

Java プログラミング入門 e-learning コンテンツの紹介

高岡詠子 石井和佳奈

千歳科学技術大学

Eiko Takaoka and Wakana Ishii

Chitose Institute of Science and Technology

eiko@etlab.spub.chitose.ac.jp

概要

千歳科学技術大学では、平成 16 年度より採択された現代的教育ニーズ取組支援プログラムの一環として、Java プログラミング言語入門を目的とした授業を 18 年度より単位認定型完全 e-learning 形式で行うことが決まった。来年度の授業形態を視野に入れて、17 年度春学期、試験的に e-learning システムを導入して授業を行った。本発表では、開発した e-learning のコンテンツの紹介を行う。

1. はじめに

千歳科学技術大学では、平成 16 年度に採択された現代的教育ニーズ取組支援プログラム、テーマ 6 : IT を活用した実践的遠隔教育 (e-learning) において全学的に e-learning プロジェクトが進められている。高校での情報導入に伴う大学初年度教育での情報処理の能力の多様化に備え、情報実習系および情報講義系科目全ての e-learning 化を図ることと、専門教育課程での実践的な IT スキル教育への社会的要請に応え、情報キャリアアップ科目を開発することである[1]。

このプロジェクトにおいて、情報講義系科目の一つであり学部 3 年生を対象とした「ソフトウェアデザイン」では、Java プログラミング言語入門の授業を平成 18 年度に単位認定型完全 e-learning で行う。この科目の担当は筆者であり、他の科目はブレンド型 e-learning をめざす中、今回のプロジェクトにおいては唯一完全 e-learning 化を行う科目である。コンテンツ作成は筆者の研究室でおこなっている。来年度の授業形態を視野に入れて、17 年度春学期、試験的に e-learning システムを導入して授業を行った。本発表では、開発されたシステム

の詳細、コンテンツ概要と運用、および学生のアンケート結果報告について報告する。

2. コンテンツの構築

2.1. 概要

学習法を構築する上で、学習者の苦手な項目、およびテキスト等だけではわかりにくい項目のうちどのようなイメージがほしいかというアンケート調査を行い、その結果を踏まえて、Java 言語における言葉の概念、オブジェクト指向言語特有の考え方を中心に理解させるようにシステムの設計を行った。コンテンツの目次リストを以下に示す。箇条書きの大項目につき、それぞれいくつかの教科書、アニメーション、映像教材、ドリル (演習問題) が用意される。

- 1) オブジェクト指向と Java
- 2) クラスの概念とインスタンス
- 3) クラス・フィールド・メソッド
- 4) 今までのまとめ
- 5) 継承①
- 6) 継承②
- 7) 配列
- 8) 抽象クラス
- 9) インターフェース
- 10) GUI プログラミング

2.2. 講義テキスト (教科書)

前節で述べた大項目の中にさらに小項目があり、それぞれに講義テキストが用意される。各テキストは HTML ファイルである。テキストだけではイメージを伝えにくい内容について Flash アニメーションを用意した。アニメーションファイルをテキスト内部に組み込むことはせず、テキストでは対応するアニメーションを見るよう記述するにとどまっておき、実際に学生は目次リストから対応するアニメーションをクリックして見ることになる。

2.3. アニメーション

テキストで表現しきれないイメージや映像に盛り込めないような細かいプログラムの説明を伝えるために、アニメーションを作成した。テキストの内容を補助するためのもので、長いプログラムの説明を行うためのものがある。プログラムの説明を行うアニメーションでは、プログラムの各行にマウスを合わせると、その行の説明が表示される。

2.4. ドリル

各大項目に、理解度を確認するためのドリルを用意した。ドリルは学習者が能動的に進度に合わせて回答できる「演習モード」と、達成率を 100%にする期限を与える「課題モード」の両方で回答できる。語句やプログラムの穴埋め問題や、プログラムの実行結果を問うような問題 (図 1 参照) がある。回答方式としては、選択式 (各小問ごとに複数選択肢から選ぶ)、パズル方式 (大問に複数選択肢を用意し、その中から当てはまるものを空欄へマウスで移動する) がある。実際に言葉を入れるという方法のほうが選択式よりも力はつくのではないかという意見もあり、現在検討中である。また、ヒントを表示することもできる。学生は、1年生の数学でも同じような e-learning コンテンツを使っており、そちらのドリルではヒントを最後まで見ると解答が書いてあるものが多いため、このドリルでもその文化を受けているせいか、最後のアンケートで

は、ドリルのヒントに解答を載せてほしいという要望もあった。ヒントの出し方については今後の課題である。

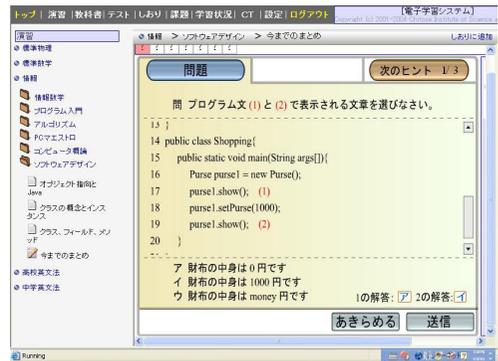


図 1 ドリル

2.5. 映像

本コンテンツの映像は、実際の授業を収録したものを編集するというものではなく、本コンテンツ専用シナリオを作成して撮影・編集を行っている。以下、映像コンテンツについて詳細を述べる。

2.5.1. 映像によるオブジェクト指向概念の表現

映像における最大のメリットは、テキストやホワイトボード、コンピュータ等を使っても説明しきれないイメージを伝えられることである。何年間にも渡り、オブジェクト指向言語の授業を行ってきた中で、授業の導入部分における、オブジェクト指向・メッセージパッシング・インスタンスの生成といった概念、そして継承の概念を理解させる方法について試行錯誤を行ってきたが、表現しきれない事柄も多かった。今回、映像コンテンツ作成にあたり、今まで表現しきれなかったこれらのオブジェクト指向特有の概念を表現するために、シナリオ作成の段階からさまざまな工夫を行った。以下、詳細を述べる。

● クラスとオブジェクト

クラスとは？オブジェクトとは？という話をするときに、プログラムソースを使った具体的な説明をする前に概念的なイメージを伝えたいと思った。そこで、今回は、

たとえば人オブジェクトをつくる場合にはその型紙になるような設計図（クラス）をつくり、その設計図からものの実体をつくるというイメージを伝えるために、学生何人かを人クラスのオブジェクト（インスタンス）として登場させた。Lesson 1 では、プログラムソースを使わずに、クラスからオブジェクトが生成され、各オブジェクトは状態（フィールド）と行動（メソッド）を持っているということを理解させる。Lesson2 では Lesson1 を踏まえ、プログラムソースを使って、インスタンスが生成される様子を理解させる。Lesson3 では、さらにプログラムの実行を 1 行ずつ追いながら、コンストラクタを使ってインスタンスが生成され、その結果、各インスタンスのフィールドがどう変わるかということまで理解させる。



図 2 映像：オブジェクトの生成

● メッセージパッシング

オブジェクト指向における重要な概念の一つにメッセージパッシングがある。この考え方を理解させるために、メッセージパッシングによるメソッド呼び出しを前述の学生インスタンスのやりとりで表現するなどの演出を行った。クラスとは何か、そしてクラスと実体（インスタンス）との違い、実際にインスタンスが生成されるということはどういうことなのかということを理解させるための映像の例を図 2 に示す。この映像では、各インスタンスの中にそれぞれフィールド(name, age, occupation)が存在し、メッセージパッシングによって送られたメソッドは、受け取るインスタンスによ

って処理が異なってくるということも理解できるようなシナリオになっている。

● 変数の種類

Java におけるプリミティブ型変数と参照型変数の違いを理解させ、変数の生成やアクセスにあたりメモリ上でどのような処理が行われるのかを理解させる。また、インスタンス変数を宣言しただけではなぜ実体ができないのか、変数というのはインスタンスが実際にあるメモリへの参照を表しているだけで、実体ではないということなども理解させるための演出を行った。

● コンストラクタ

インスタンス生成にあたり new キーワードを伴ってコンストラクタを呼び出す必要性はなんとなくわかっていても、細かい話になってくるとほとんどの学生は混乱する。そこで、コンストラクタの説明のみに 1 回分の映像を割り当て、コンストラクタの役割やデフォルトコンストラクタ、引数ありのコンストラクタを宣言した場合に引数なしコンストラクタがないとコンパイルエラーが起こることがあるのはなぜか等を理解させるための演出を行った（図 3 参照）。

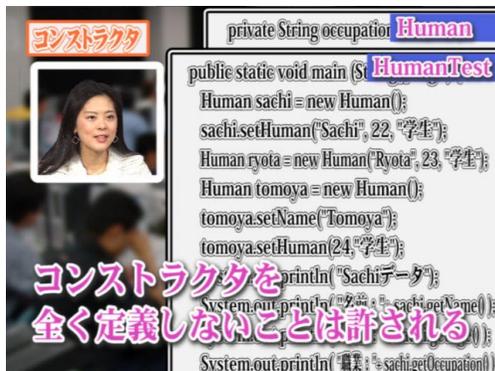


図 3 映像：コンストラクタ

● 配列

配列を使ったコーディング理解の演出のほか、配列宣言と変数の生成に伴うメモリ上の処理を理解させるために「変数の種類」同様の演出を行った。

● 継承

オブジェクト指向理解においての山場の

一つである継承については映像を2回にわけた。継承の概念をアニメーションや複数の図で表し、継承の利点を説明、その後、スーパークラスの持つ情報をサブクラスで引き継ぐ様子等をプログラムを使わずに理解させた後、実際にプログラムを使って、今まであったクラスを継承して新しいサブクラスをつくる方法と、今まであったクラスに共通な部分をまとめて新しくスーパークラスをつくる手法にわけた説明を行う。また、オーバーライドや継承におけるコンストラクタの扱いについても理解させる。継承の説明においても学生インスタンスの映像をベースとしており、スーパークラスからサブクラスへメソッドやフィールドが継承される様子や、コンストラクタは継承されないこと、デフォルトコンストラクタの必要性等、非常に説明が難しい内容についても映像を使うことで一貫した説明を行うことができる。

- その他

その他、映像全体に渡る工夫点をあげる。まず、重要部分をテロップで何度も視覚に訴えることで、耳からと目からと同時に重要な概念を覚えさせることができる。また、すべての映像を通して、クラス、インスタンス、コンストラクタ、メソッド、スーパークラスとサブクラス等の表示、テロップの色、それぞれの関係を表す線や矢印の色などは統一をはかっている。

2.5.2. 映像完成までの製作工程

本コンテンツの映像は、実際の授業を収録したものを編集するというものではなく、本コンテンツ専用にシナリオを作成して撮影・編集を行っている。映像の撮影・編集は、本学の映像専門の研究室が担当し、シナリオ作成・出演・編集チェックは筆者・および筆者の研究室が担当している。1本の映像は5分から20分程度のもものが12本ある。映像完成までの流れは以下のとおりである。

- シナリオ作成

全体の流れを意識しながら、その回のエッセンスが5分から20分以内に収まるようにせりふを作成する。例プログラムなども用意し、編集者に対するテロップの指示や映像のアニメーション等の指示も記載する。

- 撮影

5分から20分の映像コンテンツの作成にかかる撮影の時間は2時間から4時間である。平成16年秋にスタジオ（メディア・ラボ）が新たにできたため、飛行機の騒音等による中断がなくなった分、それまでよりは3割ほど短縮されたものの、かなりの時間がかかることは事実である。また、スタジオ専用の部屋ではないので照明器具やカメラなどは撮影のたびにセットしなければならず、準備時間・撤収時間を合わせると実際は1, 2時間余分にかかっている。

- 編集

編集はAdobe Premiere Proを使って行っているが、まず撮影したカメラからコンピュータ上にデータを移すのにほぼ1日、最初の編集には3~4日の時間を要する。

- 編集チェック

編集チェックは筆者を中心に、コンテンツのテキスト、アニメーション、ドリルの作成者を交えて行う。テロップの語句の誤字脱字とフォントや色のチェックから、インスタンスの生成の動き等がこちらのイメージ通りになっているか、画面の切り替わりのタイミング、プログラムとの整合性などチェック項目はかなり多い。最初のチェックにかかる時間は出来上がった映像の5~10倍ほどの時間を要する。つまり20分の映像ならば2~3時間かかるということである。第1回目のチェックの手直しには1~2日の猶予をみる。2回目以降は直した部分のみのチェックであるが、完成までには平均2, 3回の手直しを行う。手直しの量は回によって異なるが、やはり最初の1, 2回の導入部分、プログラムの説明、継承の2回分では、手直しに1週間ほどかかっている。

● サーバへアップロード

映像コンテンツは編集チェックをすべてクリアするとサーバへアップロードされる。

3. 運用

これらのコンテンツを実際に使用して17年度春学期に授業を行った[2,3]。授業形態は光応用システム学科3年生144人を対象にした必修科目であり、1回の授業は連続2コマで12週(授業は2クラスあるので同じ授業を2回ずつ行う)である。学生は今年度は基本的に授業に出席するが、授業

の中で e-learning の映像やテキストを自主学習し、期日(1週間後:次の授業の前の日)までにその回のドリルの達成率を100%にし、プログラミングの課題を提出する。自力で課題やドリルができる学生は授業に出席しなくてもよい。e-learning による学習と並行して、2.1節の4)と5)の間と、6)と7)の間には、プログラミングの実践に関する授業も行った。なお、今年度に関しては9)、10)に関しては授業で扱っていない。

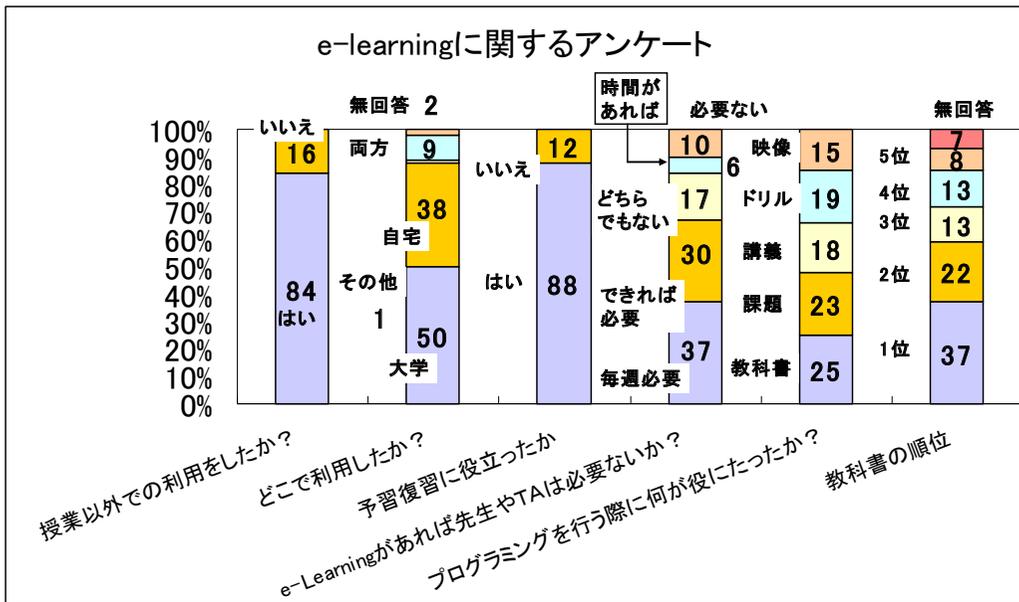


図 4 e-learning に関するアンケート結果

4. アンケート結果

授業の最後にとったアンケートの結果について述べる。アンケートの項目は、自分の理解度に関するもの、e-learning に関するもの、コンテンツに関するもの合わせて26項目であるが、紙面の都合上、e-learning に関する主なもの(図4参照)だけ紹介する。図より、授業時間以外で e-learning を使ったかどうかには84%がはいと答えており、主にどこで使用したかの質問には大学が50%、家が38%、両方が9%であることか

ら、学生は大学でも家でも気軽に e-learning にアクセスできる環境にあることがわかる。また、予習・復習に役立ったかどうかには88%の学生がはいと答えていることから、学生に e-learning を根付かせるためには、①ドリルや課題の提出期日をこまめに設定する②コンテンツの閲覧期間をこまめに設定するなどこちらから半強制的に使わせる運用方法を取り、利用を促進すれば、自主学習での有効利用性もあがるだろう。次に、e-learning さえあれば、先生や TA は必要ないかという質問に対して

の回答より、現在では先生、TA の存在は学生にとってかなりの重要度を占めていることがわかり、完全 e-learning になった際にはこれらを補完する仕組みが必須であることがわかる。

実際にプログラミングを行う際に役立つもの(参考にしたもの)に順位を付けるという質問には、教科書、課題、先生の授業、ドリル、映像のうち 1 位をつけた割合はそれぞれ 25%、23%、18%、19%、15%であり、教科書を選んだ中では 1 位の割合は 37%と最も高い数値を示している。映像に関しては残念ながらあまり役立ったという結果は得られなかったが、映像は先生が授業でプログラムの説明を行う代わりになると思うかの質問には 54%がはいと答えていることと、今年度は授業があったので映像を見なくても理解ができたということを考えると、映像の効果については来年度以降も調査を続ける必要があるだろう。e-learning が①全般②言葉の概念理解③Java の文法④Java のプログラムの流れ⑤プログラムを書く、の 5 項目について役に立ったかの質問にはそれぞれ 83%、79%、71%、69%、60% の学生がはいと答えており、e-Learning で学習意欲が湧いたかの質問には 63%がはいと答えていることから、本大学での e-learning の利用価値は学生には認められているといえるだろう。しかし、プログラムを書くという最も重要な項目についての効果は最も低い数値を示している。これは予想されていたことであり、現在提供されている e-learning コンテンツを個人で学習するだけでは、Java やオブジェクト指向に関する知識はについても実際にプログラミングを行う実習にあたる部分がないため、コーディング能力がつかないという問題を解決することが必須である。

5. 結論および展望現在および今後の取組

Java プログラミング言語 18 年度完全 e-learning 化をめざした 17 年度の試みについて述べた。総じて、本大学での e-learning

の利用価値は学生には十分認められており、学生に対する利用促進によって、自主学習での有効利用性も高まるだろう。来年度に向けて、学生が能動的に取り組む仕組みを構築する必要がある。

また、プログラミング言語のような分野を学習する際には、実際に講師からコーディング方法についてのメッセージやヒントなどの指導をしてもらうことが重要である。ソフトウェアデザインを完全 e-learning に移行すれば、スクーリングやメンタによる指導は受けられるとはいえ、学習者は基本的に個人で学習を受けることとなる。以下のような問題点が生じてくるであろう。

- 1) プログラミングの概念の理解ができない
- 2) Java 等の言語自体のインストールができない
- 3) プログラミングの技術が身につかない
- 4) コンパイルエラーが取れない

このような背景を踏まえ、Java のインストールのように学習者が手間と感じる箇所の簡略化や、学習者がコーディングを行いながらプログラムを作成する手順、コンパイル時に発生するエラー文の読み方と取り除き方を学ぶことができる Java プログラミング初等教育の専用統合環境を構築している。詳しい内容については 18 年 3 月の全国大会で発表予定である。

References:

- [1] 高岡詠子、"大学におけるデジタルコンテンツ開発の変遷および e-learning プロジェクト", 情報教育シンポジウム SSS2005 プレカンファレンス論文集, pp.46—52(2005).
- [2] 高岡詠子、石井和佳奈、"Java プログラミング入門単位認定型完全 e-learning へ向けての試み～コンテンツ構築および実践バージョン～", 情報処理学会研究報告, CE-81, pp.73—80(2005).
- [3] 高岡詠子、石井和佳奈、"Java プログラミング入門単位認定型完全 e-learning へ向けての試み～評価バージョン～", 情報処理学会研究報告, CE-82, (2005).