

Vol. 98

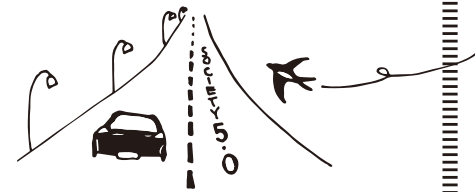
CONTENTS

【コラム】数理・データサイエンス教育… 井上 仁

【解説】高校生が開発した小学校プログラミング教育教材… 倉橋克彦

COLUMN

数理・データサイエンス教育



「超スマート社会」(Society 5.0) に向けて、数理的思考やデータ分析・活用能力を持つ人材を育成することが求められています。文部科学省は、2016年12月に「数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会」^{☆1}において、「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」をとりまとめるとともに、北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学の6大学を「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校として選定しました。拠点校は、各大学における数理・データサイエンス教育だけでなく、地域や分野における拠点として他大学の数理・データサイエンス教育に貢献することが期待されています。また2019年1月には、数理・データサイエンス教育の全国の大学への普及・展開の加速化を図るために、協力校として20大学が選定されました^{☆2}。協力校における実施体制は、選定される前から数理・データサイエンス教育研究のための組織を設置していたところもあれば、選定後に新たに設置したところ、既存の組織が担当するところ、あるいはタスクフォースや部会で実施するところなどさまざまです。多くの大学で「数理・データサイエンス教育研究センター」あるいは「数理・データ科学教育研究センター」といった名称をつけています。全国の大学に対して数理・データサイエンス教育を実施するために、北海道・東北、関東・首都圏、中部・東海、近畿、中国・四国、九州・沖縄の6つのブロックに分け、拠点校と協力校が各ブロックを分担して活動することになっています^{☆3}。

一方、高等学校においては、2022年度から施行される学習指導要領に、共通必修科目の「情報Ⅰ」においてデータサイエンスとは表記されていないものの「情報通信ネットワークとデータの活用」という項目が挙げられています。発展的な内容の選択科目の「情報Ⅱ」においては「情報とデータサイエンス」という項目が挙げられています。

このような状況の中、本会におけるデータサイエンスに関する議論は、情報処理教育委員会の元で作成されているカリキュラム標準 J17 において、従来からの6カリキュラム標準に加えて、データサイエンス領域に対する側面別カリキュラム標準を置く方針が立てられ、データサイエンスWGにて検討されました。今後データサイエンス教育委員会が設置され、さらに検討される予定です^{☆4}。本誌においても今後委員会の活動が報告されることを期待します。

井上 仁 (群馬大学)

^{☆1} 数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/

^{☆2} 「大学における数理・データサイエンス教育の全国展開」の協力校の選定について, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/095/gaiyou/1412367.htm

^{☆3} 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム, <http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>

^{☆4} 萩谷昌己: データサイエンス教育と情報教育, シンポジウム 統計・データサイエンスにおける人材育成, 2019年6月, http://qajss.org/handout_hagiya.pdf

高校生が開発した 小学校プログラミング教育教材

倉橋克彦

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

教材開発の経緯とプログラミング教育の充実に向けて

この教材は、小学校高学年を対象としたプログラミング教育用教材であり、ファシリテータの補助の下で、複数の学習者が協力するグループ学習形式で行うものである。京都市立京都工芸院高等学校サイエンスクラブの研究チームであるアルゴリズム研究班が部活動を通して考案、開発した。この教材について第81回情報処理学会 全国大会 中高生ポスターセッションにて発表を行った(図-1)。

これまでに、部活動を通してさまざまな科学・ものづくり教室教材の開発、運営を経験してきた生徒たちが、自分たちのこれまでの経験や高校での情報教育に感じていた課題から教材の開発を行った。課題意識の多くは、いわゆる「写経」といわれるコーディング技能教育にある。自由なプログラミングを行うことを否定された経験から、自分たちよりもより下の世代のプログラミング教育が楽しいものになってほしいという思いが込められている。

プログラミング教育の充実を図る上で、企業・団



図-1 中高生ポスターセッションの様子

体や地域等と積極的に連携し協力を得ることは有効であるとされている。高校生によるプログラミング教育教材の開発や、プログラミング教育へのファシリテータとしての参加といった前例ができることにより、よりさまざまな形でのプログラミング教育の充実に向けた取組みが広がるきっかけとなるのではないだろうか。

プログラミング教育における「3つの柱」と教材のコンセプト

□ プログラミング教育で育む資質・能力

「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」において、プログラミング教育で育む資質・能力は、各教科等で育む資質・能力と同様に、資質・能力の「3つの柱」(「知識及び技能」,「思考力,判断力,表現力等」,「学びに向かう力,人間性等」)に沿って整理されている。

【知識および技能】身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

【思考力,判断力,表現力等】発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。

【学びに向かう力,人間性等】発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

□ 教材のコンセプト

今回提案する教材は、プログラミング教育で育む

資質・能力を直接コンピュータに触れることなく体験することで、「プログラミング的思考」が身近な生活の中でどれだけ必要とされる汎用的な能力であるかを実感させることを目的とする。また、新しい学習指導要領では、「生きる力」を育むことを目指しており、児童間の対話を重視したこの教材を用いることで、「プログラミング的思考」と同じく「生きる力」を育むことを目指す。また、課題の解決のために必要な思考力、判断力、表現力等を育むとともに、主体的に学習に取り組む態度を養うために必要とされる「言語活動の充実」を図ることも可能である。

この教材は、「順序立てて情報を伝えるゲーム『絵伝ゲーム』」と「信号機を作ることで学ぶ『プログラミング的思考』」によって構成される。情報を伝えるという課題を解決する上で「手順があること」に気付くこと、信号機という身近なものに「コンピュータが活用されていること」、より良い信号機を考えることで「コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」に繋がると考えられ、プログラミング教育で育む「3つの柱」を包含していると考えられる。

なお、この教材は「プログラミング的思考」を育成するための指導の中の1つの要素としての提案であり、これだけでプログラミング教育が完結するというものではない。

順序立てて情報を伝えるゲーム「絵伝ゲーム」

視覚情報を他者に伝える方法を考えることで、プログラミング的思考を育む上で重要な、順序立てて物事を考える必要があるということに気付かせるためのゲームである。このゲームを「絵伝ゲーム」と呼称する。

□「絵伝ゲーム」の概要

1. このゲームは児童4名とファシリテータ1名により行う。

2. 「絵を伝える側」と「絵を伝えられる側」に児童2名ずつ分かれる。
3. 「絵を伝える側」の児童がお題となる絵(図-2)を見て、絵を見ていない人に絵の内容を伝えるために必要な情報を考え2人で相談する。その内容をファシリテータが文章にまとめる。この間「絵を伝えられる側」の児童は信号機のワークショップで用いる車の模型の操作を練習してもらう。
4. 3で作成した文章をファシリテータが読み上げ、「絵を伝えられる側」の2人が相談しながら絵を紙に描く。このときファシリテータは文章を一文ずつ切って読み上げ、文章の意図することに関する質問には答えない。
5. 描いた絵とお題の絵を見合わせ、答えを確認する。
6. あらかじめファシリテータが用意しておいた、順序立てた説明を記述した解答例(図-4)を用いてもう一度絵を描き、何が異なっているのかを考えさせる。

7. 児童の役割を交代させ、1～6をもう一度行う。

このゲームの評価のために、図-2の情報を抽象的な文章により表現した文章(図-3)と、順序立てて具体的に説明した文章(図-4)を用意し、部員の高校生を対象に、文章をもとに絵を描いてもらう実験を行った。結果を図-5、6に示す。

抽象的な文章を用いた場合と順序立てて具体的に説明した文章を用いた場合の、描かれた絵とお題の絵との一致率には大きな差があり、このゲームによって順序立てて物事を考える必要があるということの気付きを与えられるものであると考えられる。

このゲームの前に、伝言ゲームやジェスチャーゲームといった、ほかの情報を伝えるゲームを行うことで、よりさまざまな視点から情報伝達についての気付きを与えるきっかけをつくることができると考えられる。



信号機を作ること学ぶ「プログラミング的思考」

身近にある信号機もコンピュータで制御されているということを知り、また、複数の信号機を制御するアルゴリズムを考え、模型を用いて実際に信号機と車を動かすことによって信号機的设计を体験させる。さらに、考えて、動かし、改善するといったト

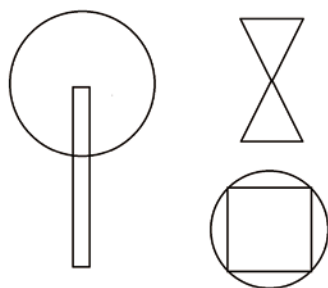


図-2 絵伝ゲーム問題例

左の方に大きくペロペロキャンディーみたいなものを描く。

右上に砂時計を描く。

右下に丸と四角が重なったものを描く。

縦と横に線を引いて紙を4つに分ける。

左上に大きく丸を描く。

丸の中心から棒を真つすぐ下に描く。

右上にいて、右上の真ん中に点を描く。

その点が上側の頂点になるように正三角形を描く。

同じ点が頂点の1つになるように、先ほどの正三角形を裏返したような正三角形を上を描く。

右下に大きく円を描く。

その丸の中にぴったりはまる大きさの正方形を描く。

図-3 抽象的な説明

図-4 順序立てた具体的な説明

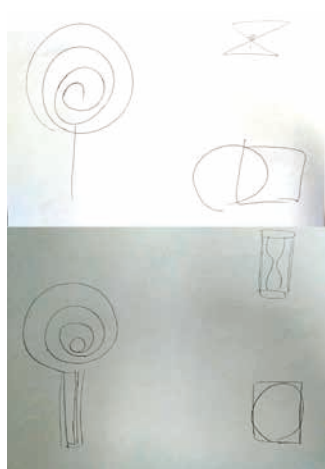


図-5 抽象的な説明での解答

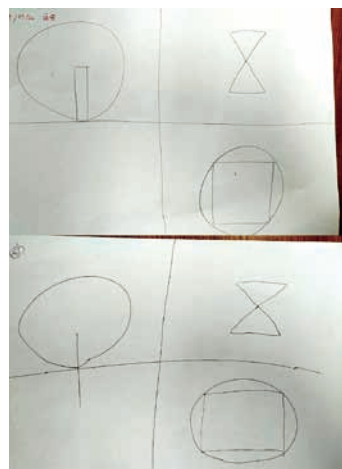


図-6 順序立てた具体的な説明での解答

リアル & エラーを繰り返すことにより、問題解決に必要な「プログラミング的思考」を養わせる。

複数の信号機のアルゴリズムを考えるワークショップ

教材の外観を図-7に示す。信号機はコンピュータに精通していない人でも簡単にハードウェアを扱えるマイコンである Arduino を用いて制御している。ワークショップの概要は以下の通りである。

1. 信号機の基本的な説明を行う。
2. 縦と横の信号機の点灯のタイミングがどうなっていれば正常に信号機が機能するかを考える。
3. フローチャートパネル (図-8) を用いて、信号の点灯タイミングを決める。
4. 作成したフローチャートを基に、ファシリテータが Arduino に書き込みを行い、信号機を作る。
5. 磁石を内蔵した車の模型を、ボードの裏から操作し、信号機が正常に機能しているかを確認する。
6. 縦と横が同時に青になるなど信号機が正常に機能していなかった場合、フローチャートを作成し直し4に戻る。正常に機能していた場合は次に進む。
7. 信号機の点灯時間を変更し、より効率良く車が通れる信号機を考える。
8. ファシリテータが Arduino に書き込み、車を動かして確認する。

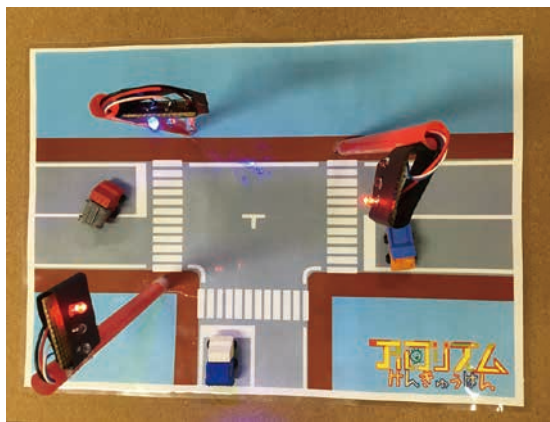


図-7 信号機教材外観

Arduino への書き込みに必要なプログラムは事前に用意しておき、フローチャートに従い必要なプログラムをコピー＆ペーストすることで書き込みを行うことができるようにすることで、指導者の負担を軽減する。Arduino の書き込み画面の例を図-9に示す。

小学生2名(小学校4年生1名, 6年生1名)を対象に, この教材の試行を行ったところ, 複数回のフローチャートの作成し直しを経て正常に機能する信号機を作成することができた。

この教材を通して身近にある信号機を制御するコンピュータがどのように機能しているかを知り, その設計を経験することで, コンピュータの働きを, よりよい人生や社会づくりに生かしていくという感覚を芽生えさせることが期待できる。

ファシリテーションを行う上での留意点

高校生が小学生に向けて教材実践のファシリテーションを行う上で留意させることを以下に示す。

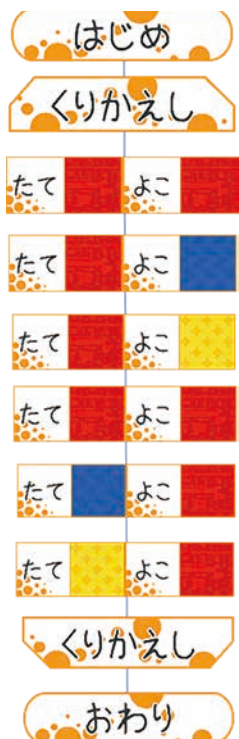


図-8 フローチャートパネル

```

kousa_no_kiwami_DX | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)
ファイル 編集 スケッチ ツール ヘルプ
kousa_no_kiwami_DX
void setup() {
  pinMode(12, OUTPUT); // たて赤
  pinMode(11, OUTPUT); // たて赤

  pinMode(10, OUTPUT); // たて青
  pinMode(9, OUTPUT); // たて青

  pinMode(8, OUTPUT); // たて黄
  pinMode(7, OUTPUT); // たて黄

  pinMode(6, OUTPUT); // よこ赤
  pinMode(5, OUTPUT); // よこ赤

  pinMode(4, OUTPUT); // よこ青
  pinMode(3, OUTPUT); // よこ青

  pinMode(2, OUTPUT); // よこ黄
  pinMode(1, OUTPUT); // よこ黄
}
保存しました。
  
```

図-9 Arduino 書き込み例

□ 児童間の対話と主体性

コンピュータを用いない教材を使用することの1つの利点である, 「体感」と「協力」を重視する。ファシリテータは児童が主体的な学習を行うための補助や, 児童間の会話が協力的でない方向に向かったときの修正につとめる。一方的な知識の教授や, 特定の正解への誘導を行うのではなく, 信号機や車の模型の操作を児童に任せ, 児童一人ひとりの自由な思考・発想を引き出すことを使命とする。

□ 発表に向けて

今年度の本会全国大会 中高生ポスターセッションにおける発表に向けて, 本教材の教育実践を行うことで得た各種評価をまとめていく。

今後の計画

2019年10月5日に行われる京都市立京都工学院高等学校「工学展」において, 近隣の小学校の児童を対象に教材実践を行う予定である。

参考文献

- 1) 文部科学省: 小学校 学習指導要領 (平成 29 年告示) (2017 年 3 月)。
- 2) 文部科学省: 小学校プログラミング教育の手引(第二版) (2018 年 11 月)。

(2019年8月1日受付)

倉橋克彦 ka5tsu17@gmail.com

京都工芸繊維大学工芸科学研究科先端ファイブ科学専攻修士課程学生, (株) OpEL 執行役員社長。大学プロジェクトを通じた4年間の教育ボランティア経験を経て起業。教育機関, 行政, 民間, 地域が協同して取り組む探究活動の実現を目指す。

