

Aroe vs Dolittle - 2種類の言語を用いたプログラミング授業の実践

長 慎也[†], 兼宗 進[†]

一橋大学[†]

東京都国立市中 2-1

{cho,kanemune}@cc.hit-u.ac.jp[†],

概要

2つの言語を用いたプログラミング授業の実践結果を報告する。著者の2人がそれぞれ開発した言語 Aroe (長), ドリトル (兼宗) を用いて授業を行った。Aroe は, 開発環境を含めてすべて Web ブラウザ上で動作する, HTML を記述する感覚で容易に Web アプリケーションが作れる, などの特徴をもつ。ドリトルは, オブジェクトに命令を与えて自由に絵を描くことが可能である, 日本語の命令を用いてプログラムが書ける, などの特徴をもつ。いずれの言語も習得が容易で, 興味を惹く作品を作りやすく, プログラミングの学習に向いているが, Aroe とドリトルは次のような相違点も多い。Aroe の文法は英語が主体, ドリトルは日本語が主体である。Aroe はテキストボックスやボタンなどの GUI の作成が得意であるのに対して, ドリトルはタートルグラフィックスによる描画が得意である。Aroe は Web ブラウザ上で動作するが, ドリトルは各端末で Java アプリケーション動作する。このような言語の特徴の違いが学習効果に与える影響を調べた。プログラミング授業の2つのクラスにおいて, 教え方の順番だけを変えて, 同じ内容を半期にわたって教えた。

1 Web アプリケーション

プログラミングの初心者にとって, Web アプリケーション (Web サーバ上にプログラムを置き, Web ブラウザ上を介して動作するプログラム) の作成は難しいとされてきた。

その理由には次のようなものがある。

- プログラムを Web サーバにアップロードする必要があり, ftp などの 高度な技術が要求される。
- Web ページの表示に HTML を用いる際, HTML をプログラムの中を書く必要がある。

このため2種類のプログラミング言語が混在することになり, 学習者にとって混乱のもととなりやすい。

- プログラムの間違いを修正するのが困難。エラーの発生箇所の表示が不親切。
- 画面に表示される内容が変化に乏しい。アニメーションなどを行うには高度な知識が必要。

Web プログラミングのための言語として比較的簡単とされている, PHP と JavaScript を例に挙げる。

- **PHP** PHP は Web サーバ側で動作する言語

であるため、プログラムを Web サーバにアップロードする必要がある。PHP のプログラムは HTML の中に埋め込む形で記述されるが、プログラムの中でさらに HTML を出力したい場合、HTML を文字列として出力する必要があり、混乱しやすい。エラーが起きた場合はブラウザにメッセージが表示されるが、発生箇所を見つけるのが困難な上にメッセージが難解である。

- **Javascript** 手元の端末で実行することが可能で、プログラムのアップロードをする必要はないが、Web サーバを用いないプログラムは「Web アプリケーション」とは言い難い。Javascript から通信を行うためには、Ajax などの技術が必要になるが、これも高度な知識が必要になる。アニメーションを行うには、スタイルシートなどの知識が必要となる。エラーが起きた場合の振る舞いはブラウザに依存する。ブラウザによっては単に「エラーになった」という旨しか表示されない。

初心者向けの Web アプリケーション学習環境として必要な要素は次のようなものであると考える。

- ファイルの扱い（サーバへのアップロードなど）の知識が不要であること。
- 興味を惹く機能を簡単に利用できること。
- 表示（HTML）とプログラムの記述とを明確に区別できること。
- プログラムの訂正が容易であること。

これらの要素を取り入れたプログラミング言語環境「Aroe[1][2]」を用いて、授業を実践した。授業においては、Aroe とともに、Web アプリケーションより学習が容易なクライアントサイドのプログラミング言語も学習し、Aroe との学習効果の違いを検証した。

2 Aroe の特徴

2.1 Web 上の統合開発環境

Aroe の開発環境は Aroe 自身で書かれた Web アプリケーションである。学習者は、プログラムの実行はもちろん、作成をも Web ブラウザ上で行うことが可能である。記述したプログラムは、Web サーバ上に随時保存されるため、アップロードを意識する必要がない。

動作画面を図 1 に示す。左側の「プログラム記述部」にプログラムを記述し右側の「実行部」にてプログラムが実行される。プログラム中にコンパイルエラーがある場合は図 2 のように、実行部にエラーの起きた箇所を示す仕組みをもつ。

2.2 プログラムの記述方式

本来、Aroe のプログラムは図 3 のよう文法で記述される。その動作の概要は次のようになる。

- toHtml メソッドで、プログラムが画面に表示する内容を HTML を用いて定義する。
- ボタンなど GUI 部品に対応する動作を、独自のメソッドで定義する。

しかし、toHtml メソッドを Aroe をそのまま書かせるのは難しいので、開発環境においては、Aroe のプログラムを書く部分を、「HTML 部」と「動作部」に分割した。HTML 部に書いた内容は toHtml メソッドの内部に挿入され、動作部に書いた内容は、そのまま toHtml メソッドの後ろに追加される。例えば、図 1 に書かれているプログラムは、図 3 と同じプログラムを生成する。

これにより、表示と動作との違いを意識しながらプログラムの作成が可能である。

2.3 拡張タグ

HTML 部には標準的な HTML のタグの他に、高度な機能を簡単に使うためのタグが用意されている。

- **TextBox** テキスト入力欄である。HTML で標準的に使われている Input タグより、記述が簡素化されている。
- **Rectangle** 任意の場所に四角形を表示する。表示した後も位置や色を変えることが可能である。
- **Timer** 一定間隔で決められた処理を実行する。例えば、図 4 で示したプログラムにおいては、それらが自動的に移動するアニメーションが見られる。
- **Communicator** Web サーバを介した通信機能を提供する。図 5 のようなプログラムによって、他の学習者のアプリケーションと文字列をやりとりすることが可能である。

```

Html toHtml {
  return <Span>
    <H1>計算する</H1>
    値を入力してください<Br/>
    <Textbox id=t1/> + <Textbox id=t2/> =
      <Textbox id=res/>
    <Button onClick=keisan>計算</Button>
  </Span>;
}
keisan {
  res.number=t1.number+t2.number;
}

```

図 3: Aroe のプログラム (GUI 部品)

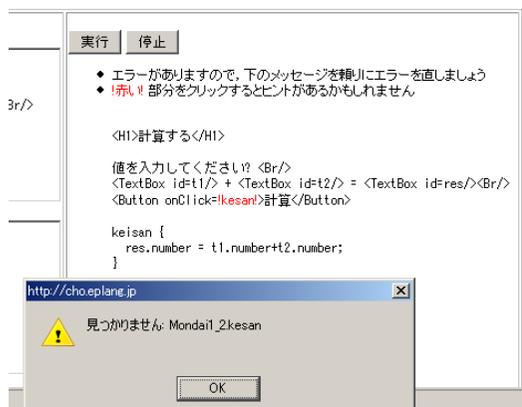


図 2: Aroe の学習環境 (エラー表示)

3 授業実践

授業においては、Aroe の教育効果を他の言語と比較するために、Aroe とともに、クライアントサイドのプログラミング言語「ドリトル」も学習させた。

ドリトル [3] は、教育用オブジェクト指向言語である。タートルグラフィックスを使った描画や、図

```

//----HTML----
<Communicator id=c onReceive=recv/><Br/>
送りたい相手<Textbox id=aite/><Br/>
送りたいメッセージ<Textbox id=s/>
<Button onClick=send>送る</Button>
<Br/>
相手からのメッセージ<Textbox id=m/>
//----動作----
send {
  c.send(aite.text , s.text );
}
recv {
  m.text= c.text;
}

```

図 5: Aroe のプログラム (通信)

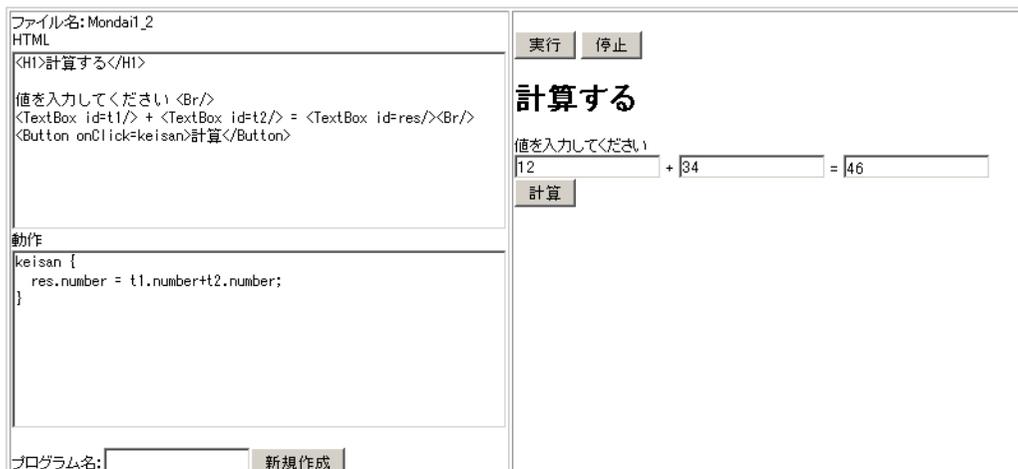


図 1: Aroe の学習環境

```

カメ太＝タートル！作る。
カメ太！90 左回り。
「
「カメ太！50 歩く 85 右回り」！4 繰り返す。
「カメ太！20 歩く 18 右回り」！2 繰り返す。
」！30 繰り返す。

```

図 6: ドリトルのプログラム

形を用いたアニメーションが可能であり、学習者にとって興味を持てるプログラムが作成可能である。また、日本語を用いたプログラムにより簡単にプログラムが書ける。ただし、ドリトルは Java アプリケーションとして動作するため、Web アプリケーションの開発はできない。

ドリトルは、初心者用のプログラミング言語として多くの運用実績 [4][5] をもつ。

ドリトルのプログラムの例を図 6 に示す。このプログラムの動作結果を図 7 に示す。

3.1 授業概要

獨協大学経済学部経営学科 1 年の「コンピュータ入門 b(2006 年秋学期)」を授業実践の場とした。事前調査を行った結果、履修した学生はほぼ全員プログラミングの経験がないことがわかった。

授業は、2 つのクラスで行った。それぞれ「AD クラス」「DA クラス」と呼ぶことにする。AD クラスにおいては学期前半で Aroe、後半でドリトル、DA クラスにおいてはその逆の順序で演習を行った。

授業の内容を表 1 に示す。

3.2 Aroe の授業内容

- **HTML** 図 1 の「HTML 部」だけを用いて、標準的な HTML を学習する。学生は先行する授業において HTML の学習をしており、その復習を兼ねて行うものである。
- **ボタンとテキスト** 図 3 のような GUI を用いたプログラムを作成し、イベント駆動型プログラミングと、代入の概念を学習する。
- **アニメーション** 図 4 のようなプログラムを作成し、アニメーションの仕組みを学習する。

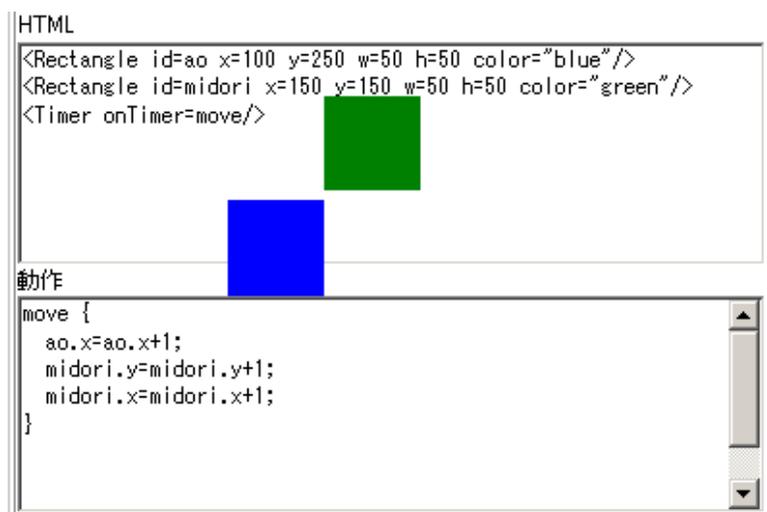


図 4: Aroe のプログラム (アニメーション)

プログラムを工夫して、独創的なアニメーションを作成させた。

- **通信** 図5のようなプログラムを作成し、コンピュータ間での通信の原理を学習する。

3.3 ドリトルの授業内容

- **タートルグラフィックス** 図形を描画するプログラムを通じて、コンピュータが一定の手順に従って動作するという感覚を学ぶ。
- **繰り返し** 繰り返しを使って図形を描き、プログラムを効率的に描く方法を学ぶ。
- **図形** 図形オブジェクトを作成し、図形を動かすプログラムを通じて、オブジェクト指向の基礎を学ぶ。
- **アニメーション** 「タイマー」の仕組みを使ってアニメーションを実現し、簡単なゲームの作成を行う。

4 システム運用

Aroe による授業を運用するために Web サーバを 1 台用意した。CPU: AMD Sempron 2600 1.6GHz, メモリ 512MB, Fedora core 4 であった。

Aroe は Web にプログラムを保存する。また、プログラムのコンパイルや実行を行うたびに Web ブラウザと Web サーバ間で通信が発生する。学生が約 40 人で同時アクセスするため、1 回の授業 (90 分) で 6000 程度のリクエストが生じる。しかし特に速度が急激に低下することはなかった。ただし、通信の演習を行ったときにメモリ不足のためサーバが停止するトラブルがあった。

ドリトルは、大学に用意されているネットワークドライブ上に実行ファイルを用意し、プログラムの保存も学生個人のネットワークドライブ上に行った。

プログラムの保存とは別に、プログラムの作成過程を記録するためのログサーバを別途用意した。

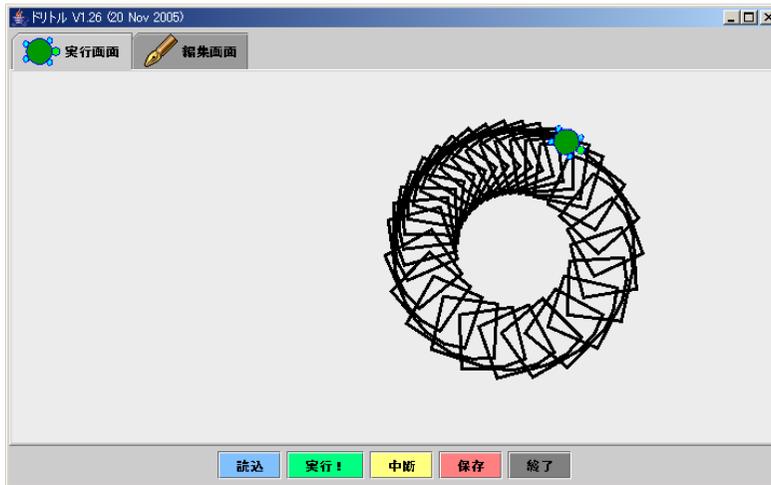


図 7: ドリトルの学習環境

5 評価

5.1 学生の感想

Aroe とドリトルを両方演習した段階で、「Aroe とドリトルの、それぞれ良い点と悪い点を述べよ」という内容のアンケートを実施した。結果を表 5.1 に示す。

全体的には、ドリトルについて「図形の描画やオブジェクトの操作が楽しい」「日本語でプログラミングできる」などの好意的な意見が最も多くみられたものの、Aroe についても「(以前に習った) HTML が使える」「HTML と動作が分離されているのでわかりやすい」「汎用的・実用的」などの意見が見られた。特に「ドリトルは面白いが、プログラムが長くなると把握が難しくなる。Aroe ならプログラムの構造がしっかりしているので、実用的なアプリケーションも開発できそう」など、それぞれの言語の特徴を理解した上での意見もみられた。一方、「ドリトルはうまくできたが、Aroe はさっぱりだった」という意見や、あるいはその逆の意見はほとんど見られなかった。よって、2つの言語の違いに戸惑うことなく、ドリトルを学習するのと同じ感覚で Aroe が学習できたと考えられる。Aroe はドリトルと異なり、Web アプリ

ケーションのための言語である。Aroe によって初心者にとって難しいとされていた、Web アプリケーションの実習が可能になったといえる。

6 考察

Aroe を用いて、プログラミング初心者に対しても、Web アプリケーションプログラミングの演習が可能であることを示した。ただし、今回製作させたものが純粋な「Web アプリケーション」であるかどうかは議論の余地がある。実装上、Aroe のプログラムは Javascript に変換され、Web サーバ上に保存される。Web ブラウザからはその Javascript をダウンロードしてブラウザ側で解釈実行する場合がほとんどである。もちろん端末にファイルを置いて実行しているわけではないので Web アプリケーションには違いはないが、今回の演習の中で、本当に Web サーバを介して行う必要があったプログラムは通信機能だけであり、よりサーバサイドのプログラムを意識させる演習が必要になると考える。例えばサーバに置かれたデータベースを参照させ、学生間の情報共有ができるようなプログラムも作成させると、より Web ア

日付	AD クラス	DA クラス
9/25	事前試験, Aroe 試用	事前試験, ドリトル 試用
10/2	Aroe:HTML	ドリトル: 描画
10/9	Aroe:ボタンとテキスト ドリトル:繰り返し	
10/16	Aroe:アニメーション	ドリトル:図形
10/23	Aroe:通信	ドリトル:タイマー
10/30	中間試験, ドリトル: 描画	中間試験, Aroe:HTML
11/13	ドリトル:繰り返し	Aroe:ボタンとテキスト
11/20	ドリトル:図形	Aroe:アニメーション
11/27	ドリトル:タイマー	Aroe:通信
12/4	期末試験, 作品制作	期末試験, 作品制作
12/11	作品制作	作品制作
12/18	作品制作	作品制作

表 1: 授業計画

	良い点	悪い点
Aroe	自由度が高い (6) HTML と動作が分離されている (5) 計算ができる (5) 実用的 (5) HTML で書ける (4) 規則的でわかりやすい (4) アニメーションができる (3) 通信ができる (3) エラー訂正がしやすい	エラーの修復が難しい (10) 英語でプログラミング (10) 難しい (4) 動作が重い (2) 複雑 (2)
ドリトル	複雑な図形が描画できる (9) 日本語でプログラミングできる (8) カメ太がかわいい (7) オブジェクトに命令を出せる (5) ゲーム感覚で使える (4)	座標の計算が難しい (9) 複雑 (7) エラーの修復が難しい (6) 自由度が低い (6)

表 2: Aroe・ドリトルの良い点悪い点 (括弧内は意見の件数)

アプリケーションの演習として効果的である。

7 まとめ

Webアプリケーション開発環境 Aroe を用いた授業実践を行った。プログラミングの経験がまったくない学生に対しても、Webアプリケーションの作成が可能であることを示した。

今後はサーバサイドプログラミングの要素を多く取り入れた Webアプリケーションの製作が行えるように、開発環境、ライブラリの充実を目指す。

参考文献

- [1] 長慎也, 兼宗進. Aroe - web プログラミングの実習に適した web 技術統合環境. 情報処理学会 情報教育シンポジウム SSS2006, 2006.
- [2] 長慎也, 兼宗進. Aroe - ajax で ajax を作る. 2006 年度 情報処理学会 夏のプログラミングシンポジウム, 2006.
- [3] 兼宗進, 御手洗理英, 中谷多哉子, 福井眞吾, 久野靖. 学校教育用オブジェクト指向言語「ドリトル」の設計と実装. 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. SIG11, 2001.
- [4] 兼宗進, 中谷多哉子, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖. 初中等教育におけるオブジェクト指向プログラミングの実践と評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. SIG13, 2003.
- [5] 中谷多哉子, 兼宗進, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖. オブジェクトストーム: オブジェクト指向言語による初中等プログラミング教育の提案. 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 6, 2002.