

Design and Implementation of e-Learning System at the Faculty of Science, Okayama University

Junji YAMAKAWA , Tsugio SHIBATA

2012

Reprinted from Bulletin of Center for Teacher Education  
and Development, Okayama University, Vol.2, March 2012

## 岡山大学理学部における e-ラーニングシステムの導入と運用

山川 純次<sup>\*1</sup> 柴田 次夫<sup>\*2</sup>

要旨：岡山大学理学部では e-ラーニングシステム (理学部 LMS) が導入され運用されている。理学部 LMS の導入に際しては商用またはオープンソフトウェアの様々な学習管理システムを調査し、Moodle が採用された。理学部での Moodle はセキュアで信頼性の高い PC ベースの GNU/Linux, Apache, MySQL および PHP が稼動するコンピュータによって運用されている。理学部 LMS を使用するための初期コストは、学部を構成している教員と学生の持つ利用能力に応じて可能な限りコストパフォーマンスを高める様にデザインされた。LMS として採用した Moodle がベースとしている社会構築主義は講義を改善する強力なポテンシャルを有するが、理学部 LMS システムの有効性はユーザの能力によって制限されるかもしれない。

キーワード：e-ラーニング, LMS, Moodle, 社会構築主義

※1 山川純次 (岡山大学大学院自然科学研究科)

※2 柴田次夫 (岡山大学大学院自然科学研究科)

### I. 問題意識と分析方法について

e-ラーニングシステムとは、学習管理システム (Learning Management System, LMS) を使った教育学習支援システムの総称である。このシステムは教育と学習に関係する様々な情報のやり取りをコンピュータとソフトウェアそしてネットワークを使用してまとめることができる。e-ラーニングシステムはコースマネジメントシステム (Course Management System, CMS) あるいは仮想化学習システム (Virtual Learning Environment, VLE) という名称で呼ばれることもあるが、CMS はコンテンツマネジメントシステム (Content Management System) の略称としても使われており、学習管理だけでなくソーシャルネットワークシステム (Social Network System, SNS) 等にも使用される汎用システムを指している。このため本稿では以後、混乱を避けるために e-ラーニングシステムを LMS と呼ぶ。ユーザサイドから見た場合、LMS は CMS を応用した Web ベースの情報技術による教育学習支援システムと捉える事ができる。一般的に CMS を利用した Web ベースの情報技術は web2.0 と呼ばれる事が多いが LMS は今のところ該当しないとされている。

講義資料を電子化してネットワークファイルサーバ経由で配布するだけの教育学習支援を e-ラーニングに分類することの可否についての明確な基準は存在しない。しかし講義資料を電子化し LMS を利用し

て配布する教育は単純な電算化ではなく e-ラーニングに分類される。これは LMS の多くが教育理論を実践するためにプログラミングされており、そのため LMS 利用者は自ずとその理論を実践することになるためである。

LMS を利用する場合、最も基本的なレベルでの利用でも、講義に関する情報をカレンダーに合わせて配置する作業と、講義における教師の役割 (Role) を設定する作業が行われるが、これらも LMS のベースとなっている教育理論に基づいている。LMS の利用ではこういった作業が随所で必要とされ、これらの点が LMS を利用した講義が一般的な Web テクノロジーを組み合わせた講義との区別を明確にしている。

LMS には講義に関する様々な作業を処理するプログラムが「活動モジュール」として用意されている。資料配布、レポート提出、休講通知、出欠、学生と教師の双方向情報交換 (Q and A) 等を処理するモジュールや、オンラインテスト、オンラインアンケートおよびこれらの自動集計や自動採点を行うモジュールはその一例である。これらの作業は一般的な Web テクノロジー、すなわち電子メールやメーリングリスト、電子掲示板 (BBS)、ファイル転送 (FTP, Net storage system) 等を組み合わせても実現可能である。しかし LMS はこれらの Web テクノロジーを広範囲に網羅した CMS による One stop solution として提供されており、教師と学習者は複数の Web テクノロジーを組み

合わせたり、個別のテクノロジーの利用技術を学習したり運用したりするために必要となる労力を削減する事ができる。さらに、LMS をキャンパス単位で教育情報インフラストラクチャーとして運用すれば、キャンパス内では教師も学習者も単一システムの利用技術を習得するだけですべての講義に関する情報のやりとりが可能になる。この点は大学等で講義を電子化する際に重要となる。複数の教員が互換性の無い情報システムを構築して講義資料を配布している場合、学習者は講義毎に異なる情報システムの利用技術を習得する必要が生じるが、この場合の習得コストは受講している講義数に比例して増大し、学習者に過度な負担をもたらすことになる。また教師間においても互換性の無い情報システムの運用を独立して行わなくてはならず、複数の教員間でノウハウやメンテナンスを共有することが出来ない。このために必要となる教員毎の作業コストを全学で積算すると膨大な量となり、教育効率を大きく下げる要因となることが容易に予想される。しかし、これらの不要なコストは共通 LMS の導入によって一度に回避することが可能である。

以上の状況を踏まえて、岡山大学理学部では LMS システムを導入し e-ラーニングを行っているので、その概要について報告する。

## II . 手法

### 1. LMS の選択

現在、数多くの LMS が利用可能であるが、それらは商用クロードソフトウェアと無償オープンソフトウェアに大別される。商用 LMS では Blackboard (WebCT) と WebClass が教育機関へ数多く導入されている。これに対して無償で利用できるオープンソフトウェアには eduCommons (Wiley, Recker, and Gibbons, 2001), Moodle (Dougiamas and Taylor, 2003) 等がある。eduCommons は大阪大学、京都大学、筑波大学、北海道大学などで運用されている。Moodle は三重大学、上智大学、慶応義塾大学、神戸大学などで運用されている。

岡山大学理学部では商用 LMS に比してランニングコストの低さ、モジュール構造による拡張性の高さ、そして開発コミュニティのアクティビティの高さから Moodle を採用した。

### 2. Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic

Learning Environment) は LMS アプリケーションの一つで、J. Dewey や L. Vygotsky が提唱する社会構築主義 (Social constructivism) に基づいた教育を実践するために開発されたソフトウェアシステムである (Dougiamas and Taylor, 2003)。社会構築主義は自発的に価値観を再構築する主義であり、客観主義 (Objectivism) と対を成している。客観主義の教育では教育者の知識を学習者にコピーすることが講義であるとされているのに対して、社会構築主義では学習者が社会と相互作用することにより自らの知識を構築する学習環境が講義であるとされる。Moodle はこの主義に基づく学習環境の構築に必要な枠組みを提供するためのソフトウェアとして開発されており、その導入により教育者は社会構築主義に沿った講義の実践が可能となる。

また Moodle は GNU 一般利用許諾 (GNU General Public License, GPL) に基づいて配布されている。これは R. Stallman (2007) が提唱した Copyleft に基づいており、ソフトウェアシステムの自由な改変と再配布を許可し、その過程での独占化を著作権で禁止するものである。これにより Moodle は著作権法に基づき、将来に渡って無償で運用が可能であり、商用 LMS の導入時に必要となるライセンス料金が発生しないことが保証されている。さらに Moodle はモジュール構造を採用したソフトウェアであるため、最小限の機能構成で運用を開始し、サイトの状況変化に対応してユーザが自由に機能を拡張したり、既にインストールした機能のバグを修正したりするなど機能を強化することを可能にしており、またこの場合でも商用システムの様にモジュール更新料金が発生したりすることが無い。

### 3. Moodle を使った LMS の設計

今回、理学部に Moodle を使った LMS を導入するために、学部の実情に合わせたシステム設計を行った。LMS はハードウェアシステム、ソフトウェアシステムおよびこれらのシステムを運用する人員システムで構成され、その運用には多岐に渡る技術ノウハウを必要とするが、理学部では現在一人で全てを兼任している。

#### ①ハードウェアシステムの設計

理学部 LMS 用のハードウェアシステムは導入および運用におけるコストパフォーマンスを考慮し、サーバ専用機ではなくパーソナルコンピュータをサーバとするシステムを採用した。このサーバはさらに無

停電電源の設置，サーバ本体の電源の二重化，ハードディスクの二重化などの冗長性を設定して信頼性を確保した。また，ハードウェアレベルでのセキュリティを確保するために，学内 LAN との接続はルータを介して行い，不正アクセスの防止を図った。ルータの設置に伴い構築されるプライベートネットワークにより，ルータでのアサインを変更するだけで代替サーバ機の変更が可能になり，またファイルサーバ，PHP アクセラレータなどの機能増設も容易になるため，サーバシステムのメンテナンス性が確保された。

## ②ソフトウェアシステムの設計と導入

Moodle システムは Microsoft 社の Windows や Apple 社の MacOS X などの OS 上でも実行可能であるが，実際に LMS の導入作業に当たる教員の適性に因り，GNU/Linux を選択した。理学部 LMS サーバでは GNU/Linux をインストールした後に，不要なサービスの停止とセキュアな通信手段の設定，そして無停電電源機能の設定など，OS レベルでのセキュリティの確保を行った。また，LMS サーバの root への管理業務負担を軽減するために，OS のスーパーユーザ権限を複数名に割り当てた。Moodle の導入には GNU/Linux およびこれと同等の機能を持った OS の他に Apache, MySQL, PHP が動作している LAMP 環境が必要である。このため理学部 LMS サーバにこれらのアプリケーションを立ち上げた。最後に Moodle ソフトウェアを導入し，運用を開始した。

## ③ LMS の運用

理学部 LMS は本格運用に先行して，管理グループによるクローズド運用を行い，システムパフォーマンスのチェックを行った。最初に Moodle システムのトップ画面を設計し，必要な活動モジュールの設定を行った。次に教師の登録を行いコースの登録を開始した。この後にコースを履修する学生の登録を行った。Moodle では学生の登録は個別登録と一括登録が選択できるためこれらをテストし，登録手順の確認を行った。テスト運用の結果，想定したパフォーマンスが得られることが確認されたので LMS をネットワーク上に公開し，利用講習会を開催した。

## Ⅲ．結果および考察

### 1. コース数

理学部 LMS では 2011 年 12 月現在，約 80 のコースが運用中である。

### 2. システム設計

理学部の実情に合わせたシステム設計を行った際，導入と運用予算の獲得と執行，設置場所確保，IP アドレスの確保とドメイン名の取得等の手続きが必要となったが，システムを運用している教員からの無償提供で運用している。システムの運用を安定的に継続するために，今後は LMS 管理運営委員会を設置し，必要な権限を与えると共に職務評価すべきである。

Moodle システムにはシステムに関する全ての権限を持つスーパーユーザ (root) が設定されるが，この権限は複数名のユーザに設定可能である。そのため理学部 LMS では複数人のスーパーユーザ権限付与ユーザの設定を実施した。複数のスーパーユーザ権限の存在によりシステムのセキュリティは低下するが，大規模なシステムでは，あらゆる権限を root に集中させたままだと root 担当者が過負担になる。そこで理学部 LMS サーバ OS の場合と同様に複数人にスーパーユーザ権限を設定し root をスーパーユーザ権限を必要とする軽微な業務から開放し負担を軽減することを優先した。

理学部に LMS を導入する際には，導入障壁を低くするためにマルチクライアント OS (GNU/Linux, MacOS, Windows) での動作検証を行った。これは，理学部内でクライアント OS が統一されていないためである。また将来，主流となるクライアント OS が変わっても LMS の利用を保障する目的もあった。

### 3. 教師への導入

理学部 LMS が安定動作状態に入った後に，LMS 利用講習会を開催した。この講習会では簡易マニュアルの配布を行ったが，ここでもクロスプラットフォームマニュアルを作成した。マニュアルは操作画面のキャプチャーを多用したものとしたが，これを製作する OS を特定のものに固定しないよう配慮した。これにより多くのユーザ確保に成功した。

講習会開催後に，スーパーユーザ権限を付与したユーザが各自のコースの円滑な立上げを行えるよう集中的なサポートを行い，理学部 LMS 利用の中心となるコアユーザの設定を行った。これにより root 権限を必要としながらも軽微な作業に関してはコアユーザにより実行される体制となり，運用業務の分散が実現した。コアユーザは理学部の各学科に 1,2 名設定し，各学科内での理学部 LMS 導入のモデル教員として活動してもらった。

教員が LMS を利用する際に障害となるものにコン

コンピュータ利用能力(コンピュータリテラシー)がある。例えば資料を電子的に配布する場合、学習者に負担の無いファイル形式での配布が必要とされる。今のところ Adobe 社が無償で提供する PDF ファイルが最適であると考えられるが、講義資料を PDF に変換する技術は全教師に普及していないため、LMS の利用技術とは分離して講習会を開催する必要があると考えられる。また特定のアプリケーション依存フォーマットによる資料配布も検討する必要がある。LMS による講義の普及には、理学部全体で Open Document Format を採用するなどの施策が必要になると考えられる。

現在、理学部 LMS はファイルサーバとしての運用が主である。ファイルサーバ機能は LMS の基本活動モジュールであるが、同時に一般的な Web テクノロジーで代替可能な機能でもある。しかし最初に述べたように LMS の活動モジュールによりファイルサーバを実現する場合は、講義スケジュールカレンダーに沿ってファイルをリンクするため、学生はカレンダーをガイドに自分に必要な配布資料ファイルに到達できる。また開講期間を通してサーバに配布資料をおくことで、欠席した学生に対する資料配布や試験前の再配布などの作業が不要になる。さらに配布のために必要とされるハードコピー作業、余剰コピーの保管スペースなども不要となるため、特に大人数が受講している講義では大幅なコスト削減が可能になった。

LMS ではサーバで講義資料を公開するタイミングをコントロールすることが可能であるが、これにより演習問題の先行公開による講義前回答の回避や講義終了後の適切なタイミングでの追加教材公開による復習のコントロールが行える。この様に LMS では適切と思われるタイミングで講義資料を公開することにより学習効果を向上させることが可能となる。この作業はオフィス以外からもネットワーク経由で LMS にログインすることで実行可能である。活動モジュールを追加すれば、出張先から出題、レポート受理、コース管理などを行うことで非同期型の講義を行うことも可能である。この作業も他の Web アプリケーションを組み合わせ利用しても実現可能であるが、そのための導入と運用のコストは one stop タイプのソリューションである LMS に比べて大きくなるため、非効率である。

LMS の導入によりカラー、音声、動画、3次元データを活用したいわゆるマルチメディアタイプの講義資料が実用的に使用可能となった。これは従来の紙

媒体を介した講義資料配布の限界を超えるものとして注目すべきである。今のところ受講生はカラー資料を印刷して持参しているが、近い将来にはスレート端末などの軽量端末の携行によるペーパーレス講義が実現可能であると考えられる。この場合、講義資料の配布はダウンロードではなくクラウド化が課題となる。クラウド化、すなわち学生のローカル端末にコピーを置かず、常に LMS サーバを参照する配布形態に移行することにより、教員の講義資料に関する修正が即時に反映され、また軽量端末のストレージ容量への負担を軽減することが可能になる。しかしこの一方で、学生が講義資料をオフラインで手元にまとめられないためネットワーク接続が切れると学習が出来なくなるなどの問題が生じる。このため、学生に対しては最低限、キャンパス内ではユビキタス性を備えたネットワークの提供が期待される。

また LMS に講義資料の掲載を継続することにより、LMS 利用教員は講義に関する情報のアーカイブを同時に作成していることになった。このため次年度からは簡単な設定変更のみで講義資料の反復利用が可能となった。LMS 利用のメリットはこういった資料の再利用可能性にも現れた。

#### 4. 学生の利点

理学部の学生に対しては、LMS の導入により講義用資料のダウンロード手法が統一され、複数の情報システムを利用する手順を学習する負担が軽減された。ただし、学生は LMS によって提供される JPEG, PNG, MPEG4, PDF などのフォーマットを持った資料のハンドリングスキルが必要となった。さらにこのスキルは LMS を使った資料提出時にも必要となる。このため LMS の利用に先立ってこれらのスキルを習得しておく必要がある。学内での情報処理教育に期待する点である。

理学部 LMS では一部のコースが制限なしで学外に公開されており、これらのコースは受講している学生以外も講義資料を得ることが可能となった。このため受験生などの理学部の講義に興味を持っているグループが講義の概要を知ることが可能になる。この点は、大学の情報公開、また志望者増加のための、いわゆる「先取り」に寄与することになった。MIT の Open Course Ware (<http://ocw.mit.edu/index.htm>) の様にクリエイティブ・コモンズ・ライセンス(レッシング・林・梶山・若槻・上村・土屋, 2005)に沿った大学での講義を一般公開する動きは、この流れを更

に推進したものであり、今後の大学の一つの在り方を示していると考えられる。

#### 5. 著作権の問題

LMS への講義資料のアップロードは著作権法で認められている教育機関への特例（著作権法第 35 条）を逸脱する場合が想定される（井上・奥村・中田，2006）。これは LMS がインターネットに接続されているため、掲載した資料がブロードキャスティングしたものと扱われるためである。理学部 LMS ではブロードキャスティングに適さない講義資料を利用する場合、コース利用者を登録制にすることで関連法への抵触を回避しているが、著作権が保持された動画や音楽を非同期に公開する場合は上記条項に抵触する。学内法曹関係者による統一基準の策定と定期的な講習を望む点である。

#### 6. 導入と運用のコスト

理学部への LMS の導入を成功させるためには、管理者、教師そして学生から「LMS は面倒くさい」と言われにくい様に運用する必要があり、そのためには LMS の利用コストが導入運用コストを大きく上回るようにシステムを設計する必要があった。理学部 LMS ではこの点に留意してシステム設計を行った。

ハードウェアに関する導入と運用コストは、PC ベースのコンピュータをサーバとして稼働させることで低くし、ソフトウェアに関する導入と運用のコストは、OS に GNU/Linux, LMS に Moodle を採用することで低くした。LMS サーバのハードウェアとソフトウェアのインストレーションは高度な技術が必要とする作業であるため大きなコストが掛かる部分であるが、これはボランティア教員により作業を実行することでコストをゼロにした。しかしこれらの作業に掛かるコストは将来的には学内計算機センターへのアウトソーシングにより削減可能であると考えられる。さらに LMS の管理コストにはユーザ登録管理、学生登録管理等の他に、スパムの除去やエラーからの回復などのガーベージコレクション作業コストが存在する。これらも高度な技術を必要とする作業だが個人情報扱うためアウトソーシングは難しいと考えられる。

教師への導入と利用に関するコストは、理学部 LMS の難易度を理学部教員の最小限のネットリテラシーレベルで利用が開始できるものに設定して低下させた。このとき想定したレベルは、電子メールの利用、blog や SNS の利用、JPEG, PNG, MPEG4,

PDF など各種フォーマットのハンドリングスキルであった。これらのスキルを前提とした上で利用講習会を開催し Moodle システムに固有の利用技術を解説することで、初期導入の障壁を下げた。しかし実際に理学部 LMS にコースを構築する際にはやはり様々な相談が LMS 管理者に持ち込まれ、負担コストの増大を招いた。LMS 運用に際しては LMS サーバ管理者、LMS 管理者、LMS 利用相談員を分離して配置し、負担の分散を行うべきである。

#### 7. LMS の導入と活用の目的

LMS の導入によって教育をどこまで改革できるかは教員次第である。これは教員に LMS システム利用能力と配布資料作成能力が要求されることを意味している。理学部では今のところ LMS の利用が一部の教員に偏っているが、これらの能力の不足が LMS 導入の障壁のひとつとなっていると考えられる。

LMS に Moodle を採用したため、利用者は必然的に社会構築主義に基づいた教授法の導入が必須となった。しかし利用者自身の教育哲学を変更しなければ Moodle の持つ教育哲学とコンフリクトを起こすため導入してもコストが増大するだけであり、別の情報インフラを利用するほうがトータルコストが低くなる。この点が Moodle による LMS 普及の障壁となっていると考えられる。

理学部では LMS によって講義の電子化が可能になったが、同時にその弊害も指摘されている。LMS により講義で使用するプレゼンテーション資料を PDF 等に変換してそのまま配布するコースは学生からの評価が相対的に低い。これは授業中に行ったアンケートから明らかになった。こういった点について LMS の意見交換モジュールを活用して学生からフィードバック得て講義を改善してゆくことが、理学部 LMS の次の利用段階であると考えられる。

引用・参考文献

井上博樹・奥村晴彦・中田平：Moodle 入門．海文堂，2006.

ローレンス レッシング・林紘一郎・椋山敬士・若槻絵美・上村圭介・土屋大洋：クリエイティブ・コモンズ．NTT 出版，2005.

Dougiamas, M. and Taylor, P. : Interpretive analysis of an internet-based course constructed using a new courseware tool called Moodle. Proceedings of the Higher Education Research and Development Society of Australasia (HERDSA) 2002 Conference, Perth, Western Australia, 2002.

Stallman, R. : GNU general public license. <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>, 2007.

Wiley, D., Recker, M. and Gibbons, A.: EduCommons: A peer-to-peer (P2P) system for sharing, discovering, and using learning objects. <http://reusability.org/educommons.pdf>, 2001.

---

Title: Design and Implementation of e-Learning System at the Faculty of Science, Okayama University  
Junji YAMAKAWA and Tsugio SHIBATA (Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University)

An e-Learning system was designed and implemented at the Faculty of Science, Okayama University. Following an in-depth review of various Learning Management Systems (LMS) from both commercial and open software applications, we chose the Moodle platform to meet our specific needs of the Faculty of Science. The Moodle system is operated on a secure, reliable PC-based GNU/Linux, Apache, MySQL and PHP (LAMP) computer system. The configuration of the Moodle system and implementation of additional modules were designed in such a way that it provides an excellent balance of value for initial implementation cost and usability for both the faculty members and students. The Moodle system, of which the architecture was based on the social constructivism, provides us with a high degree of potential for improving teaching. However, the efficacy of the system may depend on users' proficiency level.

Keywords: e-Learning, LMS, Moodle, Social constructivism

---