

教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業

先導的な教職科目の在り方に関する研究

教科横断的なプログラミング的思考を育成するための

教職カリキュラムの調査と開発

目次

巻頭言.....	2
調査編.....	3
全国教員養成系大学の小学校プログラミング教育の対応状況.....	3
教員養成系国立大学及び教育委員会における小学校プログラミング教育への対応状況 に関する調査.....	3
教育学部学生の小学校プログラミング教育に対する意識調査.....	6
プログラミングゼミでの授業による教員養成学生の意識の変化.....	6
現職教員の小学校プログラミング教育に対する意識調査.....	10
実践編.....	14
国語.....	14
小学校国語科におけるプログラミング的思考育成—ゲームを軸に、物語とプログラミ ングを結ぶ—.....	14
社会.....	26
教員養成における情報活用の技能の育成に向けた課題—小学校社会科でのプログラミ ング活用の可能性を視野に入れて—.....	26
算数.....	39
小学校で行うプログラミング学習について.....	39
理科.....	47
小学校理科におけるプログラミング的思考の育成—第6学年「電気の利用」の単元の 実践から—.....	47
技術科.....	59
中学校技術科における通信のプログラミング教材とそれに関する教職授業スタンダー ドの検討.....	59
政策提言編.....	69
教員養成での小学校プログラミング教育のカリキュラム案.....	69
国語での教員養成におけるプログラミング教育のカリキュラム案.....	69
小学校理科（エネルギー領域）におけるプログラミング的思考を導入するためのカリキ ュラム案.....	72
全学教養科目「小学校プログラミング教育」でのシラバス.....	74
資料.....	75
2019 年度版教員養成系 44 大学の小学校プログラミング教育およびプログラミング関 係専門科目一覧表.....	75

巻頭言

横浜国立大学教育学部長 杉山久仁子

この「教科横断的なプログラミング的思考を育成するための教職カリキュラムの調査と開発」は、文部科学省の教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業「先導的な教職科目の在り方に関する研究」として採択された令和元年度のプロジェクトである。

新学習指導要領では令和 2 年度 4 月から小学校においてプログラミング教育が必修化され実施される。小学校におけるプログラミング教育は教科としてプログラミング教育を行うのではなく、国語や社会、算数、理科などの教科の中でプログラミング教育を行い、教科の目標を実現するためにプログラミングを行う。

現職の教員は教員養成段階ではプログラミング教育についても、さらにプログラミング自身も学ぶ機会が少なく、小学校教員の間ではプログラミング教育について心配の声を聴く機会が多い。また、各都道府県や市町村の教育委員会や教育センターなどでは、小学校プログラミング教育の研修が行われているが、カリキュラムの数も少なく参加者も希望者のみで実施しているものも多い。

一方で教員養成系大学においても平成 28 年度から一部ではあるが教員養成のカリキュラムに小学校プログラミング教育が導入されているが、カリキュラムの内容について全国的に調査されたものも少ない。

本事業の主な課題である教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業として、教員養成段階とそれを繋ぐ研修での小学校プログラミング教育に関する調査が必要である。さらに、具体的な事例とともに教員養成でのプログラミング教育のカリキュラムについて検討する必要がある。

本事業では、小学校における国語、社会、算数、理科、そして中学校の技術科、さらに高校生や大学生のプログラミング教育の実践をもとに、教員養成でのプログラミング教育のカリキュラムを検討した。

最後に、横浜市立小学校や附属鎌倉小学校の関係者には調査において多大なご協力を頂いた。加えて、横浜市教育委員会および各教員養成大学の関係者の皆様からいただいた様々なご支援に、この場を借りて御礼申し上げる。

調査編

全国教員養成系大学の小学校プログラミング教育の対応状況

はじめに、本調査は全国の教員養成系大学を対象に新学習指導要領で実施される小学校プログラミング教育の対応状況を明らかにするものである。さらに教員の養成と研修の接続を調査するために、その当該都道府県教育委員会や教育センターでの小学校プログラミング教育に関する研修についても同時に調査した。

教員養成系国立大学及び教育委員会における小学校プログラミング教育への対応状況に関する調査

山本 光

<あらまし>

2020年度からの小学校におけるプログラミング教育の必修化に伴い、教員養成及び研修段階におけるプログラミング教育への対応が一層重要となる。本調査では、教員養成系学部を有する国立大学44大学、及び国立大学が設置されている43教育委員会を対象として、教員養成及び研修段階における小学校プログラミング教育の準備状況を調査した。

その結果、44大学中35大学が小学校プログラミング教育に関する講義を開講していること、43教育委員会中37教育委員会が小学校プログラミング教育に関する研修を行っていることが明らかとなった。

1. はじめに

2020年度より小学校プログラミング教育が必修化されるのに伴い、教員養成段階における小学校プログラミング教育への対応が重要となる。2018年度では、小学校教員免許を取得可能な国立大学52大学のうち、小学校プログラミング教育を専門とする講義が開設されていたのは4大学、講義の一部で小学校プログラミング教育を扱う、もしくは参考になる講義が開設されていたのは25大学であった(山本2019)。2018年度には、小学校プログラミング教育の必修化が差し迫っている中、教員養成段階での準備状況には課題があるといえる。

また、教員養成段階のみならず教員研修段階においても、小学校プログラミング教育の必修化に対する準備に課題がある。文部科学省(2018)の調査によると、2018年度にプログラミング教育に関する研修を行っている教育委員会は全体の52.2%、次年度に研修を計画しているのは84.2%であった。

以上を踏まえ、本調査では2019年度の小学校プログラミング教育に対する教員養成段階及び研修段階での対応状況の変容を調査することを目的とする。

2. 方法

2. 1 調査対象

文部科学省が公表している教員養成系学部を有する国立大学44大学、及び各国立大学が設置されている43都道府県の教育委員会を調査対象とする。1教育委員会に対して2つの国立大学が設置されている都道府県があったため、国立大学数と比べて教育委員会の数が少なくなっている。

最終的に、シラバス及びホームページが公開されている43大学及び42教育委員会を調査対象とした。

2. 2 調査内容

教員養成段階については、教育学部を対象とした講義において小学校プログラミング教育に関する講義の開講状況を調査した。加えて、専門的なプログラミング講義の開講状況も調査した。

研修段階については、調査対象とした教育委員会が2019年度に小学校プログラミング教育に関する研修の実施状況を調査した。

2. 3 調査方法

調査対象大学のシラバス、及び教育委員会または総合教育センターのような教育委員会と関連するホームページを参照した。参照期間は2019年4月から12月のものがあった。

3. 結果

3. 1 国立大学について

教員養成系学部を有する国立大学を調査した結果について表1に示す。

表 1 プログラミング講義開講

	小学校プログラミング教育		専門的なプログラミング	
	大学数	講義数	大学数	講義数
開講状況	35	72	40	229
小学校プログラミング教育を主とする講義	10	11		

教員養成系学部を有する国立大学について、小学校プログラミング教育の講義を開講している大学は35大学であった。2018年度では25大学で開講しており(山本2019)、全体で10大学増加した。2018年度からでは、今年度新設しているのが14大学、閉講したのが1大学、新設されず開講していないのが3大学、継続して開講しているのが24大学であった。

また、開講している講義の中で小学校プログラミング教育を専門としている講義は

11講義であった。山本(2019)と比較して、2019年度は小学校プログラミング教育に関する講義数が増え、なかでも小学校プログラミング教育を主として取り扱う講義数が3倍近くになっていた。

専門的なプログラミングに関する講義について、教育学部において開講している大学は40大学、講義数は229講義であった。このことは、小学校プログラミング教育に特化したものではないが、プログラミングを学習する機会は教員養成段階において多く存在していることを意味しているだろう。

3. 2教育委員会について

2019年度に小学校プログラミング教育の研修が行われていたのは、42教育委員会のうち37教育委員会であった。研修の実施率は86.0%であり、2018年度に文部科学省(2018)が実施した調査と比較し上昇していた。

また、教員養成段階と研修段階における小学校プログラミング教育の準備状況を検討するために、国立大学における小学校プログラミング教育に関する講義の開講状況と教育委員会における研修実施状況をクロス集計した。その結果、大学での小学校プログラミング教育に関する講義及び教育委員会の研修のいずれも実施していない都道府県は、ないことが明らかとなった。

4. まとめ

教員養成学部を有する国立大学44大学のシラバス、及び上記国立大学が所属する都道府県の43教育委員会の研修状況を調査した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 教員養成学部を有する国立大学のうち、小学校プログラミング教育を扱う講義を開講しているのは35大学、講義数は72講義。このうち小学校プログラミング教育を主とする講義の開講数は11講義。教育学部に対して専門的なプログラミングの講義を開講している大学は40大学、講義数は229講義。
- 2) 上記の国立大学が設置されている教育委員会のうち、小学校プログラミング教育に関する研修を行っているのは37都道府県である。
- 3) 国立大学、教育委員会ともに小学校プログラミング教育に関する対応を行っているのは28都道府県、どちらも行っていない都道府県はない。

参考文献

- ・ 文部科学省 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編，2017
- ・ 文部科学省 平成29年度4月1日現在の教員免許状を取得できる大学，2017
- ・ 山本広志 教員養成課程のシラバスに見る小学校プログラミング教育への対応状況に関する調査研究，2019

注)本調査結果は、日本教育工学会 2020 年春季全国大会にて公表されたものである。

教育学部学生の小学校プログラミング教育に対する意識調査

次に教員養成段階での小学校プログラミング教育について、学生の意識調査を行った。ほとんどの学生がプログラミングの経験がなく、小学校でのプログラミング教育に不安を持っている状況であったが、数時間の講義と実習により不安が解消されるなどの意識の変化が見られた。

プログラミングゼミでの授業による教員養成学生の意識の変化

山本 光

〈あらまし〉小学校のプログラミング教育が必修化されるにあたり、教員養成段階でのプログラミングを学ぶ機会が必要である。本研究では、普通教室で利用可能なネットの常時接続環境の必要がなくスマートフォンやタブレットで実践できる「プログラミングゼミ」を用いて、プログラミングの体験授業の前後での教員志望の大学生の意識の変容を比較した。その結果、「教える」から「考える」の意識の変容があったこと、心配が減り、プログラミング教育から授業へと変容したことが明らかとなった。

1. はじめに

小学校におけるプログラミング教育が必修化され、小学校での実践が数多く報告する中で、様々な課題もあげられている。豊田(2019)によると、プログラミング教育に関する課題として環境整備・時間数・指導力・評価方法等が示されている。さらに、プログラミング教育を特別視する傾向にあり、情報活用能力の視点から捉えなおす必要があると指摘している。つまり、普通教室で実践すること、情報活用能力の一つとしてプログラミング教育を実践することが求められている。

一方、島田ら(2018)によると教員養成課程の学生に対してプログラミング教育に関する信念構造を調査し、自信・知識、必要性、興味・関心、教科連携の4つに分かれることを明らかにした。プログラミング教育に対する自信・知識は、情報リテラシーにより支えられており、必要性、興味・関心、教科連携は、教育課程やカリキュラムで支えられている。

小学校におけるプログラミング教育の課題と教員養成課程の学生への教育での課題において、以下の3つの条件を仮定して授業を行う。そして、その講義の前後で受講生の意識の変容を調査した。条件とは、(1)普通教室で実践できること、(2)BYODを見据えていること、(3)小学校に特化した環境であることの3つである。これらの条件は、必要条件として仮定している。

これらの条件を満たすプログラミング環境として、株式会社ディー・エヌ・エーが開発し無料で配布されている「プログラミングゼミ」を調査の対象とした。

2. 目的と方法

本研究の目的は、教員養成課程の学生がプログラミングゼミを用いた講義の前後でどのように意識が変容するかを明らかにすることである。

調査期間は2019年1月から2019年6月までの半年間のうち2回実施した。対

対象者は調査 1 では 117 人、調査 2 では 138 人の合計 255 人を対象とした。

調査方法は、調査 1 と 2 それぞれ同じ講義と実習を行った。講義では、プログラミング教育の意図や実践例を紹介する内容を 30 分行った。引き続きプログラミングゼミを用いた実習（基本的利用方法と小学校 5 年多角形の作図）を 40 分行った。

調査 1 では、その講義と実習の前後で、自由記述式の「プログラミング教育に対する思い」をデータとして収集した。調査 2 では、講義の前後においてプログラミング教育に対する心配なこと、および期待することをそれぞれ自由記述で回収した。データの解析方法は、テキストマイニングソフト KH-Coder Ver3 を用いて、頻出語を抽出し、共起ネットワーク図を比較検討することで行った。

3. 結果

調査 1 の結果を以下に示す。事前調査では、重複および記号を除去し 740 文、376 段落、7136 語を調査対象とした。次に事後調査では、同様に 553 文、240 段落、6359 語を調査対象とした。

単純集計として、頻出語の事前と事後の比較を表 1 に示す。表 1 では上から降順で上位 20 語を比較した。表 1 の「教える」という言葉が、事前では 4 位だったが、事後では 14 位と下がっていた。一方、「考える」という言葉が事前は 12 位だったが、事後では 6 位に上がっていた。さらに事前にあった「心配」という言葉が、事後では使われていないことが分かる。

表 1 事前事後の頻出語の比較

事前		事後	
抽出語	文書数(文)	抽出語	文書数(文)
プログラミング	289	プログラミング	277
思う	153	思う	180
教育	132	教育	120
教える	90	授業	78
授業	82	感じる	76
パソコン	63	考える	50
児童	61	必要	44
自分	61	日本	41
心配	61	学ぶ	39
小学生	55	児童	39
期待	51	自分	39
考える	50	思考	38
小学校	50	教師	37
知識	46	教える	36
情報	44	小学校	35
学ぶ	43	知る	35
必要	41	少し	34
教員	39	行う	33
難しい	36	難しい	33
不安	36	楽しい	30

次に、調査2の結果の一部を図2および図3に示す。調査2の「プログラミング教育にたいする心配なこと」の自由記述では、重複や記号を除去し、事前では399文、149段落、9264語を調査対象とした。事後では、335文、139段落、9152語を調査対象とした。

共起ネットワークの描画基準は、集計単位は文体とし、最小出現数20以上、上位50語を最小スパニングツリーだけを描画した。

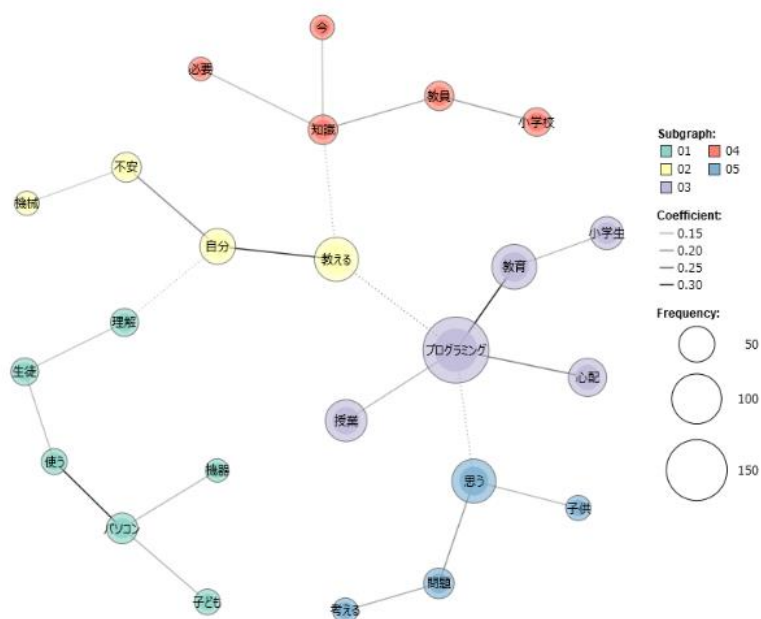


図1 事前 「心配」の共起ネットワーク

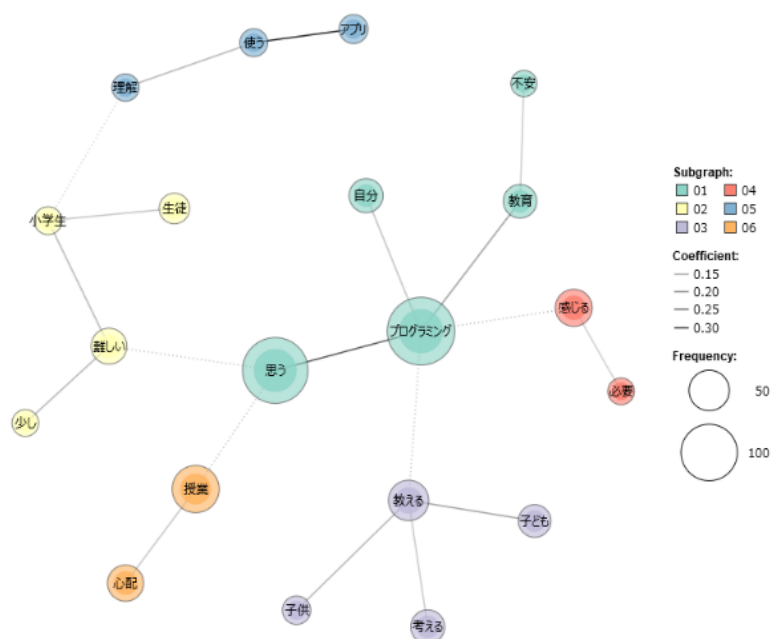


図2 事後 「心配」の共起ネットワーク

4. 考察

実習の前後で、教員養成課程の学生の意識の変化は、自分が「教える」という意識から「考える」を意識する変容が見られた。さらに漠然とプログラミング教育に対する不安から、自分が授業実践することを想起した心配へと変容したことが明らかとなった。

参考文献

- ・ 島田英昭，村松浩幸，森下孟，藤崎聖也，神原浩，渡辺敏明(2018)．教員養成課程生のプログラミング教育に関する信念の調査．信州大学教育学部研究論集 第 12 号，151-156
- ・ 豊田充崇(2018)．小学校プログラミング授業の推進における実践上の課題．和歌山大学教職大学院紀要学校教育実践研究(2)，83-90

注) 本調査は、日本教育工学会第 35 回秋季全国大会にて公表されたものである。

現職教員の小学校プログラミング教育に対する意識調査

スクラッチプログラミングの実習を受けた教員が想起する授業科目の調査結果—どの教科でプログラミングを行うのか—

山本 光

〈あらまし〉小学校でのプログラミング教育は教科の中で実践される。指導要領解説やプログラミング教育の手引きによると小学校 5 年生の算数で多角形の作図、6 年生の理科でエネルギーの箇所での授業の例示がされている。しかし、プログラミングを実施する教科の指定は特にされておらず、学校や教員の裁量に任されている。

本研究では、プログラミングの初心者である教員に対して、約六時間のプログラミングの講習を行った後、どのような科目で実施したいかを調査した。その結果、国語、算数、総合の順に実施したいことが分かった。また、講習会前後の自由記述の比較から、プログラミング教育に対する心配は低下することが明らかとなった。

1. はじめに

新学習指導要領[1]における小学校でのプログラミング教育では、プログラミングという教科を設けたわけではない。既存の教科のなかでプログラミングを実施することになっている。小学校プログラミング教育の手引き[2]では、小学校 5 年生の算数で多角形の作図および 6 年生の理科でエネルギーにおいてその例示がされている。これらはあくまでも例示であり、教科が指定されているわけではない。

したがって、どの学年でどの教科でプログラミングを実践するかは、学校及び教員の裁量に任されている。

先行研究での過去の調査(2018 年実施)では、「算数や理科などの教科の中でプログラミング教育を実施することに対してあなたはどのように思いますか」という調査では、教員 293 名にしてその 60%が算数や理科は合っていると答えており、次いで国語や社会 4%、図工や音楽 4%となっている。この調査においては、質問の仕方は算数や理科などと文中にあるため、バイアスがかかっていると考えられるため、偏った結果となっている。

さらに、単なる意識調査では、授業構想までを含んだ回答ではないため、プログラミング教育に対する印象を聞いたことになる。

本研究では、約六時間のプログラミングの講習会を受講した教員に対して、どの教科で行い、その実践内容までを考えるために指導案(略案)を作成し、その分類を試みる。また、講習会前後で、プログラミング教育に対する心配なこと、期待することについてどのように変容するかを調査する。

2. 調査の目的

本研究の目的は2つある。1つ目は、プログラミングの講習を受講した教員が、どの科目でプログラミングを実践したいかを把握すること。2つ目は、講習会前後の自由記述を比較することにより、講習を受けることによって、プログラミング教育に対する心配がどのような変化をするか知ることである。

2. 1 調査対象者と期間

調査対象は、教員免許更新講習「Scratch プログラミング」に参加した50名および90名である。調査期間は2018年8月の2日間である。上記講習会の内容は、1時間の講義の後、約5時間のプログラミングの実習を行った。実際に行ったプログラミング環境は、ビジュアルプログラミング言語のScratchを用いた。教科書には「親子でかんたん スクラッチプログラミングの図鑑」[3]を利用し、簡単なゲーム作成から、教材開発までを行った。

2. 3 調査の方法

データの収集方法は上記の講義の前後に「プログラミング教育に対する心配なこと」と題した自由記述を用いた。さらに、講習の最後に実際に行いたいプログラミング教育の指導案を作成し、その指導案を調査対象とした。

3. 結果

講習の受講者が作成した指導案52例について分類したものを表1に示す。学校種では、小学校で実施する指導案が21例、中学校で実施する指導案が18例、高等学校で実施する指導案が4例、特別支援学校が9例となっている。上位から小学校国語、算数、中学校技術家庭、そして総合の順となっていることが分かった。学校種をまとめると、国語、算数(数学)、総合の順となっていることが分かった。

表1 想起する学校種と科目

	国語	算数 数学	総合	技術 家庭	情 報	社 会	理 科	音 楽	英 語	保 健	教育 相談	自立活 動	課題別 学習	総計
小学校	8	7	4			1							1	21
中学校		2	3	7		3		1	1	1				18
高校	2				1		1							4
特別支援	1	1	2		3						1	1		9
総計	11	10	9	7	4	4	1	1	1	1	1	1	1	52

次に、講習会前後で、プログラミング教育に対する心配について自由記述の解析結果を示す。

講習前の自由記述は、語数が8499語、文数が327文あった。講習後の語数は7616語、文数は262文あった。それらの文章を、テキストマイニングの手法を利用し、KH-coder 3 を用いて共起ネットワークを作成した。共起ネットワークの結果を図1および図2に示す。共起ネットワーク図を作成するにあたり、抽出条件は、集計単位は文単位とし、最小出現語数は10、品詞はすべてとし、共起関係上位60を抽出した。また、描画条件を最小スパニングツリーとして、次数により中心性を選択し描画している。

講習前と後について「心配」という語に注目し、その構造を比較すると、講習前では「心配」がより多く使われており、それらは「プログラミング」「教える」「小学校」「自分」に隣接している。そして、受講後は「心配」の数は少なく、「教える」のみ隣接している。一方で、講習後で新たに表れた言葉に「授業」があり、それらは「取り入れる」「活用」などに隣接していることが分かる。

4. 考察

プログラミング初心者の教員に対して、約六時間の講習会を行った結果、小学校の国語、算数、総合での実践ができそうであると考えている教員が多いことが分かった。作成された指導案から、国語では、ビジュアルなプログラミング環境から、キャラクターを中心に、アニメーションやセリフを表示するプログラムから物語を読み、自分なりの表現をする活動などが考えられていた。

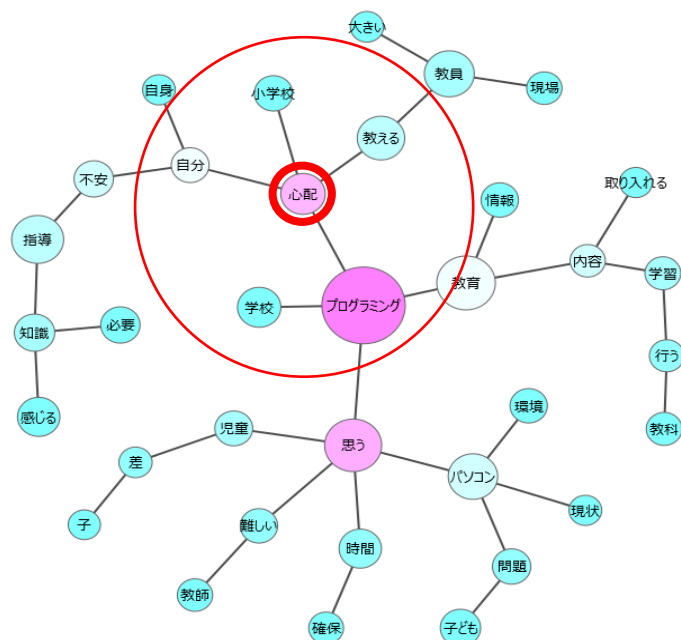


図1 講習前の共起ネットワーク

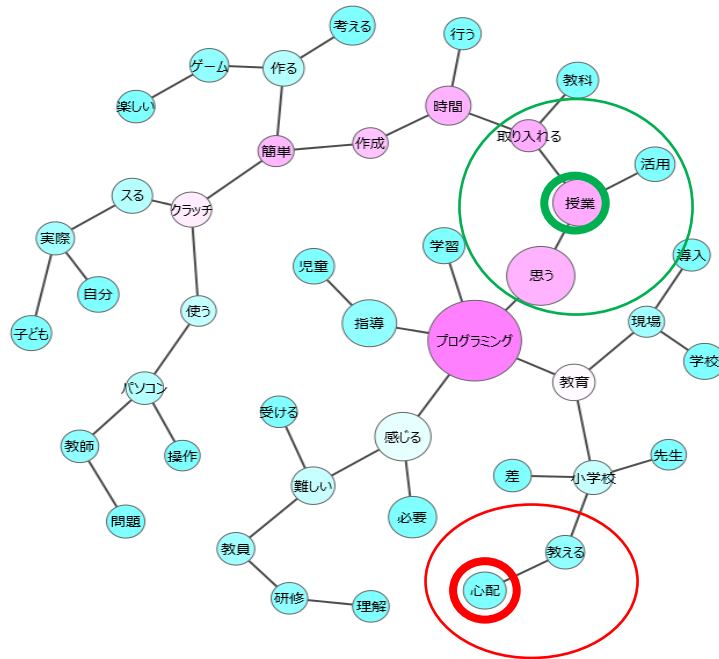


図2 講習後の共起ネットワーク

5. おわりに

本稿では、教員免許更新講習における教員の意識に関する調査であった。今後は、調査対象を増やすとともに、より良いプログラミング教育への指針を得られるように、インタビュー調査などを用いて定性的なデータも収集する予定である。

参考文献

- 文部科学省，学習指導要領解説，(2017)
- 文部科学省，小学校プログラミング教育の手引き（第二版），(2019)
- 松下孝太郎，山本光：“親子でかんたん スクラッチプログラミングの図鑑”，技術評論社，(2017)。

注）本調査は、教育システム情報学会第44回全国大会にて公表されたものである。

実践編

国語

小学校国語科におけるプログラミング的思考育成ゲームを軸に、物語とプログラミングを結ぶ一

石田 喜美

1. はじめに

平成 29 年度版『小学校学習指導要領解説（総則編）』によると、小学校においてプログラミングを行うことのねらいは「論理的思考力を育むとともに、プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気付き、身近な問題の解決に主体的に取り組む態度やコンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むこと、さらに、教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせること」とされている（文部科学省, 2017, pp.85-86）。小学校では、このようなねらいを踏まえながら「教育課程全体を見渡し、プログラミングを実施する単元を位置付けていく学年や教科等を決定する必要がある」（同上, p86）。

このように「総則」では、プログラミングを実施する学年・教科については、各学校・教員がカリキュラム全体を見渡しながらか決定すると記載される一方、具体的に、プログラミングが各教科等の学習内容として位置付けられているのは、算数科（『小学校学習指導要領』第2章第3節第3の2(2)）、理科（同第2章第4節第3の2(2)）そして「総合的な学習の時間」（同第5章第3の2(2)）のみであり、国語は含まれていない。もちろん、『小学校学習指導要領解説（総則編）』には、「例示以外の内容や教科等においても、プログラミングを学習活動として実施することが可能であり、プログラミングに取り組むねらいを踏まえつつ、学校の教育目標や児童の実情等に応じて工夫して取り入れていくことが求められる」（同上）と記載されており、平成 30(2018)年 11 月に発行された『小学校プログラミング教育の手引（第二版）』（文部科学省, 2018）では、「プログラミングに関する学習活動の分類」として次のような分類が示されている（表 1）。

表 1 プログラミングに関する学習活動の分類（文部科学省, 2018）

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの

小学校国語科におけるプログラミングは、「B」に分類されるが、同手引きにおいて掲載されている「B」の実践事例の中に、国語科の実践事例は見当たらない。未来の学びコンソーシアム「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」(<https://miraino-manabi.jp/content/290>)では、「主語と述語に気を付けながら場面に合ったことばを使おう」(小学校第2学年)と「敬語の使い方を考えよう」(小学校第5学年)の2事例が紹介されているものの(後述)、小学校国語科におけるプログラミング、およびそれを通じたプログラミング的思考¹の育成については、まだ、カリキュラム開発の指針となるような理論的枠組みが構築されているとは言い難い状況である。

2. 「デジタルで自己表現する」ためのプログラマー英国でのプログラミング教育への批判に学ぶ

本稿では、小学校国語科におけるプログラミング的思考育成を考えていくための指針として、英国・イングランドにおけるメディアリテラシー教育研究者による議論を参照してみたい。

イングランドでは、2014年9月に、新たなナショナル・カリキュラムが施行され、必修科目「コンピューティング(Computing)」が新設された。それとともに、「ICT」科が廃止されるとともに、国語科(English)におけるメディア領域も削減された。教科「コンピューティング」は、「コンピュータ科学」(Computer Science: CS)、「情報テクノロジー」(Information Technology: IT)、「デジタル・リテラシー」(Digital Literacy: DL)の3分野で構成されており、プログラミングは主にCSを学習するための実習課題(practical work)として行われている。(文部科学省, 2015, p20)

一方、このようにして始まった「コンピューティング」は、さまざまな観点から批判を受けている。もっとも有名なものに、王立協会が2017年11月に発行した報告書「再起動の後に：英国の学校におけるコンピューティング教育(After the Reboot: computing education in UK schools)」(Royal Society, 2017)がある。これは主に、ジェンダーや地域による格差、コンピューティングをめぐる教育環境や制度の不備を指摘したものであるが、それ以前から、英国のメディアリテラシー教育研究者は「コンピューティング」科に対する批判を行ってきた。

例えば、英国におけるメディアリテラシー教育を長年牽引してきたデビッド・バックンガム(David Buckingham)は、「なぜ、子どもたちはプログラミングを教わるべきでないのか(Why children should NOT be taught to code)」と題した記事の中で、以下のように述べている。

¹ 「プログラミング的思考」とは、『学習指導要領解説(総則編)』によれば、「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合せが必要であり、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」である。

私の記事のタイトルは意図的に挑発的なものにした。子どもたちが、プログラミングを学びたいのであれば、それは結構なことだ。過去 20 年間、教育行政の政策立案者たちが無理やり子どもたちに押し付けてきた多くのものよりも、プログラミングは一少なくとも何人かの子どもにとっては一十中八九、それらのいくつかよりも面白い。今後置き換えられていくと思われる ICT カリキュラムスプレッドシートや文書管理といった不毛なカリキュラムよりは、確実に面白い。そして、もし若者たちを「デジタルで自己表現する」²ことを可能にするのであれば、「デジタルで自己表現する」ということが、何を意味していたとしても）、おそらく価値あるものになるだろう。

しかし、ここに明らかに欠けているのは、テクノロジーとその社会や政治、文化における役割へのより批判的な理解である。これがなければ、必修のプログラミングは、単なる子どものしつけのための別な方法になるか、時間の無駄になるだろう。(Buckingham, 2015; 訳は石田, 2019)

ここでは、プログラミングにおいて「テクノロジーとその社会や政治、文化における役割へのより批判的な理解」が欠如されていることが指摘されている。この批判は、国語科におけるプログラミング的思考を考える上で非常に重要である。なぜならば、「情報活用能力」の育成において国語科が担う役割のひとつに、このような批判的・分析的な視点の育成が含まれるからである(石田, 2018, pp.164-167)³。教科教育におけるプログラミングにおいて、「教科等における学習上の必要性や学習内容と関連付けながら計画的かつ無理なく確実に実施されるものであることに留意する必要」(文部科学省, 2017, p86)があるのであれば、プログラミング的思考の育成を考える上でも、批判的・分析的な視点を育成することとの関連を考慮する必要がある。

では、テクノロジーや社会、文化、政治に対する批判的・分析的な視点の育成と、プログラミング的思考の育成とをいかに関わらせていくことができるのか。

同じく英国のメディアリテラシー教育研究者であるアンドリュー・バーン(Andrew Burn)は、プログラミングと関連させた実践として、「ゲームをデザインする

² 「デジタルで自己表現すること」とは、ナショナル・カリキュラムに示されている教科「コンピューティング」の学習目標(purpose of study)を引用した表現である。教科「コンピューティング」の学習目標は下記のとおりである。

「教科「Computing」はまた、学習者が ICT を利用して自己表現し、自らの考えを展開するという、将来の職域に適した、あるいはデジタルワールドへの積極的な参加ができるレベルのデジタルリテラシーを獲得できるようにする。」(文部科学省, 2015, p22)

³ 中央教育審議会による答申では、国語科が具体的に担うべき役割のひとつとして、「①様々なメディアによって表現された情報を理解したり、様々なメディアを用いて表現するために、信頼性・妥当性なども含め、情報を多面的・多角的に吟味したり、多様なメディアの特徴や効果を理解して活用するために必要な力を育成すること」(中央教育審議会, 2016, 別紙 3-1)が挙げられている。

(Designing the Game)」実践を紹介している（バーン, 2019）。この実践において生徒たちは、デジタルゲームを作る活動を通じて、ゲーム上の物語(narrative)が、条件節（if 節）によって進行していくことを学習する。デジタルゲーム特有のテクノロジーが、私たちの物語環境にもたらす影響を学習するのである。ここでは、プログラミング的思考—ここでは、「条件分岐」すなわち、条件ごとのロジックの書き分け—と、ゲーム上の物語に対する批判的・分析的な視点の育成が同時に行われている。小学校におけるプログラミングのねらいが、「論理的思考力を育むとともに、プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気づき、身近な問題の解決に主体的に取り組む態度やコンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むこと、さらに、教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせること」（前述）であるとするならば、このようなかたちで、社会・文化の中に存在する物語を、テクノロジーの観点から分析的に捉え、自らゲームを作る活動は、そのねらいに合致しているといえるだろう。そのような意味で、小学校国語科におけるプログラミング的思考育成を考える上で、ゲームは、ひとつのわかりやすい題材であると言える。

3. プログラミング教育の実践例

まず、小学校国語科におけるゲームを軸にしたプログラミングの実践事例を紹介する。本稿で紹介するのは、2019 年度に横浜市立白幡小学校第5学年1組で実施された単元「登場人物の相互関係に着目して「ゲームのストーリー」を作ろう」（全 11 時間）である（表 2）。本単元は、総合的な学習の時間と国語科との合科単元である。国語科としては、〔思考力、判断力、表現力等〕のうち「書くこと」（B）の指導として位置付けられている。「書くこと」では、小学校高学年の言語活動例として、「短歌や俳句、物語を書くなど、感じたことや想像したことを書く活動。」（イ）が挙げられているが、そのうち、「物語を書く」活動に着目した単元である。

本単元では、第1次が開始する前と第2次の後に、「関連（総合）」として、総合的な学習の時間での授業が行われている。第1次の前には、本単元の導入として、ゲームデザイナーの保田琳（遊学芸）氏をゲストとして招聘し、保田氏がデザインした大人数対象のテーブルトーク・ロールプレイングゲーム（以下、TRPG）『みんなでダンジョン RPG』（保田, 2016）のゲームプレイと質疑応答が行われた。また第2次の後には、プログラミング学習アプリ「プログラミングゼミ」(<https://programmingzemi.com/>) 開発者の末廣章介（株式会社ディー・エヌ・エー）の支援・助言のもと、児童が「プログラミングゼミ」上でデジタルゲームを制作する活動が行われている。

このように、本単元では、「ゲームを作る」ことを中心に、国語科での学習—「ゲームのストーリー」を作る—と、プログラミング学習—デジタルゲームへと実装する—という2つの学習活動が統合されている。

表2 「登場人物の相互関係に着目して「ゲームのストーリー」を作ろう」

単元計画（小水, 2019）

次	時	学習活動	指導の手立て(○)と評価規準<評価方法>
関連 (総合)		○総合的な学習の時間でゲームデザイナーの話聞き、ゲーム作りの手順について取材する。 ○ゲームのコンセプトと関連付け、想像を広げて考える必要があることを理解する。 ○自分が作りたいゲームのコンセプトやゲームの形式、プレイしてもらいたい相手を決める。 ○作りたいゲームのコンセプトを明確にして、舞台設定(現代、SF、歴史、ファンタジーなど)を決めている。	○ 同じコンセプト(テーマ)やゲーム形式を選択した児童同士でグループを組み、対象とする相手を決めておく。
第一次	1	①プロットの分析や、ゲームデザイナーから教えてもらったゲーム作りの流れを参考にして、「登場人物と話の展開を関連付けて、ゲームのストーリーを書く」という学習課題を設定し、学習計画を立てる。	○ これまでの学習経験を振り返り、知っていること、新たにできるようになりたいことを話し合い、自分たちで学習課題を設定して学習計画を立てられるようにする。 ○ これまでに分析したゲームを取り上げ、どのように話のテーマと構成や展開、登場人物が関連付けられているか確認できるようにする。 ウー1 これまでのゲームの分析や、ゲームデザイナーへの取材から、学習の目的を確にし、見通しをもって学習計画を立てようとしている。〈発言の分析 振り返りの記述の分析〉

第 二 次	2	③作りたいゲームの話を考えるために、これまでに国語科で学習した物語文を提示し、主人公がどのような変容を遂げているかを分析する。	ゲームデザイナーへの取材、ゲームと、その取扱説明書の分析から、ゲームの舞台設定や登場人物について、想像を広げられることができるようにする。
	3	④これまでに集めた情報を参考にして、ゲームの話のテーマや相手と関連付けながら、大まかな構成をグループで想像する。	○ フィンランドの教科書を参考にし、作成した登場人物の特徴をイラストに表す重要性について理解できるようにする。 ○ 物語文を提示し、分析することで、自分たちが作るゲームに活かせるようにする。 ○ 大まかな構成は、新たな自分の発見、新たなつながりという、主人公に成長がある展開になるようにする。
	4	⑤大まかな構成と関連付けて、登場人物を設定する見通しをもつ。 ⑥話のテーマや大まかな構成と関連付けて、個々が担当する登場人物カード書く。 ⑦これまでに学習した、実体的関係や構造的関係を中心とした人物相関図を比較し、自分たちの作成したいゲームに適した形を考える。	イー1 ゲームデザイナーへの取材、教材文の分析から、登場人物や話の大まかな構成を考えている。〈発言の分析 振り返りの記述の分析〉 ○ 登場人物は、一人一つ担当する。 ○ 友達の書いた登場人物カードに目を通し、登場人物の関係を人物相関図に書いておく。 ○ テーマや大まかな構成と関連付けて登場人物について考えられるようにワークシートを使う。
	5	⑧個々に書いた登場人物カードを総合し、話のテーマや大まかな構成と関連付けて「冒頭部」と「結び」の登場人物の関係性を人物相関図に書く。 ⑨それぞれの書いた人物相関図を総合して、グループで一つにまとめる。	○ これまでに学んだ人物相関図のラーニングスキルを教室に掲示し、活用できるようにする。 イー2 登場人物の関係性を表すために、話のテーマや大まかな構成と関連付けながら人物相関図を書いている。〈発言の分析 ワークシートの記述の分析 振り返りの記述の分析〉
	6	⑩個々に登場人物の特徴や相互関係に着目し、一人一つずつの事件や出来事を担当し、具体的な話の展開を考える。	○ 個々で話の展開を考える際には、グループでまとめた「冒頭部」と「結び」の登場人物の関係性を表した人物相関図や、これまでに学習した物語の展開を参考にする。

第 二 次	7	⑪大まかな構成を俯瞰して、前後の展開を考えながら自分が担当する事件とその解決について考える。 ⑫大まかな構成と人物の相互関係を関連付けながら話し合う。 ⑬人物の相互関係を関連付けながら、具体的な話の展開を決めていくようにする。	○事件や出来事を一人一つ担当する。大まかな構成をもとに、自分が担当する順序を決め、前後の展開と関連付けながら考えるようにする。 アー1 話の展開と登場人物の相互関係などの表し方を理解した上で、図や語句を適切に使って表している。 〈〈発言の分析 ワークシートの記述の分析 振り返りの記述の分析〉〉 イー1 大まかな構成と関連付けながら、登場人物と登場人物の相互関係を考えている。〈発言の分析 ワークシートの記述の分析 振り返りの記述の分析〉
	8	⑭話のテーマ、話の展開、登場人物、登場人物の人物相関図をプロットにまとめる。 ⑮本単元の学習を振り返り、登場人物が生きる「ゲームのストーリー」の作り方としてラーニングスキルをまとめる。	○登場人物の人物相関図をもとにグループで話し合い、プロットをまとめる。 アー1 話の展開と登場人物の相互関係などの表し方を理解した上で、図や語句を適切に使って表している。 ウー1 本単元の学習をもとに、今後の学習の見通しをもとうとしている。 〈〈発言の分析 ワークシートの記述の分析 振り返りの記述の分析〉〉
関連 (総合)		○国語の学習で作成したゲームのプロットをもとに、総合的な学習の時間でゲームを作成する。 ○自分たちが決めた相手に、ゲームをプレイしてもらって、感想をもらう。 ○感想を分析して、ゲームをどのように改善するかグループで考える。	
第 三 次	9	⑯プレイしてもらった感想を基に、個々で物語の展開を見直したり、より楽しいゲームにするための展開を考えたりする。	○話のテーマや登場人物の特徴と関連付けられているかという視点で展開を見直し、ワークシートに考えを書く。
	10	⑰個々の考えを共有し、目的や相手、話のテーマと関連付けられているかという視点で展開を見直す。 ⑱パソコンを用意し、その場でゲームを改善する。	○より楽しいゲームにするために、他グループのよさを自分のグループに取り入れてよいことを伝える。 アー1 話の展開と登場人物の相互関係などの表し方を理解した上で、図や語句を適切に使って表している。

			イー3 話のテーマや登場人物の特徴と関連付けられているかという視点でグループごとに書いたものを読み合い、構成や書き表し方を整えている。〈発言の分析 ワークシートの記述の分析 振り返りの記述の分析〉 ○単元を通して、できるようになったことと、どのような学び方が効果的だったかの2点で振り返られるように助言する。 ウー1 本単元の学習をもとに、今後の学習の見通しをもとうとしている。〈ワークシート分析〉
11	⑬	本単元の学習を振り返り、できるようになったことと難しかったことに着目しながら、100 字で記述する。	

前述したように、バーン(2019)は、ゲームを作る活動を通じて、デジタルゲーム特有のテクノロジーが、私たちの物語環境にもたらす影響を学習することへとつながることを示唆していた。物語のひとつとして「ゲームのストーリー」を位置付け、それを「書く」活動を、国語科における言語活動として行おうとする本実践においても、児童らが、デジタルゲーム特有のテクノロジーが物語にもたらす影響を経験しそれを巡って話し合いを行う場面がいくつも生じていた。以下に挙げるのは、そのような場面のひとつである。

本実践において、児童は5名程度のグループになって、グループごとに自分たちの作りたいゲームのジャンルや登場人物などを設定し、ストーリーを作りあげてきた。ここではそのうち、「RPG」グループを取り上げる。「RPG」グループは、その名のとおり、ファンタジーの世界を旅するロールプレイング・ゲームを作るために活動を行っており、10 時間目（第3 次）では、「個々の考えを共有し、目的や相手、話のテーマと関連付けられているかという視点で展開を見直す」（表2）ため、それまでに作ってきたゲームを体験した教員からのコメントを踏まえて、ゲームの展開の見直しを行っていた。以下に示すのは、「ストーリーの進み方」についてのコメントを踏まえ、「流れをもう少しはっきりさせる」ための話し合いを行っている場面である。ここまでの間、グループで共同的に作りあげてきたゲームのストーリーをかなえ（仮名）が語り、それに対して他のメンバーが確認を行うとかたちで話し合いが進んできたが、「再会のシーン」について理解の共有が達成されていないことが顕わになり、グループの他のメンバーもそれぞれに発言を行っている。以下、児童がストーリーの展開を語る際の用語法に着目するため、それに関連する部分に下線を施した。

【場面：「再開のシーン」についての話し合い】⁴

⁴ 本場面に記載した名前はすべて仮名である。なお、会話のトランスクリプトを作成するにあたっては、桜井(2002)で提案されている簡便な表記法を用いている。

のぞみ 再会のシーン

[

かなえ あ男の子、

[

のぞみ 家で再会し（て、ねぇ？）

[

かなえ 男の子も、あのー、ボスを、倒し、ていなくな
って、うーん、あのー、なんかあの、
（・）

のぞみ ねボス倒したら、（（かなえ、振り返りのぞみを見る））ボス倒したら、（（左手
を出し、左手の親指・人差し指・中指で円柱状のかたちを作りながら手を
上下させる））柱その（むこうに？）さ、その（あと？）にして、たぶんボス
を倒したら、たぶん鍵あいてふたりが再会して、（（にかいどう？））でふたり
があのは

たまえ =ちょっと待って（（かなえ、前を向き直し、たまえのしているPCの画面
を見る））。なんのために、ボスがお母さんをさらうのかってことが、レイ
ンボー、レインボーを、レインボーみたいなのを、（（両手で半球を描きな
がら））（使うみたい？）にする。

かなえ （（2回うなづきながら））たった一個のね。

たまえ （（うなづく））ね。

（2020年1月21日動画記録より）

ここには、特徴的な2つの用語法が見られる。ひとつは、たまえによる「なんのために、ボスがお母さんをさらうのか」という発言に見られる、後方理由づけ（backward reasoning）であり、もうひとつは、のぞみによって3回繰り返される「ボス倒したら」に見られる条件節（if 節）の構文である。

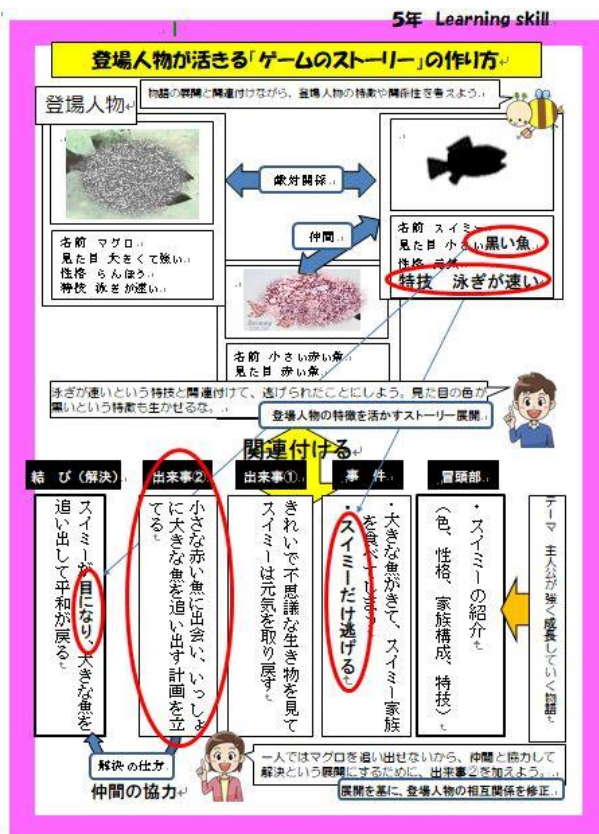


図1 本単元で示された「ラーニングスキル」
(小水, 2019)

このうち前者の後方理由づけは、本単元において繰り返し指導が行われてきた「事件一解決」の枠組み(図1)から、導き出されたものであろう。この「事件一解決」の枠組みは、三藤(2012)を中心に、従来から物語創作指導の枠組みとして用いられており、現行の小学校国語教科書においても、部分的に、物語の構成を考えるための基盤となる枠組みとして部分的に提示されている。三藤(2015)は、「起承転結」型の構成を物語創作指導の限界を指摘した上で、登場人物の行為の展開を軸とする「事件一解決」型の枠組みによる物語創作指導が因果律に基づく推論的思考を育成しうると述べているが、この理由づけは、児童がそのような推論的思考を用いながらゲーム作りを進めていることを示すものであるといえる。

一方、これらの発言は、ゲームを作るという文脈における物語創作指導の

可能性をも示唆している。それは、条件節(if 節)の枠組みによる思考の育成である。

バーン(2017)は、「遊び/ゲーム的に『書くこと』(Ludic 'Writing')」について、次のように述べている。

前述したように、ここでは、ソフトウェアのルール・エディターを使ってプログラムされたプレイヤーには見えない背後のルールなど、特定のタイプの文法の知識が必要になってくる。因果関係が所定のパターンに準ずる従来の物語のモダリティと違い、ゲームの因果関係は、少なくとも部分的にはプレイヤーの意志で決められる。そのため主要なモダリティは仮定法である。条件制限の文法構造は「if」条件節でもっとも効果的に表される。

(バーン, 2017, p187)

従来、物語創作で扱われてきた、テキスト・ベースの物語(narrative)と異なり、「ゲームのストーリー」は、プレイヤーによる選択をその内に含まざるを得ない。そのようなインタラクティブな物語を創作するという活動は、これまでの物語創作指導で着

目されてきた推論的思考をさらに拡張させるものとなるだろう。小学校国語科におけるプログラミング的思考の育成を考える場合、このようなかたちで拡張される推論的思考の部分に着目し、その視点から、教材を分析・開発し、授業をデザインしていくことが必要である。

文献

- Buckingham, David. “Why children should NOT be taught to code”. DAVID BUCKINGHAM. 2015-07-13.<https://davidbuckingham.net/2015/07/13/why-children-should-not-be-taught-to-code/>, (参照 2020-02-07).
- バーン, アンドリュー. 19 歳までのメディア・リテラシー：国語科ではぐくむ読む・書く・創る. 石田喜美・奥泉香・森本洋介訳. ratik, 2019, 115p., <https://ratik.org/8901/907438296/>
- バーン, アンドリュー. 参加型文化の時代におけるメディア・リテラシー：言葉・映像・文化の教育. 奥泉香監訳. 石田喜美・田島知之・松田結貴・水澤祐美子・村井明日香・森本洋介・和田正人訳. くろしお出版, 2017, 260p.
- 石田喜美. “第 14 章 メディアリテラシー・ICT の指導”. 初等国語科教育. 吉田武男監修. 塚田泰彦・甲斐雄一郎・長田友紀編. ミネルヴァ書房, 2018, pp.163-174.
- 石田喜美. “訳者まえがき”. 19 歳までのメディア・リテラシー. アンドリュー・バーン著. 石田喜美・奥泉香・森本洋介訳. ratik, 2019, pp.1-6., <https://ratik.org/8901/907438296/>
- 小水亮子. “国語科学習指導案 単元名 登場人物の相互関係に着目して「ゲームのストーリー」を作ろう（全 10 時間）”. 「21 世紀グローバル社会をたくましく生き抜く力の育成」～教科等を貫く自主的学習力を育成するカリキュラム・マネジメント～指導案集. 横浜市立白幡小学校, 2019, pp.148-155.
- 文部科学省. 諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究報告書. 大日本印刷株式会社. 2015-03. 260p.
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/icsFiles/afieldfile/2018/08/10/programming_syogaikoku_houkokusyo.pdf, (参照 2020-02-07).
- 文部科学省. 小学校学習指導要領. 東洋館出版, 2017, 335p.
- 文部科学省. 小学校学習指導要領解説（総則編）. 東洋館出版, 2017, 263p.
- The Royal Society. After the Reboot: computing education in UK schools. The Royal Society. 2017-11. 116p.
<https://royalsociety.org/~media/policy/projects/computing-education/computing-education-report.pdf>, (参照 2020-02-07).

- 保田琳. “みんなでダンジョンRPG”. 遊学芸ホームページ. 2016. <https://linedline.wixsite.com/yuugakugei/minnadedungeon>, (参照 2020-02-07).
- 保田琳. 石田喜美監修. 物語の世界を旅しよう:マニュアル・ルールブック. 横浜国立大学. 2019-03. 22p. <http://hdl.handle.net/10131/00012346>
- 三藤恭弘編. 書く力がぐんぐん身につく「物語の創作/お話づくり」のカリキュラム 30:ファンタジーの公式. 明治図書, 2010, 167p.
- 三藤恭弘. 「物語の創作」学習指導における推論的思考力の育成:「事件-解決」の推論枠組みを用いたストーリーの構築指導を通して. 国語科教育, (77), 2015, 全国大学国語教育学会, pp.62-69.
- 三藤恭弘編. 浜本純逸監修. 小学校「物語づくり」学習の指導:実践史をふまえて. 溪水社, 2019, 206p.
- 横浜市立白幡小学校編. 「21 世紀グローバル社会をたくましく生き抜く力の育成」～教科等を貫く自主的学習力を育成するカリキュラム・マネジメント～指導案集. 横浜市立白幡小学校, 2019, 182p.

社会

教員養成における情報活用の技能の育成に向けた課題—小学校社会科でのプログラミング活用の可能性を視野に入れて—

鈴木 允

I はじめに

平成 29 年 3 月告示の小学校学習指導要領（以下、新学習指導要領と表記）において、プログラミング教育が必修化された。目的として「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付ける」ことが打ち出され、総合的な学習の時間においては、「プログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置づくようにすること」とされている。

平成 30 年 3 月に発行された、『次世代の教育情報化推進事業（情報教育の推進等に関する調査研究）成果報告書「情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン—平成 29 年度 情報教育推進校（IE-School）の取組より—』においては、IE-School における実践研究を踏まえた情報活用能力の要素、及び想定される学習内容が例示されている（表 1）。その中で、プログラミングについては、前述の新学習指導要領の記述も踏まえ、「問題解決・探究における情報活用」の一部として整理されている。

表 1 によると、プログラミングが特に育成に貢献できる資質・能力は、「情報と情報技術を適切に活用するための知識と技能」、「問題解決・探究における情報を活用する力」、「問題解決・探究における情報を活用する態度」とされている。これらの育成に有益なプログラミング教育を教科学習の中にどのように取り入れていくか、換言すれば、教科の特性に応じて、プログラミング教育を通じてこれらの資質・能力をどう育成するかが問われている。

本稿の目的は、大きく次の 3 点である。① 小学校社会科学習におけるプログラミングの活用の可能性と課題を検討する。② ①を念頭に、教員に必要とされる、プログラミングを含めた情報活用に関わる技能について検討する。後述するが、ここで言う技能は、プログラミングのソフトを操作したりする技術だけではなく、社会科の学習にとって有意義な情報の扱い方も含めている。③ ②の内容を踏まえ、教員を目指す学生が身につけるべき技能の習得に関わる課題について、筆者自身が行った演習形式の授業の成果を元に検討する。①～③の検討は、次のような手順で進める。①と②に関しては、先駆的に行われ、成果が公開されている授業実践や指導案事例を分析することで行う。その際、社会科の実践事例と、社会科と親和性の高い総合的な学習の時間の学習指導案の事例を 1 例ずつ取り上げ、プログラミングの活用方法と、その活用によって見込まれる学習内容および成果を検討する。

表1 IE-Schoolにおける実践研究を踏まえた情報活用能力の要素と、想定される学習内容

分 類			想定される学習内容			
			基本的な操作等	問題解決・探究における情報活用	プログラミング	情報モラル・情報セキュリティ
A. 知識及び技能	1 情報と情報技術を適切に活用するための知識と技能	①情報技術に関する技能 ②情報と情報技術の特性の理解 ③記号の組合せ方の理解	○		○	
	2 問題解決・探究における情報活用の方法の理解	①情報収集、整理、分析、表現、発信の理解 ②情報活用の評価・改善のための理論や方法の理解		○		
	3 情報モラル・セキュリティなどについての理解	①情報技術の役割・影響の理解 ②情報モラル・セキュリティの理解				○
B. 思考力、判断力、表現力等	1 問題解決・探究における情報を活用する力（プログラミング的思考・情報モラル・セキュリティを含む）	※ 事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用し、問題を発見・解決し、自分の考えを形成していく力 ①必要な情報を収集、整理、分析、表現する力 ②新たな意味や価値を創造する力 ③受け手の状況を踏まえて発信する力 ④自らの情報活用を評価・改善する力		○	○	○
C. 学びに向かう力・人間性等	1 問題解決・探究における情報活用の態度	①多角的に情報を検討しようとする態度 ②試行錯誤し、改善しようとする態度		○	○	
	2 情報モラル・セキュリティなどについての態度	①責任をもって適切に情報を扱おうとする態度 ②情報社会に参画しようとする態度				○

文部科学省(2018)『次世代の教育情報化推進事業(情報教育の推進等に関する調査研究)成果報告書 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン—平成29年度 情報教育推進校(IE-School)の取組より—』17頁より引用

さらに、そうした授業を行う教員の側に必要とされる技能についても言及する。③に関しては、筆者自身が行った授業の中から、本稿の目的に関わる部分の内容とその意図を紹介した上で、学生の成果物のレポートを批判的に検討する。なお、この授業はプログラミングを直接想定して行ったものではなく、GIS(地理情報システム; Geographic Information Systems)の技能習得を直接の目的としたものであるが、情報の活用という観点から、本稿の問題意識に関わるものと考えている。

Ⅱ 小学校社会科学学習におけるプログラミング活用の可能性と課題

1. 社会科の実践事例からみる可能性と課題

新学習指導要領では、算数、理科、総合的な学習の時間において、プログラミングを行う学習場面が例示されている。社会科では学習指導要領に例示されていないが、社会科の学習でプログラミングを行うことが効果的な場面は、どこにあるだろうか。

未来の学びコンソーシアムによるウェブサイト「小学校を中心としたプログラミングポータル」(<https://miraino-manabi.jp/>)では、小学校社会科におけるプログラミング教育について、なにを狙いとしてどのように行われることが期待されるのか、文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官である小倉勝登氏のインタビューが掲載されている(<https://miraino-manabi.jp/content/273>)。その中で、社会科におけるプログラミング教育の実践事例として紹介されているのが、タブレット上のプログラムを使い、都道府県の特徴を組み合わせる47都道府県を見付け、名称と位置を確かめる、小学校第4学年の学習である。なお、東京学芸大学附属小金井小学校における実践事例が、同サイト内で紹介されている(<https://miraino-manabi.jp/content/266>)。

この実践は、47都道府県の特徴が記されたブロックを組み合わせることにより、組

み合わせたブロックに記された特徴に合致した都道府県の名称と位置を示すプログラムを利用したものである。なお、プログラムは「スクラッチ」で作成されている。特徴が記されたブロックを組み合わせることは、特徴の組合せを見付けることであり、特徴という条件によりふるいをかけ、その条件に合致する都道府県を1つに特定する学習である。同時に、児童は、地図帳を活用し、特徴を探し、試行錯誤しながら特徴を組合せ、都道府県を特定する。こうした活動により、児童は、都道府県の特徴とともに名称と位置を理解していく。何度も何度も繰り返し取り組むことができたり、足りない条件を地図帳から探したりすることで、単に地図上で理解することよりも思考を伴った学習活動になることが期待されるという。

小倉氏は、社会科におけるプログラミング教育の実践の可能性として、例えば地理情報に関わる知識で、プログラミングにおける「条件」に対応可能なものなどであれば、上記の実践事例のように、プログラミング体験を通して学習することも考えられると述べている。

一方で、その単元の目標の実現に向かうためにプログラミング体験が効果的かどうか、プログラミング体験を通して、社会科で育てたい資質・能力がよりよく育成されるのかを十分に吟味することが重要とも述べる。そして、学習した知識を発表する手段として、クイズづくりやクイズ発表のような学習をプログラミング体験として位置付けることや児童の思考を代替するようなプログラミングソフトを活用することなどは望ましくないと指摘している。また、児童が調べたり、考えたり、まとめたりする為にプログラミングソフトを活用することを考えると、プログラミング体験だけで全時間展開するのではなく、他の資料で調べたり、見学したり話を聞いたりして調べることや、意見を交換したりする活動など、様々な活動と組み合わせる学習を展開していくことが大切であると述べている。

ブロックを組み合わせる47都道府県を見つける実践は、都道府県の位置と名称という事実的知識の獲得を目標とする学習であり、プログラミングによって任意の情報の抽出や組み合わせを可視的に行うことで、より確かな事実的知識の獲得が促されることが考えられる。

ただし、社会科の学習の中で、事実的知識の獲得自体を目的とする単元は僅かである。大部分の単元では、具体的な社会事象に対する探究を通じて、概念知識を獲得したり、思考力・判断力・表現力等を身につけたりすることが主な目的となる。その意味では、社会事象の探究につながる活動に、プログラミングを導入する可能性があるのかを検討する余地がある。小倉氏は、「地理情報に関わる知識で、プログラミングにおける「条件」に対応可能なもの」であれば導入の可能性がある旨を述べている。その視点から言えば、地理情報をどのように整理したり組み合わせたりすると、社会的な（主に地理的な）見方・考え方を働かせた事象の考察や、資質・能力の育成につながるのかを検討することが、教員が教材開発を進める際の課題になると言える。また、教員養成という観

点に立てば、地理情報の適切な取り扱いについて理解させることが求められると言える。

2. 総合的な学習の時間の事例指導案からみる、社会科への活用の可能性と課題

前述の通り、新学習指導要領では、算数、理科、総合的な学習の時間において、プログラミングを行う学習場面が例示されている。

このうち、総合的な学習の時間については、社会科との親和性が高いことが以前から指摘されてきた。両者の関係性についてもいくつかの論者がある（藤井 2012、國原 2018 など）。

小学校の新学習指導要領に記述された、総合的な学習の時間の目標をみると、「思考力・判断力・表現力等」に関わる資質・能力の育成に関して、「実社会や実生活の中から問いを見いだし、自分で課題を立て、情報を集め、整理・分析して、まとめ・表現することができるようになる。」とされている。実社会や実生活から課題を見出すことは社会科でも重視されてきた所であり、この目標は社会科との親和性が非常に高い。また、総合的な学習の時間で重視されている探究活動は、社会科の学習においても重要なものと理解されてきた。

従って、社会科におけるプログラミング教育の可能性を検討する上では、総合的な学習の時間における取り扱いから示唆を得ることが可能である。

文部科学省委託事業として行われた、「平成 30 年度 次世代の教育情報化推進事業（小学校プログラミング教育推進のための指導事例の創出等に関する調査研究）」の成果報告書『小学校プログラミング教育に関する指導案集』では、総合的な学習の時間におけるプログラミング教育の指導案が 15 例、採録されている。採録された各指導案には「特に関連する学習内容」が示されており、このうち、社会科の学習内容との関連が明記されているものを、単元別に整理して表 2 に示した。

これによると、何らかの形で社会科の学習内容との関連が示されていた指導案が 12 例に上り、そのうち複数の単元との関連が挙げられているものが 6 例ある。

具体的に関連する単元として挙げられているのは、小学校では 3 年生の「身近な地域や市の様子」と「市の様子の移り変わり」、5 年生の「我が国の工業生産」と「我が国の情報産業や情報化した社会の様子」の 4 つの単元、中学校では、地理的分野の「地域調査」と「交通・通信」、公民的分野の「私たちが生きる現代社会と文化の特徴」の 3 つの単元である。小学校 3 年生の「身近な地域や市の様子」と中学校地理的分野の「地域調査」は、いずれも内容知の獲得だけでなく、実際の調査活動を通じた方法知の獲得が重視される単元であり、実生活や実社会の中から見出された課題の探究活動を行う総合的な学習の時間との関わりが、必然的に高くなる。そのため、多くの指導案で関連する学習内容として取り上げられている。

表2 小学校 総合的な学習の時間におけるプログラミング教育の指導案事例と、社会科の学習内容との関連

No.	指導案事例	小学校社会科の中で特に関連する学習内容				中学校社会科の中で特に関連する学習内容		
		第3学年 身近な地域や 市の様子に ついての学習	第3学年 市の様子の移 り変わりにつ いての学習	第5学年 我が国の工業 生産についての 学習	第5学年 我が国の情報産業 や情報化した社会の 様子についての学習	地理的分野 地域調査に ついての学習	地理的分野 交通・通信に ついての学習	公民的分野 私たちが生きる現代 社会と文化の特徴に ついての学習
1	プログラミングの基礎を学んで、地域の課題を解決するアプリケーションをデザインしよう							○
2	プログラミングを生かしてよりよい生活に			○				
3	AIとプログラミングで、身近な課題を解決しよう			○				
4	地域の魅力を発信しよう！							
5	私たちの生活を豊かにする未来の宅配便				○		○	
6	みんなの家！未来の家！							
7	地域の魅力を伝えよう！私たちの街大好きプロジェクト！	○			○	○		
8	地域の魅力発信アプリを開発して、商店街を盛り上げよう！	○	○			○		
9	私たちの生活と、自動車の未来を考えよう			○				
10	私たちの生活を支える郵便局の仕事	○						
11	スポーツとデータ分析。地域スポーツチームを応援しよう							
12	自動化の進展とそれに伴う自分たちの生活の変化を考えよう				○			
13	私たちの生活を豊かにする未来の宅配便				○		○	
14	見つけよう 伝えよう わたしたちのまちの魅力	○				○		
15	地域活性化のために、新しい表現方法で町を紹介しよう	○				○		

文部科学省初等中等教育局 情報教育・外国語教育課(2019)『文部科学省委託事業 平成30年度 次世代の教育情報化推進事業(小学校プログラミング教育推進のための指導事例の創出等に関する調査研究)成果報告書 小学校プログラミング教育に関する指導案集』4-92頁より筆者作成

では、プログラミングは実際の指導案の中でどのように活用され、それが探究的な学習にどう結び付いているのだろうか。また、社会科の学習にどのように援用できるのだろうか。本稿では紙幅の都合もあり、1つの指導案事例を取り上げ、若干の検討を行いたい。取り上げる指導案は、複数学年の社会科の学習内容との関連が示されている「7. 地域の魅力を伝えよう！私たちの街大好きプロジェクト！」である。

なお、この指導案は、Twitter Japan 株式会社の協力を得て実施された授業実践が元になっている。また、社会科以外に関連する学習内容として、小学校1・2年生の生活科、中学校技術家庭科（技術分野）の内容が示されている。

指導案に示された、学習活動の概要を、以下に引用する。

■ 学習活動の概要

・単元や題材などの目標

地域活性化のために地域の特徴や魅力について調べたり、それに尽力する人たちの努力について調べたりする。さらに、それをより多くの人に伝える手段を考え、実行していく中で情報手段を用いて情報発信する知識や技能、情報モラル等についても学ぶ。それらの学習を通して自分たちが住む地域の良さを実感し、地域を愛し、その発展について考えていくための資質・能力を育成することができるようにする。

・単元や題材などの学習内容

探究課題：自分たちが住む地域の魅力を見つけ発信しよう

・総合的な学習の時間とプログラミング体験との関連

本題材は、新学習指導要領第3の2（9）の「第1章総則の第3の1の（3）のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、プログラミング教育を体験することが探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること。」に基づき指導するものである。

地域の魅力について調べた子どもたちに市町村の観光課の人から、Twitter を使った情報発信について相談される。必要な人に必要な情報を効率的に届けるための方法として bot の存在を知り、効果的に観光案内 bot を動かすためのプログラミングを考える。

この指導案では、特に「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に着ける学習活動」として、「必要な人に必要な情報を効率的に届ける方法として、効果的に観光案内 bot を動かすプログラミングを考える」活動が取り入れられていることが特徴である。

また、学習指導計画は表3の通りである。【課題の設定】→【情報の収集】→【整理・分析】→【まとめ・表現】の探究プロセスを、3次にわたって繰り返す展開となっている点に特色がある。また、社会科との関わりという点では、特に1次の学習活動が3年生で行う地域学習に非常に近いものとなっている。プログラミングを用いた思考場面は、3次の【整理・分析】で、観光案内の手順をフローチャートの形で表現し、フローチャートをもとに bot をプログラミングする形で想定されている。

ここでの【整理・分析】は、それまでの学習で明らかにされた地域の特色や魅力に関する様々な情報を、効果的に伝えるために整理する思考過程であるため、観光客の視点で見て必要性、或いは訴求力が高い情報を選択・判断する思考が促されると想定される。このことは、学習者が地域の特色を端的に、単純化して捉える上で非常に有効に働くと考えられる。そして、その情報を発信する所でプログラミングが活用されている。

社会科での地域学習における探究活動を想定するならば、地域の特色や魅力を調べた上で、なぜその特色・魅力がその地域にあるのかや、どのような点で特色・魅力と言えるのかなど、特色・魅力自体を吟味して意味付け、地域や実社会を何らかの視点から考察していく思考場面を設けることも望まれる。このような、情報自体の意味を考察するような思考は、プログラミングの過程で発揮される論理的思考とは異なるものであり、取り扱う情報に不適切さがある場合には、社会的な思考がかえって阻害される可能性もある。

その意味では、地域を理解する上で必要かつ適切な情報がどんな情報で、それをどう活用すれば有効な示唆を得られるかの見立てをすることが、プログラミングを活用する前提として非常に重要である。そのことは教員に求められる資質・能力であると同時に、教員養成において育成が求められるものでもある。

表3 「7. 地域の魅力を伝えよう！私たちの街大好きプロジェクト！」の学習指導計画

	1 次：地域の魅力を見つけよう（11 時間）	2 次：もっと多くの人に伝える方法を考えよう（10 時間）	3 次：より良い Twitter の活用を考えよう（14 時間）
【課題の設定】	● 自分たちが住んでいる地域の魅力についてこれまでに学習して、知っていることを出し合おうで、自分たちが地域の魅力をあまり知らないことを認識する ○ 町たんけんでお世話になったお店の人やお気に入りやおススメの場所 ● 市町村の観光課の人の話を聞く中で、この地域には魅力がたくさんあるが、観光客があまり伸びていないことを知る ○ 自分たちの地域の魅力を見つけて発信したいという思いを持たせる（3時間）	● 観光案内をした経験を振り返り、新たな課題を設定する ○ 喜んでもらえたという経験や足りない情報と共有する ○ 互いの中でより多くの人に調べたことを伝えたいという思いを持たせる ● 観光課の人から観光情報の PR でやっていることを紹介してもらい、Twitter による情報発信について依頼してもらおう ○ 多くのの人に届けるために Twitter を使った情報発信をしよう（3時間）	● 観光課の人からの感想から、投稿の内容のチェックやもつ効率の良い方法を考える必要があることを知る ○ どの表現で大丈夫かな？ 嘘はないかな？ 間違った伝わり方はないかな？ ○ 互い効果的に投稿する方法はないかな？ ● Twitter のより便利な使い方や使うときの注意点（情報モラル等）についてのビデオを観聴する ○ 自動リプライ、リツイート、bot の活用方法とツイートする際の注意点等 ● Twitter をもって効果的に活用するにはどうすればよいか、考えよう（3時間）
【情報の収集】	● 情報を収集する方法を考える。 ○ インタビュー ○ インターネット、郷土資料や書籍など ● ツールに分かれ、様々な収集の仕方での情報を収集する。（2時間）	● Twitter の人が作ったビデオを見て、Twitter による情報発信について知ろう ○ Twitter の簡単な紹介や PR の成功事例等（2時間）	● 互いまでにやった観光案内の手順を振り返る ○ 誰に、どんな順番で案内したか ● Twitter 上の PR 成功事例と失敗事例を集めて、特徴を見つける ● ツール活用の基本的な考え方や仕組みについて知る ○ 適切にbot を運営するためには発言する内容のリスト化に加えて、リツイート、リプライのためのキーワード設定とリプライのための文章を適切に準備しておく必要があることを理解する（6時間）
【整理・分析】	● 収集した情報について、整理・分析をする。 ○ 思考ツールの活用 ○ 地域の魅力をまとめる（2時間）	● Twitter でどんな内容を紹介すればいいか考え、足りない情報はなにかを考える ※ 足りない情報があればさらに情報収集する時間をとる（2時間）	● 観光案内の手順をフローチャートの形で表現する ● フローチャートをもとにbot をプログラミングする ● 仮想空間でbot を運営し、情報モラルの観点から発言内容やリプライ内容を検討する（2時間）
【まとめ・表現】	● どのようなまとめ方が効果的か考え、まとめる。 ○ 自分たちが見つけた地域の魅力を観光客に伝えるための方法を考える ○ 新聞、ポスター、パワーポイント、実際に案内する等（静止画や動画、グラフ等の活用） ※ 各教科等で身に付けた資質・能力を表現に生かすことができるようにする。 ● 実際に観光客の人に案内するときの手順を考える ○ 実際に観光客の人に案内してみる（4時間）	● Twitter の投稿の形で自分たちが調べたことを表現する ● 投稿のリストを観光課の人にプレゼンして意見をもらう（3時間）	● 完成したbot を観光課の人に提案する（3 時間） ● 発信した内容について、地域やその他の様々な人々から感想をもらう。 ● 互いまでの活動を振り返り、できるようになったことや新たな課題を設定する ○ Twitter を使っていない人にも伝えるためにはどうすればいいかな。（3時間）

文部科学省初等中等教育局 情報教育・外国語教育課（2019）『平成30年度 次世代の教育情報化推進事業（小・中学校プログラミング教育推進のための指導事例の創出等）に関する調査研究』成果報告書
小学校プログラミング教育に関する指導案集』41-44頁より筆者作成

Ⅲ 教員養成における情報活用の技能の習得に関わる課題

一筆者自身の授業実践の成果を元に――

1. GIS ソフト「MANDARA10」を用いた演習形式の授業

以下では、教員を目指す学生が身につけるべき技能の習得に関わる課題について、筆者自身が行った演習形式の授業の成果を元に検討する。

筆者は、2016 年に横浜国立大学教育人間科学部（現教育学部）に赴任後、担当する「中等教科教育法（社会・地理歴史Ⅰ）」（旧「社会科・地理歴史科教育法Ⅰ」）の講義において、地理情報から主題図を作成する演習を行ってきた。この授業科目は、中学校社会科及び高等学校地理歴史科の教員免許状取得のための必修科目であり、主に社会科専攻の学生が受講している。もっとも、学部全体で小学校免許の取得が卒業要件であることもあり、履修者の中には小学校教員を志す者が多く含まれる。その意味で、本稿との関わりで言えば、社会科を専攻する小学校免許取得者が履修する科目として捉えることも可能である。

演習の具体的な内容としては、都道府県や市町村を単位地域とする各種の統計データを簡単に地図化して表示させることができるフリーGIS ソフト「MANDARA10」を用い、受講者各自がオリジナルの地図（主題図）を作成し、その地図から何らかの社会的現象に関する考

察を行うという学習課題に取り組ませている。

「MANDARA」は、埼玉大学教育学部の谷謙二氏によって開発された、地図の作成において優れている GIS ソフトウェアである。付属のデータ（統計データ・地図データ）を利用すれば地図作成をより簡単に行え、日本の都道府県別人口分布図などの主題図も作成できる。付属データだけでなく、オリジナルデータの地図化

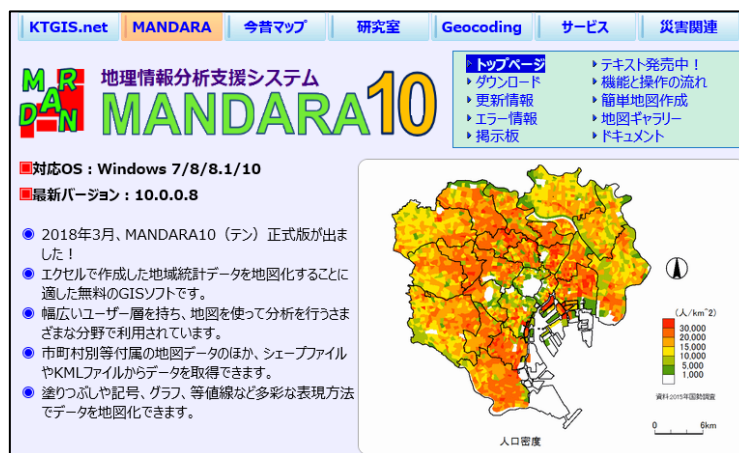


図1 「MANDARA10」ホームページ (<http://ktgis.net/mandara/>)

2020年2月12日閲覧

も可能である。インターネット上から無料でダウンロードでき(図1)、Microsoft Excel形式のデータを少し修正することで主題図を作成できることから、非常に利用しやすい。この演習は、元々、高等学校の新学習指導要領で新設される「地理総合」において、GISの活用が打ち出されており、その技能を習得させる必要性から授業に組み込んだものである。「技能」、とくに「地理的技能」の語が指すものは文脈によって様々で、その多義

性は鈴木（2019）によって指摘されているが、ソフトウェアの操作スキルのような狭義の技能のみを指す場合もあれば、情報を活用して思考する方略までを含んだ広義の技能を指す場合もある。このことは、プログラミングにおける技能に置き換えても同様であろう。

「MANDARA10」を用いた演習形式の授業は、3 時間分で実施した（表 4）。

1 時間目の授業では、GIS についての概説及び「MANDARA10」の基本操作の説明をした上で、プリセットされている付属データを用いて、都道府県を単位とする主題図の作成をさせた。主題図は、単独表示モード（1 つのデータのみを地図上で表現）、複数表示モード（2 つ以上のデータをグラフ等の形で示し、地図上で表現）、重ね合わせモード（2 つ以上の主題図を統合して 1 枚の地図上に表現）とステップアップさせ、最後は、重ね合わせモードで描いた主題図から読み取れることを考察し、レポートとして提出させることとした。また、次時にむけて、各自が地図で表現させたいと考えるデータを用意してくることも課題とした。

2～3 時間目にかけては、各自が用意してきたデータを「MANDARA10」に読み込ませ、オリジナルの主題図を作成し、その主題図から読み取れることを考察したレポートを提出することを学生に課した。「MANDARA10」で読み込めるデータにするために、タグを入れ、都道府県名や市町村名の文字列を、地図ファイルに登録されている都道府県目・市町村名の文字列と合致するものに修正する必要がある。また、都道府県単位だけでなく、神奈川県内の市町村単位でも主題図を作成することとしたため、そのための地図ファイルを指示するとともに、追加で必要となるタグ「Time」についても指示した。なお、この一連の作業は、各個人のパソコンスキルに応じて、スムーズに進む者と苦戦する者にはっきり分かれる。必要に応じて個別に支援をしながら、全員が作業を進められるように配慮する必要がある。

表 4 「MANDARA10」を用いた授業の内容

	授業展開	具 体 的 な 内 容 等
1 時 間 目	① MANDARA10 の紹介	・ 地理情報分析支援システム「MANDARA」のホームページ (http://ktgis.net/mandara/index.php)（図@）にアクセスし、ソフトの説明を一読する。
	② MANDARA10 ダウンロード	・ 「インストール不要版」のダウンロード。 ・ ダウンロードしたMANDARA10の起動
	データから、都 ③ プリ セット a. 単独表示 モード	・ 付属のデータファイルは、「日本.csv」を選択。 （「日本.csv」は、付属の属性データファイル） ・ 「単独表示モード」のうちから、表示させたい項目に応じて、階級区分モード、記号モード、等値線モード、文字モードを選択。階級区分の区切りや記号の大きさ、種類なども適宜。 ・ 各自で選択したデータを用いて、単独表示モードでの主題図を作成。

		b. 複数表示モード	・データファイルは、引き続き「日本.csv」を選択。 ・「複数表示モード」の利用 この中の、「グラフ」を用いることで、複数のデータを、1枚の地図中にグラフ化して表現する。 ※ 例として、対象レイヤ「チェーン店2016年」の中のコンビニの数を、1枚の日本地図に表す作業をデモで示す。 ・各自で選択したデータを用いて、複数表示モードでの主題図を作成。
		c. 重ね合わせモード	・データファイルは、引き続き「日本.csv」を選択。 ・「重ね合わせモード」の利用 複数の表現方法で描いた主題図を、1枚の主題図に統合する。 ※ 例として、「人口増加率」と「小売業販売額」の各主題図を、1枚の日本地図に統合する作業をデモで示す。 ・各自で選択したデータを用いて、2つ以上の指標を重ね合わせて表現した主題図を作成。
	④ 課題の指示	a. レポート	・③-cで作成した主題図から読み取れることを、文章にまとめ、レポートとして提出。作成した主題図の画像ファイルもレポートに貼付。
		b. オリジナルのデータファイル作成	・各自、主題図として描きたい情報をインターネットなどで探し、MANDARAで読み込めるExcelファイルを作成。 - その際、日本の都道府県別のデータファイルと、神奈川県各市町村別のデータファイルをそれぞれ用意。→次時までの課題
2 ～ 3 時間目	⑤ オリジナルデータからの主題図作成 (都道府県別及び神奈川県内の市町村別)		・各自が用意したExcelファイルを、MANDARAで読み込める形に加工。 ・MANDARAで読み込ませるための所定のタグをつける。 ・各自のデータファイルの都道府県名・市町村名の文字列の修正。 (地図ファイルの都道府県・市町村名の文字列に合致させる。) ・市町村単位の地図は、「日本市町村」を用いることを指示。 - その際、時間指定の「TIME」のタグを使うことも指示。
	⑥ 課題の指示 (レポート)		・各自が用意したデータからMANDARAで作成した、日本の都道府県別のオリジナルの主題図・神奈川県各市町村別のオリジナルの主題図について、作成した意図と、考察(主題図から読み取れる地域性、その分析など)を述べるレポートの作成。

授業実践を元に筆者作成

この演習の中で GIS を用いること自体は、プログラミングと直接的にはそれほど関わらない。パソコンの基本的な操作スキルの習得や、インターネット等からの情報収集の方法を理解することなど、狭義の技能の育成に関して、プログラミング教育に通じる程度である。ただし、この演習は、収集した情報を地図化して地域性等の考察につなげる上で、どのような情報を用いると意味があるのかや、どのように複数の情報を組み合わせれば有益な考察につながるのかといった、広義の技能の育成も同時に意図している。このような技能は、とりわけ社会科におけるプログラミング教育を有意義なものにしていく上では欠かせない。

このような、広義の技能の習得に関わって学生が探究的な活動を行うのは、1 時間目の演習を終えた後、各自でオリジナルのデータを探す課題の部分(表 4 中④の c)である。そして、授業担当者である筆者がその内容について個別の指導ができるのは、2 時

間目で各自のオリジナル主題図を作成している場面（表 4 中の⑤）、もしくは演習を終えた後の課題レポートに対するフィードバックである。

2. 授業の成果と課題

演習を実践した所感としては、狭義の技能、すなわちソフトの操作スキル等は、丁寧に説明しさえすれば多くの学生にとって容易に習得できるものであり、学生に習得させることに大きな困難は感じられなかった。それに対して、広義の技能、すなわち情報の活用やそこからの思考という面では、多くの学生に課題があると感じられた。

図 2 は、ある受講者の学生が作成した主題図である。日本の都道府県別の田の面積の割合、年間降水日数、一人あたりの清酒の消費量の 3 つの情報を 1 枚の主題図に示している。

主題図作成の意図は、当該学生のレポートによると、「米と水を原材料とする清酒は、それらが豊富にある地域で多く消費されているのか検証した。」とのことである。なお、米の生産量の指標として、『米の生産量』（生産量そのもののデータ）を利用すると、その結果が耕作可能な土地面積に依存するため、面積が広大な都道府県の生産量が多くなるのは当然であるので、各都道府県の『耕作面積に占める田の面積の割合』を利用した」。

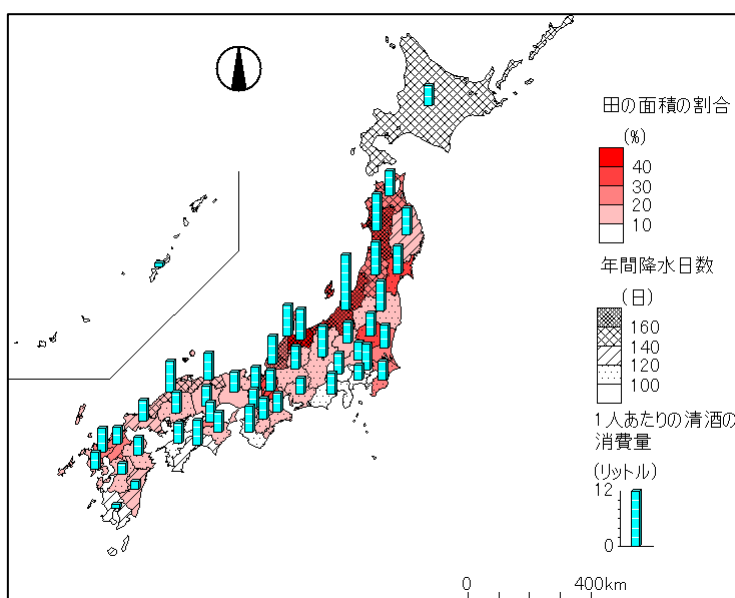


図 2 学生が作成した主題図の例

主題図の表現（表現方法、階級区分の仕方、グラフの大きさなど）は、小さい地図に情報を詰め込んだ分やや読み取りにくいものの、概ね適切であると言える。また、清酒の消費量についての地域性を読み取ろうとして、関連しそうなデータを調べ、それらを結び付けようとした意図も悪くはない。

ただし、そのデータから本当に適切な論を展開できるのかという観点から見ると、問題がある。清酒の消費量が、いわゆる「米どころ」で多そうだという地理的分布の傾向が出てきたものの、降水量と結び付けた結論は無理がある。日本の場合は、降水量が不足して米が作れない地域はおそらくない（気候が関わるとすれば、気温である）し、酒造りに欠かせない水の供給という面から見ても、水量よりは水質等の方が問題になるた

めである。また、清酒の消費量が、本当に「米どころ」で多い傾向があるのかは、主題図とは別に、相関関係を見る必要があるだろう。

本稿では学生の成果物の一事例を示したが、学生自身が調べたい内容に関するデータを収集し、結び付けて主題図に示し、地域性の傾向を述べる作業自体は、ほぼ全員の学生が行うことができる。しかし、事例で示したように、収集したデータの吟味が不十分であったり、不適切な結び付け方をしたりすることによって、本当に示したいことが示せていないレポートが多く見受けられた。

前述の通り、情報活用の技能（特に、狭義のものにとどまらない技能）は、プログラミングを活用した社会科学習を深い学びにつなげる上で欠かせないものである。さらに言えば、情報をどのように整理したり組み合わせたりすると、社会的な見方・考え方を働かせた事象の考察や、資質・能力の育成につながるのかの検討は、教員が教材開発を進める際の課題になると言える。教員養成という観点に立てば、情報の適切な取り扱いについて理解させることが求められると言える。

授業担当者として、情報の取り扱いに関わる技能の習得を促すための指導が、今年度までの取組では不十分であったことは否めない。プログラミングを社会科学習に導入するという観点から見ても、その課題を克服できるよう、データの使い方をより丁寧に指導する場面を含んだ授業展開と、個別の学生の課題に対応する指導が必要である。

IV おわりに

本稿では、まず、小学校社会科におけるプログラミング活用の可能性と課題を検討し、特に社会的な考察につなげるためには、広義の情報活用の技能が教員に求められることを指摘した。必要かつ適切な情報がどんな情報で、それをどう活用すれば有効な示唆を得られるかの見立てをすることは、プログラミングを活用する前提として非常に重要である。そのことは教員に求められる資質・能力であると同時に、教員養成において育成が求められるものでもある。

そして、教員養成にあたって、GISの活用技能の習得を目的とする大学における授業実践から、情報活用の技能を育成するための計画的かつ丁寧な指導が必要であることが確認された。この点に関わる授業改善を図っていくことが今後の課題である。

社会科教育におけるICTの効果的な活用のあり方を、生徒の具体的な思考の変遷を元に論じた五十嵐（2019）は、生徒が思考する過程そのものと、思考力を身につけることを分けて捉える必要性を訴えるとともに、ICTを活用してこそ実現できる授業展開を志向しつつも、方法的側面にとらわれ過ぎず、社会科として教科内容を深めることができる授業をデザインすることが重要であると指摘している。緒に就いたばかりのプログラミング教育を、社会科教育の中で行うことの意義の検討と、子どもたちの思考力の育成に真につながる探究的な学びを実現する授業デザインが、今後の大きな課題となるであろう。そして、そういった課題に立ち向かえる資質・能力を身につけた教員の養成

が、同時に求められることになる。大学においてその方略を検討していく必要性を再度確認し、本稿の結びとしたい。

文献

五十嵐辰博（2019）：社会科における思考過程とICTの効果的な活用—中学校公民的分野の実践分析を通して—。社会科教育研究 138, pp.14-26.

國原幸一郎（2018）：中学校の「総合的な学習の時間」における探究学習—社会科と比較して—。名古屋学院大学教職センター年報 2, pp.35-54.

鈴木 允（2019）：学習材としての地図・統計とその活用についての実践的課題。新地理 67(2), 49-60.

藤井千春（2012）：「総合的な学習の時間」と社会科。日本社会科教育学会編『新版社会科教育事典』ぎょうせい, pp.330-331.

文部科学省（2018）：『次世代の教育情報化推進事業（情報教育の推進等に関する調査研究）成果報告書「情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン—平成 29 年度 情報教育推進校（IE-School）の取組より—」』.

文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課（2019）：『文部科学省委託事業 平成 30 年度 次世代の教育情報化推進事業（小学校プログラミング教育推進のための指導事例の創出等に関する調査研究）成果報告書 小学校プログラミング教育に関する指導案集』.

算数

小学校で行うプログラミング学習について

横浜国立大学教育学部附属鎌倉小学校 山本 順一

2018年度（5年生）、2019年度（6年生）の2年間、私は総合的な学習の時間を中心にプログラミング学習を行った。その振り返りとして、自分の感じたことを綴る。

① プログラミングが小学校に導入される背景について

これからの社会で活躍するために、コンピュータについて知ることは欠かせない。また、日常にある便利なものも人間が行うプログラミングによって制御されていることも知る事が欠かせない。その背景において、小学校の段階でプログラミングを学ぶことは大変有意義なものであると感じた。ただ、それにはコンピュータの使用が必須で、プログラミング的思考だけを働かせるならコンピュータがなくても可能という考え方は、小学校導入の意図に反するのかなと感じる。だから、積極的にコンピュータに触れていくことが大切であると感じた。

② プログラミング的思考の育成について

この2年間は、「scratch」というソフトを活用してプログラミングを学習した。その活動の様子から、プログラミング的思考について考えたことをまとめる。プログラミング的思考を働かせるには、働かせるべき問題が子どもの内に生まれる必要があると感じた。「scratch」をしていると、例えば、「ねこちゃんをジャンプさせたい」など子どもの「〇〇したい」欲求は強く表れるように感じる。だから、その動きを実現させるために、自然とブロックの組み合わせを考えるようになる。ただ、そのためには、当てずっぽうや偶然にできることを防ぐために、設計図を作ることが大切なのだが、子どもにとってはこの設計図に必要感を抱かない実態があった。そのため、設計図のない活動をさせることも多くあった。だから、正直活動中にプログラミング的思考を見取ることは難しいと感じた。

一方で、学校生活の中でプログラミング的思考が働いている瞬間を捉えられることもあった。例えば、本校では子どもたち自身で校外学習や遊びなどを計画することがある。その時は、ゴールに向けてやるべきことを細分化し、順序だてて計画する姿を見ることができた。また、その際には「もし、雨だったら…」など、条件分岐の思考も働かせていた。そこで、私は「scratch」のブロックを話題に持ち出し、それらの思考を価値付けるように心がけた。その成果として、プログラミング的思考は日常に生かされているという実感を子ども自身が持つことが

できた。

その他、「scratch」の良さは、思考の中でトライ＆エラーがすぐにできることにあると思う。改善してよりよくするというプログラミング的思考は十分に働かすことができたと考える。

③ 協働的に学ぶ姿について

プログラミング学習の成果として挙げられるのが、この協働的に学ぶ姿である。はじめは難しいことが当たり前なので、自然に教え合う姿が生まれ、複数の子で作品をよりよくしていく姿が見られた。

④ 将来の夢につながる姿について

5年生のとき、ある女の子は自学ノートに「将来の夢が決まりました。それはプログラマーになることです。」と書いてあった。小学校段階でプログラマーを育てることがねらいではないのは十分に分かっているが、子どもによっては、好きなものが増えるのと同様、夢につながることもあるということが実感できた。

⑤ プログラミングを生かす子どもの姿について

プログラミング学習の実践を続けていくと、子どもたちはプログラミングを表現方法の一つとして活用するようになることが分かった。例えば、算数の授業。手書きが難しい図形の作図については、子どもから「プログラミングならできるよ。」などの声が聞かれるようになった。言葉や作文、絵などと同様、表現方法の一つとして考えられるようになったのは大きな成果だと考える。

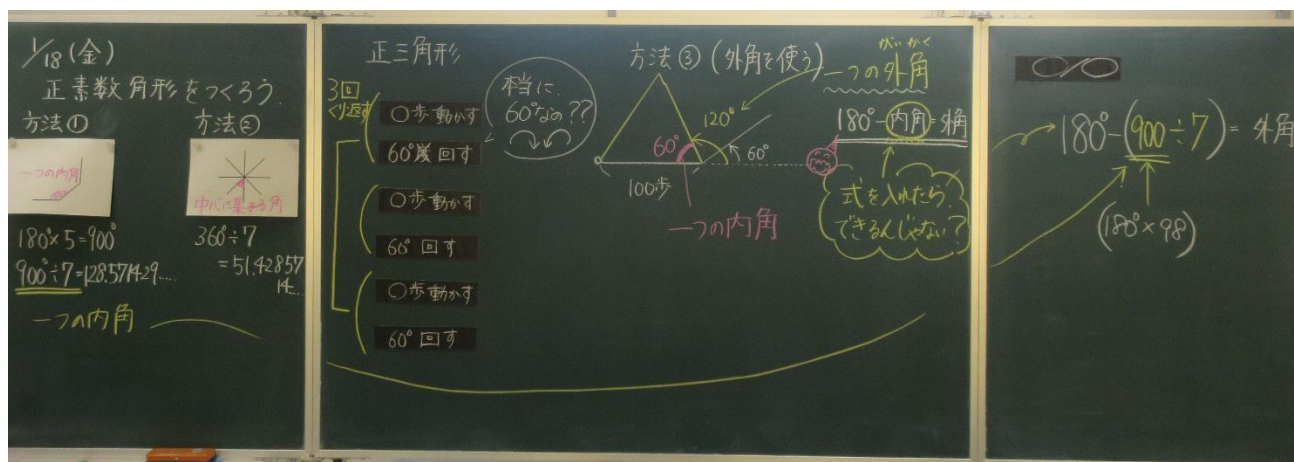
⑥ これからのプログラミング教育について

2年間の実践を通して考えたのは、これからの社会に求める力を育てるなら、コンピュータの使用は必須であり、教科の中で少し触れる程度では求められている力を十分に育てることはできないと考える。そこで、情報活用力の育成として、きちんとしたカリキュラムの作成が必要であり、その中にプログラミングを位置付けていくべきだと考える。

一方で、プログラミング的思考の育成のみを考えるのであれば、コンピュータの使用はなくても、従来の算数の授業で十分に賄えるのではないかと考える。

ただ、改めて述べるが、私は、これからの社会を生きていく子どもたちにはコンピュータの使用が必須で、その中でプログラミング的思考を教師が意図して価値付けていくことが大切だと考える。

授業実践



1月18日（金）5校時 算数「多角形と円をくわしく調べよう」

【本時に向かう子どもの姿】

本単元では、正多角形の性質や円周率の意味に関する理解を深めるために、プログラミングの活用を試みた。そして、プログラミング的思考を働かせる子どもの姿をめざし、授業をデザインした。

本時に向かうにあたって、前時は正八角形のかき方を学習した。その中で子どもから出された方法は、一つの内角を利用する方法と中心に集まる角を利用する方法の2つである。特に、後者は $360^\circ \div 8 = 45^\circ$ であることから、子どもは「分度器は必要ない。三角定規でできるよ。」ということに気付いた。その発言を受けて、教師は「分度器を使わないで済むのは、たまたまでしょ。」と投げかけた。すると、「正五角形は…。正六角形は…。」というように、頂点の数を変容させて考える子どもが現れた。中には、「正多角形の角の大きさは、必ず切りのいい数になるはずでしょ。」と考える子どもさえいた。このような過程を通して、「正七角形は、手がきでは無理だよ。」という問いが生まれ、プログラミングを活用しようという結論に至った。ちなみに、このクラスは総合でscratchというソフトを使った「プログラミング学習」を行っている。そのため、コンピュータを問題解決のツールとして役立てようとする意識が高い。だからこそ、手がきで困った際にコンピュータを使用したいという考えが子ども自身から生まれたのだと考える。

【本時の子どもの姿】

本時の子どもの問いは、「正七角形がプログラミングでかけなのか」ということであつた。これは、明確な問いとして子どもの中に存在し、早くコンピュータを使わせてほしい思いがとても溢れていた。しかし、まずは正七角形が手でかけない理由を確認した。ここで大切にすることは、かけない理由を式で表現することである。これが、後の

プログラムに演算を使用する発想のきっかけになった。板書の矢印がそれを表している。次に、正三角形のプログラムを考えた。子どもは、「10歩動かす」や「60° 回す」を手順よく組み合わせることができた。さらに、同じ動作を3回繰り返していることに気づき、「3回繰り返す」というブロックを組み合わせることもできた。しかし、回転角度は60° だと思っていた子どもたちの中に、新たな問いが生まれた。予想した通りの結果にならないというずれが生じたのである。教師は、その問いに対して「外角」を指導し、子どもは「外角」について、「 $180^\circ - (\text{一つの内角の大きさ}) = (\text{一つの外角の大きさ})$ 」になることに気付いた。そして、いよいよ正七角形のプログラムに挑戦することになった。ある子どもは、正七角形の一つの外角の大きさは約51° であることから、その数値を回転角度にしてプログラムしてみた。すると、結果は最後の辺と辺が繋がらない。この結果を受けて、次は51.4° で試す姿が見られた。まさしく、改善しながらトライ＆エラーを繰り返すプログラミング的思考が働いていたと言える。最終的には、上記の式の中に $(900^\circ \div 7)$ という演算を組み合わせることに気づき、正七角形の作図に成功することができた。ここまで来ると、回転角度の数値次第であるゆる正多角形がかけることに気付く子どもが増えていた。だから、正十一角形や正十三角形など、素数に挑戦する子どもがいた。中には、正百角形の作図に成功した子どもも現れた。それを全体で紹介することで、正多角形の頂点の数を増やすと、円に近づくという性質を実感を伴って理解させることができた。

【研究協議から考えたこと】

今回、新たな試みとして「算数科で育むプログラミング的思考」を提案させていただいた。研究協議を受けて、本單元におけるコンピュータの活用がとても有効であったと感じることができた。ただ、今後の研究の余地として挙げられたのが、「プログラミング的思考の始まり」についてである。個人的には、当てずっぽうではない、何か見通しを持って考え始めたときこそがその起源だと考える。その姿を正確に捉え価値付けていくことが、今後のプログラミング教育の充実につながるであろう。プログラミング教育の必修化に向けて、さらなる研究を深めていきたい。

算数科 学びのデザイン

学校教育目標

「自ら対象に関わり、仲間と高め合いながら、意味や価値を追求する活動を通して、自立に向かう子」
 ◇主体的思考をする ◇共感的感情をもつ ◇創造的行動をとる
 「なりたい自分」を夢んでいますか？

附属鎌倉小学校 研究 VISION

「自立に向かう子」～なりたい自分を思い描き、歩いていく姿～

算数科 教科目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を育成することを目指す。

鎌倉小学校の教科のとらえ

日常的な事象や数理的な事象の中から問いを持ち、根拠をもとに筋道を立てて考察する力を養う教科。また、数学的な表現を用いて考えを伝えたり、仲間の考えを受け入れたりすることで、互いの考えを広げ深めることのできる教科。さらに、統合的・発展的に考察することを通して、新たな問いをもち、追究していこうとする姿勢を養う教科。このような教科のとらえから、問いを軸とした学習の中で、学ぶ楽しさや数学のよさに気づき、算数を学び続ける子の育成をめざし、以下のような教科テーマを設定することとした。

算数科 教科テーマ

学ぶ楽しさや数学のよさに気付く子 ～問いがつながる算数学習～

算数科における3つの資質・能力

知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	学びに向かう力、人間性等
数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに、日常の事象を数理的に処理する技能を身に付けるようにする。	日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。	数学的活動の楽しさや数学のよさに気づき、学習を振り返ってよりよく問題解決する態度、算数で学んだことを生活や学習に活用する態度を養う。

見方・考え方

算数科の学びのプロセス

主体的な学びのプロセス

- ①自ら問いを持つ。
- ②既習の考えや経験、友達との関わりをもとにして、解決に向けて取り組む。
- ③学んだことを振り返り、新たな問いを持って、追究する。

対話的な学びのプロセス

- ①多様な視点から物事を捉え、互いの考えを広げたり深めたりする。
- ②言葉や数、式、図、表などで考えを伝え合い、数学的事象の本質に迫っていく。

深い学びのプロセス

- ①統合的・発展的に考察することを通して、きまりが成り立つ理由や、計算の仕方の意味を理解する。
- ②学ぶ楽しさや数学のよさに気づき、生活や学習に活用しようとする。

教科テーマ

学ぶ楽しさや数学のよさに気付く子 ～問いがにつながる算数学習～

子どもの姿と教師の関わり

子どもたちは、総合を通してプログラミングの基礎を学んでいる。今では、繰り返しや条件分岐、変数などを知り、作品作りに生かしている。教師は、プログラミングを学ばせるのではなく、プログラミングで学ばせることを大切にしている。だから、プログラミングを通して働く「プログラミング的思考」を意識して学習を進めている。しかし、子どもたちはその思考を十分に意識しているわけではない。自然に働いているかもしれないが、確かなものにはなっていない。そこで、算数の問題を「プログラミング的思考」を働かせながら解決するという授業をデザインする。

子どもの学びと社会のつながり

本単元では、プログラミングを活用して、正多角形の性質や円周率の意味に関する理解を深めていく。社会は今、人工知能が飛躍的に進化し、与えられた目的の中で処理を行っている。一方、人間は感性を生かして、目的に応じた創造的な問題解決を行っている。これが人間の強みであり、社会の求める人材像なのである。そう考えると、本単元で育む「プログラミング的思考」は、問題解決の過程で必要な思考であり、これからの社会につながる学びだと言える。ある問題に出合ったとき、このような思考を働かせて創造的に解決する子どもの姿をめざしたい。

コンセプト 算数科で育む「プログラミング的思考」

コンセプトについて

「プログラミング的思考」とは、自分の意図通りの動きを行うために、一つ一つの動きの内容とそれらの順番を論理的に考えることである。また、うまく動かなかった場合の改善点を論理的に考えることである。つまり、根拠を基に筋道を立てて考えるという「数学的な見方・考え方」に重なる部分がある。そこで、算数の問題において働く「プログラミング的思考」を子どもの姿で表出したい。具体的には、思考の設計図作りを大切にす。当てずっぽうで解決するのではなく、論理的に考える過程を大切にしたい。

本単元での願う子どもの姿

プログラミングを活用して、正多角形の性質や円周率の意味について理解を深める姿。
「プログラミング的思考」を働かせて、問題を解決する姿。

知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	学びに向かう力、人間性等
正多角形の性質や円周率の意味に関する理解。 ①正多角形を折り紙で作し、特徴を調べる。 ②プログラミングを活用して、内角と外角の違いや直径と円周の関係に気付く。 ③正多角形を基に既習の円を統合的に捉え直す。	正多角形と円の性質について、根拠を基に筋道を立てて考え、説明する力。 ①正多角形と円の性質を帰納的に見いだす。 ②正多角形と円の性質を演繹的に説明する。	正多角形の性質を見だし、その性質を作図に生かそうとする態度。プログラミングを問題解決に生かそうとする態度。 ①既習を問題解決に生かそうとする。 ②プログラミングを問題解決に生かそうとする。

単元名 多角形と円をくわしく調べよう（全9時間）

子どもの学びのストーリー

■折り紙で八角形を作ろう①

- ・友達と違う八角形ができた。何が違うのかな。
- ・辺の長さがすべて等しくて、角の大きさもすべて等しい八角形を正八角形と呼ぶんだね。
- ・中心から頂点までの長さがすべて等しければ、正多角形になるのかな。
- ・いや、中心の角を等分することも必要だよ。

■正多角形のかき方を考えよう②

- ・正八角形の場合は、中心を $360^\circ \div 8 = 45^\circ$ で等分して、中心から頂点までの長さを等しくすればかけるよ。
- ・正六角形は、中心の角が $360^\circ \div 6 = 60^\circ$ だね。
- ・つまり、正多角形は $360^\circ \div (\text{頂点の数})$ で等分すればかけるということだね。
- ・先に円をかくて交わった点を正多角形の頂点にした方が簡単にかけよう。
- ・でも、正七角形はかけないよ。

■プログラミングで正七角形をかこう③【本時】

- ・「□回転する」というブロックを使うと思う。
- ・正七角形をかくための手順を考えよう。
- ・ $360^\circ \div (\text{頂点の数})$ という式が必要だよ。
- ・頂点の数が増えれば、円に近づくね。
- ・内角だけではなく、外角の性質も分かったよ。

■正六角形のかき方を説明しよう④

- ・正六角形は中にできる三角形が正三角形だから、円の半径を使ってかくことができるよ。

■円の直径と周りの長さの関係を調べよう⑤

- ・直径が長ければ、円周も長くなるよ。
- ・身の回りのものでその関係を調べてみよう。
- ・円周は、直径のだいたい3倍になりそうだね。

■円の直径と円周の関係を詳しく調べよう⑥

- ・正多角形を使って、何倍か調べてみよう。
- ・円に近づくにつれて、3.14倍に近づくよ。

■円周や直径の求め方を考えよう⑦

- ・円周率＝円周÷直径、円周＝直径×円周率だ。

■直径と円周の変わり方を調べよう⑧

- ・直径と円周の長さは比例の関係にあるね。

■円周率を活用して問題を解決しよう⑨

- ・スタート位置が少しずつ違うのはなぜだろう。
- ・同じ距離を走るには、何mずらせばいいかな。

願う子どもの姿

正多角形と円がつながっていることが分かったよ。プログラミングを活用したら、正多角形の性質や円周率の意味までくわしく分かったよ。一つ一つの動きに分けて手順よく組み合わせることは、問題解決に必要な考え方だね。これからも、プログラミングを活用して解決していきたいな。

教師のストーリーデザイン

子どもたちは、これまで「合同」「図形の角」「面積」の学習を通して、図形の性質を見いだしたり、その性質を論理的に説明したりしてきた。プログラミングについては、基礎的な知識、技能を習得しているが、個人差は大きい。

対話的な学びのプロセス-②

折り紙で作られた八角形を友達同士で比べ、その特徴を伝え合う。

主体的な学びのプロセス-①

作られた八角形が友達と違うことによって、正八角形の性質に関する問いを持つ。

対話的な学びのプロセス-②

正多角形の性質を利用した作図の仕方を、言葉や数、式で説明し合う。

手がきでは難しい正七角形を問題場面にする中で、目的意識のある中で、「プログラミング的思考」が働くようにする。

主体的な学びのプロセス-②

正多角形をかくための動きを細分化し、手順よく組み合わせて解決に向かう。

深い学びのプロセス-①

プログラミングを活用することを通して、正多角形の内角と外角、中心の角についての理解を深める。

主体的な学びのプロセス-③

直径と円周の関係で分かったことを振り返り、円周率に関する問いをさらに追究する。

プログラミングを活用して正多角形を印刷し、それを測定することで直径と円周の関係に気付くようにする。

深い学びのプロセス-①

プログラミングを活用することで、3.14は円周率の近似値であることを理解する。

全体授業研究 1月18日 5年算数科 授業デザインシート 場所 パソコン教室

山本 順一

前時までの子どもの姿

円の中心の角を $360^\circ \div (\text{頂点の数})$ で等分して、円の上に頂点をとれば正多角形がかけね。でも、正七角形は $360^\circ \div 7$ が割り切れないから正確にはかけないよ。じゃあ、プログラミングを使ってかいてみたいな。

子どもの学びのストーリー

- 正三角形をかくための設計図を作ろう
 - ・「 60° 回転する」というブロックを使うよ。
 - ・いや、「 120° 回転する」を使うと思うよ。
 - ・一つの内角を利用する方法だと 60° だよ。
 - ・円の中心の角を等分する方法だと 120° だよ。
 - ・円の中心の角を等分する方法は難しいよ。
 - ・「□歩動く」と「 60° 回転する」のブロックを組み合わせて3回繰り返せばいいよ。
 - ・初期化のプログラムをした方がいいよ。

- プログラミングで正三角形をかこう
 - ・あれ、 60° 回転だと正三角形にならないよ。
 - ・正三角形は、何度回転させればいいのか。

- 回転角度について考えよう
 - ・正三角形の場合は、回転角度が 120° だよ。
 - ・ 120° は一つの外角を表しているんだね。
 - ・プログラムの場合は、外角を使うんだね。
 - ・外角と円の中心の角の大きさは等しいね。

プログラミングで正七角形をかこう

- 正七角形のプログラムを考えよう
 - ・プログラムの中に $360^\circ \div (\text{頂点の数})$ という式を組み込めば、正確にかけよ。
 - ・この式を使えば、他の正多角形でもかけね。

- いろいろな正多角形をかこう
 - ・頂点の数を増やせば増やすほど、円に近づいていくよ。
 - ・ということは、中心の角が小さければ小さいほど円に近づくとことだね。
 - ・円は、中心から等距離にある点の集まりであることが改めて分かったよ。

願う子どもの姿

プログラミングを活用したら、正七角形がかけたよ。一つ一つの動きに分けて手順よく組み合わせることが大切だね。その他にも、正多角形の外角が中心の角の大きさと等しいことが分かったよ。また、正多角形と円はつながっていることが分かったよ。

教師のストーリーデザイン

コンピュータを使う前に設計図を作ること
で、「プログラミング的思考」を意識しながら
問題を解決できるようにする。

主体的な学びのプロセス-②

回転角度において友達とのずれを感じ、正
三角形のかき方について問いを持つ。

主体的な学びのプロセス-②

正多角形をかくための動きを細分化し、手
順よく組み合わせて解決に向かう。

主体的な学びのプロセス-①

60° 回転で正三角形ができない事実から、
予想とのずれを感じ、回転角度について問い
を持つ。

深い学びのプロセス-①

プログラミングを活用することを通して、正
多角形の内角と外角、中心の角についての
理解を深める。

手がきでは難しい正七角形を問題場面
にすることで、目的意識のある中で、「プロ
gramming的思考」が働くようにする。

対話的な学びのプロセス-②

$360^\circ \div (\text{頂点の数})$ で求められる角度につ
いて、図を示しながら説明し合う。

深い学びのプロセス-①

正多角形の性質を基に既習の円を統合的
に捉え直し、円の特徴に関する理解を確かな
ものにする。

理科

小学校理科におけるプログラミング的思考の育成—第6学年 「電気の利用」の単元の
実践から—

和田 一郎

1. 問題の所在

OECD 生徒の学習到達度調査（PISA2015）¹⁾ や国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2015）²⁾ において、科学に対する態度、すなわち科学の楽しさや理科の学習者としての自己効力感などについて、肯定的な回答の割合が諸外国に比べて低い状況にあることや、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力に課題が見られると指摘された。こうした諸課題の解決に向けて、平成 29 年 6 月に告示された小学校学習指導要領解説理科編では、以下に示す目標が設定されるに至っている³⁾。特に、上述した下線部の課題の解決は、目標（2）に示される「思考力・判断力・表現力等の育成」に関わる、「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う」として具体化された。

自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

こうした目標の達成に向けて、理科の学習では問題解決の過程を重視した活動が展開される。具体的には、自然の事物・現象に対する気付き、問題の設定、予想や仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理、考察、結論といった過程である。この過程は、科学界が長い歴史の中で見出してきた、得られる結論の客観性を保障するシステムと言い換えることができる。すなわち理科の学習は、問題解決の過程を通じて、自己の予想や仮説を客観性のある証拠（エビデンス）に基づきながら、その妥当性を吟味していくことになる。

本調査の主題である理科におけるプログラミング的思考の育成の検討は、理科の学習が、こうした問題解決の活動を重視しながら、思考力・判断力・表現力等の資質・能力の育成を目指していることを踏まえて慎重に実施すべきである。実際、小学校学習指導要領解説理科編においても、「子供たちが将来どのような進路を選択したとしても、これからの時代に共通に求められる力を育むために、小学校段階での理科で重視してきた

問題解決の過程において、プログラミング的思考の育成との関連が明確になるように適切に位置付けられるようにするとともに、実施に当たっては、児童一人一人の学びが一層充実するものとなるように十分配慮することが必要である。」と示されている⁴⁾。このように、問題解決の過程とプログラミング的思考の育成は十分に関連付けて検討する必要がある。しかし、これまでに先行的に展開されている実践報告⁵⁾においては、教材の選択や理科学習へのプログラミングの導入という点では大いに参考になるが、理科の問題解決の過程との対応関係を十分に精査して実践した事例とは言い難い。

2. 調査研究の目的と概要

上述した問題の所在を踏まえ、本研究では次の2点を調査研究の目的とした。1点目は、理科の問題解決の過程における思考と、プログラミング的思考との関連性についての検討である。2点目は、それらの関連性を活性化させるための具体的な授業とカリキュラムの提案である。

(1) 研究体制

本研究は、横浜国立大学教育学部附属横浜小学校理科部と共同で実施した。附属横浜小学校では、年に1回の公開研究会を実施しており、そこで公開する授業に向けて、理科では、指導案検討及び教科研究会（授業観察と振り返り協議会）を年間3回実施している。2019年度の公開研究会に向けた取り組みにおいては、小学校第6学年を対象とした授業の中で、理科の問題解決とプログラミング的思考の関連性についての検討を加えた。

(2) 授業概要

2020年1月に、小学校第6学年「電気の利用」の単元において、「電気の性質を生かしてよりよい『空間』をうみだすことをテーマとした学習」を展開した。本単元では、「児童が、電気の量や働きに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、発電や蓄電、電気の変換についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成すること」がねらいとされている。

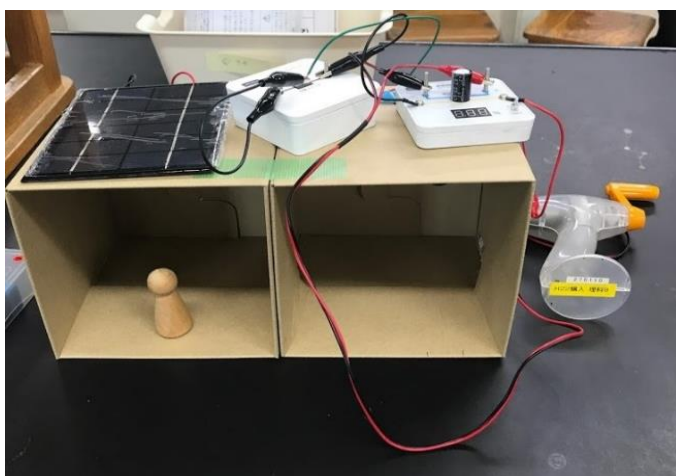


図1 エコな空間を考える教材

本授業では、資料1の学習指導案(実践者:横浜国立大学教育学部附属横浜小学校 五十棲 慧 教諭)に示したように、プログラミング教材「MESH」を用いて、家をよりエコで、自動化された空間にする活動を展開した。具体的には、図1に示す段ボールの家(2部屋)を作製した。まず、子どもは手回し発電機で、上部に設置したコンデンサーに電気を蓄える。この電気の消費を、部屋の天井に設置した人感センサー(人に見立てた木製の人形を感知)や、明るさセンサー(太陽に見立てたLEDスタンドの明かりを感知)を用いて、段ボール内の部屋に設置したLED電球のON-OFFの自動化によって、より消費量を少なくするためのプログラムについて検討した。

3. 調査の結果と考察

(1) 理科の問題解決の過程とプログラミング的思考の関連

理科の学習は、問題に対する予想や仮説を基に、観察・実験を行い、結果の考察を通じて結論を導き出していく。この際、表1に整理したような、小学校第3学年から第6学年まで、学年毎に育成を目指す問題解決の力が設定されており、またその力を育成するために留意する点が示されている⁶⁾。

表1 小学校第3学年から第6学年で育成を目指す問題解決の力
(小学校学習指導要領理科編 p.17 に基づき作成)

学年	育成を目指す問題解決の力とその際の留意点
3学年	主に差異点や共通点を基に、問題を見いだすといった問題解決の力 ⇒複数の自然の事物・現象を比較し、その差異点や共通点を捉える
4学年	主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想するといった問題解決の力 ⇒自然の事物・現象 同士を関係付けたり、自然の事物・現象と既習の内容や生活経験と関係付けたりする
5学年	主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想するといった問題解決の力 ⇒自然の事物・現象に影響を与えると考える要因を予想し、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、これらの条件を制御するといった考え方をを用いる
6学年	主により妥当な考えをつくりだすといった問題解決の力 ⇒自然の事物・現象を多面的に考えること

このような理科における問題解決の力の育成とプログラミング的思考との関連について検討していく。まず、「小学校プログラミング教育の手引き(第三版)」によれば、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合せが必要であり、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

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」と説明されている⁷⁾。

さらに、プログラミング的思考は以下の5つの項目から説明されている⁸⁾。

- ①コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする。
- ②コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいのかを考える。
- ③一つ一つの動きに対応する命令（記号）が必要であることを理解し、コンピュータが理解できる命令（記号）に置き換える。
- ④これらの命令（記号）をどのように組み合わせれば自分が考える動作を実現できるかを考える。
- ⑤その命令（記号）の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくのかということも試行錯誤しながら考える。

これら①から⑤の指摘に関して、表1で示した理科の問題解決の過程で必要となる思考と対応付けて整理したものが表2である。

表2 理科における問題解決の過程で必要となる思考と関連する
プログラミング的思考

問題解決の過程	理科の問題解決で必要となる思考	関連するプログラミング的思考
A) 自然の事物・現象に対する気づき	自然の事物・現象に対して、知覚した情報に基づきながら、変化を読み取る。	①コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする。
B) 問題の設定	読み取った変化（知覚情報）と既有知識や生活経験とを関係付けることによって、既有知識等で説明ができないことを中心に問題として設定する。この際、複数の事象の差異点や共通点を捉える。	②コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいのかを考える。
C) 予想や仮説の設定	既有知識や生活経験に基づきながら、問題に対する答えを見通す。特に、仮説設定では、問題に対し、データ収集を行う前に既存の知見を根拠として結論を設定する。その際、if-then で記述（検証可能）できることによって、検証計画へとつなげることができる。	③一つ一つの動きに対応する命令（記号）が必要であることを理解し、コンピュータが理解できる命令（記号）に置き換える。 ④これらの命令（記号）をどのように組み合わせれば自分が考える動作を実現できるかを考える。
D) 検証計画の立案	変数を同定しているか、測定範囲と測定回数等(データ数)は定めているか、条件を制御しているかなどの観点から、仮説	

	を検証するための方法を計画する。	
E) 観察・実験の実施	視点を決めて、目的を明確にして観察、実験を行う。	⑤その命令（記号）の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくのかということも試行錯誤しながら考える。
F) 結果の処理	表，グラフへの整理，変数間の関係（棒グラフ，折れ線グラフ等）を調べる，グラフと観察結果とを対応付けたりする。	
G) 考察，結論	予想と結果を対応付けること，仮説を立証するための「証拠（エビデンス）」を結果から見いだすこと，証拠に基づき理由を伴った主張をつくったりする。予想・仮説への答えをまとめる。	

理科における問題解決の過程において、A) 自然の事物・現象に対する気付き、B) 問題の設定の場面では、子どもは知覚した情報に基づきながら、事象の変化を読み取り、それと既有知識や生活経験とを関連付ける思考が必要となる。こうした思考は、プログラミング的思考においてコンピュータにどのような動作をさせるのかを決定したり、動きの順序を考えたりする場合と同様の思考形態といえる。例えば、プログラミングでは、特に複雑な問題に対しては、解決できるように小さな問題に分割、分解して、問題を解決しやすくする手続きがとられる。理科の学習においても、気付きから生じた疑問を全て問題化して解決を図ることは難しい。プログラミング的思考と同様に、解決の方向性と手立てを見通しながら問題解決を進めることが重要となる。

C) 予想や仮説の設定、D) 検証計画の立案の場面では、既有知識に基づき問題に対する答えを見通しながら、予想や仮説を立証するための具体的な検証方法を計画する。ここでは、例えば、「種子の発芽には、水が必要だ」という予想に対して、「水をあたえる、あたえない場合に分ければ（if）、調べることができる（then）」といった if-then 思考が不可欠となる。これは、プログラミングにおける条件分岐の考え方と同様の思考である。プログラムは、通常は単に上の命令から順に下の命令へ実行が移っていくが、大小関係など条件によって処理を変えなければならない場合は、if-then-命令で表わす。こうしたプログラミング的思考は、理科の問題解決の過程において、比較する、条件制御などの「理科の考え方」を働かせる際に関連している思考であると考えられる。

E) 観察・実験の実施、F) 結果の処理、G) 考察，結論の場面では、観察・実験結果に基づき、仮説を立証するためのエビデンスの抽出を行い、主張を構成していく。この際、例えば演繹的思考を機能させながら、理論や法則を前提に、証拠に基づきながら仮説の承認あるいは破棄を決定したりする。仮説を破棄する場合には、新たなエビデンスに基づきながら追加仮説を設定し、それを検証することによって、最終的な理論や法則を導

き出していくことになる。こうした思考は、プログラミングにおける条件式に論理演算子（and や or）を適用して、複数の条件式の組み合わせを作る場合に必要の思考と同様であるといえる。

こうして、目的に合わせて試行錯誤しながら、より良い手順を構築することが可能となる。

このように、一部の対応関係を分析したに過ぎないが、理科の問題解決において客観性が保障される過程で機能する思考と、プログラミング的思考は極めて関係性が高いことが示唆された。

（２）事例的分析

（１）で述べた問題解決の過程で機能する思考とプログラミング的思考の関係性を踏まえ、公開研究会の際に実践された小学校第6学年の授業について分析する。

授業では、まずこれまでに検討してきた各班が考えるエコな空間（手回し発電機によってコンデンサーに蓄えた電気を、明るさセンサーあるいは人感センサーを用いてLEDの点灯を制御する）について、蓄えた電気の何パーセントを消費したのかについて、図2に示すように、実験結果をホワイトボードで共有した。ここでは、例えば「部屋で人を感知→電源出力をオン」、「部屋で人を感知しない→電源出力をオフ」といった、プログラミングによってLEDの点灯を制御していた。結果として、人感センサーあるいは明るさセンサーを設置したいいずれの場合でも、大部分の班で特定時間内に蓄えた電気の60～77%を消費していた。このため、「消費する電気をより少なくする方法はないだろうか」といった新たな問題が設定され、これを共有した。

この場面は、理科の問題解決における新たな問題の設定である。ここでは、if-thenによる条件分岐のプログラミング的思考を働かせることによって、新たな問題に対してコンピュータにどのような動作をさせるのかを検討する状況が生み出されていたと考えられる。



図2 プログラミング内容と結果の共有

次に教師は、新たに設定された問題を解決するため、プログラミングの再検討を実施した。その検討場面における板書内容が図3である。ここでは、明るさセンサーと人感センサーのどちらか一方ではなく、条件によって、両方のセンサーを機能させる必要があることが見出された。すなわち、プログラミングにおける条件式に論理演算子（and）を適用して、複数の条件式の組み合わせを作る必要性が明確化されたのである。

ここでの議論を踏まえ、子どもはコーディング作業に入った。例えば、子どもは図4に示すようなコーディングに試行錯誤しながら取り組んだ。その結果、全体として29%から55%の電気の消費量を達成することができ、多くの班でセンサーを同時に制御することによって、消費量を半分程度に減少させることを実現した。

この場面では、プログラミング内容の再検討からコーディング作業、そしてその検証までを、子どもは明確な目的意識をもって取り組んでいた。理科の問題解決では、追加仮説を設定して、再検証のための実験を考案して、結果を得るような場合、その過程には時間を要する。しかし、プログラミングの導入は、こうした思考過程を短時間で進めて、仮説の設定、検証を繰り返しながら、より効果的な手順を導き出すことを可能としている。これは、思考力・判断力・表現力等の育成に関わり、理科におけるプログラミング的思考の導入のメリットともいえるであろう。

4. 今後の課題

理科においてプログラミング的思考を育成するためには、理科の問題解決活動との関連付けを常に考慮する必要がある。本調査では、理科の問題解決の力とプログラミング的思考との関連性を精査し、小学校第6学年の授業実践を通じて、それらの関連性を具体的に分析した。それを踏まえ、小学校理科（エネルギー領域：電気分野）にプログラミング的思考を導入するためのカリキュラムの提案も行った。

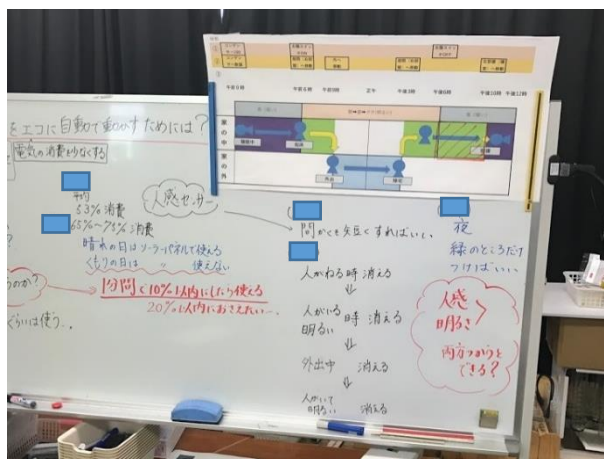


図3 プログラミング内容の再検討



図4 子どものコーディング例

理科の問題解決において機能している思考形態は極めて複雑である。帰納的あるいは演繹的に推論していたり、比喩や類推的な思考を働かせていたりしている場合もある。こうした様々な思考形態を踏まえて、プログラミング的思考との関連性を厳密に検討していく必要があるだろう。こうした検討が不足しては、効果的な教材の開発も進展しないと考えられる。例えば、小学校第5学年の「ものの溶け方」の学習内容のように、微視的な世界を捉える必要がある場合、粒子の見方を働かせながら食塩が水に溶ける様子などを動的にイメージしていく。このような動的なイメージを表現する手段が、これまで不足していたが、プログラミング的思考の育成と関わり、効果的な教材（アニメーション作成など）が開発されることによって、静的イメージと動的イメージの両方を扱うことも可能になると考えられる。

理科の問題解決の力とプログラミング的思考の関連性の精査と、これらの関連性を高める教材の開発が、今後の重要な課題である。

文献

- 1) 国立教育政策研究所(2015)「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA2015) のポイント」https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/01_point.pdf
- 2) 国立教育政策研究所(2015)「国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント」, <https://www.nier.go.jp/timss/2015/point.pdf>
- 3) 文部科学省 (2017)『小学校学習指導要領解説理科編』, 東洋館出版社, p.12
- 4) 前掲書3), p.7
- 5) 一般社団法人日本理科教育学会編 (2020) の『理科の教育 (2月号)』では, 「特集 待ったなし! プログラミング教育」と題して, 理科における様々なプログラミング教育の実践が報告されている。
- 6) 前掲書3), p.17
- 7) 文部科学省 (2020)「小学校プログラミング教育の手引 (第三版)」, p.6
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf
- 8) 前掲書7), p.13-14

より便利でエコな空間をつくりだそう

仮想の家での電気のつくり方・使い方を探究する

個の仮説設定と試行のくり返しで深まる自然事象へのかかわりと理解

自然事象にかかわる中でうまれた問いに対して、個は仮説を設定し、その仮説を自らの方法で証明しようとする。その道筋の歩み方が限りなく個に委ねられることで、証明する過程に意味を見出すとともに、自然事象をより深く探究することにつながる。結果として科学概念も構築されていく。時に情報を共有することで個が材とのかかわりを深められると考えた時には、個それぞれのその時点での答えを共有する場を設けることもある。授業者がこのような学びを時間が許すかぎり展開していくことで子どもが自ら問い、その問いの答えを自分の手で見つけ出そうとする姿勢を涵養することにつながり、問題に自ら向かっていく姿勢をはぐみたい。

6年3組の子どもの「自律的に学ぶ姿」今とこれから

◆「今日の私のめあては・・・」個の仮説を試す場が6さんの思考を促進する

燃料の燃え続けるスモーカーをつくる学習にて、「今日の私のめあては立たない。」とつぶやいた6さん。めあてを立てることは、自分の問いに答えを見出すために、その日どのように材とかかわろうかを考えることである。そのめあてを決められないと感じた理由はなぜか。その発言の真意を考えた。

単元の最初から「一人で一つ」のより燃える時間が長くなるスモーカーを作っていたが、最後には「グループで一つ」実際に使うスモーカーをつくとクラスで決めた。それを受けて6さんは、自分の今もっている仮説を立証するためのもの作りを続けられないと判断した。具体的には、現在空気の通り道をつくり、火が燃え続けることができるようになったスモーカーを、次は穴をできる限り減らし、煙を漏らさずに燃え続けるスモーカーに作り替えようとしていた。もちろんグループの友達に自分の考えを伝え、その考えを生かしたスモーカーにしようとした。しかし、グループでの学習となることで、自分の材とのかかわりが希薄になるように感じたのだと思われる。この6さんの自らの問いに答えを見出そうとする姿はまさに自律的な姿である。今回の単元も含め、大切にしていることは、個が自分の仮説を何度も実験しながら立証していく姿である。その過程でそれぞれの仮説は、実験を重ねることにより実証性・再現性の高い説となる。6さんは総合学習においてもよりよい味噌をうみだそうと様々に情報を集めたり、夏休みに先に試したりする姿が見られた。このように何度もつくり、新たなものをうみだそうとする姿を価値づけていきたい。

一方で、実体があるものを介さない材や人とかかわりを深められないこともある。実体とは実験・観察対象やそこから得られた結果である。実験・観察の結果をもとに、テーマに対して自分の考えをきめたり、なぜそのような結果になったのかと根拠を考えたりする過程で科学概念が形成されると考えると、実験結果(事実)から自らの考えを構築していく姿は重要である。結果をもとに科学概念が形成されるようにするためには、自然事象を丁寧に何度も見とろうとする意欲が喚起されること、また概念形成につながる見方・考え方をはたらかせることが重要となる。意欲が喚起されるような材の選定と単元構想、さらには概念形成に結び付く見方・考え方の意味づけを大切に、支援していく。

◆自らの仮説への答えと他者の答えを比較(他者との協働)し、次の仮説を見出す 21 さん

学校の地面の下のでき方を探究する学習にて、泥岩・粘土・砂・粘土という地層がどのようにしてできたかを再現していく学習があった。地層のでき方について生活経験などから予想し、仮説を立てていくことは非常に困難である。21 さんも「自然の力でできることはわかるけれど何かはわからない」と最初表現しており、戸惑っていた。それを見て授業者は、同じように見通しがもていない3さん(3さんは人工的に工事などでつくられたと考えていた)と考えを伝え合う場を設けた。友達の仮説を可視化した座席表をもとに、「二人で話し合った結果、自然に違いないとなって、風の力で飛んでいったと思うので、それを試す」と自分の仮説をより明確に持ち直した。友達とかかわる中で、自分の説を練り直す姿がよく見られる 21 さんである。一方、自らの生活経験・自然経験と結び付けて仮説を立てて試行しようと材とのかかわりを深めていくことができないことも多い。友達の考えに依存しているように感じることもある。今回の地層の探究のように協働する場を設けることも重要であるが、自由試行の場面にて、材とかかわりを深めるために必要となる知識を十分に得ることができるようになりて支援していく。

本単元について

本単元は、電気の性質を生かしてよりよい「空間」をうみだすことをテーマとした学習である。よりよいということ、今回はより便利で、よりエコな状態へつくりかえていくこととする。電気を光や動力・音にかえることや自然の力を生かして電気をつくることで、よりよい空間をうみだす方法を一人一人が考える。テーマに合った空間へとかえていくために何をどのようにかえたらよいのかを何度も問い、自らの仮説を立証しようと実験をしていく中で妥当な答えを導き出そうとする姿を期待する。電気のつくり方と使い方を探究し、より便利で、エコな空間をうみ出すために試行錯誤する。過程で、電気は光や動力、熱にかかわることや蓄えることができるという内容をも身に付けていくこととなると考える。

単元目標・学習展開

単元目標

・日常生活にあるものを電気を用いて利用することについて、電気の量や働きに着目しながら多面的に追究する活動を通して、発電や蓄電、電気の変換についての理解を図り、より妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決をしようとする態度をはぐむ。

家の中でもものを電気で動かそう。①②③

○手回し発電機や乾電池を用いて、豆電球やプロペラなどを回す体験をし、その結果を共有する。
・オルゴール・豆電球・プロペラ、どれも電池で動く。
・手回し発電機も乾電池と同じで回すと光る。早く回すと乾電池よりも明るく光る。不安定なのは電気の量が小さいから？電気の量を測りたい。
・それはオルゴールもプロペラも同じだった。
・三つを一斉に動かすことはできなかった。

○よりよい空間とするためのアイデアを伝え合う。
・空間を広くしたい。
・電気をコンデンサーでためたい。
・豆電球をLEDに変えたい。
・ソーラーパネルで電気をためたい。
・よりエコな空間にする。
・全部自動化できないかな。

○手回し発電機と乾電池を使用する際に流れる電気の量を比較する。
・手回し発電機が0.4A。乾電池は0.2A。だから手回し発電機の方が明るく光るんだね。

電気を送る発電機と乾電池、電気を使用する豆電球・プロペラ、オルゴールを二人に一セット提示し、自由試行をする時間を設け、発意を促した。またその過程で発光の様子、音の鳴り方、扇風機の回るスピードを比較することを通して、電流の量に着目することができるようにした。

家の中でもものを、エコに電気で動かそう。③④⑤

○コンデンサー、ソーラーパネル、LED電球など、よりエコな家となるものを試し、その結果を共有する。
・スイッチを入れることができた。
・ソーラーパネルは曇り空でも電気をためる。1分間で10%。晴れたらどれぐらいのスピードで貯めるか。
・豆電球は全体が明るくなる。LEDは真下が光る。LED①よりLED②は多くを照らす。

○コンデンサー、ソーラーパネル、LED電球①②と豆電球の一定時間での消費電量を測定し、使用する電球を決定する。
・1分間の電気の使用量がLED①が一番少ないからエコだね。電流も少ししか流れない。
・LED②は明るいから快適だ。

○晴れた日のソーラーパネルの発電量を調べる。
・1分間で80%ぐらい発電できる。晴れと曇りで全然違うね。

○これまでの結果をもとによりエコな空間を作成するための方法を決定する。
・太陽光発電したものをコンデンサーにためる。
・LED①を左の部屋に、LED②を右の部屋において、快適とエコのどちらもめざしたい。

エコにするという考えをもとに、LED電球、ソーラーパネル、コンデンサーを提示し、自由試行をする時間を設けた。毎時間のテーマを大きく設定し、それぞれの問いを解決できるような時間とした。その中で、LED電球について数値化された情報がなかったことを問い返した。また、ソーラーパネルの発電量と時間の関係を計測する姿を意味づけした。それらの数値をもとによりエコな空間へとしていくための指標とした。

家の中でもものを、エコに自動で動かそう。(光編) ⑥⑦⑧⑨(本時は⑧)

○MESHの機能を用いて家のLED電球が自動化するための方法を考えたり、試したりする。⑥⑦
・人感センサーをリビングの天井に使えばうまくいきそうだな。
・センサーを二個使えば二つの電気を自動化できる。
・明るさセンサーで暗くなったら、電気が消えるようにしたい。

○試行した結果を共有・比較し、LED電球が電気の消費量を少なく、自動でつくようにするための方法を考える。⑧
・人感センサーだと60%ほど一日で消費する。くもりの日があると、足りなくなる。
・よりエコにするためには、人感センサーと明るさセンサーを同時に使えば、よいのではないかな。試してみよう。

○これまでの試行をもとに、よりよいLED電球の光らせ方を自分なりに決める。⑨
・やはり人感と明るさセンサーを使おう。また、動きセンサーも寝室の扉に使うとよいな。

自動化したいという考えを受け、MESHのGPIOブロックとプログラミングスイッチを用いて回路に流れる電気を制御できると伝え再度提示した。また、実際に人が家で生活するストーリーを提示し、テーマのもとで明確な目標を定めた。そうすることで結果を共有した際に、互いの試行したことが共有しやすく、プログラミング的思考がはたらき、探究の質が深まると考えた。

家の中でもものを、エコに自動で動かそう。(熱・モーター編) ⑩⑪⑫

○MESHの機能を用いて家の電熱線や扇風機が自動化するための方法を考えたり、試したりする。
・〇℃を越えた時にだけ扇風機が動くようにプログラミングしたい。

○試行した結果を共有・比較し、扇風機や電熱線が温度変化によって、自動でつくような方法を考える。
・温度が〇℃になったら熱くなり、△度になったら、扇風機が回るようにできそう。

○これまでの試行をもとに、よりよい部屋の温度管理の仕方を自分なりに決める。

単元の最初に電気を熱に変換することのできるものがほしいという考えを受け、単元の最後に電熱線ヒーターを提示し、それを温度センサーで制御することができると考える時間を設定する。

本単元におけるめざす子どもの姿

- ・自然事象にふれたり、友達の考えや実験結果を比較したりした際に、これまでの経験（実験結果も含む）や自分の考えや思いとのずれを感じ、問いをもつ姿。
- ・問いを解決するために自然事象と生活経験や既有的知識を関係付けて見通しをもとうとする姿。
- ・仮説をもとに立証方法を構想し、証明するために試行錯誤する姿。
- ・友達の結果や考えと比べることで、自分の結果や考えを確かめ、それらを生かして自分の考えを再構築し、実際に表現する姿。
- ・自分の問題を解決していく中で、「電気の性質」やその利用の仕方についての科学的な概念を獲得していく姿。
- ・問題を解決する過程で、自分の活動を振り返る中で、次の時間の自分のめあてを決めていく姿。

本単元における子どもの学びの姿

◆実験で得た結果と自分が目にした自然事象との間にずれを感じ、改めて問う1さん

第1時の結果を共有していく中で、手回し発電機の回す速さによって豆電球の光り方やプロペラの回る速さがかわったりすることや、乾電池は光り方や音の大きさが安定しているが、手回し発電機は不安定であることにも気づき、電流の流れる量に着目し始めた子どもたち。そこで次の自由試行では、検流計を提示し電気の量を計測することができるようにした。すると、多くの子どもたちは乾電池に直接検流計を接続して計測するために、乾電池が手回し発電機よりも多く電流が流れるという結果を得た。その結果を得た1さんは、「いろいろと試して、たくさん結果が出たが、一番異ななかったことは、なぜ乾電池の方が電流の大きさが大きいのに、手回し発電機の方が光が強くなるのかということだ」と記述した。この内容を次時に友達と共有すると、「たしかに。」「自分もそう思っていた。」という共感がうまれ、再実験をするに至った。

このように実験の結果から得られた数値（電流の量）と自らが直接的にかかわった自然事象（電球の光り方）の様子をもとに批判的に考えることで、自ら問いをもつ姿が見られたことを価値づけた。今後もそのような姿を見とり、他者と共有する場面を設けることで、探究の質を深めることができるようにしていきたい。

◆学習のテーマが焦点化されることでそれに立ち返り、自分の結果から答えを見出そうとする20さん

一人で黙々と自由試行をする20さん。単元の当初から様々なものを試し、積極的に材とかかわる姿が見られた。一方で、最初は家の中の電気で動くものを「どのようにすること」を追究していけばよいか定まっていなかったため、追究的な姿勢は見られなかった。そこで第3時の前半で友達と何をめざすかを伝え合い、「エコ」で、「自動化」された家の追究というテーマが浮かび上がってきた。すると第4時から、「LEDは豆電球と比べて電気の消費量が少ないから、家に使用する電気はLEDの方がエコでよいと思う」と記述して表現したり、自宅のエアコンの自動化の仕組みについて自ら考えてきて「人の気配がなくなったら、自動で消えるようにするための仕組みを考えてやる」と表現したりするなど、テーマについて自分なりに考えようとする姿が見られるようになってきた。テーマが明確になったことで、見通しをもてるようになり、追究の質が高まったと感じた。テーマのもとで追究を行う姿を今後も引き出すことができるようテーマが何かを問い返したり、テーマの下で追究する姿を価値づけたりしていきたい。

◆友達との協働により、材とのかかわりを自分なりに深め始めた16さん

材とのかかわりを自ら深めていく姿が見られないことの多い16さんであったが本単元においては、ソーラーパネルの発電量について自ら問い、実験をする姿が見られた。太陽を多く受けることのできる方法として傾斜をつける方法を考えて実験をしたり、晴れの日と曇りの日の実験の条件をそろえようと考えたりするなどしている姿が見られ、自ら追究しようとする姿勢を価値づけた。その要因には17さんとペアになったことも要因と考えられる。17さんの「いいよ、一緒に行こうよ。」という受容的な態度もあって、追究意欲もわいてきたのであろう。プログラミングによる自動化の際にも、17さんとペアになって取り組んでいる。最初は、戸惑いも見られたが、前時の最後には他の班のプログラムを見て、自分が取り組んだ人感センサー以外に取り組みたいという意思をふり返りで表現しており、それを価値づけた。今後も自ら問いをもって追究する姿を期待したい。



本時の学習

◇本時に向けて

前時から MESH を用いて、家をよりエコで、自動で動く空間にしようと活動を始めた。多くの児童が人感センサーを用いた家づくりをしたいと考え、前時に取り組んだ。その際に、4 班のみ、自然条件である明るさセンサーを用いて LED 電球の自動化を試みた。また and 機能を用いてプログラムを組もうと考えた 10 班もあった。どちらの班もうまくプログラムできなかったり、難しかったと考えたりしているようである。しかし、より消費電力を少なくする上では、これらの考えは重要だ。そこで、一度試した結果を共有し、テーマに合ったよりよいプログラムについて子ども同士がかかわりながら考えていく場面を設ける。この場面を設けることで、新たな視点が加わり自動化にばかり目が行きがち子どもたちにテーマを再度意識化することで、電気の消費量についての探究を深めることができるようにしていきたい。

◇本時の目標

それぞれの班のプログラムと使用した電気の量の関係を比較したり、再度実験をしたりする過程で、より電気を有効活用することができる妥当な方法を構想し直し、表現することができる。

◇本時の学習展開(8/12)

○学習活動 ・予想される子どもの反応	○自律的な学びを促す教師のかかわり
部屋の中でのものを、エコに、自動で動かすためには？ ○本時の学習問題に対しての自分のめあてを書く。 ○各グループの試した結果(プログラムや電気の使用量)を比較し、その共通点や差異点をもとに、テーマに合ったより妥当な方法について話し合う。 ・人感ブロックを使っているチームが多い。どの班もおよそ 60%～70%ほど 1 日で電気をつかう。 ・ソーラーパネルを使うとすると、晴れの日には 80% ぐらいたまからいいけれど、曇りや雨の日には電気の量が、ソーラーパネルだけでは、たりなくなってしまう。(1)(7) ・人感ブロックを使っているグループは電気の消費量が多いけれど、明るさブロックを使っているチームは電気の消費量が少ないから、今日は明るさブロックを使って、試してみたい。 ・4 班の明るくなったら電気がつくのと、暗くなったら電気が消えるという方法は確かに全自動だ。電力が多く使ってしまうはずだから、4 班の結果はおかしいと思う。(2) ・明るさセンサーは表の部分電気を使うわけだから、人感センサーよりも電気を使うはずだ。 ・逆に明るい時間も人感センサーだけだと、明かりがついていたから無駄だ。 ・人を感知して、暗いときだけつくようにできないか。 ・10 班の使っている and 機能を使えば、暗くなって、人が帰ってきたら明かりがつくというプログラムをつくることができ、よりよいのではないだろうか。やってみる。 ○話し合ったことを生かして、再度実験方法を構想し、実際に試す。 ・リビングのセンサーには明るさと人感の両方を使ってやってみよう。And もうまく使えるかな。 ・2 班や 8 班のように、左の部屋の電気も自動でつくように、もう一つ人感センサーを使いたい。 ・前回、よくわからなくなってしまったところをもう少し整理して、やりたい。 ・実際にやってみると、随分と使用した電気量が減ったから、明るさセンサーを使うとよりエコになることが分かった。 ○自分のめあてに対してふり返りをかく。	
	○本時で個がどのようにテーマについて追究をするか意識する時間を設ける。 ○それぞれの班のリビングの LED 電球の電気の使用量やプログラムを視覚化したものを比較し、その差異点として、明るさセンサーや and 機能を見出すことができるようにする。 ○必要な時にはテーマをもとに問い返したり、発言の根拠をたずねたりして、より電気の消費量を少なくするための方法を見出していくことができるようにする。それぞれのセンサーの電気の消費量の問題点に焦点化していくことができるようにする。 ○and 機能については、教師から提示し、子どもたちの表現に生かしていくことができるようにする。 ○自分のこれまでの状況や、話し合いをもとに、次の自分の実験を構想し、試そうとしていく姿を価値づける。 ○本時の自分のめあてをもとに、学びをふり返り、言語化できるようにする。本時は他者との考えの交流が主であり、それについて、ふり返ることができるよう促す。

技術科

中学校技術科における通信のプログラミング教材とそれに関する教職授業スタンダードの検討

鬼藤 明仁

1. 中学校技術科のプログラミング教育

1. 1. 小・中・高等学校を通して体系的・系統的に行われる情報教育

情報教育とは情報活用能力を育む教育である。情報活用能力は「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」、「情報社会に参画する態度」の3観点に整理されているが、それらが小・中・高等学校を通して体系的・系統的に育まれることが求められる。この方針は、中央教育審議会答申（平成28年12月21日、中教審第197号）¹⁾に示されている。

（略）小・中・高等学校を通じて、情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる力や情報モラル等、情報活用能力を含む学習を一層充実するとともに、高等学校情報科については、生徒の卒業後の進路等を問わず、情報の科学的な理解に裏打ちされた情報活用能力を育むことが一層重要となってきた。

高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 情報編では、中学校技術・家庭科技術分野（技術科）との関係についての説明がある²⁾。共通教科情報科の学習内容が、技術科の「D 情報の技術」との系統性を重視していることがわかる。

共通教科情報科の学習内容は、中学校技術・家庭科技術分野の内容「D 情報の技術」との系統性を重視している。今回の改訂では、「D 情報に関する技術」について、小学校におけるプログラミング教育の成果を生かして発展させるという視点から、従前からの計測・制御に加えて、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ついても取り上げるなどの内容の改善を図っている。

1. 2. 中学校技術科のプログラミング教育の役割

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編では、小学校におけるプログラミング教育の成果を生かし、発展させるという視点について記述がある³⁾。「双方向性のあるコンテンツ」や「ネットワークやデータを活用して処理する」といったプログラミングの題材が挙げられている。

なお、急速な発達を遂げている情報の技術に関しては、小学校におけるプログラミング教育の成果を生かし、発展させるという視点から、従前からの計測・制御に加えて、双方向性のあるコンテンツに関するプログラミングや、ネットワークやデータを活用して処理するプログラミングも題材として扱うことが考えられる。

上記の「双方向性」の内容は、次の通りとなっている⁴⁾。社会的な機能を有することを意味しており、中学校技術科のプログラミングの特色的な役割を表しているといえる。

2. 中学校技術科における授業事例

2. 1. 双方向性のあるコンテンツのプログラミングに関する授業の分類

中学校段階では、抽象的、論理的思考が発達するとともに社会性も発達してくる。プログラミングにおいても「双方向性」の要素など社会的な機能が含まれるようになる。双方向性

ネットワークを利用した双方向性とは、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、その一部の処理の過程に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。利用するネットワークは、インターネットに限らず、例えば、校内 LAN、あるいは特定の場所だけで通信できるネットワーク環境も考えられる。

のあるコンテンツのプログラミングに関する授業は 2 つに分類される。「インターネット利用－単独 PC 型」及び「ローカルネットワーク－複数 PC 型」である（表 1）。

表 1 双方向性のあるコンテンツのプログラミングに関する授業の分類

分類名	プログラミング言語	生徒の活動の特徴
インターネット利用－単独PC型	JavaScript, PHP	自身のPC画面でサーバとの通信を確認する。
ローカルネットワーク－複数PC型	Scratch (Mesh機能)	相手のPC画面で通信の成否を確認する。

2. 2. 分類ごとの授業事例

①インターネット利用－単独 PC 型

山田ら⁵⁾は、マーカーをクリックすると文字や画像が表示される地図を JavaScript で制作する授業（10 時間）を実践している（図 1 参照）。なお、地図は国土地理院のサーバとコンテンツを利用している。



図 1 地図に付加情報を表示する教材（山田ら，2019）⁵⁾

表 2 PHP を反転学習するための動画教材の目次（川井ら，2019）⁶⁾

動画教材の目次
1. ネットワークを利用した双方向性のあるWebページとは？
2. PHPについて
3. 環境を整えよう
4. PHPでできること
5. ログイン機能をつけよう
6. 閲覧回数カウントをつけよう
7. アンケートをつけよう
8. 掲示板を作ろう

川井ら⁶⁾は、グループでWeb ページを制作し、PHP でログイン機能やアンケート等の機能を付加する授業実践（8 時間）を行っている。その際、PHP の動画教材を制作し、反転学習を用いている（表 2 参照）。

②ローカルネットワーク複数 PC 型

木下ら⁷⁾は、Scratch の Mesh 機能で、ホスト側 PC のネコの絵の xy 座標を、クライアント側 PC が読み取り、イヌの絵に同じ動作をさせる授業を提案している（図 2 参照）。



図 2 相手の画面で同じ位置に移動することを確認している Scratch の画面（木下ら，2018）

2. 3. ワンボードマイコン使用の可能性

中学校技術科では、「技術」を理解し、使用する能力を習得し、創造しようとする態度を育成している。プログラミング教育に関しても、画面上のシミュレーションに加えて、実物で検証しながらより論理的な思考を構築する活動が必要になる。例えば、ワンボードマイコンに生徒が書き込み、プログラムの動作確認を実物で行う活動が求められる。

3. ワンボードマイコンの選定

3. 1. Raspberry Pi（ラズベリーパイ）

Raspberry Pi（ラズパイなどとも呼ばれる）は ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである（図 3）。価格は 2020 年現在で約 5000 円である。仕様を表 3 に示す。外部電子部品無しで無線通信が可能で、映像・音声入出力ポートを有していることなどが特徴である。

中学校技術科において、小野寺ら⁸⁾が Raspberry Pi を iPad と Wi-Fi 接続し、ラジコンカーを遠隔操作するという方法で制御端末兼通信端末として Raspberry Pi を活用する実践を行っている。プログラムは Scratch により行っている。



図 3 Raspberry pi

表 3 Raspberry pi の

主な仕様

5V（電源電圧）
USB type-A
micro USB
HDMI（映像・音声入出力）
LAN ケーブル
Bluetooth（無線）

3. 2. Arduino (アルデュイーノ)

Arduino は Arduino ボードと Arduino IDE のハードウェアとソフトウェアからなる Arduino 言語による統合開発環境である。Arduino ボードには種類が多数存在するが、一般的には Arduino UNO を用いることが多い(図 4)。価格は 2020 年現在で約 3000 円である。仕様を表 4 に示す。Arduino ボードを用いて外部機器の動作が可能である。X Bee など通信用電子部品を利用すれば通信も可能になるが、基本的にボード以外にも様々な部品が必要になる。電子部品の制御に適しており、ハードウェア開発環境として適性がある。

中学校技術科において、吉田ら⁹⁾が LilyPad Arduino を使用したクリスマスツリーの飾り付けの実践を行っている。オリジナルの LED を製作し、それらの LED をクリスマスツリーに飾り付け LED の点滅を Arduino ボードで制御するというものである。



図 4 Arduino UNO

表 4 Arduino UNO の
主な仕様

Analog 入出力
Digital 入出力
GND
5V (電源電圧)
USB type-B

3. 3. その他のワンボードマイコン

その他、いくつかのワンボードマイコンを検討する。まずは BBC micro:bit である。BBC micro:bit は情報教育用に開発されたワンボードマイコンであり、プログラミングの方法が 4 種存在し、学習者に合わせたプログラミングを行うことが可能である。価格は約 2000 円ほどである。次に、Orange pi である。Orange pi は Linux 環境において開発を行う。Raspberry Pi には性能面で少し劣る。この他にも、ODROID、BeagleBoard、各種互換ボード (Arduino や Raspberry Pi などのワンボードマイコンの互換版) などがある。

ワンボードマイコンにはさまざまな種類が存在するが、一般的に広く用いることを考えるとソフトウェア・ハードウェアの両面から見て、汎用性が高く扱いやすい Arduino や Raspberry Pi, BBC micro:bit などが教育現場には適していると考えられる。その中でも、BBC micro:bit は他の 2 種と比べて価格が安く、教育的な開発環境も整っていることを鑑みて、今回は BBC micro:bit を用いることを提案する。

4. マイクロビットの特徴

4. 1. マイクロビットについて

日本での販売を行う株式会社スイッチエデュケーションによると¹⁰⁾、BBC micro:bit（以下、マイクロビットと表記する）は、イギリスのBBCが主体となって作った教育向けのマイコンボードである（図5参照）。イギリスでは11歳～12歳の子供全員に無償で配布されており、授業の中で活用が進んでいる。日本では税抜き2000円と、マイコンボードの中では比較的安価に販売されている。

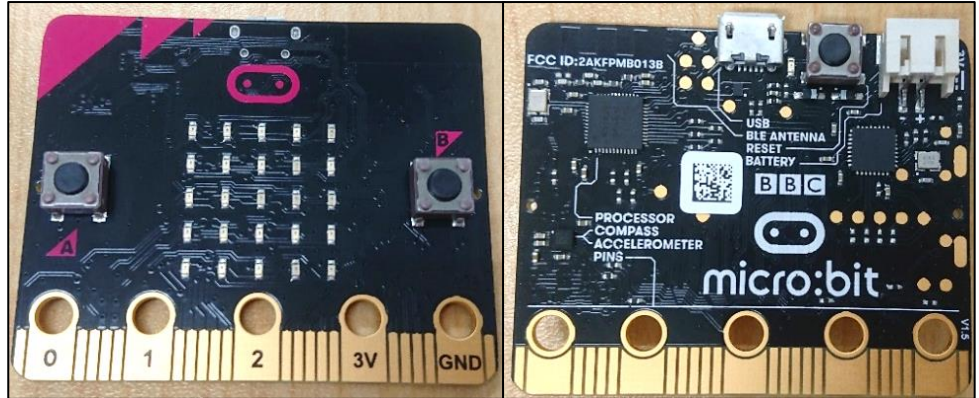


図5 マイクロビットの外観（表面、裏面）

マイクロビットは、全ての開発

環境がウェブブラウザ上で動作するため、環境構築を行う必要がない。また、パソコンがオフラインになってしまった場合でも動作が止まらないように工夫されているため、学校の授業でネットワーク環境が不安定になってしまったとしてもスムーズに開発を続けられることも、学校現場に導入しやすい特徴として挙げられる。

4. 2. マイクロビットでのプログラムの作成と実行

マイクロビットは、ウェブブラウザ上で、JavaScriptと、それを簡易的に表示したブロックエディタでプログラムを作成できる。作成したプログラムは、コンピュータにダウンロードして、USBケーブルで接続したマイクロビットに移すことで、書き込みが可能である。スマートフォンやタブレット端末用に公式から配布されているアプリケーションを用いると、Bluetooth通信でプログラムを書き込むこともできる¹¹⁾。これらのプログラムの作成や書き込みは、全て無料で行える。給電は、USBケーブルでコンピュータから行う以外にも、電池から行うことができるため、Bluetooth通信を用いてプログラムを書き込む場合や、コンピュータから離れた場所でマイクロビットを用いる場合は、電池から給電を行う。

4. 3. マイクロビットの機能

マイクロビットは、公式サイトの記述¹²⁾によると、ボタンスイッチ（以下、ボタンと表記する）やセンサー群の入力機能を備えている。ボタンは、AとBの2つあり、それぞれが押されたときにどういった動きをするかのプログラムを作成できる。センサー群は、光、温度、加速度、磁力の4種類があり、ボタン同様、それぞれで読み取った値からの動きのプログラムが作成できる。

そして、出力機能としては、プログラムにより個々に光らせ、文字列等を表示することのできる、25個のLEDがある。さらに、外部接続用の端子を用いることで、モータやLED

といった他の出力を接続し、動かすこともできる。

また、Bluetooth や無線通信を用いることで、プログラムの書き込みだけでなく、マイクロビット同士や他の機器との通信も可能である。

5. マイクロビットを用いた通信のプログラミング教材

5. 1. 双方向通信のプログラミング教材の提案

ここでは占いテーマとした双方向通信のプログラミング教材を提案する。授業計画の上では、まずは文字表示など通信を伴わないプログラムを扱い、操作やプログラミングに慣れた後、次に通信を伴うプログラムを扱う際の教材として想定している。

双方向通信のプログラムの構想としては、まず、無線通信で接続されている複数のマイクロビットのうちの1台を親機、残りを子機とし、親機のボタンが押されたときに、親機から子機に占いの本文の送信と表示を行わせる。次に子機において、親機から送信された占いの本文の指示に従い、ボタンスイッチの操作を行い、その結果を親機に送信する。最後に、子機のボタンの操作で決定した占いの結果を、親機から子機に送信と表示を行う。次節にて、親機と子機それぞれのプログラムの内容を説明する。

5. 2. 双方向通信のプログラムの内容

親機のプログラム（図6参照）では、最初に無線通信の設定を行う。次に、ボタンAが押されたときに、「HAPPY:A UNHAPPY:B」との、ボタンを押す指示を意味する、占いの本文の文字列を子機に送信し、親機自身のLED画面にも表示する。最後に、子機で押されたボタンの情報を受信し、それに応じて、ボタンAなら「good」、ボタンBなら「bad」の、占いの結果の文字列を子機に送信し、親機自身のLED画面にも表示する。

子機のプログラム（図7参照）では、最初に、親機と同じく無線通信の設定を行う。次に、親機から受信した、ボタンを押す指示を意味する占いの本文の文字列をLED画面に表示する。そして、ボタンが押されたときに、A、Bのどちらのボタンが押されたかの情報を、親機に送信する。最後に、先ほどと同じプログラムで、親機から受信した占いの結果の文字列をLED画面に表示する。

5. 3. 教育実践に向けて



図6 親機のプログラム

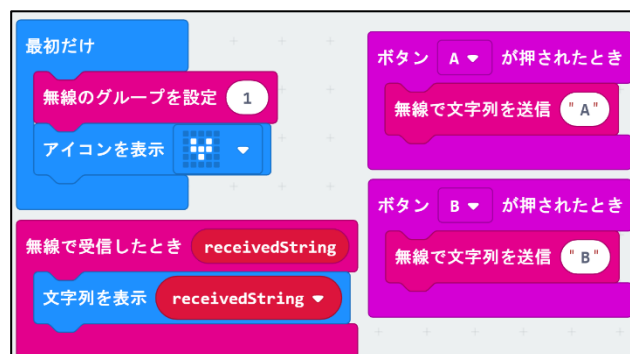


図7 子機のプログラム

親機と子機 1 台ずつでプログラムを実行し、動作確認を終えている（図 8 参照）。親機のプログラムにて、無線での文字列の送信と文字列の表示が連続している部分の順番を入れ替えると、文字列が親機に表示され終わるまで子機への送信が行われなため、それによって生徒に順次処理を体感させることも可能である。また、占いの本文や結果の文字列の変更は、親機のプログラムの文字列のみを変えることで実現できるため、プログラミングの時間を短くできるのも良い点といえる。

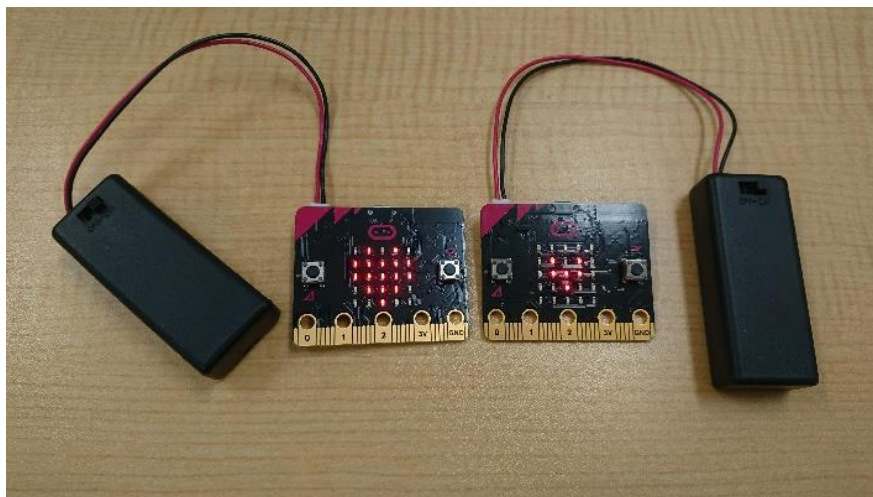


図 8 親機と子機の通信の動作確認

6. 技術科のプログラミングの指導とそれに関する教職授業スタンダードの検討

6. 1. 技術科のプログラミングの指導

前節の「マイクロビットを用いた通信のプログラミング教材」は、中学校技術科「D 情報の技術」の内容（2）に当たる「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」で用いられる教材の一事例となる。教師が授業計画を立案する上での有用な資料になると期待される。

プログラミング教育では、自分が意図する活動を実現するために論理的に考えていく力とされる、プログラミング的思考の育成が重視されることは言うまでもない。川島ら¹³⁾は、アルゴリズムを順次、分岐、反復の 3 つの処理手順とし、それらを小・中学生が段階的に理解する状況を反映した評価項目と評価基準を、情報科学（表 5）及び情報技術（表 6）の 2 つの観点別に作成している。また、小学校 6 年生を対象とした授業実践を通して、完全正答による評価では把握することが困難であった、児童の誤答の度合いが見いだされ、評価基準の有用性を検証している。「マイクロビットを用いた通信のプログラミング教材」や今後発表されるであろう教材においても、例えばこの評価項目・評価基準（川島ら，2015）¹³⁾を用いるなどして、プログラミング思考を育むための着実な指導が求められる。

表 5 情報科学の観点からの評価項目と評価基準（川島ら，2015）¹³⁾

処理内容	評価項目	評価基準
順次処理	①処理手順の方向性	開始位置から終了位置（結果）に向かう方向が正しく考えられているか。
	②処理手順の経路	目的達成のための道筋を最後まで考えられているか。
	③順次処理の考え方	目的達成に必要な1つ1つの処理の流れを考えられているか。
分岐処理	④分岐の考え方	条件によって後続処理の場合分けがなされることを考えられているか。
	⑤分岐の後続処理の考え方	後続処理を正しく考えられているか。
	⑥分岐の条件の考え方	分岐の条件を正しく判断しているか。 ※条件を正しく読み解き、後続処理が記述されているか。逆転していないか。
反復処理	⑦開始と終了の関係性	反復処理では開始と終了の関係が考えられているか。
	⑧反復条件の考え方	反復処理では条件指定によって繰り返されることが考えられているか。 ※記述された処理の流れから必然性のある数字となっているか。

表 6 情報技術の観点からの評価項目と評価基準（川島ら，2015）¹³⁾

処理内容	評価項目	評価基準
順次処理	①処理手順の記述数	目的達成のための正しい手順が記述できているか。 ※途中の経路が間違ってもカウントする。 ※順次処理として具体化した記述が正しければカウントする（例えば、方向が逆であっても）。
分岐処理	②条件項目の記述	分岐処理の条件項目を記述できているか。
	③条件の記述	分岐処理の条件を記述できているか。
	④後続処理(Yes)の記述	条件判定(Yes)の後続処理を記述できているか。 ※正答でなくても流れが正しければ良い。
	⑤後続処理(No)の記述	条件判定(No)の後続処理を記述できているか。 ※正答でなくても流れが正しければ良い。
反復処理	⑥開始の記述	反復処理の開始を記述できているか。
	⑦反復条件の記述	反復処理の条件を記述できているか。
	⑧終了の記述	反復処理の終了を記述できているか。
	⑨開始と終了の間に処理を記述	反復処理の開始と終了の間に適切な処理を記述できているか。

6. 2. 技術科のプログラミングに関する教職授業スタンダードの検討

2021 年度に完全実施となる中学校学習指導要領では、中学校技術科の「D 情報の技術」について、従前からの計測・制御に加え、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ついても取り上げることとなった⁴⁾。それに伴い、大学の教育学部等の教員養成課程においても、これに関する専門的知識を身に付けることが必要になる。

表 7 は、横浜国立大学教員養成スタンダードの項目「教科等の専門知識」に細目として、「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」に関する項目を追加したものである。各項目は、中学校学習指導要領の当該内容と対応している。将来教員となる学生がこれらを身に付けられるべく、大学「専門科目」の充実が進められるだろう。

表 7 横浜国立大学教員養成スタンダードの項目「教科等の専門知識」に細目として通信のプログラミングを指導するための能力を追加したもの

学部教員養成スタンダードの観点	細目	記号	通し番号	項目
教科等の専門知識 ー教科等の専門知識を有し、教科等の指導に活かすことができる。	中学校学習指導要領に記載される技術・家庭科技術分野における「D 情報の技術」の内容の(2) ー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	(2)ア	①	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ている。
			②	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。
		(2)イ	③	社会の中から問題を見いだして課題を設定することができる。
			④	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することができる。
			⑤	情報処理の手順を具体化することができる。
			⑥	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ができる。

参考文献

- 1) 中央教育審議会：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）（2016）
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
（2020 年 2 月 17 日確認）
- 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，開隆堂出版，p.16（2019）
- 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，開隆堂出版，p.11（2018）
- 4) 上掲 3)，p.53
- 5) 山田哲也，香西孝行，雲本直人，岩山敦志，伊藤陽介，阪東哲也，曾根直人，藤原伸彦，長野仁志：双方向のデジタルコンテンツを Javascript でプログラミングする授業実践～国土地理院サーバの利用～，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，16，pp.1-6（2019）
- 6) 川井勝登，山本利一，荻窪光慈：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関する指導過程の提案～反転学習で活用する学習コンテンツの開発と授業実践～，埼玉大学紀要. 教育学部，68(2)，pp.247-256（2019）
- 7) 木下崇，鎌田敏之，本多満正：Scratch の Mesh 機能を用いた双方向性のプログラミング教材の開発 -中学校技術科のネットワークを用いたコンテンツ制作の導入として-，愛知教育大学技術教育研究，6，pp.7-12（2018）

- 8) 小野寺清光, 豊里幹治, 玉城博康: Raspberry Pi を用いたロボットプログラミング教材開発と授業実践, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第 24 巻, pp.1-6(2016)
- 9) 吉田智子, 中村亮太, 酒井知果, 松浦敏雄: かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践, 情報学 Journals of Informatics, 第 14 号 1, pp.16-30 (2017)
- 10) スイッチエデュケーション: micro:bit (マイクロビット)
<https://switch-education.com/products/microbit/> (2020 年 2 月 17 日確認)
- 11) Micro:bit 教育財団: micro:bit のモバイルアプリ
<https://microbit.org/ja/guide/mobile/> (2020 年 2 月 17 日確認)
- 12) Micro:bit 教育財団: micro:bit の多くの機能を探検する
<https://microbit.org/ja/guide/features/> (2020 年 2 月 17 日確認)
- 13) 川島芳昭, 菊地章, 小林剛大, 石川賢: 情報科学と情報技術の観点に基づくアルゴリズム学習の評価基準の提案, 日本産業技術教育学会誌, 57(4), pp.213-222(2015)

政策提言編

教員養成での小学校プログラミング教育のカリキュラム案

最後に、教員養成課程での小学校プログラミング教育に関するカリキュラム案を提案する。平成 29 年公示の学習指導要領およびその解説において、小学校のプログラミング教育は、教科としてではなく既存の教科の中やその他の時間を利用して指導されることになっている。また、小学校プログラミング教育の手引（第三版）の分類によると、A から F までの分類がある。A では学習指導要領解説に例示されているのは、算数第五学年の多角形の作図と理科第六学年のエネルギーの単元である。

本調査においては、国語および理科についての教員養成におけるカリキュラム案を提案する。

国語での教員養成におけるプログラミング教育のカリキュラム案

実践編国語の内容を踏まえ、そのような教材分析・教材開発を行うための資質・能力を育成するためには、教員養成課程においてどのようなカリキュラムを実現すべきか。以下、物語創作指導に焦点化したカリキュラムを提案する。本カリキュラムは、2019 年 12 月 21 日に実施された教員免許更新講習「体験して考える！国語科におけるゲーミフィケーション！」（講習責任者：石田喜美）で部分的に試行されたものである。

（１）教材：『物語の世界を旅しよう』

教材として、電気通信普及財団研究調査助成研究「デジタルメディア社会における『情報活用能力』育成に向けた基礎理論の構築」（石田喜美、奥泉香、森本洋介による共同研究）の成果物として制作された教材『物語の世界を旅しよう』（保田・石田、2019）を用いる。『物語の世界を旅しよう』は、冒頭で議論してきたような英国におけるメディアリテラシー教育研究の現状を踏まえて作成された教材である。本教材は、現在、横浜国立大学リポジトリ（<http://hdl.handle.net/10131/00012346>）より、無料でダウンロードすることができる。

本教材は、小学校・国語科における物語創作指導で用いられることを企図して作られた作られた TRPG 教材である。本教材は、もちろん、従来型の物語創作教材として用いることもできるが、本教材の主たる目的は、本教材での学習活動を通じて考案されたアイデアをもとに、小説とゲームシナリオを作成し、それらを比較することにある。これによって、小説のような物語が有する因果関係と、ゲームが有する因果関係との異同に気づくことがねらいである。

本稿では、この学習活動を、教材分析・教材研究のための資質・能力育成へと結び付けていくようなカリキュラムを提案したい。

(2) カリキュラム案

以下、大学の教職課程の授業において展開する場合のカリキュラム案を示す(表1)。

表1 カリキュラム案

テーマ	時	学習活動
I 物語創作の 学習とは	1	①教科書教材の「物語創作」 ・「物語を作ろう」(『ひろがる言葉 小学校国語 六上』, pp112-117) の学習活動 を体験する:「人物カード」「あらすじ」の作成 ・学習指導要領における「物語創作」の位置づけ
II 物語の 共同創作	2	②『物語を旅しよう』について知る ・「説明漫画」を読み、学習活動について理解する ③登場人物作成の支援 ・「旅人シート」を使って、登場人物を作成する ・「登場人物作成表」とサイコロを配布し、登場人物作成に困難を覚える場合の支援方法を体験的に理解する ④作った登場人物を使って、物語の世界を遊ぶ ・作成した登場人物を使い、会話型のゲームを進めるかたちで、物語の構想を膨らませていく
	3	⑤「物語シート」「地図シート」「登場人物シート」を用いて、舞台設定および出来事(事件)を作成する ・物語創作における基本的な枠組みとなる「事件—解決」についての説明 ・「物語シート」「地図シート」「登場人物シート」を用いて、舞台設定と出来事(事件)を作成する ・「舞台作成表」「付録」およびサイコロを配布し、これらの作成に困難を覚える場合の支援方法を体験的に理解する
	4	⑥ 4～5人のグループで、自分たちの作成した物語を遊ぶ ・1人が語り手となり、他がそれぞれ作成した「旅人シート」の旅人になりきって、会話型のゲームを進めるかたちでそれぞれの物語の構想を膨らませていく ⑦ 「振り返りシート」を用いて、登場人物および物語についての良かった点・改善点について話し合う ⑧ 話し合った内容をもとに、物語のアイデアをまとめる

Ⅲ 教材分析	5	⑨ 小学校国語科・「読むこと」教材を分析する ・『スイミー』の例（図１）を提示しながら、「事件—解決」の枠組みで教材を分析する方法を示す ・４～５人のグループで１つ、小学校国語科の教材を選び、それらの教材を「事件—解決」の枠組みで分析する ⑩ 小学校国語科・「読むこと」教材のゲームシナリオを作成する ・『物語を旅しよう』の「物語シート」「地図シート」「登場人物シート」を用いて、各グループごとに、自分たちの分析した教材を用いたゲームシナリオを作成する ⑪ 次回のために「旅人シート」を作成する ・各グループがそれぞれ分析した教材を発表したあと、それらの教材の世界を遊ぶのにふさわしい「旅人」を考えて、各自で「旅人シート」を作成する
	6	⑫ ワールドカフェ方式で、各グループの作成した物語を遊ぶ ・１回あたり 20 分～30 分程度とし、２チーム分の物語を遊ぶ ⑬ 「振り返りシート」を用いて、登場人物および物語についての良かった点・改善点について話し合う ⑭ 小説とゲームとの違いについて、各グループで話し合い、それぞれの特徴をまとめて発表する
Ⅳ デジタル ゲーム制作	7	⑮ 昔話にもとづくゲームの制作 ・プログラミングゼミを用いて、ブロック・プログラミングを体験する ・「つくってみよう」の中からひとつを選び、日本や世界の昔話をモチーフにした、ゲーム作品をプログラミングで制作する
	8	⑯ それぞれが制作したゲームを発表し、ゲームを体験する ・前半・後半で発表役とプレイヤー役を入れかえる。プレイヤーは自分の遊んでみたいゲームを遊んだのちに、ゲームについてのフィードバックを行う ⑰ 「物語のゲーム化」を通じて気づいたことを全体で共有する

このカリキュラム案では、半期 16 回分の授業のうち半分の授業数を用いたカリキュラムを提案しているが、テーマⅠ～Ⅳをすべて扱う必要はなく、テーマⅡ・Ⅲのみでも十分に、本稿で議論した資質・能力の育成には結びつきうるであろう。2019 年 12 月 21 日に実施された教員免許更新講習「体験して考える！国語科におけるゲーミフィケーション！」では、このうち、テーマⅡのみを実施したが、この場合、受講者は物語創作指導のみに注目しやすく、「読むこと」の教材に対する新たな視点には結び付きにくかった。プログラミング的思考を育成するための教材研究へと結び付けていくためには、テーマⅡ・Ⅲの両方を扱うことが重要であると考えられる。

小学校理科（エネルギー領域）におけるプログラミング的思考を導入するためのカリキュラム案

理科の問題解決の過程における思考とプログラミング的思考との対応関係を精査した上で、小学校第6学年の「電気の利用」の単元で事例的分析による検証を試みた。結果として、理科の問題解決の過程における思考とプログラミング的思考の関係性の一部を捉えることが可能となった。これらの限られた事例であるが、上述までの議論を踏まえ、理科（特にエネルギー領域）の学習にプログラミング的思考を導入するためのカリキュラム案について検討する。表1には、小学校第3学年から6学年におけるエネルギー領域（電気分野）の学習内容と重視される理科の考え方、および関連するプログラミング的思考について整理した。

第3学年では、電気の通り道の学習において、特に「比較する」といった理科の考え方を働かせながら、問題解決を進めていく。ここでは、電気を通すときと通さないときのつなぎ方を比較しながら調べる学習活動が展開される。この中で、例えば豆電球を光らせる場合と光らせない場合といった、条件分岐のプログラミング的思考を働かせながら、豆電球の on-off プログラムを検討する学習活動などが考えられる。

第4学年では、電気の働き of 学習において、特に「関係付ける」といった理科の考え方を働かせながら、問題解決を進めていく。ここでは、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子に着目して、それらを関係付けて調べる活動が展開される。この中で、乾電池を直列につなぐと、電流が大きくなるという関係を順次処理させ、豆電球が明るく光るプログラムを作成する学習活動や、並列つなぎと直列つなぎを条件分岐させて豆電球の明るさを変化させるプログラムを作成させる学習活動などが考えられる。

第5学年では、電流がつくる磁力について、特に「条件制御」の考え方を働かせながら、問題解決を進めていく。ここでは、電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目して、それらの条件を制御しながら調べる活動が展開される。この中で、例えば電流を大きくした場合やコイルの巻数を変えて、電磁石の強さを変えろといった条件分岐のプログラミング的思考を働かせる学習活動などが考えられる。

第6学年では、特に「多面的に考える」といった理科の考え方を重視することから、条件分岐をはじめ、順次処理や反復処理などのプログラミング的思考を組み合わせた学習活動を展開していくことが重要であろう。特に、本調査事例にあるように、理科の問題解決において、追加仮説を設定する場面との関連性も踏まえた条件分岐のプログラミング的思考の展開などは、考慮すべき一面であると考えられる。

表 1 小学校理科（エネルギー領域：電気分野）に
プログラミング的思考を導入するためのカリキュラム案

学年	エネルギー領域 （電気分野）	理科の考 え方	関連するプログラミング的思考
3 学年	電気の通り道	比較する	電気の回路について，乾電池と豆電球などのつなぎ方と乾電池につないだ物の様子に着目して，電気を通すときと通さないときのつなぎ方を比較しながら調べる活動 【関連する主なプログラミング的思考】 ・条件分岐 例）電気を通すものと通さないものを比較する際に，条件分岐の思考を機能させながら豆電球の on-off を制御するプログラム
4 学年	電流の働き	関係付ける	電流の働きについて，電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子に着目して，それらを関係付けて調べる活動 【関連する主なプログラミング的思考】 ・順次処理 ・反復処理 例）乾電池を直列に繋ぐと，電流が大きくなるという関係を示すプログラム 例）回路に電流が一方方向に流れる様子を示すプログラム
5 学年	電流がつくる磁力	条件制御	電流がつくる磁力について，電流の大きさや向き，コイルの巻数などに着目して，それらの条件を制御しながら調べる活動 【関連する主なプログラミング的思考】 ・条件分岐 例）コイルの巻き数をそろえて，電流を大きくすると電磁石が強くなる様子を示すプログラム
6 学年	電気の利用	多面的に考える	発電や蓄電，電気の変換について，電気の量や働きに着目して，それらを多面的に調べる活動 【関連する主なプログラミング的思考】 順次処理，繰り返し処理，条件分岐などの思考の組み合わせる

全学教養科目「小学校プログラミング教育」でのシラバス

本調査の知見を活かし、次年度から全学教養科目にて「小学校プログラミング教育」の授業を開講する。現在の免許法上必要となる初等教育科目や小学校専門科目では、大学の時間割上余裕がなく、さらに教育学部の学生以外にも広く受講生を増やすことで、学習上の効果が図られるために開講する。

【授業の目的】

小学校では、2020 年よりプログラミング教育が必須となった。将来小学校教員となる学生はもちろんであるが、中学校や高等学校においても将来プログラミング的思考が必須となる。その基礎となる小学校プログラミング教育について学ぶ。

【授業計画】

1. オリエンテーション、プログラミング教育とは
2. スクラッチの操作
3. スクラッチによるゲームの作成
4. スクラッチによる教材の作成
5. プログラミングゼミの操作
6. プログラミングゼミによるゲームの作成
7. プログラミングゼミによる教材の作成
8. 算数科の中でのプログラミングの意義と効果
9. 理科の中でのプログラミングの意義と効果
10. 総合的学習の時間でのプログラミングの意義と効果
11. 国語科の中でのプログラミングの意義と効果
12. 社会科の中でのプログラミングの意義と効果
13. その他の教科（図工音楽体育など）の中でのプログラミングの意義と効果
14. 中学校と高等学校、大学でのプログラミング教育とそのつながり
15. まとめ：プログラミング的思考を育む授業づくり

【授業時間外の学習内容】

指定の教科書の予習および復習を行うこと。特にプログラミングを実際に作成する活動は、授業時間外で実習が必要である。

【履修目標】

小学校プログラミング教育の知識と技能を習得することが目標である。

【到達目標】

子どもたちにプログラミング的思考を育む教材や授業づくりができるようになる。

以上

資料

2019 年度版教員養成系 44 大学の小学校プログラミング教育およびプログラミング 関係専門科目一覧表

No	大学名	教育学部	
		プログラミング教育	専門プログラミング
1	北海道教育大学	高等学校国語科教育法 1	システム設計
		国語科教育学特講	プログラミング実習
		中学校国語科教育法 3	コンピュータⅡ
			電気電子実験Ⅲ
			中学校国語科教育法 1
			コンピュータプログラミング 1 a
			情報とコンピュータ
			自然科学入門（技術を学ぶ）
2	弘前大学	子どもとカリキュラム（初等）	技術科教育法Ⅰ
		子どもとカリキュラム（中等）	情報技術 B
		家庭科実験	情報技術 A
		小学校理科	
3	岩手大学	プログラミング基礎	プログラミング演習
			情報基礎
			プログラミング入門
			情報工学Ⅰ
4	宮城教育大学	技術科教育法	工業科教育法 B
		情報・ものづくり教育実践体験演習（初等）	コンピュータネットワークの活用
		家庭科教材実践研究 A	
		家庭科教材実践研究 B	
5	秋田大学	情報教育実践論Ⅱ	プログラミング入門
			プログラミング入門演習
6	茨城大学	ものづくり体験	情報リテラシー
		情報教育入門	ICT 教育と学力
		学校教育とプログラミングⅠ・Ⅱ	情報技術概論
		ICT を取り入れた教育	コンピュータ及び情報処理
		プログラミングを取り入れた教育	情報技術演習

			情報処理の基礎技術
			情報処理の応用技術
			情報システム
			情報システム演習
			コンピュータプレゼンテーション技法
			マルチメディア表現の理論及び演習
			情報技術演習
			情報教育入門
			情報技術
7	宇都宮大学	技術科教育法Ⅱ	プログラミングⅠⅡⅢ
		プログラミング演習Ⅰ	情報基礎
			情報技術演習ⅠⅡ
8	群馬大学		情報処理実習A
			情報処理実習B
			プログラミングⅠ
9	埼玉大学	初等理科指導法	情報とコンピュータ
		情報とコンピュータ	ロボット入門演習
		教育方法学概説	ロボット制御基礎
			メディアと学習支援
			中等教育方法学概説
			情報基礎
10	千葉大学		情報処理実習
			生活情報論演習
			情報基礎概説Ⅱ
			プログラミング入門
			教材研究（情報の基礎）
			情報工学基礎実習
11	東京学芸大学	教育方法学演習	コンピュータ概論
		初等理科教育法	気象科学特別演習B
		情報教育とICT活用支援	応用情報処理Ⅰ
			応用情報処理Ⅲ
			情報とものづくり

			コンピュータ・アート
			コンピュータ・プログラミング
			応用プログラミング
			オペレーティングシステム
			情報システム設計
			プログラミングⅠ
			プログラミング演習Ⅰ
			プログラミングⅡ
			プログラミング演習Ⅱ
12	横浜国立大学	小教専算数	コンピュータ概論
			情報基礎及び実習
13	新潟大学	小学校算数	情報科教育法Ⅱ
			情報処理演習
			情報科教育法Ⅰ
			情報数学Ⅱ
			情報基礎及び実習
			機会実習Ⅱ
			物理学実験
14	上越教育大学	教育情報演習	教育情報科学概論
		プログラミング教育基礎演習	情報基礎、コンピュータサイエンス基礎
		学習臨床概論	情報システム工学、コンピュータサイエンス
			情報システム工学演習、情報メディア演習
			計算機数学演習
			コンピュータ・プログラミング入門
			情報システム演習
			情報ネットワーク演習
			計算機数学演習
			プログラミング演習
			中等技術科指導法(基礎論)
			中等技術科指導法(課程論)
			家庭電気・機械・情報
			技術科教育セミナーⅠ

			技術科教育セミナーⅡ
15	金沢大学	情報と教育	地域情報学
			コンピュータ
			地域情報学演習
			地域情報学Ⅰ
			地域情報学Ⅱ
			心理学実験法
16	福井大学	算数教材研究	情報教育
			情報数学
			プログラミング言語
17	山梨大学		情報科学入門及び実習
			コンピュータ
			情報概論Ⅰ
			情報概論Ⅱ
18	信州大学	コンピュータ利用教育D	コンピュータ利用教育A
			コンピュータ利用教育E
			コンピュータ利用教育K
			情報基礎
19	岐阜大学	情報教育【情報教育Ⅰ】	プログラミング
		情報科教育法Ⅱ	情報と職業
		教育情報システム	電子計算機
		情報工学演習Ⅰ	応用物理学実験Ⅰ
		技術科教育法Ⅱ	電気電子工学及び実習
			情報工学及び実習
			情報工学
20	静岡大学	小学校学習活動・方法論4	技術科教育法4
			情報科教育法Ⅰ
			情報工学
			情報処理応用実習
			プログラミング演習
			情報処理基礎演習
			情報工学特論

			情報交換演習
			計測・制御
			情報システム
21	愛知教育大学	情報教育入門	プログラミング
		保健体育科教育 C I	地学コンピュータ演習
		プログラミン教育の指導法	大気・水圏科学実験
			プログラミング実習 I・II
			情報 II
22	三重大学	教育の方法と技術 I・II	情報数学概論
			地学実験
			理科情報基礎（化学）
			情報工学概論
			情報工学実験実習
			情報処理工学
			情報教育概論
			プログラミング基礎
			コンピュータアルゴリズム
			情報処理実習 I・II
			数値計算
			ソフトウェア応用
			情報と職業
			プログラミング実習
			計算機システム
			情報システム実習
			情報科教育法 I
			教職実践演習（情報・中高）
23	滋賀大学	×	×
24	京都教育大学	教育工学	プログラミング基礎 I・II
		初等算数科教育	
25	大阪教育大学	不明	不明
26	兵庫教育大学	教育情報メディア実習	ものづくりと生活
		総合学習内容論 I	

27	奈良教育大学	プログラミング教育を考える	情報機器の操作
			情報技術演習
			システムプログラミング
			コンピュータ情報処理
			数理プログラミング
			コンピュータと数学
			プログラミングとデータベース
28	和歌山大学	生活	コンピュータ入門 A
		算数	コンピュータ入門 B
			コンピュータ
			計測と制御
			情報技術演習
			整数の世界
			科学教育ゼミナール(応用科学)
29	島根大学		コンピュータⅠ
			コンピュータⅡ
			化学基礎実験Ⅱ
			科学情報処理実習
30	岡山大学	教育技術総合演習	情報処理(1・2)
			情報学(1・2)
			情報技術(1・2)
			数理情報処理(1・2)
			学習心理学演習(2)
			発達心理学演習(1・2)
			中等技術科指導法開発 B(2)
31	広島大学		プログラミングの学習
			情報教育論Ⅱ
			情報処理
			デジタル制御
32	山口大学	教科教育法理科	計算機概論
		コンピュータ概論	情報基礎Ⅰ・Ⅱ
			情報科学概論

			情報処理言語Ⅰ・ⅡⅠ・Ⅱ
			計算機アルゴリズム
			教育コンテンツデザイン
			マルチメディア概論
			電子計算機
			プログラミング言語Ⅰ・Ⅱ
			アルゴリズム論
			情報処理演習
			コンピュータアーキテクチャ
			計算機言語Ⅰ・Ⅱ
			計算機言語演習Ⅰ・Ⅱ
			デザイン情報処理Ⅰ
			情報処理基礎
			教育情報処理論
33	鳴門教育大学	基礎情報教育	ソフトウェア演習
			情報技術
			マルチメディアと情報教育
			計算数学
			(情報技術基礎)
			(情報回路)
34	香川大学	算数教育法(口)	計算機基礎
35	愛媛大学	教職教養課題特講	情報とコンピュータ 1
		小学校サブコース演習	情報とコンピュータ 2
		情報活用実践	数値計算
		プログラミング教育	
36	高知大学	科学技術教育総合演習Ⅳ	情報工学Ⅱ
			情報実習Ⅰ
37	福岡教育大学	プログラミング教育とICTの活用	マルチメディア・マスター
			教師のためのICT活用
			コンピュータとものづくり
			物理学実験Ⅰ
38	佐賀大学		教育統計

			統計学基礎
			コンピュータ
			情報社会と倫理
			プログラミング実習
			情報工学Ⅰ
			情報工学Ⅱ
39	長崎大学		コンピュータとアルゴリズム
			プログラミング
			情報科学概論
			情報処理実習
			情報システム概論
40	熊本大学	情報とコンピュータⅠ	コンピュータプログラミング
		情報とコンピュータ実習Ⅰ	計算機概論
		情報とコンピュータⅡ	
		情報とコンピュータ演習Ⅱ	
41	大分大学	小学校におけるプログラミング教育	情報科学A
			技術科プログラミング演習
42	宮崎大学	プログラミング教育	
43	鹿児島大学	コンピュータの教育利用	
44	琉球大学	情報数学Ⅰ	情報技術及び実習Ⅰ
		情報科学演習	知能情報処理実習Ⅰ
			電気電子教材開発実習

教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業
先導的な教職科目の在り方に関する研究

教科横断的なプログラミング的思考を育成するための
教職カリキュラムの調査と開発

令和2年3月1日 発行

代表者	学長 長谷部 勇一
事業実施責任者	学部長 杉山 久仁子
実施担当者	青山 浩之、野中 陽一、山本 光、 和田 一郎、石田 喜美、鈴木 允、 鬼藤 明仁、山本 順一、池田 敏和
発行者	横浜国立大学教育学部
住所	横浜市保土ヶ谷区常盤台79-2
電話番号	045-339-3482