

子どもとプログラミング

阿部和広（あべ・かずひろ）

青山学院大学社会情報学部客員教授

×

豊福晋平（とよふく・しんぺい）

国際大学 GLOCOM 主幹研究員

2015年6月に改定された「世界最先端IT国家創造宣言」の工程表には、「初等・中等教育からのプログラミングや情報セキュリティ等のIT教育」について、2019年度から全国展開を行うことが明記されている。プログラミングが義務教育化されるわけだが、実際にそれを教える小中学校において、ICT利活用の環境整備や教員スキルの養成は進んでいるのだろうか。学習用プログラミングツール「Scratch（スクラッチ）」^{*1}の日本での普及活動に携わり、小学校への導入にも取り組んでいる阿部和広さんに、プログラミング教育の現状と課題について話をうかがった。

■プログラミング教育と学校現場

豊福——ここ1年から半年ぐらい、子どものプログラミングが盛り上がりを見せています。NPOが各地でワークショップを開催し、佐賀県武雄市では小学生にタブレットを持たせて1～2年生にプログラミングを教えています。一方で、一般的な学校の実践状況を考えると、いろいろな問題がありそうです。文部科学省の中央教育審議会でも議論が始まっていますが、まず何を議論の前提とすべきでしょうか。

阿部——大前提として、初等教育にはプログラミングが入っていません。学習指導要領にもないし、総則の中にはICT利活用の話が入っていますが、プログラミングを前提としていない。過去には80年代にBASIC（ベーシック）、LOGO（ロ



阿部和広

青山学院大学社会情報学部客員教授。1987年よりオブジェクト指向言語 Smalltalk の研究開発に従事。パソコンの父として知られ Smalltalk の開発者であるアラン・ケイ博士の指導を2001年から受ける。子ども向け講習会を多数開催。OLPC (\$100 laptop) 計画にも参加。2003年度 IPA 認定スーパークリエイター。Squeak Etoys と Scratch の日本語版を担当。著書に『小学生からはじめるわくわくプログラミング』(日経 BP 社)、共著に『ネットを支えるオープンソース』(角川学芸出版)、監修に『作ることで学ぶ』(オライリー・ジャパン) など。

ゴ) ^{*}2 を、10年ほど前に Squeak (スクイーク) を教えていた先生はいましたが、全体として認知もされていなければ、実践もされていません。

豊福——20年ぐらい前に学校にコンピュータが入った頃の背景を思い出すと、総合的な学習の時間と生活科がセットになって導入された時期で、その流れでコンピュータを使いましょうという発想がありました。活動を通じて子どもがコンピュータでモノを作る展開は比較的好く見られたのですが、昨今の学校の状況を見てみると、モノを作ることからどんどん離れています。調べ学習といっても、キーワード検索して、出てきたものを書き写して終わるといったものが多いような気がします。

阿部——そこまでやっていただいいほうです。いろいろな学校を回っていますが、大体どのくらいのことをやっているかが分かります。ヤフーや新聞の記事をとりあえず印刷してみた、自分の名前を書いてみた、あるいはペイントツールで四角や丸を描いて塗ってみた、というのが多いパターンだろうと思います。

豊福——創作活動としてみると、初歩的な感じがしますね。学校での活動が、簡単な課題を先生が指示した通り短時間でこなす方向へシフトしているなかで、あえてプログラミングが入ってくるというのは、学校にとって大変だと思います。彼らはどうやってそれを受け入れようとしているのですか。

阿部——継続的にうまくいっているのは品川区の京陽小学校です。京陽小の場合、児童全員分の Raspberry Pi (ラズベリー・パイ) と Scratch 導入に際して、校長

の守田由紀子先生に強い意欲を持って取り組んでいただきました。トップダウン型の指示でやることになったわけです。他校では情報関係の得意な先生を中心にして実践されているケースもありますが、その場合は、得意な先生だけしか授業ができないということになりがちです。京陽小の場合は、すべての先生が授業でScratchを使う機会があります。低学年部会、中学年部会、高学年部会などに分かれて、月に1回は校内研究をやっています。その前後に通常の授業でも使っているのです、相当な頻度だと思います。

図1 Scratchによるプログラミング（左1.4，右2.0）



Street_Nyanco by 0fg CC BY-SA 2.0

お母さんの秘密を探れ
by kotachan CC BY-SA 2.0

豊福——題材は何でもいいが、自分の持っている単元の中でScratchを使うということですか。先生方が授業を組み立てるときには、どうしているのですか。

阿部——最初、先生方はプログラミングが分からないので、研修をしています。2014年は研修の中で「ネコ逃げ」^{*3}と呼ばれる基本的な例題を私がやりましたが、2015年4月には現場の情報担当の先生が仕切ってやりました。先生方を2人1組にして、車の絵を描いて、それをここに車庫入れするにはどうしたらいいでしょうという面白い題材だったので、先生方も楽しみながらやっていました。

「どうも、言われたままのものを作るのではない」という認識が、そこでできたような気がします。プログラミングにはいろいろなアプローチがあって、どういう解き方をしてもよい。自動で車庫入れしてもよいし、手動で操縦するようにしてもよいし、セリフを入れてもよい。つまり、どういう作り方をしても構わないという共通の認識が出てきたと思います。実は、2014年までは先生が教材を

作っておいて、子どもたちには単純にボタンを押させるケースもあったのですが、2015年は、どこかの場面で必ず子どもたちがプログラムを組む場面が入る形になりました。

豊福——確かに80年代に先生方がコンピュータ相手に格闘していた事例の多くは、先に先生が提示用の教材をプログラムしておいて、子どもに試させて終わりというパターンでした。その点、Scratchは使いやすいので、子ども自身にプログラミングさせるところに持っていくやすい。ただ、最初に校長の鶴の一声がないと始まらないというのは、依然、条件として厳しい気がします。

阿部——もう一つの典型的なパターンとしては、熱心な先生が学校にいて、その方の声掛けで私たち（外部の者）が入って行って支援することがありますが、それは非常に厳しい。その先生が学校の中で孤立します。もちろんトップが先導しても抵抗はすごくあって、コンピュータが不得意で、使いたくないとはっきりおっしゃる先生もいます。

豊福——そういう先生たちがどう変わっていくかに興味があります。最初は嫌々だったけれど、トップが言うので仕方なくやっているうちに変わっていったという事例があれば、他の学校でもどういうアプローチをとればうまくいくのかが分かります。

阿部——それは実際に授業をやってみて、効果があったとっていただくしかない。効果があったというのは、「子どもたちが楽しんでいました」というようなレベルの話ではなく、京陽小の場合には教科の単元とScratchの活動をマッチングさせているので、児童の変容、具体的に教科の単元の理解にどう反映されたかだと思います。

■プログラミングは新しい表現手段の一つ

豊福——先生方はどのあたりに魅力を感じているのでしょうか。

阿部——子どもたちが試行錯誤をするようになったとか、学習態度が前向きに

なったという話はよく聞きますね。

豊福——意欲の向上は、他のITを使った授業でも筆頭に出てきますが、子どもの試行錯誤に躊躇がないというのは、実際に授業を観察していても分かる気がします。もともと、すぐに答えを求めたがるとか、どこか間違えると全部おじゃんにして更地にして最初から組み立てようとするとか、そういう癖を持っている子が、プログラミングを経験することで、もう少し複雑なことができるようになったり、我慢強く取り組めるようになったりします。

阿部——そのあたりがあることは間違いないです。特に、学習障害ではないけれどボーダーにいるようなお子さんで、「この子がこんなに一生懸命やっているのは初めて見ました」という言葉はよく聞きます。私が目にしていてる範囲でも、自ら実験して検証して直していくというような流れは、みんなよくやっています。

豊福——教科担当の先生方はどういう切り口でプログラミングを見ていますか。

阿部——授業によっては、「全然、関係ないですね」と言われることがあります。たとえば短歌を鑑賞して心に浮かんだ風景を、アニメーションなどを含むマルチメディア作品で表現するという授業では、「別にプログラミングを使う必要はないのでは？」という批判を受けたことがあります。

豊福——普通に絵を描いてもいいだろうと。

阿部——そうです。それに対して私がよく反論するのは、「この子どもたちはプログラミングの基本的なリテラシーがあるわけだから、算数でも理科でも使う。ではなぜ国語で使ったらいけないのか」ということです。パワーポイントではできることが限定されますが、Scratchは自由度が極めて高いので、自分のやりたいことができます。みんながプログラミングという行為とその言語を共通認識としているので、それで会話ができます。

豊福——プログラミングを知っているか知らないかで、子どもたちが取り得る活動や表現の幅が変わってくると。

阿部——そうだと思います。今度、図工でコマ撮りのアニメーションをやります。従来はコマ撮り専用ソフトを使っていましたが、京陽小の子どもたちはみんな Scratch を知っているの、「Scratch でできるよね」と。1 フレームに何枚絵が入るとか、どのくらいのスピードで回せば早くなるとか、全部仕掛けの中身が見えます。その部分は大きいと思います。

豊福——子どもたちが表現、発表した結果をもって、彼らの意図を表現するツールになっていることが大きなアピールポイントになっています。とすると、「プログラミング教育＝論理性育成」という話とは全然違いますね。

阿部——そうです。レズニック教授は、新しい表現手段だとおっしゃっています。従来のメディアではできなかったことが、これではできる。そのところが分かってもらえればと思います。先生方から言葉としては上がってきていませんが、それはむしろ普通になってきたからではないかという気がしています。

■環境をハッキングしていく子どもたち

豊福——たとえば、Scratch が入ったことで、デバッグの作法を詳しく知らなくても、プログラムを動かしてみただめだったら直して、というようなことが簡単に自分でできる条件がそろってきます。次に何を変えたら、子どもたちのための空間なり環境になるのかが、大きな課題です。Scratch を使って、子どもがツール自体を作れるといいと思いますが。

阿部——既存のアプリケーションや OS を模倣したり、実際に動くものを作る子はいます。Scratch の中でということだと、最近、Scratch のコミュニティで、Scratch のプロジェクトファイルの解析がブームになっています。バージョンが 2.0 になってから、シフト＋クリック＋R によるハッキング*⁴ ができなくなりましたが、当然、子どもたちは Scratch でできることに限界を感じているわけです。どうやったらできるのか。Scratch で保存される作品ファイルは実はバイナリで、zip 形式だということに気がついた。それを展開すると、音声や画像のリソースと一緒に、JSON (JavaScript Object Notation) 形式のテキストファイルが出てきます。JSON を開けてみると、ブロックと 1 対 1 で対応する命令がそこにあっ



て、どうも公開されているブロックにない命令を作れそうだと。では、それを手で書いて、zipにして戻すと何が起きるかというところ、存在しないブロックが現れる。

豊福——すごく高度なことをやっていますね。

阿部——これは2013年頃にアメリカで誰かが発見して、2015年になって日本にも上陸しました。Scratchの限界を広げられるので、みんな喜んでやっています。

豊福——裏ワザというか、裏ブロックを自分で組んでいる。

阿部——当然、「これは良くないことではないか、ハッキングは悪である」という正義の人が現れて、それに対して「いや、クラッキングとハッキングは違う」という子が反論したりして、面白いことになっています。

豊福——Scratchのコミュニティとして、そういう動きは放置ですか。

阿部——2013年に発見された直後に、Scratchチームから見解が出ています。できれば、そういうものをアップロードしてほしくない。シェアしてほしくないが、ローカルで楽しむ分にはかまわない。ただ、存在しないブロックが出てくると初心者は訳が分からなくなるから、あまりやりすぎると規制するかもと。その

後2年たって、規制はされていません。

豊福——まさに子ども自身が環境自体を作り替えていくという高度な話です。開発チームにはそういう構想はないのですか。

阿部——ScratchXという仕組みを、別のサイトでβ公開しています。ScratchXというのは、ブロックを作るところをJavaScriptで書けるようにして、GitHub（ギットハブ）と連携しています。GitHubでアカウントを作って、特定の場所に書いてURLをセットすると自動的に読み込んでそのブロックが現れます。これがよいのは、これを使うとウェブAPIが呼べることです。これまでは、ある条件を満たしたらツイートするというようなことは大変でしたが、たとえば、物理的なデバイスと組み合わせると、「室温が何度だからエアコンを入れましょう」「雨だから傘を持って行きましょう」とか、そういったものがScratchでも作れるようになります。

■日本の子どもたちはコミュニケーション欲が強い

阿部——残念ながら、これまでフィジカルコンピューティングは、デバイスを持っていない限り共有できないので、それほど子どもたちの間で受けませんでした。それがウェブAPIを通すことで一気に広まる可能性があります。これまでもフィジカルなMindstorms（マインドストーム）、Cricket（クリケット）からバーチャルなScratchに至る流れがあり、それは子どもたちの興味関心の変化に合わせたものというのが、レズニック教授のおっしゃっていることです。Mindstormsはロボット好きの男の子にしか受けなかったのが、女の子のためにCricketを作った。物理的なものに依存しないでどんどん作れるようにScratchにしたという流れがあるわけです。子どもたちの興味関心は、これまではゲーム、アニメ、音楽でしたが、今はコミュニケーション、ソーシャルに移ってきています。それに対する布石だと私は考えています。

豊福——それは意外です。彼らが持っているコミュニケーションのスタイルは、やはりLINEのようなものですか。

阿部——掲示板を見ると分かります。Scratchの掲示板は全員匿名ですが、プライベートな場所はなく、書き込んだ内容はすべて公開されます。悪口を言わないとか、相手をリスペクトするといったユーザー・コミュニティ・ガイドラインがあって、それを守る限りにおいては、円滑に機能しています。いま掲示板で最大の問題は、雑談スレッドの乱立で、それに対して自治スレッドが立って「どうするか」とやっています。

掲示板の他に作品を展示するスタジオがありますが、その掲示板システムでも会話を続けています。日本の特殊性として、作品の数よりも圧倒的に掲示板の書き込みが多い。これは定量的にも明らかです。世界のユーザー数が約928万人に対して、日本のユーザー数は約7万1,000人で0.77%しかいないのに(2016年1月現在)、掲示板の投稿数は、ドイツ語、スペイン語、フランス語、中国語、韓国語に比べて圧倒的に多く、4万2,000件を超えています。重要なのは、トピック数にあまり差はないのに、書き込み数が圧倒的に多いことです。ということは、立ててすぐに捨てられるトピックが少なく、一度トピックが立つと、それに対してみんな熱心に書き込んでいるということです。

豊福——先進的な一部の学校を除いて、今の普通の学校では子どもにデジタル・コミュニケーションの手段を与えるということ自体、考えられません。学校の側は、そういったデジタル・コミュニケーションの手段に対して、昔より排他的になっています。

阿部——そういう動きがあるのは感じます。最近、日本版チャータースクールのようなところでやっていくほうが楽だということもあります。政府の宣言の中に民間企業やNPOと連携しつつ、という文言が入っているのは、その含みだだと思います。課外学習で、民間ワークショップに行くというようなことも考えていると思いますが、それだと継続性がない。私が地方に行くと、巡回興行の映画や手品師と同じ扱いを受けますが、それと同じで何も変わりません。

豊福——もう少し子どもの側に引き付けた作り方や時間の使い方が提案できるといいですね。

阿部——確かに、どうやって入れるのかの議論は難しく、いつもそこで止まっ

図2 地域子どもクラブでのワークショップの様子



出所：阿部和広提供

図3 中学校の技術・家庭科で Raspberry Pi, Scratch, Arduino を活用



出所：NPO 法人 CANVAS 提供

てしまいます。2014 年の Raspberry Pi を 5,000 台配る話^{★5}が無意味だったのかというと、そうではない。今まで巡回興行だったものを、地方でやる人を育てることができました。コミュニティを作ることができたのは大きいです。つまり、民間を利活用するとしても、理念が分かったうえでやってくださる方が地方にポツポツできたことで、そこを中心にして学校と協力するようなことができます。実際に横須賀市や埼玉はそういう方向に行こうとしているので、そうなればいいと思います。

■プログラミングを問題解決の手段にするために

豊福——21 世紀型のスキルが議論されてきて、一方でアクティブ・ラーニングという話の中で、これがどう根付いていくのか。一時の流行ではなく、子どもたちの遊びやクリエイションに根付くような文脈を作ってあげたい。そのときに、これらはどう化けていくのでしょうか。

阿部——プログラム自体は目的ではなく、問題解決の手段です。たまたまその子にそういうリテラシーがあれば、こういうときにはそれを使えばいい。教科の枠組みをある程度取っ払えば、そういうこともできるようになります。これは、問

題解決型授業、PBL (Project Based Learning) に似ています。どんなものでも、まず何のために、なぜ、その子が、クラスが、社会がそれをやるのか、からスタートすべきだと思います。その時にリテラシー——最近フルーエンシー (fluency) と言うようになりましたが——が身につけていければいいということです。

豊福——小学生に町をつくらせる授業の話の聞いたことがあります。まず自分の家を作って、教室の好きな所に置かせる。みんなが好き勝手に置くとカオスになるので、「こんな町に住みたい？」と聞くと、みんな「いやだ」という。そこから自分の町の構造や社会的な機能に気がついて、そういったものを付け加えていくことで人間の社会が成り立っていることにつなげていく。その上の文脈として、たとえばプロジェクトがあって、その中に Scratch やフィジカルコンピューティングで作ったものが埋め込まれていくといいですね。

阿部——それは、アレグザンダー (Christopher Alexander) のパターンランゲージに通じる話です。近年では、ソフトウェアの世界でもパターンランゲージの重要性はすごく言われるようになっていて、単に再利用可能なモジュールとしてだけでなく、それが社会的にどういう位置づけなのかを見ていかなければならなくなっています。いま子どもたちのプログラムを見てみると、全くそのレベルに達していません。本当に高度 IT 人材を育成したいのであれば、社会の中におけるプログラムの位置づけを語る必要があります。プログラミングが成立するためには、その前に分析フェーズがあり、設計フェーズがあります。そういうことは全くない話になって、プログラミングの議論だけをしているのはナンセンスだと思います。

豊福——たとえば親がこういった活動に受容的で、子どもが興味を持てば援護射撃をするような恵まれた家庭では自然にできるのに、そういう文脈を持たない家庭の子どもに、どうしたら面白さや楽しさを促すことができるのか。もともと、学校の中にそういう文脈が仕込まれていて、先生が指導できなくても、学校の文化として引き継がれていけばよいのですが。

阿部——機会のない子どもにどうアクセスするかでは、公立学校や児童館で頑張っている所もあります。本を書いたことも大きかったと思います。Scratch の

コミュニティサイトに来た子の中にも、『わくわくプログラミング』★⁶が最初だったという子もいます。あの本の主張は、プログラムを書けば自分の興味や関心に従っているいろいろなことができるということです。Squeak のときもそうでしたが、本来は導入例題だった「ネコ歩き」がゴールにならないようにしたいです。

豊福——学校で積み重ねるノウハウは重要で、ある程度定着できたものは他の学校にとっても大きな布石になると思います。

阿部——デジタルのライフサイクルと違って、非常に時間がかかります。アラン・ケイは「死ぬまでに結果が見られない」と言いましたが、最近は死んでも無理かもしれないと、悲観と楽観を行ったり来たりです（笑）。

（2015年8月5日収録）

註

★1——子どもでも簡単にプログラミングができるよう考案されたプログラミング言語。コードを入力しなくても、命令の書かれたブロックを画面上で組み立てていくことで、遊び感覚でプログラムを組むことができる。2006年にMITメディアラボのミッチェル・レズニック（Mitchel Resnick）教授らによって開発された。<<https://scratch.mit.edu/>>

★2——1967年にシーモア・パパート（Seymour Papert）らによって開発された教育向けプログラミング言語。画面上で操作するタートル・グラフィックスを特徴とする。

★3——「ネコから逃げろ！ゲームを使ったスクラッチワークショップ」
<<http://swikis.ddo.jp/abee/77>>

★4——Scratch 1.4で、画面上である操作をすることで開発者モードに切り替わり、隠れていた開発環境（Squeak Smalltalk）が表示される。

★5——「Googleが日本のIT教育支援、5000台のRaspberry Piを提供へ、Schmidt会長も“授業”」<<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20131029/514542/>>

★6——阿部和広 [2013] 『小学生からはじめるわくわくプログラミング』日経BP社