

## PICマイコンを活用した情報に関する技術の授業実践

## Lessons Practice of Information Technology using PIC Microcontroller

山本利一\*  
Toshikazu YAMAMOTO

星野孝仁\*\*  
Takahito HOSHINO

杵淵信\*\*\*  
Makoto KINEFUCHI

川崎直哉\*\*\*\*  
Naoya KAWASAKI

田口浩継\*\*\*\*\*  
Hirotsugu TAGUCHI

## 1 緒言

平成24年度から中学校では、新しい教育課程がスタートする。中学校技術・家庭科では、授業時間数は変わらないものの、学習内容全てが必修化され、3年間を見通した指導計画がこれまで以上に大切になってくる。その中でも、「D 情報に関する技術」の学習内容は、(1)情報通信ネットワークと情報モラル、(2)デジタル作品の設計・制作、(3)プログラムによる計測・制御、の3項目で構成されている。(1)のア、イ、ウでは、情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術について、(2)、(3)では、(1)のア、イ、ウで学んだ内容を活用したデジタル作品の設計・制作とプログラムによる計測・制御について、学習することが示されている<sup>1)</sup>。

ここで、「D 情報に関する技術」は、他の学習内容「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」、「C 生物育成に関する技術」とは異なり、制作・製作を通して学習する項目(2)、(3)の2つ示されている。そのため、他の学習内容以上に、実践的活動(制作・製作実習)に時間が必要であり、それらの題材の開発が重要となっている<sup>2)</sup>。

デジタル作品の制作に関しては、動画編集やアニメーション作成などをする際の、ソフトウェアがネット上に著作権フリーで活用できるものが存在することから、授業を実践する上で経済的な負担が少ない。例えば、森阪(2008)<sup>3)</sup>は、動画ソフトウェア(フリーソフトウェア)を活用し、デジタルカメラで撮影した動画データを加工し、情報発信の過程を学習するカリキュラムを提案している。

それに対して、コンピュータによる計測・制御に関し

ては、PICを活用した実践<sup>4)、5)</sup>や、レゴマインドストームをグループで活用した実践<sup>6)、7)</sup>が報告されている。これらは、選択教科の中で比較的時間をかけて指導がなされており、必修の時間の実践研究は十分といえない。また、実践をするためには、題材やそれらを制御するソフトウェアを準備するために経済的な負担も検討する必要がある<sup>8)</sup>。さらに、森山ら(2010)<sup>9)</sup>は、プログラムによる計測・制御に関する学習内容は、教師は生徒ほど有用性を感じておらず、しかも指導が困難であると認識しているため、今後のそれらの研究や実践が進められ難いことを示している。

そこで本研究では、プログラムによる計測・制御に関する教員の意識を調査し、それらを受けて現状に応じた題材を開発すると共に、学習過程を検討することを研究の目的とした。

## 2 教員に対する意識調査

### 2.1 調査の期日及び被験者

調査は、2010年5～8月に、日本国内の教育センター等5カ所まで情報に関する教員研修を受講した中学校教員77人を対象に実施した。

### 2.2 調査項目

調査項目は、(3)プログラムによる計測・制御の履修状況や履修する際の課題点、活用題材、配当時間を尋ねた。質問項目を表1に示す。

### 2.3 調査結果

調査結果を表2に示す。平成22年度のプログラムによる計測・制御の履修率は、約10%と少なく、その中でも、必修で実施している学校は3校(4%)に止まった。平

\* 埼玉大学教育学部技術教育講座

\*\* 西武学園文理中学校

\*\*\* 北海道教育大学札幌校

\*\*\*\* 上越教育大学

\*\*\*\*\* 熊本大学教育学部

成23年度にプログラムによる計測・制御の履修予定校は、16%と増加傾向を示したが、平成24年度より学習指導要領が完全実施されることを考えると、実践校が少ないといえる。その要因としては、それらの教材費の確保ができないが90%と、学習環境が整っていないことが明らかとなった。また、教師自身の教材研究が十分なされていないために、題材を選定できないことや、これらの学習の難易度が高く、生徒の興味・関心に差があることが、履修率が低い要因であることが示された。

履修時間に関しては、7～12時間で授業展開する学校が多いことから、これまで選択教科でプログラムによる計測・制御を学習してきたような長時間をかけないことが示された。

また、予算的な措置があれば、学校備品として題材を準備したいが、現実的には、生徒に教材を購入させて、実践すると答えている教員の割合が多いことが示された。

これらの調査を基に、本研究では、生徒が教材を個人持ち（以後、生徒負担と記す）で実施する、プログラムによる計測・制御の製作題材を開発し、それらを短時間で学習する指導過程を検討することとした。

表1 質問項目

- ①本年（平成22年）度、貴校では「プログラムによる計測・制御」を必修教科もしくは選択教科で履修する予定がありますか？
- ②来年（平成23年）度、貴校では「プログラムによる計測・制御」を必修教科もしくは選択教科で履修する予定がありますか？
- ③「プログラムによる計測・制御」を履修する場合、最も困難な事柄はどのようなことですか？自由に書いてください。
- ④「プログラムによる計測・制御」を履修するとしたら、活用題材（教材）は、生徒に購入させるか、学校で備品として準備したいと思いませんか？あなたの考える理想を書いてください。また、その理由と、活用したいと思う題材を書いてください。
- ⑤「プログラムによる計測・制御」を履修するとしたら、活用題材（教材）は、生徒に購入させるか学校で備品として準備したいと思いますか？現在の学校の状況や環境を考慮すると、どのような形で実施することになると思いませんか？また、その理由と、活用したいと思う題材を書いてください。
- ⑥「プログラムによる計測・制御」を履修する場合、配当時間ほどの程度が適切だと思いますか。配当時間を示してください。
- ⑦「プログラムによる計測・制御」を履修することに関して、ご意見があれば自由にお書きください。

### 3 題材の開発

本研究では、生徒負担で授業が展開されることを想定し、1つの製作題材を1,000円以下でできるものを検討した。その結果、PICマイコンを製作題材に組み入れたオルゴール題材<sup>10)</sup>（以下、オルゴール題材と記す）と、PICマイコンを活用したモータ制御<sup>11)</sup>（以下、モータ制御題材と記す）の2つの製作題材を開発した。

PICマイコンは、プログラムを書き込むためのメモリが何度でも書き換えが可能なものがあり、安価で入手しやすく<sup>12)</sup>、教育現場でも実践研究<sup>4), 5)</sup>がなされている。製作題材の開発の観点からは、それぞれ「D 情報に関する技術」を軸に、他の学習内容との関連を意識したものである。

表2 調査結果

調査項目	ある		無い	その他								
	必修	選択										
①平成22年度の履修予定	4% (3)	7% (5)	0% (69)	0%								
②平成23年度の履修予定	13% (10)	3% (2)	79% (61)	5% (4)								
	生徒負担	学校備品	その他									
③活用題材（理想）	8% (6)	91% (70)	1% (1)									
④活用題材（現実）	81% (62)	12% (9)	8% (6)									
⑤履修上の課題	題材費の確保 90%、題材の選定 66%、 教材研究 48%、学習内容の難易度 42%、興味の差異 40%											
⑥配当時間	4 0%	5 10% (8)	6 40% (31)	7 36% (28)	8 13% (10)	9 3%	10 2%	11 0%	12 0%	13 0%	14 0%	15 0%

( )は実数

### 4 オルゴール題材

オルゴール題材は、基本部品を基板に半田付けし、ケースやスピーカの加工を行い、プログラミングで曲を作り音楽を奏でるものである。オルゴール題材は、プログラム学習の中に、メディアの表現方法やデジタル作品の制作も学習できる題材として位置づけた。また、ケース部分やスピーカ部分にプラスチックや金属の加工が含まれているため、材料加工に関する知識や技能も必要となる。生徒作品の一例を図1に、オルゴール題材の回路図を図2に、製作基板と圧電スピーカの外観を図3に、学習内容・項目を表3に示す。

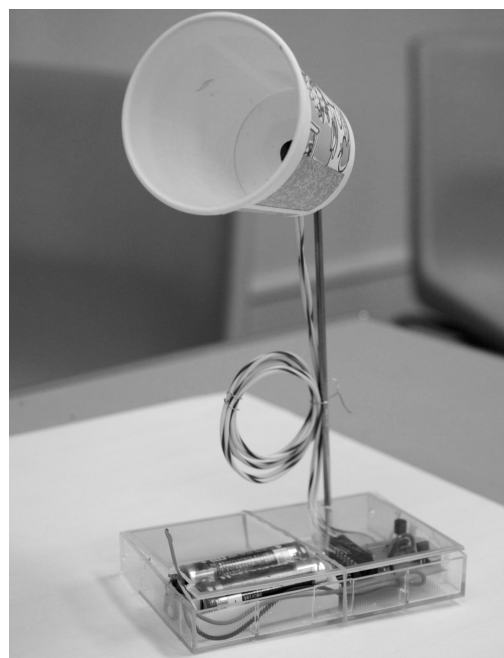


図1 生徒作品の一例

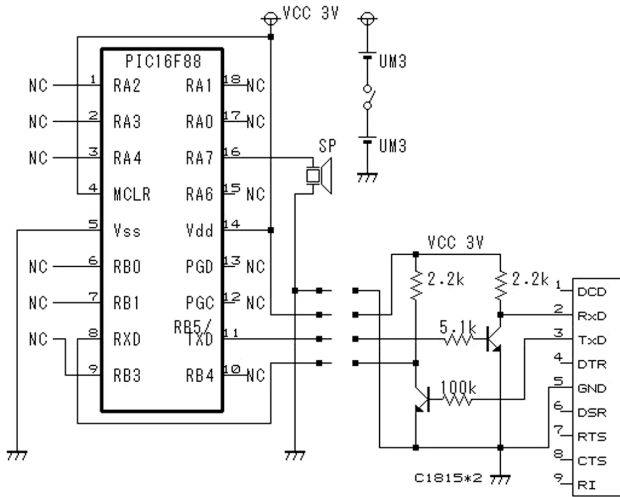


図2 オルゴール題材の回路図

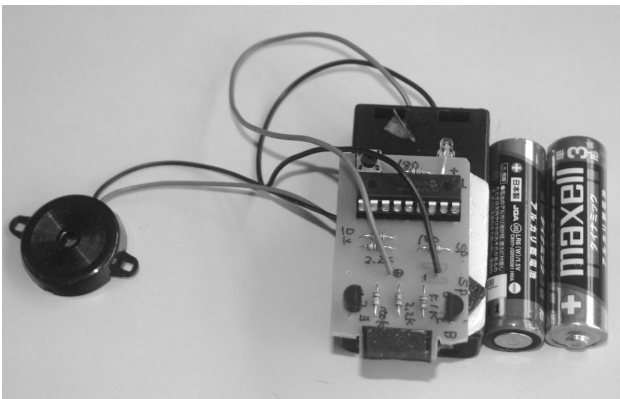


図3 製作基板と圧電スピーカの外觀

表3 学習内容・項目

学習内容・項目	学習の程度
D (1) ア: 情報処理の仕組み	○
(2) ア: マルチメディア	◎
(2) イ: メディアの表現方法	◎
(2) ア: デジタル作品の設計・製作	◎
(3) ア: 計測・制御の基本	○
(3) イ: プログラミングの作成	◎
A (3) ア: 機能と構造	○
(3) ウ: 部品加工・組立て及び仕上げ	○

注) ◎は完全履修, ○は概ね履修を示す

#### 4.1 ソフトウェアの構造

マイクロコンピュータのプログラミングで多く利用されている言語には、アセンブラ言語、C言語、BASIC言語などがある。しかしこれらの言語を、中学生が学習するには、適切な訓練が必要で、すぐに利用できない<sup>13)</sup>。そこで、本実践では、アイコン型の簡易言語 (Acles: アクレス)<sup>14)</sup> を使用することとした。Aclesは、プログラムを利用者の母国語でそのまま表現できるように構成されており、利用者の考案したアルゴリズムをそのままプログラミング言語に変換できる (同時にマシン語がサブウィンドに表記される)。次にそれらを書き込むためのプロ

グラムライターが起動するものである。Aclesのプログラム作成の手順を下記に示す。

①パソコンのAclesのアイコン (またはショートカットアイコン) をクリックしてAclesを起動する。上の窓をコマンドウィンド, 下の窓をプログラムウィンドという。基本的には, コマンドウィンドにあるプレートにマウスの左ボタンでドラッグ&ドロップすることでプログラムを記述する。

②プレートにカーソルをあて, マウスの左ボタンでドラッグし, 下のプログラムウィンドの上で左ボタンを離してドロップする。プログラムウィンドは, 1行ごとにタイトル (命令コマンド) を置くことができる。

③プログラムウィンドにあるタイトルをマウスの左ボタンでダブルクリックすると, そのタイトルの機能を変えることができる。

④「コンパイルだけする」のボタンは, コンパイルしてプログラム内容をマシン語に変換する。正常にコンパイルされれば, コンパイル結果が表示される。

⑤「コンパイルしてプログラムにライトする」のボタンは, コンパイルを行った後, Tiny Bootloaderが自動起動するので, スイッチをon/off (リセット) してから, 1秒以内に「Write Flash」のボタンをクリックしてプログラムを書き込む。プログラム作成の手順を図4に, プログラミング画面の例を図5に示す。

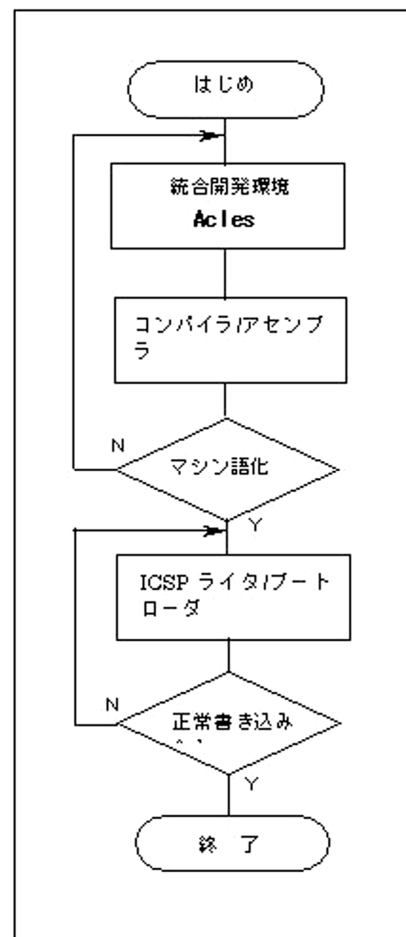


図4 プログラム作成の手順

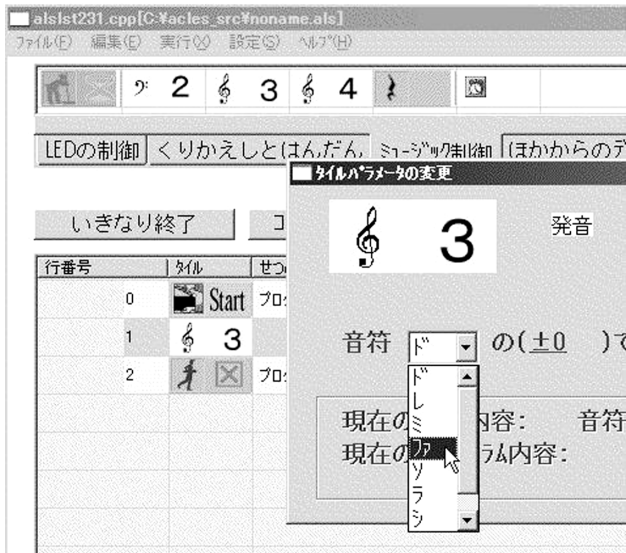


図5 プログラミング画面の一例

## 4.2 実験授業

### 4.2.1 対象及び学習目標

A中学校の第2学年の16人に対し、6校時間を配当して実験授業を実施した。

学習目標を「マルチメディアの活用方法を知り、オルゴールの設計・製作をしよう」と設定した。

### 4.2.2 授業展開

各時間の授業内容を下記に示す。

第1校時では、PICマイコンの基本的な仕組みと製作の手順を確認し、プログラミングと計測・制御の役割を学習した。また、PICマイコンにプログラムを入れることによりオルゴールとして動作することを学習した。

第2～3校時では、題材の製作を行った。基本部品の半田付けを行い、それらがケースに収まることや、完成したPICの基板がPICライタの役目をするところから、完成後にパソコンとの接続を考えたケースを製作した。その後、ケースから、スピーカを取り出し、紙コップを固定した。

第4～5校時では、プログラミングソフトの使用方法を学習し、基本的なプログラムの作成を行った。その際、データの流れや、コンパイルについて学習補助プリントを活用して学習した。その後、各自の好きな音楽をプログラムで作成した。

第6校時では、各自が作成した作品を全体に説明する場面を設定し、学習の共有化を図った。また、オルゴール題材に、センサを活用してon/off制御する外部入力を取り付けた題材を提示し、さらに学習が発展することを知らせた。

最後に、マルチメディアの活用方法や情報の発信についてまとめを行った。

### 4.2.3 実践の結果

実験授業前後に5件法で採ったアンケート結果を表4に示す。プログラミングや計測・制御、マルチメディア

に関する興味・関心が有意に高まった。これらは、実際にものを作り、それらを通して実践的な授業が展開できたことが要因であると推察される。また、プログラミングや計測・制御に関しても、理解を示していた。さらに、製作題材に関する満足感が高く、これらは製作題材に各自が工夫する箇所を複数設定されていることが要因であると思われる。

表4 事前事後調査の結果

調査項目	授業前	授業後
計測・制御に関する興味・関心	3.0	4.1
プログラミングに関する興味・関心	2.7	4.0
マルチメディアに関する興味・関心	3.2	4.2
製作品の満足感		4.5
プログラミングの理解		4.4
計測・制御に関する理解		4.2

実践校の教員から出された意見を基に授業の様子を下記にまとめる。

生徒は、簡易ソフトを活用してのプログラミングであるため、短時間でソフトウェアの操作をマスターし、音楽を奏でるプログラムを制作していた。また、外部センサを活用することで、それらのon/off制御ができる題材を提示すると、全ての生徒が光や音などで制御したいと発展的な学習にも意欲を示していた。

また、オルゴール題材は、「A 材料と加工に関する技術」の学習内容を加味した製作題材であるので、製作する過程には、設計や加工などのものづくりのプロセスも含まれている。そのため、仕上がりの形は、生徒の個性があふれ、最終的な形は多種多様なものであった。生徒作品の特徴を挙げると、より良い音が出るように設計された作品や、デザインが良くなるように形が工夫された作品など、各生徒の創意・工夫が盛り込まれていた。授業全体を通して、題材に対する興味・関心が高く、学習意欲が持続したことが確認できた。

## 5 モータ制御題材

モータ制御題材は、2つのモータを組み込んだ走行ロボットを製作し、それらのモータをon/off制御するプログラムを作成する題材である。生徒は、モータの前後進を制御し、走行ロボットを操るためのアルゴリズムを考え、プログラミングするものである。走行ロボットが、迷路を抜け出す課題を設定した。

また、モータ制御題材を製作する過程には、モータを使った動力伝達の仕組みなどの知識が必要であり、「B エネルギー変換に関する技術」の学習内容も含まれている。これまでエネルギー変換で行われてきた手動型ロボットを活用し、プログラムによる計測・制御学習へ発展することも可能である。また、光センサやタッチセンサなどの外部入力に対応する拡張ポートも組み込まれてい

るので、フィードバック制御や、自動制御など応用的な学習も可能となっている（本実践ではタッチセンサを活用した）。

さらに、モータ制御題材では、オルゴール題材同様に本体部（ベース部）の加工など、材料加工の学習も含まれている。基本的なモータ制御題材の外観を図6に、回路図を図7に、学習内容・項目を表5に示す。

プログラミングソフトには、前節で示したAclessを使用した。プログラミングソフトの画面の例を図8に示す。

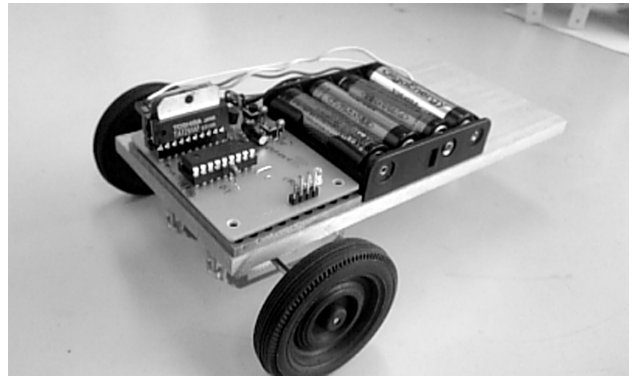


図6 基本的なモータ制御題材の外観

### 5.1 実験授業

#### 5.1.1 対象及び学習目標

B中学校の第2学年の7人に対し、8校時間を配当して実験授業を実施した。

学習目標を「プログラミングでモータカーを制御しよう」と設定した。

#### 5.1.2 授業展開

各時間の授業内容を下記に示す。

第1校時では、PICマイコンの基本的な仕組みと製作の手順を確認し、プログラミングと計測・制御の役割について学習を行った。また、PICマイコンにプログラムを入れることにより、モータ制御を行いモータカーが動作することを確認した。

表5 学習内容・項目

学習内容・項目	学習の程度
D (1) ア：情報処理の仕組み	○
(2) ア：デジタル作品の設計・製作	○
(3) ア：計測・制御の基本	◎
(3) イ：プログラミングの作成	◎
A (3) ア：機能と構造	○
(3) ウ：部品加工・組立て及び仕上げ	○
B (1) ア：力の伝達の仕組み	◎
(2) ア：機能と構造の選択と設計	○
(2) イ：電気回路の配線・点検	○

注) ◎は完全履修, ○は概ね履修を示す

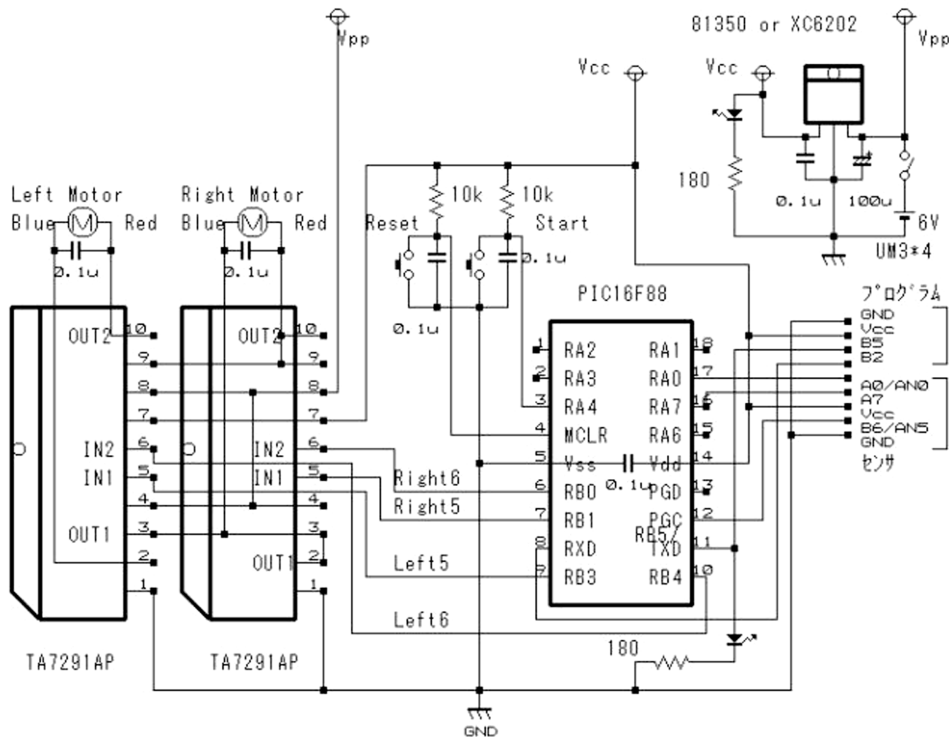


図7 回路図

第2校時では、基板へ各 부품の半田付けを行い、PICマイコン部を完成させた。

第3校時では、ギア比についての学習を行い、ギアボックスを本体に取り付け、コントローラを用いて動作の確認を行った。

第4校時では、PICマイコン部を本体に取り付け、モータとの配線を行った。その後、プログラミングとコントローラを用いた制御（自動制御と手動制御）との違いについて考えさせ、プログラムによる自動化のメリットについて話し合いをさせた。

第5～6校時では、プログラミングの基本的な考え方を学習した後、フローチャートを用いてアルゴリズムを学習した。次に、プログラミングソフトを利用し、基本的なプログラムの作成と、外部入力を組み合わせたフィードバック制御プログラムの作成を行った。

第7校時では、迷路のコースを走行するプログラムを作成し、動作確認を行った。

第8校時では、ロボットがプログラムにより制御されていることのまとめを行い、最後に作成したプログラムを発表し、生活の中で活用されている計測・制御について考えさせた。



図8 プログラミングソフトの画面の一例

### 5.1.3 実践の結果

実験授業前後に5件法で採ったアンケート結果を表6に示す。プログラミングや計測・制御、自動制御ロボットに関する興味・関心が有意に高まった。これらは、オルゴール題材とほぼ同様の結果で、製作題材を用いた実践的な授業が展開できたことが要因であると推察される。また、プログラミングや計測・制御に関しても、理解を示していた。しかし、製作題材に関する満足感は、オルゴール題材ほど高くなかった。これらは、製作題材を工夫する時間の確保ができず、基本的な形が全て同じであったことが要因であると思われる。

表6 事前事後調査の結果

調査項目	授業前	授業後
計測・制御に関する興味・関心	2.8	4.0
プログラミングに関する興味・関心	2.8	3.9
自動制御ロボットに関する興味・関心	3.4	4.4
製作品の満足感		3.9
プログラミングの理解		4.2

実践校の教員から出された意見を基に授業の様子を下記にまとめる。

モータ制御は、「B エネルギー変換に関する技術」の学習内容も加味した題材として位置づけ、授業を展開した。単なるプログラミングではなく、具体的な制御物（モータカー）があるため、生徒の興味・関心は高いものであった。

時間制御の段階では、モータが1秒回転すると、どの程度前進するのかを測定して、ロボットの基本性能を確認しながら、見通しを持った取り組みができるよう、指導がなされていた。

しかし、モータやギアボックスに個体差があるため、プログラムでは直進するような命令を作っても、車体が真っ直ぐ進まず曲がることもあった。このような場合は、プログラムで直進するように修正することを発見し、取り組んでいた。

フィードバック制御の学習では、時間制御とは異なり、その状態を的確にセンサを活用して把握することで、迷路の形状が変更になっても、対応できることを体験的に学習していた。

## 6 結言

本研究では、プログラムによる計測・制御の学習を展開するために、教員に対する意識調査を行い、今後活用が見込まれる題材を検討した。それらのことから、PICマイコンを活用した製作題材を開発し、実験授業を行った。以下にその結果をまとめる。

①技術科担当教員は、平成22年度は、プログラムによる計測・制御の学習を履修している学校は約10%と少ないが、平成23年度には実施したいと考える教員は約16%と、微増の傾向が確認できた。

②プログラムによる計測・制御の履修が少ない理由として、活用する製作題材や学校備品などの学習環境が整っていないことと、教師自身の教材研究が十分なされていないこと、これらの学習は難易度が高く、生徒の興味・関心に差があることが、履修率が低い要因であることが示された。

③履修時間に関しては、7～12時間で授業展開する学校が多く、選択教科で実践されたような長時間をかけないことが示された。

④プログラムによる計測・制御の学習で活用される題材は、学校で準備したいと考えるが、予算的措置の見直し

が持てないため、生徒負担で実践することを考えている教員が多い。そのため、多くの学校では、生徒負担の製作題材を活用してプログラムによる計測・制御の学習が実践されることが推察される。

⑤PICマイコンを活用したオルゴール題材を開発し、6時間でマルチメディアの学習や、デジタル作品の設計・製作を含んだ指導過程を提案した。

⑥PICマイコンを活用したモータ制御題材を開発し、8時間でエネルギー変換に関する技術の学習内容も加味した指導過程を提案した。将来的には、エネルギー変換に関する技術で製作したロボットなどを制御する系統的な指導の可能性が示された。

以上の結果より、本題材を活用した実験授業を実施することで、比較的短時間で、複数の学習内容を加味した指導過程が展開できたといえる。

今後は、平成24年度の学習指導要領の完全実施時における、教員の意識調査を行い、教員ニーズを的確につかむことが重要である。

また、今回は、PICマイコンを活用して、デジタル作品の設計・制作を含んだオルゴール題材と、エネルギー変換の技術の学習内容を含んだモータ制御題材の2種類を開発したが、2つの題材を履修する必要は無いと考える。他の学習内容との関連を意識した3年間を見通した指導計画を立案する際、どちらの題材が適しているのか選択することが大切である。さらに学習ポイントを絞り、効果的な指導のために、どのような題材が必要であるか検討することが求められる。これらは、今後の課題とする。

#### 【参考文献】

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書（2008）
- 2) 赤羽根 岳・山本利一・佐藤正直：新しい学習指導要領におけるロボット学習のあり方，第2回 科学技術におけるロボット教育シンポジウム論文集，pp.14-17（2009）
- 3) 森阪康昌：メディアリテラシーを育む協働のプロジェクト 制作者の立場で映像を紐解いてみよう（1学年），福井大学教育実践研究，No.32，pp.27-35（2008）
- 4) 杵淵 信・山口 剛・安藤明伸・他：コンピュータロボットによるアルゴリズム教育の検証，北海道教育大学教育実践総合センター紀要，No.6，pp.9-15（2005）
- 5) 杵淵 信・川崎直哉・鳥居隆司・紺谷正樹：VBAを利用したマイコンのプログラミング環境の開発，日本産業技術教育学会第51回全国大会（仙台）講演要旨集，p.126（2008）
- 6) Mariko Kanazuka, Toshikazu Yamamoto, Takenori Motomura : Programming Teaching for the Primary School Children by the University Students, 1st International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, pp.14-20 (2008)
- 7) 山本利一・本村猛能・小林靖英・金塚茉莉子：論理的思考を育む情報教育の提案 ロボットを活用したプログラミング学習，日本情報科教育学会誌，Vol.1, No.1, pp.51-52（2009）
- 8) 山本利一・田口浩継・川崎直哉・杵淵 信：ロボットコンテストの競技ルールの推移と今後の課題，教育実践総合センター紀要，第8号，pp.125-137（2009）
- 9) 森山 潤・青木淑香・上之園哲也・島田和典：技術科「情報とコンピュータ」における学習の有用性と指導の困難性に対する教師の意識，兵庫教育大学研究紀要，No.36，pp.111-117（2010）
- 10) 杵淵 信・川崎直哉・鳥居隆司・松浦正史・吉田昌春・松岡 守・田口浩継・山本利一：学習者のITポテンシャルを高めるためのマイコン関連学習の要素，日本産業技術教育学会第52回全国大会（新潟）発表要旨集，p.114（2009）
- 11) 杵淵 信・川崎直哉・鳥居 隆・田口浩継・山本利一：マイコンを使用したマイコンプログラムの開発利用，日本産業技術教育学会第51回全国大会（仙台）発表論文集，p.127（2008）
- 12) トランジスタ技術編集部：PICマイコン応用ハンドブック，トランジスタ技術（2004）
- 13) Mariko Kanazuka, Toshikazu Yamamoto, Takenori Motomura : Distinction Program Languages Require Appropriate Teaching Method, Proceedings of 2st International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, pp.1-10（2009）
- 14) 川崎直哉・松浦正史・吉田昌春・杵淵 信・松岡 守・田口浩継・山本利一・鳥居隆司：マイコンロボットのソフトウェア環境の構築，日本産業技術教育学会第49回全国大会（高知）発表論文集，p.102（2007）

## SUMMARY

### **Lessons Practice of Information Technology using PIC Microcontroller**

Faculty of Education, Saitama University

*Toshikazu YAMAMOTO   Takahito HOSHINO   Makoto KINEFUCHI*  
*Naoya KAWASAKI   Hirotsugu TAGUCHI*

Consciousness investigation on "measurement and control by program" was carried out for teachers of technology education course in junior high schools. As a result, the problem about the teaching materials costs was pointed out. Therefore, low-cost teaching materials were developed. One is a teaching material of a music box using PIC microcontroller. Another is a teaching material of a motor using PIC microcontroller.

As a result of the experiment class utilizing developed teaching materials, student's motivation to learn "measurement and control by program" shifted to a high state.

Keywords: Program, Measurement and control, Technology education, Information education, PIC microcontroller