

Analysis of Learners' Reflection on the Experience of Computer Programming Education

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-07-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 荒木, 貴之, 板垣, 翔大, 齋藤, 玲, 佐藤, 和紀, 堀田, 龍也 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/871

特集：プログラミング・情報技術教育に関する実践・支援システム

プログラミング教育の経験に対する学習者の 振り返りの分析

荒木 貴之*, 板垣 翔大**, 齋藤 玲***, 佐藤 和紀****,
堀田 龍也***

Analysis of Learners' Reflection on the Experience of Computer Programming Education

Takayuki ARAKI*, Shota ITAGAKI**, Ryo SAITO***, Kazunori SATO****, Tatsuya HORITA***

1. 研究の背景

小学校におけるプログラミング教育の必修化は、2020年度から実施される新しい学習指導要領の柱の一つである⁽¹⁾。堀田(2016)は、小学校でプログラミング教育を実施することにより、「コンピュータはプログラムで動いているということ」、「プログラムは誰かが作っているということ」、「コンピュータには、得意なところと、なかなかできないところがあるということ」の三つの目標を、児童に体験的に理解させる重要性を提起している。そして、「プログラミングに興味を抱いた子供が、多様な才能を伸ばしていくことができる」ために、「民間企業やNPO法人等に協力を仰ぐなど、官民が連携して指導体制を整えていく」ことを提案している⁽²⁾⁽³⁾。

小学校におけるプログラミング教育の事例研究について松田ら(1991)は、「子どもにプログラミングを通してコンピュータに慣れ親しませること」、「子どもにコンピュータを用いたさまざまな情報の表現手段や使い方を体験させ、その利用可能性を示すことにより、コンピュータに対する関心を高めること」を主な目標とし、小学校高学年向けの情報教育用 Logo カリ

キュラムと教材を開発した。このカリキュラムで学習した児童は、他校の児童と比較してコンピュータに対する関心が高く、コンピュータを好意的に受け止めていたことが報告されている⁽⁴⁾。

また森ら(2011)は、ビジュアルプログラミング言語「Scratch」を用いて、小学校4年生向けにプログラミングの授業をデザインし、8割以上の児童が条件分岐やキー入力の判別処理に取り組むことができた結果を踏まえ、小学校段階でプログラミングが可能であることを確認できた、としている⁽⁵⁾。

これらの事例研究では、プログラミング教育の直後の効果や可能性について示しているものの、長期的な効果についてはこれまで明らかにされていない。そこで、本研究では小学校在籍時に数年間、ビジュアルプログラミング言語を用いてプログラミングを学習した高校生と大学生を対象として、当時のプログラミング教育にはどのような教育上の効果があったのか、10年前に実際に小学校でプログラミング教育を受講した学習者本人に振り返らせることを通して、その特徴を明らかにすることとした。

* 武蔵野大学教育学部 (Faculty of Education, Musashino University)

** 武蔵野女子学院中学校高等学校 (Musashino Joshigakuin Junior and Senior High School)

*** 東北大学大学院情報科学研究科 (Graduate School of Information Sciences, Tohoku University)

**** 常葉大学教育学部 (Faculty of Education, Tokoha University)

受付日：2017年6月15日；再受付日：2017年9月22日；採録日：2017年11月24日

2. 目的

小学校在籍時（調査時の10年前）に授業および課外活動等で2年間以上プログラミング教育を受講した高校生と大学生を対象に、当時のプログラミング教育とその効果について振り返らせることを通して、プログラミング経験と個人特性（21世紀型スキル、論理的思考力、認知欲求）との関係性について分析する。

3. 方法

3.1 対象

対象は、A小学校にて学校設定科目として開設された「ロボティクス科」⁽⁶⁾で、プログラミングを扱った授業を受講した2006年度当時の小学校1年生から3年生までの20名であった。調査実施時は、高校2年生1名、高校3年生11名、大学1年生8名であった。「ロボティクス科」は、理科・生活科・図画工作科等を横断した年間30単位時間（1単位時間は40分）のクロスカリキュラムであった。このカリキュラムに、第1学年から第4学年の児童が取り組んだ。

なお本科目は、「力・構造」、「電気・回路」、「プログラミング・制御」、「デザイン」および「社会倫理」の5領域から構成されていた。とくに「プログラミング・制御」領域では、マサチューセッツ工科大学メディアラボで開発された小型コンピュータ「クリケット」、アラン・ケイ氏らが開発にかかわったビジュアルプログラミング言語「Squeak」、レゴ社の「教育版レゴ・マインドストーム」などの教材を用いて、プログラミングを用いた制御についての学習があった。

授業は、A小学校の教員と学校外においてワークショップ開催の経験がある協力者とがチームを組み、執り行われた。指導方法は、2人1組でプログラミングを学習するペアプログラミングが採用された。

またA小学校では、近隣児童を対象としたNPO法人との共催によるプログラミング公開講座（学校の休業日に開催）や、ロボット部の活動（放課後に実施）などが行われ、児童は各活動に任意に参加していた。

3.2 調査時期と調査方法

調査は2016年12月に実施した。半構造化インタ

ビューとともに、質問紙調査を行った。

20名の対象者をプログラミング経験の違いにより3群に分けた。小学校1年生から4年生までに設定された授業参加のみの「ノービス（ $n=7$ ）」、授業参加と公開講座参加の「アドバンス（ $n=6$ ）」、授業参加と公開講座参加、部活動参加、ロボット大会参加の「エキスパート（ $n=7$ ）」とした。「ノービス」のすべての生徒と「アドバンス」の多くの生徒は、プログラミング経験は小学校4年生までであった。「アドバンス」の一部の生徒と「エキスパート」のすべての生徒のプログラミング経験は小学校6年生までであった。

半構造化インタビューでは、「小学校のときにプログラミング学習をして、今までに役立ったことは何ですか」および「小学校のときにプログラミング学習をして、身についたと思う力は何ですか」の二つの設問をインタビューガイドとした。実際のインタビューでは、インタビュアーが疑問に思ったことをインタビュイーに追加でその場で尋ねるなど、できる限り自由な会話の形式でインタビューを進めた。

質問紙調査は、小学校在籍時のプログラミング経験について尋ねるフェースシートと四つの大問で構成された。

大問1は「21世紀型スキルに関する質問」（付録表1）であり、プログラミング学習により、いわゆる21世紀型スキル⁽⁷⁾がどの程度向上したと思うかを尋ねた。10項目（6件法）であった。

大問2は、自らのプログラミング学習を振り返り、どのように感じるかについて問うた。これを「プログラミング教育に関する質問」（付録表2）とした。書籍4冊（「小学生（または子ども）」と「プログラミング」を書籍名に含み、2015年から2016年に発刊されたもの）から、研究者4名（教育工学専門）が抽出したプログラミングに関連がある内容と、山本らが示した「プログラミングに関する教育の効果」⁽⁸⁾および堀田が提起したプログラミング教育の目的⁽²⁾⁽³⁾をもとに質問項目を作成した。20項目（6件法）であった。

大問3は、「論理的思考力に関する質問」（付録表3）であった。平山らが示した批判的態度思考尺度⁽⁹⁾を用い、プログラミング学習により、どのような力が身につくと感じるかを尋ねた。17項目（5件法）であった。

大問4は、「認知欲求に関する質問」（付録表4）で

あった。Cacioppoらによる NFC (Needs for Cognition) 尺度⁽¹⁰⁾を日本語訳した質問項目を用いた。15項目(7件法)であった。

4. 結果

4.1 プログラミング経験とテキスト分析

半構造化インタビューで得たテキストに対しては、回答とプログラミング経験との相関関係を吟味するために、計量テキスト分析を行った (KH Coder 2.00f を用いた)。

プログラミングの経験が異なる3群(「ノービス」, 「アドバンス」および「エキスパート」)における、半構造化インタビューで得られたテキストの共起ネットワーク(描画数:60)は図1のとおりとなった。

3群に共通する語としては、「プログラミング」、「考える」、「出来る」、「使う」、「思う」および「感じ」の合計6語が見いだされた。各群に固有な語としては、「ノービス」群は「授業」1語のみであった。「アドバンス」群(計10語)は、「凄い」、「結構」という形容詞や副詞の発現が特徴として見いだされた。「エキスパート」群(計21語)は、「問題解決」、「トライアンドエラー」、「修正」、「デバック」および「動かす」など、コンピュータやプログラミングに対する学習者の能動的な関与を示唆する語が見いだされた。

4.2 プログラミング経験と21世紀型スキルとの関係

大問1の21世紀型スキルの設問においては、「創造性とイノベーション」($r=.451$)と、「人生とキャリア発達」($r=.532$)の2項目とプログラミング経験との間に、5%水準で有意な相関が認められた。

4.3 プログラミング経験とプログラミング教育との関係

大問2のプログラミング教育に関する設問においては、全群で最も高い評価(最高値6点,最低値1点)であったのは、「(プログラミングの授業が)楽しかった」($n=20, M=5.6, SD=.67$)であった。次いで、「コンピュータはプログラムで動いているということがわかった」($n=20, M=5.5, SD=1.2$)、「プログラムは誰か人が作っているということがわかった」($n=20, M$

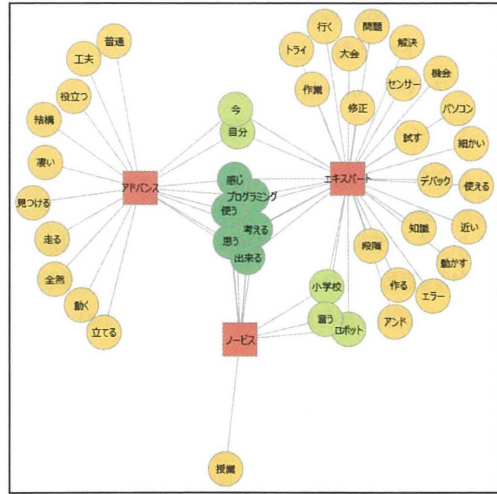


図1 3群の共起ネットワーク

$=5.4, SD=1.3$), 「コンピュータには、得意なところと、なかなかできないところがあるということがわかった」($n=20, M=5.2, SD=1.3$)の3項目の平均値が高い数値を示した。

プログラミング教育で育まれたこととして、「問題解決能力が身についた」($r=.451$)、「自分に自信がもてた」($r=.507$)、「進んで試行錯誤できるようになった」($r=.478$)、「試行錯誤を繰り返す粘り強さや段取り力が身についた」($r=.555$)の4項目とプログラミング経験との間に有意な相関が認められた。

4.4 プログラミング経験と論理的思考力との関係

大問3の論理的思考力の設問においては、プログラミング教育で育まれたこととして、「いつも新しいことを学び続けたいと思う」($r=.471$)および「問題の解き方を頭の中で想像できる」($r=.471$)の2項目とプログラミング経験との間に有意な相関が認められた。

4.5 プログラミング経験と認知欲求との関係

大問4の認知欲求の設問については、自分自身の現在の認知欲求については、「あまり考えなくてもよい課題よりも、頭をよく使う難しい課題のほうが好きだ」($r=.444$)および「長い時間にわたって一生懸命考えることは苦手だ」($r=-.494$)の2項目とプログラミング経験との間に有意な相関が認められた。

エキスパート群・アドバンス群・ノービス群の認知

欲求尺度 15 項目の全体得点の平均値 M と標準偏差 SD は、以下のとおりとなった。

- ・エキスパート群 $M=77.9, SD=7.99$
- ・アドバンス群 $M=68.8, SD=10.8$
- ・ノービス群 $M=67.3, SD=11.1$

これら記述統計の値から、エキスパート群がほかの 2 群よりも調査時点での認知欲求尺度の全体得点が高い傾向が確認された。なお、プログラミング経験と認知欲求尺度得点との間の相関係数は $r=.399$ であり、弱い相関が認められた。

5. 考察

半構造化インタビューで得られた回答を計量テキスト分析した結果、エキスパート群の生徒からは、「デバッグ」や「トライアンドエラー」など、コンピュータおよびプログラミングに関する能動的な関与を示す語句が見いだされた。また、発話の中には、「難しい問題に直面したときに簡単に諦めない忍耐力が身についた」や「うまくいかなくても続ける力がプログラミングを通して身についた」というものもあり、これらのことから、エキスパート群の生徒においては、プログラミングの経験により、「粘り強く考え」たり「進んで試行錯誤ができる」態度が身についたと考えられる。

大問 1 の「21 世紀型スキル」に関する設問では、「創造性とイノベーション」や「人生とキャリア発達」とプログラミング経験との関連性が示唆された。これらのことから、プログラミングの経験が創造性を育み、自らのキャリアへも影響を与える可能性が示唆された。今後はプログラミング教育が 21 世紀型スキルに対してポジティブな効果をもたらす可能性について、よりつぶさにその状態を縦断的に調べることが求められる。

大問 2 の「プログラミング教育」に関する設問では、当該小学校のプログラミング授業は、プログラミング経験の差異にかかわらず「楽しかった」と高い評価をしていた。また、次期学習指導要領が目指すとされているプログラミング教育の三つの目標「コンピュータはプログラムで動いているということがわかった」、「プログラムは誰か人が作っているということがわかった」、「コンピュータには、得意なところと、なかなかできないところがあるということがわかった」が

いずれも高い評価を示していた。このことから、当該小学校で 10 年前に実施されたプログラミング教育の内容の、現在あるいは今後の学校教育への通用性と汎用性が示された。

大問 3 の「論理的思考力」に関する設問では、多様なプログラミング経験と、「いつも新しいことを学び続けたいと思う」とする態度や「問題の解き方を頭の中で想像できる」とする思考法との関連性が示唆された。エキスパート群の生徒のなかには、課題を解決しようとする際に頭のなかにフローチャートが浮かぶ、と自由記述欄で回答する者もあった。このような思考法は、プログラミング経験により獲得したものと思われる。

大問 4 の「認知欲求」の設問において「難しい課題を」好み、かつ「長い時間をかけてねばり強く考える」傾向の生徒は、大問 2 においては「進んで試行錯誤できるようになった」および「試行錯誤を繰り返す粘り強さや段取り力が身についた」の設問において、高い評価を記していることが明らかになった。これらの関係についても、もともとそのような傾向をもつ児童がプログラミングに向いているのか、あるいは、プログラミングによってそのような態度や思考の方法が育まれるのか、プログラミング教育の前後の個人の変容に着目した縦断的な研究が求められる。

堀田は、「プログラミングに興味を抱いた子供が、多様な才能を伸ばしていくことができるよう」にすることが重要であることを指摘している⁽²⁾が、このことから、学校の授業だけでなくとどまらない外部人材との連携やそのような体制の構築の必要性が示唆される。さらに、未来投資戦略 2017⁽¹¹⁾においては、「小学校段階でのプログラミング教育必修化（2020 年度～）に向け、学校現場での楽しみながら学べるデジタル教材の活用・評価とさらなる改善などの産業界と教育現場が連携した取組を本年度秋から開始し、来年度から本格展開する」ことが示された。教員には、学校内にとどまらないプログラミング教育のカリキュラム・マネジメントが求められよう。

6. まとめと今後の課題

本研究では、調査の 10 年前に小学校で 2 年間以上プログラミング教育を受講した高校生と大学生を対象

に、受講した当時のプログラミング教育に関する自己評価をするための質問紙調査と半構造化インタビュー調査を行った。質問紙調査の結果、授業だけでなく放課後の活動、あるいは外部人材を指導者として招いた公開講座への参加など、授業以外の場面においてもプログラミング経験をしたエキスパート群の生徒においては、プログラミング教育に対する肯定的な評価が見られた。また、21世紀型スキル、論理的思考力および認知欲求などの個人特性においては、エキスパート群に特有の傾向が見出された。

今後の課題と展望を以下に述べる。第一に、本研究で対象としたのは、小学校在籍時に2年間以上プログラミング教育を受講した学習者であるので、小学校在籍時にプログラミング教育をしていない学習者との比較が必要であるということである。

第二に、本研究では10年前にプログラミング教育を受講した高校生と大学生の振り返りを研究対象としたが、今後小学校で必修化されるプログラミング教育に対する、教員や保護者の過度な期待や不安を同定しておくことは、すべての小学校で適切にプログラミング教育が実施されるために欠かすことができない。本研究で得られた知見をもとに、10年前にプログラミング教育を担当した指導者を対象として、どのような目的のもとに授業あるいは活動を実施したのかを自己評価させ、それらを体験した高校生や大学生の振り返りと比較するなど、発展的な追加研究が考えられる。

本研究により、学校の授業だけでなく、多様なプログラミング経験をした学習者が、コンピュータを用いた課題解決や、プログラミングを行ううえでのデバッグやトライアンドエラーなど、学習者として望ましい能動的な態度を持ち合わせていることが明らかになった。

今後はプログラミング教育の効果を系統的に明らかにするために、分析対象を小中高の児童生徒や保護者、指導教員に拡大など広範な調査研究が必要であろう。

謝辞

本研究は、平成29年度公益財団法人日本教育公務員弘済会による日教弘本部奨励金(16A2-015)「小・中・高校での1人1台PC環境での学習に関する児童

生徒および教員、保護者の意識調査」の研究助成を受けた。

参考文献

- (1) 文部科学省・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）”，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf（参照2017.6.11）
- (2) 堀田龍也：“なぜ小学校から必要なのか？プログラミング教育が目指すもの”，総合教育技術，Vol. 71, No. 10, pp. 44-47, 小学館，東京（2016）
- (3) 堀田龍也：“初等中等教育における情報教育”，日本教育工学会論文誌，Vol. 40, No. 3, pp. 131-142（2016）
- (4) 松田稔樹，坂本 昂：“Logoを利用した小学校高学年における情報教育カリキュラムの開発とその評価”，日本教育工学雑誌，Vol. 15, No. 1, pp. 1-13（1991）
- (5) 森 秀樹，杉澤 学，張海，前迫孝憲：“Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践”，日本教育工学会論文誌，Vol. 34, No. 4, pp. 387-394（2011）
- (6) 荒木貴之：“ロボットが教室にやってきた—知的好奇心はこうして伸ばせ：立命館小学校のアイデア—”，教育出版，東京（2008）
- (7) 三宅なほみ，益川弘如，望月俊男編訳：“21世紀型スキル—学びと評価の新たなかたち—”，北大路書房，京都（2014）
- (8) 山本利一，本郷 健，木村猛能，永井克昇：“初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察”，日本教育情報学会，Vol. 32, No. 2, pp. 3-11（2016）
- (9) 平山のみ，楠見 孝：“批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響—証拠評価と結論生成課題を用いての検討—”，教育心理学研究，Vol. 52, No. 2, pp. 186-198（2004）
- (10) Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Feinstein, J. A. et al.: “Dispositional differences in cognitive motivation: The life and times of individuals varying in need for cognition.”, Psychological Bulletin, Vol. 119, No. 2, pp. 197-253（1996）
- (11) 首相官邸・未来投資会議：“未来投資戦略2017”，http://www.kantei.go.jp/jp/headline/pdf/seicho_senryaku/2017_all.pdf（参照2017.6.11）

付録

表1 21世紀型スキルに関する質問

<p>【カテゴリー1：思考の方法 (Ways of Thinking)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 創造性とイノベーション (創造的に考える, 他者と創造的に活動する等) 2. 批判的思考・問題解決・意思決定 (効果的に理由付けする, 判断や決定をする等) 3. 学びの学習とメタ認知 (自分の強みと弱みに関する知識と理解等) <p>【カテゴリー2：仕事の方法 (Ways of Working)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. コミュニケーション (明確的に意思疎通をする) 5. コラボレーション, チームワーク (協働する, 他者をガイドしリードする等) <p>【カテゴリー3：仕事のツール (Tools for Working)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 情報リテラシー (情報にアクセスし評価する, 情報を活用し管理する等) 7. ICTリテラシー (テクノロジーを効果的に利用する) <p>【カテゴリー4：社会生活 (Skills for Living in the World)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. 地域とグローバルのよい市民であること (シチズンシップ) 9. 人生とキャリア発達 (目標と時間を管理する, 自己方向づける学習者等) 10. 個人の責任と社会的責任 (建設的にコミュニケーションする能力等)
--

表2 プログラミング教育に関する質問

<ol style="list-style-type: none"> 1. 楽しかった 2. 問題解決能力が身についた 3. 論理的思考力が身についた 4. 将来の可能性が広がった 5. 自分に自信がもてた 6. 創造性を広げることができた 7. 進んで試行錯誤できるようになった 8. 進んで学習するようになった 9. 自分のアイデアを実現できてうれしかった 10. 答えがないことがおもしろかった 11. Word や Excel を使えるようになった 12. 先を読む力が身についた 13. アイデアをもつことができるようになった 14. アイデアをどうすれば実現できるか考えることができるようになった 15. アイディアを行動に移す実行力や積極性, 主体性が身についた 16. 試行錯誤を繰り返す粘り強さや段取り力が身についた 17. アイディアを実現したものを, 積極的に世の中に発信するための自己主張性や人前で話す力が身についた 18. コンピュータはプログラムで動いているということがわかった 19. プログラムは誰か人が作っているということがわかった 20. コンピュータには, 得意なところと, なかなかできないところがあるということがわかった

表3 論理的思考力に関する質問

<p>【カテゴリー1：論理的思考への自覚】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 難しい問題について1つ1つ順番に考えることが得意だ 2. 友達や先生がよくわかるような説明をすることができる 3. 先生や友達の言うことを自分の言葉でまとめることができる 4. すぐに答えが見つからない問題でも取り組み続けることができる 5. 1つ答えが見つかってさらにいい答えがないか考えることができる <p>【カテゴリー2：探究心】</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. いつも新しいことを学び続けたいと思う 7. 自分とは違う友達の考え方に興味がある 8. 自分とは違う考えの友達と話すのはおもしろい <p>【カテゴリー3：客観性】</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. なにか決める時は自分の考えだけでなく, 友達がどう思うかも考えるようにする 10. 意見が違う友達の話も聞くようにする 11. いつも親や先生, 友達などさまざまな人がどう思うかを考える <p>【カテゴリー4：証拠の重視】</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. 考えをまとめる時は, ちゃんとした証拠があるかどうか考える 13. なにかを決める時には, できるだけ証拠があるかどうかを調べる 14. 先生や友達の話など何事も, すぐには信じこまないで少し疑うようにしている <p>【カテゴリー5：問題への理解】</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. 問題の解き方や問題の内容について確認しながら取り組んでいる 16. 問題の解き方を1つ1つ順番に説明できる 17. 問題の解き方を頭の中で想像できる

表4 認知欲求に関する質問

<ol style="list-style-type: none"> 1. あまり考えなくてもよい課題よりも, 頭をよく使う難しい課題のほうが好きだ 2. たくさん頭を使わなければ達成できないようなことを目標にすることが多い 3. 必要以上に考える方である 4. 新しい考え方を学ぶことに興味がない※ 5. 一生懸命考え, 多くの知的な努力を必要とする重要な課題を成し遂げることに, とくに満足感をおぼえる 6. 必要以上には考えないほうである※ 7. 一度覚えてしまえば, あまり考えなくてもよい課題が好きだ※ 8. 長い時間にわたって一生懸命考えることは苦手だ※ 9. 考えることは楽しくない※ 10. 深く考えなければならぬような状況は, 避けたい※ 11. 生活の中で, 自分が何をすべきかについて考えることは, 好きではない※ 12. 常に頭を使っていなければ, 満足できない 13. 生活の中で, 自分自身で解決しなければならない難しい課題は, 多いほうがよい 14. 単純な課題よりも, 複雑な課題のほうが好きだ 15. 問題の答えがなぜそうなるのか理解するよりも, 単純な答えだけを知っているほうがよい※ <p>※は, 逆転項目である。</p>
