

高等学校におけるレゴ マインドストーム NXT の利用

平井俊成*1

Email: t-hirai@fc.jwu.ac.jp

*1: 日本女子大学附属高等学校

◎Key Words レゴ マインドストーム NXT, ロボット教材, 高等学校理科・情報科

1. はじめに

レゴ マインドストーム (LEGO MINDSTORMS) はレゴ社が米国マサチューセッツ工科大学と共同開発したロボットキットである。パーツはすべて玩具用レゴブロックと共通の規格で作られており、組み立てにマニュアルは不要である。ソフトウェアもアイコン操作を主体としたインターフェースを採用しており、直感的なプログラミングが可能である。

本校では教育用レゴ マインドストーム NXT を高等学校情報科における実習用教材として導入した。しかし、高い能力を持つ教材を年に一度の実習にしか使わないのではもったいない。そこで、他教科の授業、生徒の課外活動、学校の広報活動など、活用範囲を広げることにも努めてきた。本稿は教育用レゴ マインドストーム NXT を学校で幅広く利用する方法についての報告である。

2. 情報科における利用

高等学校情報科の学習内容には「問題解決における手順とコンピュータの活用」「コンピュータにおける情報の処理」などが含まれている[1]。そのような学習にロボットを使うメリットは大きい。まず、ロボットに何らかの作業をさせれば、手順を明確に記述する必要性があり、手順の違いが結果に影響を与えるということを具体的に学ぶことができる。また、ロボットが自分の予想通りに動くことは（あるいは動かないことも）たいへんエキサイティングな体験である。生徒の自発的な学習意欲を引き出すことができるのである。



図1 ライントレース

本校では2010年度より、高校1年生の情報Aの授業でレゴ マインドストーム NXT を使った実習を行っている。その内容はロボットで作られた車を白い紙の上に引かれた黒いラインに沿って進ませる（一般にライ

ントレースと呼ばれる）課題である。手順としては、光センサーを使って黒いラインと白い背景の境界の明るさを読み取り、基準の明るさよりも暗ければ（黒ければ）左前へ、明るければ（白ければ）右前へ進むという処理を繰り返し行えばよい[2]。単純なアルゴリズムではあるが、境界から外れたときに適切に車体を戻すために両輪のパワーのバランスを調整する必要があり、満足な結果を得るのはなかなか難しい。試行錯誤の末、うまくトラックを一周することに成功したグループからは自然と歓声が上がることになる。この実習のために使えるのは50分間の授業1回だけである。限られた時間の中でプログラムを行い、ロボットを動かすことができるのは、マインドストーム NXT および教育用 NXT ソフトウェアという組み合わせのおかげである。

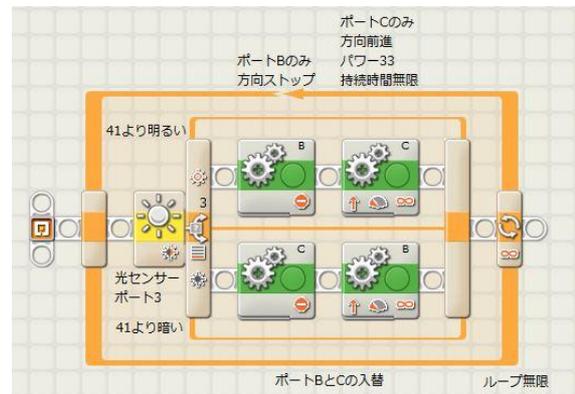


図2 教育用 NXT ソフトウェア

3. 理科における利用

教育用 NXT ソフトウェアはセンサーからのデータを記録、処理するデータロギング機能を備えている。

情報科でマインドストーム NXT の実習を導入した翌年の2011年、温度センサーとデータロギングを物理の生徒実験で利用することを試みた。熱とエネルギーの分野で、物質による比熱の違いの測定を目的とした実験である。電気定温水浴器で熱した試料（小石、金属、ゴム）を冷水の中に入れ、水の温度変化を測定する。試料と水の温度変化がわかれば熱量保存則から試料の比熱を計算することができる。アルコール温度計やデジタル温度計を使った測定では、読み取りと記録にある程度時間がかかってしまうが、温度センサーとデータロギングを使うと測定は1秒ごとに行われ、その結果はグラフとしてパソコン画面上に刻々と表示されて

いく。この実験では正確な測定のためには熱の移動の前後で熱平衡状態になっている必要があるが、測定間隔が短く、温度変化を視覚的に捉えられることによって、よりよい結果が得られるようになった。また、温度変化のグラフより、従来の方法では気が付かなかった試料の材質による熱伝導の速さの違いについてもわかるようになった。



図3 データロギング画面

超音波センサーとサウンドセンサーを、気柱の共鳴を利用した音速測定実験に使うこともできる。人の聴力は音の大きさの変化に対してあまり敏感ではないが、サウンドセンサーを使って音の大きさの変化を視覚化すると、共鳴点を容易に見つけることができる。共鳴点以外での音の大きさの変化も知ることができ、共鳴現象に対する理解を深めることができる。

サイエンス&テクノロジーというシリーズの教材に含まれるエネルギーメーターとマインドストームを組み合わせると、モーターに出入りする電流、電圧、電力、電力量のデータを取得することができる。力学的エネルギーと電気エネルギーの変換、仕事率、仕事の原理などを理解するための、中高生向けの実験をデザインすることもできるだろう。

科学は自然現象をなるべくシンプルな原理や法則で理解したいと考えるために、学校の理科実験でもより素朴な測定方法が好まれる傾向がある。しかし、センサー類を使用することにより、目に見えない現象を視覚化してその理解を深めたり、短時間に次元の高い量を測定してより高度な物理量どうしの関係を確認することができる。高度な測定が、安価な装置で、手軽に、精密に行えるようになってきている今、理科実験の方法も再構築していく必要があるだろう。

4. 課外活動やオープンスクールでの利用

本校（高等学校）の文化祭における発表は、クラス単位ではなく、共通のテーマに関心を持つ生徒たちによって構成される研究グループごとに行われる。2010年にはマインドストームに興味を持った生徒たちが、研究グループ「ろぼ研」を結成した。その後3年間の活動でノウハウを蓄積し、文化祭来場者に楽しんでもらえるロボットを次々と作り出すようになっていく。

「ろぼ研」メンバーはロボットコンテストにも参加するようになった。テレビで紹介されるような自由度の高いロボコンではパーツの加工から自分でやらな

ければならず、普通の子供には手が出せないが、マインドストームのような既製のキットを使う競技会ならば参加しやすい。マインドストームを使う小中高生向けのロボット競技会で有名なのは世界大会までつながるWRO（World Robot Olympiad）である。本校生徒は2010年から参加し始め、2012年の地区予選会に新設されたビギナーコースでは特別賞を受賞することができた。

課外活動でのロボットの製作は、試行錯誤を行う時間的余裕があるという点で授業とは大きく異なる。課題解決の方法を考え、組み立てとプログラムによってアイデアを具体化し、実行する。結果を見て改善策を考え、また実行する。そのような繰り返しは生徒の問題解決能力を確実に高めることになる。競技会に出れば自分と異なるアイデアを目にして、問題解決方法の多様性を知ることになる。他者と関わることが学びと成長の機会を増やしてくれることにも気がつくだろう。今後も課外活動での利用を積極的にサポートしたいと考えている。

本校では高校受験生向けのオープンスクールで各教科の授業を体験する機会を提供している。情報科ではロボットの講座を開いており、興味を持って来てくれた中学生にはロボットを操る楽しさを十分に楽しんでもらえていると思う。また、併設の日本女子大学理学部が中高生向けに開催するサマースクールでも、マインドストームNXTによるロボットプログラミングの講座が設けられている。オープンスクール等で体験講座を提供する際には、比較的短時間で一通りの達成感が得られる内容と、受講生の興味を引き付ける素材が求められる。その点、マインドストームは適した教材であると言えるだろう。

5. おわりに

以上のように、既に本校ではマインドストームNXTの用途は多岐にわたり、年間を通して利用される状態になっている。比較的高価な教材ではあるが、それに見合うだけの成果を出していると言ってよいだろう。今後、さらに有意義な利用法を見出して行きたいと考えている。

ロボット教材が学校で幅広く使われ、センサー類が理科の授業デザインの再構築を促しているように、新しい教材が教育方法に革新をもたらす可能性があることを認識しておくべきである。ビデオ、電子黒板、タブレット端末、プロジェクタ、スクヤナなど、一度は使えないという評価を下した道具が、技術の進歩によって再び魅力的な道具として生まれ変わることがある。折に触れ、再評価を行っていく姿勢を持っていないといけないと感じている。

参考文献

- [1] 文部省：“高等学校学習指導要領解説 情報編”（2000）
- [2] 大庭慎一郎：“入門 LEGO MINDSTORMS NXT 第2版”，p.55, ソフトバンククリエイティブ（2010）