

ショートペーパー

小学校におけるプログラミング教育で育てる 資質能力表の提案

小島 寛義¹ 高井 久美子^{2,3} 渡辺 博芳^{2,3,a)}

受付日 2018年3月30日, 再受付日 2018年8月6日/2018年12月15日,
採録日 2019年3月11日

概要: 本研究では小学校におけるプログラミング教育で育てる資質能力を明確化し, それらの資質能力を扱うことのできる単元を調査した. 資質能力の明確化のために, 小学校の教員が理解できる表現を用いて「プログラミング教育で育てる資質能力表」を作成した. この表に掲載した個々の資質能力に対応する授業実践例や教科書において個々の資質能力の育成を取り上げることのできる単元を調査した. その結果を「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」にまとめた.

キーワード: 情報教育, プログラミング教育, 小学校, 資質能力

The Proposition of A Table of Qualities and Abilities Cultivated in Programming Education of Elementary School

HIROYOSHI KOJIMA¹ KUMIKO TAKAI^{2,3} HIROYOSHI WATANABE^{2,3,a)}

Received: March 30, 2018, Revised: August 6, 2018/December 15, 2018,
Accepted: March 11, 2019

Abstract: In this research, we made “qualities and abilities cultivated in programming education” explicit and investigated subjects and teaching activities to develop the qualities and abilities. First, we listed up the qualities and abilities and described them in an easy-to-understand way into a table. Second, we investigated best practices of programming education and units that have possibilities of programming education in text books, in relation to each item of the table.

Keywords: education for informatics, programming education, elementary school, qualities and abilities

1. はじめに

2017年3月に小学校学習指導要領 [1] が公示され, 2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化となる. 各教科で, 教科の目標を達成するために, 各教科等の特質に応じてプログラミングを体験しながら, コンピュータに意

図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けさせること, ということが明記された. これを身に付ける教科として, 算数・理科・総合的な学習で例が示された.

このような中, プログラミング教育の授業実践 [2] や課外活動における実践 [3] が行われている. 小学校の教員が授業を実施するためには, このような優れた実践例の共有が有用である. 一方, 小学校の教員が自ら授業を設計するためには, プログラミング教育で育てる資質能力の理解を深めることが重要である.

そこで, 本研究では小学校におけるプログラミング教育で育てる資質能力を具体化・整理する. そのために, 小学校のプログラミング教育で育成できるプログラミング的思考を含めた資質能力の分析を行い, プログラミング教育で

¹ 小山市立小山城北小学校
Oyamajohoku Elementary School, Oyama, Tochigi 323-0029, Japan

² 帝京大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi 320-8551, Japan

³ 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室
Learning Technology Laboratory, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi 320-8551, Japan

a) hiro@ics.teikyo-u.ac.jp

育てる資質能力表を作成した [4]。それを基に、各学年・各教科におけるプログラミングの導入可能な単元一覧を調査した。

本研究の貢献は主に次の 2 点である。

- 小学校における「プログラミング教育で育てる資質能力の一覧」の 1 つの案を提示したこと
- 小学校の教育課程において、プログラミング的思考を幅広く導入できることをデータで示したこと

2. 関連研究と本研究のアプローチ

2.1 関連研究

プログラミング教育で育てる資質能力は、授業実践例 [2] の中で目標に示されている。川島らはプログラミングにおける順次・分岐・反復について、情報科学・情報技術の観点から評価項目と評価規準を作成し、小学校で授業実践を行っている [5]。しかし、これらではプログラミング教育全般について網羅的・系統的に整理されていない。一方、大森らは初等中等教育向けの体系的なプログラミング教育カリキュラムの一貫として、「小学校段階におけるプログラミング学習に求められる知識・技能、能力」を提案している [6]。ベネッセコーポレーションは「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準」(試行版)で、新学習指導要領で示す 3 つの柱(知識・技能、思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等)に対応させて、小学校の発達段階に応じた評価規準を整理している [7]。これらでは、網羅的・系統的な整理が行われているが、小学校の教員が各教科の目標と関連付け、授業設計をしやすくするためには、より具体的な表現が望まれる。

そこで我々は、小学校の教員が授業設計の際にそのまま使える表現で、プログラミング教育で育てる資質能力をリストアップし、整理した。また、教科書においてそれらの資質能力を扱うことのできる単元を調査した。情報の科学的な理解に関しては、石塚らがコンピュータサイエンスアンプラグドの学習活動と教科書との対応を調査している [8]。しかし、プログラミング教育に関して教科への導入可能性を網羅的に調査した例は見当たらない。

2.2 プログラミング教育導入に関する本研究の立場

本研究の目的は小学校におけるプログラミング教育によって育てたい資質能力を明らかにし、教科におけるプログラミング教育の導入可能性を調査することである。「小学校プログラミング教育の手引き」[9]においても、カリキュラム・マネジメントの重要性を指摘しており、カリキュラム・マネジメントの最初の段階として「プログラミングによって育てたい力を明らかにする」こと、次に「必要な指導内容を教科等横断的に配列する」ことをあげている。本研究は手引き [9] で述べられているカリキュラム・マネジメントの初めの段階に整合している。

また、本研究では、明らかにされた「プログラミング教育によって育てたい資質能力」を学習目標として明示的に設定した授業はコンピュータを使わなくとも「プログラミング教育」に該当するという立場をとる。これは手引き [9] において、コンピュータを用いたプログラミング授業例が紹介されていることと整合しないように見えるかもしれない。しかし、本研究においても小学校におけるカリキュラムの中にコンピュータを使ったプログラミング授業を導入することは当然であり、それに加えてコンピュータを使わない指導も充実させる必要があるという立場をとっている。また、手引き [9] においても「コンピュータを用いずに「プログラミング的思考」を育成する指導を行う場合には、カリキュラム・マネジメントによって、児童がコンピュータを活用しながら行う学習と適切に関連させて実施するなどの工夫」が望まれるとしており、本研究の立場と相違があるわけではない。

本研究で、コンピュータを使わないプログラミングの指導も充実させるべきであると考え理由は次のとおりである。すなわち、当面、コンピュータでプログラムを作成する授業をすべての学年に配置するのは難しく、小学校カリキュラム全体においても数回程度だと考えられる。その場合、コンピュータを使った指導だけに限定すると、次の 2 つの問題が予想される。

- 児童がプログラミング的思考を十分に身に付けることができない可能性が大きいこと
- プログラミング教育に携わらない教員が生じてしまうこと

これらの事態を避けるために、コンピュータを使わないプログラミングの指導も含めたプログラミング教育の充実が必要と考える。

2.3 本研究のアプローチ

小林らは小学校におけるプログラミング教育を次の 3 つの授業パターンに分類している [10]。

- (1) コンピュータを使ってプログラミングを指導する授業
- (2) 教科学習の目標達成のためにプログラミングのよさを活かす授業
- (3) プログラミング的思考を活用して教科学習の目標達成を目指す授業

本研究においてもこれらの 3 分類を採用する。(2)、(3) は教科の中での授業パターンを示している。プログラミング教育で身に付ける資質能力が具体的に示され、教科の目標と関連させていけば、児童にとって教科のさらなる理解へとつながる。現場の教員は、授業で育てる資質能力が明確になれば、既存の教科と結び付け、プログラミングの授業を行いやすくなるのではないかと予想される。

本研究においては、まず、小学校教員がプログラミング教育で育てる資質能力について理解し、各教科でプログラ

ミングが導入できることをねらいとして「プログラミング教育で育てる資質能力表」(以下資質能力表)を作成した。次に作成した資質能力表をもとに、プログラミング教育の導入可能性を検討し、具体的にプログラミング教育が可能な単元を示した「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」(以下単元一覧)を作成した。この一覧でどの学年・教科単元でプログラミング教育が導入できるかを具体的に示す。プログラミング教育を導入可能な単元を調査しながら、資質能力表の見直しを行った。

3. プログラミング教育で育てる資質能力表の作成

3.1 作成手順

「プログラミング教育で育てる資質能力表」の作成は以下の手順で行った。

資質能力に関連する複数の情報リソースを調査して資質能力の初期のリストを作成し、新学習指導要領で示されている資質・能力の3つの柱(知識・技能, 思考力・判断力・表現力, 学びに向かう力・人間性等)に分類した。さらにプログラミング教育を導入可能な単元一覧を検討する過程において、見直しを行った。見直しにおいては、単純に項目を追加するだけでなく、リストアップされていた既存の項目との統合も行った。

本研究の対象は小学校での教育なので、初期のリストを作成する際には、小学生程度の子供向けの学習教材を対象とした。2017年10月時点で学習カリキュラム内の学習目標や学習項目が分かりやすい子供向け学習教材を調査したところ、子供向けプログラミング学習絵本「ルビィのぼうけん」[11], NHK for school「Why!?プログラミング」[12]が見つかったので、これらから具体的な学習項目とそれに対応する資質能力をリストアップした。その結果を帝京大学におけるプログラミング授業での学習項目や英国の教科「Computing」でのコンピューショナルシンキングの概念[13], [14]と照らし合わせ精査した。これは後の教育課程でのプログラミング教育, および海外におけるプログラミングに関連する教育との整合性をとるためである。

3つの柱に分類する際には、ベネッセで作成された「プログラミングで育成する資質・能力の評価基準」[7]を参考にし、特に学びに向かう力・人間性等の分類を見直した。

3.2 プログラミング教育で育てる資質能力表

作成した表を、表1に示す。大きくは資質能力の3つの柱で分類している。

表1の資質能力の欄が本研究でリストアップした資質能力であり、小学校の教員が理解できるような一般的な表現にした。小学校教員がこれを参照しながら、授業設計ができるようにするためである。分類と項目名は各資質能力を一語で表すもので、主にプログラミングで使われる用語を

使用した。そのため、後述するように項目名の語句が資質能力を的確に表せているわけではない。したがって、資質能力の3つの柱への分類は主に資質能力の欄の表現に着目して行った。

資質能力の3つの柱のうち、知識・技能には、プログラミング的思考で必要となる知識・技能にあたると思われるものを配置した。特にプログラミングで基礎となる共通の概念として「手順」「データ」「構造化」に分類した。これは、「プログラミング的思考」を身に付けるためには、ある程度、プログラミングの基本の知識が必要だと思われること、小学校の後の教育課程も見据えてプログラミングにおける基本概念を知識と位置付けたことによる。「その他」は、実際のプログラムを作成する際に、そのプログラムに応じて必要な知識・技能である。具体的には、調査したプログラミング授業の実践事例において使われている知識や考え方を配置した。

一方、「小学校プログラミング教育の手引き」では知識および技能に「身近な生活でコンピュータが活用されていることや問題解決には必要な手順があることに気付くこと」としており、本研究ではこの点が異なる。小学校教員にプログラミングの基本的な知識を分かりやすく提示しようとしたため、このような分類としたが、今後、カリキュラム・マネジメントを進めながら、検討したい。

思考力・判断力・表現力は知識・技能で身に付けた資質能力を活用する力と位置付けた。文部科学省が定義している「プログラミング的思考」はこの部分に該当するといえる。

学びに向かう力・人間性等は、プログラミングを学習することで人生や社会に生かそうとする態度や力である。これらは、プログラミング以外でも共通する資質能力である。

表1により、プログラミング教育で育てる資質能力の具体的表現の素案を示せたと考えているが、一方で小学校の教員が理解できるような資質能力の表現と項目名についての精査は今後とも必要である。たとえば、「抽象化」は「大切なところだけを残す」とこととイコールではなく、より広い概念を表す。抽象化には「関数」として記述した「役目をもった命令の集まりに名前を付ける」ことも含まれるし、下位の概念を上位の概念で置き換えること等も含まれる。これらをどう対応付けるかについては議論が分かれると考えられる。

4. プログラミング教育を導入可能な単元の調査

4.1 調査方法

小学校の全教科(学級活動, 総合的な学習も含む)から、プログラミング教育を導入可能な単元の調査を行い、「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」としてまとめた。導入可能な単元は、「単元の目標が、プログラミング教育で育てる資質能力と関連付けができるもの」とした。調査

表 1 プログラミング教育で育てる資質能力表

Table 1 A table of qualities and abilities cultivated in programming education.

3つの柱	分類	項目名	資質能力
知識 技能	手 順	順次（シーケンス）	手順に分けて順序立てる
		反復（ループ）	手順のまとまりを繰り返して実行する
		分岐	条件によって作業を切り替える
	デー タ	真偽値	ものごとをYES／NOの組み合わせで考える
		2進法	0と1だけで表記する
		データタイプ	文字列,数などの異なるデータを扱う
		集合データ	データがあるきまりで集める
		変数	データに名前を付けて格納する
		配列・リスト	同じタイプのデータをまとめて格納する
		初期化	命令やデータを最初に戻す
		エンコード・デコード	きまりに従って変換する
	構 造 化	関数	役目をもった命令の集まりに名前を付ける
		引数	名前を付けられた命令のまとまりに値を引き渡す
		戻り値	名前を付けられた命令のまとまりから値を受け取る
		クラス	ものごとの性質や手順のまとまりに名前を付ける
		再帰	ある手続き中で再びその手続き自身を呼び出す
	そ の 他	乱数	ランダムに数値を入れる
		同期	それぞれの命令を関連付けさせる
		フィードバック制御	ある命令に対してそれに合わせた命令をする
		イベント処理	何かがあったときに処理を行う
		入力（センサー）	外部から情報を取り入れる
		出力	命令された情報を外部に出す・伝える
		座標	画面上の位置を示す
		活用例	生活の中で使われているプログラミングを知る
思考力 判断力 表現力	分解・分割	一連の動作やものを細分化していく	
	抽象化	大切なところだけを残す	
	パターン	パターンを見つける	
	手順（アルゴリズム）	問題をとく手順を決める	
	相互作用	何かをすることで別の何かに影響を与える	
	実行	考えた手順を実際にたどる	
	見直し（デバック）	間違いを探し修正する	
	可読性	見やすく表現する	
	データ構造	データを系統たてて整理する	
学びに 向かう力 人間性等	挑戦する力	新たなことを試す	
	やり抜く力	目標に向かってやり抜く	
	協働する力（ペアプログラミング）	共同で作業する	
	作り出す力	新しいものを創造し作り出す	
	改善する力	目標と合うかを評価して改良を行う	

は、以下の手順で行った。

(1) 書籍 [2], [15], [16], [17] および表 2 で示すプログラミング教育の実践事例から、プログラミング教育が行われた単元の調査を行った。表 1 の資質能力表を活用

し、それぞれの実践で対象としている資質能力を洗い出し、表計算ソフトに入力した。これらの単元は実際に授業実践が行われているので、導入可能なことが裏付けられている。

表 2 本研究で調査対象としたプログラミング教育の実践事例
Table 2 Practices in programming education which were surveyed in this study.

1. 東京都品川区立京陽小学校(2016)こんなこともできた よプログラミング京陽編～プログラミング学習実践 事例集～[18]
2. Benesse のプログラミング教育情報[19]
3. 神奈川県相模原市 4 年生実践[20]
4. 平成 29 年度古河市プログラミング教育研修会[21]
5. つくば市プログラミング学習の手引き (つくば市総合教育研究所)
6. 東京都町田市小教研情報教育研究部研究授業 (東京都町田市立小山中央小 2017 年 10 月 11 日)
7. 消費者教育フェスタ i n 柏 (千葉県柏市立柏第三小学校 2017 年 11 月 2 日)
8. 平成 29 年度栃木県下都賀地区教育研究会第 2 回情報 メディア部会 (栃木県下野市立古山小学校 2017 年 11 月 7 日)
9. 東京都世田谷区立東玉川小学校実践授業 (2017 年 9 月 6 日実施)
10. 東京都立川市立上砂川小学校実践授業 (2017 年 10 月 25 日実施)
11. 栃木県大田原市立大田原小学校実践授業 (2018 年 2 月 2 日実施)

表 3 本研究で調査対象とした教科書出版社
Table 3 Textbook publishers which were surveyed in this study.

教科	出版社
国語	光村図書
社会	東京書籍
算数	東京書籍
理科	啓林館
生活	教育出版
音楽	教育出版
図工	開隆堂
家庭	開隆堂
道徳	東京書籍, 学研

(2) 次に (1) の調査では抽出できなかった単元を中心に、以下からプログラミング教育を導入可能な単元を抽出した。

- 新学習指導要領の各教科の内容
- 表 3 に示す教科書
- 小山市立小山城北小学校年間計画（体育、学活、総合的な学習の時間）
- 小山市小学校英語科指導指針・標準年間指導計画（外国語）

この作業では、単元の目標と、プログラミング教育で育てる資質能力とが関連付けできるかどうかを資質能力表を使い精査した。関連付けできそうな単元を抽出し、表計算ソフトに入力した。具体的には、次の場合に関連付けられると判断した。

- 単元の目標が表 1 の資質能力と同様である場合
- 学習指導要領の教科の内容と教科書に掲載された学習活動において表 1 の資質能力が使われると判断した場合

これらは小学校教諭である第一著者が授業をイメージし、導入可能であると判断したものを抽出したため、主観的であることは否めない。また、教科内容ではなく、授業方法によって表 1 の資質能力を使う場合もありうるが、これらは対象外とした。

(3) 入力された単元は、教科・学年ごとのシートに表示されるようにした。この表計算ソフトで構成した表が「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」である。表計算ソフトへの入力内容は、「学年」、「教科」、「単元名」、「授業パターン [10]」、「使用教材」、「参照」、「資質能力」である。

「単元名」は教科書のものを使用した。その際に、参照した教科書は単元一覧の「参照書籍等」シートに示した。「使用教材」は、その単元で使用する教材を明記した。「参照」は、書籍や実践が行われた学校、研究会等を明記した。著者自身が抽出したものについては、教科書名等を明記した。「資質能力」は、表 1 の資質能力表の項目について、関連付けられる単元に○印をつけた。

実施可能な単元数（教科・学年）を「学年教科ごとの数」シートに、教科における育てる資質能力ごとの単元数を「資質能力数（教科）」シートに、学年における育てる資質能力ごとの単元数を「資質能力数（学年）」シートに集計した。

4.2 調査結果

4.2.1 調査結果の概要

調査結果の詳細は付録 A.1 から取得できる。これらは一定の調査範囲においてリストアップしたものを単純に合計したものであり、実践事例においては特定のハードウェアを想定したもので多くの現場で実践するのは難しい事例も単純にカウントしている。したがって、これらの値や、後に示す表 4、付録 A.2、および付録 A.3 に集計した数値自体に意味付けをしたり、個々の数値を比較したりすることは適切ではない。ただし、マクロなレベルで見て数値が大きい資質能力は扱う場面が多く、数値が極端に少ないあるいは空欄の資質能力は扱うことが難しいという目安にはなると考えられる。

リストアップした結果は、授業パターン (3) の「プログラミング的思考を活用して教科学習の目標達成を目指す授

表 4 プログラミング教育の実施可能な単元数 (教科・学年)

Table 4 Numbers of units that have possibilities of programming education (subjects/grades).

	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	教科計
国語	19	15	19	14	8	10	85
社会			4	6	7	3	20
算数	8	10	13	15	14	13	73
理科			8	5	4	7	24
生活	5	6					11
音楽	4	6	7	5	2	4	28
図工	4	4	6	4	5	4	27
家庭					6	6	12
体育	4	4	10	8	8	9	43
外国語	4	3	5	5	4	5	26
道徳	0	0	0	0	0	0	0
学活	5	3	4	6	7	7	32
総合			8	5	2	7	22
学年計	53	51	84	73	67	75	403

業」が極端に多くなっている。これは、学習指導要領と教科書を網羅的に調査して関連付けを行った単元が活動内容と資質能力との関連付けであるため、ほとんどが授業パターン(3)になってしまったこと、情報共有可能な形で提供されている小学校におけるプログラミング教育の実践事例がまだまだ少ないことに起因している。この点については今後とも調査を継続し、定期的に見直しを行いたい。

4.2.2 プログラミング教育可能な教科・学年

表 4 にプログラミング教育が可能な教科・学年の単元数を示す。教科で見ると、国語や算数、体育が多いことが分かる。国語は、主に文章を書く順序、話す順序等が「順次」と関連しており、実践例が多い。算数は、新学習指導要領で例示されている正多角形の作図の実践例を含め、多くの実践がされており、プログラミングとの親和性の高い教科である。体育では、各学年の単元にある、器械運動等の技能の習得において、動きを分解し、順番に実行するという活動が当てはまる。

学年で見ると、中高学年が低学年に比べ、少し多いが、教科数によっての違いといえる。よって、各学年で偏りなくプログラミング教育は実施できるといえる。

4.2.3 育てたい資質能力との関連性

3つの柱ごとに、プログラミングで育てる資質能力の傾向を見る。付録 A.2 に教科における資質能力ごとの単元数、付録 A.3 に学年における資質能力ごとの単元数を示す。教科・学年によって抽出された単元数が異なることに注意が必要であるが、次のようなことがいえる。

知識・理解では、プログラミングの3つの基本処理が高い割合となっている。特に「順次」は各学年・各教科で高

くなっている。「反復」「分岐」は、学年が上がるにつれて増えていく傾向である。たとえば、4年生の単元「算数のわり算の筆算」は、この2つの学習項目で表された資質能力を身に付けられる単元となる。

思考力・判断力・表現力では、「分解・分離」「手順」「実行」「見直し(デバック)」の割合が高い。これらも各教科で指導できることが分かる。

学びに向かう力・人間性等では、どの学年もすべての学習項目を一定数含んでいる。特に図工や音楽の曲作り等の創作活動の特性が、プログラミングの特性に近いこともあり、多くの単元が関連付けられた。

調査の結果、表 1 で示した資質能力の中に、小学校6年間で導入可能な教科・単元が1つもないものがあつた。今後の分析がさらに必要であるが、小学校段階では扱わなくてもよい項目となる可能性がある。

5. おわりに

本研究では、プログラミング教育で育てるプログラミング的思考を含む資質能力を整理・具体化し、「プログラミング教育で育てる資質能力表」を作成した。また、「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」の作成により、本資質能力表の枠内で、また本論文で定義している関連付けルールに基づく条件下では、授業パターン(3)の形でのプログラミング教育は特定の学年・教科で行うのではなく、継続的に導入し、指導ができることが分かった。

本研究で作成した「プログラミング教育で育てる資質能力表」と「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」は小山市内の教員研修や授業実践において活用[4]しているが、今後とも実践を重ね、3.2節で述べた表現の精査を行うとともに、小学校の実情に合わせたものにする必要がある。4章の調査において、授業パターン(3)「プログラミング的思考を活用して教科学習の目標達成を目指す授業」について、ある程度網羅できたと考えられるが、授業パターン(1)や(2)においてプログラミングの体験をともなう場合、具体的なプログラミングの内容によって新たな項目が増える可能性がある。たとえば、「乱数」や「座標」等がそのような項目にあたる。また、4章でも述べたように、小学校で扱わなくてもよい項目は削除すべきかどうかの検討もしていく必要がある。

また、今後は授業パターン(2)において教科の目標とプログラミング体験をどう関連付けて導入していくかを検討する必要がある。本研究では授業パターン(3)を中心に検討したが、授業パターン(1)と(2)についても検討を行う必要がある。コンピュータを使わずにプログラミング的思考を導入した授業のみ、プログラミング体験をさせる授業のみとならないよう、両者のバランスをとりながら教科にプログラミング教育を取り入れていくことが重要である。

参考文献

- [1] 文部科学省：小学校学習指導要領，入手先 (http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf) (参照 2018-02-19)．
- [2] 小林祐紀，兼宗 進：コンピューターを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん”で育む論理的思考，翔泳社 (2017)．
- [3] 原田康徳，勝沼奈緒実，久野 靖：公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育，情報処理学会論文誌，Vol.55, No.8, pp.1765-1777 (2014)．
- [4] 小島寛義，高井久美子，渡辺博芳：小学校におけるプログラミング教育で育てる資質能力を考慮した指導内容の検討，情報処理学会研究報告，Vol.2017-CE-144, No.26, pp.1-12 (2018)．
- [5] 川島芳昭，菊池 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，Vol.57, No.4, pp.213-222 (2015)．
- [6] 大森康正，磯部征尊，上野朝大，尾崎裕介，山崎貞登：小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標とカリキュラム・マネジメント，上越教育大学研究紀要，Vol. 37, No.1, pp.205-215 (2017)．
- [7] (株) ベネッセコーポレーション：プログラミングで育成する資質・能力の評価規準，入手先 (<http://benes.se/keyc>) (参照 2018-02-19)．
- [8] 石塚文晴，兼宗 進，堀田龍也：アンプラグドコンピュータサイエンスの学習活動と小学校教科書との対応，情報処理学会論文誌，Vol.54, No.1, pp.24-32 (2013)．
- [9] 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引 (第一版)，入手先 (http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afldfile/2018/03/30/1403162_01.pdf) (参照 2018-07-24)．
- [10] 小林祐紀，兼宗 進，白井詩沙香，白井英成：これで大丈夫！小学校プログラミングの授業 3 + α の授業パターンを意識する [授業実践 39]，翔泳社 (2018)．
- [11] リンダ・リウカス (鳥井 雪 (訳))：ルビィのぼうけん，翔泳社 (2016)．
- [12] NHK for School，入手先 (<http://www.nhk.or.jp/gijutsu/programming/>) (参照 2017-10-03)．
- [13] 太田 剛，森本容介，加藤 浩：諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査—英国，オーストラリア，米国を中心として，日本教育工学会論文誌，Vol.40, No.3, pp.197-208 (2016)．
- [14] CAS Computing Progression Pathways KS1 (Y1) to KS3 (Y9) by topic, available from (<http://community.computingschool.org.uk/resources/1692>) (accessed 2018-07-24)．
- [15] 利根川裕太，佐藤 智：先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本，翔泳社 (2017)．
- [16] 松田 孝，吉田潤子，原田康徳，久木田寛直，赤石先生，利根川裕太，國領二郎，サムエル・デビッドソン：小学校の「プログラミング授業」実況中継 [教科別] 2020 年から必修のプログラミング教育はこうなる，技術教育社 (2017)．
- [17] 黒上晴夫，堀田龍也：プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイデア，小学館 (2017)．
- [18] 東京都品川区立京陽小学校：こんなこともできたよプログラミング京陽編～プログラミング学習実践事例集～ (2016)，入手先 (<http://school.cts.ne.jp/data/open/cnt/3/956/1/keiyoprograming.pdf>) (参照 2018-02-19)．
- [19] Benesse のプログラミング教育情報，入手先 (<https://beneprog.com/>) (参照 2018-02-19)．
- [20] 神奈川県相模原市 4 年生実践，入手先 (<http://ict-enews.net/zoomin/sagamihara/>) (参照 2018-02-19)．
- [21] 平成 29 年度古河市プログラミング教育研修会，入手先 (http://owada.koga.ed.jp/ICT%E6%95%99%E8%82%B2/?action=cabinet_action_main_download&block_id=26&room_id=1&cabinet_id=2&file_id=53&upload_id=2057) (参照 2018-02-19)．

付 録

付録 A.1 プログラミング教育を導入可能な単元一覧

4 章で述べた「プログラミング教育を導入可能な単元一覧」は以下から取得できる．

<https://sites.google.com/view/es-programming-education/>

このファイルは excel 形式であり，図 A.1 に示すシートから構成される．各シートの意味は次のとおりである．

- 入力：新しい情報を入力することで，各シートへ反映
- 参照書籍等：単元の調査を行った書籍・実践授業の指導案，単元の抽出を行った教科書等を記載
- 学年教科ごとの数：プログラミング教育導入可能学年教科の単元数の一覧
- 各学年一覧表 (赤)：学年ごとにプログラミング教育を導入可能な単元を表示
- 各教科一覧表 (青)：教科ごとにプログラミング教育を導入可能な単元を表示
- 資質能力数 (教科)：教科における育てる資質能力ごとの単元数の一覧
- 資質能力数 (学年)：学年における育てる資質能力ごとの単元数の一覧



図 A.1 プログラミング教育を導入可能な単元一覧を構成するシート
Fig. A.1 Sheets for the list of units that have possibilities of programming education.

付録 A.2 教科における育てる資質能力ごとの単元数

4.2.3 項で述べた教科における育てる資質能力ごとの単元数を表 A.1 に示す。

表 A.1 教科における育てる資質能力ごとの単元数

Table A.1 Numbers of units related to each item of target qualities and abilities in each subject.

3つの柱	分類	項目	国	社	算	理	生	音	図	家	体	外	道	学	総
知識・技能	手順	順次（シーケンス）	77	18	65	20	10	26	26	12	43	26		31	16
		反復（ループ）	2	4	29	5		25	18		12	7		4	11
		分岐	5	10	18	9		1	4	4		1		10	10
	データ	真偽値		1										1	
		2進法													
		データタイプ	11		2										1
		集合データ	10		6	2				3				1	1
		変数			4										
		配列・リスト		1	2	1									
		初期化													1
		エンコード・デコード													
	構造化	関数			1										
		引数													
		戻り値													
		クラス			2										
		再帰													
	その他	乱数								1					
		同期		1						4					
		フィードバック制御													
		イベント処理		1	1	1	1		3						3
		入力（センサー）		2	2	5	1	1	3						6
		出力		2	2	4	1	1	3						6
		座標			2										
		活用例													3
思考力・判断力・表現力	分解・分割		27	10	34	3	4	5	8		41	1		6	10
	抽象化		7		1	1								1	1
	パターン		1	2	22	2		20	3		7	2		1	6
	手順（アルゴリズム）		24	12	17	7	3	4	16		6	4		1	13
	相互作用		3	1		1	1	2		4	1				2
	実行		37	8	33	8	9	18	13	9	42	24		25	6
	見直し（デバック）		7	2	12	4	2	3	14		25	1		10	10
	可読性														
	データ構造		15		10	1				3				1	
学びに向かう力・人間性	挑戦する力		25	6	29	7	6	17	27	6	42	23		23	17
	やり抜く力		39	6	16	6	8	14	27	7	7	3		9	15
	協働する力 （ペアプログラミング）		16	6	11	7	6	15	19	8	12	3		9	15
	作り出す力		38	10	25	14	1	10	26	2	25	2		11	4
	改善する力		26	4	16	14	5	19	15	9	23	11		18	5

付録 A.3 学年における育てる資質能力ごとの単元数

4.2.3 項で述べた学年における育てる資質能力ごとの単元数を表 A.2 に示す。

表 A.2 学年における育てる資質能力ごとの単元数

Table A.2 Numbers of units related to each item of target qualities and abilities in each grade.

3つの柱	分類	項目	1年	2年	3年	4年	5年	6年
知識・技能	手順	順次（シーケンス）	50	47	74	71	62	66
		反復（ループ）	9	13	22	21	25	27
		分岐	2	4	10	18	19	19
	データ	真偽値					2	
		2進法						
		データタイプ	5		3	2		4
		集合データ	5	2	8	4	3	1
		変数			1	1		2
		配列・リスト			1	1		2
		初期化				1		
		エンコード・デコード						
	構造化	関数				1		
		引数						
		戻り値						
		クラス		1				1
		再帰						
	その他	乱数					1	
		同期					2	3
		フィードバック制御						
		イベント処理		1	1	5	1	2
		入力（センサー）		2	5	1	2	10
		出力		2	5	1	1	10
		座標				1		1
		活用例					1	2
思考力・判断力・表現力	分解・分割		12	12	30	30	35	30
	抽象化		2	2	3	1	2	1
	パターン		7	9	13	13	11	13
	手順（アルゴリズム）		7	9	26	22	18	25
	相互作用		2		1	3	3	6
	実行		36	38	40	41	35	42
	見直し（デバック）		8	10	21	19	10	22
	可読性							
	データ構造		6	3	6	7	3	5
学びに向かう力・人間性	挑戦する力		31	31	46	41	29	50
	やり抜く力		21	21	36	28	19	32
	協働する力 （ペアプログラミング）		15	15	28	19	19	31
	作り出す力		20	20	37	30	30	31
	改善する力		10	13	36	39	32	35

推薦文

本論文では、2020 年度から開始される小学校プログラミング教育をテーマとして扱っている。小学校でのプログラミング教育は、プログラミング言語そのものを教えるのではなく、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」等を育成すること、が目的とされている。この点において、著者らが作成した、プログラミング教育で育てる資質能力表は、プログラミングにおいて最も基本的な、順次・反復・分岐、といった手順だけではなく、抽象化やデータ構造、アルゴリズム、また挑戦する力等を含めており、「プログラミング的思考」の要素として大いに参考になるのではないかと。論文中の表 2 でもあげられているが、これまではあくまで先行例としての実践授業が多かったプログラミング教育であるが、来年度より正式に開始されることにより、著者をはじめとした小学校教員の間でどのような教育が行われるか、今後の実践報告を期待する。



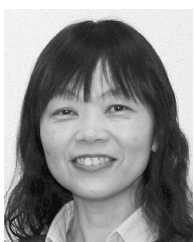
渡辺 博芳 (正会員)

1988 年宇都宮大学大学院工学研究科修士課程修了。工学博士。栃木県庁（栃木県工業技術センター技師）を経て、1991 年帝京大学理工学部情報科学科助手、現在、情報電子工学科教授。帝京大学ラーニングテクノロジー開発室長を兼務。知的システム、教育学習支援システム、教育における ICT 活用等に興味を持つ。2000 年、2004 年情報処理学会全国大会大会優秀賞。2002 年私立大学情報教育協会情報教育方法研究発表会奨励賞。2007 年、2008 年情報教育研究集会優秀論文賞。2009 年情報教育研究集会最優秀論文賞。大学 ICT 推進協議会 2014 年度年次大会優秀論文賞。2018 年情報処理学会山下記念研究賞。教育システム情報学会、日本教育工学会、人工知能学会、AAAI 各会員。



小島 寛義

2001 年埼玉大学教育学部卒業。(株)伊勢丹を経て 2005 年より栃木県公立小学校教諭。小山市立小山城北小学校在職時の 2017 年 10 月～2018 年 3 月に帝京大学大学院理工学研究科に内地留学。現在、小山市立東城南小学校教諭。プログラミング教育、ICT 活用の指導法等に興味を持つ。



高井 久美子 (正会員)

1987 年図書館情報大学卒業。博士(工学)。帝京大学医学図書館を経て 1992 年帝京大学理工学部情報科学科技術職員、2010 年ヒューマン情報システム学科助教、現在、情報電子工学科講師。2003 年より帝京大学ラーニングテクノロジー開発室員を兼務。教育学習支援システム、教育における ICT 活用に興味がある。2009 年情報教育研究集会最優秀論文賞。教育システム情報学会会員。