

Processing 言語による学習者のつまずきに着目した プログラミング復習コンテンツの試作

廣川大樹[†] 土肥紳一[‡]

東京電機大学大学院システムデザイン工学研究科[†]

東京電機大学システムデザイン工学部[‡]

1. はじめに

システムデザイン工学部デザイン工学科では、手続き型の入門を学習する講義「コンピュータプログラミング I」が開講されている。プログラミング言語は Processing を採用している。受講者の約 70% は初めてプログラミングを行う。授業ごとに実施されている理解度調査を目的としたアンケートの結果から、理解できていない受講者が少なからずいることが分かった。回答の自由記述には「タイピングに不慣れで授業の進行に遅れた」「覚えることが増えて大変である」などが寄せられている。新型コロナの影響を受け、2019 年度以降の講義は Zoom で録画し配信しているため、受講者は復習しやすくなった。しかし、それでも理解できない受講者はいる。筆者らは、理解度の低い受講者や理解に不安な受講者を対象に、復習を支援するコンテンツを試作した。

2. 関連研究

プログラミングの理解度が低い要因について、長谷川らは制御構造の流れを明確に想像できていないと考えた。そこで、制御構造の流れを表した図を初学者に提示した結果、理解度が向上することを示した[1]。岡本らは、「現在の教材や授業ではプログラムと動作との関係を明確に理解することは難しい」と考えた。そこで、マイコンボードを使った教材と授業を開発した結果、理解度が向上することを示した[2]。以上のことから、理解度が向上するためには可視化が有効であると考え、本研究では、制御構造だけではなく配列やオブジェクトなども可視化する。

3. コンテンツの試作

制作ツールは PowerPoint を採用した。資料作成ソフトとして広く使われ、マウスやキーボードで図形を編集でき Web ページに容易に出力できるからである。コンテンツの利用対象者は、理解度の低い受講者や理解に不安な受講者である。提案するコンテンツを、プログラム、実行の説明文、および実行の図で構成した。プログラムは授業で使用しているものを選んだ。また、スライドの大きさに限界があるため、ソースコードの一部を省略した。実行対象を視覚的に認識できるように実行中のソースコードは

Developing review contents of computer programming considering learner's missteps with Processing language

[†] Taiki Hirokawa, Graduate School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

[‡] Shinichi Dohi, School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

太字にしてオレンジ色に変えている。説明文では、「return」や「new」などのキーワードを太字にしている。変数、for 文、関数、および配列のコンテンツを Web サイトで公開した。試作したコンテンツを以下に述べる。

3.1 変数

代入可能な値の違いを異なる図形で可視化した。int 型には長方形、float 型には丸角の四角形を用いた。値 25.0 を int 型の変数 x に代入するとき、形が一致していない場合のエラー画面を追加した。型が一致していない図とエラー画面の様子を図 1 に示す。

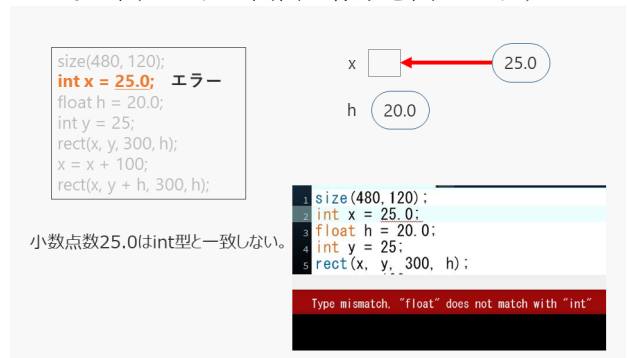


図 1 型が一致しない図とエラー画面

3.2 for 文

for 文では複数の図形を表示するプログラムを取り上げた。ここでは制御変数を座標にも使っている。制御変数の値は表示していないため、座標の値と混乱しやすく理解を妨げていると考えられる。制御変数の値と座標の値を可視化した。制御変数には長方形を使い代入している値を明記した。座標の値は説明文にも明記した。制御変数 i の値が 380 の場合と実行結果の様子を図 2 に示す。

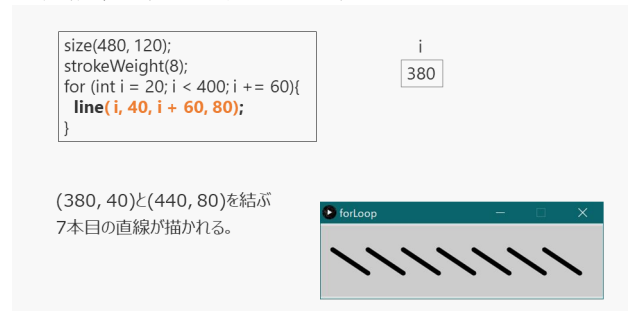


図 2 制御変数 i の値と実行結果

3.3 関数

授業アンケートの結果では、値を返す・返さない

関数について理解度が低いことが分かった。値を返す・返さないという言葉自体が聞きなれず、動作を想像しにくいと考えられる。ここでは値を返す関数のコンテンツを紹介する。変数、引数、返却値に直角の四角形、関数に直角の四角形、値の引き渡しと返却に矢印を用いた。関数 `setup` はプログラム実行時に一度だけ実行される特殊な関数である。関数 `calculateMars` は、仮引数 `w` と返却値 `newWeight` を示したものである。値の受け渡しでは、実引数 `yourWeight` と仮引数 `w` を矢印で示した。その様子を図 3 に示す。

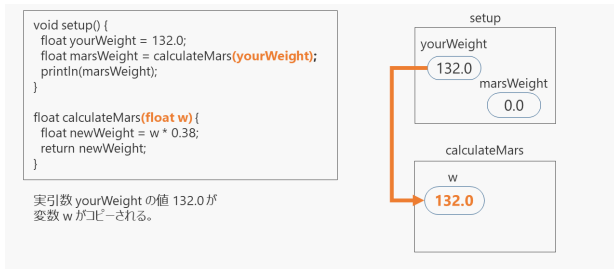


図 3 実引数による値の受け渡し

値の返却では、返却値 `newWeight` と変数 `marsWeight` のやり取りを矢印で示した。その様子を図 4 に示す。

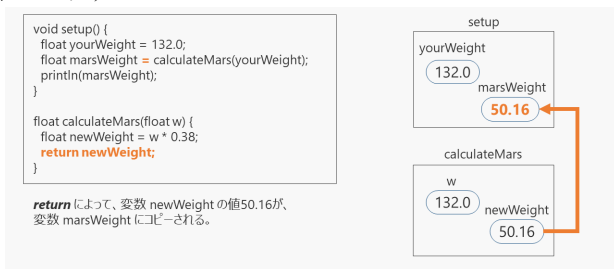


図 4 値の返却

3.4 配列

受講者はまだオブジェクト指向を学習していないため、参照の代入について未知である。その代入の説明文を加えた。変数には長方形、配列は直角と丸角の四角形を組み合わせた図形を用いた。参照には、やがて教わることを想定して、始点の丸い矢印で変数と配列の関係を示した。変数 `x` が `int` 型の配列を参照する様子を図 5 に示す。

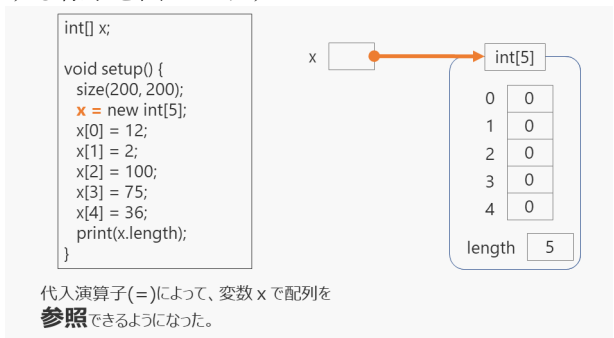


図 5 配列への参照が変数に代入される

`for` 文を使って要素へ代入するプログラムでは、配列の大きさを示すフィールド `length`、および `length`

への参照が用いられるため、これらの説明を加えた。`length` は `int` 型であるため長方形を用いた。`length` への参照は矢印で `length` と長方形で示した。その様子を図 6 に示す。

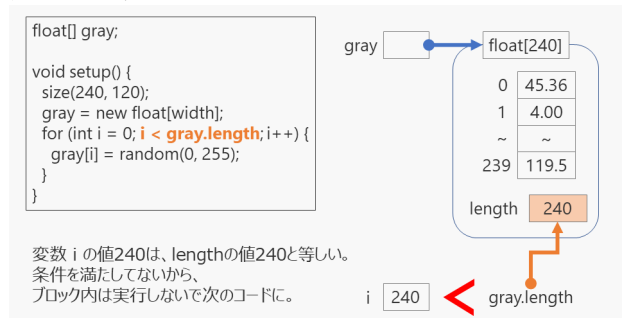


図 6 `length` を参照する様子

4. コンテンツの公開と評価方法

試作したコンテンツについて、理解度が向上したかをアンケート調査で評価する。アンケートは `Google Form` を利用した。利用者は、講義用の `Web` サイトから試作したコンテンツにアクセスする。コンテンツを利用した後、アンケートに回答する。「内容が理解できたか」という質問に、「はい」か「いいえ」で回答してもらう。また、コンテンツへの意見や感想を自由記述で回答してもらう。受講者および研究室の学生たちが回答した。2022 年 1 月 5 日時点での回答数は、変数で 10 件、`for` 文で 6 件、関数で 7 件、配列で 7 件だった。「はい」が 27 件、「いいえ」が 3 件であった。意見や感想に「`int` 型に小数点数を入れてしまいがちだと思うので資料で説明しているのが丁寧で良いと思った」「8→9 ページでいきなり 7 周目の話に飛んだので読み飛ばしたかと思って 8 ページに戻って二度見した。説明文中に「これを繰り返して」みたいな一文が欲しい」などが寄せられた。

5. まとめと今後の課題

本研究の目的は、理解度の低い受講者や不安をもつ受講者の理解を支援することであり、その効果を検証していく。今後、コンテンツの種類と利用者を増やすことが課題である。公開しているコンテンツについて意見や感想を参考にして改良する必要がある。そして、2022 年度の講義で再び効果を検証する予定である。また、オブジェクト指向の入門を学ぶ講義「コンピュータプログラミング II」が開講される。そのコンテンツも開発して効果を検証していきたい。

参考文献

[1] 長谷川聡, 山住富也, プログラミング教育と学習者のイメージ形成(その 2), 名古屋文理短期大学紀要, 23, pp.9-14, 1998
 [2] 岡本雅子, 村上正行, 吉川直人, 喜多一, 「視覚的顕在化」に着目したプログラミング学習教材の開発と評価, (2013), 日本教育工学会論文誌, 37(1), pp.35-45, 2013