

1. 担当 PM

五十嵐 悠紀

(明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 専任准教授)

2. クリエータ氏名

坂口 楽 (成蹊大学 理工学部 情報科学科 3 年)

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

Web 技術を活用したプログラミング学習基盤の開発

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、ブラウザ上で単独で動作する環境構築が一切不要の Python の実行環境を提供し、生徒の学習データとプログラミングの過程を収集して、学習データの分析・可視化ができる教師用プラットフォームを開発した。本プロジェクトで収集する学習データは個人情報保護の法律に則って適切にユーザに提供されるように、システムを設計・開発した。

7. 採択理由

本提案は、ブラウザ上で単独で高速に動作する、環境構築・管理が一切不要のプログラミング学習基盤を構築するものである。

現場の課題や個人情報の法律など、現状をよく調べた上での提案であり、現場の教員や生徒が本当に使えるものに仕上げていく熱意を感じた。

どのレベルの教育に照準をあわせるかといったことが課題でもあり、普及のカギでもあるだろう。すでにプロトタイプも出来上がっており、積極的に教育現場で使いながら、検討・開発していくことを期待した。

8. 開発目標

本プロジェクトでの開発目標は、

- ブラウザ上で単独で動作し、プログラミングの過程を学習データとして収集することのできる Python の学習環境
- 収集した学習データの分析、管理が行える管理者用プラットフォーム

について、これらを一貫して環境構築が不要なプログラミング言語の学習に最適化した学習基盤として提供することである。

9. 進捗概要

本プロジェクトの開発成果として、大きく分けて「プログラミング学習環境」と「管理プラットフォーム」の二つの開発し、それを LOGRAM と名付けた。本プロジェクトで開発したプログラミング学習環境では、Web Assembly で動作する Python インタプリタを使用してブラウザ上で単独で動作させ、Progressive Web Apps に対応することでローカルのデスクトップにインストールすることができる。Web Assembly と Progressive Web Apps を併用することで、環境構築が不要というオンラインの開発環境のメリットと、オフラインでも使用することのできるローカルの開発環境の両方のメリットを享受した実行環境を開発した (図 1)。

また、本プロジェクトでは独自の学習コンテンツを開発するのではなく Jupyter Notebook 形式に対応し、データ構造の互換性を保ちつつ拡張する形をとった。これにより、既存の Jupyter Notebook (.ipynb) ファイルの import が可能となった。これまでの知見が溜まった Jupyter Notebook 上での学習体験をそのまま持ち込んで、さらに学習データなどを活用した学習の質の向上ができるようにすることで、使ってもらうためのハードルを下げられると考えられる。また、外部ライブラリの import や matplotlib などの画像の描画を可能としてデータサイエンスの学習にも対応することができる (図 1)。

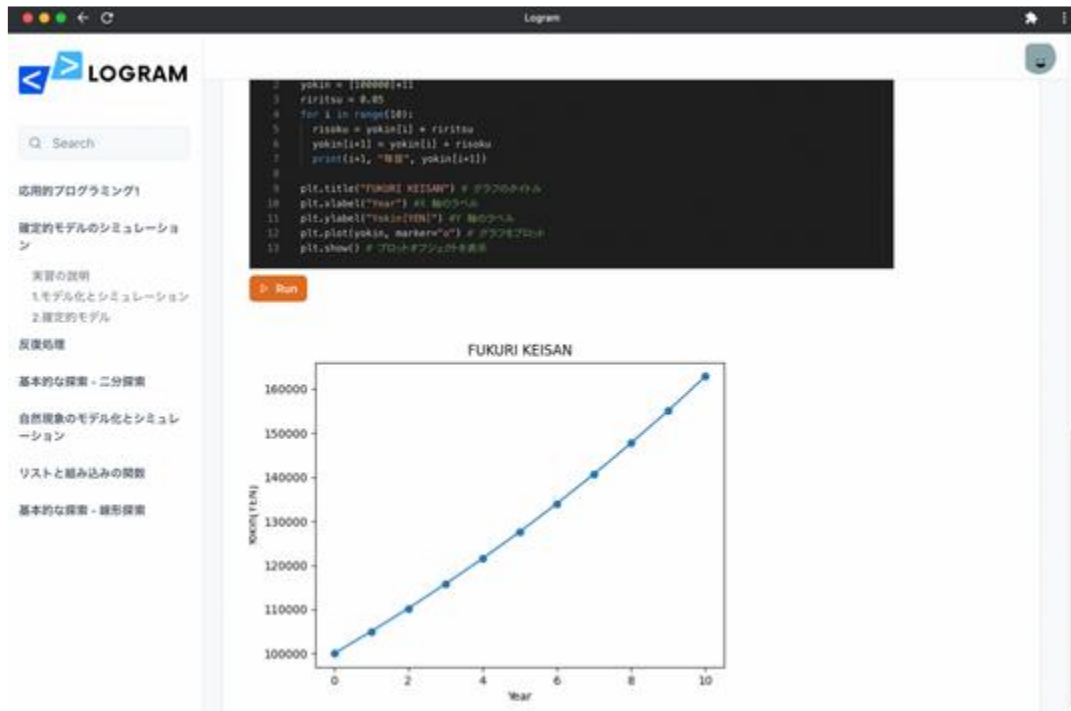


図 1：ブラウザ単体で動作するプログラミング学習環境

本プロジェクトでは、生徒のプログラミングの過程と合わせて経過時間やエラー内容など生徒のプログラミングに関する情報を記録しておくことで、生徒の時系列な学習データとして自動で収集する機能の開発を行った。学習データは図 2 の 4 種類に識別して収集している。収集した時系列な学習データを管理プラットフォームで生徒／クラス単位で読み込むことで、生徒の学習データの分析・可視化し、生徒のプログラミングの過程を把握することができる（図 3）。またローカルのファイルシステムから読み書きを行うことのできる File System Access API を使用し、オンラインで学習データのやり取りは行わず、学習データの収集から活用までを一貫してオフラインで行なっている。そうすることによって個人情報保護に関する法律に則って適切に学習データを活用することができる。また持続可能性といった面で Web Assembly を使用してサーバサイドでプログラムの実行を行うこと、膨大な量になる学習データをデータベースに保存せずにローカルのファイルシステムで管理することで、大幅なコストの削減に成功した。



図 2 : 収集する学習データ



図 3 : 管理プラットフォームのデータ分析画面

また、プログラミング学習環境では学習データを収集する段階で学習データの活用を行っており、生徒のエラーが要因のつまづきを検知した際に、生徒の状況に合わせて段階的に自己解決に向けた支援を自動で行うことや、質問を促すといったサポートを行う機能を実装した (図 4)。1、2 段階目では発生しているエラーの内容を動的に日本語で説明したものを通知し、3 段階目には図 4 にある「質問する」というボタンをクリックすると生徒がノートブックでプログラミングをしてきた過程のログを提示する。このログは、学習者がそこまでたど

り着くまでのプログラミングの過程を読み取るヒントとして表示している。そのため、このログを見せながら質問をすることで「なにが分からないのか分からない」という言語化できていない状態でも質問をするきっかけを作る。



図 4 : 段階的に自動サポートを行う機能の通知

10. プロジェクト評価

本プロジェクトでは、プログラミング学習環境と管理プラットフォームの 2 つを開発した。坂口氏は当初、このシステム「LOGRAM」を高校での授業を対象として展開しようと開発していたが、開発期間中のヒアリングと進捗ミーティングなどでいただいた意見をもとに検討を重ねた結果、高校だけにとらわれない「プログラミング学習の現場」で使用可能なシステムとして間口を広げて仕上げる事ができた点を評価する。

本プロジェクトの成果として、環境構築が不要のプログラミング学習環境が整い、初学者がプログラミングを学習しやすくなったこと、管理プラットフォームを利用することで、初学者のつまづきなどもわかりやすく可視化され、指導しやすくなった点も評価に値する。

11. 今後の課題

本プロジェクトは高校の授業のみならず、プログラミングを学びたい初学者全体に間口を広げて展開していけると考えている。また、授業のような多人数を相手に教える必要があるような現場でより魅力を発揮するシステムとなっており、社会への普及を期待している。