

初心者向け C 言語練習サイトの開発

東 汰樹¹ 鳴見 智大¹ 楠 海斗¹ 本多 佑希² 島袋 舞子¹ 兼宗 進¹

概要：本稿では C 言語を段階的に学習するための問題練習サイトの開発について報告する。開発した C 言語練習サイトでは、問題文が提示される。学習者は解答となるプログラムを編集実行エリアに記述することで、プログラムを実行しながら動作を確認できる。問題は、「表示」「変数」「条件分岐」などの項目ごとに分類して出題されるようにした。また、項目内の問題は、段階的に難易度が高くなるように配慮されている。出題する問題文や正解プログラムはスプレッドシートで管理され、Markdown 形式のデータに変換することで、自動的に Web ページを生成するようにした。

キーワード：プログラミング教育, Web 教材, e-Learning

Development of C language practice site for beginners

Abstract: We report on the development of a problem practice site for learning C language step by step. In the developed C language practice site, problem statements are presented. By writing the program that will be the answer in the edit execution area, the learner can check the operation while executing the program. The questions are categorized by items such as "display," "variables," "conditional branching," and so on. In addition, the questions within an item are designed to increase in difficulty step by step. The question text and correct answer programs are managed in a spreadsheet and converted to Markdown format data to automatically generate Web pages.

1. はじめに

2020 年度から小学校でプログラミング教育が導入され、高等学校では共通教科情報科においてプログラムを学習する情報 I、情報 II が設置されるなど、プログラミング教育の重要度が高まっている。

プログラミング学習の 1 つとして、プログラミングの学習を支援する Web サイトが多く存在する。レッスン分けされた 3 分程度の解説動画を Web サイトで提供し、学習者は動画を閲覧しながら手元の実行環境でプログラムを入力・実行することで学習を進めるサイト [1] や Web サイト上で Python や JavaScript 等の実行環境が用意され、説明資料を閲覧しながらサンプルプログラムを入力・実行することで学習を進めるサイト等 [2] [3] が公開されている。これらのサイトは、高等学校や大学での一斉授業とは異なり、自分のペースで学習を進められることが特徴である。一方

で、説明を中心に学習を進めていくため、示されたサンプルプログラムを理解することが学習の中心になり、プログラムを作成する課題は多くない。

高等学校の工業科や大学では、C 言語によりプログラミングの学習が進められることが多い。また、プログラミングの上達には、プログラムを数多く書く練習が重要である。

そこで本研究は、Web サイト上でプログラムの編集・実行が可能で、プログラムを作成する問題に取り組むことができる C 言語練習サイトを提案する。練習サイトでは、問題とプログラムを編集・実行可能なエディタを提供し、学習者は画面上でプログラムを考え、実行しながら、問題に取り組むことができる。問題に取り組むことでプログラムに必要な要素を少しずつ段階的に学ぶことができるようにした。本稿では、開発した C 言語練習サイトの概要について報告する。

2. C 言語練習サイトの設計

2.1 出題サイトの検討

問題出題サイトでは、問題文と実行環境を同一ページに

¹ 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

² 四天王寺大学
Shitennoji University

表示し、学習を行えるようにする。

問題出題サイトの実現にあたっては、既存の CMS を利用することにする。サイトで提供する問題は、公開後に追加や変更などが起きることが想定されるため、問題出題ページを自動生成できることが望ましいと考え、自動生成に適した Markdown 形式を扱える CMS を選択した。

2.2 出題する問題の検討

プログラミングの学習を行うにあたって、学習者はプログラミングに必要な要素を少しずつ段階的に学ぶことが望ましい [4]。そこで本サイトでは、学習者がプログラミングに必要な要素を少しずつ、段階的に学ぶことができるように難易度が異なる問題を用意する。扱う要素は、小中学校、高等学校の教科書で扱う内容と、大学入試過去問題、市販の学習書で扱う内容から検討 [6] [7] [8] し、基本的なプログラムの理解に必要な要素となる変数や条件分岐などの要素を扱うことにした。表 1 に、用意する構文要素別の問題数を示す。

例えば if の学習では、図 1 のような「整数と変数の比較 (比較演算子の学習)」や図 2 のような「計算式を含んだ条件式」、「文字を扱う条件式」を扱う問題を用意する。他にも、「入力値を扱う条件式」や「入力値を用いた計算の結果を扱う条件式」、「複数の if」を扱う問題、「変数値が変化する条件式」、「変数同士の比較」、「処理によって値が変化する変数を扱う条件式」を扱う問題など、学習内容を細かく分けて段階的に学習が可能になるように問題を用意する。

図 1 は、整数と変数の比較を扱う問題の回答プログラム例である。変数 a に 3 を代入し、変数 a の値が 0 以上なら画面に「Yes」と表示する。このプログラム例の条件式部分の比較演算子を変更したプログラムを作成する問題を出題する。

図 2 は、計算式を含んだ条件式を扱う問題の回答プログラム例である。変数 a に 4 を代入し、変数 a の値を 2 で割った答えが 0 と等しいなら画面に「Yes」と表示する。条件式で扱う計算式は、「a-1」など四則演算から扱い、今回のプログラム例のような剰余算を扱うものへと移行する。

このように問題に取り組むことで、プログラミングに必要な要素を段階的に学習することができる。

3. C 言語練習サイトの実装

3.1 実装したサイトの概要

本章では前章で検討した内容の実装について説明する。図 3 に練習サイトのシステム構成を示す。

本サイトは、Markdown 形式のファイルでコンテンツを構成する CMS である MDwiki [5] にプログラム実行環境を埋め込む形で実現した。問題文やサイトに表示する文字等のコンテンツは Google スプレッドシートで管理する。今回は複数人で問題のリストを共同編集したため、スプレッ

表 1 用意した構文要素別の問題数

項目	問題数
表示	15
変数	16
入力	15
if	20
if-else	15
and/or	15
for	15
if-else if-else	14
配列	15

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void){
4     int a = 3;
5     if(a>0){
6         printf("Yes");
7     }
8     return 0;
9 }
```

図 1 if を学習するプログラム例 (1)

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void){
4     int a = 4;
5     if(a%2==0){
6         printf("Yes");
7     }
8     return 0;
9 }
```

図 2 if を学習するプログラム例 (2)

ドシートのようなシステムが扱いやすいと考えた。このスプレッドシートから MDwiki 用の Markdown 形式のファイルを生成し、生成した Markdown 形式のファイルを Web サーバに置くことで問題出題ページを追加・更新する。

3.1.1 問題出題サイトの実装

サイトの Web ページは、スプレッドシートに定義したデータから、MDwiki 用の Markdown 形式のデータを生成する。スプレッドシートから Markdown 形式のファイルへの変換は、管理用 Web ページ内の JavaScript プログラムを実行することで実現した。Google スプレッドシートからシートのデータを CSV 形式でダウンロードした後、管理用ページから CSV ファイルを指定すると、Web サイト用の Markdown 形式のデータが生成される。

生成したページ例を図 4 に示す。問題 1 の下に記載された文が問題文で、その下にはプログラムを編集・実行が可能な実行環境を配置した。実行環境の左側にプログラムを記述し、「実行」ボタンをクリックするとプログラムが実行され、実行結果が右の枠内に表示される。これらが 1 ページに問題の数だけ表示される。

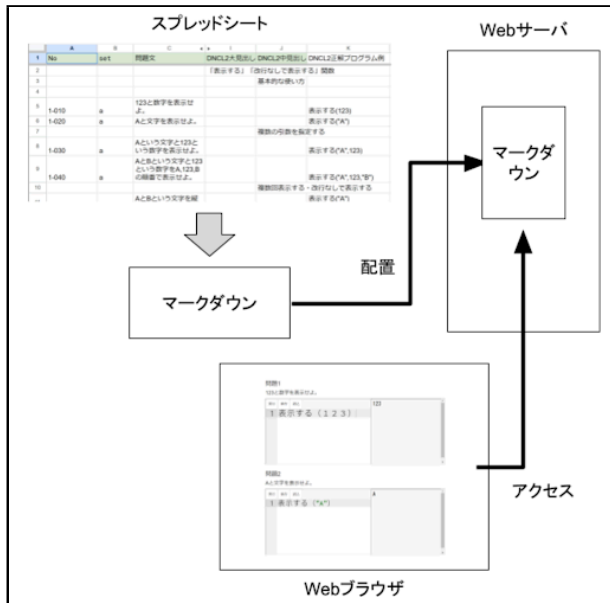


図3 システム構成図



図4 練習サイトのページ例

プログラムを記述する実行環境はJavaScriptで開発した。プログラムの実行は、オンラインプログラミング学習環境「Bit Arrow」[9]で使われている、各種言語のプログラムをJavaScriptに変換して実行するシステムから、トランスパイラ部分を抜き出して開発したプログラムのWeb実行環境を用いて実現した。ページ内では、MDwikiで表示するHTMLの中に、iframeとして実行環境を埋め込んで表示している(図5)。

また、スプレッドシートに記載された正解プログラムや正解の出力例の情報から、正誤判定を自動で行う。これにより、教員が目視で生徒のプログラムを正誤判定したり、正解の出力例やプログラム例を印刷して生徒に与える手間が不要になった。

実行	保存	読み	
1-	for(int i=1; i<30; i++){	1	
2-	if(i%3==0 && i%5==0){	2	fizz
3	printf("fizzbuzz");	4	
4-	}else if(i%3==0){	5	buzz
5	printf("fizz");	6	fizz
6-	}else if(i%5==0){	7	
7	printf("buzz");	8	fizz
8-	}else{	9	buzz
9	printf("%d", i);	10	
10	}	11	fizz
11	}		

図5 プログラム実行環境

4. おわりに

本稿では開発したC言語練習サイトの概要を報告した。プログラミングの基礎となる要素ごとに難易度に大きな差が生じないように作成された問題とサイト内での編集・実行が可能なエリアのセットが数多く存在し、学習者は問題文に沿うようなプログラムの作成を問題毎に行う事ができ、段階的なプログラムの学習を行うことができる。このような問題を豊富に提供する学習サイトを用いて類似問題を解き進め段階的な学習を進めることで、学習者の理解度の向上、知識の定着が期待できる。今後は本サイトの有用性を調査していきたい。

参考文献

- [1] ドットインストール: <<https://dotinstall.com/>> (参照 2023-06-18).
- [2] paiza ラーニング: <<https://paiza.jp/>> (参照 2023-06-18).
- [3] progate: <<https://prog-8.com/>> (参照 2023-06-18).
- [4] 長慎也, 保福やよい, 西田知博, 兼宗進: De-gapper - プログラミング初心者の段階的な理解を支援するツール, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.1, pp.1-12
- [5] MDwiki: <<http://www.mdwiki.info>> (参照 2023-06-18).
- [6] 島袋舞子, 漆原宏丞, 兼宗進: 小中高の教科書で扱われるプログラムの調査と分析, 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2023-CE-170, No.4, pp.1-8 (2023).
- [7] 兼宗進, 岸本浩輝, 漆原宏丞, 本多佑希, 岸本有生: センター試験・共通テスト問題における出題プログラムの経年分析, 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2023-CE-169, No.26, pp.1-6 (2023).
- [8] 漆原宏丞, 岸本有生, 本多佑希, 兼宗進: 抽象構文木を利用した入門レベルのプログラムの難易度判定手法, 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2023-CE-169, No.27, pp.1-4 (2023).
- [9] BitArrow: <<https://bitarrow.eplang.jp/>> (参照 2023-06-18).