奈良からロボット教育の風を
－地域の中学校を巻き込んだロボット教育の推進－

福田哲也
（奈良市立都南中学校）
谷口義昭・古谷昌広*
（奈良教育大学 技術教育講座（技術科教育））
松田貴大
（京都大学）
松本紗英
（大阪教育大学）

The Roots of Robotics Enthusiasm spread from Nara
ー Robotics Activity for Junior High School in Nara ー

Tetsuya FUKUDA
（Tonan Junior High School）
Yoshiaki TANIGUCHI・Masahiro FURUTANI
（Nara University of Education）
Takahiro MATSUDA
（Kyoto University）
Sae MATSUMOTO
（Osaka University of Education）

要旨：近年、ロボット教育が国内外で推進され、その学習効果が注目されている。奈良県においても2002年から奈良教育大学附属中学校を中心にさまざまな取り組みが行われ、徐々に県下の学校にも浸透してきた。そのようなロボット教育の裾野を広げる追い風として、本年度、奈良高校から奈良県の小中学校にロボットキット（Mind Storm NXT）が配布された。これは同高校のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の取り組みの一環として行われたものである。今回、奈良高校と連携している４校の中学生を集め、このロボットキットを用いたロボット研修会を開催した。本研修会に参加した生徒たちは、ロボットの製作や制御の活動に積極的に取り組み、プログラムの作成能力・活用能力、問題解決能力等のスキルアップにつながったことが明らかとなった。

キーワード：ロボット教育　Robotics education　ロボット研修会　Robotics seminar
問題解決能力　Problem solving skills

１．はじめに

近年、ロボット教育が国内外で推進され、その学習効果が注目されている。奈良県でも、奈良教育大学附属中学校において2002年から先進的なロボット教育が展開され、世界規模のロボットコンテストでタイトルを獲得するなど大きな成果を挙げてきた。また、同中学校は地域の小学校、中学校、高等学校に対して定期的にロボットセミナーを開き、ロボット教育を奈良県全体に広めるべく活動している。[1)] このような活動が功を奏し、奈良市や生駒市の中学校、帝塚山学園、奈良高校などにおいてもロボット教育が行われるように

＊奈良教育大学　科目等履修生

なり、徐々にロボット教育が浸透してきた。そして、このようなロボット教育の裾野を広げるべく、奈良高校から奈良県の小・中学校にロボットキット（Mind Storm NXT）が配布された。これは同高校のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の取り組みの一環として行われたものである。

しかしながら、ロボット教育にはプログラムという高度な専門知識やノウハウが必要になるため、ロボットキットを配布された学校で、ロボット教育を行うことは決して容易ではない。2012年８月に、これらの小・中学校を対象としてプログラム研修会が開催された。この研修会では、ライントレースのためのプログラムの習得が中心であり、それは画一的で作業的な活動であった。つまり、新しくプログラムを開発したり、改良するような創造力や問題解決能力を育成する活動は含まれていなかった。また、８月に研修会を行った後、ロボットキットは各中学校においてあまり有効に活用されていない現状があった。

そこで、ロボット教育を推進するためにはライントレースするためのプログラム作成だけでなく、課題を達成するためのロボット製作技術やプログラミング能力を習得する必要があると感じ、それらは創造力や問題解決能力の育成にも繋がると考えた。2012年10月に、８月の研修会の応用編となる研修会を開催した。本報告書では、この10月の研修会の内容および成果を報告する。

２．ロボット研修会のねらい

本研修会では、プログラムをあくまでツールと位置づけ、ロボットに課題を達成させるようにプログラムを活用する技術の習得を意図した。奈良市内の４つの中学校に参加してもらい、生徒複数人からなるチームを結成させ、課題の達成を競い合わせた。

このようにチーム対抗戦とすることで、「課題を達成する喜び」や「課題を解決するための思考力」を個人で味わうのではなく、チームメイトと共有するという姿勢を養うことをねらった。

また、複数の中学校を参加させたことにより、奈良における中学校の横の繋がりが生じ、互いに切磋琢磨し合う関係が構築され、ロボット製作のさらなる意欲向上がもたらされることを期待した。

３．ロボット研修会の活動内容

本研修会は2012年10月27日に奈良教育大学を会場として開催した。参加した中学校および生徒の人数は次のとおりである。

- 都南中学校：４名
- 三笠中学校：12名
- 奈良女子大学附属中等教育学校：３名
- 若草中学校：４名

研修会の活動の概要を以下に示す。ただし、(　) 内はその活動を行った時間帯をあらわす。

① **各学校の活動紹介**
各学校においてロボット教育活動している内容を紹介し合う。（9：40～10：00）

② **「プログラムスキルを向上させよう」**
８月の研究会の振り返りと基本的なプログラム製作を習得する。（10：10 ～ 10：50）

③ **課題１「障害物を避ける自律型ロボットの製作」**
障害物が存在する迷路を設定し、スタート地点からゴール地点まで移動できるロボットを製作する。（10：50 ～ 12：10）

④ **課題２「自律型ロボットで課題を達成しよう」**
課題として特定のミッションを想定し、それをクリアさせる。（12：45 ～ 14：15）

本研修会における指導者には、奈良教育大学附属中学校の卒業生を抜擢した（2012年時点で、大学生２名および高専生２名）。彼らは、同中学校の科学部に在籍する間に、卓越したロボットの製作に取り組み、世界規模のロボットコンテストにおいて、日本代表として大きな成果をあげている。それゆえ、本研修会の指導者として十分な知識と経験を有していると判断した。彼らは１人で２チームを指導した。

このように、教員ではなく、大学生・高専生を抜擢したことには次の２つのねらいがある。

まず、指導者として抜擢した大学生・高専生は、中学時代にロボットの製作に取り組んだ経験がある。この経験を活かして、今回参加した生徒のつまずきや悩み等を理解し、適切なアドバイスをかけることができ、生徒の理解を深められると考えた。

次に、ロボット技術の振興を図るには、優秀な技術者を育成するだけでなく、同時に技術者を育成できる優秀な指導者も育成しなければならない。しかしながら、そのような指導者を育成する機会はまだ少ない。今回、大学生・高専生に中学生を指導させることによって、彼らのロボット教育の指導力を向上させるきっかけになると考えた。

３．１．各学校の自己紹介

研修会の最初に、各中学校に５分程度でクラブ活動の内容を発表させた。図１に都南中学校の科学部による発表を示す。

自己紹介をすることにより、お互いの活動を知ることができ、異なる中学校の生徒間で活発なコミュニケーションを取り合うことを期待した。

図１　都南中学校科学部の活動紹介の様子

３．２．「プログラムスキルを向上させよう」

本活動は、各学校の生徒をAチームとBチームの２チームに分け、さらに人数の多いチームは他の学校のチームに合流する形をとることによって、１チームあたり２～３名の編成となるようにした。また､その際､協調性が大切であることを、宇宙飛行士を例にあげて生徒に伝え、生徒間にてコミュニケーションが促進されるようにした。

チーム分けを行った後、ＮＸＴソフトウエアを用いて、以下の①～④のプログラムの作成に挑戦させた。

①３秒進んで止まる。

②３秒進んで、右に曲がる。

③真っ直ぐ進んで、黒の線で止まり、後退する。

④タッチセンサーを使って、止まる。

これらのプログラムは、簡単なように思われがちだが、ロボットの走行の基本動作とセンサーによる制御因子を含んでいる。最初、単純なミスで上手くいかないチームが多かったが、試行錯誤を繰り返すことにより、大きく進歩する姿が見られた。また、ロボットが①～④のプログラム課題を成功させた際には、敵味方のチームを問わず、賞賛する声が上がり、チームを越えて切磋琢磨していた。

図２は、指導者である高専生がプログラミングの基本を指導している様子を示す。

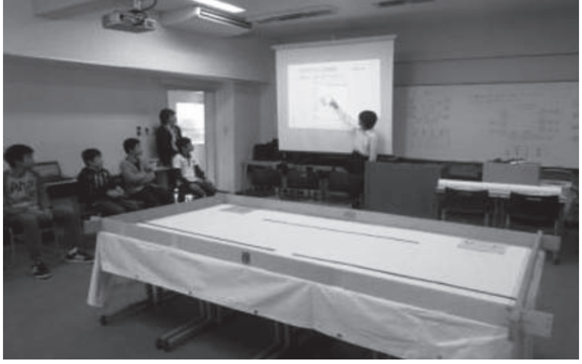

図２　高専生がプログラミングの基本を指導する様子

３．３．課題１「障害物を避ける自律型ロボットの製作」

プログラミングの基本を習得した後に、課題１を行った。課題１は、障害物を避けてスタート地点からゴール地点まで移動する自律型ロボットの製作である。

課題１を開始する前に、動機付けをするために惑星探査機の紹介をした。そして、火星探査機は障害物を自ら避けるプログラムが仕込まれていることを紹介し、ロボット製作の意義について解説した。

このように、時事問題と絡めて自律型ロボットの有効性を生徒に示し、火星でのミッションを遂行することにより、課題１に対する生徒の意欲が喚起されると考えた。

課題１のフィールドを説明する。図３に示すように、フィールドは壁で四方を囲まれている。

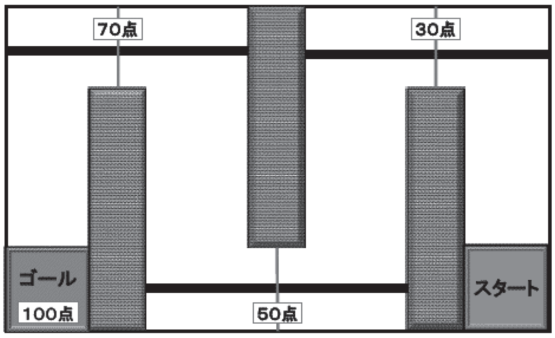

図３　課題１のフィールド図

また、フィールドにはレンガ（障害物）を配置し、ロボットを方向転換させなければゴール地点に到着できないようにした。よって、このフィールドをクリアさせるためには、障害物を回避するようにロボットに方向転換させるような制御命令を入力する必要があるといえる。ロボットの動作を制御する一つとして、フィールドに引かれたラインから情報を得て、トレースしながらラインに沿って進む方法がある。課題をクリアするための選択肢としてライントレースを使用できるように、ここではフィールドには黒のテープを取り付けた。

このようなフィールドにて、ロボットがスタート地点を出発してゴール地点に辿り着くことが本課題のミッションである。スタート地点からゴール地点までの間に、各領域を区切る線を設定し、点数を配した。区切り線を通過する毎に加点する方式とし、ゴール地点に到着すると100点になるようにした。

各チームで２回競技を行い、獲得ポイントの高い方を持ち点とするように決めた。課題１を行う上で、プログラムについては特に戦略を指示することなく、自由な発想の基で課題に取り組むよう指示した。使用可能なセンサーはタッチセンサー（１個）と光センサー（１個）とした。ただし、モーター、タイヤ、ギア比の改造を認めず､プログラムのみ変更可能とし､ロボットの制御に焦点をあてた課題とした。

図４に競技を行なっている生徒の様子を示す。

課題１を開始すると、光センサーでライントレースしたり、逆にセンサーを全く使わず回転数だけでロボットを制御したりと、チーム毎に異なる戦略が立てられていた。また、チーム内でプログラミングを交代で行ったり、プログラムについて話し合ったりするなど、協力する姿勢が数多く見受けられた。

図４　課題１の競技を行なっている様子

３．４．課題２「自律型ロボットで課題を達成しよう」

火星におけるミッションをイメージし、より速くエネルギーを補給し、たくさんの火星の岩石を調査できるかをテーマにした課題２を設定した。また、対戦型にすることによって、競技するというゲーム性を盛り込んだ課題とした。

図５に示すように、火星を摸したフィールドの中央にレンガを配置し、赤軍と青軍に別れた２チームが対戦できるようにした。中央のレンガにエネルギータワー（図５の①）を設置し、その横に火星の岩石を想定してボール（図５の②）を２個ずつ置いた。また、ライントレースができるように黒のラインを中央に設けた。

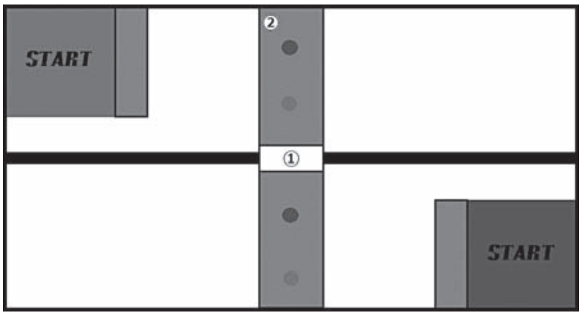

図５　課題２のフィールド図

エネルギータワーには赤軍および青軍のコートに向かってレバーが設けられており、早く押した方が40点を獲得するように設定した。

岩石を模した青色２個、赤色２個のボールについて、ロボットが自軍の色の岩石を相手側に落とすと１つにつき20点獲得し、自軍側に落とすと30点獲得するように設定した。ただし、相手の色の岩石を落としてしまった場合、相手に点数が入る仕組みとした。以上のように、全ミッションをクリアした場合100点満点になるようにした。

課題２を行う上で、プログラムを完全に自由とした。モーター、タイヤ、ギア比の改造は認めず、使用可能なセンサーはタッチセンサー（１個）と光センサー（１個）であった。また、岩石を採取するために、ロボットにアームを取り付けるなど、構造を改造することを許可した。このように、課題２は、課題１と異なり、プログラムだけでなく、ロボットの構造を改造する点においても生徒に試行錯誤させて創造力を育成させることも意図した。

また、岩石の採取では、岩石を自分の側に引き入れるという難しいミッションと、岩石を相手側に押し込むという簡単なミッションを用意した。そして、難しい方をクリアした方が点数を高くなるように設定した。このような配点にすることで、低い点数を確実に取るのか高い点数を狙うのかを、ロボットの精度を基にチーム内で議論させて、挑戦するか否かを判断させるようにした。

図６に競技を行なっている生徒の様子を示す。調整時間の制限もあり、１回目の競技では高得点を出すチームはなかったが、２回目の競技では全てのチームが１回目と比べて高得点を獲得した。特に、あるチームは、レバーを押した上で１つのボールを回収することに成功していた。

課題２は対戦型のミッションであったこともあり、会場は大いに盛り上がった。また、本研修会を通して、生徒たちはプログラムの作成能力・活用能力だけでなく、目標を自ら見出し、それを解決する術を考えるという姿勢を養うことができたと考えられる。

４．成果と課題

研修会の後、研修内容についてアンケートを行った。アンケート内容は、次の①～⑤である。

①「プログラムを作成することは難しかったですか」

②「課題１、課題２は難しかったですか」
③「チームで協力して取り組むことができましたか」
④「ロボットへの興味・関心は高まりましたか」
⑤「ロボット研修会にまた参加したいですか」

アンケート結果を図７から図11に示す。これを基にして、本活動の成果と課題について考察する。

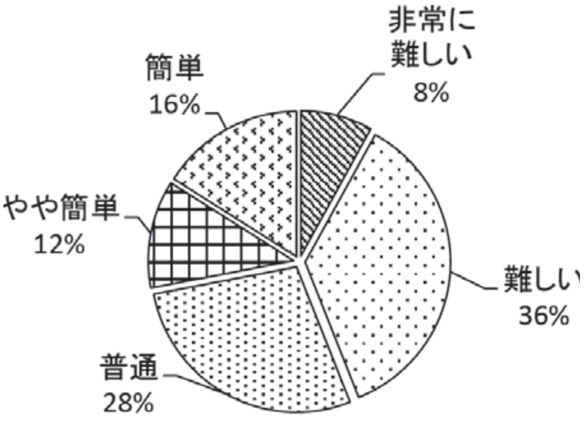

図７　プログラム作成の難易度

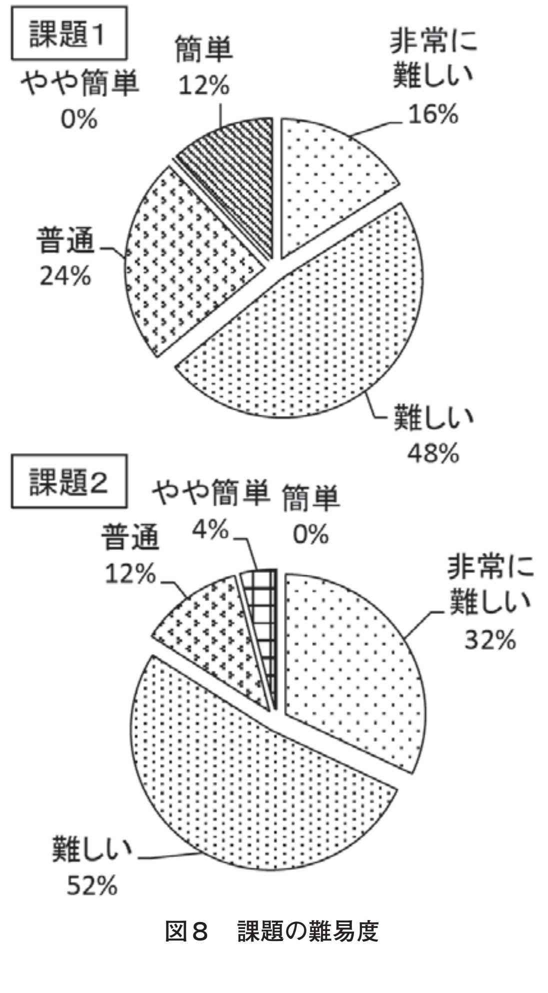

図８　課題の難易度

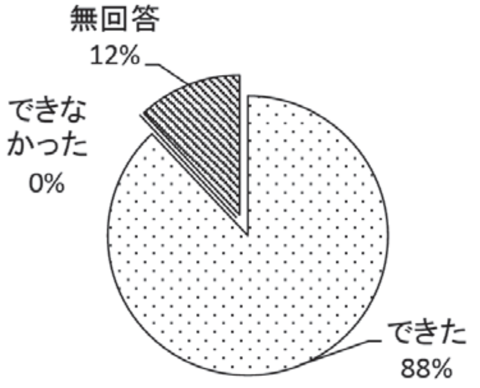

図９　チームでの協力

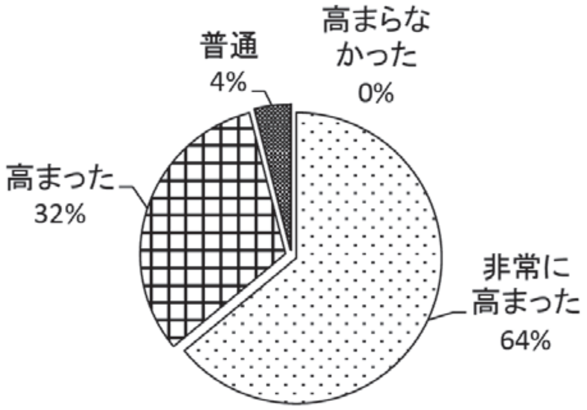

図10　ロボットへの興味・関心

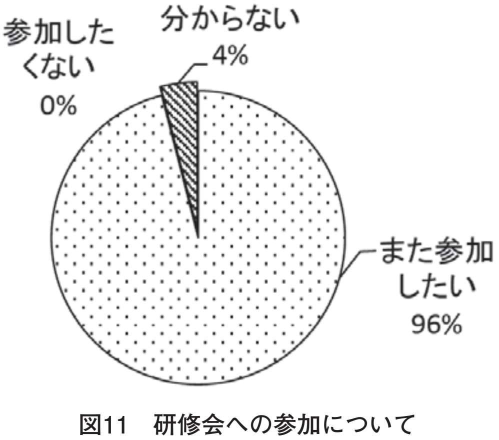

図11　研修会への参加について

アンケート結果から、プログラム作成について、全体の44%の生徒が「難しい」「非常に難しい」と感じている。そのように感じている大半の生徒が、８月にＮＸＴが配布されてからほとんど活用していない生徒であった。逆に、定期的に学校でプログラミングの活

動をしている生徒はとくに難しく感じていない。本アンケートは、プログラミングスキルの育成のためには、継続的な活動の必要性を示唆している。

また、課題１および２についてはそれぞれ70%、80%近い生徒が「難しい」「非常に難しい」と感じている。課題で満点をとるためには、より綿密なプログラムやロボットをつくらなければならない。十分な時間もなかったため、そのように感じた生徒が多かったと考えられる。ただ、本研修会では休憩時間を定期的に設定しなかったが、休憩することを忘れるくらいに課題に果敢に挑戦する生徒たちの姿を垣間見ることができた。

全体を通して、生徒からは、「非常に面白かった」、「もう一度やってほしい」、「このような活動がもっと広がってほしい」という意見が多数寄せられた。研修会の課題を難しいと答えた生徒が非常に多かったにもかかわらず、生徒は内容が難しいといって投げてしまうのではなく、むしろやりがいがある課題と捉えたと考える。このことは、「ロボットへの興味・関心」「研修会への参加の是非」のアンケートにおいて高い評価が出ていることが物語っている。

さらに、チームのメンバーとの協力について、著しく高い評価が出ている。これは、ロボット教育が製作技術やプログラミングスキルだけでなく、コミュニケーション能力の育成にも寄与していることを証明している。

参加した中学生を引率してきた教員からは、「今回のような取り組みを更に発展させて欲しい」という要望や、「生徒がどんどんのめり込む姿を久しぶりに見ることができよかった」というコメントが寄せられた。これらの意見は、教員自身がロボット教育の有効性を認識したことを示唆している。

実際にロボットキットが配布されても、各中学校においてロボットキットが有効に活用されていないことが問題であった。本研修会でロボットに対する興味が高まったことで、各中学校においてロボットの製作活動が活発に行われることと期待する。

また、「今まで部活でやってきたことが活かせた場であった」と答えた生徒もいた。中学校の科学部の多くは、運動部と比べて他校との交流や試合も少なく、その成果を発揮する機会が設けられにくい。本研修会は、そのような日頃の成果を発揮する絶好の場として機能したといえる。研修会が成果の発表の場として奈良県の中学校に浸透すれば、研修会での活躍を目標に日々の部活動を一層努力する生徒が多く現れると考える。

５．終わりに

本研修会では、生徒が難しいと悩みながら、課題に果敢に挑戦する姿が見られた。チーム内で課題の解決方法について活発に議論し、達成した際には喜びを分かち合う様子が見られた。このように、ロボット教育は、科学技術の振興だけにとどまらず、人格形成にも有効に働くことが明らかとなった。

また、本研修会にマスコミ関係者が取材に来られ、ロボット教育が社会に少しずつ認知されてきたことがわかる。このようなロボット教育の社会的期待・責任を意識して今後も研修会を発展させていきたい。

参考文献

１）福田哲也,他5名：「『21世紀スキル』を意図したロボット教育の推進」，奈良教育大学教育実践総合センター研究紀要,第21号，pp.171-177（2012）