

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)



動かして学ぶプログラミングの授業事例 —失敗することも楽しむ Python の授業—

米田 貴 | 神戸大学附属中等教育学校

情報Iを見据えて

2022年度から年次進行で始まる学習指導要領では、情報Iの内容として「情報社会の問題解決」「コミュニケーションと情報デザイン」「コンピュータとプログラミング」「情報通信ネットワークとデータ活用」が4つの柱になっている¹⁾。

高等学校情報科での授業時数は2単位(50分授業70コマ程度)であることを鑑みると、情報Iの内容に対して授業時数にあまり余裕がない。発展的な内容まで授業で扱うことを考えると、逐次・繰返し・分岐といった基礎的な内容について、あまり多くの時間をかけずにしっかりと習得できる授業設計が重要に感じている。また文部科学省から公開されている情報I、情報IIの教員研修資料のプログラミングに関する単元の内容はPythonを活用した内容も少なくない^{2), 3)}。

こうした状況を踏まえ、本稿では限定的な授業時数の中で、Pythonの基本的な内容について習得することを目的とした授業を紹介する。

実践校について

筆者が勤務している神戸大学附属中等教育学校では、探究的な学習をカリキュラムの1つの軸としており全生徒は6年かけて研究をすすめ、各々テーマを決めて18,000字程度の卒業論文を執筆する。そうした学習環境にある生徒に対し、情報科教科担当者としてデータ解析やWebスクレイピングなど、探究学習のアプローチの1つとして、プログラミングをツールの1つとして自然と活用できる状態になるような授業を設計したいと考えている。

中等教育学校であるため、1年生から6年生まで在籍しており、技術家庭科(技術分野)を1年生・2年生で開講し、情報科を3年生・4年生で1単位ずつの分割履修で開講している。

春学期と秋学期の2期制を採用しており、2019年度のカリキュラムでは技術家庭科(技術分野)と情報科の教育課程における各学年の1週間あたりの授業時数は表-1の通りである。本稿で紹介する実践は3年生を対象に行った合計7コマ程度の実践である。

授業全体の構想と各回の流れ

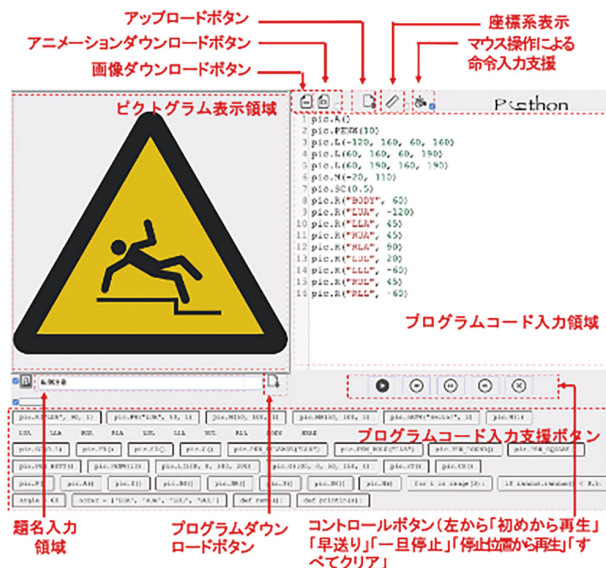
Python 学習環境 ピクソン

本実践では逐次，並行実行，変数，繰返し などプログラミングの諸概念を学ぶ上で，ピクトグラミング (<https://pictogramming.org/>) の派生アプリケーションである「Picthon (ピクソン)」 (<https://www.pictogramming.org/editor/picthon.html>) を活用した。ピクトグラミングおよびピクソンは伊藤^{4), 5)}により開発されている。図-1 にピクソンの画面を示す。

Python のプログラムを実行してピクトグラムを作成できる教材である。ブラウザベースで動くこともあり導入が簡単であること，限られた授業時数の中で，プログラミングの習熟度も統一されていない40名前後の生徒に対し一斉授業の形式で授業をしていく上で，生徒自身が楽しみながら試行錯誤を通じて学びやすい教材だと判断し，採用した。また，情報Iの重要単元である，情報デザインとプログラミングを融合した授業設計が可能ではないかとも考えた。

■表-1 各学年における1週間あたりの授業時数

	春学期 週ごとの授業時数	秋学期 週ごとの授業時数
1年生	技術 1時間	技術 1時間
2年生	技術 2時間	技術 1時間
3年生	情報 2時間	
4年生		情報 2時間



■図-1 ピクソンのスクリーンショット

初回の授業のみ講義の時間を30分程度持ったが，2回目～7回目までの授業の構成としては，授業の冒頭10分程度で前時の振り返りと，当該時間に履修すべき内容に関する講義を行い，35分の実習時間を持ち，5分程度振り返りの時間を持った。実習の最中に説明した方が良い内容があった場合は説明することもあるが，実習の手を長時間止めることはない。

3年生(130名，4クラス)を対象とした実践の概要を表-2に示す。

基本操作

第1回目の授業では操作の対象である人型ピクトグラムについて講義をし，社会の中で人型ピクトグラムがどのように活用されているのか，諸外国においてどのような人型ピクトグラムが存在するのかなどを紹介することで，ピクトグラム自体に対する興味関心を喚起した。国により人型ピクトグラムは多様な活用がなされており，文化的なものを映し出す鏡になっている事例などを講義形式で説明した。その後，PCを立ち上げピクソンにアクセスをして，体の各部位のどこが動くか実際に人型ピクトグラムを動かしながら体験した。人型ピクトグラムを動かす方法は2種類あり，Pythonのコードを入力して

■表-2 3年生の実践の概要(7コマ)

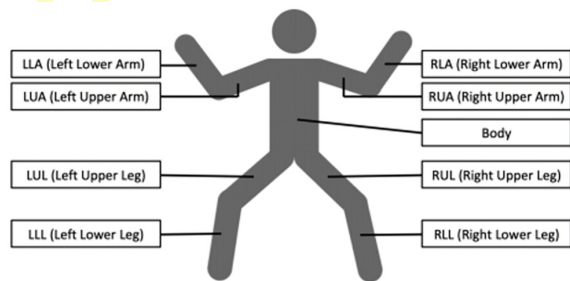
回	内容	時間(分)
1	1. ピクトグラムに関する講義	30
	2. ピクソンの操作方法	15
2	1. 逐次実行，並列実行の講義	10
	2. 実習	35
	3. 振り返り	5
3	1. 繰返しの講義	10
	2. 実習	35
	3. 振り返り	5
4	1. 変数，リストの講義	10
	2. 実習	35
	3. 振り返り	5
5	1. 身体動作による図形描画の講義	10
	2. 実習	35
	3. 振り返り	5
6	1. 歩行による図形描画，座標指定による図形描画の講義	10
	2. 実習	35
	3. 振り返り	5
7	1. アートとデザインの違いの講義	10
	2. 自由制作(デザインの観点から)	35
	3. 振り返り	5

実行することで動かす方法だけでなく、マウスで可動部をドラッグすることでも対応するコードを生成できる。導入段階ではピクトグラムの可動部や、どのように動くのかということを確認するため、ドラッグ操作により動かした。なお、ドラッグ操作は設定で不可にできる。

逐次実行, 並行実行

第2回目の授業からコードを直接入力する。コードは画面右上のプログラムコード入力領域に入力する。コードを入力するにあたり、指定した体の部位を回転させる命令Rと可動部の指定の仕方について授業の最初に10分程度で説明をした。命令RはRotate(回転)を意味しており、指定した部位を回転させる。引数として回転する角度を入力する。人型ピクトグラムを構成する部位は図-2の通りである。体と頭を組み合わせた部位をBODY、それ以外の部位を英字3文字で表している。1文字目は左側(Left)か右側(Right)の頭文字を記述するため、LかR。2文字目は上側(Upper)か下側(Lower)かを記述するためUかL。3文字目は腕(Arm)か足(Leg)かを記述するためAかLで表現する。たとえば、左上腕部ならば左側(Left)、上側(Upper)、腕(Arm)それぞれの頭文字からLUAと表現する。

ピクソンでは、picというインスタンスがあら



■図-2 人型ピクトグラム 可動部

サンプルプログラム 1	実行結果 1
pic.R("RUA", 90)	

■サンプルプログラム 1 右腕回転状態

かじめ生成されており、このインスタンスに対するメソッド呼出しの書式で命令を実行する。たとえばpic.R("RUA", 90)というプログラムをプログラムコード入力領域に入力した結果は実行結果1のようになる(サンプルプログラム1)。

つまり、pic.R("RUA", 90)は右上腕を90度、回転するという意味になる。

pic.R("RUA", 90)について確認したのちに、引数をもう1つ追加できることについても説明する。pic.R("RUA", 90, 1)を示し、回転角度を示す90の後ろに入力した引数は何秒で回転するかを示していることを説明し、生徒にも実際に入力し実行してもらおう。サンプルプログラム2は1秒かけて右腕を動かすため、実行途中の動きがアニメーションのようによく。

次に2行以上からなる命令を上から順に実行するための命令としてRW命令についても説明する。

まず、サンプルプログラム3を実行してもらおう。左腕と右腕が同時に回転することを確認する。サンプルプログラム3では右腕と左腕が同時に回転する並行実行になっている。

その後、サンプルコード4を入力してもらい実行する。右腕が回転したあとに左腕が回転する。サンプルプログラム4の1行目、Rの後ろにWがあることで、RW命令となる。RW命令のWはWait(待ち)を意味しており、RW命令が終了するまで次の命

サンプルプログラム 2	実行結果 2
pic.R("RUA", 90, 1)	最終状態は実行結果1の最終状態と同一

■サンプルプログラム 2 1秒かけて右腕を90度回転するプログラム

サンプルプログラム 3	実行結果 3
pic.R("RUA", 150, 1) pic.R("LUA", -150, 1)	

■サンプルプログラム 3 並行実行のサンプルプログラム

サンプルプログラム 4	実行結果 4
pic.RW("RUA", 150, 1) pic.R("LUA", -150, 1)	最終状態は実行結果3と同一

■サンプルプログラム 4 逐次実行のサンプルプログラム



令は実行されないという意味の命令である。

サンプルプログラム4では、右上腕を回転したのちに、左上腕を回転する逐次実行となる。

以上、基本的なコマンドを紹介したあとは「オリジナルの決めポーズを作る」ということを主題に自由にピクトグラムを作成した。

最初はコードの基本的な入力方法や可動部位を確認するように操作していた。生徒たちは徐々にピクトグラムに対して「動いてほしい動き」を各々思いつくようで、どんどんコードを記述し腕を曲げる角度などの引数の調整や同時に動いてほしい部位と順番を実現するために試行錯誤をしていた。

ピクトグラムの決めポーズを作成することを通じて、コードは上から順に実行されることや、並列実行と逐次実行の違いを体感的に学ぶことができる。また授業後に生徒から「ずっと同じ命令を入力するのは大変だから、勝手に回転する方法はないか」というコメントがあった。次回以降、反復について学ぶにあたり、学ぶためのレディネスも形成できていることが確認できた。

繰返し (for 文)

第3回目の授業ではまず繰返し (for 文) の記法についてサンプルを動かしながら講義をした。

ピクソンはPythonの記法でピクトグラムを操作できるので、for 文の記法はインデントにより繰返しの範囲を指定する。

```

サンプルプログラム5
pic.RW("LUA", -140, 1)
for _ in range(3):
    pic.RW("LLA", -60, 0.3)
    pic.RW("LLA", 60, 0.3)

```

■サンプルプログラム5 for文を用いて手を3回振るプログラム



■図-3 課題1で示したポーズ

ここではピクトグラムに手を振ってもらう動きのコードをサンプルとして示し、まずはfor文を使わず3回手を振るコードを入力し、プログラムの長さを確認した。

その後for文を使い3回手を振る**サンプルプログラム5**を示し、実行してもらった。

実際にサンプルコードを実行することで、同じ処理はfor文を使った方が短く記述でき、また繰り返す回数の変更が容易なことが体感的に分かる。

10分程度でこの講義をしたあとは演習課題として、2種類の課題を示した。

課題1: 図-3のように1秒かけて左腕を曲げて、続けて1秒かけて再び左腕を伸ばす。これを10回繰り返す。

課題2: for文を使った作品を自由に作成する。

提示された動きを実現することの方が集中できる生徒もいれば、自由に作成することの方が集中できる生徒もいるため、どちらか一方だけに集中して取り組んでも良い旨を伝えた。

変数, リスト

第4回では手を振る動作の中で変数を設定し、1つの値を変更することでコード中に記述したすべての同じ変数の内容も変わることを学ぶ。第3回目の授業で作成した、手を振るプログラムをもとに手の振る角度を変えたい際に、引数の値を変えればよいこと、複数の引数を同時に変えたい場合は変数を定義すれば変更箇所が少なく済むことを伝える。はじめに、サンプルプログラム5を**サンプルプログラム6**のような変数を用いたプログラムに改変してみる。

waveAngleという変数を作成し、60を代入し実行してもらう。そののち、この値を変更することでピクトグラムの動きが変わることを確認し自由制作

```

サンプルプログラム6
waveAngle = 60
pic.RW("LUA", -140, 1)
for _ in range(3):
    pic.RW("LLA", -waveAngle, 0.3)
    pic.RW("LLA", waveAngle, 0.3)

```

■サンプルプログラム6 変数を用いたプログラム

を通して変数についての理解を深めた。

図形描画

5回目の授業では人型ピクトグラムピクトグラムの可動部にペンを持たせ、腕や足の身体動作により図形を描く機能があるので、グラフィックを描く過程で並行実行、逐次実行、for文や変数などこれまでの学習をより深める内容を行った。繰返しなどのプログラミングの概念を学習しながらコーディング自体に慣れ親しんでいく。第3回の授業のように、課題を2種類用意した。


サンプルプログラム7に、身体動作によりお花の図形を描画する例を示す。このように非常に短いプログラムでさまざまな図形が描画できる。

ピクソンには、身体動作による図形描画のほか、タートルグラフィックスに相当する人型ピクトグラム自体の移動の履歴や、座標指定による図形描画もサポートしている。第6回の授業は、それらの方式による図形描画の実習を行った。

ピクトグラム作成

7回目の授業ではデザインの観点より、ピクトグラムを自由制作した。図-4に作品の例を示す。

本実践で活用した授業用資料はピクトグラミングのサイト上に公開されている。必要に応じて参考にしていたら幸いである。このように授業資料が公開されているため、生徒も自分のペースで学習を進めることができる。習熟の早い生徒はどんどん進めることができるため、さまざまな理解度の生徒を一斉に授業する際、有効に作用した。

サンプルプログラム7	実行結果7
<pre>pic.SK() #人型を透明にする #左手にペンを持つ pic.PEN_HOLD("LH") pic.PENW(1) #ペンの太さ1 pic.R("LUA", 360, 5) pic.R("LLA", -1800, 5)</pre>	

■サンプルプログラム7 身体動作による図形描画の例

振り返りと今後の展望

プログラミングの授業を行う上で従前はサンプルコードを例示し、その通りに入力し動作を確認するという授業構成になりがちであった。本実践では作りたいピクトグラムを作るために試行錯誤を繰り返す、という活動が多く見られた。変数など概念の習得に少し壁がある内容に関して、直感的に内容が理解されやすいように感じた。

個人的に特に手ごたえを感じたのはプログラムに何かエラーがあった場合である。プログラミングを学習する際に学習意欲が失われるタイミングとして、実行結果が思ったように出ないときが多いように感じている。40名程度の一斉授業でいっぺんに複数の生徒がエラーメッセージを前に成すすべもなく手が止まり、解決の助言がなかなかできずに、本来伸びたであろう生徒の可能性を伸ばしきれない歯がゆさを感じたこともある。

本実践で利用したピクソンはプログラムにエラーがあった場合、学習者が予期しなかった動きを人型ピクトグラムが実行する。その姿は学習者には非常にユーモラスに映るようで、一連の授業では笑顔が溢れる時間が多かった。ユーモラスなピクトグラムの動きに思わず笑ってしまうという作用は非常に有効で、生徒がコードを書くことやエラーを恐れなくなり、サンプルで示したプログラムを自分自身が考えたコードを記述しながらどんどん発展させPythonを習得していく様が見られた。プログラミング固有の諸概念やPythonの記法について、今回は7時間をかけて履修をしたが生徒の様子を見ているともう少し短縮しても十分ついてこられるように



■図-4 提出作品の例



感じている。またピクソンと同様のインタフェースで動作する日本語ベースの疑似言語版（ピクトグラミング）や、ビジュアルブロック版（ブロックピクトグラミング）も同一サイト上で公開されているので、学年や生徒の個人スキルに合わせて適宜組み合わせ活用していく予定である。

今後は本実践を踏まえ、より発展的にプログラミングを活用したデータ解析、Web スクレイピングなどの内容につなげ、問題解決や探求学習のツールの1つとしてのプログラミング活用が生徒に根付くよう授業を設計していきたい。

参考文献

- 1) 高等学校学習指導要領解説【情報編】，https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf
- 2) 高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材（本編），http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm

- 3) 高等学校情報科「情報Ⅱ」教員研修用教材（本編），http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00742.html
- 4) 伊藤一成：ピクトグラミング 一人型ピクトグラムを用いたプログラミング学習環境，情報処理学会論文誌 TCE, Vol.4, No.2, pp.47-61 (2018).
- 5) 伊藤一成：Picthon（ピクソン）— Pictogramming を用いた Python 言語の学習環境の提案—，情報処理学会，情報教育シンポジウム，SSS2019 (2019).

(2020年9月7日受付)

米田 貴（正会員） yoneda@port.kobe-u.ac.jp

2016年より神戸大学附属中等教育学校教諭。担当教科は情報科技術家庭科（技術分野）。

連載「集まれ！ジュニア会員！！」では、みなさまからの積極的な応募をお待ちしています。

「集まれ！ジュニア会員！！」の投稿方法

対象作品：オリジナルのプログラムであれば、プログラミング言語・内容はどのようなものでもかまいません。

投稿方法：（18歳未満の方は保護者の同意をもらってから）下記の情報を電子メールで本会誌編集部門（editj@ipsj.or.jp）宛に送付してください。

- ・氏名、ニックネーム（掲載時の名前）、連絡先メールアドレス、（本会会員の場合には）会員番号
- ・作品に利用しているプログラミング言語
- ・作品のタイトル、作品の説明とこだわったポイント（簡単でOK）
- ・プログラム一式（メールの添付ファイルとして送付してください。Scratchのようにネット上でプログラムを確認できる場合には、URLだけでもかまいません）

その他：掲載が決まった際には、本会ジュニア会員になっていただく必要があります。また、本会による作品の無償公開をご承諾いただいた上で、承諾書等^{☆1☆2}を提出していただく場合があります。掲載された方には、掲載誌、および、IPJSJグッズを差し上げます。

☆1 論文付録データの取り扱いに関する規程 (<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/supple.html>)

☆2 論文誌付録データの学会利用に関する承諾書・チェックリスト (https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/furoku-shodakusho_checklisti.html)

