

# 「ためしながら学ぶC言語【第2版】」を活用した C言語プログラミング入門教育の実践 —モチベーションの向上を目指して—

土肥紳一\*1・今野紀子\*2

Email: dohi@mail.dendai.ac.jp

\*1: 東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科

\*2: 東京電機大学 システムデザイン工学部 人間科学系

◎Key Words C 言語, プログラミング入門教育, モチベーション

## 1. はじめに

PCC2019では、2018年にプリント本を出版した「ためしながら学ぶC言語」について、出版に至った経緯、工夫した点、受講者の様子について述べた。2019年は、第2版に改定した。初版と大きく異なる点は、3つある。

1つ目は、学習環境はEclipseを止め、テキストエディタはサクラエディタを、CコンパイラはMinGWに変更し、初学者にとって扱いを容易にした。

2つ目は、教科書の1~2章、8~10章を書き換えた。

3つ目は、小テストと期末の学力考査をLMSで行った。

初版と第2版を使って授業を実施した1学科について、授業毎の理解度、受講者のモチベーションを分析した[1]。3つの大きな変更の結果、理解度およびモチベーションに改善の効果が現れていることが分かった。本論文では、この結果について述べる。

## 2. 学習環境の変更

2017年と2018年に実施した「コンピュータプログラミングI」の授業では、学習環境にEclipseを使った。Eclipseは、本格的なソフトウェア開発環境のため、初学者にとって扱いが難しい。また、エスケープシーケンスが上手く機能しない、キーボードから入力する場合にはバッファの内容を強制的に出力しないとプロンプトが表示されない等、初学者を困らせる問題が多発し、授業の進行を妨げる事態を招いた[2]。Eclipse自体の操作が煩雑なため、うっかり操作を誤ると、元の状態に戻るのが難しい。最悪の場合、Eclipseの再インストールを行うなど、C言語の本質

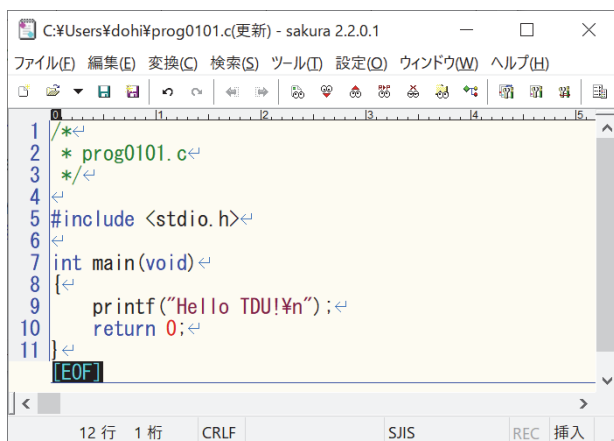


図1 サクラエディタの様子

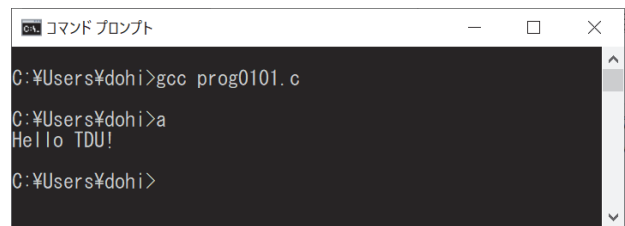


図2 コマンドプロンプトによるコンパイルと実行

でないところで、色々なトラブルが発生した。

2019年の授業ではEclipseの使用を諦め、テキストエディタはサクラエディタを使うことにした[3]。サクラエディタは、予約語等が色分けされ指導しやすい。この様子を図1に示す。CコンパイラはMinGWを使うことにした[4]。gccコマンドでコンパイルを行いaで実行を行う。きわめてシンプルな操作になった。この様子を図2に示す。

## 3. 章の書き換え

### 3.1 章立ての変更

初版と第2版の様子を図3に示す。左側が初版、右側が第2版である。初版は緑色の表紙を採用し、総ページ数は218ページであった。第2版は青色の表紙を採用し、総ページ数は235ページと、初版よりも17ページ増えた。初版と第2版の定価は税抜きで1600円と1800円である。第2版の定価が高くなった原因は、ページ数の増加と紙価格の高騰であった。第2版の章立てと章毎のページ数を表1に示す。書き換えた章は、黄色で網掛けした。



図3 ためしながら学ぶC言語(初版と第2版)

表1 第2版の章立てとページ数

章	タイトル	ページ数
1	学習環境の準備	8
2	日常生活にある値(意外な数字)	16
3	不思議な数	15
4	問題を解く	22
5	デコレーション	23
6	便利なツールや部品の作成	31
7	暗号	31
8	文字の出現回数	17
9	日本の人口	20
10	数当てゲーム	20
11	暗算クイズ	17
12	組込み型プログラミングの体験	15

3.2 1章と2章の変更

1章は、学習環境が変わったことに伴い一新した。また工学部第二部の1学科が教科書として採用することになった。二部ではBYOD(Bring Your Own Device)を導入していないため、総合メディアセンターのPC教室で授業を受ける。これにも対応できるように書き換えた。

2章は、身近な話題を取り上げた。具体的には、「太陽の光は、何秒前に光ったか」である。地球と太陽までの距離と、光の速さで所要時間を計算するプログラムを取り上げた。太陽までの距離は、太陽の探索のwebサイトを活用した。この様子を図4に示す。さらに、「はやぶさ2」が話題になっており、地球から「はやぶさ2」に指令を送

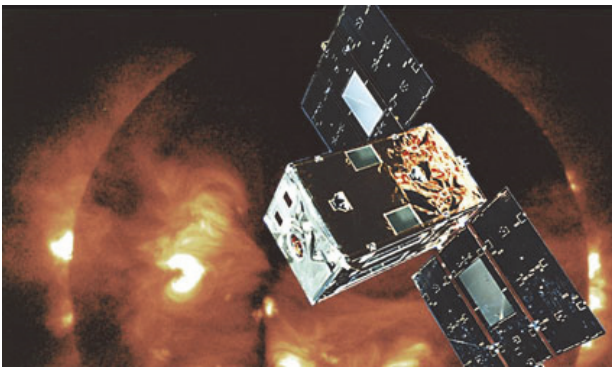


図4 太陽の探索

[http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/contents\\_solar\\_observation.html](http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/contents_solar_observation.html) より引用 (2019年7月5日閲覧)



図5 「はやぶさ2」の地球からの距離

<http://www.hayabusa2.jaxa.jp/>より引用(2019年7月5日閲覧)

るのに、何秒かかるかを計算するプログラムを取り上げた。「はやぶさ2」までの距離は、JAXAのwebサイトで公開されている。この様子を図5に示す。webサイトを活用することで、現時点の距離が分かる。距離は時々刻々変化しており、受講者の興味を喚起した。

3.3 8章から10章の変更

8章は、テキストファイルの入力である。身近なテキストファイルとして、過去に自ら入力したC言語のソースプログラムを活用した。初学者にとって、ソースプログラムをデータとして入力できることは、気が付かないものである。ファイルのオープンとクローズをためした後、ファイルから1行入力し、その内容をディスプレイへ表示した。その後、テキストファイルの最後まで読み込みディスプレイへ表示すること、先頭に行番号を表示しサクラエディタのように表示できることをためした。最後は、文字の出現頻度を表示するプログラムに発展させた。テキストファイルがどのように保存されているのかを certutil コマンドで確認した。テキストファイルの例を図6に、certutil コマンドでその内容を16進数で表示した結果を図7に示す。行末の改行を含め、ファイルの中身を確認した。

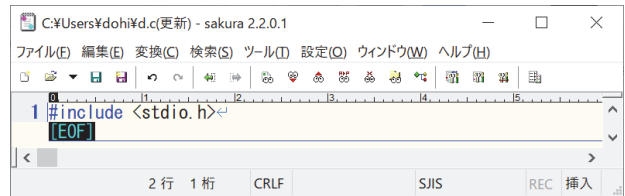


図6 テキストファイルの様子

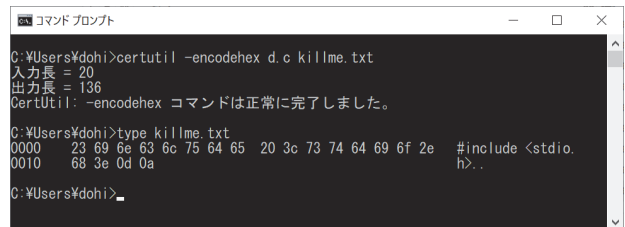


図7 certutil コマンド

9章は、日本の人口問題を取り上げた。具体的には、e-Statのwebサイトで公開されているCSV形式のファイルをダウンロードし利用する。e-Statのwebサイトの様子を図8に示す。ダウンロードしたCSV形式のファイルをプログラムで入力し、条件を満足するデータを抜き出す。抜き出したデータは、再びCSV形式で出力しEXCELでグ



図8 e-Statのwebサイトの様子

<https://www.e-stat.go.jp/>より引用

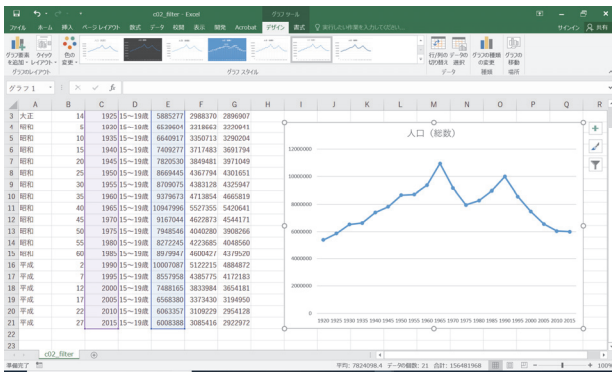


図 9 EXCEL で表示した様子

ラフ表示するなど、EXCEL の機能を C 言語で模倣する内容を取り入れた。EXCEL では簡単な操作で行えることが、プログラムで記述すると大変であることをためした。

10 章は、数当てゲームを取り上げた。コマンドプロンプトで実行できる素朴なゲームであるが、関数を複数定義し、プログラムを作ることをためした。

#### 4. LMS の活用

本学の LMS は、WebClass を導入している。2018 年の後期に開講した「コンピュータプログラミング I」の授業では、中盤で WebClass を使った事前学習と事後学習内容(クイズ)を公開し、試行を開始した。2019 年は、小テスト、学力考査に活用した。さらに、LMS を利用する前は小テストの結果は、TA(Teaching Assistant)を経由して受講者に伝えていたが、この時間が授業時間を圧迫することになっていた。LMS では、受講者自身で点数を確認でき、さらに、何を間違えたのかが細かく分かる。小テストは3回実施し、授業時間の節約に繋がった。2019 年の授業実施状況を表 2 に示す。本学の授業は、1 コマ 100 分で 14 週となっている。2018 年の授業は、8 章の最初で終了したが、2019 年は 8 章まで終えることができ、約 1 回分の授業を節約できた。期末試験では、採点が瞬時に完了した。これらの点が LMS を導入する最大のメリットである。採点結果の例を図 10 に示す。

表 2 授業実施状況(2019 年)

回	実施内容
1	ガイダンス, 1 章 学習環境の準備, 2 章 日常生活にある値
2	2 章 日常生活にある値
3	2 章 日常生活にある値, 3 章 不思議な数
4	3 章 不思議な数, 小テスト 1
5	3 章 不思議な数, 4 章 問題を解く
6	4 章 問題を解く
7	5 章 デコレーション
8	5 章 デコレーション 小テスト 2
9	6 章 便利なツールの作成
10	6 章 便利なツールの作成, 7 章 暗号
11	7 章 暗号, 小テスト 3
12	7 章 暗号, 8 章 文字の出現回数
13	8 章 文字の出現回数
14	期末試験

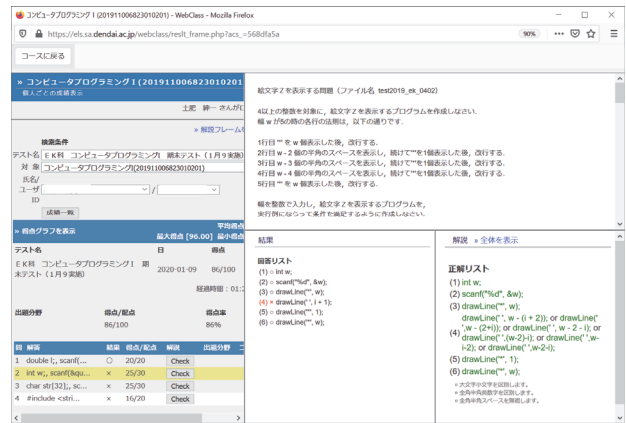


図 10 採点結果の様子

#### 5. 効果について

授業毎に、理解度調査を目的としたアンケート調査を実施している。2018 年と 2019 年の調査結果について、理解度の推移(抜粋)を比較した。この結果を表 3 に示す。理解度は、個々の設問項目について「〇〇は理解できましたか」の質問を行い、「はい」「いいえ」で回答を求め、「はい」の割合を示した。授業の進行によって、変動はあるものの、2019 年の方が 2018 年よりも理解度が向上していることがうかがえる。

表 3 理解度調査の抜粋(「はい」の割合 %)

章	設問項目	2018 年	2019 年
1	コンパイルの意味	65.3	88.3
	ソースプログラムの意味	81.6	85.0
	ソースファイルの意味	83.7	83.3
2	printf	75.5	96.7
	%d	75.5	95.0
	¥n	77.6	91.7
	変数	75.5	88.3
3	for 文の働き	71.4	84.5
	配列	67.3	87.9
	添字	59.2	82.8

授業の観察では、Eclipse は煩雑な操作が多かったが、サクラエディタの扱いは簡単である。また、MinGW のコンパイルおよび実行の操作も簡単であり、分かり易い。2 章は、大きく書き換えた内容であるが、理解度が大幅に向上していることがうかがえる。

#### 6.モチベーションの分析

##### 6.1モチベーションの推移

受講者のモチベーションの推移を表 4 に示す。2018 年の前期のモチベーションは、17.1 であったが、2019 年は 20.6 と 3.5 高い値になった。前期から中期にかけては、2018 年の 16.2、2019 年の 18.2 と共に減少した。2019 年は減少の幅が大きかったが、2018 年よりも高かった。

表 4モチベーションの推移

年	前期	中期	後期
2018	17.1	16.2	15.1
2019	20.6	18.2	18.2



中期から後期にかけて2018年が1.1の減少、2019年は中期と同じだった。後期は、2018年が15.1、2019年が18.2となり、2018年より3.1高くなり、その効果が現れた。

## 6.2 CS分析の結果

CS分析の結果を表5に、CSグラフを図11と図12に示した。モチベーションへの成果が得られている上位2つに着目する。取上げた数値は、表5に黄色で網掛けした。

改善度指数が最も小さかった項目は、2018年は「参加積極度 (ILI=-12.8)」が、2019年は「知覚的喚起度 (ILI=-9.9)」となった。「参加積極度」は授業での自分の参加態度は積極的であることを、「知覚的喚起度」は、自分が入力したプログラムの動作結果を見るのは楽しいことを示すものである。2019年は楽しさが増していることがうかがえる。2018年はEclipseを使っていたが、2019年はサクラエディタとコマンドプロンプトでgccを使うようになり、プログラムの入力、コンパイル、実行の操作が簡潔になったことが原因として考えられる。

改善度指数が2番目に小さかった項目は、2018年は「所属集団の好意的反応度 (ILI=-7.1)」が、2019年は「親性度 (ILI=-7.1)」となった。「所属集団の好意的反応度」は教員やクラスのメンバーは好意的であることを、「親性度」は、授業の内容は親しみやすいことを示すものである。2019年の内容は親しみやすかったことがうかがえる。

## 6.3 中期から後期に向けた授業改善策

改善度指数が高いものは改善すべき項目であり、特に5以上は要改善、10以上は即改善項目と考えられる。中期から後期に向けた授業改善策は、以下が提案された。

2018年は、「自己目標の明確度 (ILI=11.8)」の改善、工夫が効果的である。具体的には、自分の到達すべき学習の目標を見失っている学生のため、再度、授業の意義や目的を明示し、目標を立てさせるなどが有効と考えられる。

2019年も同様に「自己目標の明確度 (ILI=5.0)」の改善、工夫が指摘された。ILIの値は、2018年の11.8から5.0へと小さくなり、即改善から要改善に改善された。これらは

表5 CS分析結果

	2018年			2019年		
	満足度	関連度	改善度	満足度	関連度	改善度
成功機会度	36.9	42.9	2.8	40.2	35.6	-2.1
親性度	50.7	55.7	2.4	47.3	32.5	-7.1
愉快度	42.4	41.0	-0.6	44.2	42.6	-0.7
理解度	42.4	44.5	1.0	44.2	45.3	0.5
知覚的喚起度	53.4	49.3	-2.2	59.4	43.7	-9.9
意義の明確度	49.3	36.2	-6.5	57.4	50.6	-3.3
好奇心喚起度	39.7	41.8	1.0	43.2	47.4	1.9
将来への有用度	59.0	61.2	1.0	59.4	57.7	-0.8
向上努力度	63.1	55.4	-3.6	59.4	65.2	2.6
自己コントロール度	54.8	58.3	1.6	48.3	56.1	4.3
自己目標の明確度	28.6	51.6	11.8	45.2	53.1	5.0
コミュニケーション度	42.4	47.5	2.4	23	33.7	4.9
所属集団の好意的反応度	57.6	45.9	-7.1	53.4	55.3	0.9
コンテンツの合致度	65.9	70.6	2.1	56.4	61.2	2.2
参加意欲度	57.6	64.3	3.1	65.5	62.0	-1.6
参加積極度	56.2	33.6	-12.8	53.4	58.0	2.1

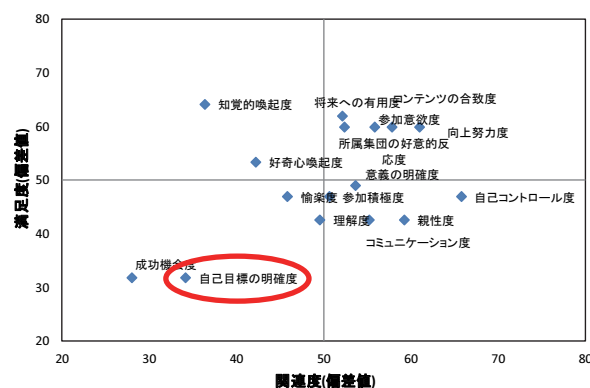


図11 2018年中期のCSグラフ

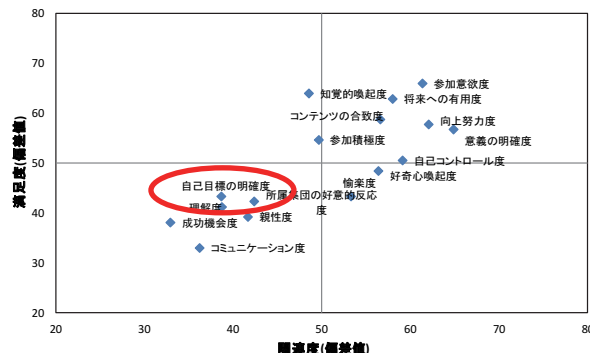


図12 2019年中期のCSグラフ

表5に紫色で網掛けし、図11と図12に赤の円で示した。

## 7. おわりに

本学の出版局と書籍化に向けて編集作業を進め、出版時期は2020年9月を予定している。初版と第2版のプリント本で、全体の構成ができあがり、授業での実践を積み重ねることによって、誤植等を吸収でき信頼性は向上した。ネットで調べれば分かることはなるべく割愛し、大胆な試みを取り入れたが、受講者の反応は良さそうである。練習問題の模範解答は、書籍から切り離し、web等で閲覧できることがコスト面で良いことも分かった。必要な内容だけを教えればよいといった考え方もあるが、その先に、どのような楽しみがあるのか、見ることが重要である。最初は難しく分からないかも知れないが、「ためしながら学ぶ」ことによって、その壁は、徐々に低くなるはずである。教科書を買わない受講者が増えている。買って、やってみようと言った教科書づくりに、受講者のモチベーションをモニタリングしながら、今後も取り組みたい。

## 参考文献

- (1) EK科「コンピュータプログラミングI」のwebサイト <https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/computer-programming-1/ek/> 2020年6月6日閲覧
- (2) 土肥紳一, 今野紀子: プリント本を活用したC言語プログラミング入門教育の実践, コンピュータ利用教育学会(CIEC), PCカンファレンス2019講演論文集, pp284-287, 2019.
- (3) サクラエディタ, <http://sakura-editor.sourceforge.net/download.html>, 2020年6月6日閲覧
- (4) MinGW, <http://www.mingw.org/>, 2020年6月6日閲覧