

## 多言語のプログラミング学習支援システムの開発

## Development of a Multi-Programming Learning Support System

谷山 明日希<sup>\*1</sup>, 重松 大志<sup>\*2</sup>, 松本 慎平<sup>1</sup>Asuki TANIYAMA<sup>\*1</sup>, Hiroshi SHIGEMATSU<sup>\*2</sup>, Shimpei MATSUMOTO<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup> 広島工業大学情報学部<sup>\*1</sup> Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bl18066, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

<sup>\*2</sup> 広島工業大学大学院工学系研究科<sup>\*2</sup> Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md22004@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：多言語を学ぶ際、初学者にとって環境の構築は非常に大きな負担となっている。また、環境構築のための時間的ロスも大きな課題と言える。このような課題の解決が望まれているが、未だ十分に改善されていない。上述した課題を解決するため、環境構築が不要なクラウドサービスの利用が効果的だと考えられるが、オフライン環境では学習できない。また、多くの場合学習に特化しているため、通常のエディタとして利用できない。クライアント環境で多言語利用が可能なシステムも見られるが、拡張性に制限がある。教育現場では、ネット環境に依存せず、複数の教授者が多様な環境で講義することが想定される。そのため、クライアント環境で、かつ容易に拡張可能な仕組みを有しながら、多言語のプログラミング構築を支援するソフトウェアが必要だと考える。そこで本研究では、多言語のプログラミング学習を支援するためのシステムを新たに実装し、その有用性を明らかにする。

キーワード：プログラミング、多言語、学習支援、環境構築

## 1. はじめに

様々なプログラミング言語の普及に伴い、その実行や学習を容易とする環境への期待が高まっている。その一方で、多様なプログラミングを行うための環境構築は初学者にとっては容易ではない。環境構築は多くの場合学習者自身で行うことが求められるが、初学者にとっては大きな負担となる<sup>(1)</sup>。大学の授業などで環境構築を行う際、講義間でのバージョンの違いやシステムの競合が予期せぬトラブルを引き起こし、余計な負荷を発生させる原因となっている場合もある。また、環境構築のための時間的ロスも大きな課題と言える。このような課題の解決が望まれているが、未だ十分に改善されていない。

多言語環境構築の課題を解決するため、複数言語に対応したオンラインプログラム学習・試験システム track<sup>(1)</sup>などのクラウドサービスの利用が効果的だと考えられる。しかし、track はオンラインで利用されることが前提のため、オフライン環境では学習できない。また、学習に特化しているため、通常のエディタとしても利用できない。クライアント環境で多言語利用が可能なシステムも見られるが、拡張性に制限がある<sup>(2)</sup>。教育現場では、ネット環境に依存せず、複数の教授者が多様な環境で講義することが想定される。そのため、クライアント環境で、かつ容易に拡張可能な仕組みを有しながら、多言語のプログラミング構築を支援するソフトウェアが必要だと考える。そこで本研究では、Hello C<sup>(3)</sup>の有用性に着眼し、Hello C の多言語化システムを新たに実装する。そして、提案システムにより、多言語の学習環境の支援を目的とする。

## 2. 提案システム

提案システムは、多言語の環境構築支援を主目的とした開発環境であり、JavaScript, Java (Espresso), Python, Ruby, LLVM のプロジェクトの作成や実行が可能である。提案システムは Hello C<sup>(3)</sup>とも連携が可能であり、配信された学習課題の回答用クライアントとしても利用可能である。提案システムの開発言語は Java, 使用 JDK は Eclipse Temurin 17.0.1+12, 対応 OS は Windows, Ubuntu, macOS である。提案システムは、GraalVM を用いることで多言語実行を実現している。GUI 上でコーディングが行われたファイルは、プロジェクト言語に即したコンパイラを経由する。コンパイル後、macOS であれば直接 PolyglotCLI を実行し、Windows では WSL を経由しファイルを Ubuntu で実行する。PolyglotCLI がサポートしている言語は上記の 4 言語である。なお、学習を容易とするため、RSyntaxTextArea ライブラリを用いてファイル編集画面を実装し、Hello C や IntelliJ IDEA を参考に UI をデザインした。提案システムの構成を図 1、外観を図 2 に示す。

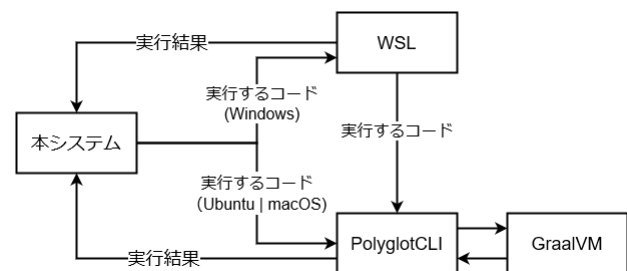


図 1 提案システムの構成

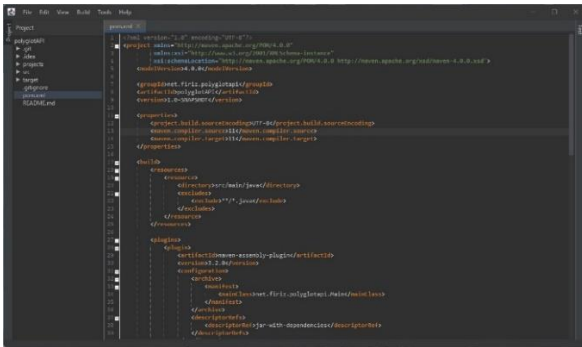


図2 提案システムの外観

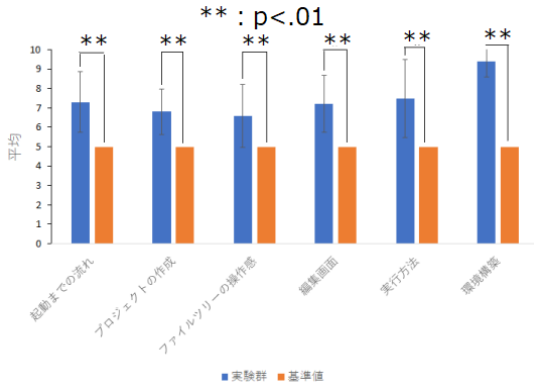


図3 各機能の評価結果

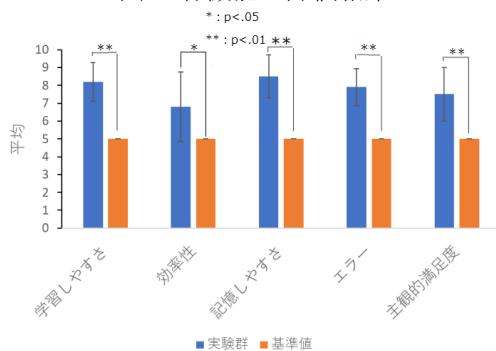


図4 Nielsenの5因子に基づく分析結果

### 3. 有用性の検証方法

被験者は、情報学を専攻し、C, Java, JavaScriptの基礎を習得している大学生10人とした。まず、被験者は授業で指示されたエディタを用いて、C, Java, JavaScriptでコンソール上にHello Worldと表示するプロジェクトの作成及び実行を行った。この演習の際、課題完了までの時間を計測した。なお、制限時間は設けなかった。次に、被験者は提案システムを用いて演習を行った。まず、提案システムを用いて環境構築を行い、その後、C, Java, JavaScriptでコンソール上にHello Worldと表示するプロジェクトの作成及び実行を行った。提案システムについても同様に、演習時間を計測し、制限時間を設けなかった。2種類の方法で演習を行った後、被験者にアンケートへの回答を求めた。使用するアンケートは、プログラミング開発に重要となる主要な機能の有用性評価、Nielsenの5因子に基づくシステム自体のユーザビリティ評価とした。

### 4. 実験及び評価

被験者各々の好きなエディタでの課題完了までの時間の平均は6分18秒、提案システムの平均は8分00秒であった。なお、提案システムの環境構築の時間を除いた場合、2群の間に統計的に有意な差は示されなかった。提案システムの有用性を明らかにするため、主要な機能の評価、Nielsenの5因子について、それぞれの基準(被験者が普段授業で用いているエディタの評価)を5として、評価結果の分析を行った。結果を図3、図4に示す。縦軸は平均、エラーバーは標準偏差を表している。「本実践の平均値は、被験者が普段授業で用いているエディタの評価値5と同じである」を帰無仮説とするt検定を行った結果、 $p < 0.05$ が得られ、帰無仮説は棄却された。なお、 $p < 0.05$ で有意差が見られた場合は\*を図内に表記している。以上より、提案システムが持つプログラミング演習において主要となる各機能は、学生が普段使っているエディタよりも高性能であることが示唆された。環境構築に関する質問では、特に大きな差が見られた。この結果より、環境構築のための負荷を最小限に抑えるという本研究の目的は達成できていたことが示唆された。Nielsenの5因子についても同様に分析を行った。分析の結果、図4のとおり、5因子全てで提案システムは学生が普段使っているエディタよりも統計的に有意に高い評価であった。この結果から、提案システムは学生が普段使うエディタよりもユーザビリティが高いことが示唆された。

### 5. おわりに

本研究では、多言語のプログラミング学習のための環境構築及び演習を支援するためのシステムを実装した。提案システムの有用性を評価するためのアンケートを行った結果、提案システムは普段被験者が授業で使っているエディタよりも高性能であること、環境構築のための負荷を減らせること、ユーザビリティが高いことが示唆された。

### 謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)20K0319, 22K02815)の助成を受けて実施した成果の一部である。

### 参考文献

- (1) 新田章太, 小西俊司, 竹内郁雄. 複数言語に対応しやすいオンラインプログラミング学習・試験システム track.情報教育シンポジウム論文集, No.2019, pp.114-121 (2019).
- (2) 松澤芳昭, 坂本一憲, 大畑貴史, 箕捷彦ほか. プログラミング教育のための多言語間プログラミング言語翻訳システム.情報教育シンポジウム 2015 論文集, Vol.2015, pp.223-230 (2015).
- (3) 松本慎平, 大下昌紀, 買田康介, C言語初学者及びその教授者のためのサーバ・クライアントに基づくプログラミング学習支援システムの開発.電気学会論文誌C, Vol.140, No.9, pp.1096-1109 (2020).