

B分類でのプログラミング教育サイト（ビスケット）デモ ～プログラミングと教科での経験学習“EXLIPS”の流れ～

竹林芳法^{†1}

概要：2016年8月から3年間、小学校教員の立場で、2020年から実施される小学校の教科内でのプログラミング教育で使用するための教材研究を行ってきた。事例の大部分はビジュアルプログラミング言語ビスケットを活用したものである。ビスケットを活用したB分類のプログラミング事例サイト制作に取り組み、2019年6月9日に公開した。筆者がSSS2017のポスターセッションで発表した内容をさらに発展させ、3分程度で作成できるB分類でのプログラミング事例デモと、公開しているビスケットを用いた小学校プログラミング教育事例サイトを紹介する。

キーワード：小学校プログラミング教育、B分類、ビスケット、経験学習、HTML&CSS

Demonstration of an Original Site about Programming Education in B Classification ~Practice Examples of Experiential Learning in Programming & Subjects~ ("EXLIPS")

YOSHINORI TAKEBAYASHI^{†1}

Abstract: Since August 2016, for three years, under the position of an elementary school teacher, we have been conducting research on teaching materials for use in programming education in the subjects of elementary schools, which will be implemented from 2020. Most of the examples use the visual programming language "viscuit". I worked on the creation of a programming example site in B classification using biscuits and released it on June 9, 2019. I will further develop the contents presented at the poster session of SSS 2017 by the author and introduce programming case demos in B classification that can be created in about 3 minutes, and an elementary school programming education case site using viscuit that are open to the public.

Keywords: Programming Education in Elementary School, B classification, viscuit, Experiential Learning, HTML&CSS

1. はじめに

小学校でのプログラミング教育は、2018年3月に公開された「小学校プログラミング教育の手引（第一版）」によってA～Fに分類された。筆者はそのB分類「学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等を指導する中で実施」におけるプログラミング教育に焦点を当てた。特徴は①経験学習の考え方を参考にしていること②授業の流れの一般化を試みていること③ビジュアルプログラミング言語「ビスケット[a]」の活用の特化していることの3点である。本研究は「ビスケットによるプログラミングと教科での経験学習」(Viscuit Experiential Learning in Programming & Subjects (※以下“V-EXLIPS”と呼ぶ))の事例をまとめた自作サイト(HTML)の紹介と、その事例をライブコーディングするデモ・セッションである。

筆者は、2016年8月より、小学校の教科内でのプログラミ

ング教育を行う研究に取り組んできた。その中で出会ったビスケットに可能性を感じたのは、覚えるルールが少なく、限られた時間を純粋に教材研究の視点に集中できたからである。本研究で紹介するサイトには、学習指導要領との関連や経験学習のサイクルを参考にして、ビスケットでのプログラミングを活用した授業の素案を添付した。B分類でプログラミングを教科内に日常的に組み込めば、教員や児童がプログラミングに触れる時間が増え、成功体験としてのプログラミング原体験をより獲得できると考えている。

2. ビスケットのプログラミングとプログラミング教育で活用するメリット

ビスケットによるプログラミングは、「メガネ」とよばれる仕組み一つである。これだけで単純なプログラムからとても複雑なプログラムまで作れる。

図1でビスケットのプログラミングを簡単に説明したい。ビスケットの「メガネ」の仕組みを一言で言うと、「左の状態から右の状態に移行する」という命令を実行するものである。①では左右のメガネに赤い三角形が入れられている。右のメガネでは、左のメガネに比べ、右方向にオフセットし

*†1 白杵市立福良ヶ丘小学校

[a] 合同会社デジタルポケットが提供するビジュアルプログラミング言語

[b] MITメディアラボが提供するビジュアルプログラミング言語



図1 ビスケットの基本命令

て置かれている。このプログラムを実行すると、ステージ上の赤い三角形が右方向に移動する。②は①に比べ、赤い三角形のオフセット量が大きくなっている。左右の差分が大きいと移動スピードが速くなるしくみである。③ではステージ上に赤い三角形を置いている。メガネには、左に赤い三角形、右に青い丸が入れている。このプログラムを実行すると、④のように、ステージ上の赤い三角形が青い丸に変換される。ビスケットでのプログラミングは、こうした簡単な命令の組み合わせであり、命令の工夫やメガネの数を増やせば複雑なゲームも作ることが可能である。命令は常時全部実行であり、順番を考える必要がない。メガネを1つ付け加えれば、すぐに実行結果に反映され、45分という小学校の授業時間においても、トライアル&エラーの経験と成功体験を短い時間で繰り返すことができる。このことは、教員サイドにも言え、限られた時間で教材研究する場合にも大きなアドバンテージとなる。児童も教員も使用しやすいツールであることが、筆者がビスケットでプログラミング教育を進めてきた要因の1つである。

3. V-EXLIPS の背景やねらい、設計と具体例等

3節では、本研究が提案する「ビスケット」を使用した「プログラミングと教科での経験学習 (V-EXLIPS)」の背景やねらい、設計と具体的な教材・授業計画や実践を紹介する。

3.1 本研究の背景とねらい

本研究は David.A.Kolb の経験学習[3][4]の学習サイクルの基本的な4つの段階 (図2) を参考にしている。以下、図1の経験学習の学習サイクルと4つの段階をもとに、まず、本研究の背景とねらいを説明していく。

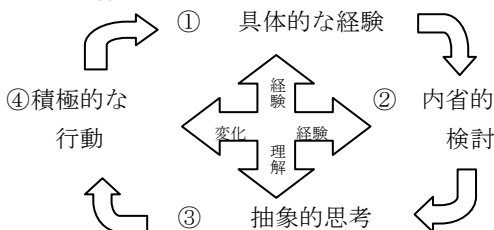


図2 経験学習の学習サイクルと4つの段階[6]

第1段階…具体的な経験 (新しい経験との出会いや既存の経験の再解釈)

②第2段階…内省的検討

(自分自身の経験を様々な観点から振り返る)

③第3段階…抽象的思考

(他の状況でも応用できるよう、一般化、概念化する。)

④第4段階…積極的な行動

(新しい状況下で実際に試す。)

Kolb は第4段階の積極的な行動では、学習者は自分のアイデアを適用して、次に経験する外観に変更があるかをどうかを確認し、全てが次の具体的な経験につながると述べている。そして、これは短期間または長期間に亘っておく可能性があるとして補足している。さらに、本物の学習経験には以下のA~Dの特定要素が必要だと述べている。

A.知識は継続的に個人的経験と環境の経験を通し得られる。

B.学習者は経験に積極的に参加する意思があり、経験を振り返ることができなければならない。

C.学習者は経験を概念化するための分析的なスキルを所有し使用しなければならない。

D.学習者は、経験から得た新しいアイデアを使うために意思決定と問題解決のスキルを持っていないなければならない。

本研究の背景には、このような経験学習のサイクルを小学校でのプログラミング教育に取り入れることができれば、ある程度、プログラミングを取り入れた授業スタイルの定型化が可能になるのではないかと仮説がある。そして本研究のねらいは、先に述べた小学校でのB分類のプログラミング教育において、ツールとしてプログラミングを活用し教科の学びを深め、同時にプログラミング的思考を養うことである。覚えるルールが少なく短時間でトライアル&エラーを繰り返すことができる「ビスケット」は、この2つのねらいを両立するのに最適だと考えている。

3.2 本研究の設計

ビスケットのリソース元である合同会社デジタルポケットが実施する「ビスケットファシリテーター講習」を2度受講済みである。同社が提供するプログラミングワークショップページ「学校でビスケット3」によるワークショップは参加者の満足度が高いものとして定評がある。ファシリテーター講習のマニュアルの内容に沿って「学校でビスケット3」のワークショップを実施すると、思い通りにできた喜びや発見で子どもたちの目がとても輝く。このカリキュラムの優れた点を分析した結果、経験学習のサイクルが含まれていることが分かった。本研究の基本設計は、経験学習のサイクルを教科内でのプログラミング教育に融合するものである。

3.3 「学校でビスケット3」の分析

①△のレッスン (図3)

<参加者の学習サイクル:経験学習の第1→2→3→4>

ビスケットが初めての人が、△を上下左右に動かしたり、スピードを変化させたりして、プログラミングを経験する。

(具体的な経験) ファシリテーターが問いかけ参加者は動きや速さの命令を一般化する (内省的検討→抽象的思考).
 様々な動きや速さの命令にチャレンジする(積極的な行動).

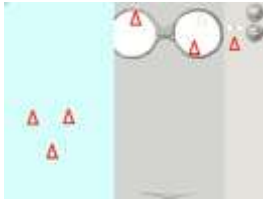


図3 三角のレッスン (「学校でビスケット3」)

②魚のレッスン (図4)

<参加者の学習サイクル:経験学習の第2→3→4→1段階>
 ファシリテーターの問いかけで、△のレッスンを想起し(内省的検討) メガネのルールをふりかえり (抽象的思考) メガネを複数使ったりして向きや種類が違う魚を動かす命令を試みて (積極的な行動), 様々な魚の動きと命令を体験する (具体的な経験).



図4 魚のレッスン (「学校でビスケット3」)

③おばけのレッスン (図5)

<参加者の学習サイクル:経験学習の第2→3→4→1段階>
 ファシリテーターの問いかけで「おばけ」の動きを想起し (内省的検討)メガネのルールをふりかえり(抽象的思考), めがねを複数使って新しい動きを試みて (積極的な行動) 「おばけ」と動き命令を体験する (具体的な経験).



図5 おばけのレッスン (「学校でビスケット3」)

④バクバクレッスン (図6)

<参加者の学習サイクル>経験学習の第2→3→4→1段階
 ファシリテーターの問いかけで「パックマン」の動きを想起し (内省的検討)メガネのルールをふりかえり (抽象的思考) めがねを複数使い新しい動きを試みて (積極的な行動) 口の開閉の動きと命令を体験する (具体的な経験).



図6 バクバクレッスン (「学校でビスケット3」)

⑤「ビスケットランド」(図7)

<参加者の学習サイクル>経験学習の第1→2→3→4段階
 動きや命令を理解した参加者が,初めて描画に取り組み (具体的な経験), 1~4の動きを想起し (内省的検討) メガネのルールをふりかえり (抽象的思考) オリジナル図柄の動きと命令を体験する. (積極的な行動) 全員のプログラムを鑑賞しながら (具体的な経験) 他の人のプログラムを想起し (内省的思考) 新たな描画と動きを考え (抽象的思考) 別のオリジナル図柄の動きと命令を体験する (具体的な経験)

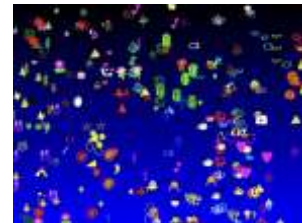


図7 ビスケットランド(海)(「学校でビスケット3」)

「学校でビスケット3」は約30分~50分位の時間を基本とするが,下は3,4才から大人まで幅広く好評である. 経験学習の学習サイクルで捉えると, Kolbが述べているように, 短時間で4段階を繰り返していることがわかる. また, ビスケットは覚えるルールが少ないため, 本物の学習経験に必要なA~Dの特定要素もクリアできている.

3.4 B領域でのビスケットを活用した教科学習 (「V-EXLIPS」) の設計意図

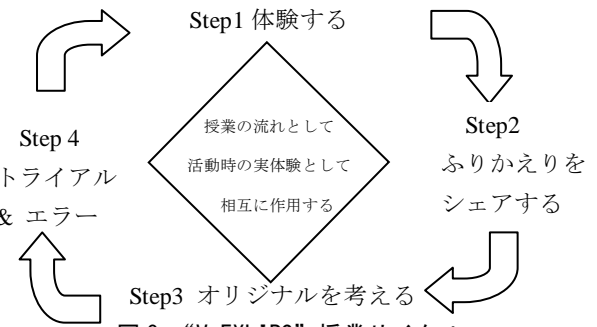


図8 「V-EXLIPS」授業サイクル

※Step4では, 学習者は試行錯誤しながら自分のアイデアをまとめていく. この作業は新たな「体験する」につながる. 上記のサイクルは, 授業の流れの枠組みとしてだけ作用するものではない. 授業の積み重ねの流れの中で長期的に, さらに活動時の実体験としても短期的・瞬間的に発生しうるサイクルである.

「学校でビスケット3」には経験学習のサイクルが含まれるという分析をもとに, 3.4では, ビスケットによるプログラミングと教科での経験学習を構想する.

図8はV-EXLIPSの設計図である. 授業の流れを4Stepにまとめている. まず, Step1で教科の学習をベースに, モデルプログラムの視聴と作成を体験する. 次に Step2では, その体験を短時間でふりかえり, 他の児童とそれをシェアする. そして Step3では, ふりかえりをもとに, オリジナルプログラムを考え, Step4のトライアル&エラーに移行する. Step3とStep4は交互に行き来するものであり, これはさらに Step1にも移行する. これが, 経験学習のサイクルを取り入れた, B分類でのビスケットを活用した教科学習 (V-EXLIPS) である. こうした設計意図のもと, 学習指導

要領に照らしたねらいを設定し、B分類における教科内でのプログラミング授業の流れを一般化する試みを行い、自作サイトにまとめた。教科にプログラミングを組み込んだ授業を日常的に取り組むには、だれもが実践可能な事例がより多くあることが望ましい。覚えることが少なく、児童も教師も取り組みやすいビスケットでB分類でのプログラミング事例サイトを制作したのはそうした理由である。情報活用能力の育成が「読み書きそろばん」と同列に位置付けられた今、「児童がプログラミングに触れる機会」をより多く確保し、「新たな学力保障」をしていくのが公教育の責務である。サイトで紹介している多くの事例が45分で実施可能である。大まかな授業の流れを定めて継続的に行うことは教員サイドの準備の負担低減にもつながり「授業準備がしやすい=実践の回数が増える」という公式も見える。誰もがわかりやすい「ユニバーサルデザインの良さを取り入れた授業づくり」でも有効である。

3.5 V-EXLIPS 実践事例と学習指導要領との関連



図9 小2算数 敷き詰め模様プログラム

ビスケットによるB分類でのプログラミングと教科での経験学習“V-EXLIPS”実践事例について具体例を挙げる。色紙を使って直角三角形を作って敷き詰め模様をつくる小2の活動である。この単元は、ハサミや定規の使い方の習熟度にもより、「連続性のあるきれいな模様を作る」というねらい通りにいかないことがある。コンピュータ上での手書きの描画であれば、何度でも手軽にやり直しや改造ができ、正確に並べる作業は、正しいプログラムを組めばコンピュータが行ってくれる。この活動は、表1算数の欄にあるように、直角三角形と正方形の組み合わせると美しい模様がどこまでも続くことと、プログラミングの欄にあるようにコンピュータの便利さを同時に学べる活動である。また、表2にあるように、新学習指導要領の3本の柱に基づくねらい・評価基準や授業の流れ(表3)も設定している。

表1 学習指導要領との関連

教科等	関連とコメント
算数	学習指導要領解説算数編[5]/第2章/第2節/2各領域の内容の概観/B「図形」で育成を目指す資質・能力/④図形の性質を日常生活に生かすこと…では、「図形を構成する要素に着目して見出した性質を基に、それが日常生活に活用できないかを考えることを指導する」とある。正方形、直角三角形の敷き詰め模様をプログラミングで作成する活動を通して、図形のもつ美しさに気づき、日常生活に生かす資質・能力を養う活動である。
プログラミング	学習指導要領解説総則編[6]/1主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善/(3)コンピュータ等や

	教具・教材の活用、コンピュータの基本的な操作やプログラミングの体験/児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身につけるための学習活動…には「また、小学校においては、特に情報手段の基本的な操作の習得にかんする学習活動及びプログラミングの体験を通して論理的思考力を身につけるための学習活動を、カリキュラム・マネジメントにより各教科等の特質に応じて計画的に実施することとある。この活動は、作るためにどのような組み合わせが必要であり、1つ1つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのかといったことを論理的に考えていく力を育成する活動である。
--	--

表2 学習指導要領の3本の柱に基づくねらい

【知識・技能】

視点	ねらい・評価基準
教科として	正方形や直角三角形を描画してコンピュータで敷き詰めるプログラムを作る活動を通して、直角三角形が2つで正方形が作れることがわかり、出来上がるもようの美しさを感じ取ることができる。
プログラミング教育として	手作業だと大変な作業でも、一定の手順で作業を行うプログラムを組めば、一瞬で実行できるというコンピュータの便利さに気づくことができる。

【思考力・判断力・表現力】

視点	ねらい・評価基準
教科として	直角三角形や正方形を構成する要素に着目し、構成の仕方に見通しを持っている。
プログラミング教育として	縦と横に順番に図形を置くプログラムを完成させるために、どのような組み合わせが必要であるかを論理的に考えている。

【学びに向かう力・人間力】

視点	ねらい
教科として	個人やペア・グループなど学習の形態を変え、友だちの考えから学ぶとともに、算数の図形の学習の様々な学習の仕方を体験し、よりよい学習方法を探っていこうとしている。
プログラミング教育として	図形の学びにプログラミングを取り入れる活動を通して、コンピュータの便利さを学習に生かし、自らの思考プロセスなどを客観的に捉えている。

3.6 V-EXLIPS 授業の流れとプログラム解説

(1) 算数「しきつめもよう」

前述の敷き詰め模様プログラムの資料の続きである。授業の流れを3.4の設計意図のもと、ステップ1~4(表3~表6)に一般化した。

表3 ステップ1:「体験する」(約15分)

流れ	時間	活動内容	教師の動き	指導上の留意点
体験する	15分	教師によるデモを見ながら、しきつめもようプログラムを作ってみる。	直角三角形と正方形の特徴を確認し、しきつめもようのデモをする。	辺同士ぴったりくっつけしきつめをおさえる。

表3のステップ1は経験学習のサイクルでいう「具体的経験」がこれに当たる。授業のスタートは、教科の学習内容を想起し、「学校でビスケット3」であらかじめ準備されたパーツを組み立てるところから始まる。このステップでは、児童はプログラムに集中し、その動きと命令の具体的体験をする。ステップ3と4の時間を確保し、活動を充実させるためにステップ1は15分程度で行う。これは経験学

習の「具体的な経験」に相当する。

表4 ステップ2:「ふりかえりをシェアする」(約5分)

流れ	時間	活動内容	教師の動き	指導上の留意点
ふりかえりをシェアする	5分	モデルプログラムを作った中でどんなことが起こったか、教科やプログラミングの視点でふりかえる。	板書やワークシートでポイントを整理する。オリジナルを作ることを知らせ、児童の感想や疑問の発言を促し、児童の関心意欲を高める。	活動の目的等を把握できていない児童がいないか確認する。

表4の「ふりかえりをシェアする」では、どんなことが起こったかを、教科やプログラミングの視点でふりかえり、全体でシェアする。命令の理解を促し、ステップ3でオリジナルを考える際の創作意欲につなげる。これは、経験学習の「内省的検討」に相当する。

表5 ステップ3:「オリジナルを考える」(5分)

流れ	時間	活動内容	教師の動き	指導上の留意点
オリジナルを考える	5分	自分が作りたいしきつめもようを使用する形を決定し、ワークシートなどにメモする。	敷き詰められた模様の写真等を準備し、ポイントを板書したり配布したりする。机間指導で児童の進捗状況を把握する。	決定に時間がかかっている児童には、作りやすいモデルを提案し、活動を促す。

表5は、ステップ1で体験したプログラムの命令や仕組みを、自分のオリジナル作品に応用し、概念化する。この活動の際に、学級での学びあいを促進し、ステップ4のトライアル&エラーにつなげる。これは経験学習の「抽象的思考」に相当する。

表6 ステップ4:「トライアル&エラー」(20分)

流れ	時間	活動内容	教師の動き	指導上の留意点
トライアル&エラー	20分	オリジナルのプログラム作成に取りかかる。早くできた児童はワークシートにまとめを書き、友だちのサポートに回る。交流はその都度行う。	机間指導で児童の進捗状況を把握する。紹介したプログラムを見つけたら全体に声かえをして紹介する。	ワークシートは教科についてのふりかえりとプログラミングのふりかえりの両方が簡潔に記入できるものにする。

表6のステップ4はステップ1~3を想起し、試行錯誤しながらオリジナル作品を完成させる活動である。作業進度に差が生じるが、児童がそれぞれ到達した地点がゴールである。早く終わった児童は、他の児童のサポートに回ったり、更に試行錯誤して作品をブラッシュアップしたりする。教科とプログラミングの視点からワークシート等でふりかえりを行い、次の活動への意欲につなげる。これは、経験学習の積極的な行動に相当する。なお、ステップ3、4は厳密には分かれておらず、交互に繰り返されるものである。

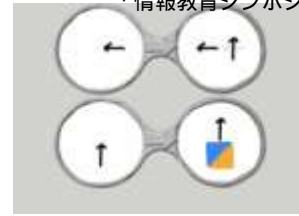


図10 敷き詰め模様プログラムの命令

図10は3-5で紹介した敷き詰め模様のプログラムの解説である。プログラムはたった2つの命令できている。

図10上段のメガネは、上向き↑を左へ1マスずつ置いていくプログラムである。下段のメガネは、上向き↑が、1マスずつ上昇しながら直角三角形を2つ組み合わせた正方形の模様を置いていくプログラムである。

(2) 総合的な学習「faxのしくみ」(図11~17)

ほとんどの人にとって、普段使用している電化製品の仕組みを考えることは稀であろう。しかし、それは関心がなだけで、仕組みがわかっているからではない。機械の仕組みを再現するプログラムを組むことで、その仕組みについて深く学べるのではないかとこの発想から「faxプログラム」(図11~17)は生まれた。総合的な学習の「探求的な学習の中にプログラミングを組み込む」活動である。

ランレングス符号や M.H 符号等の圧縮技術は省いているが、「F」と書かれた紙を模したパーツの集合を送信側で「黒」を「1」、「白」を「0」に置き換え、読み取ったデータを送信、受信側で「1」「0」というデータを再度「黒」「白」に変換する仕組みの再現を試みている。特筆すべき点は、ビスケットがたった8つの命令(メガネ)でコンピュータ上にこのような仮想faxを表現できることである。(授業を実施する際の流れ等は、付録に記載しているURLから参照)



図11 faxプログラムのステージ配置

図11の白黒の部分が送信する紙、紫の部分は送信側fax、ピンクの部分は受信側faxを表現している。

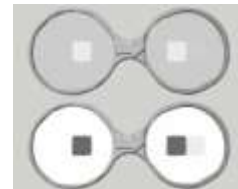


図12 紙送りプログラム

図12は白と黒が1マスずつ左に動く「紙送り」である。



図13 送信時の瞬間の様子

図13は白が0に変換された瞬間である。

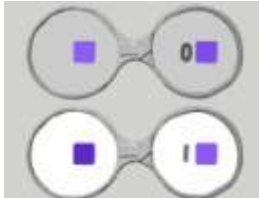


図14 送信側プログラム解説

図14は紫の部品の下を白が通過したら0を送信し、黒が通過したら1を送信するという命令である。

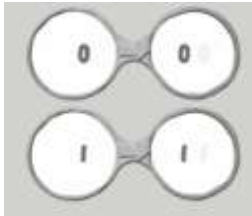


図15 データ移動プログラム

図15はデータ(0,1)が左に1マスずつ移動する命令である。



図16 受信時の瞬間の様子

図16では、図13と逆で0,1が白、黒に変換されている。

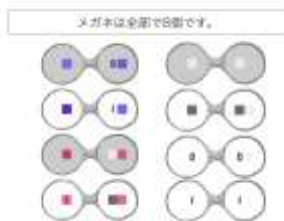


図17 faxプログラムの全命令(メガネ8つ)

このように、教科の学びとプログラミングの楽しさを、驚きと発見を大切に体験してもらいたいと願う。

3-7 授業実践例

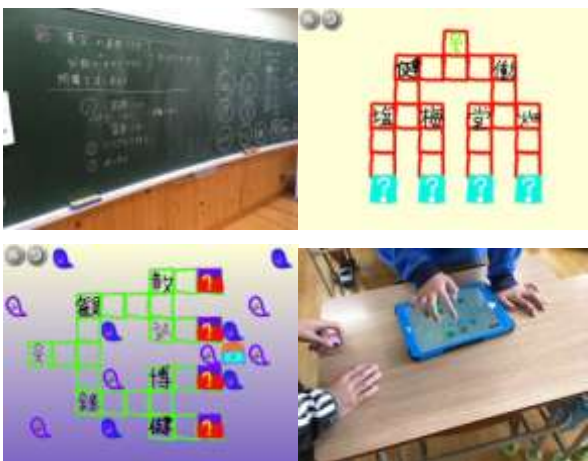


図18 4年生「画数迷路プログラム」(2018年11月実施)
対象：4年生34人 内容：ペアでiPad1台を使い、画数の調べ学習を行ったのち、画数が多いほうへ曲がっていくと正解が出る「画数迷路プログラム」を作成した。

調べ学習,ペア学習,プログラミング,全体共有などの活動を通して「主体的・対話的で深い学び」が実現できた。



図19 特別支援学級での実践

九九カードプログラム(左)

対象：小2(知的学級：2018年秋実施)

筆順プログラム(右)

対象：小2(情緒学級：2019年6月実施)

いずれの児童も学習に対して消極的な面があるが、プログラミングにより学習の意欲が増し、理解が深まった。

おわりに

小学校のプログラミング教育で筆者が推奨するツールはビズケットであり、ビズケットによるB分類でのプログラミングと教科での経験学習“V-EXLIPS”をここに提唱する。本研究で制作したサイトでは、国、算、理、社、外国語、総合的な学習、音楽、図工、道徳で合計約30例、掲載している。プログラミングの授業の流れを一般化し、トライアル&エラーの時間を充分確保できれば、B分類で行える教材研究が更に進んでいくと考える。本研究が今後の小学校プログラミング教育の一助となれば幸いである。

謝辞 2016年8月より現在まで、messenger等でアドバイスしていただいた皆様、FBの「プログラミング教育」「ビズケットプログラミングテクニック」「『プログラミングで学ぶ』教材研究」「『Progateで学ぶ』→作る研究会」で助言や励ましの声をくださった皆様、著者の取り組みを紹介してくださった皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] David A. Kolb Experiential Learning (経験学習) (2015) Experience as the Source of Learning and Development. 2nd Edition Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- [2] David A. Kolb, Kay Peterson, 中野真由美[訳] 最強の経験学習 (辰巳出版)
- [3] 学習指導要領解説算数編 (文部科学省)
- [4] 学習指導要領解説総則編 (文部科学省)
- [5] 学習指導要領解説総合的な学習編 (文部科学省)

付録: サイト URL



Progate[d]でHTML&CSSを学び、github[e]上でサイト制作を進め、2019年6月からサイトを公開している。

<http://tkby.github.io/Learning-by-Visuit.github.io/>

* [d] 株式会社 Progate 提供のオンラインプログラミング学習サービス
* [e] Microsoft 傘下 Github 社の提供ソフトウェア開発プラットフォーム