

ロボットを使った「情報B」の授業

－ 自立型ロボットを通して総合的な科学技術を学ぶ －

高瀬 修（東洋大学附属牛久高等学校教頭）

第1章 自立型ロボットの授業への導入

「情報B」の指導内容には、問題解決とコンピュータの活用、コンピュータの仕組みと働き、問題のモデル化とコンピュータを活用した解決、情報社会を支える情報技術の4点がある。この全てを網羅しているような効果的な実習教材として、自立型ロボットの製作と操作を取り入れることにした。近年になって、ロボット製作キットがかなり市場に出回っており、すぐれた教材が簡単に手に入るようになった。授業で取り扱えるようなものもかなりの数に上っている。そんな中で、ジャパンロボテックス社から発売されている「ロボデザイナー」はかなり教育という観点からも注目すべき点が多く、授業で導入する際の「ティーチャーズ・マニュアル」まで用意されており、ロボット製作が初めての教員でもかなりスムーズに指導案の作成や授業の展開が可能となっている。

本校での自立型ロボットの授業への導入は、平成17年度の3年生から始まった。ただし、この年は3年生で「情報B」の授業を実施する初年度ということもあり、教科書の内容解説・プログラミング実習・自立型ロボットの実習の3つを上手く時間配分して行うことができなかったという反省が残った。それぞれの授業では、生徒の反応もかなりのものがあり目標としたものは達成できたが、時間の関係でどれも中途半端であった。

「情報B」の2年目である平成18年度（今年）は、昨年の反省も踏まえ、あまり内容を欲張らずに自立型ロボットの作成と操作に9時間をかける計画を立てた。

第2章 自立型ロボットの構造

自立型ロボットは、コントローラボード、アクチュエータ、センサの3つから成り立っている。また、直接動作とは関係ないがパソコンで作ったプログラムをコントローラボード上のマイクロコントローラに転送するためのRS232C通信ボードも必要となる。

コントローラボードは、マイクロコントローラ部とモータドライバ部で構成された電子部品やコネクタの配置された基盤である。アクチュエータは、モータを組み込んだギアボックスでここにゴム製のタイヤが取り付けられる。文字通り駆動部分である。センサには、タッチセンサと赤外線センサが用意されているが、授業ではタッチセンサのみを使用した。タッチセンサは、スプリングとピスを組み合わせたスイッチになっており、スプリングが何かにぶつかると曲がると、ピスに触れて電流が流れる。このデジタル信号をケーブルを使ってコントローラボード部に送る仕組みである。

自律型ロボットは、あらかじめパーソナルコンピュータ上で作成したプログラムをコントローラボードと呼ばれる基板にあるマイクロコントローラに転送する。ロボットはこのマイクロコンピュータ（中枢）に入力されたプログラムによる「命令」によって動作する。タッチセンサなどのあらかじめ用意された入力装置（感覚器）が感知した情報はマイクロコントローラに伝えられ、情報をもとに処理が行われ、その結果選択された命

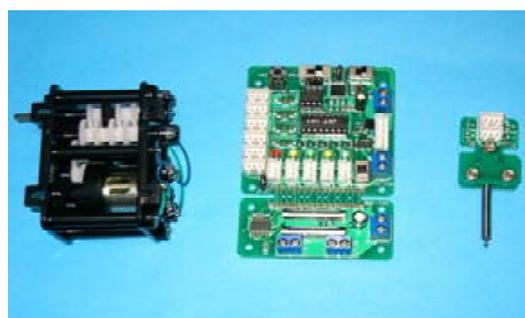


図1 自立型ロボットの基本構造部

令をアクチュエータ（作動体）などの出力装置へ伝えられる。これはまさに「生物」の授業で扱う「刺激の受容と動物の行動」である。刺激を受容しその刺激を中枢が判断し作動体に伝え作動体が器官を動かすという一連の作業と対比できる。授業の中でこの点を意識させると非常に扱いやすい教材と考えられる。

第3章 「情報B」を指導する上での自立型ロボット利用の目標

学習指導要領によると、「情報B」では、コンピュータにおける情報の表し方や仕組み、情報社会を支える情報技術の役割や影響を理解させ、問題解決においてコンピュータを効果的に活用するための技術的な考え方や方法を習得させるという目標のもとに、大きく4つの指導内容を掲げている。自立型ロボットを教材として取り入れた場合に、学習指導要領にある4つの指導内容をどのように実現できるのかを考察してみた。

3-1 問題解決とコンピュータの活用

ロボット自体の構造を理解させ、外部の刺激をどのように取り込んで進んでいくかを理解させる。構造や動作の仕組みを理解することで、自立型ロボットが外部からの刺激という問題をどう解決していくのかを学習できる。またその問題解決のための情報の収集や情報の伝達、動作系への指令という一連の情報処理にコンピュータがどのように関与しているのかについても学習できる。

3-2 コンピュータの仕組みと働き

自立型ロボットのコントローラボードを例にとり、組み込みコンピュータの基本的な仕組みを理解させることができる。深く説明すると高校生では理解できない部分も多いので、基本的な情報の流れを、生物における一連の刺激の流れと対比できるように、受容体 中枢 作動体 の関係を常に意識させ、中枢部分をコンピュータが担当していることを理解させる。また、情報の処理手順の工夫に関しては、出来上がった自立型ロボットをあらかじめ決められたコースで走らせ、うまくゴールするための工夫をさせる。センサが得た情報をうまく処理し、コースの障害を避けながら前進していくための工夫を話し合わせそれをプログラムに反映させる作業を行わせることで、問題解決を通じた処理手順の工夫ができると考えられる。

3-3 問題のモデル化とコンピュータを活用した解決

同梱されているプログラム言語 Ticolla を使用して、簡単なプログラミング言語の作法を学ぶことができる。Ticolla は、この言語のために特殊な文法や作法を学ぶこともなく、白い格子の書かれた画面上にタイルと呼ばれるユニットを並べて一連のプログラムの流れを作っていくという方法で、高校生以下でもプログラム言語を扱えるような工夫がされている。このため、プログラムの習得に費やす時間を減らすことができ、よりロボットの操作を中心に考えることができる。

3-4 情報社会を支える情報技術

Ticolla で作成したプログラムをすぐにロボットに転送し動作を確認できるという点を生かした機械制御を体験できる。また、手元のコンピュータ上で作成したプログラムをロボット本体に転送しロボット上のメモリに記憶させるという体験を通して、身の回りには多くの組み込みコンピュータがどのような仕組みで動作しているのかを考察できる。

以上のように、自立型ロボットは教材としてみると総合的に「情報B」の教育目標を実現するのに優れた教材と言える。このように優れた教材であるが、それはきちんとした指導計画があつてのことである。導入2年目の今年は、昨年の反省を踏まえ、より緻密な指導計画を立て授業に臨んだ。

第4章 学習指導案 ロボット製作とプログラミング

教材としてのロボットは生徒たちの好奇心をくすぐるものであるが、作って動かすことに興味が行ってしまい、学習指導の本来の目的を達成できないことがある。昨年も当初の目的は達成したが、教える側にも目新しさに満足してしまった部分があった。昨年の反省から、今年は緻密な学習指導案を作成し、教科指導の本筋をはっきりとさせ、ロボットを作って動かすことではなく、ロボットをどのようにしたら自在に動かせるのかを学ぶように心がけた。

4 - 1 単元観

生徒たちが自立型ロボットを手にした場合に、そこから情報の授業を連想するのは難しい。どの場面でも、情報技術や情報の表し方等に注意を促し、決して結果を急がせないよう指導に工夫が必要であろう。生徒たちがロボットの作成や動作させることを通じて行っていることが、まさに情報処理なのであることを意識させるように授業を組み立てる必要がある。さらには、ロボット製作教材ロボデザイナーを使い、製作の過程で機械工学の基礎を学ぶとともに、製作後の動作プログラミングからコンピュータ工学と機械工学の関連を学ぶ。

電子部品などにはあまり触れたことのない生徒たちに指導するのであるから、あまり高度な説明は避けながらも、基本的な動作原理や部品の取り扱いに関しては説明することを心がけるようにした。

4 - 2 指導計画

1 製作版の編成とロボットの動作原理解説	1時間
2 ロボット製作	
(1) シャーン部分の製作	1時間
(2) コントローラ部分の製作	1時間
(3) センサ・電池部分の製作	1時間
3 ロボットの操作 プログラミング	
(1) TiColla を使った動作チェック	1時間
(2) プログラミングの基礎	1時間
(3) プログラミングの応用	1時間
4 コースを使った競技会	2時間

第5章 指導の成果

製作までに7時間、出来上がったロボットを動かす競技会に2時間をかけたが、目的としていた成果が得られたと感じられた。授業を受けた生徒たちの感想は、「面白かった」や「楽しかった」という表面的なものだけでなく、身の回りにある組み込みコンピュータの質問や、もっと高度なプログラミングができないかというようなものまで多様であった。

ロボットの製作の過程では、完成させることだけに集中しがちである。そこで、授業の随所にトピック等を織り交ぜ、完成させることだけが目的ではなく、完成させる過程でどのようなアイデアが盛り込まれているのかを知ることが大切であることを明確に示した。プログラミングの過程でも、とにかく動けばよいというのではなく、どうして動くのか、どうしたら思い通り動かせるかという点を常に意識させることができた。教える側も、常にどのような仕組みでできているのか、どういう原理で動作するのかに意識を向けるよう心がけ、生徒たちに本来の授業の目的を伝えることができたようである。

最後の競技会では、各班でかなりロボットの特徴を生かした動作をさせることに成功していた。それぞれの班では、図2のようなコースをいかに短時間にゴールするかという問題解決のためにハードウェア(ロボットの部品の配置)とソフトウェア(プログラム上での工夫)の両面から取り組み、独自のアイデアを盛り込んでいた。

コンピュータの仕組みに関しても、パソコンだけがコンピュータではなく、身の回りには役割が特定されて

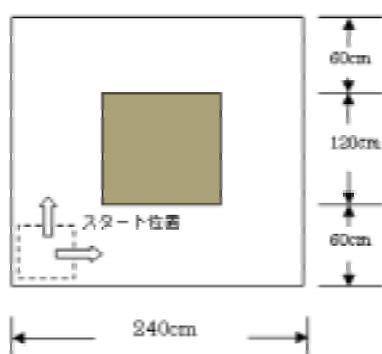


図2 周回コース



図3 競技風景

いる組み込みコンピュータがたくさんあることを認識することができたし、それをパソコンから制御することも身をもって体験した。また、制御にはプログラムが必須であり、そのためには問題解決のためのモデル化やシミュレーションが必要であることをロボットの競技から体験できた。教育目標の最後にある、情報社会を支える情報技術の分野に関しては、特にロボットを制御するための計測・制御は体験を通して学び、機械工学の最先端にあるロボット工学が、機械制御技術や情報技術の分野で社会の発展に貢献していることを実習の中から学び取れたようである。

第6章 最後に

自立型ロボットを導入した「情報B」の授業は、2年目を終え目的とした成果は得られたように思う。しかし、授業内容の点からはもっと詳しく説明をしておけば良かったと思う部分や、もっと生徒たちに時間を与えれば良かったと思う部分があった。結果からすれば満足のいく教育効果が得られたと思うが、その理由は生徒たちの協力と、選んだ自立型ロボットの教材としての完成度の高さに助けられた部分が大半であったように思える。

もう一度授業全体を見直して、さらに広い知識が得られ、自分たちの置かれている情報社会を客観的かつ冷静に見られるような目を養える授業にしたいと感じている。

「情報B」の授業を担当して2年目となるが、これほど高度に発達した情報社会の中で、学校教育としての情報が余りにも遅れていることを痛感させられる。携帯電話に代表される情報機器はその機能の豊富さとコンパクトなスタイルが益々進み、ハードウェアとしては完成された感がある。インターネットの世界でもウェブだけでなく自分参加型のブログの登場で情報を受ける側だけであった人たちが情報の発信者に容易になれる時代を迎えている。

情報に囲まれた私たちが、この情報社会でどれだけ情報技術を理解し利用しているのだろうか。情報の伝達速度が速くなったと同時に、情報技術の発達や身の回りへの浸透速度も増してきている。気がつくと、情報に振り回され、情報技術に翻弄されているような感がある。

今こそ冷静に社会を見つめ、たくさんの情報から必要なものを取捨選択する能力を養い、情報技術を正しく理解し利用していく力を身につける必要がある。情報という授業が、このような時代に登場したことは大いに意義のあることであり、その授業の中で、何とか情報社会で生きる術を伝えていきたいものである。