

# 中学校技術教育におけるラジコンカー制御 プログラミング教材システムの開発

宮崎 英一, 寄川 直樹\*, 高井 忠昌  
(技術教育) (丸亀市立綾歌中学校)\* (技術教育)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

761-2406 丸亀市綾歌町栗熊東431 綾歌町立綾歌中学校\*

## Development of a Programming Teaching Material Using a Radio-controlled Car of Technology Education

Eiichi Miyazaki, Naoki Yorikawa and Tadayoshi Takai

*Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522*

**要旨** 最近のIT化の普及に伴い、中学校技術教育の分野において、「情報とコンピュータ」の重要性がより増している。しかし授業に関しては、授業時間の減少や、制御機器までも含めた環境まで考慮する必要がある。本研究では、学習とシステム構築が簡単なラジコンカー制御プログラミング・システムを提案する。これは簡単なソースの記述とマップ・システムを利用して、制御とプログラミングを同時に学習させる事が可能である。

**キーワード** 技術科教育, 情報, プログラミング, 制御, Visual Basic

### 1. はじめに

最近の携帯電話やインターネット環境のような情報インフラの一般家庭への普及と呼応するように中学校技術教育においても、その授業領域内において情報分野の重要性がより増している事<sup>1</sup>は疑いないであろう。これに答えるために中学校の技術教育現場においては、様々な方面からの新しい情報教育が試みられている。ごく初期の頃の情報教育用教材は、ワープロや表計算ソフトを実際に使用しながら、それと同時にコンピュータの使用法をも学ぶいわゆるリテラシー教育<sup>2</sup>が主であった。その後、情報ネットワークの発展やWindowsの登場に伴い、イ

ンターネット環境やGUIを用いたコンピュータ操作が広く一般化した事から、ホームページの作成や電子メールの操作方法および情報教育現場としてこれに付随するようにして出てきたネットケットの学習等、様々な領域に広がっていった。さらに最近ではインターネットを利用した学習が広く普及してきたため、これが技術科領域だけに止まらず、他教科領域においてもインターネット上の検索エンジンを利用した調べ学習等<sup>3</sup>が行われており、もはやコンピュータの利用方法の学習は、技術科領域固有の分野ではないと考えられるまでになって来た。

しかしこの一方で、コンピュータ本来の学習とも言うべきプログラミングや制御といった分

野も、自分の考えをプログラムを通して実体化する能力を養える事、および問題解決に伴うプログラムの解は、唯一解でなく個人の考えを反映した様々なアプローチか可能な事、その結果を視覚的に提供する事が可能な事等から、潜在的に高い学習ポテンシャルを育成する事が可能な分野であると考えられている。これは中学校だけでなく、大学、高専、および小学校においてもロボットコンテストという形で「プログラミング・制御」の学習が広く行われ<sup>4</sup>、学習者だけでなく指導者にも大きな人気を博している事からも伺えるのではないだろうか。

しかし、一方では、技術科領域における授業時間の短縮や学内コンピュータ設備の問題、またカリキュラム内容の精選問題等もあり「プログラミング・制御」の学習は現場では取り上げ難い分野であると言われている。これは、最近のコンピュータには例外なくOSにGUIを利用しているため、初心者がこれらを含めた環境までプログラミング学習をする事が時間的に困難になっている事、またOSがマルチタスクで動作しているため、制御のように1つのプログラムに独占して動作を行わせるプログラムを作成するのに、ユーザに対してある程度のスキルを要求する事に起因している。またこれらを満足するような市販のプログラミング制御学習用モジュールは高価なため、学習者人数分の装置を揃え難いというようなソフトウェアとハードウェアの両面からの問題も存在している。このため、教育現場においては、これらの問題点を解決するために、様々なシステムが提案されている。

その一例として図1にJAプリンタポート制御システム<sup>5</sup>を示す。これは、一種のシーケンサであり、上記の問題点を解決するためにコマンドの簡略化における学習の効率化や特別な機器を持っていなくてもプリンタポートを制御に使用可能な事等、授業に取り入れやすいような様々な提案がなされている。このような教材は、技術領域における「プログラミング・制御」という分野の有効性に着目した例であると言える。

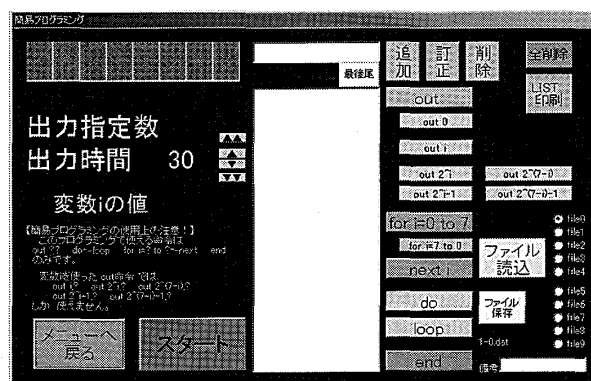


図1 JAプリンタポート制御

これらを踏まえて本研究では、以前に宮崎が発表<sup>6</sup>した「簡易型BASIC言語」を応用した制御学習型プログラミング環境を試作する。これは簡易型BASIC言語でラジコンカー制御を行う題材であり、更にこれをプログラミング学習専用に変更したものである。ここで学習用ターゲットとして使用されたラジコンカーは、安価な市販品（1台1000円程度）を使用している。さらに学習者がプログラム学習を簡単に理解出来るように、日本語で記述された直感的に理解しやすい走行制御命令を実装した。この結果、学習者はこの簡単な命令を記述するだけで、Windows上においてラジコンカーの制御を行う事が可能になった。このシステムの利用に伴い、学習者は通常の学習指導要領では触れられないOSの動作や複雑なプログラムの動作を学習しなくても、実際に目の前で、自分が作成したプログラム通りにラジコンカーを動作させる事が短時間で可能となった。その結果、プログラムの学習を含めて、制御を実際に体感させる教材として、より高い有効性があると考えられる。

## 2. 制御プログラミングシステム

本研究で試作したシステムの概略を図2示す。これは「簡易型BASIC言語」をプログラム・システムの核としており、これにラジコンカー制御用として様々な入出力インタフェースを追加実装している。

## 簡易型 BASIC 言語

## コンピュータ

## 車載無線カメラ

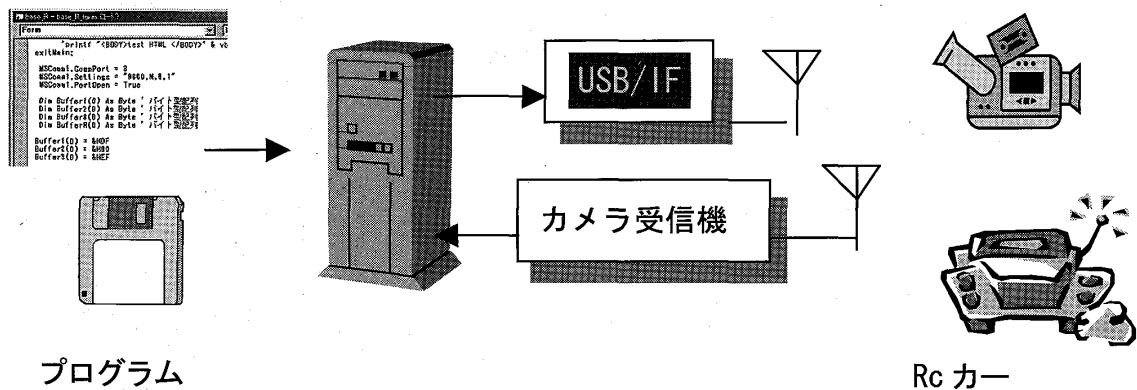


図2 システム概略図

### 2.1 簡易型BASIC言語

簡易型BASIC言語は、ユーザの作成した簡単なコマンドをVisual Basicのコマンドに自動的に変換し、そのプログラムを子プロセスとして実行するものである。このプログラムの大まかな制御のフローチャートを図3に示す。

ここでは、簡易型Basic言語内に、GUIの制御を司る様々なフォームのオブジェクトを実装しているだけでなく、ラジコンカーの制御に使用するデバイス部分も含めて、モジュールとして実装している。しかもモジュール部分をユーザの目的に応じて自由に変更する事が可能となっている。このため、本研究で取り上げたラジコンカーの制御システムと異なるハードウェア環境（例：他メーカーのラジコンカー等）で本システムを稼働させた場合でも、このモジュール部分を変更するだけで、プログラミング学習者が作成するソースコード部分を変更させる必要が無い。このため、実際の教育現場でのハードウェア環境の差を吸収できる形になっており、ユーザの利便性の向上が見込まれる。

更に、この簡易型Basic言語の文法は、プログラミングの初学者であってもプログラムの本質が理解しやすいように、ユーザが基礎的なBasicの文法に沿ったプログラムを記述するだけで、Visual BasicのようにGUIを供えたイベント・ドリブンなプログラムのコードを自動的に生成するものとなっている。簡易型Basic言語は、ユーザが記述したソースコードを自動的に解析し、その中から予めユーザにより定義された文字列（コマンド）を検索し、それをVisual Basicのnativeなコマンドとして置換をおこなっている。

さらに簡易型Basic言語は、GUIを担当するフォームの部分をモジュールとして供えているだけでなく、USBインタフェースのデバイス・ドライバーも、モジュールとして実装している。その結果、ユーザはこれらの複雑な割り込み処理部分をソースコード中に記述しなくても、外部機器のポート制御が可能になるという特徴がある。そのため、学習者はプログラムのアルゴリズム部分の学習に重点を置くことができるので、短い時間でもプログラムの本質的な学習が可能になると期待できる。

本システムはラジコンカーの制御に特化しているため、「前進」、「前右」、「停止」のように人間が直感的に理解しやすいコマンドを採用している。これらのコマンドは各ユーザの目的に応じて自由に変更可能（例：「前進」→「前に進め」等）である。またここでは、走行制御のコマンドを、進行方向を制御するコマンドと走

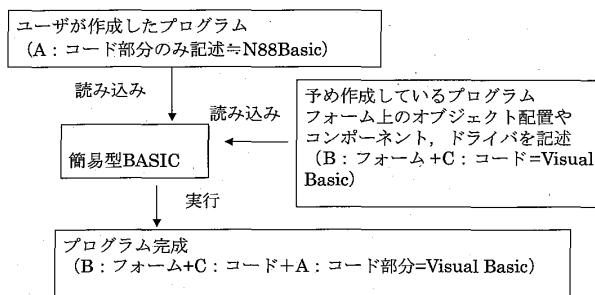


図3 フローチャート

行時間を記述するコマンドの2つを記述する事で、ラジコンカーの走行制御を行っている。このため、学習者は極めて直感的にプログラムの流れを理解出来ると考えられる。

この制御命令の変換テーブルを表1に示す。上記で説明したように、ユーザが記述したコード（制御コマンド）はユーザが自由に定義できるので、各自の使用環境に応じて自由に変更可能であり、このコードから同表右欄の生成されたコード部分のプログラムに自動的に変換される。ここでは、ハードウェアの制御をプログラムの制御と並列して行っているため、「DoEvents」という割り込み許可命令を自動的にプログラム中に挿入するようにしている。この割り込み制御により、ラジコンカーの走行中であってもプログラムの制御命令を受け付けるようになっている。

表1 制御命令変換テーブル

記述したコード	生成されたコード
前進 間隔 1	Call port_out (&HFE) DoEvents Sleep 1 * 1000
前右 間隔 2	Call port_out (&HEE) DoEvents Sleep 2 * 1000
停車	Call port_out (&HFF)

## 2.2 RCカーおよびUSB/IF

本システムで試作したラジコンカー部分は、一般的に市販されているトミー社のエアロRCを改造して使用した。これは1/24スケールのキットであるものの、ラジコンの送信機や受信機までを含めて1台1000円程度の価格で市販されており、他の同等の機能を有したラジコンカーの市販品と比較しても安価であると言える。このため、比較的必要台数の多い中学校の教育現場現場においても導入し易いコストであると言える。しかしこのラジコンカーは元来、送信機で走行制御を行う目的だけに設計されたシステムであり、コンピュータと接続して電気的な信号で制御するための特別なインターフェースを持っていない。

そこで本研究では図4に示すように、ラジコ

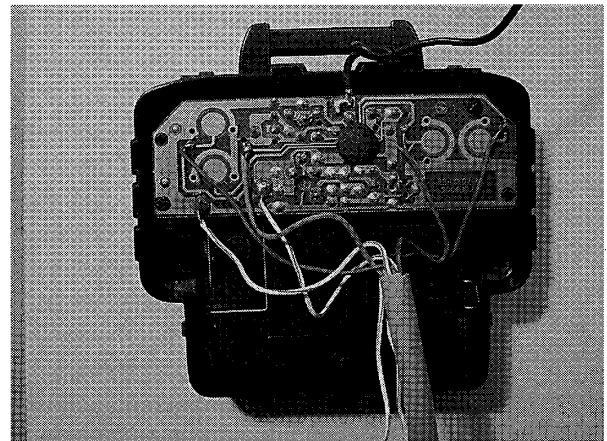


図4 送信機改造部

ンカーの送信機を独自に改造して、USBインタフェース回路の入出力ポートと送信機の回路の直結を行っている。これにより、USBインタフェースのポートにプログラムからHiまたはLowの制御信号を送信する事で、この信号が等価的にラジコン送信機の制御を行っている。この結果、ラジコン送信機のスイッチが人間によって押された事と電気的に同様な事がプログラムから実行可能となる。このUSBインタフェースに関するデバイス部分のプログラムは、簡易型Basic言語に予めモジュールとして組み込んであるので、プログラミング学習者がこれらの複雑な制御命令を新に学習する必要が無く、より短い時間でプログラムのアルゴリズムそのものの学習が行える。

本研究でシステムに用いたUSBインタフェース<sup>7</sup>を図5に示す。これはKm2Net社のキットであるが、構成部品点数も少なく完成後

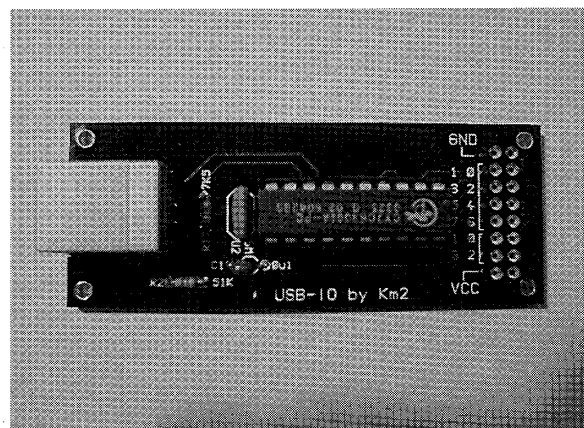


図5 USBインターフェース

の調整も全く無いので、中学生程度のレベルでも無理なく完成させる事が可能である。さらにこれはWindows2000以降のOSならば、コンピュータのUSBポートに接続するだけで自動的にOSから機器として認識される。そのため、ユーザが特別なUSB用のデバイス・ドライバーをインストールする事無く使用できるので、初心者だけでなく、コンピュータの使用台数の多い教育現場にとっても使い勝手が良い機器となっている。

またこのUSBインタフェースをVisual Basicからコールして使用するダイナミック・リンク関数群もインターネット上で広くフリーで公開されている。この中から、本研究ではVisual Basicだけでなく、Excel等のVBAからも使用可能なdll<sup>8</sup>を採用している。

更に、このリモコンを改造してコンピュータ上のプログラムから直接ポートの制御を行うという手法は、コンピュータとのインタフェースを持たないリモコン機器の制御には、有効な方法であり、家庭内においてはTVやクーラといったいわゆる家電リモコン類をコンピュータから制御したい場合にも応用可能であり、幅広い適用が考えられる手法である。

### 2.3 車載無線カメラ

本研究では、さらにプログラム学習者に強い興味・感心を待たせるために、プログラムの結果を視覚情報として提供する事を目的として、ラジコンカーに超小型無線カメラを車載した。これは学習者にとって自分が作成したプログラムによってラジコンカーが実走するのを見るだけでなく、あたかも自分がラジコンカーに乗っているような仮想的な体験をもたらす事が可能となる。さらにこの車載カメラの走行画像を目視によって確認させる事により、自分が作成しているプログラムにおいて、ラジコンカーがどの方向を向いているのか、直感的に理解させる助けにもなる。

この無線カメラは数センチ角のサイズであるが、この大きさでCCDカメラと画像を送信するトランスミッターの両者を備えており、9V

の角型電池で駆動可能である。このカメラにより撮影された画像は、専用の無線受信機で受信され、通常のビデオ画像として使用されているコンポジット信号として出力される。このため、ビデオ入力端子を持ったTVのような機器に接続して大画面で走行状態を閲覧する事も可能である。このカメラをラジコンカーに搭載した様子を図6に示す。同図のマークされた部分が無線カメラを示しており、ラジコンカーの上部に見えている角型電池と比較してそのサイズが実感できると思う。

この無線カメラを搭載する事により、プログラムを作成したユーザはあたかも自分がラジコンカーに乗っているようなバーチャルな体験が可能になり、ロボットコンテストと同様にユーザに与える視覚的なインパクトも大きいと考えられる。

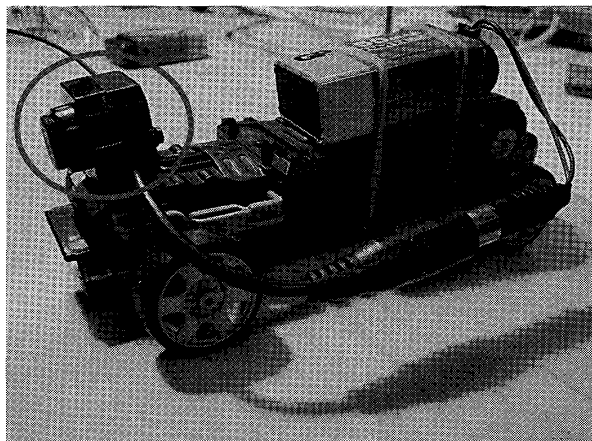


図6 無線カメラを搭載した状態

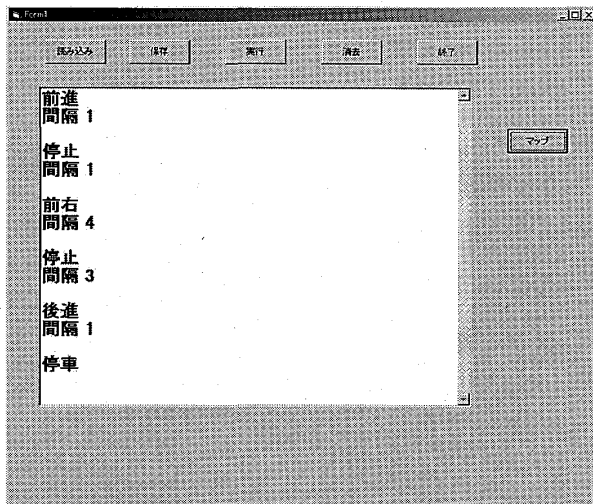
### 2.4 走行マップ

本研究のようなシステムを実際に授業に適応した場合、問題解決学習の一例として予め課題として与えた走行軌跡を満足するようなプログラムを学習させるという例が考えられる。この場合、学習者全員が一齐にラジコンカーを走行させてプログラミング結果を確認するという方法もあるが、その場合、ラジコンカーを走行させる場所や送信機間の信号混信問題が発生する恐れがあるので、このアプローチは、現実的であるとはいえない。

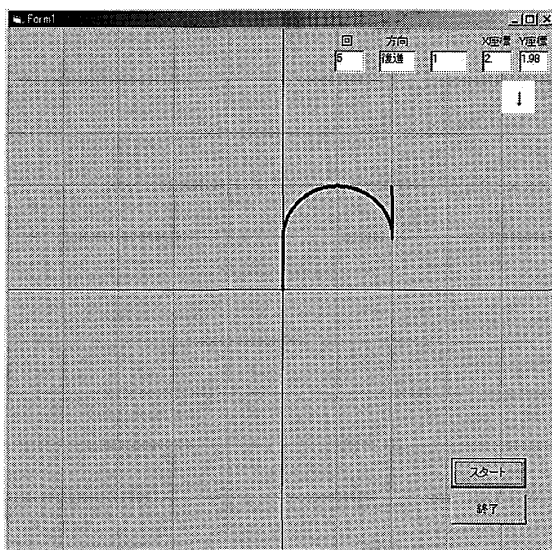
そこで本研究では、本システムにラジコン

カーの走行軌跡をプロットするマップ機能を実装した。これはシステムがユーザが記述したプログラムを自動的に解析し、その走行軌跡を画面上に表示するものである。これにより、ユーザは自分の作成したプログラムによりラジコンカーがどのように走行するかを予め視覚的に確認する事ができるだけでなく、「8の字走行」や「渦巻走行」をさせるには、どのようなプログラムを行えば良いかと言う課題を提出する上でも有効な方法となる。

ここで図7の1)にラジコンカーの走行制御プログラミング、同図2)にそのプログラムにおける走行マップの軌跡例を示す。ここではユーザは、同図1)に示したラジコンカーの制



1) 制御プログラミング



2) 走行マップ

図7 マップの表示

御プログラムを画面のフォームに入力していく。このプログラム記入部分はVisual Basicのテキストボックスを使用しているので、普段使用しているMSワード（ワードプロセッサ）と同様の操作体系を持っており、特別にこれらの操作方法を学習する必要は無い。

ユーザがプログラムの入力完了すれば、最初は走行軌跡を確認する目的で、画面上の「マップ」ボタンを押す。これによりプログラムの制御がマップ作成ルーチンに移行し、同図2)に示したように、ユーザが入力した各データを元にそれぞれの制御命令に応じた画面上の座標とラジコンカーの向きを画面上にプロットする。ここで画面上の任意の位置をマウスでクリックすれば、そのクリックをトリガーとして、ユーザが記述した各プログラムに対応した実際の走行軌跡が表示される。これにより、ユーザは対話的にマップ上にラジコンカーの走行軌跡を書かせる事が可能になるので、自分が作成したプログラムのどの部分が画面上で実行されているか、簡単に理解する事が可能になる。これがプログラミングの結果を視覚的に表す事となり、プログラムに対するユーザの理解を深める助けの一つとなると考えられる。

ここでマップ上の走行軌跡に問題があれば、画面上の「終了」ボタンを押すと同図1)のプログラム入力画面に戻るので、再度プログラムの修正を行う事が可能である。この手順を何回が繰り返し、ユーザが望むプログラムが完成すれば、画面上の「実行」ボタンを押す。このボタンが押されると、ユーザが作成したプログラムに対して自動的な構文解析が行われ、Visual Basicの native な制御ソースコードが作成される。

通常のプログラムでは、このソースコードを元にもう一度別のVisual Basicを起動して、このプログラムを実行する事が普通である。しかし本研究で作成したシステムでは、プログラム上から新しく作成されたソースコードを子プロセスとしてシームレスに自動実行している。これにより、ユーザは本システムの裏でプログラムが実行されているという事を意識する必要が

ない。さらにもし、ユーザが作成したプログラムに大きな問題があり、ラジコンカーが制御不能になった場合でも、この子プロセスだけ停止すれば、親である本システムを停止させる必要がないという利点もある。

以上のように、本システムはプログラムの初学者を対象としているので、比較的操作等に伴うトラブルが起りやすい事、また実際の教育現場での応用を考えているので、何らかのトラブルが発生した場合でも指導者がそれに懸かりきりにならない、というようなフェール・セーフシステムとしている。これにより、本システムを授業に展開した場合にでも、学習者だけでなく、指導者にとっても負担が少なくなると考えられる。

### 3. 授業への応用例

ここでは、本システムを教材例として、平成18年度の9月に香川県で開催された「学校要請指導訪問授業」および同10月に丸亀市立綾歌中学校において開催された丸亀市総合研究大会における技術教科において「コンピュータでラジコンカーを操ろう」という題材で取り上げた。以下に、総合研究大会で使用した指導案の一部を示す。

1. 日 時 平成18年10月26日（木）  
第5校時 武道場2階
2. 題 材 情報基礎学習  
(制御～ラジコンカーの制御)
3. 題材について

(1) 技術・家庭科の情報基礎学習では、今まで、文書作成や表計算、プレゼンテーションなどの使い方を主として授業が行われてきた。実際、生徒の今後の生活を考えると、高校進学後も文書作成や表計算などの学習はどの学校においても実施されており、中学校でその基礎を学習することは重要であると考えられる。しかし、技術・家庭科の学習を考えると、アプリケーションソフトの活用を指導する必要もあるが、プログラミングを学習し、機械そのものを制御するという学習は教科として重要であると

思われる。本題材は、生徒に身近で親しみやすいラジコンカーを用いることにより、生徒の興味・関心を抱かせると共に、簡単なコンピュータ操作により、ラジコンカーの制御を行わせることで、各種機械などの内部の仕組みなどにも興味を持たせ、他領域への学習意欲向上にもつながるよう工夫できる教材である。

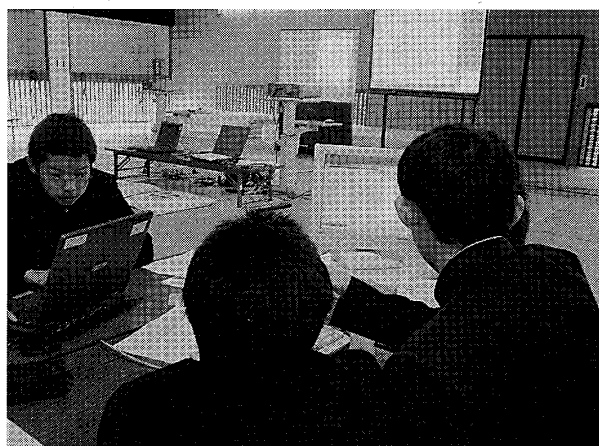
(2) 生徒はコンピュータの授業に対して、興味・関心が非常に高く、どの学級においてもとても意欲的に活動する。また、コンピュータを所有している家庭は全体の90%程度と非常に多く、家庭でのコンピュータ使用率も学校全体の86.9%と丸亀市内でも2番目に多い。調査結果からも分かるように、生徒は日頃からインターネットやメール、ゲームなどでコンピュータを利用し、操作に関しても非常に慣れ親しんでいる。しかし、主として趣味の世界にとどまっており、学習の道具としてコンピュータを利用するという意識ではやや欠けていると思われる。家庭では、近年、コンピュータが組み込まれた生活周辺機器が多数出回り、生徒は簡単で便利になった日常生活が当たり前のように思っていることから、日頃よく扱っている多くの生活周辺機器について、全くといっていいほど関心をもっていないし、それらの機器の仕組みについても深く知ろうとする関心・意欲にも欠けている。

(3) 以上のような生徒の実態を踏まえ、本題材の指導に当たっては次の点に留意したい。

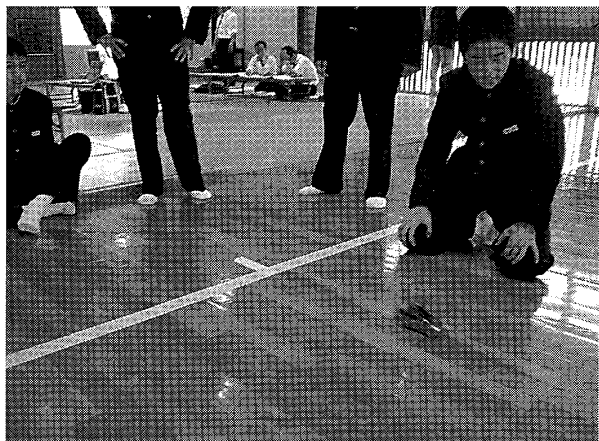
- ① 機器に関して、興味・関心の一層の高揚のためにどの家庭にもあるような生活周辺機器の実物を数点例に挙げて見せ、コンピュータがどのような機能で利用されているかを知らせる。また、コンピュータが内蔵されることにより、生活が便利で豊かになってきた背景についても資料などを用いて説明し、生徒の意欲高揚に努める。
- ② コンピュータを学習の道具として利用させるために本題材にも関係している表計算ソフトの便利な利用方法について、数回に分けて実習を行うことで、趣味の利用から学習のための利用について意識をもたせる。また、様々な生徒

のニーズに合わせたソフトを学習することで、生徒の学習の道具として活用しようとする意識を高める。

という指導案に基づいて授業をおこなった。その時の授業風景を図8に示す。同図1)が本システムのマップ・システムを利用して生徒が課題例の走行制御プログラムを記述している所を、また同図2)が作成したプログラムを用いてラジコンカーの実車走行を行っている所を示したものである。ここでは指導案の目的通り、ラジコンカーを介して、自分が作成したプログラムに応じた走行が確認できた事から、生徒の強い関心・興味を持たせる事が出来たと思われる。



1) 制御プログラミング作成中



2) ラジコンカー走行テスト中

図8 授業風景

#### 4. おわりに

本研究で作成したシステムを用いて、実際の

中学校技術現場において、短時間でプログラムと制御を学習させる教材としての可能性の一端を見る事ができたと思われる。

しかしプログラム上では直進であるが、ラジコンカーの実走行を行った時には、ある大きさで偏った方向に進む等ラジコンカーの個体差の起因する誤差や、実車では質量があるので慣性の法則が働き、直進→後進のような命令の場合には、プログラム上の走行軌跡と実車の走行軌跡が一致しない等の様々な原因に起因する誤差が発生する事も示された。

今後の改良点としては、ラジコンカーに位置を測定するGPSセンサーのようなものを搭載し、フィードバック制御の提示例として本システムを応用する事を考えている。これは、フィードバック制御を行っていない場合には、ラジコンカーはプログラムされたコースから外れていってしまうが、フィードバック制御をおこなうと同時に、プログラムのコース通りに走行するようになるので、正確な走行軌跡が得られるようになるだけでなく、具体的な制御の提示例とする事も可能になると考えられる。

#### 謝辞

本研究に対して実際に授業を行う事を許可して頂いた丸亀市立綾歌中学校井上博樹校長先生、および貴重なご意見、ご指導を頂いた丸亀市中学校研究会技術・家庭科部会の各先生方にこの場を借りてお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1 文部省「中学校学習指導要領（平成10年12月）解説－技術・家庭編－」東京書籍，1999
- 2 広道丈人「中学校における情報教育の在り方－コンピュタリテラシーの向上をめざして－」滋賀県総合教育センター研究紀要：第43号，pp.181-196，2001
- 3 平成16年度香川県中学校教育研究会情報教育研究部会教育研究大会「香川県中学校教育研究会情報教育研究部会：高度情報通信社会に対応する学校教育の在り方～生徒の学習を支援するコンピュータ等の活用を通して～」2004



- 4 鈴木泰博「技術科におけるロボットコンテストの  
実践」日本産業技術教育学会誌:Vol.40 No.1,  
pp.53-56, 2000
- 5 浅田寿展 (JA教育研究委員会)「JAプリンタポ  
ート制御」[http://www.ne.jp/asahi/ja/asd/gijutu/  
seigyosoft/index.htm](http://www.ne.jp/asahi/ja/asd/gijutu/seigyosoft/index.htm)
- 6 宮崎英一「Visual Basic上における簡易型BASIC  
言語の開発」日本産業技術教育学会誌, 第48巻  
1号, pp.11-17, 2006
- 7 成松宏「USB-IOをLinuxで使う」Linux Japan,  
第8号, pp.45-49, 2001
- 8 汎用USB-IO試用レポート[http://homepage2.  
nifty.com/bake/usb001.htm](http://homepage2.nifty.com/bake/usb001.htm)