

# 指導者支援の「プログラミングによる計測と制御」教材・教具による 授業実践と評価

Practice and evaluation “measurement and control by programming”  
teaching materials of teacher support

井上伸治\*・尾高広昭\*\*

INOUE Shinji and ODAKA Hiroaki

## 1. はじめに

先行研究<sup>1)</sup>において、中学校の技術・家庭科（技術分野）における「プログラミングによる計測と制御」<sup>2)</sup>について教材・教具の開発を行ってきた。開発するにあたり、中学校の技術・家庭科（技術分野）技術担当教諭への実態調査および意識調査を行い、その結果により示された指導者支援策を踏まえて制御教材および補助教材群を構成した。本研究では、開発した教材を活用した授業実践を行い、学校教育の教師等（以下、指導者）を対象に聞き取り調査および生徒への質問紙調査を行い、教材・教具の有効性を評価・分析した。

## 2. 研究の目的

本研究では、支援指導者支援の視点から中学校の技術・家庭科（技術分野）「情報に関する技術」における「プログラミングによる計測と制御」教材・教具の授業実践および評価を行い、教育や学習への有効性を確認することが目的である。

## 3. これまでの研究概要

これまでの研究では、2012年に京都府および大阪府の技術担当教諭への質問紙調査を行った。その結果、「情報に関する技術」のうち「プログラミングによる計測と制御」に関する授業実践は6～10単位時間の授業実践を第3学年の夏期休業以降に実践もしくは計画していることが判明した。また、担当教諭は授業の準備時間の軽減や扱いやすいハードウェア・ソフトウェアの整備、テキストやワークブックなどの補助教材・教具群の充実などの指導者支援策を望んでいることが判明した。

そのため、授業で扱いやすい自律型制御ロボット教具（図1）およびC言語をベースとしたプログラミング・エディターの開発を行った。また、6～10単位時間の授業実践を前提としたモデルカリキュラムを提案し、準拠した補助テキストを編集した。

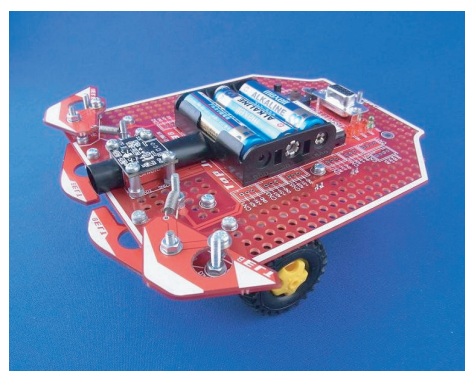


図1 開発した自律型制御ロボット教具

## 4. 教材・教具群を活用した授業実践および評価

構築した指導者支援策を活用した授業実践を行い、その教材・教具の評価・分析を行った。

### 4.1 調査方法

2013年度に大阪市立A中学校第2学年（4学級生徒数126名）と大阪府私学B中学校第3学年（2

\* 関西大倉中学校

\*\* 岐阜大学教育学部技術教育講座

学級生徒数89名)において行った。調査は技術担当教諭への聞き取りおよび生徒への質問紙調査を行った。

まず、授業計画を行う段階で制御教具および補助教材群を提供し、実際の指導カリキュラムを作成してもらった。補助テキストについては使用するページとしないページがあったが、冊子形式に製本し生徒全員および指導者に提供した。指導者用テキストには指導アドバイスや設問の解答例などが印刷されている。毎時間終了後に生徒への質問紙調査を行い、すべての授業実践後に指導者への聞き取り調査を実施した。

#### 4.2 生徒への質問紙調査

生徒への質問紙調査は、毎回の授業ごとに行った。質問紙調査ではカリキュラムに合わせて開発した補助テキストが生徒にとって有効なものとなっているかの調査を行った。なお、評定尺度法の3段階評価や5段階評価では中央値(どちらでもない)が多くなることが予想できたため、評定尺度法の4段階評価を用いた。なお、調査の質問項目は次の通りである(図2)。

- (1) 学年・組・出席番号
- (2) 今日の授業で使ったワークシートはわかりやすかったですか?
- (3) 今日の授業で取り上げた内容は面白かったですか?
- (4) 今日の授業ではプログラム作成などの実習を行いましたか?

質問紙調査は毎回の授業終了後に、ワークシート(ページ)ごとに調査を行った。なお、2つの学校で授業計画が異なっているため、各ページの集計結果の母集団は異なっている。集計結果を表1および図3から図5に示す。

「プログラミングによる計測と制御」のアンケート調査

※ より良い授業のために、アンケート調査をしています。ご協力をお願いします。

※ このアンケート調査は教材改善以外の目的には使用しません。

※ 調査主体 岐阜大学教育学部 技術教育講座 尾高研究室(井上幹治)

出席番号 氏名は不要です。	年 組 番			
○をしてください	今日の授業で使ったワークシートはわかりやすかったですか?			
	4	3	2	1
	<small>大変わかりやすかった</small>	<small>わかりやすかった</small>	<small>わかりにくかった</small>	<small>大変わかりにくかった</small>
○をしてください	今日の授業で取り上げた内容は面白かったですか?			
	4	3	2	1
	<small>大変面白かった</small>	<small>面白かった</small>	<small>面白くなかった</small>	<small>ぜんぜん面白くなかった</small>
○をしてください	今日の授業ではプログラム作成などの実習を行いましたか?			
	4	3	2	1
	<small>実習が多かった</small>	<small>実習を行った</small>	<small>実習があまりなかった</small>	<small>実習がぜんぜん無かった</small>

図2 生徒への質問紙調査用紙

表1 生徒質問紙調査の集計結果

(1) わかりやすさの評価

	大変わかりやすかった	わかりやすかった	わかりにくかった	大変わかりにくかった
ロボット教材を知る	24.2	60.0	15.0	0.8
簡単なプログラム作成	38.2	50.8	11.0	0.0
プログラムのアレンジ	33.0	57.4	6.9	2.7
センサの利用	31.4	55.2	10.5	2.9
ライントレース	44.0	49.3	5.3	1.3

(2) 面白さの評価

	大変	面白かった	面白くなかった	ぜんぜん面白くなかった
ロボット教材を知る	52.5	40.8	6.7	0.0
簡単なプログラム作成	53.9	40.8	5.2	0.0
プログラムのアレンジ	49.5	42.6	7.4	0.5
センサの利用	51.5	37.9	8.7	1.9
ライントレース	62.0	36.6	0.0	1.4

(3) 実習の多さの評価

	実習が多かった	実習を行った	実習があまりなかった	実習がぜんぜん無かった
ロボット教材を知る	50.8	45.0	4.2	0.0
簡単なプログラム作成	58.1	38.7	3.1	0.0
プログラムのアレンジ	53.2	42.0	3.7	1.1
センサの利用	49.5	47.6	2.9	0.0
ライントレース	58.6	38.6	2.9	0.0

Unit : %

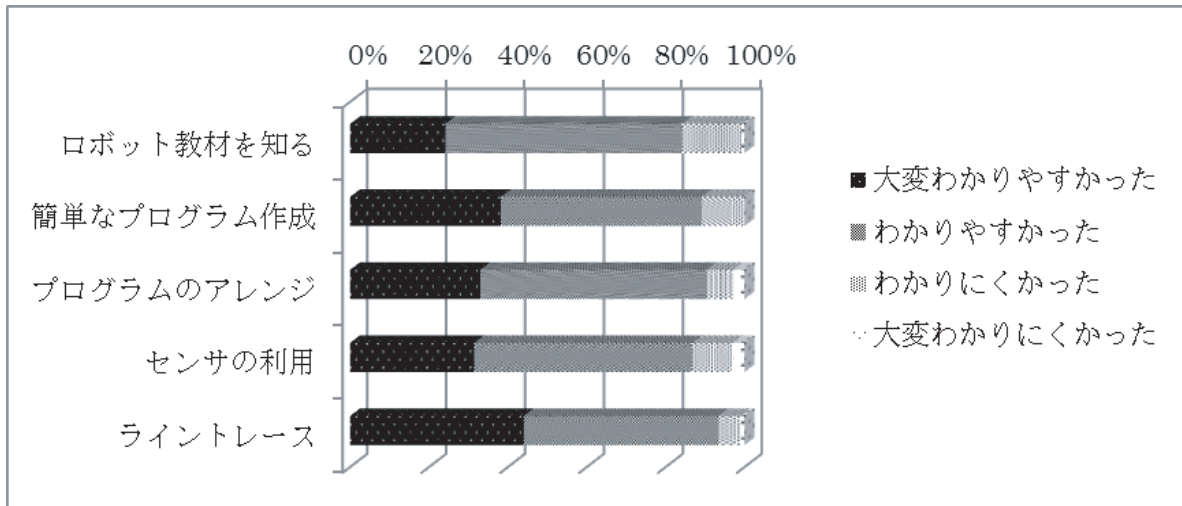


図3 生徒質問紙調査 (1) 「わかりやすさ」 調査集計

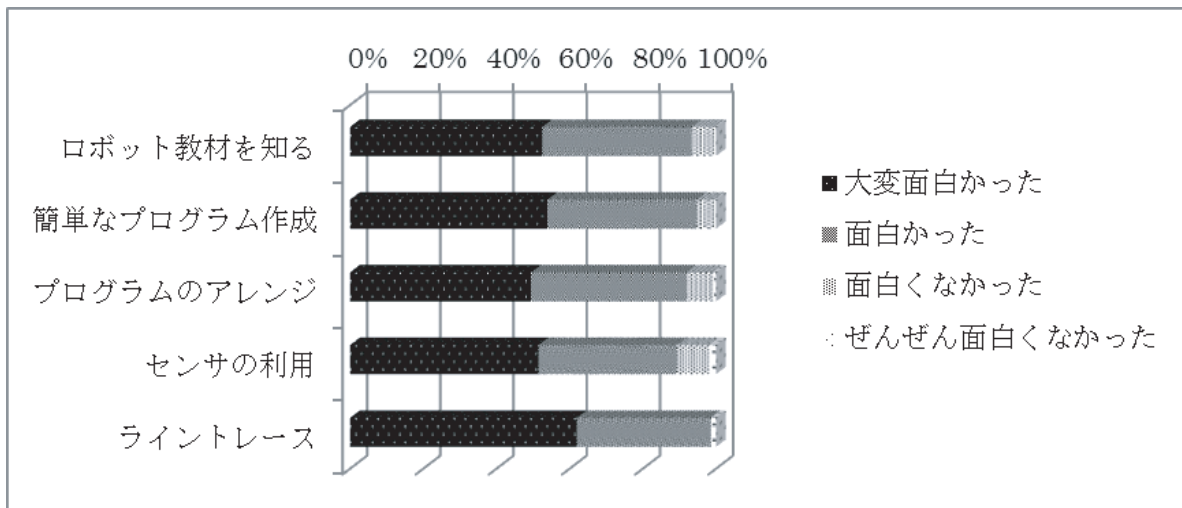


図4 生徒質問紙調査 (2) 「面白さ」 調査集計

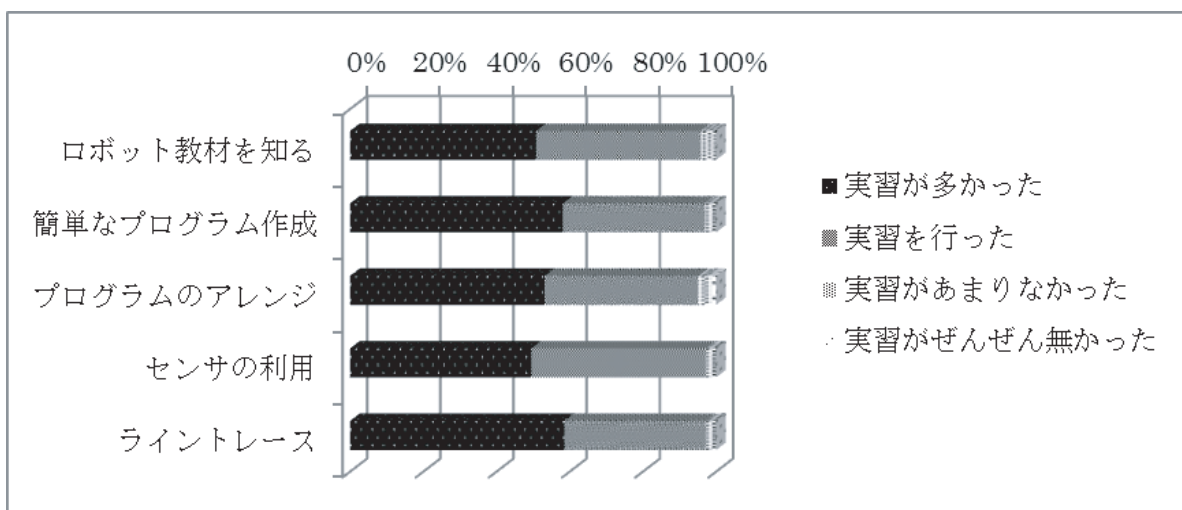


図5 生徒質問紙調査 (3) 「実習の多さ」 調査集計

生徒質問紙による調査結果では、設問(1)「わかりやすさ」については肯定的な評価を得た。今回のカリキュラムでは、どちらの学校もセンサを用いた分岐命令による制御が内容として含まれており、アナログセンサーの閾値設定やルーチンを自分で考えるなど比較的高度な内容なども含まれている。しかし、そのような難しい内容である「センサの利用」や「ライントレース」のページも非常に肯定的な評価をしていることは、サンプルプログラムを用いてわかりやすく内容を示すという狙いが受け入れられていることを示している。

また、設問(2)「面白さ」についても肯定的な評価を得た。本来、ロボットのプログラミングは生徒にとっては興味・関心が高い教材・教具であると指導者からも聞き取っており、その傾向が継続しているものと考えられる。しかし、「センサの利用」では難易度も高いこともあり若干肯定的評価が下がっている。しかし、最後の「ライントレース」では逆に肯定的評価が高まる結果となっている。授業の様子を指導者から聞き取ると、サンプルプログラムを工夫することによりライントレースに成功する生徒が多く出たこと、そのような生徒がレース形式の即興コンテストを行うなど様子が見えた。生徒にとっても楽しく学習することができたことが一因である。

設問(3)「実習の多さ」についても肯定的評価を得た。サンプルプログラムを掲載し、それをアレンジして課題をクリアしたりより高度な内容に取り組むようテキストで誘導したりしたため、生徒は実習に十分取り組むことができていると考えている。早く課題を終えることができた生徒には、従来型のテキストであればそれ以降の課題がないため指導者が随時課題を提示し続けられないといけない状況になる。遅れている生徒への対応やトラブル対応などを行っているが、早い生徒への対応ができないケースもよくある。最初からテキストに高度な課題を提示してあるため、生徒はそのまま実習を進めていくことができ、指導者は遅れている生徒の対応や生徒の観察などに注力することができる。

以上のことから、今回開発した教具や補助テキストを活用した授業は生徒にとって受け入れやすく、支援策は効果的であった。

### 4.3 指導者への聞き取り調査

授業実践後、指導者への聞き取り調査を行った。特にこちらから質問は行わず、授業および今回の教材・教具や補助教材群への感想や意見に関して聞き取り調査を行った。

(1) 聞き取った内容は次のとおりである。

- ・ 生徒の学習活動がテキストを用いて後から把握することができるので、授業時には指導に集中できる。
- ・ サンプルプログラムを用いるので、生徒が理解しやすい。
- ・ フローチャートなどの書き込みや練習問題など、定期テストに向けた取り組みにも活用できる。
- ・ 特別支援の生徒にとっては計測・制御学習が難しいので、もう少し難易度を低くしたテキストも用意してほしい。
- ・ 冊子のページ数はこの程度でよい。大きさも教科書と同じB5サイズのままとしてほしい。授業後に集めて管理しやすい。
- ・ 冊子と同じフォーマットのワークシートが作成したいので、Word形式のフォーマットを公開してほしい。
- ・ ロボット教具については授業中にトラブルが出ることも無く、生徒も扱いやすい様子であった。

指導者からは概ね肯定的な評価を受けたが、同時に課題も明らかとなった。特に、技術・家庭をはじめ様々な教科で特別支援学級の生徒が授業を受けることがあり、従来型の補助テキスト教材では他の生徒と同様に実習することが困難な場合があることが示唆された。今後はそのような生徒でも一緒に実習に取り組むことができるよう難易度を落とした補助テキストが必要である。

#### 4.4 調査結果と考察

生徒質問紙調査および指導者への聞き取り調査の結果、開発した教具および補助教材群は肯定的な評価を受けた。授業実践もほぼトラブルなくスムーズに行うことができた。このことから、指導者支援策として有効であることが確認できた。

しかし、課題も明らかとなった。特別支援対象の生徒に対して難易度を落としたテキストの編集など今後取り組むべき課題である。また、教材・教具の劣化など授業準備や実践が今後も継続できるか継続して調査していくことが必要である。

また、授業実践の前後で生徒がどのように変容したかを調査することにより、教材・教具の有効性を確認することが必要である。そのため、追調査を行うこととした。

#### 5. 授業実践における生徒の「技術観・職業観」調査

今回開発した教材・教具および補助教材群を活用した授業実践の前後で、生徒がどのように変容したのかを調査するために先行研究<sup>3)</sup>により開発された「生徒の技術観・職業観」調査を行うこととした。中学校学習指導要領では職業観・勤労観の推進が示されており、平成20年文部科学白書<sup>4)</sup>でも児童生徒の勤労観・職業観を育てるためのキャリア教育の推進を示している。また、中学校学習指導要領「技術・家庭」の改善の基本方針として勤労観・職業観の育成を示している。このことから、生徒の「勤労観・職業観」の変容は授業実践の効果の一つと考えられる。また、この調査は先行研究によりその客観性が示されており、生徒への調査として必要であると考えた。

##### 5.1 調査方法

2014年に大阪市立A中学校第2学年(生徒数125名)に今回開発した自律型制御教具および補助教材群を利用した授業実践を行う前後に生徒質問紙による質問紙調査を行った。

質問紙調査の設問は次の通りである。

- 0) クラス 出席番号
- 1) 自分で考えながら物を作ることは好きだと思う。
- 2) 将来技術に関連した仕事につきたいと思う。
- 3) 新しい問題にチャレンジすることが好きだと思う。
- 4) 技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う。
- 5) 技術に関連した仕事は面白そうだと思う。
- 6) 技術に関連した仕事は社会にとって重要な仕事だと思う。
- 7) 考えたことを図に表わすのは得意であると思う。
- 8) 技術の学習は他の教科の学習にも役立つと思う。
- 9) 発明や技術開発についてもっと知りたいと思う。
- 10) 技術の学習は社会にとって必要な教育だと思う。
- 11) 技術の学習で学んだことを生活に生かそうと思う。
- 12) いろいろ考えてものづくりをするのは嫌いだと思う。
- 13) 技術に関する記事やテレビ番組があると興味を持って見る方だと思う。
- 14) 技術の発達は人間を幸せにすると思う。

設問1と設問12の質問(考えること)は逆の質問内容になっており、生徒たちの回答の信頼性について確認するためである。質問紙調査では、評定尺度法の4段階評価を用いた。また、それぞれの設問ごとの集計だけでなく、先行研究による調査結果により設問を3つのグループに分けて集計を行う。3つのグループは次の通りである。

#### グループ1 技術に関連する職業への興味・関心

- 2) 将来技術に関連した仕事につきたいと思う。
- 5) 技術に関連した仕事は面白そうだと思う。
- 9) 発明や技術開発についてもっと知りたいと思う。
- 11) 技術の学習で学んだことを生活に生かそうと思う。
- 13) 技術に関する記事やテレビ番組があると興味を持って見る方だと思う。

#### グループ2 創造的活動に対する興味・関心

- 1) 自分で考えながら物を作ることは好きだと思う。
- 3) 新しい問題にチャレンジすることが好きだと思う。
- 7) 考えたことを図に表わすのは得意であると思う。
- 8) 技術の学習は他の教科の学習にも役立つと思う。

#### グループ3 技術の重要性に対する認識

- 4) 技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う。
- 6) 技術に関連した仕事は社会にとって重要な仕事だと思う。
- 10) 技術の学習は社会にとって必要な教育だと思う。
- 14) 技術の発達は人間を幸せにするとと思う。

## 5.2 調査結果

調査では、6単位時間の授業実践の前後に質問紙調査を行って、授業実践前122名授業実践後121名から回答を得た。このうち、どちらか片方の調査を欠席しているデータを除いた。さらに設問(1)と設問(12)が逆の質問になっているため、その回答の整合性が取れないデータを除いた。結果として、87名分のデータを集計対象とした。設問ごとの集計結果を表2に示す。また、グループごとの集計結果は表3に示す。

調査結果では、特に設問4「技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う。」が授業後に肯定的な回答が増加した(図6)。取り扱う内容が制御やプログラミングであり、かつ使用した補助テキストに「駅のエスカレータ制御」などを例示したことから、生徒は産業などのかかわりについて考えるようになったと考えられる。

また、設問2「将来技術に関連した仕事につきたいと思う」も肯定的な回答が増加している(図7)。授業では最後にライトレースを自分で工夫して取り組む構成になっていたため、成功体験を得た生徒がこの取り組みを職業観と結び付けて肯定的に考えたと考えられる。また、この授業実践時に学年の「総合的な学習の時間」でキャリア教育に関する学習を行っており、間接的に影響があったと考えられる。

逆に、設問11「技術の学習で学んだことを生活に生かそうと思う」の肯定的評価が減少している(図8)。プログラミングや制御教材・教具について、身近な生活との関わりとのつながりが生徒にとって理解し難い内容となっていた可能性がある。今後、補助テキストなどの内容を検討し、身近な生活との連携を考えたものとするよう改善を図る必要がある。

グループごとの集計結果では、グループ3「技術の重要性に関する認識」の「あてはまる」回答が増加している(図9)。この結果は、技術・家庭科のねらいである「社会と技術とのかかわりについての理解」を本授業実践によって、補足できたことを示していると考えられる。

表2 生徒の「技術観・職業観」設問ごとの調査結果

設問		授業前					授業後				
		あてはまる	ややあてはまる	ややあてはまらない	あてはまらない	無答	あてはまる	ややあてはまる	ややあてはまらない	あてはまらない	無答
Q1	自分で考えながら物を作ることは好きだと思う。	41	31	8	7	0	38	32	13	3	1
Q2	将来技術に関連した仕事につきたいと思う。	11	23	24	28	1	12	27	23	25	0
Q3	新しい問題にチャレンジすることが好きだと思う。	22	27	30	8	0	20	25	32	10	0
Q4	技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う。	10	33	37	5	2	21	33	27	6	0
Q5	技術に関連した仕事は面白そうだと思う。	29	25	28	4	1	23	30	28	6	0
Q6	技術に関連した仕事は社会にとって重要な仕事だと思う。	42	38	7	0	0	42	35	9	1	0
Q7	考えたことを図に表わすのは得意であると思う。	9	21	28	26	3	9	20	33	25	0
Q8	技術の学習はほかの教科の学習にも役立つと思う。	6	34	31	15	1	10	30	26	21	0
Q9	発明や技術開発についてもっと知りたいと思う。	27	21	25	12	2	19	29	24	15	0
Q10	技術の学習は社会の取って必要な教育だと思う。	19	44	22	2	0	16	40	26	5	0
Q11	技術の学習で学んだことを生活に生かそうと思う。	25	35	22	2	3	22	35	23	7	0
Q12	いろいろ考えてものづくりをするのは嫌いだと思う。	9	7	27	44	0	9	5	32	41	0
Q13	技術に関する記事やテレビ番組があると興味を持って見る方だと思う。	16	23	28	19	1	14	25	33	15	0
Q14	技術の発達は人間を幸せにするとと思う。	33	36	13	5	0	35	31	18	3	0

Unit:人

表3 生徒の「技術観・職業観」グループごとの調査結果

設問		授業前					授業後				
		あてはまる	ややあてはまる	ややあてはまらない	あてはまらない	無答	あてはまる	ややあてはまる	ややあてはまらない	あてはまらない	無答
G1	技術に関連する仕事への興味・関心	24.8	29.2	29.2	14.9	1.8	20.7	33.6	30.1	15.6	0.0
G2	創造的活動に対する興味・関心	22.4	32.5	27.9	16.1	1.1	22.1	30.7	29.9	17.0	0.3
G3	技術の重要性に対する認識	29.9	43.4	22.7	3.4	0.6	32.8	39.9	23.0	4.3	0.0

Unit:%



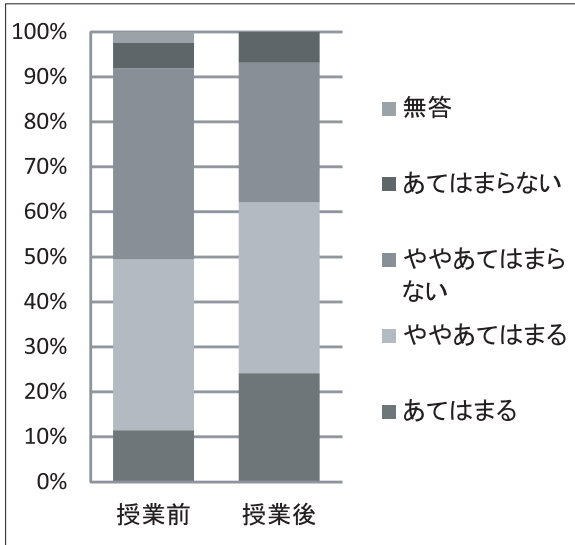


図6 設問4「技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う」の回答

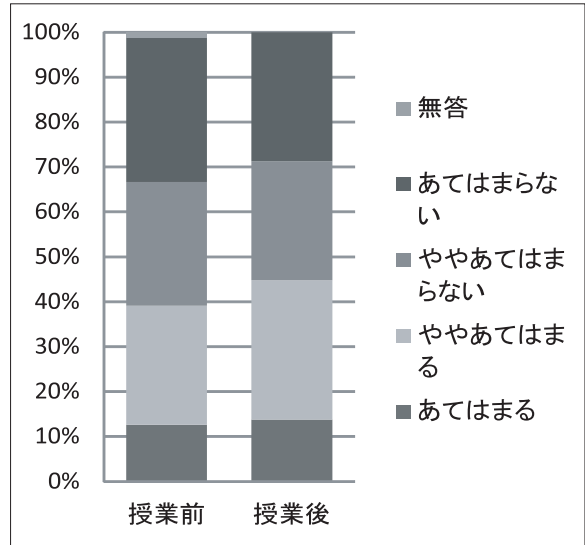


図7 設問2「将来技術に関連した仕事につきたいと思う」の回答

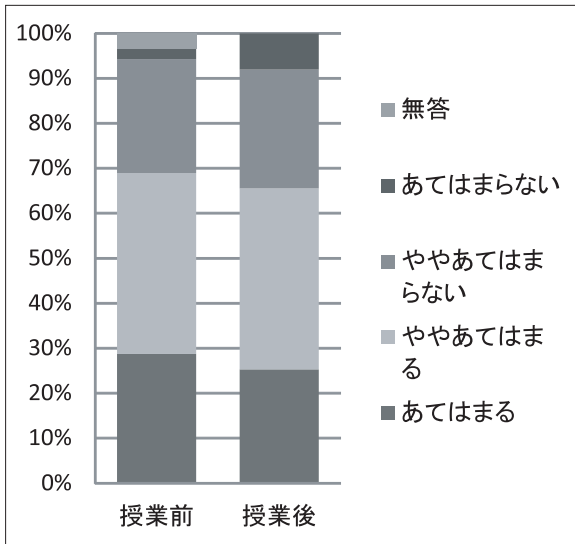


図8 設問11「技術の学習で学んだことを生活に生かそうと思う」の回答

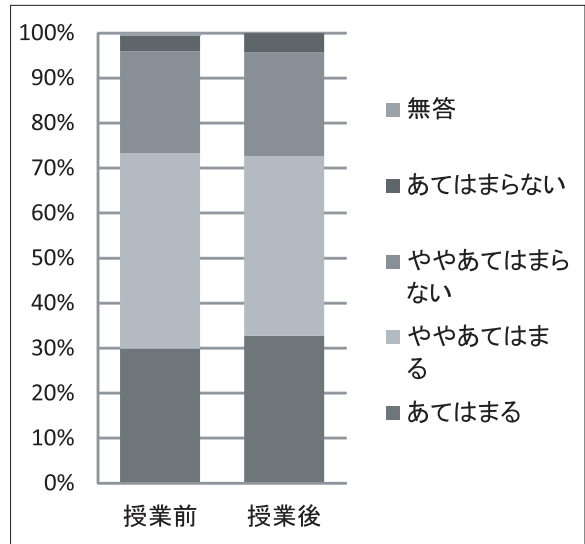


図9 グループ3「技術の重要性に関する認識」の回答

## 6. 調査結果の考察

2年間の授業実践と評価により、開発した自律型制御ロボット教具および補助教材群には指導者が要望した様々な支援策を提案することができ、生徒からも肯定的な評価を得ることができた。また、短時間の技術分野の授業実践であったが、生徒の「技術観・職業観」の一部の向上を示すことができた。しかし、補助テキストの充実など課題点などがわかった。特に今後は「技術観・職業観」の向上に働きかけるよう指導内容や教材・教具の見直しを示唆されており、今後の研究推進が必要である。

## 7. おわりに

本研究により、開発した教材・教具および補助教材群の有効性が確認できた。この結果より、選択から全員履修となった「プログラミングによる計測と制御」の授業実践を行う指導者への支援策の構築ができたと考える。今後は、指導者支援策の普及を図りつつ、本調査結果や分析によって示された課題点について、研究の継続・発展を図る予定である。

## 参考文献

- 1) 井上伸治・尾高広昭ほか：指導者支援の視点による「プログラミングによる計測と制御」教材の開発  
岐阜大学教育学部研究報告. 教育実践研究第16号, pp.29-38 (2014)
- 2) 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, pp.36-37 (2008)
- 3) 村松浩幸・杵淵 進ほか：ロボット学習を通して形成される生徒の技術観・職業観を把握する意識尺度の開発, 日本産業技術教育学会誌第52巻2号, pp.103-110 (2010)
- 4) 平成20年度文部科学白書 文部科学省  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpab200801/index.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab200801/index.htm)