

3 中学校における教育実践事例

西ヶ谷浩史 (静岡大学教育学部附属島田中学校)

はじめに

中学校の授業を紹介します。私が担当している技術・家庭科の技術分野では、「自分たちの生活を工夫し、創造していくための実践的な態度を育てること」を目標に授業をしています。変化の速い時代ですので、子どもたちには生活と技術の関係を理解し、最新の技術を自分たちの生活と結び付けて考える力が必要です。

授業では機械や木工などさまざまな技術を扱いますが、「情報とコンピュータ」の領域でも、アプリケーションソフトの使い方のような「今しか役立たない」技術ではなく、「なぜそのように作られているのか」「なぜそのように動くのか」といった、基本的な原理や仕組みを考えさせる学習が重要で、その点に情報を技術・家庭科で教える意味があると考えています。

このような学習を通して、子どもたちは利用するだけの「消費者」という視点のみならず、時代に即して新しいモノを生み出していく「生産者」の視点を体験していきます。これは資源のない日本にとって、将来を支えていくための重要な体験かもしれません。

現在の私たちの生活はネットワークを利用した情報技術によって支えられていますが、中学生も例外ではなく、携帯電話を中心にネットワークが生活に入り込んでいます。また、家庭でもコンピュータによって制御される多くの家電製品に囲まれて生活しているのが現状です。そして、ソフトウェアの技術がこれらを支えています。そこでこの数年間は、ネットワークや制御の技術とプログラミングを組み合わせた情報教育に取り組んできました。今回はその様子をご紹介します。

ネットワークプログラミングの学習

中学校3年生の生徒に、18時間を使って「ネットワークを利用したプログラミング」の学習を行いました^{1),2)}。プログラミング言語には「ドリトル」^{☆1}を利用することで、プログラミング経験のない中学生でも容易に命令の意味が分かるように配慮しました。

☆1 プログラミング言語「ドリトル」: <http://dolittle.cplang.jp/>

```
サーバー！"192.168.1.23" 接続。 //(1)
メッセージ=フィールド！作る。 //(2)
送信ボタン=ボタン！"送信" 作る。 //(3)
送信ボタン：動作=「サーバー！"mbox" (メッセージ！読む)
登録」。 //(4)
```

図-1 ネットワーク通信のプログラム例

授業は次の(1)～(3)の内容で進めました。

(1) テキストの送信プログラム (5時間)

コンピュータに仕事をさせるためには、「プログラム」という形で命令の手順を表したものが必要であることを説明し、実際にプログラムを書く学習を行いました。最初に画面に図形を描くプログラムを扱い、「人間が文字でプログラムを書くと、コンピュータがそれを実行する」モデルを体験しました。導入時にグラフィクスを扱うことは、実行結果が視覚的に確認できるため効果的でした。続いて画面にテキストボックスを作り文字を表示するプログラムを作成しました。最後にネットワークを使い、2人組でメッセージをやりとりする学習を行いました。

ドリトルには通常のクライアント機能に加えて、サーバ機能が用意されています。この学習では2人組の片方がサーバを起動し、2つのクライアントからテキストをメッセージとして読み書きする形でプログラムを作成しました。図-1は、メッセージを送信するプログラム例です。行末にコメントで行番号を付けました。1行目はサーバに接続しています。通常はホスト名で指定しますが、今回は勉強を兼ねてIPアドレスで指定しました。生徒はコマンドラインからIPアドレスを調べ、1台1台に異なるネットワークの番号が付いていることに驚いていました。2行目は画面にメッセージを入力するためのテキストフィールドを生成しています。3行目は送信ボタンを作成し、4行目でその動作を定義しています。ボタンが押されたときには、テキストフィールドに書かれたテキストを読み、サーバに“mbox”という名前前で登録します。

この例は送信するプログラムですが、4行目を「メッセージを受信して2行目で生成したテキストフィールドに表示する」ように修正することで受信するプログラム



図-2 生徒の作品例

```

サーバー！"192.168.1.23" 接続。 //(1)
着メロ=サーバー！"カエルの歌"複製。 //(2)
楽譜！作る(着メロ)設定演奏。 //(3)
    
```

図-3 音楽ダウンロードプログラム

を作れます。生徒たちはこのような一方向の通信からはじめ、双方向のチャットにしたり、会話の履歴を画面に残すようにしたり、メッセージが来たことをアニメーションで通知するなど、プログラムに独自の工夫を加えていきました。図-2は生徒の作品例です。このように、普段使っているインターネットや電子メールがプログラム同士の通信で実現されていることを、体験を通して学ぶことができました。

(2) 複数ユーザ間の通信 (5時間)

1対1の通信を拡張して、複数のユーザ間でメッセージをやりとりするモデルを体験しました。現在のインターネットでは、電子掲示板に代表されるように複数のユーザで文字情報の交換を行うことがあります。この掲示板をイメージして、6人ずつの班の中でテキストのメッセージを交換できるようなシステムを作らせました。

生徒には「全員でメッセージを読み書きする」掲示板のモデルのほか、「1人がサーバに登録して全員で読む」Webのモデルや、「サーバに相手の名前ごとにメッセージを書き込む」電子メールのモデルなどを説明しました。

今回はサーバにデータを格納する形を採用したため、複数のユーザになっても特にプログラムが複雑になることはありませんでした。また、同じグループの生徒同士はサーバ上のデータ名や読み書きするタイミングなどを合わせる必要があり、ソフトウェア開発における仕様の重要性についても体験的に学習することができました。

(3) 音楽配信の仕組み (8時間)

授業ではマルチメディア情報を扱いたいと考えまし



図-4 ストリーミングの実演

た。中学生は携帯電話を使い、メールのような文字のやりとりだけでなく、着メロなどの音楽を活用しています。そこで、MIDIのような音楽データをやりとりする授業を考えました。ドリトルでは、音楽を「ドレミー」のようなテキストで扱うことができます。前回学んだメッセージ交換を発展させる形で音楽データを交換することにしました。

この単元では、自分で作った音楽データを複数のユーザで活用するシステムを作るように課題を設定しました。授業では、ドリトルを使って音楽を作る方法を学習し、その音楽データであるテキスト情報をサーバにアップロードしました。

音楽をアップロードするプログラムは、図-1と基本的に同じで、メッセージの文字列が「ドレミー・ドレミー」といったメロディになっています。音楽をダウンロードするプログラムでは、音楽データをテキストとして受信した後で、それを演奏します。図-3にプログラム例を示します。1行目は図-1と同様にサーバに接続します。2行目はサーバから「カエルの歌」という名前で登録された音楽情報のテキストを取得し、着メロという名前を付けています。3行目は楽譜のオブジェクトを作り、着メロを設定して演奏させています。

この学習では音楽情報をダウンロードしてから演奏しましたが、ストリーミングとの違いに気づかせる目的から、授業では水を使ってその違いを説明しました。図-4はその様子です。教室の前に出てきてもらった生徒に、最初はコップに入れた水を飲み干してもらい、次にストローで飲んでもらいながら、やかんで水を注いでいきました。

今回のネットワークの学習では、他の生徒のプログラムと通信するプログラムを作成することで、「ネットワークではプログラム同士が通信している」というモデルを体験的に学習することができました。また、プログラムだけで理解することが難しい部分では、やかんと水のよ



図-5 授業の様子

- (1) 本屋で立ち読みするのがストリーミング、買って読むのがダウンロードかな？ 家のパソコンだと、どのボタンがどんな操作をするのかまったく分からないけど、自分で作ったものだとして理解できてうれしかった。
- (2) ダウンロードとストリーミングは、何回かしたことがありますが、違いがよく分からず、なぜ同じ曲なのにすぐ聴けないのかとか、なぜ同じ容量なのにすぐ聴けたのかという謎が解けました。

図-6 生徒の感想

うな道具を使うことで体験的に学習することができました。

コンピュータの授業は個別の学習になりがちですが、今回はネットワークで通信するプログラムを扱うことで、共同で学習を進めるグループ学習にできたこともよかったですと感じています。図-5は、グループ学習を行っている授業の様子です。

図-6に授業後の生徒の感想を紹介します。感想(1)からは、プログラミングの経験がコンピュータの動作の理解につながったことが分かります。感想(2)からは、日常生活で利用していたダウンロードとストリーミングの技術とその違いについて理解できたことが分かります。

ロボットを制御する学習

技術科で扱う情報の授業では、単にコンピュータを教えるのではなく、「ものづくり」や「技術」と結び付いた形で扱いたいと考えていました。

そこで、「自分で作成したロボットを自分のプログラムで制御する」学習を紹介します³⁾。この授業は2年生で行いました。自律型ロボットの製作を15時間行い、その制御プログラミングの学習に8時間を使っています。授業は次の(1)～(2)の順に行いました。

(1) ロボットの製作 (15時間)

授業で扱うロボットは、図-7のような車輪の付いた

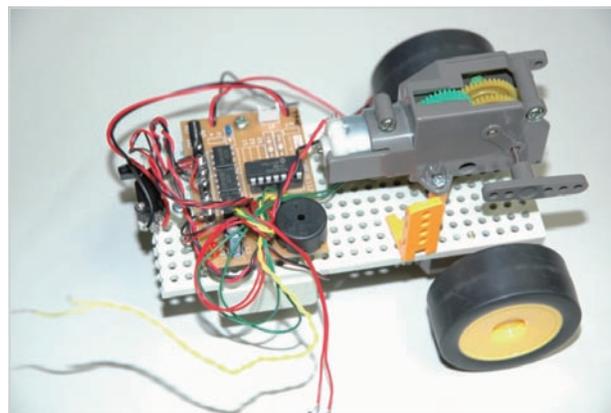


図-7 使用したロボット教材

```

ロボ= MYU ! 『COM1』作る。 // (1)
ロボ：転送命令= 「！はじめロボット // (2)
パワーオンスタート // (3)
10 前進 // (4)
おわりロボット」。 // (5)
ロボ！転送命令。 // (6)
    
```

図-8 制御プログラム例

車型の教材を使用しました^{☆2)}。基板にはCPU (PIC) が搭載されており、プログラムを転送して自律的に動かすことができます。制御する対象が増えるとプログラムが飛躍的に難しくなってしまうため、今回は左右の車輪を制御するためのモータを2個だけ使う2軸制御としました。

プログラミング言語はドリトルを利用しました。

図-8は、プログラム例です。1行目では、制御用のオブジェクトを生成し、「ロボ」という名前を付けています。ロボットへのプログラム転送にはシリアル通信を利用しており、ここでは1番ポート (COM1) を指定しました。2行目から5行目はロボに「転送命令」という名前のメソッドを定義しています。「はじめロボット」と「おわりロボット」は、ロボットに命令転送の開始と終了を伝える命令です。生徒はこれらの命令の間に自分のプログラムを書いていきます。「パワーオンスタート」は電源スイッチを入れた直後に動き始めることを指定しています。「10 前進」は1秒間 (単位時間である0.1秒間の10回分) 左右の車輪を回転させます。6行目は定義したメソッドを実行しています。命令はドリトル内部でバイトコードに変換され、ロボットに転送されます。

ロボットはバイトコードインタプリタを内蔵しており、命令を逐次的に実行します。制御構造は繰り返し、

☆2) スタジオミュウ：<http://www.geocities.jp/shuinouc/>

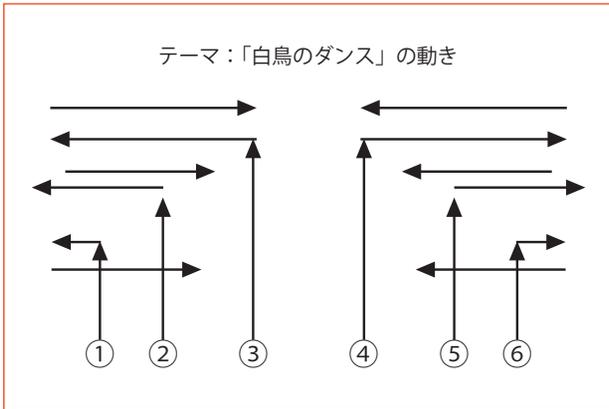


図-9 ロボットの動作計画



図-10 発表会の様子

条件分岐，サブルーチンなどが用意されています。

(2) ロボット制御 (8時間)

授業の課題としては，シンクロ演技発表会を設定しました。ロボットの制御としては，移動するための2つのモータをタイミングによって制御するだけであり比較的容易に学習できます。加えて，集団での動きを検討することで，グループ学習を通して制御プログラミングを楽しく学習することを目的としています。以下に課題および発表会までの流れを示します。

シンクロ演技発表会の課題 (ルール)

- 演技は30秒以内に収め，音楽は自由に選んで使用してもよい。
- 班(6人)の6台のロボットで集団演技をすること。その際，他のロボットと動きが合っているか，また曲に合わせて工夫した演技構成を考えること。
- 競技場の大きさは，180cm×180cmである。

授業は，「グループごとの検討」「個人ごとのプログラミング」「グループでの合わせ練習」「発表会(本番)」という3段階で構成しました。

「グループごとの検討」では，生徒は演技のテーマとして「白鳥のダンス」「アイススケート」「打ち上げ花火」「水の波紋」などを考えました。次に，それぞれのテーマのイメージを具体化するために，曲に合わせた全体の動きを個々のロボットの役割に分解し，図-9のように動きを線で表してロボットの動作を決めました。この図で番号は生徒を示しており，誰のロボットがどこに動くかが線で示されています。

個々のロボットの動作が決まったところで，個人の作業を行います。生徒は自分のロボットの動き方を調べるために，実際にプログラミングをしながら学習を進めました。たとえば，「コートの端から端までを何秒間で移動できるか」「向きを90度変えるためには何秒間必要

- (1) なかなか全員でそろおうというのは難しく，そう考えるともっと複雑な動きをする身の回りの家電は本当にすごいと思った。でも，この授業を通してそういうすごい家電もプログラミングして，微調整を繰り返して作られているということが分かった。少しは身の回りのデジタルのしくみを理解することができたと思う。
- (2) ロボットにプログラムを組み込んで自分たちの思うように動かすということは予想以上に難しかった。ロボット自体に少しでも不具合があればシンクロさせることはできないし，少しのプログラムの間違いでもシンクロさせることはできないということが分かった。
- (3) 私は技術が苦手だったのでプログラムの作成の時は本当に不安でしたが，自分の思った通りにロボットが動いてみんなと一緒に演技ができたときには本当に楽しくて達成感でいっぱいになりました。

図-11 生徒の感想

だったか」など，それぞれのロボットに与える秒数を計測しました。また，「直進の命令を実行しても真っ直ぐ進まない」といった構造上の不具合を発見した場合は調整や修理を行いました。そして，それぞれのロボットを持ち寄り，グループで動作合わせを行いました。

このような作業と準備を経て，シンクロ演技発表会を行いました。図-10は，発表会の様子です。

図-11に授業後の生徒の感想を紹介します。感想(1)と(2)からは，制御プログラミングの経験が，生活に使われている技術に対する見方や考え方を変えるきっかけになったことが分かります。感想(3)からは，苦手意識を持っている生徒でも，小集団活動を取り入れたことで，最後まで意欲を失うことなく学習することができたことが分かります。

今回は2年生の授業を紹介しましたが，3年生の授業では作ったロボットを拡張し，発展させた学習を行っています。ロボットに1個のモータを加えて3軸制御とすることで，移動するだけでなく，ものを運んだりつかんだりする作業ができるようになります。入力スイッチも，4個利用します。2年生では，移動のみのプログラ

ムでしたが、3年生ではセンサ入力による条件分岐や、機構の調節が必要になる学習を行っています。内容的に高度になりますが、2年生で自信と達成感を得て、ほとんどの生徒が課題に意欲的に取り組んでいます。

おわりに

中学校の技術・家庭科で行っている情報の授業例を紹介しました。筆者はこの春から大学の附属中学校に勤務していますが、近隣の多くの中学校と協力しながら授業研究を進めています。

現在のコンピュータは生徒にとって完全なブラックボックスで、分解したり外部から観察しても、どのような仕組みでゲームが動いたり他人とメールをやりとりできているかを理解することはできません。その理由はコンピュータが外部から観察できないプログラムによって動作しているからです。今回の授業では、プログラムは、「見えないけど大切な働きをしている！」という実感を得ながら、多くの生徒がプログラミングの楽しさやロボットを作成する楽しさを感じていました。

最後になりましたが、教育用プログラミング言語（ドリトル）を開発してくださった一橋大学の兼宗進先生、

教材ロボット（MYU）を開発してくださったスタジオミュウの井上修次さん、授業のアドバイスをいただいた静岡大学の紅林秀治先生に感謝いたします。

参考文献

- 1) 西ヶ谷浩史ほか：ITクラフトマンシッププロジェクトー中学生によるネットワークプログラミング、情処研報、Vol.2006, No.16, pp.173-180 (2006).
- 2) 西ヶ谷浩史ほか：中学校で行うプログラミングを利用したネットワークの学習、情処研報、Vol.2007, No.12, pp.105-109 (2007).
- 3) 紅林秀治、西ヶ谷浩史ほか：自律型3軸制御ロボットを用いた授業実践、情処研報、Vol.2007, No.12, pp.111-118 (2007).

(平成19年9月20日受付)

西ヶ谷浩史(準会員)
YRR02165@nifty.com

静岡県内の中学校に19年間勤務。教科は、技術・家庭科。本年度は「技術がわかると社会がわかる」をテーマに、10年後にも通用する技術科の授業を目指し日々実践を行っています。