

技術分野のプログラミング教育を想定した iPad による教材化

Teaching materials using iPad assuming programming education
in the technology area

白石 正 人

押 川 裕 翔

野 方 健 治

Masato SHIRAISHI

Yuto OSHIKAWA

Kenji NOGATA

技術教育研究ユニット

熊本市立下益城城南中学校

技術教育研究ユニット

（令和5年9月4日受付，令和5年12月22日受理）

抄 録

中学校技術・家庭科技術分野の「計測・制御のプログラミング」と「ネットワークを利用した双方向性あるコンテンツのプログラミング」の2つの学習活動について，GIGA スクール構想で導入された iPad 単独での利用を想定した教材化を検討した。「計測・制御のプログラミング」では iOS アプリである Pyonkee を用いたことや iPad 内蔵のセンサを活用し，迷路の走行を題材として，お掃除ロボットの制御と関連づけて学習する指導法を考案した。「ネットワークを利用した双方向性あるコンテンツのプログラミング」については，iOS アプリである JSAnywhere を用いて学校ホームページの Q&A クイズを題材とし，jQuery によるプログラミングを学習活動として設定した。「計測・制御のプログラミング」については，学部学生を対象とした試行授業を実践し，プログラミングに対する興味・関心が向上したこと，プログラミングやアクティビティ図に関する知識・技能が向上したことが認められた。

キーワード：iPad，プログラミング学習，計測・制御，教材化

1. 緒言

平成29年3月に告示された小学校学習指導要領¹⁾，及び中学校学習指導要領²⁾において，小学校へのプログラミング的思考の導入及び中学校におけるプログラミング教育の拡充が示された。特に，中学校学習指導要領技術・家庭編（技術分野）の内容「D 情報の技術」において，従来の「計測・技術のプログラミング」に加え，新たに「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。）が追加された。また，「GIGA スクール構想」³⁾により，小中学校の児童・生徒への1人1台のタブレット端末が導入され授業に供されている。「端末の活用状況等の実態調査」⁴⁾によると，2021年7月末時点で96%以上の小中学校で活用されていた。また，導入されたタブレット端末の「OS別台数割合」については，ChromeOSが40.1%，

WindowsOSが30.4%，iOSが29.0%であった。

表1に示すように2021年4月に市販されている既存の「計測・制御のプログラミング」に対する教材について調査したところ，WindowsOSのみに対応しているものがほとんどであり，iOSやChromeOSで利用可能なものは，英国放送協会（BBC）のmicro:bitTMのみであった。その他，一部の教材についてはChromeOSに対応する予定であったが，iOSについては対応する予定がないことも判明した。

「計測・制御のプログラミング」については，これまで様々な教材が開発されている。例えば，

表1 OS別の教材対応状況

	WindowsOS	iOS	ChromeOS
対応教材	6種類	1種類 Micro:bitのみ	2種類 Micro:bit 対応予定 コロックル Ver.4

永野ら⁵⁾は、多様なシステムに対応可能なインターフェースボードを教材として開発した。また、室伏ら⁶⁾はAndroidタブレット端末用の計測・制御教材を開発している。これ以外にも二足歩行ロボットを初めとして様々な教材が開発され授業実践されている⁷⁻¹⁰⁾。

田近ら¹¹⁾はiPad上で動作するアプリであるPyonkeeが従来型プログラミング教育に対応し、オブジェクト指向プログラミング教育にも適応可能と述べている。しかし、iPadに内蔵されているセンサを活用した「計測・制御のプログラミング」の具体的な授業実践は報告されていない。

iOSを有するiPadをプログラミングの実習環境に想定した場合、以下の5つの問題点が判明した。1つは、タブレット端末(ChromeOSとiOS)の約7割については「計測・制御のプログラミング」に対応した教材がほとんどないこと。2つ目は、「双方向コンテンツのプログラミング」については、数少ない教材にもかかわらず、中学校学習指導要領に規定された「双方向性」と「コンテンツ」に対応していないものが多いこと。3つ目は、「計測・制御のプログラミング」については、タブレット端末自身の各種センサを活用した教材はほとんどないこと。4つ目は、財政事情が厳しいことから、学校によってはタブレット端末の導入に伴ってコンピュータ教室を廃止する予定であること。5つ目は、唯一iPadに対応しているmicro:bitについてもBluetoothによる無線接続のみが可能であり、多数の端末を利用する教室内ではBluetoothの接続が難しいこと等の課題がある。

本研究では、以上5点を踏まえ、iPad内蔵のセンサを活用し単独での「計測・制御のプログラミング」と「双方向コンテンツのプログラミング」に対応した教材化、及び学習指導案を考案し、「計測・制御のプログラミング」についてのみ試行授業によってその有効性を検証した。

2. Pyonkeeについて

Pyonkee¹²⁾とはScratch1.4¹³⁾をベースにしたiOSのみで動くビジュアルプログラミングのアプリである。合同会社ソフトウメヤが、MITメディアラボのScratchソースコードライセンスに従って開発したアプリである。現在までに、AirDrop¹⁴⁾でプロジェクトの共有や様々な言語への対応、iPadの各種センサを用いたプログラム作成、Mesh機能¹⁵⁾の実装(Wi-Fi接続時)、iCloudへの対応、MP3ファイルの読み込み、BBC micro:bitとの接続などを可能にしている。

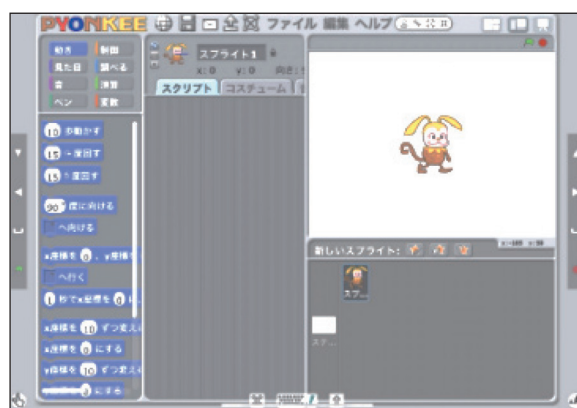


図1 Pyonkee 操作画面

プロジェクトの作成において使用できるセンサの種類は、加速度(XYZ軸)、ジャイロ(XYZ軸)、ヨー(Z軸)、ピッチ(Y軸)、ロール(X軸)、北の方角、明るさ、スライダー、明るさ、音、抵抗(ABCD)、傾き、距離などがある。

Scratch1.4をベースにしているため、プログラミングそのものについてはさほど違いはない。大きな違いはiPadに内蔵されているセンサを用いたプロジェクトを作成できることである。上記に述べたセンサの中で「加速度」、「ジャイロ」、「ヨー、ピッチ、ロール」、「北の方角」、「明るさ」については、Scratchでは利用することができない。しかし、Pyonkeeの場合はこれらのセンサをプログラムで利用できる。例えば、iPadを傾けると画面の中のキャラクターが動くようなプログラムを作成可能である。

3. 考案した教材と学習指導案

本研究では、第3学年で中学校技術・家庭科(技術分野)の内容「D 情報の技術」の授業を行うことを想定とした。配時は、「計測・制御のプログラミング」を「プログラミング学習Ⅰ」とし8時間、「双方向コンテンツのプログラミング」を「プログラミング学習Ⅱ」として10時間とした。また、プログラミング学習Ⅰで用いるPyonkeeはビジュアルプログラミングであることから、プログラミング教育の導入として適していると考え、この順序で授業を行うこととした。

以下に、プログラミング学習Ⅰ及びⅡについて、開発した教材と指導案について述べる。なお、試行時間の関係上、試行授業については、プログラミング教育Ⅰの一部のみ実践している。

3. 1 プログラミング学習Ⅰ

以下の表2に配時、小単元、学習内容を示す。

表2 プログラミング学習Ⅰの学習内容

配時	小単元	学習内容
1	身の回りの計測・制御を知ろう。	・計測・制御システム構成する各部分（センサ、インタフェース、コンピュータ、アクチュエータ等）について調べる。
3	Pyonkee を使って計測・制御のプログラムを作成しよう。	・iPad に内蔵されているセンサ（光、ジャイロ、加速度等）について調べる。 ・順次、反復、分岐を理解させるために、iPad に内蔵されているセンサを取り入れた迷路ゲームの作成を行う。
3	Pyonkee を用いて自分の生活に役立つプログラムを構想しよう。	・自分の生活における問題を見つけ、課題を設定する。 ・設定した課題を解決するためのプログラムを構想する。 ・構想したプログラムの動画を作成する。
1	作成したプログラムを発表しよう。	・作成したプログラムを班内で発表、評価する。

1時間目は、「身の回りの計測・制御を知ろう。」という小単元とし、iPad を用いてセンサやアクチュエータ等の計測・制御の構成要素について調べる学習を行う。続いて、「Pyonkee を使って計測・制御のプログラムを作成しよう。」という3時間の小単元とした。ここでは、iPad に内蔵されているセンサについて調べるとともに AirDrop を用いて Pyonkee による簡単な迷路ゲームを各自の iPad に配信して実践させ、プログラムの具体的なイメージを持たせることと順次、反復、分岐について気づかせ、アクティビティ図について学習する。最後に迷路ゲームを作成する活動を行う。これについては、試行授業で実践しているため、その学習指導案を表3に示す。学習指導案の学習活動の1については、図2に示す各コースを配信して、これを走破するプログラムをアクティビティ図でワークシートに記載させる。

図3から8は、コース毎のアクティビティ図と Pyonkee のプログラムを示す。続いて学習活動の3では、分岐のアクティビティ図を参考にして、お掃除ロボットの処理の流れを構想する。図9は、お掃除ロボットの動きを示す動画を示したものであり、壁を感知して方向転換を行う。

学習活動の6では、iPad 内蔵のジャイロセンサを用いた迷路（図11）を走破するゲーム¹⁶⁾を構想する。図12は、そのプログラムを示す。iPad を前後左右に傾けながら、スタート位置から黒点のゴールまでピョンキーを移動させるゲー

表3 試行授業の学習指導案

教材準備：①iPad②Pyonkee③ワークシート④授業用スライド					
	学習活動・学習内容	教材	留意点/教授活動	形態	分
指導 課 程	1.Pyonkee で順次・反復・条件分岐を使い迷路コースに挑み、ゴールを目指す。 ・順次、反復、条件分岐	①②	○コース1(順次)、2(反復)、3(条件分岐)の順にコースを配付する。	一斉	15
	2.1 で作ったプログラムをアクティビティ図でワークシートに書く。 ・アクティビティ図	③	○スライドにアクティビティ図の記号とその意味などを示す。	個人	5
	3.お掃除ロボットの処理流れを考える。 ・ゴミがあつたら掃除する。 ・壁にぶつかったら後退し、方向を変える。	③	○ワークシートにお掃除ロボットの処理を書かせる。	個人	3
	4.3 で考えた処理の流れを Pyonkee で実践する。	①②	○コースを配付し、プログラムの作成に取り組ませる。	個人	7
	5.iPad センサについての説明を聴く。 ・加速度、ジャイロ、明るさ	①③	○Pyonkee で使えるセンサ（加速度、ジャイロ、明るさ）について触れる。	一斉	5
	6.iPad のセンサを用いて Pyonkee でプログラムを構想する。	①②	○ワークシートにアクティビティ図等を用いてプログラムを構想させる。	一斉	10
	7.本時の授業内容を振り返る。 ・順次、反復、条件分岐 ・アクティビティ図 ・センサ			一斉	5

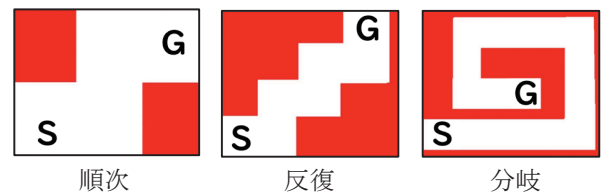


図2 迷路コース

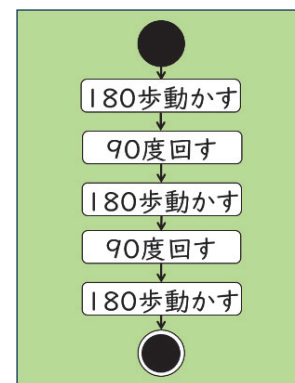


図3 順次のアクティビティ図



図4 順次のプログラム

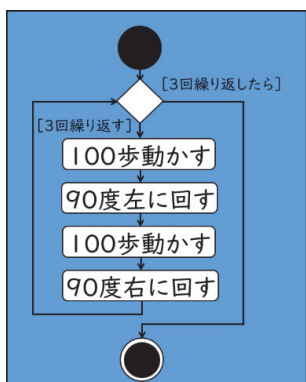


図5 反復のアクティビティ図



図6 反復のプログラム

ムである。なお、迷路から逸脱した場合（白に接触した）は、スタート位置に戻るという設定にしている。

動画とゲームという中学生にとっては、興味・関心を持つと考えられる機能を用い、お掃除ロボットの制御という題材で計測・制御のプログラムを具体的なイメージを持たせながら、学習を進める。

次の小单元「Pyonkee を用いて自分の生活に役立つプログラムを構想しよう。」としてこれまで学んだ知識を用いて自分の生活における問題を見つけ、課題を設定する。続いて、設定した課題を解決するためのプログラムを構想する。構想したプログラムの動画（可能であれば Pyonkee でシミュレーション）を作成する。最後に班活動で構想したプログラムを発表して相互評価を実施する。

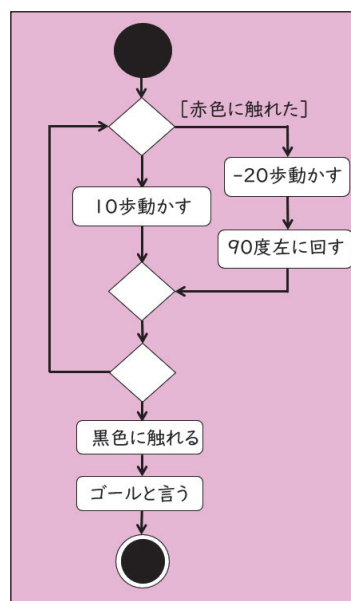


図7 分岐のアクティビティ図

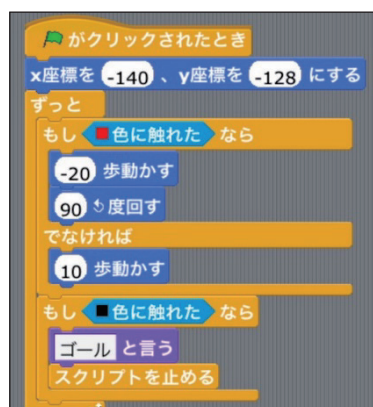


図8 分岐のプログラム



図9 お掃除ロボットの動作



図10 お掃除ロボットのプログラム



図 11 構想する迷路

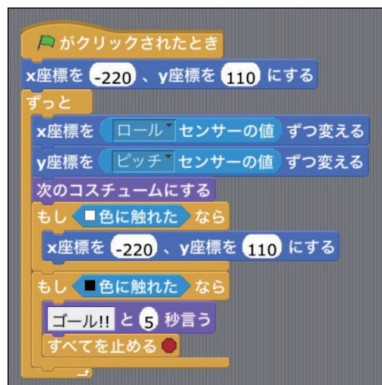


図 12 迷路ゲームのプログラム

3. 2 プログラミング学習 II

本学習活動は、水門ら¹⁷⁾の学校ホームページの QA クイズを題材にしたものをベースにしている。JSAnywhere¹⁸⁾を用いて iPad 単独での学習活動を可能にした。JSAnywhere は、iOS 用のアプリであり、HTML と JavaScript 及び CSS を編集することができ、iPad 自身に独自のサーバ機能を持たせることができる。表 4 は、この単元の学習内容を示したものである。まず、小単元「Web ページの仕組みを知ろう。」を行って、ネットワークや Web の仕組みについて班別で調べ学習を行い、Web ページがブラウザで表示されるまでの流れを班でまとめる。続いて、Web ページを構成する HTML のタグについて学習する。その際、学校のホームページのソースコードを見て、そこに記載しているタグの名称や役割について学習する。続く小単元「学校紹介の Web ページを作ろう。」では、空欄を設けた HTML ファイルを用いて穴埋めを行い完成させる。その際、iPad で撮影した学校の写真をアップロードする。写真を撮影してアップロードする場合は肖像権や著作権等についても触れておく必要がある。

次の小単元「クイズのプログラムを作ろう。」

表 4 プログラミング学習 II の学習内容

配時	小単元	学習内容
2	Web ページの仕組みを知ろう。	<ul style="list-style-type: none"> Web ページに関するキーワード (IP アドレス、ドメイン、Web ブラウザ、Web サーバ、DNS 等) について班別で調べる。 Web ページがブラウザで表示されるまでの流れを班でまとめる。
1	タグの説明をできるようにしよう。	<ul style="list-style-type: none"> 自分の学校のホームページのソースコードを見る。 タグの名称や役割を知る。
2	学校紹介の Web ページを作ろう。	<ul style="list-style-type: none"> 穴埋め問題を見ながら学校紹介のサンプルプログラムを作成、保存、実行する。 画像をアップロードする。
2	クイズのプログラムを作ろう。	<ul style="list-style-type: none"> 穴埋め問題を見ながらクイズのサンプルプログラムを作成、保存、実行する。
2	学校紹介の Web ページにクイズのプログラムを組み込ませよう。	<ul style="list-style-type: none"> 対象を決めて学校紹介のクイズに掲載する課題を見出し、班別に検討する。 班で検討した後に、各自で新たに課題を設定し解決策を模索する。
1	サーバ機能を用いてみんなが作成した Web ページを訪問しよう。	<ul style="list-style-type: none"> 各自で作成した Web ページを、サーバ機能を用いて閲覧し、評価する。

表 5 プログラミング学習 II の学習指導案 (一部)

主眼		三択クイズのプログラムを作成することができる。			
教材準備：①iPad②スライド③JSAnywhere					
本 時 の 展 開					
	学習活動・学習内容	教材	留意点／教授活動	形態	分
指導課程	1. 前時の復習をする。 ・三択クイズ ・順次、反復、分岐 ・アクティビティ図 ・問題文、選択肢、解答	①②	○前時の内容を思い出させるために、復習させる。	個人 ↓ 班	8
	2. 本時の学習目標を確認する。 <div>三択クイズを作成しよう！</div>	①② ③		一斉	2
	3. 三択クイズを3～5問作成する。 ・肖像権、著作権 ・デバッグ等	①② ③	○出題する問題文や画像の中、答えの表現において肖像権や著作権などがあることを意識させるために、説明をする。	個人 ↓ ペア	20
	4. 作成したプログラムが実装されているか確かめる。 ・プレビューの表示	①② ③	○作成したプログラムが実装されているか確かめるために、プレビューを逐一表示させる。	個人	15
	5. 本時の学習内容を振り返る。 ・肖像権、著作権 ・デバッグ等 ・プレビューの表示	①		一斉	5

では、クイズプログラムを作成する。表 5 は、本単元の 2 時間目の学習指導案である。図 13 は、JSAnywhere で表示されたサンプルプログラムであり、図 14 は、それによって表示された Web ページとクイズの実行結果を示している。クイズは 3 択形式としており、jQuery 言語を用いて作成している。



図 13 3 択クイズのサンプルプログラム

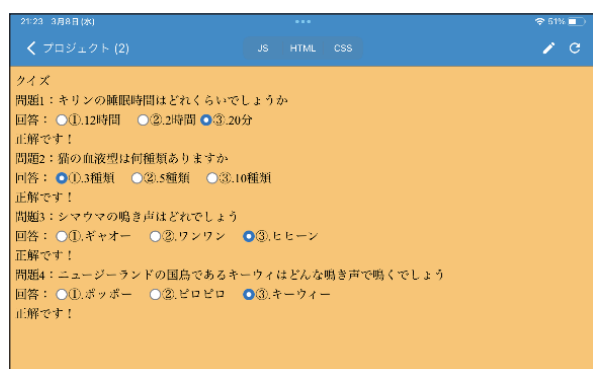


図 14 実行結果

小単元「学校紹介の Web ページにクイズのプログラムを組み込ませよう。」では、前時のサンプルプログラムを参考にしながらクイズする対象を決めて学校紹介のクイズに掲載する課題を見出し、班別に検討する。検討した後に、各自で新たに課題を設定し解決策を模索する学習活動を行う。最後の小単元「サーバ機能を用いてみんなが作成した Web ページを訪問しよう。」では、各自で作成した Web ページを、サーバ機能を用いて各々閲覧し、相互評価する。

表 6 試行授業の概要

項 目	内 容
実 施 日 時	2021 年 11 月 14 日 12 時 45 分
実 施 場 所	ものづくり創造教育センター A 棟 共有スペース A
実 施 時 間	75 分
調 査 協 力 者	本学学生 12 名
準 備 物	iPad Air2 (12 台), iPad Air (授業者用 1 台), ワークシート 1 枚, 事前アンケート 1 枚, 事後アンケート 1 枚, 授業用スライド, 電子黒板 2 台, AppleTV1 台

表 7 試行授業の進行

時 間	内 容
5 分	調査内容の概要を説明
10 分	事前アンケート
50 分	試行授業 (表 3)
10 分	事後アンケート
75 分	合計



図 15 試行授業

4. 試行授業

今回の試行授業では、iPad の活用が計測・制御のプログラミング教育の教材として適しているのか、あるいは Pyonkee が iPad の各種センサを利用した教材として適しているのか等について検証することを目的としている。

試行授業の進行を表 7 に、学習指導案を表 3 に示す。試行授業は、表 2 に示した小単元「Pyonkee を使って計測・制御のプログラムを作成しよう。」の 2 時間目を実施した。前時では iPad に内蔵されているセンサについて調べているので、Pyonkee のプログラムの基礎として「順次」、「反復」、「分岐」を実習した後、図 2 に示すコースを走行するプログラムを課題として設定している。最終的に図 11 に示すように iPad のジャイロセンサを用いた迷路ゲームを走破するプログラムを完成させる。

試行授業の事前・事後でアンケート調査を実施している。事前アンケートについては、「プログラミングに興味はありますか?」、「プログラミングの経験はありますか?」、「順次・反復・分岐に

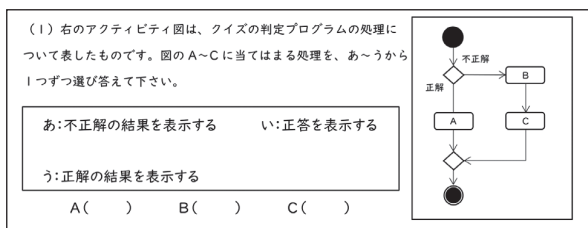


図 16 アクティビティ図 (1)

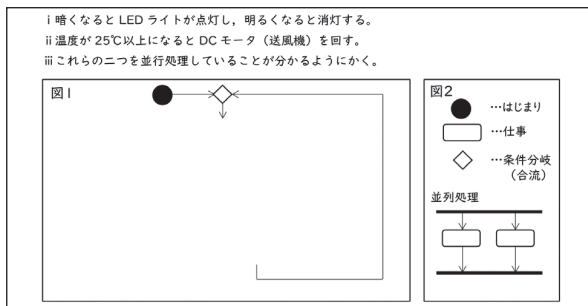


図 17 アクティビティ図 (2)

ついて説明してください」, 「センサについて説明してください」, 下記のような「アクティビティ図に関する問題 (1), (2)」を回答させた。なお, 「アクティビティ図に関する問題 (1), (2)」は, 以下, 「アクティビティ図 (1), (2)」と略す。

また, 事後アンケートでは, 「iPad を用いた計測・制御の授業はどうだったか?」, 「今回取り組んだプログラムは自分なりにできたと思いますか?」, 「また, プログラミングをしたいと思いますか?」, 「順次・反復・分岐について説明してください」, 「アクティビティ図 (1), (2)」を回答させた。

5. 試行授業の結果と考察

事前・事後アンケートの結果を以下の表 8, 9 に示す。まず, プログラミングに関する興味・関心について考察する。事前アンケートでプログラミングに興味があると回答した人は 7 名であり, 事後アンケートで, またプログラミングをしたいと回答した人が 10 名であった。このことから, 試行授業を通して, 興味・関心が高まったことが認められた。

続いて, プログラミングに関する知識・技能について考察する。「順次・反復・分岐について説明してください。」では, 順次の正答率は 75% から 91.7%, 分岐の正答率は 75% から 83.3% に向上した。このことから, 試行授業を通して順次と分岐については知識・理解が向上していることが分かる。一方, 反復については事前・事後ともに 91.7% と変化がなかった。

表 8 事前アンケート結果

項 目	回答項目	結果
①プログラミングに興味はありますか?	あ い う な どちらでもない	7 名 1 名 4 名
②プログラミングの経験はありますか?	あ い な どちらでもない	10 名 2 名
③順次の説明	正 不正 解	9 名 3 名
③反復の説明	正 不正 解	11 名 1 名
③分岐の説明	正 不正 解	9 名 3 名
④センサの説明	正 不正 解	5 名 7 名
⑤アクティビティ図 (1)	正 不正 解	9 名 3 名
⑤アクティビティ図 (2)	正 不正 解	0 名 12 名

表 9 事後アンケート結果

項 目	回答項目	結果
① iPad を用いた計測・制御の授業はどうだったか?	大 良 かった 良 か った	9 名 3 名
②今回取り組んだプログラムは自分なりにできたと思いますか?	か な り 思 う 思 っ た 思 う ど ち ら も ない	1 名 8 名 3 名
③また, プログラミングをしたいと思いますか?	か な り 思 う 思 っ た 思 う ど ち ら も ない	4 名 6 名 2 名
④順次の説明	正 不正 解	11 名 1 名
④反復の説明	正 不正 解	11 名 1 名
④分岐の説明	正 不正 解	10 名 2 名
⑤アクティビティ図 (1)	正 不正 解	10 名 2 名
⑤アクティビティ図 (2)	正 不正 解	4 名 8 名

また, 「アクティビティ図 (1)」の正答率は 75% から 83.3%, 「アクティビティ図 (2)」の正答率は 0% から 33.3% に向上した。このことから, アクティビティ図に関する知識が深まったことが認められた。

さらに, 事前アンケートの「センサについて説明してください」では, 正答率は 41.7% であった。ここで, センサの知識を問う問題で不正解だった調査協力者に注目すると, 事後アンケートの「アクティビティ図 (2)」で正解だったのは 3 名であった。このことから, 試行授業を通して, センサについての役割を理解し, 処理の流れをアクティビティ図で表すことができるといった知識習得にも効果があることが認められた。事前・事後の同じ設問について t 検定を行ったところ, アクティビティ図 (2) では, 5% の棄却率で有意差が認められた。

6. 結言

本研究では、iPad 単独での実習環境を想定した技術分野の2つのプログラミング学習の教材と学習指導案を考案し、試行授業を通して、その学習効果について検証した。今回は、「計測・制御のプログラミング」の試行授業のみを実施した。試行授業では、Pyonkee を教材として、順次・反復・分岐の処理がどのように行われていくのかをアクティビティ図とともに考えながらプログラムの作成を行った。また、iPad に内蔵されているセンサ（ジャイロ、加速度、明るさ等）を用いてプログラミングに取り組んだ。その結果、調査協力者のプログラミングに対する興味・関心が向上したこと、プログラミングやアクティビティ図に関する知識・技能が向上したことが認められた。また、迷路ゲームを教材として採用することでより楽しく、前向きに取り組むことができ、理解が深まったこと等がアンケートの結果から判明した。以上のことから、「計測・制御のプログラミング」において、iPad と Pyonkee を用いた本学習指導は有効であったと言えるだろう。

今後の課題としては、まず、中学校での実際の授業実践を行うことが挙げられる。中学生を対象にした検証が必要であろう。続いて、「双方向コンテンツのプログラミング」の試行授業も実践する必要がある。最後に、ビジュアルプログラミングである Pyonkee とアクティビティ図との結びつきが乏しいところが伺えたため、Pyonkee で作成したプログラムをアクティビティ図で表すことができるような教材や手立てを工夫する必要がある。以上のことを踏まえて、さらに本指導法を深化させていく必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領 - 平成 29 年 3 月，東洋館出版社，(2018)
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領 - 平成 29 年 3 月，東山書房，(2018)
- 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
- 4) 文部科学省：端末の利活用状況等の実態調査，https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_jogai01-000009827_10.pdf
- 5) 永野玖実，道法浩孝：コンピュータとインタフェースについての指導に配慮した多様なシステムを構成可能な計測・制御教材の開発，日本産業技術教育学会誌，第 63 巻，第 2 号，pp.197-206 (2021)
- 6) 室伏春樹，高木薫：タブレット端末を利用したプログラムによる計測・制御教材の開発，日本産業技術教育学会誌，第 57 巻，第 3 号，pp.179-186 (2015)
- 7) 川田浩誉・伊藤陽介：中学校における二足歩行を題材としたロボット制御学習の構築と評価，日本産業技術教育学会誌，第 54 巻，第 2 号，pp.69-77 (2012)
- 8) 門田和雄・猪股晃洋・長嶋春樹：中学校技術科における教育用小型マイコンボードを活用したラジコンカーの開発，日本産業技術教育学会誌，第 61 巻，第 4 号，pp.297-304 (2019)
- 9) 西山由紀子，角和博，菊地章，伊藤陽介：問題発見のための構想・設計を重視した計測・制御プログラミング学習授業実践，日本産業技術教育学会誌，第 63 巻，第 1 号，pp.41-53 (2021)
- 10) 門田和雄，鈴木真生：統合的な問題解決型プラットフォームとしての全方位移動 RC カーの開発，日本産業技術教育学会誌，第 63 巻，第 4 号，pp.389-397 (2021)
- 11) 田近一郎，本田一彦，杉江晶子，森博：タブレット端末を活用したプログラミング教育 (3) - プログラミング・オン・モバイル -，<https://www.nagoya-bunri.ac.jp/information/memoir/files/kiyo15-17-27.pdf>
- 12) Pyonkee-iPad でビジュアルプログラミング -，<https://www.softumeya.com/Pyonkee/ja/>
- 13) Scratch Foundation：Scratch - Scratch1.4，https://scratch.mit.edu/scratch_1.4
- 14) Apple：iPhone や iPad で AirDrop を使う方法，<https://support.apple.com/ja-jp/HT204144>
- 15) Scratch Foundation：Mesh Scratch Wiki，<https://en.scratch-wiki.info/wiki/Mesh>
- 16) 科学のネタ帳：プログラミング教育，<https://phys-edu.net/wp/?p=30933>
- 17) 水門博一，石橋直，白石正人：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教材の研究，日本産業技術教育学会九州支部論文集，第 26 巻，pp.21-27，(2018)
- 18) tnanoka：初めてリリースした iOS アプリ「JSAnywhere」が 10 周年を迎えました，<https://note.com/tnanoka/n/n2fbeba9efc26>