

## 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～

高岡詠子、石井和佳奈  
千歳科学技術大学

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、各科目教員と学生との連携によるコンテンツ作成が行われている。来年度、Java プログラミング言語入門を目的とした授業を単位認定型完全 e-learning 形式で行うことを視野に入れて、今年度春学期、試験的に e-learning システムを導入して授業を行った。前回の研究会ではコンテンツ概要と運用、および学生のアンケート結果を紹介した。前回に引き続き、今回は、定期試験の結果や成績とコンテンツ閲覧との関係等の分析結果を報告する。

## An Experiment for Fully E-Learning School Credit of Introduction to Java Programming Course -Evaluation of the operation -

Eiko Takaoka and Wakana Ishii  
Chitose Institute of Science and Technology

### Abstract

We have developed e-learning contents that cover Java programming basics. We applied our system to department junior year on a trial basis this spring semester. In this paper, we report the result of analysis of the correlation between result of the periodic examination and contents usage, the operational procedures and course evaluation.

### 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設することである [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。前回の発表では、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を紹介した [2]。今回はアンケートの詳しい報告と、定期試験の結果とコンテンツの閲覧状況との相関関係、その後の取組などについて報告する。

### 2. コンテンツの構築

#### 2.1. 概要

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り、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と、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が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。

## 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。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。

## 4. 試験とコンテンツ閲覧との関係

評価は中間試験・期末試験の 2 回であり、どちらもペーパー試験およびオンラインでプログラミングを行う試験を行った。試験内容は前年度 e-learning を使わない授業を行ったときとほぼ同レベルなものにした。

### 4.1. 16、17 年度期末試験問題

各年度におけるペーパーおよびオンライン期末試験の問題概要を示す。ペーパー試験は 40 点満点、オンライン試験は 60 点満点で合計 100 点になるようにしてある。なお 17 年度はオンライン試験にボーナス問題を取り入れ、10 点加算できるようにした。

#### 4.1.1. ペーパー試験

ペーパー試験は、インスタンス、コンストラクタ、デフォルトコンストラクタ、継承、スーパークラス、サブクラス等の語句の穴埋め、およびプログラムの穴埋め問題である。プログラムの穴埋め問題は、extends やスーパークラスの引数つきコンストラクタを呼び出す方法、プログラムを読んでメソッドの返り値を問うような問題である。16、17 年度とも多少の違いはあるがほぼ同じような内容にしてある。

#### 4.1.2. オンライン試験

オンライン試験の形は、基本的に 16、17 年度ともに、3 つの Step を踏んで回答するようになっている。両年度の大きな違いは、16 年度は試験問題の Step1 であらかじめ基本的なプログラムを与えそれをもとにプログラミングさせたが、17 年度は試験問題にはプログラムは表示せず、その代わりに、試験前にある程度ヒントを与え、試験問題では変数やメソッドの仕様を細かく与えたことである。

16 年度のオンライン試験では、旅行会社の売上と内容を表示するプログラムを、継承を使ってプログラミングするというのが主な課題である。Step1 は、クラス、インスタンス、コンストラクタ、配列の基本的な理解を問うような問題であり、メインクラスと基本となるクラスのプログラムは一部表示してある。Step2 において、クラス変数、引数つきコンストラクタ、Step1 で使った基本クラスを継承したスーパークラスをつくる等の知識が問われる。Step3 ではインスタンス変数

やクラスメソッドの追加をする等の知識が問われる。

17 年度のオンライン試験では、あるショップに正社員とバイト社員の雇用者がいるという設定で、16 年度と同じく継承を使ってプログラミングするという課題である。Step1 ではインスタンス変数、クラス変数、引数つきコンストラクタ、出力メソッド等の仕様を細かく与えてプログラミングさせる。Step2 では Step1 で作った 2 つのク

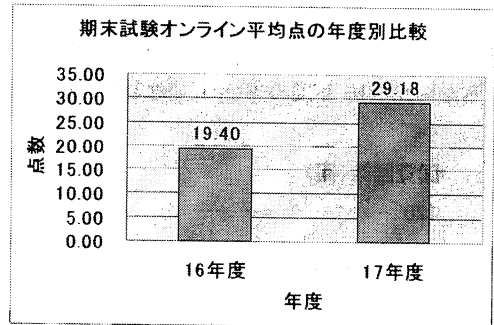
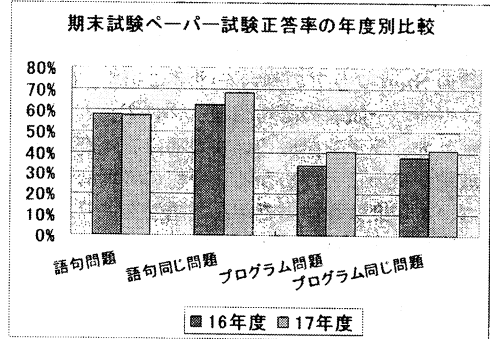


図 1: 試験年度別比較

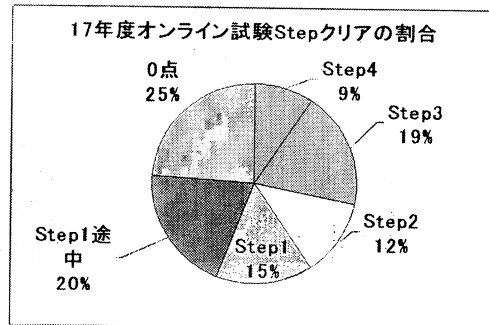
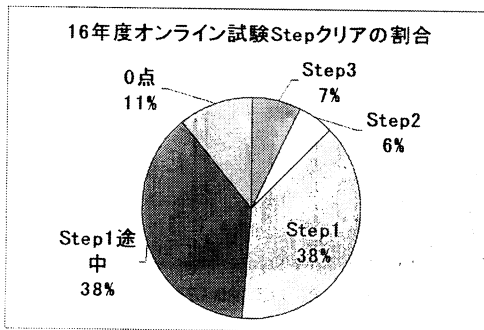


図 2: オンライン試験の Step クリアの割合

ラスの共通部分を取り出して新たにスーパークラスをつくらせて継承させる。Step3 では Step2 でつくった各クラスにメソッドを追加・変更したり、新たにインスタンス変数を定義したりする。Step4 はボーナス問題で、スーパークラスを抽象クラスに直し、そのほかメソッドの追加も行う。

#### 4.2. 期末試験における試験の比較

図1に期末試験におけるペーパー試験正答率の年度別比較、およびオンライン試験の平均点の年度別比較を示す。また、16,17年度のオンライン試験の Step クリアの割合を図2に示す。図1より、ペーパー試験の語句問題、プログラム穴埋め問題、オンライン試験のいずれも17年度のほうが成績が良いことがわかる。語句の穴埋めに関しては、本年度は教科書で学んだ語句をドリルを使って理解度を確認できるようにトレーニングできた成果が出ているのではないかと思う。プログラムの穴埋めに関しても、ドリルの成果が現れているのではないかと。

オンライン試験に関しては、16,17年度の出題形式が少し異なっているため完全な比較にはならないが、16年度の Step1 では基礎となるク

ラスおよびメインクラスのプログラムは与えてあり、17年度は与えていなかったにもかかわらず、17年度の方が成績がよいということはどういうことだろうか。良い方向に考察してみると、アンケートに基づいた学習法の構築に従ってカリキュラムを作成し、複数の教材がうまく連動して学習できた成果であるといえるだろう。また、e-learning 閲覧に加えてプログラミングの授業もしっかり行っている効果が現れているのだろう。また、与えられた仕様どおりにクラスやメソッドをつくっていくことはできるようである。いずれにしても、来年以降の試験結果との比較を行い考察を続けたい。

次に、図2より、17年度に関しては0点の割合が高かったということを考えてみたい。0点の内訳は、ほぼ全員がコンパイラエラーによるものである。高レベルの Step の正解率は17年度が高いが、0点の比率も高い。これは、採点基準がコンパイラエラーはすべて0点にしてしまったという辛さの影響もある。次節において、0点であった学生のコンテンツ利用状況を見て解析を行う。

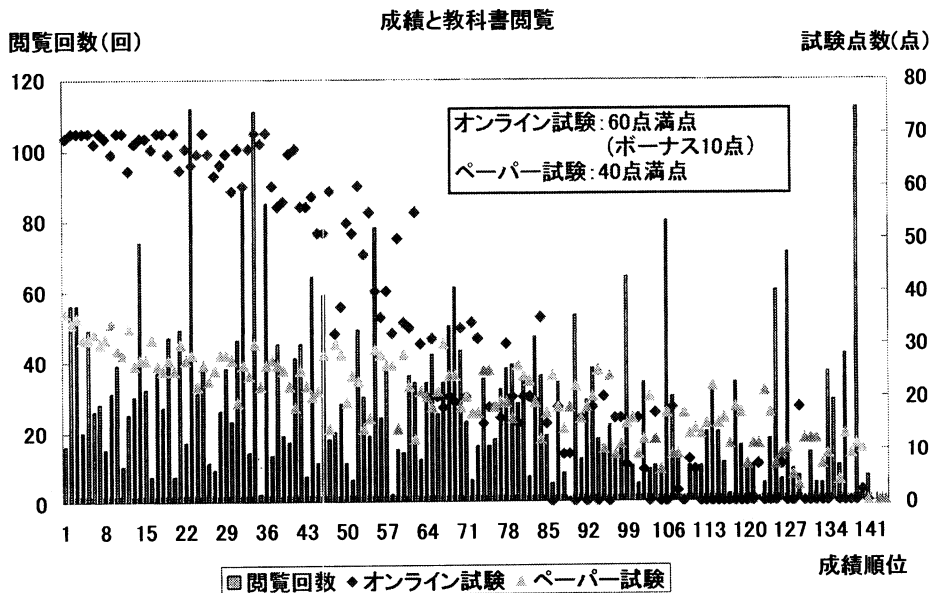


図3: 総成績順教科書閲覧状況

#### 4.3. 成績と教科書コンテンツ閲覧の比較

図 3.4 に示すのは教科書の閲覧総回数とオンライン試験、ペーパー試験の点数との関係を表したグラフである。図 3 は成績順に左から並べたグラフ、図 4 は閲覧総回数順に左から並べたグラフである。成績の良い学生はオンライン試験もペーパー試験も良いことがわかる。しかし、教科書閲覧

総回数が多いからといって成績が良いわけではないこともわかる。成績と教科書の閲覧総回数との間にはあまり相関関係はなさそうである。

次に、成績が不可である学生について考察してみよう。図 5 に成績が不可である学生の教科書閲覧状況を示す。左側から総成績順に並んでいる。教科書の閲覧回数が多いにもかかわらず不可

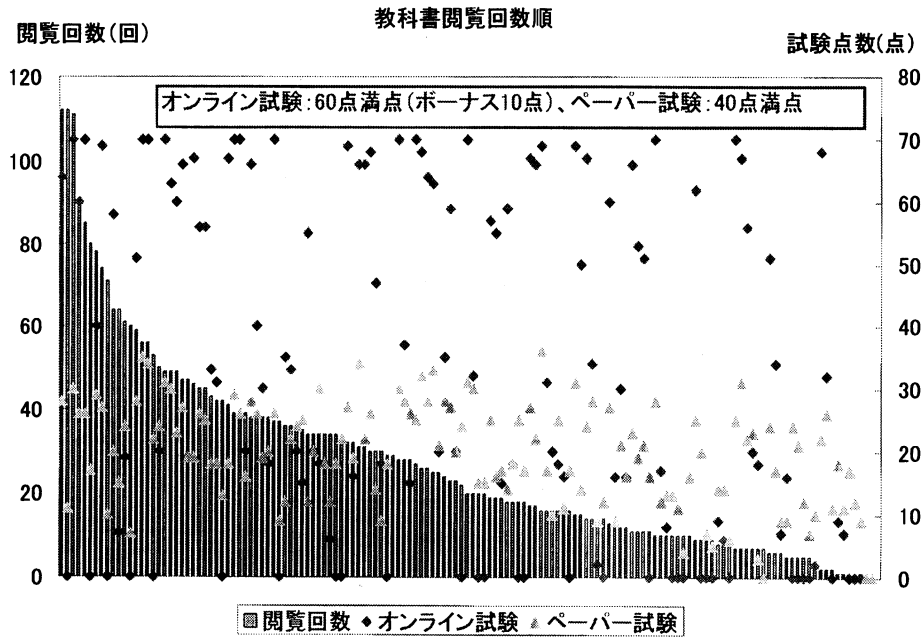


図 4: 教科書閲覧回数順点数分布

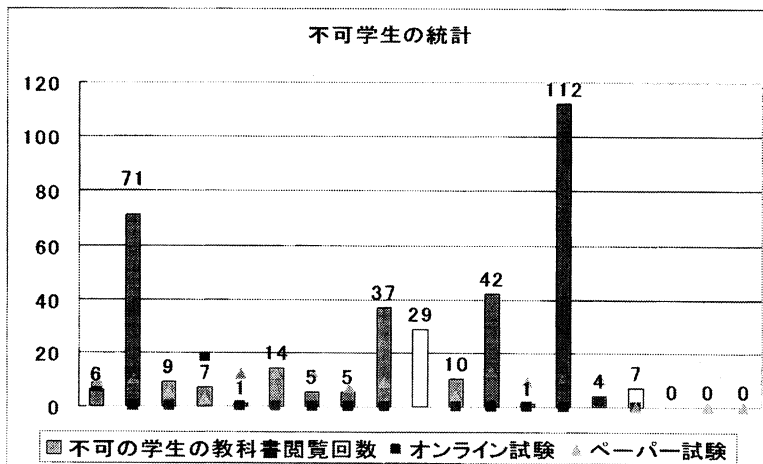


図 5: 不可学生の教科書閲覧状況



について考察してみよう。オンラインの点数が0点である学生のみについて拡大したグラフを図6に示す。横軸の左側はペーパー試験の結果が良い。図中黒く表示されているのが不可の学生である。また、右4人は不登校、および追試の学生である。不可を取った学生の14人のうち11人はオンライン試験が0点であった。これを見ると、さきほどの特別な場合(112回、71回、42回)を除けば、閲覧回数も少ない。閲覧回数が少ないからといって成績が必ずしも悪いわけではないが、成績の悪い学生は概して教科書の閲覧率が悪いことがわかる。

総じて、オンライン試験の0点の学生が多かったことを考えると、①プログラミング能力をつけさせるための何らかの仕組みを整えること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とる必要があるだろう。

次に、総回数ではなく、項目別教科書の閲覧状況を17年度の成績順に上から並び替えたグラフを図7に示す。左側から項目順になっており、一度も閲覧されていない部分が黒くなっている。これを見ると、成績の悪い学生の教科書閲覧率はやはりかなり悪い。前半からこつこつと教科書を勉

強している学生は試験結果が良いようである。このことから、前半の基礎部分がしっかり理解できていることがかなり重要であることを確認できる。また、前半だけでなく、授業期間全体を通して教科書閲覧度が高い人がやはりいい成績をとっているという傾向がみられる。前半の学習状況が良くても後半が悪いと成績も下の方になるという傾向が強い。

#### 4.4. e-learningに関するアンケート

授業後に行ったアンケートのうち、e-learningに関するアンケートについて図8に示す。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、主にどこで使っ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。

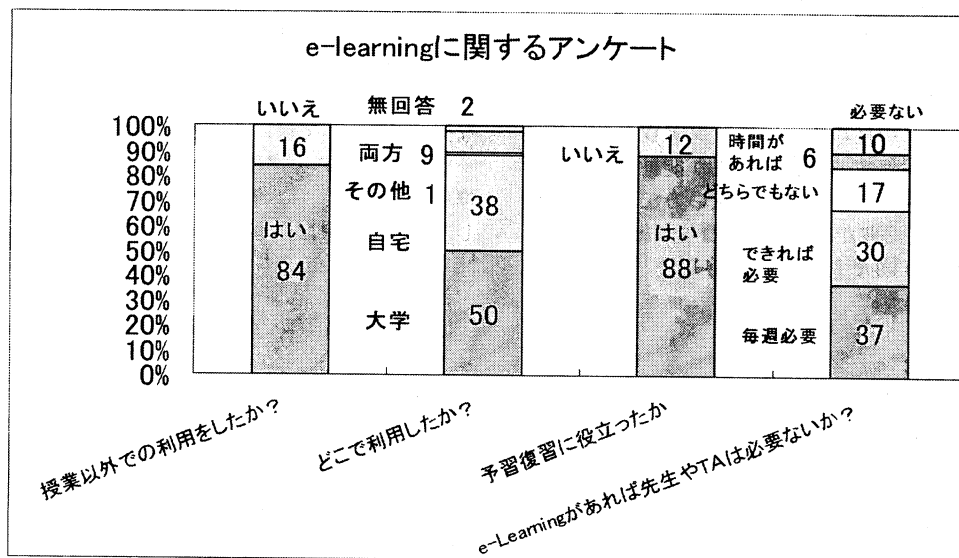


図8: e-learningに関するアンケート

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。

## 5. 結論

2回にわたり[2]、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てきた。総じて、アンケートの結果からは、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であろうことが予測される。また、期末試験の結果を見ると、平均点が昨年よりも良いことから、今年は、教科書で学んだ語句をドリルを使って理解度を確認できるようにトレーニングできた成果が出ているのではないかと。また、アンケートに基づいた学習法の構築に従ってカリキュラムを作成し、複数の教材がうまく連動して学習できた成果といえよう。また、e-learning 閲覧に加えてプログラミングの授業もしっかり行っている効果が現れているのだろう。

一方、オンライン試験で0点の学生が多かったということと、学生の成績とコンテンツ利用状況との相関関係についての解析結果からは、来年度本格運用に向けて、①プログラミング能力をつけさせるための仕組み②ドロップアウトを早めに見つけて対処する方法③学生が能動的に取り組む仕組み④スクーリングの良い方法について検討していく必要があることがわかった。①②については現在開発中であるが③④についてはまだ検討中である。

## 6. 現在および今後の取組

前節で述べた①②についての現在および今後の取組を記す。

### 6.1. プログラミング能力をつけるための工夫

前節までの、教科書閲覧と成績との相関関係についての解析結果および e-learning に関するアンケート結果から、完全 e-learning 授業においてプログラミング能力をつけさせるためのなんらかの仕組みが必要であることがわかる。

実際、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。

### 6.2. 学生のフォローアップ

教科書閲覧総回数と成績との間に明らかな相関関係は見られていないものの、学生のコンテンツ閲覧状況を、コンテンツの閲覧時間、ドリルの達成度等、さらに細かく見ていくことでドロップアウトを早めに見つけて対処することは可能であるだろう。しかし、現在の LMS 上でそのようなデータを取ってはいるものの、教師側が詳細データを見てそれを学生のフォローアップのために生かすようなインターフェースが存在しない。したがって、現在そのようなインターフェースを開発中であるので、18年度運用時には適用可能となる見込みである。18年度本格運用についての報告は早ければ 18年夏の SSS2006 で報告したい。

### 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).