

eラーニングシステム Moodle

—東邦大学における活用事例—

中原 敬広, 金子 真隆, 野田 健夫, 山方 竜二, 安富 真一

本稿では、eラーニング用のシステムである Moodle について紹介する。Moodle は授業で行われる資料配布や小テスト、レポートなどの学習活動をオンラインで実施し、それらの成績などを一元的に管理することのできる学習管理システムである。Moodle は誰もが無料で自由に利用することのできるオープンソースソフトウェアである。他のオープンソース学習管理システムと比較してもコミュニティの規模は大きく、日々新しい機能の開発やセキュリティ対応などが行われている。今回は東邦大学での実際の利用事例をあわせて紹介する。

キーワード：eラーニング、学習管理システム、Moodle、オープンソースソフトウェア

1. はじめに

近年の情報インフラの発展を機に、インターネットやコンピュータを教育に利用する eラーニングの有用性が認識され、そのコンテンツの作成・利用・管理および利用者アカウント管理などの機能を有するオンライン学習管理システム (Learning Management System 以降 LMS) が多くの教育機関で導入されている。

LMS には無料で利用することのできるオープンソースライセンスのものと商用ライセンスのものが存在する。オープンソースの代表的な LMS としては今回紹介する Moodle の他にも Sakai, Canvas LMS などがある。商用ライセンスの代表的なものとしては、北米で広く導入されている Blackboard や、日本で開発された WebClass, manaba などがあげられる。最近では Google Classroom のような完全クラウド型の LMS も登場してきている。ほとんどのオープンソース LMS にはそれぞれのコミュニティが存在し、フォーラムによる質問や情報交換などが行われている。このコミュニティの優劣がオープンソースソフトウェアを選ぶ際

の一つの基準となりうる。

LMS を授業に導入する利点としては、資料配布などの教材の提供・取得が簡便かつ持続的に可能となることと、学習者がオンラインであればいつでもどこでもオンラインテストやレポートなどの学習活動を実施できること、採点の自動化、成績管理の一元化などがあげられる。

2. Moodle

2.1 概要

Moodle は 2001 年に Martin Dougiamas によってリリースされた GNU GPL (General Public License) のオープンソース LMS である。Moodle の配布兼コミュニティサイト moodle.org には 234 か国、約 109,000 件の Moodle サイトが登録されている (図 1) [1]。サイト登録は必須ではないため実際にはさらに多くの Moodle サイトが存在する。日本でも大学を中心に 4 割近いシェアを誇り、最も利用されている LMS である [2]。また Moodle のコミュニティは他のオープンソース LMS と比較しても大きく、世界中の開発者によって日々セキュリティ対応や新機能の開発が行われ、フォーラムでは機能への質問回答や利用方法のディスカッションなどが活発に行われている。

Moodle はシステム管理者が、Linux, Mac OS X, Windows システム上に構築することで利用可能となる。一般的な教員や学生は Moodle 管理者からアカウントを発行され、PC やタブレット、スマートフォンの Web ブラウザなどがあればすぐに利用できる。また、スマートフォン向けのアプリ Moodle.app も開発され無償で提供されている。Moodle.app も Moodle 本体と同様オープンソースとなっており、自由に改変する

なかはら たかひろ

(同) 三玄舎

〒 066-0054 北海道千歳市柏陽 2 丁目 6-3

nakahara@3strings.co.jp

かねこ まさたか

東邦大学薬学部

〒 274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1

masataka.kaneko@phar.toho-u.ac.jp

のだ たけお, やまがた りゅうじ, やすとみ しんいち

東邦大学理学部

〒 274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1

noda@c.sci.toho-u.ac.jp

yamagata@c.sci.toho-u.ac.jp

shinichi.yasutomi@sci.toho-u.ac.jp

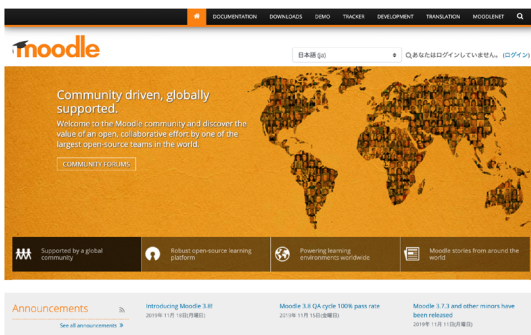


図1 Moodle コミュニティサイト



図2 Moodle の一般的なサイトトップ画面

ことができるため、たとえば大学独自のアプリとして改変し、配布することが可能である。

Moodle では「コース」と呼ばれる学習スペースごとに学習活動を行う（図2）。教員はそれぞれの授業一つにつき一つのコースを利用するのが一般的である。教員はコースに PDF ファイルやスライドなどの資料を配置したり、小テストやレポートなどを準備する。学習者はそれぞれのアカウントが登録されたコースで学習活動を行う。学習者の小テスト、レポートなどの採点結果はコースごとの成績として管理される。また、すべてのユーザの利用ログも取得・保存され管理される。

2.2 学習コンテンツ

Moodle に用意されている教育コンテンツ機能は大きく「リソース」と「活動」の二つに分けられる。「リソース」は PDF や HTML ページなど静的に学習者

へ教材を提供するものである。対して「活動」はオンラインテストや課題の提出など Moodle 上で学習者が動的に学習を行い、採点などの成績評価が実施されるものである。

「活動」の中でも特によく利用されているものとして「小テスト」と「課題」があげられる。「小テスト」はオンラインテストを行うためのモジュールで、多肢選択問題や記述問題、穴埋め問題など多様な形式の問題タイプを利用することができる。これらの問題タイプも後述するプラグイン化されており、サードパーティ製の問題タイプを追加することが可能である。サードパーティ製の問題タイプには、並べ替え問題、数式処理システムを使って数式解答を評価ができる問題や、プログラムコードを解答する問題などが moodle.org に公開されており、無償で利用することができる。「小テスト」は学習者の解答に応じた柔軟なフィードバック機能を有している。「課題」は学習者が設問に応じた成果物をファイルアップロード等で提出し、それを教員が評価・コメントするものであり、レポート提出などによく利用されている。他にも基本の活動モジュールとしてフォーラムやチャット、Wiki、オンラインアンケート、協調学習用のモジュールなども用意されている。

いずれの学習コンテンツも、利用期間の設定や、学習者グループごとの設定、学習の流れを制御するシーケンシング機能などが用意されている。それぞれの成績評価についても柔軟に設定することが可能であり、コンピテンシーやルーブリックといった評価基準も利用可能である。

2.3 拡張性

Moodle はそのほとんどの機能がプラグイン化されている。上述のリソースや活動だけでなく、アカウント認証やログイン、管理ツール、サイト全体の見た目を変更することができるテーマなどもプラグイン化されている。基本機能では十分でない場合も、コミュニティサイトや Github で世界中の Moodle デベロッパーが開発したサードパーティ製プラグインが公開されており、これらを Moodle に追加インストールすることでより望んだ形での学習活動の実施が可能となる。機能がプラグイン化されていることにより、Moodle のコアのプログラムを改変することなく機能拡張することが可能である。このことは定期的にリリースされるセキュリティアップデートの実施やシステム保全の面から非常に有用である。

また、Moodle は GPL ライセンスであるため自由に

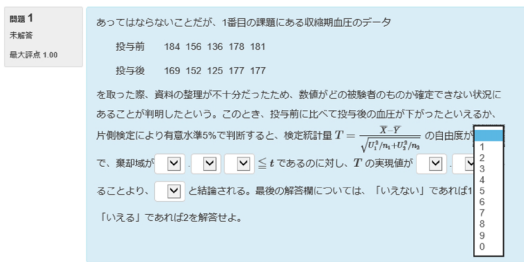


図3 統計学における小テスト課題の事例

改変しての利用が許可されており、運用に即した形にプログラムを修正して利用することも可能である。ほとんどの機能はプラグイン化されているためカスタマイズが必要となることは少ないが、成績表などに表示される学習者のリストにおいて学籍番号を先頭に表示するといった軽微なカスタマイズを適用して運用している例もみられる。

3. 東邦大学薬学部における事例

東邦大学薬学部では、座学の授業の多くが学年単位(250人程度)で行われており、筆者が担当する数学や統計学の授業も100人単位で行われることが少ない。このため、講義中の課題への解答をマークシートなどの紙ベースで行うことは、学生・教員の双方にとって非常に負担の大きいものとなる。学生が課題などを提出する場合にPCやスマートフォンなどを用いてWebベースで行えるのに加えて、数値的な課題であれば採点やその集計が自動的に行える点でLMSは非常に有用である。実際、筆者の統計学の講義でも、「ミッシングワードの選択」というスタイルの小テスト機能を用いて毎回課題をMoodle上に用意し、問題文中の空欄にあてはまる数値をプルダウンメニューから選んで解答させている。図3は、課題の入力画面のスクリーンショットである。

小テストの機能には、学生が解答を送信するタイミングを設定できるオプションが装備されている。完全に信頼するのは難しいが、講義中の限られた時間帯に解答を入力するように学生に指示することで、採点結果の集計と同時に、各学生の出欠状況の確認を行うこともできる。

Moodle導入前に、同様の課題をマークシートを用いて行っていた際と比べると、課題を回収する際に要していた時間や、返却する際に学生が自身のシートを探さなくてはならない手間が省ける点で、大幅な省力化がはかれているが、その一方で、課題を紙媒体で配布しておくことの必要性にも注意しておくべきである。

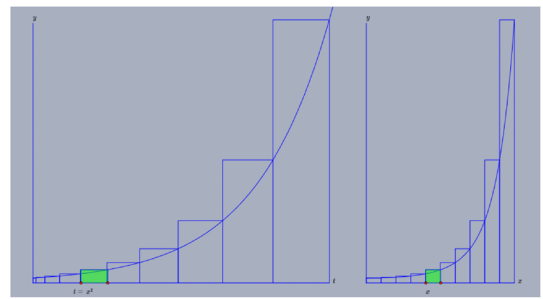


図4 CindyJSによる動的コンテンツの事例

実際、学生から授業評価アンケートなどを通して指摘されたことであるが、課題の提示をWeb上のみで行った場合、学生自身が解答を得るに至ったプロセスの情報を残しづらく、復習したりする際に支障が出かねない。このため、現在でも紙媒体による課題の配布は継続して行っており、提出のみWeb上で行わせる形をとっている。

以下では、Moodleの使い方としてあまり一般的ではないと考えられる事例について紹介する。

3.1 CindyJSによる動的コンテンツ

著者(中原)は、Webブラウザ上で数理的なモデルを動的に操作できるシステムとして知られるCindyJSから生成されたコンテンツを配置し、とかく教員による一方的な提示になりがちな数理的シミュレーションなどを、学生自身が実際に行えるシステムをMoodleに実装している[3]。図4は、微分積分学の講義の中で、置換積分の計算メカニズムについて学生自身がモデルを動かしながら観察できるように準備されたコンテンツの画像である。

これまでも、iPadにこうしたコンテンツを入れて、オフラインの条件下で講義中に学生に操作させることを繰り返してきたが、復習したい時にスマートフォンなどで自由に動かせる環境を作れたことは、数理系の科目の学習に対して新たな局面を開きうるものだと考えている。

3.2 操作ログの取得と解析

近年の教育工学の研究では、特にICTを用いた教育方法の効果検証に当たり、学習者がソフトウェアを操作した際のログデータを解析することが必要であるとの認識が強まっている(たとえば文献[4])。このため著者(中原)は、Moodleに配置されたCindyJSのコンテンツを学習者が操作した際、操作のプロセスログを取得してタイムスタンプを付し、csv形式で出力させるためのプラグインを開発した[3]。図5は、微分積分学の講義の中で、関数の多項式近似に関するコン

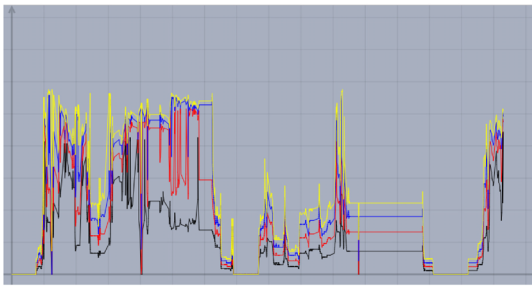


図5 操作ログデータをもとにした可視化の事例

テントを学生に操作させた際、操作ログデータから取り出したある特徴量の時間推移を可視化したものである。このような可視化が可能になると、たとえばこのケースのように、操作プロセスの途中で教員が介入した際、その狙いの通りに操作傾向の変化が発生しているか、といった観点からの客観的な検証が可能になるものと期待される。

4. 東邦大学理学部における事例

東邦大学理学部における Moodle の利用はまだ始まったばかりであるが、多くは通常の授業と協調した、いわゆるブレンド型学習として活用されている。また e ラーニングとして活用されている例もある。以下にその実際の事例を紹介するが、多くのケースでその教育的効果を担当者は実感している。最後に Moodle の特徴でもある学習者の履歴の活用事例を示したい。これらは比較的高度な活用例であるが授業中での利用についても学習者の状況を簡単に把握できる諸機能を持っていることは強調しておきたい。

4.1 講義における Moodle の活用例 1

ここでは東邦大学理学部で Moodle を積極的に活用している講義の例として、佐々木要准教授による有機化学 IV を取り上げる。この講義では、学生が事前に動画教材とプリントを用いて学習内容を予習しておき、講義時間は主題に関する問題演習により理解を深めるという反転授業の形式を取り入れている。

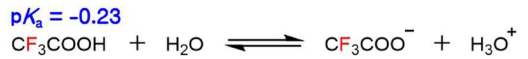
各回の授業は次のように行われる。まず、前回講義時に空欄のあるレジユメが紙で配布され、学生は講義出席までに Moodle にアップロードされた 10~20 分程度の動画を視聴してレジユメの空欄を埋めることが要求される。動画はパワーポイントで作成したスライドに音声合成ソフトによる音声を添えたもので当該回の要点が解説されており (図 6)、レジユメはスライドに対応しているので動画を視聴しながら空欄を埋めることは難しい。当日の講義時間は授業はせずに問

2.2 カルボン酸の特性

実質変化しない
ので定数扱い



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \text{p}K_a = -\log K_a$$



負電荷の非局在化
= 結構強い有機酸
実用的には“低沸点 (72.4 °C)”



図6 予習動画のスクリーンショット

題演習を行う。プリントが配布され学生は予習した内容に関する問題に取り組み、教員は巡回して適宜学生の質問に答え、理解が至らないと思われる点を取り上げて解説する。演習問題の解答例は授業終了時から一週間 Moodle 上に PDF ファイルで公開され、学生の復習に役立てられる。

この講義は予習の負荷がかかるものの演習量が多くて理解が深まるということで学生たちから好意的に受け入れられ、理学部で行っている授業評価アンケートの得点も高い。自由記述のコメントの中には「今まで予習してこなかった人生だったので、この授業を受けて、予習の大切さがすごく分かりました。」というものがあつた。大学生としては少々心許ない発言かもしれないが、反転授業を通じて学習意識の変化が見られた証左であるともいえる。

反転授業が成立するには学生の予習が鍵となるため、Moodle コースの資料へのアクセスが習慣化するようにさまざまな工夫がされている。たとえば、動画教材の音声聞いてると次回講義の冒頭にクイズとして出題される箇所が示唆されているので、そのことに気付いた学生は次から注意深く動画を視聴するようになり、実際にクイズの正答率も次第に上がっている。演習問題の解答例の公開期間は講義終了直後から次回講義の直前までに限定されており学生たちは毎週定期的に資料にアクセスするようになる。教員としても資料を掲載すれば多くの学生がアクセスすることが分かるので、時間の都合で講義で触れられなかった追加資料を Moodle で情報提供することができる。その他、中間試験や定期試験前にはフォーラムを設置して学生と教員が質疑応答できる場を提供している。また、学期内の早い時期の講義時間中にフィードバック機能を使ってアンケー

トを行い予習動画の使用状況を調査している。このように、Moodle というプラットフォームに講義に関する情報が集約し、講義時間の枠を超えた学習活動が展開しているといえよう。

4.2 講義における Moodle の活用例 2

Moodle は自宅など、授業時間以外の利用だけではなく授業中での利用についても対応できる諸機能を持っている。「フィードバック」モジュールではアンケートを取ることができる。筆者の一人の授業ではその場で各学生が自身のスマホから登録することで出欠を確認したり、簡単な問題を解いてもらったり、要望・意見などを聞くツールとして利用している。教員はほぼリアルタイムで学生の解答状況を把握でき、その結果を受けてまさしくその場で名前の通りのフィードバックを学生に返すことが可能になっている。すなわちクラスの理解の傾向などに対して内容・教材提示の順序や強調点を調整していくことができる。以下はある授業における実際の意見の例である。

- ・ Moodle で解く問題の解説もしてほしい。
- ・ 教室が小さいのもっと大きなところにして下さい。
- ・ スライドが薄く見えるのは、黒板近くの照明を消せば良いかと思います。
- ・ 部屋が小さい。

4.3 講義における Moodle の活用例 3

数学の基本的な公式に習熟するには、その公式を用いた問題を繰り返し解かねばならない。しかし、完全に同一の問題を解き直すだけでは解答の丸暗記に陥りがちで、解法の理解に至ることは難しい。ある程度多様な問題に触れることが必要である。サードパーティ製の問題タイプである STACK の機能を用いれば、パラメータをランダム化した数式問題(ランダム問題)を自動的に生成することができ、出題者は類似の問題・解答を複数作成する手間を大幅に省くことができる。

図 7, 8 は STACK で同一のソースから生成した合成関数の微分の問題である。関数 $f(x)$ は $\sin^{-1}\sqrt{ax+b}$, $\cos^{-1}\sqrt{ax+b}$, $\tan^{-1}\sqrt{ax+b}$ からランダムに選ばれ、係数 a, b もランダムな値となっている。解答の選択肢も $f(x)$ にあわせて変化する。

この問題は 2019 年度の微分積分学の授業で実施した小テスト(1回14問)中の1問である。学生には全問正解を目指して繰り返し問題を解くよう指示し、その結果学生40人が6日間で一人あたり平均3.0回、最大13回小テストを受験した。2回以上受験した学生31人について初回と最終回を比較してみると、各回

図 7 合成関数の微分 1

図 8 合成関数の微分 2

	L	C	R
U	(9, 3)	(7, 4)	(1, 2)
D	(11, 7)	(5, 8)	(3, 9)

図 9 ゲーム理論 1

	L	C	R
U	(3, 0)	(0, -8)	(4, -4)
D	(2, 16)	(1, 20)	(5, 12)

図 10 ゲーム理論 2

で問題の見かけは大きく変化するにもかかわらず、このランダム問題の正答率は 55% から 96% に上昇していた。

本学部ではその他のさまざまな場面でもランダム問題を活用している。図 9, 10 はゲーム理論の練習問題であり、戦略系ゲームの利得をランダム化したものとなっている。

4.4 入学前教育での使用例

理学部における Moodle の活用例として、数学の入学前教育を紹介しよう。東邦大学理学部では推薦入試や AO 入試などで合格した早期入学内定者を対象にして入学前教育を実施している。理学部生はほぼ全員が入学後に数理系科目を履修するが、入学前の数学力の個人差が大きいため、事前に前提知識を示してスムーズに大学での授業に接続するのが目的である。対象となる学生はまだ高校に通っているため、e ラーニング教材による学習が適している。以前は問題作成とシステム運用をすべて業者に委託していたが、Moodle の導入を機に教材とテストを数学担当教員で自作し、本学の実態により即した教材を提供することにした。

数学における入学前教育の内容と実施形態を説明しよう。12月中旬に早期入学内定者のスクーリングを行

「微分係数と導関数」に関する体験コンテンツ

- ・ グラフ上の2点を通る直線（割線）の傾限が接線になります。
- ・ x 軸上の赤い点を操作し、 $x = a$ に近づけてみましょう。

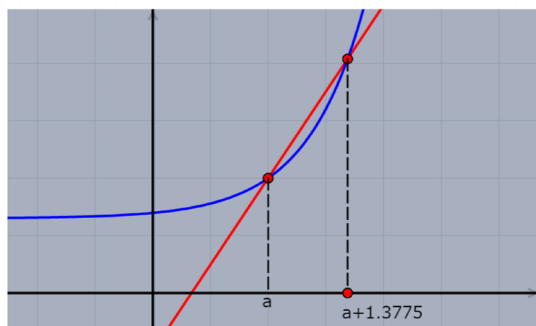


図 11 体験コンテンツの例

う際に冊子「大学数学への架け橋（基礎編）」と Moodle アカウント通知書を学生に配布し、システムの説明を行う。冊子は“数と式”，“2 次の関数・方程式”など九つの章からなり、要点のまとめと例題解説に加え、各章末に「確認問題」と名付けられた問題集がある。Moodle 上には冊子に対応して「大学数学への架け橋 WEB」と名付けられたコースが開設され、章ごとに分かれたトピックに次のようなコンテンツが掲載されている：

1. 冊子本文の PDF ファイル
2. Moodle コース独自の小テスト（以下「小テスト」）
3. 冊子の確認問題に対応する小テスト（以下「確認問題テスト」）
4. 体験コンテンツ（一部のトピックのみ）

ここで2の小テストは基礎知識の確認と反復練習を目的とした比較的平易なものであるのに対し、3の確認問題テストはある程度紙の上で計算したうえで解答を入力するレベルの問題も含まれる。4の体験コンテンツは図 11 のような CindyJS による動的幾何を用いて概念の直観的理解を助けるためのものである。

全学生に「宿題」として要求されるのは、章末の確認問題を解き、Moodle コースの確認問題テストで解答を入力し、採点結果をみて復習することである。数学に自信のある者は初めから確認問題に取り組みばよいし、公式の運用に自信のない者は任意で小テストで練習すればよい。基礎知識が不足していると自覚するものはさらに冊子の要点と例題をよく読むべきであろう。Moodle で学生のアクセス状況を調べると、確認問題テストに取り組んでいる学生は全体の9割を超えるが、一方で小テストに自主的に挑んだ学生は3割程度にとどまる。もう少し小テストに取り組んで欲しいと



図 12 バッジの例

表 1 アンケート結果

選択肢	回答数	割合
とても役に立った	43	51.19%
やや役に立った	36	42.86%
あまり役に立たなかった	5	5.95%
全く役に立たなかった	0	0.00%

も思うが、数学以外の課題もあり高校での学習もあるだろうから、大学側から要求を増やすことはしていない。ただし、頑張って取り組んだ学生が達成感を得られるよう、各章の小テストにすべて合格するとバッジが与えられるよう設定した。バッジを獲得するとホームページに図 12 のような画像が表示され、単純ではあるが多少の励みにはなるであろう。

この他に、フォーラムを設置して学生の質問に答える場を提供したり、フィードバック機能を使ってアンケート調査も行っている。たとえば表 1 は「総合的に考えて、この教材『大学数学への架け橋』は入学前の数学の復習の役に立ちましたか。」という質問に対する答えの集計である。Moodle を導入することにより学生の解答状況やアクセス状況が正確に把握できるようになり、今後の教材改善に活かしてより細やかな入学前教育を行えるようになったことを実感している。

4.5 アクセスログの利用

Moodle コースでは教師が容易に詳細な学生のアクセスログを取得することができる。ここでは、筆者の一人（野田）が数学の講義で出題した Moodle の小テストのアクセス記録の分析の一例を紹介しよう。

ここで取り上げる小テストは三角関数の値や公式を確認する択一式の問題 15 題からなるもので、受験可能期間は 5 月 8 日の正午から 5 月 16 日の午前 9 時までとしてある。期間中は何度でも受験することができ、最高得点が記録として残るように設定した。学生には学期を通じて複数回小テストを行い、合計点を評点の一部にすることを予告してある。記録を確認すると 48 名の受講生に対し延べ 103 件の受験が残っており、複数回受験している学生がいることが分かる。ロ

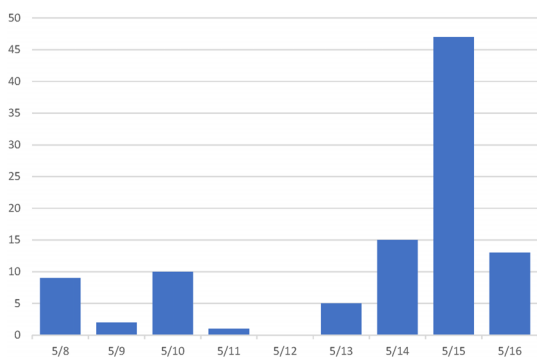


図 13 小テスト解答送信日の分布

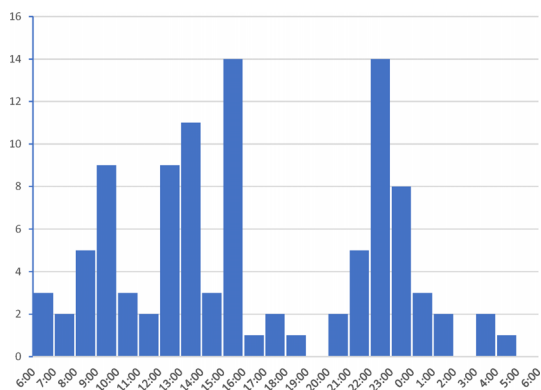


図 14 小テスト解答送信時刻の分布

グ機能を使うと、アクセス日時・ユーザ名・イベント名（閲覧や送信など）・IP アドレスの一覧が表示され、CSV 形式で一括ダウンロードすることも可能である。また、東邦大学 Moodle では IP アドレスに加えてデバイス情報も表示するよう設定してある。

CSV ファイルをもとにアクセス日の分布をまとめたものが図 13 である。容易に予想されることではあるが、これを見ると受験日が課題提示日と締め切り前に集中していることが確認できる。このレベルの問題では回答期間を長く確保する意味はあまりなく、短い期間に少しずつ問題を解かせる方がよさそうである。次にアクセス時間帯の分布をまとめたものが図 14 である。この分布から、学生の小テストへのアクセスが早朝や日中にも意外と多いことが分かった。通学中や講義の空き時間を利用して小テストを受験していることが想像される。最後に、アクセスしている端末の種類をまとめたものが表 2 にある。これも予想されることだが、スマートフォンからアクセスする学生が圧倒的に多い。同様のアクセス傾向を期待するなら、スマー

表 2 端末の種類

端末の種類	割合
iPhone	73.97%
Android	15.07%
Windows	5.48%
Macintosh	5.48%

トフォンの画面を前提とした見やすさや入力のしやすさに配慮すべきかもしれない。

以上は分析と呼ぶにはあまりに単純なものであるが、こうしたデータを集めるだけでも講義時間外の学生の学習の様子が浮き彫りになっていだろう。講義中の学生の様子に加えて Moodle コースへのアクセス状況を定期的に調べることにより、学生への課題の難易度や分量を調節していけば、効率的な教育が実現することが期待される。

5. まとめ

他の LMS と比較した場合の Moodle の利点は「大規模コミュニティの存在」「拡張性の高さ」であると考えられる。今回紹介した事例のうち STACK はコミュニティで無償配布されているサードパーティ製のプラグインであり、コミュニティの存在と拡張性の高さの有用性を示す好例である。

また Moodle だけではなく多くの LMS でモバイル端末への対応が進んでおり、いつでもどこでも即時性の高い学習活動の提供が可能となってきた。

LMS を導入することで、学習者への利便性の高い学習環境の提供、成績や学習活動履歴などの一元管理が可能となる。今後さらに学習者の多様化や学習活動履歴を使った AI の導入などが進んでいくことを想定すると LMS は教育機関にとってなくてはならないものになりつつあると言えるのではないだろうか。

参考文献

- [1] Moodle, <https://moodle.org> (2019 年 11 月 1 日閲覧)
- [2] 稲葉利江子, “高等教育機関等における ICT 利活用の実態—2017 年度 AXIES 調査を基に一,” 情報処理, **60**, pp. 428–431, 2019.
- [3] 金子真隆, 中原敬広, 野田健夫, “CindyJS によるコンテンツの web 上での操作ログの解析,” 京都大学数理解析研究所講義録 2142 より出版予定.
- [4] A. C. K. Cheung and R. E. Slavin, “The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis,” *Educational Research Review*, **9**, pp. 88–113, 2013