

# 「情報Ⅰ」を見据えたプログラミング授業の展開への考察

情報 山口 健 二

## 1. はじめに

現在、学校での学びが大きく変化しようとしている。小学校では2020年度から、中学校では2021年度から、そして高等学校では2022年度から新学習指導要領による授業が行われる。平成29・30年改訂された新学習指導要領では、以下の3つの力をバランスよく育むことを目指している [1]。

- ・学んだことを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力、人間性など」
- ・実際の社会や生活で生きて働く「知識及び技能」
- ・未知の状況にも対応できる「思考力、判断力、表現力など」

これらは、未来社会における予測困難な状況においては自分で判断し、生き抜く力が必要であり、それを生徒に学び習得してほしいということであろう。またそれらを実現するための方法として、主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）の重視、カリキュラム・マネジメントの確立が提起されている。

ところで、今回から「プログラミング教育」という言葉が登場することになった。新学習指導要領のリーフレットにおいては、「コンピュータがプログラムによって動き、社会で活用されていることを体験し、学習する。」と説明されている [1]。

また、高等学校でも情報科の科目が再編され、「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」の各2単位が新設された。これまで情報科では「社会と情報」、「情報の科学」のいずれか2単位を選択必修することとなっていたが、「情報Ⅰ」の必修に統一され、すべての生徒が、プログラミングやネットワーク、データベースなど情報技術の基礎知識を学ぶこととなる。

本稿では、2022年度から高等学校で始まる情報科の科目「情報Ⅰ」を見据えてのプログラミングの授業をどのように展開するのが望ましいか、ということについて考察する。特に今年度、EdTech 導入補助金によって導入した Monaca Education を用いてプログラミングの授業を実施したので、そこから得られた生徒の感想なども踏まえて分析する。

## 2. プログラミングとプログラミング教育について

本節では、プログラミングとは何かについて再確認し、その上で新学習指導要領においてプログラミング教育が目指すものについて考察する。

まず、プログラミングとは、program + ing なので、プログラムする、即ちプログラムを作る（組む）という意味である。では、プログラムとは何か。電卓を例に考えて

みたい。電卓で「3」「+」「5」「=」を順番に押すと画面に8が表示されるが、コンピュータ（ここでいう電卓）で情報を処理する場合、コンピュータに予め処理手順を指示しておく必要がある。例えば、電卓で $3+5=8$ を行う場合でも、

- ・人間が数字キーを入力するのを待つ。
- ・演算記号（+，-，×，÷）が押されたら、入力された数値を記憶領域1に保存する。
- ・人間が数字キーを入力するのを待つ。
- ・等号記号（=）が押されたら、入力された数値を記憶領域2に保存する。
- ・もし、
  - 演算記号が+だったら、記憶領域1と記憶領域2を足し、記憶領域3に保存する。
  - 演算記号が-だったら、記憶領域1から記憶領域2を引き、記憶領域3に保存する。
  - 演算記号が×だったら、記憶領域1と記憶領域2を掛け、記憶領域3に保存する。
  - 演算記号が÷だったら、記憶領域1から記憶領域2を割り、記憶領域3に保存する。
- ・記憶領域3に入っている数値を画面に表示する。

という処理手順を予め電卓に組み込んでおく必要がある。処理手順を組み込む際、電卓は日本語を理解できないため、日本語で組み込むわけにいかない（もちろん英語も理解できない）。そのため、コンピュータが分かる言語で組み込む必要がある。この言語をプログラム言語（プログラミング言語）といい、プログラミング言語で書かれた処理手順のことをプログラムという。

そのため、プログラムをよく組む人が、プログラミング教育という言葉を知ると、コンピュータの画面上でプログラム言語を入力してプログラムを作るという授業をイメージするかもしれない。しかし新学習指導要領においてプログラミング教育というのは、小学校1年生からプログラミング言語を用いたコーディングを行うのではなく、まずは、コンピュータに意図した処理を指示するという体験や、既存の教科と連携して、プログラミング的思考を深めることと説明されている。特に、小学校段階におけるプログラミング的思考とは、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」とされている [2]。よって、プログラミング教育の目指すものとは、特定のプログラミング言語について学ぶのではなく、コンピュータがどのように命令を理解し、その命令によってどのような処理ができ、その処理でどのようなことが実現できるのかを知り、それを現実社会に

生かす、と言えるだろう。

### 3. 高等学校の教科「情報」について

本節では、高等学校の教科「情報」の科目について解説する。なお、教科「情報」については、共通教科情報科に属する科目と専門教科情報科に属する科目があるが、ここでは、共通教科情報科に属する科目のみ解説する。

2003年度に、教科「情報」が新設された。当時は、「情報A」、「情報B」、「情報C」の3つがあった。週2単位で選択必修であり、この体制は2012年度まで継続した。多くの学校は「情報A」を選択していたようである[3]。

その後、2013～2021年度までは、「社会と情報」、「情報の科学」の2科目となった。前者は「情報A」と「情報C」を、後者は「情報B」と「情報C」を融合・発展させた内容になっており、どちらかを週2単位で選択必修することになっている。平成31年度の東京都立高校においては3/5程度は、「社会と情報」の教科書で学んでいるようである[4]。「社会と情報」の目標は、情報機器や情報通信ネットワークなどを適切に活用して情報を収集、処理、表現し、コミュニケーション力を養い、情報社会に積極的に参画する態度を育てることである[5]。情報を処理・表現する過程で、2進法や文字・音・画像のデジタル化は学ぶが、学習指導要領にアルゴリズムの扱いに関して記載がないため、アルゴリズムに関する内容がない教科書が大半である。したがって、アルゴリズムという言葉を知らずに高校を卒業する生徒も一定数存在することになる。一方、「情報の科学」の目標は、情報と情報技術を問題の発見と解決に効果的に活用するための科学的な考え方を習得させ、情報社会の発展に主体的に寄与する能力と態度を育てることである。こちらは、「社会と情報」のデジタル化の内容に加えて、学習指導要領にアルゴリズムやモデル化とシミュレーションといった記載があり、流れ図（フローチャート）やプログラミング言語を使って、アルゴリズムが説明されている。

2022年度からは、「社会と情報」、「情報の科学」の2科目はなくなり、「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」が新設される。「情報Ⅰ」が週2単位で必須となっている。これは、これまで生徒の興味関心や能力、適性などに応じて「社会と情報」または「情報の科学」を選択することにしてきた（実際はどちらかの科目のみ設置している学校がほとんどだが）。だが、時代の変化に伴い、どちらの内容も習得しなければならないという時代になった。多少強引な言い方ではあるが、理系的な内容を避けてきた「社会と情報」と、理系的な内容を重視した「情報の科学」があったが、ビッグデータやデータサイエンス、AIが存在感を増してきたことにより、これらを使いこなすために、理系的な内容を避けて通れなくなったと言える。

学習指導要領（平成30年告示）解説から、「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」で学ぶ項目を表1に記載する[6]。

表1:「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」で学ぶ項目

情報Ⅰ	情報Ⅱ
1. 情報社会の問題解決	1. 情報社会の進展と情報技術
2. コミュニケーションと情報デザイン	2. コミュニケーションとコンテンツ
3. コンピュータとプログラミング	3. 情報とデータサイエンス
4. 情報通信ネットワークとデータの活用	4. 情報システムとプログラミング
	5. 情報と情報技術を活用した 問題の発見・解決と探究

「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」にプログラミングという文言が入っているが、文部科学省が公開している、実際にどのような内容を授業で取り扱うのか教員研修用教材 [7] を確認したところ、「情報Ⅰ」の「3. コンピュータとプログラミング」では、以下の記載があった。

・ コンピュータの仕組み

コンピュータの五大装置から入り、真理値表，論理演算，加算器などを学ぶ。計算誤差といった多少難しい概念についても学ぶ。

・ アルゴリズムとプログラミング

計測・制御システムと絡めて，micro:bit などを活用して，プログラミンで LED を点灯させるといった簡単プログラミングをしていく。その後，順次，選択，反復といったアルゴリズムの基本構造を学び，総和や探索，ソーティングなどの基本的な数値計算のプログラムを作成する。ここでの使用言語は Python を使用している。Python は，2021 年 3 月現在，機械学習などで最もよく使われているプログラミング言語である。

・ モデル化とシミュレーション

これまで学んだ知識，技術を活かして，自然現象へのモデル化とシミュレーションを行う。例えば，物体を斜め上に投げたときの軌道を計算する放物運動やランダムウォークのモデル化やシミュレーションをする。

また、「情報Ⅱ」の「4. 情報システムとプログラミング」では，以下の内容を取り扱う。

・ 情報システム全体の情報の流れ

実社会上の情報システムの流れについて理解を深めるとともに，鉄道予約システムなどで利用されるオンライントランザクション処理や，クライアントサーバシステムの概要を理解する。また，情報セキュリティとして，情報資産，脅威，脆弱性についての説明や，暗号化や認証について学習する。

・ 情報システムの表し方，情報システムの分割と設計

実際のプログラム開発の要件定義で使用される，ユースケース図やアクティビティ図について学び，実際に記述することを行う。

### ・ 分割したシステムの制作・統合・テスト

プログラムをモジュールごとに開発することの必要性を理解し、実際に Python を使って、チーム単位で中規模プログラムの作成を行う。また、統合したプログラムのテストや評価方法についても学ぶ。

「社会と情報」、「情報の科学」で学ぶ内容と比較すると、「情報Ⅰ」では、「社会と情報」、「情報の科学」の両方の内容を学び、「情報Ⅱ」では、実際のプログラム開発で使われるような、プロジェクトレベルでのプログラミングについて学ぶようである。「情報Ⅰ」では教授内容の分量の多くなることが想定され、計画的に授業を進めていく必要があるだろう。特に、情報科の科目は、講義と演習の両方を行う必要がある。講義は教科書を用いて進め、演習は作成したプリントや副教材を元に進めることもあり、教科書の内容より多くのことを授業では実施することになる。これは、現行のいくつかの教科書を確認したが、コンピュータを用いた演習の部分は、教科書だけではどれも不足する部分と、学校の ICT 環境により実現が不可能な部分があるからである。

### 3. Monaca Education を使ったプログラミング授業の実施と考察

前節において、「情報Ⅰ」では2単位ではありながら、分量としては多くなるだろうと述べた。特に、プログラミングが必修となり、それに伴う演習の時間が増えると予想される。したがって、如何にプログラミングの授業を効果的に進めていくかが重要である。本節では、プログラミングの授業に主眼を置き、Monaca Education を使った授業の実施とその後の生徒アンケートを分析して考察したい。

Monaca は 2011 年にアシアル株式会社が開発したアプリケーション開発プラットフォームであり、今回 EdTech 導入事業補助金で導入したものは、その教育版の Monaca Education である（以下、特に断りの無い限り、Monaca は Monaca Education のことを指す）。

Monaca はクラウドで動作する HTML 言語の統合開発環境である。HTML 以外にも、CSS や JavaScript にも対応している。また、Web ページのフォルダ構成も組み替えることや、画像ファイルをはじめとする、各種ファイルもアップロードができるため、簡易的なレンタルサーバと考えてもよい。ただし、レンタルサーバとは違って、インターネット上に Web ページとして直接公開することはできず、他のユーザーが閲覧したい場合は、Monaca のプロジェクトとして公開する必要がある。Monaca のプロジェクトとして公開すると URL が発行されるので、PC から Monaca にログインした状態で、発行された URL にアクセスしてプロジェクトごとインポートする。また、Monaca スマホアプリの Monaca for Study から URL をインポートすることで、スマートフォン上で動作を確認することができる（この方法以外にも、プロジェクトのフォルダ階層を維持したまま、圧縮ファイルとしてダウンロードできるので、それを他のレンタルサーバにアップロードする方法もある）。

本校では、2020年度の1年生「社会と情報」で8時間、Monacaを用いてプログラミングの授業を実施した。テキスト「Monacaで学ぶはじめてのプログラミング～モバイルアプリ入門編～」に沿って進めた。学習項目としては、HTML、CSS、JavaScriptの入門、JavaScriptによる条件分岐、関数、イベント、DOM (Document Object Model)、フォーム、演算子、配列、繰り返しを取り扱った。

2021年度は、諸般の事情によりPC室で授業ができなかったため、演習室と呼ばれる稼働機と稼働椅子のある教室で演習の授業を行った。15.6インチのノートPC (WXGA) を稼働機で使用したため、本が置けない状態であった。また、生徒間の距離を保たないといけないため、後ろの生徒にとって、スクリーンの文字がかなり小さい状態であった (図1, 2)。

計、8時間のプログラミングの授業が終わった後に、生徒にアンケートを取った。その結果を以下に掲載する。図3, 4に掲載した (良い, やや良い, 普通, やや悪い, 悪い) の5段階によるアンケートと自由回答を実施した。



図1：授業風景 (その1)

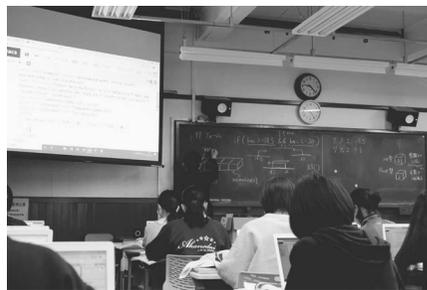


図2：授業風景 (その2)

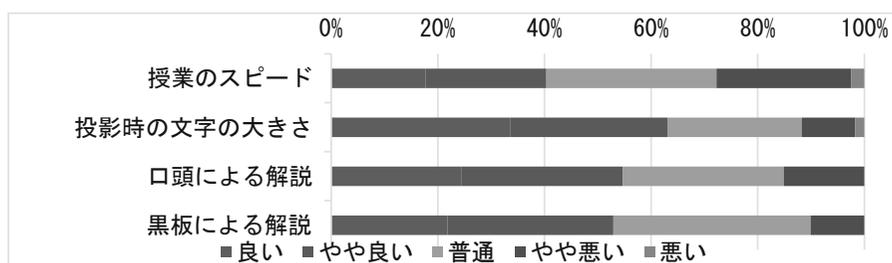


図3：プログラミング授業に関するアンケート

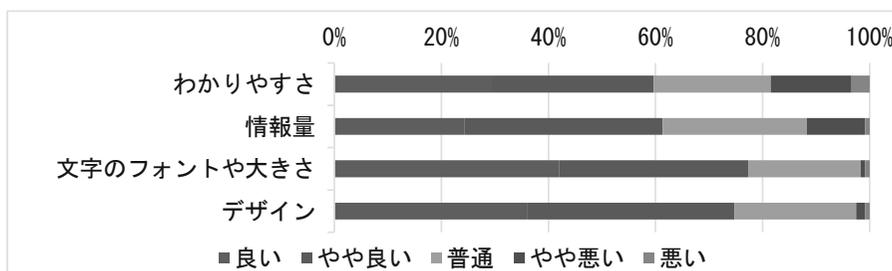


図4：授業で用いたプログラミングの本に関するアンケート

プログラミングに限らず、情報の授業の理解度は、これまでのICTとの関わりによって、個人差が著しいが、全体の傾向を見るに、授業のスピードと本のわかりやすさが他の項目に比べて否定的な意見が若干見られた。授業時間数を増やすことは難しいので、改善策としては、教科書による講義の時間を減らして、プログラミングの演習の時間を増やすことや、プログラミングの授業に入る前までに、タイピングの練習を十分に行い、プログラムコードの打ち込みにかかる時間を減らすなどが考えられる。また、本のわかりやすさについては、今回の自由結果のアンケートを元に、どこら辺が分かりにくかったのかを分析し、それを授業中に補足するなどがあるだろう。

また、自由回答については、全体の傾向を把握するために、KH Coder[9]による共起ネットワークとクラスター分析を行った(図5, 6)。設定値は共にデフォルトのままである。その後、自由回答から肯定的なものや否定的なものを抜粋したものを表2に記載する。

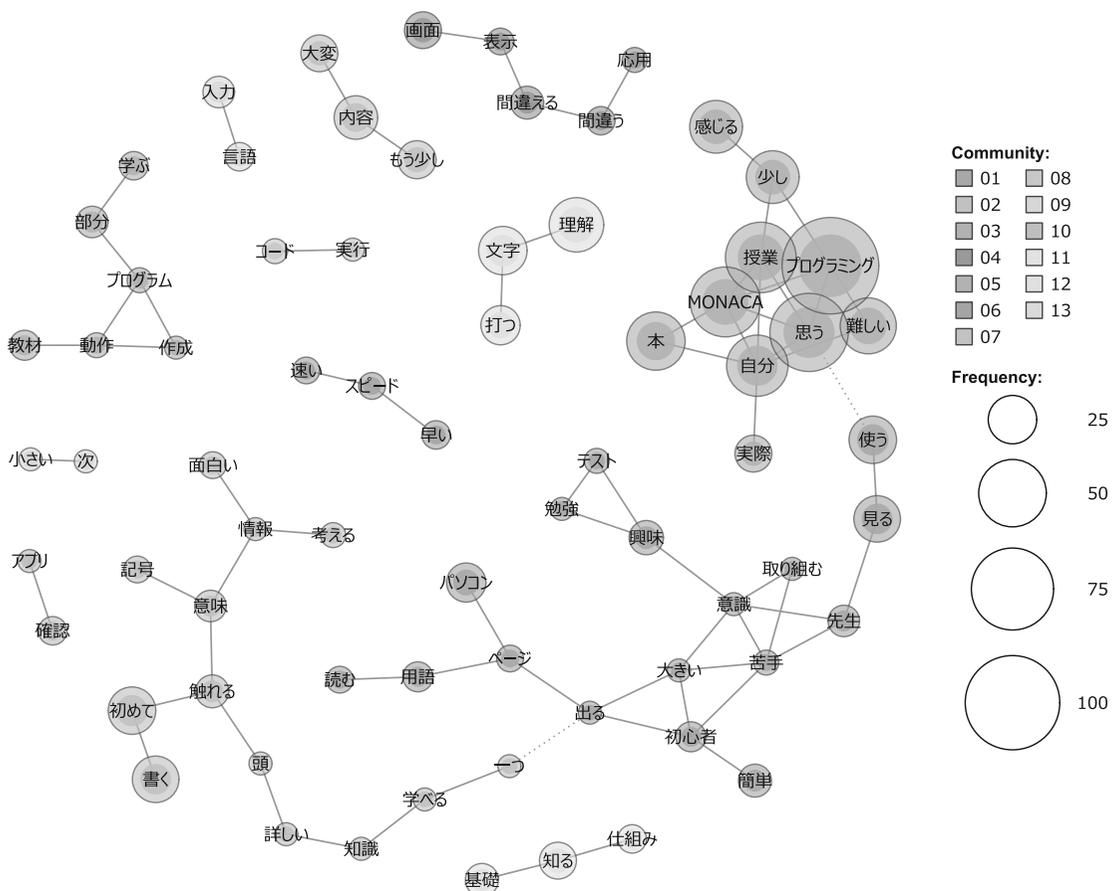
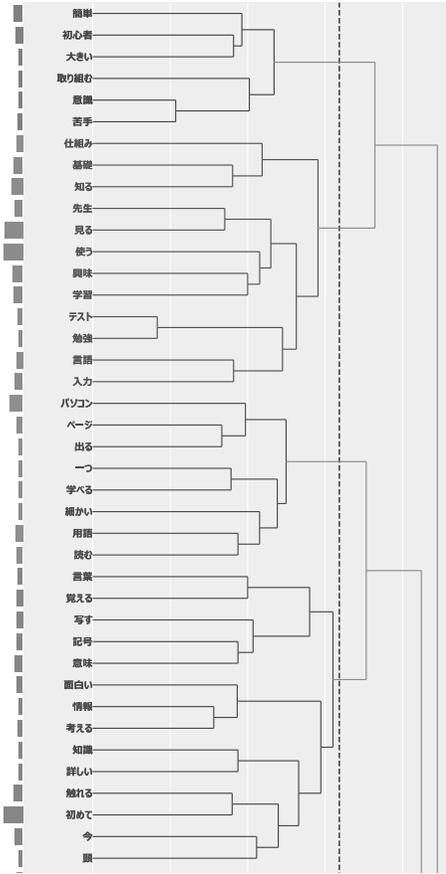


図5：自由回答の共起ネットワーク



(右側へ続く)

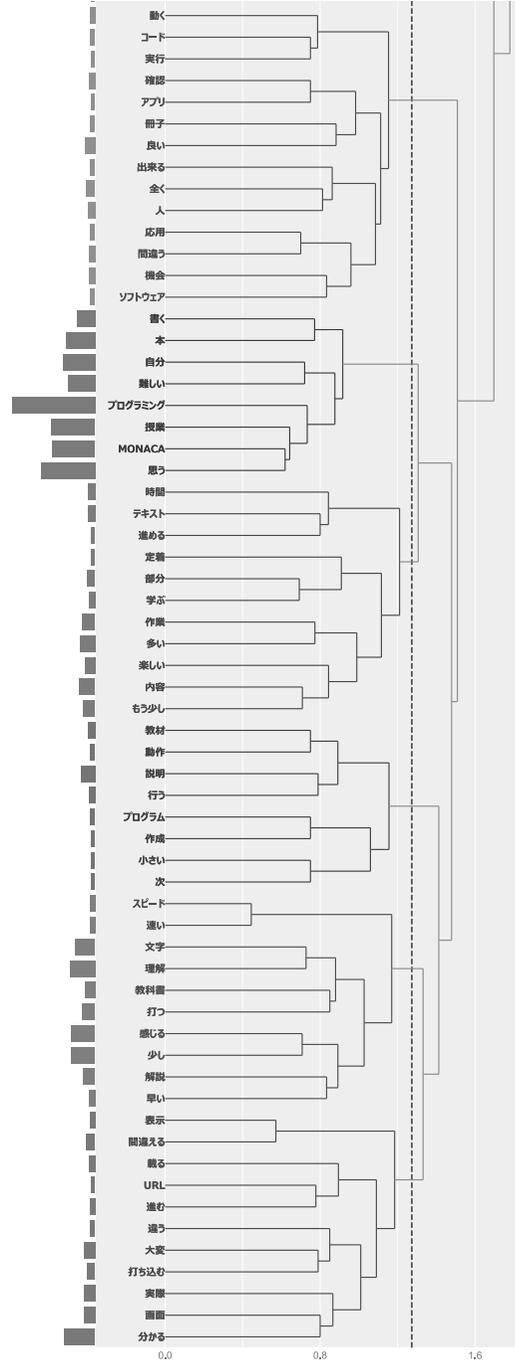


図 6 : 自由回答のクラスター分析

表 2：自由回答から抜粋したもの（墨付き括弧内は補足）

肯定的な感想	否定的な感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>・例題や実践が組み込まれていて分かりやすかった。</li> <li>・実際に自分でコードを打ち込んでどのように動くのか確認出来て良かったと思う。</li> <li>・Monacaの本の構成が非常にシンプルで、公式のようなものをまとめてくれていた。</li> <li>・いつも利用しているインターネットがどのような仕組みで作られているのかを知ることができました。【MonacaによるWeb ページ作成のこと】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・文法が多いのと共に一文字でも間違えたらうまく作動しないのがとても大変でした。</li> <li>・章を選択したら URL を打たなくても済むようにしてほしい【Monaca のインポート機能のこと】</li> <li>・パソコン初心者には少々厳しい授業でした。得意な人と苦手な人の差が大きく出る内容だと思うので、もう少し工夫していただきたいです。</li> <li>・ソフトウェアは、デバッグがもう少しやりやすいといいなと思う。</li> </ul>

否定的な感想を見ると、「一文字でも間違えたらうまく動作しない」というプログラミングの宿命といえるべきものや、「URL を打たなくても」といったように、タイピングに直接関わりのある感想や、「どこにエラーがあるのか見つけるのが大変だった」というようなデバッグに関する意見が多かった。Monaca で HTML や JavaScript を作成した場合、ソースコードに誤りがある状態で実行すると、ソースコードの何行目にエラーがあるかというが分かりにくい面があった。これらをまとめると、タイピング能力の向上や、デバッグをいかにし易くするかが焦点になりそうである。

HTML や JavaScript は、日頃インターネットを利用している人にとって、身近な言語である。しかし、前項の「情報 I」の内容では Python が扱われている。複数のプログラミング言語を授業で扱う（HTML を除く）のは、授業時間数の問題や生徒の混乱を招く可能性があるため、どれか 1 つに絞るべきだが、これは実際の学校の ICT 環境や実際に使用する教科書や副教材の内容を確認して決めたい。その意味でも、教科書の選定は重要である。

#### 4. まとめと今後の課題

本校では、2022 年度から高等学校で始まる情報科の科目「情報 I」を見据えてのプログラミングの授業そして情報 I の授業をどのように展開するのが望ましいかについて考察した。検討材料として、EdTech 導入補助金で導入した Monaca を用いてプログラミングの授業を実施し、生徒の感想などからプログラミングを授業にする際に、考慮すべき部分を検討した。

今回の検証を通して、いくつかの課題が浮かび上がった。

- ・「情報 I」は授業で扱う内容がこれまでより増えるため、予習復習をうまく活用し、プログラミングをはじめとする演習の時間を十分確保すること。

- ・ 理数的な内容は避けて通れないため、理数系の授業の進捗状況を把握し、互いによく連携できるようにするのが望ましい。
- ・ 授業で使用するプログラミング言語は、学校の ICT 環境や採択する教科書と合わせて慎重に検討すること。
- ・ 新学習指導要領にある「コンピュータがプログラムによって動き、社会で活用されていることを体験し、学習する。」を実現するために、micro:bit[10] といったマイコンボードにプログラミングの結果を投影し、応用できるようにする。
- ・ タイピング能力はプログラムコードの入力に影響を与えるため、早いうちに生徒全員に一定の以上のタイピング能力を身に付けさせること。

これらの課題を解決して、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力など」を育み、学んだことを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力、人間性など」へと昇華させる授業を実施すべく、今後も十分な準備が必要であろう。

## 参考文献

- [1] 文部科学省，平成 29・30 年改訂学習指導要領のくわしい内容：文部科学省，[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1383986.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm)，2021 年 4 月 30 日閲覧
- [2] 文部科学省，参考資料 2 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ），[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/\\_icsFiles/afieldfile/2016/07/08/1373901\\_12.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/07/08/1373901_12.pdf)，2021 年 4 月 30 日閲覧
- [3] 中野由章，べた語義：高等学校共通教科情報科の変遷と課題，情報処理，Vol.59，No.10，2018，p.933
- [4] 東京都教育庁，平成 31 年度使用都立高等学校（都立中等教育学校後期課程及び都立特別支援学校高等部を含む。）用教科書の採択結果について，<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2018/08/24/05.html>，2020 年 7 月 30 日閲覧
- [5] 文部科学省，高等学校学習指導要領解説情報編，2010，p.16-34
- [6] 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，p.21
- [7] 文部科学省，高等学校情報科（各学科に共通する教科）：文部科学省，[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416746.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416746.htm)，2021 年 4 月 30 日閲覧
- [8] アシアル株式会社，Monaca Education，<https://edu.monaca.io/>，2021 年 4 月 30 日閲覧
- [9] 樋口耕一，KH Coder: 計量テキスト分析・テキストマイニングのためのフリーソフトウェア，<https://kncoder.net/>，2021 年 4 月 30 日閲覧
- [10] micro:bit，<https://microbit.org/>，2021 年 4 月 30 日閲覧