

連載



情報の授業をしよう!

本コーナー「情報の授業をしよう!」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな

内容について、他人にどうやって分かってもらうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)



中学校におけるプログラミング教育 —ネットワークを利用したプログラミングと 計測・制御—

西ヶ谷浩史 | 焼津市立小川中学校

中学校における技術教育の変遷

初等中等教育で、ものづくり教育を専門に行っているのが技術・家庭科（技術分野）（以降、技術科と呼ぶ）である。しかし、現在の技術科でどのような授業を行っているのかは、あまり知られていない。昭和33年から現在までに10年ごと7回の学習指導要領の改訂が行われており、世代ごとに技術科の授業内容が変化しているため、人によって技術科のイメージが異なる。

現在の技術科がどのような経緯をたどってきたのかを整理したものが表-1である。明治から昭和初期にかけて、職業科、職業・家庭科として卒業後働くための実業的内容の教育がされていた。そして昭和33年には、家庭科との融合の観点から実生活に

役立つという教科の性格づけがされ、技術・家庭科が創設された。その際、男子向き女子向きという性別履修となり、平成元年まで続いた。平成元年からは、共学履修となり、授業時数が大幅に減少している。技術科発足当時の時間数と比較すると55.6%減である。さらに、平成10年改訂では、技術分野が2領域「技術とものづくり」「情報とコンピュータ」にまとめられ、授業時数では、昭和33年改訂の3分の1に削減された。

平成20年改訂では、選択教科としての技術・家庭科が廃止され、それぞれ4つの必修内容のみとなった。また、思考力、判断力、表現力を育成するという学力の目標が定められ、評価の観点として、関心意欲、創意工夫、技能、知識理解の4つが示された。



平成 29 年改訂では、目標の中に技術の見方・考え方を働かせる、課題を解決する力を養うなど、生活を工夫し創造する資質・能力を育成することが明記された。

情報に関する学習は、平成元年に選択履修として情報基礎が加わることにより始まった。情報教育が始まった当初、日本語ワードプロセッサなどアプリケーションソフトを利用するための知識や技能が重視されていた。しかし、コンピュータの操作に関する技能やアプリケーションソフトを使用するための知識や技能は、技術の進展とともに急速に変化するために、中学校で学習した内容がすぐ陳腐化して

しまう。したがって、知識や技能を重視することよりも、技術の視点から課題を見つけて解決する方法を考えたり生活を工夫したり創造するために、コンピュータを活用したりしくみを理解することが重要である。そのためにプログラミング教育が必要なのである。

中学校技術科のプログラミング教育

プログラミング教育のねらい

技術教育の変遷をたどってみると技術科では、ものを作るための知識や技能を重視してきたことが分かる。それは技能者を育てる教育だったといえる。しかし、技術の進展は加速度的に進み、私たちの生活そのものが大きく変化している。情報技術の進歩によって、人間が行ってきた多くの仕事も AI に代替されると言われている。

AI が仕事を奪うと言われているこれからの社会で生きていくためには、自ら問題や課題を見つけて解決したり、新しいものを生み出したりするための創造力が必要である。それは、ものづくりの製品開発の過程に必要な思考である。つまり、製品開発を行う技術者（エンジニア）の思考を子どもたちに養うことである。情報の技術では、アプリケーションソフトを利用する技術を教えるよりも、アプリケーションソフトを開発するための思考を学ばせたり、課題を解決するために新しいシステムを開発したりといった学習を行うことで、製品開発を行うエンジニアの思考を育てることができる。したがって、中学校技術科でのプログラミング教育は重要である。

以下では、今まで技術科で行ってきたプログラミングを扱った授業を紹介する。

ネットワークを利用したプログラミング

プログラミング言語「ドリトル」では、サーバを自由に立ち上げることができ、ネットワークを簡単に利用できる機能が実装されている。この機能を授業で活用すると、社会を支えているネットワークの

■表-1 技術科の学習指導要領の変遷

指導要領改訂年度	年間授業時数	特徴
		学習内容
昭和 33 年	必修：各学年 105 選択：3 年 140	生産技術と技能の習得の意味を持つ技術・家庭科が創設 男子（設計・製図など）女子（調理など）
	必修：各学年 105 選択：1, 2 年 35 3 年 70	教育内容の現代化、知識と技能が充実 男子（製図、機械など）女子（被服など）
昭和 52 年	必修：1, 2 年 70 3 年 105 選択：3 年 35	ゆとり教育、製作を通して理解し、使用する能力を養う 男女選択履修（木材加工、被服など）
	必修：1, 2 年 70 3 年 70～105 選択：2, 3 年 35	心豊かな人間の育成、生活に必要な知識と技術の習得 必修：木材加工、電気、家庭生活、食物その他、情報基礎など含め 7 領域を履修
平成 10 年	必修：1, 2 年 70 3 年 35 選択：1 年 30 2, 3 年 70	基礎基本、生きる力の育成、基礎的な知識と技術の習得、役割の理解と活用 男女共通履修 技術分野（情報とものづくり、情報とコンピュータ） 家庭分野（生活の自立と衣食住、家族と家庭生活）
	必修：1, 2 年 70 3 年 35 選択：なし	生きる力、基礎的・基本的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力 技術分野（材料と加工、エネルギー変換、生物育成、情報） 家庭分野（家族、食生活、衣生活住生活、消費生活）
平成 29 年	必修：1, 2 年 70 3 年 35 選択：なし	資質・能力の育成、主体的・対話的で深い学び、生活と技術の基礎的な理解と技能を身に付ける、課題を解決する力を養う 技術分野（材料と加工、エネルギー変換、生物育成、情報） 家庭分野（家族、衣食住、消費生活）

しくみや問題点を自らプログラミングすることによって体験的に理解させることができる。

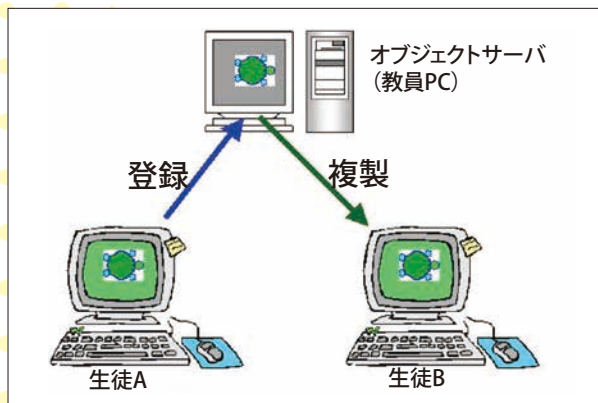
図-1はオブジェクトサーバを教員用のパソコンで立ち上げているが、生徒Aのパソコンや生徒Bのパソコンでも立ち上げることができる。生徒Aが、自分のパソコンから生徒Bのパソコンに文字を送りたい場合、サーバを立ち上げたパソコンのIPアドレスを確認する。そして、サーバに接続し、文字を書くための枠(送信枠)を画面上に作り、その中に書いた文字列「こんにちは」を「〇〇さんへ」という名前をつけてサーバに登録するプログラムを記述する。このプログラムは、図-2のわずか4行である。

また、生徒Aから送信された文字を受け取るために生徒Bは、サーバに接続し、画面上に文字を表示するための枠(受信枠)を作り、名前「〇〇さ

んへ」でサーバに登録されている文字列を複製し画面上に作った受信枠に表示させる。図-3がそのプログラムである。

図-4は生徒Aと生徒Bの実行画面である。このように、サーバを起動したパソコンのIPアドレスとサーバに登録した文字列の名前をお互いに知らないとプログラムが書けないため、2人で会話をしながらプログラムを入力していく。授業では、出席番号順に並んで座っているため、奇数番号の生徒と偶数番号の生徒の2人組で最初の授業を行った。この原理を教えたのち、この不便すぎるプログラムをもっと便利にするにはどうしたらよいかを考えさせる。生徒は、「プログラムの中に送信するメッセージを入力していたので、実行画面の中で自由に文字を入力したい」「プログラムを実行させて文字を送っていたので、実行画面上に送信ボタンをつけたい」「これでは、偶数番号から奇数番号にしか文字を送ることができないので、どちらからも自由に送信や受信ができるようにしたい」などの要求が生まれる。その要求を解決するための命令を段階的に教えていく。

図-5は、送信枠に入力した文字が、送信ボタンを押すことによってサーバに登録され、相手がサーバに登録した文字が、受信ボタンを押すことにより受信枠に複製されるように改良したものである。このように、生徒が自由に送信や受信ができるように



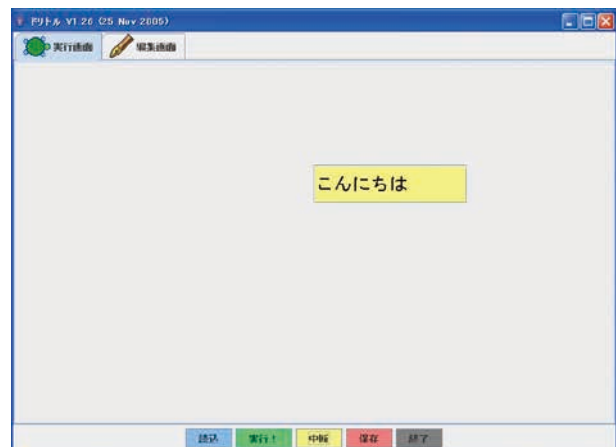
■図-1 ネットワークプログラミングのしくみ

サーバー！「IPアドレス」接続。
送信枠=フィールド！作る。
送信枠！「こんにちは」書く。
サーバー！「〇〇さんへ」(送信枠！読む)登録。

■図-2 生徒Aのプログラム

サーバー！「IPアドレス」接続。
受信枠=フィールド！作る。
受信枠！（サーバー！「〇〇さんへ」複製）書く。

■図-3 生徒Bのプログラム



■図-4 生徒Aと生徒Bの実行画面

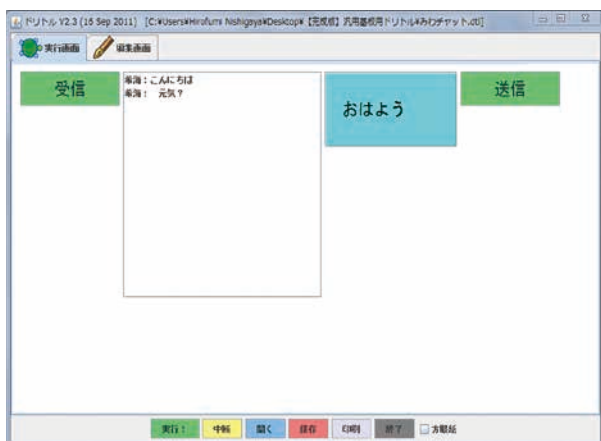
改良するが、受信するたびに相手からの文字が消えてしまうため、相手の文字を残したいという新たな要求が生まれる。

図-6は、相手からのメッセージを残すようにし、送信枠を分かりやすく青にするなどの改良を加えたプログラムである。このような学習を行っていく過程で、生徒は文字をやりとりするために使っているサーバのIPアドレスとサーバに登録した文字列の名前が分かれば誰ともメッセージの交換ができることを発見する。そして、生徒は、違う相手とメッセージの交換を行うプログラムを作り始めるようになる。

図-7は、4人の友人へ個別にメッセージを送信



■ 図-5 送信ボタンと受信ボタンを追加



■ 図-6 相手のメッセージを残す

したり受信できたりするように専用のボタンを作った例である。この授業の過程で、勝手にほかの生徒からサーバのIPアドレスと会話をしている文字列につけた名前を聞き出し、メッセージの交換に割り込む生徒が出てくる。この段階でネットワークを利用するときの危険性やセキュリティについて考えさせることができる。すなわち、生徒が知識としてネットワーク利用のモラルや危険性を知るのではなく、自らメッセージ交換のプログラムを作る過程で発見するのである。その経験は、実感を伴った理解につながり情報モラルに関しても技術的な視点から考えることができるようになる。

また、同様の原理を用いて音楽をアップロードし別の生徒がダウンロードして聴くことができるプログラムを作る授業も行っている。このように、ネットワークを利用したプログラミング学習では、他者と協力して話し合いをしながら作業を進める様子が見られる。そして、社会を支えているネットワークの技術の根本的な原理の理解につながり、便利な技術を利用する上でのリスクについても実感を伴った理解へとつながっていく。

この授業を始めたのは平成10年改訂学習指導要領の時代である。このときのプログラミングは、計測・制御で扱うことになっていたため、情報通信ネットワークについては「情報の伝達方法の特徴と利用方法を知ること、情報を収集、判断、処理し、発

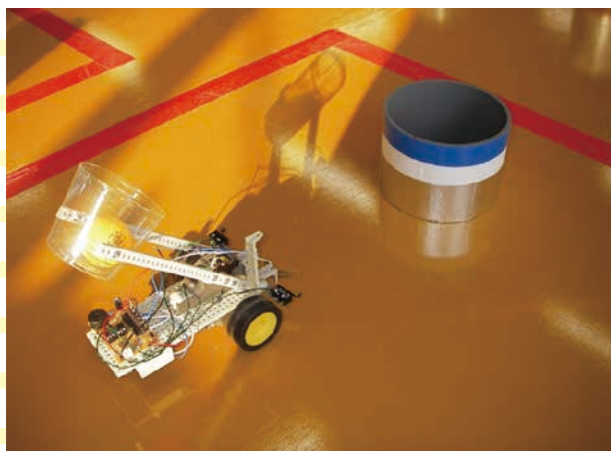


■ 図-7 個別に受信できるようにする

信ができること」の内容として行っていた。さらに、平成 20 年改訂学習指導要領でも、プログラミングは計測・制御の中での扱いになっており、「情報通信ネットワークと情報モラル」と「デジタル作品の設計・制作」としてネットワークプログラミングの授業を行っていた。平成 29 年学習指導要領では、「生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して」という内容が明記されている。このように最も基本的な原理を教える授業はどの時代でも有効である。

ロボットの計測・制御からシステムの製作

平成 10 年学習指導要領で示されていた「プログラムと計測・制御」の時代から、さまざまなロボット教材が開発されてきた。図-8 は、塩ビ管の周りにアルミ箔をまき、ロボットカーの先端に取り付け



■図-8 ロボットカーの教材例



■図-9 車と技術科の学習内容

た金属センサがアルミ箔に接触したらアームに保持していたピンポン玉を塩ビ管に入れるというロボット教材である。このようなロボット教材では、生徒が夢中になってプログラムやロボットを改良する様子が見られた。しかし、ロボットの計測・制御と生活の中での計測・制御技術とのつながりが見えにくいという欠点も明らかとなった。そこで、平成 20 年学習指導要領の時代の「プログラミングによる計測・制御」の内容では、あえてロボット教材から離れた教材を開発することにした。

図-9 は、車の製作にかかわる技術科の内容である。いままでの授業で扱っていたロボットの計測・制御は、情報技術の視点から目的の機能を果たすためのプログラムや装置の製作を行ってきた。しかし、多くの工業製品は図-9 のように、エネルギー変換や材料加工、情報などさまざまな技術を複合して作られている。したがって、技術科のプログラムによる計測・制御の学習でも、エネルギー変換や材料加工などの技術を複合した情報の授業が必要だと考えた。そこで、生物育成の授業で学校の前の小川で捕ったメダカの飼育を行い、メダカが産卵する条件が整っている春から夏にかけて産卵させ、産卵後の飼育方法を学習させたのち、もっとメダカを増やすために「冬でもメダカが産卵できる装置を作ろう」という新たな学習課題を設定した。

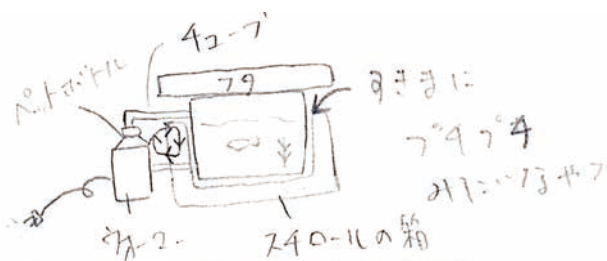
メダカの産卵する条件は、資料により若干違うが、授業では水温 20 度以上で日照時間が 14 時間以上とした。この条件を人工的に作り冬でも産卵できるようにするために、計測・制御、エネルギー変換、材料加工、生物育成の技術科で学習した内容を総合して装置を個人で製作していった。

図-10 は、メダカを飼っている水槽とペットボトルに 2 カ所の穴をあけ、ストローでつなぎ、ペットボトルを USB 電源のペットボトルウォーマーで温め、お湯の対流によって水槽の水を温めようと考えた図である。水槽は、冷めないようにスチロールの箱に入れ隙間をビニールの緩衝材で埋めて保温する

という構想である。図-11は、ペットボトルウォーマーを使って、水槽の水を温めるしくみを製作したものである。ストローの接続部分から水が漏る生徒もいたため、ウォーマーを平らにして水槽の下に敷いて温める方法をとった生徒もいた。このように、材料加工やエネルギー変換で学んだ知識を活用して対策を考えていた。

さらに、産卵させるための条件の日照時間を14時間以上にするために、コンピュータを利用して日照時間を管理していった。計測・制御に使用した基板は、図-12のPIC18F4550を使用した基板^{☆1}を使用した。

この基板は、日本語プログラミング言語「ドリトル」に対応し、ブレッドボードに回路を作ることにより、個人で選んだセンサや出力装置の2つを計測・制御できるものである。図-13は水槽に水質センサを取り付け、日照時間を伸ばすためにハイパワー



■図-10 加熱・保温するための装置



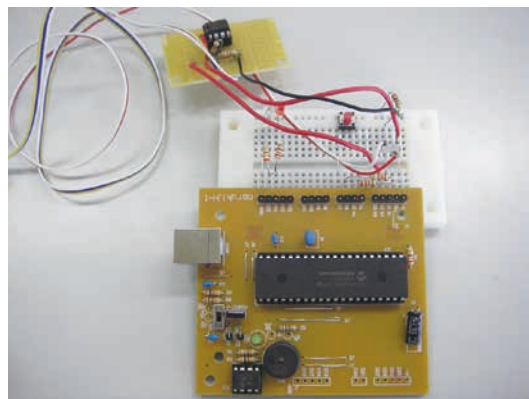
■図-11 ペットボトルウォーマーを利用した水槽の水を温めるしくみ

☆1 基板の入手先 (マルキ maruki@vcs.wbs.ne.jp)

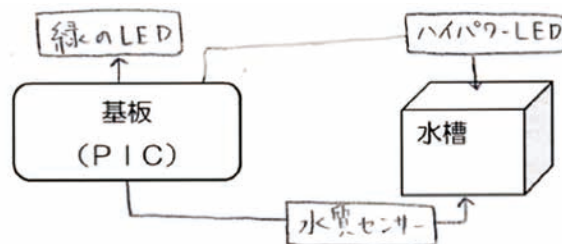
LEDを取り付けようと考えた生徒のブロック図である。この図を描かせることにより基板に取り付ける入力装置と出力装置を明らかにする。

さらに、どのような機器が必要かを明らかにしたのち、どのような動作をさせたらよいかを考えるために、状態遷移図でプログラムの動作を考えさせた。

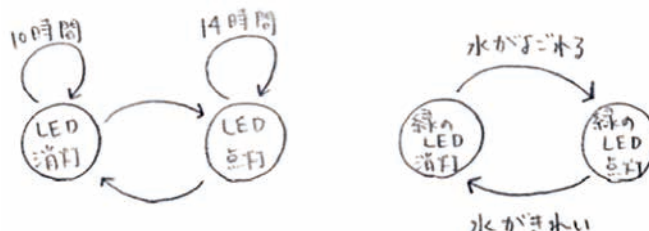
図-14は14時間ハイパワーLEDを点灯させたのち、10時間消灯させるプログラムと水が汚れたら緑のLEDが点灯しきれいなら消灯するプログラムの2つをプログラムしようと考えた図である。これらをもとに、実際にプログラムを考え装置を完成させたものが図-15である。



■図-12 静岡大学紅林研究室で開発された基板



■図-13 機器の構成をブロック図で考える



■図-14 状態遷移図でプログラムを考える

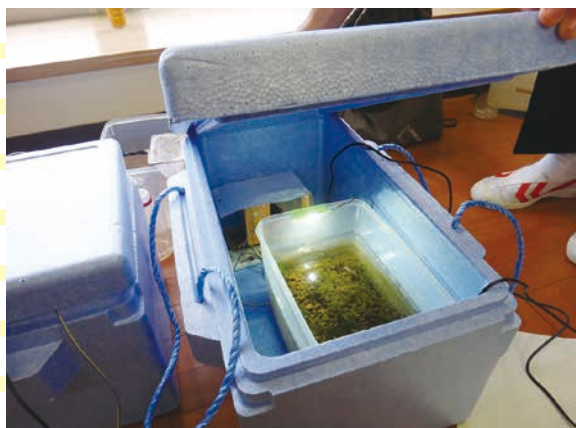
このように、課題を解決する際、情報の技術だけでなく、メダカの飼育に関する生物育成の技術、加熱や保温をするための水槽を作る材料加工やエネルギー変換に関する技術などを総合して解決していくものづくりは重要である。平成 29 年学習指導要領では、「計測・制御によるプログラミングによる問題の解決」の内容において、その取扱いについて「第 3 学年で取り上げる内容では、統合的な問題について扱うこと」と明記された。現代社会で活用されて

いる多くの技術がシステム化されている実態に対応するためとしている。

ものづくり教育でのプログラミング

ものづくり教育では、複雑化した技術の根本的な原理を教えたい。原理を知ることによって、新たな問題や課題に出会ったときに原点に立ち戻って考えることができるようになるはずである。そのためのツールとして、プログラミングは非常に有効であり、技術的な視点からモラルやセキュリティなど幅広い現代社会の問題にも目を向けることができるようになる点からも重視したい。

(2019 年 7 月 18 日受付)



■ 図-15 完成した冬季メダカ増殖システム

西ヶ谷浩史（正会員） hnishigaya@gmail.com

1989 年東京農業大学農学部卒業，1989 年から静岡県公立中学校技術・家庭科（技術分野）教諭，2016 年静岡大学大学院教育学研究科修了（修士），2018 年愛知教育大学大学院教育学研究科・静岡大学大学院教育学研究科共同教科開発学専攻（在学中）研究テーマは設計を中心とした授業過程，2013 年から焼津市立小川中学校教諭。

