

# 初学者向け C 言語プログラミング教育のための開発環境の構築と 基礎的な分析機能の実装

## Constructing Development Environment of C Programming Language for Novice Learners and Implementing a Function of Basic Analysis

大下 昌紀<sup>\*1</sup>, 買田 康介<sup>\*2</sup>, 松本 慎平<sup>\*2</sup>

Masanori OHSHTA<sup>\*1</sup>, Kosuke KAIDA<sup>\*2</sup>, Shimpei MATSUMOTO<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 広島工業大学大学院工学系研究科

<sup>\*1</sup> Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md18003@cc.it-hiroshima.ac.jp

<sup>\*2</sup> 広島工業大学 情報学部

<sup>\*2</sup> Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {b116023, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし:我々は,大学などでプログラミングを不得意とする学習者の支援に資することができ,大学生が受ける授業で手軽に利用可能な C 言語エディタである Hello C を開発した. Hello C は, プログラミングに十分に慣れていない学習者にとって使いやすいユーザ体験を提供できるため, 初学者のプログラミングに対する抵抗感の低減に貢献できるものである. 本稿では, Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べることを目的とする. また, プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため, 学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である `impass` を検知可能な機能を追加した. 特に本稿では, 問題ごとに `impass` の値を自由に設定できるようにした.

キーワード: プログラミング, C 言語, 学習用エディタ, 初学者, `impass`

### 1. はじめに

プログラミング教育を充実させるためには, 学習しやすい環境の整備と, 学習履歴を踏まえた上での学習者診断とそれに基づく適応的な教授法構築の 2 点が大きな課題となると考えられる. とりわけ, 両者の要件を同時に満たすことができ, 初学者に適した設計を有したシステムが必要であると考えられる.

そこで著者らは, コンピュータに不慣れな学習者が大学などの授業の中で手軽に利用でき, かつ, ラーニングアナリティクスのツールとして利用可能な Windows 端末用の C 言語エディタである Hello C<sup>(1)</sup> を開発した. これは, 実アプリケーションの開発を一切想定しておらず, 基本的な C 言語の学習にのみ特化したプログラム開発環境である. 大学などの C 言語を教授する講義では, 多くの場合, Linux などの専門的な環境のエディタや, Visual Studio などのリッチな統合開発環境が用いられる. しかしながら, これらの環境は, プログラミングに初めて触れる学習者やコンピュータの基本操作に十分に慣れていない学習者にとっては非常にハードルが高い. Hello C は, プログラミングに十分に慣れていない学習者にとって使いやすいユーザ体験を提供できる. よって, 初学者のプログラミングに対する抵抗感の低減に有効に働きかけることができると考えられる.

本稿では, Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べることを目的とする. また, プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため, 学

習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である `impass`<sup>(2)</sup> の検知が可能な機能を追加し, それを用いた基礎分析の結果を示すことを目的とする. 具体的には, 問題の難易度にあった `impass` を検知できるようにし, その有用性について議論した.

### 2. Hello C

Hello C<sup>1</sup> は, C 言語の学習に特化した Windows 専用のプログラミング開発環境である. Hello C の外観を図 1 に示す. Hello C は, 初学者がプログラミング学習を進めるうえでできる限り非本質的な認知負荷を掛けないよう, 簡易プロジェクト管理機能, 簡易デバッグ機能, 静的解析機能, オートコンプリート機能, 構文チェック機能, 複数ファイルのコンパイル機能, ソースコード圧縮保存機能, 練習問題取得機能などを提供している. Hello C は, Visual Basic .NET Framework 4.5 を用いて開発されている. コンパイルと実行は, Windows 用 `gcc` で行う.

初学者向けのエディタはいくつか存在するが, Hello C は他にはない独自の機能として, 練習問題取得及び回答の送信機能を有している. サーバサイドアプリケーション (Hello C Server) では, 学習者の回答ログの確認はもちろんのこと, 正誤判定結果や学習者の進捗状況を都度で把握できる. Hello C Server は Ubuntu 16.04 で動作し, 開発言語は PHP 7.1.11, Web サーバソフトウェアとして Apache 2.4.29, データベース管理システムとして MySQL 10.1.28-MariaDB を用いている. Hello C は, 練習問題とそのテストケー

<sup>1</sup> <http://helloc.kuoppi.net>

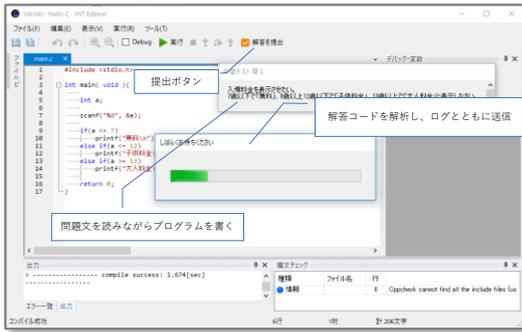


図 1 HelloC の練習問題機能

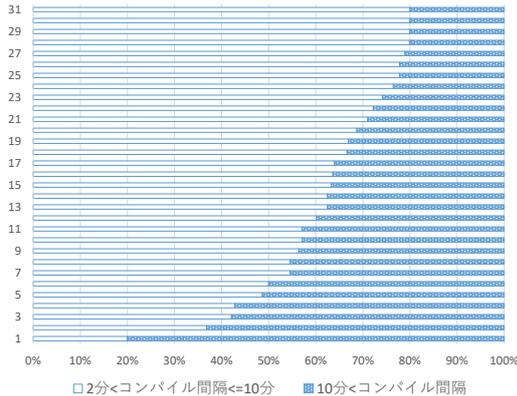


図 2 問題ごとのコンパイル間の時間間隔の割合

スを Hello C Server からダウンロードできる(図 1 参照)。ダウンロード後練習問題のプログラム開発に取り組んだ後、学習者はそのソースコードを Hello C Server に送信できる。なお、送受信共に、JSON 形式でデータの受け渡しを行っている。このとき、Hello C Server 側の負荷を考慮し、テストケースをクリアしたソースのみをサーバ側で自動採点するようにしている。このような仕組みを採用しているため、Hello C Server に負荷が集中することはまれである。したがって、XAMPP などを利用し、一般的な汎用計算機をサーバ用システムとして利用できる。このことから、Hello C サーバ・クライアントシステムを利用することで、従来は容易ではなかったラーニングアナリティクスに基づいたプログラミングの学習支援が容易に実現可能となった。

本稿では、Hello C Server に対して、問題の難易度に応じた *impass*<sup>(2)</sup> の検知が可能な機能を新たに追加した。*impass* とは、学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である。この機能により、学習の進捗が順調ではない学習者を発見し、状況に応じて必要なアドバイスを必要な時に適宜提供できるようになった。本稿では、問題作成時、*impass* の時間を設定できるようにした。その根拠として、図 2 に、練習問題ごとのコンパイル間の時間間隔の割合を示す。図 2 では、最初のコンパイル、全コンパイルからの時間間隔が 2 分以下のコンパイルは *impass* とは言えないため、これらを除き、時間間隔が 2 分から 10 分のコンパイル数、時間間隔が 10 分以上のコンパイル

数 2 つのみに着目して、その割合を示している。先行研究では、*impass* の時間間隔は一定であった。一方、図 2 より、問題ごとにコンパイルの時間間隔の割合は異なっている。問題の内容によっては、2 分から 10 分の時間間隔の場合でも *impass* として検出すべき場合も考えられるため、*impass* の値を教授者が問題ごとに自由に設定できるようにした。

プログラミング学習において、ラーニングアナリティクスを志向した研究は多く存在する。先行研究では、プログラムの記述、コンパイル、実行を可能とする Web サービスを構築し、学習者の作業の進捗集計、エラーの分類集計、作業の遅れている学習者の検出等の機能を教授者に提供している<sup>(3-5)</sup>。

これらシステムは、学習者・教授者にとって有用な機能を提供するが、高性能なサーバ基盤が必要である。よって、同様の環境を構築することは容易ではない。このことは、プログラミングを苦手とする学習者の支援に向けて大きな障壁といえる。Hello C は、この問題を解決可能な仕組みであり、この点で意義があると考えられる。

### 3. おわりに

本研究では、大学生が受ける授業で手軽に利用可能な C 言語エディタ Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べた。また、プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため、学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である *impass* を検知可能な機能を追加した。

### 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)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- (1) 買田康介, 大下昌紀, 松本慎平, 大学生のための C 言語エディタの開発, 2017 年度教育システム情報学会学生研究発表会 (2018).
- (2) K. Yamashita, T. Sugiyama, S. Kogure, Y. Noguchi, T. Konishi, Y. Itoh, An Educational Support System based in Automatic Impasse Detection in Programming Exercises, Proc. of the 25<sup>th</sup> International Conference on Conference on Computers in Education, . pp.288-295 (2017)
- (3) 加藤利康, 石川孝, プログラミング演習のための授業支援システムにおける学習状況把握機能の実現, 情報処理学会論文誌, 55 巻, 8 号, pp.1918-1930 (2014)
- (4) 彦坂知行, 北英彦, 多人数でのプログラミング演習における学習者のコンパイルエラー状況の把握システム, 2015 PC Conference (2015).
- (5) 大橋旭雄, 野崎要, 森本康彦, 中村勝一, 宮寺庸造, 学習履歴を活用したプログラミング学習支援システムのための基盤環境の開発, 第 38 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, F3-4 (2013).