

厚生労働科学研究費補助金（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）

総括 研究報告書

卒前・卒後のコンピテンシー獲得に至る多様なプロセスを支援する多面的な評価情報が集約化されたダイナミックシラバスの開発とその効果検証に関する研究

研究代表者 岡崎仁昭 自治医科大学 医学教育センター 教授

研究要旨 本研究では学生の総括的評価に加え、知識・技能・態度に関する形成的評価を行い、医師としてのコンピテンシー達成を自己および他者評価する支援システム（ダイナミックシラバス）の開発と運用を実施した。2018 年度はシステムの導入を行い、2019 年度はシステムの運用・改善と合わせ、学習者用・教育者用の教材作成を通じた利用拡大の支援検討、門田班との連携による教材の実装・試験運用等を行った。2020 年度は研究の最終年度として、システムを用いた教育の実証評価を行った。本研究によって設計された学習支援の仕組みを通じて、学習履歴の一元管理、卒前卒後のシームレス化などが支援可能と考えられる。また、新型コロナウイルス等の影響にともない、2020 年度は全国的にオンライン授業を主体とする教育が必須となったが、平時の教育体制が運営できない場合であっても、遠隔教育を主体として学習・教育を継続可能とする示唆が得られた。

研究分担者

- 佐田尚宏 自治医科大学 消化器一般移植外科学 教授
- 川平洋 自治医科大学 メディカルシミュレーションセンター 教授
- 山本真一 自治医科大学 卒後臨床研修センター 准教授
- 松山泰 自治医科大学 医学教育センター 准教授
- 浅田義和 自治医科大学 情報センター 講師

A. 研究目的

医学教育においては、日本医師会および全国医学部長病院長会議による「卒前卒後のシームレスな医学教育を実現するための提言」、医学教育モデル・コア・カリキュラムの改定などにより、卒前・卒後で提示されるコンピテンシーが統一化された。知識・技能・態度の3要素に関する能力育成はシームレス性が必要である。一方で、こうしたコンピテンシーを基盤とした学習についての支援方策は不十分である。

本研究ではダイナミックシラバスとして、学生の総括的評価に加え、知識・技能・態度に関する形成的評価を行い、医師としてのコンピテンシー達成を自己および他者評価する支援システムの開発とその評

価を行う。卒前に加えて卒後も同一のシステムで学習履歴を管理できるようにし、卒前・卒後の連携をはかる。すなわち、各学年での到達度評価（卒前）、臨床研修の到達目標や専門医取得に向けたポートフォリオ（卒後）も視野に入れる。

2018年度においては、学内 Moodle を基盤としたシステム構築およびトライアル運用と評価を目的とした。この結果として、学習対象者に対する教材の発信や学習履歴の管理、フィードバック、さらにはカリキュラム評価なども視野に入れた学部全体としてシステムを利用するにあたっての Moodle の機能拡張およびトライアルとしての運用が実施された。

2019年度ではシステムの運用開始と合わせ、利用者からのフィードバックを元にした改善点に関する改修を進めた。また、門田班との連携の元、卒前・卒後をシームレスに接続していくための学習環境として、特に臨床での学びを支援するための教材開発および Moodle への導入検証を実施した。さらに、研究成果の中間報告と合わせ、特に Moodle を利用した学習・教育支援の事例に関する情報収集を行い、本研究の位置づけと教育現場におけるニーズの整理を行った。合わせて、2018年度より委託開発を継続してきた教材やプラグインに関して、クリエイティブ・コモンズライセンスの元で公開し、自由な利用が可能となるよう準備を整えた。

2020年度では、システム全体の検証として、学生教育での利用や得られるログデータ等を用いた教育支援の可能性についての解析にも着手した。特に新型コロナウイルス感染症の影響にともない、オンライン

教育の利用が格段に増加したことを受けた知見の整理を行った。

以下、各年度の研究を整理し、本研究全体の総括報告を行う。

B. 研究方法

本研究は2018年度から2020年度までの3カ年で計画した。まず、研究デザインおよび研究体制を記載する。

【研究デザインおよび研究対象者】

研究対象者は自治医科大学に在籍中の学生および卒業生である。本研究では学習者の形成的・総括的評価の情報を用いて学修到達度を評価するため、自由記述アンケート等を用いる質的研究ではなく、数値データを用いる量的研究として取り扱う。

【研究計画を遂行するための研究体制】

研究代表者である岡崎は基礎・臨床を両輪とした医学教育改革によるグローバルな医師養成推進委員としての活動実績があり、本学における卒前教育の責任者である。

研究分担者である佐田は本学附属病院長として医学生へのBSLから初期、後期研修プログラムの統括責任者である。

研究分担者である川平はシミュレーションセンターの責任者、シミュレーション教育のスペシャリストであり、適切なシミュレータの選定と評価法の策定と検証を行う。

研究分担者である山本は卒後教育部門の

責任者として卒業教育の策定と検証を行い、卒業臨床教育を統括する。

研究分担者である松山は医学教育を専門としており、特に学習者の自己調整学習という観点からの評価・検証を行う。

研究分担者である浅田は情報センターIR部門の所属であり、Moodleの管理運営、大規模データに対するR等を用いた解析に精通している。また、同情報センター所属である統計の専門家との連絡・相談を密に行うことも可能である。

研究代表者・研究分担者の所属する自治医科大学は、その特性上、卒業後は出身都道府県に戻って地域医療に従事する義務を負っている。学内の地域医療推進課、および卒業生・在学生の縦のつながりである県人会を通じて全国の都道府県における卒業生とのネットワークを通じた学習履歴管理・学修成果の調査が可能となる。

(倫理面への配慮)

本研究は医学研究、特に医学教育研究としての側面を持つ。そのため、倫理指針としては人を対象とする医学系研究に関する倫理指針が該当するが、指針にうたわれている「医学系研究」という側面は少ない。

本研究における主たる実施項目は、学習者・指導者の日常の学習・教育活動を支援するためのシステム構築である。基盤として用いるMoodleは日常の学習においても利用されるシステムであり、特に教育目的においてはそのデータを活用して支援することは当然である。一方、研究として実施する場合においては目的外となり得る。利

用者、特に学習者については、各自の学習活動にまつわるデータを収集・解析することになるため、運用に際しては同意が必要となることも考えられる。なお、研究分担者である浅田は、Moodleを用いた匿名での学習分析に関して、学内の倫理審査委員会より審査不要の認定を受けた経緯はある。このため、特に本研究においては学習者個人の実名に紐づくデータとして学習分析を行う際において、検討が必要であると考えられる。

これらの背景を踏まえ、「総合的な学習成果判定のためのマルチメディア対応試験対策を念頭に置いた、Moodle・totara上での医学教育コンテンツに関するユーザビリティと学習効果に関する調査研究」と題して学内における倫理審査委員会に諮った。この結果、倫理審査は不要である研究としての判断を受けた(臨大19-162)。

C. 2018年度の研究成果

◆研究方法

2018年度はシステムの構築完成および部分的なトライアル運用を行った。以下に当該年度の詳細を記載する。

2018年度の研究計画は、ダイナミックシラバスとして学習者の学習履歴を集約管理し、学習者による自己評価・省察支援および教員・指導員による評価結果の閲覧・入力を支援するシステムの構築を目指した。本研究ではMoodleを基盤とし、卒業生など学外の学習者に対しても教材の発信や学習履歴の管理、フィードバックを行う

ことを検討した。

Moodleをはじめとしたオープンソースのシステムを用いることで、利用や改修が比較的容易であり、設置するサーバの運用や保守管理が可能であればどのような施設にも応用可能とした。

本学の卒業生は一定期間、全国47都道府県の地域医療に従事する義務を負い、自己学習の遠隔支援により卒前・卒後を連携し、一人前の医師となるまでのサポートを行うための準備体制を整えた。具体的には、以下の開発を行った。

【開発1：Moodleベースの入力・閲覧操作を可能とするシステム開発】

Moodleベースの評価システムを開発した。利用者はPCあるいはモバイル端末から入力・閲覧を行えるようにした。学習成果はCBTなど座学学習の情報だけでなく、シミュレータ等を用いた技能履修についても情報を集積することを可能とした。具体的には、各シミュレータにQRコード等を設け、学習者のもつスマートフォン等でデータを取得しMoodleに利用結果を流し込むなど、多様な学習情報を収集することを検討した。

【開発2：機械学習による臨床能力の客観的評価が可能なシステム開発】

機械学習による評価と臨床到達目標の客観的評価を行う準備を整えた。総括的な評価に加え、学習過程の評価情報も集積し、目標到達状況および総合的な臨床能力を客観的に評価するシステム開発を行った。収

集されたデータはR等で機械学習を行い、学習者の成長を予測し呈示するシステムとした。

【開発3：一括サーバ管理による学習成績と臨床研修データを統合するシステム開発】

様々な教育・学習関連のデータを管理するため、一括サーバ管理システムを構築した。本研究では、オープンソースで開発されているLearning Lockerなどを学習履歴管理に用い、Moodleとの連携をシームレス化することを検討した。一方、出欠情報や最終成績などは学務システムに別保存されることが一般的であり、Moodleとは別個に管理することを検討した。なお、各種サーバは学内LAN上に設置し、サーバ本体のセキュリティ管理を厳重に行えるように整備した。また、単位認定等に関わる総括的評価の数値は扱わず、形成的評価のデータを主として扱うことで、学務管理システムとの切り分けを行った。

これらの開発研究と並行し、Moodleの標準機能やプラグインを用いた環境整備を実施した。また、門田守人（日本医学会会長）氏による研究課題と連携し、合同会議を持つことなどを通じて、両研究課題の強みを活かした遂行を目指した。

◆研究結果

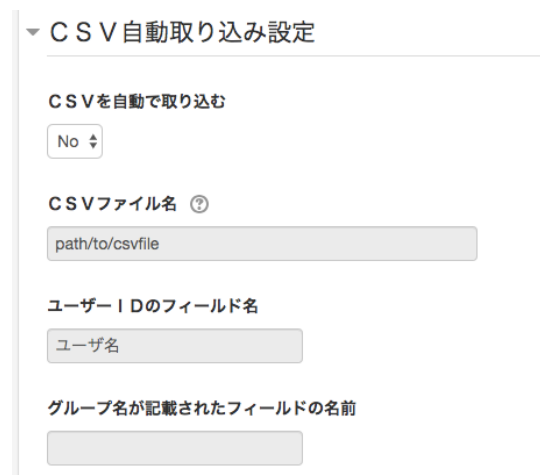
まず、研究方法にて記載した3つの開発に関して、それぞれの結果を記載する。

【開発1：Moodle ベースの入力・閲覧操作を可能とするシステム開発】

Moodle ベースの評価システムとして、Moodle 標準のデータベース活動モジュールを回収したプラグインの委託開発委託を行った。Moodle の標準機能の1つであるデータベースモジュールでは、一般的なデータベースソフトである Microsoft Access や FileMaker のように簡易的なデータベースを作成することが可能である。このデータベースには教員だけでなく学生も投稿することが可能であり、またそれぞれの投稿内容に対する相互コメントや採点を行うことも可能となっている。さらに、教員と学生とで閲覧可能な範囲を制限することも可能であるため、学習日誌やポートフォリオとして日々の学びを記録させるといった使用方法もできる。

一方、本機能はあくまで Moodle 内部の活動として存在するものであり、Moodle 以外のシステムを用いて実施した学習履歴を集約する際にはデータのインポートを行う必要がある。これは、例えば Virtual Reality を利用したシミュレータでの学習履歴や、Moodle を利用せずに行った小テストや課題等の結果を集約する場合などが該当する。しかし、この際、(1) インポートは手動でしか行うことができない (2) データをインポートした際、インポートされたユーザは「インポートを行ったユーザに紐づけられる」という2つの欠点があった。特に後者については、教員が一括で学生のデータをインポートすることができず、学習履歴を集約管理するには不向きであった。

そこで本機能を改善したプラグインとして、(1) 指定されたフォルダに存在する CSV ファイルについて、指定された日時に自動でインポートする機能 (2) データをインポートした際、username として記載されたユーザにデータが紐づけられる機能 という2つの機能を有したプラグインの委託開発を完了した。参考として、(1) および (2) に該当する設定項目のスクリーンショットを添付する (図1)。



▼ CSV自動取り込み設定

CSVを自動で取り込む
No

CSVファイル名 ⓘ
path/to/csvfile

ユーザーIDのフィールド名
ユーザ名

グループ名が記載されたフィールドの名前

図1 CSV取り込みの設定画面

【開発2：機械学習による臨床能力の客観的評価が可能なシステム開発】

機械学習による評価と臨床到達目標の客観的評価を行うためのシステム開発として、Rの活用を検討した。新規開発のプラグインとして、Moodleと別サーバに入れたRを連携させ、Moodle上に残る学習履歴情報を解析するための仕組みを整えた。また、解析した結果についてはR等を用いて動的なグラフとして表示させる仕組みを含むものとした。

本機能に関しては、Moodleの公式なプ

プラグインとして提供されている

「Configurable Reports」をベースとした開発を行った。「Configurable Reports」は指定した権限のユーザが SQL 言語を用いて Moodle のデータベースから直接データを収集することができる環境を提供している。このため、Moodle の基本機能だけでは困難である、多数のコースを横断した学習履歴の習得などを行うことに適している。なお、SQL 文を作成できるのは管理者権限を有するユーザであるため、学生ユーザが自由にデータを閲覧してしまうことはない。また、データを表示する際には実行したユーザの ID を変数としてもたせることも可能である。このため、学生が自己の成績情報を閲覧する際、全体における順位などを自動で計算して表示することも可能となる。一方、「Configurable Reports」では数値データを習得することが主たる機能となっており、得られたデータをグラフとして可視化する機能は非常に限定的である。また、統計的に解析を行うなど、学習分析をより詳細に行っていくための機能は有していない。

今回、開発を委託したプラグインでは、既存の「Configurable Reports」の拡張版として、(1) 別サーバで用意された R と連動し、R で解析を行った結果を Moodle 上に戻す、という機能を実装した。また、合わせて (2) Moodle 上では表敬式でのデータを表示させず、グラフのみを表示させる、というオプションの追加を行った。

(1) については、当初は R Shiny を用いた Web アプリケーションとしての開発を検討していた。しかし、Moodle と R サーバとの間でデータをやり取りするにあた

り、通信回数が増加してしまい、グラフ表示までの時間が超過してしまうという課題が見受けられた。このため、代替案として R plumber よる API を設計し、plot.ly パッケージを用いて動的グラフを表示するという方策を検討した。R shiny を使用する場合と比較し、前述の通信回数に関する改題が解決されるため、動作速度に関しては向上が見込まれた。一方、R Shiny を用いる場合と比較して、1 つの画面に複数のグラフを同時表示することが困難であることも課題として挙がっていた。だが、仮に R Shiny を利用していても動作速度の課題から複数グラフを同時に表示することは得策ではないことが考えられた。このため、R plumber および plot.ly を利用してのグラフ生成を行う手法で開発を行った。

また (2) に関して、既存の

「Configurable Reports」では自動で抽出したデータを画面に表示する仕様となっているが、この場合、1 万行を超えるような大規模データである場合、表示そのものに時間がかかってしまっていて処理が遅くなってしまうことが多々生じていた。本研究での利用方法としてはグラフの生成やデータの解析結果に関する表示であり、生データを表示させることは想定していないため、これを非表示とすることで全体としての動作速度の向上を検討した。参考として、本プラグインに関する動作画面のサンプルをスクリーンショットとして添付する。(図 2、図 3、図 4)

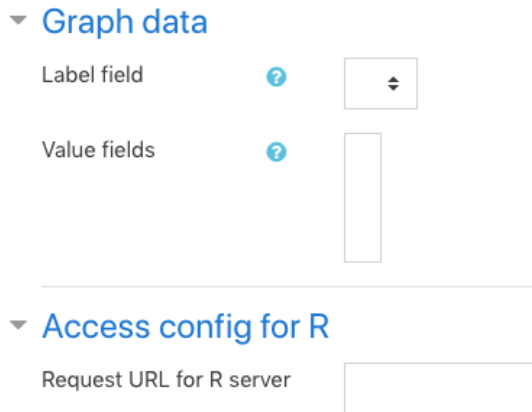


図2 表示させるグラフの選択

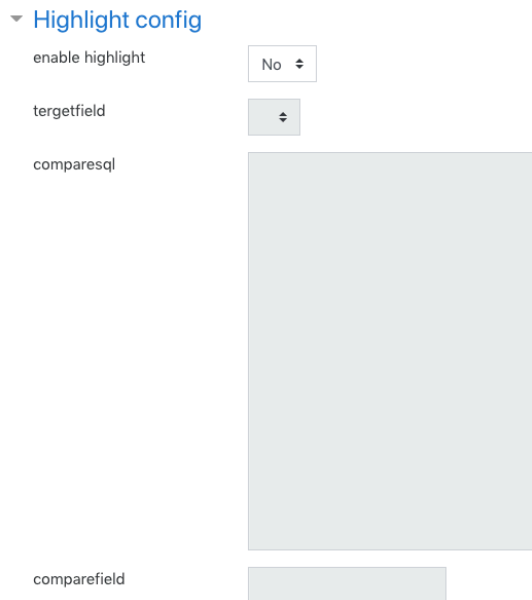


図3 学生情報を指定するための設定

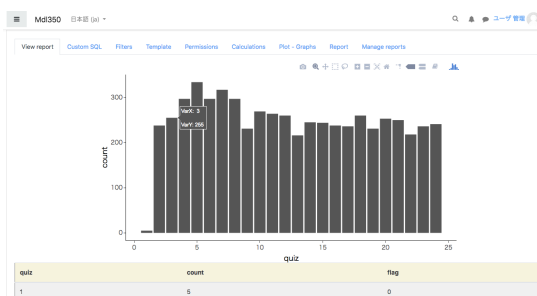


図4 サンプルグラフの表示例

【開発3：一括サーバ管理による学習成績と臨床研修データを統合するシステム開発】

オープンソースで開発されている Learning Locker は、Moodle 等の LMS (Learning Management System) とは異なる、LRS (Learning Record Store) と呼ばれるシステムである。LRS は学習履歴管理のために用いられるものであり、Moodle 等の LMS からデータを集約して一元管理するための機能を有している。

LRS では「誰が (Actor)」「どうした (Verb)」「何を (Objective)」という 3 要素を主として用いた xAPI (eXperience API) や IMS Caliper の形式を用いており、これによって学習者の学習経験を保存している。このため、特にコンピテンシー等の達成度評価を行うにあたっては本形式を用いることは親和性があると考えられた。

LMS 以外のシステムからもデータをインポートすることは可能であり、複数の LMS を併用して学習した場合の学習結果を統合管理する機能として優れている。一方で、一般的な LMS で用いられているデータベースである MySQL や PostgreSQL などと異なり、LRS には MongoDB などの NoSQL が用いられている。このため、データを移行するためには専用のプラグインなどを用いて形式を変換する必要がある。

本研究で LRS を用いるにあたっての課題として、前述したデータ移行のためのプラグインが開発途上であり、すべての学習履歴を事細かに xAPI として変換するには不十分であることが明らかになった。これ

は、例えば学習者が小テストの実施を試みた場合、全体として何問正解したか、同じ小テストを何回繰り返して学習したか、といった総論的な情報については変換可能であるが、1つ1つの小問について正解したか否か、どのような誤答傾向を続けているか、といった各論的な情報についてはLRS用に変換する機能が開発されていない。また、前述のようにデータベースの形式が異なるため、一度LRS用に変換してしまうと他のデータベース上にあるデータと合わせて統計的に分析する際に再度の変換が必要となってしまう、動作速度からも非効率なものになってしまう。

このため、本研究での開発においては Learning Locker 等の LRS を導入することを見合わせ、代替案として【開発1】で設計したプラグインを元に Moodle 上に学習履歴データを集約するサーバ構成とした。この場合、当然ながら、Moodle 上に集約されるデータの種類も膨大となる。このため、サーバの全体構成を見直し、バックアップに必要なサーバを配置することで安定性の確保を試みた。

また、【開発2】で作成したプラグインを動作させるためには、前述のように R のサーバが別途必要となる。この R サーバに関しても別途で設計を行い、Moodle の本サーバと同一の LAN 上で直接データをやり取りできるようにする構成とし、通信速度の向上を試みた。

これと合わせ、Moodle で扱う小テストの問題や学習コンテンツ等の設計を支援するため、オープンソースである Xerte および TAO を運営するためのサーバ設定を行った。

Xerte は1コンテンツあたり5-10分程度で学習可能なマイクロラーニングを支援するための教材設計に適しているものである。本システムは日本医学教育学会においても会員向けに利用可能な状態で整備が進められているが、学内のサーバに直接インストールすることでより高速に利用することが可能となった。学会が用意しているシステムと同一のものであるため、必要に応じてコンテンツのインポートおよびエクスポートを試みることもできる。

TAO は CBT を支援するためのシステムであり、OECD による PISA 調査やフランスの全国学力調査などの大規模な調査においても用いられているものである。

Moodle とは独立したシステムであるが、作成した問題を Moodle にインポートすることは可能である。また、TAO システムのみを単体で利用し、実際に学生に対して CBT として受験させることも可能である。Moodle の小テストとは異なり、CBT に特化した形で設計されているシステムであるため、問題のランダム化や採点などがより細かに設定可能である。

以上が新規に導入したサーバに関する概要である。いずれのシステムに関しても、Moodle を主軸として連携をいかに効率化していくかという観点で実装を進めた。以上と合わせ、本研究を遂行するにあたっては、出欠情報や最終成績なども学習分析を行うためのデータとして用いる必要がある。これらのデータは学生の履修結果に直接関係しているものであり、Moodle とは別個の専用システムで管理運営がなされている。これらについてはデータの特性上、Moodle 上で原本データを集約管理してし

まうことは不適切であると考えられた。このため、IRとしてのデータ管理と同様、学習分析をするにあたって必要な情報のみを Moodle 上に複製する形での運用形態を検討した。実際、学習分析を行うに当たって必要となる出欠情報や成績などは既に確定したものが大半であり、リアルタイムに情報を反映する必要がないという結論に至った。なお、単位認定等に関わる総括的評価の数値は扱わず、形成的評価のデータを主として扱うことで、学務管理システムとの切り分けを行った。

各種サーバは学内 LAN 上に設置し、サーバ本体のセキュリティ管理を厳重に行えるように整備した。

以上が委託開発に関する結果である。なお、開発されたプラグインに関しては GPL ライセンスに基づいて情報を公開する必要があるため、2019 年度中に利用可能となるよう整備を進めることとした。さらに、ここまでで整理した委託開発と合わせ、Moodle の標準機能およびプラグインなどを利用して以下の環境整備に着手した。

【環境整備 1：初期臨床研修の評価表に関する電子化】

2020 年度より変更となる初期臨床研修では、研修の到達度に関し、インターネットを用いた自己評価や他者評価の管理が求められている。そこで、種々の達成度評価表を Moodle で利用可能となるような実装を試みた。

卒前ではルーブリックを用いた態度評価を Moodle 上で行っている事例も見受けら

れていることから、卒前・卒後で同様の方法で評価可能となるよう、達成度評価に関してもルーブリックの形式を基本として作成した。また、経験すべき症例や疾病に関しては卒前におけるログブックに相当するものとも考えることもできる。このため、単純なチェックリストとしての機構と合わせ、経験した症例数を記録することも可能な機構と 2 種類の開発を行った。

なお、これらについては既に本学の研修医向けに、Moodle ベースの LMS である totara 上で 2020 年度版の評価表をルーブリックとして作成した設計がなされている。研究分担者との調整のもと、本評価表を Moodle に移行することで、作業効率の改善化を図った。totara 上のルーブリック例を図 5 に示す。

病度の高い症例・病態について、適切な臨床推論プロセスを経て診断・治療を行い、主な慢性疾患については継続診療ができる。

C-2. 病棟診療
急性期の患者を含む入院患者について、入院診療計画を作成し、患者の一般的・全身的な診療とケアを行い、地域連携に配慮した退院調整ができる。

C-3. 初期救急対応
緊急性の高い病態を有する患者の状態や緊急度を速やかに把握・診断し、必要時には応急処置や院内外の専門部門と連携ができる。

C-4. 地域医療
地域医療の特性及び地域包括ケアの概念と枠組みを理解し、医療・介護・保健・福祉に関わる種々の施設と組織と連携できる。

C-1. 一般外来診療	観察機会なし 0 点	レベル1 指導医の直接の監督の下でできる 1 点	レベル2 指導医がすぐに対応できる状況下でできる 2 点	レベル3 ほぼ単独でできる 3 点	レベル4 後進を指導できる 4 点
C-2. 病棟診療	観察機会なし 0 点	レベル1 指導医の直接の監督の下でできる 1 点	レベル2 指導医がすぐに対応できる状況下でできる 2 点	レベル3 ほぼ単独でできる 3 点	レベル4 後進を指導できる 4 点
C-3. 初期救急対応	観察機会なし 0 点	レベル1 指導医の直接の監督の下でできる 1 点	レベル2 指導医がすぐに対応できる状況下でできる 2 点	レベル3 ほぼ単独でできる 3 点	レベル4 後進を指導できる 4 点
C-4. 地域医療	観察機会なし 0 点	レベル1 指導医の直接の監督の下でできる 1 点	レベル2 指導医がすぐに対応できる状況下でできる 2 点	レベル3 ほぼ単独でできる 3 点	レベル4 後進を指導できる 4 点

図 5 totara 上での研修医評価ルーブリック例

【環境整備 2：シラバスの電子化】

Moodle の標準機能である「データベー

ス」は、【開発1】でも示したように簡易的なデータベースを設計するための機能を有している。本機能を利用することで、学内におけるシラバスを電子化するための試作を行った。シラバスを電子化することで、主に(1)これまで紙媒体であったものを検索可能なものとし(2)各講義や実習の学習目標や評価方法などを一元管理すること、などが可能となった。

なお、これと並行して各回の講義等で用いられているスライド資料等を閲覧・検索可能な形で整理することも求められる。現在、MoodleにはグローバルサーチとしてApache Solrを用いた全文検索機能が備わっている。これを用いることで、PDFを含めた資料を検索することが可能となり、より効率的に学習教材を利用するための環境整備につながることが可能となった。シラバスをMoodle上に落とし込んだサンプルを図6として示す。

1 2 >>

科目番号	科目名	責任者	学年	リンク
L1262-1	医療における「学習」と「教育」	浅田義和	1学年	
ねらい 医師という立場は生涯、新しい知識やスキルを学び続ける「学習者」であり、同時に学生や後輩、さらには患者や市民への指導を行う「教育者」でもあります。しかし、この「学習」や「教育」そのものについて学ぶ機会はほとんどありません。本科目では、入学直後の時期に「学習」と「教育」を再考し、生涯を通じて活用できる能力の習得を目指します。70分の講義時間は、教員が一方的に話すだけでなく、ディスカッションなどを含めた双方向での学びの場とします。今後の主体的な学びを進めていく礎になれば幸いです。				
到達目標 A-9-1-生涯にわたって共に学ぶ姿勢-生涯学習への準備				
コンピテンシー III-1-3-医学・医療・科学技術と社会の変化に合わせてキャリアを継続させる能力				
教科書 指定しない。必要に応じて資料を配付する。				
参考書				

図6 データベースモジュールによるシラバス例

【環境整備3：モデル・コア・カリキュラムおよびディプロマポリシーの設定】

Moodleの標準機能である「コンピテンシー」を用いることで、モデル・コア・カリキュラムやディプロマポリシーのように階層化された到達度の項目をMoodle上で管理することが可能となる。このコンピテンシー項目は、Moodle上の各コース、さらには1つ1つの活動について紐付けることができる。これにより、それぞれのコンピテンシーやディプロマポリシーの達成度を容易に計算・可視化することができる。さらに、各コース情報を軸とすることで、前述した電子シラバスを元にしたカリキュラムマップを作成しやすくすることにもつながる。

今回、平成28年度改訂版モデル・コア・カリキュラムに関して、Moodle上で利用可能な形に加工して登録を行った。また、同様にもディプロマポリシーについても実施した。なお、特にモデル・コア・カリキュラムに関しては医学部で共通的に利用可能であることから、他施設でも利用可能なように整備を進めることを検討している。図7として、自治医科大学におけるディプロマポリシーをMoodle上に実装した例を示す。

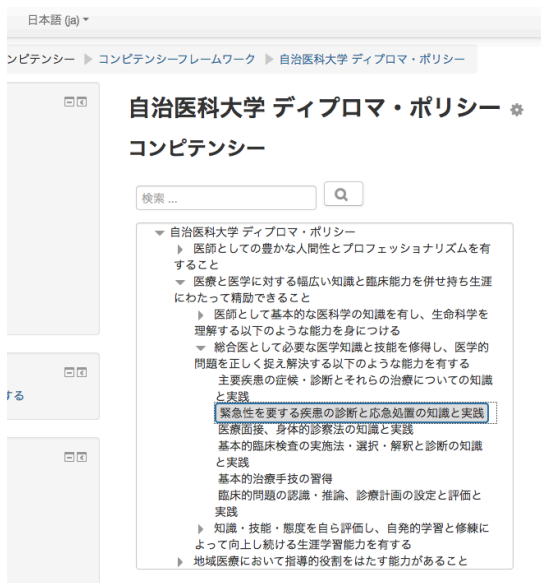


図7 自治医科大学ディプロマポリシーを Moodle で実装した例

【環境整備4：オープンバッジ等を用いた到達度評価の準備】

Moodle の標準機能であるバッジに加え、プラグインとして公開されている「Completion Progress」や「Level up!」などを用いることで学習者の形成的評価、さらにはゲーミフィケーションなども含めた自己調整学習の支援をすることが可能となる。このため、両プラグインの動作検証および一部機能の日本語化に着手した。

◆考察

医学の進歩に伴い卒前卒後で扱う学習内容は膨大である。また学習者には様々な特性がありコンピテンシー獲得に至るプロセスは多様である。卒前卒後のコンピテンシーが統一化された今、卒前卒後のシームレ

スな医学教育を実現するうえで重要なのは、各学習者が膨大な学習内容の中で方向を見失うことなく目標にどれだけ近づいているかを俯瞰できるシステムである。そしてそのシステムは多様な学習者特性に対応するため、様々な個々の学習活動や多面的な評価の情報が集約化される必要がある。さらにシステムに学習者個人が能動的にアクセスできる利便性を備え、学習活動や評価を自己省察する基盤となることが望まれる。

本研究が目指す、学習履歴の一元管理および機械学習を含めたデータの自動解析を取り入れたシステムは、卒前卒後のシームレス化に必要な上記の要素を含むと考えられる。そして集約化された多様なデータを基に自分の立ち位置を知ったうえでの卒前卒後のシームレスな自己学習に役立つと期待できる。学習支援はより学習者の特性や進捗状況により特化したものとなる。また、本システムは、Moodle や R などのオープンソースを主体としたソフトウェアで構成されている。そのため、施設内外にサーバを設置して運営することができ、ソフトウェアの改善やメンテナンス等も行いやすく、時代の変化に合わせて柔軟に修正を行うことも比較的容易で、汎用性の高いシステムの確立が期待される。

2018年度はシステムのトライアル運用を目指してのシステム準備を行った。このため2019年度は以下のプランニングで研究を遂行可能と考えている。

【研究1：Moodle で活用するためのコンテンツ作成】

Moodle ベースで作成するためのコンテンツを作成する。研究代表者らは既に PowerPoint ベースでの学習教材を開発済みであり、これを Moodle 上で活用するために変換等の作業が必要となる。具体的には、国家試験等をベースとしたコンテンツを Moodle 上の小テスト機能で利用可能とし、適宜、必要に応じて参考資料などを検索しつつ学習できるようにする。

【研究 2：評価基準の策定およびそれに基づく評価】

本研究成果を評価するための指標として、Kirkpatrick による四段階の評価を参考として KPI・KGI に関連する事項の策定検討を行う。具体的には、Moodle をベースとした本システムのユーザビリティに関する調査やコンテンツそのものに関する満足度調査（レベル 1）、Moodle 上での学習を含めた知識・技能・態度に関する達成度評価（レベル 2）、本システムを用いて学んだ結果として卒前・卒後の接続がシームレスとなったか否かの評価（レベル 3）、質の良い教育が提供された結果、質の高い安全・安心な医療を提供できるようになったか否かの評価（レベル 4）などについて検討を行う。なお、本研究では研究期間の兼ね合いから実際に評価を行うのはレベル 2 までを検討する。

【研究 3：機械学習等を用いたレコメンデーション機能の検討】

機械学習による教材のレコメンデーション機能など、学習者 1 人 1 人に合わせた教材提供が可能となるよう機能追加を検討する。具体的には、Moodle に基本機能として備わっている学習分析の機能を応用し、研究 1 で示したコンテンツの学習状況などをベースとした学習分析・予測などが可能となるようにする。

ン機能など、学習者 1 人 1 人に合わせた教材提供が可能となるよう機能追加を検討する。具体的には、Moodle に基本機能として備わっている学習分析の機能を応用し、研究 1 で示したコンテンツの学習状況などをベースとした学習分析・予測などが可能となるようにする。

D. 2019 年度の研究成果

◆研究方法

2019 年度は (1) システムの運用・改善、(2) 学習支援用・Moodle 利用促進用の教材開発 (3) 門田班との連携による学習用教材の実装を行った。また、(4) 国内外での学会における発表・聴講を通じた情報収集を行った。以下に当該年度の詳細を記載する。

(1) システムの運用・改善

2018 年度に導入・トライアル運用を行ったシステムについて、2019 年度ではその実運用、改善点の検討および改修を検討した。具体的には以下の通りである。

【調査 1：ダイナミックシラバスの運用状況】

Moodle 上のログを用いることで、ダイナミックシラバス利用状況に関する調査を行った。この調査においては、学習者や教育者の利用状況と合わせ、サーバ本体にかかる負荷に関しても調査を行った。

Moodle 上では、標準機能としてログイ

ン・ログアウトを含む全ての操作ログが記録されている。一方で、ログの抽出に際しては標準機能だけでは不十分であり、複数の出力データを再統合して解析する必要が生じてしまう。このため、2018年度の委託開発として作成したプラグインを活用し、Moodle内のデータベースから必要なデータを直接出力し、解析を行った。

サーバ負荷に関しては、CPUやメモリの利用状況を主として観測することとした。ネットワーク負荷に関しては、全寮制という特徴から学内からの利用が主体であり、速度上の問題は発生し難いこと、および学内サーバという特性から通信状況については統括的に管理されていることなどから、本年度での詳細な調査からは外すこととした。

【開発1：Moodle本体およびプラグインの更新】

Moodle本体は半年に1回のメジャーバージョンアップ(3.5から3.6、など)と合わせ、定期的なマイナーバージョンアップ(3.5.0から3.5.1、など)が行われている。いずれも機能追加と合わせ、セキュリティ面でのバージョンアップやバグ対応なども実施されている。また、LTSと言われる長期サポートバージョン以外は18ヶ月でセキュリティアップデートも終了となるため、定期的な更新が必要である。

このため、2019年度中での更新として、2019年5月にメジャーバージョンアップとなったMoodle3.7の最新版へのアップデートを検討した。

これに合わせ、2018年度に委託開発し

たプラグインに関しても改修が必要となるため、3.7対応を目指した開発を新たに検討した。なお、2019年度中には開発の際にベースとしたプラグインに関しても更新が行われていたため、最新版のプラグインを基盤として3.7対応への改修を行うこととした。

(2) 学習支援用・Moodle利用促進用の教材開発

ダイナミックシラバスとしての運用を継続するにあたって、学習者が利用する学習支援用教材、教育者が利用するMoodle利用促進用の教材開発を手掛けた。具体的には以下のとおりである。

【開発2：「診断学のまとめ」教材の導入】

本研究で開発するダイナミックシラバスはMoodleをベースとしている。Moodleはあくまで学習環境であり、それ単体では学習コンテンツは含まれていない。2018年度中でもトライアルと合わせて既に学内で保有していた教材は利用可能としていたが、分量としては不十分であった。そこで、より総合的な学習に利用可能な教材として、診断学を主とした独学用のPDFおよび択一問題をMoodle用に変換し、実装することとした。

【開発3：ダイナミックシラバスとして利用可能な教材の設計と運用】

開発2で扱う教材についても、単体では

従来型の学習教材・コンテンツを Moodle に落とし込んだ形に過ぎない。ダイナミックシラバスとしての運用を進めるにあたっては、教育者・学習者の双方が学習の進捗を観察できることが必要不可欠である。これに関しては、教材一つ一つの進捗管理と合わせ、モデルコアカリキュラムやディプロマポリシーなどに即した到達基準を整備し、学習到達度と紐付けた管理が必要となる。2018 年度の開発においてシラバスの電子化や進捗管理のためのプラグイン追加に着手したが、この成果を用いた教材の設計と運用を推進した。

【開発 4：Moodle 利用促進の教材開発】

Moodle の利用解説については、Moodle 開発元の Web サイトに詳細な記載があるが、全て英語での記述となっており、利用に際してのハードルが高くなってしまふことが懸念される。このため、2018 年度の成果として Moodle の基本的な機能を利用するための解説教材の作成に着手した。一方、本教材はあくまで Moodle の操作方法を解説するためのものであり、ある教育を行う場合に、どのような機能が利用可能か、といった教育内容と機能とを対応させた情報は不足していた。また、さらにその基盤として、Moodle の基盤となっている社会的構成主義をはじめ、遠隔教育・成人教育を実施するにあたっての理論的な背景に関する情報も必要性がある。

以上を念頭に、特に理論的な背景を解説するための教材作成と合わせ、Moodle の機能を具体的に利用して教育実践のイメージをつけるための教材開発に着手した。

(3) 門田班との連携による学習用教材の実装

【開発 5：動画・音声等を用いたアウトプット型教育コンテンツの作成と運用】

門田班との連携の一環として、門田班河北グループでの分担研究において「動画・音声を用いた実践知識の補強を目的としたアウトプット型教育コンテンツ」の開発を手掛けている。本教育コンテンツはスライドや動画・音声等を用いた学習支援教材であり、LMS (Learning Management System) を用いることで能動的な学習用の教材として利用することも可能となる。

これを念頭に、Moodle の機能を用いて本教材を運用可能か、試験的に実装することを行った。運用するにあたっては他施設での利用等が容易に可能となるよう、Moodle の標準機能を基本として作成するように配慮した。

(4) 国内外での学会における発表・聴講を通じた情報収集

【調査 2：Moodle を基盤とした教育実践に関する継続的な情報収集】

Moodle をはじめとした LMS や遠隔教育に関する事例・知見は年々増加している。一方で、発表されている文献の多くは単体の授業運営や機能開発に関するものが多く、本研究のように医学部全体、さらには卒前・卒後を接続する形でのシステムティックな利用に関しては知見が少ない。

このため、各種学会等における事例発表と合わせ、他大学・他施設等での利用に際しての情報収集を継続的に実施することとした。

◆研究結果

研究方法にて記載した開発・調査に関して、それぞれの結果を記載する。

【開発1：Moodle 本体およびプラグインの更新】

Moodle の本体を 3.7.4 に更新することと合わせ、該当バージョンに向けたプラグインの更新を行った。この中で、標準のデータベースを改善したプラグインについては、(1) CSV ファイルからのデータ自動インポート機能の追加 (2) インポート時に与える username の値が正しく設定されるように改修 という 2 点を目的として開発していた。本開発では、これと合わせて (3) 入力されたデータについてモバイルアプリから閲覧可能となるような改修を行った。一般的なプラグインでは、iPhone や Android、iPad などのモバイル端末からアプリ経由で利用する場合、正しく表示が行われないことがある。本開発プラグインについても同様の傾向が見られていたため、入力済み情報を閲覧する際にはモバイルアプリから利用可能となるようにした。

Moodle からの情報抽出のために用いたプラグインに関しては、2018 年度開発版であっても利用に際して大きな動作不具合等は発生していなかった。一方、最新版に対応させることで抽出可能なデータ形式の種類増加などの改善が見込まれた。このた

め、データベースプラグインと合わせた改修を行った。

これらの開発において、特にデータベースの改善については広く公開し、Moodle ユーザの利便性を高める必要もあると考えた。このため、日本ムードル協会の主催する MoodleMoot Japan 2020 の際に実施される「ベスト・ムードル・イノベーション賞 2019」への応募を試みた。

応募の直前において、2019 年末にリリースされた Moodle 3.8 では(2)で記載した username インポート機能が標準機能として改修済であることが明らかになり、プラグインとしての利点が薄れてしまったが、開発成果を共有する一環として応募は継続した (図 8)。なお、プラグインについては GitHub を用いてダウンロード可能な形で公開済となっている (図 9)。



図 8 応募したプラグイン

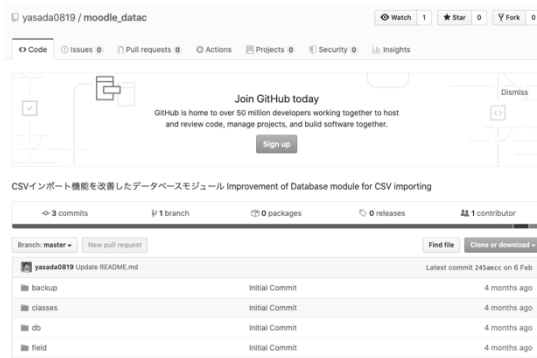


図9 公開サイト (GitHub)

このほか、Moodle3.7.4 への更新と合わせ、導入済であったプラグイン、Completion Progress や Level up などについても最新版への更新を完了させた。

また、以上の更新と合わせ、学内でのダイナミックシラバスを Jichi Personal Assessment system for Learners (JPAL) と称することを研究班内で合意した。以下、本稿におけるダイナミックシラバスは JPAL 表記で統一するものとする。

【開発2：「診断学のまとめ」教材の導入】

診断学のまとめは、学内で作成された PowerPoint ベースの教材（全 1400 スライド強）である。従来は座学での講習会用に作成されていたものであるが、JPAL としての利用に際し、Moodle で利用可能な独学用の教材とする必要があった。このため、PDF および小テストの形式に変換する作業を行った。

PDF については 1 スライドごとに 1 ページの資料とし、テーマごとに分割して作成した。小テストに関しては解答解説をフィードバックに入れた形とし、同様にテーマごとに分割した問題バンクとしての作成

を行った。図 10 として Moodle 上の画面を示す。

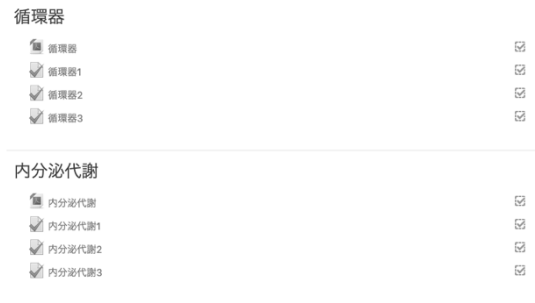


図10 Moodle に掲載した PDF と小テスト

Moodle 上では一度作成した問題バンクを複数のコースで共有することが可能である。しかし、他のコースから問題バンクを移動する際は一般の教員権限では不可能である。このため、問題バンクを移動するためだけに利用する権限・アカウントを作成し、必要に応じて自分の担当する科目等に複製できるように設定した。

【開発3：ダイナミックシラバスとして利用可能な教材の設計と運用】

開発2 で示したような教材に関し、JPAL として自己学習や授業等での活用を推進するためには、教員・学生双方における履歴管理などの機能が求められる。2018 年度の研究より、Completion Progress および Level up プラグインを導入・試用を行っていた。前者は教材を完了したかどうかを確認することに重きが置かれており、後者はどれだけの繰り返し学習を行ったかに重きが置かれている、という特徴があった。すなわち、総括的評価を含めた進捗管理を行うのであれば前者が、形成的評価と

して個々人の学習度合いを確認するのであれば後者が、それぞれ適していると言える。本年度の研究では前者を導入した。図 11 は開発 2 の教材にプラグインを適応した例である。

実際に JPAL 事例として運営できた科目としては、「シミュレーション実習」が挙げられる。本科目は本来、3月にシミュレーションを用いて外科系の手技練習を行うためのものであった。しかし、年明けからの新型コロナウイルス感染拡大にともない、集合型での授業形態を休止してeラーニングでの運用へと変更された。この科目においても、前述の Completion Progress を用い、進捗管理を教員・学生の双方が行いやすくする形式を整えた。

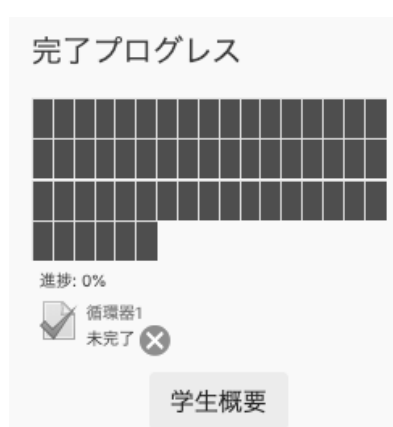


図 11 Completion Progress の設定例

JPAL として学生の学習到達度を評価していくためには、各科目単位での評価に加え、カリキュラム全体としての評価に結びつく要素が必要となる。これはディプロマポリシーの他、医学教育においてはモデルコアカリキュラムが該当する。2018年度の研究ではこれらの情報を Moodle 内に埋め込める形としていた。2019年度の科目

については、各科目におけるシラバスの情報は Excel で入力されていたが、2020年度のシラバス情報については Moodle のコンピテンシー機能を使って直接 Moodle で入力・編集することとした。これにより、各科目にディプロマポリシーとモデルコアカリキュラムを紐付けることが可能となり、学生の到達状況について科目を横断して確認するための方法が整備された。図 12 として Moodle でのコンピテンシー入力画面の例を示す。



図 12 コンピテンシー設定

【開発 4：Moodle 利用促進の教材開発】

Moodle の理念として提示されている社会的構成主義について、PDF での学習資料および知識確認のためのテスト問題をあわせた学習用教材を作成した (図 13)。

はじめに

教育改革が謳われる昨今、「アクティブラーニング」「アダプティブラーニング」のような学習者の能動性や個性を重視する教育方法が注目されるようになりました。このコースは、これらの教育方法のベースとなっている学習理論「構成主義」に初めて触れる方向けの内容です。構成主義の基本的な考え方を身につけ、あなたなりの強々に寄り添う教育法を考えてみましょう。

社会的構成主義とは

- 事前テスト
- 社会的構成主義とは (スライド)
- 事後テスト

参考情報

- 哲学 (MoodleDocs) : 日本語
- Philosophy (MoodleDocs) : English

図 13 社会的構成主義に関する教材

また、実際に Moodle の操作を学習者の立場から体験し、Moodle で実施可能なこと・実施困難なことを検討することができ、コースを作成した。本コースは Moodle に関する機能説明会においても利用した。作成されたコースに関し、例として小テストを紹介した部分を図 14 として示す。

フォーラム▶

小テスト

4択、自由記述など様々なタイプですが、1問1問の作り込みだけでなく、「小テストの実施方法」に関するバリエーションとして、以下のような機能もあります。

- 前の問題には戻れない
- 前の回答結果を残しておく
- 回答を間違った場合に、減点されていく

普通のもの

手始めに、4択問題で1問だけ提示します。

- 毎回、選択肢の順番は変わります。
- 2回までしか、回答できません。

普通のもの (様々な問題形式)

4択問題の他、Drag&Drop (画像問題)、記述式、作文問題、穴埋め (選択式)、穴埋め (Cloze形式)、をそれぞれ作ってあります。

CBT的な連問形式に変更

2問ずつ表示されます。次のページに進むと、前には戻れません！
医学部CBTの4連問を想像していただくといかもれません。

(参考：前に戻れる形式)

2問ずつ表示されます。こちらは「前に戻れる」形式なので、比較対象に使っていただければと思います。

前の回答履歴が残る

二回目以降にチャレンジするときは、前に選択したところが最初から選ばれています。
連問形式の自己評価などを月次評価させたい、などのときにも、使えるかもかもしれません。
※項目が40個くらいあっても、「更新したいところだけ」直せばよく、

図 14 Moodle 利用説明用コース

【開発5：動画・音声等を用いたアウトプット型教育コンテンツの作成と運用】

門田班河北グループとの連携において、動画・音声等のマルチメディアを利用した学習教材の開発を行った。この研究成果に

ついて、Moodle の基本機能のみを用いて設定し、JPAL の教材として利用可能となるよう検討を行った。元の教材で求められる要素には、以下のような項目が挙げられていた。

- 文字や画像に加え、動画や音声も用いて情報を提示する
- 学習者の解答に応じて提示される情報が変化する
- 試験としての利用だけでなく、学習用の教材としても利用できるように、解説を随所に加える

本年度の研究においては、特に Moodle の小テストを利用することで上記の3項目が実現可能であることを確認できた。以下、画面の画像を含めて結果を整理する。今回のサンプルとしては4つの症例を Moodle 上で作成した (図 15)。

68歳の女性 敗血症の初期対応

サンプル1

60歳の女性 胸痛の症例

サンプル2

68歳の男性 咳嗽の症例

サンプル3

50歳の男性 肘部管症候群

サンプル4

図 15 動作検証用の症例

Moodleの小テストの中では、「説明」機能を用いた動画の埋め込みと「多肢選択」形式の問題を組み合わせることを基本とした(図16)。また、小テストの機能として、次のページに進んだら前に戻れない「順次回答」の設定を用いることとした。



図16 小テストの画面サンプル

小テストの設定として、フィードバックを「即時フィードバック」にすることで、学習者は1問1問をその場で採点し、各設問に設定されたフィードバックを閲覧することができる。これにより、医療面接等の場面を設定した際、学生の選択に応じた回答のみをフィードバックすることが可能になる(図17、図18)。開かれた質問としての医療面接は再現が困難であるが、閉じた質問であればこうした教材でも学習を可能とすることができる。

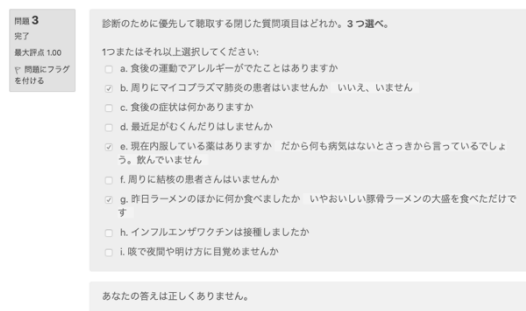


図17 選んだ内容に対して文字で提示

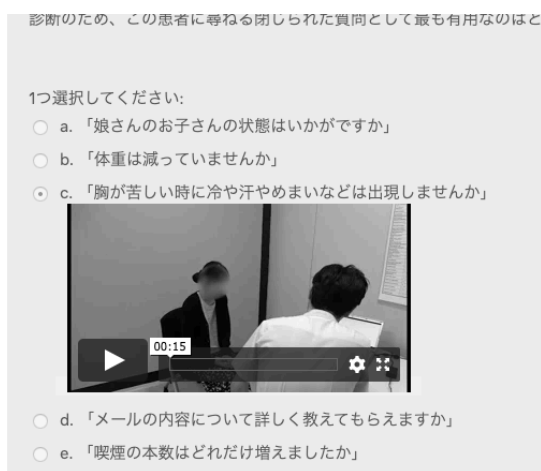


図18 選んだ内容に対して動画で提示

また、選択肢そのものを動画や画像として提示し、解答させる形式も可能である(図19)。これに関しても、実際の診察およびその結果の判断に関して問うことができる設問を実装できたことになる。



図19 動画を選択肢とした事例

これらは卒前・卒後の双方において求められる知識・技能を取り扱っている。類似の課題を学生・研修医それぞれが利用可能な形とすることで、卒前教育と卒後教育とをシームレスに接続するための方策として利用することが可能となる。

【調査1：ダイナミックシラバスの運用状況】

JPAL としての機能を用いた授業での利用ログ調査として、前述した「シミュレーション実習」を例として扱う。本授業は3月に実施されており、該当学年はこの授業のみが開講されているため、純粋に JPAL としての利用ログのみを確認することができる。この結果を図 20 として示す。

この結果において、該当学年（M4）以外は一日あたりのログ件数が数千件であったが、該当学生に関しては授業期間に数万件のアクセスログが見られている。単純計算として、1人あたりのログ数が10倍になっていた。

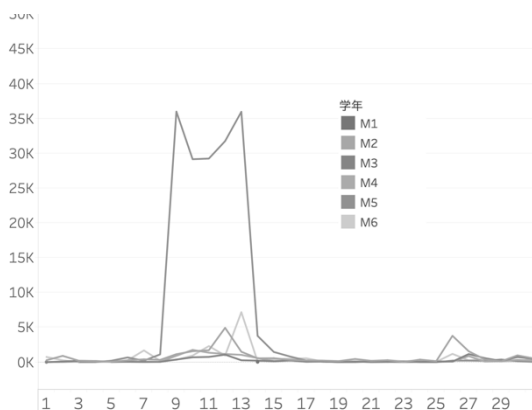


図 20 シミュレーション実習時のログ

サーバ負荷に関しては、CPU・メモリとも数十%の消費状況であり、平常時とシミュレーション実習利用時を比較しても大差はなかった。これは、全文検索データベース処理など、サーバ内の一部のシステムは常時動作しており、平常時でも一定の CPU・メモリを利用しているためである。言い換えれば、JPAL を運用開始したことによるサーバの負荷は現時点では増大していないと言える。

一方、数百 MB～数 GB の動画コンテンツを掲載したことにともない、Moodle の保存領域に関しては少しずつ消費量が増加している。今後、動画等のコンテンツが増加した場合は容量不足の可能性が高まってくる。このため、動画配信のみを行うサーバ等を別途検討する必要が生じるだろう。

【調査2：Moodle を基盤とした教育実践に関する継続的な情報収集】

11月にスペインで開催された MoodleMoot Global に参加し、Moodle の各国における活用状況に関し、情報収集やディスカッションを行った。特に英国 Open University における管理状況の解析や Moodle Mobile アプリの独自カスタマイズ、ワークショップとして行われた Gamification の活用などについては本研究でも類似した取り組みを行っている部分もあり、参考になるものであった。一方、医療分野での応用事例の発表もあったが、Moodle の基本的な機能を用いた教育実践の事例のみであり、本研究のようにシステムティックに進めることはなされていないか

った。

◆考察

2019年度は(1)システムの運用・改善、(2)学習支援用・Moodle利用促進用の教材開発(3)門田班との連携による学習用教材の実装(4)国内外での学会における発表・聴講を通じた情報収集を行った。一方、2019年末より新型コロナウイルスの感染拡大にともない、国内外での教育体制が大きく変化しているという状況がある。座学での集合型の授業や実験室での実習、病院での臨床実習など、その形式を問わず、対面型での実施が中止ないし縮小しており、オンラインでの実施形態の可能性を探っている状況がある。

これを踏まえ、2020年度は以下の研究を進めることを目指す。

【研究1：国内外における情報収集および研究成果の共有】

MoodleMoot Global や AMEE 等の国際学会、日本医学教育学会や日本教育工学会などの国内学会など、国内外において医療教育に限らず遠隔教育をはじめとするテーマを扱う学会は複数存在している。こうした学会においては、学会大会自体をオンライン開催へと移行するとともに、オンラインでの教育実践に関する知見の共有が行われ始めている。

本研究で推進している JPAL に関しては医療のみならず成人教育や生涯学習に対しても利用可能な枠組みであると考えられる。2018年度・2019年度での試験運用の

結果を発表・共有するとともに、国内外の教育上の課題や Good Practice 情報を収集し、システムの改善につなげる。

【研究2：学生用・教員用それぞれに対する教材の検討】

JPAL で運用するにあたっての学習教材と合わせ、教員側が JPAL を効果的に活用していくための解説教材なども必要不可欠である。特に新型コロナウイルス等の影響を踏まえた新しい生活様式の中では、遠隔教育の実践が増大すると考えられる。このような環境下においては、従来の講義や実習の内容を JPAL に落とし込んでいくにあたっての方策等を整理し、教職員の FD・SD として情報提供していくことも求められる。以上を念頭においた教材の追加開発・共有を目指す。

【研究3：門田班との連携による教材の充実化】

本年度の研究においては、動作検証として4つの症例をとりあげたが、Moodle の標準機能のみを利用することで教材を JPAL に落とし込むことが可能であった。このため、2020年度においても引き続き門田班との連携を行ない、教材の充実化を図る。

繰り返しではあるが、2020年始からの新型コロナウイルス感染拡大にともない、国内では遠隔教育の需要が増加している。JPAL をはじめとしたシステムにより、知識・技能・態度の教育を支援していくため

の方策を整えていくことが急務であろう。

E. 2020 年度の研究成果

◆研究方法

2020 年度は 2019 年度からの継続として
(1) システムの運用・改善 (2) 学習支援
および Moodle 利用促進用の教材開発と運
用 (3) Moodle から得られたデータを用い
た解析のトライアル (4) 各種学会におけ
る情報収集および成果発表 を行った。以
下に当該年度の詳細を記載する。

なお、前述のように、新型コロナウイルス
感染症の影響を受け、2019 年度末より
オンラインでの教育実践のニーズが大幅に
増加した。2019 年度までの研究にて構築
された Moodle を用いた教育実践の利用
率も増大されることが想定されたため、
本研究における評価を目的として、種
々のデータ収集と解析を追加実施する
こととした。

(1) システムの運用・改善

【1-1：ダイナミックシラバスの運用 状況】

サーバ負荷について、2018 年時点での
利用率からは Moodle に運用上の大きな
負荷が生じることもなく、継続的なデー
タ収集はほぼ必要ないという結論を得
ていた。しかし、2019 年度末からの利
用増加がみられたため、時期を特定
せず不定期に Moodle 上のログ調査
することを継続的に行った。

サーバの負荷を計測する方法としては、

Moodle がインストールされたサーバに
アクセスすることが第一に考えられる。
しかし、サーバ上でデータを取得する
にはサーバ操作のスキルが必要になる
ことに加え、誤操作による障害発生
の危険がともなうことになる。この
ため、Moodle の管理画面から測定
可能であれば、この手法をとることが
望ましい。本研究では、無料のプラグ
インとして配布されている Edwiser
Site Monitor を利用した。本プラグ
インは Moodle の管理者のみが利用
可能であり、Moodle サーバの CPU・
メモリ・ストレージの使用率をリアル
タイムで確認することが可能となる。
また、5 分間隔で 24 時間のサーバ
負荷を記録している。このため、
Moodle を用いた試験実施などでア
クセスが集中した時間帯の負荷を
後から確認することにも適している。
なお、およそ 1 週間のサーバ負荷
測定記録が保存されており、Moodle
のデータベースからはこの情報を
取得することも可能である。本研
究では、Moodle のデータベースから
直接情報を取得することで、長期
期間での負荷比較検討を行うこと
とした。

【1-2：Moodle 本体およびプラグ インの更新】

2019 年度に引き続き、2020 年度も
Moodle のバージョンアップ、およ
び開発プラグインの更新を行った。
2019 年度と異なる点として、ほ
ぼすべての授業・実習でのオンラ
イン教育が利用されていることに
ともない、サーバを停止可能な日
時が限られてしまうということが
挙げられた。

Moodle は半年に 1 回のメジャーバ
ージ

ョンアップがあり、2020 年度中に利用可能となる最新版は 3.10 であった。一方、長期期間の更新保証がなされている LTS のバージョンは 3.9 であったため、両者の機能を比較検討したうえで 3.9 に更新することを定めた。

これに合わせ、2018 年度に委託開発したプラグインについても改修が必要となるため、3.9 対応を目指した開発を新たに検討した。また、利用増にともない、学生・教員双方の利便性が高まるよう、ユーザーフェースの更新も検討した。

(2) 学習支援および Moodle 利用促進用の教材開発と運用

【2-1：Moodle 利用支援のための動画教材作成】

Moodle の大幅な利用増にともない、学生・教職員の双方に対する利用支援が必要となった。2018 年度・2019 年度には基本的な Moodle の概念を解説する観点から教材を作成した。これを受け、2020 年度では実際にどのような場面でどのような機能を利用すればよいのか、実際の設定方法の紹介と合わせた教材作成を行った。

【2-2：Moodle 利用支援のための FD 設計】

Moodle は機能が豊富であるがゆえに、特に教職員の立場で教材を作成する際に作業が滞ってしまうことも生じる。このため、Moodle の利用支援を行うための FD を設計し、特に初めて Moodle で教材作成

する際の流れをハンズオン形式で実施するための枠組みを準備した。

また、実際に作成した教材や利用者の声などを紹介し、より教材作成をスムーズに行っていくことが可能となるような発展的な FD についても検討を行った。

【2-3：各種教材の導入】

2019 年度は診断学を主とした独学用の PDF および択一問題を Moodle 用に変換し、実装した。本年度はこれに加え、各授業における学習用教材として動画や PDF 資料、理解度確認用の小テストやレポート課題、質問掲示板などのコンテンツを Moodle 上に追加した。

(3) Moodle から得られたデータを用いた解析のトライアル

2020 年度と合わせ、本研究の研究期間であった 2018 年度・2019 年度の Moodle 利用ログデータを抽出し、卒前・卒後をシームレスに接続するための学習支援・教育方法などに関する知見を抽出することを目指した。

【3-1：利用件数を用いた解析】

Moodle 上では多様なログデータが保存されており、その組み合わせ次第で様々な観点からの解析が可能となる。一方、複数のログデータを組み合わせる解析は事前処理も複雑となり、応用可能性が低くなってしまいうことも危惧される。本研究では国内外での先行研究を参考とし、最も標準的な

利用ログである閲覧件数や小テストの受講件数などに着目した集計と解析を行った。

(4) 各種学会における情報収集および成果発表

Moodle をはじめとした LMS や遠隔教育に関する事例・知見は年々増加している。2019 年度に引き続き、医療系に限らず、広く高等教育を扱う学会・研究会を対象として情報収集を行った。また、本研究の成果発表を含め、口頭発表や論文投稿を実施した。

◆研究結果・考察

研究方法にて記載した開発・調査に関して、それぞれの結果と考察を記載する。

【1-1：ダイナミックシラバスの運用状況】

サーバ上の CPU、メモリ、ストレージの利用状況のグラフを図 21、図 22、図 23 に示す。横軸の日付は図 21 から図 23 まで共通である。

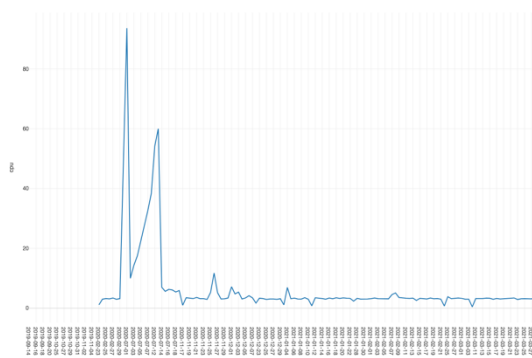


図 21 CPU 利用率

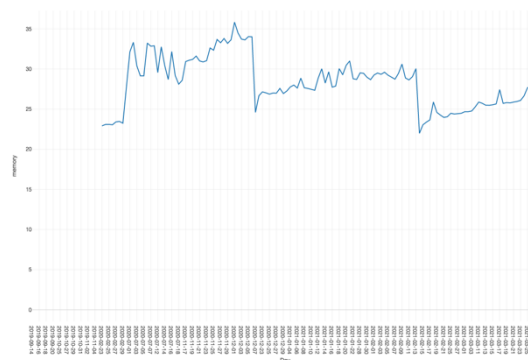


図 22 メモリ使用率

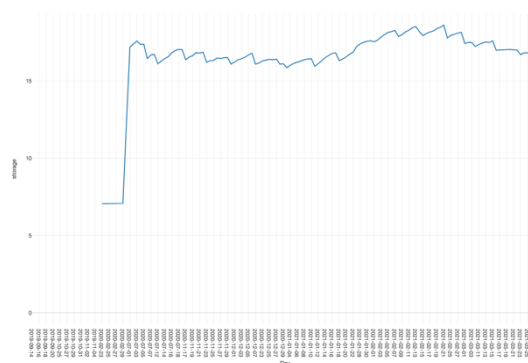


図 23 ストレージ使用率

図 21 では、CPU の利用が 7 月に急増している部分がみられた。これはこの期間、学内での一斉試験が行われたことに起因すると考えられる。時間を決めて 100 人以上の学生が同時に Moodle へアクセスしたことにより、サーバの負荷が高まっていたことが示唆される。また、この際に行われた試験は画像を多用するものであり、100 名以上の学生にほぼ同時に高画質の画像を表示する過程での負荷増加が想定された。

画像を用いず、文字情報のみで行う試験であれば、ここまでの負荷は生じなかった。1 月と 2 月に CPU の利用が少し高まっている日がみられるが、この両日にも時間を決めた試験の利用が行われていた。この結

果から、本研究で用意したサーバと同程度～50%程度の規模のサーバであれば一斉試験の運用にも耐えうる規模といえる。

図 22 では、メモリの使用は 25～35%程度で推移していることがわかる。CPU と異なり、Moodle のメモリは同時利用者の人数に起因する部分も多いため、試験実施の時期で特化して利用が増加することはない。本研究でのサーバは 64GB のメモリを有していることから、16GB～32GB 程度のメモリであればオンライン授業の利用が増加した場合でも対応可能といえる。

なお、CPU とメモリの使用率が著しく低下した 2020 年の 12 月、2021 年の 2 月は、それぞれ停電が発生した時期であった。前者はサーバを設置している建物の定期検査に起因する停電であり、後者は福島県沖で発生した最大震度 6 強の地震に起因するものであった。いずれも長時間の停電であり、無停電電源装置 (UPS) の対応可能時間を超えたため、一時的にサーバが停止していた。サーバ停止時はデータが計測されておらず、電源を復帰した直後は CPU・メモリの使用率が低くなるため、特筆して利用率が抑えられていたといえる。

23 では、2021 年度よりストレージの利用が急増していることがわかる。オンライン授業の利用にともない、PDF や動画資料 Moodle に多数掲載されるようになったことに起因する。本研究ではバックアップを除いてストレージが 250GB として設計していたため、利用増となった早い段階で動画を外部サーバ (Vimeo) に掲載することを確定した。これにより、サーバのストレージ利用を抑えることができた。本研究の Moodle と連携させた Vimeo には 2020 年

度の 1 年間で 1000 を超える動画が掲載された。Vimeo の動画件数を図 24 に示す。

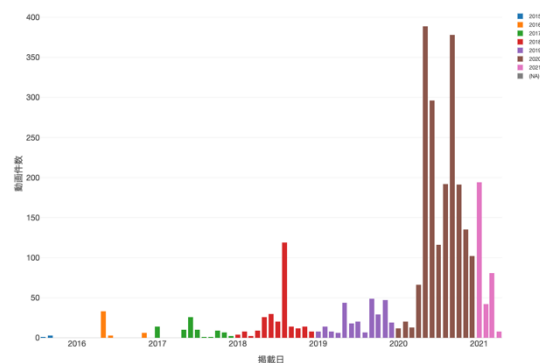


図 24 年別の掲載動画件数

1 本あたりの動画は数十 MB～数 GB であり、平均として 1～200MB 程度と想定される。このため、年間で数百 GB の動画が掲載された計算となる。2 年目以降に再利用可能な動画も一定数あることは想定されるが、この傾向が継続する場合、年間で数百 GB のストレージが利用され続ける可能性もある。このため、CPU やメモリとは異なり、動画等の資料については予め別サーバの利用を念頭に教育コンテンツの掲載を考える必要があると示唆された。

【1-2 : Moodle 本体およびプラグインの更新】

2020 年 10 月に Moodle 3.9.2 への更新を行った。これにともない、導入プラグインに関しても最新版への変更を行った。

2019 年度、日本 Moodle 協会の「ベスト Moodle・イノベーション賞」へ応募したデータベースプラグインに関しては、他の LMS や学習履歴管理のシステムと連携するにあたっての利便性を高める改修をあ

わせて実施した。これにより、2019年度までは「開発したプラグインでのみ」外部サーバからのデータ受け取りが可能であったが、2020年度からは Moodle の標準機能で作成した項目に対してもデータを挿入することが可能となった。

具体的には、外部から受け取るデータを CSV 形式で指定された Moodle のサーバ内に保存することで、決められた時間に自動的に Moodle のデータベースへと CSV の内容が保存されることになる。Moodle の標準機能と異なり、他の LMS や e ポートフォリオ、電子シラバス等からも情報を取得することが可能となり、データの連携がより柔軟に行いやすくなった。

Moodle 本体のバージョンは、2021年11月以降、4.0へと更新されることが決まっている。Moodle 4.0からは大規模なインターフェースの改善なども行われるため、3.X 系列の Moodle からの移行には注意する必要がある。このため、4.0以上への移行に際しては予め試験運用が可能な状態を準備する必要がある。また、標準機能以外のインターフェースを用いるプラグインは利用を回避することが望ましい。

本研究において、複数のプラグインを開発しているが、いずれも標準機能をベースに機能追加を行っており、このような大幅な変化に対しても対応が可能である。

【2-1：Moodle 利用支援のための動画教材作成】

Moodle 操作解説と題して、20本以上の操作解説動画を作成した。職場で再生する場合には音声が出しづらい環境が想定され

るため、動画はすべて字幕付きで作成した。動画の例を図 25 として示す。



07_小テストの問題追加方法

図 25 操作解説動画の例

図 25 で示した小テストの作成に関する動画は 300 を超える再生回数であり、実際に小テストが Moodle 内で多用されたことが想定される。一方、操作手順が複雑であるがゆえに閲覧回数が増加していると考えられることもできる。後述の FD と合わせ、利用方法が複雑な機能については個別の解説枠を用意するなど支援方策として必要であることが示唆された。なお、作成した他の動画は以下の URL より閲覧可能である（閲覧パスワード mdl）

<https://vimeo.com/showcase/7001941/>

【2-2：Moodle 利用支援のための FD 設計】

Moodle を初めて利用する学習者を対象として、2 時間の FD 講習会を設計した。

講習会のゴールとしては、Moodle の基本的な機能として「ファイル掲載」「小テスト」「課題」「フォーラム」が設定できることとした。いずれもオンライン授業を運用するうえでは必要不可欠となる機能であり、かつ Moodle の標準機能であることが

理由である。これに加え、「利用制限」や「活動完了」を設定することで、課題として提示したコンテンツを学生が正しく実施できているか管理しやすい仕組みとした。

1回あたりの参加者数は10～20名程度とし、操作に関する質問等にも可能な限りその場で答えられるような人数設定を心がけた。講習会時は参加者1名1名に対して初期設定のコースを与え、ハンズオン形式で実際にMoodleを操作しながら学習することが可能な方式とした。

また、4月からのオンライン授業実施を受けて、学生・教職員に実施したアンケート結果の紹介などを含めたFDも別途で実施した。アンケートの結果では、特に学生の声として動画やPDFを自分のペースで閲覧することができ、必要に応じて繰り返し学習できるという利点が記載されていた。一方、すべて自分で時間管理を行いつつ学習のペースを保つ必要があり、自己調整学習を進めていくことに慣れない学習者には戸惑いもみられた。加えて、特に症例検討などをテーマとしたレポート課題については、模範解答や解説といったフィードバック要素を求める声も見受けられた。

Moodle利用にともなう情報発信として、教材の著作権に関する内容も扱われた。MoodleのようなLMSに教材を掲載し、学生が自由に閲覧・学習できるようにすることは、これまで著作権法35条で認められる例外規定には値しないとされていた。現在では著作権法の改定にともない、補償金制度によって学生教育に限って利用可能となった。しかし、本内容については改正されたばかりの新しい情報であり、教育関係者の間でも浸透しきっていない情報

と考えられた。このため、Moodleの操作説明と合わせ、著作権法の例外規定に関しても情報共有することを実施した。

【2-3：各種教材の導入】

図26として、各年度において作成されたMoodleの各機能の件数を示す。

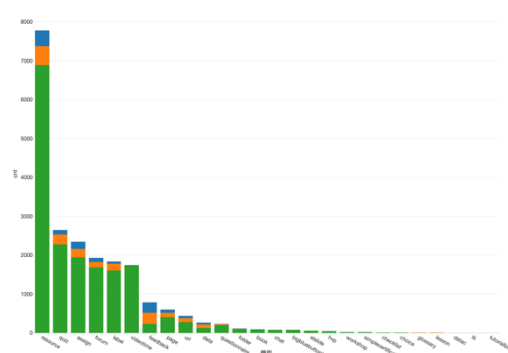


図26 Moodleの年度別機能利用件数

色分けは年度を示しているが、2020年度は前年度と比較して大幅に増加していることが分かる。従来は限られた科目の中でのみ利用されていたが、2020年度はほぼすべての授業・実習でコースを作成し、教材を載せることとなったため、件数が数十倍～百倍程度に増加したと考えられる。

突出して多い項目であるresourceはPDF等の資料を掲載するための機能である。各授業においてスライドや補足解説の論文などが提示されたため、この項目は顕著に件数が多くなったと考えられる。次いで多い項目はquiz（小テスト）、assign（課題）、forum（掲示板）と続いている。これらはいずれも前項で述べたFDで扱われた項目であり、利用が必然的に増加していたものと考えられる。

【3-1：利用件数を用いた解析】

図 27 として、2018 年度から 2020 年度までの隔月のログ件数比較を示す。

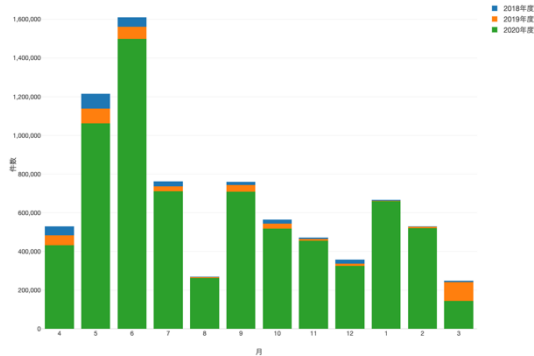


図 27 月別・年度別の利用件数

2020 年度は前年度までと比較して各月で 20 倍～200 倍のログ件数となっていた。合計では 2019 年度がおよそ 30 万件、2020 年度はおよそ 730 万件と 20 倍以上となっていた。なお、2019 年度の 3 月は同年度の他の月と比較して利用が大幅に増加していた。これは新型コロナウイルス感染症にともない、対面で予定されていた実習を一部 e ラーニングに置き換えて実施したことに起因するものであった。

図 28 は学年別に利用件数を整理したものである。なお、特に断りの無い限り、図 28 以降は 2020 年度に特化したデータを示すものとする。

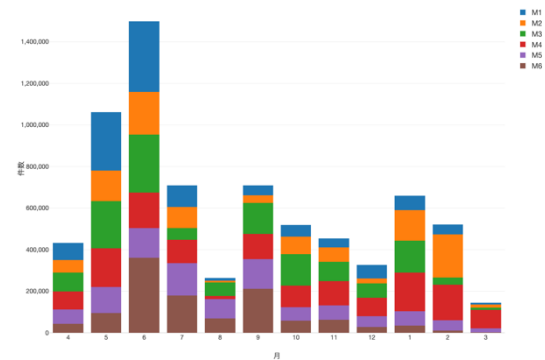


図 28 学年別の利用件数

月によってばらつきはあるものの、すべての学年での利用がみられた。学年別の総件数では 4 年生が 145 万件程度で最も多く、5 年生が 105 万件程度で最小となった。

続いて、各学生を X 軸にとった結果を図 29 に示す。

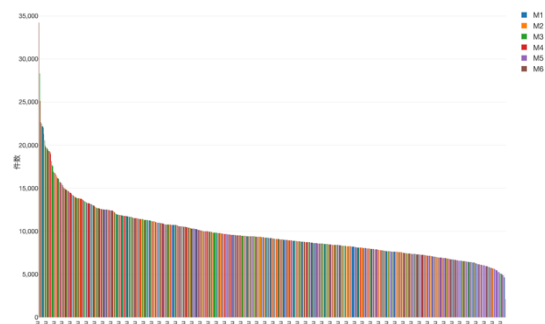


図 29 学生別ログ件数

各学生の件数を集計すると、中央値 9165、第 1 四分位数 7670、第 2 四分位数 11063 となっていた。一方、図 29 のグラフからは特に利用件数の多い学生や少ない学生も一定数存在することが見てとれる。

先行研究では利用件数・回数が少ない学生に対し、at-risk の可能性がある判断できることを結論付けているものもある。こうした先行研究では掲示板等を用いた意見交換・ディスカッションをテーマとした授

業や研修が扱われている。このため、ログの件数がそのまま議論への参加度を反映すると考えられるため、上記のような結論を導いていた。

一方、本研究で利用している教材は、図 26 でも示すように PDF 等を用いた資料閲覧型の教材がかなりの割合を占めている。また、小テストや課題など、学生個人での利用が主体となる教材も多い。教材の内容を理解できることが教材を利用した学習のゴールとなるため、1-2 回の学習で理解が可能な教材の場合には利用件数が少ない数値にとどまることも考えられる。逆に、理解が不十分な場合には合格点になるまで繰り返しの受験が必要となるため、利用件数も必然的に増加してしまうこととなる。

このため、特に小テストの受験回数や関連する動画・PDF の閲覧回数については、学年全体の平均値や中央値などを参考とし、大きく外れている学生について at-risk の可能性があるかと判断することとした。

図 30 は、図 26 で示した機能について、学生がどのような学習活動を行ったかを集計したものである。

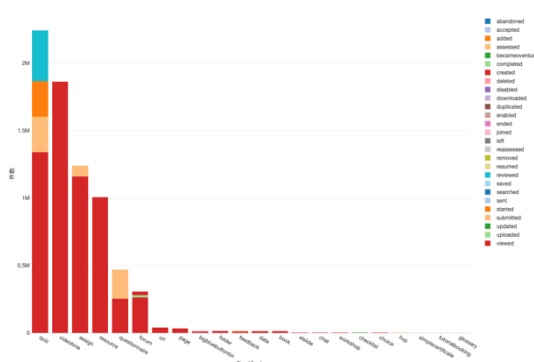


図 30 活動別の利用状況

図 26 で示したように、Moodle 上に作成

された教材としては PDF 等の閲覧 (resource) が最も多かったが、利用状況では小テスト (quiz) が最大値となった。この理由として、小テストは閲覧と合わせ、回答提出 (submitted)、採点結果の確認 (reviewed) など、複数の学習動作の組み合わせとなることが挙げられる。実際、閲覧だけでみると resource が最頻値となっており、他のログ件数と合わせて quiz が最大となっていた。

学生の学習ログを解析するにあたっては、どのような学習行動が取られたかによって区分して扱うことが必要となる。特にオンライン教育においては (A) 学生が受動的に資料を閲覧するもの (B) 与えられたテストや課題を実施・提出する必要があるもの (C) 単に成果物を提出するだけでなく、その過程としての意見交換・ディスカッションの記録も必要となるもの (D) 学習の履歴として、ポートフォリオや記録を残すことが目的となるもの、など様々な形式が存在する。前述のように、この種類によってログの件数をどのように扱うべきかも変化することになる。学習者に求められる成果を整理し、これに適した形での評価軸・評価方法を検討することで、卒前・卒後でのシームレスな評価・学習支援を可能にできると考えられる。

また、at-risk な学生を予測するためのアルゴリズムについても検討が必要である。例えば単純なログ件数の比較を用いても先行研究と同様の予測を行うことは可能である。しかし、継続的な利用を考えた場合、単にログの件数だけでは不十分であり、Moodle 内での小テストの成績などを総合的に用いた予測が必要となる。例えば以下

の学生を想定する。

- A. 受験回数 1 回、満点
- B. 受験回数 10 回、ほぼ毎回満点
- C. 受験回数 1 回、半分程度の正答
- D. 受験回数 10 回、最初は 0 点だが最後には満点
- E. 受験回数 20 回、最初から最後まで半分程度の正答

この場合、一般的には A と B は成績優秀な群に分類されると考えられるが、ログの件数では A と B で 10 倍の開きが生じ得る。また、形成的評価として判断するのであれば、最終的に満点が取れるようになった D は C・E に比べて評価が高くなるべきであるが、単純な件数では E が最大となる。また、A や C は受験回数が少ないため、偶然性の作用も否定できない。

このような状況は容易に想定され、ログの件数が増加した分、類似の状況も発生しやすくなっていると考えられる。このため、機械学習等を用いた予測を行うにあたっては、そのための指標をより入念に検討することも必要となるだろう。

F. 今後の課題

(1) 共通基盤としての設計

2019 年度に引き続き、Moodle の更新とプラグインの改修を実施した。いずれも問題なく実施することはできたが、不具合修正なども考慮し、定期的な更新作業は必要になるものと思われる。

これに加え、2021 年度中に予定されている Moodle 4.0 の公開により、インターフェース等が大きく変更されることは更新

を続けるにあたっての懸念材料となる。一つの方法として、LMS そのものを共有・配信するのではなく、LMS を通じた教材の配信を優先することが考えられる。

Moodle 等の LMS は LTI (Learning Tools Interoperability) を用いて他の LMS と教材を共有することが可能である。このため、共有する母体となる LMS を準備し、各大学・各病院等の LMS を接続することで教材を利用する形式とすることができる。この場合、LMS の基本構造は変えることなく、該当の教材のみを利用することができるため、Moodle のインターフェース変化による影響を最小限に抑えることが可能なる。

2019 年度の成果の一つとして実施した、門田班との協力で作成した教材の実装においても、LTI を用いて他の Moodle から利用可能となる仕組みを試験的に整備した。動作検証の結果、支障なく教材での学習が可能であることが確認された。一方、この場合は課題として、常に外部 LMS との接続が求められるため、データの保有・管理に際しては施設内の LMS のみを使う場合と比較して入念な対応が必要になる点は注意が必要である。

(2) 卒前・卒後の教育をシームレスとするための方略

本研究では卒前・卒後の学習・教育をシームレスに接続することを一つの目標として掲げてきた。特に 2020 年度の研究成果として、Moodle を主体としたオンライン教育の仕組みは新型コロナウイルス感染症対策としても有用であり、平常時において

も知識学習を主体とした学びを支援するための教材として利用可能であることが示唆された。

加えて、卒後でも同様の LMS を利用し、共通のフォーマットを用いて評価表を作成することで、EPOC2 等を用いて行われている卒後臨床研修と同様の評価を Moodle 内でも実施することができる。LMS 内で評価を完結することで、システム利用者の負担を軽減することが可能である。また、学習者の評価等を行う際、総括的評価としての記録だけでなく、種々の学習教材を用いて学んだ過程、形成的評価を結びつけることも可能になる。

一方、(1) で示した課題と同様、学習履歴を施設間で共有する際は個人情報の取り扱いも含めた課題が残る。日本学会等でも学習履歴の活用に関する提言が出されるなどの動きがみられているが、医療教育の場面においても同様の観点から議論が必要となるだろう。

LMS の機能を用いた履歴の共有としては、オープンバッジ等の Digital Credential を利用することが挙げられる。Digital Credential は学習結果の証明に加え、各学習者がどのような学びを行ってきたかの履歴も保有することができる。このため、卒前での学習履歴を卒後の施設と共有する際などにも有用となる。

一方、Digital Credential を利用する際は共通の評価基準を用いることが望ましい。発行の基準や評価の基準が施設ごとに異なってしまったのでは、医師免許を持っているか否かの判断と同程度の役割しか担うことができなくなってしまう。このため、学習教材をモデル・コア・カリキュラムと紐

付けて整理するなど、統一基準を用いた教材整備も必要不可欠となるだろう。

G. 結論

2018 年度の研究として、ダイナミックシラバスとして学習者の学習履歴を集約管理し、学習者による自己評価・省察支援および教員・指導員による評価結果の閲覧・入力を支援するシステムの構築を目指した。本研究では Moodle を基盤とし、卒業生など学外の学習者に対しても教材の発信や学習履歴の管理、フィードバックを行うため、必要なサーバ機器の選定・購入、および Moodle の機能拡張を行った。

2019 年度の研究として、JPAL の運用および教材追加等を含めたシステムの検証を主として研究を遂行した。

2020 年度では、JPAL の利用を促進するとともに、得られたデータから教育効果の検証などを行ない、研究全体のまとめを行う計画としていた。新型コロナウイルス感染症の影響をうけたオンライン授業の利用増にともない、利用支援と利用結果の解析を行った。

システムの負荷検証から、サーバ規模として本研究で整備したサーバの 50% 程度の性能であったとしても運用は可能であることが示唆された。一方、今後のさらなる利用増加を加味すると、動画サーバの別途設置などは検討することが求められる。

オンライン授業の実践にともない、学習履歴の件数は増大した。これにより、学習者がどのような学習行動を行ったかを巨視的に解析することが可能となった。加えて、過去の履歴を教師データとして機械学

習を行い、成績予測等の学習支援に役立てることの可能性も見いだされた。

卒前・卒後をシームレスに接続するにあたり、クルズス等の教材と合わせ、特に臨床実習に関連したコンテンツでの学習は欠かせない。2019年度には門田班との連携による教材の作成なども実施したが、今後も継続的な研究として、教材の充実化を測っていくことが必要である。

本研究から得られた今後の課題として、共通教材を配信するためのLMS設計や運用、学習履歴の共有を容易にするためのDigital Credential発行等に利用可能な評価方法の標準化、などが明らかとなった。これらの課題については、本研究で得られた成果の継続的な実践と合わせ、検討を重ねていく必要があると考えられる。