Vol.2018-CLE-24 No.5
2018/3/20

ラーニング・アナリティクスシステム基盤の構築

古川 雅子[†1]　上田 浩[†1,†2]　中村 素典[†1]　山地 一禎[†1]

概要：国立情報学研究所では，学認 Moodle におけるセキュリティラーニングや JMOOC におけるプログラミング入門講座及び研究データ管理入門講座を通して，大学等で共通に利用可能な教材の開発や，それを利用するための学習管理システムを提供してきた．学習管理システムでは，最終的な受講結果を利用機関の管理者にフィードバックする機能も備え，コンテンツの効率的な共有環境を構築してきた．しかしながら，そこに蓄積される学習ログを活用し，教育の改善を実現するための基盤の改善には至っていない．本稿では，大学等に提供する共有の学習環境において，学習ログの蓄積と解析結果の可視化を実現する，包括的なラーニング・アナリティクス基盤を構築した．開発したシステムは，学習管理システム，学習ログの蓄積データベース，学習ログの解析プラットフォーム，解析結果を提示するダッシュボードから構成される．システムをコンポーネント化することで，サービス運用時の比較的容易なシステムのスケールアウトが実現できる．学習ログの解析プラットフォームを利用したラーニング・アナリティクスの成果は，直接ダッシュボードから参照することを可能とした．これにより，定型的な方法が定まっていない学習ログの解析方法の改善にも柔軟に対応できる．構築した基盤は，学習ログ解析のための Dev/Ops 環境を提供するものである．他機関での利用を促進することにより，ラーニング・アナリティクスに関する研究の発展と同時に，高等教育における先端的な ICT の活用にも寄与することが期待される．

キーワード：オンラインコース，学習履歴，Learning Analytics，MOOC，xAPI

Development of the Learning Analytics Platform

MASAKO FURUKAWA[†1]　HIROSHI UEDA[†1,†2]
MOTONORI NAKAMURA[†1]　KAZUTSUNA YAMAJI[†1]

Abstract: National Institute of Informatics (NII) has been provided shared learning management system and its content development such as security learning from GakuNin Moodle service, software programing and research data management course from JMOOC platform. The learning management system has a functionality which can feedback final result date to the university administrator. However, it still remains unsolved the requirement that allow institutions to improve educational result by utilizing learning logs. In this paper, we developed an integrated environment for learning analytics which composed by learning management system, learning log store, analytics platform and dashboard which shows analytics results. By dividing the system into four different components, it becomes easier to scale-out the system in practical operation. The result obtained from analytics platform can be chosen directly from the dashboard. This function makes flexible to reflect the analytics methodology which does not fix and then will be changed time to time in the process of its development. This infrastructure could offer a Dev/Ops environment for learning log analysis.

Keywords: Online Courses，Learning Log，Learning Analytics，MOOC，xAPI

1. はじめに

MOOC (Massive Open Online Courses: Large Scale Open Online Course) は，社会に対して，大学レベルの教育を受ける機会を提供している．日本においても，2013 年に JMOOC[1]が設立された．2016 年 9 月には， JMOOC の認証コースは 143 に上り，登録者数も 25 万人になり，学習者の延べ数は 61 万人に達した. MOOC のコンテンツでは，ディスカッションや相互評価によって，学習者のモチベーションを高めるような工夫が行なわれている．

このようなオンラインコースでは日々，膨大な量の学習ログを取得できる．それを分析するのがラーニング・アナリティクス(LA)である．ラーニング・アナリティクスは，教育データを収集し, 分析する技術であり, コースの評価，改善や，学習者に対する適応的なサポートを可能にすると言われてきた[2].

例えば， Bouchet らは，時系列のマイニング技術を利用して, 学習者の行動パターンの特定を行なうことを試みた[3]. Peckham らは，Bloom の分類法と組み合わせた k-means クラスタリングは，認知スキルセットを決定するのに有用であることを示した[4].

Jihyun Park ら[5]は，LMS に蓄積された，講義ノートの閲覧，課題の提出，掲示板への書き込みに伴うクリック数のデータであるクリック・ストリーム・データの分析を行った．各学生の各日のクリック数をポアソン過程であると仮定し，各日の平均値からのずれが，ある時間の前後で変化する点を検出することで，学習行動の転換点を検出する．成績データと比較することで，ある時点からクリック数が増えた学生グループは，成績が高い傾向があることを明ら

†1 国立情報学研究所
National Institute of Informatics
†2 京都大学
Kyoto University

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

かにした．

Tanja Käser ら[6]は，学生の能力や成果を予測するためのモデルの予測精度を高める手法を提案した．対象としたのは，コンピュータ上の綱引きゲームであり，各チームの綱を引く力をシミュレーションによって確かめながら，そのルールを探索しながら学習を行う．この探索履歴を考慮することで，学生の能力を予測するためのモデルの予測精度を向上させた．

しかし，そのようなラーニング・アナリティクスの恩恵を受けるためには，ラーニング・アナリティクスを行うための基盤が必要になる．

国立情報学研究所では，学認 Moodle におけるセキュリティラーニングや JMOOC におけるプログラミング入門講座及び研究データ管理入門講座を通して，大学等で共通に利用可能な教材の開発や，それを利用するための学習管理システムを提供してきた[7-10]．また，学術情報ネットワーク SINET は，日本全国の大学，研究機関等の学術情報基盤として利用されてきた．このような基盤の 1 つとして，現在，ラーニング・アナリティクスシステム基盤の開発を開始している．学習管理システムでは，最終的な受講結果を利用機関の管理者にフィードバックする機能も備えている．しかしながら，そこに蓄積される学習ログを活用し，教育の改善を実現するための環境の構築には至っていない．

本稿では，大学等に提供する共有の学習環境において，学習ログの蓄積と解析結果の可視化を実現する，包括的な学習ログ解析システム基盤を構築した．開発したシステムは，学習管理システム，学習ログの蓄積データベース，学習ログの解析プラットフォーム，解析結果を提示するダッシュボードから構成される．システムをコンポーネント化することで，定型的な方法が定まっていない学習ログの解析の改善にも柔軟な対応が実現できる．学習ログの解析プラットフォームで構築した新しい解析方法を，容易にダッシュボードに反映することが可能となる．構築した基盤は，学習ログ解析のための Dev/Ops 環境を提供するものである．

2. 関連する実践，研究

LearnSphere [11]は，カーネギーメロン大学の Kenneth Koedinger，Ran Liu，John Stamper，スタンフォード大学の Candace Thille，メンフィス大学の Philip Pavlik，MIT の Una-May O'Reilly らが，全米科学財団（NSF）の助成により開発を行っている学習解析のための基盤システムである．単純なドラッグアンドドロップ操作により，データの格納場所の指定，統計モデルの選択，視覚化といった処理を行うことができる．また，カリフォルニア大学等ではオープンデータの公開も行われている．ただし，国際標準化への対応や，ツールやデータの相互運用性については，今後の課題となっている．

一方で，学習ログデータ活用，共有化には LA ポリシーの策定も必要になる．SHEILA プロジェクト[12]は，形成的評価やパーソナル学習の実現に不可欠となる学習ログデータ活用の機関ポリシーの作成を，科学的根拠にもとづき作成できるようにすることを目的とするプロジェクトである．多様な背景を有する機関で同一の標準ポリシーを使用することは困難であることから，参加的アクションリサーチと改訂版 Rapid Outcome Mapping Approach[13] に基づき，各機関でそれぞれに応じたポリシーを作成することを支援する．また，同時に，各機関の LA ポリシーを集めたポータルの運営も行っている．

LA 研究におけるエビデンスについても議論されている[14]．LACE(Learning Analytics Community Exchange)プロジェクトでは，エビデンスを，学習をサポートするか，教えをサポートするか，広く利用されているか，倫理的かという 4 つの点に関連づけ，蓄積，共有するためのエビデンスハブの構築を行っている．一方で，論文となりやすい結果が報告されやすい，また，現状，LAK の国際会議論文の比率が高いといった偏りもあるといった点も指摘されている．

3. ラーニング・アナリティクスシステム基盤

3.1 学習管理システム

ラーニング・アナリティクスシステム基盤の概要を図 1 に示す．学生が学習管理システム（Learning Management System: LMS）上で，コース中の動画再生や小テストといったモジュールを使用するたびに，学習ログが新たに LMS のデータベースに追加される．学習ログには，一般に，閲覧ページ，ログイン日時，オンラインディスカッションやレポート及び小テストの採点結果や関連するクリック操作ログ等が含まれる．この LMS のデータベースから分析対象の学習ログデータを抽出し，秘匿すべき個人情報の流出を防ぐために匿名化処理を行う．この学習ログデータを標準化形式で整形したものを，ログストアへと蓄積する（図中の①）．標準化形式で蓄積された学習ログは，コース担当教員や実施機関等に単純な統計処理を行った結果を可視化できるダッシュボードによって使用されたり（図中の②），学習ログ解析チームが分析を行った結果を共有したりできる（図中の③）．

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

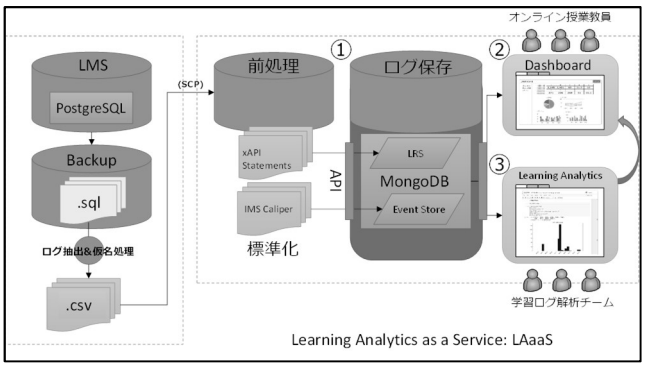


図 1　システム概略図

3.2 学習ログの蓄積データベース

学習ログに関する標準規格の一つとして，Experience API（以下，xAPI）がある．xAPI は，JSON 形式で記述されたステートメント構造で学習履歴を表現する．この構造では，英語の”I did this.”に相当する構造を有し，誰が(actor)・何を(object)・どうしたか(verb)を表現する．加えて，学習の結果(result)や学習の文脈(context)を示すことができる[16]．xAPI は，学習ログ分析に関連する標準の 1 つであり，アプリケーションが学習ログデータの共有をできるようにする．具体的には，「ログイン」や「閲覧」などの約 90 種類のイベントが，xAPI 形式及び IMS Caliper 形式に変換される．[17-18]

複数のサーバからの学習ログは 1 つのログ蓄積用のサーバ（Learning Record Store: LRS）に集められる．サーバのベースは，オープンソースの LRS サーバである Learning Locker を利用し，API を利用して各ダッシュボードにログを参照させている．LRS のデータベースには，mongoDB が使用されている．

3.3 学習ログの解析プラットフォーム

学習ログの詳細な分析は，Web ブラウザ上で，統計分析のためのオープンソースソフトウェア（Jupyter Notebook）である．解析チームのユーザアカウントでログインし，それぞれの Web ブラウザ上で R または Python を使用して学習ログの解析を行うことが可能である．図 2 に解析サンプルを示す．さらに，ここで作成された分析プログラムや実行結果は，ダッシュボードと共有することができ，コースの分析，改善の基礎としてダッシボードを利用することができる．

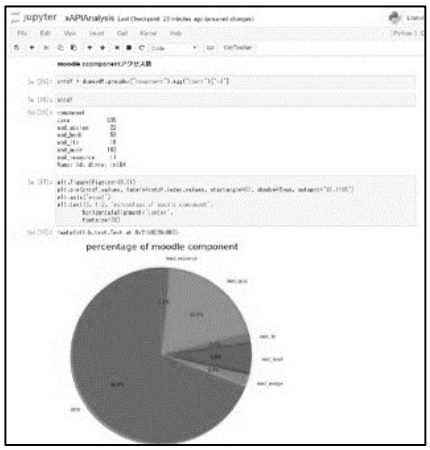


図 2 解析プラットフォーム（使用例）

3.4 解析結果を提示するダッシュボード

教員や教育機関のコース管理者等に対して学習ログの概要や分析結果は，ダッシュボードインタフェースを通じて示すことができる．図 3 は，簡単な統計量などの基本分析の結果を示したものである．現在，このダッシュボードの利用対象者としては主に教師を想定しており，教員が講義を改善するためのガイドとして利用することができる．

ダッシュボードの管理画面では，教員アカウントごとに閲覧可能なコースを紐づけることができる．また，可視化される項目が主にステートメントの verb に基づいているので, xAPI での定義等の知識がなくても直感的にわかりやすい名前に付け替える機能も有している．

教員アカウントでログインした場合は，それに紐づいたコースの学習状況をグラフで見ることができ，表示する期間等も変更することが可能である．

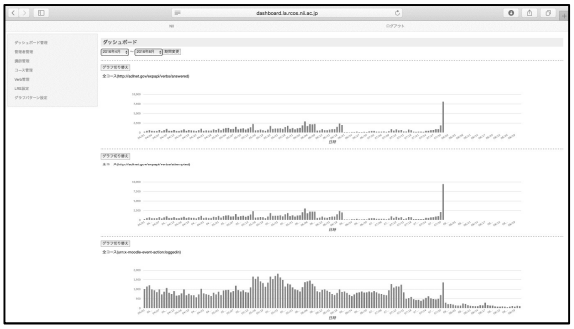


図 3　教員用ダッシュボードの画面例

4. まとめ

本稿では，大学等に提供する共有の学習環境において，学習ログの蓄積と解析結果の可視化を実現する，包括的なラーニング・アナリティクス基盤を構築した．開発したシステムは，学習管理システム，学習ログの蓄積データベー

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

ス，学習ログの解析プラットフォーム，解析結果を提示するダッシュボードから構成される．システムをコンポーネント化することで，サービス運用時の比較的容易なシステムのスケールアウトが実現できる．学習ログの解析プラットフォームを利用したラーニング・アナリティクスの成果は，直接ダッシュボードから参照することを可能とした．これにより，定型的な方法が定まっていない学習ログの解析方法の改善にも柔軟に対応できる．構築した基盤は，学習ログ解析のための Dev/Ops 環境を提供するものである．他機関での利用を促進することにより，ラーニング・アナリティクスに関する研究の発展と同時に，高等教育における先端的な ICT の活用にも寄与することが期待される．

今後は，開発したラーニング・アナリティクスシステム基盤を用いた学習ログの蓄積を更に進めるとともに，蓄積した学習ログのより詳細な分析やそのフィードバック手法等について更に検討を行なっていく．また，Open Science for Education を目指し，各大学での利用を含めた教育機関における横展開を検討し，ラーニング・アナリティクスシステム基盤のパッケージ化も検討していきたいと考えている．

参考文献

[1] “JMOOC”. https://www.jmooc.jp/en/, (参照 2018-02-26).
[2] New Media Consortium. Learning Analytics and Adaptive Learning. NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition, 2016, p.38-39.
[3] Bouchet, F., Kinnebrew, J., Biswas, G. and Azevedo, R., 2012, Identifying Students' Characteristic Learning Behaviors in an Intelligent Tutoring System Fostering Self-Regulated Learning. Proceedings of the 5th International Conference on Educational Data Mining, p.65-72.
[4] Peckham T. and McCalla, G., 2012, Mining Student Behavior Patterns in Reading Comprehension Tasks. Proceedings of the 5th International Conference on Educational Data Mining, p.87-94.
[5] Jihyun Park, Kameryn Denaro, Fernando Rodriguez, Padhraic Smyth, and Mark Warschauer, 2017, Detecting changes in student behavior from clickstream data. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, p.21-30. https://doi.org/10.1145/3027385.3027430
[6] Tanja Käser, Nicole R. Hallinen, and Daniel L. Schwartz, 2017, Modeling exploration strategies to predict student performance within a learning environment and beyond. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 31-40. https://doi.org/10.1145/3027385.3027422
[7] 上田 浩,中村 素典,西村 健. 倫倫姫×学認=持続可能な多言語情報倫理教育. 大学 ICT 推進協議会年次大会論文集, 2012, p.5.
[8] 上田 浩,中村 素典,岡部 寿男,古村 隆明,曽根 秀昭,山地 一禎,西村 健,久米原 栄,ベアリー・キース,牧原 功. 倫倫姫アップデート: 学認連携 Moodle による情報倫理教育コースの運用. 2013 年度年次大会講演論文集, 2013.
[9] 上田 浩,中村 素典. 倫倫姫アップデート 2015: 学認連携 Moodle の利用拡大と運用の改善. 2015 年度年次大会講演論文集, 2015.
[10] 上田浩,中村素典,古村隆明,神智也. 倫倫姫プロジェクト―学認連携 Moodle による多言語情報倫理 e ラーニング―. デジタルプラクティス, 2015, vol.6, no.2, p.97-104.
[11] “LearnSphere”. http://learnsphere.org/, (参照 2018-02-26).
[12] “SHEILA”. http://sheilaproject.eu/la-policies/, (参照 2018-02-26).
[13] “Rapid Outcome Mapping Approach (ROMA)”. https://www.idrc.ca/en/article/rapid-outcome-mapping-approach-guide-now-online, (参照 2018-02-26).
[14] Rebecca Ferguson and Doug Clow. 2017. Where is the evidence?: a call to action for learning analytics. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA, 56-65. DOI: https://doi.org/10.1145/3027385.3027396
[15] “LACE”. http://www.laceproject.eu/, (参照 2018-02-26).
[16] “Experience API Specification”. https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI.md , (参照 2018-02-26).
[17] 森本 容介,古川 雅子,山地 一禎. Moodle 上での活動を Experience API で表現する手法の検討 (2015 年度 第 5 回研究会 身体知・スキル支援/一般). 教育システム情報学会研究報告, 2016, vol.30, no.5, p.99-106.
[18] 森本 容介, 古川 雅子, 山地 一禎. Moodle を対象とした xAPI のプロファイルの策定. 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), 2017, vol.2017-CLE-21, no.20, p.1-8.
[19]“Jupyter”. http://jupyter.org/, (参照 2018-02-26).

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan