

学習管理システムを用いた工科系教育に関する一考察

海老澤 賢史*

(平成 28 年 10 月 31 日受理)

A study on the engineering education methods with a learning management system

Satoshi EBISAWA*

The educational methods with Learning Management System (LMS) are described, which are applied to two specialized courses for engineering education and a research guidance for graduation work at Niigata Institute of Technology. According to the analysis of LMS usage situation for graduation work, the LMS has provided an effect that learning time outside class hour is held and the convenience of students in learning is enhanced. In the specialized courses, the rate of utilization of LMS has depended on an assessment of academic achievement, that is, a lot of students hardly visit the pages, which do not directly affect their grade. Then, the motivation of students has been enhanced to introduce and disclosure the rubric, which shows that their discussion, question and active suggestion are recognized and assessed as a grade, in active learning approach.

Key words: LMS, e-Learning, Moodle

1. はじめに

中央教育審議会の「第 2 期教育振興基本計画について（答申）」^[1]によれば，第 2 期計画の基本的方向性の一つとして「社会を生き抜く力の養成」が挙げられている。それを達成するために「能動的学習（アクティブ・ラーニング）」の重要性や，アクティブ・ラーニングのツールとしての「ICT の一層の活用」の必要性が指摘されている。また，初等・中等教育においても，2014 年に行われた「ICT を活用した教育推進に関する懇談会」において取り組むべき施策の方向性がまとめられ^[2]，アクティブ・ラーニングや教育現場における ICT 活用が広く普及していくことが見込まれる。

このような ICT を活用した教育を受けた世代が，近い将来に大学等に入学するにあたり，高等教育機関においてもより一層のアクティブ・ラーニングに向けた ICT 環境の整備が望まれる。各大学等においてネットワーク環境や情報機器の整備などが行われ，ここ数年，例えば，文部科学省による「私立大学等教育研究施設整備費補助（私立大学等改革総合支援事業）」^[3]によりハードウェアの側面では広く進んできている。

翻ってソフトウェア的な面から整備状況をみてみたい。ICT をアクティブ・ラーニング

* 情報電子工学科助教 Department of Information and Electronics Engineering, Assistant Professor

のツールとして用いるために、学習管理システム (Learning Management System, LMS) が世界的に導入されている。LMS は Web サーバーなどのネットワークサーバー上で、教材、演習問題などを提供するのみならず、学習者の学習状況なども管理できるシステムである。さらに、Social Networking Service (SNS) に類似した機能を用いたディスカッション環境や、グループワーク向けの機能を有するシステムも存在しており^[4]、アクティブ・ラーニングのツールとして優れている。

近年、多くの大学でこの LMS の環境が整備されつつある。リメディアル教育や語学系の科目を中心に利用され、その教育方法や効果についての研究もなされている^[5,6]。工科系教育においても数学や物理をはじめとするリメディアル教育^[7,8]において、その効果が検証されている。しかしながら、工科系専門教育への導入事例やアクティブ・ラーニングへの適用事例の報告はまだ多くはない。

一部の大学で教育現場での ICT 利用に対する支援体制が整備され、研究^[9]がなされるなどの事例があるものの、ほとんどの大学では支援体制を組織し、構成員を育成する余裕がない実情がある。十分な支援が望めない状態で LMS を導入した場合、教員は従来の業務や教育・研究に加えて LMS の運用やコンテンツ管理を行う必要がある。特に、導入初期のコンテンツ作成には膨大な負担がかかるため、教員個人の LMS に対するノウハウや経験に依存することが多く、新規に導入したいと考える教員も二の足を踏み、LMS の普及は難しい。

一方、アクティブ・ラーニングについても、専門科目等の講義へ導入することを躊躇う教員も少なくないであろう。理由のひとつとして、既に教育効果を上げている従来の講義手法に対して、アクティブ・ラーニングはノウハウの蓄積が少なく、リスクが感じられることが挙げられる。しかしながら、実際には教員の多くは既にアクティブ・ラーニングを実践し、そのノウハウや経験を有している。卒業研究指導がそれにあたる。

「LMS を用いたアクティブ・ラーニング」を新規に「工学系専門科目の講義」に取り入れるには多くの障害があるかもしれない。しかしながら、「LMS」をアクティブ・ラーニングのひとつである「卒業研究指導」に取り入れることは比較的スムーズに進むのではなかろうか。また、限られた時間内で多くの学生を相手にする一般的な講義に対して、研究室におけるゼミナール等では少人数で比較的時間の制約も緩いため、LMS を試験的に導入するには適している。これを足がかりとし、LMS とアクティブ・ラーニングを工科系教育に取り入れることが現状に即している。

本稿では、工科系教育に LMS を導入する一助となるべく、著者が試験的に導入した LMS について論ずる。2 章ではシステムの概要を説明するとともに、本学のような教員 50 人規模の大学において LMS を導入した場合のシステム容量を大まかに見積もる。3 章では 2015 年度後期の卒業研究指導に LMS を導入した事例を、4 章ではそれを基に 2016 年度前期に工科系専門科目 2 科目 (科目 α , 科目 β) に LMS を導入した事例を紹介し、その教育効果について考察する。

2. 学習管理システムの導入

2.1 システムの概要

本章では今回用いた LMS の構成について述べる。LMS では学習管理を行う。すなわち、学生の学習データ、教育データなどの個人情報を扱うこととなり、それを如何にして守っていくかも重要な事項となる。サーバーからの情報漏洩のほか、データの破損などに注意を払わねばならない。

2.1.1 サーバーの構成

信頼できる外部の業者にサーバー設置を委託するか、学内で管理できる自作サーバーを導入するかなどの選択肢があるが、今回は試験運用を行うため自由度の高い環境である後者を選択した。CPU が Intel Core2 Quad Q6600 (2.40GHz)、メモリーが 8GB、ハードディスクは 500GB のものであり、9 年ほど前の上位デスクトップマシンであり、現行の標準的なコンピューターであれば十分に代替可能である。16GB ほどスワップ領域を確保するとともに、バックアップ用として 3TB の外付けハードディスクドライブを用意した。

2.1.2 ソフトウェア構成

オペレーティングシステムとしては、オープンソースの Debian GNU / Linux を採用した。個人情報を扱うことから可能な限りブラックボックスのないシステムを利用することを理想としている。LMS としては広く利用されている Moodle (バージョン 2.8.5+build20150421) を採用し、データベースには mysql 5.5.31, PHP は 5.6.17.0.8.1, Apache 2.4.10 を用いている。アンチウイルスソフトとして、広く用いられる ClamAV を利用し、ウイルス定義は適宜自動で更新される。

また、Moodle のプラグインとして、テレビ会議システムの機能を有する Open Meetings 1.7.4 を、動画配信のために Podcast 2.7 を追加でインストールしている。

2.2 バックアップ

LMS 上のコンテンツと学習管理データを保護するために、バックアップシステムを導入し、毎日自動的に 2 点のバックアップを行う。ひとつは LMS のデータベースであり、もうひとつはシステム全体のバックアップである。前者は学習管理データ保護を目的とし、後者はコンテンツの保護と故障時に速やかに復旧することを目的としている。これらについて述べるとともに、本学のような教員 50 人規模の大学において必要なシステム容量をおおまかに見積もる。

2.2.1 バックアップスクリプト

LMS のデータベースは、

```
#!/bin/sh
cd /media/bkup/moodle/;
mysqldump -u root -password -x --all-databases > dump`date +%Y%m%d`.sql
```

なるスクリプト (例えば, bkup.sh と保存) によりバックアップを行う。また, システム全体のバックアップとして, Mondo を採用する。Mondo によりシステムリカバリー用の DVD イメージを作成し, ISO ファイルとして保存する。サーバー故障時にも速やかに元のシステムを復旧できるよう備える。月ごとのフルバックアップとして,

```
mkdir -p /media/bkup/iso/`date +%Y%m%d`full;
/usr/sbin/mondoarchive -0i -s 4g -d /media/bkup/iso/`date +%Y%m%d`full -E
/tmp -S /tmp
```

を (iso.full.sh) , また毎日の差分バックアップとして,

```
mkdir -p /media/ebisawa/bkup/iso/`date +%Y%m%d`;
/usr/sbin/mondoarchive -D -0i -s 4g -d /media/ebisawa/bkup/iso/`date +%Y%m%d`
-E /tmp -S /tmp
```

を (iso.sh) 実行する。これらを例えば, crontab を用いてスケジュール実行する。

#m	h	dom	mon	dow	command
00	01	*	*	*	/test/bkup.sh
30	03	*	*	*	/test/iso.sh
00	03	18	*	*	/test/iso.full.sh

この例では, /test に保存された bkup.sh, iso.sh なるスクリプトを毎日 1:00 と 3:30 に実行し, iso.full.sh なるスクリプトを毎月 18 日の 3:00 に実行する。

2.2.2 バックアップシステム試験

後述のように, 2015 年度~2016 年度前期にかけて LMS に, 2 つの工科系専門科目のコンテンツ, および 1 研究室の卒業研究指導用のコンテンツを導入した。これらとシステムのバックアップ試験を行い, 2016 年 4 月 1 日から 8 月 31 日までのバックアップ用ハードディスクの利用状況を Fig.1-3 に示す。Fig.1 は日付に対する LMS のデータベースのバックアップ容量を示している。この容量には教材ファイルの容量は含んでいない。バックアップ容量は, 前期講義が本格的に始動した 4 月中旬より増え始め, 5 月連休で変動が緩やかになるものの前期終了まで単調に増加していく。夏季休暇に入り変動は収束し, お盆休み明けの研究室再開

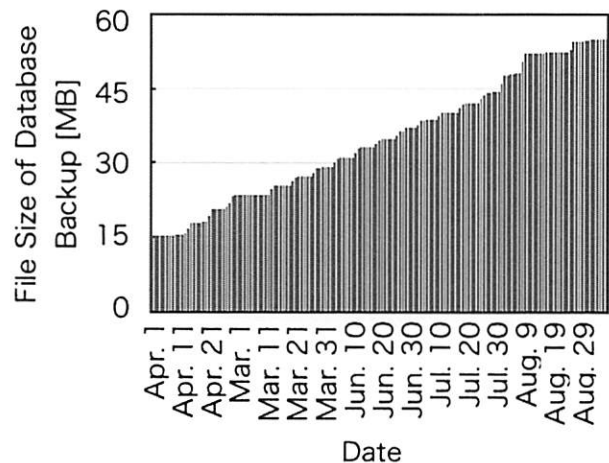


Fig. 1 File Size of database backup

に伴い緩やかな増加を始めている。データベースの利用状況は半期で 53MB 程度であった。仮に、ユーザーが 50 人規模となったとしてもシステムを現在普及しているコンピューターハードディスク容量を考えれば、データベース自体の容量はさほど多くはない。

(a)

システムのバックアップ容量を Fig. 2 に示す。Fig. 2(a) は日毎の差分バックアップファイルの容量を示している。毎月 18 日にフルバックアップを行い、それとの差分バックアップの容量である。このため毎月 18 日に急激に減少し、それから緩やかに増加していく。4 月の講義開始時や、課題の提出を行った 6 月などに容量の急激な増加が見られるものの、800MB 程度の負荷に収まる。Fig. 2(b) は、日付に対するシステムを復旧させるために必要なファイルの合計を示している。直近のフルバックアップのファイル容量に、その日の差分バックアップの容量を加えたものがそれに当たる。4 月の講義開始時や、課題の提出を行った 6 月に容量の急激な増加が見られるが、毎月 18 日のフルバックアップで最適化されている。緩やかに増加し、半期で 16.3GB 程度の容量が必要であることがわかる。

(b)

4 月 1 日時点でのシステムバックアップイメージの容量 15.5GB と、8 月 31 日時点でのシステムバックアップイメ

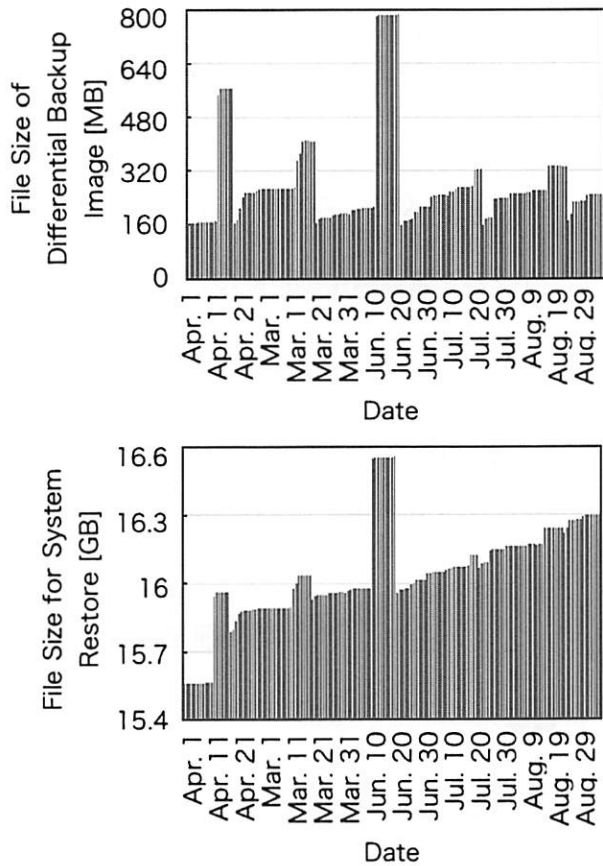


Fig. 2 File Size of system backup

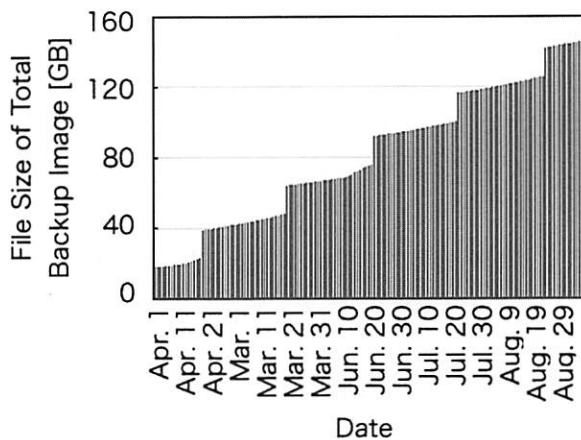


Fig. 3 File Size of total backup image

ージの容量 16.3GB の差分である 800MB 程度が、教員 1 人が半期で教材や資料などをサーバーに保存した容量となる。2 科目分の講義資料、週 2 回のゼミナールの資料の合計がこれに含まれる。50 人のユーザーが著者と同程度利用するとすれば、通年で 80GB 程度の容量を必要とする。これにシステム分の容量を加えれば 100GB 程度準備しておく必要がある。本期間において動画ファイルの利用は多くなかった。形式にもよるが 10 分間の動画ファイルで約 150MB 程度となるため、システムの規模に応じてある程度のファイル容量に制限を設ける必要がある。

Fig.3 には、半期で作成したバックアップファイルの総量を示している。月 1 回のフルバックアップと日毎の差分バックアップを行い、すべてのバックアップファイルをアーカイブしている。毎月 18 日のフルバックアップ時に大きく増加し、それ以降は単調に増加している。システムおよびユーザー 1 名の利用で、140GB 程度のハードディスク容量を必要とした。大学などの機関で導入する際にはバックアップファイルの総量は巨大となる。バックアップファイルを保存しておく期間を、システム管理者とユーザー間で調整し、適切に決定しておく必要がある。

3. 卒業研究指導における LMS の導入

3.1 概要

本章では、2015 年度後期に LMS を著者の研究室における卒業研究指導に導入した事例について紹介する。当該研究室の構成メンバーは教員 1 名（著者）、著者の研究室所属の学部 3 年生 4 名、本学・他研究室所属の 4 年生 2 名、他大学（遠隔地）の学生 1 名である。教科書輪講のほか、欧文学術誌の論文紹介、プログラミングや実験機材の利用法などの研究の基礎事項に関するゼミナールなど、一般的な研究室で行われる研究指導を LMS を活用して行った。ゼミナールでの資料の提出、過去の卒業論文やプログラミング練習／予備実験などの資料配布はすべて LMS を通して行い、さらに動画システムを用いた遠隔地とのゼミナールも実施した。遠隔地とのゼミナールについては著者が代表者を務めた 2015 年度新潟工科大学・教育改革プロジェクト「学習管理システムを用いた学内／大学間連携プロジェクト型教育システムの構築」によるものであり、次項で概要を説明する。

3.2 教育改革プロジェクトと LMS 導入事例

上記研究プロジェクトは、学内／学外の研究室で連携して研究するための LMS 活用法を確立することを目的とした。その中で、著者の専門である光物理工学を核として、光通信工学および電力・エネルギー工学を研究する学生が集まり、半導体レーザーのカオス発振^[10]の新たな応用を目指したものである。本プロジェクトは、著者の研究室に本学における第 1 期生が配属された 2015 年後期から本格的に開始した。実働半年間ではあるが LMS を用いたゼミナールや研究会など様々な試みをなすとともに、2016 年度以降の著者の研究室

における卒業研究システムの礎となる有意義なものであった。

具体的には以下の内容を行った。Moodle プラグインについては文献^[4, 11, 12]などを参考にされたい。

- ・ 週 2 回程度のゼミナールの資料提出
メンバー間での資料共有だけでなく、Moodle 標準のプラグイン「課題」、「ワークショップ」を利用した研究概要書などの提出、添削書類のフィードバックが可能となった。
- ・ 遠隔地との研究会
参加メンバーの中には遠隔地の大学の学生も含まれた。このため Moodle に別途追加したプラグイン「Open Meetings」によるテレビ会議システムのような形式でのゼミナールを試みた。この様子を発表資料と同時に録画し、追加したプラグイン「Podcast」による動画配信を行うとともに、標準プラグインの「フィードバック」により質疑・応答も可能となった。アーカイブとしての機能に加えて、就職活動時期の流動化などにより、止むを得ずゼミナールに参加できない学生も、時と場所は違えども議論に参加できるようになった。さらに、議論に慣れていない学生も、後刻十分に時間をかけることで質問や回答を作成することが可能となり、普段は議論に参加できずにいる学生が議論へ参加する足がかりとなりうる。
- ・ プログラミングの基礎、予備実験の手順書、過去の卒業論文やゼミナールの資料閲覧単にファイルを Web 上で配布するだけでなく標準プラグイン「レッスン」を利用することで、学生の学習進捗状況を確認でき、必要に応じて教員または上級生が指導することが可能となる。

いずれの事項も、就職活動時期の流動化や、定期的な大学院への進学者が見込めないなどの事情による上級生不在による、従来の研究室機能の低下を LMS により補填するものであり、これからの地方工科系大学の卒業研究指導には有効ではなからうか。

3.3 LMS の利用状況

前項の LMS について利用状況を調査した。Fig. 4 に学生ごとの LMS へのアクセス数を示す。半期で平均 1000 アクセス以上の利用がなされた。学生 A は遠隔地の大学の学生であり、研究室内からのアクセスは 0 件である。学生 B, C は学内の他研究室の学生であり、多くは彼らの研究室からアクセスしている。学生 D~G は当研究室の学生である。アクセス元の IP アドレスを元に、研究室内、研究室外いずれからのアク

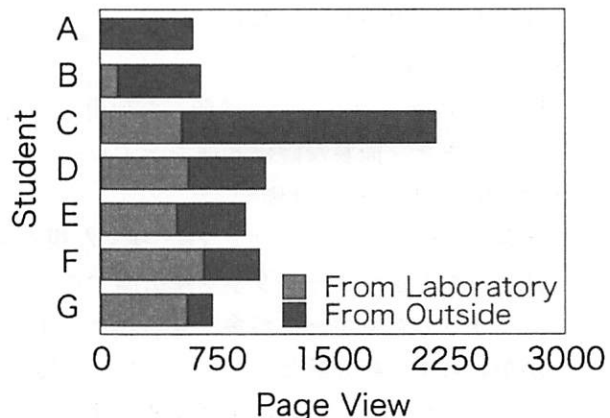


Fig. 4 Page view of LMS in graduation work

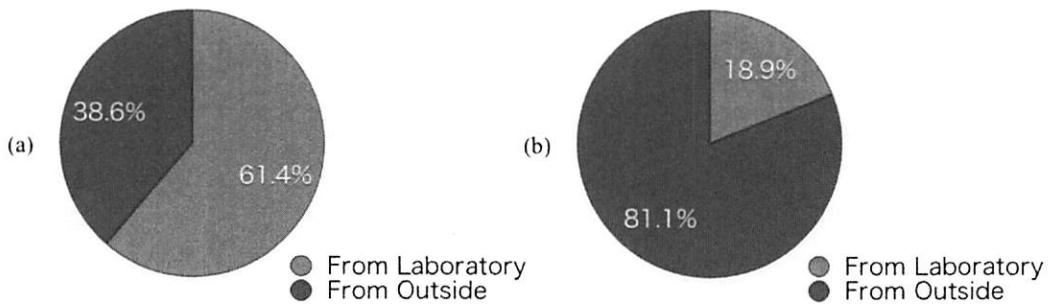


Fig. 5 Page view of LMS in graduation work

(a) Member of inner laboratory, (b) Member of external laboratory

セスであるかを調査した (Fig. 5) . 他研究室の学生のアクセスは当然ながら, 研究室外からのものが多く 81.1%を占める. また, 当研究室の学生についても, 研究室内からのアクセスが多くを占めるものの, 研究室外からのアクセスも 38.6%と少なくなく, 自宅や通学途中などの課外でも利用されていることがわかる. これより, 課外での学習時間の確保, 学生の利便性向上にある程度の効果が期待できる.

4. 工科系専門科目における LMS の導入

4.1 LMS の導入事例

科目 α , 科目 β の実施に対して, 卒業研究指導への適用事例を参考にしつつ, 以下のよう
に LMS を導入した.

- ・ 講義資料の配布

事前に穴埋め式の講義資料を配布し, 予習を促す. 講義中には完成版の資料をプロジェクターに投影しつつ解説を行う.

- ・ 毎回の授業内演習

Moodle 標準プラグイン「課題」を利用して演習を行い, 適宜学生へフィードバックを行う. また, 簡易な評価基準を示すルーブリックを公開した.

- ・ 課題の提出と相互評価

課題レポートを課すだけでなく, 様々な視点を養うべく学生間での相互評価を行った. 評価基準を示すルーブリックを公開することで, 著者の主観の域をでないが, 論旨のはっきりしたレポートが多く見られた. また, 普段質問の少ないクラスではあるにもかかわらず, 相互評価において学生間で質疑や意見などが散見された. 卒業研究指導でも見られたが, 時間に余裕を持たせ, 顔の見えにくい Web 環境を活用するというこ
とも, 議論に慣れていない学生の入門としては効果的であろう.

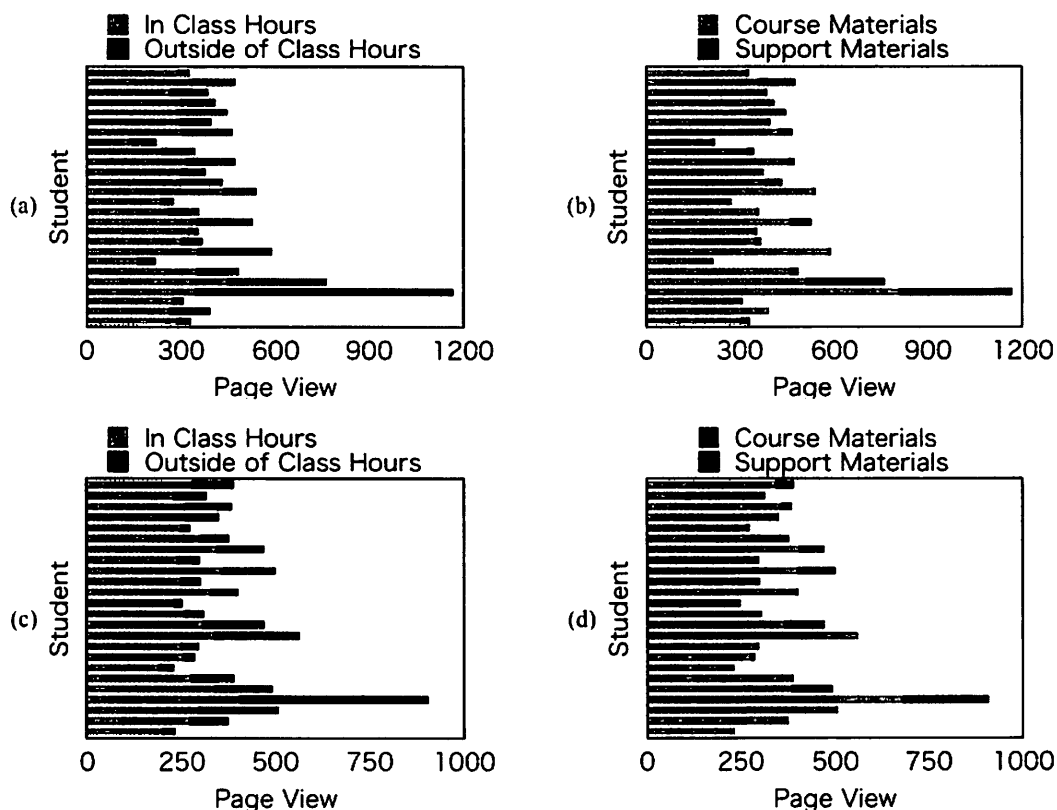


Fig. 6 Page view of LMS in two specialized courses
 (a), (b) Course α , (c), (d) Course β

・ 復習用教材

成績評価の対象ではないが、Moodle 標準プラグイン「小テスト」を利用した演習問題を復習用教材として公開した。

ひとつ目の項以外は学生参加型の双方向なアクティブ・ラーニングの1形態であるとも言え、工学系専門科目においてもLMSは有効なツールとして力を発揮できる。次項ではこれらのコンテンツを、成績評価に直接関係する「講義用教材」と、成績評価の対象ではない復習用教材などの「補助教材」の2つにあえて分類し、その利用状況について論ずる。

4.2 LMS の利用状況

Fig.6 は、LMS 上の科目 α 、科目 β の教材に対する、学生ごとのアクセス数を示している。Fig.6(a), (b)は科目 α 、Fig.6(c), (d)は科目 β のデータであり、Fig.6(a)と(c)は講義時間内と講義時間外の別を、Fig.6(b)と(d)は講義用教材 (Course Materials) 利用と補助教材 (Support Materials) 利用の別を示している。各科目ともある程度の割合で課外に

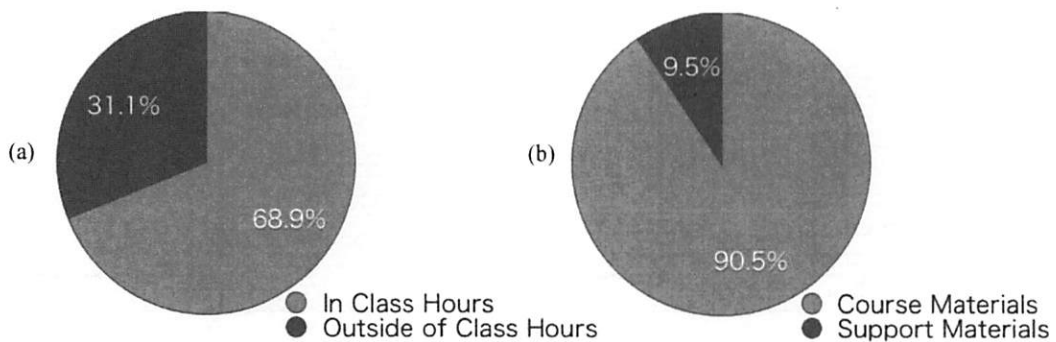


Fig. 7 Page view of LMS in two specialized courses

もアクセスがあるが、補助教材へのアクセスは多くはなく、2つの科目の傾向に大きな差異は見られない。Fig. 7に2科目の教材に対するアクセス数について、講義時間の内外の割合 (Fig. 7(a))、講義用教材と補助教材の割合 (Fig. 7(b))を示す。講義時間外のアクセス数が31.1%と課外学習時間の確保に一定の効果があつたものの、補助教材の利用は9.5%にとどまった。

講義用教材は前述の通り、講義中にプロジェクターに表示されるスライドや課題などを示し、授業準備や成績評価に直接に関わるものが多い。一方、補助教材は復習用の小テストや質問/議論用のSNSからなり、あくまでも学生が自主的に利用する位置付けの教材であるため直接には成績評価に関係しない。このため利用率が伸びなかったと考えられる。

このように、成績評価と直接結びつく教材については課外学習時間の確保や学生の利便性などの点で、LMS利用には大きな利点がある。しかしながら、成績評価と結びつきが弱いと学生から映る学習に対して、LMSの有効性は発揮しにくい。

5. おわりに

本稿では、著者が2015年度後期の卒業研究指導、および2016年度前期の2つの工科系専門科目にLMSを導入した教育事例を紹介し、LMS利用状況の分析を示した。少人数で学生への対応がしやすい卒業研究指導については、課外学習時間の確保や学生の利便性向上などの点でLMSの効果が認められる。後者の一般的な講義についても、相互評価などのアクティブ・ラーニングの手法を取り入れたが、成績評価に直接関係しない教材に対する利用は伸びなかった。相互評価を行った際には、議論や質疑、自発的な提案なども評価対象になるということを、ルーブリックなどで予め学生に提示できるなどのLMSの機能が効果的であった。

一方、そのような評価基準により結果として学生を縛ることが「能動的学習」と呼べるのかという疑問も残る。これについては早急に議論が進むことが期待されるが、本稿では扱わない。しかしながら、学生がアクティブ・ラーニングである「卒業研究」に取り組む

以前に、議論や質疑、自発的な提案等の学習の機会を得ることになるのであれば、ある程度の教育効果は見込めるものとする。

謝辞

本研究の一部は、平成 27 年度新潟工科大学・教育改革プロジェクトの助成により行われた。このプロジェクトには、本学・今田剛教授をはじめ、早稲田大学理工学術院・小松進一教授、東京理科大学理工学部・前田謙治教授、及び、前田研究室の大学院生、今田研究室の学生（当時）、海老澤研究室の学生に協力いただいた。プロジェクト関係者各位、ならびに本学事務局関係者各位に感謝の意を表す。

文献

- [1]中央教育審議会：第 2 期教育振興基本計画について（答申），2013.
- [2]ICT を活用した教育の推進に関する懇談会：「ICT を活用した教育の推進に関する懇談会」報告書（中間まとめ），2014.
- [3]文部科学省：私立大学等教育研究施設整備費補助金（私立大学等改革総合支援事業）のウェブページ http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/1338619.htm，（参照 2016-10-29）.
- [4]井上博樹，他：Moodle 入門，海文堂出版株式会社，2006.
- [5]穂屋下茂：e ラーニングを利用したリメディアル教育環境の構築，2010PC カンファレンス論文集，2010.
- [6]L. MacGregor and S. Ebisawa: “Podcasting for EFL: Creating an Interactive Class Website for Students at Gakushuin University”，言語文化社会，Vol. 8, pp.151-199, 2010.
- [7]今井順一，他：e-Learning による工科系数学教育に関する実証評価；工学教育，54(4)，16-20，2006.
- [8]船久保公一：物理専門科目における学習管理システムの活用；メディア教育研究，5（1），67-75，2008.
- [9]海老澤賢史，他：多様化する情報・マルチメディア機器を用いた教育・研究に対する効果的な支援体制の検討；学習院大学計算機センター年報，30，4-16，2009.
- [10]J. Otsubo: “Semiconductor lasers; Stability, instability and chaos 3rd Ed.”, Springer-Verlag, Berlin, 2013.
- [11]Apache Software Foundation: Open Meetings のウェブページ <http://openmeetings.apache.org>，（参照 2016-10-25）.
- [12]The Moodle project, Activities Pcastに関するウェブページ https://moodle.org/plugins/mod_pcast，（参照 2016-10-25）.