

A 4 7 / 3 2

「ICTモノづくり」による課題解決能力の育成

— 自律型ロボットの製作とプログラミングを通して —

佐藤 美奈子 (常盤木学園高等学校)

1. はじめに

これからの時代は、新しい知識・情報・技術が社会活動の基盤となる「知識基盤社会」の時代と言われる。高度に情報化、グローバル化が進みこれまでの社会とは大きく変化してきている。未来を生きる生徒たちも、今後、現代の高度に情報化・複雑化した社会において予想もしない様々な問題、またその問題も刻々と変化していくような状況に置かれることは想像に難くない。したがって問題に柔軟に対応し解決できる能力を育成する必要性がある。

しかし、近年の OECD（経済協力開発機構）の PISA 調査などによれば日本の学生は思考力・判断力、表現力に課題があるとされている。そして、学習指導要領解説(文科省 2009)でも、生きる力をはぐくむために、課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに、主体的に学習に取り組む態度を養うことに努めることとあり、課題解決能力の育成が重要課題になっている。

高度に情報化・複雑化した社会における課題解決能力の育成のための一つの方策として、ICT を教育に活用していくことが考えられる。

これまで ICT 活用教育というと特に一般的に授業で使われたものとして、インターネット活用があろう。しかし、単なるインターネットを使った教育は、調べる手間が省け、便利になったにすぎず、本当に ICT を活用した教育とは言い難い。また近年の ICT を活用した教育では、例えば電子黒板で高解像度の写真の提示をし、よりきれいに、具体的に表現したりして学習者がその理解を助けるための道具としての活用が行われている。このように ICT を活用した教育では、学習者が ICT を活用したとしても、基本的には学習目標を達成するための「教えるための道具」としての活用が中心である。このような ICT 活用の現状では、用意された・予定された課題に対しての解決能力は養われるであろうが、高度に情報化・複雑化した社会において生じる想定外で刻々と状況が変化するような課題に対しての解決能力が育成できるかという疑問がある。このような社会の課題に対応できるように、自らの目的・考えで、主体的に ICT を「使う」なかで、課題解決能力を「学ぶ」場が必要であると思われる。

ところで、このような高度に情報化・複雑化された社会のなか、ほとんどのモノがブラックボックス化している。若者は、必要なもの、便利なものありとあらゆる物が手に入る環境にある。このような環境のなか、若者は「モノ」の構造を知る機会は少なく、「モノ」を作ったという経験は多くはない。

しかし、これまで日本は「モノづくり」において世界をリードしてきたと言って過言ではない。よりよいモノを作るために多くの課題を克服し、よりよくするために多くの工夫を發明してきた。日本人はその課題を一つ一つ解決することで世界有数の「モノづくり」大国となったと考えられる。「モノづくり」は試行錯誤の繰り返しであり、それは課題解決を実践していくことでもある。日本の誇る「モノ」づくりに、課題解決能力育成のヒントがあると思われる。

近年、学習科学といわれる分野で「協調的な学び」が研究されている。「協調的な学び」は広い意味では「協調学習」と言われ、個人の理解やそのプロセスを他人と協調的に比較・吟味・修正する過程を経て一人ひとりが理解を進化させる学習プロセスである。協調学習では個人では到達しにくいレベルの理解に到達できるという(三宅 2010)。

これらのことを踏まえ、ICT を活用したモノづくりを通して協調的な学びを行うことにより課題解決能力の育成が望まれるのではないかと考えた。

そこで、本研究では「ICTモノづくり」の実践を行い課題解決能力の育成を図ることを目的とした。

具体的には、「自律型ロボット」の製作・制御を通して論理的思考力や、様々な状況を判断する力、課題に対する自分たちの考えを表現する力を養わせようと考えた。自律型ロボットを製作し、思い通りに制御するには多くの課題を解決しなければならない。その課題は他者が与えた課題ではなく、モノを作る状況下で生まれた課題である。そのため、いわゆる「やらされている感」がなく、自然と課題に取り組むことができるかと予想される。

また、各種センサを使った実体のあるロボット、それを制御するプログラムを組むこと等により ICT を本当に活用できる、つまり「リアリティーのある ICT 活用」が可能であると思われる。さらに、協調的な学びを通して思い通りに動くロボットを作るためにどうすべきか、プログラムはどうあるべきかを考え、実装させ実際に動かし、試行錯誤を繰り返すなかで論理的な思考力、状況を判断する力、自分たちの考えを発表する力が養われるのではないかと考えた。

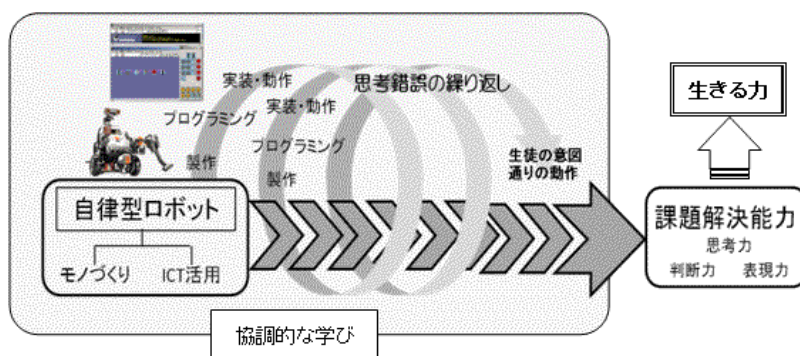


図1 自律型ロボットを通した生きる力の育成

2. 研究の目的

本研究では、自律型ロボットの製作を通し、論理的な思考力、状況を判断する力、自分たちの考えを発表する力を養うことを目的とした。

3. 研究の方法

3.1. 研究の対象・位置付け

本研究は、「自律型ロボット」の製作・プログラミングを通し課題解決能力の育成を図ることを目的としている。将来的には授業のなかであつかうことを視野に入れているが、まず平成22年度は、課外活動において活用することで実験的に実践を行うこととした。したがって研究の対象としたのは、本校生徒で希望した6名（女子）である。なお、希望したと言っても特別ロボットに興味がある生徒ではなく、どちらかと言えばあまり興味が無い、もしくは全く知らない生徒のみである。

3.2. 使用するロボットについて

研究に用いる自律型ロボットとして、「LEGO マインドストーム (レゴ社)」を選定した。LEGO マインドストームは、LEGO ブロックと様々なセンサを組み合わせることで自由な形、様々な機能を持たせたロボットを簡単につくれるように工夫された自律型ロボット製作キットである。また、このマインドストームを動かすためのプログラムとしては「ROBOLAB 2.9.4 (ナショナルインスツルメント社)」を用いる。このプログラムは複雑なプログラミング言語を使うことなく、様々な命令アイコンを並べることでロボットの動きを制御できるものである。



図2 LEGO マインドストーム

3.3. 実践方法

生徒には、ロボットがクリアすべき課題を与える（例えば、1 m先にあるボールを拾い集めて持って帰る）。この課題をクリアするためにロボットの形を工夫して組み立てさせ、プログラミングを行わせる。現在のところ数人のグループで一つのロボットを作るようなグループ活動を考えている。それらの課題を

こなす過程で、気がついたことや考えたこと等をメモさせ記録とした。

活動は、ビデオで撮影し、研究実践者も活動を観察し実践記録をとった。最終的にインタビューやアンケート等を行った。これらの記録から、生徒の変容について明らかにし、課題解決能力育成への効果について検討した。

4. 結果

ここでは、本年度の活動の流れとその時の生徒のコメントについて紹介する。

平成22年6月に河田拓朗氏（東北学院榴ヶ岡高校・宮城）を本校に招き、生徒対象のロボット製作講習を行った。これは、基本的なロボットの作り方とプログラムの作成方法を学ぶためである。そして、7月に東北学院主催の小中学生対象のロボット教室へ、本研究対象者（高校生）を協力者として参加させることにした。

6月の講習を受けて、7月までに小中学生にロボット製作について教えられるレベルに上達するということを目標に、2～3人のグループを3つ作りロボットの製作に取り組ませた。基本的には教師側からの指導・指示はしていない。また対象者の課題に対するアプローチの仕方も自由とした。これは研究対象者が自ら考え・解決する能力を育成するためである。

このころの生徒の意見としては「人生で一番頭を使う」と言うものが多かった。また、この時点ではロボット本体の組み立てよりも、プログラミングをいかにつくるかに生徒の主眼が置かれていた。これは、生徒が取り組んだ課題がロボット本体の作り自体は単純な物でよかったためである。しかしながら、そのなかでもやがて「まっすぐ走らせるために車幅を広げる」「より安定感のある動きをするためにセンサーの位置を変える」「プログラム通りの曲がり方をするように後輪を工夫する」等の簡単ではあるが工夫が各自見られるようになっていった。これらは、一人で考えたというよりグループで議論したり、他のグループの動きを見て参考にしたりするなかで生まれてきたアイデアである。

7月の東北学院主催の小中学生を対象としたロボット教室に TA（ティーチングアシスタント）として協力した。教室に参加した小中学生は、ほとんどが全くはじめてロボット組み立てやプログラミングに取り組む児童・生徒であった。小中学生が思い描く動きをするロボット、プログラムを完成させるために本校生徒もできうる限りのアドバイスを行っていた。「小中学生の出す意見を聞き、本校生徒はそれをもとにいろいろ考える。そして実現可能な形にして返す。それをもとに小中学生がまた考える。」と言った活動が行われた。ロボット教室自体は小中学生を対象としたものであるが、小中学生が考えるだけでなく、その中で TA として参加した高校生もまた思考するという活動が見られた。そして、他人の考えを聞くこと、考えを具体化すること、それを表現すること等を学んだものと思われる。

講習会終了後は8月末のWRO（World Robot Olympiad）東北大会へ参加することとした。WROとは世界的なロボット大会であり、高校生を対象とした部門もある。そのため、目標として、また課題として適切であると考えたからである。

WROの課題は、これまでの研究実践において与えてきた課題に比べ格段にレベルの高いものであった。プログラミングもさることながらロボット本体の構造もその課題クリアにおいて重要であった。はじめは、全くお手上げであったが、大きな課題を小さな課題に区切り少しずつクリアしていくことで上手くいっている部分と問題点を洗い出すことを自ら学んでいた。そして、その問題点をどう解決するかをグループで意見を出し合い検討できるようになっていった。WRO大会では残念な結果であったが、大会中の作戦タイムにおいては、ほぼ自分たちで問題点をさがし、その解決法をプログラムに求めるのか、ロボットの構造に求めるのか、それとも作戦でカバーするするのか等話し合い、決定することができるようになっていった。また、他のチームの意見を聞く、見ることで問題

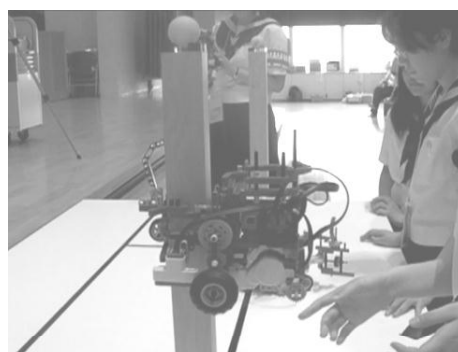


図3 議論しながらロボットを作成する生徒

点を解決しようとする姿勢も見られた。

12月にも小中学生対象のロボット教室が開かれ、前回同様に本校生徒も TA として参加した。生徒たちも大分ロボット製作に熟練してきたため、参加した小中学生に対しよりの確なアドバイス、小中学生からのより難しい要求にも対処できるようになっていた。特に今回はロボットの組立方やプログラムの組み方にアドバイスの主眼が置かれていたが、それだけでなく作戦面に対するアドバイスが多くなっていった。これは、課題をどのようにクリアするのかをイメージできるようになったためだと考えられる。



図4 小学生と話合いながらロボットを組み立てる生徒

5. まとめ

「自主的に学ぶ力の育成」と叫ばれる現代の社会のなか、当の高校生は「知識」とは「教えられる」ものであると考える生徒の方が多くであろうことは予想に難くない。正しい知識を簡単なものから一つ一つ積み上げていく学習が正しいとされてきた。しかし、その結果、指示されたことはできるが自分らでは何も判断できない、生み出せない若者が増えている（渡部 2007）。

さて、本研究では自律型ロボットを組み立てると言う活動を行った。ロボットがクリアすべき課題は与えたものの、ロボットの作り方、プログラムの組み方、作戦などについては初歩的なことしか生徒に教えなかった。しかしながら、生徒が仲間と話し合うこと、教えあうことを通して、試行錯誤を繰り返すなか、ロボットの作り方からプログラムの組み方、作戦に至るまで学んだのである。これまでのロボット作りの実践を通し、「知識」とは「これまでの経験からつくりだすもの」「まわりと相談することで出来るもの」「調べることで、試行錯誤することから生まれるもの」であることにおぼろげながら気が付いてきている様子が伺える。つまり、文科省の言う「課題解決能力の育成」が少しずつではあるがされてきているのではないかと推測される。この活動を行ったことで、単にロボットの作り方、プログラミングの学習だけにとどまらず、論理的な思考力、状況を判断する力、表現する力を養うことに貢献できたのではないだろうか。

また、近年 ICT を活用した教育が注目されているが、概観するに現在のところ「教師がよりよく、より効果的に教えるため」の活用が多く、生徒が「ICT を活用することで自ら学ぶ」活用は少ないように見える。自主的に学ぶ態度の育成のためには ICT の教育活用も「学ぶ」側に立った活用をより考えていかなければならないと考える。

6. 今後の課題

本年度は、課外活動での活用を行ったため数名のみの対象であった。23年度以降は22年度の成果をもとに、総合的な学習や理科等で授業の一つとカリキュラム上に位置付け実践を継続し、ロボット作りによる課題解決能力の育成を行っていきたいと考える。

謝辞

本研究にあたって、東北学院榴ヶ岡高校河田拓朗氏には多くのご助言と協力をいただきました。ここで御礼申し上げます。

参考文献

- 文部科学省：「高等学校学習指導要領解説」（2009），文部科学省
 三宅なほみ：「協調的な学び」（2010），佐伯胖監修・渡部信一編「学びの認知科学事典」，大修館書店，459-478
 渡部 信一：「ロボット化する子どもたち」（2005），大修館書店