

「プログラムによる計測・制御」に関する 題材と指導方法の検討

三田 純 義¹⁾・清水 友 紀²⁾・栗原 信 義³⁾
清水 幸 治⁴⁾

- 1) 群馬大学教育学部技術教育講座
- 2) 太田市立生品小学校
- 3) 群馬大学教育学部附属中学校
- 4) 渋川市立金島中学校

(2012年9月26日受理)

Consideration of Teaching Materials and Teaching Methods for Measurement and Control Through Programming

Sumiyoshi MITA¹⁾, Yuki SHIMIZU²⁾, Nobuyoshi KURIBARA³⁾
Koji SHIMIZU⁴⁾

- 1) Department of Technology Education, Faculty of Education,
Gunma University Maebashi, Gunma, 371-8510, Japan
- 2) Ikushina Elementary School, Ota, Gunma, 370-0312, Japan
- 3) Junior High School attached to Gunma University,
Maebashi, Gunma, 371-0052, Japan
- 4) Kanashima Junior High School, Shibukawa, Gunma, 377-0027, Japan

(Accepted on September 26th, 2012)

1. はじめに

中学校では、2008年改訂中学校学習指導要領(以下、学習指導要領)にもとづいて、技術・家庭科の技術分野の内容は、「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」の現代社会で活用されている多様な4つの内容を実施している。このように指導する内容が増加しても、技術分野の授業時数は第1学年35時間、第2学年35時間、第3学年17.5時間と変わらない。

少ない授業時間数の中でも、学習指導要領の技術分野の目標にも「ものづくりなどの実践的・体験的

な学習活動を通して」(文部科学省, 2008)とあるように、技術分野の学習は体験的な学習活動を要としている。

体験的な学習活動とは、体験を通して学習者の学習効果をねらった学習形態である。体験的な学習活動は、デューイの経験主義にもとづいている(J. デューイ, 2004)。また、デューイの思考作用について、「実験的知性の働きは、つねに経験によって試される。思考は経験を超越してあるものでなく、人間の行動的な生活における不安、疑問が思考を惹き起こすのである。この状態を脱却すること、すなわち、問題解決の過程において思考が働き、知識や技能が習得されるのである。」と述べられている(細谷俊夫,

1980)。このように、体験的な学習活動を行うということは、問題解決、すなわち課題解決型学習に結びついている。複数の生徒が協力して主体的に目標に向かって1つのプロジェクトを完成させていくことで、経験から知識や理解を身につけることができるのである。技術分野の学習において、体験的な学習活動を行う意義が大きいことは明らかである。

新しく必修扱いとなった「D 情報に関する技術」の学習内容の1つである「(3) プログラムによる計測・制御」学習においても、体験的な学習活動を要として学習を行っていくことには変わりない。しかし、「プログラムによる計測・制御」学習は、今まで選択必修であった内容のために実践を行ってきた学校が多くはない。「プログラムによる計測・制御」に関して、この数年来、学会等で研究発表や教材を提供する企業からも具体的な教材が市販され、数年前から実践例も出てきている。

「プログラムによる計測・制御」に関する研究としては、カリキュラムや教材の開発と授業実践、生徒の意識調査に重点を置いた研究に分けられると考えられる。例えば、カリキュラムや教材の開発としては、新学習指導要領に対応したロボコンなどのエネルギー変換と連携した学習や、技術分野の内容を横断した複合教材である二足歩行ロボットの開発などが挙げられる(村松浩幸(研究代表者), 2011)。授業実践としては、技術分野の内容を横断した複合題材であるポンプ水やり機(清水貴史, 2010)、コップ運びロボットや自動ページめくり器での実践(村松浩幸(研究代表者), 2011)、学習効果の検証まで行っている針谷らの研究(針谷安男, 飯塚真弘, 山菅和良, 2010)などが挙げられる。そして、生徒の意識調査としては、ロボット学習を通して形成される生徒の技術観・職業観についての調査などが挙げられる(村松浩幸ら, 2011)。

また、2011年度に、検定教科書の出版社から教科書の見本とその年間指導計画案が提示されている。学習指導要領にもとづいた検定教科書の出版社が公開している年間指導計画では、「プログラムによる計測・制御」の授業時間数は5～8時間程度と、市販教材を利用した授業展開となっている。また、年間

指導計画等が公開されている教育センターや中学校では、授業時間数が4～14時間程度と指導計画によって差が大きいことがわかる。

このように、制御・プログラミング学習やロボット学習における実践事例の報告や教材の開発は多くなされているものの、題材や学習計画とその指導方法を比較した上で、学習者の学習への興味・関心などの意識の変容について考慮した研究は少ない。

また、教員養成系の大学の技術専攻の専門教育の内容は、加工(木材加工、金属加工)・電気・機械・情報となっているために、教員養成系の大学の技術専攻を卒業した現職の教員は大学の専門教育において、「プログラムによる計測・制御」に関する教材や指導方法について学ぶ機会が多いとは言えない。このような中で、「プログラムによる計測・制御」の授業に用いる教材や指導方法を具体的にどうしたらよいか、明確とは言えない。

本研究では、「プログラムによる計測・制御」に関する制御題材とその指導方法によって、文部科学省が評価の規準として示している学習者の関心・意欲・態度や工夫・創造などの視点から、学習への意識の変容を明らかにし、学習指導要領にもとづいた技術分野の指導計画における「プログラムによる計測・制御」の教材と指導方法を検討することを目的とする。

本研究では、指導方法を教材、指導計画と具体的な指導方法を含むものとし、次の3つの指導方法について取り組む。

指導方法①：教員が準備した電気回路による制御教材とコンピュータによる制御教材を併用する指導方法

指導方法②：教員が教材を提示し、生徒自らが製作した制御対象を制御する指導方法

指導方法③：生徒が主体的に決定し製作した教材を制御対象とする指導方法

2. 研究方法

2.1 指導方法

研究目的を検証するために、表1に示す指導方法

で中学校技術・家庭科の技術分野の「プログラミングと計測・制御」に関する授業を実施する。それぞれの指導方法で使用した教材を図1、図2、図3に示す。

2.2 評価方法

3つの指導方法の授業実践において生徒の意識を評価するために、質問紙による事前・事後調査を行う。

初回の授業のはじめと最終回の授業の終わりに、授業を受ける生徒に、ものづくりに関することや計測制御への興味・関心などを選択式の19項目4段階評価で質問紙に自己評価させる（以下、事前・事後調査）。この19項目は、『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料』の「学習指導要領の内容、内容のまとめりごとの評価規準に盛り込むべき事項及び評価規準の設定例」を参考に作成した。いくつかの調査項目を抜粋して参照した評価規準を表2に示す。

表3に事前・事後調査における生徒による自己評価の19項目を示す。このうち、項目16は逆転項目とする。

3. 指導方法の実践と比較・検討

表4、表5、表6に示す授業計画をもとに授業を実践した。

授業実践を行った3つの指導方法について、事前・事後調査の平均値の変化を表7に示す。

「関心・意欲・態度」の項目では、指導方法には依らず、すべての項目において平均値が高い。特に、項目1と項目8については、3つの指導方法で平均値の変化はほぼ変わらない。このことから、生徒は「プログラムによる計測・制御」の題材に高い興味・関心を示し、積極的な態度で授業に取り組んだことがわかる。また、指導方法②と指導方法③では平均値が同じであった。

「工夫・創造」では、指導方法③、指導方法②、指導方法①の順で、平均値が有意である項目の割合が多い。また、項目10については、3つの指導方法

で平均値は有意である。

「技能」では、有意差がある項目数には指導方法によって差があるものの、平均値の変化は3つの指導方法でほぼ同様の傾向である。

「知識・理解」では、指導方法によって生徒の意識の変化に多少の差があるものの、それぞれの指導方法の授業の目的に対応した平均値の変化である。

4. まとめ

本研究において、「プログラムと計測・制御」の指導に、3つの方法を取り入れ、『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料』にもとづいて作成した質問紙により、4観点評価から生徒の意識を調査し、指導方法について検討した。その結果、つぎのことがわかった。

- (1) 事前・事後調査において、生徒の自己評価は指導方法に関わらず同様の傾向であった。
- (2) 指導方法③（生徒が主体的に決定し製作した教材を制御対象とする指導方法）では、事前・事後調査におけるほぼすべての項目で平均値が向上し、有意差があった。それに対して、指導方法①（教員が準備した電気回路による制御教材とコンピュータによる制御教材を併用する指導方法）ではほとんどの項目で平均値の向上はなかった。また、工夫・創造は指導方法③、指導方法②（教員が教材を提示し、生徒自らが製作した制御対象を制御する指導方法）、指導方法①の順で、平均値の変化が有意である項目の割合が多い。このことから、体験を通じて生徒の主体性を活かした指導方法は効果があると言える。

謝辞

本研究の授業実践にあたり、ご協力をいただいた渋川市立伊香保中学校の上原志之夫校長に心より感謝を申し上げます。

また、本研究は科学研究費基盤研究(C)（課題番号22500843）により実施した研究で、関係諸氏に謝意を表します。

表1 実施する学習指導の比較

指導方法等	指導方法①	指導方法②	指導方法③
計測制御のためのコントローラ	RoboBrain	プロロボ RoboBrain	RoboBrain
コントローラ学習	ブラックボックス指導	ブラックボックス指導	ブラックボックス指導
電気回路による制御と教材	マイクロスイッチにより、乾電池の極性を切り換えモータを正転・逆転させ、壁に沿って動く自動車モデルの回路の製作により指導する。	電気回路による制御については指導しない。	電気回路による制御については指導しない。
アクチュエータ	模型用 DC モータ 2 台	模型用 DC モータ 3 台	模型用 DC モータ・発光ダイオード・スピーカ 製作に使用するアクチュエータの選択は生徒に任せる。
制御対象	左右の走行用のモータとギヤボックスが一体になったユニット 2 台で前進・後退・右折・左折でき、マイクロスイッチで壁を検出したら向きを変えて動く。	左右の走行用のモータとギヤボックスが一体になったユニット 2 台で前進・後退・右折・左折し、フォトリフレクタ 2 個によりラインレースして動くとともに、ショベルを回転して上下動するユニット 1 台を有する。	家庭、学校、通学路のいずれかの場面で有用な物を、生徒 4 名のグループごとに考案し、製作する。
使用するセンサ	マイクロスイッチ 2 個	光センサ 2 個 測距センサ 1 個	10 種類のセンサ※を紹介し、その特性の概要を指導する。製作に使用するセンサの選択は生徒に任せる。
具体的な指導方法	教員が学習指導計画を練り、それに基づいて生徒に課題を与え、それを解決するよう生徒に指導する。[教員主導]	教員が学習指導計画を練り、それに基づいて生徒に課題を与え、それを解決するよう生徒に指導する。[教員主導]	生徒に制御対象を考案させ製作するまでの、プログラミングの仕方や制御対象の構想を生徒から引き出すまでは指導計画に基づき指導する。それ以降は生徒がグループで課題を解決する。[教師主導+生徒による課題解決]
実施校	公立 I 中学校	公立 K 中学校	大学附属中学校
実施学年	中学 1 年生・2 年生	中学 2 年生	中学 3 年生
実施人数	34 名 (1 年生 1 クラス) 26 名 (2 年生 1 クラス)	63 名 (2 クラス)	158 名 (4 クラス)
授業時数	5 時間	12 時間	12 時間
学習歴	エネルギー変換に関する技術については学習しておらず、計測制御学習も初めてである。制御に関わるコンピュータによるプログラミング経験のある生徒はいない。	1 年次において情報に関する技術についての学習、2 年次においてエネルギー変換に関する技術についての学習としてスリーピースユニットの設計・製作を行っている。制御に関わるコンピュータによるプログラミング経験のある生徒はいない。	技術分野のほぼすべての学習を終えているが、計測制御学習は初めてである。群馬大学で開催されたロボコンにて制御に関わるプログラミング経験のある生徒は、30 名程である。
※角度センサ・磁気センサ・温度センサ・傾斜センサ・タッチセンサ・フォトリフレクタ・圧力センサ・音センサ・測距センサ・フォトダイオード (以上 10 種類)			

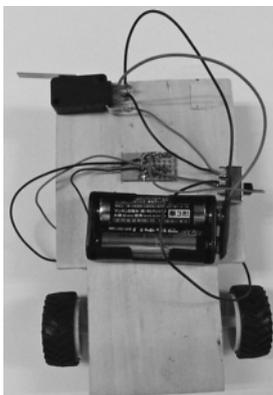
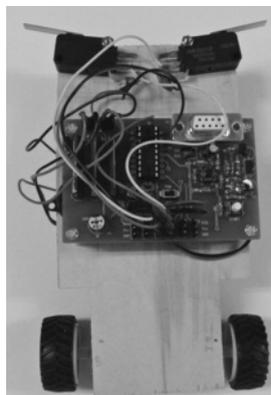
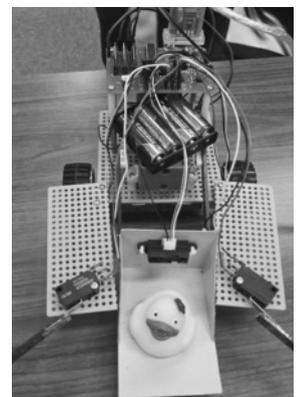


図1 指導方法①の実践において使用する教材

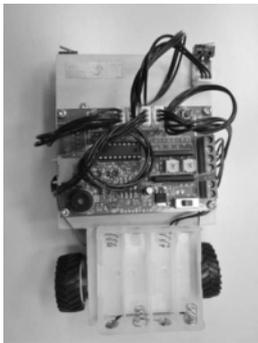


【市販教材】

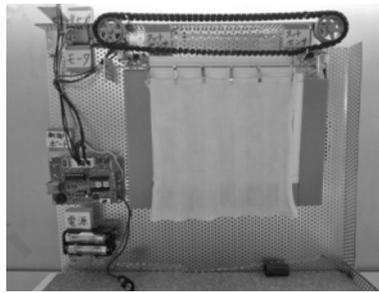


【自動車モデル】

図2 指導方法②の実践において使用する教材



ラインロレースカー



自動カーテンモデル



お茶を運ぶロボット

【提示教材】

図3 指導方法③の実践において使用する教材

表2 事前・事後調査の項目検討

項目	評価標準との参照
1. 人や動物の形をしたロボット、工場に働いているロボットの機械的な仕組み(メカニズム)を知りたい。	<p>【エネルギー変換 (1)：生活や技術への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○エネルギー変換に関する技術の課題を進んで見付け、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討しようとするとともに、適切な解決策を示そうとしている。 <p>【エネルギー変換 (1)：生活や技術についての知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○社会で利用されている機器等における、エネルギーの変換、制御、利用についての知識を身につけている。 ○力や運動を伝達する仕組みの特徴や共通部品についての知識を身につけている。 ○機器の構造や電気回路、各部の働きについての知識を身につけている。
3. 自分で工夫して、オリジナルなロボットや自動で動くものをつくりたい。	<p>【材料と加工 (3)：生活や技術への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○新しい発想を生み出し活用しようとしている。 <p>【エネルギー変換 (2)：生活や技術への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○新しい発想を生み出し活用しようとしている。 <p>【情報 (3)：生活や技術への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○新しい発想を生み出し活用しようとしている。
12. ものづくり(木工、機械、デジタル作品、プログラム作成など)では、使用目的や使用条件を明らかにして、つくるものの仕組みや機能を決める。	<p>【材料と加工 (3)：生活を工夫し創造する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○製作品の使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから材料、使いやすさ及び丈夫さなどを比較・検討した上で、製作品やその構成部品の適切な形状と寸法などを決定している。 <p>【エネルギー変換 (2)：生活を工夫し創造する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○製作品の使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で、製作品に適したエネルギーの変換方法や力の伝達の仕組み、構造や電気回路などを決定している。 <p>【情報 (3)：生活を工夫し創造する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○計測・制御の目的や条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから情報処理の手順を変更した場合の効果と比較・検討した上で、計測・制御に適した情報処理の手順を決定している。
17. 生活の中で不便なことを、解決するアイデアを考え出すことは楽しい。	<p>【材料と加工 (2)：生活を工夫し創造する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○材料と加工に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。 <p>【エネルギー変換 (1)：生活や技術への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○エネルギー変換に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。 <p>【情報 (1)：生活を工夫し創造する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○情報に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。
4. ものづくりでは、道具を安全に使うことが大切である。	<p>【材料と加工 (2)：生活の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○工具や機器を安全に使用できる。 <p>【エネルギー変換 (2)：生活の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○設計に基づき、安全を踏まえた製作品の組立て・調整や、電気回路の配線及び回路計などをを用いた点検ができる。
15. ものづくりでは、どのようなものをつくるか図面を画いて構想を練り、つくる手順を考えてからつくる。	<p>【材料と加工 (3)：生活の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○製作品の構想を等角図、キャビネット図及び第三角法などでかき表すことができる。 ○製作図を基にして、材料取り、部品加工、組立て・接合、仕上げができる。 <p>【エネルギー変換 (2)：生活の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○設計に基づき、安全を踏まえた製作品の組立て・調整や、電気回路の配線及び回路計などをを用いた点検ができる。
18. コンピュータを使ったロボットなどの機械は、その動きを制御するプログラムで機械の動きを変えられる。	<p>【情報 (3)：生活や技能についての知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○計測・制御システムにおける構成や、その中でのプログラムによる情報の処理についての知識を身につけている。 ○計測・制御システムにおけるインターフェースの必要性についての知識を身につけている。 ○情報処理の手順についての知識を身につけている。

表3 事前・事後調査における生徒による自己評価の19項目

調査内容	調査項目
関心・意欲・態度①	1. 人や動物の形をしたロボット、工場で働いているロボットの機械的な仕組み（メカニズム）を知りたい。
関心・意欲・態度②	3. 自分で工夫して、オリジナルなロボットや自動で動くものをつくりたい。
関心・意欲・態度③	8. 生活を便利にし、障害をもった人や高齢者を助ける製品をつくりたい。
関心・意欲・態度④	14. コンピュータのプログラム作成について知りたい。
関心・意欲・態度⑤	19. できあがっている製品とは性能やデザインが異なるものをつくりたい。
工夫・創造①	5. 自分でつくったものに使われている材料や部品を再利用して、別のものをつくるのに使う。
工夫・創造②	7. 各種の製品はいろいろな材料や部品からできているので、製品を大切に使う。
工夫・創造③	10. いろいろな製品を使って生活しているが、そのことによる廃棄物などで自然環境に影響を及ぼさないように工夫をして使う。
工夫・創造④	12. ものづくり（木工、機械、デジタル作品、プログラム作成など）では、使用目的や使用条件を明らかにして、つくるものの仕組みや機能を決める。
工夫・創造⑤	13. 使う人の安全を考えてものづくりをする。
工夫・創造⑥	17. 生活の中で不便なことを、解決するアイデアを考え出すことは楽しい。
技能①	4. ものづくりでは、道具を安全に使うことが大切である。
技能②	6. 道具や機械を使うときには自分や機械の周りを片付けて、人が動き回っていないことを確認する。
技能③	9. 電気製品を使うときには、感電やショート（電池などの電源の＋と－を直接つないでしまう）などに注意して安全に使う。
技能④	15. ものづくりでは、どのようなものをつくるか図面を画いて構想を練り、つくる手順を考えてからつくる。
技能⑤	16. 新しく買った電気製品は、こん包を解いて、スイッチを入れてすぐに使う。※逆転項目
知識・理解①	2. 電気製品を使うときには、コンセントに書かれている電圧や電流を見て、調べてから使う。
知識・理解②	11. 自動で動くものを作るには、数学や理科の知識が必要である。
知識・理解③	18. コンピュータを使ったロボットなどの機械は、その動きを制御するプログラムで機械の動きを変えられる。

表4 指導方法①の授業計画

指導展開	時間数	指導内容
電気回路による制御 (壁に沿って動く自動車モデル)	1	電源（乾電池）、スイッチ、モータの電気回路 マイクロスイッチのしくみ
	2	マイクロスイッチを使った壁に沿って動く自動車モデルの製作
プログラムによる制御 (障害物を避けながら動く自動車モデル)	3	プログラミング（順次処理） 自動車モデルの走行
	4	プログラミング（反復処理） 自動車モデルの走行
	5	プログラミング（分岐処理） マイクロスイッチによる壁の検出 障害物を避けながら動く自動車モデルの走行

表5 指導方法②の授業計画

指導展開	時間数	指導内容
導 入 ステップ1	1	身の回りで用いられている計測・制御の技術
	2	簡易制御ロボット（プロロボ）の仕組み
	3	順次処理による簡易制御ロボットの制御
	4	反復処理による簡易制御ロボットの制御
	5	簡易制御ロボットを用いたシンクロナイズドダンス ※3～4名のグループ学習
ステップ2	7	多機能型制御ロボットの仕組み
	8	多機能型制御ロボットを用いたロボコン
	9	コース1) 距離センサを使用する コース2) 距離センサとフォトリフレクタを併用する コース3) 距離センサとフォトリフレクタ、タッチセンサを併用する 【本研究での授業実践は10時間目までとする】
ま と め	11	生活と社会における計測・制御の技術の活用
	12	

表6 指導方法③の授業計画

指導展開	時間数	指導内容
導入	1	身の回りで用いられている制御技術
マイクロコンピュータ活用	2	RoboBuilderのプログラミング フォトリフレクタとタッチセンサを用いた自動車モデル (順次処理・反復処理・分岐処理)
センサ学習	3 4	センサとコンピュータへの信号伝達 センサの種類と動作方法
製作	5 6 7 8 9 10	製作品の決定・製作 制御対象の製作 ※3~4名のグループ学習 【本研究での授業実践は10時間目までとする】
プログラミング	11 12	制御対象の制御プログラムの作成 まとめ

表7 指導方法による事前・事後調査の結果比較

調査内容	項目	指導方法①			指導方法②			指導方法③		
		事前平均	標準偏差	有意差	事前平均	標準偏差	有意差	事前平均	標準偏差	有意差
		事前平均	標準偏差		事前平均	標準偏差		事前平均	標準偏差	
関心・意欲・態度①	1	2.8	1.04	n.s.	2.6	0.90	p<.01	2.9	0.75	p<.01
		3.0	0.74		3.0	0.75		3.2	0.71	
関心・意欲・態度②	3	2.6	1.01	n.s.	2.7	0.98	n.s.	2.9	0.84	p<.05
		2.9	0.92		2.8	0.92		3.1	0.81	
関心・意欲・態度③	8	2.8	0.78	n.s.	2.8	0.91	p<.05	2.7	0.80	p<.01
		3.0	0.74		3.1	0.77		3.1	0.82	
関心・意欲・態度④	14	2.9	0.95	n.s.	2.3	1.06	p<.01	2.9	1.04	n.s.
		2.8	0.88		2.7	0.90		3.1	0.83	
関心・意欲・態度⑤	19	2.8	0.94	n.s.	2.8	0.97	n.s.	3.2	0.86	n.s.
		3.0	0.78		2.9	0.93		3.3	0.74	
工夫・創造①	5	2.4	0.93	p<.01	2.4	0.86	n.s.	2.2	0.88	p<.01
		2.8	0.82		2.7	0.90		2.9	0.80	
工夫・創造②	7	3.4	0.72	n.s.	3.5	0.70	p<.01	3.5	0.67	p<.05
		3.6	0.71		3.8	0.41		3.6	0.57	
工夫・創造③	10	2.7	0.92	p<.01	2.7	0.85	p<.01	2.8	0.79	p<.01
		3.2	0.78		3.1	0.79		3.2	0.72	
工夫・創造④	12	2.9	0.89	n.s.	3.0	0.81	p<.05	3.1	0.86	p<.01
		3.2	0.79		3.3	0.67		3.5	0.63	
工夫・創造⑤	13	3.5	0.88	n.s.	3.4	0.64	p<.01	3.4	0.65	p<.01
		3.7	0.66		3.8	0.44		3.6	0.59	
工夫・創造⑥	17	2.9	0.99	n.s.	2.4	0.95	p<.01	2.9	0.81	p<.01
		3.2	0.84		2.9	0.86		3.4	0.68	
技能①	4	3.8	0.43	n.s.	3.7	0.56	p<.05	3.8	0.40	n.s.
		3.8	0.39		3.9	0.30		3.8	0.47	
技能②	6	3.4	0.78	n.s.	3.4	0.71	n.s.	3.2	0.74	p<.01
		3.6	0.64		3.5	0.77		3.5	0.63	
技能③	9	3.1	0.95	p<.01	3.2	0.91	p<.05	3.2	0.88	p<.01
		3.6	0.68		3.5	0.67		3.4	0.73	
技能④	15	3.0	0.71	n.s.	2.5	0.95	p<.01	3.1	0.85	p<.01
		3.2	0.81		3.1	0.71		3.3	0.64	
技能⑤	16	2.0	0.71	n.s.	2.2	1.11	n.s.	2.0	0.90	n.s.
		1.9	0.92		2.1	0.95		2.0	0.86	
知識・理解①	2	2.0	0.92	p<.05	1.8	0.91	n.s.	1.6	0.79	p<.01
		2.5	1.02		1.8	0.72		2.4	0.94	
知識・理解②	11	3.2	0.93	n.s.	3.4	0.77	p<.05	3.3	0.70	n.s.
		3.3	0.77		3.7	0.55		3.4	0.70	
知識・理解③	18	2.9	0.98	p<.01	3.1	0.80	n.s.	3.3	0.83	p<.05
		3.3	0.77		3.2	0.66		3.4	0.71	

参考文献

- (1) 文部科学省 (2008) : 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 (平成 20 年 9 月告示), 教育図書株式会社
- (2) 国立教育政策研究所 (2011) : 評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭】, 教育出版株式会社
- (3) 清水貴史 (2010) : 技術科教育における計測・制御を核にした総合ものづくり教材の開発, 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修士論文
- (4) 国立教育政策研究 (2010) : 生きるための知識と技能 4 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2009 年調査国際結果報告書, 赤石書店
- (5) J. デューイ著 市村尚久訳 (2004) : 経験と教育, 講談社
- (6) 細谷俊夫 (1980) : 教育方法 第 3 版, 岩波書店
- (7) 村松浩幸 (研究代表者) : 平成 23 年度科学研究費補助金研究成果報告書「現実の技術開発を疑似体験させるロボット学習の教育システムの開発」
村松浩幸, 杵渕信, 渡壁誠, 水谷好成, 山本利一, 川原田康文, 川崎直哉, 吉田昌春, 松永泰弘, 紅林秀治, 松岡守, 関根文太郎, 田口浩継 : 技術に対する中学生の意識実態の分析, pp.15-17
村松浩幸, 杵渕信, 渡壁誠, 水谷好成, 山本利一, 川原田康文, 川崎直哉, 松永泰弘, 吉田昌春, 松岡守, 関根文太郎, 大橋和正, 田口浩継 : 2008 年学習指導要領改訂
に対応したロボット学習用教材とカリキュラムの開発, pp.18-25
村松浩幸, 杵渕信, 渡壁誠, 水谷好成, 山本利一, 川崎直哉, 紅林秀治, 吉田昌春, 松岡守, 関根文太郎, 川原田康文, 田口浩継 : 中学校技術科のロボット学習による生徒の技術観・職業観の変容. 現実の技術開発を疑似体験させるロボット学習の教育システムの開発, pp.47-49
秋山剛志, 関根文太郎 : 二足歩行ロボットの製作を通じた複合領域教材の開発, pp.43-46
西ヶ谷浩史 : 自律型ロボットを使った計測・制御の学習, pp.114-119
萩嶺直孝 : 生活に役立つロボット「自動ページめくり器」を題材とした制御学習, pp.120-123
- (8) 針谷安男, 飯塚真弘, 山菅和良 (2010) : プログラムによる計測・制御学習の授業実践とその学習効果の検証. 日本産業技術教育学会誌, 52(3), 205-214
- (9) 村松浩幸, 杵渕信, 渡壁誠, 水谷好成, 山本利一, 川原田康文, 川崎直哉, 吉田昌春, 松永泰弘, 紅林秀治, 松岡守, 関根文太郎, 大橋和正, 田口浩継 (2010) : 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学会, 52(2), 103-110