

〈実践論文〉

社会への貢献を実感する生徒を育てるための教育実践 ～中学生の自己有用感を刺激する ロボット研究グループの育成を通して～

Educational practice to nurture students who realize their contribution to society
- Through the development of robot research groups that stimulate the sense of self-usefulness of
junior high school students -

岡山県立岡山操山中学校 塩飽 修身*¹
中国短期大学 松田 文春*²

要約：本研究は、県立の併設型中高一貫教育の中学校において「総合的な時間」に行った「未来航路プロジェクト（本校の名称：いわゆる課題研究）」の指導と、放課後の生徒による自主的なロボット研究グループの活動を通して得られた、生徒の達成感や研究の質の高まりについて考察するものである。研究対象は「ロボット」をテーマに研究を行なった中学生達である。従来、本校の未来航路プロジェクトでは、社会を変えるアイデアを提言としてまとめた論文が多く見られたが、今回の実践では、具体的にロボットの製作を課題にしている点が、新たな観点である。

本研究の特色は、自己有用感を「自主的な活動を通して、友達との関わりの中で自分が役立っていると思える感覚と、自分の体験や感情が他者へ影響を与えるようになる情報発信力」と定義し、生徒が少し難しいと感じるけれど挑戦すれば達成できるような課題を、教師が効果的に設定し与える事により、生徒達のロボット製作やプログラミングの技術の向上と共に、研究活動に対する主体性の高まりや新たな活動に挑戦しようとする学びに向かう姿勢を刺激している事にある。

Key words：総合的な学習の時間、ロボット、Arduino、課題研究

ロボット製作のツールとして、教育用に開発されたマイクロプロセッサボード「Arduino」に注目した。ロボット製作の過程で、生徒達は計画した機能を実現するには電子回路の組み方やプログラミングの仕方の学習が必要である事に気付き、製作に関わる全ての工程を習得するための自主研究グループ「Arduino（アルデュ

イーノ）勉強会」を立ち上げるに至った。最終的に、研究グループのメンバーは、校内研究発表会の代表者として研究発表を行うと共に、製作したロボットを生徒の前で実際に動作させて見せた。結果、本校の未来航路プロジェクトに多く見られた提言論文から、具体的な物づくりや実験に基づく実践的研究論文へと研究の質を変える事となった。また、生徒の中には、ロボット製作の体験や製作工程のディスカッション、後輩への指導などを通して進路選択の一つにロボット研究を考える生徒も現れるようになった。

*¹ Osami SHIWAKU
Okayama Sozan Junior High School

*² Fumiharu MATUDA
Chugoku Junior College

1 はじめに

令和2年3月24日付け文部科学省Webページに公表された「中学校技術・家庭科（技術分野）におけるプログラミング教育実践事例集」の中に、技術の授業実践例として「ロボット制御の学習ためのプログラミングの授業」が示されている。総合的な学習の時間におけるプログラミング教育の題材（単元）について、展開例を田代・宮川・馬場（2018）が『教育課程改革における「主体的・対話的で深い学び」の位置づけと課題』の中で示している。これらの事例の場合、生徒は教師の設定した課題をクリアするロボットの設計を行う。ブロックを組み上げるタイプのロボットや、ブロックタイプのプログラミングが学習ツールとしてしばしば使われている。これらのロボットやプログラミングは、初めて学習する生徒にも扱いやすいように設計されていて、プログラミング中の変数やパラメータの値を変えると、ロボットの動くスピードや可動域を変える事ができる。生徒は何回か試行錯誤を繰り返すものの、学習時間内に与えられた課題をクリアする事ができる。教師があらかじめ設計した課題をクリアできる事は、生徒の達成感を刺激すると共に、ロボットやプログラミングに対する興味や関心を高める事ができる点で有効な学習と言える。しかし、クラスで最も短時間に課題をクリアする事を目的にするあまり、ロボットの社会的貢献の可能性や、ロボットの現状について考える事ができない生徒も見られる。本研究では、より深く学習をしたいと考える生徒や、プログラミングの知識を有する生徒を刺激する少し困難な課題「ロボット製作」に挑戦させる事で、生徒の自己有用感を刺激したいと考えた。ロボットの製作を通して、生徒の活動や意識を「社会への貢献を実感する」レベルにまで高める事を目標としている。例えば、「ロボット開発を通してロボット作りに興味を持った。将来は、ロボット技術

者になって、こんな社会をつくりたい」と発言できる生徒や「ロボットが生活の中で活躍できるように社会制度を変える方面への進学を考えようになった」という生徒を育てたいのである。ロボット製作について興味を持った生徒に、「マイクロプロセッサボード（Arduino：アルデュイーノ）」を実装したロボットを製作させた。Arduinoは、教育用に開発された物で中学生でも扱う事が可能である。センサやアクチュエータを接続する事も可能で、プログラム言語（Arduino IDE）で作成したスケッチ（プログラム）を、Arduinoに転送する事で実行する事ができる。

Arduinoをロボットに実装するためには、物づくりの技術、電子回路の構築あるいはプログラミングの方法に関する工程が必要である。短時間で製作に関わる全ての工程を習得するためには、生徒自身が自主的な研究グループ「Arduino勉強会」を立ち上げ、協働して活動する必要があった。

今回、「Arduino勉強会」に至るまでのロボット製作とArduino勉強会に参加した生徒の実践をもとに成果と課題について考察する。

さて、文部科学省 国立教育政策研究所 生徒指導・進路指導研究センター（2015）の生徒指導リーフLeaf18『「自尊感情」？それとも、「自己有用感」？』では『「自己有用感」は、他人の役に立った、他人に喜んでもらえた、…等、相手の存在なしには生まれてこない点で、「自尊感情」や「自己肯定感」等の語とは異なります。』と自己有用感の考え方を示している。また、信夫・山本・大谷・佐藤（2018）は「学校生活における異年齢集団活動が自己有用感へあたえる影響自己有用感」において自己有用感を「自己の存在が周囲から認められている、必要とされていると受け止める感覚」と定義し「自己有用感」を獲得するためには異年齢同年齢関係なく、他者とのかかわりにおいて、自己が認

められる場面を意図的に設けることが重要であるとしている。更に文部科学省（2010）は指導における留意点の集団づくりの工夫の一つとして「自己肯定感・自己有用感を培うことができる」として示している。これらの自己有用感は、生徒指導や児童生徒の社会性の基礎となる部分に注目している。

今回研究対象の中学生は、ロボット研究に興味を持つ集団に対して、総合的な学習の時間や放課後の時間における生徒の自主的な活動に対して支援を行ったものである。そこで、本研究では学校生活における自己有用感を、「自主的な活動を通して、友達との関わりの中で自分が役立っていると思える感覚と、自分の体験や感情が他者へ影響を与えるようになる情報発信力」と定義した。

2 中学校における課題研究

(1) 課題研究の実態

さて、今回の研究対象は、岡山県立の併設型中高一貫教育校における中学生である。

中高一貫教育校の中には、総合的な学習の時間の取り組みとして、いわゆる「課題研究、あるいは探究的な学習」に取り組み、成果をあげている学校がある。研究の形態は個人研究またはグループ研究のいずれかが多く、研究論文を作成する事、研究発表会としてポスターセッションやスライド発表を行う事を課している点で共通性が見られる。

本校では、3年間の体験的活動（ア）～（ウ）がスパイラルのように設定されている。

（ア）研究の流れを体験する活動

個人の興味を社会的・学術的問題に広げ、①テーマ決定、②文献・先行研究の調査、③仮説の設定、④研究計画と実験・実践、⑤結果と考察、⑥結論、⑦謝辞、⑧文献と研究論文の作成といった流れを体験する活動。この活動の最終成果は研究論文である。

（イ）研究発表を通して表現力やプレゼンテーション能力を高める活動

研究内容を発表する場として、次の①を課し、希望する生徒には②にも挑戦させる。①ポスターセッション、スライドによるステージ発表の開催、②希望者を校外の発表会に参加させ、外部評価を受けさせる活動

（ウ）専門家や研究者を訪問し、自分の研究を深める活動

研修旅行等における活動の一環として、大学や企業を訪問し、聞き取り調査や専門家との対話を通して、研究内容を深める活動。

(2) 課題研究の成果と課題

未来航路プロジェクトや課題研究活動を体験した生徒の感想には、「(自分が取り組んだ)研究に対して達成感を感じた」あるいは「将来の自分の進路決定のための大切な学習であった」などがみられた。

筆者らは、2006年から2017年までスーパーサイエンスハイスクール（以下SSH校）に指定されている県立中高一貫教育校において「中学生のための課題研究のカリキュラム開発」を行ってきた。そこでは、研究者にとっては必須の「研究の新規性」には重点を置かず、中学生の間に1年間程度の時間をかけて、一つの研究に深く取り組む経験をさせる事に指導の視点を置いていた。研究の成果よりも研究の手順や流れを体験させる事を重視した指導であった。

SSH校では、高校施設等の使用も可能で高度な実験も可能であった。希望すれば、研究発表会等に参加でき、専門家から研究に関する指導や助言を受ける事も可能であった。これらの体験を通して、生徒は課題研究について高い達成感を得る事ができた。しかし、中学生にとって難解な自然科学の領域をテーマにした場合、理論が理解できないとか、中学校の施設では実験する事が不可能な内容であるとか、思うように

研究が進まない事もあった。このような生徒は自分の研究に対して、自信や自己有用感を感じる事なく研究期間を終えてしまい、教師としての指導や助言が不十分であったと感じる事もあった。

(3) 未来航路プロジェクトの実態

さて、今回実践を行ったのは2002年に開校した併設型県立中高一貫教育校である。本校は開校当時から、総合的な学習の時間を「未来航路プロジェクト」として個人研究が行われてきた。ここでは「新規なアイデア」を提案する事が強調されてきた。自分の提言をまとめる形式の論文が多く存在した。筆者は2016年から勤務し課題研究を指導するようになった。

さて筆者が勤務したSSH校に併設する中学校とSGH校に併設する中学校のどちらの中学校も、学年ごとに研修旅行や修学旅行中に、専門家との対話が設定され、研究や論文の質を高めようとする取り組みが、学習に取り入れられていた。研究を計画し、証拠を集めて発表する事が課せられていた。専門家との対話など、各学年で生徒が達成感を持つためのしかけも用意されていた。実際、生徒からは、「好きな事、興味がある事を深く学ぶ時間をしっかり取る事ができた」という感想が多く見られた。

筆者がSGH校へ転勤した2016年当時、理系工学系の論文のタイトルには「遠隔手術ロボットの開発」、「海洋ゴミ収集ロボット」、「月面移住の可能性」といった内容が複数見られた。生徒の論文には、書籍の内容を紹介した文章や楕円や四角形を組み合わせて、生徒自身が作成したロボットのイメージスケッチとして紹介されていた。生徒の考えるロボットとは、宇宙で探査したり、災害地で要救助者を見つけたり助けたり、障害者を介助したりできる機能を備えた装置であった。これらのロボットは、特別な場所で複雑な動作を簡単に遂行する事のできる

機械でもあった。実際にロボットを製作する事は想定していないので、アイデアスケッチに丸や三角の図形を追加するだけで、遠隔操作もAIも簡単に取り付ける事ができた。もちろんロボットに取り付ける時に生じる課題について考えているスケッチは無かった。生徒の描いた構想図からは、部品をどのように組み合わせているのか、ロボットがどのような仕組みで動作しているか示されてはいなかった。つまり、具体的なロボットの機構については、全てがブラックボックスであり、マジックワードの集合体であった。表1に、2018年度2年生の未来航路プロジェクトに関して、年度当初に提出された研究タイトルの例を示す。

表1 課題研究のタイトル例 (2018年度)

日本の宇宙工学宇宙で使うロボットの機能
日本の探査技術 ～宇宙から地球の未来を予測～
日本の宇宙工学 ～医療・日常への応用～
日本の宇宙開発 ～月面都市の有効利用～
日本のロボット ～災害・医療において活躍するロボット～
日本の最先端技術被災地で働け！救助ロボット

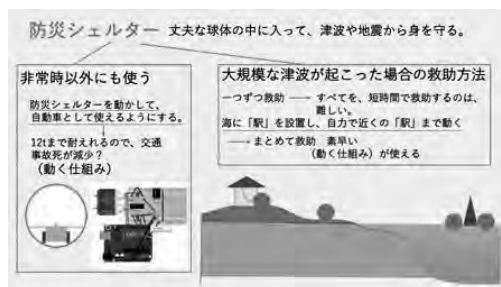


図1 研究テーマ発表スライド

防災をテーマにした発表スライドには、丸と三角を組み合わせた図形が描かれており、日頃は球体の自動車として使用し、非常時には防災シェルターとして活用するというアイデアが示されていた(図1)。「具体的にあなたは何か

作ることができるか」という質問には明確なアイデアは見られなかった。

このような中、中学生にロボットを製作させたいと考え実践を始めた。

宇宙空間で働くロボットをデザインするのではなく、木材やモーターなどを使って目の前で操作できる具体的なモデルロボットを製作させる事で、自分のアイデアを搭載したロボットを作らせる事を計画し、実践を始めた。将来的に目指すロボットには、センサ（入力）部、CPU（演算部）、アクチュエータ（出力）部を組み込ませたいと実践の方向性を設定した。

3 実践と概要

本研究の対象は2002年4月開校の県立の併設型中高一貫教育校の中学生である。研究は、2017年度から2020年度に実践した内容について紹介する。この中学校は、2015年度2019年度までSGHに指定されていた。

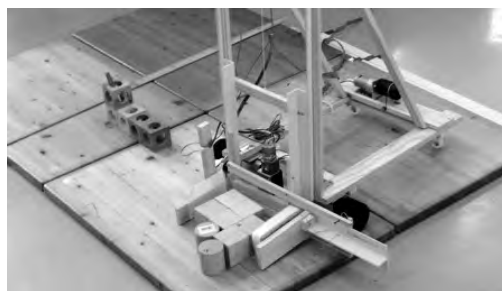
今回の研究で用いたArduinoは、センサやアクチュエータを接続しプログラムでロボットを制御することができるが、生徒には電気回路やプログラミング言語に関する学習が必要となる。まず2017年には希望する生徒を集めマイクロプロセッサを使用しないロボットを製作し、ロボットコンテストに出場する事を目標にした。2018年からは、マイクロプロセッサボードを実装したロボットの製作を目的とした。グループ名を「Arduino勉強会」とし、教師は生徒の自発的な活動を支援した。本研究は、2017年から2020年までに取り組んだ「ロボット製作」の実践と「Arduino勉強会」に参加した生徒が取り組んだ活動について紹介する。

（1）「総合的な学習の時間」について

本研究の対象中学校は、2002年度の開校当時から、「総合的な学習の時間」を「未来航路プロジェクト」という名称で行っており、将

来、日本や国際社会で活躍するグローバル・リーダーを育てる事を目標にしている。中学1年次は「岡山を知ろう」、2年次は「日本を知ろう」、3年次には「世界を知ろう」というテーマで探究的学習に取り組んでいる。各学年で専門家や研究者を訪問し、個人の探究テーマに関する質問を行ってきた。特に3年生時には、一人1テーマで、1年間探究活動に取り組んでいる。1年間の探究の過程は、テーマの決定、調査、専門家への質問と訪問、校内研究発表会、卒業論文（一人A4サイズ20ページ）執筆である。1学年（120名）の生徒を6名の教師が指導し、1人の教師がおよそ20名を担当している。

（2）2017年ロボットコンテストに初挑戦



製作したロボット

ロボット製作の始まりに関して示す。理系の研究を希望する生徒20名について、課題研究の指導を行なった。希望者8名が2台のロボットを製作し「仁科芳雄博士顕彰ロボットコンテスト2017」に初めて出場した。岡山県では、1993年から仁科芳雄博士顕彰事業の一環としてロボットコンテストが行われている。大会には岡山県内の中学生・高校生が参加し、主催者から与えられたミッションを解決するロボットを製作し、その性能を競っている。2017年は「ミッション：月面基地を完成せよ！」であった。生徒は、5cmの立方体の木材ブロック等を所定の場所に積み上げるなどの機能を搭載したロボットを作る必要があった。夏休み中、8名の

生徒は部活動の間隙時間を使って、ブロックを掴みゴールまで運ぶ事のできるロボットを、木材やプラスチックレール等を組み合わせて製作した。ロボット製作の開始前、2週間程度で完成できると生徒は考えていた。しかし、木材を直角に組み合わせる事、一度にたくさんの木材ブロックをつかもうとしても電力不足になってしまう事などクリアするべき課題が次々と生じ、苦戦した。製作中何度も、生徒同士でディスカッションを行う姿が見られた。ディスカッションでは、自分の意見を言ったり他の生徒のアイデアと合わせたりして、ブロックを高く組み上げるための機能を追加するなどロボットの動作性能が高まるように工夫した(図2)。



図2 ロボット製作中のディスカッション

○文化祭ロボット展示／ポスター発表



ポスター展示

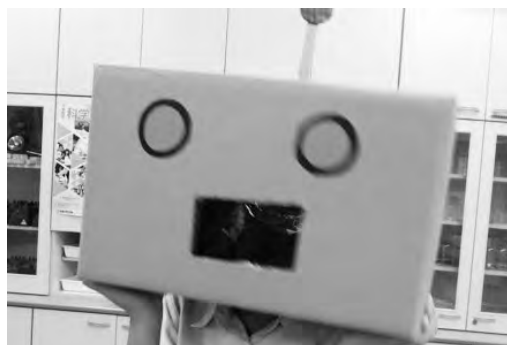


図3 文化祭でのアピール

ロボットコンテストに参加した生徒は、製作したロボットが実際に動く様子を全校生徒にみてもらうと共に、コンテスト参加で体験した達成感や高揚感をみんなに伝えたいと考え、文化祭でロボットの操縦体験ができるブースを出展した。また、ダンボール箱で作ったロボットの被り物をつかって校内を歩き廻り、自分達の研究に多くの生徒が興味を持ってもらえるようにアピールした。未来航路プロジェクトの研究を文化祭で展示したのは全校生徒の中でロボットコンテストに出場したグループのみであった。

○東京研修中(修学旅行)の活動

東京研修中、ロボット研究グループは、大学や企業を訪問し最先端のロボット研究の様子を見学した。また、後輩のためにロボット開発のための研究助成金を獲得しようと計画し、企業に対してプレゼンテーションを行った。

○関西研究発表会参加

ロボットコンテストに出場した生徒の中から5名が、サイエンスキャスル2018関西大会に参加し「ロボコン挑戦への道り」という題名でポスター発表を行った。本校の未来航路の研究の中で、初めての県外での発表であった。

○未来航路プロジェクト発表会

毎年、総合的な学習の校内発表会として、スライド発表と共に論文の提出を課している。理科系の発表枠は1件と決まっていたので、医

療ロボットのモデルに関する研究が代表となった。この生徒は、ロボットコンテストには参加していなかった生徒であるが、レゴロボットを用いて医療ロボットモデルを製作し発表した。前年までに多く見られたアイデアを紹介するだけの発表ではなく、生徒自身が製作したロボットが実際に動作するところを動画で紹介した。その結果、参加者から高い評価を受ける事ができた。

(3) 2018年マイクロプロセッサボードを実装したロボットの製作とArduino勉強会の開催



Arduino勉強会 2020参加者募集

Arduinoとは、光・音などに反応するセンサー情報をマイクロコンピュータに取り込み、その結果からLEDやモーターなどのアクチュエーターをプログラム(スケッチ)で制御します。Arduinoは教育用に開発されたマイコンボードです。

この勉強会に向いている人
何それ?! おもしろそうと考えた人
未来航路で、ロボット、センサーをキーワードにしたい人
中学生であること
理科が好きなお人
なんだか楽しそうなることを探している人

必要なもの
○ちょっとしたやる気と意気
○将来的にArduino買っ飛ばしそうな助っ人
○「C++にも挑戦したい」という気まぐれ

勉強会内容について
(生徒主体の自主的勉強会です。)
Arduinoの考え方、LEDチカチカ??
正転、反転モーター回路を作るマ??
スケッチの書き方、回路図作成ソフト
福祉関連のロボット等の製作をめざします

〇1回を予定 7月13日(月) 放課後 理科室

参加者募集チラシ (2020年)

2018年、筆者らは2年20名を担当した。また、ロボット製作を希望した3年3名に対して個別指導を行なった。3名の生徒はArduino勉強会の中心として活動に取り組んだ。

〇京都研修中の企業および大学訪問 (2年)

京都研修時に、割り箸100膳、輪ゴム100gだけを使って、2mを自走する割り箸カーを製作し、企業を訪問した。ロボット製作現場を見学すると共に、持参した割り箸カーの性能を見てもらって、物づくりの考え方について指導を受けた。

〇東京研修 (3年)

医療ロボットを研究している企業を訪問し、専門家への質問や研究の進め方についてアドバ

イスを受けた。

〇マイクロプロセッサボード (Arduino) を導入したロボットの製作

マイクロプロセッサボード (Arduino) を搭載し、センサやアクチュエータを制御するロボットを製作した。

〇Arduino勉強会の立ち上げ (3年, 2年)

3年生が中心となり、2年生のロボット研究グループに対し、ロボット製作の方法やプログラミングの基礎に関して指導を行なった。

〇関西研究発表会参加

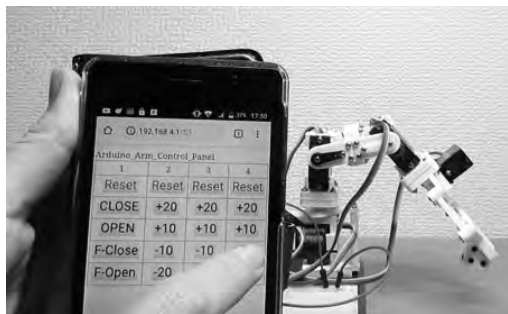
2017年度に続き、2名の生徒が「スマホを用いたArduino Carの無線制御」、「Arduinoを使った物体探査用レーダーの作成」という題名でポスター発表に挑戦した。



ポスター発表の練習の様子



製作したマッピングロボット

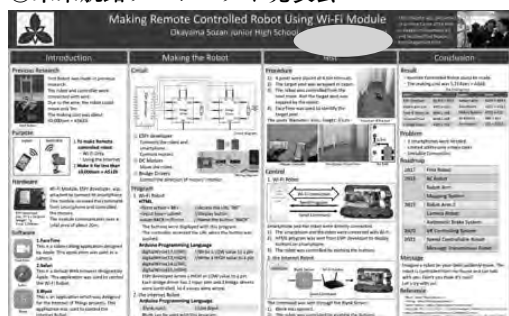


製作したロボットアーム



プログラミング例（発表スライドから）

○未来航路プロジェクト発表会



英文ポスター

Arduino 勉強会の中心として活動した生徒 3 名の中で 2 名が学校発表会の発表者に選ばれた。

○校外の課題研究発表会へ参加

中学校 2 年生が、他の県立中学校の課題研究発表会に招待され、「Arduino を使ったマイクロ栽培ユニットの製作」「Arduino でギミックを作る」の 2 題をポスター形式で発表した。

記憶力を鍛えるゲームの概要


ランダムにLEDが3回光る

リズムが早くなる 順番を覚える

スコアと覚える
LEDの数が
増える

リズムに合わせて
ボタンを押す

間違えたり時間を
超えたりすると
ゲームオーバーとなる



作品例（発表スライド）

○海外研修（ポスター発表）

本校では、毎年中学 3 年生の希望者が卒業式終了後、短期オーストラリア研修を行なっている。Arduino 勉強会の中心として活動した生徒達は、「Making Remote Controlled Robot Using Wi-Fi Module」などのポスターを作成した。研修先の交流校の生徒の前で、英語で発表を行った。このポスターは理系研究で初めての英文構成であった。

（4）2019 年度のロボット研究分野の広がり

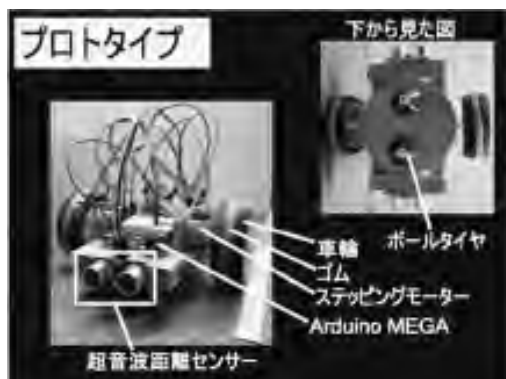
Arduino 勉強会への参加者は 30 名となった。それと共に、Raspberry Pi など、新しい技術やコンピュータ言語の導入をめざす生徒が現れた。誰も挑戦していない研究や技術分野を探し始めたのである。例えば、プログラミング言語として Unity, C++, マイクロプロセッサボードには Raspberry Pi を用いた生徒や AI に挑戦する生徒も現れた。また、誰かが技術研究した分野を応用して新たなロボットを製作しようと考える生徒も現れた。さらに、あらゆるロボット開発について、アルゴリズムの作り方やプログラミングの方針を指導する生徒も現れた。

○未来航路プロジェクト発表会

例年、未来航路プロジェクトのまとめとして、学年代表が選出され、全校生徒の前で研究発表を行う。2019 年度には、3 年生の代表はロボット研究を中心に、理系の研究が代表となった。

研究が具体的で、成果物としてロボットが動

作する動画や、実験結果に基づく研究であった事が評価された物である。実際の発表会は「新型コロナウイルス感染防止」のために中止となった。発表者は、自分達の研究が次の学年に継続されない可能性があるかと残念がっていた。



作品例 (迷路クリアロボット)

2019年度にロボットを研究した生徒は、次年度からのロボットには、ArduinoやRaspberry Piを搭載できるとよい、ネットワークを介してカメラの画像やセンサをコントロールできるロボットの製作も目指して欲しいと指摘があった。また、卒業後も高校生と中学生と共同してロボット開発ができる場を設定して欲しいという要望もあった。

(5) 2020年度のArduino勉強会の活動

2020年3月から5月末まで中学校が休校となった。学校再開に伴い、2020年度の未来航路プロジェクトが始まり、筆者らは中学3年生21人を担当する事になった。物づくりやプログラミングの方法を知らない生徒も複数存在した。未来航路プロジェクトの学校発表会が開催されなかったために、先輩達がロボット製作のために取り組んだ勉強会やトライアンドエラーを知らない生徒達で、ロボット製作が面白そうだという理由でロボット研究を未来航路研究のテーマにしていて、先輩達の研究遺産を引き継

ぐ事ができない状態になった。

○ Arduino 勉強会

2020年度も、新たな生徒のためのArduino勉強会を継続することにした。高校生が中心となって企画や運営を行なった。その中で、「今まではロボット開発のテクニックについて学習を進めてきた。しかし、今年度は、福祉やリハビリテーションあるいは介護支援をキーワードにしたロボットを製作していくのはどうか」というロボットの社会的意義を考えるようなコメントがあった。そこで、ロボット製作のテーマを生活の質の向上として指導する事にした。

○ 中学1年生への取り組み



勉強会 (高校生から中学1年生に指導)

高校生から、プログラミング未経験者の中学1年生には、マイクロプロセッサボードRaspberry Piとプログラミング言語Pythonに関する研究をさせるのはどうかと提案があった。1年生には3年間をかけてじっくりロボット開発に取り組ませたいと考え指導を進める事にした。現在、生徒5名が、部活動のない放課後や総合的な学習の時間をつかってロボット製作に関する研究を始めた。ときには、たまたま理科室を訪れた高校生が、中学生に対してショートタイムレクチャーを開き、プログラミングの勉強の仕方やロボット製作の基礎について指導を行なっている。

4 指導の詳細と考察

(1) 教師が与えた課題の適性という視点で

本研究実践を始めた2017年は、ロボットコンテストへの挑戦を課題とした。生徒同士がアイデアを形にしていく過程でディスカッションやトライアンドエラーを繰り返した。教師は、文化祭でのロボット披露や段ボールロボットによる生徒アピール、研究資金を調達しようとした企業へのプレゼンテーション、研究発表会への参加、プロモーションビデオの製作にも挑戦するように次々に課題を与えた。結果、生徒はたくさんの活動に挑戦し達成感を得る事ができた。これらの事からロボット研究グループに適切な刺激を与える事ができたと判断した。

2018年度以降マイコンボード「Arduino」を導入した。生徒達は、Arduinoをロボットに装着するための技術を獲得するために「Arduino（アルデュイーノ）勉強会」を企画した。運営を通して複雑なプログラムや動作をするロボットを製作する事ができる集団となった。2018年から2019年の2年間で無線制御やロボットアーム、マッピングロボット、迷路クリアロボット、AIやUnityなどを組み合わせたロボットを製作した。Arduino学習グループへの指導が、生徒の自己有用感を刺激する効果的な刺激になっていると考えられる。

(2) ロボット開発技術の高まりと研究グループの意欲の変化という視点で

実際には、生徒は教師とのディスカッションを通してロボット製作を進めているのだが、生徒は活動に対して自主的に取り組んだと感じている。以下に詳細を示す。生徒の実践からもロボット研究を通して達成感や自己有用感の高まりが見られたと判断した。

2018年には勉強会として、「LEDの点灯」、「CdSセンサを使ってLEDを点灯」、「正転、反転モータ回路」の3回を行った。生徒は

Arduinoを全く知らない状態だったため、第1回のみ教師がArduinoを使った回路とプログラムの組み方、そしてArduinoへの書き込みの仕方、プログラムの実行の仕方について教師が主導し説明を行なった。生徒は、教師の説明だけでは電気回路もプログラムも完全には理解できない事、今後、ロボット製作にはArduinoが有効なツールとなる事を感じるに至った。そこで生徒は生じた課題や必要な情報はSNSを使って共有できる環境をつくった。日頃は家庭でロボット研究を行い、必要があれば教師とディスカッション行うわけである。生徒の考えているロボットよりも少し高度なテクニックを必要とするロボットになるように助言した。1年間の学習の結果、3年生はArduinoなどを使って「スマートフォンを使った無線操縦ロボット」、「スマートフォンによるロボットアームの制御」、「距離センサを使ったマッピングロボット」を製作する事ができた。校内未来航路プロジェクト発表会では2名が全校生徒の前でステージ発表を行なった。また、毎年行われるオーストラリア研修では、英文ポスターを作成し交流学生の前で研究発表をする事ができた。

Arduino勉強会のメンバー以外の生徒達も刺激を受けて英文ポスターを製作した。この事実は、Arduino勉強会参加で刺激を受けた生徒の活動が周りの生徒にも影響を及ぼすようになってきた事を示していると考えた。

2019年のロボット研究グループには1年生から3年生までが参加するようになった。初めて参加する生徒達に対して、中学3年生が中心となって2018年と同様の内容を指導した。

3年生の中には、「校内で、誰も開発していない研究分野や技術を用いたロボットを開発した」と研究に対する抱負を語るようになった。結果、マイクロプロセッサボード（Raspberry Pi）を用いてAIに関する研究を行う生徒、Unityを開発言語としてゲームや天文シミュ

レーターを製作する生徒、アルゴリズムと複数の開発言語を習得すると共にロボットを製作している生徒へのプログラミングや物づくりのアドバイスを担当する生徒も現れた。これは、自分達が主体となってロボット研究を進める事ができるグループに変わっていった事を示唆している。これらの活動の中で生徒の自己有用感が高まっているものと判断した。中学3年の終わりの未来航路プロジェクト発表会では、アルゴリズムの研究と自動走行システムを組み合わせた迷路をクリアするロボットの製作に関してスライド発表を行なった。研究を聞いた生徒達からは、「プログラムやロボットの動作を見たら技術的に難しい事に挑戦している事が分かる。すごい」という感想があった。生徒の未来航路プロジェクトのテーマは、三角形や丸を組み合わせただけのロボットから、表2に示す具体的なロボットの製作に変わってきた。生徒が理工工学系の研究は物づくりや証拠を示す事が大切であると感じるようになってきたと考えられる。

表2 未来航路プロジェクトタイトル

モモの収穫時期の自動判別のための基礎研究
二足歩行ロボットの開発
Gesture Controlled Robotic Hand Using Arduino
二軸のプラネタリウムの製作
Arduinoを用いた自走式種まきロボットの製作
Arduinoを使った高齢者リハビリ機器モデルの製作
アルゴリズムをマスターするためのプログラミングの学習
超音波距離センサを使った自動追尾モデルカーの製作
Arduinoを使って無人船に応用できるモデルカーの製作
マイクロプラスチック回収ロボットの試作
Arduinoによる熱中症対策ガジェットの試作

5 成果

ロボット研究グループは興味を持つ生徒が集まっていて、教師の与える課題をクリアしていく事ができた。プログラミングが苦手な生徒もグループ内で教えてもらう事でロボットを製作することができた。このような生徒には、ロボットの性能の高さにはこだわらないロボット製作を目指すように指導した。2017年にはマイコンボードを装着していなかったロボットは、3年間でArduinoを実装するロボットやスマートフォンで無線操縦を行うロボットとなった。このことからロボット研究のレベルは高まったと判断した。また、未来航路プロジェクト発表会の発表の様子を評価した教師からは、生徒が研究内容に自信を持っていた。実際に成果物（ロボット）の動く様子を見せる事で研究の証拠が示されているなど高い評価を受けるようになった。さらにロボット研究を行った生徒からは、進路選択の一つとして、ロボット研究に関する事も考えるようになったとのコメントが見られるようになった。ロボット研究グループの活動の経験が自信につながると共に自分の進路にも影響を与えつつある事が示唆された。以上のことから、ロボット製作にかかる研究グループの一連の活動が、中学生の自己有用感を刺激していると判断できる。

3年間の取り組みで、中学校を生徒達からは、「福祉やリハビリテーションあるいは介護支援をキーワードにしたロボットを製作していくのはどうか」という言葉が発せられるようになった。また、2020年度には、「作業療法に用いられるリハビリ器具に、Arduinoを取り付けた新たなリハビリ器具の提案」、「Scratchを使った未就学児が楽しく運動できるプログラムの開発」、「AIを用いた手書き文字を点字文字への変換」を研究テーマに未来航路プロジェクト研究を行っている生徒もいる。実際に社会貢献のできるロボットが製作できているわけではない

が、生徒達は自分たちのロボット研究が社会にどのように役立つのかを考えるようになった。ことから本教育実践を通して生徒は社会貢献を実感していると考えられる。

6 課題

中学3年生が卒業すると、ロボット製作の経験者がいなくなる。在校生が研究を継続し高めるための効果的な支援方法の開発のため新しく勉強会を立ち上げる必要がある。

過去の研究成果物を参考にすると、生徒は、ロボット製作やプログラミングの技術を短時間で理解できると思いがちである。一方、卒業生は「プログラミングは、勉強を始めたばかりの時、今までできなかった事がうまくできるようになるので楽しい。短時間でプログラミングが理解できると錯覚してしまいがちだ。それで、少し複雑なプログラムを組み始めるとプログラムが期待しているようには動作しないので多くの生徒は、プログラミングを諦めてしまう。でも、この苦しい状態を超えると、どんどん自分の思う通りの動作をするプログラミングができるようになる」と感想を述べている。今後基礎的な学習をどのように進めたか、ロボット製作中に体験した失敗やディスカッションした内容を細かく記録する事の重要性について指導していく必要があると考えている。

引用・参考文献

- (1) 文部科学省 (2020) 「中学校技術・家庭科 (技術分野) におけるプログラミング教育実践事例集」, 2020年10月4日, https://www.mext.go.jp/content/20200403-mxt_jogai01-000006333_001.pdf
- (2) 田代高章・宮川洋一・馬場智子 (2018) 教育課程改革における「主体的・対話的で深い学び」の位置づけと課題 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第17号 (p115～p132)

- (3) 岡本 尚也 (2019) 「課題研究メソッド スタートブック」, 啓林館
- (4) 岡本 尚也 (2017) 「課題研究メソッド」, 啓林館
- (5) 信夫辰規・山本奨・大谷哲弘・佐藤 進 (2018) 「学校生活における異年齢集団活動が自己有用感へあたえる影響」 岩手大学大学院教育学研究科研究年報 第2巻 (p125～p134)
- (6) 文部科学省 (2010) 『生徒指導提要』
- (7) 文部科学省 国立教育政策研究所 (2015) . 生徒指導リーフ Leaf18「自尊感情」? それとも、「自己有用感」?
- (8) 岡山県立岡山操山中学校 (2020) 「未来航路プロジェクト」, 2020年10月4日, <http://www.sozan-jhs.okayama-c.ed.jp/curriculum/future.html>
- (9) 岡山県立倉敷天城中学校 (2015) 「平成27年度指定スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書第1年次」, 入手日2020年10月4日, http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2015/Houkokusho2015/2015_SSH_Amaki.pdf
- (10) 岡山県立津山中学校 (2020) 「平成29年度指定スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書第3年次」, 2020年10月4日 <http://www.tuyama.okayama-c.ed.jp/introduce>
- (11) Arduino <https://www.arduino.cc>
(参照日: 2020年10月4日)
- (12) Raspberry Pi <https://www.raspberrypi.org>
(参照日: 2020年10月4日)

追記

本実践について、武田科学振興財団中学校・高等学校理科教育振興助成 (2017年)、橋本財団福祉助成 (2020年) を受けた。

(令和3年(2021)年1月16日受理)

Abstract

Educational practice to nurture students who realize their contribution to society
– Through the development of robot research groups that stimulate the sense of
self-usefulness of junior high school students –

Okayama Sozan Junior High School Osami SHIWAKU

Chugoku Junior College Fumiharu MATUDA

The purpose of this research was to measure the increase in the sense of self-efficacy in learning of junior high school students through group work on robotics research. Collaborative learning was conducted in this study. These activities were carried out as “the Period of Integrated Study” and voluntary activities after school. It was a unique approach in that it was changed from the proposed based on research to practical research. Teachers just assisted subjective activities of students.

Arduino (single board microcomputer) were used to create robots. During the production of the robot, there were problems related to circuit construction methods and programming. The students had to complete the assignments by having a team discussion. In conclusion, the activities of the research group (on robot production by junior high school students) had a positive impact on their sense of self-efficacy and sense of accomplishment of students.

microcomputers were used to create robots. During the production of the robot, there were problems related to circuit construction methods and programming. The students had to complete the assignments by having a team discussion. In conclusion, the activities of the research group (on robot production by junior high school students) had a positive impact on their sense of self-efficacy and sense of accomplishment of students.