

Social Learning Analytics ver.2 の提案

安武 公一¹ 中村 泰之² 山川 修³

概要: ビッグ・データと呼ばれる大規模データが集積される時代となった。本稿ではビッグ・データ時代の学習分析概念である Learning Analytics について紹介する。次に、Learning Analytics の中核的研究アプローチである Social Learning Analytics について述べ、その概要とこのアプローチが抱えている現段階における問題点について指摘する。最後に Social Learning Analytics を update させた、力学系と構成的アプローチを主な柱とする数理的なアプローチ、すなわち Social Learning Analytics ver.2 を提案する。

A Proposal of A New Concept for Learning Sciences, Social Learning Analytics ver.2

KOICHI YASUTAKE¹ YASUYUKI NAKAMURA² OSAMU YAMAKAWA³

Abstract: And now, we live in the age of large-scale data, called “Big Data”. In this time background, a new analytical concept for learning is proposed in Higher Education and Research Organizations of the Western World (except for Japan...), i.e. *Learning Analytics*. Purposes of this paper are 1) to introduce this new concept, Learning Analytics, and related communities and organizations, 2) to refer *Social Learning Analytics* which is one of core concepts of Learning Analytics, 3) to point out some underlying problems of Social Learning Analytics, 4) finally to propose an updated concept of Social Learning Analytics that we would like to call *Social Learning Analytics ver.2*.

1. はじめに

急速な情報通信技術の発展は凄まじい。いまや日常的にペタバイトレベルの情報が集積する「ビッグ・データ」の時代とも言われている [1]。この時代の風は欧米の高等教育研究機関に新しい波を呼び起こしている。Learning Analytics という概念がそれである。Learning Analytics とは、学習者が学習行動その他の行動を通して日常的に残すあらゆる種類の情報を、大規模に集積し、その履歴データをうまく分析することによって、効果的な学習戦略、カリキュラム編成、学習者への指導方針、その他高等教育に

関する幅広い指針を（リアル・タイムに）提案しようという、今までのデータ分析からは見えていなかったレベルの高等教育の改善を求めた、研究・実践上の包括的コンセプトを指す。

Learning Analytics という概念は、わが国の学習科学・教育工学の分野では（非常に残念なことに）まだそれほど知られているものではない。そこで本稿ではまず Learning Analytics について関連諸団体も含めて簡単に紹介する。次に Learning Analytics の中でも中心的な研究アプローチである Social Learning Analytics について触れ、その概要と問題点について指摘する。その上で、現行の Social Learning Analytics を update させた研究アプローチを Social Learning Analytics ver.2 として提案し、わが国ではその重要性がまだ認識されてもいない Learning Analytics 研究、そして実践の今後の可能性について言及する。

¹ 広島大学
Hiroshima University, 1-2-1 Kagamiyama Higashihiroshima,
Hiroshima 739-8525, Japan

² 名古屋大学
Nagoya University, A4-2(780) Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya
464-8601, Japan

³ 福井県立大学
Fukui Prefectural University, 4-1-1 Matsuoka-Kenjojima,
Eiheiji-cho Fukui 910-1195 Japan

2. Learning Analytics とは何か

2.1 NMC Horizon Report 2012

今年始め、米国最大の非営利高等教育団体である EDUCAUSE (<http://www.educause.edu>) は New Media Consortium (NMC) とともに、2012 年度版の Horizon Report を発表した*1。EDUCAUSE と NMC によって毎年発表されるこのレポートは、レポート発表後数年以内に高等教育機関における研究・教育活動に影響を与える（だろうと予想される）テクノロジーについて解説したものである。2012 年版の Horizon Report では、Mobile Apps と Tablet Computing が今後 1 年以内に、そして 2~3 年以内には Game-Based Learning に加え Learning Analytics が重要なトレンドになると予想している。2011 年版の Horizon Report で Learning Analytics が重要になるのは「5 年以内」とされていたことを考えれば、ICT（情報通信技術）の発展は当初の予測を越えた速度で高等教育・研究の領域に対して（少なくとも欧米では）変革を迫ってきていることを 2012 年版の Horizon Report は物語っている。

Learning Analytics というキーワードが注目されるようになった背景には、ICT の発展により従来は考えられもしなかった類いの、センサ・データ、ストリーム・データ、非構造化データが日常的に秒単位あるいはそれ以下の単位で、しかも膨大に入手できるようになったことが挙げられる [1]。もちろんこれまでも Course Management System (CMS) や Learning Management System (LMS) などを導入した学習環境では、サーバ上に学習者のアクセス・ログが記録されていた。課題の提出記録や課題そのもの、そしてそれらを含めた広義の学習履歴情報は e-Portfolio を構成するデジタル媒体として現在重視されている。そうしたこれまでのログ・データの活用と Learning Analytics という概念とで大きく異なっている（Learning Analytics で強調されている）のは、膨大なデータの解析から見えてくる（だろうと期待されている）学習という現象のメカニズムや特性の理解に基づき Learning Analytics が real time 性を重視しているという点である。さきの 2012 年版 Horizon Report では Learning Analytics について次のように言及されている [2]。

By offering information in real time, learning analytics can support immediate adjustments, suggesting a model of curriculum that is more fluid and open to change.

加えて [3] では Learning Analytics を次のように説明している。

[Learning Analytics] collects and analyzes the

“digital breadcrumbs” that students leave as they interact with various computer systems to look for correlations between those activities and learning outcomes.

これらの定義から見えてくるのは、文字通り日々刻々と集積される（可能性のある）大量のセンサ・データ、ストリーム・データをリアル・タイムにうまく解析することによって、改善のために有効な学習・教育戦略のモデルやプランを提示しようという方向性である*2。

ただし、[3] でも言及されているように、Learning Analytics という試みは、研究のレベルにおいても実践のレベルにおいても、まだ初期の段階にある。収集したデータのどこをどう解析し、その結果をどう高等教育の改善に活用するか等については今はまだオープン・クエスチョンの状態である。

2.2 Learning Analytics and Knowledge (LAK)

こうした状況を受けて、Learning Analytics 研究のための国際的なコミュニティが組織されている。カナダの Athabasca 大学を中心として組織されたこのコミュニティ (Society for Learning Analytics Research — SoLAR[5]) は 2011 年、カナダのバンフで Learning Analytics に特化した第 1 回国際会議を開催した。それが Learning Analytics and Knowledge (LAK) である。2012 年 4 月には同じカナダのバンクーバーで第 2 回目の国際会議 (LAK2012) [6] が開催された。このときの参加者数、発表件数はともに前年比 2 倍となった。この数字は Learning Analytics という新しい研究領域に対する関心の高さを示している*3。

2011 年第 1 回 LAK は Learning Analytics を次のように定義した [4][8]。

Learning Analytics is the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purpose of understanding and optimising learning and the environments in which it occurs.

先に紹介した [2] や [3] の定義がより実践に重きを置いたものだったのに対して、LAK による定義は SoLAR がリサーチ・コミュニティであることを反映してより研究に力点を置いたものになっている。ここで重要なのは *data about learners and their contexts* そして *learning the environments in which it occurs* という言葉である。すなわち、研究コミュニティというレベルにおいて Learning Analytics が意味するものは、「個々の」学習者のそれぞれ独立した「個別の」学習履歴情報だけではなく、環境も含めた彼らの「相互作用」、そしてその総体として現前する

*1 <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2012.pdf>.
なお <http://current.ndl.go.jp/node/20102> も参照。

*2 ここで述べた「リアル・タイム性」は dashboard 的という言葉で説明されることもある。例えば [4] を参照。

*3 第 3 回 LAK は 2013 年 4 月ベルギーで開催される [7]。

「現象としての学習」を提示するデータセットとその分析であることが、この定義から読み取ることができる*4。

では、学習者間の相互作用も含めた、学習という複雑な現象によって刻々と残される膨大なデータ群に対してどうアプローチすればいいのか？その間に対するひとつの回答として提案されているのが、LAK2012でも個別のセッションが設けられた、Learning Analytics のサブセットとしての研究領域、すなわち Social Learning Analytics である。

3. Social Learning Analytics

現在提案されている Social Learning Analytics は次のような研究を指す [4]。

[T]he focus of social learning analytics is on processes in which learners are not solitary, and are not necessarily doing work to be marked, but are engaged in social activity, either interacting directly with others... or using platforms in which their activity traces will be expressed by others... Social Learning Analytics is, we propose, a distinctive subset of learning analytics that draws the substantial body of work demonstrating that new skills and ideas are not solely individual achievements, but are developed, carried forward, and passed on through interaction and collaboration.

つまり学習環境における他者との直接的あるいは間接的な相互作用やそのプロセスの分析、それが Social Learning Analytics のターゲットである。とすれば、近年急速に発展しているネットワーク科学のモデルやその分析手法を応用することがすぐに思い浮かぶ。実際、確かに Social Learning Analytics において inherent な研究は Discourse Analytics と Social Network Analysis だとされている [4][9]*5。

Social network analysis is a perspective that has been developed to investigate the network processes and properties of ties, relations, roles and network formations, and to understand how people develop and maintain these relations to support learning.

しかしながら本稿で指摘しておきたいのは、まさにこの Social Learning Analytics の方法論である。というのも、Discourse Analysis と Social Network Analysis がともに inherent な研究として位置付けられていることから分かるように、Social Learning Analytics が導入している（しようとしている）Social Network Analysis とは、さしあたってほとんどの場合、主として社会学の分野で発展して

きた伝統的なネットワーク研究の方法あるいはその分析アプローチ（だけ）である。だが、Social Network を対象とする研究領域は今や社会学系の分野には限らない。言うまでもなく、[12][10][11] を嚆矢として急速に発展している複雑ネットワーク科学もまた、その分析の守備範囲に Social Networks を含んでいる。いまや Social Network Analysis は社会学系研究コミュニティの専売特許ではない。「数百の物理学者、コンピュータ科学者、数学者などの科学者たちが、これまで社会科学が扱ってきた問題に大きな関心を寄せるようになってきている」[13]。

Social Learning Analysis に限らず、学習科学・教育学の分野では数理的なアプローチはこれまでにほとんど採用されてこなかった*6*7。だが、圧倒的な量の、しかも観察可能なデータが入手できるようになった今、複雑ネットワーク科学の解析手法やモデル・ビルディングのアプローチは Learning Analytics, そして Social Learning Analytics において、それだからこそ重要であるとわれわれは考える。その理由を次のセクションで示す。

4. Social Learning Analytics ver.2

われわれは、[4] が Social Learning Analytics として提案している方法論では不十分であると考えている。このアプローチでは学習科学・教育学の分野で未解明のまま残されている次のような課題を解くことはおよそ不可能だからである*8。

- Network Dynamics
- Large Group Information Overload
- Effective Construction of Network
- Stochastic modeling of ALNs (Asynchronous Learning Networks)
- Stability of Results

現在ではこのリストにたとえば次のような項目も付け加えることができる。

- **Community Dynamics** SNS などを導入した学習コミュニティにおいて、学習者のそれぞれが持つ homophily (同質性) や heterophily (異質性) といった属性はコミュニティ形成のダイナミクスにどのような影響を与えるか？そうしたコミュニティのダイナミクスは、学習者の心理的な選好を反映したものであるか？あるいはネットワークの構造的な制約によるものであるか？

*6 仮説検定によってデータ（あるいはそれを吐き出した授業デザイン）の有意性を主張する研究は、そもそも学習・教育環境においてサンプル・データのランダム性は厳密には保証できていないという重大な難点がある [14]。

*7 わが国における数少ない例外としては、[15][16][17] などがある。

*8 このリストは Further Research としてすでに 2003 年に提唱されていたものである [18]。ここで指摘されていた諸問題は学習科学・教育学の領域では未解決のまま（ほとんど着手されてもいない）残されている。

*4 こうした考えを支えているのはもちろん状況的学習理論である [4]。

*5 引用は [4] による。

● **Dynamics of/on Networks** コミュニケーション・ネットワーク上での「知識（情報）」の伝播・構築現象だけではなく、知識（情報）の伝達を通じたネットワーク形成のダイナミクスまでも射程に入れたフィードバック・メカニズムの解明。

● **Diversity and/or Stability** 多様なコミュニケーションが交される Social Learning 環境においてその多様性は環境（系）あるいは意見収束の安定性とどう関係があるのか？あるいはないのか？それはなぜか？*9

こうした諸問題に対しては [4] が提唱する、伝統的な Social Network Analysis や Discourse Analysis だけでは不十分であることは明らかである（おそらく解けない）。なぜなら、そこでは「事後的に」集めたデータを分析することに主眼が置かれており、データを再現するメカニズムの解明は考察の対象外となっているからである。この方法で分かるのは現象を成立させるための必要条件だけでしかない*10。必要条件が分かったところで現象のメカニズムを解明したことにはならない。「何故起きたか？」ということと「何が起きたか？」ということはまったく違う [13]。

しかも § 2 で述べたように、実践的なレベルで Learning Analytics（そして Social Learning Analytics）に求められているのは、有効な学習・教育戦略モデルやプランをリアル・タイムに提示することである。すなわち必要なのは「何が起きたか？」だけではなく「何故起きたか？」に関する知見である。「何故それが起きたのか？どういうメカニズムによって発生したのか？」に対する答が不明である限り、山のようなデータを集めたところで問題への対処法は明確ではない。「 X が起こったのは人々がそれを望んだからだ。人々が X を望んだとなぜわかるかということ、 X が起こったからだ。」*11 という言説からは、学習・教育改善のためのリアル・タイムな処方箋を提示することは非常に難しい。

従来型の研究が本質的に抱えるこのような難問に対して、われわれは、Social Learning Analytics を複雑ネットワーク科学的なアプローチにまで拡張することを提案する。このアプローチを Extended Social Learning Analytics すなわち Social Learning Analytics ver.2 (SLAv2) と呼ぶ。SLAv2 が採用する戦略と目標は次の通りである。

● **力学系による Social Learning Analytics** ネットワーク上の力学系、ネットワークの力学系、そして

ネットワークとノードの共進化力学系 (coevolutionary dynamical system) に関する研究は、現在精力的に行なわれており、重要な知見が現在進行形で蓄積されている。その中でも、感染症モデル、知識・情報の伝播現象モデル、結合振動子による同期現象の分析モデルなどは、コミュニケーションを通じた情報（知識）の伝達・変容・拡散・収束といった学習現象のモデルとして応用することがおそらく可能である。また、Lotka-Volterra 系のような生態力学系モデルは、学習者が相互作用を行なう「場」での学習者の「多様性」と知識や環境の「安定性」問題を考える上で有効なガイドになるものと思われる。

● **構成的アプローチによる Social Learning Analytics** 構成的アプローチとは「対象を理解するために」 [19] 仮想空間上に動的な世界を構成し (analysis by synthesis), 「その仮想世界を研究することでよりよく現実の系を理解」 [20] するという、生命科学、脳科学、物理学などの分野で採用されている方法論である*12。力学系では解析的には解けない問題は構成的アプローチによってその現象の定性的な特性をつかむことが期待できる。上で指摘した問題以外にも、たとえば、協調的な学習行動という「規範」が学習コミュニティ全体に安定的に拡がるための条件は何か？協調的な相互学習がうまく安定的な結果をもたらすための学習者の属性に関する十分条件は何か？*13 など、これまでの研究（そして Social Learning Analytics）ではアプローチすることすら困難であった問題を究明することが可能である。

SLAv2 は数学という言葉の背景を持っている。数学は論理を簡潔に記述することができる、おそらく最もシンプルな言語である。しかも自然現象・社会現象・学習現象を問わず、現象を数理モデルによって把握するということは、理論の構造を明快にするだけではない。数学という記号体系に由来する自律性と生産性と概念の操作可能性によって、理論そのものを飛躍的に発展させる可能性を持っている*14。

従来タイプの分析手法に加え SLAv2 によって Learning Analytics 分析のためのしっかりとした（論理的・科学的な）基礎が形成されたとき、Learning Analytics は高等教育改善のための有効な実践的な戦略として、First Generation から次のステージへと一段階も二段階も上がることを期待される。

*9 ここでは大自由度系における「多様性パラドクス」と類似した問題を念頭に置いている。

*10 この点に関連して [13] では、ある航空機事故の調査報告書に関する研究を紹介している。その研究によれば、「事故の発生原因」とされていた項目（パイロットの疲労、故障した無線機、管制官のミス等）はすべて必要条件にすぎなかった（事故の原因と指摘された項目は事故が発生しなかった多くのケースでも確認された）。事後的に収集したデータを解釈する研究ではこのことに十分に留意しなければならない。それは Social Network Analysis でも Discourse Analysis でも同様である。

*11 引用は [13], 70-71 ページ。

*12 状況的学習論の文脈でのいわゆる構成主義とは何の関係もない。

*13 学習者が初期に持つ知識の分布状態によっては協調的な学習活動はうまく収束することができない可能性があることを、[21] で指摘した。

*14 すでに [21] において同様の主張をした。

5. まとめ

本稿ではまず欧米で注目されている Learning Analytics についてその定義と関連する研究コミュニティ (SoLAR および LAK) を紹介した。Learning Analytics という概念が提唱されたのは比較的新しく、まだ First Generation の段階であるとも言える。次に、その Learning Analytics の中でも Social Learning Analytics について言及し、この研究アプローチが抱えている本質的な問題点を指摘した。そこでこの問題点を解消するために提案したのが、学習科学・教育学研究の領域ではほとんど採用されてこなかった、数理的なアプローチである。これをわれわれは Social Learning Analytics ver.2 と呼ぶ。Social Learning Analytics ver.2 によって Learning Analytics の新しい地平が開かれ、わが国で急務となっている高等教育の改善にその成果が活用されることを期待する。

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] 城田真琴: ビッグデータの衝撃—巨大なデータが戦略を決める, 東洋経済新報社 (2012).
- [2] *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*, <http://www.nmc.org/publications/horizon-report-2012-higher-ed-edition> (2012).
- [3] EDUCAUSE Learning Initiative: *7 Things You Should Know about First-Generation Learning Analytics*, <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7079.pdf> (2011).
- [4] Buckingham, S., and Ferguson, R.: Social Learning Analytics, *Educational Technology and Society*, 15(3), 3-26 (2012).
- [5] SoLAR: <http://www.solaresearch.org> (2012).
- [6] LAK2012: <http://lak12.sites.olt.ubc.ca> (2012).
- [7] LAK2013: <http://lakconference2013.wordpress.com> (2012).
- [8] Siemens, G., and Gasevie, G.: Guest Editorial—Learning and Knowledge Analytics, *Educational Technology and Society*, 15(3), 1-2 (2012).
- [9] Haythornthwaite, C., and de Laat, M.: Social Networks and Learning Networks: Using social network perspectives to understand social learning, *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning 2010*, 183-190 (2010).
- [10] Barabási, A-L., Albert, R., and Jeong, H.: Meanfield theory for scale-free networks, *Physica A* 272, 178-183 (1999).
- [11] Barabási, A-L., Albert, R.: Emergence of scaling in random networks, *Science*, 286, 509 (1999).
- [12] Watts, D., and Strogatz, S.: Collective dynamics of small-world networks, *Nature*, 393, 440-442 (1998).
- [13] ダンカン・ワッツ: 偶然の科学, 早川書房 (2012).
- [14] 北村智: 協調学習研究における理論的関心と分析方法の整合性: 階層的データを扱う統計的分析手法の整理, 日本教育工学会論文誌, 33(3), 343-352 (2010).
- [15] 安武公一・多川孝央・山川修・井上仁・隅谷孝洋: 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(3), 359-371 (2007).
- [16] 大島純・新原勇介・太田健介・大島律子: 協調学習のプロセスと個人の貢献を測定する試み—発言のネットワークを用いた学習者の対話分析—, 日本教育工学会論文誌, 33(3), 333-342 (2010).
- [17] 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行動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, 28(1), 50-60 (2011).
- [18] Aviv, R., Erlich, Z., Ravid, G., and Geva, A.: Network analysis of knowledge construction in asynchronous learning networks, *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(3), 1-20 (2003).
- [19] 合原一幸: 脳とニューロン, 理工学系からの脳科学入門, 東京大学出版会, (2008).
- [20] 金子邦彦・津田一郎: 複雑系のカオスのシナリオ, 朝倉書店 (1996).
- [21] 安武公一・中村泰之・山川修: 協調学習を生態系としてとらえた非線形力学系の提案, 日本教育工学会第 28 回全国大会講演論文集, 429-430 (2012).