

プログラミング演習における 学習状況のフィードバックシステムの開発

畝川 みなみ[†] 宇野 健[†]

県立広島大学 総合学術研究科 経営情報学専攻[‡]

1. はじめに

プログラミング教育では、演習などによる学習者の自学習が不可欠であるが、初学者にとってその学習環境を自力で構築することは困難であり、自学習を開始する上での障壁となり得る[1]。これまで本研究室では、Web ブラウザのみで利用できる初学者向けの C 言語学習支援システムを開発・運用してきた[2]。学習環境の構築を不要とするだけでなく、学習者の演習操作記録の取得も可能とした。しかし、昨年度（2012年度）の運用実験の記録から、自学習用の任意課題の取り組み率が低いことが分かった。

そこで本研究では、プログラミング演習における学習状況を定量的に評価し、教員および学習者に提示するフィードバックシステムを開発した。これにより、授業中および授業時間外の演習における、学習者の積極的な取り組みを促す。

2. C 言語学習支援システム概要

C 言語学習支援システムは、エディタとコンパイラを一つの画面に統合した演習システムと、本研究で新たに開発したフィードバックシステムから構成される。C 言語の初学者を対象としており、PHP を主な開発言語とする Web アプリケーションである。Web ブラウザのみでの利用が可能であるため、スマートフォン等の携帯端末からも利用できる。演習システム上でのコンパイルは、Ajax による非同期通信を用いて、サーバに設置した gcc でおこなう。

プログラムの実行には C 言語プログラム疑似実行システム[2]を使用しており、Web ブラウザ上で入力待ちを含むプログラムの実行を可能とした。また、ソースプログラムの編集記録やエラー履歴、実行時エラー等をデータベースに蓄積でき、それらを集計して教員に提示する機能を持つ。図 1 に、演習システムのインターフェースを示す。

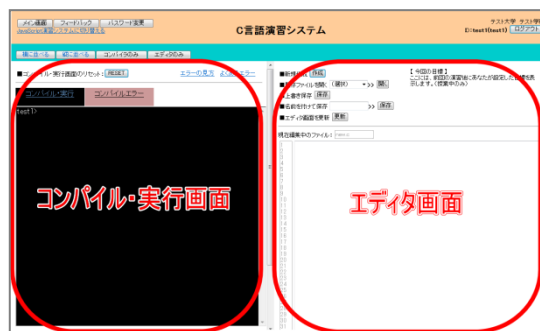


図 1 演習システムのインターフェース

3. フィードバックシステムの開発

3-1. 開発背景

本学経営情報学科 2 年次のプログラミングの授業は、前半が講義形式、後半がコンピュータを用いた演習形式でおこなわれる。1 回の授業では通常、例題が 2 問、練習問題が 5 問出題される。例題はプリントで配布し、授業中に解説をおこなうが、練習問題については、授業中に Web テキスト上に問題のみを掲載し、解答は授業終了後に公開する。練習問題のうち 1 問はメール課題として提出を義務付けるが、それ以外は自学習用の任意課題であり、成績評価の対象にしていない。昨年度の運用実験では、メール課題に指定された課題のみに取り組み、それ以外には手を付けない学習者が大半であった。その原因として、任意課題が成績評価の対象ではないことが考えられるが、全課題の提出を義務付けることは学習者にも教員にも大きな負担となる。

そこで今回は、任意課題の提出を義務付けることなく、演習への取り組み（結果およびそのプロセス）の評価を可能とするため、学習状況を自動的に評価し、教員および学習者にフィードバックするシステムを開発した。提出課題以外にも評価の対象であることを学習者に明示し、自身の学習状況を随時把握させることで、自学習の促進を図る。

3-2. 学習状況の評価

今回開発したフィードバックシステムでは、授業中および授業時間外の学習状況を A+～D の

Development of a feedback system for learning situation in programming exercises

[†]Minami UNEKAWA, Takeshi UNO

[‡]Graduate School of Comprehensive Scientific Research of Prefectural University of Hiroshima

5段階で評価し、図2のような流れで教員および学習者に提示する。評価には課題達成率と操作得点（システム上でのファイルの保存、コンパイル、実行の回数）を用いる。評価基準は、昨年度の運用実験の結果を基に設定した。

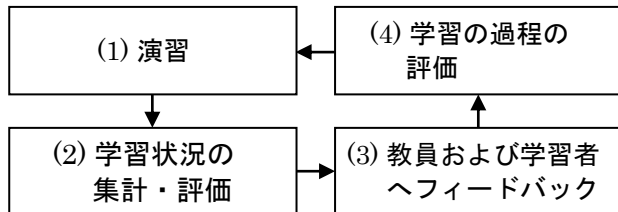


図2 フィードバックの流れ

また、課題ファイルに対する保存と実行が完了していれば達成したとみなし、達成率を算出する。教員側のシステムからは全員のソースプログラムの閲覧が可能であり、達成率のみを不正に向上させる行為も確認できることを学習者に明示する。

図3に、フィードバックシステムのインターフェースを示す。評価は、学習者や教員がシステムにアクセスした時点での学習記録をリアルタイムに集計しておこなう。学習者には具体的な評価基準は伏せ、5段階の総合評価と課題達成率、コンパイル成功率などの項目を公開する。

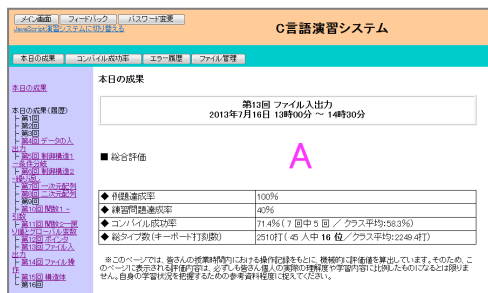


図3 フィードバックシステムのインターフェース

4. 運用実験

4-1. 実験概要

本年度（2013年度）5月～7月下旬の期間、実際のプログラミングの授業において運用実験をおこなった。対象は、本学部2年生のプログラミング科目の受講者44名である。授業中の演習・試験勉強などに演習システムを利用させ、各授業の終わりにはフィードバックシステムを閲覧させた。運用実験の結果を以下に示す。

4-2. 実験の結果

本年度と昨年度の学習者一人あたりの操作得点を比較すると、例題については、操作得点のピークの時刻が10分～20分程度早くなっていることが分かった（図4）。また、練習問題については、ピーク時の時刻が昨年度と同じである一方、本年度の操作得点が昨年度を大きく上回

る。このことから、「授業中に練習問題を達成すればフィードバックシステムで評価される」という期待から、演習の前半で例題を完了させ、後半で積極的に練習問題に取り組んでいる学習者が多いことが分かった。

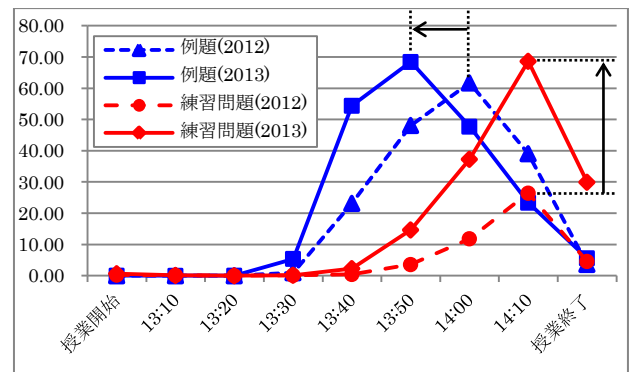


図4 学習者一人あたりの授業中の操作得点

また、運用期間中の学習者一人あたりの実績を昨年度と比較したところ、すべての項目において昨年度を上回った（表1）。特に任意課題達成率と練習問題達成率は大幅に向上した。

表1 運用期間中の実績（一人あたり平均）

	昨年度	本年度
保存回数	270.4	414.3
コンパイル回数	243.9	354.0
実行回数	185.5	246.6
任意課題達成率	24.0%	69.9%
例題達成率	84.9%	94.6%
練習問題達成率	33.4%	72.2%

5. まとめ

本研究では、学習者の操作記録を基に授業中および授業時間外の学習状況を評価し、学習者に提示するフィードバックシステムを開発した。このシステムの開発により、これまででは評価できなかった任意課題や学習の過程を評価可能とした。実際の授業において運用実験をおこなったところ、昨年度の運用実験と比較し、操作得点および任意課題達成率が大幅に向上した。

今後の課題として、本システムでの学習における学習者のモチベーションの評価や、収集したデータを基に成績不振兆候者を早期発見する機能の追加などが挙げられる。また、現時点ではフィードバックシステムでの学習状況の評価基準が固定であるため、授業ごとに教員が自由に基準を設定できる機能の追加も検討中である。

参考文献

- [1] 平田克己：「効果的なプログラミング自学自習支援システムの検討」高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集(28),pp.37-40(2008)
- [2] 畝川みなみ,宇野健：「C言語学習支援のためのWebベース・プログラム疑似実行システムの開発」平成24年度電気・情報関連学会中国支部連合大会(2012)