

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)



「仕組みの理解」に重点を置いた プログラミングの授業事例集

—プログラミングでスマートフォンの向こう側を見よう—

間辺広樹 | 神奈川県立柏陽高等学校

リーダーの育成に向けて

神奈川県立柏陽高等学校では「次代を担うグローバルリーダーの育成」を学校目標として掲げています。私としては「リーダーとして情報社会の成立ちを知り、情報技術を活用して新たな社会を創造する態度を身に付けてほしい」と生徒に言いながら、日々情報教育を実践しています。その中で、柱として位置付けているのが「仕組みの理解」に重点を置いたプログラミングの授業です。

生徒はスマートフォンなど情報通信端末を携行し、常に何らかのソフトウェアや情報システムを活用しています。しかし、それらがプログラミングによって作られていることや、複数の機器の間をデータが流れて実現している、という仕組みについては理解がなく、興味や関心も希薄といった状態です。

そこで、スマートフォンの画面の向こう側で何が

起こっているのかという仕組みについて、プログラミングを用いた体験的な活動を通して理解させる取り組みを行ってきました。本稿では、それらの事例のいくつかを報告させていただきます。

プログラミング教育の目標

学習目標

一般にプログラミング教育というと、順次・反復・分岐といった基本制御構造や、変数・配列といったプログラミング固有の概念について理解し、簡単なプログラムの作成を通して、理解を深めていくという流れが多いと思います。そのような「プログラムの作り方の指導」ももちろん大切ですが、私は「仕組みの理解」に必要な以下を学習目標とした授業を設計してきました。

1. プログラムの動作原理の理解



2. アルゴリズムの理解


3. 情報システムの仕組みの理解

次章以降にて、それぞれの目標達成に向けた授業の事例を紹介していきますが、まずは本稿の事例にて多く使っているプログラミング言語のドリトルについて、説明しておきます。


プログラミング言語ドリトル

ドリトルは大阪電気通信大学の兼宗研究室にて開発が進められている教育用の言語です¹⁾。すでに多くの実践事例が紹介されていますが、私はプログラミングの導入や情報システムの仕組みの理解などに活用しています。ドリトル (=Do Little) という名前が表すように、少ない記述で通信やロボット制御などさまざまなプログラムを作れることが特徴です。何より日本語で記述できるので、プログラミングのハードルを下げ、学習させたいことに生徒の思考を集中させることができます。

ドリトルは、インストール版とオンライン版、Bit Arrow^{☆1}版があり、機能に違いがありますので、授業内容に合わせた版を選択することが必要です。

サンプルプログラム 1	実行結果
かめた=タートル!作る。 かめた! 100 歩く。 かめた! 90 左回り。	

サンプルプログラム 1

サンプルプログラム 2	実行結果
かめた=タートル!作る。 「かめた! 100 歩く。 かめた! 90 左回り。 」! 4 繰り返す。	

サンプルプログラム 2

^{☆1} オンラインプログラミング学習環境 Bit Arrow, <https://bitarrow.eplang.jp>

授業事例

動作原理の理解・グラフィクス

私がプログラミングの導入として行っているドリトルによるグラフィクスの事例を紹介します。

これは「プログラムの動作原理」を理解させることを目標とした授業で、次の**サンプルプログラム 1**を1行ずつ実行させながら進めます。


実際の授業では「かめた」ではなく、自分でカメラの名前を付けられることや、パラメータを変えて動作の違いを観察することなどを指示します。また、あえて「作る」を「作れ」と書かせてエラーが出ることの体験もさせます。このような活動によって

- コンピュータはプログラム通りにしか動かない
 - プログラムはルールに従って作らないと動かない
 - 自分で決められる部分と決められない部分がある
- といった「プログラムの動作原理」について体験的に学ばせることができるのです。

このプログラムをもとに、正方形を作らせるのですが、「繰り返す」という構造を用いることで**サンプルプログラム 2**のように効率良く作成できることを説明します。

この授業で私から説明するのは「歩く」「右(左回り)」という2つの命令と、この「繰り返す」構造だけです。その後は問題を出し答えを考えさせていきます。

正方形の後に「正三角形を作りなさい」という問題を出すと、多くの生徒が次のような**誤ったプログラム**を作ります。

誤ったプログラム	実行結果
かめた=タートル!作る。 「かめた! 100 歩く。 かめた! 60 左回り。 」! 3 繰り返す。	

誤ったプログラム

このことは、

- パラメータを変えると動作が変わる
- 文法は正しくても動作は正しくないことがある
ということについて学習したことになります。最後は作品作りをさせて、相互に閲覧する機会を作ります。生徒は工夫を凝らした作品(図-1)を作ってくれるので、
- 単純な命令も組合せ次第でさまざまなものができる
ということを理解してくれるのです。

動作原理の理解・ゲーム

ドリトルでは簡単にゲームを作ることができます。これも「プログラムの動作原理の理解」を目標とした授業ですが、生徒にとってゲームは身近なもので、親近感を持ちながら実習できるようです。授業に用いるのは以下の**サンプルプログラム3**です。

ボタンが出てきたところで生徒は盛り上がり、動作を定義したところで、教室にマウスの音が響きます。そして、次の**サンプルプログラム4**へと成長させていきます。このゲームは、自動で動くカメをボタンを押すことで制御し、花を消していくものですが、作る過程で生徒は多くのことを感じとってくれます。

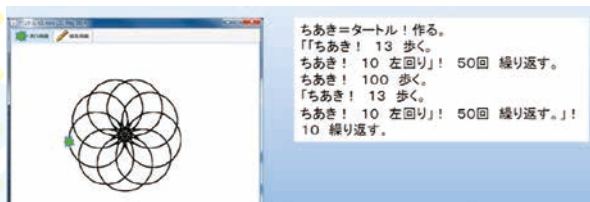
この授業では生徒は自分でパラメータを変えてカメの動き方を変えるので、それに伴ってゲームの難

易度に変化が生じます。このことから、


- ゲーム(またはソフト)は自分でも作れる
- パラメータによってゲームの難易度を変えられる
ということを理解し、「あのゲームもこんなふうで作られたのか」や「こうやってゲームを簡単にしたり難しくしたりできるのか」など、自分の体験と結びつけるようになっていきます。

アルゴリズムの理解・整列

Web検索やスマートフォンの電話帳など、データの検索や整列などは生徒にも身近な情報処理と言えます。情報科の教科書にも例題として掲載されていることが多い題材ですが、プログラムを見ただけ

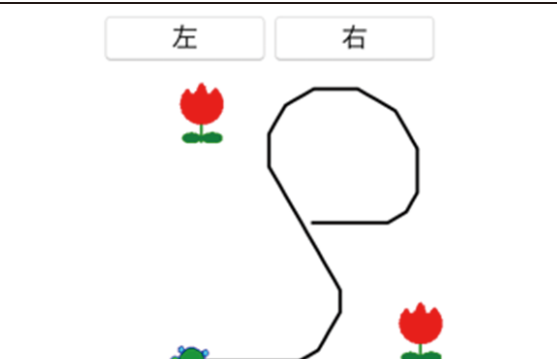


■図-1 生徒による自由作品

サンプルプログラム3	実行結果
かめた=タートル!作る。 左ボタン=ボタン!“左”作る。 左ボタン:動作=「かめた!30 左回り」。	左 

サンプルプログラム3

サンプルプログラム4
かめた=タートル!作る。 左ボタン=ボタン!“左”作る。 左ボタン:動作=「かめた!30 左回り」。 右ボタン=ボタン!“右”作る。 右ボタン:動作=「かめた!30 右回り」。 時計=タイマー!作る。 時計!“かめた!10 歩く”実行。 タートル!作る “tulip.png” 変身する ペンなし 100 100 位置。 タートル!作る “tulip.png” 変身する ペンなし 100 -100 位置。 タートル!作る “tulip.png” 変身する ペンなし -100 100 位置。 かめた:衝突=「 相手 相手!消える」。

実行結果
左 右 

サンプルプログラム4

ではどのような処理が行われているか分かりにくいために、私は整列（ソート）アルゴリズムを生徒自身に発見させる授業を行っています。

ここではいったんドリトルを離れ、整列アルゴリズムを理解させるために私が自作した教材を使った授業の紹介をします。



■図-2 仮想天秤の操作画面

これは、ディスプレイ上で動作する仮想天秤です(図-2)が、コンピュータと同じように一度に2つのデータしか比較できないという制限を設けたり、配列に相

当する比較の結果の保存場所を設けたりして、コンピュータが行う処理を人が行うようにした教材です²⁾。

この授業では8つのおもりを重さの順に並べる方法を発見させ、どのような方法を発見したのかを記述させるという活動をさせます。ドリトルプログラミングの授業と違って、教室はしんと静まりかえるのですが、後で感想を聞くと「高校生になってこんなに頭を使ったことはなかった」と答えるなど、生徒は真剣にその方法を考えます。

どのような方法を考えたのか発表させると、クイックソート(図-3)や挿入ソート(図-4)と名付けられた有名な整列の方法を見つけ出す生徒もいれば、それらを組み合わせた独自の方法を検討する生徒もいます。

アイデア	おもりの比較順	何をしようとしているか (ブロック単位で記述)	決定事項 順位決定等
とにかく二分してみる！ 二分したものをそれまた二分… としていき最終的に2つの重さのものをはかるだけでよくなるようにする。	1 A - B	↑ Aを境に 「Aより軽いもの」 「Aより重いもの」 に二分する ↓ EとFのどちらが重いかわかる ↑ (B, C, D, G, H)について 「Bより軽いもの」「Bより重いもの」 に二分する ↓ CとGのどちらが重いかわかる DとHのどちらが重いかわかる	
	2 A - C		
	3 A - D		
	4 A - E		
	5 A - F		
	6 A - G		
	7 A - H		
	8 E - F		
	9 B - C		
	10 B - D		
	11 B - G		
	12 B - H		
	13 C - G		$E < F < A < (C, G) < B < (D, H)$
	14 D - H		$E < F < A < C < G < B < (D, H)$
	15 -		$E < F < A < C < G < B < H < D$

■図-3 クイックソートが書かれたプリント

アイデア	おもりの比較順	何をしようとしているか (ブロック単位で記述)	決定事項 順位決定等
まずA-B → 重い方とCを計る その後は必ず重い方を残してい き、それよりも軽いおもりが現 れたら、そのおもりがどこに入 るかを1つずつ確かめていく。	1 A - B	↑ ABCの3つの順番を知る ↓ Dがどこに入るのかわかる ↑ Eがどこに入るのかわかる ↓ Fがどこに入るのかわかる ↑ Gがどこに入るのかわかる ↓ Hがどこに入るのかわかる	$A < B$
	2 B - C		
	3 A - C		
	4 B - D		
	5 D - E		
	6 E - B		
	7 E - C		
	8 E - A		$E < A < C < B < D$
	9 D - F		
	10 B - F		
	11 C - F		
	12 F - A		
	13 F - E		$F < E < A < C < B < D$
	14 D - G		
	15 B - G		
	16 C - G		$F < E < A < C < G < B < D$
	17 H - D		
	18 H - B		$F < E < A < C < G < B < H < D$
	19 -		

■図-4 挿入ソートが書かれたプリント

さらに紙に書かせてみると、分かりやすく記述できる生徒もいて、高いプログラミング的思考力を有した生徒を発見できるという授業にもなります。

この授業を通して、

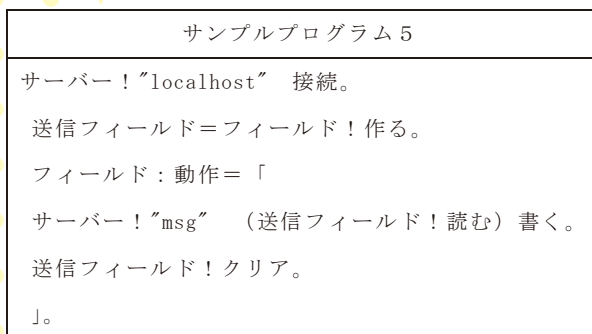
- 整列処理を行うためにいくつかの方法がある
 - 効率の良い方法と良くない方法とがある
- などの「アルゴリズムの理解」を導くことができるのです。

情報システムの理解・チャット

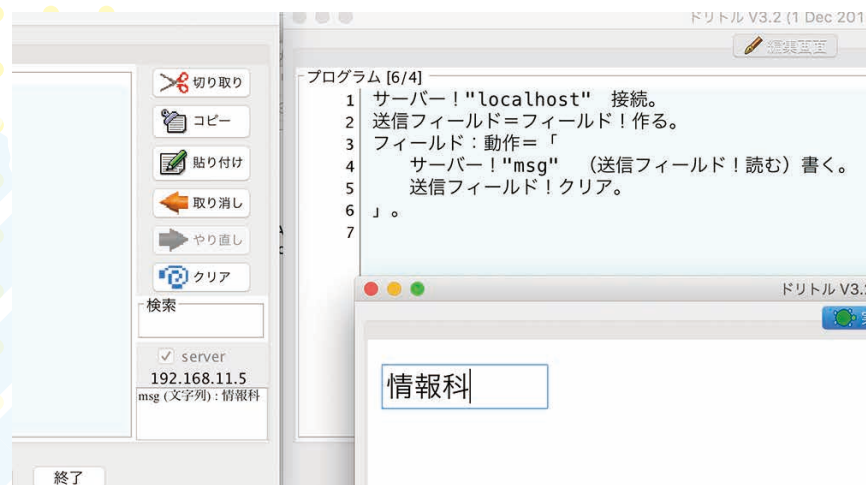
ドリトルのネットワーク機能を用いたチャット作りの授業について紹介します。生徒が使っている



■図-5 サーバの起動



サンプルプログラム 5



■図-6 一人チャットの様子

ゲームや SNS などは基本的にオンラインで提供された情報サービスです。しかし、生徒は目の前にあるスマートフォンの画面しか見えておらず、それがどこに繋がっていて、どのようにデータが流れ、どのように処理されているか、といった仕組みを理解していません。ドリトルを使うと、生徒が使っているパソコンだけでチャットやオンラインゲームのような情報システムを構築し、その仕組みを授業にて学習することができます。サーバ、クライアント、IP アドレスなどネットワークに関する知識も必要となるので、それらの学習も合わせて行うことが必要です。

実習はサーバ機を意識するところから始まります。ドリトルでは「server」と書かれたボタンにチェックを入れるだけでサーバ機として動作させることができます (図-5)。

まずは自分だけで行う「一人チャット」から始めます。プログラムはドリトルのマニュアルに書かれた**サンプルプログラム 5**を使います。

ドリトルをもう1つクライアント用として起動して、サンプルプログラム 5を書かせます。実行するとテキスト入力の画面が出てきますので、たとえば「情報科」と入力してリターンを押すと、サーバ側のドリトルに「情報科」と表示されます。一人チャットシステムの完成です (図-6)。

次に生徒同士でのチャットシステム作りに進むのですが、誰のパソコンをサーバ機にするかを決め、その IP アドレスを他の生徒は聞いて、プログラム中 localhost と書かれた部分を 192.168.*.* 等と設定し直す必要があります。実はこの作業が生徒にとって分かりにくく、その後の実習が上手くいくかどうかの鍵になります。



この実習では、受信の自動化などチャットシステムを充実させるプログラムも用意されているのですが、生徒にとっては、サーバ、クライアントの役割を意識し、皆が適切に設定できてはじめて実習が成り立つことから、

- サーバ、クライアントのそれぞれに役割がある
- サーバとクライアントでデータを送り合っている
- クライアントから送られたデータがサーバで共有されてシステムとして成り立つ

などの「情報システムの理解」へと通じる授業となります。

情報システムの理解・スマートスピーカ

昨今では、家電を含めさまざまな機器がインターネットに接続され、これまでは想像することもできなかった情報サービスが展開されるようになりました。生徒にも情報技術の進展に伴う社会の変化などについて考えてほしいと思うのですが、その際に必要になるのは仕組みの理解です。

スマートスピーカ（AIスピーカ）については現

在数社から発売されていて、一般家庭にも普及しています。スマートスピーカの機能である「スキル」については、「カスタムスキル」として開発した機能を追加できることから、これまでのスマートフォンのアプリ開発のように、カスタムスキル開発も盛り上がりを見せるかもしれません。

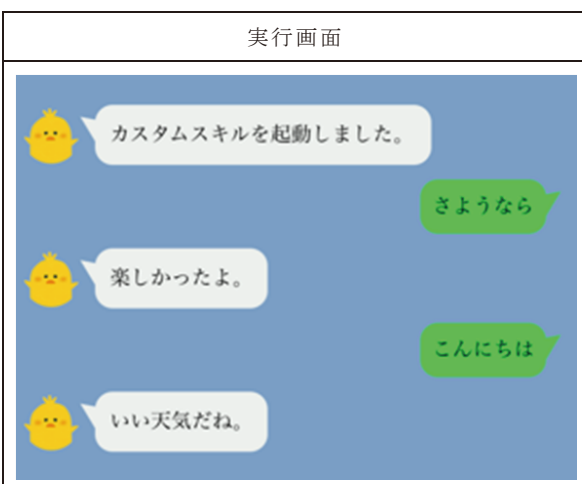
ドリトルでは、現在LINE（株）から発売されているClovaというスマートスピーカについてのカスタムスキルを開発する環境作りが進められています³⁾。これは、スキル開発をするサーバにアクセスし、**サンプルプログラム6**のようなプログラムを使って実行するもので、動作確認の後、アップロードすればあらかじめ登録したスマートスピーカに機能追加される仕組みです（**図-7**）。

この環境を使って、授業を行ったところAIのプログラムがどのようなことをしているかなどを考えさせることができたと感じています。また、カスタムスキルを開発する活動を行ったことで、スマートスピーカの仕組みを理解させる実習になったと感じていますが、こちらはまだ十分な検証ができていないので、実践方法などについては、今後の課題となっています。

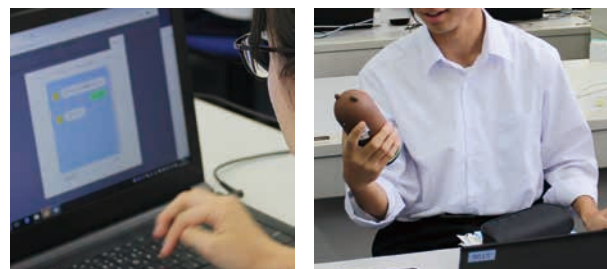
情報システムの理解・お買い物サイト

最後にお買い物サイトなどの仕組みを理解する授業事例について紹介します。紙面の関係で紹介できていませんが、Bit Arrowというオンラインの学習環境を使ってCによるプログラミングを体験していることと、sAccess⁴⁾というオンラインの学習環

サンプルプログラム6
こんにちは＝「クローバー！」いい天気だね。」話す。」。
さようなら＝「クローバー！」楽しかったよ。」話す。」。



サンプルプログラム6



■図-7 Clovaを用いた授業の様子

境を使ってデータベースの考え方を学んでいること、HTMLを使って簡単なWebページ作りの実習を行っていることが前提となっています。

生徒にとってお買い物サイトで商品を検索することは身近な行為だと思います。一方で、以下のような技術が組み合わさった複雑な情報システムであり、その仕組みを理解することは容易ではありません。

- サーバとクライアントがネットワークを介してデータのやりとりをしている
- 顧客データ、商品データ、購入履歴などはデータベースに格納されている
- データベースに格納されたデータはサーバサイドプログラムによって操作される
- ユーザが入力したキーワードがサーバサイドプログラムのデータ操作を行うSQLへと渡されて実行される

PHP エディタ⁴⁾はそのような仕組みを学習できるサイトです。アクセスすると、左にPHPのプログラムがあり、右側にプログラムの実行結果が表示されています(図-8)。

生徒はPHPの学習はしていませんが、ドリトルとCによるプログラムの学習経験とsAccessを使ったデータベース学習経験があれば、PHPのプログラムを見ながら「この部分はデータベースにアクセスしてユーザが入力したキーワードを検索してい

る」などの説明を理解できるようになっています⁵⁾。特に、データの流れに注目させることが「情報システムの仕組みの理解」にとって大切だと思います。

スマートフォンの向こう側

生徒にとってはスマートフォンの画面でしか見えていない現象について、その奥で何が起きているのかという仕組みについて、既存のプログラムを活用した体験的な活動によって仕組みを理解させる方法を紹介いたしました。複雑化が進むであろう情報化社会において、そのような授業法を含めた「情報の授業」について、今後も研究し、実践していきたいと思います。

参考文献

- 1) ドリトル：https://dolittle.eplang.jp/
- 2) 間辺広樹 他：コンピュータ・アルゴリズムの「発見・記述・伝達」を導く授業の実践と評価，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), 2(1), pp.10-24 (2016).
- 3) 本多佑希 他：スマートスピーカーのアプリケーション開発を支援するプログラミング学習環境の開発，情報教育シンポジウム論文集，pp.62-68 (2019).
- 4) sAccess シリーズ：http://saccess.eplang.jp/
- 5) 間辺広樹 他：高等学校における複数言語によるプログラミング教育の提案，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), 3(3), pp.29-41 (2017).

(2019年9月15日受付)

間辺広樹 (正会員) manaty2005@mh.scn-net.ne.jp

神奈川県立柏陽高等学校にて総括教諭として情報科と数学科を担当。東海大学では非常勤教員として「情報科教育法」を担当。博士(工学)。

```
17 </form>
18 <?php
19 session_start();
20 require_once("common.php");
21 $cond="";
22 $sname="";
23
24 //データベースへの接続を表すPHP_PDO インスタンスを生成する
25
26 $db = new PHP_PDO('コンビニ');
27
28 if(array_key_exists('sname',$POST)){
29     $sname = $_POST['sname'];
30 }
31 $sql='select * from 商品データ';
32
33 if($sname != ""){
34     $cond=" where 商品名 like '%" . $sname
35     ."%' ";
36 }
37 $sql = $sql . $cond;
```

■図-8 PHP エディタの画面

サンプルショップ

商品名検索：

商品コード	商品名	内容量	メーカー
C4009	チキンヌードル<カレー味>	22 g	みずうみ製
C6390	坦々ヌードル	25 g	みずうみ製
C7320	トマトヌードル	23 g	みずうみ製
C8522	シーフードヌードル	53 g	みずうみ製
C6526	ゆずヌードル	24 g	みずうみ製
G2320	デコチュウ<アップル>	12粒	銀河製菓
G3944	デコチュウ<さくらんぼ>	12粒	銀河製菓
G6148	デコチュウ<グレープ>	12粒	銀河製菓
IR329	前茶百年	555m l	やまと製茶