

# 小学校・中学校・高等学校間の接続を考慮したプログラミングの授業の提案

安本 太一<sup>1</sup> 磯部 征尊<sup>1</sup> 梅田 恭子<sup>1</sup> 鎌田 敏之<sup>1</sup> 齋藤 ひとみ<sup>1</sup> 松永 豊<sup>1</sup>

**概要：**新学習指導要領では小学校・中学校・高等学校の全てでプログラミングが必修になったが、情報教育について学校種間での情報共有や連携がほとんどなされていない現状では、プログラミングの授業の行く末が懸念される。本研究の目的は、学校種間でのプログラミングの授業の接続が円滑に行われることを目指した、小学校・中学校・高等学校のプログラミングの授業のロードマップ例とその考え方の提案である。考え方の柱は、隣接する学校種間で授業内容に重なりを持たせることによるプログラミングの授業の円滑な接続、前の学校種の授業内容の復習により生徒が授業についていけること、他教科や他の単元との関わり方の重視、今日の学校や社会の状況への対応である。

**キーワード：**小学校プログラミング教育、中学校プログラミング教育、高等学校プログラミング教育

## 1. はじめに

新しい学習指導要領により、小学校、中学校、高等学校の全てにおいて、プログラミングが必修になった。小学校や高等学校ではプログラミングが新たに必修になった [1], [2]。中学校の技術・家庭科 技術分野では、従来からある計測・制御のプログラミングに、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が新たに加わった [3]。

新学習指導要領において、使用するプログラミング言語や題材について厳密に規定されているわけではなく、学校や教員により授業内容が大きく異なることが予想される。そのため、児童生徒が進学したとき、プログラミングの授業が円滑に接続されない可能性がある。児童生徒は、授業内容が出身校のそれと比べて、大きく飛躍しすぎていると授業についていけず、必要以上に重複していると新たな学びが少ないか全くない。教員の方も、前の学校ではどのような内容でどこまでやるのか、後の学校ではどのような内容でどこから始めるのかといったことが、おおよそわかっていた方が、授業の準備がやりやすいが、そのような情報がないのが現状であろう。そのような情報があったとしても、一般に小中高の学区は異なるので、同じ学校種でプログラミングの授業の内容がある程度揃っていないと、プログラミングの授業を円滑に接続することは難しい。

中学校では新学習指導要領が既に先行実施されており2021年度から全面実施であること、2021年3月に2022年度から高等学校の情報Iで使用される教科書の検定結果の発表があり扱われるプログラミング言語がわかったことから、今(2021年度始め)このタイミングで小学校・中学校・高等学校間の接続を考慮したプログラミングの授業について考察を始めることが重要である。しかしながら、情報教育について学校種間で情報共有や連携がほとんどなされていないのが現状である [4]。

## 2. 研究目的と研究方法

本研究の目的は、前述の状況を鑑み、学校種間でのプログラミングの授業の接続が円滑に行われることを目指した、小学校・中学校・高等学校のプログラミングの授業のロードマップ例とその考え方の提案である。授業時間を有効に使用し、各学校種におけるプログラミングの授業を充実できることは教員誰もが望むところであろう。

次の方法と順で本研究の議論を進める。

- (1) 基本方針すなわち、ロードマップ作成の考え方の柱を決める。
- (2) 各学校種の学習指導要領に準拠したうえで、基本方針に沿って、小学校から高等学校までのプログラミングの授業を一体のものとして考えたプログラミングの授業のロードマップ例を作成する。作成にあたっては、筆者や指導学生が授業実践、教員講習、行事、出前授業など学校のプログラミング授業に関わった経

<sup>1</sup> 愛知教育大学  
Aichi University of Education

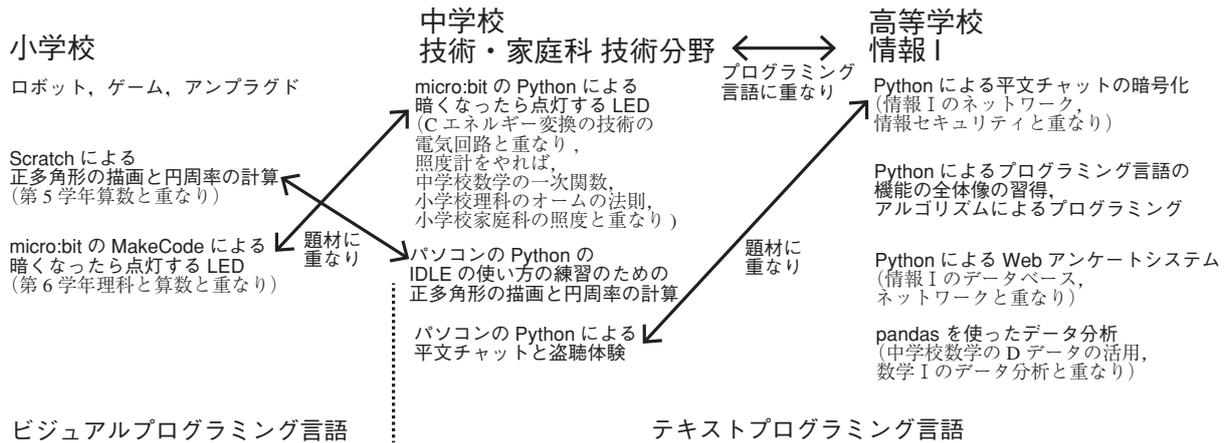


図 1 プログラミングの授業のロードマップ例

験 [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] を参考にする。本稿は、主な対象読者を小・中・高等学校の教員としているため、具体例が重要と考え、ロードマップの説明には可能な限り例を載せていることをお断りしておく。

- (3) ロードマップを、小と中、中と高の接続が円滑に行われる状況を作り出せるかという観点から評価する。

### 3. 関連研究

小・中・高等学校のプログラミング教育全体を扱っているものとしては文献 [12] があり、学習指導要領改訂からプログラミング教育の重要性、プログラミング教育の実践事例に至る幅広い内容を扱っている。小と中、中と高の接続についても触れているが、それを述べているところではプログラムがほとんど出てこない。本研究は、実際のプログラムを中心に述べているところが大きく異なる。

### 4. 基本方針

提案するプログラミングの授業のロードマップ例の考え方の柱は次の4つである。

- (1) 隣接する学校種間で授業内容に重なりを持たせる。  
プログラミング言語は異なるがプログラミングの題材は同じにする、あるいはプログラミングの題材は異なるがプログラミング言語は同じにして、先に進むというようにすれば、授業内容が飛躍することはなくなる。言語と題材は同じであるが、児童生徒の発達段階を考慮して、基本的な内容を前の学校で扱い、高度な内容を後の学校で扱うといったことも考えられる。
- (2) 前の学校種の復習を行う。  
当該学校種における初めてのプログラミングの授業では前の学校種の復習から始めるようにし、生徒がプログラミングの授業についていけるようにする。上記(1)のようになっていれば、前の学校種の復習は当該学校種の授業の導入を兼ねることができる。  
これから先、小学校最後のプログラミングが第6学

年、中学校最初のプログラミングが第2学年というように、ブランクができるケースが考えられるが、中学校で穏やかなスタートとするために小学校の復習は必要である。

- (3) 可能な限り他の教科や他の単元と重なりを持たせる。  
手描きでは難しい正多角形の描画をコンピュータのプログラムで行うなど、プログラミングが他教科の学習に役立つ機会があれば、その教科の内容の定着につながるうえ、児童生徒がプログラミングを学ぶ動機付けになる。
- (4) 今日の学校及び社会の状況を勘案する。  
今日の小学生のプログラミング経験の状況を勘案し、中学校からテキストプログラミング言語を導入する。2017年3月にプログラミングが必修となる新学習指導要領が告示されたことがきっかけで、小学校の新学習指導要領全面実施の2020年度を待たずに早いうちから、小学校でプログラミングの授業が先行実施されたり、学校外で小学生などを対象にしたプログラミングの講習会やイベントが行われるようになった。このような社会的な状況から、今日では小学校卒業までにほとんどの児童は教育用のビジュアルプログラミング言語によるプログラミングの経験をするようになっていと考えられる。このような状況を考えれば、中学校では社会で使われているテキストプログラミング言語に移行できる。社会で使われているテキストプログラミング言語の方が、生徒がさらに発展的に学びたいという要求に応えられるうえ、プログラミング教育が進んでいる英国の水準にもあっている [13]。

### 5. 小学校から高等学校におけるプログラミング授業のロードマップ

図1に、基本方針に沿って作成した、小学校から高等学校におけるプログラミング授業のロードマップ例を示す。具体的な授業内容がいくつか記述されているこのロード

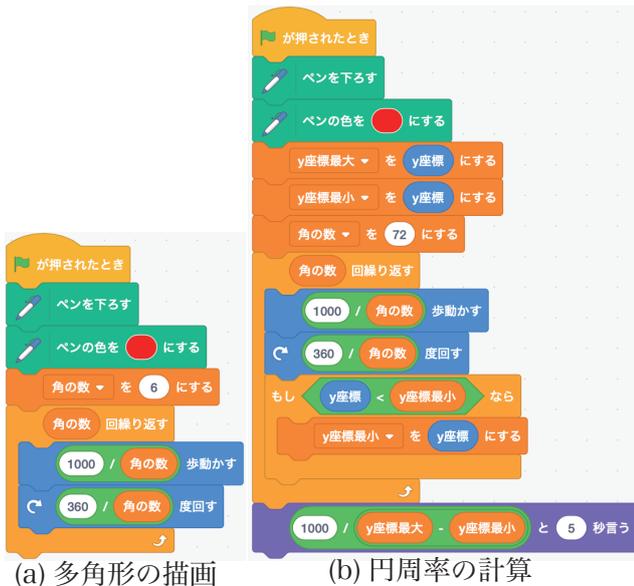


図 2 Scratch による多角形の描画と円を近似した多角形による円周率の計算

マップは、学校間のプログラミングの授業の接続の考え方を説明するためのものである。これまでに長年多くの方が関わって行われてきたプログラミングの授業の研究や実践を否定するものではない。

記述している授業内容は、学習指導要領（および学習指導要領解説）に記載されている内容を筆者が具体化したものである。筆者らの実践があるものについては、ロードマップの実現可能性に関わる情報なので、その状況を報告する。

## 5.1 小学校

小学校では、教科と関連づけたプログラミングを行う。教科としては算数と理科をあげているが、学習指導要領解説 [14], [15] に例示されているとおり、これらの教科の単元にはプログラミングと親和性が高いものがあるからである。算数と理科のプログラミングの内容は、これらの例示に添いつ中学校のプログラミングと接続できるものを選定する。

上記に先立って、プログラミング言語やプログラミングの技能の基礎についての学習を実施する取組として、総合的な学習の時間などで、ロボットやゲームなどを題材にしたプログラミングやアンプラグド・プログラミングを行うことも考えられる [7], [10], [16]。

### 5.1.1 算数と関連したプログラミング

算数においては、第 5 学年の B 図形の B(1) 平面図形の性質に対応させて、ビジュアルプログラミング言語である Scratch を用いて、「線を引く」「○度向きを変える」を「繰り返す」ことによって、正多角形を描くことはもちろんのこと、その延長でできる円周率を求めるところまで行くことを提案する（図 2 参照）。角の数がとても多い正多角形を描くと円に近くなることを利用して、円を正多角形で近

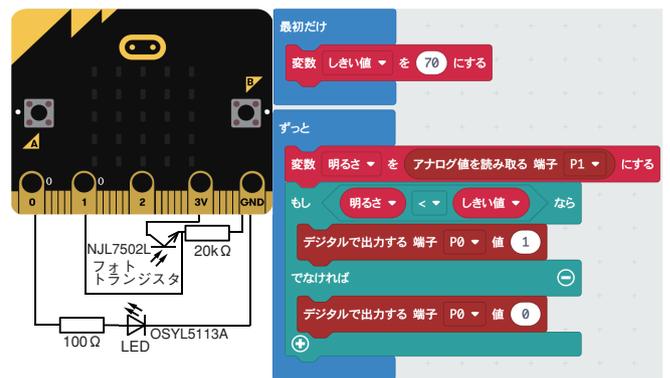


図 3 micro:bit を用いた暗くなったら点灯する LED の回路と MakeCode(ビジュアルプログラミング言語) 版プログラム

似し、円周（線の全長、一回あたり線を引く長さ × 繰り返しの回数）と直径（例： $y$  座標の最大値  $-y$  座標の最小値）から円周率を求めることができる。円周率の計算という活動は重要であるし、(b) の円周率を計算するプログラムでは、順次構造、反復構造、選択構造の全てが使われるからである。

### 5.1.2 理科と関連したプログラミング

理科においては、第 6 学年の A 物質・エネルギーの (4) 電気の利用に関連して、目的に合わせてセンサを使い、LED の点灯やモーターの動きを制御するプログラミングを micro:bit を使って行う。本稿は学校種間のプログラミングの授業の接続性が主なテーマなので、ここでは回路図が簡単な LED の点灯の方だけを取り上げる。

LED の点灯の制御は、micro:bit 内蔵の LED アレイを光センサとして用いるのが簡便であるが、micro:bit の入出力ポートに、光センサであるフォトトランジスタと外付け LED を接続する方が、電気の利用のイメージがわかりやすい。そのようにした micro:bit の回路と暗かったら LED が点灯する MakeCode（ビジュアルプログラミング言語）のプログラムを図 3 に示す。MakeCode は Scratch と似ており、Scratch の利用経験があるならばすぐ使うことができる。

### 5.1.3 小学校における実践

本学 2018 年度卒業生が卒業研究の一環として、刈谷市内のある小学校で 5 年生時に Scratch をやったことがある 6 年生を対象に micro:bit を用いた理科と関連したプログラミング授業実践（この時は内蔵 LED アレイを光センサと発光体の双方で利用）を行なったところ、児童は学習内容をスムーズに理解できていた [6]。

### 5.1.4 プログラミングの授業の複数配置

5.1.3 節の授業実践の時に 6 年生（全クラス合計 112 名）に行ったアンケートにおいて、5 年生時の Scratch を覚えていたかという設問への回答は、覚えていた：77%。少し覚えていた：15%、忘れていた：8%であった。少ない回数のプログラミングの授業では、一定の割合で、わからな

```

from microbit import *

shikiichi = 70
while True:
    akarusa = pin1.read_analog()
    if akarusa < shikiichi:
        pin0.write_digital(1)
    else:
        pin0.write_digital(0)

```

図 4 micro:bit における暗くなったら点灯する LED の Python 版プログラム

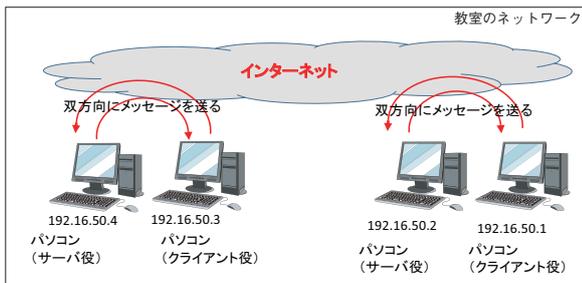


図 5 チャットのプログラムを実行する環境

い、覚えていないという生徒がいることがうかがえることから、本ロードマップでは、同じようなビジュアルプログラミング言語で、第 5 学年、第 6 学年で 1 回ずつプログラミングの授業を配置している。

## 5.2 中学校

技術・家庭科 技術分野では、ビジュアルプログラミング言語からテキストプログラミング言語 Python への移行をはかる。数多くあるテキストプログラミング言語の中から Python を選定するのは次の理由である。

- 初心者から熟練者まで社会で広く使われており、生活や社会との関わりを重視する技術・家庭科 技術分野に相応しい。
- 様々なモジュールが提供されていることから、多くの分野で使うことができ、生徒が発展的に学びたいという要求に十分答えられる可能性が高い。
- インターネットや書籍に情報が多数あり、生徒が自発的に学習を進めるのに適している。

ここでは、実際に中学校で実施した Python によるプログラミングの授業について、授業内容、やり方、評価の順で述べる。詳細は参考文献 [11] に譲るが、本稿での議論に必要なので、その概要に加筆したものを 5.2.1 節～5.2.3 節に記載する。

### 5.2.1 計測・制御のプログラミング

計測・制御のプログラミングは、小学校理科の micro:bit の MakeCode で行った暗くなったら LED が点灯する (図 3 参照) を、micro:bit の Python (MicroPython) で行う。Python で記述したプログラムは図 4 のようになり、図 3 との対応づけがしやすいことは一目瞭然である。micro:bit とそ

```

import network

server = network.server(50000)
server.start_listen()
print('チャットプログラム (サーバ版) 開始。')
print('クライアントからの接続要求の受付をします。')

server.accept()
print('クライアントからの接続を 1 つ受け付けました。')

while True:
    received_message = server.receive()
    print('クライアントから受信しました')
    print(received_message)

    print('送信メッセージを次の行から入力してください')
    send_message = input()
    server.send(send_message)
    print('クライアントへメッセージを送信しました。')
    print('クライアントからメッセージ待ち')

server.close()

```

図 6 双方向でメッセージをやりとりするサーバプログラム

```

import network

client = network.client()
client.connect('XXX.XXX.XXX.XXX', 50000)

print('サーバに接続しました。')

while True:
    print('送信メッセージを次の行から入力してください:')
    send_message = input()
    client.send(send_message)
    print('サーバへメッセージを送信しました。')
    print('サーバからのメッセージ待ち')

    received_message = client.receive()
    print('サーバから受信しました')
    print(received_message)

client.close()

```

図 7 双方向でメッセージをやりとりするクライアントプログラム

れに付随する電気回路は小学校時と同じ、Web ブラウザ上のエディタにプログラムを入力するのも同じであり、変わるのはプログラミング言語だけなので、導入として小学校時の復習は必要だろうが、生徒が受け入れやすいことが期待できる。国内の大多数の小学校と中学校は公立であり、小学校と中学校では担当する教育委員会が同じであろうから、授業時間が重ならないように配慮しつつ小中学校間で micro:bit と電子部品を共用する運用も可能だと思われる。

### 5.2.2 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

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として、パソコン上の Python を使ったクライアントサーバ方式のチャットを行う。図 5 に示すように生徒 2 人でペアを組み一方がサーバ役に他方がクライアント役になり、メッセージの送信と受信を交互に行う。

サーバ役のプログラムを図 6 に、クライアント役のプログラムを図 7 に示す。これらのプログラムは、C 言語におけるチャットプログラムとして頻出する典型的なパターンの例題 [17] を Python で書き直したものが元になっているが、Python 標準の socket モジュールではなく、中学生

徒向けに短く簡潔になるように network モジュールを使ってさらに書き直したものである。socket モジュールを使うネットワークプログラミングでは、オプション指定など大抵は誰が記述してもほとんど変わらない部分があり、生徒のような入門レベルではその部分を目にする必要はない。そこで、そのような部分を隠すために、socket モジュールに皮かぶせた network という名前のモジュールを中学校授業のために作成した、

<pre>from turtle import * # 見た目を亀、ペンを赤 shape('turtle') color('red')  n = 6 # 角の数  # 正 n 角形を描く for i in range(n):     forward(1000/n) # 一辺長さ     right(360/n) # 外角</pre> <p>(a) 多角形の描画</p>	<pre>from turtle import * # 見た目を亀、ペンを赤 shape('turtle') color('red')  # y 座標 最大 ymax, 最小 ymin の # 初期値を現位置の y 座標に設定 ymax = ycor() ymin = ycor()  n = 72 # 72 角形  # 正 n 角形を描きながら y 座標最小を更新 for i in range(n):     forward(1000/n) # 辺の長さ     right(360/n) # 外角     if ycor() &lt; ymin :         ymin = ycor() # y 座標最小を更新  # 円周 / 直径 print(1000 / (ymax - ymin))</pre> <p>(b) 円周率の計算</p>
---	--

図 8 Python による多角形の描画と円を近似した多角形による円周率の計算

### 5.2.3 中学校における実践

2020 年度に刈谷市内のある中学校において、本学学生が卒業研究の一環として 5.2.1 節と 5.2.2 節の内容で Python による計測・制御のプログラミングと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の授業を行った。同中学校の教員も授業作りに加わりクラスを分担して授業を行った。

テキストプログラミングをパターンとして捉えてもらうことを狙い、Python の文法には立ち入らず、生徒には例題プログラムの修正や穴埋めによるプログラミングをもらった。例題プログラムの入力もホームページからのコピーアンドペーストとし、キー入力の量を抑えた。このようにして行った授業のアンケートからは、生徒に難し過ぎず易し過ぎでもない適当な難易度であったことがわかった。自由記述では、次のような記述が複数みられた。

- 初めは難しいようなイメージがあったが、やってみると意外とできた。楽しい。
- プログラムを少しを変えるだけで動きが変わることが学べて良かった。

授業の準備段階で、Python が英語ベースであることが生徒にとってハードルとならないか懸念された。しかしながら、授業中、生徒から教員へ「プログラムの if は英語の if と同じなの？」という質問があり、英語であることは特に障害になっておらず、テキストによるプログラミングへの関心があることがうかがえた。

以上のことから、本実践は、中学校でテキストプログラミング言語の一つである Python によるプログラミングの授業ができる可能性を示したと考えられる。

### 5.2.4 パソコン上の Python の IDLE を使う練習

計測・制御のプログラミングは小学校と同じ Web ブラウザ上のプログラミングであるが、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はパソコン上の Python の IDLE を使うことになる。プログラミングの環境が変わり生徒が戸惑うかもしれないことや、本稿で述べているネットワークプログラミングは 2 人で行うものであるから、まずは 1 人で行うプログラミングで Python の IDLE を使う練習する段階が必要である。

小学校と接続性があり手軽に行える題材としては、小学校の算数と関連づけて Scratch で行った正多角形の描画や円周率の計算が挙げられる。パソコン上の Python の turtle モジュールを使うと、Scratch を用いた図 2 のプログラムは、Python で図 8 のように記述できる。Scratch との対応づけも容易で、ビジュアルプログラミング言語からテキストプログラミング言語への移行の一助にもなる。

### 5.2.5 情報セキュリティ

新学習指導要領では、情報セキュリティについても扱うことになっているが、チャットプログラムを用いて暗号化の必要性を示すことができる。本章で例示している平文版のチャットプログラムは半二重なのでパケットが流れるタイミングがつかみやすく、ポートミラーリング機能付スイッチングハブとネットワークアナライザソフトウェア (Wireshark など) を用いたパケットの観察が行いやすい。教員がネットワークアナライザソフトウェアを動かすと、生徒間のチャットの内容が見えてしまう様子を液晶プロジェクタなどで投影して生徒に観察させ、暗号化の必要性を理解してもらうことが考えられる。ネットワークアナライザソフトウェアを動かして操作するのは教員であり、生徒は観察だけなのですぐできる。

### 5.2.6 micro:bit のプログラミングにおける他の単元や他教科との重なり

フォトトランジスタや LED を外付けにしているのも、これらの素子の働きや原理を理解させる場面は C のエネルギー変換と技術の電気回路と重なりを持つことができる。乾電池で LED を点灯させる、フォトトランジスタを乾電池で駆動し明るさに対する光電流の変化 (エミッタに接続した抵抗の両端の電圧の変化) を観察するといった活動が考えられる。

例示したプログラムは相対比較による暗くなったら LED 点灯だけだったが、明るさの絶対値を求める照度計を作ることにも考えられる。フォトトランジスタの光電流 (エミッタの電流) と照度の線形関係から照度 (ルクス) を計算することは、中学校数学の一次関数である。抵抗の両端の電圧から電流を求めるのは小学校理科のオームの法則を使

う。照度計は小学校家庭科で扱う。

### 5.3 高等学校

中学校との接続や 2021 年 3 月に検定に合格した高等学校情報 I の教科書を出した 6 社のうち 5 社が Python を扱っていること [18] を考慮し、高等学校においても Python を用いることを前提に話を進める。中学校技術と高等学校情報 I の授業においてプログラミングに割り当てることができる時間数は限られているので、中高でプログラミング言語を同じにして接続性を良くすれば授業時間を有効に活用でき、高等学校までに学べることを多くできる利点がある。中学校で Python が十分わからなかった生徒が高等学校で挽回できる可能性も高まる。

#### 5.3.1 基本的な考え方

中学校では、計測・制御やネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツに焦点をあて、Python の文法に立ち入らない修正や穴埋めによるプログラミングであったことから、生徒はプログラミングや Python の全体像をつかめていない。そこで、高等学校では、例題プログラムやアルゴリズムによるプログラミングを通じて、プログラミング言語の機能の全体像の説明、すなわち、単純データ（整数や実数）、演算、式、変数、制御構造、関数定義、複合データ（リスト、辞書型、文字列など）、オブジェクト指向（モジュールの利用を含む）を一通り学べるように授業を行う。文法中心になると何のためにその機能が必要なのか分かりにくいことがあるため、文法中心の授業の時間を少なくして、情報 I の他の単元で Python を使うことが考えられる。ここでは、ネットワーク、Web ベースのアンケートシステム、データ分析をあげる。

授業の順序としては、中学校でチャットをやったことから、中学校時の復習から始めてネットワークを先にやってから、プログラミング言語の機能の全体像の説明に進んだ方が良いと考えられる。

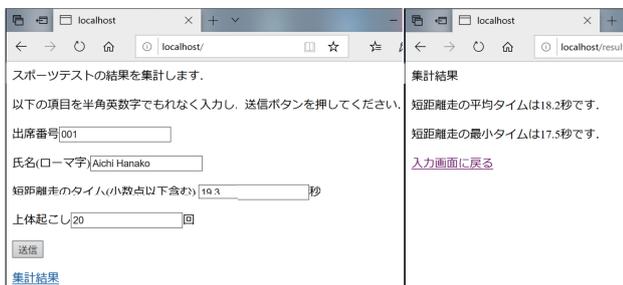


図 9 Web ベースのアンケートシステムの例

#### 5.3.2 ネットワーク

情報 I では、ネットワークと情報セキュリティを学ぶことになっている。中学校でチャットのプログラミングを扱ったことを受け、高等学校では、生徒がネットワークアナライザソフトウェアを用いて中学校時の（暗号化通信な

し）チャットプログラムのパケットを観察して、ネットワークプロトコル（階層構造、ヘッダ、ペイロードなど）を学ぶことが考えられる。

Python では ssl モジュールを使うと SSL 暗号化通信を実現できる。教員が ssl モジュールを使って暗号化通信に対応したチャットプログラム [19] を生徒に説明した上で生徒に動かしてもらい、パケットを観察してもチャットの内容が見えないことを確認してもらう。暗号化通信対応前と暗号化通信対応後では、プログラムの大まかな流れは同じだが、プログラム中で暗号化通信用の包装紙みたいなものをソケットに被せていることと、それによって観察しているパケットがどのように変わったかを、生徒に意識してもらうと良い。

#### 5.3.3 Web ベースのアンケートシステム

情報 I では、プログラミング、ネットワーク、データベースの基礎が必修になった。SQL を単独で学んでも実際にどのように使うかわからないといったことのないよう、これらを個別ではなく関連づけて授業を行う方が生徒に関心を持って学んでもらえ定着すると考えられる。そのためには、図 9 に示すような Web ベースのアンケートシステムを扱うのが良いと思われる。

Python はデータベース SQLite3 と簡易 Web サーバの機能を標準で備えている。Web ベースのアンケートシステムを構築するには、Bottle というフレームワーク（モジュール） [20] を使うのが良い。Bottle を使うと、ホームページのアドレスと関数を対応づけたプログラムを作成するのが容易になるからである。図 9 に示すスポーツテストの結果を集計する Web アプリケーションの Python プログラムは、同時アクセスを考慮しない簡易なものであれば、注釈やプログラムを読みやすくするための空行を含めて、80 行弱の 1 つのファイルで記述できる（図 10 参照）。SQL を学ぶ時に使用する SQLite3 のコマンドラインツールは、SQLite3 純正のものではなく、LiteCli [21] を使う方が良い。SQL の命令の結果表示は、LiteCli の方が整然としていて初心者にとってもわかりやすいからである。

図 9 の集計結果の表示は、生徒に始めに示す例題プログラムの実行結果であるので、短距離走しかない。生徒には、上体起こしの集計結果を表示させるところから実習を始めってもらうことを想定している。この例題プログラムをさらに生徒に改造してもらい、入力できる項目を増やしたり変更したり、入力方法にラジオボタンを導入したりして、生徒それぞれの Web ベースのアンケートシステムを作成してもらうことが考えられる。

#### 5.3.4 データ分析

今日必要とされる汎用的なスキルの一つであるデータ分析を pandas モジュールを使って行うことがあげられる。Python の基本機能だけでデータ分析を行うより、pandas を使う方が容易だからである [22]。データフレーム入門か

```

from bottle import get,post,request,route,run
import sqlite3

# トップページ：送信が押されない時は入力画面を表示する
@route('/',method='get')
def index_home():
    return indexform # 入力画面を呼び出す

# トップページ：送信が押された時は入力された内容をデータベースに登録する
@route('/',method='post')
def index_input():
    # 入力された値 (出席番号, 氏名, 短距離タイム, 上体起こし回数)を取得する
    id = request.forms.id
    name = request.forms.name
    tan = request.forms.tan
    jyotai = request.forms.jyotai
    # データベースに接続して入力された値をデータベースに入力する
    conn = sqlite3.connect('testdb.sqlite3')
    cur = conn.cursor()
    cur.execute('insert into stest values(?,?,?,?)', (id, name, tan, jyotai))
    conn.commit()
    conn.close()
    return indexform # 次の入力を促すために入力画面を呼び出す

# 入力画面 (のための文字列, 複数行に及ぶ文字列は ' が 3 つで囲む)
indexform = '''
<form action="/" method="post">
<p> スポーテストの結果を集計します。 </p>
<p> 以下の項目を半角英数字でもれなく入力し, 送信ボタンを押してください。 </p>
<p> 出席番号 <input type="text" name="id"></p>
<p> 氏名 (ローマ字) <input type="text" name="name"></p>
<p> 短距離走のタイム (小数点以下含む) <input type="text" name="tan"> 秒 </p>
<p> 上体起こし <input type="text" name="jyotai"> 回 </p>
<p> <input type="submit" value="送信"> </p>
<a href="/result"> 集計結果 </a>
</form>
'''

# 結果を表示する
@route('/result')
def result():
    # データベースに接続して
    conn = sqlite3.connect('testdb.sqlite3')
    cur = conn.cursor()
    cur.execute('select avg(tan) from stest')
    tan_heikin = cur.fetchone()
    cur.execute('select min(tan) from stest')
    tan_min = cur.fetchone()
    conn.close()
    return ('<p> 集計結果 </p>'
        + '<p> 短距離走の平均タイムは ' + str(tan_heikin[0]) + ' 秒です。 </p>'
        + '<p> 短距離走の最小タイムは ' + str(tan_min[0]) + ' 秒です。 </p>'
        + '<p> ' + '<a href="/"> 入力画面に戻る </a>' + ' </p>')

# テーブルの作成 (すでに存在するなら削除して, 作成)
@route('/create')
def create():
    conn = sqlite3.connect('testdb.sqlite3')
    cur = conn.cursor()
    cur.execute('drop table if exists stest') # すでに存在するなら削除
    cur.execute('create table stest (id integer not null, name text not null, tan real, jyotai integer, primary key (id))')
    conn.commit()
    conn.close()
    return '<p> テーブルを作成しました </p>'

# 接続要求を受け付ける
# hostはこのソフトが要求を受け付けるときに使う IP アドレス
# 0.0.0.0にすることでPCに設定されているIPアドレスを自動で設定する, portはポート番号
run(host='0.0.0.0',port=80)

```

図 10 Web ベースのアンケートシステムの例のプログラム

ら始まり, 要約統計量や相関係数の算出, 様々なグラフの作成, オープンデータの活用, Web スクレイピングを扱うことが考えられる。Web スクレイピングでは, ネットワーク, プログラミング, データ分析を合わせて学ぶことができる。

pandas を使う場合は, 識別子 1. 識別子 2(...) や識別子 1. 識別子 2 といった表記を頻繁に用いることになるので, オブジェクト指向やモジュールに自然と慣れることが期待できる。辞書型, リスト, タプル, NumPy の配列などの複合データ型を使う機会も得られる。

データ分析は, 手作業で行うことが困難な分野であり, コンピュータを使うことの良さを実感できる機会である。中学校数学の D データの活用で学んだ四分位範囲や箱ひげ図を pandas を使って復習したり, 数学科の教員と連携し数学 I のデータ分析を pandas を用いてやってもらい pandas

を使う機会を増やすことが考えられる。総合的な探求の時間や特別活動などで行う調査結果の分析を pandas で行うことを生徒に促すことも考えられる。

情報 I を念頭に 2020 年度から行われている愛知県立高等学校教員を対象とした講座の講師を筆者が担当しており, 選択で pandas による量的データ分析を扱っている。その中では, アンスコム の例を挙げ, 統計量の算出だけでは不十分でグラフによる視覚化が重要であることも説明している。

## 6. 他教科や他の単元との重なり

プログラミングの授業は, 他教科や他の単元との重なりを持てる機会があるので, その機会を予習, 復習, 教科横断, 単元横断という形で生かすことができる。その具体例は, 5 節で述べたほかに, 図 1 には次のようなものがある。

- 小学校の Scratch のプログラミングは, 正多角形や円周率を扱っているのが第 5 学年の算数と重なっているが, 変数 (文字を用いた式) や反比例が出てくるので第 6 学年の予習にもなっている。
- 小学校の micro:bit のプログラミングは, 主に理科と重なりがあるが, 変数や不等号が使われているので算数とも重なりがある。

一般に, 児童生徒が初めて習った事項について, その時点ではその事項の必要性や使い道が理解できないケースが少なからずあると思われる。そのようなことがプログラミングの授業により解消できる可能性があることは, プログラムの授業を行う教員のモチベーションとなるのではないだろうか。また, 児童生徒にとっても, プログラムでやると勉強がよくわかる楽しいといった方向に持っていけることが望ましい。

## 7. 評価

4 節の基本方針に沿って 5 節で作成したロードマップでは, 小学校と中学校がビジュアルプログラミング言語とテキストプログラミング言語の双方をサポートしたボードコンピュータ micro:bit と共通の題材で接続された。このボードコンピュータを近隣の小学校と中学校で共同利用するならば受け渡しの時が小中の教員どうしの情報交換の機会となり, プログラムの授業が円滑に接続されることが期待できる。

中学校と高等学校はプログラミング言語 Python と共通の題材で接続された。生徒のプログラムエラーへの対応, 生徒が発展的に学びたいという要求への対応, 教材研究のことを考えれば, 中高の教員で Python によるプログラミングについて知っておいた方が良いことに大きな差はない。既に地域で中高別に行われている研修や研究発表会がありこれらを組み替えて中高合同でできるならば, 中高の教員が情報交換できる環境が整いプログラミングの授業が

円滑に接続されることが期待できる。

## 8. ロードマップ上の授業の実践について

ロードマップ上の授業によっては、ゼロから作り実践するのは必ずしも容易ではないケースが考えられる。望まれるのは、ロードマップ上の授業の実践報告が、誰もが容易に入手できることである。例えば、筆者は、5.2.1節と5.2.2節の中学校技術のプログラミングについて、今年度から報告集がオープンアクセスになっているある学会の研究会で発表している [11]。実践した授業は、平均的な教員が実践できることを意識して作成したものである。研究会の原稿は、授業が再現できるようにページ数が許す限り詳細な情報を記述している。

授業を実践するにはスライド、ワークシート、プログラムなどのファイルも必要なので、実践報告と授業に必要な全てのファイルを容易にインターネットからワンストップで入手できるような環境ができることが望まれる。スライドやワークシートなどは、授業を実践する教員が変更や工夫ができるよう、編集可能であることが必要である。

ロードマップの小学校のところに算数と理科をあげたのは、プログラミング教育のねらいの3つが全て含まれるからである [16]。特定の教科に過大な負担がかかるという指摘については、上記のような形で実践報告と授業に必要なファイルが入手できることで改善されることが望まれる。

## 9. まとめ

今日の学校及び社会の現状や筆者が学校のプログラミング授業と関わった経験を考慮して、小学校から高等学校におけるプログラミング授業のロードマップ例とその考え方を提案した。小中高のプログラミングの授業の全体像および隣接する学校種のプログラミングの授業内容を考慮しながら、各学校種のプログラミングの授業内容を議論するときの参考となれば幸いである。

中学校・高等学校のプログラミング言語を、教育用ではなく社会で広く使われているテキストプログラミング言語とすることは、教員自身の知的好奇心の対象となりプログラミング言語学習のモチベーションの向上につながるだろうし、校務の情報化に進展する可能性がある [23]。教員自身が授業で用いるプログラミング言語についての知識や経験を深めることは、良い授業をできることにつながる。

今後の課題としては、現在は少ないと推測される Python による中学校や高等学校のプログラミングの授業例を提案することや、新学習指導要領の下で進学する児童生徒が受けるプログラミングの授業を見守る機会を得てプログラミング授業の接続に有益な提案をすることがあげられる。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 20K03207 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）（2017）.
- [2] 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 情報編（2018）.
- [3] 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭編（2017）.
- [4] 村松浩幸：ペタ語義：縦横連携で小中高大一貫の情報教育実現を、情報処理, Vol.62, No.7, p.325(2021).
- [5] 松永豊, 磯部征尊, 梅田恭子, 齋藤ひとみ：小学校プログラミング教育におけるメンター育成および実践授業について, 愛知教育大学教職キャリアセンター紀要, Vol.3, pp.75-80(2018).
- [6] 安本太一：小学校理科や高校情報に関連したプログラミングの支援, 平成 30 年度 学長裁量経費「教職実践力向上重点研究費」実施報告書, 愛知教育大学（2018）.
- [7] 齋藤ひとみ, 野々垣真帆：演劇的手法を用いたアンブレラド・プログラミング教育:ものづくりフェスタでの実践, 愛知教育大学研究報告, 第六十八輯, 教育科学編, pp.95-101(2019).
- [8] 松永豊, 梅田恭子, 磯部征尊, 齋藤ひとみ：教員を目指す学生に対するプログラミング教育の指導法について, 愛知教育大学教職キャリアセンター紀要, Vol.4, pp.91-96(2019).
- [9] 松永豊：小学校プログラミング教育に関する教員研修について, 愛知教育大学教職キャリアセンター紀要, Vol.5, pp.121-125(2020).
- [10] 齋藤ひとみ, 上坂茅穂：コミュニケーションロボットを用いたプログラミング教育の実践, 愛知教育大学研究報告, 第七十輯, 教育科学編, pp.148-156(2021).
- [11] 安本太一, 大久保直樹, 岡部直樹, 磯部征尊：Python による計測・制御と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授業実践と評価, 日本教育工学会研究報告集, JSET21-1-B1, pp.80-87(2021).
- [12] 日本産業技術教育学会 編：小・中・高等学校でのプログラミング教育実践 —問題解決を目的とした論理的思考力の育成—, 九州大学出版会（2019）.
- [13] 大日本印刷株式会社：「諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究」文部科学省平成 26 年度・情報教育指導力向上支援事業（2015）.
- [14] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 算数編（2017）.
- [15] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編（2017）.
- [16] 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引き（第三版）（2020）.
- [17] 雪田修一：UNIX ネットワークプログラミング入門, 技術評論社（2003）.
- [18] 阿部明美, 宮坂麻子：「情報 I」身近なテーマで, 朝日新聞 2021 年 4 月 20 日朝刊 東京本社, p.23(2021).
- [19] 安本太一：高等学校情報からの中学校技術分野のプログラミング言語の提案, 愛知教育大学研究報告, 第六十八輯, 自然科学編, pp. 15-22（2019）.
- [20] Hellkampm, M : Bottle:Python Web Framework, <https://bottlepy.org/docs/dev/>.
- [21] dbcli : LiteCLI, <https://litecli.com/>.
- [22] 竹村彰通, 姫野 哲人, 高田聖治 編：データサイエンス入門, 学術図書出版社（2019）.
- [23] クジラ飛行機：シゴトがはかどる Python 自動処理の教科書, マイナビ出版（2020）.