

第5回 Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK15) 参加報告

芳賀 瑛¹ 関谷 貴之² 梶田 将司^{3,4}

概要: 2015年3月16~20日にかけて米国ニューヨーク州ポキプシー, マリスト大学において第5回 Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference が開催された。本稿では LAK15 における Learning Analytics (LA) の動向について報告する。

キーワード: ラーニングアナリティクス, ビッグデータ, オープンソース, オープンスタンダード, プライバシー保護, ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

Report on Fifth Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK15)

AKIRA HAGA¹ TAKAYUKI SEKIYA² SHOJI KAJITA^{3,4}

Abstract: The fifth Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK15) was held on March 16-20, 2015 at Marist College, Poughkeepsie, New York, U.S.A. This paper reports on the latest information about Learning Analytics (LA) at LAK15.

Keywords: Learning Analytics, Big Data, Open Source, Open Standard, Privacy Protection, Human Computer Interaction

1. はじめに

Learning Analytics 分野における国際会議である Learning Analytics and Knowledge Conference は, The Society for Learning Analytics Research (SoLAR) の主催する会議の1つであり, 今年で開催5回目にあたる。本年度は“Scaling Up”をテーマに, 高等教育におけるビッグデータとその活用を念頭に置き, 研究者, 実践者, 学習者らの情報交換を志向する方向でのスケールアップがなされた [1]。



図1 LAK15 のロゴマーク。

2. LAK15 の概要

前半2日は, LAK15 のプレカンファレンスとして, 4つのワークショップと2つのチュートリアルプログラム, そして主に博士課程の学生によるコンソーシアムが開催され, メインカンファレンスは後半3日に開催された。

メインカンファレンスにおける投稿の分類を表1に示す。フルペーパーの採択率は27%であり, 昨年度のLAK14と同じ率を推移した。前半2日のワークショップ名とチュー

¹ 法政大学情報メディア教育研究センター
Research Center for Computing and Multimedia Studies,
Hosei University
² 東京大学情報基盤センター
Information Technology Center, University of Tokyo
³ 京都大学情報環境機構
Institute for Information Management and Communication,
Kyoto University
⁴ 京都大学学術情報メディアセンター
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto
University

トリアルプログラム名、及び1日目から3日目までのコン
カレントセッション名は以下の通りである。

ワークショップ

- It's About Time: 4th International Workshop on Temporal Analyses of Learning Data
- Ethics and Privacy in Learning Analytics (#EP4LA)
- The 2nd International Workshop on Open Badges in Education From Learning Evidence to Learning Analytics
- VISLA15: VISual Approaches to Learning Analytics

チュートリアル

- Topic Modeling for Learning Analytics Researchers
- Hands-on with Bayesian Knowledge Tracing: Assessment and Hypothesis Testing in Digital-Ed

基調講演

- The Trials and Tribulations of Predicting the Future for Learning Technology
- Learning analytics = (problem+question) X (data+analysis) / (ethics+intervention)
- Getting a Big Picture from Big Data: Use Your Words!

1日目

- MOOCs - Assessments, Connections and Demographics
- Student Engagement and Behaviour
- Indicators and Tools for Awareness
- Institutional Perspectives
- Students At Risk
- Practice Across Boundaries
- Predicting Achievement
- MOOCs - Discussion Forums
- Student Performance

2日目

- Off-Task Behaviour / Bayesian Knowledge Tracing
- Writing and Discourse Analysis
- Learning Analytics Tools and Frameworks
- Learning Strategies and Tools
- Text and Discourse Analysis
- Theoretical Foundations for Learning Analytics
- Alternative Methods of Improving Learning
- Interventions and Remediations
- Analyses with LMS Data

3日目

- Multilevel, Multimodal and Network Analysis
- Curricula, Network and Discourse Analysis
- Open Learning Analytics and Tutoring Systems

以下、報告者が参加したセッションを中心に、各セッ

表 1 セッションの内訳とその採択件数

セッション分類	件数
Full Paper	20 (全投稿数:74)
Short Papers	39
Panel	1
Demo	1
Poster	19
Technology Showcase	9

ションの概要についてまとめる。

3. 基調講演

3.1 1日目基調講演

1日目のセッションは、Dr. Chuck Severance による “The Trials and Tribulations of Predicting the Future for Learning Technology” で始まった。Dr. Severance は、University of Michigan において長年ラーニングテクノロジーの研究開発・実践を行ってきており、Sakaiをはじめ、IMS Learning Tool Interoperability (LTI) のプロジェクトリードとしてもよく知られている。講演では、Delta Initiative の “LMS Squid”^{*1}[2] や元 EDUCAUSE 副会長の Richard Katz らが作成した “edu@2020”^{*2} を引用しながら、ラーニングテクノロジーのこれまでとこれからを振り返った^{*3}。講演後のQ&Aで、MOOCs (Massive Open Online Courses) が2012年という年も含めてKatzのビデオで最も予測が当たっていた事項として取り上げられた。

3.2 2日目基調講演

2日目のセッションは、Belinda Tynan 教授による基調講演 “LEARNING ANALYTICS = (PROBLEM+QUESTION) X (DATA+ANALYSIS) / (ETHICS+INTERVENTION)” から始まった。Learner Experience を専門とし、遠隔教育分野における長い職歴、及びOpen UniversityのPro-Vice-Chancellorとしての経歴から、LAの現状と今後のあり方について、タイトル中のPROBLEM、QUESTION、DATA、ANALYSISおよびANALYTICSの意味合いを、映画「マネーゲーム」との比較を通じて解説した^{*4}。主にModule FingerprintなどのOpen UniversityにおけるLAの実践状況について説明し、自身の専門分野から、LAが学習者の経験に与える影響を考慮した学習デザインについて紹介を行った。

*1 LMSマーケットシェアの変遷をグラフィカルにまとめたもの。

*2 2006年に2020年の高等教育におけるテクノロジー活用がどうなっているかを2006年までを振り返りながら予測した未公開ビデオ。

*3 今回の講演は、他者の著作物を許諾を受けて多用しているため、今回の講演の中で使用された著作物については書面での許諾なしに公表することは禁止されている。

*4 このあたりの解説をよりよく知りたい場合は、映画版よりも書籍版の購読を講演者は薦めていた。

3.3 3日目基調講演

3日目のセッションは、Dr. Danielle S. McNamara による“Getting a Big Picture from Big Data: Use Your Words!”というタイトルの講演があった。Dr. McNamara は、自然言語処理 (Natural Language Processing, NLP) や機械学習の技術を用いて、学習者を分析することに取り組んでおり、NLP のツールである Coh-Metrix などを用いて、学習者のテキストを分析することで、その学習者の感情、ジェンダー、スキルなどを分析するなど、主に技術的な観点の話が多かった。根底には、単語 (word) がジェンダーやスキルを表す proxy であるとの考えがあり、学習活動をより深く理解するためには、NLP を適用可能なより多くのテキストデータ、そしてテキストデータを取得する広い意味でのセンサーが必要との立場で研究を行っており、学習に関する研究で NSF の資金を得ているようである。なお、LAK15 における McNamara らのグループによる口頭発表やデモは合計 4 件であった。

4. コンカレントセッション

4.1 MOOCs Assessments, Connections and Demographics

本セッションでは MOOC 受講者の評価や分析に関する 4 件の取り組みが発表された。欧州のオンライン学習プラットフォームiversity の Vogelsang らは MOOC における多数の受講者が提出した小論文の評価方法として、Cloud Teaching Assistant System (CTAS) を提案し、実際のコースの期末試験に適用した結果を報告している。CTAS は、小論文など自動的に評価することができない試験を評価するために、評価専門に組織されたティーチングアシスタント (TA) の制度で、大学が専門知識に基づいて候補を出した中から、講師が選抜した学生が TA となる。著者らは、CTAS、受講者の相互評価、講師の評価結果を比較して妥当性を検証している。Open University (OU) の Ferguson らは、OU が運営する MOOC である FutureLearn の受講者の取り組み方を分析することで、Samplers (コースを少し試すだけで居なくなる)、Strong Starters (最初の試験を受験した後諦める) など 7 種類に分類できたと報告している。その他、MOOC 受講者の社会的地位を、人口動態調査など外部データに基づいて推定する研究と、欧州の Learning Analytics Community Exchange (LACE) プロジェクトのパネルがあった。

4.2 Student Engagement and Behaviour

学生の学習への取組みと行動を討議するこのセッションでは、4 件の発表が行われ、はじめにミシガン大学での授業実践を通し、どのように学生の主体的な課題参加を評価すべきかについてディスカッションが行われた。続いて学生の問題解決行動を複雑ネットワークとしてモデル化した

相互問題解決型ネットワークの適用可能性、学生の感情検出の精度改善、そしてミドルスクールの生徒の大学の専攻選択と主体的参加との関連について 3 つの発表が成された。相互問題解決型ネットワークは、次数相関、スケールフリーネットワークに類似しており、クロスドメインでの比較を可能にしている。感情検出においては、集中、困惑、不満、退屈の 4 感情の検出についてログデータにタギングと特徴付与を行ったことで精度の向上が観測された旨が報告された。専攻選択と主体的参加との関連性においては、異なる専攻 (人文系、医薬系、経済系等) を選択した学生の比較において、知識、パフォーマンス等の主体的参加の指標パラメータにおいて有意差が検出されることが示されたが、米国のミドルスクールという限定的な環境における結果となっている。感情検出、専攻選択の事例については ASSISTments によって取得した授業データを元に論旨が展開された。

4.3 Institutional Perspectives

本セッションは、MOOC を提供する組織が Learning Analytics を実施するに当たっての、組織のポリシーやプライバシーの扱いに関する取り組みや調査結果について、3 件の発表があった。南アフリカ大学の Prinsloo らは Learning Analytics によって学生のプライバシーに影響があることから、学生が自身の学習データの利用についてオプトアウトなどの制度が存在するか等を、3 つの MOOC について調査した結果を報告している。具体的には、Coursera、edX、FutureLearn 各々の“Terms and Conditions”から、収集するデータやデータの利用目的などの記述を分析している。その結果、いずれも収集するデータに関しては明確に説明しているものの、そのデータの利用を拒否するオプトアウトの仕組みは提供されていなかった。そして、高等教育機関が学生の信頼と協力を得るためには、Learning Analytics に関する透明性を高めることしかない結論付けている。その他、Open University の Learning Analytics におけるポリシー策定などのケーススタディに関する報告があった。

4.4 Practice Across Boundaries

国境を越えた実践活動に関するこのセッションでは、最初にヨーロッパ圏における LA の実践状況についてパネル形式で発表が行われた。フランス、イギリス、ドイツ、オーストラリアでの実施状況について簡単に説明があり、続いて主にヨーロッパ LA コミュニティ交流プロジェクト“Learning Analytics Community Exchange (LACE)”について紹介された。LA の中心的メンバーが主に北米、ヨーロッパ、オーストラリアで構成されていることから、英語圏以外における LA の実施状況については左程認知されておらず、日本についても同様であった。中心メンバー

の中でもヨーロッパ圏はLAの導入についてはまだ発展途上であり、今後の体制作りについて検討を行っている段階である。続いてOpenCourseWare (OCW)の質評価に関するレポートがあり、世界各国の20のOCW機関からランダムに100の授業を抽出し、品質評価を行った結果について報告された。具体的には、実質的に機能している講義は100講義中28であり、英語以外の言語で利用可能な講義数は12であった。再利用可能な講義数は16、過去3年以内に更新された講義は全体の3分の1を下回るという結果が提示された。OCWが利用者のニーズに応えているとは言い難い状況にあることが示され、OCWの自動評価に関する提案等が行われた。

4.5 Student Performance

学生のパフォーマンスに関するこのセッションでは、学生のコース活動中のパフォーマンスを予測する協調的多重回帰モデルの提案、トランザクションレベルデータの使用による誤認、知識コンポーネントの穴の検出と改善、及び学生のパフォーマンスに関する経年調査について発表が行われた。第一の研究においては、協調的多重回帰モデルは、個人的な学生の特徴を単純な回帰分析よりも正確にとらえ、従来のモデルよりも20%以上パフォーマンスの予測精度を向上させることについて報告している。トランザクションレベルにおける学習データの分析においては、単に最終的に提出されたデータを分析するよりも、そのプロセスの分析に重きを置いた分析手法を取り、提出データの分析が示すよりも、実際は多くの学生が課題に取り組んでいるというエビデンスを示すことができることが示された。学生のパフォーマンスの経年調査にあたっては、学年を経たパフォーマンスの発展を調査すべく、4学年、2年度分の学生の評点に対しX-means法に基づくクラスタリングを行っている。結果によれば、学生はクラスタリングされたグループに、年度が変わっても留まる傾向が示された。1群のクラスタリング分析の結果から、他群のパフォーマンス予測が可能であり、各学年の評点への重みづけの指標を提案すること等が可能としている。

4.6 Off-Task Behaviour / Bayesian Knowledge Tracing

このセッションでは主に非課題従事活動、及びベイズ統計による知識トレースについて報告が行われた。ベイズ統計は新たなデータの入手に伴い、事後分布を更新していく統計手法であり、事後分布を求めるシミュレーションアルゴリズムとして、主にマルコフ連鎖・モンテカルロ法(MCMC)を用いる。サンプルサイズが小さくともある程度の推定が可能であり、パラメータが多く複雑な階層のモデリングも容易なことから、ベイズ知識追跡(BKT)モデルとしてこの種の研究に用いられている。本セッション

ではまず、BKTモデルを使用したGame-likeな学習環境における学生の成長のトレースについて発表が行われた。BKTモデルには、識別性およびdegeneracy(縮退)の問題があるが、これを検出可能にし、学生の活動データの解析を行っている。続いて、LMS外の非課題従事活動について、隠れ単純ベイズモデルを使用して自動検出を行う手法について発表が行われた。k-mean法を用いたクラスタリングのアルゴリズムにおいて特徴ベクトルとして2変数を設定し、従来のモデリング法よりも優れたパフォーマンスが得られたことを報告している。最後に、LMSでの学習に関して、履歴データから各タスクにかかる時間を測定し、分析に用いた事例紹介について報告が成された。

4.7 Learning Analytics Tools & Frameworks

本セッションは、Practitioner 2件としてLearning AnalyticsのプラットフォームであるIMS Caliper^{*5}の紹介が行われた。発表者であるVentoら曰く、教育機関においては、特定のLMSに特化したデータの分析から、互いに疎結合したシステム上での大量のデジタルデータを扱うようLearning Technologyを発展させているところであるが、学習活動を測定する共通のアプローチが欠けていることで、データの収集や集約、分析といった作業に、多大な時間やコストがかかっており、このような問題の解決に取り組むのが、IMS Global Caliper Analyticsの枠組みであるとのことである。Caliperでは拡張可能な学習活動モデルを提供することで、学習イベントを収集して必要な記録を保持し、それを後の分析に役立てることを目指している。発表では、Caliperにおけるモデル(information model)や語彙(controlled vocabulary)、LTI、QTI、データ構造、またシステム間のAPIなどが紹介された。なお、Caliper 1.0は2015年5月にリリース予定との発表があった。その他、University of GrenobleのMandranらは、データやデータのライフサイクルを扱う枠組みとしてDOP8について発表した。学習データを対象としてDOP8に沿った枠組みとしてUnderTracks (UT)^{*6}を開発している。

4.8 Learning Strategies and Tools

本セッションでは学習方略とツールに関する報告が行われた。自己調整学習に関わるプロセスマイニング法、及び自己調整学習支援のための成績予測ツール、ビデオへの注釈付けソフトを使用した学習方略などが発表され、それぞれの有効性を示した。第1の研究では学生の自己報告能力(目標達成への姿勢、学習への取り組み)と、自己調整学習における学習方略との関係を調査するために、ファジーマイナープロセスマイニングの手法を活用し、パイロットスタディの結果を報告している。第2の研究ではGameful

^{*5} <http://imglobal.org/caliper/>

^{*6} <https://undertracks.imag.fr/>

な成績予測アプリケーション “GradeCraft” の開発を行い、2 群の学生を対象とした実証実験から、学生のアプリ活用の時期や傾向について報告を行っている。第 3 の研究に関しては、学生のビデオ注釈ソフトの使用と試験得点との関連について、一部、試験の評点における悪影響について触れながらも、全体的な好影響が観測されたという結果が報告された。

4.9 Text & Discourse Analysis

本セッションでは、機械学習や自然言語処理 (Natural Language Processing, NLP) の技術を学習活動の分析に応用した研究に関する発表が行われた。Arizona State University の Hsiao らはオンラインフォーラムの投稿からそこで扱われている話題を読み取る技術として Topic Facet Model (TFM) を提案している。TFM は Latent Dirichlet Analysis (LDA) を拡張したもので、(topic) facet は LDA における topic より具体的なものとすることである。著者らは Shiny^{*7} で開発したプロトタイプで stackoverflow^{*8} のデータを分析した結果を示している。同じく Arizona State University の Allen らは学生の読解能力を分析する Intelligent Tutoring System (ITS) である iSTART に、自然言語処理技術を応用することで学習者モデルを改良することができることを報告している。NLP のツールとしては Coh-Metrix^{*9} を用い、学生の読解能力と学生が入力した文章の言語学的な特徴との間に関係があるとの仮説の下で、文書長や単語数など様々な指標について理解度を示す得点との関係を分析している。

4.10 Theoretical Foundations and Frameworks for Learning Analytics

本セッションでは、まず、PAR Foundation が行っているコミュニティベースでのラーニングアナリティクスの取り組みが実際のコミュニティメンバとのパネル討論を通じて紹介された。コミュニティベースでの取り組みの場合、共通にデータが取り扱えるようになる、共通データを用いるため大学間のベンチマーキングが行いやすい、学びの予測法やインターベンション法を共有しやすいなどのメリットがある。ただ、共通のコンテキスト (各大学が抱える課題、対象とする学生のレベル等) を有するコミュニティメンバの選択がポイントとなることが討論から推察された。

また、セッション後半では、ラーニングアナリティクス研究に携わる多様な研究者・実践者間のコラボレーションを行うために、意味論的かつ認識論的なファウンデーションが必要であることが主張されていた。

*7 <http://shiny.rstudio.com>

*8 <http://stackoverflow.com>

*9 <http://cohmetrix.com>

4.11 Alternative Methods of Improving Learning

本セッションでは、これまでの学習改善の方略に属さないその他の授業改善法について 3 件の報告が行われた。報告内容は、データ駆動型マスタリーラーニングシステムの有効性、振り返り学習における変則的再文脈化アプローチを用いたテキスト分析、マルチモーダル LA による学生の対話分類の 3 件である。とりわけ学生の対話分類の研究はベストペーパーにノミネートされており、興味深い。この研究では、チューターと学生との会話において、姿勢・ジェスチャー情報を Kinect と Web カメラを用いて自動取得し、LA に活用することを試みている。自然言語処理のモデルの一環としてこれらのボディラングージ情報の取得を行っており、音声言語の記録が無い場合でも、学習者の態度について分析が可能である。また、多数の学生に対して計測が可能であることが利点の 1 つである。ボディラングージに関わる研究は昨年度の LAK14 においても同名のセッションで報告が成されており、今後のウェアラブルデバイスの発展等に伴い、更に進展が期待される分野である。

4.12 Analyses with LMS Data

本セッションは、LMS のデータを用いた分析等に関する発表が行われた。Open University (OU) の Rienties らは LMS 上のコースの利用に関する Learning Design と Learning Performance を結びつけた実証的な研究がこれまでなかったとの立場から、OU におけるコンテンツの単位であるモジュールを用いて分析した成果について発表した。なお Learning Design とは、学習に関わる適切なりソースや技術を効果的に用いて、Learning Activity (学習活動) を設計する方法論を扱うものである。また、OU におけるモジュールとは、日本の大学における「講義」よりは大きな単位で、ある種のテーマに関する一連の講義と考えられる。著者らはモジュールを Learning Design における 7 つの活動の観点で整理したり、モジュールに関わる LMS 上の学習データとの間で分散分析を行うなどを行った上で、Learning Analytics の研究者も LMS における Learning Design への配慮が必要と結論づけている。University of Sydney の Pardo らは Learning Analytics を行う上では、学習者の意欲や考え方に対する定性的なデータとの関連の調査結果を報告しており、それらの定性的なデータを合わせることで、Learning Analytics の成果の解釈が改善されると結論づけている。

4.13 Curricula, Network and Discourse Analysis

本セッションは、いずれも技術に焦点を置きつつも、その題材は多岐に亘る発表が行われた。University of Minnesota の Chen らは過去 4 回の LAK conference に関するツイートを分析して何らかの知見を得ようとの試みについて報告している。本カンファレンスを題材として、語

彙やアカウント、リツイートなど、様々な分析が行われているが、直接“Learning Analytics”に関わるものではない。Open University の Simsek らは、小論文の評価を題材にして、Xerox Incremental Parser (XIP)^{*10} という文章を構成する各文の修辞学的な意味などを抽出する用いて、XIP による出力とチュータによる採点との関係について分析した結果を報告している。University Politehnica of Bucharest の Dascalu らはコラボレーションの過程で行われる対話の分析について報告している。ReaderBench は学習者の生成物を評価するマルチリンガル対応のフレキシブルなシステムで、文章の文法や意味などの上でのまとまり (text cohesion) などの指標に基づいて文章を分析する特徴が有る。著者らは、ReaderBench を対話の分析に用いて、text cohesion がコラボレーションの過程を表す指標となるとしている。

4.14 Open Learning Analytics and Tutoring Systems

Apereo Foundation が主催する Open Learning Analytics Architecture の発表がパネル討論形式で行われた。オープンスタンダードに基づいたデータ収集方法、ラーニングデータストア、オープンダッシュボードシステムによるラーニングアナリティクスに関するアプリケーションストアについて議論された。その際、最も重要な点として「オープンであること」が特に強調された。

5. プレカンファレンスワークショップ

先に述べたとおり、LAK15 のメインカンファレンスの前、2 日間に渡り、第 1 回の Open Learning Analytics Hacathon が開催された。このハッカソンは、SoLAR と Apereo Foundation が企画したもので、Apereo Learning Analytics Initiative が最近リリースした Open Dashboard^{*11} および Open Learning Analytics Framework を用いて、欧州における Sakai コミュニティを約 10 年間牽引している University of Amsterdam の Alan Berg と、Marist College において Open Learning Analytics Initiative のプロジェクトを牽引している Sandeep Jayaprakash により実施された。

ハッカソンの内容は、Open Dashboard をローカルマシンで稼働させ、それを Amazon AWS で動作している Sakai CLE, OpenLRS, および Learning Analytics Processor^{*12} にそれぞれ IMS LTI, xAPI により接続し、すでに用意さ

れている 30 人程度の 1 学期分の Sakai の利用状況データを Open Dashboard により教員にとって意味がある形で可視化するというものであった。参加者は約 20 人で、研究者・ソフトウェア開発者・教員の役割のいずれかをそれぞれが担い、コラボレーションツール Slack や Google Drive を用いながら 1 チーム 5 名程度に分かれて実施された。これは研究者・ソフトウェア開発者・教員が共同作業を行うことになるという、各大学におけるラーニングアナリティクスプロジェクトの現場を意識したものである。筆者が参加したチームでは、1 学期分の Sakai の利用状況 (約 500,000 件) をツール種別に関係なく数え上げたデータを時間軸に沿ってクラス全員分を一括表示するとともに選択した学生がどういう Sakai ツールを使ったかを詳細表示する Open Dashboard Card を、可視化 JavaScript ライブラリ D3.js により作成した (実装は途中までとなった)。

初見の参加者がそれぞれの役割を認識しながら実際のコーディングまでを約 2 日で行う大変さを実感したが、Sakai に格納されている各種ツールのイベント情報を、Open Learning Analytics Framework の枠組みで使う具体的な方法を学ぶことができた。

6. まとめ

本報告では、実際に参加した筆者らの観点から LAK15 およびラーニングアナリティクスの動向についてまとめた。

カンファレンスのクロージングセッションにおいて、Organizing Committee Co-Chairs で今回のホスト校 Marist College のまとめ役である Josh Baron により、LAK15 の開催状況に関する以下の「メタ情報」が報告された:

- 参加者総数: 319 名
- ライブストリーム閲覧者: 55 名 (平均)

来年の LAK16 は、2016 年 4 月 25 日~29 日まで University of Edinburgh, UK において開催される。ACM 主催の教育ビッグデータに関するラーニングサイエンスとコンピュータサイエンス分野の研究者・実践者のための国際会議 ACM Conference on Learning at Scale (L@S) とのクロケーションも予定されている。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 24650554, 25242017, 26242013 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 5th International Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference, <http://lak15.solaresearch.org>
- [2] Phil Hill, “State of the US Higher Education LMS Market: 2014 Edition”, <http://mfeldstein.com/state-us-higher-education-lms-market-2014-edition/>

^{*10} <https://open.xerox.com/Services/XIPParser>

^{*11} AngularJS および Spring-Boot により実装されたもので、Card と呼ばれるデータ可視化のためのフレームワークを提供するウェブアプリケーション。可視化ツールとしては、AngularChar, AngularDC, vis.js, D3.js 等が利用可能。

^{*12} Marist Early Alert Model を実装したもの。ハッカソンでは使用しなかった。