

# 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

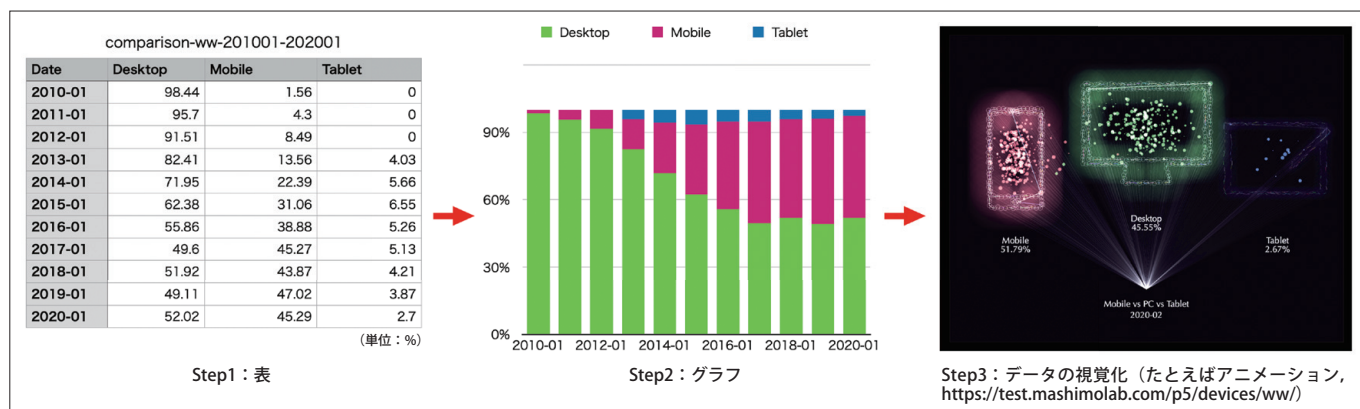


図-1 データ視覚化の3つの段階 - Desktop vs. Mobile vs. Tablet Market Share (<https://gs.statcounter.com>)

- 【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, データを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

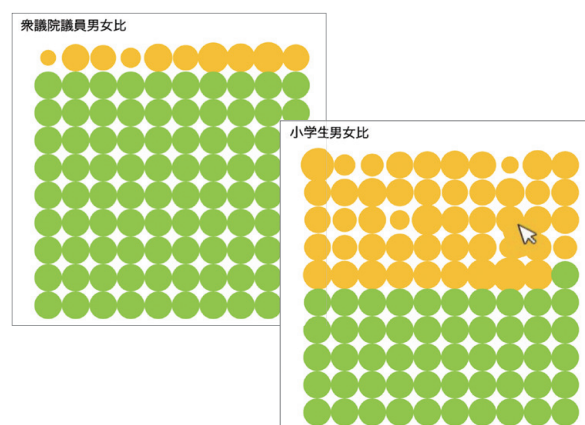


図 -2 データ視覚化のシンプルな例 (女子黄色, 男子緑色で, マウスで触ると円が揺れる仕様)





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

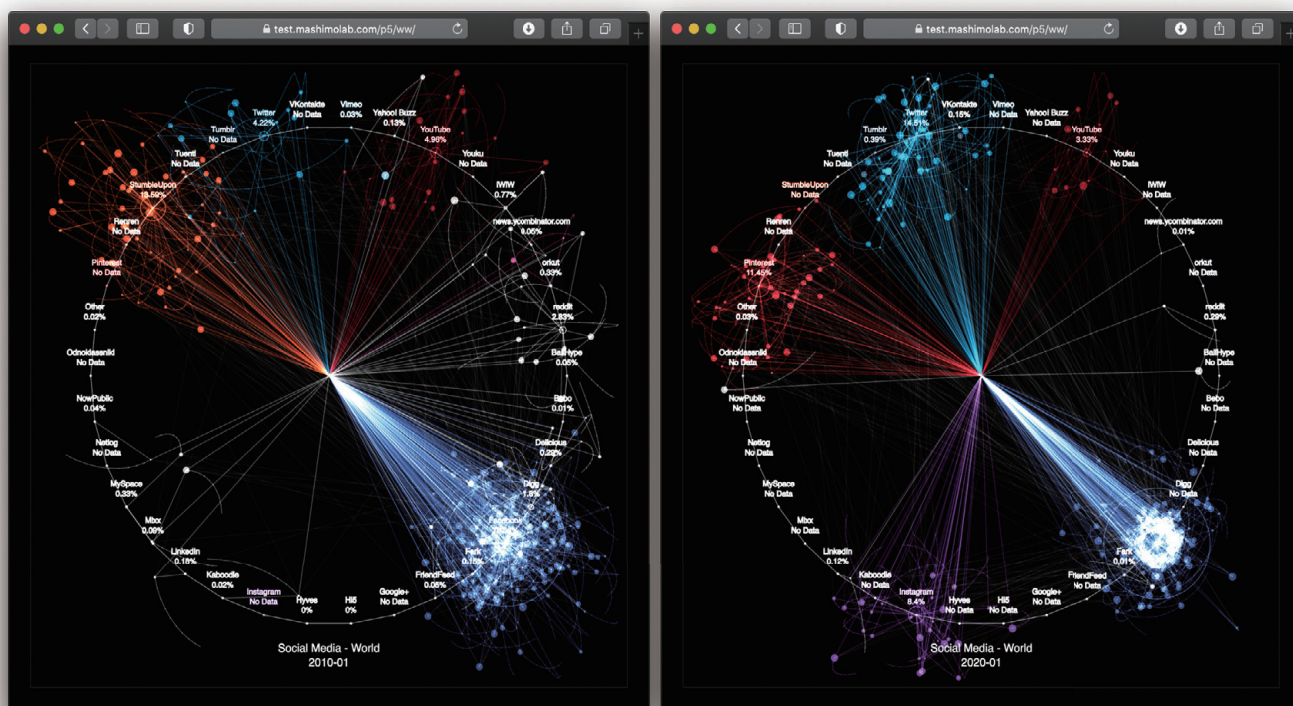


図-3 10年間のSNSのユーザ獲得率データを視覚化した例(実際はアニメーション)  
<https://test.mashimolab.com/p5/sns/ww/>

-【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) [tyoshida@notredame.ac.jp](mailto:tyoshida@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。

