

2025年度 放送大学教育振興会助成事業成果概要

1. 事業の課題名

初級プログラミング教育向けデジタル教材の開発と実践

2. 研究者情報

所属機関名	放送大学
職 名	教授
研究者・研究 代表者氏名	森本 容介

3. 事業の目的等

初学者向けの Python のオンライン授業（放送大学の「ライブ Web 授業」）で使用するデジタル教材を開発し、その効果を確認することを目的とする。一般的な授業方法では、学生は、説明の聴講、小テストへの解答、プログラムの入力・実行などのために、複数の画面を切り替えながら受講する必要がある、PC に不慣れな学生には負担が大きい。また、講師が学生の進捗を把握することが困難である。そこで、一つの画面上で説明資料の閲覧、小テストの受験、プログラミングの実践が行えるデジタル教材を開発する。また、デジタル教材における学習の進捗を講師が把握できる機能を実現する。

4. 事業の成果の概要

【デジタル教材の制作】

本授業で用いるデジタル教材を制作した。本教材は、図表とテキストによる説明、自動採点の小テスト、プログラミング演習、から構成される。小テストは知識を定着するための多肢選択問題であり、プログラミング演習ではソースコードの入力と実行が行える。本教材は、Web ブラウザ上で動作し、学習管理システムである Moodle に掲載する。技術的には、次の点を工夫した。

SCORM の使用：本教材は、SCORM パッケージとして制作した。これによって、教材が操作履歴を記録(送信)するために必要な、学生の情報を得ることができる。また、Moodle の SCORM プレイヤーの目次機能を用いて、教材構成の確認や教材内の移動が行える（本教材は 9 章 35 節からなる）。

無限ループ対策：Python のソースコードの実行には、Pyodide を用いる。学生が誤って無限ループを発生させたときに Web ブラウザの操作に支障をきたさないように、Web Worker を使用してバックグラウンドで実行する。また、タイムアウトを設け、実行時間が基準を超えたプログラムを停止する。

標準入力対応：Python プログラムにキーボードからデータを入力するには、input()を用いる。input()は同期関数であるのに対し、Web Worker とメインスレッド間の通信は非同期であることから、input()の実装は簡単ではない。いくつかの候補を検討した結果、本教材では、非同期でデータを入力する関数を作成することとした。学生が input()関数を呼び出すソースコードを入力すると、作成した関数の呼び出しに書き換えてから実行する。本手法の欠点として、学生が入力していないコード片が、エラーメッセージに現れることがある。

【履歴記録機能の開発】

デジタル教材上での学生の操作履歴を、記録、閲覧する機能を開発した。デジタル教材は、ペ

ージの表示、小テストへの解答、ソースコードの実行を契機に、操作履歴を送信する。小テストへの解答には選択した肢と正誤が、ソースコードの実行には入力したソースコードと実行エラーの有無が含まれる。これらの履歴は、別途用意するサーバで受信し、データベースに記録される。記録されたデータは、ダッシュボードで閲覧する。記録をそのまま閲覧できることに加えて、以下のような情報を集約して閲覧できる。

- 学生ごとの進捗
- アクティブユーザ数、現在最も取り組まれている問題（小テスト）と課題（プログラム作成）
- 問題ごとの、正解した学生数、不正解のみの学生数、未回答の学生数
- 課題ごとの、実行に成功した学生数、実行エラーのみの学生数、未実行の学生数

【授業の実践と評価】

制作したデジタル教材を用いた授業を実施した。2日間、8コマの集中講義であり、履修者は15名（定員）、当日出席者は14名であった。授業の開始時に、デジタル教材の使用は任意である（デジタル教材と同内容のPDFの教材を準備して、Google Colaboratoryの紹介をした）ことと、デジタル教材を使用すると履歴が送信されることを説明した。講師は主にデジタル教材の画面をZoomで共有しながら、内容の説明、小テストやプログラムの解説を行った。また、別の画面に表示したダッシュボードで学生の進捗を確認し、ペースの調整や講義内容の一部省略などを行った。入力されたソースコードも確認できることから、間違いの箇所の把握に役立った。

授業後にデジタル教材に関するアンケート調査を実施し、10名から回答を得た。結果は次の通りである。

- プログラムの作成、実行に主に使用したツールは、デジタル教材が7名、Google Colaboratoryが2名、その他（どちらも使ったと考えられる）が1名であった。
- 講師の説明中に主に見ていた画面は、Zoomで講師が共有した画面（デジタル教材）が7名、自分で起動したデジタル教材が2名、その他が1名であった。
- 自由記述では、主に以下の3点が指摘された。
 1. 講師と同じ画面でわかりやすく、説明を聞きながら操作できることがよかった。
 2. 講師が進捗を確認していたので安心感があった。
 3. 他の章に進むと、入力したプログラムが消えることが不便であった。

デジタル教材に関してはおおむね好意的であり、本教材やこれを用いた授業が効果的であったと考えられる。