

# Python 学習 Web サイトのシステム設計

松本 貴裕<sup>†</sup>      山本 紗也<sup>‡</sup>      高見 友幸<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup> 大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科

<sup>‡</sup> 大阪電気通信大学 総合情報学部

キーワード：プログラミング学習サイト，Web アプリケーション，Python

## 1 はじめに

現在，プログラミング学習の手段としてプログラミング学習サイトや競技プログラミングサイトが用いられており，様々なサイトが公開されている。プログラミング学習サイトの代表のものとして `progate`[1]，`paiza` ラーニング[2]，`CheckiO`[3]などがある。それぞれ，プログラミング環境が構築不要であり，Web 上のエディタからプログラミングを行い，学習を進めていく。

しかし，従来の学習サイトでは，コンピュータサイエンスや数学の問題が出題されており，プログラムの文法や論理的思考力を身に付けることができるが，ファイルデータの処理，画像処理，データベース，Web スクレイピングといったエンジニアスキルを網羅的に学習することができない。

本研究では，PC やスマートフォンといった様々な端末や Windows や MacOS，Linux などの様々な OS からアクセスし，Python プログラミングが可能な学習サイトを開発した。また，従来の学習問題に加え，ファイルデータを用いた問題や画像処理の問題，画像を出力とする問題を実行できる環境を構築した。

そして，現在，他サイトではプログラミング学習サイトと競技プログラミングサイトは独立して運営されている。本研究の目標として，それらが連動する Web サイトの構築がある。それを想定し，競技プログラミングの問題の選定に必要な，正答率や回答時間などのデータベースを構築した。また，ユーザーの回答ソースコードのデータも収集し，他ユーザーに公開した。

本研究では，他サイトのように C や C++，Java といった様々なプログラミング言語に対応せず，Python に限定して，より実践的な問題を構築した。

## 2 Python

Python とは，インタプリタ型言語であり，近年話題の Deep Learning や Internet of Things (IoT)，ビッグデータ処理などの開発を得意としている。特徴として C や C++ などと比べて文法仕様がシンプルである点。標準で豊富なライブラリがあるため，幅広い分野で適応可能な点がある。また，思考した内容をプログラムで表現しやすい点もあげられる。これらの特徴から 2014 年に Online Python Tuor[4]によると U.S.News&WorldReport 誌で選ばれた大学でプログラミング学習の入門に用いられた言語で 69%にあたる 27 校が Python を入門講座として用いられている。また，2022 年度からの日本の高校情報科目の拡充[5]でも注目されると考えられる言語である。本研究では，Python の豊富なライブラリや思考力を活用できる学習コンテンツを開発した。

## 3 プログラミング学習システム

### 3.1 システム概要

プログラミング学習システムは，競技プログラミングサイト[6][7]との相互連携も踏まえ機能を構築した。また，従来のサイトとは異なり，ファイルを用いる問題や画像が回答の問題を作成した。

ユーザーは，始めに自身のアカウントを作成しログインする。ログインするとステージ選択画面に遷移する。そこからステージを選択し問題一覧ページに遷移する。ユーザーは問題のタイトルを確認し，各問題回答ページへと向かう。問題回答ページでは Web 上に表示されたエディタからプログラミングし回答する。提出ボタンを押すことでソースコードの採点が行われる。問題に正解した場合は，他ユーザーのソースコードを確認する

ことができる。また、他ユーザーと交流ができる質問ページやサイトの管理人に問い合わせるページを作成しコミュニケーションを行えるようにした。以上の機能を有するプログラミング学習システムを構築した。システム構成図を図1に示す。

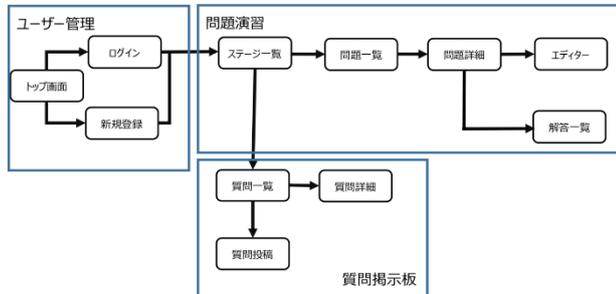


図1. システム構成図.

### 3.2 ログイン機能

ログインページ(図2)では、始めにログインか新規登録を選択する。新規登録では、ユーザー名、メールアドレス、パスワード、確認用パスワードをそれぞれ入力して登録する。ログインでは、ユーザー名とパスワードを用いる。メールアドレスは、パスワードを紛失した際の復旧用に用いる。ログイン後は、ブラウザのCookieにセッションIDが保存され、ページ遷移してもIDを照合することで通信を行っている。



図2. ログインページ.

### 3.3 学習機能

学習ページでは、管理者が出題した問題を解く方式を採用した。始めにユーザーはステージ一覧からステージを選択する。ステージは難易度または、分野ごとに分類される。ステージ選択後は、問題一覧ページ(図3)に遷移し、タイトルやElementary, Easy, Normal, Hard, Hard+の5段階の難易度、回答者数、正答率から問題を選択する。既に解いた問題については問題一覧にチェックマ

ークが表示される。問題選択後は、問題詳細ページに遷移し、問題文を閲覧することができ、回答ボタンを押すことでエディタページに遷移する。



図3. 問題一覧.

### 3.4 回答機能

#### 3.4.1 概要

回答機能では、エディタページ(図4)にある問題文を参照、エディタからプログラムを記述し、問題を解いていく。これは、環境構築を必要としないため、デバイスに限らず学習することができる。ユーザーが入力したプログラムはサーバーで実行される。エディタは、Aceエディタを用いて、シンタックスハイライトや入力補完が可能である。

#### 3.4.2 各機能

ユーザーは実行、保存、提出、リセットのボタンを押すことができる。実行ボタンでは、記述したコードを実行し、エディタの下部に実行結果を表示する。この時点では、採点が行われない。保存ボタンでは、記述したソースコードを保存し、再度ページに訪れても途中からプログラミングが再開できる。提出ボタンでは、記述したコードの採点し、正解、不正解を表示する。採点は、関数の返り値から正誤を判断している。リセットボタンでは、エディタのコードをデフォルトに戻す。

#### 3.4.3 画像表示

画像表示機能では、従来のローカルで扱っていたような別ウィンドウで表示する機能をWeb上で再現した。表示するために、従来の関数とは異なり独自モジュールのcv2\_imshow()を作成した。関数名は利便性を重視しGoogle Colaboratoryで疑似的に画像表示を行う独自関数と同名にした。この関数では、表示させたい画像をpng形式にエンコードしメモリに画像を保存、base64でエンコー

ドを行い、html の画像表示タグにこの画像を指定することで表示を可能にしている。

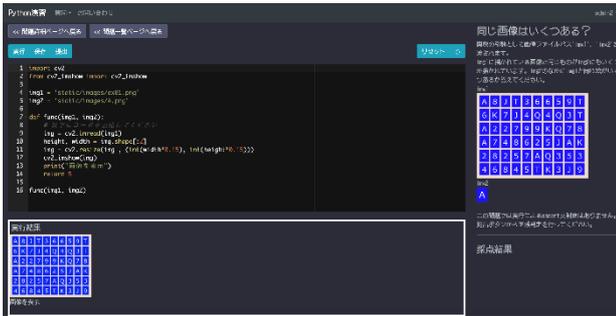


図 4. 回答機能.

### 3.5 解答一覧

本サイトでは、他ユーザーの正解した回答を閲覧することができる。閲覧には、問題を正解している必要がある。解答一覧 (図 5) は問題の解説ではなく、別解を閲覧する機能である。そのため、自分の考えとは異なる解法を閲覧し学習することや公開用に特殊な解き方をするなど幅広いデータを得ることができる。また、解答一覧では、単語検索ができ、ソースコード内の特定のモジュールや関数を用いた解答を絞り込むことができる。それにより、幅広い知識を得ることが期待できる。



図 5. 解答一覧.

### 3.6 質問機能

質問機能 (図 6) は、ユーザー間でプログラムや疑問を投稿、閲覧、回答できる機能である。投稿にはマークダウン記法を用い Python コードや画像を貼り付けることでエラーの質問やコードの最適化など他ユーザーに質問することができる。また、質問の回答も行うことができる。

質問ページでは、投稿された質問のタイトルが羅列されている。タイトルや検索フォームから質問を探す。検索機能では、タイトルや内容に含まれているワードから探すことができる。



図 6. 質問掲示板.

### 3.7 お問い合わせ

お問い合わせページは、管理者に直接質問するページであり、メールアドレスと本文が必要である。実装には、Google フォームを用いた。送信された内容は、管理者のメールに届く。

### 3.8 マイページ

マイページ (図 7) ではユーザーが投稿した質問やコメント、ステージごとの進捗状況の確認、パスワードやニックネームの変更が行える。他ユーザーとコミュニケーションや進捗状況を確認することで学習のモチベーション向上を望む。



図 7. マイページ.

## 4 コンテンツ

### 4.1 コンテンツ概要

本研究では、他サイトとは異なり Python に特化した問題や扱っていないテキストファイルや画像

を題材としたコンテンツを開発した。コンテンツとして通常の問題、ファイル読み込み、画像処理のプログラミングスキルを確認できるものを用意した。通常の問題では、さまざまな回答手法が見られたものを紹介する。

## 4.2 通常の問題

### 4.2.1 連続した数字のチェック

整数の要素だけを持つリストを大きさ順に並び替えた。このとき、連番（数が 2,3,4,5...と 1 ずつ増加する）となっているかどうかを判定せよ。そうでないときは False を出力すること。入力例として [7, 4, 6, 5] や [8, 3, 1, 6, 4, 9, 7, 5] などがある。この問題では、様々な回答例が見られた。

#### 回答例 1

```
def func(data):  
    return max(data)-min(data)==len(data)-1
```

これは、この問題の最もシンプルな回答例である。最大値と最小値の差がリストの長さの 1 少ないことに気づくと解くことができる。

#### 回答例 2

```
def func(data):  
    if max(data)+1==min(data)+len(data):  
        ans = True  
    else:  
        ans = False  
    return ans
```

これは、回答例 1 と同等のプログラムだが、比較演算子の性質を知らなく、不要な if 文と ans 変数への代入が行われている。

#### 回答例 3

```
def func(data):  
    a=sorted(data, reverse=True)  
    a2=[a[i]-a[i+1] for i in range(len(a)-1)]  
    ans=all([*map(lambda x: x==1, a2)])  
    return ans
```

これは、問題文をそのまま当てはめた回答例である。2 行目で大きさ順に並び替え、3 行目でそれぞれ隣の数字の差をとり、4 行目でそれらが 1 ずつ増加しているかを判定している。

### 4.2.2 リストの総和

渡されたリストの要素の総和を求めてください。リストの要素はすべて整数、または文字列です。リストの和を計算する際、文字列は無視してください。入力例として [1, 3, 'b', 5] がある。この問題では、様々な回答例が見られた。

#### 回答例 1

```
def func(data):  
    ans = 0  
    for i in data:  
        if type(i) is int:  
            ans += i  
    return ans
```

これは、正解だが Python の特徴を活かせていない回答例となっている。このような場合は、正解していても、指導をする工夫が必要である。

#### 回答例 2

```
def func(data):  
    a=sum(i for i in data if isinstance(i, int))  
    return a
```

これは、sum 関数の中の内包表記と isinstance 関数もちいて回答している。この回答は Python の性質を熟知していると考えられる。

## 4.3 ファイルを用いる問題

### 4.3.1 0 が 3 つ

関数の引数としてファイルが渡されます。ファイルの中に数字 0 がちょうど 3 個含まれる数はいくつあるか、その個数を表示せよ。(80020 は題意であるが 80208 や 80000 は題意ではない)

#### 回答例

```
def func(file):  
    with open(file) as f:  
        d = f.read().split()  
        ans = sum(i.count("0")==3 for i in d)  
    return ans
```

この問題は、ファイル読み込みと処理方法について学習することができる。split メソッドを使って文字列からリストに変換し、そこから count メソッドを用いて 0 をカウントし答えを見つけ出す。

## 4.4 画像を用いる問題

### 4.4.1 同じ画像はいくつある？

関数の引数として画像ファイルパス 'img1', 'img2' が渡される。img1 (図 8) の画像と同じものが img2 (図 9) にもいくつか描かれている。img2 のなかに img1 と同じ絵がいくつあるか答えよ。



図 8. img1 の画像.

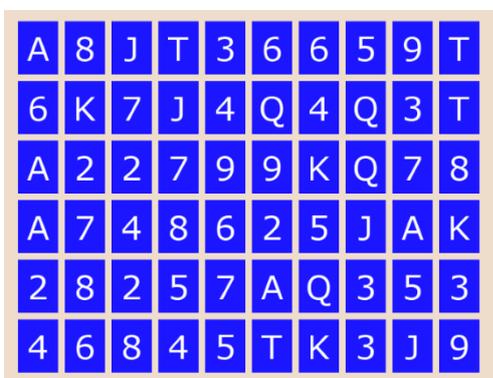


図 9. img2 の画像.

この問題は、画像ファイルを読み込み、数字データを出力するものである。テンプレートマッチングを用い img1 の画像の数を求める。テンプレートマッチングのプログラム例を図 10 に示す。

```
Python演習 質問 お問い合わせ
<< 問題詳細ページへ戻る << 問題一覧ページへ戻る
実行 保存 提出
8 def func(img1, img2):
9     img = cv2.imread(img1)
10    img_g = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
11
12    tmp = cv2.imread(img2, 0)
13    h, w = tmp.shape
14
15    res = cv2.matchTemplate(img_g, tmp, cv2.TM_CCOEFF_NORMED)
16    loc = np.where( res >= 0.95)
17
18    count = 0
19    for i in zip(*loc[::-1]):
20        cv2.rectangle(img, i, (i[0] + w, i[1] + h), (0,0,255), 5)
21        count += 1
22    print(count)
23    cv2_imshow(img)
24    return count
25
```

実行結果

```
5
A 8 J T 3 6 6 5 9 T
6 K 7 J 4 Q 4 Q 3 T
A 2 2 7 9 9 K Q 7 8
A 7 4 8 6 2 5 J A K
2 8 2 5 7 A Q 3 5 3
4 6 8 4 5 T K 3 J 9
```

図 10. テンプレートマッチングの回答例.

この問題を解くことで画像処理、画像認識を学習できる。画像処理では、認識のためにグレースケール化する。画像認識では、テンプレートマッチングを適切な方法を用いて閾値を調整しデータの取得をする。また、マッチングした画像を赤枠で囲むことで新たな技術を獲得できる。

### 4.4.2 赤を青に変換しよう

関数の引数として画像ファイルパスが渡されます。この画像の RGB 値が R=255, G=0, B=0 の色を R=0, G=0, B=255 の色に置き換えよ。入力画像を図 11 の左図, 出力画像を図 11 の右図に示す。

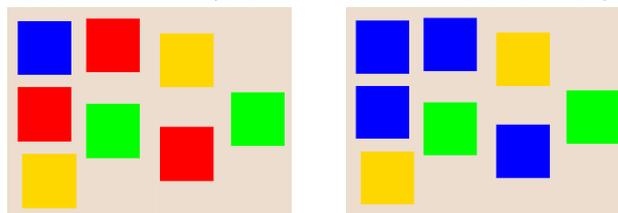


図 11. 左) 入力画像, 右) 出力画像.

この問題は、画像を出力値とした問題である。問題文では、具体的な色を指定し回答に混じりがないようにした。これを解くことで画像処理の技術と画像出力を学習できる。画像処理には、画像を Pillow で読み込み、画像サイズを取得。画像サイズで二重 for ループし画像の 1 ドットずつ色を置換する。以上により、この問題を解くことが可能である。色変換のプログラム例を図 12 に示す。

```
Python演習 質問 お問い合わせ
<< 問題詳細ページへ戻る << 問題一覧ページへ戻る
実行 保存 提出
1 import cv2
2 from cv2.imshow import cv2_imshow
3 import numpy as np
4 from PIL import Image
5
6 def func(path):
7     img = Image.open(path)
8     xx, yy = img.size
9     for x in range(xx):
10        for y in range(yy):
11            r,g,b = img.getpixel((x,y))
12            if r == 255 and g == 0 and b == 0:
13                img.putpixel((x,y), (0,0,255,0))
14    img = np.array(img)
15    img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2BGR)
16    cv2_imshow(img)
17    return img
```

実行結果

図 12. 色変換のプログラム例.

## 5 収集データ

### 5.1 収集データの概要

収集データは、コンテンツの充実化やユーザーの傾向の分析といった、ユーザー向け、管理者向け、双方それぞれのデータを収集した。

収集したデータとして、

- ・演習問題の閲覧数
- ・演習問題の回答数
- ・演習問題の正解者数
- ・質問の閲覧数
- ・質問のコメント数

それぞれ、各ユーザーのデータベースから算出したものである。これらを元に演習問題の難易度や適否を考えることが可能である。また、質問の閲覧数やコメント数からは解説すべき内容を見出すことができる。

### 5.2 データの可視化

データの可視化では各問題において正解、不正解、未回答の3つに分類し、積立棒グラフを用いて表示した。このとき不正解とは、回答コードがデータベースに存在するが問題に正解していないものを指す。未回答は問題詳細ページの閲覧を行ったが、データベースに回答コードが保存されていないものを指す。データを可視化することで直感的に問題ごとの比較、分析を行うことができる。回答状況のグラフを図13に示す。

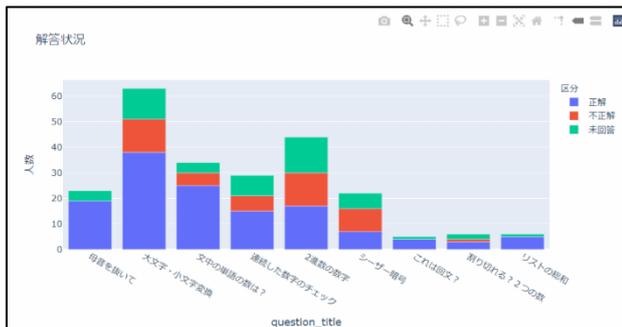


図13. 回答状況グラフ.

## 6 おわりに

本研究では、Python 学習 Web サイトのシステム設計と開発を行った。Web サイトでは、アカウントを用い様々なページへとアクセスすることができる。問題演習では、プログラミング環境の構築が不要で Python プログラムをコーディングする

ことが可能である。また、従来の学習サイトとは異なり、テキストファイルや画像の入出力が可能であるため、演習問題の幅が大きく広がる。また、他ユーザーの解答を閲覧することができ、新たな解法の学習を行うことができる。質問、お問い合わせページでは、ユーザー間、ユーザーと管理者間でコミュニケーションすることができ、コンテンツがその数ほど増えることになる。マイページでは、自身の活動を網羅的に確認することができ、学習のモチベーションに繋がると考える。

今後の展望として、競技プログラミングサイトと連携し、双方のデータを元に両サイトのコンテンツの強化、問題の選定などを行うことでより発展したサイトになることを期待したい。

## 参考文献

- [1] 「Progate」, <https://prog-8.com/>, (参照 2022 年 3 月 18 日).
- [2] 「paiza ラーニング」, <https://paiza.jp/works>, (参照 2022 年 3 月 18 日).
- [3] 「CheckiO」, <https://checkio.org/>, (参照 2022 年 3 月 18 日).
- [4] 「Online Python Tutor」, <https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-us-universities/fulltext>, (参照 2022 年 3 月 18 日).
- [5] 文部科学省：【情報編】高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）, [https://www.mext.go.jp/content/1407073\\_11\\_1\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf), (参照 2022 年 3 月 18 日). [https://www.mext.go.jp/content/20200722-mxt\\_jogai02-100013300\\_005.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200722-mxt_jogai02-100013300_005.pdf), (参照 2021 年 2 月 9 日).
- [6] 尾有栄光, 平塚太一, 松本貴裕, 高見友幸, 「Python 競技プログラミングサイトの設計と開発」, 第 8 回 国際 ICT 利用研究 研究会講演論文集, pp.24-27, 2020.
- [7] 松本貴裕, 福井昌則, 高見友幸, 「画像を題材とした競技プログラミング用コンテンツの開発」, 第 9 回 国際 ICT 利用研究 研究会講演論文集, pp.26-29, 2021.