10

ロボット教材を用いた問題解決学習の ID モデル

小　林　道　夫（神奈川大学附属中学校・高等学校）

１．はじめに

21世紀は、新しい知識や情報、技術が、政治や経済、文化といった領域での活動の基盤となる知識基盤社会と言われている。知識基盤社会とは、あらゆる情報や知識を生み出し、編集し、共有しながら活用することによって動いていく社会を指している（文部科学省 2008)。またここ数年、21世紀型スキルが世界的な注目を集めている（清水 2011)。21世紀型スキルとは、現在世界規模で経済革新が進む中、新しい時代を担う子どもたちにこれから身に付けていくべき「必要な能力」を定義付けるものである。事実高度情報社会が確立され、仕事の内容や職種も常に変化しており、今後どのような種類の仕事が生まれるのか、そしてどのような能力が必要とされるのかを予測することが困難な状況である。21世紀型スキルは2003年に米国教育省で検討が始まり、批判的思考力と問題解決能力、コミュニケーションとコラボレーションの能力、自立的に学習する力、ICT（情報通信テクノロジー）を確実に扱うことのできる能力、創造性などにまとめられている。これらは、数学や科学、言語などの知識を身につけるとともに、より深い理解と批判的思考や問題解決能力、コミュニケーション力といったスキルが兼ね備わっていなければならないと定義している。

本稿では、新学習指導要領における理数教育の強化に焦点を当て、ロボット教材を活用した問題解決型学習の実践を報告する。

２．研究の背景

２．１　新学習指導要領での理数教育

2011年度より小学校において新学習指導要領の実施が始まった。2012年度より中学校と高等学校の理科・数学、2013年度より高等学校で実施が始まる。今回の学習指導要領の改訂には、言語活動の充実と理数教育の充実という２本の柱がある。言語活動の充実とは、国語教育に限らず、各教科において思考力、判断力、表現力等を育成する観点から、基礎的な知識や技能の活用を図る学習活動を重点的に行うことを示す。例えば、仮説構築や調査・観察、実験結果の検証をするときに子ども同士での議論や、その結果をレポートにまとめ発表するといった活動が重視される。

理数教育の充実とは、科学的な体験を通して、問題発見、問題解決力の育成、ならびに原理や法則の理解を深めるというものである。今回の改訂のポイントとして次の３点にまとめることができる（工藤　2008)。

（１）授業時間数の増加

理数教育の充実に向けた具体的な方策として、柱の一つとなるのが授業時数の増加である。中学３年間で、数学70時間、理科95時間増加している。両教科で「わかる喜び」「学ぶ意義」を実感させて、興味・関心や学習意欲を高めることが求められている。

（２）系統立てた学習内容

学習内容の系統性、小学校・中学校・高校での学習の円滑な接続が重視されている。例えば、理科では、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」と

いう四つの概念を柱とし、小学校から高校までの内容が構造化された。

（3）学びの環境の整備

これらの教育を実践するためには、教育条件の整備が重要となる。具体的には、教職員定数の改善および理科教育の設備の整備である。加えて、繰り返し学習や自ら発展的な学習に取り組み、思考力・判断力・表現力等を問う工夫を行うことが求められている。

2.2　経済協力開発機構（OECD）の PISA 調査

2006年に15歳児（日本では高校１年生）を対象に実施した経済協力開発機構（OECD）の PISA 調査では、「大人になったら科学の研究や事業に関する仕事がしたい」と回答した生徒の割合は、OECD 参加国平均の27%に対し、日本は17%であった。その他の設問からも、科学への興味・関心や楽しさを感じる生徒の割合が比較的低いことが明らかになった。続く2009年に実施された PISA 調査の結果においては、読解力、科学的リテラシーは上位グループにあること、数学的リテラシーは OECD 平均より高得点グループに位置していることが示された。このうち、読解力については、前回と比べて平均得点が大幅に上昇するなど改善傾向が見られた。これらは、生徒本人はもとより、家庭、各学校、地方公共団体が一体となって学力向上に取り組んだ成果の表れだと考えられる。その一方で、各リテラシーともに、世界トップレベルの国々と比べると依然として成績下位層の生徒の割合が多いことが示された。(文部科学省 2011)。

2.3　ロボット教材の活用

工学的な要素を取り入れた STEM 教育の授業展開として、ロボット教材を活用した教育実践が我が国でも実施されている。命令通りにロボットを操ることで、子どもたちに感動を与えると同時に、科学技術リテラシーが向上し、将来的にもロボット関連の技術発展に寄与できるものと思われる。具体的には、小中学校において「好奇心・興味」を持たせ、高等学校において「必要感・信念」を持たせるように指導し、大学において「人材の育成・確保」が実現できる一貫した教育カリキュラムについて検討することが望まれる（ロボット教育研究専門委員会 2011)。

そこでロボット教材として、教育用レゴ教材（サイエンス&テクノロジーセット、マインドストーム NXT）で、模型やロボットを作りながら、動く仕組みやエネルギー変換、そしてセンサーの働きやプログラムについて学習する実践を提案する。子どもたちの多くは、幼い頃にブロックのおもちゃで遊んだ経験がある。色も大きさも異なるブロックを組み合わせることによって、車や動物など子どもがイメージしたものを次々に作り出すことができる。子どもたちにとってレゴはブロックのおもちゃというイメージが強く、レゴを使った授業となると皆一斉に目が輝く。レゴ社の教育部門であるレゴエデュケーションは「子どもたちの自発的な学びは遊びから生まれる」という理念のもと様々な教材を開発し、理科・科学・テクノロジーの楽しさを体験的に学ぶツールとして世界で活用されている実績がある。

3．授業実践

（1）中学技術・家庭科　技術分野の実践例

・単元　プログラミングの計測と制御

・内容　レゴ教材マインドストーム NXT を使って、センサーロボットの製作とプログラムの作成、競技会を行う。50分授業４時間で実施。

・目的　プログラムによる計測・制御では、計測・制御のためのプログラムの作成を通して、コンピュータを用いた計測・制御の基本的なしくみを知り、 簡単なプログラムの作成ができるようにするとともに、情報処理の手順を工夫する能力を育成することをねらいとする。

（2）高校情報科　情報Ｂの実践例

・単元　コンピュータによる情報の表現と処理
コンピュータによる処理手順の工夫

・ 内容　レゴ教材マインドストーム NXT を使って、センサーロボットの製作とプログラムの作

成、ロボット競技会を行い、製作したロボットとプログラムを発表する。50分×８回で実施。

・ 目的　ロボットを制御するためにプログラムを作成し、コンピュータの処理手順を知る。PDCA サイクル（Plan → Do → Check → Act）を用いて問題発見力と問題解決力を養う。

（3）宇宙エレベーターロボット講座

この講座は、宇宙エレベーターについて学ぶとともにレゴ教材を使ってロボットを製作するワークショップである。まずは宇宙に対する興味や関心を持たせ、まだ開発途上の宇宙エレベーターについて構造や解決すべき問題について学ぶ。そのあとにワークショップ形式でチームを編成し、レゴ教材を使って昇降ロボットを製作し昇降実験を行う。まずは教室の天井から床まで幅３㎝のベルトをかけ、天井手前に取り付けたバンパーまで昇り、そこから床まで降下する宇宙エレベーターロボットを製作する。何度か試走して成功すれば、体育館の天井からのチャレンジや、グラウンドで気球を打ち上げて60ｍ上空までチャレンジするなど距離を伸ばして行くと、生徒たちの宇宙への夢が広がって行く。この実践の特徴は問題解決のプロセスが生徒自身で確認できるところである。

この講座を受講した生徒は、学校祭で自分たちが講師となって小学生の子どもたちに昇降ロボットの製作と昇降実験を行った。60ｍの昇降実験では、グラウンドに60ｍ上空まで気球を打ち上げ、2.5㎝幅のテザーを垂らし地上から昇降する実験を行った。テザーで引っ張りながら気球を打ち上げると大きな張力が働く。張力が強くなればベルトと車輪との挟み方も変更する必要があるため、構造の変更を行う必要も生じた。また、風が強いと気球が大きく揺れたりテザーが回転しねじれるため、このような悪条件下でも無事自律昇降するには、重心を安定させるなどの工夫が必要であることがわかった。

４．結果と考察

中学技術・家庭科ならびに高校情報科での授業実践後、アンケート調査を実施した。アンケートは、REAS(リアルタイム評価支援システム)を使って12月12日に実施した。調査は、授業内容の理解や職業観に与えた影響など14項目にわたり、有効回答数は66名であった。その結果、授業満足度、授業理解度、興味関心といった設問では、70％以上が満足しているという結果であった。しかし、職業観の質問では、ロボットやコンピュータプログラム関係の仕事に就きたいという生徒が20％に満たず、極端に低い事がわかった。また、この単元に対する授業満足についての設問では、不満と回答した生徒が10名（男子７名、女子３名）であった。これらの生徒にインタビュー調査を行った結果、「プログラムがうまく組めなかった」、「練習ではうまくいったこともあったのに、走行テストに失敗した」という失敗が主な要因であった。満足と回答した生徒にインタビュー調査を行ったところ、「ロボットを作って動かすのが楽しい」、「プログラムが組めて思った通りの動きができたことがうれしかった」という成功や新たな学びに対するものが主なものであった。

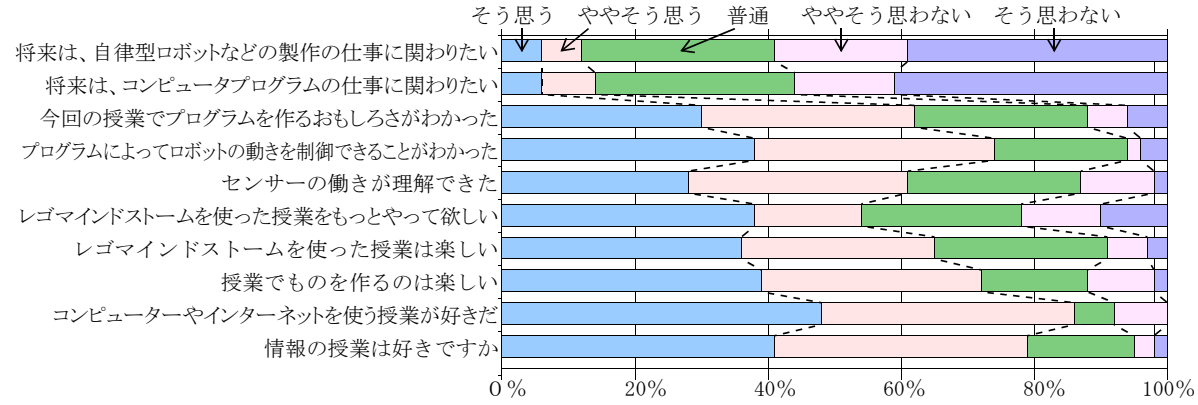

図１　インタビュー調査結果

５．まとめと課題

本研究では、中学生高校生を対象に、ロボット教材を用いた問題解決学習の教育実践を提示し分析することを目的とした。教育実践と調査結果から次の２点にまとめることができた。

（１）ロボット教材の活用は科学技術やものづくりへの動機づけになる

この実践からセンサーの原理や自律走行のしくみを理解するまでには至っていないが、ロボットを作ってプログラム通りに動作させることに興味を示してくれた。このことは科学技術やものづくりへの動機づけになっている。

（２）問題発見、問題解決学習の取組みが重要

問題解決学習とは、教師が系統立てて設計した授業ではなく、生徒自身が仮説を立ててそれを実証するために試行錯誤を繰り返し、そのプロセスの中に学習の目的がある（デューイ 1957)。そのためには生徒の自発性、関心、能動的な姿勢が必要とされる。今回の実践で多くの生徒はロボット教材を楽しんで取り組んでいるが、積極的な取組みができない生徒や問題解決に至る前に諦める生徒もいる。これらの要因までは明らかになっていないが、問題解決学習の経験がないためにどうしてよいかわからないのではないかと予想される。よって教科や学校行事など多様な場面で取り組む必要がある。

理数教育の強化は、我が国の重要な課題となっている。今後もロボットを活用したと問題解決型学習の実践を繰り返しながら、これからの教育のあり方について模索して行きたい。

＜参考文献＞

工藤文三（2008）新学習指導要領が示すこれからの理数教育。VIEW21　2008年秋号。ベネッセ教育研究開発センター

冨岡慎一・丸山穂高・杉島理一郎・西野偉彦(2011) 理数英才教育の日韓比較 報告書。公益財団法人松下政経塾 教育研究会

清水康敬（2011）21世紀型スキルと教育の情報化。視聴覚教育65（1)、30-35、2011-01. 日本視聴覚教育協会

総合マイナビニュース（2010)「21世紀型スキル」とは何か？ http://news.mynavi.jp/articles/2010/04/30/21st_century_skills_intel/index.html

デューイ（1957)、John Dewey（原作)、宮原誠一（翻訳）学校と社会。岩波文庫

The Partnership for 21st Century Skills(2011) http://www.p21.org/

文部科学省（2008）新学習指導要領 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/index.htm

文部科学省（2011）平成23年版科学技術白書第２節 社会と科学技術との新しい関係構築に向けて。http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201101/detail/1311137.htm

ロボット教育研究専門委員会（2011）ロボット教育研究専門委員会（Robot Education）報告書