

# e-learning用講義コンテンツにおける 教員の講義改善活動を支援するシステムの提案と評価

## Evaluation of a New Teacher Support System to Improve Lectures for e-Learning on Demand

大川内隆朗\*, 大谷 淳\*\*, 米村俊一\*\*\*, 徳永幸生\*\*\*  
Takaaki OHKAWAUCHI, Jun OHYA, Shunichi YONEMURA  
and Yukio TOKUNAGA

### 1 背景

2008年度に高等教育機関においてFaculty Development (FD) が義務化されて以来, 各大学がそれぞれの手法でFDに関する活動を取り入れている. 大学に課せられている内容は「授業の内容及び方法の改善を図るための組織的な研修及び研究」であり, 大学全体・教員全体に対し, 学生への講義活動の質を高めることが明示されている. 講義を受けた学生の質を向上させることを考えた場合, 1. 講義内容のレベルを上げること, 2. 学生がわかりやすい講義を行うこと, の二つの視点から考えることができる.

この二つは両立することの困難な要求であり, 高い専門性を持った大学教員にとって, 講義のレベルを上げることは容易であるが, 工夫もせずにレベルを上げれば, その分だけ内容を理解できる学生数は減ってしまうことになるだろう. 講義内容のレベルと, 学生にとって理解できる内容, この両者のバランスを取ることが不可欠であり, そのために教員は, 自身の講義を受ける学生の知識レベルや, 講義に対して学生がどれくらい付いてくることができているのかという, 学生の理解度を把握しなくてはならない.

教員がどのように学生の理解度を把握しているのかという点, いくつかの方法が考えられる. まず試験を行うことによって, 数値化された学生の客観的な理解度を把握することが可能だろう. ほかに, 所定回数の講義終了後の「授業評価アンケート (宇田 2005)」が多くの大学で行われている. 同アンケートは学生が教員の講義に対して, 様々な角度から採点を行い, 自由記述欄では教員に対する生の声をおつけることができる. また対面の講義においては, 講義中の学生の反応から, 理解度を測るケースもある. これは特に決められた手続きが存在するわけではなく, 教員が学生の表情や雰囲気伺いながら, 自身の説明に学生が付い

てきているかを感じ取るなどが挙げられる.

Davis (1993) は授業改善において重要なことは, 講義の中で学習者にとって何が効果的であるのかを知ることであり, そのためには1. 学習者からのフィードバック, 2. 自らの講義の視聴, 3. 自己評価, が必要であることを示している. また川崎ら (2001) の調査では数学教員に実施したアンケートにおいて, 講義改善を行う手掛かり・手法を7つのカテゴリに分類しているが, その中でも教員が最も気にしているものとして「学生の反応」を挙げている. これらの調査に代表されるように, 講義改善における重要な要素として, 学習者の反応を得る必要性が従来より提唱されている.

対面形式の講義においては, 教員は学生と同じ空間や時間を共有するので, 意識や工夫次第で学生の反応を捉えることは可能であるし, それを支援し有効性を検証する類の研究も多い. しかし非同期型e-learning, すなわち予め録画しておいた講義を学生がインターネットを介して, 好きな場所で好きな時間に視聴する形式の講義においては, 受講中の学生の反応を教員が捉えることは困難であると考えられるし, そのような試みはまだ少ない.

近年のInformation and Communication Technology (ICT) の利用の広がりとともに, 高等教育機関におけるe-learningの利用も拡大している. メディア教育開発センターの調査報告 (2008) によると, 2008年の段階で, 大学においてICT活用教育を導入している割合は81.6%であり, 導入を予定・検討している箇所を含めると85%を超える. この数字より, すでにe-learningは大学の教育活動において, 一定以上の役割を果たすべき存在であると考えられるし, その質を向上させることは義務づけられているFD活動の一環であると考えられる. しかし前述のように, 非同期型e-learningにおいては, 授業改善において重要な要素の一つであ

2012年5月11日受付, 2012年7月31日再受付, 2012年8月9日採録

\* 早稲田大学大学院会計研究科

\*\* 早稲田大学大学院国際情報通信研究科

\*\*\* 芝浦工業大学情報工学科

る、受講中の学生の反応を捉えることが困難である。Jeckerら（1965）を始めとして、講義教室における学習者からの非言語情報が、教員の講義改善や講義中の意志決定に役立つことが指摘されている。これを非同期型e-learningに照らし合わせて考えると、学習者には非同期型e-learningならではの非言語情報や学習行動があり、その反応を捉えることで講義改善に役立つことが可能であると考えた。

本研究では、非同期型e-learningにおける受講中の学生の反応や理解度を捉え、それを効果的な形で教員に対してフィードバックを行う講義改善支援システムの開発を行った。

## 2 先行研究

講義中の学生の反応を捉える研究としては、まずレスポンス・アナライザが挙げられる。本来は「教員が出題する多義選択型問題に対して学生がボタンを押して回答」目的で使われてきた（中島 2003）。しかし近年では、主に対面形式あるいは同期型の遠隔講義において、講義を受けている最中に、学習者が教員やほかの学生に対して、反応を示すためのシステムとして広く利用されている。どのような反応を、どのような形で入力するのかはシステムによって異なるが、例えば奥井ら（2007）の研究では、対面式の講義中に学生がモバイル端末で自分が今どれくらい講義に付いていっているかを三段階のボタンで示すシステムを開発した。同システムでは講義中に多くの学生から「理解できていない」ことを示すボタンがたくさん押された場合は、教員は現在話している内容について補足を行う、もう一度ゆっくり説明し直すなど、その場で講義の修正を行うことが可能となる。

レスポンス・アナライザについては、今その場で講義が行われているという、同期型の特徴を利用した研究が多い。同期型の講義においては、今理解できていないことを教員に示せば、教員はその場で対応してくれる。このメリットがあるからこそ、学生は講義を聞きながら、システムで「理解できていない」という反応をわざわざ手間を掛けてまで入力するのである。しかし非同期型の講義においては、学生がいくら反応を示しても、その場で講義の内容が変更されることはありえず、学生にとってはシステムに反応を入力する動機付けが無い。したがって非同期型のe-learningコンテンツにおいては、わざわざ手間を掛けてまで反応を入力する以上のメリットを何らかの形で生み出すか、あるいは学生の反応を自動的に捕捉する必要がある。

非同期型e-learningにおける講義中の学生の反応を測る研究としては、視聴中に学習者が今どれくらい講義の内容に付いていっているか、自身の理解度をレバーで提示する手法がある（Ohkawauchi 2008）。同手法によって取得されたデータを時系列にグラフ化し教員へフィードバックを行うことで、教員は学生の理解

度が落ちた部分を中心に振り返るようになり、講義改善を行う着手ポイントを見つける手掛かりを得ることができた。しかし、講義に対する理解度が変化したタイミングでレバーを動かすのみとはいえ、前述のレスポンス・アナライザと同様、非同期型講義においては学生にとって積極的にその入力を行うメリットは無いと言える。

非同期型e-learning受講中の学生の反応を自動的に取得しようとする試みもある。中村ら（2010）は講義受講中の学生の、うつむいたり一点を注視したりといった顔の動きを捉えることで、受講中に学生が感じている講義への難易度を高い精度で予測することが可能であることを示した。また大川内ら（2011）はe-learning受講中の、講義ビデオを巻き戻す・早送りする、一時停止する、といったe-learning特有の学習行動が、学習者の感じる主観的難易度に関係する可能性を示した。

以上のように、e-learningにおける受講中の学習者の理解度を自動的に捕捉しようとする研究はいくつか見られるが、そこで取得したデータについて、実際に教員が翌年以降の講義に向けた改善を行うことに役立つのかといった検証や、あるいはデータを活用して系統的に講義改善の支援を行おうとする研究は少ない。本研究では、非同期型e-learning受講中における学習者の反応を利用してデータを取得し、教員に対し効果的な見せ方によりフィードバックすることで、講義改善活動を支援するシステムの開発を行った。

## 3 予備実験

本研究の目的は、e-learning講義中の学生の反応をフィードバックするシステムにより、教員の講義改善活動を支援することである。そのために、まず大学院初級レベルのe-learning専用講義ビデオ（26分20秒）を準備し、それを受講する学習者たちの反応を取得した。講義は、理系の大学院入学レベルを対象としたもので「最適プロダクトミックス」の内容となる。具体的には、決められた資源の中で製品A、B、Cを作成する際に、どの製品をいくつ作れば最も利益が多くなるか、変数や方程式を定義しながら可能となる解を導き出し、各場合における利益を比較して最適解を求める。表1に講義の主な構成を示す。

表1：講義のスライドと内容の概略

スライド	主な内容
1～2	問題の提示
3～4	各変数を定義し、問題文を定式化する
5～7	1つ目の可能解を見つける
8～11	2つ目の可能解を見つける
12～13	3つ目の可能解を見つける

第2章にある先行研究に加え、e-learning固有の学習行動の取得や分析についての検討(吉次ら2009)、あるいは学習者の行動履歴を利用したシステム提案(入部ら2006)がいくつか行われている。本研究ではそれらを参考に、その中でも学習の行き詰まりや理解度に関わると考えられる項目を著者らで選出し、以下のデータを取得することとした。

(a) 受講中の再生回数

講義の中でどのタイムラインを何回繰り返し視聴したかという情報を自動的に取得した。

(b) 受講中の一時停止時間

学習者が講義受講中にビデオを一時停止させた場合は、該当箇所のタイムラインと停止時間を自動的に記録した。

(c) 受講中の検索ワード

講義の中で学生がどのようなキーワードを検索サイトの検索ボックスに入力したのかを記録した。

(d) 各シーンに対して感じる難易度

1つのスライドの説明時間を1シーンとして講義を分割し、講義終了直後に受講者には、各シーン(スライド)の説明が自身にとってどれくらい難しかったかを1~5で評価してもらった。

また学習者に選んだ3人については、講義ビデオの対象と一致すると考えられる理系の大学院1年生で、最適プロダクトミックスの講義を全員が今回初めて学習する。

学習者からは目の前にあるPCで、一般的なビデオプレイヤーで学習しているように見えるが、バックグラウンドでは図1のようにプレイヤーの状態やタイムラインを毎秒データベース(DB)システムに送信している。検索ワードに関しては毎秒監視するよう形ではなく、ブラウザの検索ボックスに入力されたタイミングで、ビデオのタイムラインとともにその内容がDBに送信される形とした。

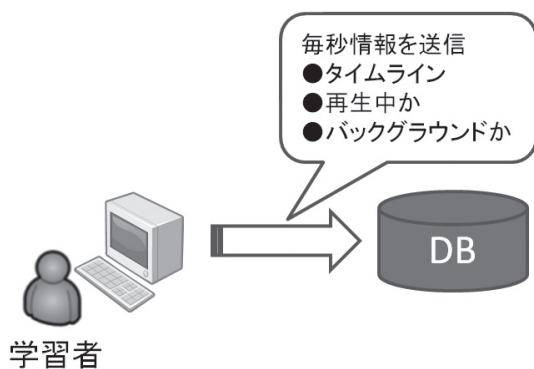


図1 行動履歴の取得

(a)~(c)のデータは、学習者がe-learning講義を受講する中で自動的に取得可能なデータであるが、(d)に関しては、予め講義をシーンに分けることと、学習者が手間を掛けて難易度を点数で付ける、といったようにデータの取得にあたって多少の人的コストが含まれている。実際の運用を考えた場合は、(d)のデータの取得も自動で行った方が良いだろうが、大学で利用されるようなe-learningコンテンツでは、収録・編集の際に一つの講義を予め複数のシーンに分けておくことは珍しいことではない。またシーン毎の講義内容の難しさを学習者に直接的に点数付けしてもらう作業は、実際の運用では難しいだろうが、このあたりを自動的に把握する方法については先行研究で試みられていることと、本研究ではデータの取り方そのものよりも教員への有効なフィードバックの手法の提案を目的としているため、より高い精度とデータ取得の利便性を重視し、学習者に直接入力してもらった。

## 4 提案するシステム

本研究では、前章で取得した(a)~(d)のデータを、教員に対して有効な形でフィードバックするためのシステムを開発した。取得したデータを一度に見せると、何から手を付けて良いのかわからなくなる可能性が高いので、提案するシステムにおいては、講義の振り返りを4つのSTEPにわけ、それぞれのSTEPで学習者から取得した(a)~(d)の各データを一つずつ振り返っていく形にした。

・STEP1: 全体的な難易度の確認

最初のSTEPでは「(d)各シーンに対して感じる難易度」に対応するデータから講義を振り返る。システムの画面は図2のようになっており、(ア)講義映像エリアには講義の映像が流れる。

(イ)のタイムライン・エリアは、ビデオプレイヤーのシークバーのような役割を果たしており、一番左が



図2 STEP1の画面

講義の開始で、一番右が講義の終了部分を表しており、このエリアをクリックすることで講義映像中の該当するタイムラインに移動することができる。(イ)の上部には1~13の番号が振られているが、これは現在の再生ポイントが何番目のシーンなのかを示している。本実験で使用した講義ビデオは13個のシーンより成るコンテンツであったので1~13番までとなっている。(イ)のエリアにはもう一つ特徴があり、各シーンが赤の濃淡で色分けされている。これは各学習者がそれぞれのシーンに対して付けた難易度を平均化し、難易度の高さによって色が濃くなる。すなわち教員からすると、色が濃いシーンほど、学習者が困難に感じているシーンだとわかる。(ウ)のインストラクション・エリアは、同STEPを振り返る際のインストラクションとなる。漠然と難易度を示す色のみが表示されてもどう手を付けて良いか難しいと考えられるので、教員に対し『このSTEPではこのようなことに着目して講義を振り返ってみましょう』という指針が表示されている。(エ)は次のSTEPに進むためのボタンであり、このSTEPでの振り返りが終了した際には同ボタンにより次のSTEPに進む形になる。

・STEP 2：再生回数の確認

STEP 2 (図3)では「(a) 受講中の再生回数」を確認する。STEP 1と比較して画面が変わる箇所は(イ)のタイムライン・エリアと、(ウ)のインストラクション・エリアとなる。(イ)のエリアには学習者が講義ビデオを見て学習する際に、各タイムラインが平均で何回程度再生されたかを線グラフにより示される。本実験においては、平均再生回数が一番高かった箇所がグラフの最大値となるような形式を取った。本格的な運用を考えた場合は、再生回数グラフの最大値や基準値は、他の講義も含めた多くのデータから算出する、あるいは教員が「この内容だったら多くても〇回くらいで理解できるだろう」といったように、予め入力しておく形も考えられる。(ウ)のイン

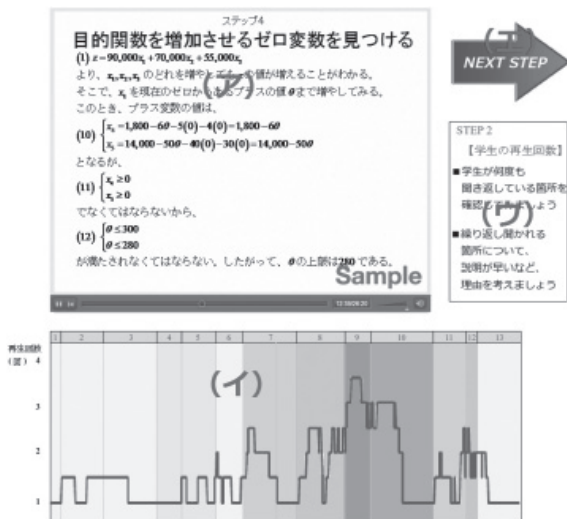


図3 STEP2の画面

ストラクション・エリアは、このSTEPに対応した内容となり「学生が何度も聞き返している箇所を確認してみましょう」「学生が繰り返し再生した箇所について、その理由を考えてみましょう」といった内容になる。STEP 2の基本的な操作イメージとしては、グラフが上がっている箇所を中心に(イ)のエリアをクリックして講義映像を振り返っていく形となる。

・STEP 3：一時停止時間の確認

STEP 3 (図4)は「(b) 受講中の一時停止時間」を確認するSTEPとなる。同STEPでは(イ)のエリアの下に矢印が表示され、学習者が一時停止した箇所のTOP 3について、その停止時間の秒数とともに表示される。具体的なアルゴリズムとしては、各学習者を区別することなく、それぞれのシーンの中で最も長く一時停止された箇所を、そのシーンの最大停止時間とし、停止時間の長かった箇所を上位から選出していく仕組みとなる。3箇所に絞った理由としては、学習者が一時停止する箇所は短い停止から長い停止まで含め、かなりの数があるのでそれを一つ一つ確認していく作業は困難であると考えたためである。また一つのシーンに複数の矢印が表示されることは無いような仕様にした。こちらの理由に関しては、学習者が長時間一時停止をするポイントはある程度重なっており、例えばタイムラインの数秒違いでTOP 3が表示されても、それはほとんど一箇所を示すものだと考えたためである。

もちろんそれだけ重要なポイントであるとも考えることも可能であるが、本システムでは一箇所を集中的に振り返るようなインストラクションに陥る可能性よりも、複数箇所を確認してもらうような仕様を選択した。(ウ)に表示される指示としては、「学生が長時間一時停止を行った箇所についてその理由を考えてみましょう」「その箇所での一時停止の時間について、妥当な長さであるか考えてみましょう」といった内容になる。

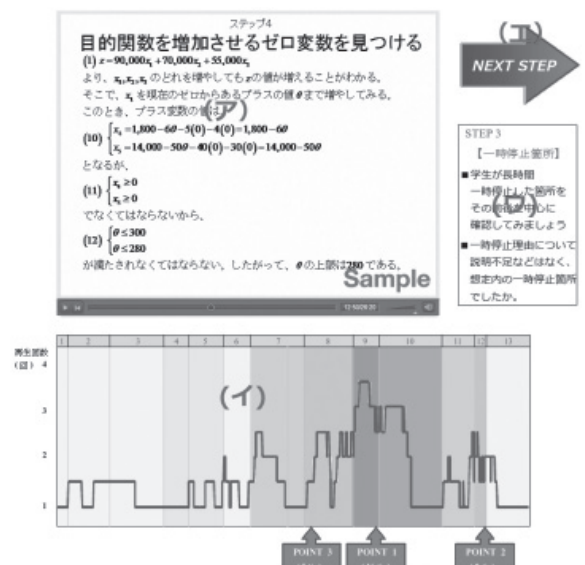


図4 STEP3の画面

#### ・STEP 4：検索ワードの確認

最後のSTEP（図5）は、学習者の「(c) 受講中の検索ワード」に対する確認となる。(オ)のエリアに学生がインターネット上の検索エンジンを利用して検索したワードが表示される。複数のキーワードが同時に入力された場合は、(オ)の一つの枠内に複数個のワードが列挙される。枠内の検索ワードをクリックすると、その検索ワードが、どのタイムラインで検索されたかを示すような矢印が表示される。

講義改善のインストラクションとしては「学生が調べた検索ワードを確認してみましょう」「検索ワードについて、講義の中での説明不足や想定する学生の知識との違いを感じませんでしたか」といった内容になる。

以上のようにシステムの全体的な流れとしては、取得したデータが各STEPにおいて視覚的に表示されるので、教員は特徴が強く表れたタイムラインをクリックしながら、インストラクション・フィールドに書かれている内容を参考に、自身の講義を振り返っていくようなシステムとなる。

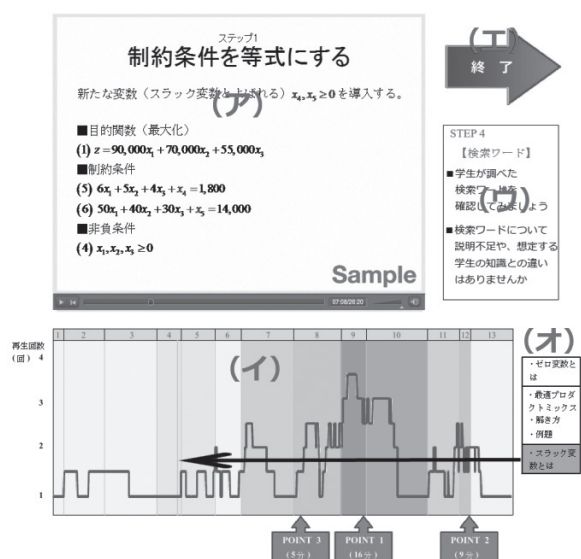


図5 STEP4の画面

## 5 本実験と結果

### 5.1 実験の内容

第4章で提案・開発したシステムの有効性を検証するために実験を行った。被験者は本研究で利用したe-learningコンテンツで授業を行っている教員本人である。被験者は同分野で10年目となる教歴を持っており、対面形式の講義については十分な経験を持ち、またe-learningの講義についても今回が初めてではなく何度か実践を行ってきた経歴を持っている。

#### (1) システム使用前

まず教員が同コンテンツを録画してから時間が経っていたので、教員には講義の内容や、自身の説明の流れを思い出してもらうために、本システムを利用せずに、一般的なビデオプレイヤーで講義を一度通して視聴してもらった。その際に、自身が想定するレベルの学生が受講した場合、それぞれのシーンの説明内容をどの程度難しいと感じると思うかを、教員の側から1～5で付けてもらった。

その後インタビュー調査を行い、自身のe-learning講義に関して、講義改善を行うとしたらどのようなポイントを修正する必要があると感じるか尋ねた。

#### (2) システム使用中

システム無しでの振り返り作業が終わったら、次にシステムを通して自身の講義を振り返ってもらった。またシステムを使ってもらう前には、著者らが準備したシステムの説明書を読んでもらいながらデモ画面を通して説明を行い、システムの操作方法は十分に伝えておいた。

前章で紹介した4つのSTEPについて、各STEPを切り替えるときにインタビューを挟み、システムのフィードバックについて、どのように感じたか、講義改善するポイントはありますか、ということを中心に尋ねた。

## 5.2 結果

まずシステム使用前に、通常のビデオプレイヤーで振り返ってもらった際のインタビューの結果を示す。教員は、講義のスピード、スライドの内容、想定する学生と講義の難易度の対応、いずれにおいても適切であるという認識であり、改善するポイントは挙げられてなかった。また振り返りの際に教員に付けてもらった各スライドの難易度については、詳細は表2にあるように、3（普通）が1枚あり、2（やや簡単）がその周りに5枚、残りは1（とても簡単）という結果となった。この難易度についても、大学の講義として適切であるといった旨の回答を得られた。以上のように、教員から自身のe-learning講義についての修正点に関わるような内容は特に見られなかった。

また講義改善にあたって、普段はどのようなことを手掛かりに行っているかを確認したところ、「講義中の学生の反応」「授業評価アンケート」「試験」といった回答が得られた。

中でも「講義中の学生の反応」を最も重要視していた。理由として、試験では問題が解けなかったことがわかって「何故解けなかったか」「どこがわからなかったか」まで捉えることは困難であると言及した。一方、講義をしている中での学生の反応は、今現在説明している箇所・内容を理解していないことがリアル

タイムに把握できるし、また次回以降の講義改善のみでなく、その場でもう一度説明したり補足を行ったり、現在の講義にも反映させることができる、といったメリットも挙げられた。

同教員のように、学生の反応を最重要視している教員にとっては、学生の反応が全く見えない従来のe-learning形式の講義では、講義の振り返り活動の中で改善の手掛かりを探すことに困難を感じるケースも少なくないだろう。

次にシステムを利用してもらった際の、各STEP終了直後のインタビューの内容を示す。

#### 【STEP 1 終了直後】

STEP 1は学生のシーン（スライド）毎の難易度を確認するSTEPである。こちらに関しては、教員にも予め「学生が受講したときの難易度の予想」を付けてもらっていたので、それと実際に学生が付けた難易度の平均を示しておく（表2）。ただし、学生が実際に付けた難易度に関しては、システム上は教員から数値が直接見えるわけではなく、図2で示したように色の濃淡によって表現される。

教員自身が付けた難易度と、学生が付けた難易度を見比べてもらったところ、教員自身が想定していた難易度よりも高いスライド（表2のシーン7）は予想よりも低く付けられており、その反面、教員が想定していなかったスライドにより高い難易度を付けられていることに気付き疑問を感じる様子が伺えた。

学生が難易度を高く付けたスライドについて、ほかのスライドと比較してどのあたりを難しく感じたか、どのあたりで躓いたと思うか質問したところ、現段階ではまだその理由までは推測することができないとの回答が得られた。しかし、学生の付けた難易度を気にする発話や、難易度の変化の原因を探ろうとするシステム操作は何度か見られた。

表2 教員と学生の付けた難易度比較

シーン番号	教員の予想難易度	実際の学生の難易度
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1.33
5	1	1.33
6	2	1
7	3	2
8	2	2.33
9	2	5
10	2	3
11	2	1.67
12	1	2.67
13	1	1

また同インタビューの中では、システムの図2の状態を見て、自身の講義に対して学生が付けた難易度も、自身の想定と差異はあったものの全体的にはちょうど良かったという印象を受けたことが確認できた。さらには学生の感じた難易度に対し、予想より低かった場合はあまり気にならないが、自分の想定よりもかけ離れて高い難易度が付けられていた場合には、授業全体の議題設定や説明の方法を修正しなくてはならない、といった旨の発話が得られた。

#### 【STEP 2 終了直後】

STEP 2は学生の再生回数のグラフが表示されるSTEPであるが、教員は学生の再生回数が上がっている箇所、特に上がり始めのあたりを中心に講義を確認する様子が伺えた。

本STEPで最も再生回数が上がっているポイントについて確認するとまもなく教員は、自身のスライドに不備を見つけた。式を定義して解いていく中で、変数の種類に応じて色分けしているのだが、青で書かなくてはいけない変数を、赤で書いてしまっているという内容であった。これは講義内容の明らかな不備を発見したケースであり、その修正の必要性に関しては、「絶対に直さなくてはいけないと思う」という回答が得られた。

このような点を含め、対面講義ではいつも学生の反応を見て気付いたり、反応の悪さに補足を加えたりするようなことも、e-learningでは一方的な情報発信になるため中々気付にくい、些細な間違いや誤解を生むような表現に付いても事前に十分に気をつける必要がある、といった旨の発話も得られた。

ただし、反応が悪かったらその場での補足という概念が無いので、講義改善について、対面の講義では学生の反応が良くなるまで補足を繰り返すようなことも、e-learningでは「今回はこのように直してみても、それで来年度の反応を見て」、といった形で実験的な試行錯誤のサイクルに陥る可能性も指摘された。

またSTEP 1では学習者の難易度が上がっているスライドについて、原因についてはわからないと述べていたが、STEP 2終了時には「式が複雑になっていったため」や「ほかのスライドでは式の展開をもっと丁寧に一つずつ説明していたため」といったように、その要因の推測を行うことができるようになった。これはSTEP 1がかなり大まかな全体像を示していたのに対し、STEP 2ではタイムラインごとの情報がグラフ化されるので、教員が再生回数の上がり始めたタイムラインの講義内容を確認し、概念の説明や式を作るところではなく、式を解いたり変形したりしている箇所に学生の変化が起こっていることを確認できたためと考えられる。

## 【STEP 3 終了直後】

STEP 3 に関しては、一時停止時間を確認するSTEPである。教員はシステムが提示した3箇所の一時的停止箇所について講義映像を確認していた。

学生が最も長く一時停止したポイントは、時間にして約15分で、タイムラインについてはSTEP 2において最も再生回数の多いポイントとしてグラフに現れた箇所と近い箇所であった。この箇所における一時停止に関して教員は、STEP 2 終了時に改善点として挙げたことと同じ要因で、講義資料の不備が再生回数だけでなく一時停止時間にも影響が出ていると推測している。また一時停止時間の長さについては、講義の説明の内容から想定できる時間よりもかなり長かった、という発話を得られた。もし講義資料の不備を直せば一時停止時間はかなり短くなるだろう、それを訂正したうえでもう一度確認してみたい、という感想もあった。

システムが提示したもう2箇所の一時停止箇所については、「学生が自分で式を解いて確認したらこのくらい時間が掛かるのは妥当だし想定内である」という旨の発話を得られた。

STEP 3で提示される、一時停止時間の可視化については、学生がその時間で何をしていたかを教員自身が推測していることが伺えた。思い当たった行動と、それに掛ける時間から説明の善し悪し、また講義の難易度に結びつけるような振り返りが行われた。

## 【STEP 4 終了直後】

STEP 4 に関しては、検索したキーワードを確認するSTEPである。学生が検索した回数は計3回でキーワードはそれぞれ「ゼロ変数とは」「スラック変数とは」「最適プロダクトミックス 解き方 例題」であった。

「ゼロ変数とは」「スラック変数とは」については、口頭で説明した内容であり、同検索を行った学生は理解出来なかったというよりは確認の意味で学生は検索を行ったのではないかと推測していた。「最適プロダクトミックス 解き方 例題」の検索を行った学生に関しては、講義の内容のみでは理解出来ずに、インターネット上の情報に、解法や理解のヒントを求めたのではないかと推測していた。

この発話より、検索ワードから学習者の学習に対する心境の変化や学習時の状態を推定する様子が伺えた。また「口頭でも説明したが」「理解できてなかった」といったように、自身の講義内容について学習者が満足いかなかった可能性も示唆している。

同STEPで表示されたキーワードと講義改善の可能性について確認したところ、検索された単語に関しては、もう少し詳しく日本語訳とかも含めながら説明するとわかりやすかったかもしれない、口頭だけでな

くスライドに書いた方が生徒には伝わりやすかったかもしれない、といったように説明の分量や補足にたいする方法論が具体的に提示された。「解き方」「例題」などのワードで検索された内容については、当該箇所がSTEP 2, 3で特徴として強く表れた箇所とほぼ一致していることもあり、式の変形をもっと丁寧に説明する、過程もスライドに載せる、といったように、先ほどと同様、具体的な方法論のレベルにまで言及が行われた。

4つすべてのSTEPを終了した後もう一度講義の改善点を聞くと、「スライドの不備を訂正する」「いくつかの言葉をもう少し深く説明するか、スライドに文字化する」「式の変形過程について、変形ステップを狭くしたり、口頭でももう少し補うようにする」といったように改善点がいくつか挙げられ、その方法論についてもかなり具体的な発話を得られた。

本システム・本実験を通じて、教員は下記の4つの視点から自身の講義を振り返り、学生の反応に対する情報の取得や講義改善案の気づきを得ることができた。

## (a) 講義全体の難易度

自身の想定した難易度設定と学生が評価した難易度が一致していること、全体としての難易度に問題がなかったことをSTEP 1から確認した。

## (b) 教材

講義資料に対する不備の訂正や、説明を加える箇所の候補に関して、STEP 2, 3, 4に特徴的に表れたポイントを確認することによって改善案を得ることができた。

## (c) 進行のスピードや説明量

STEP 4で教員が検索ワードと箇所を確認して、ある学生にとってはもう少しゆっくり丁寧に解き方や式の展開を説明した方が良かった、という意見が述べられた。またSTEP 2, 3についても講義資料の不備を訂正した段階でもう一度確認したら、また違うかもしれないという意識の変化が見られた。

## (d) 用語や前提知識

システム利用前には必要十分に解説されていると述べられていた用語や前提知識の想定についても、実際にはズレがあった、もう少し説明や方法を変更したほうが良いという振り返りが、STEP 4で挙げられた。

## 6 考察と今後の課題

## 6.1 考察

システム利用前には講義の改善点を特に挙げなかつ

た教員が、システム利用後にはいくつかのポイントを指摘し、また改善にあたっての具体的な発案も見られた。これはシステムにより、振り返りの質や、自身の講義に対する考え方が変化した影響と考えられる。

STEP 1 に対しては全体的な授業の難しさの傾向を確認するのに役に立ったという発話があった。STEP 2 については学生が繰り返し見始めるポイント、STEP 3 については一時停止時間のTOP 3 で示されたポイント、STEP 4 に関しては検索されたキーワードとその箇所について、それぞれ理由を推定しながら振り返ることがシステムによって促された様子がインタビューデータより確認できた。

教員にシステム中の各STEP が講義を振り返ったり、講義改善を考えたりする上で参考になったかを尋ねると、「各STEP ともに特徴的に出ている箇所に関しては、理由無くそのような行動を取る学生はいないと思うし、その理由を考えることは講義活動の役に立った」、「特に改善の可能性を持った箇所がピンポイントで出てくる、わかることが良い」と言った旨の発話を得られた。

また今回の実験においては、各STEP の特徴が表れた箇所について、重なる箇所も多かった。例えば、難易度が強く出ている箇所について、一時停止や再生回数も高く表れているし、そこで検索も発生している、といった形である。このように複数の学習行動の特徴が重なるような箇所は、教員側からすると講義改善を行う際の重要な候補として確認しておく必要があるだろう。

そしてシステムを通して、「学生がe-learningを受講している様子をパソコンの後ろから眺めているような気分がした」「学生が受講中に考えていることを想像するきっかけやヒントになった」といったように、教員が受講中の学生の反応を感じ取ることができたとの発話も得られた。これは、授業評価アンケートのみでは得ることの難しい、授業を受けている最中の学生の様子や雰囲気を感じることができたという旨の発話と考えられる。事例の数を増やしたり、長期的な評価から検証を行ったりしていく必要はあるが、非同期型e-learningで受講中の学生の反応をタイムラインとともに感じることができるとは、教員が講義改善のポイントを考えるきっかけにつながり、授業の質の向上にもつながると考えられる。

また講義中のちょっとしたミスは授業評価アンケートには表れにくいだろう。例えば本事例のように、1枚のスライドの変数と色付けの対応関係が間違っていたときに、対面の講義であれば「なんか学生の反応悪いな。あ、色が違う」と気付くこともあるかもしれないが、一定回数講義終了後の授業評価アンケートで学習者がわざわざそのような細かいスライドのミスを指摘するケースは稀だろう。今回は学生の一時的停止時間や再生回数に特徴が表れた箇所を確認し、その

箇所にミスを発見することができた。これは従来のe-learningの評価システムや運用体制からは得ることの難しかった、受講中の反応を学習者から取得できたためだと考えられる。

e-learningにおいては講義に対する修正意識や方法も異なることが示唆された。対面の講義では、FD研修などで、学生の様子を見ながら講義しましょう、ときには学生と対話してみましょう、といったことを教えられることもあるが、非同期型e-learningでは不可能である。今回の被験者の発話にもあったように「これを修正してもう一度様子を見てみたい」といった形で、当該の学生との直接的なインタラクションではなく、講義コンテンツという作品を通して、さらには別の新しい受講生にフィードバックを返す形になる。対面講義については学生の反応をリアルタイムで利用したり、学生も参加するような講義形式を行ったり、学生と教員と一緒に授業を作っていく形の選択肢もあるが、非同期型e-learning形式については「コンテンツの配信」という意識が高い様子が伺えた。このような意識や前提は、今後のe-learningにおけるFDのあり方を議論するうえで、考慮しなくてはならない事項である。

## 6.2 まとめ今後の課題

一事例ではあるものの、本システムを利用することで教員の振り返り活動を支援し、講義改善箇所を見つける手助けとなる可能性を示すことができた。ただし課題もある。本システムはポイントを探すことに対しての強みはあるが、その理由やどう改善していくべきかについての情報は少ない。また改善の方法についても教員が自身の中に持っている以外の方法論に辿り着くことは少ないだろう。例えば「1枚のスライドの量、説明が多すぎる」という発想が無い教員がいた場合は「スライドを分割して説明を分けよう」という発想には辿り着かないだろう。あるいは「文字が小さく見づらくてビデオを止めたり見直したりした」といったように、本人では中々気付かないようなこともあるだろう。

学習者に負担無く自動的に取得出来るデータを活用した講義改善の試みとして本研究を行ったが、より効果的な振り返りを促すためには、本システムを研修活動の一環として取り入れたり、チューターを介して振り返りを行ったり、あるいは学生の講義改善に向けた直接的な声が入るようなシステムに改善する方法も考えられる。

今後はシステムの改善を図るとともに、長期的に本システムを利用した場合、教員の講義がどのように変化していくのか、またそれによって学生の理解度はどのように変化していくのかといった内容を評価していく。



## 参考文献

- B.G. Davis, Tools for Teaching, Jossey-Bass, San Francisco, 1993.
- J.D. Jecker, N. Maccoby and H.S. Breitrose, "Improving Accuracy in Interpreting Non-Verbal Cues of Comprehension," Psychology in the Schools, Vol. 2, pp.239-244, 1965.
- T. Ohkawauchi, J. Ohya and Y. Tateno, "Development and Evaluation of the System for Educational Method Using Students' Understanding Degree," Proc. International Conference for Media in Education (ICoME), pp.266-273, 2008.
- 入部百合絵, 松浦喬一, 篠原修二, 桂田浩一, 新田恒雄, "受講情報を利用した学習支援機能付き講義再現システムの開発," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No. 632, pp.41-46, 2006.
- 宇田 光, 大学の授業改革—BRD方式の提案, 北大路書房, 京都, 2005.
- 大川内隆朗, 大谷 淳, 米村俊一, 徳永幸生, "オンデマンド型 e-learningにおける履修者の学習行動を利用した主観的難易度の把握方法の基礎的検討," 信学技報, Vol. 111, No. 332, pp.13-18, 2011.
- 奥井善也, 田口 浩, 糸賀裕弥, 高田秀志, 島川博光, "双方向講義を促進する学生・教員間での理解度共有," 電子情報通信学会 第18回データ工学ワークショップ, 2007.
- 川崎徹郎, 蓮井 敏, 西森敏之, "大学の数学教師の授業改善に関する意識: 日本数学会のある調査より," 高等教育ジャーナル, Vol. 3, No. 9, pp.1-9, 2001.
- 中島 平, "レスポンスアナライザによるリアルタイムフィードバックと授業映像の統合による授業改善の支援," 日本教育工学会論文誌, Vol. 32, No. 2, pp.169-179, 2008.
- 中村和晃, 角所 考, 村上正行, 美濃導彦, "e-learningにおける学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J93-D, No.5, pp.568-578, 2010.
- メディア教育開発センター, "eラーニング等のICTを活用した教育に関する調査報告書," 2008.
- 吉次孝太, 森村吉貴, 丸谷宜史, 角所 考, 美濃導彦, "講義アーカイブ映像視聴時における視聴者の能動的注目行動の獲得," 電子情報通信学会総合大会講演論文集, No. 1, p.205, 2009.