

プログラミング未経験人文社会系学生向け情報科学科目の実践例

松原 大¹ 谷 聖一¹

概要：2025 年から高校を卒業するすべての生徒がプログラミングを学ぶようになるが、2020 年度時点では多くの学生がプログラミング経験のないまま大学に入学している。日本大学文理学部では、学科によってはプログラミングに触れられる学科専門科目を用意していない。そこで、プログラミング経験のない人文系・社会系学生を対象としたプログラミング導入科目を設置した。この科目では、プログラミングを通して情報科学の基本概念を学ぶことを目標とした。本報告では、この科目概要を紹介する。また、この科目ではビーバーチャレンジによる Computational Thinking に関する能力変化を捉える試みを行っており、合わせて報告する。

キーワード：プログラミング教育、情報科学コンテスト、Computational Thinking、思考力・判断力・表現力

1. はじめに

すべての人がプログラミングを学ぶ機運が日本でも高まっている。学校教育においても、2017 年・2018 年に改訂され、小学校では 2020 年度に全面実施、中学校では 2021 年度に全面実施、高等学校では 2022 年度より年次進行で実施される学習指導要領 ([1]) では、小・中・高等学校を通じてプログラミング教育が充実される ([2])。大学における一般情報教育においても、プログラミング教育が実施されており、情報処理学会が公表している「カリキュラム標準一般情報処理教育」の「一般情報教育の知識体系 (GEBOK2017.1)」にも「アルゴリズムとプログラミング」として含まれている ([3])。

日本大学文理学部 ([4]) は、人文系 6 学科・社会系 6 学科・理学系 6 学科の計 18 学科で構成されている。以前は、一般情報教育科目の中にプログラミング科目を設置しておらず、学科によっては学科専門科目の中でプログラミングを学ぶ機会があるものの、すべての学生がプログラミングを学べる状況にはなかった。2020 年度より、「アルゴリズムとプログラミング基礎」と「アルゴリズムとプログラミング応用」という科目を一般情報教育の枠組みの中で設置した。

また、「総合教育科目」というカテゴリーの中に「情報科学」という科目も 2020 年度より設置された。「総合教育科目」は、学科の枠にとらわれずに幅広い視野と豊かな教養を習得するための科目群で、「情報科学」は情報学を専門としない学生を対象に情報科学という学問領域を概観することを目的に設置された。2020 年度は、第二著者が担当した。情報科学を構成する分野やそれを支える分野には、プログラミングと独立に学べるものもあるが、第二著者はプログラミングをせずに情報科学を概観することはできないと考えている。そこで、この科目の中にプログラミングを学ぶ

機会を設けることにした。90 分授業 15 回で完結する科目であるが、その中で、どこでどのくらいどのようにプログラミングを学ぶ回を設定するのかを検討する過程で、一つの試みとして、大部分をプログラミング学習とすることにした。

2020 年度入学の人文・社会系学生の多くが、初等中等教育段階でプログラミングを学んでいない。そこで、2020 年時点での小学生が大学に入るまでに学校教育で出会うプログラミング教育を、ある意味で体験するような構成とした。この詳細は、第 2 節で述べる。

また、プログラミングを学ぶ前後で、情報科学コンテスト「ビーバーチャレンジ」の高校 2・3 年生向けの問題に取り組んでもらった。ビーバーチャレンジ ([5]) は、小中高生を対象とした情報科学と Computational Thinking に関する国際コンテストで、2019 年度は 54 カ国・地域から約 297 万人が参加している。日本では、(特非) 情報オリンピック日本委員会ジュニア部会 ([6]) が運営を行なっている。日本では、情報科学と Computational Thinking に関する親しみやすい問題に取り組むことで、情報科学に興味をいだく機会を提供することなどを目的としている。この「情報科学」の授業の中では、プログラミングを中心に学んだ学生に、情報科学の基本概念に触れてもらうことを意図して、ビーバーチャレンジに取り組んでもらった。

このような意図で取り組んでもらったビーバーチャレンジであるが、プログラミングを学ぶ前後で取り組むことから、Computational Thinking に関する能力変化を捉えられないかという素朴な期待もある。松澤ら ([7, 8]) は、プログラミングによる形式的な問題解決を Computational Thinking と考えたとき、Computational Thinking 評価法としてのビーバーチャレンジを評価している。そこでは、ビーバーチャレンジと実プログラミングの間にある程度の相関が見られた。一方、問題によって有意差が出るものと出な

¹ 日本大学文理学部
Nihon University

いものがあった。問題により、評価する能力が異なるので、このことは自然と思われる。そこで、ビーバーチャレンジの問題をどのように分類すれば良いか検討をした。久野らは文部科学省委託事業「情報学的アプローチによる『情報科』大学入学者選抜における評価手法の研究開発」の一環として、思考力・判断力・表現力を評価する手法、ならびにそのような評価を行う問題を作成する方法について検討している ([9, 10])。試みとして、受講者が取り組んだビーバーチャレンジの問題を、第一著者は久野らの定義に基づき分類をした。

この科目を受講したプログラミング未経験者が、この科目で、プログラミングを学んだだけなのか、それとも情報科学の基礎概念もある程度学べたのか、評価はできていない。また、授業構成を検討した時点では、コンピュータ教室において対面形式で実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染症対応のため、ビデオ会議ツールを使った同時双方型遠隔授業となった。そのため、計画した形で科目を運営できなかった面もある。このような実施状況ではあるが、本報告では、この授業概要と扱ったビーバーチャレンジの問題の分類結果の一部を紹介する。

2. 授業構成

この節では、2020 年度における日本大学文理学部総合教育科目「情報科学」の授業構成を報告する。「1. はじめに」で述べたように、この科目は情報学を専門としない学生を対象に情報科学という学問領域を概観することを目的に設置されている。2020 年度は、プログラミング未経験者を対象に、2020 年時点での小学生が初等中等教育段階で学校において受けるであろうプログラミング教育の一部を体験する構成とした。

90 分授業 15 回で構成され、各回の主な内容を表 1 に示す。第 1 回はガイダンスで授業の目的などを説明した後、アルゴリズム ([11]) を用いて逐次処理を体験する。アルゴリズムは（一社）電子技術産業協会が提供するゲーム感覚でプログラミングを体験できる「課題解決型ゲームソフト」である。第 2 回では、学習指導要領やその他の文部科学省の資料を参照し、学校教育におけるプログラミング教育および情報教育の位置付けを紹介した後、ビーバーチャレンジに取り組む。

第 3 回～第 7 回は、小学校での学びを想定して、Viscuit と Scratch を体験する。第二著者はバスケットファシリテーター講習を修了しており、また、小学生向けワークショップを開催した経験を有しており、第 3 回・第 4 回の Viscuit 体験は小学生向けワークショップを再現する形で実施した。Scratch を体験する第 5 回・第 6 回は、文部科学省の「小学校プログラミング教育に関する研修教材」 ([12]) を活用して実施した。

表 1. 授業概要

第 1 週	- ガイダンス - アルゴリズム
第 2 週	- 学校教育におけるプログラミング教育 - ビーバーチャレンジ（事前）
第 3 週	- Viscuit 1/2 - たまご
第 4 週	- Viscuit 2/2 - 幾何模様、模様ランド - 二進法
第 5 週	- Scratch 1/2 - ねこからにげる
第 6 週	- Scratch 2/2 - 正多角形を描く - 機械学習体験
第 7 週	- Python 1/7 - Google Colab の使い方 - 順次処理
第 8 週	- Python 2/7 - 条件分岐
第 9 週	- Python 3/7 - 反復
第 10 週	- Python 4/7 - 文字列とリスト
第 11 週	- Python 5/7 - Picthon
第 12 週	- Python 6/7 - 関数
第 13 週	- Python 7/7 - リストと関数 復習 - アルゴリズムの比較
第 14 週	- ビーバーチャレンジ（事後） - ビーバーチャレンジ問題作成演習
第 15 週	ビーバーチャレンジ問題作成演習

第 7 回～第 13 回は、Google Colaboratory (Colab) を用いて Python でのプログラミングを学ぶ。ここでは、文部科学省の『高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材（本編）』 ([13]) の「第 3 章 コンピュータとプログラミング」と、それに準拠した情報処理学会の MOOC 教材「IPSJ MOOC」 ([14]) を活用した。構成検討時は、IPSJ MOOC の「Python 入門」、「Python を使ったアルゴリズム入門」の一部、「Python を使ったシミュレーション入門」の一部を学んでもらう計画であったが、「Python を使ったアルゴリズム入門」の「2-3. 基本的な探索 - 線形探索と二分探索の比較」まででとどまった。代わりに、途中で 1 回、ピクソン ([15]) で Python プログラミングがどのくらい身についているか

確認してもらった。ピクソンは、伊藤が開発している人型ピクトグラムを用いたプログラミング学習環境「Pictogramming (ピクトグラミング)」([16]) の Python 版である。

第 14 回では、再び、ビーバーチャレンジに取り組んだ。また、第 15 回にかけて、ビーバーチャレンジ用の問題案を作成する演習に取り組んだ。これは間辺が開発し、実際に高等学校の「情報」の授業で実践している題材である([17,18])。ビーバーチャレンジに取り組むだけでなく、自分で問題を作る(創る)ことで、情報科学に関連する題材についてより深く考察する機会を持てる。

このように、この講義では、小学校や高等学校でのプログラミングや情報科学に関する教案・題材で学ぶ。

3. ビーバーチャレンジ問題の TJE 分類

学習指導要領 ([1]) では、資質・能力の三つの柱として、次が掲げられている。

- ・ 知識及び技能
- ・ 思考力、判断力、表現力など
- ・ 学びに向かう力、人間性など

久野らは情報科での思考力・判断力・表現力の評価方法の検討を行ってきた ([9,10])。そこでは、「思考力(T)・判断力(J)・表現力(E)」を、次の 7 つに力に基づいて測ることを提案している：

- ・ Tr: 読解的思考力
- ・ Tc: 関連的思考力
- ・ Td: 発見的思考力
- ・ Ti: 推論的思考力
- ・ Ju: 判断力
- ・ Ex: 表現力
- ・ Ms: メタ戦略的思考力

Tr, Tc, Td, Ti は、思考力 (T) を細分化したものであり、Ms は、Tr, Tc, Td, Ti, Ju, Ex を組み合わせて高次の課題解決を行う力としている。

本報告の授業「情報科学」では、前節で述べたように第 2 回(事前)と第 14 回(事後)にビーバーチャレンジに取り組んだ。事前チャレンジは、2015 年と 2016 年のシニアの問題から選抜したものである。事後チャレンジは、2020 年のシニアの問題で、現時点では問題を公開できない(国によっては、2021 年 3 月まで 2020 年度のビーバーチャレンジを実施しているため)。そこで、ここでは、事前チャレンジの問題分類について紹介する(表 2)。なお、ビーバーチャレンジは 2 学年ごとに出題する問題を区分しており、シニアは高等学校 2 年生・3 年生向けの学年区分である。

表 2 のように、事前チャレンジの問題はすべて、思考力 (T) のいずれかに分類された。また、2020 年度の問題もすべて思考力 (T) に分類された。この分類は、第一著者が他

の学生 6 名と合議により行なった。分類が適切かは評価を行っていない。

表 2. TJE 分類

年度	難易度	問題名	TJE
2015	A	色鉛筆ならべ	Tr
2015	A	旅行会社	Ti
2015	B	花火	Tr
2015	C	モビール	Tr, Ti
2016	B	セグウェイ	Tr, Ti
2016	B	読み取り機	Td
2016	B	KIX バーコード	Tr
2016	C	再帰的な絵	Ti
2016	C	黒く塗り	Td
2016	C	赤と青のボール	Td

2015 年・2016 年の問題については、『「ビーバーチャレンジ」情報ページ』([19]) で閲覧可能であるが、ここでは、「再帰的な絵」を例として紹介する。

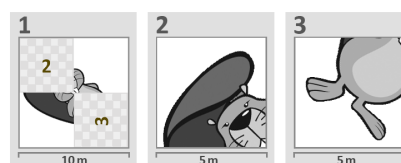
再帰的な絵

ビ太郎たちは博物館の改装を手伝うことになりました。彼らの仕事は縦横 16m の展示室の床に絵を描くことです。

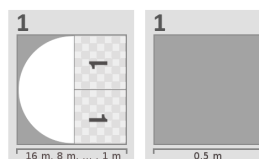
絵の描きかたは特別な方法で指示されます。

指示は紙に印刷されていて、絵の中に他の紙の番号が書かれています。紙の下には大きさが印刷されています。

下は以前の仕事で使った指示の例で、ビーバーを描くものです。



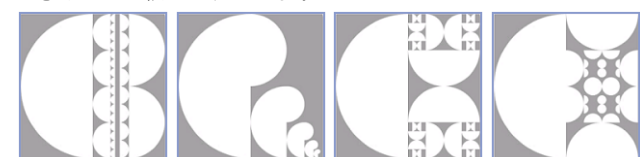
ビ太郎は今回の仕事で、次の指示書を受け取りました。



今回の指示書には絵の中に自分の番号が書かれていて、2 枚は同じ番号です！「これはどうやればいいの？」と聞かれたビ太郎は「大丈夫、できるよ。2 番目の紙はいつ仕事を止めたらいいかを教えてくださいるので重要だね。」と答えました。

問題:

できあがった絵はどれでしょう？



(cc) BY-NC-SA Bebras - International Challenge on Informatics and Computational Thinking 作

[10] では、Ti を「(Tc で結び付きを発見したものや Td で発見したものを含めた) 事項・事柄の集まりに対し推論を適用する力」と定義し、問題例として、「推論の正しさ判別を見たり、推論そのものを構築させる」が挙げられている。

ビーバーチャレンジの問題を適切に分類し、その上で、問題の難易度も適切に判定できれば、事前と事後で同じ分類で同程度の何度の問題群の正解率の変化をみることで、能力の変化を評価できると期待される。

4. おわりに

2020 年度に日本大学文理学部で実施した「情報科学」では、小学校や高等学校で行われるであろうプログラミングや情報科学に関する教案・題材を用いて、プログラミング未経験者を対象にプログラミングを学んでもらった。また、プログラミングを学ぶ前後でビーバーチャレンジに取り組み、事後にはビーバーチャレンジ用問題を作成した。この授業を通じて、プログラミング能力がどの程度身についたのか、また、合わせて情報科学や Computational Thinking に関連した能力が向上したのかは、明らかになっていない。正確ではないにしても、ある程度の精度でプログラミングや Computational Thinking に関する能力が測定できると、受講者にも有益である。適切な評価方法を模索することは、今後の課題である。

参考文献

- [1] 「平成 29・30 年改訂 学習指導要領、解説等」。
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (参照 2021-02-17)。
- [2] 鹿野利春, 学習指導要領の改訂と共通教科情報科。情報処理, 2017, Vol.58, No.7, p.626-629。
- [3] 「カリキュラム標準一般情報処理教育 (GE)」。
https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/ed_j17-GE.html (参照 2021-02-17)。
- [4] 「日本大学文理学部」。<https://www.chs.nihon-u.ac.jp> (参照 2021-02-17)。
- [5] “Bebras – International Challenge on Informatics and Computational Thinking”。<https://www.bebbras.org/> (参照 2021-02-17)。
- [6] 「情報オリンピック日本委員会 ジュニア部会 活動記録」。
<https://www.ioi-jp.org/junior.php> (参照 2021-02-17)。
- [7] 松澤芳昭・村田和義・谷聖一, Computational Thinking の測定手法の探求: Bebras Challenge vs 実プログラミング, 情報教育シンポジウム論文集 (情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2017 No.14), pp.93-100, 2017 年 8 月。
- [8] Matsuzawa Y., Murata K., Tani S., “Multivocal Challenge Toward Measuring Computational Thinking”, in: Passey D., Bottino R., Lewin C., Sanchez E. (eds) Empowering Learners for Life in the Digital Age. OCCE 2018. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2019, vol. 524, pp. 56 - 66. Springer, Cham (revised selected paper at WCCE2018)。
- [9] 久野靖, 思考力・判断力・表現力の評価手法について(4.3 版)。
<http://www.edu.cc.uec.ac.jp/~ka002689/kunolab/PDF/2017-joshin-2.pdf> (参照 2021-02-17)。
- [10] 久野靖, 思考力・判断力・表現力を評価する試験問題の作成手順, 情報教育シンポジウム論文集 (情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2018 No.1), pp.1-8, 2018 年 8 月。
- [11] 「アルゴリズム」。<https://home.jeita.or.jp/is/algo/> (参照 2021-02-17)。
- [12] 「小学校プログラミング教育に関する研修教材」。
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416408.htm (参照 2021-02-17)。
- [13] 「高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材 (本編)」。
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm (参照 2021-02-17)。
- [14] 「IPJS MOOC」。<https://sites.google.com/view/ipsjmooc/> (参照 2021-02-17)。
- [15] 「ピクソン (Picthon)」。<https://www.pictogramming.org/editor/picthon.html> (参照 2021-02-17)。
- [16] 伊藤一成, ビクトグラミング - 人型ビクトグラムを用いたプログラミング学習環境 - 情報処理学会論文誌 TCE, Vol.4, No.2, pp. 47-61, (2018 年 6 月)。
- [17] 「生徒による国際情報科学コンテスト・ビーバーチャレンジの問題作り」。<https://www.wakuwaku-catch.net/jirei1765/> (参照 2021-02-17)。
- [18] H. Manabe, S. Tani, S. Kanemune, Y. Manabe, Creating the Original Bebras Tasks by High School Students, *OLYMPIADS IN INFORMATICS*, 2018, Vol. 12, pp. 99 - 110。
- [19] 『「ビーバーチャレンジ」情報ページ』。
<http://bebras.eplang.jp/> (参照 2021-02-17)。