

# 熊本県立技術短期大学校

## 紀 要

第 21 号



**Kumamoto  
Prefectural College  
of Technology**

2020 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21号(2020年3月)

【巻頭言】 “県技大の未来図を考える” . . . . . 里中 忍

### 目 次

#### 1. 論文・報告・話題

自励振動式ポリマーヒートパイプに関する研究 . . . . . 秀山 文彦	3
アクティブラーニングとグループ学習法を取り入れた 課題製作による工学導入教育の試みー錘を動力源とする位置エネルギー車の開発ー . . . . . 日野 満司, 堀田 圭之介	10
移動体の高精度測位方式の検討 リアルタイムキネマティック測位の応用 . . . . . 里中 孝美	18
産学連携におけるIoTイノベーションリーダー育成への取り組み . . . . . 江口 智弘, 田崎 和博, 糸川 剛, 菅原 智裕	25
目指す人材育成のための接続教育の試み . . . . . 福田 真	29

#### 2. 教職員および学生の活動状況一覧 . . . . . 35

資料、産学支援活動、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 . . . . . 53



## 県技大の未来図を考える

校長 里中 忍

最近、科学技術の成果を身近に感じる機会が多くなってきた。その代表的なものがスマホである。スマホはコミュニケーションツールや情報収集ツールとしての機能ばかりでなく、情報発信のツールとして利用している他に、音響機器、カメラ、時計、ナビなど、一つの機器の中に複数の機能を備えており、現代人にとっては不可欠のものとなっている。AI(人工知能)技術も身近な存在になりつつある。名前の由来から知能を有する機器のイメージが強いが、AIはコンピュータの処理速度や記憶容量が飛躍的に高まったこととニューラルネットワークを使った機械学習の方法が進んだことで、多くの情報(ビッグデータ)を短時間に分析し、人間の予想を超えた確度の高い結果を出力する一種の予測システムになっている。最終結果に至るプロセスはブラックボックスでわからないが、あたかも人間の脳と同じ働きをするものと位置付けられ、囲碁や将棋の世界でAIを組み込んだソフトが世界No.1の囲碁棋士や将棋の名人を打ち破ったことが契機となって注目されるようになった。現在、AIによる分析・解析の可能性に大きな期待がよせられ、実際の医療現場や経済活動、生産活動でも試みられるようになってきている。その結果は我々の生活を快適にしたり、時には我々に脅威を与える存在になりつつある。

数年前に知人に教えてもらったが、このような時代の到来を50年前に予測した人がいた。熊本市出身で立石電機株式会社(現オムロン株)の創業者、立石一真氏がその人である。未来予測に関するサイニク(SINIC)理論(\*)を提唱し、国際未来学会でも発表したとのことである。それによると産業革命以後の社会は、工業化社会、機械化社会、自動化社会、情報化社会、最適化社会、自律社会・・・と進化していくと予想している。現在は情報化社会から最適化社会に移行する時期に差しかかっているといわれ、個人的な感想ではあるが、情報化社会までは的中しているように思える。サイニク理論の基本的な考え方は、我々が住んでいる世界は科学・技術・社会が互いに相互作用しながら進化し、人間はその中心にいて前向きの意識(サイニク理論の中では、「進歩思考的意欲」と表現されている)を持った人類がその流れ、イノベーションを創り出してきたというものである。上記のAIを例にしてその流れを考えてみる。AIと呼ばれる技術は、これまでもコンピュータ技術の進化とともに注目されてきたが、社会の大きな期待に対しては多くのハードル(壁)があり、挫折と挑戦を繰り返してきた。第三世代と呼ばれる現在のAIは、人間の脳神経系のニューロンに関する研究成果が科学の種となり、その種を数理モデル化してコンピュータ上に再現したシステムと考えることができる。このシステムは、人間が学習して賢くなるのと同じように、多くの教師データを学習して確度の高い出力を導き出すようになった。これがニューラルネットワークと呼ばれるもので、この技術をこれまで蓄積している様々なビッグデータに適用すると、短時間の分析・解析でゲームの世界や医療や経済活動の特定の分野

で人間を超える能力を発揮することが示された。社会がその価値を認め、生活の一部に利用できるようになると、技術の世界ではさらに処理能力の高い CPU や GPU の技術開発が行なわれるようになり、ディープラーニングなどの概念を導入しながら、我々の期待に応える成果を生み出までに成長してきている。まさに科学・技術・社会の相互作用の成果であるが、その流れにもいずれ限界がくると思われる。その限界を超える社会が次の最適化社会になると想像している。

上記の機械化、自動化、情報化、今後予想される最適化へと続く社会変遷には、バランスの取れた科学・技術・社会の相互作用が必要であったが、その成果は遺産や知識として社会の中に蓄積され、引き継がれてきた。これに対し、科学・技術・社会の相互作用の中心にいる人間は、成果が遺伝子の中に組み込まれてくるわけではなく、生を受けるとその恩恵を受けながら一人ひとりの興味と努力で蓄積された科学・技術・社会の成果を吸収し、社会に合流している。合流する地点が科学の分野であったり、技術の分野、社会の分野であってもいい、家庭を含む社会はそんな人材を育てる役目を担っている。その役割の中心に小学校、中学校、高校、大学などの教育機関があり、10年後、20年後も輝いていける考え方や生き方を、それぞれが特徴ある教育プログラムで教授している。ただ、昨今のグローバル化、少子高齢化、地球温暖化などの社会的課題はその将来の予測を困難にしており、10年後、20年後の世界も見通せなくなっている。この状況を社会は変革と多様性の時代に突入したと考えているが、その中でもそれぞれの教育機関は将来のビジョンや夢を指し示しながら、若者を育てる環境作りとそれを実行する教授陣を配して、ビジョンに沿った人材育成に挑んでいる。本校は、機械化、自動化、情報化が混在しながら進化している熊本社会を想定して、科学の成果やアイデアを形にする“実践知”を大切にし、いつの時代でも基盤となる専門分野を担う人材を育てる未来図を描いている。熊本でも、自動運転や5G、IoTなど、様々なイノベーションの波が押し寄せているが、その未来図を作成する際には、目の前の課題から何をするかを考えるのもよいが、10年後、20年後に予想される社会で必要とされるものは何かを考え、挑戦していくDNAを意識するのもよいと考えている。

これに対する本校の挑戦は既に始まっており、上記のサイニク理論で紹介した進歩思想的意欲と同じ意識を持った教員が挑戦的な取り組みを始めている。その取り組みは必ずしも目立ったものとは限らないが、必ずや最先端科学を支えるのに必要な基礎力になり、社会を変えるための応用力を生み出すパワーや挑戦力になると確信している。本紀要では、その取り組みの一部を紹介した。ご一読いただき、忌憚のないご意見をお寄せいただくとありがたい。

\* <https://www.omron.co.jp/about/corporate/vision/sinic/>

# 1. 論文・報告・話題



# 自励振動式ポリマーヒートパイプに関する研究

秀山文彦\*<sup>1</sup>

## Experimental investigation of a pulsating polymer heat pipe

Fumihiko HIDEYAMA

This paper describes experimental investigations on heat transfer characteristics of a pulsating polymer heat pipe (PHP) fabricated by a 3-D printer. In the research, a transparent ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) filament was used as a printing material. HFE (Hydro-Fluoro-Ether)-7100 was employed as a working fluid, and its filling ratio was 50 % of a total volume of the serpentine channel. In experiments, a heated section of the PHP was heated by a heater and a cooled section was water-cooled using a cooling jacket. Pulsating phenomena of the working fluid were observed through a transparent PHP wall. From the experimental results, stable heat transport from the heated to the cooled section was confirmed.

### 1. 緒言

近年、電子機器の新規開発は著しく、我々の生活は増々豊かになってきている。これは、電子機器内で使用される CPU や GPU などに代表される電子素子の高性能化が進んでいることが大きな要因である。しかしながら、電子素子の性能向上はそれ自体の発熱量を増大させるため、故障の原因にもなりうる。さらに現在、電子機器は小型化・軽量化の傾向にあり、発熱量の増加に加えて発熱密度も急激に増大している。電子素子の冷却には、従来から作動流体の相変化により熱を輸送するヒートパイプが多く用いられてきた。ヒートパイプは小さな温度差で大きな熱量を輸送できる高性能な伝熱素子であり、基本的にはコンテナと呼ばれる密閉容器と飽和状態の作動流体から構成される。ヒートパイプの作動流体による熱の流れを図 1 に示す。ヒートパイプは一端を加熱し他端を冷却すると、封入された作動流体は加熱部でコンテナから熱を与えられ蒸発し、蒸気となって冷却部へ流れる。この蒸気は冷却部でコンテナによって冷却され凝縮し液体となり、再び加熱部へと戻される。

この相変化、つまり、蒸発による蒸発潜熱と凝縮による凝縮潜熱によって熱を輸送するため、大きな熱を輸送することができる。ヒートパイプはこの一連のサイクルによって作動するため、外部動力を必要とせず、半永久的に作動できる特長を有する。

前述のように、電子機器は高性能化に加えて小型化・軽量化が進んでおり、電子機器の冷却に用いられるヒートパイプにも小型化・軽量化が求められている。従来のヒートパイプは、外部からヒートパイプ内部に封入された作動流体に熱を伝えるために、管体には主に銅材

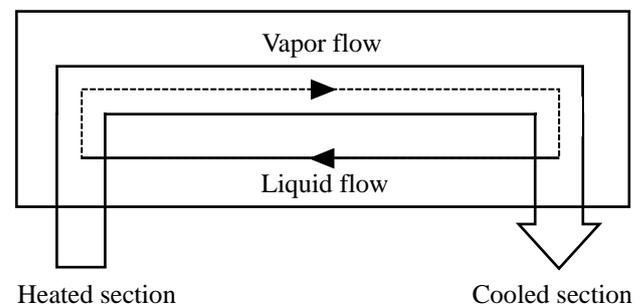


図 1 ヒートパイプ内の作動流体による熱の流れ

\*1 機械システム技術科

のような熱伝導率の高い金属材料が用いられてきた。この従来の金属製のヒートパイプにおいても、小型化・軽量化の要求に対して多くの研究が行われているが、本研究では、ヒートパイプの筐体にプラスチック材料を使用する「ポリマーヒートパイプ」に着目し研究を行った。プラスチック材料は金属材料と比較して、一般的に軽く、成形が容易という特長を有し、さらに耐食性が高いことや、絶縁性が高いなど優位な点を多く有する。しかしながら、プラスチック材料は熱伝導性が悪いことや、ガス透過率が高いため、ヒートパイプの筐体として使用するには問題があり、これらの点に関して様々な研究が行われているが、まだまだ知見が少ないのが現状である。

そこで本研究では、ポリマーヒートパイプの形成に関して検討を進め、簡単かつ実現可能なポリマーヒートパイプを提案ならびに形成し、ポリマーヒートパイプの熱輸送特性に関する基本的な知見を得ることを目的とする。

本研究では、ポリマーヒートパイプの形成に積層造形法(3D プリンター)を用いた。なお、ヒートパイプは主に作動原理により様々な種類に分類されるが、本研究では著者がこれまでの研究で知見を得ている自励振動式ヒートパイプを対象とした。自励振動式ヒートパイプは1990年に Akachi によって開発された熱輸送デバイスであり<sup>2), 3)</sup>, PHP (Pulsating Heat Pipe) もしくは OHP (Oscillating Heat Pipe) と呼ばれている。自励振動式ヒートパイプの概略図を図 2 に示す。自励振動式ヒートパイプは加熱部と冷却部の間をつなぐ蛇行細管と作動流体で構成されるヒートパイプである。蛇行細管内に封入された作動流体は液スラグと蒸気プラグに分かれて分布し、加熱部を加熱し、冷却部を冷却すると、1つの細管内で加熱部付近の液スラグが蒸発し冷却部付近の蒸気プラグが凝縮することで加熱部と冷却部間で圧力差が生じ、加熱部から冷却部への流れを引き起こす。自励振動式ヒートパイプはこの細管が結合されて、ひとつの蛇行細管となっているため、隣の細管では冷却部から加熱部への流れが生じ、蛇行細管全体では振動流が発生し熱を輸送する。ヒートパイプ内部に作動流体を還流させるための毛細管構造体などを設置する必要がなく、他のヒートパイプと比較して簡易的であるという特長を有する。

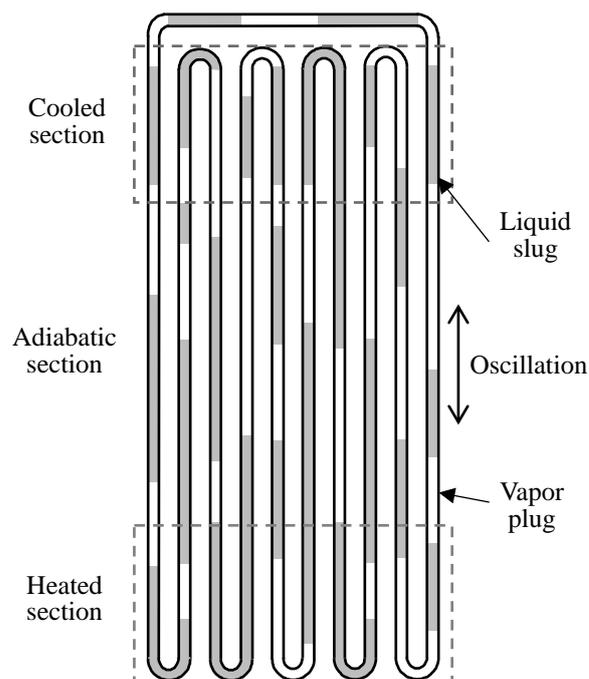


図 2 自励振動式ヒートパイプの概略図

## 2. ポリマーヒートパイプの詳細

図 3 に 3D プリンターを使用して形成した自励振動式ポリマーヒートパイプ(以下、PPHP ; Pulsating Polymer Heat Pipe とする)の概略図を示す。PPHP は、まず 3DCAD ソフトウェアを用いて設計を行い、プラスチック材料を使用する 3D プリンターを用いて形成した。プラスチック材料には、内部の振動二相流が観察できるように、透明の ABS フィラメントを使用した。PPHP は、加熱部、断熱部および冷却部から構成され、加熱部から冷却部へと熱を輸送するデバイスである。PPHP の全長および全幅は、それぞれ 160 mm, 34 mm である。ヒートパイプ内部には 14 本(7 ターン)の矩形流路(長さ:150 mm)を有しており、それぞれがつながって 1 本の蛇行流路となっている。冷却性能を向上させるために冷却部に設置する水冷ジャケットはヒートパイプ両面に設け、さらに冷却部の長さを長くした。加熱部および冷却部の面積はそれぞれ 25 mm(長さ) × 30 mm(幅) および 50 mm(長さ) × 30 mm(幅) × 2(両面)である。また右端の円柱状の管はヒートパイプ内部を減圧し、作動流体を封入するためのものである。なお、十分な気密性を確保するために、PPHP の表面に化学的処理を施している。

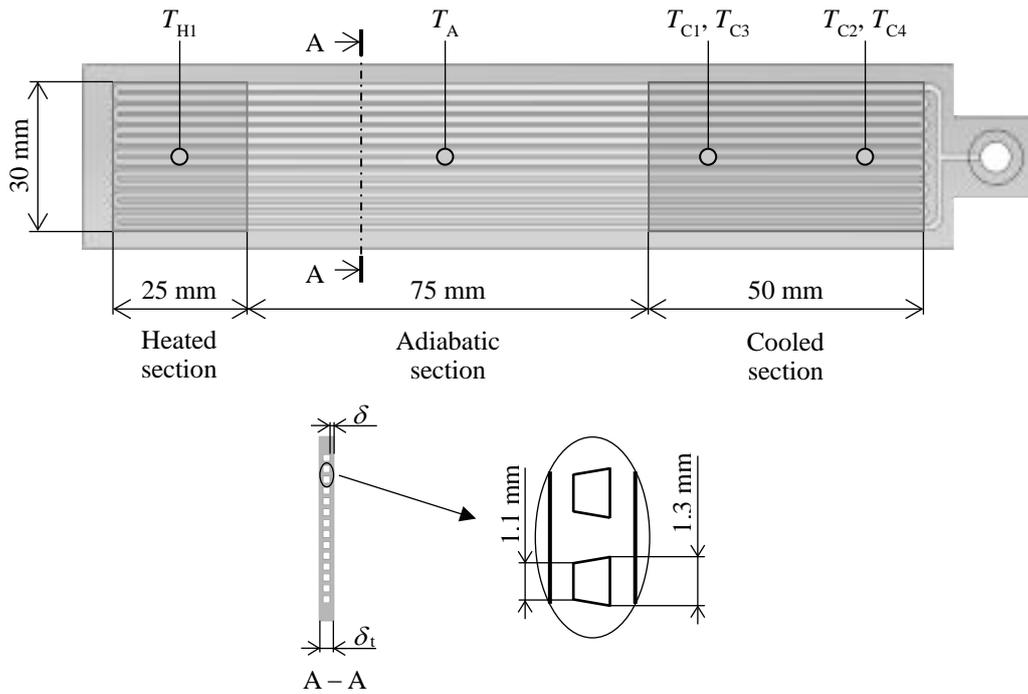


図3 自励振動式ポリマーヒートパイプの概略図

本研究で使用した PPHP の内部流路径は、自励振動式ヒートパイプの内部流路径を決定する際に用いられるボンド数  $Bo$  をもとに決定した。ボンド数は表面張力と浮力の比を表す無次元数であり、Taft ら<sup>4)</sup>により、ボンド数が  $0.49 \sim 3.39$  で自励振動式ヒートパイプは作動することが報告されている。PPHP の内部流路は矩形であるため、水力等価直径  $D_h$  として内径を計算した。ボンド数の定義を以下に示す。

$$Bo = \frac{g(\rho_l - \rho_v)D_h^2}{\sigma} \quad (1)$$

ここで、 $g$  は重力加速度、 $\rho_l$  と  $\rho_v$  はそれぞれ液体密度および蒸気密度で、 $D_h$  は水力相当直径、 $\sigma$  は表面張力である。式(1)より、本研究では表 1 に示す内部流路径を選定した。設計の段階では流路形状は長方形としているが、図 3 に示すように、3D プリンターの造形上の問題で、実際の流路幅が深さ方向にわずかに異なっており、流路形状が台形となっていることがわかる。したがって、表 1 に示す、ボンド数と水力等価直径は実際の流路形状をもとに計算した。また、計算の際に用いた作動流体の物性値を表 2 に示す。

表 1 PPHP の内部流路径

Cross-sectional area [mm <sup>2</sup> ]	: 1.3
Height [mm]	: 1.1
Bond number, $Bo$ [-]	: 1.6
Hydraulic diameter, $D_h$ [mm]	: 1.1
Total thickness of the PHP, $\delta_t$ [mm]	: 2.5

表 2 作動流体の物性値<sup>5)</sup>

Boiling temperature [°C]	: 61 (at 1 atm)
Surface tension, $\sigma$ [mN/m]	: 11.85 (at 50 °C)
Liquid density, $\rho_l$ [kg/m <sup>3</sup> ]	: 1430 (at 50 °C)
Vapor density, $\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	: 7.1 (at 50 °C)

### 3. 実験装置および実験方法

図 4 に実験装置を示す。形成した PPHP を垂直に設置し、下端にヒートパイプの加熱を行うためのマイクロセラミックヒーター、上端にはヒートパイプを冷却するための冷却ジャケットが取り付けられている。本研究では冷却を促進させるために、冷却部には水冷ジャケットを両側に取り付けている。前述のように PPHP は下方から加熱部、断熱部、冷却部に分けることができ、加熱部の面

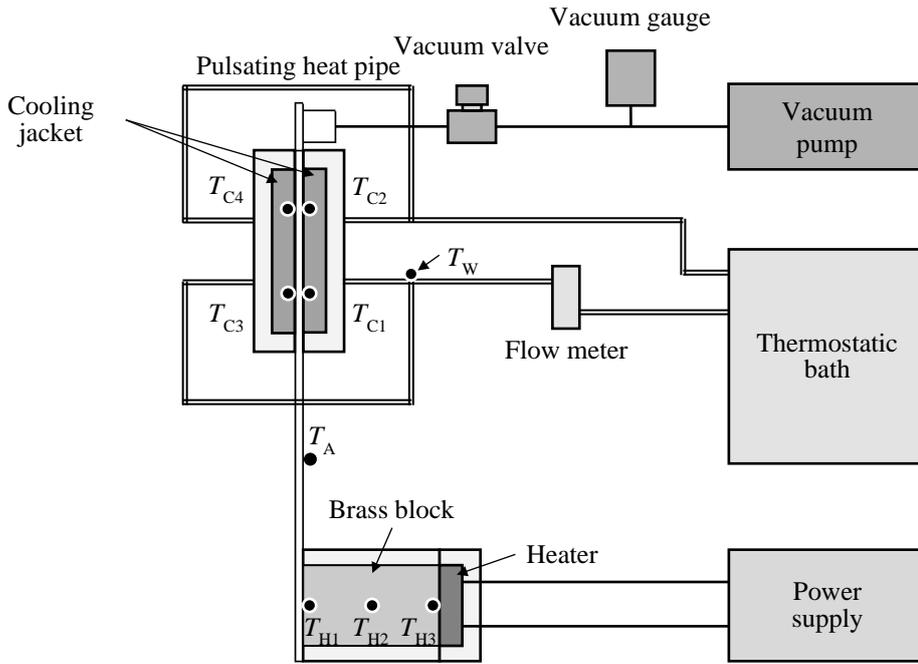


図4 実験装置の概略図

積は 25 mm(長さ) × 30 mm(幅), 冷却部の面積は 50 mm(長さ) × 30 mm(幅) × 2(両面)であり, その間の断熱部の面積は 75 mm(長さ) × 30 mm(幅)である. マイクロセラミックヒーターは電力計および可変変圧器に接続されており, 電力計の表示値を見ながら変圧器で加熱量を制御している. 冷却ジャケットは恒温槽および流量計に接続され, 流量計で流量を制御しながら水冷ジャケットと恒温槽の間で冷却水を循環させた. 実験中の内部圧力測定には圧力変換器を使用した. また, 熱損失を軽減させるため, PPHP 全体を断熱材で覆った.

実験では, まず真空ポンプを使用して PPHP 流路内の空気を除去し, シリンジを用いて作動流体を封入した. その後, 冷却部に取り付けられた水冷ジャケットを通して冷却水を循環させながら, 加熱部に取り付けたヒーターにより加熱を行い, T 型熱電対を用いて PPHP 表面の 6 点における温度 ( $T_{H1}, T_A, T_{C1}, T_{C2}, T_{C3}, T_{C4}$ ) を測定した. なお, 図 4 に示すように, PPHP の加熱は真鍮ブロックを介して行っており, 真鍮ブロック内の温度勾配も T 型熱電対 ( $T_{H1} \sim T_{H3}$ ) を用いて測定し, フーリエの法則より加熱量を求めた. 以下では加熱量  $Q$  を用いて実験結果を示す.

作動流体には HFE-7100 を用い, 全流路体積の 50 %

の量を封入した. 加熱・冷却条件として, 水冷ジャケットへの冷却水封入温度  $T_W$  を 5.0 °C, 流量を 400 mL/min とし, 加熱量  $Q$  を 4 W から 1 W ずつ増加させ, ABS 樹脂の耐熱性を考慮して, 加熱部温度  $T_{H1}$  が 80 °C を超えるまで実験を行った.

#### 4. 実験結果および考察

本研究において, 冷却部の各温度 ( $T_{C1}, T_{C2}, T_{C3}, T_{C4}$ ) の間の温度差は無視できるほど小さかったため, 評価を行う際には以下に示す冷却部温度  $T_C$  を使用した.

$$T_C = \frac{T_{C1} + T_{C2} + T_{C3} + T_{C4}}{4} \quad (2)$$

図 5 に PPHP の加熱部  $T_{H1}$ , 断熱部  $T_A$  および冷却部  $T_C$  の加熱開始からの温度の経時変化を示す. 図の縦軸は温度  $T$ , 横軸は加熱開始からの時間  $t$  である. 内部観察により加熱開始後, 加熱量  $Q$  が 4 W において液スラグと蒸気プラグは加熱部付近で振動し始め, その後, 液スラグと蒸気プラグの振動は時間経過とともにだんだんと激しくなることが観察された. したがって, 加熱部温度  $T_{H1}$  と断熱部温度  $T_A$  は加熱開始後に増加したと考え

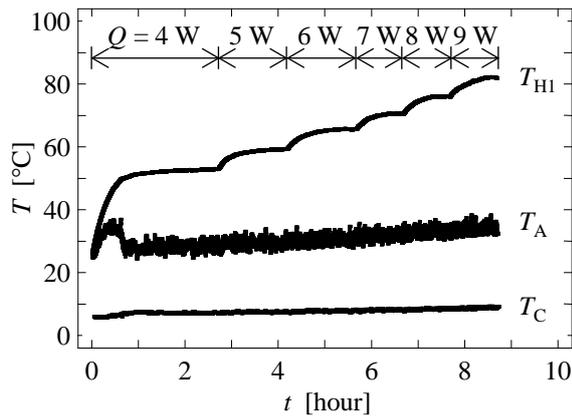


図5 各点の温度の経時変化

られる。加熱部と冷却部との間で液スラグと蒸気プラグの激しい振動が始まると、断熱部温度  $T_A$  は減少し始め、加熱部温度  $T_{HI}$  は定常状態に達した。加熱部温度  $T_{HI}$  は加熱量  $Q$  の増加とともに高くなり、加熱量  $Q$  が 9 W まで安定した熱輸送が確認された。断熱部温度  $T_A$  は、加熱部で加熱された液スラグおよび蒸気プラグと冷却部で冷却された液スラグおよび蒸気プラグが加熱部と冷却部間を移動するので、加熱部温度  $T_{HI}$  や冷却部温度  $T_C$  と比較して大きな変動が確認された。

図 6 に PPHP の熱回路を示す。本研究では、加熱部から冷却部への長手方向の ABS 樹脂の熱伝導は、流路内を通る熱量と比較して非常に小さいため無視できると仮定する。一方、加熱部および冷却部の厚さ方向の熱伝導は ABS 樹脂の熱伝導率が非常に小さいため考慮し、加熱部と冷却部の流路内部の温度 ( $T'_H$ ,  $T'_C$ ) をそれぞれ以下のように定義する。

$$T'_H = T_{HI} - \frac{Q\delta}{\lambda A_H} \quad (3)$$

$$T'_C = T_C + \frac{Q\delta}{\lambda A_C} \quad (4)$$

ここで、 $T_{HI}$  と  $T_C$  は測定した加熱部と冷却部の PPHP 表面の温度、 $Q$  は加熱量、 $\delta$  は PPHP の壁厚さ、 $\lambda$  は ABS 樹脂の熱伝導率である。ABS 樹脂の熱伝導率は  $0.2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  とする<sup>6)</sup>。 $A_H$  と  $A_C$  はそれぞれ加熱部と冷却部の伝熱面積である。

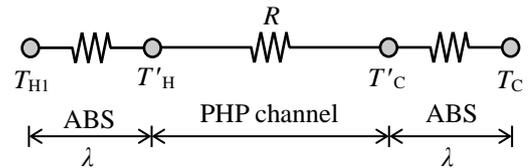


図6 PPHPの熱回路

PPHP の全体の温度差である、加熱部と冷却部の温度差 ( $T_{HI} - T_C$ ) を以下の 4 つの温度差に分割し、検討を行った。

$$\Delta T'_H = T_{HI} - T'_H \quad (5)$$

$$\Delta T_{H-A} = T'_H - T_A \quad (6)$$

$$\Delta T_{A-C} = T_A - T'_C \quad (7)$$

$$\Delta T'_C = T'_C - T_C \quad (8)$$

ここで、 $\Delta T'_H$  と  $\Delta T'_C$  は、それぞれ PPHP の壁内厚さ方向の加熱部と冷却部の温度差、 $\Delta T_{H-A}$  と  $\Delta T_{A-C}$  は、それぞれ PPHP 流路内の加熱部と冷却部の温度差である。

図 7 に PPHP の加熱部と冷却部の温度差  $\Delta T_{H-A}$ 、断熱部と冷却部の温度差  $\Delta T_{A-C}$ 、PPHP の壁内厚さ方向の加熱部温度差  $\Delta T'_H$ 、PPHP の壁内厚さ方向の冷却部温度差  $\Delta T'_C$  を示す。縦軸はそれぞれの温度差  $\Delta T$ 、横軸は加熱量  $Q$  である。図 7 より、PPHP の壁内厚さ方向

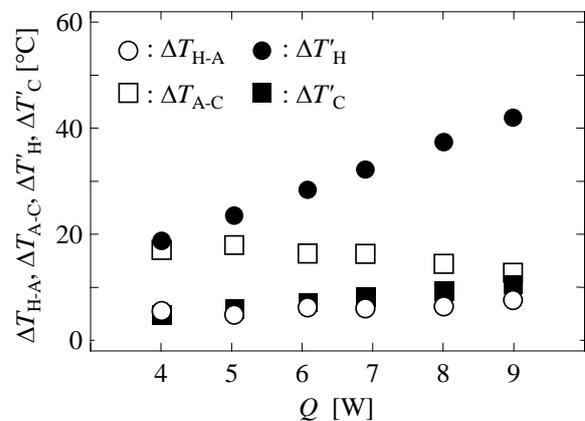


図7 各区間の温度差

の加熱部温度差  $\Delta T'_H$  は他の温度差と比較して最も大きく、加熱量  $Q$  の増加に伴い PPHP の壁内厚さ方向の加熱部温度差  $\Delta T'_H$  も増加していることがわかる。本研究では、冷却ジャケットを通る冷却水の流量が非常に多いため、図 7 に示すように冷却部の温度  $T_C$  の上昇はあまり見られなかった。しかしながら、加熱部の温度  $T_{Hi}$  は、PPHP の壁内厚さ方向の加熱部温度差  $\Delta T'_H$  によって大きく影響されるため、図 7 において加熱部の温度  $T_{Hi}$  には、加熱量  $Q$  の増加に伴い明らかな上昇が確認された。したがって、加熱部の ABS 樹脂の厚さ方向の熱伝導が ABS 製の PPHP の熱輸送性能に最も影響していると考えられる。また、流路内の加熱部の温度差  $\Delta T_{H-A}$  はすべての加熱量  $Q$  において、冷却部の温度差  $\Delta T_{A-C}$  より小さくなることがわかる。

PPHP の熱抵抗  $R$  を次式で定義する。

$$R = \frac{T'_H - T'_C}{Q} \quad (9)$$

ここで定義した熱抵抗  $R$  からは加熱部および冷却部の PPHP の壁内厚さ方向の熱抵抗を除外している。

図 8 に PPHP の熱抵抗  $R$  を示す。比較のために、他の研究結果も併記した。図の縦軸と横軸はそれぞれ熱抵抗  $R, R^*$  と加熱量  $Q$  である。比較対象は、Koito and Kawaji<sup>7)</sup> の 3D プリンターを用いたプラスチック製の自励振動式ヒートパイプ、Ibrahim ら<sup>8)</sup> の 3D プリンターを用いた金属製の自励振動式ヒートパイプ、Fumoto ら<sup>9)</sup> のアルミニウム製の自励振動式ヒートパイプである。これら 3 つの自励振動式ヒートパイプの熱抵抗は本研究の熱抵抗とは異なり、加熱部と冷却部のヒートパイプの壁厚さ方向の熱抵抗も含めた全体の熱抵抗  $R^*$  である。本研究では、熱抵抗  $R$  は最小で 2.55 K/W であった。Koito and Kawaji<sup>7)</sup> の研究結果と比較すると、PPHP の熱抵抗  $R$  は全体的に低い値を示しているが、これは、前述したように、熱抵抗の評価方法の違いによるものであると考えられる。金属製の Ibrahim ら<sup>8)</sup> や Fumoto ら<sup>9)</sup> の自励振動式ヒートパイプと比較すると、PPHP の最大加熱量は 9 W であるのに対し、金属製の Ibrahim ら<sup>8)</sup> や Fumoto ら<sup>9)</sup> の最大加熱量はそれぞれ 50 W と 65 W であった。本研究

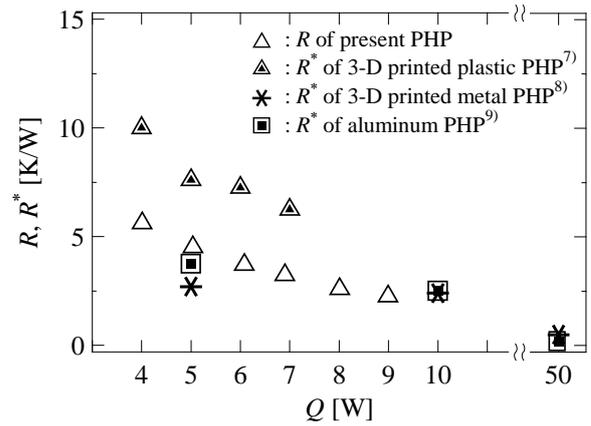


図 8 熱抵抗の比較

で形成した PPHP の流路形状や流路徑、作動流体は Ibrahim ら<sup>8)</sup> や Fumoto ら<sup>9)</sup> の自励振動式ヒートパイプと異なるが、最大加熱量の違いには、材料の違いが最も影響することが確認された。以上より、ヒートパイプの材料にプラスチックを使用することは、最大加熱量を制限してしまう要因になることがわかった。しかしながら、加熱部および冷却部の自励振動式ヒートパイプの壁内厚さ方向の熱抵抗を除外し流路内部の熱抵抗で評価した場合、本実験条件下 ( $Q = 4 \text{ W} \sim 9 \text{ W}$ ) においては、PPHP の熱抵抗  $R$  は金属製の Ibrahim ら<sup>8)</sup> や Fumoto ら<sup>9)</sup> の自励振動式ヒートパイプの熱抵抗  $R^*$  と同等の値を示すことが確認された。

## 5. 結言

3D プリンターを用いて自励振動式ポリマーヒートパイプを形成し、その熱輸送特性に関する基礎実験を行った。内部可視化のために、透明な ABS フィラメントを使用して自励振動式ポリマーヒートパイプを形成し、作動流体には HFE-7100 を用いた。実験結果から、本自励振動式ポリマーヒートパイプ内での作動流体の自励振動の様相と、作動流体の相変化と振動流による熱輸送の効果を確認した。さらに、実験結果より蒸発部のヒートパイプ壁の厚さ方向の熱伝導が、熱輸送性に最も影響することが示された。また、加熱量が 4 W ~ 9 W において、熱抵抗は最小で 2.25 K/W であり、この加熱量の範囲においては、金属製の自励振動式ヒートパイプと同等の熱輸送性能(熱抵抗)を示した。

## 参考文献

- 1) 日本ヒートパイプ協会: 実用ヒートパイプ 第 2 版, 日刊工業新聞社, (2001), 4-526-04781-3.
- 2) H. Akachi: U.S. Patent, Patent Number 4921041, (1990).
- 3) H. Akachi: U.S. Patent, Patent Number 5219020, (1993).
- 4) B. S. Taft, A. D. Williams and B. L. Drolen: Review of Pulsating Heat Pipe Working Fluid Selection, *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, 24-6 (2012), pp. 651-656.
- 5) 3M™ Novec™ 7100 Engineered Fluid: <http://multimedia.3m.com/mws/media/199818O/3mtm-novectm-7100-engineered-fluid.pdf>, (accessed 2020-1-27).
- 6) T. Sonsalla, A. L. Moore, W. J. Meng, A. D. Radadia and L. Weiss: 3-D Printer Settings Effects on the Thermal Conductivity of Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), *Polymer Testing*, 70 (2018), pp. 389-395.
- 7) Y. Koito, and M. Kawaji: Performance of a Pulsating Heat Pipe Fabricated with a 3-D Printer, *Proceedings of the ASME 2017 Heat Transfer Summer Conference*, HT2017-4816 (2017).
- 8) O. T. Ibrahim, J. G. Monroe, S. M. Thompson, N. Shamsaei, H. Bilheux, A. Elwany and L. Bian: An Investigation of a Multi-layered Oscillating Heat Pipe Additively Manufactured from Ti-6Al-4V Powder, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 108 (2017), pp. 1036-1047.
- 9) K. Fumoto, M. Kawaji and T. Kawakami: Study on a Pulsating Heat Pipe with Self-rewetting Fluid, *Journal of Electronic Packaging*, 132 (2010), 031005-1.

# アクティブラーニングとグループ学習法を取り入れた 課題製作による工学導入教育の試み — 錘を動力源とする位置エネルギー車の開発 —

日野満司\*<sup>1</sup>, 堀田圭之介\*<sup>1</sup>

Attempt to introduce active learning and group learning methods  
into engineering education by the use of production subjects  
— Development of a potential energy vehicle using a weight as a power source —

Mitsushi HINO, Keinosuke HORITA

本校は短期大学校であるため、過密な工学教育プログラムで教育訓練が実施されている。したがって、学生が入学後、いかに主体的に授業に取り組みスムーズに専門科目の教育へ移行できるかが、彼らの能力の伸び代を大きくするための鍵でもある。この対策として、昨年度、1年前期の授業科目「機械工学概論」の中でアクティブラーニングとグループ学習法を取り入れた工学教育への導入を試み、その有効性を確認した。

ただ、製作課題が、「紙で作る支持台」と「爪楊枝で作る橋」の2点であり、何れも材料力学を主とした静的な製作物であった。そこで今年度は、動力学の製作課題を新たに提案し実施したので、その詳細を報告する。

## 1. 緒言

本校の新入生は工学教育を希望する普通科出身の学生だけではなく工業高校出身者も約半数は在籍しているものの、多くの学生は機械工学の必要性和重要性を認識しているとは言い難い。さらに、後期になって本格的な専門教育が始まると、どのように勉強していけばよいのか戸惑う学生も多くいる。そこで本校では、専門教育をスムーズに展開できるように、専門の導入科目であり1年前期で開講される「機械工学概論」の中で、機械に興味を持たせる取組を前年度から行っている<sup>1)</sup>。具体的には、機械系(精密機械技術科と機械システム技術科)の新入生に対してアクティブラーニング(主体的・対話的な学習)による課題製作とグループ学習を取り入れた教育を展開している。その結果、機械工学への興味関心を持たせることができただけでなく、グループで知恵を出し合い、物を作り出す喜びも得させることができた。

ただ、その時に学生達に課した課題は「紙で作る支

持台」と「爪楊枝で作る橋」の2点であり、何れも材料力学を主とした静的な製作物であった。しかし、実際の機械は動く物も多く存在するため、動的な製作物を対象とした、動力学の見地を含む課題の開発が是非とも必要である。

そのような観点から、今回、錘を動力源とする、いわゆる位置エネルギーを利用した動く車の製作を課題とし、それを基にアクティブラーニングによる課題製作とグループ学習を取り入れた教育を実施したので、その取組と成果について報告する。

## 2. 製作課題の創作と実施方法

### 2.1 製作課題の創作

製作課題の創作において、特に配慮したのが動力源である。車を走行させるためには、エネルギーを蓄え、それを運動エネルギーに変換することになる。エネルギー源として、安全で身近にあり、しかも扱いやすい物として錘による位置エネルギーを採用することにした。それ

\*1 機械システム技術科

を運動エネルギーに変換する方法は、錘の降下量と車輪を何らかの方法で連動させればよい。錘としては、使い古しの乾電池が豊富にあるので、手頃な単三乾電池を使用することとした。

使用できる材料としては、1枚のみに限定した A3 のボール紙、車軸用に長楊枝、軸受け用にストローとした。材料に制約を課すことで、限られた資源から、いかに高性能な車を製作するかが鍵となる。

道具は木工ボンド、コンパス、ハサミ、定規、カッターナイフ、下敷き用ベニヤ板とし、それ以外は使用できないものとした。

2.2 課題内容

これから学ぶ科目との関連性と実用例も盛り込んで、学生には以下の内容で提示した。

**機械工学概論：主体的、対話的に学ぶ機械工学**  
**—動くものにはパワーが必要、そのパワーをどのように利用するか？—**

車や電車、飛行機、船など、我々の身の回りには様々な乗り物が移動手段として用いられています。これらの乗り物には少なくとも、①動かすためのエネルギー源、②動かすためのエネルギーを蓄積する装置、③蓄積したエネルギーを移動する力に変換する機構、④変換された力を移動手段として利用する方法など、目的を実現するための仕掛けを考える必要があります。身の回りの乗り物が①～④がどのようになっているかを考えると、表1のようになっています。

表の電気自動車の①、②、③、④の欄を埋めてください。

一方、以前、クリーンなエネルギー源として、重力

を利用した機械がありました。例えば、1300年頃に発明された機械式時計で、「重錘(じゅうすい)時計」と呼ばれ、おもりが引力によって下に落ちる力を利用して時を刻んでいました<sup>2)</sup>。機械のスピードは、王冠のような雁木車(がんぎぐるま)と、天秤のような棒テンプの間欠的な往復運動によって調節されました。雁木車を動かしていたのは、ひもに繋がれた錘です。しかし、問題は下がり続けた錘が地面に着いてしまうと、時計は止まってしまうということです。



このことからわかるように、錘を持ち上げると、時計を動かそうとする能力が発生します。これを位置エネルギーといいます。また、錘を高いところから落とすと、地面の所では高さは零ですが、速度が最大となり、地面に衝撃を与える能力を有しています。これを運動エネルギーといいます。



製作例

そこで、皆さんには、錘の位置エネルギーを運動エネルギーに変換して移動する装置(車)を考案し、製作してもらいます。

表1 乗り物の種類によるエネルギー源とその活用手法

	自転車	自動車	電気自動車	電車	飛行機
①エネルギー源	人力	ガソリン(軽油)		電気	航空機用ガソリン(プロペラ機) ケロシン(ジェット機)
②エネルギーの蓄積装置	なし(蓄積できないので、ストップする)	燃料タンク		なし(停電したらストップ)	燃料タンク(どこにあるか、調べてみよう)
③移動する力に変化する機構	ペダルによる回転力	ガソリンエンジン(ディーゼルエンジン):ピストンの往復運動を回転運動にクランク機構		モーターによる回転力	プロペラ(プロペラ機) タービン(ジェット機)
④力を移動手段として利用する方法	地面の摩擦力でペダルの回転力をタイヤの回転に変換して移動	地面の摩擦力でペダルの回転力をタイヤの回転に変換して移動		車輪とレールの摩擦力でモーターの回転力を車輪の回転に変換して移動	プロペラ、タービンによる推進力と翼に働く揚力

錘の位置エネルギーを運動エネルギーに変換して移動する車（以下、位置エネルギー車と呼称する）の製作に当たっては、二つの開発目標を掲げ、グループを組織して開発に当たることにした。目標の一つ目は、単三乾電池の位置エネルギーで決められた距離を移動する車の開発、二つ目の目標は、最長の走行距離を実現する車の開発である。前者をSTEP1、後者をSTEP2として開発競争を行わせ、割り当ての最後の時間に走行試験のコンテストによって性能評価を行なわせることにした。以下の枠で囲んだ部分は、学生に提示した内容である。

### STEP 1 所定の距離を走行する錘を利用した車

グループ毎に、次の条件を満たす位置エネルギー車作りに挑戦します。

○走行原理: 錘の位置エネルギーを用いて車を走行させること

○コンテストの評価基準: 走行距離を50cmとし、それに一番接近した車を優勝とし、近い順に順位付けを行う。

○使える材料: ボール紙(A3用紙1枚)、錘(単三乾電池)(1個)、たこ糸(1m)、爪楊枝(必要本数)、長楊枝(必要本数)、ストロー(必要本数)、A4コピー用紙(製作を検討するために使用。製品には使用できません)(数枚)。

なお、テープ類は使用できません。

○使える道具: 木工ボンド、コンパス、ハサミ、定規、鉛筆、カッターナイフ、下敷き用ベニヤ板、ピンセット

○成果発表: グループ毎に独自の車を作り、その性能をコンテストで競う。

### STEP 2 走行距離を競う錘を利用した車

第1回目の製作体験を基に、どれだけ走行距離が延びるかを競う位置エネルギー車作りに挑戦します。

○走行原理: STEP1と同じ

○コンテストの評価基準: 走行距離が一番長い車を優勝とし、距離が延びた順に順位付けを行う。

○使える材料: 第1回目と同様

○使える道具: 第1回目と同様

○成果発表: グループ毎に独自の車を作り、その性能をコンテストで競う。

<これから学ぶ科目から: ヒント>

機械系で学ぶ授業科目は、以下のようなことにも役に立っています。

・速度, 加速度, 移動距離, エネルギー, 摩擦など  
 ……工業力学, 基礎物理など

・物を動かすための仕組み, エネルギーの有効利用  
 ……機構学, 機械設計など

・車体等の強度, 構造, 製作方法……材料力学, 機械加工学など

・将来は自動運転や配車システムなども……計測工学, 制御工学など

<将来の仕事を考える>

・技術者, 社会人として生活する場合には, 必ず移動手段が必要になる。

日常生活: 徒歩, 自転車, バイク, 自家用車など  
 通勤, 出張など: 電車, 自動車, 飛行機, 船,  
 バス, 高速鉄道など

旅行: バス, 新幹線, タクシー, ケーブルカー,  
 モーターボートなど

これらの乗り物は, エネルギーを有効に利用している。

・皆さんは, これらの乗り物を使うだけの人, 使うと共に作る人? 技術者のなかには乗り物を作る人が結構な割合いる。

<作る人にはそれに関する基礎知識が必要。企業では理解の程度に応じた教育を実施, 理解できない人には作らせない。それが安全, 安心(信頼性)に繋がる>

・自動車づくりの仕事もいろいろ: 研究開発, 設計, 加工・組立て, 品質管理・検査……能力, 経験に応じて変る。

・これからの自動車もいろいろ: ガソリン車, ディーゼル車, 電気自動車, ハイブリッド車, 燃料電池車など……環境問題は自動車作りを変える可能性も

・高齢者社会, 過疎対策の交通システム……自動運転, 自動配車システムなど(情報関連の知識も)

## 2.3 実施方法

### (1)メンバー構成

製作メンバー編成は1グループ4名とし、5チームを基本とした。グループメンバーは、クラス全員によるくじ引きで決定した。会社における製作グループは学生時代のように仲良しグループだけで成立するものではなく、転勤、異動やプロジェクトメンバー編成等により、自分の意思とは関係なく組織化され、その中で目標達成しなければならぬことが多いことも補足した。

## (2)スケジュール

機械工学概論の中の8回の授業(1回100分)において、STEP1、STEP2ともそれぞれ4回を割り当て、最後の第4回目を走行試験に充てることにした。なお、STEP1の第1回目の授業では、位置エネルギーと運動エネルギーの関係を体感させるとともに、要所要所で設計の指針や位置エネルギーと運動エネルギーの関係等を必要に応じて教授するようにした。

## 3. 実施結果

### 3.1 導入教育

位置エネルギーを利用した車を製作するにあたり、**図1**に示すように、いくつかの模型の車を斜面上部から走らせて見せることで、位置エネルギーの存在を実感させることから始めた。斜面から平面を走行する距離にも注目させ、大きく重いミニカーと小さくて軽いミニカーを比較させると、スピードも走行距離もさほど変わらないことに学生は少し驚いたようであった。その後、斜面と平面に摩擦がない理想的な状態なら、高さ $h$ からの平面到達時の速度は $\sqrt{2gh}$ で、質量に依存しないことも学習し、位置エネルギーと運動エネルギー、さらに摩擦力との関係を学習した。



図1 ミニカーと位置エネルギー

### 3.2 試作車の提供

製作課題は与えられたものの、学生にとっては初めての経験で、ゼロからの製作である。アクティブラーニングでは自分たちのアイデアをイメージしながら形にすることが重要なプロセスであるが、今回は設計イメージができ上がるまでの時間的な余裕がないため、**図2**に示す試作車を提

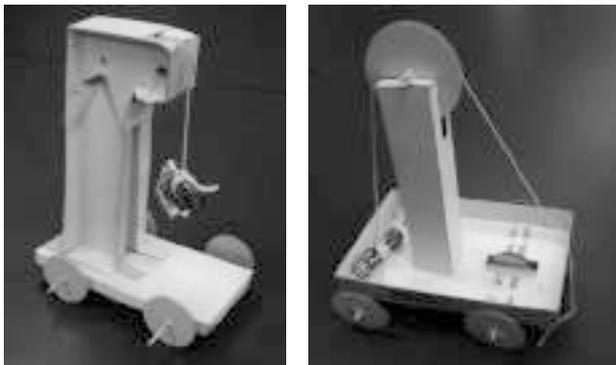


図2 位置エネルギー車の試作車

示することにした。位置エネルギーを運動エネルギーに変換する原理、車体基本構造などを試作車によってかなり具体的にイメージできたようであった。これをベースに自由な発想で設計を開始したグループもあれば、設計が試作車から抜け出せないグループや“デッドコピー戦略”をとったグループもあった。試作車提供で発想の自由度が低くなったが、グループ全員で更なる検討を迅速に行なう機会を確保できた点では効果があった。

### 3.3 STEP1の製作過程と走行試験

#### (1)製作過程

STEP1は走行距離が50cmに規定された位置エネルギー車の製作である。各グループは、走行距離をコントロールする方法について検討を開始し、それを実現するために試行錯誤しながら車作りに取り組んだ。**図3**は一つのグループの製作状況であり、**図4**は別のグループが自分たちのアイデアで試作した車である。乾電池が斜面に沿って滑り落ち、その勢いで車を引張るものであった。結果は上手くいかなかったが、**図2**の試作車とは異なる発想で作られた車で、本講義が狙いとする「主体的」な取り組みが垣間見られた側面でもあった。また、走行距離のコントロールには多くのグループが苦戦していたことから、途中でヒントとして50cm進むには車輪が何回転すればいいのか、例え



図3 製作風景



図4 試作機

ば車輪直径が4cmなら4回転、5cmなら3.2回転と計算できること、「その回転を得るにはどうすればいいのか?」といった検討が必要なことなどを説明した。これだけが解決策ではないので、様々なアイデアに挑戦することを促しながら自由な発想が生み出される環境作りに努めた。

## (2) 走行試験

5チームが製作した位置エネルギー車の走行試験を行った。5チームが順番に走行試験を行うこととし、ふたつ後のチームを審査員とし、お互いに役割分担を決めさせた。走行試験は3回行い、平均値で競うことにした。製品の品質は、何回行っても同じ結果が得られることが重要であることも事前に伝えた。走行試験の様子を図5に、走行試験結果を図6に示す。

規定距離50cmに対して、各チームとも乾電池が落下する高さを調整する方式を採用していたため接戦ではあったが、走行距離のバラツキが少ない平均値49.3cmのチーム4が優勝した。各チームとも、勝敗への拘りは強く、それが、製作に真剣みを与



図5 走行試験の様子

えていたように見えた。

## 3.3 STEP2の製作過程と走行試験

STEP2は、STEP1と異なり定められた位置エネルギーを最大限有効活用して距離を競う位置エネルギー車の製作がテーマである。なお、STEP2では新たにグループ編成も行い、くじ引きによりA～Eの5チームとした。

### (1) 製作過程

各チームはSTEP1の経験や反省を踏まえ、それらを披露しながら、STEP2の検討を進めた。チーム再編は、活発な議論をするうえで有効だった。

また、製作の過程で、フレームの剛性が担保されていないケースも散見されたため、剛性を強化するための補強方法などを伝えた。STEP1と比較すると、STEP2では主体的・対話的な取り組みがスムーズに行なわれた。その中で、様々なアイデアが生まれた。代表的な作品例を図7に示し、その概要を以下に紹介する。

(イ) 加工法の改善：各チームが一様に悩んでいたのは、車輪の真円度がコンパスとハサミ・カッターでは出ないことだった。あるチームは、直径の大きい車輪を選びこの問題を解決した(図7(a)参照)。

(ロ) デザイン性の重視：STEP1に引き続き2回目の工作ということもあり、製作工程には余裕があったようで、商品としての魅力を意識してデザインに注力するチームもいた(図7(b)参照)。



■ 走行試験 2019年7月10日(水) 9:45～

【評点】  $L \leq 50$  評点 =  $2L$   $L > 50$  評点 =  $2 \times (100 - L)$

チーム	走行1	走行2	走行3	平均値(L)	評点	順位
① 橋本・工藤・本田・横田	34	38	37	36.3	72.6点	5位
② 江藤・中川・森本	55	56	42	51.0	98.0点	準優勝
③ 橋本・中西・原田	50	43	48	47.0	94.0点	4位
④ 久原・田村・中原・安美	45	55	48	49.3	98.6点	優勝
⑤ 草野・金子・山下・山本	28	58	71	52.3	95.4点	3位

図6 STEP1の走行試験結果



(a) 大型車輪採用

(b) デザイン性重視車

(c) 竹串フレーム車

図7 STEP2の代表的な作品例

(ハ)軽量化への挑戦：ガソリン車やハイブリッド、EV車の燃費改善で注目されている軽量化を意識して、竹串でフレームを製作したチームもいた（図7(c)参照）。

この他にも、様々なアイデアに挑戦していたが、完成後のレポートでは『チーム総意で進めたものの、どれほどの効果があったのだろうか?』との感想もあった。

#### (2) 走行試験

走行試験はSTEP1同様に5チームが順番に走行試験を行った。ふたつ後のチームを審査員とし、お互いに役割分担を決めさせた。走行試験は3回ずつ行い、平均値で競わせることにした。各チームとも勝敗へのこだわりはSTEP1と同様に強かった。

結果を図8に示す。床面との接触が安定している大口径の車輪を採用した車が優勝した。特に

STEP2では、STEP1の失敗やそこで得たノウハウを活かして、全員真剣に取り組んでいた。

#### 4. 学生のレポートから

STEP1およびSTEP2の走行試験が終了した後、それぞれA4サイズ1枚を基本として、以下の内容でレポートを提出してもらった。

1. 基本設計の概要
2. 工夫した点・苦労した点など
3. 走行試験結果(数値に表れない性能評価も記載してください)
4. 改善すべき点
5. 所感・意見等

この中で、4項の『改善すべき点』と5項『所感・意見』を中心に「チームワークや達成感の醸成」と「失敗や悔しさをバネにエンジニアとして成長」の2つの視点で整



■ 走行試験 2019年9月11日(水) 9:45~

Prjチーム	走行1	走行2	走行3	平均値(L)	順位	備考
A 草原・中原・安岡・山下	46	60	62	56.0 cm	5位	
B 橋本・樹田・山本	121	125	145	130.3 cm	優勝	
C 江藤・工藤・中川・原田	117	136	136	129.7 cm	準優勝	
D 橋本・中西・本田	61	76	89	75.3 cm	3位	
E 金子・久原・田村・森本	46	73	97	72.0 cm	4位	

図8 STEP2の走行試験結果

理したものを以下に示す。

### (1) チームワークや達成感の醸成

位置エネルギー車の製作を通じて、期待通りに走る車を製作したチームから、決して上手くいかなかったチームなど様々であった。各自作りたい車をイメージしながら作業に取り掛かったが、

- ・概念設計が中途半端
- ・限られた工具のため車輪が丸く加工できない
- ・フレームに剛性を持たせることができない

などの製作上の問題が多発したようだった。しかし、製作を通して、それらをチームで乗り越え、何とか走行試験まで持っていったということで、反省事項も含めて達成感を感じたようである。

以下、STEP1とSTEP2のそれぞれに対して、学生レポートの抜粋を記す。

#### 【STEP1】

- ・ただみんなで話しながら物を作ることが楽しかった。
- ・最初はできるかどうか分からなかった。
- ・最初は何も教えてもらっていないのに、車なんて作れるの？！って思ってたけど、案外作れたのでびっくりした。
- ・次の STEP2 走行試験では1回目を参考にして良い記録を出したい。
- ・今回の授業で、エネルギーをいかに変換して動かすアイデアを本当に思いつくのか不安
- ・グループワークの大切さも実感できよかった。
- ・チームで話し合い、意見を出し合って最終的にはちゃんと形に出来て走らせることができたのでよかった。
- ・ボール紙 1 枚と聞き、最初は厳しいと思ったが、結果的にはしっかり位置エネルギーカーを作れたのでよかった。
- ・今回の実習で学んだことをしっかり活用して、STEP 2でもよい作品ができるよう班として協力してがんばりたい。
- ・いろんなアイデアを出し合いひとつの作品に仕上げていく過程がすごく面白かったし、楽しかった。
- ・一時期とても焦ったがみんなで意見を出し合った結果、最終的には良いものとなり、走行もうまくいき安心した。

#### 【STEP2】

- ・この位置エネルギーカーの製作をしているいろいろと問題は多かったけど楽しかった。
- ・メンバーが STEP1では5位と4位の班だったので、3位を取れたことは上々だったと思う。

- ・自分の班は他の班がしようとしなかったことをしようと試行錯誤した。

- ・難題に時間いっぱい挑戦できたので良い経験をさせてもらったと思います。(失敗は成功の母ですから(笑))

### (2) 失敗や悔しさをバネにエンジニアとして成長

位置エネルギー車の製作を通じて、失敗や悔しさもあったようで、レポートの感想欄にそれを見ることができると。講義ではSTEP1の後、グループ替を行ってSTEP2に臨むという進め方をしたため、STEP1の反省をSTEP2に活かしたい、という感想やハサミやカッターによる加工精度の限界を感じると共に機械加工のすばらしさを今更ながら感じるというコメントもあった。卒業後の仕事の進め方等についての感想もあったが、総じて言えるのは、失敗、反省や悔しさをバネにして、将来に対する意気込みを感じさせるものがあつた。以下、学生レポートの抜粋を記す。

- ・10cm ほどしか進まず最下位となつてしまい悔しかった。この経験を次に活かし成功できるようにがんばりたい。
- ・車が思った通りに進まなかった原因を理解できたので次に活かす。
- ・車輪が直角か、車輪がきれいな円かどうかなど車自体の要因もしっかり設計しないと良い結果につながらないことが分かった。
- ・練習ではほぼ50cmで何回も走行できていたのに、本番ではなかなか上手くいかなかった。安定することも考慮しなくては。
- ・はじめてものを作り動かすということをやつて、計算どおりいくと思ったが思うようにはいかなかった。次回はがんばりたい。
- ・今回の反省点は計画性がなかったことだと思う。今回の製作は時間中に完成できるようにしたい。
- ・製作では材料の使い方が課題となった。次の製作では改善点はより見つけられると思う。大切なことを学べた。
- ・今回あまり距離が伸びなかったのも、前回の走行テスト車との違いを調べ、何がダメだったのかを知る必要がある。
- ・手やハサミやカッターで車輪を作るとどうしても真円度が出ずに距離が出なかった。機械で物を作る重要さがわかった。
- ・軽量化にこだわって作ったけれど、そもそも竹串と紙の重量差が大きくないからいい結果がでなかった

のではないかと思った。

- 距離は今ひとつだったが、安定した車を作れたということは製品としてみれば良かった。
- トラブルが起きた中でも2位で終わることができて良かった。トラブルをなくすにはどうすべきか色々なことを想定してがんばりたい。
- 途中でトラブルが発生したりしたが、役割分担ができていたと思う。製作も協力し合いながら楽しくできた。
- 基本設計がまちがっていたようだ。今後はもっと論理的に考えたい。
- 今回の授業で身につけたことを、仕事に就いてから活かせるといいなと思う。

## 5. 結言

今回、錘を動力源とする動く車の製作を課題として、アクティブラーニングによる課題製作とグループ学習を取り入れた教育を実施した。昨年度に実施した「紙で作る台」や「爪楊枝で作る橋」は静力学を対象とした取組であったのに対して、今回の取組の特徴は、車体の強度を実現するという静力学的な要素も含むが、位置エネルギーを運動エネルギーに変換させるという動力学

に主眼を置いた取組であったことである。動きがあるためか、学生の興味と関心はかなり高かった。

この取組を通して、物作りにおける機械工学の重要性を感じ取ってくれた学生も多くいた。また、チームワークの大切さを学んだだけでなく、試行錯誤し苦勞して作り上げるという過程を通しての達成感を経験できたようである。さらに、グループ対抗としたことにより、競争の中で失敗や悔しい思いがあり、その感情がより高みを目指すバネとなっていた。

これらのことは、社会に出てエンジニアとして活躍するための非常に重要な感性でもある。今後の1年後期からの授業を通じて、機械工学の基礎力を身につけながらその感性が磨かれることを期待したい。

## 6. 参考文献

- 1) 日野 満司, 田中 誠一郎, 秀山 文彦: アクティブラーニングとグループ学習法を取り入れた課題製作による工学教育への導入の試み, 熊本県立技術短期大学校紀要, 第20号(2019), p9.
- 2) セイコー社ホームページ: <https://museum.seiko.co.jp> (参照日 2019年4月10日).

# 移動体の高精度測位方式の検討

## リアルタイムキネマティック測位の応用

里中孝美\*<sup>1</sup>

High Precise Positioning Technique for Mobile Vehicle  
Application of the Real-Time Kinematic Global Positioning

Takami Satonaka

複数の衛星に対応するマルチ GNSS RTK 方式で、高精度な位置情報を得ることが可能になり、様々な分野でその応用が検討されている。本報告では、GNSS 測位のソフトウェアパッケージ RTKLIB を用いた高精度測位方式について記述する。基準局と移動局の衛星信号受信モジュールを用いて RTK-GPS/GNSS 測位システムを構成し、基準局選定のために学校のキャンパス、グラウンドにおいて位置測定の実験を行った。また、Raspberry Pi による簡易データロガーのプログラムを作成し、自動車で移動しながら単独測位の実験をおこなった。

### 1. はじめに

マルチ GNSS (Global Navigation Satellite System: 全地球測位システム) と呼ばれる複数の衛星を併用する測位環境が整備されたことで、安価な受信機により、高精度測位<sup>(1)</sup>を行うことが期待されるようになった。ドローン、トラクターなどの移動体で GPS/GNSS の技術を利用してより高い精度の自動運転の実用化が行われている。本報告では、RTK (Real Time Kinematic) LIB<sup>(2)</sup>を用いた高精度測位方式について記述する。基準局設置のために予備実験を行い、基準局と移動局で 2 台の受信機を用いて RTK-GPS/GNSS の測位システムを構成した。また、Raspberry Pi と GNSS 受信モジュールを用いてデータロガーを製作し、移動体の測位実験を行った。車で移動しながら単独測位の実験を行った。

### 2. 相対測位の原理

#### 2-1 相対測位の概要

図 1 に示すように、GNSS の測位方式<sup>(3)</sup>には、単独測位方式と相対測位方式がある。カーナビゲーション

に利用されている単独測位方式では、1 台の GPS 受信機で 3 つ以上の人工衛星から送られてくる時間信号の電波を受信し、人工衛星までの距離を測定する。3 つ以上衛星からの距離を測定し、その距離を半径とする球の交点から測位地点の座標を決定する。距離は、伝搬時間×電波の速度の関係で求まる。衛星から受信機へ到達する信号の伝搬時間は、受信機の



図 1 GNSS の主な測位方式

\*1 電子システム技術科

時計によって決定される信号受信時刻と信号自身にマークされた衛星における発射時刻との差として定義される。相対測位方式では、2個のGPS受信機において人工衛星から受信した電波の波形の位相差に着目して距離を求める。

相対測位方式には、スタティック法、キネマティック法がある。GNSS測位方式ではスタティック法が最も高精度な測位手法であるが、長時間GNSS信号を受信し、その信号の位相を解析しなければならない。それに対してリアルタイムキネマティック法は短時間で高精度の測位解を得る方法である。基準側の受信機のデータを移動側の受信機に無線や携帯電話などで転送し、リアルタイム解析処理を行う。RTK測位は、衛星と受信機間の距離を、衛星電波の波数に波長(L1波=19cm)を乗じることで、数cm以内の測位誤差で位置を特定している。

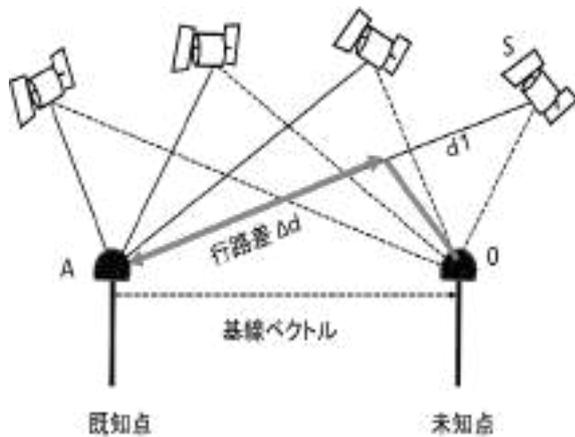


図2 行路差と基線ベクトル

図2は、相対測位における行路差と基線ベクトルを示している。座標の既知点と未知点がなす基線の両端で観測される受信電波の波数の差である行路差をもとに基線ベクトルを求める。また、干渉測位においても人工衛星とGPS受信機の時計の誤差を修正するため、少なくとも4つ以上のGPS衛星が必要となる。RTK測位は、固定基準局と移動局の2台の受信機を使用し、受信機から衛星までの距離を搬送波の波数と位相差として求めるが、これについては2-2で説明する。

2-2 受信機の搬送波位相測定

GNSS受信器の測位処理は以下のようになる。

- ① 受信した衛星電波をデジタル信号に変換し、衛星ごとに信号の捕捉を行う処理
- ② 衛星信号に含まれる疑似距離、搬送波位相、航法データ等の生観測データを出力する処理
- ③ 観測データを用いて測位計算しそれを出力する処理

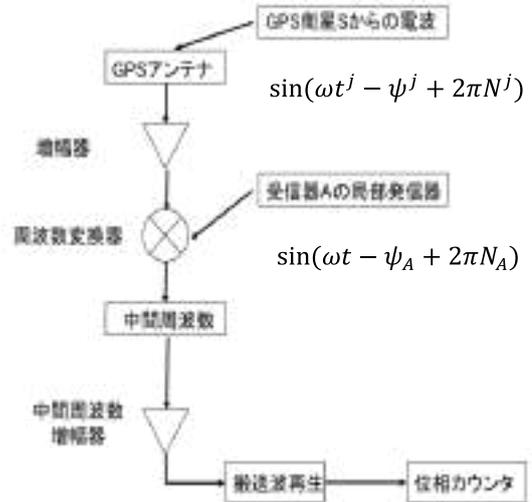


図3 受信機のフロントエンド部の構成

図3は、受信機のフロントエンド部の構成を示している。中間搬送波から得られた生観測データより測位計算を行う。GNSS衛星jからの受信信号搬送波の波形 $\sin\alpha$ と受信機Aの局部発振信号の波形 $\sin\beta$ との掛算をおこない、周波数変換器において低周波の差分の部分 $\cos(\alpha - \beta)$ だけを取り出す。

$$\sin\alpha \cdot \sin\beta = (\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta))/2 \quad (1)$$

中間周波数 $\cos(\alpha - \beta)$ より波数を次式で計算する。

$$\phi_A^j(t) = \phi_A(t) - \phi^j(t^j) + (N_A - N^j) \quad (2)$$

$$\phi_A(t) = \frac{(\omega t - \psi_A)}{2\pi}, \quad \phi^j(t^j) = \frac{(\omega t^j - \psi^j)}{2\pi}$$

受信機Aの局部発振器の波数を $\phi_A^j(t)$ で衛星jからの搬送波の波数を $\phi^j(t^j)$ で表記する。 $t^j$ は衛星の時刻、 $\tau$ は周波数fの搬送波の到達時間である。

$$\phi^j(t^j) = \phi^j(t - \tau) \cong \phi^j(t) - f\tau \quad (3)$$

式(2)の位相式 $\phi_A^j(t)$ は、

$$\phi_A^j(t) = \phi_A(t) - \phi^j(t) + f\tau + N_A - N^j \quad (4)$$

である。ここで、衛星jから受信機までの距離 $r_A^j$ 、

光速  $c$  とすると、受信機 A で測定された衛星 S の搬送波位相データは式(5)で表される。

$$\phi_A^j(t) = \frac{f}{c} r_A^j(t) + N_A^j + P_A^j(t) \quad (5)$$

$$P_A^j(t) = \phi_A(t) - \phi^j(t) \quad (6)$$

$$N_A^j = N_A - N^j \quad (7)$$

衛星  $j$  と点 A の経路, 衛星  $j$  と点 B の経路を考える。地表から衛星までの距離は観測点間の距離よりはるかに大きいので、2つの経路は非常に接近している。その位相差では、衛星軌道のずれや経路上での電波伝播遅延はほとんど相殺される。A 点と B 点における搬送波位相を式(8), (9)で計算する。

$$\phi_A^j(t) = \frac{f}{c} r_A^j(t) + N_A^j + P_A^j(t) \quad (8)$$

$$\phi_B^j(t) = \frac{f}{c} r_B^j(t) + N_B^j + P_B^j(t) \quad (9)$$

受信機 A, B に対する衛星  $j$  の位相差  $D\phi_{AB}^j(t)$  は

$$\begin{aligned} D\phi_{AB}^j(t) &= \phi_B^j(t) - \phi_A^j(t) \\ &= \frac{f}{c} (r_B^j(t) - r_A^j(t)) + N_B^j - N_A^j + P_B^j(t) - P_A^j(t) \end{aligned} \quad (10)$$

となる。受信機 A, B と衛星  $i, j$  による二重位相差を計算する。

$$\begin{aligned} DD\phi_{AB}^{ij}(t) &= \phi_B^j(t) - \phi_A^j(t) - \phi_B^i(t) + \phi_A^i(t) \\ &= \phi_B^j(t) - \phi_B^i(t) - \phi_A^j(t) + \phi_A^i(t) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \frac{c}{f} DD\phi_{AB}^{ij}(t) &= r_B^j(t) - r_B^i(t) - r_A^j(t) + r_A^i(t) \\ &\quad + \frac{c}{f} (N_{AB}^{ij} + \phi_{AB}^{ij}(t)) \end{aligned} \quad (12)$$

$$N_{AB}^{ij}(t) = N_B^j(t) - N_B^i(t) - N_A^j(t) + N_A^i(t) \quad (13)$$

$$P_{AB}^{ij}(t) = P_B^j(t) - P_B^i(t) - P_A^j(t) + P_A^i(t) \quad (14)$$

二重差  $DD\phi_{AB}^{ij}(t)$  では、受信機の時計の誤差  $P_{AB}^{ij}$  が完全に相殺される。

$$\begin{aligned} \frac{c}{f} DD\phi_{AB}^{ij}(t) &= r_B^j(t) - r_B^i(t) - r_A^j(t) + r_A^i(t) + \frac{c}{f} N_{AB}^{ij}(t) \end{aligned} \quad (15)$$

二重差は相対測位の基本観測量で、誤差要因の大部分が除去されている。決定できるのは観測点間の基線ベクトルのみで、一方の座標値が既知である必

要がある。干渉測位において一番の問題は整数値バイアスの存在である。Float 解アルゴリズムは、この整数値バイアスを未知数の 1 つと考えて逐次近似計算によって求める方法である。反復の測位計算で求められる整数値バイアスが実数であり、そこで求められた座標 (測位解) を Float 解と呼ぶ。

Fixed 解とは、整数値バイアスの正しい値を整数(波数)にして求めた測位解である。正しい整数値バイアスを求める方法に、Float 解が収束した時の整数値バイアス(実数)を四捨五入して整数値とする方法がある。整数値バイアスが求めることができれば、観測時刻  $t$  における測定値(最低 4 衛星)のみで高精度の測位結果を求めることができる。

### 2-3 RTKLIB

GNSS RTK の受信モジュールは、疑似距離、搬送波位相、航法データ等の観測データを出力する。PC の RTKLIB ソフトウェアにより、受信機の測定データを用いて測位計算を行う。図 4 は RTK-GPS 測位ルーチンを示している。式(15)のように測定点 A, B と複数の衛星  $i, j$  のデータを用いて二重差を計算する。異なる時間での測定データから、 $N_{AB}^{ij}$  の曖昧さ、衛星と受信器との距離を計算する。



図 4 RTK-GPS 測位ルーチン

RTK-GPS 測位ルーチンでは、1 エポック分の観測データおよび航法メッセージを入力する。単独測位で、疑似距離観測値の初期近似解を算出する。次の相対測位ルーチンはこの近似解を使い、フィルタ初期化及び観測方程式線形化を行い、カルマンフィルタの時間更新の演算を行う。次に、搬送波位相及び

疑似距離観測値による二重差観測値及び観測方程式から残差，観測行列を計算する．その後，観測誤差共分散行列を生成し，一般のカルマンフィルタ観測更新を行い，このエポックの推定値（Float 解）とその共分散行列を得る．

### 3. 測位実験

#### 3-1 装置の構成

図5はNEO-M8Pを用いた相対測位受信システムの構成である．基準局と移動局システムは，それぞれアンテナ，受信モジュール，ノートPCから構成される．基準局，移動局のノートPC間をwirelessルータで接続してデータの受送信を行う．基準局と移動局の受信機は，u-blox社製 NEO-M8P-2，NEO-M8P-0の受信モジュール，GPS/GNSS周波数帯(1574-1606MHz)対応アンテナ Tallisman社製 TW3400から構成される．図6は，アンテナと受信モジュールを示している．受信モジュールは，アンテナで受信した電波信号の測位処理を行い，測定データを出力する．その測定データを用いてノートPCで測位計算を行う．

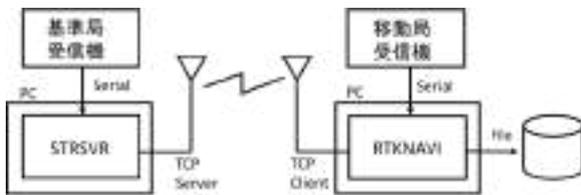


図5 相対測位システムの構成



(a) TW3400 (Tallisman) (b) NEO-M8N-2 (u-blox)

図6 アンテナとNEO-M8Nのモジュール

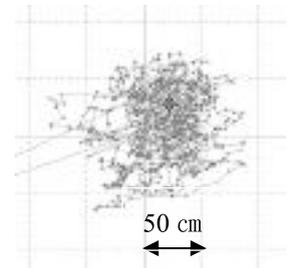
基準局の受信機の位置を固定し，移動局の受信機を移動させる．基準局のノートPCではRTKLIBの通信サーバ用プログラムSTRSVRを，移動局のノートPCでは測位計算用プログラムRTKNAVIを使用する．

#### 3-2 測位実験

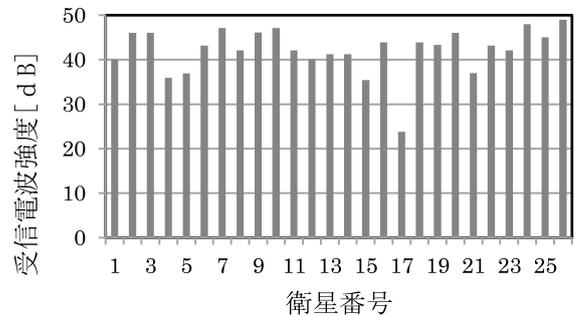
基準局の位置選定の予備実験では，アンテナの位置を変えながら，GNSS電波の受信特性の評価を行い，その位置を決める．2台目のGNSSを移動局とし，基準局と同時にGNSS衛星受信を行う．受信側と送信側のIPアドレスを設定し，測位データ通信アプリケーションSTRSVRを用いて，基準局から移動局に，GNSS衛星の搬送波情報をリアルタイムで送信する．移動局のノートPCは，リアルタイム測位プログラムRTKNAVIを用いてGPS受信機の生観測データから，測位を実行する．基準局と移動局の搬送波の波数と位相差から測位値を求めプロットする．



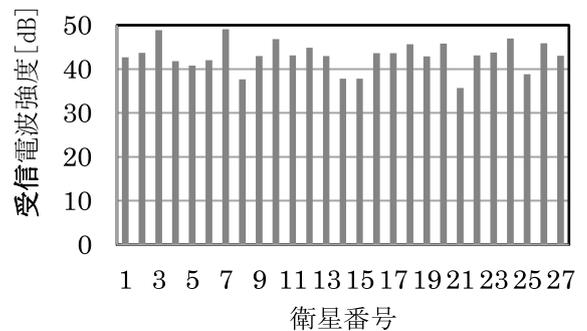
(a) 測定のサイト



(b) 測位値のプロット



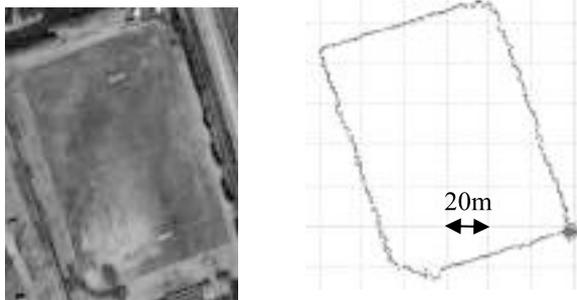
(c) 移動局の受信電波特性



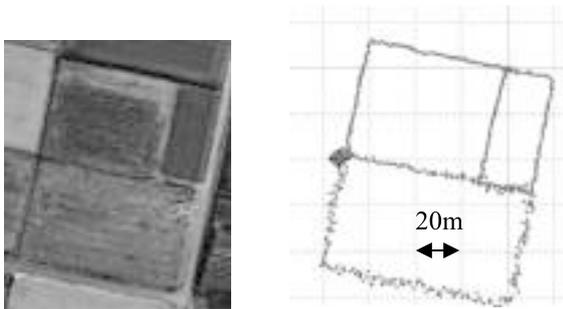
(d) 基準局の受信電波特性

図7 グランドでの測位実験の事例

図7は、グランドでの測位実験の事例を示している。図7(a)は測定のサイト、図7(b)はRTKNAVIにより作成した測位値のプロット図である。図7(c)と図7(d)は移動局、基準局の受信機の受信電波特性で、縦軸は受信電波強度、横軸は測位衛星の番号である。移動局の端末では基準局の端末から測位データを受信してリアルタイムで測位し、測位解を表示させる。

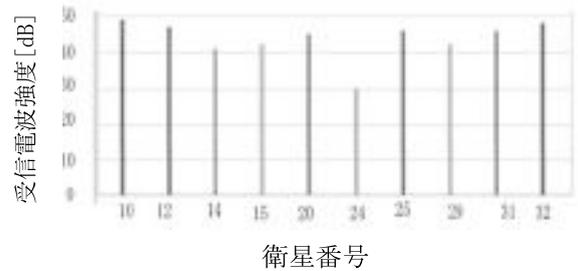


(a) 上空写真 (b) 測位解のプロット  
 図8 学校の運動場での移動測位の結果

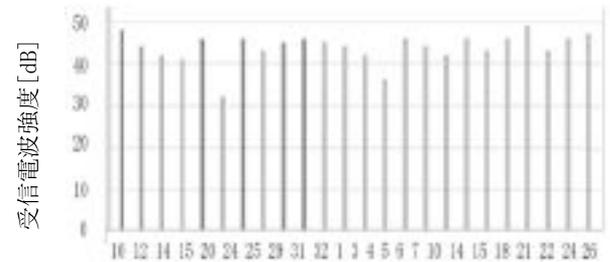


(a) 上空写真 (b) 測位解のプロット  
 図9 農地での移動測位の結果

図8は学校の運動場での移動測位の結果を示している。(a)は学校の運動場の上空写真で、(b)はRTKNAVIの測位解のプロットである。基準局の端末の位置を固定し、移動局の端末を学校の運動場の外周に沿って移動させたが、測定データの解はFloat解のままでFixed解に収束しなかった。運動場に隣接してNTTドコモ、AUの基地局があり、そこからの妨害電波の影響を考慮して測位を行う必要がある。



衛星番号  
 (a) 移動局



衛星番号  
 (b) 基準局

図10 受信信号強度の特性

図9は、合志市セミコンテクパークに隣接する農地での移動測位の結果である。図9(a)は田畑の上空写真で、図9(b)は測位解のプロットである。図10では移動局と基準局の受信信号強度の特性を比較している。縦軸は受信電波強度、横軸は測位衛星の番号である。基準局では多数の測位衛星番号で受信電波強度が40 dB以上となったが、移動局ではそれより少ない測位衛星番号で40 dB以上となった。

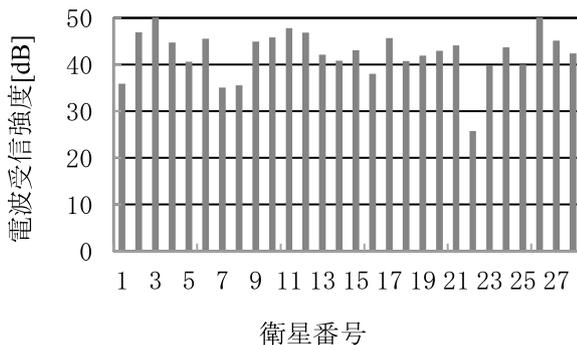
図9(b)は田畑の境界に沿って受信機を移動させて測定した結果である。測位解が安定せずに移動軌跡の揺らぎが観測された。測位解のプロットで安定解が得られている区分と得られていない区分が存在している。測位解が測位地点の電波環境に依存して変動することが考えられる。測位地点の電波環境の影響を調べるために高圧電線の電柱がある場所で単独測位の実験を行った。図11は、電柱の近傍での移動測位の結果を示す。右図の移動測位の結果において円の破線で示した部分で歪曲発生が観測された。それは電線の電磁波の影響等で測位地点の測位解が正しくない可能性があることを示している。



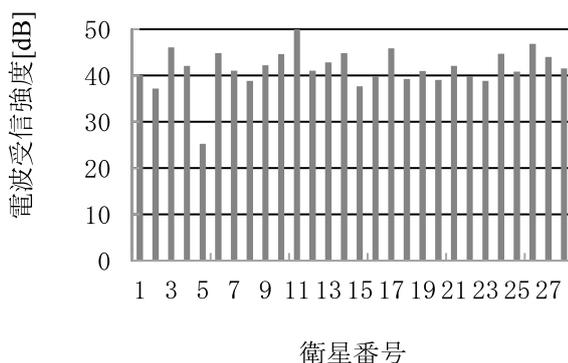
図11 電柱の近傍での移動測位の結果



(a) 基準局のアンテナ (b) 移動局のアンテナ



(c) 移動局の受信電波特性



(d) 基準局の受信電波特性

図12 移動局と基準局の受信電波強度特性

次に基準局の設置位置を決めるために学内で測位実験を行った。図12の(a)(b)は基準局，移動局のアンテナ，(c)(d)は，移動局，基準局の受信電波特

性を示している。基準局のアンテナを本部棟，D棟の屋上に設置し，移動局のアンテナをその基準局の位置から100m以内になるように配置した。横軸は電波受信の衛星番号である。縦軸は衛星からの受信電波強度で，移動局，基準局の平均値は42.3dB，41.6dBとなった。

本部棟屋上の測位地点では受信波形強度が40db以上となった。周囲に電波受信の障害物もなく，基準局の受信機の設置場所として，良好な電波受信環境であった。位相の推定には，波数（整数値バイアス）の曖昧さがあり，収束解を得るまでの時間は約10～20分であった。整数値バイアスが決定すると位置精度が高くなるが，本部棟屋上ではFloat解に収束しなかった。校内では基準局を実習棟Dの屋上に設置したときに安定したFixed解が得られた。

RTKNAVIのRTK測位では受信波形強度が40db以上の条件でFloat解が出力された。受信開始直後の波数において小数部は観測できるが整数部は未知数のままであった。測位の方程式を解く過程ではFloat解が表示されたが，測位解の値はかなり変動した。測位の課題は安定したFixed解を取得し，cm単位の測位精度を実現することである。



図13 Raspberry Piによるデータロガーの例

Raspberry PiにU-blox社製の受信器NEO-M8P-0とアンテナをつないで作成したデータロガーを図13に示している。このデータロガーを自動車に搭載して近距離と遠距離の走行実験を行った。Raspberry PiではNMEA0183プロトコル準拠のデータフォーマットの位置情報を受信器から受信しメモリに記録する。Pythonを用いて位置情報を解析し表示するプログラムを作成した。



図14 移動軌跡のプロット

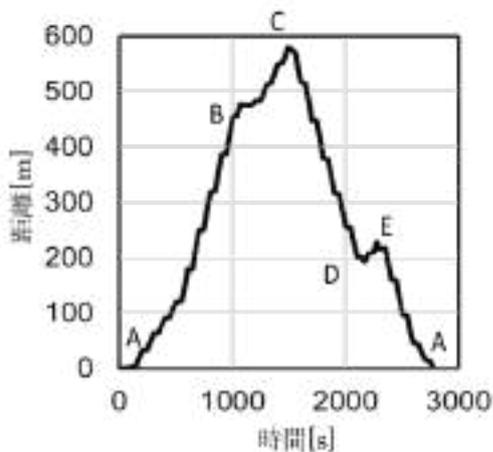


図15 経過時間と基準点との距離の関係

学校に隣接したセミコンテクノパーク内で近距離の走行試験を行った。移動経路の地点をA, B, C, D, Eとする。開始地点からの距離と経過時間を示している。図14は移動軌跡のプロットを、図15は経過時間と基準点との距離の関係を示している。地図上の軌跡から測定点での速度を容易に計算できる。

図16は、車両による移動測位の結果である。菊陽町から八代市までの移動軌跡を示している。記録した緯度、経度の位置情報をゼンリン電子地図帳ソフトにインポートしてその地図上に表示した。移動体の位置と時間のデータから道路上のルートの各地点での速度を計算する機能を付加した。今後、走行軌跡データを収集して交通量を分析し、渋滞緩和の対策への応用を検討する。



図16 車両による移動測位の結果

#### 4. 結論

本報告では、基準局と移動局の受信機を2台用いて、リアルタイムキネマティックRTK-GPSの測位実験を行った。オープンソースRTKLIBライブラリを用いて、移動局のノートPCで測位計算を行った。電波受信環境の変動により安定したFixed解は得られなかった。そこで高性能アンテナを用いることで受信電波は40dbとなり、Fixed解が得られるようになった。U-blox社製受信モジュールNEO-M8P-0とアンテナをつないで簡易データロガーを作成し、移動測位の実験を行った。地図上の位置での移動距離、速度を推定でき、交通量調査に使用できることがわかった。今後の課題は、学校内で基準局の場所を選定し、RTK-GPS受信機の高精度測位の手法を改善し、安定した測位解を求めることである。

#### 参考文献

- (1) Peter Teunissen: The Lambda Method for the GNSS compass, Artificial Satellites, Vol. 41, No. 3, pp89-103, 2006.
- (2) 高須知二: RTK-GPS 及びネットワーク型 RTK-GPS 測位技術 GPS/GNSS シンポジウム, GPS/GNSS Symposium 2007, p.267-278, 2007.
- (3) 西修二郎: 衛星測位入門, 技報堂出版, 2016.

# 産学連携におけるIoT イノベーションリーダー育成への取り組み

江口智弘<sup>\*1</sup>, 田崎和博<sup>\*2</sup>, 糸川剛<sup>\*3</sup>, 菅原智裕<sup>\*3</sup>

## Training for IoT innovation leaders in an industry-academia partnership

Tomohiro EGUCHI<sup>\*1</sup>, Kazuhiro TAZAKI<sup>\*2</sup>, Tsuyoshi ITOKAWA<sup>\*3</sup>, Tomohiro SUGAHARA<sup>\*3</sup>

本校と包括連携協定を結んでいる一般社団法人熊本県情報サービス産業協会と共に、県内企業のIoT イノベーションリーダーを目指す若手技術者を育成するための技術研修を実施した。基礎教育としてデジタルトランスフォーメーションのためのビジネス手法およびIoTに関する要素技術を並行して実施し、それらを用いて仮想の会社におけるHomeTechを題材としたIoTプロトタイプ作成、そして事業構想のプレゼンテーションまで半年間に渡って取り組んだ。この中で、本校はIoTに関する要素技術およびIoTプロトタイプ作成に関する技術教育に携わった。受講者全員が提供した教材に満足し、約8割の受講者がプロトタイプを作成できた。

### 1. はじめに

「くまもと機械電子情報連携推進機構」において立ち上げられたフルーガルIoTイノベーション研究会が掲げた目的の1つに「熊本県内企業のIoTイノベーションリーダーを目指す若手技術者の人材育成をおこなうための教育プログラムを開発し実施する」というものがある。この研究会のメンバである一般社団法人熊本県情報サービス産業協会がこの目的を達成するために、包括連携協定を結んでいる本校と共同で「IoTイノベーションリーダー研修(入門編)」を開催した。IoT技術に関する講習会は、本校の在職者セミナーでも開催していたが、個々のエンジニアを対象としていた。本研修は、エンジニアの育成ではなく、県内におけるIoTによるイノベーション推進を牽引するためのリーダー育成を図ることが目的である。そのため、IoT技術と並行して、イノベーション指向のためのビジネス手法に関する講習をおこなった。仮想の会社におけるHomeTechを題材としたIoTプロトタイプと事業構想書の作成、そして事業構想のプレゼンテーションまでの一連の流れを、6回の集合研修および自宅等でのフィールドワークによって半年間に渡って実施した。表1に示すように第1回から第5回の研修では事業構想書およびIoTプロトタイプを作成し、第6回では成果発表会を、2グループに分けておこなった。ビジネス手法に関する講習は、中小企業診断士

の桐原光洋氏が務めた。本校から4名の教員が、IoTに関する要素技術およびIoTプロトタイプ作成に関する技術教育に携わった。研修には、県内企業6社から10名(製造業4名、情報サービス業6名)が参加した。本研修の概要、本校の関わりおよび本研修の成果について報告する。

表1 研修日程

日程	平成30年・2018年			平成31年・2019年		
	1.0	1.1	1.2	1	2	3
イベント	10/29 11/12	11/23		1/18		2/15 3/15 3/22
集合研修	第1回 IoT基礎 IoT活用	第2回 IoT活用 IoT活用	第3回 IoT活用 IoT活用	第4回 IoT活用 IoT活用		第5回 IoT活用 IoT活用
フィールドワーク	IoT活用実務の定例			IoT活用実務の定例		
卒業生 個別研修	IoT活用実務の定例			IoT活用実務の定例		

### 2. IoTイノベーションリーダー研修のカリキュラム

本研修では、イノベーションを起こすための手法を習得するために「住空間のデジタルトランスフォーメーション」をテーマにして、「デジタルトランスフォーメーション事業構想書」および「HomeTechモデル上のIoTプロトタイプ」を最終的な成果物に決定した。デジタルトランスフォーメーションとは、IoT、AI、ビッグデータなどデジタル

\*1 電子システム技術科, \*2 機械システム技術科, \*3 情報システム技術科

テクノロジーを駆使したビジネスの変革のことである<sup>1)</sup>。事業構想書には、IoTを含めた広い概念としてデジタルトランスフォーメーションを用いた。

図1は、デジタルトランスフォーメーションに向けたスキル変革の方向性を表したコンセプト図<sup>2)</sup>である。本研修では、デジタルトランスフォーメーション、イノベーション指向、API・産業／業務サービスインターフェースを取得対象スキルとした。

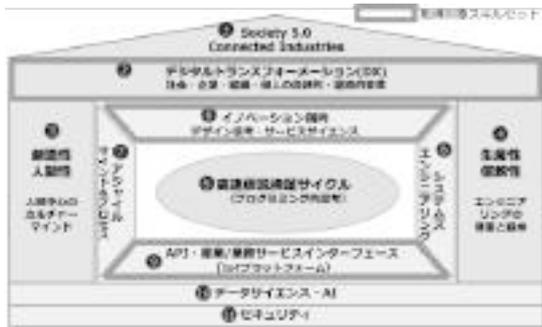


図1 研修の取得対象とするスキルセット

イノベーション指向とは、「どのような社会・生活に変えていくのかという提供すべき価値と実現方式の基本アイデアをフィールドワークとプロトタイプング等を用いて創出するとともに、それを社会やマーケットに効果的かつ適切なサービスとして提供する<sup>2)</sup>」ことであり、本研修では、「デザイン思考」の手法を取り入れた。デザイン思考は、図2に示すように「共感」、「問題定義」、「創造」、「プロトタイプ」、「テスト」という5つのステップを踏む<sup>3)</sup>。



図2 デザイン思考5つのステップ

「共感」では、人々のニーズを知るために、観察メモシートや「不」の探索シートを活用して住居内の不便、不安、不満などの「不」を参加者ごとに検討した。「問題定義」では、人々のニーズについて、どの部分を対象に解決策を考えていくのかを、ペルソナシートやカスタマージャーニーマップを用いて、代表的なユーザや対応策を検討した。「創造」では、人々の問題を解決する

ための優れたアイデアを可視化するために、ビジネスモデル・キャンバスなどを用いて仮想会社のビジネスモデルを作成した。このビジネスモデルは、最終成果物である事業構想書に組み込まれるものである。また、事業構想書には、事業化の意義、新事業の期待効果、経営目標、収支計画なども盛り込まれた。「プロトタイプ」では、アイデアを目に見えぬ形や手に取れる形に変えていくことで、初めて価値があるかどうか確かめることが可能であり、Raspberry Piを使用したIoTプロトタイプを作成した。「テスト」では、問題解決のために考え出したアイデアが、当初の意図通りにうまく機能するかを確かめた。

### 3. IoTプロトタイプ作成

#### 3.1 Raspberry Piの要素技術の講習

IoT機器は、一般的にマイコン、センサ、そしてインターネットに接続できる通信機構で構成されている。本研修ではマイコンとして Raspberry Pi3 modelBを使用した。

Raspberry Piとは、ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータで、他のマイコンに比べると開発環境の構築や、無線LANによるネットワーク接続が比較的容易にできる。USB2.0ポートを有しており、パソコンで使用するマウスやキーボードがそのまま使用でき、また、HDMIインタフェースによってディスプレイやテレビに接続できる。一般的なマイコンではプログラム開発のために別途パソコンを準備しなければならないが、Raspberry Piはその必要がない。市販のWebカメラも使用できるが、Raspberry Pi Camera Module V2はRaspberry Pi専用が開発されており、動作がWebカメラよりも速い。ブラウザを介して動画などを転送すると時間を要するので、カメラは本モジュールを使用した。マイクロSDカードにオペレーティングシステム(以下OSという)としてLinuxベースのRaspbian Jessieをあらかじめインストールして受講者に配布した。プログラム言語はOSにプリインストールされているPythonを使用した。

受講者は必ずしも情報サービス業に携わっているわけではないため、プログラム、電子回路、OSなどの習熟度に差がある。そのため、IoTに関する要素技術を2日に分けて次の順序で講義した。

- ① Raspberry Piの接続方法と起動
- ② ネットワークの設定
- ③ カメラモジュールの動作確認
- ④ Linuxの基本操作
- ⑤ Pythonプログラミング
- ⑥ GPIOの使用法

- ⑦ サーボモータの使用方法(PWMの設定)
- ⑧ AD変換ICの使用方法(SPI通信の使用方法)
- ⑨ 温度センサの使用方法(I2C通信の使用方法)
- ⑩ WebIOPiを用いたブラウザからの入出力方法

図3に教材の構成を示す。いくつかのアクチュエータやセンサの使い方を示し、それを応用してプロトタイプを設計する。

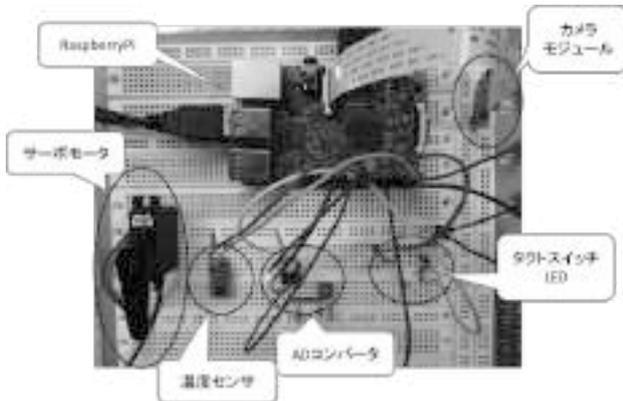


図3 プロトタイプ教材の構成

本研修の2日目に①から⑤までを約2時間半でおこなった。全受講者がRaspberry Piを初めて使用したが、フィールドワークとして職場もしくは自宅で復習して基本操作を習得した。集合研修とフィールドワークの実習環境が異なるため、操作に戸惑った受講者もいた。

3日目は、⑤から⑩までを約3時間半でおこなった。回路は、プロットボードを用いて作成した。プロットボード上に自力で回路図をもとに回路を配線することは初心者には難しいため、フリーソフトの回路図エディタfritzingを使用した実態配線図を配布した。そのため、回路作成を問題なく進行することができた。

Raspberry Piがセンサから得た情報を、インターネットを介してスマートフォンなどの携帯端末で確認するためにWebIOPiを用いた。WebIOPiは、Raspberry PiでIoTを実現させるためのソフトウェアで、WebIOPiを使用することで、ブラウザのボタンからGPIOを操作したり、GPIOから値を取得して表示したりといった機能を容易に実現できる。今回は、HTMLファイル、JavaScriptファイル、CSSファイル、そしてPythonファイルの4つのファイルで構成したため、どのファイルのどの部分を修正すればよいか受講者にわかりにくかったように感じた。入門の研修ではファイル構成を単純にすべきだった。

制御プログラムは、空欄を設けたソースコードをあらかじめSDカード内に準備しておき、それを修正する方法をとった。時間の制約があるため、受講者が考える時

間を多くは取れなかったが、それぞれの課題をサンプルとして活用することでプロトタイプ作成につなげた。

4日目以降はフィールドワークも含めて3ヶ月かけて、受講者各自がプロトタイプ作成に取り組んだ。受講者は、ソフトウェアとハードウェアを1人で習得しなければならないので、サンプルを統合する方法や、課題で使用しなかったセンサを活用する方法に苦心した受講者がいた。集合研修において、不具合や疑問がある場合は、本校教員らで個別に対応した。また、フィールドワーク中に多くの質問を電子メールでもらい、それに可能な限り早く対応することで、受講者のプロトタイプ作成に協力した。同じ環境を再現できるのでメールでの質問も教員側で動作確認したうえで回答できた。電子メールでの回答は、質問者だけでなく受講者全員に同報返信することにより、ノウハウやスキルの共有化を図った。

### 3.2 受講者が作成したプロトタイプ

2グループは、それぞれ「株式会社 IASOL」、「OK-M2W」と仮想会社名を付けて、事業構想書とプロトタイプを作成した。受講者が各自1つずつプロトタイプを作り、それを組み合わせて1つのソリューションとした。図4にソリューション全体像の例を示す。



図4 ソリューション全体像の例

「IASOL」は、「家庭内の困りごとをIoTで解決」という事業構想を立案し、「持ち物管理」、「照明管理」、「冷蔵庫の在庫確認」、「PCでテレビ視聴」、「家のみはり」という5つのプロトタイプを作成した。例えば、「持ち物管理」では、感圧センサを用いて鍵などが置かれたかどうかを判断してそれを携帯端末で確認できる。また、「窓のみはり」では、人感センサを用いて外部の不審者を検出したらカメラで撮影し、それを携帯端末に通知する。

「OK-M2W」は、「自宅およびその周辺のデジタルトランスフォーメーションに向けて」という事業構想書を立案し、「駐車場付近通行状況認知システム」、「安否確認

システム」、「耐震状況通知システム」、「結露認知システム」、「ゴミ出し通報システム」という5つのプロトタイプを作成した。例えば「耐震状況通知システム」は、加速度センサとジャイロセンサを用いて住宅の傾きを検知できる。また、「安否確認システム」は、遠方にいる人の安否を確認するために人感センサで日常行動を検知し、異常検出時にはカメラ映像を携帯端末で確認できる。

短い期間で作成するプロトタイプは、機能が限定されたが、用意した教材だけでなく、受講者それぞれがセンサを探してソリューションを実現できたことは大変意義深いものであった。図5に受講者が作成したIoTプロトタイプの例を示す。



図5 IoTプロトタイプの例

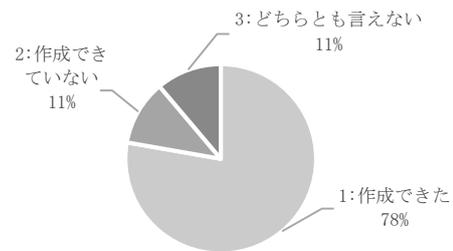
### 3.3 受講者のアンケート結果

成果発表会後に受講者にとったアンケート結果の一部を図6に示す。

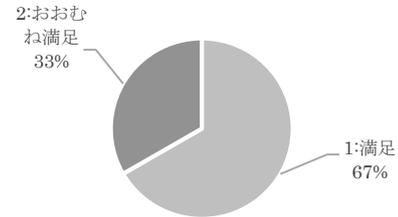
(a)「IoTプロトタイプは作成できたか」という質問の結果は、約8割が「作成できた」と回答していた。肯定的な意見として、「当初考えた機能の実装はできず機能ダウン版だが、作成することができた」、「最低限の実装はできた」などがあった。否定的な意見として「基本的なことまでで応用がうまくできていない」との回答があった。ソフトウェアの専門家ばかりではなかったため、今回実施した広範囲の内容を習得することが難しかったと考える。

(b)「教材について満足度はどうだったか」という質問の結果は、全員が「おおむね満足」または「満足」と回答した。「Raspberry Pi一式や各テンプレートに満足している」という意見があった。講習会のスタイルは、概ね良好だったと考える。

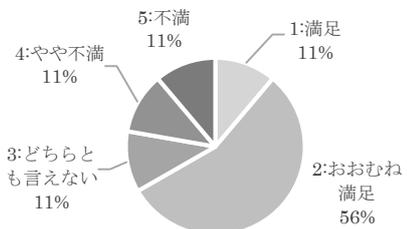
(c)「日程について満足度はどうだったか」という質問の結果は約3割の受講者が「どちらともいえない」、「やや不満」、「不満」という回答だった。理由として、「プロトタイプ作成演習に時間を増やして欲しかった」、「5,6回目の3月開催は、繁忙期で調整が大変だった」、「業務と並行して進めているため、なかなか自宅での自習が進まなかった」などの意見が多かった。次年度以降実施する場合は、日程を検討する必要がある。



(a)質問「IoTプロトタイプは作成できたか。」



(b)質問「教材について満足度はどうだったか？」



(c)質問「日程について満足度はどうだったか？」

図6 アンケート結果の一部

### 4. まとめ

IoTイノベーションリーダー研修におけるIoTに関する要素技術およびプロトタイプ作成に関する技術の講習に本校として初めて携わった。在職者セミナーより短時間で技術講習をしたため受講者の理解度を心配したが、受講者は自分のアイデアを具現化するため可能な限りフィールドワークに率先して取り組み、ほとんどの受講者がプロトタイプを完成させることができた。

その一方で、最低限の実装しかできなかつたり、応用がうまくできなかつたりしたという意見もあったため、次回実施の際は、課題の内容を検討する方針である。

### 参考文献

- 1) 片岡晃, デジタルトランスフォーメーションに必要な技術と人材, 独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター, <https://www.ipa.go.jp/files/000067935.pdf>, (2018)
- 2) デジタルトランスフォーメーション(DX)に向けたスキル変革の方向性(検討用), 独立行政法人情報処理推進機構, <https://www.ipa.go.jp/files/000065688.pdf>, (2018)
- 3) スタンフォード大学ハッソ・プラットナー・デザイン研究所, スタンフォード・デザイン・ガイド デザイン思考 5つのステップ, 2012年9月30日 ver1.00 発行
- 4) 第4次産業革命に対応したスキル標準検討 WG, 全体を通した論点と今後の方向性について, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA), 平成30年3月1日

## 目指す人材育成のための接続教育の試み

福田 真<sup>\*1</sup>

### Introductory education for human resource development

Makoto FUKUDA

本校は日本のものづくりをささえるべく、実践技術者の育成を目的としている。実践技術者の育成には数学、物理学といった基礎科目の学習が必須であり、本校でも基礎力の定着を目標としたカリキュラムを構築し実行している。数学、物理学は高等学校から持続的に教育が実施されているため、本校入学時点で正しくその教育成果を評価し、本校の教育内容を活かせる人材の選抜が必要である。そのため本校では平成 30 年度より群入試制度とその補完事業として数学入試セミナーを実施しており、本報告ではその概要について述べる。

#### 1. 緒言

我が国の高等教育機関では 18 歳人口が減少に転じる少子化の時代を迎え、多くの高等教育機関では定員確保と教育の質保証が生き残りをかけた最重要課題となっている。熊本県内産業の高度化、高付加価値化に対応できる高度な技能および知識を兼ね備えた実践技術者の育成を目的としてきた本校においても、減少が懸念される受験者に対して教育理念に沿った人材の確保、育成が重要な課題となっている。そのために、本校では 2017 年度から優秀な人材の確保のため、広報活動だけではなく、入試制度の改革に取り組み、実践技術者の育成のためのカリキュラムの見直しを実施してきた。

入試制度とカリキュラムの見直しでは、2 年の教育期間と目指す人材育成像を考慮して入学しようとする学生や入学した学生がスムーズに専門分野の学習ができるような制度設計を行った。本校は精密機械技術科(以下「精密科」)、機械システム技術科(以下「機械科」)、電子システム技術科(以下「電子科」)、情報システム技術科(以下「情報科」)の 4 学科からなり、それぞれの学科で実践技術者の育成を目的としたカリキュラムの見直しを行なった。その際に各学科のカリキュラム

は基礎となる知識と技術の定着とその上に強みとなる発展的な技術の学習ができるよう構成されている。数学、物理学といった基礎科目は専門の基礎知識・技術を含む発展的内容を学習するために必須となっている。一方で高校における数学、物理学といった基礎科目の学習は、普通高校と専門高校で差があり、本校の教育へのスムーズな展開を図るためには接続教育が必要となる。

本校では、平成 30 年度の入試より入学者がより柔軟に学科選択が可能のように、精密科、機械科を I 群、電子科、情報科を II 群とし、群毎に学生募集を行う群入試制度を導入した。さらに、群入試制度に加えて数学入試セミナーを試み、本校への入学を希望する、しないに関わらず工学教育における数学の位置付けに関する啓発活動を行った。本報告では数学入試セミナー、群入試、群毎の実施している数学の教育と 1 年前期終了時に実施される学科選択(分属)について紹介する。

#### 2. 本校における接続教育の取り組み

##### 2.1 新しい入試制度における接続教育の位置付け

本校では 18 歳人口の減少や受験生の都市集中傾

\*1 電子システム技術科

向などの課題がある中、優秀な実践技術者を育成するために基礎教育の充実に取り組んだ。特に、数学はものづくりにおける設計製作の道具として、また情報の伝達手段としてその重要性が認識されてきた。そのために、本校では新しい入試制度を導入するに当たって入学前から数学入試セミナーを実施し、基礎教育が入口(入試)、中身(教育)、出口(就職)へとスムーズに展開できる接続教育を試みた。図1は数学入試セミナーから入学後4科に別れる分属までに行なう基礎教育の流れを示す。



図1 接続教育の流れ

数学入試セミナーは本校受験に必須ではなく、工学教育における数学の重要性と本校の入試問題解説で高校数学の復習と本校で必要な数学レベルを感じてもらうことを目的にしている。群入試の詳細は後述するが、この制度では入学後に自分に適した学科を選考でき、数学や物理学の基礎教育は各群の教員が科の枠を超えて協働しながら実施する体制となっている。なお、合格発表から入学するまでの春休みの期間においても、高校へも前連絡、了解を得ながら入学前課題演習を実施し、高校数学の基礎を復習する取り組みを行った。

## 2.2 数学入試セミナー

実践技術者育成を目的とし群入試制度の補完と高校での教育内容と本校教育との接続のため、本校ではこれまでオープンキャンパスにおける体験授業や、本校の入試合格者に対して入学前数学課題を課すなど、様々な取り組みを行ってきた。平成29年度からは数学入試セミナーを実施し、本校の人材育成目的である実践技術者に必要と考えられる数学の基礎力について高校での教育内容の定着を狙ってきた。本セミナーはまた入学を希望する学生が本校に必要な数学力を確認する場としても機能しており、受講生によるアンケート

によるとセミナー受講学生の80%以上が本校の受験を考えていると回答している。

数学入試セミナーの内容は前年度の入試問題の解説がメインとなっており、受講希望者は事前に本校ホームページに公開されている前年度入試問題を解答し、解けなかった問題の解答をセミナーで確認する流れとなっている。数学入試セミナーは推薦前期入試前に2日、推薦後期入試前の1日の合計2度実施しており、過去2年間の受講者数は表1のとおりである。2日間にわたって行う第1回目のセミナーでは、1日目の受講者が多く、2日目は半数以下となっている。また、受講者のほとんどが3年生であるが、2年生も1割程度いる。

表1 数学入試セミナー受講者数

	第1回1日目		第2回2日目		第2回	
	H30	R1	H30	R1	H30	R1
3年生	39	33	12	13	20	12
2年生	4	3	2	1	1	5
その他	0	1	0	0	1	0
合計	43	38	14	14	22	17

数学入試セミナーでは、まずものづくりの世界における数学の道具としての位置付けや数学を使った簡単な課題の論理的解法など、専門分野で使う数学についての説明が行われている。

次に本校教員による「技大で役に立つ数学例」の紹介が行われる。10分程度の短い時間であるが、実際に数学が使われている事例を挙げることで数学の重要性を理解させるとともに本校が実践的な教育を行っていることを認識させることができる。



図2 講義風景

最後に数学入試セミナーの主要部である過去入試問題の解説が行われる。解説時間は2時間となっており前年度の入試問題を全て解説する。図2に示すように、教員1人が5人から8人の学生を担当するため一人一人の学生の理解状況を確認しながら進めることができた。

セミナー終了後、受講者にはアンケート調査をお願いして本セミナーの改善を行っている。以下にアンケート結果の一部を紹介する。

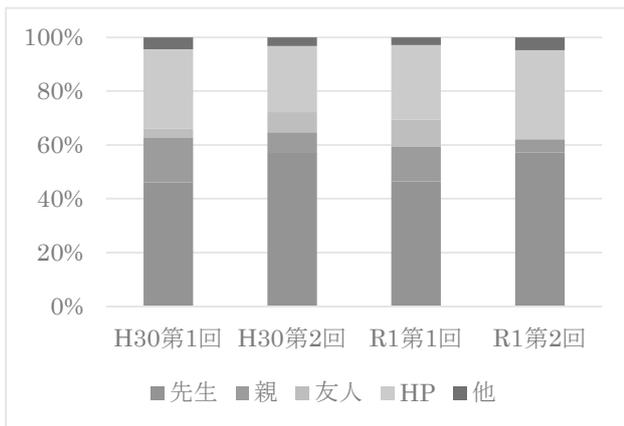


図3 数学入試セミナーの情報入手経路

図3は数学入試セミナーの情報入手経路の調査結果であるが、開講情報は高校教員経由で知った学生が最も多く、次に本校ホームページによって知った学生が続いた。多くはないが、保護者経由で知った学生も一定数いることがわかった。このため広報活動は高校教員とホームページを重点的に行い、機会があったら保護者にも情報発信の方が良いと考えられる。数学入試セミナーに対する評価は図4のとおりであるが、平成30年度は98%、令和元年度は全ての学生が「良い」または「普通」と回答していることから内容については現状のままでも十分と考えられる。記述式の感想では、かなり意識の高い意見も寄せられた。以下にその意見を2, 3紹介する。

- ・ものすごくわかりやすく、まだ習っていない所も理解できた
- ・数学がこれからどれだけ大切かがわかった
- ・30分～1時間程度時間を増やして徹底的に解説して欲しい
- ・もう少し問題の難易度を上げた方がいいと思った

今後は、上記の意識の高い学生に向けて難易度の高い課題を用意することも考慮する必要がある。

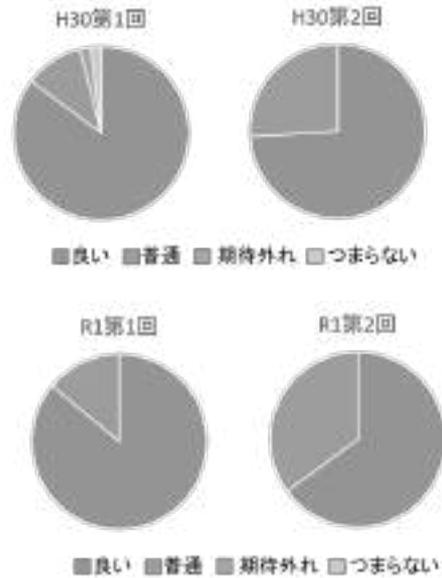


図4 セミナーに対する受講生の評価

### 2.3 群入試制度

本節では群入試制度の詳細と以前の入試制度との比較を行う。群入試制度以前と群入試後の募集人員と募集対象者は、表2に示すとおりである。

表2 群入試導入前後の募集人員と募集対象者の変化

群入試導入前(平成29年度以前)					
		推薦前期	推薦後期	一般入試	
		各科9名程度	各科4名程度	各科12名程度	
群入試後(平成30年度以降)					
群		前期推薦	後期推薦		一般入試
I	機械系	18名	8名程度 (*1)	4名程度 (*2)	20名
II	電子・情報系	18名	8名程度 (*1)	4名程度 (*2)	20名

\*1: 普通・理数科    \*2: 専門学科・総合学科

入試を推薦入試前期、推薦入試後期、一般入試の3回に分けて実施することには変わりはない。推薦入試前期における募集対象者は専門学科(理数科除く)のみであり、推薦入試後期では普通科・理数科をおもに

募集し、専門学科の学生は若干名の募集を行っている。これは推薦入試前期において高校時代に本校の学習に有用な専門的知識、技能を持った学生の獲得を目的とし、推薦入試後期では専門的知識、技能ではなく発展的な内容の学習に十分対応できる基礎学力を有する学生の獲得を目的とし、多様な学生を受け入れることを目指しているためである。一般入試では出身高校による区別は行われていない。

2018年度から導入された群入試制度では、推薦入試前期、推薦入試後期、一般入試の3回に分けて実施することには変わりはないが、募集人員と募集する単位を変更した。

群入試実施以前の募集単位は科毎で、3回の入試で科毎の合否判定を行っており、入学後の教育も科毎で行っていた。これが、群入試制度では、募集単位を精密科と機械科の機械系をI群とし、電子科と情報科の電子情報系をII群とした。そのために、高校生は入試の段階で希望する学科を選択する必要がなく、入学後に学科を選択することができるようになった。各科の選択は1年生の前期終了時点で行い、学生の希望と前期の成績により配属される学科が決まる仕組みになっている。図5は群入試制度導入後の受験者数とそれ以前3年間の受験者数のデータを示す。

入学後に専攻学科を選択できることから受験者数は増える傾向にあるが、高度情報化社会の到来を意識してか、電子情報系の人気は依然として高いことがわかる。

群入試制度は、接続教育の実施においてもそのメリットが發揮できる。多様な学生が入学してくることは上

述のとおりであるが、専門教育を行う上で必要な基礎学力は揃えておくことが望ましい。機械系では、入学初年度の半期(前期)は系としてクラス編成を行うことができることを活かして、レベル差がある数学の講義に習熟度別のクラス編成を導入し、専門教育に必要な数学レベルの確保に利用している。

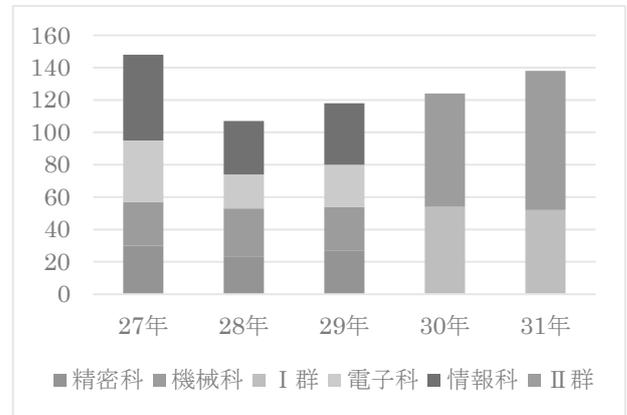


図5 平成27年度から平成31年度までの受験者数

### 3. 本校における分属について

#### 3.1 分属制度

群入試制度によって入学した学生は1年後期より各学科に分属される。分属においては学生の希望が尊重されるが、本校が掲げる「少人数クラスによる丁寧な教育」を実現するため1クラス25名が定員となっており、一部の学生において希望学科への分属が行われないこともある。

分属されて以降は各学科で専門教育を行うが、群内では専門分野が近いこともあって教育内容も重なることも多い。そのために、分属後も各科単独ではなく群全体での教育を実施している。そのため学生就学状況や

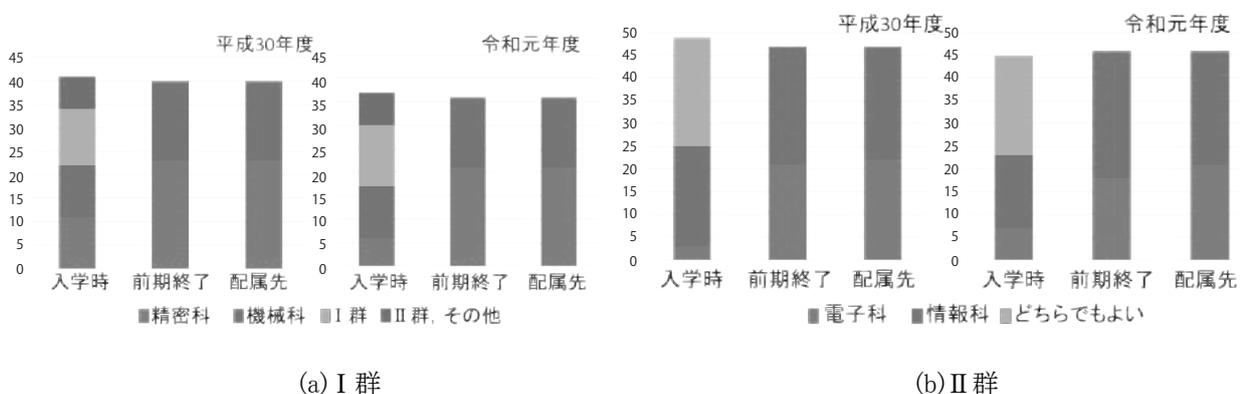


図6 希望学科と分属結果

就職活動の情報などは各群で共有され、群全体により学生への適切な幫助を提供している。

### 3.2 分属の結果

図6は、平成30年度と令和元年度における入学時点での希望学科、前期終了時点での希望学科、そして最終的に配属された学科の学生数を示したものである。

入学時点での希望学科の傾向としてI群は精密科と機械科を希望する学生はほぼ同数程度であり、I群を希望する学生も同じ程度であることから、希望学科を決めている学生が多数いることがわかる。II群も学科を決めずII群希望の学生が最も多いが、希望学科が決まっている学生は情報科に偏っている傾向が見られる。

分属においてI群の学生は前期終了時点での希望する学科へ全員配属された。II群においては平成30年度で1名、令和元年度で3名の学生が前期終了時点での希望学科に配属が行われなかった。希望学科への配属が行われなかった学生は学習意欲の低下が懸念されたため、平成30年度に希望学科に配属がされなかった学生について追跡調査を行った。その結果顕著な成績の低下は見られず、配属された学科での学習意欲も堅いことが確認されたため、懸念された学習意欲の低下はなかったものと考えられる。

また推薦入試前期、推薦入試後期、一般入試によって入学してくる学生は入学時点での学習課程に差がある場合があることが考えられるため、入学形態による成績差があるかの検証を行った。検証は前期終了時点での入試形態別の平均点に対し、有意差を0としてt検定を実施した。検証結果はp値が5%を超えたため統計的有意差は見出されなかった。この結果は数学入試セミナー等の接続教育と本校内での基礎教育活動により入学形態による成績の差が生じず、各群におけるカリキュラムが適切に機能していることを示していると考えられ、出身高校による学生の多様性に対し、各科のカリキュラムは柔軟に対応しており、入学者のレベルによらず一定水準をクリアした学生を教育することができてい

ることを示していると思われる。

### 4. 結言

18歳人口の減少や受験生の都市集中傾向などの課題がある中、本校では優秀な実践技術者を育成するための基礎教育の充実に取り組んだ。特に、数学はものづくりにおける設計製作のツールとして、また情報の伝達手段としての重要性が認識されている。そのために、本校では新しい入試制度を導入すると共に入学前から数学入試セミナーを実施し、基礎教育が入口、中身、出口へとスムーズに繋がっていく接続教育の制度設計を行った。

その結果、数学入試セミナー、合格者を対象とした入学前課題演習、入学後群ごとに実施する数学基礎教育は、群入試で入学してくる多様な人材を実践技術者へと育成するための導入教育になっていることが統計的な分析でも示された。これら一連の接続教育は、3種類の入学形態による成績の差が生じず、各群におけるカリキュラムが適切に機能していることを示すと共に、出身高校による学生の多様性に対しても各科のカリキュラムに柔軟に対応しており、入学者のレベルによらず一定水準をクリアした学生を教育することができていることを示した。

また副次的な効果として分属においては予定される人員を超えた場合、1年生前期の成績上位者から配属希望が優先されるため学生の学習に対する競争意識を与えていることもわかった。逆に、希望学科への分属されなかった学生も顕著な成績低下は見られなかったため、分属制度はある程度良好に機能しているものと思われる。

なお、実践技術者育成に対する分属の影響について学生の追跡調査が必要である。群入試制度導入後のデータ数が少ないため、統計的な見地からの解析ができていない。各学科の定員は25名であるためには今後少なくとも5年程度はデータを蓄積することで100名以上のサンプルが得られるため、持続的な調査が必要と考えられる。



## 2. 教職員および学生の活動状況一覧

2019年1月～12月

(活動の分類)

1. 論文・国際会議プロシーディングス
2. 国内会議・研究会等
3. 資料
4. 産学支援活動
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. 論文・国際会議プロシーディングス

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
Operational Characteristics of an ABS Polymer Pulsating Heat Pipe (Fundamental Experiments Using HFE as a Working Fluid)	Yasushi Koito Minoru Samuta Fumihiko Hideyama	Proceedings of International Symposium on Oscillating/Pulsating Heat Pipes (ISOPHP 2019)

## 2. 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
導来圏による弦理論の代数的構成	福田 真	第 125 回日本物理学会九州支部例会	11 月

## 3. 資料

タイトル	著者名	掲載誌名・巻・号・頁・年
ワイヤ放電加工機による難削材のスパイラル加工の試み	田中 誠一郎	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 20 号, pp.3-8, 2019 年 3 月
アクティブラーニングとグループ学習法を取り入れた課題製作による工学教育への導入の試み	日野 満司 田中 誠一郎 秀山 文彦	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 20 号, pp.9-16, 2019 年 3 月
画像認識を用いたジグソーパズルの解法 形状・色の類似度によるパターン認識	里中 孝美	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 20 号, pp.17-22, 2019 年 3 月
地域貢献:小学生を対象としたプログラミング教室	菅原 智裕 田崎 和博	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 20 号, pp.23-26, 2019 年 3 月
平成 30 年度若年者ものづくり競技大会に参加して 一機械製図(CAD)部門で銀賞, 旋盤部門で敢闘賞一	中野 貴之 松本 孝幸 小川 茂幸 原田 裕二郎 新貝 和史 弓削 慶祐 河邊 真二郎	熊本県立技術短期大学校 紀要, 第 20 号, pp.27-31, 2019 年 3 月

## 4. 産学支援活動

支援内容	担当者	支援先	期間
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	年4回開催
顧問	里中 忍	RIST-くまもと技術革新・ 融合研究会	平成30年4月 ～ 平成31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31年4月 ～令和2年3月
スーパープロフェッショナルハイスクール 運営指導委員会・副委員長	里中 忍	熊本県立熊本工業高校	1月16日 7月16日 8月26日 12月18日
特別会員	里中 忍	熊本県企業誘致連絡協議会	2月1日 6月4日
評議員	里中 忍	熊本県立熊本工業高校	2月12日 3月1日 7月10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	2月26日 3月15日
参与	里中 忍	熊本県工業連合会	3月12日 10月31日
顧問	里中 忍	熊本県ものづくり工業会	5月17日
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	5月20日 7月20日 8月23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16日
評議員	里中 忍	熊本県企業化支援センター	6月24日
設備開放（射出成形機）	精密機械技術科	熊本県ものづくり工業会	7月3日, 10日, 17日
設備開放（射出成形機）	精密機械技術科	熊本県プラスチック工業会	7月9日
WRO Japan 2018 熊本大会 実行委員長	里中 忍	NPO 法人 HITO プロジェクト	7月14日
WRO Japan 2019 熊本大会 実行委員	菅原 智裕	NPO 法人 HITO プロジェクト	7月14日

支援内容	担当者	支援先	期間
WRO Japan 2019 熊本大会 審査員	田崎 和博 牧岡 毅 菅原 智裕	NPO 法人 HITO プロジェクト	7月14日
WRO Japan 2019 ワークショップ	橋本 剛裕 菅原 智裕	NPO 法人 HITO プロジェクト	7月14日
設備開放（射出成形機）	精密機械技術科	ミライアル(株)	7月23日, 24日
設備開放（射出成形機）	精密機械技術科	(株)ニフコ熊本	7月25日
令和元年(2019年)中堅教諭等資質 向上研修第3回教科等指導研修 「産業用ロボットのプログラミング入門」	日野 満司 田崎 和博	熊本県立教育センター	8月1日
小学校教諭プログラミング研修	田崎 和博 橋本 剛裕 菅原 智裕	熊本県立教育センター	8月8日, 9日, 23日
IoT イノベーションリーダー研修	江口 智弘 田崎 和博 糸川 剛	熊本県情報サービス産業協会 の会員企業社員	9月～12月
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	9月21日 11月5日 12月10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19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 2019 in 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 後藤 大輝 東 佑樹 高木 恵吾 宮田 祥吾 *中野 貴之 *弓削 慶祐	九州職業能力開発大学校(ポリテックカレッジ北九州), ポリテックカレッジ川内, 大分県立工科短大などの学生による機械加工の競技会.	2月21日 ~23日
九州ブロックポリテックビジョン 2019 in 北九州 ロボット競技会 参加	機械システム 2 年 緒方 凌平 佐藤 遼芽 竹田 聖 松山 朋紀 村上 諄 電子システム 2 年 桑田 直哉 室屋 尙誠 渡邊 弘行 *田崎 和博 *江口 智弘	九州職業能力開発大学校(ポリテックカレッジ北九州), ポリテックカレッジ川内, 大分県立工科短大などの学生によるロボットの競技会.	2月22日, 23日
九州ブロックポリテックビジョン 2019 in 北九州 機械加工技術コンテスト 旋盤部門 優勝	精密機械 1 年 東 佑樹 *弓削 慶祐	九州職業能力開発大学校(ポリテックカレッジ北九州), ポリテックカレッジ川内, 大分県立工科短大などの学生による機械加工の競技会.	2月22日

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 2019 in 北九州 機械加工技術コンテスト フライス盤部門 準優勝	精密機械 1 年 高木 恵吾 *中野 貴之	九州職業能力開発大学校(ポリ テクカレッジ北九州), ポリテクカ レッジ川内, 大分県立工科短大 などの学生による機械加工の競 技会.	2 月 22 日
2 級技能士 (機械プラント製図 ・実技試験合格)	精密機械 2 年 三野 大輝 津曲 恭平 砂田 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
3 級技能士(機械検査)	精密機械 2 年 左田 時生 酢田 彩香 高木 恵吾 吉田 聖人 渡邊 利哉 精密機械 1 年 松本 悠世 機械システム 2 年 北岡 和信 善徳 凜太郎 *中野 貴之 *田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	3 月, 8 月

タイトル	氏名	記事	期日
3級技能士（機械プラント製図 ・実技試験合格）	精密機械2年 藤川 壮一郎 本田 知里 竹下 峻史 宮田 裕大 鶴田 雄大 田上 大翔 ＊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 前田 祐希 高村 紅 精密機械1年 植柳 友宏 國本 幸寿 酢田 彩香 渡邊 匠 機械システム1年 諫山 友輝 岩根 剛 梅本 拓弥 坂本 志織 居石 亮平 ＊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

タイトル	氏名	記事	期日
3級技能士(普通旋盤)	精密機械2年 坂口 海翔 左田 時生 多田隈 瑞貴 中原 弘武 東 佑樹 宮田 一輝 渡邊 大樹 精密機械1年 松本 悠世 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	3月, 7月
基本情報技術者試験	情報システム2年 荒尾 哲平 今井 伶 山本 恭平 情報システム1年 宮崎 恒星 *福永 隆文 *糸川 剛 *牧岡 毅 *菅原 智裕	独立行政法人 情報処理推進機構 基本情報技術者試験	4月, 10月

タイトル	氏名	記事	期日
3 級技能士(機械検査)	精密機械 1 年 石塚 軍司 稲岡 蒔恩 楠本 俊介 下城 颯真 田村 亮 中田 裕也 中西 湧太 中原 賢人 面中 裕太郎 羽根田 岳門 濱崎 聖大 原田 真幸 深嶋 魁人 福岡 寛翔 本田 智博 森本 大樹 安岡 雅人 山下 瑞稀 機械システム 1 年 葦原 頌太 江藤 涼介 工藤 将人 田上 留胤 中川 愛斗 柘田 駿太郎 豊 惇志 *中野 貴之 *田中 誠一郎	中央職業能力開発協会 機械検査	8 月
3 級技能士(フライス盤)	精密機械 2 年 秋山 諒太郎 有村 柁哉 平嶋 一樹 吉田 聖人 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 フライス盤	8 月

タイトル	氏名	記事	期日
3級技能士(数値制御旋盤)	精密機械2年 井上 優希 植柳 友宏 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 数値制御旋盤	8月
3級技能士(マシニングセンタ)	精密機械2年 後藤 大輝 渡邊 匠 渡邊 利哉 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 マシニングセンタ	8月
3級技能士(電気系保全)	機械システム1年 田上 遥 *田崎 和博	公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会 機械保全 電気系保全	8月
3級技能士(電子機器組立て)	電子システム2年 松本 一真 浅田 貴人 電子システム1年 河野 隼人 小佐井 秀斗 園川 飛鳥 松田 倅妃 情報システム1年 竹本 克真 *打越 政弘	中央職業能力開発協会 電子機器組立て	3月, 8月

タイトル	氏名	記事	期日
第14回若年者ものづくり競技大会 参加(旋盤, フライス盤, 機械製図CAD)	精密機械2年 後藤 大輝 東 佑樹 高木 恵吾 宮田 祥吾 機械システム2年 坂本 志織 *河邊 真二郎 *中野 貴之 *弓削 慶祐 *秀山 文彦	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14回若年者ものづくり競技大会 銅賞(フライス盤職種)	精密機械2年 高木 恵吾 *中野 貴之	中央職業能力開発協会 機械加工 フライス盤職種	8月
第14回若年者ものづくり競技大会 敢闘賞(旋盤職種)	精密機械2年 後藤 大輝 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 旋盤職種	8月
2級技能士(普通旋盤, 実技試験合格)	精密機械2年 中原 弘武 東 佑樹 古川 友也 渡邊 大樹 *弓削 慶祐	中央職業能力開発協会 機械加工 普通旋盤	9月
熊本県知事表彰	精密機械2年 井上 優希 植柳 友宏 吉田 聖人 *中野 貴之 *弓削 慶祐	熊本県 技能検定の成績優秀者に対す る表彰.	11月21日

タイトル	氏名	記事	期日
機械設計技術者試験 3 級	機械システム 2 年 居石 亮平 那須 宅馬 *河邊 真二郎 *田崎 和博 *秀山 文彦	一般社団法人 日本機械設計工業会	12 月

## 6. 在職者セミナー

タイトル	担当者	内容	期日	受講者数
RaspberryPi を活用した IoT 入門	江口 智弘	RaspberryPi を使って, Linux の基礎, I/O, WiFi, センサ, カメラなど IoT の基本要素を学習する.	5 月 11 日, 12 日	4 名
機械加工実践技術	中野 貴之 弓削 慶祐	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 1 日, 8 日	7 名
Web アプリケーション開発入門	牧岡 毅 菅原 智裕	Windows 環境において, Web サーバ (Apache), データベースサーバ (PostgreSQL), 開発言語 (PHP5) の構成で Web アプリケーションの試作と動作確認を行う.	8 月 5 日, 6 日	10 名
空気圧実習装置を用いたシーケンス制御入門	日野 満司 田崎 和博	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 6 日~ 8 日	5 名
機械製図 CAD 基礎	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.	8 月 10 日, 17 日	10 名
Python による統計処理と品質管理	里中 孝美	Python による統計処理について学び, 品質管理に必要なデータ分析の手法を習得する.	8 月 22 日, 23 日	11 名
空気圧実習装置を用いたシーケンス制御入門	日野 満司 田崎 和博	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.	9 月 17 日~ 19 日	3 名
オーダーセミナー 「電気基礎」	里中 孝美 江口 智弘 打越 政弘 福田 真	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 24 日 ~27 日	3 名
機械製図 CAD 応用	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応用を AutoCAD (2D) の操作方法とともに学ぶ.	10 月 12 日, 19 日	8 名

タイトル	担当者	内容	期日	受講者数
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として、機械設計に関する知識、機械製作に関する知識等について学ぶ。	10月31日 ～11月6日	3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や制御技術を勉強しようとしている方を対象とし、マイコンボードやブレッドボードを用いた簡単な回路を作成し、シリアル通信等の例題を通してマイコン制御技術の概要を理解する。	11月13日、 ～15日	2名

#### 7. 外部委託の講習会・研究会等

名称	担当者	内容	期日
熊本県高校生ものづくり コンテスト（審査委員）	小川 茂幸	旋盤作業部門の審査	6月15日、 16日
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（株）主催の講習会 58名受講	6月22日
進学ガイダンスセミナー 2019	秀山 文彦 牧岡 毅	大学コンソーシアム熊本主催 「空飛ぶ車は実現するか？」 「AIの基礎と応用」についての 模擬授業を実施	7月7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18日
産業用ロボットの プログラミング入門	日野 満司 田崎 和博	県立学校中堅教諭等資質向上研修 第3回教科等指導研修「工業科」	8月1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	糸川 剛	集積回路チップ製造 集積回路組立て	1月 1月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	渡邊 省三	機械検査 機械・プラント製図(機械製図 CAD) 普通旋盤 プレス型鍛造 マシニングセンタ 機械組み立て仕上げ 金型仕上げ 一般熱処理 浸炭・浸炭窒化・窒化处理	1月, 2月, 8月 1月 2月 2月 7月 7月 7月 9月 9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 配電盤・制御盤製図検定	1月, 8月 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 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	牧岡 毅	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	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 7月 8月 8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	弓削 慶祐	機械検査 数値制御旋盤 平面研削盤	1月 8月 8月
熊本県職業能力開発協会 技能実習生技能検定委員	渡邊 省三	鋳鉄鋳物鋳造作業基礎級 普通旋盤作業基礎級 マシニングセンタ作業基礎級 鋳鉄鋳物鋳造作業随時3級	3月, 6月, 9月 4月 7月 12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 射出成形	7月 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	8月
熊本県職業能力開発協会 技能検定委員	田中 誠一郎	射出成形	8月
日本プラントメンテナンス協会 技能検定委員	田崎 和博	電気系保全	12月

## 9. FD研修

タイトル	内容	期日
授業アンケート	平成30年度後期 科目数 123 教員数 43 令和元年度前期 科目数 139 教員数 43	1月30日 ～2月6日 7月24日 ～31日

## 10. 一般活動等

名称	参加者	内容	期日
江津湖清掃ボランティア	精密機械1,2年 機械システム1,2年 電子システム1,2年 情報システム1,2年 *里中 孝美 *秀山 文彦	大学コンソーシアム熊本主催の「夏の江津湖清掃活動」ボランティアに47名参加.	7月13日
アビリンピック熊本大会 2019	精密機械1,2年 機械システム1,2年 電子システム1,2年 情報システム1,2年 *里中 孝美 *秀山 文彦	熊本県障がい者技能競技大会(アビリンピック)ボランティアに19名参加.	7月21日
数学入試セミナー	講師 田崎 和博 江口 智弘 糸川 剛 秀山 文彦 福田 真 甲斐 隆志 田中 誠一郎 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, また, 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い講座. 技大の推薦入試問題を解説. 43名の高校生が参加 H30年度推薦入試前期試験問題	7月27日
数学入試セミナー	講師 田崎 和博 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, また, 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い講座. 技大の推薦入試問題を解説. 14名の高校生が参加 H30年度推薦入試前期試験問題	7月28日

名 称	参加者	内 容	期 日
プログラミング体験 in 県技大	橋本 剛裕 菅原 智裕 秀山 文彦 情報システム 2年	菊陽町の小学校の児童を対象としたプログラミング体験教室を情産協と連携して実施.	8月7日
工場見学(I群)	秀山 文彦 田崎 和博 弓削 慶祐 堀田 圭之介 小川 茂幸 渡邊 省三 I群学生 37名	就職活動の意識付けのため, トヨタ自動車九州(株)宮若工場の工場見学を行った.	8月26日
工場見学(II群)	江口 智弘 糸川 剛 福田 真 甲斐 隆志 II群学生 46名	就職活動の意識付けのため, (株)安川電機の工場見学を行った.	8月30日
企業 EXPO in 西原村 ～みらいへつなぐたからいち～	田崎 和博 福田 真 電子システム 1, 2年 情報システム 2年 機械システム 1年	東熊本青年会議所主催のイベントの体験学習コーナーに出展. 子供たちが自ら暮らす地域の様々な職業を体験することで将来の職業選択の自由度を増やし, 地域への愛着を深める事を目的とする.	10月19日
数学入試セミナー	講師 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, また, 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い講座. 技大の推薦入試問題を解説. 22名の高校生が参加 H30年度推薦入試後期試験問題	10月20日
ロボットスクール 2019	菅原 智裕 情報システム 2年	菊陽町, 大津町周辺の小学生を対象とした, 自律型ロボット教材を用いたプログラミング体験教室の指導ボランティア.	10月27日

名称	参加者	内容	期日
すぎなみフェスタ 2019	里中 孝美 秀山 文彦 情報システム 2 年 電子システム 2 年 機械システム 1 年	子どもふれあい・体験コーナーに「科学技術と遊び」ブースを出展.	11 月 9 日
工場見学	桐原 光洋 江口 智弘 牧岡 毅 電子情報系 2 年 46 名	「生産工学」の授業の一環として本田技研工業(株)熊本製作所の見学.	12 月 12 日
くまもとお仕事探検フェア 2019	日野 満司 牧岡 毅 中野 貴之 弓削 慶祐 田崎 和博 秀山 文彦 打越 政弘 福田 真 福永 隆文	高校生・中学生に対し、仕事や学びの体験を通し、企業・業界・学校の魅力や仕事のやりがい、さらには今の学びと仕事のつながりや広がり伝え、より良い進路選択、将来の県内就職のきっかけをつくる.	12 月 17 日

#### 11. 新聞記事他

タイトル	発行社	記事の内容	期日
熊本県情報サービス産業協会と熊本県県立技術短期大学校	くまもと経済	IoT イノベーションリーダー研修の成果発表会	4 月号
夢を見つけ、可能性に挑戦する第一歩を	くまもと経済	平成 31 年度入学式	5 月号
キャンパスガイド	熊日広告社	ワクラス広告(学校特集、オープンキャンパス)	7 月 1 日
自作ロボット熱いバトル	熊本日日新聞	技大で WRO 開催	7 月 17 日
接客などの技能競う	熊本日日新聞	技大でアビリンピック開催	7 月 23 日
アビリンピック熊本大会に 69 人が参加	くまもと経済	技大でアビリンピック開催	8 月号
僕らの 700 日が世界の 100 年を造り出す	熊日広告社	ワクラス広告(数学入試セミナー、オープンキャンパス、技短祭、後期推薦入試)	9 月 30 日
実践知を重視した人材育成で「技大は変わり始めています」	くまもと経済	スクール特集「大学編」校長インタビュー記事	10 月号
くまもとの「ものづくり」を支える	くまもと経済	広告企画	10 月号
県立技術短期大学校「技短祭」	熊本日日新聞	「読者のひろば」での技短祭告知	10 月 24 日

### 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
指導部長兼教授	日野 満司
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)
主任講師	弓削 慶祐
講師	田中 誠一郎
指導員	渡邊 省三
機械システム技術科	
教授(兼任)	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
講師	秀山 文彦
講師	堀田 圭之介
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)
教授	江口 智弘
准教授	打越 政弘
講師	福田 真
講師	甲斐 隆志
情報システム技術科	
教授	福永 隆文 (学科主任)
准教授	糸川 剛
特別准教授	橋本 剛裕
主任講師	牧岡 毅
主任講師	菅原 智裕

(令和2年(2020年)1月1日現在)

紀要編集委員会（第 21 号）

委員長 里中 忍（校長）  
委員 春日 潤一（広報委員会委員長）  
委員 田中 誠一郎（精密機械技術科）  
委員 藤本 樹理（総務学生課）

---

熊本県立技術短期大学校紀要 第 21 号

令和 2 年 3 月 30 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 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

---