

# タイプ練習型エディタによるプログラミング初学者向学習支援手法の提案

## Proposal of learning support method for beginners of programming with type practice editor

那須 靖弘

Yasuhiro NASU

大阪滋慶学園

Osaka Jikei Colledge

Email: y-nasu@wojc.jikei.com

**あらまし:** タイピング操作およびタイプミスに起因する大量のエラーメッセージは、プログラミングの初学者がぶつかる最初の壁である。対面授業では机間巡回による個別サポートが可能であるが、遠隔授業では入力作業の前に、キー操作スキルを習得する必要がある。

そこで、タイプ練習を兼ねてプログラムの入力作業が可能となるタイプ練習型エディタを開発した。本システムは、サンプルプログラムを表示し、上からなぞるようにプログラムの入力を行うもので、入力ミスが起こらず、作業の自立性を高めることができる。さらに、スロー・ステップ実行、動作説明実行によって動作を確認することにより認知負荷の低減が可能となっている。

**キーワード:** タイプ練習型エディタ、プログラミング学習、初学者、遠隔教育、moodle プラグイン

### 1. はじめに

2020 年度より初等教育にプログラミングの授業が導入されるが、導入以前の学生への対応として、大学においては一般教養科目でプログラミング演習を開講し、履修機会を与える必要がある。

このため筆者は、通信制大学においてプログラミング演習の開講を計画し、その準備としてスロー・ステップ実行機能を持つ遠隔教育用のプログラム開発実行環境を開発して報告を行った(1)。

一般に、初学者向きプログラミング演習の授業は、個々の文法や命令を学び、サンプルプログラムを打ち込んで動作させ、応用課題を行うという流れとなることが多い。しかし、プログラムの入力作業を行うと、英記号の入力方法がわからず行き詰まる学生も少なくない。さらに、コロンとセミコロンなど類似の記号を識別できず混乱することもある。このような場合、対面型の授業では、机間巡回によって個別にサポートを行うことができるが、遠隔授業では入力作業を行う前に、キー操作等の問題を解決しておく必要がある。

また、プログラム入力時のタイプミスは膨大なエラーメッセージを発生させるが、初学者は単純なミスに対するコンパイラの大げさな反応に違和感を感じ、難しいという印象を持ったため(2)、実際のプログラム作成の前段階で、タイプミスを減らすための学習を取り入れる方がよい。

ところで、多くのタイプ練習ソフトは、「即時確認の原理」に従い、打ち間違いは入力エラーとして学習者に通知され、正しい入力を得られるまでカーソルは同じ箇所まで停止する。つまり、最後まで入力された時点で、全体が正しく入力されたことと等価となる。

そこで、タイプ練習を兼ねてプログラムの入力作業が可能となるタイプ練習型エディタを開発した。

本稿は開発したタイプ練習型エディタと、スロー・ステップ実行機能を持つ遠隔教育用のプログラミング学習環境を用いた初学者向き学習支援システムについて述べるものである。

### 2. 写経型学習

プログラミングの学習は、サンプルプログラムを入力・実行させる、いわゆる模倣過程を経るが、この模倣とは、個々の宣言的知識を整理統合して有機的に結びつけ、利用可能な知識として習得するために行うものであり(3)、写経型学習と呼ぶことがある。

学習能力の高い者であれば、適切な例題の写経型学習のみによって概念の抽出が可能で、その意味では、写経型学習は授業とは独立した学習プロセスとして実施することもできる。

ただし、写経型学習の実践において「何が何だか分からぬまま、指示された通りのことをこなしていた」といった否定的反応を引き起こすこともあり、認知負荷の最適化が必要とされる(4)。

初学者にとって、プログラムの入力は困難な作業であり、この時点で挫折することも多い。この点、タイプ練習型エディタは一文字ずつ正確に入力させるため、入力が完了した時点でプログラムにはミスが存在せず、写経型学習で求められる「作業の自立性」を高めることができる。また、順次(逐次)処理を理解することも初学者には難しいが(3)、本システムではスロー・ステップ実行によってプログラムの実行される様子が視覚的に明らかとなり、認知負荷を大幅に軽減できる。

### 3. 提案システムの構成

本システムは、ブラウザ上で動作するタイプ練習ソフト形式のエディタであり、画面に表示されたプログラムを、なぞるようにキー入力するシステムと

なっている。図1に本システムの実行画面を示す。

本システムでは、右画面にキーボード図を表示し、操作するキーを赤色にマークして示している。キーレイアウトは日本語配列(106, Mac JIS), 英字配列(101)が選択できるが、それ以外のキーボードには対応していない。また、学習者が正しく設定変更することは期待できないため、キーボード図は目安程度と考え、キー操作に関する基本事項は事前に学習しておく必要がある。

また、入力ミスは画面のフラッシュと警告音によって学習者に通知するが、光過敏性発作への配慮としてフラッシュ時間を長く(約500msec)している。

入力が完了すると、入力に要した時間と誤打数等が表示され、「実行ボタン」をクリックすることによりプログラムを実行することができる。

本システムは moodle のプラグインとなっており、教員は学生の練習状況を一覧形式で確認することができる。

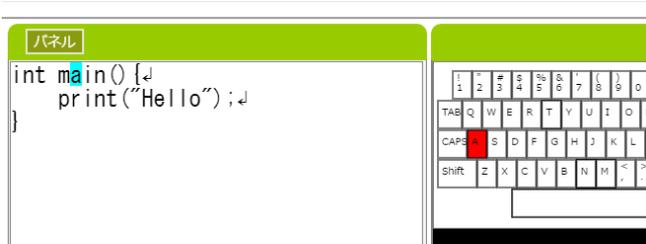


図1 本システムの動作画面

なお、Android のスクリーンキーボードでは、keydown イベントで keyCode が取得できない。そこで、背面に password 入力フィールドを配置し、そこに入力された文字を input イベントで取得することにより、スクリーンキーボードにも対応している。

#### 4. 関連研究

タイピングによる非本質的な認知負荷を軽減する方法として、Scratch のようなビジュアルプログラミング言語を用いる方法が存在する。また、石井(5)は、プログラムが一行ずつ書かれたカードを並べ替えてプログラムを完成させる学習教材を提案している。

これらの方法は、いずれタイピング方式に乗り換える必要があり、その時点で、改めてタイピングスキルの習得が必要となる。さらに言えば、写経型学習の洞察から、一見無意味な入力作業自体が学習に寄与している可能性もあるが、この点については今後の研究の進展を待つ必要がある。

中田(6)は本システムと同様のタイプ練習形式のプログラムを用いて毎回の授業の開始時にプログラムの写経を行わせ、プログラムの理解とタイピング速度に相関があると報告している。このシステムは、プログラムを実行することはできないため、主としてタイピングスキルの習得、認知能力の向上ならびに記憶を目的としたものと考えられる。また、(7)はエディタ形式の入力システムによって写経学習を行

うものである。スクリプト言語はエラーの場所を特定しにくい、このシステムは、元プログラムとの比較によって行番号付きエラーを表示し、認知負荷を軽減するものであり、実行機能はサポートしていないと推察される。

#### 5. おわりに

プログラミングは学習者ごとの理解度の差が大きいが、一斉授業は、学生全体の進捗を見ながら、止むを得ず作業を打ち切ることも多く、学習が遅れている学生はますます取り残されてしまう。この点、オンデマンド型の授業は、学習者のペースで学習を進めることができ、プログラミング教育に適した方式であるといえる。

タイプ練習型エディタは、入力すべき文字が明確に指示され、キー操作に不慣れな初学者向であってもミスなくプログラムの入力ができる。このため、大量のエラーメッセージによる洗礼を受ける前の段階で、本システムを使用してプログラムの入力作業に慣れさせることは、「スモールステップの原理」に適っている。

また、スロー・ステップ実行機能、動作説明機能は「視覚的顕在化」(4)を実現する一方式であり、「具体例の認知にかかる認知負荷」を低減させることができる。

さらに、ミスのあるプログラムを入力させ、エラー表示をたよりにミスを修正させる形式の演習を行うことにより、エラーメッセージへの対処を順序だてて学ぶことができる。

一方、本システムは一文字ずつ入力することを強調しすぎ、プログラム全体を把握することに学習者の意識が向かない恐れがある。このため、適切な段階で通常のエディタを利用した演習へと切り替える必要があると考えている。

#### 参考文献

- (1) 那須靖弘: “遠隔プログラム教育環境の構築”, JSiSE Research Report, Vol.31, No.7, pp.105-112, (2017).
- (2) 長尾和彦: “教育支援システムの構築におけるエージェントプログラミング技法とその応用に関する研究”, 名古屋工業大学博士論文 (2005)
- (3) 岡本雅子, 喜多一: プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察, 滋賀大学教育実践研究指導センター紀要, No.22, pp.49-53, (2014).
- (4) 岡本雅子, 村上正行, 吉川直人他: 「視覚的顕在化」に着目したプログラミング学習教材の開発と評価, 日本教育工学会論文誌, Vol.37, No.1, pp.35-45, (2013).
- (5) 石井元規, 岩井健吾, 松本慎平他: “プログラムを書かせないプログラミング学習支援の可能性検証—命令を組み立てることによるプログラム作成方式—”, JSiSE 中国地区学生研究発表会, (2015).
- (6) 中田豊久: “写経プログラミングの学習効果に関する考察”, 人工知能学会全国大会論文集 27, 1-3, (2013)
- (7) CODE 写経: <http://app.levelenter.com/codeshakyoo/>, (参照 2017.4.7).