

Java プログラミング単位認定型 e-Learning 授業に関する一考察

高岡詠子, 米田毅浩[†]

我々は、Java プログラミング言語入門の授業を平成18年度から単位認定型 e-Learning (eL) 形式で行っている。本稿では18年度秋と19年度秋の2年間の運用における学生の学習状況、成績、アンケート等を比較、調査、分析し、Java プログラミング単位認定型 e-Learning が効果的に運用されてきたかどうか検証を行った。成績と学習状況、アンケート結果の分析を行った結果からは、18年度に比べて19年度には、全体的に成績が向上したこと、成績の悪い学生の底上げができたこと、プログラミングのスキルも向上していること、学習量も増えていること、学生の自己評価および理解度が向上しているということが導かれた。

Online Java Programming Course: Design, Development and Assessment

EIKO TAKAOKA and TAKAHIRO YONETA[†]

We have provided Java programming online course from 2006. This study describes Java programming online course from 2006 to 2007 and the verification result whether this course functioned effectively in terms of "to keep students' motivation" and "to prevent at-risk students". We also discuss how the course should function in future years. As a result of analyzing the statistical data, we found that students' performance improved, the rate of students who performed poorly decreased, their programming skills improved, study workload also increased and students' self-evaluation came up in 2007 compared with 2006. Consequently, we could provide students finely textured lessons keeping students' motivation and preventing at-risk students.

1. はじめに*

e-Learning (eL)は多くの教育機関や企業などで導入されており、eLで単位認定を行う大学も増えてきた。eLは「学習者は時間や場所に囚われずに自由な時間に自由な場所で学習を行うことができる」、「学習者が自分のペースで学習を行うことができる」、などの利点がある反面、「学習者のモチベーションの維持が難しい」、「質問などがある場合、リアルタイムでの問題解決ができない」、「講師は学習者の学習状況をデータからしか把握することができない」というような欠点も併せ持っている。中でも学習者のモチベーションの維持と従来の対面式の授業が無くなることによる学生へのケアをどうするかが重要な問題である。このような背景を受け、本学では平成12年度より独自でeLシステム (Solomon)およびコンテンツ開発が行われており学部教育課程での実証評価が行われてきた。SolomonではSCORM対応である学習コンテンツとして、教科書コンテンツとドリルコンテンツが扱える。また、市販のLMSと同等の機能を備えた教師用LMSでは、学習者の成績管理を行うことができる。多くの科目において

Solomonを利用した授業が行われており、特に学部3年生対象のJavaプログラミング言語入門の授業を平成18年度から単位認定型eL形式で行っている。我々はこの授業を16年度の対面式授業、17年度のブレンド型形式の授業、18年度の単位認定型eL形式の授業と授業形式を変え、毎年コンテンツや運用に関するアンケートを取りその結果を反映して次年度の授業改善に役立てるという形式で運用を行ってきた¹⁾。我々の行っている単位認定型の授業においては、オンラインのグループディスカッションのような枠組みはなく教科書やドリルを中心とした学習となるため、ブレンド型に比べ従来の対面式の授業がなくなることによる学生へのケアと、学生のモチベーションを維持することを最優先課題として授業設計、および運用を行ってきた。各年度の成績やアンケートの結果からeL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た。また、学生のコンテンツ学習状況と成績との相関関係について詳細なデータを取り分析を行い、成績とコンテンツ閲覧との間には何らかの関係があることが導かれた²⁾。我々は、これらのデータを「学生のケア」や「学生のモチベーションを維持する」ことにつなげ単位認定型eLを効果的に運用するために、さらなるデータの解析と運用の改

*¹ 千歳科学技術大学
Chitose Institute of Science and Technology

善を継続して行っている。

本稿では、対面式授業、ブレンド型、単位認定型 eL 化への3年間にわたる授業変遷の中で、対象学年が学部2年生に変わった18年度秋と19年度秋に着目してこの2年間の運用の結果、学生の学習状況、成績、アンケート等を分析し、プログラミング単位認定型 eL 授業が効果的に運用されてきたかどうか検証を行う。また、この3年間の成績と学習状況との関係を調査し、アンケート結果等も踏まえ、今後の単位認定型のあり方について考察を行う。

2. 先行研究

eL を用いて運用を行う場合には、「対面授業と eL のブレンド型授業を行う」ものが最も多く、大学、短期大学、高等専門学校いずれも8割を超えとのデータが得られている。また、eL により単位認定を行う授業があるという大学は28.3%に上る⁹⁾。先行研究の中でも開発したコンテンツを使って eL を実践した先行研究をあげる。文献6)は、地域情報に関する選択科目を本論文で述べた形式に最も近い授業形態で行った報告である(スクーリングを3回行い、残りはオンラインコースでの授業)。文献7)は、信州大学でのインターネット大学・大学院の現状と評価を行っている。eL による社会人教育の先進的な事例であり、自学自習型 eL 教材を用いて完全遠隔講義で単位認定を行っている。これらは、授業のほとんどを eL を用いて展開して単位認定を行っている点において本研究の参考になる文献であるが、本稿で述べるところである「単位認定型 eL 授業についての授業設計、運用を行い、プログラミングの授業を、単位認定型 eL 形式で効果的に運用することができるかどうかを検証した実践例」はまだない。

3. 単位認定型 eL による Java プログラミング授業運用

本授業は、Java プログラミング初心者を対象とした光応用システム学科3年春学期の必修科目である。履修者は、この授業を履修する前に2年春学期にC言語の授業を受けてきている。本授業の目的は、「コンピュータを使って実際に自分で Java 言語プログラミングできること」である。1回の授業は連続2コマで全13週である。16年度春には対面式授業、17年度春にはブレンド型、18年度春以降単位認定 eL 形式で授業を行っているが、18年度秋から対象学年が学部3年から2年に変わった。さらに19年度には「コース」を導入し、学習状況の悪い学生に対する「補習コース」の導入も

行った。本稿では18年度秋、19年度秋の2年間の運用に着目して考察を行う。

3.1 18年度秋の授業運用

単位認定型 eL 形式になってから本授業では、学生に対する最低限のケアであるガイダンス、2回のスクーリング、中間・期末試験以外に教室での集合授業はない。対象学生は123人であった。学生にはガイダンス時に詳細な学習スケジュールを配布し、学習の進め方について説明を行った。

表1 18年度学習スケジュール

クール	カテゴリ	レポート
ガイダンス		
第1クール	オブジェクト指向	第1回:オブジェクト指向についてのレポート
	Java	
	変数	第2回:①クラスとオブジェクトの例を考える ②携帯電話クラスをつくる、フィールドとメソッドの定義のみでメインクラスはなし
	クラス	
	フィールド	
メソッド		
第1回スクーリング		第3回:携帯電話クラスのインスタンスをメインクラスで生成、フィールド・メソッドの追加
第2クール	基本プログラミング	第4回:クラスとメインクラスをつくる
	今までのまとめ	第5回:メソッドの追加 第6回:引数つきコンストラクタ
中間テスト		
第3クール	継承の概念	第7回:第4回のクラスを継承して新しい正社員クラス、パート社員クラスをつくる
	継承におけるコンストラクタ	
	配列	第8~10回:2つのクラスに共通なスーパークラスをつくる、配列にしてクラス変数を追加
第2回スクーリング		中間テストのプログラムを使って、継承、配列、クラス変数の復習
試験前プログラミング		
期末テスト		

学生は Solomon にログイン後、配布された学習スケジュール(表1)にしたがって学習を進めていく。各

カテゴリに配置されている教科書・映像を閲覧し、ドリル課題を行うことができる。また、Solomon 上では課されたレポートを提出することもできる。

単位取得条件は以下のとおりである。

1. 課題となっているコンテンツの閲覧状況
2. ドリル課題の達成率を 100%にする
3. 課題レポートの提出
4. 各クールに 1 回以上の質問
5. ガイダンス・スクーリング・試験の出席状況
6. 中間試験・期末試験の結果

1~3 については学習スケジュールに沿って進めて行く。学習スケジュールには期間が記述されており、学生はその期間内に学習を終わらせなくてはならない。満たされていないものがあつた場合は減点の対象となる。学生の最終評価は中間・期末試験の結果により行われた。授業設計に当たり、最優先課題としたことは、eL における問題点である①「学生のモチベーションの維持」、②「従来の対面式の授業が無くなることによる学生へのケアをどうするか」の 2 点である。以下にそれぞれの説明を示す。

①「学生のモチベーションの維持」

18 年度春学期までのコンテンツ閲覧と成績との解析結果により、教科書閲覧率が成績に関係していること、Java の基本を押さえてある部分の教科書、ドリルを重点的に学習することが重要であることがわかつた⁹⁾。このことを踏まえ、コンテンツ閲覧と成績との間に関係が見られることをガイダンスにおいて学生に明確に伝えた。また、学習スケジュールについてもガイダンス時に伝えた。

②「従来の対面式の授業が無くなることによる学生へのケアをどうするか」

中間試験前に教科書閲覧率とドリル達成率、レポートの提出率を調べて閲覧率が悪い学生には注意を促すこととし、また、前年度までのアンケートの結果、約 7 割の学生が毎回講師や TA が必要と回答したことを踏まえ、毎週決まった時間に学生からの質問を受けられるように教室に TA を 2 名配置した。この他にも、メディアコンサルタントと呼ばれる本学のプログラミング相談員やメールによる質問を受け付けられる環境を整備し、学生のサポートを行うこととした。

3.2 18 年度の運用結果

学習スケジュールに関して、コンテンツ閲覧と成績との間に関係が見られることをガイダンスにおいて学生に明確に伝えた。学習する分だけ成績が良くなるということは学生のモチベーションの維持につながつたと思われる。また、18 年度秋学期において、中間試験

前に教科書閲覧率とドリル達成率・レポートの提出率を調査したところ、教科書閲覧率の悪い学生は、ドリルもノルマに達しておらずレポートの提出率も悪いことがわかつた。これらの学生のうち教科書閲覧率が 0% の単元が 5 割以上の学生（全体のほぼ 1 割）に関しては直接呼び出しを行い、学習を喚起する対策を行った。注意を受けた学生 13 名のうち 6 人は、学期の最初で「少しくらいやっていなくても」という考えがあつたが、授業が始まって間もなく注意を受けたことでその後は真面目に勉強に取り組み、最終的な成績は優・良・可の学生がそれぞれ 2 人ずつであつた。不可を取つた 7 人は他の教科でも出席不良である学生が多くそのうち 2 人は注意をしても効果はなかつた。残りの 5 人は試験も受けなかつたが、この 5 人の教科書閲覧率を見ると中間試験以降の閲覧状態が悪かつた。今回は閲覧率による注意を一度しか行わなかつたが、注意の回数を多くすることでもう少し状況をよくすることが可能であると考えられた。

配置した TA の人数は春・秋ともに 6 人であり、スクーリング時には 6 人全員が勤務するが、スクーリング以外の授業時に来る学生の人数は学期中を通して 20 人に満たなかつたことから、待機は 2 人とした。TA の仕事として大きなものは、通常授業（スクーリング）での勤務に加え、学生の質問対応・毎週のドリル課題とプログラミング課題のチェック・スクーリング以外の授業時の教室待機がある。それ以外に質問対応・課題チェックも行った。

単位取得条件の一つに「各クールに 1 回以上の質問」があり、学生にはクール毎のメールを義務付けたが、成績との間の相関関係を調査したところ、関連性は見られなかつた。

3.3 19 年度秋の授業運用

対象学生 123 人。18 年度までの運用において、学習スケジュールおよびコンテンツ閲覧と成績との間に関係が見られることをガイダンスにおいて学生に明確に伝えたことにより、学生のモチベーションを維持することができた。しかし中にはモチベーションが維持できず学習状況が悪くなる学生も見られたため、19 年度は新たに「コース」を導入することとした。基本的な講義の流れは 18 年度と同じである。学生は Solomon にログイン後、あらかじめ「コース」に登録してある期間中の課題について学習を行う。前年度までは Solomon にログイン後、ガイダンス時に配布されたプリント形式の学習スケジュールを見ながらその都度課題となっている教科書ドリルを学習して行く学習方法であつたが、「コース」が導入されたことによって何を

学習すべきか・何が課題となっているのが Solomon 上に提示されるので学生は Solomon 上で学習スケジュールの確認をすることが出来るようになった。18 年度秋には学習状況の悪い学生に対する注意を一度しか行わなかったが、ドロップアウトする学生は対面式の授業でないで学習意欲をなくしてしまうということが考えられたため、中間テストまでは全ての学生が「基本コース」を用いて単位認定型 eL の講義を行うが、中間テスト後、中間テストにおいて規定の点数に満たなかった学生、学習状況が悪い学生を「補習コース」対象者としブレンド型で講義を行った。

3.3.1 基本コース

対象者は中間試験までと同様に学習スケジュールに沿って学習を行っていく。期末テストにおいては「基本コース」「補習コース」対象者ともに同じ試験を受けた。また、中間試験までは学生からの質問に対応できるように毎週決まった時間に TA2 名を PC 教室に配置し、中間テスト以降は「補習コース」対象者への対応のために TA6 名全員が PC 教室に配置された。「基本コース」対象者の単位取得条件は基本的には 18 年度とかわっていない。18 年度、成績との結びつきが無いと判断されたクールごとの質問は単位取得条件から除外された。最終評価は中間・期末試験の結果により行われた。

3.3.2 補習コース

中間テスト終了後補習対象者に対し期末試験までの 5 週間にわたり補習を行った。補習対象者となる学生の条件は以下の点である。

- ・ オンライン試験(40 点満点)において点数が 15 点に満たなかった学生(これは後述するオンライン試験において Step1 が出来なかったことを意味する)

- ・ 中間テストまでの学習状況が極端に悪い学生(表 1 の第 2 クールまでの間の教科書閲覧平均が 20%以下および演習達成率平均 60%以下)

補習対象者への講義は、基本的に対面授業で行われたが、基本知識は e-Learning 教材を使って各自が学ぶという形態で行った。さらに講師による説明に加え、補習対象者をいくつかのグループに分けそれぞれのグループに TA を専属として配置し、それぞれの TA の指示のもとで補習講義を進めて行った。実際の 5 週間の講義の流れを以下に示す。

- 1 週目：中間オンライン試験(後述)の再提出
- 2 週目：継承への発展性を考え独自のクラスを設計しプログラミングする
- 3 週目：前週までに考えたプログラムを継承を用いたプログラムに改良する
- 4 週目：補習対象者外の学生と混じり第 2 回のスクー

リングに参加し、仕様に従い課題レポートを作成する 5 週目：仕様に従い課題レポートの作成を行う。この課題レポートは補習対象者外の学生と同じものである。

3.3.3 中間・期末試験

試験は各年度ほぼ同じ内容であり、基本的な語句を問うペーパー試験と仕様にそってオンラインで実際にプログラムを記述するオンライン試験を行っている。

中間試験の範囲は第 2 クールまでの内容、期末試験の範囲は第 3 クールの内容を中心に中間試験の範囲も含む全てである。ペーパー試験は 40 点満点であり、内容は、中間テスト：語句の穴埋め問題 32 問(各 1 点)とプログラミング読解問題 2 問(8 点分)、期末テスト：語句の穴埋め問題 28 問とプログラム読解問題 12 問(穴埋め読解ともに各 1 点)となっている。語句の穴埋め問題に関しては基本的にドリルから出題され、プログラムを書く上で最低限知っておくべき語句が主である(フィールド、メソッド等)。プログラム読解問題に関しては、中間テストではサンプルプログラムを基にプログラムを記述する問題が出題され、期末テストではプログラムを読み解き、空欄に当てはまる処理を問う問題が出題される。オンライン試験の内容は Step ごとに分かれており、Step ごとに詳細な仕様が与えられ、中間・期末ともに以下に示す項目についてその仕様を満たすようにプログラムを作成して行く。点数は中間試験が 60 点満点、期末試験が 70 点満点となっている。試験成績は中間試験はペーパー試験 40 点+オンライン試験 60 点=100 点満点であり、期末試験はペーパー試験 40 点+オンライン試験 70 点=110 点満点となる。

4. 成績と学習状況による授業運用検証

本節では、成績や学習量の比較という観点から、単位認定型 eL 授業が効果的に運用・授業改善されてきたかどうかの検証を行う。図 1 に 18、19 年度の各試験の平均点を示す。P はペーパー試験・O はオンライン試験・T は合計点を示す。t 検定を行った結果、中間ペーパー試験には有意傾向が(中間ペーパー

$t(218)=1.86, p<0.1$)、期末ペーパー試験、期末合計には有意差が見られた(期末ペーパー： $t(230)=6.00, p<0.01$ 、期末合計： $t(230)=2.04, p<0.05$)。この結果より、19 年度の試験における平均点は 18 年度に比べ中間ペーパー試験、期末ペーパー試験、期末合計に関しては向上したと言える。また、期末のオンライン試験に関しては、18 年度の試験時間は 2 時間、19 年度の時間は 1 時間半であったことを考えると、30 分時間が短かったにも関わらず点数に差がなかったということから、プログラミングのスキルは上がっている

のではないかと考えられる。

表 2 コンテンツ学習状況比較 (0 は標準偏差)

	18年度	19年度
ドリル達成率 ¹	83.43(26.78)	90.61(10.23)
教科書閲覧率 ²	57.54(21.32)	66.57(14.08)
教科書閲覧時間	34038.28(32799.58)	42889.00(44574.87)
教科書閲覧回数	51.94(40.90)	161.91(148.64)

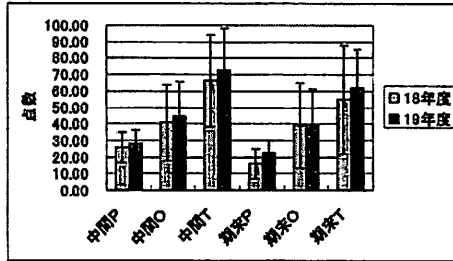


図 1 試験結果比較

次に、18、19年度の期末試験までの学習データ(平均ドリル達成率・平均教科書閲覧率・平均教科書閲覧時間・平均教科書閲覧回数)の平均および標準偏差を表2に示す。この結果、平均教科書閲覧時間には有意傾向が見られ(平均教科書閲覧時間： $t(225)=1.68, p<0.1$)、平均ドリル達成率、平均教科書閲覧率、期末平均教科書閲覧回数に有意差が見られた(ドリル達成率： $t(225)=2.68, p<0.01$ 、教科書閲覧率： $t(225)=3.75, p<0.01$ 、閲覧回数： $t(225)=7.53, p<0.01$)。19年度中間試験までの学習量は18年度と比べて、全ての学習量が向上していることがわかる。

毎年対象となる学生は異なるが、本授業の前のカリキュラム上のプログラミングの経験は変わっていないことから、19年度は、18年度に比べ、成績及び学習量ともに向上したと考えてよいだろう。学習量の平均が向上した要因の1つとしてあげられるのは19年度において授業の最初から導入された「コース」であると考えられる。「コース」を導入したことによって課題となっている教科書・ドリルがSolomon上に提示されるため、学生は最後までモチベーションを維持したまま課題に集中して取り組むことができ、結果としてドリル達成率・教科書閲覧回数などが上昇し、試験における成績の向上に結びついたのでないかと考えられる。

5. 成績と学習量との関係

単位認定型eLのあり方について考察を行うために、成績と学習量との間に見られる関係を調査した結果を

述べる。学習量を以下に示す4つのCategory(C1~C4)に分け、各年度の学習データから見た最終判定(A:70点以上, B:50~70点, C30~50点, D30点以下)における人数の割合の分布の調査を行った。

$$C1: m-2\sigma < x < m-\sigma$$

$$C2: m-\sigma < x < m$$

$$C3: m < x < m+\sigma$$

$$C4: m+\sigma < x < m+2\sigma$$

紙面の都合上、結果の全てを示せないが、例えば19年度のドリル平均達成率がC3である学生の62.5%、あるいは教科書平均閲覧率がC4である学生の78.6%がA判定をとるなど、学習量が平均を上回っている学生の多くは成績に結びついている。しかし、教科書平均閲覧率がC2である学生の44.7%がA判定、教科書平均閲覧時間がC4である学生の33.3%がC判定などのように、学習量が平均以上であるC3・C4に分類されているが評価がC判定・D判定となっている学生が存在する。以上の調査から学生の学習パターンを図に表すことが可能である。図2は19年度の期末合計点と教科書閲覧率について示したグラフである。横軸は教科書閲覧率、縦軸は成績を示す。図中、縦軸、横軸の補助線はそれぞれ評価およびCategoryの境界を表す。

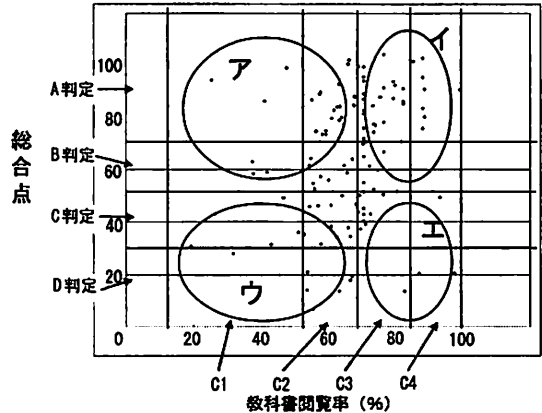


図 2 学習パターン

この図から学生を(ア)学習量が少なく、評価が良い、(イ)学習量が多く、評価も良い、(ウ)学習量が少なく、評価も悪い、(エ)学習量が多いにもかかわらず評価が悪い、のように区分する。実際にこれまでの調査結果より、「学習量がC3・4に分類される学生はA判定を取る割合が高い」「学習量がC1・2に分類される学生はC判定・D判定を取る割合が高い」など、(イ)や(ウ)に該当する学生や(エ)のように学習量が平均以上にも関わ

らず評価が悪い学生や(ア)のように学習量が平均以下だが高い評価の学生が存在する。このように、(ア)の学生は、学習をしなくても授業が理解できるタイプである。(イ)の学生は学習をすることによってそれが成績に直接結びつくタイプであり、eLによって効果的な学習が期待される。(ウ)の学生は、学習のモチベーションが下がってしまっている、または学習をするという習慣がもともとないタイプであると考えられる。(エ)の学生は、学習をしてもそれが成績に結びつかないタイプである。したがって、これから効果的に単位認定型eLを運用するためには、(ウ)の学生のモチベーションをあげ、(エ)の学生のフォローアップをしていくことが重要であると考えられる。

6. 補習コースの妥当性

19年度に導入された補習コースが成績の向上に結びついたのかについて検証を行う。「補習コース」対象者であった21名の学生のうち中間試験を欠席した学生は5名いたが、期末オンライン試験において、5名のうち2名の学生が満点をとっており、残りの3名の学生に関しても20点以上の点数を取ることができた。また、他の学生に関しても個人差はあるが中間オンラインに比べ期末オンラインにおいて点数が向上した。授業におけるプログラミング課題の進行状況を見ても自分でコンパイルエラーをとることができるようになった様子を観ることができた。このことより、「補習コース」を設置することでプログラムの概念を理解し自分自身でプログラムを書くことが出来るようになったと言える。

次にこの調査により「補習コース」対象者の学生の学習パターンが「補習コース」を行うことでどのように変化したのかを明確にするために、補習者の中間・期末における成績データと学習データについて平均を調査し「基本コース」対象者と比較を行った。

図3.4は、補習対象者の、補習前後の教科書閲覧率と中間合計点数、期末合計点数の分布をそれぞれ散布図に表したものである。縦軸、横軸の補助線がそれぞれ試験点数および教科書閲覧率のCategoryの境界を表す。この結果から、補習コース対象者は中間試験間までの範囲において多くの学生が学習データでC2とC3に分類された。「基本コース」より学習量は少ないが、多くの学生は平均以上の学習を行っていた。しかし、成績データにおいてC3以上に分類された学生がいなかったことより「補習コース」対象となった学生は、(ウ)「学習量が少なく評価も悪い」学生と(エ)「学習量が多いにもかかわらず評価が悪い」学生の両タイプが

存在すると考えられる。

次に補習後の期末試験の調査結果を見てみると、教科書閲覧率においては補習前と同様、C2とC3に多くの学生が分類されたがC4に分類される学生も見られ、全体的に学習量は増えている。成績データにおいてはC2以下の学生も存在するがC3、C4に分類される学生も見られ成績も向上していることがわかる。以上より、「補習コース」を設置し対象者に補習を行うことによって学生のパターンを(ウ)(エ)のタイプの学生に対してもフォローアップを行い(イ)のタイプに近づけることができたことから、「補習コース」の設置は成績の向上に役立てることができたといえる。

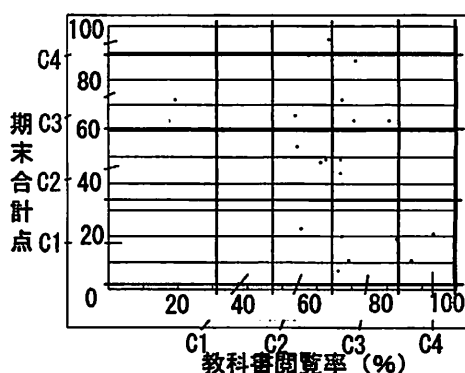


図3 補習前の成績と教科書閲覧率

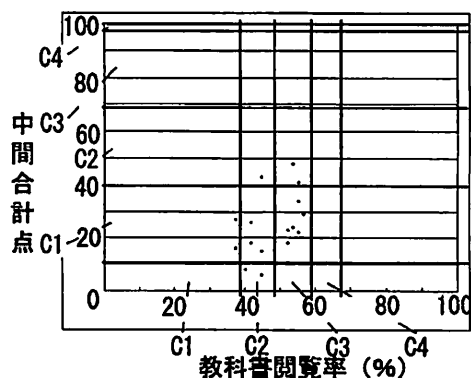


図4 補習後の成績と教科書閲覧率

7. アンケートによる授業運用の検証

期末テスト終了後に学生を対象とした授業やコンテンツの内容など授業に関するアンケートを行った。本節では単位認定型eL授業が効果的に行われたかどうか検証する方法のひとつとして、そのアンケートの集計結果を示し考察を行う。

一連の授業を受ける前と受けた後に Java の理解度がどう変化したのかを学生に自己評価させた。両年度の結果を表3に示す。18年度は94名、19年度は114名の有効回答を得た。それぞれの Level の内容は以下のようにになっている。

- Level1: Java の文法がほとんどわからない(知らない)
- Level2 :Java の文法はわかるがプログラムを書くことは出来ない
- Level3 :参考になるものがあれば、時間はかかるが授業で扱ったレベルのプログラムを書くことが出来る
- Level4 :参考になるものがあれば、授業で扱ったレベルのプログラムを書くことが出来る
- Level5 :何も参考にしなくても授業で扱ったレベルのプログラムを書くことが出来る

表3 授業前後の理解度

	18年度		19年度	
	授業前	授業後	授業前	授業後
Level 1	66	6	87	5
Level 2	10	13	7	1
Level 3	10	41	11	57
Level 4	6	30	8	41
Level 5	2	4	1	7

授業前には18年度は80%(76人)、19年度には82%(94人)の学生がLevel2以下であったが、授業後には18年度は74%、19年度には86%の学生がLevel3以上となっている。ここで、各年度において授業前後のレベル分布が変化しているか、授業前後のそれぞれにおける自己評価に年度ごとの差があるかどうかについて χ^2 検定を行った。その結果、各年度の授業前後における学生のレベル分布には有意差が見られた(18年度: $\chi^2(4)=85.90, p<0.01$, 19年度: $\chi^2(4)=131.75, p<0.01$)。また、授業前後のそれぞれにおける自己評価の年度差について授業前には有意差はみられなかった(授業前: $\chi^2=2.18, p>0.1$)が、授業後には有意差が見られた(授業後: $\chi^2(4)=8.14, p<0.05$)。そこで、残差分析を行ったところ、「Level2」の結果が有意であった。表4に授業後 Level の分布および残差を示す。以上より、18年度に比べ19年度は「Level2」であると自己評価している学生が減っている。つまり、授業後の自己評価が悪い学生が減ったことになる。したがって、両年度共に授業の効果があつたみなすことができ、さらに18年度よりも19年度の方が、学生の自己評価は向上している。

次に、以下の問に関して集計を行い、授業の目的が達成できているのかを調査した。

表4 授業後レベル分布と残差

	授業後レベル分布		残差	
	18年度	19年度	18年度	19年度
Level1	6(4.97)	5(6.03)	0.64	-0.64
Level2	13(7.68)	4(9.32)	2.70*	-2.70*
Level3	41(44.29)	57(53.71)	-0.92	0.92
Level4	30(32.06)	41(38.91)	-0.61	0.61
Level5	4(4.97)	7(6.03)	-0.60	0.60

- ()内は期待度数を示す * <0.01
- Q1: Java の言葉・概念について理解できたか
- Q2: Java の文法について理解することができたか
- Q3: Java のプログラムの流れが理解できるようになったか
- Q4: eL を利用することで、プログラムを書くことができるようになったか

結果を表5に示す。Q1~Q3に関して、「はい」と答えた学生が18年度・19年度両方とも80%を超え、また、Q4に関しても70%以上の学生が「はい」と答えている。さらに、年度ごとの回答に差があるか χ^2 検定を行ったところ有意差は見られなかった(Q1: $\chi^2(2)=0.90, p>0.1$, Q2: $\chi^2(2)=3.56, p>0.1$, Q3: $\chi^2(2)=3.24, p>0.1$, Q4: $\chi^2(2)=1.19, p>0.1$)。以上より、各年度とも同様に eL を使用した効果的な授業が行われたと言える。

表5 学生の自己評価

	18年度		19年度		有効回答人数	
	Y	N	Y	N	18年	19年
Q1	80	12	95	16	92	111
Q2	78	17	99	11	95	110
Q3	77	16	103	10	93	113
Q4	74	16	84	26	90	110

8. 単位認定型 eL 授業の評価と考察

前節までの結果を踏まえ、この2年間に行われたソフトウェアデザインの単位認定型 eL が効果的に行われたかどうか、特に「学生のモチベーションを維持すること」・「学生へのケア」を踏まえながら考察し、今後の単位認定型 eL のあり方について述べる。

まず成績や学習量の比較を行った結果18年度に比べ19年度には、成績が向上したことがわかった。期末オンライン試験においては有意差は見られなかったが、試験の時間が18年度は120分、19年度は90分であったことから、18年度に比べ19年度は30分時間が短かったにも関わらず点数に差がなかったと考えられ、プログラミングスキルに関しても向上しているといえる。

また学習量が18年度と比べ19年度には向上していた。これら成績・学習量の向上の要因として、19年度に新たに「コース」を導入したことが考えられる。

次に学生の学習パターンを(A)学習量が少なく、評価が良い、(イ)学習量が多く、評価も良い、(ウ)学習量が少なく、評価も悪い、(エ)学習量が多いにもかかわらず評価が悪いの4パターンに分けた。「補習コース」が導入された19年度において、対象となった学生とその他の学生の学習量を調査し、中間試験の成績との関連性について調査したところ、上記の(ウ)と(エ)に該当する学生であることがわかった。しかし、補習適用後の期末試験において同じように期末成績と学習量の調査を行った結果、中間と比べて学習量が増加しており、成績も向上しており、(エ)のタイプの学生を(イ)のタイプにすることができ、(ウ)の学生に対してもフォローアップを行うことができたという結果が導かれた。

授業後に行われたアンケートの結果、学生の自己評価によって、両年度とも授業によって学生の理解度は上がっていること、18年度よりも19年度の方が自己評価が低いLevelの学生が減ったことから、学生の自己評価についても向上していることがわかる。

以上の結果より、19年度の学生は内容を理解できるようになるまで学習を行ったということができ、学生のモチベーションを保ちつつ、単位認定型eL形式で効果的に授業改善し、運用することができたといえる。

今後の単位認定型eLのあり方についての考察としては、eLコンテンツを効果的に利用すること一つ、学生のモチベーション維持のために多くの学生に対しては「基本コース」による運用を行い、「補習コース」による学習状況の悪い学生のケアを行うことに加え、学習意欲の高い学生に対しては高度な内容を学習させるような運用を行うことで多様な学習パターンを持つ大人数の学生に対して細かな指導を行うことが可能であるといえるだろう。

9. 結論と展望

本稿では、16年度の対面式授業、17年度のブレンド型、18年度以降の単位認定型eL化への年間にわたる授業変遷の中で、18年度秋と19年度秋に着目してこの2年間の運用の結果、学生の学習状況、成績、アンケート等を分析し、プログラミング単位認定型が効果的に運用されてきたかどうか検証を行った。また、この年間の成績と学習状況との関係を調査し、アンケート結果等も踏まえ、今後の単位認定型のあり方について考察を行った。18年度に比べて19年度には、全体的に成績が向上したこと、成績の悪い学生の底上げができ

たこと、プログラミングのスキルも向上していること、学習量も増えていること、学生の自己評価および理解度が向上しているということが導かれた。19年度に新たに導入された「コース」、また学習状況の悪い学生に対する「補習コース」の導入により、学生のモチベーションを維持し、学生のケアを行いながら、単位認定型eLであるソフトウェアデザインが効果的に運用・授業改善されたという結論に至った。さらに今後の単位認定型eLのあり方について、「基本コース」、モチベーションの低い学生や学習しても成績に結びつかない学生に対する「補習コース」は重要であることが導かれた。それに加え、「エキスパートコース」のようなものを導入することができれば、今後は学習をしなくても授業が理解できる学生や、eLによって効果的な学習が期待される学生の可能性を最大限に引き出すことが可能となるのではないかと。

謝辞 本論文作成にあたり、統計的手法に関するアドバイスをいただきました大阪市立大学の橋本文彦教授に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 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, Vol.CE-81, pp.73-80 (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～評価バージョン～”, 情報処理学会研究報告, Vol.CE-82, pp.53-60 (2005).
- 3) 石井和佳奈, 高岡詠子: “Javaプログラミング教育e-learningコンテンツ閲覧状況と成績との相関関係に関する一考察”, SSS2006 情報教育シンポジウム論文集, 情報処理学会, pp.183-189 (2006).
- 4) Eiko Takaoka and Wakana Ishii, "A Dedicated Online Java Programming Course: Design, Development, and Assessment", Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, Quebec, Canada (2007).
- 5) 独立行政法人メディア教育開発センター『eラーニング等のITを活用した教育に関する調査報告書(2006年度)』<http://www.nime.ac.jp/reports/001/>
- 6) Kendall, M.: "Teaching online to campus-based students: The experience of using Web-CT for the community information module at Manchester metropolitan university", Education for Information, Vol.19, pp.325-346 (2001).
- 7) 國宗永佳, 新村正明, 和崎克己, 不破泰, 師玉康成, 中村八東: “信州大学インターネット大学院の現状と評価”, 教育システム情報学会誌, vol.22, pp.264-271 (2005).