

プログラミング導入教育における自己調整学習に関する一考察

増山 一光*1

Email: masuyama@jc4.so-net.ne.jp

*1: 県立神奈川総合産業高等学校

◎Key Words プログラミング導入教育, 自己調整学習, Scratch

1. はじめに

近年、義務教育段階でのプログラミング教育が注目されている。この背景の一つは、2013年6月に閣議決定された日本再興戦略^①のなかで、義務教育段階からのプログラミング教育等のIT教育を推進すると示されたことである。加えて、2012年より中学校の技術家庭科においてプログラムによる計測・制御が必修となったことも挙げられる。

これらのこと踏まえて、県立神奈川総合産業高等学校（以下、本校）では、相模原市内のT小学校との連携により、高学年での「総合的な学習の時間」の一環として、本校でScratchを用いたプログラミング講座による教育実践を行った。

本講座を受講した児童の多くがプログラミングの初学者であったにもかかわらず、児童らの積極的かつ自発的なプログラム製作がみられ、学習への取り組みやアンケートからの本講座に対する満足度は高いものであった。

こうしたプログラム製作に関するプロセスにおいて、自己調整による学習活動がみられた。そこで、本稿では児童らの自己調整学習のプロセスを考察して、プログラミング導入教育のあり方を検討するものとする。

2. 研究目的

自己調整学習とは、Zimmermanによれば「教育目標の達成を目指して学習が自ら作り出す思考、感情、行為」と定義されている^②。これは学習者が、学習過程に、メタ認知、動機づけ、行動に関与する学習のことである。

ここでの自己調整とは場面限定的であることが指摘されており、学習者に求められることは、自己調整過程で特定の分野を学ぶことと、それができそうだとする自覚を持つことである^③。

具体的な自己調整の諸段階には、予見、遂行、自己内省といった3つのサイクル段階による個人的フィードバックループがある。予見段階は、学習活動に先行し、その学習活動を進めるための準備と動機づけの過程である。遂行段階は、学習活動の間における行為と自己モニタリングの過程である。自己内省段階は、学習結果に対して作用する過程である^④。

このような自己調整学習を、本校で実践しているScratchを用いたプログラミング講座に参加した児童は実践していた。これは、プログラミングの学習という場面を限定し、自らがプログラムを製作するという文

脈依存的な状況の中で、児童らの個人的フィードバックループがみられたのである。

こうしたことを踏まえ本稿の研究目的は、児童らが主体的かつ自主的にプログラミングを行おうとすることを自己調整の循環的段階モデルから考察することで、プログラミング導入教育における自己調整学習の特質を明らかにすることである。加えて、参加した児童の多くがプログラミングを初めて学んでいたことから、学業的援助要請とプログラミング学習の関連性についても考察する。

また、プログラミング導入教育における児童の自己調整学習を考察することで、義務教育段階におけるプログラミング教育のあり方についても検討する。

3. 講座概要

本研究対象のScratchを用いたプログラミング講座は、平成26年11月1日に実施した。参加児童は16名で、その内訳は男子10名、女子6名であった。

この講座の授業デザインには、Scratchの製作者であるResnickが提唱しているクリエイティブ・シンキング・スパイラル(creative thinking spiral)を参考にすることにした^⑤。

これは、やってみようを「イメージ」、アイデアに基づくプロジェクトを「クリエイト」、製作物を「プレイ」、アイデアと製作物を「シェア」、こうした経験を「リフレクト」というプロセスを繰り返すことで、経験をベースにして新しいアイデアを生成していくことを示している。Scratchでは、このようなプロセスをサポートできるようにデザインされている。

そこで、このプロセスを反映した授業デザインを表1のように編成した。なお、授業展開では、筆者が講師を務め、本校生徒数名がTAとして参加している。

表1 本講座の授業デザイン

学習内容	クリエイティブ・シンキング・スパイラル	学習活動	時間配分
基本操作	イメージ	・プログラムとは何か	15分
		・Scratchの紹介	
		・Scratchの基本操作	30分
		・例題 ①絵の変形と音 ②アニメーション	
作品製作	クリエイト・プレイ	・作品製作	30分
発表	シェア	・作品の発表	15分
まとめ	リフレクト	・講評	

基本操作では、最初にプログラムとは何かということと説明し、スプライトを動かすという基礎的な動作をさせることで、体験的に理解を深めさせた。そして、例題を取り上げ、音の出し方や背景・スプライトの変更など、作品製作に必要な操作の説明と実行をした。こうした基本操作の習得で、作品製作の"イメージ"を形成させるようにした。

作品製作では、主に個人での"クリエイト"および"プレイ"の段階となる。このとき、児童が操作でつまづいたときには本校生徒のTAがサポートするとともに、技術的なサポートも行わせている。さらに、近隣の児童間における製作に関する相談に関しても活発な創作活動を後押しするようにした。

発表では、他の児童の制作した作品を巡回し実行して、"シェア"させることを試みた。これにより、多くの作品から影響を受けることができる。このとき、児童による評価を尊重することで、それぞれの作品を肯定的な視点でみられるようにした。

まとめでは、本講座のふりかえりを行うとともに、今後もScratchを使用して本講座での経験を"リフレクト"させる趣旨の説明を行っている。

4. 自己調整の諸段階での分析

4.1 予見段階の自己動機づけに関する因子分析

この段階は、主に課題分析と自己動機づけで構成されている。課題分析は、学習課題とその内容を構成要素に分け、この要素の既有知識から個人の方略を作ることである。自己動機づけは、自己効力、結果予期、課題興味・価値、目標設定の基本的源になっている³⁾。

Scratchを用いたプログラミング講座における予見段階は、ほぼすべての児童がプログラミング学習を行うことが初めてであることから、課題分析における方略計画はほとんどできていない。このことから、学習課題の詳細化やそれぞれの学習方略を有しておらず、ほとんどすべての児童が同一条件の状態から学習を進めていくことになる。

一方、自己動機づけは、プログラミングに対する興味や、日常生活にあるゲームとの類似性から生じる製作意欲、将来に向けて学ぶことの重要性などがみられ、プログラミングへの理解やプログラムの製作意欲につながっている。

このように自己動機づけが明確であることから、これがプログラミングをしたいという行為の原動力になっているようである。そして、初期状態では具体的な目標設定はできていないが、以後の実習における目標設定に良い影響をもたらしている。

そこで、児童らの自己動機づけを明らかにするために講座の導入時において、質問紙法による調査を実施した。質問に対しては5段階評価法(5…とてもあてはまる, 4…あてはまる, 3…どちらでもない, 2…あてはまらない, 1…まったくあてはまらない)による回答をさせている。

それらの評価値から因子分析(主因子法, プロマックス回転)を行ったものを表2に示す。ここでは、因子負荷が1つの因子について0.4以上で、2つの因子にまたがって0.4以上の負荷を示さないもので、固有値の

大きさと解釈の可能性から2因子解を採用した。第1因子はプログラミングに対する同一化を目指しており、“プログラミングの習得”と命名した。第2因子はプログラミングへの内発的動機づけであることから、“プログラミングへの興味”と命名した。各下位尺度について信頼性係数を求めたところ、“プログラミングの習得”が0.91、“プログラミングへの興味”が0.76であった。

表2 自己動機づけに関する因子分析

項目	第1因子	第2因子
I プログラミングの習得		
・プログラミングの内容を理解したいから	0.922	0.108
・新しい知識や能力が身につけられるから	0.904	0.042
・将来、役立ちそうだから	0.818	-0.190
・プログラムが理解できるようになるのがうれしいから	0.752	0.041
II プログラミングへの興味		
・自分自身が受けたい講座だから	0.044	0.993
・プログラミングに興味があるから	0.003	0.641

4.2 遂行段階の学習方略に関する因子分析

この段階は、主にセルフ・コントロールと自己観察で構成されている。セルフ・コントロールには、学習方略としてのさまざまな課題方略と一般方略がある。課題方略は課題に対する体系的な取り組み過程を開発することである。一般方略は自己指導、時間管理、援助要請、結果の自己調整などがある。そして、自己観察には、メタ認知モニタリングと自己記録がある。この両者には、遂行したことと、それに伴う結果を、心に跡づけるとともに学習記録をつくることであり、学習の再生の信頼性を高めることにつながる³⁾。

Scratchを用いたプログラミング講座における遂行段階では、まず、基本となるScratchのプログラミング学習しており、これによりプログラミングを自主的に製作する際に、児童らの多様なセルフ・コントロールがみられた。具体的には、プログラムを作成するための課題方略やイメージ化、製作する時間が限られているため時間管理、本校生徒のTAに対する援助要請、製作過程におけるプログラムに対する自己調整などがある。自己観察については、作品の製作プロセスの記憶と、実行時の動作を自分自身で比較することでモニタリングをしていた。

そこで、児童らのセルフ・コントロールを明らかにするために講座の終了時において、質問紙法による予見段階と同等の調査を行った。この調査における評価値から因子分析(主因子法, プロマックス回転)を行ったものを表3に示す。ここでは、因子負荷が1つの因子について0.4以上で、2つの因子にまたがって0.4以上の負荷を示さないもので、固有値の大きさと解釈の可能性から3因子解を採用した。第1因子は、製作方法や制作プロセスなどに対して計画的にプログラミングを行うということから、“プログラミングにおけるプランニング”と命名した。第2因子は、プログラミングに対する理解を深めることをしていたということから、“プログラミングへの認知”と命名した。第3因子は、試行錯誤を行いながらプログラミングをしている

ということから、“プログラミングへのリハーサル”と命名した。各下位尺度について信頼性係数を求めたところ、プログラミングにおけるプランニング”が0.87, “プログラミングへの認知”が0.68, “プログラミングへのリハーサル”が0.61であった。

表3 学習方略に関する因子分析

項目	第1因子	第2因子	第3因子
I プログラミングにおけるプランニング			
・どのような機能(音、動き)を付けるかを考えてから作業をした	0.996	0.176	-0.116
・作品制作では、残り時間を考えながらプログラムを作成した	0.744	0.047	-0.046
・分がやりたい動きができるように、何度もくりかえし実行した。	0.713	-0.175	0.378
・わからないところを先生や高校生に聞いて、理解することができた	0.466	-0.080	0.398
II プログラミングへの認知			
・プログラムの製作は難しいところがあったが、自分なりに努力した	0.023	0.832	0.058
・先生の説明をしっかりと聞くことができた	0.189	0.618	0.065
・むずかしいプログラミングにチャレンジしたが、知らないことが多いことがわかった	-0.122	0.466	0.022
III プログラミングへのリハーサル			
・わからない操作を何回かくりかえして、おぼえることができた	0.208	0.077	0.780
・いろいろなプログラムの作り方をためてみた	-0.241	0.102	0.635

4.3 自己内省段階の計量テキスト分析

この段階は、主に自己判断と自己反応で構成されている。自己判断は、自分の遂行と基準の比較する自己評価と、結果の原因を推測するという原因帰属という内容になっている。自己反応は自己満足あるいは感情と、適応的決定という内容になっている⁽³⁾。

Scratch を用いたプログラミング講座での自己判断は、他の児童らが作成したプログラムを動かしてみようという発表の時に自分が作成したプログラムとの比較を行うことで評価するとともに、その作品がどの様にしてできたのかを振り返ることで原因帰属を考察していた。さらに、自己反応に関しては、講座終了直後には講座やプログラム製作に対する満足感がみられ、自宅でもやってみようとの発言が多く聞かれた。

この段階の分析については、講座直後では一過性の回答や他の児童と迎合した回答がみられてしまう可能性があるため、一定期間を置いた状況を見る必要がある。今回は、後日、T小学校の児童から礼状として、講座やプログラミングに対する感想などが自由記述形式で送付されてきたことから、これに基づいて児童の自己内省について分析を行うものとする。

具体的な手法としては、計量テキスト分析を行う。これは、質的データをコーディングによって数値化し、計量的分析手法を適用して、データを整理、分析、理解する方法である⁽⁶⁾。今回は、児童からの礼状をテキストデータとして、KH Coder⁽⁷⁾を使用して計量テキスト分析を行うものとする。なお、児童のテキストデータは参加16人中の14人のものを採用した。

まず、14人の児童の文章から、4語以上の出現回数を示している語を抽出した結果が表4である。これからは、講座で行った“スクラッチ”、“体験”、“パソコ

ン”といった語や、製作過程で児童らをサポートした“高校生”、“兄さん”、“姉さん”といった語も多く出現している。感情面では、“楽しい”、“面白い”といった語が多く出現している。

表4 自己内省に関する上位の抽出語

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
スクラッチ	24	作品	9
思う	18	使う	7
作る	14	ゲーム	6
先生	14	最初	6
体験	13	説明	6
楽しい	12	兄さん	5
高校生	12	高等学校	4
教える	11	最後	4
本当に	11	姉さん	4
パソコン	10	自分	4
高校	10	面白い	4
		遊ぶ	4

次に、図1は児童らの文章を共起ネットワークで示したものの一部である。共起ネットワークとは、抽出語を用いて、共起関係を線で表したネットワークとしてあらわした図である。各ノードの色は媒介中心性を示しており、白からグレーの順に媒介中心性が高くなっている。加えて、共起関係が強いほど太い線で、出現数が多い語ほど大きな円で表している。

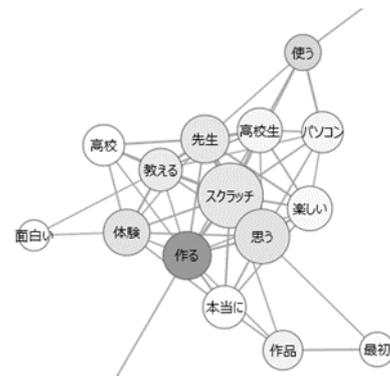


図1 自己内省に関する共起ネットワーク (一部)

この図からは、“作る”という語の媒介中心性が高くなっており、その周辺を講座に関する事項が描画されている。そして、その周囲には講座における感情や児童らを支援した高校生に関する描画がみられる。さらに“作品”などの描画みられ、自らの作品や他者の作品に関する記述が多くみられているのである。

5. 考察

これまでの各段階における分析を踏まえて、Scratch を用いたプログラミング講座における児童らの学習活動を考慮した自己調整学習の過程を図示したものが図2である。

予見段階では、Scratch におけるプログラムがどの様なものであるかを明確には理解していないことから、プログラミングの習得や興味といった、これから学習をする上で一般的な内発的動機づけがみられる。これは、プログラミングに対して難しいなどの負の先入観念が形成されていない状態であり、学習対象に対してニュートラルな状態であった。

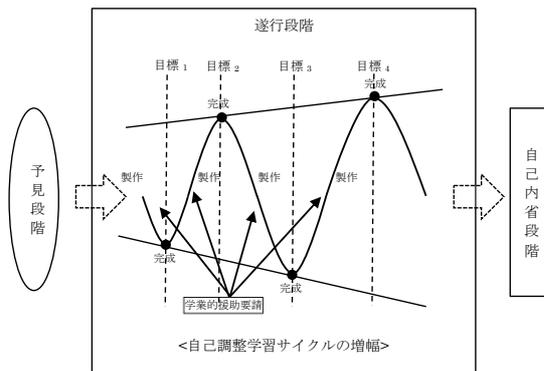


図2 本実践における自己調整学習の過程

こうした状態の児童に対する講座では、適切な学習観を形成させなければ、プログラミング学習への嫌悪感などにもつながりかねないことから、児童の学習活動には十分な配慮が必要となる。そのため、基本操作などの導入段階において、学習内容を細分化して徐々にプログラミングを習得させるようにした。これにより、後の自主製作でもこのようなプログラミングに関する学習スタイルが児童らにみられた。

遂行段階における学習活動では、プログラムの製作目標の設定、製作、完成、新たな目標設定というプロセスを繰り返して作品製作を実践した。この過程での学習方略は、プランニングによる方向性を明確にして、試行錯誤といったリハーサルを繰り返して作品製作を行いつつ、現状に対する認知活動をしていた。

さらに学習活動を推進する上で、児童らの学業的援助要請に対して本校生徒によるTAの適切な対応が行われていた。実際には、初学者の児童にとって作品製作では“プログラミングの認知”に見られるように、困難が伴うものであった。これに対して本校生徒はプログラミングの経験者であり、児童との対話を通じて疑問の解消、製作方法の指導、新たな文法の教授などを生徒自身の経験を踏まえて行うことで、児童らの作品製作を支えることになった。

児童らの学習活動でみられた学業的援助要請は、プログラムの製作の方法やそのヒント等を要請する自律的援助要請であった。こうした要請ができた背景には、TAを務めていた本校生徒との間に信頼関係が築きやすい状況があったと考えられる。そのため、対教師援助要請などよりも効果的に児童の要請活動が機能していた。

このようなことから、プログラミング学習では短時間サイクルでの目標志向性のある反復学習において、自己調整学習サイクルを増幅させ、学業的援助要請に適切に対応することで効果的なスキルの上昇につながるのである。

自己内省段階では、講座における作品発表を踏まえて自らの作品に対する評価を行っていると同時に、計量テキスト分析から学習記録として本校生徒との学習活動や作品製作に対する満足度に対する表記が多くみられた。さらに、今回のScratchを用いたプログラミング講座では「プログラムを作成する楽しさ」という感情が持続した動機づけを支えたことから、初学者としては短時間のなかで高度な作品製作を行うことができ

た。そして、こうした自己満足といった感情が、次の予見段階をもたらす一層の自主的学習を行う児童も現われるであろう。

以上の実践から、プログラミング導入教育において自己調整学習を促す要件としては、次のようなものがあげられるのである。

- ・受講者の発達段階や学習履歴に対応したプログラミングソフトウェアの用意
- ・作品製作から実行までが速やかにできるプログラミング言語の採用
- ・“つまずき”を減少させるスモールステップ化による教材の開発
- ・受講者の学業的援助要請に適切に応じることができ
るTAの配置
- ・プログラム製作における「楽しさ」を持続する学習活動の実践

6. まとめ

本実践は、児童に対するScratchを用いたプログラミング導入教育を、本校生徒がTAとして参加して行ったものである。ここで児童らが自己調整学習を行っていることを踏まえて、本稿にあるような分析を行うことにより、プログラミング導入教育において自己調整学習を促す要件を明らかにすることができた。

プログラミング学習における自己調整学習は、予見、遂行、自己内省という3つのサイクルが何回も繰り返される。その過程で、特に初学者に対しては、学習者の感情面への配慮と十分な学業的支援要請に応えられる学習環境を整備することで、その能力を向上させるだけでなく、継続した学習を促進し、新たなプログラムの創造につながるのである。

今後の展開としては、児童らに対するプログラミング導入教育の実践を重ねることで、プログラミング教育における自己調整学習に関する研究を進めていきたいと考えている。そして、中等教育におけるプログラミング導入教育との比較から、発達段階による自己調整学習の特性について明らかにしたい。

参考文献

- (1) 首相官邸：“日本再興戦略 -JAPAN is BACK-”，http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf (参照日：2015年5月20日)
- (2) 伊藤宗達：“自己調整学習の成立過程”，pp.1-15，北大路書房（2009）。
- (3) 自己調整学習研究会：“自己調整学習”，pp.3-18，北大路書房（2012）。
- (4) D.H.シャンク，B.J.ジンマーマン：“自己調整学習と動機づけ”，pp.232-239，北大路書房（2009）。
- (5) M.Resnick, “Sowing the Seeds for a More Creative Society”, *Learning & Leading with Technology*, 35, 4, pp.18-22 (2008)
- (6) 樋口耕一, “内容分析から計量テキスト分析へ -継承と発展を目指して-”, *大阪大学大学院人間科学科紀要*, 32 pp.1-27 (2006)。
- (7) 樋口耕一, “KH Coder”, <http://khc.sourceforge.net> (参照日：2015年5月20日)