

中学生の発達段階に応じたロボット教育の授業実践

追手門学院大手前中・高等学校教員 福田 哲也

追手門学院大手前中・高等学校教員 太田 直晃

追手門学院大手前中・高等学校教員 井上 伸治

「理科離れ」や「ものづくり離れ」などの教育問題を打破するために、ロボット教育が注目されるようになり、その成果が期待されている。とはいえ、部活動などのもともと興味のある生徒に対する実践は多く目にするようになったが、授業レベルでの教育実践はまだまだ乏しい。追手門学院大手前中学校では、総合学習において、ロボット教育を取り入れた授業を展開し、生徒の創造力やコミュニケーション力などのスキルの育成に繋げることができた。

I はじめに

21世紀の国際社会で必要な能力については、様々な教育機関において提言されている。2011年、マイクロソフト社は、UNESCO（国際連合教育科学文化機関）やOECD（経済協力開発機構）などの国際教育機関と連携して「21世紀型スキル」を考案した¹⁾。「21世紀型スキル」は批判的思考力、問題解決能力、コミュニケーション力、コラボレーション力、創造力など、10項目に整備され、それらを育成する基盤として情報リテラシースキル、ICT活用スキルが求められている。教育におけるICT活用の重要性は、世界でも共通認識となったと言える。しかしながら、日本の教育の現状を見ると、それらのスキルを育成するための教育実践はまだまだ乏しく、21世紀の国際社会において必要な人材育成のためにも、「21世紀型スキル」を意識した教育プログラムの施行が求められている。

追手門学院大手前中学校（以下：本校）でも2014年度より特色教育について明確化し、問題解決能力やコミュニケーション力をはじめとする8つの力の育成とそれを育む5つの教育の場面を設定した（図1）。

その5つの教育の1つがロボットサイエンス教育である。授業者である福田は、2003年からレゴマインドストームを教材としたロボット教育を推進してきた。そのロボット教育の実践は、学習方法、学習形態、学習内容において他に類をみない画期的なものであり、その成果について内外から高い評価を得てきた²⁾。この実践の意図するものは、まさに本校特色教育が目指すものだけでなく、「21世紀型スキル」とも合致しており、今後の科学教育のあり方の一指針と言える。2013年度

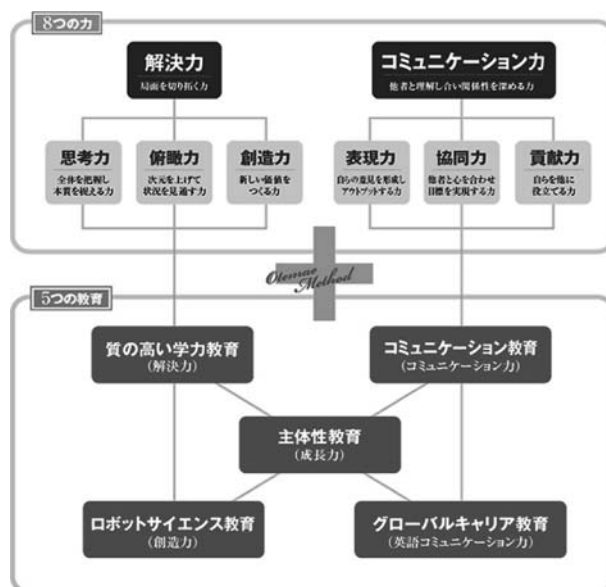


図 1

より本校で展開されたロボット教育の実践内容とその成果について、次に記す。

II 本校のロボット教育推進の経緯と概要

本校では、2013年度にスーパー選抜コース（SSコース）を設立した。このコースの目的は、高い志をもち、世界で活躍できるリーダーを育てることである。基礎学力はいうまでもなく、学びを広くとらえ、将来、社会人になった時に必要となるスキルの向上を目指している。そのための取り組みの1つとして洪庵講座（総合学習）という授業を設定した。そして、この週1時間の特別授業を核とし、未来の世界の担い手となる資質を育成することを考えている。SSコースの洪庵講座のねらいと学習のコンセプトを次に記す。

【洪庵講座のコンセプト】

『「本物」にふれ、未来の世界の担い手となる資質を育む』

- (1) 第一線で活躍されている方からお話をきく。成功者は他の人にはない「何か」をもっている。その「何か」にふれること、自らの進路選択だけでなく、生きる術をも育む。
- (2) ユネスコが提唱し世界で必要とされている「持続可能な社会を構築するための教育 (ESD)」を通して、世界の情勢や平和について考え、グローバルな視点を育む。
- (3) 科学的な応用実験を通して、「理科の本質」にふれ、理科や科学に対する興味・関心を育む。
- (4) ロボットづくりやものづくりを通して、ものづくりの技術や科学的な思考力を育む。



上記の洪庵講座のねらいの下、2013年より本校の授業の中にロボット教育を取り入れた教育実践を展開している。日本におけるロボット教育は、クラブ活動やセミナー等のイベントなどの課外活動での実践は多いものの、授業実践はまだまだ乏しいのが実情である。また、授業の場合、対象はクラブ活動のような興味のある生徒ではない。ゆえに、生徒の興味を引くような学習内容にするだけでなく、単なる「お遊び」にならぬよう教科の学習ともリンクしたものとし、学びのねらいや目標設定がはっきりしたものでなければならない。また、目標設定の際には生徒の発達段階も考慮しなければならない。表1は、本校洪庵講座のロボット教育の学習計画を示す（年間5～6時間）。計画からもわかるように、中1では「力」、中2では「宇宙」、中3では「エネルギー」といった教科の学習とも絡めた学習内容を設定した。また、単に「つくる」「プログラムをする」ではなく、「火星を探せ!」のように課題をストーリー仕立てにし、生徒の興味をそそるような仕掛けを行った。

表1 発達段階に応じたロボット教育の授業計画

学年	学習目標	学習内容	使用するレゴ教材
中1	ロボットの基本構造を学ぶ (歯車の仕組み・機動力等)	「F1のような高速で進むロボットをつくろう!」 「緊急指令: 山に水を運ぶロボットをつくれ!」	S & T キット (Science & Technology キット)
中2	自律型ロボットを製作し、 プログラミングを学ぶ	「火星探査機をつくろう」 「緊急指令: Mission on Mars! 火星を探せ!」	マインドストーム EV3 キット
中3	「ワット」や「ジュール」 をロボットから学ぶ	「W (ワット) J (ジュール) って何?」 「緊急指令: ロボットにエネルギーを供給せよ!」	エネルギーセット S & T キット

Ⅲ 中学1年生のロボット教育実践内容

1学期、ロボット教育を取り入れた取り組みを全5時間で行った。教材にはレゴ S&T キット (Science & Technology キット) を使って、課題の達成を目指したロボットの製作を展開した。レゴを使うことで、組み立てや改良を容易に行うことができ、試行錯誤を繰り返しながら、失敗や間違いをすぐに確認し、解決方法を考えることができる。これは、問題解決能力の育成にも繋がるものであると考えた。図2は、生徒たちが最初に製作するロボットである。このロボットをベースに、生徒たちは課題を達成できるように改良を加えていく。生徒たちは2人1組になって、協力しながら、難解な課題に挑戦した (図3)。また、レゴが大好きな生徒や将来教員を目指す生徒を指導者とし、生徒どうして教え合うことを意識した授業にした。



図2 最初に製作するロボット



図3 「水を運ぶロボット」の授業

実際のロボット教育の授業内容は次のⅠ～Ⅲである。(全5時間)

課題Ⅰ オリエンテーション『ロボット教育って何?』(1時間)

ロボット教育の意義や他の学校の生徒の活動について理解する。

課題Ⅱ 『F1のような高速で進むロボットをつくろう!』(1時間)

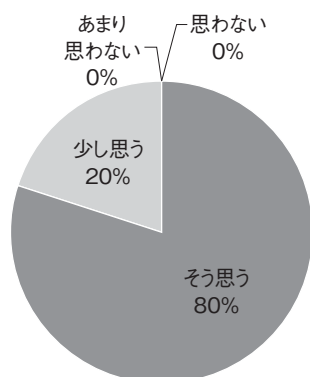
歯車(ギア)のしくみを学び、より速く動くロボットを製作する。

課題Ⅲ 『緊急指令: 山の上に水を運ぶロボットをつくれ!』(3時間)

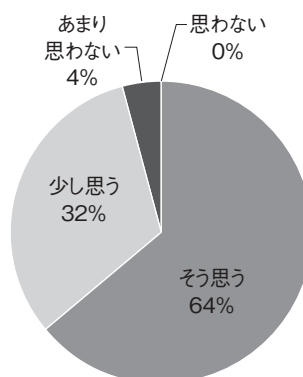
ロボットの形状・重心などを考え、物体を坂の上に荷物を運ぶ。

4時間のロボット教育の授業後、生徒からアンケートをとった。アンケート結果を次に示す。

【ロボット教育のまとめ（アンケート）】



今回の授業で想像力や問題解決能力がつくと思いますか



今回の授業でなかまと協力して取り組むことができましたか

【ロボット教育のまとめ（感想）】

- ・全部で5回あったレゴの授業。どの回も、とてもためになり、想像力を広げることができて、楽しくできた。また、楽しいレゴの授業がしたい。本当に有り難うございました。
- ・今日は山の上に水を運ぶロボットをつくった。1回目は全く動かなかったのに、2回目はパーフェクトを達成し、最高だった。次回が楽しみだ。
- ・失敗することで、どうしたら成功するか考えることによって、いろいろなことが身についたと思いました。
- ・友だちとたくさん意見をかわし、がんばってつくった。1回目はダメだったけれど、2回目は1回目のダメなところを改善して、少し良くなった。貴重な経験になった。

中学1年では、教材にはレゴ S&T キットを使って、課題を達成できるロボット製作を行った。前にも述べたように、レゴを使うことで組み立てや改良の過程で、試行錯誤を繰り返しながら、失敗や間違いをすぐに確認し、解決方法を考えることができる。まさに PDCA サイクルそのものである。そして、これは創造力や問題解決能力の育成にも直結するものであると期待している。実際に生徒アンケートから 80% の生徒が創造力や問題解決能力に深く繋がると評価した。さらにチームで課題に取り組むことを通じて、64% の生徒たちは、コミュニケーション力の育成にも大きく寄与することを示唆した。

アンケート結果からもわかるように、ロボット教育の成果は大きいと判断する。とくに製作の過程に



図4 中学生が中学生を教える場面

よる技術力の育成以上に、創造力や問題解決能力、人間関係力の育成に寄与したと考える。これは、OECDなどの機関が提唱している21世紀スキルにも繋がっている。また、レゴが大好きな生徒や将来教員を目指す生徒をリーダーにすることによって、スムーズに授業を展開することができ、お互いに「学び合う」「教え合う」場面も垣間見ることができた(図4)。生徒が指導者として展開する授業形態はロボット教育の無限の可能性を示している。

IV 中学2年生のロボット教育実践内容

中1では、レゴS&Tキットを教材として使用し、ロボットの基本構造について学習する授業を展開した。中2では、レゴEV3ロボットキットを教材とし、製作したロボットをコンピュータでプログラムをつくり、制御することを目標に設定した。

ただ、単にロボットキットを動かすのではなく、宇宙をテーマにした課題を設定し、より生徒の意欲が高まるようにした。課題は「火星探査」。火星探査機は、地球からリモートコントロールによって動作を操作することができるが、万が一のために障害物をさけたり、急な崖で止まったりするプログラムが仕込まれており、自律型ロボットの側面も持っている。そのような説明のあと、火星探査機のモデルを製作し、フィールド上のミッションを行う過程で、プログラミング技術を養うことをねらいとした。

実際のロボット教育の授業内容は次の通りである(全5時間)。

課題Ⅰ 『火星探査機をつくろう！』

(自律型ロボットを製作しよう)』(2時間)

火星探査の課題を行うための基本ロボットを製作する。

課題Ⅱ 緊急指令：『Mission on Mars! 火星を探せ！』

(自律型ロボットを制御しよう)』(3時間)

課題をクリアするためにプログラムを作成・入力し、ロボットにも改良を加える。

5時間のロボット教育の授業後の生徒の感想を次に記す。

【ロボット教育のまとめ(感想)】

- ・最初の課題は、とても簡単でいけると思ったけれど、いざやってみると、1つ1つの動作ごとにプログラムをしなければならなかったのでとてもたいへんだった。
- ・プログラミングが、とても楽しかったです。岩石を採集して、うれしかったけれど、帰るときに引っかけってしまったのが、とても悔しかったです。めっちゃ楽しかったです。またしたいです。
- ・結果は、まあまあでした。自分で操作するのは簡単でも、ロボットを自律して動かすために

は、「このあとどうなるのか」ということを考えなければならず難しかったです。操作との大きな違いがわかりました。楽しかったです。

本授業で、プログラミングをした経験のある生徒はいない。指導者（福田）は、当初、全5時間でのロボットプログラミングは厳しいと考えていた。しかしながら、指導者の想像以上に生徒の意欲は高かった。その中で、壁をうまく使ったり、距離と回転数の関係を測定したりするなど、工夫されたロボットを製作する班もあった。ロボット教育が単なる手先の器用さやコンピュータの操作能力の向上だけでなく創造力の育成にも繋がることを改めて実感できる場面を垣間見ることができた。図5、図6は生徒の活動を示す。

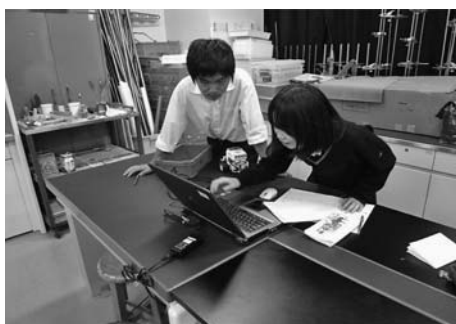


図5 2人1組で協力してプログラミング



図6 火星探査ミッションに挑戦している様子

V 成果と課題（展望）

本校では2013年度よりロボット教育を展開し、2016年度で3年目を迎える。中3では理科の授業でエネルギーについて学ぶ。しかしながら、「W（ワット）」「J（ジュール）」などの単位は、生徒にとってイメージをすることが難しく、理科を難解な教科に感じさせている一因になっている。そこで、理科の授業では、ジュールの実験（図7）を実施するのに対し、洪庵講座では、「どれだけのエネルギーをロボットに加えたとき、ロボットはどれだけの仕事をするのか」という授業を3学期に実施予定である（図8）。本授業は、中学生にとって難しいとされるエネルギーの概念の理解に寄与すると考える。なお、教材はレゴエネルギーセットおよびS&Tキットを使用する。

現在、国際社会は日々大きく変化し、ITツールがグローバル化の加速化に拍車をかけている。これからの社会を担う子どもたちには、知識の習得だけではもはや対応できないであろう。それゆえにロボット教育をはじめとする本校が取り組む5つの教育と目指す8つの力の育成は、今後ますます求められる教育になると確信しており、日本の教育界に布石を落とす教育実践として評価されることを期待してやまない。

現在、教育界において、2015年の中央教育審議会答申を踏まえ、高大接続改革（大学入試改革）

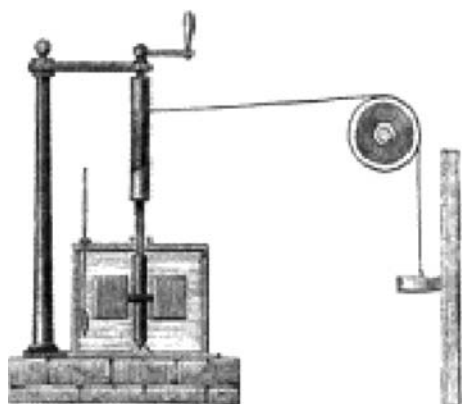


図7 ジュールの実験

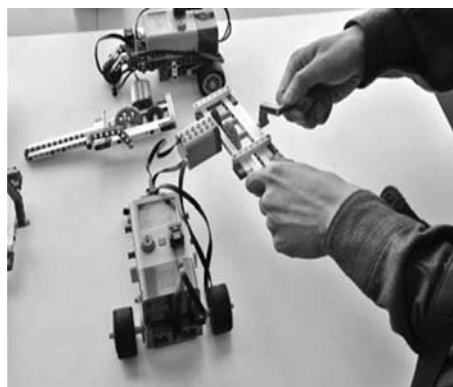


図8 ロボットにエネルギーを供給している様子

が注目されている。そこでは、義務教育段階の取組の成果を発展させ、高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜を通じて、「知識・技能」のみならず、「知識・技能を活用して、自ら課題を発見し、その解決に向けて探究し、成果等を表現するために必要な思考力・判断力・表現力等の能力」や「主体性をもって多様な人々と協働する態度」などの真の学力の育成・評価に取り組むことが謳われている³⁾とはいえ、ここで挙げられる能力や態度は、ロボット教育によって効果もたらされるスキルと合致している。そのような点で、これからますますロボット教育の教育的価値が叫ばれることは間違いない。

最後にロボット教育の授業において(株)アフレルの吉田氏、(株)ナリカの野亦氏、本校理科実験助手の石原先生にもご協力いただいた。あらためて謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 星千枝：21世紀スキルとしての問題解決力と国際的な評価の枠組み，日本テスト学会第8回大会研究要旨集，pp.1-2 (2010)。(http://www.cret.or.jp/j/about/bumon/bumon1/thesis20100830.pdf)
- 2) 福田哲也，他7名：奈良からロボット教育の風をーロボット教育における新たな試みー，奈良教育大学教育実践総合センター研究紀要，第20号，pp.209-214 (2011)。
- 3) 文部科学省：高大接続プランについて，p 1 (2015)。(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo12/sonota/1354545.htm)