

電気通信大学における情報基礎教育への 学習支援システムの導入

川井 敦 吉田 利信^{†1}

本学では情報基礎教育において、学習支援システム Moodle を 2010 年度より運用し、履修者約 800 名、14 クラスに対する同一内容・同一評価基準による共通教育を実施している。Moodle のオープン性を生かし、システムには随時機能拡張を行っている。履修者の授業進度を即時に把握するための機能や、(単純な選択・穴埋め問題だけでなく)UNIX コマンドによるファイル操作等の実技を伴う演習問題への回答を自動判定する機能を実装し、個々の履修者へのきめ細かな対応に役立っている。

Learning Management System in the University of Electro-Communications

ATSUSHI KAWAI and TOSHINOBU YOSHIDA^{†1}

In 2010, we installed a Moodle-based Learning Management System into our educational computer system. The system is introduced in order to share educational courses of informational science basics among some 800 students. Although each course consists of 14 different classes of different teachers, the curriculum and grading system are synchronized via the Moodle-based system.

We are customizing and improving the system so that it would help understanding of individual students. For example, we have added a new quiz module, that can handle various types of quizzes including the ones require UNIX command operations or text-file editing.

^{†1} 電気通信大学

The University of Electro-Communications

1. はじめに

学習支援システムの導入の背景と選定要件について以下に示す。

1.1 コア・カリキュラムのチーム教育

電気通信大学(以降「本学」と呼ぶ)では 2010 年度より、文部科学省 大学教育 GP 「チーム教育で育てる学力」の支援を受け、教育品質向上の一環として「コア・カリキュラムのチーム教育」に取り組んでいる。

「コア・カリキュラム」とは、入学者全員が、所属する学部や学科によらずに習得すべき基本的な教育内容である。例えば本学の情報分野においては、計算機の基本構成、ファイルシステムやプロセスの概念、Unix の基本的なコマンド、テキストエディタによる文書編集、基礎的な計算機プログラミング、などに関する内容がこれに含まれる。

「チーム教育」とは、すべての履修者とすべての担当教員が教育内容および到達目標を共有し、共通の指針に基づいて実践する教育を意味する。

コア・カリキュラムのチーム教育により、以下の効果が期待される。

- (1) 教育内容や成績評価のクラス間における差異が低減され、一定の教育品質が保証される。
- (2) 履修者にとって到達目標が明確になり、能動的な学習がやり易くなる。
- (3) 各教員あたりの教材作成の負担が減少する。個々の学生へのより綿密な個別指導に時間を割けるようになる。
- (4) 履修者の授業時間外学習が (2) (3) によって質・量ともに向上し、結果的に、文部科学省大学設置基準第二十一条²⁾ の定める「1 単位 = 45 時間」という規程の実質化が後押しされる。

1.2 学習支援システム

チーム教育の実践にあたって、我々は学習支援システムの利用を検討した。

学習支援システム (Learning Management System; LMS) は履修者への教材配信、自習課題や試験問題の出題と解答の回収、学習履歴や試験成績の管理などを行うコンピュータプログラムである。多くの LMS は Web ベースのサーバ・クライアント型アプリケーションとして実装されている。履修者は Web ブラウザを介してサービスを利用する。

チーム教育においては、多数のクラス間での情報共有や、授業時間外学習への迅速なフィードバックを行ううえで、LMS は極めて有用なツールと考えられる。

本学の情報基礎教育では履修者が一人一台の計算機端末を利用する形態をとっており、特

に LMS との親和性が高い．そこで我々は情報分野の授業に LMS を導入することとした．
本学情報分野の基礎教育に導入する LMS を選定するにあたっては，以下の要件に配慮した．

- (a) 本学の教育用計算機システム (Sun Solaris) 上で動作する．
- (b) 本学の LMS 管理者による機能拡張などの改変が可能 (外注による機能拡張は，対応に数週間以上の時間を要することが多く，非現実的)．
- (c) 改変物を再配布可能なライセンス形態 (例えばフリーソフトウェア) であればなお良い．
- (d) 多くの教育機関での利用実績があるものが，将来性の観点から望ましい．
- (e) 無償ないし低価格であればさらに望ましい．

これらの要件をもっとも高い水準で満足する LMS として，我々は Moodle¹⁾ を採用することとした．Moodle は：(a) Web ベースの LMS であり，Unix (Linux 等のクローンや Mac OS X を含む) ほかに多くの OS 上で動作する．(b) PHP で記述されており，システム管理者はそのソースコードへアクセスできるため，機能拡張などの改変が可能である．(c) ライセンス形態は GPL であり，改変物の再配布が可能である．(d) 日本語を含む 75 ケ国以上の言語に翻訳されており，4 万サイト以上にインストールされている．(e) 無償で配布されている．

次章以降では本学で稼働中の LMS の運用状況，機能拡張，教育効果の評価について順に報告する．この報告は，授業時間外学習の支援と個々の履修者の授業理解状況把握に重点を置いた新たな事例を，3) などに紹介されている Moodle の導入事例へ追加するものである．

2. 学習支援システムの運用状況

本学における学習支援システム Moodle の概要を以下に示す．

2.1 システム構成

運用開始は 2010 年度，現状では情報分野の 2 科目，「コンピュータリテラシー」および「基礎プログラミングおよび演習」で利用している．対象とする履修者は約 800 名 14 クラスから成る学部一年生全員である．両科目とも履修者一人につき一台の計算機端末が割り当てられる．

計算機端末の実体は Apple 社 Mac Mini，OS は Mac OS X であるが，授業では Mac OS X 特有の機能には重点をおかず，主として Unix 端末として利用する．履修者のホームディレクトリは端末のローカルストレージではなく，本学教育用システムのストレージ上に置かれ，これが各端末へマウントされている．(図 1)．

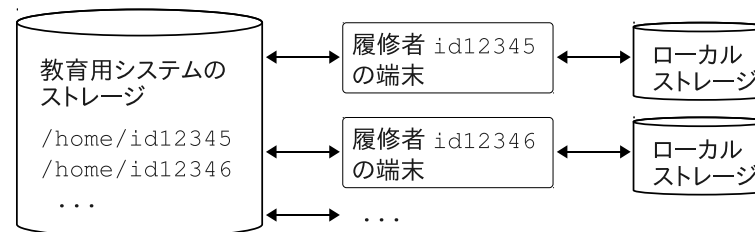


図 1 履修者のホームディレクトリは教育用システムのストレージ上に置かれ，履修者の使用する端末へマウントされている．

Fig.1 Home directories of the students reside in a storage device in our educational computer center. These are exported to client PCs on request.

Moodle は別途教育用システム内の計算機 (Web サーバ) 上で動作しており，履修者は端末上の Web ブラウザを介してそのサービスを利用する．

2.2 履修者の利用形態

履修者は Moodle を以下の用途に利用する．

授業：授業中に教員の提示する教材を閲覧する．演習問題への解答や，アンケートへの回答を行う場合もある．また Moodle へのアクセスによって自動的に出席がとられる．
授業時間外学習：授業時間外には授業の予習，復習のほか，授業中に出題される時間外学習向けの課題を行う．課題は UNIX コマンドによるファイル操作やテキスト編集，プログラムの作成など，実技を伴うものが大半を占める．これらの採点は Moodle に実装されている小テスト機能では自動採点が不可能だが，第 3 章で述べる仕組みを用いての自動化を整備しつつある．

期末試験：期末試験は授業と同じ計算機環境下で Moodle を用いて受験する．試験には知識を問う穴埋め問題や選択問題などと，計算機上での実技を伴う問題が出題される．前者に対する解答は Moodle に実装されている小テスト機能によって自動採点される．後者に対する解答は第 3 章で述べる仕組みを用いて自動採点される．

2.3 教員の利用形態

教員は Moodle を以下の用途に利用する．

教材作成：全 15 回から成る授業の各回の教材を，1 ないし 2 名の教員が担当する．教員は自身の担当回の教材原案をプレーンテキストあるいは平易な HTML で作成する．Moodle 管理者 (後述) は各回の教材原案の間で内容や体裁の調整を行い，最終的な教

表 1 Moodle 用 Web サーバの仕様 (例)
Table 1 An example of a Web server powerful enough to run Moodle.

CPU	Xeon 5506 (4 コア, 2.13GHz)
メインメモリ	16GB (4GB 1333MHz DDR3 x 4)
HDD	1 TB
ネットワーク	GbitEther
ソフトウェア環境	Ubuntu 9.10, Apache 2.2.12, PostgreSQL 8.4.7, PHP 5.2.10, Moodle 1.9.4

材を清書し, Moodle へアップロードする.

履修者の状況把握: 授業中は, 教材の提示に加え, 履修者の状況を把握するためにも Moodle を利用する. 出欠状態, 教材の閲覧回数や閲覧時間, 演習への解答状況, 授業時間外学習の時間などを把握し, 必要に応じて個々の履修者へアドバイスをを行う.

成績評価: 成績評価は演習問題や時間外学習課題への解答状況と, 期末試験の成績とを総合的に判定して行う. これらの情報と成績評価基準は Moodle 上に蓄積されているため, 原則的には成績評価は自動的に行われる. 教員は自動的評価の妥当性を確認し, 必要に応じて手動で評価を修正する.

2.4 導入および運用コスト

設備コスト

履修者 800 名, 同時利用者 120 名程度の大学の利用形態の場合, Moodle を実行するための Web サーバとして, さほど高性能な計算機は必要ない. 2010 年度に行った試験運用には表 1 の計算機を使用した, オーバースペックの感があった.

なお 2011 年度からは大学教育用計算機システム上での運用を開始したため, 設備コストは実質的にゼロとなった.

人的コスト

システムの導入, 管理運用, 機能拡張, 教材の清書, 演習問題の用意, といった業務について, 人的コストが発生する.

教材の清書と演習問題の用意には, 週あたり延べ 4 人・日のアルバイトを雇用しており, 業務の分量としてはこれで必要充分である. ただし業務には Unix 上のファイル操作, テキスト編集, HTML 文法, 簡単な PHP プログラムの修正, といった内容が含まれ, アルバイトとしては比較的高い技能が要求され, 適切な人材を常時確保し続けることは必ずしも容易とは言えない.

システムの導入, 管理運用, 機能拡張には教員 2 名 (著者ら 2 名) があたっているが, 人

的資源は充分とは言えず, 業務は慢性的に過剰である. この規模のシステムを無理なく運用するためには, 専任の人員が週あたり延べ 3 ないし 4 人・日程度必要と思われる.

3. Moodle 小テスト機能の拡張

3.1 自動採点の必要性

一般に基礎教育においては, 履修者は授業で得た知識を自身の技能として体得するために, 大量の実技演習をこなす必要がある. 本学情報分野の基礎教育も例外ではなく, 例えば Unix の基本的なコマンドを用いたファイル操作やデータ処理, テキストエディタによる迅速な文書編集, 計算機プログラムの開発 (記述・ビルド・実行・動作検証・修正), といった技能の体得には, 実技をともなう演習に多くの時間を割く必要がある.

多くの場合, 授業時間の大部分は, 教員から履修者への知識伝達に割かれ, 授業中は演習に十分な時間を割くことは出来ない. 履修者は実技演習の大半を, 授業時間外学習で行うことになる. 履修者に多量の授業時間外学習を課すからには, 教員にはその解答を採点し, 理解状況を把握したうえで, 適切なフィードバックを返す責務が生じる. すべての学生に対してこれを行えるならば理想的だが, 演習の分量と教員の負担を考えると, 実際にはこれは非現実的である.

Moodle に実装されている小テスト機能を用いると, この問題をある程度解消できる. 小テスト機能を用いると, 演習問題の出題と解答, 採点, フィードバックを自動的に行える. しかしながらこれは, 演習問題が選択問題や穴埋め問題といった単純な形式の場合に限られる. 先に述べた実技をともなう演習問題については, 出題することは出来ても, 採点は自動的に行えない. 採点とフィードバックは教員が手動で行わねばならない.

3.2 自動採点機能の汎用化

我々は Moodle の小テスト機能を強化し, 実技をともなう演習問題についても, 採点がある程度自動的に行うことを可能とした. この機能の基本的な考え方は, 「出題は Moodle で行い, 採点は問題ごとに外部スクリプトで行う」というものである. 実技をともなう演習には様々な形態があり得るため, 選択問題や穴埋め問題のように採点方式を一般化することができない. そこで我々は, 個々の問題ごとに別個の採点方式を用意する, というアプローチで採点の自動化を図った.

この機能を使用するには, Moodle 上の小テスト問題作成時に, その問題を採点するためのスクリプトも作成しておく (スクリプトは PHP で記述する). そしてこのスクリプト名を, 小テスト問題中にメタテキストとして埋め込んでおく (図 2 上). このメタテキストは出

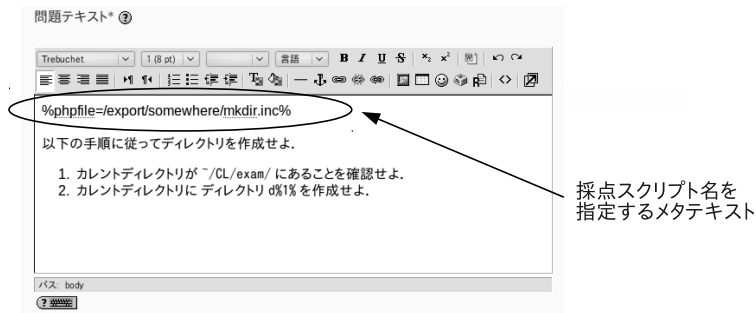


図 2 Unix システム上での実技 (ファイル操作) を伴う演習問題
Fig. 2 A quiz that require students to operate files on a Unix system.

題時には表示されない (図 2 下) が、受験者が解答を終え、解答の送信ボタンをクリックすると、Moodle は内部的にこのスクリプトを実行して採点を行い、その結果に応じたフィードバックを受験者へ返す。

前述のように、本学の教育用システムでは、Moodle が履修者のホームディレクトリ (あるいは作業用ディレクトリ) へアクセスできる。このようなシステムにおいて上記の拡張機能を用いると、履修者の作成したファイルやディレクトリを小テストモジュールが精査し、その結果に応じた採点を行うことが可能となる (図 3)。例えば図 2 の演習問題は、特定のディレクトリのなかに、指定どおりの名称のディレクトリを作成するよう受験者に指示している。受験者が作業を完了して解答の送信操作を行うと、Moodle は所定の採点スクリプトを実行して指定どおりのディレクトリが作成されているかどうかを判定し、結果に応じた採点を行う。

また演習問題の採点スクリプトは Moodle の小テストを介さず単独でも実行できるため、

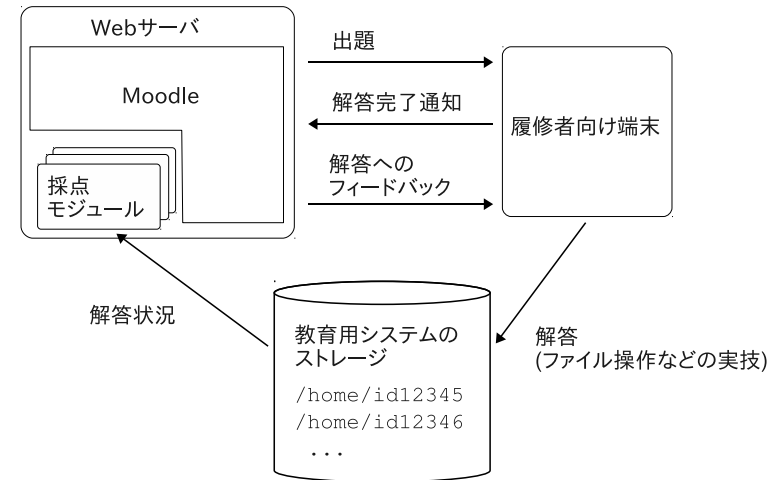


図 3 履修者のホームディレクトリは教育用システムのストレージ上に置かれ、履修者の使用する端末、および Moodle の動作している Web サーバの双方からアクセスできる。
Fig. 3 Home directories of the students reside in a storage device in our educational computer center. Students can access them via client PCs, while Moodle can access them via the Web server of its own.

例えば個々の履修者に対してこのスクリプトを実行し、ある演習問題への全履修者の取り組み状況一覧を取得できる (図 4)。この機能により、個々の履修者へのよりきめ細かな対応が可能となる。

4. 教育効果の評価

我々の導入した学習支援システムがどのような教育効果をあげているのかについて、定量的な評価を行うことは、導入後 2 年に満たない現時点では困難だが、ここでは 2010 年度前期と 2011 年度前期に開講された「コンピュータリテラシー」の期末試験結果を用いて、予備的な比較評価を行ってみる。

2010 年度と 2011 年度で完全に同一の問題を用いた期末試験を実施できれば理想的だが、実際にはそうっていない。試験方式をペーパーテストからオンラインに切り替えたことなどにより、共通の出題は数問にとどまった。これら共通の出題のうち 6 問について、全受検者 (両年度とも約 800 名) をサンプルとする統計量 (平均点と標準偏差) を比較したとこ

設問

履修者ID

s02 自習課題実施状況							
C01 class							
STID	確数	L02	ex02-s1	ex02-s2	../Glib/ex02-s3	../Glib/ex02-s4	../Glib/ex02-s5
6710104	0/6	not exist	not exist	not exist	not exist	not exist	not exist
6710107	0/6	not exist	not exist	not exist	not exist	not exist	not exist
6810071	3/6	Exist	Exist	Exist	not exist	not exist	not exist
6810123	5/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	not exist
6810128	3/6	Exist	Exist	Exist	not exist	not exist	not exist
6814025	3/6	Exist	Exist	Exist	not exist	not exist	not exist
...
7013100	1/6	Exist	not exist	not exist	not exist	not exist	not exist
7013112	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
7013124	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
7013138	0/6	not readable	not readable	not readable	not exist	not exist	not exist
7013148	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
7013160	2/6	Exist	Exist	not exist	not exist	not exist	not exist
7013178	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
7013184	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
7024061	6/6	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist	Exist
集計	4.99/6	95.65%	89.86%	88.41%	75.36%	75.36%	73.91%

図 4 演習の実施状況一覧

Fig. 4 A list to show quiz status for each students.

表 2 2010 年度と 2011 年度の期末試験成績比較

Table 2 Comparison of remarks in end-of-term exam 2010 and 2011.

問題	2010 年度		2011 年度	
	平均点	標準偏差	平均点	標準偏差
Q1	0.55	0.39	0.75	0.30
Q2	0.52	0.50	0.94	0.22
Q3	0.47	0.50	0.89	0.30
Q4	0.27	0.45	0.75	0.44
Q5	0.58	0.49	0.86	0.26
Q6	0.54	0.50	0.92	0.26

る、表 2 の結果を得た (各 1.0 点満点)。両年度の平均点にはいずれの問題についても有意な差がみられ (信頼区間 3σ)、我々が約 2 年の間に行ってきた学習支援システムの運用が効果をあげつつあるように見える。

5. まとめと今後

電気通信大学の情報分野の基礎教育に導入した学習支援システムについて報告を行った。

学習支援システムは Moodle をベースとし、授業時間外学習の支援と個々の履修者の授業理解状況把握に重点を置くものである。2010 年度に導入し、機能拡張やカスタマイズを行いつつ運用中である。

次年度以降は

- 本年度までに蓄積した授業実績データの、次年度以降の教育への反映。特に項目反応理論⁴⁾⁵⁾ (Item Response Theory; IRT) に基づく、より効率的なテストシステムの構築。
- 採点自動化機能のさらなる改良 (例えば、典型的な問題については PHP スクリプトをあらかじめ用意しておき、PHP の知識がなくとも問題を作成できるようにする等)。
- 情報基礎教育以外の分野への利用拡大。

などを検討している。

謝辞 本研究は文部科学省 大学教育 GP 「チーム教育で育てる学力」の支援を受けて行われた。

参 考 文 献

- 1) Moodle.org: open-source community-based tools for learning available from (<http://moodle.org/>) (accessed 2011-09-05).
- 2) 大学設置基準 available from (<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S31/S31F03501000028.html>) (accessed 2011-09-12).
- 3) 井上博樹, 奥村晴彦, 中田平 : Moodle 入門 オープンソースで構築する e ラーニングシステム, 第 7 章, 海文堂 (2006).
- 4) 高橋正視 : 項目反応理論入門 新しい絶対評価, イデア出版局 (2002).
- 5) 豊田秀樹 : 項目反応理論 テストと測定の科学朝倉書店 (2002).