

高等学校におけるプログラミング教育について

教育情報課 切原 宏和

要 旨

県内の高等学校における情報教育の現状（開設されている科目や学習内容等）について調査するとともに、高等学校における小学校、中学校と連携した接続を視野に入れた共通必修科目「情報Ⅰ」におけるプログラミング教育の実施に向けた現状分析と今後の取組について考察した。

キーワード：教科「情報」、プログラミング言語、eラーニング

I はじめに

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申において、『『プログラミング的思考』などを育むプログラミング教育の実施を、子供たちの生活や教科等の学習と関連付けつつ、発達の段階に応じて位置付けていくこと』が求められており、小学校においては、2020 年度から実施される新学習指導要領に基づいて、「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」が公表され方向性が示された。中学校においては技術・家庭科を中心にプログラミング教育に関する内容が増加し、高等学校においては共通必修科目「情報Ⅰ」において、すべての生徒がプログラミングについて学習することになっている。このように、プログラミング教育は、小・中・高等学校を見通した学びの過程の中で、系統的・体系的に扱うことが重要である。

平成 30 年 7 月、高等学校学習指導要領解説が示されたことを受け、独立行政法人教職員支援機構主催「平成 30 年度学校教育の情報化指導者養成研修」において、プログラミング言語「Swift」を用いて、ビジュアルプログラミングからコードプログラミングへ移行するための具体的な演習が行われた。しかし、参加者の一部はコードプログラミングに対応できておらず、不安の声が上がっていた。県内においても、代替科目を履修する専門高校を除いた高等学校の約 8 割が、プログラミングが学習内容に含まれていない「社会と情報」を開設しており、本格的なコードプログラミングは指導していないのが現状である。

そこで、小学校、中学校の新学習指導要領に基づいたプログラミング教育を踏まえた上で、高等学校におけるプログラミング教育の在り方について考察するとともに、高等学校において実現可能な教育内容について研究することとした。

II 研究仮説

高等学校（専門高校を除く）における教科「情報」においては、新学習指導要領に定められたプログラミング教育について、不安を感じている場合、eラーニングによる教員用学習ツールを提供し、プログラミングについて学習するきっかけをつくることで、プログラミング教育の充実につながるのではないかと仮定する。

Ⅲ 研究の実際

1 共通必修科目「情報Ⅰ」について

(1) 情報科について

情報科では、情報に関する科学的な見方・考え方を重視するとともに、問題の発見・解決に向けて情報と情報技術を適切かつ効果的に活用するための知識及び技能を身に付け、実際に活用する力を養うとともに、情報社会に主体的に参画する態度を養うことを目指している。

(2) 改訂前と改訂後の共通教科情報科

「情報Ⅰ」は共通必修科目、「情報Ⅱ」は選択科目である。現行学習指導要領の各科目との関係もあわせて図1に示す。

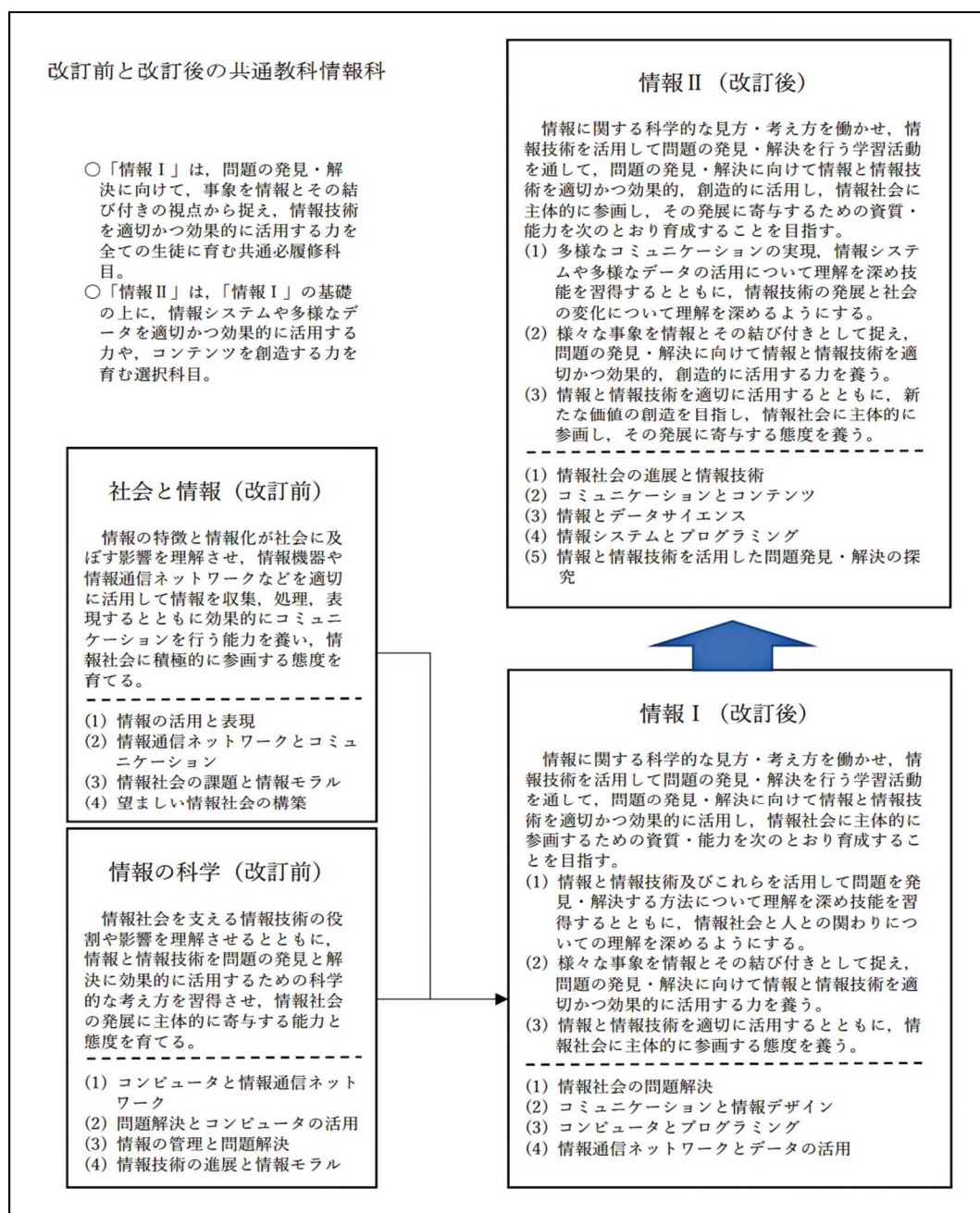


図1 改訂前と改訂後の共通教科情報科*1

(3) 「情報Ⅰ」の学習内容について

「情報Ⅰ」の各項目の目的について、表1に示す。

表1 「情報Ⅰ」の目的

項 目	内容の概要
1 情報社会の問題解決	現在の情報技術が人や社会に果たす役割と影響、情報モラルなどについて理解する。
2 コミュニケーションと情報デザイン	メディアの特性やコミュニケーション手段について理解し、情報デザインの考え方や方法を理解し表現する技能を身に付ける。
3 コンピュータとプログラミング	コンピュータの仕組み、モデル化とシミュレーション、アルゴリズムとプログラミングなどを学ぶ。
4 情報通信ネットワークとデータの活用	ネットワークの設計・構築に必要な知識と基本的なデータの扱い方、数学Ⅰと連携した統計などについて学ぶ。

(4) 「情報Ⅰ」のプログラミングについて

表1に示されているとおり、プログラミングは、「3 コンピュータとプログラミング」の項目において学習する。この項目では、「問題解決にコンピュータや外部装置を活用する活動を通して情報の科学的な見方・考え方を働かせて、コンピュータの仕組みとコンピュータでの内部表現、計算に関する限界などを理解する。また、アルゴリズムを表現しプログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークの機能を使う方法や技能を身に付けるようにし、モデル化やシミュレーションなどの目的に応じてコンピュータの能力を引き出す力を養う。また、こうした活動を通して、問題解決にコンピュータを積極的に活用しようとする態度、結果を振り返って改善しようとする態度、生活の中で使われているプログラムを見いだして改善しようすることなどを通じて情報社会に主体的に参画しようとする態度を養うことが考えられる。」^{*2}と記されている。

また、中学校技術・家庭科技術分野の内容「D 情報の技術」の学習を踏まえたプログラミングを扱うため中学校技術・家庭科技術分野の内容を把握しておく必要がある。

さらに、モデル化とシミュレーションについては「数学A」の(2)「場合の数と確率」との関連性が深く、地域や学校の実態及び生徒の状況に応じて教育課程を工夫するなど、相互の内容の関連を図ることが大切であるとされている。

(5) 中学校技術・家庭科技術分野「D 情報の技術」について

学習指導要領解説技術・家庭編では、「D 情報の技術」の内容について、以下のように説明している。

ここでは、情報の技術の見方・考え方を働かせた実践的・体験的な活動を通して、生活や社会で利用されている情報の技術についての基礎的な理解を図り、それらに係る技能を身に付け、情報の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深めるとともに、生活や社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定し解決する力、よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に情報の技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を育成することをねらいとしている。^{*3}

また、「D 情報の技術」の各項目において想定している学習活動については、以下のように示されている。

- (1) 生活や社会を支える情報の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 情報の表現、記録、計算、通信の特性等の原理・法則と、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み及び情報モラルの必要性について理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2) 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、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、使用するメディアを複合する方法とその効果的な利用方法等を構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3) 生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを基に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(4) これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること。

イ 技術の評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。^{*4}

上記のうち、プログラミングに関係する項目が(2)と(3)である。

(2)における双方向性とは、使用者の働きかけ(入力)によって、応答(出力)する機能であり、ネットワークの利用とはコンテンツにおける情報を処理する過程の一部に、インターネットや校内LANなどのコンピュータ間の情報通信が含まれることを意味している。

ここで使用するプログラミング言語は、小学校での学習経験や(2)で使用する言語にも配慮し、「課題の解決に必要な機能を持っているかどうか」、「プログラムの制作やデバッグが容易か」といった視点で学校毎に検討することとなっており、文字により記述する言語(テキスト型プログラミング言語)とするといった規定はしていない。

また、(3)における「計測・制御のプログラミング」については、課題を解決するために必要となるセンサやアクチュエータの選択や、センサからの入力データに基づき、どのようにアクチュエータにデータを出力するかといったことを構想させることを求めている。

これらの学習内容を踏まえ、「情報I」においてプログラミングを学習することになる。

2 各校における教科「情報」の開設状況について

本研究では、高等学校における情報科の現状を把握するために、県内の高等学校に対して教科「情報」の開設状況について調査を行った。

各校が主として開設している科目を図2に示す。



図2 令和元年度 普通科高校における教科「情報」

普通科及び総合学科では、20校が「社会と情報」を開設しており、学習内容にプログラミングが含まれている「情報の科学」を開設している学校は3校であった。

なお、「社会と情報」もしくは「情報の科学」を開設している学校は、新学習指導要領では「情報Ⅰ」を履修することとなり、プログラミング以外にも学習内容がより専門的になるため、教材作成等の対応が必要である。

一方、専門高校については、主として「代替科目」を開設しており、新学習指導要領施行後も「代替科目」を実施する場合、「情報Ⅰ」の学習内容を満たすように改善が必要である。

3 高等学校における情報科の現状について

本研究では、高等学校における情報科の現状を把握するために、県内の高等学校及び特別支援学校の教科「情報」の担当者及び教科「情報」免許状保有者に対して調査を行った。調査の概要は次のとおりである。

(1) アンケートの概要

① 対象者

- ア 現在、教科「情報」を担当している者（代替科目も含む）
- イ 教科「情報」の免許状を保有している者

② 回答者数

108人

③ アンケート内容

- ア 小・中学校におけるプログラミング教育について
- イ 高等学校における教科「情報」について
- ウ プログラミング言語の指導について

(2) アンケート結果

【問１】 次のうち、小学校におけるプログラミング教育について知っているものを選んでください。（複数選択可）

項 目	知っている	知らない
①令和２年度より実施される。	50.9%	49.1%
②「プログラミング」という教科が新設されるわけではない。	37.0%	63.0%
③プログラム言語を習得するのが目的ではなく、「プログラミング的思考」を育成することを目的としている。	72.2%	27.8%
④プログラム言語として「Viscuit」や「Scratch」などのビジュアル型プログラミング言語の使用が想定されている。	40.7%	59.3%
⑤小学校プログラミング教育は、Ａ～Ｆの６つの分類に整理されている。	3.7%	96.3%

	はい	いいえ
⑥知っている項目がない。	16.7%	83.3%

【問２】 次のうち、中学校におけるプログラミング教育について知っているものを選んでください。

項 目	知っている	知らない
①令和３年度より内容が増加する。	30.6%	69.4%
②「技術・家庭」うち「技術分野」の中で実施されている。	52.8%	47.2%
③現学習指導要領では、技術分野内容「Ｄ 情報に関する技術」の「プログラムによる計測・制御」で扱っている。	10.2%	89.8%
④新学習指導要領に技術分野内容「Ｄ 情報の技術」の「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る問題解決」という内容が追加された。	13.0%	87.0%
⑤現学習指導要領における技術分野内容「Ｄ 情報に関する技術」の「プログラムによる計測・制御」が、新学習指導要領では、技術分野内容「Ｄ 情報の技術」の「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」に変更された。	5.6%	94.4%

	はい	いいえ
⑥知っている項目がない。	38.0%	62.0%

【問 3】 次のうち、高等学校における教科「情報」について知っているものを選んでください。

項 目	知っている	知らない
①令和 4 年度より新学習指導要領に基づいて「情報 I」が必修化される。	61.1%	38.9%
②専門高校においては、「情報 I」の履修と同様の成果が期待できる場合においては、「代替科目」が認められている。	54.6%	45.4%
③「情報 I」で学習するプログラミング言語は、小・中学校で学習したビジュアルプログラミング言語ではなく、C 言語や Python などのプログラミング言語を学習する。	17.6%	82.4%
④どのプログラミング言語を学習するかについては、特に指定されていない。	31.5%	68.5%
⑤CSS や HTML はプログラミング言語ではない。	18.5%	81.5%

	はい	いいえ
⑥知っている項目がない。	8.3%	91.7%

【問 4】 令和 4 年度より必修化される「情報 I」において、何らかのプログラミング言語を指導する自信はありますか。（令和 4 年度に授業を担当していると想定して回答してください）

自信がある 10.2%	ある程度自信はある 22.2%	あまり自信はない 39.8%	まったく自信がない 27.8%
----------------	--------------------	-------------------	--------------------

問 4 について、普通科他（総合学科、理数科等を含む）、工業、商業、農業の結果を図 3 と図 4 にそれぞれ示す。

	普通科他	工業	商業	農業
自信がある	3	7	1	0
ある程度自信がある	8	13	3	0
あまり自信はない	31	5	6	1
まったく自信がない	24	2	3	1

図 3 学科毎の回答数

	自信がある	ある程度自信はある	あまり自信はない	まったく自信がない
普通科他	5%	12%	47%	36%
工業	26%	48%	19%	7%
商業	8%	23%	46%	23%
農業	0%	0%	50%	50%

図 4 学科毎の割合

【問5】指導を想定しているプログラミング言語があれば、記述してください。

【問6】実際にプログラムを作成したことがあるプログラミング言語をすべて記述してください。

【問7】今後、学んでみたいプログラミング言語があれば、記述してください。

(それぞれ複数回答可)

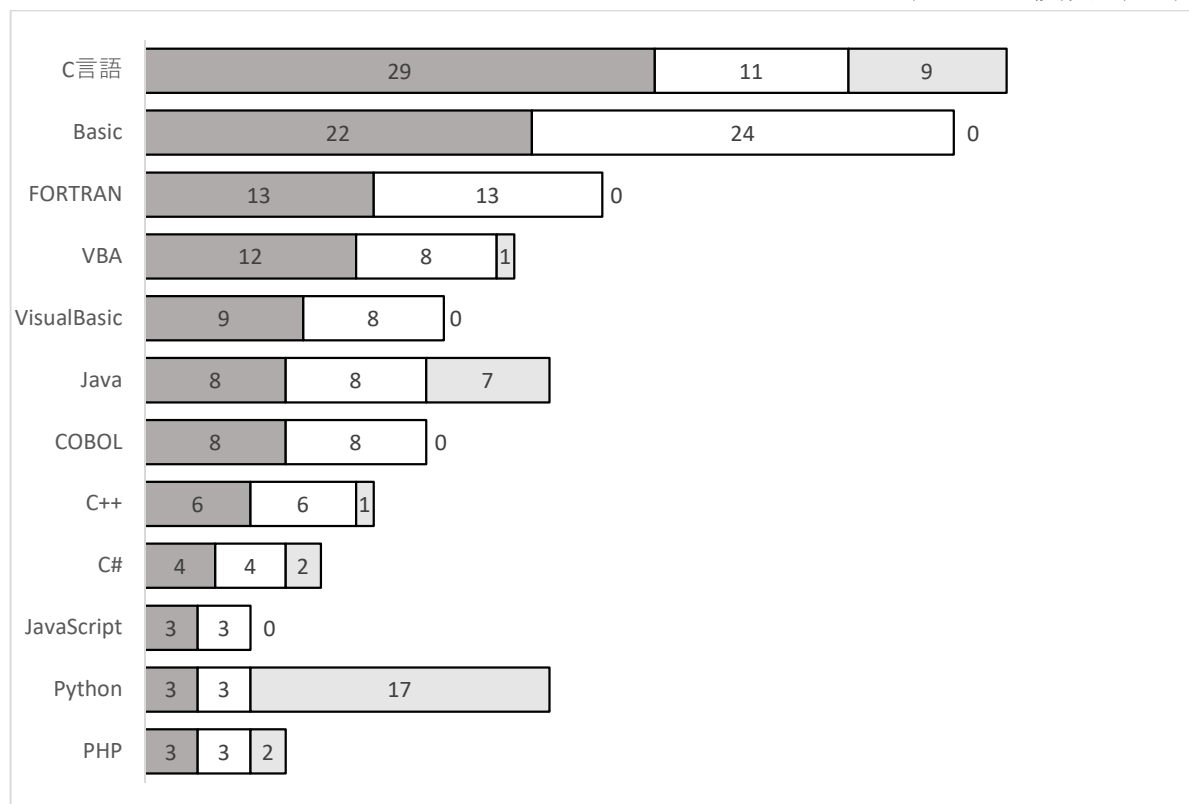


図5 問5～7のプログラミング言語に関する回答数

上記の問いに対して「ない」と答えた人の割合を図6に示す。

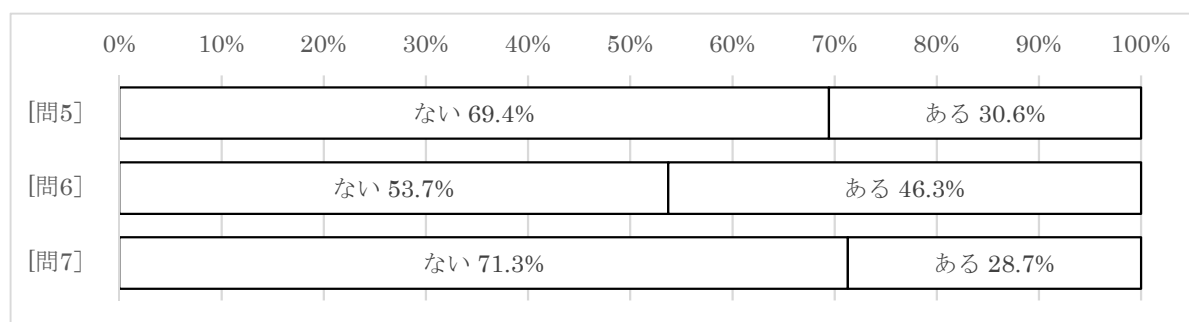


図6 「ない」と答えた人の割合

(3) アンケートの分析

高等学校教員の小学校、中学校、高等学校におけるプログラミング教育について、「知っている項目がない」と答えた人数を図7に示す。

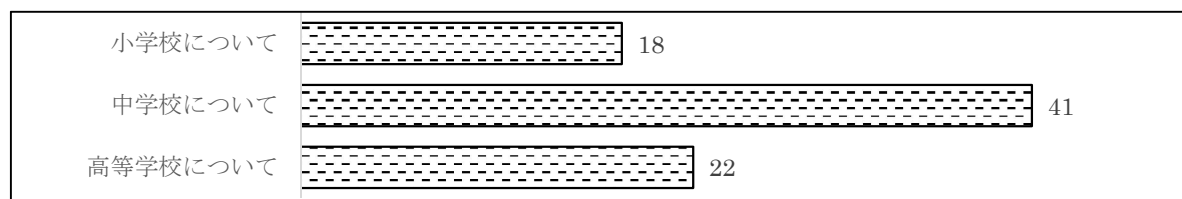


図7 「知っている項目がない」と答えた人数

小学校のプログラミング教育についての認知度が一番高く、続いて高等学校、中学校の順になっている。小学校については、全教員を対象とした研修の実施やメディアの影響もあり、高い認知度になっていると考えられる。一方、中学校の「技術・家庭科」や高等学校の「情報Ⅰ」におけるプログラミング教育については、これから指導する可能性があるにもかかわらず、小学校のプログラミング教育より認知度が低いという結果となり、来年度以降の研修が重要になってくると考えられる。

プログラミング言語の指導については、「自信がある」または「ある程度自信がある」と回答したのは35名で全体の32.4%であった。「あまり自信はない」または「まったく自信がない」と回答したのは73名で全体の67.6%であった。図4学科毎の割合をみると、工業科以外は「あまり自信はない」または「まったく自信がない」と回答した割合が圧倒的に多かった。

「指導を想定しているプログラミング言語」において、63.0%にあたる75人が「想定しているプログラミング言語はない」と回答している。そのうち、「プログラムを作成したことがある」と「学んでみたいプログラム言語」の両方で「ない」と答えた人の人数を図8に示す。問5で「ない」と回答した75人のうち、53人が「実際にプログラムを作成したことがない」と回答しており、53名のうち49人が「今後、学んでみたいプログラミング言語はない」と回答しており、全体の45.4%はプログラミング教育に消極的であることがわかった。

問5	ない 75 人	ある 33 人
問6	ない 53 人	ある 22 人
問7	ない 49 人	ある 4 人

図8 問5から問7のすべてを「ない」と答えた人数

アンケートの結果から、まずは、高等学校においてプログラミング教育の授業を担当する教員のモチベーションを向上するための教員用教材が必要であると考えた。

4 高等学校のプログラミング教育に関するコンテンツの作成

アンケートの結果を基に、高等学校のプログラミング教育に関するコンテンツを作成した。
まだ教科用図書が公表されていないため、文部科学省より公表された高等学校情報科「情報Ⅰ」
教員研修教材（JavaScript版）を参考に、コンテンツを作成することにした。

内容は以下の8つのテーマより選択し、学習することができる。

(1) コンピュータの仕組み

コンピュータの構成，演算の仕組み，AND・OR・NOT，真理値表，計算誤差，プログラミングを使った計算誤差の確認

(2) 外部装置との接続

計測・制御，センサ，アクチュエータ，計測・制御プログラム

(3) 基本的プログラム

アルゴリズム，プログラム，フローチャート，順次・分岐・反復，変数

(4) 応用的プログラム

配列，乱数，関数，WebAPI

(5) アルゴリズムの比較

探索アルゴリズムの比較，ソートアルゴリズムの比較

(6) モデル化とシミュレーション

モデル，モデルの分類，プログラミングを使ったシミュレーション

(7) 確定モデルと確率モデル

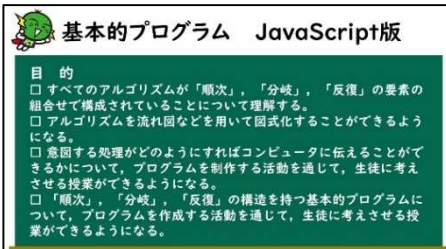
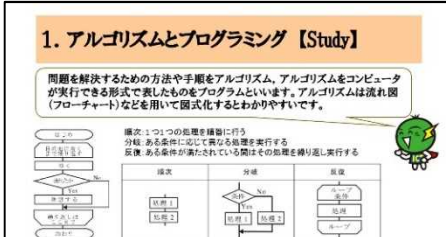
確定モデルのシミュレーション，確率モデルのシミュレーション

(8) 自然現象のモデル化とシミュレーション

自然現象のモデル化とシミュレーション，モデルの妥当性の検討

コンテンツの構成は[目的]と[Study]，[Check]，[Answer]，[Prepare]で構成されており，項目ごとに内容を確認しながら学習することができる。親しみやすいようにキャラクターとして「ICTすだちくん」を採用している。

以下は（3）基本的プログラムの一部を例に挙げる。

	[目的] 高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修教材に示されている各項目の目的が記載されている。受講者は、この目的を理解したうえで、コンテンツで学習する。
	[Study] 流れ図など、主な学習内容を簡潔にまとめて解説している。また、例題等で具体的なプログラムを提示する。

1. アルゴリズムとプログラミング 【Check】 ■練習 「おはよう」「こんにちは」「おやすみ」の順に画面にメッセージが表示されるプログラムを作成します。 ? に入るプログラムを考えてみましょう。 <流れ図> <pre> graph TD Start([スタート]) --> H1[おはよう] H1 --> H2[こんにちは] H2 --> H3[おやすみ] H3 --> End([エンド]) </pre> <プログラム> <pre> 1 <script> 2 document.write("おはよう
"); 3 ? 4 document.write("おやすみ
"); 5 </script> </pre> <実行結果> おはよう こんにちは おやすみ 例題と同じようにすればいいんだから 答えは、	[Check] ここでは、[Study]で学んだ内容が正しく理解できているかをチェックする。クイズ形式になっており、例題を参考にして問題が解けるようになっている。
1. アルゴリズムとプログラミング 【Answer】 ■練習 「おはよう」「こんにちは」「おやすみ」の順に画面にメッセージが表示されるプログラムを作成します。 ? に入るプログラムを考えてみましょう。 <流れ図> <pre> graph TD Start([スタート]) --> H1[おはよう] H1 --> H2[こんにちは] H2 --> H3[おやすみ] H3 --> End([エンド]) </pre> <プログラム> <pre> 1 <script> 2 document.write("おはよう
"); 3 document.write("こんにちは
"); 4 document.write("おやすみ
"); 5 </script> </pre> <実行結果> おはよう こんにちは おやすみ	[Answer] ここでは、[Check]の問題の解答と解説をしている。解説とともにミスしやすいフレーズ等についても列挙する。
4. センサの値をもとに LEDを制御するプログラム 【Prepare】 と、その前に、micro:bitでプログラミングする準備をしましょう。 https://microbit.org/ja/guide/ から各OSに合ったアプリをダウンロードして、プログラミングを始めましょう。 	[Prepare] ここでは、実際にプログラムを作成するためのツールのインストール方法を記載している。

IV 研究の成果と今後の課題

本研究では、教科「情報Ⅰ」に携わる可能性がある教員を対象に実施したアンケート調査結果から、普通科を中心にプログラミング言語の指導に対する不安が明らかとなった。これらの調査結果を踏まえ、高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修教材（JavaScript 版）を参考にしながらeラーニングシステムを利用したコンテンツを作成した。来年度、情報科の悉皆研修を実施する予定となっているが、働き方改革が推進されている現状もあり、今回作成したコンテンツを事前研修として活用することで、研修の時間短縮につながると考えている。また、Pythonなどの言語を学習したいという要望もあり、今後の研修計画としても検討していく必要があることが確認できた。

情報科の共通必修科目「情報Ⅰ」では、「モデル化とシミュレーション」、「アルゴリズムとプログラミング」など、情報の科学的な理解が重んじられる。特に「アルゴリズムとプログラミング」については、来年度より小学校からプログラミング教育が必修化され、中学校においても技術・家庭科で「双方向性のあるコンテンツのプログラミング」や「計測・制御のプログラミング」を学習するので、数年後には各高等学校に小学校からプログラミングに慣れ親しんだ生徒が入学してくることになる。しかし、アンケート調査の結果にもあるように、小・中学校におけるプログラミング教育への関心は決して高くない。また、「情報Ⅰ」でプログラミング教育を実施することについて、不安を感じている教員がいる一方で、プログラミング教育に対して全く危機感がない教員も存在することがわかった。文部科学省では、令和6年度の大学入学共通テストにおいて「情報Ⅰ」を検討しており、特にプログラミング的思考は、未来の子供たちに欠かすことのできない資質であるともいわれている中で、今回のアンケート調査の結果を踏まえ、教員の指導力と指導者としてのモチベーションを高めるための研修を実施する必要がある。

V おわりに

新学習指導要領の改訂に伴い、情報科の共通必修科目「情報Ⅰ」が新設されたことを受け、高等学校におけるプログラミング教育について研究してきた。情報教育に関する講演や研修にも参加したが、高等学校のプログラミングの内容が二転三転し、参加者からも不安の声が聞こえた。また、教科用図書が公開されていない中、先行して市販されるプログラミング教材も多岐にわたり、教育現場は混乱しているように思える。

令和元年10月に文部科学省ホームページで公開された高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修教材では、「順次」、「分岐」、「反復」の基本的なプログラムに加え、応用プログラムとして「配列」、「乱数」、「関数」などが紹介されており、今まで曖昧だったプログラミングの指導内容が明らかになった。

新学習指導要領の施行まであと2年余り。来年度からの研修等を経て、県内全ての高等学校の情報科担当者が自信をもって共通必修科目「情報Ⅰ」のスタートが切れるよう、周到的準備を計画的に進めていきたい。

*1 文部科学省『高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材』，5頁。

*2 文部科学省『高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材』，6頁。

*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・家庭科編』，48頁。

*4 文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭科編』，50頁。