

プログラミング教室の運営と手引の作成

亀谷千香子^{*}

広瀬雄二[†]

概要

2020年度に小学生のプログラミング教育が必修化される。文部科学省の小学校プログラミング教育の手引では、プログラミング教育で身につけたい力として「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」が挙げられている。東北公益文科大学では、2018年度2019年度に小学5、6年生を対象とした本格的なRubyプログラミング教室を開催した。それを通じ小学生がプログラミングに対してどのようなイメージ・興味があるのかについてアンケートを用い調査した。また、その実績をもとにRuby等を用いた小学生向けのプログラミング教室を運営するための事前の準備、教える方法などをまとめた手引を作成した。

1 背景

情報化社会への対応は教育課程にも影響を与える。2020年度に予定されている小学校の課程におけるプログラミングの導入など、年少期教育における動向について簡単に示す。

1.1 小学生プログラミング教育必修化

普段の生活の中で身近な家電、自動車にはコンピュータが内蔵されている。そのコンピュータを動かしているのはプログラムであるため、プログラムの仕組みを理解し情報を適切に活用、選択し問題を解決していくことが重要と考え

^{*} c116049@h.koeki-u.ac.jp

[†] yuuji@koeki-u.ac.jp

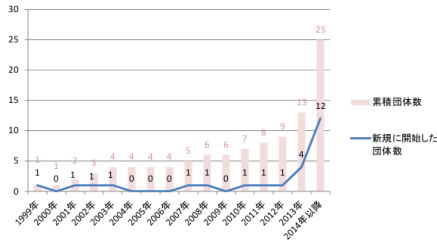


図1 プログラミング教室始時期 [3] 図 5-3 より引用

られている。このため文部科学省は、2020 年度からの小学校の教育にプログラミングを導入することを打ち出した。これは、プログラミングそのものの技術力向上を目指したものではない。文科省ではプログラミング教育を通して身につけたい力として、以下の3つの力を挙げている [1]。

知識及び技能

生活でコンピュータが活用されていくことや、問題の解決には必要な手順があること

思考力、判断力、表現力等

発達の段階に即してプログラミング的思考力を育成すること

学びに向かう力、人間性等

発達段階に即して、コンピュータの働き、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること

このような流れに乗る形で、プログラミング教室等の開催状況に変化が現れている。小学校以外の外部のプログラミング教室について1999年から2014年以降までを比べてみると年々増加していることが分かる(図1)。2013年以降からはプログラミング教室を開催している団体が急増している。

1.2 小学生の発達段階

小学生への教育熱の高まりは自然な流れに思えるが、プログラミング教育は小学生の発達段階において難易度が高いのではないだろうか。表1に示したとおり、ピアジェが仮説化する各発達段階での子どもの思考特徴では7~12

表1 ピアジェが仮説化する各発達段階での子どもの思考特徴 [2] より引用

発達段階	年齢の範囲	達成可能な典型と限界
具体的操作段階	7～12 歳	具体物を扱う限りにおいては論理的操作が可能になる。ものや事象の静的な状態だけでなく変換の状態をも表象可能，外見的な見えに左右されず保存問題や系列化やクラス化の問題解決が可能，だが科学的な問題や論理的変換のようにあらゆる可能な組み合わせを考えねばならぬ問題には困難を示す。
形式的操作段階	12 歳～	経験的事実に基づくだけではなく，仮説による論理的操作や，命題間の論理的関係の理解が可能である。より抽象的で複雑な世界についての理解が進み，たとえば，エネルギーの保存や化学的合成に関するような抽象的概念やエネルギーの保存や化学的合成に関するような抽象的概念や知識が獲得される。

歳 (小学生) は具体的操作段階である [2]。その段階では，具体物を扱う限りにおいては論理的操作が可能だが，科学的な問題や論理的変換のようにあらゆる可能な組み合わせを考えねばならない問題には困難を示すとある。しかし，12 歳以上になると形式的操作段階となり，経験的事実に基づくだけではなく，仮説による論理的操作や，命題間の論理的関係の理解が可能である。

これに従うのであれば 12 歳前後，すなわち小学校 6 年生前後が形式的操作の発達する時期であるため，抽象的なままでの本格的プログラミングの概念を理解するのに適した時期であるのではないかと考えた。

1.3 Ruby てらこった

東北公益文科大学 (以下 本学) では，2018 年度から大学の私立大学研究ブランディング事業 [4] の一環としてプログラミング言語の Ruby を用いた小学校 5, 6 年生向けプログラミング教室「Ruby てらこった」を開催した [5]。目的は，庄内地方を中心とした地域の若者達に情報技術を教え，情報社会を生き抜

表 2 授業内容

回数	内容
1 回目	基本操作 画面出力 自己紹介プログラム
2 回目	ループ 繰り返し処理のプログラム
3 回目	配列 データ処理のプログラム
4 回目	条件分岐 条件のあるプログラム
5 回目	まとめ 習ったことを応用してプログラムを作成

表 3 Ruby てらこったで取り扱うメソッド

出力メソッド (print,printf,puts)	アスキーアートのように入力したものをそのまま出力させるために必要と判断した
文章処理メソッド (gets,chomp)	キーボードに打ち込んだ値を文字列として取得するゲームプログラムを作るときに必要と判断した
配列及び乱数 (srand,rand)	2つを組み合わせてクイズ問題を用意して乱数で選ばせたり、ジャンケンの手の内をランダムに出したりするために使うので必要と判断した
sleep 関数 (sleep)	プログラムを時間を指定して一時停止することができるので小学生が楽しむことができるのではないかと判断した
制御構造 (if,elsif,else)	クイズの結果の判定や条件で繰り返しを行うため必要であると判断した

くために必要な力を身につけていくことである。

1.4 指導内容

Ruby てらこったは全 5 回の授業として設計した (表 2)。5 回目の授業では、それまでに習った項目を利用し、ある程度本人が楽しめるものを作れるようになることを考慮し、ゲーム的な要素を持つ作品が作れる技能をまず想定した。そこから逆算し、Ruby 言語に備わるいくつかの項目をピックアップした。表 3 が Ruby てらこったで取り扱う Ruby のメソッドで、これらを適切に使えるようになるための概念についても順序よく説明する形で教材を作成した。

1.5 小学生に身につけてほしい力

1.1 で述べたように、小学生のプログラミング教育で身につけたい力は「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」である。その3つの力に追加して Ruby てらこったで身につけてほしい力として「工夫する力」、「伝える力」を設定した。

工夫する力

授業で使うサンプルのプログラムを自分で考えて、工夫をして、他の人とは違うプログラムを作れるようになること

伝える力

伝える力としては、2つの意味がある。1つ目は、自分の作成したプログラムの発表を通して工夫し点、頑張った点など伝えられるようになること

2つ目は、周りの人が作成したプログラムの発表を聞いて感想など伝えられるようになること

2 目的

本研究は、小学生がプログラミングに対してどのようなイメージ、興味があるのか、プログラミングの授業を通して様々な力が身についたと小学生自身が実感することができるのかを調査していくことを目的とする。また、初めてプログラミング教室を運営する人を対象にした手引を作成する。

3 プログラミングの意識調査

小学生からプログラミングに関する意識について取得したアンケートについて示す。

3.1 質問項目

本研究では Ruby てらこったに参加した小学生に

表 4 アンケートの質問項目

種類	内容
事前	機械操作, プログラミングについて, 普段の学習
授業	授業で楽しかったこと, 授業で難しかったこと
事後	授業について, プログラミングについて, 普段の学習

- 1 回目の授業の事前
- 毎回の授業後
- 最終回終了後

の各タイミングでアンケートを実施した。質問内容は習熟度合いに応じてその都度違うものを用意した (表 4)。

3.2 アンケートの結果

2019 年 6 月開催 (6 名) および 7 月開催 (6 名) の Ruby てらこったに参加した小学生へのアンケートの結果は以下の通りとなった。

- 事前アンケート結果

機械操作については, スマートフォンを普段使用している人が多かった。プログラミング教室参加理由は, プログラミングに興味があって参加した人が半数以上だった。プログラミングのイメージは, 楽しそうというイメージもあるが, 難しそうというイメージをもっている参加者もいた。

- 毎回の授業アンケート結果

毎回の授業で楽しかったことは, 機械操作, 作成したプログラム発表, プログラムを改造すること, 大学生と話したことであった。難しかったことは, 機械操作, 条件分岐, ループの考え方などであった。

- 事後アンケート結果

授業については, とても分かりやすい, プログラミングがとても楽しかったという回答が多かった。しかし, プログラミングが難しかったと感じた参加者もいた。プログラミングを通して筋道を立てて考える力が身についたと実感している参加者が多かった。挑戦してみたいことで

は、もっと難しいプログラムを作る、家でもプログラミングをするなどの回答があった。

4 アンケートからの考察

Ruby てらこったに参加した小学生に身につけてほしい力について、アンケート結果、授業の様子、彼らが作成したプログラムからプログラミングに対するイメージや内容を習熟できたかについて考察する。

4.1 プログラミングについて

プログラミングのイメージは楽しそうというイメージがある。しかし、難しそうというイメージもあった。授業をしてまたプログラミングをしてみたいという回答が多かった。実際にプログラミングを学んでみて難しかったという回答があった。内容が難しく感じたのは、1.2 で述べたように発達段階の要因があるのではないかと考える。また、内容が難しく感じたという理由だけではなく、キーボード操作も難しく感じた要因ではないかと考える。

4.2 論理的思考について

アンケートから筋道を立てて考える力が身についたと実感している小学生が多いという結果になった。5 回目の授業で今まで学んだものを使い作成するときにもどのようにしたら動くのかを考えて作成している小学生が多かった。

4.3 身につけたい力について

文科省がプログラミングを通じて獲得を期待している力、ならびに本学 Ruby てらこったを通じて付けて欲しいと考えている力(1.5 節)についてまとめたものを以下に示す。

知識及び技能

5 回目の授業で自由に作成したプログラムを見ると授業で学んだことを理解し、工夫してプログラムを作成していた。想定した内容の理解と技

能の獲得はできたと言える。

思考力, 判断力, 表現力等

毎回の授業でプログラムを作成するときに, 分からないことがあると教科書を見て考えたり, 大学生に質問をしたりしていた。また, もっとプログラムを良くするにはどのメソッドを使えば良いのか判断していた。そのことから, 思考力, 判断力, 表現力等の力が身についたと言える。

学びに向かう力, 人間性等

プログラムを集中して作成したり, 授業中に分からない所があった時に周りの大学生に質問をしたりして解決をしていた。また, 難しい内容の部分でも積極的に学ぼうとする姿勢があったことから, 学びに向かう力・人間性等が身についたと言える。

工夫する力

毎回の授業でサンプルのプログラムを自分で考えて作成していた。5回目の授業のオリジナルのプログラムを作成する時に前に作成したものを改良して作成ができていたので, 身についたと言える。

伝える力

自分が作成したプログラムの工夫した点や頑張ったところなど発表することができていた。また, 他の人が作成したプログラムに対しての感想やどうやったらこの動きになるのかなど質問をお互いに行っていたので, 力が身についたと言える。

4.4 受講前後のイメージ変化の検証

Ruby teraこったの受講を通じて, プログラミングや勉強に対して好ましい印象の変化は見られたのかについて検定を行なった。アンケートの回答を数値化し, 開催前後でそれらを比較する形で分析を行った。同じ児童について追跡して2回測定するので対応のあるt検定を用いた。

プログラミング教室受講前と後の変化についての仮説は, プログラミングを実際に行くとプログラミングはイメージよりも楽しく, 難くはないという結果が出ると考えた。また, プログラミングを通して学校の勉強が好きになり難しく感じなくなるという仮説を立てた。比較項目と結果は以下の4つである(表5)。有意傾向の結果が出たのは, 勉強が難しいという項目だけであった。

表5 t検定の結果

プログラミングは楽しそうとプログラミングは楽しかったを比較	(t(11)=1.1516, n.s) となり有意ではなかった。 イメージと実際の差はなかった。
プログラミングは難しそうとプログラミングは難しかったを比較	(t(11)=1.4663, n.s) となり有意ではなかった。 イメージと実際の差はなかった。
勉強が好き	(t(11)=1.1055, n.s) となり有意ではなかった。
勉強が難しい	(t(11)=2.1574, p < .10) となり有意傾向である。

今回のプログラミング教室は希望者を募ったものであり、プログラミングに対する元々の期待感が高い小学生によるものである。このため、「イメージが向上した」という結果が出にくい条件であるとも言える。裏を返せば、期待感を裏切らない結果であったことになる。

また、今回「小学校の学習内容の難易度」のみ開催後の数値変化に有意差が見られた。これにはいくつかの要素が考えられる。たとえば、今回のプログラミング教室では可能などころでは学校の勉強と結び付けて説明した部分があり、その点について難しさを想起させた可能性が考えられる。また、プログラミングを遊びのように捉えて反復して理解している様子が見られたが、そうした理解と学校での学習を比較して、受講前と異なる回答をした可能性も考えられる。いずれにせよプログラミング教室の開催期間が土日の休日や夏休みに入った後であり、学校で授業から少し離れ実感をもって答えることができなかった可能性もあるため、この点に関してはさらなる検証が必要であると考えられる。

5 手引書について

表1とも関連するが、プログラミング教室開催の必要性は高まっていくことが予想できる。こうした流れから、いくつかのWebサイトにてプログラミング教室を開催するための方法が公開 [6, 7, 8] されており、プログラミング教育の目的、使用教材、所要時間などが示されている。しかしながら我々の当初の経験から判断すると、実際に開催するとなったときにはその情報では足りず、

手探りで進めざるを得ない部分があった。たとえば、小学生にプログラミングを教える体制，時期の設定方法，教える方法，実際の時間割作成など具体的な内容などである。

そこで，実際にプログラミング教室を開催する企画を立ててから授業を行うまでの参考となるよう，2018年度，2019年度のRuby てらこったの活動を踏まえ手引書を作成した。手引書は，はじめてプログラミング教室を企画，運営する人を想定し，具体的な流れなどを含む以下のような構成とした。

- 活動する人の必要な知識や能力，プログラミング教室を行う目的，小学生に身につけてほしい力，日程の立て方について
- 企画したものを運営するための役割，業務内容，授業準備について
- 授業の流れ，当日の準備について
- 参加した小学生の感想
- 小学生に教える時の授業担当者，アシスタントそれぞれの注意点について
- 企画，運営をするために何にどのくらいの時間をかけて準備しているのか，円滑な活動を行うための方法

6 まとめ

参加した小学生は，プログラミング教育を通して，「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」，「工夫する力」，「伝える力」を身に付けることができたと言える。

プログラミング教室の受講前と後のイメージ向上に関する有意な差は得られなかったが，これは元々の期待感の高い層のみが参加したからという可能性が否めない。必修化され，全員を対象とした教室を開催する時には，イメージを悪化させない工夫がより一層重要と言える。

また，Ruby てらこったのような本格的なプログラミング教室の開催により，形式的操作の発達が促進されることも期待できるため，同様の本格的プログラミング教室が多くの場所で開催されることを期待する。

謝辞

本研究は、平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業タイプ A「日本遺産を誇る山形県庄内地方を基盤とした地域文化と IT 技術の融合による伝承環境研究の展開」の助成を受けた成果である。

付録

本研究の成果として作成したプログラミング教室の手引書は、公開 Git リポジトリサーバにおいて以下の URL で取得できる。初等プログラミング教育の一助となれば幸いである。

<https://www.yatex.org/gitbucket/HiroseLabo./2019-kameya/raw/master/tebiki2.pdf>



参考文献

- [1] 文部科学省. “小学校プログラミング教育の手引 (第二版)”. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf, (参照 2019-5-24).
- [2] サトウタツヤ, 渡邊芳之. 「心理学・入門ー心理学はこんなに面白い」, 株式会社有斐閣, 2011, p268.
- [3] 総務省. “プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書”. http://www.soumu.go.jp/main_content/000361430.pdf, (参照 2019-8-1).
- [4] 東北公益文科大学. “日本遺産を誇る山形県庄内地方を基盤とした

- 地域文化と I T 技術の融合による伝承環境研究の展開”. 平成 29 年度「私立大学研究ブランディング事業」事業計画書一覧：文部科学省, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/11/29/1398407_04.pdf, (参照 2020-02-10).
- [5] 大石桃菜, 佐々木大器, 山口円馨. “東北公益文科大学における小学生向けプログラミング教室「Ruby てらこった」の取り組み”. 文部科学省 私立大学研究ブランディング事業 日本遺産を誇る山形県庄内地方を基盤とした地域文化と I T 技術の融合による伝承環境研究の展開 (平成 29 年度～平成 33 年度), p50-54.
- [6] Progra!. “小・中学生向けプログラミング教室を開業（開校）するための準備と手順のポイント”. <https://progra.org/blog/65/>, (参照 2019-11-14).
- [7] NPO 法人 Ruby プログラミング少年団. “一日 Ruby プログラミング体験教科書”. <https://github.com/smalaruby/smalaruby.jp/tree/master/source/files>, (参照日 2019-11-14).
- [8] 総務省. “一日 Ruby プログラミング体験教科書”. http://www.soumu.go.jp/programming/data/017/017_01_01.pdf, (参照 2019-11-14).