

近畿職業能力開発短期大学校京都校ジャーナル  
2021

第29号

## 令和3年度ジャーナル巻頭言

昭和56年4月に京都職業訓練短期大学校として開校した当校は、今年で40年の歳月を迎えます。この創立40周年の記念すべき年に巻頭言をしたためることに對し、特別の喜びを感じております。

当校は、舞鶴市をはじめ京都北部そして北近畿の人材育成を担う拠点として、学卒者や在職者の能力開発業務に取り組んでおります。そしてこの間に、幾多の訓練学科の再編を重ね、校名も近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校に改め現在に至っております。この40年の間に、短大の学生だけでも3,000人以上の卒業生を社会に輩出し、その多くは近畿圏を中心に活躍しています。

創立40周年の節目にあたり、今一度創立当時の初心に帰り、原点回帰の思いを強くしました。私どものこの小さな大学校が地域の皆様に愛され、頼られる存在になるには、地域をもっと大事にし、地域に貢献できる大学校でなければなりません。

本ジャーナルの内容は、学生とともに行った「総合制作実習」の取り組みや、企業や地域から依頼された「受託・共同研究」の取り組みについて報告されたものが多く掲載されています。総合制作実習では、地域貢献に関するテーマを必ず1テーマは取り組むとの方針のもと、今年も数テーマの投稿を頂きました。今後ともこの方針は堅持して行きたいと思ひますし、教職員の皆様におかれましては、地域に貢献できる研究テーマの開拓に絶えず気を留めて頂きたいと思ひます。

このジャーナルを専門的な研究や教育訓練の実践報告の一つの手段として、また対外に発信できる成果の場として活用していただくことを切に望みます。そして自らの自己研鑽や研究活動にしっかりと力を注いで頂きたいと思ひます。そしてその成果を自らの履歴として、また後進の標として、しっかりと文章で記録しておくことが大切です。そのような意味でも本ジャーナルの発刊は、教員の自己啓発の一助になることを確信しています。

皆様方には、本ジャーナルに対して忌憚のないご意見とご指導を頂ければ幸いに存じます。

近畿職業能力開発大学校京都校  
校長 前田 晃穂

## 目 次

### □巻頭言

ジャーナル2021の発刊に寄せて・・・・・・・・・・・・・・・・	前田 晃穂	1
----------------------------------	-------	---

### □事業概要

令和3年度事業概要・・・・・・・・・・・・・・・・	手嶋 誠司	3
---------------------------	-------	---

### □地域との連携事業

1.金沢大学との共同研究取り組み 実験装置の設計と試作・・・	楠本 佳弘	1 1
2.夜間入港フェリーの誘導灯・・・・・・・・・・・・・・・・	古元 克彦	1 6
3.ほ場水位管理システム・・・・・・・・・・・・・・・・	加畑 満久	2 0

### □総合制作実習

1. TOPPERS/ASP カーネルを用いたランダムに点灯するクリスマスツリー 制作の取り組み・・・・・・・・・・・・・・・・	奥井 秀幸	2 4
2. Grid-EYE を用いた体温測定システムの製作・・・・・・・・	片岡 将樹	2 8
3. 受動二足歩行ロボットの製作・・・・・・・・・・・・・・・・	楠本 佳弘	3 2
4. 産業用ロボットを用いたおもてなしシステムの製作・・・	神川 謙一	3 8
5. 旋盤競技大会における技能・技術の指導・・・・・・・・	山本 衛	4 2

### □高大連携事業

1. 福井県立科学技術高等学校 出前授業・・・・・・・・	浴本 保典	4 6
2. Web を活用したオンライン出前授業の取組み・・・・・・・・	手嶋 誠司	5 0

### □事業主推薦制度

事業主推薦制度に関するアンケート調査結果の報告・・・・・・・・	大澤 剛	5 4
---------------------------------	------	-----

(注) 本誌では、各原稿の趣旨を踏まえて各種表記を混在させております。

# 令和3年度事業概要

## I 施設の概要

### 1. 施設の名称

独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構 京都支部  
近畿職業能力開発大学校附属 京都職業能力開発短期大学校  
Kinki Polytechnic College Kyoto

### 2. 所在地

〒624-0912 京都府舞鶴市宇上安 1922 電話 0773-75-4340 FAX 0773-75-4378

### 3. 代表者（校長）

前田 晃穂(平成31年1月～)

### 4. 設立経過

- 昭和 56 年 4 月 1 日 国は京都職業訓練短期大学校を設置し、設置・運営は雇用促進事業団が担う。
- 平成 5 年 4 月 1 日 職業能力開発促進法の一部改正に伴い、名称を京都職業能力開発短期大学校（ポリテクカレッジ京都）に改称する。
- 平成 11 年 10 月 1 日 雇用促進事業団が廃止され、設置運営は、雇用・能力開発機構が引き継ぎ、名称を雇用・能力開発機構 近畿職業能力開発大学校附属 京都職業能力開発短期大学校に改称する。
- 平成 16 年 3 月 1 日 雇用・能力開発機構が廃止され、設置運営は独立行政法人雇用・能力開発機構が引継ぎ、名称を独立行政法人雇用・能力開発機構 近畿職業能力開発大学校附属 京都職業能力開発短期大学に改称する。
- 平成 23 年 10 月 1 日 独立行政法人雇用・能力開発機構が廃止され、設置運営は独立行政法人高齢・障害雇用支援機構が引き継ぎ、名称を独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 京都支部 近畿職業能力開発大学校附属 京都職業能力開発短期大学校に改称する。

### 5. 施設の役割

我が国が、技術大国として持続的な経済成長を実施していくためには、新技術の開発、製品等の高付加価値化や新分野への展開などが必要であり、基幹産業を支えるものづくり企業や技能・技術者の存在が不可欠である。

本校は、職業能力開発促進法に基づき設置されている公共職業能力開発施設として、①主に高等学校を卒業した方を対象として、産業界の変化に対応できる高度な技能・技術及び知識を兼ね備えたテクニシャン・エンジニアを育成する専門課程（2年制）を実施し、その修了者の多くを、京都府を始め関西圏の中小企業を支える人材として送り出すほか、②中丹地域の企業を対象として、在職者に対する技能・技術のレベルアップのための訓練、③企業との共同研究、④各教育機関との連携などにより、地域社会の人材育成に貢献することを使命としている。

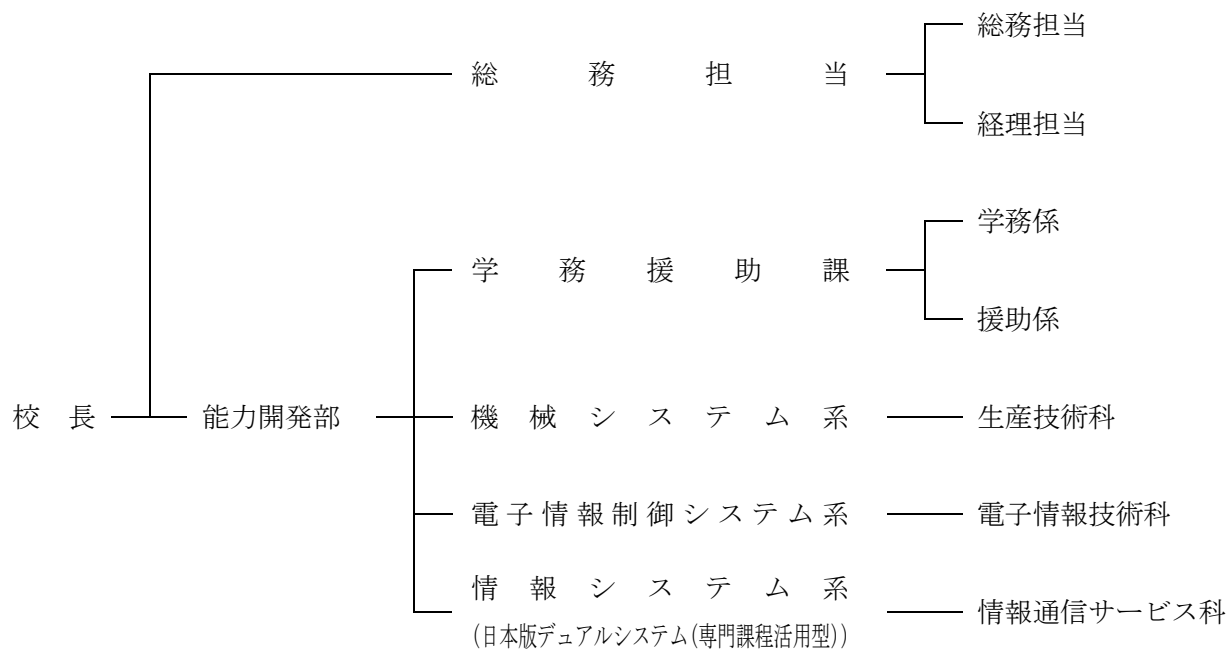
### 6. 事業の内容

- (1) 高度職業訓練専門課程（2年制）の職業訓練の実施
- (2) 高度職業訓練専門短期課程（能力開発セミナー）の職業訓練の実施
- (3) 職業能力の開発及び向上に関する相談・援助、情報及び資料の提供等
- (4) 事業主団体等が行う職業訓練並びに技能検定の実施に必要な援助
- (5) キャリア・カウンセリングやキャリア形成促進助成金の相談・援助
- (6) 施設・設備の貸与

## 7. 施設の沿革

昭和56年4月	舞鶴総合高等職業訓練校の施設を継承し、京都職業訓練短期大学校として、生産機械科、金属成形科、自動車科、室内造形科、染織り技術科の5科の専門訓練課程の編成で開設する。
昭和60年10月	職業訓練法が職業能力開発促進法に改正され、専門訓練課程は専門課程となる。
平成元年4月	短期大学校の整理再編計画に基づき、生産機械科、制御技術科、電子・情報技術科、住居環境科、染織技術科の5科の編成となる。
平成3年4月	在職者のための能力開発セミナーが開始される。
平成4年4月	短期大学校の系及び科名・カリキュラムの再編計画に基づき、一部の科の名称を変更し、機械システム系（生産技術科、制御技術科）、情報システム系（情報技術科）、住居システム系（住居環境科）及び染織システム系（染織技術科）の4系5科となる。
平成5年4月	職業能力開発促進法の一部改正に伴い、校名を京都職業能力開発短期大学校（ポリテクカレッジ京都）とする。 一部の系の名称を変更し、機械システム系（生産技術科、制御技術科）、情報システム系（情報技術科）、住居システム系（住居環境科）及びテキスタイル技術系（染織技術科）となる。また、組織の見直しに伴い、「庶務課」を「総務課」に、「学生課及び教務課」を統合して「学務課」とし、新たに「開発援助課」を設置する。
平成8年4月	機械システム系（制御技術科）の募集を停止し、電気・電子システム系（電子技術科）を新設する。
平成11年3月	緊急経済対策の一環として、離転職者を対象とした職業訓練（アビリティコース）を新設する。
平成11年4月	職業能力開発促進法の一部改正に伴う職業能力開発短期大学校の設置に伴い、校名を近畿職業能力開発短期大学校附属京都職業能力開発短期大学校と改称する。また、「学務課」と「開発援助課」を統合して、「学務援助課」を設置する。
平成11年10月	法律に基づき雇用促進事業団の廃止と同時に雇用・能力開発機構が設立され、校名を雇用・能力開発機構近畿職業能力開発短期大学校附属京都職業能力開発短期大学校と改称する。
平成16年3月	法律に基づき雇用・能力開発機構が廃止と同時に独立行政法人雇用・能力開発機構が設立され、校名を独立行政法人雇用・能力開発機構近畿職業能力開発短期大学校附属京都職業能力開発短期大学校と改称する。
平成21年4月	電気・電子システム系（電子技術科）、情報システム系（情報技術科）の募集を停止し、電子情報システム系（電子情報技術科）を新設する。
平成22年4月	染織技術科の募集を停止する。
平成23年10月	法律に基づき独立行政法人雇用・能力開発機構の廃止と同時に独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構が設立され、校名を独立行政法人高齢・障害者雇用支援機構近畿職業能力開発短期大学校附属京都職業能力開発短期大学校と改称する。
平成24年4月	離職者訓練（CAD/CAM技術科・設備保全サービス科）を新設する
平成25年4月	住居環境科の募集を停止する。（近畿職業能力開発短期大学校へ移設）
平成26年4月	情報通信サービス科（専門課程活用型デュアルシステム訓練）を新設する。また、設備保全サービス科（離職者訓練）を休止する。
平成27年4月	離職者訓練CAD/CAM技術科の科名をCAD/CAM機械加工科に改名する。 住居環境科が完全移設される。
平成30年4月	離職者訓練を休止する。
令和3年4月	情報通信サービス科（専門課程活用型デュアルシステム訓練）の募集を停止する。
令和4年4月	デジタルサポートシステム科（専門課程活用型デュアルシステム訓練）を新設する。

## 8. 組織



## 9. 職員数

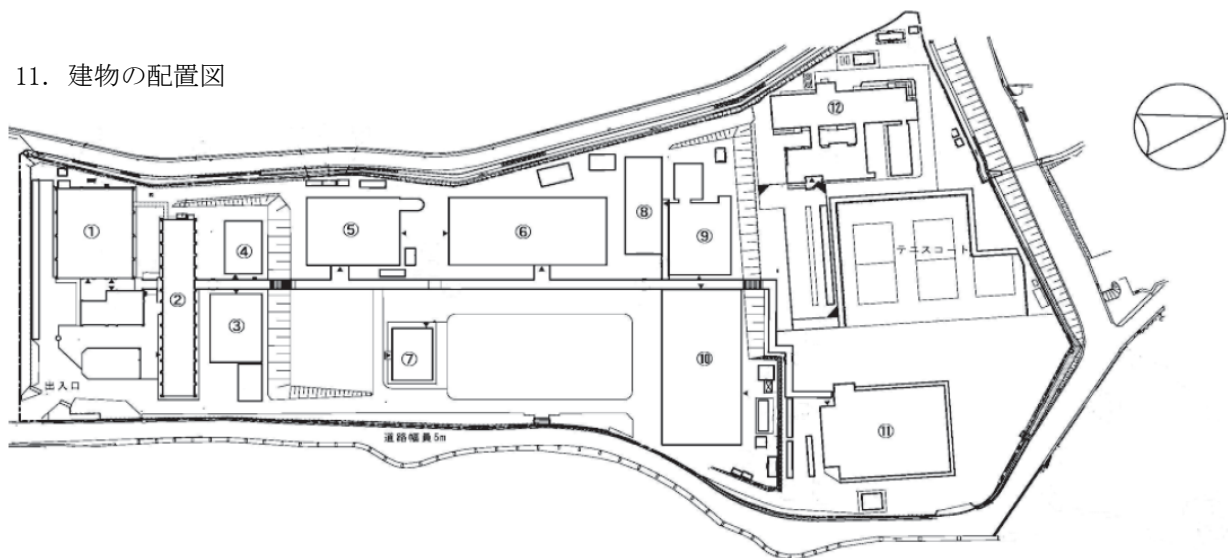
区 分	職員数(人)
管 理 ・ 事 務 職	8
職 業 訓 練 指 導 員	11
職 業 訓 練 指 導 員 ( 嘱 託 )	2
嘱 託 職 員	7
計	28

※ 職員数については令和3年4月1日現在

## 10. 施設の状況

(1) 敷地	
(2) 建物 (延べ床面積)	27, 630.105 m <sup>2</sup>
1号館 (教室等)	13, 246.580 m <sup>2</sup>
2号館 (管理棟)	1, 397.050 m <sup>2</sup>
3号館 (多目的教室)	1, 770.260 m <sup>2</sup>
4号館 (視聴覚教室)	290.580 m <sup>2</sup>
5号館~10号館 (実習場・実験室)	129.000 m <sup>2</sup>
体育館	5, 654.360 m <sup>2</sup>
学生寮	809.690 m <sup>2</sup>
附属建物	2, 193.260 m <sup>2</sup>
	1, 002.350 m <sup>2</sup>

11. 建物の配置図



建物の名称（令和2年度）

番号	建物名	番号	建物名
①	1号館（教室等）	⑦	7号館（NC実習棟）
②	2号館（管理棟・受付）	⑧	8号館
③	3号館（多目的教室）閉鎖	⑨	9号館
④	4号館（視聴覚教室）	⑩	10号館
⑤	5号館（生産技術科実習棟）	⑪	体育館
⑥	6号館（実習・実習棟）	⑫	学生寮

II 事業概要

1. 高度職業訓練専門課程等（2年制）の訓練科及び定員

訓練系	科名	学年	
		1年	2年
機械システム系	生産技術科	15人	15人
電子情報制御システム系	電子情報技術科	15人	15人
情報システム系	情報通信サービス科※	15人	15人
合計		45人	45人

※ 情報通信サービス科は、日本版デュアルシステム（専門課程活用型）であること。

2. 高度職業訓練専門課程等（2年制）就職率の目標値（令和元年、2年度共通）

就職率	95%以上
-----	-------

3. 高度職業訓練専門短期課程（能力開発セミナー）受講者数及び満足度の目標値（令和元年、2年度共通）

受講者	290人以上
満足度（受講者）	95%以上
満足度（事業主）	90%以上

4. 共同研究・受託研究目標数（令和元年、2年度共通）

研究テーマ	2件以上
-------	------

### Ⅲ 事業実業

#### 1. 高度職業訓練専門課程

##### (1) 募集・入校状況（平成30年度～令和2年度）

（単位：人、カッコ内は女子内数）

科名	年度	応募者（人）			合格者（人）			入校者（人）
		応募者	近・全国二次 他志望校等	合計	合格者	近・全国二次 他志望校等	合計	
生産技術科	H30	12(1)	3(0)	15(1)	12(1)	3(0)	15(1)	13(0)
	H31	6(1)	9(1)	15(2)	16(1)	12(1)	18(2)	11(2)
	R2	20(0)	3(0)	23(0)	20(0)	1(0)	21(0)	19(0)
電子情報技術科	H30	12(0)	10(0)	22(0)	11(0)	9(0)	20(0)	14(0)
	H31	14(1)	13(0)	27(1)	12(1)	10(0)	22(1)	17(1)
	R2	27(2)	5(0)	32(2)	22(2)	3(0)	25(2)	21(2)
情報通信サービス	H30	9(0)	-	9(0)	8(0)	-	8(0)	8(0)
	H31	16(2)	-	16(2)	12(2)	-	12(2)	12(2)
	R2	14(2)	-	14(2)	11(2)	-	11(2)	11(2)
合 計	H30	33(1)	13(0)	46(0)	31(0)	12(0)	43(0)	35(1)
	H31	36(4)	22(1)	58(5)	30(4)	22(1)	52(5)	40(5)
	R2	61(4)	8(0)	69(4)	53(4)	4(0)	57(4)	51(4)

##### (2) 出身地別入校状況（平成30年度～令和2年度）

（単位：人）

都道府県	H30	H31	R2	都道府県	H30	H31	R2	都道府県	H30	H31	R2
北海道		1		石川県				岡山県			
青森県				福井県	1	4	4	広島県		1	
岩手県		1		山梨県				山口県	1		
宮城県				長野県				徳島県			
秋田県			1	岐阜県				香川県			
山形県				静岡県				愛媛県	1		
福島県				愛知県		1	1	高知県			
茨城県				三重県				福岡県		2	
栃木県				滋賀県	1	1	2	佐賀県			
群馬県				<b>京都府</b>	24	21	35	長崎県			
埼玉県				大阪府	2	4	5	熊本県			1
千葉県				兵庫県	3	1		大分県			
東京都				奈良県			1	宮崎県			
神奈川県				和歌山県				鹿児島県	1	3	
新潟県				鳥取県			1	沖縄県			
富山県	1			島根県				留学生			

##### (3) 出身高等学校の卒業科別入校状況（平成30年度～令和2年度）

	平成30年度生	平成31年度生	令和2年度生
普通科	97.1%	65.0%	76.5%
工業科	0.0%	22.5%	7.8%
商業科	2.9%	2.5%	2.0%

##### (4) 修了年度別入校状況（平成30年度～令和2年度）

	平成30年度生	平成31年度生	令和2年度生
新規卒業	82.9%	90.0%	98.0%
過年度卒業	17.1%	10.0%	2.0%



## (5) 就職状況(平成30年度～令和2年度)

(単位:人、カッコ内は女子内数)

科名	年度	修了者	就職			進学
			府内	府外	家事・その他	
生産技術科	H30	9(0)	4(0)	4(0)	0(0)	1(0)
	H31	13(1)	8(0)	4(1)	0(0)	1(0)
	R2	10(2)	2(1)	5(0)	0(0)	3(1)
電子情報技術科	H30	15(2)	6(0)	5(1)	0(0)	3(1)
	H31	13(0)	1(0)	5(0)	0(0)	7(0)
	R2	16(0)	3(0)	3(0)	0(0)	10(0)
情報通信サービス科	H30	11(1)	5(1)	4(0)	0(0)	1(0)
	H31	8(0)	4(0)	4(0)	0(0)	0(0)
	R2	6(0)	2(0)	4(0)	0(0)	0(0)
合計	H30	35(3)	15(1)	13(1)	0(0)	5(1)
	H31	34(1)	13(0)	13(1)	0(0)	8(0)
	R2	32(2)	7(1)	12(0)	0(0)	13(1)

## (6) 都道府県別就職先一覧表(令和2年度修了生)

(単位:人)

	生産技術科	電子情報技術科	情報通信サービス科	合計
京都府	2	3	2	7
大阪府	1	1	0	2
滋賀県	2	0	0	2
福井県	0	1	2	3
その他	2	0	1	3
全国各地	0	1	1	2
進学	3	10	0	13
計	10	16	6	32

## (7) 資本金・従業員数・産業別求人状況(平成30年度～令和2年度)

(単位:会社数、求人者数)

年度	平成30年度		平成31年度		令和2年度	
	会社数	求人者数	会社数	求人者数	会社数	求人者数
資本金 ～5千万円	68	172	82	293	86	265
5千万円超～1億円	38	89	34	100	41	118
1億円超～3億円	22	28	15	38	18	55
3億円超～	37	98	46	129	47	153
合計	155	389	177	560	192	591

(単位:会社数、求人者数)

年度	平成30年度		平成31年度		令和2年度	
	会社数	求人者数	会社数	求人者数	会社数	求人者数
従業員数 1人～20人	9	21	14	41	10	39
21人～50人	25	62	19	55	33	93
51人～100人	17	40	24	87	19	56
101人～300人	36	87	43	131	51	145
301人～	68	179	77	246	79	258
合計	155	389	177	560	192	591

(単位:会社数、求人者数)

産業分類	平成30年度		平成31年度		令和2年度	
	会社数	求人者数	会社数	求人者数	会社数	求人者数
A. 農業、林業	0	0	0	0	0	0
B. 漁業	0	0	0	0	0	0
C. 鉱業、採石業、砂利採取業	0	0	1	3	0	0
D. 建設業	25	72	34	114	33	121
E. 製造業	65	151	74	224	85	244
F. 電気・ガス・熱供給・水道業	1	3	0	0	2	15
G. 情報通信業	22	47	23	53	29	66
H. 運輸業、郵便業	1	3	1	12	1	3
I. 卸売業、小売業	7	21	5	15	4	12
J. 金融業、保険業	0	0	0	0	1	3
K. 不動産業、物品賃貸業	1	3	2	6	0	0
L. 学術研究、専門・技術サービス業	7	16	18	59	16	55
M. 宿泊業、飲食サービス業	0	0	0	0	0	0
N. 生活関連サービス業、娯楽業	0	0	0	0	0	0
O. 教育、学習支援業	0	0	0	0	0	0
P. 医療、福祉	1	3	1	2	1	3
Q. 複合サービス業	0	0	0	0	0	0
R. サービス業（他に分類されないもの）	25	70	18	72	20	69
S. 公務（他に分類されるものを除く）	0	0	0	0	0	0
合計	155	389	177	560	192	591

## 2. 離職者訓練（6ヶ月）の実施状況（平成27～29年度）

離職された者のうち、求職する者を対象とした訓練を実施している。

訓練科名	年度	定員	入校者数	就職率
CAD/CAM技術科	27	10人	9人	90.0%
	28	10人	9人	88.9%
	29	10人	6人	83.3%

## 3. 高度職業訓練専門短期課程（能力開発セミナー等）の実施状況（平成30年度～令和2年度）

在職者を対象とした技術のレベルアップのための能力開発セミナーを実施している。

年度	年度当初計画受講数	実施受講者及び計画に対する比率
H30	290	377.0人 97.9%
H31	290	331.5人 114.3%
R2	290	272.5人 93.9%

※ 実施状況には、他施設で計画されたコースへの講師派遣（施設間連携）を含む。

## 4. 事業内援助等の実施状況

### (1) 事業内援助（平成30年度～令和2年度）

事業主団体及び事業主に対し、教育訓練に関する相談・援助及び施設設備の貸与を行っている。

年度	支援日数	支援時間	訓練人員
H30	47	302	1,793人
H31	37	262	1,760人
R2	38	294	1,135人

(2) 技能検定（平成30年度～令和2年度）

京都府職業能力開発協会が実施する検定委員の派遣並びに検定試験会場提供の協力を行っている。

年度	支援日数	支援時間	訓練人員
H30	16	111	959人
H31	17	138	1,104人
R2	9	94	1,440人

(3) 共同研究（平成31年度～令和3年度）

民間機関等との交流を図りつつ、多様なニーズに対応した研究を行っている。

年度	研究実績件数
H30	3
H31	2
R2	2

5. 工業高校や高等専門学校、大学等との連携（令和2年度）

【連携件数】	【連携内容】
17件 (379名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○中学校に対する情報教育（指導員の派遣）</li> <li>○高等学校（指導員の派遣）</li> <li>○当校での体験実習 など</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 福井県立科学技術高校（6/26） 出前授業「電子ルーレットの製作」……7名</li> <li>② 龍野北高校（7/21）体験授業「ポスターセッション」……6名</li> <li>③ 道守高校（7/26）体験授業（コンピュータ分野）……25名</li> <li>④ 小野工業高校（7/29）模擬授業（AI・ロボット・機械）……73名</li> <li>⑤ 八日市南高校（8/5）模擬授業（工業製造）……17名</li> <li>⑥ 京都両洋高校（9/11）模擬授業（工学・情報）……13名</li> <li>⑦ 渋谷高校（10/9）体験授業（電気・電子工学）……4名</li> <li>⑧ 宮津高校（10/21）総合的な学習の時間……128名</li> <li>⑨ 西舞鶴高校（10/28）体験授業（情報・コンピュータ）……9名</li> <li>⑩ 豊中高校能勢分校（11/10）模擬授業（機械・ロボット）……6名</li> <li>⑪ 関西福祉大学高校（11/14）模擬授業（GD「工学」）……14名</li> <li>⑫ 狭山高校（11/19）模擬授業（GD「理工系」）……16名</li> <li>⑬ 若狭東高校（12/10）体験授業（電気・電子）……9名</li> <li>⑭ 若狭東高校（12/10）体験授業（IT・情報処理）……21名</li> <li>⑮ 福井南高校（12/11）オンライン出前授業……25名</li> <li>⑯ 北桑田高校美山分校（2/9）体験授業（コンピュータ）……1名</li> <li>⑰ 福井農林高校（3/12）体験授業（電気・電子・エレクトロニクス）……5名</li> </ol>

# 金沢大学との共同研究取り組み

## 実験装置の設計と試作

藤原 力<sup>\*2</sup>、楠本佳弘<sup>\*2</sup>、繁永 匠<sup>\*2</sup>  
佐々木敏彦<sup>\*1</sup>

### 1. 緒言

金沢大学の佐々木名誉教授を主査とする  $\cos \alpha$  法方式 X 線残留応力測定法研究会（日本非破壊検査協会）では新 X 線技術  $\cos \alpha$  法による残留応力測定の普及促進のため、測定標準作成を目標として必要な課題について調査・研究を行っている。イメージングプレートや半導体検出器による回折環計測及びそれらにより得られる二次元 X 線回折データを解析することによる X 線応力測定技術の発展には目覚ましいものがある。

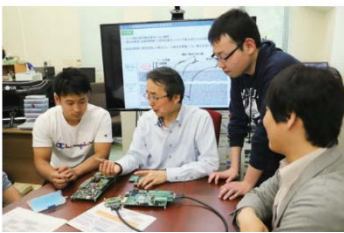


図 1 学生指導する佐々木教授  
(左から 2 番目 佐々木教授)



図 2 金沢大研究室

最近では高速性や小型可搬性を活かした製造現場や実機の残留応力状態の評価への用途が拡大しつつある。

イメージングプレートと新解析理論  $\cos \alpha$  法を用いた新しい X 線応力測定技術では、現在の世界標準法に比べてほぼ 10 倍高速な残留応力測定が可能にでき、かつ、総重量が数十キロの装置を約 1/10 にできることが実証された。

さらに、宇宙観測等を目的に開発された半導体式 X 線検出器技術では、従来に比べて約 600 倍高速な測定（1 回 1 秒）が可能なが実証されている。これらの装置の主要部である X 線検出器及びデータ解析理論はいずれも日本の技術である。

\*1 金沢大学大学院自然科学研究機械科学専攻（人間社会研究域人間科学系）教授 工学博士

\*2 京都職業能力開発短期大学校 生産技術科

### 2. 残留応力

#### 2.1 残留応力の重要性

材料特性の中で一般にあまり知られていないものに残留応力がある。残留応力は外観からは見えないものであるが、部品損傷では残留応力が損傷要因になることがあり、部材の健全性評価や余寿命診断を行う上でも残留応力の評価は必要不可欠なものである。そのため、製造業や工業界では残留応力が部材評価に活用され、機械加工においても精度向上（経年変化）に残留応力の管理・把握が重要とされている。

製造工場では、使用される機械や装置を構成する部品や構造物の経年変化により部材表面付近に割れが発生することがある。主な原因には金属疲労があり、対策の 1 つとして、残留応力を適正な状態に管理することが有効とされている。残留応力は主要な製造方法である機械加工、溶接加工、熱処理などによって発生し材料内部に残留する。そのため長期間の使用において、機械や構造物の疲労特性、破壊強度等に影響する。従って、この残留応力の評価と制御は製造品や工業界で重要な要素の一つとなっている。

#### 2.2 残留応力の制御

残留応力は製造過程や使用中における局所的な塑性変形が主な原因で発生し、これを圧縮応力の状態にすると部材の耐久性は向上する。

しかし、引張応力状態では、逆に壊れやすくなり、相反する厄介な性質がある。そのため重要部品の製造では適切な圧縮残留応力を確実に付与し、引張残留応力を極力避ける必要がある。

#### 2.3 残留応力測定の問題点

残留応力は結晶粒や微細な分散粒子といった微視的スケールから巨視的なスケールに及ぶ広い範囲で

発生するため、そうした残留応力の状態を正確に知ることは容易ではない。

さらに、大量生産が行われる製造ラインにおいては全数を検査することは困難であるなどの問題がある。

### 3. 残留応力の測定方法

計測方法には、破壊試験法と非破壊試験法がある。

#### 3.1 破壊試験法

残留応力は材料部材内部に生じているため、対象部位での残留応力を計測するには、周囲の部材を取り除き、それらによる拘束を開放すれば残留応力値は開放する前後の変形量を評価することで求まる。被計測材料を小さくすればするほど残留応力は開放され、物体の内部応力は0に近づく。極限はパウダー状の粒子であり、粒子になれば物質内部に持っている残留応力は0と考えられる。この切断プロセス中のひずみ変化を計測すれば、フックの法則から切断前の残留応力値が求められる。これが破壊試験方法の原理であるが、ひずみゲージの貼り方や応力開放の手順が工夫され、各種の手法が実用化されている。

以下に代表的な2つの手法を紹介する。

##### 3.1.1 切断法（ひずみゲージ法）

残留応力の計測対象部材、部位の周囲にひずみゲージを貼り付けておき、対象部位の大きい範囲から部材を順次切断し、切断過程での開放ひずみ変化を計測する。最終的に小さいサイコロ状（約5～10mm）にまで切断する。ひずみゲージは、材料、大きさ、形状などによって種々のものがあり目的に応じて選択される。

##### 3.1.2 非破壊検査による残留応力計測法

X線法は、非破壊による方法の一種であり、結晶によるX線の回折現象を利用して原子間距離を計測する方法である。金属材料は原子の規則的な配列によって構成されており、原子間距離は金属原子固有のものであるが、応力がかかれば応力に応じて原子間距離が変化する。この変化距離を計測し、応力を求める。非破壊検査法はX線回折法が最も一般的な方法である。残留応力計測と言え、X線回折法と言われるほど技術的に確立しており、計測法としてよ

く利用されている。

一般的な工業材料は無数の微細な結晶からできており、図3に示すように $\alpha$ 鉄の結晶構造の原子配列は、体心立方格子（bcc）である。

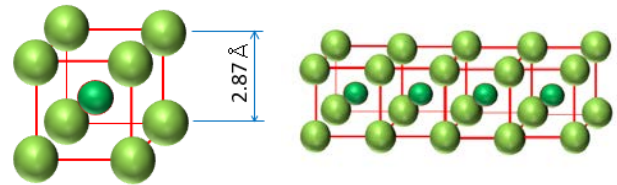


図3  $\alpha$ 鉄（体心立方格子） 図4  $\alpha$ 鉄の結晶構造

図4のような結晶に、引張応力や圧縮応力が作用すると図5のように原子の距離が変化する。

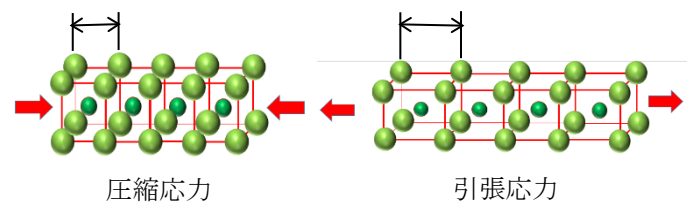


図5 原子間の距離

結晶は無応力では変形しないが、引張応力や圧縮応力を受けると、原子間隔の距離が離れたり近づいたりする。原子の配列方向を図6のようにXYZとし、原子間の距離を図7に示す211面による格子面間の法線方向の間隔を測定することで最も大きな変化が現れ、精度の高いひずみ値を測定することができる（鋼のX線応力測定の場合）。

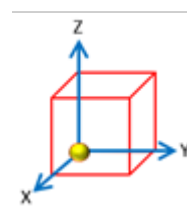


図6 XYZ

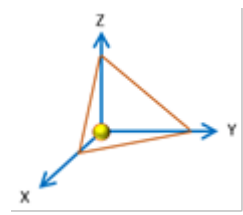


図7 211面

図8に示すように格子面間隔を基準として、ひずみを測定する方法にはブラッグの法則が利用される。

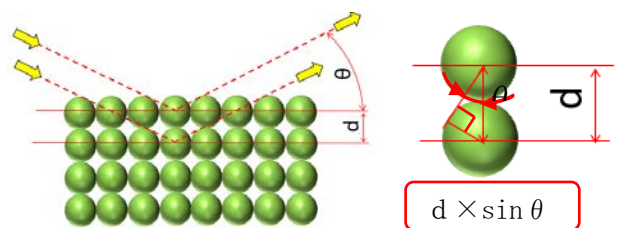


図8 結晶格子によるX線の回折



X線の入射角  $\theta$  や波長  $\lambda$  がある条件を満たしたとき、強く反射するその条件をブラッグの反射条件(ブラッグの法則)という。

ブラッグの法則

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad \dots(1)$$

d : 格子面間隔

$\theta$  : ブラッグ角

$\lambda$  : X線の波長

n : 回折次数(整数で、通常は  $n = 1$ )

波長が一定の性質を持つ特性X線を利用する場合、式(1)の微分から以下の関係が得られる。

$$\varepsilon = \frac{d-d_0}{d} = (\theta_0 - \theta) \cot \theta_0 \quad \dots(2)$$

$\varepsilon$  : ひずみ

$d_0$  : 無ひずみのときの格子面間隔 d の値

$\theta_0$  : 無ひずみのときのブラッグ角  $\theta$  の値

式(2)は、格子面間隔を基準とするひずみが  $\theta$  と  $\theta_0$  が分かれば判明することを示している。これがX線によってひずみが測定できる基本原理である。

### 3.2 専門課程における残留応力測定

切断法(ひずみゲージ法)を用いた残留応力測定  
の授業は当校においても実施されている。専門課程で行われている機械工学実験の授業風景を図9、実験材料を図10に示す。



図9 機械工学実験



図10 当校での実験材料

ひずみゲージの原理は、変形でゲージ線が伸び、電気抵抗が変化する。この電気抵抗変化量が伸び(変

形)と比例関係にあるため、電気抵抗変化量から変形が求まる。図11にひずみゲージを使用した実験の様子を示す。この実験は学生にとって理解しやすい原理である。

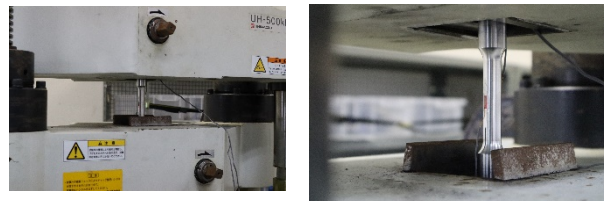


図11 ひずみゲージを使用した実験

また当校では、その他にも材料関係の授業が実施されており、その一つとして応力の実験を行っている。共同研究テーマは、学生の授業にも役立つ研究テーマであると考えている。

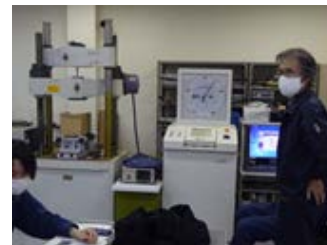


図12 機械工学実験(上羽先生)

## 4. 金沢大学 佐々木研究室での新方式

### (SOI 検出器による残留応力測定法)

#### 4.1 SOI 検出器

SOI 検出器は半導体タイプの X線検出器の一種であり、高エネルギー加速器研究機構(KEK)を中心として 2005 年以降に、主としてサイエンス用の目的のために開発されてきた。

SOI 検出器の主な特徴は、

- ・デバイリングを高速測定可能
- ・ピクセルサイズを最小化できる  
現状の最小サイズは  $8\mu\text{m}$
- ・広い温度領域で使用できる
- ・信号ノイズの低減が可能
- ・安価に量産可能
- ・X線を直接計測することが可能
- ・エネルギー弁別が可能などである。

4.2 (金沢大学) SOI 検出器による残留応力測定  
新 X線技術も従来技術と同様に結晶格子によって X線が回折する現象を利用している。すなわち、前

項図 8 と同様にブラッグの法則を基礎とする。

結晶格子という極めて微細な変化を利用するが、結晶粒の集合体である通常の工業材料の場合、ほぼすべての方位から X 線ひずみを測ることが可能である（ただし、試料表面と平行な方位やその周辺を除かれる）。

また、入射 X 線ビームを中心とするほぼ円形のデバイリングが発生するため、回折 X 線ビームの計測は比較的容易に可能である。X 線回折におけるこのような性質が産業分野に普及した理由でもある。

図 13 に X 線によるひずみ測定<sup>(1)</sup>の光学系を示す。

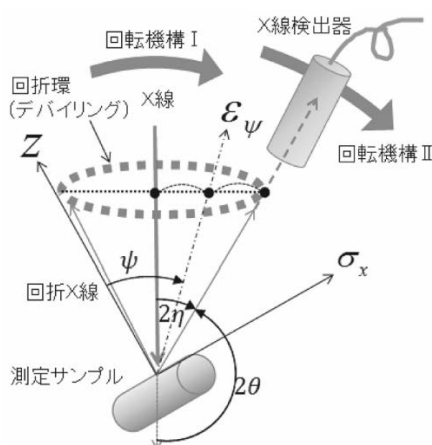


図 13 X 線によるひずみ測定<sup>(1)</sup>

一般的な工業材料は、無数の微細な結晶粒からなるため、X 線が照射されると、ブラッグの法則を満足した複数の結晶格子から回折 X 線が発生する。そして、これらの回折 X 線は円錐の側面を形成するように発生する。このとき、2 次元検出器を入射 X 線に対して垂直に配置すると、円環状のリング（デバイリング、または、回折環）が計測される。検出器と材料上の照射点との間の距離とが分かれば、このデバイリングの半径ごとにブラッグ角  $\theta$  が計算で求められる。その結果、式(2)によってデバイリング上の各部からひずみ量の  $\epsilon$  が求まる。

次に、デバイリングから得たひずみ量  $\epsilon$  を  $\cos\alpha$  法によって解析することで応力が求められる。

$\cos\alpha$  法による応力計算式については、参考文献(1)に記載されている。

金沢大学で研究されている SOI 検出器による残留応力測定では照射する X 線ビームの方向を種々変えれば、ほぼすべての方位に対して X 線ひずみを測定することが可能になる。

## 5. これまでの当校の取り組み

### 5.1 最新型 X 線応力測定用 4 点曲げ試験装置開発

X 線応力測定用 4 点曲げ試験装置の自動でロードセルとひずみ計からのデータを同時に自動取得するシステムを開発し、機械的弾性係数と X 線の弾性係数を同時に測定する基本システムを確立することができた。

さらに、図 14 に示す新たに開発された最新型の 4 点曲げ試験機においても同様のシステムを実現すべく、最新型の 4 点曲げ試験機をモータにより応力が可変できる構造に製作を行った。試験装置は、ステップモータ駆動としヘリカル減速機を介して上下駆動用の台形ねじに駆動力を伝達する構造とした。上下駆動用の台形ねじには、スラストベアリングを用いることにより荷重を加えた時に駆動ねじが下がるのを防止しているため測定値のドリフトを防止することができた。



図 14 製作した 4 点曲げ試験装置

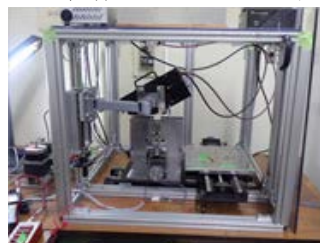


図 15 製作した 4 点曲げ試験装置で実験

### 5.2 X 線応力測定システム用スタンド機構の製作

X 線管球や検出器を取り付け対象物からの回折環を計測でき自由に持ち運びのできる機構を持ったスタンドの構造を検討し、製作すると共に各種の加工法により測定用ワークを製作し、図 16 に管球取り付け部、図 17 に動作の全体図を示す。



図 16 管球取り付けアーム

ステッピングモータにより製作したスタンドの動作性能検証を行った。

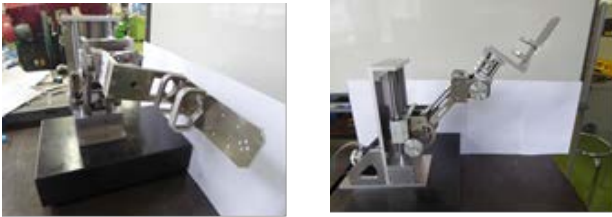


図 17 ステッピングモータによって動作制御

### 5.3 X線応力測定システムを活用した多目的X線回析装置

金沢大学が開発した新方式のX線応力測定システムは、X線管球によりX線を発生させて対象物から反射してくる回析環を二次元X線検出器で計測し、回析環のゆがみや幅から残留応力や硬さなどを測定するシステムである。本研究においては、SOI式超高速イメージング機構を搭載したX線応力測定システムの高精度な信頼性を実証すると共に、更なる高機能化を進めるため、X線の照射角度や照射位置が自由に変更できる簡易型測定装置を設計・製作を行った。

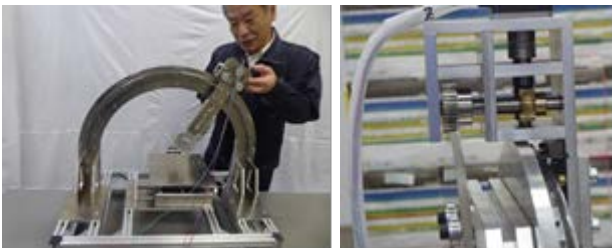


図18 動作調整作業をする藤原先生

アーチ状のガイドレールに取り付けられたX線管球の指示台が回転することでX線の照射角度の違いによる残留応力計測を行い、X線照射角度による計測結果への影響を検証できる装置である。

図 18 のように多目的X線回析装置はアーチ状のガイドに沿った円弧状動作を行う機構である。

図 19 に検出器取付け部、図 20 に照射距離調整部を示す。

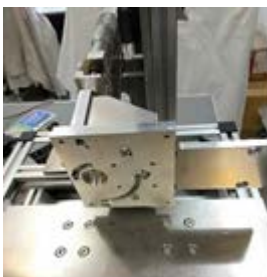


図19 検出器取付け部



図20 照射距離調整部

### 5.4 金沢大学との共同研究について

金沢大学との共同研究では、お互いの得意分野を活かし新しい試験装置を設計・製作や開発することを行っている。金属の残留応力は機械、建築、土木でも重要な課題である。本研究によって得られた最先端技術の知識は専門課程の授業に活用できている。

## 6. 最後に

佐々木名誉教授は、“日本発 世界初”を研究ポリシーに測定技術の標準化と非破壊検査分野における本技術の基盤確立に向け、研究を続けられている。

京都職業能力開発短期大学校では用途拡大が期待されるX線技術  $\cos \alpha$  法による残留応力測定に、今後も装置試作や製作で共同研究として続けたい。



図 21 金沢大学研究室  
(奥側 佐々木教授、手前側 藤原先生)

本研究によって得られた各種の設計技術や加工技術（材料、機械要素部品、モータ、センサ等）のノウハウは、専門課程の機械加工実習や機械製作実習、機械設計製図、総合製作実習に成果をフィードバックできると考える。

### 参考文献

- (1) 佐々木敏彦・三井真吾・新谷正義：特集 先端計測技術と新技術開発 (ケミカルエンジニアリング 2018. 3)



# 夜間入港フェリーの誘導灯

\*加畑満久 \*1 \*川埜雅太郎 \*1 \*古元克彦 \*1  
西岡一樹 \*1

## 1. はじめに

舞鶴・小樽間のフェリーは、舞鶴東港へ夜間入港する。入港はタグボードの補助なしに行われるため、これまでの誘導は、黄色の電球式パトライトなどを使用してきた。しかし近年、舞鶴東港において港の水銀灯などの投光設備を強化した結果、これまで使用してきた誘導灯の視認性が低下した。そこで就航 50 周年記念を迎えた新日本海フェリー株式会社から視認性の高い誘導灯の製作依頼を受けた。

具体的な要求内容は、蛇島と鳥島付近から前島埠頭に着岸するまでの間、確実に視認できる誘導灯の製作である。そこで、従来の電球主体のパトライト照明ではなく、高効率で発光する LED 照明を製作し、さらに点灯パターンも変更できるなどの追加機能を付加したより視認性・利便性の高い誘導灯を製作した。



図 1 舞鶴東港近辺図



図 2 使用していた電球式パトライト

## 2. 要求仕様

本システムは次の 4 つの機能を必要とする

- ① 高い視認性と誘導性を持ち、約 2[km]先の蛇島と鳥島付近から認識できること。
- ② 周囲の水銀灯の照明の影響を受けないこと。
- ③ 建築物からの電源供給ができないため、持ち運び可能で、電池またはバッテリー駆動であること。
- ④ 屋外で使用するため、防水機能を有すること。

## 3. システム概要

全体のシステム構成を図 3 に示す。

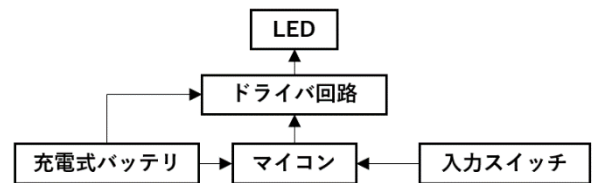


図 3 システム構成図

### 3.1 照明用 LED

高い輝度と広い半減角を持つ LED が必要であると考え、砲弾型 LED ではなく表面実装型の 1[W]パワーLED を使用した。また発光色はこれまで使用していた黄色に加え、視認性の向上と様々な点灯パターンの付与を考慮し、波長が長く視認性の高い赤色を追加した。



\*1 情報通信サービス科

図 4 使用した LED

使用した LED の仕様は表 1 の通りである。

表 1 LED の電気的特性と仕様

赤 LED	黄 LED
OptoSupply	OptoSupply
Xeon 1 Power	Xeon 1 Power
Yellow LED	Red LED
OSY5XNE1C1E	OSR5XNE1C1E
順方向電圧 2.5[V]	順方向電圧 2.5[V]
順方向電流 350[mA]	順方向電流 350[mA]
波長 625[nm]	波長 590[nm]
半減角 120°	半減角 120°

### 3.2 LED の配置

図 5 のように、照明用の LED4 個を格子状に配置し、照度を強化したものを 1 つの LED ブロックと捉えて照明部を構成した。この LED ブロックを前面と左右面に各 2 つ、上部に 1 つ、計 7 ブロック取り付け、照明部とした。

また、LED 取り付け用の筐体は、図 6 のように、寸法や穴の位置などの図面を CAD で作成し、LED を取付ける側面部は、厚さ 1[mm] のアルミ板を切断、穴開け、曲げ加工を行い基となる部品を製作した。これらの部品と、厚さ 2[mm] のアルミ板で製作した底板を組み合わせて、LED 取り付け用の筐体を完成させた。

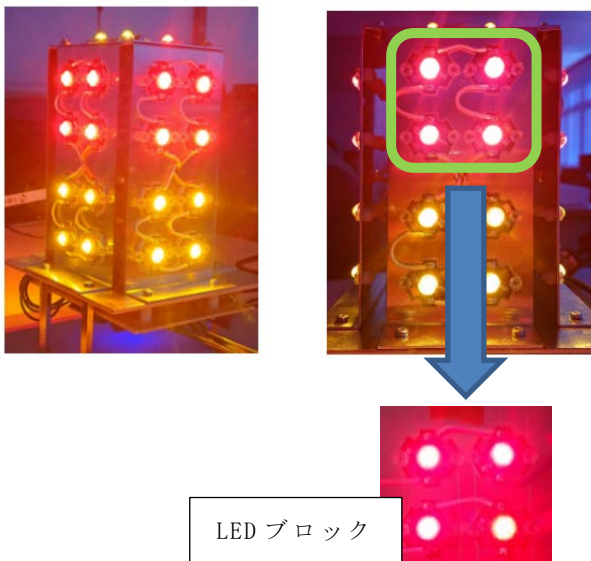


図 5 LED 照明部（側面部）

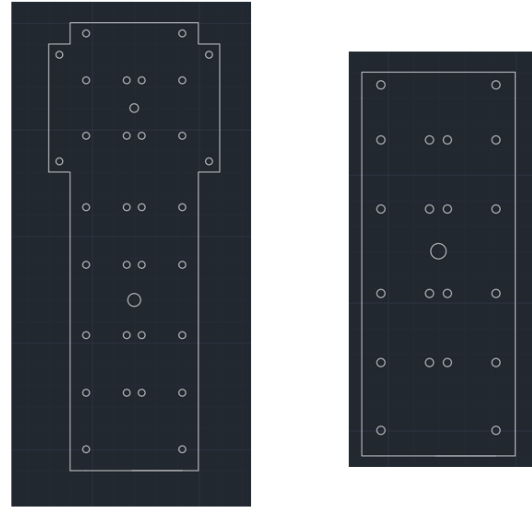


図 6 LED 照明部の筐体図面

### 3.3 ドライバ回路

LED の接続は 4 個の LED を直列に接続してブロックとしたため、定電流ダイオードを用いて電流制限を行った。また定電流ダイオードは図 7 のように、40[mm]×40[mm] のプリント基板に取り付け、放熱対策を施したものを製作した。なお装置の小型化を考慮してブロック毎の全 7 枚の基板を図 8 のようにタワー型に組み立て、LED 照明部の筐体内部に配置できるようにした。



図 7 定電流ダイオードと設置基板

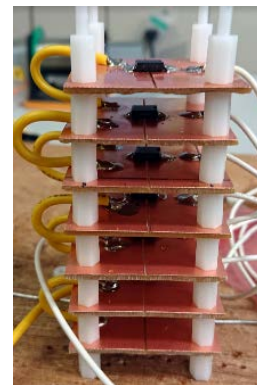


図 8 定電流ダイオードの設置

使用した定電流ダイオードの電気的特性は下表 2 の通りである。

表 2 定電流ダイオードの電気的特性

型式	ON Semiconductor NSI50350AST3G
順方向電流 $I_F$	350[mA]
肩電圧 $V_{overhead}$	1.8[V]
最大電圧 $V_{AK MAX}$	50[V]

LED 点灯制御はマイコンで行う。そこで、LED ブロックをスイッチングするために MOS-FET を使用して、ドライバ回路を製作した。図 9 に 1 つの LED ブロックをスイッチングするための回路図を示す。また、ドライバ回路は、図 10 のように、定電流ダイオードと同様に 40[mm]×40[mm]の基板で構成し、LED 照明の筐体内に設置できるようにした。

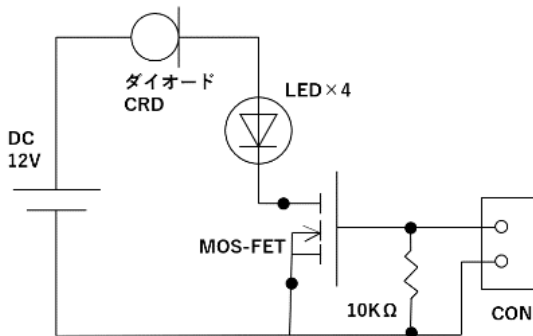


図 9 回路図

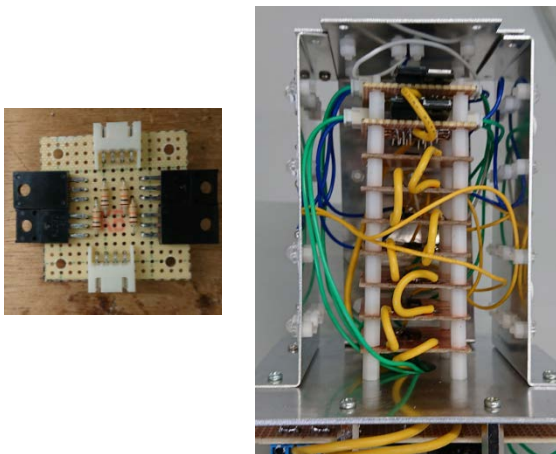


図 10 ドライバ回路

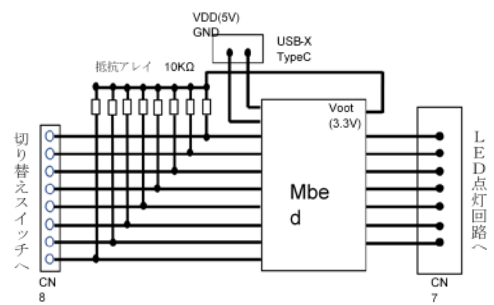
### 3.4 照明部の点灯パターンと制御基板

照明に備え付けた切替スイッチにより、照明部の点灯パターンを表 3 のように変化させるため、各点灯パターン用のマイコン制御プログラムを作成した。なおマイコンには mbed を使用した。

表 3 照明部の点灯パターン

パターン No	照明の状態
パターン 1	消灯
パターン 2	全点灯
パターン 3	赤のみ点灯
パターン 4	黄のみ点灯
パターン 5	赤・黄交互点滅 (0.5 秒)
パターン 6	パトライト 1 (0.1 秒 点灯面単独パターン)
パターン 7	パトライト 2 (0.1 秒 点灯面追加パターン)
パターン 8	赤のみパトライト 1
パターン 9	黄のみパトライト 1

また、マイコン搭載用の電子回路基板を図 11 のように、ユニバーサル基板で製作した。制御部の電源は、LED 電源用の直流 12[V]のバッテリーから USB ケーブル経由で、USB Type-C コネクタで供給する仕様とした。



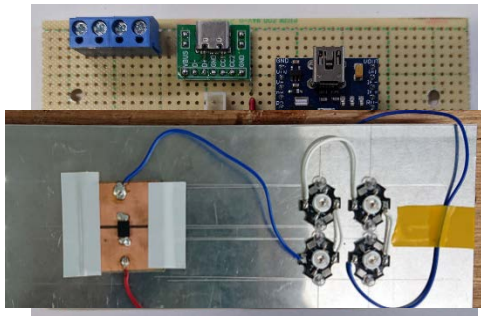


図 11 回路図とマイコン用電子回路基板

## 4. 防水機能

機器の防水は図 12 に示す、ポリカーボネート製の砲弾型カバーを被せることで、対応した。



図 12 防水用カバー

## 5. 電源部

電源は直流 12[V]のバッテリーを使用した。車載用のシガープラグ付きのバッテリーを用意し、シガーソケット付きのケーブルと、USB Type-A コネクタ付きの中継器を用いて、LED 照明部とマイコン用制御基板の電源供給を行った。



図 13 バッテリーと中継器

## 6. 検証・試作

### 6.1 LED 照度の検証・確認

図 14 に示す LED ブロックを製作し、これを点灯させて、実際に舞鶴東港に入港するフェ

リーの船長・操舵士の方に LED の明るさや視認性を確認していただいた。

図 14 試作の LED ブロック

### 6.2 定電流ダイオードの放熱

使用した定電流ダイオードは発熱量が大きいため、誘導灯全体への加熱の影響を考慮し、放熱基板の製作を行った。最初の試作では、前述したように、1つの基板に1個の定電流ダイオードを取付け、点灯実験を行い、発熱の影響を検証した。その結果、問題なく使用できることを確認した。しかし、この構成では誘導灯全体で7枚の基板が必要となる。そこで装置の小型化・簡略化を図るために、1つの基板に2個取付けたものを製作し放熱の状況を検証した。その結果、定電流ダイオードの発熱により、装置全体の温度が70[°C]以上のとなり、非常に高温となったため小型化は断念し、当初の予定通り、基板に1個取付けることとした。

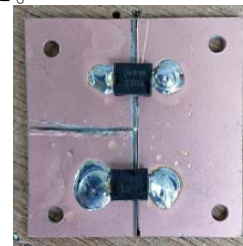


図 15 試作した2個取付けタイプの基板

## 7. 評価

完成した LED 誘導灯の視認性の確認や点灯パターンを新日本海フェリー様に確認して頂いたところ、LED の点灯パターンが多くなったため、「明るさも十分であり、使用用途の幅が広がって良い」との評価を受けた。現在の仕様では、カバーを取り付けた際には、切替スイッチによる点灯パターンの変更ができないため、リモコンなどによる点灯パターンの変更ができるように、機能を追加していく等、更なる改良を考えている。

参考文献

(1) 秋月電子通商

<http://akizukidenshi.com/catalog/default.aspx>

(2) 高輝度/パワーLEDの活用テクニック

トランジスタ技術編集部 CQ 出版社

(2021年12月27日提出)



# ほ場水位管理システム

板坂政昭 \*1      人見功治郎 \*1      加畑満久 \*1  
 尾崎涼太 \*2      山上慎悟 \*2      吉田智哉 \*2  
 古元克彦 \*1      川埜雅太郎 \*1      山口和城 \*3

## 1. はじめに

近年、農業従事者の減少と高齢化が進んでおり、労働負担の重荷が問題となっています。

この中で、水稻栽培における水管理は、労働時間の約3割を占めるといわれる一大課題です。

スマート農業が叫ばれ、様々な分野でのDX（デジタルトランスフォーメーション）が求められる昨今、この課題に対してスマートフォンやタブレット等を用いた水位のモニタリング、遠隔操作での水位管理や設定水位への自動調整は、有効な問題解決策を提供します。

本システムは、ほ場（水田）の水位を調整するという人的な負担の軽減を目的とします。

また、京都府北部地域の農業関連事業所の規模と水田面積からして、メンテナンスフリーであることと低コスト導入であることは、必須の課題となります。

加えて、営農規模に応じたシステムの汎用・拡張性も求められることから、システムのモジュール化を意識した開発が必要となります。

以上のことを勘案しながら企画開発したシステムがご報告するシステムです。

本システムの概要を次のURLにて紹介しています。ご覧いただけましたら幸いです。

<https://youtu.be/1JVLTu06ss>



\*1 情報通信サービス科指導員  
 \*2 情報通信サービス科平成30年度生  
 \*3 情報通信サービス科令和元年度生

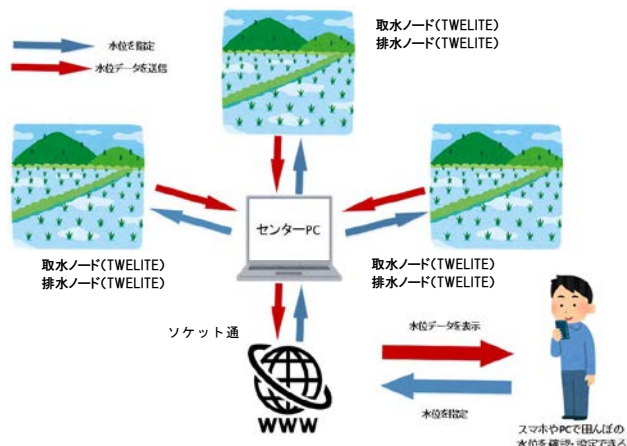


図1 システム構成図

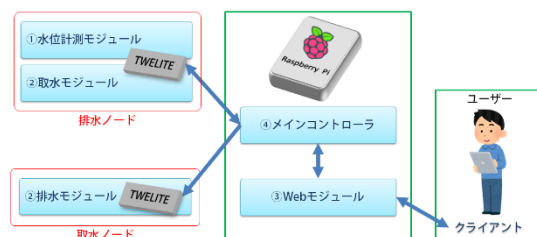


図2 ソフトウェア構成図

## 2. 要求項目の概要

本システムの開発に向けた5つの要求項目を列記します。

- ① Web上で各々のほ場の水位を指定すると、各々はその水位となるように、自動で取水/排水を行う
- ② ①の自動調整機能だけでなく、ユーザーのWeb上からの指示で、手動でも取水/排水を行うことができる
- ③ ほ場のシーズン中の水位変化をWeb上のグラフおよび表にて確認ができる
- ④ システムを拡張すると、農薬や助剤等の投与をWeb上から指示できる
- ⑤ ④の機能を追加しない1単位のシステムでは、最大8枚のほ場を管理できる

⑥ユーザーは、理論上8システムまでのコントロールができる

### 3. システムの概要

全体のシステム構成を図1に、ソフトウェア構成を図2に示します。本システムは、「2. 要求項目」の機能を満たすために、次の5つのブロックから構成しています。

- ① 取水モジュール
- ② 水位計測モジュール
- ③ 排水モジュール
- ④ メインコントローラ
- ⑤ Web ユーザーインターフェース (WebUI)

各ノードには、TWELITE と呼称される無線マイコンを設置して、メインコントローラとの通信を行うと同時に、モジュールのスイッチング、水位などの情報処理を行います。メインコントローラは、ノードとの通信により入力情報の処理を行うと同時に、状況に応じた制御命令を出します。

#### 3.1 取水モジュール

各ほ場の取水口には、取水処理を行う取水モジュールをノードとして設置します。メインコントローラからの指示により、取水バルブの開閉を行います。

また、学生への課題提供を考慮して、TWELITE と取水モジュールの接続には、Digital I/O 接続を使用し、ビット処理での動作を行います。

#### 3.2 水位計測モジュール

水位計測モジュールは、排水処理を行う排水モジュールと同一のノードとして設置します。取水モジュールと同一ノードを構成することもできますが、今回は、排水モジュールと併せています。なお、単独のノードを形成することも可能ですが、電源、通信効率、設置性などの観点から、併せて設置の方がコストが下げられます。

また、学生への課題提供を考慮して、センサーとして使用する水位計測モジュールは、I<sup>2</sup>C 接続を使用することとしました。

#### 3.3 排水モジュール(写真1)

各ほ場の排水口には、排水処理を行う排水モジュールをノードとして設置します。メインコントローラからの指示により、排水バルブの開閉を行います。

このモジュールも取水モジュール同様に学生への課題提供を考慮して、排水モジュールの接続には、Digital I/O 接続を使用し、ビット処理での動作を

行います。

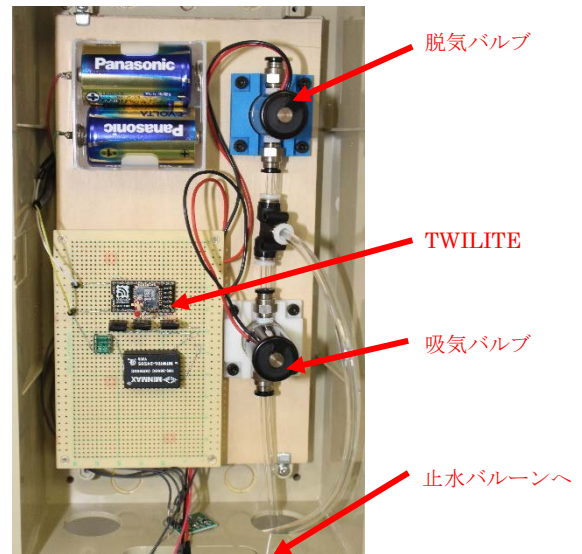


写真1 排水モジュール

#### 3.4 メインコントローラ

メインコントローラは、各ノードと無線通信することで、現在の水位などの情報を処理すると共に、ユーザーからの指示に従った自動水位調節や個別給排水操作、付加機能として検討している農薬・助剤の散布モジュールの制御を行います。

メインコントローラには、Windows 系のスティック PC や教育研究用に多用され、運用安定性が増している低電力シングルボードコンピュータ (Raspberry Pi3B) を用いることができます。

TWELITE とメインコントローラ間は、標準搭載されている概ね 10,000bps の無線シリアル通信で接続します。

#### 3.5 Web ユーザーインターフェース (WebUI)

メインコントローラへの指示は、WebUI にて行うことにしました。WebUI を利用することで、キャリア間の通信費用はかかりますが、端末毎・端末 OS 毎の専用のアプリの開発が不要となり、システムメンテナンスの煩雑性を回避できます。また、Web ベースでの操作とすることで、スマホ、タブレット、PC からの操作が可能となり、汎用性が高まります。

また、学生への課題としての提示を考慮すると、汎用的なシステム間通信にて構成できる必要もあり、メインコントローラと WebUI 間はソケット通信を用いることとしました。

## 4. 学生たちの取り組みから

#### 4.1 給排水バルブ

本システムの特徴の一つは、給排水バルブです。給排水システムの設置に多額の費用をかけることな

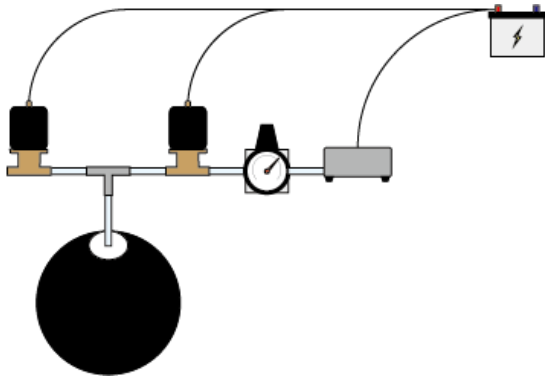


図3 取水/排水機構

く、現在の排水パイプを利用できる構成を検討しました。以前から検討してきた風船バルブを具体化する様に学生たちに提示したところ、図3のような構成の提案が出てきました。

これは、既存のφ100～φ150程度のパイプにバルーンを挿入し、空気を入れることで止水できるシステムです。自家用車のタイヤ用の装置が流用でき、小型で低価格での導入が可能です。

なお、一度膨らんだ取水/排水バルーンバルブをさらに膨らませ破裂させるといったことが無いように、エアレギュレータも提案してくれました。

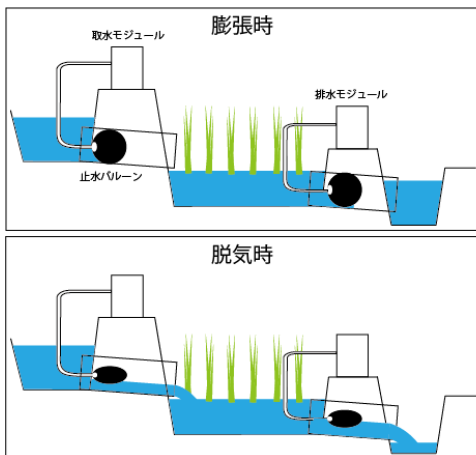


図4 設置イメージ

#### 4.2 水位計測センサー

水位は、I<sup>2</sup>C 接続の超音波距離センサーを用い計測を行うことで進めました。(図5) 水面までの距離Bと、地面までの距離Aを計測し、反響する超音波の到達時間によって水位の算出を行います。

学生たちへの課題としては、計測プログラムの開発に加え、処理を Raspberry Pi3B のみで行う場合

と TWELITE に一部任せる場合とで以下の検証・検討を行わせました。

- ① システム開発の簡素化や保守性はどうか
- ② メインコントローラへの負荷がどの程度下げられ、より迅速処理できるか

そして、検証・検討結果に基づき、相応しい処理法を採用することとしました。

結果としては、モジュール化を考慮すると処理の分散化がふさわしいと思われますが、処理スピードの観点からすると、CPU能力の差もあり、メインコントローラで処理をする方が良いでしょう。

また、ソフトウェアの保守性からして、TWELITE を無線デジタルスイッチとして使用し、処理はメインコントローラで行う方が良いとの回答が返ってきました。

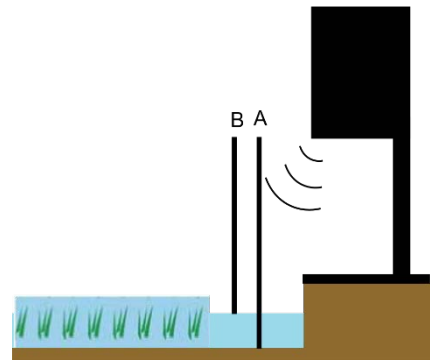


図5 水位計測

#### 4.3 Web ユーザーインターフェース (WebUI)

WebUI は、ユーザーの携帯端末等からシステムにログインし各種の設定を行える、ユーザーから窓口です。例えば、水位を設定すればメインコントローラがその設定を受け取り、水位を調整します。学生たちへの提示要件は、以下の様です。

- ① ユーザーが使用する端末は、スマートフォン、タブレット、PC を考慮すること
- ② 文字の大きさ、表示できる情報の量などに違いを考慮の上、見やすさ、使いやすさを考慮した工夫をおこなうこと
- ③ 1システムは、最大8枚までのほ場の管理が行えること
- ④ ユーザーは、最大8システムまでの管理が行えること
- ⑤ 各ほ場の現在水位をリアルタイムで表示できること
- ⑥ Web 上で各々のほ場の水位を指定すると、各々がその水位となるように、自動で取水/排水が行われること



- ⑦ これまでの水位の変化を示すグラフを Web ページに表示できること
- ⑧ ⑦の自動調整機能だけでなく、Web 上からの指示で、手動にて取水/排水が行えること
- ⑨ 今後開発を予定している農薬等散布機器用のインターフェース画面も付加できるようなページの構成を検討すること

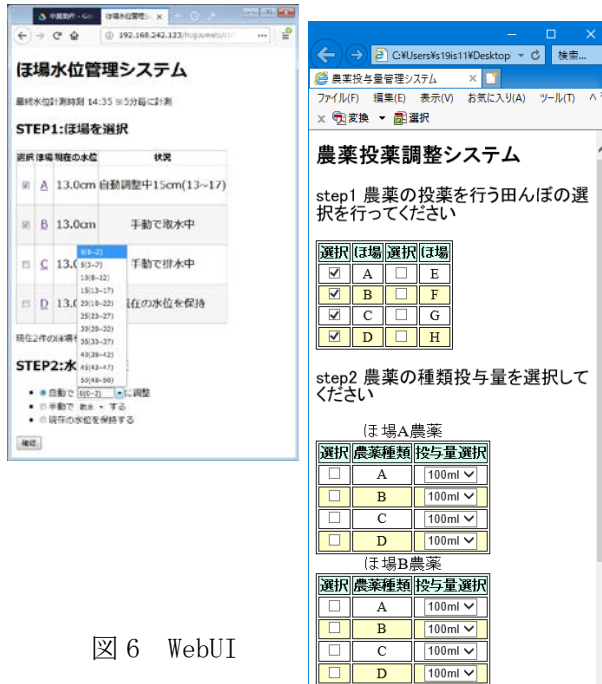


図 6 WebUI

これらの要件に対する学生たちの作成ページは、図 6 の様です。要求要件が多いため、操作画面の煩雑性が否めませんが、管理するほ場数、管理するシステム数に応じたページを動的に構成することで、操作ページ数を減らすことも可能です。

## 5. 現地設置に向けた電源の確保

今回開発を進めたシステムは、バイク用の 12V バッテリーによる駆動が可能です。ほ場での電力確保は、○太陽光発電／○流水発電によるバッテリー充電で、対応できます。実際のドライブテストでは、太陽光パネル (20W) + チャージコントローラー (120W) + バイク用バッテリー (12V) による負荷運転を行いました。メインコントローラ、コンプレッサ、電磁バルブの運転を問題なく行うことができました。

なお、無線スイッチとして使用している TWILITE は、単一電池 2 本で、3 か月間の動作を確認しています。

## 6. バルブ設置に向けた改良の検討

現在は、バルブ用の風船として「つつこみだま」(アラオ株式会社製)を使用しています。ただ、脱気とともに収縮して欲しいため、外装をゴムバンドで締め上げる加工を施したり、安定した取り付けのために、ワイヤーホールを接着したりしています。

商品としての完成度を高めるためには、低価格な無改造バルブの特徴を生かし安定な運用を保証するために、専用の風船球を企画・発注する必要があります。これについては、現在 2 社に検討をお願いしており、発注数により対応いただける旨で調整をしています。また、バルブに使用している風船は、定期保守交換品として検討を進めています。

## 7. おわりに (これからの展開)

2021 年 8 月 20 日 (金) 付の日本農業新聞に、次のような記事がありました。「スマホ操作の水管理機器・米農家から注文続々(ホクレン)」という記事です。それによると、大規模農家の水管理は、稲作の作業時間の 3 割を占めるとされています。スマート農業の入り口課題とも言われており、現在では、多くのメーカーが取り組んでおられるようです。

また、記事の中に「省力化の効果を高めるためには、ある程度の導入台数が必要で、価格が重要になる。また、大区画化が必要である。」との意見が掲載されていました。今回のシステムは、メインコントローラで何区画をコントロールするかの要素と、通信回線の費用の検討がありますが、それらの要素と電源システムを含めて 1 区画当たり 7~10 万円程度で導入が可能となります。

当校が設置されている京都府北部地方では、小区画農業が主であり、生産量と生産システム費のパフォーマンスは、良いとは言えません。しかし、待たなしの過疎化と高齢化の足音は、すぐそこまで来ています。DX(デジタルトランスフォーメーション)が叫ばれる今、ICT を活用した「安全・安心な農業」、「コストパフォーマンスの優れた生産」の一助となれるように、本システムの改良を続行してまいります。また、京都府のイノベーション交流会など、様々な機会を通しながら、広報を展開してまいります。引き続き、よろしくお願いいたします。

# TOPPERS/ASP カーネルを用いたランダムに点灯する クリスマスツリー制作の取り組み

奥井 秀幸\*1 四元 若菜\*2 土岐 実雲\*2

## 1. はじめに

毎年 12 月頃になると、日本全国の街角でクリスマスソングが流れ、ランダムに点灯するさまざまな色の LED で飾られたクリスマスツリーを目にする。そこで我々も、LED 電飾クリスマスツリーの制作に取り組むことにした。

実は、過去にも LED 電飾クリスマスツリーを制作したことがある。これは、クリスマスツリー形状のプリント基板上に合計 16 個の LED を配置し、ランダムに点灯/消灯を繰り返すというものであった。圧電スピーカも取り付け、「星に願いを」や「ジングルベル」等のクリスマスソングを流すこともできた。ただし、LED を「徐々に明るく徐々に暗く」と変化させることはできなかった。

今回制作するクリスマスツリーは、名古屋大学高田広章研究室が開発し無償提供中の  $\mu$ ITRON (Micro Industrial TRON) である TOPPERS/ASP カーネルを用い、プリント基板上に 16 個設置したフルカラー LED を PWM (Pulse Width Modulation) 制御によってランダムに「徐々に明るく徐々に暗く」を繰り返す電子クリスマスツリーを制作した。同時に、過去制作クリスマスツリーと同様、圧電スピーカによる「星に願いを」等の音楽演奏も可能にした。

以下、新たな電子クリスマスツリーの概要について述べる。

## 2. 過去制作のクリスマスツリー

図 1 に過去に制作したクリスマスツリーの外観を、図 2 にそのシステム構成を示す。

マイコンは、ルネサス・エレクトロニクス製 H8 Tiny/3664F マイコンを用いた。図 2 に示すように、マイコン内蔵のタイマ回路 2 個を用い、タイマ回路 No.1 を用いて「ド、レ、ミ、ファ、ソ、ラ、シ、ド」の各音階の周波数の方形波を発生させ、圧電スピーカから各音階の音が鳴るようにした。



図 1 過去制作クリスマスツリー外観

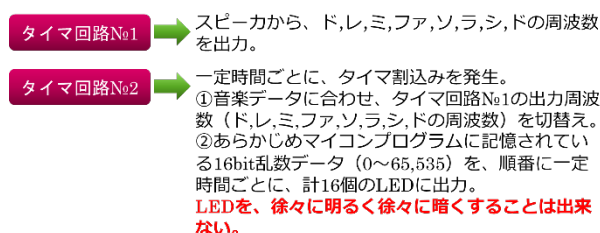


図 2 過去制作クリスマスツリーシステム構成

また、タイマ回路No.2 を用いて一定時間ごとにタイマ割込みを発生させ、割込みプログラムの中で、下記の動作を行っている。

- ① 「星に願いを」等の楽譜データに合わせ、タイマ回路No.1 から方形波出力周波数（「ド、レ、ミ、ファ、ソ、ラ、シ、ド」各音階の周波数）を切替える。
- ② あらかじめパソコンを用いて多数の 16[bit]乱数データ (0~65,535) を作成し、マイコンCプログラム中で配列データにして記憶させておく。一定時間 (1[秒]) 間隔で、16[bit]乱数データを順番に計 16 個の LED 接続 I/O ポートに出力する。

LED を「徐々に明るく徐々に暗く」という動作を行うことはできない。

\*1 電子情報技術科

\*2 電子情報技術科 令和 2 年 4 月入校生

### 3. 新クリスマスツリーの LED 制御

#### 3.1 新クリスマスツリーの変更点

今回制作したクリスマスツリーは、すべての LED がランダムに「徐々に明るく徐々に暗く」を繰り返すよう変更を加えたのが最も大きな特徴である。

また、LED も単色 LED からフルカラー LED に変更した。フルカラー LED の内部には、赤・緑・青の 3 色の LED が内蔵されており、3 色の LED の明暗すべてをランダムに変化させることにより、多彩な色が移り変わるように変化するようにした。

なお、「星に願いを」や「ジングルベル」等の音楽演奏を行う圧電スピーカの制御方法は、基本的には過去制作のクリスマスツリーと同様である。

#### 3.2 LED のランダムな明暗制御方法の検討

LED を「徐々に明るく徐々に暗く」と変化させる動作は、マイコン内蔵タイマ回路が持つ PWM 信号生成機能を用いて制御する方法が一般的であろう。しかし、マイコン内蔵タイマの個数は多くても 10 個程度であり、今回のクリスマスツリーのようにフルカラー LED が 16 個（フルカラー LED 1 個に赤・緑・青の 3 色の LED が内蔵されているので総計 48 個）もあると、マイコン内蔵タイマ回路だけで全ての LED の光の増減をランダムに変化させる為には、タイマ回路の個数が足りない。そこで、下記 2 通りの方法を検討した。

- ① FPGA (Field Programmable Gate Array) を使い、FPGA 上に LED の個数だけタイマ回路を生成する。各タイマ回路ごとにランダムな PWM 信号を生成し、タイマ回路 1 個が出力する PWM 信号で LED 1 個を制御する。
- ②  $\mu$ ITRON のようなマルチタスク OS を使い、LED の個数だけタスクを作成する。各タスクごとにソフトウェアでランダムな PWM 信号を生成し、タスク 1 個が出力する PWM 信号で LED 1 個を制御する。

上記①の方法は、プリント基板上にマイコンと FPGA を配置し多数のバスで接続する必要があり、ハードウェアが複雑になると判断し却下した。結果、②の  $\mu$ ITRON を用いる方式に決定した。

#### 3.3 $\mu$ ITRON の選定

$\mu$ ITRON は、日本で誕生し発展してきた組込み OS

である。電子情報技術科においても、電子情報技術科発足以来 10 年以上の長きに渡って教えられてきた組込み OS である。現在は、 $\mu$ ITRON よりも組込み Linux の方が人気が高そうであるが、組込み Linux に比べて必要なメモリが少なく(約 1/10,000 以下)、中小規模の性能のマイコンでもマルチタスクを実現可能かつリアルタイム性がある  $\mu$ ITRON は、まだまだ産業界で幅広く活躍していくであろう。

このような状況下、名古屋大学高田広章研究室が開発し無償提供している  $\mu$ ITRON である TOPPERS/ASP カーネルを用いることにした。TOPPERS は、無償提供されている OS と言えども、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の H-IIA や H-IIB ロケットおよび後継ロケットの誘導制御等用 OS にも採用されており、信頼性も高い。他に、民間のソフトウェア会社が開発した名高い  $\mu$ ITRON も存在するが、いずれも高価 (最低でも 1 本 20 万円以上) な為、無償で提供されている TOPPERS/ASP カーネルを用いることにした。

#### 3.4 マイクロコンピュータの選定

TOPPERS/ASP カーネルは、無償提供されている OS であるが故に、対応しているマイコンが少ないという短所がある。対応していないマイコンで動作させようと思うと、自力で OS を移植する必要がある。

今回制作したクリスマスツリーでは、フルカラー LED 16 個（フルカラー LED 1 個に赤・緑・青の 3 色の LED が内蔵されているので総計 48 個）や圧電スピーカを制御する為に、合計 49 個以上のタスクを生成する必要がある。また、48 個のランダムな PWM 信号すべてをソフトウェアで生成する必要がある為、高クロック (400 [MHz]) で大容量 RAM (10 [Mbyte]) を搭載した GR-Peach を選定した。

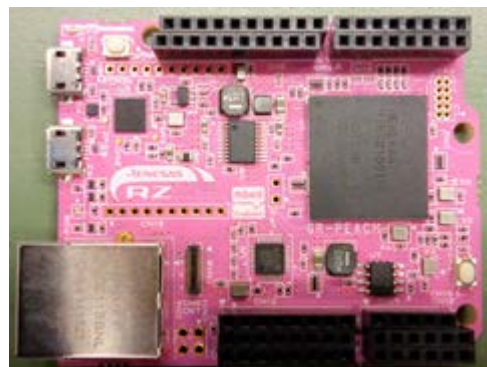


図 3 GR-Peach 外観

### 3.5 新クリスマスツリーの構成

表 1 に新クリスマスツリー制作にあたって使用した電子部品一覧を示す。

表 1 使用した電子部品一覧

部品名	個数
マイクロコンピュータ GR-Peach ルネサス エレクトロニクス RZ/A1H マイ コン (CPU コア : ARM Cortex-A) 搭載 動作周波数 : 400MHz, 内蔵 RAM : 10MByte	1 個
DMOS トランジスタアレイ TBD62083APG	6 個
角型フルカラーLED アノードコモン	16 個
圧電スピーカ PT10-301025APR	1 個
電源端子 USB Type-C コネクタ	1 個
プリント基板 (クリスマスツリー形状)	1 枚

### 3.6 乱数データの生成と LED のランダム制御

```
unsigned char Led_Data[48][200] =
{
  //フルカラーLED No.1 (赤色) 制御用乱数データ
  30, 15, 23, 17, 39, 28, 27, 22, 37, 32, 49, 23, 43, 16,
  31, 11, 33, 38, 48, 12, 22, 29, 34, 40, 32, 32, 25, 23,
  |
  40, 39, 48, 10, 38, 25, 29, 11, 38, 12, 25, 34, 34, 27},
  //フルカラーLED No.1 (緑色) 制御用乱数データ
  44, 15, 25, 31, 38, 28, 42, 28, 46, 35, 44, 23, 43, 29,
  41, 23, 33, 14, 48, 25, 24, 20, 39, 24, 33, 20, 37, 26,
  |
  46, 27, 30, 17, 49, 14, 30, 35, 34, 40, 30, 14, 26, 22},
  //フルカラーLED No.16 (青色) 制御用乱数データ
  23, 23, 25, 27, 32, 22, 48, 36, 27, 26, 22, 13, 23, 20,
  35, 14, 20, 30, 37, 35, 48, 33, 30, 15, 39, 24, 38, 34,
  |
  36, 22, 41, 27, 25, 36, 38, 19, 22, 25, 22, 31, 29, 40};
```

図 4 LED 制御用乱数データ 2 次元配列  
(乱数データの単位 : 0.1[秒])

図 4 は、パソコンで C 言語を用いて、合計 16 個のフルカラーLED (フルカラーLED 1 個に赤・緑・青の 3 色の LED が内蔵されているので総計 48 個) を制御する乱数データの 2 次元配列を作成し、C 言語の配列フォーマットでシーケンシャル・ファイルに保

存したものである。TOPPERS/ASP カーネルのプログラム中に、図 4 に示す乱数データの 2 次元配列をグローバル変数として挿入した。

各 LED を制御する乱数データは、必ず 4 の倍数個生成しており、各 LED が、

- ① 徐々に明るく点灯する時間
- ② 常時点灯する時間
- ③ 徐々に暗く消灯する時間
- ④ 常時消灯する時間

の順番に、4 データ 1 サイクルで保存されている。

### 3.7 今回制作したクリスマスツリーの動作

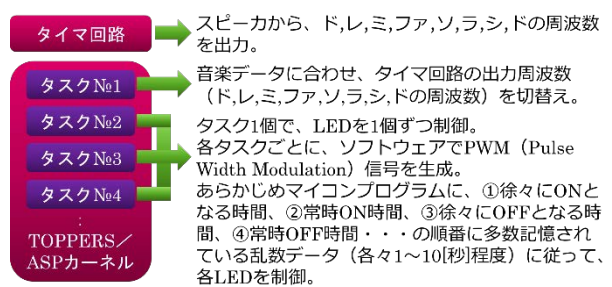


図 5 今回制作クリスマスツリーシステム構成

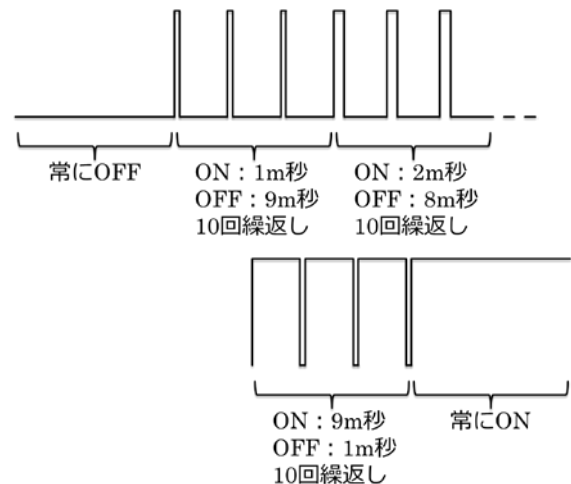


図 6 ソフトウェアを用いた PWM 信号発生方法  
(1[秒]かけて OFF⇒ON へ徐々に変化させる動作)

図 5 に、今回制作したクリスマスツリーのシステム構成を示す。

クリスマスツリー上のすべての LED の光の制御は、TOPPERS/ASP カーネルを用いて行う。図 5 のタスク No.2~No.49 の合計 48 個のタスクによって、総計 48 個の各 LED を、タスク 1 個で LED 1 個ずつ制御を行う。図 4 に示す乱数データの時間 (単位 : 0.1[秒])



に従って、①徐々に明るく ⇒ ②常時点灯 ⇒ ③徐々に暗く ⇒ ④常時消灯 の順番に制御を行う。TOPPERS/ASP カーネルの各タスクの動作は各々独立しており、マルチタスクを利用して48個の独立したランダムなPWM信号を発生させることができる。

図6に、1[秒]かけてLEDをOFF⇒ONへ徐々に変化させる場合の、ソフトウェアを用いたPWM信号発生方法を示す。

TOPPERS/ASP カーネルを含むμITRONは、一般的に制御可能な最小時間は1[m秒]なので、図6に示すようにPWM一周周期を10[m秒](PWM周波数100[Hz])とし、PWM波形は1[m秒]単位で、

Duty比: 0[%], OFF: 10[m秒], ON: 0[m秒]

Duty比: 10[%], OFF: 9[m秒], ON: 1[m秒]

|

Duty比: 90[%], OFF: 1[m秒], ON: 9[m秒]

Duty比: 100[%], OFF: 0[m秒], ON: 10[m秒]

と10段階で変化させる。1[秒]かけてLEDをOFF⇒ONへ徐々に変化させる場合は、同じDuty比を10回ずつ繰り返す。

なお、PWM周波数が100[Hz]でもLEDのちらつきをほとんど感じなかったが、インターネット上の情報によれば、出来ればPWM周波数は200[Hz]以上が望ましいそうである。参考に、スマートフォンのディスプレイのリフレッシュレートは通常60[Hz]、ハイエンド機種では90~120[Hz]のようである。

## 4. 圧電スピーカの制御

表2 各音階の周波数

(表中の色付け部分: 今回用いた周波数帯域)

オクターブ		1	2	3	4	5	6	7
C	ド	65.406	130.813	261.626	523.251	1046.502	2093.005	4186.009
C#/Db	ド#/レb	69.296	138.591	277.183	554.365	1108.731	2217.461	4434.922
D	レ	73.416	146.832	293.665	587.330	1174.659	2349.318	4698.636
D#/Eb	レ#/ミb	77.782	155.563	311.127	622.254	1244.508	2489.016	4978.032
E	ミ	82.407	164.814	329.628	659.255	1318.510	2637.020	5274.041
F	ファ	87.307	174.614	349.228	698.456	1396.913	2793.826	5587.652
F#/Gb	ファ#/ソb	92.499	184.997	369.994	739.989	1479.978	2959.955	5919.911
G	ソ	97.999	195.998	391.995	783.991	1567.982	3135.963	6271.927
G#/Ab	ソ#/ラb	103.826	207.652	415.305	830.609	1661.219	3322.438	6644.875
A	ラ	110.000	220.000	440.000	880.000	1760.000	3520.000	7040.000
A#/Bb	ラ#/シb	116.541	233.082	466.164	932.328	1864.655	3729.310	7458.620
B	シ	123.471	246.942	493.883	987.767	1975.533	3951.066	7902.133

クリスマスツリーに圧電スピーカも設置し、クリスマス関連のポピュラー音楽「星に願いを」や「ジ

ングルベル」を繰り返し演奏可能なようにプログラムを作成した。あらかじめ「星に願いを」や「ジングルベル」等の楽譜データをプログラム内に持っておき、表2に示す「ド、レ、ミ、ファ、ソ、ラ、シ、ド」の各音階の周波数の方形波を順次出力して圧電スピーカから音楽を流す。なお、今回用いた圧電スピーカは、音出力される周波数帯域が500~4000[Hz]程度であったので、オクターブ4~6を用いた。

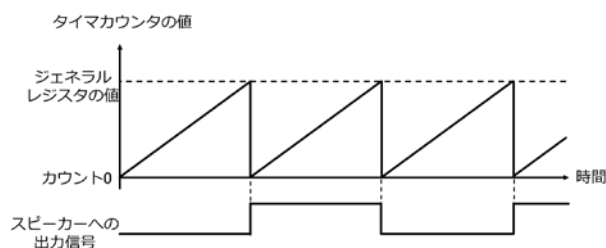


図7 圧電スピーカへの方形波生成方法

図7に、圧電スピーカへの方形波生成方法を示す。

方形波は、GR-Peach マイコン内臓のタイマ回路1個を用いて生成する。タイマ回路は常に0からカウントアップしており、カウント値がジェネラルレジスタの値と一致すると、0にクリアされると同時に出力信号の1/0を反転(トグル出力)する。ジェネラルレジスタの値を変化させることにより、方形波の周波数を変化させることが可能である。ジェネラルレジスタの値を変化させる動作は、図5に示すTOPPERS/ASPカーネルのタスクNo.1によって行う。

## 5. むすび

TOPPERS/ASPカーネルのようなマルチタスク動作可能なOSを用いることにより、多数のLEDがランダムに光の増減を行うLED電飾クリスマスツリーを制作できた。次回は、もう少し低コストなマイコンボードを用いた制作を検討したいと思う。

参考文献

- (1) ルネサス・エレクトロニクス: “RZ/A1Hグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編”
- (2) TOPPERSプロジェクト: “TOPPERS 新世代カーネル統合仕様書(最新バージョン)”, [https://www.toppers.jp/docs/tech/ngki\\_spec-171.pdf](https://www.toppers.jp/docs/tech/ngki_spec-171.pdf)
- (3) 音楽力の泉 “音階と周波数の関係(平均律一覧表)”, <https://composer-instruments.com/scale-and-frequency/>

# Grid-EYE を用いた体温測定システムの製作

片岡 将樹\*

コロナ禍の影響から体温を測定する機会が増加している。一般向けの体温測定機能のみの製品は既に存在しているが、企業など個々のニーズに対応した付加機能を有するシステムは一般的に流通されていない。このような需要は今後高まると考え、令和2年度総合制作実習にて、体温測定に加えて測定結果の記録や体温異常時の警告等の機能を搭載したシステムを製作した。また体温測定には、画像処理ライブラリ Open CV, 2次元エリア温度検知が可能であるサーモセンサ Grid-EYE を使用した。

**Keywords** : Raspberry pi, Python, サーモセンサ, Grid-EYE, 3D プリンタ, 顔認識, OpenCV

## 1. 緒言

コロナ禍の影響から、建物内への入室時の体温測定が増加している。会社などの組織によっては、体温測定に加えて結果を記録する場合がある。そこで、体温測定だけではなく企業など個々のニーズに対応した付加機能を有するシステムに需要が高まると考え、測定データの管理や測定時の警告等の機能を有する体温測定システムの製作を令和2年度総合制作実習にて行った。

本稿では、本総合制作実習の取り組みについて述べる。

## 2. 体温測定システムの概要

**2.1 システム構成** 図1に示すように、本システムは制御部、操作部、検出部、駆動部から構成されている。制御部となるマイコンは Raspberry Pi 4B を使用し、1つのプログラムでセンサなどのハードウェアの制御やディスプレイへの GUI 処理を行う。

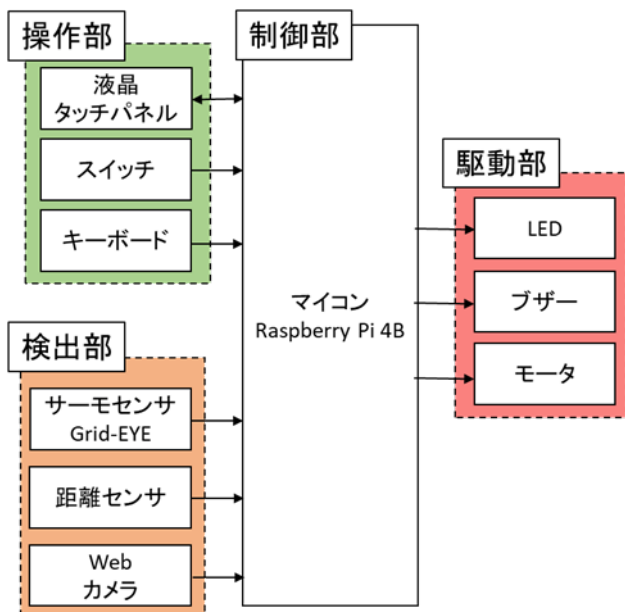


図1 体温測定システムブロック図

## 2.2 サーモセンサ 体温測定機能で使用したサーモセン

サ Grid-EYE は、非接触での温度分布検知が可能で、家電・産業に幅広く使用されているセンサである。8×8画素で赤外線をつとめることで、エリアの温度分布を検知する。エリアの温度分布から、対象の人の動きや存在を検知することができる[1]。Grid-EYE の外観および構造を図2に、動作概略図を図3に示す。

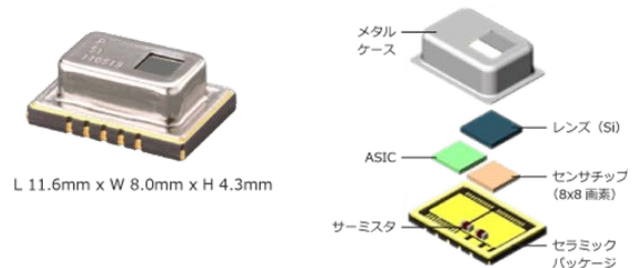


図2 Grid-EYE の外観および構造

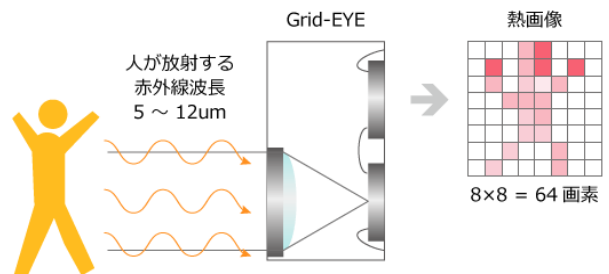


図3 Grid-EYE の動作概略図

## 3. 体温測定システムの設計

**3.1 体温測定システムの仕様** カメラ映像内で人物を認識し、かつ適正距離に近づいたときのみ体温を表示しLEDを点灯させる。測定中、対象者の名前と体温をカメラ映像内に表示する。対象者が登録されていない場合は「???'と表示する。

測定結果が異常とみなす体温の場合は、警告音に見立てたブザーを鳴らし、入場を規制するゲートに見立てたサーボモータを動作させる。

測定中にスイッチを押すと、測定した体温・日付・名前が保存される。対象者が登録されていない場合は名前を入力する必要がある。

対象者とシステムとの距離が適正の場合の測定画面

\* 電子情報技術科

を 図 4、対象者との距離が近いときの測定画面を 図 5、対象者との距離が遠いときの測定画面を 図 6 に示す。



図 4 システムとの距離が適正の場合の測定画面

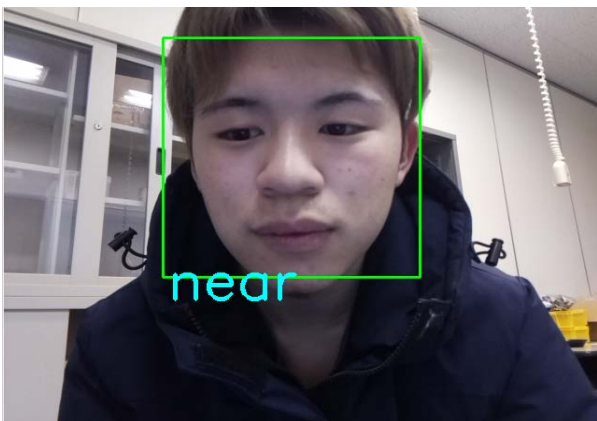


図 5 システムとの距離が近い場合の測定画面



図 6 システムとの距離が遠い場合の測定画面

3.2 ハードウェア 使用機器を表 1 に示す。

3.3 ソフトウェア 本システムのソフトウェアは Python 言語で作成し、基本ライブラリに加えてインターネット上に公開されているライブラリを利用した。主な使用ライブラリを表 2 に示す。

サーボモータ等の IO 制御について当初 WiringPi を使用する予定だったが、数年更新されておらず動作に不具合が生じたため代わりに pigpio を利用した。

予め登録者の顔情報を設定しておくための機械学習プログラムや描画処理などの画像処理プログラムには

OpenCV を利用した。

サーモセンサ Grid-EYE から温度データを取得するプログラムには Adafruit\_AMG88xx を利用した。

プログラム中での配列演算などの複雑な計算は NumPy を利用することでプログラムの演算効率を向上させた。

表 1 体温測定システム使用機器

マイコン	Raspberry Pi 4 Model B
液晶タッチパネル	UCTRONICS (UC-595)
キーボード	モノタロウ USB キーボード
サーモセンサ	Grid-EYE(AMG8833)
Web カメラ	Raspberry Pi camera v2
距離センサ	シャープ製 GP2Y0A21YK
モータ	マイクロサーボ 9g SG90
ブザー	電子ブザー UDB-05LFPN
LED	赤色 LED OSDR5113A
スイッチ	タクトスイッチ
AD コンバータ	MCP3002-I/P

表 2 主な使用ライブラリ

ライブラリ名	内容
Pigpio	GPIO 制御ライブラリ
cv2(Open CV)	画像処理ライブラリ
Adafruit_AMG88xx	Grid-EYE 制御用ライブラリ
NumPy	配列演算ライブラリ

#### 4. 製作

4.1 学生指導とグループ実習の取組み 本テーマは、電子情報技術科 2 年生 3 名のグループで取り組み、指導を行った。まず年度当初に年間スケジュールを作成した。中間発表会やポリテックビジョンなどのイベントや予稿提出締切日を定期的な目標とし、学生同士でスケジュールを意識した進捗管理を行うように指導を行った。作成したスケジュールを図 7 に示す。

8 月までは主にプログラミング等の基礎学習を行った。Python 言語プログラミングは授業で扱っていないため、構想発表会後にまずは Python 言語の基本文法の学習を行い、その後 Raspberry Pi を使用した組込みプログラミング学習を行った。

9 月から、システムで使用するサーモセンサ等を制御するプログラミングを行った後、11 月末の中間発表会を目標に試作品の製作に取り組んだ。

プログラミング学習は 3 人とも同じ実習内容で進めたが、試作品の製作以降は 3 人の希望や得意分野に合わせて、ソフトウェア設計、電子回路設計、3D モデリング等に役割分担を行い、各自効率的に作業を行った。中間発表会で指摘された内容を参考に、距離センサの追加やプログラムの修正を行った。計画に従って装置の製作は 1 月末までに完了し、2 月に入ってからポリテックビジョンの発表準備を行った。



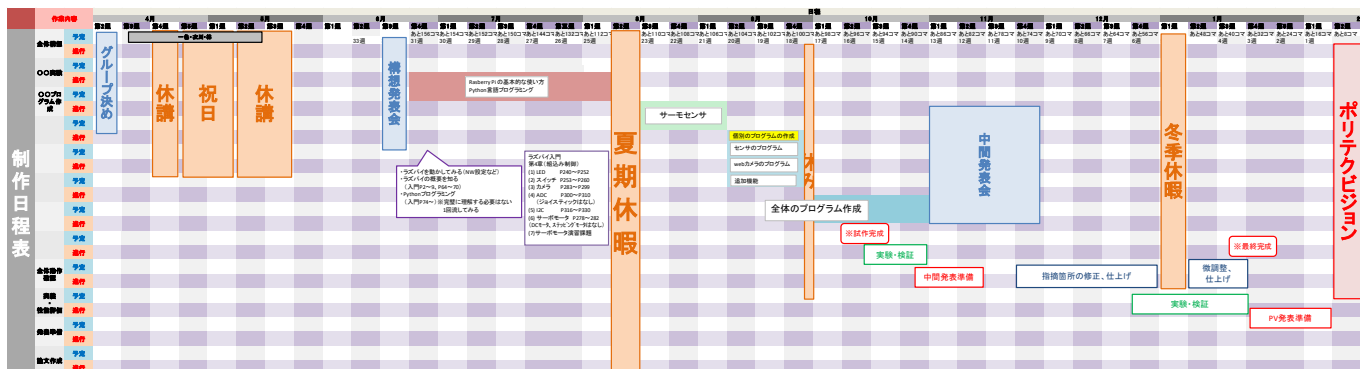


図7 総合制作実習スケジュール

4.2 ハードウェア 本システムの正面からの外観を図8に、側面からの外観を図9に示す。ディスプレイ上部に、及びサーモセンサ等の入出力機器を搭載した。入出力機器とのインターフェースとなる回路基板は、CADソフトCR-8000で設計し、プリント基板加工機で製作を行った。

4.3 3Dプリンタによる筐体の製作 LED、ブザー、webカメラ、サーモセンサ、距離センサのディスプレイへの取り付けおよびディスプレイを支える筐体をDesignSparkにて設計し、3Dプリンタで製作した。筐体の3Dモデルを図10に示す。

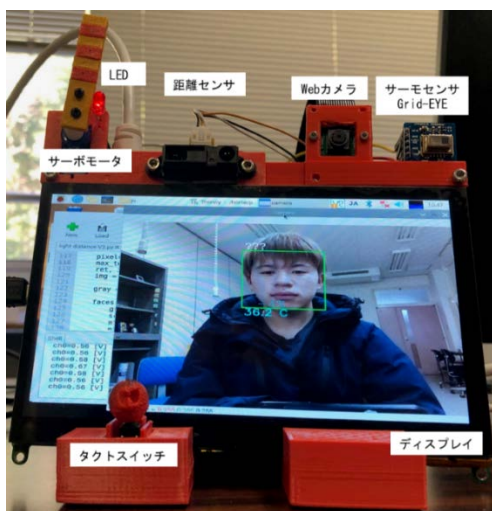


図8 体温測定システム外観（正面）

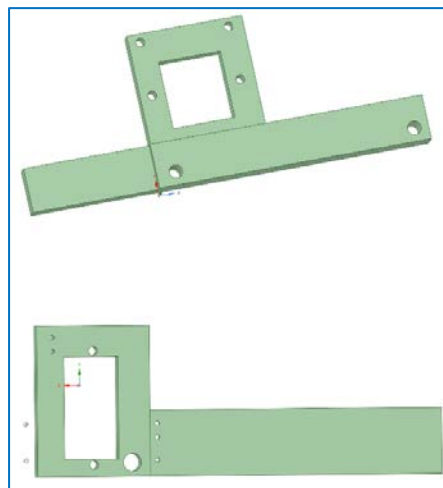


図10 筐体の3Dモデル

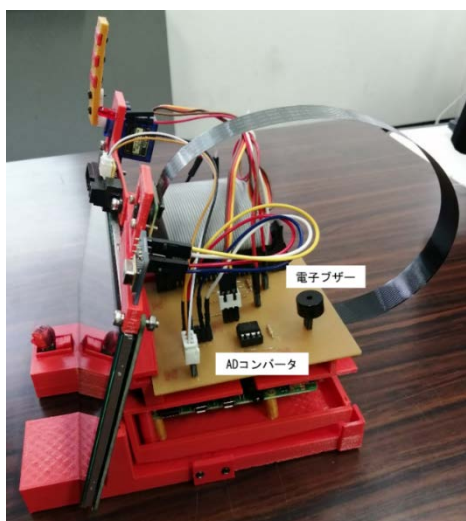


図9 体温測定システム外観（側面）

4.4 ソフトウェア 作成した制御プログラムにおけるメイン処理の流れを図11のフローチャートに示す。装置の前に人物がいる場合のみ測定処理を行うようにするため、まず画像処理プログラムによりカメラ映像内の人物判定を行う。人物がいた場合、その人物が登録されているか予め顔情報を記憶した機械学習データと比較して判定を行う。判定結果に従い名前表示を行った後、測定距離の判定を行う。適正距離の場合、測定温度を調整した体温結果を表示し、結果が設定温度以上の場合は警告処理を行う。そのとき、タクトスイッチを押すことにより測定結果を csv ファイルで記録することができる。



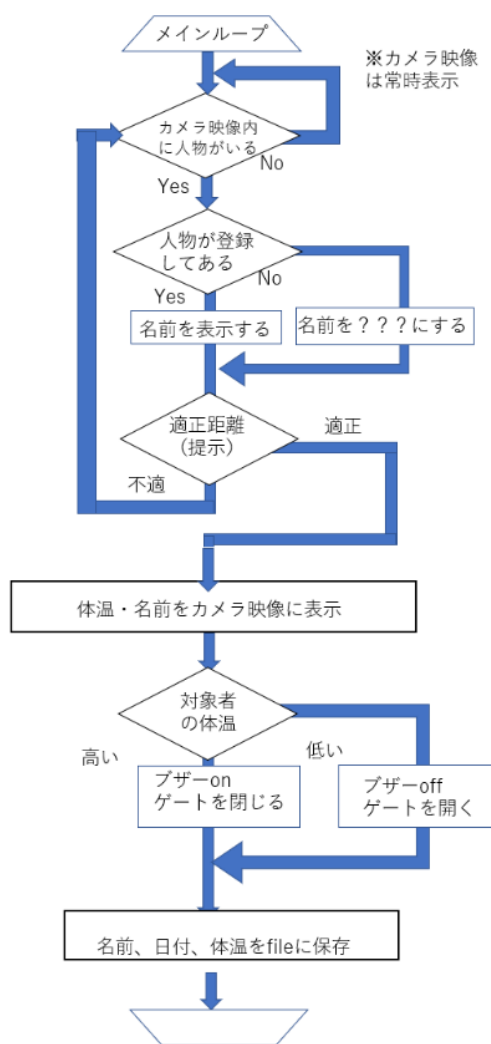


図 11 メイン処理のフローチャート

## 5. 検証と考察

5.1 検証 本システムの体温測定の正確性を評価するために、市販の非接触体温計と本システムにて測定した対象者3名の体温を表3に示す。なお数値は適正距離での測定値の平均とする。

表3 測定温度と正しい温度の比較

	市販品測定値 [°C]	本システム測定 値[°C]	誤差[°C]
A	36.8	36.9	0.1
B	36.6	35.2	-0.8
C	36.7	36.4	0.3

5.2 考察 1°C近く誤差がある場合は測定の正確性に疑問がある。ただし異常体温を検知する目的の使用に限れば許容範囲内といえる。

また本システムによる測定は、市販の体温計による測定に比べて短時間かつ記録表等の道具を必要としないので、作業効率が優れているといえる。

## 6. 現状の問題点および改善点

6.1 正確性 サーモセンサの近くに温度の高いものを接近させると、その物の赤外線も読み取ってしまうため測定温度が高くなる。

6.2 利便性 カメラ映像とプログラム画面(入力画面)の共有が出来ない。その為に GUI(Graphical User Interface)を用いてカメラ映像を用いながら名前入力ができるようにする必要がある。

## 7. 令和3年度総合制作実習での取り組み

令和3年度総合制作実習において、本テーマの引継ぎとして、「AIを活用した体温測定システムの開発」というテーマで実習を行っている。

7.1 改善案 測定精度を向上させるため、サーモセンサの選定や温度データの調整プログラムの作成を行う。また装置の設置方法について、使用する場所の選択肢を広げるために床置きが可能なスタンドと組み合わせるように設計を行う。

7.2 追加機能案 測定記録を事務室等から確認できるように、ネットワーク通信機能にて測定データの送受信を行う。また「非接触」の観点から、音声認識で名前の登録等を行うことができるようにする。

## 8. 結言

本実習を進めるうえで、学生たちにはまず「スケジュールの進捗管理」を徹底させ、各個人が自分の作業の計画と進捗を常に確認することを習慣とさせた。結果としてグループ全体の進捗も確認しやすくなり、ポリテクビジョンの発表会までスムーズに作業を進めることができた。またポリテクビジョン内の総合制作作品コンテストの結果、本テーマは優秀賞を受賞した。また本テーマについて取材頂いた京都新聞の記事を図12に示す。

今後については、上記の改善案や追加機能案について学生とともに新たに目標やスケジュールを作成し、有意義なグループ実習の提供および指導を行いたい。



図 12 本テーマについての京都新聞の記事

## 文献

[1] Panasonic: Grid-EYE 温冷感 センシングソリューション, <https://industrial.panasonic.com/jp/ds/pr/grid-eye>

(2021年7月13日提出)

# 受動二足歩行ロボットの製作

藤原 力<sup>※1</sup>、楠本佳弘<sup>※1</sup>

## 1. 緒言

京都職業能力開発短期大学校では、令和元年度よりロボット要素授業が導入されている。ロボットを身近に感じてもらうため、企業や大学から専門家を招き、オープンキャンパスでロボット講演会を開催し、ロボット技術の情報発信を行い学生募集に取り組んできた。

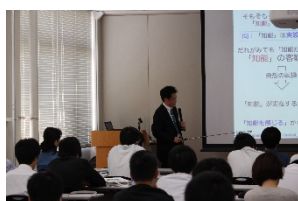


図1 大須賀教授

図2 ロボットの講演

ロボットの講演会では、大阪大学の<sup>1</sup>大須賀教授による図1、図2の講義形式と図3に示すロボット実演講義が行われた。大須賀教授の講義は動力を持た



図3 ロボットの実演

ないロボットやセンサーを用いないロボットが障害物を避けるなど、非常に興味深い内容であった。

ロボット工学は高度な制御技術が必要とされるが、電気制御を用いずに、非常に身近にロボット製作ができることに興味を沸かす講義であった。

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

## 2. 受動歩行ロボットの製作

### 2.1 受動歩行ロボットについて

受動歩行ロボットとは、能動的なアクチュエータ（モータ等）を持たず、機構を工夫する事で足を交互に振り出し緩やかな斜面を下ることができるロボ

ットである。特に受動歩行ロボットは、マイコンやサーボモータ等を用いないためコンピュータによる制御を必要とせず、ロボットの機構を工夫し重力のみで歩くことのできるロボットである。受動歩行ロボットの製作目的は学生が理解しやすいロボットの製作を通して、設計計算の理解や加工部品の加工手順、組み立て調整の習得などとともに、楽しめるロボットの製作を目標に取り組んだ。

### 2.2 歩行動作原理

スロープを歩く受動歩行ロボットの原理は、2本の足が図4の起き上がり小法師と同様の左右への揺動運動と、図5の振り子のような遊脚運動をする。

【動作1】遊脚の部分が横揺運動で斜面から浮き上がる

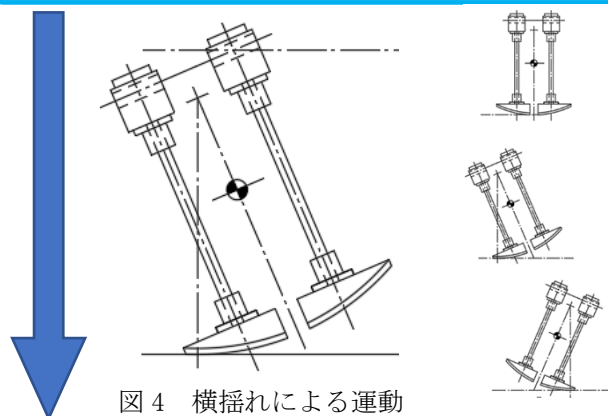
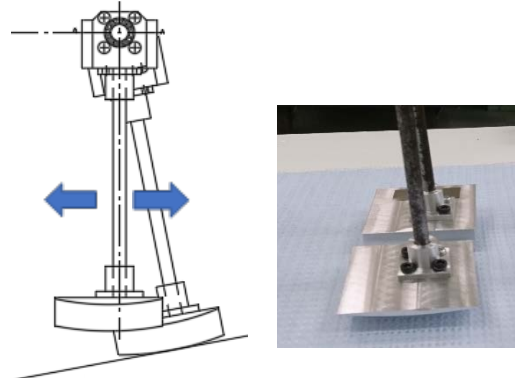


図4 横揺れによる運動

【動作2】浮いた足は鉛直方向に回転運動をする



斜面

図5 遊脚運動

<sup>※1</sup>京都職業能力開発短期大学校 生産技術科

### 3. 歩行運動解析

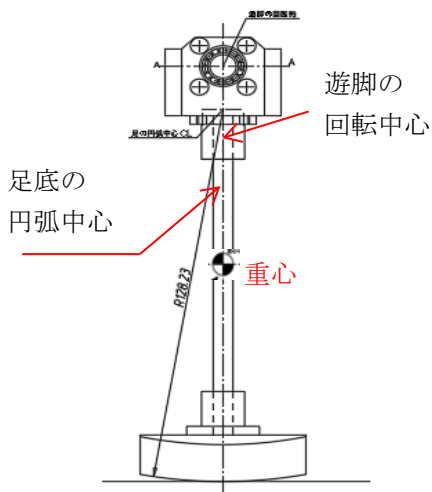


図6 側面

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

#### 3.1 粘性摩擦抵抗がない場合

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

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

$$\lambda = \sqrt{\frac{M_L g r}{I^z_{ch}}} \quad (2)$$

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

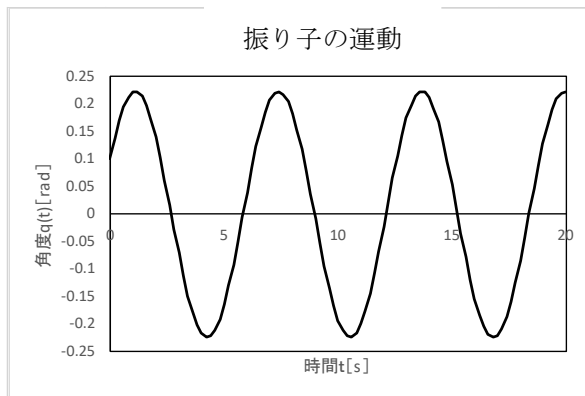


図7 回転軸に粘性摩擦抵抗がない場合

#### 3.2 粘性摩擦抵抗を持つ場合

股関節部分にベアリングを使用し粘性摩擦抵抗が少なくなるように製作するが粘性摩擦抵抗や空気抵抗を無くすことはできない。よって、粘性摩擦抵抗として減衰比を導入しそれが小さい場合 ( $\zeta < 1$ ) を

仮定し、次式で遊脚の回転角度  $q(t)$  を表され、図8のような単振動をすることになる。

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

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

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

振り子の運動

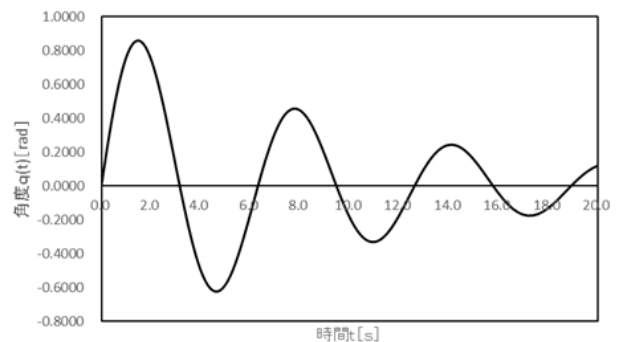


図8 回転軸に粘性摩擦抵抗を持つ場合  $q(t)$  を図示した図8から分かるように股関節部分の粘性摩擦抵抗や空気抵抗により振幅が徐々に小さくなる。受動歩行ロボットは、平衡点である鉛直下方にぶら下がった姿勢に振動しながら減衰するため遊脚を抵抗なく振動させなければならない。よって、減衰の要因である股関節部分に玉軸受けを用い抵抗を小さくすることが必要である。

#### 3.3 正面側固有振動数

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

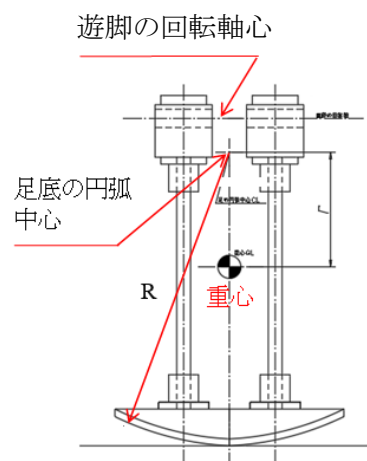


図9 正面図

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

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

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

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

### 3.4 重心位置と足底円弧中心の関係

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

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

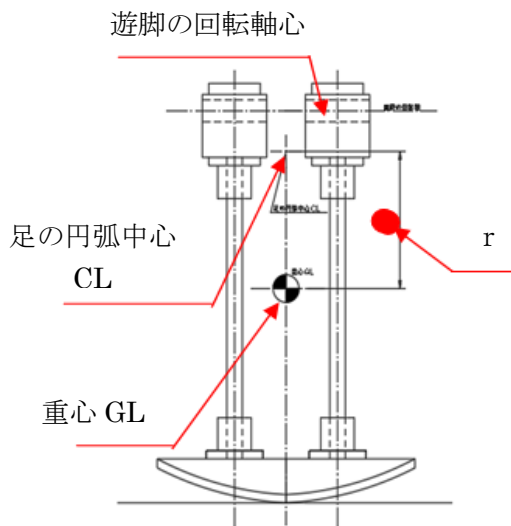


図 10 重心位置

安定なシステムの条件

$r$  = 足底円弧の中心位置  $CL$  - 重心位置  $GL$

$r > 0$

## 4. 受動二足歩行ロボットの設計

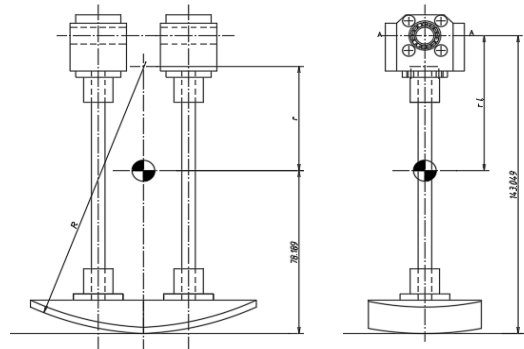


図 11 全体図

### 4.1 歩行の安定性

足裏の円弧半径を小さくし、その中心が重心位置を下回ると直立姿勢が維持できない。図 11 に示すように円弧中心は重心より十分上側にとる必要がある。

### 4.2 重心位置

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

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

### 4.3 慣性モーメント

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

重心  $GL$  回りの慣性モーメント

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

回転軸回りの慣性モーメント

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

## 5. ロボットの部品加工と製作

図 12 にロボットの全体図を示す。

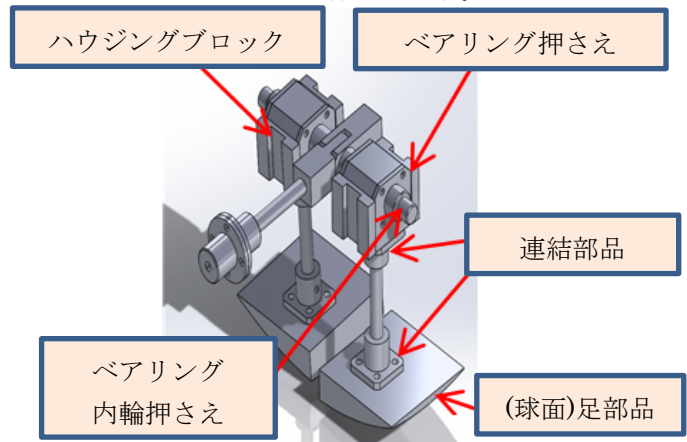


図 12 全体図

図 12 に示す部品についての加工方法を説明する。



### 5.1 足部品加工

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

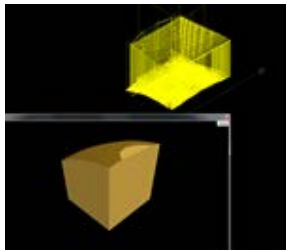


図13 CAMによる曲面加工プログラム作成

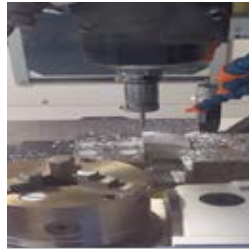


図14 DNC運転による曲面加工

### 5.2 連結部品加工

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



図15 ジグ



図16 連結部

### 5.3 ベアリング押さえ加工

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

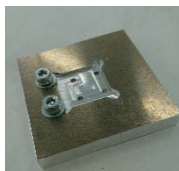


図17 ジグ



図18 ベアリング押さえ

### 5.4 ハウジングブロック加工

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



図19 ワイヤ放電加工



図20 ハウジング機で加工を行った形状ブロックの完成品

### 5.5 その他の部品加工

ベアリングの内輪押さえ、軸部品を加工し、組み立て調整を行った。

### 5.6 組み立て

図21に組み立てた受動歩行ロボットを示す。

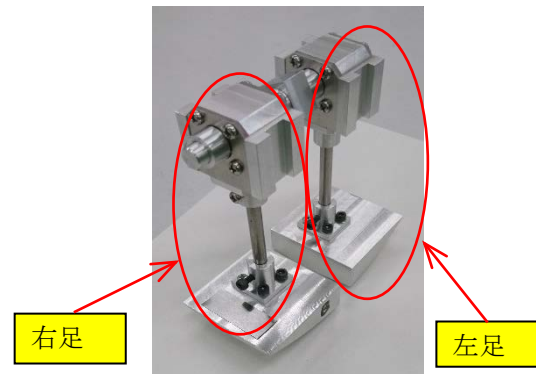


図21 組み立てた受動歩行ロボット



図22 歩行用コンベア

## 6. 評価と結果

簡易スロープを製作し、歩行実験を行った。

### 6.1 直線歩行実験

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



図 23 スロープの傾斜角度

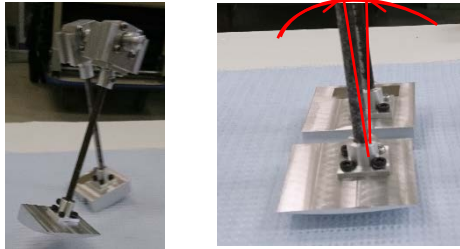


図 24 足軸の傾斜角度

### 6.2 安定した歩行距離と歩行動作実験

安定したステップ動作の歩行が行えるように、図 25 に示す足軸長さを変更し、検証した結果を表 1 に示す。

表 1 歩行実験

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

※歩行判定・・・◎ ○安定した歩行 ×転倒

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

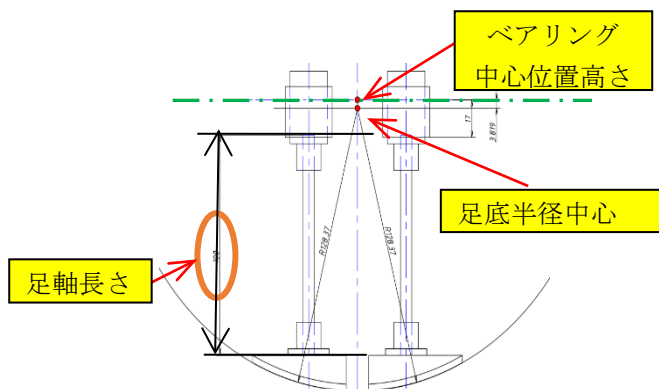


図 25 足底半径中心とベアリング中心位置高さ

### 6.3 運動方程式とステップ時間

正面内の固有角振動数  $\lambda_L$  は (7) 式で表され、ステップ時間は (8) 式で表される。

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

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

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

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

$$\lambda_L = 6.9536$$

$$S_L = 0.451(\text{sec})$$

となる。遊脚の固有角振動数  $\lambda_s$  からステップ時間  $S_s$  を求める。

$$\lambda_s = \sqrt{\frac{M_I g r_I}{I^{XCh}}} \quad (9)$$

$$S_s = \frac{\pi}{\lambda_s} \quad (10)$$

ここに  $I^{Ch}$ : 遊脚まわりの慣性モーメント、 $M_I$ : 遊脚の質量、 $g$ : 重力加速度、 $r_I$ : 遊脚の回転中心と重心の距離、 $S_s$ : 遊脚のステップ時間、 $\lambda_s$ : 理論固有振動数である。

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

$$\lambda_s = 9.7128$$

$$S_s = 0.323(\text{sec})$$

となる。

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

表 2 理論値

	理論値	
	正面内のステップ時間 $S_L$ (s)	遊脚のステップ時間 $S_s$ (s)
1 号機		
2 号機	0.433	0.323

表 3 実験値

総 ステップ 時間	平均 ステップ 時間	最大歩数	平均歩幅	最大 歩行距離
$T(s)$	$S(s)$	$n$	$S t (mm)$	$D (mm)$
17	0.370	46	26.522	1220
20	0.385	52	24.038	1250

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

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

## 7. 現状と今後の展望

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

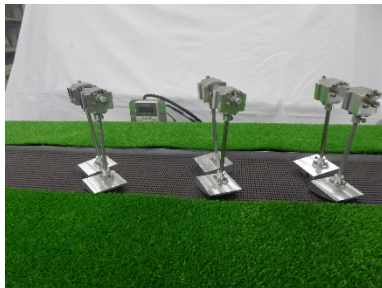


図 26 受動二足歩行ロボット

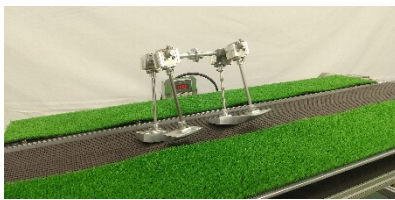


図 27 連結した受動四足歩行ロボット

## 8. おわりに

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

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

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

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

### 参考文献

衣笠哲也、大須賀公一、土師貴史：受動歩行ロボットのすすめ（コロナ社）

# 産業用ロボットを用いたおもてなしシステムの製作

神川謙一\*

## 1. はじめに

京都職業能力開発短期大学の専門課程生産技術科では、平成31年度(令和元年度)より産業用ロボットを導入し、産業用ロボットに関するカリキュラムを実施している。当校には、垂直多関節ロボット(三菱社製RV-4F)と教育用の実習装置としてバイナス社製ロボットレーナー1台を整備している(図1)。令和元年度の総合制作では産業用ロボットを活用したシステムの開発として、本テーマである産業用ロボットを用いたおもてなしシステムの製作を行った。

平成30年度に開催されたポリテクビジョン in 舞鶴2019では、共同研究で開発された自動コーヒー焙煎機を用いてコーヒー豆を焙煎し、出展者によって淹れたてのコーヒーを来場者に提供していた。本制作では産業用ロボット(以下ロボット)を活用してコーヒーを淹れる。一連の動作をシステム化し、ロボットを用いたおもてなしシステムとして、来場者へコーヒーを提供するシステムの製作を目標とした。



図1 産業用ロボット実習教室

## 2. システム概要

ロボットで実施する一連の動作順序を表1に示す。動作を実現するための周辺機器を含めたレイアウトを検討し、必要な製作を行った。レイアウトの構想図を図2に示す。

ロボットは三菱電機製の6軸垂直多関節ロボットRV-4Fを使用した。完成したシステムの外観を図3に示す。安全柵を製作し、その下に制御装置を置くスペースを設けた。ロボットにはハンドを取り付け、ポットやドリッパー、サーバー、カップを配置した。システムレイアウトを図4に示す。

表1 一連の動作順序

①	お湯の入ったポットを持ち上げる
②	ドリッパーにお湯を注ぐ
③	コーヒーが入ったサーバーを持ち上げる
④	カップにコーヒーを注ぐ
⑤	コーヒーを提供する

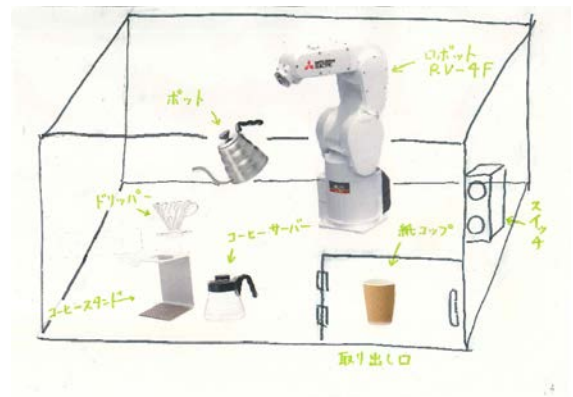


図2 レイアウトの構想図



図3 システム概観



図4 システムレイアウト

\*生産技術科



### 3. 製作

3.1 作業台と安全柵 ロボットの動作を最大限活用するために可動範囲に合わせて作業台を製作した。ロボットの可動範囲を図5に示す。赤枠で表示されたP点の動作領域はロボットのメカニカルインターフェースのフランジ中心を表し、図では半径514.5mmとなっている。その先にハンドや爪を取り付けるためにエンドエフェクタ先端の可動範囲は大きくなる。作業台の広さは横1300mm、奥行880mm、高さ960mmとした。

作業台は上に設置するロボットの重量が約40kgあることから、作業台の強度を考慮して40mm角のアルミフレームを横に並べ、ボール盤で穴あけして、ボルトで連結した。

また、今回使用するロボットは定格出力が80W以上あるため、安全柵を設けた。アルミフレームで枠を組み、アクリル板を設置した。

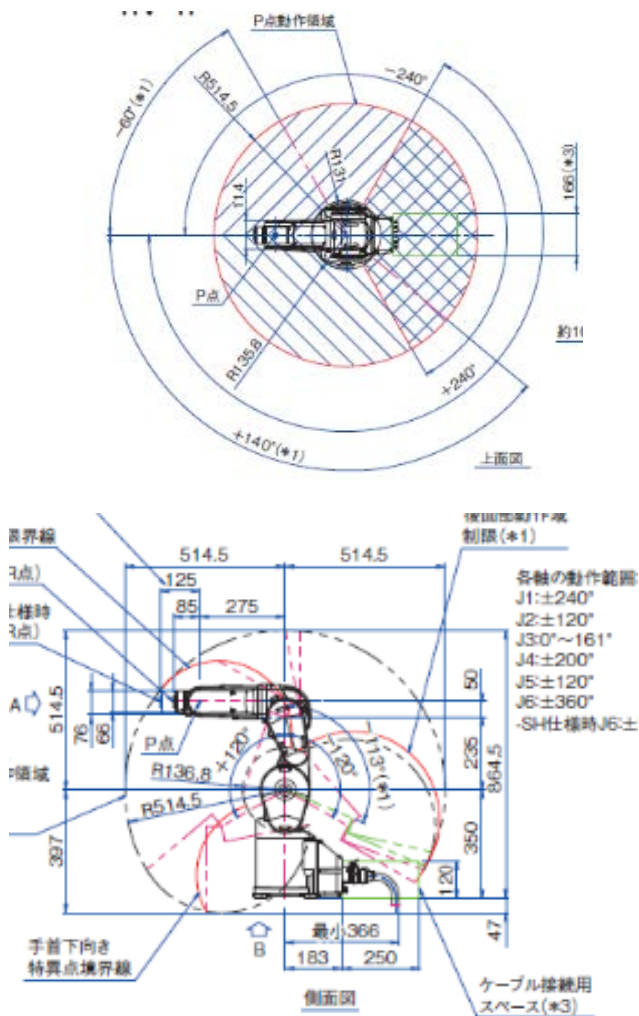


図5 ロボットの可動範囲

3.2 ハンド ポットやコーヒーマシーンの柄をつかむためのハンドを製作した。授業ではエアハンドを取り付け作業しているが、お湯の入ったポットやコーヒーマシーンの柄は重量があり不安定なため電動ハンドを用いた。ロボットと電動ハンドの取り付け部は取り付け穴の位置が異なるためアタッチメントとしてアルミ素材のプレートを2枚製作した(図6)。1枚はロボット本体のフランジ面にボルトで取り付け、もう1枚は電動ハンド本体にボルトで取り付けた。それら2枚のプレートをボルトで連結することにより電動ハンドを取り付けた。

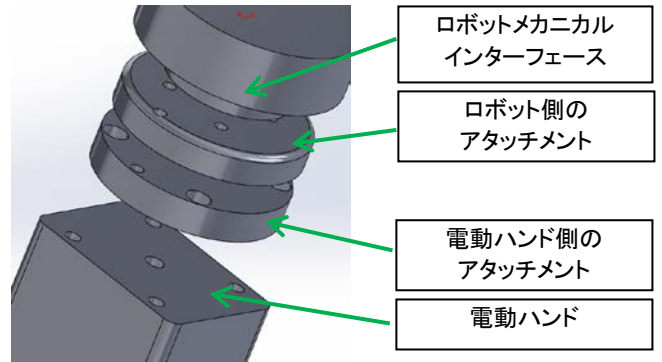


図6 アタッチメントの取り付け

電動ハンドに取り付けるつめは、エンジニアリングプラスチックを加工し製作した。つめはポットやコーヒーマシーンの柄の形状に合わせてコの字型とし、これを2つ向かい合わせた形状とした。柄をつかむにあたり微妙に形状の違う柄に対応する必要があり、ロボットハンドの傾きにより把持物が動くため、柄との接触部分にはゴムシートを取り付けた。電動ハンドとつめは接合用の部品を製作し、ねじで固定した。接合用の部品はL字のアルミ材を切断してボール盤で穴をあけ製作した。ロボットに取り付けたハンドとつめを図7に示す。

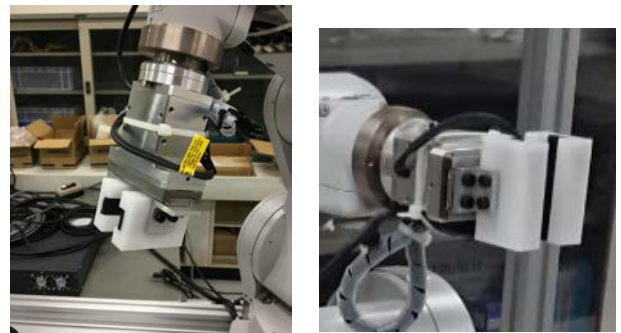


図7 ロボットに取り付けたハンドとつめ

3.3 コーヒースタンド コーヒースタンドは3次元CADを使ってデザインを行い、厚さ2mmのステンレス板をレーザー加工機で加工し、プレスブレーキを使って曲げた。上にドリッパー、下にコーヒーサーバーを置くことができる。製作したコーヒースタンドを図8に示す。

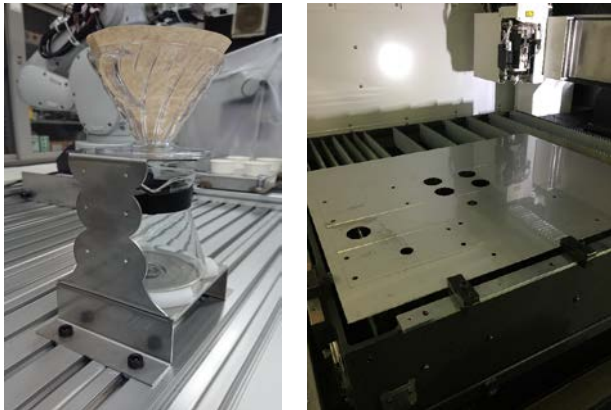


図8 製作したコーヒースタンド

3.4 取り出し口 コーヒーを提供するために取り出し口を製作した。製作した取り出し口を図9に示す。

コップを乗せる台が完全に安全柵から出るようにレールを外に出している。レールには安全柵と同じアルミフレームを使用した。取り出しやすいことと、ロボットの可動範囲に近づかないことの両立を図っている。

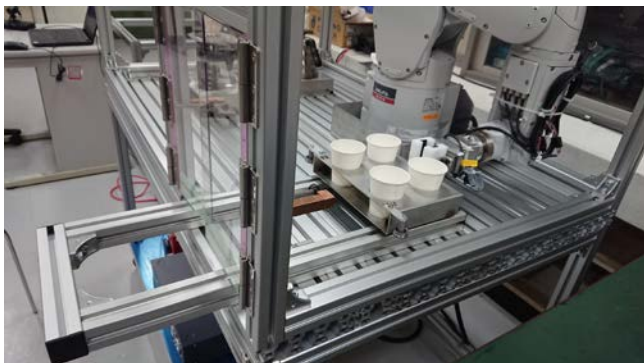


図9 取り出し口



図10 コップを置く台

コップを置く台(図10)は2枚のステンレス板を溶接によって接合し製作した。

扉はバネによって閉じた状態とし、コップを乗せた台で押し出すことによって開くこととした。コップを乗せる台のスムーズな移動を可能にするためにレールを敷き、ロボットハンドでこの上を滑らせて手前に押し出す仕組みとした。台にはローラーを設置し、扉との接触が滑らかになるようにした。

3.5 ポット置台 ロボットがポットの柄を把持できるように、ポットを配置するための台を製作した(図11)。ポットの注ぎ口の位置に溝を配置し、柄の方向を位置決めできるようにした。



図11 製作したポット置台

## 4. ロボットプログラミング

コーヒーを淹れる一連の動作を大きく3つの工程に分けてプログラムを製作した。

はじめに、お湯の入ったポットを持ち上げ、ドリッパーにお湯を注ぐ。次に、抽出されたコーヒーをカップに注ぐ。最後に、カップに注がれたコーヒーを提供する。

ロボットのプログラミング図12では、はじめに動きの手順をプログラムに記述する直線動作や円弧動作、動作スピードやハンドの開閉など、実際に自分の手でコーヒーを淹れながら手順を確認した。

次にロボットにプログラムを書き込み、実際の作業ポイント教える教示作業を実施した。ここではロボットの先端の位置だけでなく、腕の姿勢の登録も必要となる。ロボットの各軸の可動範囲は姿勢によってことなるため、レイアウトの調整やプログラムの修正が必要となった。また、実際にロボットを用いてコーヒーをドリップし、ポットの角度や動作スピードを検証し、注がれるお湯の量を調整した。

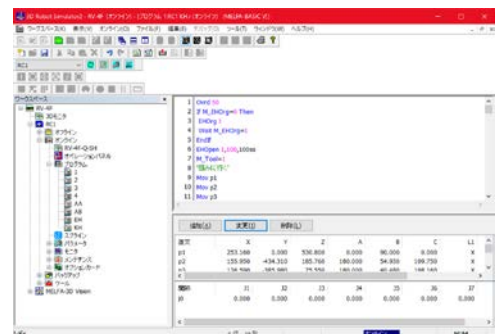


図12 ロボットプログラミング



## 5. 完成したシステム

コーヒーを淹れる一連の動作を以下に示す。



- ①  
お湯の入ったポットをつかみ、ドリッパーの位置まで運ぶ。

- ②  
はじめはコーヒー豆を蒸らす程度お湯を注ぎ20秒ほど停止する。次に円を描くようにお湯を注ぐ。1/3程度に減ったらお湯を追加する。



- ③  
コーヒーサーバーに適量のコーヒーが抽出されたら、コーヒーサーバーをつかみカップの位置まで運ぶ。



- ④  
設置された4つのカップにコーヒーを注ぐ。腕の動きや、角度を調整し、こぼすことなくカップ内に注げるようにした。



- 4つのカップに均等に適量を注ぐ。



- ⑤  
ロボットによりトレイを押し出し、それにより、扉を押し開ける仕組みにし、コーヒーを提供する。



## 6. 今後の取り組み

令和3年度では、ロボットを1台追加し、コーヒーカップの設置や提供の作業を分担して行えるようなシステムの構築を目指している(図13)。カップをつかむためのハンドの製作や位置の教示、プログラムの作成に取り組んでいる(図14、図15)。

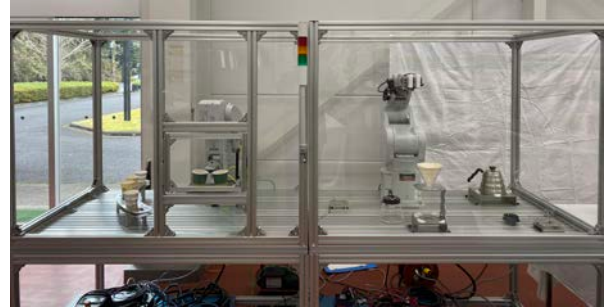


図13 製作しているシステム

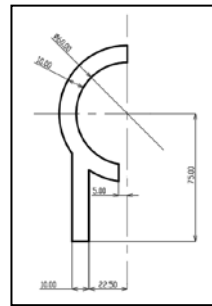


図14 製作したハンド



図15 ハンドでカップをつかむ様子

## 7. 終わりに

今回の製作ではロボットを用いたおもてなしシステムとして、ロボットを活用してコーヒーを淹れる一連の動作をシステム化することが出来た。

学生は初めてロボットに触れたので使い勝手がわからずとまどうことも多かった。人間の手で出来ることがロボットでは再現出来ないことがあった。レイアウトもロボットの可動域に合わせて配置するということになり、位置の検討にも時間がかかった。

ロボットプログラミングについては、基礎的なプログラム知識のみで、教示点を決めたり、プログラムコードを入力したり、動作を確認しながら作成することとなり、調整を繰り返しながらの作業となった。

産業用ロボットを活用したシステムの構築を行い、生産技術科で学んだ設計や加工の技術を使用した総合的な課題制作を実施することができた。

# 旋盤競技大会における技能・技術の指導

山本 衡\*

## 1. はじめに

当校の生産技術科の学生は“若年者ものづくり競技大会”（以下「競技大会」という。）「旋盤」職種に毎年1名参加している。競技大会参加するにあたり、学生の技能・技術指導をおこなっている。

競技大会とは、職業能力開発施設、工業高等学校など、技能習得中の20歳以下の若年者であり、企業に就業していない者を対象に、技能競技を通じ、技能を向上させることにより就業促進を図るとともに、若年技能者の視野拡大を目的としている大会である。そのため、当校で参加する学生は、「全国大会に出場したという経験」と「最後まであきらめない気持ち」などを勉強するため参加している。

また、競技大会は、毎年異なる地域で開催している。過去三大会は令和3年度では愛媛県、令和元年度では福岡県、平成30年度では石川県にて開催していた。

そして私は、技能・技術指導を令和元年度および令和3年度に主担当している。それぞれの年での「選手選考方法」「練習計画」「作業手順管理」「作業時間管理」について、比較を示しながら報告する。

## 2. 「旋盤」職種とは

### 2.1 旋盤について

旋盤は、工作機械の一種であり、丸い形状のものをつくることができる。金属を取り付け、取り付けた金属よりも硬い切削工具「バイト」にて、任意の形状をつくる。旋盤では、丸い形状をつくるほかに、円すい状に加工するテーパ加工、ねじ、滑り止めをつくるローレット加工などをつくることができる。

旋盤作業するにあたり重要なことは、安全に作業し効率的で作業時間を短縮すること。そして、それぞれの部品図面に指示されたものを正確かつ美しいものを製作することである。また、2つの部品を組み合わせたときの精度も求められる。競技大会では、それらを採点し、全国の中で上位10位程度が発表される。

### 2.2 競技概要

競技大会「旋盤」職種は、二日間開催される。一日目は、使用する旋盤の抽選、持参工具の展開、旋盤のくせなどを理解するための時間である、試し削りをおこなう。試し削りでは、図1に示す材料が競技委員から支給される。また、支給数としては①を2個、②が1個である。①②の部品それぞれ試し削りの形状まで作ることができる。①の余った材料については、ねじやローレットのなど、最終調整をおこなうことができる。二日目の競技大会本番は、標準時間3時間、また30分の延長時間までが競技時間となっている。事前に課題図面は公表され、例年6月上旬から中旬に発表がある。令和元年度の組み立て図および部品図を図2に、令和3年度の組み立て図および部品図を図3に示す。

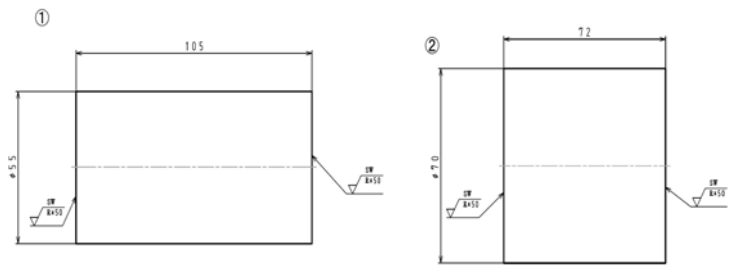


図1 支給材料

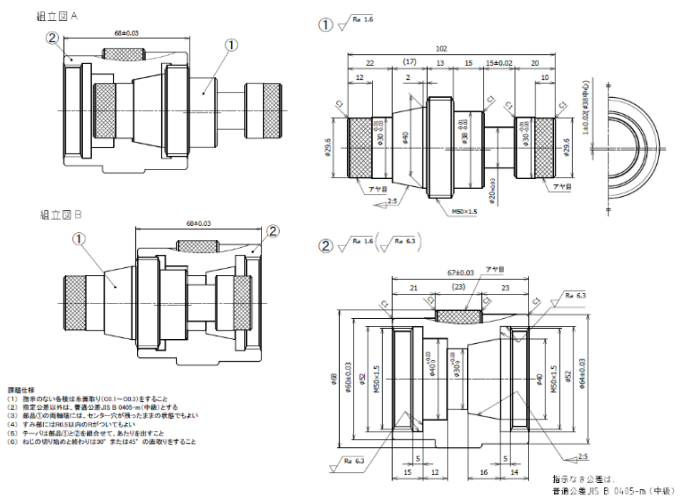


図2 令和元年度組立て図および部品図

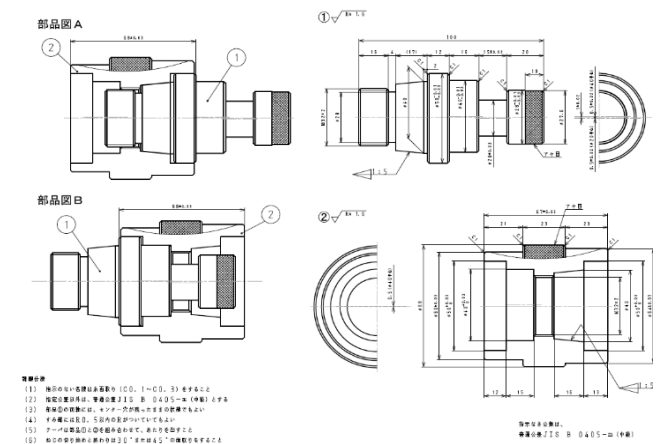


図3 令和3年度組立て図および部品図

競技大会で使用する旋盤のメーカーが、競技課題と同時に発表され、令和元年度までは、株式会社アマダマシンツール製の旋盤（以下「LEO」という。）を使用していた。しかし、令和3年度では、株式会社滝澤鉄工所製の旋盤（以下「TAL」という。）を使用することと

なった。使用する旋盤によって、操作方法が異なるため、令和元年度においては、LEOを使用するため、ポリテクセンター京都に遠征していた。令和3年度においては、当校はTALを使用していたため、当校で練習することができた。また、滋賀職業能力開発短期大学校も毎年競技大会に出場しているため、7月末にポリテクセンター京都および当校にて、合同練習を実施した。

**2.3 参加学生に必要な技能・技術** 参加学生は、「機械加工実習I」の単位取得と国家技能検定旋盤作業の3級程度の実技レベルを1年次までに習得する。

### 3. 選手選考方法

私が担当したときの選手選考方法は、(1) 希望性、(2) 機械加工の腕前、(3) 性格を念頭に置いて選考した。また、出場した選手は、普通科出身の学生を選出した。

(1) 希望性では、学生から競技大会に出場したいと言ってきた場合、出場させるようにする。理由としては、競技大会に立候補する学生は、挑戦することへの恐れがないため選出をしている。また、自ら言ったことに対し、責任を持ち最後までやり遂げると信じ選出をしている。しかし、令和3年度では、2人の立候補者がいたため、事前に校内選考会をおこなった。校内選考会の内容としては、図4に示す、課題を加工し評価する。選考会作業時間を60分と定めた。

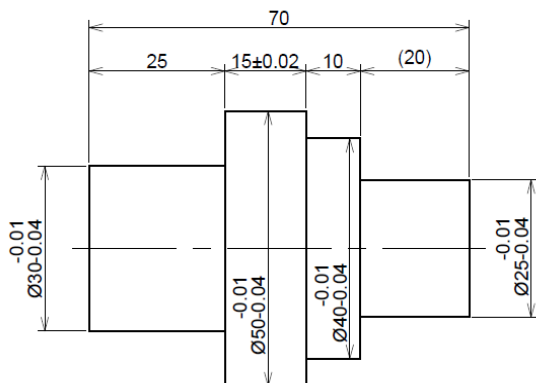


図4 校内選考会課題図面

(2) 機械加工の腕前では、他の学生と比べ一つでも秀でている作業を持っている学生である。例えば、図5に示す加工隅部の削り残しは、過去に選出した学生が削った場合、きれいに削り取ることができる。加工隅部の削り残しは、課題の美しさ、つまり、みばえの点数に関係しているため重要となる。また、加工隅部の削り残しをなくす方法を指導しても簡単にできる作業ではない。そのため、選出する学生が加工センスを持っているかを判断する材料となる。

(3) 性格では、指導員と意思疎通のできる学生を選出している。理由としては、お互いの意見を出し合い、競技課題に取り組む必要があるためである。競技課題に取り組むときは、出場選手に合った指導や作業手順を組む必要がある。指導員だけで作業手順を検討してしまうと、参加学生に無理難題を突き付けてしまい、練習や本番で実力を発揮することができない。そのた

め、学生とともに、作業手順を検討し、容易な作業手順する必要があると考えている。

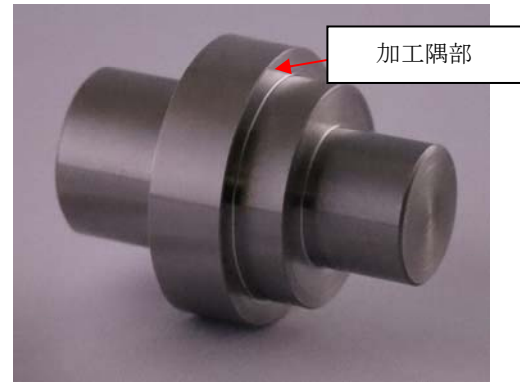


図5 加工隅部

### 4. 練習計画

令和元年度および令和3年度の練習計画を表1に示す。

表1 令和元年度および令和3年度練習計画

時期	令和元年度	令和3年度
10月～1月	技能検定3級	技能検定3級
2月～3月	技能検定2級	校内選考会練習 校内選考会本番
4月	技能検定2級	技能検定2級 令和元年度課題
5月	技能検定2級	休校
6月	競技課題	令和元年度課題 令和3年度課題
7月～本番	競技課題	競技課題

令和元年度および令和3年度ともに、本格的な練習を1年次の10月から開始した。10月から1月、つまり後期技能検定実技試験までは、技能検定3級を練習する。このとき他の学生との差別化をする。他の学生に比べ、寸法公差を意図的に厳しくする。その結果、厳しい公差への対応が容易となる。さらに、競技大会の課題は、普通公差を正確に作らなければならない。なぜならば、組み立て寸法に影響を与えてしまうからである。一般的に、普通公差は、機械加工者にとっては、ラフに作ってもよいと思っている。しかし、競技課題では、ラフに作ってしまうと、誤差が積み重なり、組み立て精度の点数がなくなってしまう。普通公差を加工するときも、公差“0”を狙うことが重要である。

技能検定3級受験後は、IV期終了まで週1回の練習をしている。令和元年度では、技能検定2級の製作に取り組んだ。技能検定2級は、競技大会の課題の要素である、「心出し」「ねじ切り」「テーパ加工による組立て寸法出し」「加工精度」を含んでいるため実施した。しかし、令和3年度では、出場立候補者が2人いたため、校内選考会に向けた練習をした。立候補者の2人は、外径加工の精度についてはともに、選考会までの練習の成果が出て良好であった。この課題での取り組みの目的としては、選手選考をすることのほかに、他の選手を意識しながら加工し、自分自身の力を発揮で



きるかを図るためのものであった。競技大会では、同じ日に10人程度の他校の選手と競技をする。1人でも多くの学生と作業することで、本番と似た環境を作ることができると考えている。よって、令和3年度は、複数の立候補者を選出することとした。

2年生進級後は、4月週2回、5月週3回、6月から週4回の練習をしている。令和元年度では、課題発表までは、引き続き技能検定2級に取り組んだ。令和3年度では、休校となった月があったが、技能検定2級を1つ作ったのち、令和元年度の課題に取り組んだ。理由としては、課題の傾向が平成29年度より似た形状であったためである。また、課題発表後には選手とともに、作業手順の検討をした。その手順で1セット製作して手順の見直しを繰り返しおこなった。

## 5. 作業手順管理

5.1 作業手順の比較 令和元年度および令和3年度の作業手順の比較を表2に示す。

表2 令和元年度および令和3年度作業手順

手 順	令和元年度	令和3年度
1	②部品 テーパー側 外径荒加工	②部品 テーパー側 外径荒加工
2	ローレット	ローレット
3	内径荒加工 内径溝	内径荒加工
4	①部品 テーパー側 外径荒加工	内径偏心側 内径荒加工 内径面取り
5	ローレット	①部品 テーパー側 外径荒加工
6	①部品 溝側 外径荒加工	①部品 溝側 外径荒加工
7	ローレット	ローレット
8	溝、荒仕上げ	溝荒加工
9	側面仕上げ 外径仕上げ	外径仕上げ
10	面取り	面取り
11	偏心加工 偏心面取り	Φ40 偏心加工 偏心面取り
12	①部品 テーパー側 側面・外径仕上げ	Φ20 偏心加工 偏心面取り
13	ねじ切り	①部品 テーパー側 側面・外径仕上げ
14	テーパ	溝加工
15	②部品 テーパー側 外径中加工	ねじ切り
16	内径中加工	テーパ加工
17	テーパ荒加工	面取り
18	側面・外径仕上げ	②部品 テーパー側 テーパ中加工
19	内径仕上げ	側面・外径仕上げ
20	内径ねじ切り	内径仕上げ
21	内径テーパ 組立	内径ねじ切り 組立

22	面取り	面取り
23	②部品 内径段側 全長中加工 外径中加工	②部品 内径偏心側 全長仕上げ 外径仕上げ
24	内径荒加工 溝加工	内径仕上げ
25	全長仕上げ 外径仕上げ	面取り
26	内径仕上げ	内径偏心加工
27	内径ねじ切り	組立
28	組立	面取り

手順工数は、令和元年度と令和3年度ともに28であった。競技課題は、図1および図2に示しているとおり、ローレットの数、偏心加工の数、ねじ切りをする場所の違いがあったため、手順を変更した。各手順の説明および加工条件を順番に紹介する。また、競技大会で使用した切削工具等を表3に示す。

表3 競技大会で使用した切削工具等

工 程	バイト等の種類	チップの種類
外径荒加工	タンガロイ DCLNR2020K12	タンガロイ CNMG120408-TM T9215
外径仕上げ加工	三菱マテリアル ETGNR2020K33W	タンガロイ TNGG160402R-C NS9530
ローレット	スーパーツール KH-2E20	スーパーツール KNSRL28
内径荒加工	タンガロイ T20R-SCLCR09C	タンガロイ CCMT09T304-PS T9115
内径仕上げ加工	タンガロイ T20R-SCLCR09C	タンガロイ CCMT09T302W20 -NS9530
溝入れ (3mm)	タンガロイ CTER2525-3T09	タンガロイ DGM3-020GH130
溝入れ (12mm)	ろう付け ヘールバイト	
外径ねじ	三和製作所 SHL-DOH04	三和製作所 H-06K246-SM
内径ねじ	三菱マテリアル FCL5120R	三菱マテリアル U20T
外径面取り	ろう付けバイト	
内径面取り	ろう付けバイト	

5.2 外径加工 外径加工では、荒加工、仕上げ加工に分けて加工している。荒加工の加工条件は、回転数約1000min<sup>-1</sup>、送り0.28mm/rev、切り込み直径最大5mmとした。ただし、荒加工をするときは、必ず回転センタを使用して加工しなければならない。仕上げ加工の加工条件は、機械の最高回転数を使用し、送り0.07mm/rev、切り込み直径は、0.2mm前後とした。競技課題の表面粗さはすべて、Ra1.6以下という指示になっているが、十分満たす条件で加工している。

5.3 ローレット ローレットは、転造用ローレットを

用いて一回で施すようにしている。加工条件は、回転数約  $80\text{min}^{-1}$ 、送り  $0.28\text{mm/rev}$ 、切り込み直径  $1.5\text{mm}$  前後とした。焼き付きの心配があるため、切削油をかけてローレット加工をおこない、さらに、竹ブラシを使い、ローレット面に目詰まりしないように掃除もおこなう。また、ローレットを施す前の表面は、荒加工をおこなった表面にする。理由としては、ローレットの目を立たせるためである。

**5.4 内径加工** 内径加工では、荒加工、仕上げ加工に分けて加工している。荒加工の加工条件は回転数約  $600\text{min}^{-1}$ 、送りは、 $0.28\text{ mm/rev}$ 、切り込み直径は最大  $5\text{mm}$  とした。仕上げ加工の加工条件は、機械の最高回転数を使用し、送り  $0.07\text{mm/rev}$ 、切り込み直径は、 $0.2\text{mm}$  前後とした。内径加工は、ビビリが発生しやすいため、工具の突き出し長さには注意が必要であるが、加工する長さに対して約  $10\text{mm}$  突き出しても加工できることを確認してある。

**5.5 溝入れ** 溝入れ加工では、溝幅の広い箇所については、荒加工と仕上げ加工に分けている。そのほか、ねじの逃げ溝については、荒加工の条件で加工し、一回で終わらせている。荒加工の加工条件は回転数約  $300\text{ min}^{-1}$ 、送り手送り、所定の形状まで切り込みを入れている。また、仕上げ加工では、使用工具は、自作のヘールバイトを使用し、工具幅は約  $13\text{mm}$  としている。令和3年度では、溝幅  $15\text{mm}$  の箇所が偏心となっていた。荒加工で、溝底仕上げり直径  $20\text{mm}$  に対し、 $23\text{mm}$  まで加工し、偏心したのち、仕上げ加工をした。仕上げの最初は、断続切削となるため、仕上げの切り込みは、 $0.2\text{mm}$  ずつする必要がある。

**5.6 外径ねじ加工** 外径ねじの加工条件は、回転数約  $150\text{min}^{-1}$ 、切り込み直径は最大  $0.5\text{mm}$  で加工をしている。ねじピッチについては、年度ごとに変わる。そのため、ねじ加工する前の外径は、年度ごとに変えている。ピッチが2以下であれば呼び径に対し、 $0.3\text{mm}$  小さく加工し、ピッチが2よりも大きい場合呼び径に対し  $0.2$  小さくする。理由は、ピッチが細くなった場合、ねじ山の先端のみばえが悪くなってしまうためである。

**5.7 内径ねじ加工** 内径ねじの加工条件については、外径ねじと同様である。しかし、内径ねじでは、ねじの勘合があるため、外径ねじとのはめ合わせが必要となってくる。そこで、何  $\text{mm}$  切り込みを入れたら、ねじが入ることを、練習で習得しておく必要がある。

**5.8 組立調整** 例年、組立箇所を2か所設けられている。一つ目は、テーパ加工の出し入れ、二つ目は、内径段付きである。ともに確認方法は、組み合わせた状態で①部品つば部にダイヤルゲージをあて、そのまま、径ハンドルを回し②部品の端面に当たったところを測定する。テーパ加工の出し入れでは、テーパ比に注意し、切り込みを入れる。また、内径段付きでは、心振れもあるため、4か所測定し、削るところを間違えないようにする必要がある。

## 6. 作業時間管理

競技大会において、一番重要となる要素としては、競技時間である。競技時間内の3時間30分以内に、終

了報告しない場合、未完成となる。未完成とは、競技大会では、提出できなかっただけになる。しかし、参加学生は卒業し、会社に入る。会社では、納期に間に合わせる事が求められる。そこで競技大会を通して、時間に対する意識を高めることができる。そのため、作業時間が重要と考えている。

作業時間に対しては、管理方法が令和元年度と令和3年度では異なっている。

令和元年度は、作業開始から作業終了までの時間を計る。理由としては、最初から最後までやり続けることにより、作業手順を覚えることができると考えたためである。競技大会当日は、メモの持ち込みは許可されているが、メモを見ながら終わる課題ではないため、メモは無駄に終わる。そのため、作業手順を体で覚えることが重要と思い、作業開始から作業終了までやり続けていた。

令和3年度では、競技時間内である3時間30分まで作業することをしていた。理由としては、学生自身が前回練習したときよりも作業が早くなったこと理解するためである。競技大会に選出された学生であっても、成果に伸び悩むことがある。そこで、学生が、練習した課題を見て、作業が早くなっていることを理解することで前向きに考えることができる。その結果、練習すればできるようになると思い、練習することに対しても前向きな考えができる。

それぞれの年で、作業時間管理が異なるが、今後は令和3年度の方法で指導をしていく。

また、競技課題と選手は違うが、令和元年度の提出時間は3時間3分、令和3年度では3時間23分に提出をした。両年度ともに、重要と考えている、競技時間内に提出することはできた。

## 7. 今後の課題

今後の課題は、入賞するために必要な知識を得ることである。当校に入校してくる学生の大半は、普通科卒業である。そのため、私が学生に対して、切削工具の選定や作業手順および作業時間の管理をする。切削工具の知識や作業手順、作業時間の管理をする経験が他の出場校の指導員より乏しいことは、競技大会に引率をして痛感している。競技大会に出場するからには、学生に全国大会に出場した経験と入賞という結果をプレゼントしたいと考えている。

今後は、競技大会のための勉強会に参加すること、競技大会に出場したときに情報交換するなど自ら行動していく。

## 8. おわりに

本稿において、「選手選出方法」から「作業時間管理」まで比較をしながら述べてきた。本稿を活用して、競技大会に出場するための指導し、学生に対して「全国大会へ出場したという経験」と「最後まであきらめない気持ち」さらに入賞という結果が出ることを期待する。

### 参考文献

- (1) 中央職業能力開発協会 若年者ものづくり競技大会  
<https://www.javada.or.jp/jyakunen20>

# 福井県立科学技術高等学校 出前授業

\*浴本保典 \*1 \*片岡将樹 \*1 \*古元克彦 \*2

## 1. はじめに

福井県立科学技術高等学校は、福井市の南西に位置し、染織・織物関係の講習所としては日本で3番目の設置という福井県工業講習所に端を発し、福井県立工業高校と改名したのち、現在の福井県立科学技術高等学校と改名した工業系では歴史ある高等学校である。

学科は、電子電気科、情報工学科、機械システム科、科学システム科、テキスタイルデザイン科が設置されており、工業分野を広く網羅する教育がなされている。高い教育レベルの授業がなされ、高等学校在籍中に各種資格を取得させる等若くして高い技能を習得した生徒を育てていることから、高等学校卒業後、進学よりも有名企業に就職する生徒が多いことでも有名である。令和2年度の進路状況は就職する生徒が54%と半数を超えている。

過去からの高校訪問等の活動で、当高校の進路指導には近畿職業能力開発大学校京都校を認知いただいております、例年近畿職業能力開発大学校京都校へ非常に優秀な生徒が入学している。その経緯もあって、福井県立科学技術高等学校が行っているフューチャーマイスター事業「高度技術者による職業人育成」の一環として、3年前から体験授業の依頼をいただくようになった。

職業能力開発大学校の目標である職業訓練という方向性の一致と、非常に優秀な学生募集という観点から、福井県立科学技術高等学校との関係を大切にしている。

体験授業の内容として、組み込みマイコンを用いた電子スロットマシンの製作を実施している。近畿職業能力開発大学校京都校の電子情報技術科では、ソフト・ハード・通信の3つの技術を柱とする訓練を実施し即戦力を身に着けた学生を卒業、進学させることを目標としていることから、これら3つの要素を

体験できる授業として最適な課題であるとともに、福井県立科学技術高等学校の電子電気科の生徒にとっても将来の進路に十分役立つ内容となっている。

## 2. 製作物の仕様について

ルネサスエレクトロニクスのR8マイコンを組み込みマイコンとして用いた電子スロットマシンは色によるスロットマシンで、色が変わるLEDが3つあり、ボタンを押すとLEDの色が変わり、LEDの色が3つ揃えば音楽が流れるというものである。携帯ゲーム機なので、片手で持てること、電池で動作すること、さらに使って面白いことが仕様として要求される。また、企業の利益にもつながる部品材料費(BOM)の削減も重要目標であり、これらの仕様を満たすために組み込みマイコンを用いて製作することにした。

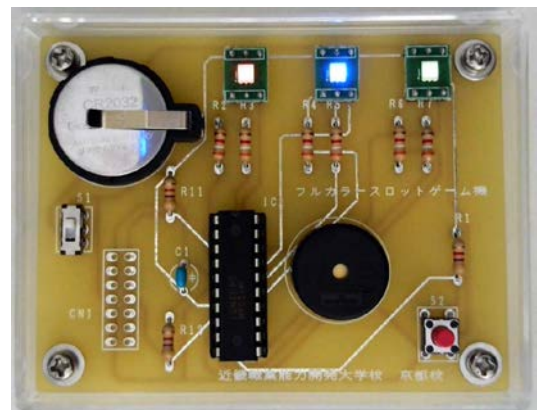


図1 製作した電子スロットマシン

## 3. 製作の工程

電子スロットマシンを製作するためには、

- ①プログラムの設計
- ②回路の設計
- ③基板のデザインと製作
- ④部品の実装
- ⑤動作検査

\*1 電子情報技術科

\*2 情報通信サービス科

の5工程が必要になる。

福井県立科学技術高等学校の生徒の体験は、時間の関係上、このうち④部品の実装と⑤動作検査を体験していただいている。

### 3.1 プログラムの設計

マイコンに組み込む制御プログラムにより、スロットマシンの仕様を満たすLED制御などが実行される。

マイコンはルネサス製 R8C、プログラム言語はC言語を使用し、統合開発環境 HEW(High-performance Embedded Workshop)にてプログラムの開発を行った。

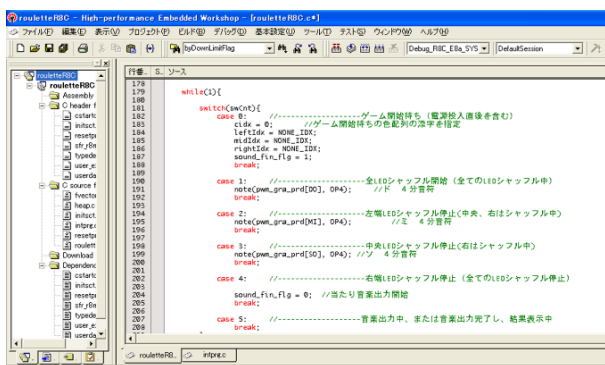


図2 プログラミング中の様子

### 3.2 回路の設計

回路の設計とは仕様を満たすための回路図を作成することであるが、配線の取り回しや、部品の形状やピン配列からくる制約を考慮し、場合によってはマイコンのプログラムの変更にもまで遡って考える必要がある。

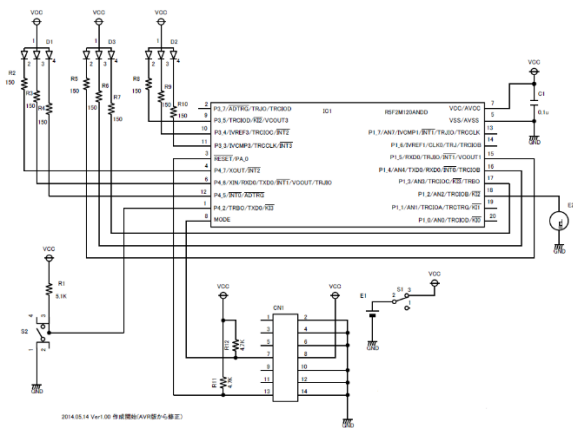


図3 電子ルーレットの回路図

例えば、配線の取り回しが複雑になるために

マイコンのI/Oポートの割り付けを変更する等といったことが必要になる。このように回路の設計といっても、前後の設計ステージとつながりながら進めていく作業となる。

表1 部品リスト (BOM)

1	専用プリント基板
2	はんだ (鉛フリー)
3	ICソケット (20P)
4	積層セラミックコンデンサ 0.1uF 50V
5	1回路2接点 6VDC 0.3A (4個入)
6	タクトスイッチ (赤色)
7	圧電スピーカー (基板取付用) (17mm)
8	CR2032用基板取付用ホルダ
9	フルカラーRGBLEDモジュール
10	細ピンヘッダ 1×3
11	炭素皮膜抵抗 3.9kΩ (1/4W)
12	炭素皮膜抵抗 4.7kΩ (1/4W)
13	マイコン
14	3Vリチウム電池 (CR2032)
15	LED光拡散キャップ (白)
16	なべネジ (M3_6mm)
17	ナット (M3)
18	アクリルケース SK-5

### 3.3 基板のデザインと製作

基板設計は回路図をもとに配線設計していくことになるため、回路図に対して配線ミスが発生させないことが作業の最重要課題となる。基板デザインのヒューマンエラーを防ぐために、基板設計のアプリケーションは回路図の入力から進めていくように工夫されている。すなわち回路図の配線情報 (ネットリスト) と基板のつながり情報は共通になっており、基板をデザインしていく際にリアルタイムに回路図との配線関係の対比がわかるようになっている。

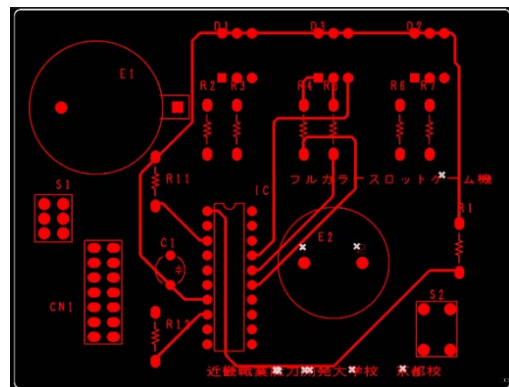


図4 基板図面 (部品面)

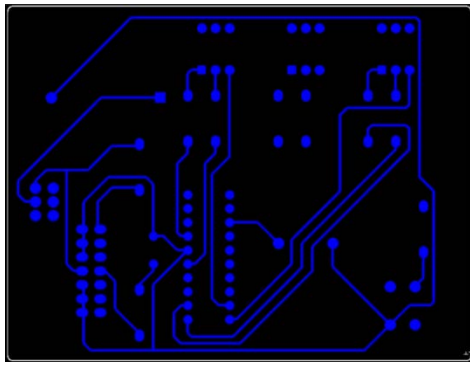


図5 基板図面（半田面）

プリント基板は、ジャンパー線を減らすために両面基板とした。基板のデザインは、基板設計の業界標準となっている基板設計ソフト CR8000 を用いた。

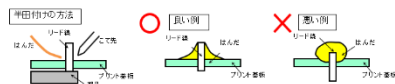
### 3.4 部品の実装

実際に電子回路基板を大量生産する工場では、ハンダこてを使わないリフローによるハンダ付けが一般的であるが、開発段階では検討のための部品の取り換え作業が多いことから、開発現場での実践を考え、ハンダこてによるハンダ付け作業を体験してもらっている。2006年に規定された鉛フリー規定（RoHS）により、ハンダ付け作業の難易度が上がったことから、正しくハンダ付けが行える技術者が求められている。

体験授業で大勢の生徒に作業させる上で必要になるのが作業手順書である。

#### Step2 はんだ付け

プリント基板にはんだ付けを行い、部品を取り付けます。



●銅色の面に半田付けを行い、部品はその反対の面に取り付けることになります。部品を付ける面が表になります。

●それぞれの部品の場所を間違えないように部品を挿入し、裏面を半田付けします。

●背丈の低い部品から挿入し半田付けして下さい。（①抵抗、②フルカラーLED、③ICソケットへの順で。）

●抵抗器の種類に注意して下さい。

●特に赤丸の部品の向きに注意して下さい。

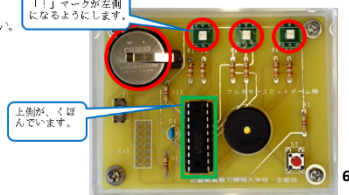


図6 ハンダ付けの指導①

ハンダ付け作業の指導にあたっては、未熟な生徒が多いこと、時間がかかること、そして火傷等による怪我の発生が最も多いことから、保護めがねの着用と指導員3名体制による指導とし、本作業に入る前に30～40分のハンダ付け練習時間を設け、生徒一人ひとりの様子を確認しながら指導をすすめた。とりわけ安全に関しては、はんだ付け練習の時点でKYT（危険予知のトレーニング）も兼ねて生徒自身がハンダ付けの危なさを感じ取ってもらうよう、「言って、聞かせて、やってみせる」という安全衛生のステップに沿って説明している。



図7 ハンダ付け練習基板

また、ハンダ付けの失敗や部品取り付けミスに備え、電動のハンダ吸い取り機を持参し、受講生全員が製作完成するよう配慮している。

ハンダ付けの組み立て説明は、一度に全部の部品のハンダ付けを示さずに、部品ごとに細かく分け、図でハンダ付け作業を示した。そうすることにより、部品の付け間違いを防止することができる。

#### Step4 ハンダ付け（抵抗3本）

●4. 7 kΩの抵抗3本の金属の足を根元から90度に折り曲げます。

●下図の場所に抵抗3本を差し込み、抜けないように軽く足を曲げ、基板を裏返してハンダ付けします。

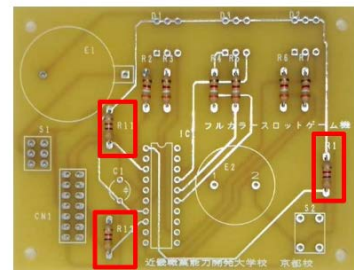


図8 ハンダ付けの指導②

生徒によっては見たことのない電子部品を扱うことになるため、製作に必要な部品の外観図の提示も必要不可欠である。



### Step1 部品の確認

製材料に使用する部品です。 □内にチェックを入れながら部品を確認しましょう。



図 9 部品の外観資料

### 3.5 動作検査

実際のメーカーの現場では、製品を出荷する際の出荷検査が必要である。また、製品開発段階においても、仕様を満たしているかの最終確認として動作検査は不可欠である。このとき、ユーザーが正しく製品を取り扱おうとは限らない。たとえば、電池を逆さまに装着しても壊れないか、ボタンを押しながら電源をONしても誤動作しないか等、仕様を満足することとともに安全性も重要な確認項目である。

体験授業では規定外の使用時における故障の確認は行っていないが、スイッチ ON し、ボタン押下で LED の色の変化し、さらにボタン押下で LED の色変化が順次停止すること、LED の色がすべてそろったときに音楽が流れること等を確認させている。

### Step11 組立&動作確認

- 半田付けが終わりましたら、ハンダ付けした部品から出ている長い足をニッパーで切断して下さい。
- 基板の表からネジを差し込み、裏からナットで留めて固定して下さい。
- ボタン電池の向きに注意して、ボタン電池を電池ケースに差し込んで下さい。「+」と表記された側が上面です。

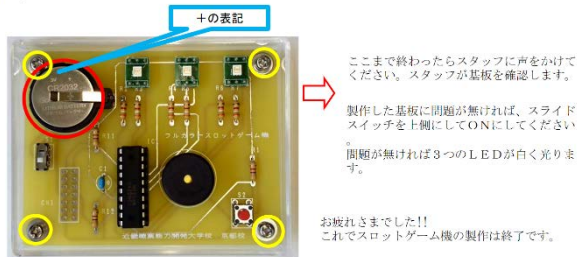


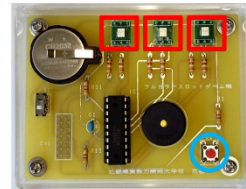
図 10 組立動作確認の資料

また、遊び方の説明を付け加えること

で、生徒が資料を目にしたときに楽しい授業だという関心を得るようにしている。

### Step12 フルカラースロットゲーム機の遊び方

- (1) スライドスイッチを上側にするとう電源がONになり、3つのLEDが白く光ります。
- (2) タクトスイッチを1回押すとゲームが始まり、3つのLEDの光る色が次々と変わります。
- (3) 次にタクトスイッチを押すと、左側のLEDが、スイッチが押されたときの色で光り続けます。
- (4) 同様にタクトスイッチを押していくと、中央、右側のLEDが順番に、スイッチが押されたときの色で光り続けます。
- (5) 3つのLEDの色の変化が止まったときに、同じ色のLEDの個数により鳴るメロディーが異なります。
  - ① 3個バラバラのとき ② 2個の色が同じとき ③ 3個のLEDの色が一致しているとき
- (6) メロディーの後、タクトスイッチを押すと、再び、3つのLEDが白く光り待機状態になります。
- (7) ゲームを終えるときは、スライドスイッチを下側にして電源をOFFにします。



これで体験授業は終了です。お疲れ様でした。

16

図 11 遊び方の説明資料

## 4. 体験授業を行ってみて

「楽しかった」という生徒の感想にもあるように、実際にモノを作って動かしてみるという体験によって生徒の電子分野に対する関心が高まり、勉学意欲を加速できたことに加え、生徒が大学校の授業や先生（指導員）の雰囲気や少なからず体験することによって、進学に対する不安の排除と職業能力開発大学校への進学の気持ちを高めることができた。

また、指導員側としても高校生の特性が把握できること、制作物の出来栄や意見をもとに、より良い教材・授業の企画立案ができるようになった。

さらにまた、高校との関係が深まり学生募集につながる他、社会の技術革新の一役として即戦力を持つ人材育成を実現するために、高校の段階から職業能力開発大学校を卒業するまでの一連の職業訓練について、あるべき訓練の姿を見定め改善していくことができ、今後も福井県立科学技術高等学校の体験授業を継続し行っていきたいと考えている。

### 参考文献

- (1) 福井県立科学技術高等学校

<https://www.kagakugijutsu-h.ed.jp/>

(2022年1月21日提出)

# Web を活用したオンライン出前授業の取組み

楠本 佳弘\*1 池田 雅和\*2 手嶋 誠司\*3

## 1. はじめに

当校で実施する高大連携事業は、若年者に対する実践的な技能教育等について情報交換及び交流等の機会として実施している。当校に設置された最新の実習機器等の設備環境、入校後の授業イメージを地域の高校生、教諭等に対して広くPRすることを目的として、当校または高校側へ出向いての学校説明及び出前授業（体験授業）などを実施する取組みである。少子化の進む状況の中における学生募集活動として高校生に対して当校を進路選択の1つに加えていただけるよう、ここ数年は特に重視して取組んでいる。

出前授業の取組みは、当校が掲げる「地産地就（地域の人材を育て、地域へ還元する。）」のスローガンに基づき当校の設置される舞鶴市を中心とした京都北部地域の高校をターゲットとして実施しており、令和2年度は出前授業メニュー冊子（図1）を更新するなど、特に力を入れて取り組んでいる。

校への来訪者も閲覧が可能となるよう、サンプル作品と併せてイベントホール（10号館）に常時展示を行っている（図2）。



図2 展示の様子（場所：10号館）



図1 令和2年度版 出前授業メニュー冊子（全16ページ）

提示するメニュー内容については、高校生向けの1時間から3時間程度の内容を掲載しているが、別途オーダーメニューも対応しており、メニュー冊子については、オープンキャンパスや各種イベント等による当

## 2. 出前授業の実施に至るまで

出前授業の実施に至る経緯は主に以下の3分類（①から③）がある。

- ① 当校側からの提案型  
当校の広報活動（出前授業メニューを提示）に基づいて実施するもの
- ② 高校側による提案型  
高校側の相談や要望に基づいて実施するもの
- ③ 進路支援事業者による提案型  
進路支援事業者の提案・要望に基づき実施するもの

出前授業の実施に繋がる場合として、①のように当校の提示するメニューのとおりを実施する場合は少なく、①の提案をもとに②の流れに進み、高校側の要望する授業内容、時間配分、対象者に合わせる形で実施するが多い。

なお、③により実施する場合は最も多いが、実習機器や教室の制約を受ける形となり、簡易的な座学となる場合が多い。他の高等教育機関も同日に別教室などで開催するため、生徒の分散により受講者が少なく、生徒へ与える広報効果は①、②と比較して少ない。

令和2年度は、新型コロナウイルスの影響もあり、開催が中止や延期となる場合も多々あったが、ここ近年の取組み成果として、進路支援事業者側からお声掛けいただく案件の増加や、当校が対応可能な地域範囲や生徒向けに説明する学修分野に対して、当校の要望を反映いただけるなど融通を受ける場合があり、提案される全ての案件への参加は体制上困難ではあるが、良い協力関係が構築されつつあると言える。

\*1 生産技術科

\*2 電子情報技術科

\*3 学務援助課

### 3. 福井南高等学校との取組みに至る経緯

令和2年11月、当校への入校実績のある福井県立福井南高等学校を訪問した際に、担当教諭からオンラインによる出前授業の相談を受けた。

内容としては、高校が進路支援事業者と連携し、Webによる学校説明会の開催を企画しており、是非参画いただけないか。とのことであり、先方も初の試みでもあるため、開催方法等の詳細が未定の状況であった。

令和2年度は新型コロナが大流行し、社会全体がリモート出勤やWeb授業等、社会活動が対面主体からWeb主体の活動へと移行する最中であり、当校も令和3年度から実施予定のオンライン訓練の導入に向けて、実施に必要な機器等(端末及び大型モニタ、集音マイク、ビデオカメラ、スイッチャーなど)の整備を計画している時期であった。

Webを活用した授業について、頭の中に実施イメージはあるが、担当実績のある指導員も少なく、ノウハウの無い中、この案件に対して具体的にどのように取り組むことが可能か校内で検討を行った。

先方のオーダーとしては、講師がパソコンの画面に映り、音声による説明をいただければよい。とのことで、同様の実施イメージで捉える職員も多数であったが、折角の機会であり、当校の技術力の高さをアピールするチャンスだとの意見も挙げられ、検討の結果、校全体として既存の機器等を最大限に活用し対応する方針となった。

### 4. 準備から実施まで

先方との調整の結果、最終的に以下のとおり実施することとなった。1時間の時間配分の中で、当校の概要説明、学科の説明、座学による授業内容を含める形で当校の魅力をPRすることとしました。

■日時：令和2年12月1日(金) 15:10~16:10

■対象：福井県立福井南高等学校 2年生 15名

■配信場所：当校6号館実習場

■当校対応者：4名

- ・手嶋誠司(学務援助課 手嶋誠司)
- ・楠本佳弘(生産技術科 指導員)
- ・池田雅和(電子情報技術科 指導員)
- ・※環境構築 加畑満久  
(情報通信サービス科 指導員)

■利用環境：Zoom ※生徒側は教室にて聴講

なお、環境構築にあたっては、情報通信サービス科の加畑指導員にご尽力いただき、開催前からネットワーク構成の設計やスタジオの準備等の作業を実施した。

#### 4.1 通信回線について

通信回線としてモバイルルータ回線を使用することも検討したが、電波強度や安定性などの通信品質を考え、最終的には通信品質の優れた校内LAN(学生が授業で使用する回線)を活用し実施することとした。

また、生徒側のスライドに映し出す資料については、

事前に先方へデータ提供を行い、印刷したものを配布していただくよう事前に依頼を行った。

#### 4.2 環境構築について

生徒向けにスライドを表示する際の方法として以下の3案が考えられたが、相手への見易さを考慮し③の案で実施することとなった。①、②については、映像として相手へ送信した際に発色が悪く見辛くなることを確認した。

- ① プロジェクタからスクリーンへ投影する
- ② プロジェクタからホワイトボードへ投影する
- ③ 大型液晶モニタへ表示する

### 5. 実施の概要

学校説明のあと、2科の授業(座学)を実施した。最後に、まとめ及び質疑応答の時間配分とした。

(1) 学校説明(15分)

(2) 模擬授業

・電子情報技術科

「電気・電子分野の仕事について」:(20分)

・生産技術科

「ロボットのプログラム体験」:(25分)

(3) まとめ、質疑応答(数分)

接続直後、相手方の音声聞こえない状況が発生したが、先方による機器の再起動の結果、通信ができることを確認したのち、出前授業へと移った。

#### 5.1 実施結果

実施にあたり気付いた事項は以下(1)から(6)のとおりである。

(1) 距離の障壁が無くなる

相手方まで約100キロの距離があり、訪問であれば一日掛かりであるが、往復の移動時間等のコストが無く、担当者との挨拶や情報交換、訪問先での機器の準備などの省略化により、簡単な挨拶の後、直ぐに説明に入ったが、相手側(受講者側)も待ち構えている状況であり違和感は無かった。

(2) 説明や座学は十分対応可能

実習を伴わない内容はリモートでも十分対応可能であると感じた。相手側はTVを見ている感覚であろうと推察できる。リモートの授業を行う際、特に表示資料は文字数を更に減らし、主張が分かり易く一見して理解できる資料が必要だと改めて実感した。

(3) 機材について

準備段階で様々試した結果、プロジェクタの投影は向かないことが判明した。理由として、「影の映り込み」、「色のぼやけ」が生じる。キレイな画質が標準となった現在は大型液晶TVの方が「ばえる」と言える。

「画面のみを写すビジュアル」、「説明者も入れたビジュアル」、それぞれの視点に合わせたビデオカメラで撮影しながら、スイッチャーで切替を行いつつ授業を展開した。これらの機器操作は1人では困難であるため、2人以上の体制が必要である。

機器の調整には多大な時間を要した。モニタの位



置は顔の高さに設定するのが望ましく、立ち位置を事前にマーキングしておく必要があること、視線がずれない位置に時計を置く。マイクテスト、切替リハーサルなどが必要であり、当校の専門技術を持つ指導員の尽力により実現することができた。

なお、上記の配信環境は、実施の度に設置・撤収の作業は非常に負担が掛かるため、専用の配信スタジオ教室を整備する必要があると実感した。

#### (4) 説明者としての感覚

対面での説明と比較して、生徒一人一人の表情が見えないことを懸念していたが、開始すると相手の顔が明瞭に見えないため（退屈そうな様子が説明者側には見えない）、説明者側のモチベーションが下がる契機が無く、説明者が気持ちを乱されないため、高揚感が維持された状態で説明が行えた。

通常、対面授業では、学生の顔色によって話の速度や説明内容の濃淡を変更するなど、相手の顔色や態度、状況に応じて、その都度内容を変更することで対応する。しかし、オンラインの場合は、これらの影響が最小化されるため「計画通りの内容と時間配分」で授業を進めることができると考えられる。

#### (5) 実施風景

出前授業の説明者の様子は以下のとおりである（図3）。



図3 出前授業の様子

#### (6) 配信スタジオの環境

スタジオの様子は以下のとおりであること（図4）。緊急的に準備したため、モニターやビデオカメラ等が乱雑に写っているが、事前に複数回のリハーサルを実施し、人の導線についても問題ないことを確認している。



図4 スタジオの様子

Zoomの接続はノートPCで行い、その画面を説明者の前面に置いた大型モニターに複製表示することで、相手方の様子を

確認しつつ、説明者がどのように相手方に映っているのか確認することが可能な環境となっている（図5及び図6）。

資料表示用として大型の液晶モニターを使用したため、非常に発色が良く明瞭に映っており、相手方に説明を行うには必要十分であることが分かる。



図5 説明者用のモニター  
(画面左側で相手の様子を確認できる。)



図6 説明者用のモニター  
(説明者のワイプ表示(画面右上)も可能とした。)

説明者は大型モニターを見ながら説明することで、受講者の様子（はっきりとは見えない）と自身の映像を確認しつつ進められる。

メリットとして、自身の仕草や姿勢などもリアルタイムで確認できるため、自身の説明を客観的に見て癖に気付き、とっさに修正するなど、対面授業にはないメリットも実感することができた。

#### 5.2 高校側の反応

出前授業の終了後、担当の先生と電話でお話ししたところ、映像の見やすさや説明内容などが非常に素晴らしかったとお褒めの言葉を頂戴した。受講された生徒様も満足された様子とのことであった。

機会を相手側へ再度訪問し、実施内容の振り返りと併せて当校で開催予定のオープンキャンパス、入校試験の案内などを対面で実施し、今後の広報活動に繋げていきたいと考えている。

#### 6. オンライン訓練への展開について

今回のWebによる出前授業の経験を踏まえ、令和3

年度から実施するオンライン訓練用の機器等の整備を実施した。

京都府下における緊急事態宣言の発令により、令和3年4月27日から当校でもオンライン訓練を実施することとなったが、今回の経験により大きな支障なく実施することができたと感じる。

以下、当校で実施しているオンライン訓練の状況について記載する。実施の形態は以下のとおりであること。

- 登校する学生：約半数（別教室で受講）
- 出欠方法：点呼、カメラ ON、挙手ボタン等で確認
- 指導員体制：ほぼ一人体制
- ※当初は学生からの連絡体制を整える必要があると懸念したが、事前に学生向けに周知説明及びオンライン訓練のリハーサルを行うことで解消した。
- ソフトウェア環境：Microsoft Teams

オンライン訓練の様子は以下のとおりである（図7）。



図7 オンライン訓練の様子

### 6.1 学生への周知方法など（各科共通）

- ・事前に学生の保有する通信回線の状況についてアンケート調査を実施し、半数以上が対応可能なことを確認した、調査結果から、環境を質問する積極的な学生も存在することを確認した。
- ・オンライン訓練のスケジュールは、講師用アカウントによって Teams のスケジュールに事前登録を行う。学生に対しては、毎日 Teams のスケジュールを確認し、オンライン訓練を受講するよう指示した。（※スケジュールに関して、メールや電話等による個別連絡は行わない方針とした。）
- ・自宅での Wi-Fi 接続設定に自信が無い学生は登校するよう指示を行った。（※AOSS、WPA2 など複雑な Wi-Fi 設定については、あえて触れない。）

### 6.2 外部講師への対応

- ・外部講師用のアカウントを人数分作成し、毎週スケジュール登録作業を行った。

なお、外部講師には初回担当時に操作方法の説明を実施し、学生への配布データがあれば事前に Teams 上にアップロードを行い対応した。

### 6.1 機器等（学生が別教室で受講する場合）

- ・教室内で複数の学生が受講する際、音声反響し聞き取り辛い場合、イヤホンを使用するよう指示した。
- ・学生へ貸与しているノート PC は画面が小さく見辛いため、教室の大型モニターに映し出す対応とした。また、自宅で受講する学生には、TV へ出力するなど受講環境を工夫するよう指示している。

### 6.2 オンライン訓練での気付き事項

オンライン訓練の実施状況について、指導員からヒアリングを行った結果、以下のような気付き事項が得られた。

#### 【授業準備・展開】

- ・学生側は Teams と Excel 等、アプリケーションの同時作業が必要な場面があるが、作業が煩雑であり、課題を解く時間を別途設けるなどの工夫が必要であること。
- ・時折、学生の名前を呼び進捗確認するなど、対面授業よりも会話を増やし、コミュニケーションを積極的に行うことで、授業参加の意識付けを行うことが重要である。

#### 【データの授受】

- ・データ配布、データ提出がオンライン上で可能なため、メリットとして、授業のスピード感が向上する。（課題の提出時間もシステムで確認可能）
- ・Teams 上で、学生がデータファイルに書込む様子が観察（モニタリング）できるため、誤りを直ちに指摘できる。

#### 【授業以外の活用】

- ・就職支援（書類作成や個別面談）での活用のほか、オンライン訓練の環境に早期に慣れることで、就職活動における Web 面接対策としての効果も期待できるほか、就職後にも使う機会があると想定されるため、就業への意識付けとなる効果もある。

#### 【デメリット】

- ・寝起き状態で授業を受けるなど、生活リズムが乱れてしまう学生がみられる。
- ・学生の様子がわからないため、一人一人の理解度の把握が困難である。

## 7. 終わりに

新型コロナ感染拡大による不安な日々が続いているが、学生がより良い環境で受講できるよう、職員一同が日々改善を心掛け対応を行っている。

DX 人材の育成が叫ばれる昨今において、コロナ収束後も時流に沿った柔軟な展開ができるよう、今後も最新技術や他校の取組み事例等を参照しながら、継続して改善しつつ対応したいと考える。



# 事業主推薦制度に関するアンケート調査結果の報告

大澤 剛\*1 今安 智\*2

## 1. はじめに

全国の職業能力開発大学校には、企業で働く方(在職者)が専門課程または応用課程で2年間の修学をするための入校制度として、事業主推薦制度がある。

18歳人口の減少が言われて久しいが、今後の入校者確保の観点から、在職者の入校促進はこれまで以上に重要となる。また、企業における社員の人材育成の問題解決策として活用できる制度であることも広く認知していただくことが重要と考える。

本稿では、事業主推薦制度を積極的に展開するためのヒントを探ることを目的に、京都府内の企業を中心に事業主推薦制度についてのアンケート調査を実施したので、その結果について報告する。

## 2. アンケート調査

アンケート調査は、主に事業主推薦制度の認知度と制度を利用する場合の目的について確認する内容とした。調査の実施にあたり、近畿職業能力開発大学校の協力を得ることができた。最終的に、当校が18社、近畿職業能力開発大学校が10社、合わせて28社から回答を得ることができた。

## 3. アンケート調査結果

アンケート調査結果を以下に記す。

### 設問1 事業主推薦制度という制度を知っていましたか

① 知っている	8	28.6%
② 聞いたことはある	6	21.4%
③ 知らない	14	50.0%

### 設問2 事業主推薦制度を利用してみたいと思いますか

① すぐにでも利用したい	2	7.1%
② 2~3年以内に利用したい	2	7.1%
③ 利用したいとは思わない	14	50.0%
④ ある条件が満たされれば利用したい	10	35.7%

### 設問2の④の条件

- ・制度理解が不十分なため、詳細な利用条件等を精査し会社にメリットがあれば考えたい。
- ・社内人材育成指針及びその運用規定の変更が必要。
- ・手間と補助金が合えば使用したい。
- ・即戦力が欲しい(2年間も待てない)。
- ・自社の業務内容に合う学科があればとても良いと思う。
- ・現場の人員構成、人数、体制の状況及びOJT教育で賄いきれない場合利用したい。
- ・一定の時間は社内での育成時間が取れれば利用したい。
- ・建築施工での電気設備に特化した教育があれば利用したい。

### 設問3 (設問2で③以外に回答いただけた方に) 事業主推薦制度を利用したい理由をお聞かせください。(複数回答可)

① 新入社員や中堅社員の技術力向上	12	38.7%
② 将来の生産現場のリーダーの育成	7	22.6%
③ 生産現場の各部門の懸け橋となる人材の育成	3	9.7%
④ 後継者や幹部候補生の育成	5	16.1%
⑤ 新規採用者への企業イメージupにつながる	3	9.7%
⑥ 社員への学歴付与	1	3.2%
⑦ その他	0	0%

### 設問4 (設問2で③に回答いただけた方に) その理由をお聞かせください。(複数回答可)

① 制度自体がわかりにくい	5	21.7%
② 修学期間(2年)が長い	3	13.0%
③ 人員に余裕がない	5	21.7%
④ 資金面に余裕がない	1	4.3%
⑤ 他の大学等で勉強させたい	0	0%
⑥ 学士が取得できない	0	0%
⑦ 社内の人材育成で十分である	3	13.0%
⑧ 身につく技術や知識にそれほど魅力を感じない	1	4.3%
⑨ 現場の理解が得られない	1	4.3%
⑩ その他	4	17.4%

\*1 能力開発部長

\*2 学務援助課援助係

#### 設問 4 の⑩その他

- ・条件に合う者がいない。
- ・業種に合ったものがない。
- ・即戦力の人材が欲しい。
- ・社内での利用できる制度がない。

#### 設問 5 事業主推薦制度を利用すると助成金を受給できることを知っていましたか

①	知っている	8	29.6%
②	聞いたことはある	6	22.2%
③	知らない	13	48.1%

#### 設問 6 御社は社員の人材育成のためのカリキュラムを社内で作成されていますか

①	している	8	29.6%
②	していない	12	44.4%
③	作成予定	7	25.9%

#### 【全般にわたってのご意見】

- ・連続の訓練ではなく例えば社内、学内での3ヶ月ローテーションで1.5年程度のコースがあれば活用しやすいかもしれない。
- ・業界先端技術の共同授業メニュー等も出来ればより活性化するのではないのでしょうか。
- ・雇用保険適用以外の会社でも利用出来ると新しい人材育成に繋がりが嬉しく思います。
- ・もし、自分の子供が男の子であれば活用してみたいと思います。従業員の子息に紹介したいと思います。
- ・大変良い制度だと思います。
- ・社長、従業員の子息に貴校に通う年齢の者がいない。
- ・業務は経験からの応用が必要で、瞬時にひらめく発想が豊かな人材が望ましいが、教育でその人材が育成可能なのかわかりません。
- ・この制度の周知のため、高校、企業両方により広いPRが必要。
- ・他社の人事担当者でも知らないから活用しない場合があると思います。当社も来年初めての派遣になります。上手く育つように、派遣者のケア、バックアップをしていきたいと思います。

## 4. 調査結果の分析

### 4.1 事業主推薦制度の認知度

設問 1 の結果より、制度を知っている企業は 3

割程度であり、名称すら知らない企業が 5 割に上ることが分かった。

このことから、これまで以上に企業訪問時に制度について説明をする必要があることと、広報媒体についても工夫が必要と考える。

機構本部も、令和 3 年度に 2 回にわたり日刊工業新聞（全国版）に事業主推薦制度の紹介広告を掲載するなど、全国的な広報を展開している。

### 4.2 事業主推薦制度の利用目的

設問 3 の結果より、「新入社員や中堅社員の技術力向上」と「将来の生産現場のリーダーの育成」で 6 割を占めており、制度の目的と合致していることがわかる。しかし、設問 4 の制度を利用したいと思わない理由に「制度自体がわかりにくい」が一番に挙げられており、改めて制度説明の必要性が分かる。また、「修学期間（2年）が長い」、「人員に余裕がない」といった回答については、我々としても対応が難しい問題であるので、人材育成の重要性について理解していただく努力を地道に続けるしかない。

### 4.3 人材開発支援助成金の活用

設問 5 の結果より、専門課程および応用課程の高度職業訓練が特定訓練コースに該当するため、人材開発支援助成金の対象になることを知らない、あるいは聞いた程度の企業が 7 割を占める。

助成金については、労働局が窓口になることから、我々としては紹介程度に留まるが、企業負担が少しでも軽減されることが分かれば、より制度を利用してみたいと考える企業が増えるのではないかと企業訪問を通じて感じている。

## 5. おわりに

今回のアンケート調査の企業数を増やしても、結果の傾向はそれほど変わらないと考える。

調査結果より、制度を利用してもらうためには、広く企業に広報をして、制度自体をしっかりと説明することが最も重要であることが分かった。

当校では、事業主推薦制度を利用してもらうことを目標にこれまで取り組んできたが、今年度ようやくその目標が達成できる見込みである。今後も引き続き多くの企業に利用していただけるように努力して行きたい。

---

近畿職業能力開発大学校 京都校ジャーナル2021

第29号

2022年2月 発行

編集・発行 近畿職業能力開発大学校 京都校  
(京都職業能力開発短期大学校)

〒624-0912

京都府舞鶴市上安1922

電話 0773-75-4340

---

JOURNAL  
OF  
KINKI POLYTECHNIC COLLEGE, KYOTO  
No. 29 2021

---

Published by Polytechnic College, Kyoto  
1922 Ueyasu, Maizuru, Kyoto 〒624-0912 JAPAN