

# 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 はじめに

本校で、教科「情報」を導入して平成18年度で4年目を迎える。授業の構成は、1・2年次に各1単位の「情報A」を全員に履修させ、3年次には理系クラスに「情報B」を履修するというものになっている。

全員が履修する「情報A」では、情報倫理、情報の収集・加工・発信を中心に授業を進め、現在も発展しつつある高度な情報化社会に対応できるだけの知識と技術を修得させている。

「情報B」では、コンピュータの機能や仕組み及びコンピュータ活用の方法について科学的に理解させることを主目的としており、まさに将来技術系の職種で活躍が予想される理系クラスには最適な科目と考えられる。このようなことから、「情報B」を大学への接続教育という意味合いからも本校の教育課程に組み込むことにした。

実施学年が3年生ということで、「情報B」の初年度は、平成17年度が初めての授業であった。当初から科目の目標である、問題解決におけるコンピュータの効果的活用のための科学的方法を習得させるということから、プログラミングの時間を多く取るうとは考えていたが、より実践的な情報技術の役割等も同時に修得させられないかと考え、自立型ロボットの製作と操作を導入することを検討した。

## 第2章 平成18年の試み

「情報B」の指導内容の中心として、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ができる題材はないかと考え、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。授業で教材として導入する際には、教える側から見た時の扱いやすさ、構造や操作のわかりやすさと解説のしやすさなど授業展開を考慮しなければならないが、この点でもあまり不安を感じさせるものではなかった。

自立型ロボットの授業への導入は、平成17年度の3年生のから始まった。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感が残った。授業後の生徒達からの感想の中にも、もっと多くの時間を使って欲しかったという意見が多く、指導内容よりも指導時間に不満があったようだ。指導している私にとっても、内容を欲張った分、授業内容が駆け足になり、不満の多いものであった。

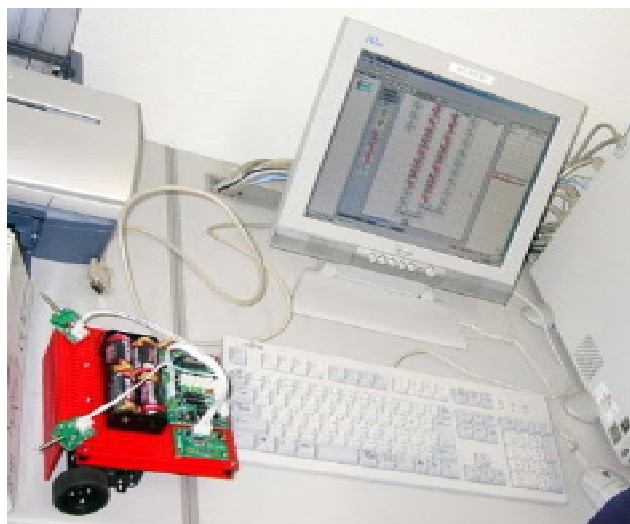


図1 自立型ロボット「ロボデザイナー」

「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。昨年度は、教える側にもロボット導入という目新しさがあり、導入し授業で使用したということで満足してしまったところがあった。また、予算の関係で多くを用意できなかったため、見学だけで製作や操作にかかわらない生徒も多かった。今年度は5～6人の班に1台のロボットを用意し、授業の内容に関しては、指導要領で掲げている「情報B」の授業目標のすべてを含めるような工夫をした。

### 第3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（駆動装置）、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通信ボードも用意されている。

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。マイクロコントローラ部分には計測制御を担うマイクロコンピュータやメモリが搭載され電源やセンサの入力端子が配置されている。モータドライバ部分は、アクチュエータのモータに信号を出力する部分である。

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、スプリングとビ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あぶつかって曲がると、ビ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になっている。

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しておく。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令をアクチュエータ（作動体）などの出力装置

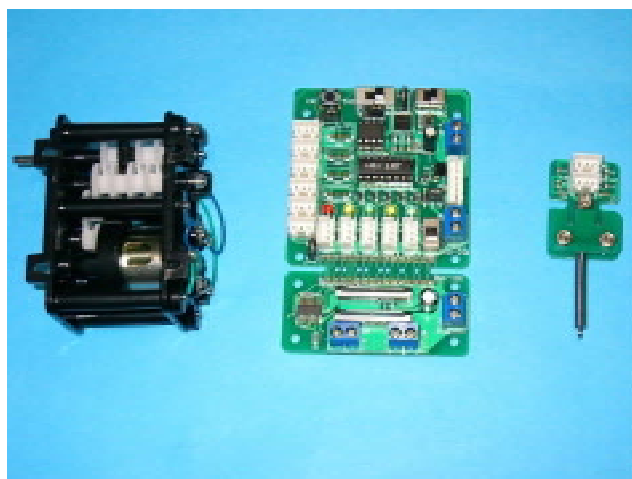


図2 自立型ロボットの基本構成部品

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学ぶ、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することができる。授業の中でこの点を意識させることができれば、非常に広範囲な教育のできる教材と言える。

#### 第4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。

##### 4-1 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。

#### 4 - 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学習ができると考えられる。

#### 4 - 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。

#### 4 - 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（TVのリモコンなども含まれる）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5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達の好奇心をくすぐるものであるが、作って動かすことに目が行ってしまい、学習指導の本来の目的を達成できないことも懸念される。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習できるように心がけた。

### 5 - 1 単元観

生徒達が自立型ロボットを手にした場合に、そこから情報技術を読み取るのは難しいであろう。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にするための指導に工夫が必要である。生徒達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、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。

### 5 - 2 指導目標

詳細に関しては、第4章で示したが、「情報B」を指導する上での自立型ロボット利用の目標の通り、以下の各分野において、できる限りこれらを意識して授業を行い、総合的な知識を身に付けることと、情報技術に向き合う姿勢を養う。

- (1) 問題解決とコンピュータの活用
  - ア 問題解決における手順とコンピュータの活用
  - イ コンピュータによる情報処理の特徴
- (2) コンピュータの仕組みと働き
  - ア コンピュータにおける情報の表し方
  - イ コンピュータにおける情報の処理
  - ウ 情報の表し方と処理手順の工夫の必要性
- (3) 問題のモデル化とコンピュータを活用した解決
  - ア モデル化とシミュレーション
  - イ 情報の蓄積・管理とデータベースの活用

(4) 情報社会を支える情報技術

- ア 情報通信と計測・制御の技術
- イ 情報技術における人間への配慮
- ウ 情報技術の進展が社会に及ぼす影響

5 - 3 参考図書

ロボデザイナー・ティーチャーズ・マニュアル (JAPAN ROBOTECH)

5 - 4 指導学年

3年生理系コース 2クラス

5 - 5 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) シャーシ部分の製作          | 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 |

5 - 6 学習指導案

5 - 6 - 1 1時間目 製作版の編成とロボットの動作原理解説

本時は、自立型ロボットを使った授業の導入にあたり、これから行う授業の概略を説明するとともに、情報技術、情報処理に向き合う姿勢を養うことを強調する必要がある。決して、ロボット製作が主目的でないことを、教える側も常に意識しておく。作ることや走らせることに目的がすりかわってしまわないように、授業では事あるごとに指導目標を確認しながら進む必要がある。

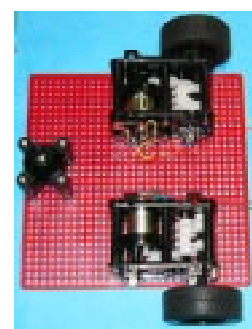
ロボットを見せて、そこに盛り込まれている情報処理技術を意識させることが大切であり、最初に授業ではその点を意識させる授業を行う。

過程	学習活動（ 教師 , 生徒）	指導上の留意点（教師の働きかけ）
【導入】 5分	これから8時間にわたって行うロボット製作とプログラミングを通して何を学習するかを解説する。	
【展開】 10分	クラスを5人から6人をメンバーとする作業班を6班作り、班ごとに座らせる。	
5分	教師用の完成したロボットの実物を見せ、動作の原理を想像させる	・OHP やビデオカメラ等を使って細かなところも見せる
10分	ロボットがどのように方向を変えるのかを考察させる いろいろな角度からロボットを観察し動作の仕組みを考える	・いろいろな角度から撮ったロボットの写真を提示する
10分	ロボットが駆動部、コントローラ部、センサ部に分かれていることに気付かせ、それが動物の作動体、中枢、感覚器に対応していることを気付かせる 中枢部の働きを考える  各部のはたらきと連携を想像させる 自分たちの体の器官と対比し、対応する部分を発言	・ロボットは機能が理解しやすいようにあえて3つの部分に分けて組み立てておく ・ロボットが3つの部分に分かれていることを気付かせる  ・ヒトの動きとロボットの動きを結び付けさせるため、生物の授業を思い出させる
5分	製作終了後の競技会では、製作したロボットの製作ポイントとプログラムのポイントをプレゼンテーションさせることを告げ、製作過程の記録を詳細に記入しておく担当者が必要であることを伝える。	
【結び】 5分	まとめ 次回の予告	

5 - 6 - 2 2時間目 ロボット製作の1時間目 シャーシ部分の製作

本時は、ユニバーサルプレートにギアボックスとキャスターを取り付ける作業が主となる。組み立て作業の最初の授業なので、工具の使い方や組み立てる上での注意事項を話しておく。生徒はロボットの部品を目の前にするとすぐに組み立て始めてしまうので、注意事項だけは十分に時間を取り、組み立て作業では机間巡視をしながらできるだけ自由に作業をさせるように心がける。製作・競技会終了後に各班のロボット製作に関してプレゼンテーションをしてもらうため、それぞれの班で記録係を数名決めておき、写真や製作意図を記録させる。

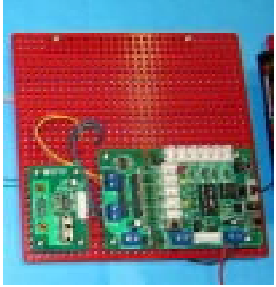
過程	学習活動（ 教師 , 生徒 ）	指導上の留意点（教師の働きかけ）
【導入】 10分	<p>ユニバーサルプレートにギアボックスとキャスターを取り付ける</p> <p>それぞれの班に、ロボット製作キットを配布し内容を確認する。その際に製作に必要な工具の使い方も説明する</p> <p>組み立て説明書が PDF ファイルで配布されているので、それを各自の PC 上で確認させる</p> <p>本時の予定を確認させ注意点を洗い出す</p> <p>製作前に各班で大まかな担当を決める</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製作に必要な、組み立て説明書の PDF ファイルを予め生徒用PCにインストールしておく</li> <li>・工具（ドライバー、ラジオペンチ等）を貸し出す</li> <li>・後のプレゼンテーション用にデジカメを貸し出す</li> </ul>
【展開】 35分	<p>解説と製作</p> <p>シャーシはギアボックスに取り付けられた一対のタイヤとキャスターだけでできている。</p> <p>本体を3点で支えるための理想的なレイアウトを考えさせる</p> <p>キャスターは選択する部品によって高さが変わるので、完成予想をさせシャーシが床と水平になるような高さのものを見つけさせる</p> <p>キャスターの位置について考える</p> <p>完成後の走行を考えさせ、タイヤの位置を決めさせる</p> <p>組み立て</p> <p>ギアボックスにタイヤを取り付ける</p> <p>キャスターの製作</p> <p>ギアボックスとキャスターをユニバーサルプレートに取り付ける</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造から方向を変えるのは左右のタイヤの回転数を変えることで行うことを認識させる。</li> <li>・方向を変えるのは左右のタイヤの回転数を変えるのみというシンプルなものであることに気付かせる</li> <li>・キャスターの構造から、ユニークなアイデアがあることに気付かせる</li> <li>・パーツはプラスチックでできているので、ねじの締めすぎに注意する</li> </ul>
【結び】 5分	<p>作業の進行状況を報告と工具の返却</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間内に終わらなかった場合には、放課後等を使って本時までの作業は終わらせておく必要がある</li> </ul>





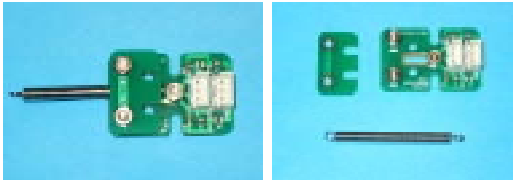
5 - 6 - 3 3時間目 ロボット製作の2時間目 コントローラ部分の製作

本時は、ユニバーサルプレートに、コントローラボードと RS232C シリアル通信ボードを取り付ける。作業工程自体は簡単なものなので、電子基盤の取り扱い方や、動作原理を理解させる。電子基盤には初めて触れる者も多いので、よく観察させ、特にはんだ面に不用意に触れて腐食させたりしない持ち方や、金属上に置いてショートしないような置き方の基本を教える。また、ユニバーサルプレートに取り付ける際には、ナットを入れて隙間を作ると、はんだ面を痛めなくてすむ。

過程	学習活動（教師，生徒）	指導上の留意点（教師の働きかけ）
<p>【導入】 5分</p>	<p>前時の復習 製作過程で気づいた点や工夫した点を発問 班ごとに実物を見せながら発表する</p>	
<p>【展開】 10分              30分</p>	<p>解説と製作 電子基盤は決してはんだ付けの面に触れてはいけなく、その面を金属の上に置いてはいけなくを伝える 基盤を観察し、特にはんだ付けのむき出した裏面を注意して見る 基板上の部品配置を解説し、信号の流れる方向を考えさせる 基盤上の信号の流れを説明する これから取り付けるセンサや電池の配置を考慮に入れ、取り付け場所を考えさせる レイアウトはある程度自由に考えさせる 基盤を取り付ける場合には、はんだ面が直接ユニバーサルプレートに接触しないように、ねじ止めするときに、ナットを1、2枚挟むようにする 組み立て作業</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基板上的部品から抵抗やコンデンサーなどの性質を思い出させる</li> <li>・ コンデンサーの放電やショートといった物理で学習したことを思い出させるよう心がける</li> <li>・ 電子機器の中で、情報がどのように受け渡されるのかを意識させる</li> <li>・ コントローラボードが小さなコンピュータであることを認識させる</li> <li>・ キーボードやディスプレイが必要のない組み込みコンピュータが多くあることを創造させるような工夫が必要</li> <li>・ はんだ面を痛めない工夫を誘導する</li> </ul> 
<p>【結び】 5分</p>	<p>作業の進行状況を報告と工具の返却</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 時間内に終わらなかった場合には、放課後等を使って本時までの作業は終わらせておく必要がある</li> </ul>

5 - 6 - 4 4時間目 ロボット製作の3時間目 センサ・電池部分の製作

センサと電池ケースをL型のユニバーサルプレートに取り付ける。L型のユニバーサルプレートを使った理由は、後に発展させて、赤外線センサなどを取り付けることを考慮したため。センサの仕組みは組み立てる前にじっくりと観察させ構造と働きを理解させる。また、製作者がどの部分に工夫を凝らしたのかを気付かせる。その後、全体を組上げロボットを完成させる。この授業ではセンサの原理だけに注目させ、残りの時間はロボットの完成に使う必要がある。

過程	学習活動（ 教師 , 生徒 ）	指導上の留意点（教師の働きかけ）
【導入】 5分	前時の復習 製作過程で気づいた点や工夫した点を発問 班ごとに実物を見せながら発表する	
【展開】 15分           25分	<p>解説と製作</p> <p>センサの部品を観察させる どのような動作をするのか考えさせる 接触を感知したときに電流が流れるという原理が身近に使われている例を聞く 気付いたものを答えさせる センサが流す電流はデジタル信号であることを解説 センサの特性からロボットに取り付ける際の場所を選定させる 各班で相談しセンサを取り付ける</p> <p>これまで組み上げた、シャーシ部、コントローラ部、センサ部をすべて接続しロボットを完成させる 班ごとにアイデアを盛り込んだ構造を考えさせる</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. コントローラボードにモータからの配線を取り付ける。</li> <li>2. 電池ボックスからの配線を取り付ける。</li> <li>3. タッチセンサからの配線を取り付ける</li> </ol> <p>各配線は説明書をよく読んで、コードの色に注意する。 配線の際、2本のコードを逆につないだらどうなるか考える</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ スプリングが何かにぶつかって曲がると、ピスに触れて電流が流れるという原理を気付かせる</li> <li>・ スイッチ等の答えを誘導できると良い</li> <li>・ センサでは刺激の強弱は関知できない</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最初は標準的なものを作らせ、走行実習後に形を変えたほうが問題は少ないが、生徒たちの意思に任せる</li> <li>・ モータ、電池ボックスからは色の異なる2本の線が出ている。コードの色を指定と逆につなぐとモータは逆に回ることになる。コードの色分けも情報分類の1つである。</li> </ul>
【結び】 5分	作業の進行状況を報告と工具の返却	・ 時間内に終わらなかった場合には、放課後等を使って本時までの作業は終わらせておく必要がある

5 - 6 - 5 5時間目 ロボットの操作の1時間目 TiColla を使った動作チェック

すべての結線が適切であるかを確認するために簡単なプログラムを書いて動作チェックを行う。

TiColla というプログラム言語は始めてではあるが、非常にわかりやすい構成になっているので難解な部分は少ない。基本的には、命令をビジュアル化したタイルを組み合わせることでプログラムを作る。プログラムが出来上がったら PC から RS232C 通信ケーブルでコントローラに転送する。パソコン上のプログラムを通信ケーブルで他の PC（ここではロボットのコントロールボード）に送るとするのは、初めての体験であるはずなので、原理だけはきちんと説明し、自分たちがやっていることを納得させる必要がある。うまく動作しなければその原因を一つずつ探っていく。

過程	学習活動（ 教師 , 生徒 ）	指導上の留意点（ 教師の働きかけ ）
【導入】 5分	完成したロボットの再チェック 特に配線についてもう一度確認する	
【展開】 40分	<p>TiColla の使い方に関して説明 PC の起動 TiColla の起動 プロジェクト作成 ハードウェアポートの設定 ここまでの作業で何を行ったのかを PDF ファイルの説明書で確認する TiColla 上で、右のタイヤが前進方向に 3 秒間回転するプログラムを作り、RS232C ケーブルを使ってロボットに転送させる プログラムは、Begin program mot タイル wait タイル end タイル、の順に並べる RS232C ケーブルで PC とロボットの通信ボードをつなぐ 作成したプログラムを転送する ロボットのスイッチを入れプログラムを作動させる 動作がおかしな場合には原因をつきとめさせる 動作が上手くいったら、左のタイヤが前進方向に 3 秒間回転するプログラムを作って転送し動作を確認する 動作が確認できたところで、プログラムの構造について説明を加える。 タイルがどんな命令に対応しているのか発表する 応用プログラムについても考えさせる 両方の車輪が前進するプログラム等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ TiColla はあらかじめインストールしておく</li> <li>・ 初めて使うので、教師の作業を追いかける形で進める</li> <li>・ 教師の PC の画面を常に追いかけるように作業を進める（はじめは何をやっているのかわからなくてもよい）</li> <li>・ この段階では TiColla のプログラムに関しては教えずに、教師のやる通りの作業をさせる</li> <li>・ パソコンの裏側にある COM ポートの役割を気付かせるような誘導をする</li> <li>・ 逆回転する場合 = 電池またはモータの結線</li> <li>・ 左のタイヤが回転する場合 = モータの結線</li> <li>・ 全く回らない場合 = プログラムを再度転送してみる</li> </ul>
【結び】 5分	プログラムをロボットに転送する手順を確認させる プログラムを保存する	

## 5 - 6 - 6 6時間目 ロボットの操作の2時間目 プログラミングの基礎

前回はロボットの動作確認が目的であったため、Ticolla 上で作ったプログラムについて詳しい説明をしなかった。この時間は、Ticolla 上でプログラムのルール、プログラミングの考え方、計測と制御等、コンピューター・プログラミングの基礎を学習する。Ticolla は、これらを学ぶための統合プログラム環境であり、正方形のタイルを、フローチャートの長方形（処理）やひし形（判断）の図形のように組み合わせてプログラムを完成することができる。また、ソフト上でハードウェアの入出力をビジュアルに設定でき、常にハードウェアを意識しながらプログラミングができるようになっている。

過程	学習活動（ 教師 , 生徒 ）	指導上の留意点（ 教師の働きかけ ）
【導入】 5分	完成したロボットの再チェック 特に配線についてもう一度確認する	
【展開】 40分	<p>前回作ったプログラムを解説 プログラムは Begin program タイルで始まり、end タイルで終わることを確認</p> <p>wait タイルの説明 3 秒間前進しその後 2 秒間後退するプログラムを作る</p> <p>loop タイルの説明 右タイヤ前進回転、左タイヤ後進回転を続けるプログラムをつくる</p> <p>ロボットの向きを自在に変えることを考えさせる</p> <p>左右のタイヤの回転数、回転の方向を変えることで、向きを変えられることを確認</p> <p>タッチセンサを使ったプログラムをかかせるために、port タイルを使った条件分岐のプログラムを説明</p> <p>センサが反応したときにどうすればよいのかを考え簡単なフローチャートを作る</p> <p>分岐とは何か、どうして必要なのかを発問 実際のロボットの動きを考えながら、壁にぶつかったらモータの回転をどうするのか考える</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ wait タイルを使用した場合、プロパティで指定した時間だけそれまでに設定された動作状態をつづける</li> <li>・ loop タイルを使用した場合、対応する end タイルとの間の動作が電源を止めるまで繰り返えされる</li> <li>・ 方向を変えるのには、必ずしもハンドルが必要ではない</li> <li>・ port タイルには 2 種類あるが、今回はデジタル入力タイルを使う</li> <li>・ センサに電流が流れたときが on、そうでない場合が off</li> <li>・ 分岐の必要性を考えさせることで、学習意欲を維持させる</li> </ul>
【結び】 5分	Ticolla の命令文に関して復習 作ったプログラムの保存状態を確認する	

5 - 6 - 7 7時間目 ロボットの操作の3時間目 プログラミングの応用

本時は、プログラムを教える最後の授業となるもの。前回の授業で、条件分岐まで学習したので、かなり高度なプログラムが作れるはずである。本時の指導の中心は、壁にぶつかったロボットが壁を避けながら前進し続けるプログラムを完成させるためにいろいろなことを考えさせることである。壁にぶつかったときにどう動くかは生徒達の考えに任せることにし、簡単なコースを作って走らせてみる。コースは正方形の壁の内側を回る周回コースとクランクの連続したクランクコースを用意した。情報処理の手順やモデル化・シミュレーション等の教育目標を実現できるどころであり、じっくり時間をかけ、生徒達の試行錯誤に時間を取るようにした。

過程	学習活動（ 教師 , 生徒 ）	指導上の留意点（ 教師の働きかけ ）
【導入】 5分	プログラムの復習 前時のプログラムについて説明する	
【展開】 10分       30分	<p>本時の目的について説明 = 壁にぶつかったらそれを避けて前に進むプログラムを作る どんな動きをしたらぶつかった壁を避けられるか考える</p> <p>ロボットの構造についてももう一度考えさせる = タイヤの位置、センサの位置 プログラムをする前にノート上でシミュレーションし、どんな結果が得られるかを記す</p> <p>シミュレーションしたプログラムを転送させる</p> <p>実際にコースで走らせてみる</p> <p>うまく走らない場合は何がいけないのか相談し、記録しておく</p> <p>変更を加えたプログラムは名前を変えて保存し、そのつど特徴をメモしておく</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 壁にぶつかったら少し後退させることに気付かせると動きがスムーズになるが、無理に引き出す必要はない</li> <li>・ 事前に簡単なコースを作成しておく</li> <li>・ ほとんどの班が壁に当たったら一度後退し、方向を壁と反対側に方向を変えればよいことに気づくはず</li> <li>・ 試行錯誤を記録しておき情報を整理することの大切さを気付かせたい</li> <li>・ 失敗したプログラムの中に、次の問題解決の糸口が隠されていることがある</li> </ul>
【結び】 5分	本時に作ったプログラムの中で、各コースに最適なものは何かを選んでみる	・ そのプログラムの工夫した点を意識させる

5 - 6 - 8 8時間目、9時間目 コースを使った競技会 2時間

自立型ロボットを使った学習のまとめとして、各班で作ったロボットをこちらで用意した迷路を走らせ、ゴールしたタイムを競うという競技会を行った。コースは、正方形の枠の内側を一方向に走るものと、クランクが連続するものの二つを用意した。この授業には2時間の指導時間をあて、最初の1時間は練習走行、2時間目に各班によるタイムトライアルを行うこととした。ロボットは最初に作ったものを改良して違う形のものを作っても良いこととし、プログラムもコースによって変えることを可とした。

過程	学習活動( 教師, 生徒)	指導上の留意点( 教師の働きかけ)
【導入】 5分	前時までの総復習 プログラム作成でのまとめ及び質問を聞く 疑問点を質問する	
【展開】 10分  35分  5分  15分 15分  10分	<p>コースの説明とルール解説</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一つ目のコースは正方形の枠の内側を回るもので、左まわりで3周、右まわりで3周しそれぞれのタイムの合計で競う</li> <li>二つ目のコースはクランクの連続したもので2回の内、早いタイムのものを記録とする</li> <li>どちらの競技でも途中で止まった場合や、逆走した場合、班のメンバーがギブアップを宣言しない限り協議を続けることとした</li> </ul> <p>コースごとにプログラムを変えたり、センサの位置などロボットに改良を加えたりして、班独自のものを作る</p> <p>競技前にそれぞれに工夫した部分を聞く ロボットの特徴を発表</p> <p>周回競技 クランク競技</p> <p>結果を一覧にして発表 上位チームはプログラムを解説</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒たちは、試行錯誤を繰り返して自分たちの満足するものを作り上げていくので、教師側からの働きかけは最小限にとどめる</li> <li>質問があった場合にも、プログラムに対するヒントのみを答えるよう心がける</li> <li>プログラムに関しては他の班がまねてしまうことも考えられるので深く聞かない</li> </ul>
【結び】 5分	今後このロボットでどのようなことができるか想像し、発表する	

## 第6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、身の回りにおけ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、完成させることに気が行ってしまうがちであるが、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気付かせることができた。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もできた。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。

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3-1、図3-2のような二つの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

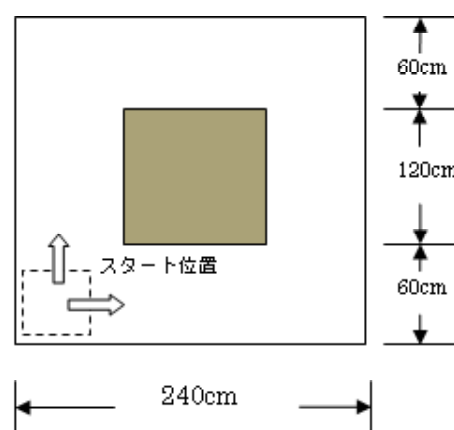


図3-1 周回コース

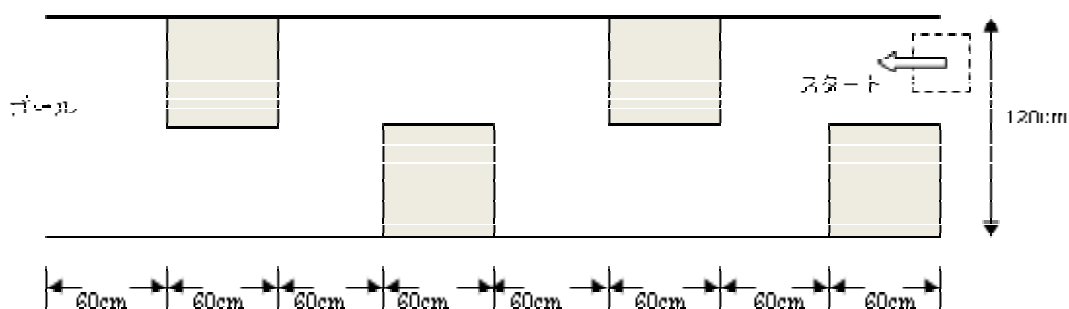


図3-2 クランクコース

ことができたし、それをパソコンから制御でき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。



図 3 - 3 競技風景

## 第 7 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、もっと生徒達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。気がつくやうに、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。