

## 第6回 Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK16) 参加報告

古川雅子<sup>†1</sup> 山地一禎<sup>†1</sup> 安武公一<sup>†2</sup> 中村泰之<sup>†3</sup> 山田恒夫<sup>†4</sup> 梶田将司<sup>†5</sup>

**概要:** 2016年4月25~29日にかけて英国エジンバラ大学において第6回 Learning Analytics and Knowledge Conference(LAK16)が開催された。LAK16は、Society for Learning Analytics Research(SoLAR)が主催する国際会議で、例年以上の発表件数が集まり、学習分析の現状について活発に議論された。本稿ではLAK16における Learning Analyticsの動向について、有効性や期待、その問題点などの観点から報告する。3件の基調講演については個々の内容について概説するとともに、プレカンファレンスやメインカンファレンスを通して、LAの現状とこれからのについて俯瞰するために著者らが特筆すべきと感じた5つのテーマについて詳述する。これらのテーマや成果の推移から、Learning Analyticsに関する世界の現状を捉え、この分野において日本が取り組むべき課題についても言及する。

**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 the Sixth Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK16)

MASAKO FURUKAWA<sup>†1</sup> KAZUTSUNA YAMAJI<sup>†1</sup> KOICHI YASUTAKE<sup>†2</sup>  
YASUYUKI NAKAMURA<sup>†3</sup> TSUNEO YAMADA<sup>†4</sup> SHOJI KAJITA<sup>†5</sup>

**Abstract:** The Sixth International Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK16) was held on April 25-29, 2016 at University of Edinburgh, Edinburgh, UK. The LAK16 conference is organized by the Society for Learning Analytics Research (SoLAR), and LAK16 conference received a record-breaking number of submissions. This paper reports on the latest information about Learning Analytics (LA) at LAK16, from the view point of the efficiency, expectation and challenge to the learning analytics. Three keynote lectures provided in the main conference are introduced followed by the general summary in five themes each of which is strongly impressed by each author. The transition of theme and session in LAK16 from previous conference shows worldwide tendency and progress in this space, compared with our far behind situation in Japan. The paper also discussed what we have to do in the learning analytics in this country.

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

### 1. LAK16の概要

学習分析 (Learning Analytics : LA) 分野における代表的な国際会議のひとつである Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK) は、今年で開催6回目となった。LAKはThe Society for Learning Analytics Research (SoLAR)の主催する会議である。今回のLAK16は、2016年4月25日から29日までの5日間イギリスのエジンバラ大学において開催された[1]。本稿では、LAK16の概要について報告すると共に、筆者らが参加を通じて関心をもった点について特筆する。

LAK16の参加申込者数は、昨年のLAK15における320名を上回る467名となり、参加者の出身国もLAK15の34か国より多く44か国となった。発表数は合計98件 (Full Paper: 36, Short Paper: 26, Workshops: 16, Poster: 17, Demo:

3)であった。図1にLAKにおける論文数 (Full Paper) の推移を示す[2]。

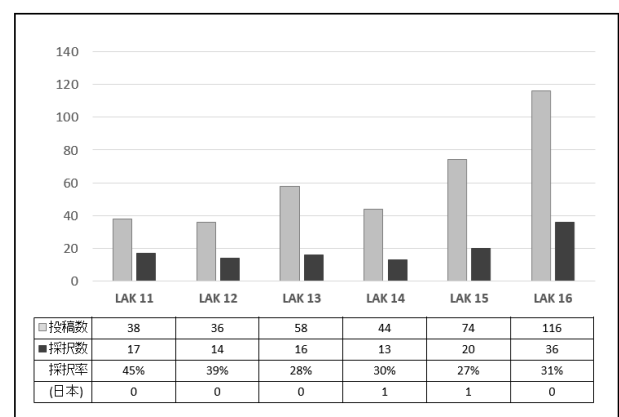


図1 LAK論文数の推移

採択された Full/Short Paper 合計 62 件の上位 5 か国は、

†1 国立情報学研究所  
National Institute of Informatics  
†2 広島大学  
Hiroshima University  
†3 名古屋大学  
Nagoya University

†4 放送大学  
The Open University of Japan  
†5 京都大学  
Kyoto University

アメリカ (20 件), イギリス (10 件), オーストラリア (10 件), ドイツ (3 件), スイス (3 件) であった。日本は LAK14 で 1 件, LAK15 で 2 件 (Full Paper: 1, Short Paper: 1) が採択されていたが, 今回は残念ながら 0 件であった。

LAK16 の前半 2 日間はプレカンファレンスとしてワークショップやハッカソンイベント等が行われた。プレカンファレンス 2 日目には, 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) とのコロケーションとして講演が行われ LAK 参加者も聴講可能となっていた。LAK16 の後半 3 日間は, メインカンファレンスとなり, 毎日 1 件の基調講演が行われた。基調講演後のパラレルセッションは, 会場 2 つの建物 (John McIntyre Conference Centre, St Leonard's Hall) の最大 8 会場で同時開催された。この他, メインカンファレンス 2 日目にはポスターセッションがあり, 3 日目には LAK 主催団体である SoLAR の年次総会が行われた。メインカンファレンスの全ての会場からは, ライブストリーミング Web ビデオ配信が行われた。

LAK16 のプレカンファレンス及びメインカンファレンスのセッション名は以下の通りである。

### プレカンファレンス

1 日目 (大会 1 日目) :

<Full-day>

- ・ Learning Design & Feedback
- ・ Critical Perspectives on Writing Analytics
- ・ Learning Analytics for Workplace and Professional Learning
- ・ Learning Analytics Across Physical and Digital Spaces
- ・ Jisc/Apareo Hackaton Day1

<Half-day: Morning>

- ・ The 5th International Workshop on Temporality in Learning Data
- ・ Extending the IMS Caliper Analytics Information Model with Learning Activity Profiles

<Half-day: Afternoon>

- ・ Ethical and Privacy Issues in the Design of Learning Analytics Applications
- ・ Learning Analytics for Curriculum and Program Quality Improvement

2 日目 (大会 2 日目) :

<Full-day>

- ・ LAL Workshop: Learning Analytics for Learners
- ・ Multimodal Learning Analytics Data Challenges
- ・ Data literacy for Learning Analytics
- ・ Workshop of Smart Environments and Analytics on Video-Based Learning (SE@VBL)
- ・ Jisc/Apareo Hackaton Day2

- ・ LAK Doctoral Consortium

<Half-day: Morning>

- ・ Introduction to Data Mining for Educational Researchers
- ・ Educational Data Mining with Python and Apache Spark: A Hands-on Tutorial

<Half-day: Afternoon>

- ・ LAK Failathon
- ・ Learning Through Goal Setting
- ・ Learning@Scale closing keynote (LAK 参加者受入)

### メインカンファレンス

1 日目 (大会 3 日目) :

- ・ [基調講演] Learning as a machine. Cross-overs between humans and machines
- ・ Keynote discussion & panel
- ・ Discourse analytics
- ・ Learner models
- ・ Analytic visualizations and dashboards
- ・ Collaborative learning
- ・ LA challenges, accessibility and ethics
- ・ Determination of off task – on task behaviors
- ・ Learning tools and interventions
- ・ Teaching and teacher analytics
- ・ Institutional perspectives and challenges
- ・ MOOC discussion analysis
- ・ Language, writing, and interaction
- ・ Firehose
- ・ Posters, technology showcase, and welcome reception

2 日目 (大会 4 日目) :

- ・ [基調講演] Learning Analytics: Utopia or Dystopia
- ・ Keynote discussion and panel
- ・ Institutional perspectives
- ・ Personalization
- ・ Theoretical and conceptual models
- ・ Methodological reflections
- ・ Proficiency and positioning
- ・ Learning design and analytics
- ・ Bayesian modeling
- ・ SoLAR annual general meeting

3 日目 (大会 5 日目) :

- ・ [基調講演] A Dispatch from the Psychometric Front
- ・ Keynote discussion and panel
- ・ xAPI
- ・ Supporting learning and achievement
- ・ Real time data
- ・ Supporting SRL and 21st century skills

- ・ Overcoming obstacles
- ・ Predictive modelling
- ・ Community Building Panel
- ・ Closing remarks

これらのセッションを著者らが聴講した結果を踏まえ、まず2章では、基調講演の内容について概説する。次に、3章から7章では、LAの現状把握と今後の展開を示唆する上で重要であると考えられる5つのテーマをとりあげ、LAK16を総括する。LAの研究成果は、単に学習ログを解析して学習行動を計算論的立場から記述するだけでなく、教育の質を向上する実サービスに反映されなければならない。これらの両側面から世界的な動向を知るために、LAK16の全体像を、先端的な研究の側面と研究成果をサービス展開する側面から捉えることが重要である。3章では、従来のLAKにおけるセッションと比較し、LAに関する研究テーマがどのように推移しているかの最新動向についてまとめる。4章では、更にIoT的な側面からの先端的な研究例として、マルチモーダルをLAに適用する試みについて紹介する。多様化するデータからLAを実践してサービスに展開するためには、データを発生させるセンサー部分と、解析エンジンを分離したシステムアーキテクチャーを構成する必要がある。生理学的手法やマルチモーダルのような先端的なセンサーを入力源とする場合のみならず、複数の学習支援システムや学内システムからのデータを統合してLAを実践する場合にも有効である。学習ログの標準化は、研究成果をサービスに適用するLAの実践サイクルを実現する上で不可欠な要素となる。4章では、ログの標準化から解析環境の共通や共有化に関する最新動向についてまとめる。6章と7章では、LAの普及を考える上で重要となる、国レベルや機関レベルにおけるLAの実践、世界的なLAコミュニティの変容についてまとめる。以上の情報をもとに、8章では、日本におけるLAの研究や展開や、今後の我々があるべき姿について議論する。

## 2. 基調講演にみるLAの動向

メインカンファレンスでは、3件の基調講演があり、LAの有効性や期待とともに、その問題点について議論された。

### 2.1 Learning as a machine. Cross-overs between humans and machines

ブリュッセル自由大学 (Vrije Universiteit Brussels) の Mireille Hildebrandt 教授は、法律、科学、テクノロジーと社会研究(LSTS)の研究グループに属し、法律とテクノロジーの結びつきについて研究を行っている。

基調講演では、LAの有効性やこれまで人が手作業で行っていた学生情報の管理を自動化できること等の利便性について説明がなされた。その一方で、データを事実と仮定し機械学習による学習分析に依存してしまうことに対する

懸念や、匿名化(仮名化)の困難さについて十分に考慮すべき点があることにも言及された。

### 2.2 Learning Analytics: Utopia or Dystopia

オランダの通信制大学 (Open University of the Netherlands) の Paul A. Kirschner 教授は、協調学習 (CSCL) の分野において長年中心的役割を果たしてきた人物である。専門分野には、コンピュータによる協調学習サポートや学習における相互作用、学習調整などが含まれる。

基調講演では、過去の技術革新と同様にLAにおける両側面、すなわち、期待すべき点と課題点の2つの側面について述べられた。期待すべき点としては、これまで望まれていた学習者個人に適応したオーダメイドの教育支援がLAによって達成できそうな点が挙げられる。一方で、大規模なLAを実践する際に、倫理とプライバシーに関する問題が大きな障壁となっている点を指摘した。また、教育コースを失敗するリスクがある学生 (Students at Risk) の特定を対象とした、コース運営や学生の学習行動予測の研究において、LAはリスクのある学生を識別するだけでなく、全ての学生のために学習の質改善を行われなければならないことを強調した。学習プロセスを理解するための指標として、学習の文脈の重要性を挙げ、より広範なデータセットを収集し、LAを発展させるべきことが指摘された。

### 2.3 A Dispatch from the Psychometric Front

アメリカのメリーランド大学 (University of Maryland) の Robert Mislevy 名誉教授は、コンピュータテスト等の教育測定や心理統計を専門として認知科学の発展に貢献してきた人物である。基調講演では、心理統計学とLAには多くの共通部分があるとして、心理統計学の代表的な統計的知識とその考え方について解説された。さらに、今後のLAにも応用可能な要素として、心理統計学の分野において長年に渡り進化した観点に、問題を統計的推論のひとつとして捉える方法があることを紹介した。その他の応用可能な観点として、大規模データの測定する際には、信頼性、妥当性、比較可能性、一般化だけではなく、社会的価値観についても留意すべきであることを述べた。講演内では、自身が Chair を務める ETS[3]で開発した SimCityEDU[4]についても紹介があった。

## 3. セッションの変容とLAの新しい可能性

今回で第6回目となるLAKで非常に興味を魅かれた点は、(1) これまでのLAKで設けられていた Social Network Analysis (SNA) のセッションが特に用意はされていなかったこと(だからと言って関心が薄れたわけではないこと)、および(2) LMSに集積される学習履歴データを対象とするだけでなく、生理学的データの解析にまで研究のスコ

ープを広げようと提案されたこと、この2点である。本章ではこの2点に焦点を絞って報告する。

元々LAが提唱されたときSNAはLAの中核を為す分析アプローチであると注目を集めていた[5]。実際これまでのLAKでは、第2回LAK12でSNAに関する独立したセッションが2つ、第3回LAK13と第4回LAK14のPre-Conference WorkshopではSNAを対象としたワークショップがそれぞれ1つずつ設けられていた。第5回LAK15でもDiscourse分析との関係でSNAに関するセッションがあった。ところが今回のLAK16では、特にSNAに関するセッションが設けられるなどということはなかった。とは言えこれはLAにおけるSNAの重要性が失われていることを意味しているのではない。そうではなく、LAにおけるSNAが「ツールの分析手法」としてこのコミュニティに定着していることを示唆している。たとえば[6][7]などはMOOCsのディスカッションフォーラムのネットワーク構造をSNAやセマンティック分析の立場から解析したものである。MOOCsのような仮想の学習空間に形成された学習者のコミュニティを対象として、そのコミュニティにおける学習者のポジションの推移をネットワーク分析の立場から分析した[8]のような発表もある。このように、海外の研究コミュニティではすでにSNAが（わが国ではまだそれほどは思われぬが）定着していることが今回のLAK16から見て取ることができる。

ただしその分析手法は、急速に発展しているComplex Networks Scienceの知見を積極的に応用したものには、まだなっていない。NetSci (Network Science Society [9])などの先端的研究コミュニティでは単層ネットワークの分析だけでなく多階層ネットワークの分析も取り上げられ始めている。学習コミュニティが「社会に埋め込まれた」環境である以上、今後はこうした点を導入したSNA分析もLAにおいて重要なものとなるだろう。

次にLAK16において、LMS上の履歴データだけでなく生理学的データに注目したアプローチが提唱された点について述べる。これに関するセッションは、初日のKeynoteを受けたパネル“Physiological Data and Learning Analytics: Opportunities and Challenges for Research and Practice”であった。セッションのタイトルからも分かるように、LAKでもまだどういった生理学的データをどう使い、何をどう分析すれば未解明の問題を解決することができるのか、これからという段階である。しかしながら学習が結局は脳に関する生理学的、分子生物学的、細胞物理学的現象でもある以上、隣接する関連諸科学とLAはいずれ（少なくとも海外では）影響を与えあうことになるだろう。LMSだけではなくセンサーデータなども使った分析アプローチはその第一歩である。このことを強く印象づけたパネルセッションであった。たかだかGBクラスのデータを「教育ビッグデータ」と称して騒いでいるわが国の教育工学・学習科学コミュニ

ティにこうした新しい研究アプローチに対する関心がなかなか出てこないのは、すでに[10]でも指摘しておいたように大変残念なことである。

#### 4. マルチモーダル化するLAの未来

本章では、プレカンファレンスで開催されたMultimodal Learning Analyticsワークショップの内容から、将来LAが進むであろう一つの方向性について紹介する。その他の多元的なデータをLAに活用する先端例については、7章においても紹介する。

本ワークショップは、Xavier Ochoa教授（ESPOL, エクアドル）を講師に、参加者が7名というこぢんまりとしたワークショップであった。同氏は、リューベン・カトリック大学（ベルギー）で故エリック・デュバル（Erik Duval）教授に師事し、ARIADNEのコンテンツ共有流通システムを南米に導入、LACLO（ラテンアメリカ学習オブジェクトコンソーシアム）を結成した実績を有するが、この数年は学習解析を主な研究領域にしている。本ワークショップで扱った学習解析は、教室での協調学習における学習過程を多様なセンサーを用いて計測、その特徴を抽出するというものであった。扱ったデータは、映像・画像、音声、Kinect、デジタルペンの軌跡などである。実際の学習活動で得られたデータについて権利関係の処理をおこない共有再利用できるようになっているデータベースを活用し、ワークショップでは各自のパソコンでOracle VM Virtual Boxを立ち上げ、講師から提供された各種ツールを利用して、その分析を体験した。このワークショップをもって、すぐに学習解析ができるわけではないが、学習のパーソナル化を実現する手段として学習解析をどう位置付ければよいか、いろいろ示唆の得られたワークショップであった。

#### 5. ログの標準化から解析環境の共通・共有化

プレカンファレンスで開催された、「Extending the IMS Caliper Analytics Information Model with Learning Activity Profiles」は、IMS Global Learning ConsortiumのCaliper Analytics WGにおいて、仕様策定から実装まで中心的な役割を担っているミシガン大学のAnthony WhyteおよびJohn Johnstonにより実施された。半日のセッションと言うことで、実習形式ではなく、プレゼンテーション形式であったが、(1) xAPI [11] との違い（イベント時刻やイベントソースID）と歩み寄り、(2) Caliperプロファイルの直感的な説明、(3) ミシガン大学のLecture CaptureシステムCAENでのMedia Profileの利用事例など、これまでになく情報も提供された。当日の資料は、<https://goo.gl/yXkPp9>で公開されている。欧米で既にLAを実践している研究室や機関、あるいは、企業ではxAPIを利用してログを蓄積す

る場合が依然多数であるが、実サービスへの Caliper の普及が、今後さらに勢いを増してくるものと考えられる。

ログの記述に関しては、国際的な標準規格の策定が進められているが、解析環境についても共有と再利用が促進する取り組みが展開されている。プレカンファレンスとして開催された「Educational Data Mining with Python and Apache Spark: A Hands-on Tutorial」の内容は、今後、日本において LA のノウハウをコミュニティ内で共有する上でも有効活用できるものと考えられる。本ワークショップは、McGraw-Hill Education Digital Platform Group に所属するデータサイエンティストが中心となって、Python を対話的に実行するためのシェルである iPython Notebook をローカル PC で利用できる環境を提供する Apache Anaconda と実際の MOOCs データ (HarvardX-MITx Person-Course Academic Year 2013) を用いて、対話的に Educational Mining を実行する形で実施された。実際に実行可能なコードを実例と実習で確認しながら進めることができる Python Notebook を用いたワークショップはとても新鮮で、プログラミングなどの授業や演習でも利用可能であろう。

なお、使用された資料や Python のプログラムは [https://github.com/Lewkow/LAK\\_2016\\_Workshop](https://github.com/Lewkow/LAK_2016_Workshop) で公開されている。

## 6. 国レベル・機関レベルにおける LA

本章では、プレカンファレンスで開催されたハッカソンやメインカンファレンスにおける Institutional perspectives のセッションの中で、国レベルまたは機関レベルの視点で実施される LA の現状について報告する。英国では、Jisc と呼ばれる機関が国レベルでの LA の普及・啓蒙を推進している。LAK16 の前週にロンドンで実施された xAPI Camp[12]やプレカンファレンスのハッカソンは、Jisc が主催したものであった。Jisc は、大学間での LA に関する情報交換コミュニティ支援に加え、LA を機関レベルで実施する際のツールキットの提供[13]、ダッシュボードを含めた LA のためのシステム開発や[14]、大学への Learning Record Store (LRS) サービスの提供を行っている。Jisc の LRS は現在 18 大学に利用され、既に約 6 千万の xAPI ステートメントが収集され、個々の大学の LA に活用されている。LAK16 のハッカソンでは、Jisc をサポートするベンダーが LRS や模擬データを提供し、xAPI の Vocabulary や LA のシナリオに関する議論、あるいは、可視化ツールの作成などを 2 日間にわたって実施した。国レベルでの同様のサービスを検討しているオランダやフィンランドなどの担当者も参加し、各プロジェクト推進のための情報収集に努めていた。

LAK16 の傾向としては、Students at Riskなどを対象として、クラスタリングの結果などを用いて学生の状態を予測

する研究から、Personalizationなどを対象として、より複雑なデータから個々の学習者の詳細なモデリングへとテーマが移っているようである。しかしながら、前者をテーマにした研究がなくなったわけではなく、先端的研究の対象から機関レベルの実サービスへの応用に移行しているように見受けられた。学習継続率に関する初期的な研究成果に関しても、大学経営の観点からのコストを算出するというレベルにまで発展している[15]。また、解析に適したデータを取得するために、Learning Design, Course Design や Instructional Design を担当するチームと連携してコースや授業を構築するという取り組みを、機関全体で展開している[16][17][18]。こうした LA を機関レベルで展開する際に克服すべき、機関内の現状確認やプライバシー問題に関するツールキットなどについても研究成果の蓄積が進んでいる[19][20]。Institutional Perspectives のセッションからは、実践問題として LA を捉え、着実に機関あるいは大学間レベルで活用を進めることで大学運営に不可欠な要素となっていく、という印象を強く感じた。

## 7. LACE プロジェクトによる LA の今後

本章では、メインカンファレンス二日目に開催されたパネル Learning Analytics: Visions of the Future について報告する。このパネルでは、LACE (Learning Analytics Community Exchange) [21]という、オランダやイギリスの Open University などヨーロッパの 9 機関が中心となって進めているプロジェクトの LA の今後の方針について紹介が行われた。LACE プロジェクトは LA 研究を推進していくための様々な知見を共有し、様々な教育方法、技術を利用したことによる学習効果の根拠を示すとともに、今後の LA 研究の方向性を示すということを目指して掲げている。これからの LA 研究として、LACE プロジェクトが掲げているものの中でも、2025 年までにペンやノートなど学習に用いられるあらゆるツールにセンサーを取り付けて学習データを取得するという方向性が示されていた[22]ことは印象深い。

今回の LAK16 でもセンサデータを用いた研究発表がいくつか見られたが、テスト結果など学習の結果のみを LA の対象とするのではなく、センサーなどを使った学習のプロセスに関するデータを詳細に解析することは、今後の LA 研究の主流になっていくのではないかと考えている。そして、その成果が「学習の数理モデル」構築につながっていくのではないであろうか。例えば、これまで米国物理学会発行のジャーナルにイジングスピンを応用した学習の数理モデルが発表され[23]大きなインパクトを与え[24]、日本国内でも関連した発表がなされている[25]が、それらの結果のサポートにつながると期待される。

## 8. まとめ

本稿では、LAK16の概要について報告すると共に、参加した筆者らの観点から印象に残ったセッションやLAの動向について述べた。3章以降で紹介したように、世界のLAは常に進化しており、昨年度まではカッティングエッジだった話題が、本年度はより実践的で成熟したデータ解析へと展開している。研究のための研究ではなく、実践のためのLAが展開されている。データ解析の観点からも、すでにLMS上の学習履歴データ分析だけを行なう段階から、LAの未知なる可能性に挑戦する段階に入っているとも言える。おそらく今後この分野では、LMSだけではなくSocial Dataなどを使った「マクロデータ」の分析と生理学的・認知神経科学的な「マイクロデータ」の分析、ならびに、Multimodalなデータ、そしてそれらを統合したアプローチへと研究の可能性は広がっているものと思われる。

こうした世界の現状に比べると、我が国のLAの現状は、大きく後れを取っているといえる。先端的な研究も進められているが、その横展開や層の厚さが全く異なる。本研究会などを通して、最先端における情報交換や、それを機関として展開していくノウハウの共有を、さらに推し進める必要があると強く感じた。

次回の国際会議(LAK17)は、2017年3月13日～17日にカナダバンクーバーのSimon Fraser Universityにおいて開催される予定である。

**謝辞** 本研究の一部は、科研挑戦的萌芽(16K12791)、科研基盤研究(B)(25282058)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] “the 6th International Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference”, <http://lak16.solaresearch.org> (参照 2016-05-1)
- [2] “Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge”, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2883851&picked=prox> (参照 2016-07-17)
- [3] “ETS”, <https://www.ets.org/>, (参照 2016-07-17)
- [4] “SimCityEDU”, [http://www.simcity.com/en\\_US/simcityedu](http://www.simcity.com/en_US/simcityedu), (参照 2016-07-17)
- [5] 安武公一, ライフログの教育活用における海外動向-LAK2012 報告, サイエнтиフィック・システム研究会教育環境分科会第2回会合, [https://www.ssken.gr.jp/MAINSITE/download/newsletter/2012/20121024-edu-2/lecture-02/SSKEN\\_edu-2012-2\\_yasutake\\_paper.pdf](https://www.ssken.gr.jp/MAINSITE/download/newsletter/2012/20121024-edu-2/lecture-02/SSKEN_edu-2012-2_yasutake_paper.pdf), (参照 2016-05-16).
- [6] Hecking, T., Chounta, I., and Hoppe, H. U., “Investigating social and semantic user roles in MOOC discussion forums”, In Proceedings of the LAK '16, pp.198-207, 2016, DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883924>
- [7] Zhu, M., Bergner, Y., Zhang, Y., Baker, R., Wang, Y., and Paquette, L., “Longitudinal engagement, performance, and social connectivity: a MOOC case study using exponential random graph models”, In Proceedings of the LAK '16, pp.223-230, DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883934>
- [8] Joksimović, S., Manataki, A., Gašević, D., Dawson, S., Kovanović, V., and de Kereki, I., “Translating network position into performance: importance of centrality in different network configurations”, In Proceedings of the LAK '16, pp.314-323, 2016, DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883928>
- [9] “NetSci: NetworkScience Society”. <http://www.netscsociety.net> (参照 2016-05-16)
- [10] 安武公一・中村泰之・山川修, Social Learning Analytics ve.2 の提案, 情報処理学会研究報告(第8回CLE研究会), 2012.
- [11] “Experience API - ADL Net”, <https://www.adlnet.gov/adl-research/performance-tracking-analysis/experience-api/>, (参照 2016-07-14).
- [12] “xAPI Camp Jisc”. <http://connectionsforum.com/jisc-london-422>, (参照 2016-05-20).
- [13] “Code of practice for learning analytics”. <https://www.jisc.ac.uk/guides/code-of-practice-for-learning-analytics>, (参照 2016-05-20).
- [14] “jiscdev”. <https://github.com/jiscdev>, (参照 2016-05-20).
- [15] Harrison, S., Villano, R., Lynch, G., and Chen, G. “Measuring financial implications of an early alert system”, In Proceedings of the LAK '16, pp.241-248, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883923>
- [16] Rienties, B. and Toetnel, L. 2016. “The impact of 151 learning designs on student satisfaction and performance: social learning (analytics) matters”, In Proceedings of the LAK '16, pp.339-343, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883875>
- [17] Wells, M., Wollenschlaeger, A., Lefevre, D., Magoulas, G. and Poulouvassilis, A. “Analysing engagement in an online management programme and implications for course design”, In Proceedings of the LAK '16, pp.236-240, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883894>
- [18] Bakharia, A., Corrin, L., Barba, P., Kennedy, G., Gašević, D., Mulder, R., Williams, D., Dawson, S. and Lockyer, L. “A conceptual framework linking learning design with learning analytics”, In Proceedings of the LAK '16, pp.329-338, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883944>
- [19] Drachler, H. and Greller, W. “Privacy and analytics: it's a DELICATE issue a checklist for trusted learning analytics”, In Proceedings of the LAK '16, pp.89-98, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883893>
- [20] Oster, M., Lonn, S., Pistilli, M. and Brown, M., “The learning analytics readiness instrument”, In Proceedings of the LAK '16, pp.173-182, 2016. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2883851.2883925>
- [21] “LACE - Learning Analytics Community Exchange”. <http://www.laceproject.eu/>, (参照 2016-05-15).
- [22] “The LACE Visions of the Future of Learning Analytics”. <http://www.laceproject.eu/the-lace-visions-of-the-future-of-learning-analytics/>, (参照 2016-05-15).
- [23] Bordogna, C. M. and Albano, E. V. Theoretical Description of Teaching-Learning Processes: A Multidisciplinary Approach. Phys. Rev. Lett. 2001, vol. 87, no. 11, p. 118701-1-4.
- [24] “Focus: The Physics of Teaching Physics”. <http://physics.aps.org/story/v8/st12>, (参照 2016-05-15).
- [25] 例えば, Hideo Nitta, Mathematical theory of peer-instruction dynamics, Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 2010, vol. 6, p. 020105, 安武公一, 山川修, 多川孝央, 隅谷孝洋, 井上仁. ネットワーク・コミュニティを通じた学習者間の相互作用とその効果に関するシミュレーション分析. 教育システム情報学会誌. 2011, vol. 28, no. 1, p. 50-60. Yasuhiro Nariyuki and Norikazu Yamaguchi, A Mathematical Learning Model Including Interactions among Different Learnings. J. Phys. Soc. Jpn., 2015, vol. 84, p. 035001