

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27巻 (2019)



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27巻 (2019)

目次

研究論文

- 授業運営に要求される機能検証用 CMS ベースシステムの開発と授業実践 1
八尋 剛規 (東海大学)
- 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 11
白石 正人 (福岡教育大学)・神野 正宗 (福岡教育大学)
田平 龍雅 (糸島市立桜野小学校)・藤金 敏希 (福岡市立照葉小学校)
- のこぎりを用いた木材の切断を可視化する教材・教具の開発 19
一水 阜太 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学)
- トウモロコシ栽培における株間除草機「ハウキング」の除草効果の検証 25
後藤 栄太 (福岡教育大学大学院)・松原 朱里 (福岡教育大学)
古野 隆雄 (“合鴨家族” 古野農場)・平尾 健二 (福岡教育大学)
- ベビーリーフの比較栽培用教材を用いた授業開発に関する研究 33
寺岡 大輝 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学)
- 水素吸蔵合金を用いたプラスチック射出成形金型加熱装置に関する熱的特性 39
高坂 祐顕 (埼玉工業大学)・藤浪 和映 (埼玉工業大学院)・福島 祥夫 (埼玉工業大学)

実践論文

- 電気・電子回路学習のための導電性テープを用いたハンズオン教材の開発と試行実習 45
石橋 直 (福岡教育大学)
- 材料と加工の技術における課題解決能力の育成を目指したカリキュラムの開発 51
菊池 豊 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学大学院)・松尾 祐 (熊本大学大学院)
- 材料と加工の技術における課題解決能力の育成を目指した振り返りの実践 59
菊池 豊 (熊本大学大学院)・田口 浩継 (熊本大学大学院)
- 技術科教育におけるふりかえり活動の実践 66
三浦 寿史 (熊本大学教育学部附属中学校)・西本 彰文 (熊本大学)
田口 浩継 (熊本大学大学院)
- 中学校技術科「水産生物の栽培」の教科内容論に基づく授業実践モデルの提案 75
荒木 祐二 (埼玉大学)・小林 耕太郎 (春日部市立飯沼中学校)
前田 玄 (静岡県立焼津水産高等学校)・上林 秋男 (京都府立海洋高等学校)
谷田 親彦 (広島大学大学院)・山崎 淳 (北里大学)・東原 貴志 (上越教育大学大学院)
久保田 豊和 (静岡県立磐田農業高等学校)

日本産業技術教育学会令和元年度九州支部総会議事録 (1)

令和元年度日本産業技術教育学会九州支部表彰 (10)

令和元年度九州支部功績賞

令和元年度九州支部論文賞

令和元年度九州支部教育研究奨励賞

令和元年度九州支部大会学生優秀発表賞

日本産業技術教育学会九州支部規約	(12)
日本産業技術教育学会九州支部運営細則	(14)
日本産業技術教育学会九州支部表彰制度規定	(15)
日本産業技術教育学会九州支部論文集投稿規定	(16)
日本産業技術教育学会九州支部プライバシーポリシー	(18)
論文雛形	(19)
会告	(21)

**Journal of the Japan Society of Technology Education in Kyushu Branch
Vol.27 (2019)**

Contents

Research Paper(s)

Development and Practices of a CMS Base System to Verify Functional Requirement for the Teaching Activities	Takeki YAHIRO	..... 1
Development of a Web Application for the Calculation of 100 Cells as a Programming Task	Masato SHIRAISHI, Masamune KAMINO, Ryuga TABIRA and Toshiki FUJIKANE	..... 11
Development of teaching materials and teaching tools to visualize cutting of wood by hand saw	Kouta ICHIMIZU and Hirotsugu TAGUCHI	..... 19
Verification of Herbicidal Effect of Interplant Weeding Machine "Hawking" in Corn Cultivation	Eita GOTO, Akari MATSUBARA, Takao FURUNO and Kenji HIRAO	..... 25
A Study of Comparative Cultivation Teaching Materials using Mesclun Greens for Junior High School Students	Hiroki TERAOKA and Hirotsugu TAGUCHI	..... 33
Thermal Behavior of PIM Heating System using Hydrogen Absorbing Alloys	Masataka KOSAKA, Kazuaki FUJINAMI and Yoshio FUKUSHIMA	..... 39

Practical Paper(s)

Development and Test Practice of the Hands-on Teaching Material using Conductive Tape for Learning Electric and Electronic Circuits	Tadashi ISHIBASHI	..... 45
Curriculum Development Aimed at Developing Problem-Solving Skills in Technology of Materials and Their Processing	Yutaka KIKUCHI, Hirotsugu TAGUCHI and Tasuku MATSUO	..... 51
Practice on Retrospectives Aimed at Developing Problem-Solving Skills in Technology of Materials and Their Processing	Yutaka KIKUCHI and Hirotsugu TAGUCHI	..... 59
Practice of Reflective Learning Activity in Technology Education	Toshifumi MIURA, Akifumi NISHIMOTO and Hirotsugu TAGUCHI	..... 66
Proposal for a Class Practice Model based on Subject Content Theory for the Cultivation of Aquatic Organisms in Junior High School Technology Education	ARAKI, Kotaro KOBAYASHI, Hajime MAEDA, Akio KANBAYASHI YAMAZAKI, Takashi, Chikahiko YATA, Atusi, HIGASHIHARA and Toyokazu KUBOTA	..... 75
Proceedings (in Japanese).....		(1)
Commendation (in Japanese).....		(10)
Agreement for Kyushu Branch (in Japanese).....		(12)
Detailed Regulations for Kyushu Branch(in Japanese).....		(14)
Award Provisions (in Japanese).....		(15)

Submission Provisions (in Japanese)..... (16)
Privacy Policy (in Japanese)..... (18)
Paper Stationery (in Japanese)..... (19)
Society Information (in Japanese)..... (21)

授業運営に要求される機能検証用 CMS ベースシステムの開発と授業実践

Development and Practices of a CMS Base System to Verify Functional Requirement for the Teaching Activities

八尋剛規*

Takeki YAHIRO*

*Tokai University

CMS (Content Management System) の教具としての可能性を探るため、ベースシステムとなる CMS を開発し、これを tyCMS と名付けた。tyCMS の利用用途として、1)プレゼンテーションソフトの代替および各種教具機能の代替(授業中に必要な機能を全て包含する)、2)授業環境と自学自習環境のシームレスな提供、3)レスポンス、ユニバーサルデザインの担保を行うことなどを想定した。そして、tyCMS を授業で実践した後、学習者に対し、tyCMS を用いた授業と従来のプレゼンテーションソフトを用いた授業を比較するアンケート調査を行った。その結果、tyCMS は教具としての十分な機能を持ち合わせていることが明らかになった。さらに、授業資料の Web コンテンツ化に関して、tyCMS は、その必要な機能を探るためのベースシステムとして活用できることが明らかになった。

キーワード: WWW, 授業資料提示, CMS, プレゼンテーション, 教具

1. はじめに

大学における教育現場では、プレゼンテーションソフトとプロジェクトを利用した授業が多く行われ、座学中心の普通教室でもプレゼンテーション関連機器が設置されている。その多くが、専用のプレゼンテーションソフトを利用したものである。そして、授業者がプロジェクトを介して提示する資料を、学習者がノートに写す授業風景が恒常化している。一方、大学設置基準の第二十一条では予習・復習の時間を設けることが義務付けられており、それを履行する環境構築も教育現場の役目である。学習者が予習・復習を行うことを想定すれば、事前・事後に資料の印刷物を配布、あるいは同資料をHTMLでエクスポートし、Webコンテンツとして提供するなどの措置が必要となる。

プレゼンテーションソフトを用いた授業は、授業者側の利点として、1)制作が比較的容易(WYSIWYG)、2)マルチメディア対応(動画などの挿入も容易)、3)アニメーション機能、4)資料が様々な場面に使い回しができる、5)事実上のデフォルトなどがある。逆に、欠点としては、1)授業時にはプレゼンテーション機器(プロジェクトや画面配信機器など)が必要、2)ダイナミック(動的・学習者の個別対応)及びインタラク

ティブ(双方向)なコンテンツ作成が困難、3)学習者への資料の配布には別途作業を要することなどの問題もある。

World Wide Webを用いた授業は、授業者側の利点として、1)配布が容易になる、2)修正・変更がリアルタイムに反映される、3)マルチメディアの活用が容易になり授業資料としての訴求力があがる、4)学習者はどこでも・いつでも閲覧することができる、5)個別に最適化されたインタラクティブなコンテンツを提供できる、6)ユニバーサルデザインへの対応が容易になることなどがある。逆に、欠点としては1)コンテンツ作成がプレゼンテーションソフトよりは難しくなる場合があり、一定のトレーニングが必要になる、2)Webサーバやネットワーク環境が必要、3)学習者側にもICT機器が必要となることなどである。しかし、これらの欠点については、1)マークダウン方式のコンテンツ作成機能を利用することによりHTMLやCSSなどの専門的な知識がなくともコンテンツ作成が可能であること、2)筆者がRaspberry Pi 3 Model B+を利用して、後述するWebサーバシステムを構築し実践(受講者80名程度)したところ、特に支障なく運用できたこと、3)学習者側の環境についてもインターネットやスマートフォンが普及していることなどから考えると今日では特に問題にならない。

教育用CMSとして実績のあるMoodleや、一般利用の多いWordPressなどを教育利用することもある。これらのCMSは、プラグインも多数開発・提供され、

(2019年10月25日受付, 2019年12月12日受理)

*東海大学九州教養教育センター

2018年10月 第31回九州支部大会にて発表

それぞれの利用用途に応じた機能の追加、カスタマイズも可能である。これはサーバ側でプログラミングすることにより柔軟に処理できること、加えて、ブラウザ側のJavaScriptによるUIや機能実装の可能性は無限大であり、前述した欠点を将来的に補うことは不可能ではない。また、簡素なシステムとしてはWikiの利用もある。Wikiは、マークダウンによりWebコンテンツを作成でき、システム構築も簡単であることから、容易に利用できるCMS環境である。しかし、これらのCMSはプレゼンテーションとしての機能はなく、授業時に資料を提示する教具としての利用は一般的に適さない。

一方、学習者は教室・実習室などに設置してあるICT機器のほかに、BYOD (Bring Your Own Device) として様々な機器を利用する。著者が担当する授業では、授業中にそれらの機器の利用を推奨しているが、それらは多岐にわたる。特に画面サイズの違いによるWebコンテンツの見え方の違いやユーザインタフェースの違いなどを考慮する必要がある。

授業では、プレゼンテーションソフトの他、動画再生ソフトなどのアプリケーションソフトを教具として併用することがある。しかし、学習者の自学自習環境やBYODにおいて、授業者と同じ環境を整えらるゝとは限らず、このことは、学習者の自学自習の機会を阻害していることにもなる。したがって、できる限り、ひとつのアプリケーションソフトで全てを完結させることが望ましいと考える。いわゆるワンストップ

また、新時代の学びを支える先端技術活用推進方策(最終まとめ)¹⁾によれば、「多様な子供たちを『誰一人取り残すことない、公正に個別最適化された学び』の実現」が求められている。その実現にもWWWの授業利用は欠かせないと考えられる。一方で、教育用Webコンテンツの開発は多数おこなわれているが、Webブラウザそのものをプレゼンテーション教具として利用する研究は見当たらない。

筆者は、長年にわたりネットワークの授業利用に関して研究を行い、様々なWebを用いた教育ツールを開発し利用してきた²⁻⁶⁾。それに加え、WikiとMoodleの中間に位置する教育用CMS(以下、tyCMSと称する)を独自に開発し、授業でプレゼンテーションを担う教具として利用し、同時に学習者への予習・復習のテキスト・教材としても提供している。この開発・運用を通して、授業資料提示用のCMSに必要な機能は何かを考え、随時実装を行い、検証・改良を行ってきた。本報告は、tyCMSの概要と主な機能、一部の実践結果を示し、今後、他の教育用CMS開発における機能の検討やプラグイン開発の参考にしてもらうことを目的とする(図1)。

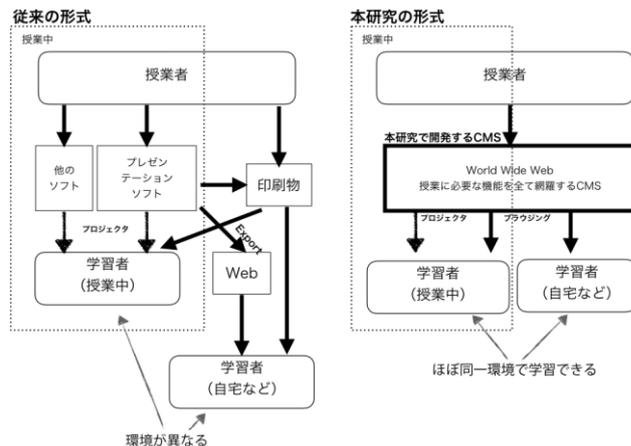


図1 研究の概念図

なお、関連サイトを下記URLで公開している。

- tyCMSの動作確認サイト
<https://pirate.fuk.u-tokai.ac.jp/~yahiro/cms4/>
- tyCMSを利用した授業資料サイト
<https://pirate.fuk.u-tokai.ac.jp/~yahiro/class/>
(ID: sangi, Password: kumamon)

2. tyCMSの開発コンセプトと概要

2.1 開発コンセプト

このtyCMSの開発コンセプトは次のとおりである。

- 授業時のプレゼンテーション教具として利用できる。
- tyCMSだけで完結する(教具として他のアプリケーションソフトをできる限り利用しない)。
- 学習者がPCやスマートフォンで、授業時のプレゼンテーション資料と同一のものを参照できる。
- 学習者が予習・復習に活用できる。
- コンテンツは静的なものだけでなく、動的なコンテンツを容易に提供できるヘルパー機能をもつ。
- レスポンシブデザイン・ユニバーサルデザインとする。
- 将来の移植性を考慮し、プラグイン機能よりもJavaScriptによる処理を優先する。

2.2 システム構成

コアとしてPHP 7, Smarty 2, JavaScript (jQuery 2およびjQuery/JavaScriptのプラグインやライブラリー多数), Bootstrap 3を利用し、一部拡張機能にPostgreSQL, SQLite3を利用している。サーバのOSとして今回はFreeBSD11を利用しているが、これは必要絶対条件ではない。

また、次章以降で述べるtyCMSの各機能は、特に記載のない限り、JavaScript, CSS, PHP等により

筆者が開発・実装している。

2.3 コンテンツ作成

CMSではあるが、コンテンツ作成は原則HTMLのタグ入力(プレーンなテキストエディタで編集)であり、実際にはテンプレートエンジンSmarty^(付録A1)のテンプレートファイルである。さらに、JavaScript、CSSやSmartyのプラグイン(plugin, modifier)などを利用して機能拡張を行なっている。

なお、将来的には筆者以外の授業者にもtyCMSを利用してもらうことを計画しており、マークダウン方式のコンテンツ編集エディタを実装する予定である。

2.4 機能の利用と実装方法

tyCMSの機能の利用は、主に次の2つの方法による。

ひとつは、HTML中、各要素のclass属性およびユーザカスタム属性(data-で始まる属性)である。tyCMSのJavaScriptコードが、これらのclass属性に応じた処理を行う。必要に応じてAjaxなどによりサーバ側のPHPやデータベースと連動した処理を行う。

もうひとつは、テンプレートエンジンSmartyのプラグインによるものである。テンプレートファイル中の{ }で囲まれた部分がSmartyのプラグインとして認識される。このプラグインはPHPで記述されており、Webサーバ上で実行され、その出力がHTMLの一部となる。

2.5 レスポンシブデザイン

tyCMSのレスポンシブデザインはBootstrap3の機能を利用し、その大部分を実装している。その他、グラフの描画などの最適化は、JavaScriptにより独自に行っている。

2.6 ユニバーサルデザイン

視覚障害等のある学習者に対して、それぞれ適した文字サイズ、コントラスト、配色などを設定したスタイルシートを用意することにより対応している。

3. tyCMSの主な授業者側と学習者側の機能

次に、tyCMSの機能の一部とテンプレート(HTML)の記述例を示す。

記述例中、HTMLのみの記述の場合、HTMLタグのclass属性によりJavaScriptが処理を行うように実装している。data-で始まる属性(カスタムデータ属性)は、その挙動を決定するパラメータである。また、{ }で示すのは、Smartyのプラグイン(主にPHP)として実装している。このほか、機能ごとに利用したライブラリーなどは、その都度記載する。

3.1 プレゼンテーション機能

授業時にプレゼンテーションとして利用する時は、

フォントサイズ、色、画面構成(画面割り)を変更できる。

フォントは任意にサイズ変更できる。利用する環境(解像度やスクリーンサイズの差異)によって最適なサイズが異なるため、随時変更できるようにしている。Webブラウザにも表示サイズの変更(拡大・縮小)があるが、その対象は画面全体であるため、プレゼンテーションに不要な部分(例えば、メニューなど)まで変更されてしまう。tyCMSでは、必要な部分のみ変更を行う仕様としている。

文字のコントラストは、通常Webブラウザで閲覧する場合、一般的に眼精疲労を軽減するため、背景色(スタイルシートにおけるbackground-colorの値)を#fff(白)、文字色(同font-colorの値)を#444(薄い黒)にし、コントラストを若干下げていることが多い。しかし、一般的に、プロジェクトで投影する場合は、教室の明るさの関係から、コントラストはより強い方が視認性は高く、投影時には文字色を#000(黒)にしている。

部屋の明るさなどの条件によっては、全体的に反転カラーが視認性は高く、この場合は、背景色を#000(黒)、文字色を#fff(白)にしている。

上記のいくつかの組み合わせをスタイルシートなどで対応しており、メニューから容易に切り替えられるようにしている。

3.2 遅延表示

指定された時間(秒)で表示を遅延する機能である。

遅延表示の記述例

```
<p class="cms-showdelay" data-delay="1">遅延表示</p>
```

data-delayで指定された秒数の遅延を伴って表示される。この時、data-delayの値を符号無しの数値で指定すると、Webコンテンツを読み込み終了後からの秒数、また、数値の前に+をつけると、一つ前の.cms-showdelayクラスを表示後の経過秒数となる。これにより簡易的なアニメーション機能を提供する。

3.3 簡易アンケート(クリッカーを兼ねる)

簡易アンケート機能(クリッカー機能を含む)である。

簡易アンケートの記述例

```
{tinyvote qes="青|黄|赤" summary=1 group="hoge"}
```

学習者は投票ボタンをクリック(タップ)すると、投票結果がリアルタイムで表示される。これは、JavaScript(Ajax)による非同期処理、及び、サーバ側でSQLite3を利用したデータベースにより実現している。



図2 簡易アンケート（クリッカー）の表示例

3.4 動画（YouTube）埋め込み

YouTubeの動画を埋め込む機能である。

動画（YouTube）埋め込みの記述例

```
{youtube id="xxxxxx" showdata=1}
```

showdata=1を加えることで、動画の説明文を表示することができる。これにはYouTube Data APIを利用し実装している。

実習授業における操作説明などを中心に、授業者が作成した動画（主に画面キャプチャ動画）をYouTubeにアップロードし、その動画の埋め込みに利用している。PC、スマートフォン対応などマルチデバイス対応にYouTubeの機能と利便性は欠かせない。

3.5 表作成

CSV形式のデータからテーブル（表）を作成する機能である。

表作成の記述例

```
<div class="cms-csvtable" data-align="llr" data-caption="sample">
#id,#name,#food,#age
9BIG1234,東海 くまもん,ハチミツ,20
9BIG2222,渡鹿 花子,明太子,23
</div>
```

テーブルのHTMLは煩雑になることが多く、CSV形式からテーブルが作成できる利便性・簡易性は大きい。特に、他のアプリケーションソフトなどからデータをインポートする際に有用である。また、tyCMSでテーブルを作成することにより、全体的なテーブルの体裁を統一することができる。

一方、Webにおけるテーブルのレスポンス手法については、一般的にその最適解が定まっていない。tyCMSでも、横幅の広いテーブルについては横スクロールを伴う結果となっている。

3.6 グラフ作成

CSV形式のデータからグラフを作成する機能である。

グラフ作成の記述例

```
<div class="cms-csvtograph" ...>
1, 25.4, 1013.0
2, 26.9, 1015.4
3, 23.2, 980.0
</div>
```

軸ラベル等の文字は、画面サイズに合わせて最適化

される。また、画面リサイズ時には、再描画される。これらの一部はFlot^{付録A2}を利用し実装している。

従来、グラフは表計算ソフトや専用アプリケーションソフト等で作成したグラフ（図）をimg要素として利用することが多いが、この場合、画面サイズによっては、軸、ラベルや判例などが小さくなり判読できないことがある。したがって、画面サイズ等に応じた最適化が必要になるため、JavaScriptでグラフを作成する機能とした。

3.7 ソースコード表示

各種ソースコードを表示する機能である。

ソースコード表示の記述例

```
{setsource file="sample.js"}
```

指定されたファイルをコンテンツ中にpre要素として挿入し、それをSyntaxHighlighter^{付録A3}を用いて、コードを色分けして表示する。

また、コピー&ペースト対策を講じた機能もある（図3）。

コピー対策を講じたソースコード表示の記述例

```
{text2gif file="sample.js" noise=1}
```

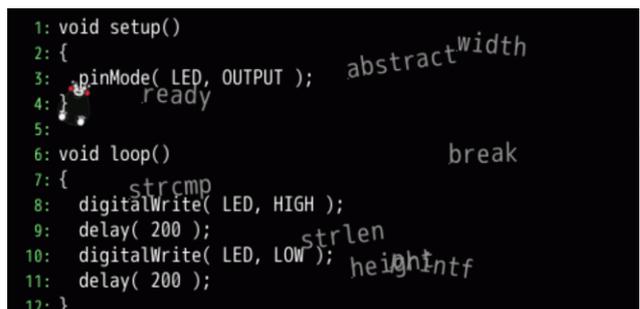


図3 ソースコードの画像化とOCR対策のノイズ混入

画像ファイルとしてソースコードが表示されるため、コピー&ペーストが難しくなる。さらにOCRで画像ファイルをテキスト化されること防ぐ対策として、画像にノイズを加えることもできる。ソースコード場合、OCR対策としては、ソースコードとは色（コントラスト）が若干異なる英単語を、左右に数度回転させた状態で混入させるのが効果的であった。

3.8 リンクカード

他の Web サイトへのリンクをカード形式で表示する機能である。

リンクカード表示の記述例（1）

```
<ul class="cms-linkcard">
<li><a href="https://www.....">
アンカー</a></li>
</ul>
あるいは、
<div class="cms-linkcard-plain">
URL1
URL2
```

```
...
URLn
</div>
```

リンクカードは、左にリンク先のサムネイルが表示され、右に favicon (サイトアイコン)、ページタイトル、URL、サイトの説明が表示される(図4)。サムネイルは、<https://blinky.nemui.org/> や <https://capture.heartrails.com/> のサービスを利用した。サイトの favicon と説明は、tyCMS が当該サイトから HTML ファイルをダウンロード及びパースすることにより取得している。取得した情報は、サーバにキャッシュされる。このキャッシュには SQLite3 を利用している。この処理は時間を要するため、HTML 読み込み後に、JavaScript で遅延処理をおこなうことにより、サーバ側に非同期 (Ajax) でリクエストを行い、全体的なパフォーマンスに影響がでないようにしている。

また、これによりリンク切れなども一目瞭然となり、授業前のチェックが容易になる。さらに、Caching Proxy を経由している場合は、この動作により当該サイトの一部データが Caching Proxy にキャッシュされるため、学習者が実際にそのサイトをアクセスする場合のレスポンスが改善される効果もある。

リンクカードの記述例 (2)

```
{linkcard type="all"}
```

別途、本文中にインラインで行なった通常のハイパーリンクを文末等にリンクカード形式で表示することができる。

リンクカード形式にすることにより、視覚的な訴求力が向上させ、通常のリンクに比べクリック率をあげる目的がある。



図4 リンクカードの表示例

さらに、QRコードを表示する機能もある。

QRコード表示の記述例

```
{qrcode url="https://www...."}
```

これは普通教室での授業などにおいて、指定したWebサイトを学習者にスマートフォンなどでアクセスさせたいときに利用する。

3.9 図 (画像) 表示

画像と関連情報を表示する機能である。

図表示の記述例

```
{figure src="hoge.jpg"}
```

生成されるHTMLコードは画像遅延読み込み及びレスポンス対応となっている。画像遅延読み込みは Lazy Load^(付録A4)、レスポンス対応はbootstrapのimg-responsiveクラスで行なっている。また、パラメータcaption="..."で表題、desc="..."で説明文、exif=1でJPGファイルにおけるEXIF情報、gps=1でEXIFから位置情報を取得し、撮影地の表示および当該マップへのリンクなどを表示する。Lazy Loadを利用した画像の遅延読み込みは、画像ファイルの多いコンテンツがある場合、クライアントおよびサーバの負荷軽減に有効である。

また、スライド形式で表示することもできる。

スライド表示の記述例

```
<ul class="cms-figure-slide">
  <li></li>
  <li></li>
  <li>...</li>
</ul>
```

スライドの機能はbxSlider^(付録A5)を利用している。変化の様子などを提示する場合に有用な機能である。特にその数が多い場合、そのページ内の他のコンテンツを閲覧する場合に多くのスクロールが不要になり、全体的見通しが良くなる効果がある。

3.10 挿絵表示

挿絵やイメージとして文章中に画像を挿入する機能である。

挿絵・イメージ表示の記述例

```
<div class="cms-illustration" data-img="hoge.png">
  <p>本文....</p>
</div>
```

挿絵は、画面幅により表示サイズが最適化される。また、複数の挿入を行う場合は、画像が左右交互に表示される。

挿絵やイメージ図として文章中に画像を挿入する機能である。挿絵やイメージ図として文章中に画像を挿入する機能である。挿絵やイメージ図として文章中に画像を挿入する機能である。



挿絵やイメージ図として文章中に画像を挿入する機能である。

図5 挿絵の表示例

3.11 音声読み上げ

文章をWebブラウザの音声合成で読み上げる機能である。

音声読み上げの記述例

```
<span class="speak" data-lang="ja-JP">
  こんにちは。技術科の授業です。
</span>
```

こんにちは。技術科の授業です。 

図6 Speak 機能の表示例

学習者が当該箇所をクリックすると、Webブラウザが音声で読み上げる。この機能はWebブラウザのWeb Speech API^{付録A6}を利用し実装している。data-lang="en-US"とすることで、英語の発音も可能である。これは、英単語などにおいて授業者がネイティブでない場合に有効な機能である。

3.12 SQL 実行と結果表示

SQLを実行し、その結果をテーブル形式などで表示、あるいはテンプレート変数に格納する機能である。

SQL埋め込みの記述例

```
{sql sql="select * from hoge"}
```

この処理はSQLの内容やデータ量によっては時間を要することがある為、HTML読み込み後に非同期(Ajax)で表示される。

SQL埋め込みの記述例 (自動更新)

```
{sql sql="select * from hoge" update=10}
```

また、updateで指定された秒数(上記の例の場合は10秒)間隔で自動更新される機能もある。

3.13 表示・非表示切り替え

コンテンツの一部の表示・非表示を切り替える機能である。

コンテンツ表示・非表示切り替えの記述例

```
<div class="cms-hideshow">
...
</div>
```

コンテンツ読み込み直後は非表示の状態となり、画面にはSHOWボタンが表示される。これをクリックすることで、非表示状態のコンテンツが表示される。class="cms-showhide"とすれば、その逆の挙動となる。

また、授業者はプレゼンテーションとして利用したいが、学習者には一部を閲覧させないコンテンツとしたい場合もある。これは授業者の特定の操作により表示することができる。

3.14 数式

数式を表示する機能である。

数式表示の記述例

```
¥( ¥frac{1}{2} ¥) 1
```

数式の表示はJavaScriptライブラリーのMathJax^{付録A7}を利用している。

Webサイトにおいて数式は他のアプリケーションソフトで作成した数式を画像形式で表示している事例を見かけるが、この場合、フォントサイズの変更などに追従することができずプレゼンテーションの際に不具合をきたす。これに対し、MathJaxを利用することによりtyCMS

¹ ¥はバックスラッシュを意味する

の文字サイズ変更などに対応することができる。

3.15 GoogleMaps

GoogleMapsを表示する機能である。

GoogleMaps表示の記述例

```
{googlemap lat="33." lng="130.5"}
```

マーカの表示、polylineの表示、GPSログを軌跡として表示する機能などがある。

このプラグインは、GoogleMapsの表示に必要なHTMLコードおよびJavaScriptコードに展開することにより実装している。GoogleMapsの実装は、実際にはかなりの行数のJavaScriptによる記述が必要になるが、プラグイン化することにより、その可用性を担保している。

3.16 ユーザ認証

ユーザ認証機能である。

ユーザ認証の記述例

```
{setauth id="user" password="password"}
```

そのページにアクセスするためにユーザ認証(Basic認証)が求められるようになる。授業者だけに閲覧を制限したいページなどで利用する。

3.17 更新日表示

コンテンツの更新日時などを明示する機能である。

更新日表示の記述例

```
{new date="2019-09-30" str="更新!"}
```

dateで指定された日付から一定期間Newなどのラベル表示を行う。ラベルの表示内容はstr属性で変更できる。

3.18 Pagerank 機能

学習者の主観的な理解度を得る機能である。

Pagerankの記述例

```
{pagerank}
```

学習者が難易度に応じてクリックした総数が表示される。通常は、コンテンツの最下部で表示するようにしており、Webページ毎の簡易的な評価を得ることができる。



図7 Pagerank 機能の表示例

4. tyCMSの主な機能 (学習者)

4.1 PC からスマートフォンへのハンドオフ

パソコンで授業資料を閲覧している途中で、作業の都合等からスマートフォンで同じ授業資料を引き続き閲覧する事例が多くでてきた。この時、課題になったのが、スマートフォンへのURLの引き継ぎである。これに対応するため、システムメニューにQRコード

の表示を設け、それを選択すると画面上に現在表示中のWebページへのアクセスに必要なURLを含むQRコードが表示される。これにより、PCからスマートフォンへのハンドオフがスムーズに行える。

4.2 授業者画面の追従機能

学習者のWebブラウザの表示を、授業者のページ遷移およびプレゼンテーション中の画面位置(スクロール位置)に同期する機能である。これにより、学習者がコンテンツ内で迷子になることを防いでいる。

4.3 簡易チャット

チャット機能である。

簡易チャットの記述例

```
{chat id="hoge"}
```

簡易的なチャット機能が実装される。これにはサーバ側の処理が伴うため、サーバ側はPHP, SQLite3, クライアント側はJavaScriptで実装している。

SNS風チャットの記述例

```
{chatline id="hoge"}
```

学習者が慣れているSNSの画面を模したチャット画面とすることもできる。



図8 チャットの表示例

この機能は学習者同士の情報交換に用いられる他、授業者への質問、授業者から学習者への指示など、多用途に利用できる。Webコンテンツ内の任意の場所にチャット機能が実装されるため、その場所付近に書かれた授業内容に関する情報交換が行われる。

SQLite3はテキストファイルベースの簡易データベースシステムであるため、学習者の同時利用者数が増えた場合のレスポンスが課題となる。この場合、データベースファイルをサーバのメモリーディスク上に配置するなどの運用上の工夫が必要となる。

4.4 ミニ試験

簡易的な問題を出題する機能である。

ミニ試験の記述例

```
<div class="cms-minitest">
  <p>問題です。正解はどれ?</p>
  <ul class="answergroup">
    <li>これは間違い</li>
    <li data-ans="1">これが正解</li>
    <li>これも間違い</li>
  </ul>
</div>
```

解答群をクリックすると正解・不正解が表示される。簡易的に学習者自身で理解度をチェックしたい場合に利用する機能であり、結果の履歴等の保存機能などは設けていない。

一方、本格的な試験は別にシステムを開発し連携して運用している^{付録B}。これには学習者個々の受験や結果の履歴をデータベースに蓄積できる。

5. 授業実践

tyCMSを用いた授業実践を行なった(表1)。

表1 tyCMSを用いた授業一覧

授業種別	教室	方式 ^{*1}	受講者 ^{*2}	受講者
A) リテラシー系	PC	P	農1	70×3
B) リテラシー系	PC	M	工1	50
C) 実習系	PC	P	工3	28
D) 講義系	普通	P	工3	39
E) 講義系	普通	P	工・経1	45

*1 方式 P: プロジェクタ, M: 中間モニタ

*2 受講者 農: 農学部, 工: 基盤工学部, 経: 経営学部

数値は開講学年であり、受講者には他学年も一部含む

PC教室はプロジェクタによる投影方式と、中間モニタ方式の2通り、普通教室はプロジェクタによる投影である。プロジェクタは複数の教室に設置されているが、画面解像度が全て異なり、SVGA (800x600) からSXGA (1280x1024) まで存在しており、投影スクリーンサイズも様々である。

また、筆者が担当する授業では、BYODの利用を推奨しており、スマートフォン、タブレット、ノートPCを持ち込んでいる学生が多い。なお、各教室とも無線LANが利用できる環境である。ただし、授業Aは、前半(7コマ)はtyCMSを利用し、後半(7コマ)は、他の授業者が従来方式であるMS-PowerPoint™とプロジェクタを用いた授業を行った。なお、授業CとDの受講生は前年度にtyCMSを利用した授業を経験している。

tyCMSは研究室内のサーバ(仮想環境)に構築し、研究室と教室間1Gbpsの回線速度である。実験的に、tyCMSを学外のサーバにおいて実践してみたところ、学習者から「遅い」との感想は特に得られなかった。大学はSINETに1Gbpsの専用線で接続している。

6. アンケート結果

授業終了後、アンケート調査を行った。アンケートはGoogleフォームを利用した。述べ受講者370名に対し回答249名(回答率67%)である。指示のタイミングの関係で授業Aの回答率は44%と低い(指示そのも

のが学習者に伝わっていない率が高い)が、その他の授業は97%である。

まず、問「MS-PowerPointを用いた一般的な授業方式と、Webを用いた授業資料提示の授業方式のどちらがいいか?」に対して回答群「MS-PowerPointがよい」「どちらでもない」「Webがよい」を用意した。全体的にtyCMSを使用したWebを用いる授業形式の評価が高く、さらに学年が上がるほど高くなっている(授業C, 授業D)。また、同学年の工学部系(授業B)と農学部系(授業A)で比較すると工学部系(授業B)の評価が高い(図9)。

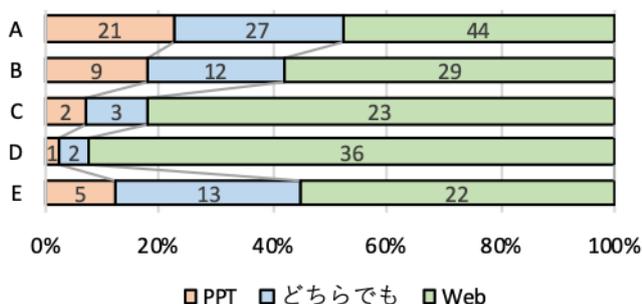


図9 MS-PowerPoint と Web の評価の比較

つぎにtyCMSの全体的な満足度についての質問(5段階)には、肯定的な回答(とても満足, やや満足)が94%となった(図10)。

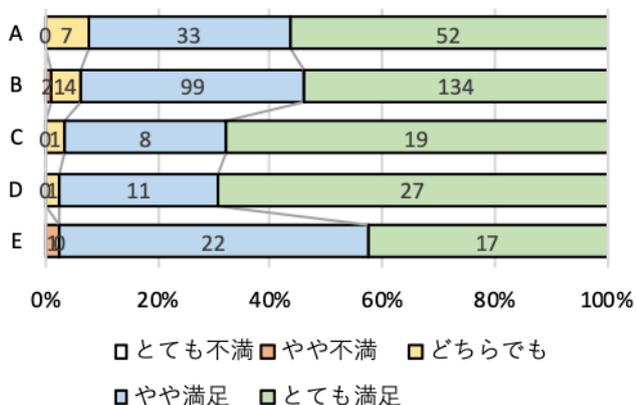


図10 授業別満足度 (全体)

授業時間中のBYODを用いたtyCMSの利用頻度状況は、普通教室では8割、PC教室でも5割程度が頻繁に利用し、「全く利用しなかった」は皆無であった(図11)。アンケートの自由記述形式欄で関連する回答として、様々な理由により授業資料を再確認するために利用した内容が多く見られた。プロジェクタだけよりもWebの併用が学習者にとって利便性が高いことがうかがえる。

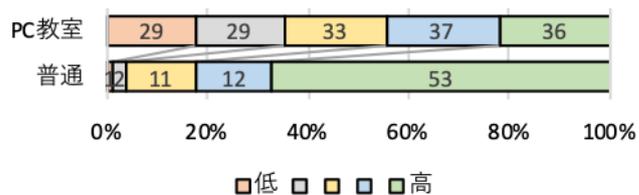


図11 BYODの利用頻度 (教室別)

tyCMSの目的の一つである授業時間外での利用については、通学途中のスマートフォンなどでの利用頻度は、授業開始時に試験を行う科目と行わない科目で相違がでた(図12)。実証を行った授業のうち、授業開始時に試験を行う科目が全て1時間目であったことも結果に影響していると思われる。

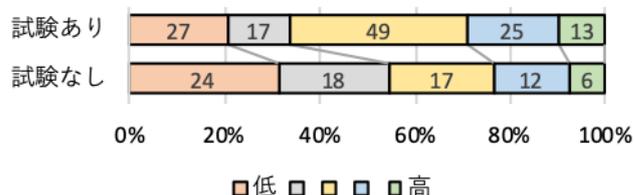
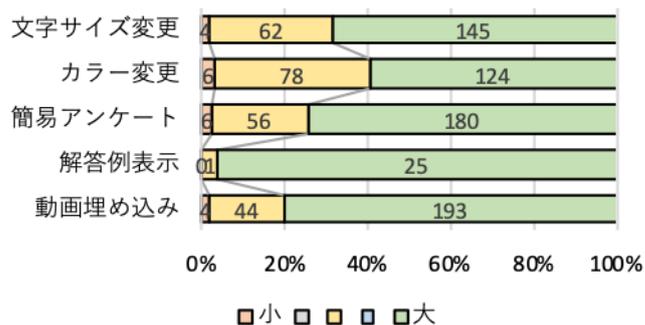


図12 通学途中での利用頻度 (試験の有無別)

授業者が使用したtyCMSの機能の一部について、学習者とその利便性を主観的に感じた結果を図13に、また学習者が利用したtyCMSの機能の一部について、その利便性を学習者が主観的に感じた結果を図14に示す。いずれも学習者の理解度に直結する「解答例表示」「(操作例を示した)動画埋め込み」の有用性が高い結果となった。



解答例表示は授業Cのみ利用しており、集計対象は当該授業のみとした。

図13 授業者が利用した tyCMS の機能 (一部) の有用性

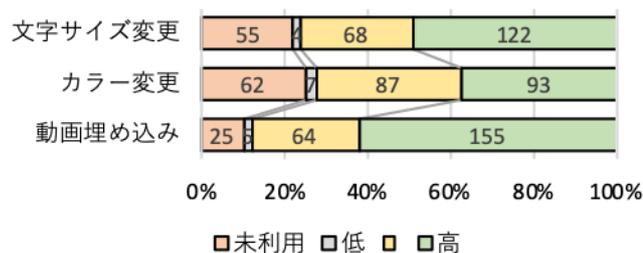


図14 学習者が利用した tyCMS の機能 (一部) の有用性

授業時間以外でのtyCMSの利用目的の頻度について結果を図15に示す。頻度が高いと回答した学習者が70%程度を占めている。

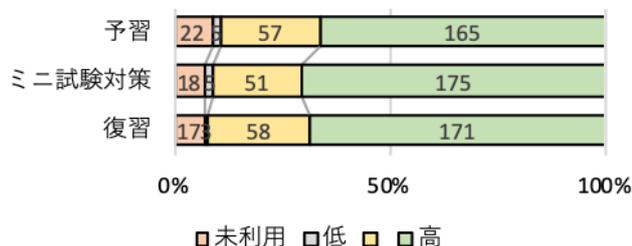


図15 授業時間外での tyCMS の利用目的別の頻度

7. 結果

アンケート等の調査結果から、学習者にはtyCMSの利用が受け入れられ、授業時間中だけでなく、教室外の予習・復習にも利用されている。また、プレゼンテーション教具としての有効性が認められた。

Abstract

In this study, the content management system named "tyCMS" was developed in order to explore the possibilities as teaching tools of the World Wide Web as content manage system in class. Uses of tyCMS are follows: 1) Substitution of presentation application and various teaching tools which include all necessary functions in class, 2) providing students for seamless environment class-room and self-study, 3) Responsive and universal design. After practicing tyCMS in several classes, a questionnaire was conducted. As a result, tyCMS and implemented features ware recognized as teaching tools.

Key words: World Wide Web, Class Material, Content Management System, Presentation, Teaching Tools

付録 A tyCMS に利用したライブラリ一覧など

- 1) Smarty: <https://www.smarty.net/>
- 2) Flot: <http://www.flotcharts.org/>
- 3) SyntaxHighlighter:
<http://alexgorbatchev.com/SyntaxHighlighter/>
- 4) Lazy Load: <https://appelsiini.net/projects/lazyload/>
- 5) bxSlider: <https://bxslider.com/>

これにより、授業資料提示用CMSとして必要な機能を探るベースシステムとしてtyCMSが利用できる可能性が高まった。また、今回、すでに実装しているいくつかの機能についてもその有用性・利便性が認められた。

今後、さらに授業運営に必要な機能の実装と検証授業を行い、授業用CMSとして必要な機能を探る予定である。

参考文献

- 1) 教員養成のフラッグシップ大学検討ワーキンググループ：新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ），文部科学省，http://www.mext.go.jp/kaigisiryo/2019/07/_icsFiles/afieldfile/2019/07/03/1418104_15.pdf (2019年9月30日確認)，
- 2) 八尋剛規：コンピュータ実習授業における実習問題配布システムの開発，日本産業技術教育学会誌，38-1，(1996)，1-8
- 3) 大塚一徳ほか：WWWを用いたリアルタイム授業評価システムの開発と運用，日本教育工学会誌，(2000)，109-114
- 4) 白石正人ほか：Webページによる試験環境の構築とその実践について，教育システム情報学会誌，17-3，(2000)，395-404
- 5) 八尋剛規・大塚一徳：携帯電話を利用したリアルタイム授業評価システムの開発と運用，情報教育方法研究，5-1，(2002)，28-30
- 6) 八尋剛規：学生カルテシステム（SRMS）の運用と効果，大学教育と情報，17-1，(2008)，35-37

6) Web Speech API:

https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Speech_API

7) MathJax: <https://www.mathjax.org/>

付録 B ミニ試験システムの URL

<https://pirate.fuk.u-tokai.ac.jp/webexam/?cmd=top>

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

Development of a Web Application for the Calculation of 100 Cells as a Programming Task

白石 正人*

神野 正宗**

田平 龍雅***

藤金 敏希****

Masato SHIRAISHI*, Masamune KAMINO**, Ryuga TABIRA*** and Toshiki FUJIKANE****

* Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka

** Undergraduate Student, University of Teacher Education Fukuoka

*** Itoshima City Sakurano Elementary School

**** Fukuoka City Teriha Elementary School

「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」では、プログラミングによって課題を解決する学習活動が求められている。このような学習活動に対応したプログラミングについては、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。まず、学習教材としての 100 マス計算用 Web アプリを完成させ、それを基本機能から課題として設定可能な付加機能毎にモジュール化したものをプログラミング題材として検討している。本論文では、まず、タブレットで利用可能な 100 マス計算用の基本形 Web アプリを作り、その問題点を解消した完成形を開発し、その機能性や有用性について大学生を対象に試行して評価した。完成形の Web アプリについては、誤答の問題生成へ反映する機能を備えたこと、独自のテンキーを備えたこと、検定機能を付加したこと等の特徴を有する。その結果、事後アンケートによれば使いやすさについて 5 件法の平均が基本形の 2.2 から 4.4 となり、タブレットでの Web アプリとして十分に利用可能であることが認められた。

キーワード：Web アプリ、プログラミング題材、100 マス計算、双方向性のあるコンテンツ

1. 緒言

「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編」¹⁾(以下、新指導要領解説と略す)では、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科と略す)の「D 情報の技術」において、「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(以下、双方向コンテンツのプログラミングと略す)」に関する内容が追加された。この双方向性コンテンツのプログラミングについては、ネットワークを利用することや双方向性のあるコンテンツを対象にすること、動作の確認やデバッグができること、プログラミングの構想段階にアクティビティ図を用いること等、様々な制約²⁾がある。そのため、新指導要領解説には、学校ホームページのQAや簡単なチャットの2つの題材が例示されているものの、その実践等に関しては研究途上であり、先行研究も少ない。秋山ら²⁾は教育用プログラミング言語「ドリトル」を用い、チャット機能を利用した物流のシミュレーションを教材として開発している。ドリトルを用いた教材開発や実践に関しては

その他にも報告^{3)~5)}がある。例示されたQAやチャット以外の題材については、プログラミング経験のほとんどない中学生を対象としたプログラムの題材設定そのものがこの学習内容に関する大きな課題となっている⁶⁾。

著者らは、これまでネットワークを利用した小学生向けの教材用Webアプリケーションソフトウェア(以下、Webアプリと略す)を開発している^{7)~11)}。中学生にとっては、自身が利用する学習教材や小学校での利用を想定した学習教材については、課題を設定することが容易であり、作成するWebアプリそのものが双方向性コンテンツである。したがって、この開発用プログラミング言語であるJavaScriptやjQueryを用いたプログラミングの題材を設定することが上述した様々な制約条件をクリアすることができると考えている。

ここでは、小学校におけるドリトル学習として定着している100マス計算に着目した。100マス計算は、図1に示すように紙上で縦10列×横10行のマス目(以下、セルと呼ぶ)に記載された最上行の数と左端列の数の交差するセルにたし算結果を記入するものである。特定の数の計算を繰り返すことで児童の計算能力が向上することをねらいとしている。陰山¹²⁾が授業で活用し児童の計算能力向上に成果を見せたことにより、多くの小中学校で授業や自習に取り入れられるよう

(2019年10月31日受付, 2019年11月23日受理)

*福岡教育大学教育学部

**福岡教育大学学生

***糸島市立桜野小学校

****福岡市立照葉小学校

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

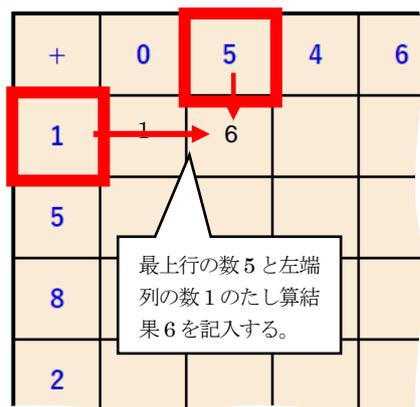


図1 100マス計算

になった。

紙上ではなくコンピュータなどを活用した100マス計算は、阿久津ら¹³⁾が、得点と解く速さをリアルタイムで競争することで学習意欲を高めるプログラムを作成した。また、山岸ら¹⁴⁾が、対戦ゲーム感覚で行えるWebアプリを開発し大学生に試行したが、対戦型ゲーム仕様のため学校現場で利用する教材向きではないなどの問題も多い。

プログラミング題材としてこの100マス計算を行うWebアプリをタブレットでの利用を想定して開発し、この100マス計算に対応した課題とプログラム例(正解)については、次のような学習方法を考えている。まず、Webアプリとしての基本機能を実現するプログラムを生徒に提示し、それに必要な機能を生徒自身に構想させる。この構想段階において、サブルーチンとしてモジュール化したブロックによるアクティビティ図で仮想的にプログラミングする。著者らは、すでにこの構想段階を支援するWebアプリそのものを開発中¹⁵⁾である。

本論文では、まず基本形である100マス計算のWebアプリを開発し、大学生を対象に試行調査を行った。続いて、基本形の問題点を検討し、完成形を開発し再度試行調査を行い、その実用性や機能性について検討した。この結果について述べる。

2. 基本形Webアプリについて

WebアプリとしてHTML5とJavaScriptライブラリであるjQueryを利用して開発した(図2参照)。採点のタイミングについては、全ての解答を終えた時点(以下、一括採点と略す)、各解答欄へ入力し、フォーカスが外れた時点で採点(以下、即時採点と略す)を行う2つの機能を実装した。ただし、キー入力については、標準入力機能を用いた。

問題生成は、問題の全ての列、行単位で誤答数をカウントし、誤答数の多い上位3つの問題を次の問題での出題グループに追加し、出現確率を上げた。本Webアプリ全体のプログラム構成を図3に表す。



図2 基本形 Web アプリの画面

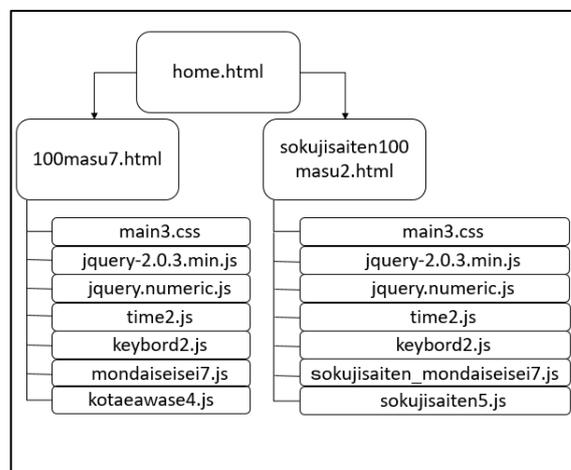


図3 基本形 Web アプリ全体の構成

「100masu7.html」は、一括採点のHTMLファイルであり、そのファイルからCSSファイルである「main3.css」およびjQueryのライブラリである「jquery-2.0.3.min.js」、数字キーライブラリである「jquery.numeric.js」を呼び出し、さらに解答時間を計測する「time2.js」、キーボード入力機能である「keybord2.js」、誤答の出現確率を反映した「mondaiseisei7.js」、正誤判定を行う「koteawase4.js」プログラムを呼び出している。各プログラム名の後ろの数字は改訂番号を表している。

3. 基本形 Web アプリの試行調査 1

試行調査1では、iPad Air及びAir2を11台用意し、教室内に無線LAN環境を設定し、標準ブラウザ(Safari)によって、本Webアプリにアクセスする方法で2018年1月16日に大学生11名を対象に調査を行った(図4参照)。その流れを表1にまとめる。

表1 調査の流れ

時間	内容
5分	調査内容の説明
5分	事前アンケート
5分	紙による100マス計算
10分	タブレット操作方法の練習
5分	タブレットによる100マス計算①
5分	休憩
5分	タブレットによる100マス計算②
5分	休憩
5分	タブレットによる100マス計算③
5分	事後アンケート



図4 試行中の協力者の様子

紙による100マス計算では、調査前に本Webアプリの問題生成のプログラムでランダムに生成した問題を印刷した。また、解答時間、採点終了時間、点数を記入する欄を設けた。タブレットについては、3回100マス計算を繰り返しており、その入力方法は、iPad純正のオンスクリーンキーボード（図2参照）を分割表示し、テンキーを使用した。この調査では、試行調査の協力者を2つの群に分けて調査を行った。1つは、全ての解答を終えた後に一括採点する「問題1」、もう1つは、1マス解答を終える毎に直ちに即時採点する「問題2」である。なお、2つの群は紙による100マス計算の解答時間を基に、解答の速さに偏りのないように分けた。また、問題生成のプログラムについては前述の開発したものを使用し、「問題1」、「問題2」共に同じものを使用した。このWebアプリは、「ストップ」ボタンを押すことによって経過時間、点数を自動的に計測することができるようにしている。

4. 試行調査1の結果

本調査で得られた結果を表2に示す。「P」は紙に印刷した100マス計算、「T」はタブレットによる100マス計算を意味している。また、「解答時間」は問題を解き始めてから解き終わるまでの時間、「合計時間」は採点を終えるまでの時間、「番号」は「1」が一括採点を行った問題1、「2」が即時採点を行った問題2を表している。タブレットでの100マス計算の解答時

間と点数は全3回の調査で得ることのできた数値の平均値を表記している。

表2 調査結果

協力者番号	P 解答時間(s)	P 合計時間(s)	T 番号	T 解答時間(s)	T 点数
1	110	315	1	187.3	98.7
2	70	224	2	141.3	100.0
3	69	203	1	158.0	96.7
4	114	347	2	187.0	100.0
5	116	335	1	193.7	100.0
6	90	254	2	196.7	100.0
7	120	355	2	210.3	100.0
8	70	226	1	168.0	99.3
9	90	242	1	149.7	98.0
10	146	372	1	221.0	99.0
11	72	249	2	184.7	100.0
平均	186.8	283.8		181.6	99.2

採点方法の違いと解答時間の差を調べた。その際、IBM SPSS Statics Version22により有意差を検定した(U検定)。その結果、次の表3のようになり有意差は認められなかった ($p>0.05$)。

表3 問題と解答時間の有意差検定

	①回目	②回目	③回目
漸近有意確率 (両側)	.714	.584	.522

また、紙とタブレットの入力方法の違いによる解答時間への影響について調べるため、それぞれで100マス計算を解答した時の解答時間の相関を調べた。その結果、下の表4のようになり①~③回目のいずれにおいても5%もしくは1%水準で有意差が認められた。

表4 紙とタブレットでの解答時間の相関分析

	①回目	②回目	③回目
Peasonの相関係数	.726*	.799**	.651*

* : 5%水準で有意, ** : 1%水準で有意

次に、問題生成による学習効果について検討した。1回目のWebアプリでの調査での誤答を2回目の調査の問題に反映した数と解答時間、点数の相関を調べると表5のようになった。この表から、誤答が反映された数が多いほど解答時間が長くなること、さらに点数が下がる傾向があることが言える。すなわち各解答者が苦手としている問題を生成し、計算力を鍛えるための問題を作成できたことが伺える。

表5 誤答が反映された数と解答時間、点数の相関分析

	解答時間	点数
Peasonの相関係数	-0.834*	-0.603

*: 5%水準で有意

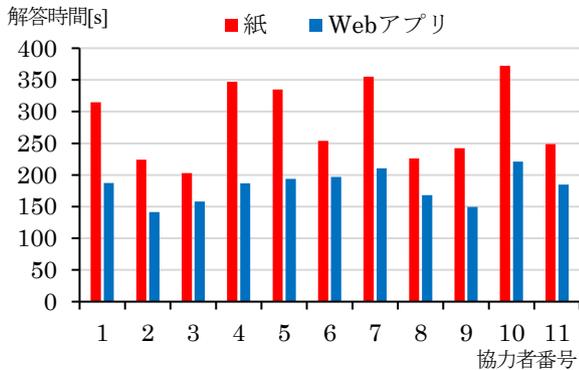


図5 紙（採点も含む）とWebアプリの所要時間

図5に紙（採点も含む）とWebアプリの所要時間を協力者別にグラフ化したものを示す。全体の時間としては明らかに紙よりも少ないことがわかる。事後アンケート結果については、7章においてまとめて記述するが、5件法による「使いやすさ」は、2.2とかなり低い結果となった。これはキーボードが小さく、入力ミスが増えたり、入力に時間がかかったりするといった問題点が明らかになった。

5. 完成形 Web アプリについて

本Webアプリ（図6参照）については、機能的には基本形のWebアプリを踏襲しているが、プログラムそのものを全面的に見直して作り直した。完成形Webアプリのファイル構成を表6に示す。

表6 完成形 Web アプリのファイル構成

項目	ファイル名
HTML ファイル	index.html
CSS ファイル	main_style.css
JavaScript ファイル	main116.js

以下に、その特徴や改善点を列挙する。

- (1) 一括採点・即時採点機能（基本形と同じ）
- (2) 誤答の頻度を次の問題生成へ反映される機能（基本形と同じ）
- (3) オリジナルテンキーおよびその自動移動と手動移動機能の実装
- (4) 100マス検定による成績評価
- (5) 10インチのタブレット（iPad Air およびAndroidタブレット）を想定した画面構成

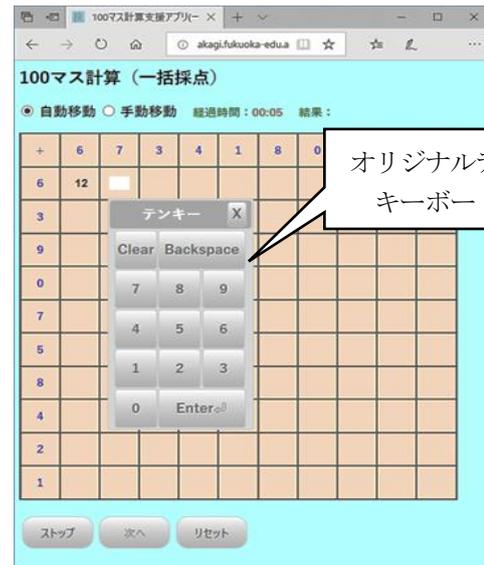


図6 完成形 Web アプリの画面

初めに、index.htmlファイルによって、CSSファイルであるmain_style.cssの設定にしたがって、フォントサイズやレイアウトを設定するとともに、Webページ中に表やボタンなどの各要素を配置し、メインプログラムであるmain116.jsによって100マステーブルを作成する。このメインプログラムの処理概要を図7に示す。

100マス内の各解答セルは、jQueryにて次のようなinputタグを構成しており、type="tel"で数字のみが入力可能に設定している。また、idには解答セルの通し番号としてanswer1～answer100に設定しており、readonly属性を設定することでセル内にフォーカスしないように無効化している。

```
$('#' + str_trid).append('<td><input type="tel" id="answer' + (ans_no++ + ') + ' value="" maxlength="2" class="kotae" readonly="readonly" /></td>');
```

続いて、「自動移動」および「手動移動」のラジオボタンの状況を読み取り、変数に設定する。これらは、Webブラウザの記憶領域であるセッションストレージに保存され、更新あるいはリセット、次へのボタンを押した場合もその設定が引き継がれる。リセットボタンが押されているかどうかを識別し、リセットボタンが押されていた場合は、セッションストレージに保存されている問題をそのまま、表示する。リセットボタンが押されておらず、誤答の情報も存在しない場合は、0～9の数字からランダムに選択された問題を表示する新規の問題生成を行う。誤答の情報が存在する場合は、誤答の情報を含めた問題生成を行う。

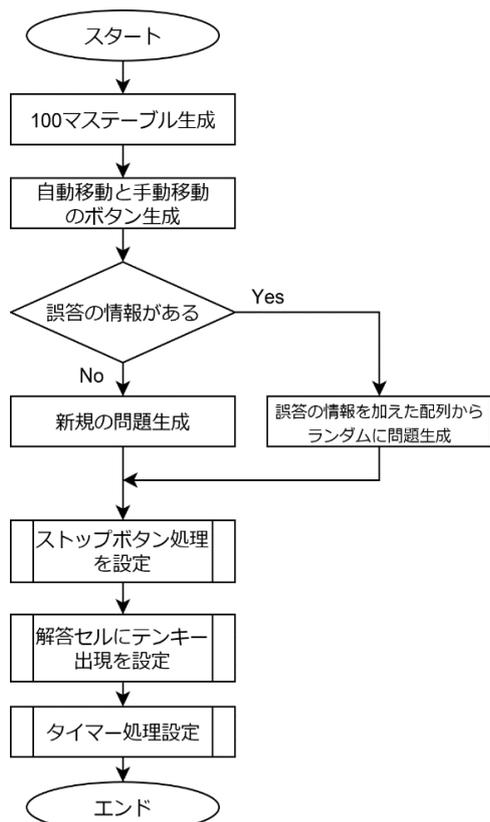


図7 メインプログラムの概要フロー

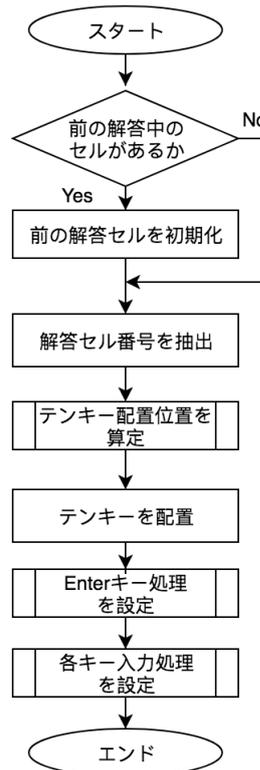


図8 解答セルの処理フロー

表7 完成形 Web アプリの諸元

項目	内容
サーバ	HP ProLiant ML110 Gen9 CPU : Xeon E5-2603 Memory : 8GByte HDD : 2TByte (RAID1) OS : FreeBSD 11.2 WWW : Apache 2.4.34 DBMS : MySQL 5.7.22
開発言語およびライブラリ	jQuery-3.3.1 jQuery-ui jQuery.ui.touch-punch jQuery.numeric fastClick
Web ブラウザ (検証済み)	Microsoft Edge 42.17134.1.0 Google Chrome 71.0.3578.98 (64ビット)
タブレット (検証済み)	iPad Air 2 / iOS12.1 Asus ZenPad 3S 10Z500M / Android 6.0

図8に示すように解答セルをクリックした場合の処理について説明する。解答セルをクリックした場合は、解答セル番号に対して最適な場所にテンキーを表示するよう設定している。まず、クリックする前の解答セルが入力中であれば、そのセルの背景色を選択する前の標準色に変更する。続いて、解答セル番号を抽出

してテンキーの配置位置を算定する。算定された配置位置にテンキーを表示した後、Enterキーのイベント処理や各キーの入力のイベント処理を登録する。表7にこのWebアプリの諸元を示す。

6. 完成形Webアプリの試行調査2

試行調査は、試行調査1と同様にiPad AirおよびAir2を12台用意し、標準ブラウザ (Safari) で完成形Webアプリにアクセスする方法で2018年12月14日に大学生12名を対象に調査を行った。試行調査の流れを表8にまとめる。この試行調査では、オリジナルのテンキーが入力作業の向上に貢献しているのか、あるいは100マス検定の基準等の妥当性、さらにこのWebアプリの動作上の不具合等について、検証すること。また、テンキーの自動移動と手動移動の2つの設定における入力動作の経過時間等を比べることを目的としている。

最初に試行調査の目的や内容等を説明しない状況で事前アンケートを行った。その後、この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、慣れてもらうためにタブレットの操作方法の練習を行った。タブレットによる100マス計算は3回に分けて行い、それぞれの解答時間、得点、100マス検定及び間違った問題上位3つを事後アンケートに記入してもらった。ただし、試行調査1と異なり、①回目は、全員で一括採点の自動移動を行い、②回目は、一括採点の手動移動を、③回目に即時採点で

表 8 調査の流れ

時間	内容
3分	事前アンケート
5分	調査内容の概要を説明
10分	Webアプリの使い方の説明
3分	タブレットの操作方法の練習
5分	タブレットによる100マス計算①回目 (一括採点/自動移動)
2分	休憩
5分	タブレットによる100マス計算②回目 (一括採点/手動移動)
2分	休憩
5分	タブレットによる100マス計算③回目 (即時採点/自動移動 or 手動移動)
5分	事後アンケート

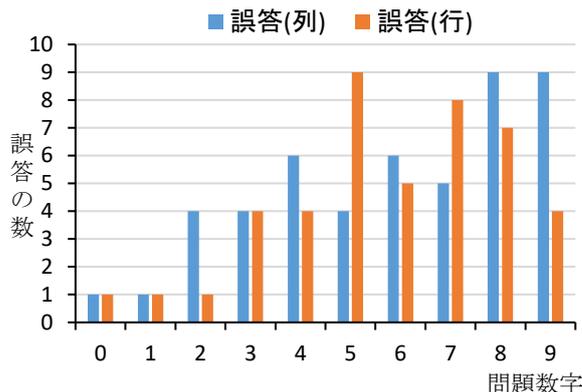


図 10 誤答の問題数字の分布

自動移動と手動移動を協力者自身で選択した。

今回の100マス検定は、表2の基本形Webアプリの試行調査結果をベースに表9のように基準に設定した。

表 9 今回設定した100マス検定の基準

級数	経過時間	得点
1級	180秒以内	100点
2級	190秒以内	99点以上
3級	210秒以内	97点以上
4級	230秒以内	94点以上
5級	250秒以内	91点以上
6級	270秒以内	87点以上
7級	271秒以上	86点以下

7. 試行調査2の結果

試行調査2における協力者別の解答時間を図9に示す。図中の解答時間は1問目の解答をし、「Enter」ボタンを押してから、「ストップ」ボタンを押すまでの時間である。図10は、誤答の列問題および行問題の数字別の頻度分布を示している。

また、解答時間、得点及び100マス検定の級数の平均を表10に示す。③回目は即時採点でかつ自動移動

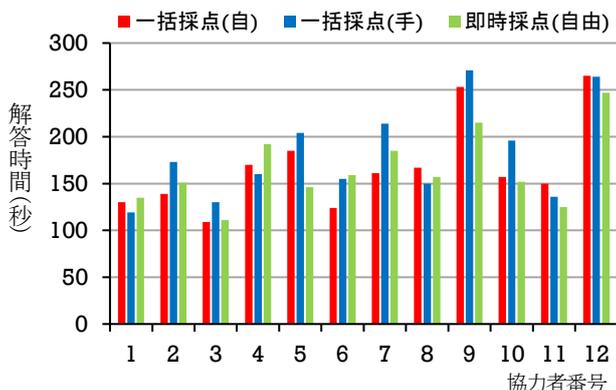


図 9 協力者別解答時間

表 10 各項目の平均

項目	①回目	②回目	③回目
解答時間 (s)	167.5	181.0	164.6
得点 (点)	99.3	98.1	99.8
100マス検定 (級)	2.8	3.4	2.0

および手動移動を自由に選択してもらったことを示している。

事後アンケート結果については、4問を5件法（5：あてはまる，1：あてはまらない）で回答してもらい，2問については，二者択一で回答してもらった。表11に5件法の平均を示し，表12に二者択一の結果を示す。なお，5件法については，試行調査1の結果と併せて掲載する。

まず，100マス計算の入力方法の違いについて考察する。3回目の即時採点で自動移動と手動移動の解答しやすい方を選択して解答させた場合，3回目の解答方法は，

表 11 事後アンケート（5件法）集計結果

質問	試行調査1	試行調査2
タブレットは使いやすかったですか？	2.2	4.4
このアプリを使用してみて，教員としてこのアプリを使いたいと思いますか？	2.9	4.6
集中して100マス計算を解くことができましたか？		4.7
検定のような友達と比較したり，小さな目標を設定することは良いと思いますか？		4.9

表 12 事後アンケート（二者択一）の結果

質問	集計結果
紙とタブレットどちらの方が効率的だと思いますか？	紙：33.3%（4名） タブレット：66.7%（8名）
テンキー入力で自動移動と手動移動のどちらの方が打ちやすかったですか？	自動移動：75.0%（9名） 手動移動：25.0%（3名）

12人の調査協力者のうち、自動移動の方が9人、手動移動が3人と自動移動を選択する者が多かった。また、事後アンケートの結果から、テンキー入力の際、自動移動の方が選択され、そちらの方がより入力しやすいと認識されていることが認められた。

このことを検証するため、自動移動と手動移動における「誤答」と「解答時間」の有意差を調査した(表13参照)。有意差を検定(T検定)した結果、各項目について有意差は認められなかった。

表13 誤答と解答時間の有意差検定

	解答時間	誤答
有意確率	0.72	0.204

次に100マス検定の導入に関して考察する。まず、事後アンケート結果から「検定のような友達と比較したり、小さな目標を設定することは良いと思いますか?」という100マス検定に関しての評価は、平均4.9と極めて高かった。

試行調査1における事後アンケート結果と試行調査2における同じ設問を比較し、Webアプリの使い勝手が向上したのか有意差検定を行った。その結果、「タブレットは使いやすかったですか?」の設問では、有意確率(両側)が0となり、さらに「教員としてこのアプリを使いたいと思いますか?」では、0.002となり、1%水準で有意であることが認められた。

8. 結言

基本形Webアプリによる試行調査1から、誤答の頻度を問題生成に反映したプログラムは計算の学習をする上で有用であること、即時採点することによって計算の正確性が向上するという結果が得られた。また、紙上よりタブレットでドリル学習をすることで、採点の時間を省略することができることも認められた。ただし、Webアプリでの入力方法の改善が課題として残された。表11に示すように事後アンケートの「使いやすさ」の平均が2.2にとどまるなど、使い勝手の向上が必要であることが判明した。

この結果を受けて、完成版Webアプリを構想し、オリジナルテンキーボード等を備えたものを開発した。その際、自動入力機能と手動入力機能を設定し、より使いやすい方法を検討した。

完成版Webアプリでは、解答の採点タイミング及び問題生成の工夫、そして、テンキー入力と100マス検定の機能などの特徴を有する。試行調査2では、その学習効果について調査したところ、テンキー入力の際の自動移動と手動移動について、有意差が認められなかったが③回目の自動移動/手動移動の選択する時点では自動移動を選択するものが多いことや事後アンケートの結果から自動移動の有用性が認められた。

また、100マス検定による小さな目標を刻んだりすることで楽しく学習に取り組めることがアンケートの結果から判明した。以上のことから、完成形Webアプリの機能性や有用性は向上したことが認められた。

今後の課題としては、機能性や有用性が確保された完成版Webアプリをベースに機能別のモジュール化を図ることが挙げられる。このことで、シンプルな基本形から中学生自身が問題を見出し、課題を設定し構想段階でアクティビティ図をベースにした開発支援ツールによって、必要な機能を構想する学習過程が設定できる。さらに、各機能とモジュール化されたサブルーチン群を用いた学習指導案やそれを用いた授業実践を行いたい。

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：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)
- 2) 秋山大翼他：ネットワークを利用し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，67-2，(2018)，15-19
- 3) 西ヶ谷浩史他：プログラミングを利用したネットワーク学習の試み，情報教育シンポジウム2005論文集，8，(2005)，113-120
- 4) 西ヶ谷浩史他：ITクラフトマンシッププロジェクト ～中学生によるネットワークプログラミング～，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育(CE)，2006-16，(2006)，173-180
- 5) 西ヶ谷浩史他：中学校技術科におけるドリルを利用した通信プログラムの実践，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育(CE)，2016-CE-134-18，(2016)，1-4
- 6) 狩野さやか：「ネットワーク」に「双方向」!? 倍増するプログラミングの学習内容に中学校の現場はどう対応するのか—相模原市立相原中学校 技術科公開授業レポート，https://www.watch.impress.co.jp/kodomo_it/news/1159054.html，(2018) (最終アクセス日：2019年10月26日)
- 7) 白石正人ほか：Web アプリケーションプログラムを用いた小学生による タブレットの入力速度と精度測定，日本産業技術教育学会九州支部論文集，25，(2017)，27-34
- 8) 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

- 9) 白石正人ほか：小学生用作文支援Webアプリケーションソフトウェア「作文君」のための管理システムの開発，日本産業技術教育学会九州支部論文集，26，（2018），1-6
- 10) 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
- 11) 白石正人ほか：小学生の作文支援用Webアプリケーションソフトウェア「作文君」を用いた授業実践，26，（2018），67-73
- 12) 陰山英男：陰山英男の徹底反復 百ます計算，小学館，（2002）
- 13) 阿久津敏克ほか：グループ学習を目的としたドリル型学習ソフトウェアの開発と評価（Ⅱ），宇都宮大学教育学部，教育実践総合センター紀要，第30号，（2007），37-46
- 14) 山岸芳夫ほか：タブレット端末で利用可能な対戦百マス計算ゲーム，2017 PC Conference, <http://gakkai.univcoop.or.jp/pcc/2017/papers/pdf/pcc084.pdf>, (2017), 147-148 (最終アクセス日：2019年10月26日)
- 15) 水門博一ほか：アクティビティ図からプログラムを自動生成するWebアプリケーションソフトウェアの開発，日本産業技術教育学会九州支部論文集，26，（2018），37-43

Abstract

"Programming interactive contents with the computer network" requires that students discover problems and ascertain the learning activities to solve these problems through programming. For programming corresponding to such learning activities, the creative tasks of learning materials for elementary school students as a web application that would be easy for junior high school students were examined. First, a web application of a learning material for the calculation of 100 cells was studied. Programming tasks were then modularized for each function derived from the basic function that can be set as a learning unit. In this paper, a basic web application was developed for calculating 100 cells that could be used on tablets. Then, another application was developed to solve the problems found in the basic application. The functionality and usefulness of this second application for the university students were tested and evaluated. This application included features such as number generation for a new question from the frequency of wrong answers, an original numeric keypad, and verification, which was newly added. The follow-up questionnaire showed that the average score on a five-point scale for ease-of-use improved from 2.2 for the basic web application to 4.4 for the next one, and it was confirmed that the latter would be well used as a web application on tablets

Key words : Web application, Programming material, 100 cells calculation, Interactive contents

のこぎりを用いた木材の切断を可視化する教材・教具の開発

Development of teaching materials and teaching tools to visualize cutting of wood by hand saw

一水 皐太* 田口 浩継**

Kouta ICHIMIZU*, and Hirotsugu TAGUCHI**

* Graduate School of Education, Kumamoto University

** Faculty of Education, Kumamoto University

近年社会教育において「木育」が徐々に広まってきている。「木育」には学習活動やものづくり活動があり、それらの活動の中には、のこぎり挽きについて指導する場面がある。本研究ではその指導場面で活用することができる、木材を切断する際の正しい加工法の視覚的な理解を促すための教材・教具の開発を行った。さらに、木育の普及のために、開発した教材・教具が誰にでも自作しやすいように、その製作方法について検討し、製作の為に説明書の作成も行った。その後、開発した教材・教具を、木育を推進する指導者を養成する講座の受講者に製作させ、アンケート調査を行い、評価を行った。

キーワード：木育，のこぎり，教材・教具，ものづくり

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』とも言うべき木材利用に関する教育活動を推進する。」と明記されており¹⁾、近年、社会教育の場において徐々にではあるが木育が取り入れられてきている。

木育の主な活動は、木や森について学ぶ学習活動、木や森に触れる体験活動、木を使ったものづくり活動の3つからなる²⁾。この中で、木を使ったものづくり活動ではのこぎり挽きにより木材を切断する機会がある。その際にのこぎりを小刻みに動かす児童生徒が多く、また、口頭でのこぎりの刃渡りいっぱいを使って大きく動かすよう説明をしても十分に理解仕切れないといった様子も度々見られた。

そこで、本研究では、のこぎり挽きにより木材を切断する際の正しい加工法の視覚的な理解を促すための教材・教具の開発を試みる。さらに、木育の普及のために誰にでも容易に教材・教具製作ができるかについても検討する。

なお、本研究で開発する教材・教具はのこぎり挽きのポイントの中でも、のこぎりの刃渡りいっぱいを使って大きく動かすことで効率よく切削できることを説明することに特化したものである。また、本研究では

教材と教具を明確に区分せず、教材・教具とする。

2. 先行研究の調査

本研究において参考にした田口らが開発した「のこぎり挽きの説明教材・教具³⁾」を図1に示す。

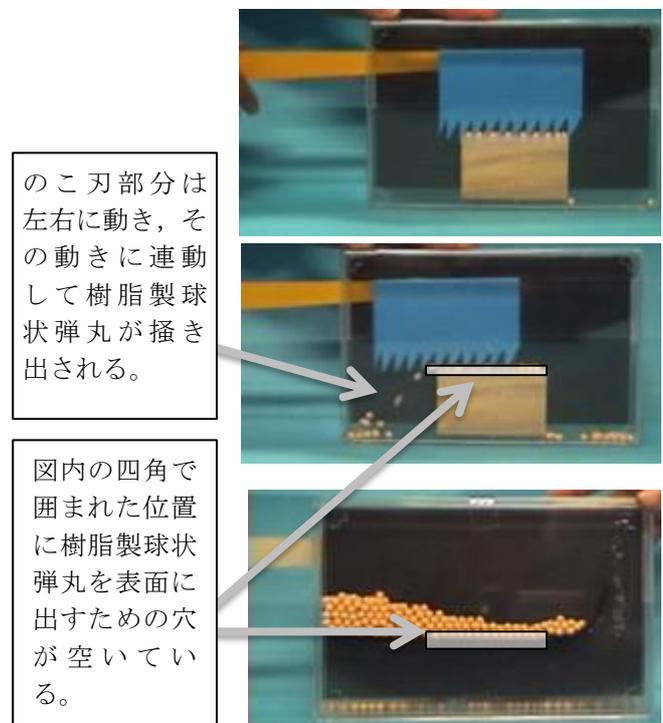


図1 田口らが開発した教材・教具³⁾

この教材・教具は、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

(2019年10月31日受付, 2020年2月18日受理)

*熊本大学大学院教育学研究科

**熊本大学大学院

2019年10月5日第32回九州支部大会にて発表

的に捉えやすくしたものである。B5 のレターケース（ポリ塩化ビニル：260×170×50mm）を本体に使用し、持ち手となるアクリル板（500×50×2 mm）、のこ刃や仕切り板となるプラスチックダンボール（のこ刃：120×76×1，仕切り板：260×150×1 mm）、木材（ヒノキ：81×50×25mm）、樹脂製球状弾丸の通り道となるレジャー用マット（スポンジ：230×25×10mm）、を主な材料として作成している。本教材・教具を、中学校技術・家庭技術分野の教材・教具の開発の観点⁴⁾ などをもとに考察した。考察の主な観点としては、わかりやすいか、正しい現象を表しているかという「教育的効果」、指導者が自作することを考慮して製作の難易度は高くないか、材料の入手難易度（価格も含む）はどうかという「製作難易度」、短時間での製作は可能かという「製作時間」、使用時や保管時に十分な耐久性を保證できるかという「強度」の4項目である。

その結果、田口らの教材・教具は、教育的効果は十分だが、使用されていたレターケースが現在生産されていないことから製作が不可能であることがわかった。また、構造としては普及を目的として作られておらず、特に表面と裏面を仕切るプラスチックダンボールの固定が難しいことから製作難易度が高いことがわかった。そこで、基本の仕組みを継承しつつ、容易に製作できる教材・教具の開発を行った。

3. 木枠型の教材・教具の開発

先行研究の調査結果を基に、木枠を用いた教材・教具（以下、木枠型）を開発した。開発した木枠型を図2に示す。



図2 木枠型の教材・教具

木枠型の教材・教具の主な材料は、図3に示すように、木枠を構成する10mm×10mmのスギ角材（①244mm×4本、②221mm×4本）、のこ刃に見立てるプラスチックダンボール（32×70×1 mm）、持ち手と表面を覆うためのプラスチック板（持ち手：380×37×1 mm、表面用：264×221×1 mm×2枚）、厚紙

（264×200mm）、樹脂製球状弾丸の通り道となるレジャー用マット（スポンジ：260×10×10mm）、木材（ヒノキ：43×67×10mm）である。この木枠型では田口らの教材・教具で挙げられた「材料が入手できない」という課題にDIYショップ等で容易に入手可能な材料を使用することで対応した。また、「仕切り板を固定しにくい」という課題に2組の木枠で仕切り板を挟み込むことで対応した。本教材・教具について検討を行うために、以下の調査を実施した。

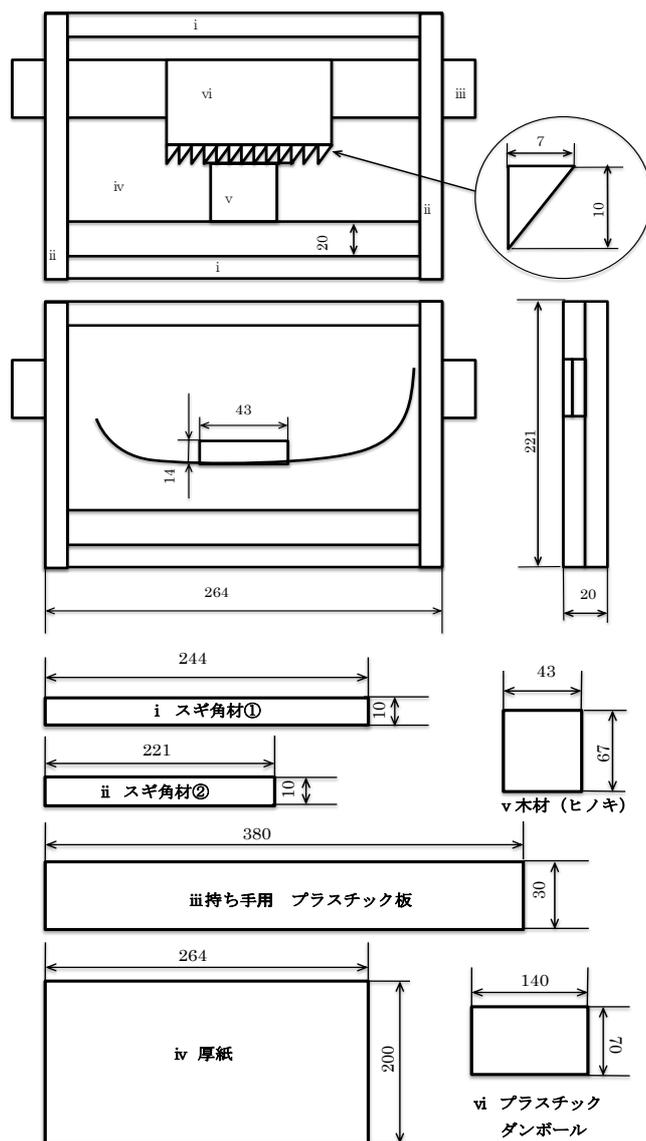


図3 木枠型の組立図と部品図

3.1 調査内容

平成30年9月14日に開催された木育を推進する指導者を養成する講座⁵⁾の受講者に2人1組で8組に木枠型を、60分を目処に製作させた。製作終了後に製作品の評価・確認を行い、必要に応じて手直しを行った。加えて、聞き取り調査を行った。なお、今回の調査では、事前にスタッフが部品取等を行い寸法通

りに成形し、受講者にはプラスチックダンボールをのこ刃に見たてる加工と仕切り板の穴あけ、部品同士を接着し組み立てる作業をさせた。また、聞き取り調査では、「製作難易度」と「製作時間」について調査した。

3.2 調査結果

最も早いグループが40分程度で完成し、最も遅いグループが80分程度で完成した。全体の平均製作時間は約60分であった。また、耐久性が低い(木枠の接合部等)という課題が見受けられた。さらに、部品の接着や仮止めのために両面テープを使用するが、その際に取り残したりはみ出したりした両面テープに樹脂製球状弾丸が貼り付くことがあるといった不具合が見られた。その様子を図4に示す。



図4 不安定な接合部(左)と両面テープに貼りつく樹脂製球状弾丸(右)

3.3 考察

製作時間については、事前に部品取等をスタッフが行ったことで講座内においては時間を短縮できたが、教材・教具の製作時間自体が短くなったわけではなく、本質的な解決には至っていないと考えられる。また、見受けられた不具合については、同様の意見が8組中3組で挙がっており、改善の必要があると考えられる。

4. ハガキケース型の教材・教具の開発

木枠型の教材・教具の考察結果をもとに新たに本体にハガキケースを用いた教材・教具(以下、ハガキケース型)の開発を行った。開発した教材・教具を以下の図5に示す。

- ・市販のハガキケースの中に組み立てた部品をはめ込む形式。
- ・部品の固定には両面テープ、ホットボンドを使用している。

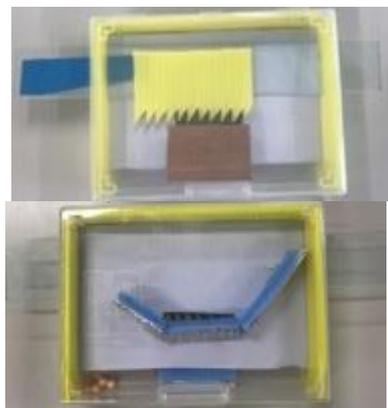


図5 ハガキケース型の教材・教具

本教材・教具の主な材料は、図6に示すように、本体となるハガキケース(ポリプロピレン:155×117×40mm)、のこ刃に見立てるためと厚紙を挟みこみ固定するためのプラスチックダンボール(のこ刃用:84×55、固定用①:140×35mm、固定用②:110×35×2枚)、持ち手となるプラスチック板(256×30mm)、仕切り板となる厚紙(150×90mm)、樹脂製球状弾丸の通り道となるレジュー用マット(スポンジ:150×10×17mm)、木材(ヒノキ:35×40×17mm)、である。ハガキケース型では木枠型の教材・教具で挙げられた「製作に時間がかかる」という課題に部品数を減らし組み立てにかかる時間を削減することで対応した。また、「取り残した両面テープに樹脂製球状弾丸が貼り付くことがある」という課題に接着箇所を減らし、樹脂製球状弾丸の通り道に両面テープが残りにくくすることで対応した。さらに、「木枠が不安定になり耐久性が低くなる」という課題にプラスチックの箱の中に組み立てた部品をはめ込むという構造にすることで対応した。本教材・教具の評価を行うために、以下の調査を実施した。

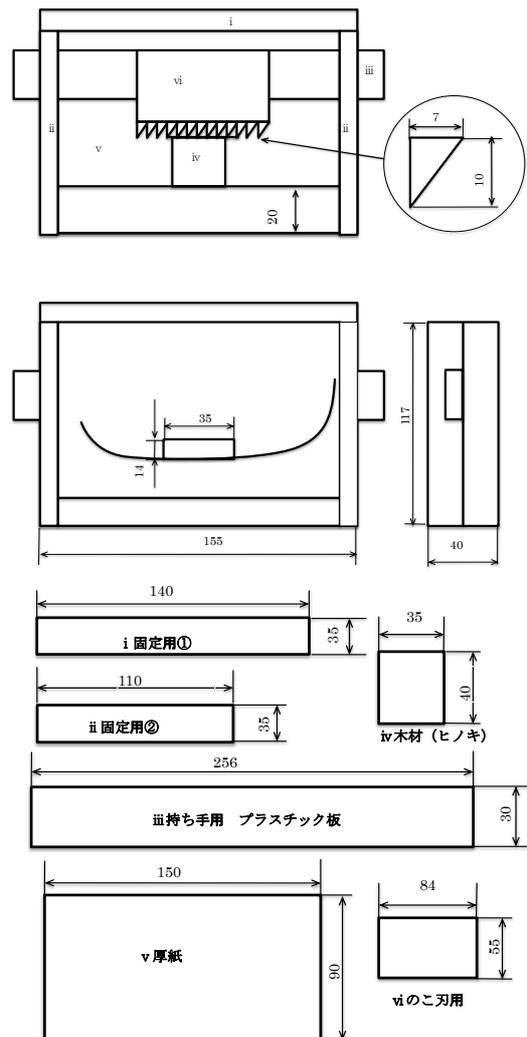


図6 ハガキケース型の組立図と部品図

4.1 調査内容

平成30年10月20日に開催された木育を推進する指導者を養成する講座の受講者(20代:2人, 30代:7人, 40代:9人, 50代:7人, 60代:3人)に2人1組で14組にハガキケース型を, 60分を目処に製作させた。製作終了後に製作品の評価・確認を行い, 必要に応じて手直しを行なった。その後アンケート調査を行った。回答はそれぞれ1~5の5段階評価とした。また, 教材・教具の改良等を目的として, 「製作難易度」「製作時間」「教育的効果」「その他気になった点」について自由記述による回答もさせるとともに, 実際に製作にかかった時間を測定した。それらの結果から考察を行った。なお, 今回の調査も, 事前に部品取等をスタッフが先行寸法通りに成形し, 受講者にはプラスチックダンボールの加工と仕切り板の穴あけ, ハガキケースの穴あけ, 部品同士を接着し組み立てる作業をさせた。また, 教育的効果については製作の直前に本教材・教具を用いて実際にどのような指導をするのかを説明し, わかりやすかったかを評価させた。平均は, 1~5の回答番号を得点として算出した。

4.2 調査結果と考察

アンケート調査の結果を以下の表1に示す。なお, 2行2列目から6行4列目は各回答番号の回答者数を表している。製作難易度については, 1:とても簡単だった~5:とても難しかった, 製作時間については, 1:とても短かった~5:とても長かった, 教育的効果については, 1:とても分かり易かった~5:とても分かりにくかったの5段階評価で回答させた。

表1 ハガキケース型の評価のためのアンケート結果

回答番号	各項目の回答人数		
	製作難易度	製作時間	教育的効果
1	0	1	11
2	1	7	14
3	5	12	2
4	16	7	1
5	5	0	0
平均得点	3.9	3.0	1.8

「製作の難易度についてはどう思ったか」という質問に対し, 難しいという意見が多く, 平均点も約4点であったことから製作の難易度は高いと言える。特に, 自由記述で多く挙げられた「微調整が大変だった」という意見を基にした改善の必要があると考えられる。また, 自由記述にて「製作の手順やポイントが分かりづらかった」「説明が多く分かりづらかった」といった意見も挙げられたことから, 製作の手順やポイントを示した説明書があると製作難易度を下げることがで

きると考えられる。

平均製作時間は66.2分であった「製作時間についてどう思ったか」という質問にちょうどいいと答えた受講者が多く, 平均点も約3点であったことから製作時間として60分程度が望ましいと考えられる。しかし, 今回は部品どり等を事前にスタッフで行い, 2人1組で製作しているため, 1人で全工程を行った際には倍に近い時間が必要になると考えられる。このことから部品取り等を含む全行程を一人で行った際の総製作時間が60分程度となるように工夫していく必要があると考えられる。

教育的効果については「本教材・教具を用いたのこぎり挽きの説明は分かりやすかったか」という質問に対して, 分かりやすかったと回答する受講者が多かった。このことから本教材・教具の教育的効果は十分に高いと考えられる。また, 分かりにくかったと回答した方の自由記述から「自身があまりのこぎりを使った経験がなく, 馴染みのある工具ではないからイメージ

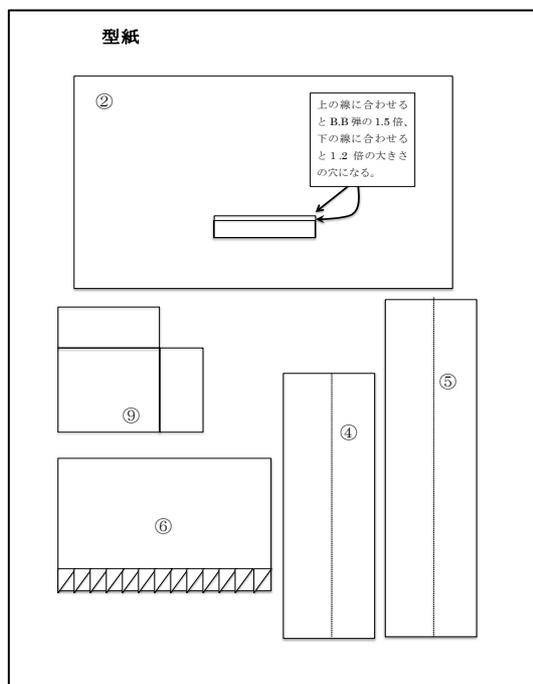


図7 型紙

しづらかった」といった意見が得られた。この意見を参考にすると, 本教材・教具を用いた学習活動を, のこぎりを使う実習と密接にすることで, より高い教育的効果が得られると考えられる。

4.3 型紙と説明書の開発

調査結果より, 本教材・教具は製作難易度が高いということ, また, 総製作時間の短縮が必要であるということがわかった。そこで, 部品どりにかかる時間の短縮を目的として, A4サイズで印刷した際に部品の外形線や穴あけの位置が実寸となるよう記した型紙を作成した。実際に作成した型紙を以下の図7に示す。

加えて、より製作難易度が低くなるように製作の手

順とポイントを文字と写真で示した説明書の作成を行った。作成した説明書を以下の図8に示す。

また型紙内の丸囲みの番号と説明書内の部品番号を対応させることで、一目でどの部品かわかるようにした。なお、寸法については説明書内に記しているため型紙内では省略している。

5. 木枠型とハガキケース型の比較

本研究で開発した木枠型とハガキケース型の教材・教具について比較したものを表2に示す。なお、比較する項目は材料費、製作難易度、総製作時間、使用する工具等、指導に適した場面、耐久性についてである。また、総製作時間についてはこれまでの調査から得られた結果を基にして、部品どり等の全ての工程を1人で行った際の総製作時間の見込みである。

表2. 木枠型とハガキケース型の比較

比較項目	木枠型	ハガキケース型
材料費	約 340 円	約 150 円
製作難易度	やや難しい	やや難しい
総製作時間	90 分～120 分	70 分～100 分
使用する主な工具等	のこぎり、両面テープ、カッターナイフ、ホットボンド	ホットカッター、両面テープ、カッターナイフ、ホットボンド
指導に適した場面	部品の大きさ次第で・教具の大きさを変えられるため制限なし	小さいため指導対象との距離が近い場面や少人数グループへ配布する場合等
耐久性	低くなりやすい	低くなりにくい

ハガキケース型では、木枠型と比較して総製作時間を短縮し耐久性を向上することができた。また、材料費については、ほとんど材料が変わらない中で木枠型の方が少しずつ必要な材料が大きいこと、木枠型の固有の材料であるスギ角材とハガキケース型の固有の材料であるハガキケースの値段に約 100 円の差があることでハガキケース型の方が安価で作れることがわかった。一方で、その大きさから指導可能な場面が制限されることがわかった。以上のことから双方ともに一長一短があり必ずしも一方が優れているとは言えず、指導場面や指導目的等を考慮してどちらが良いかを検討する必要がある。

6. 結論

本研究では田口らの開発した教材・教具が、現在製作できないことから木枠型を開発し、その木枠型の改良版としてハガキケース型の開発を行った。その後調査を通して開発した教材・教具の評価を行った。



図8 製作説明書

本教材・教具は中学校技術・家庭科技術分野の教材・教具の開発の観点から改善・製作したが、身近な工具・材料で製作可能な点、1個あたりの材料費が安い点、その上で十分な教育的効果が期待できる点等から木育においても十分に有用であり、教材・教具として有効な形式と開発の方向性を示したと言える。一方で、双方ともに課題が多分に残されている。例えば、共通の課題として、製作の難易度が高い、製作に時間がかかる、微調整が大変等が挙げられる。固有の課題としては、木枠型では取り残した両面テープに樹脂製球状弾丸が貼りつく、木枠の接合部の耐久性が低くなりやすい等が挙げられる。ハガキケース型では小さいため指導場面が制限される、一度完成すると裏面の修理、調整が難しい等が挙げられる。

以上のような課題に対応しながら、改善・改良や新規の開発も必要だと言える。

Abstract

In recent years, "Mokuiku" has gradually spread in social education. "Mokuiku" has learning activities and making activities. And in that activities, there is a scene to teach about sawing. We developed teaching materials and teaching tools that can be used in the scene. It is a visualization of how to use the correct saw. In addition, we examined the ease of making it for the spread of "Mokuiku". We made a manual to make that. Finally, Students in a course to train "Mokuiku" instructors made it. We took a survey to people. We evaluated from that results.

Key words: Mokuiku, Hand saw, teaching materials and teaching tools, Manufacturing

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>. (2019年9月5日確認)
- 2) 一般財団法人日本木材総合情報センター：活木活木森ネットワーク, <http://www.mokuiku.jp>. (2019年9月5日確認)
- 3) 田口浩継：木材加工教材・教具集, 日本産業技術教育学会木材加工分科会, 79-86 (1995)
- 4) 技術教育分科会編集：新技術科教育総論, 日本産業技術教育学会, 101-103 (2009)
- 5) 田口浩継：中山間地域における地域活性化を目的とした木育推進員養成講座の実施, 熊本大学 COC 事業地域志向教育研究報告書, 357-364 (2017)

トウモロコシ栽培における株間除草機「ハウキング」の除草効果の検証

Verification of Herbicidal Effect of Interplant Weeding Machine "Hawking" in Corn Cultivation

後藤栄太* 松原朱里** 古野隆雄*** 平尾健二****

Eita GOTO*, Akari MATSUBARA**, Takao FURUNO*** and Kenji HIRAO****

*Master Course Student, Graduate School of Education, University of Teacher Education Fukuoka

**Undergraduate Student, Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka

***Furuno Farm "AIGAMO Duck Family"

****Faculty Education, University of Teacher Education Fukuoka

作物の栽培における除草作業は、多くの時間を要する作業であり、その省力化が求められている。そのような中、有機農家である古野が考案した「ハウキング」は安価に製作可能でありながらも、従来困難とされてきた「株間除草」を短時間で行うことができる画期的な除草機である。本研究では、トウモロコシ栽培でのハウキングの除草効果について検証を行った。その除草メカニズムについては、発生する雑草の観察により、雑草の種類によって効果が異なることが明らかとなった。また、従来の手での除草との比較を行ったところ、除草効果ならびに労力の面での優位性が確認された。今後は学校現場で子どもが活用できるものへのさらなる改良が期待される。

キーワード：ハウキング，雑草，除草作業，作物栽培，トウモロコシ，作業効率

1. はじめに

作物生産の場面では、病害、虫害、雑草害など様々な減収要因が存在する。これまでの長い歴史の中で、それらを取り除くために多くの創意工夫がなされてきたが、中でも雑草の制御は、古くはその多くが人力によってまかなわれ、極めて過酷な労働を農業従事者に課してきた¹⁾。

また、我が国における農村労働力の著しい流出・減少、さらには近年の農業従事者の高齢化の進行・担い手不足に伴い、一人当たりの作業面積は増加傾向にあり、雑草制御の軽労化、省力化が強く求められている。

これらの問題に対応するために、現代では、手除草に代わって除草剤の散布ならびに機械による除草が主流となっている。しかし、この両者にも問題があるとされている。除草剤の散布は、その効果の高さから世界中で使用量が急増している。しかし、多くの除草剤の主成分であるグリホサートについては、2015年にWHO外部組織であるIARC（国際がん研究機関）によって毒性や発ガン性の懸念があると発表される

など、その毒性は雑草に特異的ではなく、ヒトや生態系に影響を及ぼすことが問題視されている²⁾。また、機械除草においては、その使用により大幅に肉体的疲労が軽減されたが、株間など細かなところは機械では除草できないため、労力のかかる手除草と併用しなければならず、根本的な解決には至っていない。

これに対して、除草剤や機械除草に頼らない水田稲作をアイガモ農法によって確立した古野は、新たに畑作物栽培に向けた除草方法を考案した。古野はこの方法を用いる除草機を「ハウキング」と名付け、農業を省力化する新たな技術として提案し、日本を始め、世界に普及しようとしている³⁾。

このハウキングには3つの優れた特徴があるとされている。まず、安価に簡単に製作できるという点である。図1に示すように、ハウキングは金属製松葉ぼうきを連ねた構造になっている。この松葉ぼうきはホームセンターで一台1000円程度で購入することができる。本実験で製作したハウキングの費用は、松葉ぼうき代(1000円×3連=3000円)とビス代を合わせて3500円程度であった。また、主な作業内容は松葉ぼうきの切断と固定であり、道具がそろっていれば2時間程度で製作することができる。

次に、植わっている作物と作物の間(株間)の除草が可能になる点である。ハウキングによる除草では、ハウキングの先端の爪を地中に入れ、作物の有無とは関係なしに進行方向に引くだけで除草が完了する。なぜ、作物の有無とは関係なしに除草ができる、言い換

(2019年10月31日受付, 2020年2月13日受理)

*福岡教育大学大学院生

**福岡教育大学学部生

***“合鴨家族”古野農場

****福岡教育大学教育学部

2019年10月5日 第32回九州支部大会にて発表

えれば、選択除草ができるのかという点、ハウキングの除草原理は「雑草と作物の発生深度の違い」に焦点を当てたものであるからである。図2に示すように、雑草は地表付近で発生する。一方、作物はその特性に応じて作業者が播種深度を決め（定植）、その位置から発生・生育する。ハウキングによる除草では、先端にある多数の爪が地中に入る深さを地表と作物の種子の深さの中間にし、作物の根域には爪が当たらないようにする。ハウキングをこのことに留意したうえで、進行方向に引けば、松葉ぼうきの基部から放射状に広がった先端の爪が、地面からの反発を受け、地中を左右に揺動する。この先端の爪の動きによって、発生途中の作物体に与える影響が少なくなる。これらの除草原理によって、選択除草が可能となり、条間だけでなく機械除草では難しいとされてきた株間の除草も可能となる。

さらに、作物の有無関係なしに除草ができることから、短時間で作業を完了できるという点である。古野によれば、100mの野菜の畝を、1分で除草することができるという（畝幅がハウキングの除草可能範囲内である場合）。

このようにハウキングによる除草には多くのメリットがあるとされる。しかし、そのほとんどが古野の体験に基づくものであり、実験による数値データに基づく検証はなされておらず、客観性があるとは言えない。また、これまでハウキングによる除草効果や労力について他の除草方法との比較はなされておらず、その有用性は十分に明らかにされていないと言えるだろう。

そこで本研究では、トウモロコシの栽培の中での除草作業において実際にハウキングを用い、その除草効果および労力について評価し、ハウキングを用いた除草方法の確立に寄与することを目的とする。さらに、作物生産の場面だけでなく学校現場へのハウキングの普及も視野に入れ、栽培活動における管理技術としてのハウキングの可能性についても考察した。



図1 簡易除草機「ハウキング」

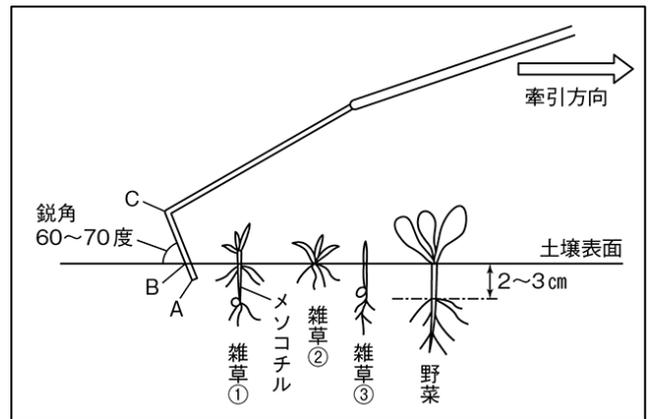


図2. ハウキング除草の原理
文献7 (古野, 2017) より引用

2. ハウキングの除草効果および労力の評価

2.1 材料および方法

(1) 実験区の設定および供試材料

福岡教育大学実験実習農場内の畑地に実験区画（縦8.7m×横1.0m）を設け、実験区を除草方法に応じて図3のように除草無区、手除草区、ねじりがま区、ハウキング区の4つに分けた。栽培材料にはトウモロコシを用いた。



図3 実験区の概要

(2) 栽培方法

2019年5月3日に実験区の耕耘を行った後、播種（株間：30cm，条間：60cm，3粒播き）を行った。播種深度は、ハウキングの爪が地中に入る深さが播種したトウモロコシの種子よりも深くなり、除草の際にトウモロコシの根域に接触し、それが除去されることを避けるため5cmとした。その後、出芽を確認した5月19日に間引きを行い、株当たり1個体に揃えた。追肥は2週間に一度、株間に化成肥料（8-8-8）を10gずつ、収穫まで継続して行った（5月31日，6月14日，6月28日，7月12日）。なお、株当たりの雌穂の個数の制限は行っていない。除草に関しては、調査日（5月22日，5月27日）の2回以外は行わなかった。

(3) 測定調査

実験区全体に雑草の発生が確認された5月22日、

および再び雑草の発生が確認された5月27日に、ハウキング以外の処理区は除草前に、ハウキング区は除草前後に雑草本数の測定を行った。土壌の状態は、5月22日は除草初日であったため、播種後約20日間耕されておらず、乾燥し、硬直していた。また、5月27日は、2回目の除草であったこと、その間に降雨はなかったことから土壌は硬直していなかった。なお、両調査日とも、図3のように各処理区に3箇所の調査地点(縦0.3m×横0.3m)を設置し、その中の雑草本数を測定した。手除草区、ねじりがま区では、実験区内の雑草が完全に確認できなくなるまで人力で除草を行った。また、ハウキングによる除草は、両調査日とも区画全体を均一に2往復実施した。

さらに、両調査日にハウキングによる除草の際のハウキングの爪が地中に入った深さの測定を行った。松葉ぼうき一つの連なりから無作為に2本の爪を抽出し、図4に示すような、爪に土壌が付着した位置を始点とし、そこから先端までの長さを測定した。なお、ハウキングを使用する際は、地表に向けて意図的に力を加えていない。そのため、この値はハウキング自体の重さによるものと言える。



図4 ハウキングの爪に付いた土壌

また、ハウキングで除草された雑草を種類ごとに大別し、図5、図6に示すように、それぞれ草丈(地際から葉の先端部分まで)、最長根長(地際から種子根の先端部分まで)を測定した。なお、イネ科型の雑草においてはメソコチル長の測定を行った。このメソコチルとは、イネ科型植物に見られる器官で発芽時の暗黒条件下で地表に向かって伸長する⁴⁾。このメソコチルの長さは、雑草の発生深度と相関関係にあることが報告されており⁵⁾、本研究においては、メソコチル長を雑草の発生深度を示す指標とした。

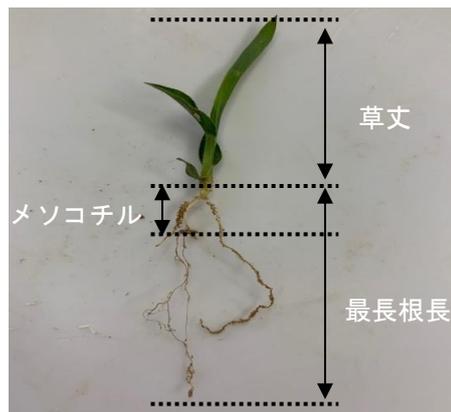


図5 イネ科型雑草の調査項目



図6 広葉型雑草の調査項目

また、5月22日および5月27日(雑草本数測定日と同日、同処理区)において、ハウキング除草の未経験者である本学学生4名を対象に、除草に要する労力調査を行った。なお、本調査は同様の調査を行った桑原・石井の手法を参照した⁶⁾。実験区としては、学校現場においての除草の際に使われる道具及び除草方法を想定し、手除草区、ねじりがま区を設け、ハウキング区に対する比較対照とした。被験者を各実験区に割り当て、除草に要する時間の計測を行い、その後一人当たり単位面積当たりの除草時間を算出し、労力の指標とした。

また、7月26日(収穫日)に最終的な雑草のサンプリングを行った。各実験区の全ての雑草を地際から刈り取った後、イネ科型雑草と広葉型雑草に大別し、温室内で自然乾燥させた(約40日間)。その後9月4日に重量を測定し、乾燥重として算出した。

また、それに合わせて、トウモロコシの草丈および可食部の生鮮重を測定した。調査対象は草丈については各区画から無作為に選んだ5個体とした。可食部の生鮮重については株の中から最も肥大している果実を目視で選定し、それを調査対象とした。

2.2 結果および考察

5月27日の除草開始前の各実験区の単位面積当た

りの雑草本数を図 7, ハウキング区の雑草本数の変化について図 8 に示した。図 7 については, 前 (5 月 22 日) に行った除草の効果を表しているといえる。結果から, ねじりがま区が最も雑草本数が少なくなり, それにハウキング区, 手除草区が続く順となった。ねじりがま区で, 雑草本数が最も少なくなったのは, その除草方法が大きく影響していると考えられる。手除草ではすでに地表に発生している雑草しか除草できないのに対し, ねじりがまによる除草は中耕を伴う除草方法であるため, 地表に発生している雑草に加えて地中で発生途中の雑草, つまり種子からメソコチルや幼根を伸ばしている雑草の発生を阻害することができる。このような, 中耕による除草は直接的な除草だけでなく, 予防的な除草も可能にしたため, 他区に比べて雑草本数が少なくなったと考えられる。

ハウキングによる除草もねじりがまによる除草と同様に中耕を伴う除草方法ではあるが, ねじりがまによる除草効果には及ばなかった。これについて想定できる理由としては, ハウキングは松葉ぼうきを連ねることによって, ハウキングの爪がより多くの雑草の根域に当たるような構造になってはいるものの, 地表の凹凸や被験者のハウキングの持ち方によってハウキングの一つ一つの爪の地表に入る角度および深度にばらつきが生じたため, 除草の精度が落ちてしまったことが考えられる。また, ハウキングの使用に慣れていなかったことも雑草除去率の低下につながったと推察される。

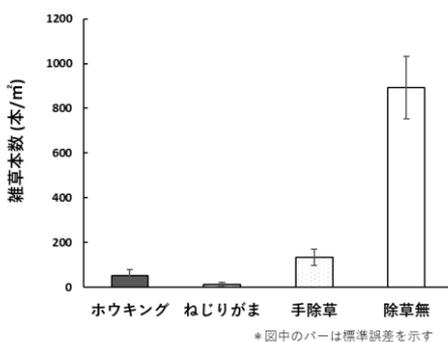


図 7 各処理区の雑草本数 (除草前)

しかし, 図 8 に示すように, ハウキング実施回数が增多ることによって雑草本数が減少することが明らかとなった。これらのことから, 今回の実験においてはハウキングによる雑草本数の抑制手段のひとつとして, 使用頻度の増加が有効であることが示唆された。その際は, 今回の実験では見られなかったが, ハウキ

ング除草の回数過多による作物の欠損や泥寄せ・覆土にともなう作物の損傷の可能性も否めない。ハウキングの使用頻度・実施回数は, 作物体の状態を逐一観察しながら決めるべきであろう。

今後学校における応用を視野に入れるのであれば, ハウキング未経験者や大人に比べて非力な児童・生徒であっても使いやすいような汎用性のあるものへの改良・進化が求められるだろう。また, 作業速度や作業頻度, ハウキングの爪が地中に入る角度と雑草除去率や作物損傷率との相関関係を明らかにする必要があると考えられる。

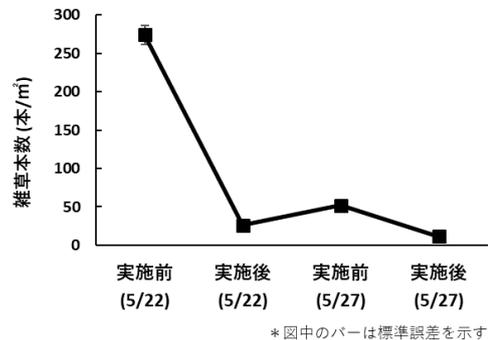


図 8 ハウキング区の雑草本数の変化

次に, ハウキングを用いて除去されたイネ科型雑草の最長根長を図 9, 広葉型雑草の最長根長を図 10, イネ科型雑草のメソコチル長を図 11 に示し, ハウキング除草においてどのような雑草が除去されたのかについて考えることとする。

まず, 最長根長についてみていくと, イネ科型雑草では調査 1 回目よりも 2 回目の方が小さくなる傾向を示したのに対し, 広葉型雑草では, 1 回目よりも 2 回目の方が大きくなるという両タイプ間で異なった傾向を示した。一方, イネ科型雑草のメソコチル長, 両タイプの草丈についてみていくと, 調査 1 回目と比べて 2 回目の方がメソコチル長, 草丈ともに小さくなるという統一的な傾向がみられた。

イネ科型雑草で, 最長根長が調査 1 回目よりも 2 回目の方が小さくなる傾向を示した理由としては, 雑草の発生深度の違いが起因していると考えられる。図 11 で示すように, 1 回目の調査で除草された雑草のメソコチル長は, 2 回目よりも短かった。つまり, 雑草の発生深度が浅いということである。そのため, 出芽までの期間が短くなり, 光条件下に置かれることによって種子根の生育が促進され, 結果的に最長根長が大きくなったと考えられる。一方, 2 回目の調査で除去された雑草のメソコチル長は, 1 回目よりも長くなった。つまり, 雑草の発生深度が深いということである。そのため, メソコチルの伸長は暗黒条件下において促進されるものの, 光条件に置かれるまでの期間が

長くなり、その反動で種子根の生育が抑制され、メソコチル長は長くなった分、最長根長は短くなったと推察される。

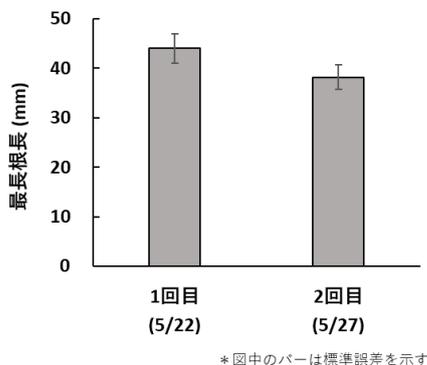


図9 ホウキングを用いて除去されたイネ科型雑草の最長根長

また、広葉型雑草で調査1回目よりも2回目の方が大きくなった理由としては、2回目の調査対象となった雑草は、1回目の調査において残存した雑草、または、1回目の調査時には地中で発生途中であったものの阻害されなかった雑草であることが考えられる。今回の実験区で多生したイヌビユやホナガイヌビユなどの広葉型雑草は直下型の根系となっている。そのため、ホウキングの除草原理が適用されにくく、その多くが残存したため、結果的に最長根長が大きくなったと考えられる。

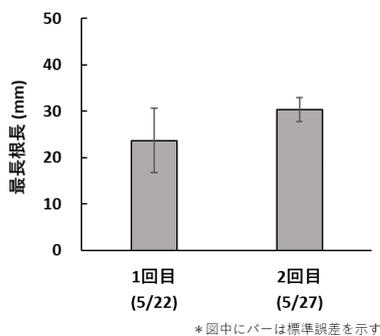


図10 ホウキングを用いて除去された広葉型雑草の最長根長

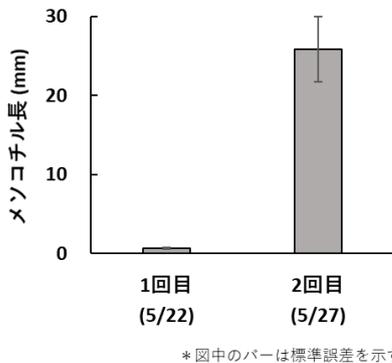


図11 ホウキングを用いて除去されたイネ科型雑草のメソコチル長

次に、地中に入ったホウキングの爪の深さについて図12に示した。結果から、ホウキングの爪が地中に入った深さは、調査1回目よりも2回目の方が大きくなった。これは、1回目の除草により耕された表土に対し、2回目の除草を行ったことで、さらに深くまで爪が入り込んだためではないかと推察される。これらのことから、爪が地中に入る深さが大きくなることによって、2回目の除草でメソコチルの長い雑草、つまり、発生深度の大きい雑草を除去できたと推察される。もちろん、作物の播種深度は考慮する必要があるが、ホウキングの使用頻度や1日当たりの実施回数を増加させることによって、除草効果が高まることも十分に考えられる。これらの検証については今後の課題としたい。

次に、ホウキングの爪が地中に入った深さと両タイプの雑草の最長根長との関係を見ていくと、その深さは、イネ科型雑草の最長根長よりは小さくなり、広葉型雑草よりは大きくなった。しかし、両タイプの雑草も十分に除草することができたことから、ホウキングの爪が地中に入った深さが最長根長を上回らなくとも、十分に除草できることが示唆された。別の見方をすれば、もしホウキングの爪が地中に入った深さと最長根長の間には顕著な差がある雑草であれば、除草できない可能性もあると考えることもできるだろう。図8で示したように、ある程度の雑草の残存は認められたが、今回の実験では、除草された雑草のみを調査対象としたため、取り残された雑草の生育状況は不明である。今後はホウキングによる除草の精度を高めるためにも、ホウキングの爪が地中に入った深さと除草されなかった雑草の特徴との関係にも着目して検証を進める必要があると考える。

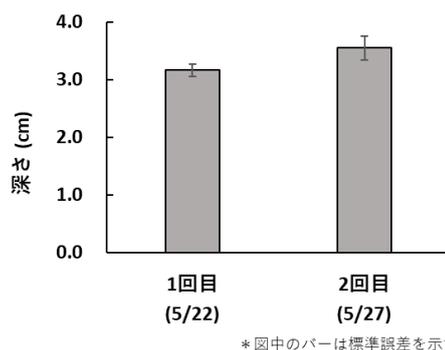


図12 地中に入ったホウキングの爪の深さ

次に、イネ科型雑草の草丈について図13、広葉型雑草の草丈について図14に示し、それぞれの最長根長との関係について考える。まず、イネ科型雑草について注目し、最長根長が調査1回目よりも2回目の方が小さくなったにもかかわらず、草丈は2回目の方が大きくなった理由について見ていく。

ハウキングの考案者である古野は、ハウキングによる除草で、出芽している雑草だけでなく、出芽前のメソコチルや幼根を伸ばした雑草でさえも除草できるとしている⁷⁾。しかし、今回の実験においては、調査2回目以降で除去された雑草のメソコチル長が1回目よりも明らかに大きくなったことから、ハウキングの除草効果は完全なものではなく、多少の残存個体が認められることが明らかとなった。このことから、1回目の除草では、すべてのメソコチルを伸ばしている出芽途中の雑草を除草することができず、そのまま生育を続けた雑草もあったため、結果的には草丈が大きくなったと考えられる。これまでの考察において、調査2回目において調査対象となった雑草は、「1回目の調査時には地中で生育していた」というものだが、別の見方をすることもできる。まずは、調査対象となったのは「1回目の除草で残存したものではないだろうか」という推測である。たしかに、図7、図8で示すように、ハウキング除草においては多少の雑草の残存が認められたが、図15で示すように、残存した雑草のほとんどがイネ科型雑草ではなく広葉型雑草であったと考えられるため、この可能性は低いだろう。また、調査対象となったのは「1回目の調査後から出芽を進めたのではないか」という推測である。つまり、調査1回目と2回目の間隔は5日しかないが、その間に草丈が著しく生育したということである。これについては、ハウキング区において発生した土塊の特性をもとに考える。ハウキング区では、それを使って除草を行うことによって、表面に大きな土塊が出現した。このような大きな土塊が出現する土壌においては、除草後に出芽率・出芽スピードの低下がみられるなど、雑草の生えにくい環境になる可能性がある⁸⁾、⁹⁾とされている。そのため、調査2回目で除去された雑草は、調査1回目の除草後から発芽を始めた可能性は低いと考えられる。

以上のことから、調査2回目において調査対象となった雑草は、「1回目の調査時には地中で生育していた」雑草の可能性が高いと推測できる。しかし、前述のようにハウキング除草によって地中で発生途中の雑草を完全に除去することは難しい。そのため、雑草が地表に出てきたタイミングを逃さずに除草することが重要であると言えるだろう。

次に広葉型雑草について見ていくと、調査1回目よりも2回目の方が大きくなるのが明らかとなった(図14)。この差はイネ科型雑草よりも顕著である。

広葉型雑草は、前述のようにイネ科型雑草に比べて残存しやすく、これは調査1回目後にもみられた。また、広葉型雑草にはメソコチル長のように詳細な発生深度の指標を得てはいないが、調査2回目において最長根長が大きくなったことや、その根系から、同様に発芽途中の雑草は除去されなかったと考えられる。

以上のことから調査2回目の際に、調査対象となったのは「1回目の除草で残存したもの」または「1回目の調査時には地中で生育していたもの」であり、有意に草丈が大きくなったのではないかと推察される。広葉型雑草はイネ科型雑草に比べて、その根系からハウキング除草と相性が悪い雑草であると言える。ハウキング除草における、広葉型雑草の除草は今後の課題となるだろう。

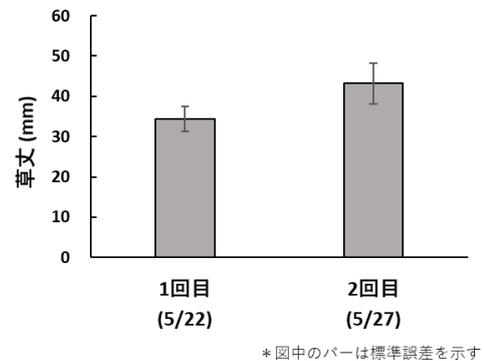


図13 ハウキングを用いて除去されたイネ科型雑草の草丈

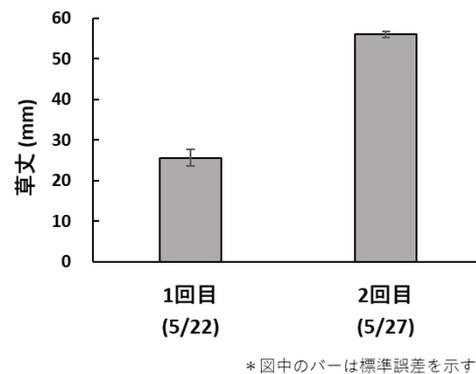


図14 ハウキングを用いて除去された広葉型雑草の草丈



図15 ハウキング除草で残存した広葉型雑草

7月26日(収穫日)に測定を行った、トウモロコシの草丈について図16に、可食部の生鮮重(収量)について図17に示した。また、9月4日に測定を行った雑草の乾燥重について図18に示した。

これらの結果から、ハウキング区の雑草は、除草無区と比べると大幅に少なくなったものの、手除草区、ねじりがま区と比べるとやや多くなる傾向にあることが明らかとなった。しかし、草丈や可食部の生鮮重においては、手除草区、ねじりがま区との間に顕著な差はみられなかった。これらのことから、ハウキングによる除草ではある程度の雑草は残存するものの、その影響は草丈や収量には及ばない程度であると判断された。

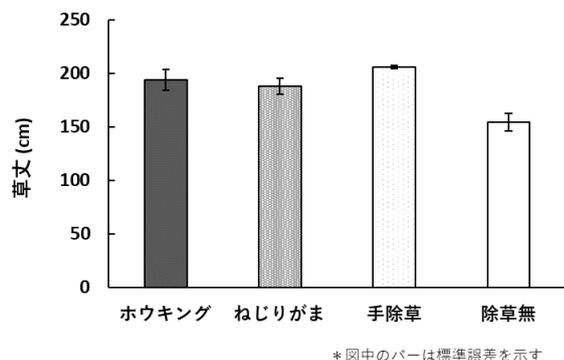


図 16 各処理区のトウモロコシの草丈の比較

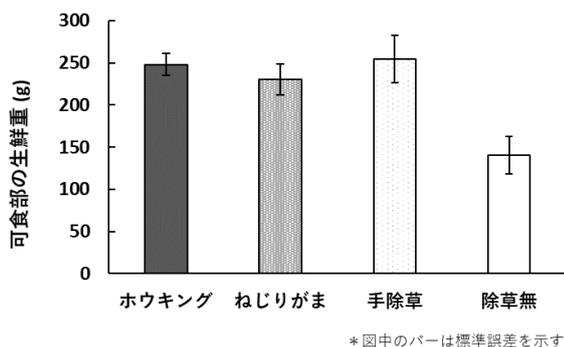


図 17 各処理区のトウモロコシの可食部の生鮮重の比較

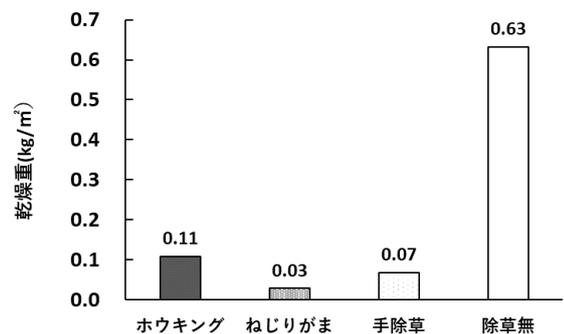


図 18 各処理区に発生した雑草の乾燥重の比較

次に、9月4日に測定を行った雑草乾燥重全体に占めるタイプ別雑草の割合（相対値）について図19に示した。その結果、ハウキング区以外は広葉型雑草よりもイネ科型雑草が大きくなったが、ハウキング区では、広葉型雑草がイネ科型雑草よりも多くなるとい

う他の処理区と異なった傾向がみられた。

この理由としては、今回の実験区において多く発生した広葉型雑草のイヌビユやホナガイヌビユの特徴が起因していると考えられる。イヌビユやホナガイヌビユには、出芽深度が1cm前後と浅く、土壤中で二次休眠がほとんどないため、中耕などで土壤を攪拌すると次々と出芽するといった特徴があるとされている¹⁰⁾。つまり、広葉型雑草に対するハウキングによる除草は、雑草を除去すると同時に雑草の出芽を促進させたと推察される。

また、今回の実験ではハウキング除草によるトウモロコシの生育に伴う葉や茎への損傷を考慮し、ハウキングによる除草作業が難しいと判断した5月27日以降は、どの処理区においても除草は行っていない。しかし、雑草はその後も生育を続けたため、最終的な雑草量が増加したと考えられる。その中でも、ハウキング区において広葉型雑草が顕著に多くなったのは、前述した特徴が起因していると考えられる。

次に、ねじりがま区を見ていくと、その除草も中耕によるものではあるが、ハウキング区と同様の傾向にならなかった。これは中耕による除草の精度が高かったためであると考えられる。しかし、ハウキングによる除草は、その除草方法からある地点の除草精度を高めることが難しい。それよりは、作物を播種する前からハウキングを行い、意図的に雑草の発芽・出芽を促進させ、播種・植え付け時期には、雑草の種子の密度が下がり、結果的に雑草量が少なくなるといったような、ハウキングの特性を生かした除草方法を行っていくべきであろう。その上で、ハウキング除草において多く発生する広葉型雑草に対する除草体系の確立が求められるだろう。

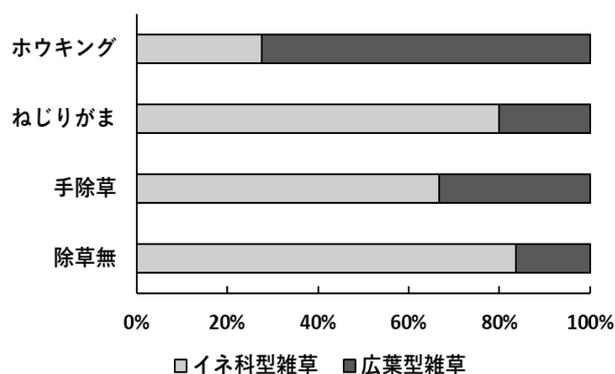


図 19 乾燥重全体に占めるタイプ別雑草の割合 (相対値)

次に、5月22日、27日に行った除草作業に要した時間を指標とした作業効率について図20に示した。結果から、ハウキングによる除草は他の除草方法と比べて除草に要する時間が大幅に少なく、作業効率に優

れることが確認された。今回の実験ではハウキングの使用経験がない人を被験者としたが、もしハウキングの使用法に慣れることができれば作業時間はさらに減少するだろう。

以上より、ハウキングによる除草効果は他の除草方法と比べるとやや劣ったが、その影響は収量に及ぶ程度ではなく、作業効率で大きく優れていることが確認された。特に、生育初期の除草作業の簡易化、効率化は突出するものである。よって総合的にみるとハウキングによる除草は労力改善の面で極めて有効であると評価される。

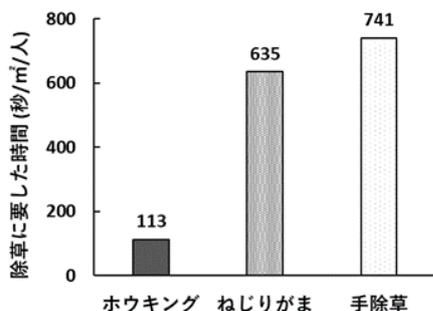


図 20 各除草方法における作業時間の累計

このようにハウキングは除草方法として優れ、農作業の効率を上げる画期的な除草機として評価できる。一方で、農業を行う者には、除草作業は収量を獲得するために完璧に行わなければならないという固定観念があるように考えられる。しかし、本研究において多少の雑草を残存させても、収量には影響しないことが明らかとなった。このような知見が農業をする者に浸透していけば、農作業の軽労化・省力化につながるものであるだろう。また、学校においては、教員が除草作業に追われ苦労し、児童・生徒が活動の多くを除草作業に費やしている現状がある。もちろん、栽培における管理作業の一つとして、除草は重要であるが、作業に割く時間を他の活動（観察や他の作業）に回すことも、ハウキングの活用によって可能となるだろう。何より、雑草の発生するしくみを理解した上で、株間除草を可能にしているハウキングの除草の原理を理解することは大変有意義である。また、一人の農家が

Abstract

Weeding work in the cultivation of crops is a time-consuming work, and the labor saving is required. Invented by T. Furuno, an organic farmer, “Hawking” is an innovative weeder that can be produced at low cost, but can perform “weeding between plants” in a short time, which has been considered difficult in the past. In this study, the effect of “Hawking” weeding in corn cultivation was examined. Regarding the weeding mechanism, the results of observation of the emerged weeds revealed that the effects differed depending on the type of weed. In addition, when compared with conventional hand weeding, the superiority in terms of herbicidal effect and labor was confirmed. In the future, further improvements are expected that can be used by children at school.

Keywords: Hawking, Weed, Weeding work, Crop cultivation, Corn, Work efficiency

日々の問題を解決するために発想・考案した事実であり、「人間が技術によって問題を解決していく」ことを紹介する技術教育としての格好の学習材料となる。今後は、ハウキングを児童・生徒が使いやすいものと改良を進め、教材としての活用を目指していきたい。

3. 謝辞

本研究の遂行にあたり、除草技術についてご助言をいただいた本学技術職員・そらまめ農園代表、西永哲久氏に謝意を表す。また、本研究はJSPS 科研費 19K21777 の助成を受けたものである。

4. 引用文献

- 1) 一般社団法人日本雑草学会 HP
<http://wssj.jp/about/> (2019年10月20日確認)
- 2) IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides : WHO , <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1> (2019年10月20日確認)
- 3) 古野隆雄:ハウキングで痛快株間除草, 現代農業, (2017), 94-101
- 4) 星川清親:イネの成長, 農山漁村文化協会, (1975)
- 5) 徐錫元:カラスムギの発生深度とメソコチル, 下位節間ならびに鞘葉長との関係について, 雑草研究誌, 573, (2012), 127-129
- 6) 桑原勉・石井義久:ネギ栽培における除草の省力—第1報 ネギ苗床の除草について, 農作業研究 49, (1983), 17-26
- 7) 古野隆雄:ハウキング2号で痛快株間除草, 現代農業, 98, (2019), 300-305
- 8) 上山泰:土塊の大きさが乾田直播水稻の出芽に及ぼす影響, 神戸大学農研法 10, (1971), 92-96
- 9) 孫宇梅, 伊藤道秋, 荒木肇, 山下米治:作物の出芽, 生育に及ぼす土塊の大きさの影響, 農作業研究 (3), (2004), 151-156
- 10) 森田弘彦, 浅井元朗:雑草診断・防除辞典, 農山漁村文化協会, (2014)

ベビーリーフの比較栽培用教材を用いた授業開発に関する研究

A Study of Comparative Cultivation Teaching Materials using Mesclun Greens for Junior High School Students

寺岡 大輝* 田口 浩継**

Hiroki TERAOKA* and Hirotsugu TAGUCHI**

*Graduate School of Education Kumamoto University

**Faculty of Education, Kumamoto University

中学校技術・家庭科技術分野の生物育成の技術で問題解決能力を育成するための比較栽培用教材として「ベビーリーフの比較栽培用教材」の開発が行われている。本研究では、これらの教材の比較栽培実験を行い、栽培条件ごとに生育状況を観察し分析するとともに、そのデータをもとに本教材の検討を行った。その結果、本教材は問題解決能力を育成するための教材として効果があることが明らかになった。それらの結果と、本教材を扱う県内の技術科教員に実施した質問紙調査の結果をもとに本教材を扱った指導計画や授業展開について作成を行った。

キーワード：問題解決能力、ベビーリーフ、比較栽培用教材、指導計画

1. はじめに

2019年に中学校学習指導要領が告示され、2021年度より全面実施となる¹⁾。その技術・家庭編では指導のねらいとして、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にすることが挙げられた。具体的には、作物の栽培では気象的要素、土壌的要素、生物的要素、栽培する作物の特性と生育の規則性等について考慮する必要があることや、種まき、定植や収穫等の作物の管理作業、温度や光、水や肥料等の育成環境を調節する技術を理解させる必要がある。

これらの事項を理解させ、問題解決能力を育成するための教材（課題の設定・計画・実践・評価活動を含む教材）として、「生物育成の技術」における栽培実習において、ベビーリーフの葉や根の生育を良くするための条件設定を考えさせ、試行させることを目的とした教材の開発が行われている²⁾。しかし、これらの教材では、管見する限り、①施肥量や日射量、栽培方法の違いによる作物の生育の差があるか、②どのような学習効果が得られるのか、③教育現場でどのように取り扱うのかという点において、十分な検討がなされているとは言えない。

そこで本研究では、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の「生物育成の技術」において、

栽培実験と栽培実習を伴う学習を扱うことのできるベビーリーフの比較栽培用教材の検討を行うとともに、それを指導するにあたっての指導計画や授業展開などの作成を行う。

2. 比較栽培用教材の分析

2.1 比較栽培用教材の概要

田口・田辺らが開発した「ベビーリーフの比較栽培用教材（以下、本教材とする）」²⁾を用い、2018年11月17日～12月25日に比較実験・観察を行った。扱った本教材の内容は以下の通りである（図1）。

○固形培地栽培用内容

- ①紙製の遮光カップ
- ②固形培地栽培セット（根が見える透明の容器・受け皿、ふた）
- ③ベビーリーフ種子（ロケットサラダ、レッドオーク、レッドマスタード、コマツナ、ミズナ）
- ④ラベル
- ⑤バーミキュライト

○水耕栽培用内容

- ①紙製の遮光カップ
- ②水耕栽培セット（根が見える透明の容器・受け皿、基盤、布、ふた）
- ③ベビーリーフ種子（ロケットサラダ、レッドオーク、レッドマスタード、コマツナ、ミズナ）
- ④ラベル
- ⑤バーミキュライト

(2019年10月31日受付、2020年2月28日受理)

*熊本大学大学院教育学研究科

**熊本大学教育学部

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

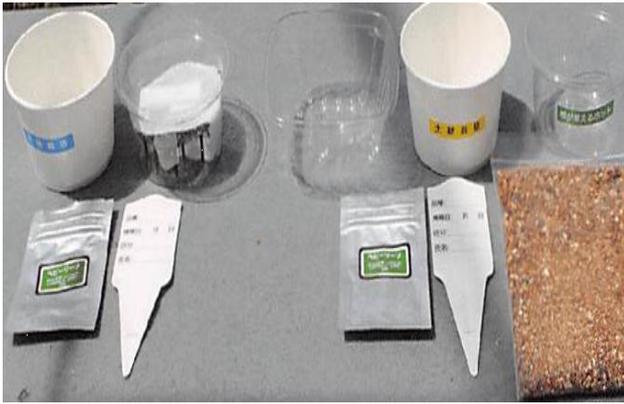


図1 ベビーリーフの比較栽培用教材

2.2 栽培手順

実際に栽培した手順は以下の通りである。また、図2～5に栽培手順の様子を示す。

○固形培地栽培学習の手順

- i 受け皿に養液を「150cc」入れる (図2)。
- ii 根が見える透明の容器にバーミキュライトを入れ、表面を平らにする (図3)。
- iii 鉢の底から吸水させる (図4)。
- iv 指先でもむようにして種をまく。
- v 乾燥を防ぐためにふたをする (図5)。発芽まで、新聞紙で遮光する。ラベルに項目 (品種、播種日、氏名) を記入して立てる。
- vi 発芽したら新聞紙、ふたを外し、日当たりの良い場所で育てる。



図2 養液を入れる様子



図3 バーミキュライトを入れる様子



図4 吸水させる様子

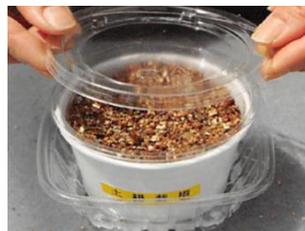


図5 ふたをする様子

○水耕栽培学習の手順

実際に栽培した手順は以下の通りである。また、図6～8に栽培手順の様子を示す。

- i 容器に基盤と布をセットし、養液を「120cc」入れ

- ii 指先でもむようにして種をまく (図7)。
- iii 乾燥を防ぐためにふたをする (図8)。発芽まで、新聞紙で遮光する。ラベルに項目 (品種、播種日、氏名) を記入して立てる。
- iv 発芽したら新聞紙、ふたを外し、日当たりの良い場所で育てる。
- v 栽培時は根に酸素を補給するため、培地と水面を1cm空ける。

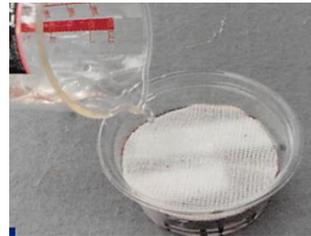


図6 養液を入れる様子



図7 種まきの様子



図8 ふたをする様子

2.3 栽培方法

栽培場所を2か所設定した。熊本大学教育学部棟の中庭の屋外に栽培区画 (縦0.5m×横0.4m×高さ1.2m、4段のスチールラックを使用) を設けて日向と設定し、日光の当たりやすい室内 (観察時の日中の平均照度約550ルクス) を日陰と設定した。2018年11月17日に播種を行い、12月25日までの39日間観察をした。かん水、追肥を毎日行い、間引きは実施していない。また、日向ではスチールラックに塩化ビニル樹脂製のフィルムをかぶせて栽培を行ったため、養液栽培を行った際の降雨の影響はないものとする。

日光(日向・日陰)、培地(バーミキュライト・ペーパー)、養分量(無肥料・250倍に希釈・500倍に希釈)の条件を変えて以下の通りに分けて栽培を行った。また、培地のペーパーではペーパータオル(エリエール製・パルプ100%)をカップに合うように直径6cmの円形にカットしたものである。養液には株式会社ハイポネックス製のハイポネックス原液(N:P:K=6:10:5)を250倍と500倍に希釈して用いた。栽培条件を以下のA～Lに示す。

- 条件A 日向×無肥料×バーミキュライト
 条件B 日向×250倍×バーミキュライト
 条件C 日向×500倍×バーミキュライト

- 条件D 日陰×無肥料×バーミキュライト
- 条件E 日陰×250倍×バーミキュライト
- 条件F 日陰×500倍×バーミキュライト
- 条件G 日向×無肥料×ペーパー
- 条件H 日向×250倍×ペーパー
- 条件I 日向×500倍×ペーパー
- 条件J 日陰×無肥料×ペーパー
- 条件K 日陰×250倍×ペーパー
- 条件L 日陰×500倍×ペーパー

上記の 12 通りの条件に分けて栽培し観察を行った。また、条件 A～F 栽培条件ごとの草丈を測定し、データの分析を行った。図9～11 に、栽培結果の一部を示す。なお、草丈の値は栽培条件ごとの平均の値から出したものである。

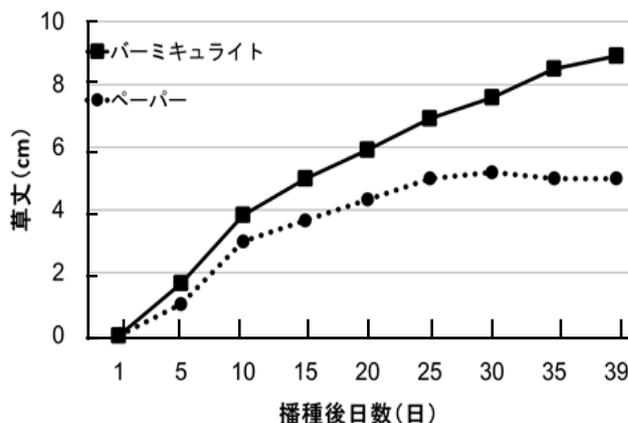


図11 培地の違いが草丈に及ぼす影響

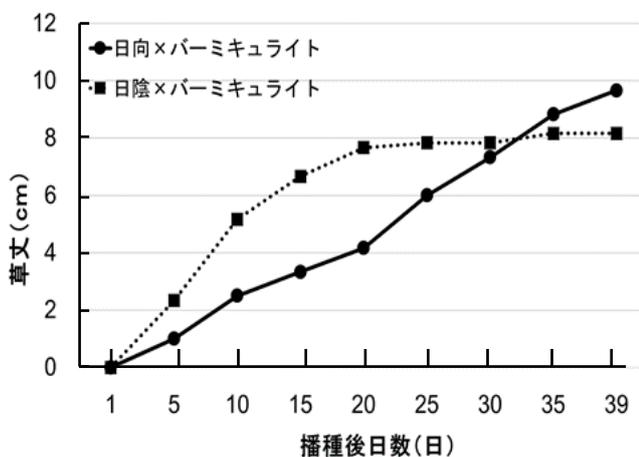


図9 日照の違いが草丈に及ぼす影響

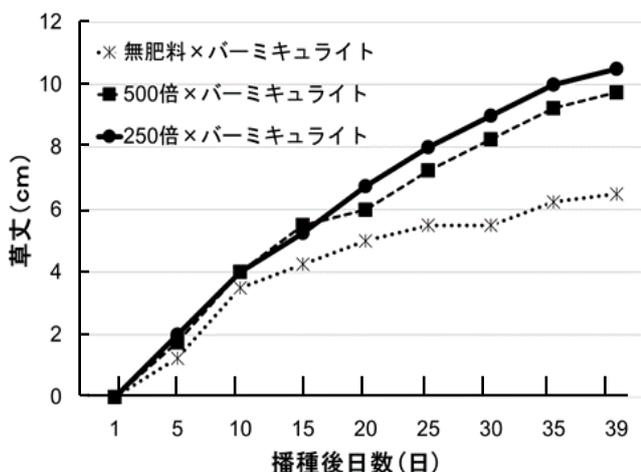


図10 養分量の違いが草丈に及ぼす影響

2.4 栽培結果

図9の結果から日陰では徒長するのに対して、日向の方が段階的に伸長すること、また、目視による観察や最終的に収穫した収量の重量から草丈の伸長以上に収量に大きな差が生まれることが分かった。その一例を図12、図13に示す。

図10の結果から肥料の有無や希釈度の違いにより草丈の伸長に差が生まれることが分かった。

図11の結果から、培地がバーミキュライトの場合では段階的に伸長しているものの、ペーパーでは、徒長した後に枯れるものも見られ、伸長が止まっていたことから、培地の保肥性や保水性が高い方が成長することが明らかとなった。

このように栽培条件の項目ごとにデータを分析すると成長の変化の様子が比較できることから、課題の設定・栽培・結果の考察の学習が可能となり、問題解決能力を育成する題材として適していると言える。



図12 日向における播種後39日目の様子 (収量 35 g)



図13 日陰における播種後39日目の様子 (収量 2 g)

3. 比較栽培用教材の評価

《調査対象》

2018年12月に熊本県内の本教材を生物育成の技術の授業で扱っている技術科教員20名を対象としてアンケート用紙を送付し回答が得られた6名について分析した。

《調査内容》

本教材を用いて授業を行った際の感想や改善点などについて、アンケート用紙を用いて調査を行った。内容については表1に示す通りである。また、アンケートでは、I～Vの設問において①～⑤(例えば、とても易しい～とても難しい)の5段階のリッカート尺度を用いて評価を行い、VIの設問は自由記述とした。

表1 比較栽培用教材を用いて授業を行った技術科教員へのアンケート項目

設問
I 本教材を用いた生物育成の授業は進めやすかったか (①とてもそう思う、②そう思う、③どちらでもない、④あまり思わない、⑤思わない)
II 栽培の難易度はどうだったか。 (①とても易しい、②易しい、③ちょうど良い、④難しい、⑤とても難しい)
III また採用したいと思うか。 (①とてもそう思う、②そう思う、③どちらでもない、④あまり思わない、⑤思わない)
IV 価格面に関してどのように感じるか。 (①とても高い、②高い、③どちらでもない、④安い、⑤とても安い)
V 栽培の観察の項目は何か。(複数回答可) (苗の高さ、苗の太さ、葉の大きさ、葉の厚さ、葉の色、葉の形、根の長さ、天気、気温)
VI 本教材に関しての改善点や要望(自由記述)

アンケート結果について、5段階のリッカート尺度による値を点数化(①の回答を+2点、②の回答を+1点、③の回答を0点、④の回答を-1点、⑤の回答を-2点とする)して平均の値を出したものを表に示す(表2)。また、設問Vの栽培の観察の項目を集計したものを図14に示す。

この結果より、Iの授業の進めやすさについて本教材を用いた生物育成の授業によって比較栽培は比較的行きやすいと言える。IIの栽培の難易度については、ちょうど良いと答える人も見られたものの、とても難しいと答える意見もあり、その理由として場所においてはクラス40人分のカップを置くスペースがなく、スペースの確保が難しいことが挙げられ

ていた。また、紙製のカップがふやけることや、育てている途中で水に藻が発生したとあり、管理が難しいことが挙げられていた。IIIについては、ほとんどがまた採用したい、という回答であったが、あまり思わないと答えたのが1名であり、その理由として場所や管理の難しさを挙げていたため、スペースを取らないように栽培棚を用いることや、管理を容易にする必要があると考えられる。また、図12より、回答があったすべての学校で葉の大きさを観察させていて、苗の高さだけでは評価しきれず、葉の大きさが重要な観点の一つであることが分かった。その他の項目については根の張り方であった。

表2 比較栽培用教材を用いて授業を行った技術科教員へのアンケート結果

設問	I	II	III	IV
点数	+0.8	+0.16	+0.67	-0.5

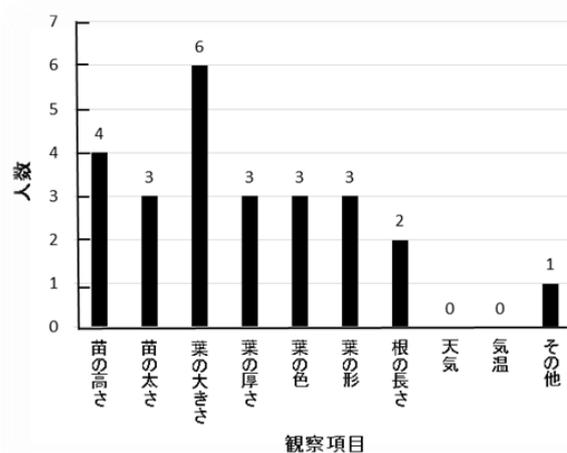


図14 栽培の観察の項目についてのアンケート結果

4. ベビーリーフ比較栽培用教材を用いた授業開発

4.1 指導計画について

新学習指導要領¹⁾では、全ての内容・項目は必修であり、3年間を通した学習の中で全ての項目を履修させることが求められる。技術科教育概論³⁾によると、各内容に配当する授業時数については、新学習指導要領には明記していないが、それぞれの内容に示された項目数、全体の授業時数などから判断すると、「生物育成の技術」は10～15時間程度が妥当であると考えられると述べられており、短い時間の中で指導を行う必要がある。それらのことから、本研究では先行研究⁴⁾を参考に、13時間の枠組みで指導計画を作成した。表3に作成したワークシートを示す。本指導計画では、2時間目から5時間目にて約1

か月間副題材としてベビーリーフを栽培させる。得られた知見をもとにして、育成計画を立てさせる。その後、約1か月間かけて5号鉢で小松菜を栽培させる。

表3 指導計画(13時間扱い)

第2学年	生物育成の技術	題材名	「ベビーリーフと小松菜を栽培しよう」	指導時間	13時間
目標	<ul style="list-style-type: none"> 植物の成長の様子などを適切に観察できる。 植物の成長の状態に合わせて適切な管理作業ができる。 生物や環境に合わせた育成計画を立てることができる。 				
配時	要素	指導項目	指導要領	学習活動・内容	指導上の留意点
1	生活や社会を支える技術	生活や社会を支える生物育成の技術	(1) アイ	生物育成に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響を知る。	・これまでに学習した野菜作りなどを振り返らせる。
2～5	技術による問題解決	基礎的な生物育成の技術の仕組み	(2) ア	生物育成のための環境要因について理解し、管理技術である土づくり、種まきや定植などを実践する。	・気象要因・生物要因・土壌要因について理解させた上で、ベビーリーフの比較栽培・観察をさせる。
6	技術に込められた問題解決の工夫		(2) イ	生育状況による観察結果の違いから、適切な対応策や管理について工夫する。	・栽培して比較した結果から原因を考察させ、秋冬期での栽培の管理方法を工夫させる。
7				ベビーリーフを収穫する。小松菜の育成計画を立てる。	
8～12				育成計画に基づき適切な資材や用具を用い管理作業を行う。	
13	社会の発展と技術	技術の評価や管理、改善と応用	(3) アイ	栽培結果や小松菜の値段等から、技術の評価・活用について考える。	・評価・活用について考えさせ、その理由について考えさせる。

4.2 栽培前のワークシートについて

生物育成の授業で比較栽培用教材を栽培させる前に扱うワークシートを作成した。本ワークシートは作成した指導計画において2時間目に使用することを想定している。作成したワークシートを図13に示す。本ワークシートは、個人が2つのカップを用いて異なる条件のものを栽培させることを想定して作成した。教師側から2つのものを指定する場合、栽培条件を満遍なく変えて栽培させられるメリットがある。生徒の達成感や成就感につなげるため栽培させる2つのカップのうち1つのカップは、生徒が最も成長すると予想するものを作らせる。もう一方のカップは教師が一つだけ栽培条件(肥料・日照・栽培方法・培地)を変えるものを指定して対照実験をさせる。また、見通しをもたせた栽培とするため30日間で10日おきに苗の高さが何cm程度になるか予想させ

たのちに栽培に取り組めるようにした。

ベビーリーフの栽培実験をしよう!

()年 ()組 氏名()

めあて 作物の生育に重要な条件(肥料・日照・栽培方法・培地)を変えた時の結果を予想しよう。

○次の条件の中で一番収量が多く得られると思うものに○を付けよう。

肥料(無肥料・250倍・500倍)
日照(日向・日陰)
栽培方法(固形培地栽培・水耕栽培)
培地(ペーパー・パーミキュライト)

○あなたの一番収量が多くなると思う組み合わせは?

<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>
肥料		日照		栽培方法		培地

○実際に育てる組み合わせ

<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>
肥料		日照		栽培方法		培地

予想

10日後	cm	20日後	cm	30日後	cm
------	----	------	----	------	----

<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>	×	<input type="text"/>
肥料		日照		栽培方法		培地

予想

10日後	cm	20日後	cm	30日後	cm
------	----	------	----	------	----

図15 比較栽培用教材を生物育成の授業で栽培させることを想定した事前のワークシート

4.3 栽培中のワークシートについて

生物育成の授業で、本教材を栽培している期間中に扱うワークシートを作成した。本ワークシートは、作成した指導計画の2時間目から5時間目において使用することを想定して作成した。本ワークシートでは、栽培の観察の項目として、アンケート結果において多かった項目である、苗の高さと葉の大きさについて観察させる。2つの項目に絞ったのは、定期的に観察する際に項目が多いと生徒の負担が大きいためである。また、スケッチや気付きについても記述させ、数値的変化と視覚的変化を記述させ、指導計画の評価・活用につながりをもたせる。

観察記録表

() 組 () 班 記録者 ()

作物名	ベビーリーフ		
日時	月	日	天気
			気温 ℃

○観察している組み合わせ

肥料	日照	栽培方法	培地
① _____ × _____ × _____ × _____			
② _____ × _____ × _____ × _____			

○観察の記録

① 苗の高さ _____ cm 葉の大きさ _____ cm	② 苗の高さ _____ cm 葉の大きさ _____ cm
-----------------------------------	-----------------------------------

・スケッチ

・スケッチ

・気付き	・気付き
_____	_____
_____	_____
_____	_____

図 16 比較栽培用教材を生物育成の授業で栽培させることを想定した事中のワークシート

5 おわりに

本研究では、中学校技術・家庭科技術分野の新学習指導要領に対応した生物育成の技術における比較栽培用教材を用いた授業の一例を示すことができた。今後は実際に学校教育において実践を行い、得られた教育的効果や改善点などを調査する必要がある。また、栽培・観察を行う上の課題として、いかに少ないスペースで栽培を行うのかを検討することや、紙製のカップがふやけること、水に藻ができるなどの課題が挙げられていたため、栽培容器や管理面の改善も図る必要がある。その他にも、今回の栽培調査では、ベビーリーフの葉の長さ（草丈）に焦点を当てて分析を行ったが、アンケートの回答では、草丈以外にも葉の大きさや苗の太さなども生徒たちに観察をさせている学校もみられた。よって、今後は葉の大きさなどのその他の項目の分析も行う必要があると考える。また、今回開発した授業例を導入する際に教師用、生徒用のマニュアルや評価方法の検討が望まれる。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領総則編(2017)
- 2) 田口浩継・田辺正宣：日本産業技術教育学会第61回全国大会講演要旨集(2018),206
- 3) 日本産業技術教育学会技術科教育分科会編集：技術科教育概論,九州大学出版会(2017),85-94
- 4) 栃木県総合教育センター：学習指導要領改訂を踏まえた授業のデザイン(2013),2-4

Abstract

“Mesclun greens comparative cultivation teaching material” developed by TAGUCHI et al. Is being developed as a comparative cultivation teaching material for fostering problem-solving ability in the field of raising organisms in the field of junior high school technology and home economics technology. In this study, we conducted comparative cultivation experiments on these teaching materials, created graphs for each cultivation condition, analyzed the data, and examined this teaching material based on the data. It became clear that it was effective as a teaching material for nurturing. Based on these results and the results of a questionnaire survey of technical teachers in the prefecture that handle this teaching material, we created a teaching plan and lesson development that handled this teaching material. In addition, future directions and issues were examined.

Key words: Problem solving ability, Mesclun greens, Teaching materials for comparative cultivation , Teaching plan

水素吸蔵合金を用いたプラスチック射出成形金型加熱装置に関する熱的特性

Thermal Behavior of PIM Heating System using Hydrogen Absorbing Alloys

高坂祐顕* 藤浪和映** 福島祥夫*

Masataka KOSAKA*, Kazuaki FUJINAMI** and Yoshio FUKUSHIMA*

* Department of Mechanical Engineering, Saitama Institute of Technology

** Graduate School of Engineering, Saitama Institute of Technology

プラスチックは高強度で加工性が良く、多くの工業製品に利用されている。これらの製品のほとんどはプラスチック射出成形により成形されている。この方法では、熔融樹脂を任意の圧力で金型へ注入し冷却凝固させることで成形するが、熔融樹脂の流れ方によって樹脂に非接合部（ウェルドライン）が生じることがある。この現象を除去することが工業的・産業的に望まれている。本報では、このウェルドラインを除去するための方法として水素吸蔵合金の水素吸蔵・放出時の反応熱を利用した金型加熱法を提案し、本法を用いた場合の金型内側表面温度の変化を予測した数値解析結果と実験値を比較することで本方法の妥当性の検討をおこなった。その結果、提案した方法を用いることで、金型表面温度が水素化（発熱）開始から 18 秒で 40 K 上昇することがわかった。また、金型表面温度は最大で 48 K 上昇することがわかった。

キーワード：プラスチック射出成形，ウェルドライン，水素，水素吸蔵合金

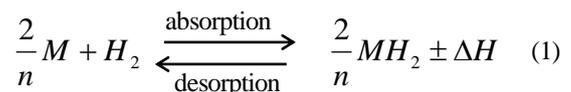
1. はじめに

プラスチックは、軽量で強度があり融点も比較的 low、その加工性の良さから、スマートフォンや自動車のインナーパネル等の多くの工業製品に利用されている。これらの製品の多くは、金型内に熔融した樹脂を一定圧力で注入し、凝固させることで製品を成形するプラスチック射出成形（Plastic Injection Molding：PIM）により作られている。しかしながら、この方法では熔融樹脂の流れ方によって欠陥が生じることがある。特に、熔融樹脂注入の際に、2つ以上の熔融樹脂の流れが会合する場所に線状の溝（ウェルドライン）が生じる。ウェルドラインはプラスチック製品の代表的な欠陥の一つであり、外観不良だけでなくその強度にも大きく影響^{2),3)}するため、この問題の解決が工業的、産業的に重要な課題である。これまで、福島らは、凝固前にコア層を強制的に流動させることでウェルド部の強度低下を抑制する方法などを提案している⁴⁾。また、泊らは、ウェルドラインを消去する方法として射出成形中に樹脂会合部をセラミックヒーターにより瞬間的に局所加熱する方法を提案している⁵⁾。

本報では、ウェルドラインを消去する方法として、次世代のエネルギー媒体として着目されている水素の輸送、貯蔵に用いられている水素吸蔵合金⁶⁾の水素吸蔵・放出時の発熱・吸熱を利用した金型加熱・冷却方法を提案する。そして本法を用いた場合の金型内側表面温度の予測シミュレーションおよび実験結果に基づいて、この加熱装置を用いた際の熱的挙動について報告する。

2. 水素吸蔵合金の水素吸蔵放出原理

水素吸蔵合金は任意の温度および圧力条件で水素と反応し、金属水素化物を生成する。水素吸蔵合金(式(1)中のM)の水素化反応は式(1)によってあらわされ⁷⁾、水素(式(1)中の H_2)と反応する際には反応熱(式(1)中の ΔH)を伴い、水素吸蔵合金は水素吸蔵時には発熱し、水素放出時には吸熱する。この反応は可逆性に優れ、反応速度も速く、反応熱が大きいという特徴を持っている。



(2019年10月31日受付, 2020年2月6日受理)

*埼玉工業大学 工学部 機械工学科

**埼玉工業大学院生

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

3. 実験装置および方法

3.1 数値解析について

図1に実験装置の模式図を示す。数値解析および実

図に示されている金型モデルを使用した。寸法は直径 $\phi 120.0$ mm, 水素吸蔵合金層内径 $\phi 60.0$ mm, 深さ 10.0 mmで樹脂金型界面までの厚み 3.0 mmの円筒形とした。

金型内部および表面の温度変化を求めるために、式(2)に示す円筒座標系二次元非定常熱伝導方程式⁸⁾を式(3)に示す条件で有限体積法を用いて解析した。水素吸蔵合金にはヒートポンプなどの用途に開発されたAB5系合金である $\text{LmNi}_{4.90}\text{Mn}_{0.10}$ (ランタンリッチミッシュメタル)を使用すると仮定した。合金の発熱量は 30.6 kJ/mol⁹⁾とし、水素吸蔵量から総発熱量を見積もった。水素供給圧力は 2.0 MPaと仮定し、この圧力での水素吸蔵量は同合金の水素吸蔵実験により得られた値を使用した。また、金型の材質はSU S303とした。本シミュレーションで用いた値を表1に示す。また、目標表面温度上昇を、 $\Delta T = 40$ K³⁾に設定した。

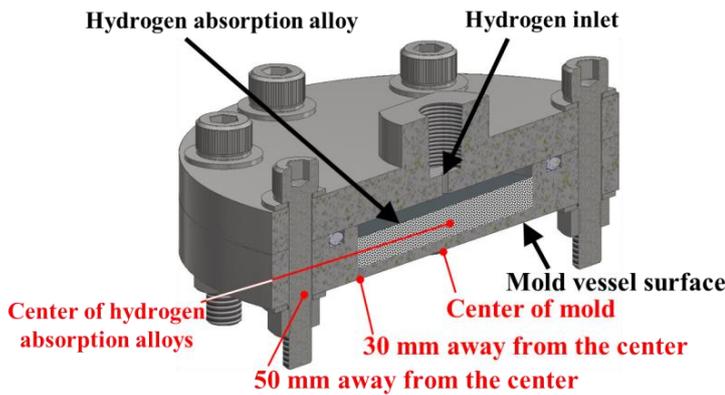


図1 数値解析および実験装置の模式図

表1 計算条件

Hydrogen absorbing alloys	LmNi _{4.90} Mn _{0.10}	
Weight of MH	131	[g]
Heat of reaction	30.6	[kJ/mol]
Amount H ₂ transfer * ¹	0.8334	[g]
Amount of heat transfer * ¹	25.502	[kJ]
Hydrogen absorption time * ¹	332.04	[s]
Area of heating surface	4.71×10^{-3}	[m ²]
Heat flux at heating surface, q_m	8.45×10^{-3}	[W/m ²]
Mold Vessel	SUS303	
Thermal conductivity * ² , λ	16.3	[W/(mK)]
Specific heat * ² , c	502	[J/(kgK)]
Density * ² , ρ	8027	[kg/m ³]
Heat transfer coefficient, h	4.0	[W/(m ² K)]

*¹ Based on experimental values

*² Thermophysical Properties Handbook¹⁰⁾

支配方程式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right) \right\} \quad (2)$$

計算条件

$$t = 0 \text{ s}, \quad T = 298 \quad \text{K}$$

$$t > 0 \text{ s}, \quad \text{inside: } q_{in} = \text{const}, \quad (3)$$

$$\text{outside: } q_{out} = h(T_w - T_\infty)$$

3.2 実験装置について

実験装置は図1に示すように数値解析で用いたモデルと同様の寸法で作製した。図中の水素吸蔵合金層中心部の●印の位置に $\phi 1.0$ mmのT型シーす熱電対(非接地型)を設置し、合金層内部の温度を測定した。また、合金層外側(金型と樹脂の境界面)にはそれぞれ $\phi 0.5$ mmのT型素線熱電対を実験装置中心 0 mmの位置と中心から半径 30.0 mm, 50.0 mmの同心円上で半径方向に一列に設置し、これらの4本の熱電対で水素化, 脱水素化時のそれぞれの位置での温度を測定した。

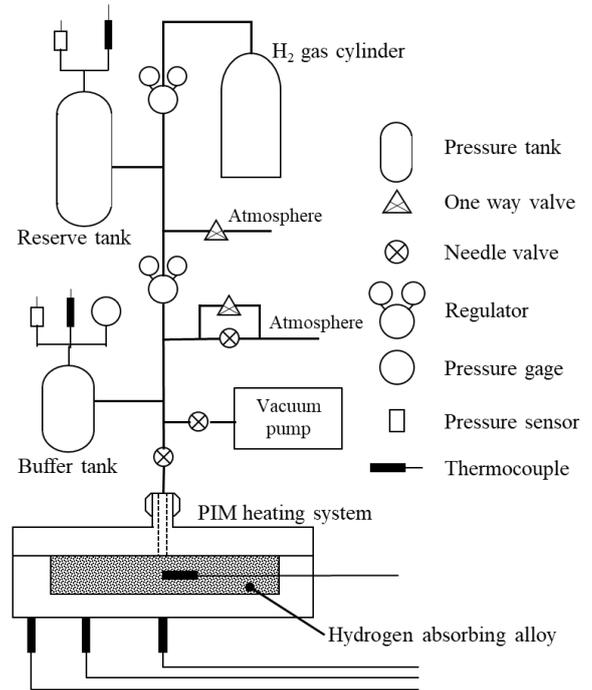


図2 実験装置の概略図

測定には、横河インスツルメンツ社製のSL1000データアキュジションユニットを使用し、温度計測モジュールにはユニバーサル(電圧/温度)モジュール701261, 圧力計測モジュールにはひずみモジュール701271を使用し、温度, 圧力ともに 0.2 s間隔でPCにてデータ収集をおこなった。図2に示すように、加熱装置への水素の供給では 14.7 MPaの水素ボンベ(G1

規格, 純度99.99999%) から高压レギュレータ (ヤマト産業株式会社製 高压圧力調整器YR-5062S) を介し, 5.0 ~ 3.0 MPa程度まで減圧され, 一次水素貯蔵容器 (図2中のReserve tank) に貯蔵される. その後, さらに低压レギュレータ (ヤマト産業株式会社製 高压圧力調整器YR-5061S) を介して減圧され, 2.0 MPa一定の圧力でPIM金型加熱用反応容器に供給される仕組みになっている。

4. 実験結果

図3に発熱 (水素化) 開始から70 sまでの数値解析による表面温度変化の推定結果および実験結果の一例を示す。縦軸は初期温度との温度差 ΔT [K], 横軸には発熱 (水素化) 時間を示す。図中の実線は金型の中心位置, 破線は中心から30.0 mm, 一点鎖線は中心から50.0 mmの位置での金型表面温度変化を数値解析により推定した結果を示す。

また, 同図における○印は金型表面中心温度変化の実測値, △印, □印はそれぞれ, 中心から30.0 mmの位置, 50.0 mmの位置で測定した温度変化の実測値を示している。この結果から, 実測値は1.6 sまでは, 推定値よりも低い値を示しているが, その後, 急激に温度が上昇し水素化開始から18.2 s後に目標温度差の40 Kに達していることがわかる。推定では表面温度を目標温度差の40 K上昇させるのに63.5 s必要であるのに対して, 実験では1/3程度まで時間が短くなっていることがわかる。また, 19.8 s後には推定値と実測値との温度差が最大となる27.8 Kを示した。

数値解析では合金層壁面の熱流束を一定として解析をおこなったことに対し, 実験では非常に速い水素吸蔵速度に伴う水素吸蔵合金の発熱を利用しているため, 実験値と推定値にこれらの差異が発生したと考えられる。水素吸蔵合金の水素吸蔵速度は非常に速く, その律速は熱の移動である⁷⁾ことが知られており, その反応熱を素早く除去することが水素化・脱水素化反応促進の重要な課題であり, 様々な促進方法¹¹⁾が試みられている。

図4に水素化 (水素供給) 時の一次水素貯蔵容器 (図2中のReserve tank) 内の圧力と温度の時間的变化を示す。縦軸には一次水素貯蔵容器内圧力と温度, 横軸は水素供給時間を示す。図中の一点鎖線は容器内圧力変化, 実線は温度変化を示す。水素供給直後に一次水素貯蔵容器内の圧力は急激に低下し, その後, 緩やかに減少していることがわかる。また, 供給開始直後の急激な容器内水素の放出に伴う圧力変化により, 容器内温度が急激に低下していることがわかる。その後, 徐々に周囲からの入熱により温度は上昇し環境温度 (298 K) と等しくなっている。この一次水素貯蔵容器内の圧力および温度変化から時々刻々の水素移動量および水素吸蔵速度を算出し, この移動量の積算値

を合金の水素吸蔵量とした。また, 最大水素吸蔵量は水素供給開始から6000 s以降で圧力・温度に変化がなくなかつ安定している14000 sまでの測定結果から算出した値の平均値1.78 g (1.504 wt%) とし, 最大水素吸蔵量の80 %の水素吸蔵量を常用の総水素吸蔵量¹²⁾とした。今回の実験では, 総水素吸蔵時間 (80%水素吸蔵時間) は水素供給開始から271.6 s後で, 総水素吸蔵量は1.42 g (1.204 wt%) であった。これらの結を表2に示す

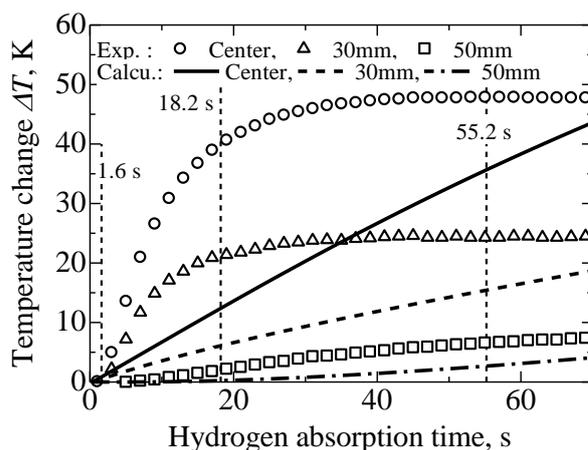


図3 水素化 (発熱) 時間による温度変化の推定値と実験値の比較

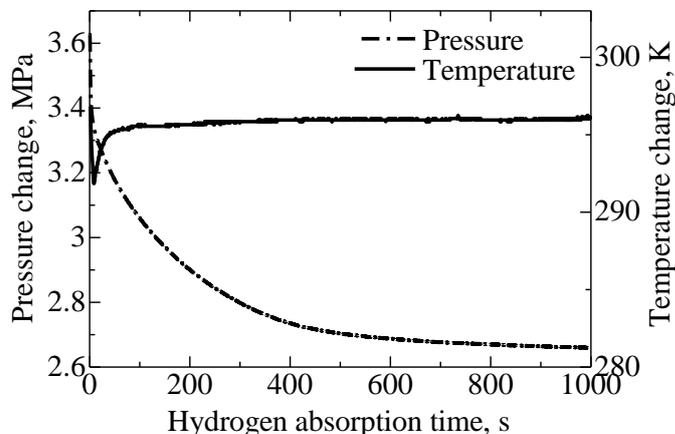


図4 水素供給容器内の圧力及び温度の時間的变化

表2 実験装置および結果

Hydrogen absorbing alloys	LmNi _{4.90} Mn _{0.10}	
Weight of MH	118	[g]
Heat of reaction	30.6	[kJ/mol]
Maximum amount H ₂ transfer	1.78	[g]
80% amount H ₂ transfer	1.42	[g]
80% Hydrogen absorption time	271.6	[s]
Mold Vessel	SUS303	
Thermal conductivity *2, λ	16.3	[W/(mK)]
Specific heat *2, c	502	[J/(kgK)]
Density *2, ρ	8027	[kg/m ³]

*2 Thermophysical Properties Handbook¹⁰⁾

図5に図4をもとに算出した水素吸蔵時間による水素移動速度と水素移動量の変化を示す。縦軸は水素移動速度と水素移動量、横軸は水素供給時間である。図中の実線は水素移動速度、破線は水素移動量を示している。その総移動量の56%に当たる0.796 g(0.674 wt%)の水素が充填開始から55.2 sまでに吸蔵されており、残りの44%に当たる0.624 g(0.53 wt%)の水素がおよそ216.4 s程度かけて吸蔵されていることがわかる。

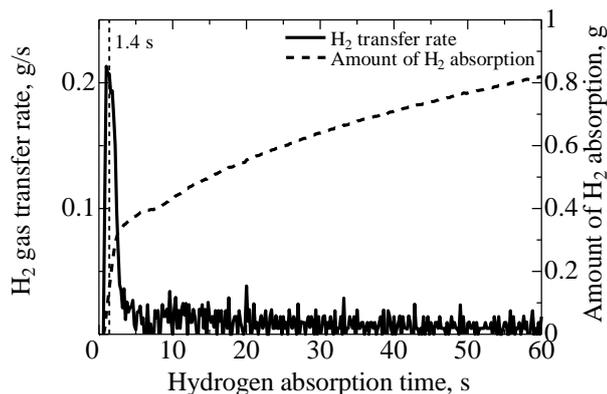


図5 水素移動速度と水素移動量の水素吸蔵時間による変化

同図の水素移動量（破線）から水素化開始2.5 s程度までの水素移動量の勾配が大きく、それ以降ではその勾配が緩やかになっていることがわかる。また、同図中の水素移動速度（実線）では、水素供給開始直後から水素移動速度は急激に増加し1.4 s程度で最大水素移動速度（0.207 g/s）を示している。その後、移動速度は急激に低下し4.2 s以降では水素化速度が一定（0.00397 g/s）となり、その値は、最大水素移動速度と比べると50分の1程度と非常に遅くなっている。図3の実測表面温度の結果から、表面温度は水素供給開始後およそ1.6 sから上昇し、18.2 s程度で目標温度差（初期温度からの差） $\Delta T = 40$ Kまで上昇し、およそ55.2 sで最大温度差 $\Delta T = 48$ K程度まで上昇することがわかる。さらに、水素供給開始後およそ18 sで40 K程度温度が上昇することに対し、その後の37 sでは8 K程度しか上昇していない。これらの結果から、水素吸蔵合金は水素供給直後から水素化反応が進み、その後 1.4 s程度で水素吸蔵速度は最大値となり、その後、合金の反応熱により水素化反応が抑制され、吸蔵速度が下がったと考えられる。一方で、推定された表面温度は表1に示す総熱量が350 s程度で放出される場合の一定の熱流束（式（3）参照）による加熱を仮定している。これらが原因で実験結果と推定結果に大きな差異が生じたものと考えられる。この対策として、温度、圧力により水素吸蔵速度が異なることを考慮した合金の圧力 - 組成等温線図に従

った推定プログラムを開発する必要がある。以上の結果を考慮すると、たとえば、初期温度が343 Kの金型をこの方法で加熱する場合、加熱（水素化）開始後およそ18.2 sで383 K まで表面温度が上昇することになる。このことから、本金型加熱装置によりこの温度域以下のガラス転移温度（熔融樹脂分子がガラス状に凍結する温度で射出成形では樹脂の固化温度の目安となる温度）を持つ樹脂のウェルドラインを制御できる可能性があると考えられる。

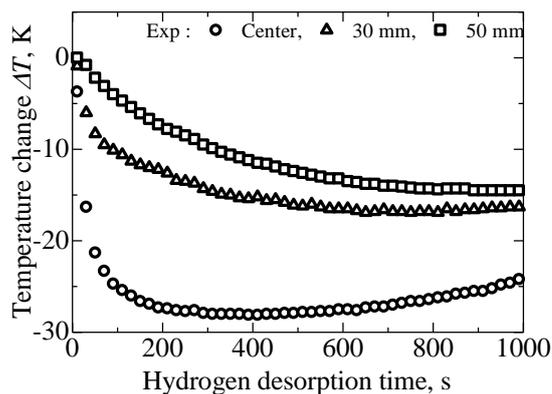


図6 脱水素化（吸熱）時間による温度変化の実験値

図6に水素吸蔵合金によるPIM金型の冷却（脱水素化）開始から1000 sまでの表面温度変化の一例を示す。縦軸には環境温度との差、横軸は脱水素化（吸熱）時間を示す。図中の○印は金型表面中心温度の時間的変化の実測値、△印、□印はそれぞれ中心から30.0 mmの位置、50.0 mmの位置で測定した温度変化の実測値を示している。表面中心温度は脱水素化開始から50 s程度で急激に金型表面温度が低下しており、その後、緩やかに温度は降下し、およそ300 sで $\Delta T = -27.9$ Kであった。その後、400 s程度で最も低い温度を示し、その後、環境温度からの入熱により温度が上昇しはじめていることがわかる。水素吸蔵合金を用いた加熱装置による加熱・冷却（水素化・脱水素化）実験から、加熱時と冷却時の温度差は $\Delta T = 70$ K程度になることがわかる。

5. まとめ

水素吸蔵合金を用いた射出成形用金型加熱装置をモデルに金型表面の温度シミュレーションおよび実験をおこない、以下の結論を得た。

- ・水素吸蔵合金を利用した射出成形金型加熱装置は18.2 s程度の水素化時間で $\Delta T = 40$ Kまで加熱できる。
- ・本方法でプラスチック射出成形金型を加熱することで、ガラス転移温度383 K以下の樹脂のウェルドラインを抑制できる可能性がある。

・数値計算において熱流束を水素化速度の関数として計算する必要がある。

謝辞

本研究は、平成31年度国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の支援によるA-STEP JPMJTM19EN「水素吸蔵合金を用いたウェルドレス成形技術の先行研究」の一環でおこなわれました。ここに謝意を表します。

記号

H_2	: 水素	[-----]
M	: 水素吸蔵合金	[-----]
T	: 温度	[K]
MH	: 金属水素化物	[-----]
a	: 温度伝導率	[m ² /s]
c	: 比熱	[J/(kgK)]
h	: 熱伝達率	[W/(m ² K)]
q	: 表面熱流束	[W/m ²]
r	: 半径方向	[m]
z	: 厚さ方向	[m]
t	: 時間	[s]
ΔH	: 生成熱	[kJ/kmol]
λ	: 熱伝導率	[W/(mK)]
ρ	: 密度	[kg/m ³]
添え字		
in	: 金型内側	[-----]
n	: モル数	[mol]
out	: 金型外側	[-----]

参考文献

- 1) 西日本プラスチック製品工業協会編：モールダーズハンドブック，（1987），240
- 2) 黒田英夫・下平勝義：成形加工，2-2，（1990），159-165
- 3) 和田明紘・川端繁忠：成形加工，3-2，（1991），165-170
- 4) 茂木淳志他：成形加工，27-12，（2015），540-545
- 5) 泊清隆他：成形加工，4-6，（1992），374-379
- 6) 例えば，高坂祐顕：機械の研究，69-5，（2015），377-384
- 7) 例えば，大角泰章：新版水素吸蔵合金 その物性と応用，アグネ技術センター，（1999），32
- 8) H.S.Carslaw・J.C.Jaeger：Conduction of heat in solids, Oxford Univ. press, (1959), 32
- 9) 光武雄一他：日本機械学会論文集, B編 72-719, (2006), 1645-1651
- 10) 熱物性学会編：新編熱物性ハンドブック，養賢堂，342
- 11) M.Kosaka, et al. : The 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference(TFEC7), proceedings,(2008), tfec2008-0367, B315
- 12) JIS H7202：水素吸蔵合金の水素化及び脱水素化反応速度測定法

Abstract

In plastic injection mold (PIM), weldline often appears as a crack on the surface and inside the body. Weldline is a serious problem that causes poor appearance and reduction of mechanical properties. In order to reduce the weldline, several methods which are using electrical heater, heating with warm water, stirring melted plastics and so on, have been trying by various researchers. In this paper, to reduce or eliminate the weldline, the mold heating system with using the heat formed from hydrogen absorbing alloy was proposed and the effectiveness of this method was evaluated with comparing experimental results and numerical results. As the result, using this approach, the mold surface temperature difference from initial temperature was rapidly increasing to 40 K, in 18 seconds from beginning of hydrogen absorbing and the maximum temperature difference ΔT in this experiment have become 48 K.

Key words: Plastic Injection Molding (PIM), Weldline, Hydrogen, Hydrogen Absorbing Alloys

電気・電子回路学習のための導電性テープを用いた ハンズオン教材の開発と試行実習

Development and Test Practice of the Hands-on Teaching Material using Conductive Tape for Learning Electric and Electronic Circuits

石橋 直*

Tadashi ISHIBASHI*

*Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka

本研究の目的は、電気・電子回路を実際に手で触れて試行錯誤しながら学習できる実物教材（ハンズオン教材）を開発し、試行実習を行うことを通して開発教材の有用性を明らかにすることである。本研究では、配線用材料として導電性テープと回路シートを用いた回路教材を開発し、中学生を対象としてジュールシーフ回路の製作実習を試行した。試行実習においては、全員が回路を完成させることができた。生徒は導電性テープを用いた回路製作に対して困難さを示すことはなく、興味を持って取り組んだことが事後アンケートによって認められたことから、開発したハンズオン教材の実用性が示唆された。また、ハンズオン教材の導電性評価を抵抗測定によって実施した結果、本教材の導電性は市販の導電性マーカーより良好だったが、接着の精度や回路シートの湾曲によって抵抗値に大きなばらつきが生じたことから、動作の安定性に課題があることが明らかになった。

キーワード：電気・電子回路，回路設計，導電性テープ，ハンズオン

1. はじめに

平成25年度学習指導要領実施状況調査¹⁾の結果によると、中学校技術・家庭科技術分野（以降「技術科」と表記。）において、「機器の構成や各部の働きに関する知識を活用して電気回路を設計する能力について、電気回路の設計に必要な部品を決定する能力の育成には、一定の成果があると考えられる。しかし、電気回路を読み解く能力や、目的や条件に応じて電気回路を設計する能力の育成に課題がある」ことが指摘されている。これを受けて、電気に関する製作品の設計・製作について、平成20年告示の学習指導要領²⁾においては「製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができること。」としていたところを、平成29年告示の学習指導要領³⁾においては、「問題を見いだして課題を設定し、電気回路又は力学的な機構等を構想して設計を具体化するとともに、製作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。」とされ、問題解決のための電気回路の設計について取り扱うことが明記された。

これまで技術科で取り扱われてきた電気回路製作に関する教材は、手回し発電機付のラジオや、LED

ランタン⁴⁾といったキット教材の活用が多かった。しかしながら、このようなキット教材は既に回路設計が完了したものであり、機能の設定、部品の選択、パラメータ設定、配線レイアウトの検討といった、回路設計の中核的な作業について、実物を通して学ばせることができないことが従前からの課題となっていた⁵⁾。これに対して、自在に回路を構成するためのツールとしてブレッドボードの活用が考えられるが、初学者にとってはブレッドボード上での回路の作り方を理解すること自体が難しく、回路図の配置と実体が異なることも影響し、回路図通りの回路を構築できるようになるまでに時間を要する。回路を実際につくることを通して回路について学ばせるためには、回路図と同じ配置のまま実体を構築できることが望ましい。そのための手立てとして、近年では銀ナノ粒子をインクとした導電性マーカーを使用した教材が注目されている⁶⁾。この教材を用いることによって、教科書等で見える回路図と同じ形の回路を製作できるため、視覚的に回路を捉えさせることができ、よりよい理解につながることを期待される。しかし、これらの教材は磁石で専用部品を固定する方式を取るため、描画した紙の下にマグネットシートやスチールシートを敷く必要があることや、取り扱える部品点数や描画領域に制約が生じるという課題がある。また鳴海ら⁸⁾は、導電性マーカーのシート抵抗が最適条件下において $0.29 \Omega/\text{sq}$.

(2019年10月28日受付, 2019年12月12日受理)

*福岡教育大学教育学部

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

($[\Omega/\text{sq.}]$ はマーカーで描画した 1mm^2 の矩形に対する抵抗値と見なした単位。 $1\text{mm}\times 100\text{mm}$ の線を描いた場合は 29Ω 。)と高く、電子回路を構築する際には無視できない点を指摘している。さらに、生徒個人向けの教材としては価格が高価なことから、全ての生徒に取り扱わせるには不適である。

本研究では、安価な導電性テープに着目し、回路図と実体の位置関係を保ったまま、回路を製作しながら学ぶことができるハンズオン (Hands-on) 教材を開発し、その活用について検討した。また、題材としてブロッキング発振回路の一種であるジュールシーフ回路によるLED点灯回路およびその漏れ磁束を利用した電磁誘導方式による非接触電力伝送回路の製作実習を、中学生を対象に試行した。ジュールシーフ回路は、少ない部品数で構築できる昇圧回路の一種として電子工作でよく用いられているものである。新学習指導要領解説においては、「LED、(中略)トランジスタ等の半導体素子、コンデンサ等の部品、昇圧回路」などの利用が例示されていることから、これらの部品や機能を有するジュールシーフ回路を題材として選定した⁹⁾。事後には中学生に対して使用感に関するアンケートを実施するとともに、中学生が試作した導通チェックシートの導電性評価を行い、本教材の実用性について評価した。

2. ハンズオン教材の概要

ハンズオン教材は、回路図を印刷した紙(回路シート)に導電性テープと電子部品を貼り付けることで回路を構築できるようにしたものである。回路シートに使用する紙は、一般的なPPC用紙を使用した。導電性テープは2種類使用し、回路図における導線を担う部分にはアルミテープ (TERAOKA製、厚さ 0.05mm) を、部品の接着を担う部分には粘着面にも導電性を持たせてある銅テープ (タカチ電機工業製、金属箔厚さ $35\mu\text{m}$ 、粘着面厚さ $60\mu\text{m}$ 、接着力 $1300\text{gf}/25\text{mm}$ 、接触抵抗値 $0.003\Omega/25\text{mm}/2\text{kgf}$) を使用した。したがって、部品を取り付けた際には、PPC用紙の上に、[アルミテープ]-[部品のリード]-[銅テープ]となる。紙の上に部品を直に配置し、導電性テープで接続と配線を兼ねる構造を検討したが、十分な導電性を確保できなかったため、部品のリードを上下のテープで挟み込む構造とした¹⁰⁾。なお、銅テープを用いた回路製作事例は技術科の教科書¹¹⁾にも紹介されているが、銅箔上にはんだ付けするものとなっている。本教材は、はんだ付け不要で部品を接続する点に特徴がある。

製作するジュールシーフ回路の回路図を図1に示す。部品は全て入手が容易な汎用品を使用した(表1)。コイルは自作とし、ポリウレタン線を外径 18mm の塩ビパイプに10ターンずつ手で巻き、コイル端の塗膜は紙やすりで削り落とすようにした。コイルのインダクタンスはそれぞれ約 $3\mu\text{H}$ である。回路シートは図2に

示すように、回路図と配置が可能な限り一致するようにしているが、トランジスタのピン配置の都合により制約を受けるため、回路図からレイアウトの一部を変更した。アルミテープは 75mm 幅のものを、貼り付けしやすいように規定の寸法にあらかじめカッティングマシン (brother製, ScanCut CM300) によって切り込みを入れた(図3左)。なお、接着用の導電性テープは図3下のようにになっている。

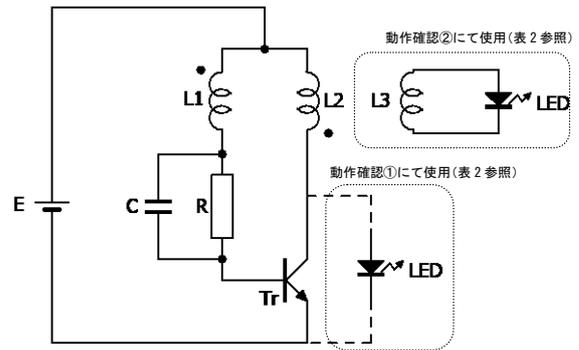


図1 ジュールシーフ回路

表1 部品一覧

品目	規格等	個数	記号
回路シート	-	1	-
アルミテープ	75mm×50mm	1	-
導電性テープ	8mm×250mm	1	-
トランジスタ	2SC1815GR	1	Tr
抵抗	1kΩ	1	R
積層セラミックコンデンサ	0.1μF	1	C
高輝度LED(赤)	SLP-836A-37	1	LED
アルカリ乾電池	1.5V	1	E
電池ボックス	単3乾電池用	1	-
ポリウレタン線	Φ0.75mm, 1.5m,10T(3μH)	3	L1~L3

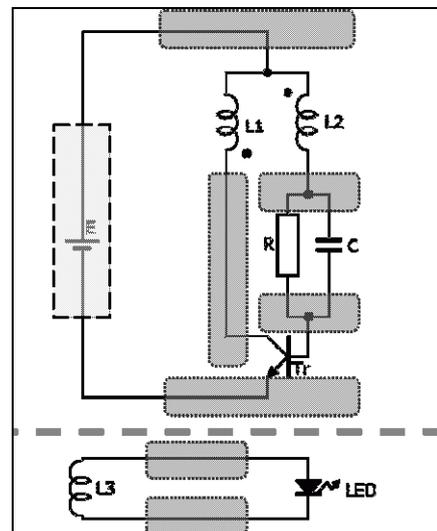


図2 回路シート

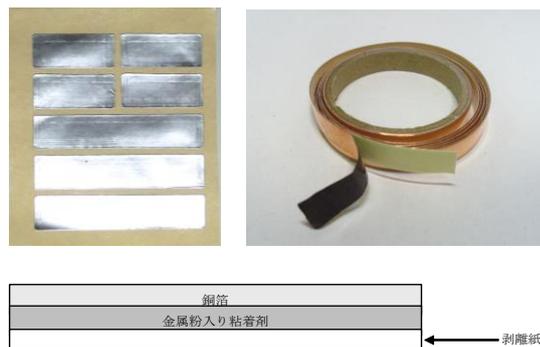


図3 アルミテープ(左), 導電性テープ(右), 導電性テープの構造(下)

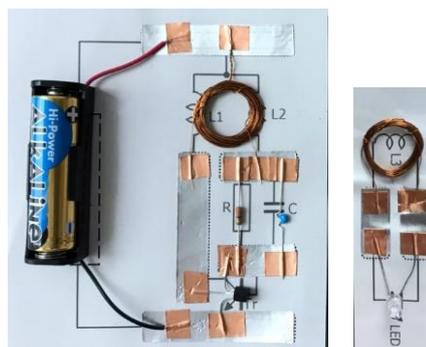


図4 実物の写真

3. 試行実習

3.1 実施時期・対象者

試行実習は, 令和1年7月17日に国立大学附属中学校の3年生12名を対象に40分間で実施した。

3.2 試行実習の展開

試行実習は, スライド資料を適宜提示しながら表2のように展開した。製作する回路の概要を説明し, 次に導電性テープの使い方について導通チェックシート(第4章にて詳述。)の製作を通して簡単な練習をさせた後に, 回路の製作に取り組みさせた。回路の製作では, はじめに一次・二次コイルの製作, 次に回路シート(図2)へのアルミテープの貼り付け, 最後に銅テープによる部品の接着の順に取り組みさせた。作業では, コイルの巻き付けおよび紙やすりによるポリウレタン線の末端の処理に多くの時間を要したため, 制限時間を10分程度超過したが, 全員が回路を完成させることができた。計画ではオシロスコープによる波形観測を入れていたが, 時間が不足したため省略することとした。作業の様子と実物の写真を図4および図5に示す。



図5 実習, 点灯の様子

3.3 事後アンケート

事後アンケートは図6に示すとおり, 実習内容や回路製作の難易度について, 5件法(5.はい, 4.どちらかと言えばはい, 3.どちらとも言えない, 2.どちらかと言えばいいえ, 1.いいえ)によって尋ね, 加えて, 製作において時間がかかった点や感想等を自由記述によって尋ねた。表3に示すとおり, 試行実習の事後におけるアンケートの結果から, 全ての項目において実習に対する肯定的な反応がうかがえた。設問3の「製作は簡単でしたか。」については, 他に比べてポイントが低くなったが, 自由記述の「製作に時間がかかった所や面倒に感じたところ, 難しく感じたところは何ですか。」に対して, 半数の生徒が「コイルを巻くところ」や「紙やすりで削るとき」と回答していることから, コイル製作の難しさが影響していると考えられる。導電性テープに対しては, 「テープ(剥離紙)をはがす作業が面倒だった」と答えた生徒が2人いたことから, より扱いやすくするためにテープの切り貼りを容易にするための専用カッターを開発するなど, 改善の必要がある。一方, 「導電性テープを使って, 他にどのような回路を作れたら面白いと思いますか。」の問いに対しては, 「理科の授業で習ったものを再現してみたい。」「もっと少ない電気で点灯するような回路も作ってみたい」など, 学校の授業で取り扱った回路やエネルギー変換に関する技術に関連する内容について, 実物の回路にしてみたいという意見があった。その他, 感想からは, 「材料費が安いと聞いたので, できれば自分で面白い回路を作りたいと思った。」「小さい電池でもLEDが点くのは驚きました。」「ワイヤレス給電に興味を持った。」のように, 電気・電子回路に興味・関心を示すものが多く見られた。

表2 実習計画

展開	配時
1.回路の動作原理や部品の機能に関する説明 ・LED点灯回路 ・抵抗, コイル, コンデンサ, トランジスタの働き ・電磁誘導 ・ブロッキング発振回路(ジュールシーフ回路)	10分
2.ハンズオン教材に関する説明 ・導電性テープの使い方	3分
3.導通チェックシートの製作 ・導電性テープの貼付 ・テスタによる導通チェック	7分
4.ジュールシーフ回路の製作 ・コイル製作 ・導電性テープ, 部品の貼付 ・動作確認①(トランジスタのC-E間にLEDを配置) ・動作確認②(二次コイル側LEDの点灯) ・オシロスコープによる波形観測(二次コイルの両端に生じている波形の観測)	20分

回路製作に関するアンケート

自分の考えに当てはまる番目に○をつけてください。

(1) 楽しく取り組みましたか？
1. いいえ 2. どちらかと言えばいいえ 3. どちらとも言えない 4. どちらかと言えばはい 5. はい

(2) 導電性テープでつくる電子回路に興味を持ちましたか？
1. いいえ 2. どちらかと言えばいいえ 3. どちらとも言えない 4. どちらかと言えばはい 5. はい

(3) 製作は簡単でしたか？
1. いいえ 2. どちらかと言えばいいえ 3. どちらとも言えない 4. どちらかと言えばはい 5. はい

(4) 他の回路も作ってみたいと思いますか？
1. いいえ 2. どちらかと言えばいいえ 3. どちらとも言えない 4. どちらかと言えばはい 5. はい

(5) 本日の内容は理解できましたか？
1. いいえ 2. どちらかと言えばいいえ 3. どちらとも言えない 4. どちらかと言えばはい 5. はい

以下は記述してください。

(6) 製作に時間がかかったところや面倒に感じたところ、難しく感じたところはありますか？

(7) 導電性テープを使って、他にどのような回路を作ることができると面白いと思いますか？

(8) 感想を自由に記述してください。

アンケートは以上です。ありがとうございました。

図6 アンケート用紙

表3 アンケート結果(n=12)

質問項目	M	S.D.
(1) 楽しく取り組みましたか。	5.0	0.00
(2) 導電性テープでつくる電子回路に興味を持ちましたか。	4.8	0.39
(3) 製作は簡単でしたか。	4.5	0.50
(4) 他の回路も作ってみたいと思いますか。	4.8	0.39

4. ハンズオン教材の導電性評価

本教材ははんだ付け不要で電子部品を電気的に接続できる点に特徴がある。ここでは、試行実習において中学生が製作した導通チェックシートの接触抵抗を測定し、導電性マーカー等と比較することによる導電性評価を行った。

導通チェックシートは、図7に示す通り、幅10mm・長さ25mmのアルミテープの上に、直径0.5mm・長さ30mmのスズメッキ線を、幅8mm・長さ8mm程度の導電性テープにて接着したものである。試行実習においては、使用する導電性テープの長さを生徒に指定していったため長さにはばらつきがあるが、5~10mmの範囲となっていた。生徒が製作したチェックシートとの導電性の比較用として、テックデザイナーシリーズ・サーキット・ツール⁷⁾の導電性インク(AgIC Circuit Marker)を専用フィルム上に幅8mm、長さをアルミテープの中心距離に相当する12mmに描画し、付属のジャンパー部品(端子中心間距離12mm)を専用マグネットシートに配置したものを5点製作した(図8)。計測器にはKEITHLEY2100 6 1/2 Digit Multimeter(抵抗値の最小分解能: 0.1mΩ)を使用し、被測定対象物との

接続には市販のクリップコードを使用した。測定はアルミ部分にクリップを接続し、各サンプルを1つずつ交換しながら合計10サイクル計測し、実測値からクリップコードがもつ平均抵抗値(27.8mΩ)を減じた数値で評価した。測定結果を表4に、導通チェックシートの測定結果グラフを図9に示す。

測定の結果、導通チェックシートの平均抵抗値は584.5mΩ、導電性マーカーについては2317.6mΩだったことから、本教材が良好な導電性を確保できることが認められた。第1章で述べた通り、専用シート上に描画したり専用部品が必要になったりするなどの制約や、製作の手間、価格を考慮すれば、学校教育における活用については、導電性マーカーより本教材が適していると考えられる。

しかしながら、測定の度にクリップリードを繋ぎなおすことによって導電性テープとリードの接触状況が変化し、その結果、測定毎におけるサンプル固有の抵抗値の標準偏差に最大753.0mΩのばらつきや、サンプル相互の平均値に最大で-32.1~+89.0%の非常に大きな誤差が確認され、動作の安定性に関する課題が明らかとなった。最も標準偏差の大きなものはNo.7、小さなものはNo.8であり、それぞれの写真を図10に示す。No.7は使用している導電性テープの面積が小さい上に、導電性テープが斜めに貼られていることによって接触面が低下している。一方のNo.8は導電性テープの面積が十分に確保されている。このことから、使用する導電性テープの面積を確保し、確実に張り付けることが回路の安定した動作に必要であるため、本教材の使用にあたっては事前に技能の指導が必要になる。また、抵抗値の増加はテープ長さや貼付の精度の他にも、基板を担うシートの硬さにも大きく影響する。図11に示すように、シートを湾曲させると十分な電気的な接触を確保できず、すぐに絶縁状態になってしまう。そのため、良好な導電性を確保するために、適度な硬さをもつシートを土台として使用するとともに、テープの貼付け方法を検討する必要がある。

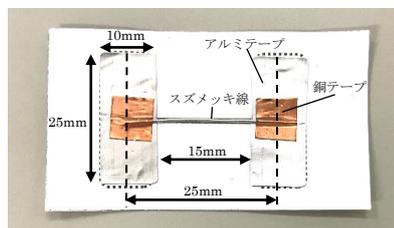


図7 導通チェックシート

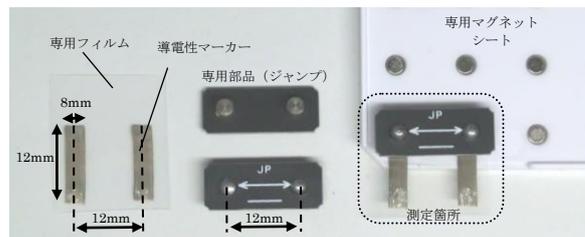


図8 比較用導電性マーカー試験片

表4 測定結果[mΩ]

導通チェックシート (中学生製作)	M	S.D.	導電性マーカー	M	S.D.
No.1	445.1	251.6	マーカー1	2380.7	158.9
No.2	397.1	260.7	マーカー2	2418.7	316.9
No.3	518.5	319.1	マーカー3	1829.1	87.8
No.4	460.3	473.7	マーカー4	1687.0	75.8
No.5	531.3	338.2	マーカー5	2204.7	111.2
No.6	511.1	400.9			
No.7	1105.0	753.0			
No.8	619.7	197.2			
No.9	475.9	430.6			
No.10	438.4	375.5			
No.11	790.1	422.5			
No.12	721.8	336.9			

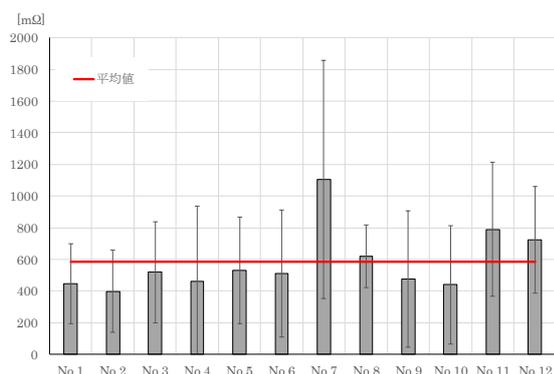


図9 測定結果のグラフ

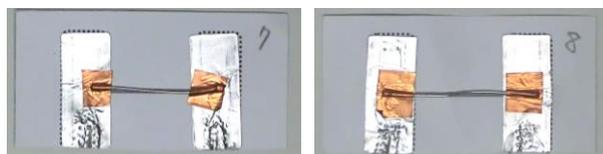
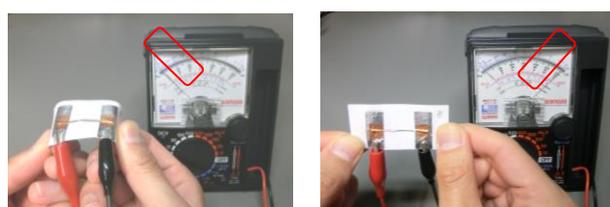


図10 試験片 No. 7 (左), 8 (右)



湾曲させた状態 (No. 8)

平らにした状態 (No. 8)

図11 湾曲による抵抗値変化 (右)

5. おわりに

本研究では、回路の設計・製作について試行錯誤しながら学ぶことができる安価なツールとして、導電性テープを用いたハンズオン教材を提案し、試行実習を行った。その結果、中学生は導電性テープを用いた回路製作に対して困難さを示すことがなく、興味を持って取り組むことが分かった。一方で、導電性評価を抵抗測定によって実施した結果、本教材の導電性は市販の導電性マーカーより良好だったが、接着の精度やシートの曲げによって抵抗値に大きなばらつきが生じ

ることから、安定した回路動作を望むには改良が必要であることが分かった。今後は本教材の製作事例を増やすとともに、動作の安定性を高めた教材へと改善し、中学校技術科や高等学校工業科の電気系科目の授業における活用を進め、電気・電子回路の基礎概念の理解度や設計能力の育成に対する効果を検証することを目指す。

本研究はJSPS科研費JP19K14206およびJP18K02981の助成を受けた。

参考文献

- 1) 国立教育政策研究所：平成25年度学習指導要領実施調査中学校技術・家庭科編（技術分野），（2018）
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，教育図書，（2008），p.26
- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，開隆堂，（2018），p.43
- 4) 例えば，株式会社トップマン：技術教材カタログ，（2019）
- 5) 道法浩孝・山岡慎太郎：PC計測・設計シミュレーションを導入した電気回路設計学習教材の開発，日本産業技術教育学会誌，58-2，（2016），pp.91-99
- 6) 酒井大輔・木田彩佳・原田健治・柴田浩行：導電ペンと筆ペンで描いて学ぶ電気の基礎，電気学会論文誌A，138-1，（2018），pp.30-35
- 7) 山崎教育システム株式会社：テックデザイナーシリーズサーキット・ツール
<http://www.yamazaki-kk.com/technique/detail.php?id=195&t=1&c=3>（2019年10月24日確認）
- 8) 鳴海紘也・中原健一・川原圭博：ConductAR：導電性インク回路の試行錯誤的なデザインに向けたARツール，情報処理学会誌，Vol.58，No.10，（2017），pp.1628-1641
- 9) 嶋崇志・改正清広：教材化に向けたジュールシーフ回路におけるパルス電流源の動作の有用性の検討，日本産業技術教育学会誌，61-2，（2019），pp.147-155
- 10) 石橋直・平井智輝崇：電気回路教育のための導電性テープの活用に関する研究，電気学会研究会資料，FIE-19-016～022，（2019），pp.23-28
- 11) 佐竹隆頭ほか10名：新技術・家庭 技術分野，教育図書，（2017），p.138

Abstract

The purpose of this study is to develop a new hands-on teaching material for learning electric/electronic circuits and to take a test practice for junior high school students. The hands-on teaching material consists of conductive tapes, circuit sheets, and electronic components. The teaching material enables students to make electric/electronic circuits without soldering. In the test practice, all the students could complete making a joule-thief circuit using the teaching material. According to the result of a survey for the students after the practice regarding convenience and operability of the teaching material, it showed that the teaching material was useful and interesting. In addition, as a result of conductivity evaluation of the teaching material by resistance measurement, the conductive tape showed better performance than conductive ink markers. However, unstable behavior due to bending sheets and inaccurate component placement was found.

Key words: Electric and Electronic Circuit, Circuit Design, Conductive Tape, Hands-on

て、製作した副題材を主題材の一部として用いることで、製作時間や材料費の削減に効果があり、課題解決に有効な、多面的・多角的に物事を考える力等の育成に効果的であることが報告された。しかし、コの字型の副題材は、形状を固定する制約をかけて製作時間等の時間の削減に効果的である反面、主題材の自由度が低く、生徒個人の課題に対応した製作品の製作につながらない場合がある。ここでの自由度とは、製作可能な形状の多様さである。

そこで本研究では、主題材の自由度を保証しつつ、生徒の課題解決能力を育成することのできるカリキュラムの開発・実践を行い、効果を明らかにする。

2. 副題材の導入

本研究では、生徒が製作する主題材の自由度を上げるための副題材として、「L字型」の副題材を導入することとした。また、より多様な生徒の課題に対応するため、3種類の規格を定め、生徒に選択させるようにした。3種類のL字型を図2に示す。①の基本形に対して、②の形は幅を狭くし、③の形は高さを低く、長さを短く設定した。L字型はコの字型に比べて使用する部品数が少ないため、自由度が高まり、設定可能な課題の選択と自由に使える木材が増える。また、3種類の選択肢を提示することで、より自らの課題を解決するために最適な製作品を考えることができる。生徒は副題材の製作を通して、知識・技能を習得し、製作の難易度を知り、主題材の適切な設計・計画ができる。本題材の導入は、課題解決に対する意欲の喚起、また、生徒の課題に即した構想を行うことが期待できる。

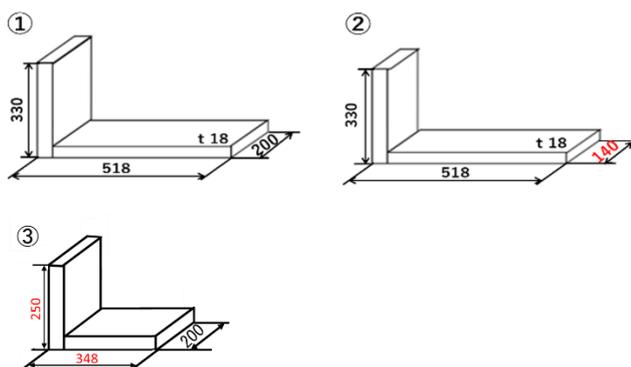


図2 3種類のL字型の副題材

3. 検証授業の概要

2019年4月から7月、熊本市内の中学校2校(共に第1学年)の生徒178人(6学級)を対象とし、材料と加工の技術において生徒の課題解決能力を育成するためのカリキュラムを開発し、実践を行った。表1に検証授業のカリキュラムを示す。開発した授業では、設

計・計画の充実を図るため、PDCAサイクルを繰り返し、3度にわたって設計・計画・構想(P1・P2・P3)を実施する場面を設ける。

表1 検証授業のカリキュラム(27時間取り扱い)

次(時)	学習内容	学習指導要領との関連	構想
1 (2)	ガイダンス	(1)イ (3)ア	
2 (3)	材料の特徴・加工法	(1)ア	
3 (1)	製品を丈夫にする構造	(1)ア・イ	
4 (1)	構想の練習・見立て遊びによる副題材の検討	(1)イ (2)ア	P1
5 (3)	「基本の形」の製作	(2)ア	
6 (1)	設計の手順・構想	(2)ア・イ	P2
7 (2)	構想の再検討	(2)ア・イ	
8 (2)	製図について・設計	(2)ア・イ	
9 (1)	製作工程表・材料表・木取り図	(2)ア・イ	
10 (8)	「基本の形」以降の製作	(2)ア・イ	
11 (1)	製作品の点検・評価	(2)ア・イ	
12 (2)	製作品の再検討・持続可能な社会のものづくり	(2)ア・イ (3)ア・イ	P3

4. 開発したカリキュラムの実践

4.1 1度目のPDCAサイクル

1度目のPDCAサイクルでの構想(P1)では、設定された課題を基に構想の練習を行い、製作することへの意欲付けや課題設定の見通しを立てさせる。図3の写真を生徒に示し、「この机の上をきれいにすることのできる製作品を構想しよう」という課題を通して、構想の練習を行った。ここでの構想は実際の製作に関わる構想ではないが、今後の構想や製作等につながる位置づけとなっている。その後、複数の調味料や本、教科書、ゲーム機、トイレトペーパーなどを、教員があらかじめ製作した3種類の大きさのL字型に乗せたり、向きをかえたりして見立て遊びを行い、製作するものの大きさ等をイメージさせ、3種類の大きさの中から実際に生徒が製作する副題材を選択させる。そして、選択した副題材の製作を通して、基礎的な工

具の使い方や加工法などを習得させた。

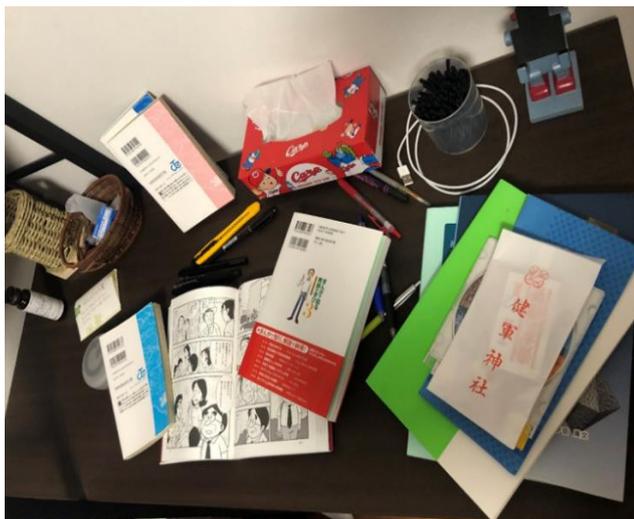


図3 構想の練習を行うために生徒に示した写真

4.2 2度目のPDCAサイクル

2度目のPDCAサイクルでの構想・設計・計画(P2)では、副題材を基にした主題材の構想・設計を行う。生徒には事前に各家庭に存在する問題を探させ、その中から解決したい課題を設定させ、その課題を解決することができるような製作品の構想・設計を行う。図4に生徒の記述例を示す。

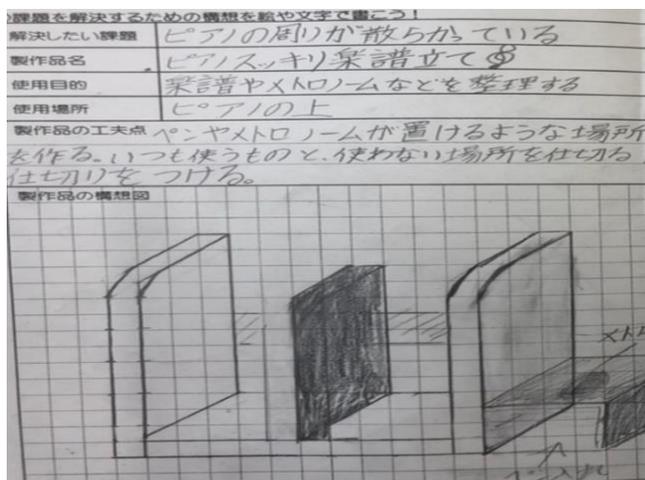


図4 課題設定・構想図のワークシートの記述例

構想・設計後にスチレンボードを用い、1/5の大きさの模型を製作する。そして、製作した模型を基に「経済面」、「環境面」、「安全面」、「機能面」の4つの観点で5段階で評価を行い、現時点での課題を明らかにする。その後、班で各自が構想した製作品の評価をし合い、班内で出た意見を基に「どこを」、「どのように」改善するか考えさせる。これらの流れを生徒自身が可視化できるようなワークシートを作成した。図5に使用したワークシートを示す。構

想が完成した後、副題材を用いた主題材の製作を行い、点検・改善を行っていく。

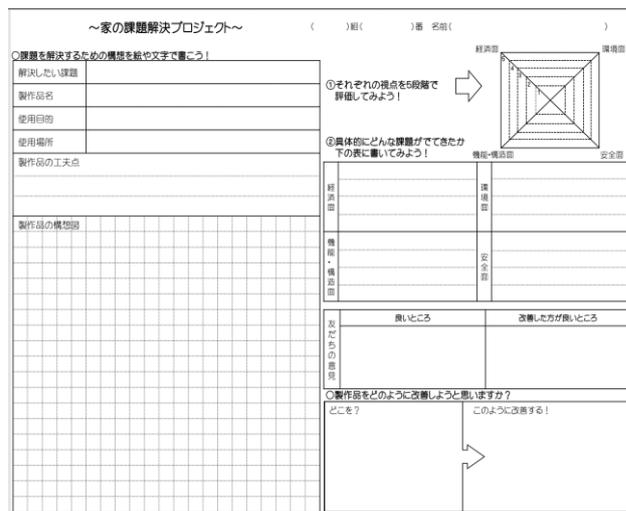


図5 P2のワークシート

4.2 3度目の構想

3度目の構想では、製作した主題材を家に持ち帰り、実際に使用し、構想や製作段階では気づくことができなかった課題を改めて設定させ、もう一度製作をするとしたらどのようなものを製作するか再設計を行わせる。

5. 調査内容および調査方法

本研究で実践した生徒の課題解決能力を育成するためのカリキュラムの効果を明らかにするために、I.3種類の大きさのL字型の副題材を設定したことによる生徒が製作した主題材の自由度の調査、II.カリキュラム内に取り入れた3度の構想の変化、III.事前・事後調査の分析を行う。

I.3種の大きさのL字型の副題材を設定したことによる自由度の調査については、選択した生徒の割合を調査し、また、実際に生徒が製作を行った主題材から、生徒が解決したい課題を解決することができるような製作品を製作することができたか分析を行い、3種類の大きさを設定したことによる製作品の自由度の保証に関する効果を明らかにする。

II.3度の構想の変化については、PDCAサイクルや学習指導要領の記述より作成したルーブリック(表2)を基に評価を行い、自分なりの課題を設定できているか(課題設定)、設定した課題の解決策を構想し、表現できているか(解決策の構想・表現・具体化)の2つの項目について、A評価を3点、B評価を2点、C評価を1点とし、平均値の推移を分析する。また、3回の平均値の差が統計的に有意か確かめるために、検定(t検定)を行った。

Ⅲ.事前・事後調査については、平均値の変化を分析する。事前調査は、1次(4月)の授業の冒頭10分で行い、事後調査は12次(10月)の授業の最後10分で実施した。本調査で用いた質問紙を図6に示す。材料と加工の技術に関する質問項目①、②、③と、課題解決能力の向上を見とる質問項目④、⑤、⑥、⑦、⑧)を設け、4件法を用いた。また、自由記述欄も設け、調査を行った。そして、事前の評価と事後の評価の差が統計的に有意か確かめるために、検定(t検定)を行った。なお、12次の授業について、調査対象としている6クラスの内、2クラスでしか実践を行っていない状況である。そのため、本報告では、2クラス(60名)の結果を示す。

表2 構想の変化を評価するルーブリック

基準	A	B	C
課題設定(P)	自分なりの課題を詳細に設定することができる	自分なりの課題を設定することができる	自分なりの課題を設定できない、無記入
解決策の構想・表現・具体化(D)	解決策を具体的に構想し、表現することができる	解決策を構想し、表現することができる	解決策の構想、表現・具体化できない、無記入

技術・家庭科(技術分野) アンケート		
年 組 号 氏名 ()		
各質問に対して、とても思う：4 ままあそう思う：3 あまりそう思わない：2 そう思わない：1 で回答して下さい。		
質問項目	段階(高い ← 低い)	
1 木材・金属・プラスチックの特性や加工方法がわかる。(のこぎりで木を切る 折り曲げ機で金属を曲げる 等)	4・3・2・1	
2 製作に必要な図をかくことができる。	4・3・2・1	
3 工具や機器を正しく安全に使うことができる。	4・3・2・1	
4 自分の生活の中から、課題を設定することができる。	4・3・2・1	
5 学習したことを生かしながら、課題の解決策を自分なりに考えることができる。	4・3・2・1	
6 自分の学習を振り返って、改善することができる。	4・3・2・1	
7 技術の授業で学んだことを家庭生活で生かそうと思う。	4・3・2・1	
8 身近な製品や技術を適切に選択・活用したり、改良・応用点を考えようとしている。	4・3・2・1	

図6 事前・事後調査における質問紙の一部

6. 調査結果および考察

6.1 製作品の自由度の結果および考察

生徒が選択した3種類のL字型の副題材の割合を表3に示す。①の基本形を選択する生徒が58.3%(35名)と最も多く、②は21.7%(13名)、③は20%(12名)の生徒が選択していた。L字型の副題材を用いた生徒が製作した主題材の例を図7に示す。L字型の副題材

を活かした製作品や、L字型を基に、「コの字型」や「ロの字型」を基調とした製作品が多数確認できた。このように、3種類の大きさの選択肢を設けたことで、製作品の自由度を保証しつつ、より広範囲の生徒が設定した課題に対応でき、解決するための製作品により近づけることができたと推察される。

表3 生徒が選択したL字型の割合

L字型	①	②	③
割合	58.3% (35名)	21.7% (13名)	20.0% (12名)

N=60



a. L字型を基調とした製作品



b. L字型を基に「コの字型」を基調とした製作品

図7 生徒が製作した主題材の例

6.2 構想の変化の結果および考察

6.2.1 平均点の推移の結果

1回目の構想(P1)、2回目の構想(P2)、3回目の構想(P3)の構想の変化の平均点の推移を図8に示す。

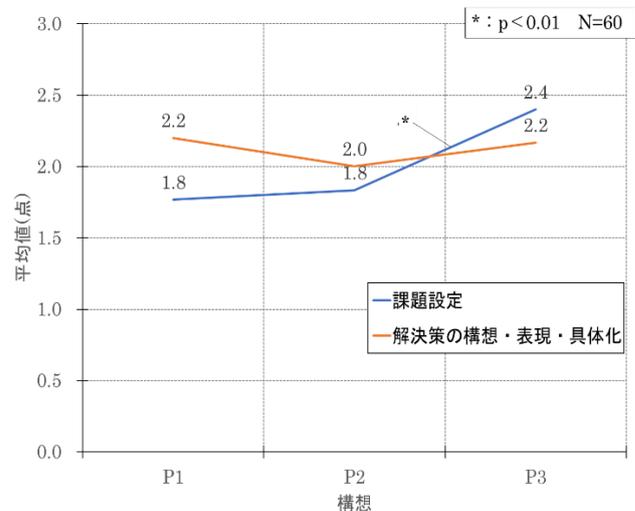


図8 平均点の推移のグラフ

まず、課題設定の項目について、P1 では 1.8 点、P2 では 1.8 点、P3 では 2.4 点となり、P2 から P3 にかけて 1%未満で有意差が認められた。課題設定の項目については段階的に平均点の上昇を確認することができた。一方、解決策の構想・表現・具体化については、P1 では 2.2 点、P2 では 2.0 点、P3 では 2.2 点となり、いずれの段階においても有意差が認められなかった。

6.2.2 課題設定の個人内の変化の調査結果

P1 から P2、P2 から P3 の個人内の評価(ポイント)の変化を集計し、考察を行った。例えば、P1 の評価が「C」、P2 の評価も「C」であれば変化は「0」、P2 の評価が「C」、P3 の評価が「A」であれば、P2 よりも「+2」の変化がある。この変化の割合を集計し、考察を行う。

まず、課題設定の項目についての個人内の変化の結果のグラフを図 9 に示す。P1 から P2 と比較すると、P2 から P3 にかけて、-3、0、+3 の変化の割合が 3.3%増加し、-1、-2 の変化の割合が 3.3%減少した。そして、+2 の変化の割合が 13.3%増加し、+1 の変化が 6.7%減少した。

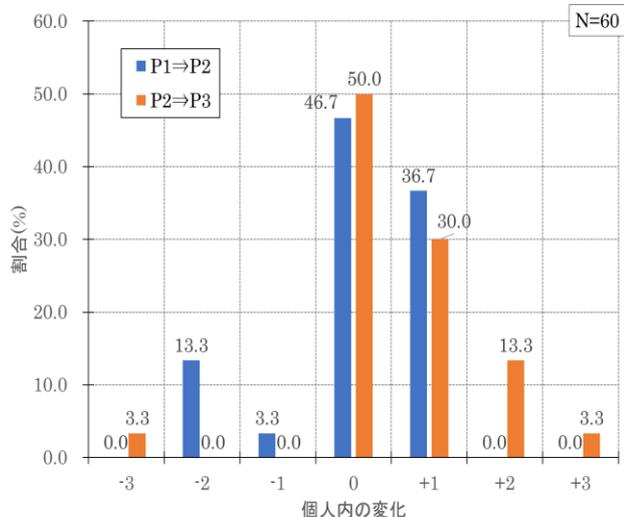


図 9 課題設定の個人内の変化のグラフ

6.2.3 解決策の構想・表現・具体化の個人内の変化の調査結果

課題の解決策の構想・表現・具体化の項目についての個人内の変化の結果のグラフを図 10 に示す。P1 から P2 と比較すると、P2 から P3 にかけて、-2 の変化の割合が 3.4%減少し、-1 の変化と変化が 0 の割合が 6.6%減少した。そして、+1 変化の割合が 10.0%、+2 の変化の割合が 6.7%増加した。

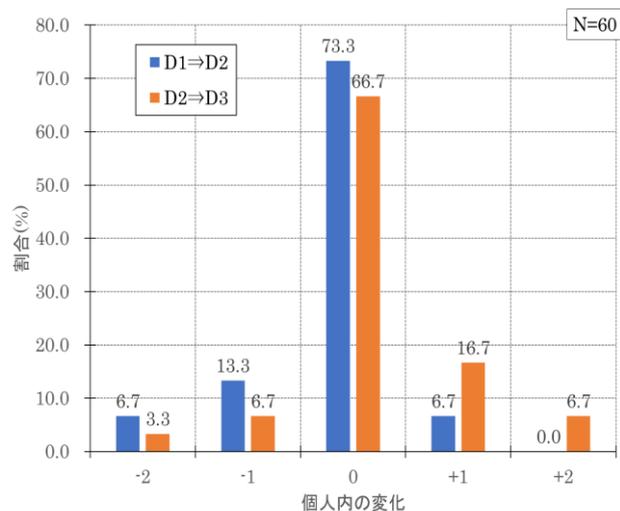


図 10 解決策の構想・表現・具体化の個人内の変化のグラフ

6.2.4 考察

課題設定の項目について、構想を繰り返すごとに平均点が上昇し、また、個人内の変化においては、-1、-2 の変化が減少した割合の合計が、ほぼ+2 の変化の大幅な上昇率と一致する結果となった。これは、生徒が P1 において課題の設定の重要性を認識した上で、P2 において実際に家庭で発見した問題を解決するための課題の設定を行いやすくなったこと、そして実際に製作を行ったことで、P3 において明確な課題を設定することができるようになったことが要因ではないかと推察される。

解決策の構想・表現・具体化について、P1 の平均点が 3 回の構想の中で一番高く、P2 にかけて平均点が下降した結果となった。これは、P1 では全員が同じ課題を解決するための解決策を構想したことで、教員の目が届かないところで班内で相談を行い、具体的な解決策の構想が行っていたことが要因であると推察される。P2 から P3 にかけては平均点が増加した。また、P1 から P2 と比較すると、P2 から P3 にかけて -2、-1、0 の変化の割合は減少し、+1、+2 の変化の割合が大幅に上昇した。これは、実際に構想、製作、評価、改善という過程を経験したことで、課題をより詳細に設定できるようになったことに伴い、解決策についても具体的に構想することができるようになったためと推察される。

6.3 事前・事後調査の結果および考察

図11に、事前・事後調査の各質問項目の平均点の変動を示す。①「木材・金属・プラスチックの特性や加工方法がわかる」については、事前では2.26点だったが、事後では3.18点となり、0.92点上昇し、1%未満で有意差が認められた。②「製作に必要な図を

かくことができる」については、事前では2.29点だったが、事後では3.08点となり、0.79点上昇し、1%未満で有意差が認められた。③「工具や機器を正しく安全に使うことができる」については、事前では3.17点だったが、事後では3.60となり、0.43点上昇し、5%未満で有意差が認められた。④「自分の生活の中から課題を設定することができる」については、事前では2.58点だったが、事後では3.27点と、0.69点上昇し、1%未満で有意差が認められた。⑤「学習したことを生かしながら、課題の解決策を自分なりに考えることができる」については、事前では2.69点だったが、事後では3.20点と、0.51点上昇し、1%未満で有意差が認められた。⑥「自分の学習を振り返って、改善することができる」については、事前では2.68点だったが、事後では3.10点と、0.42点上昇し、1%未満で有意差が認められた。⑦「技術の授業で学んだことを家庭生活で生かそうと思う」については、事前では3.07点だったが、事後では3.47点となり、0.4点上昇し、1%未満で有意差が認められた。⑧「身近な製品や技術を適切に選択・活用したり、改良・応用点を考えようとしている」では、事前では2.74点だったが、事後では3.33点となり、0.59点上昇し、1%未満で有意差が認められた。このように、材料と加工の技術に関する質問項目①、②、③と、課題解決能力の向上を見とる質問項目④、⑤、⑥、⑦、⑧共に、全ての項目において平均値が上昇し、有意差が認められた。このことから、本研究で開発したカリキュラムにより、生徒の課題解決に対する意識の向上について効果的であったことが明らかとなった。

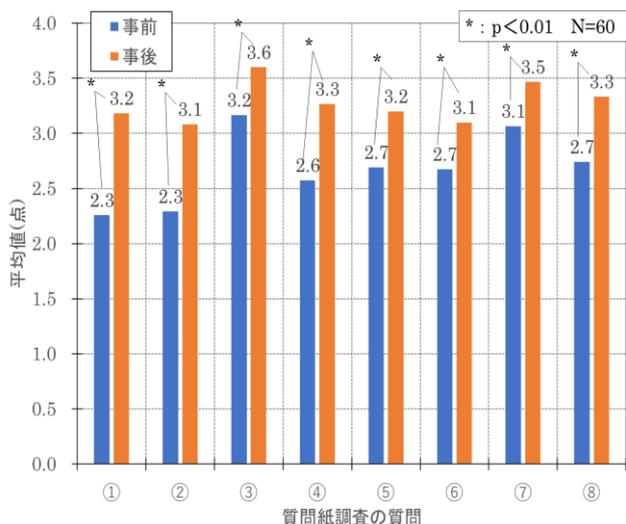


図 11 事前・事後アンケートの比較のグラフ

また、「あなたは、何かものを購入する際、どのように商品を選択・購入しようと思いますか？」という

自由記述欄を設け、記述を行わせた。この質問項目は、「商品の選択・購入」という生徒の生活の中で当たり前のように行われている行動においても、「生活や社会における事象を、技術とのかかわりの視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目して技術を最適化すること」⁴⁾である技術の見方・考え方を働かせ、課題に対する最適な解決策を考えようとする意識の変容を見とることを目的として設定した。

生徒の記述の例を表 4 に示す。事前調査では、「便利な物、使いやすい物」など、1つの面からしか考慮できていないような意見が多くあったが、事後調査では「僕はこれからのものを選択・購入するときはこの技術の授業で意識した経済面、社会面、環境面、そして安全面の視点からじっくり考えようと思います。」など、物事を複数の側面から捉えていこうとする記述が多く見られた。事前調査から事後調査にかけて記入する際の視点の数が増加した生徒は、全体の 61.6%(37名)、視点の数が変化しなかった生徒は 21.6%(15名)、視点の数が減少した生徒が 13.3%(8名)であった。このように、本カリキュラムを実践することで、技術の見方・考え方を働かせた学びを行うことができることが明らかとなった。

表 4 質問紙調査の生徒の記述の変化の一例

事前	事後
便利な物、使いやすい物	僕はこれからのものを選択・購入するときこの技術の授業で意識した経済面、社会面、環境面、そして安全面の視点からじっくり考えようと思います。
安くていい物	ものの使いやすさや大きさなどを3つの側面から考えて本当に必要なかを考えようと思います

7. おわりに

本報では、中学校技術科「材料と加工の技術」の学習において、①副題材を「L字型」にし、3種類の大きさから選択できるようにしたこと、②設計・計画を充実させるために PDCA サイクルを 2 回実施し、P については 3 回行うことの 2 点を取り入れ、生徒の課題解決能力の育成を目指したカリキュラムを開発し、副題材を選択したことによる効果、構想を何度も行うことの効果、事前・事後調査の分析を行い、以下のことを明らかにした。

- (1) 3種類の大きさの字型の副題材を導入した結果、①は 58%、②は 22%、③は 20%の生徒が選択した。実際に生徒が製作した製作品については、多種多様な形状、機能をもった製作品を確認することができた。3種類の大きさの L字型を導

入することで、製作品の自由度を保証しつつ、より広範囲の生徒が設定した課題に対応できる製作品の製作を行うことができた。

- (2) PDCA サイクルを繰り返し、3度の構想の変化を分析した結果、課題設定の項目については、構想を3回繰り返す本カリキュラムの効果を確認することができた。一方、解決策の構想・表現・具体化については平均値の推移について有意差が認められず、本カリキュラムの明確な効果の検証には至らず、課題が残る結果となった。
- (3) 事前・事後調査の分析を行った結果、事前調査と比べ、事後調査では全ての質問項目で平均値が上昇し、有意差が認められ、本カリキュラムにより、生徒の課題解決に対する意識の向上に効果的であることを明らかにすることができたと考えられる。
- (4) 事前・事後調査の自由記述欄の回答について、事前調査と比べ、事後調査では物事を複数の側面から捉えていこうとする記述が多く見られたことから、技術の見方・考え方を働かせながら課題解決を行っていく意識の向上に効果があったことが明らかとなった。

今後は、上記の明らかになった成果や課題を基に、以下のことを検討する予定である。

- (1) 本研究で明らかになった課題を基に、カリキュラムや、ワークシート等の改善を行う。
- (2) 改善したカリキュラムを実践し、その効果を検証する。
- (3) 本報の「材料と加工の技術」に引き続き、3年間

の系統性をもたせた課題解決能力の育成を目指したカリキュラムの検討を行う。

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) 田口浩継・萩嶺直孝:技術科教育における問題解決能力の育成—学び方を育てる設計の進め方—、熊本大学教育実践研究第16号別冊、(1999)
- 3) 田口浩継:指導計画と指導法の改善に向けて、教室の窓第5号、東京書籍(2019)
- 4) 日本産業技術教育学会技術教育分科会:新技術科教育総論、九州大学出版会、(2009)、100
- 5) 岡村、平田、伊藤:学習意欲を高める木材加工用練習題材について、山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要第43号、(2017)、129-130
- 6) 鹿児島県総合教育センター:生活を工夫し創造する能力の育成を目指した学習指導法の工夫—基礎的・基本的な知識及び技能の活用を通して—、鹿児島県総合教育センター指導資料技術・家庭(技術)第44号、(2016)
- 7) 井上竹久:新しい時代に求められる資質・能力を育成する技術科の授業の在り方〜「課題(問い)の設定」と「振り返り」を通じた「主体的・対話的で深い学び」の実現を通して〜、平成30年度熊本県教育論文、(2019)

Abstract

In this report, we developed and practiced the curriculum aimed at cultivate ability to solve problems that repeating the PDCA cycle, the process of problem solving, many times and incorporation of selecting one of three different sizes of L-shaped sub-materials as part of the theme material in technology of materials and their processing in the technology and home economics education at junior high school. As a result, it was clarified that the degree of freedom of the work produced by the students was ensured, and that the ability to develop problem-solving skills and learn how to view and think about the technology could be performed. In addition, we were able to clarify that we can learn by using the viewpoints and ideas of the technology education. On the other hand, some results remained for the effects of repeating the concept.

Keywords: Problem solving ability, PDCA cycle, Technology of materials and their processing, Curriculum development

材料と加工の技術における課題解決能力の育成を目指した振り返りの実践

Practice on Retrospectives Aimed at Developing Problem-Solving Skills in Technology of Materials and Their Processing

菊池豊* 田口浩継*

Yutaka KIKUCHI*, Hirotsugu TAGUCHI*

*Graduate School of Education, Kumamoto University

本報では、中学校技術・家庭科(技術分野)の材料と加工の技術の学習において、生徒の課題解決能力の育成を目指した振り返りシートを開発し、実践を行った。課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)、評価・改善(C/A)の3項目についてループリックを用いて評価を行い、初期値、中間値、最終値として3回分の記述を抽出し、平均値の推移、個人内の変化の集計、生徒の記述の分析を行った。その結果、評価・改善(C/A)の項目については振り返りシートの効果が認められたが、他の2つの項目については明確な効果の検証にまで至らず、課題が見られた。

キーワード： 課題解決能力、振り返りシート、材料と加工の技術

1. はじめに

平成29年に開催した「我が国産業における人材力強化に向けた研究会」において、それまで経済産業省が提唱していた社会人基礎力である3つの能力(「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、「チームで働く力」)に加え、能力を発揮するにあたって、自己を認識してリフレクション(振り返り)しながら、目的、学び、統合のバランスを図ることが、自らのキャリアを切り開いていく上で必要と位置付けられ、「人生100年時代の社会人基礎力」と新たに定義された¹⁾。また、中学校学習指導要領が改訂され、生徒が自主的に学ぶ態度を育み、学習意欲の向上に資する観点から、各教科等の指導に当たり、生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を計画的に取り入れるように工夫することが重要であることが示された²⁾。このように、「振り返り」という活動の重要性がいたるところで唱えられている。この振り返り活動を行うことにより、生徒が授業を通して理解したこと、考えたことを客観的に把握することができるだけでなく、生徒が自分自身の学習の到達度を知ることができる。

また、筆者らは、生徒の課題解決能力の育成のために、中学校技術・家庭科技術分野(以下、「技術科」)の材料と加工の技術の学習において、少ない授業時数の中でPDCAサイクルを複数回繰り返すような取り組

みを行っている。しかし、授業時数の減少等により、一単元の中で課題解決の過程であるPDCAサイクルを繰り返す回数には限界がある。

一方、授業は一般的に「導入」、「展開」、「まとめ」から成っており、一つの授業の中にも課題解決の過程であるPDCAサイクルが含まれている。つまり、生徒は日々の授業を通して課題の設定、計画、実践、振り返りを行い、課題解決能力を育成する機会を得ている。単元を通して繰り返すPDCAサイクルと、授業を通して繰り返すPDCAサイクルを同時並行で進めていくことで、課題解決能力育成により効果があるのではないかと考えた。また、課題解決能力の育成に焦点を当て、PDCAサイクルに沿った振り返りを行っている実践は管見の限り無い。

そこで本研究では、生徒の課題解決能力の育成に焦点を当てた振り返りシートを開発を行い、実践を通してその効果を検証する。

2. 技術科における振り返りの実践

技術科においては、井上³⁾が、技術の概念を獲得するための取り組みとして、「1.身についた知識・技能」、「2.どんな見方・考え方をしたか」、「3.これからの社会や生活にどう生かせようか」という3つの項目に分類し、マインドマップのルールを参考にして学習した内容を振り返りシートに記入させる実践を行っている。井上が用いた振り返りシートを図1に示す。この振り返りシートを用いることで、技術の概念を再構成し、より高次の概念の獲得を行うことができたり、生活の中に活用されている技術に気づくことが

(2019年10月30日受付, 2020年1月8日受理)

*熊本大学大学院教育学研究科

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

できたりし、そのような生徒自身の自覚が、学びの意欲の高まりへとつなげることができたと報告されている。また、三浦ら⁴⁾は、ICEモデルに沿った記述を行う振り返りシートを開発し、多面的な思考や見通しや段取りをする力、ものの見方・考え方、最適解を追究する態度の育成に一定の成果を挙げている。三浦らが用いた振り返りシートを図2に示す。さらに、藪田ら⁵⁾は、「生物育成の技術」と「情報の技術」の統合的な学習を行った際、学習内容だけではなく、資質・能力に関しても自己の成長や学びのつながりを生徒に自覚させることができるような振り返りシートを開発し、実践した。藪田らが用いた振り返りシートを図3に示す。いずれの実践も、一枚の振り返りシートに複数回の記述を行うことができ、授業を重ねるごとに生徒自身が自らの学びの過程を振り返ることができるポートフォリオ的な役割を果たすような形式となっている。また、井上の実践のような、「身についた知識・技能」、「見方・考え方」、「生活にどう生かすか」を記述する欄を区別し、生徒にとって振り返りを行いやすいような工夫がなされている。これらの要素を取り入れ、本研究で用いる振り返りシートを開発した。

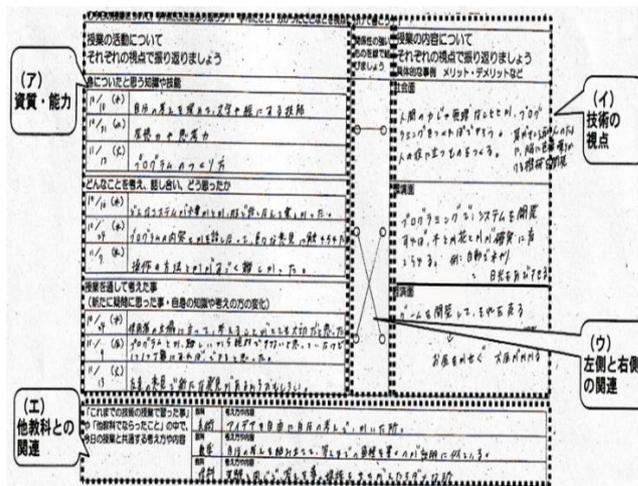


図3 藪田らが用いた振り返りシート⁵⁾

3. 振り返りシートの開発

本研究で開発した振り返りシートの一部を図4に示す。まず、生徒に授業の中で解決したい課題を設定させる。この課題は、授業で達成したいめあて(本時のめあて)とは異なり、生徒自身が授業を通してできるようになりたいこと、意識したいことなどを設定させる。そして、設定した課題をどのように解決したか、解決できなかった場合、どうすれば解決できたかなどを具体的に振り返らせシートに記入させた。

振り返りシートには、生徒の記述の補助となるよう、学習指導要領の記述を参考に、材料と加工の技術の製作に関するルーブリックを作成し、「自己評価の基準」として提示した。この振り返りシートに毎回の授業のまとめの時間に生徒に記入させ、教員からフィードバックとしてコメントの記入を行い、次の授業の冒頭に返却を行う。生徒の記述の変化を生徒自身にも認識してもらうため、一枚のシートに複数回の授業の振り返りを行えるようにした。

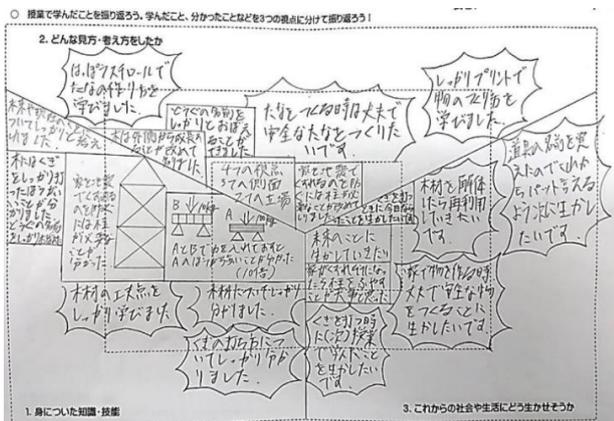


図1 井上が用いた振り返りシート³⁾

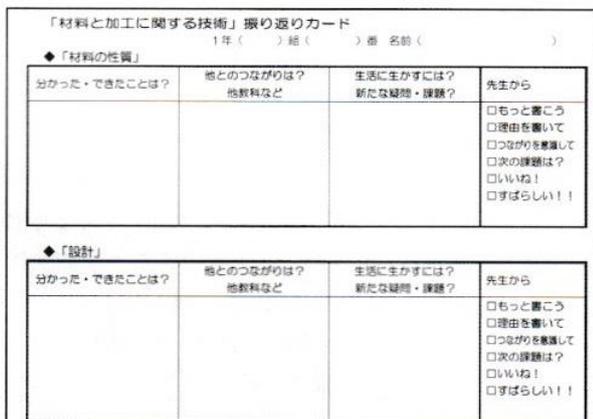


図2 三浦らが用いた振り返りシートの一部⁴⁾

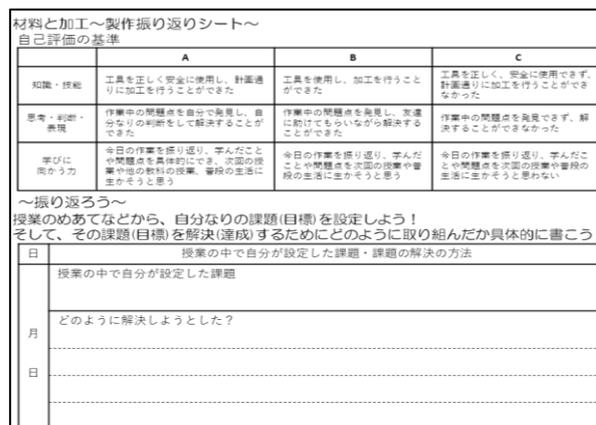


図4 開発した振り返りシートの一部

4. 調査内容および調査方法

4.1 検証授業の概要

2019年4月から7月に、熊本市内の中学校2校・第1学年の生徒178人(6学級)を対象とし、表1に示す検証授業を実践した。材料と加工の技術の学習において生徒の課題解決能力の育成のために、PDCAサイクルを2回繰り返し、特に「構想・設計」については3回行うことができるようなカリキュラムを開発し、実践を行った。このカリキュラムでは、生徒が設定した課題を解決することができるよう、主題材の自由度をあげるための取り組みとして副題材として3種類の「L字型」の基本の形の中から1つを選択させ、製作を行わせる。その後、生徒の解決したい課題の設定、製作品の構想、主題材の製作を行わせる。

本報では、4次の「構想の練習・見立て遊びによる副題材の検討」から、10次の「基本の形」以降の製作の授業の一部(計5回)において、開発した振り返りシートを用いた実践を行った。なお、2時間続きの授業の際には、2時間に1回振り返りシートの記入を行うことを基本とした。

表1 検証授業のカリキュラム(27時間取り扱い)

次(時)	学習内容	学習指導要領との関連
1(2)	ガイダンス	(1)イ・(3)ア
2(3)	材料の特徴・加工法	(1)ア
3(1)	製品を丈夫にする構造	(1)ア・イ
4(1)	構想の練習・見立て遊びによる副題材の検討	(1)イ・(2)ア
5(3)	「基本の形」の製作	(2)ア
6(1)	設計の手順・構想	(2)ア・イ
7(2)	構想の再検討	(2)ア・イ
8(2)	製図について・設計	(2)ア・イ
9(1)	製作工程表・材料表・木取り図	(2)ア・イ
10(8)	「基本の形」以降の製作	(2)ア・イ
11(1)	製作品の点検・評価	(2)ア・イ
12(2)	製作品の再検討・持続可能な社会のものづくり	(2)ア・イ (3)ア・イ

4.2 評価基準の設定

振り返りシートの記述内容の評価を行うため、PDCAサイクルに即すような形式で、課題解決能力を判定するルーブリックを構成した。表2に作成したルーブリックを示す。

技術科の授業で育成する課題解決能力は、「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」である⁶⁾。この内容から、(i)自分なりの課題を設定できているか(P:課題設定)、(ii)解決策を具体的に構想し、表現することができるか(D:解決策の構想・表現・具体化)、(iii)結果がどうであったか、その結果を踏まえ、次の授業ではどうするか、学んだことを普段の生活や他の教科にどう生かすか(C/A:評価・改善)の3つの要素で評価のポイントを設定し、それぞれの項目についてA・B・Cの3段階で評価を行うルーブリックを作成した。

本研究では、全5回の記述の内、①初期値、②中間値、③最終値(以下、「①」、「②」、「③」)として3回分の記述内容を、ルーブリックを用いて判定した。そして、A評価を3点、B評価を2点、C評価を1点とし、平均値の推移を分析し、個人内の変化を集計した。また、実際の生徒の記述についての分析も併せて行い、生徒の課題解決能力の変化について考察する。また、評価を行う際には、生徒の文章表現能力によって評価の差が生じないように、中学校技術教員の免許を有する大学院生2名で評価を行った。

表2 振り返りシートを評価するルーブリック

基準	A	B	C
課題設定(P)	自分なりの課題を詳細に設定できる	自分なりの課題を設定できる	自分なりの課題を設定できない、無記入
解決策の構想・表現・具体化(D)	解決策を具体的に構想し、表現できる	解決策を構想し、表現できる	解決策を構想し、表現・具体化できない、無記入
評価・改善(C/A)	課題の解決策を行った結果を踏まえ、次の授業ではどうするか、学んだことをどう生かすか詳細に書けている	課題の解決策を行った結果を踏まえ、次の授業ではどうするか、学んだことをどう生かすかを書いている	課題の解決策を行った結果を踏まえ、次の授業ではどうするか、学んだことをどう生かすかを書けない、無記入

5. 調査結果および考察

5.1 平均値の推移の調査結果および考察

調査した3項目の平均値の推移を図5に示す。

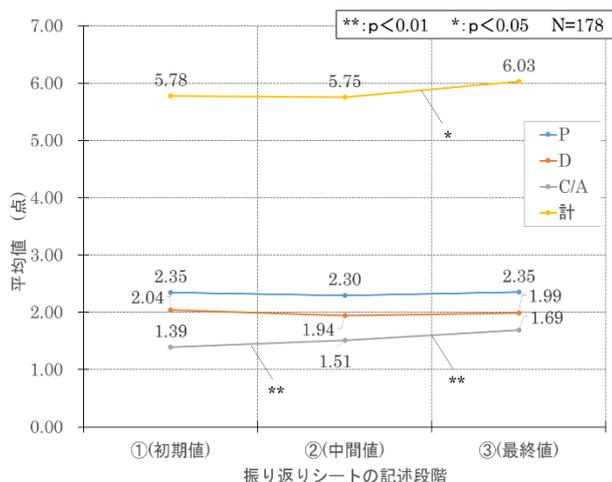


図5 平均値の推移のグラフ

まず、課題設定(P)の項目について、①から②にかけて、②から③にかけて共に平均値の大きな変動はなく、どちらにおいても有意差は認められなかった。これは、①の段階から平均値が高く、その後も継続して課題の設定を行っていたため、平均値の大きな変動が見られなかったものと考えられる。

解決策の構想・表現・具体化(D)についても、平均値の大きな変動はなく、①から②にかけて、②から③にかけてともに、有意差が認められなかった。これは、課題設定(P)ほどではないが、①の段階から平均値が高いことによる天井効果が影響していると考えられる。また、生徒の記述と併せて考察すると、記述する回数が不足していたため、平均値の大きな上昇に至らなかったものと考えられる。

評価・改善(C/A)の項目については、①から②、②から③共に平均値の上昇が確認できた。また、t検定を行った結果、①から②($t(178)=0.785, p<0.01$)、②から③($t(178)=-2.758, p<0.01$)のどちらにおいても有意差が認められた。これは、他の2つの項目と比較すると、①の値が低く、振り返りシートの記述を繰り返すことで評価・改善(C/A)の能力が向上したものと考えられる。一方で、①の平均値が著しく低かった原因について、生徒の記述と合わせて考察すると、評価・改善(C/A)についての記述を行った生徒は非常に少数であった。振り返りシートにおいて、解決策の構想・表現・具体化(D)と評価・改善(C/A)を記述するのは同じ欄であり、生徒にとって記述を行いにくく状況であったのではないかと考えられる。

課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)、評価・改善(C/A)の合計の平均値の推移について、①から②にかけてはほとんど平均値の変化は確認できなかったが、②から③にかけては平均値の上昇が確認できた。また、t検定を行った結果、②から③にか

けて有意差が認められた($t(178)=-1.979, p<0.05$)。①から②にかけて平均値の変化が見られなかったのは、評価・改善(C/A)の上昇率よりも、課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)の2項目の平均値の減少率の合計が上回り、3項目の合計の平均値の上昇にはつながらなかったものと考えられる。一方で、②から③にかけて平均値の上昇が確認できたことについては、課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)の2つの項目に有意差が認められなかったが平均値が上昇したこと、評価・改善(C/A)の平均値の上昇に1%未満で有意差が認められたことで、大きな変化につながったことが要因であると考えられる。

5.2 個人内の変化の調査結果および考察

①から②、②から③の個人内の評価(ポイント)の変化を集計し、考察を行った。例えば、①の評価が「C」、②の評価も「C」であれば変化は「0」、②の評価が「C」、③の評価が「A」であれば、②よりも「+2」の変化がある。この変化の割合を集計し、考察を行う。まず、課題設定(P)についての個人内の変化の結果のグラフを図6に示す。

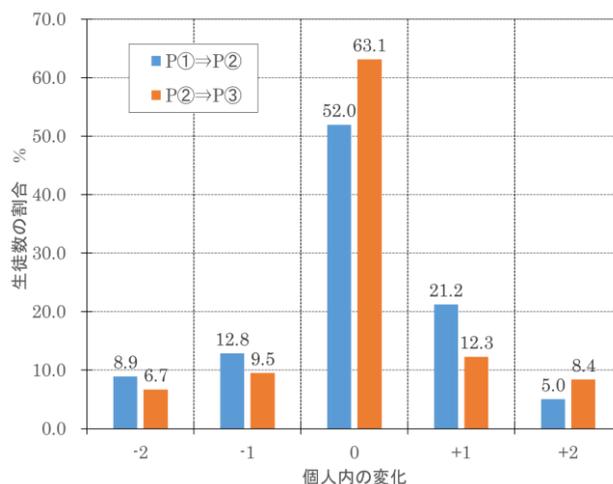


図6 課題設定(P)の個人内の変化のグラフ

①から②と比較すると、②から③にかけて変化が0の割合が11.2%増加し、+1の変化の割合が8.9%減少した。これは、①の段階から自分なりの課題を詳細に設定できている生徒が多く、大きな変化が見られなかったためであると考えられる。一方で、-2の変化の割合が2.2%、-1の変化の割合が3.4%減少し、+2の変化の割合が3.4%増加した。これは、振り返りシートの記述を繰り返すことにより、課題設定の具体性が増したことが要因であると考えられる。

次に、解決策の構想・表現・具体化(D)についての個人内の変化の結果のグラフを図7に示す。

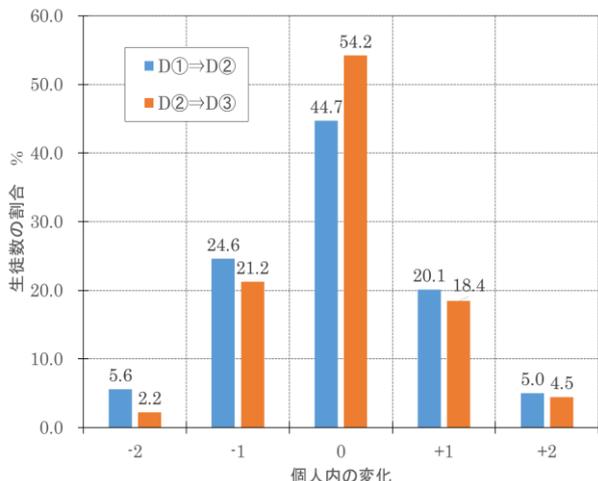


図7 解決策の構想・表現・具体化(D)の個人内の変化のグラフ

①から②と比較すると、②から③にかけて変化が0の割合が9.5%増加し、+1の変化の割合が1.7%、+2の変化の割合が0.5%減少していた。この結果と、生徒の記述を併せて考察すると、課題を解決するための解決策を構想し、表現する能力の明確な向上には振り返りシートの記述の回数が足りなかったことが考えられる。一方で、-2の変化の割合が3.4%、-1の変化の割合も3.4%減少していた。これは、振り返りシートの記述を繰り返すことにより、解決策の構想を具体的に記述できる生徒が増加したことが要因であると考えられる。

最後に、評価・改善(C/A)についての個人内の変化の結果のグラフを図8に示す。

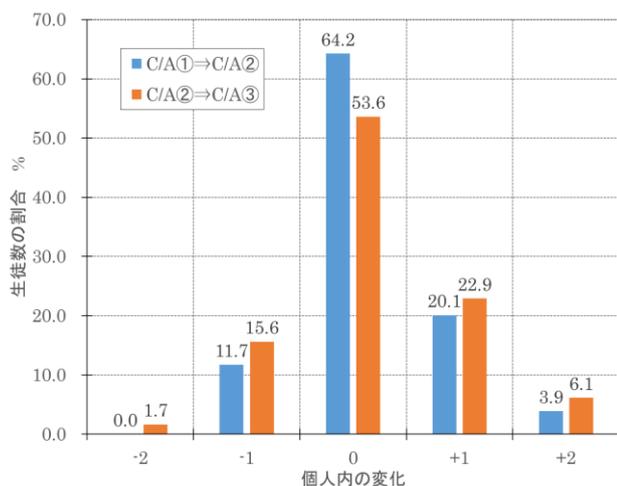


図8 評価・改善(C/A)の個人内の変化のグラフ

①から②と比較すると、②から③にかけて、+1の変化の割合が2.8%、+2の変化の割合が2.2%増加したこと、変化が0の割合が10.6%減少していたことから、振り返りシートの記述を繰り返すことにより、評価・改善する力の向上を確認することができた。一方で、-2の変化の割合が1.7%、-1の変化の割合が3.9%増加していた。この結果と生徒の記述を併せて考察すると、製作など、授業内容によっては、解決策の構想に注視し、評価・改善の記述が十分でない場合があるということが明らかになった。

5.3 生徒の記述の調査結果および考察

生徒の記述を分析したところ、①から③にかけて、評価が上昇した生徒の記述では、①では「ちゃんと」や、「しっかり」など曖昧な表現を多く用いていたが、③では記述が具体性を増しており、評価・改善についても記述を行えるようになっていた。表3に、評価が上昇した生徒の記述の一部を示す。

表3 評価が上昇した生徒の記述の変化

		①(初期値)の記述	③(最終値)の記述
生徒Aの記述	P	しっかり自分の目的に合った課題を解決するための構想をする	等角図と正投影図を書けるようになる
	D・C/A	自分の家の改善点などを治せるようなものをつくらうとしました。しっかり工夫もしようと思いました。	等角図を書くときの横の線や斜めの平行な線の書き方を、マスを気にしながら書いた。正投影図を次は書けるようになりたい。
生徒Bの記述	P	模型をちゃんと構想通りに作る	等角図を書けるようにする
	D・C/A	構想通りに作り、ちゃんと作れた。釘などをしっかり入れて、失敗しないようにしたいです。	今まで習ったコツを使い、向きや大きさを考え、見やすくなるように書いた。でもマスの1つの大きさ、長さをあまり考えず少しおかしくなって書き直したことがあったので、それも考えながらもっときれいに書けるようになりたいです。

一方で、評価が変化しなかった生徒の記述を分析すると、設定した課題を解決するための取り組みではなく、授業内容そのものの記述になっていたり、感想の記述になっているものが多く見られた。表4

評価が変化しなかった生徒は、振り返りシートの記述回数や、教員からのフィードバックを重ねても改善が見られなかった。これは、振り返りシートの形式そのものが、一部の生徒にとっては記述が行いにくいものであった可能性があることが考えられる。

表 4 評価が変化しなかった生徒の記述の変化

		①(初期値)の記述	③(最終値)の記述
生徒 C の記述	P	棚の設計図を作る	等角図と木取り図
	D・C/A	本やボールペンをかたづけようとしている	等角図がまだ書けなかった。
生徒 D の記述	P	構想	模型の等角図を書く
	D・C/A	釘の打ち方を工夫した	1 番目に書き終えた。もうちょっと丁寧に書きたい。

た。改善した振り返りシートを図 9 に示す。生徒の課題解決能力を育成するために、PDCA サイクルに即した形式となるよう、課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)、評価・改善(C/A)の 3 つの項目に欄を分けて設けた。また、生徒の記述の補助となるよう、学習指導要領を参考に、材料と加工の技術のルーブリックを記載をしていたが、生徒の記述を分析すると、ルーブリックを参考とした記述はほとんど確認できなかったため、教員側が評価を行う際に用いた課題解決能力を判定するルーブリックを記載した。そして、従前の振り返りシートでは教員がコメントを記入してフィードバックとしていたが、毎授業終わるたびに記載することは非常に負担感があり、実際の教育現場においては活用しにくい状態であった。また、生徒の記述に対するコメントがパターン化していたことから、あらかじめ振り返りシートにコメントを記載しておき、生徒の記述に対して該当するコメントにチェックを入れる。また、課題設定(P)、解決策の構想・表現・具体化(D)、評価・改善(C/A)の 3 つの項目それぞれの評価を A、B、C の 3 段階で評価し、その結果を項目ごとに記入する欄を設け、次回の授業の冒頭で生徒に返却する。今後、改善した振り返りシートを用い、実践を行っていく。

6. 振り返りシートの改善

以上の結果を基に、振り返りシートの改善を行う

課題解決シート				()年()組()番()			
基準	A		B		C		
自分なりの課題を設定(P)	自分なりの課題を詳細に設定することができる		自分なりの課題を設定することができる		自分なりの課題を設定できない、無記入		
課題を解決するために何を意識して、どう行動した?(D)	解決策を具体的に構想し、表現することができる		解決策を構想し、表現することができる		解決策を構想し、表現・具体化することができない		
課題は解決できたか、次に向けてどうしよう(C・A)	課題・解決策・結果を踏まえて、次の授業でどうするか、学んだことをどう生かすか詳細に書いている		課題、解決策、結果を踏まえて、次の授業でどうするか、学んだことをどう生かすか書いている		課題、解決策、結果を踏まえて、次の授業でどうするか、学んだことをどう生かすか書けていない		
日 /	課題設定(P)		日 /	課題設定(P)			
解決のためにD	結果・次に向けてC・A		解決のためにD	結果・次に向けてC・A			
[P] [D] [C・A]	<input type="checkbox"/> 課題を詳しく! <input type="checkbox"/> 解決策を詳しく! <input type="checkbox"/> 結果はどうだった? <input type="checkbox"/> 学んだことをどう生かす?		[P] [D] [C・A]	<input type="checkbox"/> 課題を詳しく! <input type="checkbox"/> 解決策を詳しく! <input type="checkbox"/> 結果はどうだった? <input type="checkbox"/> 学んだことをどう生かす?			
フィードバックを踏まえて記入していこう!				フィードバックを踏まえて記入していこう!			
日 /	課題設定(P)		日 /	課題設定(P)			
解決のためにD	結果・次に向けてC・A		解決のためにD	結果・次に向けてC・A			
[P] [D] [C・A]	<input type="checkbox"/> 課題を詳しく! <input type="checkbox"/> 解決策を詳しく! <input type="checkbox"/> 結果はどうだった? <input type="checkbox"/> 学んだことをどう生かす?		[P] [D] [C・A]	<input type="checkbox"/> 課題を詳しく! <input type="checkbox"/> 解決策を詳しく! <input type="checkbox"/> 結果はどうだった? <input type="checkbox"/> 学んだことをどう生かす?			

図 9 改善した振り返りシート

7. おわりに

本報では、中学校技術科「材料と加工の技術」の学習において、生徒の課題解決能力の育成を目指した振り返りシートを用いた実践を行い、平均値の推移、個人内の変化の集計、生徒の記述の分析を行った結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 評価・改善(C/A)の項目においては、振り返りシートの記述を繰り返すことによる効果を明らかにすることができた。
- (2) 課題設定(P)の項目については、初期の段階で A 評価の生徒が多く、天井効果が起き、振り返りシートによる明確な効果を確認することができなかった。
- (3) 解決策の構想・表現・具体化(D)の項目については、設定した課題を解決するための記述ではなく、感想になっている生徒が多く、フィードバックを行っても、課題設定とのつながりを意識するまでに至らない生徒が多く見られた。また、全 5 回の記述では能力の向上についての明確な効果を確認できなかった。

今後は、上記の明らかになった成果や課題を基に、以下のことを検討する予定である。

- (1) 改善した振り返りシートを用い、実践を通して有用性を明らかにする。
- (2) 振り返りシートを用いた実践を行うことにより、

生徒の製作品や知識・技能の習得状況等の変容がどうであるかを明らかにする。

- (3) 「材料と加工の技術」以外の学習内容においても振り返りシートを用い、その効果を検証する。

参考文献

- 1) 経済産業省:我が国産業における人材力強化に向けた研究会報告書、(2019)
- 2) 文部科学省:中学校学習指導要領解説総則編(2017)
- 3) 井上竹久:新しい時代に求められる資質・能力を育成する技術科の授業の在り方～「課題(問いの設定)」と「振り返り」を通じた「主体的・対話的で深い学び」の実現を通して～、平成 30 年度熊本県教育論文、(2019)
- 4) 三浦寿史、西本彰文、田口浩継:技術科における「思考・判断・表現力等」を育成する振り返りの実践、技術科教育の研究第 22 巻、(2017)、65-71
- 5) 藪田拳美、伊佐健一:一人一人が未来のつくり手となる豊かな学びの創造 - 中学校技術・家庭科(技術分野)における「問い」と「振り返り」の工夫を通して一、第 19 回熊本県立教育センター研究発表会研究紀要、(2019)
- 6) 文部科学省:中学校学習指導要領解説技術・家庭編(2017)

Abstract

In this report, we developed a review sheet what aimed at cultivate ability to solve problems and practiced in the technology and home economics education at junior high school.

Three items were evaluated using rubrics: problem setting (P), concept / expression / conclusion of solution (D), and evaluation / improvement (C / A). We extracted three descriptions: initial value, intermediate value, final value. We analyzed the transition of average values and student descriptions and aggregated changes within individuals. As a result, in the item of evaluation / improvement (C / A), the effect of the review sheet was confirmed. However, the effect could not be confirmed for the other two items.

Keywords: Problem solving ability, review sheet, Technology of materials and their Processing

技術科教育におけるふりかえり活動の実践

Practice of Reflective Learning Activity in Technology Education

三浦寿史* 西本彰文** 田口浩継***

Toshifumi MIURA, Akifumi NISHIMOTO, and Hirotsugu TAGUCHI

*Junior High School Attached to Faculty of Education, Kumamoto University

**Faculty of Education, Kumamoto University

***Graduate School of Kumamoto University

学習指導要領では、授業改善の視点として「主体的・対話的で深い学び」が示され、その中で生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を、計画的に取り入れるように工夫する事としている。このような学習場面として、授業終末などに設定されるふりかえり場面が挙げられるが、その方法について中学校技術・家庭科の学習場面に着目し、検討した研究は少なく、実践的余地があると考えられる。本研究では、筆者らが開発・実践した3つのふりかえり手法について、理論的背景と合わせて概説・検討を行った。一概にふりかえりと言っても、対象とする範囲、実施頻度、活動の深さなど様々な形態が考えられる。中学校技術・家庭科に限らず、毎時間にふりかえりを行うのは、現実的ではない。本報で述べた、3つのふりかえりの実践は、それぞれ目的も効果も異なると考えられるが、様々な場面に適用可能であり、実践の参考になりうるものと考えられる。

<キーワード>ふりかえり、見通し、再設計

1. はじめに

ふりかえり（反省、内省、省察、リフレクション：reflection）は、キー・コンピテンシー¹⁾ (OECD 2005) 「初等・中等教育レベル」の中核にreflectiveness（ふりかえりができること）が位置付けられていることから学習過程において重要な概念であると考えられる。

和栗(2010)は、高等教育において、学習過程におけるふりかえりが重要な概念だとし、その支援方法について構成主義を前提とした立場から考察を行っている²⁾。

また、令和3年度に完全実施される平成29年3月告示の新学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の視点が示され³⁾、その中で、「生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を、計画的に取り入れるように工夫すること。」とし、各教科等の指導に当たってふりかえりについて配慮するものとされた。

他にも、新学習指導要領に影響を与えたと考えられるATC21s (Assessment and Teaching in 21st Century Skills) 21世紀型スキル(2009)に示された変容的評価、変革的評価(transformative assessment)概念⁴⁾がある。これは、その学習を「次の学習活動」に生かす、舵取り

(2019年10月31日受付, 2019年12月13日受理)

*熊本大学教育学部附属中学校

**熊本大学教育学部

***熊本大学大学院

2017年10月 第30回九州支部大会にて発表

2019年10月 第32回九州支部大会にて発表

のような概念で学びに向う力にも通ずるものである。

一方でふりかえりの方法について中学校技術・家庭科の学習場面に着目し、検討した研究は少なく、実践的余地があると考えられる。

筆者らは、ICEモデルによるふりかえりシートを用いた実践⁵⁾、学習の見通しとふりかえりをA4一枚に集約した学びのマップの開発と実践⁶⁾、ふりかえり場面に学習活動として「再設計」場面を設定する実践⁷⁾を行った。

本論文では、ふりかえりの理論的背景について概観し、これまで行ってきたふりかえりの実践の理論的考察を行うとともに、その効果について検討を行う。

2. ふりかえりの理論とその背景

本論では授業改善の視点「主体的・対話的で深い学び」から、社会構成主義(Social Constructionism)を前提とした立場をとる。社会構成主義は、学習を個人の活動だけではなく、社会的な営みとして捉え、「学習を含めて、世の中の事物が社会的に構成されている」と捉える立場である。

ふりかえりの重要性は前項でも述べたが、その実践において次の理由で困難さが伴う。それは様々な立場から複数の理論が提案されている点また、高等教育では簡単なミニッツペーパーや大福帳⁸⁾などの実践の蓄積がある一方で、散見する限り義務教育段階、特に技術科における有効な実践が見当たらない点などである。

そこで、理論背景としてふりかえり実践に適用しやすいサイクル型の理論を援用することとした。サイク

ル型の理論としてKolb(1984)の経験学習モデル⁹⁾、Korthagenら(2001)によるALACTモデル¹⁰⁾及び、ふりかえりの理論ではないが、筆者らが開発したふりかえりシート⁵⁾に組み込んだICEモデル (Fostaty Young, S. & Wilson, R.J. 2000) ¹¹⁾について概観する。

2.1 経験学習モデル

D. Kolbは、成人学習 (Andragogy) の文脈で自分が経験した事柄から学びを得ることを「経験学習」と呼び、経験だけでなくその経験を次に活かすプロセスが重要であるとし、そのプロセスを理論化した⁹⁾。Kolbの経験学習モデルを図1に示す。

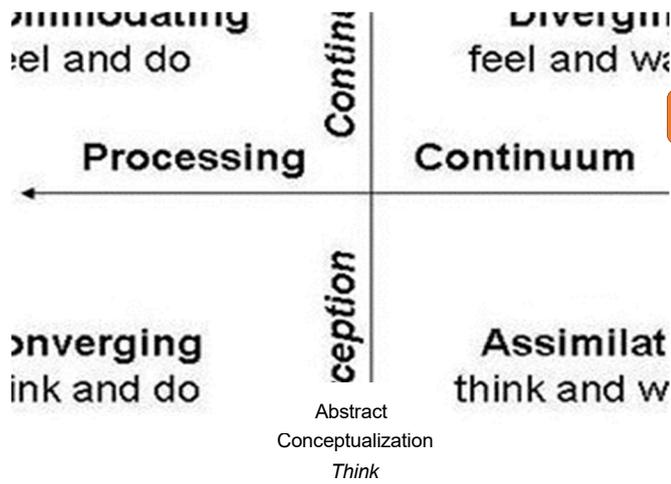


図1 経験学習モデル (Kolb 1984)

経験学習モデルは、具体的経験 (Concrete Experience)、内省的観察 (Reflective Observation)、抽象的概念化 (Abstract Conceptualization)、能動的実践 (Active Experimentation) の4つのステージとそのプロセスからなる。

一般的にふりかえりは、内省的省察～抽象的概念 (持論) 化のステージが該当し、経験したことから、大事な部分を抽出する場面と捉えられる。

2.2 ALACTモデル

Korthagenら(2001)は、ふりかえりのモデルとしてALACTモデルを提唱した¹⁰⁾。ALACTモデル (図2) では、①行為(Action)、②行為のふりかえり(Looking back on the action)、③本質的な諸相への気づき(Awareness of essential aspects)、④行為の選択肢の拡大(Creating alternative methods of action)、⑤試行(Trial)からなるモデルで、このサイクルに従えばふりかえり活動となるという立場である。

2.3 二つのモデルに共通する項目

経験学習モデルとALACTモデルにおける共通項として「能動的実践」と、「試行」が挙げられる (図3)。これは、自分なりの持論 (My Theory) を構築するために重要であり、授業を通して学ぶ知識や理論と主観を結び、主体的に知識を構成する行為である。

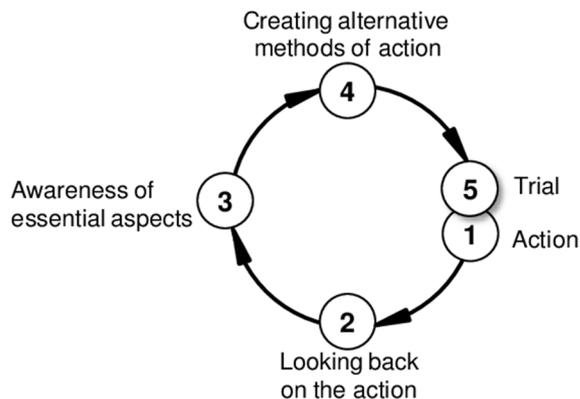


図2 ALACTモデル (Korthagen et al. 2001)

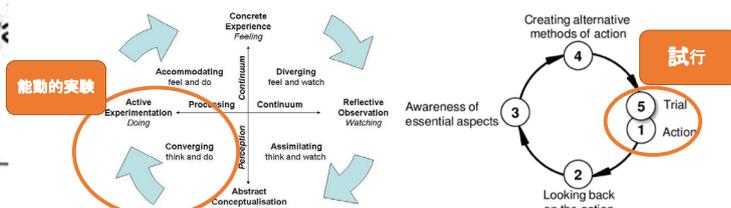


図3 経験学習モデルとALACTモデルの共通項

2.4 ICEモデル

ICEモデルは、カナダで開発された評価と学習方法に関するモデルである。「学び」には、基本的知識を学習するものから(I)、一歩進めて、そこでの学びを「つなげる」(C)ことで、主体的に学びに導き、さらに応用して(E)伸ばせるという学習方法である。「I: Idea」は考え・基礎知識、「C: Connections」はつながりや関連、「E: Extensions」は応用・広がりを示す¹¹⁾。

3. 実際のふりかえり活動

これまで筆者らの行ってきたふりかえり実践について述べる。以下の実践はいずれも熊本大学教育学部附属中学校で実施した。

3.1 ICEモデルによるふりかえりシート

ICEモデル¹¹⁾に基づき筆者らが開発したふりかえりシート (一部抜粋) ⁵⁾を図4に示す。

「エネルギー変換」振り返りカード			
年()組()番 名前()			
◆「目的や条件にあった発電システムとは」			
分かった・できたことは?	他とのつながりは? 他教科など	生活に生かすには? 新たな疑問・課題?	先生から <input type="checkbox"/> もっと書こう <input type="checkbox"/> 理由を書いて <input type="checkbox"/> つながりを整理して <input type="checkbox"/> 次の課題は? <input type="checkbox"/> いいね! <input type="checkbox"/> すばらしい!!
◆「エネルギー変換の仕組みと利用」			
分かった・できたことは?	他とのつながりは? 他教科など	生活に生かすには? 新たな疑問・課題?	先生から <input type="checkbox"/> もっと書こう <input type="checkbox"/> 理由を書いて <input type="checkbox"/> つながりを整理して <input type="checkbox"/> 次の課題は? <input type="checkbox"/> いいね! <input type="checkbox"/> すばらしい!!

図4 ICEモデルによるふりかえりシート (一部)

ふりかえりシートはA4で4段からなり、左上の項目はふりかえりを実施した場面を示す。上段にはICEモデルのICEに対応した「分かった・できたことは?」「他とのつながりは?他教科など」「生活に生かすには?新たな疑問・課題?」の3つの枠を設定した。この3つは、段階を示すもではなく、それぞれが個々につながりを持ちながら振り返らせる項目にしている。

ICEのIdeaを参考にした「分かった・できたことは?」は、学習の様々な要素を表すものである。教科書の内容であったり、自分のノートにメモしたことであったり、自分で覚えたり、できるようになったことなどである。

ICEのConnectionsを参考にした「他とのつながりは?他教科など」は、技術分野の内容だけでなく他教科も含めた既習内容と学んだこととのつながりであり、自分の過去の経験とこれから学んでいく事柄とのつながりである。学んだことが自分とどのように関係しているのかを考えることである。

ICEのExtensionsを参考にした「生活に生かすには?新たな疑問・課題?」は、自分で学んだことを応用して、生活に生かす方法を考えたり、自分で学んだことにもとづいて事態を予測したり、仮説をたてたりすることである。また、学習を通して生まれてきた疑問や課題とは何かについて考えることである。

また右側には、教師からのアドバイスを選択式にし、一言コメントなどをつけて返却した。指導者側は、生徒の記述の内容を確認し、生徒の習熟度を確認したり、補習が必要な内容や部分を把握したりする手段とし、評価に反映させるような蓄積データにはしていない。

このような枠組みを用いて生徒にふりかえりを行わせた。項目ごとに振り返る内容も重要であるが、更に学習した内容に対してこのような項目を用いて、常にふりかえりながら考える習慣にすることにも狙いがある。

図4に示すふりかえりシートを用いて実践した際の課題として以下に示すようなことが挙げられた。

- ・生徒の記入への動機づけが低い。
- ・文字を記入する場所が多い。
- ・単元内で学習したことをつなげたり、生かしたりする意識は高まるが、単元相互のつながりや全体像がつかみにくい。
- ・どんな力がついたのかが不明瞭。

3.2 学びのマップ

学習の見通しとふりかえりをA4一枚に集約したふりかえりシートの開発(学びのマップ)を行った。これは、3.1で示したICEモデルに基づくふりかえりシートの課題を改善したものである。改善点は以下の通りである。

- ・生徒の興味・関心の喚起を意図し、単元の内容ごとにイラストを入れ、各自が印象に残った学習内容を書き込むことができるようにした。
- ・本シート一枚で全体の学習内容が確認できるような一枚ポートフォリオの役割を果たすようにした。

- ・学習の見通しがもてるように、すごろくをイメージし、順番にイラストを込めれば全体の学習内容や学習順序がわかるように意図した。
- ・学習の単元が終了する毎に記入させ、ICEモデルの「つなぐ」「生かす」という2つのキーワードで、ふりかえる習慣を身に付けさせるよう意図した。

また、左下の欄には、本学習に入る前に「エネルギーを変換する技術と言えよ」ということで、初期段階の生徒の知識やイメージを記入させるようにし、個人内での成長がわかるよう工夫し、中央にはその学習単元で用いた技術に対する「見方・考え方」や「資質・能力」に該当する生徒自身が「身に付けた力」という項目を設けて随時記入させた。ふりかえりは単元ごとに授業終了前の10分程度で記入させた。



図5 ふりかえりシート(学びマップ)

3.3 「再設計」場面にふりかえり場面と捉えた実践

ふりかえり場面に学習活動として「再設計」場面を設定する実践を行った。

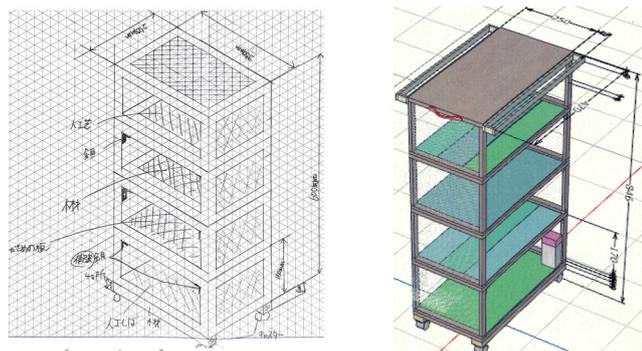
本実践は、材料と加工に関する技術において平成30年4月から第1学年を対象に実施した。授業全体計画を表1に示す。

生徒は、第5次～第7次において自分なりに設定した課題解決活動(身近なスペース活用トイレ等)および、そのふりかえりを個と対話により行い顕在化した課題点を3D/CADを用いて再設計する。この再設計場面を本研究では、ふりかえりと捉えた。これは、先に述べた経験学習モデルや、ALACTモデルの試行に共通し、本単元での学びが本学習だけで閉じることなく、子どもたちが将来必要となる身近なテクノロジーを使いこなすための布石につながるよう意図した。

実際に生徒が再設計した作品例を図6に示す。これは、4次での設計(左)と、8次での再設計(右)の例である。生徒は自分の製作での経験をふまえて改善点やよかった点を根拠に再設計に活かしている様子が見える。具体的には、大きさの調整や、強度について意識したことが読み取れる。

表1 授業全体計画 23時間取り扱い

次	指導内容	時間	備考
1	ガイダンス	3	見通し・最適解・3側面・システム思考
2	材料の性質	3	実験・材料博士・まとめ
3	丈夫な構造	2	三角形の構造・ブリッジコンテスト・構想の具体化
4	設計	2	等角図・第三角法の描き方
5	構想・設計	3	問題と課題の違い・課題解決に向けて
6	製作	6	工具の使い方・製作・塗装・Before After
7	評価・活用	1	スパイスラックを通して世の中の技術へ
8	再設計	3	3D/CAD・自分の作品の再設計



(改善点)

見出しが横になるのを防ぐに消臭剤を置いた。
 足の1/10の高さを全体的に長くして、脚と置く間に余裕を持たせるように大きさを大きくした。
 手前、後上にもこの棚と脚が当たる時に便利に取れる所をつけた。
 これは、タオルかけとしても使用可

(問題点)

取っ手の部分の強度に問題が出てきた。

図6 生徒のふりかえり(再設計の例)

4. ふりかえり実践の考察

これまでに実践した3つのふりかえりの教育的効果について比較・考察を行う。

4.1 ICEモデルによるふりかえりシートの効果

三浦ら(2017)は、ICEモデルを組み込んだふりかえりシートによる実践を行った⁹⁾。その中で、材料と加工の技術、30時間取り扱いにおいて4回のふりかえりを行っている。生徒には、授業での学びと、その活動を生活や他の活動と結びようとするような記述等が見られ、ふりかえり実践において①学んだ知識・技能を生かそうとしている②見通しや段取り③最適解への気づきの3点が示唆されたとしている。

4.2 学びマップによるふりかえりと効果

平成29年度一学期に、第2学年4クラス159名の生徒に、エネルギー変換の技術の各学習単元の終了後、授業内の10分間でふりかえりシート(図5)に記入させた。シートには、エネルギー変換に関する技術の学習に入る前に「エネルギー変換に関する技術と一言で」ということで自由記述をさせた。その後は、各学習単元が終了毎に「つなぐ」「生かす」というキーワードで学習したことに対するふりかえりを自由記述で記入させた。

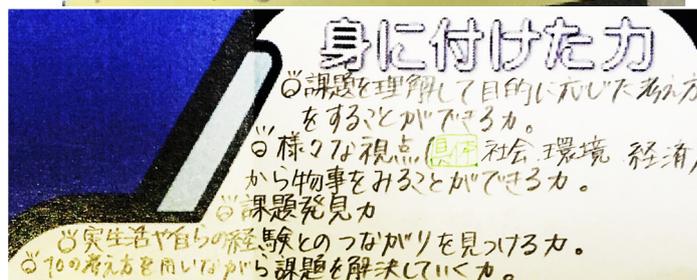
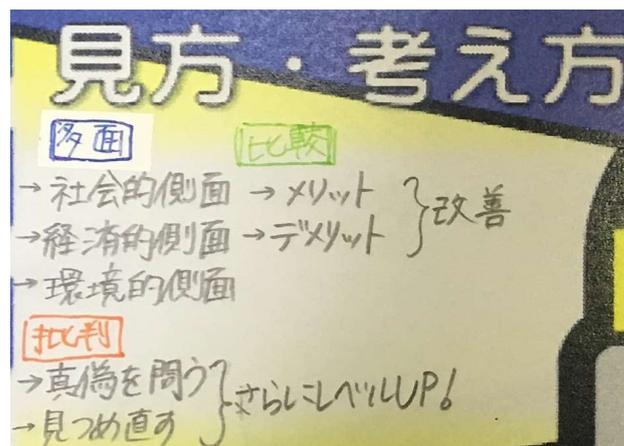


図7 生徒のふりかえりシート(生徒の記入部分抜粋)

生徒の記入例を図7に示す。生徒には、ふりかえり毎にどんな「見方・考え方」ができるようになったのか、「身に付けた力」(生徒が獲得した資質・能力)は何かを中央の「磨け!自分号」の欄に記入させ、その記述の項目と内容について1ポイントとしてカウントし、表2と表3のように分類した。「見方・考え方」は9項目に(表2)、「身に付けた力」は14項目に分類した(表3)。集計方法は、1人の生徒が、見方・考え方に複数の項目を挙げたり、身に付けた力に複数の項目を記入したりしている場合は、重複してカウントした。159名分の集計結果を表2、表3に示す。空欄の生徒も数名いるが記入されたものの集計結果を示す。

表2より、最も高い値を示したのは「システム思考」の項目で74ポイントであった。システム思考カード¹²⁾のキーワードの視点(図8)は1年次よりワークシートや授業内、掲示物等でも頻繁に用いている用語でもあるため生徒に身近な視点として獲得されていると予想される。

項目	内容	ポイント
3側面	社会的側面・経済的側面・環境的側面からの視点	62
目的・条件	使用目的や使用条件からの視点	11
立場	作る人、使う人、開発者の視点	10
システム思考	システム思考カードのキーワードの視点	74
10の考え方 (右覧参照)	本校の「10の考え方」の視点	51
時系列	準備・使用・廃棄・万が一の視点	10
つなぐ・生かす	学習内容を知る・できる、つなぐ、生かす視点	15
効率	エネルギー効率の視点	5
その他	批判的思考力、社会への影響、利便性と危険性の視点など	6
「10の考え方」		
考え方	思考のキーワード	
比較	共通点は 相違点は	
分類	この視点で分けると	
関連	これらを関連づけると	
類推	類似点から推測すると	
一般	これらのことから	
具体	例えば	
多面	他の視点から	
統合	合わせまとめると	
批判	本当にそう言えるのか	
反証?	反対の例を示すと	

次に高い値を示したのは「3側面」の項目で62ポイントであった。社会的側面・経済的側面・環境的側面からの視点は学習指導要領解説にも記されている「技術の見方・考え方」と関連性も高く、「3側面」から物事を見ようとする視点が身に付いていることがわかる。

項目	内容	ポイント
知識・技能	学習で習得した知識や技能	44
課題解決力	課題を解決しようする力	11
課題発見力	どこに課題があるのかを発見する力	16
システム思考	システム思考カードのキーワードをもとに考える力	31
多面的	多面的に考える力	25
3側面で分析	経済・環境・社会的側面からの視点から物事を分析する力	32
つなぐ・生かす	学習内容を他教科や経験とつなぐ、実生活に生かそうとする力	35
目的・条件	使用目的や使用条件に合ったものを考える力	24
10の考え方	本校の「10の考え方」を用いて考える力	19
見通す力・予測	時系列をもとに先を見通し、何が起こりうるのかを考える力	12
有効活用	現在あるものを有効に活用する力	9
リスクマネジメント	現在の技術に対する危機管理能力	6
最適解	最適解を追究しようとする力	7
その他	良いものを追究する力、発想力、実践力、判断力、批判的思考力、観察力、トレードオフなど	24

3番目に高い値を示したのが「10の考え方」の項目で51ポイントであった。この視点は本校で、全教科で取り組んでいる項目であり、汎用的な視点として生徒が用いていることがうかがえる。

このように特に高い値を示した3項目はいずれも1年次の頃より長い期間を通じて、パフォーマンス課題等により繰り返し用いた視点であり、それらの視点が



図8 システム思考カードのキーワードの視点

定着しつつある様子がふりかえりシートの記述からうかがえる。

表3より、最も高い値を示したのは学習で習得した「知識・技能」の項目で44ポイントであった。エネルギーを変換する仕組み、動力を伝達する仕組み、電気機器の安全な使い方、はんだごての使い方などどれも生徒には生活に密着した内容として記憶されるとともに、技能として獲得されたという認識が記述されている。

次に高い値を示した項目は、学習内容を他教科や経験とつなぐ、実生活に生かそうとする力である「つなぐ・生かす」の項目で35ポイントであった。生徒は、エネルギー変換に関する技術の学習を通して、学習したことをつなごうとしたり、生かそうとしたりする力が身に付いたという意識があることがうかがえる。次に高い値を示したのは、「3側面で分析」や「システム思考」の項目であった。これらの項目は、獲得した「見方・考え方」でも高い値を示した項目でもある。このように生徒は「見方・考え方」としても「身に付けた力」としても獲得したものとして認識していることがわかる。

生徒のワークシートの記述を見ると、エネルギー変換に関する技術の学習を通して獲得したものについて、以下のように記述している。「見方・考え方」については、「社会的側面・経済的側面・環境的側面から多面的にとらえ、メリット・デメリットを比較し改善を図る。

また真偽を問うたり、見つめ直したりして批判することでさらにレベルアップが図れる。」といったことが身に付いたようである。

「身に付けた力」については、「課題を理解して目的に応じた考え方をすることができる力、様々な視点(社会・環境・経済)から物事を見ることができる力、課題発見力、実生活や自らの経験とのつながりを見つける力、10の考え方をいながら課題を解決していく力」と述べている。このようにふりかえり活動の中で、生徒が学習したことを実生活に生かそうとすることで、新たな問いや新たな疑問の発見にもつながっている。このことが次の学習への学びの原動力や学びの力につながり、「主体的に学習に取り組む態度」として生徒に育成されていくものだと考える。

4.3 再設計によるふりかえりとその効果

平成31年度一学期に、第1学年4クラスの生徒にふりかえりとしての再設計場面での実践を行った。ここでは、再設計場面の詳細(表1の8次)について述べる。

再設計場面は3時間取り扱いで、提示したトイレの写真から課題を解決するために、トイレの物置を4人グループで使用目的・使用条件を統一させた。レーダーチャート(要求度、安全性、使いやすさ、環境面、経済面)から改善したい視点を絞りその視点を意識してトイレの物置を100均アイテムを用いて3D/CADの中で改善させた。また、他グループとも交流しながら改善させた。

最後に、トイレの物置の改善だけではなく、世の中の材料と加工に関する技術についての見方・考え方も同様であることを確認し、開発者の視点を紹介し、これからの自分の世の中の技術との向き合い方について意志決定させた。実際に生徒の記述したシートを図9に示す。

5. おわりに

本報では、これまで筆者らが開発したふりかえりシートやその実践について検討を行った。一概にふりかえりと言っても、対象とする範囲、実施頻度、活動の深さなど様々な形態が考えられる。中学校技術・家庭科技術分野において、毎時間にふりかえりを行うのは、現実的ではない。本報で述べた、3つのふりかえりの実践は、それぞれ目的も効果も異なると考えられるが、様々な場面に適用可能であり、実践の参考になりうるものと考えられる。

また、再設計場面での取り組みは、ふりかえりを課題解決活動に埋め込むことであり、また「次の学習活動」に生かす変容の評価につながり得るものと考えられる。

参考文献

- 1) OECD: The Definition and Selection of Key Competencies – Executive Summary, (2005), <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf> (2019.10.30 確認)
- 2) 和栗百恵: 「ふりかえり」と学習—大学教育におけるふりかえり支援のために—, 国立教育政策研究所紀要, 第139集, (2010), 85-100
- 3) 文部科学省: 中学校学習指導要領(平成29年告示), 24, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/09/26/1413522_002.pdf, (2019.10.30 確認)
- 4) 三宅なほみ・P.グリフィン他: 21世紀型スキル—学びと評価の新たなカタチ—, 北大路書房, (2014)
- 5) 三浦寿史・西本彰文・田口浩継: 技術科における「思考・判断・表現力等」を育成する振り返りの実践, 日本産業技術教育学会技術科教育の研究, 22巻, (2017), 65-71
- 6) 三浦寿史・西本彰文・田口浩継: エネルギー変換に関する技術における「見方・考え方」を働かせ「資質・能力」を育成するための実践, 日本産業技術教育学会第30回九州支部大会(熊本大学)講演要旨集, (2017), 7-8
- 7) 田口浩継・三浦寿史・西本彰文: 「材料と加工に関する技術における身近な課題解決場面の設定について」, 日本産業技術教育学会第32回九州支部大会(琉球大学)講演要旨集, (2019), 65-66
- 8) 向後千春: 心理学授業における「大福帳」カードの利用と効果, 日本教育心理学会総会発表論文集, 2002, 44巻, 第44回総会発表論文集, (2002), 340
- 9) Kolb, D. A.: *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (1984)

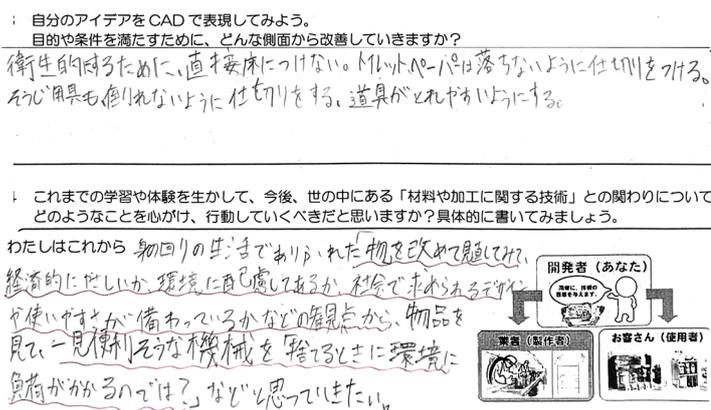


図9 再設計場面のワークシート(生徒の記入例、一部拡大)

結果として半分程度の生徒から、多面的なものの見方での回答が見られたが、一方で数名の生徒が「安全に注意して物を作っていきます。」や「使いやすいものを作っていきます。」など、安易な回答も見られた。

- 10) コルトハーヘン編著・武田信子監訳：教師教育学：理論と実践をつなぐリアリスティック・アプローチ，学文社，(2010)
- 11) Sue Fostaty Young・Robert J. Wilson 他：「主体的学び」につなげる評価と学習方法—カナダで実践される ICE モデル—，東信堂，(2013)
- 12) 森敬太郎・田口浩継・内田有亮：「材料と加工に関する技術」におけるシステム思考を段階的に導入したカリキュラムの開発，日本産業技術教育学会技術科教育の研究，22巻，(2017)，39-46

Abstract

In the new educational guidelines, “Active Learning” is shown as a viewpoint of class improvement, and in that, students are required to prospect learning and lookback own learning activities. It is considered that reflection at the end of class is effective for class improvement. However, there have been few reports on reflection studies in junior high school technology and home economics. In the present study, we review and examine three methods that the present authors developed and practiced, together with the theoretical background. In general, there are various forms such as scope, frequency of implementation, and depth of activity in reflection studies, and it is not realistic to look back learning activities every hour. It is considered that the three retrospective practices described in this report have different purposes and effects, but those can be applied to various situations and used as a reference for practice.

Key Words: Reflection, Prospects of Learning, Redesign

中学校技術科「水産生物の栽培」の教科内容論に基づく 授業実践モデルの提案

Proposal for a Class Practice Model based on Subject Content Theory for the Cultivation of Aquatic Organisms in Junior High School Technology Education

荒木祐二* 小林耕太郎** 前田玄*** 上林秋男**** 谷田親彦*****
山崎淳***** 東原貴志***** 久保田豊和*****

Yuji ARAKI*, Kotaro KOBAYASHI**, Hajime MAEDA***, Akio KANBAYASHI****,
Chikahiko YATA*****, Atusi YAMAZAKI*****, Takashi HIGASHIHARA***** and
Toyokazu KUBOTA*****

*Faculty of Education, Saitama University
**Kasukabe Municipal Inuma Junior High School
***Shizuoka Prefectural Yaizu Fisheries High School
****Kyoto Prefectural Marine High School
*****Graduate School of Education, Hiroshima University
*****School of Veterinary Medicine, Kitasato University
*****Graduate School of Education, Joetsu University of Education
***** Shizuoka Prefectural Iwata Agricultural High School

中学校技術・家庭科技術分野「B 生物育成の技術」の「水産生物の栽培」の学習内容に関しては、教科内容論により構成された生物生産に関する基礎概念を基にした学習プロセスが提案されている。教科教育学では理論と実践の乖離が課題とされる。本研究では、理論的に構築された学習プロセスを基に、「水産生物の栽培」に関する実用的な授業実践モデルを提案した。

キーワード：授業実践モデル，水産生物の栽培，生物育成の技術，教科内容学，指導案

1. はじめに

近年、海洋産業ならびに養殖業の技術の発展にとともに、食料供給産業としての水産業に注目が集まっている。しかし、我が国の漁業就業者数は高齢化や後継者不足により、年々減少の一途をたどっている¹⁾。そこで、平成29年に改訂された水産基本計画²⁾では、水産業の人材育成・確保のため、水産教育の充実が図られている。さらに、漁業に対する理解と関心を深める教育を振興する平成13年制定の水産基本法³⁾、および

海洋に関する教育を推進する平成19年制定の海洋基本法⁴⁾の下、水産・海洋教育に関する指導内容の一層の充実が図られている。水産業の将来を担う人材の育成に、水産教育が果たす役割は大きい。水産教育においては、水産業の発展を目指した指導者・担い手の育成が進められている⁵⁾。

義務教育において水産業の根幹を担う生物育成を直接的に学習する教科は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の「B 生物育成の技術」（以下、生物育成）に限られる。中学校学習指導要領（平成29年告示）⁶⁾の技術科生物育成では、「作物の栽培、動物の飼育及び水産生物の栽培のいずれも扱うこと」と記載され、「水産生物の栽培」の内容が必修化される。しかし、「水産生物の栽培」の指導内容に関して、学習指導要領（平成29年告示）解説⁷⁾では「水産生物の栽培では、栽培する魚介類および藻類の性質や習性、食性、生理や発育の状況などについて考慮する必要があることや、種苗の採苗や育成、最適な飼料の選択や

(2019年10月31日受付，2020年1月14日受理)

*埼玉大学教育学部

**春日部市立飯沼中学校

***静岡県立焼津水産高等学校

****京都府立海洋高等学校

*****広島大学大学院教育学研究科

*****北里大学獣医学部

*****上越教育大学大学院教育学研究科

*****静岡県立磐田農業高等学校

2019年10月 第32回九州支部会にて発表

給餌、放流等の管理作業、光や水温、水質等の育成環境を調節する技術があること」の理解が提示されているものの、具体性に乏しい。また、生物育成における学習の実施率は、全国の中学校で「作物の栽培」が約96%を占め、「水産生物の栽培」の実施率はわずか1%未満と低迷している⁸⁾。以上から、「水産生物の栽培」の授業実践は容易でなく、必修化に向けた技術科教員の戸惑いや不安の声はますます大きくなっていると考えられる。生徒の学習状況に応じてきめ細かな指導を行うために、発達段階に照らした教科内容を構成し、教育実践を通じた理論の具現化が求められる。

これを受けて、「水産生物の栽培」の生物生産に関する基礎概念の枠組みが整理され⁹⁾、学習内容に関する教育内容例が提示されている¹⁰⁾。そして、教科内容的アプローチにより、実用的な授業実践モデルを提案することが喫緊の課題となっている。教科内容学とは、人間と学問の関わりを最先端の個別学習成果から捉え、学問の内容が子どもの成長・発達にどのように寄与するかを明らかにする学問である¹¹⁾。

本研究では、教科内容論として提示された教育内容例¹⁰⁾を基に、生物育成の「水産生物の栽培」に関する授業実践モデルを作成することを目的とする。有識者会議と授業実践を重ね、指導案やワークシートの改善を繰り返すことで、理論と実践を架橋した、中学校技術科教員が体現可能な「水産生物の栽培」の授業実践モデルを提案した。

2. 方法

2.1 授業実践モデルの草案の作成

授業実践モデルの提案に先立ち、2018年9月14日にさいたま市Y中学校を訪問し、現行の「C 生物育成に関する栽培」を実施する授業を視察した。並行して中学校技術科教員からのヒアリングを行い、学校の設備や授業時間数といった現場が抱える課題を整理した。

次に、水産に関する専門教育と中学校技術科とのつながりを見出すため、2018年8月7日に京都府立海洋高等学校を訪問した。その後、中学校技術科教員に水産高校の教育現場を体感してもらう目的で、2018年10月29日に静岡県立焼津水産高等学校を訪れた。ここでは、中学校技術科教員3名とともに授業風景や臨海実験場を視察し、主に水産教育のねらいや難易度などについて把握してもらった。

そのうえで、教育学有識者、水産生物有識者、中学校技術科教員(延べ10名)が一堂に会し、「水産生物の栽培」の授業実践モデルの草案を作成した。ここで

は筆者らが用意した指導案とワークシートを基に、各専門の見地から意見を出し合い、授業の流れや発問の言葉選び、提示する資料等に関して細かく精査した。

2.2 「生物育成の技術」の授業計画の提案

上述の有識者会議において、「生物育成の技術」の指導計画に関して協議した。ここでは、荒木ら¹⁰⁾の教育内容例を軸に据えつつ、教育現場に詳しい中学校技術科教員の意見を反映して12時間とした(表1)。

「水産生物の栽培」に特化した授業は、4時間目に「水産生物の栽培の原理・法則」として設定した。

4時間目は、水産生物の「原理・法則の理解」と「育成環境の調節」について「水産生物の栽培」を主として扱う。本時は「作物の栽培」と「動物の飼育」の原理・法則を学んだ後に設定した。これには、「作物の栽培」および「動物の飼育」の原理・法則と、「水産生物の栽培」の原理・法則の間にみられる共通性と相違性を円滑に理解させるねらいがある。

表1 立案した「生物育成の技術」の授業計画

○=主として扱う、△=低い関連性

時数	学習過程	教育内容	作物	動物	水産	指導要領
1	生活の中の生物育成の技術	生物の特性と技術、社会や自然とのかかわり(①③⑥)	○	○	○	(1)ア
2	作物の栽培の原理・法則	原理・法則の理解、育成環境の調節(①②③④⑤⑥)	○	△	△	(1)ア
3	動物の飼育の原理・法則	原理・法則の理解、育成環境の調節(①②③④⑤⑥)	△	○	△	(1)ア
4	水産生物の栽培の原理・法則	原理・法則の理解、育成環境の調節(①②③④⑤⑥)	△	△	○	(1)ア
5	生物育成の技術の概念の理解	技術の見方・考え方、問題解決の工夫(⑦)	○	○	○	(1)イ
6	栽培計画	技術による問題解決(⑧)	○	△	△	(2)ア
7	実習(生育の第一段階)	第一段階における生物管理、生育診断、環境調節(⑨⑩)	○	△	△	(2)ア
8	実習(生育の第二段階)	第二段階における生物管理、生育診断、環境調節(⑪⑫)	○	△	△	(2)ア
9	実習(収穫段階)	収穫段階における生物管理、生育診断、環境調節(⑬⑭)	○	△	△	(2)ア
10	評価・振り返り	作物の栽培: 評価(⑮⑯)	○	△	△	(3)ア
11	生物育成の技術の概念化	作物の栽培・動物の飼育・水産生物の栽培: 評価(⑮⑯)	○	○	○	(3)ア
12	社会の発展と生物育成の技術の在り方	選択と管理・運用(技術ガバナンス力)、改良と応用(技術イノベーション力)(⑰⑱)	○	○	○	(3)イ

2.3 授業実践を踏まえたモデルの改善

2018年11月28日に埼玉県内A中学校で授業実践を行った。ここでは、前述した教育現場視察と有識者会議を経て作成した指導案およびワークシートの草案を、授業を担当する中学校技術科教員が指導しやすいよう改訂して実践に挑んだ。授業は第1学年の2クラス(延べ70名)を対象として、「動物の飼育」と「水産生物の栽培」の原理・法則の授業を連続(1時間目と2時間目、ならびに3時間目と4時間目)で行った。

授業実践の様子を録画し、生徒たちの発言や反応を

観察した。また、授業実践で扱ったワークシートを回収し、授業の進め方や発言などの適正に関する分析を行った。この結果に授業担当教員の意見を反映させて、授業実践モデルを改善した。本稿では最終的に仕上がった指導案(表2)とワークシート(図1)を提示しながら、授業実践モデルの内容について論じる。

3. 結果と考察

3.1 草案を基にした授業実践で得られた知見

導入で扱った水産業の推移のグラフの提示では、生徒がグラフを正確に読み取れなかったり、漁業と養殖の違いを十分に理解していなかったりしたことからの反応が芳しくなく、理解が難しいという課題点が挙げられた。また、栽培されている水産生物と目的を記入する箇所では、他教科の題材で扱われた水産生物(国語の教科書に記載されたクニマス)を大半の生徒が記入しており、他教科での既習事項を意識する必要性が示唆された。水産生物の定義を考える箇所では、教員が一方的に提示し、生徒に考える時間がないという課題点がみられた。

展開1の水産生物の生態特性や栽培方法の調べ学習について、活用した資料(高等学校『資源増殖』教科書の該当ページの複写)の情報量が多く、生徒がどの部分をみればよいかわからず、想定以上に時間を費やした。生徒が調べやすくなるよう関連事項に教員が予めマーカーを引いておくなどの資料改善が求められた。また、調べる項目の「栽培方法」と「管理」の違いが不明瞭で、調べる項目の書き方が分かりにくいといった課題も認められた。展開2の各段階の栽培技術では、○や×などで簡易に表現することにより、生徒たちが共通性・相違性を容易に理解できていた。

まとめて扱った天然と比べた養殖の利点では、「安定してとれる」や「大きさのばらつきが小さくなる」、「天候に左右されない」といった生徒の解答を確認できた。期待した理解度に到達していたことから、この問いの有用性が確認できた。しかし、「作物の栽培」、「動物の飼育」、「水産生物の栽培」にみられる共通点のまとめでは、生徒の解答が「人のための食料などを供給する」や「人の手が加わっている」にとどまった。これには、水産生物の定義を「人が手を加えて育成する水の中の生き物」にしたことが一因と考えられる。「人が手を加えて」の部分に生徒の意識が向いてしまうため、定義を「人が利用できる水の中の生物」に改めた。ここでは、「管理によって育ち方を変えられる」や「環境を調整する必要がある」といった技術

に関して、生物育成全体の共通概念として認識させるための工夫が求められた。

授業実践後のヒアリングでは、調べ学習全体の流れが進行しにくいという意見が出た。これを受けて、調べ学習における調べる項目の精査、制限時間内に調べるための資料の工夫、各項目の模範解答、水産生物の定義の改訂、ならびに生物育成の技術を概念として認識させるための時間配分の調整などを改善した。

3.2 「水産生物の栽培」の授業実践モデルの提案

上述の授業実践と有識者会議を経て、4時間目「水産生物の栽培」の原理・法則の授業実践モデルについて、以下のように提案した。

3.2.1 導入

導入では、はじめに生徒に水産生物に関する様々な発問を行い、水産生物を身近に感じさせる(表2)。その中で、漁業と養殖業の違いを説明したうえで、漁業や養殖業の生産量の推移や不漁による価格の変動などのグラフを提示し、水産生物が私たちの生活に大きく関わっていることに気づかせ、学ぶ意義を理解させる。ここは、荒木ら¹⁰⁾が示した指導項目⑥水産生物の栽培と社会の関係性に該当する。本時の目標は「水産生物の栽培技術のしくみを理解しよう」とする。

次に、ワークシートを活用し、生徒が知っている水産生物を挙げさせ、それらを天然魚と養殖魚に分類させる(図1)。天然魚と養殖魚の区分は、水産生物特有の概念であり、作物や動物にはみられない分類であることを生徒たちに意識づけるために行う。そして、養殖魚に分類した水産生物がどのような目的で栽培されているかを考えさせる。ここでは、水産生物がどのようなものかを敢えて説明せず、生徒が知っている水産生物を挙げて自由に分類させるようにする。授業実践では水産生物の記入欄にほとんどの生徒が、身近な水産生物や他教科の題材で扱われた水産生物を記入していた。地域性や他教科との連携を意識した生徒理解に努める必要がある。

続いて、水産生物の定義を提示する。授業実践では、教員が一方的に定義を提示したため、生徒がワークシートに写すだけの作業になってしまった。そのため、ワークシートに記入した水産生物から、生徒に水産生物の定義を考える時間を与えるようにする。水産生物の定義に明確なものはないため、ここでは「人が利用できる水の中の生物」と定義づける。水産生物の定義を理解したところで、展開1に移る。

表2 「水産生物の栽培」の原理・法則の授業実践モデルに関する指導案(4時間目/12時間)

①~⑥=荒木ら(2018)の教育内容の枠組み

学習内容	教師の働きかけ	時間	生徒の活動	評価と指導の工夫 (評価の観点)【評価方法】 ◆評価基準※指導上の留意点 ◎十分満足の状態, ○おおむね満足の状態 △努力を要すると判断される生徒への指導	教材 教具
導入	<p>前時の復習</p> <p>発問:「生物育成で育てる生き物に作物と動物がいたけど、もう1つは?」</p> <p>技術では水産生物という</p> <p>漁業と養殖の生産量の推移のグラフを提示し、水産生物の栽培を学ぶ意義を理解させる (⑥水産生物の栽培と社会の関係性)</p> <p>発問:「養殖って聞いたことある?」</p> <p>本時の目標を提示する</p>	10	<p>生徒:「魚だと思います」</p> <p>生徒:「漁業の生産量が減って、養殖の生産量が増えている」</p> <p>生徒:「人間が管理して育てること」</p>	<p>※作物、動物の導入同様、食用、観賞用、愛玩などがあることを確認する</p> <p>※多くの発問を重ね、水産生物を身近に感じさせる</p> <p>※水産生物の栽培と社会との関係性に気づかせる</p> <p>※養殖などが行われている背景に気づけるように発問する</p>	<p>スライド</p> <p>ワークシート</p>
<p>本時の目標：水産生物の栽培技術の仕組みを理解しよう</p>					
	<p>知っている水産生物を天然魚と養殖魚に分けて書いてみよう</p> <p>養殖魚に書いた水産生物はどういう目的で栽培しているか書いてみよう</p> <p>水産生物と目的を発表させる</p> <p>発問:「水産生物って具体的にどういうものだろう?」</p> <p>水産生物の定義を板書する 「人が利用できる水の中の生物」</p> <p>水産生物について調べてみよう</p>		<p>ワークシートに記入</p> <p>ワークシートに記入</p> <p>生徒:「マグロ:食用, 金魚:観賞用, イルカ:レクリエーション用など」</p> <p>生徒どうして話し合い、考える</p> <p>ワークシートに記入</p>	<p>※天然魚と養殖魚の例を提示する</p> <p>※どちらにも該当する水産生物はどちらにも記入する</p> <p>※食用だけではなく、観賞用などが書けるよう発問を工夫する</p> <p>※板書し、残しておく</p> <p>※数人に水産生物の定義を聞く</p>	
展開1	<p>6つの水産生物を6班に割り振り、指定した項目について資料を基に調べさせる (①水産生物の分類と育種) (④水産生物の栽培環境)</p> <p>各班に発表させる</p> <p>模範解答を見せる</p> <p>それぞれの水産生物の各項目を比較させ、同じ魚類、貝類でも栽培場所、季節、栽培方法に違いがあることに気づかせる</p>	20	<p>班長が調べる水産生物の資料を持ってくる</p> <p>各項目の担当を決め、調べ学習を始める</p> <p>班全員で話し合い、ワークシートに記入する</p> <p>各班の発表を聞く</p> <p>調べていない水産生物についてまとめる</p> <p>表を見て、それぞれの水産生物の栽培の特徴を比較する</p>	<p>※資料には、調べる項目に該当する部分にあらかじめマーカーを引いておく</p> <p>※項目ごとに担当を決め、効率よく調べ学習を行わせる</p> <p>※地域に応じた水産生物を扱うようにする 埼玉県:金魚 千葉県:マダイ など</p> <p>※模範解答を後で見せることを伝え、発表を聞くことに集中させる</p> <p>※表から同じ魚類でも、用途、季節、栽培方法が異なることに気づくよう発問する</p>	<p>ワークシート</p> <p>書籍</p>
展開2	<p>水産生物のライフサイクルや段階に応じて管理方法が異なることを、マダイの養殖を例に説明する (②水産生物の形態と成長のしくみ) (③水産生物の基本的な栽培方法) (⑤環境の影響・調整に配慮した栽培システム)</p>	10	<p>水産生物の基本的なライフサイクルを理解する</p> <p>水産生物の栽培システムを知る</p> <p>ワークシートの成長段階に</p>	<p>※ワークシートの図で水産生物のライフサイクルを理解させる</p> <p>※水産生物の基本的な栽培システムの流れに気づかせる</p> <p>※水産生物の栽培に様々な栽培技術があり、成</p>	<p>スライド</p> <p>ワークシート</p> <p>タブレットまたは書籍</p>

			おける栽培技術を穴埋めする	長段階で異なることに気づかせる	
まとめ	<p>本時の学習を踏まえ、天然のものを獲る場合と比べたときの養殖の利点を書いてみよう</p> <p>「作物の栽培」および「動物の飼育」との共通点や相違点をまとめさせる</p> <p>次回予告</p>	10	<p>安定して供給できる、安心・安全、サイズ・質が安定するなど</p> <p>前時までの授業を振り返りながら考える</p>	<p>※これまでの社会とのかかわりと水産生物の栽培システムと関連させ、養殖をしている背景を理解させる</p> <p>※「作物の栽培」、「動物の飼育」との基礎的な技術の共通性と相違性に気づかせる</p> <p>◆育成する生物の成長、生態の特性等の原理・法則と、育成環境の調節方法等の基礎的な技術のしくみについて理解している</p> <p>【ワークシート】(知識・技能)</p> <p>◎水産生物を栽培する利点を水産生物の栽培の原理・法則に基づいて書けている</p> <p>○水産生物の栽培する利点を書けている</p> <p>△本時のワークシートを振り返らせ、それぞれの栽培技術の目的を明確にさせる</p>	ワークシート

年 組 番 名 前

3. 水産生物のライフサイクルを見てみよう！（マダイの養殖の場合）

課題： 水産生物の栽培技術のしくみを理解しよう

1. 水産生物を分けてみよう

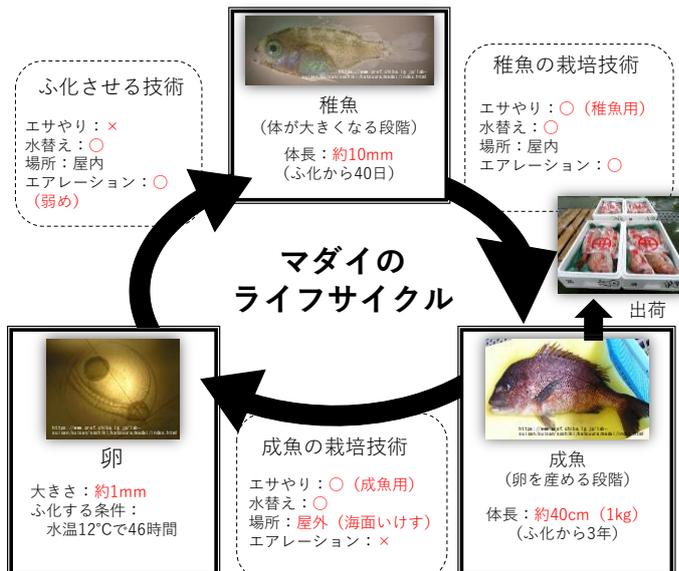
どういう目的で栽培するの？

<p>天然魚 (貝類など含む)</p> <p>サンマ、アジ、ヒラメ、タイ、サケ、アワビ、など</p>	<p>養殖魚 (貝類など含む)</p> <p>ウナギ、マグロ、キンギョ、イルカ、など</p>	<p>・食用</p> <p>・観賞用</p> <p>・増やすためなど</p>
--	--	--

水産生物とは 人が利用できる水の中の生物

2. 水産生物の栽培の特徴を調べてみよう

用途 (食用・観賞用)	栽培 場所	季節 (旬)	栽培方法	
			水質の管理	エサ・栽培施設などの管理
マダイ	陸上水槽 ↓ 海面いけす	晩秋 ～春	水温：12℃ 水深：海面いけすは10m以内 (天然海域では30～200m に生息)	エサ：プランクトン(稚魚用)一配合飼料(成魚用) 衛生：残餌や排泄物の除去 海面いけす：網いけすを用いた逃避防止、遮光ネットによる黒化防止
マグロ				
サケ				
キンギョ				
ホタテガイ				
マガキ				
ワカメ				



◎まとめ

本時の学習を振り返り、天然のものを獲る場合と比べたときの養殖の利点を挙げてみよう！

- ・安定して供給できる
- ・質が安定する
- ・乱獲を防げるなど

作物の栽培、動物の飼育との共通点と水産生物だけの特徴(相違点)をまとめよう！

<p>共通点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人が利用するために育てる ・環境を調整する ・各成長段階で管理が異なるなど 	<p>相違点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・品種改良を前提としないことが多いなど
---	--

図1 「水産生物の栽培」の原理・法則の授業で使用するワークシート。図中の赤字は生徒による記入例を表す

3.2.2 展開 1

まず、水産生物の生態特性や栽培方法に関する調べ学習を行う（表 2）。班ごとに水産生物を割り当て、資料を基に調べ学習を進める。授業実践では、調べ学習の資料として、水産高等学校の教科書『資源増殖』¹²⁾を使用した。調べ学習で扱う水産生物はあらかじめ指定することで、教員の負担を軽減できる。ここでは、指導項目①水産生物の分類と育種、および④水産生物の栽培環境に該当する。

扱う水産生物は魚類、貝類、藻類から 6 つ選定した（図 1）。調べる項目は、用途、栽培場所、季節（旬）、栽培方法を選定した。これらは有識者会議で出された意見に基づき、水産生物の栽培の概念理解に必要な項目として絞り込んだものである。用途は、その水産生物が食用として扱われているか、観賞用として扱われているかなどを記入する。栽培場所は、水産生物を栽培する場所を、時期（旬）は、市場に出回る時期を記入する。栽培方法は、水質の管理とエサ・栽培施設などの管理に分けた。水質の管理には水産生物の栽培に適した水温や水深などを、エサ・栽培施設などの管理にはエサや衛生、その他の栽培技術などを記入する。マダイを例に、用途は食用、栽培場所は陸上水槽→海面いけす、季節（旬）は晩秋～春、水質の管理は水温 12℃、海面いけすは水深 10m 以内、エサはプランクトン→配合飼料、残餌や排泄物の除去による衛生管理、網いけすを用いた逃避防止、遮光ネットによる黒化防止といった例をあらかじめ記入しておく。資料を基に班で調べる項目の担当を決め、効率よく調べ学習を行う。授業実践では資料の情報量が多く、調べ活動が活発に行われなかった。その反省を踏まえ、調べる項目に該当する部分に事前にマーカーを引いておいた（図 2）。



図 2 水産高校教科書『資源増殖』にマーカーを引いた資料を用いて調べ学習を行う様子

調べ学習を終えた後に、各班の成果を発表する。授業実践では、発表後に答えをまとめたスライドを提示することを伝えておらず、他の班が発表をしているときに集中して聞いていない生徒が多かった。その反省を踏まえ、発表後にスライドで表のまとめを提示することを事前に伝えてから発表を行い、発表中は自分の調べた水産生物と比べるように促した。

水産生物の特徴をまとめる表には、同じ魚類、貝類などでも、用途、栽培場所、季節（旬）、栽培方法に違いがあることを気づかせるねらいがある。以上の調べ学習を通じて、水産生物ごとに適した栽培方法があることに気づき、より具体的な栽培方法を見てみようとして展開 2 に繋げる。

3.2.3 展開 2

マダイの養殖を例に水産生物のライフサイクルと栽培技術を理解させる（表 2）。ここでは、指導項目②水産生物の形態と成長のしくみ、③水産生物の基本的な栽培方法、⑤環境の影響・調節に配慮した栽培システムに該当する。

水産生物のライフサイクルを意識させるため、成長過程を卵、稚魚、成魚の 3 段階に分け、それぞれの特徴をワークシートにまとめる（図 1）。例えば、稚魚は体長：約 10 mm（ふ化から 40 日）とワークシートに記入する。また、各段階における栽培技術を理解するため、給餌や水替えなどの基本的な栽培技術を扱う。また、卵から稚魚の段階の栽培技術は、エサやり：×、水替え：○、場所：屋内（陸上水槽）、エアレーション：○（弱め）とワークシートに記入する。各段階の栽培技術の共通点や相違点、概念を理解しやすくするため○や×などの簡易的な表現にした。これらは、授業実践を通じて生徒たちの理解が得られた、と評価できたため変更しなかった。

3.2.4 まとめ

まとめでは、水産生物の栽培技術を扱った本時の学習を踏まえ、天然のものを獲る場合と比べたときの養殖の利点を考える（表 2）。この問いには、水産生物に天然と養殖があることが作物や動物との違いであり、水産生物を取って栽培する目的に気づかせるねらいがある。授業実践では、安定した漁獲量、質の確保、乱獲の防止などの利点が挙げられた。

次に、前時までの学習を振り返り、「作物の栽培」および「動物の飼育」の技術と、「水産生物の栽培」の技術の共通点と相違点をまとめる。有識者会議にお

いて、生物育成技術の共通性と相違性の概念理解が重要といった意見が出された。そこで、生物育成では水やりや餌やりにとどまらず、環境の調整や成長段階に応じた管理方法といった技術も求められることを理解させ、生物育成技術を概念として認知させる。そのうえで、生物育成技術が、「作物の栽培」と「動物の飼育」、「水産生物の栽培」に共通し、「水産生物の栽培」では自然環境の中で育てることが多く、ほとんどの場合で品種改良を前提としない、という独自の栽培方法を有することに気づかせる。

本授業の評価基準は、中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説技術・家庭編⁷⁾「B 生物育成の技術」（1）アで「育成する生物の成長、生態の特性等の原理・法則と、育成環境の調節方法等の基礎的な技術の仕組みについて理解している。」（知識・技能）である。評価ではワークシートにおけるまとめの部分を対象とする（図 1）。「十分満足」の状態を「水産生物を栽培する利点を水産生物の栽培の原理・法則に基づいて書いている」とし、「おおむね満足」の状態を「水産生物の栽培する利点を書いている」、「努力を要すると判断される生徒への指導」を「本時のワークシートを振り返らせ、それぞれの栽培技術の目的を明確にさせる」とする。

4. おわりに

本研究では、「生物育成の技術」の教育内容例¹⁰⁾を基に、教育現場視察、有識者会議、授業実践を重ねて、「水産生物の栽培」の原理・法則に関する授業実践モデルを提案した。

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説技術・家庭編⁷⁾の内容を勘案し、水産生物の生態特性や栽培方法を調べる活動を設定した。この活動では、調べる水産生物・項目を指定して効率化を図った。また、水産生物のライフサイクルを意識し、各成長段階にみられる特徴や栽培技術について、共通性と相違性を簡易に理解できるようにワークシート上の表記を工夫した。そして、天然の水産生物が獲れるのに、なぜ水産生物を養殖する必要があるのかを理解するために、まとめでは、天然のものを獲る場合と比べたときの養殖の利点を考えさせた。

今後は、実践を重ねて本授業実践モデルを研鑽する一方で、「水産生物の栽培」を中心とした生物育成の指導計画の提案も求められる。その際には、授業題材を吟味する必要がある。例えば、「水産生物を栽培」の実践例に、海岸部に位置する中学校の立地条件を活

かしたアマモの栽培¹³⁾などがある。しかし、既存の題材の多くは海岸部での実施に過ぎず、汎用性が低い課題を抱えている。これに対し、山村ら¹⁴⁾は、キンギョ（三尾和金）が比較的容易に育成でき、地域を限定しないことから題材に適していると指摘している。キンギョ（三尾和金）は、病気にかかりにくく、水温の変化に影響を受けにくいだけでなく、コンテナなどで育成が可能であり、スペースや設備などの教育現場が抱える課題を最小限に抑えられる。また、生物管理技術が生残率に直に反映されるため、評価を行いやすい。しかし、生育期間に夏季休業をはさむことや、遺伝的な性質に依存した外観を評価することで育成技術が直接反映されないなどの短所も認められ、実用化に向けたさらなる検討が求められている。

「水産生物の栽培」は 2021 年度から必修化される。今後は、本授業実践モデルに基づいた授業例の蓄積が求められる。中学生が「水産生物の栽培」をより適切に理解し、中学校技術科教員が効率的に指導できる授業を構築していきたい。

謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金（基盤研究(B)(一般)18H03494）の助成を受けて実施された。

参考文献

- 1) 農林水産省：平成 30 年度水産白書(2018)
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h30/index.html>(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)
- 2) 水産庁：水産基本計画(2017)
http://www.jfa.maff.go.jp/j/policy/kihon_keikaku/attach/pdf/index-3.pdf(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)
- 3) 農林水産省：水産基本法(2001)
http://www.jfa.maff.go.jp/j/policy/kihon_keikaku/aramasi/index.html(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)
- 4) 国土交通省：海洋基本法(2007)
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/01/010611_3/11.pdf(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)
- 5) 中谷三男：海洋教育史, p.44, 成山堂書店(2010)
- 6) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）(2017)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)

- 7) 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(2017)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf(最終閲覧：2019 年 11 月 28 日)
- 8) 全日本中学校技術・家庭科研究会：平成 24 年度中学校技術・家庭科に関する全国アンケート調査【技術分野】調査報告書，pp.6-8(2013)
- 9) 荒木祐二・阿部千香子・山村瑞穂・久保田豊和・谷田親彦・東原貴志・山崎淳：中学校技術科の「水産生物の栽培」における生物生産の基礎概念に関する分析．技術科教育の研究．第 22 巻，pp.9-16(2017)
- 10) 荒木祐二・猪啓弘・谷田親彦・加瀬裕也・東原貴志・山崎淳・久保田豊和：技術科における「生物育成の技術」の教育内容研究，日本産業技術教育学会誌，第 60 巻，第 4 号，pp.171-179(2018)
- 11) 田中雄三：教科内容学—新しい学問領域の誕生—，日本教科内容学会誌，第 1 巻，第 1 号，p.1 (2015)
- 12) 文部科学省：資源増殖，pp.230-235，実教出版(2013)
- 13) 日本河川協会：第 13 回日本水大賞アマモマーメイドプロジェクト，pp.55-59(2011)
http://www.japanriver.or.jp/taisyo/oubo_jyusyou/jyusyou_katudou/no13/no13_pdf/obama.pdf(最終閲覧：2020 年 1 月 8 日)
- 14) 山村瑞穂・荒木祐二・阿部千香子：中学校技術・家庭科技術分野の「水産生物の栽培」におけるキンギョ（三尾和金）を用いた題材の開発，埼玉大学教育学部紀要，第 67 巻，第 1 号，pp.43-51(2018)

Abstract

For technology education in junior high school, this paper proposes a learning process for the cultivation of aquatic organisms using the technology of nurturing living things that encompasses subject content theory and is based on the concept of biological production. However, the disparity between theory and practice is an issue in subject education. In this study, based on a theoretically constructed learning process, we propose a practical class practice model for cultivation of aquatic products.

Key words: Class practice model, Cultivation of aquatic organisms, Technology of Nurturing living things, Subject content theory, Teaching plan

日本産業技術教育学会令和元年度 (第 32 回) 九州支部総会 議事要録

日時：2019 年 10 月 5 日 (土)

場所：琉球大学 教育学部本棟 104 号教室
〒890-0065 鹿児島市郡元 1 丁目 20 番 6 号

- 1 開会の辞
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
来賓挨拶 琉球大学教育学部長 高良倉成氏
- 3 議長選出
琉球大学 小野寺清光氏
- 4 議事
 - 議題 1 平成 30 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 平成 30 年度決算報告および監査報告
(報告：浅野) (監事：諫見泰彦氏)
資料に基づき報告され、了承された。
 - 議題 3 平成 30～令和元年度の支部役員について
(説明：深川)
資料に基づき、審議の結果了承された。
 - 議題 4 令和元年度の事業計画 (説明：深川)
資料に基づき報告され、了承された。
 - 議題 5 令和元年度予算案について (説明：浅野)
予算案は、資料を基に、報告ならびに説明がなされ、審議の結果了承された。なおこの際、支部大会のアルバイト代を 48,000 円に変更することも承認された。また、計画に挙げている事業には予算を計画するべきとの意見が上がった。
- 5 報告
 - 報告 1 令和元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。この際、電気分野に小野寺清光氏、栽培分野に浅野陽樹氏が新たに選出された。また、栽培分野の名称を生物育成分野に変更することも承認された。
 - 報告 2 平成 30 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運営細則の

- 一部改正について (説明：深川)
資料に基づき規約 4 条関係(3)の一部を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)
資料に基づき引用文献の記載に関する規定 12.の一部を改正することが報告された。
 - 報告 5 令和 2 年度九州支部大会の開催について (説明：深川)
宮崎大学にて令和 2 年 10 月 10 日 (土) に開催する予定であることが報告された。また藤元嘉安氏から次期開催校挨拶がおこなわれた。
 - 報告 5 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
 - 水門 博一氏 (福岡教育大学大学院)
 - 石橋 直氏 (福岡教育大学)
 - 白石 正人氏 (福岡教育大学)
 - 九州支部教育研究奨励賞
 - 楠元 康太氏 (鹿児島市立坂元中学校)
 - 学生優秀発表賞
 - 井上 春奈君 (長崎大学学部生)
 - 新里 友也君 (琉球大学院大学院生)
 - 後藤 栄太君 (福岡教育大学大学院生)
 - 菊池 豊君 (熊本大学大学院生)
 - 古本 拓巳君 (大分大学大学院生)
 - 6 定例報告事項
会員の状況 (令和元年 9 月 20 日現在) が報告された。
 - 7 次期開催校挨拶
(世話大学 宮崎大学 藤元嘉安氏)
 - 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)
写真撮影
 - 10 閉会の辞 (深川和良)
(文責 鹿児島大学 深川和良)

日本産業技術教育学会九州支部平成30年度事業報告

1. 2018年度技術科教員指導能力認定試験

- ① 一次試験（筆記試験）を宮崎大学にて実施した。
九州地区一次受験者9人、合格者0人

2. 2019年度技術科教員指導能力認定試験

- ① 一次試験（筆記試験）を長崎大学および宮崎大学にて実施した。
九州地区一次受験者13人、合格者1人
- ② 二次試験（実技試験および模擬授業）を長崎大学にて実施した。
九州地区最終合格者1名（成績優秀者0名）

3. 日本産業技術教育学会第31回（平成30年度）九州支部大会

- ①日 時：平成30年10月6日（土）
- ②場 所：鹿児島大学教育学部第一講義棟1階
- ③発表件数：48件（参考：平成29年度46件、平成28年度52件、平成27年度42件）

4. 理事会

- ① 日 時：平成30年10月6日（土） 12:15～13:45
- ② 場 所：鹿児島大学教育学部・理系・管理棟1階中会議室

5. 第30回通常総会

- ① 日 時：平成30年10月6日（土） 13:45～14:45
- ② 場 所：鹿児島大学教育学部第一講義棟103教室

6. 編集委員会

- ① 日 時：平成30年10月6日（土） 17:35～18:05
- ② 場 所：鹿児島大学教育学部・理系・管理棟1階中会議室

7. 日本産業技術教育学会九州支部論文集 第26巻(2018) 発刊（電子媒体）

平成31年3月15日発行15編（研究論文：9編 実践論文：4編 実践報告：2編）
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）
参考：第22巻(2014) 16編（研究論文：9編 実践論文：7編 実践報告：0編）

8. 表彰

- ① 九州支部功績賞 3件
- 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 4件

【議題2】平成30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平成30年度(4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	176,000 円	142,000 円	前年度までの未収：2,000 円×9 人 (18,000 円) 正会員 2,000 円×51 人 (102,000 円) 学生会員 1,000 円×22 人 (22,000 円)
本部からの補助金 (会場使用料)	30,000 円	0 円	
支部大会参加費	69,500 円	73,000 円	正会員 1,500 円×37 (55,500 円) 学生会員 500 円×26 (13,000 円) 非会員 500 円×6+1,500 円×1 (4,500 円)
論文掲載投稿者負担料	352,000 円	356,000 円	内訳：2,000 円×85 ページ (170,000 円) 前年度未収分 (186,000 円)
雑収入	1,000 円	2 円	利子
小計	628,500 円	571,002 円	
前年度繰越金	763,022 円	763,022 円	
合計	1,391,522 円	1,334,024 円	

○ 支出の部

費目	予算額	決算額	備考
大会運営費	293,000 円	291,293 円	
会議費	19,000 円	19,000 円	
論文集制作費	75,000 円	45,756 円	
事務費	88,500 円	126,029 円	配送費(事務局移転) 19,441 円 事務局引継ぎ旅費(熊本⇄鹿児島1名) 12,840 円
その他		2	利子 2 円が前年度決算で処理済みのため
小計	475,500	482,080 円	
次年度繰越金	916,022 円	851,944 円	
合計	1,391,522 円	1,334,024 円	

以上ご報告申し上げます。

令和元年 9 月 27 日 支部長 寺床 勝也



幹事 深川 和良



会計監査報告

平成30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。

令和元年10月2日 監査 平尾 健二



監査 諫見 泰彦



【議題3】平成30年度，31年度九州支部役員

日本産業技術教育学会九州支部役員（平成30年度，31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
	塚本 光夫	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	諫見 泰彦	九州産業大学工学部
	平尾 健二	福岡教育大学教育学部
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 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。

【議題4】日本産業技術教育学会九州支部令和元年度事業計画案

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
令和元年10月5日（土）琉球大学教育学部
理事会（教育学部本棟 教育学部会議室）
総会（教育学部本棟 教育学部104教室）
編集委員会（教育学部本棟 教育学部会議室）
研究発表会（一般講演：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. 日本産業技術教育学会九州支部論文集第27巻（2019）の発行（電子媒体）
令和元年10月末日投稿締切
令和2年2月発行予定
3. 2020年度技術科教員指導能力認定試験
長崎大学および宮崎大学にて実施予定

【議題5】日本産業技術教育学会九州支部 令和元年度（7月～翌年6月）予算案

○ 収入の部

費目	予算額
会費	140,000円 内訳：正会員 2,000円×50（100,000円） 学生会 1,000円×20（20,000円） 前年度未納分 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	236,000円 内訳：2,000円×80ページ（160,000円） 前年度未収分（76,000円）
雑収入	1,000円（預金利子、バックナンバー売り上げ等）
小計	447,000円
前年度繰越金	851,946円
合計	1,298,946円

○ 支出の部

費目	予算額
大会運営費	239,000円 内訳：会場使用料 30,000円 要旨集印刷代 138,000円 アルバイト代 48,000円（琉球大学へ） 休憩室茶菓子代等 6,000円（琉球大学へ） 印刷費等 17,000円（琉球大学へ）
会議費	21,000円
論文集制作費	44,000円 内訳：論文査読料 40,000円 印刷費（メディア等）4,000円
表彰経費	46,000円 内訳：記念品等 40,000円 賞状 6,000円
事務費	40,000円 内訳：通信費 8,000円 文具等 10,000円 金庫等 16,000円 サーバ維持費 6,000円
小計	390,000円
次年度繰越金	908,946円
合計	1,298,946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（令和元年度）

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 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）
	谷野 勝敏（大分大学）		
機械	清水 洋一（琉球大学）	木材加工	楊 萍（熊本大学）
金属加工	梅野 貴俊（福岡教育大学）	生物育成	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（令和元年度）

- ・ 委員長：清水 洋一（琉球大学）
- ・ 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運営細則の一部改正について

【提案理由】

規約第4条関係の監査の推薦方法については、前事務局から推薦する方が適当である。
そこで、推薦方法について監査の2名の内の1名は前年度事務局からの推薦を、前事務局から推薦することに変更する。

【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) 規約第4条関係 (3) 監査の2名の内の1名は、原則として前事務局の役員の中から推薦する。 (後略)</p>	<p>(前略) 規約第4条関係 (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。 (後略)</p>

報告事項 4

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】

投稿論文における引用文献等の記載方法について不明確な内容が示されている。
そこで、引用文献等の記載方法について詳細に表記する。

【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
<p>(前略)</p> <p>12. <u>引用文献および参考文献の番号は1論文ごとに通し番号とし、本文の該当箇所に右肩に小括弧を付けて番号を記入すること。文献が学会誌等の場合は、著者名：論文表題、誌名、巻、号、(発行年)、開始頁-終了頁の順に書く。文献が単行本、成書の場合は、編・著者名：書名、発行所、(発行年)、開始頁-終了頁の順に書く。外国の文献も上記に準じる。URLを記載する場合には、最終アクセス日を追記する。</u></p> <p>(後略)</p>	<p>(前略)</p> <p>12. <u>引用文献の番号は1論文ごとに通し番号とし、本文の引用箇所に右肩に小括弧を付けて番号を記入すること。</u> 著者名、書名、巻一號、(発刊年)、ページ (例) 1)九州太郎：日本産業技術教育学会誌，20- <u>1, (1995), 15</u></p> <p>(後略)</p>

令和元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
該当なし。

○九州支部論文賞

受賞者：水門 博一 氏（福岡教育大学大学院）、石橋 直 氏、白石 正人 氏（福岡教育大学）

受賞論文：日本産業技術教育学会九州支部論文集第 26 巻(2018)、21～27 ページ

「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」

授賞理由：著者らは双方向コンテンツのプログラミング題材とプログラムを開発した。従来の研究やプログラム言語の特性を分析し新規性・有用性のある教材の提案をしており、特に、この教材は端末依存性が少ないことから多くの現場において利用されることが期待できる。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、ここに本支部論文賞を授与する。



受賞された白石氏と寺床支部長

○九州支部教育研究奨励賞

受賞者：楠元 康太 氏（鹿児島市立坂元中学校）

受賞論文：日本産業技術教育学会九州支部論文集第 26 巻（2018）、87～94 ページ

「技術の最適化をめざした「材料と加工」の授業展開」

授賞理由：中学校技術科の「材料と加工の技術」の内容において課題解決能力を育成するために、トレードオフの要素を組み込んだ授業を開発し、実践を通してその効果を明らかにしている。これらは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り、技術教育分野において著しく産業技術教育の発展に貢献されたものであると認め、本支部教育研究奨励賞を授与する。



受賞された寺床氏（楠元氏代理）
と冨ヶ原副支部長

○九州支部大会学生優秀発表賞

受賞者：長崎大学 井上 春奈君

講演題目：A12 二種類の arduino 型ロボットを用いたプログラミング講座の成果と課題
-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：長崎大学 藤本 登氏, JAPAN ROBOTEC Co 河野 孝治氏
，長崎大学附属中学校 小八重智史氏

受賞者：琉球大学大学院 新里 友也君

講演題目：B17 プログラミング教育教材を利用した土壌水分管理の教材開発

共同研究者：大分大学 岡本 牧子氏, 福田 英昭氏

受賞者：福岡教育大学大学院 後藤 栄太君

講演題目：B20 トウモロコシ栽培における簡易除草機「ハウキング」の除草効果の検証

共同研究者：福岡教育大学 松原 朱里君, 平尾 健二氏

受賞者：熊本大学大学院 菊池 豊君

講演題目：C13 材料と加工の技術における課題解決能力の育成を目指した振り返りに関する実践

共同研究者：熊本大学大学院 松尾 祐君, 熊本大学 田口 浩継氏

受賞者：大分大学大学院 古本 拓巳君

講演題目：A15 大学生のメタ認知とコンピューテーショナル・シンキングの関連性

共同研究者：大分大学 市原靖士氏, 中原久志氏, 熊本県立小川工業高等学校 杉山昇太郎氏



藤本氏(井上君代理)
と寺床支部長



新里君と寺床支部長



後藤君と寺床支部長



菊池君と寺床支部長



古本君と寺床支部長

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。

（役員の仕事）

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

（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。

（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。

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 元年	10 月 5 日	改訂

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
限る。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。
 - 2 投稿された論文の受理年月日は、最終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、A 4 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. 引用文献および参考文献の番号は 1 論文ごとに通し番号とし、本文の該当箇所に右肩に小括弧を付けて番号
を記入すること。文献が学会誌等の場合は、著者名：論文表題、誌名、巻、号、（発行年）、開始頁・終了頁の

順に書く。文献が単行本、成書の場合は、編・著者名：書名、発行所、（発行年）、開始頁・終了頁の順に書く。外国の文献も上記に準じる。URL を記載する場合には、最終アクセス日を追記する。

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、令和元年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

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サイズの縦書き、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」を使用してください。

(2019 年 月 日受付, 2019 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

2018 年 10 月 第 00 回九州支部大会にて発表

*ページ番号はつけないでください。

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。

会 告

○会費納入のお願い

2019年度の会費（2018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 をお知らせください。

入会願 URI 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。

○電子化へのご協力のお願い

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 27 巻（オンライン）をお届けいたします。本論文集には 14 編の投稿をいただき、最終的に 11 編からなる論文誌を無事発行することができました。しかしながら例年に比べ少ない掲載数となってしまいました。是非とも積極的なご投稿をお願い申し上げます。

また、今年度の沖縄大会にもたくさんのご参加をいただきありがとうございました。琉球大学の先生方をはじめ、会員の皆様方のご協力のもと成功裏に終えることができました。改めて御礼申し上げます。

今後ともこれまでと変わらぬご支援を賜りますよう心よりお願い申し上げます。

[文責：(事務局) 深川和良]

○九州支部役員（平成30年度および令和元年度）

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
	塚本 光夫	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	諫見 泰彦	九州産業大学工学部
	平尾 健二	福岡教育大学教育学部
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（令和元年度）

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)
	谷野 勝敏 (大分大学)		
機械	清水 洋一 (琉球大学)	木材加工	楊 萍 (熊本大学)
金属加工	梅野 貴俊 (福岡教育大学)		大内 毅 (福岡教育大学)
	古川 稔 (福岡教育大学)	生物育成	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（令和元年度）

- ・ 委員長：清水 洋一（琉球大学）
- ・ 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)

2020年3月16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) 285-7872 (深川和良, 寺床勝也)
ホームページ <http://www.jste.jp/kyushu/>
E-mail 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