

高大連携事業における e-ラーニング型基礎プログラミング演習の実施報告

赤 澤 紀 子

Implementation Report of E-learning Type Programming Exercise for High School Students

Noriko AKAZAWA

Abstract

We have prepared the course that provides the contents of the first-year information basics course by e-learning. We provided this to high school students.

In this paper, we will consider the background, embodiments of this course, the state of implementation, and the results of the students' questionnaire.

Key words : Programing, E-learning, high school/university connection

1. はじめに

高等学校に教科「情報」が必修科目として設置されたのは2003年である。情報活用の実践力を学ぶ「情報A」、情報の科学的な理解を中心に学ぶ「情報B」、情報社会に参画する態度を中心に学ぶ「情報C」の3科目が設置された[6]。その後、学習指導要領の改訂が行われ、2013年からは、主に情報Bを発展させた「情報の科学」と情報Cを発展させた「社会と情報」の2科目が設置された[7]。2012年までは、「情報A」、「情報B」、「情報C」の中から1科目、2013年からは、「情報の科学」、「社会と情報」から1科目を、高校生は選択必修する。しかし、教科「情報」は、いずれか1科目のみ開講する高等学校が多く、高校生は、在籍する高等学校の決めた科目を履修することになる。

プログラミングの内容を含む教科は「情報B」と「情報の科学」である。教科「情報」の教科書採択率は、2012年当時、およそ「情報A」72.4%、「情報B」10.4%、「情報C」17.2%[11]、また2019年当時、およそ「社会と情報」80.9%、「情報の科学」19.1%であった[12]。このことから分かるように、高校在学中に授業でプログラミングを学ぶ生徒は2割にとどまっている。

2017・2018年の学習指導要領の改訂により、2020年度より小学校にて、プログラミング教育が開始された。中学校、高等学校も年次進行で、プログラミング学習をはじめとする情報の科学的理解を深める学習が開始する。高等学校の教科「情報」は、必修科目として「情報I」が設置される。さらにその発展科目として「情報II」が設置される。情報Iは表1の項目からなっており、高校生全員がプログラミングを学習するようになる[8]。

この学習指導要領の改訂によるプログラミング教育の充実については、2018年5月の未来投資会議において、“Society5.0を担う専門人材の育成には、基礎的素養から高度な専門分野までの人材育成が、求められており、小・中・高校を通じて、情報活用能力を言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けて育成、発達段階に応じて充実を図る。さらに高等学校においては、情報科において共通必修科目「情報I」を新設、全ての生徒がプログラミングについて学習する”と示されている[4]。さらに、2018年6月の未来投資戦略2018では、“義務教育終了段階での高い理数能力を、文系・理系を問わず、大学入学以降も伸ばしていけるよう、大学入学共通テストにおいて、国語、数学、英語のような基礎的な科目として必修科目「情報I」（コンピュータの仕組

み、プログラミング等)を追加するとともに、文系も含めて全ての大学生が一般教養として数理・データサイエンスを履修できるよう、標準的なカリキュラムや教材の作成・普及を進める。”として、プログラミング等を含む「情報I」が国語、数学、英語と同様に基礎的な科目として示されている[5]。また、日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会では、初等教育から高等教育までの情報教育課程の設計基準を示し、情報学を体系立てて学ぶ指針、自らの学校段階の情報教育と隣接する学校段階や大学での専門分野における情報教育の関係について検討する際の指針を示している[9]。これらのことから、プログラミングについて、強い意欲を持つ高校生が今以上に増えることが考えられる。

そこで、著者らは、電気通信大学(以降、本学と呼ぶ)の初年次情報基礎科目の内容を、e-ラーニングで提供する「大学授業科目先取学修」の環境を整備し、「高大連携・基礎プログラミング」(以降、高校生基礎プログラミングと呼ぶ)を実施している[1][3]。

本論文では、高校生基礎プログラミングの経緯と実施形態、および実施の様子と受講生のアンケート結果から高校生基礎プログラミングの成果を考察する。

表1 情報Iの学習内容

情報I
(1) 情報社会の問題解決
(2) コミュニケーションと情報デザイン
(3) コンピュータとプログラミング
(4) 情報通信ネットワークとデータの活用

2. 高校生基礎プログラミング実施の経緯

本学では、高大接続事業として、西東京に所在する3つの国立大学(東京外国語大学、東京農工大学、電気通信大学)が連携して進める文理協働型グローバル人材育成プログラムで実施する高校生グローバルスクールや、本学独自の事業のUECスクールを2016年から実施し、マイコンボードを利用したプログラミング講座を提供し、好評を得てきた[10][2]。

このUECスクールの1事業として、高校生基礎プログラミングは、本学の初年次情報基礎科目「基礎プログラミングおよび演習」の内容を高校生に提供するものである。

本学のカリキュラムでは、初年次情報基礎科目として「コンピュータリテラシ」と「基礎プログラミングおよび演習」を全学必修科目として開講している。これらの科目では、演習が不可欠である。授業時間をできるだけ演習時間に割り当てるため、テキストと講義動画をLMS上に用意し、各回の授業内容を予習してから、授業を受ける反転授業形式としている。

「基礎プログラミングおよび演習」は、Ruby言語とC

言語を用いて演習することで、一定水準まで「自力でコードが書ける形で」プログラミングの基礎概念を身につけることを目標としており、2年次以降でもプログラミングを必要とする科目が多く開講されている本学に特徴的な科目である。

今日、プログラミング教育の重要性が認識されるようになってきているが、1章で述べたように、高校生は、「情報の科学」を履修する場合のみ、プログラミングを学ぶ機会がある。しかし、プログラミングに割り当てられる授業時間数は、十数時間程度である。次の学習指導要領では「情報I」が必修となり、全員がプログラミングを学ぶが、時間数としては同様であり、高度な内容まで学ぶことは難しいと考える。

そこで筆者らは、高大連携事業の一環として、2章で述べた「基礎プログラミングおよび演習」の教材をそのままの形で提供し、この方面に興味を持つ、進んだ内容を学びたい高校生に活用してもらうこととした。

2018年度に試行し、2019年度から正式に実施を開始した。正式実施では高校生基礎プログラミングは内容水準が初年情報基礎科目の授業と同一であることから、参加高校生を特別科目等履修生として登録することで、十分な学修成果が挙げた高校生には単位を与えることとした。このため、単位取得した高校生が将来本学に入学したときには、「基礎プログラミングおよび演習」は履修済みとすることができる。

3. 高校生基礎プログラミング

3.1 スケジュールと提供する学習教材

高校生基礎プログラミングは、表2のスケジュールで実施し、本学での3回のスクーリング以外は、高校生の学校や自宅で学習できるように配慮している。初年次の情報基礎科目と同じ、次の教材をLMSに用意した。

- (1) テキスト：各回A4判10ページ前後
- (2) 演習ガイド：各回の演習で注意すべきことや進行情案を記載したもの
- (3) 講義動画：板書、スライド、コンソール画面を用いて、プログラム及び実行結果を示し、各回の内容を講義形式で解説する。
- (4) 確認問題：前回の演習内容を復習するための短冊形式の確認問題
- (5) 質問フォーラム：演習内容に関して不明なことがあるなどの場合には、フォーラムを使って質問をする。質問に対応したアドバイスを教員やティーチングアシスタントから回答する。
- (6) 演習課題：各回、複数の難易度の課題を出題し、高校生は、その中から1つ以上を選択してプログラムを作成し、レポートとして提出する。

高校生は遠隔で内容の理解、課題演習を行う。質問は、LMSのフォーラムにて随時受付、回答するようにした。これにより、本学から遠い高校であっても参加することができる。

また、学習内容（表3）は、大学初年次のままであるが、取り組む演習課題には自由度があり、高校生にも学習できる内容となっている。

表2 高校生基礎プログラミングスケジュール

日程	内容
2019.06.08	第1回スクーリング
2019.06-07	受講期間前半（e-ラーニング） #1～#6の学習・課題提出
2019.07.27	第2回スクーリング
2019.07-12	受講期間後半（e-ラーニング） #1～#15の学習・課題提出
2019.12.21	第3回スクーリング

表3 各回の学習内容と使用言語

各回の学習内容	言語
#1 プログラミング入門：様々な誤差	Ruby
#2 分岐と反復：数値積分	Ruby
#3 制御構造：配列とその利用	Ruby
#4 手続きと抽象化：再帰呼び出し	Ruby
#5 2次元配列；レコード；画像	Ruby
#6 画像の生成（総合演習）	Ruby
プレゼン発表1	Ruby
#7 整列アルゴリズム；計算量	Ruby
#8 計算量（2）；乱数とランダム性	Ruby
#9 オブジェクト指向	Ruby
#10 動的データ構造：情報隠蔽	Ruby
#11 C言語入門； $f(x) = 0$ の求解	C
#12 さまざまな型；動的計画法	C
#13 文字列の操作；2次元配列（2）	C
#14 構造体；動的データ構造（2）	C
#15 チームによるソフトウェア開発（総合演習）	C
プレゼン発表2	C

4. 募集

対象は高等学校1～2年生（中等教育学校4～5年生）とし、特定学校への偏りを避ける観点から、各校定員は、3名～8名とした。なお、3名以上としているのは、初年次情報基礎科目「基礎プログラミングおよび演習」で

は、ペアプログラミングやグループ演習を取り入れているため、「高校生基礎プログラミング」においても、ペアプログラミングやグループ演習ができるようするためである。

教材は前述の通り高校や自宅等で利用できるよう配慮しているが、プログラムを作成し動かすための環境については、一定のサポートが必要であり、なおかつ学校や個人ごとに環境が異なる。そこで、参加募集を高校単位で行い、高等学校ごとに窓口担当の教員の配置と、遠隔環境で受講するため、受講に必要な演習環境構築のサポート、参加生徒への定期的な進捗確認、受講上、参加生徒に問題が発生した場合、本学と連携した問題解決をお願いすることとした。

5. 高校生基礎プログラミング実施の様子

9校の44名（1年生14名、2年生30名）が参加した。参加高校生自身についての質問を行った（44名中21名回答）（図1）。部活動や委員会活動や習い事など放課後の活動については、プログラミングに関係する部活動を行っている生徒もいたが、プログラミングとは異なる部活動を行っている生徒もいた。また、複数の活動を行っている生徒が多数いた（表4）。参加時点での文理の進学希望に関する質問では、文系志望の学生も参加していたことがわかった。プログラミング経験があるか否か、ならびに、経験者が学んだ言語は何かを問う質問に対する回答によると、未経験者から複数の言語を使用したことのある者まで、参加者のプログラミングの知識に差があることがわかる（表5）。

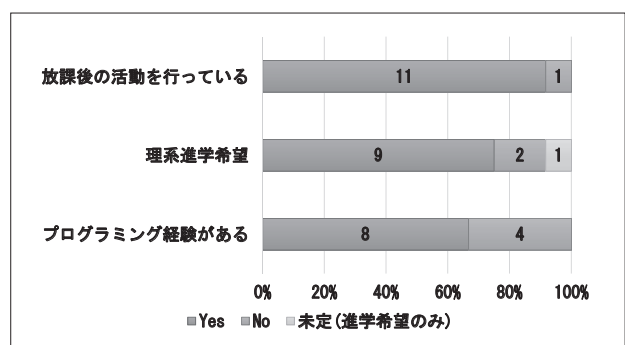


図1 自身に関する質問

表4 放課後の活動例

高校生A：バスケットボール部、塾、オンライン英会話
 高校生B：生徒会、文化祭実行委員会、自転車競技部
 高校生C：生徒会、社会部、マイコン部
 高校生D：卓球部、文化祭実行委員会
 高校生E：山登り部
 高校生F：吹奏楽部、塾

表5 プログラミング経験の例

※高校生の入力のみ

高校生A: Javascript
 高校生B: Java、PHP
 高校生C: Unity
 高校生D: HSP
 高校生E: Cpp、Python
 高校生F: Java、C、C++、C#、Python、HSP、Ruby

第1回スクーリングでは、本学のコンピュータ演習室にて実施し、#1を題材に、LMSの教材の使い方、課題の提出方法などのレクチャーを行った。以降、高校や自宅の生徒の演習環境にて、学習内容#1～#15の学習を行い、LMS上にて課題提出を行った。週1の課題提出を目安として提示したが、特に提出期限は設けず、生徒のペースで提出をすることとした。提出された課題については、本学の教員が採点をして、フィードバックを与えるようにした。

各15回の課題の提出件数と総合課題の各プレゼン発表の件数を図2に示す。#1～#3は、入門的内容で比較的易しい内容であったため、30名程度の提出があった。#4の提出ができた生徒は#6の提出およびプレゼン発表1まで実施できた。#6は、#1～#5の学習内容を活用する総合課題回として、“自分(達)が「美しい」と思う画像の生成”を課題とした。基本的な図形を使った美しい画像や、再起呼び出しを使ってフラクタル図形を生成するなど、各自の興味、レベルにあった作成を作成した。通常より詳しい内容の課題レポートを作成したうえで、プレゼン発表1を実施することとした。スクーリング日までに学習が進まなかった高校生もいたため、必要に応じて、追加のプレゼンの機会も用意した。

#7～#10は、計算量など内容が難しくなるため、課題の提出件数が減っている。高校生には、これらの学習回は難しいため、#11から取り組むこともよいとアドバイスを行ったため、#11から後半の学習を開始した生徒もいた。#11から開始した生徒の多くは#15の課題提出およびプレゼン発表2まで実施することができた。

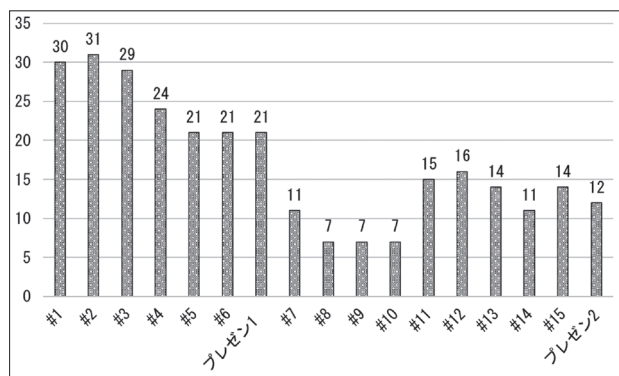


図2 各回の課題提出件数とプレゼン発表件数

参加者44名全体と、1年生14名と2年生30名の提出回数の割合を図3に示す。前半#1～プレゼン発表1までは、1年生の提出率が上回り、後半#7からプレゼン発表2では、2年生の提出率が上回っていた。また、学校により、提出状況に偏りがあり、途中で、提出者が1名になってしまった学校では、#15まで提出することができた学校に聞き取りをしたところ、自分でLMSの教材を活用して、学習を進めることのできる生徒がおり、他の生徒がわからない箇所があるときには、その生徒がティーチングアシスタントの役割をしていた。また、学校の担当の先生が内容を教えてくれる学校もあったようである。

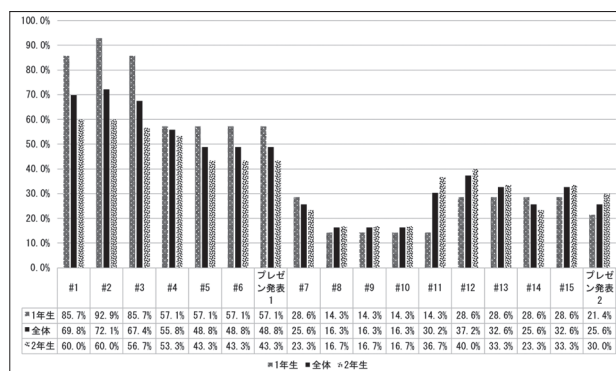


図3 学年ごとの課題提出の比較

表6 学校ごとの提出件数

	A高校 (3)	B高校 (4)	C高校 (6)	D高校 (3)	E高校 (5)	F高校 (7)	G高校 (6)	H高校 (4)	I高校 (6)
#1	2	3	6	1	4	5	3	1	5
#2	2	4	6		5	6	1	3	4
#3	2	3	6		5	5	1	3	4
#4	2		5		5	4	1	3	4
#5	2		5		5	3	1	2	3
#6	2		5		5	4	1		4
プレゼン発表1	2		5		5	4	1		4
#7	1		2		4	2		1	1
#8			2		3	1			1
#9			2		3	1			1
#10			2		3	1			1
#11			3		5	3	1		3
#12			3		5	3	1		4
#13			3		5	1	1		4
#14			3		3	1			4
#15			3		5	2			4
プレゼン発表2			3		5				4

※ () 内の数字は、参加生徒数

6. アンケートによる考察

プレゼン第2回に参加した生徒20名にアンケートを実施し、19名から回答を得た。自分の取り組みたい難易度の課題を選び、興味を持って課題に取り組むことができた様子がうかがえる結果となった(図4)。高校生基礎プログラミングの実施がe-ラーニングであることも好意的に捉えられている。また、学習内容(テキスト

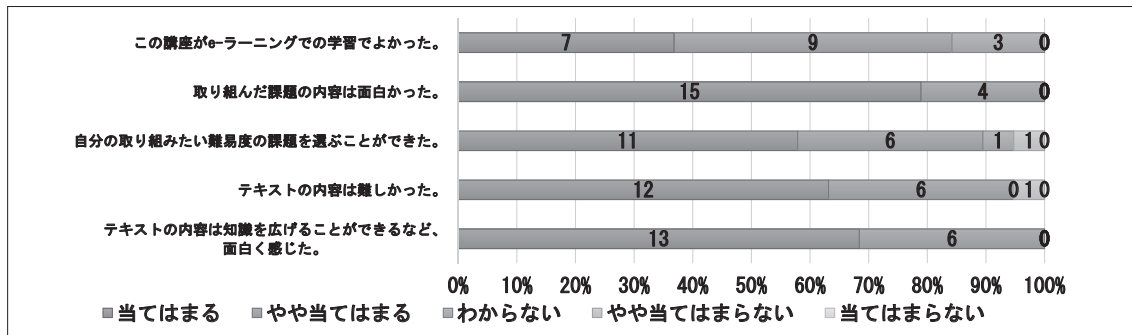


図4 プレゼン第2回出席者のアンケート結果

の内容)は難しく感じる生徒が多くいることがわかる。

表7から、プレゼン発表2の実施の有無にかかわらず、難しく感じていることがわかる。また、表8から、テキストの内容が難しく感じた生徒も、学習内容が知識を広げられるなど、面白く感じていることがわかる。

表7 テキストの内容は難しかったか
(プレゼン発表2実施の有無による分類)

		プレゼン発表2の実施	
		有	無
テキストの内容は難しかった	そう思わない		
	ややそう思わない	1	
	わからない		
	ややそう思う	3	3
	そう思う	7	5

表8 テキストの内容を面白く感じたか
(テキストの内容の難しさによる分類)

		テキストの内容は知識を広げることができるなど、面白く感じた	
		ややそう思う	そう思う
テキストの内容は難しかった	ややそう思わない		1
	ややそう思う	2	4
	そう思う	4	8

友達や後輩にこの講座の受講を勧めるかとの間に、68%の学生がはいと回答した(図5)。勧める理由と勧めない理由を表9、表10に示す。勧める理由から、本取り組みは、この方面に興味を持ち、進んだ内容を学びたい高校生が自分で学習を進めることができる内容および運営方法になっていることがわかる。一方勧めない理由には、内容が難しい、教えてもらえる先生などがないなどがあった。わからないことがある場合は、LMSの質問フォーラムにて質問を受け付けていたが、ほぼ質問はなかった。質問をしなかった理由として、質問フォーラムに投稿すると全受講生に質問内容が知られるため質問を躊躇したとの声が多数あった。気軽に質問ができる雰囲気づくりが必要であると思われる。

さらに、教材の活用頻度について、12名から回答を

得た(図6)。テキストは常に使っていたとの回答が多く、十分に利用されていたと思われる。しかし、演習ガイド、講義動画については、常に利用していた学生の割合は、テキストと比較すると少ないことが分かった。これらを活用していた生徒からは、演習ガイドは必須である、講義動画がとても分かりやすかったなどのコメントがある一方で、演習ガイド、講義動画の存在を忘れていたとのコメントもあった。

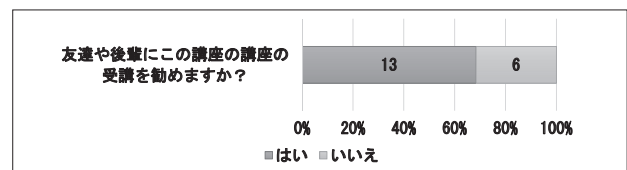


図5 この講座の受講を勧めるか

表9 講座の受講を勧める理由

中等教育のうちに、触れることのない経験できないことができるので、ぜひ受講したほうが良いと思う
この講座を通じて、プログラミングについて良く学べたため大学にはいつから学ぶのではなく、今のうちから学べるのは良いと思った。
情報系に興味のある方はとてもためになることが多く学べるから
プログラミングに興味のあるひとなら、難しくてもたのしめるかなと思います。
自分をはじめプログラムについて全く知識ない状態でこの講座を受け始めたが、e-Learningでしっかりとしたサポート課題の提出をしていただき、ゴールが明確にわかっているから、初心者でもやりやすいプログラム内容だと考えました。
とても楽しかったから。また、私は最後までやったことで、沢山のことを学びましたし、沢山のものを得ました。なので、周りの人にも体験してほしいからです。
課題を達成するというはっきりとした目標があるため進めやすく達成感がある
インターネットや本だけでは難しい学習を映像授業という形で受けられるため

表10 講座の受講を勧めない理由

難易度が高いように感じられたから
できるととても楽しくやりがいがあるが、初心者には少し難しすぎるかなと思ったため
実際にやってみると難しく、プログラミングを知っている先生もいないので、自力でやるには時間を結構使うため
実際にやってみるととても難しく、私たちの学校ではプログラミングについて詳しく教えていただける先生がいなかったため、自分たちですべて考えて進めていく必要があったからです。なので、他校の友達でしっかりとプログラミングについて教えてくれる先生がいる場合は勧めたいです。

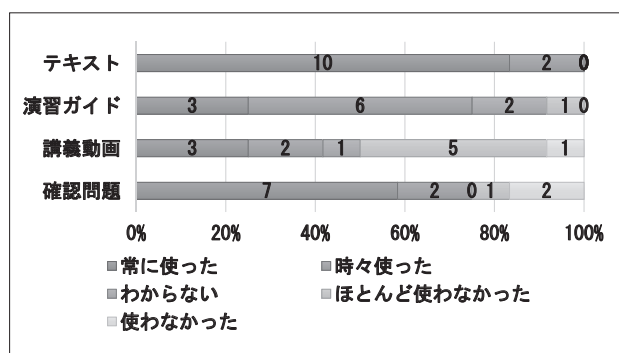


図6 教材の活用頻度について

7. まとめと2020年の実施

本学の初年次情報基礎科目の内容を、e-ラーニングで提供する「大学授業科目先取学修」の環境を整備し、高大接続として「高校生基礎プログラミング」を実施した。実施の結果や、アンケート結果より、提供する教材や、運営方法などおおむね良い結果を得ることができた。

2020年は、質問フォーラムの活用や、教材活用の周知など点を改善して、「高校生基礎プログラミング」の実施を実施している。

参考文献

- [1] 赤澤紀子, 久野靖: ペタ語義: 遠隔環境による高大接続プログラミング演習の実践報告, 情報処理学会学会誌「情報処理」, Vol. 61, No.11, pp.1126-1129 (2020).
- [2] 電気通信大学: UECスクール (online) (2020.09.03閲覧) <http://www.kodai.uec.ac.jp/>
- [3] 久野靖, 赤澤紀子: 遠隔環境による高大接続プログラミング演習の実践報告, 国立情報学研究所, 【第5回】4月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム (4/24 オンライン開催) (online) (2020.09.03閲覧). <https://www.youtube.com/watch?v=ewlcCXb7Q6Q>
- [4] 未来投資会議: Society5.0に向けた人材育成の推進 平成30年5月17日 林文部科学大臣提出資料 (online) (2020.09.03閲覧). <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dail6/siryou6.pdf>

- [5] 未来投資戦略2018—「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革— 平成30年6月15日閣議決定 (online) (2020.09.03閲覧). https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf
- [6] 文部科学省: 高等学校学習指導要領 平成11年告示 (online) (2020.09.03閲覧). https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320144.htm
- [7] 文部科学省: 高等学校学習指導要領 平成20, 21年告示 (online) (2020.09.03閲覧). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afiedfile/2011/03/30/1304427_002.pdf
- [8] 文部科学省: 高等学校学習指導要領 平成30年告示 (online) (2020.09.03閲覧). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afiedfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf
- [9] 日本学術会議: 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」 (online) (2020.09.25閲覧) <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-24-h200925-abstract.html>
- [10] 笹倉理子, 赤澤紀子, 吉田史明, 鈴木勝: 東京三大学高校生グローバルスクールにおける本学のプログラム, 電気通信大学紀要, Vol.31, No.1, pp.61-67 (2019)
- [11] 渡辺敦司: 情報Aが再び減少に ●2012年度高校教科書採択状況—文科省まとめ (下), 内外教育, 2011年12月13日, pp.8-15 (2011).
- [12] 渡辺敦司: 英語Ⅲ, 高学年周期でも冊数減 ●19年度高校教科書採択状況—文科省まとめ (下), 内外教育, 2019年2月22日号, pp.12-19 (2019).