

# オブジェクト指向言語における主要な概念を 理解するためのワークベンチ

## Workbench for understanding the key concepts in object-oriented programming language

浅井 俊伍, 酒井 三四郎

Shungo Asai, Sanshiro Sakai

静岡大学情報学部

Faculty of Informatics, Shizuoka University

Email: cs11002@s.inf.shizuoka.ac.jp

**あらまし:** オブジェクト指向言語の Java におけるオブジェクト指向の主要な概念 (継承・カプセル化・ポリモーフィズム) の学習支援するためのワークベンチを開発した. 評価実験を行ったところ, 明確にツールが有用だったとは言えなかったが, ツールを利用することに利点があることが確認できた.

**キーワード:** Java, オブジェクト指向, 学習支援

### 1. はじめに

オブジェクト指向言語である Java の学習は, 学習者にとって一般的に敷居が高い. 一般的なプログラミング言語で必要となる変数や関数 (メソッド) などの概念に加えて, クラスとオブジェクト (インスタンス) の違いなどのオブジェクト指向の基本的なことからオブジェクト指向における主要な概念 (継承・カプセル化・ポリモーフィズム) の理解が必要となるからである.

プログラミングやオブジェクト指向言語の学習を支援するツールはいくつも開発されているがその多くがクラスとオブジェクトの違いに焦点を当てており, オブジェクト指向の主要な概念に触れているツールがあまりないという問題がある.

このような問題に対し, 本研究ではオブジェクト指向の主要な概念の学習支援を目的とした学習支援ツールを開発する.

### 2. 先行研究

オブジェクト指向言語の学習を支援するツールとして AnchorGarden<sup>(1)</sup> というワークベンチが挙げられる. ワークベンチとは視覚化による概念理解の支援に加え, そのモデルを操作できるインタラクティブなシステムである. 本研究は, このワークベンチを基に開発を行っている.

プログラミング言語やオブジェクト指向の学習を支援するツールは他にもある. 有名なものとして, BlueJ<sup>(2)</sup> が挙げられる. BlueJ はクラス図を作成・編集しながらコーディングをし, 実行時にはオブジェクトを操作できる. このツールは自分で作成したクラスからオブジェクトを生成・操作することができるが, AnchorGarden に比べて直感的ではなく, 他のツールと同様にオブジェクト指向の主要な概念に対してはあまり触れていない.

### 3. 本研究のアプローチ

AnchorGarden はオブジェクト指向言語の学習を支援するワークベンチである. AnchorGarden には以下のような特徴がある.

1. クラスとオブジェクトを区別できる
2. オブジェクトを操作できる
3. 操作に対応したコードを見ることができる

上記の特徴により, 利用者はプリミティブ型とオブジェクト型違いやクラスとオブジェクトの違い, オブジェクトの扱い方などをツールと対話しながら学ぶことができる. しかし, AnchorGarden も他のツールと同様にオブジェクト指向の主要な概念である継承・カプセル化・ポリモーフィズムには触れていない.

AnchorGarden のワークベンチ方式のインタフェースを利用することで, オブジェクト指向の主要な概念をわかりやすく表現できると考え, AnchorGarden の機能を拡張することによって本研究の目的である学習支援ツールを開発する.

### 4. 実装した機能

継承・カプセル化・ポリモーフィズムそれぞれに対し, 理解を促すための機能を実装した. 機能を実装した AnchorGarden の図を図 1 に示す.

#### 4.1 継承

subclasses のオブジェクトは親クラスの色と自身の色の二種類で表示されるようにした. クラスがもつフィールドが親クラスと subclasses どちらで定義されたかを明確にし, subclasses は親クラスの拡張であることを強調する. 加えて, subclasses への参照を親クラスの変数に代入した場合, subclasses の部分が暗転するようにした. これにより, subclasses の部分にはアクセス出来ないことを表現する.

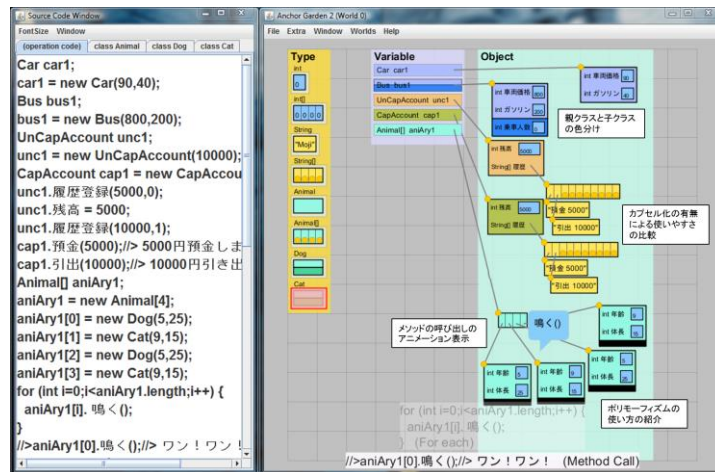


図 1 機能を拡張した AnchorGarden

4.2 カプセル化

カプセル化がうまくできているクラスとできていないクラスを提供し、それぞれを利用者に操作してもらえるようにした。それぞれを操作し、どちらが適切に利用されやすいかを考えてもらう。

4.3 ポリモーフィズム

複数のオブジェクトに同じメソッドを呼び出しても動作が異なることを強調するために、メソッド実行時にオブジェクトへメッセージを送るアニメーションを追加した。これにより、複数のオブジェクトに同じメソッドを呼び出すメッセージが送られているのにもかかわらず、その動作が異なることを確認させる。加えて、繰り返し文でのポリモーフィズムの利用の仕方を組み込んだ。

5. 評価実験

5.1 仮説

今回の実験で検証する仮説を以下に示す。

**仮説** 学習者はツールを利用することで、従来のテキストと図での学習方法より高い学習効果がある。

5.2 実験方法

Java の学習経験がある情報学部生 8 人に対して実験を行った。

ツールの利用の有無による比較を行うために、被験者を二分し、実験群は本研究で作成したワークブックとツールを用いて学習し、統制群はワークブックのみで学習を行う。

学習効果の測定は学習の前後でテストを行い、実験群と統制群それぞれの平均点の変動で測定する。

5.3 実験結果

表 1 は、実験群と統制群それぞれのプレテストとポストテストの平均点をまとめたものである。

表 1 プレテストとポストテストの平均点

	プレテスト	ポストテスト	差
実験群	40.0	68.8	28.8
統制群	31.3	66.3	35.0

統制群の方が平均点の差が大きかった原因として、ポストテストの問題の難易度が考えられる。

本実験で用いたポストテストの問題には筆記でコードを記述してもらった問題が 2 問用意されていた。被験者はこのような問題に慣れていなかったため、ポストテストの点数が伸び悩んだのではないかと考えられる。

その結果、プレテストの平均点が低かった統制群の方が差が大きくなったと考えられる。

統制群では被験者の 50% が点数の伸びが良く、残りの 50% が点数の伸びが悪いというバラつきがあった。

しかし、実験群では、被験者の 75% が点数の伸びが良かった。

このことから、ツールを用いた学習はテキストでの学習より向き不向きが少なく人による効果の差が小さいと考えられる。

また、実験終了後統制群の被験者にツールの紹介をしたところ、「ツールを利用したほうがわかりやすい」という意見も多かった。

6. おわりに

本研究では、オブジェクト指向の主要な概念の学習支援を目的とした学習支援ツールを開発し、その学習効果を測定するための実験を行った。

実験の結果、明確にツールが有用だったとは言えないが、ツールを利用することに利点があることがわかった。今後は本実験の結果を概念ごとに分析し、点数の差が小さかった概念の学習方法を改善していきたいと考えている。

参考文献

- (1) 三浦 元喜, 杉浦 太郎, 國藤 進: “オブジェクト指向言語における変数とデータの関係を理解するためのワークベンチ”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.10, pp.2396-2408 (2009)
- (2) Michael Kolling, Bruce Quig: “The BlueJ system and its pedagogy”, Computer Science Education, Vol.13, No.4, pp.249-268 (2003)