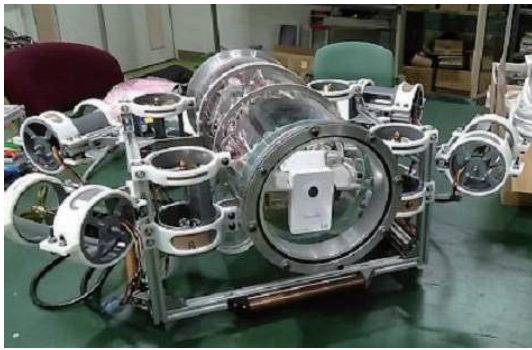


図3 ROV2の外観写真

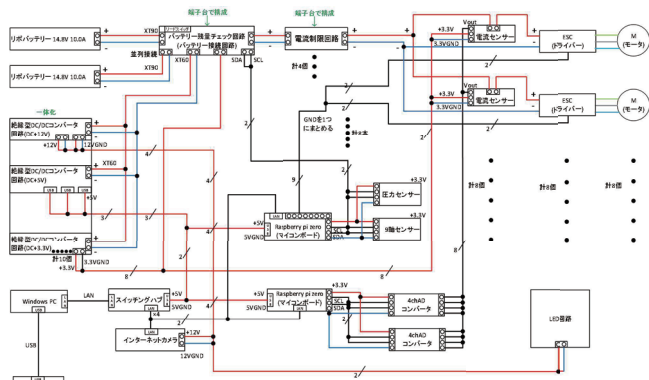


図4 ROV2のシステム構成図

3.2 ROV2の動作概要

ROV2はゲームコントローラによってモーターの制御を行うことができ、手動による操作を行っていないときには、水中で自動的に姿勢を保つように制御用のRaspberry Pi®マイコンにプログラムされている。

ROV2はROV1よりも多い8つのモーターを搭載しており、ROV1では機体のフレームの4隅に1つずつのモーターと、機体の左右に1つずつの上昇下降モーターを付けた合計6方向の動作であるが、ROV2では機体のフレームの4隅に1つずつのモーターと、左右に2つずつの上昇下降モーターを取り付けた合計8方向の動作となっている。

上下方向に移動するためのモーターが合計4つであるので、素早い上昇や下降が可能になると同時に、左右前後に機体が傾いたときに、その姿勢を水平に保つように制御することが可能となる。

さらにモーターの回転はマイコンのプログラムによって細かく制御されるので、ROV1よりも繊細な動作を行わせることが可能である。

また前方に取り付けられているカメラにより水中の様子やQRコードを読み取ることができる。

3.3 ROV2の各種センサ

ROV2は、表2で示すセンサを搭載しており、その用途は以下のようになっている。

まずROV2が潜水した深さを測定するために搭載した水圧センサは最大300mまで測定でき、分解能は2mmである。

水圧センサの動作電圧は制御用マイコンと同じ電圧の3.3Vであり、通信はI2Cで行っている。

表2 ROV2搭載のセンサ

部品	電源 [V]	使用個数 [個]	使用用途
水圧センサ	3.3	1	ROVが潜水した深さの測定
電流センサ	3.3	8	モーターが使用している電流の測定
9軸センサ	3.3	1	ROVの傾きを検出

次に電流センサはバッテリーとモーター間の配線の途中に実装し、モーターに流れる電流を測定する。

こちらのセンサの出力は電圧であり、流れる電流が1Aあたり33mVの電圧変化として出力される。

この電流センサの役割は、モーターのスクリューに藻などが絡みつきモーターに過負荷がかかり異常電流が流れたことを検知し、モーターへの動作信号をストップさせることである。

最後に9軸センサであるが、これはマイコンで姿勢制御を行わせるときに、機体の傾きを検知するために搭載している。

9軸センサには、3軸重力加速度センサ、3軸ジャイロセンサ、3軸地磁気センサが搭載されているが、実際に本機で使用したものは3軸重力加速度センサである。

なお、図5にROV2の状態遷移図を示す。

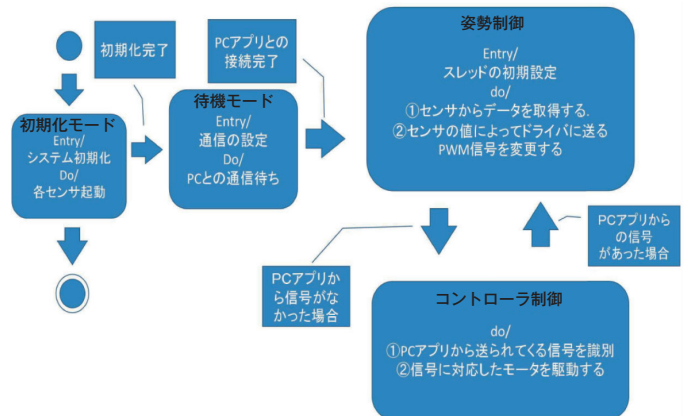


図5 ROV2の状態遷移図

4. 結言

開発の目的である競技大会出場についてはROV1にて果たされ、結果は4位となり、その後ROV1の問題点を改善したROV2によって校内のプールや漕艇センターでの姿勢制御の動作確認を行うことが出来た。

文献

[1] 第4回海洋ロボットコンペティション in 沖縄ガイドブック ver.2

(2019年6月7日提出)

二級建築士製図課題の軸組み模型

武種亮宜*1, 稲澤由紀也*2, 岩田透阿*2, 松田晃平*2, 保澤俊樹*2

この総合制作実習は、二級建築士製図課題のテーマを元に自分で設計を行い、それを元に1/10サイズの軸組み模型を制作するというものである。選んだテーマは過去4年間に行われた二級建築士課題の「レストラン併用住宅（木造2階建）」、「介護が必要な親と同居する専用住宅」、「家族のライフステージの変化に対応できる三世帯住宅」、「景勝地に建つ土間スペースのある週末住宅」をそれぞれ選び設計を行った。軸組み模型を作るにあたり必要な設計図や施工図、伏図、軸組み図を描き、軸組み模型を完成させる。この報告書に当たっては「景勝地に建つ土間スペースのある週末住宅」について行う。

Keywords : 軸組み模型, エスキス, 軸組み図.

1. 緒言

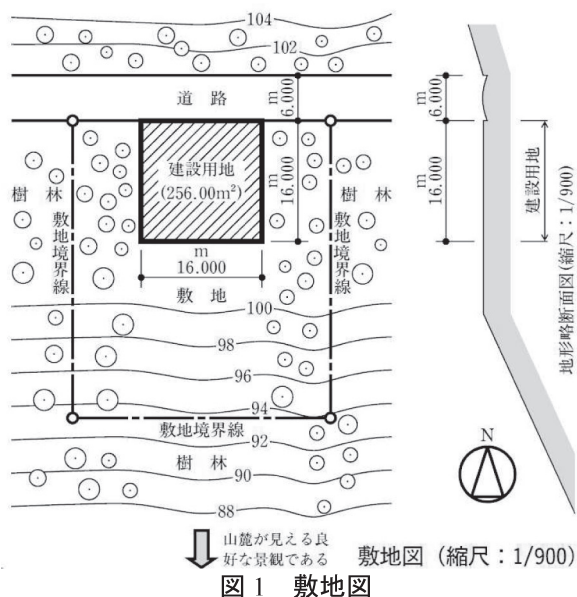
この総合制作実習では、過去に行われた二級建築士の設計課題のテーマに沿った建築物の設計を通して、伏図や軸組み図の作成方法を習得し、作成した図面の整合性を確認するために1/10のサイズの軸組み模型を作成するというものである。

2. 設計課題

「景勝地に建つ土間スペースのある週末住宅（木造二階建）」

平成26年の二級建築士の設計課題である。

- ・ある地域都市の中心市街地
- ・用途地域その他の指定は無い
- ・敷地は下の図1のとおり
- ・延べ床面積は、160m²以上190m²以下とする
- ・地盤高低差なし
- ・在来軸組み工法にて建築



どを用いて居室など家族共有で使うスペースは開放感のあるよう図2のように設計にした。

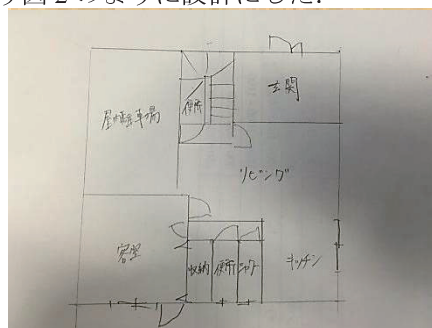


図2 エスキス

4. 図面作成

上図のエスキスを図面に起こすことと伏図作成が主な内容である。実際に建築可能なものを作成するため構造などに注意する。伏図は1/10軸組み模型を作成するに当たって必要になってくる。また大梁、小梁、胴差、母屋、棟木、軒桁、土台、火打ち梁、火打ち土台、小屋束、床束などの部材の位置や本数を確認するために必要となる。また、図3のような軸組み図も作成する。

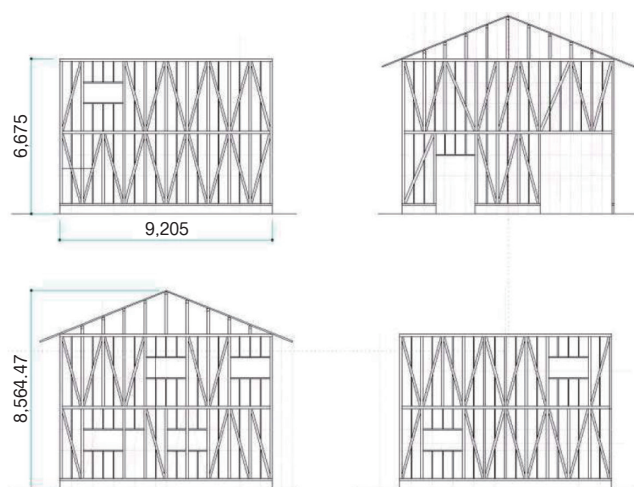


図3 軸組み図

3. エスキス

週末住宅ということで、一般住宅よりも吹き抜けな

*1 住居環境科指導教員

*2 住居環境科2年生 (平成30年度)

5. 模型作成

5.1 模型作成条件

模型作成は模型用木材を使用して作成する。このため、実際の1/10の寸法のものが手に入らないため、近い寸法のものを使用して作成する。また、敷地については課題どおりに作成すると大きすぎて搬入搬出ができないため、建物に必要な最小限度とする。外構については作成しない。

5.2 基礎作り

敷地となる合板に基礎位置の下書きを書いてから、図4のように15×15×900mmの部材を3段重ねて基礎をつくる。この際、玄関と屋内駐車場については基礎の立ち上がりがでないように注意する。作成後、アースモデルシートを敷地と基礎に張り付けていく。

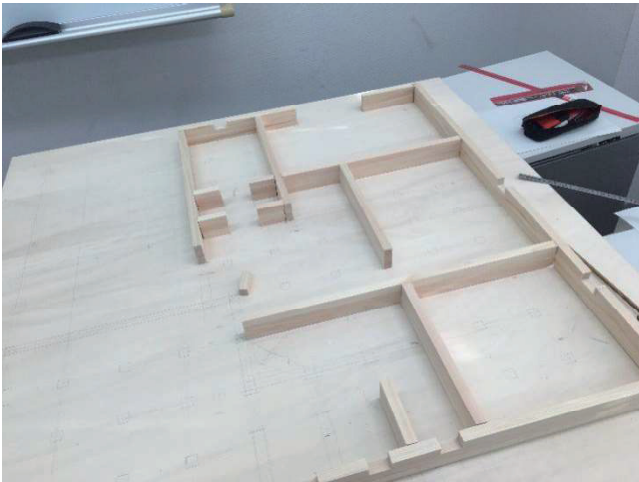


図4 基礎

5.3 束石・土台・床束・大引き・火打ち作り

図5のように束石は15mm角を使い、土台は10mm角、大引きは8mm角とする。大引き設置後に床束8mm角、火打ち3×8mmを作成する。



図5 束石・土台・床束・大引き・火打ち

5.4 根太・根太掛け作り

根太掛けは3×8mmを使い、根太には4×5mmを使用する。根太は45.5mm間隔の専用の定規を作成し、配置する。この定規は屋根を作る際にも使用する。



図6 柱・胴差・梁

5.5 柱・胴差・梁作り

図6のように柱10mm角、胴差・梁30×10mm、20×10mm、15×10mmのいずれか近い寸法のものを使用する。



図7 2階部分

5.6 窓台・まぐさ・間柱・筋かい・火打ち(梁)

窓台・まぐさ・間柱3×10mm、筋かい3×8mm、火打ち8mm角を使用する。2階は5.4～5.6を繰り返す、図7のようにする。

6. 結言

この課題は伏図の理解を確実なものとするためと、実際に建築物を建築する上での図面との整合性の重要性を習得するものである。模型を通して現場監督に必要な図面を見る目を鍛えることができたかと考えた課題であった。

文献

[1] 公益財団法人建築技術教育普及センターのHPより過去の問題を参照。

<https://www.jaeic.or.jp/shiken/2k/2k-mondai.html>

(2019年6月28日提出)

風土を生かした建築「湯河原駅前美術館」の提案

丸山正実*1

本稿は、滋賀職業能力開発短期大学校住居環境科、総合制作実習の1つの取組をまとめた報告書である。本学生は人間国宝美術館主催の「湯河原駅前美術館デザインコンテスト」に、3次元CADを利用してデザイン画を作成・応募し、優秀賞を受賞した。かねてから風土を生かした建築に関心があり、受賞作品を基に総合制作を行った。「その土地を表すような建築」を構想全体のコンセプトに据え、具体的な設計主旨は「湯」と「城」とし、敷地を設定し、周辺環境を調べ、風土を取り入れた美術館外部と常設展示室、創作体験コーナーや市民ギャラリーなどの内部空間の計画を、構造計画を考慮して行い、建築図面等を完成することが出来た。この一連の調査・設計から図面・模型の作成を通して、実践的な設計プロセスを理解し、習得することができた。

Keywords : デザインコンテスト, 風土と建築, 平面計画と構造計画, 設計プロセス.

1. テーマの背景

1.1 「風土を生かした建築」への関心 本学生は、滋賀県近江八幡市にある本校学生寮で生活する経験から、出身地である大阪府東大阪市との風土の違いを強く感じた(図1・図2)。そこから、「風土に合った建築とはどういうものだろうか」と考えるようになった。そこで、総合制作のテーマを「風土を生かした建築」とすることを検討した。



図1 大阪府東大阪市の風景



図2 滋賀県近江八幡市の風景

1.2 「湯河原駅前美術館デザインコンテスト」応募

1.2.1 湯河原駅前美術館デザインコンテストとは
総合制作のテーマを検討しているのと同時期に「湯河原駅前デザインコンテスト」に応募した。「湯河原駅前美術館デザインコンテスト」とは、2018年5月に実施された人間国宝美術館主催のデザインコンテストである(図3)。本コンテストの目的は新しく駅前に移転する新美術館のデザインを決定することであり、最優秀作品賞を受賞したデザイン案を基に新美術館が建設される。デザインのテーマは「城のような美術館」で城に和洋の指定はない。具体的な土地の諸条件は考慮しなくてもよかった。賞は最優秀賞1点、秀賞2点、佳作20点。応募資格はなく主催者の公式アカウントのInstagramもしくはTwitterにデザイン案を投稿して応募する形式であった。応募作品については、応募作品例として一部を図4に紹介する。応募要件は、イメージ案としてのデザイン画のみで、配置図・平面図・立面図・断面図などの設計主旨をはじめとする建築一般図の要求はなかった。



図3 人間国宝美術館

*1 滋賀職業能力開発短期大学校 住居環境科

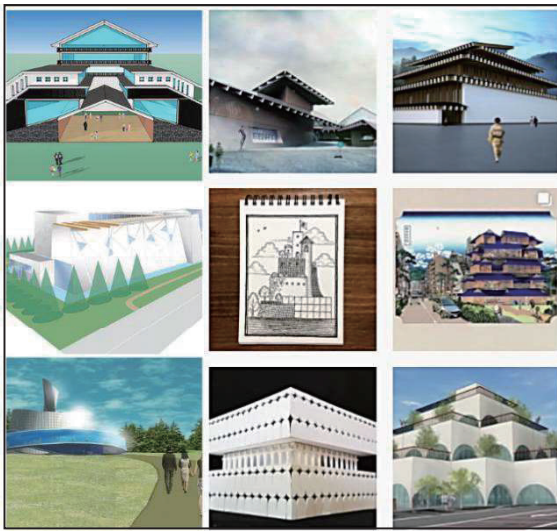


図4 デザインコンテスト応募作品例

1.2.2 優秀賞受賞 本学生は、1年生の時に参加した建築設計競技の経験を活かし、イメージから3次元CADを利用してデザイン画を作成し、プロ・アマチュア含め約60点の応募の中から、優秀賞を受賞した(図5・図6)。デザインのコンセプトは「日本の城を連想させる外形をもち、城がもつ町のシンボルとしての機能を備えた美術館」である。デザインは石垣、瓦、白い漆喰の壁など、それぞれのかたちを基にした。美術館正面の石の連なりは、熊本城の「二様の石垣」にインスピレーションを得たものである(図7)。正面右の円弧を描いている箇所は、瓦屋根を用いて仕上げており、松江城天守の妻面の屋根にできる三角形の入母屋破風をイメージした。正面の白い3つの壁は、姫路城の白漆喰を用いて壁の木部も塗り固める白漆喰の塗り固めをイメージした。また近代的な美術館の要素として、採光用はめ殺し窓を正面右側に2か所縦に長く用いた。城を構成する各要素を分解し組み合わせることで、城そのものの形はしていないけれども城を連想させるデザインを目指した(図8)。他の受賞作品として、最優秀賞及び優秀賞作品(図9)を参照されたい。

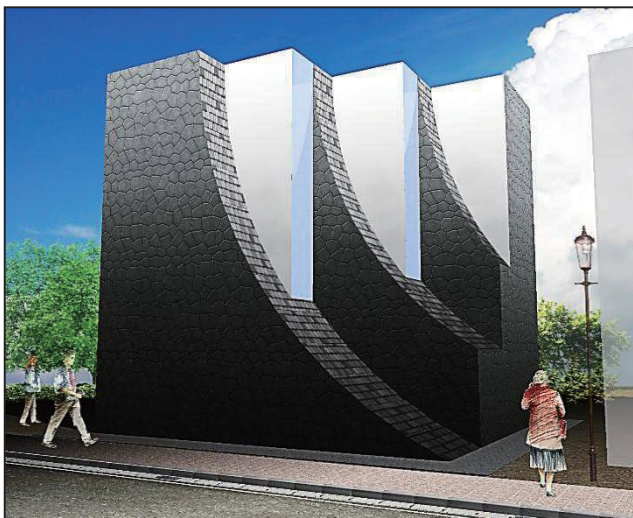


図5 受賞作品



図6 優秀賞賞状



図7 熊本城「二様の石垣」

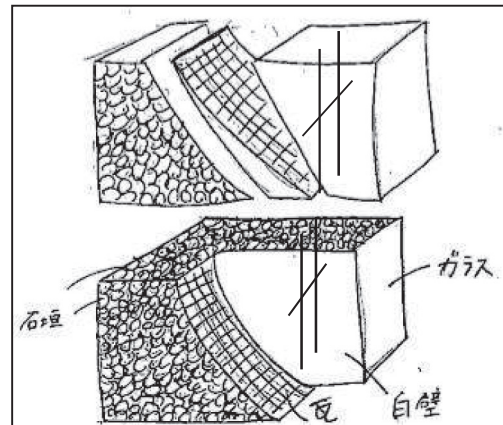


図8 検討段階のスケッチ

1.3 総合制作実習のテーマの決定 「湯河原駅前デザインコンテスト」に出品するという経験を通して、もともと持っていた「風土を生かした建築」を考えたいという思いと、デザインコンペでの受賞案を組み合わせ、コンペの設定地である湯河原町の風土を生かした建築を考えることとした。また、コンペは一枚のデザイン画の提出であったことから、一枚のデザイン画を具現化する作業も同時に行うこととした(図9, 10)。



図9 最優秀賞(左)・優秀賞(右)作品

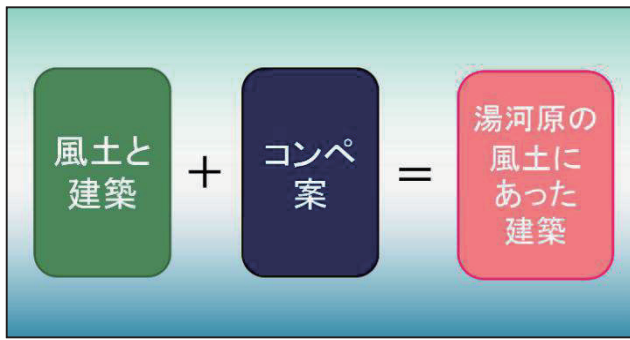


図10 総合制作実習のテーマ

2. コンセプト・設計主旨

2.1 コンセプトの検討

2.1.1 「風土」とは 「風土を生かした建築」を考えるにあたって、まず「風土」とはどのようなものだろうかと考えた。「風土」には自然や環境、文化や歴史など様々な意味があり、その中から何を取り出して今回のテーマにするか検討した(図11)。



図11 風土とは

2.1.2 コンセプト決定 コンセプトを検討するにあたって参考にした美術館が滋賀県守山市にある「佐川美術館」である(図12)。佐川美術館は琵琶湖の湖畔近くにある美術館で、琵琶湖の静けさを取り入れた静かな美術館である。佐川美術館のようにその土地に溶け込み、その土地を現すような建築をつくりたいと思った。そこで設計コンセプトを「その土地を現すような建築」とすることに決めた。



図12 佐川美術館

2.2 設計主旨の検討

2.2.1 湯河原の「風土」 設計主旨を検討するにあたって湯河原の風土について調べた。湯河原町は神奈川県箱根山の麓にある町である。万葉集にも歌われた

ことがある歴史ある温泉街であること、小田原城の城下町であったこと、神奈川県の大山を信仰する風習があることがわかった(図13)。湯河原町の風土を調べるにあたって気候や面積、人口や産業などを調べた。湯河原町は、面積:40.99k㎡。人口:24,255人(男:11,266人。女:12,989人)・人口密度:592人/㎡(H30.7.1現在)である。比較対象として近江八幡市は、面積:177.4k㎡。人口:82,157(男:40,365人。女:41,792人)・人口密度:463人/㎡(H30.7.1現在)である。気温は、比較的温暖であり。降水量は7・8月に最も多い、また産業別就業者数は、飲食・宿泊関連が全体の18%で最も多く。卸・小売業16%。医療福祉13%。製造9%。建設9%と続いている。



図13 温泉・小田原城・大山信仰

2.2.2 設計主旨の決定 湯河原の自然や産業を現す要素として「温泉」を、歴史や文化を現す要素として「城」を選び、設計主旨を「湯と城」とした。また「湯と城」を取り入れ湯河原の町に長く溶け込む建築を目指すこととした(図16)。

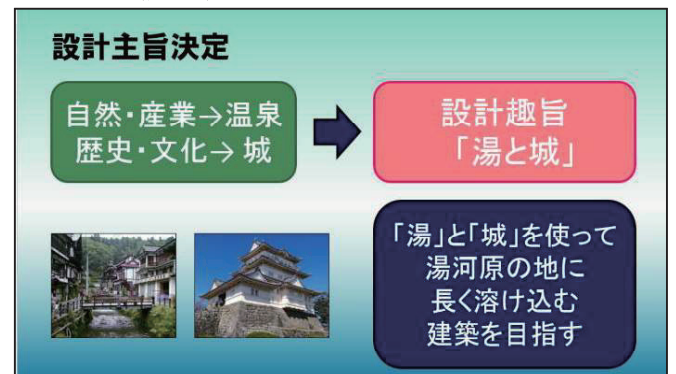


図14 設計主旨

3. 設計

3.1 計画地と周辺環境 計画地は湯河原駅ロータリーの前の土地とした。また美術館の周辺環境を検討するために、1/500の周辺模型を作製した。計画地は湯河原駅の地盤面から最大9m下がった位置にあり設計ではその特性も生かして設計することとした(図15)。

3.2 設計プロセス 設計にあたり、まず配置計画1として風土を取り入れた美術館の配置の検討を行った。次に平面計画として美術館の高さ、構造、プランニングの検討を行った。最後に配置計画2として、美術館周囲の外溝計画の検討を行った(図16)。



図 15 設定地

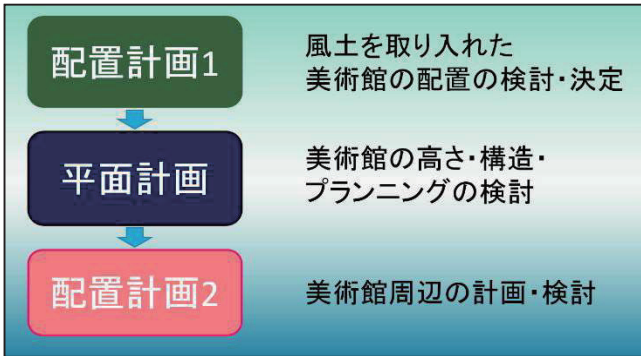
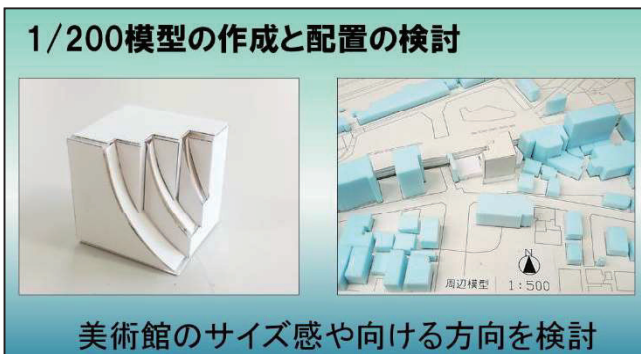


図 16 設計プロセス

3.3 配置計画1：風土を取り入れた美術館配置の検討
配置を検討するにあたり 1/200 の模型を作成し、美術館のサイズ感や、美術館を向ける方向について検討した（図 17）。検討した結果、美術館の軸線が大山に臨むように配置すること、駅から来た人からデザイン案の角度に見えるように配置すること、美術館の水平投影面積を 14m×14m と仮定して設計を進めることを決めた（図 18）。



美術館のサイズ感や向ける方向を検討

図 17 1/200 模型の作成と配置の検討

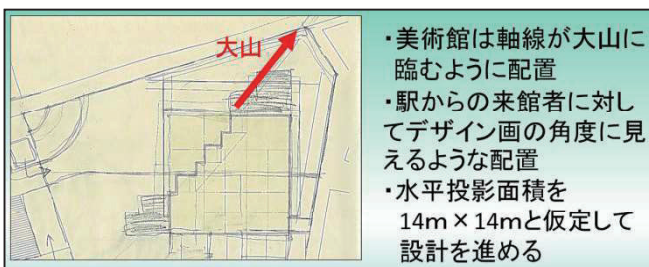


図 18 風土を取り入れた美術館配置の検討

3.4 平面計画：美術館の高さ・構造計画の検討

3.4.1 高さ方向の検討 高さ方向の検討として、展示室の天井高さを 3.1m とし見下ろす方法での展示も可能な天井高とした。また、天井高から階高を 4m とすることに決めた。階高と設定地の条件から階数を地上 4 階、地下 1 階とすることに決めた（図 19）。

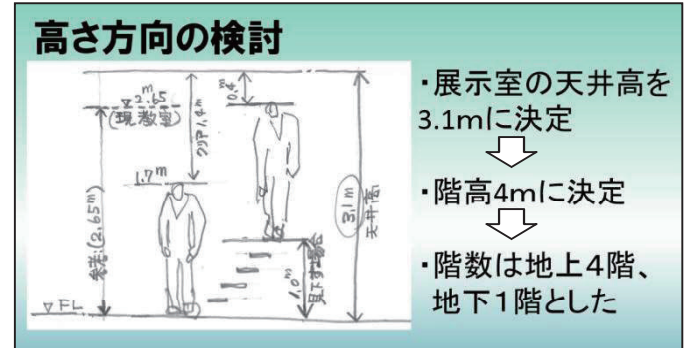


図 19 高さ方向の検討

3.4.2 平面図の作成 続いて決定した階数を基に、3D のデザイン画から各地上階の最大面積と最少面積を図面に落としこむ作業を行った。またデザインの外形は残しながら寸法の微調整を行い、南面、東面は柱芯間で 13.5m とした（図 20）。

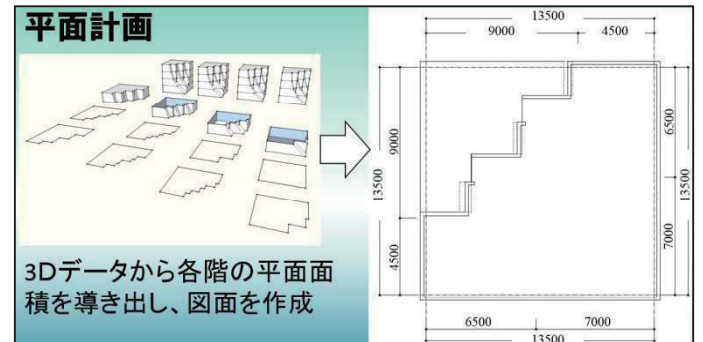


図 20 平面計画

3.4.3 構造計画 次に構造体として成り立たせるための柱の位置、寸法の検討を行った。柱は 4 階から地下 1 階まで貫くように設けるため、面積として最少となる 4 階の床面積を基に、どの位置に柱を置けば成り立つかを検討した。展示空間を広く使うために中央に回り階段を設け、段状になっている箇所は片持ち梁でもたせることとした（図 21）。

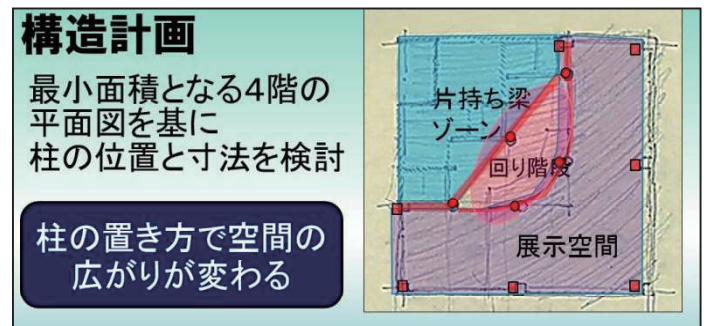


図 21 構造計画

3.4.4 プランニング 風土を生かした建築とするために、美術館内部に人間国宝と工芸品を作る「創作体験コーナー」と、地域の方の絵などを飾る「市民ギャラリー」を設けた。近隣の方々との触れ合いの場である「創作体験コーナー」や「市民ギャラリー」も、今回のコンセプトである風土と建築であると考えた。配置の詳細については、以下の「3.4.5 建築計画概略図および建築概要」を参照されたい（図22）。

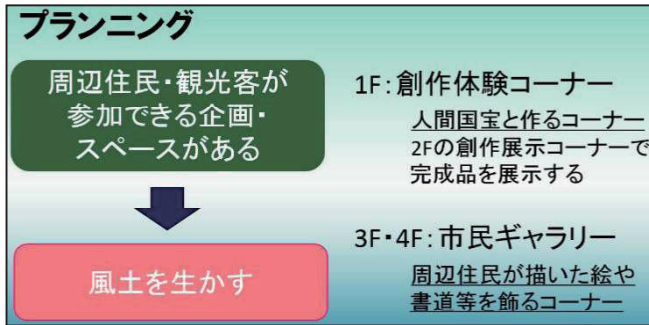


図22 プランニング

3.4.5 建築計画概略図および建築概要 人間国宝の作品を展示する美術館であることから、人間国宝の方に教わりながら作品を作ることができる「創作体験コーナー」を1階に設けた。「創作体験コーナー」で作った作品は、一定期間2階の創作展示コーナーに展示される。従来の展示品は、各階の展示室に展示できるように設計した。展示室の他に、地域住民の作品を展示できる「市民ギャラリー」を3階、4階に設けた。「市民ギャラリー」は近隣のカルチャーサークルなどの方々の描いた絵などを展示できる空間である。住民の方や観光客が留まることができる空間をつくり、留まることによって風土が育まれると考えた（図23）。

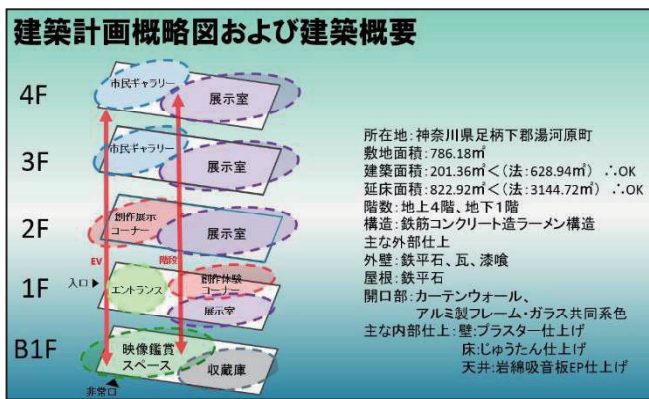


図23 建築計画概略図および建築概要

3.4.6 平面図 図24は1階・2階平面図である。来館者は1階入口から創作体験コーナーを通り展示室に向かう。そして展示室を抜け回り階段を上り、2階に向かう。2階では展示室を通り、創作展示コーナーを回って3階に向かう。図27は3階・4階平面図である。ともに回り階段を上ってきて展示室、市民ギャラリーを通る動線とした（図24・図25）。

3.5 配置計画2：美術館周辺の検討

3.5.1 設計主旨を反映した計画 設計主旨の「湯と城」

を表現するために、敷地中央に町のシンボルとなる「城のような美術館」を建て、お城の堀をイメージした「足湯の回廊」、お祭り・城下町をイメージした「屋台コーナー」、足湯に浸かって休憩することができる「足湯コーナー」、特産品のみかん畑をイメージした「腰かける木の階段ゾーン」を配置した（図26）。

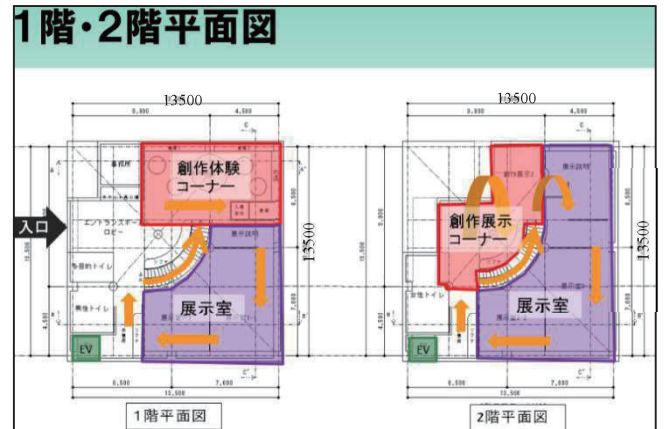


図24 1階・2階平面図

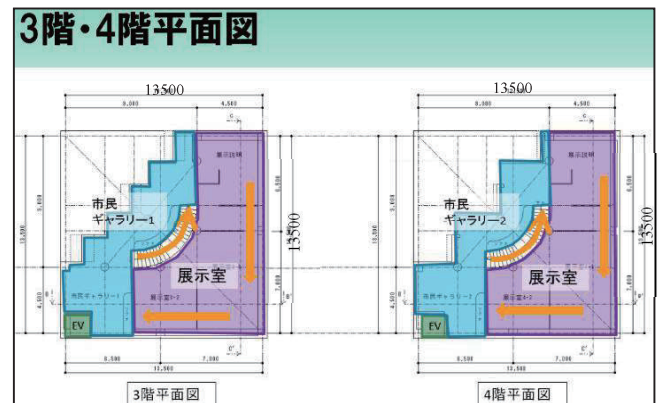


図25 3階・4階平面図

3.5.2 配置計画概略図 来館者は敷地西側にある既設の階段、エレベーターを使い美術館入口まで向かう。敷地中央には「城のような美術館」を、大山を軸線として配置した。敷地全体を「足湯の回廊」が巡る。足湯ゾーンから流れ出した足湯は美術館地下の機械室の動力で敷地全体を周回する。屋台コーナーや木の階段ゾーン、足湯ゾーンは美術館来館者以外の方も利用することができるようにした（図26）。

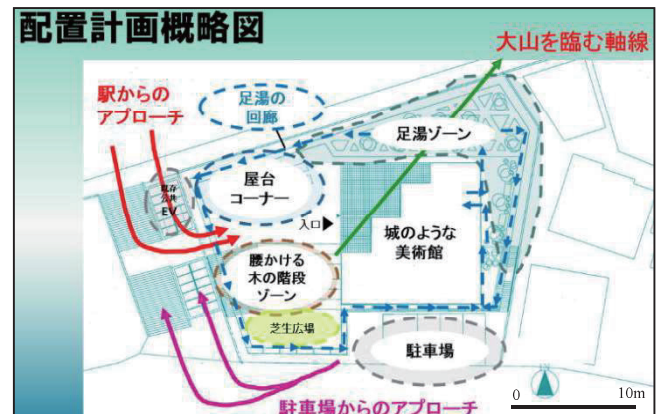


図26 配置計画概略図

3.6 成果物 1枚のデザイン画からその外観イメージを大切に、実践的な設計プロセスとして計画地調査・建築設計を通して2次元の配置・各階平面・立面・断面図を作成し、それらを基に本来の3次元CAD図面を完成させた。3次元CAD図面の外観・内観パース図は以下の通りである。全体鳥瞰パース図(図27)、駅からのアプローチ(図28)、駐車場からのアプローチ(図29)、屋台コーナーと美術館入口付近(図30)、足湯コーナーから屋台コーナーを見る(図31)、3階内観パース・全体図(図32)、3階内観パース・駅の方角を見る(図33)。成果物全ては、表1を参照されたい。

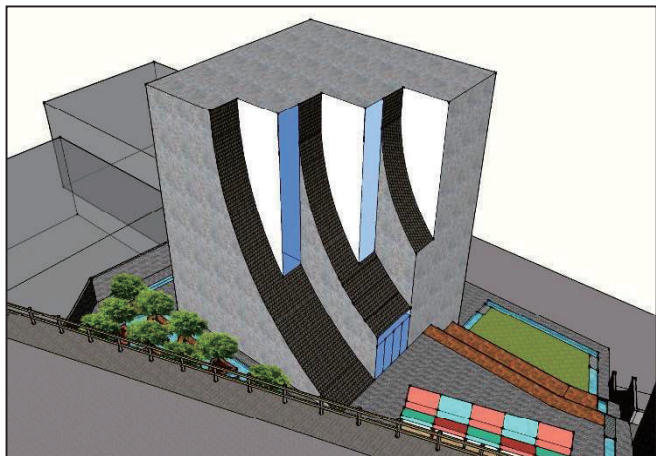


図27 全体鳥瞰パース図

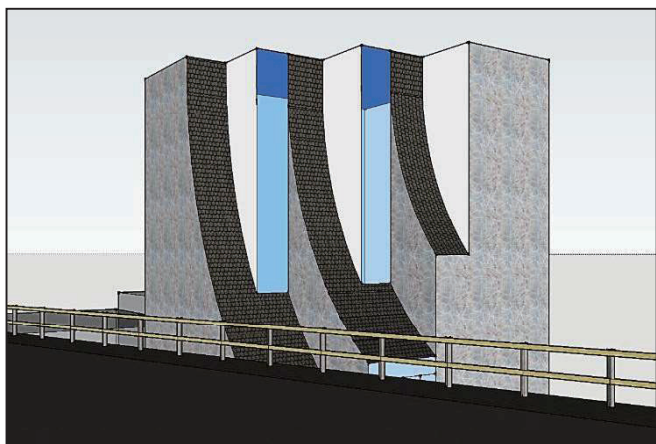


図28 駅からのアプローチ

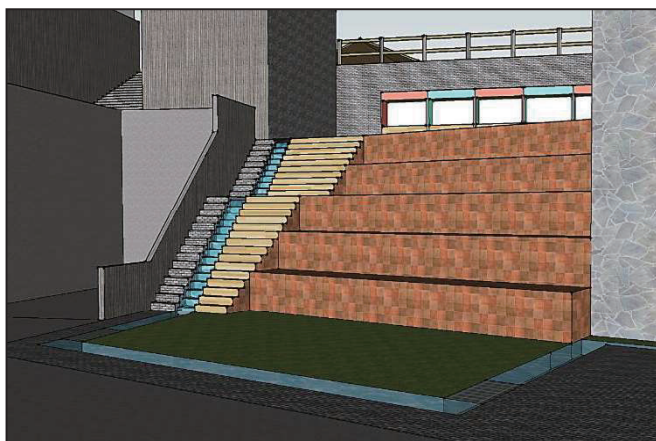


図29 駐車場からのアプローチ

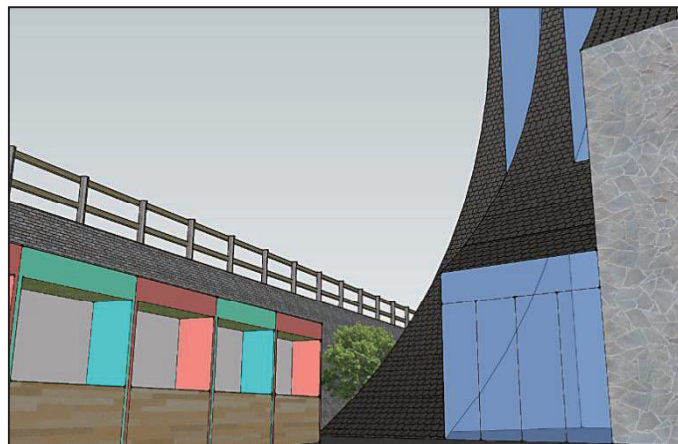


図30 屋台コーナーと美術館入口付近

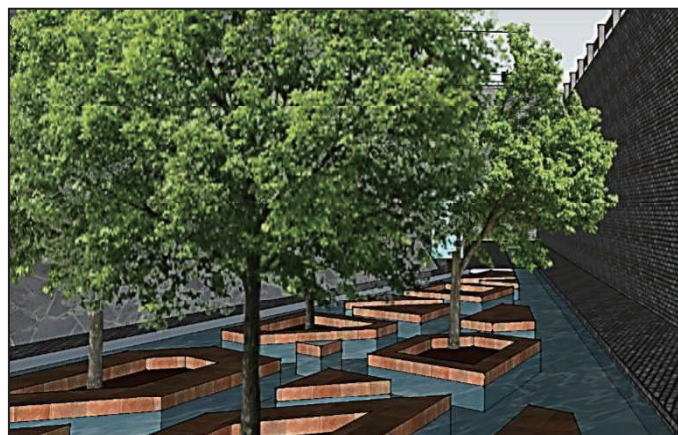


図31 足湯コーナーから屋台コーナーを見る



図32 3階内観パース・全体図

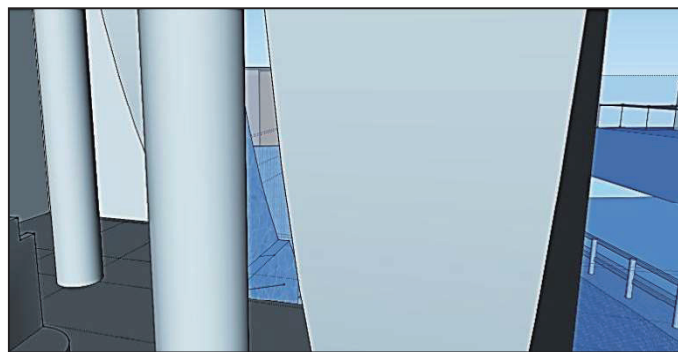


図33 3階内観パース・駅の方角を見る

表1 成果物（図面，模型及び資料）

1. 図面 *共通：用紙 A2 サイズ		
番号	内容等	縮尺
00	表紙	—
01	設計背景及び主旨：風土と建築・コンセプト・目的等	—
02	湯河原町資料 01：所在地・地図・観光等	—
03	湯河原町資料 02：地勢・面積・人口・人口密度・平均気温・降水量・産業	—
04	湯河原町資料 03：温泉関連・小田原城関連	—
05	計画地概要：周辺写真・建築基準法関連条件等	—
06	配置計画概略図：動線・敷地内ゾーンニング計画・敷地周辺図	—
07	建築計画概略図：動線・各階概要・建物概要（構造・規模・仕上げ等）	—
08	全体配置図	1/500
09	配置図	1/100
10	地下 1 階平面図・ 1 階平面図	1/100
11	2 階平面図・ 3 階平面図	1/100
12	4 階平面図・ 屋根伏図	1/100
13	北立面図（含む敷地周辺）	1/100
14	東立面図（含む敷地周辺）	1/100
15	南立面図（含む敷地周辺）	1/100
16	西立面図（含む敷地周辺）	1/100
17	断面図 01（含む敷地周辺）	1/100
18	断面図 02（含む敷地周辺）	1/100
19	外観・内観パース図	—
20	建物周辺外溝パース図	—
2. 模型		
01		1/500
02	建築模型	1/100
3. 資料		
一式	本計画関連資料：A4 サイズ×14 枚	

4. おわりに

4.1 「風土を生かした建築」とは 今回の設計を通して、本学生は、風土を生かした建築とは「その土地の人びとに受け入れてもらい時間をかけて土地になじんでいく建築」だと結論付けた。設計当初は雨や風などの自然を取り入れることが「風土を生かした建築」だと考え、設計を進めた。しかし進める中で、自然の要素を取り入れるだけでは風土を生かした建築にはならないことに気づいた。そこで住民の方や観光客が留まることができる空間をつくり、留まることによって風土が育まれると考え、美術館においては創作体験コーナーや市民ギャラリー、敷地においては足湯コーナーや屋台コーナー等を設計することで「風土を生かした建築」を設計することを試みた。

4.2 イメージからデザインする経験 「湯河原駅前美術館デザインコンテスト」では、テーマの城のような美術館というイメージをデザインしたが、「城のような」というニュアンスに大変苦しんだ。城に近づけすぎるとただの城になってしまうし、城から遠ざかるとお寺のような外観になってしまったりして、「城のような」という加減を探すことに大変苦心し、デザインを幾度となく繰り返した。デザインを作り出すことがどれほど大変なことかよくわかり、コンペに参加することを通して、貴重な体験をすることができた。

4.3 「デザイン」を「建築」にすること コンテストで入賞したデザイン画を基に、柱、梁の位置を検討する方法で設計したが、全体の形が複雑なこともあり、どの位置に、どれだけの大きさの柱を置けば成り立つか、何度も試行錯誤して今回の設計案に至った。柱の位置が変わることで内部空間の広がり方が大きく変化することを知り、構造計画の重要性を改めて知った。本学生は、構造設計事務所に就職することから、この実習を通して実践的な設計プロセスを理解・習得することができたことは大変有意義であったと言える。

文献

- [1] 人間国宝美術館資料 パンフレット他
- [2] 『建築家なしの建築』バーナード・ルドルフスキー
- [3] 湯河原町HP <http://www.town.yugawara.kanagawa.jp/>
(2019年7月3日提出)

『学生スマートフォン アプリコンテスト』への挑戦

小出久美子*1

昨年度、電子情報技術科の学生が初めて参加した「学生スマートフォン アプリコンテスト」へ今年度も挑戦した。開発メンバーを有志で募り、アイデアの抽出からアプリ開発を行い、コンテストの最終審査まで進むことができた。開発したアプリは、誰でも知っている「しりとり」アプリとし、スマートフォンの機能を使用したアレンジを加え、身体能力と想像力が問われる新感覚の「しりとり」アプリとした。惜しくも上位入賞はならなかったが、参加チームが46チームと多い中、最終審査の19チームに残り、奨励賞を受賞した。ここに取り組みを報告する。

Keywords : Monaca, HTML5, JavaScript, しりとり, ジャイロセンサ。

1. はじめに

昨年度、電子情報技術科の学生が「学生スマートフォン アプリコンテスト」に初参加した。今年度も有志でメンバーを募り2年生のうち3名が参加し、挑戦することにした。「学生スマートフォン アプリコンテスト」は情報処理学会・CDS/MBL研究会が毎年開催し、平成30年度で6回目となる。第1次審査は6月中旬に応募書類による審査で、結果は6月末に通知される。無事1次審査が通過すれば、最終審査でプレゼンテーションとデモンストレーションを行う。コンテストまでのスケジュールは下記のとおりである。

- ・1月 有志メンバー募集, アイデア出し
- ・2月 アプリ開発
- ・4月 試作アプリを使用した新入生歓迎イベント
- ・6月 コンテスト1次審査用応募
- ・7月 校内審査
- ・8月 アプリの修正・プレゼンテーション練習・デモビデオの作成

2. 開発環境 開発は学生が主体的に行うように、開発環境は出来るだけ無料で、しかも開発メンバーがいつでもどこでも開発できるように、クラウド上の開発環境を選定した。電子情報技術科では、授業ではアプリ開発を習っておらず、開発時点で習っているプログラミング言語はC言語と、webサーバを構築する際動作確認のために簡単なホームページをHTML(Hyper Text Markup Language)で作成した程度であるため、初心者でも開発しやすい環境とした。開発プラットフォームには開発言語HTML5とJavaScriptを用いて、クラウド上で開発できるMonacaを使用することにした。MonacaはiOSとAndroidの両方のOSに対応したアプリ開発ができる。iOSは開発したアプリをiPhone端末にインストールするには年間登録料が必要であるが、開発中はMonacaにログインすることで動作確認できる。昨年度、先輩が使用していたことと開発メンバーが持っている端末がiPhoneということもMonacaにした理由である。

3. アプリの仕様決めと第1次審査

3.1 アイデアの抽出とアプリ仕様 コンテストのコンセプトのうち「新しいコミュニケーションを提案する

アプリ」に沿ったアイデアの抽出を行った。既存のアプリを調べ、違いを出すようにして、たくさん出たアイデアの中からアプリの機能を下記の仕様とした。

- ① 「しりとり」アプリとする。
- ② 言葉を入力する際に制限時間を設ける。
- ③ 「ん」で終わる言葉を入力または制限時間内に入力できなかった場合、負けとなる。
- ④ スマートフォン1台モードと複数台モードで遊ぶことができ、複数台モードでは複数台のスマートフォンをBluetoothでやり取りして行う。
- ⑤ 負けた場合、復活ゲームがスタートし、クリアできれば復活できる。
- ⑥ スマートフォンの機能を用いた復活ゲームとする。
- ⑦ 入力文字は文字入力とする。

仕様の⑥の復活ゲームはスマートフォンを振る動作で行う。スマートフォンには加速度センサとジャイロセンサがあるが実験を行ったところ、ジャイロセンサの方が細かい値まで取得できたので、ジャイロセンサで取得した値をゲームで用いることにした。

3.2 第1次審査 応募書類を作成し、チーム名を「ポリテクしりとり研究部」、アプリの名前を「ふりふりしりとり」で応募したところ、1次審査は無事通過できた。しかし開発の遅れから4月末に予定していた新入生歓迎イベントでは試作アプリを使用できなかった。

4. アプリ開発と仕様の変更

4.1 しりとり部分の製作 ネットに繋がってなくても遊べるようにサーバなどは利用せず、過去に入力された言葉を端末内に記録するログを作ることにした。文字入力はひらがなで入力することにし、他の文字ではひらがなで入力するよう表示する。入力画面の下に前回まで入力したログを表示することにした。過去に入力された文字と同じものがある場合と、「ん」で終わる文字列であればアラートで負け表示にする。ログから検索する際に時間短縮を図るため、すべてのログを検索するのではなく、ログを「あいうえお」順に3分割しておき、検索できるよう工夫した。できるだけ機能ごとに関数を作成し、デバッグしやすくした。

*1 電子情報技術科

4.2 仕様の変更 開発中に Monaca の仕様が変更されてしまい、仕様④の複数台モードで使用する予定だった Bluetooth 機能の開発環境が Monaca だけではできなくなってしまい、追加の開発環境を入れて新たに開発するとしても残りの開発期間を考えると複数台モードを断念せざるを得なかった。そこで、既存でできている機能を利用して、追加機能を付けることにした。また、校内の出場前の審査で音楽がないとゲームが盛り上がりがないなど指摘があったことから機能を追加した。追加機能は、下記の2点とした。

- ログの一部を伏せ字にして何が入力されているか想像させる。
- BGM の音楽を付ける。

開発環境側の変更から当初の一部機能が実現できなかったが、最終審査までに実機で動くアプリを無事完成することができた。

4.3 完成したアプリの概要 スマートフォン1台を複数人で回して遊ぶ。負けた場合復活ゲームがあり、15秒以内に3回矢印の方向にスマホをうまく振ることができれば、復活できる。復活するには身体能力が必要となる。言葉を入力する際にスマートフォンを上に乗ると入力完了し、左右に振ると伏せ字になる。右に振ると例えば「○まい○」のように言葉の前後が伏せ字に、左に振ると例えば「す○○ぷ」のように言葉の中が伏せ字になるようにした。これにより、同じ言葉を打たないためには想像力も必要となる。作成したアプリ画面を図1に示す。

5. アプリコンテスト最終審査

5.1 プレゼン・コンセプト コンテスト最終審査では、まずプレゼンテーションを行い、その後別室で各チームがブースに分かれてデモンストレーションを行い、審査員が自由にブースを回覧・質問をする形式である。ここで重要なことは、いかに短時間で魅力的なプレゼンをするかである。審査員の足をブースまで運ばせるかに関わってくるからである。そこで、短時間で魅力的にということから、プレゼンのコンセプトをテレビショッピング風として練習を重ね当日に臨んだ。

5.2 最終審査 コンテストの最終審査は8月30日に慶應義塾大学三田キャンパスにて情報処理学会の学会発表の1部として行われた。当日の様子を図2の写真に示す。ブースの説明を聴きにきてくださった審査員からは、下記のような感想やアドバイスもいただいた。

- ・発表が面白かった。
- ・誰でも知っているしりとりに着目したのが良い。
- ・小さい子に対象を絞って、入力が簡単になるように複数のイラストの中から選んでタッチする操作でしりとり出来るようにすればよい。
- ・センサの反応が悪い時があるので改良できないか。
- ・振るだけでなく大きく動作させることで面白くなるのではないか。
- ・伏せ字の位置を中抜き・前後だけではなく奇数番目の文字抜き、偶数番目の文字抜きなど種類を増やすとよい。

5.3 コンテストを終えて 翌日の8月31日に表彰式が行われ、残念ながら本チームは上位入賞には至らなかった。狙っていたプレゼン賞も一歩及ばず獲得できなかった。コンテストで上位入賞した8チームは、webAPIを駆使して高度なものを作成したものや、AIを取り入れたものや面白いアイデアのものであった。しかし参加チームが昨年度の1.8倍の46チームと多い中、最終審査に残ったということ、上位入賞には至らなかった11チームにも奨励賞が授与された。



図1 作成したアプリ画面



図2 デモンストレーションの様子

5. おわりに

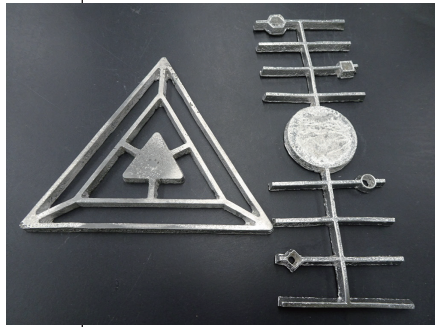
アイデアを出してアプリ開発を行い、スマートフォンの機能を加えた身体能力と想像力が問われる新感覚の「しりとり」アプリを完成させることができた。参加チームが多い中コンテストの第1次審査を通過し、最終審査に進むことができ、奨励賞を受賞した。

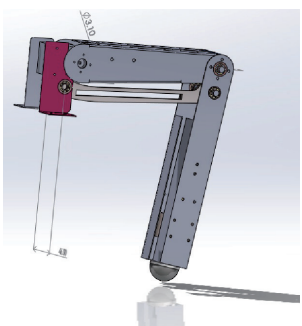
(2019年6月28日提出)

2018(平成30)年度専門課程総合制作実習概要

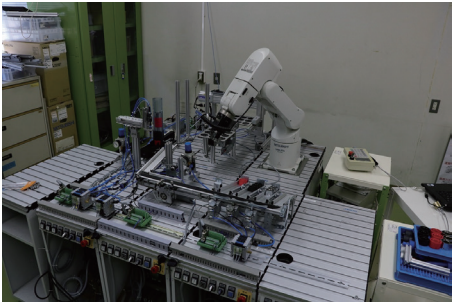
生産技術科

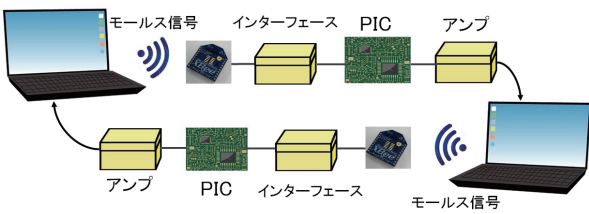
テーマ名	メカニカルハンドの設計・製作		
学生	最相洋亮, 白石大将, 濱西光希, 和田隼人	指導教員	古賀寛光
概要	<p>メカニカルハンドは、自動化ラインの一部として多く使用されており、人の手と同じ機能をするのできるロボットである。また、メカニカルハンドの種類は1つではなく、つかむ対象となる物の形などにより様々な工夫がほどこされ、多くの種類に分かれる。</p> <p>2018年度は、大きなボールをつかめるメカニカルハンドをテーマにして、リンク機構のメカニズムや機械要素についても学習しながら製作を行った。</p>		
テーマ名	5軸制御マシニングセンタの設計・製作		
学生	浜田祥汰, 後藤侑弥, 坂上友亮, 泊海輝, 西川将弘, 村田泰明	指導教員	坂口昇三
概要	<p>今日、生産活動においてNC工作機械は必須の要素であり、生産技術科においてもそれらの習得に多くの時間を割いている。本テーマでは、5軸制御マシニングセンタの製作を通して、加工機のメカニズムや制御システムの成り立ちといったNC工作機械の内部に関わる技術を身につけることを目標としている。2018年度は3年目となる為、本機の構成要素となるマガジンを付加し、本機の構成要素を完成させた。</p>		
テーマ名	メタルからくり箱の製作		
学生	酒井智弘, 原田純樹, 三隅丈司, 岸本光貴	指導教員	藤根和晃
概要	<p>本テーマは、これまでに学んだ多くの知識と機械操作などの技能を用いて取組んだ製作物である。</p> <p>その特徴は、3DCADを用いて“からくり”の機構を検討し設計していることで、また加工に関しては、フライス盤をメインに使用し、その他、ボール盤、ワイヤー放電加工機、汎用旋盤、NC加工機も併用している。当校にあるほとんどの工作機械を使用することで、さらに技能・技術を磨くこととした。</p>		
テーマ名	メタルゴム銃の設計・製作		
学生	田中慎矢, 澤一夢, 坪佐佳浩	指導教員	佐藤桂
概要	<p>昨今、ものづくり分野への就職希望が減少しつつあり見受けられる。その中で、特に若者がものづくりに少しでも興味を持ってもらうため、オープンキャンパスや学園祭等でアピールできるモノを考え、メタルゴム銃の設計・製作をテーマに設定した。</p> <p>幼いころ割り箸等で製作したゴム銃を競技会用に設計し、素材から選定を行い軽量且つ高精度を目標とした。</p>		

テーマ名	低融点金属による鋳造品の製作		
学生	森本寛千, 小南翔太, 藤川光賢	指導教員	梅田良範
概要	<p>生産技術科のカリキュラムでは学べない日本の伝統技術である鋳造技術を, 総合制作実習のテーマとして取り上げることににより, ものづくり技術者としての知識を深めることを目的とした.</p> <p>使用する材料は低融点の純錫やピューター合金とし, 製品設計には 3DCAD と 3D プリンターを用いた. また, 鋳造法案の検討には, 湯流れ・凝固解析システムを活用して鋳造欠陥の発生予測を行い, 鋳造欠陥のない健全な鋳物製品の作成に取り組んだ.</p>		

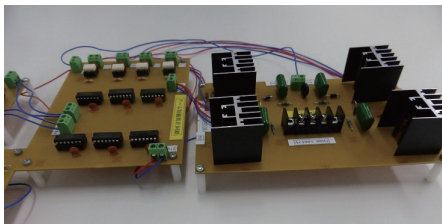
テーマ名	多足歩行ロボットの制作		
学生	山口鈴平, 西村 潮, 高橋航洋, 高橋航大	指導教員	來住 裕
概要	<p>リンクを利用した 6 本の足を持つ多足歩行ロボットを製作する. 回転運動をリンク機構により直線運動と半円形の運動に変換し, 3 本脚を交互に動かし移動することのできるロボットである.</p> <p>リンク機構を利用することによりモータの使用個数を少なくすることができる. また, 高速での移動が容易で, 大きさの割に可搬重量を大きく取れるなどの特徴を持つロボットである.</p> <p>2018 年度は, 足部分の設計・制作を中心に行った.</p>		

電気エネルギー制御科

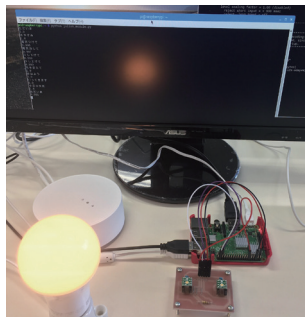
テーマ名	FAシステム構築		
学生	八木淳司, 大田真千, 佐賀勇斗, 杉本圭亮, 竹内亮太, 杉本修次	指導教員	中川章人
概要	<p>本テーマの目的は, 自動化ラインの設計・組立・調整・ネットワーク接続・プログラミングなどの技能・技術を通じて, 製造現場での保守・管理を行うことである.</p> <p>複数のシーケンサを接続してネットワーク化を行ったうえで, SFC (シーケンシャル・ファンクション・チャート) を使用し, 制御プログラムを構築した. センサによって商品の色を選別し, 収納することができた.</p>		

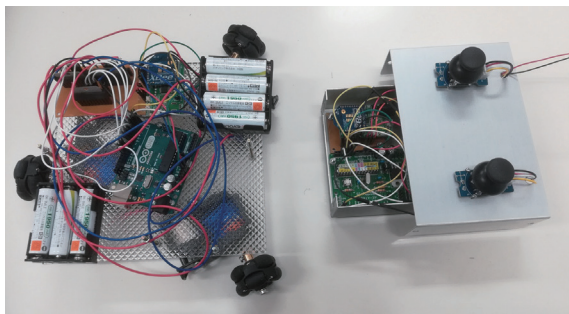
テーマ名	Zig Beeを活用した文字通信の実施		
学生	家村克磨, 岩橋功樹, 奥島 季, 木幡龍之介, 浜田健汰	指導教員	阿曾沼亨哉 岡田卓也
概要	<p>主にセンサ・ネットワークの構築を主目的とする近距離無線通信規格 Zig Bee は, センサ情報等の転送速度が低速であるため音声等の高速通信には不向きであるが, 安価で消費電力が少ないという特長がある.</p> <p>この電池駆動可能で超小型な Zig Bee モジュールを用いて高速文字通信を行い, さらに複数の Zig Bee を連動させて通信距離を伸ばすことが可能であることが実証できた.</p>		
	<p style="text-align: center;">仕上がり像</p> 		

テーマ名	卓球マシンの製作		
学生	森下玲於, 佐藤輝城, 関 和豊, 服部真輝, 的場亮介	指導教員	石川大樹
概要	<p>卓球の練習に用いる球出しマシンを製作した。2017 年度に製作した卓球マシンを基本にしながら、発射部や送球部における諸課題を改善するため、各要素の構造を見直して設計・製作を進めた。</p> <p>発射部に用いたモータの回転速度を変えることで、発射されるボールの回転方向や回転の強弱、ボールスピードを調整する機能を搭載し、実践的な練習を可能にした。また、装置全体の動作制御には、PLC（Programmable Logic Controller）を用いた。</p>		

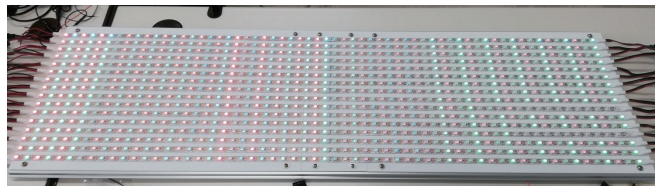
テーマ名	単相インバータの製作		
学生	青木直世, 青木良樹, 川之上雄大, 久保輝楼, 田守健悟, 榎 啓太	指導教員	吉田昭男
概要	<p>近年、省エネルギー・節電といったことから再生可能エネルギーの利用が注目されている。再生可能エネルギーの1つである太陽光発電において、インバータは電力の変成のみならず、太陽光発電の高効率化に必要な不可欠な機器である。その回路技術はパワーエレクトロニクスの集大成といえるものである。</p> <p>本テーマでは、単相インバータを課題として取り上げ、単相インバータの制作を通じて、パワーエレクトロニクスの理解を深めることを目標とした。</p>		

電子情報技術科

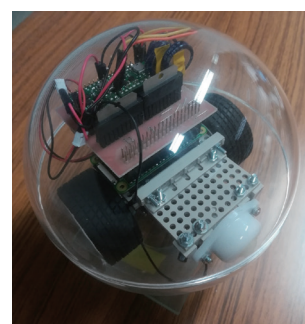
テーマ名	AI スピーカを利用するフィジカルコンピューティング		
学生	佐野雄基	指導教員	新山 亘
概要	<p>本テーマは、音声認識で環境照明光の調整を行うエキスパートシステムを構築するもので、市販の AI スピーカの基本構成を分析したうえで、音声認識ソフトウェア Julius を利用した非ネット接続の AI スピーカを製作することができた。</p> <p>このシステムに専用センシング回路を付加して情緒要素を抽出し、環境照明光の強度や色調を遠隔操作可能なシステムに発展させる。</p>		

テーマ名	リモコンで遠隔操作可能なゴミ箱の製作		
学生	藤村春人	指導教員	新山 亘
概要	<p>ゴミ捨ての際の移動の面倒さやゴミ箱を蹴り倒した経験から、リモコンによる遠隔操作可能なゴミ箱を製作した。本機は、モータ駆動回路搭載のゴミ箱とジョイスティック搭載のリモコンとで構成される。</p> <p>ゴミ箱とリモコンは XBee による Zig Bee 通信で接続する。ジョイスティック操作に連動してモータ駆動パターンが変化するシステムで、オムニホイールを採用したため小回りが可能になった。</p>		

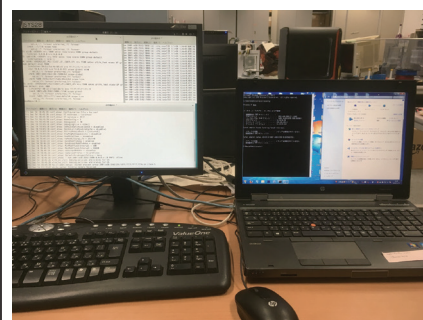
テーマ名	音声認識機能付き車載型表示器の製作		
学生	佐々木 陸	指導教員	新山 亘
概要	<p>Raspberry Pi, 制御基板及び RGB LED を用いた表示器を製作した。本機器は, 入力音声信号を音声認識ソフトウェアで文字データに変換し, フルカラー LED 表示装置に出力する仕組みである。</p> <p>表示の外形は高さ 200mm 幅 1000mm で, 16×60 個の表示部と, 制御基板で構成される。また, 1 文字は 16×16 個の LED で表示し, およそ 4 文字を移動させながら表示することができる。</p>		



テーマ名	小型球体ロボットの製作 II		
学生	門山廉也	指導教員	新山 亘
概要	<p>2017 年度に開発された「愛嬌のある身近なロボット MIDIKA-13」の成果物に改良を加えたもので, 2018 年度は新たにロボットの運動性を向上させる高速駆動回路を製作した。</p> <p>また, 前作では完成していなかった自動充電機能を追加した。さらに, ジョイスティックを活用した外部コントローラを作製し, ユーザの操作性やロボットの俊敏性を向上させている。</p>		

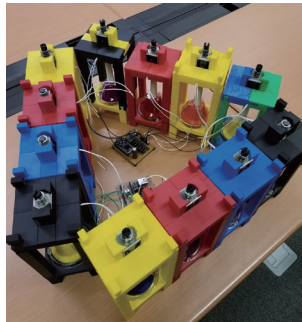



テーマ名	I P 移動透過通信の実験環境構築		
学生	山本涼太, 石川雅隆	指導教員	奥田佳史
概要	<p>IPv4 では, 通信端末がセグメントを超えて移動すると IP アドレスが変化して同一コネクションを継続できないという問題点があった。この課題を解決するため, MIP6 を採用して実験環境における IP 移動透過通信の動作検証を行った。</p> <p>当科としては, この実験環境の結果を基に, 2019 年度には IPv6 の学習教材を開発する予定である。</p>		

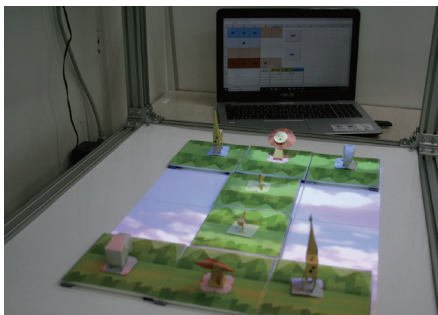


テーマ名	ハンドベル自動演奏状態の可視化		
学生	北野宏大, 後藤駿也	指導教員	奥田佳史
概要	<p>ハンドベル自動演奏状態の可視化を目的として, AR (Augmented Reality : 拡張現実) を採用した作品づくりに取り組んだ。AR とは, 付加的な情報やイメージを現実空間に重ね合わせ, 実空間を拡張・拡大させる技術である。</p> <p>この AR によって, ハンドベルの自動演奏情報を Android 端末上に鍵盤として配置することで, リアルタイムに鳴っているハンドベルの音階, 位置や音のダイナミクスを視覚的にマッピングすることが可能となった。</p>		





テーマ名	ハンドベル自動演奏装置の音源部再設計		
学生	後藤駿也, 北野宏大	指導教員	奥田佳史
概要	<p>2017年度の作品を改良して, ハンドベル自動演奏装置の音域を2オクターブに増やし, 再現できる音楽の曲目数を増やした. さらに, ハンドベルをタワー状に集積・配置することにより音の密度を上げている.</p> <p>タワー内部に制御基板を入れることでコンパクト性を高めるとともに, タワー各段を固定することでポータビリティを向上させている. これにより出前演奏が可能となった. また, 演奏曲は MIDI シーケンサで制御されているので汎用性がある.</p>		


テーマ名	若年者ものづくり競技大会への挑戦2018		
学生	松下拓磨	指導教員	東 正登 庄林雅了
概要	<p>第13回若年者ものづくり競技大会の電子回路組立職種に出場し, 銅賞を獲得するまでの道のりについて紹介する.</p> <p>電子回路組立職種の競技課題は4時間以内に行う基板組立てと, 組み込みプログラミング課題5問の作成となっており, その中で, はんだ付けやプログラムの正確さを評価する.</p> <p>近畿ポリテックビジョン2019では, それらの技術をいかに習得し, どうして銅賞を獲得できたか, どうして銅賞だったかを解説した. また併せて, ロボットソフト組込み職種の競技に対応する技能・技術を習得するために製作した移動式ロボットの展示も行った.</p>		

テーマ名	RFIDを用いた棋譜読み取り装置の製作		
学生	横田将史	指導教員	東 正登
概要	<p>将棋などのボードゲームにおいて, 盤上の駒の位置データを読み取る装置を製作した. RFIDにより認識された盤上の駒の位置データをマイコンに取り込み, 棋譜データとして処理を行っている.</p> <p>本装置により, 棋譜データを自動で蓄積することが可能である.</p>		


テーマ名	思考ゲームプログラムの開発		
学生	橋野隼人, 松本詩乃, 田中理央	指導教員	東 正登
概要	<p>二人零和確定完全情報ゲームに分類される思考ゲームプログラムの開発をテーマとし, どうぶつ将棋プログラムの開発を行った.</p> <p>開発したプログラムは, ①データ入出力, ②局面操作, ③探索・評価で構成されており, GUIによる操作が可能である. また, 思考ゲームをプレイするAIの開発では, 効果的な探索や評価関数について考察し, 複数の評価関数を実装した.</p>		


テーマ名	スマート・ミラーの機能拡張		
学生	岩永虎太郎, 唐岩 新, 滝本良輔	指導教員	小出久美子
概要	<p>2017年度の作品「スマートミラー」に機能を追加した。 音声入力した言葉をテキストファイルに変換し、作成した機械学習済みプログラムからの応答を音声出力する機能で、当校イメージキャラクターの3DモデルをUnityで作成し、音声出力に合わせて動作させ、キャラクターが話しているように制御した。 また、磁気センサを用いた社会の窓閉め忘れ防止機能も搭載し、スマートミラーかスマートフォンに接続して利用できるようにした。</p>		


テーマ名	学生スマートフォン アプリコンテスト「ふりふりしりとり」		
学生	北野宏大, 白地愛美, 佐野雄基	指導教員	小出久美子
概要	<p>2017年度に参加した「学生スマートフォン アプリコンテスト」へ2018年度も再挑戦した。開発メンバーを有志で募ってアイデアを抽出するところから始め、アプリ開発を終えたのち応募。コンテストの最終審査に進むことができた。 誰でも知っている「しりとり」ではあるが、普通の「しりとり」ではなく、スマートフォンの機能を使ってゲーム性を加えアレンジした。身体能力と想像力が問われる新感覚の「しりとり」である。</p>		


テーマ名	校内イベント用体験プログラムの開発		
学生	白地愛美	指導教員	小出久美子
概要	<p>本テーマでは、Bluetoothを用いたスタンプラリーゲームの開発を行った。 2018年度のポリテクフェスタ（学園祭）では、IchigojamマイコンボードとM5stackマイコンボードを用いて、子供向け体験授業で宝探しゲームとして動作検証を行い、近畿ポリテクビジョン2019ではこれに加えて、新たに開発したスマホアプリによるスタンプラリー体験を行った。</p>		

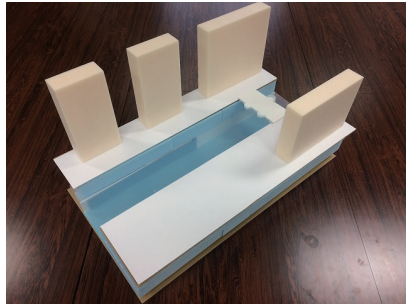
住居環境科


テーマ名	木造住宅の軸組模型（二級建築士製図課題）		
学生	稲澤由紀也, 岩田透阿, 保澤俊樹, 松田晃平	指導教員	武種亮宜
概要	<p>本テーマでは、過去の二級建築士製図課題を元に1/10サイズの軸組模型を制作した。 選定した課題は「レストラン併用住宅」、「介護が必要な親と同居する専用住宅」、「景勝地に建つ土間スペースのある週末住宅」及び「家族のライフステージの変化に対応できる三世帯住宅」の4点で、軸組模型を作るために必要な平面図、伏図、軸組図を描き、製作に取組んだ。</p>		

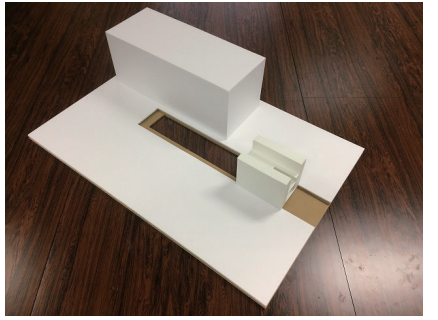
テーマ名	東屋の制作		
学生	河村 優, 小谷 翼	指導教員	中川詠子
概要	<p>1年生のときに学んだ知識や技術を生かして東屋を設計し、施工を行った。</p> <p>東屋は柱と屋根だけの簡素な建物だが、屋根形状や腰壁や垂れ壁の有無、椅子の配置などによって雰囲気ががらりと変わる。建築面積 10m² の条件で、前年度の東屋とは異なるアジア風の東屋を目指した。その特徴は、切妻の屋根を2段にして可動式の垂れ壁を付け、外観に変化を持たせた。また、床を張ることで高床式の開放的なデッキをイメージしている。</p>		

テーマ名	家具の制作		
学生	辻本すみれ	指導教員	中川詠子
概要	<p>インテリアの授業で、インテリアは家具や照明等を含めた室内空間を意味しており、家具も住居環境の1つであると学んだ。家具は生活の中で生まれた道具である。その中でも、住宅の10%を占める収納を目的とした棚に興味を持った。</p> <p>自身が子供（小学生の女子）の頃にあこがれた開き戸や引出しを組み合わせた多機能な家具の制作を目指した。</p>		

テーマ名	簡易組立式休憩所		
学生	吉本康佑, 奥 康高, 中務宏彦, 山下大河	指導教員	前田由佳
概要	<p>2018年は、記録的猛暑や自然災害などが多く発生した。災害時に現地で簡単に作れる休憩所があれば役に立つと考えた私たちは、総合制作実習のテーマを「簡易組立式休憩所」とした。</p> <p>継手のいらない安易に作れるような構造とし、秘密基地のような安心感とワクワクするような楽しいイメージのある休憩所製作に取り組むことにした。また、木のトランスフォームをテーマにしたコンペティションに提出するために、シーンに合った使い方ができるよう可変性を持たせた。</p>		


テーマ名	学生コンペティション 人にやさしく都市にもやさしいウェルネス		
学生	林 由幸	指導教員	村岡 寛
概要	<p>総合制作実習では、建築設計をメインとしたコンペティションを題材に、指定されている条件に基づいて建築空間の提案を行った。コンペティションに提出する要求事項をプレゼンボードにまとめ、提出することを目的としている。</p> <p>このコンペティションは、株式会社ハーフエレジヤパンが主催するもので、募集テーマは「ウェルネス・アーキテクチャー」。本作品では、立地条件である渋谷川沿いに「都市部の環境やそこに住む人にとって必要なウェルネスアーキテクチャー」を計画している。</p>		


テーマ名	学生コンペティション 水泳プール・噴水公園を有するコミュニティ施設		
学生	中井芳徳	指導教員	村岡 寛
概要	<p>総合制作実習では、建築設計をメインとしたコンペティションを題材に、指定されている条件に基づいて建築空間の提案を行った。コンペティションに提出する要求事項をプレゼンボードにまとめ、提出することを目的としている。</p> <p>このコンペティションは、株式会社ハーフェレージャパンが主催するもので、募集テーマは「ウェルネス・アーキテクチャー」。本作品では、立地条件である渋谷川沿いに『身体的・精神的な状態が維持できる「健康」を意識した建築物』を計画した。</p>		


テーマ名	学生コンペティション 水歩通り		
学生	村田雄久	指導教員	村岡 寛
概要	<p>総合制作実習では、建築設計をメインとしたコンペティションを題材に、指定されている条件に基づいて建築空間の提案を行った。コンペティションに提出する要求事項をプレゼンボードにまとめ、提出することを目的としている。</p> <p>このコンペティションは、株式会社ハーフェレージャパンが主催するもので、募集テーマは「ウェルネス・アーキテクチャー」。本作品では、立地条件である渋谷川沿いに「健康に寄与するカタチ」として計画した。</p>		


2018(平成30)年度応用課程開発課題実習概要

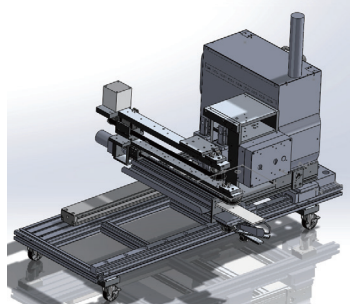
生産システム系3科

テーマ名	プリント基板実装支援装置の開発		
学生	<p>生産機械システム技術科 : 清原友仁, 荒木 希, 戸口修祈, 加藤紘高, 林 信強, 本木亮輔</p> <p>生産電気システム技術科 : 田邊元紀, 堀内優一</p> <p>生産電子情報システム技術科 : 岡原 陽, 辰ノ嘉郎, 寺下和治, 松永 大</p>	指導教員	久保幸夫 今園浩之 石部剛史
概要	<p>本作品は、プリント基板の実装作業を以下の3点について改善することを目的としている。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① はんだ付け位置を探す作業の改善 ② 部品を捜す作業の改善 ③ 目視検査の改善 <p>これらを達成するため、機械、電気、電子情報の3分野の知識と技能技術を組み合わせて開発を進めた。最終的には、小型プロジェクタからのポインタやカラー液晶タッチパネルなどを用いることによって、実装作業の改善を図ることができた。</p>		

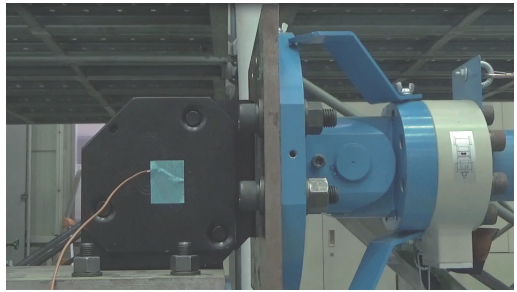
テーマ名	海洋ロボットの開発		
学生	生産機械システム技術科 : 樋口慎吾, 北村瑞貴, 原田大地, 江頭陽太, 出口卓弥, 北畑晶崇 生産電気システム技術科 : 松村 錬, 田中優汰, 吉田匡志, 五味光一朗 生産電子情報システム技術科 : 大佐充登, 内尾陸斗, 田口 颯, 谷本 仁	指導教員	椿 博敏 岩城勇生 井上 隆
概要	<p>本作品の ROV は、海底調査用の遠隔操作型のロボットである。操作は、数十メートルのテザーケーブルで繋がれたコントローラとモニターで行う。モニターには、ROV 内部にあるカメラの映像と、センサ情報が表示する。</p> <p>右図上の 1 号機は、沖縄ロボコン大会出場用に制作したもので、同図下の 2 号機は 1 号機の改良版で、センサからの情報によりホバーリングする機能を追加し、水中でも安定した姿勢で動作することが可能である。</p>		


テーマ名	接客ロボットの製作		
学生	生産機械システム技術科 : 大田絢也, 種田葉助, 森田星樹, 藤本祐登, 杉原規之, 伊藤和輝 生産電気システム技術科 : 畑下芳輝, 林 芳樹, 柴崎泰斗, 島袋大雅 生産電子情報システム技術科 : 井上廣河, 佐野翔太, 上野佑馬, 大塚真子	指導教員	勝田 勉 中村恵司 藤井昌之
概要	<p>本テーマが目指している最終の姿は、「子どもや老人などの手助けを行うロボット」であり、人とできるだけ自然に接し、働くロボットである。</p> <p>2018 年度は、2017 年度まで取組んできたファミリーレストラン向けの接客ロボットとは異なり、子どもや補助の必要な方々の役に立つロボットを製作したいと考え、図書館で接客や案内を行うことを目的としたロボットの製作を行った。</p>		

テーマ名	スマートアグリシステムの開発		
学生	生産機械システム技術科 : 金澤雄大, 高比良友規, 中井一志, 正木誠也, 吉田 航 生産電気システム技術科 : 西村 巧, 畑慶司, 村山 諒 生産電子情報システム技術科 : 荒殿彬智, 多田和弘, 為永剛志, 徳山光輝	指導教員	作 成一郎 秋間紳樹 庄林雅了
概要	<p>本テーマは、水田の水管理にかかる労働時間の削減と用水量の無駄の低減を目的とした、水管理を IoT 化するシステムの開発である。</p> <p>農業・食品産業技術研究機構が行った水田の IoT 化実験例によると、労働時間が削減され、水田に使用する水量も削減できたとの報告がある。</p> <p>本開発は、株式会社エイワットとの共同研究として 2 年計画で取り組んでおり、2018 年度は初年度として、水田に見立てた実験装置を用いて水位制御システムの試作開発を行った。</p>		

テーマ名	アスパラガス収穫ロボットの開発 - 試作機2号の設計・製作 -		
学生	生産機械システム技術科 : 山添伸也, 川本達郎, 城島尚己, 武田拓実, 三浦透, 森健士郎 生産電気システム技術科 : 名田圭太, 小櫻雄貴和 生産電子情報システム技術科 : 酒井淳史, 北河孝基, 久喜涼平, 西村滉太郎	指導教員	望月隆生 宮武正勝 矢口博道
概要	<p>アスパラガスの生産において収穫の自動化が望まれていることから、株式会社パシオスより開発課題のテーマとして「アスパラガス収穫ロボットの開発」が提供され、2017年度より開発を行っている。</p> <p>本開発課題では開発に先立ち、ロボットの機構や画像計測アルゴリズムを検証するための試作機2号を設計・製作した。</p> <p>食品サンプルのアスパラガスを使用して試作機2号をテストした結果、画像計測に基づいてロボットハンドで収穫することに成功した。</p>		

建築施工システム技術科

テーマ名	木造戸建て住宅用制振装置の開発		
学生	水本悠斗, 岸本大幸, 東迎拓郎, 新垣翔太, 大城賢斗	指導教員	新垣忠志 藤村悦生
概要	<p>本テーマは、イケヤ工業株式会社（静岡県浜松市）との共同研究である。</p> <p>粘弾性の性質を有する粘弾性シートを鋼板で挟み、更に特殊バネと呼ばれる地震終了後に原位置回復機能をもつバネとで構成される、木造住宅用制振装置を開発する。また、本装置による耐震補強設計法を構築する。</p> <p>具体的には、振動台を用いた動的加力試験による実験と解析により、粘弾性制震装置の性能評価するとともに、動的加力試験における変位や損傷状況から、本装置の改良案を提示し改善された装置による再試験結果から改善効果を確認する。</p> <p>さらに、試験結果より得たデータを基に応答解析や静的骨組解析を行い応答解析や静的骨組解析による設計法を構築する。</p> <p>研究成果は大きく2項目挙げられる。まず特殊バネの仕様を決定できた。提案されていた特殊バネの中で、本制振装置に最も適するバネを選択決定した。2つ目として、粘弾性体の材料特性が把握できた。粘弾性体の性質である非線形の履歴ループであるとともに、明確な粘性減衰性能を有することを確認した。</p>		

テーマ名	木造建築物における接合金物の開発		
学生	石川達也, 太田佑真, 武市克哉, 朴悠汰, 若林大地, 渡邊勇人	指導教員	宇都宮直樹 藤村悦生
概要	<p>本テーマは、株式会社アイテック（新潟県新潟市）との共同研究である。</p> <p>建設作業の簡素化および高付加価値が、木造住宅に使用する接合金物にも求められているが、既存の接合金物は地震等の外力が作用した場合、終局状態において軸組の破壊が先行するモードとなっており、軸組の再利用が困難となってしまう。</p> <p>本研究は、簡易な施工でかつ後付施工ができ、地震等の外力が作用し終局状態となった場合には、金物が先行破壊する接合金物を開発した。</p> <p>柱と横架材を接合するCP・ZS金物と同等の性能があることを実験で確認するとともに、性能認定機関においても確認できた。</p>		

2018(平成30)年度共同研究概要

No. 1

研究名	木造住宅用金物の開発
研究者	建築施工システム技術科 宇都宮直樹（代表），住居環境科 藤村悦生
共同研究機関	株式会社アイテック（新潟県新潟市）
研究の概要	<p>建設作業の簡素化および高付加価値が，木造住宅に使用する接合金物にも求められている。既存の接合金物は地震等の外力が作用した場合，終局状態において軸組の破壊が先行するモードとなっており，軸組の再利用が困難となってしまう。</p> <p>本研究は，簡易な施工でかつ後付施工ができ，地震等の外力が作用し終局状態となった場合には，金物が先行破壊する接合金物を開発した。</p> <p>柱と横架材を接合する CP・ZS 金物と同等の性能があることを実験で確認するとともに，性能認定機関においても確認できた。</p>

No. 2

研究名	木造戸建て住宅用制振装置の開発
研究者	建築施工システム技術科 新垣忠志（代表），住居環境科 藤村悦生
共同研究機関	イケヤ工業株式会社（静岡県浜松市）
研究の概要	<p>本研究では，粘弾性の性質を有する粘弾性シートを鋼板で挟み，更に特殊バネと呼ばれる地震終了後に原位置回復機能をもつバネとで構成される，木造住宅用制振装置を開発する。また，本装置による耐震補強設計法を構築する。</p> <p>具体的には，振動台を用いた動的加力試験による実験と解析により，粘弾性制震装置の性能評価するとともに，動的加力試験における変位や損傷状況から，本装置の改良案を提示し改善された装置による再試験結果から改善効果を確認する。</p> <p>さらに，試験結果より得たデータを基に応答解析や静的骨組解析を行い応答解析や静的骨組解析による設計法を構築する。</p> <p>研究成果は大きく2項目挙げられる。まず特殊バネの仕様を決定できた。提案されていた特殊バネの中で，本制振装置に最も適するバネを選択決定した。2つ目として，粘弾性体の材料特性が把握できた。粘弾性体の性質である非線形の履歴ループであるとともに，明確な粘性減衰性能を有することを確認した。</p>

No. 3

研究名	耐震パネルの開発
研究者	建築施工システム技術科 片平 聡（代表），住居環境科 藤村悦生
共同研究機関	和興健産株式会社（和歌山県和歌山市）
研究の概要	<p>近年の地震災害の経験から，木造住宅を対象に耐震性能向上（診断・補強技術）が積極的に行われている。特に耐震性能が不足している建物に対して，耐力壁を追加することにより将来想定される地震への対応が図られている。</p> <p>しかし，補強が必要と診断されている建物に対する耐震補強工事は進行していない。その理由は，耐震補強するために既存の耐力壁・非耐力壁の解体等，大きな建物のリフォームが求められるからである。さらに，近年における熟練技能者の高齢化から現場作業の簡素化も併せて求められている。</p> <p>そこで本研究では，格子壁と表層材を組み合わせた新しい耐力壁を開発することとした。目標としている耐力壁は，床や天井の解体を必要としない簡易な施工で，壁倍率 1.5 程度の耐震性を有する耐震パネルとする。さらに，開発した耐震パネルの幅広い普及をめざし，公的機関による性能認証も併せて取得する。</p>

No. 4

研究名	木造戸建て住宅基礎用補強工法（無筋コンクリート基礎）の開発
研究者	建築施工システム技術科 西山正憲（代表），住居環境科 藤村悦生
共同研究機関	株式会社アサンテ（東京都新宿区）
研究の概要	<p>住宅に作用する外力は、最終的に基礎構造を通じて地盤に伝達されなければならないことを考慮すると、後施工人通口の後施工などによる基礎の耐力低下に対する対策技術開発を早急に進めていく必要がある。</p> <p>そこで本研究では、木造住宅基礎用の補強技術を開発することにした。特に、金物・繊維版等を利用して施工手間のかからない実状に沿った補強技術を目標に既存の補強工法を改善する。</p> <p>本研究により、昨年度開発した、木造住宅に用いられている既存の基礎梁に設けた人通口による切り欠き廻りを開発した金物によって補強することにより、切り欠きを塞ぐことなく有害なひび割れ（0.5mm）が発生しないように補修する工法の、施工性・補強性能を改善した構法を開発した。</p> <p>開発した補強工法は、以下の特長を有している。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 施工性改善のための軽量化（既存 15kgf から 8kgf） ② 補強性能の向上（人通口施工前の耐力の 80%を復元，既存技術では 60%） ③ 補強材が金物であることにより品質が安定

No. 5

研究名	針侵入による土塗壁劣化診断装置の開発
研究者	建築施工システム技術科 宇都宮直樹（代表），四国職業能力開発大学校住居環境科 越智隆行
共同研究機関	富士物産株式会社（埼玉県さいたま市）
研究の概要	<p>土塗壁は耐力壁として近年再評価されているが、屋外で使用すると風雨により劣化を受けて強度が低下する。耐力壁として土塗壁を適正に維持管理するためには、壁土の塗り直しを行う時期を判定し、適宜、塗り直しを行う必要がある。しかしながら現在、劣化の判定は目視によって行われており、定量的な評価とは言い難い。</p> <p>本研究では、経年劣化した壁土の圧縮強度および劣化範囲を推定するために、ポータブルタイプの針侵入劣化診断装置の開発と強度特性評価法の提案を行った。土塗壁の壁倍率の計算をするための基準値となっている一軸圧縮強度の値 $\sigma_u = 0.3\text{N/mm}^2$ 未満の壁土を対象とした実験を行い、強度特性評価法の有効性を検証した。</p> <p>開発した診断装置の適応範囲は圧縮強度 $\sigma_u = 0.30 \sim 2.00 \text{ N/mm}^2$，貫入量 $\delta = 2 \sim 10\text{mm}$ である。</p>

No. 6

研究名	スマートアグリシステムに関するプロトタイプの開発
研究者	生産機械システム技術科 作成一郎（代表），生産電気システム技術科 秋間紳樹，生産電子情報システム技術科 庄林雅了
共同研究機関	株式会社エイワット（大阪府堺市）
研究の概要	<p>稲作において水管理は毎日行い、細かな水位や水温の調整のために米農家は膨大な時間と労力を使っている。本研究では、農家が直接水田に出向くことなく、手で水位・水温の状況が把握でき、遠隔操作で水位調整を行うことのできる IoT（Internet of Things）システムのプロトタイプの開発に取り組み、以下の4項目の成果が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 模擬水田に適応できるサイフォン式給水装置およびゲート式排水装置を製作し、給排水動作を実現した。 ② 情報端末で模擬水田と用水路の水位、水温、キャパシタ・バッテリー電圧が閲覧できた。 ③ 情報端末から給排水遠隔制御を4モード（手動モード、手動調整モード、タイマモード、自動調整モード）について操作できた。 ④ 省電力設計を行い、給水装置の消費電力を 9W、排水装置や水位・水温センサの消費電力を 5W とすることができ、システム全体の消費電力を 14W の電力に抑えることができた。なお各装置の電源として、水位・水温センサには太陽光パネルとキャパシタを用い、給排水装置および通信機器にはバッテリーを用いた。将来的には、共同研究先企業のマイクロ水力発電装置からバッテリーやキャパシタに充電できるシステムに発展させる。

No. 7

研究名	『オンボード電源設計の実践講座（案）』企画・実施のための教材開発
研究者	生産電子情報システム技術科 庄林雅了（代表），電子情報技術科 東 正登
共同研究機関	株式会社トータス（大阪府大阪市）
研究の概要	<p>電子機器設計において製品を正常動作させるためには、電源回路の知識修得が必須である。</p> <p>電源回路は電力を扱うアナログ回路であり、アナログ回路特有の負帰還安定度やノイズの問題に加えて、熱として出てくる損失を設計段階で抑えていくことがポイントになる。特に、昨今の低電圧・大電流の高速デジタル回路に対応するには電源の安定動作が鍵になってくる。</p> <p>最近ではスイッチング周波数が MHz を超えるものがあり、従来の設計手法の踏襲だけでは、動作検証・ノイズ対策が非常に難しくなるケースが多い。電源設計は『この道 何十年』の熟練エンジニアが担当するケースが多く、人材の高齢化により若手エンジニアへの継承・育成が特に急務である技術分野となってきた。しかし、一般公開されている初心者向けの教材・セミナーの数は少なく、現状は各企業が独自の技術ノウハウとして、社外秘としているのが一般的である。</p> <p>そこで本研究では、LTspice（回路シミュレータ）や KiCad（プリント基板設計 CAD）などフリーのツールを使用して、電源回路設計から基板レイアウト設計、部品実装、特性評価までの首尾一貫した電源設計の教材を制作した。</p> <p>制作にあたっては、既存の参考書籍や公開セミナーに電源回路の具体的な設計事例紹介が少ないため、生産電子情報システム技術科の学生向け授業のために設計制作した電源基板から、各種データを収集した。これにより、教材資料の充実と他セミナーとの差別化を図っている。</p>

No. 8

研究名	TIP構法の改良・性能証明取得に関する研究開発
研究者	建築施工システム技術科 片平 聡（代表），住居環境科 藤村悦生
共同研究機関	日本TIP建築協会（東京都文京区）
研究の概要	<p>近年多発している大地震による木造住宅における被害状況から、大地震に対する備えが必要であることは言うまでもない。本研究では、横揺れだけでなく縦揺れにも有効に働く耐力壁（TIP 構法）の開発・改良を行うとともに、開発した耐震パネルの幅広い普及をめざして、大臣認定も併せて取得することを目的とする。</p> <p>TIP 構法とは、補強ガセットと呼ばれる構造用合板と薄い鉄板を組み合わせたものを仕口部の外壁側に釘で取付け、外壁の下地板を 45 度の勾配で所定の間隔を設け釘打ちした耐力壁である。本構法の特長として、①トラス構造とラーメン構造を併用した効果が期待できること、②下地板を斜め張りにすることで傾きにくく、横揺れと縦揺れに対する有効性が期待できることが挙げられる。</p> <p>本年度は、実験により基本仕様を決定した。2019 年度以降は、基本仕様の試験体を複数作製し、データのばらつき等を確認した後、大臣認定の取得を目指す。</p>

No. 9

研究名	市販デプスセンサを使用したアスパラガス収穫ロボットのためのコンピュータビジョンの開発
研究者	生産電子情報システム技術科 望月隆生
共同研究機関	株式会社パシオス（静岡県磐田市）
研究の概要	<p>アスパラガス収穫ロボットを実現する上で課題となるセンシング部分を開発するため、2017 年度に「アスパラガス収穫ロボットのためのコンピュータビジョンの開発」を共同研究で開発した。しかし実用化する上で、市販の Web カメラを分解して取り出した基板を組み合わせる製作しなければならない点や、計測時間が長い点などが課題として残った。</p> <p>本研究では、市販のデプスセンサに誤差補正処理、差画像のレイヤー化処理、RGB 画像一視差画像間の座標系変換などを適用した計測プログラムを作成し、実用的なアスパラガス収穫ロボットのためのコンピュータビジョンを開発した。</p> <p>精度評価実験の結果、キャリブレーション済みの状態での計測精度は、縦横方向で約 0.8mm、奥行方向で約 2.7mm であった（実用範囲内と判断）。また、計測に要する時間は、2017 年度に 15 秒であったものが 1.1 秒と大幅に短縮できた。その他、新たに確立した本方式によって、現実的なロボットに組み込んだ際の精度低下を抑えることができるようになった。</p>

2018（平成30）年度における表彰

第13回若年者ものづくり競技大会における表彰

- ① 電子回路組立て職種（銅賞）：電子情報技術科 松下拓磨

近畿ポリテックビジョン2019における表彰

- ① 応用課程 最優秀発表賞：生産電子情報システム技術科 酒井淳史
- ② 応用課程 優秀発表賞：生産電気システム技術科 西村 巧
- ③ 応用課程 最優秀作品賞：生産システム技術系「プリント基板実装支援装置の開発」
製作者：荒木 希，加藤紘高，清原友仁，戸口修祈，本木亮輔，林 信強，田邊元紀，堀内優一，岡原 陽，辰ノ嘉郎，寺下和治，松永 大
指導教員：久保幸夫，今園浩之，石部剛史
- ④ 応用課程 優秀作品賞：生産システム技術系「海洋ロボットの開発」
製作者：樋口慎伍，江頭陽太，北村瑞貴，原田大地，北畑晶崇，出口卓弥，松村 錬，田中優太，吉田匡志，五味光一朗，太佐充登，内尾陸斗，谷本 仁，田口 颯
指導教員：椿 博敏，岩城勇生，井上 隆
- ⑤ 専門課程 優秀発表賞：生産技術科 澤 一夢
- ⑥ 専門課程 最優秀作品賞：生産技術科「メタルゴム銃の設計・製作」
製作者：田中慎矢，澤 一夢，坪佐佳浩
指導教員：佐藤 桂
- ⑦ 専門課程 最優秀作品賞：電子情報技術科「若年者ものづくり競技大会への挑戦2018」
製作者：松下拓磨
指導教員：東 正登，庄林雅了
- ⑧ 専門課程 優秀作品賞：住居環境科「簡易組立式休憩所」
製作者：奥 康高，中務宏彦，山下大河，吉本康佑
指導教員：前田由佳

卒業式における表彰

- ① 大学校賞
- | | |
|------------------|------|
| 専門課程：電子情報技術科 | 松下拓磨 |
| 応用課程：生産機械システム技術科 | 清原友仁 |
| 生産電子情報システム技術科 | 辰ノ嘉郎 |
| 建築施工システム技術科 | 當間裕次 |
- ② 優秀賞
- | | |
|------------------|------|
| 専門課程：生産技術科 | 濱西光希 |
| 電気エネルギー制御科 | 服部真輝 |
| 電子情報技術科 | 佐野雄基 |
| 住居環境科 | 岡村恭平 |
| 応用課程：生産機械システム技術科 | 三浦 透 |
| 生産電気システム技術科 | 田中優太 |
| 生産電子情報システム技術科 | 松永 大 |
| 建築施工システム技術科 | 岸本大幸 |

2019年編集委員

委員長	高橋大弐	(校長)
	志水正利	(副校長)
	福永卓己	(能力開発統括部長)
	寺床真悟	(学務課長)
	加藤 肇	(援助計画課長)
	岩城勇生	(機械系)
	野田充大	(機械系)
	今園浩之	(電気系)
	阿曾沼亨哉	(電気系)
	望月隆生	(電子情報系)
	奥田佳史	(電子情報系)
	宇都宮直樹	(建築系)
	藤村悦生	(建築系)
	樋口黒光	(学務課)
	松本果歩	(援助計画課)

近畿能開大ジャーナル 第27号

発行 2019年9月

発行者 近畿職業能力開発大学校

〒596-0817

大阪府岸和田市岸の丘町3-1-1

電話 072-489-2112

FAX 072-479-1751
