

# 熊本県立技術短期大学校 紀 要

第 23 号



2022年 3 月

熊本県立技術短期大学校

熊本県立技術短期大学校紀要

二〇二二年

第二十三号

熊本県立技術短期大学校

発行者：熊本県  
所 属：技術短期大学校  
発行年度：令和3年度

# 熊本県立技術短期大学校紀要

## 第23号(2022年3月)

【巻頭言】 . . . . . 尾原 祐三

### 目 次

#### 1. 報告

群入試が及ぼす教育における効果と課題 . . . . .	江口 智弘	3
深層学習を利用した姿勢・動きの解析 . . . . .	里中 孝美	9
－ Open PoseによるTV体操の解析 －		

#### 2. コラム

外部コンテスト参加学生の指導を行って思うこと . . . . .	弓削 慶祐	17
----------------------------------	-------	----

#### 3. 教職員および学生の活動状況一覧

国内会議・研究会等, 資料, 産学官支援活動, 教職員の表彰・資格取得等, 学生の表彰・大会参加・資格取得, 共同研究, 在職者セミナー, 外部委託の講習会・研究会等, 技能検定員委嘱, FD研修, 一般活動等, 新聞記事他		23
--	--	----

#### 4. 卒業研究紹介

卒業研究テーマ一覧 . . . . .		35
卒業研究内容紹介		
自動車用配線コネクタの外観検査装置の製作 . . . . .		37
熱応力を用いた線膨張係数の測定 . . . . .		39
－ 測定装置の再設計 －		
電子情報技術科最優秀卒業研究の紹介 . . . . .		42
－ 高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と評価		

#### 5. 教職員一覧

. . . . .		47
-----------	--	----



# 巻 頭 言

校長 尾原 祐三

熊本県立技術短期大学校（以下、技大）は、職業能力開発促進法の下、熊本県の産業技術振興と実践技術者の育成を目的に 1997（平成 9）年 4 月に設立されました。今年（2022 年）で創立 25 周年を迎えます。これまでに実践技術者として育った卒業生の数は 2000 人を超え、様々な企業の中堅技術者として今日活躍しています。

私たちを取り巻く環境は大きな変革期にあります。経済発展が進む中、人々の生活は便利で豊かになりました。一方、少子高齢化が進み、経済格差、地域格差が生じるとともに、持続可能な産業化の推進などの多くの社会的課題が生まれています。これらを解決するためには、IoT（Internet of Things）、ロボット、人工知能（AI）、ビッグデータなどの科学技術イノベーションを産業や社会に導入した新たな社会、すなわち、経済発展と社会的課題の解決を両立していく社会「Society 5.0」の実現が必要です。

このような状況において、2017 年、技大は創立 20 周年を迎えました。これを機に、当時の校長は、本学の学生がこれからの 10 年、20 年を生き抜いていくためには「基礎力」、「応用力」、「挑戦力」を修得することが重要と考え、技大の「入口（入学）」、「中身（カリキュラム）」、「出口（就職）」に関する制度や仕組みの改革を開始し、徐々に進みつつありました。

しかし、科学技術をめぐる変化は予想を上回る速さで進展し、2020 年から始まったコロナ禍によってデジタルトランスフォーメーション（DX）が加速化されています。一方、少子高齢化がさらに進み、2037 年には 18 歳人口が 90 万人を割り込むことが確実で、受験者数を考慮すると、多くの大学にとって厳しい将来が待ち受けています。とくに、短期大学校である技大にとっては憂慮すべき課題です。

そこで、技大では、これらの課題に職員全員が一体となって対応し、さらに 20 年後も輝き続け、技大のプレゼンスを高め、熊本県の経済社会の発展に寄与するために、今年度に将来構想を策定しました。具体的には、2040 年を見据えた長期目標を定め、それを実現するために、5 年ごとの中期目標期間を設け、来年度

からの第 1 期中期目標・中期計画を立てました。この詳細は来年度の初めに冊子にまとめて配布するとともに、ホームページ等で公表いたします。

さて、2020 年より続くコロナ禍のため、教員は学内の感染防止対策の徹底やオンライン用のネット環境整備やオンラインコンテンツの作成に追われ、研究を行うには十分な状況ではありませんでしたが、本紀要では、教員の研究紹介や指導教員による主な卒業研究の紹介に加えて、2018（平成 30）年度に導入した機械系 2 技術科、電子情報系 2 技術科を括った入試制度、いわゆる「群入試」が教育へ及ぼす影響の分析結果の報告とともに、本学教員および学生の 1 年間の活動状況を掲載しました。是非ともご一読いただき、本学のさらなる発展のために、関係各位より忌憚のないご意見やご提言をいただけると幸甚です。

# 1. 報告



## 群入試が及ぼす教育における効果と課題

江口智弘\*

Introduction of an entrance examination for groups summarized by two departments of the same academic field and its effect in the education

Tomohiro EGUCHI<sup>\*1</sup>

本校では、学生が志望する学科と入学した学科のミスマッチを減少させることを目的の 1 つとして平成 30 年度(2018 年度)から群入試を導入し、1 年前期が終了した後に群から学科への分属を実施している。群入試の導入に伴い、各群および各学科のカリキュラムを変更した。導入から 3 年が経過したので、当初の目的の達成状況を学務的な視点から検証した。

この結果、(1)1年前期の授業評価が向上した、(2)1年後期の学生の興味・関心は高くなった、(3)分属時に志望していた学科を変更する学生が発生した、という 3 つの効果が見られた。また、(1)成績に大きな変化がなかった、(2)人気の高い学科へ志望が集中する傾向があった、(3)数名の学生が志望と異なる学科へ分属された、という課題が明らかとなった。

### 1. はじめに

群入試を導入した学務的な目的は、学生が志望する学科と入学した学科のミスマッチを減少させることである。従来、学生は入学した学科で卒業までの2年間在籍した。この間に学生がミスマッチを感じて入学後に違う学科への移動を希望しても、学科ごとにカリキュラムが異なるため、その学生は転科をあきらめざるを得なかった。このような状況が発生した原因は、学生が入学前の時点で将来の進路を決めるための十分な知識を持っていないまま入学したことにあると考えられる。この問題を解決するために、入学後に志望学科を選択できるように、平成 30 年度(2018 年度)募集から群入試を導入し、それに伴いカリキュラムを変更した。

本報告は、群入試の導入、それに伴うカリキュラム変更が及ぼした教育における効果を明らかにするとともに、今後の課題を抽出することを目的としている。具体的には、群および学科の教育に及ぼしている影響について、学生による授業評価および学生の成績を群入試導入前後で比較することにより検証した。また、1年前期終了後に実施される分属において、学科の定員のため志望する学科に分属されなかった学生の状況についても分析した。

### 2. 群入試の概要

本校の 4 学科のうち、精密機械技術科および機械システム技術科を I 群、電子情報技術科および情報システム技術科を II 群として括り、群ごとに学生を募集する入試方法を群入試と呼んでいる。

群入試を導入した目的の 1 つは、学生の志望と所属した学科のミスマッチを減少させることにあり、学生が入学後に所属学科を選択することで、ミスマッチが減少すると考え、平成 30 年度(2018 年度)から導入した。

学生は、受験時に I 群または II 群を選択する。そして、群ごとに所属して、入学後の半年間(1 年前期)は共通の授業を受ける。従来の 2 学科の学生数が 1 つの群に所属しているため、教室や教材の数による制限、少人数教育の観点から便宜的に I 群は A クラスと B クラスに、II 群は C クラスと D クラスの 2 クラスずつに分けて授業を実施している。この期間を利用して、学生はそれぞれの学科の教育内容や特徴を学び、自分の適性に合った学科を選択する準備を行う。

分属は 1 年前期終了時に行う。推薦入学試験において成績優秀者には、志望する学科へ所属できる権利を各学科 8 名程度に付与する制度を設けている。これらの学生は、優先的に志望する学科へ分属される。そ

\* 電子情報技術科



れ以外の学生は、志望学科調査の結果と1年前期の開講科目の成績に基づき、学科の定員内で分属される。

### 3. 群入試導入に係るカリキュラムの変更点

各群の1年前期のカリキュラムは、分属後の各学科で学ぶ内容の基礎となるような共通して必要な科目を設けることで、それぞれの専門分野を理解し、分属や就職での選択時における判断基準として活用できるように設計した。

各群の群入試導入前後の1年前期のカリキュラムを表1および表2に示す。導入前である平成29年度(2017年度)以前の実施科目と、導入後の平成30年度(2018年度)以降の実施科目を並記した。表1, 2において、平成29年度以前に実施していた科目の内容と平成30年度以降の科目が、同等の場合は同じ行に科目名を記載している。

表1 群入試導入前後のI群1年前期のカリキュラム

H29年以前		H30年以降
精密機械技術科	機械システム技術科	I群
キャリア形成I(2)	キャリア形成I(2)	キャリア形成I(2)
英語I(2)	英語I(2)	英語I(2)
保健体育I(2)	保健体育I(2)	保健体育I(2)
基礎数学I(2)	基礎数学I(2)	基礎数学I(2)
基礎数学II(2)	基礎数学II(2)	基礎数学II(2)
情報リテラシ(2)	情報リテラシ(2)	情報リテラシ(2)
情報機器概論(2)	情報機器概論(2)	情報機器概論(2)
電気工学概論(2)	電気工学概論I(2)	電気工学I(2)
電気工学基礎実験(2)	電気工学基礎実験(2)	電気工学基礎実験(2)
		機械工学概論(2)
材料工学(2)	材料工学(2)	材料工学(2)
	基礎工学実験(4)	
機械加工学(2)	機械加工学(2)	機械加工学(2)
機械加工実習I(6)	機械加工実習I(6)	機械加工基礎実験(2)
		機械加工実習I(4)
精密測定学(2)		機械測定学(2)
基礎製図(4)	基礎製図(4)	基礎製図(4)
CAD実習I(2)		
安全衛生工学(2)	安全衛生工学(2)	安全衛生工学(2)

※( )は単位数、太字は実習科目を示す。

I群では、導入後に機械工学概論が新たに加わり、精密機械技術科ではCAD実習I、機械システム技術科では基礎工学実験を1年後期以降に実施することとした。I群は導入以前から2学科での共通科目が多かったため、比較的スムーズに移行できたと思われる。

一方II群では、導入後にサーバOS入門を新規に開講した。電子情報技術科では、基礎物理、半導体工学実習、ネットワーク概論を新たに加え、電気回路I演習、電子工学概論を廃止し、電気計測工学は1年後期に変更した。情報システム技術科では、電子機器組立てIを新たに加え、電気磁気学とシステム構築実習を廃

止した。従来のカリキュラムでは2学科での共通科目がI群より少なかったため、調整は難航した。

1年前期のカリキュラムの変更に伴い、4学科とも1年後期以降もカリキュラムを再編した。各学科で開講する科目は、各学科の強みを発揮できる専門分野を絞り込み、決定した。

表2 群入試導入前後のII群1年前期のカリキュラム

H29年以前		H30年以降
電子情報技術科	情報システム技術科	II群
キャリア形成I(2)	キャリア形成I(2)	キャリア形成I(2)
英語I(2)	英語I(2)	英語I(2)
保健体育I(2)	保健体育I(2)	保健体育I(2)
基礎数学I(2)	基礎数学I(2)	基礎数学I(2)
基礎数学II(2)	基礎数学II(2)	基礎数学II(2)
	基礎物理(2)	基礎物理(2)
情報リテラシ(2)	情報リテラシ(2)	情報リテラシ(2)
	電気磁気学(2)	
電気回路I(2)	電気回路(2)	電気回路I(2)
電気工学実験(2)	電気回路実習(2)	電気回路実習(2)
電気回路I演習(2)		
電子工学概論(2)		
電気計測工学(2)		
半導体工学I(2)	半導体工学(2)	半導体工学I(2)
	半導体工学実習(2)	半導体工学実習(2)
デジタル電子回路I(2)	論理回路(2)	計算機アーキテクチャI(2)
デジタル電子回路実験I(2)	論理回路実習(2)	論理回路実習(2)
電子機器組立て(4)		電子機器組立てI(2)
プログラミング言語(2)	プログラミング言語I(2)	プログラミング言語I(2)
プログラミング言語演習(2)	プログラミング言語実習I(2)	プログラミング言語実習I(2)
	ネットワーク概論(2)	サーバOS入門(2)
	システム構築実習(2)	ネットワーク概論(2)
安全衛生工学(2)	安全衛生工学(2)	安全衛生工学(2)

※( )は単位数、太字は実習科目を示す。

### 4. 1年前期における学生による授業評価と成績の分析

群での教育の影響を明らかにするために、導入前後において、学生の授業評価および学生の成績について分析した。

まず、授業評価について分析する。本校では、学生が各期末に全科目に対してアンケートによる授業評価を行う。その結果を受け、教員は授業改善やカリキュラムの見直しに利用している<sup>1)</sup>。学生は、授業のレベルや興味関心などに関する17の設問に対して無記名形式で、4段階順序尺度(思うを3点、少し思うを2点、あまり思わないを1点、思わないを0点と配点)で主観的に評価する。

1年前期における学科またはクラスごとに、表1および表2に示した全科目の評価点の平均値を平均評価値として、群入試の導入以前と導入後に分けて比較した。表3に授業評価の回答人数を、図1に1年前期に

における平均評価値の変化を示す。

表3 授業評価の1年生の回答人数

	精密機械技術科	機械システム技術科	電子情報技術科	情報システム技術科
H27	25	24	25	25
H28	19	22	19	25
H29	20	18	23	28
H30	23	17	22	25
R1	21	15	21	25
R2	15	23	24	25

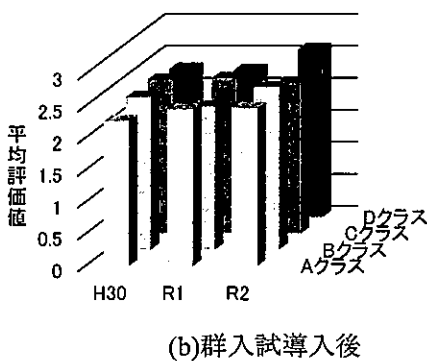
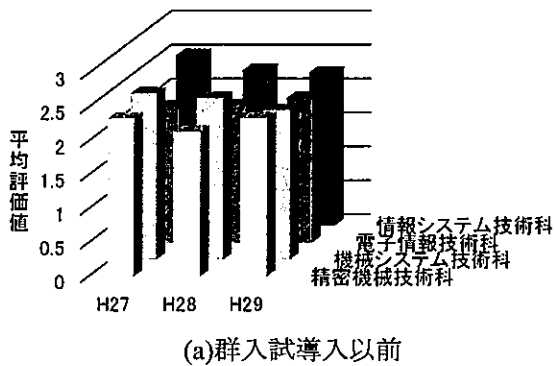


図1 1年前期における授業評価の結果

図1(a)に示すように平成27年度から平成29年度の精密機械技術科と機械システム技術科では平均評価値が、2.34、2.14、2.34および2.46、2.39、2.21であった。図1(b)に示す平成30年度以降の3年間のAクラスおよびBクラスの平均評価値は、2.27、2.45、2.47および2.39、2.24、2.55と図1(a)と比べて上昇傾向が見られた。

電子情報技術科および情報システム技術科も同様に比較すると、導入以前はそれぞれ2.01、2.03、2.14と2.52、2.3、2.26だった平均評価値が、導入後に2.41、2.43、2.36および2.32、2.3、2.63となっており、同じく上昇傾向が見られた。特に電子情報技術科はどちらのクラスと比べても明らかに上昇していることがわかる。

なお、導入前後で同じ授業を担当する教員も代わり、場合によっては、教育スキルが高い教員が授業

を担当した場合もあると考えられる。しかし、それらも含めて平均評価値で評価することより、全体的な傾向は把握できていると考えられる。

次に、学生の成績について分析する。図2は、学科ごとに集計した平成27年度から令和2年度までの1年前期の全科目、全学生の成績平均点の推移を示したものである。上下のバーは標準偏差を表す。対象科目は表1および表2、対象学生は表3と同じである。平成30年度以降の1年前期の成績は、分属前の群における科目の成績であるが、分属後の学科ごとに集計している。

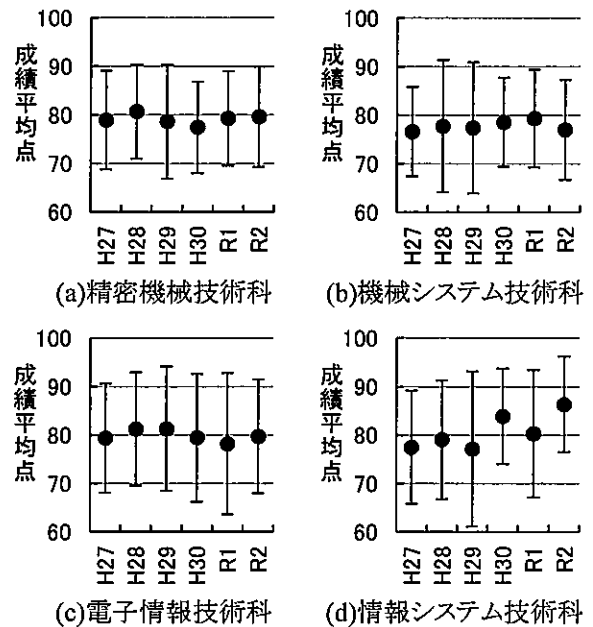


図2 1年前期における成績平均点の推移

I群をみると、精密機械技術科の群入試導入前の3年間の成績平均点は平成27年度から順に78.9、80.7、78.6であり、導入後の3年間は平成30年度から順に77.4、79.3、79.6であった。機械システム技術科では導入前のそれが76.6、77.8、77.4、導入後が78.5、79.3、77.0であった。2学科の成績に関して、導入前後で大きな違いは見られなかった。成績には大きな違いは見られなかったが、前述したように、導入後の平均評価値は上昇傾向にあった。したがって、I群の1年前期において学生の授業に対する興味が上昇したと考え、群入試導入の効果があったと考えられる。

つぎにII群をみると、電子情報技術科では導入前の成績平均点が79.4、81.2、81.3、導入後が79.4、78.2、79.7であり、情報システム技術科のそれは導入前が77.5、79.0、77.2、導入後が83.9、80.3、86.4であった。情報システム技術科では導入後に明らかな成績平均

点の上昇が見られ、電子情報技術科ではわずかな減少傾向が見られたがほぼ横ばいを示した。現在の分属制度では成績上位者から順に志望科に分属される。学生はソフトウェア志向が強いため情報システム技術科への志望が多く、成績上位層の多くが情報システム技術科に分属された結果、成績が上昇したと考えられる。

また、電子情報技術科では、導入後の授業評価の平均評価値は上昇傾向にあるが、成績平均点はほぼ横ばいである。この傾向はI群の分析結果と同様と推察される。

### 5. 1年後期以降における学生による授業評価と成績の分析

ここでも前章と同様に、学生による授業評価と学生の成績を分析し、群入試の効果を検証する。

まず、授業評価について分析する。授業評価の「授業内容に興味や意欲が持っていますか」、「授業は理解できていますか」、「および「学んだことがどのように役立つのかを理解できていますか」という設問に興味・理解を示した項目ととらえ、その平均評価値が1.5以上だった学生の割合を集計した結果を図3に示す。年度は入学年度を表し、同一クラスの入学から卒業までの推移を示している。令和2年度入学生は、現在2年生であるため、1年前期および後期を記載している。

精密機械技術科は、導入前から興味・理解の割合は高い。機械システム技術科は、1年後期では上昇しているものも拘わらず、2年生での授業に対する興味・理解が減少している。電子情報技術科は、平成29年度までは70、80%台と低い値を示した時期もあったが、群入試導入後は興味・理解が90%に近く高い傾向にある。情報システム技術科は、1年後期に減少する傾向が見られるものの、導入前より導入後の方が興味・理解の割合が増加傾向にある。興味・理解の観点から、群での教育と学科での教育のつながりや科目の連続性などを今後も検討していく必要があると考える。

次に、成績について分析する。各学科における卒業時の全学生、全科目の成績平均点を図4に示す。年度は入学年度を表し、同一クラスの入学から卒業までの推移を示している。

全学科とも図2に示した1年前期の成績平均点の推移と年度ごとの傾向は変わらない。しかし、情報システム技術科では上昇の傾向は小さくなっている。

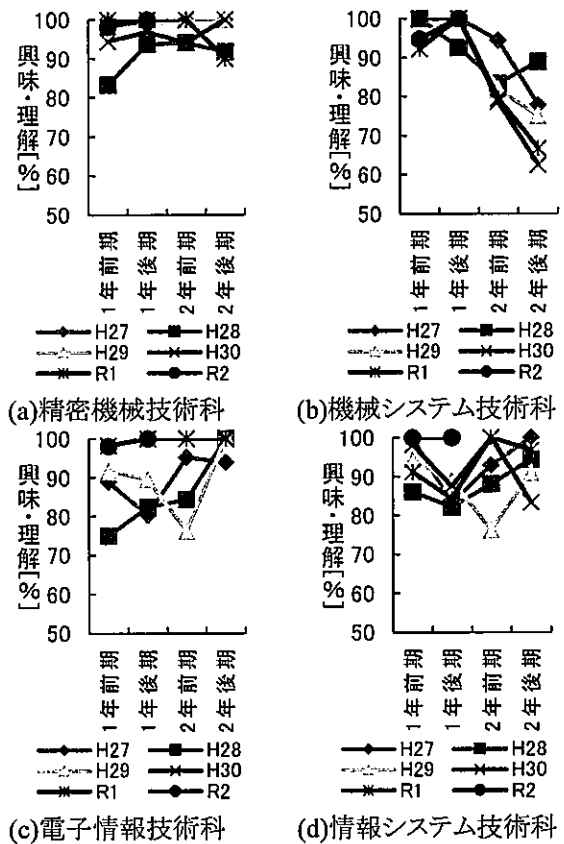


図3 入学年ごとの興味・理解の推移

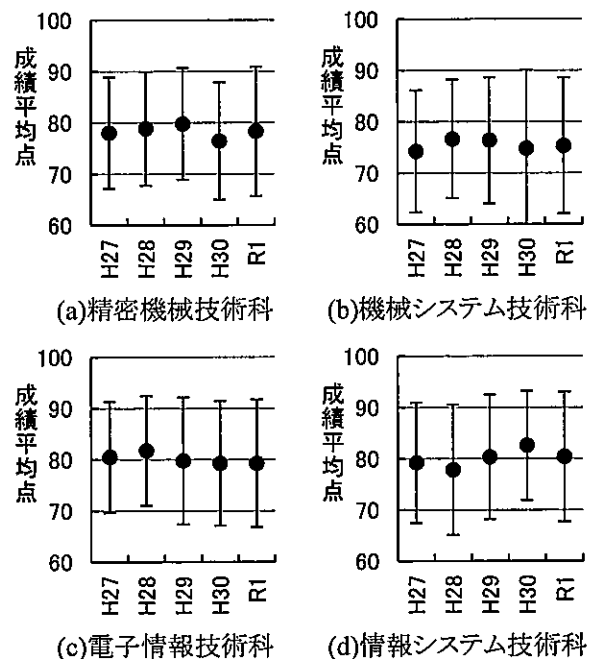


図4 卒業時における成績平均点の推移

卒業時の成績を向上させるには、入学直後の早い時期から所属する学科の分野とともに、授業内容に興味を持たせることが重要なことの1つと考えられる。しかし、図3のように興味・理解は高いと評価する学生が増えた一方で、成績の向上はあまり見られていない。学生の

興味を引くための応用的な課題を消化するための基礎科目が十分に身につけていない可能性がある。したがって1年生の基礎科目の修得状況を検証する必要があると考えられる。このためには、アンケートによる学生の主観的評価だけでなく、教員の授業の効果などを評価するルーブリック評価法などの導入も検討する必要がある。

## 6. 志望と異なる学科へ分属された学生の状況

学生は、入学時に申請した志望学科選択の権利を使わず、もう一方の学科を選択することもできる。各群において権利を使わなかった人数を表4に示す。各学科8名程度の権利を有する学生のうち毎年数名の学生が、志望学科を変更している。自分の興味や適性に合わせて学科を選択しており、群での1年前期のカリキュラムに基づく教育の効果が現れたと考える。

表4 志望学科選択の権利を使わなかった人数

分属先	H30	R1	R2
精密機械技術科	0	3	2
機械システム技術科	0	0	1
電子情報技術科	2	2	1
情報システム技術科	0	1	0

分属では必ずしも学生の志望がかなうわけではない。定員を超えた場合は、成績に応じてもう一方の学科へ分属される。志望と異なる学科へ分属された人数を表5に示す。該当する学科は電子情報技術科のみであり、年によって変動はあるが、志望と異なる学科へ分属された学生が数名程度いる。先にも述べたが、学生の中にはソフトウェア志向の強い学生が多く、特に令和2年度にはその数は10名となった。この結果、II群の成績上位者が情報システム技術科に分属され、同学科の令和2年度における成績を押し上げたと考えられる。

表5 志望と異なる学科に分属された人数

分属先	H30	R1	R2	R3
精密機械技術科	0	0	0	0
機械システム技術科	0	0	0	0
電子情報技術科	1	3	10	3
情報システム技術科	0	0	0	0

志望通りに分属された学生をグループA、そうでない学生をグループBとして平成30年度から令和2年度までの成績平均点を図5に示す。年度は入学年を表し、令和2年度は2年前期までを記している。

成績によって志望がかなわず他学科への分属を余

儀なくされているため、グループBの学生の成績平均点が、1年前期から2年後期のすべての期間とすべての年度においてグループAの学生よりも低くなっている。分属直後の1年後期で両グループの成績は下降傾向にある。特に、グループBの学生は、グループAの学生と比較して点数がかなり低く、下降の割合も高い。志望と異なるため、これらの学生はこのまま勉学意欲が低下するのではないかと懸念されたが、2年前期では成績平均点は上昇し、グループAの学生よりも上昇の割合は高い。

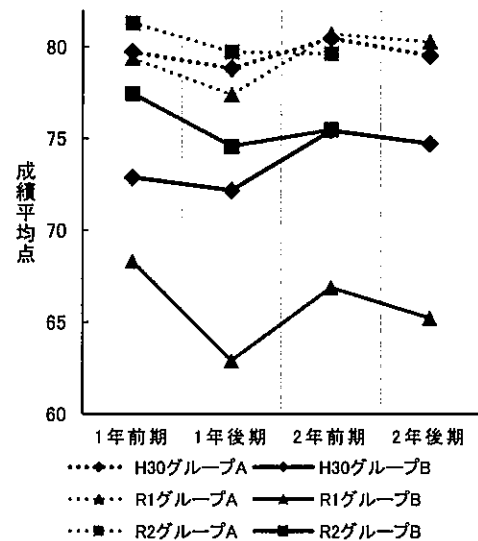


図5 志望通り(グループA)もしくはそうでない学生(グループB)の成績平均点分布

1年後期に電子情報技術科では、半導体工学や電子回路などハードウェアの科目が増え、全学生が対応に苦慮し、グループBの学生はその影響が大きいと推察できる。しかし、2年前期以降、努力して成績を上げている姿が読み取れる。グループAの学生の成績は、グループBの学生のそれと比較して高いので、可能な限り分属時に希望者の偏りが少なくなるように、1年前期のカリキュラムにおいて学科への興味を持たすための授業内容の充実が必要と考える。

## 7. まとめ

平成30年度より群入試を導入することでカリキュラムを変更した。その結果、以下のような効果が見られた。

- ① 1年前期の授業評価は向上した。
- ② 1年後期の学生の興味・関心は、高くなる傾向が見られた。
- ③ 分属時に志望学科所属の権利を使わず、もう一方の学科を選択した学生がいた。

また、次のような課題が明らかになった。

- ① 1年前期および卒業時の成績は、一部の学科で上昇したが、それ以外は変化がなかったか、減少が見られた。
- ② 成績上位層が、人気の高い学科へ集中する傾向があった。
- ③ 志望と異なる学科へ分属される学生が数名程度発生した。

群入試の目的の1つであった学生が志望する学科と入学した学科のミスマッチの減少に対して、導入の効

果があったと考えられるが、課題もまだ見出された。

群入試を実施してまだ3年であり、結論を出すには時期が早いと考えられるが、今後も引き続き、群と学科の教育のつながり、授業評価の内容の見直しなどを検討するとともに、群入試導入に対する分析を継続していく方針である。

#### 参考文献

- 1) 河邊真二郎, 授業アンケートを用いたFD活動について, 熊本県立技術短期大学校紀要第22号, (2020), pp.16-22

# 深層学習を利用した姿勢・動きの解析 —OpenPose による TV 体操の解析—

里中孝美\*<sup>1</sup>

Pose and Motion Analysis utilizing Deep Learning Neural Network  
TV Calisthenics Analysis utilizing OpenPose  
Takami SATONAKA

本報告は、動画から関節の動き情報を取得する OpenPose を用いた運動分析手法について記述する。深層学習を用いた姿勢推定技術により映像から関節点を結んだ人間の姿勢を推定することが可能になった。様々な身体的な動作を含むテレビ体操の運動シーケンスを解析・分類し、体育指導、技能向上などに活用する。関節の特徴点の時系列データを 2 次元表示し、体操の指導員の模範演技と比較した。また、加速度センサを用いて 3 次元的な局所的な動作の解析も行った。

## 1. はじめに

姿勢推定技術により静止画、動画から関節点を結んだ人間の姿勢を推定することが可能になった<sup>1,2)</sup>。体育・コーチングにおいて選手の姿勢情報は体育の訓練指導、技能向上などに活用されている<sup>3,4)</sup>。

本報告では、テレビ体操の動画から関節の動き情報を取得して、体育指導、技能向上などに活用する運動分析手法について記述する。

ビデオカメラで撮影した動画をもとに肩や肘などの動きを可視化し運動の解析、分類を行う。OpenPose による関節の特徴点の時系列データを 2 次元表示し、体操の指導員の模範演技と比較した。身体的動作を対象とする運動分析において、動作を定量的に分析・解析する場合には動作検出、動作の可視化、識別が必要である。動作識別をする際は入力データから特徴量を定義し、識別のモデルを検討する課題があった。そこで本研究では、OpenPose<sup>2)</sup>から得られる身体動作の時系列データを特徴画像に変換し、深層学習を用いて運動シーケンスの識別を行う手法を

提案し、体操の運動シーケンスの識別の評価実験を行う。

また、テレビ体操を構成する運動は、体の特定の部位を伸ばす、特定の筋肉を使うなど運動<sup>5)</sup>から構成されるので、局所的な部位に着目して、運動を解析した。アームバンドの加速度センサのデータと比較して運動の詳細な解析を行った。

## 2. 映像技術による運動解析

### 2.1 OpenPose による運動シーケンスの解析

OpenPose は特徴点の検出と特徴点の接続関係の推定を行うライブラリである。図 1 は、OpenPose による運動シーケンスの解析と分類のフローを示している。テレビ体操の動画を入力し、OpenPose の骨格点抽出処理により、特徴点の時系列データを取得する。次に、特徴点の時系列データから学習データを作成し、VGG-16 の転移学習ネットワークを構成し、運動シーケンスの分類を行う。

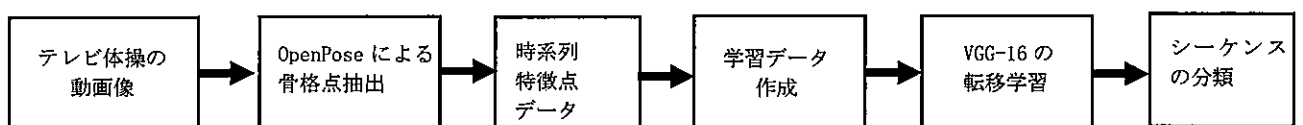


図 1 OpenPose による運動シーケンスの解析と分類のフロー

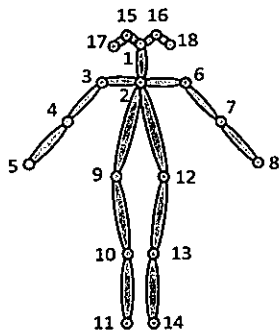


図2 関節の特徴点

図2は、OpenPose を用いて抽出する関節の特徴点である。OpenPose では関節の特徴点の位置は信頼性マップで計算される。各部位の点が二次元平面上に存在する確率を示したものである。関節の特徴点は(1)鼻、(2)首、(3)右肩、(4)右肘、(5)右手首、(6)左肩、(7)左肘、(8)左手首、(9)右尻、(10)右膝、(11)右足首、(12)左尻、(13)左膝、(14)左足首、(15)右目、(16)左目、(17)右耳、(18)左耳に対応する。

## 2.2 体操運動シーケンス

本報告では、テレビ体操の動画を解析した。テレビ体操は13種類の運動シーケンスから構成され、総時間は約3分15秒である。テレビ体操の(1)背伸びの運動、(2)腕を振って足を曲げ伸ばす運動、(3)腕を回す運動、(4)胸を反らす運動について詳細な解析を行った。被写体とカメラの位置は異なるので、第一番目の運動シーケンスの基本姿勢の画像を用いて、画像の正規化を行った。「伸びの運動」の「気を付けの姿勢」を基本姿勢として、右足首11と左足首14の特徴点の中心のy座標の値と鼻1の特徴点のy座標の長さを基準として一定の長さ $L$ になるように正規化した。同次座標系で表した特徴点の座標 $(x_j, y_j, 1)^T$ で、補正後の座標点 $(x'_j, y'_j, 1)^T$ と置く。式(1)では、特徴点の重心 $(c_x, c_y, 1)^T$ への並進移動、係数 $k$ によるサイズ変換を行い、重心が画像の中心になるように並進移動した。

$$\begin{pmatrix} x'_j \\ y'_j \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & w/2 \\ 0 & 1 & h/2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k & 0 & 0 \\ 0 & k & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -c_x \\ 0 & 1 & -c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_j \\ y_j \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\left( \text{ただし } k = \frac{L}{|y_1 - \frac{y_{11} + y_{14}}{2}|} \right) \quad (1)$$

## 3. OpenPose による動画の解析

テレビ体操の動画撮影では、被験者はPC画面に表示した指導員の映像に合わせて体操を行った。カメラの位置を固定して被験者の体操を撮影した。1番目の運動シーケンスの開始時間を基準として、時間間隔約15秒で動画を分割した。各運動シーケンスの動画からOpenPoseを用いて18個の特徴点の時系列データを取得した。体操の指導員の動画は、インターネットサイトで公開されているものをダウンロードして使用した。

### 3.1 体操のフォームの可視化

体操の指導員とアマチュアの被験者のフォームを比較するため関節の特徴点座標 $(x_j, y_j)$  ( $j=1\sim 18$ )の時系列データのプロット図を作成した。プロット図で運動の軌跡に特徴点の誤検出によるノイズが観測されたので、K-means法のクラスタリングを行う。

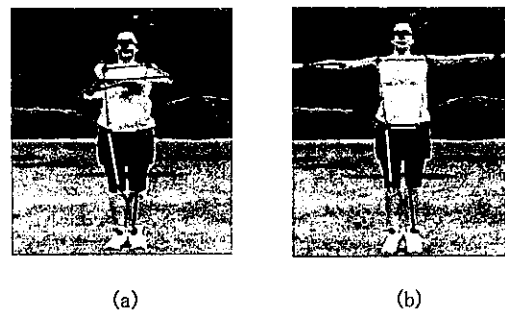


図3 体操フレームの例

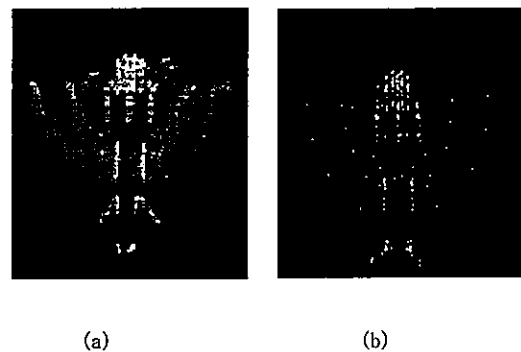


図4 運動の軌跡の例

図3は、腕を振って足を曲げ伸ばす運動の体操フレームの例である。(a)は、かかとを引き上げて腕を交差した状態で、(b)は、腕を横に振って脚を曲げ伸ばした状態である。状態(a)と(b)の間の運動を8回反復する。図4は、運動の軌跡の例である。運動の軌跡(a)において関節の特徴点の誤検出等によるノイズが観測されたので、クラスター数10を指定し

て各部位の特徴点ごとに K-means 法のクラスタリングを行った。(b)は各クラスタの中心の2次元プロット図で、クラスタの各点は複数の連続する点を代表している。運動の軌跡においてノイズが低減し、右左の手の特徴点 5, 8 の時間的運動変化が明瞭になったが、右左の膝の 10, 13 の「脚の曲げ伸ばしの運動」の情報が消失した。

### 3.2 関節の特徴点の時系列データの識別

本報告では VGG-16 の転移学習を用いてテレビ体操の運動シーケンスの時系列データの分類を行った。伸びの運動(1)を除く 12 種類の運動シーケンスのクラスを仮定し、時系列データのパターンを分類する。

本報告では OpenPose<sup>2)</sup> から得られる運動の時系列データから身体動作を記述する特徴画像を生成した。図 5 は VGG-16 の転移学習で用いる学習データ例である。1 枚の特徴画像は 18 個の特徴点の 120 フレーム長のデータに相当する。学習用データセットは 9 人の 1000 枚の特徴画像から構成される。OpenPose を用いてテレビ体操の動画から特徴点抽出を行い、特徴点の時系列データから  $224 \times 224$  ピクセルの特徴画像の学習用データセットを生成した。クラス当たりのデータ枚数は平均 82 枚である。テスト画像の枚数  $n$  を 12 枚から 20 枚に増加したときの認識率を示している。学習データ数  $m$  は  $82 - n$  である。表 1 は VGG-16 の深層学習の認識率である。テスト画像を 12 枚から 16 枚に増やしたとき認識率は 99.3% から 95.8% に減少し、テスト画像が 20 枚とき 97.5% と

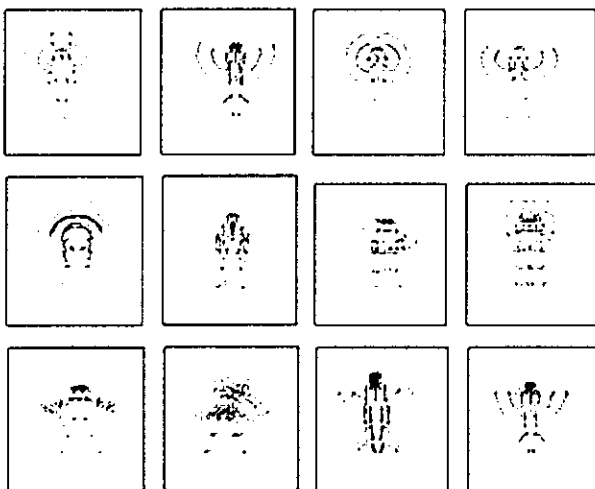


図 5 VGG-16 の転移学習で用いる学習データの例

なった。VGG-16 の学習データの被験者数が 9 人と少なく、今後サンプル数を増やした解析を行う。

表 1 VGG-16 の深層学習の認識率

テスト画像	12	14	16	18	20
認識率(%)	99.3	95.8	95.8	97.2	97.5

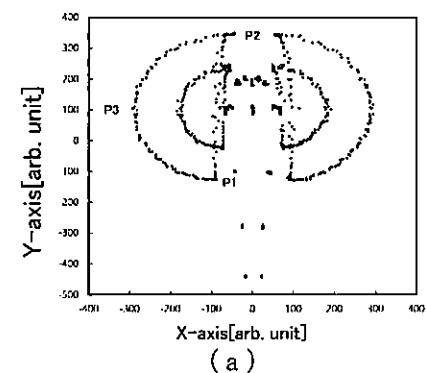
### 3.3 体操フォームの比較

「伸びの運動」のシーケンスから関節の特徴点の時系列データを抽出し、指導員と被験者の体操フォームを比較した。図 6 は体操のフォームの例である。これは指導員(a)と被験者(b)が両腕を水平に上げた状態である。図 7 は指導員(a)と被験者(b)の「伸びの運動」から得られた関節特徴点の座標点  $(x_j, y_j)$  の分布を示している。

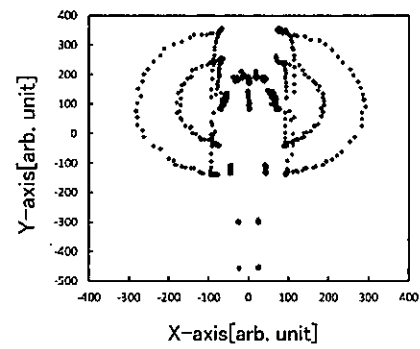


(a) (b)

図 6 体操のフレームの例



(a)



(b)

図 7 関節特徴点の座標点  $(x_j, y_j)$  の分布



図7(a)のp1-p2は「気を付けの姿勢」から両腕を前から垂直に上げる up 動作, p2-p3-p1 は両腕を横から下ろす down 動作である。伸びの運動は簡単な運動であり, 体操の指導員(a)と被験者(b)のフォームでは高い類似性が観測された。

図8は両腕の up/down の動作における右手首の特徴点の Y 座標  $y_5$  の時間変化を示している。A, B が指導員のデータ C, D がアマチュアの被験者のデータである。体操指導員はアマチュアの被験者に比べてスムーズな動きができていたことが分かった。図8において A, B の up/down の動作は急峻な立ち上がり/立ち下がり特性を示したが, C, D の down の動作では, p3 で動きが止まり, 緩やかな立ち下がり特性が観測された。

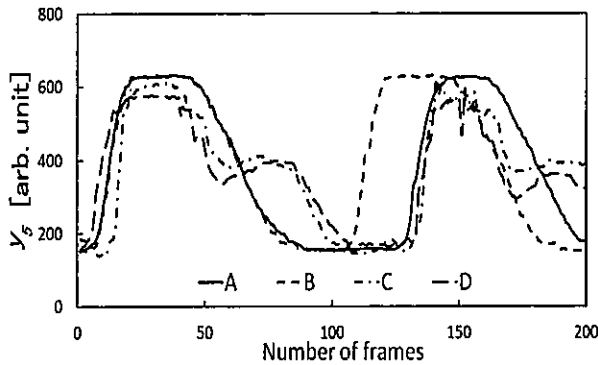


図8 右手首の特徴点  $y_5$  の時間変化(伸びの運動)

### 3.4 加速度センサの測定結果

体操の右手首の運動を詳細に解析する為に加速度センサを用いた。被験者はアームバンド Myo を右手首に装着してテレビ体操を行った。図9は, Thalmic Lab 社製アームバンド Myo である。Myo から Bluetooth 通信で PC に加速度センサの出力データを送信し, PC で出力データを取得した。ここで3軸加速度センサの出力と関節特徴点の座標の時系列データと比較する。

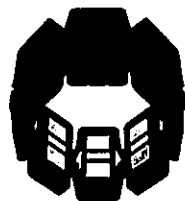
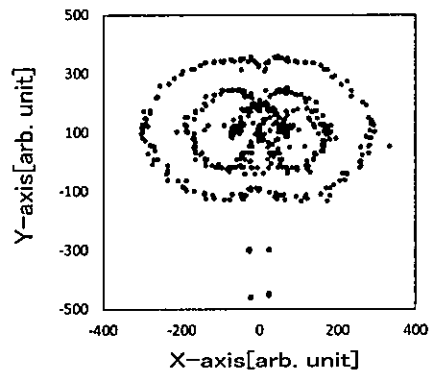
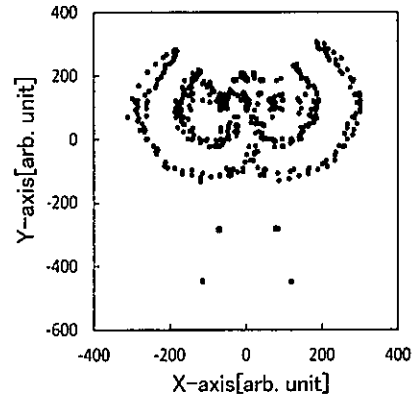


図9 アームバンド Myo

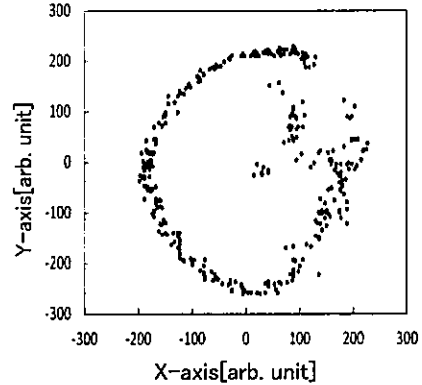


(a)

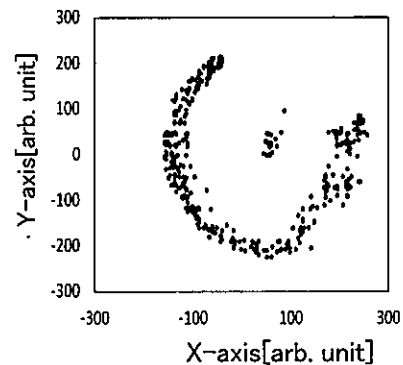


(b)

図10 18個の関節特徴点の軌跡



(a)



(b)

図11 右手首の関節特徴点の軌跡

図 10 は, OpenPose の 18 個の関節特徴点の軌跡である. 図 11 は, 右手首の関節特徴点の軌跡である. 図 12 は, ラジオ体操の運動の説明図である. 図 12 (a) は, 両腕を交差した状態から大きく外へ回して腕を広げ, 広げた腕を内側へ回す運動である. 図 11 (a) では, その右手首の関節特徴点の軌跡は右肩を中心とした円となった. 図 12 (b) は, 腕を斜め上に振り上げて胸を反らす運動である. 図 11 (b) では, その関節特徴点の軌跡は右肩を中心とした円弧となった.

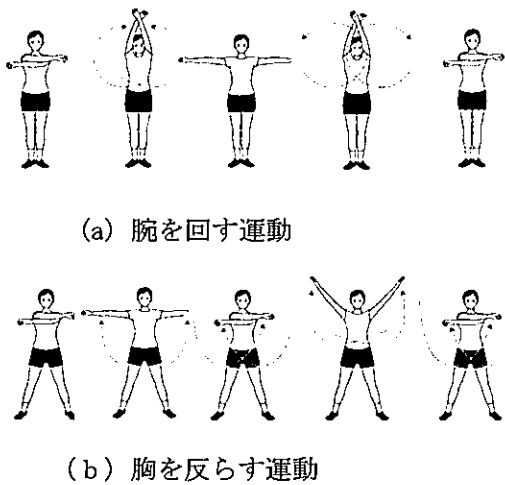


図 12 ラジオ体操の運動の説明図

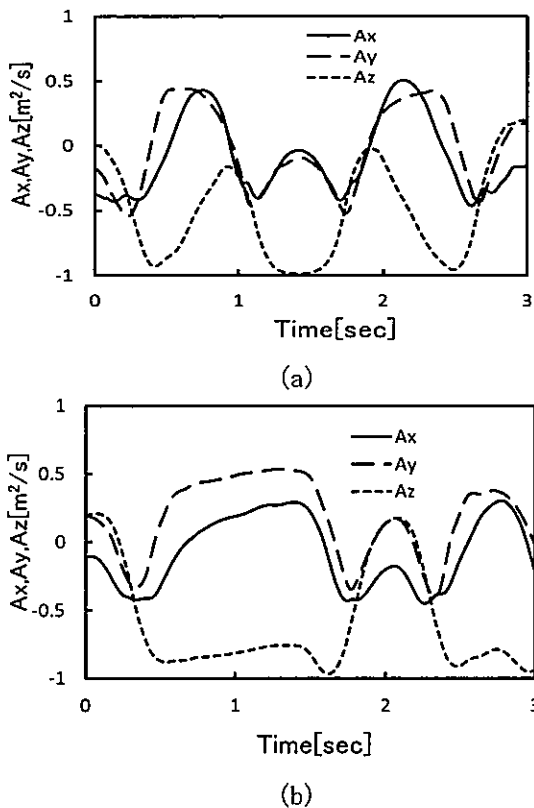


図 13 右手首の 3 軸加速度センサ出力の時間的変化

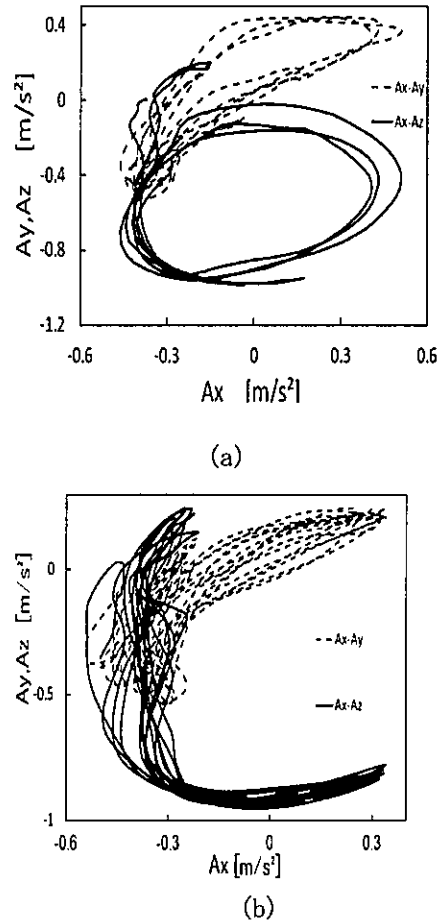


図 14 右手首の 3 軸加速度センサ出力の散布図

図 13 は, 右手首の 3 軸加速度センサ出力 ( $A_x, A_y, A_z$ ) の時間的変化である. 横軸は時間で, 縦軸は 3 軸加速度センサ出力  $A_x, A_y, A_z$  である. 図 14 は, 右手首の 3 軸加速度センサ出力の散布図である. 横軸は  $A_x$  で縦軸は  $A_y, A_z$  である. (a) と (b) は腕を回す運動と胸を反らす運動の測定結果を示している.

図 13 (a) と (b) においてテレビ体操の腕を回す運動, 胸を反らす運動の周期は約 3sec である. 図 14 (a) と (b) では, 腕を回す運動と胸を反らす運動における右手首の動きをそれぞれ円と円弧の軌跡として観測できた. 図 10 の関節の特徴点の軌跡では, 腕の交差時等に特徴点の誤検出によるノイズが発生したが, 図 14 の加速度センサ出力の散布図では連続的な右手首の動きを観測できた. 動画から関節の特徴点を検出する OpenPose を用いた運動分析の課題は高速動作時における関節の特徴点の誤検出である. 今後は, OpenPose の関節特徴点の時系列データを 3 軸加速度センサ出力と関連づけて解析したい.

#### 4. まとめ

本報告では, OpenPose を用いてテレビ体操の運動分析を行った. テレビ体操の 13 運動シーケンスを解析し, 18 個の関節の座標点の時系列データを抽出しその可視化を行った. 手本となる体操指導員と被験者の姿勢を比較し, ビデオ映像から人間の目や経験では捉えられない差異を検出できた. ビデオ映像結果とアームバンドの加速度センサ Myo の時系列データを比較し測定の課題を明らかにした. VGG-16 の転移学習による運動シーケンス分類を行い, 18 個の特徴点の 120 フレーム長のデータから作成した画像の特徴画は, 体操のシーケンスを分類する上では有効であることが分かった.

#### 5. 参考文献

- 1) Z.Cao, T.Simon, S.Wei and Y.Sheikh:  
Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields, CVPR2017, (2017), No. 121, pp. 1302-1310.
- 2) 稲田健太郎, 渡辺裕, 石川孝明: OpenPose を用いた複数人のダンスの一致度評価, 第 80 回全国大会講演論文集(1), (2018), pp. 257-258.
- 3) 鈴木恭平・松村パブロ・山地秀美・松田 洋・糸野文洋: Kinect を用いたフィジカルトレーニングシステムの改良と評価, 第 17 回情報科学技術フォーラム講演論文集(1), (2018), pp. 367-368.
- 4) 野々村誠人, 田中雅博: Kinect を用いたラジオ体操自動評価システムにおける手の追跡, ロボティクス・メカトロニクス講演概要集(1), (2014), 3P1-J02.
- 5) 間崎崇博, 犬塚信博, 武藤敦子, 森山甲一: 加速度センサーを用いたラジオ体操の局所的動作についての分析, 第 31 回人工知能学会全国大会論文誌(2), (2017), 2J4-3.

## 2. コラム



## 外部コンテスト参加学生の指導を行って思うこと

弓削慶祐\*1

Keisuke YUGE

本学では、教育成果の見える化を大切にし、その1取り組みとして資格取得や外部コンテストへの積極的な参加を推進している。精密機械技術科では本科で学ぶ授業に合わせた資格の取得順序や時期を学生に提示し、その延長として外部コンテストへの参加を促している。外部コンテストは普通旋盤作業、フライス盤作業、CAD製図作業の3部門に挑戦している。その中でも私が携わっている普通旋盤作業について自身が手掛けている4つの取り組みについて報告する。

### 1. はじめに

本学では普通旋盤作業のコンテストに年2回出場している。例年2月に開催されるポリテックビジョンと8月に開催される若年者ものづくり競技大会である。共に数か月前に課題図面が提示され、大会当日にその課題を制限時間内に製作して提出し、製品の精度を競う競技である。表1にコンテストの概要と図1にポリテックビジョン(2020)の課題図、図2に若年者ものづくり競技大会

(2021)の課題図を示す。

課題図に関しての難易度は例年同じ程度である。ポリテックビジョンと若年者ものづくり競技大会とで難易度を比較すると、後者の難易度があがる。これはポリテックビジョンが後の若年者ものづくり競技大会を見据えた課題設定になっているためである。

表1. 本校から出場している普通旋盤コンテストの概要

コンテスト名 (主催)	開催月 開催地	参加校数	参加人数	本校からの出 場者数	実績
ポリテックビジョン (九州職業能力開発大学校)	2月 北九州	九州地区のものづくり系の 大学校・工業高校	15名程度	2017:2名 2018:2名 2019:2名 2020:2名 2021:中止	2017:入賞なし 2018:準優勝 2019:優勝 2020:優勝・準優勝 2021:中止
若年者ものづくり競技大会 (中央職業能力開発協会)	8月 毎年異なる	全国のものづくり系の大学校・工業高校・企業チーム等	30名～ 40名程度	2016:1名 2017:1名 2018:2名 2019:2名 2020:中止 2021:1名	2016:入賞なし 2017:入賞なし 2018:敢闘賞 2019:敢闘賞 2020:中止 2021:銀賞

\*1 精密機械技術科

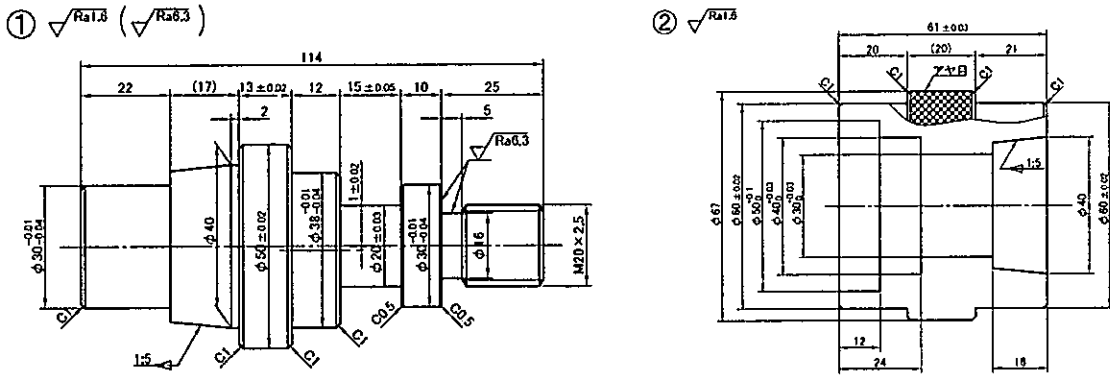


図 1.ポリテックビジョン(2020)の課題図

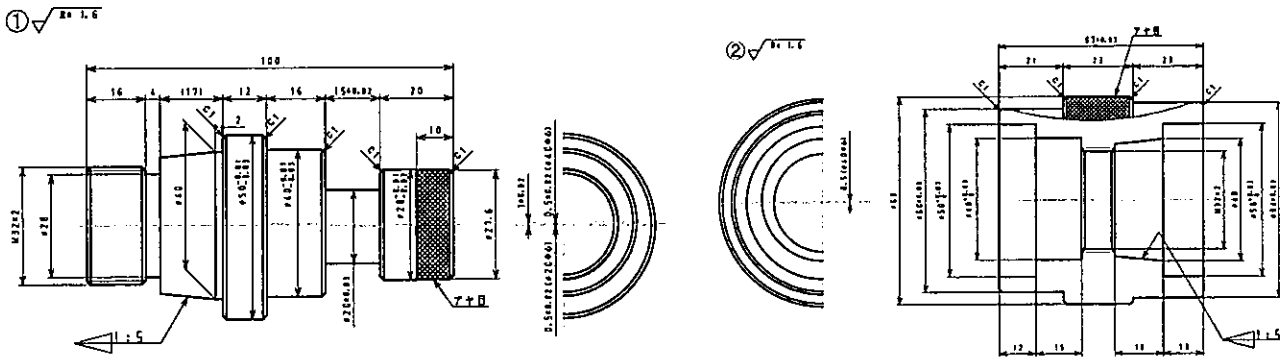


図 2.若年者ものづくり競技大会(2021)の課題

2. 4つの取り組み

表 1より 2016 年, 2017 年と戦績が振るわなかったことが窺える. その後 2018 年より毎年入賞を果たしている. このことについては選手の選定方法・豊富な練習量・選手の特徴に応じた戦術・練習環境の充実についての取り組みを変えたことで得られた結果であると考え. 次にこの取り組みについて紹介する.

2.1 選手の選定方法

本学科の代表選手は基本的に希望者を募る. ポリテックビジョン競技大会では 2 名の募集をおこない, その大会で戦績が良かった選手を若年者ものづくり競技大会の第 1 選手として, もう一方の選手を第 2 選手として推薦する. 若年者ものづくり競技大会は基本的に各都道府県 1 名の出場であるが, 2 名の出場機会が与えられることもある.

表 1 に示す 2016 年 2017 年の代表選手については希望者が現れなかったため, 指導員側から引き受けてくれそうな学生に依頼する形となった. この場合は選手のモチベーションが低いと感じられた. そこで 2018 年は希望を募らず, 学生の実習の様子を私が窺い, 個別に声をかけるスカウティングをおこなった. この年に関しては経験, 未経験関係なく成長する可能性とやる気だけ

を考慮して選定した. また 2019 年は希望者が複数名いたことからセレクションをおこなった. そこで勝ち残った 2 名を選手とした. また 2020 年 2021 年は競技会選手を志して入学した学生を選手にした. 特に 2021 年の選手に関しては高校生ものづくりコンテストの出場者をスカウティングし, 結果全国銀賞を取得するまでに成長した.

このことからセレクションやスカウティングで意欲のある学生, 成長を見込める学生を選手にすることが重要であると考え. ただ, 私の考えでは競技大会も教育の一部なので, 今後はスカウティングを控えようと思う. あくまでも本学の教育により成長を促すことが教育の見える化に繋がると考えるからである.

2.2 豊富な練習量

表 2 に各大会までに実施した練習時間を示す. 選手が 2 名出場した大会については平均値を示している. また○部の数字は入賞が果たせなかった練習時間である. 2017 年の大会以降練習時間を大幅に増やした. 2018 年の若年者ものづくり競技大会は 111H になっているが, これは 2 名出場した選手の内の 1 名が大会 1 月前に急遽出場が決まり, あまり練習ができなかった結果である. もう 1 名の選手は 170H 程の練習をおこない敢闘賞に入賞した. 表 2 からわかるように豊富な練習量が必

要である。ポリテックビジョンでは 180H を目安に、若年者ものづくり競技大会は 150H を目安に練習を計画している。この時間数は本学で普通旋盤を学んだ学生が競技大会で入賞する実力を身に付けるのに必要な練習時間と考える。2019 年以降の選手は、選手自ら練習をしたいと希望する者が多く、予定時間を大幅に超える時間数となった。前にも記載したが、2019 年はセレクション

を実施し選ばれた 2 名が選手となった。また 2020 年 2021 年は競技大会に出場したく入学してくれた学生が選手となり頑張ってくれた。このことからモチベーションが非常に大切であり、それが練習量に繋がり、更に結果に繋がるのがわかる。指導者によるモチベーションアップの工夫や仕掛けづくりが必要である。

表 2. 大会までに実施した練習時間(H)

実施年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均
ポリテックビジョン		105	135	189	201	中止	157.5
若年者ものづくり競技大会	90	90	111	171	中止	201	132.0

### 2.3 選手の特徴に応じた戦術

ここでは技術面ではなく主に指導方法における戦略について説明をおこなう。私は選手ごとに加工の手順や方法を変えさせている。それは各自に得手不得手があり、私はストロングポイントを軸に戦術を考案する。そして選手自身が納得しておこなうことが大事であると考え。私と選手とで意見が分かれた場合には、選手の意見を優先する。戦うのは選手であるから当然である。また以下の 3 点に主眼を置いて選手の特徴を確認している。

- ① 作業のスピードとリズム
- ② 丁寧さと確認の頻度
- ③ トラブルへの対応力

上記 3 点すべてをはじめから備え持っている選手は少ない。例えば①に秀でた選手がいる。ならば、作業スピードを磨き、時間に余裕を持たせる戦術を採用する。その浮いた時間で作業内容を増やして②を補う。また時間があれば③にも対応はしやすい。この手の選手が 1 番育成しやすい。逆に②に秀でているが①が弱点である選手も多い。その場合は工程を省いて初めから減点箇所を決めてしまう方法や、加工時間が短縮できる工具を選定したりもする。あくまでも急がせはしない。それにより③についてはトラブル自体が発生しない場合が多い。

各戦術を踏まえたくうえで、図 3 にポリテックビジョンでの採点結果を、図 4 に若年者ものづくり競技大会での採点結果を示す。図 3 に示す 2017 年のポリテックビジョン、図 4 に示す 2016 年と 2017 年の若年者ものづくり競技大会では選手個々人の適正に合わせた戦術を考案することはなかった。共に 2018 年の大会から戦術を試行錯誤し選手に合わせた加工工程や加工方法、工具

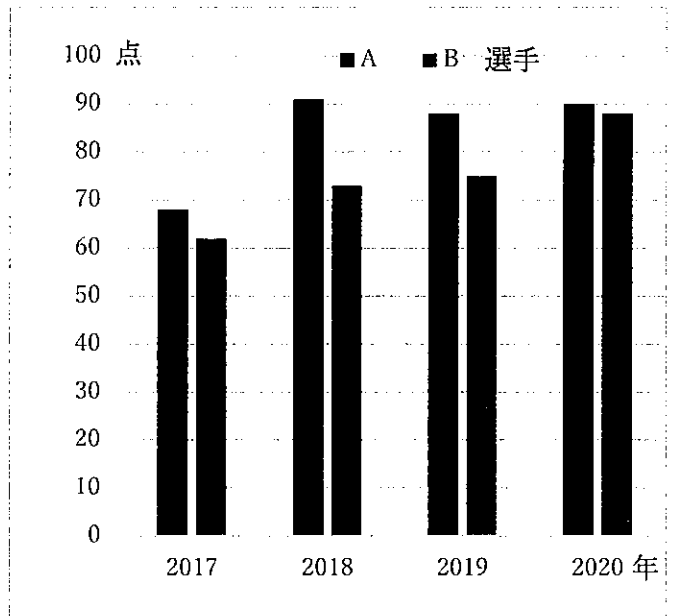


図 3. ポリテックビジョンでの採点結果

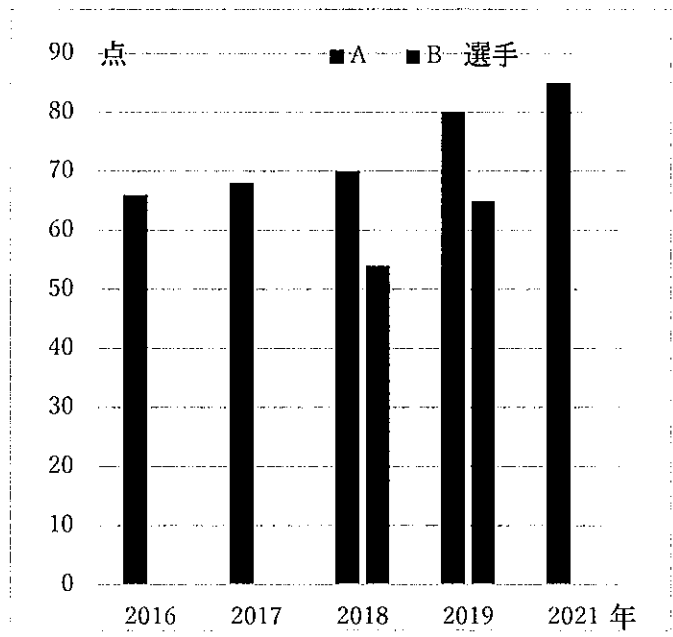


図 4. 若年者ものづくり競技大会での採点結果



の選定等をおこなった。その結果2018年以降は入賞を重ねる結果となった。このことから戦術は非常に大切であり、伸び悩む選手の特効薬にもなることも多々あった。

#### 2.4 練習環境の充実

本学は競技大会に関する理解がある。そのため経済的な面での多大なる協力があり、この環境にとっても感謝している。機械は競技大会で使用されるものと同じ旋盤を練習用に2台備えている。また年に1度もしくは2年に1度の精度検査もおこなっている。図5に競技会練習用の旋盤を示す。また工具は選手と戦術に合わせたものを用意している。基本的には既存のものを使用しているが、選手によっては戦術に応じた工具を購入することもある。また2年時の卒業研究にて工具を製作したこともある。今後戦術に応じてその工具を使用する機会があるかもしれない。図6に2021年若年者ものづくり競技大会で使用した工具を示す。そして練習用の材料は大会ごとに1選手50セット分を購入している。練習に使用した材料はその後再利用して授業や補講の練習材としても活用している。

2017年頃から本学では「教育の見える化」や「成果」を問う試みがなされ始めた。その甲斐あってか、技術力を付け証明することへの取り組みについては非常に前向きで協力が得られる環境にある。そして外部コンテストへの参加や資格取得への挑戦には経済的な支援がある。きちんと成果を出し恩返ししたいと思い指導に当たっている。

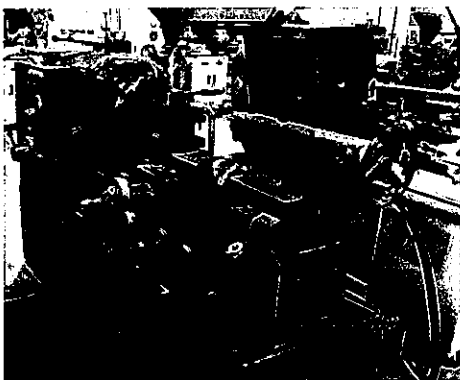


図5. 競技大会練習用の旋盤



図6. 2021年若年者ものづくり競技大会で使用した工具

#### 3. 終わりに

今回、私が携わる外部コンテストの普通旋盤作業について紹介した。ここに示す内容はごく一部であり、膨大な資料とデータの概要をまとめた。ここに示した4つの取り組みで良い結果へとつながりつつあるが、これは選手1人1人の努力があつてのものである。

2016年5月より初めて外部コンテストの指導に携わった。当初は「学生のレベルなのでそこそこの製品が作れる指導ができれば入賞できる」という甘い考えであった。指導を重ねていくうちに自身の考えが甘かったことを認識した。そして8月には初めて若年者ものづくり競技大会へ参加した。そこで目にした参加選手のレベルの高さに圧倒された。また選手を指導されている指導者の方々の熱意も素晴らしく、私に不足するものであった。自身の認識の甘さ、指導力の無さを情けなく感じた。

2017年には様々なことを考え、甘い考えを捨て指導にあたった。しかし、ポリテックビジョン、若年者ものづくり競技大会ともに結果を出すことができなかった。選手は頑張ってくれた。しかし自身の指導力の無さで選手の努力を成果に変えることができなかった。しかしこの時の選手達が様々な意見やサポートをしてくれた。正直厳しく辛い言葉もあったが、何も反論せずすべてを受け止めた。そのお陰で4つの取り組みが生まれた。これは2017年の選手2名が失敗を糧にしてくれた結果であり、これが2018年からの成果に繋がった。

2018年の選手に関しては前年の選手2名と私とで指導をおこなった。また様々なサポートをおこなうため、この年から卒業研究で外部コンテストについての研究に取り組むようになった。以降は充実した練習がおこなえ、毎大会ごとに入賞を果たしている。

競技会場では様々な指導者の方が話かけてくださるようになった。そこで外部コンテストについて色々な意見を聞かれるが、「学生(選手)に恵まれています」と答えている。本心である。戦うのは学生(選手)であり、ここまでの成果を出すまでに導いてくれたのも学生達である。私は寄り添い、見守っただけである。努力を重ね、4つ取り組みを築いてくれた学生達、そして実行してくれた選手達、様々なサポートをいただいた本学職員や職業能力開発協会の皆様に感謝し、以上の取り組みを学内に定着させ、継続し発展させていくために、後進の育成も検討していきたい。

### 3. 教職員及び学生の活動状況一覧

2021年1月～12月



## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 1. 国内会議・研究会等

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年	発表月
X線CTを用いたはつりによる鉄筋付着切れ評価に関する検討	渡邊 晋也 内田 美生 谷倉 泉 尾原 祐三	「中性子線を用いたコンクリートの検査・診断」に関するシンポジウム講演集、pp178-183	9月

## 2. 資料

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
簡易メルトフローレート測定装置の設計・製作	河邊 真二郎	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 22 号, pp.3-7, 2021 年 3 月
コロナ禍における技大の状況について	河邊 真二郎 中野 貴之 田崎 和博 福永 隆文 橋本 剛裕	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 22 号, pp.8-15, 2021 年 3 月
授業アンケートを用いたFD活動について	河邊 真二郎	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 22 号, pp.16-22, 2021 年 3 月

## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 3. 産学官支援活動

支援内容	担当者	支援先	期間
スーパーサイエンスハイスクール 運営指導委員会委員	尾原 祐三	熊本県立熊本北高校	4月～3月
学校運営協議会委員	尾原 祐三	熊本県立熊本工業高校	6月～3月
参与	尾原 祐三	熊本県工業連合会	6月～3月
評議員	尾原 祐三	熊本県企業化支援センター	6月～3月
熊本県障がい者技能競技大会 実行委員	尾原 祐三	高齢・障がい・求職者雇用支援 機構、熊本支部	6月～3月
学校運営協議会委員	尾原 祐三	熊本県立翔陽高等学校	6月～3月
監事	尾原 祐三	大学コンソーシアム熊本	6月～3月
マイスターハイスクール事業 推進委員会委員	尾原 祐三	熊本県立八代工業高校	6月～3月
企画運営委員	尾原 祐三	くまもとイノベーション協議会	6月～3月
IT クロスイノベーション 人材育成研修(入門編)	田崎 和博 江口 智弘 福田 真 糸川 剛	一般社団法人 熊本県情報サービス産業協会	10月 ～1月
「専門高校生の研究文・作文コンク ール」熊本大会審査会・委員長	尾原 祐三	熊本県産業教育振興会	11月16日
サイバーセキュリティカレッジ講師	福永 隆文	熊本県警察本部	11月30日

## 4. 教職員の表彰・資格取得等

タイトル	氏名	記事	期日
資源・素材学会 第23回学会賞(学術功績賞)	尾原 祐三	我が国の資源・素材に関する学術 文化の発展に多大なる貢献をなし た個人または団体に授与する	3月
永年勤続技能検定員表彰(10年)	糸川 剛	熊本県職業能力開発協会会長	12月2日

## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 5. 学生の表彰・大会参加・資格取得(\*は、指導教員)

タイトル	氏名	記事	期日
2級技能士(機械プラント製図)	精密機械2年 原田 真幸 *河邊 真二郎 *秀山 文彦	中央職業能力開発協会 機械プラント製図 (機械製図 CAD 作業)	3月
3級技能士(機械プラント製図)	精密機械2年 西 湧太 精密機械1年 田頭 泰風 機械システム1年 福島 魁斗 *河邊 真二郎 *秀山 文彦	中央職業能力開発協会 機械プラント製図 (機械製図 CAD 作業)	3月
2級技能士(機械 CAD 製図)	精密機械2年 原田 真幸 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械プラント製図 CAD	3月
3級技能士(機械 CAD 製図)	精密機械1年 田頭 泰風 精密機械2年 中西 湧太 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械プラント製図 CAD	3月
3級技能士(フライス盤)	精密機械1年 光永 翔 和田 悠耶 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 フライス盤	3月
3級技能士(電子機器組立て)	電子情報1年 秋岡 聡志 尾島 萌々 坂口 拓也 新川 史也 *江口 智弘	中央職業能力開発協会 電子機器組立て	3月

## 教職員及び学生の活動状況一覧

タイトル	氏名	記事	期日
2級技能士(普通旋盤)	精密機械2年 福岡 寛翔 深嶋 魁人 下村 孝誠 山崎 優斗 精密機械1年 立石 昂大 ハヤカワ 汐音 川口 大樹 *中野 貴之 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	3月, 10月
3級技能士(普通旋盤)	精密機械1年 石田 航一 上田 桂司郎 下村 孝誠 田中 瑞基 長尾 翔 久野 陽平 山崎 優斗 李 佳楽 正垣 洸太 精密機械2年 徳本 京介 *中野 貴之 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	3月, 10月
熊本県知事表彰	精密機械1年 光永 翔	熊本県 技能検定の成績優秀者に対する表彰	4月
2級技能士(電子機器組立て)	電子情報2年 新川 史也 *江口 智弘	中央職業能力開発協会 電子機器組立て	8月
3級技能士(電子機器組立て)	電子情報1年 鈴木 大輝 吉松 楓華 *江口 智弘	中央職業能力開発協会 電子機器組立て	8月

## 教職員及び学生の活動状況一覧

タイトル	氏名	記事	期日
第16回若年者ものづくり競技大会 参加(旋盤、フライス盤)	精密機械2年 中村 叶 和田 悠耶 *中野 貴之 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 主催 技能を習得中の企業等に就業して いない20歳以下の若年者を対象と した物づくり競技会	8月
2級技能士(フライス盤)	精密機械2年 深嶋 魁人 和田 悠耶 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 フライス盤	10月
3級技能士(機械検査)	精密機械1年 内田 大翔 角川 広晃 門口 稜 小坂 司聖 尊田 菜月 木村 駿太 坂本 優也 原口 永遠 光永 朝陽 守田 歩夢 渡邊 幹太 *中野 貴之 *田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	10月
熊本県知事表彰	精密機械2年 中村 叶	熊本県 第16回若年者ものづくり競技大会 にて銀賞受賞に対する表彰	11月



## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 6. 共同研究

テーマ名	氏名	共同研究先
キックターゲットの製作	弓削 慶祐	ペルジャール事業(アヴェルダージ熊本)
原位置変形測定システムの開発	福田 真	アールエステクノロジ株式会社
ビジネスゲームのオンライン化	牧岡 毅	アイティ経営研究所

## 7. 在職者セミナー

タイトル	担当者	内 容	期 日	受講者数
機械検査 3 級試験対策 (オーダーセミナー)	田中 誠一郎	熊本防錆工業(株)の外国人実習生 に対する機械検査 3 級試験対策	2 月 26 日	6 名
機械検査 3 級試験対策 (オーダーセミナー)	田中 誠一郎	熊本防錆工業(株)の外国人実習生 に対する機械検査 3 級再試験対策	5 月 27 日	1 名
機械加工実践技術	中野 貴之 弓削 慶祐	普通旋盤を利用した実践的な 機械加工技術の指導	6 月	4 名
機械製図 CAD	河邊 真二郎 秀山 文彦	機械部品図面と機械組立図面の 描き方の基礎を AutoCAD (2D) の 操作方法とともに学ぶ。	7 月 10 日 7 月 17 日	15 名
情報セキュリティ疑似攻撃 体験	福永 隆文	サイバー攻撃を疑似的に行い、 その防御について学ぶ。	8 月 19 日、 20 日	3 名
空気圧制御実習装置を 用いたシーケンス制御 入門	田崎 和博 日野 満司	空気圧実習装置を用いて、 リレー回路および PLC による シーケンス制御を学ぶ。	8 月 24 ～26 日	3 名
DX を実現する IT 技術 基礎	福田 真	DX を支える情報通信技術と人工知 能についての紹介	10 月 22 日	13 名

## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 8. 外部委託の講習会・研究会等

名称	担当者	内容	期日
職業訓練指導員講習 講師	牧岡 毅	職業訓練指導員免許 48 時間講習の 「訓練生の心理」担当 熊本県職業能力開発協会	7 月 15 日
職業教育担当教員 先端企業等研修	牧岡 毅 糸川 剛 福永 隆文	情報セキュリティ 疑似攻撃体験	8 月 16 日 ～20 日

## 9. 技能検定員委嘱

件名	担当者	内容	実施月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	糸川 剛	集積回路チップ製造	1 月
		集積回路組立て	1 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田崎 和博	空気圧装置組立て	1 月
		シーケンス制御	1 月
		電子機器組立て	2 月, 8 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	江口 智弘	配電盤・制御盤製図	1 月
		電子機器組立て	2, 8 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	福田 真	電子機器組み立て	2 月, 8 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	牧岡 毅	電子機器組み立て	2 月, 8 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	弓削 慶祐	NC 旋盤	8 月
		平面研削盤	8 月
		機械検査	2 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田中 誠一郎	ワイヤー放電加工	8 月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田中 誠一郎	プラスチック成形	8 月

## 10. FD研修

タイトル	内容	期日
授業評価	令和2年度後期 科目数 124 教員数 45	2月3日 ～2月10日
	令和3年度前期 科目数 145 教員数 34	7月21日 ～28日

## 11. 一般活動等

名称	参加者	内容	期日
学生交流推進委員会 (大学コンソーシアム熊本)	秀山 文彦	学生企画委員会(各大学から選出された学生で構成)の活動を支援するための意見交換	4月28日
令和3年度 第2回 SD 交流会 (IRについて)	秀山 文彦	大学内の「IR」についての講演 および交流	10月20日
数学入試セミナー	田崎 和博 糸川 剛 福田 真 入試委員会	入試委員会企画, 高校3年生, 2年生向け数学I講座. 数学の面白さ, 楽しさを伝え, 技大に入学するために最低必要な数学のレベルについて確認してもらう講座. 技大の推薦後期入試問題を解説.	10月24日
The 14th International Conference on Project Management and the National Conference of the SPM	秀山 文彦	産学間でプロジェクト, プログラム, ポートフォリオ, システム管理について, 最新の世界的な傾向と発展を含めて議論する国際会議	11月25日
第354回 RIST フォーラム(令和3年度(2021年度)技術普及講習会) ～コンピュータシミュレーション(CAE)とロボット導入事例等の最新動向～	河邊 真二郎 田崎 和博 江口 智弘	CAEが活躍している機械・建築・電気などの様々な分野の事例や, AIを使った最新動向及びロボットの検討や導入事例, 業務の効率化や密の回避などについて紹介.	11月19日 13:30 ～16:00
技能・技術実践研修 「SOLIDWORKS Flow Simulation を用いた流体解析の基礎」	秀山 文彦	SOLIDWORKS Flow Simulation を用いた流体解析の研修	12月6日 12月7日
令和3年度 出前シンポジウム in 熊本 「製造業の生産性向上とDX推進を目指して」(オンライン開催) 主催:(国研)産業技術総合研究所九州センター、他	河邊 真二郎	産総研コンソーシアム「人と技術の会」、熊本県、一般社団法人熊本県工業連合会、くまもとクロスイノベーション協議会	12月14日 13:30 ～17:35

## 教職員及び学生の活動状況一覧

## 12. 新聞記事他

タイトル	発行社	記事の内容	期 日
就活スタート	熊本日日新聞社	80 企業と学生との面談による就職活動がスタート	3 月
くまもと経済10月号	(株)地域経済センター	スクール特集(地域産業と大学が一体となって人材育成を目指す)	10 月
くまもとオシゴト探検 BOOK	公益財団法人 熊本県雇用環境整備協会	専門知識を学ぼう(地域発展に繋がる“ものづくり”の人材育成)	12 月
くまもとオシゴト探検 BOOK	公益財団法人 熊本県雇用環境整備協会	熊本県立技術短期大学校の概要, ひと言 PR	12 月



## 4. 卒業研究紹介

2020年4月～2021年3月



## 卒業研究テーマ一覧

### 【精密機械技術科】

ワイヤー放電加工による精密製品製作  
 プレス絞り金型の設計製作  
 キックターゲットの製作  
 自動車用配線コネクタの外観検査装置の製作 —自動搬送部の製作—  
 汎用旋盤ブレーキの改善 —一段式ペダルへの改修—  
 旋盤加工の効率化と精度向上に向けた取り組み —ローレット工具の設計・製作—  
 樹脂のリサイクルとメルトフローレートに関する実験的研究  
 メルトフローレート測定の精度向上に関する実験的研究

### 【機械システム技術科】

プラスチック表面からの減圧プール沸騰 —実験装置の製作—  
 熱応力を用いた線膨張係数の測定  
 直立振り子系に対する減衰特性を考慮したパラメータ同定法とその有効性  
 エネルギー事情の調査・分析と問題解決の一提言 (Phase2)  
 —電気二重層キャパシタ (EDLC) の試作とその活用可能性の調査—  
 自然エネルギーを活用したハイブリッドカーの試作  
 —太陽光パネル・風力発電を活用したEVの実現可能性の調査—  
 ライントレースロボットのPID制御

### 【電子システム技術科】

高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と評価  
 ピンポン玉運搬競技ロボットへのPID制御の適用  
 マイコンを用いた計測システムの開発  
 マイコンを用いた小規模無線ネットワークの開発  
 ロジックICによるCPU設計  
 Raspberry Piを用いた自動赤道儀の製作  
 Open Poseによる姿勢・動きの解析 —深層学習を利用したスポーツ競技の解析—  
 ブロックチェーン技術を利用した流通サイトの構築

### 【情報システム技術科】

サイバー攻撃防御訓練システムの試作  
 オンライン授業ツールの比較と検討  
 新しい携帯端末用ARアプリの開発環境の調査  
 スマートスピーカを用いファイアウォール内の機器を制御するシステムの設計と製作  
 CGと深層学習による衣装製作 —コンテンツ作成AIによる衣装デザイン支援—  
 2048 ゲーム攻略プログラムの作成  
 カードゲーム対戦ソフトウェア開発  
 Raspberry Piを用いたIoT見守りシステムの改良  
 Raspberry Piを用いたビーコンアプリの製作  
 小学校プログラミング教育の教材研究



**【技術賞】**

## 精密機械技術科

自動車用配線コネクタの外観検査装置の製作 ―自動搬送部の製作―  
( 中原 賢人 , 面中 裕太郎 , 山下 瑞稀 )

## 機械システム技術科

熱応力を用いた線膨張係数の測定  
( 工藤 将人 )

## 電子システム技術科

高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と評価  
( 河野 隼人 , 斎藤 愁騎 )

## 情報システム技術科

Raspberry Piを用いたビーコンアプリの製作  
( 小野 良輔 , 本並 真宙 )

**【ベストプレゼンテーション賞】**

## 精密機械技術科

自動車用配線コネクタの外観検査装置の製作 ―自動搬送部の製作―  
( 中原 賢人 , 面中 裕太郎 , 山下 瑞稀 )

## 情報システム技術科

小学校プログラミング教育の教材研究  
( 澤本 駿 , 山崎 美結 )

## 自動車用配線コネクタの外観検査装置の製作

中原 賢人, 西中 裕太郎, 山下 瑞稀, 中野貴之\*1

### Manufacturing of visual inspection equipment for wiring connectors of automobiles

Kento Nakahara, Yutaro Nishinaka, Mizuki Yamashita, Takayuki NAKANO

車載用電気配線コネクタは、角砂糖程の小さな部品で1つ1つ人間の目で外観不良の検査を行っているため、検査する人間の体調や単純作業の慣れによるミスが生じる恐れがある。そこで、検査作業の効率化を目的として、一昨年から車載用電気配線コネクタの外観検査の自動化に取り組んでいる。装置の開発は、企業と協同で行っており、外観検査のカメラ装置は企業側で、コネクタの搬送を本学が担当している。昨年度は、カメラ装置を除く製品の搬送から検査までの工程を行う装置を製作した<sup>1)</sup>。今年度は、装置を再設計して装置の完成度を高めた。また、コネクタを自動整列させて検査部へと送る自動供給部の製作を行った。

#### 1. 外観検査装置の概要

検査する自動車用配線コネクタ(以後、コネクタ)の外観を図1に示す。また、製作した検査装置の模式図を図2に示す。角形状をしたコネクタは、六面全てを外観検査用カメラに向けられて、良品、不良品を判別される。判別の手順として、まず、コネクタは自動供給部の製品投入部に投入され、クランク機構の製品押し出しロッドでフォトセンサ上に一つずつ押出される。フォトセンサがコネクタを感知すると、ロボット搬送部の多関節ロボットがコネクタを検査部の回転テーブル上に移動させる。コネクタは回転テーブル上でカムやプーリーにより向きを変えられて良品、不良品を判別される。

#### 2. マイクロコンピュータの接続

各部の制御には、マイクロコンピュータArduino Uno(以後、マイコン)を使用している。図3に使用した3台のマイコンの接続方法を示す。各マイコンのデジタル入出力を連結して、各部の動作開始と終了をマイコン間で認識させている。自動供給部のコネクタの検知には、オムロン製反射形フォト・マイクロセンサEE-SPY302を用いた。このセンサは、室内の明るさに左右されることなく確実にコネクタの有無を検知できるものである。

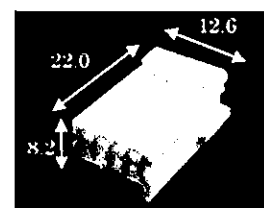


図1 自動車用配線コネクタ

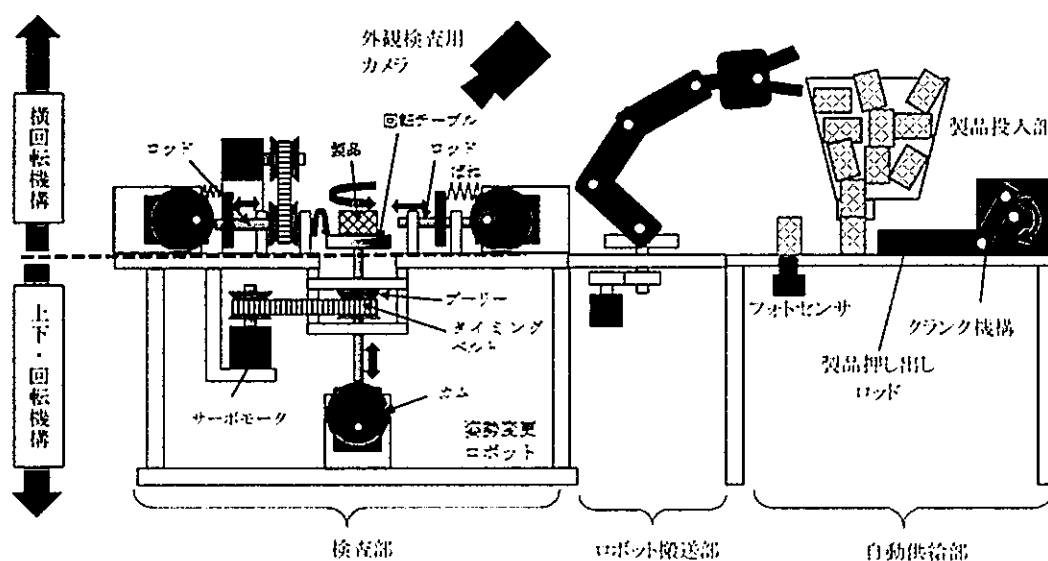


図2 外観検査装置のイメージ図

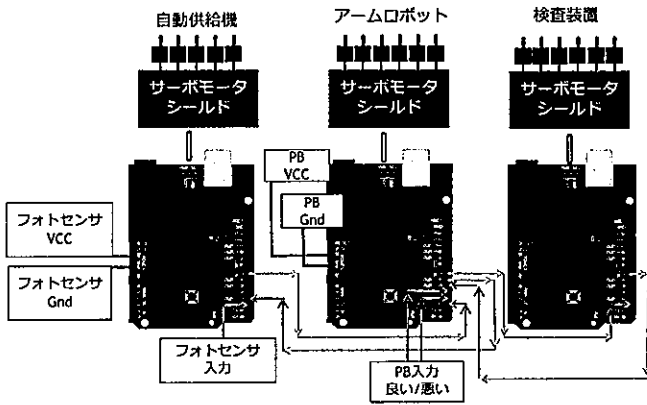


図3 3台のマイクロコンピュータの接続方法

3. 設計製作

3.1 上下・回転機構

図4に検査部の上下・回転機構の概念図を示す。コネクタは、回転テーブルにより90°ずつ向きを変えられる。また、カムを使って回転テーブルを上下させる。

3.2 縦回転機構

図5に検査部の縦回転機構を示す。コネクタを二つの六角ロッドで挟み、縦方向に回転させることで、コネクタの底面を検査用カメラに向けることができる。

3.3 自動供給部

自動供給部の製品投入部の設計は、2次元力学シミュレーションソフトを用いて行った。図6は製品投入部の動作シミュレーションの結果である。コネクタを製品投入部に入れると、コネクタは①から④のローラにより出口へ導かれる。ローラ間で各コネクタが干渉しないようにローラの間隔を調整した。また、干渉が起こった場合も、ローラ②にウレタンを巻くことでコネクタの破損を回避した。

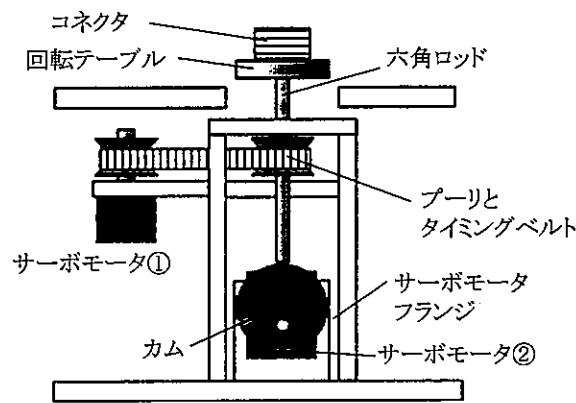


図4 上下・回転機構

4. 動作確認と調整

図7に完成した装置を示す。コネクタの自動供給部への投入から、検査終了まで約40秒を要した。今後の課題として、動作時間の短縮、検査装置の耐久性の確認、検査カメラとの連携等が挙げられる。

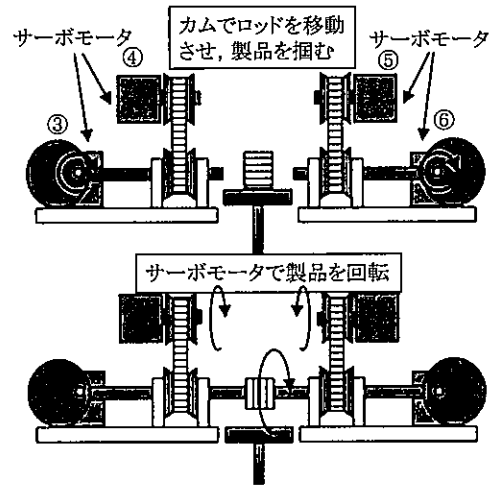


図5 縦回転機構

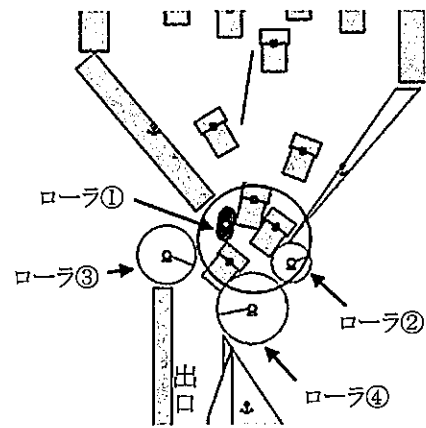


図6 製品投入部の干渉の様子

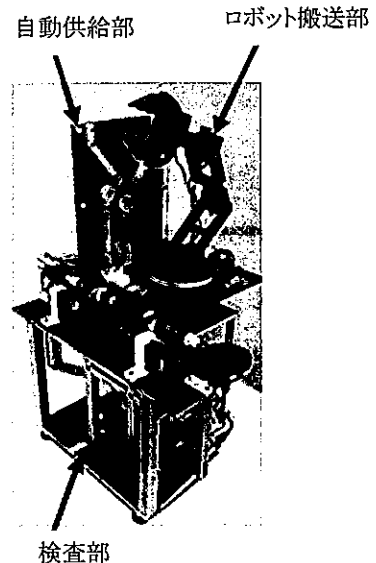


図7 製作した装置

参考文献

1) 平嶋一樹他:「プラスチック製品外観検査用ロボットの製作」, 熊本県立技術短期大学校 卒業研究概要集, (2019), pp.13-16.

# 熱応力を用いた線膨張係数の測定 —測定装置の再設計—

工藤将人<sup>\*1</sup>, 秀山文彦<sup>\*1</sup>

Measurement of coefficient of thermal expansion using thermal stress  
- Redesign of measuring device -

Masato KUDO, Fumihiko HIDEYAMA

本学では、一年次の後期に基礎工学実験の 1 テーマとして材料の線膨張係数を測定する実験を行っている。しかし、これまで使用していた測定装置は非常に大きくかつ過重であり、さらに熱応力に対する強度等に問題があることが報告されている<sup>1)</sup>。

本報告では、これらの問題を解決するために実験装置の再設計を行ったので、それらについて詳しく述べる。

## 1. 緒言

近年、自動車の内装、家電製品、日用品など様々な製品のプラスチック化が進んでおり、このようなプラスチック成型品を用いた射出成型品は私たちの生活に必要不可欠なものになっている。プラスチック成型品を用いて製品を成型する場合、180℃～300℃の熔融樹脂を金型内に流し込むため、金型温度は上昇する。金属は一般に温度が上昇すると熱膨張するため、プラスチック成型品の構成部品においても熱膨張が生じる。この熱膨張は射出成型品の寸法精度に大きく影響するため、金型金属材料の線膨張係数を知ることは重要である。

これまでの研究で金属棒の線膨張係数を測定する実験装置を製作したが、非常に大きくかつ過重であり、さらに熱応力に対する強度等に問題があることが報告されている<sup>1)</sup>。そこで本卒業研究では、従来の実験装置の問題を解決するために、装置の再設計を行った。

## 2. 線膨張係数とは

線膨張係数とは、温度上昇によって材料の長さが増加する割合である。一方、半径方向の膨張の場合は体積膨張係数を使用する。本研究では、1年生が理解で

きるように熱応力を用いて線膨張係数を測定する実験装置を製作した。熱応力の式を以下に表す<sup>2)</sup>。

$$\sigma = \frac{P}{A} = \alpha E \Delta T \quad (1)$$

上式を  $\alpha$  について解くと、

$$\alpha = \frac{P}{A \Delta T E} \quad (2)$$

ここで、 $\sigma$  [MPa]は試料に作用している応力、 $P$  [N]は試料にかかる熱荷重、 $A$  [mm<sup>2</sup>]は試料の断面積、 $\alpha$  [1/K]は試料の線膨張係数、 $E$  [MPa]は試料の縦弾性係数、 $\Delta T$  [°C]は温度差である。

## 3. 実験装置の概要

実験装置の概要を図 1 に示す。実験装置は中央に示す測定部および実験データを取得するための周辺機器で構成されている。測定部は、試料、試料を加熱するためのラバーヒーター、熱膨張により発生する熱荷

\*1 機械システム技術科

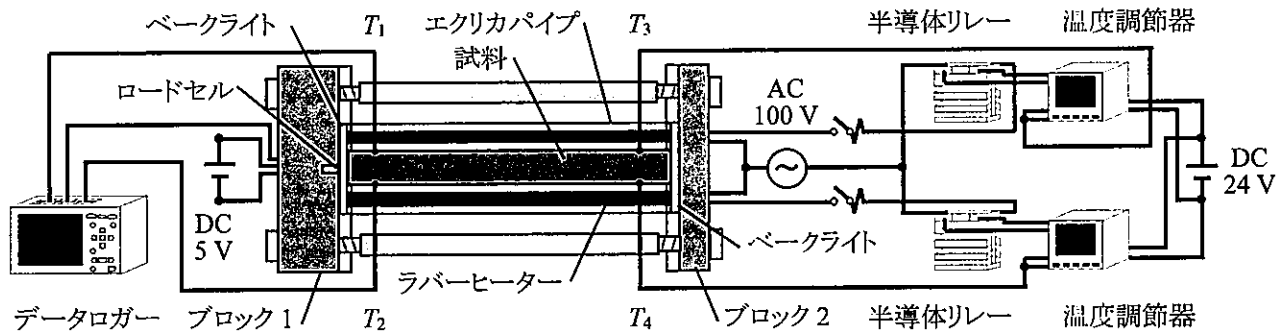


図1 実験装置の概略図

重を測定するためのロードセルおよびこれらを固定するためのブロック1およびブロック2で構成されている。試料からの熱損失軽減のために、試料をエクリカ製の透明なパイプおよび両端をベークライトで覆った。試料の温度( $T_1 \sim T_4$ )を測定するためにK型熱電対を用いた。温度と熱荷重の表示および記録にはデータロガーを用いた。また、温度調節器および半導体リレーを用いて試料の温度を指定温度に調節した。

#### 4. 実験方法

はじめに図1のように実験装置をセットし、ブロック1, 2の外側に設置しているボルトを締めて、ロードセルに初期荷重(ロードセルの出力電圧  $V_{out} [\mu V]: 2 \times 10^3 \mu V$ )をかけた。実験開始と同時に温度調節器の目標温度を  $40^\circ C$  に設定し、ラバーヒーターに電圧を加え試料の温度を目標温度まで上げた。温度調節器に接続されているK型熱電対の温度  $T_3, T_4$  が  $40^\circ C$  になった時間から10分経過後の温度  $T_1, T_2$  とロードセルの出力電圧  $V_{out}$  を測定した。さらに温度調節器の温度を上げ、同様に  $60^\circ C, 80^\circ C$  付近の温度  $T_1, T_2$  と出力電圧  $V_{out}$  を測定した。測定結果より温度上昇後の出力電圧と温度上昇前の出力電圧の差の値を(3)式に代入し荷重  $P [N]$  を求めた。また入力電圧  $V_{in} [V]$  は実験前のDC5V電源をデジタルハイテスタで測定した値である。

$$P = \frac{V_{out}}{V_{in}} \times U \quad (3)$$

ここで、(3)式はロードセルの出力電圧  $V_{out}$  から荷重  $P$  を求める変換式であり、また、 $U$  は校正係数( $0.02733 \times$

$10^3$ )である。以上より、(2)式にそれぞれの値を代入し、線膨張係数  $\alpha$  を算出した。

#### 5. 測定結果および考察

測定結果を表1に示す。試料の温度  $T_1, T_2$  には温度差があったので2つの温度の平均値  $T_m [^\circ C]$  ( $T_{m40}, T_{m60}, T_{m80}$ ) を試料の温度とした。測定結果より試料の温度が  $T_{40}$  から  $T_{80}$  まで上昇したときの線膨張係数  $\alpha$  は、 $5.09 \times 10^{-6} [K]$  となり、銅の線膨張係数の理論値( $16.6 \times 10^{-6} [K]$ )<sup>3)</sup>とは異なる値となった。

上記の主な原因として、試料同様に測定部が熱膨張していることや、試料の熱膨張によって発生する熱応力によって測定部が変形していることが考えられる。測定部が変形しているか確認するために、実験の際にブロック1, 2の外側に渦電流式変位センサを設置して測定部の伸びを測定した。その結果、最大  $0.1 \text{ mm}$  程度変形していることが確認された。今後の課題としては、上述の測定部の伸びを小さくすること、または、測定部の伸びが測定結果に影響しないような測定方法の考案が挙げられる。次年度以降の卒業研究の課題としたい。

表1 実験結果

$T_m [^\circ C]$	$\Delta T [^\circ C]$	$P [N]$	$\alpha [K]$
$T_{m40} = 39.55$	$\Delta T_{m60-m40} = 18.2$	4345.5	$5.85 \times 10^{-6}$
$T_{m60} = 57.75$	$\Delta T_{m80-m60} = 15.77$	2705.6	$4.25 \times 10^{-6}$
$T_{m80} = 73.52$	$\Delta T_{m80-m40} = 33.97$	7051.1	$5.09 \times 10^{-6}$

## 6. 結言

本研究では熱応力を用いた線膨張係数測定装置を製作し、その正確性について検討を行った。測定結果より、測定された線膨張係数は理論値とは異なる値となった。この原因としては測定部の変形が考えられ、次年度以降の卒業研究の課題とする。

## 参考文献

- 1) 岩木 聖斗, 中島 郁弥:「簡易熱膨張係数測定装置の製作」, 令和元年度卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校(2019), p33 ~ p36.
- 2) 臺丸谷 政志, 小林 秀敏:「基礎から学ぶ材料力学」第2版(2018年), 森北出版株式会社, p8, p12, p18, p54.
- 3) 一般社団法人日本機械学会:「伝熱工学資料」改訂第5版(2009年), 一般社団法人日本機械学会, p281.

# 電子情報技術科最優秀卒業研究の紹介 —高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と評価—

江口智弘\*1

Best study in Department of Electronic and Information Engineering

Improvement and evaluation of detecting device for getting out of bed in nursing home for the elderly

Tomohiro EGUCHI\*1

本報告は、令和2年度卒業研究において電子システム技術科(現電子情報技術科)で最優秀研究である技術賞を受賞した研究テーマを紹介する。本研究は、河野隼人さん、斎藤悠騎さんが取り組んだ研究である。

高齢者施設において被介護者(以下、高齢者という)が、夜間の睡眠中に単独でベッドから離床したり、ベッドから転落することを未然に防ぐために、危険に至る前の高齢者の状態を伝える離床検知装置の開発に取り組んできた。本研究では、昨年度までの課題であった①センサ設置の煩雑さの解消、②暗所での認識の改善、③起き上がり検知の正確性の向上に取り組んだ。

## 1. はじめに

高齢者施設において被介護者(以下、高齢者という)が、夜間の睡眠中に単独でベッドから離床することやベッドから転落することによって、受傷することがある。これらを未然に防ぐには、危険に至る前の高齢者の状態を瞬時に職員へ伝える必要がある。そこで、高齢者がベッドから離れる前に状態を検知し、高齢者施設の職員の携帯端末に情報を伝えることで転落を未然に防ぐことを目的とした離床検知装置の開発を平成30年度から開始した。

平成30年度は、Raspberry Pi3をコントローラとして、高齢者のプライバシーを考慮してカメラを使用せず、8本の圧力センサと2対の光電センサをベッドに配置し、高齢者のベッド上での起き上がり、寝ている状態、ベッドから離れた状態の3状態を検知した<sup>1)</sup>。また、ブラウザ上に高齢者の状態を通知する機能を設けた。しかし、光電センサや圧力センサの設置が煩雑であり、圧力センサの数が多くコストが高かった。また、情報をブラウザで職員が自ら確認しなければならなかった。

令和元年度は、圧力センサを6本に減らし、光電センサを赤外線カメラに変更した<sup>2)</sup>。カメラの画像をマスクして個人が特定できないようにすることでプライバシーに

配慮した。また、メッセージアプリケーションLINEを使って職員は受動的に通知を受け取れるようにした。しかし、圧力センサの設置の煩雑さは解消されず、カメラによる暗所での認識に課題が残った。

令和2年度の本卒業研究では、Raspberry Pi4をコントローラに、主センサを赤外線カメラに変更し、画像処理を用いて起き上がり検知の性能向上を、圧力センサを2本に減らし、設置の簡略化を図った<sup>3)</sup>。本装置は、図1のように太枠で示した仰臥位や側臥位からの起き上がり、ベッド端での端座位やはみ出しの3状態を検知できることを目標とした。

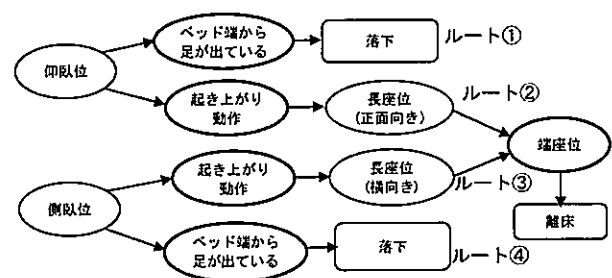


図1 想定した高齢者のベッド上での状態遷移

## 2. 本研究における離床検知装置の概要

本装置は、図2に示すようにRaspberry Pi4, 赤外線カ

\*1 電子情報技術科

メラ、圧力センサで構成され、状態を検知したらインターネットを介して、職員のスマートフォンへLINEで通知する。離床検知には、図3に示すようにベッドの足側に赤外線カメラを配置し、圧力センサは足側のベッド端に2本使用した。赤外線カメラは高齢者の起き上がりを、圧力センサはベッドからの足がはみ出たり、ベッド端での端座位を検知することができる。

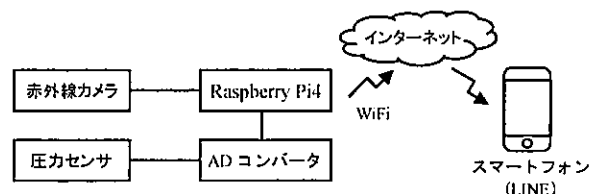


図2 離床検査装置の構成

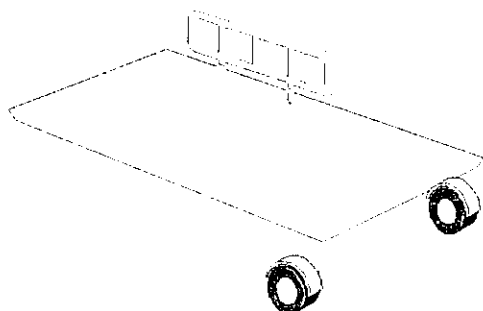


図3 離床検知装置のセンサ配置

### 3. 本研究の実施内容と性能評価

本研究では、赤外線カメラと赤外LEDを再選定することで、暗所での認識の課題を解決した。

仰臥位からの起き上がり検知は、画像処理ライブラリOpenCVのHaar-like特徴分類手法による顔の検出によって実現した。仰臥位では顔を検出せず、起き上がり始めると顔が検出できる図3の位置に、赤外線カメラを設置した。このプログラムで顔を検出できる範囲を明らかにするために、(a)仰臥位から起き上がる途中に顔が検出できた時の上半身の起き上がり角度、(b)長座位時に正面から顔を回転させて検出できた角度、および(c)長座位においてカメラから顔までの検出できた距離を測定した。(a)は40度以上、(b)は45度以下、(c)は950mm以上で反応したことを確認できた。

側臥位からの起き上がりは、顔検出では検知できないため、オプティカルフローによって検知した。オプティカルフローとは、ある画像の多数の点が2つ目の画像ではどこに移動したか対応付けを行い、OpenCVではその移動速度をベクトルデータとして表現したものである。

処理を容易にするため、縦5点、横6点、合計30点を、本装置で移動を検知するための特徴点とした。オプティカルフローの結果の例を図4に示す。画面中央下部周辺でベクトルが上方向に伸び、毛布の動きが検出されたことが分かる。仰臥位からの起き上がりによる特徴点の変化した数を計測したところ、毛布なしで8~12点、毛布ありで14~18点であった。そのため、本装置では特徴点が13点以上変化した時を起き上がりと決め、毛布の有無にかかわらず起き上がりを判定できた。

本テーマの開始当初より使用していた圧力センサは、離床検知をする際のカメラを補助し、ベッド端での状態を検知するために使用した。2本に減らすことで回路とその設置の簡略化を実現した。

圧力センサとカメラを組み合わせた離床検知装置が正確に機能するかを暗所で実験を行った。高齢者施設の職員は、高齢者が図2に示すように仰臥位または側臥位からの起き上がりまたはベッド端から足が出ている状態を検出することで、離床や落下を回避させたい。そこで、被験者が図2のルート①から④までのように体の状態を移行し、本装置でのこれらの検出を試みた。3つの機能を組み合わせてすべての状態遷移を検知できた。従来の装置は筐体が大きく目立っていたが、ティッシュケース内にいれることで、高齢者の普通の生活に溶け込みやすくすることができた。

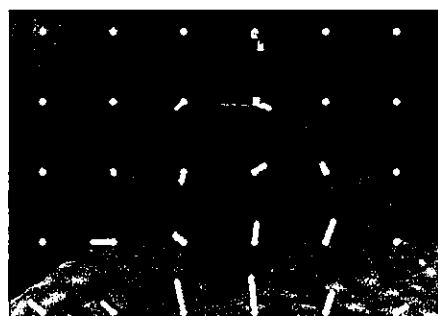


図4 オプティカルフローの例

### 4. まとめ

平成30年度から開発を開始した離床検知装置について、改善と評価をおこなった。カメラの設置場所を高齢者の足側に変えることで、OpenCVによる顔検出を用いた仰臥位からの起き上がり、オプティカルフローによる動きの検出によって側臥位からの起き上がりを検出できた。カメラを主体とする装置に変更したことで、圧力センサを2本に減らせ、回路や設置が簡略化できた。これらの3つの手法を組み合わせることで、照明を改善することで、怪我などの危険に至る前の状態である離床を正確に検



出できた。

本研究は、当初の目標を完遂したこと、地域への貢献の可能性、そして、今後の進展に期待ができると学科教員から評価され、電子システム技術科の河野隼人さん、斎藤悠騎さんが最優秀卒業研究に送られる技術賞を受賞した。

#### 参考文献

- 1) 中本大吾, 田中敦也, 江口智弘, 高齢者施設における離床検知装置の開発, 平成 30 年度(2018 年度)卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, (2019), pp.53-56
- 2) 加藤来望, 大村龍翔, 江口智弘, 高齢者施設で使用する離床検知装置の改善, 令和元年度(2019 年度)卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, (2020), pp.69-72
- 3) 河野隼人, 斎藤悠騎, 江口智弘, 高齢者施設で使用する離床検知装置の改善と評価, 令和 2 年度(2020 年度)卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, (2021), pp.57-60

## 5. 教職員一覽



## 熊本県立技術短期大学校教職員一覧

校長



尾原 祐三 (Obara Yuzo)

1980年 熊本大学大学院修士課程修了

学 位 工学博士

専 門 岩盤工学, 地下空間工学

指導部長兼電情系科長



河邊 真二郎 (Kawabe Shinjiro)

2007年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 機械設計

機械系科長



中野 貴之 (Nakano Takayuki)

2009年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 機械加工

精密機械技術科

教授

教授 (学科主任)

河邊 真二郎 (Kawabe Shinjiro)

中野 貴之 (Nakano Takayuki)

特別教授



谷名 修 (Tanina Osamu)

1988年 京都大学大学院修士課程修了

学 位 工学修士

専 門 液晶製造プロセス設計

主任講師



弓削 慶祐 (Yuge Keisuke)

2002年 職業能力開発総合大学校卒業

学 位 学士 (工学)

専 門 機械加工, 機械設計

講師



田中 誠一郎 (Tanaka Seiichiro)

1998年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 衝撃工学, 機械加工

指導員



上田 稔 (Ueda Minoru)

1978年 熊本工業大学 (現崇城大学) 卒業

学 位 学士 (工学)

専 門 機械加工

## 機械システム技術科

教授 (学科主任)



田崎 和博 (Tazaki Kazuhiro)

1998年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (理学)

専 門 固体物性

准教授



日野 満司 (Hino Mitsushi)

1984年 熊本大学大学院修士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 機械力学, 制御工学

主任講師



小笠原 健一 (Ogasawara Kenichi)

2000年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (学術)

専 門 ロボティクス, バイオメカニクス,  
制御工学

講師



秀山 文彦 (Hideyama Fumihiko)

2019年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 伝熱工学, 熱工学

講師



堀田 圭之介 (Horita Keinosuke)

1979年 熊本大学大学院修士課程修了

学 位 工学修士

専 門 機械工学, エネルギー論

指導員



小川 茂幸 (Ogawa Shigeyuki)

1969年 兵庫県立豊岡実業高校機械科卒業

専 門 機械加工

## 電子情報技術科

教授 (学科主任)



江口 智弘 (Eguchi Tomohiro)

2014年 日本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 福祉工学, 電子回路, マイコン制御

准教授



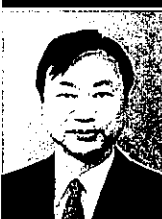
里中 孝美 (Satonaka Takami)

2008年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (工学)

専 門 システムLSI, 画像認識,  
ニューラルネットワーク

主任講師



打越 政弘 (Uchigoshi Masahiro)

1992年 東京工業大学大学院博士課程  
単位取得退学

学 位 工学修士

専 門 半導体工学, センサ工学

講師



福田 真 (Fukuda Makoto)

2008年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (理学)

専 門 素粒子物理

講師



池上 知顯 (Ikegami Tomoaki)

1980年 九州大学大学院修士課程修了

学 位 工学博士

専 門 電気計測

講師



甲斐 隆志 (Kai Takashi)

2012年 熊本大学大学院博士課程修了

学 位 博士 (理学)

専 門 天体物理学

## 情報システム技術科

教授 (学科主任)



福永 隆文 (Fukunaga Takafumi)  
 2009年 熊本大学大学院博士課程修了  
 学 位 博士 (工学)  
 専 門 PCクラスタシステム,  
 ポートトラッキング, Huge Page

特別教授



橋本 剛裕 (Hashimoto Takehiro)  
 1990年 東京理科大学工学部卒業  
 学 位 工学士  
 専 門 半導体製造プロセス設計

准教授



糸川 剛 (Itokawa Tsuyoshi)  
 2001年 熊本大学大学院博士課程修了  
 学 位 博士 (工学)  
 専 門 アルゴリズム, データ工学

准教授



牧岡 毅 (Makioka Tsuyoshi)  
 2005年 職業能力開発総合大学校研究課程修了  
 学 位 修士 (工学)  
 専 門 画像認識, ニューラルネットワーク,  
 自己組織化, キャリア教育

主任講師



菅原 智裕 (Sugahara Tomohiro)  
 1995年 熊本大学大学院修士課程修了  
 学 位 修士 (工学)  
 専 門 情報通信ソフトウェア

講師



趙 華安 (Cho Kaan, Hua-An ZHAO)  
 1993年 広島大学大学院博士課程修了  
 学 位 博士 (工学)  
 専 門 情報工学, 無線通信

(令和4年(2022年)1月1日現在)

紀要編集委員会（第 23 号）

委員長 尾原 祐三（校長）  
委員 糸川 剛（広報委員会委員長）  
委員 橋本 剛裕（広報委員）  
委員 藤本 樹理（広報委員）

---

熊本県立技術短期大学校紀要 第 23 号

令和 4 年 3 月 31 日発行

発行 熊本県立技術短期大学校 紀要編集委員会 委員長 尾原 祐三  
〒869-1102

熊本県菊池郡菊陽町大字原水 4455-1

TEL 096-232-9700

FAX 096-232-9292

印刷 光陽印刷株式会社

〒862-0947

熊本県熊本市東区画図町重富 567-4

TEL 096-378-8388

FAX 096-378-8396

---



