

# 熊本県立技術短期大学校 紀 要

第 19 号



2018 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

## 第19号(2018年3月)

【巻頭言】 “開校 20 周年、技術短期大学校は変わります” . . . . . 里中 忍

### 目 次

#### 1. 論文・報告

六足歩行ロボットの設計・試作 . . . . .	大土井雄三	3
制御技術の工学教育における実験装置の開発 リアクションホイールを用いた振子の振り上げ制御系の構成 . . . . .	日野 満司	7
機械学習を利用した認識システム手法 移動ロボットのための画像認識と自然言語識別 . . . . .	里中 孝美	13
家庭内における生活環境情報取得システムの構築 . . . . .	江口 智弘	21
卒業研究における仮想現実ソフトウェア製作の取り組み . . . . .	糸川 剛	25
Moodleを用いたWeb授業アンケートシステムの構築 試行版システムの概要と試行結果について . . . . .	宮崎 幸治	29

#### 2. 教職員および学生の活動状況一覧 . . . . . 35

著書、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、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

#### 3. 教職員一覧 . . . . . 47



## 開校20周年、技術短期大学校は変わります

校長 里中 忍

本校は一昨年開校20周年を迎えました。しかし、熊本地震の影響もあって記念式典、記念講演会を含む周年事業は、今年度「20周年+1（プラスワン）」事業の一環として実施しました。周年事業はこれまでの20年間を振り返りながら、本校の次の20年を考える機会と位置づけ、「人を育てる」というミッションの下、一つひとつの事業はその中心に学生がいることを常に意識して取り組みました。また、本校を取り巻く昨今の状況を考えると、グローバル化、少子高齢化、高度情報化などと共に産業構造や労働環境が大きく変化し始め、本校や本校を卒業する学生に求められる要求も変わりつつあります。特に、最近注目されているモノのインターネット（IoT）、人工知能（AI）、ビッグデータなど、論理的ではあるが実体が見えにくい、バーチャルの世界（サイバー空間）が注目され、アイデアを実体化するものづくりのリアルの世界（フィジカル空間）とも融合する動きとなって、第四次産業革命が加速的に動き始めたように感じています。このような時期に「20周年+1」事業に取り組んだことは、本校の学生がこれからの10年、20年をどのように生き抜いていくか、そのための人材育成をどのようにするかを考えるいい機会にもなりました。

最初の課題「これからの10年、20年をどのように生き抜いていくか」は、学生一人ひとりが考えていく課題ではありますが、高校を卒業してまだ1、2年しか経過していない学生が1人で考えて行くにはあまりに大きな課題です。また、その課題に対する解は、これから受ける経験や刺激によって少しずつ変化しながら次第に形作られるものです。これに対して、本校のような教育を行なう組織は、それぞれに家庭があるように、学生が社会における自分作りをするための様々な経験と刺激を提供する場としての役割を担っています。学生には、本校が提供する基礎知識と実験・実習や様々な課題を通じてものづくりの壁を感じながら、また失敗を経験しながら多くの成功体験を重ねてもらい、自信と感激を実感しながら学んでもらいたいと考えています。また、そのプロセスの中で受ける刺激—それは、講義からであったり、友人や仲間からであったり、先輩からであったり、書籍やニュースからであったりします—から、「一人の人間としての原点」を見つめ、「社会の中で生きることを意味、生き甲斐」を考え、「生きるための自分の立ち位置」を決め、「生きる場所、社会に貢献する道」を探していくことが、10年後、20年後も魅力ある技術者として存在感を示せるものと考えています。松下幸之助氏の言葉「人がこの世に生きていく限り、やはり何かの理想を持ちたい。希望を持ちたい。それも出来るだけ大きく、出来るだけ高く」を借りると、本校がその基盤づくりにふさわしい場となることを目指しています。

もう一つの課題「これからの人材育成をどのようにするか」については、最近の産業構造や労働環境の大きな変化が教育機関ばかりでなく産業界にも人材育成の見直しを迫っています。小学校での英語教育やプログラミングの必修化など、2、3年後には新しい学習指導要領での教育が始まります。県内のいくつかの企業団体は、これからの変化に備えて

講演会、勉強会を開催し、ものづくりでの経営や人材育成についての情報収集を行なっています。その一つ、熊本県ものづくり工業会の講演会に参加する機会があり、講師の厚労省参事官から東京大学の藤本隆宏教授が提案しているものづくり戦略における「よい設計、よい流れ」という考え方を知る機会がありました。「よい設計」はそれぞれの組織が哲学 Philosophy を持ち、目指す方向を明確にしておくことが、「よい流れ」は設計に沿った人材を配置し、実行力のある組織にすることが重要である、という話でした。人材育成を行なう組織でも同じような考え方が必要で、「よい設計、よい流れ」を作っておくことが求められています。本校の基本理念「県内産業の高度化、高付加価値化を支える人材を育成する」ことに変わりはありませんが、これからの変化に備えた人材育成の取り組みとして、入口(入学)、中身(カリキュラム)、出口(就職)の制度や仕組みの見直しに取り組み始めました。その基本は実践知をベースにした人材育成で、これからの生き抜くために必要な能力としてそれぞれの学科が強みを発揮できる分野を絞り込み、それぞれの分野で「基礎力」、「応用力(考える力)」、「挑戦するマインド」を持った人材を育てることにしました。また、見直しが単なる看板の架け替えにならないように、設計したプログラムや刺激がスムーズに展開できる組織作りと指導員の資質向上に取り組み、「よい流れ」となることを意識しています。

一方で、これからの技術者は、最近注目されている IoT、AI、ビッグデータなど、予想を上回る速さで開発が進んでいる技術に対しても無関心ではられません。囲碁や将棋の世界で AI が人間の能力を超え、医療の分野では治療で苦勞していた患者さんの病名が AI を利用した診断で明らかになり、有効な治療薬までわかったなど、これまでの常識を超えた話題が多く聞かれるようになっていきます。このような技術に対する将来の予測も行なわれ、現在ある仕事の約半分が将来ロボットや AI に任される、2045年には AI が人間の能力を超えるシンギュラリティが起こるなど、気になる予測も報告されています。これらの予測が的中するかどうかは判断できませんが、今のこの状況は電卓が主流の時代にパーソナルコンピュータ(PC)が身近になった1980年代を思い出させます。当時は PC に仕事を奪われるのでは、と心配する見方もありましたが、我々は試行錯誤しながらこの新しい技術と上手に付き合う方法を見つけ、科学技術の発展につなげてきました。現在の新しい技術に対しても、本校の学生が立ち位置としている分野で「基礎力」、「応用力(考える力)」、「挑戦するマインド」を持って対応する限り、次の時代を生き抜くことができると確信しています。

本校教職員も、このような時代の流れを意識しながら、そして試行錯誤を繰り返しながら「よい設計、よい流れ」を作るための様々な活動に取り組んでいます。本紀要は、その活動の一端を紹介するもので、本校の「顔」となるものです。紀要においても「よい設計、よい流れ」を作るために、今回から簡単な査読制度を取り入れ、相互の啓発と質の向上に取り組みました。その結果、アイデア的には今回の6編にも勝るとも劣らない取組みを見つけ出すことができ、その裏付けを強化するために次回の掲載を目指す取組みもできました。この他にも、本紀要には本校教員および学生の1年間の活動状況も掲載しています。ご一読いただき、本校の更なる発展のために、関係各位より忌憚のないご意見やご提言をいただければ幸いです。

# 1. 論文・報告



# 六足歩行ロボットの設計・試作

大土井雄三\*1

## Design and Trial Production of Six-legged Robot

Yuzo ODOI

災害支援ロボットの基礎検討として、小型六足歩行ロボットの設計・試作を行なった。ロボットの開発に当たってロボットに必要な最低限の機能としては、①ガレキの中でも安定して歩行できること、②劣悪な作業環境を考慮して故障が少ないシンプルな機構で動くこと、③ガレキの中でも直進、旋回等の移動ができること、の三つを目標とした。また、今回は実物大の試作は行わず、ラジコンキットを利用して基本構造と三つの機能の実現可能性を検討した。その結果、六足歩行を用いると常に三脚歩行で移動するために安定した歩行ができること、移動の機構としてはクランク・リンク機構が利用できること、また駆動機構に動力源としての2モータと左右の足の同期・非同期を可能とするクラッチ機構を採用して直進、超信地旋回が実現できることを明らかにした。

### 1. 緒言

近年、地震、台風、大雨等による自然災害が多数発生している。また、ガレキが散乱する災害現場の復旧作業には危険が伴うことが多く、災害支援ロボットの開発、利用が望まれている。しかしながら、災害現場はガレキ等による凹凸や崩落による傾斜等、不安定な地盤となっており、その中で災害支援ロボットには移動しながら復旧作業を行なうことが求められている。復旧作業は災害現場の状況によって異なり、作業内容も多岐に渡ることが多いが、移動動作に関しては、少なくとも次の三つの機能を備えておくことが求められている。一つ目はガレキの中でも安定して歩行できること、二つ目は劣悪な作業環境を考慮して故障が少ないシンプルな機構で動くこと、三つ目はガレキの中でも直進、旋回等の移動ができることである。

筆者らは、これまで開発されているロボットや本校精密機械技術科の卒業研究で取り組んだ四足歩行ロボットの試作結果を参考しながら、上記三機能を有するロボットの設計・試作に取り組んだ。一つ目の課題に対しては、通常のロボットで広く用いられている車輪やクローラによる移動は線状であるのに対し、足歩行方式は移動

の軌跡(足の着地点)が離散的で踏んではいけない場所を回避することができ、障害物を跨ぐ動作も可能となることから、今回は足歩行方式を採用することにした。二つ目の課題については、これまでの四足歩行ロボットの試作で有効であった回転モータを駆動源としたクランク・リンク機構を採用し、またガレキ等の不安定な地盤での歩行の安定性を確保するために六足歩行とすることにした。三つ目の課題については、クランク・リンク機構を採用しているために、クラッチ機構を用いて左右の足の動きを同期・非同期に切り替える方式で挑戦した。

今回は、目標とする災害支援ロボットの基本構造と三つの機能の実現可能性を検討するために、ラジコンキットを利用したモデルを試作して六足歩行の有用性を明らかにした。

### 2. 四足歩行ロボットの歩行と課題

四足歩行ロボットの歩行には、歩行時の足の接地数、二本(二脚)と三本(三脚)がある。低速度では三脚歩行のウォーク等、中速度では前後の片足の二本を交互に上げて歩行する二脚歩行のトロット等、高速度では前足と後足を交互に上げることにより、地面を蹴るように

\*1 精密機械技術科

歩行(疾走)する二脚歩行のギャロップ等がある。

図1に、本校の卒業研究で取り組んだ四足歩行ロボットを示す<sup>1)</sup>。このロボットでは、二脚歩行のトロットの歩行モードを採用したが課題があった。

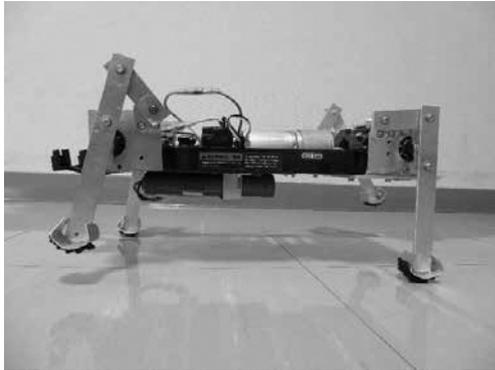


図1 四足歩行ロボット

#### (1) 安定した歩行が困難。

本体の重心バランスの調整と、足底の接地面積の拡大で安定性を図っていた。静止時は二本足接地状態を維持できた。しかし、歩行時は安定性がまだ不十分で、歩行振動により、持ち上げた足の片方に本体が傾いて三本足接地状態になり、二脚歩行ができなかった。

#### (2) 小回りが困難。

旋回は、前足(前輪)の舵の切り角を左右に約 $\pm 20^\circ$  可変させる方式のため、歩行(移動)しながらの緩やかな旋回しかできず、小回りができなかった。

### 3. 六足歩行ロボットの設計・試作

#### 3-1 基本構成

従来型の課題を改善するために、足の本数や足の駆動モータ構成を変更した。

(1) 歩行ロボットの歩行安定性を大幅に向上させるため、四本足から昆虫等の六本足に足本数を増やす。

図2のように、六足歩行を用いると常に三脚歩行(三本足接地)で移動するために安定した歩行ができる。左右の足が、片側は1本、他方側は2本が接地した状態A、Bに交互になるように足を動かして、本体を移動させる。

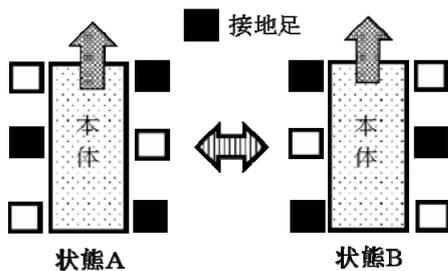


図2. 三脚歩行の足の接地状態

(2) 旋回の小回りを実現するため、前足で舵を切る方式ではなく、左右の足の逆動作用が可能なように、1モータ駆動から左右の足が独立した2モータ駆動にする。

例えば、小回りの旋回として、超信地旋回(その場旋回)ができるようにする。超信地旋回とは、左右のクローラ(車輪)を逆回転させる旋回である。車体を殆ど移動させずに旋回できる。ただし、左右の足が独立した2モータ駆動による歩行時は、左右の足の回転軸の角度差が所定の位相状態(同期)を維持しないと、正常なトロットの歩行とならず直進歩行しなくなる。実際に、左右の足が独立した2個の模型用モータで駆動する安価な四足、六足ロボットキットを試したが、同一電圧でも模型用モータは個体差による回転数に若干の差があり、左右の足の回転軸の角度差が所定の位相状態(同期)を維持できず、正常な二、三脚歩行(トロット)にならなかった。また、モータの回転数の差により左右の足の歩行速度に差が生じて、直進歩行にならず、旋回していった。よって、直進歩行時は左右の回転軸の角度差が所定の位相状態(同期)を維持できる機構が必要である。一方、旋回時は、2モータの回転数に差を設ける必要がある。小回りするには左右のモータを逆回転させる、片方の回転を止める等、位相が変化する非同期にする必要がある。よって、2モータの回転が、直進時は同期モード、旋回時は非同期モードになる切替機構が必要である。

#### 3-2 試作用部品

六足歩行ロボットの試作のベースとなるラジコン(RC)キットとして、3chで3モータ(ギヤボックス付)の正・逆回転を制御できるロボット製作セットを購入した。図3に、3chラジコンロボット製作セットのカタログ写真を示す<sup>2)</sup>。

購入品: 田宮模型製, 楽しい工作シリーズNo. 216,  
3ch RCロボット製作セット

これは3個の模型用モータ(ギヤボックス付)が付属しており、2個を足の駆動用、1個を同期・非同期モードの切替機構の駆動用に使用することにした。



図3. 田宮模型製 3ch RCロボット製作セット

### 3-3 同期・非同期モード機構の検討

2モータの回転の同期・非同期モードの切替機構として色々な案を検討した結果、2モータの回転軸を連結・非連結にできるクラッチ機構を取り入れることにした。

ただし、通常の自動車等のクラッチ機構と異なり、単に回転軸の連結・非連結だけでは不十分である。

すなわち、歩行ロボットでは、連結後は左右の足の回転軸の角度差が、所定の位相状態(同期)を維持できるクラッチ機構とする必要がある。

例えば、直進の三脚歩行とするためには、連結後に左右の駆動モータの回転軸のクランクの角度差(位相)が180度を維持できる機構が必要である。

クラッチ機構は検討の結果、**図4**のクラッチ機構(平面図)に示すように、駆動用のモータ1、2のギヤボックス1、2の回転軸の先端に、クラッチ用部材(同期ピン、受けピン、ガイド車輪等)を取り付けた。

2モータの回転軸を連結・非連結にするクラッチ用部材を可動させる機構として、モータ3のギヤボックス3に、クランク・リンク機構と、スライドレールに取り付けたスライド棒により、片方のクラッチ用部材の一部であるガイド車輪を押して回転軸方向に可動なスライダ機能とした。

**図5**のクラッチ用部材(側面図)に示すように、片方のクラッチ用部材は、回転軸方向に可動とするために、回転軸に固定しない。一方、このクラッチ用部材は、回転軸と連動して同期回転をする必要もある。

このために、回転軸は六角シャフトを使用して、可動側のクラッチ用部材は、六角回転軸の径よりも若干大きな穴径として隙間を設け、六角回転軸方向に可動と、六角回転軸に連動して同期回転の両立が出来るスライダ機能付のクラッチ機構とした。

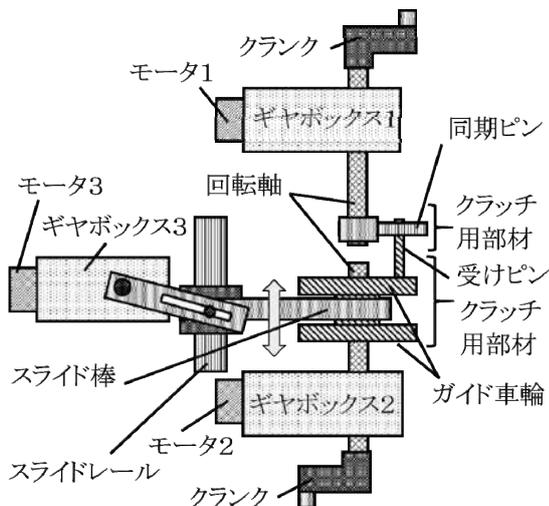


図4 クラッチ機構(平面図)

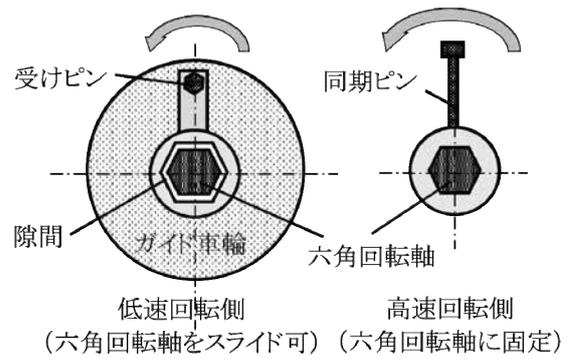


図5 クラッチ用部材(側面図)

また、所定の位相状態(同期)を維持できるクラッチ機構は、前述のように、模型用モータは同一電圧でも個体差により回転数に若干の差が生じることを逆利用した。

クラッチ用部材は、低速回転側のギヤボックス2側に六角回転軸方向に可動できる受けピン、ガイド車輪等を、高速回転側のギヤボックス1側に六角回転軸に固定された同期ピン等を設けた。

同期モードでは、低速回転側のクラッチ用部材が、ギヤボックス3の動作により高速回転側にスライドして、高速回転側の同期ピンがどの角度からでも、回転数の差から低速回転側の受けピンに接触することで、低速回転側ギヤボックス2の回転をアシストして高速回転側の回転数と同一とすることにより、左右の足の同期をとる原理である。高速回転側がスライドする構成としてもよい。

また、同期・非同期モードを目視確認できるように、同期ピン、受けピン、回転軸等を金属製として、同期ピンと受けピンが接触して同一回転になる同期モード時は電流が流れて、同期・非同期モード確認用のLEDランプが点灯するスイッチ機能を持たせた。

### 3-4 本体と足構成

**図6**に、試作した六足歩行ロボットを示す<sup>3)</sup>。

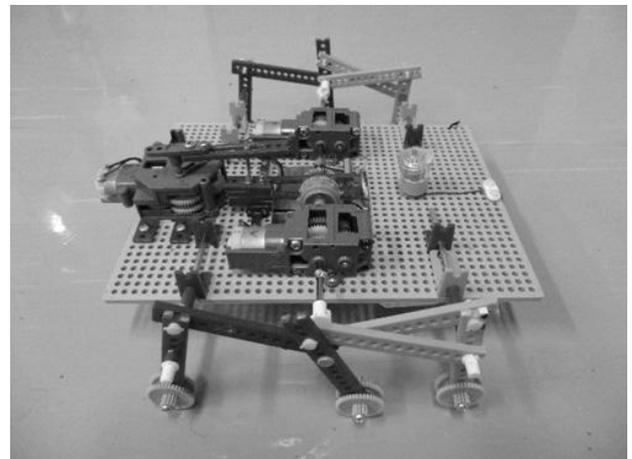


図6 六足歩行ロボット

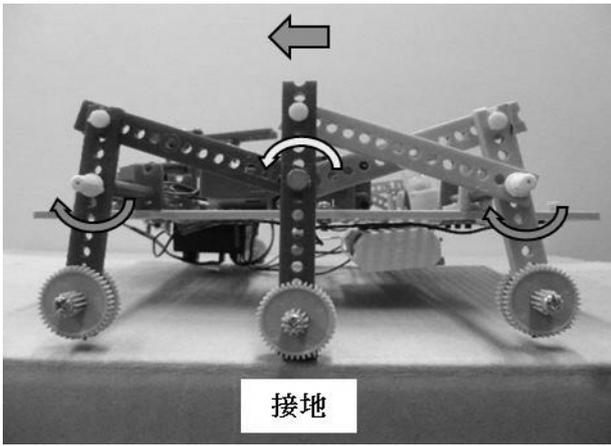


図7 片側の足接地状態A

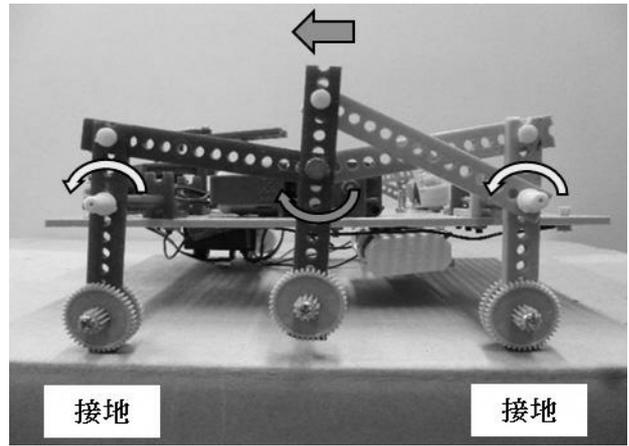


図8 片側の接地状態B

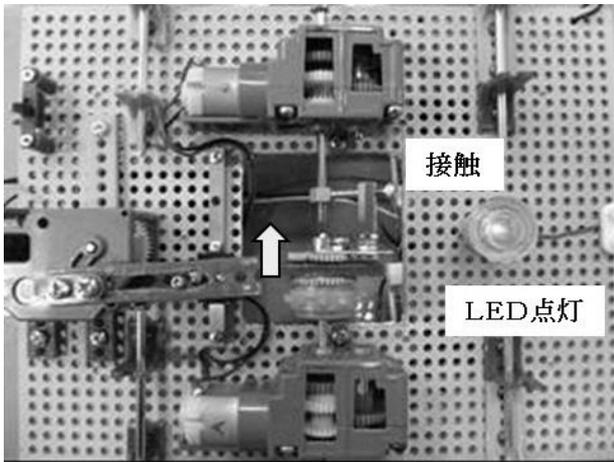


図9 クラッチ機構(同期モード)

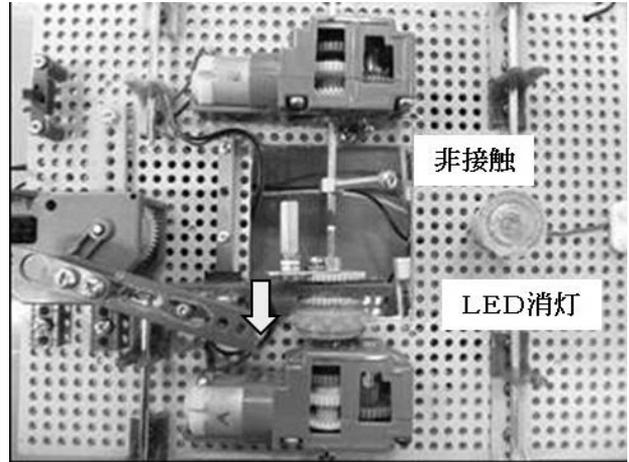


図10 クラッチ機構(非同期モード)

駆動用モータ・ギヤボックス1, 2, クラッチ機構等は、各3本左右の足の中央の中足に取り付けた。

重量は、軽量化のために本体をABS樹脂製としたが、約470g(単三乾電池4本込)であった。

図7, 図8に、試作した六足歩行ロボットの三脚歩行における片側の足の接地状態を示す。

図2に示したような、足の接地状態A, Bが交互に生じて、正常な三脚歩行となるように、各足のクランク・リンク機構の角度やリンク長さ等を調整した。

歩行時に足が地面を不必要に擦らないように、足底は円弧状とした。また、接地足が滑らないように、滑り止め用の弾性体(スポンジゴム)を足底に取り付けた。

### 3-5 クラッチ機構

図9, 図10に、試作した六足歩行ロボットのクラッチ機構の同期モード, 非同期モードを示す。

図9の同期モードでは、同期ピンと受けピンが接触して、回転軸経由で電流が流れてLEDが点灯する。

図10の非同期モードでは、同期ピンと受けピンが非接触になり、電流が流れないのでLEDが消灯する。

## 4. 結言

- (1) モータの回転をクランク・リンク機構によって歩行動作にするシンプルな構成の六足歩行ロボットとした。
- (2) 四本足から六本足にすることにより、常に三脚歩行で移動するため、歩行安定性が大幅に改善できた。
- (3) 左右の足動作を独立した2モータ駆動にした。左右の足動作が、同期・非同期モードが切替可能なクラッチ機構を採用した。同期モードでは直進歩行ができた、非同期モードでは、左右のモータを逆回転させることにより、本体が殆ど移動しない超信地旋回ができた。

## 参考文献

- 1) 市野考旺, 大窪知行, 坂本康正:「四足歩行ロボットの設計製作」, 熊本県立技術短期大学校・平成26年度卒業研究概要集, (2014)17
- 2) <http://www.tamiya.com/japan/products/70216>
- 3) 尾上弘樹, 倉本裕也, 田嶋宗一郎:「六足歩行ロボットの設計製作」, 熊本県立技術短期大学校・平成27年度卒業研究概要集, (2015)9

# 制御技術の工学教育における実験装置の開発 リアクションホイールを用いた振子の振り上げ制御系の構成

日野満司<sup>\*1</sup>

The development of a training apparatus to the engineering education of control technology  
Construction of swing-up control system of the pendulum by the use of a reaction wheel

Mitsushi HINO

制御工学における授業の理解を促すための実習装置として、リアクションホイールを用いた振子制御系を検討してきた<sup>1),2)</sup>。ここでは左右に振動する振子を鉛直下向きで静止させるという、いわゆる振れ止め制御についてハードウェアの改良、および各種の制御則の適用などを行い、良好な制御性能を得ることができた<sup>2)</sup>。ただこれまでは、まずは振れ止め制御からと云う観点であったため、振子を鉛直下向きの状態から振り上げて直立させることについては検討していなかった。もしこの制御が実現できれば、さらに面白みがあり、学生の興味を引く実習装置とすることができる。

そこで本研究では、振子の振り上げ制御と振り上がった後の倒立制御について検討し、制御系の構成および実機での制御性能の有効性を確認したので報告する。

## 1. 緒言

制御工学は、学生にとっては苦手意識が特に強い学問の一つである。その理由は、物理学や電気工学などの知識が必要となるだけでなく、数学も多用される横断的な学問であり、かなり抽象的な内容で終始するからであろう。

一般に制御工学では、制御対象を数学モデルで表わした後は、それを一般的な標準形の表現に変換し、数学の論理的かつ抽象的な世界で制御系の特性や構成法が説明される。このとき、制御対象である実物と数学の世界とのギャップが大きいと、それらの関係を結びつけることに混乱を来す場合が多い。さらに、授業において、手軽に扱えて興味を引く制御対象の実習装置があまり無く、またあったとしてもかなり高価なため入手困難であることも制御工学の理解を妨げる要因となっている。もし、興味を引くような制御対象があれば、それを基にして制御工学を具体的に理解できる学生も増えるはずである。

そのような観点から、前回までの報告<sup>1),2)</sup>では、興味深い動きを呈するリアクションホイールを利用した振子系の実験装置を試作し、制御系の構成および実験によ

る制御性能の検証を行ってきた。しかしこれまでは、検証が容易な振れ止め制御系を完成させることに傾注してきたため、振子を鉛直下向きの状態から振り上げて直立させることについては検討してこなかった。もしこの制御が実現できれば、振子が振り上がるというダイナミックな動作と共に、倒立を持続するという一見不思議な動作を具現することができるため、さらに面白みがあり、学生の興味を引く実習装置とすることができる。

そこで本研究では、振り上げ制御系として「振子の振り上げ制御」と、振り上がった後の「倒立制御」について検討を行った。振り上げ制御では系内のエネルギーに着目した手法を、倒立制御では現代制御理論である極配置法を適用した結果、制御系構成の確立と良好な制御性能が確認できたので報告する。

## 2. リアクションホイールによる振子制御系と数学モデル表現

図1にリアクションホイールを有する振子の概略を示す<sup>1),2)</sup>。この図では、振子が鉛直下向きの状態を中立点(N.P.)としている。振子の先端にはDCモータが取り付けられていて、そのモータの回転軸にはリアクションホイール

\*1 機械システム技術科

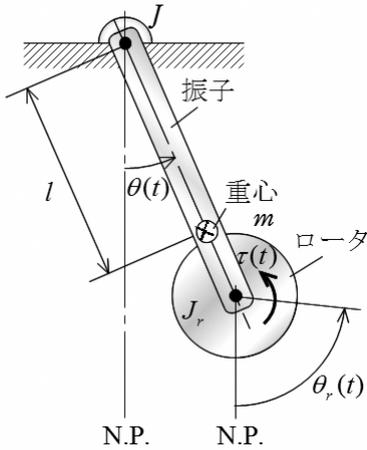


図1 リアクションホイールを有する振子の概略

ールであるロータが取り付けられている。DCモータに電圧を印加するとロータの回転が加速し、その反動(リアクション)でロータと振子の間で作用・反作用の関係によりお互いにトルクが作用する。このリアクションホイールからの反動を利用して、振子の制御を実現することができる。

制御系を構成するためには、振子制御系の運動方程式が必要である。図のように中立点(N.P.)から計測した振子およびロータの回転角度をそれぞれ $\theta(t)$ ,  $\theta_r(t)$ とする。また、ロータ(DCモータを含む)と振子の質量の合計を $m$ 、そのときの振子の軸回りの慣性モーメントを $J$ 、振子とロータを合わせた重心の振子の軸までの長さを $l$ 、ロータの回転軸回りの慣性モーメントを $J_r$ とする。DCモータに発生するトルクは制御入力である印加電圧 $v(t)$ に比例するものとし、その比例定数(電圧-トルク変換係数)を $\kappa$ とする。このとき、ロータおよび振子に対する回転の運動方程式はそれぞれ次式となる。

$$\ddot{\theta}_r = b_r v \quad (1)$$

$$\ddot{\theta} + a \sin \theta = -b_p v \quad (2)$$

ここで、上式内の動特性パラメータの表現は以下のとおりである。

$$a = \frac{mgl}{J}, \quad b_p = \frac{\kappa}{J}, \quad b_r = \frac{\kappa}{J_r} \quad (3)$$

### 3. 振子の振上げ制御系の構成

#### 3.1 中立点への漸近安定性

振子を鉛直下向きから左右に振動させ鉛直上向きに振り上げる制御系の構成として、振動系のエネルギーに着目する方法がある。これは、振子が鉛直下向きで静止しているエネルギーが0[J]の状態から、直立したときの

エネルギーの状態である $2mgl$ [J]となるように制御系を構成するものである。この場合、振子が鉛直下向きと上向きの2つの状態が中立点として存在するが、当然、直立した鉛直上向きの中立点に安定に漸近させることが必要となる。

本節では、この問題を解決する手法である、システムの入力に基づいたリアプノフの安定定理を適用する方法<sup>3)</sup>について基本的な考え方を示す。

次式の非線形システムを考える。

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}) + \mathbf{g}(\mathbf{x})\mathbf{u}, \quad \mathbf{x}_0 = \mathbf{x}(0)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{h}(\mathbf{x})$$

ただし、 $\mathbf{x}(t) \in \mathbb{R}^n$ は状態ベクトル、 $\mathbf{f}(\mathbf{x}), \mathbf{g}(\mathbf{x}) \in \mathbb{R}^n$ であり、 $\mathbf{u}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}^m$ はそれぞれ入力と出力である。もしこれが受動的システムであれば、蓄積関数と呼ばれる正定関数 $S(\mathbf{x})$ が次の消散不等式を満たす。

$$\dot{S} \leq \mathbf{u}^T \mathbf{y}$$

すなわち、

$$S(\mathbf{x}) - S(\mathbf{x}_0) \leq \int_0^t \mathbf{u}(\tau)^T \mathbf{y}(\tau) d\tau \quad \text{for } \forall t \geq 0$$

つまり、受動的なシステムでは、正定関数 $S(\mathbf{x})$ をシステム内のエネルギーとして定義すると、システム内のエネルギーの変化が入力によって供給される量よりも大きくならないということを意味しており、一般の機械システムの殆どはこの条件を満たす。ここでもし、 $\dot{S}(\mathbf{x}) \leq 0$ とできるなら、蓄積関数 $S(\mathbf{x})$ をリアプノフ関数の候補とできるので、リアプノフの安定定理が適用できる。

リアプノフの安定定理は、

「 $\mathbf{f}(\mathbf{x}) \in \mathbb{R}^n$ である非線形システム

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x}_0 = \mathbf{x}(0)$$

に対して、ある正定関数 $S(\mathbf{x})$ が存在し、 $\dot{S}(\mathbf{x}) \leq 0$ なら安定で、 $\dot{S}(\mathbf{x}) < 0$ なら漸近安定となり $\lim_{t \rightarrow \infty} S(\mathbf{x}) = 0$ となる。」

というものである。振子を直立した中立点に漸近させるためには、漸近安定でなければならないが、後述する制御系の構成で示すように、制御入力の構成を工夫しても、安定( $\dot{S}(\mathbf{x}) \leq 0$ )にはできるが漸近安定( $\dot{S}(\mathbf{x}) < 0$ )とすることができない。一方、振動系では入力を与えなければ初期値を超えて振動が大きくなることはないため、不変性が成立(コンパクトな集合に属する)する。したがって、ラサールの不変性原理<sup>3)</sup>が適用できて、中立点への漸近安定性が保証される。

#### 3.2 制御系の構成

制御の目的は、振子を振り上げるとともに、ロータの

回転速度が発散しないように制御することである。このときの制御系の構成法<sup>3)</sup>を以下に示す。

制御対象は、ロータ系(式(1))と振子系(式(2))からなるお互いに干渉するシステムである。ここで、ロータ系の出力を $y_R$ 、振子系の出力を $y_P$ とする。

制御系の構成としては、まず、 $y_R$ と $y_P$ を入力に対してそれぞれ受動的となるように選ぶ必要がある。

ロータ系に対しては、ロータの状態変数を $x_1 = \theta_r$ 、 $x_2 = \dot{\theta}_r$ と定義すると、式(1)は次式で表される。

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}_R &= \mathbf{f}_R(\mathbf{x}_R) + \mathbf{g}_R(\mathbf{x}_R)v, & \mathbf{x}_{R0} &= \mathbf{x}_R(0) \\ y_R &= h_R(\mathbf{x}_R)\end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_R &= [x_1 \ x_2]^T, \mathbf{f}_R = [x_2 \ 0]^T, \mathbf{g}_R = [0 \ b_r]^T, \\ h_R &= \kappa x_2 = \kappa \dot{\theta}_r\end{aligned}\quad (4)$$

である。式ロータの角速度を安定化するため、正定である蓄積関数をロータの回転の運動エネルギーとして

$$S_R = \frac{1}{2}J_r \dot{\theta}_r^2$$

と選ぶと

$$\dot{S}_R = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2}J_r \dot{\theta}_r^2 \right) = \kappa \dot{\theta}_r v = y_R v$$

となり、受動的なシステムとなる。

つぎに、振子系については、振子の状態変数を $x_3 = \theta$ 、 $x_4 = \dot{\theta}$ と定義すると、式(2)は次式で表される。

$$\dot{\mathbf{x}}_P = \mathbf{f}_P(\mathbf{x}_P) + \mathbf{g}_P(\mathbf{x}_P)v, \quad \mathbf{x}_{P0} = \mathbf{x}_P(0)$$

ここで、

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_P &= [x_3 \ x_4]^T, \mathbf{f}_P = [x_4 \ -a \sin x_3]^T, \\ \mathbf{g}_P &= [0 \ -b_p]^T\end{aligned}$$

である。ここで、振子系が持つエネルギー $E$ は運動エネルギーと位置エネルギーの和として、

$$\begin{aligned}E &= \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos \theta) \\ &= \frac{1}{2}Jx_4^2 + mgl(1 - \cos x_3)\end{aligned}\quad (5)$$

で表される。このエネルギーの表現を用いて、出力 $y_P$ を次式で定義する。

$$y_P = h_P(\mathbf{x}_P)$$

ここで、

$$\begin{aligned}h_P &= -\kappa \dot{\theta}(E - 2mgl) \\ &= -\kappa x_4 (E - 2mgl)\end{aligned}\quad (6)$$

であり、 $2mgl$ は振子が振り上がった時に持つべきエネ

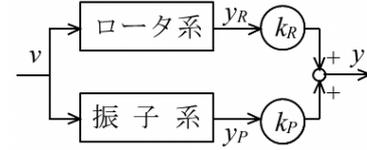


図2 制御対象の入出力表現

ルギの目標値である。蓄積関数 $S_P$ を目標エネルギーからの偏差として正定関数を

$$S_P = \frac{1}{2}(E - 2mgl)^2$$

と選ぶと

$$\begin{aligned}\dot{S}_P &= \frac{d}{dt} \left\{ \frac{1}{2}(E - 2mgl)^2 \right\} = -\kappa \dot{\theta}(E - 2mgl)v \\ &= y_P v\end{aligned}$$

となり、受動的なシステムとなる。

ここで、ロータ系と振子系を並列結合して、全システムを図2のように表す。ここで、 $k_R$ と $k_P$ は正の定数である。出力 $y$ は次式で与えられる。

$$y = k_R y_R + k_P y_P$$

この並列結合で蓄積関数 $S$ を $S = k_R S_R + k_P S_P$ とすると、 $\dot{S} = yv$ となり、やはり受動的なシステムとなる。ここで、 $k$ を正の係数として制御入力 $v$ を

$$\begin{aligned}v &= -ky = -k(k_R y_R + k_P y_P) \\ &= -k\{k_R \kappa \dot{\theta}_r - k_P \kappa \dot{\theta}(E - 2mgl)\}\end{aligned}\quad (7)$$

$$= -k \left[ \bar{k}_R \dot{\theta}_r - \bar{k}_P \left\{ \frac{1}{2} \dot{\theta}^2 - a(1 + \cos \theta) \right\} \dot{\theta} \right]\quad (8)$$

と構成する。なお、使用する制御入力は式(8)である。ここで、 $\bar{k}_R = k_R \kappa$ 、 $\bar{k}_P = k_P J \kappa$ ではあるが、 $\bar{k}_R$ と $\bar{k}_P$ および $k$ を設計パラメータとして調整する。このとき、ロータおよび振子の角速度は、動作中に $\dot{\theta}_r = 0$ および $\dot{\theta} = 0$ となることがあり得るので、式(4)と式(6)、および出力 $y_R$ と $y_P$ の関係から、 $y = 0$ すなわち、 $\dot{S} = 0$ となることがあり得る。したがって、 $\dot{S} = yv = -ky^2 \leq 0$ となり、このシステムはリヤプノフの安定定理から安定となる。さらに、この振動系では不変性が成立するため、ラサールの不変性原理から中立点は漸近安定となる。中立点は振子が鉛直上向き $\theta = \pi$ (または $-\pi$ )と鉛直下向き $\theta = 0$ の2つの状態が存在するが、鉛直下向きの中立点で静止している状態からロータを回転させてその状態から逸脱させると、その後はもう一つの中立点に漸近していくため、次式のように制御される。

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S_P = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2}(E - 2mgl)^2 = 0$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S_R = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2} J_r \dot{\theta}_r^2 = 0$$

したがって、時間がある程度経過した後では振動系内のエネルギーが倒立したときの位置エネルギーの値 ( $2mgl$ ) となるように制御されるため、振子の振り上げが達成され、さらに、ロータは停止 ( $\dot{\theta}_r = 0$ ) する。ただし、それ以降は、振子系内のエネルギーが直立時の位置エネルギーの値になっただけであるため、振子はエネルギーを維持しつつほぼ半回転ずつ左右交互に振動を継続する。したがって、倒立制御への切り替えが必要となる。

なお、文献3では制御入力が式(7)で構成されているため、各諸元である質量  $m$  や慣性モーメント  $J$  および  $J_r$ 、さらには電圧-トルク変換係数  $\kappa$  の値など全ての動特性パラメータを同定し、かつ式(5)のエネルギー  $E$  も計算する必要があるが、本手法で使用する制御入力は式(8)であり、この式からもわかるように、同定すべき動特性パラメータは  $a$  のみであり、これは過渡応答法により容易に同定できる<sup>2)</sup>。このときの制御系の構成を図3に示す。

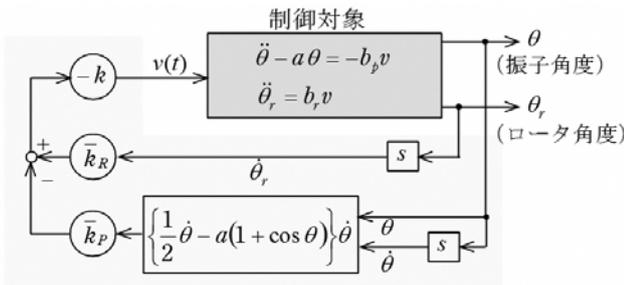


図3 振り上げ制御系の構成

#### 4. 振子の倒立制御系の構成

振子が振り上がり、設定した角度を越えた後は、振子を持続的に倒立させる制御系に切り替えるために、振子の倒立制御系を構成する必要がある。図4に示すように振子の鉛直上向きの状態を新たな中立点(N.P.)とすると振子およびロータに関する運動方程式はそれぞれ次式となる。

$$\ddot{\theta}_r = b_r v \quad (9)$$

$$\ddot{\theta} - a\theta = -b_p v \quad (10)$$

ここで、振子系の動特性パラメータである  $a, b_p, b_r$  は振り上げの時の動特性パラメータ(式(3))と同一である。なお、線形制御理論を適用するため、式(10)において非線形項を線形化し  $\sin \theta \cong \theta$  と近似している。

制御の目的は、振子を直立させるとともに、ロータの回転を安定化させることである。このことを式で表現する

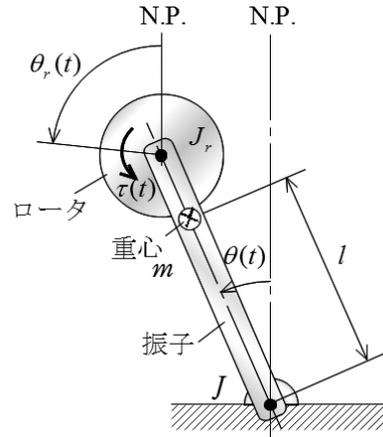


図4 振子が倒立状態のときの各諸元

と次のようになる。

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \theta(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{\theta}(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{\theta}_r(t) = 0$$

制御系を構成するためには、振子およびロータの運動方程式(9),(10)を状態方程式で表す必要がある。状態変数を  $\mathbf{x}(t) = [\dot{\theta}_r(t) \quad \theta(t) \quad \dot{\theta}(t)]^T$  と定義すると、状態方程式は次式となる。

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}v, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & a & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_r \\ 0 \\ -b_p \end{bmatrix}$$

したがって、制御の目的は

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{x}(t) = \mathbf{0}$$

となるように状態フィードバック系を構成することである。

制御則としては、閉ループ系の極を設計者が任意に指定できる極配置理論を適用することとし、Achermannの極配置法<sup>4)</sup>を採用する。この手法では、まず、理想とする閉ループ形の安定な極  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  を指定し、閉ループ系の特性多項式  $D(s)$  を

$$\begin{aligned} D(s) &= (s - \lambda_1)(s - \lambda_2)(s - \lambda_3) \\ &= s^3 + d_3 s^2 + d_2 s + d_1 \end{aligned}$$

で与える。この結果を用いて制御入力を次式で構成する。

$$v = \mathbf{k}^T \mathbf{x} \quad (11)$$

ここで、

$$\mathbf{k}^T = -[0 \quad 0 \quad 1][\mathbf{b} \quad \mathbf{A}\mathbf{b} \quad \mathbf{A}^2\mathbf{b}]^{-1}D(A)$$

である。

この制御則により、鉛直上向きが最も安定な状態に制御される。したがって、振子角度が多少ずれても、指定した極の収束度でそのずれを補正するように、常に修正動作が発生し、倒立制御が実行される。このときの制御系の構成を図5に示す。

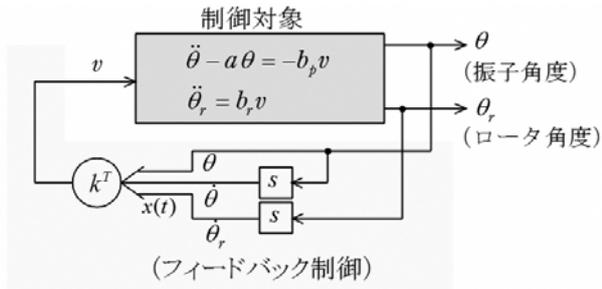


図5 倒立制御系の構成

5 実験装置および実験結果

実験装置の概略構成を図6に示す。ここでは、ロータにパワフルなトルクを与えることができる文献2の試作機を使用した。また、今回使用した実験装置の写真を図7に示す。

振子の回転角度は振子の回転軸に直結された分解能 2000[P/R]のエンコーダで計測され、ロータの回転角度は DC モータに直結された分解能 1000[P/R]の DC モータに直結されたエンコーダで計測される。それぞれのエンコーダから出力されるA相とB相のパルス信号をカウンタでカウントすることで回転角度が計測される。それらのカウント値はパソコンに取り込まれ、それぞれの角度 $\theta$ [rad],  $\theta_r$ [rad]に換算される。

パソコン内では計測された角度情報に基づいて DC モータに印加する電圧値 $v$ [V] が振り上げ制御時は式(8)で、倒立制御時は式(11)に基づいて計算される。

この実験装置で使用されているモータはシチズン千葉精密(株)製のエンコーダ付きコアレス DC モータ(NC-185802)であり、定格出力は9[W]と、パワフルなモータが採用されている。なお、この DC モータの定格電圧、定格トルクおよび定格電流は、それぞれは24[V], 12.7[mNm]および 500[ mA]である。DC モータにパワーを供給するモータドライバは、同社製でこの DC

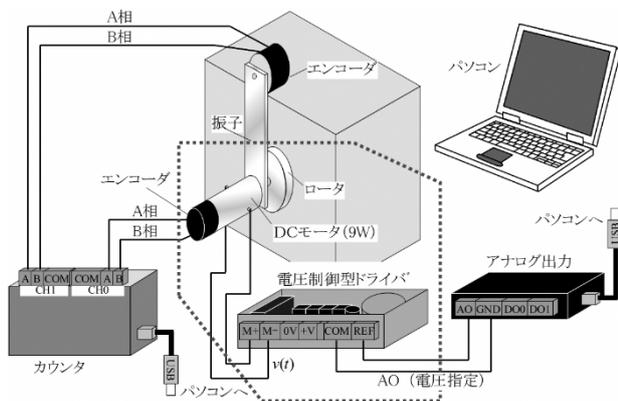


図6 トルクが十分な実験装置の概略

モータに適合した DC モータ用ドライバ(USE-2A)である。最大出力電流は5.0[A]であり、設定を電圧制御型とすることで、DC モータに印加される電圧を、 $\pm 10$ [V]の範囲内で指定できる。

動特性パラメータは文献2で同定されており $a = 69.3$ [rad/s<sup>2</sup>],  $b_p = 2.54$ [rad/Vs<sup>2</sup>],  $b_r = 129$ [rad/Vs<sup>2</sup>]である。振り上げ制御系の設計パラメータを $k = 0.03$ ,  $\bar{k}_R = 0.5$ ,  $\bar{k}_P = 0.3$ , 倒立制御の閉ループ系の極を $\lambda_1 = -4$ ,  $\lambda_2 = -5$ ,  $\lambda_3 = -6$ , 振子の振り上げから倒立への切り替え角度を $\pm 2.95$ [rad]と設定した。

図8に振子角度の時刻歴応答を示す。振子は左右に振動しながら振り上がり、5.3[s]で切り替わり倒立制御

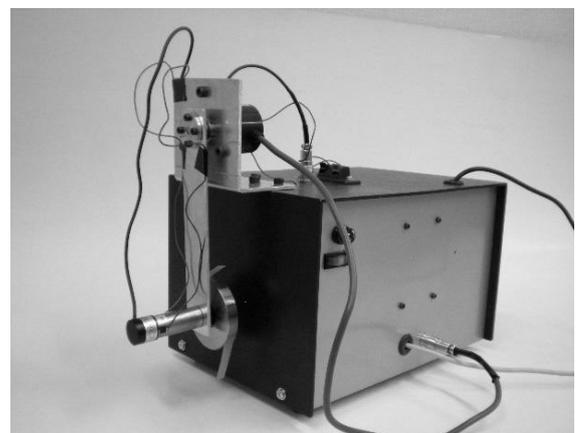


図7 試作機(平成27年度の試作機)

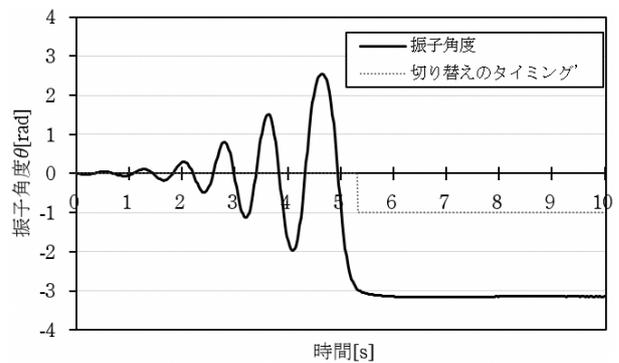


図8 振子角度の時刻歴応答

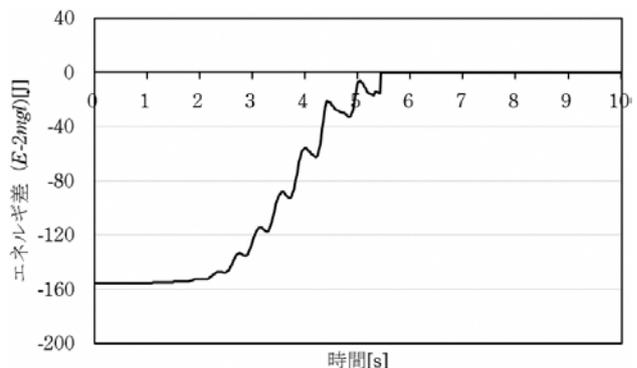


図9 エネルギー差の時刻歴応答

に移行している。図9に、振り子が持つエネルギー( $E$ )[]から直立したときのエネルギー( $2mgl$ )[]を差し引いたエネルギー差( $E - 2mgl$ )[]の時刻歴応答を示す。図よりエネルギー差はマイナスから徐々に増加し、切り替え時には差が殆ど0となっている。これは、振り子の持つエネルギーが振り子が直立した時のエネルギーに等しくなったことを示しており、振り上げ制御が良好に実行されていることを意味している。

## 6. 結 言

今回報告したリアクションホイールを用いた振り子の制御においては、振り子を鉛直下向きの状態から左右に振動させながら振り上げる振り上げ制御と、その後に振り子を保持して倒立させる倒立制御の2種類の制御手法を振り子の振り上げ制御系として検討し、実験によりその効果を検証した。振り子の振り上げは、徐々に振り子の振動が大きくなるというダイナミックな動きを呈し、その後の直立状態で静止する動作は、一見不思議な感覚を与える。

制御工学の理解を深めるための実験装置は、少なくとも下記の条件を満たす必要がある。

- ・動きが見え、興味を引く制御対象
- ・パラメータ同定が実験により容易に実行可能
- ・制御系設計が分かり易く、制御効果の確認が容易

振り上げ制御系の構成に関しては、理論的には多少難しい側面もあるが、それ以外は、上述の条件に当てはまるため、学生に興味を持たせる実習装置として妥当であり、制御工学の理解促進に大いに貢献できると云える。

今後は、制御工学の授業で本実験装置を使用することを前提としてテキストの整備を行う予定である。なお、制御手法は各種あるので、それらを用いた他の制御系の構成法を検討し制御工学のテキストを充実させることも必要である。

## 参考文献

- 1) 日野満司:「制御技術の工学教育における実験装置の開発ーリアクションホイールを用いた振り制御系の制御ー」熊本県立技術短期大学校紀要, 第17号, pp.21-25, 2016
- 2) 日野満司:「制御技術の工学教育における実験装置の開発ーリアクションホイールを用いた振り制御系実験装置の改良と現代制御理論の適用ー」熊本県立技術短期大学校紀要, 第18号, pp.13-20, 2017
- 3) K.J.Åstrom, D.J.Block and M.W.Spong: “The Reaction

Wheel Pendulum”, San Rafael, Morgan and Claypool, pp.60-69, 2007

- 4) 岩井善太, 石飛光章, 川崎義則:「制御工学」朝倉書店, pp.105, 1999

# 機械学習を利用した認識システム手法

## 移動ロボットのための画像認識と自然言語識別

里中孝美\*<sup>1</sup>

### Machine Learning Methodology for Cognition System

Image Recognition and Natural Language Classifier for Mobile Robots

Takami Satonaka

本報告は人間と協働するロボットに必要な画像認識、対話機能を実現する機械学習システム開発手法について記述する。深層学習フレームワーク Caffe を用いて CNN (Convolutional Neural Network) の学習モデルを構築し、人顔、装飾品のオブジェクトの画像データを用いて識別性能の評価実験を行った。IBM Cloud (Bluemix) プラットホーム環境の自然言語処理サービスを利用して、英文テキストの感情表現の推定、テキストマイニングによる英会話文のクラス分けの実験を行った。

### 1. はじめに

近年、PaaS (Platform as a Service) のクラウド環境で人間のように経験と知識に基づいて問題を解決する機械学習 API (Application Programming Interface) が提供され、それを利用して IBM Watson 等のようにクイズの質問応答<sup>(1)</sup>、画像認識、人との対話などの機能を組み込んだ認識システムの実用化が進んだ。

本報告では、人間と協働するコミュニケーションロボットに必要な画像認識、対話機能を実現するための機械学習方法について記述し、それを利用した認識システムの課題を明らかにする。ロボットをインターネットに接続して利用することを前提として、ロボットのコンピュータの計算資源と、PaaS (Platform as a Service) のクラウド環境の計算資源を用いて機械学習を実行するアプローチを考える。

先ず、深層学習<sup>(2)(3)</sup>のフレームワーク Caffe<sup>(4)</sup>を利用して、顔、装飾品オブジェクトの画像認識を行い、画像データベースの作成法と CNN の構築法を提示する。

深層学習の CNN は、画像の局所的特徴抽出を行う畳み込み層と、局所毎に特徴をまとめるプーリング層とか

らなる多数の隠れ層を持つ構成により、微小な変位に対する不変性を獲得し、画像認識の分野で顕著な成績を収めてきた<sup>(2)(3)</sup>。しかし、学習の認識性能を向上させるために隠れ層の数が増加し、モデルが複雑になった。

そこで、本報告では、大量の学習データと長時間の学習が必要な複雑なモデルを避け、LeCun らが提案した LeNet5 (1998 年) の CNN モデル<sup>(1)</sup>を採用した。CNN モデルを小規模なクラス数の識別問題に適用して、効率的な学習データの作成方法により、認識率が改善されることを示した。

次に、ロボットのコミュニケーションに不可欠な質問応答、対話の機能を実現する自然言語処理の手法を説明する。本報告では、IBM Cloud (Bluemix) の計算資源を利用して自然言語処理の学習を行い、対話システムの課題を検討した。意図分類を行う自然言語分類器 (NLC: Natural Language Classifier)<sup>(5)</sup>により英文テキストの感情表現の推定を行い、テキストマイニングツール<sup>(6)</sup>を用いて英語名言集のキーワード抽出と会話文リストの作成を行った。

\*1 電子システム技術科

## 2. 深層学習 (Deep learning) による画像認識

### 2-1 深層学習のモデル選択

従来の階層ニューラルネットワーク (NN) の構成は、入力層、隠れ層、出力層の3層であり、誤差逆伝搬法でそのモデルの学習係数を修正した。深層学習の原型モデルは、福島が 1979 年に提案したネオコグニロン<sup>(7)</sup>で、隠れ層が 3 層以上のネットワークで構成される。それを発展させたモデル LeNet5 (1998 年)<sup>(1)</sup>が LeCun らにより提案された。その後の代表的なネットワークは、Hinton や Krizhevsky らの AlexNet (2012 年)<sup>(8)</sup>、Simonyan らの VGG16 (2014 年)<sup>(9)</sup>である。モデルが複雑になると、学習データの量が増加した。例えば、16 層のモデル VGG16 は、ImageNet の 120 万枚の画像を用いて 1000 カテゴリを分類する問題を扱った。膨大な学習データを収集して、高性能汎用グラフィックプロセッサ (GPU) で並列処理を行わせるようになった。また、既学習ネットワークを使用して、最終層のモデルパラメータを更新する転移学習<sup>(10)</sup>が導入された。

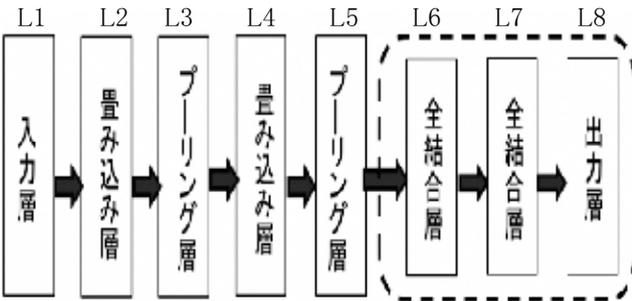


図1 CNN (LeNet5) のアーキテクチャ

```
conv1 = Convolution(input, kernel =5, num_output=20)
pool1 = Maxpooling(conv1, size=2)
conv2 = Convolution(pool1, kernel=5, num_output=50 )
pool2 = Maxooling(conv2, size=2 )
fc1 = InnerProduct( pool2, num_output=500,relu)
output= InnerProduct(fc1, num_output=40, softmax)
```

図2 LeNet5 モデルの演算処理の概要

本報告は、LeNet5 モデルを用いて、識別問題の複雑さに最適な学習データ作成法を提案する。モデルの複雑さと必要な学習データの関係性を明らかにする。図1は、

CNN (LeNet5) のアーキテクチャである。入力層、2つの特徴抽出層 (畳み込み層、プーリング層)、2つの全結合層、出力層から構成される。2つの全結合層、出力層の構成は、従来の階層型ネットワークと類似している。

図2は、LeNet5モデルの各層の演算処理の概要である。入力層 (L1) の画像入力 input に対して、畳み込み演算 Convolution、プーリング演算 Maxpooling、積和演算 InnerProduct を行い、出力層 (L8) の出力 output を得る。L2、L4 層目の畳み込み層の出力は conv1、conv2 で、L3、L5 層目のプーリング層の出力は pool1、pool2 で、L6、L7 層目の全結合演算の出力は、fc1、output である。積和演算の活性化関数として、正規化線形関数 relu、ソフトマップ関数 softmax を用いる。

式(1)は、NN の積和演算式を示している。m 個の入力  $x_i$  と重みのフィルタ係数  $w_{i,j}$  との積和演算にバイアス  $b$  を加えた値に対して、活性化関数  $\varphi$  を用いて、出力  $y_i$  を得る。

$$y_j = \varphi(\sum_{i=1}^m w_{i,j} x_i + b) \quad (1)$$

図3は、畳み込み層のフィルタ演算と特徴マップ出力を示している。20 種類の各フィルタ係数と  $5 \times 5$  の入力画素との Convolution を行い、 $28 \times 28 \times 20$  の特徴マップを得る。図4は、最大値プーリング演算の例である。プーリング層では、 $4 \times 4$  の入力に対して  $2 \times 2$  の領域ごとに最大値を出力する。それによって、データサイズの削減、領域内のロバストな特徴抽出が可能になる。

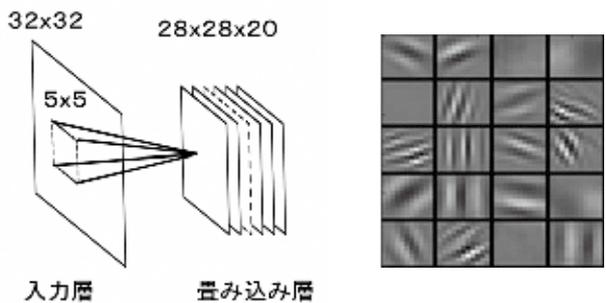


図3 畳み込みフィルタ演算と特徴マップ出力

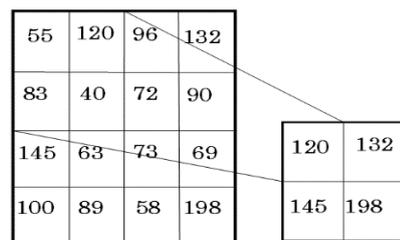


図4 最大値プーリング演算の例

表1 各層の出力の次元

各層の出力	次元
input	32x32
conv1	28x28x20
pool2	14x14x20
conv2	10x10x20x50
pool2	5x5x50
fc1	500
output	40

本報告では、LeNet-5<sup>(3)</sup>の CNN モデルを用いて人顔、装飾品のオブジェクトの画像認識を行った。表1の例では、32x32 次元の入力と 40 クラスの出力を仮定して各層の出力の次元を概算した。LeNet-5 の L2、L4 の畳み込み層の演算では、サイズ 5×5 で 20(L2)と 50(L4)種類のフィルタを用いる。フィルタの重み係数は、誤差逆伝播法で学習データと教師信号を与えて更新される。識別層 L6、L7の出力は式(1)で計算される。

## 2-2 モデル構築と評価実験

本報告では、深層学習フレームワーク Caffe (Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding)を Ubuntu14.04 の OS 環境で動作させた。Caffeのコア部分はC++で記述されており、C++とPython言語の API を利用してプログラムを作成する。また、CUDA の GPU 環境を利用して高速な演算処理を実装する。畳み込みニューラルネットワーク学習では、大容量の学習データセットを用いて複雑なモデルパラメータを決めることが課題である。人物画像の認識では、学習データのサンプル数が少ない識別問題を扱い、その課題を明らかにした。

図5 BU-3DFE のデータベース



表2 顔の認識率(BU-3DFE)

学習データ数	1	2	3
テストデータ数	4	3	2
認識率(%)	69.46	84.16	92.50

図5は、人物認識に用いた BU-3DFE (Binghamton University 3D Facial Expression)<sup>(11)</sup>のデータセットを示す。40人の無表情、怒り、悲しみ、驚き、喜びの5種類の顔画像のサイズを、512×512 から 128×128 に変換した。また、左右反転した顔画像を用いて人物を判別する CNN を学習させ、認識率とデータ数の関係を調べた。

その結果を表2に示す。学習用画像(n枚)とテスト用画像((5-n)枚)に分け、nを1から3に変化させたとき、認識率は 69.46%から 92.50%になった。その課題は、CNN の構成が複雑であるため、学習データ数が少ないと、認識率が低下することであった。

データベースI の1000回の学習において、メモリ容量 24GB、CPU(i7-4770K @3.5GHz)、GPU ( GeForce GTX770)の PC 環境で、CPU のみでの計算時間は 3004sec で、CPU+GPU での計算時間は 376sec となり、約 8 倍の速度差があった。

次に3次元物体の認識実験では 44 種類の装飾品オブジェクトを異なる条件で撮影しデータベースI、II を作成した。図6は装飾品オブジェクトのデータセットの例である。物体認識用データベース作成では、オブジェクトの画像収集とデータ数の増殖の手法を説明する。



図6 装飾品オブジェクト のデータセットの例

データベースIは5つの固定カメラを用いて撮影した 20 枚の画像からなる。オブジェクトの向きを正面より左右±5、10 度に変えて 4 つの姿勢を撮影した。図7は、5つの固定カメラからの撮影画像で、カメラの位置は、(a)左上、(b)右上、(c)左、(d)正面、(e)右である。画像サイズを入力層で 640×480 から 58×58 に変換した。表3は、データベースIの識別実験の結果である。実験条件 a では、10 枚の撮影画像をそれぞれ学習とテストに用いた。

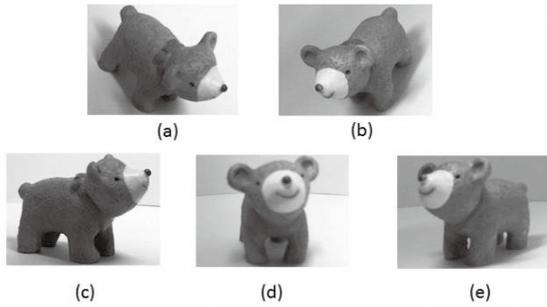


図7 データベースIの画像例

表3 データベースIの識別実験の結果

実験条件	a	b
学習データ数	10	10+50
テストデータ数	10	10
認識率 (%)	75.86	87.28

実験条件bでは学習データ数は 60 枚で、10 枚の原画像Aと 50 枚の合成画像 $\tilde{A}$ 、 $A(\pm\theta)$ 、 $\tilde{A}(\pm\theta)$ からなる。ここで、 $\tilde{A}$ は原画像Aを左右反転した画像で、 $A(\pm\theta)$ 、 $\tilde{A}(\pm\theta)$ は、A、 $\tilde{A}$ を画像の中心に対して $\theta=10$  度回転させた画像である。条件 a の認識率は 87.28%で、条件b の 75.86%より改善された。データベース I の実験において、画像の反転、回転による学習データ数の増加は、認識率を改善する効果があった。図8は、データベース II の画像例で、カメラを固定し一定速度で回転するオブジェクトを撮影した動画から得られた。

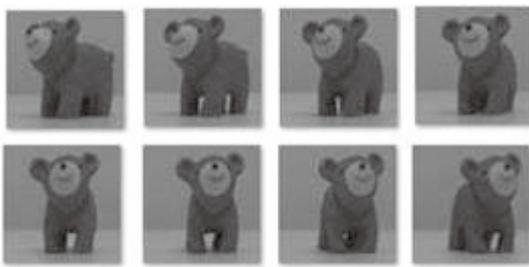


図8 データベースIIの画像例

表4 データベースIIの識別実験の結果

実験条件	c	d	e
$\Delta \theta$ (度)	60	30	15
学習データ数	4	7	13
テストデータ数	13	13	13
認識率 (%)	92.84	97.24	98.20

回転角度  $\theta$  ( $\cong 180$ 度)の範囲を一定間隔  $\Delta \theta$  ( $= \theta / n$ ) でサンプリングした画像を学習に用いる。表4のデータベースIIの識別実験の結果では、条件c、d、e は、学習に、13 枚をテストに用いた。学習データは、回転角  $\Delta \theta$  が 60、30、15 度の画像である。学習データ数が4、7、13 のとき、認識率は92.84%、97.24%、98.20%となった。比較のために代表的な学習方法であるサポートベクターマシン(Support Vector Machine、SVM)の結果を示す。学習・テストのデータ数がともに 13 である条件 e で SVM 法の認識率は 96.42%となった。

データベース I の実験では、照明と姿勢の変化が大きく、学習データ 10 枚に合成した画像を追加しても認識率は 87.28%で従来に比べて改善されなかった。データベースIでは、照明と姿勢の変化に対して画像サンプル数が少ないことが課題である。物体認識用データベース作成の段階で、照明、あるいは、姿勢の変化を考慮した条件で撮影した画像を準備する必要がある。データベース II の実験では、オブジェクトの回転角度を変えて画像を撮影し、学習のデータ数を増やすことで、認識率を 98.20%に向上させることができた。

### 3. 自然言語の理解・応答システム

自然言語処理は、音声コールセンターでのやりとりの書き起こし、特定のキーワードの検知、音声データのテキスト変換に利用されている。自然言語処理<sup>6)</sup>は、人間と協働するコミュニケーションロボットで話者の感情分析、相手の意図を理解した会話を実現する上で重要な技術である。本報告では、自然言語分類器(NLC)の学習による英文テキストの感情表現の推定、テキストマイニングを用いた、英語名言集のキーワード抽出と会話文リストの作成について記述する。

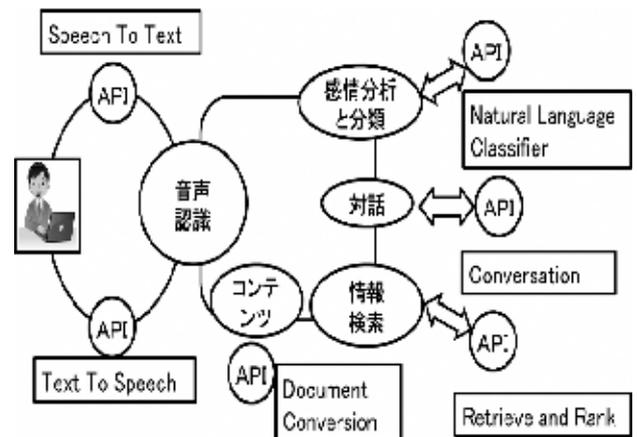


図9 IBMクラウド(Bluemix)のWatsonAPIの例

図9は、IBMクラウド(Bluemix)で利用できるWatsonAPIの例である。それには、話者の言葉の音声認識や感情分析・分類を支援する対話、情報検索等の様々なAPIがある。ロボットに音声認識、話者の感情状態を推定する自然言語分類器を搭載し、教師信号付き学習により話者との会話の意図を理解する認知機能を獲得させることができる。本報告では音声を変換するSpeech To Textと感情分析と分類を行う自然言語分類器(NLC:Natural Language Classifier)を用いた。

3-1 NLCによる感情表現の分類

会話の感情表現のクラスを仮定し、感情表現のデータセットを学習させることにより、話者(ユーザ)の感情を推定する自然言語分類器(NLC)を構築した。NLCは、入力された質問に対して、質問の分析、候補の生成、evidenceの探索、信頼度の計算処理を実行し、信頼度付きで解答を出力する。システムからユーザに質問の問いかけを行い、その返答をNLCに入力する。自然言語分類器はテキストの各カテゴリの信頼レベルを出力するので、その信頼度で話者の感情を推定する。図10は自然言語分類器の学習のフローを示している。先ず音声データをテキストに変換し学習データを作成し、分類器の学習と識別を行う。次に、学習データを入力して感情表現の学習を行い、未学習データを入力して感情表現の分類を行う。

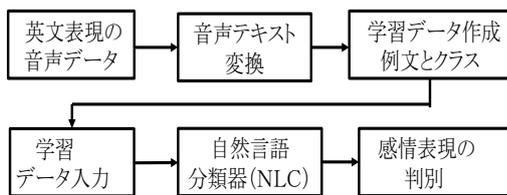


図10 自然言語分類器の学習のフロー

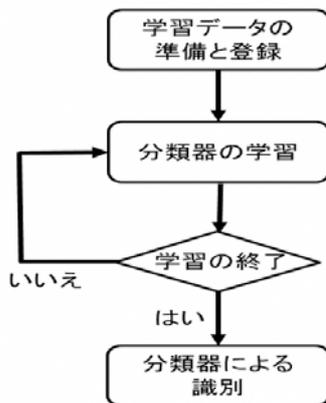


図11 自然言語分類器の構成手順

図11に示す自然言語分類器の構成手順では、学習データの準備と登録、分類器の学習、分類器による識別とからなる。本報告では、「英会話 気持ちを伝えるフレーズ辞典」の633個の英文フレーズ(コーパス)を用い、11種類のポジティブ表現のカテゴリ「嬉しい 楽しい おかしい 面白い 誇らしい 安心だ 好きだ 夢中になる 感動する 満足する ツイている」と16種類のネガティブなカテゴリ「悲しい 落ち込む 恥ずかしい 不安だ 失望する 怒る いらだつ 嫌いだ 関心を失う 悔やむ 疑う やっかむ 迷う 退屈だ 疲れた 呆れる」を仮定した。表5は、英文と感情表現クラスの例を示している。

表5 英文と感情表現クラスの例

フレーズ	カテゴリ(クラス)
Well, these are good results.	satisfied 満足
That's fantastic.	moved 感動
You make me proud.	proud 信念
That's disgraceful.	embarrassed 当惑
I'm speechless.	shocked ショック
This is really irritating.	irritate 怒り

識別フェーズでは、テスト文章に対して分類器の識別試験を行った。学習データを含む例文では100%の識別ができた。表6では、未知の学習データに対する項目別の英文フレーズの信頼度を示す。フレーズ1“I have good news”の入力に対して、happyの項目の信頼度が0.97、luckyの信頼度が0.01となった。フレーズ2“I feel lonely”の入力に対して、sadの項目の信頼度が0.98となった。カテゴリにないフレーズ3“I'm sleepy”の入力に対して、sadの信頼度が0.80、depressedの信頼度が0.09、その他8つの項目の信頼度が0.01となった。機械学習による感情推定では、用例文を増加することで精度の向上が期待される。相手が表現している感情を理解し相手との円滑なコミュニケーションを実現するために状況に応じた会話のリストの作成が不可欠である。

表6 項目別の英文フレーズの信頼度

	フレーズ1		フレーズ2		フレーズ3	
1	happy	0.97	sad	0.98	sad	0.80
2	lucky	0.01	fun	0.01	depressed	0.09
3	irritate	0.00	addicted	0.00	その他	0.01

### 3-2 テキストマイニングによるキーワード抽出

ここでは、状況に応じた会話を実現するために、テキストマイニングによる英語名言集のキーワード抽出と分類について記述する。

図12は、文章解析に用いたテキストマイニングの説明図である。SNS、Twitter、Facebook などのソーシャルメディア、映画・TV 放送、歌謡曲などの様々メディアからテキストデータを収集し、テキストマイニングにより、キーワードの抽出、文章のカテゴリ分け、会話文のリスト作成を行う。

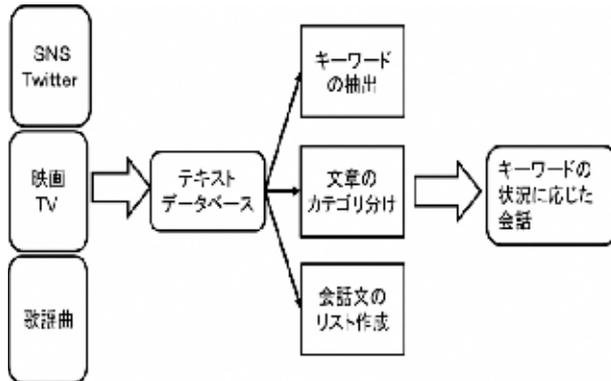


図 1 2 テキストマイニングの説明図

状況に応じた会話のリストを作成するため、キーワードに着目して会話リストを分類することを検討した。本報告では、コミュニケーションロボットにポジティブな言葉で元気づけるスポーツのコーチの役割を担わせるために、アスリートの名言集をベースに会話リストを作成した。「世界のトップアスリート英語名言集」の CD 音声から変換されたテキストデータを IBM SPSS Text Analytics for Surveys<sup>(12)</sup>に読み込み、テキストマイニングを行った。英語名言集の言葉の頻度からキーワード抽出、カテゴリ化を行い、その関連性を調べた。

テキストマイニングは、文章を単語に分割してカテゴリ化する部分と、カテゴリ化したデータを統計的に分析する部分からなる。テキストから抽出されたキーワードについて、関連性が高い単語をカテゴリ化した。アスリート英語名言集で、出現件数の高い単語のカテゴリは勝利に関する won であった。

図13は、won を中心としたカテゴリ(キーワード)間の共起関係を示す。won、work、know、expectations の円の大きさ(ノード数)は、20、17、16、16 となった。共起度は、関連するキーワードが同じ文書中で同時に出現する頻度である。それを線の太さで示し、線が太いものは、関連性が強い。

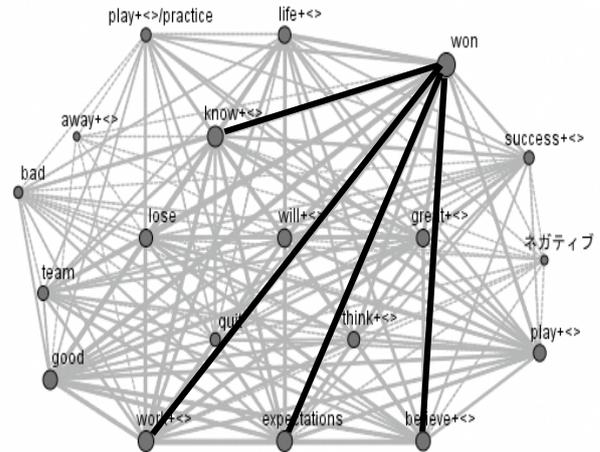


図 13 キーワードベースカテゴリの関係図

表7 カテゴリの内訳 (キーワード件数)

	#レコード数		#レコード数
work+<>	17	believe+<>	16
commitment	2	fx [believe +.]	7
fx [working +.]	1	wished	1
fx [work +.]	11	dedication	4
sacrifice	3	confidence	6
hard	11	hope	1
fx [teamwork +.]	1	faith	3
works	1	fx [i believe +.]	2
sweat	4	determination	5
discipline	4	determines	2

表7は、work、believe のカテゴリの内訳(キーワード件数)を示している。それらのカテゴリは 9 つのキーワードで構成され、全件数はそれぞれ 38、31 となった。

図14は、NLCによる話者の感情表現分類器の応用例を示している。音声テキスト変換(Speech to Text)とテキスト音声変換(Text to Speech)APIを用いて、音声をテキストに変換し、テキストデータを音声変換して話者へ出力する。本例では、ユーザ(話者)に質問をし、その質問に対する回答から話者の感情表現を推定することを想定している。ユーザの回答を自然言語分類器に入力し、話者の感情表現のカテゴリを判別する。WatsonのNLCのAPIは、定型的なルールベースシステムによって質問テキストの分類を行うアプリケーションを作成することを支援する。感情のカテゴリごとに用意した応答リストからテキスト文を選択してユーザに対して応答を行うことで自然な会話を実現できる。

話者の感情表現分類器では、解候補の生成で、質問文に含まれる語句を大量の文書から検索し、高頻度で共起する語を列挙する。さらに正答となりやすい語句を拡張して、数百の解候補を生成する。情報源となる感情表現のコーパスを作成することが重要になってくる。

今後の課題は、NLC の深層学習モデルを作成し、学習データ数を増やし、話者の感情カテゴリを推定する精度を向上させることである。

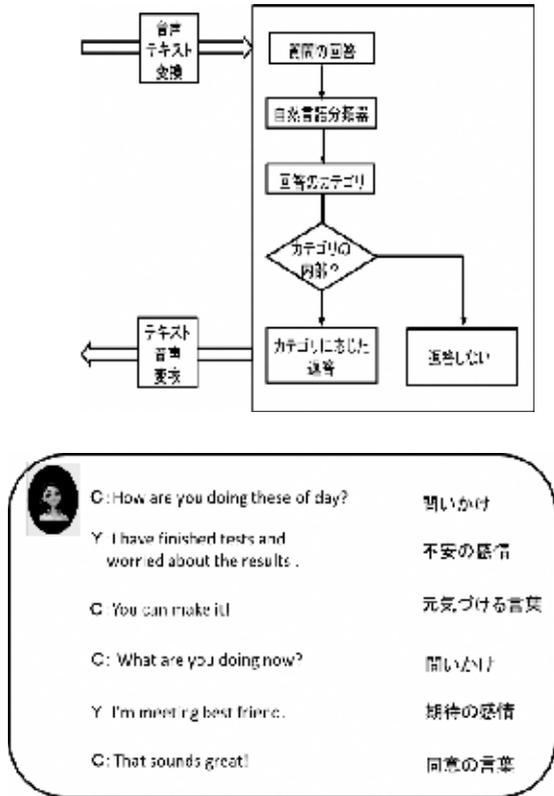


図14 話者の感情表現分類器の応用事例

4. 結論

本報告では、深層学習の畳み込みニューラルネットを構築し、人間の顔、装飾品のオブジェクトの画像データベースに対する認識性能を評価した。5 種類の表情の顔画像実験で 1 種類の表情を学習したシステムの認識率は 69.46%であったが、3種類の表情を学習システムの認識率は 92.50%となった。認識率を改善するために、装飾品オブジェクトのデータベース I II の作成では、効率的な画像データのレジストレーション手法と学習データ数の増殖法を提案した。装飾品オブジェクトのデータセット II の実験は、回転画像の角度を調節することで 98.20%の認識率を達成した。IBM クラウド(Bluemix)が提供する自然言語分類器(NLC)を利用して、英会話の文章から感情表現を分類する自然言語の理解・応答システムを検討した。NLC により、「英会話気持ちを伝えるフレーズ辞典」の 633 個のテキストを学習させることにより、話者の感情を推定した。また、世界のトップアスリート英語名言集」のテキストデータを IBM SPSS Text Analytics for Surveys を用いて、キーワード別

会話リストを作成した。今後は、大規模なコーパスを用いて自然言語分類器の性能評価を行う。そして、感情・意図分析という新しいドメイン(問題領域)での質問応答システムの構築を目指す。

5. 参考文献

- 1) A. Lally, et al. : Question analysis: How Watson reads a clue. IBM Journal of Research and Development, 56(3), 2:1-14, 2012.
- 2) Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner. Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11): pp2278-2324, 1998.
- 3) G.E. Hinton :To recognize shapes, first learn to generate images, Computational Neuroscience: Theoretical Insights into Brain Function, pp535-547, Elsevier, 2007.
- 4) Y.Jia,E.Shelhamer, J.Donahue, S.Karayev, J.Long, R.Girshick, S.Guadarramaand T.Darrell :Caffe Convolutional architecture for fast feature embedding, Proceedings of the 22nd ACM(MM), pp 675-678, 2014.
- 5)井上研一:初めての Watson, リックテレコム,2016.
- 6)進藤 裕之, 澤井 裕一郎, 大内 啓樹, 松本 裕治: Julia 言語による深層学習ライブラリの実装と評価第 30 回人工知能学会全国大会, 2016.
- 7) K. Fukushima, S. Miyake and T. Ito: Neocognitron: a neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-13 (3):,pp826-834, 1983.
- 8) A. Krizhevsky, I. Sutskever and G.E. Hinton :Imagenet classification with deep convolutional neural networks,In Advances in Neural Information Processing Systems,25, pp1097-1105, 2012.
- 9) K.Simonyan and A.Zisserman :Very deep convolutional networks for large-scale image Recognition,arXiv preprint, arXiv:1409.1556, 2014b.
- 10) S.J. Pan and Q. Yang :A Survey on Transfer Learning, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 22, No.10, October, 2010.
- 11) L. Yin, X. Wei, Y. Sun, J. Wang, M. J. Rosato: A 3D Facial Expression Database For Facial Behavior Research” by , 7th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 10-12 pp211 - 216, April 2006.
- 12)内田治, 川嶋敦子, 磯崎幸子:SPSS によるテキストマイニング入門, オーム社,2014.



# 家庭内における生活環境情報取得システムの構築

江口智弘<sup>\*1</sup>

Construction of the information acquisition system of life circumstance in a dwelling

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

家庭内において高齢者の体調変化に起因する温度、湿度、体温などの生活環境情報を測定して、そのデータを無線でパソコンに送信して蓄積するシステムを構築した。システム構築のために温度センサ IC と無線モジュールで構成した室温測定ユニットおよび、オペアンプを用いた簡易湿度測定回路と無線モジュールで構成した湿度測定モジュールを製作した。各モジュールで測定したデータの管理用パソコンへの表示と2時間以上の記録ができた。さらに、非接触温度センサと Raspberry Pi で構成した体温測定ユニットによって、センサから 10cm 離れた測定対象物の表面温度を非接触で測定できた。

## 1. はじめに

内閣府、平成 29 年版高齢社会白書<sup>1)</sup>によると、日本は総人口に対する 65 歳以上の高齢者の割合である高齢化率が、2016 年現在 27.3%という超高齢社会である。また、2025 年には 30%を超え、2055 年には 38.0%になると予測されている。2015 年現在の単身高齢者世帯が 18.0%、高齢者夫婦のみの世帯が 38.9%であり、1980 年には合わせて 3 割弱であったものが、2015 年には 56.9%まで増加している。

高齢になると知覚、筋力、記憶力などが衰えてくる。たとえば、突然違う情報が入ることでそれまで続けていた行動を忘れてたり、寒暖の変化を感じにくくなって猛暑の室内で過ごし続けたりする。同居の家族がいれば対処できるが、単身や高齢者のみの世帯で対処する人がいない場合、事故につながる可能性が増してくる。

そのために、単身高齢者や高齢者夫婦のみの世帯で一人になることが多い高齢者が安心・安全に家庭で生活するためには、生活環境内の変化に対する気づきを支援することが望ましいと考えられている。

本研究では、家庭内における生活環境情報の基本的な要素である室温、湿度および体温を定期的に計測して、そのデータを無線でパソコンに送信して蓄積するシステムの構築を目的とする。

## 2. 生活環境情報取得システム

### 2.1 生活環境情報取得システムの概要

本研究では、生活環境情報である室温、湿度および体温データを取得し、そのデータの表示および蓄積するシステムを構築した<sup>2,3)</sup>。家庭内のいかなる場所でも生活環境情報を測定できるように、測定機能は測定ユニットにそれぞれ独立させた。家庭中に配置された測定ユニットから測定データを取得するために、無線通信で管理用パソコンが受信し、データ管理と表示をおこなう。無線通信にすることで別のユニットの追加も容易になる。図 1 に生活環境情報取得システムの構成を示す。

本システムは、室温および湿度の測定データを複数のユニットから定期的に自動で受信して、受信時刻、測定データのリアルタイム表示およびデータを蓄積する機能を有する。体温測定ユニットは、非接触温度センサから得られた 16 点の温度データを管理用パソコンに送信できる。温度は 0.1℃単位で、湿度は 0.1%単位で表示した。図 2 に表示画面の例を示す。

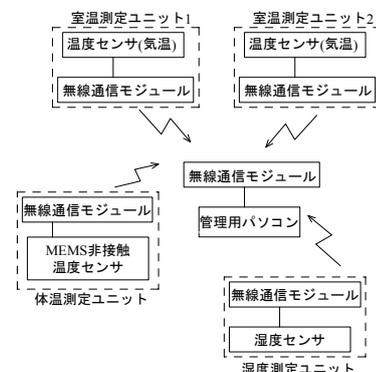


図 1 生活環境情報取得システムの構成

\*1 電子システム技術科



図2 画面表示の例

## 2.2 室温測定ユニット

家庭のどの場所でも測定できるように、温度センサ IC(MICROCHIP 社, MCP9701-E)と XBee(Digi インターナショナル社, XB24-Z7PIT-004)を使用することで温度データを無線送信できる室温測定ユニットを構成した。

温度センサ IC は、温度を $-15^{\circ}\text{C}$ から $35^{\circ}\text{C}$ まで変化させたとき電圧が $0.2\text{V}$ から $1.2\text{V}$ まで変化し、その温度係数が $0.02\text{V}/^{\circ}\text{C}$ であることが実験から確認できた。XBeeには4つの10ビットA/D変換端子があり、 $0\sim 1.2\text{V}$ まで入力できる。そのため、温度センサ IC の出力端子をXBeeのA/D変換端子に直接接続した。図3に室温測定ユニットの回路図を示す。そして、実験結果を元にした式(1)によって受信した電圧データ $V_{OUT}$ を温度 $T$ に変換した。

$$T = \left( \frac{1.2}{1024} V_{OUT} - 0.5 \right) / 0.02 [^{\circ}\text{C}] \quad (1)$$

センサ側XBeeは、APIモードで使用した。XBeeの設定用ソフトウェアX-CTUを用いて、自動送信の設定を行った。起動周期とサンプリング時間は、「Time before Sleep(ST)」、「Sleep Period(SP)」および「Sleep Number(SN)」によって決定した。この回路で、室温を10秒ごとに測定して自動的に送信した。

XBeeは、最大256個の接続が可能である。受信側XBeeは複数のXBeeから受信するため、すべてのユニットとAPIモードで通信した。受信プログラムは、登録されたユニットの存在を確認して温度データを受信し、電圧-温度変換、ディスプレイ表示およびcsvファイルに

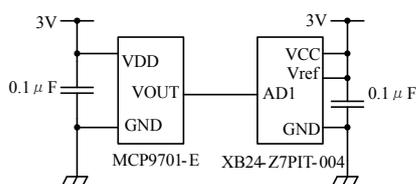


図3 室温測定ユニット

保存する処理を繰り返した。

## 2.3 湿度測定ユニット

湿度測定には、高分子湿度センサ(General Electric社, HS15)を使用した。この湿度センサは、湿度と温度によって指数関数的にインピーダンスが変化する。また、交流を印加して使用する必要があるため、図4に示した回路図における $V_i$ に $3\text{V}$ 、 $1\text{kHz}$ の方形波交流を入力した。XBeeとのインターフェースを考慮して、オペアンプ(新日本無線, NJM13404)は単電源 $3\text{V}$ で使用した。

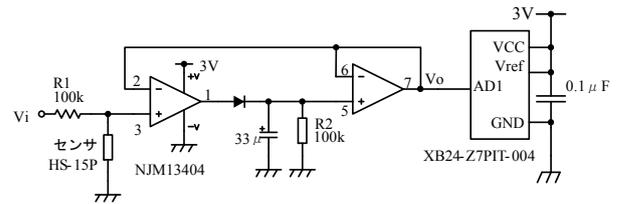


図4 湿度測定回路

湿度センサと抵抗 $R_1$ によって印加した交流を分圧し、整流回路で直流電圧に変換する。湿度センサは湿度によってインピーダンスが変化するので、分圧された電圧は湿度によって変化する。

恒温恒湿槽(ESPEC社, PL-15)内で、温度が $15^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $35^{\circ}\text{C}$ のとき、湿度をそれぞれ $20\sim 80\%$ まで $10\%$ ずつ変化させたときの出力電圧 $V_o$ を測定した。その結果を図5に示す。温度を $15^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $35^{\circ}\text{C}$ 、湿度を $20\sim 80\%$ まで変化させると出力電圧は約 $1.0\sim 1.8\text{V}$ まで変化した。ただし、同じ湿度でも温度によって出力電圧は異なった。また、出力電圧に線形性は見られず、 $15^{\circ}\text{C}$ では $60\%$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ では $50\%$ 、 $35^{\circ}\text{C}$ では $40\%$ を下回ると電圧が飽和した。湿度が下がるにつれて湿度センサのインピーダンスが上がり、 $R_1$ より十分大きくなると、分圧された電圧と印加した交流がほぼ同じ値になり、オペアンプに過大な信号が入力されたため出力電圧が飽和したと考えられる。飽和しないように対策をとることも考えられるが、高い湿度の場合が熱中症の危険性が高くなるため、高い湿度が計測できるこの回路を採用した。

図5の結果からMicrosoft Excel2013の近似曲線描画機能を用いて $15^{\circ}\text{C}$ と $35^{\circ}\text{C}$ のときの湿度 $h_{15}$ および $h_{35}$ と出力電圧 $V_o$ の関係式を求めた。

$$h_{15} = 94.352 \times V_o^{-0.776} [\%] \quad (2)$$

$$h_{35} = 84.099 \times V_o^{-1.226} [\%] \quad (3)$$

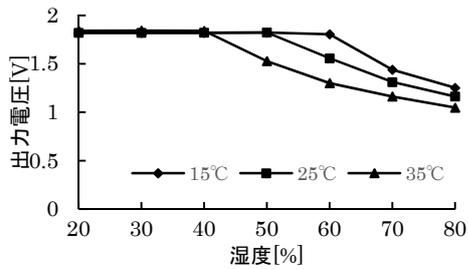


図5 湿度測定回路の湿度－出力電圧特性

測定した温度と湿度は比例しているとみなし、求めた2つの湿度を用いて、以下の式によって測定温度に対する湿度 $h$ を求めた。

$$h = h_{15} + (h_{15} - h_{35})/20 \times (15 - t) [\%] \quad (4)$$

本システムの動作を確認するため、室温測定ユニットと湿度測定ユニットを1個ずつ使って、1月中旬の9時から11時まで本校の実験室にて稼働させた。その間、空調機は作動していた。その結果を図6に示す。長時間使用してもデータが途切れることなく安定して受信することができた。また、市販の温湿度計(TENMARS社、ST-302)を使用して測定データと比較したところ、温度は誤差が最大+0.2℃、湿度は最大+5.9%あった。測定データを用いて熱中症の危険性を通知することは可能だが、湿度測定ユニットの誤差が大きかったため、改善を要する。

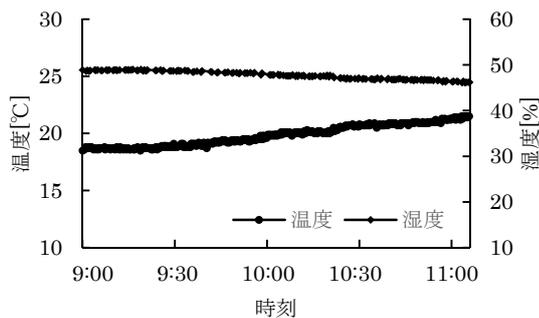


図6 室温測定ユニットおよび湿度測定ユニットによる測定例

## 2.4 体温測定ユニット

体温測定には、非接触温度センサ(オムロン社、D6T-44L)を使用した。本センサには16個のサーモパイルが内蔵され、測定対象物の表面温度をそれぞれ0℃～50℃まで測定できる。測定値は、I<sup>2</sup>Cバスを介して取得できる。体温測定ユニットもXBeeを用いて、管理用パソコンにデータを送信したい。回路構成をできる限

り簡素化するために室温測定ユニットと同様に、非接触温度センサとXBeeのみで構成することを試みた。XBeeはI<sup>2</sup>C機能を有していないため、XBeeの汎用入出力ポートDIOを4つ使用して、シリアル・データ・ライン(以下、SDAという)およびシリアル・クロック・ライン(以下、SCLという)の機能を実現する。I<sup>2</sup>C通信はオープンコレクタまたはオープンドレイン回路で接続しなければならないが、XBeeはそれに対応していない。また、XBeeの電源は3.3Vであり、非接触温度センサは5Vであるためレベル変換が必要である。そこで、図7に示すようにMOS-FETを使用してオープンドレイン回路構成にした<sup>4)</sup>。たとえば、SDA出力として使用するXBeeのDIO12端子を”H”にすると、FET2がONになることでドレイン端子は”L”となり、非接触温度センサのSDA端子は”L”となる。また、XBeeのSDA出力が”L”の時、FET2がOFFなので、FET2のドレイン端子は”H”になる。その時にセンサのSDA端子から”L”が出力されるとFET2のドレイン端子は”L”となりFET1はOFFなのでSDA入力のDIO4端子は”H”となる。このように、本回路においてXBeeとセンサの論理値は反転する。SCLも同様の動作をする。

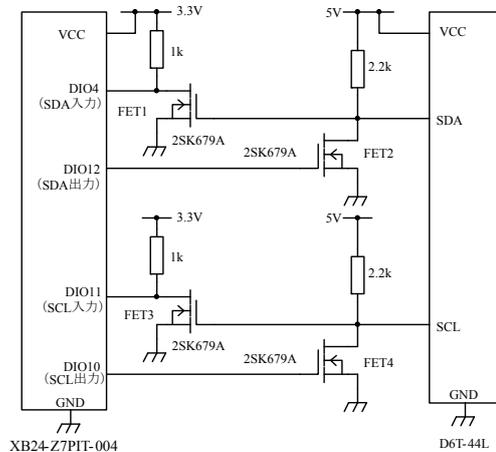


図7 体温測定ユニット回路

本回路では、非接触温度センサから温度データを取り出すために、ソフトウェアでI<sup>2</sup>C通信を実現する必要がある。そのために、管理用パソコンからXBeeを制御し、本センサからのデータの取得を試みた。

動作確認のため、I<sup>2</sup>C通信における「START condition」、「アドレス送信(0x14)」、「コマンド送信(0x4C)」まで実行した。アドレス送信後の本センサからのアクノリッジは確認できたが、コマンド送信後のそれは確認できなかった。本実験では、XBeeによるDIO制

御は、60ms以上の待ち時間がなければXBeeのDIO端子の出力を安定できなかつた。別のマイコンによって本センサを動作させたところ、10ms以内でないと通信できないことがわかつた。つまり、本センサとXBeeだけでは、XBeeのDIOの速度が遅くてI<sup>2</sup>C通信ができなかつたため、本センサを動かすにはXBeeとの間にマイコンなどのコントローラを入れる必要性が明らかになつた。

そこでコントローラとしてRaspberry Piを用いて、そのI<sup>2</sup>Cバスを使用して非接触温度センサとI<sup>2</sup>C通信をおこなつた。Raspberry PiのUSBポートにXBee用USBインタフェースボード(秋月電子製)を接続して、XBeeを介してパソコンへ温度データを送信した。Raspberry Piの入力電圧は3.3V、センサは5Vなので、接続するためにはレベル変換が必要である。図8にレベル変換回路を含む体温測定回路を示す<sup>4)</sup>。

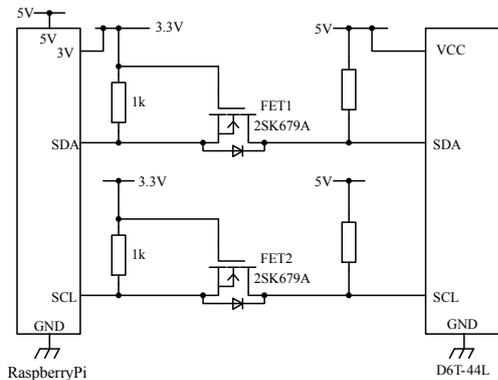


図8 Raspberry Piを用いた体温測定回路

コントローラのSDAが“H”の時、コントローラはプルアップ抵抗により3.3Vにプルアップされる。MOS-FETのゲートとソースが共に3.3VであるのでMOS-FETは導通しない。これにより、センサのSDAは5Vにプルアップされて“H”になる。センサのSDAが“H”の時も同様である。コントローラのSDAが“L”の時、ソースは“L”、ゲートは“H”になりMOS-FETは導通する。そのため、センサのSDAはコントローラのSDAによりMOS-FETを経由して“L”レベルにプルダウンされる。センサのSDAが“L”の時、MOS-FETが動作するまでMOS-FETの内蔵ダイオードによって“L”にプルダウンされる。SCLも同様の動作でレベル変換をして、I<sup>2</sup>C通信ができる。

本ユニットの動作確認のため、センサを垂直に固定して、縦16.5cm、横6cm、円筒状で表面温度36.3℃の測定対象物を室温15℃の締め切った部屋でセンサから10cm離れた場所へ置き、サーモパイル16個で温度を

測定した。図9にその結果を示す。サーモパイルの配置順にしたがい、3D棒グラフで表すと、中央部に円筒状の形状を確認することができた。非接触で測定対象物の温度を測定できたが、今後は体温を測定するために体のどこを測るか、どこに配置するかを検討する必要がある。

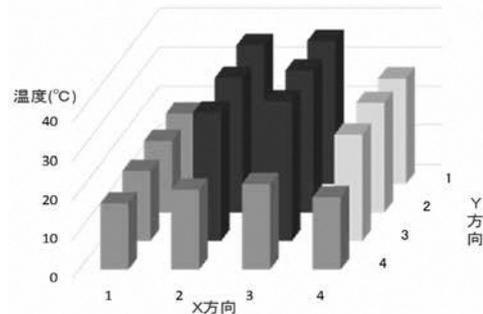


図9 円筒状測定対象物の10cm地点での測定例

### 3. まとめ

本研究では、屋内における生活環境情報の基本的な要素である室温、湿度および体温を定期的に計測して、そのデータが無線でパソコンに送信して蓄積するシステムを構築した。

温度センサICとXBeeを組み合わせて室温測定ユニットを構成し、A/D変換した電圧を管理用パソコンに送信できた。次に、オペアンプを用いた簡易湿度測定回路を製作し、高湿度を測定できることを確認した。湿度測定ユニットは、誤差が大きかつたため、今後改善を図りたい。最後に、非接触温度センサとRaspberry Piで構成した体温測定ユニットを製作して、16個のサーモパイルの測定値を取得できた。

今後は、体温測定ユニットによる測定方法を確立して、3つのユニットの実用的な有効性の評価をおこなう。また、得られた測定データを活用した体調変化の気づきを支援する手法を検討する方針である。

### 参考文献

- 1) 内閣府, 高齢化の状況, 平成 29 年版高齢社会白書, 2-13, (2017).
- 2) 野嶋拓未, 吉岡恭之郎, 室内における高齢者の体調管理に関する基礎的研究, 平成 27 年度卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, 113-116, (2015).
- 3) 立山郁枝, 石橋知広, 屋内における生活環境情報の取得に関する研究, 平成 28 年度卒業研究概要集, 熊本県立技術短期大学校, 印刷中, (2016).
- 4) Philips Semiconductors, I2C バス仕様書バージョン 2.1, (2000).

# 卒業研究における仮想現実ソフトウェア 製作の取り組み

糸川 剛<sup>\*1</sup>

## Virtual Reality Software Production in the Graduation Research

Tsuyoshi ITOKAWA

情報システム技術科では、コンピュータシステムに関わる様々な技術を学び、それらの応用技術や、カリキュラムでは取り扱い難い新しい技術の修得のため、2年次開講科目として卒業研究を行っている。平成27年度より卒業研究の一テーマとして、近年普及が進む仮想現実ソフトウェアの設計と実装に取り組んでいる。本稿では、情報システム技術科における学習内容を俯瞰し、卒業研究の中で行っている仮想現実ソフトウェア製作への取り組みについて報告する。

キーワード：仮想現実 卒業研究 Unity スマートフォン

### 1. 緒言

情報システム技術科ではコンピュータシステムに関わる様々な技術の座学、実習を行い、熊本県の将来の情報産業を担う人材の育成に努めている。2年次開講科目の卒業研究においては、本学科での学習の総まとめとして様々なテーマに取り組んでおり、平成27年度から仮想現実（Virtual Reality, VR）ソフトウェアの製作をテーマの一つとして採用している。本稿では、卒業研究においてこのテーマに学生がどのように取り組み、どのような成果を得たかについて紹介する。

### 2. 仮想現実ソフトウェアの現状

仮想現実とは、CGや音声等を組み合わせ、人工的な現実感覚を作り出す技術、およびその考え方であり、半世紀以上前から研究が進められている。近年のコンピュータの処理能力向上や小型液晶モニタパネルの低価格化等を背景として、Oculus社のOculus Riftを皮切りに、Google社のGoogle Cardboard、ソニー・インタラクティブエンタテインメント社のPlayStation VR等、一

般消費者層が安価に仮想現実に触れることができるようなヘッドマウントディスプレイ型の仮想現実機器が身近なものになっている。

ハードウェアの普及が進むにつれ、仮想現実ソフトウェアは娯楽用途だけではなく様々な用途に用いられるようになり、例えば幻肢痛の治療、フィットネス、家庭内や車内のインテリアのシミュレーション、外科手術や軍事・警察の職業トレーニング、歴史的建築物や芸術品の仮想空間での鑑賞等に用いられている。

このような背景により、情報システム技術科の学生が卒業後に仮想現実関連の開発業務に携わることが充分考えられるようになったため、平成27年度より卒業研究の一つのテーマとして仮想現実ソフトウェアの設計・開発を取り上げている。

### 3. 情報システム技術科の学習内容

情報システム技術科では、コンピュータシステムに関わる様々な技術の中からプログラミング、データベース、ネットワーク、半導体デバイスを四つの柱として教育を

\*1 情報システム技術科, Department of Computer Systems Engineering

行っている。それぞれの分野における代表的な講義・実習は表1の通りである。

表1 分野ごとの代表的講義・実習

分野	代表的な講義・実習(内容)
プログラミング	プログラミング言語 I, II (C 言語) Java (オブジェクト指向プログラミング)
データベース	データベース I (SQL, 正規化) データベース II (DBMS, Web アプリ制作)
ネットワーク	ネットワーク工学実習 (Ethernet/インターネット) ネットワーク施工実習 (光ファイバ接続技術)
半導体デバイス	半導体デバイス工学(CCD/CMOS イメージセンサ) 電子回路 (電子基礎, RLC 回路)

これらのような講義・実習を通じ、情報システムの設計・開発・運用・保守等に関わる技能を身に付け、幅広い視野を備えた技術者の育成を行っている。

#### 4. 卒業研究での取り組み

学習内容の総まとめとして2年次に卒業研究を行う。教員より複数提示される卒業研究のテーマの中から仮想現実ソフトウェアのテーマを選択した学生は、次の四つのステップに沿って1年間の卒業研究を進めている。

##### i. 基礎調査

本学科のカリキュラムに仮想現実技術そのものを学ぶ講義・実習は無いため、まず仮想現実ソフトウェアの開発に関する基礎知識を修得する必要がある。そのため、学生は最初に調査課題に取り組む。調査課題を通して、現在どのような用途で仮想現実技術の活用が行われているか、どのような仮想現実デバイスが入手可能でそれぞれどのような特徴があるか、ソフトウェア開発環境としてどのようなソフトウェアがあり、各々どのような特徴があるか等を学び、自分達がこれから何をどのようにして実装するかを具体的にイメージする。

##### ii. 開発用ソフトウェア学習

次に開発用ソフトウェアの使い方を学ぶ。仕様設計の前に開発用ソフトウェアの使い方を学ぶ理由は、その開発用ソフトウェアで可能なことをあまり

知らない学生には、製作物の議論を行うことが難しいためである。基礎調査のステップで調べた開発環境の中から、できること、資料の入手性、環境構築コスト等を考慮し、使用するソフトウェアを選択する。卒業研究という限られた時間内での取り組みであるため、特に日本語の入門書籍が入手しやすいことを重視している。

##### iii. 仕様設計

前段の開発用ソフトウェア学習のステップと多少重なり、どのような仮想現実ソフトウェアを作り上げるかの議論を開始する。この時、卒業研究のアピールポイントとする主目標を定める。学生は、自分達の実装までの責任を担うことを意識するためか、この時点で自分達にできるであろうと考えたことだけを目標にする傾向があり、設計の段階で小さくまとまった仕様にしがちである。そこで主目標とは別に、実装できるか否かに関わらず、自分達が作るものをより良くするためにはどのような機能があると良いかという観点でアイデアを出し合う。

##### iv. ソフトウェア実装

前段の設計の結果を受けソフトウェアの実装を開始する。情報システム技術科の卒業研究は基本的に複数人のグループで一つのテーマに取り組んでおり、仮想現実ソフトウェアの実装では、3Dモデルの製作、プログラミング、ドキュメンテーション等の仕事を分担して進めることになる。このグループワークにより、他人と協調して仕事を進めることの難しさや、情報共有の重要性等を体験することになる。また、ここでは必要に応じて、技術要素の追加調査、問題点の洗い出しと改善案の提案、仕様の見直し等も行う。

#### 5. 実装したソフトウェア

これまでの2年間の卒業研究において、資料入手の容易さや教育機関向けのフリーライセンスがあるといった理由により開発用環境としてUnity テクノロジー社のUnityを採用した。Unityはパソコン用、ゲーム機用、スマートフォン用等の様々な環境向けのプログラムを作ることができるが、本研究テーマにおいては入手が容易

で持ち運びが簡単である点から、Android スマートフォン用のプログラムを作成した。以降、各年度においてどのような仮想現実ソフトウェア製作を行ったかについて述べる。

### 5.1 観光情報システム

仮想現実の一つの活用分野として、現実世界でそれを体験するには場所が遠く、移動に時間やお金といったコストがかかるものを疑似体験することができる、というものがある。例えばフランスのモン・サンミッシェルも仮想現実でなら簡単に体験できるというような場合である。ある場所を仮想現実で訪れた結果、現地で実物を見たいと考えるなら、それは観光推進に繋がるという考えにより、平成27年度の卒業研究では「観光情報 VR アプリケーション」と題して仮想現実ソフトウェアの製作を行うことにした。

仮想現実ソフトウェアとして実装するなら、現実の風景を静止画や動画で撮影して再生する以上の機能を実装したいという考えのもと、設計段階で①自由な場所移動、②現在地を把握する地図表示、③建物や場所の名称の重畳表示、④現実には居ないマスコットキャラ等の表示、⑤特定の場所での動画再生、⑥スタンプラリー等のゲーム性の実装の六つの機能を考えた。

また、ターゲットデバイスとしたスマートフォン用の仮想現実環境では一般にコントローラの類は備えていないため、Bluetooth 接続のゲームパッドを利用して仮想空間内での移動を実現することとした。

実装対象の観光地の例としては、資料入手の容易さから熊本県立技術短期大学の敷地を採用し、実装を行った。本校には、箱型ではなく曲面を多く含む特殊な形状をした建物がいくつか存在し、それらの建物の3Dモデルの作成をUnityで行うのが難しいため、情報システム技術科のカリキュラムの中で学生らが使用経験のある3dsMax等の3Dモデリングツールを使用した。

図1に作成した仮想現実ソフトウェアから見た本校アカデミックホールを示す。

前述の機能のすべてを実装するには至らなかったが1年間の卒業研究において、前述の①から④を実現し、「観光地を好きに見て回り、場所ごとの説明が聞ける疑

似体験」ができる観光情報システムとしてのソフトウェア開発を行うことができた。一部の機能については開発ソフトウェアの高額なライセンス契約が必要なため未実装としたり、使用したスマートフォンの計算性能が低く、現実的な動作に耐えないため削除したりしたが、これらは予算や時間の経過により将来的に解決可能であると考えている。

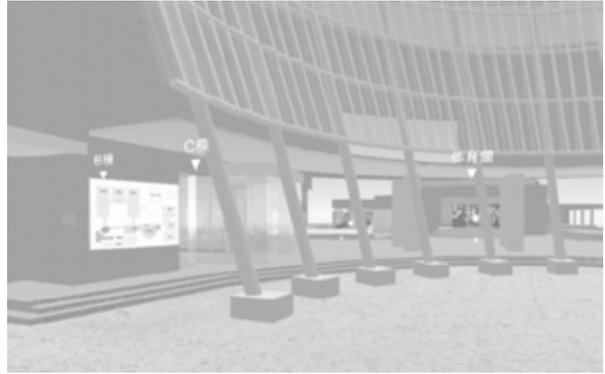


図 1 VR アプリ内のアカデミックホール

### 5.2 地震体験シミュレータ

仮想現実の別の活用分野として、現実世界で体験するのに危険を伴うものや、技術的には可能だが実現には大がかりな設備等が必要で金銭的なコストが大きいものを疑似体験するものがある。例えば現実世界で人間が意図的に洪水を経験し、その危険性を体感するのは難しいが、凸版印刷株式会社の防災訓練支援サービス「VRscope for ハザード」のように、洪水を仮想空間で体験するのは簡単であるような場合である。

熊本県は平成28年度に大規模地震を経験し、本校自体も2週間程度の休校を余儀なくされた。そのため、地震に対する危機意識が強くあったため、平成28年度の卒業研究では「地震体験 VR アプリケーション」と題して仮想現実ソフトウェアの製作を行うことにした。

地震を疑似体験するソフトウェアの要はどのような機能であるかという点に注意し、設計段階でさまざまな意見を出し合い、①現実感のある揺れの視覚的表現、②地震警報等の環境音の再生、③バイブレーション等の触覚刺激、④揺れを再現するハードウェアの製作、⑤地震避難を体験する教育機能という五つの機能の実現を考えた。

仮想空間に作ったワンルームで地震を発生させるプログラム作成において、最初に作成したプログラムでは地震発生時の家具の動きが不自然なものとなった。この原因はオブジェクトの移動を実現するために用いたメソッドが座標を瞬間的に変更するものであったため、オブジェクト同士の摩擦による相互作用が反映されていないためであると考えた。そのため次のプログラムでは部屋内のオブジェクトに直接力を加えて動かすものとした。このプログラムでは倒れそうになった家具が起き上がりこぼしの様に立ち上がる動作を示すようになった。このようないくつかの実装と再検討の結果、最終的なプログラムでは図2に示すように、オブジェクト同士をバネのような伸縮性のある素材で繋げて間接的に動かす方法を採用した。

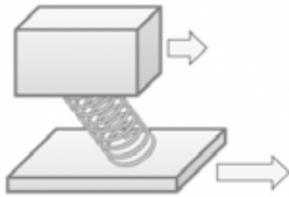


図 2 採用した地震の揺れのモデル

また、VRでの視覚の揺れに加え体感としての揺れを再現するハードウェアの製作という目標に対する取り組みとして、プログラム内からネットワーク経由で別のマイコンに情報を送り、その情報を受け取ったマイコンが接続された回路のモータドライバに適切な信号を送ることで、小型のモータを駆動するという機能を考えた。

外部デバイスの製作において、入手性や参考資料の豊富さという理由により、受信側マイコンは Arduino UNO、モータドライバは東芝 TA7291P を採用した。通信プロトコルに HTTP を採用し、リクエストパラメタで渡される整数値の秒数だけモータの順・逆回転を繰り返すという仕様を定めた。外部デバイスの外観は図3に示す通りである。図の左側に位置するマイコンがネットワーク経由で受信した情報に基づき中央下のモータドライバを制御し、画面右側のモータの回転運動がギアボックス、スライダクランク機構で直線運動に変換される。

実際に人が乗り、揺れを体感することができるようなデバイスとして動かすためには、本校の他科で学ぶ材料

加工技術や機械制御技術が必要であるため、情報システム技術科における卒業研究としての取り組みはこのミニチュアモデルを作成するに留めた。

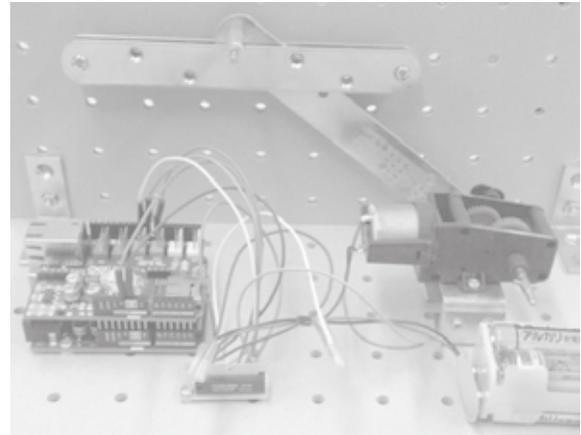


図 3 揺れを再現する外部デバイスの外観

地震体験 VR アプリ製作に関する1年間の取り組みにおいて、設計段階の5機能のうち、①から④の機能を実現することができた。また、この取り組みは、情報システム技術科ではプログラミングを学ぶだけではなく、ネットワーク、電子回路、マイコンといった様々な技術を学ぶために行うことができた。在学中に教わる様々な技術や自ら調べて学ぶ技術を組み合わせ、もの作りを行うこのような経験は、社会で求められる技術者になるための経験として有意義なものであったと考えている。

## 6. 結言

情報システム技術科においてコンピュータシステムに関わる広範な技術を学ぶ学生が、技能修得の総まとめである卒業研究において、どのような取り組みを行っているか、一テーマである仮想現実ソフトウェア製作を例として報告した。技術の移り変わりの著しい情報産業界においては、日々新しい技術が現れている。学生にとって、在学中に何を学ぶかは重要であるが、卒業後に職業人として生きる数十年の中で、新しく現れる様々な技術の中から有用なものを捉え、自分のものとし、それを活かす力もまた重要である。今回紹介したような卒業研究における取り組みを通じ、このような力を身に付けて欲しいと思う。

# Moodle を用いた Web 授業アンケートシステムの構築

## 試行版システムの概要と試行結果について

宮崎 幸治\*<sup>1</sup>

Construction of Web questionnaire system based on Moodle for class evaluation by students  
Overview of the testing system and testing results

Koji Miyazaki\*<sup>1</sup>

LMS(Learning Management System)である Moodle を用いた Web 授業アンケートシステムの試行版を構築した。本報告では、構築した試行システムの構成や仕組み等について説明するとともに、本校情報システム技術科 53 名の学生を対象とした試行結果について報告する。試行版システムは、Moodle とそのプラグインである Questionnaire モジュールをベースとし、本校独自仕様に対応するために開発した独自プラグインから構成される。試行後のアンケートでは、8割を超える学生が本システムに好意的な回答をし、学生から良好な評価を得られた。また、本システムが業務効率化にも大きく貢献できるものであることが確認できた。

### 1. はじめに

本校では、FD(Faculty Development)の一環として学生アンケートによる授業評価を実施している。アンケートの実施単位は授業科目ごとであるが、同一科目に担当教員が複数いる場合は、同一科目でも教員別にアンケートを行う。アンケートはマークシート方式で、授業アンケート期間中に各授業の一部として実施される。したがって、原則としては全学生が全受講科目のアンケートに回答することになる。

アンケート後は、マークシートを機械で読み取るが、一回の授業アンケート期間に使用されるマークシートは 3,000～4,000 枚になる。また、科目コード等のマークミスが多く、読み取り後のチェックに多くの時間を割くことになる。さらに、自由記述欄の内容は一枚一枚手作業でコンピュータに入力する必要がある。これらの作業は、教員が通常業務を行いながら行うため、結果としてマークシートの読み取りと自由記述欄の転記だけで現状 3～4週間を要している。その他にも、マークシート印刷の金銭的、時間的コストやマークシート読み取り機のサポート切れなど、幾つもの課題を抱えている。

一方、学生は、一人当たり 15～20 科目のアンケート

に回答するが、授業評価に関することだけではなく、それぞれに科目コードや教員コードもマークする必要があり、マークシート記入の負担も少なくない。また、アンケート終了後は各授業で指名された代表者がマークシートをクラス全員分回収し、事務室まで提出する手間がかかるなどの課題がある。

これらの課題を解消するために、Moodle<sup>1)</sup>を用いた Web 授業アンケートシステムの試行版を構築した。また、その有用性を確認するために、情報システム技術科 53 名の学生を対象に試行を行った。本報告では、まず Moodle の概要とアンケート機能について紹介する。次に、試行システムの概要と独自プラグインなどの機能詳細について説明する。その後、試行結果について述べ、最後にまとめを行う。

### 2. Moodle の概要とアンケート機能

#### 2.1 Moodle の概要

Moodle は、OSS (Open Source Software) の LMS、つまり学習管理システムであり、世界中で e-Learning システムの基盤として活用されている。Moodle 公式サイトで公開されている統計情報<sup>2)</sup>によると、平成 29 年 11 月現在、

\*1 情報システム技術科

登録されているだけでも 233 国, 89,731 サイトにも上り, 世界標準的な LMS といえる. 検索エンジンで“Moodle”をキーワードに検索すると, 日本でも大学など多くの教育機関で Moodle が利用されていることがわかる.

Moodle の機能は非常に豊富で, 成績管理やオンラインでの課題提出, 小テスト, データベース, フォーラム等挙げれば切が無いほどである. さらに, 標準機能に加え, プラグインとして様々な追加機能が提供されている. Moodle では, 課題提出や小テストなどの機能は“活動モジュール”とよばれ, それらは“コース”という単位で管理される. コースはひとつの授業科目に, 活動モジュールは授業の中で行われる課題提出や小テストなどの活動に相当する. また, ドキュメントやコミュニティによるサポートが充実しており, OSS である特性を活かし Moodle 本体をカスタマイズ可能であることや, プラグイン開発もテンプレートが提供されており比較的容易であることも Moodle の特徴である. このような特徴から, その用途は e-Learning に留まらず様々な分野に応用できる可能性を持っており, 本システムはその応用の一例である. システム構築にあたっては, Moodle の標準機能とアンケート機能のプラグインである Questionnaire をベースとして, 本校特有の要件を満たすために独自プラグインを開発した. 次章で構築した試行版システムの概要と詳細について述べる.

## 2.2 Moodle のアンケート機能

Moodle を用いてアンケートを実施する機能としては, Choice (投票), Survey (調査), Feedback (フィードバック) および Questionnaire (アンケート) の 4 つがある<sup>3)</sup>. これらは活動モジュールであり, Questionnaire 以外は Moodle の標準機能である. Choice はただひとつの質問に対する多肢選択アンケートを, Survey は予め用意された定型アンケートを実施するためのもので, 複数の質問を自分で作成する必要がある授業アンケートには Feedback または Questionnaire を用いる必要がある<sup>4)</sup>. 文献4では, Feedback と Questionnaire を用いた授業アンケートの具体的な手順をそれぞれ示しているが, Feedback ではアンケート結果をそれぞれのコースでしか管理できず, すべてのアンケート結果を一括でダウンロードできない点を指摘している. 本校では, 一回の授業アンケート期間で延べ 130 科目程度のアンケートを実施するため, 管理者がすべてのアンケート結果を手作業で一つひとつ回収するようでは, Web システム化による業務効率化が低いと判断し, 追加プラグインが必要とはなるが, すべてのアンケート結果を一括でダウンロ

ードする仕組みを持つ Questionnaire を採用することにした.

## 3. Web 授業アンケートシステム

### 3.1 システムの目的と基本方針

本システムの目的は, マークシート方式でのアンケート実施から回答データの回収までを Web システムに置き換え, 学生の利便性向上と業務効率化を図ることである. したがって, 本システムは, Web によるアンケート実施からデータの回収までを対象とする. 分析や解析または授業担当者へフィードバックするような機能は対象外とし, これらについては従来の方法(プログラム等)がそのまま利用できるよう対応する. つまり, 本システムで得られる回答データの形式は, 従前のアンケート方式で得られるものと同ーとする. なお, 本システムは Web 授業アンケート専用とし, 授業や他のアンケートには使用しないものとする.

システム構築の基本方針は, 「原則, 既存の OSS を組み合わせて目的のシステムを構築する」である. ただし, 本校特有の事情によるもので, 既存ソフトウェアで対応できないものについては, 独自のプログラム等を作成する.

### 3.2 試行版システム構成と提供機能

試行版システム構成図を図1に, ソフトウェア一覧を表1にそれぞれ示す. システム構成は一般的な LAMP 構成であるが, データベースは MySQL ではなく, CentOS 7 の標準リポジトリからインストールできる MySQL 互換の MariaDB を用いた. 独自プラグインの開発には, Moodle の開発言語である PHP を使用した. 図1で示すように, 本システムでは Web サーバ, アンケートサーバおよびデータベースサーバは同一仮想サーバ上で稼働している. この仮想サーバは学内 LAN 専用で外部からのアクセスはできない. また, 執筆時点で Moodle の最新バージョンは 3.3 であるが, 表1のとおりバージョン 3.1 を採用した. これは, Moodle 3.1 が LTS (long-term support release) バージョンで, 他のバージョンは 18 か月でセキュリティサポートが終了するのに対し, セキュリティサポート期間が 36 か月と長いためである.

アンケートサーバは, 本システムの中核となるサーバであり, Moodle, Questionnaire プラグインおよび独自プラグインで構成される. アンケートサーバによる提供機能一覧を表2に示す. 表中の「独自」の欄に“○”がある機能は, 筆者が開発した独自プラグインによって実現される. それ以外の授業アンケートサーバとしての基本機

能は Moodle と Questionnaire によって提供される。独自プラグインの詳細については、3.5節で述べる。

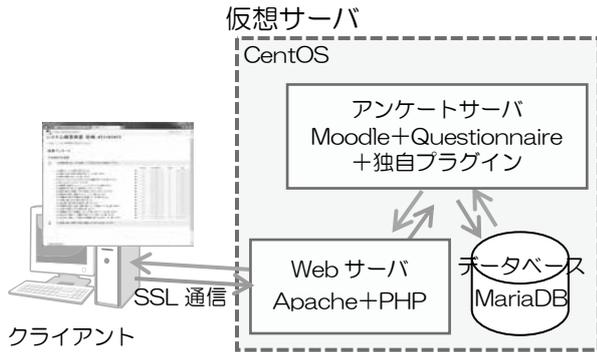


図1 試行版システム構成図

表1 ソフトウェア一覧

機能	ソフトウェア
OS	CentOS 7
Webサーバ	Apache 2.4
開発言語	PHP 5.6
データベース	MariaDB 5.5
アンケートサーバ	Moodle 3.1 (LTS) Questionnaire プラグイン 独自プラグイン

表2 アンケートサーバによる提供機能一覧

No	提供機能	独自
1	科目ごとのアンケートの一括登録	
2	ユーザの一括登録およびアンケートページへの登録	
3	未回答科目の確認とアンケートページへのリンク機能を有する回答者用 UI	○
4	匿名によるアンケートの実施	
5	アンケート未回答者の検索(教員用)	○
6	アンケート結果の一括ダウンロード	

### 3.3 Questionnaire による Web 授業アンケート

本校で実施しているマークシート方式の授業アンケートと同等の内容を Questionnaire で再現したアンケートページ画面を図2に示す。ここでは、図2のひとつのアンケートページ画面がマークシート用紙一枚に相当し、それを科目ごとにまとめたものをアンケートページとよぶことにする。ただし、同一科目に担当教員が複数いる場合は、教員別にアンケートページを作成する。また、ひとつのアンケートページは、Moodle のひとつのコースである。具体的には、単一活動フォーマットのコースに活動モジュール Questionnaire を追加したものとなる。

図2において、従来のマークシート方式との大きな相違は、アンケートコードの入力欄がないことである。アンケートページにアンケートコードを割り当て管理することで、学生はアンケートコードを入力する手間が省け、教員側はアンケートコードの正当性をチェックする手間が省略できる。

ここで、Questionnaire を授業アンケートに使用する場合、モジュールのパーミッションを十分に確認する必要がある。これは、管理ナビゲーションの「アンケートモジュールの管理」からアクセスできる。図3に示すように、デフォルトでは学生は回答概要を閲覧することができる。回答概要には、多肢選択であれば集計した結果が、自由記述欄などであれば入力された内容がそのまま表示される。その他にも、デフォルトでは、「教師」ロールのユーザがアンケート結果(CSV データ)をダウンロードできる権限を持つなど、確認すべき項目がある。これらの点については、アンケートを実施する組織の運用ポリシーに照らし合わせて、十分検討することが肝要である。



図2 アンケートページ画面

随時すべての回答を閲覧する	mod/questionnaire: readallresponsesanytime	編集権限のない教師 × 教師 × マネージャ ×
回答概要を閲覧する	mod/questionnaire: readresponses	学生 × 編集権限のない教師 × 教師 × マネージャ ×
自分の回答だけを閲覧する	mod/questionnaire: readmyresponses	学生 × マネージャ ×
回答もすべて完了し、送信する	mod/questionnaire: submit	学生 × マネージャ ×

図3 アンケートモジュールのパーミッション(抜粋)

### 3.4 システムとしての検討

基本的には、アンケートページを全科目分作成すれば Web 授業アンケートは実施可能である。しかし、シス

テムとして考える場合には、管理者(実施者)が全科目分のアンケートページを一括登録し、アンケート結果データを一括回収(ダウンロード)する仕組みが必要となる。この仕組みについて、文献4で述べられている Questionnaire を授業アンケートとして活用する方法をベースとして検討する。

まず、全科目分のアンケートページを一括登録する仕組みについて検討する。これは、Moodle 標準の CSV ファイルによるコース一括登録機能を利用すればよい。コース登録に必要な情報を記録した CSV ファイルを用意しておくことで、複数コースを一括で登録できる。

次に、アンケート結果データを一括ダウンロードする仕組みについて検討する。Questionnaire が持つ公開型アンケート機能を使えば、科目ごとに設置する複数のアンケートページから回答された結果を一箇所に集約できる。つまり、アンケート結果を一括でダウンロードすることが可能である。ここで公開型アンケートを用いる場合、文献4でも指摘されているとおり、次の点に留意する必要がある。アンケート期間などの項目は Questionnaire の設定項目ではあるが、コースごとに設定しなければならない。しかも残念ながら、それらの設定項目は CSV によるコース一括登録では指定することのできないものである。それらを個別にコース一つひとつに手で設定すると、設定の手間がかかるのはもちろんであるが、設定ミス誘発しかねない。そこで、既存コースをテンプレートとして、既存コースの設定内容などをリストア、言い換えればコピーし、新しいコースを作成する機能を使うことを考えた。

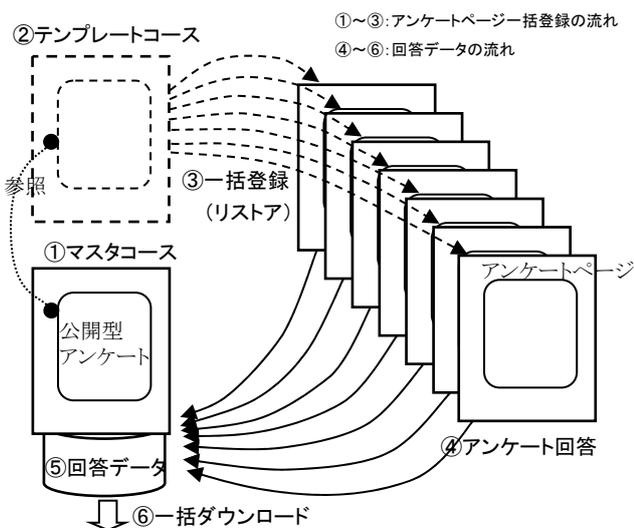


図4 アンケートページの一括登録から回答データの一括ダウンロードまでの流れ

ここまでの検討結果として、アンケートページの一括登録からアンケート回答データの一括ダウンロードまでの一連の流れを図4に示す。初めに、マスタコースを作成する。マスタコースは公開型アンケートを持つ管理用のコースである。このコースでは、(1)授業アンケートの質問項目の設定、(2)回答の選択肢に関する設定、(3)回答データの一括ダウンロードなどを行う。具体的には、図2のような授業アンケートを公開型アンケートとしてマスタコースに設置する。また、このコースにはアンケート回答データにアクセス(閲覧、ダウンロード)できる権限を持つ者のみ登録する。次に、テンプレートコースを作成する。これは文字通り、マスタコースの公開型アンケートを参照したアンケートを持つ、アンケートページの雛形となるコースである。ここで、テンプレートコースには、Questionnaire の設定を含め、アンケートページに共通するすべての設定を適切に施しておく必要がある。それが完了したら、アンケートページを CSV ファイルから一括登録する。図5に CSV ファイルの記述例を示す。

```
shortname,fullname,format,templatecourse
41111421,基礎物理,singleactivity,Template
41112421,電気磁気学,singleactivity,Template
41115421,半導体工学,singleactivity,Template
411241414,基礎数学 I ,singleactivity,Template
```

図5 CSV ファイルの記述例

この例では、コースフォーマットに“singleactivity”(単一活動)を、テンプレートコースとして“Template”という名前のコースをそれぞれ指定している。このように設定することで、テンプレートコースの設定がコピーされた新しいアンケートページが一括して登録される。学生は受講しているそれぞれの科目のアンケートページで回答を行う。アンケート結果(回答データ)は、マスタコースの公開型アンケートのデータベースで一元的に管理される。アンケート期間が終了したら、マスタコースからアンケート回答データを一括してダウンロードする。

図4には記載していないが、各科目のアンケートページには、回答する学生(受講している学生)を登録する必要がある。これには幾つかの方法があるが、本システムではユーザー一括登録の際に使用する CSV ファイルに、学生ごとに全受講科目を記述しておく方法を採用した。

### 3.5 独自プラグイン

本校では、原則として、全学生は受講する全科目の

アンケートに回答する必要がある。このような事情に対応するために、独自プラグインを作成した。独自プラグインの機能は二つで、ひとつは回答者(学生)向け UI 機能で、もうひとつは教員用の未回答者検索機能である。

まず、回答者(学生)向け UI 機能について説明する。学生がシステムにログインすると、**図6**に示す画面が表示される。ここには、自分が回答しなければならないアンケート一覧が表示される。また、ログイン時点で回答できる科目にはリンクが生成され、科目名をクリックするとアンケート画面へ遷移する仕組みとなっている。アンケートに回答すると、再び**図6**の画面に遷移するが、回答した科目はリストから削除される。これを繰り返しすべての科目のアンケートに回答すると、最終的には**図7**に示す画面が表示される。また、Moodle 標準では多くの機能を持っているが、それが反って操作をわかりにくくしてしまう場合もある。その点を考慮して Moodle 本体のソースを一部変更し、回答者向けページと各科目のアンケートページしか行き来できないようにした。このような仕様にするだけで、学生が全科目のアンケートに漏れなく、かつスムーズに回答できるよう工夫を施した。

回答が必要なアンケート一覧	
氏名: 情報 丞邦08 回答が必要なアンケート数: 17 件	
科目名: 担当教員	開始日
基礎数学 I : 菅原: 411241414	06/21(水)
安全衛生工学: (山岸): 411252145	06/21(水)
キャリア形成 I : (マリオネット): 412112152	06/21(水)
プログラミング言語 I : 牧岡: 411331415	06/22(木)
電気回路実習: 橋本: 411321421	06/22(木)
電気回路: 橋本: 411311421	06/22(木)

図6 回答者(学生)向けページ(未回答一覧)

回答が必要なアンケート一覧
氏名: jyouho104 jyoho 回答が必要なアンケート数: 0 件
あなたはすべてのアンケートに回答済みです。

図7 回答者(学生)向けページ(アンケート完了時)

次に、教員用の未回答者検索機能について説明する。これは、クラス担任が学生のアンケート回答状況を確認するための機能であり、その検索ページを**図8**に示す。図8では学生ごとの回答が必要なアンケート数を表示しているが、その他に、科目ごとに未回答者数の表示、

未回答者の全件(一覧)表示機能がある。現状、全件表示からさらに学生氏名等で絞り込む機能は有していない。これは、試行にあたっては学生の利便性を第一に考え、回答者用 UI の開発を優先したためで、今後対応していく予定である。なお、この独自プラグインは、Moodle 本体とは独立しているため、Moodle 本体のバージョンアップには影響しない。一方、独自プラグインは Moodle や Questionnaire のデータベースを参照しているため、Moodle 本体のバージョンアップによって、データベースの構造に変化があった場合にはプログラム修正などの対応が必要となる。

未回答者一覧			
カテゴリ(複数選択可)*			
精密1年			
情報1年			
電子1年			
検索			
学生番号			
全件表示 <input type="checkbox"/> すべての明細を確認したい場合はチェックしてください。			
検索			
* マークが付けられたフィールドは必須入力フィールドです。			
Total: 27 records(s)			
カテゴリ	学生番号	氏名	回答が必要なアンケート数
情報1年	400421	jyouho127 jyoho	3
情報1年	401421	jyouho126 jyoho	6
情報1年	402401	jyouho101 jyoho	13
情報1年	402402	jyouho102 jyoho	13

図8 教員用の未回答者検索ページ

## 4. Web 授業アンケートシステムの試行

### 4.1 試行対象と実施方法

本校は、4科2学年、約 200 名の学生が在籍している。全学生を対象とする本番稼働前に操作性等の検証のため、平成 29 年前期授業アンケートにおいて、情報システム技術科2学年 53 名を対象に、28 科目に対して Web 方式による試行を行った。試行は、まずホームルームでログイン方法や回答方法についてレクチャーし、約1週間の回答期間中に、校内のコンピュータ室等から、昼休みや放課後もしくはホームルーム時間を利用して授業アンケートに回答する方法で実施された。なお、アンケート期間当初から全科目のアンケートに回答することはできず、段階的に回答可能科目は増える。毎日、その日にある科目が新たに追加され、その科目はアンケート期間終了まで回答できる。これは、学生に毎日その日に行われる授業を思い起こしながら、より正当

表3 本システムに関する学生アンケート結果

質問	そう思う	少し思う	どちらとも いえない	あまり思わ ない	思わない
1) Web 授業アンケートサイトの説明はわかりやすかったですか	75.6%	17.8%	4.4%	2.2%	0.0%
2) Web 授業アンケートサイトの操作性はよかったですか	62.2%	28.9%	2.2%	2.2%	4.4%
3) 従来のマークシート方式よりも Web 方式 (Web 授業アンケート)の方が回答が楽だと思いますか	71.1%	15.6%	6.7%	2.2%	4.4%

性の高い回答をしてもらいたいという理由とともに、システムのアクセスが集中することを避け、負荷分散を図る意味合いもある。

#### 4.2 試行結果

情報システム技術科の学生は、ICT に関するある程度のスキルを持っていること、また一部の授業で Moodle を使用していることもあり、操作等に戸惑うことなく試行は滞りなく終了した。期間内に、対象の学生全員が回答すべき全科目のアンケートに回答し、回答率は 100%であった。試行後、本システムに関する学生アンケートを実施(53名中45名回答)したので、その一部を紹介する。

表3は、システム面の1)わかりやすさ、2)操作性、3)マークシートとの利便性の比較について、質問した結果である。すべての質問で「そう思う」、「少し思う」の合計が85%以上であり、学生の評価は良好であったといえる。また、質問3)の結果から、従来のマークシート方式と比べた場合(1年生も3科目マークシート方式にて回答)の利便性が向上したと判断でき、Web 授業アンケート導入は授業アンケートに対する学生の負荷軽減にも有用であることが示された。その他に、良かった点、改善点など気づいたことを自由記述形式で回答してもらった。肯定的な意見が多いが、「初めから全アンケートに回答できるようにしてほしい」といった趣旨の意見が複数あった。また、「回答する際ラジオボタンが小さくクリックしにくい」といった意見もあった。この様な点が、2)操作性に対する質問で「そう思う」と回答した学生が62%にとどまった理由であると推察される。前者については、4.1節で述べた趣旨を学生に理解してもらう工夫が今後も必要であろう。後者については、ブラウザの拡大表示機能を使うことで改善できるので、FAQ や Tips といった形で回答者に情報を提供していく必要性を感じた。

一方、教員側の作業効率化については、今回はマークシート方式と Web 方式を併用したため定量的な評価は難しい。しかしながら、Web システム化によるマークシ

ート印刷や読み取り時間の削減に対して、新たに発生するシステムへの科目やユーザ登録等に対する作業時間は遥かに少ないこと、つまり、本システムが教員の業務効率化にも大きく貢献できるものであることが確認できた。

#### 5. まとめ

Moodle と Questionnaire プラグインを用い、不足する機能は独自プラグインを開発し、Web 授業アンケートシステムの試行版を構築した。試行の結果は良好であり、本校においては、授業アンケートの Web システム化は学生にとっても教員にとっても大変有用であることが確認できた。

平成 29 年度後期授業アンケートでは、本校の全学生、全科目で Web 授業アンケートを実施予定である。次回は、対象が増えるとともに、ICT や Moodle に馴染みのない学生も参加するため、今回とは異なる評価になったり、新たな課題が発生したりするかもしれない。そのようなことがあれば、別の機会に改めて報告したい。

#### 謝辞

本システム構築、特に操作性に関わる部分については、学務委員会や情報システム技術科の教員の皆様から貴重なご意見やご助言をいただきました。皆様にこの場をお借りして深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) Moodle公式サイト, <https://moodle.org/>, 2017年11月確認。
- 2) Moodle Statistics, <https://moodle.net/stats/>, 2017年11月確認。
- 3) 福田宏, 小島佐恵子, 黒澤麻美, 高橋勇: Moodle の持つアンケート機能の比較と日本語環境の整備, 北里大学一般教育紀要, Vol. 17, pp.71-94, 2012.
- 4) 赤澤とし子, 福田宏他: Questionnaire の日本語化と共通授業評価アンケートの試み, Proceedings of Moodle Moot Japan 2013, pp.15-18, 2013年3月。

## 2. 教職員および学生の活動状況一覧

2017年1月～12月

(活動の分類)

- 1、著書
- 2、資料
- 3、産学支援活動
- 4、教職員の表彰・資格取得等
- 5、学生の表彰・大会参加・資格取得
- 6、在職者セミナー
- 7、外部委託の講習会・研究会等
- 8、技能検定員委嘱
- 9、FD研修
- 10、一般活動等
- 11、新聞記事他



## 1. 著書

タイトル	著者名	分担	出版社	発行年月
統計ソフトRによる 多次元データ 処理入門	日野 満司 他	共著	日新出版	平成 29 年 3 月

## 2. 資料

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
3D スキャナー利用に関する実験検討	河邊 真二郎	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号 pp.3-6, 2017 年 11 月
ミニ NC フライス盤の設計・製作	中野 貴之	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号 pp.7-12, 2017 年 11 月
制御技術の工学教育における実験装置 の開発～リアクションホイールを用いた 振子制御系実験装置の改良と現代制御 理論の適用～	日野 満司	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号, pp.13-20, 2017 年 11 月
IoT デバイス Edison の最新応用無線セ ンサネットワークと対話型ロボの連携	里中 孝美	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号, pp.21-24, 2017 年 11 月
ニューロン CMOS インバータを用いた範 囲内マンハッタン距離検索回路	原田 裕二郎	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号, pp.25-28, 2017 年 11 月
福祉分野への応用を目指した IoT の基 礎的研究	菅原 智裕	熊本県立技術短期大学校紀要, 第 18 号 pp.29-36, 2017 年 11 月

## 3. 産学支援活動

支援内容	担当者	支援先	期間
平成 29 年「技能と技術」誌 編集委員	河邊 真二郎	職業能力開発総合大学校 基盤整備センター	平成 29 年 4 月～平成 30 年 3 月
顧問	里中 忍	RIST-くまもと技術革新・融合研究 会	平成 29 年 4 月～平成 30 年 3 月
幹事	日野 満司	RIST-くまもと技術革新・融合研究 会	平成 29 年 4 月～平成 30 年 3 月
軽構造接合加工研究委員会加工委嘱 委員	里中 忍	溶接学会	平成 29 年 4 月～平成 30 年 3 月

支援内容	担当者	支援先	期間
研究助成審査委員	里中 忍	公益財団法人立石科学振興財団	1月20, 21日, 5月22日, 8月25, 26日
評議員	里中 忍	熊本県立熊本工業高校	2月21日, 7月14日
スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会・副委員長	里中 忍	熊本県立熊本北高校	3月2日, 8月18日
熊本県工業連合会 参与	里中 忍	熊本県工業連合会	5月15日, 11月14日
顧問	里中 忍	熊本県ものづくり工業会	5月19日
熊本県溶接技術競技大会審査委員長 熊本県溶接協会 顧問	里中 忍	熊本県 熊本県溶接協会	5月25日, 9月30日, 11月10日, 12月7日
特別会員	里中 忍	熊本県企業誘致連絡協議会	5月25日
来賓	里中 忍	第12回熊本県高校生ものづくりコンテスト	6月18日
評議員	里中 忍	熊本県企業化支援センター	6月19日
監事	里中 忍	高性能 Mg 合金創成加工研究会	
平成 29 年度中堅教諭等研修 「精密測定入門」 「Web アプリケーション開発入門」	福永 隆文 中野 貴之 菅原 智裕 牧岡 毅	熊本県立教育センター	8月4日
WRO Japan 2017 熊本大会 実行委員	菅原 智裕	NPO 法人 HITO プロジェクト	8月20日
WRO Japan 2017 熊本大会 審査員	田崎 和博 牧岡 毅	NPO 法人 HITO プロジェクト	8月20日
「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	里中 忍	熊本県産業教育振興会	11月22日

#### 4. 教職員の表彰・資格取得等

タイトル	氏名	記事	期日
平成 29 年度 中央職業能力開発協会会長表彰	小川 茂幸	技能検定事業関係 都道府県(熊本県)技能検定委員	11月15日
永年勤続技能検定委員表彰	牧岡 毅	技能検定(勤続10年表彰)	11月30日

## 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
九州ブロックポリテックビジョン 2017 イン北九州 機械加工技術コンテスト 参加 (旋盤・フライス盤)	精密機械1年 坂口 智哉 清水 司 前田 大陽 精密機械2年 前田 篤希 *中野 貴之 *弓削 慶祐	九州職業能力開発大学校	2月24, 25日
九州ブロックポリテックビジョン 2017 イン北九州 ロボット競技会 参加	機械システム2年 荒木 大志 中村 省吾 松田 和希 大田黒 英雄 坂田 亜尉良 丸林 巧 *田崎 和博	九州職業能力開発大学校	2月24, 25日
九州ブロックポリテックビジョン 2017 イン北九州 ロボット競技会 審査員特別賞	電子システム2年 上土井 宇耶 馬場 隆矢 前田 大輔 *江口 智弘	九州職業能力開発大学校	2月24, 25日
3級技能士(機械検査)	精密機械1年 荒木 泰臣 仲山 卓巳 東 晃良 安岡 賢人 *田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	3月
3級技能士(機械プラント製図)	機械システム2年 板崎 純生 松田 和希 *田上 賢二郎	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
CADトレース技士(中級)	機械システム2年 下田 亮 *田上 賢二郎	厚生労働大臣認定 CADトレース技能審査 主催 中央職業能力開発協会	3月

タイトル	氏名	記事	期日
3級技能士(機械プラント製図)	精密機械2年 川崎 菜々子 水上 雄一朗 宮崎 裕貴 大村 寿輝 精密機械1年 島田 将行 松嶋 俊 *河邊 真二郎	中央職業能力開発協会 機械プラント製図	3月
3級技能士(普通旋盤)	精密機械2年 金子 輝 狩川 竜輝 精密機械1年 仲山 卓巳 東 晃良 渡邊 大貴 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	3月
熊本県知事表彰	精密機械2年 坂口 智哉 紫垣 克海 清水 司 高田 大樹	熊本県 技能検定の成績優秀者に対する 表彰	4月
第12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 坂口 智哉 前田 大陽 *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 象としたものづくり競技会	8月
第12回若年者ものづくり競技大会 参加 (機械製図CAD)	精密機械2年 松嶋 俊 機械システム2年 林田 啓志 *河邊 真二郎 *田上 賢二郎	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 象としたものづくり競技会	8月
第12回若年者ものづくり競技大会 参加 (電子回路組立て職種)	電子システム2年 志水 嵐 *新貝 和史	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 象としたものづくり競技会	8月

タイトル	氏名	記事	期日
敢闘賞 第12回若年者ものづくり競技大会 (機械製図CAD)	精密機械2年 松嶋 俊 *河邊 真二郎	技能を習得中で、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ものづくりの競技大会(全国)。	8月5日
3級技能士(機械検査)	精密機械1年 田上 大翔 藤川 壮一郎 *田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	9月
2級技能士(実技試験合格)	精密機械2年 坂口 智哉 清水 司 高田 大樹 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	10月
3級技能士(普通旋盤)	精密機械2年 坂口 智哉 紫垣 克海 清水 司 高田 大樹 田中 智也 田端 源至 前田 大陽 村松 潤兵 吉川 大雅 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	10月
3級技能士(フライス盤)	精密機械2年 荒木 泰臣 酒井 康德 島田 将行 松嶋 俊 安岡 賢人 *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
熊本県知事表彰	仲山 卓巳	熊本県 技能検定の成績優秀者に対する表彰	11月
熊本県知事表彰 第12回若年者ものづくり競技大会 (「機械製図CAD」敢闘賞受賞)	精密機械2年 松嶋 俊 *河邊 真二郎	熊本県に貢献した功績をたたえ 県知事から表彰される。	11月21日

## 6. 在職者セミナー

タイトル	担当者	内 容	期 日	受講者数
測定実習	中野 貴之	米善機工主催の講習会	4月21日	18名
オーダーセミナー 「ワイヤ放電加工」	田中 誠一郎	ニフコ熊本からワイヤ放電加工の講習依頼	5月20, 27日	2名
機械加工実践技術	中野 貴之 弓削 慶介	旋盤作業に必要な知識と技術を実際の機械を使って習得する	6月3, 10日	5名
電験三種を目指す方のための電気工学の基礎	釜田 浩	電気理論、電気機器に関する基礎学力養成のための講座と演習	6月10, 17, 24日	1名
図面の正しい読み方に関する基礎知識	河邊 真二郎	米善機工主催の講習会	6月23日	56名
オーダーセミナー 「機械製図 CAD 実践技術」	田上 賢二郎	ニフコ熊本から CAD 製図の講習依頼	7月13日	3名
汎用ロボット操作と PLC によるシーケンス制御入門	日野 満司 田崎 和博	小型垂直多関節ロボット(5軸、DENSO 社製)を用いて、ロボットの基本操作およびプログラミング法を学ぶ	8月2, 3日	1名
機械製図基礎と2次元 CAD	釜田 浩 田上 賢二郎	日本工業規格(JIS)に基づいた機械製図の基礎知識から機械図面の読み方などを含めた講義と2次元 CAD (AutoCAD2015)による実技演習を初心者向けに行った。	8月2~4日	3名
Web アプリケーション開発入門	菅原 智裕 牧岡 毅	Windows 環境で、Web サーバ: Apache、データベースサーバ: PostgreSQL、開発言語: PHP5 の構成でオープンソースによる Web アプリケーションの試作と動作確認を行った。	8月3, 4日	3名
品質管理	大土井 雄三	品質管理(QC)の概要、歴史、QC7つ道具、新QC7つ道具、品質マネジメントシステム等の概要について学ぶ。	8月24, 25日	4名
エクセルによるデータ処理・統計品質管理	里中 孝美	職場のデータ処理の業務でも実践出来るように、VBA、マクロによるデータ処理などのエクセルの活用方法について説明する。	8月24, 25日	2名

タイトル	担当者	内 容	期 日	受講者数
機械学習入門	糸川 剛	フリーソフトを用いた基礎的な機械学習の体験を通じ、機械学習の概要について学ぶ。	8月29,30日	3名
はじめての3DCAD入門ー3Dプリンタの利用によるものづくりー	河邊 真二郎 弓削 慶祐	3DCADの操作を楽しみながら機械設計技術を体験するとともにCADデータを利用した3Dプリンタによる成形技術も体験する。	9月9,16日	1名
オーダーセミナー 「電気基礎」	里中 孝美 打越 政弘 江口 智弘 新貝 和史	電気を学ぶ上で必要不可欠となる基本的知識を習得する。直流回路および交流回路の基本回路を学習する。	9月26～29日	6名
オーダーセミナー 「機械基礎」	河邊 真二郎 中野 貴之 弓削 慶祐	機械のメンテナンスを行うために必要とされる機械の基礎知識を身につけるために、機械設計に関するもの、機械製作に関するもの等、幅広く学ぶ。	11月2～8日	6名
測定技術	中野 貴之	機械加工や測定・検査業務に必要な基礎知識と技術の習得	11月4,11日	2名
PICマイコンを用いたメカトロニクス制御	田崎 和博 小笠原 健一	マイコンについての基礎知識とマイコンを用いたメカトロニクス制御技術を習得する。	11月15～17日	2名
オーダーセミナー 「機械製図CAD実践技術」	河邊 真二郎	技能検定職種「機械製図CAD」の実技試験の受検に必要とされるJIS機械製図の知識を中心に図面の読み方描き方を学ぶ。	9/18,10/22、 11/11,12/9、	12名

## 7. 外部委託の講習会・研究会等

名 称	担当者	内 容	期 日
第14回熊本県高校生ものづくりコンテスト	松本 孝幸	機械系 旋盤作業部門の審査	6月17,18日
くまもと地域創生人材育成プロジェクト・スキルアップ研修講師（クラウド技術コース）	里中 孝美	IT最新技術動向（データ活用の基礎） （社）熊本県情報サービス協会 くまもと地域創生人材育成プロジェクト	6月30日

名 称	担当者	内 容	期 日
進学ガイダンスセミナー	日野 満司	大学コンソーシアム熊本が開催する高校生向けのセミナーで、保健科学大学において、模擬授業「ロボット時代」を実施	7月4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」の講師 熊本県職業能力開発協会	7月20日
平成 29 年度 くまもと県民カレッジリレー講座「キャンパスパレア」	江口 智弘	IoT とセンサーが変える近未来～あらゆるものがインターネットに接続される世界～	8月23日

## 8. 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	中野 貴之	機械検査 マシニングセンタ 数値制御フライス盤 射出成形	1月, 8月 8月 8月 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田上 賢二郎	機械・プラント製図(機械製図CAD作業)	1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 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	江口 智弘	電子機器組立て	1月, 8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 電子機器組立て	1月 1月, 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	新貝 和史	集積回路チップ製造 集積回路組立て 電子機器組立て	1月 1月 1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 平面研削盤 機械検査	8月 8月 1月, 2月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	松本 孝幸	普通旋盤 電子機器組み立て	7月 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	河邊 真二郎 中野 貴之 田中 誠一郎 小川 茂幸	射出成形	8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	小川 茂幸	数値制御型彫り放電加工	8月

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	牧岡 毅	電子機器組立て	8月
公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会 技能検定委員	田崎 和博	機械保全(電気系保全)	1月, 12月

### 9. FD研修

タイトル	内容	期日
授業アンケート	平成 28 年度後期 科目数 101 教員数 42 平成 29 年度前期 科目数 111 教員数 44	1/30~2/3  7/25~7/31
授業研究会	公開授業および授業アンケートを通して、学生の理解レベルに応じた授業のあり方(教育の質と維持とのバランス)を検討	1/30~2/3 3/8

### 10. 一般活動等

名称	参加者	内容	期日
菊池市小学校校長会 科学の祭典実行委員会主催 科学の祭典 in 菊池	機械システム1年 緒方 凌平 佐藤 遼芽 竹田 聖 直井 智博 松永 将明 松村 知樹 *田崎 和博	菊池の子どもたちへ科学・理科 おもしろさ、楽しさを体験させたい。 ・不思議な立体 MOVEFORM ・ストローで立体を作ろう	7月22日
夏休み復興支援ワークショップ	情報システム1年 *菅原 智裕	熊本地震を経験した嘉島町の子 もたちの ICT 支援のボランティア スタッフ	8月4日
ロボット・オータムスクール 2017	情報システム2年 *菅原 智裕	菊陽町・大津町・合志市周辺の小 中学生を対象とした、自立型ロボ ット教材を用いたプログラミング 教室のボランティアスタッフ	10月28, 29 日 11月11, 12 日
「すぎなみフェスタ 2016」に参加 (学生自治会活動)	精密機械2年 電子システム2年 *田崎 和博 *新貝 和史	こどもふれあい・体験コーナーに 「ゲームコーナー」ブースを出店	11月11日
美咲野小学校プログラミング体験教 室	田崎 和博 牧岡 毅 菅原 智裕	小学校プログラミング教育必修 化を見据えて、Scratch によるプ ログラミング体験教室を実施	11月28日

## 11. 新聞記事他

タイトル	発行社	記事の内容	期 日
気付きひらめきの体験を重ね 無限の可能性へ	くまもと経済 5月号	入学式	4月
高校生、地元で就職を	熊日新聞	お仕事発見フェア(県北広域本部等主催)	6月14日
開校20周年、IoTやAIにも対応 できる実践技術者の育成を	くまもと経済 7月号	里中校長インタビュー記事	6月
外来植物除去に汗	熊日新聞	大学コンソーシアム活動(江津湖清掃)	7月15日
「基礎力」と「実践知」を重視した 人材育成と県内就職率70%を目標 指して	くまもと経済 10月号	スクール特集「大学編」	9月
県立技術短大20周年を祝う	熊日新聞	20周年記念式典・記念講演	10月24日
開校20周年	くまもと経済 11月号	20周年記念式典・記念講演	10月
プログラミング簡単	熊日新聞	美咲野小学校プログラミング体験教室	11月30日
次の20年に向けたものづくり人 材育成	熊本県中小企 業家同友会 12月号	熊本羅針への寄稿文	11月

### 3. 教職員一覽



## 熊本県立技術短期大学校教職員一覧

校長	里中 忍
指導部長兼教授	河邊 真二郎
精密機械技術科	
教授(兼任)	河邊真二郎 (電情系科長)
教授	中野貴之 (学科主任)
教授	大土井雄三
講師	田中誠一郎
講師	弓削慶祐
指導員	松本孝幸
機械システム技術科	
教授	日野満司 (機械系科長, 学科主任)
教授	田崎和博
准教授	小笠原健一
准教授	釜田 浩
講師	田上賢二郎
指導員	小川茂幸
電子システム技術科	
教授	里中孝美 (学科主任)
准教授	打越政弘
准教授	江口智弘
主任講師	新貝和史
講師	原田裕二郎
情報システム技術科	
教授	福永隆文 (学科主任)
准教授	宮崎幸治
准教授	糸川 剛
准教授	橋本剛裕
主任講師	牧岡 毅
主任講師	菅原智裕

(平成 30 年 1 月 1 日現在)

紀要編集委員会（第19号）

委員長 里中 忍（校長）  
委員 田崎 和博（広報員会副委員長）  
委員 田中 誠一郎（精密機械技術科）  
委員 金澤 美江（総務学生課）

---

熊本県立技術短期大学校紀要 第19号

平成30年3月29日発行

発行 熊本県立技術短期大学校 紀要委員会 委員長 里中 忍  
〒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 株式会社協和印刷

〒868-0408

熊本県球磨郡あさぎり町免田東 1496-20

TEL 0966-45-1119

FAX 0966-45-1213

---



古紙配合率100%再生紙を使用しています

発行者：熊本県

所属：技術短期大学校

発行年度：平成29年度