

教材と指導の工夫による  
「プログラムによる計測・制御」の学習指導の実践

三田純義・折茂正行・鳥山将太・折茂 敬

群馬大学教育実践研究 別刷  
第31号 79～87頁 2014

群馬大学教育学部 附属学校教育臨床総合センター





# 教材と指導の工夫による 「プログラムによる計測・制御」の学習指導の実践

三田 純義<sup>1)</sup>・折茂 正行<sup>2)</sup>・鳥山 将太<sup>2)</sup>・折茂 敬<sup>3)</sup>

1) 群馬大学教育学部技術教育講座

2) 群馬大学大学院教育学研究科教科教育実践専攻技術教育専修

3) 玉村町立南中学校

## Teaching Practice of Programming and Control through Improving Teaching Materials and Method

Sumiyoshi MITA <sup>1)</sup>, Masayuki ORIMO <sup>2)</sup>, Shota TORIYAMA <sup>2)</sup>  
Takashi ORIMO <sup>3)</sup>

1) Department of Technology Education, Faculty of Education, Gunma University,  
Maebashi, Gunma, 371-8510, Japan

2) Graduate school of Education, Gunma University, Gunma, 371-8510

3) Minami Junior High School, Tamamura, Gunma, 370-1127

キーワード：技術教育、計測制御、学習指導方法

Keywords: Technology Education, Measurement and Control, Teaching Method

(2013年10月31日受理)

### 1 はじめに

「技術・家庭」(技術分野)では、「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」、「D 情報に関する技術」の4つ内容すべてが必修である。しかし、授業時数に変化はなく、これまでと同じ授業時数の中で充実した内容を指導していかなければならない。

指導する4つの内容のうち、「D 情報に関する技術」の「(3) プログラムによる計測・制御」に関して、学習指導要領には、つぎの目標が明記されている。

ア コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知ること。

一①計測・制御システムは、センサ、コンピュータ、アクチュエータなどの要素で構成されていること

を知る。

一②計測・制御システムの中では一連の情報がプログラムによって処理されていることを知る。

一③各要素間で情報の伝達が行えるようにするためにインタフェースが必要であることを知る。

イ 情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること。

一①情報処理の手順には、順次、分岐、反復の方法があることを知る。

一②目的や条件に応じて、情報処理の手順を工夫する能力を育成する。

一③簡単なプログラムを作成できる。

指導にあたっては、つぎの留意点が挙げられている。

(a) 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

に重点を置くなど、コンピュータを用いた計測・制御に関する技術の目的を意識した実習となるよう指導する。

(b) 情報処理の手順を考える際に、自分の考えを整理するとともに、よりよいアイデアが生み出せるよう、フローチャートなどを適切に用いることについて指導する。

検定教科書は、学習指導要領の目標や指導内容にそって編修され、「(3) プログラムによる計測・制御」の学習で、生徒が実際に体験を通して学ぶ内容は、接触して反応するスイッチ式のタッチセンサや赤外線反射光を受け取り反応する光センサを2個から3個取り付けられた自立型の自動車モデル教材が多い。また、プログラムの作成については、フローチャートによる制御の流れを整理することが共通し、プログラミングはプログラム言語によるプログラム作成やGUI (Graphical User Interface) によるプログラム作成とさまざまである。また、教科書の出版社が提示している指導計画案では、「プログラムによる計測・制御」の指導時数は5～8単位時間である。

教材会社からは、教科書の内容に対応できるようさまざまな教材が販売されている。三田らは、平成20年度から「プログラムによる計測・制御」に関する教材を開発し、群馬県内の中学校と連携して授業実践してきた。材料と加工、エネルギー変換、情報を複合したポンプ水やり機の教材開発と授業実践(清水貴史(2010)、加藤公久(2009)、井野口正和(2009))、エネルギー変換(電気)と情報を複合し、電気回路による制御とプログラムによる制御の教材開発と授業実践(劔持朋也(2012))、「プログラムによる計測・制御」に関する指導方法に関する研究(清水友紀(2012))、生徒が考案した計測・制御に関する題材の製作に関する研究(安藤雅人(2012)、藤谷直道(2012))に取り組んできた。これらの研究では、学習指導を通じた自作教材と教材会社の教材の指導効果や、プログラムの作成指導におけるGUIによるプログラミングと学習指導要領や検定教科書に記述されているフローチャートにもとづいたプログラム作成について指導効果の検証はしていない。

本研究では、学習指導要領の目標ア-①を満たす教材と、目標ア-②、イ-①・②・③を満たすプログラム作成指導について検討するため、題材としての自律

型の自動車モデル教材と、フローチャートの作成にもとづいたプログラムの作成指導と自動車モデルの動きの分析をもとにグラフィカルなGUIによるプログラムの作成指導について、実践を踏まえて明らかにすることをねらいとする。

## 2 プログラミングと計測・制御に関する教材と指導

本研究は、公立中学校(5クラス、190名)を対象に、「プログラムによる計測・制御」の授業について、教材と指導方法を工夫して実践する。実践には、教材会社の教材と大学で開発した教材の2つの教材を用い、中学校の教員と大学の教員1名・大学院生1名・学部生1名で連携を図って指導する。

### 2.1 プログラムによる計測・制御に関する教材

#### (1) 教材会社の教材

現在、プログラムによる計測・制御に関する教材として技術科の指導にはマクロコンピュータを搭載した自律型の自動車モデルが多く使われている。その1つであるプロロボ(山崎教育システム(株))は広く使われている。これではタッチセンサが2個、DCモータを2個制御している。プログラムの作成は、フローチャートの記号を用いたGUIによるプログラミングであり、パソコンとのUSB通信である。この教材は組み立て教材であり、生徒が組み立て、教材の仕組みを知り、その上でプログラムを作成して制御するという取り組みができるが、本研究では、完成した物をプログラムによって制御する取り組みだけとする。

#### (2) 自作教材

図1に示す、モータを2個、センサを5個(マイクロスイッチ2個、フォトリフレクタ2個、距離センサ1個)搭載したセンサカーを教材として開発して使用する。この教材は、目標ア-①を満たすことをもとに、すべての部品を目で見確認でき、表1に示すように、使用するセンサを使い分け、プログラムにより様々な動きが可能となる。

センサカーのベースは車体(ナットレスプレート、ギヤボックス、タイヤ、キャスター)であり、これにセンサやリンク機構などを図2、図3のように取り付けることによって、さまざまな自動車モデルのロボットを作成できる。

コントローラには神奈川県総合教育センターと横浜

国立大学が共同で学校教育用に開発したロボット学習システムRoboXを使う。本研究では、ファームウェア、ブートローダ、ユーザープログラムの書き込みが可能であったRoboBrainの機能を、ユーザープログラムのみの書き込み機能に限定する。

### 2. 2 教材とプログラミング

先述した教材会社の教材と本研究で使用するRoboBuilderによるプログラム作成の対照表を表2に示す。表に示すように、プロロボのプログラミングでは、前進や後退、旋回やツイスト、センサ（タッチセンサ）

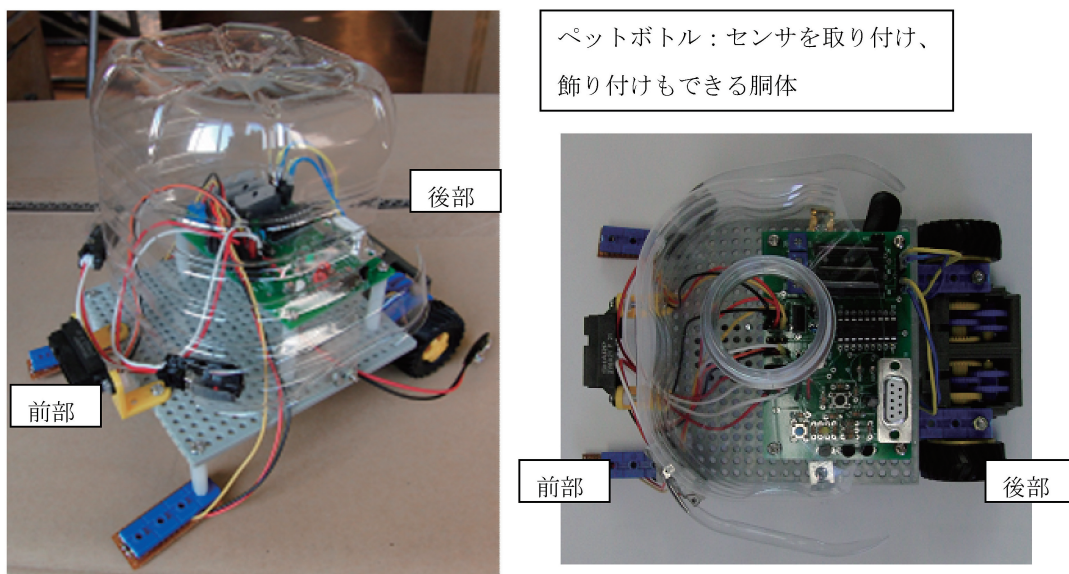
による分岐などの記号は制御対象に合わせたものになっている。それに対して、開発した教材をRoboBuilderによって制御するには、制御対象の仕組みやモータの回転方向、使用するセンサの選択と分岐条件を考えてプログラムを作成する必要がある。

### 2. 3 教材による指導と授業展開

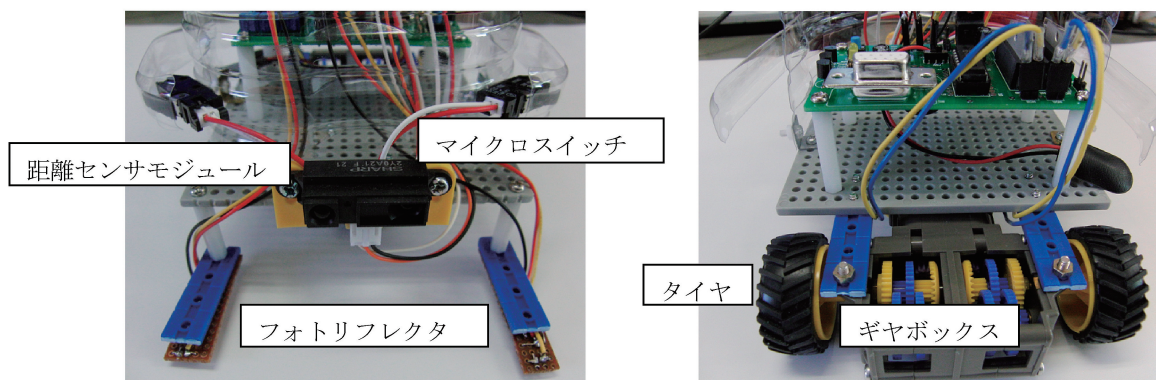
2つの教材による学習指導は、表3に示すように、教材会社の教材を用いる授業を6時間実施し、その後、自作教材を用いる授業を8時間、計14時間で実施する。

表1 コントローラを使用したセンサカーの動きの例

使用するセンサとモータの数	センサカーの動き
光センサ、モータ2個	黒いラインに沿って走行する（ラインレース）。
光センサ、モータ2個	机から落ちないように走行する。
タッチセンサ、モータ2個	障害物に当たったら向きを変えて走行する。
タッチセンサ・光・距離、モータ2個	何台かで机から落ちずに、お互いを避けながら走行する。
距離センサ、モータ2個	手をかざしたら止まり、離れたら走行する。



(a) センサカーの全体図



(b) センサカーの前部とセンサ

(c) センサカーの後部と駆動機構

図1 センサカーのしくみ



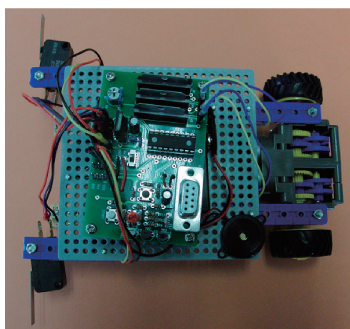


図2 ライトレースカーと障害物回避カー

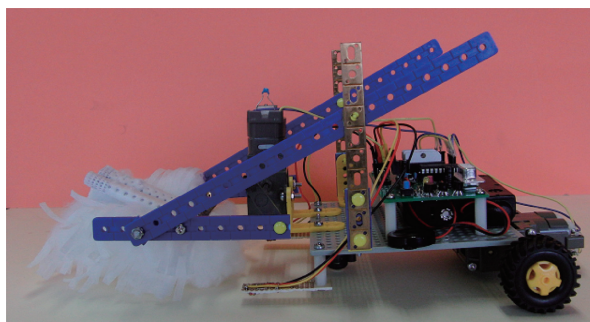


図3 テーブル拭きロボット

表2 プロロボと自作教材のプログラムの比較

動き	前進		前進したのち後進	
教材	プロロボ	自作教材	プロロボ	自作教材
プログラム				
動き	ツイスト		障害物に当たったら後進して停止	
教材	プロロボ	自作教材	プロロボ	自作教材
プログラム				

教材会社の教材を用いる授業は、公立中学校の教員が一人で教材に添付されたシートにもとづいて指導し、自作教材を用いる授業は、大学の学生と教員が主として指導する。

#### (2) 生徒の学習実態から指導方法の変更

実践していく中で、フローチャートに重点を置いた指導では、生徒の思考が進まず、意欲の低下がうかがえたため、10時間目以降はセンサカーの動きを詳細に分析することに重点を置く指導に切り替えた。フローチャートもすべてを描かせるのではなく、重要な部分の穴埋め式で行い、それと関連させてプログラムも穴埋め式で行った。このように、生徒の実態に応じて丁寧に1つ1つ確認しながらの指導に変更した。

### 3 評価

本研究は、5クラス、190名の生徒を対象とし、アンケートや評価テストをもとに指導の効果を検証するが、評価の対象としては、大学の教員、学生が主に指導した5クラスのうち1クラス(37名)を抽出する。

#### 3.1 アンケートと結果

自作教材を用いる初回の授業(7時間目)を行う前(6時間目、事前)と、最終回の授業(14時間目、事後)で、「計測・制御」への興味・関心について、表4に示す8項目で生徒に自己評価させる。アンケートは4件法で回答させ、全体(被験者全員)、男子のみ、女子のみ、男子と女子の比較を表5に示す。表5の数値はアンケート項目に対する回答の平均値である。

全体では、項目1「モータの回転方向を変える(正転、逆転する)方法に興味がある。」、項目2「センサ

表3 教材と「プログラムによる計測・制御」の授業計画

教材	時間	内容
教材会社の教材	1	制御と教材の動作確認：自立制御とは、人間とコンピュータのはたらしき、使い方、動作テスト
	2	順次処理型プログラム：○○センチ前進、中継点を通して GOAL
	3	順次処理型プログラム、繰り返し型プログラム：車庫入れ ・前進を繰り返す
	4	繰り返し型プログラム、センサの仕組み：正方形、円形、正六角形を描く、センサのはたらしき、条件分岐のはいったフローチャート
	5	条件分岐型プログラム：センサが触れたら停止、障害物を避ける
	6	条件分岐型プログラム：繰り返しと条件分岐の組み合わせ 事前調査
自作教材	7	計測・制御の流れ、RoboBuilder のプログラミング (順次)
	8	RoboBuilder のプログラミング (順次、反復)
	9	タッチセンサについて、RoboBuilder のプログラミング (分岐-タッチセンサ)
	10	距離センサについて、RoboBuilder のプログラミング (分岐-距離センサ)
	11	RoboBuilder のプログラミング (分岐-タッチセンサ)
	12	光センサについて、RoboBuilder のプログラミング (分岐-光センサ)
	13	RoboBuilder のプログラミング (分岐-光センサ)
	14	複雑なプログラムの確認 事後調査

表4 事前・事後アンケートにおける生徒による自己評価の8項目

調査項目
1 モータの回転方向を変える(正転、逆転する)方法に興味がある。
2 センサのしくみに興味がある。
3 制御装置(コントローラ)に使われているコンピュータのしくみに興味がある。
4 全自動洗濯機の制御のしくみに興味がある。
5 人型のロボットの制御のしくみに興味がある。
6 衝突する前に停止する自動車に使われているセンサやしくみに興味がある。
7 普段の生活で使っているリモコンやスイッチで操作できる製品のしくみを知りたい。
8 プログラムを作成し、考えたように物の動きやはたらしきを制御することは楽しい。

のしぐみに興味がある。」、項目3「衝突する前に停止する自動車に使われているセンサやしぐみに興味がある」、項目4「全自動洗濯機の制御のしぐみに興味がある。」、項目6「制御装置（コントローラ）に使われているコンピュータのしぐみに興味がある。」において平均値が向上している。

男子と女子では、男子は8項目すべての項目で平均値が向上しているが、女子は、項目1「モータの回転方向を変える（正転、逆転する）方法に興味がある。」、項目3「衝突する前に停止する自動車に使われているセンサやしぐみに興味がある。」、項目4「全自動洗濯機の制御のしぐみに興味がある。」において平均値の向上はみられない。

男女による事前・事後アンケートの比較では、事前・事後ともに男子のほうがすべての項目において女子の平均値を上回っている。

事前・事後アンケートの結果から、全体、男子、女子、男女の比較それぞれについてt検定を行う。これ

らのt検定では、事前と事後の調査で欠損値のない生徒を対象し、全体と性別では「対応のある検定」とし、男子と女子では「対応のない検定」とする。

事前・事後アンケートの全体、男子、女子の全項目を総合した平均値の変容と検定結果を表6に示す。また、事前アンケートの男女比較、事後アンケートの男女比較それぞれの平均値と検定結果を表7に示す。事前アンケートと事後アンケートの比較では、どの集計においても有意な差は見られない。

事前アンケートの男女比較では、5%水準で有意である。また、事後アンケートの男女比較では、1%水準で有意である。

### 3.2 評価テストと結果

生徒の学習内容に対する到達度を図るために、アンケートと同様の授業時間に、表8に示す評価テストを実施する。

事前・事後テストの各問題の正答率の変化を表9に示す。表には、被験者の生徒全員（全体）の事前と事

表5 事前・事後アンケートの結果（各項目の平均値）

		1. モータの回転方向	2. センサのしぐみ	3. コントローラのしぐみ	4. 全自動洗濯機のしぐみ	5. 人型ロボット	6. 衝突防止自動車	7. 生活で使う製品のしぐみ	8. プログラムと制御
全体	事前	2.5	2.8	2.7	2.4	3.2	2.9	2.8	3.2
	事後	2.9	2.9	2.8	2.8	3.1	2.9	2.7	3.0
男子	事前	2.8	3.1	3.1	2.4	3.4	3.1	2.9	3.3
	事後	3.2	3.3	3.3	3.0	3.4	3.3	3.2	3.3
女子	事前	2.3	2.6	2.4	2.4	3.1	2.6	2.7	3.1
	事後	2.5	2.4	2.4	2.5	2.7	2.5	2.3	2.7
事前	男子	2.8	3.1	3.1	2.4	3.4	3.1	2.9	3.3
	女子	2.3	2.6	2.4	2.4	3.1	2.6	2.7	3.1
事後	男子	3.2	3.3	3.3	3.0	3.4	3.3	3.2	3.3
	女子	2.5	2.4	2.4	2.5	2.7	2.5	2.3	2.7

表6 事前・事後アンケートの各集計による平均値と検定（対応のある検定）結果

集計内容	事前アンケート			事後アンケート			有意差
	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差	
全体	36	2.8	0.52	36	2.9	0.67	n. s.
男子	18	3.0	0.56	18	3.3	0.46	n. s.
女子	18	2.6	0.38	18	2.5	0.64	n. s.

表7 事前・事後アンケートの各集計による平均値と男女比較による検定（対応のない検定）結果

集計内容	男子			女子			有意差
	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差	
事前アンケート	18	3.0	0.56	19	2.6	0.39	p<.05
事後アンケート	18	3.3	0.46	18	2.5	0.64	p<.01

後、事前と事後における男女の比較、男女による事前・事後テストの比較を示す。結果から全体的に正答率は向上した。特に、自作教材で扱ったセンサについては正答率が高い。

男女による事前・事後テストの比較では、事前テストにおいて、男女による差はほとんど見られない。事後テストにおいては、問題4「人がドアの前に来たらドアを開き、人が通り過ぎるまでドアを開けておき、通り過ぎたらドアを閉じる。(a)－このようにドアを自動で開閉するには、どのようなはたらきのセンサが必要か、(b)－また、ドアを開閉するにはどのようなしくみとアクチュエータを使うかを考え、自動ドアの機能を満たすフローチャートを作成しなさい。」で、女子が男子を大きく上回っている。そのほかの問題では、ほとんど差は見られない。

事前・事後テストの結果から、全体、男子、女子、男女の比較それぞれについてt検定を行った。これらのt検定では、事前と事後の調査で欠損値のない生徒を対象し、全体と性別では「対応のある検定」とし、男子と女子では「対応のない検定」とする。

事前・事後テストの全体、男子、女子の正答率の変容と検定結果を表10に示す。また、事前テストの男女比較、事後テストの男女比較それぞれの正答率と検定結果を表11に示す。事前と事後のテストの比較では、どの集計においても1%水準で有意である。事前と事後の評価テストの男女比較では、有意差は見られない。

## 6 まとめ

本研究では、プログラムによる計測・制御の指導で、教材会社の自動車モデル教材を用いて学習指導した後に、教材として工夫した自由度を持たせた自動車モデル教材を用いて学習指導した。学習指導では、プログラム作成に焦点をあて、フローチャートの作成にもとづいたプログラムの作成指導と、自動車モデルの動きの分析をもとにグラフィカルなGUIによるプログラムの作成指導を取り入れ、プログラムの作成指導のあり方について実践結果を踏まえて明らかにすることを目的として取り組んだ。その結果、つぎのことが分かった。

- (1) 学習指導するには、自作教材は教材として自由度があり、生徒の学習の実態に応じた授業展開が可能である。
- (2) 事前・事後アンケートより、自動車モデル教材にさまざまな工夫をした。指導の前後で生徒の興味・関心に変化は見られないが、男女でみると、男子は女子より興味・関心が有意に高い。
- (3) 事前・事後テストより、生徒の到達度は有意に向上した。興味・関心に関するアンケートでは、男子は女子より高いが、テストの結果では男女で有意な差はない。

今後の課題として、「技術・家庭」(技術分野)のプログラムによる計測・制御の学習指導では、女子の興味・関心を高めるために、自動車モデルではなく、家庭分野の題材との連携などを含め、他の教材を考える必要があることが挙げられる。

表8 評価テストの問題

問題1	知っているアクチュエータを挙げなさい
問題2	知っているセンサを挙げなさい。
問題3-①	図に示す自動車モデルは、左右の前輪はモータとギヤボックスで駆動されていて、また、左右にはタッチセンサが取り付けられている。この自動車モデルはマイクロコンピュータを搭載したコントローラ(制御装置)によって制御される。コントローラのプログラムを作成することで、障害物を避けながら動くことができる。
- (a)	スタートボタンを押すと、自動車モデルが2秒間直進で前進し、つぎに、右に直角に曲がり2秒間前進する。
- (b)	その後、左に直角に曲がり、2秒間前進して停止する。 自動車モデルの動きを図に示し、フローチャートを作成しなさい。
問題3-②	タッチセンサに何も触れなければ、自動車モデルは直進で前進し、右タッチセンサが物や壁に触れると、自動車モデルは一定時間後退し、左方向に曲がる。物や壁から自動車モデルが離れると、自動車モデルは直進で前進する。この動作を停止ボタンが押されるまで繰り返す。右のタッチセンサだけはたらくものとして、
- (a)	自動車モデルの動きを図に示し、フローチャートを作成しなさい。
- (b)	
問題4	人がドアの前に来たらドアを開き、人が通り過ぎるまでドアを開けておき、通り過ぎたらドアを閉じる。
- (a)	このようにドアを自動で開閉するには、どのようなはたらきのセンサが必要か。また、ドアを開閉するには
- (b)	どのようなしくみとアクチュエータを使うかを考え、自動ドアの機能を満たすフローチャートを作成しなさい。

表9 評価テストの結果

テスト問題	全体		事前		事後		男子		女子	
	事前	事後	男子	女子	男子	女子	事前	事後	事前	事後
問1 アクチュエータ：モータ	11%	14%	17%	5%	18%	12%	17%	18%	5%	12%
問1 アクチュエータ：LED	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
問2 センサ：タッチ	59%	86%	56%	63%	94%	94%	56%	94%	63%	94%
問2 センサ：音	14%	3%	17%	11%	6%	0%	17%	6%	11%	0%
問2 センサ：光	14%	92%	17%	11%	100%	100%	17%	100%	11%	100%
問2 センサ：人・赤外線	14%	0%	6%	21%	0%	0%	6%	0%	21%	0%
問2 センサ：煙	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
問2 センサ：速度	3%	0%	6%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%
問2 センサ：距離	0%	81%	0%	0%	82%	94%	0%	82%	0%	94%
問2 センサ：温度	19%	8%	28%	11%	12%	6%	28%	12%	11%	6%
問3-①-(a)プログラム(順次)：経路図	70%	54%	72%	68%	53%	65%	72%	53%	68%	65%
問3-①-(b)プログラム(順次)：正答	78%	73%	78%	79%	76%	82%	78%	76%	79%	82%
問3-①-(b)プログラム(順次)：一部動作抜け	19%	16%	17%	21%	18%	18%	17%	18%	21%	18%
問3-②-(a)プログラム(判断・繰り返し)：経路図	46%	59%	44%	47%	65%	65%	44%	65%	47%	65%
問3-②-(b)プログラム(判断・繰り返し)：分岐	73%	81%	72%	74%	88%	88%	72%	88%	74%	88%
問3-②-(b)プログラム(判断・繰り返し)：動作	68%	70%	67%	68%	71%	82%	67%	71%	68%	82%
問3-②-(b)プログラム(判断・繰り返し)：繰り返し	51%	70%	44%	58%	82%	71%	44%	82%	58%	71%
問4-(a)自動ドア：センサ	41%	51%	39%	42%	47%	65%	39%	47%	42%	65%
問4-(b)自動ドア：プログラム・分岐	27%	51%	33%	21%	41%	71%	33%	41%	21%	71%
問4-(b)自動ドア：プログラム・動作	22%	49%	28%	16%	35%	71%	28%	35%	16%	71%
問4-(b)自動ドア：プログラム・タイマ	3%	3%	0%	5%	6%	0%	0%	6%	5%	0%
問4-(b)自動ドア：プログラム・繰り返し	14%	32%	22%	5%	29%	41%	22%	29%	5%	41%

表10 事前・事後評価テストの各集計による正答率と検定(対応のある検定)結果

集計内容	人数	事前テスト		事後テスト		有意差
		正答	標準偏差	正答率	標準偏差	
全体	33	48	20	68	17	p<.01
男子	16	48	23	66	17	p<.01
女子	17	48	17	69	17	p<.01

表11 事前・事後評価テストの各集計による正答率と男女比較による検定(対応のない検定)結果

集計内容	男子			女子			有意差
	人数	正答率	標準偏差	人数	正答率	標準偏差	
事前評価テスト	16	48	23	17	48	17	n. s.
事後評価テスト	16	66	17	17	69	17	n. s.



## 参考文献

- 1) 文部科学省編(2008)：中学校学習指導要領解説―技術・家庭編―
- 2) 開隆堂(2011)：年間指導計画(案)，開隆堂出版株式会社 (<http://www.kairyudo.co.jp/contents/02-chu/gijutsu/h24/nenkei.htm>)
- 3) 東京書籍(2011)：平成24年度版中学校技術・家庭科用「新しい技術・家庭」技術分野 指導計画作成資料，東京書籍株式会社 (<http://ten.tokyo-shoseki.co.jp/downloadfr1/htm/jjc86888.htm>)
- 4) 清水貴史(2010)：平成21年度群馬大学教育学研究科技術教育専攻修士論文「材料と加工、エネルギー変換、情報を複合したポンプ水やり機の教材開発と授業実践」
- 5) 加藤公久(2009)：平成20年度群馬大学教育学部技術教育専攻卒業論文「総合的ものづくり教材の開発と評価」
- 6) 井野口正和(2009)：平成20年度群馬大学教育学部技術教育専攻卒業論文「ものづくりを核とした技術分野の授業づくりと実践」
- 7) 剣持朋也(2012)：平成23年度群馬大学教育学部技術教育専攻卒業論文「エネルギー変換(電気)と情報を複合し、電気回路による制御とプログラムによる制御の教材開発と授業実践」
- 8) 清水友紀(2012)：平成23年度群馬大学教育学研究科技術教育専攻修士論文「プログラムによる計測・制御」に関する指導方法に関する研究
- 9) 安藤雅人(2012)：平成23年度群馬大学教育学部技術教育専攻卒業論文「プログラミングと計測制御に関する課題解決型の授業づくり」
- 10) 藤谷直道(2012)：平成23年度群馬大学教育学部技術教育専攻卒業論文「計測・制御の教材に関する基礎研究」
- 11) ロボット学習システム RoboX (<http://www.edu.ctr.pref.kanagawa.jp/robos/>)

(みた すみよし・おりも まさゆき・とりやま しょうた・おりも たかし)

