

モノづくりへのリテラシー教育 ～教師のためのプログラミング学習事例から～

城西大学 栗田 るみ子

1. はじめに

1.1 教育の情報化

「教育の情報化」という言葉は1999年12月に内閣が打ち出したミレニアム・プロジェクトのトップに掲げられ、現在に至っている。当初は全ての公立小中高등학교等がインターネットに接続できることや、授業で教員および生徒がコンピュータを活用できる環境を整備することが挙げられたが、現在は「教育の情報化」が目指すものとして、次の3点に整理されている。

①情報教育

子どもたちの情報活用能力の育成。

(情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度)

②教科指導における情報通信技術の活用

情報通信技術を効果的に活用した、分かりやすく深まる授業の実現等。

③校務の情報化

教職員が情報通信技術を活用した情報共有によりきめ細やかな指導、校務の負担軽減等があげられる。

また、平成27年になると、次期学習指導要領に向けた検討を行っている中央教育審議会教育課程企画特別部会「論点整理」において、これからの子供たちには、「解き方があらかじめ定まった問題を効率的に解ける力を育むだけでは不十分」であり、「蓄積された知識を礎としながら、膨大な情報から何が重要かを主体的に判断し、自ら問いを立ててその解決を目指し、他者と協働しながら新たな価値を生み

出していくことが求められる」としている⁽¹⁾⁽²⁾。

とりわけ、プログラミングの指導に関しては、現在、高等学校ではプログラミング分野の履修率が約2割と低い現状から、全ての生徒がプログラミングを学ぶように取り組むとともに、中学校においては計測・制御に加えて動的コンテンツ等に関するプログラムを学ぶようにすること、小学校においてはプログラミングの体験的な学習機会を確保することなどが検討されている。

こうした情報教育の一層の充実により、これからの社会を生きる子供たちに、情報を単に受け止めるだけでなく、整理・分析し、まとめ・表現し、他者との協働で思考を深めたりして、物事を多角的・多面的に吟味し見定め、主体的に新たな価値を生み出す力を育むとともに、情報モラルを身に付け、情報社会に主体的に参画し創造していこうとする態度を育んでいくことが期待される。総括するとメディアリテラシーの定着である。

1.2 新しい学びの形とメディアリテラシー

日本語ワープロソフト「一太郎」とATOKを開発し、PCを日本人のための日本語ワープロとして販売台数をあげていったジャストシステムは、2012年事業育成をメインとする研究開発型企業「メタモジ」を設立し、通信教育事業へ参入した。2012年11月には、タブレットを使った小学生向け通信教育「スマイルゼミ」を始め、インターネットネイティブの小学生に、新しい文房具のタブレットを提供した。これは2013年に日経優秀製品・サービス賞で最優秀賞を受賞。第10回日本eLearning大賞では初等教育

クラウド部門賞を受賞するなど、多くの賞を受賞した。タブレットを使用したシステムは時代の波に乗り、2015年、全国の公立小学校の約8割、1万7000校で小学生向け学習支援ソフト「ジャストスマイル」が導入されている。2017年には小学生向け学習ソフトを発売している。

2. プログラミング

2.1 PCでプログラミング

コンピュータは、プログラムが必要であり、プログラムは、コンピュータに動作を指示する命令(instructions)のセットである。つまり、「入力されたデータを適切に処理して意図した出力を得る」ための手順を記述したもので、その手順を作成することをプログラミングと呼ぶ。

プログラムの概念は、【入力】→【処理】→【出力】となり、データ(data)をキーボードやマウス、ファイルなどから入力(input)し、入力されたデータは処理(processing)が行われて、出力(output)される。このデータと処理の2つを確実に理解することがプログラミングに基本的な且つ重要な学習となり、明確に指示を与える必要がある。

2.2 プログラム(手順)とは

プログラムに明確な指示を与えるために必要なことは、指示する手順が「論理的」でなければならない。論理的でなければ、プログラムは動作しないか、エラーを起こし意図した結果が得られない。また、「批判的」に考えることも重要で、作成したプログラムは論理的に正しいのか、意図した出力が得られるのか、処理は適切に行われているか、エラーが発生するケースは有り得ないかなど、多角的に検証する問題発見能力が必要となる。

これらは、コンピュータを使ったプログラミングにおいてだけでなく、何事においても必要なことである。

つまり、自分が考えた事、理解した事を適切に説明できるようになる練習がプログラム学習の第一歩と言える。

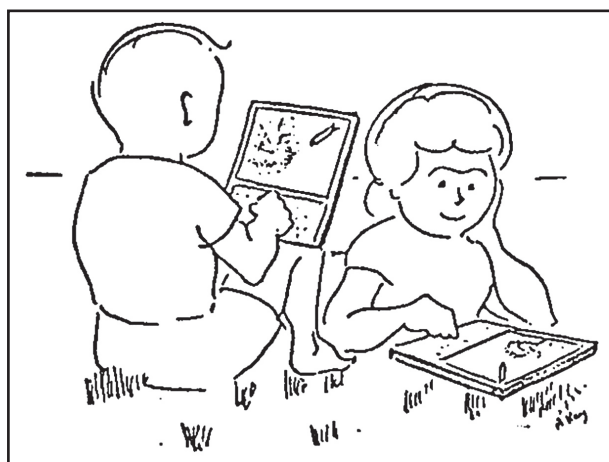
2.3 教育用プログラミング

さかのぼること、1967年、数学者で発達心理学者のシーモア・パパートは、コンピュータは情報処理だけでなく、子どもたちの教育に役立つと考え、教育用プログラミング言語の、タートル(亀)を動かして絵を描く「LOGO」を開発した。

LOGOは、コンピュータの画面上に「亀」を置き、亀が、命令にしたがって、画面上で動かすことができる。また、この亀の動きに沿って図形を描くこともできる。これが「タートルグラフィックス」で、タートルグラフィックスを根幹に置いたプログラミング言語である。1980年代にパソコンが普及し、このころから学校で盛んに使われている言語である。

また、1972年、米国のコンピュータ科学者であるアラン・ケイは、「A Personal Computer for Children of All Ages」⁽³⁾とし、ダイナブック構想を打ち立て、理想のコンピュータとは、*「対話型インターフェース(GUI: Graphical User Interface)*を搭載し、子供でも扱え、片手でも持ち運びが可能であり、低価格なパーソナルコンピュータ」と想定した。これは、ダイナミック(dynamic)なパーソナルメディアであり、本のようなものであるということから、ダイナブック(Dynabook)と名付けている⁽⁴⁾。

また、アラン・ケイは、子どもたちのコンピュータリテラシーの向上支援のため、簡単にプログラムが書けるビジュアルプログラミング「Squeak



ダイナブックを使い宇宙船のゲームで対戦するベスとジミー「あらゆる世代の子どもたちのためのパーソナルコンピュータ」より

図1 アラン・ケイのDynabook

Etoys」を作っている⁽⁵⁾。

これは一般ユーザー向けビジュアルスクリプト言語で、これを参考に開発された「Scratch」は現在多くの学校で使われ、2016年7月時点で、「Scratch」の世界の登録ユーザーは約1286万人、日本の登録利用者数は約11万1818人と急増している。

3. 教師教育へ向けたプログラミング学習事例

3.1 教員免許更新制講習への取り組み

教員免許更新制は、2009年から導入された。目的は、一定期間ごとに教員が技術や知識を獲得する機会が得られること、また教員の質を維持すること等である。

新指導要領では、小学校でプログラミングが必修化される。また、コンピュータを消費者としてではなく生産者として活用するためにも、プログラミング言語について理解を深めることが、これからの教員に求められている。

本演習は、2017年夏の教員免許更新制講習で教員の技術と知識の獲得へ向け、「コンピュータと会話しながらプログラミングに挑戦」のタイトルで開講した。学習の目的は以下の4項目である。

- ①インタプリタとの対話を体得する
- ②プログラミング的な思考の体験
- ③教科指導でプログラミングの可能性を理解
- ④プログラミングを身近に感じる

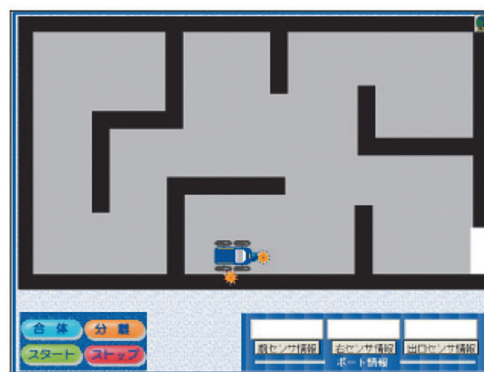
である。更に、プログラミング言語を英語などと同じような言語としてとらえ、プログラミングの仕組みや、プログラミング的な思考について体験的に修得していく。学校教育でどのように展開したらいいのかについても具体的なWeb教材を制作しながら理解を深める。実習には日本語でプログラミングのできる対話型のLOGO言語を使う⁽⁶⁾。

3.2 LOGO・マイクロワールドEX

LOGOは1967年に数学教育用プログラミング言語として開発された。現在は日本語のコマンドを使うことができるため、理解しやすく、思考力を伸ばしながら、プログラミングを体験することができる。

表1 基本命令

	LOGOでの命令 () 内は省略表記の命令	ロゴ坊での日本語拡張	例
前進/後退	forward (fd) / back (bk)	まえへ/うしろへ	カメの向いている方向へ100進む fd 100
右回転/左回転	right (rt) / left (lt)	みぎへ/ひだりへ	カメを右へ90度回転させる rt 90



手順は スタート
青い自動車、
もし 出口センサ情報 = " 出口あり「とまる」
もしどちらかを 右センサ情報 = " 右壁なし
「前へ 40 右へ 90 前へ 40」
「もしどちらかを 前センサ情報 = " 前壁あり
「左へ 90」「前へ 6」
まつ 2
スタート
終わり

図2 迷路ゲーム

また、マイクロワールドEXはLOGOを基本形として、タートル（亀）だけでなく、マルチメディア機能をプログラムで操作できるので、アニメーション制作やマルチメディア作品制作を通じて、プログラミングの基本を学ぶことができる。

基本的なLOGOの命令は表1に示すように、日本語である。図2は、迷路を車が通り、出口に向かうプログラムである⁽⁵⁾。

3.3 教材

教材1 スタックを考える

スタックは、最後に入力したデータが先に出力されるという特徴をもつ、データ構造の一種であり、

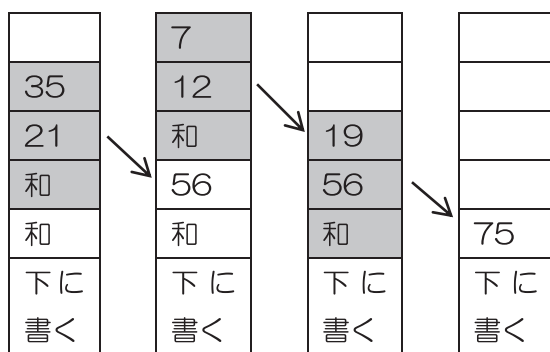


図3 スタック

プログラミングを学ぶ場合は必ず知っておきたい知識である。イメージとしては、本を机の上に積み上げるような構造で、新しいデータが一番上に追加され、データを出すときは一番上にある新しいデータが優先して出ていく。

このように、「最後に入った物が最初に出てくる」というデータの入出力方式は「Last In, First Out」あるいは「First In, Last Out」, 略して「LIFO」「FILO」と呼ばれる。小学生でも解答できるように、LOGOの「和 (sum)」命令を使って学習する。まず、四則演算を学ぶ。LOGOの四則演算で「和 (sum)」の命令は2つのインプットしか持てないので、2つ以上の場合には工夫が必要となる。スタックのイメージを図3に示す。

例題1

10と20の2つの場合と10と20と30の3つの場合の式は以下の通りである。

四則演算をLOGOで書き解答する時の式は以下のとおりである。

1) 10+20の場合

下へ書く (show) 和 (sum) • 10 • 20

2) 10+20+30の場合

下へ書く (show) 和和 (sum) • 10 • 20 • 30

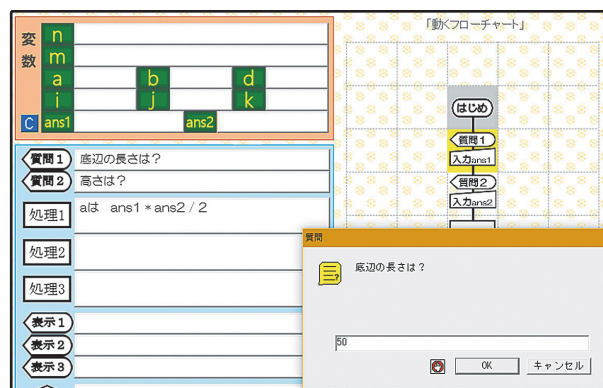


図4 動作画面

教材2 動くフローチャート

フローチャートはアルゴリズムを視覚的に表現するのに効果的であるが、フローチャートが考えたとおり動作するかどうかは、実際にプログラムを検証する必要がある。「動くフローチャート」は、画面上で部品を組み合わせて表現したフローチャートを、実際に実行させて検証することができる。図4は計算プログラムの動くフローチャートの動作画面である。

- ①「はじめるブロック」をクリックすると処理が始まり、「質問1ブロック」で質問を表示し、入力を求める。
- ②「処理1ブロック」では自動的に計算処理をおこない、変数aに結果が入力される。
- ③「値の表示 (a) ブロック」で、面積が表示される。(変数aに記憶された値)
- ④「OK」ボタンを選ぶと、再度フローチャートが動き出し、「おわりブロック」で処理が終了する。

4. おわりに

教員免許更新制度は、それまで無期限であった普通免許状を10年間の期限を設けることによって、教師がその時代に必要とされる資質能力を身に付けさせるために始まった制度である。

本講座は6時間の選択科目であり、30名の教諭（小学校、中学校、高校、特別支援学校）がプログラミング手法をビジュアルプログラミングLOGOで学ん

だ⁽⁶⁾。

パソコンネイティブと言われる児童生徒たちが学ぶプログラミング学習は、特に他教科との区別なく学ぶ教科の1つであると言える。

近年、英語教育は、グラマとリーダーとコミュニケーションで組み立てられているが、同様に、プログラミング教育においても、グラマとリーダーとコミュニケーションの3分野から成り立っている。いずれも言語教育である。

プログラミング教育では、働きかけたこと（入力したこと）に対して、「どのようなメッセージが返ってきたのか」、「コンピュータはどのような処理をしたか」、「自分の意図が通じたのか」を試行錯誤し体験させることに終始する必要がある。地道にこの作業を続けることで、次の学びのステップとして、自ら解説書を読み、他者が作り上げたプログラムに興味を持ち読み始めるのである。解説書や他のプログラムとのコミュニケーションが学びの過程においては、「気づき」、「発見」、「喜び」となる。

以下、プログラミング教育の一斉授業での授業方法について注意すべき点を紹介する。

①プログラムはみんな違ってあたりまえ

学習者の会話の相手はコンピュータであり、気づいたり、発見したりするタイミングが異なる。結論に繋がる経過も異なる。だから、「みんな同じでなくていい」ということが学びのキーワードとなる。

②自学自習が基本的な学びの形

プログラミング教育は基本的には個々のペースで学ばせることが効果的である。よって、的確な予習復習のためのたくさんの教材が必要となる。

提示するファイルは「説明」→「自学自習」→「まとめ」の単純なスタイルがベストだ。自学自習中は進度も、つまづいている場所も異なる。「自学自習」時の教員の役割は、「はげまし」や「喜びの共有」だけでよい。

③学習時のお互いの自然な話し合いが大切

PCに向かっていても、同じ時間に同じ場所で学んでいるのだから、他の画面の変化は共有しアドバイスを与えあう学びが大切となる。学びは、「個」から「複数」へ、そして「集団」へと変化していく

ものである。

④コンピュータも先生

インタプリタは、入力に対して出力する、「それは、間違いだ」と先生が教えなくても、インタプリタからの出力で、学習者自身が確認できる。また、意図した結果が得られるか否かで解答を得る。コンピュータは学習者の働きかけに対して的確に反応してくれる先生でもある。

⑤「正解」だけが「正解」ではない

プログラムは「正解」が一つとは限らない。書かれたプログラムは個性が出て、他者と同じ解答であっても、効率的な書き方であれば学びの刺激となるのである。

第4産業革命と言われる今日、パソコンでモノづくりが定着しつつある。今後どのような「モノづくりリテラシー」が必要か研究を進める。

<参考文献>

- (1) 文部科学省「教育の情報化ビジョン」の公表：http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1387269.htm (2017/10)
- (2) 文部科学省「2020年に向けた教育の情報化」：http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1369516.htm (2017/10)
- (3) アラン・ケイ：A Personal Computer for Children of All Ages, 1972
- (4) アラン・ケイWeb：<https://www.mprove.de/diplom/gui/kay72.html> (2017/10)
- (5) ICT教育活用研究所：<http://www.el-labo.jp/microworld.asp> (2017/10)
- (6) 栗田るみ子、山本恒：コンピュータと会話しながらプログラミングに挑戦、「城西大学更新制講習」(2017)