

フローチャートに注目した梵天丸を使った ロボット制御学習の検討

水谷 好成¹, 八屋 孝彦¹, 西村 武志², 村松 浩幸³

¹ 宮城教育大学, ² 塩竈市立第一中学校, ³ 信州大学

中学校技術科のコンピュータ制御の学習において、教育用ロボット梵天丸を使った授業を検討した。ロボット学習を初めて担当する教諭でも指導できる基本的な内容をベースに、プログラム学習の中心となるフローチャートに注目した授業内容を組み合わせた。授業を受けた生徒は、ロボット学習を取り入れた授業は難しいと感じているが、内容的には興味を持つ傾向にあった。男女差や成績を考慮し、ロボット学習に興味を持っていない生徒や学習レベルの下位の生徒への指導方法を検討すれば、さらに効果的な授業としていくことが可能である。

キーワード: 技術教育、コンピュータ制御、ロボット、プログラム、フローチャート

1. はじめに

2012年4月から施行される学習指導要領において、中学校技術・家庭（技術分野）は、「材料と加工に関する技術」「エネルギーの変換に関する技術」「生物育成に関する技術」「情報に関する技術」の4項目の全てが必修となる。この中で、「情報に関する技術」の「プログラムによる計測・制御」は、指導に苦手意識を持つ教諭が少ない内容の一つである。生徒の授業への興味関心が高いロボット学習は、「計測・制御」の指導において有力な題材である。しかし、ロボット学習の指導には、ロボットに関する知識や関連技能が求められる点が授業導入における潜在的な障壁となっている。また、授業時間数の確保も課題である。各週1コマ、あるいは月2回の2コマ連続という授業形態では、時間数の確保が求められるロボットコンテスト形式の学習実践は難しい。比較的短時間で実施できる内容を基本とし、指導者のスキルや授業時間に合わせて展開させるような授業提案が求められている。そこで、小学校においても実績のある教育用ロボット「梵天丸」を用い授業にプログラム学習の中心となるフローチャートの学習を組み合わせた授業を検討した。ここでは、

平成21-22年度に塩竈市立T中学校(1年生対象)の授業実践を示し、その授業前後のアンケート調査による生徒の変容の評価を通して授業の効果に関して検討する。

2. フローチャートに注目した ロボット授業の構成

ロボットは生徒に興味を持たせやすい題材であり、難しいと思われ敬遠されがちなプログラム学習を効果的に行うためには有効な題材であると考えられる。ここで使用する教育用ロボット梵天丸は、ひらがなコマンドで動作するために扱いやすいため、「プログラム」という難しそうな先入観を持たせることなく授業を開始できる利点がある。生徒に難しさを意識させないように授業展開をさせていき、少しずつ技術科の教科書で扱う授業内容とリンクさせていく。

2.1 授業の導入

ロボット関連技術は、自動制御という形で我々の生活に数多く取り込まれている。授業の前半では、身の回りの科学技術とロボット技術を関係させてとらえさせることで、技術を学ぶことの動機

付けを行うことを意識した。漫画の世界や実際に社会で使われている様々なロボットの名前を挙げさせ、それらを自律型と操縦型の2種類に大別することでロボットに対する興味を持たせる。漫画や映画などの空想の世界から、産業用ロボットのほか、お掃除ロボットや癒し系ロボットのように実際の社会でロボットの活用が始まっていることを認識させ、この授業の意味を考えさせる。ここでは、ロボットの基本技術（センサ、アクチュエータ・メカニズム、コンピュータ、エネルギー）について説明し、自動点灯・消灯するトイレの灯りやエアコンなどの自動制御の仕組みとロボットの技術要素の関係を明らかにする。その後、梵天丸のプログラム作成手順・操作方法を反復実習させながら理解させる。ここではロボットの基本技術とプログラムの基本操作の理解を狙いとす。ロボットの基本動作の確認では、センサ技術について注目し、赤外線センサを使ってロボットが障害物をよける動作の確認を通して、ロボットの制御について考えさせる。基本プログラムの動作を確認させた後、ゲーム性を持たせた課題を与えることによって短時間で授業に集中できるように工夫する。

2.2 プログラム学習とフローチャート

小学校におけるロボット学習では、児童に楽しさを感じさせることに重点をおいて構わないが、中学校では、より論理的な考え方を学習させることを狙いとす必要がある。簡単なプログラムでは、なんとなくプログラムを作成することもできるが、少し大きなプログラムを作成する場合には、論理的な思考が不可欠である。ここで、問題解決能力として重要なアルゴリズムをフローチャートを使って記述させる学習が有効になる。フローチャートは、コンピュータプログラムを作成するためだけのものではなく、身近にある様々な問題解決のアルゴリズムとも関連する。普段の生活での行動（信号機がある横断歩道を渡る行動、朝起きる時刻を決める行動など）をフローチャートで表現することでフローチャートの仕組みに慣れさ

せる。

次いで、梵天丸のまきもの言語によるプログラムの流れをフローチャートで表現する方法を学習する。梵天丸のプログラムから処理を抜き出しながらフローチャートに対応させた。プログラムの作成としては、第2段階のゲームとして、壁（障害物：教科書や筆入れを利用）を認識してUターンしてスタート位置まで戻るプログラム課題を導入した。直進時間・回転時間の設定を順にしていき、段階的にプログラム改良の手順を経験させることで、プログラムを少しずつ完成させることの重要性も理解させる。ここでは、フローチャートの作成方法を理解させ、プログラムの作成手順と対応させることを狙いとできる。

2.3 様々な動きをさせるプログラムの作成1

基本的なプログラムの操作学習を終えて、簡単なパラメータ修正によるプログラムの作成と動作確認の学習を終えた後、様々な動きをさせるプログラム学習へと展開する。移動型ロボットの動きの基本は、基礎学習で扱ってきた前進と回転動作である。これらの要素の組み合わせることで様々な動きが実現できる。ここでは四角形を描いてロボットが動くプログラムを作成させた。フローチャートとの関係を意識させながら、四角形を描くための処理（行動コマンド）と条件分岐（条件コマンド）を考えさせ、図1のフローチャートを完成させる。次いで、作成したフローチャートをまきもの言語で表し、動作確認を行う。四角形を描き続けるプログラムを基本とし、その後、1周して最初の状態で止まるためのカウンタコマンドを使ったプログラムに改良させる。カウンタコマンドでは、記憶する数値（回数）のリセット操作が必要になるので、対象生徒の理解度に合わせて課題を与える必要がある。

第2段階としては、円を描く動き、2つの円を組み合わせる8の字を描く動きを実現する設定課題を与えた。円を描いて進む動きは、左右のタイヤのスピードを変えて片方を速くすることで実現できる。気付けば簡単な動きであるが、左右のタ

イヤの速度を調整するという発想にはなかなか至らないこともある。このあたりは、課題解決を考えさせる学習としても扱うことができる。8の字課題では、左右のモータの速さの関係を逆にすれば逆回りが実現できることになる。プログラム自体は気がつけば簡単であるので、フローチャートの作成と関係させながら授業を展開していく。

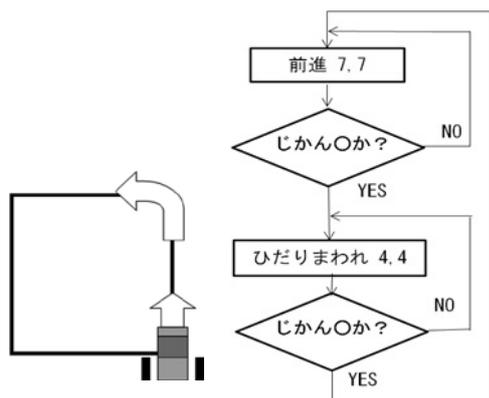


図1. 梵天丸の動きとフローチャート

2.4 様々な動きをさせるプログラムの作成2

授業時間の確保が十分にできる場合は、プログラム学習の仕上げとして動きを自由に設計させる課題を与えることができる。実際の授業実践では、2～3人のグループで、星や動物の顔を描いたりする動きや梵天丸をシンクロさせてダンスの動きをさせる活動などが多く見られた。

3. アンケートによる生徒の変容と授業の評価

授業実践の前後に実施した(1)「中学生の技術や技術に関連した仕事についての考えを調べる調査」、(2)「ロボット、電気、機械、コンピュータの各要素から受けるイメージ」、(3)「理解度に関するアンケート」から授業前後での生徒の考えやイメージの変容に関する評価をした。

3.1 技術や技術に関連した仕事について

このアンケートはロボット学習の授業による職業観の変容を全国規模のプロジェクト調査として実施された。質問項目に対して、全く思わない

を1、かなり思うを5とする5件法で回答させた。エネルギー変換とプログラムを中心とした内容で結果がやや異なったが、授業後に有意にプラス側にシフトした項目が見られている[1]。今回の授業実践に対して、年度別に全体での変容を比較すると、平成21年度では「将来、技術に関連した仕事につきたいと思う」の質問で有意にプラスにシフトし(2.48 → 2.73、ペアt検定： $p<0.005$)、平成22年度では「技術の学習では、広く産業や経済について考えることもできると思う」で有意なプラス側へのシフトが認められた(3.17 → 3.46、ペアt検定： $p<0.005$)。ロボットについての学習で、様々な技術を知ることにより興味関心が出た可能性が示されている。授業に対する評価を男女別に分けて授業前後で比較すると、平成21年度の男子で「新しい問題にチャレンジすることが好きだと思う」でプラス側へのシフトが認められた(3.3 → 3.6、ペアt検定： $p<0.05$)。男女共プラスにシフトする項目と男子だけプラスにシフトする項目があり、2年間の実践結果が必ずしも同じではなかった。これらの違いには、授業内容や指導方法の違い、生徒の特性の違い(クラスや学年の雰囲気)が影響している可能性があるが、さらに実践を増やして評価する必要がある。

3.2 ロボット学習と関わる言葉に対するイメージ

ロボット・電気・機械・コンピュータについて否定的なイメージと肯定的なイメージを5件法で評価した結果、ロボットとコンピュータのイメージが類似していることが示された。ロボットとコンピュータに関する変容、特に、授業内容と関係すると思われる、「難しいー易しい」「複雑ー単純」「つまらないー楽しい」の3項目に注目した。男女別に授業前後のイメージを比較すると、男子のロボットの「複雑ー単純」では、授業後にプラスへの有意なシフトが認められた(1.8 → 2.1、ペアt検定： $p<0.05$)。コンピュータの「つまらないー楽しい」ではマイナスへの有意なシフトが認められたが(4.3 → 4.0、ペアt検定： $p<0.005$)、

事前の平均値が高く、事後でも「やや楽しい」にあるため、楽しめる内容の範囲内の変動と評価できる。これに対し、女子のロボットには有意な変容は認められなかったが、コンピュータの「難しいー易しい」ではマイナス側への有意なシフトが認められた (2.4 → 2.1, $p < 0.05$)。男女間でイメージの変容の傾向に違いがあることが示された。マイナスシフトの認められた女子について、成績別に分類してみると、女子のいずれもややマイナスにシフトする傾向はあるが、上位・中位の変化はそれほど大きくはなく、女子の下位群において顕著なマイナスシフト (2.5 → 1.9, $p < 0.005$) が認められた。このマイナス方向へのイメージの変化は男子と異なる特徴である。コンピュータの難しさの項目における全体評価がやや下がっているのは、女子の影響、特に女子の下位群の影響が大きかったと言える。基本的な課題に関しては授業についていけるが、授業が進み、新たな命令が増えることで難しく感じてきていたようであった。この結果から、授業実践においては、下位群、特に女子の理解に注目した指導や工夫が必要であると考えられる。

3.3 理解度に関するアンケート

平成 22 年度は授業終了後に、身の回りにある物とロボットを支える技術の関係、フローチャートの有効性に関する理解の程度、フローチャートで難しかったところ、梵天丸を用いた授業内容に関する評価、コンピュータ操作などについて生徒がどのように感じたかを回答させた。身近な電気製品や施設が授業で学んだロボットの 4 つの技術 (センサ、コンピュータ、アクチュエータ、エネルギーの技術) と関係していることはほとんどの生徒がわかっており (ややそう思う以上:134/151 人)、自動制御がフローチャートで示された流れで動作していることもほとんどの生徒がわかっており (ややそう思う以上:127/151 人)。フローチャートの有効性 (ややそう思う以上:104/151 人) や作成方法 (ややそう思う以上:103/151 人) に関する質問では、半数以上はわかっている

が、ややわからない・分からないという生徒の割合がやや多く見られた。難しかった点として、条件分岐の扱いを挙げる意見が目立った。「梵天丸」の授業については大半が面白かったが (やや面白かった以上:123/151 人)、授業に対しては難しく感じている生徒は半数を超えた (少し難しかった以下 85/151 人)。半数をやや越える生徒が操作を難しいと思っていた (少し難しい以下 80/151 人)。梵天丸を使った授業、コンピュータの操作は難しいが、今回のような授業をまた受けたいと回答している生徒は多かった (ややそう思う以上 105/151 人)。授業に対する難しさはあっても、授業を受けたいという気持ちを持たせることができた点で、梵天丸を使った授業計画の狙いは実現できていると言える。

4. まとめ

「プログラムによる計測・制御」を梵天丸を使うことで 2 コマ続きの 4 ~ 5 回程度の授業であれば、年間計画にも無理なく組み込むことができる。実践授業における変容を評価したところ、職業観に関わる項目としては、評価がプラス側に有意にシフトした結果が認められたが、男女における傾向の違いも明らかにされた。「ロボット、コンピュータから受けるイメージ」の変容でも、性別や成績により、イメージの変化に差が認められた。男子では、ロボットの「複雑ー単純」でプラス側への有意な変化が認められたが、女子の成績下位群でコンピュータの「難しいー易しい」でマイナス側への有意な変化が認められた。性別の違いや成績の違いに留意した指導が必要であると言える。ロボット (梵天丸) を扱った授業は、授業の難しさを感じながらも授業への意欲を持たせる傾向も確認できた。男女差や成績を考慮すれば、ロボットを扱ったプログラムに関する学習はより効果的になると期待できる。

参考文献

- [1] 村松浩幸 他 13名：ロボット学習を通して形成される生徒の技術観・職業観を把握する意識尺度の開発, 日本産業技術教育学会誌, 第52巻(2号), pp.103-110, (2010).