

実社会との関わりを理解させるためのプログラムと計測・制御の学習指導方法の工夫

熊本情報技術教育研究会

代表 萩嶺 直孝

大塚 芳生 (御船町立御船中学校 主幹教諭)

古家 慎也 (熊本県立教育センター 指導主事)

豆塚 克博 (熊本市立西山中学校 教諭)

要約

平成 20 年に告示された中学校学習指導要領(以下、新学習指導要領)では、技術・家庭科技術分野(以下、技術科)にこれまで選択履修であった「プログラムと計測・制御」(以下、計測・制御学習)が必修化された。しかし、熊本県教育研究会技術・家庭部会の調査によると、計測・制御学習の選択履修時の実践率は、10.4%と極めて低い状況にあった。したがって、新学習指導要領の下で、計測・制御学習を全ての中学校で実施するためには、様々な実践課題を解決する必要がある。

また、エネルギー変換やプログラムと計測・制御が必修化された一方で、選択教科の実質削減がなされ、従来からの計測・制御学習も量的・質的転換が迫られている。

このような観点から、計測・制御学習の題材や指導の在り方についても、実社会の生活や産業利用等の基本的な仕組みを体験することを通して、製品やシステムを正しく評価し、活用できる能力を育成する必要があると考えられる。

しかし、従来から行われている自律走行型ロボットを組み立て、プログラム作成し動作させる授業実践だけでは、技術科における情報教育として求められている実社会の生活や産業への関わりを理解させ、技術の評価し管理する態度を育成することが困難であると言わざるを得ない。

このような観点から、計測・制御学習の内容の在り方についても、実社会の生活や産業利用等の基本的な仕組みを体験することを通して、製品やシステムを正しく評価し、活用できる能力を育成する必要がある。つまり、身の回りに使われている様々な機器にもコンピュータが組み込まれていることを知り、その結果、操作はより簡単になり、効率的かつ高精度の仕事ができることに気づき、それを適切に活用することが計測・制御学習の目標として求められているといえる。

そこで、前述した問題に対応できる学習内容を検討し、身近な課題を解決するための自動制御ロボット(以下、課題解決型ロボット)を考案する学習目標を設定し、授業実践を行った。さらに、情報分野における技術開発に用いられている方法を取り入れ、実社会との関わりを重点的に理解するための学習指導計画、題材、評価方法の検討を行った。

その結果、身近な課題を解決するための課題解決型ロボットを題材とする授業を提案し、従来の自律走行型ロボットの製作に比べ、課題解決型ロボットの製作が生徒の興味・関心を高め、実社会の生活や産業への関わりを理解させることができることが明らかとなった。

1 研究の目的

情報教育のねらいである情報活用能力の3観点の中で、「情報の科学的な理解」の育成を促すためには、「情報を適切に扱い、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法」を授業に取り入れて指導する必要がある。これをもとに技術科の学習内容として取り組んだ今回の研究には、以下のような目的がある。

(1)製作品の動作を機械的あるいは電子的に制御する方法を指導するために、生徒が考案した課題解決型ロボットのアイディアを具現化したものを学習環境として整備し、課題解決型ロボットを使ってコンピュータによる制御を体験させる。

(2)簡単なサンプルプログラムを取り扱い、順次、反復、分岐などの既存のプログラムを一部修正して実行することを指導するために、課題解決型ロボットにプログラムを入力することでコンピュータの自動処理が可能になることを経験的に理解させる。

(3)①システムの分析、②アルゴリズムの決定、③フローチャートの作成、④プログラムの作成、⑤プログラムのテスト、の5つの工程をもとに学習を進めることによって、基本的な情報処理の手順を理解させ論理的思考の形成を目指す。

(4)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らせるとともに、身近な生活の中で、センサが使われている制御機器を調査させ、それをヒントに生活の中でコンピュータ制御させることにより操作に関わる時間や労力の軽減を目的としたロボットを考案し、制御機器がどのような役割を果たしているかを理解させる。

2 研究の視点

- (1)計測・制御学習の学習目標の設定
- (2)計測・制御学習の年間指導計画の検討
- (3)計測・制御学習と技術科教育の他の内容とを関連させた題材の検討
- (4)計測・制御学習の製作(制作)の課題設定の検討
- (5)計測・制御学習の教育的効果の検証
- (6)計測・制御学習の具体的な評価方法の検討

3 研究の方法

課題解決型ロボットを考案する学習目標を設定し、授業実践を行った。さらに、実社会との関わりを重点的に理解させるための学習指導計画、学習題材、学習評価方法の検討を行うこととした。そのために、(1)～(6)の内容について研究を進めていくこととした。

- (1) 計測・制御学習の学習目標の設定

情報活用能力と教科教育の目標との整合性を図り、授業実践として取り組むことのできる目標を設定する。

- (2)計測・制御学習の年間指導計画の検討

新指導要領に沿った学習内容に精選する。これまでは、第3学年の 18 時間で実施していた内容を、今回の改訂に沿って、これまでの半分の 10 時間程度で指導できる年間指導計画に再編する。

- (3)計測・制御学習と技術科教育の他の内容とを関連させた題材の検討

4つの内容で構成されている技術科教育のうち、「エネルギー変換に関する技術」を利用した製作品の設計・製作と計測・制御学習との関連を図った題材を設定する。具体的には、課題解決型ロボットのアイデアを具現化するために、「エネルギー変換に関する技術」で生徒の手によって設計・製作し、ロボットを制御するためのプログラム作成を計測・制御学習で指導する。

(4)計測・制御学習の製作(制作)の課題設定の検討

課題解決型ロボットの製作や、プログラムの制作をする際に、「情報活用能力」の観点にもとづいた生徒の追究すべき課題を設定する。例えば課題解決型ロボットは、設計・製作の全てを任せるのではなく、センサとアクチュエータの取り付けのみに課題を設定したり、プログラムの制作は、サンプルプログラムをもとに、修正すべき課題に気付き、修正したりすることができる力を育成する。

(5)計測・制御学習の教育的効果の検証

今回の研究である「課題解決型ロボット」の制御学習と、以前実践していた「自律走行型ロボット」の制御学習を比較し、生徒の関心・意欲・態度や創意工夫、知識・理解の観点において教材の効果を検証する。

(6)計測・制御学習の具体的な評価方法の検討

特に評価をするうえで課題となっている「生活や技術への関心・意欲・態度」と「生活を工夫し創造する能力」について検討し、具体的な評価規準の修正を行う。「生活や技術への関心・意欲・態度」については到達目標が1点ではなく、幅を持った方向目標であるため、設定した幅の範囲内に入っていればよいこととし、ねらいの方向へ到達した評価規準と方法を再検討する。また「生活を工夫し創造する能力」については、サンプルプログラムの提示により、類似したプログラムをもとに解決方法を考え出したり、複数のプログラムを組み合わせてより使いやすいプログラムを考え出したりするために、課題を持って取り組んでいる点をどのように評価するかを検討する。

4 研究の実際

(1)計測・制御学習の目標設定

本研究においては、学習を進めることとした以下の4つの指導ポイントをたてた。

- ①身近な生活の中で、センサが使われている制御機器を調査させる。
- ②それをヒントに生活の中でコンピュータ制御させることにより操作に関わる時間や労力の軽減を図る課題解決型ロボットを考案させる。
- ③生徒が考案したアイデアを具現化した課題解決型ロボットを製作させる。
- ④製作したロボットを動作させるためのプログラム作成をすることで、実社会での制御機器の役割や影響を実感させる。

この学習ポイントを含んだ計測・制御学習の全体の流れを図1に示す。

まず、課題解決型ロボットの開発で創意工夫すべきことは、「操作に関わる時間や労力を軽減することにある」という点を構想の出発点とした。そのため、生徒に既成の自律走行型ロボットを動作させるための基礎的な知識・技能を、ロボットを構想する前段階で習得させた。次にタッチセンサやIRセンサを使って、設定したコースを走行させ、各センサの仕組みを理解させた。その上で、生活する中でセンサが使われている機器に目を向けさせ、機器の種類とその機器のセンサの目的をまとめさせた。それをもとに、課題解決型ロボットのアイデアのレポート作成を課題として取り組ませた。

そこで考案したロボットの中から、クラス毎に「ベストアイデア賞」を選ばせ、さらに全クラスの「ベストア

「アイデア賞」の中から具現化できそうな1つの題材を選定させた。そして選定した題材をもとに、教師が入出力の位置を設定できる基本的な模型を製作した。模型の個数は、各班で取り組みたい題材を事前に調査し、その数に応じて製作している。同様に、模型の部品として、図2～図4に示す入力部、コントローラ部、出力部と分けてそれぞれをパーツ化されたものを組み合わせ、それに合ったプログラムを作成し、課題解決型ロボットを完成させた。

以上のような学習全体の流れに基づいて、学習目標を以下の4点に設定した。

- ①コンピュータを用いたプログラムに興味・関心を持たせ、身の回りで見られる計測・制御について調べさせる。(関心・意欲・態度)
- ②計測・制御にかかわる課題を設定し、その課題解決のためにプログラムのフローチャートを工夫させる。(創意工夫)
- ③目的に応じた簡単なプログラムを作成し、ロボットを制御させる。(技能)
- ④簡単なプログラムの作成に関する知識を身に付け、コンピュータを用いた計測・制御の仕組みについて理解させる。(知識・理解)

(2)計測・制御学習の指導計画の検討

学習全体の流れをもとに、各教材の扱いについて検討し、「プログラムと計測・制御」の指導計画を作成した。表1に示すように11時間の授業時数で自律走行型ロボットと課題解決型ロボットを題材に計測・制御を学習するように設定した。

表1 「プログラムと計測・制御」の指導計画

月	単元	学習内容	時数
4	ア 日常生活とコンピュータ	日常生活とコンピュータのかかわりを調べる	1
5	イ プログラムの役割と機能	走行型ロボットに目的の動作をさせるための手順を理解する 1) 仕事の流れとフローチャートのかき方 2) 制御のしくみ	2
6 7	ウ 自律走行型ロボットのプログラム制作	走行型ロボットに目的の動作をさせるプログラムを制作する 1) プログラム言語の機能 2) プログラムの作成	2
8	エ 夏休み課題	エネコンに挑戦しよう	—
9 10 11 12	オ 課題解決型ロボットのプログラム制作	生活に役立つ課題解決型ロボットのプログラムを制作する 1) 課題解決型ロボットの仕組みを知ろう 2) 課題解決型ロボットの動作手順を考えよう 3) 課題解決型ロボットを動かすプログラムの作成 4) 課題解決型ロボットを動かすプログラムの工夫	5
1	カ これからの計測・制御	これからの生活とコンピュータによる計測・制御のかかわりを考える	1

この指導計画における各単元の具体的な内容と工夫した取り組みについては、次のア～カに示す。

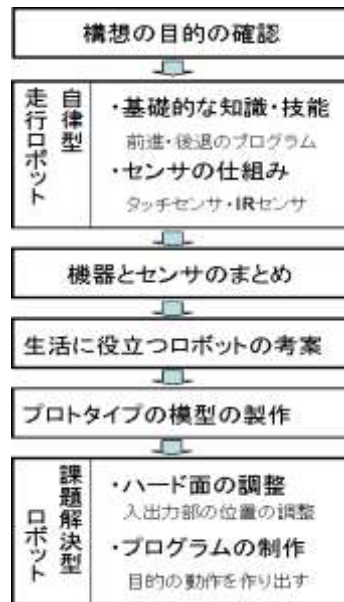


図1 学習全体の流れ

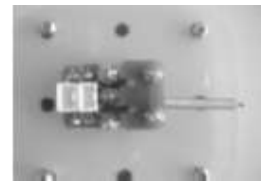


図2 入力部

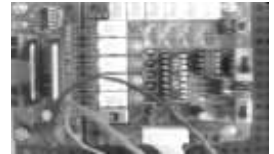


図3 コントローラ



図4 出力部

ア「日常生活とコンピュータ」の学習内容

生活とのかかわりを理解させるために、身近な生活の中でプログラムによって制御されている機器を調査させた。具体的には、家庭、会社・産業、地域社会の中で、コンピュータを用いて制御されている機器を調査し、機器名(例:エアコン)と制御する対象(例:温度、湿度、風量)などを書かせた。また「なぜそれを知っていたのか」という理由を、機器を使ったことがある場合はE、使ったことはないが見たことがある場合はL、インターネットや書籍等で調べた場合はIに○を付けさせている。図5に生徒が調査し記入したワークシートを示す。

家庭	機器	洗濯機	そうじ機	エアコン
	制御	洗う(水回り)	ゴミが吸い込まれる(ほこり)	温度、時間
	理由	ⓔ・ⓛ・ⓞ	ⓔ・ⓛ・ⓞ	ⓔ・ⓛ・ⓞ
会社・企業	機器	コピー機	アイロン	
	制御	枚数	温度	
	理由	ⓔ・ⓛ・ⓞ	ⓔ・ⓛ・ⓞ	E・L・I
地域社会	機器	バスカード		
	制御	乗る(駅)の料金		
	理由	ⓔ・ⓛ・ⓞ	E・L・I	E・L・I

図5 制御されている機器の調査用紙

イ「プログラムの役割と機能」の学習内容

生活の中でコンピュータによって計測・制御されている機器の電気信号の流れを考えたり、そのプログラムを考えたりするために、アルゴリズムからフローチャート作成の手順を学習内容として取り入れた。具体的には、フローチャートの構造である順次・分岐・反復の3構造を使った表し方を学習させ、さらに、全自動洗濯機やエアコンなど、普段生活で利用している機器のセンサの種類や位置、動作を調べさせて、それをフローチャートで表現させた。

本時を学習した生徒の感想として、「機械などは操作すれば勝手に動くと思っていたが、フローチャートやプログラムを学んだことで、その動きまでの成り立ちや、その動きの流れなどに目を向けられるようになった。」と述べていることから、機械の動作に何のつながりもなく自動だという考え方が変化し、動作自体にも順序があり、それを図式化できる方法としてフローチャートがあることに気付いていることが推察できる。また、「フローチャートを書かなくても、プログラムは簡単に作れると思っていたが、フローチャートを使うことで友達とも協力して、手際よく進めることができる事を知った。」と述べていることから、プログラムの作成を行う前に、フローチャートを作成することで、作業が早く進められることに気付いたり、協力し分業して進められることに気付いたりしている。

このようなことから、木材加工等のものづくりで設計図を作成することと同じように、プログラムの設計図となるフローチャートを学習することによって、機器の見方に変化が見られたり、プログラム作成の簡素化、分業化に気付いたりすることができた。以上のことから、本単元の学習がプログラムと計測・制御に大変重要な内容であることが明らかとなった。

ウ「自律走行型ロボットのプログラムの制作」の学習内容

プログラム作成の基礎的な技能を習得させるために、自律走行型ロボットを使って学習させた。具体的には、まず自律走行型ロボットに前進後退などの基本的な動作をさせるために、ハードウェア設定やプログラム作成の手順を説明した。次に習

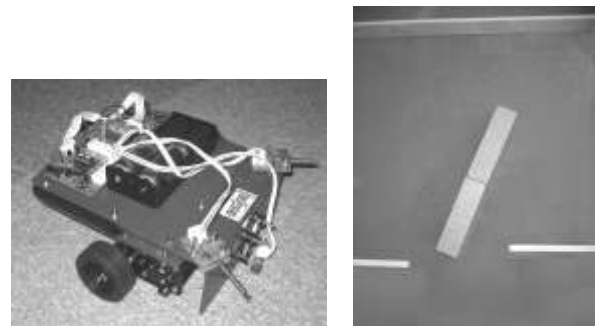


図6 自律型走行ロボットとU字型コース

得した内容を活用して、左右回転や設定したU字型コース(900mm×900mm)を走行させた。さらに、設定したコースにセンサを使って走行するための学習として、タッチセンサを使ってコースの壁に触れながら走行させたり、IRセンサを使ってコース上の白と黒のラインを識別させながら走行させたりした。図6に自律走行型ロボットと設定したU字型コースを示す。これらの学習を通して、センサの使い方やセンサを使うためのプログラム作成を行わせた。図7は、コースを走行させるためのプログラム作成時に、アルゴリズムからフローチャート、プログラムの関係を考えさせるためのワークシートである。

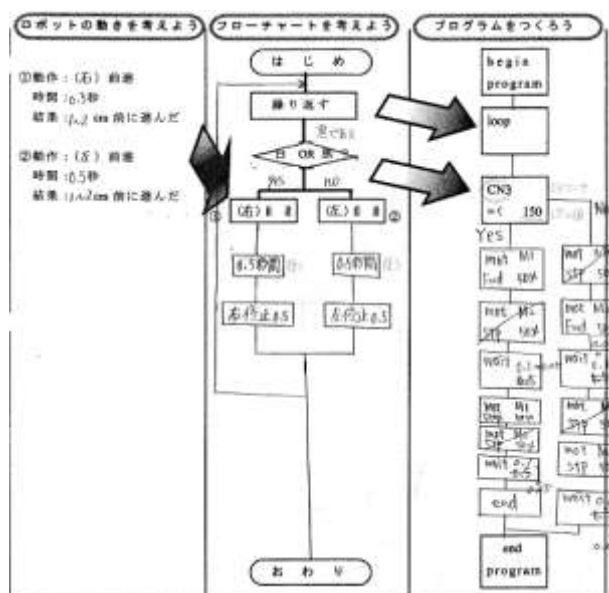


図7 アルゴリズムからプログラムへの思考

本時単元の学習にあたっては、タッチセンサやIRセンサを使って走行できるサンプルプログラムを準備しておき、コースをより早くゴールできるように工夫するところに重点を置いた。さらに、「プログラムの役割と機能」で学んだフローチャートをプログラム化する作業を取り入れ、「アルゴリズムの作図」、「フローチャートの作成」、「プログラムの作成」と制作の段階を踏ませることによって、プログラム制作に必要な技術を習得させた。

エ「エネコンに挑戦しよう」の学習内容

身近な生活や産業利用の中から、コンピュータで制御されている機器の調査活動を生かし、「コンピュータで制御させることにより生活を改善する」という目的を持たせた課題解決型ロボットを考案させた。具体的には、これまで学習した自律走行型ロボットを分析させ、それが入力、処理、出力で構成されていることに気付かせ、特に入力と出力の部分の設定方法に着目させた。また、プログラムによって動作することを条件とした。

まず、入力部はタッチセンサに限定し、生活の中でタッチセンサの利用形態を調べさせた。さらに、タッチセンサを使うことで、利便性や簡易性などが追求できないか考えさせた。次に、出力部は、動力としてモータ、光として豆電球、音としてブザーの3種類を準備した。これらの出力によって生活の中に有する課題を解決するためにアイデアを考えさせた。最後に処理部は、自律走行型ロボットでも使用していたコントローラを利用し、前述した入力と出力を有するロボットが適切に動作するようなプログラムの作成を学習内容に含ませた。つまり、タッチセンサによって入力された電気信号を、コントローラにダウンロードされたプログラムによって処理し、出力として電気信号に変換しモータ等を動かすことによって、動作する課題解決型ロボットを考案させた。

オ「課題解決型ロボットのプログラム制作」の学習内容

各自が考案したロボットの選考会をクラス毎に開き、生徒自らの投票によって優秀作品を選ばせた。選考会の様子を図8に、その時に利用した審査用紙を図9に示す。この用紙を使用し、40人全員のアイデアを審査する場を設定し、他者の発想したアイデアを評価することにより「技術の利用法や製作物に対する評価力」の育成を目指した。

クラス毎の選考会で選ばれたアイデアはベストアイデア賞として掲示し、さらに「生活に役立てる」という視点で具現化できるアイデアを教師が選び、生活に役立つ課題を解決するための模型を

製作した。製作では、あらかじめ本体となる木枠などを準備し、コントローラをはじめとする処理部の機器や、入力部、出力部となる部品を設置することにより、それぞれの役割が理解しやすいようにした。

プログラムの作成では、ロボットを「目的に応じた動作をすることができる」、「利用者のことを考えた動作をすることができる」という2段階の目標を設定し、制作と改善の段階を踏ませた。この目標を設定することで、単に動作するプログラムから、「目的に合わせたよりよい動作をする」プログラムへと改善を行うときに、生徒の興味・関心が向上した。図10のワークシートは、作成したプログラムを中央に貼り、その右側に工夫したプログラムを書き加えたものである。下段の表には、①今回の課題、②修正したところ、③修正して成功したこと、④修正して失敗したこと、⑤次回の課題を記入させている。図11はこのワークシートを用いながら作業を行っている生徒の様子である。

さらに、「技術的な課題を解決するための手順」として、実際に取り組まれているプログラム開発の工程に沿ってプログラム作成の工程を工夫した。具体的には、システムの分析、②アルゴリズムの決定、③フローチャートの作成、④プログラムの作成、⑤プログラムのテストの5段階である。この工程をもとにプログラム作成を進めていくことで、基本的な情報処理の手順を理解させ論理的思考の形成を育成するためにも有効に作用することができた。

カ「これからの計測・制御」の学習内容

プログラムの制作に伴って、プログラムが何のためにあるのかということ、授業の終わりに考えさせる時間を設定した。さらに、この授業によって、「生活の中でどこにどんなセンサが設置されているか」、「センサがつくと、もっとよい生活を送ることができるのでは



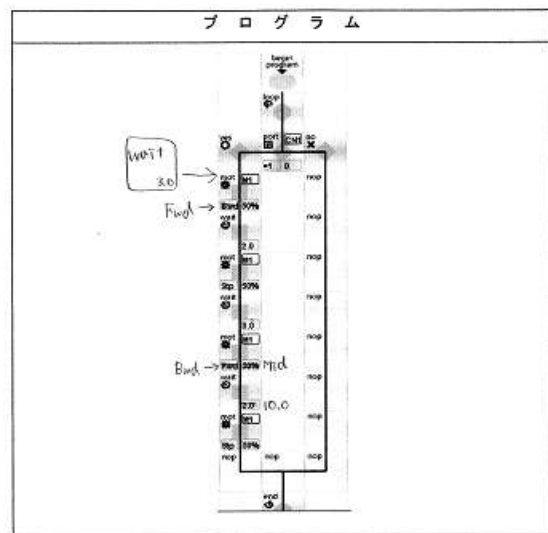
図8 選考会の様子

選定基準：①自力で製作が可能か？ ②ロボデザイナーについているセンサの形状で応用可能か？
③出力として音、光、動力が使えるか？ ④プログラムを作成して動かせるか？
⑤独自のアイデアか？

※アイデアが実現可能かどうかというところにポイントを置いて5作品選ぼう。

順位	アイデア 作成者名	作品のタイトル	選定基準					選んだ理由
			①	②	③	④	⑤	
1位	前田 心	自動窓閉機		○	○			実際にある 機材は、使え るが、
2位	吉本 心	—————	○	○	○		○	実際にある 機材は、使 えらる。
3位	やま 心	Hoppy Flower	○	○	○		○	実際にある 機材は、使 えらる。
4位	小林 心	Sit! Sit! Fan! Fun!	○	○			○	実際にある 機材は、使 えらる。
5位	後藤 心	ふんばりロボット		○	○		○	実際にある 機材は、使 えらる。

図9 アイデア選考会の審査用紙



今回の課題	使う人のことを考えた動作にする。
修正したところ	9.4センサをおいてから、3秒待つ。(車いすの人の移動時間)。直上
修正して成功したこと	全部！
修正して失敗したこと	なし。
次回の課題	機械によって、FwdやBwdやW0Tの時間を変えなければ

図10 プログラム検討のためのワークシート

ないか」という視点で生活環境をみることができるようになったことなど、生徒の思考の深まりをみることができた。

本単元の学習後の生徒感想として、「あるものが、当たり前のように動くのは、ごく普通のこととっていたが、そのあるものをどうやって作ったのか、なぜこのような形なのか、自分だったらどのように作るか、など考えるようになった。」と述べていることから、社会や生活の中にある様々な機器の仕組みを自ら考え、さらに現在あるものから再構築して次へのものづくりへの思考過程

ができたと考える。また、「基本的に何も考えず街を歩いていたが、急に電気がついたり、動き出したりしたときなど、何かに触れたからついたのか、どこを通ったから動いたのかなどを考え調べるようになった。」と述べているように、社会や生活の中で使われているものを単に使うだけでなく、なぜそうなるのかという科学的な興味を持ってもう一度考えることで、機器を評価する力が育成されているといえる。

以上のことから、プログラム作成の工程で学習したことを、社会や生活の使用場面を設定して考えることで、製品や機器の見方や接し方まで変化させる効果があることが明らかとなった。



図 11 ロボットの動作を調整する生徒



(3)計測・制御学習と技術科教育の他の内容とを関連させた題材の検討

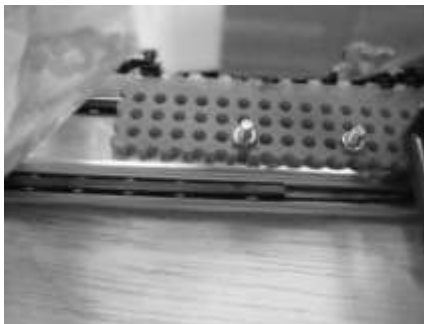

本実践では、生徒が考案したアイデアを具現化した課題解決型ロボットを製作するために、他の内容と関連させた題材を検討した。そのため、技術科教育の内容における「材料と加工に関する技術」、

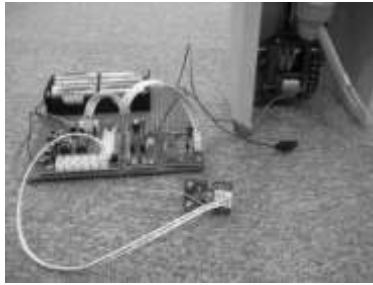
生徒による灌水のアイデア図と説明文	完成した灌水器の製作品
<div data-bbox="194 1216 794 1512" data-label="Image"> </div> <p>①普通のペットボトルに水を入れる。上半分のペットボトルにコップを取り付ける。</p> <p>②Aのペットボトルを逆さにして、水を流す。すると、水はコップに入り、満杯になるとあふれた水はBのペットボトルによって集められて落ちる。</p> <p>③ある程度時間がたち、水を止めたいときはAのペットボトルが下がり、コップにAのペットボトルの口が入る。するとAのペットボトルに入っている空気の空気圧によって押されるが、コップの表面に触れている空気圧が押しているため、水は漏れない。</p>	<div data-bbox="858 1243 1428 2004" data-label="Image"> </div>

「エネルギー変換に関する技術」、「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」のなかで、「材料と加工に関する技術」と「エネルギー変換に関する技術」の設計・製作学習と、「情報に関する技術」の計測・制御学習を関連づけ、生活における課題を解決するためのロボットを設計・製作、プログラムによって制御するという複合した内容による題材で学習指導を進めた。

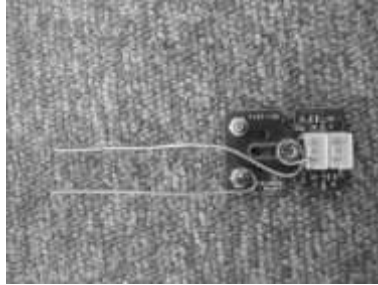
そこで、実践した「自動灌水器」の題材の配分を「ア:材料と加工」「イ:エネルギー変換」「ウ:計測・制御」の内容ごとに以下の表にまとめた。本題材の構想は、観葉植物など、灌水作業の人為的な負担を軽減したいという生徒の生活課題が発想の根拠となった。本題材の仕組みは、鉢の土が乾いたらセンサが感知し、モータで受け皿部が上下に可動し、ペットボトルから水が出る仕組みである。

ア:材料と加工:ペットボトル(2L)2個、集成材など		
		<p>「A材料と加工に関する技術」で習得した知識及び技術を、灌水装置とギヤボックスを設置する土台の製作やペットボトルの加工に活用できる。</p> <p>水流は、気圧の原理を基に、ペットボトルの口に水を入れた受け皿を注入することで放水と止水をする仕組みである。</p>
<p>灌水装置の土台となる木枠</p>	<p>ペットボトルの水流調整部</p>	

イ:エネルギー変換:6速ギヤボックス HE、ラダーチェーン&スプロケット(タミヤ社製)、スライドレール ミニベアリングタイプ(ハーフェレ社製)		
		<p>「Bエネルギー変換に関する技術」で習得した知識及び技術を、ギヤボックスに機構を組んで取り付ける製作に活用できる。</p> <p>受け皿はラックピニオンの機構と引き出し用レールで確実な上下の可動を行う。</p>
<p>引き出し用レール</p>	<p>ラダーチェーン&スプロケットがラックとピニオンとなる</p>	



コントローラ基盤とギヤボックスを接続する



タッチセンサを改良した湿度センサ

湿度センサはタッチセンサを改良したもので、タッチセンサの2極に針金を接続し、土がある程度湿っていると電極間に電流が流れ、乾いてくると電極間に電流が流れなくなることで判断する。コントローラ基盤にギヤボックスを接続し、センサの反応により上下の往復直線運動をする。

(4)計測・制御学習の製作(制作)の課題設定の検討

それをもとに、今回は時間の都合上、教師によって具現化した灌水器を動作させるためのプログラムを作成させた。そしてプログラムを作成する中で、社会や環境、経済等の制約条件を考慮し、考えたことをプログラムに反映する目標をもって取り組ませた。そのために補助教材として作成したワークシートを2例紹介する。

①プログラム作成ワークシート

技術分野では言語活動を意識した作業を、各内容で取り入れている。特にプログラムによる計測・制御では、ロボットを動作させるプログラム作成のために、動作手順をアルゴリズムやフローチャート等で表現し、思考を可視化することで、言語活動を意識できることに着目した。(図 12)そのために、プログラム作成時に、フローチャートからプログラムの作成が可視化できるように構成した。このワークシートによって、生徒が自分の考えを整理し、自動灌水器のよりよい動作を目指して思考させた。さらに、アルゴリズムからプログラム作成までの工程を体験させ、実社会の技術の一端を体験させることを意識した。

②評価・活用ワークシート

生活上の技術的な課題に対して、様々な制約条件の中で解決策を検討したり、その結果を評価したりする活動は、「生活を工夫し創造する能力」を育成するために大変重要であることに着目した。そこで、技術と社会や環境との関わりについて理解を深め、技術を合理的にしかも適切に評価し活用する能力と態度を育成できるように図 13 のようなワークシートを構成した。これによって、生徒がプログラム作成した自動灌水器が製品化された場

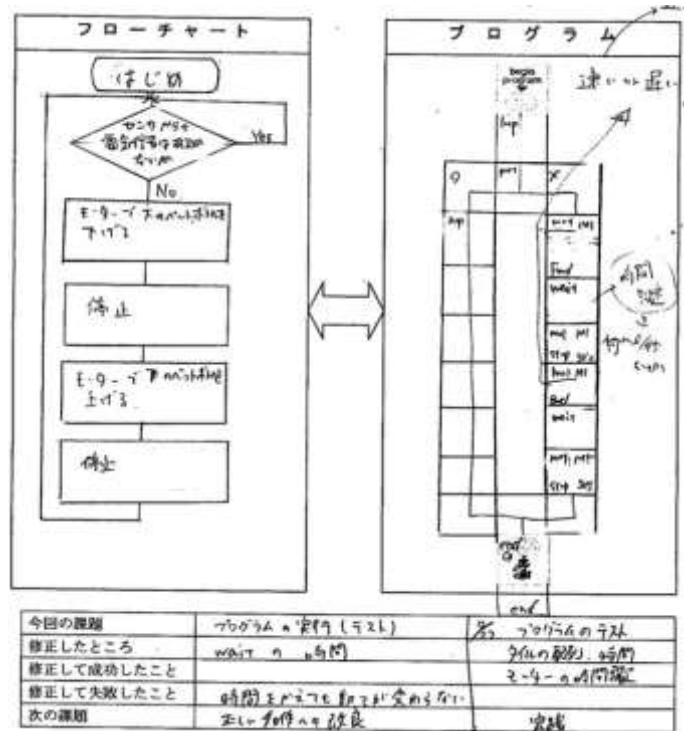


図 12 プログラム作成ワークシート

合に、家庭や社会にどのような影響を及ぼすだろうかという課題を基に、その課題に対して社会・環境・経済の側面においてプラスとマイナス面を考え、さらに計測・制御の技術をどのように評価し、活用していくかということ

(5)計測・制御学習の教育的効果の検証

①調査方法

開発した教材と指導計画の教育的効果を検証するために、「課題解決型ロボット」の学習前と学習後に調査を行った。調査内容は、①「プログラムと計測・制御」に対する興味・関心、②日常生活で利用されている制御機器に対する興味・関心、③「プログラムと計測・制御」学習に対する感想の3項目である。①と②については、興味・関心が「ある」から「ない」を4段階で回答させ、学習に対する感想は学習の前後を比較して回答させた。

また、「プログラムと計測・制御」の学習の前に、「課題を解決するためのプログラムと計測・制御」をテーマとしてウェビング法でかかせたものと、学習後に同様にかかせたワークシートを比較した。

さらに、学習終了後、自律走行型ロボットと課題解決型ロボットの学習内容を比較し、「興味・関心を持った」、「意欲がわいた」、「積極的に学習に取り組めた」、「プログラムを工夫することができた」、「身の回りの機器の見方が変わった」、「身の回りの機器の使い方が変わった」の6項目について質問した。

②結果および考察

a学習に対する興味・関心

「プログラムと計測・制御」に対する興味・関心については、学習前に「ある」と答えたのが 24%に対し、学習後には 52%の生徒が興味・関心を持てたことが分かった。日常生活で利用されている制御機器に対する興味・関心については、学習前に「ある」と答えた生徒が 33%に対し、学習後には 70%に上昇した。学習全体に関する感想として、「人に聞かなくても間違いを見つけられるようになった。」、「どうすればもっと良くなるかを考えるようになった。」という感想や、「制御の学習をするまで、何も考えず街を歩いていたが、色々なところに制御された機器があることが分かるようになった。」、「機器の制御の仕組みについて調べてみたくなった。」など実生活に利用される機器に目を向ける回答もみられた。

1. 自動濯水器が製品化された場合、社会や環境、経済にどのような影響を及ぼすでしょうか。それぞれの条件について好影響と悪影響の視点から考えてみましょう。

社会に		周囲の環境に		経済に	
好影響 (+)	悪影響 (-)	好影響 (+)	悪影響 (-)	好影響 (+)	悪影響 (-)
・ 屋外の手洗いや手拭い機が設置されることで、衛生が向上する。	・ 感電事故や水漏れによる被害の発生リスクがある。	・ 水資源の節約や、節水効果による環境負荷の軽減。	・ 設置場所の確保や、配管工事によるコストの増加。	・ 新たな市場の創出や、関連産業の発展による雇用の創出。	・ 既存の洗浄機市場との競争による価格競争の激化。

2. 自動濯水器の製品化を目指して、悪影響を最小限におさえたい。「プログラムの改良」や「使用法の工夫」からどのようにすればよいか考えてみましょう。

(飲水量: 200 cc/秒 目的: レタスの栽培)

「プログラムの改良」… 水流量を調整し、必要に応じて水切れを感知して停止するプログラムを作成。

「使用法の工夫」… 設置場所を工夫し、水漏れ防止のための工夫を行う。

3. これまでの授業で学習した知識・技術を使って、生活の中にある計測・制御の技術をどのように評価し、どのように活用していきたいと考えますか。

私の生活には「自動洗濯機」や「エアコン」など、計測・制御の技術が広く使われている。これらは、私たちの生活を便利にし、快適にするために不可欠な技術である。特に、自動洗濯機は、洗濯の時間を短縮し、手作業を減らすことで、私たちの生活を大きく支えている。また、エアコンは、室温を一定に保ち、快適な生活環境を提供している。これらの技術は、私たちの生活を豊かにし、健康を維持するのに大きく貢献している。今後も、これらの技術をさらに発展させ、より多くの分野に活用してほしいと思う。

図 13 評価・活用ワークシート

bウェビング法による評価

図 14 にウェビング法による実践前後のワークシートを示す。学習前と学習後と比較すると、学習前には時刻表や体育大会のプログラムなどの計画表をイメージしているが、学習後には炊飯器、掃除機、クーラーなどの生活で利用している機器の制御をイメージし、生活とコンピュータを用いた計測・制御システムとの関係について興味・関心が深まっていることがわかる。生徒の感想にも、「ワークシートの言葉が増え、プログラムや計測・制御に対する知識が増えた実感した」などがあつた。

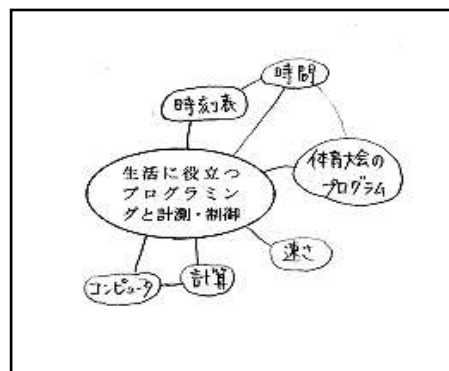
さらに、生徒が記入した単語を、授業の内容にかかわりの強い単語(キーワード)と、それに関連する単語(サブキーワード)の2つに分類し、学習前後の個数を比較した。表2にそれらの平均個数を示す。

学習前は、キーワードの平均個数が3.5個、サブキーワードが5.1個に対して、学習後は、それぞれ11.3個、15.6個と大幅に増加した。サブキーワードには、センサやプログラムによって制御されている機器を記述する生徒が多かつた。

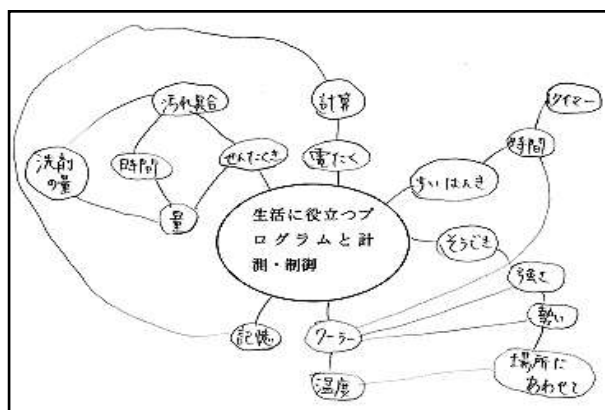
c題材による関心・意欲の効果

自律走行型ロボットと課題解決型ロボットの関心・意欲の効果と比較した結果を図15に示す。本結果より、課題解決型ロボットについては、質問項目のすべてにおいて自律走行型ロボットよりも高い値が見られた。

自律走行型ロボットにおいては、「意欲がわいた」が36%、「積極的に学習に取り組めた」が32%と、他の項目よりも高い値を示している。「意欲がわいた」の理由については、「コースを走らせてすぐに結果が見える。」、「どのように走らせたらいのか改良すべきところがわかりやすい。」などの回答があつた。また、「積極的に学習に取り組めた。」の理由については、「プログラムが簡単だった。」、「応用コースをゴールしたときの達成感があつた。」などの回答があつた。これらの結果から、自律走行型ロボットにおいても学習段階を設定するなど指導法を工夫することで、学習意欲も向上することが明らかとなつた。



(a) 学習前



(b) 学習後

図 14 ウェビング法による実践前後のワークシート

表2 学習前後のキーワードの個数

キーワード	学 習 前		学 習 後	
	キーワード	サブキーワード	キーワード	サブキーワード
	3.5	5.1	11.3	15.6

また、技術を適切に評価し活用する態度について、自律走行型ロボットと課題解決型ロボットを比較すると、「身の回りの機器の見方が変わった」、「身の回りの機器の使い方が変わった」の2項目については、顕著な差が見られ、課題解決型ロボットが、身の回りの生活につながっているために、特に効果が高いといえる。機器の見方については、「機器の外見(かわいい、小さい)などしか見なかったものが、どうしてこのような動きをするのか中身を

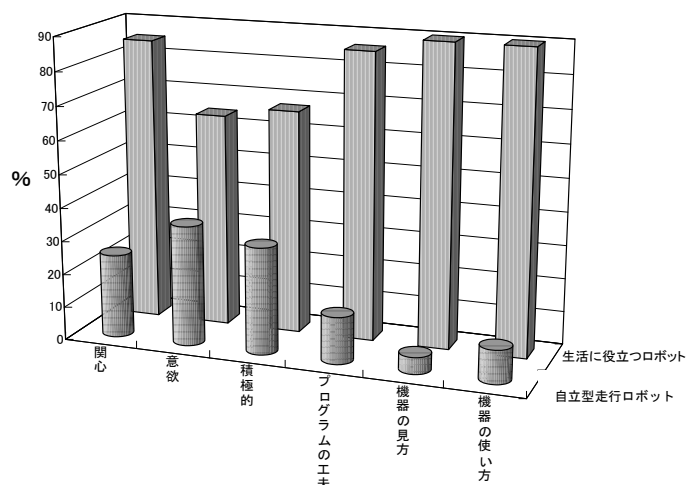


図 15 自律型走行ロボットと生活に役立つロボットの比較

を考えるようになった。」という生徒の感想にあるように、「機器の仕組み」や「制御するプログラム」に注目し、それを意識するようになったという回答が多かった。また、機器の使い方については、「エアコンの電源を入れると、すぐに送風しないのは、周囲の状況をセンサによって判断していると分かってから、すぐに電源を切らないようにした。」という感想にあるように、「センサの位置」、「センサの働き」、「機器の反応」に視点をあてた感想が多かった。このことから、課題解決型ロボットを動作させるためにプログラムを作成することが、身の回りの機器の見方や使い方に影響があるということが明らかとなった。

d題材による知識・理解の効果

自律走行型ロボットと課題解決型ロボットについて、簡単なプログラムの作成に関する知識を身につけ、コンピュータを用いた計測・制御の仕組みについて理解しているかどうかを確かめるために、各ロボットの学習後に記述式テストを実施した。テストは50点満点で、難易度もほぼ等しい問題を出題した。それぞれの平均点と標準偏差を表3に表す。

この結果より、平均が6.9点アップし、

自律走行型ロボットの学習に比べ課題解決型ロボットの学習の方が知識・理解に対する効果があったということが明らかとなった。また、課題解決型ロボットの標準偏差が大きいことから、生徒間の点数のばらつきが若干大きくなったといえる。

表3 各型式学習による記述式テストの平均点と標準偏差

	自律型走行ロボットの学習後	課題解決型ロボットの学習後
平均点	16.2	23.1
標準偏差	2.9	4.7

(6)計測・制御学習の具体的な評価方法の検討

新学習指導要領の下で、計測・制御学習を全ての中学校で実施するためには、様々な実践課題を解決する必要がある。その一つとして、計測・制御学習における学習評価の問題が挙げられる。

特に、「思考・判断・表現」に相当する「生活を工夫し創造する能力」の観点にかかわる学習評価については、改善、開発しなければならない余地が残っている。また、評価するためのデータ収集については、評価となる資料の書き方の能力差が反映しては、適切な評価ができない。そのため、誰でも同じ評価ができるように、視覚的かつ言語情報が言語力の差に反映されにくい資料が必要となる。さらに、プログラム作成などに当たっては、作成する技能だけで、計測・制御技術の評価し活用する

力の形成度は評価できない。そのため、教科目標の達成状況を評価するには、学習内容に関する概念形成の状況や問題解決における思考過程の状況が言語活動として表出されたものをとらえる必要がある。

生徒の学習状況を評価するためには、達成状況の「照合の枠」である「目標規準」(criterion)とともに、その判断の尺度となる「達成基準」(評価基準、standard)を設定することが不可欠である。「目標規準」は評価資料を解釈し、意味を引き出すための枠組み、「評価基準」は目標に対してどの程度の度合いなのかという測定基準を意味している。これらの評価資料、評価規準、評価基準のそれぞれを1対1に対応するよう整理し、生徒の学習の実現状況を評価するための指針を構成したものがルーブリックである。ルーブリックは、客観性・妥当性・信頼性の高い学習評価を実現するために極めて重要である。

そこで本研究では、計測・制御学習で利用可能なルーブリックの設定と評価資料の収集方法、並びにこれらを用いた評価方法を開発することを目的とした。具体的には、学習指導要領の記述及び教科書に掲載されている学習内容に基づいて、計測・制御学習の評価規準を設定する。次に、設定した評価規準に基づいて授業実践の中で収集された評価資料に対する生徒の反応から、学習状況を判断する評価基準を検討し、ルーブリックを構成することとした。

①評価規準の設定

新学習指導要領解説、技術・家庭編、技術分野、「情報に関する技術」(3)には、「プログラムによる計測・制御」の指導事項として「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」、「イ:情報処理の手順を考え、簡単なプログラム作成ができること」の2点を挙げている。これらについてルーブリックを作成するためには、技術科の観点別評価の4観点である「生活や技術への関心・意欲・態度」「生活を工夫し創造する能力」「生活の技能」「生活や技術についての知識・理解」ごとに、達成目標を(1)教科・学年レベル、(2)単元レベル、(3)学習過程レベルの各レベルで設定する必要がある。そこで本研究では各評価の観点についてア～エのような評価規準及び評価資料を用いることにした。

ア「生活や技術への関心・意欲・態度」については、「コンピュータを用いたプログラムに関心を持ち、身の回りで見られる計測・制御について調べようとしている」ことを評価規準とした。この評価規準は、到達目標が1点ではなく、幅を持ったものである。そのために、指導計画全体の学習前と学習後の計測・制御の関心・意欲・態度をウェビング法で記述させ、コンピュータを用いたプログラムや身の回りで見られる計測・制御に関するラベルの使用状況を比較し、個人内の変容を評価することとした。

イ「生活を工夫し創造する能力」については、「計測・制御にかかわる課題を設定し、その課題解決のためにプログラムの手順を工夫し創造している」ことを評価規準とした。そのために、動作の効率やユーザから見たシステムの使いやすさ等をもとに、課題意識を明確に持ってプログラムを修正したり、プログラムを自分で考え出したりすること、センサやアクチュエータなどのシステムの構成を工夫したりすることができているかどうかを評価することとした。

ウ「生活の技能」については、「コンピュータを用いた簡単なプログラムの作成及び計測・制御ができる」ことを評価規準とした。そのために、開発環境を適切に操作し、プログラム言語のルールに従って実行可能なプログラムを作成(入力・編集)することができているかどうかを評価することとした。

エ「生活や技術についての知識・理解」については、「簡単なプログラムの作成に関する知識を身につけ、コンピュータを用いた計測・制御の仕組みについて理解している」ことを評価規準とした。

そのためにフローチャートからプログラムへの作成手順を説明したり、入力・処理・出力といった計測・制御システムの構成要素を説明したりすることができているかどうかを評価することとした。

以上の設定した4観点の評価規準に基づいて具体的な実践を行い、生徒の反応から適切な評価基準を検討することとした。

②単元の構成と評価場面の設定

本題材の指導計画を表1に示す。配当時間は全11時間、計6単元(表1中ア～カ)である。各単元における生徒の学習活動に対応し、前述した4観点の評価規準を次のように設定した。「生活や技術への関心・意欲・態度」の評価についてはア、オ、カの3単元、「生活を工夫し創造する能力」の評価についてはウ、オの2単元、「生活の技能」の評価についてはウ、オの2単元、「生活や技術についての知識・理解」の評価についてはイ、オの2単元に設定した。

③結果と考察

ア「生活や技術への関心・意欲・態度」の評価状況

導入時の単元「ア日常生活とコンピュータ」においては、「家庭生活」「会社・産業」「地域社会」の3項目に分けて身の回りで行われているコンピュータ制御を調査させた。図16は生徒の記入した評価資料の例である。生徒の反応は大別すると、図16のように全てを網羅し調べている生徒、図17のように調べた数が少なかったり項目に偏りが見られたりした生徒、ほとんど記入ができていない生徒に分けられた。そこで本観点の評価基準を、図16の生徒のように、「身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について調べ、様々な場面から3項目以上記入している」状況を「A」(十分満

家庭	洗濯機	炊飯器	ポット	電子レンジ	食器洗い機
洗濯	水量 汚れ具合	温度 水の量、水量	水温 水量	温度 タイマー	汚れ具合 水量
会社・産業	エレベータ	コピー機	自動ドア	電動車椅子	電話
エレベータ	ドアの開閉 重さ	紙の枚数 色、濃淡	ドアの開閉	タイマーの回転 (送り、向き)	音の入力 画面の表示
地域社会	電卓	✓イスタレタ	火災報知機	ふみ切り	信号
電卓	乗止 ドアの開閉	動く向き 重さ	燃 熱	音 時のよけげ	光 音

図16 関心・意欲・態度で「A」と設定した資料例



図18 履修前のウェビング法による自己評価例

家庭	選り分け機	そうじ機	IPコ		
洗濯	洗う(回数)	水の量(回数)	温度 時間		
洗濯	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()
会社・産業	コピー機	アイロン			
コピー機	枚数	紙質 温度			
コピー機	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()
地域社会	バスカード				
バスカード	乗込(回数)				
バスカード	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()	I, E, L O ()

図17 関心・意欲・態度で「B」と設定した資料例

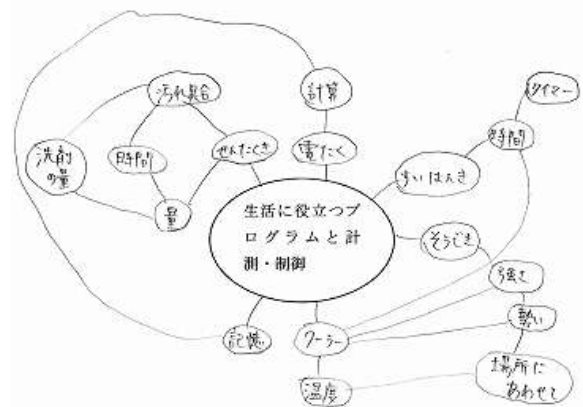


図19 履修後のウェビング法による自己評価例

足できる)、図 17 の生徒のように「身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について調べ、1～2項目記入している」状況を「B」(概ね満足できる)、これらに至らない「身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について記入していない」状況を「C」(努力を要する)と設定した。その結果、「A」評価が 81.0%、「B」評価が 19.0%、「C」評価が 0%となった。このことから、題材の導入段階では、多くの生徒が興味・関心を持って意欲的に身の回りで行われているコンピュータ制御を調査していた状況が把握された。

まとめの単元「カこれからのコンピュータによる計測・制御」においては、生活とプログラムと計測・制御との関係についてウェビング法によるラベルを書かせた。さらに履修前(図 18)と履修後(図 19)のラベルの増減と達成ラベルの個数を図 20 のワークシートに自己評価させ、本実践での学習による関心・意欲・態度の向上があったかどうかを記述させた。図 20、21 は生徒の記入した評価資料の例である。生徒の反応を大別すると、図 20 の生徒のように「生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加し、生活についての関心・意欲・態度の記述している」状況を「A」(十分満足できる)、図 21 の生徒のように「生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加しているが、生活についての関心・意欲・態度の記述をしていない」状況を「B」(概ね満足できる)、これらに至らない「生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加しておらず、生活についての関心・意欲・態度の記述もしていない」状況を「C」(努力を要する)と設定した。その結果、「A」評価が 86.0%、「B」評価が 14.0%、「C」評価が 0%となった。このことから本実践では、題材の終末段階においても、生徒の関心・意欲・態度が高い水準で持続されていた状況が把握できた。

イ「生活を工夫し創造する能力」の評価状況

単元「才課題解決型ロボットのプログラム制作」においては、制作した課題解決型ロボットのプロ

1. ウェビング法で書いた単語数が増えればYes、同じ又は減ってればNoに○をつけなさい。

書いてある単語数が増えている

Yes No

2. 後半のアンケートに書いた単語で、①に該当するのがあれば□にチェックを入れ、□にない単語があれば(その他)に入れなさい。また、授業で学習した内容以外の単語があれば、□に書きなさい。

①授業で学習した内容の単語を書いている	②授業で学習した内容以外の単語を書いている
<input type="checkbox"/> プログラム	<input type="checkbox"/> 責任感
<input type="checkbox"/> アルゴリズム	<input type="checkbox"/> まはり愛まっ
<input type="checkbox"/> フローチャート	<input type="checkbox"/> [RとVの]関係
<input type="checkbox"/> タッチセンサ	<input type="checkbox"/> エネルギー
<input type="checkbox"/> IRセンサ (赤外線センサ)	<input type="checkbox"/> 環境保護
<input type="checkbox"/> コントローラ	<input type="checkbox"/> なてて
<input type="checkbox"/> ダウンロード	<input type="checkbox"/> たい
<input type="checkbox"/> 順次	<input type="checkbox"/> 44のV
<input type="checkbox"/> 分岐	<input type="checkbox"/> 電気の
<input type="checkbox"/> 繰り返し	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> (その他)	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> 糸ふ	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> 出	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 地理	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> もー	<input type="checkbox"/>

3. 授業で学習した内容をふまえて、①、②、③の質問に答えなさい。

①授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりしたことを書いてみよう →正通で、単純な作業は機械任せがよいと思いき、しなくてよかった。	②授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」と調べたり行動したことを書いてみよう →(高感な「～」)と調べたり行動したことを書いてみよう	③授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりすることを書いてみよう →「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりすることを書いてみよう →「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりすることを書いてみよう
--	---	--

図 20 ウェビング法において「A」と設定した評価例

1. ウェビング法で書いた単語数が増えればYes、同じ又は減ってればNoに○をつけなさい。

書いてある単語数が増えている

Yes No

2. 後半のアンケートに書いた単語で、①に該当するのがあれば□にチェックを入れ、□にない単語があれば(その他)に入れなさい。また、授業で学習した内容以外の単語があれば、□に書きなさい。

①授業で学習した内容の単語を書いている	②授業で学習した内容以外の単語を書いている
<input type="checkbox"/> プログラム	<input type="checkbox"/> 動作
<input type="checkbox"/> アルゴリズム	<input type="checkbox"/> 光センサー
<input type="checkbox"/> フローチャート	<input type="checkbox"/> コマンド
<input type="checkbox"/> タッチセンサ	<input type="checkbox"/> 電気の
<input type="checkbox"/> IRセンサ (赤外線センサ)	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> コントローラ	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> ダウンロード	<input type="checkbox"/> 1111
<input type="checkbox"/> 順次	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 分岐	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 繰り返し	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> (その他)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. 授業で学習した内容をふまえて、①、②、③の質問に答えなさい。

①授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりしたことを書いてみよう	②授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」と調べたり行動したことを書いてみよう	③授業で学習した内容をふまえて、生活の中で「～をしてみたら」や「～をしてみたら」と考えたり思ったりすることを書いてみよう
--	--	--

図 21 ウェビング法において「B」と設定した評価例

グラムから課題を見つけさせ、それを修正させた。図 22、23 は生徒の記入した評価資料の例である。生徒の反応は大別すると、図 22 のように課題意識を持ってプログラムの修正を行っている生徒、図 23 のように課題は明確ではないが、プログラムの修正を行っている生徒、プログラムの修正ができていない生徒に分けられた。そこで本観点の評価基準を、図 22 の生徒のように、「課題を明確にしてプログラムの修正をしている」状況を「A」(十分満足できる)、図 23 の生徒のように「試行錯誤を通してプログラムの修正をしている」状況を「B」(概ね満足できる)、これらに至らない「プログラムを修正していない」状況を「C」(努力を要する)と設定した。その結果、「A」評価が 54.0%、「B」評価が 43.0%、「C」評価が 3.0%となった。このことから本実践では、ほとんどの生徒がプログラムの修正活動において工夫・創造することができていたものの、その約半数の生徒は課題意識の明確化という点に課題が見られた。

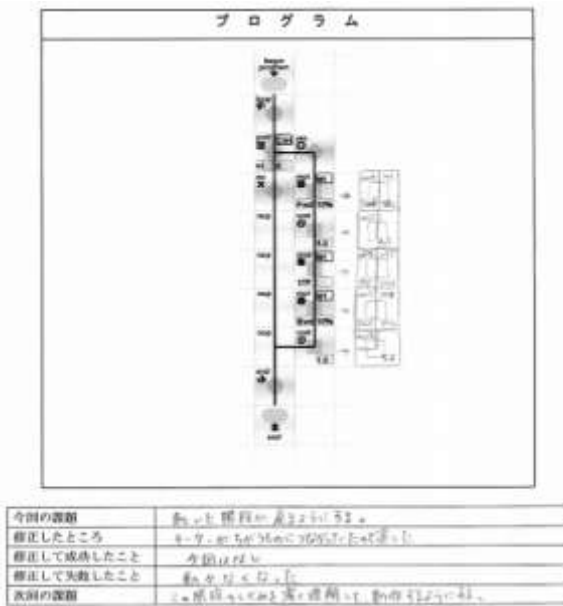


図 22 創意工夫において「A」と設定した評価例

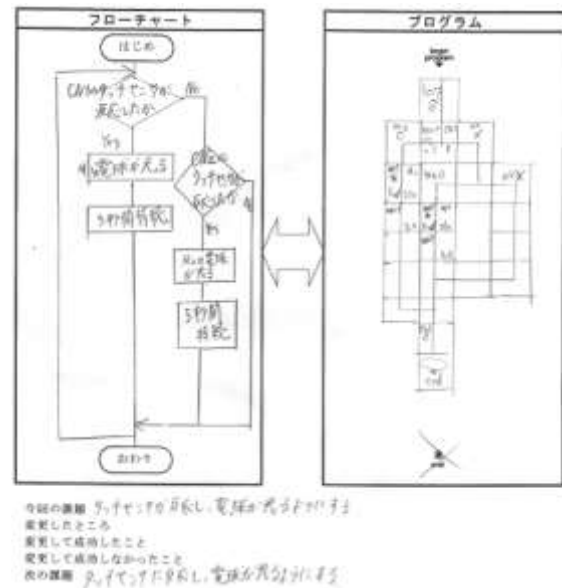


図 24 技能において「A」と設定した評価例

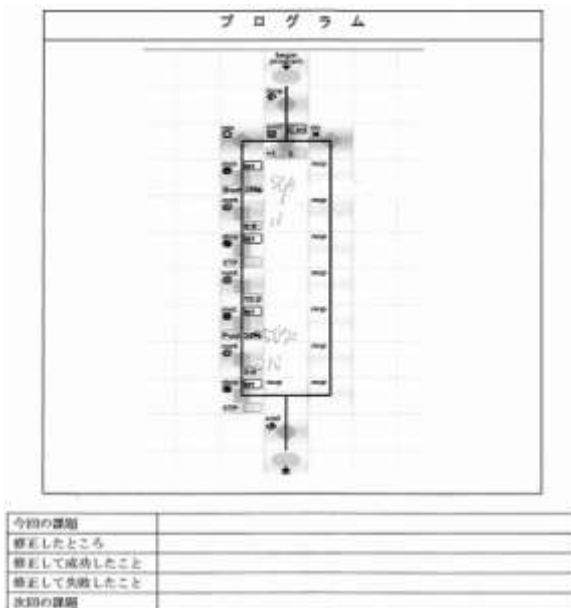


図 23 創意工夫において「B」と設定した評価例

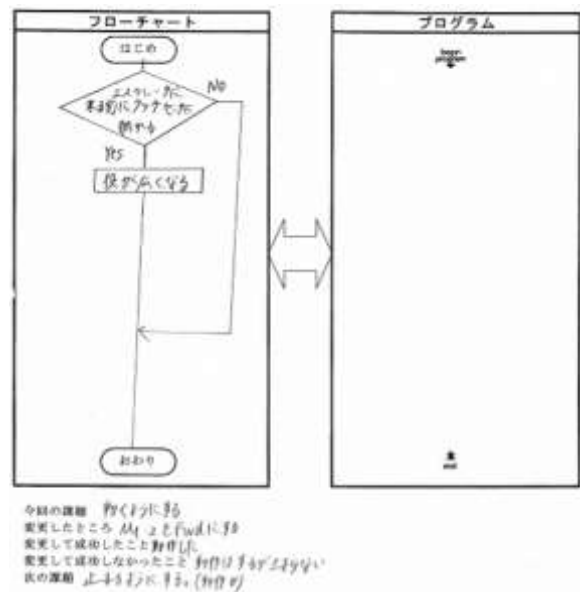


図 25 技能において「B」と設定した評価資料例

ウ「生活の技能」の評価状況

単元「ウ自律走行型ロボットのプログラム制作」においては、走行コースを動作するためのプログラムを、社会におけるプログラム開発の工程に沿って作成させた。図 24 は生徒の記入した評価資料の例である。生徒の反応は大別すると、図 24 のようにフローチャートからプログラムを作成できた生徒、図 25 のように フローチャートは作成しているがプログラムの作成はできていない生徒、ほとんどフローチャート・プログラム共に作成ができていない生徒に分けられた。そこで本観点の評価基準を、図 24 の生徒のように「走行コースの課題を解決するために、フローチャートを作成し、それをもとにプログラム作成をしている」状況を「A」(十分満足できる)、図 25 の生徒のように「走行コースの課題を解決するために、フローチャートを作成しているが、プログラムは作成していない」状況を「B」(概ね満足できる)、これらに至らない「走行コースの課題を解決するために、フローチャートの作成も、プログラム作成もしていない」状況を「C」(努力を要する)と設定した。その結果、「A」評価が 49.0%、「B」評価が 47.0%、「C」評価が 4.0%となった。このことから本実践では、ほとんどの生徒が情報処理の流れをフローチャートで表現することができていた。しかし、その約半数の生徒では、フローチャートの流れをプログラムとして構成する点に技能面の課題が見られた。

エ「生活や技術についての知識・理解」の評価状況

導入時の単元イ「走行型ロボットのプログラム制作」においては、計測・制御システムの構成要素を理解しているか、テストを用いて評価した。図 26 は構成要素の理解度を確認する評価資料である。生徒の反応は大別すると、入力、処理、出力の主要素とそれらに含まれる下位要素を理解している生徒、入力・処理・出力の主要素は理解しているが、下位要素の理解が不十分な生徒、主要素・下位要素共にほとんど理解していない生徒に分けられた。そこで本観点の評価基準を、「入力、処理、出力とセンサやインタフェースの役割、プログラムの関係を含め、計測・制御の構成要素の問いに8割以上の正解をしている」状況を「A」(十分満足できる)、「入力、処理、出力を含めた、計測・制御の構成要素の問いに5割～7割の正解をしている」状況を「B」(概ね満足できる)、これらに至らない「入力、処理、出力を含めた、計測・制御の構成要素の問いに5割以下の正解をしている」状況を「C」(努力を要する)と設定した。その結果、「A」評価が 45.0%、「B」評価が 45.0%、「C」評価が 10%となった。このことから本実践では、入力・処理・出力という主要素をほとんどの生徒が理解できているものの、下位要素の理解については知識面の課題が見られた。

問い

コンピュータを用いた計測・制御システムについて、下のラベルから説明文中の()にあてはまる適切な言葉を選んで、記号で答えましょう。

- ・コンピュータを用いた計測・制御システムは(ア)、(イ)、(ロ)から構成されている。
- ・(ア)は、(イ)を動かして外部の状態を知覚する。
- ・(イ)は、(ロ)を動かして外部の状態に対応した動きをコントロールする。(ロ)は(イ)によって設計する。
- ・(ロ)は、(ア)を動かして動作する。この動作をまとめて(ロ)ともいう。
- ・(ア)、(イ)は、(ロ)を動かして動作する。
- ・(イ)は、(ア)の信号を受けて動作する。
- ・(ア)と(イ)、(イ)と(ロ)の間には、(ア)と(イ)の信号を交換する。

ラベル

入力 処理 出力 センサー 制御部 プログラム フローチャート
マイコンユニット マイクロプロセッサ 電子回路 プログラム

(ア)	(ロ)
(イ)	(ハ)
(ロ)	(ニ)
(ハ)	(ヒ)
(ニ)	(ヘ)
(ヒ)	(ホ)

図 26 計測・制御の構成要素のテスト問題

④ルーブリックの構成

以上の結果に基づいて、計測・制御学習のためのルーブリックを表4のように構成した。このルーブリックは、各評価規準の実現状況を判断する量的な指標をABCの3段階の評価基準で設定するために、「学習活動」、「評価観点」、「評価規準」、「評価資料」、「評価基準」の各項目から構成している。このルーブリックでは上述した実践での学習状況を踏まえ、評価規準に基づいて以下の4点に留意し、評価資料・評価基準を構成している。

表4 「プログラムによる計測・制御」学習のためのルーブリック

学習活動	評価観点	評価規準	評価資料	評価基準		
				A(3)	B(2)	C(1)
①日常生活とコンピュータのかかわりを調べよう。	生活や技術への関心・意欲・態度	コンピュータを用いたプログラムに関心をもち、身の回りで見られる計測・制御について調べようとしている。	作品法 (ワークシート点検)	身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について調べ、様々な場面から3項目以上記入している。	身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について調べ、1～2項目記入している。	身の回りにあるコンピュータを用いた計測・制御の機器について記入していない。
②走行型ロボットに目的の動作のための手順を理解しよう。 1) 仕事の流れを表すフローチャートのかき方を理解しよう。 2) 制御のしくみを理解しよう。	1) 生活や技術についての知識・理解 2) 生活や技術についての知識・理解	簡単なプログラムの作成に関する知識を身につけ、コンピュータを用いた計測・制御の仕組みについて理解している。	作品法 (フローチャートの点検) テスト法 (定期テスト)	プログラムの流れを説明するために、フローチャートと文章の両方を記入している。 入力、処理、出力とセンサやインタフェースの役割、プログラムの関係を含め、計測・制御の構成要素の問いに8割以上の正解をしている。	プログラムの流れを説明するために、フローチャートか文章のどちらか一方を記入している。 入力、処理、出力を含めた、計測・制御の構成要素の問いに5割～7割の正解をしている。	プログラムの流れを説明するために、フローチャートと文章のどちらも記入していない。 入力、処理、出力を含めた、計測・制御の構成要素の問いに5割以下の正解をしている。
③走行型ロボットに目的の動作をさせよう。 1) プログラムの機能を理解しよう。 2) 目的のプログラムを作成しよう。	1) 生活の技能 2) 生活の技能	コンピュータを用いた簡単なプログラムの作成、及び計測・制御ができる。	作品法 (プログラム点検) 作品法 (ワークシート点検)	サンプルプログラムをもとに、組み替えて2つ以上の簡単なプログラムの編集・作成をしている。 走行コースの課題を解決するために、フローチャートを作成し、それをもとにプログラム作成をしている。	サンプルプログラムをもとに、1つの簡単なプログラムの編集・作成をしている。 走行コースの課題を解決するために、フローチャートを作成しているが、プログラム作成はしていない。	サンプルプログラムをもとに、簡単なプログラムの編集・作成をしていない。 走行コースの課題を解決するために、フローチャートの作成も、プログラム作成もしていない。
④センサを使った生活に役立つロボットのプログラムを考えよう。 1) ベストアイデア賞を選ぼう。 2) 生活に役立つロボットの仕組みを理解しよう。 3) 生活に役立つロボットの動作手順を考えよう。 4) 生活に役立つロボットを動かすプログラムの作成しよう。 5) 生活に役立つロボットを動かすプログラムを工夫しよう。	1) 生活や技術への関心・意欲・態度 2) 生活の技能 3) 生活を工夫し創造する能力 4) 生活を工夫し創造する能力 5) 生活や技術についての知識・理解	コンピュータを用いたプログラムに関心をもち、身の回りで見られる計測・制御について調べようとしている。	観察法 (作業観察) 相互評価 (相互評価表) 作品法 (プログラム点検) 作品法 (ワークシート点検) 観察法 (ワークシート作業) 観察法 (ワークシート点検)	友達のアイデアを生活にいかすために、根拠がある評価している。 生活に役立つロボットの課題を解決するために、フローチャートを作成し、それをもとにプログラム作成をしている。 生活に役立つロボットの目的動作に応じた動作を、使用者の立場から分析した課題を記述している。 課題を明確にしてプログラムの修正をしている。 試行後に問題があれば原因をあげ、効率のよい最適な対処法を記述している。	友達のアイデアを生活にいかすために、根拠がなく評価している。 生活に役立つロボットの課題を解決するために、フローチャートを作成しているが、プログラム作成はしていない。 生活に役立つロボットの目的動作に応じた動作を、分析した課題を記述している。 試行錯誤を通してプログラムの修正をしている。 試行後に問題があれば原因だけを記述している。	友達のアイデアを生活にいかすために、評価していない。 生活に役立つロボットの課題を解決するために、フローチャートもプログラムも作成していない。 生活に役立つロボットの目的動作に応じた動作を、分析した課題を記述していない。 プログラムを修正していない。 試行後に問題があっても、原因も対処法も記述していない。
⑤これからの生活とコンピュータのかかわりを考えよう。	生活や技術への関心・意欲・態度	コンピュータを用いたプログラムに関心をもち、身の回りで見られる計測・制御について調べようとしている。	自己評価 (自己評価表) テスト法 (定期テスト)	生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加し、生活についての関心・意欲・態度の記述をしている。	生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加しているが、生活についての関心・意欲・態度の記述をしていない。	生活とプログラムと計測・制御との関係について、ラベルが増加しておらず、生活についての関心・意欲・態度の記述もしていない。

ア「生活や技術への関心・意欲・態度」の評価基準は、生徒の個人内の変容から判断する。

イ「生活を工夫し創造する能力」の評価基準は、工夫したり修正したりしたことが根拠に基づいたものか判断する。

ウ「生活の技能」の評価基準は、フローチャート(設計)からプログラム(制作)という手順を基に実行できているか判断する。

エ「生活や技術についての知識・理解」の評価基準は、計測・制御システムの構成要素を主要素とそれに関わる下位要素に分けて、理解の度合いを判断する。

表4は、上述した題材を想定した記述となっているが評価観点、評価規準は異なる題材の場合であっても基本的に利用できると考えられる。評価基準については、題材の差異による学習活動の違いに留意して若干の表現を修正する必要があるが、基本的な考え方は異なる題材間でも共有できるものと考えられる。

5 結言

本研究では、身近な課題を解決するための課題解決型ロボットを題材とする授業を提案し、従来の自律走行型ロボットの製作に比べ、課題解決型ロボットの製作が生徒の興味・関心を高め、実社会の生活や産業への関わりを理解させることができることを示した。

本研究で検討した年間指導計画は、自律走行型ロボットの題材を通して計測・制御学習の基礎・基本を押さえ、その後、センサが使われている制御機器の調査、課題解決型ロボットの考案、課題解決型ロボットの模型の製作、目的の動作を行わせるためのプログラムの制作から構成されている。この指導計画によって、学校における計測・制御学習の学びが実社会における技術的な職業観や事象の理解を高めることができた。具体的には、プログラムの設計図となるフローチャートを学習することによって、実社会で使われている機器の見方に変化が見られたり、プログラム作成の簡素化、分業化に気付いたりすることができた。これらのことから、本単元の学習がプログラムと計測・制御に大変重要な内容であることが明らかとなった。また、プログラム作成の工程で学習したことを、社会や生活の使用場面を設定して考えることで、実社会における製品や機器の見方や接し方まで変化させる効果があることが明らかとなった。

本研究で検討した題材設定は、技術科教育で構成されている4つの内容に系統性を持たせ、実社会における課題に転移する知識及び技術として習得できるように構成した。そこで、「材料と加工」、「エネルギー変換」、「計測・制御」の各学習で習得した知識及び技術を融合的に用いて、それぞれの学習内容を活用することができ、社会や生活課題の見方や考え方を育成するために効果的であることも明らかとなった。

本研究で検討した具体的な評価方法については、評価規準を設定し、実践における生徒の反応に基づいて評価基準とルーブリックを構成した。また、構成したルーブリックを用いた学習状況の評価の結果、計測・制御学習では生徒の関心・意欲・態度は高いものの、工夫・創造や技能面に若干の課題が見られた。知識面では多くの生徒が計測・制御の構成の全体像を捉えられていたものの、下位要素の理解には課題が見られた。特に、課題意識を明確にしたプログラムの工夫・創造、構想したフローチャートから具体的なプログラムを構成する技能、インタフェースやアクチュエータ、センサなどのシステム構成要素の働きに関する知識などについては、その学習状況を向上させるための授業改善が必要であると考えられる。

今後は、本研究で把握された様々な課題に基づいて、さらに計測・制御学習の指導方法を改善していく必要がある。このような指導改善と評価方法の改善を相互作用的に展開することにより、指導と評価の一体

化を図っていくことが重要であろう。

6 研究協力者・実施場所・参考資料

(1)研究協力者

熊本大学教育学部 田口浩継

(2)実施場所

熊本大学教育学部附属中学校

(3)参考資料

- ・文部科学省, 中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編, 文部科学省 (2008)
- ・田口浩継・竹野英敏・佐藤文子, 『中学校教育課程講座 技術・家庭』, ぎょうせい(2009)
- ・萩嶺直孝・田口浩継・山本利一, 『身近な課題を解決するための模型製作を題材とした制御学習の検討』, 日本産業技術教育学会誌, 第 51 巻第 4 号, pp.23-30 (2009)
- ・萩嶺直孝・田口浩継, 『森山潤, 中学校技術科「プログラムによる計測・制御」の学習指導における評価基準の開発ー生徒の学習状況を把握するためのルーブリックの構成ー』, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第 18 巻, pp.65-72(2011)
- ・萩嶺直孝・田口浩継, 『情報とコンピュータにおけるプログラムと計測・制御による実践(2)』, 日本産業技術教育学会第 21 回九州支部大会講演要旨集 pp.25-26 (2008)
- ・萩嶺直孝・田口浩継, 『情報とコンピュータにおけるプログラムによる計測・制御の実践(3)ー自動制御によるロボット学習の必修化への対応ー』, 日本産業技術教育学会第 52 回全国大会講演要旨集, p.87(2009)
- ・萩嶺直孝・田口浩継, 『身近な課題を解決するための模型を題材とした制御学習(2)ー生徒の構想を具現化する融合題材の検討ー』, 日本産業技術教育学会第 25 回情報分科会研究発表会講演要旨集, pp.55-56(2010)
- ・萩嶺直孝, 『「計測・制御」における評価・活用の能力と態度の育成』, 技術教室 No690, 農山漁村文化協会, pp.18-25(2010)
- ・ROBO DESIGNER (JAPAN ROBOTECH LTD.)
<http://www.japan-robotech.com/robodesigner/index.html>