

自律型ロボット教材を用いた プログラムによる計測・制御学習プログラムの開発[†]

飯塚 真弘*・山菅 和良**・針谷 安男*
宇都宮大学教育学部*
鹿沼市立粟野中学校**

現代は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増やす社会、すなわち「知識基盤社会」となっている。私たちの生活に、技術は欠かせないものであり、特に電化製品の発展は著しく、その中に住む現代の生徒は、この技術を知り、有効的に活用していく能力を育成していかなければならない。

本研究では、新学習指導要領技術分野の「D 情報に関する技術」“プログラムによる計測・制御”の内容に適した学習プログラムの開発を目指し、それに適した自律型ロボット教材の選定と学習内容の検討を行った。また、学習内容を基に授業実践を実施し、それらの教材や学習内容の検証を行った。その結果、新学習指導要領が求める、基礎・基本的な知識、技術の育成、技術の社会や環境との関わりや評価・活用する能力の育成に効果があることが明らかとなった。

キーワード：自律型ロボット教材，プログラムによる計測・制御，学習内容，授業実践

1. はじめに

私たちの生活は、いろいろな技術によって支えられてきている。電化製品はもちろんのこと、医療機器や福祉関係の補助的な役割をするものまで、どれをみても技術の発展により、生活にとっても便利なものへと変わってきている。特に今日では、技術の発展が著しく、機能の重視された電化製品や産業用ロボット、人型ロボットなど多種多様なものが開発されてきている。これらの多くが生活の一部で利用されてきている中、この現代を生きる人々は、機器を利用することは難なく出来るが、その機器の動きなどの仕組みや特徴を知る機会が少ない。そのため、機器の発展だけが先へ先へと進みがちで、その流れに、人間の知識が追いつかない現状にある。

また、生活が便利になりすぎてしまい、必要なものはすぐ簡単に手に入れることが可能な時代になっている。ものを壊したり紛失したりした場合、また新しいものを買えばよいという考えの人々が多くな

っている。このことから、人々のものを大切にすることが大切になる。気持ちや愛着が薄れてきていることがわかる。

これらの影響を一番受けている者は、現代の小・中学生に多く感じられる。子供たちの中にゲームやインターネット、携帯電話などが普及しており、子供が生活の中で機器を利用する頻度が高くなっている。持っていることが普通になり、動いて当たり前、動かなければ処分というような考えを持つ人も中にはいる。ものの価値に対する認識の違いが大きな課題となっている。

こういった機器の発展と共に、人々の機器の扱い方・考え方が変わってきている現代、改めて機器の仕組み・特徴等を知り、その知識を生活の一部として利用していくことで、ものへの関心、しっかりとした価値観を身に付けていくことが大切であると考える。

一方、技術教育に関する教育現場では、2001年に告示された学習指導要領中学校技術・家庭科の技術分野^①の構成、「A 技術とものづくり」、「B 情報とコンピュータ」の内容が指導されている。しかし、技術的・社会科学の進歩に合わせ、2008年3月に新学習指導要領^②が告示され、「A 材料と加工に関する技術」、「B エネルギー変換に関する技術」、

[†] Masahiro IIZUKA*, Kazuyoshi YAMASUGA** and Yasuo HARIGAYA* : Development of Learning Program of “Measurement and Control Study by Program” using Autonomous Robot Teaching Materials.

* Faculty of Education, Utsunomiya University

** Awano Junior High School, Kanuma City

「C 生物育成に関する技術」, 「D 情報に関する技術」となり, すべての内容を共通に履修させることとなった。

そこで本研究では, 技術教育の観点から考え, 新学習指導要領技術分野の「情報に関する技術」“プログラムによる計測・制御”の内容に適する学習プログラムの開発を目指し, それに適した自律型ロボット教材と学習内容の検討を行う。また, その学習内容を基に授業実践を行い, それらの教材や学習内容を検証することを目的とする。

2. プログラムによる計測・制御の学習と教材

2.1 学習内容

プログラムによる計測・制御では, コンピュータを働かせるプログラムの必要性と機能を理解させ, 簡単なプログラムを作成する能力を養成し, 身近な生活の中にコンピュータを用いた計測・制御が利用されていることを理解させることが必要である⁽³⁾。このような計測・制御の学習では, プログラムや計測・制御, アルゴリズムなど基礎から発展・応用まで様々な面で学習をすることができる, 自律型ロボット教材を用いることが適していると考ええる。

2.2 自律型ロボット教材の比較・検討

自律型ロボット教材の選定にあたり, GUI 型 (Graphical User Interface) でプログラミングを行うこと, センサを利用した計測・制御を行うことができる教材とした。今回は「LEGO MINDSTORMS⁽⁴⁾」(以下 LEGO)と「Top Junior3⁽⁵⁾」(以下 TJ3)の2つに着目した。

宇都宮大学技術科1年生(計7名)を対象に授業実践を行い, 自律型ロボット教材について比較検討を行った。この授業実践では, プログラミングソフトの使いやすさ, 計測・制御の学習への有効性など, 学生の反応やアンケート調査を実施した。LEGO のプログラミングソフト ROBOLAB と TJ3 のプログラミングソフト C-style のプログラム画面を図1, 図2に示す。これらは, アイコンを繋げてプログラムを作成する。

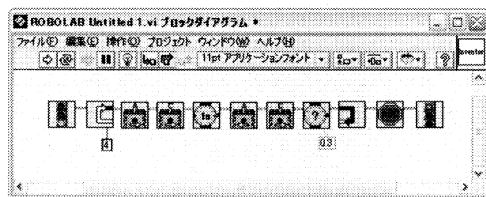


図1 ROBOLAB プログラミング画面

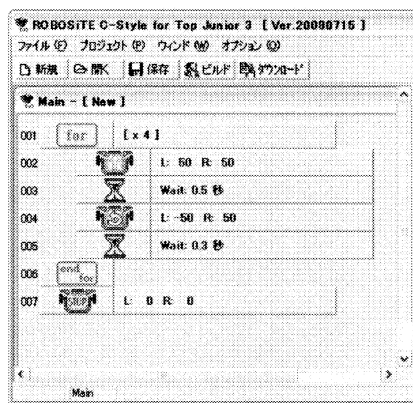


図2 C-style プログラミング画面

アンケートの結果から, TJ3 の「C-style」の方がわかりやすいという回答が約8割であった。図2のようにアイコンをつなげる操作が, ROBOLAB より簡単であり, アイコン接続時のミスが少ないことがあげられる。

このことから, TJ3 はわかりやすく, 中学校で活用する際に「プログラムによる計測・制御」の学習内容に有効的であると考えられる。

3. プログラムによる計測・制御の授業計画

「プログラムによる計測・制御」の学習では, プログラムによって制御される機器や計測・制御の仕組みを知り, そこから身の回りの機器に関連させることで, 技術の仕組みや特徴に興味・関心を持たせることを目標とした。また, ロボット競技会を行うことで, 問題解決能力を身につけさせる。この学習は, すべての生徒に履修させなければならないため, これらに興味のある生徒, 興味のない生徒, 苦手な生徒, といる中で指導していかななくてはならなくなる。そこで, 導入や基礎・基本的な学習を十分に行うことで, プログラミングに対する知識を定着させる指導が必要になってくる。

以上のことから立案する学習内容は, 基礎・基本

を定着させるために、フローチャートを多く学習させ、構造化プログラムを学ぶことを重視した。さらに、プログラミングを行うにあたり、中学校学習指導要領解説・技術・家庭編²⁾より“プログラムの命令語の意味を覚えさせるよりも、課題の解決のために処理の手順を考えさせることに重点を置く”と示されていることから、GUI型でのプログラム学習に重点を置き、プログラムによる計測・制御の基礎・基本を学習させることにする。また、センサ等を利用した計測・制御を行うことで、センサの特徴を知り、身の周りの機器との関連性を学習させる。これにより、知識を応用的に考える能力や技術に関する興味・関心を身に付けさせることを考えている。

以上のことを考慮し、作成した「プログラムによる計測・制御」に関する授業計画を表1に示す。

表1 計測・制御の授業計画

時数	学習内容
1	生活をプログラムに例えてみよう
2	プログラムについて考えよう・VBIV・
3,4	フローチャートに慣れよう・VBIV・
5	プログラミング課題（順次型）
6	プログラミング課題（反復型）
7	プログラミング課題（分岐型）
8	プログラミング課題（応用・ロボット競技会）
9	CUI型プログラミングをしてみよう
10	身のまわりにある機器の制御を考えよう

4. 授業実践

4.1 実践概要

平成20年9月から平成21年1月にかけて、宇都宮市立古里中学校第3学年を対象として必修授業時間内に、作成した授業計画の効果を立証するために授業実践を行った。この実践で、興味・関心の低い生徒に対しても効果的な学習内容か、また学習した内容を生活の中で生かすことができるようになるか等の情報収集を目的とした。

本授業実践は対象を第3学年4クラス（各クラス約28名、計115名）とし、週に1回、50分授業を計10時間実施する。今回活用する自律型ロボット教材は、2.2で比較検討を行った結果からTJ3を用い、生徒2人1台で配付することとする。TJ3の外観を図3に示す。

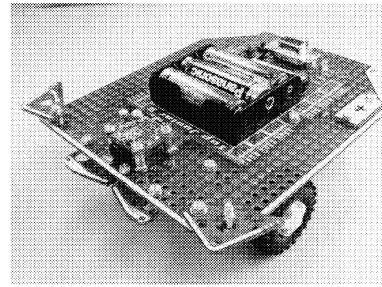


図3 TJ3の外観

4.2 生徒の実態

本授業実践を行うにあたり、生徒の実態を知るために事前アンケートを授業実践第1週目を実施した。事前アンケートの質問項目と結果を表2、図4に示す。回答は1～5の数値で示し、数値が大きいほど肯定的意見を示すように設定した。質問項目は、問1, 2がロボット学習に関する関心・意欲・態度、問3, 4, 5がプログラムによる制御に関する知識・理解、問6, 7, 8がプログラム学習に関する関心・意欲・態度、問9が授業実践に関する関心・意欲の観点で設定した。

表2 事前アンケート（質問項目と結果）

質問項目	平均値
1. ロボットに対して興味がある	2.93
2. ロボットについていろいろなことを知りたい	2.89
3. 制御がどのようなものか理解している	2
4. 身のまわりの機器がどのように制御されているのか理解している	2.1
5. プログラムがどのようなものか知っている	2.16
6. プログラムを作成してみたい	3.04
7. プログラムに対していろいろなことを知りたい	3.12
8. 自分の力でプログラムが考えられるようになりたい	3.13
9. これから行う授業が楽しみだ	3.64

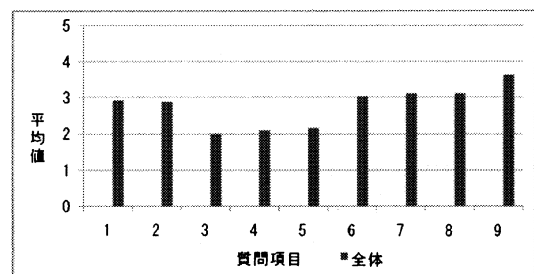


図4 事前アンケート結果

今回の授業は必修授業時間内で行うため、興味・関心の低い生徒がいることは予想される。その結果として問 1, 2 の平均値が 3 を下回った。そのため、全体でみるとロボットに対する興味・関心が低い生徒の割合が多いことがわかる。また問 3, 4, 5 では、まだ学習していない内容のため平均値が低い値を示している。一方、プログラム学習に関する質問の問 6, 7, 8 では、ロボットに対する興味が低いもののプログラムに対する興味はあることがわかった。このことから、生徒の中にはロボットがプログラムで制御されていることを知識として持っていない可能性が高いと考えられる。問 9 の意欲では、初めての授業であることから数値が高いと考えられる。

4.3 実践展開

10 時間の授業計画で授業実践を行う予定であったが、時間の都合上 9 時間で実践した。そのため、発展で行う予定であった 9 時間目「CUI 型プログラミングをしてみよう」を削減し、最低限学習する内容に影響が出ないように考慮した。以下に実践の展開と結果を示す。

(1) 生活をプログラムに例えてみよう (1 時間目)

本時では、生活の流れをフローチャートに例えて学習を行った。フローチャートの説明や名称、記号などはワークシートを用いて進行した。また、視覚資料を組み込みながらフローチャートの説明を行った。ワークシートには、点線でできたフローチャートをなぞり、記号を覚えさせ、順次型・反復型・分岐型の構造化プログラムを例題として載せた。ワークシートの一部を図 5 に示す。

授業は生徒からの反響もよく、積極的にワークシートに取り組んでいた。しかし、予定していた時間内に問題が終わらない生徒が多くいた。これは、フローチャートを記述する課題が多かったため、1 つの課題に費やす時間が多くなったことが原因であると思われる。また感想でも、理解している生徒は多いが、「難しい」「わからない」といった生徒が一部いたため、2 校時で補う必要があった。

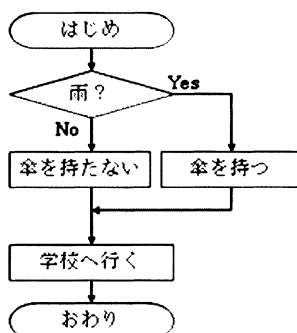


図 5 分岐型のフローチャート

(2) プログラムについて考えよう-VBIV-(2 時間目)

ここでは、フローチャートの基礎・基本の学習とプログラム学習が共に可能な VBIV[®](バーチャルパトルIV)を利用して授業を行った。VBIVのプログラム画面と実行画面を図 6、図 7 に示す。生徒には、操作の仕方などの説明と一緒に参考資料を活用させた。VBIVは、まずパソコン上で自分のロボットを作成しなくてはならない。そこで生徒各自で、ロボットの名前や外観を変更させ、自分だけのロボットを作成させた。その後、教師側の説明と資料をもとにプログラミングを行った。ロボットの名前を生徒自身に考えさせることで、自分のロボットに対する愛着を持たせ、意欲へとつなげていこうと考えた。しかし、名前を考えさせたことで、名前が決まらない生徒が多くいたため予想以上に時間を要した。そのため授業の進行がとても遅れ、予定していた内容までは達成させることが出来なかった。改善策として、名前は出席番号などにし、操作に慣れるまでは全員が同じ進行で行っていくことが必要である。

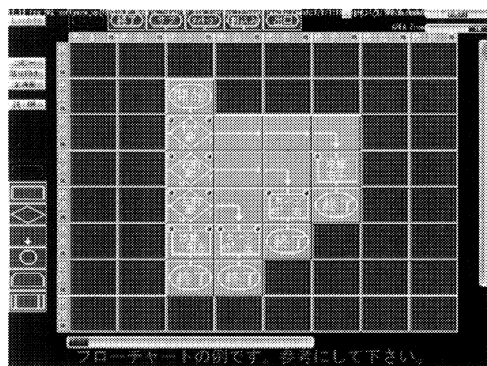


図 6 VBIVプログラム画面



図7 VBIV実行画面

(3) フローチャートに慣れよう・VBIV・(3, 4 時間目)

この2時間は、VBIVを利用した学習でフローチャートに慣れさせることを目標とし、生徒にはロボットのレベルを3まで達成するよう促した。VBIVは相手ロボットに勝ち続けることでレベルアップする。勝ち続けるには、フローチャートを改善させる必要があるため、生徒は意欲的に活動に取り組んでいた。参考資料の他に、生徒がつまずきやすい箇所をポイントとした補助プリントも活用させた。

その結果、目標であるレベル3に達成した生徒は9割であった。さらにレベルを上げるためのヒントを提示した。ここではヒントを提示する前から、自分でフローチャートの流れを理解して組み立てている生徒も見られた。生徒の感想などを見ると楽しかったという反応が多く、自宅でもっとやってみようという生徒もいた。VBIVを導入したことで、生徒の興味・関心・意欲の向上に有利に働いたといえる。しかし、VBIVでは誤った操作などによりエラーが起きることが多く、エラーに対する対策も必要であり、操作に関するマニュアルをきちんと用意する必要があった。

(4) プログラミング課題・順次型・(5 時間目)

本時では、TJ3を用いた学習を行った。プログラミングを行う前に、制御について学習させた。参考資料を用いて、用語やアニメーションによる制御の流れの説明を行った。また用語の確認のために穴埋め形式のワークシートを用いた。

TJ3は2人1台のため、班の編成を行わなくてはならなかった。授業開始前に男女別の出席番号順で座らせ、男子と女子を別々の班にさせた。TJ3を班

に1台、自作の「C-style ガイドブック」を配り、教師と共にプログラミング(順序処理型)を組み、作成したプログラムの保存の仕方まで説明をした。実際にロボットを動かしてみると、生徒の反響が良く、特に女子からの評判が良かった。「動き方がかわいい」「自分でプログラミングして動かせることがすごい」という意見があった。

次にワークシートでモーターカーの動かし方や、TJ3のモータ待ち時間と進む距離との関係を求める課題とした。また、その時の授業風景を図8に示す。

この課題では、TJ3のプログラムと実際に制御されて動作した時の動きを測定し、待ち時間を変更した際に、実際に制御される動きを予想できるようにさせた。これを表にまとめグラフを描かせることで、計測・制御を体感させる。しかし、モータの正回転・逆回転などが理解できておらず、フローチャートの作成に苦戦していた。また、フローチャートからTJ3のプログラミングソフトC-styleでのプログラムに結び付けられない生徒が多かった。これは、プログラムの各アイコンの機能をよく理解できず、操作も不慣れであったことが原因と考えられる。アイコンや操作の説明をもっと詳しく行う必要があった。



図8 5時間目の授業風景

(5) プログラミング課題・反復型・(6 時間目)

参考資料をもとに反復型のプログラミングの説明を行って、資料中の課題をプログラミングさせた。課題は、無限に繰り返すプログラムであり、フローチャートを考えさせ、プログラミングを行わせた。

今回までの活動では、1つのパソコンで協力しながらプログラミングをし、TJ3の制御を行わせてきた。しかし、班の中には生徒同士の関係があまり良くないところもあり、活動を1人の生徒が常にやりもう1人は何もやらずに時間を過ごしてしまうとい

う状況になってしまった。グループ活動という形でやってきたが、改善策として生徒一人一人が活動できる授業を行わせる必要があった。

(6) プログラミング課題-分岐型- (7 時間目)

前半は、参考資料を用いてセンサの種類や特徴について説明を行った。アニメーションを取り入れながら、制御の流れと関連づけさせながら学習させた。また、用語等を理解できるようにワークシートを用いて問題を解かせた。TJ3 のプログラムでは、資料中の 2 つの課題を行わせた。この 2 つは、タッチセンサと光センサのプログラミング課題であり、TJ3 を制御させ動作を確認しつつセンサの特徴について理解できるようにさせる。しかし、光センサの課題まではたどり着くことができず次回へと持ち越しになってしまった。

なお、今回の授業は、前回までのグループ活動を取り止め、班はそのままの状態で各生徒一人一人が C-style でプログラミングを行い、班で TJ3 を交代で扱い動作を確認させていくこととした。この授業方法の結果、前回に比べ積極的に授業に取り組む生徒が多く見られた。また前回あまり活動に参加していなかった生徒も教師が支援することで積極性を増すことができた。図 9 に 7 時間目の授業風景を示す。

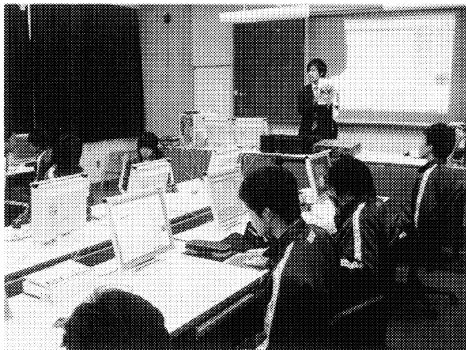


図 9 7 時間目の授業風景

(7) プログラミング課題 - 応用-ロボット競技会- (8 時間目)

TJ3 を用いたプログラミング学習の最終課題として、ロボット競技会と称して自作のミニコースを用いて課題を行わせた。4 つの課題をどれだけ達成できたかを競い合うものとした。課題の一つには、前回終わらせることが出来なかった課題のライトレースの課題を設けた。他には、ダーツのようなコー

スにスタート地点から TJ3 を走らせ、目的の位置で止めさせて高得点を狙うものである。タッチセンサを用いた課題及び、TJ3 によるボーリングの課題も用意した。8 時間目の授業風景を図 10、図 11 に示す。

その結果、生徒は課題に挑戦しては、その課題を達成するにはどのようにしたら良いかを考え、話し合っていた。この授業では、問題解決能力がコミュニケーションを活用することにより向上したと考えられる。

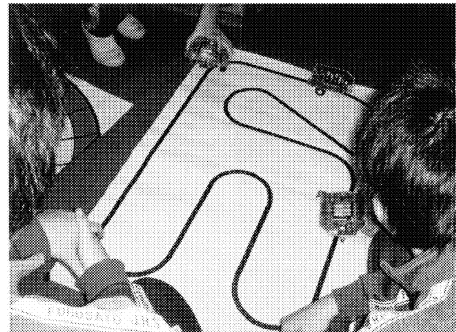


図 10 8 時間目の授業風景 (ライトレース)

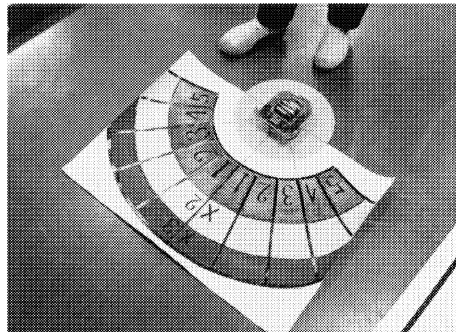


図 11 8 時間目の授業風景 (ダーツ)

(8) 身のまわりにある機器の制御を考えよう (9 時間目)

本時では、前半はロボット競技会の続きを行わせた。課題すべてを達成した班は少なかったが、7 割は課題を 3 つ達成させることができた。

この時間は今まで学習してきた計測・制御やプログラミングのことを振り返り、身のまわりの機器について考えさせた。身のまわりの機器の例として、エアコンを挙げた。エアコンの制御のフローチャートを考えさせ、ワークシートを行わせた。また、普段使っている機器にどのようなセンサが利用されているか考えさせた。この学習から、生活との関連づけをさせてプログラムによる計測・制御で学んだ知

識を活用することを目的とさせた。課題の一つに、計測・制御の発展から便利になった機器等を具体的に上げるものでは、IH クッキングヒータや吹きこぼれ防止のガスコンロ、自動水洗トイレなど、センサを用いた機器をあげ特徴をよく考えていた。このことから、今回学習した知識を生活に生かしていると考えられる。

4.4 考察

4.4.1 事前・事後アンケート

授業開始時、授業終了時にアンケートを行い、自律型ロボット教材を使用した授業実践及び生徒の意識の変化について調査を行った。回答は1~5の数値で示し、数値が大きいほど肯定的意見を示すように設定した。質問項目は事前の内容と同じものとした。なお、問9に限り授業実践の評価の観点で設定した。アンケートの質問項目ごとの平均値を図12に示す。また、t検定を行った結果を表3に示す。

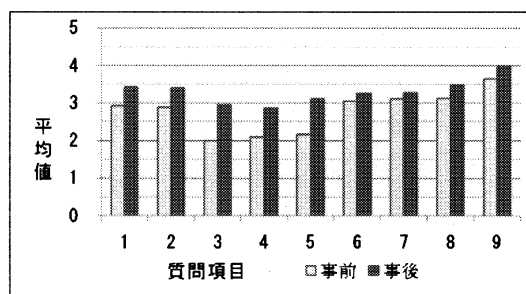


図12 事前・事後アンケート結果

表3 事前・事後アンケート (t検定) 危険度:5%

質問項目	t値	p値	効果
1.ロボットに対して興味がある	3.70	0.00	有
2.ロボットについていろいろなことを知りたい	3.93	0.00	有
3.制御がどのようなものか理解している	8.10	0.00	有
4.身のまわりの機器がどのように制御されているのか理解している	6.08	0.00	有
5.プログラムがどのようなものか知っている	7.96	0.00	有
6.プログラムを作成してみたい	1.38	0.17	無
7.プログラムに対していろいろなことを知りたい	1.09	0.28	無
8.自分の力でプログラムが考えられるようになりたい	2.27	0.02	有
9.これから行う授業が楽しみだ (事後:楽しかった)	2.62	0.01	有

図12から、すべての項目に関して事後における平均値が増加する結果となった。特に、問3, 4, 5におけるプログラムによる制御に関する知識・理解の項目に大きな上昇が見られた。授業実践を通して、フローチャートを多く学習することで仕事の手順を考えられるようになり、TJ3を用いることでプログラムによる制御の体験ができたことから、十分に理解することができたと考えられる。また、表3の結果から、7つの質問項目に対して有意な結果となった。問6, 問7については、プログラムの作成に関する点で有意差がみられなかった。しかし、図12の平均値で見ると、前後ともに値の大きな変化はみられないが、プログラミングに対する意欲は授業後も授業前に変わりなくあることがわかる。

今回提案した「プログラムによる計測・制御」に対応した授業計画を用いた授業実践を通して、生徒のロボット学習、プログラム学習に関する関心・意欲・態度、プログラムによる制御に関する知識・理解の項目において効果が得られると考えられる。

次に、事後アンケートの記述による感想の一部を示す。

- ・ロボットについての知識が身に付いた
- ・プログラミングが大変だが、ロボットが動くと嬉しい
- ・楽しく学べた
- ・技術の授業が初めて楽しいと思った
- ・将来の職業に役立つと思った
- ・難しかったが、身のまわりの機器がどう動いているかわかった
- ・プログラムが難しかった

以上のように、感想としては肯定的な意見がある中、興味の低い生徒からは難しかったという意見が多く挙げられた。これは、TJ3の操作をきちんと理解できていなかったことが原因の一つであると感じた。また、パソコン自体のファイルの保存や開き方を知らない生徒が多くいたため、そこに苦戦していた。このことから、一つ一つの操作についてきちんとした説明や補助が必要である。

4.4.2 記述式テスト

フローチャートやプログラム、計測・制御について基礎・基本の学習を行ってきたが、知識・理解が身に付いたかどうかを実践期間中に模擬テストを行

った。その結果を図 13、図 14 に示す。実施した模擬テストは、問 1、2、3、4、5 は知識・理解、問 6、7、8 は技能、問 9、10、11 は創意・工夫、問 3、11 に関しては関心・意欲を含めた観点とした。

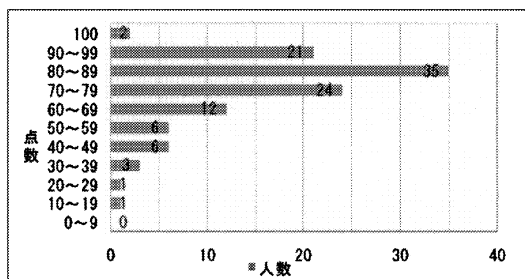


図 13 テスト全体の結果 (受験者 111 名)

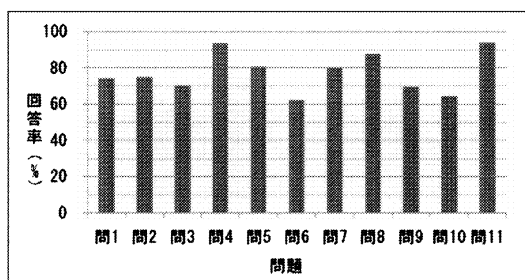


図 14 テスト各問の解答率

テストの実施結果から、80 点代の点数の生徒の割合が高いことがわかる。また平均点は、77.4 という結果になった。テストの解答率では、問 1、2、3、4、5 の知識・理解に関して全問 70%以上の解答率であることがわかる。問 6、9、10 は解答率が 60%代を示している。これらは、仕事の流れをフローチャートにかき表す問題で、フローチャートの穴埋めは解けるが、最初から作成することが困難であることがわかった。

今回中学校の必修授業時間内で授業実践を行った結果、「プログラムによる計測・制御」に対応した自律型ロボット教材を用いた授業計画で、学習効果を得ることができた。これにより、VBIV を導入として扱い、フローチャートを重点に学習させていくことで生徒の興味・関心を引き出し、意欲へとつなげていくことができた。このことから、提案した授業計画は効果的であるといえる。しかし、それぞれの教材の詳しい操作の仕方を説明していく必要がある。特にプログラミングソフトでは、フローチャートが

作成出来てもアイコンの機能を知らないことにはプログラミングが行えない。参考資料や授業の工夫が必要である。

5. まとめ

本研究では、新学習指導要領技術分野の「D 情報に関する技術」“プログラムによる計測・制御”の内容に適した学習プログラムの開発を目指し、それに適した自律型ロボット教材の選定と学習内容の検討を行った。また、学習内容を基に授業実践を行い、それらの教材や学習内容を検証した。

その結果、自律型ロボット教材の選定にあたり、比較・検討したところ、TJ3 はプログラミングソフトがわかりやすく、中学生の学習に適していることがわかった。また、今回立案した授業計画で授業実践を行ったところ、情報の基礎・基本の学習を行うことができ、ものに関する興味・関心を抱き、問題解決能力の育成を行うことができた。さらに、生徒は身のまわりの機器との関連を考えさせることで、制御の仕組みを知り、他の機器でも同様に考えさせることができるようになり、技術の評価・活用する能力の育成に効果があることがわかった。

このことから、立案した授業計画は、新学習指導要領が求める、基礎・基本的な知識、技術の育成、技術の社会や環境との関わりや、評価・活用する能力の育成に効果があるといえる。

今後の課題として、授業時数の異なる授業計画での実践や、授業内の資料や工夫を行い、さらなる学習効果の向上が得られるようにする必要がある。また、フローチャートの作成が行えるように、作業の時間を多くとる必要がある。

参考文献

- (1) 文部科学省：中学校学習指導要領（2005）
- (2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説・技術・家庭編（2008）
- (3) 安東茂樹：中学校新学習指導要領の展開（技術家庭科技術分野編），明治図書（2008）
- (4) レゴマインドストーム：
<http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>
- (5) ダイセン電子工業：
<http://www.daisendenshi.com/product.html>
- (6) バーチャルバトル：
<http://www.dokidoki.ne.jp/home2/yoshieo/vb/index.html>