

# CLE を利用した学習の可視化と分析に関する提案

山川 修<sup>†</sup> 安武公一<sup>††</sup> 多川孝央<sup>†††</sup> 隅谷孝洋<sup>††</sup> 井上 仁<sup>†††</sup>

現在、教育・学習支援のために、LMS、eポートフォリオ、SNS など多様なシステムが利用されている。そこには、学習者の履歴データが多量に蓄積されているが、それを可視化して学習者の支援に利用する研究は進んでいない。そんな状況の中で、昨年からは Learning Analytics という分野が立ち上がり、履歴データの分析が精力的に進められようとしている。本論文では、この現状を報告し、学習研究を evidence-based に行うために必要な枠組みの提案を行う。

## A Proposal of the Visualization and the Analysis for Learning using CLEs

Osamu YAMAKAWA<sup>†</sup> Koichi YASUTAKE<sup>††</sup> Takahiro TAGAWA<sup>†††</sup>  
Takahiro SUMIYA<sup>††</sup> Hitoshi INOUE<sup>†††</sup>

Nowadays, We use LMSs, ePortfolios and Social Networking Services as the learning environments. The large quantities of learning logs are stored in these systems day after day. The study to visualize the log data for supporting learners is not so active so far. The research area of "Learning Analytics" for analyzing the log data is in making from a year ago. Therefore, the visualization and the analysis of learning log data become active more and more. In this paper, we report these situations and propose an evidence-based new approach to the learning sciences.

### 1. はじめに

学習科学の分野では、以前は、実験群と統制群により統計的手法で学習に効果的な要因を分析する分析科学のパラダイムが主流であった。しかし、沢山の要因が互いに影響している学習という現象を、一つの要因だけ取り出してその影響を調べるといった方法論に無理があると考えられるようになり、学習の研究にデザイン科学のパラダイムを採用した「デザイン研究 (Design-Based Research : DBR)」が台頭してきた<sup>1)2)</sup>。デザイン科学の分野では、デザイン→試用→改善、というサイクルを繰り返しながらノウハウが蓄積される。教育実践もこれと類似しており、授業デザイン→実践→評価、というサイクルを経て、次の授業デザインの際に、評価をもとに授業の改善を行う。ただし授業デザインを行う前に、学習モデルが想定されており、評価の結果、学習モデルを修正する場合もある。DBR の実践・研究サイクルは図1のようになる。デザイン原則は実践や評価にも関わりがあると考えられるので中心に配置した。

DBR のサイクルの中で評価は、授業を観察する方法や、インタビューを行い、学習者側で学んだことがどのように認識されているかを調べる方法等を使って行われる。従来型の授業では、如何に学習が行われているかを研究するためには、こういった人手をかけ詳細に調べる方法しかなかったが、授業や学習を支援する各種の教育学習支援システ

ム (Collaboration and Learning Environment : CLE) が登場し、CLE に蓄積される学習記録 (ログデータ) を分析することにより、学習者がどう学んでいるかを知ることが、リアルタイムに近い形で可能になった。しかし、現段階で CLE に蓄積されたログデータが活用されているとは言い難い。その理由としては、

- (1) ログデータで何が分かるのか分かっていない。
- (2) CLE の標準で提供されている表示機能を越えてログデータを分析するには、管理者権限が必要になる。
- (3) ログデータを分析するためには学習者の同意が必要になる。

等が考えられる。以降では、これらの問題点を踏まえ、ロ

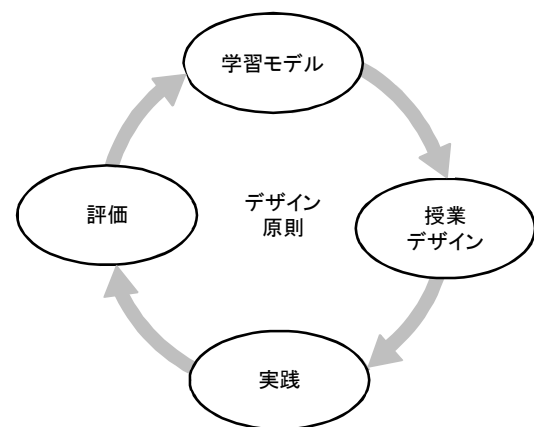


図1 デザイン研究のサイクル

<sup>†</sup> 福井県立大学  
Fukui Prefectural University  
<sup>††</sup> 広島大学  
Hiroshima University  
<sup>†††</sup> 九州大学  
Kyushu University

グデータを利用した DBR の実践, 評価, 学習モデルのプロセスを補完する新しい研究アプローチを提案する。

## 2. Learning Analytics

米国の NPO である The New Media Consortium (NMC) が毎年出版している, 高等教育において今後重要になる技術をまとめた Horizon Report (HR) の 2011 年版<sup>3)</sup>において, 今後 4~5 年後に重要になる技術として Learning Analytics (LA) が初めて掲載された。そして HR2012 年版<sup>4)</sup>で, LA は 2~3 年後に重要になる技術として実現の時期が早まっている。これは LA が, コンセプトから実践に移行したためだと HR2012 には説明されている。その背景としては, Gate Foundation の協力のもと, LA を開発の 5 つの領域の一つとする大型プログラムが開始され, それに伴い, Society for Learning Analytics Research (SoLAR) を母体として LA の研究者が集う国際会議である Learning Analytics and Knowledge (LAK) が 2011 年から開催されたことが挙げられる。LAK は, 2011 年に比べて 2012 年は, 参加人数, 発表件数とも 2 倍になり急成長をしている。

LA の目標は, 高等教育機関の教育・学習を学生のニーズや能力のレベルに合わせてリアルタイムに近いタイミングで修正できるようにすることである。そのため, SoLAR を主導している George Siemens は次のようなプロセスを提案している<sup>7)</sup> (図 2)。

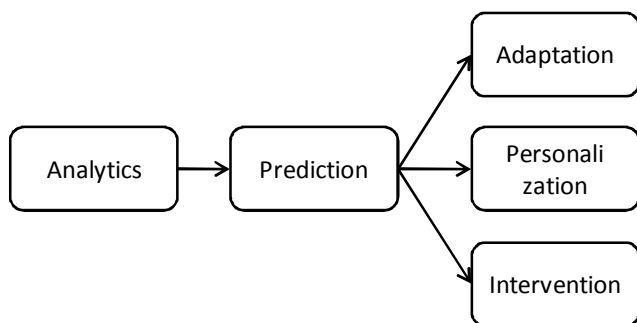


図 2 Learning Analytics のプロセス

Analytics に利用するのは CLE のログデータだけでなく, 実空間のデータも可能であれば利用することを想定している。また, 解析して Prediction をした結果は, Adaptation, Personalization, Intervention に利用されることが想定されている。つまり, 解析し予測される結果を使い, 授業設計の改善やカリキュラム改善を行い (adaptation), 各学習者の意欲や能力レベルを考慮することにより学習者に最適化した教育を提供し (Personalization), リアルタイムに近いタイミングで介入を行う (Intervention) ということである。

さらに George Siemens は, このプロセスを実現するために Analytic Engine, Learning Adaptation & Personalization Engine, Intervention Engine の 3 種類のエンジンを想定し,

これらのエンジンが, LMS/PLE, Social Web, Physical-world data, Learner Profile から入力を受け, Dashboards や Publisher に出力をするようなプラットフォームモデルを提案している<sup>8)</sup> (図 3)。ここで Dashboards は教員がクラスを運営する上で, リアルタイムにチェックする各種の指標やグラフをまとめた画面を指しており, Publisher は, 教材作成企業であり, Learning Adaptation & Personalization の結果, それにあった教材が作成されることを狙っている。

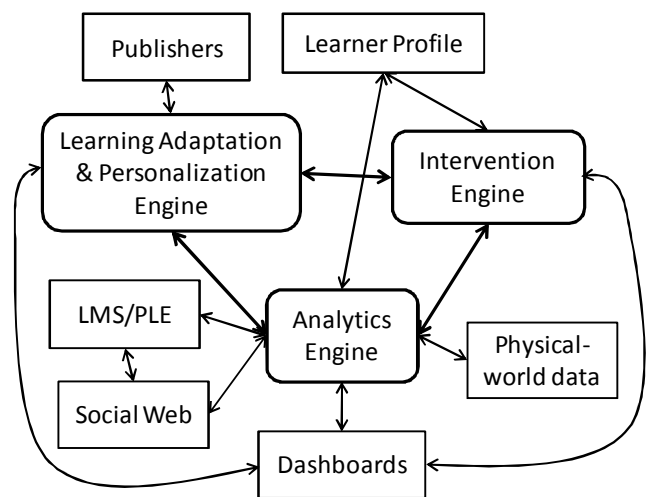


図 3 Learning Analytics のプラットフォーム

## 3. 我々の提案

図 4 に, 我々が提案する新しい研究アプローチの概略を示す。基本的な枠組みとしては, 図 1 で示した DBR のプロセスを利用するが, その中の「実践」→「評価」→「学習モデル」の部分に図 4 で示すプロセスを適用する。この研究アプローチでは, 左側を回るサイクル 1 (C1) と, 右側を回るサイクル 2 (C2) の 2 つのサイクルが存在する

### 3.1 可視化から仮説の構築

図 4 で左側を回る C1 サイクルの目的は, ログデータを可視化し, 学習仮説を構築することである。構築された学習仮説は実践にフィードバックされる。実践では, ICT を利用した教育学習支援システム (CLE) を利用して授業や学習を実施する。学習活動の結果は, ログデータとして蓄積され, 可視化プラットフォーム<sup>9)</sup>を利用することにより, 管理者でない教員でも必要な可視化<sup>10) 11) 12) 13)</sup>を行うことが可能になる。また, 共通の可視化プラットフォームを多くの研究者が利用し分析方法を蓄積することにより, 仮説に基づいた可視化の種類を増やすことができる。その結果, ログデータを分析することにより何がわかるのかに関する知識を共有することが可能になる。

もちろんこのサイクルには CLE に蓄積されたデジタルデータだけでなく, 対面で得られたアナログデータを含め

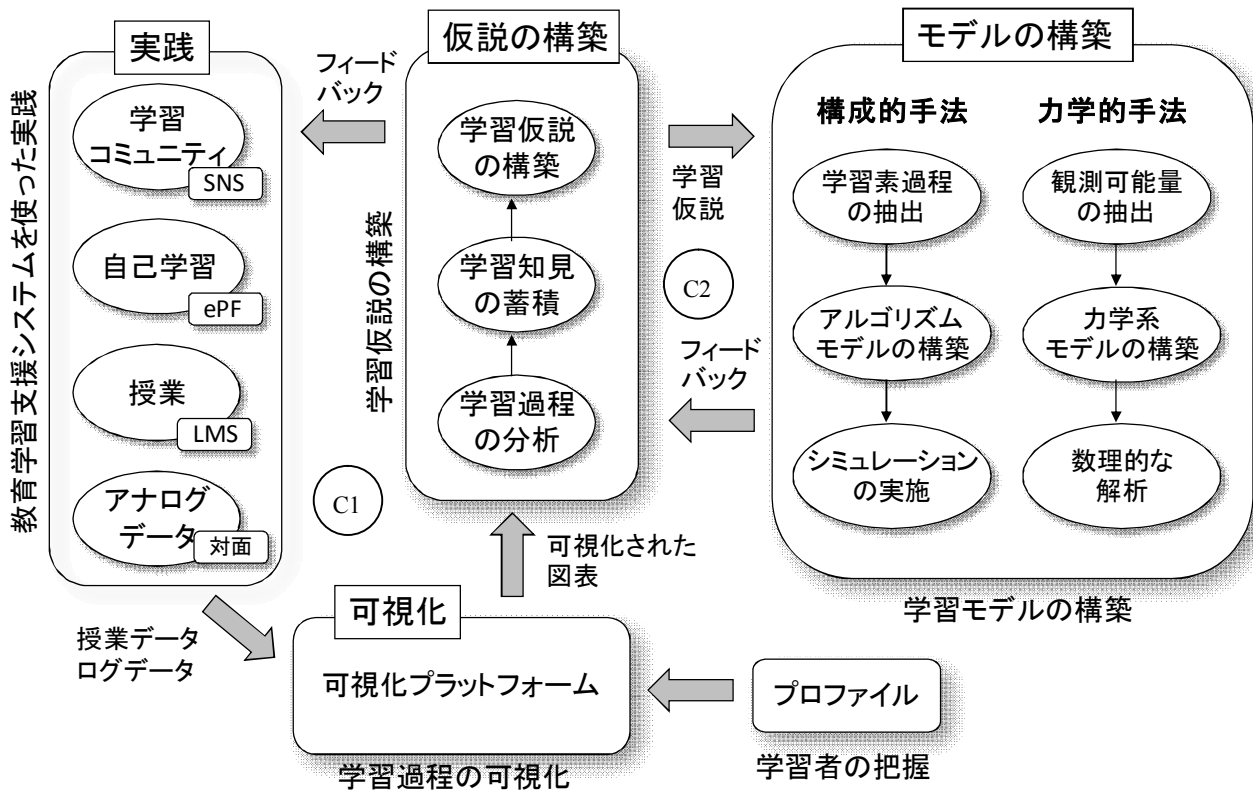


図4 実証的な教育・学習研究アプローチ

ることも可能である。ただし、対面のアナログデータの場合は、データ処理に時間がかかるのでリアルタイム性はある程度犠牲にせざるをえない。そのため、仮説の構築段階では積極的に対面のアナログデータを取入れ、より現実に適した仮説を構築する。そして、その仮説に基づいてクラスを運営する場合には、CLEに蓄積されたデジタルデータを基に可視化することによりリアルタイム性を確保するという切り替えが必要になるかもしれない。

仮説の構築をする場合、学習者のグループ化が必須となる。個々の学習者はそれぞれ独立で、学習のやり方も様々であるが、学習者の学習行動をある程度グループ化することにより、学習者がどう学習を行うかの仮説構築が可能になる。学習者のグループ化は、授業の成績、学習行動それ自体からも可能であるが、教学IRで実施されているアンケートを使った間接（主観的）評価から、学習者のタイプを統計的に分類する方法でも可能となる<sup>14)</sup>。こういった情報は学習者のプロフィール情報として、学習者集団を把握し、授業設計の改善につながると考えられる。

我々の提案のC1サイクルは、LAと完全に重なっている。LAのAnalytics EngineとDashboardsが、可視化プラットフォームに相当する。可視化プラットフォームを使うことによりシステムの管理者権限がなくても必要な可視化を一般の教員が実施することが可能になる。また、Intervention EngineとLearning Adaptation & Personalization Engineは、

システムとしては想定していないが、可視化プラットフォームを使った教員が行う機能としては想定しており、まさにAdaptation, Personalization, Interventionの改善をevidence-basedに行うことがC1サイクルの目的と考えている。

LAのPhysical-world dataは、対面で得られるアナログデータに相当しており、Learner Profilesも同様に取得を前提としている。LAでAnalytics Engineに矢印が向けられているLMS, PLE (Personal Learning Environment), Social Webは、我々の提案では、LMS, ePF (eポートフォリオ), SNSとなっている。解析のためのデータを得る対象システムはほぼ同様のものを想定していると考えて良い。

最後に、LAではLearning Adaptation & Personalization Engineとやり取りする相手としてPublisherを想定している。これはLAにMcGraw HillやPearsonなどの大手出版社が参画してきており、LAの結果を教材作成に反映させようという構想の表れと考えられるが、残念ながら我々の提案では同様の部分はない。

### 3.2 モデルの構築

図4で、もう一つのC2サイクルの目的は、学習仮説からモデルを構築することである。C1サイクルは仮説を構築し教育・学習をevidence-basedに改善するためのサイクルであるが、C2サイクルは、そこで何が起きているかをモ

デル化し、学習現象の記述に取組む。その結果は、仮説構築プロセスにフィードバックされ、仮説の検証、または、新しい仮説の構築を促すことになる。この C2 サイクルは LA では現在のところ想定されていない。しかし、学習仮説に一貫した理論的裏付けを与えるという意味で、また、学習を科学的に解明するという意味で、学習科学にとって非常に重要なプロセスになると考えている。

学習は非常に複雑な現象なので、複雑系科学で使われているモデル化が必要となる。通常、複雑系科学では従来の科学で使われてきた分析的手法ではなく、構成的手法が使われている。構成的手法とは、その現象の基本的なプロセス（学習素過程）をアルゴリズムで記述し、そのプロセスが集まるとどうなるかをコンピュータシミュレーションにより調べる手法である<sup>15)</sup>。シミュレーションの結果が現実で起こっていることと同様であれば、最初に設定した学習素過程が正しかったということになる。この場合、「現実で起こっていること」の部分に、C1 サイクルで構築した仮説を適応させ、仮説とモデルの整合性をチェックする。

モデル化のもう一つの方法は、非線形力学系を利用する方法である<sup>16)</sup>。この手法は構成的手法に比べると自由度は少ないが、数学的な体系を使うことにより、現象をうまく記述できた際には、学習現象の全体像を掴んだり、別の現象を予測したりすることが容易になると考えられる。こちらのモデル化でも数理的な解析結果と可視化結果に不整合があった場合は、モデルを修正するか、仮説の再構築を行うことにより、仮説やモデルをより現実に適合させる必要がある。

#### 4. まとめ

CLE を利用した学習の可視化と分析に関する分野における、欧米の動きを解説し、教育・学習の新しい研究方法論の提案を行った。我々の提案のうち「実践」→「可視化」→「仮説構築」の C1 のサイクルは、欧米における Learning Analytics とほぼ対応しているが、「仮説構築」→「モデル構築」の C2 サイクルは、まったく新しいアプローチである。C2 サイクルを現実に根付かせるためには C1 サイクルが必要であり、C2 サイクルが機能することにより、学習とは何であるかを実証的かつ理論的に考えることが可能になる。

#### 謝辞

本研究は科研費（課題番号 21300311, 22300292, 23501157, 24650557, 24501135）の助成を受けて行った。

#### 参考文献

- 1) 大島純, 野島久雄, 波多野諄余夫: 新版 教授・学習過程論, 放送大学大学院教材, 2006.
- 2) 三宅なほみ, 白水始: 学習科学とテクノロジー, 放送大学教材, 2003.
- 3) Horizon Report 2011  
<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/hr2011.pdf>
- 4) Horizon Report 2012  
<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/hr2012.pdf>
- 5) SoLAR Web page  
<http://www.solaresearch.org/>
- 6) LAK conference Web page  
<http://www.solaresearch.org/events/>
- 7) George Siemens, Envisioning a System-wide Learning Analytics Platform, International Higher Education 2011 Keynote Address,
- 8) George Siemens, EDUCAUSE ELI 2011 Webinar: Learning Analytics: A foundation for informed change in education.
- 9) 隅谷孝洋, 多川孝央, 山川修, 井上仁, 安武公一, 「授業可視化プラットフォーム VisP の設計と実装」, 情報処理学会研究グループ報告 (第 9 回 CMS 研究会), pp.70-74, 2008.
- 10) 山川修, 菊沢正裕, 田中武之, 「授業を可視化するツールとしての eラーニング」, 日本教育工学会第 21 回全国大会講演論文集, pp.109-112, 2005.
- 11) 山川修, 菊沢正裕, 田中武之, 「学習データを利用したオンラインテストにおける受験行動分析」, 日本教育工学会第 22 回全国大会講演論文集, pp.73-76, 2006.
- 12) 安武公一, 多川孝央, 山川修, 井上仁, 隅谷孝洋, 「e-Learning 学習環境において形成されるコミュニケーション・ネットワークの構造的な特性を分析する試み」, 日本教育工学会論文誌, 31 巻 3 号, pp359-371, 2007.
- 13) 多川孝央, 山川修, 隅谷孝洋, 安武公一, 井上仁, 「学習コミュニケーションの可視化手法」, 第 34 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.4-5, 2009.
- 14) 溝上慎一, 「「大学生生活の過ごし方」から見た学生の学びと成長の検討 - 正課・正課外のバランスのとれた活動が高い成長を示す」, 京都大学高等教育研究 Vol.15, pp.107-118, 2009.
- 15) 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, Vol.28, pp50-60, 2011.
- 16) 安武公一, 中村泰之, 山川修, 「協調学習環境を生態系としてとらえた非線形力学分析の提案」, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, pp.429-430. 2012.