

## 中学校技術科内容「D 情報の技術」におけるリモートセンサを用いたシステムによって 問題解決を図る「双方向性のあるコンテンツのプログラミング」の授業実践

### Practice of "Programming Interactive Contents" Project Focused on Problem-Solving Using System with Remote Sensors in Content "D. Information Technology" of Technology Education at Junior High School

馬場 栄徳\* 山下 義史\*\* 森山 潤\*\*\*  
BABA Eitoku YAMASHITA Yoshifumi MORIYAMA Jun

本研究では、中学校技術・家庭科技術分野の内容「D. 情報の技術」(2) 情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決の学習において、IoT に繋がる基礎技術としてリモートセンサを用いたシステムの構築に着目した題材を開発し、実践をおこなった。4人1組のチームで取り組むことを想定し、4台の端末を組み合わせる一つのシステムを構築するシナリオを設定した。4台の端末は、リモートセンサで状況を検出する検知用端末、ユーザが情報を入力する入力用端末、処理に応じてコンテンツを表示する出力用端末、これらの情報通信の流れを制御するサーバー端末とした。生徒は、生活や社会から見出した問題から課題を設定し、これらの4台の端末の関係性や設置場所を想定し、プログラムを構想・設計・制作した。教材には、SmalrubyのMesh機能とモーションセンサ機能を利用した。実践の結果、生徒はチームで「忘れ物防止システム」、「混雑解消システム」、「防犯型宅配システム」などオリジナルのシステムのモデルを構築することができた。事前・事後調査の結果では、情報通信ネットワークの仕組みに対する理解やコンテンツの活用に対する自信などの項目において、有意な水準の向上が認められた。

キーワード：中学校技術科, 内容「D 情報の技術」, 双方向性のあるコンテンツのプログラミング, リモートセンサ, Smalruby

Key words : technology education in junior high school, contents D:"information technology", programming of interactive content, remote sensors, Smalruby

#### 1. はじめに

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の内容「D. 情報の技術」(2) 情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決の学習において、リモートセンサを用いたシステムによる問題解決をテーマとした題材を開発し、実践を試行することである。

学習指導要領が改訂され、技術科では、目標の1つに「生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなど、課題を解決する力を養う。」が設定され、問題発見・解決能力の育成が強く求められている<sup>1)</sup>。また、GIGAスクール構想の実施とともに、ICT教育、STEAM教育、プログラミング教育をはじめとする多様な能力の育成が求められている<sup>2) 3) 4)</sup>。これら教育改革の背景には、日本の未来社会像である Society5.0 の実現という大きなねらいがある。

Society5.0 は、内閣府が2016年からの科学技術基本計画として、世界に先駆けた超スマート社会として構想されたものである。Society5.0を実現するために想定されている基盤技術には、AI、ロボット、Internet of Things (以

下、IoT)、ビッグデータなどが想定されている。このうち、IoTとは、従来インターネットに接続されていなかった様々なモノ（センサ機器、駆動装置（アクチュエータ）、住宅・建物、車、家電製品、電子機器など）が、ネットワークを通じてサーバやクラウドサービスに接続され、相互に情報交換をする仕組みである<sup>5)</sup>。例えば、シンプルなモデルとしては、情報通信ネットワークを介してリモートセンサからの入力を収集し、それに基づいてアクチュエータの制御やコンテンツの提供などを行うようなシステムが挙げられる。このようなシステムを様々な問題空間に応用することで、今までになかった新しいサービスを実現することができる。

IoTは、技術科の教科書でも取り上げられている。例えば、T社教科書では、内容「B 生物育成の技術」におけるスマート農業に係る基盤技術、内容「D 情報の技術」におけるセキュリティ対策技術との関連、統合的な問題解決の導入紙面である Society5.0 の社会像を紹介する中などで、記載が見られる<sup>6)</sup>。しかし、IoTのこれらの扱いは、社会を支える技術の一つとして紹介されているに過ぎず、生徒がIoTを問題解決の文脈で捉えることは難しいのが現状である。

\* 兵庫教育大学附属中学校 講師

令和4年7月15日受理

\*\* 兵庫教育大学先端教職課程カリキュラム開発センター 特命助教

\*\*\* 兵庫教育大学大学院学校教育研究科人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

一方、技術科内容「D 情報の技術」では、従来からの計測・制御システムのプログラミングによる問題解決の学習 (D (3)) に、新たに情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決の学習 (D (2)) が設定された。これら D (2) と (3) では、自分なりの新しい考え方や捉え方によって、解決策を構想しようとする態度や、自らの問題解決とその過程を振り返り、よりよいものとなるよう改善・修正しようとする態度の育成を図ることが求められている<sup>7)</sup>。

このような問題解決能力の育成を重視する学習において Society5.0 の実現という社会課題に対する行為主体性を高めるためには、既存の発想にとらわれない新しい基盤技術を題材として取り上げることが重要と考えられる。しかし、IoT のモデル自体を授業で取り上げるとなると、技術的な壁が高く、生徒が主体的に取り組むうる題材として設定することが難しい。そこで本研究では、IoT の仕組みを理解する上で基礎となるリモートセンサを用いたシステムの構築を題材として取り上げることとした。これは、リモートセンサを用いたシステムが、情報通信ネットワークを介した端末、センサ、コンテンツ間の双方向性のあるやりとりを中心としている点に着目したためである。

これまで中学生を対象にした双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決の学習に関する先行研究には以下のようなものがある。香西ら (2017) は、JavaScript ライブラリを用いた地図サービスを題材とした双方向性のあるコンテンツのプログラミングの教材開発を行っている<sup>8)</sup>。安本ら (2021) は、Python による計測・制御と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授業実践と評価をおこなっている。しかし、この実践では、プログラムの意味について補足説明しながら授業を進められたものの、十分に理解できていない生徒も少なくなかったと報告している。そして、MakeCode などの命令ブロックと Python などの命令テキストを対応させる必要性を唱えている<sup>9)</sup>。教科書の題材例では、T 社は施設確認システム、K 社は安心して使えるメッセージ交換アプリ、KT 社は PTA バザーの案内マップをそれぞれ取り上げている<sup>6) 10) 11)</sup>。しかし、これまでのところ、IoT に繋がるようリモートセンサを用いたシステムでの問題解決を目指した題材は、筆者の知る限り見当たらなかった。そこで本研究では、リモートセンサを用いたシステムでの問題解決について、多くの学校現場での実践可能性に配慮し、Scratch ライク言語に Mesh 機能が実装できる Smalruby<sup>12)</sup> と、GIGA スクール構想で導入された ChromeBook の組み合わせで実施可能な題材の開発を試みることにした。

2. 実践のデザイン  
2.1 題材のコンセプト

本題材で扱うリモートセンサを用いたシステムの基

本モデルを図 1 に示す。4 人 1 組のチームで取り組むことを想定し、4 台の端末を組み合わせ一つのシステムを構築するシナリオを設定した。4 台の端末は、センサで状況を検出する検知用端末、ユーザが情報を入力する入力用端末、処理に応じてコンテンツを表示する出力用端末、これらの情報通信の流れを制御するサーバー端末とした。これらの 4 台を生徒が分担してプログラミングを構築することとした。各端末の働きを図 2 に示す。

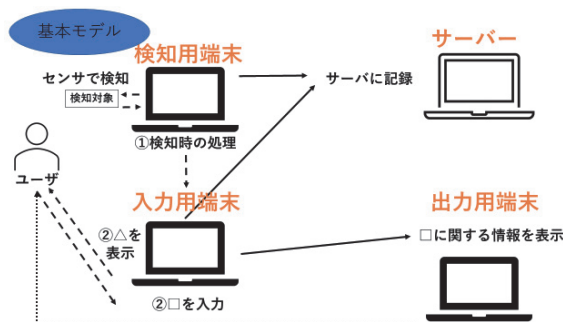


図 1 システムの基本モデル

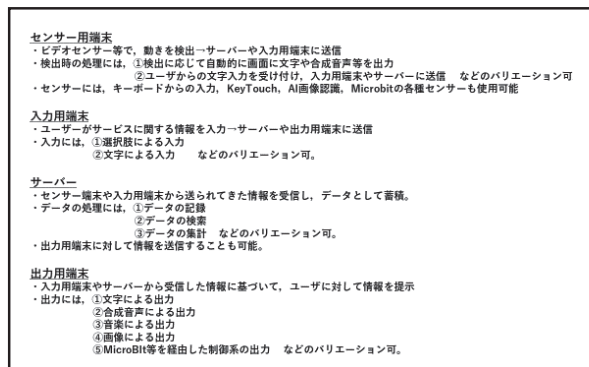


図 2 各端末の動き

これらの端末構成は、ユーザと端末との関係性、端末を設置する場所等のモチーフを変更することで様々なサービスの構想が可能となる。その例を図 3 に示す。

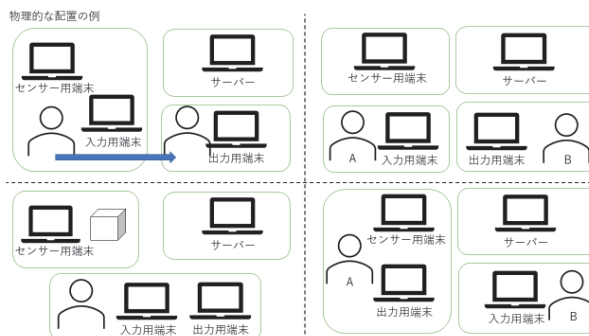


図 3 各端末の物理的な配置のバリエーション

題材の目標は、「リモートセンサを用いたシステムのモデルを活用し、双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって身近な生活の問題を解決すること」とした。題材の指導計画を表 1 に示す。

表 1 指導計画

		指導内容	指導 時数
共通 課題	第1次	順次・反復・分岐処理と変数, 配列について	5
	第2次	拡張機能「Mesh」と「モーションセンサ」の使い方	2
	第3次	共通課題の制作	3
改良 課題	第4次	共通課題の改良	1
主課 題	第5次	問題発見と課題の設定	2
	第6次	プログラムの制作	3.5
	第7次	発表	0.5

本題材では、導入段階で図書館のシステムをモチーフとした基本モデルを共通課題として制作させる。その後、中間に改良課題として、制作した基本モデルのプログラムの改良を構想させる。そして主課題では4人1班で問題発見・課題設定を行わせ、オリジナルのシステムを構想させ設計・制作させた。

## 2.2 実践対象

H県国立大学附属中学校1年生3クラス80名を対象とした

## 2.3 評価の手続き

本実践の評価を行うために、実践の事前・事後に調査を実施した。事前調査では、情報通信ネットワークの利用に対する意識を問う質問項目を設定した。また、事前・事後調査では、学習指導要領解説技術・家庭科編のD(2)に示される育成を期待する資質・能力の要素を抽出し、計19項目の質問項目を設定した。回答は、いずれも、4件法とした。なお、具体的な質問項目は、事前調査項目については表4を、事前・事後調査項目については表5を参照されたい。

調査後、解答に不備があるもの、解答形式に誤りがあるもの等を削除し、有効回答数を決定した。分析は、第一にデータの正規性について質問項目ごとに Shapiro-Wilk 検定を行い、正規性が認められた場合は、パラメトリックな検定手法を、認められなかった場合にはノンパラメトリックな検定手法を採用することとした。

## 3. 授業の実践

### 3.1 授業計画

第1次では共通課題の制作に取り組む前段階として、プログラムの基本的な処理である順次処理、反復処理、分岐処理や変数、配列についての学習を行った。それぞれの学習内容と設定した課題を表2に示す。

表2 第1次の学習内容と課題

	学習内容	課題
第1時	順次処理	自己紹介プログラムを作ろう
第2時	変数	変数を使って年齢を計算しよう
第3時	分岐処理	2択クイズを作ろう
第4時	配列	配列を使ってクイズを作ろう
第5時	反復処理	キーボードトレーナーを作ろう

第2次では Smalruby の拡張機能である「Mesh」と「モーションセンサ」の使い方について学習を行った。Meshの使い方の学習では同じネットワーク内に接続している Smalruby 同士でメッセージや変数のやり取りが行えることを理解するために、2人1組でチャットを行うプログラムの制作を行った。またモーションセンサの学習では、端末の前で動きを検知してあいさつするプログラムの制作に取り組んだ。

第3次では共通課題の制作に取り組んだ。共通課題の制作は、図書館に人が来た際に、その人を検知し検索した本の場所を表示し、検索結果を保存する図書館受付自動案内システムのプログラムの制作とした。制作した共通課題である図書館受付自動案内システムのアクティビティ図を図4に示す。

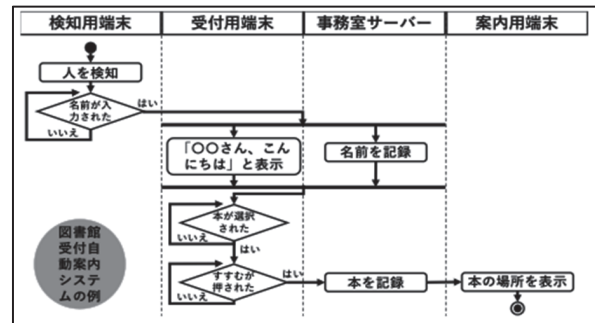


図4 図書館受付自動案内システムのアクティビティ図

プログラムの制作では、モーションセンサで人を検知する「検知用端末」、本を選択する「入力用端末」、名前と検索した本を保存する「サーバー用端末」、本の場所を表示する「出力用端末」の4つのプログラムを4人が役割をそれぞれ分担して各自の端末にてプログラムを行った。プログラムの制作後は班ごとにプログラムが正しく動作しているかの検証を行い、必要に応じてデバック等を行う様子が見られた。

第4次では中間課題として、共通課題にて制作した図書館受付自動案内システムの改良を構想しスライドにまとめ発表を行った。

第5次では身近な生活や社会の中からネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決できる問題の発見と課題の設定を行った。構想を行う際には身近な生活や社会をテーマとしてマインドマップを作成するなどの活動を行った。授業の様子を図5に、ワークシートの記入例を図6に示す。



図5 構想場面での生徒の様子



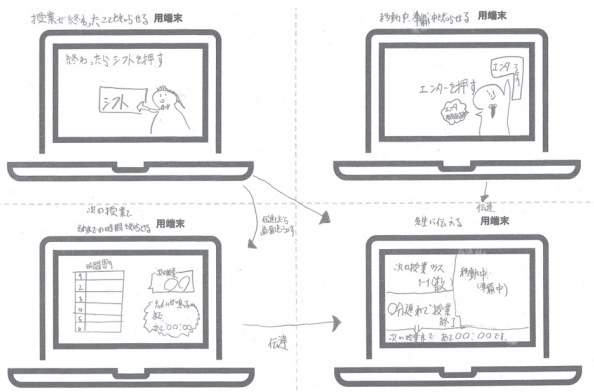


図6 構想場面でのワークシートへの記入例

第6次では第5次にて設定した課題を解決するIoTシステムの制作に取り組んだ。生徒はプログラムの制作にあたりシステムの動きをアクティビティ図に表し、個々のプログラムをフローチャートにて表現した後にプログラミングを行った。プログラムを制作する様子を図7に示す。



図7 プログラミングする生徒の様子

第7次では各班が制作したオリジナルのシステムについて設定した課題やプログラム等についてスライドにまとめ、発表を行った。授業の様子を図8に示す。



図8 発表を行う様子

生徒の考案したシステムを表3に示す。具体例としては、「防犯型宅配システム」は、荷物の取り忘れがないようにするという問題の解決を図るため、検知用端末のモーションセンサで人を検出し、入力用端末でユーザが職業と名前を入力すると、出力用端末で訪ねてきた人の情報が表示されるシステムである。

表3 班ごとの作成したシステム

班	作成した IoT システム
1	忘れ物防止システム
2	天気選択通知システム
3	授業に遅れないシステム
4	混雑解消システム
5	防犯型宅配システム
6	無人コンビニ
7	手洗い分析システム
8	レジの待ち時間を有効活用するシステム
9	不審者撃退防犯システム

また、「授業に遅れないシステム」は、授業が遅れて終わったことが次の授業の先生に伝えることができないという問題の解決を図るため、検知用端末のキーボードの入力で授業が遅れたことを検知し、表示用端末にチャイムが鳴るまでの時間が表示され、次の授業の教室に設置された出力用端末に授業が何分遅れて終了したか表示される。

4. 実践の評価

調査の結果、いずれかの調査に欠席したり回答に不備あるものなどを削除したところ、分析対象とできる有効回答は54名となった。有効回答者の性別構成、プログラミングの経験の有無を表4に示す。本実践以前の段階では、プログラミング経験を有する生徒はほんどいない状態であった。

表4 有効回答者の内訳

	プログラミングの経験		合計
	あり	なし	
男子	20	0	20
女子	29	5	34
合計	49	5	54

分析に先立ち、全ての項目について Shapiro-Wilk 検定を行った。その結果、いずれの項目においても有意となり、正規性が確認されなかった。よって、以後の分析では、正規性を有さないことを前提とした分析を採用した。

まず、事前調査項目であるネットワークの活用に対する意識を集計した。Mann-Whitney のU検定の結果を表5に示す。「2.3 情報通信ネットワークの仕組みに興味がある」の項目において、男子の方が有意に高かった。しかし、その他の項目においては、性別による差異は認められなかった。そこで、性別にわけず全体で、実践前後で生徒のプログラミングに対する意識に変容が生じていたかについて、Wilcoxon の符号付き順位検定を行った。その結果を表6に示す。「3.1 情報通信ネットワークの仕組みを理解している」、「3.2 文字や画像などのメディアを複合する方法が分かると思う」、「3.3 文字や画像などのメディアを効果的に相手に伝える方法を考えられると思う」の項目において、事後の水準が有意に高くなった。また、「3.4 メディアには取り扱いやすさや情報

表5 男女間における情報通信ネットワーク活用に対する意識差

		男子	女子	W	p
		n=20	n=34		
2.1情報通信ネットワークを良く利用する	M	3.85	3.76	360.50	ns
	SD	0.37	0.50		
2.2情報通信ネットワークを利用するのは好きだ	M	3.60	3.62	338.50	ns
	SD	0.60	0.55		
2.3情報通信ネットワークの仕組みに興味がある	M	3.30	2.47	497.00	**
	SD	0.98	0.99		
2.4情報通信ネットワークのサービスを自分で作ってみたい	M	2.80	2.24	435.00	ns
	SD	1.24	0.99		
2.5情報通信ネットワークのプログラミングは難しいと思う	M	3.30	3.68	283.50	ns
	SD	1.08	0.77		

N=54

\*\*p<0.01

表6 授業実践前後での情報活用意識差

		事前	事後	Z値	p
3.1情報通信ネットワークの仕組みを理解していると思う	M	2.35	2.63	2.00	*
	SD	0.80	0.92		
3.2文字や画像などのメディアを複合する方法が分かると思う	M	2.44	2.85	2.33	*
	SD	1.00	0.86		
3.3文字や画像などのメディアを効果的に相手に伝える方法を考えられると思う	M	2.89	3.20	2.40	*
	SD	0.95	0.76		
3.4メディアには取り扱いやすさや情報量に違いがあることを理解していると思う	M	3.09	3.31	1.86	†
	SD	0.87	0.80		
3.5自分は、プログラミング言語を利用できると思う	M	2.35	2.52	1.28	
	SD	1.01	0.97		
3.6順次・分岐・反復という情報処理の手順を理解していると思う	M	2.96	2.94	0.19	
	SD	0.89	0.86		
3.7プログラムの編集・保存・動作の確認などができると思う	M	3.17	3.17	-0.35	
	SD	0.93	0.82		
3.8情報を処理する流れを図に表すことができると思う	M	2.85	2.96	1.04	
	SD	0.81	0.99		
3.9自分の考えた手順でプログラムを作ることができると思う	M	2.67	2.76	0.73	
	SD	0.93	0.85		
3.10プログラムの良し悪しを評価して、改善や修正することができると思う	M	2.76	2.87	0.73	
	SD	0.91	0.85		
3.11双方向性のあるコンテンツの仕組みを説明できると思う	M	2.44	2.67	1.76	†
	SD	0.90	0.80		
3.12情報の技術は、利便性や経済性・安全性などの最適化をしていることが分かると思う	M	3.07	3.07	0.00	
	SD	0.91	0.75		
3.13著作権などの知的財産の価値や扱い方が分かっていると思う	M	2.98	3.24	1.90	†
	SD	0.98	0.85		
3.14情報を発信するときは、個人情報の保護をどうしたらいいか理解していると思う	M	3.30	3.28	-0.07	
	SD	0.84	0.79		
3.15生活や社会の中から、情報に関わる問題を見つけ、解決策を考えられると思う	M	2.94	3.06	0.81	
	SD	0.90	0.79		

N=54

\* p<0.05, † p<0.1

量に違いがあることを理解していると思う」,「3.11 双方向性のあるコンテンツの仕組みを説明できると思う」,「3.13 著作権などの知的財産の価値や扱い方が分かっていると思う」の項目においては、事後の水準の高まりが有意傾向を示した。

これらの結果から、リモートセンサを用いた問題解決を取り上げた本題材での学習経験が、生徒の情報通信ネットワークに対する理解を促すとともに、メディアの活用に対する自信を促す効果のあることが示唆された。

生徒の感想（どんな力が身についたと思うかに関する自由記述）の例を表7に示す。

また、授業全体の感想としては、次のようなものが見られた。

- 「何人かいる家族の設定で一つの端末だけでなく複数（2つ）の端末に通知が行った方がいいと思い、2つ目も作ることができました。写真を撮られたような設定にしてみたり工夫しました。全部通してみても成功し

表7 授業に対する生徒の感想例

生徒の感想
「現状を理解して、どのようにしたら今ある課題を解決できるのかという問題を解決する力と見抜く力が大きくなったと思います。」
「今なにが問題か理解して課題をみつける力がついたとおもいました。」
「つくってみたものに対しての課題とこうしたらもっと良くなるのではないかと考え、改善していくことができるようになったと思う。」
「順番に図に表し、間違っていないか確認する力が身についたと思います。」
「プログラムを自分で考えて作る力」
「今回のように、自分の身近にあることをもっと便利にできるようなシステムを今後作っていきたいと思いました。」
「どこが問題で上手くうごかないか予想考える力」
「動かなかったら、かいぜんする方法をみつけたりする力。」
たので良かったです。」
<ul style="list-style-type: none"> <li>・「最初、話し合いの時に出てきた「鶏の鳴き声でチャイム」と「防犯システム」をあわせたプログラムを作ったあと、「これを付け加えたら良いんじゃない?」といろいろな案が出てきて、その思いついた案を付け足していき、最終的にはとても個性的な良いものができたと思うので良かったです。とても楽しかったです!」</li> <li>・「自分たちで考えてプログラムするのはとても難しいけれど、今までやってきたことを踏まえて、活かして作っていただけらなと思います。」</li> <li>・「すごい難しかったけどできたときの達成感や、考えるとき楽しかったです。」</li> <li>・「自分たちで考えたプログラムから、どんなことをそれぞれの端末での動きにするか考えていくのが難しかったです。考えていくと、完成した時にはどんなものになるのかとより楽しみになりました。」</li> </ul>
これらの感想から、生徒が本実践においてシステムの構築に難しさを感じながらも、班のメンバーで協力したり分業したりしながら問題解決に取り組み、システムを完成させることで、達成感を得ていた様子が読み取れる。

## 5. まとめと今後の課題

以上、本研究では、技術科内容「D. 情報の技術」(2) 情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決の学習において、リモートセンサを用いたシステムの構築をテーマとした題材を開発し、実践を行った。その結果、生徒は基本モデルの改良、応用を通して問題発見・課題解決に取り組むことができた。本実践では、リモートセンサとして端末のカメラを用いたモーションセンサを利用したが、端末に外部機器を接続することで、より多様なセンサの利用を考えることもできる。これによって、生徒の発想の幅をより広げられる可能性がある。

しかし、本研究は、構想した題材の試行的な実践の一つであり、その学習効果の検証には、実践の蓄積と継続的な評価が必要であることは言うまでもない。今後は、本実践で得られた知見をもとに、授業と手立ての改善を行い、題材の展開方略を確立していく必要がある。

## [文献]

- 1) 文部科学省：平成 29 年告示中学校学習指導要領
- 2) 文部科学省：令和元年度教育の情報化に関する手引、[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/mext\\_00117.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html) (2022.07.14 最終アクセス)
- 3) 文部科学省：GIGA スクール構想の実現へ、[https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-000003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf) (2022.07.14 最終アクセス)
- 4) 文部科学省：STEAM 教育等の各教科横断的な学習の推進、[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/mext\\_01592.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/mext_01592.html) (2022.07.14 最終アクセス)
- 5) 内閣府：Society5.0、[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) (2022.07.14 最終アクセス)
- 6) 田口浩継他：検定済教科書 新しい技術・家庭技術分野 未来を創る Technology, 東京書籍, 2021
- 7) 文部科学省：平成 29 年度告示中学校学習指導要領解説(技術・家庭編)
- 8) 香西孝行, 伊藤陽介：地図サービスを取り入れた双方向性のあるコンテンツのプログラミング教材の開発, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 第 15 巻, pp.37-41, 2017
- 9) 安本太一, 大久保直樹, 岡部直樹, 磯部征尊：Python による計測・制御と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授業実践と評価, 教育工学会研究報告集, 2021 巻, 第 1 号, pp.81-88, 2021
- 10) 竹野英敏他：検定済教科書 技術・家庭技術分野～テクノロジーに希望をのせて～, 開隆堂出版, 2021
- 11) 中村祐治他：検定済教科書 New 技術・家庭技術分野 明日を創造する, 教育図書, 2021
- 12) NPO 法人 Ruby プログラミング少年団：Smaruby3, <https://smalruby.jp/smalruby3-gui/> (2022.07.14 最終アクセス)