

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12272

研究課題名（和文）学習活動の早期予測とLMS活用支援を目指したLAエンジンの開発と実証実験

研究課題名（英文）Development and demonstration experiment of LA engine aiming at early prediction of learning activities and support for LMS utilization

研究代表者

大西 淑雅（OHNISHI, Yoshimasa）

九州工業大学・情報基盤センター・准教授

研究者番号：50213806

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日々の教授／学習活動に対して、学習分析データのできるだけ早い活用を目指し、関連する学習データの自動収集や分析モデルの構築を試みた。教授者や学習者に適切なアドバイスを示す仕組みの構築を進め、学習データの収集方法や分析モデルの構築とその検証を行った。また、所属機関における教育コンテンツの構成分析と共に、「学習エフォート」を定義し、関連する「学習負担」を簡単に確認できるツールを開発した。

なお、学習データの収集と分析のハードウェア化に関しては、学習関連データの送受信に関する流れを確認することができたが、完全な実装までに達していないため、補助期間終了後も、引き続き開発・実装を進める。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学習活動の早期予測は、日々の教授活動を行う教授者にとって重要である。そのため、学習活動に関するデータの収集を簡単にし、分析データの早い活用を目指した本研究の成果が、他の研究に与える影響は大きい。特に、学習エフォートという概念を提案・定義し、学習負担と学習コンテンツが持つ情報を、効果的に活用する仕組みについて貢献できた。今後、構築した実験環境を用い、学習分析を継続的に行うと共に、提案した仕組みの評価も継続することで、学習効果や教授法に関する研究に寄与できると考えている。なお、試作したデータベースやハードウェア分析処理については、より完成度の高い環境に発展させる予定である。

研究成果の概要（英文）：In this research, we attempted to automatically collect related learning data and construct an analysis model, aiming at the early utilization of learning analysis data for daily teaching/learning activities. We proceeded with the construction of a system that provides appropriate advice to instructors and learners, and built and verified learning data collection methods and analysis models. In addition to analyzing the structure of educational content at the affiliated institution, we defined "learning effort" and developed a tool that allows you to easily check the related "learning burden".

As for the collection and analysis of learning data on hardware, we were able to confirm the flow of transmission and reception of learning-related data, but we have not reached the point of complete implementation. Therefore, even after the subsidy period ends, we will continue to proceed with development and implementation.

研究分野：教育工学

キーワード：学習分析 学習データ LMS FPGA アドバイス

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

学習機会の多様化が進み、従来とは異なる教授法を用いる事例が多くなってきている。ICT 技術を活用し、学習機会の確保や新しい教授法などが試される中、通常の講義における学習活動を分析し、その結果を簡単に活用できる仕組みが求められている。学習分析(LA: Learning Analytics)の活用は、様々な粒度や対象において研究や教育が実践されているが、分析データの活用に関する事例研究や実践例の報告は多くなく、発展途上であると言える。

この原因の一つに、学習データの収集に関する標準化に対応し、かつ、日々の教育活動に適用可能(ローカル)な分析結果の活用を両立させることが難しいことが挙げられる。例えば、システム管理者が許可を得て行う学習分析には、様々な学習関連データも用いることができる。しかし、教授者が自ら行う、ローカルな LA では対象項目の自由度が高くなる。そのため、具体的な分析モデルを構築し、収集する学習データを決定するには難しさが伴う。また、より精度の高い LA のためには、学習データを効率良く厳選し、通常の講義や学習活動に分析結果を簡単に活用できるモデルや仕組みが必要である。

そこで本研究では、収集した学習データの可視化や統計解析を重視するのではなく、各所属機関における学習分析データの活用を重視したアプローチを模索する。例えば、ローカルな LA で得た結果を、日々の教授/学習活動に活かす仕組みを試作する。また、学習関連データの自動収集を目標に、通信デバイス上に、データの収集・分析を支援する機構を検討する。最終的には、個々の学習者への適切なアドバイスや教授者への適切な支援の実現を目指す。

2. 研究の目的

学習データに関する標準化や項目が提唱され、様々な学習データを積極的に分析・活用が可能になってきた。しかし、普段の教授/教育活動において、その教授者にとって適切なフィードバックを取得するための分析を行うには、対象となる項目やデータが多くなり、結果、解析に専門的な知識やデータ処理といった手間が必要となる。

本研究では、通常の教授活動に対して、リアルタイム性を重視した分析を行い、その結果を日々の教授活動や学習活動に対して適用することを目標に、実践的な学習分析(LA: Learning Analytics)の活用モデルを検討する。具体的には、教授法の改善や学習活動の活性化を実現する「アドバイス DB」を新たに提案し試作する。また、プログラム可能な通信デバイス上に、データの収集・分析を支援する「LA エンジン」の設計を行う。これは、学習分析のハードウェアを試みるものであり、ネットワーク機能を持つ FPGA デバイスを用いた「LA エンジン」の機能設計および試作を模索するものである。

さらに、Learning Record Store (LRS)に蓄積された学習データとの分散処理を検討しつつ、学習データの活用方法について様々な観点から検証し研究を進める。最終的には、教材の登録や課題の配置、学習者に対する支援なども含めた、LMS の活用支援、教授モデル・学習モデルのギャップを縮める方法の例示など、分析結果に基づくアドバイス(支援)の自動提供を目指す。なお、提案したアドバイスが教育活動に与える効果や影響についても検証する。また、LMS サーバ側に外部連携機能(Web API)を設計・開発し、「LA エンジン」や LRS からの分析結果を、LMS サーバ内の独自 DB に保存する仕組みの検討も行う。さらに、過去の関連研究に基づき、LMS 側のオリジナルプラグインの設計を行い、分析結果に対応した「アドバイス DB」を提供できる仕組みを試作する。

3. 研究の方法

「アドバイス DB」を設計・構築するにあたって、コース構成(教材・小テスト・課題などの配置)と学習時間、理解度、シラバスなどの関係について調査・分析を行う。各所属機関における学習分析データの活用に主軸をおくため、まず、研究代表者の所属機関を対象に研究を進めた。具体的には、複数年の比較が行いやすい、学部1年生の必修講義「情報リテラシ」を研究対象とした。また、「アドバイス DB」には、コース構成の変化(増加・減少)や事前学習量の変化、教授構成の変更などに、柔軟に対応できる必要がある。そこで、所属機関における2学部(情報工学系の約2500と工学系の約2700)のコースについて分析を試みた。これにより、実践的な LA 活用モデルをいくつか検討し、様々なデータ項目や教授実践を取り上げ、学習者へのアドバイスや教授者への適切な判断材料について検討した。

「LA エンジン」を開発するにあたって、(1)学習活動データの収集、(2)短期学習データの活用、(3)長期学習データの活用、などの基本機能の実現を目指す。そこで、学習関連データのハードウェア収集および処理を目標に、実践的な収集実験を行うため、FPGA 開発ボードおよび NAS 装置を導入し、実験環境を構築した。FPGA(独自のハードウェア処理をプログラム可能)に加え、Ethernet インタフェースやメモリ、簡易なプロセッサ、などのハードウェアを使用して開発を進めた。なお、蓄積できる一時的な学習データは限られるため、ハードウェア処理に適した分析方法の検討も行った。一方、FPGA 開発ボードによる学習データの LRS への送受信、学習分析サーバと複数の FPGA 開発ボードによる分散処理、を目指すために、外部連携インタフェース(Web API)機能を重点的に検討した。これにより、収集結果や分析結果を Moodle 上

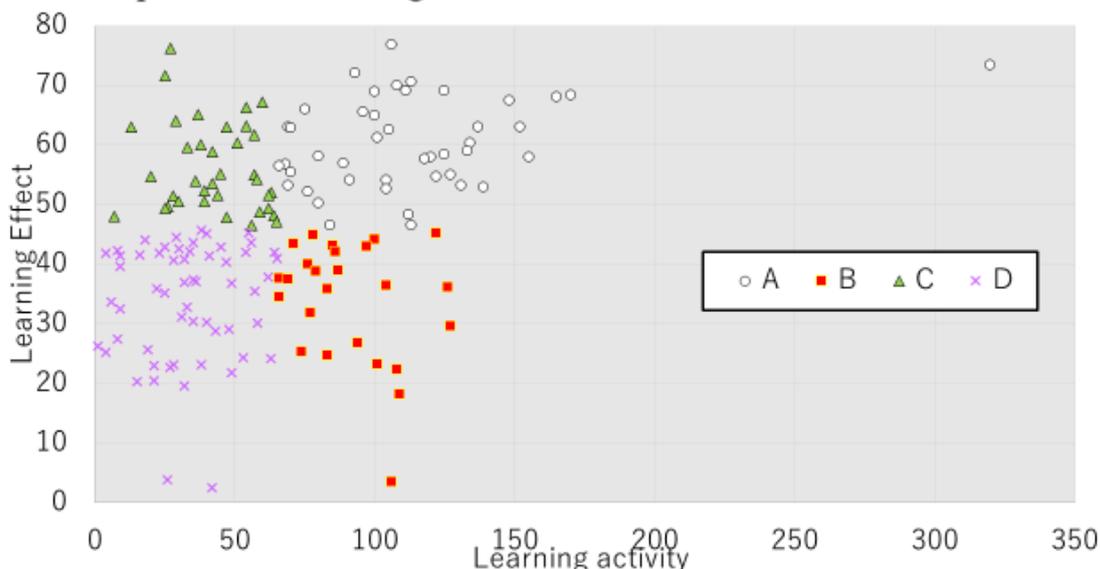
で活用できる仕組みの開発を進める。具体的には、Moodle サーバ側にも、Web API 機能を開発し、「LA エンジン」や学習分析サーバからの結果を、Moodle サーバ内の独自 DB に保存する仕組みを検討する。

4. 研究成果

(1) 学習時間、理解度などの調査

「アドバイス DB」を検討し、その活用モデルを検討するにあたって、学部1年生の必修講義「情報リテラシ」の分析を行った。図1に2018年度、2019年度のLMS活用・対面講義における分析結果の一部を示す。横軸はLMS上での活動数を示したものであり、縦軸は学習効果を数値化

Scatter plot of the learning effect and the number of activities (2018)



Scatter plot of the learning effect and the number of activities (2019)

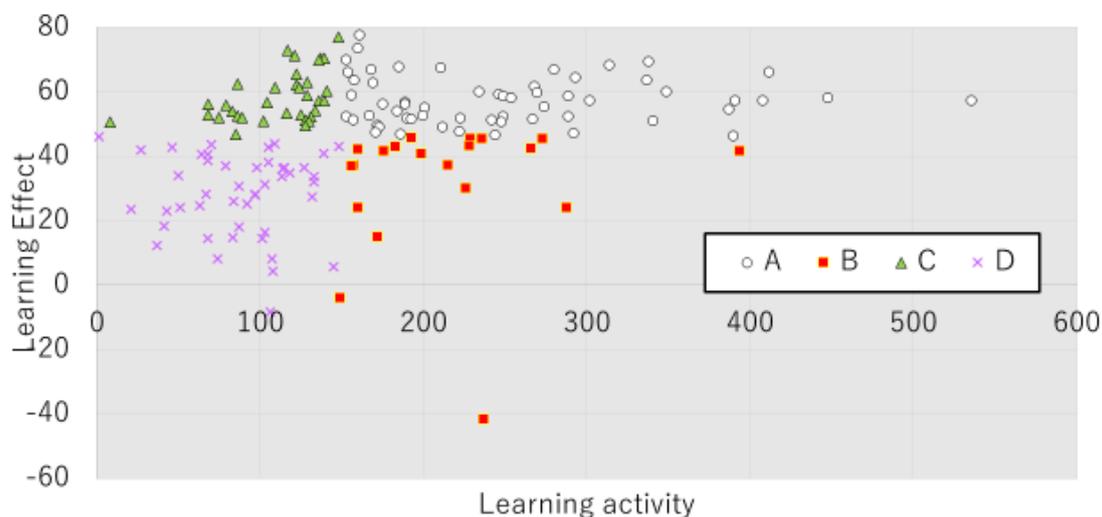


図 1 : 学習活動(Learning activity)と学習効果(Learning effect)

出典(上図) : <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.327>

出典(下図) : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9430344>

したものである。なお、2018年度と2019年度では学習効果の計算方法が異なる(引用文献参照)ため、相対的な比較に留める必要がある。ここでは、学習者を4グループに分けることができるか検討を行った。グループBは学習活動が多いにも関わらず、グループAほどの効果が確認できていない。これは、学習活動にムラ(資料と小テスト)があったことが原因の一つと考えられる。また、グループCは少ない学習活動で学習効果があがっている傾向もみられた。よって、学習活動数だけで、アドバイスを提供するには課題が残ることが判明した。LMS上の学習活動に留まらず、他の学習活動を使った指標も積極的に加味する必要性が明らかになった。

一方、対面授業の実施が難しく遠隔授業が実施された状況においても同様な分析を試みた。こ

これは、非同期型の遠隔授業の学習データを使って、分析モデルの構築を試みるものである。学習データが示す傾向と学習効果との関係について分析を進め、研究結果の一部は国際会議に公表した。また、対面授業と遠隔授業の比較を行うことで、Moodle 上の学習データや活動履歴の違いを調査できた。その結果、どちらの授業スタイルに対しても、学習アドバイスの提示の可能性を確認できた。

(2) LA エンジンの設計と複数情報システムのログ参照

FPGA 開発ボードを搭載した Moodle サーバを用いて、データの収集・分析を支援するハードウェア処理部の開発を進めた。具体的には、ネットワークパケットのキャプチャによる、学習関連データのハードウェア収集とその処理の基本設計を進めた。また、外部関係インタフェース (Web API) 機能の実現を考慮した、FPGA 開発ボードへのデータの送付や Moodle サーバへのデータの送付、といった学習関連データの処理に関する一連の流れを確認することができた。なお、「LA エンジン」の基本処理については一部実装を終了したが、安定した動作を保証した実装までに達していない。よって、引き続き開発・実装を進め完成を目指す予定である。

一方、NAS 装置を用いて、Moodle サーバ上のログとネットワークログを活用した分析も試みた。無線 LAN への接続履歴情報と Moodle のアクセスログを用いた試行解析では、学習者が使用した情報端末の IP アドレスと Moodle のアクセスログに含まれる IP アドレスを使用することで、アクセス場所をある程度特定することができることが確認できた。アクセス場所には、キャンパス内の環境的な特徴 (図書館、談話室、学習スペースなど) を考慮することで、学習そのものかどうかを予測する材料となりうると考えている。同様に、認証履歴情報などと組み合わせることで、端末の特性とアクセス先コンテンツの種類を組み合わせた学習予測などの研究に発展する可能性を秘めていることを確認できた。

(3) 学習負担と学習エフォート

学習活動の早期予測と LMS 活用支援を実現するために、「学習負担テーブル」を Moodle サーバ内に持たせる検討を行った。また、学習負担自身に関しては、その一例として、Moodle のプラグインとしてプロトタイプ実装を行い、教員が簡単に学習者の学習負担の状況を把握できるようにした。

表 1 : 学習負担テーブル(出典 : 第 35 回教育学習支援情報システム研究報告)

列名	型式	役割	備考
id	bigint		mdl_course_modules と同じ構造
course	bigint	コース番号	
module	bigint	モジュール番号	
instance(target)	bigint	インスタンス番号	
section	bigint	セクション番号	
basetime1	smallint	基準時間日数	初期値
basetime2	smallint	現在の時間日数	教員設定
basetime3	smallint	現在の時間日数	学生設定(平均・最大)
baselevel1	smallint	基準難易度	初期値
baselevel2	smallint	現在の難易度	教員
baselevel3	smallint	現在の難易度	学生(平均・最大)
Timecreated	bigint	設定日時	
timemodified1	bigint	変更日時	初期値
timemodified2	bigint	変更日時	教員設定
timemodified3	bigint	変更日時	学生設定(最新)
Idnumber	character varying(100)		
Etc	character varying(100)		

表 1 に学習負担テーブルの設計結果について示す。本テーブルは、Moodle のモジュール管理テーブル mdl_course_modules を拡張して定義し、コンテンツが持つ情報、教員側の活動、学生側の活動などの関連情報をまとめた。学習負担テーブルを参照・更新することによって、「学習エフォート」を定義し、その情報を教員が簡単に確認できる仕組みを開発した。

プロトタイプ実装した Moodle プラグインの動作結果(学習者の学習負担)の一例を図 2 示す。教授者は担当授業における授業の進捗状況に合わせて、レポートや課題の μ 切を設定することが多いが、学習者サイドで見ると、他科目の学習負担も存在するため、 μ 切日の重なりが発生することがある。この結果を踏まえ、学習エフォートを計算するためには、学習負担テーブルの重要性が確認できた。学習負担テーブルは、コース上に配置される、資料や課題といった学習教材が持つ難易度や標準的な学習時間を持たせる。また、実際の学習結果をテーブルに書き戻すこと

で、柔軟かつ適切な学習負担を計算できるようになっている。なお、本テーブルの効果については、研究補助期間のみでは十分な検証ができなかったため、終了後も引き続き検証を進める。

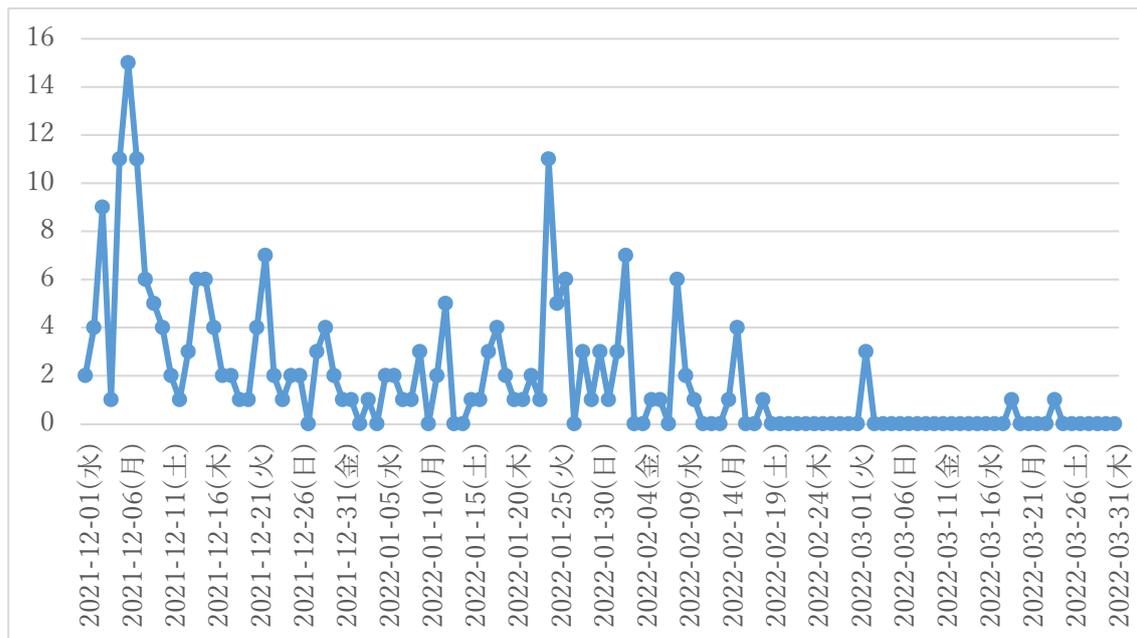


図 2：学習者の学習負担の一例（日切日別、縦軸は課題数、対象 103 人）

(4) 学習コンテンツの検索プラグインの開発と活用

コース構成データの自動収集の機能を本研究で対象範囲を広げ、機能を拡大したことで、より多彩な分析項目と基準を設定できるようになった。また、分析者（管理者）が利用できる検索プラグインを新たに開発することで、自動収集で不足する内容について手動で確認できるようにした。コンテンツに関するキーワードやモジュールの種類毎に検索が可能で、日時範囲を指定できる。



図 3：学習コンテンツの検索プラグインの動作例

これらのツールを用いてコース自身が持つ情報、教員の活動、受講生の活動、といった3つの区分に分けた上で、指示数、アクセス数、課題数（確認数、保有数）、資料数（利用、閲覧）、時間情報などから、アドバイス DB のプロトタイプ構築を進めた。

あわせて、システム間の活動ログの収集を円滑に行うために、認証管理ツールの活用も進めることができた。これにより、学習データに「学習活動」の項目を新たに追加し、成果(2)、(3)と組み合わせて、学習活動の場所と手段に関する分析方法の検討を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典
2. 発表標題 デジタル教材の活用に向けたオンライン復習環境の検討
3. 学会等名 UeLAフォーラム及びJADE & UeLA 合同フォーラム2021
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大西淑雅, 中原敬広
2. 発表標題 活動・リソースモジュールの利用状況検索ツールの開発と活用
3. 学会等名 Moot Moot Japan 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口真之介, 近藤秀樹, 大西淑雅, 西野和典
2. 発表標題 非同期型の講義における匿名の質問場の提供
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西淑雅, 山口真之介
2. 発表標題 教育IT環境で利用可能なOSS認証システムの活用
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西淑雅, 中原敬広, 山口真之介, 近藤秀樹, 西野和典
2. 発表標題 学習負担の把握に向けたプラグイン機能の開発
3. 学会等名 第35回教育学習支援情報システム研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shin'nosuke Yamaguchi, Hideki Kondo, Yoshimasa Ohnishi, Kazunori Nishino
2. 発表標題 Analysis of Student Activities in Blended Information Literacy Lectures
3. 学会等名 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大西淑雅
2. 発表標題 オープンソースIdPを用いた教授・学習環境の再検討
3. 学会等名 Moot Moot Japan 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典
2. 発表標題 LMSコースの構成調査に基づく学習アドバイスDBの検討
3. 学会等名 UeLAフォーラム及びJADE & UeLA合同フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shin'nosuke Yamaguchi, Hideki Kondo, Yoshimasa Ohnishi, Kazunori Nishino
2. 発表標題 Analysis of learning activities and effects on blended lectures
3. 学会等名 23rd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大西淑雅, 山口真之介, 近藤秀樹, 西野和典
2. 発表標題 ネットワークログを用いた学習活動の把握の提案
3. 学会等名 情報処理学会 CLE研究会No.29
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------