

## 教科書とオンラインテストを活用したセルフラーニング型授業の実践例

渡辺 博芳<sup>\*1</sup>, 古川 文人<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 帝京大学工学部情報科学科, <sup>\*2</sup> 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室

〒320-8551 宇都宮市豊郷台 1-1

TEL 028-627-7243

e-mail: hiro@ics.teikyo-u.ac.jp, bunjin@lt-lab.teikyo-u.ac.jp

### 概要

書籍の教科書とコース管理システムのオンラインテスト機能を活用した自己学習型授業の実践例について述べる。一般に、自己学習型授業は学習効果が高いと言われているが、自己学習型授業は授業の準備や授業の運営などのコストが大きい。本実践では、特別な教材を一から準備するのではなく、教科書を主な教材とすること、単元ごとの通過試験を自動採点可能なオンラインテスト機能を用いることで、低コストで自己学習型の授業を実施することを目指した。これまでの実践結果からは、「通常の講義型授業に比較して学習内容が定着する」という実感を学生が持つなど、自己学習型授業として有効に機能していることがわかった。また、準備に要する教員側の負担は、講義型授業を1としたとき、本方式は1.5から2程度、典型的なPSI(Personalized System of Instruction)などの自己学習型授業は3程度と見積もれることから、自己学習型授業としては準備のコストは低いことも示された。

### 1. はじめに

学生のうちに自己学習力を修得することが重要である。自分のわからない点を評価して、どんなアクティビティをすべきかを自分で判断して実施する力、アクティビティを継続する集中力や忍耐力などを修得すれば、社会に出ても新しいことを自分で学習していける。生涯学習の時代と言われる今日、このような力はとても重要である。

学生の自己学習力を養うためには、多様な形態の学習アクティビティを提供することが重要であると考えられる。人の学習は多様なアクティビティを通して行われるからである。つまり、講義を聴くだけでなく、教科書を読んだり、例題をフォローしたり、問題を解いたり、他人と議論したり、といったアクティビティも重要である。そこで、授業においても、多様な学習形態のアクティビティを提

供することが重要となる。

我々は、学習者が自分のペースで学び、自己学習力を修得できるような授業の実践を目指して、WebCTを活用したセルフラーニング型授業<sup>1)</sup>を実践してきた。自分のペースで学ぶ授業には、Kellerにより提唱されたPSI(Personalized System of Instruction)<sup>2)</sup>がある。PSIは日本では田中<sup>3)</sup>や向後<sup>4)</sup>が実践している。本稿では、これらの実践例を参考にして、設計した個別学習型授業とその実践例について述べる。実践のポイントは、教科書を主要な教材として位置付けることによって、教材作成の手間を軽減することと、各単元後の試験を自動採点可能なオンラインテストを採用することで、授業運営の手間を軽減することである。実践した科目は、大学における専門情報教育科目(計算機アーキテクチャ)である。

---

An Example of Self-Learning Course Using Textbook and Online Tests

Hiro Yoshi Watanabe<sup>\*1</sup> and Fumihito Furukawa<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>School of Science and Engineering, Teikyo University.

<sup>\*2</sup>Learning Technology Laboratory, Teikyo University

### 2. PSI(Personalized System of Instruction)

PSIについて簡単に説明しておく。PSIの特徴は、(a)教員・助手・プロクター(補助指導員)などからなる指導チームを組むこと、

(b)小単元・完全修得方式と即時フィードバックを指向していること、(c)学生の自己ペースで学習を進めること、(d)講義は知識の伝達よりも学習の興味を増大させるもので、出欠が自由であることなどである。講義を全く設けない実践例もある。

PSI では基本的に、教材を小単元に分割し、系列的に配置する。学生は現在の単元をマスターしないと、次の単元の教材を渡されない。各単元の学習後には通過試験が課せられ、その直後にプロクターによる正誤のフィードバックと概念の訂正または定着が行われる。プロクターには学部上級生や大学院生が割り当てられることが多い。プロクターは特定の10人から15人を受け持ち、通過試験の採点や学習の手助けを行う。

特定の時間帯の授業に出席を強制されることはなく、完全に自己のペースで学習する。学習における疑問や困難については、一定の教室に待機している教員やプロクターに質問や相談をすることができる。

### 3. 授業設計

#### 3.1 本方式による授業の設計方針

以下のような方針をとることにした。

- (1) 教科書を活用する。自己学習型授業では教材の作成がネックとなる。教科書を活用し、単元ごとに学習モジュールや学習ガイドを作成することで、教材作成の作業を低減する。
- (2) 通過試験に、オンラインテストを採用する。通過試験は教授スタッフ側の負担が大きいので、この部分に自動採点可能なオンラインテストを活用することで採点作業を低減する。また、学生も自由な時間に受験できるメリットがある。しかし、自由に受験可能なオンラインテストにすることで、試験の公平性の確保、採点者との対面でのコミュニケーションの欠如といった問題が生じる。これらの問題点は後述する別の方法で補完する。本授業での通過試験は、到達度の評価よりも、

オンラインテストの問題に解答できるよう教科書を読み直したりする学習アクティビティの一つと位置づけられる。

- (3) 授業時間は全体ミーティングと教授スタッフと学習者の対面でのコミュニケーションの場と位置づける。まず、授業の最初に、動機付け、全体の学習進捗状況、学習目標の確認、連絡事項などについて話し、学習者の方からの質問や問題提起を受け付ける。その後、クラス全体への講義、聴講自由な講義、個別質疑応答などの学習アクティビティを実施する。ここで教授スタッフと学習者の対面でのコミュニケーションの機会を確保する。
- (4) 普通教室において、従来型の間中試験、期末試験を実施する。自由に受験可能なオンラインテストでは、試験の公平性を確保できないため、従来型の試験を組み合わせさせて評価を行う。
- (5) コース管理システムを活用する。学習ガイドや補助教材コンテンツ、オンラインテストなどはコース管理システムで提供する。それによって、あるモジュールのオンラインテストに合格した学習者に、次のモジュールの学習ガイドを提示するといったことが可能になる。

#### 3.2 関連実践との比較

本方式による自己学習型授業と典型的なPSI、自己学習力育成を目的としたセルフラーニング型授業(SLC)<sup>1)</sup>の簡単な比較を表1に示す。本方式とPSIは学習のペースは Semester 全体を通じて自由であるのに対して、SLC では予習復習と授業時間の学習のペースは自由であるが、各単元の最終課題の提出期限により、一週間ごとに同期がとられる。また、本方式とPSIは、次の単元に進むには通過試験をパスしなければならないが、SLCではそのような制約はない。以上のことからわかるように、本方式はPSIと同じタイプの自己学習型授業を低コストで実現しようとするものである。

表 1 関連実践との比較

	ペースの 自由度	通過 制限	教材作成 コスト	授業運営 コスト
PSI SLC 本方式	高 中 高	有 無 有	大 大 中	大 やや大 中

典型的な PSI と本方式の違いは、以下の点にある。

- ・ 本方式の通過試験はオンラインテストであるので、いつでも自由に受けられるが、PSI の通過試験はプロクター等が試験室に待機している時間帯でなければ受験できない。
- ・ PSI では、通過試験はペーパー試験で行うので学習成果の測定ができるが、本方式では達成度の評価というよりも、学習アクティビティの一つになる。したがって、達成度の評価には、中間試験や期末試験が必要となる。
- ・ 本方式では、学習ガイドや補助教材を閲覧するためには、通過試験に合格する必要があるが、主教材である教科書は先の単元でも読むことができる。PSI では一般に教材全体が前単元の通過試験に合格しないと見ることができない。

<p>M04 アーキテクチャの評価(実行性能)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 学習ガイド</li> <li>2. 例題 1.1 の類似問題</li> <li>3. 補足：応答時間とターンアラウンドタイム</li> <li>4. 小テスト</li> </ol>	<p>M07 アドレッシング法</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 学習ガイド</li> <li>2. 例題 2.1 の理解</li> <li>3. COMET II の命令セットを調べよう</li> <li>4. 小テスト</li> </ol>
--	---

図 1 学習モジュールの例

## 4. 授業実践の方法

### 4.1 モジュール設計

採用した教科書<sup>6)</sup>の内容から1 Semester の期間で学べる範囲を抽出し、36 の学習モジュールを構成した。1 回の授業時間に 3 モジュールを対応させ、これにイントロダクション、中間試験、期末試験を含めて 1 Semester

のコースを構成する。イントロダクションにおいて、標準的なペースの日程表を提示した。

各モジュールでは、平均して教科書 8 ページ分である。最大 40 ページというモジュールがあるが、これは例外でその 40 ページの中で熟読する部分を指示している。最小は 2 ページである。教科書を主教材としたため、教科書の節の単位をモジュールの基本にする必要があるので、モジュールで学習する教科書のページ数には、ばらつきが出てしまった。

各モジュールでは、教科書の指定されたページを読むという学習アクティビティが基本であり、その他、補足解説や例題、演習問題を含める。典型的な学習モジュールの例を図 1 に示す。

### 4.2 オンラインテスト

オンラインテストで問う内容は、教科書、補助教材、指示した学習アクティビティの理解である。また、関連する基本情報技術者試験の過去問の類似問題も含めた。そのような類似問題のうち、教科書を読んだだけでは、解答が困難なものについては補助教材を用意した。

オンラインテストは、選択問題、整合問題、短答問題、計算問題 4 タイプを用いた。コース管理システムの機能では選択問題は単一選択と複数選択が可能であるが、主に単一選択を利用し、選択肢は毎回ランダムに位置が変わる設定にした。整合問題は、用語と説明文、用語間、説明文間で対応するものを選ぶ問題で、対応先のない余分な選択肢を含めることも可能である。短答問題は、短い文字列入力で解答する問題である。短答問題は全角半角の違いや、複数の正解があるケースに注意して作成する。計算問題は計算式を設定することで、数値のパリエーションを多数生成可能である。

ある知識・項目に関するテスト問題を複数用意しておき、受験の度にその中からランダムに出題するようにした。現状で、モジュール

ル 20 までの実装が終わっているが、ある知識・項目についてのバリエーションは一つしかないものから、20 程度まで存在する。1 回のオンラインテストでの質問数は平均 10 問（最小 5 問，最大 18 問）で，全質問数は 846 問である。オンラインテストは全て 100 点満点にし，合格ラインは 100 点を基本とし，時間のかかる計算問題を含む場合や，問題数が多い場合などは 1 問の誤りまでは合格になるようにした。

#### 4.3 掲示板・電子メールの活用

コース管理システムに内蔵されている掲示板やメール機能を使ってコミュニケーションを図る。質問は掲示板，メールで常時受け付けている。学生には，対面でも，メールでも質問をした学生には，学習態度点を加点することを通知した。ほかにも，2 週間に一度程度の頻度で，以下に示すような学生の進捗に合わせたメッセージをメールで送った。

「よい調子で進んでいますね。これからもがんばりましょう。」

「標準的なペースよりも，少し遅れ気味です。少し学習のペースをあげましょう。」

「あまり，学習が進んでいませんね。がんばって進めましょう。わからない点があったら，いつでも質問するようにしましょう。」

#### 4.4 授業時間

授業時間の最初は，全体ミーティングとして位置付ける。この時間は 10 分から 15 分程度である。まず，クラス全体の学習進捗状況を示し，今後の学習ペースについてアドレスを行う。次に，標準ペースにおける今週の学習モジュールの確認と，そこでの学習目標を確認する。最後に，学生からの質問や問題提起を受け付け，必要であればその場で議論する（ただし，今年度の実践においては，学生の質問は個別に来るだけで，全体ミーティングでは発言はなかった。）。

全体ミーティングの後，学習内容についてクラス全体に講義したい内容を簡潔に講義し，

その後は個別学習モードに移行する。個別学習モードでは，聴講自由な講義，個別質問への対応を実施する（ただし，今年度は聴講自由な講義は実施しなかった）。

この授業では，コンピュータ教室と普通教室の二つの教室を確保している。全体ミーティングと講義は普通教室で行い，個別学習はどちらの教室で行ってもよいが，オンラインテストは普通教室では受講できないため，コンピュータ教室で学習する学生が多い。個別の質問は，全体ミーティング終了直後は普通教室で受け付けるが，授業の後半ではコンピュータ教室で受け付けた。

### 5. これまでの実践結果

本方式を実践した計算機アーキテクチャは，理工学系情報関連学科の 3 年次前期に選択科目として設定されている。2005 年度の授業で履修登録した学生は 133 名，そのうち，一度でも授業に出席し，コース管理システムに ID を登録した学生は 129 名である。第 13 回の授業が終了時（本稿の執筆時）での状況を述べる。

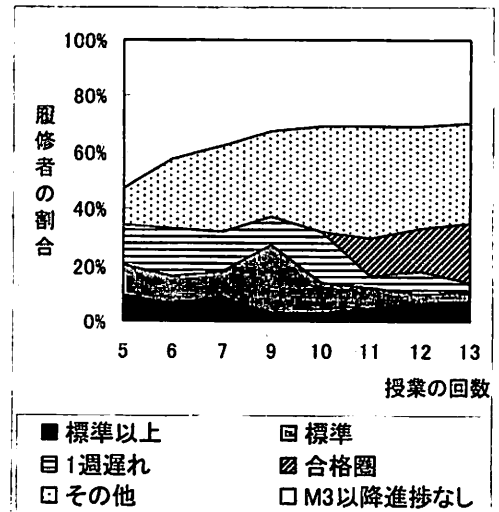


図 2 第 13 回授業までの進捗状況

## 5.1 学生の学習状況

図2に学生の進捗状況の割合を示す。標準ペース以上、または、標準ペースで進んでいる学生は、授業の回数によって変動はあるが、約20%程度で、これらの学生は順調に学習を進めていることがわかる。合格圏<sup>\*</sup>は、一週間分以上遅れているものの、合格の条件に示されているモジュールまで学習を進めた学生を表す。この時点で、35%程度の学生が合格圏にすることがわかる。その他に含まれる約35%の学生は、最終期日までに合格圏に至る可能性がある。このように、個々の学生の学習状況がよくわかることがこの授業方式でのメリットとなる。

コース管理システムの掲示板には教員から連絡とメッセージ、及びメールであった質問のうち全員に回答しておくべきことについて投稿したものなどが11件、学生からの自発的な投稿が1件あった。この1件は、教科書の内容を表形式にまとめて、ノートとして投稿したケースである。メールによる質問は62件である。授業時間内の質問は、1回の授業あたり5件程度である。メールにしても対面にしても、質問をする学生はほとんど、標準ペース以上で学習が進んでいる学生である。

現時点で学生からのフィードバックを得るために、以下のような自由記述の質問1問のみのアンケートを行った。

質問：「この授業は、従来型の講義授業と比較してずいぶん違った形で実施しています。ここまでの授業に対する感想(良かった点、悪かった点)、要望、意見などを書いてください。できる点については、この授業の後半の授業運営から、取り入れます。」

このアンケートには72名の学生から回答があった。「自分のペースで学べた」といった

<sup>\*</sup> 合格条件として、「モジュール20まで学習を進めた上で、試験で60点以上取得すること」、「最後のモジュールまで学習を進めること」のどちらか一方を満たすこととした。したがって、授業後半では、一週間以上遅れていても、モジュール20まではクリアしている学生が存在する。

内容の記述が39名の回答に存在し、「学習効果が高い」といった内容の記述が17名の回答に存在した。以下に感想の例を示す。

- ・ 自分のペースで好きに学習できるので非常に面白いです。内容は(私には)ちょっと難しいところもありますけど。普通の講義形式の授業よりこういったものが多い方がうれしいです。要望としてはテストの時間を少し長くして欲しいです。いまの時間は本当にギリギリという感じの設定のような気がします。せめて見直しをできるくらいの時間は追加して欲しいと思います。
- ・ 私としてはこの授業方法はとても気に入っています。合格しないと次の単元に進めないというので、自分の頭をしっかりと使って学習ができていると思うからです。従来の「講義」では自分のペースに合わなかったりしたし、話を聞くだけでは集中力が持たず、ノートを写すだけでいっぱいいっぱい脳を本当に動かしている時間は少ない気がしますし・・・(なんだかんだ言ってまだ全然進んでないんですけど)
- ・ 慣れないせいか、とても大変である。しかしとても自分で勉強してるという達成感が得られる。自学自習にしっかり取り組めるいい機会であるし、これからもがんばって行きたい。

これらの結果からは、本方式が通常の講義形式の授業に比べて、学習内容が定着すると学生自身が感じていることが示されている。

## 5.2 授業準備のコストについての考察

正確な評価は困難であるが、定量的な比較を試みる。我々の経験では、上で述べたような実践のための学習ガイドと小テスト問題作成は、1モジュールあたりおおよそ半日程度であり、長い場合では1日近くかかる。これは、そのモジュールに対応する教科書のページ数、補助教材をどれだけ準備するか、情報処理技術者試験の過去問をどれだけサーベイ

するかなどに依存する。本方式の3モジュールが1回の授業に対応するので、1.5日と見積もることにしよう。

一方、著者の一人の経験では、講義授業90分を新規に準備するための時間は1日程度である。もちろん、どの程度のスライドやメディア教材を作り込むかによって大きく変わる。

PSIなどの自己学習用教材を作成する場合、例えば、準備したスライドを用いてビデオ講義の収録をするような場合、通常の講義型授業の準備に0.5日程度加算すればよいであろう。ビデオ収録でなくとも、自学自習用教材は講義中に言葉で伝える部分も書き下す必要があるために、講義用教材よりも時間を要すると考えるのが妥当である。また、PSIにおいても、本方式と同様に各単元に学習ガイドと通過試験が必要になる。PSIの通過試験も問題にバリエーションを持たせる必要があるため、学習ガイドと通過試験作成の作業を本方式と同等であると見積もる(記述式の問題であれば、問題作成のコストはもう少し小さいと思われる)。

以上のことから考えると、通常の講義授業の準備1に対して、本方式による自己学習型授業1.5、PSIのような自己学習型授業3と見積もることができる。これは本方式で聴講可能な講義を実施しなかった場合である。聴講可能な講義は通常の講義授業と異なり、ポイントを抑えた短時間の講義であるので、1回分の準備コストを0.5日と見積もると、通常の講義授業の準備1に対して、本方式による自己学習型授業2、PSIのような自己学習型授業3と見積もることができる。

ただし、これは一実践者の経験に基づく見積もりであることに留意されたい。

## 6. おわりに

新規に授業を担当するのを機に、新しい形態での授業を試みた。アンケート結果からは、自己学習力を備えた学生にとっては、自分のペースで学び、学習効果の高い授業形態が実

現できていると思われる。一方で、自己学習力を備えていない学生は、なかなか学習が進まないようである。このような学生へのフォローが課題となる。

自己学習型の授業は一般にコストがかかるが、教科書を活用することでコストの低い自己学習型授業の実践を試みた。講義ノート、講義用スライドを作るのにかかる手間を、オンラインテスト問題の作成にかけることによって、通常の講義授業と同様なコストで自己学習型の授業を実施することができると考えていたが、準備コストは、通常の講義授業より大きかった。ただ、オンラインテスト問題は資産になるため、次年度は聴講自由な講義や補助教材の充実に注力し、改善を図りたい。

本稿執筆時は、授業期間の終了時点ではあるが、学生には、授業終了から期末試験、小テスト修了期限までの学習活動が残されている。その後、最終的なアンケートを実施する予定である。これらを分析し、より詳細な評価を行いたい。

## 参考文献

- 1) 渡辺博芳, 高井久美子, 佐々木茂, 荒井正之, 武井恵雄: セルフラーニング型授業の試み -LMS・ビデオ教材・評価支援システムによるプログラミング教育-, 論文誌情報教育方法研究, Vol.6, No.1, pp.11-15, 2003.
- 2) F.S. Keller: GOOD-BYE TEACHER..., Journal of Applied Behavior Analysis, Vol.1, No.1, pp.79-89, 1968.
- 3) 田中 敏: 日本の大学に PSI を適用するためのマニュアル, Japanese Journal of Educational Psychology, Vol.37, pp.365-373, 1989.
- 4) 向後千春: Web ベース個別化教授システム (PSI)によるプログラミング授業の設計, 実施とその評価, 教育システム情報学会誌, Vol.20, No.3, pp. 293 -303, 2003.
- 5) 馬場敬信: コンピュータアーキテクチャ(改訂2版), オーム社, 2000.