

B-Learning におけるネットワーク配信授業

Network Distribution Lectures in B-Learning

沢田 克敏[†]

Katsutoshi Sawada

Abstract B-Learning is a blended way of learning in which traditional in-classroom learning is effectively combined with on-line learning. For the on-line learning, a network lecture distribution system has been developed in order to enable students to take lectures “anytime and anywhere”. A B-Learning system has been also developed, which supports both the in-classroom lecture learning and the network distribution lecture learning. Actual network distribution lectures have been carried out by using these systems in recent 8 years. The results have shown that the network distribution lectures are very effective and the performance is higher than that of in-classroom lectures.

1. はじめに

理工学系の授業は一般にピラミッド式の積み上げ方式となっており、それまでに学んだ授業内容の上に新しい内容が積み上げられていく。従って、それまでの授業がよくわかっていない学生には次の授業を理解するのは困難となる。例えば電気回路という学科目において、複素数やベクトルがよくわかっていない学生にとっては交流回路の複素数計算は極めて困難であろう。このような状況に陥ると、その学生の受講ピラミッドは崩壊して授業から脱落していくことになる。

このような受講ピラミッドの崩壊を防ぐには、毎回の授業を必ず受講し、かつ内容をしっかり理解することが必要である。しかし、実際問題として毎回の授業に全出席するという事は容易ではないし、また学力レベルの多様化（はっきり言えば低下）のために教室で授業を一度受けただけではその内容を理解することが困難な学生も多い。そのため教室外学習が重要となるが、学習意欲の多様化のためか、本人任せでは教室外学習をしない、あるいはどのように学習してよいかかわからない学生も少なくない。

そこで、教室授業外でも受講することが出来る、すなわち“いつでも、どこでも”授業を受講出来るような学習環境が望まれる。これを実現するためには毎回の教室授業の映像音声インターネット経由で配信する、すなわちネットワーク配信授業が有効である。

ところで、授業学習の方法としては、従来からの教室授業学習（in-class Learning）とコンピュータ・ネットワーク利用学習（on-line Learning）の2つがよく知ら

れているが、この両者を組み合わせた（ブレンドした）学習を B-Learning（=Blended Learning¹⁾）とよぶ。近年の PC とネットワーク環境の進展により、大容量データの経済的な高速配信が可能になって来たことから、コンピュータ・ネットワーク利用学習としてはネットワーク配信授業が有効と考えられる。

以上に述べた背景と考へにもとづいて、筆者はネットワーク授業配信システムを構築し、さらにこのネットワーク配信授業・受講をサポートするための学習管理システムとして B-Learning システムを構築し、ここ数年間にわたり“教室授業+ネット配信授業”という形態の B-Learning 授業を実施して来た。

以下、構築したネットワーク授業配信システム、B-Learning システム、これらを用いた授業の実施方法、ネットワーク配信授業の実施結果について述べる。

2. ネットワーク授業配信システム

ネットワーク授業配信システムの構成²⁾を図 1 に示す。以下、授業収録部、配信部、受信部について述べる。

2・1 授業収録部

授業収録部は教員用 PC、教室に設置されたビデオカメラ、マイクロホン、授業収録装置（Power Rec³⁾）から成る。授業映像音声の収録は教室授業の進行と並行して自動的に行われ、収録装置では Windows Media Video（wmv）形式のストリーミングファイルがリアルタイムで作成される。収録にあたっては配信速度（ビットレート）を最大 1.5Mb/s までの範囲で指定する。1.5Mb/s のとき 1 コマ（1.5 時間）の授業のファイル容量は約 1GB となる。

[†] 愛知工業大学 工学部 電気学科（豊田市）

映像収録形態には ①カメラモードと ②PC モードの 2 つがあり、収録中でも常時相互切り替え可能である。①のカメラモードは黒板を使った板書形態の授業に対応するもので、教員と黒板を撮影したビデオカメラ映像が収録される。②の PC モードは PC プロジェクタ表示形態の授業に対応するもので、教員用 PC からの授業用表示画像が収録される。これに手書きタブレットからの入力画像を加えることも出来る。さらに必要に応じて①のカメラ映像を縮小して PC 画面の一部に挿入することも出来る。PC 画像ファイル形式は任意 (Word、Excel、PowerPoint 等) で、RGB 出力 (D-Sub 端子出力) でさえあれば何でもよい。

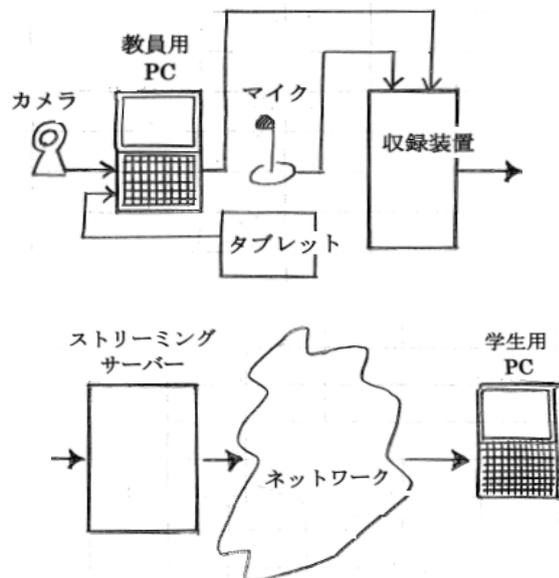


図 1 ネットワーク授業配信システムの構成

図 2 に教員用 PC 等の置かれたコンソール卓上の様子を、図 3 に教室最後部に設置された教員・黒板撮影用のビデオカメラを示す。このカメラの撮影方向は黒板に向かって左・中央・右の 3 方向に切り替わる。替え制御は教壇上のマットにつけられた重力センサーにより教員の位置を検出して自動的に行われる。

図 4 と図 5 にそれぞれカメラモードと PC モードで収録された授業映像の例を示す。



図 2 コンソール卓上の様子



図 3 教員・黒板撮影用のビデオカメラ

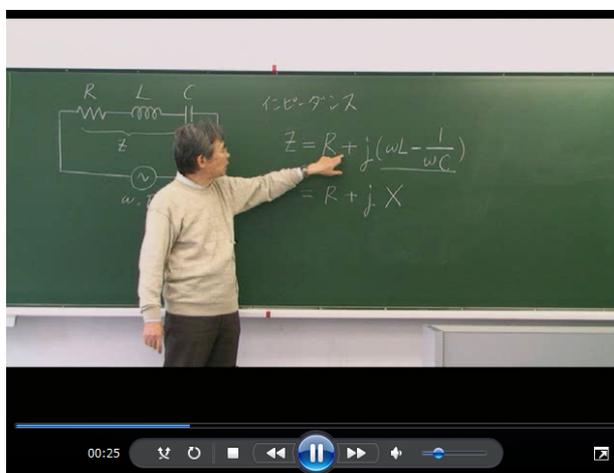


図 4 カメラモードで収録された授業映像の例

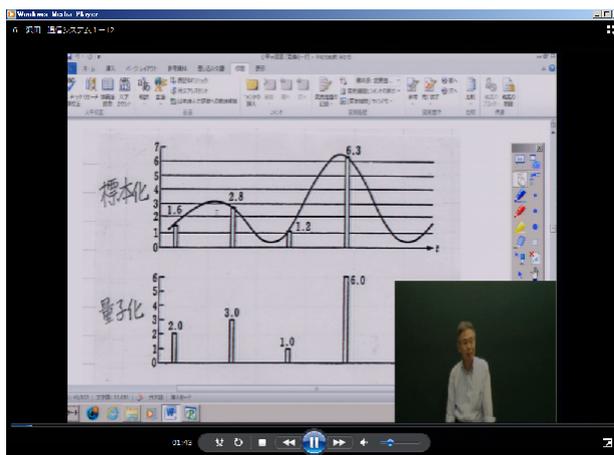


図 5 PC モードで収録された授業映像の例

2・2 配信部

ストリーミング用サーバーは学内の計算センターに設置されている。2.1 で作成した wmv 形式の授業映像音声ファイルは教室授業終了後にこのサーバーにアッ

B-Learning におけるネット配信授業

ブロードされ、受講者からのアクセスに応じてビデオ・オン・デマンドでストリーミング配信される。2.1 で述べたように配信速度（ビットレート）は収録の際に指定され、最大 1.5Mb/s である。

2・3 受信部

Windows Media Player が実装され、インターネットに接続された受講学生用の PC から B-Learning システムを介して 2.2 のストリーミングサーバーの指定ファイルにアクセスする。Media Player が自動的に起動してストリーミング配信される授業映像音声視聴できる。ストリーミング受信のため、ファイルが受講者の PC に保存されることはない。

3. B-Learning システム

3・1 概要と機能

本論文では“教室授業+ネット配信授業”という形態の B-Learning を考えている。この“教室授業+ネット配信授業”の円滑な管理運営と受講の利便性のために“B-Learning システム”⁴⁾、⁵⁾、⁶⁾と呼ぶインターネットサイト⁷⁾を開設している。一般に、このような学習管理システム (LMS : Learning Management System) としては Moodle 等がよく知られているが、筆者らはよりシンプルで使い易いことを狙って、B-Learning に特化した独自のシステムを構築した。受講生はこの B-Learning システムを通して教室授業およびネット配信授業に関する全てにアクセスする。



図 6 B-learning のログインページ

このシステムではその機能を限定して、授業連絡掲示、授業教材配布、ネット配信授業、演習問題、成績確認、アンケートを基本機能として実装している。図 6 に本システムのログインページを、図 7 にトップページの一例を示す。トップページには授業連絡掲示、授業教材配布等が配置されている。課題指示・解答発表

もここで行われる。ページ上部にはメニューバーが配置されており、ここから「ネット配信授業」、「演習問題」、「成績確認」、「アンケート」等を選択すれば該当ページへ移行する。

図 8 に成績確認ページの一例を示す。本人の成績だけが表示され、他人の成績は見る事が出来ない。



図 7 B-Learning のトップページ



図 8 B-Learning の成績確認ページ

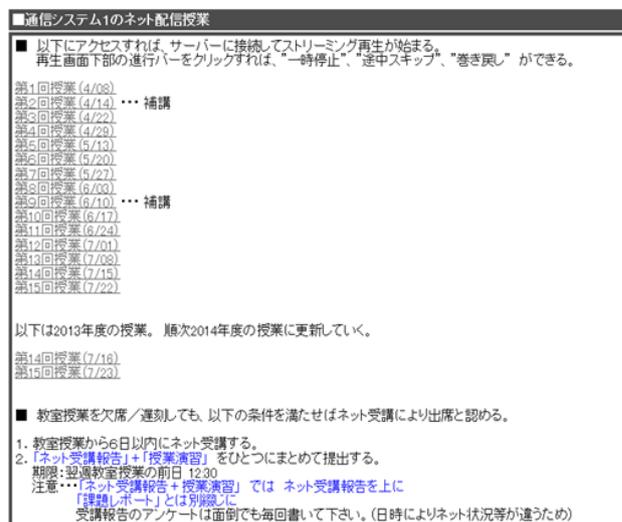


図 9 B-Learning のネット配信授業ページ

3・2 ネット配信授業へのアクセス

メニューバーで「ネット配信授業」を選択して図 9 に示すようなページに移行する。ここにはネット配信授業に関する全ての情報が配置されている。図 9 は全授業終了時点のものなので 15 回分の授業が表示されているが、途中段階ではその時点までの授業が表示される。ここから希望する授業回を選択すればサーバーの該当ファイルへアクセスし、ネット受講を行うことが出来る。

4. 授業の実施方法

4・1 講義スタイル

教室には PC プロジェクタとスクリーン、教員および黒板を自動追尾撮影するビデオカメラ、マイクロホン、授業収録装置が設置されている。2.1 で述べた授業収録モードに対応して講義スタイルとしては、①黒板を用いる板書スタイルと、②PC プロジェクタスクリーンに表示する PC スタイル、および①と②の組み合わせの 3 つが可能である。

いずれの場合においても教室で提示された授業内容の映像音声は授業収録装置によりリアルタイムで収録される。この収録操作は授業担当教員のみで簡単にできる。

筆者は主に②の PC スタイルで講義を行ってきた。学生には教員自作のテキストを配布しておき、そのテキストのファイル (Word ファイル) を表示用に見やすくアレンジして (例えば、1 ページあたりの文字数、行数を減、フォントサイズを拡大、キーポイントをカラー化等)、テキストの記載と全く同じ内容・順序でスクリーンに表示して説明するという方法をとった。表示されるものと全く同じ内容が手元のテキストに記載されているわけだから、学生はノート取りの時間に追われることはない。指摘された重要箇所にもーカーで印をつけたり、アンダーラインを引いたり、たまに簡単なメモをとるだけでよく、時間的にはかなりの余裕が出来て、教員の説明に集中出来る。

4・2 授業演習

前述のように、筆者の講義では学生はノート取りの時間に追われることはなく、教員の説明に集中できるはずである。しかし、「小人閑居して不善を為す」と言うように、時間的余裕がありすぎると授業中に私語や居眠りをする学生が必ず出てくる。このような状況を防いで授業に集中させるために、講義授業ではあっても「授業演習」と称して授業中にキーポイントや小課題を頻繁に (数分ごとに) 指示して指定用紙に書かせ

るという作業を課している。書かせる内容はきわめて簡単で、まじめに授業を聞いておさえれば誰でもすぐに出来るものばかりである。

記入された用紙は授業後に回収して出欠点検と受講態度の評価のためにも用いる。さらに、この「授業演習」は後述するようにネット受講の評価にも利用している。図 10 に回収した授業演習用紙の例を示す。

画像情報工学 授業演習-No. (6)	
11月 6 日	番号 V12006 氏名 浅井 礼子
①	標本化, 量子化, 符号化
②	標本化定理 標本化周波数 > 2 × 画像の最高周波数
③	量子化レベル数 $2^n \rightarrow$ 符号化ビット数 n
④	$e = x - x'$ 量子化雑音, 量子化歪み
⑤	$g_k' = (g_k + g_{k+1}) / 2$ 量子化雑音最小
⑥	$\bar{e}^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N p(k) = \frac{1}{N}$
⑦	$SNR = 6n + 10.8$ [dB]
⑧	水平方向隣接画像差分 $e(i,j) = g(i,j) - g(i-1,j)$

図 10 授業演習の例

4・3 ネット配信とネット受講

収録された映像音声は授業終了後に学内のサーバーにアップロードする。その授業に登録されている学生は各自の PC から B-Learning システムを介してネット経由でサーバーにアクセスすることにより、いつでも、どこでも教室におけるものと同じ授業映像音声を再生して視聴できる。このネット受講は教室授業を欠席した場合の補講、復習、教室授業でよくわからなかった箇所の再学習等として利用される。

教室授業に欠席した場合には、ネット受講により補講を受け、指定された「ネット受講報告」と「授業演習」を期限内に提出する。「ネット受講報告」の様式を図 11 と図 12 に示す。受講時間帯・受講場所・PC 及びネット環境・受講アンケートを記入する。「授業演習」は前述の教室授業のもの (図 10) と全く同じである。

ネット受講報告

* 1枚目にこの報告書, 2枚目に「授業演習」を綴じる。課題レポートは別にする。

番号 _____ 氏名 _____

科目名: _____ 第 _____ 回 (_____ 月 _____ 日) の授業

ネット受講日時: _____ 月 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分

ネット受講場所:

自宅: ネットワーク環境... 光 ADSL CATV 他(_____)

ネットワーク速度... _____ Mbit/s

問題: なし / あり \rightarrow 具体的に: _____

..... 自宅で問題がある場合は学内で受講する。

学内: 計算・情報教育センター / 他: 具体的に... _____

図 11 ネット受講報告 (1)

B-Learning におけるネット配信授業

アンケート

教室受講と比べて画像は？

5 4 3 2 1
見やすい 同じ 見にくい

教室受講と比べて音声は？

5 4 3 2 1
聞きやすい 同じ 聞きにくい

教室受講と比べて授業の分かりやすさは？

5 4 3 2 1
わかりやすい 同じ わかりにくい

教室受講と比べて総合的な満足度は？

5 4 3 2 1
高い 同じ 低い

その他の意見・感想(気づいた点を何でも書いてください。)

図 12 ネット受講報告 (2)

“ネット受講報告”と“授業演習”が期限内(通常は教室授業から1週間以内)に提出され、かつ“真面目”にネット受講をしたと認められれば“出席”と同等に評価している。“真面目”にネット受講をしたかどうかは“授業演習”に書かれた内容により判定する。学生には「教室授業欠席の場合はネット受講を利用して原則全回の授業に出席する」ように指導している。

5. ネット配信授業の実施結果

5. 1 実施概要

2007年度から2014年度まで、筆者の担当した全ての講義科目の全授業(3科目、1コマ90分、合計約300コマ)について、教室授業と併せてネット配信授業を実施して来た。

授業は「PC教材画像+タブレット手書き画像+教員のビデオカメラ映像」を教室ではスクリーンに、ネット配信ではPCモニタに表示するという講義スタイルで行った。教室授業/ネット配信授業のどちらで受講するかは毎回の授業ごとに学生の自由で、ネット受講の場合は“授業演習”と“ネット受講報告”を提出させた。

5. 2 評価アンケート結果

毎回のネット受講アンケートとは別に、全15回の授業終了後に匿名の評価アンケートを行った。項目はネット配信授業の①利用回数、②利用目的、③目的に対する有効性、④画像の見やすさ、⑤音声の聞きやすさ、⑥説明の分かりやすさ、⑦総合的な満足度、⑧今後の利用意向、⑨自由記述である。

例として2014年度前期に開講した「通信システムⅠ」についての結果⁸⁾を以下に述べる。なお、他年度、他授業科目でもほぼ同様な傾向の結果が得られている。

図13に全授業回数15回のうちのネット受講回数を示す。最多は14回、最少は0回、平均回数は4.6回であった。

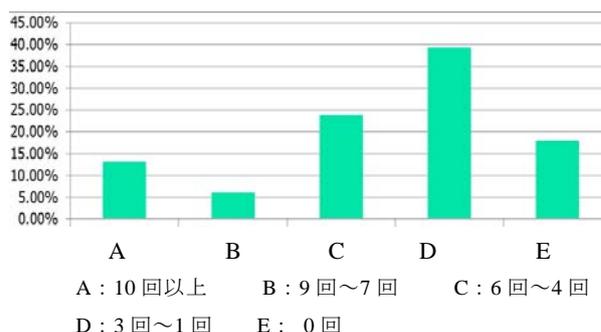


図 13 ネット受講回数

図14にネット受講の主な目的を示す。A：“教室受講の代わり”が約60%で最も多く、C：“教室受講の代わりと復習の両方”が約30%であった。

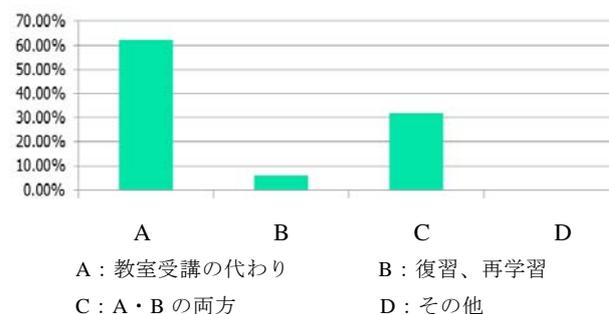


図 14 ネット受講の目的

図15に前記の目的に対してネット受講が役だったかどうかを示す。A：“役立った”が85%、B：“やや役立った”が10%、合わせて95%が役立ったと回答している。

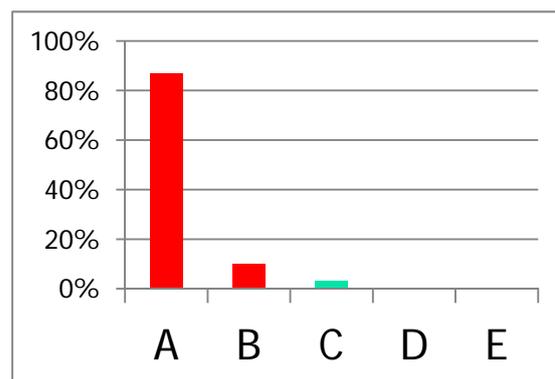


図 15 ネット受講は役だったか

図16に教室受講と比較してネット受講での「表示画像の見やすさ」を示す。A：“見やすい”とB：“やや見やすい”が合わせて約65%、“教室と同じ”が27%で、D：“やや見にくい”とE：“見にくい”はわずかである。これより、ネット受講のほうが教室受講より画像が見やすいといえる。

自由記述によると、教室では座席位置により見やす

さが異なるが、ネット受講の PC 画面上では常に自分の正面で、画面の隅々までしっかり見ることができる点が見やすい理由と考えられる。

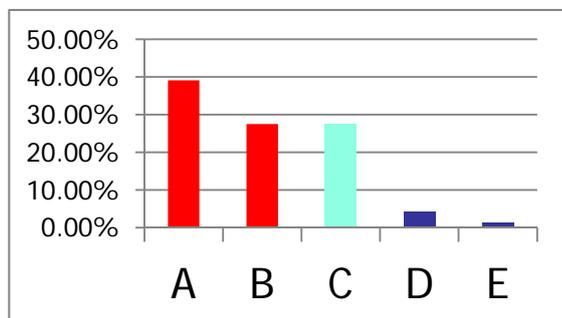


図 16 画像の見やすさ

図 17 に教室受講と比較してネット受講での「教員音声の聞きやすさ」を示す。A：“聞きやすい”と B：“やや聞きやすい”が合わせて約 50%、C：“教室と同じ”が約 45%で、D：“やや聞きにくい”と E：“聞きにくい”は合わせて約 5%であった。これよりネット受講の聞きやすさは教室受講と同等以上であるといえる。

自由記述によると、教室では私語が気になることがあるが、ネット配信される音声には私語は収録されないこと、PC において再生音声レベルを自由に調整できること、などが聞きやすい理由と考えられる。

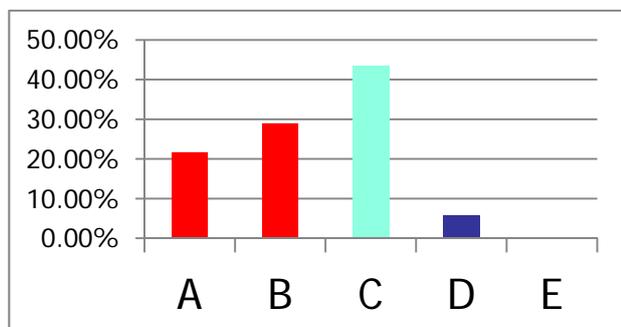


図 17 音声の聞きやすさ

図 18 に教室受講と比較してネット受講での「説明の分かりやすさ」を示す。A：“わかりやすい”と B：“ややわかりやすい”が合わせて約 50%、C：“教室と同じ”が約 43%、D：“やや分かりにくい”と E：“分かりにくい”は約 5%である。これよりネット受講での説明の分かりやすさは教室受講以上であるといえる。

自由記述によれば、ネット受講では途中停止やバックができるため、わからなかったところを繰り返して視聴できる点が好評であった。このために全く同じ授業でもネット受講の方が分かりやすかったものと考えられる。

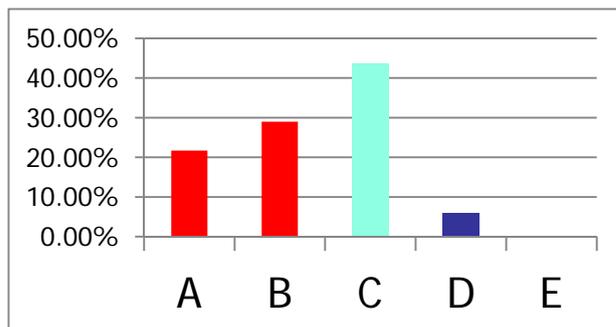


図 18 説明のわかりやすさ

図 19 に教室授業と比較してネット受講の「総合的な満足度」を示す。A：“高い”と B：“やや高い”が合わせて 74%、C：“同じ”が約 25%、D：“やや低い”と E：“低い”はわずかである。ネット受講に対する満足度が非常に高いことが分かる。

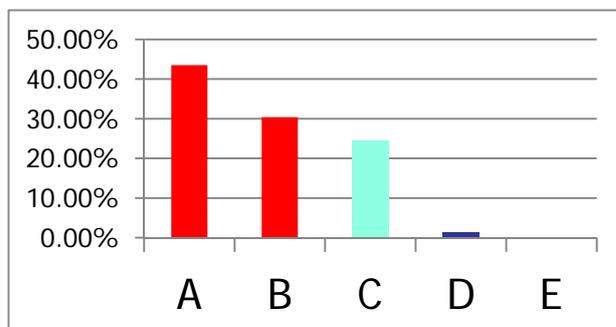


図 19 総合的な満足度

図 20 に今後の利用意向を示す。ネット受講を今後も A：“利用する”と B：“多分利用する”が合わせて 80%、C：“分からない”が 12%、D：“多分利用しない”および E：“および”利用しない“は合わせて約 5%であり、大多数が今後ともネット受講を利用したいという意向である。

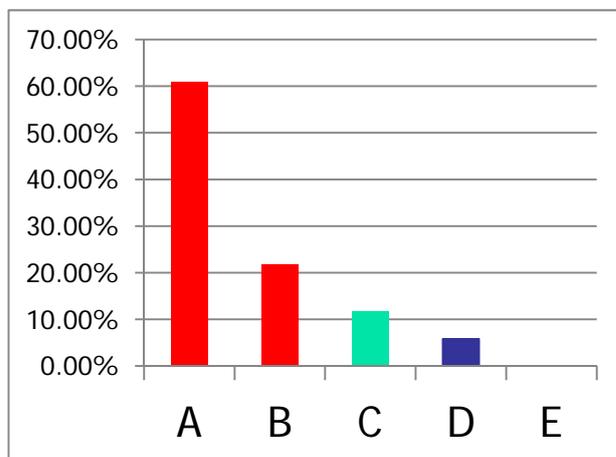


図 20 今後の利用意向

B-Learning におけるネット配信授業

以上をまとめると、ネット受講は ①役に立つ、②表示画像が見やすい、③音声聞きやすい、④説明が分かりやすい、⑤総合的満足度が高い、⑥今後も利用したい、という結果となり、教室受講と比べてより高い評価を得ていることがわかる。

自由記述回答では、「自分の都合の良い時にいつでも自分のペースで勉強できる」、「教室授業を欠席してもきちんと勉強できる」、「私語が全く無いので聞きやすい」、「(停止・巻き戻し機能により)わからないところを何度も見直すことが出来る」、等々の肯定的評価の意見・感想が多数みられた。一方、改善してほしい点としては「巻き戻しやスキップの応答が遅い」、「その場ですぐには質問できない」、「ネットワークの状態によっては画像・音声の品質が低下する」等の指摘もあった。

6. むすび

いつでも、どこでも授業の受講を可能とすることを目指して、ネットワーク授業配信システムを構築した。また、「教室授業+ネット配信授業」をサポートするための B-Learning システムを構築した。これらをここ数年間の実際の授業に適用してネット配信授業を実践して来た。本報告ではこのシステムの構成、ネット配信授業の実施方法、その実施結果について述べた。

アンケート調査の結果、ネット配信授業は ①役に立つ、教室受講と比べて②表示画像が見やすい、③音声聞きやすい、④説明が分かりやすい、⑤総合的満足度が高い、⑥今後も利用したい、となり、高い評価を得ていることがわかった。

今後の課題としては、ネット配信授業の教育効果(成績との定量的な関係等)の厳密な評価が挙げられる。また、ネット配信授業で予習をして教室授業では演習・発表・質疑応答を中心とする、いわゆる“反転授業”へ適用することも考えられる。さらに、より多くの教員・授業への普及も今後の課題である。

参考文献

- 1) Kaye Thorne, Blended Learning, Kogan Page, 2003, London
- 2) 沢田・他, 2008 年信学会総合大会, D-15-31, 2008.3
- 3) <http://www.photron.co.jp/products/e-solution/power/>
- 4) 久保田・他, 平成 21 年度東海支部連合大会, O-045, 2009.9
- 5) 久保田, B-Learning システムの構築, 愛知工業大学大学院修士論文, 平成 23 年 2 月
- 6) 杉浦・他, 愛知工業大学研究報告, vol.47, 2012.3
- 7) <http://aitech.ac.jp/sawada/>
- 8) 沢田, 2015 年信学会総合大会, D-15-28, 2015.3

(受理 平成 27 年 3 月 19 日)