

ISSN (冊子版) 1348—6489  
ISSN (オンライン版) 2432—5902

日本産業技術教育学会  
九州支部論文集

*Journal of the Japan Society of Technology Education in Kyushu Branch*

第28巻(2020)



日本産業技術教育学会九州支部

日本産業技術教育学会九州支部論文集  
第28巻 (2020)

目次

研究論文

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 束ねた電線の通電過熱を模擬する実験装置                 | 1  |
| 武藤 浩二 (長崎大学)・出口 廉也 (新上五島町立上五島中学校)   |    |
| 接合強度の観点からのものづくり教育における鉛フリーはんだ使用の可能性  | 9  |
| 新馬場 葵 (福岡教育大学)・久保園 隆聖 (福岡教育大学)      |    |
| 古川 稔 (福岡教育大学)                       |    |
| 音声認識と合成機能を用いた英会話教材用 Web アプリの開発と評価   | 17 |
| 白石 正人 (福岡教育大学)・村尾 一樹 (北九州市立篠崎中学校)   |    |
| エネルギー変換の技術における課題解決能力育成のための授業開発      | 25 |
| 堀川 淳平 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学大学院)     |    |
| 木育用教材・教具の開発時に考慮すべき事項の検討             | 31 |
| 一水 阜太 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学大学院)     |    |
| 中学校技術科における伝統的技術について学ぶことのできる授業の検討    |    |
| 一刃物の製作について                          | 37 |
| 満永 純乃介 (鹿児島大学大学院)・竹之内 大輝 (鹿児島大学大学院) |    |
| 深川和良 (鹿児島大学)                        |    |

実践論文

|   |    |
|---|----|
| 「読図」や「けがき」の学習を支援する動画教材の開発                       | 43 |
| 川田 有輝 (埼玉大学大学院)・山本 利一 (埼玉大学)                    |    |
| 角 和博 (佐賀大学)・木村 真人 (埼玉県立伊奈学園中学校)・中村 茉耶 (埼玉大学大学院) |    |
| LED 制御プログラミング教材開発と協調学習を活用した授業実践                 | 51 |
| 新垣 賢悟 (沖縄県立大平特別支援学校)・城間 富秀 (琉球大学)・小野寺 清光 (琉球大学) |    |
| 資質・能力を育成する一方向型オンライン授業の検討                        |    |
| 一現職教員を対象とした動画教材作成の意識調査とポイント                     | 59 |
| 大塚芳生 (熊本大学大学院)・萩嶺 直孝 (大分大学)                     |    |
| 田口 浩継 (熊本大学)・高崎 文子 (熊本大学)・浦川 健一郎 (熊本大学)         |    |
| 鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた中学校技術科における                |    |
| 教科等横断型授業の展開と可能性 一伝統に関する調査結果からの考察一               | 67 |
| 石山 裕輝 (鹿児島大学大学院)・寺床 勝也 (鹿児島大学)                  |    |
| 森 健太郎 (鹿児島大学教育学部附属中学校)                          |    |

日本産業技術教育学会令和2年度九州支部総会議事録 (1)

令和2年度日本産業技術教育学会九州支部表彰 (11)

令和2年度九州支部論文賞

令和2年度九州支部教育研究奨励賞

令和2年度九州支部大会学生優秀発表賞

感謝状

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 日本産業技術教育学会九州支部規約         | (13) |
| 日本産業技術教育学会九州支部運営細則       | (15) |
| 日本産業技術教育学会九州支部表彰制度規定     | (17) |
| 日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定    | (18) |
| 日本産業技術教育学会九州支部プライバシーポリシー | (20) |
| 日本産業技術教育学会九州支部倫理要綱       | (21) |
| 論文雛形                     | (22) |
| 会告                       | (24) |

Journal of the Japan Society of Technology Education in Kyushu Branch  
Vol.28 (2020)

Contents

**Research Paper(s)**

- A Test Equipment Simulating Tied Cord Overheat Caused by Large Current Flow  
.....Cosy MUTO and Renya IDEGUCHI ..... 1
- Usability of Lead-Free Solder in Monozukuri Education from Point of Joint Strength  
..... Aoi SHINBABA, Ryusei KUBOZONO and Minoru FURUKAWA ..... 9
- Development and Evaluation of a Web Application for English Conversation Teaching Materials  
using Voice Recognition and Synthesis Functions  
..... Masato SHIRAIISHI and Kazuki MURAO ..... 17
- Curriculum Development Aimed at Developing Problem-Solving Skills in Technology of Energy  
Conversion  
..... Kota ICHIMIZU and Hirotsugu TAGUCHI ..... 25
- Examination of Matters to Be Considered When Developing Teaching Materials and Teaching Tools  
for Mokuiku  
..... Kota ICHIMIZU and Hirotsugu TAGUCHI ..... 31
- A Study of Teaching Traditional Techniques in Technology Education of Junior High School  
- The Production of Knives -  
..... Junnosuke MITUNAGA, Hiroki TAKENOUTI and Kazuyoshi FUKAGAWA ..... 37

**Practical Paper(s)**

- Development of Video Teaching Materials to Support the Learning of " Reading the Drawing " and  
"Laying-Out"  
..... Yuki KAWATA, Toshikazu YAMAMOTO, Kazuhiro SUMI, Masato KIMURA  
and Maya NAKAMURA ..... 43
- Teaching Practice with Collaborative Learning Using Newly Developed Educational Programming  
Materials for Controlling LEDs  
..... Shingo ARAKAKI, Tomihide SHIROMA and Kiyomitsu ONODERA ..... 51
- Examination of One-way Online Lessons to Develop Competencies  
- Awareness Survey and Points of Creating Video Teaching Materials for In-Service Teachers -  
..... Yoshio OHTSUKA, Naotaka HAGIMINE, Hirotsugu TAGUCHI  
Fumiko TAKASAKI and Hirotsugu TAGUCHI ..... 59
- Development and Possibilities of Cross-curriculum Learning of the Junior High School Technology  
Education Using "Satsuma-Biwa" of the Traditional Craft Object Designated by Kagoshima  
Prefecture - Consideration based on Survey Results on Tradition -  
..... Yuki ISHIYAMA, Katsuya TERATOKO and Kentaro MORI ..... 67
- Proceedings (in Japanese)..... (1)
- Commendation (in Japanese)..... (11)

Agreement for Kyushu Branch (in Japanese)..... (13)  
Detailed Regulations for Kyushu Branch(in Japanese)..... (15)  
Award Provisions (in Japanese)..... (17)  
Submission Provisions (in Japanese)..... (18)  
Privacy Policy (in Japanese)..... (20)  
Code of Ethics (in Japanese)..... (21)  
Paper Stationery (in Japanese)..... (22)  
Society Information (in Japanese)..... (24)

## 束ねた電線の通電過熱を模擬する実験装置

## A Test Equipment Simulating Tied Cord Overheat Caused by Large Current Flow

武藤浩二\* 出口廉也\*\*

Cosy MUTO\* and Renya IDEGUCHI\*\*

\*Faculty of Education, Nagasaki University

\*\*Currently, Kamigoto Junior High School

本論文では、束ねた電線の通電加熱を模擬する実験装置について述べる。本装置は、実践的・体験的にエネルギー変換の技術における電気分野の保守点検の学習を行うために、生徒が個人または班活動で使用するものとして開発した。装置は電線を模擬する発熱体（炭素皮膜抵抗）、温度センサ部、計測・制御部及び表示部から構成され、温度センサには薄型サーミスタを用いた。本装置を用いた測定の一例では、同じ1Wのジュール熱でも発熱体を束ねた場合と直線配置の場合とでは120秒間の通電で約25°Cの温度差となり、体験的に電線を束ねることの危険性を理解することができる。キーワード：教材開発、保守点検、電気事故、束ね配線、過熱、サーミスタ

## 1. まえがき

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編では、「機器の性能を維持するために、エネルギーの有効利用のためには、安全で正しい使用方法を守ることや保守点検が必要であることについても理解することができるようにする。」と示されている<sup>1)</sup>。また「漏電、感電、過熱及び短絡による事故を防止できるよう指導する。」とも記載されており、これらの内容等を取り上げて「部品の劣化や摩耗、汚れ等によって性能が低下したり機能不全に陥ったりする危険性を捉えさせ、保守点検の必要性と責任に気づかせることも考えられる。」としている。

現行の教科書においても上記の内容は取り上げられており<sup>2)</sup>、インターネット上にも各種の画像や映像資料がある<sup>3)</sup>。教科書や映像情報を組み合わせることで効果的な授業を行うこともできるが、文献<sup>4)</sup>では「実感を促すために体験的な活動を取り入れることが重要である。」と指摘している。電気事故は人の生命・財産に関わる重大事案であることから、模擬でも良いので生徒が実際に体験できる教材・教具を用いた方が実感を伴った電気事故の重大さとその防止の重要性についての教育効果は高いと我々は考える。

電気火災の発生原因として、放熱異常や過電流過熱、接触部過熱、半断線過熱、漏電（地絡）及び短絡が知られている<sup>5)</sup>。我々はこれらのうち、過電流及び半断線過熱ならびにトラッキング現象を含む短絡についての実験装置

を開発してきており<sup>6),7)</sup>、実践的・体験的なエネルギー変換の技術における保守点検の教材開発を行っている。

本論文では、放熱異常に分類される「束ねた電線の通電過熱」を模擬する実験装置の開発について述べる。通電過熱は、サーモグラフィを用いることで熱画像を見せることができる。しかしながら束ねた部分の表面の状況は確認できても、内部に位置する電線の温度までは知ることにはできない。実際、教科書に掲載されている熱画像写真では、最も温度の高い箇所でも38.1°Cとしか表示されておらず、時間経過に伴う温度変化の情報は全くない<sup>2)</sup>。また、実際の束ねた電線路に大電流を通じて演示する場合、発火時の対処等安全管理上の対策を十分に講じる必要がある。さらに一台あたりの費用が数万円以上するので、生徒個人や班活動で使用するだけの数を学校で揃えることは難しい。

開発した装置は、実際の電線路に大電流を流すのではなく、直列接続した複数本の抵抗を電線路に見立て、これを一列に配置した場合の抵抗温度と束ねて配置した場合の内部空間の温度をそれぞれ計測して比較するものである。生徒が個人あるいは班活動で使用することを想定しており、一台あたり数千円程度で製作できる。まずはじめに束ねた電線の通電過熱について述べ、次に3.でサーミスタを用いた温度計測について述べる。4.では実験装置の実装と測定例を示して、装置としての動作を検証する。5.では本論文のまとめとして、得られた成果と今後の課題を述べる。

## 2. 束ねた電線の通電過熱

図1に、電線に通電した際の熱の発生状況（断面模式図）を示す。同図(a)は架空一条線路の場合で、通電した

(2020年10月23日受付, 2020年11月27日受理)

\*長崎大学 人文社会科学域 (教育学系)

\*\*長崎大学 教育学部 (元学生): 現在, 新上五島町立上五島中学校  
2020年10月 第33回九州支部大会にて発表

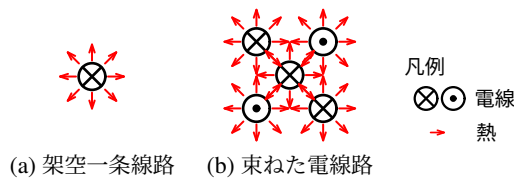
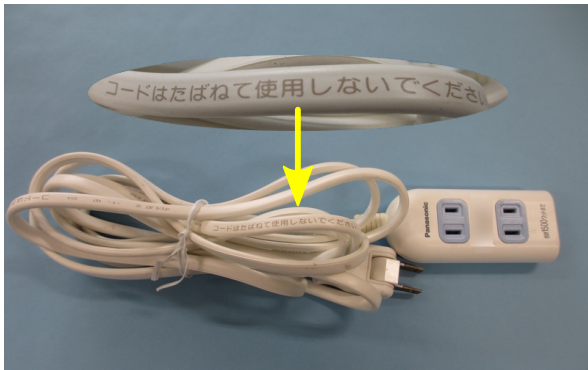


図1 通電過熱の断面模式図



(a) テーブルタップとその注意書き



(b) 通電過熱事故を起こした電工ドラム

図2 テーブルタップ注意書きと事故品の例 (著者撮影)

ことによって発生する熱は電線路の表面全てから周囲の空間に放出される。

一方、同図 (b) のように束ねた電線路の場合、外周部の電線路が発生した熱は周囲の空間に放出されるほか、一部は束ねた線路の内部空間に放出される。また内部の電線はその周囲に熱を放出するが、外周部からの熱も加わるため一条線路の場合のように放熱できず、束ねた線路の内部空間は温度上昇する。通電時間の経過に伴い内部空間に蓄積する熱エネルギーは増大して温度が上昇し、これが電線被覆の融点を超えると被覆が融けて短路事故や火災となる。

例として、一般的な 5m 長のテーブルタップ (1500 W) に許容電流の 15 A を通電した場合を考える。銅の体積抵抗率  $\rho$  は  $0^\circ\text{C}$  で  $1.55 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  であるので<sup>8)</sup>、電線断面積  $S$  を  $2\text{mm}^2$  として往復 10m での電気抵抗値  $R$  は

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0.0775 \Omega @ 0^\circ\text{C} \quad (1)$$

となる。ここに 15 A の電流を流すと、コード部分での消費電力 (発生するジュール熱) は 17.4 W となる。束ねない場合はこのジュール熱をコード全長の表面積から放熱するが、束ねた場合は束ねた形状全体の表面積からしか放熱できず、内部に熱がこもって温度上昇する。一般に金属導体の体積抵抗率  $\rho$  は温度上昇により上昇することが知られており、銅の場合、 $100^\circ\text{C}$  で  $2.23 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ 、 $300^\circ\text{C}$  で  $3.6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  となる<sup>8)</sup>。これにより、発生するジュール熱はさらに上昇することになり温度上昇に拍車をかけ、電線被覆の融点を超えると被覆が溶けて短路等の電気事故・電気火災につながる事となる。

図 2 にテーブルタップに記載されている注意書き及び巻いたまま使用したために通電過熱事故を起こした電工ドラム (コードリール) の例を示す。

### 3. サーミスタを用いた温度計測

#### 3.1 温度センサの選定

温度センサには、熱電対、サーミスタ、半導体温度センサ等様々なものがある。1. でも述べたように、本装置は直列接続した抵抗を電線路の代用として用いるため、束ねた抵抗の中に挿入可能な温度センサが必要である。比較的入手容易な半導体温度センサは TO-92 パッケージで大きく、本装置では採用しないこととした。熱電対は測定可能な温度範囲が広く小型であるが、冷接点の温度管理が必要であることから不採用とした。一方、サーミスタは取扱いが容易であり、想定する束ねた抵抗の内部に挿入可能な薄型形状のものが製造されていることから、本装置ではサーミスタを選定した。

#### 3.2 サーミスタの特性

サーミスタは、半導体が有する負の温度係数を積極的に利用した温度-抵抗変換素子である。主としてセラミック系半導体を用い、温度変化範囲や抵抗変化範囲、用途に合わせ、形状を含めて様々なものが製造されている。

周囲温度  $t\text{K}$  におけるサーミスタの抵抗値  $R(t)$  は、基準温度  $T_0\text{K}$  における抵抗値を  $R_0\Omega$ 、サーミスタ固有の定数を  $B\text{K}$  として

$$R(t) = R_0 \exp \left\{ B \left( \frac{1}{t} - \frac{1}{T_0} \right) \right\} \quad (2)$$

で与えられ、温度上昇に伴い指数関数的に減少することが知られている<sup>9)</sup>。図 3 にサーミスタの温度-抵抗特性の例 (SEMITECH JT103-025,  $R_0 = 10\text{k}\Omega$ , 許容差  $\pm 1\%$ ,  $B = 3435\text{K} \pm 1\%$ ,  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ) を示す。

#### 3.3 サーミスタを用いた温度計測の方法

1 チップマイコンで抵抗値を直接測定することはできない。また指数関数特性ではルックアップテーブル等を用意しないと使いにくいので、図 4 に示すように、直列に抵抗  $R_s$  を接続して定電圧駆動し、 $R_s$  の両端の電圧  $V(t)$

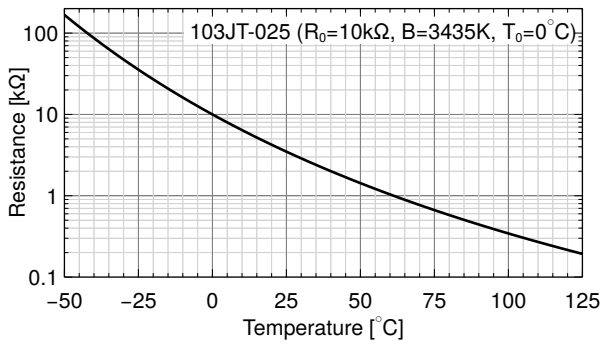


図3 サーミスタの温度-抵抗特性例(計算値)

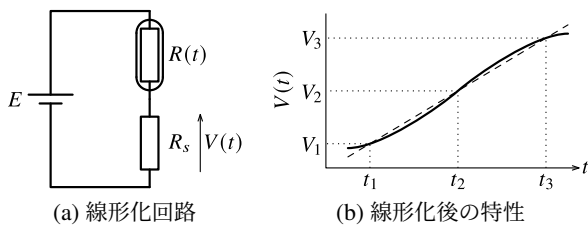


図4 サーミスタ温度特性の線形化

| A  | B              | C         | D         | E         | F         | G         |
|----|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | R(20)          | 12110     |           |           |           |           |
| 2  | R(60)          | 3011      |           |           |           |           |
| 3  | R(100)         | 975.3     |           |           |           |           |
| 4  | R <sub>s</sub> | 分圧比20     | 分圧比60     | 分圧比100    | a(20+60)  | a(60+100) |
| 5  | 2200           | 1.537E-01 | 4.222E-01 | 6.928E-01 | 6.711E-03 | 6.767E-03 |
| 6  | 2210           | 1.543E-01 | 4.233E-01 | 6.938E-01 | 6.724E-03 | 6.763E-03 |
| 7  | 2220           | 1.549E-01 | 4.244E-01 | 6.948E-01 | 6.737E-03 | 6.759E-03 |
| 8  | 2230           | 1.555E-01 | 4.255E-01 | 6.957E-01 | 6.750E-03 | 6.756E-03 |
| 9  | 2231           | 1.556E-01 | 4.256E-01 | 6.958E-01 | 6.751E-03 | 6.755E-03 |
| 10 | 2232           | 1.556E-01 | 4.257E-01 | 6.959E-01 | 6.752E-03 | 6.755E-03 |
| 11 | 2233           | 1.557E-01 | 4.258E-01 | 6.960E-01 | 6.753E-03 | 6.755E-03 |
| 12 | 2234           | 1.557E-01 | 4.259E-01 | 6.961E-01 | 6.755E-03 | 6.754E-03 |
| 13 | 2235           | 1.558E-01 | 4.260E-01 | 6.962E-01 | 6.756E-03 | 6.754E-03 |
| 14 | 2240           | 1.561E-01 | 4.266E-01 | 6.967E-01 | 6.762E-03 | 6.752E-03 |
| 15 | 2250           | 1.567E-01 | 4.277E-01 | 6.976E-01 | 6.775E-03 | 6.748E-03 |

図5 表計算を用いた挟み撃ち法による直列抵抗 R<sub>s</sub> の算出

が使用温度範囲内の上下端近傍及び中央の3点で直線特性に一致するよう R<sub>s</sub> の値を定めることとする。R<sub>s</sub> の算出は、挟み撃ち法を表計算ソフトのスプレッドシートに展開して行った。サーミスタ抵抗 R(t) と直列挿入抵抗 R<sub>s</sub> の分圧比 K(t) は

$$K(t) = \frac{R_s}{R(t) + R_s} \quad (3)$$

であるので、これを温度 t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> 及び t<sub>3</sub> の3点で求め、t<sub>1</sub> ~ t<sub>2</sub> 及び t<sub>2</sub> ~ t<sub>3</sub> での分圧比変化率

$$\alpha_{12} = \frac{K(t_2) - K(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

$$\alpha_{23} = \frac{K(t_3) - K(t_2)}{t_3 - t_2} \quad (5)$$

を計算する。2つの分圧比変化率が一致する、すなわち分圧比変化率の差が0となる R<sub>s</sub> が求める値となる。式(3),

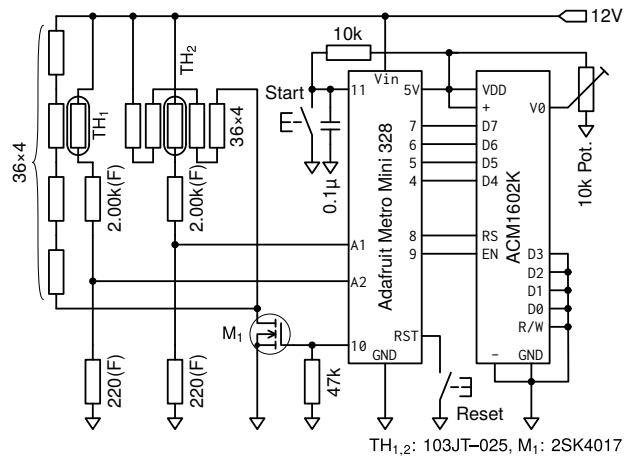


図6 回路図

(4) 及び (5) をスプレッドシートに展開して R<sub>s</sub> の値を大きな桁から振り、分圧比変化率の差がゼロクロスするところで変化範囲を一桁狭めて再計算することで、数回の試行で所望精度の R<sub>s</sub> を算定できる。図5に LibreOffice Calc を用いた実行例を示す。この例では、当初 1kΩ の桁を変化させて R<sub>s</sub> が 2kΩ 台であることを求め、次に 100Ω の桁を変化させて 2.2kΩ 台であることを、さらに 10Ω の桁を変化させる、1Ω の桁を変化させるというように、4回の試行で 1Ω オーダーまで導出している。

これにより、V(t) を測定することにより簡単な計算式で温度を求めることができる。SEMITECH 103JT-025<sup>10)</sup> の場合、20℃、60℃、100℃の3点で線形化すると R<sub>s</sub> ≈ 2.234kΩ となる。したがって R<sub>s</sub> の実現値は 2.220kΩ (2.00kΩ 及び 220Ω の1%級金属皮膜抵抗の直列接続) とし、220Ω の両端に発生する電圧の計算値を最小二乗法で再度直線近似して温度計算を行うこととした。これは後述する回路実装において、AD変換の基準電圧をプロセッサ内蔵の 1.1V とするためである。図4(a)の駆動起電力 E を 12V とした場合、220Ω の抵抗に発生する電圧 V(t) は

$$V(t) = 8.30 \times 10^{-3}t + 7.41 \times 10^{-3} \text{ V} \quad (6)$$

で近似することができ、131℃以下でAD変換基準電圧の範囲内に収まることが保証される。103JT-025のカタログデータから計算した温度誤差は、20℃~100℃の範囲で ±1.5℃ 以下である。

## 4. 実装及び測定例

### 4.1 回路実装及びプログラム概要

本装置は、生徒が個人あるいは班活動で使用することを想定している。そのためのユーザインタフェースとして、スタートスイッチ、リセットスイッチ及びキャラクタ液晶表示モジュール (LCD, 16文字×2行) を使用する



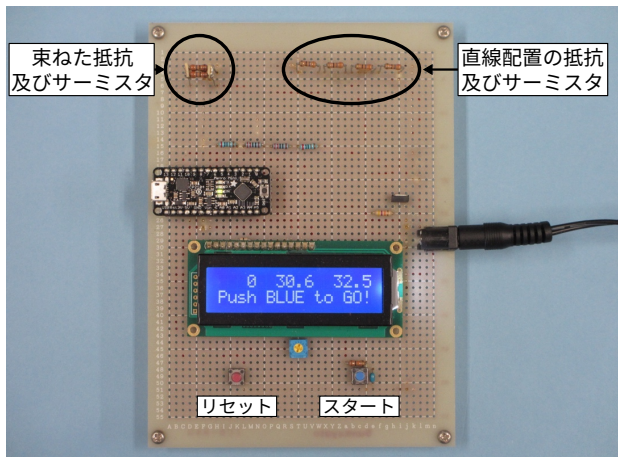
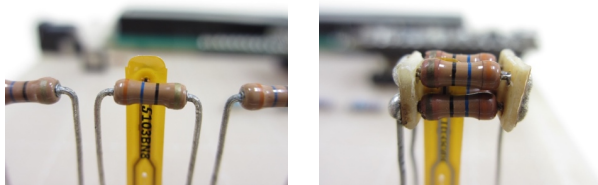


図7 製作した実験装置



(a) 直線配置の抵抗 (b) 束ねた抵抗

図8 発熱体及びサーミスタの配置

る。電源は12Vの定電圧スイッチングACアダプタを使用する。電流容量は1A程度以上あれば良い。

図6に本装置の回路図を示す。回路は図7のように中型ユニバーサル基板(サンハヤトICB-96G, 115×160mm)上に実装したが、もう一回り小さいものでも実装可能と考えられる。

電線を模擬する発熱体は36Ωの1/4W型炭素皮膜抵抗を4本直列接続した回路(144Ω)とした。これを2組用意し、図7及び8に示すように、一方は基板上に一直線状に配置、もう一組はサブ基板に2.54mm間隔で4本の抵抗を2×2に束ねた状態で固定して基板に配置した。各発熱体は12Vの電源に接続して定電圧駆動することで、それぞれ1Wのジュール熱を発生する。サーミスタは図8のように、直線配置の発熱体には1本の抵抗に接するように、また束ねた発熱体にはその中心に感熱部が来るように配置した。なおサーミスタの配置にあたって、シリコングリス等を用いた熱結合は行っていない。

サーミスタには、3.3でも述べたSEMITECH 103JT-025を用いた。直列接続する抵抗 $R_s$ についても、3.3で記述したとおり2.00kΩ及び220Ωの1%級金属皮膜抵抗の直列接続としている。

マイコンモジュールにはArduino UNOと機能互換で600mil 28ピンDIPレイアウトのAdafruit Metro Mini 328<sup>11)</sup>を使用し、発熱体の通電制御、AD変換、スタートスイッチの読み込み及びLCDの表示制御を行う。発熱

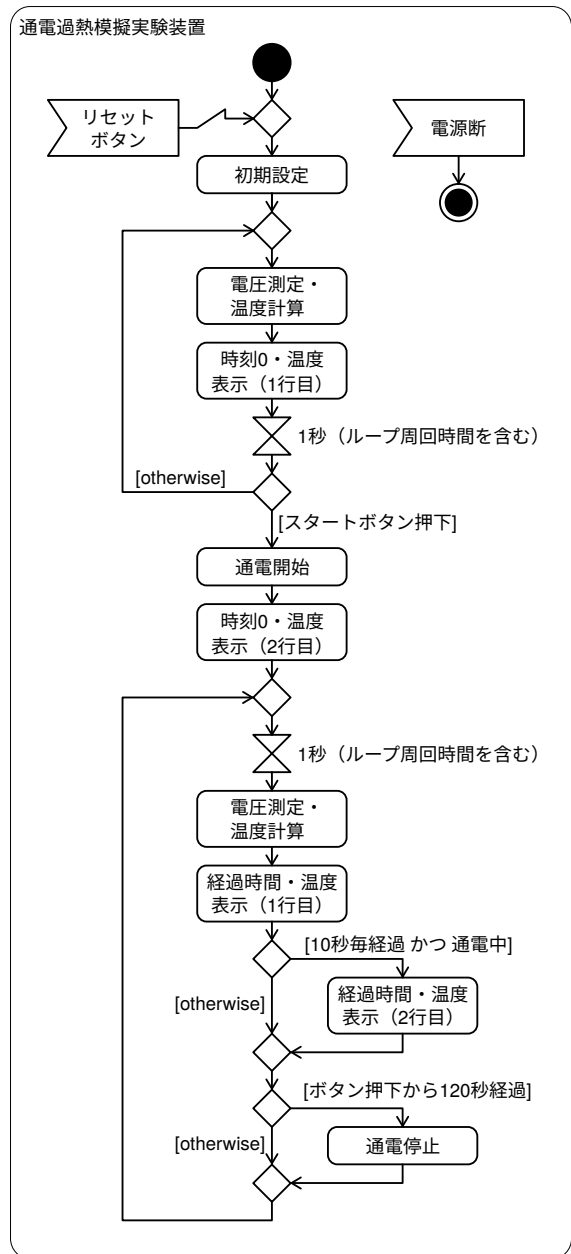


図9 プログラムのアクティビティ図

体の通電制御にはMOSトランジスタをスイッチ素子として用いている。図9にプログラムの概要(アクティビティ図)を示す。ソースコードは付録に示す。計測温度は図10に示すように、1秒ごとの表示をLCDの1行目に、10秒毎の表示をLCDの2行目に行い、2行目(10秒毎)の値を実験結果として転記することができるようにしている。通電時間は120秒間とし、自動的に通電停止するようにしている。通電終了後は、1秒毎の測定結果を1行目に表示するようにしている。なおLCDの行数・文字数の制限から、表示する内容は1行目・2行目とも経過時間、束ねた発熱体の中心温度値及び直線配置発熱体の温度値のみとし、単位は省略している。またAD変換の基準電源は、マイクロコントローラ(ATmega328P)

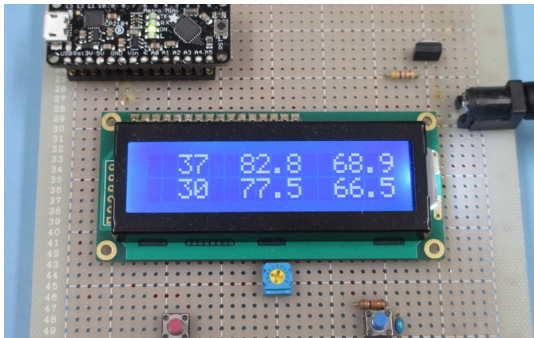


図 10 表示部の状況 (計測時)

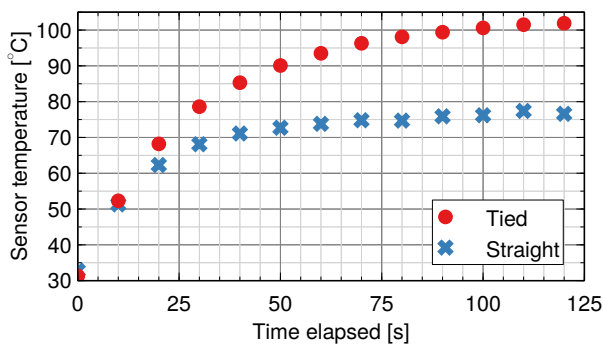


図 11 実測例 (2020年11月16日測定)

が内蔵する基準電圧源 (1.1V) を使用している。

なお、サーミスタと直列接続抵抗  $R_s$  は常時通電しているため、サーミスタ自身が自己発熱している。このため、周囲温度によっては初期状態としてサーミスタ自身の温度が表示される場合がある。

#### 4.2 測定例及び装置の評価

本機による測定例を図 11 に示す。秋季の測定であったが、4.1 で述べたようにサーミスタ自身の自己発熱があるため、初期温度は 30°C を超えている。測定開始時点では直線配置した抵抗の方が若干温度が高かったが<sup>注1</sup>、通電後 10 秒もすると逆転し、最終的に束ねた方は 100°C を超えるまでに温度上昇するのに対し、直線状配置では 77°C 程度までしか上昇しない。このことから、電線を束ねた状態で通電することが内部温度の上昇につながることを体験的に理解させることが可能である。

一度測定を実施した後は、発熱体とサーミスタが常温に戻るまでは再測定ができない。自然冷却の場合、周囲温度にもよるが発熱体への通電停止後 3 分程度の時間が必要である。急冷剤等を吹き付けて強制的に冷却すると抵抗の絶縁塗料が割れる等の弊害を生じるので、自然冷却が望ましい。実際、図 8(b) を拡大すると、急冷剤を吹き付けたために生じた絶縁塗料の亀裂を確認できる。

本装置では電線に替えて定格電力 0.25 W の炭素皮膜

抵抗を用いている。36 × 4 = 144 Ω に 12 V を印加した場合の電力は 1 W であり、一本あたりの消費電力が定格の 0.25 W となるように設計している。本装置に用いた抵抗の定格温度は 70°C であり<sup>12)</sup>、図 11 の測定例では、直線配置の抵抗は 7°C ほど超過しているが定格上限の領域で動作をしている。それに対して束ねた抵抗の内部空間温度は定格温度を大きく上回って温度上昇しており、大幅なディレーティングを行わなければならない領域で動作をしていることがわかる。

電線には許容電流の他に許容温度が規定されている。一般的なビニル平形コード (VFF) の許容温度は 60°C であるが<sup>13)</sup>、許容電流を流し続けると最大で許容温度まで温度上昇することがあり得る。本装置の直線配置した抵抗の温度情報は、この関係を説明する材料として利用することができる。

一方、本装置では定電圧駆動を用いている。定電圧駆動時のジュール熱  $P$  は駆動電圧を  $E$  として

$$P = \frac{E^2}{R} \quad (7)$$

となる。2. で説明した電線で発生するジュール熱は定電流駆動であるので、駆動電流を  $I$  として

$$P = I^2 R \quad (8)$$

である。温度上昇に伴って抵抗値は増加するが、定電圧駆動をする本装置の場合は発生するジュール熱が減少し、実際の電線では逆に増大するので、生起する現象には差異がある。しかしながら、電線を束ねて大電流を通電することの危険性を学習するための装置としては、定電圧駆動でも十分その役割を果たすものとする。

#### 5. むすび

本論文では、模擬的ではあるが生徒が現象を直接確認できることを目的として、束ねた電線の通電加熱を模擬する実験装置を開発し、その背景、原理及び実装について述べた。直線状に並べた抵抗と束ねた抵抗の温度を測定比較することで、中学校技術・家庭科 (技術分野) の「C エネルギー変換の技術」における保守点検の教材・教具として利用することが可能である。また装置そのものは一種の計測・制御装置であるので、「D 情報の技術」の教材として活用することも可能である。

今後の課題として、まず本装置及びこれまでに開発した装置を用いた保守点検に関する授業の立案と実施による評価があげられる。次に本装置では、直線状に配置した発熱体についてはサーミスタを発熱体に接触させているが、束ねた発熱体についてはサーミスタは発熱体に接触していないので、温度測定の状況が異なっている。そこで、内部発熱体に接触させてその温度を測定できるように、発熱体を抵抗の 5 本直列回路に変更する改修も必要

注1 これはサーミスタの製造バラツキに起因する個体差と考えられる。

と考えている。また教師の演示用として、シリアル通信を用いてホスト PC にデータを転送し、別途 PC 用に作成したソフトウェアを用いてプロジェクタ投影する機能拡張を考えることもできる。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭編，開隆堂，(2018)
- 2) 田口浩継ほか：新編 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology，東京書籍，(2016)，106–109
- 3) 例えば 寝屋川消防組合：トラッキング現象，<https://www.youtube.com/watch?v=X7EiqaPgcXo> (2020 年 10 月 17 日確認)
- 4) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会（編）：技術科教育概論，九州大学出版会，(2018)，114
- 5) 田村裕之：“電気火災の動向と火災事例”，安全工学，48–6，(2009)，413–418
- 6) 武藤浩二：“短絡及び過電流事故の実演教材及びこれを用いる授業の一検討”，産技 第27回九州支部大会，(2014)，B15
- 7) 武藤浩二・境えみ：“トラッキング現象を模擬的に演示する実験装置の開発”，産技 第61回全国大会，(2018)，2H51
- 8) 国立天文台編：理科年表 2019，丸善，(2018)，物 66
- 9) 加野洋吉：サーミスタとその応用，オーム社，(1955)
- 10) SEMITEC（株）：JT サーミスタシリーズカタログ，<http://www.semitec.co.jp/products/thermo/thermistor/jt/> (2020 年 8 月 15 日確認)
- 11) Adafruit Metro Mini，<https://learn.adafruit.com/adafruit-metro-mini/> (2020 年 10 月 23 日確認)
- 12) KOA 株式会社：“小形塗装絶縁形炭素皮膜固定抵抗器”，[https://www.koaglobal.com/-/media/Files/KOA\\_Global/product/commonpdf/cf.pdf](https://www.koaglobal.com/-/media/Files/KOA_Global/product/commonpdf/cf.pdf) (2020 年 11 月 14 日確認)
- 13) 株式会社 KHD：“300V 平形コード”，<http://www.khd.co.jp/assets/product/pdf00000004.pdf> (2020 年 11 月 14 日確認)

## 付録

プログラムのソースコード (Arduino) をリスト 1 に示す。紙面の都合上，ライセンス表記を除いてコメントは除去している。本プログラムのライセンスはクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-継承 4.0 国際 (Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) とする。

### リスト 1 プログラムソースコード ©️🇯🇵🇪🇸🇨🇪 4.0

1 // Written by R.Ideguchi & C.Muto

```

2 // CC-BY-NC-SA 4.0 International
3 #include <LiquidCrystal.h>
4 LiquidCrystal lcd(8,9,4,5,6,7);
5
6 const float ad2mV = 1.07422;
7 const float coeff = 8.30;
8 const float offset = 7.41;
9 const int timeMAX = 120;
10 unsigned long tick;
11 unsigned long now = 0;
12 float t1;
13 float t2;
14
15 void measureTemperatures(){
16   float v1;
17   float v2;
18   v1 = analogRead(A1) * ad2mV;
19   v2 = analogRead(A2) * ad2mV;
20   t1 = (v1 - offset) / coeff;
21   t2 = (v2 - offset) / coeff;
22 }
23
24 void displayTemperatures(int i){
25   char msg[17];
26   char buf0[17];
27   char buf1[17];
28   char buf2[17];
29   dtostrf(now, 4, 0, buf0);
30   dtostrf(t1, 5, 1, buf1);
31   dtostrf(t2, 5, 1, buf2);
32   sprintf(msg, "%s_%s_%s", buf0, buf1, buf2);
33   lcd.setCursor(0, i-1);
34   lcd.print(msg);
35 }
36
37 void setup() {
38   boolean goMeasure = false;
39   analogReference(INTERNAL);
40   lcd.begin(16,2);
41   pinMode(10,OUTPUT);
42   pinMode(11,INPUT);
43   digitalWrite(10,LOW);
44   lcd.clear();
45   lcd.setCursor(0,1);
46   lcd.print("Push_BLUE_to_GO!");
47   tick = millis();
48   while (goMeasure != true) {
49     measureTemperatures();
50     displayTemperatures(1);
51     while (millis() - tick < 1000){
52       if (digitalRead(11) == 0){
53         goMeasure = true;
54       }
55     }
56     tick = millis();
57   }
58   digitalWrite(10,HIGH);
59   tick = millis();
60   displayTemperatures(2);

```

```
61 }
62
63 void loop() {
64   while (millis() - tick < 1000){
65   }
66   tick = millis();
67   now += 1;
68   measureTemperatures();
69   displayTemperatures(1);
70   if ((now % 10 == 0) && (now <= timeMAX)){
71     displayTemperatures(2);
72   }
73   if (now == timeMAX){
74     digitalWrite(10,LOW);
75   }
76 }
```

---

## Abstract

In this paper, we discuss a test equipment which simulates tied cord overheat caused by large current flow. The equipment focuses individual student or group usage to study electricity maintenance both practically and experientially. The equipment consists of heating materials (carbon film resistors) which simulate cord, temperature sensor, measurement & control unit and display unit: we use thin thermistor as temperature sensor in this design. There is a temperature difference of approximately 25 °C between straight and tied heating materials after generating 1 W Joule heat for 120 seconds in a demonstration. This leads students to understand that it is danger to tie cord experientially.

**Keywords:** Development of learning materials, maintenace, electrical accidents, tied cord, overheat, thermistor





# 接合強度の観点からのものづくり教育における鉛フリーはんだ使用の可能性

## Usability of Lead-Free Solder in Monozukuri Education from Point of Joint Strength

新馬場 葵\* 久保園 隆聖\* 古川 稔\*\*

Aoi SHINBABA \*, Ryusei KUBOZONO\* and Minoru FURUKAWA\*\*

\*Technology, Training Program for Secondary School Teachers,  
Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka

\*\*Technology Education Unit, University of Teacher Education Fukuoka

すず (Sn) と鉛 (Pb) の合金であるはんだは、古くから金属の接合に使われてきた。また、電気伝導性が良いことから、電気・電子部品の製造にも用いられている。しかし、鉛が人体に有害であるため、この分野では従来の鉛入りはんだに替わり鉛フリーはんだが広く使用されるようになってきている。一方、接合強度が重視される金属加工の分野では鉛フリーはんだの普及は進んでいない。本研究では、母材に軟鋼、純銅、黄銅を用いて、鉛入りはんだと鉛フリーはんだの引張強さとせん断強さを測定し、強度の観点から鉛フリーはんだがものづくり教育における金属加工の分野でも使用できるか否かを調べた。その結果、いずれの母材でも、鉛フリーはんだの接合強度は鉛入りはんだとほぼ同様であった。このことから、鉛フリーはんだは接合強度に関してはものづくり教育における金属加工の分野でも使用可能である。また、接合面積が大きい場合の母材の違いによるせん断強さは軟鋼、純銅、黄銅の順であること、せん断強さの値は引張強さの値より小さいことがわかった。さらに、せん断強さは接合面積が大きいほど小さかったが、この原因は曲げモーメント起因の負荷と直角方向の引きはがし力によるものと考えられる。

キーワード：鉛入りはんだ、鉛フリーはんだ、接合強度、引張試験

### 1. はじめに

金属材料の接合法には、溶接、ろうづけ、ねじ接合 (ボルト・ナット接合を含む)、リベット接合、はぜ組み、接着剤による方法などがある。ろうづけは通常の溶接とは異なり、母材 (接合金属) より融点の低いろうを母材間で溶かし、母材は溶かさずに接合する。ろうは融点が 450°C 以上の硬ろうと 450°C 未満の軟ろうに分類される。軟ろうの一つであるはんだは、融点が高い (約 200°C) のので取り扱いが容易であり、鉄鋼や銅合金とのぬれ性も良いので、古くから金属の接合に用いられてきた。また、電気伝導性にも優れているため、電気配線の接合や電子回路で電子部品をプリント基板に固定する際にも広く使われている。

学校教育の分野では、平成 29 年に改訂された中学校学習指導要領解説技術・家庭編<sup>1)</sup>には、はんだ接合に関する記述はないが、現在使用されている技術分野

の教科書<sup>2-4)</sup>には、「材料と加工の技術」と「エネルギー変換の技術」に、はんだ接合の方法が紹介されており、中学生が習得すべき接合法の一つである。

従来用いられていた鉛入りはんだは、すず (Sn) と鉛 (Pb) の合金であり、鉛が人体に有害であることや、廃棄物として地下水を汚染して自然環境に悪影響を及ぼすことが懸念されるため、鉛を含まない鉛フリーはんだの開発が進められてきた。欧州では RoHS 指令により、軍需、宇宙関連等の高い精度が要求される特別な製品を除いて、鉛入りはんだの使用が禁止されている<sup>5)</sup>。日本や米国では、まだ鉛入りはんだの使用は禁止されていないが、電気・電子機器の製造分野では、ほぼ鉛フリーはんだが使われている。金属加工分野での鉛フリーはんだ接合は、近年利用頻度が減少しているが、現在でも接合強度が重視される自動車部品 (ラジエーターなど) の修理等に使われている。これらの分野での鉛フリーはんだの普及は進んでいない。

本研究では、はんだで接合されることが多い数種類の母材を用いて、鉛入りはんだと鉛フリーはんだの接合強度を比較し、強度の観点から鉛フリーはんだがものづくり教育の金属加工の分野でも使用できるか否かを調べた。その際、学校の授業等での作業状況に近い手作業での鉛フリーはんだ接合により試験片を作製した。

(2020 年 10 月 27 日受付、2021 年 1 月 14 日受理)

\* 福岡教育大学教育学部中等教育教員養成課程技術専攻

\*\*福岡教育大学技術教育ユニット

2020 年 10 月第 33 回九州支部大会にて発表

## 2. 実験方法

### 2.1 使用した鉛入りはんだと鉛フリーはんだ

JIS Z3282 には、鉛入りはんだは 3 合金系 19 種類、鉛フリーはんだは 19 合金系 30 種類が規格化されている<sup>6)</sup>。本実験で使用した鉛入りはんだと鉛フリーはんだの化学組成と熔融温度を表 1 に示す。

表 1 使用したはんだの化学組成と熔融温度<sup>7),8)</sup>

| はんだの種類 | 化学組成 (%)              | 熔融温度 (°C) |     |
|--------|-----------------------|-----------|-----|
|        |                       | 固相線       | 液相線 |
| 鉛入り    | 50Sn-50Pb             | 183       | 215 |
| 鉛フリー   | M705 Sn-3.0Ag-0.5Cu   | 217       | 220 |
|        | M20 Sn-0.75Cu         | 227       | 229 |
|        | M24 Sn-0.7Cu-0.03Ni-P | 228       | 230 |

本実験に用いた鉛入りはんだ (50%Sn-50%Pb) は、工業界でも中学校技術分野の金属加工においても、金属の接合に広く使用されているものである。

鉛フリーはんだには、千住金属工業 (株) 製の 3 種類の鉛フリーはんだ (M705、M20、M24)<sup>9)</sup> を用いた。M705 は Sn-Ag (銀) -Cu (銅) 系合金であり、もっとも普及しているが、銀を含むため高価である。M20 は M705 から銀を除いた Sn-Cu 系合金である。M24 は M20 の接合性を改善するためにニッケル (Ni) を添加した Sn-Cu-Ni 系合金である。本実験に用いた 3 種類の鉛フリーはんだは、鉛フリーはんだの中では強度はあるが、ぬれ性に劣るとされている<sup>9)</sup>。M705、M20、M24 の表記は千住金属工業 (株) の製品記号であるが、本論文では簡略化のためにこれらの記号を使用することとした。表 1 からわかるように、鉛フリーはんだは鉛入りはんだに比べて固相線温度は 34~45°C 高く、液相線温度は 5~15°C 高い。

### 2.2 使用した母材

母材には、ものづくり教育においてはんだ接合されることが多い軟鋼、純銅、黄銅を用いた。はんだ接合面に垂直方向の強度 (引張強さ) を測定するために丸棒を用い、接合面に平行方向の強度 (せん断強さ) を測定するために板を用いた。

表 2 と表 3 に、実験に供した丸棒と板の主要成分の化学組成 (銅合金は JIS H3100 から引用) を示す。軟鋼の場合、丸棒に近い組成をもつ「くぎ」を用いた。材料は入手を容易にするためホームセンターで購入した。そのため、軟鋼、純銅、黄銅の丸棒と板の規格は同一ではないが、化学組成はほぼ同じと考えられるので、各母材 (軟鋼、純銅、黄銅) での丸棒と板の規格の違いによるはんだによる接合強度に差はないものとする。

表 2 使用した丸棒材の化学組成

| 母材      | 記号, 合金番号 | 成分 (%)                                      |
|---------|----------|---|
| 軟鋼 (くぎ) | SWM-N    | —   |
| 純銅      | C1100    | Cu: 99.90 以上                                |
| 黄銅      | C3604    | Cu: 57.0~61.0<br>Pb: 1.8~3.7<br>Fe: 0.50 以下 |

表 3 使用した板材の化学組成

| 母材 | 記号, 合金番号 | 成分 (%)                                      |
|----|----------|---|
| 軟鋼 | SS330    | —   |
| 純銅 | C1220    | Cu: 99.90 以上<br>P: 0.015~0.040              |
| 黄銅 | C2801    | Cu: 59.0~62.0<br>Pb: 0.10 以下<br>Fe: 0.07 以下 |

### 2.3 試験片の作製

はんだ継ぎ手の引張強さを測定するため、2 本の丸棒の端面同士を突き合わせてはんだで接合した。

1 本の丸棒から切り出した 2 本の丸棒の端面 (はんだ接合面) を #800 のエメリー紙で研磨した後、メチルアルコールで洗浄した。フラックス塗布後、接合面同士を押し付けながら、はんだ接合した。はんだ接合には、温度設定なしの 80W のはんだごてを用いて、ものづくり教育において実施される状況に近い手作業により行った。フラックスには板金のはんだ接合用に市販されている塩化亜鉛-塩酸-塩化アンモニウム水の混合液を用いた (重ね合わせ接合でも同様)。接合面積の影響も調べるために、直径 2 mm と 4 mm の丸棒 (くぎは直径 2.15mm と 4.2mm) を用いた。図 1 と図 2 に、試験片の模式図と接合した試験片の写真を示す。

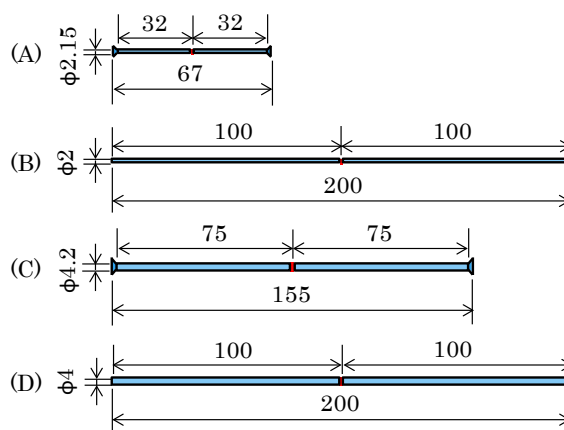


図 1 丸棒試験片のはんだ接合の模式図

- (A) 軟鋼 (くぎ) : 直径 2.15mm
- (B) 純銅、黄銅 : 直径 2mm
- (C) 軟鋼 (くぎ) : 直径 4.2mm
- (D) 純銅、黄銅 : 直径 4mm



図2 はんだ接合した丸棒試験片 (φ4の場合)  
(A) 軟鋼 (くぎ)、(B) 純銅、(C) 黄銅

また、はんだ継ぎ手のせん断強さを測定するため、厚さ1mmの板を重ね合わせてはんだで接合した。その際、接合面積の影響も調べるために、5mm×5mm、10mm×10mm、20mm×20mmの3つの接合面寸法の試験片を作製した。はんだ接合の概略は、丸棒試験片の場合と同様である。図3と図4に、板状試験片の模式図と接合した試験片の写真を示す。

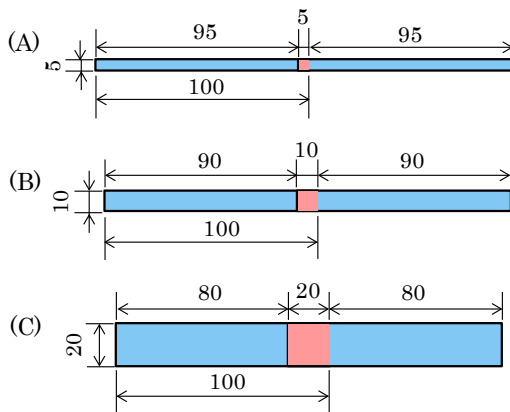


図3 板状試験片のはんだ接合の模式図  
接合面寸法：(A) 5mm×5mm  
(B) 10mm×10mm  
(C) 20mm×20mm



図4 はんだ接合した板状試験片  
(20mm×20mmの場合)  
(A) 軟鋼、(B) 純銅、(C) 黄銅

## 2.4 引張試験

はんだ接合した試験片に対して、島津オートグラフ AGS-10kNG を用いて、引張速度 20mm/min で破断試験を行った。つかみ間距離は、直径 2.15mm のく

ぎでは 64mm、直径 4.2mm のくぎでは 140mm、それ以外では 150mm とした。本試験方法の場合、接合強度の測定値が大きくばらついたので、丸棒試験片については同一条件で 8 本試験し、値の大きい 2 つの測定値を採用した。板状試験片の場合は、同一条件で 4 本試験し、値の大きい 2 つの測定値を採用した。丸棒、板すべての試験片が、母材ではなく、はんだ接合部から破断した。

## 3. 試験結果

### 3.1 突き合わせ接合

突き合わせ接合した直径 2mm と直径 4mm の丸棒試験片の引張試験の結果を、それぞれ図5と図6に示す。縦軸は、接合面に垂直方向に負荷した際の破断までの最大荷重を接合面積で除した値 (引張強さ) を示している。エラーバーは 2 つの測定値の大きい値と小さい値の範囲を示しており、ソリッドマークは 2 つの値の平均を示している (以降の図でも同様)。

図5と図6の両方において、エラーバーの長さが長く、測定値のばらつきが大きい。これは、手作業によるはんだ接合の精度の低さに起因しているものと思われるが、詳細については考察において述べる。

各母材ではんだの違いと接合強度の関係性をソリッドマークでみてみると、図5の軟鋼では、はんだの違いによる差は小さいが、純銅と黄銅では差が大きい。図6では、いずれの母材でも、はんだの違いによる強度の差が大きい。図5と図6の比較から、それぞれの母材においてはんだの種類と強度の間に系統的な関係はないように見える。

つぎに、各母材の接合強度の値を比較すると、図5と図6の両方において、M705 以外では軟鋼の値が純銅と黄銅より大きい。純銅と黄銅の差は明確でない。

図5と図6において、例えば軟鋼の接合強度は、直径 2.15mm の試験片では 170MPa 程度、直径 4.2mm では 160MPa 程度であり、接合強度は接合面積に依存せず、ほぼ同様の値を示している。

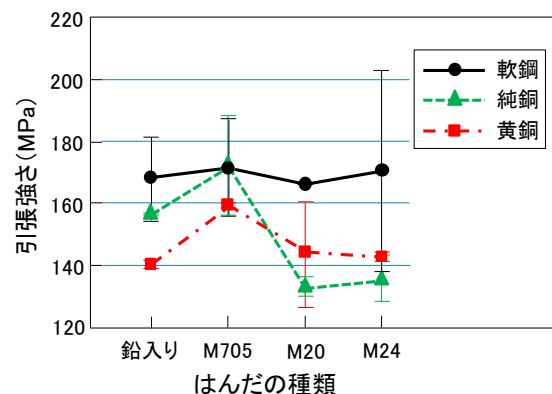


図5 突き合わせ接合試験片の引張試験結果  
(丸棒直径：2mm、軟鋼は 2.15mm)



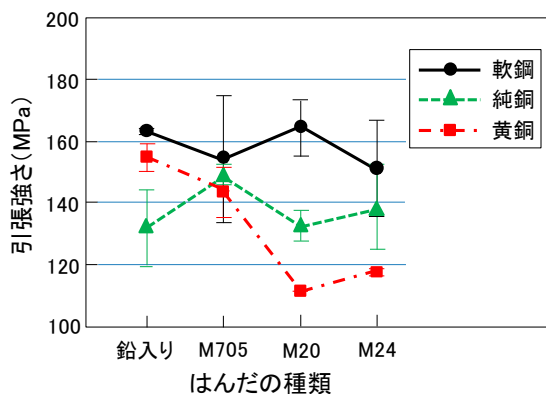


図6 突き合わせ接合試験片の引張試験結果 (丸棒直径：4 mm、軟鋼は 4.2mm)

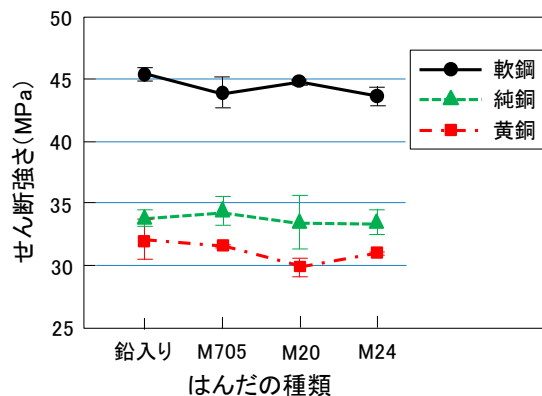


図8 重ね合わせ接合試験片の引張試験結果 (接合面寸法：10mm×10mm)

### 3.2 重ね合わせ接合

重ね合わせ接合した板状試験片の引張試験の結果を図7～図9に示す。縦軸は、接合面に平行に負荷した際の、破断までの最大荷重を接合面積で除した値(せん断強さ)を示している。

図7の軟鋼では、エラーバーが長く、測定値のばらつきが大きい。また、はんだの違いによる差が大きい。純銅と黄銅では、エラーバーが短く、測定値のばらつきが小さくなっており、同時にはんだの違いによる差は小さい。

各母材の接合強度の値を比較してみると、M705以外では軟鋼での値が純銅と黄銅より大きく、純銅と黄銅の値はほぼ同じである。

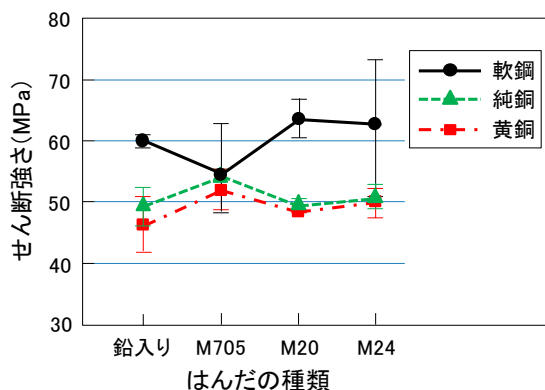


図7 重ね合わせ接合試験片の引張試験結果 (接合面寸法：5 mm×5 mm)

図8と図9では、図5～図7に比べてエラーバーが短く、測定値のばらつきが小さい。

各母材ではのはんだの違いと接合強度の関係をみると、いずれの母材においてもはんだの種類が違って強度はほぼ同じである。このことは、本実験に用いた3種類の鉛フリーはんだの強度は、鉛入りはんだに比べて遜色ないことを意味している。

つぎに、各母材の接合強度の値を比較すると、いずれのはんだでも、軟鋼、純銅、黄銅の順となっている。

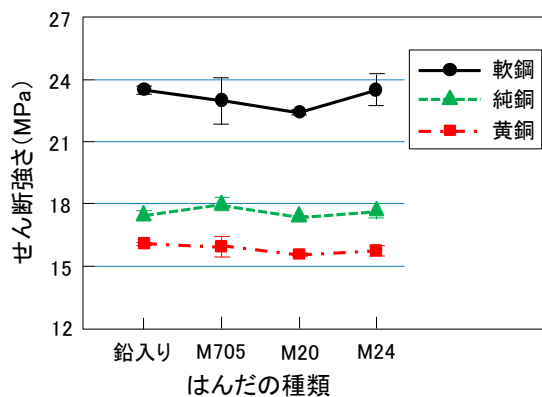


図9 重ね合わせ接合試験片の引張試験結果 (接合面寸法：20mm×20mm)

図7～図9を比較すると、接合面積が大きいほどエラーバーの長さが短くなっており、測定値の信頼性が高いものと考えられる。

接合強度は、例えば軟鋼の場合、接合面寸法が5 mm×5 mmの試験片では約60MPaであるのに対し、20mm×20mmでは約23MPaであり、接合面寸法が16倍になると、接合強度は60%も小さい。つまり、接合面積が大きいほど接合強度は小さくなっている。

## 4. 考察

### 4.1 実験データのばらつきの要因

突き合わせ接合試験片の引張強さ(図5と図6)、および接合面積が小さい重ね合わせ接合試験片のせん断強さ(図7)は、1条件での2つの測定値の差(エラーバーの長さ)が大きかった。同時に、これらの試験片の強度は、はんだの違いによる差が大きかった。しかし、特定の母材を特定のはんだで接合した時に強度が大きいというような規則性は認められなかった。このことは、本実験で行った手作業ではんだ接合の方法では、直径2 mmと4 mmの突き合わせ接合と接合面寸法が5 mm×5 mmの重ね合わせ接合で得られた実験データの信頼性は低いことを示している。

一方、接合面積が大きい重ね合わせ接合の場合(図8と図9)は、エラーバーが短く、本実験での手作業

によるはんだ接合でも、得られたデータの信頼性は高いものと思われる。

ここで、接合面積が小さい場合のデータのばらつきの原因について考えてみる。その因子として、「はんだと母材とのぬれ性」、「接合面からはんだの張り出し」、「はんだ層の厚さ」等が考えられる。

「はんだと母材とのぬれ性」に関しては、試験後の破断面の目視による観察により、3種類の母材を4種類のはんだで接合したいずれの場合も、破断はほぼはんだ層で起こっていたことから、母材とはんだはしっかり接合されており、ぬれ性が悪いことが主原因ではないものと思われる。

「はんだの張り出し」に関しては、はんだ接合後の試験片(図2と図4)に見られるように、張り出しの程度はわずかであり、強度の結果に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

つぎに、「はんだ層の厚さ」について考えてみる。はんだ接合面の破断強度は、はんだ層の厚さが薄いほど高いことが知られている。本実験では手作業により、母材を両側から押さえながらはんだ接合したため、接合面を小さい間隔で一定に保てず、はんだ層の厚さが均一でなかった可能性がある。接合面積が小さい試験片ほど、相対的にはんだ層の厚さの不均一の影響を大きく受けるため、図5～図7での強度のばらつきが図8と図9での強度のばらつきより大きくなったものと考えられる。

## 4.2 本実験で得られた主な結果の検証

4.1での検討を踏まえて、本実験で得られた結果をまとめると、以下ようになる。

- (1) 軟鋼、純銅、黄銅いずれの母材においても、鉛フリーはんだの接合強度は、鉛入りはんだと遜色なかった。
- (2) 接合面積が大きい場合の母材の違いによるせん断強さは、軟鋼、純銅、黄銅の順であった。
- (3) 同じ母材と同じはんだを用いた場合、はんだ継ぎ手の引張強さの値はせん断強さの値より大きかった。
- (4) はんだ継ぎ手の引張強さは接合面積に依存せず、ほぼ一定であった。
- (5) はんだ継ぎ手のせん断強さは、接合面積が大きいほど小さくなった。

(1)と(2)は、母材とはんだの材料の組み合わせによって得られた新たな知見であり、(3)に関しては、エポキシ系接着剤によって接着された軟鋼板の接着強度の測定においても同様の結果が得られている<sup>10)</sup>。(4)の結果は、はんだ接合面に垂直に力が加わる場合には、接合面上での垂直応力は一樣であることから妥当な結果であると考えられる。(5)に関しては、同様な結果として、接着剤で重ね合わせ接合した材料で、

重ね合わせの長さが長いほど、接着強さ(単位面積当たりの破壊荷重)が減少することが報告されている<sup>11)</sup>。接合面に平行な引張せん断力が加わる場合、図10に示すように、接合端部に接合面の外側方向に曲げモーメントが生じるため<sup>12)</sup>、接合端部を外側へ引きはがす力が働き、せん断強度が小さくなることが考えられる。このことを確認するために、図11に示すような接合幅10mm、接合長さ20mmと接合幅20mm、接合長さ10mmの試験片を用いて引張試験を行った。試験は1条件で4回行った。引張試験による破断後の試験片の様子を図12に示し、試験結果を図13に示す。

図12の引張試験後の試験片の様子から、破断した接合部の端部が外側に変形し、接合端部を外側へ引きはがす力が働いていることがわかる。図13の引張試験結果から、接合幅10mm、接合長さ20mmの試験片の強度は接合幅20mm、接合長さ10mmの試験片の強度より40%程度小さいことがわかる。このことから、同じ接合面積でも、接合長さが長いほど大きな引きはがし力が働き、接合強度が小さくなることが確認された。

図7～図9に用いた試験片の接合面はすべて正方形であるが、接合面積が大きいものほど荷重方向の接合長さが長いので、大きな引きはがし力を受けるため、せん断強さが小さくなったものと考えられる。

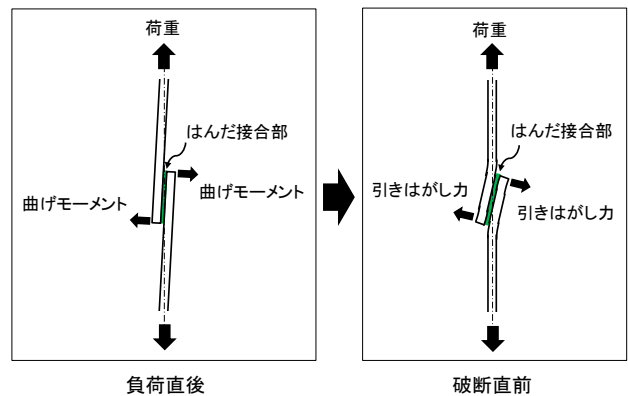


図10 重ね合わせ接合した試験片に接合面に平行に荷重した時の力のかかり方を示す模式図

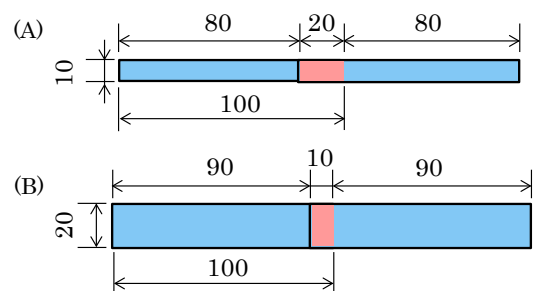


図11 はんだ接合試験片の模式図  
(A) 接合幅10mm、接合長さ20mm  
(B) 接合幅20mm、接合長さ10mm



図 12 接合幅 10mm、接合長さ 20mm の試験片 (軟鋼) を引張破断後側面から見た様子

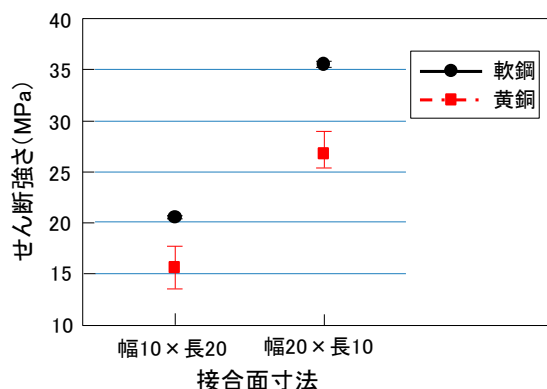


図 13 同じ接合面積で接合長さが異なる試験片の試験の結果

### 4.3 鉛フリーはんだ使用の可能性

欧州では、電気・電子部品の多くに鉛入りはんだを使うことは禁止されているが、高い精度が要求される部品には使用が認められている<sup>9)</sup>。このことは、鉛フリーはんだの信頼性は、まだ十分には確立されていないことを意味している。鉛フリーはんだの欠点としては、「融点が高いこと」と「ぬれ性が悪いこと」が指摘されている<sup>9)</sup>。また、鉛フリーはんだの価格は、銀を含む M705 は鉛入りはんだの約 2 倍、銀を含まない M20 と M24 は約 1.3 倍と割高である。

はんだの融点が高い場合、はんだごての温度を高温に保つ必要があり、はんだごての劣化・消耗が生じやすく、作業性も悪くなることが指摘されている。本実験では 80W の電気はんだごてを用いて手作業ではんだ接合を行ったが、本実験で試験片をはんだ接合した時間内ではんだごての劣化・消耗は認められず、また、鉛入りはんだに比べて鉛フリーはんだの作業性が悪いということはなかった。

ぬれ性が悪い場合、溶けたはんだが母材表面の凹部に入り難く、アンカー効果が小さくなる。同時に、溶けたはんだと母材との接触面積が小さいことから、は

んだと母材との合金化を阻害することが指摘されている。本実験での 3 種類の母材を 4 種類のはんだで接合した試験片のほぼすべてにおいて、界面ではなく、はんだ層で破断しており、ぬれ性に関しては鉛フリーはんだが鉛入りはんだに劣ることはなかった。

接合強度に関しては、本研究の結果では、母材に軟鋼、純銅、黄銅を用いた場合、鉛フリーはんだは鉛入りはんだに比べて遜色なかった。

以上のことから、現時点では、日本国内において鉛入りはんだの使用は禁止されていないが、鉛入りはんだを含む廃棄物が環境や人間を含む生態系へ影響が懸念されていることを考えると、ものづくり教育においては、早急に鉛入りはんだの使用を止めて、鉛フリーはんだを使用することが望まれる。その際、強度の点からは、銀を含まない比較的安価な Sn-Cu 系や Sn-Cu-Ni 系の鉛フリーはんだの使用でも十分である。

### 5. おわりに

軟鋼、純銅、黄銅の丸棒と板を、鉛入りはんだと鉛フリーはんだ (M705、M20、M24) で接合し、引張試験によって破断時の引張強さとせん断強さを測定した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 軟鋼、純銅、黄銅いずれの母材においても、鉛フリーはんだの接合強度は、鉛入りはんだに比べて遜色なかった。
- (2) 接合面積が大きい場合の母材の違いによるせん断強さは、軟鋼、純銅、黄銅の順であった。
- (3) 同じ母材と同じはんだを用いた場合、はんだ継ぎ手の引張強さの値はせん断強さの値より大きかった。
- (4) はんだ継ぎ手の引張強さは接合面積に依存せず、ほぼ一定であった。
- (5) はんだ継ぎ手のせん断強さは引きはがし力の影響により、接合長さが長くなるほど減少した。
- (6) ものづくり教育においては、早急に鉛入りはんだの使用を止めて、鉛フリーはんだを使用することが望まれる。

### 参考文献

- 1) 文部科学省: 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 技術・家庭編、開隆堂、(2018)
- 2) 田口浩継ほか: 文部科学省検定済教科書「新しい技術・家庭技術分野」、東京書籍、(2016)、71、127
- 3) 安東茂樹ほか: 文部科学省検定済教科書「技術・家庭技術分野」、開隆堂、(2016)、82、120
- 4) 佐竹隆顕ほか: 文部科学省検定済教科書「新技術・家庭技術分野」、教育図書、(2016)、28、119
- 5) The European Union : Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of

- 8 June 2011 on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Official Journal of the European Union, L 174/88, (2011)
- 6) 日本産業規格 : JIS Z3282 「はんだ—化学成分及び形状」 (2017)
- 7) トップマン : 2020 年度技術教材カタログ、261
- 8) 千住金属株式会社 : [https://www.senju.com/ja/products/ecosolder/alloy\\_form/](https://www.senju.com/ja/products/ecosolder/alloy_form/)、(2021 年 1 月 14 日現在)
- 9) 日本電子音響 : <http://nideon.sakura.ne.jp/wp-content/uploads/2013/04/はんだの科学全文.pdf>、(2021 年 1 月 14 日現在)
- 10) 日本材料学会編 : 接着と材料、裳華房、(1996)、21
- 11) 日本材料学会編 : 接着と材料、裳華房、(1996)、22
- 12) 第 1 回「接着技術者スキルアップ講座」テーマ「接着に必要な材料力学の基礎」資料、(2018)

## Abstract

Eutectic solder is an alloy which consists of tin (Sn) and lead (Pb), and has been used widely for joint of metals since ancient times. The solder is also used for production of electric and electronic components because of high electric conductivity. However, because lead is hazardous to human health, lead free solder becomes to be used widely for production of electric and electronic components. On the other hand, in the field of metal working, the lead free solder is not used widely due to importance of joint strength. In the present paper, usability of lead free solder in monozukuri education from point of joint strength is studied by comparison in tensile strength and shear strength between lead-containing solder and lead-free solder using mild steel, pure copper and brass for joint materials. It is found that the joint strength of lead free solder is almost equal to that of lead containing solder in both tensile strength and shear strength for all joint materials. This means that lead free solder can be used in the metal working of monozukuri education in point of joint strength. Furthermore, it is found that order of joint strength of materials is mild steel, pure copper and brass, shear strength is smaller than tensile strength. And shear strength decreases with increasing joint length due to peel force.

**Keywords** : lead-containing solder, lead-free solder, joint strength, tensile test



## 音声認識と合成機能を用いた英会話教材用 Web アプリの開発と評価

## Development and Evaluation of a Web Application for English Conversation Teaching Materials using Voice Recognition and Synthesis Functions

白石 正人\* 村尾 一樹\*\*

Masato SHIRAISHI\* and Kazuki MURAO\*\*

\*Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka

\*\*Kitakyushu City Shinozaki Junior High School

W3Cによって策定された Web Speech API による音声認識と音声合成機能を利用した小学生向けの英会話教材用 Web アプリを開発した。GIGA スクール構想によって、児童 1 人 1 台のタブレット端末が導入されつつあり、想定された 3 種類のタブレット端末に利用可能な教材として Web アプリが適していると考えた。本 Web アプリは、音声認識機能を備えた音声入力による正誤判定を伴う発音練習や音声合成機能による発音教示も可能といった優れた特徴を有する。また、正確でない発音については、誤りと判定することや、音声合成の品質等について、学習教材として適しているか検証する必要がある、中学校英語専攻の学生とその他の学生の 2 グループによる試行調査を行った。その結果、誤答に関して中学校英語専攻のグループに有意差が認められ、事後アンケート等からも音声認識機能を含めた本 Web アプリの有用性が認められた。

キーワード：英会話教材，Web アプリ，音声認識，音声合成，小学校外国語科

## 1. はじめに

小学校では、令和2年度から中学年に外国語活動が高学年に外国語科が完全実施される。「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 外国語活動・外国語編」<sup>1)</sup>では、話すこと [やり取り] に対して外国語活動において、「基本的な表現を用いて挨拶、感謝、簡単な指示をしたり、それらに応じたりするようにする。」とあり、外国語科において、「基本的な表現を用いて指示、依頼をしたり、それらに応じたりすることができるようにする。」とあり、挨拶や指示、依頼といった簡単なスピーキングを身に着けることが目標とされている。また、発音に関しても「語と語の連結による音の変化」、「語や句、文における基本的な強勢」、「文における基本的なイントネーション」等といった内容も盛り込まれている。

一方、文部科学省はGIGAスクール構想<sup>2)</sup>により小中学校向けに児童・生徒1人1台のタブレット端末の導入を計画している。ここで標準仕様書<sup>3)</sup>に記載されているタブレット端末は、3機種提示されており、Microsoft社のSurface Go 2相当、Apple社のiPad、Chromebookであった。これらはOSがすべて異なり、各OSに依存したアプリは特定の機種のみでしか動作しない。したがって、Webブラウザから提供されるWebアプリのみが共通して利用可能である。

音声認識技術を利用した英会話学習支援システムとして、中川ら<sup>4)</sup>は、音声認識機能を用いた英会話CAIシステムを開発し、日本人の英語発音モデルの必要性について述べている。山本ら<sup>5)</sup>は、クラウドの音声認識やAIソフトを用いて、タブレット端末で利用する幼児向けの英単語学習アプリを開発し、幼児向けに授業実践を行った。対象が英単語レベルの音声認識であり、利用した音声認識ソフトウェアが幼児の発話に対して認識率が低いことも報告されている。

新たに導入された外国語科に対応したタブレット端末による学習用教材として、通信教育による有償の学習教材<sup>6)</sup>が提供されているものの専用のタブレット端末によるリスニングが主体であり、音声認識機能を有した学習教材は提供されていないようである。また、スマートフォン等から利用できる音声認識機能を有する大人向けの英会話アプリ<sup>7)</sup>として、例えば、有償の「Real英会話」等があるが、小学生向けの基本的な表現に特化したものではない。

授業で利用可能な学習教材については、高学年の外国語活動の導入からすでに10年ほど経過しているが、小学生向けの外国語の学習教材が充実しているとは言い難い状況がある。特に、スピーキングの学習を意識した英語学習教材は、ほとんど開発されていない。

一方、中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編<sup>8)</sup>において、生活や社会における問題を見いだし課題を設定し、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって、それ

(2020年10月31日受付, 2020年12月4日受理)

\*福岡教育大学教育学部

\*\*北九州市立篠崎中学校

2020年10月 第33回九州支部大会にて発表



を解決させる学習活動が新たに導入された。これは「ネットワークを利用する」「双方向性のあるコンテンツを対象とする」等の様々な難しい制約条件があり、これに合致する学習活動として、同指導要領解説では「学校紹介のWebページにQ&A方式のクイズといった双方向性のあるコンテンツを追加する」といった内容が例示されている。そこで、クイズ形式のWebアプリとして、小学生のスピーキング学習を対象とした音声認識機能と音声合成機能を備えた英語学習教材は、このプログラミング題材に適しており、そのようなQ&A方式のクイズによる英語学習教材を開発すれば、上記の制約条件をクリアできると考えた。したがって、今回開発する本Webアプリには以下の2つの目的を有する。

- ① 小学校外国語活動・外国語科の英語力向上を目指した教材開発
- ② 中学校向けのネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング題材

当然、タブレット端末での利用を想定している。まず、①の目的を達成するために、英語学習教材としてのWebアプリを完成させ、しかる後に最も基本的な機能を有する基本版のWebアプリからモジュール化した機能を追加することでビルドアップする方法で教材を改良・進化させる。このことで②の目的を達成しようと考えた<sup>9)</sup>。基本版を中学生に提示・作成させ、次にどのような機能が必要か構想させ、それを課題として設定させる課題解決型の学習を意図している。特に小学生向けの教材については、中学生が課題としてこれまでの学習経験から取り組みやすい題材になりえると考えたからである。著者らは、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング題材化の検討<sup>9)</sup>を含め、これまで100マス計算<sup>10)</sup>、作文支援<sup>11)</sup>、タブレット端末の文書入力支援<sup>12)</sup>等の小学生向けの教材用Webアプリをこの手法に基づいて開発した。

本論文では、この①の完成版が英語学習教材として利用可能なように開発し、その完成度を試行調査によって検証したので、その結果等について述べる。

## 2. 開発したWebアプリについて

開発したプログラムは、Webサーバからネットワークを介してクライアント側に転送され、そこで実行されるWebアプリ(図1参照)である。音声認識および音声合成機能については、W3C<sup>13)</sup>によって策定されたWeb Speech API<sup>14)</sup>を利用している。これは、Webブラウザに実装された音声認識および音声合成機能を用いるもので、ネットワークを介してクラウド上のソフトウェアを利用するものではない。ただし、対応し



<https://akagi.fukuoka-edu.ac.jp/quiz/kuizu.html>

図1 開発したWebアプリの表示画面

表1 サーバ等の仕様

| 項目           | 内容                      |
|--------------|-------------------------|
| サーバ          | HP製 ProLiant ML110 Gen9 |
|              | CPU: Xeon E5-2603       |
|              | Memory: 8GByte          |
|              | HDD: 2TByte (RAID1)     |
|              | OS: FreeBSD 11.2        |
| 開発言語およびライブラリ | WWW: Apache 2.4.39      |
|              | jQuery 2.0.3            |
|              | PHP 7.2.2               |
|              | jQuery-ui 1.11.4        |
|              | jQuery.fademover        |

表2 開発したソフトウェア一覧(ノーマルモードのみ)

| 分類     | 項目                          | 内容                  | 行数  |
|--------|-----------------------------|---------------------|-----|
| jQuery | conversation.js             | 課題「会話表現」の対応プログラム    | 428 |
|        | kuizu.js                    | メインプログラム            | 384 |
|        | occu_pic.js                 | 課題「職業～イラスト～」対応プログラム | 360 |
|        | occu.js                     | 課題「職業」対応プログラム       | 362 |
| PHP    | conversation.php            | 課題「会話表現」の対応プログラム    | 60  |
|        | kuizu.php                   | メイン対応プログラム          | 62  |
|        | occu_pic.php                | 課題「職業～イラスト～」対応プログラム | 59  |
|        | occu.php                    | 課題「職業」対応プログラム       | 59  |
| HTML   | conversation.html<br>他6ファイル | HTMLファイル            | 629 |
| CSS    | kuizu.css                   | 全体のCSSファイル          | 350 |

ているWebブラウザは、現在Google Chromeのみである。規格化されているので、今後他のWebブラウザも対応する予定である。なお、サーバから本Web Speech APIを利用する場合には、サーバのサイト認証が必要である。すなわちhttpsでのアクセスしか利用できないことに注意する。ローカルに保存したプログラムを実行する場合には問題なく利用可能である。

表1に利用したサーバおよび開発言語等の一覧を示す。主にJavaScript言語の軽量ライブラリであるjQuery

言語<sup>15)</sup>を用いて開発している。その他、ランキング情報をサーバ上に登録するために一部 PHP 言語<sup>16)</sup>を利用している。表2に開発したソフトウェアの一覧(ノーマルモードのみ)とその行数を示す。

本 Web アプリの特徴としては、日本語文章やイラストを表示し、それに対応する英文を発話することで、音声認識し、正誤判定を行う。入力方法はテキスト入力と音声入力の2通りある。英語の発音やアクセントをより意識した音声認識機能を実装し、正しくない発音や誤った英文は不正解として判定される。

また、正しい発音例として音声合成機能を用いた発話も実現している。以下に、本Webアプリの特徴を列挙する。

- ① 音声認識による音声入力機能と音声合成による発音教示機能
- ② ノーマルモードとエンドレスモードの実装
- ③ 小学校教科書に沿った課題の設定
- ④ 課題完了までの解答時間計測機能
- ⑤ 誤答に対する正解を表示し読み上げる機能
- ⑥ 音声付き問題一覧の実装
- ⑦ ニックネーム付きランキング機能
- ⑧ 辞書ページにジャンプする機能

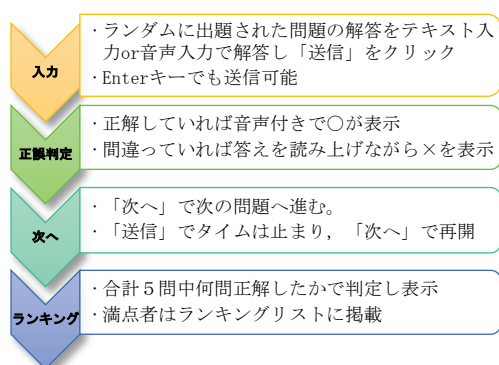


図2 全体の処理概要

図2に開発したWebアプリの処理概要を示す。ノーマルモードでは5問に限定して出題している。ランキングおよび試行評価のために試行が容易な問題数に留めている。図3にこのノーマルモードでの処理の流れをアクティビティ図で示す。まず、問題を表示し、解答をテキスト入力するかあるいは音声ボタンを押して認識させる。入力後に正誤の判定を行う。その際、解答時間の計測を行うが送信ボタンを押した直後には解答時間計測を停止している。正解であれば、○を表示し(図4(a)参照)、不正解であれば×を表示するとともに正しい答えを表示あるいは音声合成を行う(図4(b)参照)。5問の解答が終了したら、正解数と解答時間を表示し、全問正解時のみランキング登録のための

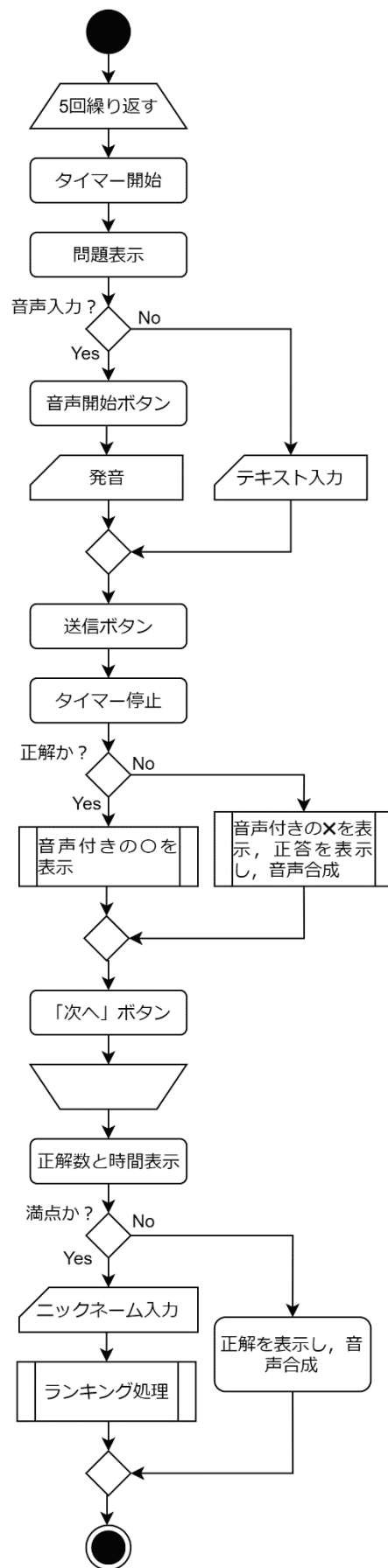
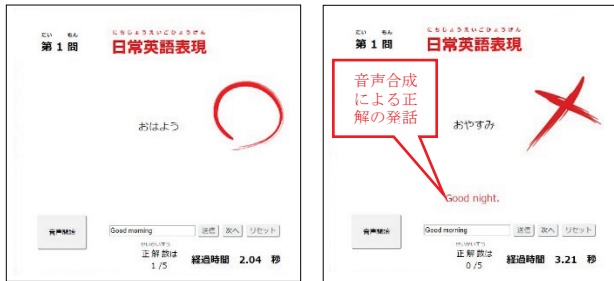


図3 ノーマルモードにおける処理の流れ



ニックネーム入力画面に移行してニックネームを入力する。表2に示すようにノーマルモードのみで合計16個のファイル群でプログラムが構成されており、エンドレスモードも同程度のプログラムのファイル群が存在する。



(a) 正解の場合 (b) 不正解の場合

図4 正解および不正解の表示画面例

### 3. 試行調査

PCとAndoridタブレット(ASUS社製 ZenPad 3S 10Z500M)を用意し、教室内に無線LAN環境を設定し、Google Chromeで本Webアプリにアクセスする方法で、2019年11月にF教育大学中等教育教員養成課程英語専攻学部4年生(以下、中英と略す) 5名とそれ以外(主に技術専攻学部生、以下、非中英と略す) 9名を対象に本Webアプリを用いた試行調査を行った。中英に対する試行調査の流れを表3に、非中英に対する試行調査の流れを表4に示す。

今回の試行調査では、本 Web アプリを通して子どもの英語力向上に役立つかどうかや、音声認識の妥当性、

表3 中英に対する試行調査の流れ

| 時間    | 内容              |
|-------|-----------------|
| 8分    | 研究内容と調査内容の概要を説明 |
| 7分    | Web アプリの使い方の説明  |
| 12分   | パソコンでWeb アプリ試行  |
| 1分    | 休憩              |
| 12分   | タブレットでWeb アプリ試行 |
| 5分    | 事後アンケート         |
| 計 45分 |                 |

表4 非中英に対する試行調査の流れ

| 時間    | 内容                         |
|-------|----------------------------|
| 8分    | 研究内容と調査内容の概要を説明            |
| 7分    | Web アプリの使い方の説明             |
| 12分   | タブレット組とパソコン組に分かれてWeb アプリ試行 |
| 1分    | タブレット組とパソコン組の交代            |
| 12分   | Web アプリ試行                  |
| 5分    | 事後アンケート                    |
| 計 45分 |                            |

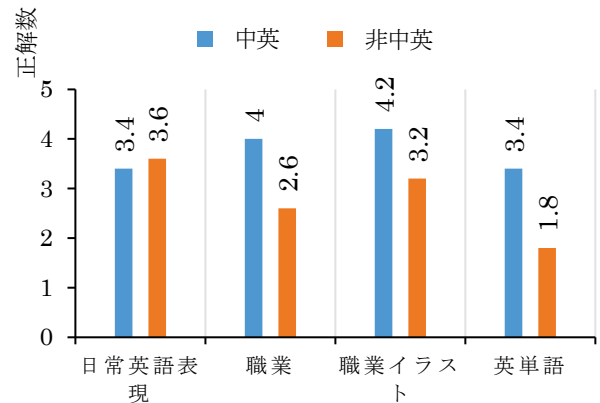


図5 中英と非中英の正解数の比較

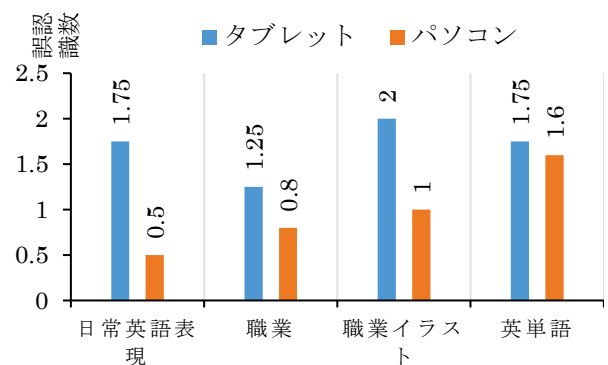


図6 非中英における誤認識数の平均

本Webアプリの動作上の不具合の有無について検証することを目的としている。さらに、「日常会話表現」「職業」「職業～イラスト～」「会話表現」「英単語～発声～」の5つの課題毎に英語力向上に役立つかどうかを検証した。また、課題別に「正解数」「誤認識」「解答時間」の3つを記入してもらった。

最初に、この研究目的と内容を説明し、試行調査の目的や調査方法を説明した。その後、Webアプリの使い方の説明をした。「日常会話表現」「職業」「職業～イラスト～」「会話表現」「英単語～発声～」の5つの課題すべてを試行してもらい、それぞれの課題毎に「正解数」「誤認識」「時間」をアンケート用紙に記入してもらった。非中英では初めタブレット組とパソコン組に分かれていたので、タブレット組はタブレットで試行した時の「正解数」「誤認識」「時間」を、パソコン組はパソコンで試行した時の「正解数」「誤認識」「時間」を記入してもらった。また、中英は全員最初にパソコンで試行したので、パソコンで使用した時の「正解数」「誤認識」「時間」を記入してもらった。その後、タブレットによって5つの課題すべてを試行してもらった。そして最後に、事後アンケートに記入してもらった。

#### 4. 調査結果

中英と非中英の正解数の比較を図5、非中英のタブレットとパソコンと誤認識の比較を図6、事後アンケートの各項目の平均を表5に示す。問11を除き、各アンケート項目は肯定的な回答を5とした5件法を用いている。なお、誤認識とは被験者が対応する英文を発声したのにも関わらず、意図した英文が表示されなかった場合のことをいう。

なお、「会話表現」については、試行中に解答時間の計測方法に設定ミスが判明したので、調査結果からは除いている。また、それに関連する事後アンケートの問8も除外している。設定ミスについては後日修正を行っている。

表5 事後アンケートの各項目と平均

| 質問                        | 中英  | 非中英 |
|---------------------------|-----|-----|
| 問3 児童・生徒の英語力向上に役立つか       | 4.4 | 4.4 |
| 問4 このアプリの使いやすさ            | 4.0 | 4.1 |
| 問5 「日常英語表現」は英語力向上につながるか   | 4.2 | 4.4 |
| 問6 「職業」は英語力向上につながるか       | 4.4 | 4.6 |
| 問7 「職業～イラスト～」は英語力向上につながるか | 4.5 | 4.2 |
| 問9 「英単語～発声～」は英語力向上につながるか  | 4.4 | 4.6 |
| 問10 エンドレスモードは英語力向上に役立つか   | 4.4 | 4.4 |
| 問11 ノーマルモードの問題数           | 6.8 | 6.2 |
| 問12 タブレット上での使いやすさ         | 4.6 | 4.0 |
| 問13 音声認識についての評価           | 3.4 | 3.3 |

#### 5. 考察

図5で中英だけの正解数に着目してみると、慣れてない段階の「日常英語表現」と同じで、「英単語～発声～」では正解数が3.4と比較的低いことが分かる。また、非中英だけの正解数に着目してみると、「英単語～発声～」の正解数が1.8と一番低く、英語科との正解数の差が大きいことが認められた。つまり、両者ともに「英単語～発声～」の正解数は低いことが分かる。このことから、本Webアプリの音声認識は、英単語等の短文より長文の方が、文法等の観点から分析しやすいので、認識候補が絞りやすいと推察できる。反対に、英単語等は短い発音になるため、正確に認識させるには発話データ量が少なく、意図した英単語が認識されにくいと考えられる。それでも、中英の方が正解数は多く、時間が短いということは、やはり中英の方が、しっかりとした発音で解答

表6 中英と非中英の正解数の有意差検定

| 等分散  | Leveneの検定 |      | 2つの母平均の差の検定 |      |          |       |        |
|------|-----------|------|-------------|------|----------|-------|--------|
|      | F         | 有意確率 | t           | df   | 有意確率(両側) | 平均値の差 | 差の標準誤差 |
| 仮定   | .554      | .478 | 2.53        | 8    | .035     | 1.60  | .63246 |
| 仮定なし |           |      | 2.53        | 7.34 | .38      | 1.60  | .63246 |

できていると考えられる。

このことを検証するため、両者の「英単語～発声～」での正解数の有意差を調査した。有意差を調査するため、IBM SPSS Statistics(T検定)を用いて、両者の「英単語～発声～」の正解数の有意差を調査した結果、5%水準で有意差(表6参照)があることが認められた。この結果から、中英の方が比較的正しい発音で解答できているため、正解数も多く、本Webアプリの音声認識はしっかりと正しい発音を学ぶのに有効な教材であると考察した。なお、図5の「日常英語表現」では、わずかに非中英が正解数を上回っている。これは、例えばI'm sleepy.とI am sleepy.といった正解のゆらぎに対応していなかったため、中英の正しい回答が正解と認識されなかった影響が大きい。これについては、複数正解を登録可能なように改善する予定である。

また、図6の「非中英のタブレットとパソコンの誤認識」では、タブレットの方がパソコンよりも、どの課題においても誤認識が多いことが分かる。このことを検証するために、「非中英のタブレットとパソコンの誤認識」の有意差検定(T検定)を行った結果、5%水準で有意差があることが認められた。つまり、タブレットの誤認識は多いことが認められた。これは、パソコンが「音声開始」ボタンを押した瞬間から認識を開始するが、タブレットでは「音声開始」ボタンを押して1~2秒後に「ピコンッ」と音が鳴ってから認識を開始する。この認識開始までのタイムラグが原因で、タブレットの誤認識が増えたのではないかと考察する。

次に事後アンケートに関して考察する。表5から示されているように、どの課題も児童・生徒の英語力向上に役立つかどうかの調査で、5段階評価の4以上になっているのが分かる。「このアプリの使いやすさ」についての結果においても4以上あり、高評価であることが分かる。しかし、「音声認識についてはいかがでしたか」という質問に対しては、中英が3.4、非中英が3.3と低くはないものの、高評価という結果には至らなかった。この理由として、事後アンケートの感想等の記述の欄に「『I'm sleepy』を『I am sleepy』と言ってXになった」「唯一の答えのみがOKとなると、やる気を失う子どもがでるかもしれない」「答えが1つだと偏った知識がつきそう」との記述があった。また、「複数人が一度に行うと他の人の

声がマイクに入ってしまうので、他の人の声が届きにくい場所で行わないといけないと思った」との記述もあった。これらの理由から、音声認識の評価は、高評価には至らなかったと考えられる。反対に、「少しの発音の違いがでるので、良い点だと思う」「発音を厳しくチェックされるので、頑張って発音しようとする」「難しい発音をしっかり判別してくれるので、ものすごくタメになります」等といった本 Web アプリの音声認識に対する肯定的な意見も見られた。

## 6. 結言

本研究の目的の1つとして、本 Web アプリを通して小学生の英語力向上につながるような教材を開発することであり、そのために中英と非中英を対象に試行調査を行った。その結果、「このアプリを利用することで、児童・生徒の英語力向上に役立つと思いますか」という質問に対し、共に約4.4と、役に立つという意見の方が多かった。また、各課題で英語力向上に役立つかの質問に対しても、共にすべて4以上ある。さらに、「話すこと」だけではなく、『聞くこと』のソフトウェアとしては今後大きく期待できる」とのコメントも見られた。以上のことから、この Web アプリを通して、子どもの英語力向上に役立つことが想定される。

また、もう1つの目的である、中学校の課題解決に向けたプログラミング学習の教材開発に関しては、簡易型プログラムを作らせることにより、そこから課題を発見させ、課題解決に向けてプログラムを追加させることを意図している。その際、なるべく難しくならないように、組み合わせ簡易型プログラムを利用したり、教員が適度なヒントを与えたりすることが大切である。現在、この教材化について検討を進めているところであり、jQuery独特の記述方法に慣れていなくても、関数呼び出しだけで簡単にプログラムを書くことができるよう独立した関数毎に分離してブロック化できるよう改良したい。

今後の課題としては、当初小学生向けでは教科書等に記載のある単一の解答のみを正答としたほうが説明しやすく学習がスムーズにいくものと考えた。しかしながら、試行後のアンケート調査等から、複数正解とする方が望ましいとの意見があり、対応する答えが複数存在する場合は、どれも正解にすることが課題として挙げられる。また、小学生特有の発音にも十分対応できるか、小学校における授業実践等において検証したいと考えている。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費基盤研究(C)18K02674の助成を受けた。ここに記して謝辞を示す。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 外国語活動・外国語編，開隆館出版，(2018)
- 2) 文部科学省：GIGAスクール構想の実現について，[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm)，(2020年10月14日確認)
- 3) 文部科学省：GIGAスクール構想の実現 標準仕様書，[https://www.mext.go.jp/content/20200303-mxt\\_jogai02-000003278\\_407.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200303-mxt_jogai02-000003278_407.pdf)，(2020年10月14日確認)
- 4) 中川聖一ほか：音声認識技術を利用した英会話CAIシステム，情報処理学会論文誌，Vol.38，No.8，(1997)，1649-1658
- 5) 山本利一ほか：人工知能を用いた幼児向け英単語学習ソフトウェア教材の提案，教育情報研究，34(3)，(2019)，29-38
- 6) 本気の英会話：小学生におすすめの英語教材は？人気の小学生向け英語教材を比較，[https://honkienglish.com/material/elementary\\_school.html](https://honkienglish.com/material/elementary_school.html)，(2020年10月14日確認)
- 7) 萱忠義：言語学習におけるモバイル端末の新しい活用法，学習院女子大学紀要，15，(2013)，19-29
- 8) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編，開隆堂出版，(2018)
- 9) 水門博一ほか：ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングに対応したプログラミング題材の研究，日本産業技術教育学会九州支部論文集，26，(2018)，21-27
- 10) 白石正人ほか：プログラミング題材を想定した100マス計算用Webアプリの開発，日本産業技術教育学会九州支部論文集，27，(2019)，11-18
- 11) 瀬尾佳良ほか：タブレットによる作文の構想過程を支援する Web アプリの開発，日本産業技術教育学会九州支部論文集，25，(2017)，69-74
- 12) 白石正人ほか：手書き入力を想定した文章入力練習用Webアプリケーションソフトウェア，日本産業技術教育学会九州支部論文集，26，(2018)，7-13
- 13) World Wide Web Consortium：<https://www.w3.org/>，(2020年10月14日確認)
- 14) Speech API Community Group：Web Speech API Draft Community Group Report，<https://wicg.github.io/speech-api/>，(2020年10月14日確認)
- 15) 山田祥寛：10日でおぼえるjQuery入門教室 第2版，翔泳社，(2013)
- 16) 株式会社アंक：PHPの絵本 第2版 Webアプリ作りが楽しくなる新しい9つの扉，翔泳社，(2017)

**Abstract**

The authors have developed a web application for English conversation teaching materials for elementary school students that uses the speech recognition and speech synthesis functions of the Web Speech API standardized by W3C. With the GIGA school projects, tablet terminals for each student are being introduced, and the authors thought that a Web application would be suitable as teaching materials that could be used for the three types of tablet terminals that were envisioned. This Web application has excellent features such as pronunciation practice with voice input with voice recognition function and pronunciation teaching with voice synthesis function. In addition, it is necessary to judge inaccurate pronunciation as an error and verify whether it is suitable as a learning material for the quality of speech synthesis, etc., and the authors conducted a trial survey by two groups, one for the students of junior high school English teacher training course, the second for the students of others course. As a result, a significant difference was found in the group of junior high school English teacher training course from the others regarding incorrect answers, and the usefulness of this Web application including the voice recognition function was confirmed from the post-questionnaire.

**Key words:** English conversation teaching materials, Web application, Speech recognition, Speech synthesis, Elementary school foreign language



## エネルギー変換の技術における課題解決能力育成のための授業開発

## Curriculum Development Aimed at Developing Problem-Solving Skills in Technology of Energy Conversion

堀川淳平\* 田口浩継\*

Jumpei HORIKAWA\* and Hirotsugu TAGUCHI\*

\*Graduate School of Education, Kumamoto University

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野のエネルギー変換の技術の学習の中で、生徒に課題解決能力を育成するための製作題材の設定や指導計画の作成である。先行研究から、製作を1度だけ行うのではなく、複数回行うことが効果的であることは示されていた。しかし、時間的な制約がある中で、複数回の製作の実施が不可能になるケースがほとんどである。そこで、本研究では、学習の過程に「再設計」を取り入れることで生徒の課題解決能力の育成をめざした。実践結果から、製作品の課題を踏まえ、技術の見方・考え方を生かした再設計を行うことで、生徒の課題解決のための思考力、判断力、表現力は向上するということが明らかになった。

キーワード：課題解決能力、エネルギー変換の技術、再設計、技術の見方・考え方、授業開発

## 1. はじめに

平成29年告示の学習指導要領では、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の授業において技術に関わる問題を見だし課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・活用するなど、課題を解決する力を養うことが目標として掲げられている<sup>1)</sup>。技術科において、課題解決能力が最も発揮される学習場面の一つが、製作品などを設計・計画する活動である。そこで求められる製作品などは、すでに設計された木製品を設計図通りに製作させたり、あらかじめ回路が設計された電気回路を回路図通りに組み立てたりするような画一的なものでは、課題解決能力の育成は望めない。また、自分の好きなもの、作りたいものを選ばせたりする程度の設計でも不十分であると考えられる。設計の出発点として重要なことは、生活の中から技術に関わる問題を見だし、課題を設定することである<sup>2)</sup>。

その際に、使用する材料を限定したり、使用工具や、作業時間などの条件を制限したりするなど、ある程度の制約条件を与えることよい。そうすることで、学校の設備や生徒の発達段階に応じた課題の設定が可能になるとともに、生徒にとっては、与えられた条件の中で解決策を最適なものにしようとする「技術の見方・考え方」を働かせる学習展開が可能となる<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、エネルギー変換の技術の授業にお

いて、技術の見方、考え方を働かせ、課題解決能力を育成するための授業開発を行う。

## 2. 授業計画の作成

## 2.1 使用した教材

エネルギー変換の技術の学習では、電気、運動、熱特性等の原理・法則とエネルギー変換や伝達等に係る基礎的な技術を習得すること、技術に込められた問題解決の工夫について考えることができるよう指導する<sup>1)</sup>とともに、生活や社会、環境との関りを踏まえて、技術の概念を理解することができるような指導をしなければならない。しかし、全日本中学校技術・家庭科研究調査部の平成26年度調査では、電気と機械の両方の題材を製作する学校は全国で20%程度であった<sup>3)</sup>。

従来はエネルギー変換の授業においてはアイデアロボットコンテストを題材とした実践的研究<sup>4)</sup>などが行われ機構学習と電気回路学習を同時に扱う事例が見られた。実際に動くロボットを用いることで、学習意欲、探求心、思考力の向上を図ることができる。しかし、授業時数の減少や、製作にかかるコスト等の関係で、現在の中学校での実践は減少している。

平成29年度告示の学習指導要領では、課題解決能力の育成が重視された。このことにより、これまで用いられてきた組み立て式のキット題材の製作では、課題解決能力を育成することが困難であり、題材の検討が求められる。例えば、生活の中にある身近な不便を解決したり、新たな発想での利便性を実現したりするための照明器具を設計・製作する学習活動、災害援助のどの社会的な問題をモデルとし、それを解決するた

(2020年10月31日受付, 2021年3月9日受理)

\*熊本大学大学院教育学研究科

2020年10月 第33回九州支部大会にて発表

めの機構ロボットを疑似的に開発する学習活動など、適切に問題発見、課題設定、構想・設計の場を組み込むことが重要である<sup>5)</sup>。

そこで、本研究では特定非営利活動法人東京学芸大学「こども未来研究所」がサポートする教材（以下、本教材）を用いる。本教材は歯車などの機械要素がパーツ化されており、組み合わせることで動力伝達機構を構成することができる。また、電池などを電源としてLEDなどのエネルギー変換機器回路を構成することができる。図1に歯車の学習教材、図2にLEDの点灯回路教材を示す。



図1 歯車の学習

図2 LEDの点灯回路

## 2.2 先行研究

谷田らは、本教材を用いて9時間の授業構想・試行を行い、授業実践とその効果を検討する調査を行った。その結果、社会生活などに対する技術科の有用性や、新しい技術や電化製品の仕組みなどに対する興味・関心が高くなっていることが示された<sup>6)</sup>。また、安全・手順を考えた課題解決・協力・計画する態度、技術の評価や社会との関連性などの技術的素養に対する自己評価は高くなっていることが明らかとなった。

この結果から、本教材を用いた技術科の「B エネルギー変換に関する技術」の授業では、技術教育に関する資質・能力の育成に対して効果的に寄与していることが分かった。

渡津らは、本教材を用いた電気自動車を製作することで課題解決能力の育成を目指した実践を行った。その結果、取り組みやすいブロック教材であるため、学習者の関心・意欲・態度の高まりがみられ、試行錯誤しながら製作する様子が見られたとしている<sup>7)</sup>。

しかし、電気自動車を製作し、目的に応じて課題を設定し、改作する、という学習過程では、課題解決の選択肢が「速くする」か「トルクを上げるか」という2極化になってしまうため、生徒の工夫の幅が狭くなってしまふ。

なお、上記の2つの先行研究は平成20年度版の中学校学習指導要領のもとで行われており、平成29年度版の学習指導要領において求められる資質・能力を育成するためにも、課題解決能力の育成を重視した学習計画の作成が必要である。

本研究においては、平成29年度告示の学習指導要領において求められる課題解決能力を育成するため

に、2つの手立てを考えた。1つ目は生徒自身の生活の課題を発見し、解決するための製品を製作させることである。2つ目は再設計を行うことで、生徒が自身の製作の課題を発見し、解決するという学習プロセスをたどることができるような計画を作成した。

渡津らが開発した指導計画を参考に、本研究の指導計画を作成した。なお、渡津らの指導計画には、リンク機構の学習が不足していたり、速度伝達比の学習や回転運動を伝えるいろいろな仕組みの学習が組み込まれていなかったため、それらの学習内容を含めた学習計画を作成した。

また、渡津らの指導計画は、電気自動車の製作が主題材となっていた。電気自動車の製作だけでは、課題解決能力の育成につなげることは困難であると考え、電気自動車の製作を副題材とし、主題材を「身近な生活を便利にする製品の製作」と設定した。

## 3 実践結果

### 3.1.1 実施した授業計画

本研究では、熊本市のF中学校1クラス36名に対して、表1に示した内容で授業実践を行った。図3に生徒の製作品を示す。

表1 実施した指導計画

| 次 | 学習内容                                | 時 |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | ○回転運動を伝える仕組みを知る。                    | 1 |
|   | ○速度伝達比を知る。                          | 1 |
| 2 | ○往復運動の仕組みを知る。                       | 2 |
| 3 | ○電気自動車を模作、改作する。(副題材)                | 2 |
| 4 | ○運動の仕組みで学んだことを生かして、生活に役立つ製品を作る。(構想) | 1 |
|   | ○運動の仕組みで学んだことを生かして、生活に役立つ製品を作る。(製作) | 2 |
|   | ○作った製品の課題を見つけて、再設計する。               | 2 |



a. グラウンド整備車



b. 自動掃除ロボ

図3 生徒の作品例

### 3.1.2 課題解決能力育成のための手立て

本研究では、生徒たちに課題解決能力を育成するために製作題材を生徒の身近な課題を解決するためのものに設定した。これは、製作の制約条件を緩和し、自由度を高めることによって様々な製作を生徒自身



で展開することができるようにする, また, 身の回りの技術が問題を発見し課題を設定し, 解決するという流れで発展してきているということに気付かせるという目的がある。

また, 本研究で用いたブロック教材は, 部品同士の取り外しが容易であるため, 試行錯誤を繰り返すことができる。

本計画では, 授業内で, 副題材としての電気自動車の製作, 主題材として身近な問題を解決するための製作の3回の製作がある。さらに, 2回目の製作後に製作品の再設計を行い学習が終了する。再設計の際には技術の見方・考え方を働かせた課題発見の視点として, 経済・社会・環境の3つの視点(技術の3側面)を示すことで, 生徒に, 技術の見方・考え方を働かせた課題解決のための思考力, 判断力, 表現力を身に付けさせることを目的としている。

### 3.2 再設計の学習

再設計の学習では, 生徒の製作した製品を実際の生活に使う際にどのような課題があるかを考えさせ, その課題を解決するために, どのように設計しなおせばよいかを考えさせた。さらに, ブロックを組みなおすことで, 新たな課題を発見する生徒が多く見られた。図4に設計の様子, 図5にワークシートを示す。



図4 再設計の様子

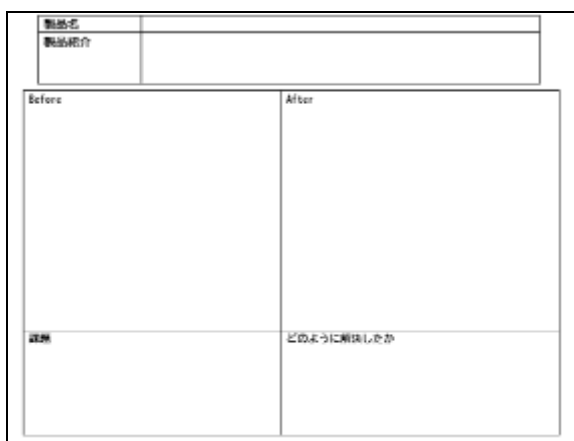


図5 使用したワークシート (一部)

図6に示すワークシートを書いた生徒は, 移動式のごみ箱の再設計を行った。課題の欄には「あまり進まない, 袋を掛けにくい, 重い」という記述があり, 解決策とし

て, 「部品を減らす, 歯車の組み合わせを変える」という記述があった。この生徒は, 見つけた課題はすべて機能に関するものであったが, 結果的に部品数を減らしコストの削減, いわゆる経済面の課題の解決をすることができた。しかし, ワークシートには3側面に関する記述がなく, 明確に意識しているとは言えない。また, 課題設定の際に3側面を意識した課題の設定ができていなかったため, 経済的な側面の改善に気付くことができなかったということが考えられる。このような生徒は, 課題を解決することができ, 課題解決学習のプロセスは身に付けることができたが, 技術の見方・考え方に関連付けるレベルまで到達していないということが推察される。

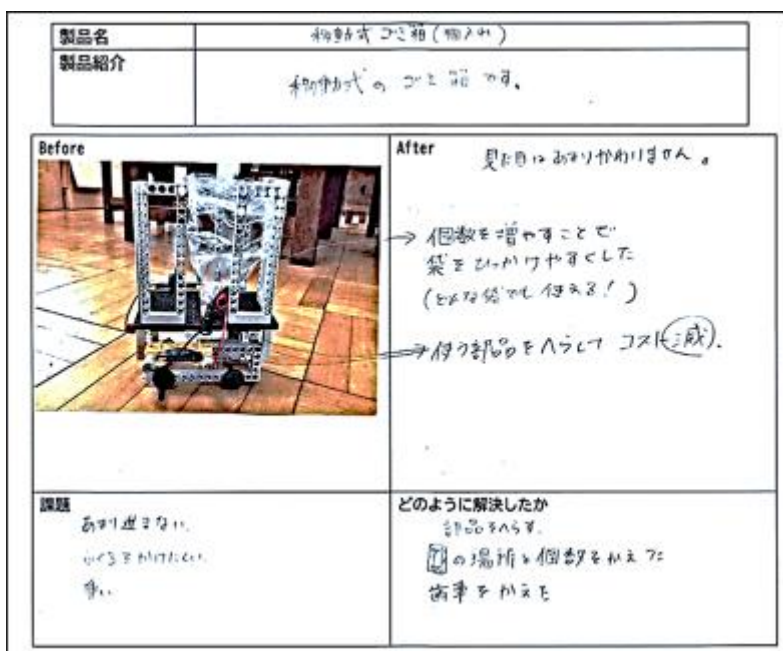


図6 生徒のワークシート①

一方, 図7に示した生徒が自動で線を引ける車の再設計を行ったワークシートでは, 3側面に関する記述がなされている。具体的には, 課題の欄には「材料が多い(経済面), 壊れやすい(環境, 経済面)」というように, 技術の見方・考え方を働かせた課題の設定ができています。解決方法では, 材料を減らすことで, 壊れにくくなるということに気付くことができており, 課題解決を行う中で新たな知識を身に付けることができていた。

このように課題解決学習をしていく中で, 生徒は新たな課題を見つけ, それを解決するための知識や技能を自ら習得することができるようになったことがわかる。このような生徒は他にも多く, 結果的に時間内には終わらなかったが, それさえも課題として記述している生徒も見られた。



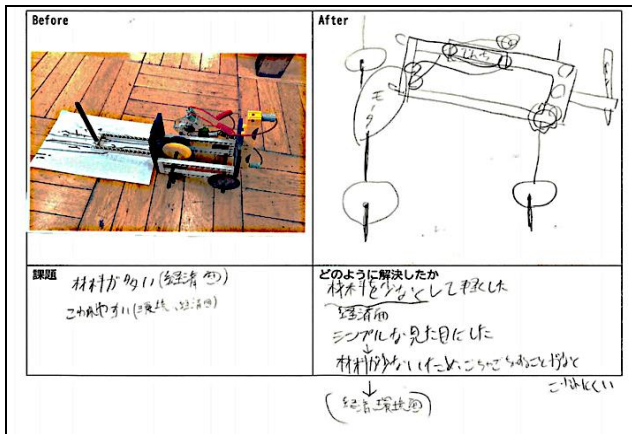


図7 生徒のワークシート②

図8に示すミキサーの再設計を行った生徒のワークシートでは、課題を解決することで、改善された点が3側面のどの側面に当たるかを分析して記述することができていた。

具体的には、ミキサーとしての機能を十分に果たすために、機能の改善を行いその結果、使う人々が使いやすくなったことが社会的側面の改善につながったという記述や、歯車の組み合わせを変えることで、小さいエネルギーで大きい力を得ることができ、環境的側面の改善につながったという記述が見られた。

また、本題材の学習内容である速度伝達比を生かすことができている、製作を通して知識や技能を身に付けることができた。

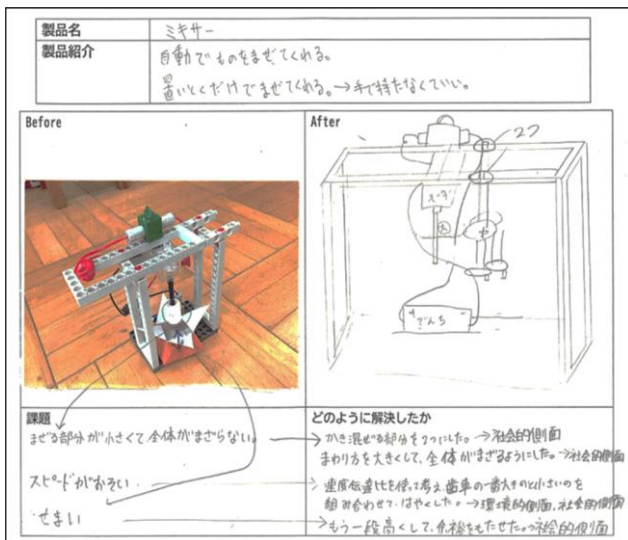


図8 生徒のワークシート③

### 3.3 調査結果

#### 3.3.1 事前調査

熊本市内のF中学校において、授業実践を行う前に、第2学年の生徒1クラス・36人に対してエネルギー変換の技術の授業に関する事前調査を行った。事前調

査の目的は、生徒が技術の授業で学んだことを生活に生かすことができているか、運動の学習に対してどれだけの事前知識を持っているか、技術の見方・考え方をどれだけ身に付けることができているかを調査することである。

設問1では、「技術で学んだことが実際の生活に生かされたことがあるか」という問いを設け、授業で得た知識や技能をどのような場面で活用することができるかを調査し、具体的な内容を設問2に記述させた。設問3では、生徒が身の回りにおける回転運動を伝える仕組みにどの程度気付いているかを調査するための問いを設けた。設問4は2つの自転車(図10)を比べる際に、技術の見方・考え方を働かせ、製作者の意図や、製作の際の課題解決の工夫について考えることができているかを調査した。

「1. 技術で学んだことが生かされた経験があるか」という質問の結果を表2に示す。「ある」と回答した生徒は全体の半分18人であった。

また「ある」と回答した生徒の自由記述では、「本棚を作った」、「製作図を書いた」など、実際の活動に関わる記述が多く見られた。実際の活動に関すること以外の記述は見られなかった。

このことから、普段ものづくりを行う生徒は技術で学んだ知識・技能を実際にもものを作る際に活用できているが、ものづくりの機会が少ない生徒、全くない生徒は技術で学んだことを生かす場面がないと推察されることが推察される。

表2 (事前) 技術で学んだことが生活に生かされた経験があるか (N=36)

| 回答項目 | 回答人数 |
|------|------|
| ある   | 18人  |
| ない   | 18人  |

「3. 歯車がどのような場面で使われているか」という問いは、全員の生徒が回答することができていた。しかし、内容を見てみると工場、機械など漠然としたものも多く、平歯車などの回転運動を伝える仕組みが身の回りの生活に密接にかかわっていることに気付いていない生徒も多いと推察される。

「4. 2つの自転車を見て気付いたことを書く」という問いでは、ほとんどの生徒が車輪の大きさに注目しており、現代の自転車との比較までに至っていなかった。この自由記述に点数をつけるための観点を定めたものを表5に示す。

得点化の方法としては、記述内容がどの観点からの記述であるかを分析し、1つの観点につき1点として、観点が多いほど点数が高くなる。

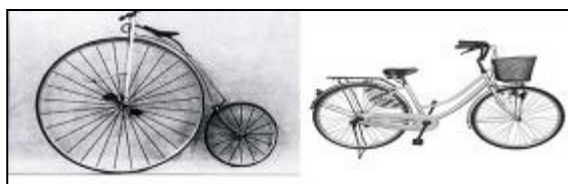


図10 比較した2つの自転車

「車輪が大きいという」回答だと機能の観点のみなので1点、「前輪が大きすぎてバランスが悪く乗りにくそう」という回答は、車輪が大きいという機能の観点と、使いやすさに関する記述である社会の観点の記述があるので2点ということになる。

その基準を用いて得点化すると平均得点は1.43点(少数第3位切り捨て)であった。

事前調査を踏まえて生徒は、技術で学んだことを生かすにはものづくりをしなければならないと認識している生徒が多く、実際に生かすことができている生徒もほとんどが知識・技能の活用にとどまっている。本研究の目的は課題解決能力の育成であり、そのための思考力、判断力、表現力を育成しなければならない。

技術の授業で習得した、思考力、判断力、表現力はものづくりの場面だけでなく、日常生活の様々な場面で活用することができるということを今回の授業を通して生徒に気付かせることができるような手立てが必要である。

### 3.3.2 事後調査

F中学校の同クラスにおいて、授業実践後に調査を行った。調査内容は、「1. これまでのエネルギー変換の技術の授業で学んだことで、今後生かしていこうと思ったこと」、事前と同じく「2. 二つの自転車を比較して気づいたこと」について調査した。設問1の結果を表3に示す。

本結果より、事前の「学んだことが生かされた経験があるか」では、知識・技能に対する回答がほとんどであったが、事後調査では「PDCA サイクル」や「三側面の考え方」など課題解決のための思考力、判断力等に関する記述が多く見られた。具体的には、課題解決やPDCA サイクルに関する記述が23人、三側面に関する記述が8人であった(重複あり)。

また、事前ではものづくりなど実際の活動に限定された回答が多かったが、事後では27人の生徒が技術の授業(ものづくり活動)以外の場面で生かしていきたいと回答していた。

このことから、生徒たちは授業で学んだ知識・技能だけでなく、技術の見方・考え方を働かせ、物事を思考、判断、表現する能力を習得し、自身の生活に生かしていこうと思うように変化したと考えられる。

表3 (事後)学んだことを生かしていこうと思ったこと (N=36)

| 記述内容                   | 人数  |
|------------------------|-----|
| 授業以外の場面に関する記述          | 27人 |
| PDCA サイクルなどの課題解決に関する記述 | 23人 |
| ものづくり活動に関する記述          | 11人 |
| 技術科の学習内容に関する記述         | 10人 |
| 3側面に関する記述              | 8人  |

### 3.3.3 事前事後調査の比較

前述のとおり、事前調査と事後調査で、「2つの自転車を比較する」という同じ設問を設けた。生徒の回答の変化を表4、表5に示す。

表4 2つの自転車の比較の記述の平均得点

| 調査時期(人数) | 平均得点  |
|----------|-------|
| 事前(36人)  | 1.43点 |
| 事後(36人)  | 2.36点 |

表5 記述の点数化の観点と結果

| 観点 | 事前(N=36) |       | 事後(N=36) |       |
|----|----------|-------|----------|-------|
|    | 記述(人)    | 割合(%) | 記述(人)    | 割合(%) |
| 機能 | 34       | 94    | 27       | 75    |
| 社会 | 13       | 36    | 15       | 42    |
| 経済 | 0        | 0     | 8        | 22    |
| 環境 | 0        | 0     | 4        | 11    |
| 比較 | 6        | 17    | 16       | 44    |
| 技術 | 4        | 11    | 15       | 41    |

実践の前後を比較すると、平均得点は約1点上昇している。事後調査でも、車輪の大きさのみに対する記述や、無記入などがあげられた。無記入の生徒は事後調査の回答のための時間が足りなかったというケースもある。

この調査から、2つの自転車を比較する際に、目に見えている機能的な部分のみで見ていた生徒たちは、授業において自ら製品を設計・製作し、課題を検討し、解決するための再設計を行ったことで、社会、環境、経済のそれぞれの視点に立った見方や、製品を設計・改良する製作者の意図に気付く力を身に着けることができたといえる。

事前、事後の自由記述を比較すると、事前調査では、2つの自転車を見て、車輪の大きさやサドルの位置など見た目に関する記述がほとんどだったが、事後調査では実際に使うときのことや、授業で学んだ速度伝達比などを踏まえて書くことができ、製作から、再設計の学習を通して、技術の見方・考え方を働かせた表現力や課題の発見力が向上したと考えられる。また、機能面について

の回答の中にも、「現代の自転車は回転運動を効率的に伝えているために楽しく早く進むことができる」など、伝達方式の違いなどの知識として学習した内容に関する記述がみられた。

さらに、これまで、技術で学んだことを生かす場面はものづくりの場面がほとんどだった生徒たちが、多様な視点で見ること、課題を設定し、解決し、評価改善する過程（PDCA サイクル）を技術の教科以外の場面で活用していく等の記述も見られ、実践的、体験的な活動を通して、課題解決能力を含めた生きる力の育成を図ることができたと考えられる。

#### 4. おわりに

本報では、中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」の学習において、①機構学習と回路学習を融合させたブロック教材を用いること、②授業計画の中に複数の設計・製作を設け、再設計を行うことで、課題発見、解決のための過程を複数回設けた。このような課題解決能力を育む授業計画による実践を行い、事前・事後調査の分析の結果、以下のことを明らかにした。

(1)ブロック教材を用いることで、製作の中での試行錯誤が多く見られ、既存の技術の問題解決の工夫について考えることができた。

(2)本研究で作成した指導計画では、製作を2回、設計を3回組み込み、製作や設計を重ねていく中で、生徒は技術の見方・考え方を生かして、課題解決をすることができるようになった。

(3)技術の見方、考え方を生かした課題解決能力は、

製作を通してだけでなく、設計や再設計などの学習を通して身に着けることができるということが明らかになった。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編，(2017)
- 2) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会：技術科教育概論，(2018)，100-111
- 3) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部：平成26年度中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書  
<http://ajgika.ne.jp/doc/2015enquete.pdf> (2020年10月27日確認)
- 4) 大塚芳生：アイデアロボットコンテストを題材とした指導法の研究，日本産業技術教育学会誌 48(3)，(2006)，215-220
- 5) 文部科学省：平成29年版中学校学習指導要領の展開 技術・家庭科 技術分野編，(2017)，41-43
- 6) 谷田ら：中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」基礎知識・技能を養う授業実践の検討-TECH未来を利用した学習指導の計画と実践-，学校教育実践学研究，第22巻，(2016)，155-162
- 7) 渡津ら：Tech未来教材を用いた最適解を導く設計学習の提案，愛知教育大学技術教育研究，(2017)，1-7

#### Abstract

The purpose of this research is to set production materials and create instruction plans to develop students' problem-solving abilities in the study of energy conversion technology in junior high school technology and home economics (technical field). Previous studies have shown that it is effective to do multiple productions rather than just once. However, due to time constraints, in most cases it is not possible to carry out multiple productions. Therefore, in this study, we aimed to develop students' problem-solving abilities by incorporating "redesign" into the learning process. From the practical results, it became clear that the thinking ability, judgment ability, and expressive ability for solving the problem of the student will be improved by redesigning based on the problem of the product and making the best use of the viewpoint and way of thinking of the technology.

**Key words:** Problem solving skill, Technology of energy conversion, Redesign, View and way of thinking of technology, Curriculum development

## 木育用教材・教具の開発時に考慮すべき事項の検討

## Examination of Matters to Be Considered When Developing Teaching Materials and Teaching Tools for Mokuiku

一水 皐太\* 田口 浩継\*

Kota ICHIMIZU\* and Hirotsugu TAGUCHI\*\*

\* Graduate School of Education, Kumamoto University

「木育」では学習活動やものづくり活動、体験活動が行われ、それらの活動の中で木に関する知識や木工具の使い方などの技能の定着を図る。その際に教材・教具を活用し、定着を促すことが望ましいが、現在木育用の教材・教具は少ない。そこで、本研究では、既存の木育用の教材・教具について木育を推進する指導者を養成する講座の受講者等に対してアンケート調査を行い、教材・教具の特徴を分析し、開発時に考慮すべき事項を検討した。その結果、わかりやすい教材・教具の開発時には、五感に訴えかけたり、身近なものを題材となるように、学習者の興味・関心を惹くような教材・教具の開発時には、身近にあるが知覚することが難しい事項を体感できたり、学習者が自ら操作し発見する実験的・体験的な活動を伴う事ができるように考慮すべきであることが明らかとなった。

キーワード：木育，ものづくり教育，教材・教具開発，考慮すべき事項

## 1. はじめに

農林水産省林野庁より出され、平成18年9月に閣議決定された森林・林業基本計画には、「市民や児童の木材に対する親しみや木の文化への理解を深めるため、多様な関係者が連携・協力しながら、材料としての木材の良さやその利用の意義を学ぶ、『木育』とも言ふべき木材利用に関する教育活動を推進する。」と明記されている<sup>1)</sup>。以降5年おきに更新される森林・林業基本計画にも木育について記述されており、近年では社会教育の場において徐々にではあるが木育が広まってきている。

木育の主な活動は、①木や森について学ぶ学習活動、②木や森に触れる体験活動、③木を使ったものづくり活動の3つからなり、これらの活動を通して、木材や森林との関わり合いから、知育、徳育、体育の3つの側面を効果的に育む<sup>2)</sup>ことを目標としている。木育活動の指導を行う中で木に関する知識や、木工具の使い方などの技能の定着を促進するために教材・教具を活用することが望ましい。しかしながら、現存する木育用の教材・教具について調査したところ、読み物や知育玩具のようなもの<sup>3)</sup>、製作題材<sup>4)</sup>が多く、上記のような学習指導の補助を目的としたものは少ない。そのため、必要に応じて自作することが求められるが、その開発時に考慮すべき事項につ

ては管見の限り明らかになっていない。また、木育では必ずしも豊かな専門知識と巧みな教授法を持つ教師のような者が指導を行うとは限らず、森林・林業関係者や一般企業に所属するものが指導を行う場合がある。加えて、指導対象についても未就学児から高齢者まで幅広く実践がなされており、学校教育のように常に特定の年齢層を対象とするとも限らない。そのことから、指導者や指導対象がその都度変化する可能性のある木育において、学校教育における教材・教具が必ずしも有効であるとは断言しきれない。

そこで、本研究では、既存の木育用の教材・教具について、木育を推進する指導者を養成する講座<sup>5)</sup>(以下、木育講座)の受講者等に対してアンケート調査を行った。その調査結果を基に、木育における教材・教具の開発時に考慮すべき事項について検討を行なった。なお、本研究においては教材と教具について明確に区分せず教材・教具とする。

## 2. 調査内容

田口らが開発した教材・教具<sup>6)</sup>17個について2019年7月7日(熊本県玉名郡長洲町)、7月27日(山口県防府市)に開催された木育講座の受講者51人(10代:1人,20代:12人,30代:4人,40代:13人,50代:9人,60代:6人,70代:2人,80代:1人,無回答:3人)と、既に本講座の内容を学習している熊本大学教育学部中学校教員養成課程技術専攻の学生14人(10代:6人,20代8人)に対して指導の実演を交えて説明し、アンケート調査を行った。

(2020年10月31日受付,2021年2月16日受理)

\*熊本大学大学院教育学研究科

2020年10月 第33回九州支部大会にて発表



表1 調査した教材・教具一覧

| 名称                  | 写真  | 説明  | 名称                               | 写真   | 説明   |
|---------------------|---|---|----------------------------------|--|--|
| 木・金属・AESの<br>スプーン   |    | 金属・プラスチックの3種のスプーンの特徴（熱伝導率や表面の触感など）を比較する教材・教具                      | 曲げ<br>試験機                        |    | 繊維方向の違う2本の木材の曲げ強さを、簡易的に比較する教材・教具。加えた荷重は体重計の目盛りで読み取る。 |
| 釘の<br>保持力           |    | スポンジを木材に見立て、釘を繊維方向に対してどのように打ち込むか考える教材・教具。                         | 木の<br>膨張・収縮                      |    | スポンジを木材に見立てて、水分量による変化を可視化し、柁目板と板目板の変形の違いを比較する教材・教具。  |
| 異方性の<br>違い          |    | 繊維の3方向の水分量による変形量を可視化し比較する教材・教具。                                   | あさりの<br>説明                       |    | 木片と金属棒を使って、のこぎりのあさを表現し説明する教材・教具。                     |
| かんながけ<br>の方向①       |    | 繊維方向と切削方向の4パターンをイラスト化し、正しいかんながけの方向を予想させる教材・教具。                    | 年輪の<br>でき方                       |    | 年輪のでき方（春材と夏材が交互にできることで年輪となる）を色の違う2種類の三角コーンで表した教材・教具。 |
| かんながけ<br>の方向②       |    | プラスチックダンボールを木材に見立て、かんながけをした際の切削の様子を可視化した教材・教具。                    | 木目の<br>でき方                       |    | 重ねた紙コップを木に見立て、切断面が山型模様（木目）になることを説明する教材・教具。           |
| あさりの<br>役割          |   | 木片をのこぎりに見立てて、あさりの役割を説明する教材・教具。                                    | ライト付<br>きルーペ<br>KONTEK<br>LP-33G |   | 木材の細胞が、ストロー状であることを確認する活動で使用する教材・教具。                  |
| 細胞の構造<br>(ストロー)     |  | 束ねたストローを木材の繊維細胞に見立て木材の構造や切削の方向などをイメージ化できる教材・教具。                   | のこぎり<br>びき                       |  | 脂製球状弾丸をのこくずに見立て、のこ刃の動きとのこくずが出る量の関係を、可視化した教材・教具。      |
| 合板の<br>作り方<br>(桂剥き) |  | 合板の単板が、木を桂むきのように切削して作られることを説明する教材・教具。                             | 合板の<br>構造<br>(すだれ)               |  | すだれを合板を構成する単板に見立て、繊維を直行して重ねた時の強さを体感してもらった教材・教具。      |
| のこぎりび<br>き角度        |  | 青のカラーセロファンをのこぎり、赤のカラーセロファンを木材に見立て、材料の厚みに対してのこぎりの適切な角度を考えさせる教材・教具。 |                                  |  |  |

2.1 調査対象の教材・教具

田口らが開発した教材・教具の名称と写真、概要の説明を表1に示す。

2.2 質問項目

木育の目的と中学校技術・家庭科技術分野における教材・教具の捉え方<sup>5)</sup>から質問項目を検討し、①指導が分かりやすいと感じた教材・教具と分かりにくいと感じた教材・教具、②学習に対する興味・関心を惹くことができると感じた教材・教具と惹きにくいと感じた教材・教具、③指導を行う上で必要だと感じた教材・教具と必要ではないと感じた教材・教具の3要素・6項目とした。それぞれの項目に当てはまると感じた教材・教具を最大5個まで回答させるとともに、自由記述欄を設け選択理由について具体的に回答させた。

3. 調査結果

アンケートの各項目の回答数の多かった教材・教具の上位3位を以下の表2～4に示す。なお、表中の数値は回答数を示している。

表2 分かりやすいと感じた教材・教具

| 分かりやすい           |        | 回答数   | 分かりにくい    |  | 回答数  |
|------------------|--------|-------|-----------|--|------|
| 回答総数             |        | 255 個 | 回答総数      |  | 67 個 |
| 上<br>位<br>3<br>種 | 木のスプーン | 41 個  | 膨張・収縮     |  | 10 個 |
|                  | 曲げ試験機  | 28 個  | かんながけの方向① |  | 9 個  |
|                  | 年輪のでき方 | 26 個  | かんながけの方向② |  | 9 個  |

表3 興味・関心を惹けると感じた教材・教具

|      |          | 惹ける  | 回答数       | 惹きにくい | 回答数  |
|------|----------|------|-----------|-------|------|
|      |          | 回答総数 | 251 個     | 回答総数  | 60 個 |
| 上位3種 | 曲げ試験機    | 41 個 | 膨張・収縮     | 7 個   |      |
|      | ライト付きルーペ | 34 個 | あさりの説明    | 7 個   |      |
|      | のこぎり挽き   | 21 個 | かんながけの方向① | 6 個   |      |

表4 必要だと思う教材・教具

|      |        | 必要だと思う | 回答数       | 必要ではない | 回答数  |
|------|--------|--------|-----------|--------|------|
|      |        | 回答総数   | 221 個     | 回答総数   | 18 個 |
| 上位3種 | 年輪のでき方 | 27 個   | かんながけの方向② | 4 個    |      |
|      | 木のスプーン | 22 個   | ライト付きルーペ  | 2 個    |      |
|      | のこぎり挽き | 20 個   | 細胞の構造     | 2 個    |      |

### 3.1 全項目の結果

調査の結果、「分かりやすいと思う教材・教具」として 255 個、「分かりにくい教材・教具」として 67 個の回答があった。同様に、「興味・関心を惹ける教材・教具」、「指導を行う上で必要な教材・教具」についても、肯定的な評価が多かった

### 3.2 分かりやすい教材・教具について

「分かりやすい」の項目で多く選択された教材・教具の上位 3 個は「木・金属・AES のスプーン」（木材、金属、プラスチックの 3 種のスプーンの特徴を比較する教材・教具）、「曲げ試験機」（繊維方向の違う 2 本の木材の曲げ強さを簡易的に比較する教材・教具）、「年輪のでき方」（年輪の出来方を三角コーンで表した教材・教具）であった。選択理由としては「視覚だけでなく、触覚や聴覚でも分かりやすい」、「聞くだけでは難しいが目で見ると理解できる」、「スプーンは日常でも使うから理解しやすい」といった回答が得られた。一方、木材の膨張・収縮（スポンジを木材に見立てて水分量による変化を可視化した教材・教具）、かんながけの方向①（繊維方向をイラスト化し、正しいかんながけの方向を予想させる教材・教具）、かんながけの方向②（切り込みを入れたプラスチックダンボールを木材に見立ててかんながけをした際の切削の様子を可視化した教材・教具）については分かりにくいという意見が挙げられた。選択理由としては「説明がわかりにくかった」、「普段からかんなやのこぎりなどの道具を使わないからイメージしにくかった」といった回答が得られた。

### 3.3 興味・関心を惹ける教材・教具

「興味・関心を惹ける」の項目で多く選択された教材・教具の上位 3 個は「曲げ試験機」、「ライト付きルーペ」（木材の細胞がストロー状になっていることを確認する活動で使用する市販の製品）、「のこぎり挽き」（樹脂製球状弾丸をのこぎりに見立て、のこぎりの動きとのこぎりが出る量の関係を視覚的に捉えやすくした教材・教具）であった。選択理由としては「普段知覚できないものを具現化できる」、「学習者が実験のように行えるのが良い」、「動きや変化が目に見えて良い」といった回答が得られた。一方、「膨張・収縮」、「かんながけの方向①」、「あさりの説明」（木片と金属棒を使ってのこぎりのあさりを表現し説明する教材・教具）については興味・関心が惹きにくいという意見が多かった。選択理由としては「説明が多く面白くなかった」、「道具に馴染みがなくあまり惹かれなかった」といった回答が得られた。

### 3.4 必要とされる教材・教具

「木育の指導をしていく上で必要」の項目で多く選択された教材・教具の上位 3 個は「年輪のでき方」、「木・金属・AES のスプーン」、「のこぎり挽き」であった。選択理由として「木の性質や構造が分かりやすかった」、「道具の特性などが分かりやすいといった回答が得られた。一方で「かんながけの方向②」、「ライト付きルーペ」、「細胞の構造」（束ねたストローを木材の繊維、細胞に見立てた教材・教具）の 3 個は少ない回答数ではあるが分かりにくいと感じる教材・教具として選択された。選択理由としては「他の教材・教具を工夫すれば説明できる」、「板書などができる環境であれば十分説明できる」といった回答が得られた。

## 4. 考察

今回の調査結果と教材・教具の特徴から木育における教材・教具の開発時に考慮すべき事項について考察を行った。

### 4.1 わかりやすい教材・教具について

調査結果から、分かりやすい教材・教具の開発を行うためには、直接見たり触ったり、現象や特徴を可視化するなど五感に訴えかけることができるか、学習者にとって身近なものを題材、材料にできるかをということを考慮すべきだと考えられる。また、指導の際に学習者の実態に合わせて実物を用意することや、教材・教具を十分に活かせるような説明や教具を使用することでその学習効果を高められると考えられる。

### 4.2 興味・関心を惹ける教材・教具

調査結果から、興味・関心を惹きやすい教材・教具の開発を行うためには、普段学習者にとって身近にあるが知覚することが難しい事項を擬似的にでも体感できないか、学習者が自ら操作し発見する実験的・体験的な活動を伴うかを考慮すべきだと考えられる。また、指導の際に学習者の実態（年齢や生活経験、ものづくり経験の有無など）に合わせたフィードバックを行ったり、指導者の説明と学習者の活動のバランスを調整することでその学習効果を高められると考えられる。

#### 4.3 必要とされる教材・教具

調査結果から、木材の良さやその利用の意義を学ぶという木育の目的に則した教材・教具が必要とされることがわかった。加えて、教材・教具の特徴から、学習者の直感的な理解を促すものや説明や操作が簡単なものが必要とされることがわかった。一方で、他の教材・教具を工夫すれば説明できるものや、板書などを用いて説明できる内容については新たに教材・教具の開発を行う必要がないと考えられる。

#### 5. おわりに

本研究では、既存の木育用の教材・教具について、木育講座の受講者等に対してアンケート調査を行った。その調査結果をもとに、木育における教材・教具の開発時に考慮すべき事項について検討を行なった。その結果、わかりやすい教材・教具となるには、五感に訴えかけたり、身近なものを題材となるように、学習者の興味・関心を惹くような教材・教具となるには、身近にあるが知覚することが難しい事項を体感できたり、学習者が自ら操作し発見する実験的・体験的な活動を伴う事ができるように、必要とされる教材・教具となるにはそれらの学習効果を木育の目的に則って発揮できるように考慮すべきであることが明らかになった。

しかし、「知育を促す」「徳育を促す」「体育を促す」など、本研究で調査を行っていない教材・教具の

開発の観点についても調査を行う必要があると考えられる。また、今回調査を行った木育講座の形式上、本研究で明らかになった事項は、木育の中でも「木について学ぶ学習活動」に特化したものであると考えられる。しかし、「木や森に触れる体験活動」や「木を使ったものづくり活動」などの木育におけるその他の活動については必ずしも効果的とは限らない。そのため、木育におけるその他の活動において、効果的な教材・教具の開発時に考慮すべき事項についても明らかにする必要があると考えられる。さらに、本研究では学習を補助する実物教材・教具についてのみ調査を行ったが、説明内容を整理し、理解を促すようなプレゼンテーションソフトや映像を使ったデジタル教材・教具などについては調査していない。そのため、本研究で調査を行った実物教材・教具以外にも検討が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 林野庁：森林林業基本計画  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/plan/pdf/kihonkeikaku.pdf>. (2020年9月5日確認)
- 2) 活木活木森ネットワーク：木育.jp  
<http://www.mokuiku.jp>. (2020年11月30日確認)
- 3) 活木活木森ネットワーク：木づかい.com  
[http://www.kidukai.com/learn/digital\\_book.php](http://www.kidukai.com/learn/digital_book.php)  
(2020年12月27日確認)
- 4) 日本産業技術教育学会・材料加工分科会：木育・森育実践資料集，(2016)，61-64
- 5) 田口浩継：森林親和運動としての木育 -ものづくりの復権と森林化社会の実現-，九州大学出版会，(2017)，123-131
- 6) 田口浩継：木材加工教材・教具，日本産業技術教育学会木材加工分科会，(1995)，79-86
- 7) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会：技術科教育概論，九州大学出版会，(2018)，117-122

#### Abstract

In recent years, "Mokuiku" has gradually spread in social education. "Mokuiku" includes learning activities, manufacturing activities, and hands-on activities. Through these activities, we aim to establish knowledge about wood and skills such as how to use wood tools. At that time, it is desirable to use teaching materials and teaching tools for promote their establishment, But there are currently few teaching materials and teaching tools for instructors in "Mokuiku". Therefore, instructors are required to produce teaching materials and teaching tools by themselves as needed. However, it is not clear what to consider during development. Therefore, in this research, we conducted a questionnaire survey about existing teaching materials and teaching tools for "Mokuiku" to participants in a course to train leaders who promote "Mokuiku". Then, we analyzed the characteristics of teaching materials and teaching tools and examined the matters to be considered during development. As a result, it became clear that teaching materials and

teaching tools that appeal to the five senses and that use familiar subjects are easy to understand. In addition, it became clear that it is easy for learners to experience things that are familiar but difficult to perceive, and that teaching materials and teaching tools that involve experimental and experiential activities that learners operate and discover by themselves are likely to attract interest.

**Key words:** Mokuiku, Manufacturing Education ,Development of Teaching Materials and Teaching Tools, Things to Consider





# 中学校技術科における伝統的技術について学ぶことのできる授業の検討 —刃物の製作について—

## A Study of Teaching Traditional Techniques in Technology Education of Junior High School - The Production of Knives -

満永純乃介\* 竹之内大輝\* 深川和良\*\*

Junnosuke MITUNAGA \*, Hiroki TAKENOUTI \* and Kazuyoshi FUKAGAWA \*\*

\*Graduate School of Education, Kagoshima University

\*\*Faculty of Education, Kagoshima University

技術・家庭科技術分野(以下、技術科)における金属加工は取り扱いが少なくなっている。実際に、中学生の実態について調査した結果から金属加工の経験が全くないことがわかった。また伝統的工芸品についても国指定の伝統的工芸品は知っていたが、県指定の伝統的工芸品を知っている生徒は少なかった。そこで本研究では、技術科で扱う金属加工、また地域の伝統的な技術、伝統工芸品についての知識・技能を向上するための刃物を製作題材とした授業開発を念頭に、鍛造や研削、そして熱処理の工程、作業方法を検討し、授業で有効な教材を示すことができた。

キーワード：金属加工，伝統的技術，刃物製作

### 1. 緒言

現在、中学校技術科は学習指導要領の改訂のたびに授業時数が削減されており、内容「材料と加工に関する技術」で、製作題材の材料として木材が98%を占めており、金属は0.5%である<sup>1)</sup>。しかし、金属材料を用いた製品は身の回りに多く存在しており、第二次産業を中心とした日本の産業界を支えている材料である<sup>2)</sup>。こうした日本の事情を鑑みても金属材料、金属加工の学習をおろそかにすべきではない。そのため今後も金属の内容に関する教材・教具等について研究を重ね、開発していく必要がある。

中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編(2017)、A材料と加工に関する技術における内容の取扱いとして、「我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統や文化を支えてきたことに気付かせること<sup>3)</sup>」と示され、伝統的な技術について授業の中で取り上げることが求められている。ここで鹿児島県に注目すると、地方(種子島、知覧、加世田など)で薩摩独自の砂鉄製錬炉が作られ、それに伴い鍛冶業に携わる人が多かった<sup>4)</sup>。現代においても優れた鍛冶

技術による「加世田庖丁」や「加世田鎌」、「種子鉄」などが鹿児島県指定の伝統的工芸品として存在している<sup>5)6)</sup>。これらは打ち刃物とも呼ばれ、技術科の製作題材として扱えば、鹿児島の伝統的な技術を学ぶだけでなく、鍛造や熱処理、研削といった金属加工の基本的な技術に触れることが出来、優れた教材として期待できる。

刃物を製作題材として扱った事例としては、「肥後守」による切削と熱処理を行う刃物づくり<sup>7)</sup>や、包丁の製作<sup>8)</sup>、釘を鍛造しペーパーナイフの製作など金属の特性を体験的に学ぶ内容が実践報告されている<sup>9)</sup>。これらは、刃物製作の工程を一部だけ採用したものや、専用の機材を導入していたものであった。また小刀づくりとして詳細な記載はないが、刃物用途の鍛接材を扱った一通りの工程を取り入れた様子うかがえる報告もある<sup>10)</sup>。しかしながら、鍛冶技術が伝統技術として継承され続けている鹿児島においてその実践などの記録は見当たらない。

そこで、本研究では刃物を製作題材とし、伝統的な技術と基礎的な金属加工技術を学ぶ授業の開発の一環として主に各工程における作業方法の検討を行った。教育現場での実用化を念頭に、現状の教材整備状況を考慮し、容易に導入可能な工具類を用い、鍛造・熱処理など刃物製作の一連の工程を通して学べ、各工程を1単位時間内に収まるように試みている。

(2020年10月31日受付，2020年12月10日受理)

\*鹿児島大学大学院

\*\*鹿児島大学教育学部

2020年10月 第33回九州支部大会にて発表

## 2. ものづくり教室を通した刃物製作の試行

### 2.1 第1回ものづくり教室

まず、現状の中学校で整備されているか導入の容易な工具類で実施できる製作工程を検討し、大学生による試行後、中学生を対象としたものづくり教室を開催した。図1にその様子を示す。



図1 第1回ものづくり教室

#### 2.1.1 実施内容

##### (1) 日程・対象・場所

- ①日程：令和元年8月19日（月）
- ②時間：10:30～16:30（休憩1時間、計5時間）
- ③対象：中学校第1学年(3名)，中学校第2学年(2名)，中学年第3学年(1名)
- ④場所：K大学教育学部機械実験実習室，金属加工実験実習室

##### (2) 被加工材

- ①材料：平鋼（SS400相当品）
- ②寸法：2.3mm×20mm×160mm

##### (3) 主要な道具

以下に使用した主な道具を表1に示す。

表1 使用した主な道具

| 道具名    | 仕様・備考                                      |
|--------|--|
| ①七輪    | 木炭コンロ大型9号<br>直径 285mm×高さ 245mm             |
| ②ハンマー  | 片手ハンマー<br>全長：320mm，頭重量：350g                |
| ③送風機   | 電動ブローア 型式：MBC-500<br>出力：550W<br>三共コーポレーション |
| ④ペンチ   | 全長：185mm                                   |
| ⑤砥石    | 粒度：＃120，＃240，＃800                          |
| ⑥金工ヤスリ | 刃渡：250mm<br>粗目，中目，細目                       |
| ⑦万力    | 横万力 120サイズ                                 |

##### (4) 製作工程の概要

製作工程の概要を表2に示す。鍛造・刃付け・砥ぎ・柄付けの各工程において、作業内容説明と演示の後に作業を行わせた。なお、刃付けは形状の成形も含

め金工やすりでを行い、研ぎは粗砥石に＃120，中砥石＃240そして仕上げ砥石として＃800を用いた。

表2 製作工程（第1回ものづくり教室）

| 校時 | 工程等             | 時間  |
|----|-----------------|-----|
| 1  | ①概要説明           | 3分  |
|    | ②鹿児島県の伝統的技術について | 8分  |
|    | ③鍛造             | 32分 |
| 2  | ①鍛造             | 42分 |
|    | ②刃付け            | 8分  |
| 3  | ①刃付け            | 27分 |
|    | ②砥ぎ             | 23分 |
| 4  | ①砥ぎ             | 48分 |
|    | ②柄付け            | 2分  |
| 5  | ①柄付け            | 42分 |

#### 2.1.2 事前・事後アンケート

参加した生徒6名に対してものづくり教室開始時と終了時にアンケートを実施した。集計結果を図2～図8に示す。

##### 2.1.3 考察

事前アンケートでは主に生徒の実態について調査を行った。図2，4より金属加工の経験が全くないことや刃物の作り方についてもあまり知らないことが分かった。前述の既報の調査結果と同様に金属加工

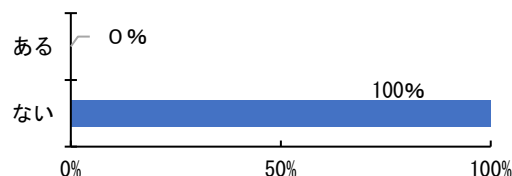


図2 金属加工の経験の有無(事前)

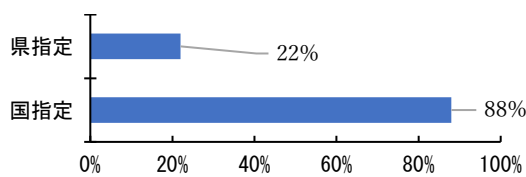


図3 伝統的工芸品の認知率(事前)

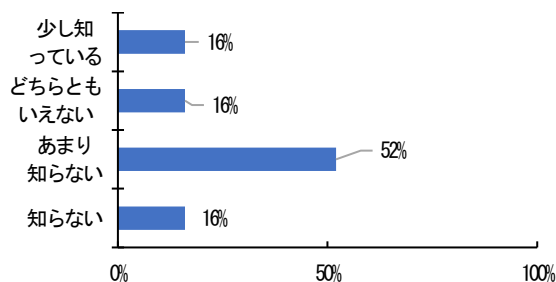


図4 刃物の製作工程の認知率(事前)

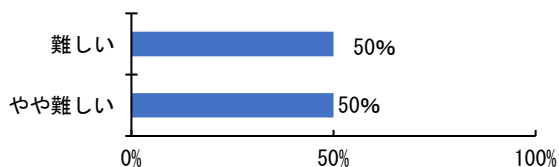


図5 鍛造の難易度(事後)

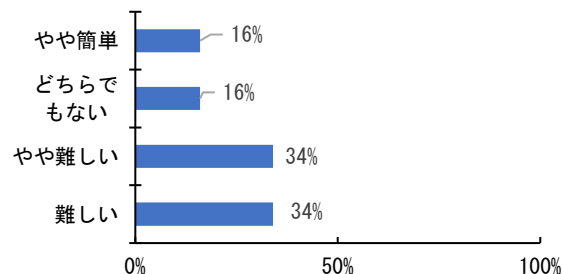


図6 金エヤサリの難易度(事後)

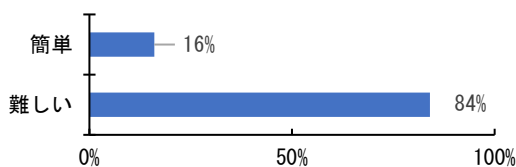


図7 砥ぎの難易度(事後)

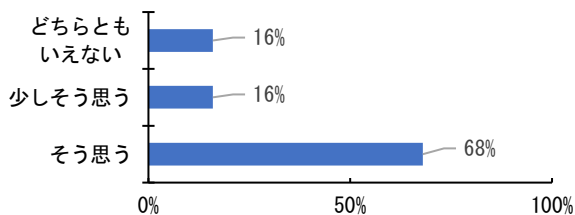


図8 また金属加工を行いたい(事後)

に触れる機会がないことが示された。また図3より伝統工芸品については国指定の伝統工芸品は知っていたが鹿児島県指定のものを知っている生徒は少ないことが分かった。授業の際は鹿児島県指定の伝統工芸品について詳細に説明し、生徒たちの興味・関心を誘起することも重要であると言える。事後アンケートでは各作業難易度や感想などを問いかけた。作業難易度(図5~7)については難しいと回答する生徒が多く、作業方法を見直し中学生に適した作業方法の確立が必要であることがわかった。また、金属加工を今まで経験したことがなかったにも関わらず今後も金属加工を行いたいといった肯定的な意見も多かった(図8)。今回の刃物作りは、作業方法などに改善を要するが、生徒たちに金属加工に興味・関心を与える教材だったと言える。

## 2.2. 改善

第1回のものでづくり教室の結果から、まず刃付け作業における被加工材の固定方法の見直しを行った。またさらなる学習効果や興味・関心を誘起する

ため刃物の切れ味に大きく影響し、金属の重要な特性や加工方法も学習できる熱処理工程の導入も試みた。

### 2.2.1 固定具の提案

従来は図9のように被加工材を横万力に対して垂直に固定していたため刃付け作業におけるやすりがけの研削方向が上向きであったため作業姿勢に無理があった。そこで、図10のようにアングル材とボルトにより被加工材を水平な状態で万力に固定できる固定具を提案した。これにより研削方向がほぼ水平になり作業位置も低くなったことから、基本的な作業姿勢を保つことができるようになった。



図9 従来の固定法



図10 固定具利用

### 2.2.2 熱処理工程の導入

熱処理の導入においては、材料を平鋼から完全三層の利器材に変更した。これは県内企業の厚意により提供頂いた。用いた利器材は地鉄で鋼を挟み込み溶接後圧延によって製造される複合鋼材で、必要な部位にのみ鋼を用いることから費用対効果に優れており、加えて全鋼に比べ地鉄を用いているため手仕上げによる加工がしやすい。採用した利器材の鋼は日立金属社製の白紙2号である。使用した利器材の概要を図11に、白紙2号の規格を表3に示す。なお、本利器材の焼入れ温度は800℃、焼き戻し温度は200℃を採用した。

熱処理工程においては導入しやすいことを考慮して、水焼入れとし鍛造で用いた七輪を用いた。図12に焼入れにおける冷却時の様子を示す。焼戻しには図13に示しているように調理用ホットプレートを採用した。調理用ホットプレートの多くは最高温度が180℃から200℃まで温度調節可能なので、焼戻し温度での保温が容易に可能である。油は食用油を用いた。



図11 利器材(完全三層)の構造

表3 白紙2号の組成表

| 元素     | C    | Si   | Mn   | P     | S     |
|--------|------|------|------|-------|-------|
| 成分 (%) | 1.05 | 0.10 | 0.20 | 0.025 | 0.004 |
|        | ~    | ~    | ~    | 以下    | 以下    |
|        | 1.15 | 0.20 | 0.30 |       |       |



図 12 水冷（焼入れ時）



図 13 焼戻し

### 2.3 第2回ものづくり教室

本教室開催前に、まずは小学生および高校生の協力の下、平鋼材による鍛造済の半完成品を用いた試行により、固定具の有効性および熱処理工程の作業時間および手順の確認を行った。その後材料に利器材を用いて中学生を対象にした 2 回目ものづくり教室を開催した。冬休みの期間を利用し、参加者の都合のため、3 日間の期間を設け自由に参加できるようにした。作業工程は鍛造から開始しているが、平鋼より高硬度の利器材を用いているため、ある程度成形されたものを素材として用いた。なお、安全面を考慮し完成した製作物は参加者に渡さず保護者宛に郵送した。

#### 2.3.1 実施内容

##### (1) 日程・対象・場所

- ①日程：令和元年 12 月 25 日（水）～27 日（金）
- ②時間：8：30～（都合の良い時間帯に参加）
- ③対象：中学校第 1 学年(2 名)，中学校第 2 学年(1 名)
- ④場所：K 大学教育学部機械実験実習室，金属加工実験実習室

##### (2) 被加工材

- ①材料：利器材（完全三層，白紙 2 号）
- ②寸法：3.0 mm×25 mm×110 mm

##### (3) 主要な道具

主要な道具は第 1 回ものづくり教室（表 1）のものに加え、固定具及びホットプレートを用いた。

##### (4) 製作工程の概要

製作工程の概要を表 4 に示す。

#### 2.3.2 考察

図 14 に第 2 回ものづくり教室の様子を示す。今回は小型包丁を製作題材として鹿児島県の伝統工芸をより意識できるものとした。計画では熱処理工程を含めた全行程を 6 時間程度と考えていたが、実際は平均で 4 時間程度となり、固定具などを採用したことによる作業性の改善が見られた。

### 3. 実践を見据えた鍛造工程における改善案

技術科の授業を想定するなら、1 単位時間 50 分で各工程等を区切れることが理想である。また、今回の

表 4 製作工程（第 2 回ものづくり教室）

|   | 工程等             | 時間   |
|---|-----------------|------|
| 1 | ①鹿児島県の伝統的技術について | 15 分 |
|   | ②各工程および安全について   | 25 分 |
| 2 | ①鍛造             | 70 分 |
| 3 | ①刃付け            | 20 分 |
|   | ②焼入れ            | 15 分 |
|   | ③焼戻し            | 20 分 |
|   | ④柄付け            | 15 分 |
| 4 | ①振返りと各工程について    | 15 分 |
|   | ②柄付け            | 25 分 |
| 5 | ①研ぎ             | 50 分 |
| 6 | ①研ぎ             | 38 分 |
|   | ②柄仕上げ           | 12 分 |
|   | ③刃物の適切な使い方      | 10 分 |

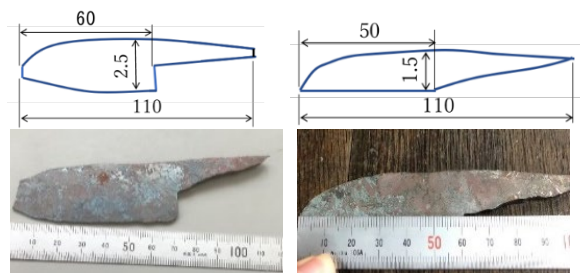


図 14 第 2 回ものづくり教室

ものづくり教室では比較的少人数で製作を実施したが、授業での実践ではより多くの生徒が同時に作業することを想定しなければならない。これらの観点から、鍛造工程について再考する。

#### 3.1 刃物の形状変更

ものづくり教室では小型包丁を製作題材としたが、小刀（ナイフ）にすることで身幅が細くなり鍛造加工に要する時間が削減できる。そこで、作業時間短縮を優先し小刀を製作題材として採用すべきであると判断した。図 15 にそれらの形状を示す。刃体の長さは銃砲刀剣類所持等取締法第 22 条に定められている



(a) 形状変更前（包丁） (b) 形状変更後（小刀）

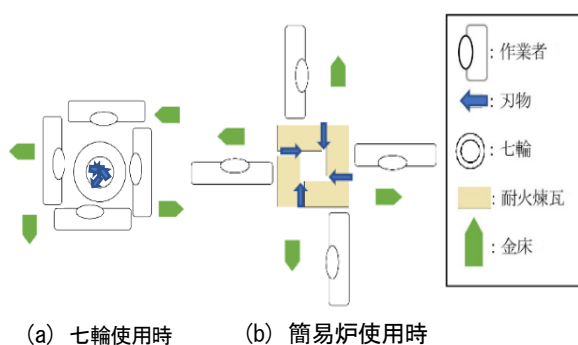
図 15 材料形状の概要



6cm 以内を基準に、包丁より短い 5cm 程度とした。筆者らによる加工では 40~50 分の作業時間となり、第一回ものづくり教室で行った鍛造作業の 50%~60%まで短縮できた。

### 3.2 炉の見直し

鍛造時も加熱には七輪を用いていたが、鍛造温度範囲内で作業するには被加工材の温度低下を防ぐ目的で、加熱作業から鍛造作業への移行時間を可能な限り短縮するため、七輪の周辺で作業しなければならなかった。しかしながら、図16(a)に示すように複数人で用いると七輪では内径が150mm程度と小さく外径も大きくないことから、炉内への被加工材の挿入時や鍛造作業時に他者やハンマーなどの工具、あるいは加熱された被加工材との接触が生じかねなかった。そこで、耐熱煉瓦により図16(b)に示す



(a) 七輪使用時 (b) 簡易炉使用時

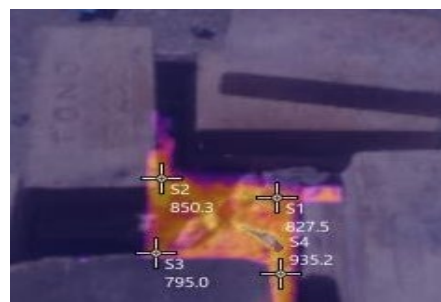
図 16 鍛造作業時の比較

簡易的に組み上げられる炉を考案した。これは炉側面から被加工材を効率的に挿入・取出しができるため効率よく鍛造作業が行え、さらに他者との距離が比較的離れているため、接触を避けることができ安全性が確保できる(図17参照)。



図 17 簡易炉使用時の鍛造の様子

また炉内温度も、サーモグラフィ (KEYSIGHT 社製, U5857A TrueIR 赤外線サーモグラフィ, 温度測定範囲: -20~1200°C) の測定により、鍛造温度まで十分上昇させることが確認できた(図18参



(a) 炉内温度分布



(b) 簡易炉外観 (赤枠内: 温度測定域)

図 18 簡易炉の温度

照)。この炉には、ホームセンターで容易に入手できる耐火煉瓦(三石耐火煉瓦社製, 耐火度: SK-32, 荷重軟化点: 1420°C, サイズ: 230×114×65)を用いた。この炉は、熱処理工程(焼入れ温度: 800°C)でも利用できる。

### 4. まとめ

本研究では、中学校技術科における伝統的技術について学ぶことのできる授業の開発を念頭に、製作題材を刃物として現状の工具類などの教材整備状況でも導入しやすい工程や作業方法を検討した。ものづくり教室を通して課題を抽出し改善することで、鍛造や刃付け(研削)、熱処理と金属加工の基礎的な技術も学ぶことができる生徒に適した作業方法などを示すことができた。コロナ禍の中、授業実践での検証は叶わなかったものの、導入できる目途がついたと考える。また、アンケートの結果から、刃物製作は生徒達に興味・関心を誘起する可能性があることがわかった。しかしながら、伝統的技術を学ぶ授業として技術科のみで対応することは授業時数の制限を考えると困難であることが予想される。今後は社会科などと教科横断的な授業を見据えて検討するなどの工夫が必要である。また、筆者らの調査<sup>11)</sup>から40代以下の技術科教員は金属加工を授業で実践した経験が乏しく、今回検討している製作題材を扱うためには技術・技能の指導法について



学び直す機会が望まれると考えられる。そのために教員向けの講習会も検討していく必要がある。

## 5. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費基盤研究 (C) 20K02918 の助成を受けた。また、鹿児島県内企業より助言および技術指導を受けた。ここに記して謝辞を表す。

## 参考文献

- 1) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部：公共社団法人全国中学校産業教育教材振興協会「平成26年度中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート【技術分野】調査報告書」，(2015)
- 2) 深川和良・福永麻衣果：「鹿児島県における中学校技術科の金属加工の教材に関する調査研究 - I：教材整備について -」，日本産業技術教育学会九州支部論文集，25，(2017) 43-49
- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，(2017)，27
- 4) 大橋周治：幕末明治製鉄論，アグネ社，(1991)，103-104
- 5) 鹿児島県：伝統的工芸品，<http://www.pref.kagoshima.jp/kids/sangyou/dentoukougei.html>，(2020年10月22日確認)
- 6) 一般社団法人伝統的工芸品産業振興協会：伝統工芸品とは，<https://kyokai.kougeihin.jp/traditional-crafts/> (2020年10月22日閲覧)
- 7) 後藤直：「肥後守」づくり，技術教室，民衆社，(1992)，26-29
- 8) 学校法人芝学園技術科：包丁の製作，<http://www2.shiba.ac.jp/~gijyutu/houtyou-1/houtyou-1.htm>，(2020年10月30日確認)
- 9) 産業教育研究連盟：中学技術の授業，今すぐできる69のアイデア教材と授業展開，(1990)，民衆社，44

## Abstract

In technology education of junior high school, metal working has decreased in class. From the results of a survey of junior high school students, they have no experience in metal processing. They knew about the traditional crafts designated by our country, but few students knew about the traditional crafts designated by Kagoshima prefecture. Therefore, we studied about processing and method of forging, grinding and heat treating for technology education of junior high school students, for developing the lesson of production of knives to enhance the knowledge and skills of metal working, and the local traditional techniques and traditional crafts, so it was shown possibility to use for technology education.

Key words: Metal processing, Traditional technique, Production of knives

- 10) 河野義顕ほか：改訂版 技術科の授業を創る-学力への挑戦-，株式会社学文社，2011
- 11) 深川和良・福永麻衣果：「鹿児島県における中学校技術科の金属加工の教材に関する調査研究 - II：教材利用について -」，日本産業技術教育学会九州支部論文集，25，(2017)，51-56

## 「読図」や「けがき」の学習を支援する動画教材の開発

Development of Video Teaching Materials to Support the Learning of  
"Reading the Drawing " and "Laying-Out"

川田有輝\* 山本利一\*\* 角 和博\*\*\* 木村真人\*\*\*\* 中村茉莉\*\*\*\*\*

Yuki KAWATA\*, Toshikazu YAMAMOTO\*\*, Kazuhiro SUMI\*\*\*,  
Masato KIMURA\*\*\*\* and Maya NAKAMURA\*\*\*\*\*

\* Graduate School of Education, Saitama University

\*\* Faculty of Education, Saitama University

\*\*\* Faculty of Education, Saga University

\*\*\*\* Saitama Prefectural Inagakuen Junior High School

\*\*\*\*\* Graduate School of Education, Saitama University

製作品を作り上げるには、アイデアや思いを図面に書き記すことが大切である。設計者は、製作意図を図面に書き込み、その図面を基に各種部品加工や組み立てが行われる。その基礎となる「読図」や「けがき作業」は、中学校技術・家庭科技術分野や工業高等学校で学習する内容となっている。製図学習では、製図のルールを習得し、正しく作図すると共に、図面から製作情報を読み取る力の育成が求められている。そこで本研究では、図面に描かれた寸法記入の意味を正しく読み取り、材料に正確なけがきをする手順を学習する目的で動画教材を開発した。開発した動画教材は、同一材料に3種類の寸法記入がなされた図面から、材料に鋼尺を活用してけがき作業を行う様子が複数示されている。動画教材を活用し、大学生および製図指導担当教員に対して読図とけがきの授業を行い、動画教材の評価を行った。その結果、動画教材は、寸法記入の意味の理解や、けがき作業における正しい鋼尺の活用に関して学習効果があることが確認された。また、動画教材は、工業高等学校の機械製図や実習での活用の可能性があることが確認された。

キーワード：製図，寸法記入，けがき，誤差，動画教材，読図

## 1. 緒言

平成21年度告示の高等学校学習指導要領解説工業編<sup>1)</sup>の「製図」に示された目標は、“製図に関する日本工業規格及び工業の各専門分野の製図に関する知識と技術を習得させ、製作図，設計図などを正しく読み、図面を構想し作成する能力と態度を育てる”と示される。

高等学校学習指導要領(平成30年度告示)解説工業編<sup>2)</sup>の「製図」に示された目標は、3つに細分化され、“(1) 工業の各分野に関する製図について日本工業規格及び国際標準化機構規格を踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付けるようにする。(2)

製作図や設計図に関する課題を発見し、工業に携わる者として科学的な根拠に基づき工業技術の進展に対応し解決する力を養う。(3) 各分野における部品や製品の図面の作成及び図面から製作情報を読み取る力の向上を目指して自ら学び、工業の発展に主体的かつ協働的に取り組む態度を養う”と示されている。(1)の製図の規則の理解に関する目標については、平成21年度告示の高等学校学習指導要領解説とほぼ同一であるが、(2)，(3)の内容は新たに追加されている。換言するなら、製図に関する規則を習得し作図する能力を身に付けることだけではなく、図面から製作情報を読み取る力を主体的に学ぶことや、課題を発見し、科学的な根拠に基づき工業技術の進展に対応する能力を育むことが求められるようになった。

山口ら(2014)<sup>3)</sup>は、設計技術者は、加工者がどのように図面を読み取り、工程を設計するかを認識することが重要としている。この中で、加工者が図面を読み取る際、熟練度が高い加工者は図面中の重要なポイントを短時間で把握して重点的に検討するのに対し

(2020年10月15日受付，2021年1月5日受理)

\* 埼玉大学大学院教育学研究科

\*\* 埼玉大学教育学部

\*\*\* 佐賀大学教育学部

\*\*\*\* 埼玉県立伊奈学園中学校

\*\*\*\*\* 埼玉大学大学院教育学研究科

2020年10月 第33回九州支部大会にて発表

て、経験の乏しい加工者は図面全体を平均的に見ていることを示している。これらは、加工の観点から読図することの重要性を示した研究と言える。

牧(1993)<sup>4)</sup>は、企業において寸法記入が、工場の設備に依存することを学ぶ必要があると、企業教育の事例として報告している。製品の生産の環境に応じて寸法記入の在り方を指導することの必要性を示している。このように、図面から設計者の意図を的確に読み取ることの重要性が確認できる。

また、中学校における製図学習は、昭和33年技術・家庭科設置の当初は、第1学年に「設計・製図」として25時間、第2学年に「設計・製図」30時間の配当がなされていた<sup>5)</sup>。昭和44年改定の学習指導要領では、第1学年に「製図」が40～45%とされており、42～47時間を配当して指導がなされていた<sup>6)</sup>。昭和52年改定の学習指導要領から、「製図」という独立した領域がなくなり、「木材加工」、「金属加工」に統合された。それ以降、現在まで技術・家庭科技術分野の学習時間が削減されるたびに、学校現場での「製図」に関する指導時間が減少してきている<sup>7)～9)</sup>。

平成29年告示の中学校学習指導要領解説(技術・家庭)における製図に関する指導は、“生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う”の中に位置づけられている。その指導は、「材料と加工の技術」に位置づけられており、“製作に必要な図については、主として等角図及び第三角法による図法を扱うこと”と、製作品の表現方法として具体的な図法が示されている。

技術・家庭科技術分野における「製図」では、図面を描いたり(製図)、読んだり(読図)する実践的活動を通して、「製図の書き方」の基本である「立体を図示する方法」(立体図法)を理解させるとともに、製作品の構想を一定の約束に従って図面に表現する能力を養う<sup>10)</sup>とする目的には変更がない。

製図は、本来設計者の意図を正しく製作者に伝える手段であることを意識して学習が展開されることが望まれる。しかし現状の限られた時間での指導では、製図の図法の理解や簡単な設計に伴う製作品の組み立て図や部品図を描くことで学習が終結している<sup>11)</sup>。図面が持つ意味を正確に掴み、加工手順や誤差を意識しながらものづくりを行うことは、技術・家庭科技術分野や、工業の授業においては重要である。

一方、けがきは、製図に示された製作意図を読み取り、工作物の表面に加工基準となる線や穴の位置などを描く作業である。

岡村ら(2018)<sup>12)</sup>は、木材加工のけがき作業において、差し金の使用方法による作業ミスや誤差が部品加工の失敗の原因となることを指摘している。初学者

がけがきをする場合、使用する工具によって誤差が異なることを示している。

原田ら(2003)<sup>13)</sup>は、中学生が製作学習の振り返ったとき、けがき作業の重要性を認識することが報告されている。加工のプロセスについて構想する段階、すなわち、切断作業の直前のけがきが重要であることを振り返りから認識することが示している。

このように、けがき作業を正しく行うためには、差し金や鋼尺(けがき工具・測定工具)などの工具を適切に使う技能の習得と、図面の意図を正確に読み取る力が求められている。

そこで本研究は、図面に示された寸法記入から、それらが示す意味を読み取り、鋼尺を活用した正しいけがき作業の手順を学習する動画教材を開発することとした。

## 2. 動画教材

### 2.1 動画教材の目的

動画教材は、提供された図面から製作情報を読み取る力の育成を支援することを目的に、同一製品(図形)に対して複数の寸法記入がなされた図面を提供し、その図面に応じてけがきをするとどうなるかを考察させるものである。具体的には、寸法記入から誤差の在り方を読み取り、正しいけがき方法(鋼尺の使い方)を習得することである。

これらによって、図面に描かれた寸法記入の情報と、それに基づくけがき作業との関係に着目させ、学習者が製図を行う際にも、製作工程を意識した図面を描く能力を育むことができると推察される。

### 2.2 動画教材で活用する3種類の寸法記入法

動画教材は、同一製品(150×50×10、直径16mmの2つの穴)に対して異なる寸法が記入された3種類の図面を準備した。寸法記入法は、直列寸法記入法<sup>1)</sup>、並列寸法記入法<sup>14)</sup>、材料の中心線を基準とした対称記入法である。

図1に示す並列寸法記入法は、左基準面から、それぞれの穴中心の値が示されているもので、それぞれの寸法公差が独立できる寸法記入方法である。

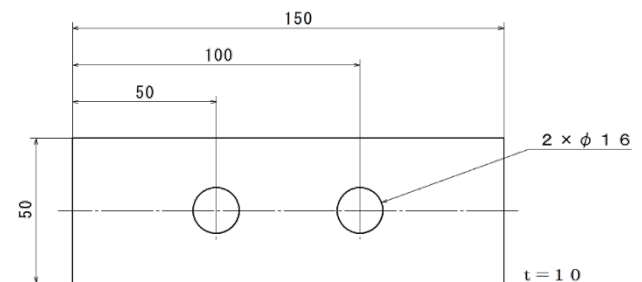


図1 並列寸法記入法

図2に示す直列寸法記入法は、左基準面から左穴中

心の位置が設定され、その左穴中心の位置から右穴中心の位置が設定される。それぞれの寸法公差が累積してもよい場合に用いられる寸法記入法である。

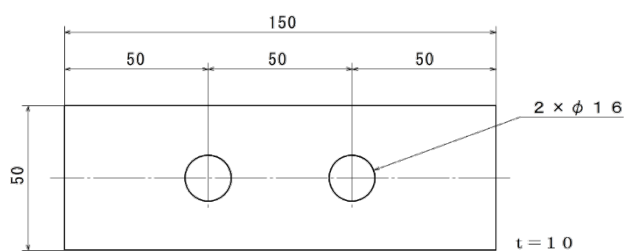


図2 直列寸法記入法

図3に示す材料の中心線を基準とした対称記入法は、左右対象の製品に用いられるもので、製品の中心を基準として、そこから軸中心間距離を指示する寸法記入法である。

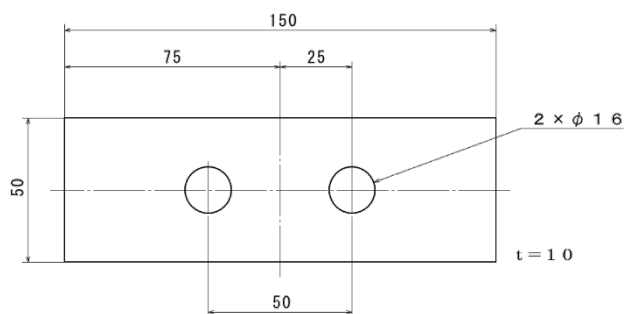


図3 材料の中心線を基準とした対称記入法

### 2.3 動画教材の概要

動画教材の画面構成は、上下を2分割とし、画面上部に図面を提示し、画面下部は、鋼尺を用いたけがき作業の動画を提示した。図面とけがき作業が対比できるように、けがき作業の場面では、寸法線、けがき線、基準面を色付けし、生徒が注目できるように工夫を施した。けがき作業に活用する道具は、鋼尺(直尺)、油性インクペン、けがき対象物(製品)として色厚紙の3点を準備した。けがき作業は、実寸大のけがき対象物に対して、画面でより明確にけがき線が見えるよう、油性の細ペンを用いた。本来は、けがき針を使う場面であるが、視覚的な効果を上げるために油性ペンを用いた。撮影を行う事前準備として、けがき対象物に横中心線(長手方向)を描写した。中心線を事前に引いた理由は、鋼尺を活用したけがき作業を効率良く行うためである。

また、動画教材は、対面の一斉指導や個別学習およびオンライン授業など、様々な学習形態に対応できるように、3種類をそれぞれ独立した短時間ものとして制作した。

### 2.4 並列寸法記入によるけがき方法

動画教材は、並列寸法記入により作図された図面か

ら、穴中心を材料にけがき線が引く内容となる。生徒には図面とけがき作業が関係していることを気づかせるため、同じ図面で3パターン(正答、誤答1、2)のけがき方法を教材にした。活用場面では、生徒にはあらかじめけがき方法を想像させ、動画を視聴させることで、図面の持つ意味を正しく理解して、けがきすることを学ばせるものである。並列寸法記入法においては、左端面が基準面となっており、鋼尺による計測はすべてを左端面から計測する必要がある。それらを寸法記入から学ばせる必要がある。下記に動画教材の概要を示す。

#### 2.4.1 並列寸法記入によるけがきの正答の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くため、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図4に材料と鋼尺の関係を示す。
- ② 右穴中心にけがき線を引くため、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(100mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図5に材料と鋼尺の関係を示す。



図4 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係



図5 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

#### 2.4.2 並列寸法記入によるけがきの誤答1の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くために、鋼尺端面を材料左端の基準面にあわせ、鋼尺の寸法(50mm)にけがきを行う。図6左に材料と鋼尺の関係を示す。
- ② 右穴中心にけがき線を引くために、鋼尺端面を材料左端の基準面に合わせ、鋼尺の寸法(100mm)にけがきを行う。図6に材料と鋼尺の関係を示す。

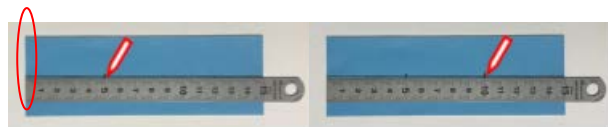


図6 左右の穴の中心の示す動画

#### 2.4.3 並列寸法記入によるけがきの誤答2の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図7に材料と鋼尺の関係を示す。
- ② 右穴中心にけがき線を引くために、材料右端の



基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺左端にけがきを行う。図8に材料と鋼尺の関係を示す。



図7 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

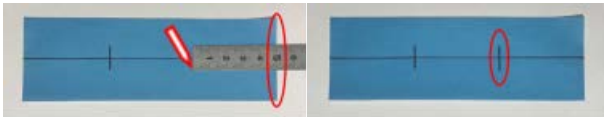


図8 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

## 2.5 直列寸法記入によるけがき方法

動画教材は、直列寸法記入により作図された図面から、穴中心を材料にけがき内容となる。生徒には図面とけがき作業が関係していることを気づかせるため、同じ図面で3パターン(正答、誤答1、2)のけがき方法を教材にした。直列寸法記入では、左穴中心の位置の測定は、左端面が基準面となるので、ここから鋼尺の測定が必要である。しかし、右穴中心については、左穴中心の位置から右穴中心の位置が指定されているため、左穴中心のけがき線を基準にけがきをする必要がある。下記に動画教材の概要を示す。

### 2.5.1 直列寸法記入によるけがきの正答の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図9に材料と鋼尺の関係を示す。
- ② 右穴中心にけがき線を引くために、左穴の中心線に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図10に材料と鋼尺の関係を示す。

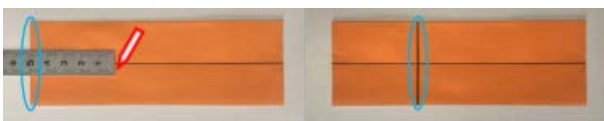


図9 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係



図10 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

### 2.5.2 直列寸法記入によるけがきの誤答1の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端に

けがきを行う。図11に材料と鋼尺の関係を示す。

- ② 右穴中心にけがき線を引くために、材料右端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺左端にけがきを行う。図12に材料と鋼尺の関係を示す。

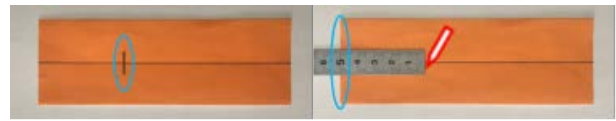


図11 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

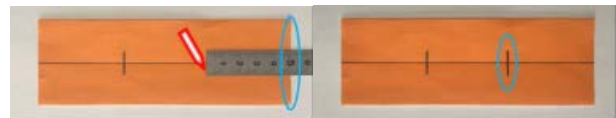


図12 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

### 2.5.3 直列寸法記入によるけがきの誤答2の動画概要

- ① 左穴中心にけがき線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図13に材料と鋼尺の関係を示す。
  - ② 右穴中心にけがき線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(100mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図14に材料と鋼尺の関係を示す。
- 誤答2では、並列寸法記入で正答だったけがき作業の手順が示されている。直列寸法記入法では、右穴中心からの寸法が指示されていることに対応したけがき方法が必要であることを気づかせるため、誤答の例としてこの寸法記入法を示すこととした。



図13 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係



図14 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

## 2.6 材料の中心線を基準とした対称記入法によるけがき方法

本教材は、材料の中心線を基準とした対称記入法により作図された図面から、穴中心を材料にけがき内容となる。下記に動画教材の概要を示す。

- ① 材料の妻手方向における中心線を引くために、材料左端の基準面に鋼尺の寸法(75mm)を合わせ、

鋼尺右端にけがきを行う。図14に材料と鋼尺の関係を示す。

- ② 右穴中心にけがき線を引くために、材料の妻手方向における中心線に鋼尺の寸法(25mm)を合わせ、鋼尺右端にけがきを行う。図15に材料と鋼尺の関係を示す。
- ③ 左穴中心にけがき線を引くために、右穴の中心線に鋼尺の寸法(50mm)を合わせ、鋼尺左端にけがきを行う。図16に材料と鋼尺の関係を示す。

材料の中心線を基準とした対称記入法は、材料の中心を基に、2つ穴中心の位置が指示されている。本教材においては、中心線より右穴中心の位置が指示され、次に右穴中心から左穴中心まで指示されている。

直列寸法記入や材料の中心線を基準とした対称記入法においては、左穴中心と右穴中心の間の距離が重要であり、機械部品においては、歯車による動力伝達など軸間の距離が指定される場合が多い。これらのことを初学者に推察させることは難しいと考えられるので、作図された部品の活用場面を補説しながら、寸法記入やけがきに意識を向けさせることが大切である。



図14 中心線のけがき作業の材料と鋼尺の関係



図15 右穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

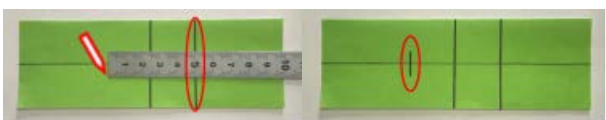


図16 左穴のけがき作業の材料と鋼尺の関係

### 3. 開発した動画教材の評価

#### 3.1 調査期日および対象

調査1は、2020年7月に、教員養成系大学の学部生7名、院生3名を対象に、動画教材を活用して、図面から寸法記入を読み取り、材料へのけがき作業の在り方をオンラインで学習した。

調査2は、2020年8月に、現職教員8名(技術・家庭科技術分野担当教員4名、高等学校工業系教員4名)を対象に、動画教材を活用して、図面から寸法記入を読み取り、材料へのけがき作業の在り方をオンラインで

学習した。

#### 3.2 調査方法

調査は、寸法記入とけがきの学習場面で動画教材を活用して50分間を配当した。学習内容と調査の流れを下記に示す。

- ① 各種寸法記入法について学習を行う。
- ② けがきの手順を確認する。
- ③ 動画教材を視聴し、3種類の図面に応じた鋼尺の使い方(けがき方法)を考える。
- ④ 動画教材①の視聴を行い、3種類のけがき方法でどれが正しいかを考察する。
- ⑤ 動画教材②の視聴を行い、3種類のけがき方法でどれが正しいかを考察する。
- ⑥ 動画教材③を視聴し、正しいけがきの手順を確認する。
- ⑦ 3つの図面の寸法記入法の違いと、誤差の発生から製作者の意図を考える。
- ⑧ 3つの図面の寸法記入法の違いについて教師から補説を聞く。
- ⑨ 学習のまとめを行った後、動画教材の評価と感想を尋ねる。

#### 3.3 調査項目

調査項目は、動画教材の理解の程度や、中学校や工業高等学校(以後、工業高校と示す)への利用の可能性を尋ねた。調査項目を表1に示す。回答は、4.はい、3.どちらかと言えばはい、2.どちらかと言えばいいえ、1.いいえの4件法で尋ね、平均と標準偏差を求めた。

表1 調査項目

| No. | 調査項目   |
|-----|--|
| 1.  | あなたはこの動画教材の内容が理解できましたか                         |
| 2.  | あなたは動画教材の内容が、寸法記入からけがき作業の手順を読み取る学習に適していると思いますか |
| 3.  | この動画教材を工業高校の第1学年の製図の授業で活用可能だと思いますか             |
| 4.  | この動画教材を中学校の製図の授業で活用可能だと思いますか                   |

#### 3.4 調査結果

学生の調査結果を表2に示す。問1の動画内容の理解度は3.7と比較的高い値を示し、大学生には理解できる内容であることが示された。

問2の学習の適合性についても、3.7と比較的高い値を示した。寸法記入の意味を理解し、それらを基にけがき作業の手順を学習することに適していることが示された。

工業学校の生徒への指導の可能性は、3.8と高い値を示し、活用の可能性があることが示された。

しかし、中学校技術・家庭科技術分野製図学習で活用の可能性については2.1と低く、適切でないことが



示された。

教員の調査結果を表2に示す。問1の動画内容の理解度は3.9と高い値を示し、製図を指導する教員にとっては十分理解できる内容であることが示された。

問2の学習の適合性についても、3.8と高い値を示した。寸法記入の意味を理解し、それらを基にけがき作業の手順を学習することに適していることが示された。

問3の工業高校の生徒への指導の可能性は、3.8と高い値を示し、活用の可能性があることが示された。

しかし、問4の中学校技術・家庭科技術分野製図学習で活用の可能性については2.4とやや低く、適切でないことが示された。

表2 学生に対する調査結果

|             | 4 | 3 | 2 | 1 | 平均  | S.D. |
|-------------|---|---|---|---|-----|------|
| 1.動画内容の理解度  | 7 | 3 | 0 | 0 | 3.7 | 0.50 |
| 2.学習の適合性    | 7 | 3 | 0 | 0 | 3.7 | 0.50 |
| 3.工業高校での可能性 | 8 | 2 | 0 | 0 | 3.8 | 0.44 |
| 4.技術分野での可能性 | 0 | 3 | 5 | 2 | 2.1 | 0.83 |

表3 教員に対する調査結果

|             | 4 | 3 | 2 | 1 | 平均  | S.D. |
|-------------|---|---|---|---|-----|------|
| 1.動画内容の理解度  | 7 | 1 | 0 | 0 | 3.9 | 0.38 |
| 2.学習の適合性    | 6 | 2 | 0 | 0 | 3.8 | 0.53 |
| 3.工業高校での可能性 | 6 | 2 | 0 | 0 | 3.8 | 0.49 |
| 4.技術分野での可能性 | 0 | 4 | 3 | 1 | 2.4 | 0.79 |

学生と教員の評価に関して、対応のない2標本の差の検定を行った結果、動画内容の理解度  $t(16)=0.86$ 、学習の適合性  $t(16)=0.22$ 、工業高校での可能性  $t(16)=0.24$ 、技術分野での可能性  $t(16)=0.78$ と、全ての質問項目に有意差が確認されなかった。そこで、出された指摘や感想については、学生、教員の意見をまとめて分類・整理することとした。分類・整理においては、製図の指導経験のある教員3名で行った。

「寸法記入からけがきの手順を学べる可能性」に関する感想・指摘が12件、確認された。「学習の順番（正答誤答や並列寸法記入から直接寸法記入の順番）が適切である」や、「誤り（誤答）を示すことで、正答を導きやすくしている」などの、具体的な指摘も複数含まれている。

また、「図面に描かれた寸法記入から誤差の読み取り」に関する感想・指摘が7件示された。「製作には誤差がつきもので、それらを意識することができる」や「鋼尺の使い方誤差が発生しやすくなる」などの意見が含まれている。

以上の2つの感想から、動画教材を活用することで、

寸法記入から誤差を読み取り、適切なけがき作業の手順を学習することに効果があると推察される。

「指導適正学年」の感想が7件あり、「中学校ではここまで深入りしない」、「中学校では時間が確保できない」や「機械製図の学習の初期段階での活用が適している」などの指摘である。

中学校技術・家庭科技術分野製図学習の指摘は、限られた時間（A～Dの4つの学習内容を履修させる）内に、けがき作業の指導に十分な時間が割けないことや、寸法記入に示された誤差まで図面から読み取るとは中学生にとって難しいなどの指摘である。その反面、工業学校の機械製図での活用の可能性がある指摘は、調査結果3の工業高校での可能性が高い値を示したことも一致している。

「オンライン授業での活用」に関する感想・指摘が6件確認された。「オンラインで活用したい」、「実習前の学習として活用ができる」、「反転学習の教材として動画教材を利用したい」など、オンライン授業での活用の可能が確認された。

その他の動画教材に対する指摘として、「大切な場面を静止画で提供すると良い」や「動画をもう少し短くして欲しい」、「音声で解説を入れて欲しい」、「穴以外の図面の動画も作って欲しい」、「webで情報を公開して欲しい」、「生徒の回答の記録を残せる機能を付けて欲しい」など改良の視点が示された。

調査および感想から、動画教材は、図面に示された寸法記入から、それらが示す意味を読み取り、鋼尺を活用した正しいけがき作業の手順を学習ことに一定の効果があることが示された。また、動画教材の活用場面は、工業高校の機械製図の導入に可能性があることが確認された。

#### 4. 結言

以上、本研究では、図面に書き込まれた寸法記入から、制作意図や誤差を理解し、正しいけがき作業の手順を学習する動画教材を開発し、大学生、教員を対象に動画教材の評価を行った。以下にその結果をまとめる。

- 1) 動画教材は、提供された図面から製作情報を読み取る力の育成を支援するため、同一の図形に対して、並列寸法記入法、直列寸法記入法、材料の中心線を基準とした対称記入法の3種類を作成した。
- 2) 動画教材の内容は、大学生、教員からは十分に理解できる内容であることが確認された。
- 3) 動画教材は、工業高校の機械製図などの学習に活用の可能性があることが確認された。
- 4) 動画教材は、オンラインでの活用についても可能性があることが示された。

また、通常機械製図の指導では（教科書の記載順

番), 直列寸法記入法→並列寸法記入法→材料の中心線を基準とした対称記入法の手順で学習することが一般的であるが, 並列寸法記入法を先に学習することで直列寸法記入法のけがき手順が分かりやすくなるという学習の順番に関する指摘も確認された。

しかし, 動画の時間や, 静止画を使つての補説の必要性など, 動画教材の改善点も確認された。今後は, 工業高校生に対して動画教材を活用した指導過程を検討すると共に, 授業実践を進めたい。これらは今後の課題とする。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省: 高等学校学習指導要領解説工業編, 実教出版, pp.18-19 (2015)
- 2) 文部科学省: 高等学校新学習指導要領(平成31年告示)解説 工業編, 実教出版, pp.33-34 (2019)
- 3) 山口顕司: 加工者の技能レベルが図面読解過程に及ぼす影響-フライス加工の場合 - 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, p p.353-354 (2014)
- 4) 牧博司: 機械設計製図における部品図の寸法記入法が工場の現有設備に依存するという教育例の一紹介, 設計工学, 第28巻, 第10号, pp.423 (1993)
- 5) 文部省: 中学校学習指導要領 (昭和33年改訂)
- 6) 文部省: 中学校学習指導要領 (昭和44年) 改訂版, 明治図書 (1968)
- 7) 文部省: 中学校指導書技術・家庭編, 開隆堂 (1978)
- 8) 文部省: 中学校指導書技術・家庭編, 開隆堂 (1989)
- 9) 文部科学省: 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 技術・家庭編, 東京書籍 (1999)
- 10) 文部省: 中学校指導書技術・家庭編, 開隆堂出版, pp.8-9 (1968)
- 11) 長澤 徹・井川大介: 中学校技術科における製図学習の現状及び教員養成大学の製図教育, 設計工学, 第47巻, 第5号, pp.213-218 (2012)
- 12) 岡村吉永・阿濱茂樹・平田直樹・伊藤文雄: 木材加工におけるけがき作業の改善, 日本産業技術教育学会誌, 第60巻, 第3号, pp.143-148 (2018)
- 13) 原田 功・木村 誠: 中学生による加工技能学習の作業工程の認識-けがき作業への注目-, 静岡大学教育実践総合センター紀要, 第9号, pp.113-121 (2003)
- 14) 大西清: JISにもとづく機械設計製図便覧 (第12版), オーム社, p.17-22 (2018)
- 15) 前掲14), pp.17-23 (2018)

#### Abstract

It is important to write down the ideas and thoughts on the drawing to complete the product. The designer writes down the manufacturing intentions on the drawing and then processes and assembles various parts based on the drawing. The basis for these activities, such as drawing and laying-out, are studied in the technology fields of junior high school technology and home making and technical high school. In the drawing class, we aim to learn the rules of drawing, to draw diagrams correctly, and to develop the ability to read manufacturing information from drawings. In this study, we develop video teaching materials to learn the meaning of drawing and the procedure of accurate laying-out on materials. The developed video material shows how to use a steel scale to work laying-out from the same material and three different sizes of drawings. The developed video materials were used to teach reading the drawing and laying-out to university students and their drawing instructor, and the video materials were evaluated. As a result, it was confirmed that the video teaching materials were effective in helping students understand the meaning of dimensioning and the correct use of steel scale in the laying-out work. In addition, it was confirmed that the video teaching materials are effective in the technical high school's drawing, classes and practical training. Keywords : Drawing, Dimensioning, Laying-out, Errors, Video teaching materials, Reading the drawing



## LED 制御プログラミング教材開発と協調学習を活用した授業実践

## Teaching Practice with Collaborative Learning Using Newly Developed Educational Programming Materials for Controlling LEDs

新垣賢悟\* 城間富秀\*\* 小野寺 清光\*\*\*

Shingo ARAKAKI\*, Tomihide SHIROMA, and Kiyomitsu ONODERA\*\*\*

\* Okinawa Prefectural Ohira Special Needs School,

\*\* Junior High School Attached to Faculty of Education, University of the Ryukyus

\*\*\* Faculty of Education, University of the Ryukyus

教育用マイコンボード `micro:bit` を採り上げ、エネルギー変換の技術及び情報の技術の計測・制御に加えて、ネットワーク通信を体験的に学ぶ LED 制御プログラミング教材の開発を行った。また、本教材を用いて中学校 2 年生 115 人を対象に 3 時間の授業実践を実施し、プログラミング制作では知識構成型ジグソー法による協調学習を取り入れた。授業前後の調査では、この本実践を通してプログラミングへの意欲向上では統計的有意性は確認できなかったが、情報通信ネットワークや LED の仕組みに関する理解が大いに深まったことが窺えた。

キーワード：計測・制御，無線通信，プログラミング，LED，知識構成型ジグソー法，`micro:bit`

## 1. はじめに

2018 年度公示の学習指導要領では、学習の基盤となる資質・能力のひとつに情報活用能力が位置付けられ、小学校におけるプログラミング教育の成果を生かし発展させるという視点から、中学校学習指導要領の技術分野「D 情報の技術」の教育内容には、従前からの「D (3) 計測・制御のプログラミング」に加えて、「D (2) ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツに関するプログラミング」が追加された<sup>1)</sup>。

新たなこの内容は、これまでのデジタル作品の設計・製作を継承し、既製アプリケーションを用いることが多かったコンテンツ制作にプログラミングを活用すること、更にネットワークの利用や双方向性の規定も追加された。そして、この教育内容に関する教材開発では HTML や JavaScript 等を用いた Web ページ制作が主流となり、例えば国土地理院サーバを利用した地図アプリ、Q&A 方式のクイズアプリ、チャットアプリ、物流マッチングアプリなどがこれまで報告されている<sup>2-4)</sup>。しかし、情報通信ネットワークの構成を学ぶという観点からは、サイバー空間である Web 上だけでは実感として理解することは困難であると考えられ、またプログラミング時にはコード入力やスペルミスでのつまずきも予想される。

一方、「D (3) 計測・制御のプログラミング」では、ロボット製作<sup>5,6)</sup>に代表されるように、材料加工、機械機構や機器制御などの総合的な技術を学ぶ教材が可能であり、計測・制御のしくみや情報の流れを体験的に理解しやすい。また、コンピューティングプラットフォームとしては、プログラミングコードを覚えずに簡単な操作でプログラミングが可能な様々なビジュアルプログラミング言語が普及し始め、加えてシングルボードコンピュータの Raspberry Pi<sup>7,8)</sup>や Arduino<sup>9,10)</sup>, `micro:bit`<sup>11)</sup>などのマイクロコントローラも利用可能となり、コンピュータと実世界を繋ぐフィジカルコンピューティングが手軽に実施できる環境が整ってきている。

このうち、`micro:bit`は2015年に英国放送協会(BBC)が英国内の Year 7 (11~12 歳) 生徒全員に 100 万台無償配布し、また日本でも 2018 年にウインドウズ デジタルライフスタイルコンソーシアム (WDLC) が小学校 100 校に 1 校あたり 20 台無償提供するなど、学校現場への普及が進んでいる。他と比較して安価であり、LED 画面表示や各種センサなどがワンボードに組み込まれている上、bluetooth だけでなく独自規格による `micro:bit` 同士の無線通信も可能である。学習指導要領が意味するところのコンテンツは、文字、音声、静止画、動画などの人間にとって意味のある情報内容であるため、D(2)の「双方向性のあるコンテンツ」の内容を包含することは難しいが、この無線通信機能を活用することで、情報通信ネットワークの仕組みや利用に関して生徒が皮膚感覚として実感できる教材が期待できる。

そこで、今回、教育用マイコンボードである `micro:bit` を利用して、計測・制御に加えてネットワーク利用及びその双方向性を学ぶ LED 制御プログラミング教材の開

(2020 年 10 月 26 日受付, 2020 年 12 月 17 日受理)

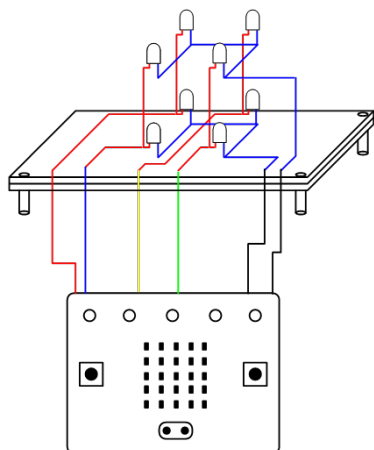
\*沖縄県立大平特別支援学校

\*\*琉球大学教育学部附属中学校

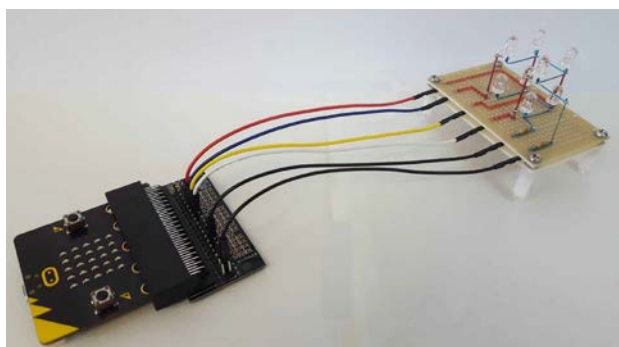
\*\*\*琉球大学教育学部

2020 年 10 月 第 33 回九州支部大会にて発表

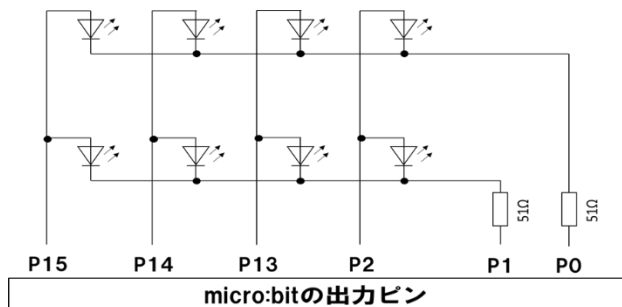
発を行った。また、本教材を用いて中学校 2 年生を対象に協調学習を取り入れた授業実践を行ったので報告する。



(a) 外観図



(b) 完成図



(c) 回路図

図 1 LED 制御プログラミング教材

表 1 教材部品

| 品番 | 構成部  | 品名                    | 個数 |
|----|------|-----------------------|----|
| 1  | 制御部  | micro: bit            | 1  |
| 2  |      | コネクタブレイクアウトボード        | 1  |
| 3  |      | 電池ボックス単三×2 PH コネクタ付き  | 1  |
| 4  | 制御対象 | 5mm φ LED             | 8  |
| 5  |      | ユニバーサル基盤 72×47mm□     | 2  |
| 6  |      | 六角スペーサ 14mm           | 4  |
| 7  |      | 3mm φ ブラネジ 7mm        | 4  |
| 8  |      | ジャンパーワイヤ (オス-メス) 15cm | 6  |

## 2. 教材開発

図 1 に今回開発した LED 制御プログラミング教材を示す。各々、概観図、完成図、回路図である。立体的に配置された LED (LED Cube) を micro:bit で制御する構成であり、micro:bit の無線機能を活用したプログラミングで複数の LED Cube を連動して動作させる。表 1 に使用した教材部品の一覧を示す。

授業実践での指導のねらいを考慮し、教材開発のポイントは、(1) micro:bit のセンサ機能を利用した計測・制御の修得、(2) micro:bit の無線機能を利用して連動動作させることによるネットワークの体験的な理解、(3) 制御対象に LED Cube を採用して立体的に配置された LED 回路の結線と極性の学習、の 3 点とした。

近年、3D プリンタや VR, AR が目覚ましく普及しているため、立体的な構造や接続の理解が必要であるとの観点から、制御対象には LED Cube を選択した。図 1 (a) の外観図のとおり、直径 5mm φ の砲弾型 LED 8 個を 2×2×2 で配置した最も初歩的な立方体構造である。また、図 1 (c) の回路図に示すように、上層と下層の各々 4 個の LED はカソード共通とし電流制限抵抗を 510 Ω とした。はんだ付けで製作し、LED 極性が視認できるようにアノード線は赤色、カソード線は青色に油性ペンで着色する工夫を施した。また、連動する LED Cube を個別識別し易くするため、複数の発光色 (黄色、赤色、桃色、緑色、青色の 5 色) の LED Cube を用意した。ここで、発光色が異なる LED は順方向電圧  $V_F$  が異なるため、並列接続すると電流の片寄りが生じ故障の原因になる。そこで、1 つの教材内は同一色の LED で統一した。また、電流制限抵抗は発光色が異なる LED で最適化することが望ましいが、体感する明るさは電流の違いほど顕著ではないため、教材簡易化の観点から 510 Ω で統一した<sup>12)</sup>。

LED Cube と micro:bit との接続はコネクタブレイクアウトボードとジャンパーワイヤを用いて脱着可能とし、P0~P2, P13~P15 の 6 端子を使用した。micro:bit 電源は 3V とし、PH コネクタ付き電池ボックス (単三電池×2) を用いた。また、micro:bit のプログラミングは、Microsoft 提供の MakeCode エディターでビジュアルプログラミング言語を選択した。コードタイピングが不要で生徒のコード入力時のつまづきを防ぐことはもちろん、ブロック体で処理手順が表示されることからデバック作業も容易になると考えられる。

## 3. 授業実践

琉球大学教育学部附属中学校 2 年生 3 クラス (男子 58 名、女子 57 名、計 115 名) を対象に、令和 2 年 1 月下旬から 2 月上旬に授業を実施した。「C エネルギー変換の技術」及び「D 情報の技術」の複合領域を扱い、題材名は「micro:bit を使って LED Cube のイルミネーションを制御しよう」とした。

対象の生徒は、これまで Scratch を用いたゲーム作り

で、順次、条件分岐、反復などのプログラミングの基礎を習得しており、本実践直前の単元では LED ランタン製作の実習を行っている。そこで、指導のねらいを、(1) 各種センサなどの機能を活用し物理的な変化や条件からコンピュータ間の連動を体験的に捉えること、(2) 通信機能を使いこなしコンピュータ間の双方向ある通信の仕組みについて理解すること、(3) LED CUBE の制御方法をエネルギー変換の技術での既習事項を用いて理解し実践することとした。表 2 に本実践の指導計画を示す。配当時間は 3 時間であり、2, 3 時間目は連続で実施した。

表 2 指導計画

| 時間 | 指導項目                              | 学習活動及び学習内容   |
|----|-----------------------------------|--|
| 1  | micro:bit のチュートリアル                | micro:bit の基本操作法を確認し、入出力機能を活用して LED 点灯と極性を調査する課題プログラミング及び実験。2 人ペア。   |
| 2  | micro:bit の機能及び LED Cube 制御に関する学習 | 協調学習 (知識構成型ジグソー法) 3 つのエキスパート活動<br>A: 「micro:bit の各種センサ機能」<br>B: 「micro:bit の無線機能」<br>C: 「LED Cube の制御方法」<br>4 人 1 グループのジグソー活動<br>LED Cube 制御のサンプルプログラムのダウンロード及び実行。 |
| 3  | LED Cube 点滅制御のプログラミング制作           | ネットワークで連動する LED Cube 点滅制御に関するオリジナルプログラミングの構想・制作、発表、まとめ、及び振り返り。   |

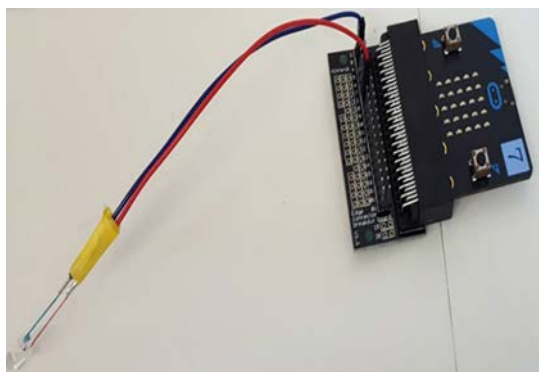
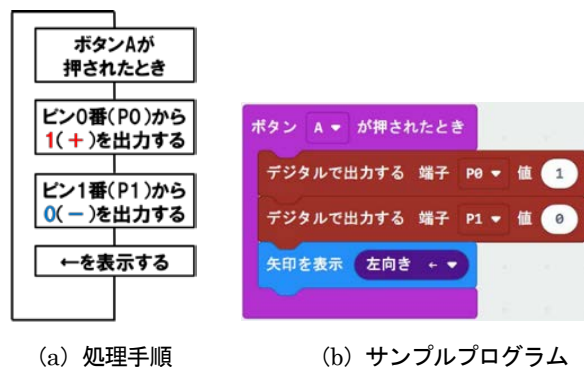


図 2 LED 点灯制御の教材

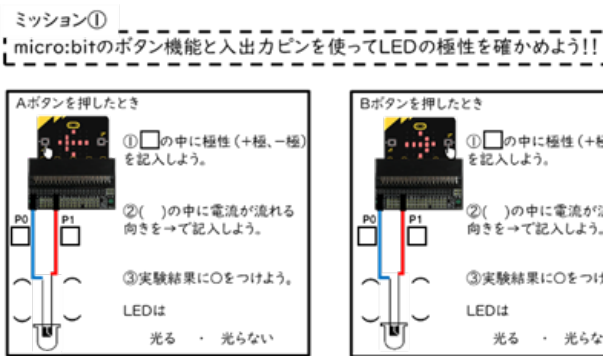
### 3.1 LED 点灯制御の修得

まず、1 時間目は生徒 2 人がペアとなり、micro:bit 及び MakeCode の基本操作法を修得した後、LED 点灯と極性の関係を調べる課題を通して micro:bit の入出力機能及び LED 点灯の仕組みを学習することとした。図 2 に示すような単体 LED にオスメス型のジャンパーワイヤを取り付けた新たな部品を用意し、ブレイクアウトボード端子 P0, P1 に接続した。ここで、LED は白色を用い、その順方向電圧  $V_F$  が micro:bit 電源電圧の 3V 近傍であるため電流制限抵抗は接続していない。



(a) 処理手順

(b) サンプルプログラム



(c) ワークシートの抜粋

図 3 LED 点灯制御の資料



図 4 LED 点灯制御について学ぶ生徒の様子

教員からは図 3 に示す LED 点灯制御の資料を配布した。生徒が命令の順序に迷わないよう、使用する命令ブロック部品と共に図 3 (a) のような LED 点灯制御の処理手順を提示し、図 3 (b) のプログラムを生徒自ら組み、LED を点灯する実験とした。同時に図 3 (c) に示すワークシートも配布し、micro:bit 入出力端子の「0」「1」と LED 端子の極性「-」「+」の対応について詳しく説明した後、(ミッション 1) 「micro:bit のボタン機能と入出力ピンを使って LED の極性を確かめよう」と題し、「ボタン A が押されたとき」(図 3 (a-b)) と共に「ボタン B が押されたとき」のプログラムを組み、LED の極性について学んだ。更に、(ミッション 2) 「micro:bit の



両方のピンを同じ極性にすると LED はどうなる？」と題し、LED 端子を同電位にした場合の動作についても考えながら LED の極性を学んだ。図 4 に、教員が用意したプレゼンテーション資料を画面に投影しながら LED 点灯制御について学ぶ生徒の様子を示す。

### 3.2 LED Cube 点滅制御プログラミング制作

2 時間目の冒頭では、教員が製作した幾つかの LED Cube 点滅制御プログラミングの事例教材を提示した。センサを利用した LED 点滅制御や無線通信で連動する LED 点滅を、生徒達自らが操作して体験した後、題材のめあてを確認し、図 5 に示す知識構成型ジグソー法による協調学習を開始した<sup>13-17)</sup>。

まず、生徒は表 2 に示す、指導のねらい(1)~(3)に対応した 3 つのエキスパート活動 A~C の何れかに参加して教員から提示された課題の解決を行う。次に、異なるエキスパート活動に参加した生徒 4 人が 1 つのジグソー活動グループを構成し、各活動の課題を解決する過程で学んだ情報を交換し合い、2 組の LED Cube 教材を利用して連動する制御プログラミング制作の見通しを立てることとして授業展開した。ここで、エキスパート活動とジグソー活動は各々 20 分とし、その後にグループ独自のプログラミングを構想する時間を 7 分間用意した。

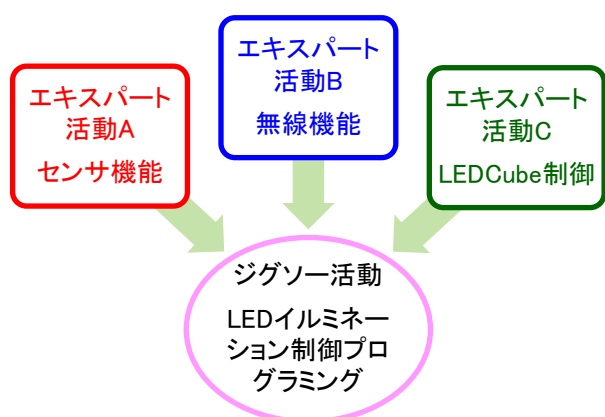


図 5 知識構成型ジグソー法の構成



図 6 エキスパート活動 A のサンプルプログラム

3 つの活動のうち、エキスパート活動 A は、micro:bit の各種センサ機能を活用したプログラミングとした。光センサと加速度センサを用いた 2 種のサンプルプログラムを提示し、センサ機能を考慮してプログラムを解釈しながら、micro:bit LED 画面へのアイコン表示及びデジタル端子出力での LED 点滅制御を行う課題を課した。図 6 に光センサを用いるサンプルプログラムを示す。

エキスパート活動 B は、micro:bit の無線機能を活用したプログラミングとした。図 7 に提示したサンプルプログラムを示す。無線で送受信するコンテンツは 1 桁の数値とし、if 文ブロックと数値の送受信を組合せ、2 つの micro:bit 間で通信して micro:bit LED 画面にアイコン表示をする課題を課した。ここで、他グループとの混信を避けるため、micro:bit 本体にグループ番号を記入したシールを貼付し、プログラミングの無線グループ番号として用いるよう指導を徹底した。



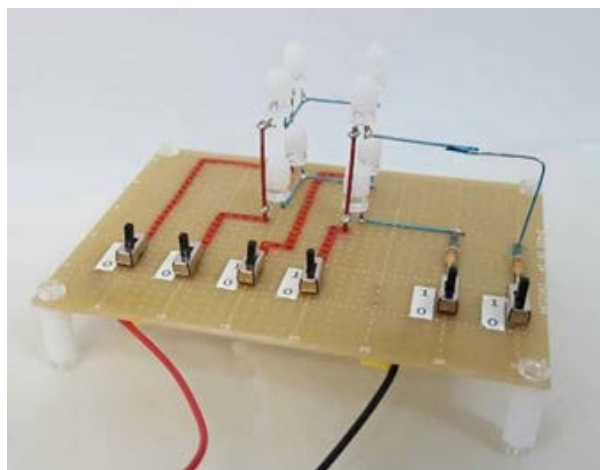
図 7 エキスパート活動 B のサンプルプログラム

エキスパート活動 C は、立体的に配置された LED の点滅方法の修得とした。この活動では、図 8 に示すような手動スイッチを用いた新たな教材を用意した。図 8 (a) は完成図、図 8 (b) は配線図である。図 1 に示した教材と同一の結線で、micro:bit で制御する端子を 2 接点スライドスイッチに置換している。生徒には図 9 (a) に示すような特定位置にある LED だけを点灯させるスイッチの組合せを問う課題を課した。図 9 (b) のような関数ブロックを用いたプログラミングも同時に提示し、手動スイッチを実際に操作しながら、スイッチと micro:bit 端子の関係について修得できるようにした。

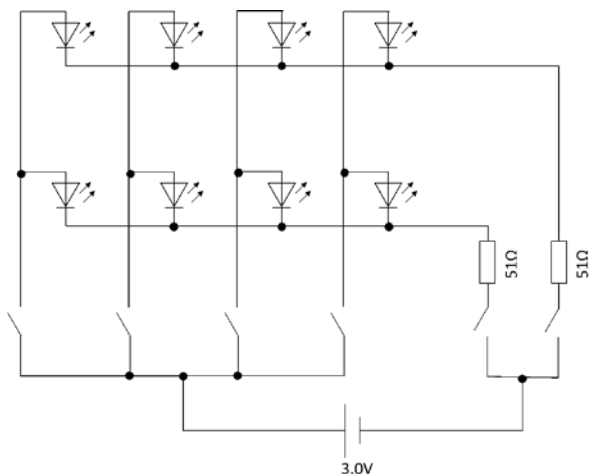
エキスパート活動後には、異なるエキスパート活動に参加した 4 人がグループとなりジグソー活動を展開した。異なるエキスパート活動で得られた知見を説明し合い、質疑応答し合いながら、LED 点滅制御プログラミング制作への道筋を模索した。更に終盤の 7 分では、グループ独自のプログラミング構想の素案を話し合った。

3 時間目には 4 人グループで 2 組の教材を使用し、2 台の LED Cube が無線通信機能を用いて連動する点滅制御を構想し、具体的なプログラミング制作を実施した。

まず、教員側から光センサ、加速度センサ、及びボタンの機能を活用した 3 種のサンプルプログラムを提示し、グループで参考にするプログラムを選択させたのち、構想活動へと展開した。サンプルプログラムと一緒に配布した解説書には、ひと塊のブロック毎にプログラムの機能や説明を記し生徒達が自力でサンプルプログラムを理解できるよう工夫した。また、構想を具体化する手立てとして、A4 版の構想シートも用意した。表面には無線グループ番号と使用センサの確認欄を設け、構想した内容のフローチャートを記入する構成とした。裏面には、点灯させる LED に色が塗れる LED Cube のイラストを複数挿入して点滅パターンが視覚的に確認できるようにし、同時に図 9 (b) の関数ブロックを対応させて、プログラミングが円滑に進められるよう誘導した。



(a) 完成図

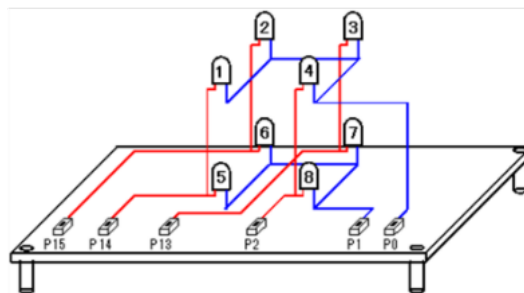


(b) 回路図

図 8 スイッチ式 LED 制御教材

最後に、プログラミング制作が完成したグループから、順次、LED 点滅動作の実演を交えながら発表を実施し、

グループ間での情報交換も行った (クロストーク活動)。サンプルプログラムにない命令ブロックを新たに追加してプログラミングするグループや、新しい関数ブロック定義して独自の LED 点滅パターンをプログラミングするグループなども現れ、プログラミングに独自のアイデアを取り入れ、積極的に改善や修正を行う様子が見られた。特に、改良を重ねたグループでは、LED 点滅制御に加えて、micro:bit LED 画面でメッセージを送受する工夫なども施していた。



課題 1 1 番の LED だけをつけるためにはスイッチの組み合わせはどのようになるでしょうか。実験装置で調べて表を完成させよ。

| スイッチ番号      | P15 | P14 | P13 | P2 | P1 | P0 |
|-------------|-----|-----|-----|----|----|----|
| 出力 (0 or 1) | 0   |     |     |    |    |    |

(a) LED 点滅課題



(b) 関数ブロック

図 9 LED 点滅プログラミング

#### 4. 結果と考察

図 10 に授業実施前後に行なったアンケートの結果を示す。4 つの質問に対して、「あてはまる」から「あてはまらない」の 5 段階の選択肢から、自分の意識に該当するものを 1 つだけ選ぶ形で回答してもらった。ここで、図中のデータラベルは回答人数で合計 115 名である。このアンケートは順序尺度ではあるが、授業前後の意識変化の目安を得るため、「あてはまる」を 5、「ややあてはまる」を 4、「どちらともいえない」を 3、「あまりあてはまらない」を 2、「あてはまらない」を 1 に点数変換し、以下その平均値を用いて授業の有意性を評価した。

まず、質問「プログラミングは得意ですか」(図 10 (a))

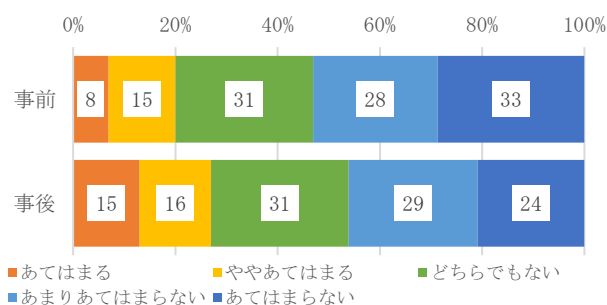
に対しては、授業前の平均が 2.45、授業後が 2.73 であった。この平均の差が統計的に有意かを確かめるために、有意水準 5% で t 検定 (両側検定, 自由度 228) を行ったところ、限界値 1.97 に対し t 値は 1.67, p 値は 0.097 であり、特に有意差は見られなかった。しかし、否定的回答で特に「あてはまらない」が 10% 弱減少しており、プログラミングに苦手意識を抱く生徒には効果があった可能性がある。

次に、質問「プログラミングに興味・関心がありますか」(図 10 (b)) に対しては、授業前の平均が 3.24、授業後が 3.54 であり、同様に有意水準 5% で t 検定を行ったところ、t 値は 1.16, p 値は 0.097 であった。最も肯定的な「あてはまる」との回答が増加しており、本実践前から興味・関心があった生徒には訴求力があつたとも考えられるが、統計的な有意差は見られなかった。

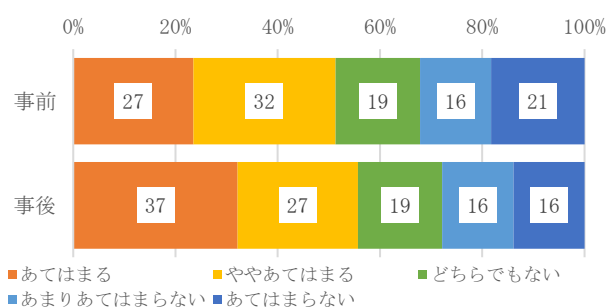
一方、質問「通信の仕組みを知っている/理解できた」(図 10 (c)) に対しては、授業前の平均が 2.08、授業後が 3.42 であった。有意水準 5% での t 検定では t 値は 7.97, p 値は  $7.9 \times 10^{-14}$  であり、統計的な有意差が認められた。理解を示す回答(あてはまる, 少しあてはまる)が 40% ほど増加すると共に特に「あてはまらない」が大幅に減少し、4 つの質問の中で最も大きく変化している。生徒たちは本実践を通して通信の仕組みについて理解を深めたことが分かる。生徒のワークシートでは「マイクロビットの右上にある数字でグループ番号を設定しないと連動しない。」「B: グループ番号を同じにする。送受信するのは数値」など、無線チャネル概念を修得した跡がみられる記述も散見された。

更に、質問「LED の特徴を知っている/理解できた」(図 10 (d)) に対しは、授業前の平均が 2.40、授業後が 3.46 であった。有意水準 5% での t 検定では t 値は 6.12, p 値は  $4.1 \times 10^{-9}$  であり、統計的な有意差が認められた。特に、理解を示す回答(あてはまる, 少しあてはまる)が 30% ほど増加している。1 時間目のミッション 1, 2 において LED の極性と点灯の関係に加え、同じ極性(同電圧)にした場合の課題を解決したので、授業後の振り返りでは「+側から-側へ電気が循環しないと流れないことが分かった。」「値 0 だと電気を流さないのだから「0」と「0」ではそもそも電気は流れない。値 1 は 3V で電気を流すのだから「1」と「1」ではぶつかって打ち消し合い電気は流れない。」「回路は+と-でないと成り立たず+と+または-と-では反発し合い電気が流れないと思った。」「今回の実験では 3V と 3V で打ち消しあつて電気は流れなかったが、1V と 5V では 4V で流れるのではないかと思った。」などの意見が散見され、理解が深まったことが窺える。

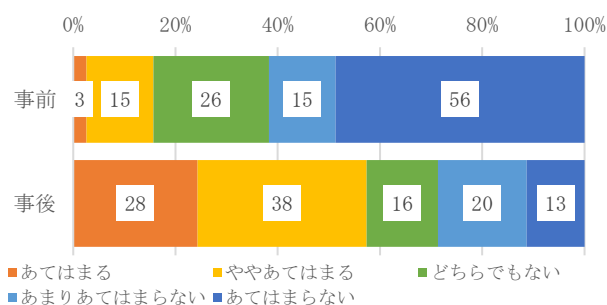
最後に、今回採用した協調学習の教育効果について述べる。中学校段階のプログラミング学習は、生徒間で習熟度に大きな差があることが多々あるので、相互に教え合うグループ活動が有効であると考えられる。しかし、



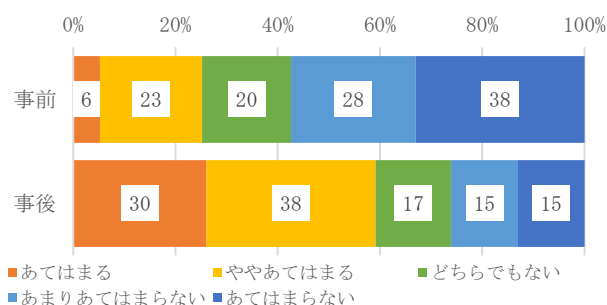
(a) プログラミングは得意



(b) プログラミングに興味・関心



(c) 通信の仕組みを知っている/理解できた



(d) LED の特徴を知っている/理解できた

図 10 事前事後アンケート結果

往々にして得意な生徒から苦手な生徒への一方通行になり易い。今回、知識構想型ジグソー法での協調学習を実施して、特にエキスパート活動での課題 (CoREF<sup>13)</sup>では「部品」と呼ぶ、視点の違う資料や実験などに相当) が

効果的であったと考えられる。エキスパート活動で生徒達は、自分の「部品」の担当者として責任をもって課題を理解・解決する姿勢がみられ、また、ジグソー活動ではそれぞれの「部品」に関して獲得した事実を説明しながら、積極的な意見交換する姿がみられた。プログラミングに関する既有知識の多少、得手不得手に関わらず、「部品」担当者として、主体的に活動できたようである。更に、指導側としても、プログラミングは様々な機能から成立し、これらを統合する構成になっているので、この「部品」が比較的作り易いと考えられる。

## 5. まとめ

中学校技術科の「C エネルギー変換の技術」及び「D 情報の技術」の計測・制御に加えてネットワーク通信を体験的に学ぶ複合教材として、教育用マイコンボード **micro:bit** を採り入れた **LED** 制御プログラミング教材の開発を行った。開発のポイントは **micro:bit** のセンサ機能を利用した計測・制御の修得、**micro:bit** の無線機能を利用し連動させたネットワークの体験的な理解、及び制御対象を **LED Cube** とし立体的に配置された **LED** 電気回路の結線と極性の修得としたことである。

本教材を用いて中学校 2 年生 3 クラス 115 名を対象に、題材名「**micro:bit** を使って **LED Cube** のイルミネーションを制御しよう」で 3 時間の授業実践を行った。1 時間目は生徒が 2 人ペアとなり **micro:bit** 基本操作を修得した後、単体 **LED** の点灯プログラミングを行い、2, 3 時間目は、知識構成型ジグソー法による協調学習を取り入れた。エキスパート活動は **micro:bit** の各種センサ機能、**micro:bit** の無線機能、及び **LED Cube** の制御方法を修得する 3 種のグループを用意し、その後のジグソー活動は、異なるエキスパート活動に参加した生徒 4 人が 1 つのグループを構成し、協働で **LED** 点滅制御プログラミングを構想及び制作する形で展開した。

実施前後のアンケート調査によれば、本実践を通して生徒たちのプログラミングに対する意欲の向上に関しては統計的有意性は確認できなかったが、情報通信ネットワークや **LED** の仕組みに関する理解を大いに深めることができ、授業目標を達成できたと考えられる。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編，開隆堂，(2018)
- 2) 山田哲也ほか：双方向のデジタルコンテンツを **Javascript** でプログラミングする授業実践～国土地理院サーバの利用～，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，16，(2019)，1-6
- 3) 水門博一ほか：ネットワークを利用した双方向性あるコンテンツのプログラミングに対応したプログラミング題材の研究，日本産業技術学会九州支部論文，26，(2018)，21-27
- 4) 秋山大翼ほか：ネットワークを用いた双方向性のあるプログラミングの教材開発，愛知教育大学研究報告 芸術・保健体育・家政・技術科学・創作編，67，(2018)，15-19
- 5) 鈴木研二ほか：技術的概念の定着を目指したロボット学習システムの開発，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，35，(2012)，367-374
- 6) 具志佳輝ほか：リンク機構を活用した2足歩行ロボットの教材化に関する研究，日本産業技術教育学会九州支部論文集，20，(2012)，89-93
- 7) 小野寺清光ほか：**Raspberry Pi**を用いたロボットプログラミング教材開発と授業実践，日本産業技術教育学会九州支部論文集，24，(2016)，1-6
- 8) 川野博章：楽しみながら課題解決力を伸ばすプログラミング教育の工夫，愛知県総合教育センター教育研究紀要，85，(2018)，51-54
- 9) 天良和男：ScratchとArduinoを活用したプログラミング教育の実践，教育システム情報学会第41回全国大会講演要旨集，(2016)，85-86
- 10) 辻明典ほか：フィジカルコンピューティング教材を用いた情報技術教育の実践，徳島大学大学開放実践センター紀要，27，(2018)，23-30
- 11) 小山善文ほか：フィジカルコンピューティングを志向した小学生を対象とするプログラミング教育の実践，PC Conference論文集，(2018)，253-256
- 12) 高橋史歩ほか：小学生を対象とした**LED** ランタン教材の開発と授業実践，日本産業技術教育学会九州支部論文集，22，(2014)，93-99
- 13) 東京大学 CoREF：知識構成型ジグソー法，<https://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515> (2020年10月20日確認)
- 14) 平敷りかほか，未来を切り拓く対話からの学び(3年次)，琉球大学教育学部附属中学校研究紀要，琉球大学教育学部附属中学校研究紀要，28，(2016)，1-22
- 15) 玉城康博ほか：ICTを活用したものづくり教材の開発，日本産業教育学会第27回九州支部大会講演要旨集，(2014)，97-98
- 16) 玉城康博ほか：協調的な学びを通じた課題解決型の学び合い，日本産業教育学会第30回九州支部大会講演要旨集，(2017)，87-88
- 17) 城間富秀ほか：学びをつなげよりよい生活を創造する生徒の育成，琉球大学教育学部附属中学校研究紀要，30，(2018)，89-96

### **Abstract**

An educational programming material for controlling LEDs using the educational microcomputer board micro: bit was developed to learn network communication in addition to energy conversion technology and instrumentation and control in information technology. A 3-hour class practice was conducted for 115 second-year junior high school students. Collaborative learning with the knowledge composition type jigsaw method was adopted in programming production. The pre- and post-questionnaire survey showed that this practice was effective for students to deepen the understanding of information and communication networks and LED characteristics, although statistical significance could not be confirmed in the improvement of students' motivation for programming.

**Key words:** Instrumentation and Control, Wireless Communication, Programming, Light Emitting Diode, Knowledge-Constructive Jigsaw Method, micro:bit



## 資質・能力を育成する一方向型オンライン授業の検討 — 現職教員を対象とした動画教材作成の意識調査とポイント —

### Examination of One-way Online Lessons to Develop Competencies - Awareness Survey and Points of Creating Video Teaching Materials for In-Service Teachers -

大塚芳生\* 萩嶺直孝\*\* 田口浩継\* 高崎文子\* 浦川健一郎\*

Yoshio OHTSUKA\*, Naotaka HAGIMINE\*\*, Hirotsugu TAGUCHI\*, Fumiko TAKASAKI \*,  
and Kenichiro URAKAWA

\* Graduate School of Education, Kumamoto University

\*\* Faculty of Education, Oita University

2019年11月に新型コロナウイルス感染症が発生し、2020年5月に全国の学校の86%が臨時休校となり、オンライン授業の取組みが活性化し各学校のWebページに一方向型オンライン授業として動画教材が掲載されるようになった。しかし、その動画教材には問題があり、動画教材作成の視点として育成すべき資質・能力や主体的学習について検討することが重要であると考えた。そこで、オンライン授業（双方向、一方向）を実施又は未実施の現職教員が、範例動画の視聴によって資質・能力、学力の三要素及び主体的学習の育成にどのような効果があると思っているのか、校長は動画作成ポイントをどのように捉えているのか調査した。その結果、資質・能力では「学力の保証」、「資質・能力の育成」、「教育内容の改善・充実」が、学力の三要素では「知識・技能」、主体的学習の育成では「目標設定」「計画性」「粘り強さ」について学習効果があると思っていることが明らかとなった。また、動画教材の作成のポイントについても示唆された。

キーワード：オンライン授業、動画教材、範例、授業形態、実施状況

#### 1. はじめに

2017年に告示された新学習指導要領における改訂<sup>1)</sup>では、「学校教育全体並びに各教科、道徳科、外国語活動、総合的な学習の時間及び特別活動の指導を通してどのような資質・能力の育成を目指すのかを明確にしなが、教育活動の充実を図るものとする。」と示されている。資質・能力は、国立教育政策研究所<sup>2)</sup>が「基礎力、思考力、実践力」の三層構造で示した。その後、論点整理<sup>3)</sup>で「何を知っているか、何ができるようになるか、知っていることをどう使うか、社会の中でどのように関わっていくか」に整理され、学力の三要素として示されている。本改訂は、受動的な学習スタイルから、能動的な学習スタイルに変えるという教育観が強く作用している<sup>4)</sup>と示された。この教育観に変えるためのポイントとなる「学びに向かう力・人間性等」は、2019年中央教育審議会<sup>5)</sup>で、個人内評

価として扱う「感性や思いやりなど」と評定する「主体的に取り組む態度」が示された。

このような状況の中に、新型コロナウイルス感染症 Corona Virus Disease (以下、COVID-19)の影響による文部科学省調査(2020年5月11日時点)が行われた。この結果、全国の学校(幼稚園・小学校・中学校・義務教育学校・高等学校・中等教育学校・特別支援学校・専修学校高等課程)の86%が臨時休校となり、学校現場では、休校中児童生徒の学力保障について模索された。そこで、タブレット型のパソコンを導入している学校では、同時双方向型オンライン授業を開始するなど、ICT活用についての必要性が高まった。

「オンライン授業、デジタルコンテンツ」の先行研究については、Google Scholarで17,200件検索(2020年12月14日取得)され、これまでに多くの研究成果が報告されている。市原ら<sup>6)</sup>は、デジタルコンテンツの教材利用を普及・促進していくためには、まず、教材開発の過程に教員が積極的に参加することは重要であると捉えており、様々な学校種、教科の授業においてデジタルコンテンツを教材として利用することに一定の学習効果が認められると述べている。金森<sup>7)</sup>は、教員が作成した動画は再生回数がそれほど多くないことから生徒のニーズ

(2020年10月28日受付, 2021年2月19日受理)

\*熊本大学大学院

\*\*大分大学教育学部

2020年9月 第62回全国大会にて発表



がないと予測していたが、生徒は必要性を高く感じていると述べていることから、オンライン授業において動画教材が有効であることが明らかにされている。また、熊谷<sup>8)</sup>は、ムーア(Moore, M, G.)の遠隔教育論を考察し遠隔教育の教育学理論の構築を明らかにしており、「対話・構成・学習者の自律性」を重要な構成要素とした。稲垣ら<sup>9)</sup>は、遠隔地の学校間交流学习における授業設計の枠組みモデルとして、「情報活用能力、コミュニケーション能力、人とかかわる力、学習を追求する意欲、他地域や異文化を理解する力、共同作業をする力」を示している。これらの先行研究は、一方向型オンライン授業と資質・能力の育成との可能性を指摘した研究であると認められる。しかし、一方向型オンライン授業について現職教員が、新学習指導要領で重視された資質・能力の育成に有効であるかなどの意識等について示した先行研究は見当たらない。

A県内45市町村では、同時双方向型オンライン授業を行うことができるのは5市町村のみであり、現職教員が作成した動画教材を各学校のWebページから配信する一方向型オンライン授業の導入を検討する学校が増加した。

筆者らは、同時期にA県内の教育行政機関から依頼を受け一方向型オンライン授業の研修会を実施した。研修には、各学校の情報教育担当者が参加し、中学校情報教育担当者は、ほとんど技術・家庭科技術分野担当教員であり、技術分野担当教員が各学校の情報教育を推進し、校区内の小学校情報担当者を支援している状況が見られた。この担当者に、全ての学級や教科で動画教材が作成できることに力点をおき、ICTを活用することが不得手な教員でも作成できる作成方法を示した。その後、各学校のWebページに動画教材が掲載されたが安易に答えを伝える内容で、この動画教材では児童生徒の主体的に取り組む態度は低下するのではないかと危惧した。さらに、オンライン授業を積極的に取り組む教員とそうでない教員では資質・能力を育成する意識に差が生じる可能性があるかと予想された。

そこで、本研究の目的は、現職教員を対象とした資質・能力を育成する動画教材を用いた一方向型オンライン授業について、質問紙調査による意識調査と管理職を対象とした自由記述調査により、その可能性を明らかにすることである。そのために、オンライン授業(双方向、一方向)を実施又は未実施の現職教員が、範例動画の視聴によって、「資質・能力」、「学力の三要素の育成」及び「主体的学習の育成」にどのような効果があるのか調査することとした。また、動画教材を用いた一方向型オンライン授業の研修を受けたK地区の校長が、範例の動画作成のポイントをどのように捉えているのか調査する事とした。

## 2. 方法

### 2.1 範例となる動画の作成

熊本大学大学院教育学研究科の院生を対象に動画教材作成の募集を2020年4月28日に行い、11名の学生(現職院生3名を含む)が参加した。2020年5月1日に範例として熊本県立教育センターの指導主事が作成した動画教材を視聴させ、資質・能力を育成する動画教材のイメージを共有させた。学生は、5日間で動画教材を作成し、この動画教材を熊本県立教育センター・熊本県教育庁義務教育課・熊本県教育庁人権同和教育課の指導主事と共に協議し完成させ、県立教育センター<sup>10)</sup> および熊本大学Webページ<sup>11)</sup>から配信している(図1)。筆者らで協議し、現職の院生が作成した小中学校理科「おうち時間を楽しもう」を資質・能力を育成する動画教材の範例として選定した。



図1 学生が作成した動画一覧



図2 家でできる事を教材として選定

## 2.2 範例となる動画教材の特徴

範例に選定した動画教材の特徴を以下に示す。

- ・COVID-19の影響で、家の中に過ごすことが多くなった事を肯定的に捉え、日常生活から家でできる教材として雲の観察を取り上げた(図2)。
- ・自分が実際に見ている空の状況を科学的な根拠として気象庁からデータを入手し、日常生活と学んだ知識を活用させるように促している(図3)。
- ・飛行機雲が発生している状況を矢印で図示し、「ここでクイズです。飛行機雲がなかなか消えない時、明日の天気はどうなるでしょう。シンキングタイムスタート」と投げかけ、児童生徒に考える時間を5秒程確保する(図4)。シンキングタイム後は、翌日の5月3日午前9時の天気を写真と気象庁のデータから気温等を示し、5月2日の同時刻と比較して提示することで、一目で天気の違いが理解しやすいように工夫している。
- ・小学生には「〇〇雲という雲の名前をいくつか知っているかな?」と問い、中学生には「10種類の形の雲があります。何個知っているかな?」と問い、発展的な問題を提示している。さらに、小学生には「天気に関わることわざや言い伝えを知っているかな?」(図5)と問い、中学生には「風向で表した16方位を知っているかな?」と問い、教科横断的なカリキュラム・マネジメントの視点も取り入れた問題を提示している。
- ・最後に「今日みんなの家から見える雲はどんな雲でしょうか。」と問いかけ、児童生徒の学習意欲を喚起している。

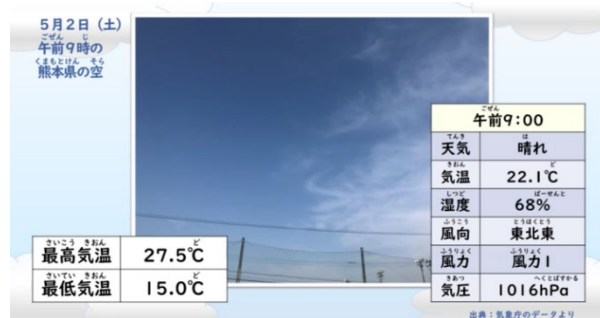


図3 日常を学習へと誘う

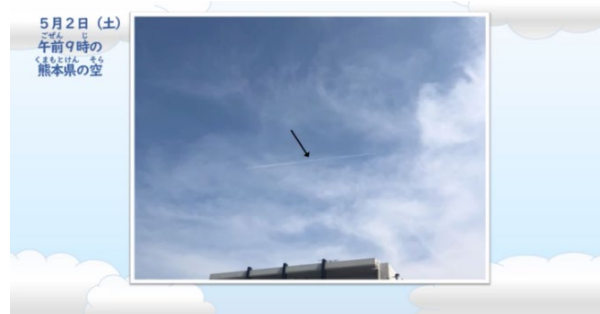


図4 考える時間を確保する



図5 教科横断的な問い

## 2.3 オンライン授業の調査項目

作成した質問項目と質問内容を表1に示す。資質・能力や学習評価については、遠隔教育システム活用ガイドブック<sup>12)</sup>を参考にして、7項目の質問を設定した。また「主体的学習の育成」を詳細に調査するため、「自ら学習を調整しようとする態度」と「粘り強く学習に取り組む態度」の2側面<sup>13)</sup>を促進する指導を具体化した項目として、自己調整学習<sup>14)</sup>の「自ら学習を調整しようとする態度」の3項目と「粘り強く学習に取り組む態度」の2項目を設定した。調査は「資質・能力」、「学力の三要素」、「主体的学習の育成」の効果について、複数の質問項目を設定して間隔尺度として回答させることとした。質問項目に対して、「資質・能力」については「1:効果がない」、「2:あまり効果がない」、「3:少しは効果がある」、「4:効果がある」とし、「学力の三要素」については「1:改善できない」、「2:あまり改善できない」、「3:少しは改善できる」、「4:改善できる」とし、「主体的学習の育成」については、「1:全くできない」、「2:あまりできない」、「3:で

表1 質問項目と質問内容

| 質問項目     | 質問内容   |
|----------|--|
| 学力の保証    | 児童生徒の学力の保証に効果がある。                                    |
| 資質・能力    | 資質・能力の育成<br>児童生徒の育成を目指す資質・能力(何ができるようになるか)に効果がある。     |
|          | 主体的・対話的で深い学び<br>児童生徒の主体的・対話的で深い学び(どのように学ぶか)に効果がある。   |
|          | 教育内容の改善・充実<br>児童生徒の具体的な教育内容(何を学ぶか)に効果がある。            |
| 学力の三要素   | 知識・技能<br>生活場面で活用できる知識を習得させるように改善できる。                 |
|          | 思考・判断・表現力<br>生活場面で考えたり、判断したり、表現したりする能力を育成するように改善できる。 |
|          | 実践力<br>地域や社会で起きている問題や出来事を取り入れるように改善できる。              |
| 目標設定     | めあて・目標を意識して学習させる。                                    |
| 主体的学習の育成 | モニタリング<br>わかったこと、わからないことを自分で把握させる。                   |
|          | 課題解決<br>自分なりに課題解決法を考えさせ、分からないときに質問をしやすくする。           |
|          | 粘り強さ<br>難しくても投げ出さず取り組めるよう工夫する。                       |
|          | 計画性<br>見通しをもって学習に取り組ませる。                             |

きる」, 「4:十分できる」で回答させるようにした。

## 2.4 オンライン授業の意識調査

調査は, 各市町村教育委員会及び各学校長の了解を得て, 承諾した教員に Google フォームを活用し Web により 2020 年 5 月~6 月に行った。

調査対象者は, A 県内現職教員 251 名で, オンライン授業について双方向型授業を実施している教員(双方向群) 50 名, 一方向型授業を実施している教員(一方向群) 51 名, オンライン授業を実施していない教員(未実施群) 150 名を対象にオンライン授業の範例動画を視聴後に 4 件法の質問による意識調査を行った。

## 2.5 動画教材作成のポイント調査

先述した動画教材の範例を K 地区の校長 23 名に視聴させ資質・能力の育成に効果がある動画教材のポイントを自由記述で回答を求めた。調査は, 2020 年 10 月 6 日に行った。

## 3. 結果および考察

オンライン授業に対する効果の意識を検証するために, 現職教員を双方向群, 一方向群, 未実施群の実践形態に分類し, 「資質・能力」4 項目と「学力の三要素」3 項目, 「主体的学習の育成」5 項目の質問項目ごとに集計し, その差異に対する分析と考察を行った。

### 3.1 「資質・能力」の学習効果

オンライン授業の実施形態によって, 「資質・能力」の学習効果 4 項目が学習効果の意識に差が生じるか検証するために, 「資質・能力」の学習効果 (4) × 実施形態 (3) の被験者内・被験者間混合計画の二要因分散分析を行った (表 2)。その結果, 実施形態の主効果 ( $F(2,249)=.529$ , n.s.) と交互作用 ( $F(6,747)=.469$ , n.s.) は有意ではなく, 「資質・能力」の学習効果の意識について主効果 ( $F(3,747)=25.50$ ,  $p<.01$ ) が有意であった。また, 「資質・能力」の学習効果の意識について多重比較を行った結果, 「主体的・対話的で深い学び」は「学力の保証」, 「資質・能力の育

成」, 「教育内容の改善・充実」よりも低い値となった。このことから, 範例動画の視聴によって「主体的・対話的で深い学び」が, 他の項目に比べオンライン授業における効果の意識が低いことが示された。

また, 表 2 の全ての実施形態の平均値は, 「主体的・対話的で深い学び」が 2.42 と中位点の 2.50 を下回っているものの「学力の保証」(2.76), 「資質・能力の育成」(2.71), 「教育内容の改善・充実」(2.73) と中位点である 2.50 を上回った。この結果から, 「3:少しは効果がある」に近い値であることから, 範例の動画教材の視聴によって「資質・能力」の学習効果が上がる傾向にあると意識していると考えられる。また, 「主体的・対話的で深い学び」については, 対話をする場面が困難であることから, 一方向型オンライン授業以外の形態が必要であることが考えられる。

### 3.2 「学力の三要素」の授業改善

オンライン授業の実施形態によって, 「学力の三要素」の 3 項目について, 授業改善の意識に差が生じるか検証するために, 学力の三要素 (3) × 実施形態 (3) の被験者内・被験者間混合計画の二要因分散分析を行った (表 3)。その結果, 実施形態の主効果 ( $F(2,249)=.20$ , n.s.) と交互作用 ( $F(4,498)=.23$ , n.s.) は有意ではなく, 「学力の三要素」における授業改善の意識の主効果 ( $F(2,498)=8.73$ ,  $p<.01$ ) は有意であった。また, 「学力の三要素」における授業改善の意識について多重比較を行った結果, 「思考・判断・表現力」, 「実践力」は「知識・技能」よりも低い値となった。このことから, 範例動画の視聴によって, 生活場面で活用できる「知識・技能」の習得が, 「思考・判断・表現力」, 「実践力」に比べて授業改善の意識が高いことが明らかとなった。さらに, 表 3 の全ての実施形態の平均値は, 「知識・理解」(2.88), 「思考・判断・表現力」(2.69), 「実践力」(2.75) と中位点である 2.50 を全て上回った。この結果から, 「3:少しは改善できる」に近い値であることから, 範例の動画教材の視聴によって, 「学力の三要素」について改善の可能性のあることを意識していると考えられる。

このことは, 範例の動画教材に含まれている生活場

表 2 「資質・能力」の学習効果×実施形態の二要因分散分析の結果

| 「資質・能力」の学習効果 | 実施形態 |      |      |      | 合計   | 「資質・能力」の学習効果の主効果  | 実施形態の主効果           | 交互作用               |
|--------------|------|------|------|------|------|-------------------|--------------------|--------------------|
|              | 双方向  | 一方向  | 未実施  |      |      |                   |                    |                    |
| 学力の保証        | 平均   | 2.84 | 2.69 | 2.76 | 2.76 | F(3,747)=25.50 ** | F(2,249)=.529 n.s. | F(6,747)=.469 n.s. |
|              | S.D. | 0.74 | 0.58 | 0.65 | 0.66 |                   |                    |                    |
| 資質・能力の育成     | 平均   | 2.72 | 2.67 | 2.73 | 2.71 |                   |                    |                    |
|              | S.D. | 0.70 | 0.58 | 0.66 | 0.65 |                   |                    |                    |
| 主体的・対話的で深い学び | 平均   | 2.52 | 2.31 | 2.42 | 2.42 |                   |                    |                    |
|              | S.D. | 0.86 | 0.70 | 0.78 | 0.78 |                   |                    |                    |
| 教育内容の改善・充実   | 平均   | 2.78 | 2.71 | 2.71 | 2.73 |                   |                    |                    |
|              | S.D. | 0.68 | 0.67 | 0.72 | 0.70 |                   |                    |                    |

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$

面の設定や知識を活用する問題、さらにはカリキュラム・マネジメントの視点を取り入れた内容が影響していると考えられる。

### 3.3 「主体的学習の育成」の働きかけ

「主体的学習の育成」の働きかけ5項目についても、オンライン授業の実施形態によって差が生じるか検証するために、「主体的学習の育成」の働きかけ(5)×実施形態(3)の被験者内・被験者間混合計画の二要因分散分析を行った(表4)。

その結果、「主体的学習の育成」の働きかけの主効果( $F(4,996)=34.87, p<.01$ )、実施形態の主効果( $F(2,249)=3.15, p<.05$ )、交互作用( $F(8,996)=2.27, p<.01$ )で有意差が認められた。

また、「主体的学習の育成」の働きかけについて多重比較を行った結果、「課題解決」、「粘り強さ」が最も低く、次に「計画性」、「モニタリング」であり、「目標設定」が最も高い値となった。授業形態について多重比較を行った結果、「一方向」群が「未実施」群より低い値となった。

さらに、「主体的学習の育成」の働きかけの項目ごとに授業形態を独立変数とした一要因分散分析を行った結果、「目標設定」( $F(2,249)=0.10, n.s.$ )と「モニタリング」( $F(2,249)=1.72, n.s.$ )は授業形態によって有意差はみられなかったが、「課題解決」( $F(2,249)=5.31, p<.01$ )、「粘り強さ」( $F(2,249)=4.26, p<.05$ )、「計画性」( $F(2,249)=3.29, p<.05$ )への

働きかけについては授業形態による有意な差が認められた。多重比較の結果、「課題解決」については「一方向」群が「双方向」群や「未実施」群よりも得点が低く、「粘り強さ」と「計画性」については「一方向」群が「未実施」群よりも低いことが明らかとなった。

以上の結果から、「主体的学習の育成」を構成する要素のうち「目標設定」と「モニタリング」についてはどの授業形態であっても、その働きかけの認識に違いはなかったが、「課題解決」、「粘り強さ」、「計画性」をオンライン授業で指導することについては授業形態の一方向型授業経験者が働きかけの難しさを感じていることが示された。

また、「粘り強さ」を育成する働きかけが難しいと考える理由として、範例とした教材動画が、視聴後の取組自体を児童生徒に委ねており、わからない時や難しいと思ったときに、自ら何度もチャレンジし、且つ、見直しができるような工夫が十分できないと考えたからであると推察している。

### 3.4 動画教材作成のポイント

資質・能力の育成に効果がある動画教材のポイントを明らかにするために、KH Coder<sup>15)</sup>を用いてK地区校長23名が自由記述で回答した文章を分析した。データ化したテキストから自動的に語を取り出し、頻出語を確認した上で、それらの語の共起ネットワークを図化した。これを図6に示す。共起ネットワークでは、「出現パターンの似通った語、すなわち、共起の程度

表3 「学力の三要素」の授業改善×実施形態の二要因分散分析の結果

| 「学力の三要素」の授業改善 | 実施形態 |      |      |      | 合計   | 「学力の三要素」授業改善の主効果 | 実施形態の主効果          | 交互作用              |
|---------------|------|------|------|------|------|------------------|-------------------|-------------------|
|               | 双方向  | 一方向  | 未実施  |      |      |                  |                   |                   |
| 知識・技能         | 平均   | 2.88 | 2.81 | 2.90 | 2.88 | F(2,498)=8.73 ** | F(2,249)=.20 n.s. | F(4,498)=.23 n.s. |
|               | S.D. | 0.77 | 0.66 | 0.69 | 0.70 |                  |                   |                   |
| 思考・判断・表現力     | 平均   | 2.70 | 2.67 | 2.70 | 2.69 |                  |                   |                   |
|               | S.D. | 0.81 | 0.73 | 0.72 | 0.74 |                  |                   |                   |
| 実践力           | 平均   | 2.80 | 2.69 | 2.76 | 2.75 |                  |                   |                   |
|               | S.D. | 0.81 | 0.76 | 0.78 | 0.74 |                  |                   |                   |

\*p<.05 \*\*p<.01

表4 「主体的学習の育成」の働きかけ×授業形態の二要因分散分析の結果

| 「主体的学習の育成」の働きかけ | 授業形態 |      |      |      | 合計   | 「主体的学習の育成」の働きかけの主効果 | 実施形態の主効果        | 交互作用             |
|-----------------|------|------|------|------|------|---------------------|-----------------|------------------|
|                 | 双方向  | 一方向  | 未実施  |      |      |                     |                 |                  |
| 目標設定            | 平均値  | 2.78 | 2.75 | 2.80 | 2.79 | F(4,996)=34.87 **   | F(2,249)=3.15 * | F(8,996)=2.27 ** |
|                 | SD   | 0.76 | 0.68 | 0.69 | 0.70 |                     |                 |                  |
| モニタリング          | 平均値  | 2.62 | 2.37 | 2.55 | 2.53 |                     |                 |                  |
|                 | SD   | 0.83 | 0.71 | 0.72 | 0.74 |                     |                 |                  |
| 課題解決            | 平均値  | 2.56 | 2.10 | 2.44 | 2.39 |                     |                 |                  |
|                 | SD   | 0.84 | 0.72 | 0.76 | 0.78 |                     |                 |                  |
| 粘り強さ            | 平均値  | 2.26 | 2.10 | 2.43 | 2.33 |                     |                 |                  |
|                 | SD   | 0.83 | 0.63 | 0.75 | 0.75 |                     |                 |                  |
| 計画性             | 平均値  | 2.58 | 2.46 | 2.73 | 2.65 |                     |                 |                  |
|                 | SD   | 0.81 | 0.70 | 0.64 | 0.70 |                     |                 |                  |

\*p<.05 \*\*p<.01



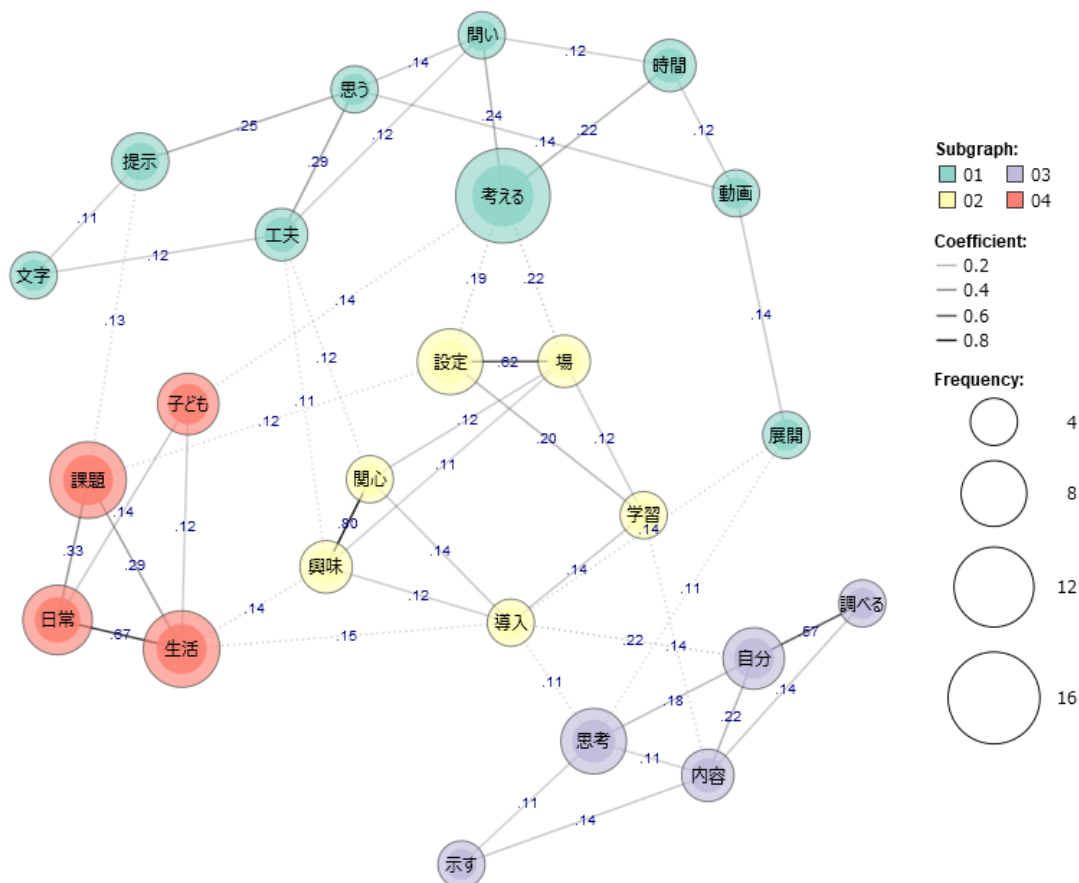


図6 自由記述の共起ネットワーク

が強い語を線で結んだ共起ネットワーク図から語と語の結びつきを比較的容易に把握することができる<sup>16)</sup>。ここでは分析対象を最低登場回数4回以上の語とし、語と語の共起頻度を表すJaccard係数を0.1以上に設定した。Jaccard係数は、語と語の共起頻度を表す指標である。0～1の値で、1に近いほど共起関係が強い。また、相対的に結びつきが強い語の集団(=Subgraph)を表現するために、サブグラフ検出(random walks)という描画方法を採用し、共起ネットワークを作成した。共起ネットワークの解釈にあたっては、リンクの太さとノードの大きさに着目し、共起関係の強さはリンクの太さによって表されており、ノード間の距離とは関係がない。実線で結ばれている語は、同じサブグラフに属している語で、破線でつながっている語は、共起関係はあるが異なるサブグラフに属している語であることを意味している。また、語の登場回数が多いほど、ノードは大きく表現されている。これらの点を踏まえながら、分析を行なった。KH Coderにより、4つの語群 (Subgraph) に分類され、それぞれ共起関係にある語群の脈絡も比較的明瞭で、動画教材作成のポイントが整理された。

Subgraph01は、ノードが「考える」、 「提示」、

「工夫・時間」、 「文字・思う・問い・動画・展開」の語順で大きく、9語で形成されている。ノードの大きさとリンクの太さから「考える」と「時間・問い」の共起関係が強いと判断できる。「考える」場面を作ること、「時間」を確保すること、「問い」を工夫する必要があると捉えることができる。特に「考える」は、ノードの大きさが4つの群で最も大きいことから、「考える」場面の重要性が明らかとなった。Subgraph02は、ノードが「設定」、「場・興味」、「関心・導入・学習」の語順で大きく、6語で形成されている。ノードの大きさとリンクの太さから「設定」と「場」の共起関係が強いと判断できる。学習において興味・関心を持つ「場」の「設定」が必要であることがわかる。Subgraph03は、ノードが「思考」、「自分」、「内容」、「調べる・示す」の語順で大きく、5語で形成されている。ノードの大きさとリンクの太さから「自分」と「調べる・内容」の共起関係が強いと判断できる。「内容」を「自分」で「調べる」ことや「思考」することが大切であると捉えた。Subgraph04は、ノードが「生活・課題」、「日常」、「子ども」の語順で大きく、4語で形成されている。ノードの大きさとリンクの太さから、「日常」、「生活」、「課題」



を教材に取り入れる必要があると捉えられる。

#### 4. まとめと今後の課題

本研究は、範例となる動画教材を「資質・能力」, 「学力の三要素」, 「主体的学習を育む」の観点から選定し、現職教員に本動画教材を視聴させ質問紙を作成してオンライン授業に対する効果の意識調査を行った。また、教育課程を司る校長にも本動画教材を視聴させ、資質・能力の育成に効果のある動画教材作成のポイントを自由記述により調査した。

現職教員を対象とした意識調査から、資質・能力の学習効果の意識については、「学力保証」, 「資質・能力の育成」, 「教育内容の改善・充実」の項目において実施形態の平均値が中位点以上であったことから、資質・能力について学習効果が上がる傾向にあると意識していることが確認できた。ただ、「主体的・対話的で深い学び」については、学習効果の意識が低い傾向が確認され、動画教材を用いた一方向型オンライン授業では対話をする場面は作成しにくいことが原因にあげられている。このことから、「学力の三要素」において得られた授業改善の効果が高いと意識している「知識・技能」の習得に、焦点化することが有効であると考え。動画教材を用いた一方向型オンライン授業を行うことで、「主体的学習の育成」の5つの側面において「目標設定」, 「計画性」は働きかけの効果が高いと意識しているが、「粘り強さ」は働きかけの効果が低いと意識していることから、見通しを持って学習する態度の育成につながる事が明らかとなった。

校長を対象とした自由記述からは、それぞれの語群で出現頻度が高かった語は、「考える」, 「設定」, 「生活・課題」「思考」であった。また、全群において出現頻度が高い語は、「考える」, 「生活」, 「課題」「日常」であった。このことから、動画教材作成のポイントは、児童生徒が自分で思考する場面を設定することや常に児童生徒に考えさせる場面を取り入れることを念頭に置くことが大切であることが示された。また、日常の生活課題を教材として取り入れる事の必要性についても示唆された。

以上のことから、現職教員を対象とした意識調査では、資質・能力について学習効果が上がる可能性が明らかとなり、「主体的学習の育成」にも5つの側面は働きかけができる可能性があることが捉えられた。また、校長を対象とした自由記述からは、動画教材を作成する時のポイントが明らかとなった。これらのことから、全国でGIGAスクールを推進する都道府県教育委員会や市町村教育委員会、そして、学校現場において、現職教員が一方向型オンライン授業を作成するポイントの一例を提示することが可能となった。

#### 謝辞

本研究を遂行する上で、熊本県立教育センター、熊本県教育庁市町村教育局義務教育課並びに人権同和教育課、熊本県上益城郡各町教育委員会並びに上益城郡校長会、熊本市教育委員会並びにご協力いただいた現職教員の方々、そして熊本大学大学院教育学研究科の院生諸君にご協力頂いた。ここに深く感謝を申し上げる。

また、本研究は、熊本大学アマビエ研究推進事業による助成によって行われたものである。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省:小学校学習指導要領, 文部科学省, (2017), 18
- 2) 勝野頼彦:平成24年プロジェクト研究調査報告書「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則」, 国立教育政策研究所, (2012), 83
- 3) 文部科学省:小学校学習指導要領, 文部科学省, (2017), 18
- 4) 赤堀侃司:授業における ICT 活用と情報教育, 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, 2019 - jstage.jst.go.jp発行所, (2019), 86-91
- 5) 中央教育審議会:児童生徒の学習評価のあり方について(報告), 文部科学省, (2019), 1-10
- 6) 市原靖士,上之園哲也, 森山潤:技術科教育における学習者の認知的実態に即したデジタルコンテンツの教材利用に関する研究課題の展望, 学校教育学研究, (2010), 第22巻, pp.93-101
- 7) 金森千春:COVID-19に係る臨時休校下のオンライン授業と学習者アンケート結果の検証, 日本科学教育学会第44回年会論文集, (2020) pp. 209-212
- 8) 熊谷慎之助:M.G.ムーアの遠隔教育論・トランザクショナル・ディスタンス論の精緻化に向けて-, 岡山大学大学院教育学研究科集録, 第140号, (2000)pp.133-141
- 9) 稲垣忠, 内垣戸貴之, 黒上晴夫:学校間交流学习のための授業設計モデルの開発, 日本教育工学会論文誌, 30(2),(2006)pp.103-111
- 10) 熊本県立教育センター:熊本県立教育センターWebページ, <https://www.higo.ed.jp/center/>, (2020年10月20日確認)
- 11) 熊本大学教職大学院:熊本大学教職大学院Webページ, <https://www.educ.kumamoto-u.ac.jp/~profsch/2020movies.html>, (2020年10月20日確認)

- 12) 文部科学省：遠隔教育システム活用ガイドブック， [https://www.mext.go.jp/content/20200804-mxt\\_jogai02-100003178\\_024.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200804-mxt_jogai02-100003178_024.pdf), (2020年10月20日確認)
- 13) 文部科学省：児童生徒の学習評価の在り方について（報告），中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会，  
[https://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/taoushin/\\_icsFiles/afieldfile/2019/04/17/1415602\\_1\\_1\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/taoushin/_icsFiles/afieldfile/2019/04/17/1415602_1_1_1.pdf) (2020年10月20日確認)
- 14) 上淵 寿：自己制御学習におけるコーピングモデルの提唱，心理学研究75巻4号, (2004)，359-364
- 15) 樋口 耕一：KH Coder Index Page，<http://khc.sourceforge.net> (2020年10月18日確認)
- 16) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して，ナカニシヤ出版, (2014), p.155

## Abstract

The coronavirus outbreak of November 2019 caused 86% of schools nationwide to temporarily shut down in May 2020. Efforts to institute online lessons were activated, and video teaching materials representing one-way online classes began to be posted on individual school websites. However, video teaching materials present certain difficulties, and it was thus considered vital to contemplate competencies that should be developed and evaluate autonomous learning from the perspective of creating video materials. A survey was conducted to discover the type of impact teachers, who have or have not conducted online classes (interactive or one-way), expected from watching model videos vis-à-vis the development of competencies, the three elements of academic ability, and autonomous learning. The survey also queried the principals that teachers considered pivotal to the creation of videos. The analysis results indicated that the respondents anticipated the learning effects of the cultivation of qualities and abilities guaranteeing academic ability and the enhancement of educational content. They expected knowledge and skills to be improved vis-à-vis the three elements of academic ability. Finally, they estimated that goal setting, planning, and persistence aspects of autonomous learning would be developed. The teachers also suggested some key features for creating video teaching materials.

**Keywords:** online lessons, video teaching materials, models, lesson styles, implementation status

# 鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた 中学校技術科における教科等横断型授業の展開と可能性 —伝統に関する調査結果からの考察—

## Development and Possibilities of Cross-curriculum Learning of the Junior High School Technology Education Using “Satsuma-Biwa” of the Traditional Craft Object Designated by Kagoshima Prefecture - Consideration based on Survey Results on Tradition -

石山 裕輝\* 寺床 勝也\*\* 森 健太郎\*\*\*

Yuki ISHIYAMA\*, Katsuya TERATOKO\*\* and Kentaro MORI\*\*\*

\* Graduate School of Education, Kagoshima University

\*\* Faculty of Education, Kagoshima University

\*\*\* Junior high School Attached Faculty of Education, Kagoshima University

本研究は、鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた小中学校での伝統や文化に関する教育とのつながりを意識した中学校技術科における教科等横断型授業を展開していくことを目的としている。学習指導要領や鹿児島県教育振興基本計画等を基に授業の意義や有用性について考察した。さらに、伝統に関するアンケート調査を行い、授業の可能性を検討した。その結果、「薩摩琵琶」を用いた授業は平成 29 年に告示された学習指導要領で求められている教育として有用性が高く、授業を通して子どもたちに技術の素晴らしさや伝統技術を守り受け継ぐことの意義について気づかせることで、主体的に伝統技術を守り、受け継ぐとする態度を育てていくことが出来るのではないかと読み取ることができた。

キーワード：鹿児島県指定伝統的工芸品、薩摩琵琶、中学校技術科、教科等横断型授業、伝統的な技術

### 1. はじめに

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説技術・家庭編<sup>1)</sup>では、「A 材料と加工の技術」の内容の取扱い(1)アにおいて、「我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統と文化を支えてきたことに気付かせること」と示され、伝統的な技術について授業の中で取り上げることが求められている。また、中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説総則編<sup>2)</sup>では、現代的な諸問題に対応して求められる資質・能力の育成を目指し、各教科において他教科等とのつながりを意識した教科等横断的視点に立った指導の充実が求められている。

文化芸術推進基本計画（第 1 期）<sup>3)</sup>では、「文化芸術教育の重要性に鑑み、初等中等教育から高等教育までを通じて、歴史、伝統、文化に対する理解を深め、これらを尊重する態度や、文化芸術を愛好する心情、感性などを育み、豊かな心の涵養を図る」と示している。また、その理解に当たっては「文化財を積極的に

活用した教育活動の推進に取り組むとともに、子供たちが、可能な限り暮らしの文化や実演芸術に触れる機会を設けるなど、文化芸術教育の充実を図るため、長期的な視野での施策の展開が必要である（一部抜粋）」と示され、国や地域全体としても文化芸術教育を展開していくことの重要性が述べられている。そうした中で、伝統的工芸品を中学校技術科の題材として取り入れることにより、他教科等とのつながりを意識した教科等横断的視点に立った文化芸術教育を展開していくことが出来るのではないかと考えられる。

伝統技術を継承していくことの意義について文化芸術基本法（平成 13 年法律第 148 号）<sup>4)</sup>では、文化芸術について「人々の創造性を育み、その表現力を高めるとともに、人々の心のつながりや相互理解、多様性を受け入れることができる心豊かな社会を形成するもの」、「世界の平和に寄与するもの」、「文化芸術それ自体が固有の意義と価値を有するとともに、国民共通のよりどころとなり、自己認識の基点として文化的な伝統を尊重する心を育てるもの」としている。文化芸術推進基本計画（第 1 期）<sup>3)</sup>では「国民全体及び人類普遍の社会的財産として、創造的な経済活動の源泉や、持続的な経済発展や国際協力の円滑化の基盤となるものであり、本質的価値に加え、社会的・経済

(2020 年 10 月 30 日受付, 2021 年 2 月 18 日受理)

\*鹿児島大学大学院教育学研究科

\*\*鹿児島大学教育学部

\*\*\*鹿児島大学教育学部附属中学校

2020 年 10 月 第 33 回九州支部大会にて発表

的価値を有していること」を明確化している。また、こうした我が国の文化芸術資源について「保存技術や材料の確保、伝承者の育成等も含め、長い歴史を通じて各地域の先達の地道な努力により今に受け継がれてきた価値あるもの」とし、「国だけでなく地方でも、大切な宝として地域住民の理解を深め、確実に保存、継承していくべきものである」と明記している。伝統技術というものは、当時の人々の社会的背景があって生み出されたものであり、現代の技術では代替できない希少なものである。また、こうした技術には昔の人々の知恵や思いが詰まっており、歴史的価値が高い。さらに「これらの価値を知る過程などを通して、様々な見方・考え方を働かせながら、我が国の伝統や文化について捉え直したり、日本の素晴らしさに気づいたりしていくことで日本人としてのアイデンティティを育んでいくこと」<sup>5)</sup>ができる。このように、伝統技術には様々な側面において価値があり、こうした価値あるものを守っていくことこそが伝統技術を継承することの意義であるといえる。

そこで本研究で取り扱う伝統的工芸品として、鹿児島県指定伝統的工芸品である「薩摩琵琶」に注目した。薩摩琵琶は、16世紀に島津日新公が盲僧琵琶を改良させ、武士の士気高揚と修養のために奨励され、藩内で大いに栄えた。その後、明治維新を機に全国に広まり昭和初期にかけては隆盛期を迎えたが<sup>6)</sup>、戦争で多くの製作者・演奏家を失ったことや社会環境の変化に伴う需要の減少に伴い、製作技術は鹿児島県において一時途絶えた。しかしながら2016年「薩摩琵琶製作研究会」が発足し、薩摩琵琶製作技術の復活を果たした。そうした背景から、伝統技術をなぜ復活させ、守り受け継いでいこうと考えたのか、その心情や日本の伝統文化を支えてきた緻密なものづくりの技の素晴らしさ（以下、技術の素晴らしさ）や伝統技術を継承することの意義について気づかせることで、主体的に伝統技術を守り、受け継ごうとする態度を育てていくことが出来るのではないかと考えたからである。

これまで薩摩琵琶を学校教育の中で用いた先行研究はいくつかある。藤内鶴了<sup>7)</sup>は、平家物語を中心とした薩摩琵琶や他の地域の琵琶の演奏を行う国語科の研究授業を行った。松田慶次郎<sup>8)</sup>は、総合的な学習の時間にゲストとして授業を行い、薩摩琵琶の歴史や演奏方法を紹介した。これらのように、国語科や総合的な学習の時間での実践例はあるが、薩摩琵琶を用いた小中学校での伝統や文化に関する教育とのつながりを意識した教科等横断型授業についての研究は行われていない。

そこで本研究では、鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた小中学校での伝統に関する教育が行われ

ている他教科とのつながりを意識した中学校技術科における教科等横断型授業の展開へ向けて、学習指導要領や鹿児島県教育振興基本計画等を基に授業の意義や有用性について考察した。さらに、伝統に関するアンケート調査を行い、授業の可能性について明らかにすることを目的とした。

## 2. 学校で求められている「伝統と文化に関する教育」と伝統的工芸品「薩摩琵琶」のつながり

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編<sup>2)</sup>では、2(2)19で「各学校においては、児童や学校、地域の実態及び児童の発達の段階を考慮し、豊かな人生の実現や災害等を乗り越えて次代の社会を形成することに向けた現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を、教科等横断的な視点で育成していくことができるよう、各学校の特色を生かした教育課程の編成を図るものとする」と示し、各学校で教科等横断的な視点に立ったカリキュラム・マネジメントの実現が求められている。ここで示されている現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力として中央教育審議会答申<sup>9)</sup>では、その1つに「グローバル化の中で多様性を尊重するとともに、現在まで受け継がれてきた我が国固有の領土や歴史について理解し、伝統や文化を尊重しつつ、多様な他者と協働しながら目標に向かって挑戦する力」と定義している。これより、教科等横断的な視点にたった伝統や文化に関する教育の充実を図ることの必要性が看取できる。

また、鹿児島県における第3期鹿児島県教育振興基本計画<sup>10)</sup>の中でも、伝統や文化に関する教育を充実していくことが求められている。県の現状として、少子高齢化・過疎化や市町村合併等により、伝統芸能や集落の歴史等の継承が難しくなっているのが実態としてあがっている。そうした現状の中で、「本県の歴史や先人の偉業についての正しい理解を図り、郷土への誇りを育てる教育を一層充実すること」、「観光立国推進基本法や観光立県かごしま県民条例などにおいて、観光の振興に寄与する人材の育成へ向けて、各学校において、授業や学校行事等を通して、観光資源など郷土の素材を生かしながら、郷土の魅力について調べ、発表し合うなど郷土に根ざした教育活動の一層の充実を図ること」や「我が国や郷土の地理・歴史、伝統、文化について理解を深めさせること」の必要性が述べられている。

以上の教育的観点を踏まえ、鹿児島県の伝統や文化に関する教育の題材として薩摩琵琶を用いることで、伝統や文化を尊重しつつ、多様な他者と協働しながら目標に向かって挑戦する力を教科等横断的に育成していくとともに、伝統を守り、受け継ごうとする態度を育てていくことが出来るのではないかと考えた。

### 3. 技術科における伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた授業の位置づけと他教科等とのつながり

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説技術・家庭編<sup>1)</sup>「A 材料と加工の技術」(1)アでは、「材料や加工の特性等の原理・法則と、材料の製造・加工方法等の基礎的な技術の仕組みについて理解すること」、イでは「技術に込められた問題解決の工夫について考えること」と示されている。また、内容の取扱い(1)アでは「我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統と文化を支えてきたことに気付かせること」示され、伝統的な技術について授業の中で取り上げることが求められている。「薩摩琵琶」を技術科の題材として用いることで、基礎的な技術の仕組みについて理解させるとともに、伝統的な緻密なものづくりの技などが我が国の伝統と文化を支えてきたことに気付かせることが出来るのではないかと考えた。また、技術を継承していくためにはどうしたらよいか考え、議論させる問題解決型授業が展開出来るのではないかと考えた。そしてこうした授業を通して、技術の素晴らしさや伝統技術を継承することの意義について気づかせることで、主体的に伝統技術を守り、受け継ごうとする態度を育てていくことが出来るのではないかと考えた。

次に、小中学校での薩摩琵琶と関連づけることができる学習内容が行われている他教科等とのつながりを分析した結果を別表 1, 2 に示す。小学校では、特別の教科道徳や社会科など 6 つの教科との関連性があること確認できた（別表 1）。こうした教科での学びで育まれた知識や経験を活かしながら、縦のつながりを持った教科等横断型授業を展開していくことが出来るのではないかと考える。中学校では、8 つの教科との関連性があること確認できた（別表 2）。こうした教科での学びで育まれた知識や経験を活かしながら学んでいくことや、今後の学びへとつなげる、縦のつながりを持った教科等横断型授業を展開していくことが出来るとともに、薩摩琵琶とつながりのある各教科等で並行的に授業の題材として取り入れることで横のつながりを持った教科等横断型授業を展開していくことが出来るのではないかと考える。ここに教科等横断型授業の可能性が示唆できる。薩摩琵琶という題材を通して、縦と横のつながりをもった教科等横断型授業が展開出来るかと考えた。

## 4. 伝統に関するアンケート調査

### 4.1 目的と対象

調査の目的は、伝統に関する生徒の認知度や考え、意

見から、実態を把握し、鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた中学校技術科における教科等横断型授業の可能性について分析することである。調査対象は、鹿児島県の A 中学校 2 年生 B クラス 34 名とした。なお、「A 材料と加工の技術」(3)社会の発展と材料と加工の技術を 1 時間履修し、材料と加工の技術と社会・産業・経済・環境とのかかわりについて学んだ生徒である。

### 4.2 方法

調査手法は、インターネットの Google フォームによるアンケート調査で行った。調査内容は、①伝統的工芸品の認知度調査、②伝統に関する意識調査、③伝統的工芸品「薩摩琵琶」に関する調査の大きく 3 つを設定した。①では、国指定伝統的工芸品 3 種（薩摩焼、大島紬、川辺仏壇（選択式））、県指定伝統的工芸品 32 種（図 1 参照（選択式））に分け、その認知度を測った。②では、伝統を守り、受け継いでいくことへの考え（図 2 参照（選択式））とその理由（自由記述）を問うた。また、今後伝統を守り、受け継いでいくためにどのような取り組みが大切であるか（自由記述）について問うた。③では、授業の題材となる「薩摩琵琶」に焦点をあて、これまでの薩摩琵琶のレディネス（図 3 参照（選択式、複数回答可））、時期および場所（自由記述）、薩摩琵琶について知っていること（自由記述）を問うた。

### 4.3 結果及び考察

図 1 に県指定伝統的工芸品の認知度の結果を示す。国指定伝統的工芸品では、生徒全員が知っていると回答した。しかし、県指定伝統的工芸品では、4 つの伝統的工芸品（薩摩琵琶、屋久杉小工芸品、竹製品、薩摩切子）を除いては認知度が 50% を下回る結果となった。結果から、これから先の伝統継承へ向け、大きな懸念が感じられた。小中学校の伝統や文化に関する教育として関連教科の中で積極的に伝統的工芸品について取り上げ、その美しさや歴史的価値、技術の素晴らしさについて気づかせることで、伝統的工芸品に対する興味・関心へと繋がり、主体的に伝統技術を守り、受け継ごうとする態度を育てていくことが出来るのではないかと考える。

図 2 に、「伝統を守り、受け継いでいくことへの考え」の結果を示す。ここでは、85.3% の生徒が肯定的な回答（はい）を示した。別表 1, 2 に示したように、小中学校で様々な伝統と文化に関する教育が行われてきており、その結果、伝統を守り受け継ぐことは大切であるといった意識の高まりに繋がってきているのではないかと考えられる。



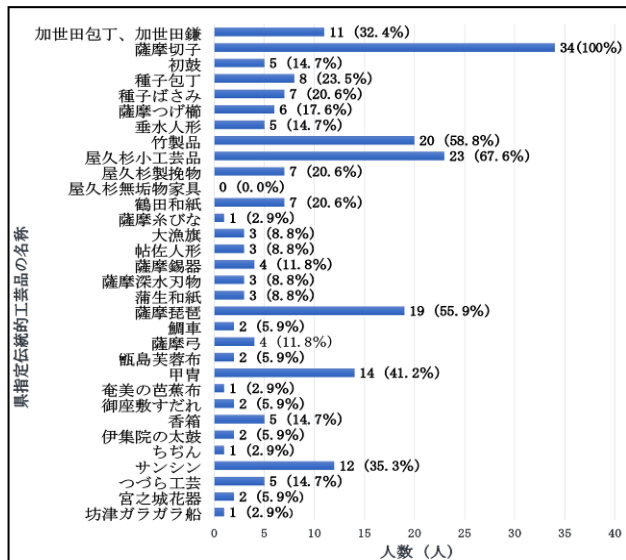


図1 県指定伝統的工芸品の認知度

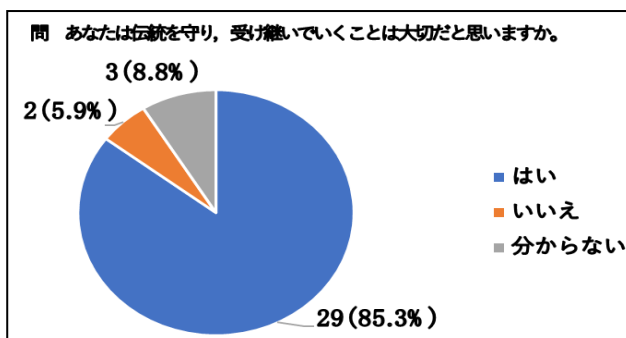


図2 伝統継承への考え (数字は人数)

また、はいと回答した理由として7名の生徒については、以下の回答が示された。(囲みの原文は一部改変)

- 「昔から受け継いできたもので、ここで打ち切ってしまったら、昔の人が困難を乗り越えながら続けてきたときの思いを無駄にしてしまうから」
- 「古き良き日本の伝統であり、職人でしか作れないほど精密でとっても素晴らしいことだから残していくべきではなく残していかなければならない」
- 「日本の伝統は美しいものが多く、私たち世代や海外の観光客にもっと和の美しさを伝えてほしい」

前述のように、伝統を継承することについて明確な回答を寄せたことから、高い意識が確認された。

しかしながら、22名の生徒からは、以下のような回答が得られた。(囲みの原文は一部改変)

- 「これまで受け継いできたものだから守っていくのは義務だと思うから」
- 「せっかく今まで伝わってきている昔の技術を消す理由が無い為」
- 「昔から続いてきたものだからその文化を未来に残していくことは大事だと思うから」

この回答から、伝統を守り、受け継いでいくことは大切

であると考えているが、なぜそれが大切なのかを具体的に理解していない生徒の割合が高いと考えられる。

また、14.7%の生徒は否定的な回答(分からない、いいえ)を示した。その理由としては、次のような内容が書かれていた。(囲みの原文は一部改変)

- 「伝統を受け継ぐ事に何の意味があるのかが分からない」
- 「受けついでいく事の利点が分からない」
- 「時代とともに物の価値は変わっていくから。また、必要とされないのを残していても意味がないから。」
- 「今後の事を考えるとまだわからないから。」

これらの内容から、なぜ伝統を守り、受け継いでいくことは大切であるのかについて明確に必要性を感じていないため、こうした回答にいたったと考える。生徒に、伝統を継承することの大切さに気づかせ、主体性を引き出していくような授業を展開していくことの必要性が看取できる。

次に、伝統を受け継いでいくための取り組みの意見としては、以下の回答が示された。(囲みの原文は一部改変)

- 「授業等でその物について、実際に触れたり、生産者さんから話を聞いたりする」
- 「商業施設などでワークショップなどを開催する」
- 「持続可能な社会を目指して資材を大切にしていく。学校で講話やイベント等を開いて、子供に伝統の良さを伝える。最近のはやりと組み合わせる。」

内容から、製品のよさ、つくる楽しさを伝えることに目を向けた記述が目立つ。しかし、その技術の素晴らしさに気づかせるなど、「技術」に目を向けた回答は1つもなかった。音楽や総合的な学習の時間など製品そのものについては学習するが、「技術」の素晴らしさに目を向けた学習は、ほとんど行われていないからではないかと考える。それゆえ、伝統を支える「技術の素晴らしさ(材料と加工の技術)」を伝えていくことで子どもたちに伝統を守り、受け継いでいくことの本質的な意義について生徒に気づかせられるのではないかと考える。

図3に、薩摩琵琶のレディネス(複数回答可)の結果を示す。「知っている、聞いた、見た、触れた、弾いたことがある」とした生徒はすべてにおいて50%を下回っていた。中でも、「触れた、弾いた」とする直接体験をした生徒は12%に満たなかった。図3の体験内容を経験した時期は、生徒(知らないと答えた生徒を除く)21名中17名が小学校高学年から中学校で体験していた。加えて、体験した場所は、学校現場が21名中11名と最も多く、家庭や地域と回答をした生徒は1名しかいなかった。過疎化や少子高齢化が進んでいく中で伝統的工芸品にふれる機会が減少していることが考えられる。それいえ、学校教育で技術の素晴らしさに気づかせることが必要であるといえる。薩摩琵琶について知っていることを問うた自由記述では、回答してくれた19名中2名の生徒は「音がきれい」、「色がきれい」といった具体的な回答をしていた。しかし、残りの17名の生徒は「特にない」「覚えていない」といった回答を示し

た。レディネス調査からは 21 人（知らないと回答した生徒 13 人を除く）が薩摩琵琶に対する体験内容を経験しているが、2 名しか具体的な記憶として残っていなかった。

学習指導要領の中で、伝統や文化に関する教育、体験活動の充実が求められているが、伝統的工芸品を題材とした体験的な学習活動を学校教育で取り入れ、その美しさや歴史的価値、技術の素晴らしさについて気づかせることで、伝統的工芸品に対する興味・関心へと繋がり、主体的に伝統技術を守り、受け継ごうとする態度を育てていくことが望ましいと考える。

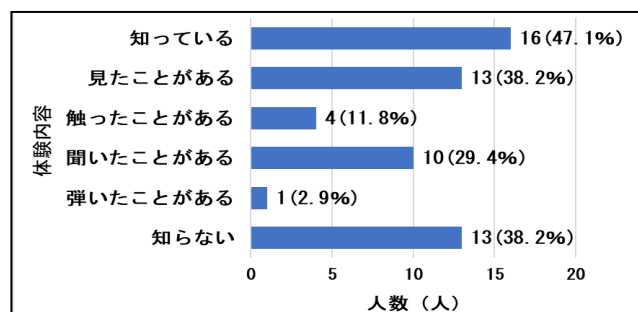


図3 薩摩琵琶に関する体験内容（複数回答可）

## 5. 総括および今後の予定

本研究では、鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた小中学校での伝統や文化に関する教育とのつながりを意識した中学校技術科における教科等横断型授業の意義や有用性について考察した。さらに、アンケート調査を行い、授業の可能性を検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ①学習指導要領（平成 29 年告示）で求められている教育として、薩摩琵琶を用いた教科等横断型授業は有用性が高いことが分かった。
- ②中学校技術科で求められている学習内容と薩摩琵琶を用いた授業が密接に関連をもつことが分かった。
- ③薩摩琵琶と他教科等との学習内容に深いつながりを

もつことが分かった。

今後は、教科等横断型授業の実践し、教育効果について検証していきたい。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭編，(2018)，27-28
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編，(2018)，40-54，200-205
- 3) 文化庁：文化芸術推進基本計画－文化芸術の「多様な価値」を活かして、未来をつくる－（第 1 期），(2018)，1-58
- 4) 文化庁：文化芸術基本法（平成13年法律第148号），(2001)
- 5) 東京都教育庁指導部指導企画課：日本の伝統・文化理解教育指導資料「日本の伝統・文化理解教育の推進」，(2008)，1-14
- 6) 若林忠宏：日本の伝統楽器，ミネルブア書房，(2019)，132-133
- 7) 藤内鶴了：続日本近代琵琶の研究，鳥口・調子を中心とした「さわり」の音響構造，笠間書院，(1998)，159-182
- 8) 南日本新聞：薩摩琵琶 音色美しく伊敷中 1 年 12 人が体験，朝刊，第 22 面，(2018.9.9)
- 9) 中央教育審議会：「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）」，(2016)，39-43
- 10) 鹿児島県教育委員会：鹿児島県教育振興基本計画，(2019)，60-61
- 11) 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示），(2018)，28-189
- 12) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示），(2018)，29-165

## Abstract

The objective of this study is to develop cross-curriculum learning of the junior high school technology education using “Satsuma-Biwa” of the traditional craft object designated by Kagoshima Prefecture, in consciousness of connection with education on tradition and culture in elementary and junior high school. Based on the Course of Study and the Basic Plan for Promoting Education in Kagoshima Prefecture, we considered the importance and utility of class. Furthermore, we conducted the survey on tradition techniques and considered possibilities of the junior high school technology education class. In conclusion, the technology education class using “Satsuma-Biwa” is useful as one of education which is expected in the new Course of Study announced in 2017. It seems reasonable to conclude that students can cultivate the attitude to protect and inherit tradition independently by their awareness of the excellence of technology and the importance of protecting and inheriting tradition through the class.

**Key words:** Traditional Craft Object Designated by Kagoshima Prefecture, Satsuma-Biwa, Junior High School Technology Education, Cross-curriculum Learning, Traditional Techniques

別表1 薩摩琵琶と関連をもつ小学校教育内容<sup>2)11)</sup>

|                   | 第1学年  | 第2学年  | 第3学年  | 第4学年  | 第5学年  | 第6学年  |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| 特別の教科<br>道徳       | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の文化と生活に親しみ、愛着をもつこと。                                    | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の文化と生活を大切にし、愛する心をもつこと。   | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の伝統と文化を大切にし、国や郷土を愛する心をもつこと。  | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の伝統と文化を大切にし、国や郷土を愛する心をもつこと。  | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の伝統と文化を大切にし、先人の努力を知り、国や郷土を愛する心をもつこと。   | C [伝統と文化の尊重、国や郷土を愛する態度]<br>我が国や郷土の伝統と文化を大切にし、先人の努力を知り、国や郷土を愛する心をもつこと。   |
| 国語科               | (3)ア. 昔話や神話・伝承などの読み聞かせを聞くなどして、我が国の伝統的な言語文化に親しむこと。<br>イ. 長く親しまれてきた言葉遊びを通して、言葉の豊かさに気付くこと。 | (3)ア. 易しい文語調の短歌や俳句を音読したりするなどして、言葉の響きやリズムに親しむこと。<br>イ. 長い間使われてきたことわざや慣用語、故事成語などの意味を知り、使うこと。  | (3)ア. 易しい文語調の短歌や俳句を音読したりするなどして、言葉の響きやリズムに親しむこと。<br>イ. 長い間使われてきたことわざや慣用語、故事成語などの意味を知り、使うこと。  | (3)ア. 易しい文語調の短歌や俳句を音読したりするなどして、言葉の響きやリズムに親しむこと。<br>イ. 長い間使われてきたことわざや慣用語、故事成語などの意味を知り、使うこと。  | (3)ア. 親しみやすい古文や漢文、近代以降の文語調の文章を音読するなどして、言葉の響きやリズムに親しむこと。<br>イ. 古典について解説した文章を読んだり作品の内容の大体を知ったりすることを通して、昔の人のもの見方や感じ方を知ること。   | (3)ア. 親しみやすい古文や漢文、近代以降の文語調の文章を音読するなどして、言葉の響きやリズムに親しむこと。<br>イ. 古典について解説した文章を読んだり作品の内容の大体を知ったりすることを通して、昔の人のもの見方や感じ方を知ること。 |
| 社会科               |   |   | (4)ア(ア) 県内の文化財や年中行事は、地域の人々が受け継いできたことや、それらには地域の発展など人々の様々な願いが込められていることを理解すること。<br>(イ) 「地域の発展に尽くした先人は、様々な苦心や努力により当時の生活の向上に貢献したことを理解すること」<br>イ(ア) 歴史的背景や現在に至る経過、保存や継承のための取組などに着目して、県内の文化財や年中行事の様子を捉え、人々の願いや努力を考え、表現すること。<br>ウイのアについては、地域の伝統や文化の保存や継承に関わって、自分たちに行き得ることなどを考えたり選択・判断したりできるよる配慮すること」<br>※アの(ア)については、県内の主な文化財や年中行事が、大まかに分かるようにするとともに、イの(ア)については、それらの中から具体的な事例を取り上げること。 | (4)ア(ア) 県内の文化財や年中行事は、地域の人々が受け継いできたことや、それらには地域の発展など人々の様々な願いが込められていることを理解すること。<br>(イ) 「地域の発展に尽くした先人は、様々な苦心や努力により当時の生活の向上に貢献したことを理解すること」<br>イ(ア) 歴史的背景や現在に至る経過、保存や継承のための取組などに着目して、県内の文化財や年中行事の様子を捉え、人々の願いや努力を考え、表現すること。<br>ウイのアについては、地域の伝統や文化の保存や継承に関わって、自分たちに行き得ることなどを考えたり選択・判断したりできるよる配慮すること」<br>※アの(ア)については、県内の主な文化財や年中行事が、大まかに分かるようにするとともに、イの(ア)については、それらの中から具体的な事例を取り上げること。 |   |   |
| 音楽科               |   |   | B 3 (3) 鑑賞教材は次に示すものを取り扱う。<br>ア. 和楽器の音楽を含めた我が国の音楽、諸外国に伝わる民謡など生活との関わりを捉えやすい音楽、劇の音楽、人々に長く親しまれている音楽など、いろいろな種類の曲<br>第3 2 (3) 我が国や郷土の音楽の指導に当たっては、そのよさなどを感<br>じ取って表現したり鑑賞したりできるよるよ、音源や楽譜等の示<br>し方、伴奏の仕方、曲に合った歌い方や楽器の演奏の仕方な<br>どの指導方法を工夫すること。   |   | B 3 (3) 鑑賞教材は次に示すものを取り扱う。<br>ア. 和楽器の音楽を含めた我が国の音楽や諸外国の音楽など文<br>化との関わりを捉えやすい音楽、人々に長く親しまれている音<br>楽など、いろいろな種類の曲<br>第3 2 (3) 我が国や郷土の音楽の指導に当たっては、そのよさなどを<br>感じ取って表現したり鑑賞したりできるよるよ、音源や楽譜等の<br>示し方、伴奏の仕方、曲に合った歌い方や楽器の演奏の仕方な<br>どの指導方法を工夫すること。 |   |
| 図画<br>工作科         |   |   | B (1) ア. 身近にある作品などを鑑賞する活動を通して、自分たちの作品<br>や身近な美術作品、製作の過程などの造形的なよさや面白さ、表<br>したよこと、いろいろな表現方法などについて、感じ取ったり考<br>えたりし、自分の見方や感じ方を広げること。  |   | B (1) ア. 親しみのある作品などを鑑賞する活動を通して、自分たちの作<br>品、我が国や諸外国の親しみのある美術作品、生活の中の造形など<br>の造形的なよさや美しさ、表現の意図や特徴、表現方法の変化などにつ<br>いて、感じ取ったり考えたりし、自分の見方や感じ方を深めること。  |   |
| 総合的<br>な学習<br>の時間 |   | 3 (5) 目標を実現するにふさわしい探究課題については、学校の実態に応じて、例えば、国際理解、情報、環境、福祉・健康などの現代的な諸課題に対応する横断的・総合的な課題、地域の人々の暮らし、伝統と文化など地域や学校の特色に応じた課題、児童の興味・関心に基づく課題などを踏まえて設定すること。 |   |   |   |   |

別表2 薩摩琵琶と関連をもつ中学校教育内容 (2/12)

|               | 第1学年  | 第2学年   | 第3学年   |
|---------------|---|--|--|
| 特別の教科<br>道徳   | C [郷土の伝統と文化の尊重、郷土を愛する態度]<br>郷土の伝統と文化を大切にし、社会に尽くした先人や高齢者に尊敬の念を深め、地域社会の一員としての自覚をもって郷土を愛し、進んで郷土の発展に努めること。  |  |  |
| 技術・家庭<br>科    | [技術分野] A (1) ア. (1)については、我が国の伝統的技術についても扱い、緻密なものでづくりの技などが我が国の伝統や文化を支えてきたことに気付かせること。<br>(5) 各内容における(1)については、次のとおり取り扱うものとする。<br>ア. アで取り上げる原理や法則に関しては、関係する教科との連携を図ること。<br>イ. 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。  |  |  |
| 国語科           | (3) ア. 音韻・必要な文語のまじりや訓読の仕方を知り、古文や漢文を音読し、古典特有のリズムを通して、古典の世界に親しむこと。<br>イ. 古典にさまざまな種類の作品があることを知ること。   | (3) ア. 作品の特徴を生かして朗読するなどして、古典の世界に親しむこと。<br>イ. 現代語訳や語注などを手掛かりに作品を読むことを通して、古典に表れたものの見方や考え方を知ること。  | (3) ア. 歴史的背景などに注意して古典を読むことを通して、その世界に親しむこと。<br>ウ. 時間の経過による言葉の変化や世代による言葉の違いについて理解すること。 |
| 社会科           | [地理分野] C (3) 次(1)から(5)までの考察の仕方を基にして、空間的相互依存作用や地域などに目をし、主題を設けて課題を追究したり解決したりする活動を通して、以下のア及びビの事項を身に付けることができるよう指導する。(5)その他の事象を中核とした考察の仕方 [※地域の考察に当たっては、そこに暮らす人々の生活・文化、地域の伝統や歴史的背景、地域の持続可能な社会づくりを踏まえた視点に留意すること。]<br>[歴史的分野] A (2) ア(ア)自らが生かす地域や受け継がれてきた伝統や文化への関心をもって、具体的な事柄との関わりの中で、地域の歴史について調べたり、収集した情報を年表などにまとめたリするなどの技能を身に付けること。[※(2)については、内容のB以下の学習と関わりながら計画的に実施し、地域の特性に応じた時代を取り上げるようにする]とにも、人々の生活や生活に根ざした伝統や文化に着目した取扱いを工夫すること。その際、博物館、郷土資料館などの地域の施設を活用や地域の人々の協力も考慮すること。]  |  |  |
| 音楽科           | B (1) 鑑賞の活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。<br>イ(ウ) 我が国や郷土の伝統音楽及びアジア地域の諸民族の音楽の特徴と、その特徴から生まれる音楽の多様性<br>第3 (2) ア. 歌唱教材は、次二示ものを取り扱うこと。<br>民謡、長唄などの我が国の伝統的な歌唱のうち、生徒や学校、地域の実態を考慮して、伝統的な声や歌い方の特徴を感じ取れるもの。なお、これらを取り扱う際は、その表現活動を通して、生徒が我が国や郷土の伝統音楽のよさを味わい、愛着をもつことができるよう工夫すること。<br>(3) ア(ア) 我が国及び諸外国の様々な音楽のうち、指導のねらいに照らして適切で、生徒にとって親しみかかってもてい有意義なものが選ばれること。<br>イ. 生徒や学校、地域の実態などを考慮した上で、指導上の必要に応じて和楽器、弦楽器、管楽器、打楽器、鍵盤楽器、電子楽器及び世界の諸民族の楽器を適宜用いること。なお、3学年間を通じて1種類以上の和楽器を取り扱い、その表現活動を通して、生徒が我が国や郷土の伝統音楽のよさを味わい、愛着をもつことができるよう工夫すること。<br>(6) 我が国の伝統的な歌謡や和楽器の指導に当たっては、言葉と音楽との関係、姿勢や身体の使用、方についても配慮することにも、適宜、口唱歌を用いること。<br>(8) 各学年の「B鑑賞」の指導に当たっては、次のとおり取り扱うこと。<br>ア. 鑑賞教材は、我が国や郷土の伝統音楽を含む我が国及び諸外国の様々な音楽のうち、指導のねらいに照らして適切なものを取り扱うこと。 | B (1) 鑑賞の活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。<br>イ(ウ) 我が国や郷土の伝統音楽及び諸外国の様々な音楽の特徴と、その特徴から生まれる音楽の多様性  |  |
| 美術科           | B (1) イ. 生活の中の美術の動きや美術文化についての見方や感じ方を広げ、鑑賞を通して、鑑賞に関する次の事項を身に付けることができるよう指導する。<br>(イ) 身近な地域や日本及び諸外国の文化遺産などのよさや美しさなどを感じ取り、美術文化について考えるなどして、見方や感じ方を広げること。   | B (1) イ. 生活や社会の中の美術の動きや美術文化についての見方や感じ方を深める活動を通して、鑑賞に関する次の事項を身に付けることができるよう指導する。<br>(イ) 日本の美術作品や受け継がれてきた表現の特質などから、伝統や文化のよさや美しさを感じ取り愛情を深めるとともに、諸外国の美術や文化との相違点や共通点に気付いて、見方や感じ方を深めること。<br>創造について考えるなどして、見方や感じ方を深めること。 |  |
| 外国語科          | 3 (3) イ. 英語を使用している人々を中心とする世界の人々や日本人の日常生活、風俗習慣、物語、地理、歴史、伝統文化、自然科学などに関するものの中から、生徒の発達の段階や興味・関心に即して適切な題材を効果的に取り上げるものとし、次の観点に配慮すること。<br>(イ) 我が国の文化や、英語の背景にある文化に対する関心を高め、理解を深めようとする態度を養うのに役立つこと。  |  |  |
| 総合的な学<br>習の時間 | 3 (5) 目標を実現するにふさわしい探究課題については、学校の実態に応じて、例えば、国際理解、情報、環境、福祉・健康などの現代的な諸課題に対応する横断的、総合的な課題、地域や学校の特徴に応じた課題、生徒の興味・関心に基づく課題、職業や自己の将来に関する課題などを踏まえて設定すること。   |  |  |





## 日本産業技術教育学会令和2年度（第33回）九州支部総会 議事要録

日時：2020年10月10日（土）

場所：Zoom オンライン A会場

### 1 開会の辞

事務局幹事 鹿児島大学 深川和良

### 2 挨拶

支部長挨拶 鹿児島大学 寺床勝也

大会実行委員長挨拶 宮崎大学教育学部 藤元嘉安氏

### 3 議長選出

鹿児島大学 坂田桂一

### 4 議事

議題1 令和元年度の事業報告（説明：深川）

資料に基づき報告され、了承された。

議題2 令和元年度決算報告および監査報告（報告：

浅野陽樹）（監査：塚本光夫氏）

資料に基づき報告され、了承された。

議題3 令和2～3年度の支部役員について（説明：深川）

資料に基づき一部修正報告され、審議の結果了承された。この際、理事である熊本大学の塚本光夫氏が九州産業大学の諫見泰彦氏に代わり監査に加わり、これに伴い熊本大学の田口浩継氏が塚本氏に代わりに理事に就任した。

議題4 令和2年度事業計画案について（説明：深川）

資料に基づき報告され、了承された。

議題5 令和2年度予算案について（説明：浅野）

資料に基づき報告され、了承された。

### 5 報告

報告1 令和2年度の編集委員会委員について（説明：深川）

資料に基づき理事会で承認された編集委員会委員について報告があった。

報告2 令和2年度の表彰選考委員会委員について（説明：深川）

資料に基づき理事会で承認された表彰選考委員会委員について報告があった。

報告3 日本産業技術教育学会九州支部論文投稿規定の一部改正について（説明：深川）

資料に基づき、投稿者への論文データ贈呈について一部改正することが報告された。

報告4 日本産業技術教育学会九州支部細則の一部改定について（説明：深川）

資料に基づき、講演要旨集の著作権や取扱について改定したことを報告した。

報告5 日本産業技術教育学会倫理綱領の制定について（説明：深川）

資料に基づき、倫理綱領の制定について報告した。

報告6 令和3年度九州支部大会の開催について（説明：深川）

大分大学にて令和3年10月9日（土）に開催する予定であることが報告された。

報告7 九州支部賞受賞者の決定について（説明：深川）

表彰選考委員会において、下記の対象者に九州支部各賞及び感謝状を授与することとなり、そのことが報告された。

○九州支部論文賞

白石 正人氏（福岡教育大学大学院）

神野 正宗氏（福岡教育大学）

○九州支部教育研究奨励賞

三浦 寿史氏（熊本大学附属中学校）

○感謝状

中園 与一氏（元東海大学）

○学生優秀発表賞

長谷川 優真さん（福岡教育大学大学院生）

満永 純乃介君（鹿児島大学大学院生）

石山 裕輝君（鹿児島大学大学院生）

大津 春輝君（大分大学大学院生）

### 6 定例報告事項

会員の状況（令和2年9月25日現在）が報告された。

### 7 次期開催校挨拶

（世話大学 大分大学 萩嶺直孝氏）

### 8 議事閉会，議長退場

### 9 表彰式

授与者（支部長 寺床勝也）

補 佐（進行 深川和良）

### 10 閉会の辞（深川和良）

（文責 鹿児島大学 深川和良）

## 【議題1】令和元年度事業報告

### 日本産業技術教育学会九州支部令和元年度事業報告

1. 日本産業技術教育学会第32回（令和元年度）九州支部大会
  - ① 日 時：令和元年10月5日（土）
  - ② 場 所：琉球大学教育学部本棟
  - ③ 発表件数：48件（参考：平成30年度48件、平成29年度46件、平成28年度52件）
  
2. 理事会
  - ① 日 時：令和元年10月5日（土） 12:15～14:20
  - ② 場 所：琉球大学教育学部本棟 教育学部会議室
  
3. 第31回通常総会
  - ① 日 時：令和元年10月5日（土） 13:30～14:30
  - ② 場 所：琉球大学教育学部本棟 教育学部104教室
  
4. 編集委員会
  - ① 日 時：令和元年10月5日（土） 17:20～17:50
  - ② 場 所：琉球大学教育学部本棟 教育学部会議室
  
5. 日本産業技術教育学会九州支部論文集 第27巻(2019) 発刊（電子媒体）

令和元年3月15日発行11編（研究論文：6編 実践論文：5編 実践報告：0編）  
参考：第26巻(2018) 15編（研究論文：9編 実践論文：4編 実践報告：2編）（電子媒体）  
参考：第25巻(2017) 22編（研究論文：16編 実践論文：6編 実践報告：0編）（電子媒体）  
参考：第24巻(2016) 12編（研究論文：8編 実践論文：4編 実践報告：0編）（電子媒体）  
参考：第23巻(2015) 18編（研究論文：13編 実践論文：4編 実践報告：1編）
  
6. 表彰
  - ① 九州支部功績賞 該当なし
  - ② 九州支部論文賞 1件
  - ③ 九州支部教育研究奨励賞 1件
  - ④ 学生優秀発表賞 5件

## 【議題2】平成29年度収支決算報告および監査報告

## 日本産業技術教育学会九州支部令和元年度(7月～翌6月)収支決算報告書

## ○ 収入の部

| 費目         | 予算額        | 決算額        | 備考  |
|------------|------------|------------|---|
| 会費         | 140,000円   | 146,000円   | 前年度までの未収: 2,000円×14人(28,000円)<br>正会員 2,000円×52人(104,000円)<br>学生会員 1,000円×14人(14,000円) |
| 支部大会参加費    | 70,000円    | 80,000円    | 正会員 1,500円×45(67,500円)<br>学生会員 500円×15(7,500円)<br>非会員 500円×4+1,500円×2(5,000円)         |
| 論文掲載投稿者負担料 | 236,000円   | 156,000円   | 2,000円×70ページ(140,000円)<br>前年度未収分(16,000円)   |
| 雑収入        | 1,000円     | 100,000円   | 寄付(中園与一)  |
| 小計         | 447,000円   | 482,000円   |   |
| 前年度繰越金     | 851,946円   | 851,944円   | ※昨年度決算からの転記ミス   |
| 合計         | 1,298,946円 | 1,333,944円 |   |

## ○ 支出の部

| 費目     | 予算額        | 決算額        | 備考  |
|--------|------------|------------|---|
| 大会運営費  | 239,000円   | 217,239円   | 会場使用料 14,671円<br>講演要旨集印刷費 138,240円<br>アルバイト代 48,000円<br>休憩室茶菓子代 6,302円<br>立看板設置費・印刷費等 10,026円 |
| 会議費    | 21,000円    | 13,950円    | 理事弁当代 13,950円   |
| 論文集制作費 | 44,000円    | 31,000円    | 査読謝金 31,000円  |
| 表彰経費   | 46,000円    | 24,532円    | 記念品等 18,200円<br>賞状 6,332円   |
| 事務費    | 40,000円    | 45,572円    | 通信費・郵送費 16,780円<br>金庫等 22,592円<br>サーバ維持費 6,048円<br>その他 152円                                   |
| 小計     | 390,000円   | 332,293円   |   |
| 次年度繰越金 | 908,946円   | 1,001,651円 |   |
| 合計     | 1,298,946円 | 1,333,944円 |   |

以上ご報告申し上げます。

令和2年 9月29日

支部長 寺床 勝也

幹事 深川 和良

## 会計監査報告

令和元年度の預金通帳ならびに決算書類を監査しました結果、適正なものと認めます。

令和2年 10月5日

監査 平尾 健二

監査 塚元 光夫

【議題3】令和2年～3年度年度支部役員

日本産業技術教育学会九州支部役員（令和2年度、令和3年度）

| 役員名   | 氏名・所属           |               |
|-------|-----------------|---------------|
| 支部長   | 寺床 勝也           | 鹿児島大学教育学部     |
| 副支部長  | 富ヶ原健介           | 鹿児島県立薩南工業高等学校 |
| 支部理事  | 白石 正人           | 福岡教育大学教育学部    |
|       | 入江 義幸           | 福岡県行橋市立行橋中学校  |
|       | 萩嶺 直孝           | 大分大学教育学部      |
|       | 羽田野修一           | 大分県立大分工業高等学校  |
|       | 角 和博            | 佐賀大学教育学部      |
|       | 丹野 到            | 佐賀県唐津市立馬渡小中学校 |
|       | 武藤 浩二           | 長崎大学教育学部      |
|       | 野方 健治           | 長崎県佐世保市立日宇中学校 |
|       | 田口 浩継           | 熊本大学大学院教育学研究科 |
|       | 岩崎洋一郎           | 東海大学基盤工学部     |
|       | 藤元 嘉安           | 宮崎大学教育学部      |
| 日高 義浩 | 宮崎県立宮崎工業高等学校    |               |
| 倉元 賢一 | 鹿児島県薩摩川内市立海陽中学校 |               |
| 小野寺清光 | 琉球大学教育学部        |               |
| 支部監査  | 平尾 健二           | 福岡教育大学教育学部    |
|       | 塚本 光夫           | 熊本大学大学院教育学研究科 |
| 支部幹事  | 深川 和良           | 鹿児島大学教育学部     |

【日本産業技術教育学会九州支部規約】

（役員）

第4条 支部に次の各号に挙げる役員を置く。

- (1) 支部長 1名
- (2) 副支部長 1名
- (3) 支部理事 若干名
- (4) 支部監査 2名
- (5) 支部幹事 若干名

2 役員は、会員の互選による。

3 役員の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、支部長は2期を限度とする。

4 役員に欠員を生じた場合は交替者を選出し、その任期は前任者の残存期間とする。

【議題4】日本産業技術教育学会九州支部令和2年度事業計画案

1. 日本産業技術教育学会第33回（令和2年度）九州支部大会  
令和2年10月10日（土）Zoom オンライン A, B, C 会場  
理事会（Zoom オンライン D 会場）  
総会（Zoom オンライン A 会場）  
編集委員会（Zoom オンライン D 会場）  
研究発表会（一般講演：34件）  
(参考：令和元年度48件、平成30年度48件、平成29年度46件)
  
2. 日本産業技術教育学会九州支部論文集第28巻（2020）の発行（電子媒体）  
令和2年10月末日投稿締切  
令和3年2月発行予定



【議題5】日本産業技術教育学会九州支部令和2年度予算案

○ 収入の部

| 費目         | 予算額  |
|------------|--|
| 会費         | 140,000 円<br>内訳：正会員 2,000 円×50 (100,000 円)<br>学生会 1,000 円×20 ( 20,000 円)<br>前年度未納分<br>正会員 2,000 円×10 ( 20,000 円) |
| 支部大会参加費    | 70,000 円 (正会員 1,500 円×40、学生会員 500 円×20)  |
| 論文掲載投稿者負担料 | 200,000 円<br>内訳：2,000 円×70 ページ (140,000 円)<br>前年度未収分 ( 60,000 円)   |
| 小計         | 410,000 円  |
| 前年度繰越金     | 1,001,651 円  |
| 合計         | 1,411,651 円  |

○ 支出の部

| 費目     | 予算額   |
|--------|---|
| 大会運営費  | 20,000 円<br>内訳：会場使用料 0 円<br>要旨集印刷代 0 円<br>アルバイト代 0 円<br>休憩室茶菓子代等 0 円<br>印刷費等 20,000 円 |
| 会議費    | 0 円   |
| 論文集制作費 | 64,000 円<br>内訳：論文査読料 40,000 円<br>印刷費 (メディア等) 4,000 円<br>編集アプリケーション費 20,000 円          |
| 表彰経費   | 25,000 円<br>内訳：記念品等 20,000 円<br>賞状 5,000 円  |
| 事務費    | 34,000 円<br>内訳：通信費・郵送費 18,000 円<br>文具等 10,000 円<br>サーバ維持費 6,000 円                     |
| 小計     | 143,000 円   |
| 次年度繰越金 | 1,268,651 円   |
| 合計     | 1,411,651 円   |

報告事項 1

日本産業技術教育学会九州支部編集委員会委員（令和2年度）

| 分野   | 氏名（所属）        | 分野       | 氏名（所属）        |
|------|---------------|----------|---------------|
| 技術教育 | 有川 誠（福岡教育大学）  | 電気<br>情報 | 武藤 浩二（長崎大学）   |
|      | 田口 浩継（熊本大学）   |          | 小野寺清光（琉球大学）   |
|      | 角 和博（佐賀大学）    |          | 岩崎洋一郎（東海大学）   |
|      | 古川 健一（福岡教育大学） |          |               |
| 機械   | 梅野 貴俊（福岡教育大学） | 木材加工     | 楊 萍（熊本大学）     |
| 金属加工 | 深川 和良（鹿児島大学）  | 栽培       | 大内 毅（福岡教育大学）  |
|      | 古川 稔（福岡教育大学）  |          | 平尾 健二（福岡教育大学） |
|      |               |          |               |

報告事項 2

日本産業技術教育学会九州支部表彰選考委員会委員（令和2年度）

- ・ 委員長：藤元 嘉安（宮崎大学）
- ・ 委員：支部長，副支部長，支部理事

### 報告事項 3

#### 日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定の一部改正について

##### 【提案理由】

九州支部論文集を電子媒体にしたことに伴い，現在は九州支部ウェブサイトより論文集が入手できる。そこで，論文を投稿者に対し事務局より電磁的に記録されたメディアで贈呈していたが，希望者のみの贈呈にしたい。

##### 【日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定新旧対照表】

| 改正案   | 現 行   |
|---|---|
| (前略)<br>15. 支部論文集に掲載された投稿者のうち希望者に対し，事務局より論文が電磁的に記録されたメディアを贈呈する。<br>(後略) | (前略)<br>15. 支部論文集に掲載された投稿者に対し，事務局より論文が電磁的に記録されたメディアを贈呈する。<br><br>(後略) |

## 報告事項 4

## 日本産業技術教育学会九州支部運営細則の一部改定について

## 【提案理由】

講演要旨集についてはその著作権や取扱いについて規定等が制定されていなかった。  
そこで、講演要旨集も投稿論文に準拠するものとして取り扱うため細則にて追記する。

## 【日本産業技術教育学会九州支部運営細則新旧対照表】

| 改正案   | 現 行   |
|---|---|
| <p>(前略)</p> <p>規約第8条関係</p> <p>(1) 総会・研究発表会の開催は、各県順を原則とする。ただし、会員の事情により変更することができる。</p> <p>(2) 研究発表会の次期開催期日は理事会において総会までに決定する。</p> <p>(3) <u>講演要旨集に掲載された著作物の著作権およびその取扱いについては、日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定 17 項に準ずるものとする。</u></p> <p>(後略)</p> | <p>前略)</p> <p>規約第8条関係</p> <p>(1) 総会・研究発表会の開催は、各県順を原則とする。ただし、会員の事情により変更することができる。</p> <p>(2) 研究発表会の次期開催期日は理事会において総会までに決定する。</p> <p>(後略)</p> |

### 報告事項 3

#### 日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定の一部改正について

##### 【提案理由】

本学会の目的を達成するとともに研究の担うべき社会的責任に基づき、この倫理綱領を制定する。



## 令和2年度日本産業技術教育学会九州支部賞の表彰

### ○九州支部功績賞

該当無し。

### ○九州支部論文賞

授賞者：白石 正人氏（福岡教育大学）、神野 正宗氏

受賞論文：日本産業技術教育学会九州支部論文集第27巻(2019)、11～18ページ

プログラミング題材を想定した100マス計算用Webアプリの開発

授賞理由：著者らはプログラミングによって課題を解決する学習活動に対応したプログラミングについて、中学生にとって想定しやすい小学生向けの学習教材をWebアプリとして作成する題材を検討した。本論文では、タブレットで利用可能な100マス計算用のWebアプリを作り、その機能性や有用性を明らかにした。さらなる発展と実用化が期待でき、この成果は技術科教育の発展に著しく貢献するものであると認められる。よって規定により著者である、白石 正人氏、神野 正宗氏、2名に本支部論文賞を授与する。

### ○九州支部教育研究奨励賞

授賞者：三浦 寿史氏（熊本大学教育学部附属中学校）

受賞論文：日本産業技術教育学会九州支部論文集第27巻（2019）、66～74ページ

技術科教育におけるふりかえり活動の実践

授賞理由：これまでに公表されている3つのふりかえり理論について概説し、これらの理論に基づいたふりかえり活動を技術分野の学習に導入し、教育実践を行った結果に考察を加えている。技術教育の授業改善に資するものであり、今後の技術科における授業展開に貴重な示唆を与えるものである。よって、三浦 寿史氏に本支部教育研究奨励賞を授与する。

### ○感謝状

受贈者：中園 与一氏（元東海大学）

贈呈理由：中園氏は、九州支部のさらなる発展に寄与したいとの思いから、多額の寄付をされた。この目的は、長年、九州支部の運営にご尽力されたご経験から、支部会の研究環境の充実、優れた若手研究者の研究支援と育成を願ったものである。このご厚意に深く感謝を表し、感謝状を贈呈するものである。

○九州支部大会学生優秀発表賞

授賞者：福岡教育大学大学院 長谷川 優真さん

講演題目：A20 簡易抗折試験機を用いた曲げ強度に関する授業実践

-Smallbot と Pencilbot による高校生の問題解決学習の取り組み-

共同研究者：福岡教育大学 古川 稔氏

授賞者：鹿児島大学大学院 満永 純乃介君

講演題目：A22 中学校技術科において伝統的技術を学ぶ授業の検討 一刃物の製作に着目して一

共同研究者：鹿児島大学大学院 竹之内 大輝氏，鹿児島大学 深川 和良氏

授賞者：鹿児島大学大学院 石山 裕輝君

講演題目：B17 鹿児島県指定伝統的工芸品「薩摩琵琶」を用いた中学校技術科横断型授業の展開と可能性

共同研究者：鹿児島大学 寺床 勝也氏，鹿児島大学附属中学校 森 健太郎氏

授賞者：大分大学大学院 大津 春輝君

講演題目：C12 工業高校生の専門科目における自己効力感に関する調査

共同研究者：大分大学 中原 久志氏

\* 本大会はオンライン開催のため、受賞者の写真は割愛します。

## 日本産業技術教育学会九州支部規約

### （設置）

第1条 日本産業技術教育学会（以下「本部」という）細則第7条の定めるところにより、日本産業技術教育学会九州支部（以下「支部」という）を設置する。

### （目的および事業）

第2条 支部は、九州地区における産業技術教育の発展向上を図ることを目的とする。

- 2 事業年度を7月1日から翌年の6月30日までとし、前項の目的を達成するために、次の各項に掲げる事業を行う。
  - (1) 産業技術教育に関する研究発表会、講演会等の開催。
  - (2) 関連する研究団体との連携および提携。
  - (3) その他前項の目的を達成するために、支部が必要と認めた事業。

### （組織および会員）

第3条 支部は、支部の目的に賛同し、所定の入会手続きをした、次の各項に掲げる会員を持って組織する。

- (1) 正会員
- (2) 学生会員
- (3) 終身会員
- (4) 名誉会員
- (5) 賛助会員
- 2 正会員および学生会員は支部に入会しているもの、賛助会員は支部の事業を賛助するもの、とする。
- 3 会員になろうとするものは、第9条に掲げる会費を添えて所定の申し込み手続きをとらなければならない。ただし、終身会員及び名誉会員については運営細則で定める。
- 4 会員の退会・除名は次の各号による。
  - (1) 会員で退会しようとするものは、その旨を支部に通知し、未納の会費がある場合は、これを完納しなければならない。
  - (2) 会費を滞納したもの（2年以上）、および支部の活動と明らかに無縁になったものは、自動的に退会させられることがある。
  - (3) 会員が支部の名誉を毀損する行為をした場合、理事会の決議により除名することができる。
  - (4) 学生会員は、学生の身分が無くなった時点で、退会または正会員となる手続きをとらなければならない。

### （役員）

第4条 支部に次の各号に挙げる役員を置く。

- (1) 支部長 1名
- (2) 副支部長 1名
- (3) 支部理事 九州地方各県より若干名
- (4) 支部監査 2名
- (5) 支部幹事 若干名
- 2 役員は、会員の互選による。
- 3 役員の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、支部長は2期を限度とする。
- 4 役員に欠員を生じた場合は交替者を選出し、その任期は前任者の残存期間とする。

### （役員職務）

第5条 支部長は、支部の事業を総轄し、支部を代表する。

- 2 副支部長は支部長を補佐し、支部長に事故ある時はその職務を代行する。

- 3 支部理事は会務を遂行する。
- 4 支部監査は支部の会計を監査する。
- 5 支部幹事は支部事業の執行をする。

（会議）

- 第6条 支部の会議は、支部総会（以下「総会」という）、支部理事会（以下「理事会」という）とする。
- 2 総会は、支部の最高議決機関とし、年1回支部長がこれを招集する。ただし、必要があるときは、臨時にこれを招集することができる。
  - 3 理事会は、支部の会務を遂行する機関とし、必要に応じ、支部長がこれを招集する。

（議決）

- 第7条 総会の議決は、出席会員の過半数をもって決する。

（研究会および講演会）

- 第8条 支部は、第2条第2項に定める事業のために、次の各項に掲げる会を行う。
- (1) 研究発表会
  - (2) 講演会
  - (3) その他支部長が必要と認めた研究会等
- 2 研究発表会は、年1回以上開催し、会員の研究成果を発表する。
  - 3 講演会は、理事会が必要と認めたときに設けることができる。

（会計）

- 第9条 支部の経費は、支部会費、寄付金およびその他の収入をもってあてる。
- 2 会員は次の各項に定める支部会費を納入するものとする。
    - (1) 正会員年額 2,000円
    - (2) 賛助会員年額 7,000円
    - (3) 学生会員年額 1,000円

（事務局）

- 第10条 支部の事務局は、理事会が設置場所を定める。

（その他）

- 第11条 この規約の運営に必要な細則は、別に理事会が定める。
- 2 この規約の改廃は、総会の承認を必要とする。

付則

- この規約は、平成12年 11月 1日より実施する。  
この規約は、平成14年 4月 1日より実施する。  
この規約は、平成16年 4月 1日より実施する。  
この規約は、平成21年 4月 1日より実施する。  
この規約は、平成30年 9月 1日より実施する。  
平成30年度に限り、役員任期は平成30年4月から平成32年度6月までとする。

## 日本産業技術教育学会九州支部運営細則

|         |      |      |    |
|---------|------|------|----|
| 昭和 63 年 | 11 月 | 6 日  | 制定 |
| 平成 10 年 | 10 月 | 24 日 | 改訂 |
| 平成 12 年 | 11 月 | 1 日  | 改訂 |
| 平成 14 年 | 4 月  | 1 日  | 改訂 |
| 平成 15 年 | 4 月  | 1 日  | 改訂 |
| 平成 17 年 | 10 月 | 30 日 | 改訂 |
| 平成 20 年 | 10 月 | 11 日 | 改訂 |
| 令和 元年   | 10 月 | 5 日  | 改訂 |
| 令和 2 年  | 10 月 | 10 日 | 改定 |

（趣旨）

(1) 規約第 11 条第 1 項の定めるところにより、支部の運営に必要な事項をこの細則に定める。

規約第 2 条関係

- (1) 研究発表会の講演申込方法と講演原稿執筆要領は、支部事務局で定める。なお、発表者は支部会員または本部会員に限る。
- (2) 研究発表会を開催するに当たって、関連する研究団体と共催することができる。

規約第 3 条関係

- (1) 終身会員は正会員として 10 年以上在籍した 60 才以上の会員で、正会員費の 5 年分以上を納入しあるいは前納し、理事会で承認された個人とする。
- (2) 名誉会員は産業技術教育に関し特に功績があると認められたもので（支部長を 2 期務めたものなど）、理事会での推薦を経て総会で承認された個人とする。
- (3) 終身会員と名誉会員は会費の納入を免除され、かつ正会員と同等の権利（支部大会発表、論文の投稿など）があるものとする。

規約第 4 条関係

- (1) 理事は各県 2 名以内を原則とする。ただし、支部の運営において特別の事情がある場合は増加することができる。
- (2) 理事会は理事の中より支部長及び副支部長を総会に推薦する。
- (3) 監査の 2 名の内の 1 名は、原則として前年度事務局の役員の中から推薦する。
- (4) 幹事は支部長が推薦する。
- (5) 役員は、次期役員が選出されるまでの間、引き続きその任に当たるものとする。

規約第 6 条関係

- (1) 総会の議長が選出されるまでの間、幹事が進行を務めるものとする。
- (2) 総会の議長は会員の中から選出する。

規約第 8 条関係

- (1) 総会・研究発表会の開催は、各県順を原則とする。ただし、会員の事情により変更することができる。
- (2) 研究発表会の次期開催期日は理事会において総会までに決定する。
- (3) 講演要旨集に掲載された著作物の著作権およびその取扱いについては、日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定 17 項に準ずるものとする。

（その他）

- (1) この細則の改廃は理事会が行う。

付則

- この細則は、昭和 63 年 11 月 6 日より実施する。
- この細則は、平成 10 年 10 月 24 日より実施する。
- この細則は、平成 12 年 11 月 1 日より実施する。
- この細則は、平成 14 年 4 月 1 日より実施する。

この細則は、平成15年4月1日より実施する。

この細則は、平成17年10月30日より実施する。

この細則は、平成21年4月1日より実施する。

この細則は、令和元年10月5日より実施する。

この細則は、令和2年10月10日より実施する。



## 日本産業技術教育学会九州支部表彰制度規定

平成16年 4月 1日制定

平成20年 10月 11日改訂

平成23年 10月 1日改訂

平成25年 10月 5日改訂

九州支部規約第2条第2項（3）に基づき、下記の表彰制度を定める。この規定の改廃は理事会が行う。

### 1. 九州支部功績賞

受賞対象者：会費を完納している九州支部の会員。

受賞理由：支部の事業の発展に著しく貢献したものの。

受賞人数：原則年1名とする。

選考方法：会員が理事を通じて支部長に8月末日までに候補者を推薦し、表彰選考委員長が作成した推薦書に基づいて、理事会（E-mail会議）で9月末日までに受賞者を決定する。

表彰方法：総会において表彰を行う。

### 2. 九州支部論文賞

受賞対象者：会費を完納している九州支部の会員。

受賞理由：受賞前年度の支部論文集に掲載された「研究論文」の中で、著しく産業技術教育の発展に貢献した内容の論文。

受賞人数：原則年1件とする。

選考方法：会員が理事を通じて支部長に8月末日までに候補論文を推薦し、表彰選考委員長が作成した推薦書に基づいて理事会（E-mail会議）で9月末日までに受賞論文を決定する。

表彰方法：総会において表彰を行う。

### 3. 九州支部教育研究奨励賞

受賞対象者：会費を完納している九州支部の会員で、小・中・高等学校教員。

受賞理由：過去3年間（受賞前年度まで）の支部論文集に掲載された「研究論文」および「教育現場からの実践報告」の中で、技術教育の発展に貢献した記事を執筆したものの。

受賞人数：原則年1名とする。

選考方法：会員が理事を通じて支部長に8月末日までに候補者を推薦し、表彰選考委員長が作成した推薦書に基づいて理事会（E-mail会議）で9月末日までに受賞者を決定する。

表彰方法：総会において表彰を行う。

### 4. 九州支部大会学生優秀発表賞

受賞対象者：会費を完納している九州支部の学生会員。

受賞理由：支部大会で優れた発表を行ったもの。

受賞人数：各大学より原則年1名とする。ただし、優れたものが1大学に複数いた場合は最大2名までとする。

選考方法：講演要旨原稿提出締切日後1週間以内に、各大学の理事が候補者を支部長に推薦する。理事のいない大学等については、会費を完納している正会員歴3年以上の正会員が支部長に候補者を申請し、理事会において選考の上、支部長に推薦する。表彰選考委員長の原案に基づき、理事会で受賞者を決定する。

表彰方法：総会あるいは情報交換会において表彰を行う。

### 付則

この規定は、平成16年 4月 1日より実施する。

この規定は、平成21年 4月 1日より実施する。

この規定は、平成23年10月 1日より実施する。

この規定は、平成25年10月 5日より実施する。

## 日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定

|       |        |    |
|-------|--------|----|
| 平成14年 | 4月1日   | 制定 |
| 平成15年 | 4月1日   | 改訂 |
| 平成21年 | 10月11日 | 改訂 |
| 平成22年 | 10月9日  | 改訂 |
| 平成23年 | 12月14日 | 改訂 |
| 平成24年 | 10月13日 | 改訂 |
| 平成25年 | 10月5日  | 改訂 |
| 平成26年 | 10月5日  | 改訂 |
| 平成27年 | 10月3日  | 改訂 |
| 平成28年 | 10月1日  | 改訂 |
| 平成29年 | 10月7日  | 改訂 |
| 令和2年  | 10月10日 | 改正 |

支部規約第2条第2項（3）に基づき、日本産業技術教育学会九州支部論文集を発行し、下記の投稿規定を定める。この規定の改廃は理事会が行う。

1. 支部会員は支部論文集に論文を投稿できる。  
ただし、原則として支部大会または本部大会、および支部または本部が開催した研究会等で講演したものに限り。なお、掲載された論文等は、日本産業技術学会誌等へ重複投稿できない。
2. 投稿できる論文は、産業技術教育に関連した未公刊原著論文とする。
3. 執筆責任者および、第一著者は会員に限るが、共著者として会員以外の共同研究者を含むことは差し支えない。
4. 投稿できる論文等は、下記の4種類とする。
  - (1) 研究論文：教育・研究において独創性があるもの。
  - (2) 実践論文：教育実践において有用性があるもの。
  - (3) 実践報告：教育・研究において資料として有用性があるもの。
  - (4) 解説：教育・研究において既に公知の事象を解説したもの。
5. 支部論文集「実践報告」への投稿は、原則として会員が望ましいが、会員以外でも理事や編集委員からの推薦があれば投稿できる。
6. 投稿論文は定められた期日までに事務局宛に、原則として論文雛形をもとに作成したPDFファイル形式にてWebサイトまたはメールにより送信すること。ただし、上記の方法による送信が困難な場合は事務局の指示に従うこと。
7. 投稿された論文の受付年月日は、原稿が編集委員会に到着した日とする。
8. 投稿原稿は、次の順序にまとめて作成する。
  - 1) 題名、著者名、和文要旨、2) 本文、3) 英文要旨
9. 投稿論文は、A4タテ用紙に上マージン25mm、下マージン25mm、左マージン18mm、右マージン18mmとし、本文は25文字50行、横2段組を原則とする。段間隔として2文字分以上あけて1ページとし、1論文は原則として8ページ以内とする。
10. 第1ページ1段末尾に、受付及び受理年月日を記入するために1行あけて、その下に※を付けて著者の所属と発表年月日を記入すること。
11. 題名、著者名の後に和文要旨（600字以内）とキーワード（5個以内）を付けること。  
また、論文の内容を欧文300語（省略可、ただし、本文が欧文の場合は和文600字）以内に要約すること。  
欧文は、欧文題名、著者名（名は頭文字のみ大文字、姓は全部大文字）、所属をはじめに付けること。
12. 引用文献の番号は1論文ごとに通し番号とし、本文の引用箇所には右肩に小括弧を付けて番号を記入すること。  
著者名、書名、巻一、号、（発刊年）、ページ  
（例）1)九州太郎：日本産業技術教育学会誌、20-1、（1995）、15

13. 投稿された論文は、複数の査読を基に編集委員会の審査を経て論文集に掲載される。  
なお、編集委員から原稿の訂正や修正を求められ、返却されることがある。原稿の訂正や修正を求められた論文は、原則として編集委員会の指示から3週間以内に再提出しなければならない。再提出期限を経過した場合、その論文審査は次期以降とする。
14. 論文掲載料は1頁あたり2,000円とする。ただし、編集委員会から執筆を依頼された場合、あるいは「実践論文」および「実践報告」において、第一著者が小・中・高等学校等の現職教員である場合の掲載料は無料とし、論文に所属を記載する。
15. 支部論文集に掲載された投稿者のうち希望者に対し、事務局より論文が電磁的に記録されたメディアを贈呈する。
16. 支部論文集に掲載された原稿は返却しない。
17. 掲載された投稿論文等について、以下の項目をすべて承諾するものとする。
  - (1) 著者は、自身の著作物である投稿論文等が九州支部論文誌に掲載された場合、その著作権を九州支部へ譲渡する。
  - (2) 当該著作物に捏造、改ざん、盗用や二重投稿等の研究者倫理に反するものがあつた場合、著者自身が最終責任を負うものとする。
  - (3) 著者が当該著作物を営利目的外（例えば、所属大学等で投稿論文（ポストプリント）等を機関リポジトリにて公開する）に利用する場合、九州支部の許諾を得る必要はないものとする。
  - (4) 日本産業技術教育学会本部が営利目的外に当該著作物を利用する場合は、九州支部の許諾を得ずに利用できるものとする。
18. 査読料として1論文につき1000円を査読者に支払うものとする。なお、本査読料については、図書カード等で代替する場合もある。

#### 付則

- この規定は、平成14年4月1日より施行する。  
この規定は、平成15年4月1日より施行する。  
この規定は、平成21年4月1日より実施する。  
この規定は、平成22年1月1日より実施する。  
この規定は、平成23年10月1日より実施する。  
この規定は、平成24年10月13日より実施する。  
この規定は、平成25年10月5日より実施する。  
この規定は、平成26年10月5日より実施する。  
この規定は、平成27年10月3日より実施する。  
この規定は、平成28年10月1日より実施する。  
この規定は、平成29年10月7日より実施する。  
この規定は、令和2年10月10日より実施する。

## 日本産業技術教育学会九州支部プライバシーポリシー

平成20年10月11日制定

平成27年10月3日改定

### 1. 適用範囲

このプライバシーポリシーは、本支部規約第3条に定める会員を、適用範囲とします。

### 2. 個人情報の利用目的

個人情報は、下記の目的の範囲内で利用します。また、ご提供いただいた個人情報は、特段の事情がある場合を除き、本人の同意なく第三者へ開示提供することはありません。

- (1) 入退会、異動履歴、会費納入の管理および連絡
- (2) 本支部総会に関する連絡
- (3) 本支部論文集の送付
- (4) 本支部規約第8条に掲げる事業に関する連絡および各種情報提供
- (5) 本支部理事会等の活動支援
- (6) 新規事業の企画
- (7) 本支部及び日本産業技術教育学会等における関連委員等の選考
- (8) 会員間の相互連絡など本支部の運営に関わる必要な情報の提供

### 3. 個人情報の取得

個人情報は、適正かつ公正な手段によって取得します。個人情報の取得に際し、その利用目的を、本学会ホームページに掲載するなど周知に努め、本支部会員および本支部入会希望者や本支部関連事業参加希望者に対し、明示いたします。

### 4. 個人情報の管理

個人情報は、適切な安全対策を実施し管理します。漏洩、滅失、不正アクセス、改ざん等の防止のために最大限の注意を払い、合理的な措置を講じます。個人情報の保護について、理事および事務局担当者に対し、常に適切な対応が出来るよう指導・徹底に努めます。必要がなくなった個人情報は、適切な方法で廃棄します。個人情報の状態が、正確かつ最新であるよう努めます。

### 5. 第三者への開示・提供

本支部では、以下のいずれかに該当する場合を除き、個人情報を第三者に開示または提供しません。

- (1) 本人の同意がある場合
- (2) 法令に基づき、開示、提供を求められた場合
- (3) 国または地方公共団体等の公的な事務の実施への協力のために必要な場合
- (4) 統計的なデータなど本人を識別できない状態で開示・提供する場合

### 6. 開示、訂正、削除、追加、利用停止、消去について

本支部が保有する個人情報について、本人から要求があった場合、遅滞なく開示します。また、本支部が保有する個人情報について、本人から所定の方法により、訂正、削除、追加、利用停止、消去等の申し出があった場合は、合理的な期間および範囲で、速やかに対応いたします。

### 7. 本支部の個人情報の取扱いに関する問い合わせ

日本産業技術教育学会九州支部事務局

E-mail : kyushu-staff@jste.jp

### 8. プライバシーポリシーの適用と変更

本支部会員は、このプライバシーポリシーの内容を十分に理解し、同意されたものとみなします。本プライバシーポリシーは、理事会の議を経て変更することが出来るものとします。本支部の保有する個人情報に対しては、常に最新のプライバシーポリシーが適用されます。プライバシーポリシーの変更は、遅滞なくホームページ等に掲載し、掲載日より効力を発揮するものとします。

以上

## 日本産業技術教育学会九州支部倫理綱領

令和2年 10月 10日制定

（趣旨）

第1条 日本産業技術教育学会九州支部（以下、「支部」という。）は、支部の目的を達成するとともに、研究の担うべき社会的責任に基づき、この倫理綱領を制定する。

（基本原則）

第2条 支部会員は、研究の実施、研究成果の発表、ならびに専門的意見の公表において、つねに基本的人権に配慮しなければならない。

（研究の実施と公表にともなう責任）

第3条 支部会員は、研究の実施にあたって、つねに客観性、公平性を目指し、事実に基づく立証に努めなければならない。会員は、研究によって得られたデータ、情報、調査結果などを、改ざん、捏造、偽造してはならない。会員は、他者の知的成果、著作権を侵してはならない。会員は、専門的意見を公表する場合には、その根拠を提示する

（情報提供者への説明責任）

第4条 支部会員は、情報提供者を得て研究を行う場合には、あらかじめ当該者（ないしその保護責任者）に対して、研究目的、研究内容などを十分に説明し、同意・了解を得ることが必要である。また、情報提供者（ないしその保護責任者）が、研究過程の途中で協力を中止できることを、あらかじめ説明しておく必要がある。

（研究実施における配慮）

第5条 支部会員は、情報提供者（ないしその保護責任者）の人格とプライバシーに配慮し、これらの人々の名誉や社会的地位を損なうことがあってはならない。

（研究によって得られた情報等の秘密保持）

第6条 支部会員は、研究によって得られた情報の管理に留意し、その機密性を保持しなければならない。また、情報提供者を伴う研究の場合、その研究によって得られた情報、データ等は、同意を得た目的以外に使用してはならない。

（知的生産物の尊重）

第7条 支部会員は、他者の業績である知的成果ならびに知的財産権を尊重する。

（研究倫理の徹底に関する学会の責任）

第8条 支部会員は、この倫理綱領の徹底に努めるとともに、研究倫理の具体的内容の明確化に向けて、継続的な努力を払うものとする。

第9条 本倫理綱領の改廃は、理事会が行う。

付則

この綱領は、令和2年10月10日より実施する。

ここに論文の題名を書きます (MS ゴシック 14pt 使用)  
-副題があればここに (MS ゴシック 14pt 使用) -

行間固定  
値 16pt

英文タイトルは、キャピ  
タリゼーションを行って  
ください。

A Sample of JSTE Paper (Century 14pt)  
- Subtitle, If Necessary (Century 14pt) -

二人以上の著者の場合最後の  
著者の前に”and”を用います。

九州太郎\* 熊本花子\*\* MS 明朝 10pt\*\*\*

行間固定  
値 13pt

所属は、簡潔に記入し  
ます。また、現職の教  
員で実践論文等、投稿  
料が無料になるケース  
においては、学校名を  
明記してください。

Tarou KYUSYU\*, Hanako KUMAMOTO\*\* and Century 10point\*\*\*

\*Faculty of Education, Sangyo Gijutsu University (Century 10pt)

\*\*Kyushu City Sangyo Gijutsu Junior High School (Century 10pt)

Graduate School of Education, Sangyo Gijutsu University (Century 10pt)

ここには、和文の要旨を 600 字以内 (極端に短い要旨は避けてください。) で記述します。和文要旨の下に、5 個以内のキーワードを付けて下さい。また、論文の内容を欧文 300 語以内に要約したものを論文の最後に付けて下さい。欧文のはじめには、欧文題名、著者名(名は頭文字のみ大文字、姓は全部大文字)、所属を付けて下さい。ただし、この欧文題目や著者名等は省略可能です。なお、本文が欧文の場合は、和文 600 字以内の要約を付けて下さい。

キーワード：日本産業技術教育学会，論文，レイアウト，論文雛型，スタイル

1. はじめに (章題は、MSゴシック 11pt)

用紙サイズはA4サイズの縦置き、横書きとします。余白は上下25mm、左右18mmとします。

2. 本文

本文は、「2段組」としますが、文字数および行数を固定しないでください。行揃えは「両端揃え」にします。基本的に日本語フォントは「MS 明朝体」、半角英数字フォントは「Century」、フォントサイズは「10ポイント」を使用します。本文の行間は、「固定値14ポイント」にしてください。和文には句点(.)と全角文字のコンマ(、)を、欧文にはコンマ(,)とピリオド(.)を用いて下さい。

第1 ページ1 段末尾に、下のように受付年月日及び受理年月日を記入するために1 行あけて、その下に\*を付けて著者の所属と発表年月を記入して下さい。

論文は、全部で8 ページ以内に収まるように記述して下さい。最後のページでは、左右の段の行数がほぼ同じになるようにして下さい。

3. 図表

図表は、本文に貼り付けておいて下さい (例えば、メニューバーの挿入→図→ファイルから)。

3.1 図表の詳細 (MSゴシック 10pt)

図表と本文の間は、上下とも一行分のスペースを空けます。

表の場合は、下記のように表の上に表の番号とキャプションを中央揃えで記述します。

表1 実験装置の仕様 (MS ゴシック 9pt)

| 機器名       | 型式      | 製作会社    |
|-----------|---------|---------|
| 加速度ピックアップ | JP-0001 | JS 電機株  |
| FFT アナライザ | CC-123  | ABC 測器株 |

図 (写真やグラフを含む) の場合は、下記のように図の下に図の番号とキャプションを中央揃えで記述します。日本語フォントは「MSゴシック」、半角英数字フォントは「Century」を使用して下さい。

(2020 年 月 日受付, 2020 年 月 日受理)

\*産業技術大学教育学部

\*\*九州市立産業技術中学校

\*\*\*産業技術大学大学院生

2020 年 10 月 第 00 回九州支部大会にて発表

ここは、テキストボックスで作成しておりますので、中をクリックすることで変更できます。この注釈は削除してください。

ページ番号はつけないでください。





## 会 告

### ○会費納入のお願い

2020 年度の会費（2019 年度以前の会費も含め）が未納の会員は、至急納付くださいますようお願いいたします。ご存知のように支部学会の運営は会員の皆様の会費により成り立っておりますので、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

なお、未納の会員は支部大会への講演申し込みや論文投稿ができませんので、ご注意ください。特に、事務局では講演申し込みおよび論文投稿時に会員の納入状況を確認しております。

納入手続きは、九州支部 Web ページ：<http://www.jste.jp/kyushu/>で確認できますのでご利用下さい。会費の納入は随時受け付けております。

### ○会員増加推進へのご協力のお願い

新規会員の入会を募集しております。つきましては、会員の皆様の知人や所属学生等で支部学会の趣旨に賛同され、ご入会をご検討されている方がおられましたら積極的に入会を薦めてください。その際、九州支部大会要旨集や論文集などが必要な場合はご連絡願います。すぐに事務局より送付させていただきますのでご遠慮なくお申し出ください。また、支部の移転に伴い、事務局に FAX が設置されておられません。入会の際は以下の URI でお知らせください。

入会願 URI [http://www.jste.jp/php/kyushu\\_admitmember.php](http://www.jste.jp/php/kyushu_admitmember.php)

### ○論文投稿のお願い

論文集の発行のために投稿論文を募集しております。本学会は複数査読システムを採用しており、投稿料も他の学会に比べて安く設定されております。また、中学校や高等学校などの現職の先生方の「実践論文」や「実践報告」へのご投稿については無料となっております。なお、「研究論文」については「論文賞」が、現職の先生方については「研究奨励賞」の表彰制度がそれぞれ設けられておりますので、会員の皆様の積極的なご投稿をお願いいたします。投稿論文の締め切りは、10 月末と、支部大会終了後となっております。年度内発行を厳守するには会員各位のご協力がぜひ必要です。また、他支部や全国大会、分科会での発表も投稿いただけますので、ご投稿をご検討願います。

#### ○電子化へのご協力をお願い

九州支部では、情報伝達の迅速化および経費削減のために、九州支部論文集への投稿、九州支部大会への講演申し込み、要旨送付、また各種連絡（入会、退会を含む会員情報変更）などを電子化（電子メール、Web 受付）しております。今後とも事務局へのご連絡はできるだけ電子メールおよび学会 Web にてお願いいたします。また、会員各位への連絡などはメーリングリストによる配信および学会 Web ページ上に掲載しておりますので、ぜひ御覧ください。最近、送信した電子メールがエラーとなることが度々ありますので、所属変更などで会員のメールアドレスなどが変更になった場合は、事務局(kyushu-staff@jste.jp)までご一報願います。

#### ○編集後記

早春の候、会員の皆様には、ご活躍のことと拝察いたします。九州支部論文集 28 巻（オンライン）をお届けいたします。本論文集には 12 編の投稿をいただき、最終的に 10 編からなる論文誌を無事発行することができました。

本年度は新型ウィルスの影響により宮崎大会は初のオンライン開催となりました。多くの不手際もあり反省点もありますが、技術科は情報技術にお詳しい先生方も多く助けていただきながら、皆様のご協力のもと無事開催することができました。この場をお借りしまして改めて御礼申し上げます。一方で遠方からも気軽に参加しやすいなどオンライン開催の可能性も感じることもできました。

来年度も新型ウィルスの影響が予想され、大分大会がどのような形で開催されるかは不明ですが、会員の皆様方からのお知恵も拝借しながら実りある大会を目指したいと考えております。今後ともご支援賜りますようお願い申し上げます。

[文責：(事務局) 深川和良]

○九州支部役員（令和2年度、令和3年度）

| 役員名   | 氏名・所属    |                 |
|-------|----------|-----------------|
| 支部長   | 寺床 勝也    | 鹿児島大学教育学部       |
| 副支部長  | 富ヶ原健介    | 鹿児島県立薩南工業高等学校   |
| 支部理事  | 白石 正人    | 福岡教育大学教育学部      |
|       | 入江 義幸    | 福岡県行橋市立行橋中学校    |
|       | 萩嶺 直孝    | 大分大学教育学部        |
|       | 羽田野修一    | 大分県立大分工業高等学校    |
|       | 角 和博     | 佐賀大学教育学部        |
|       | 丹野 到     | 佐賀県唐津市立浜玉中学校    |
|       | 武藤 浩二    | 長崎大学教育学部        |
|       | 野方 健治    | 長崎県教育庁          |
|       | 田口 浩継    | 熊本大学大学院教育学研究科   |
|       | 岩崎洋一郎    | 東海大学基盤工学部       |
|       | 藤元 嘉安    | 宮崎大学教育学部        |
|       | 日高 義浩    | 宮崎県立宮崎工業高等学校    |
|       | 倉元 賢一    | 鹿児島県薩摩川内市立海陽中学校 |
| 小野寺清光 | 琉球大学教育学部 |                 |
| 支部監査  | 平尾 健二    | 福岡教育大学教育学部      |
|       | 塚本 光夫    | 熊本大学大学院教育学研究科   |
| 支部幹事  | 深川 和良    | 鹿児島大学教育学部       |

○日本産業技術教育学会九州支部編集委員会委員（平成30年度）

| 分野   | 氏名(所属)         | 分野   | 氏名(所属)         |
|------|----------------|------|----------------|
| 技術教育 | 有川 誠 (福岡教育大学)  | 電気   | 武藤 浩二 (長崎大学)   |
|      | 田口 浩継 (熊本大学)   |      | 小野寺清光 (琉球大学)   |
|      | 角 和博 (佐賀大学)    | 情報   | 岩崎洋一郎 (東海大学)   |
|      | 古川 健一 (福岡教育大学) |      |                |
| 機械   | 梅野 貴俊 (福岡教育大学) | 木材加工 | 楊 萍 (熊本大学)     |
|      | 深川 和良 (鹿児島大学)  |      | 大内 毅 (福岡教育大学)  |
| 金属加工 | 古川 稔 (福岡教育大学)  | 栽培   | 平尾 健二 (福岡教育大学) |
|      |                |      | 浅野 陽樹 (鹿児島大学)  |

○日本産業技術教育学会九州支部表彰選考委員会委員（平成 30 年度）

- ・ 委員長：藤元 嘉安（宮崎大学）
- ・ 委員：支部長，副支部長，支部理事

日本産業技術教育学会九州支部論文集

ISSN 2432-5902 (電子媒体)

ISSN 1348-6489 (-Vol.23)

2021年3月29日 発行

発行所 日本産業技術教育学会九州支部事務局  
〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-20-6  
Tel (099) 285-7870 (深川和良), (099) 285-7872 (寺床勝也)  
ホームページ <http://www.jste.jp/kyushu/>  
E-mail [kyushu-staff@jste.jp](mailto:kyushu-staff@jste.jp)

郵便振替口座 01760-0-147198 (平成30年度から変更しております。)  
加入者名 日本産業技術教育学会九州支部  
ゆうちょ銀行(9900) 一七九店(179) 番号 0147198  
加入者名 日本産業技術教育学会九州支部