

Vol. 123

## CONTENTS

【コラム】プログラミングの面白さを伝えるには…松浦 敏雄

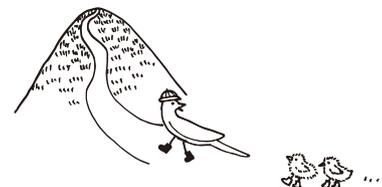
【解説】未就学児を対象にしたプログラミング教育—ビスケット (Viscuit) を使った幼稚園の取り組み—渡辺 勇士

【解説】ジェンダーインクルーシブなプログラミング教材の開発—視覚化を通してデータを感じるプログラミング—吉田 智子・有賀 妙子・真下 武久



## COLUMN

### プログラミングの面白さを伝えるには



初等中等教育でのプログラミング教育に注目が集まっています。以下では、主として高校でのプログラミング教育を想定して、プログラミングの面白さを伝えるにはどうしたらよいかについてお話しします。プログラミング教育の目的は、プログラミングの面白さ・難しさ（思い通りに動かないなど）を体験することを通して、コンピュータの本質に近づくことと考えています。具体的な目標は、自ら簡単なプログラムを組めるようになることです。この目的を少ない授業時間（50分×10回程度を想定）で達成するための具体的な方法を提案します。

- (1) 学習内容を絞る：プログラミング言語の良し悪しはここでは触れません。どの言語であっても、とにかく学習項目を絞ることが重要です。条件分岐と繰り返しさえあれば、（プログラムで書けるなら）どんなプログラムも書けます。この2つの制御構造に変数の使い方を合わせたものが最小限の学習項目でしょう。これに加えて乱数や図形描画などを導入すると生徒のモチベーションを高めるのに役立ちます。授業時間が50分×10回程度なら、これ以上、学習項目を増やしてはいけません。
- (2) 授業の方法：例題の説明と、それを応用した演習問題をセットにして、これを繰り返します。多くの演習問題に取り組む方がよいですが、時間がない状況では無理をせず、考える時間を与えることが大切です。早くできた生徒のために、発展課題を用意しておくともよいでしょう。デバッグの難しさを経験することも大切です。これを乗り越えてプログラムが思い通り動いたとき誰もが感動します。この体験を繰り返して面白さを感じてもらうことが大切です。
- (3) サポート体制：演習中は適切な助言が必須です。ティーチングアシスタントなどのサポート体制が重要ですが、現実には担当教員が頑張るしかないかもしれません。

10数年の私たちの経験では、70～80%の学生がプログラミングは面白いと感じてくれています<sup>1)</sup>。今も文献<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>のような授業資料を用いた授業で同様の結果が得られています。授業時間がもっと使える場合は、データ構造やファイルIOなどを扱うこととなりますが、適切な例題と練習問題を用意して、十分に時間をかけることが大切です。学習項目を増やすと、学生のモチベーションを維持するのが難しくなります。この点は私たちも四苦八苦しているのが現状です。今後、この状況の改善方法を見出したいと考えています。

#### 参考文献

- 1) 西田知博 他：初学者用プログラミング学習環境 PEN の実装と評価、情報処理学会論文誌、Vol.48, No.8, pp.2736-2747 (2007).
- 2) 松浦敏雄：プログラミング基礎 (DNCL) 授業資料、<http://wpen.asl2.net/pp/> (2021/08/13 確認).
- 3) 松浦敏雄：プログラミング基礎 (Python) 授業資料、<http://wpen.asl2.net/python/> (2021/08/13 確認) (Google Colaboratory への登録が必要).

松浦敏雄（大和大学理工学部）（正会員）

1979年大阪大学基礎工学部情報工学科助手、1992年同大学情報処理教育センター助教授、1995年大阪市立大学学術情報総合センター教授、2020年大和大学理工学部教授。大阪市立大学名誉教授。本会フェロー。

LOGOTYPE DESIGN...Megumi Nakata, ILLUSTRATION&PAGE LAYOUT DESIGN...Miyu Kuno

# 未就学児を対象にしたプログラミング教育 —ビスケット (Viscuit) を使った幼稚園の取り組み—

渡辺勇士

合同会社デジタルポケット／電気通信大学

## 未就学児とプログラミング教育

情報技術の急速な発展により、ほんの10数年前まではガラケーが主流だった携帯電話が、今やスマートフォンに置き換わり、誰しも複数のアプリを日常的に利用している。また、モノとインターネットが繋がるIoTも、IoT家電の普及により、もはやめずらしいものではなくなってきている。2020年度から小学校におけるプログラミング教育が必修化された背景には、子どもがそれらの機器がプログラムで動いていることを知り、そして、自分自身でプログラミングをして動かす体験をすることの重要性もあげられる。また、民間の学習塾や、幼稚園、保育園の現場では未就学児を対象にしたプログラミング教育を行っている場所も出始めている。本稿では、実際にプログラミング教育が行われている幼稚園の事例を挙げ、筆者の記した「未就学児を対象にしたプログラミング教育<sup>1)</sup>」についての研究<sup>2)</sup>を基に、未就学児とプログラミング教育について解説する。

## 香川富士見丘幼稚園の事例

### □ ビジュアルプログラミング言語ビスケット (Viscuit) の利用

神奈川県茅ヶ崎市にある香川富士見丘幼稚園<sup>☆1</sup>では2015年からビジュアルプログラミング言語ビス

☆1 茅ヶ崎市 香川富士見丘幼稚園 Web サイト、  
<https://kagawa-fujimigaokayochien.rexw.jp/> (参照 2021-8-30)。

ケット (Viscuit)<sup>☆2</sup>を用いたプログラミング教室が行われている。2015年は有志の園児だけを対象にしたが、2016年からは年長児の定期的なカリキュラムとして取入れ、2017年からは年少児、年中児も不定期にビスケットを使った活動を行っている。

ビスケットは文字も数字も使わず、絵の配置によってプログラムを作成することが可能である。図-1はビスケットのインターフェースを示している。プログラムは以下のように作成する。まず①右端(部品置き場)にある絵をドラッグすると、自動的にコピーされた絵が生成されるので、それをステージ(左半分のエリア)に置く。そして②メガネと呼ばれるツールをメガネ置き場(グレーのエリア)に置く。③そのメガネの左右の丸それぞれにも絵を配置する。そうすると③で配置した左右の絵の座標の差分に基づいて、④のようにステージの絵が動く。文字や数字を使わない

☆2 ビスケット viscuit | コンピュータは粘土だ!!、  
<https://www.viscuit.com/> (参照 2021-8-30)。

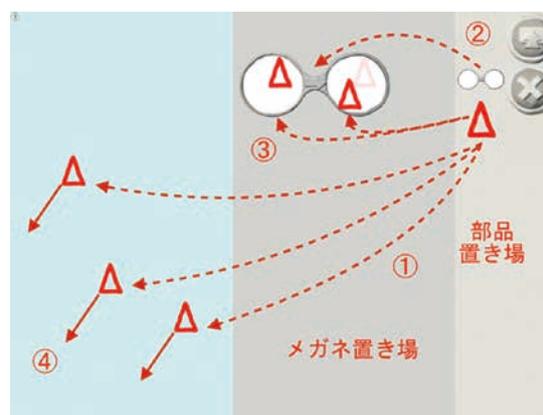


図-1 ビスケットのプログラミングの例

ので、未就学児でもプログラムを作ることができる。

## □ 年長児のレッスン

年長児では1回40分前後のレッスンを年13回(月に2回程度)実施している。レッスンでは段階的にプログラミングのテクニックを学ぶ。最初に絵をまっすぐ動かすプログラミングを習得する。

図-2の(1)に示すように、メガネの左右に1つずつ絵を入れることで、絵の座標の差分に基づき、ステージ上の絵を動かすことができる。次に図-2の(2)に示すように、まっすぐ動くメガネを複数使い、ランダムに絵を動かすプログラミングを学ぶ。たとえば、「上に動く」メガネと「下に動く」メガネがある場合、ステージ上の絵は上にいたり、下にいたりする。ビスケットではメガネの命令は、メガネが置かれた順序に関係なく実行される。そして、図-2の(3)に示すような絵の変化が繰り返し続くプログラミングを学ぶ。図-2の(1)、(2)ではメガネの両方に同じ絵を入れていたが、違う絵を入れると、左の任意の絵Aから右の任意の絵Bに変化する、という命令になる。つまり、図-2の(3)メガネは「閉じた口の絵は開いた口の絵になる」、「開いた口の絵は閉じた口の絵になる」命令を表す。これで口が「パクパク」する動きを作成できる。最後に図-2の(4)のように、絵を傾けて回転させる、というプログラミングを学ぶ。「角度の違う傾いた絵に変化する」という命令は回転の動きになる。

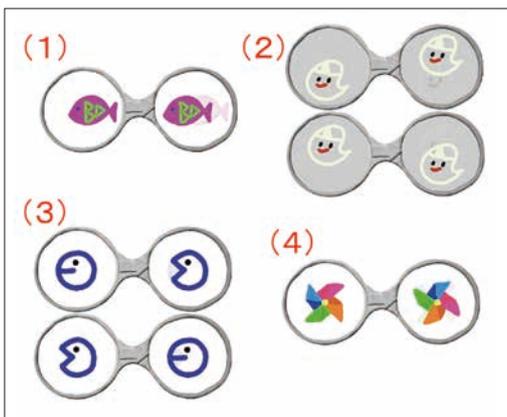


図-2 年長児が習得するプログラミングテクニック

レッスンでは先生がやらせるのではなく、園児自身がやりたくなるような絵を用意している。たとえば、図-2の(1)に示した絵をまっすぐ動かすプログラミング課題の場合は、図-3左のように絵の動きの方向がはっきり分かる絵を用意したり、図-2の(3)に示すような「絵の変化が繰り返し続く」プログラミング課題の場合は、図-3右のように時間経過に伴う変化を内包しているような絵を用意したりする。そうすると、園児は何も指示をされなくても、その絵が内包している変化を画面上でプログラムしたくなる。

レッスンは前半が練習パート、後半が自由制作パートと分けられており、各20分ほどである。前半の練習パートでは先生が用意した上述の絵を使って、プログラムを作る。その上で後半では自分で絵を描いて、その練習を踏まえたプログラムを自由制作する。これらのレッスンの内容は、香川富士見丘幼稚園と筆者の所属する合同会社デジタルポケットと一緒に、2015年から2016年に開発したものをベースにしている。それ以降は、毎年少しずつ幼稚園の独自の改良を加えて、レッスンを行っている。

プログラミングレッスンを行う教室は、園児が普段使用する教室とは別に用意されている。そこには1クラス1人1台のタブレットと通信環境が用意されている。レッスンの実施方法についてはワークショップのノウハウが活かされている<sup>2)</sup>。たとえば、レッスン実施の際は、園児はタブレットが自分の前になると集中できないので、必ず園児をタブレットから離し、先生の前に集まってもらうようにする(図-4左)。この教授法によって、タブレットが目の前にあると集中できない園児を、先生の話聞くことに集中させ



図-3 左)動きの方向がはっきりした絵・右)変化を促す絵



ることができる。自由制作ではビスケットランドという、自分のプログラムがほかの園児のプログラムと同じスクリーンに現れるビスケットの機能を活用している。1人で黙々とプログラムを作る、というよりも、お友だちと楽しくプログラミングをしている。各回で「海の世界」「空の世界」また「おばけやしき」などの世界観をベースにした共同制作に取り組む。レッスンの最後は大きいスクリーンで発表会を行う。この発表会では園児たちは「みてみてー!」「私があるー!」と大盛り上がりだ(図-4右)。

## 未就学児にプログラミング教育をする意義

### 未就学児にプログラミングは必要?

幼稚園でのプログラミング教育の実践事例を紹介してきたが、改めて未就学児にプログラミング教育は必要なのだろうか? また、可能なのだろうか? 早期から子どもを情報機器に触らせることには、情緒・身体の発達を妨げる要因として、反対の立場の人もいる。一方で、日本学術会議の示す「情報教育課程の設計指針—初等教育から高等教育まで」<sup>3)</sup>では、入学前の段階でプログラミングを通して、コンピュータの原理的なものに触れることは、情報学の興味・関心を育むために良いと書かれている。ここでは未就学児の体験では「コンピュータそのものの特徴的な部分」を体験することを目的にすべきだ、と書かれている。そのような体験のデザインが可能な

のかどうか、また、香川富士見丘幼稚園の実践はどのように捉えることができるのだろうか。

### 未就学児の発達段階

子どもの発達段階に関しては、年少児から年長児の年齢にあたる3歳から6歳は、論理を操作できないと言われている。また、4歳までには、イメージを使って、具体的な何かを別の具体的な何かに見立て(積み木を電車に見立てる、など)、考え、記憶することはできると言われている。また、4歳から7歳では、物事を分類したり、関連付けたりすることはできる。一方で、この時期は数や量という概念が、置き方や見せ方の違いで同一視できず、知覚的な目立った特徴に左右され、一貫した論理操作ができないといわれている。また、自己中心的な考え方から解放され、論理的に物事を考えられるようになるのは、7歳以降だと考えられている。

発達には個人差がある。よってすべての児童の思考がこのモデルに当てはまるとは言えないが、未就学児を対象にしたとき、具体的に目に見えるものを中心に、学習環境を用意する必要がある。抽象的な数字や文字による表現は適さないと考えられる。

### 未就学児の学び

平成29年改訂幼稚園教育要領では、幼稚園における教育は「環境を通して行う教育」と位置づけられており、「環境を通して行う教育」とは、遊びを通し



図-4 左)園児を教室前方に集めて説明する様子・右)自由制作(海の世界)の発表会の様子

ての総合的な指導の中で行われるものだとされている<sup>4)</sup>。佐伯胖は、このような環境とのかかわりの中での学びを以下のように説明している<sup>5)</sup>。乳幼児はモノを使って遊ぶとき、そのモノを使ってさまざまな働き方を試みて「どうすれば、どうなるか」を探求している。この実践を経て、乳幼児はその対象を味わい、その対象について自分なりに分かるようになる。そして、その対象を十分に探求すると、今度はそれを活用した行為を誰かに「見てほしくなる」という。モノが道具であれば、乳幼児は直ちにそれを使って面白いものを作ってみたくなる。そのとき、乳幼児は誰か他者にできあがったものを見てもらったり、それで喜んでもらったりすることを希望し、期待する。ここから子どもたちの、社会や文化に向けての参加の意識が芽生える、という。

未就学児のプログラミング教育を考えたとき、このように未就学児が自らプログラミングという環境にコミットし、意味を見だし、そしてその上で、他者に対して、その子どもなりのプログラムを使った表現が起こる環境が必要である。

最初に紹介したようにビスケットは文字も数字も使わず、具体的に絵で命令を作ることができる。加えて、ビスケットは表現できることの幅が非常に広い。たとえば、絵の動きの方向を決めるとき、その配置によって360度、どの方向にも動かせる。絵の動きの速さも、絵のズレの大きさによって微妙な速さまで表現できる。また、お絵かきのパレットでは、コンピュータが扱うすべての色を表現することができる。これらすべてが数字・文字なしで操作できる。このように園児は自らが持つ考えやイメージを直感的にプログラムで表現することができるため、コンピュータに命令することの意味を探究する学びとして、ビスケットは最適なツールであるといえる。

## □ 具体的なプログラミングでの学び

それでは、ビスケットのプログラミングで子どもたちは何を学んでいるのだろうか。ここで少しプロ

グラミング教育の歴史を遡って説明したい。子どもに対してのプログラミング教育の議論は、シーモア・パパートから始まる<sup>6)</sup>。パパートは構築主義の学びを提唱した。構築主義では子どもを、知識を組み立てる存在として捉える。子どもはすでに知っている知識を組み合わせ、新しい知識を組み立てるべきだという。つまり、子どもは知らないことを教えられる、容器のような存在ではない。この考えは幼稚園教育要領や、佐伯の考えとも通じるところがある。また、パパートはそのような学びの中で、コンピュータやプログラミングが果たす役割は、コンピュータなしでは学ぶことが難しかった抽象的な概念が、具体的になり、自分の知っている知識と組み合わせ、新しいことを知ることができるようになることだ、と説明する。

現在のプログラミング教育では、抽象的な思考法の獲得に焦点が置かれることが多い。しかし、実は抽象的な思考ができるようになることよりも、抽象的なことがコンピュータで具体的になり、それを用いて子どもが新しい知識を組み立てられることのほうが、コンピュータの出現の意義であったことが分かる。

本ビスケットの実践では園児は順次・分岐・繰り返しと言われる概念を学んでいるわけではない。しかし、何度もプログラムを作成するプロセスで、自分の作りたいものを考え、自分の知っている知識とビスケットで実現できることの間を行ったり来たりしながら試行錯誤し、プログラムすることを繰り返している。その中で「コンピュータは命令で動く」「コンピュータは間違わない。おかしい動作は人間がそういう命令をしているからである」「1つの命令で複数の絵が同時に動く」などの、コンピュータの特徴的な部分に親しんでいる。

## ■ 豊かな情報社会へ

### □ 未就学児も参加する情報社会

幼稚園でのビスケットを使ったプログラミング教



育の例を紹介し、未就学児の発達段階と、未就学児に求められる学びを確認してきた。その上で、ビスケットは具体的であり、表現力が高いため、未就学児のプログラミングに最適であることを確認した。ここで、もう一度幼稚園の活動を振り返ってみる。図-5は13回のレッスンの最後のレッスンで園児が作った作品の例である。図-5左の作品は図-2のテクニックの中の(2)を応用して、船がゆらゆらしている状況を表現している。図-5右の作品の上の2つのメガネは(3)のテクニックを応用して、雲のようなキャラクタが息を吹いている様子を表現している。これらが特別に優れた例というわけではなく、すべての園児が最後のレッスンでは、ビスケットを使って自分のアイデアを表現していることが分かっている<sup>1)</sup>。

佐伯は探求している対象が自分に馴染んだとき、自分なりに「こういう使い方しようよ」「こういう風に遊ぼうよ」と自ずと提案したくなり、提案することを通して社会に参加していく、と述べている<sup>5)</sup>。また、この参加によって、社会自体を他者の意味付けではなく、自分なりの意味付けで見られるようになるという。その意味付けは価値観の固まった保育者、教育者、大人の持っている意味付けは違う場合も多い。通年のレッスンでは著者自身も、幼稚園の先生達も園児が作るプログラムを見て、その発想の豊かさや柔軟さに驚かされた。私たち大人は子どもに教えるだけでなく、大人として子どもから学ぶことも必要であろう。

また、幼稚園で本活動を行ったあとに、年長組はデジタルメディアを使った展示を見に行ったそうである。そこで複数の園児が「あれはメガネ(ビスケット

におけるプログラム)で動いてるんだね」と指摘したということである。この指摘だけを根拠に結論づけることはできないが、プログラミングの体験は、ソフトウェアの後ろには造り手がいて、そして、その人は自分の体験したようなプログラミングをしている、という視点を養うことに通ずる、と考えられる。つまり、批評性を持ってソフトウェアを見る、という視点の早期の獲得につながる可能性が考えられる。

未就学児が情報社会において、表現し、批評できるようになることは、未就学児の情報社会への参加を受け入れることである。筆者はここに、未就学児のプログラミング教育の意義があると考えている。また、早期から子どもが情報社会に参加することによって、情報社会全体をより豊かなものにつなぐと考えると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 渡辺勇士：未就学児を対象としてプログラミング教育に関する研究，電気通信大学博士学位論文(2021)。
- 2) 原田康徳，渡辺勇士：ビスケットプログラミングワークショップ—なぜワークショップなのか—，情報処理，Vol.58，No.10，pp.891-893 (Oct. 2017)。
- 3) 日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会：報告情報教育課程の設計指針—初等教育から高等教育まで，<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h200925.pdf> (参照 2021-8-30)。
- 4) 文部科学省：幼稚園教育要領，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm) (参照 2021-8-30)。
- 5) 佐伯 胖：幼児教育へのいざない円熟した保育者になるために，東京大学出版会，pp.84-86 (2014)。
- 6) シーモア・ソバート：マインドストーム—子供，コンピューター—，そして強力なアイデア，未来社 (1995)。

(2021年9月6日受付)



渡辺勇士 (正会員) watanabe@viscuit.com

合同会社デジタルポケットチーフファシリテーター。電気通信大学客員研究員。博士(工学)。未就学児を対象にしたプログラミング教育の実践研究を行っている。造形教育センター、日本教育工学会、ACM各会員。



図-5 園児が作ったプログラミング作品の例

# ジェンダーインクルーシブな プログラミング教材の開発 —視覚化を通してデータを感じるプログラミング—

吉田智子

京都ノートルダム女子大学

有賀妙子

同志社女子大学

真下武久

成安造形大学

## IT 分野における男女の偏りを考える

プログラミングに関係した学習機会への参加者の男女比を調べてみると、概して男子の割合が高い。たとえば、総務省がプログラミング教室などの教育団体に対して行った調査では、男子が女子より多いと答えた団体が 84% を占め、男子比率が 8 割を超えるという回答も約 4 割であった<sup>☆1</sup>。

この状況は日本だけではない。オランダの論文には、アフタースクールのプログラミング教室の教員 98 人への調査で女子の受講者が平均 30% であることが記載されている<sup>1)</sup>。さらに、ジェンダー平等が進み、教育現場で男女を同じように扱うことを強く推奨する北欧でさえも、2016 年から 3 年間実施された 140 校の中学校でのプログラミング教育のパイロット実践において、プログラミングクラスに参加した女子生徒の割合が平均 16% と、日本と同様の偏りが起こっている<sup>2)</sup>。つまり、プログラミング科目の成績やプログラミング力に関する多くの研究が、男女の差はないと報告している一方で、情報技術(IT)の事柄へのかかわりには差が存在する。

ではなぜ、このような偏りが起こるのであろうか。情報教育の内容そのものはジェンダーに無関係であるが、情報サービス産業では IT エンジニアの女性の割合の少なさが課題となっており<sup>3)</sup>、こうした社

会の状況がアンコンシャス・バイアス(無意識のバイアス)となり、IT 分野への関心の差に繋がっていると考えられる。そのため、女子がプログラミングの学習は自分の学びや研究、興味とは関係ないと思ってしまうケースがあることも要因の 1 つであろう。

小中高でプログラミング体験・学習が必修となる中で、理数系科目に関心がある生徒が興味を持ちやすい、たとえばロボットや電子制御、数学的处理を扱うプログラミング教材に触れることで、この偏りをさらに固定化してしまうことを危惧する。情報教育の内容がジェンダーレスだからと、実際の不均衡に目を向けないでいると、その実態が教育現場において追認されることもあろう。その結果として「それは私の分野ではない」という認識を、プログラミング学習が無意識のうちに強化しかねない。かといって、プログラミングの教材に「フェミニンな」内容を取り入れれば良いというわけではなく、ジェンダーインクルーシブな、つまりジェンダーを包括する教材の導入という視点が必要であろう。

さらに、ロボットや数学分野に関心がなかったり、苦手意識を持つ学習者にもプログラミングに関心を持ってもらうためには、何が必要であろうか？ プログラミング学習に限らず、学習者が課題に積極的に取り組むための要素として、次のような点が考えられる。

- 学ぶ必要性が実感できること
- 自分や他人、さらに社会に役立つこと

☆1 総務省「プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書」(平成 27 年 6 月)。



- デザイン力、創造性が発揮できること

本稿ではこのような視点から、プログラミングへの関心を高めるために著者らが開発を進めているプログラミング学習教材について紹介する。

## 理系・芸術・文系を融合した プログラミング教育の提案

これまで筆者らは、数学や工学的な題材が中心の従来のプログラミング教材に、LED やモータを制御することでアートや手芸の作品を生み出す要素を加えるなどの工夫を試み、成果を報告してきた<sup>4)</sup>。これらの教材では、プログラムの結果が物理的なモノとして見られるという点が、学習者のプログラミングへの興味を喚起するのに有効に働いた。しかし、一方で、LED やマイコンボード、工作素材を用意する必要があり、電子工学の知識も必要で、どの教室でも実施可能というわけではない。

ビッグデータが溢れる現在、それを読み解き、問題解決に役立てることが重要視され、大学においてはデータサイエンス教育強化の取り組みがなされている。このような点を背景に、筆者らはデータを画面上でいつもとは違う視点で「見られる、触れるものとする」、つまり「データの視覚化」を行うプログラムを中心に、教材を開発することとした。

自分の収集したデータやさまざまな組織が公表しているデータを感性に訴えるユニークな手法で表現するという動機は、どのような分野に興味を持って

いたとしても、プログラミングを学ぶ意欲へと繋がる。自分や他人さらに社会の問題解決に役立つものを目指して、そこにデザインの要素、人の情緒や感性に訴える表現性を考案し、プログラム制作を通して、創造性を発揮する学びのプロセスとなる。それを Web コンテンツとして容易に公開できれば、意欲はさらに強化されるだろう。撮影した写真を SNS にアップロードして人に見てもらいたいような感覚で、制作したプログラムを「こんなもの作ったよ」と見せて自慢するような姿も想定する。

劇作家で大学教授、学長でもある平田オリザ氏は、理系・芸術・文系を融合した人材育成の重要性を説いている。筆者らの意図するところはそれと重なるもので、平田氏は「演劇を作る」学習でそれを行うのに対し、筆者らは「プログラムを作る」学習を通して理系・芸術・文系を融合した教育を目論む。

## プログラムでデータ視覚化を行う意図

一口にデータ視覚化といっても、それには大きく3つの段階があると考えられる。図-1は、世界でのモバイルとデスクトップとタブレットの利用者の割合に関するデータを3つの段階で視覚化したものである。データは文字や数値情報の列としてまとめられることが多く、表はそのようなデータの第一段階の視覚化と言える(図-1 Step1)。次に表データをグラフとして表すことで、より見やすくデータを捉えら

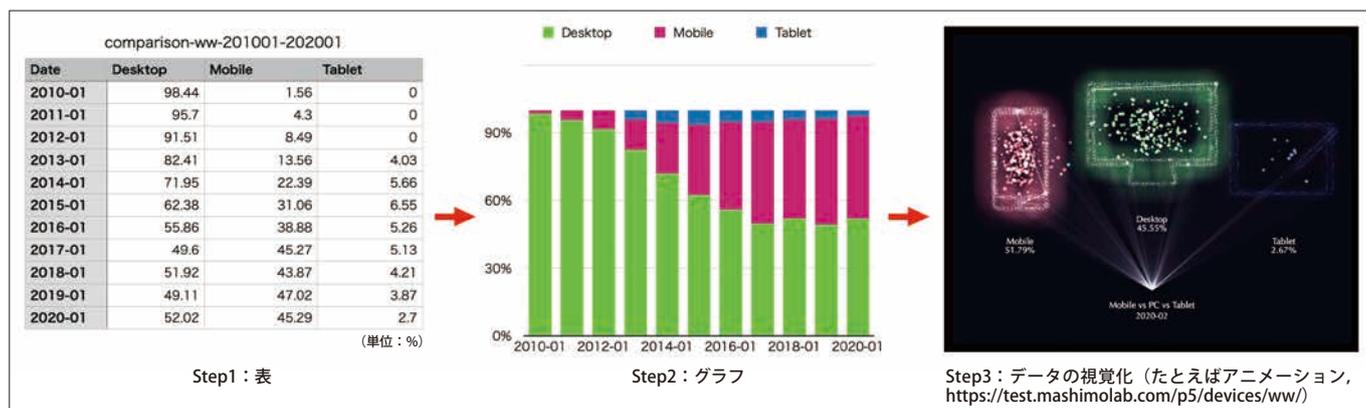


図-1 データ視覚化の3つの段階 - Desktop vs. Mobile vs. Tablet Market Share (<https://gs.statcounter.com>)

- 【解説】 ジェンダーインクルーシブなプログラミング教材の開発—視覚化を通してデータを感じるプログラミング—

れる表現になる (図 -1 Step2). そのために Excel の持つグラフ化機能に加え、Infogram<sup>☆2</sup> や Google Data Studio<sup>☆3</sup> といった高度な視覚化ツールが存在する。

ここまでは、データがあるがままにシンプルに表現したにすぎない。一般的なグラフとは違うかたちでデータを見せる、人の感性を刺激する創意でデータの持つ意味を伝える、つまりインフォグラフィクスとしての表現が最後にくる (図 -1 Step3)<sup>☆4</sup>。

Step2 は、使うツールの機能の範囲内での工夫になり、今までと違う新しい視点で情報をデザインして美しく見せたり、動きやインタラクションを組み込んだりすることができない。ここでいよいよプログラミングを学ぶ必要性が実感できる。情報の意味をインパクトのあるかたちで伝え、データをどう感じさせるか、ユニークな視覚化を探る点が学習動機の向上につながると考える。

## プログラミング学習教材の構想

開発を進めているプログラミング学習教材は、大きく3つの部分からなる：(1) プログラミング基礎の学習 (2) 視覚化を助けるミドルウェアライブラリ (たとえば、データ正規化、イージング<sup>☆5</sup>などの動きの効果) (3) 実際のサンプルプログラム (触ると動くインフォグラフィクスを描くプログラム、図 -2 参照)。扱うデータは、幅広い分野から選択し、学習者が元々興味があった分野に限らず、新規な視点を発見できるようにする。

これらを組み合わせて、授業を構成することで、学習者の興味分野やレベルに合わせた授業の展開が可能となる。学習者はプログラミングを学ぶことで、自分の表現力、創造力を駆使した「作品」を公開することを目指す。

☆2 <https://infogram.com/>

☆3 <https://supermetrics.com/product/data-studio>

☆4 <https://test.mashimolab.com/p5/devices/ww/> (図 -1 「データ視覚化の3つの段階」の Step3)。

☆5 イージング (Easing) とは速度に緩急をつけること。

プログラミング環境としては、グラフィック描画用関数群の充実、Web ブラウザ上でただちに結果が見られ、発信できる点を考慮し、Processing (Processing Foundation) を元に開発された JavaScript のライブラリ p5.js を採用する。

データ視覚化のサンプルプログラムの例として、

- 気象情報 (気温、湿度、風速など) を視覚化
  - SNS のアクセスデータを視覚化
- などを考えている。

## □ 学習のステップ

学習教材では、ステップを踏んで学習を進められるように構成する。簡単なプログラム例として、図 -2 のようなシンプルなインフォグラフィクスの描画がある。このプログラムは、人口や小学生、大学生、衆議院議員などの男女比を順次円の塗り分けで表示し、個数の違いでその意味を考えることを意図している。さらに、マウスで触ると円の大きさがブルブルと変化する動きを加え、「データを感じる」効果を狙った。

はじめからこのような描画を目指すのではなく、そこへ至るまでに、表 -1 に示すように、1 個の円を描くところから始め、順番に目に見える表現や機能を加えながら、対応するプログラミングの基礎的要素の学習を進める。

さらに、表 -1 に示した学習後の次のステップとし

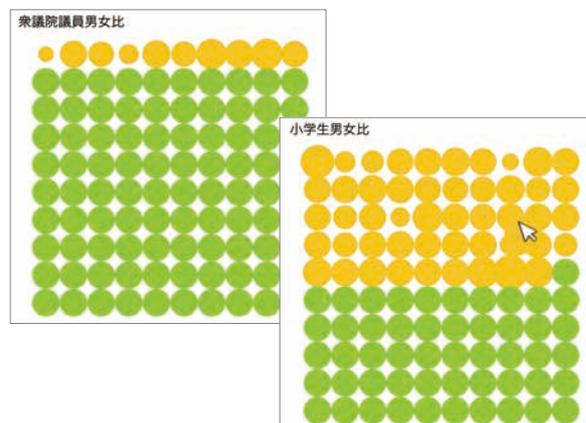


図 -2 データ視覚化のシンプルな例 (女子黄色、男子緑色で、マウスで触ると円が揺れる仕様)



て、学習者の独自の着眼点を取り入れたプロジェクト（課題制作）を行うことを想定している。どのようなデータを選択するか、どう表現するか、どうプログラムとして実現するかなど、主体的な学びを誘発する。そして、結果を共有することで、「演習問題」を解くのと異なる効果が期待できる。

高校の情報科では「プログラミング」と「情報デザイン」は別の単元で構成されているが、それらを融合する学習内容とすることで、プログラミング学習への意欲が高められると考える。

## □ 学習効率を念頭においたライブラリの開発

高度で美しいデータの視覚化は、それ自体がブ

ログラミング学習のモチベーションを高める1つの要素として期待できる。しかし、これを実現するには、プログラミングの基礎的な技術のほかに、ファイル入出力やデータの構文解析、3Dグラフィクス、アニメーションなど複数の知識・技能の習得が必要となり、学習の量とそれにかかる時間が増大してしまう。

そこで本プロジェクトでは、少ない学習量でデータ視覚化を実現できるライブラリを用意し、興味のある範囲に集中してプログラミングできるよう検討している。

たとえば、図-3のサンプルは、statcounter.comから提供されるCSVデータを元に、10年間のソー

表-1 学びのステップ

作成するプログラムの動き	プログラミングの学びの要素
1. 円を1つ描く	定数、変数、関数呼び出し
2. 円を10個横に並べて描く	繰り返し(for)
3. 10行10列に並べて円を描く	繰り返しの入れ子
4. 1列だけ色を変える	条件分岐(if)
5. データに応じて、円の色を変える	数値計算、数値の標準化
6. マウス操作で、表示するデータを切り替える	イベント処理、関数の定義
7. マウスで触ると円が揺れる	クラス定義による機能のモジュール化

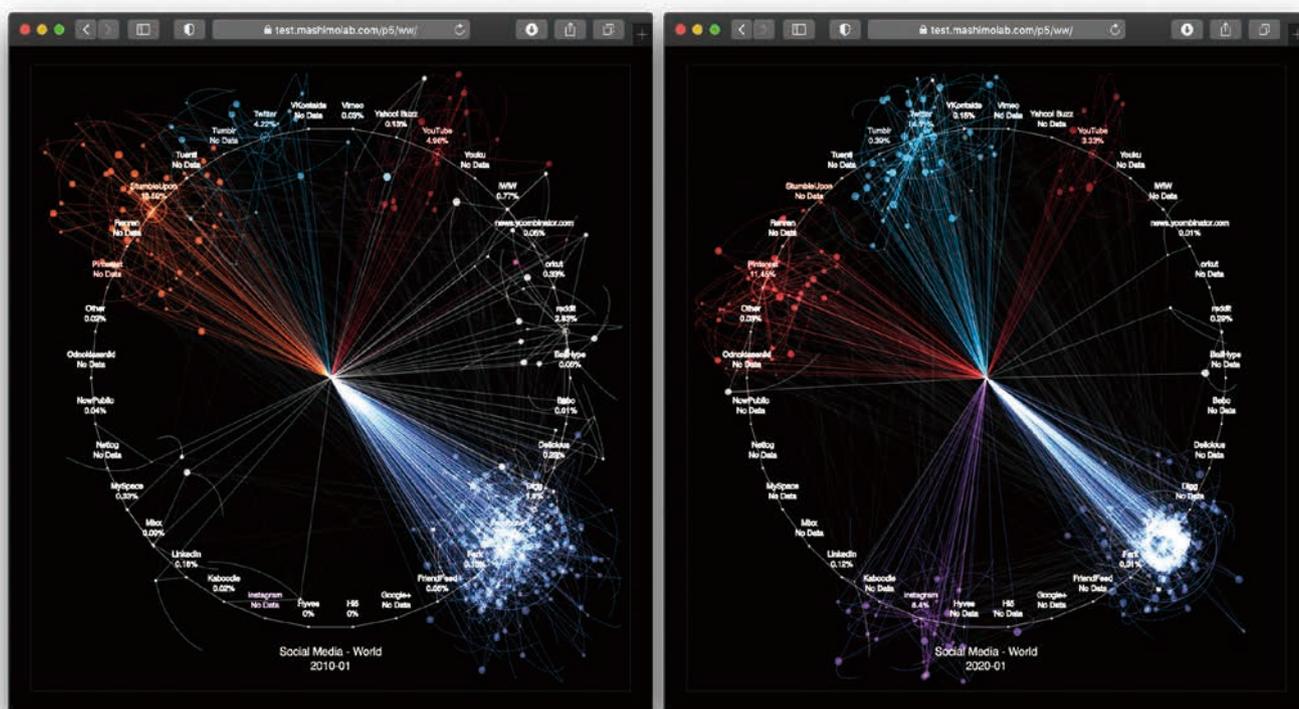


図-3 10年間のSNSのユーザ獲得率データを視覚化した例（実際はアニメーション）  
<https://test.mashimolab.com/p5/sns/ww/>

-【解説】ジェンダーインクルーシブなプログラミング教材の開発—視覚化を通してデータを感じるプログラミング—

ソーシャルメディアのユーザ獲得率を視覚化したものである<sup>☆6</sup>。2010年から2020年までのソーシャルメディアのユーザ数の変遷の様子が、飛び交う粒子の密度の変化から直感的に分かる。図左は視覚化したアニメーションから切り出したもので2010年1月の様子を表す。右下のFacebook（青）や左上のStumbleUpon（橙）が優勢で、右上のYouTube（赤）が伸び始めている。図右は2020年1月のもので、右下のFacebook（青）、左上のTwitter（水色）、Pinterest（薄赤）、下側のInstagram（紫）が優勢であることが分かる。

このサンプルでは、複数のCSVデータファイルの入力と構文解析、データの正規化、物理運動の計算、データと描画オブジェクトの紐付け、アニメーションをプログラムによって実現している。これらの各過程をライブラリモジュールとしてまとめ、それを利用することで、視覚表現やデータ解析などそれぞれ関心のある部分に集中してプログラミングできるよう目指す。

ファイル入出力やデータ構文解析、物理演算などのライブラリは、インターネット上にも広く存在する。しかし、多くの場合、汎用性を念頭においているため、パラメータの数が多く、初心者は全容を理解しにくく、どう使うのかを把握するための学習時間が長くなりがちである。本教材では、プログラミング学習の入門段階においても高度なデータ視覚化が容易に可能となるよう、少ない学習時間で各過程を連携し理解できることを第一義に、開発を進めている。

<sup>☆6</sup> <https://test.mashimolab.com/p5/sns/ww/>, <https://test.mashimolab.com/p5/sns/jp/>, 図-3「10年間のSNSのユーザ獲得率データを視覚化」の世界版と日本版のアニメーションを公開中。

## 提案する教材への期待

数学が得意でなくても、ゲーム好きでなくても、文系科目が向いていると思っていても、プログラミングを学びたいという意欲が湧く教材の開発を目指している。「面白かった!」と思う学びの先に、広くIT分野での女子の活躍、参画が高まることを期待する。

### 参考文献

- 1) Aivaloglou, E. and Hermans, F. : How is Programming Taught in Code Clubs? Exploring the Experiences and Gender Perceptions of Code Club Teachers, Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research Article No.: 22, 1-10 (2019).
- 2) Corneliussen, H. and Tveranger, F. : Programming in Secondary Schools in Norway : A Wasted Opportunity for Inclusion, GenderIT, 175-182 (2018).
- 3) 情報サービス産業 基本統計調査, 情報サービス産業協会 (2021), <https://www.jisa.or.jp/Portals/0/report/basic2020.pdf>
- 4) 吉田智子: 手芸制作を通して楽しくプログラミング学習, 情報処理, Vol.57, No.10, pp.1024-1027 (Oct. 2016), <https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag0000005a15-att/5710peta.pdf> (2021年8月18日受付)

この教材開発は、基盤研究(C):ジェンダーインクルーシブなプログラミング教育教材の開発と普及[課題番号:21K0279, 代表者:有賀妙子]の助成を受けています。

吉田智子 (正会員) [ryoshida@notredame.ac.jp](mailto:ryoshida@notredame.ac.jp)

京都ノートルダム女子大学教授。オムロン(株)、テクニカルライターなどを経て、2000年から現所属に。立命館大学大学院修了。情報教育に従事。

有賀妙子 (正会員) [tariga@dw.doshisha.ac.jp](mailto:tariga@dw.doshisha.ac.jp)

同志社女子大学学芸学部メディア創造学科特任教授。大阪大学大学院博士課程修了。博士(情報科学)。情報デザイン、プログラミングの教材開発研究を行ってきた。

真下武久 [mashimo@seian.jp](mailto:mashimo@seian.jp)

成安造形大学芸術学部芸術学科准教授。情報科学芸術大学院大学メディア表現研究科修了。インタラクティブアートの分野を中心に研究、作品発表等を行う。

