

招待論文

# ラーニングアナリティクスへの普及へ向けて —ICT利活用教育研究を振り返って

美濃 導彦<sup>1,a)</sup>

受付日 2018年11月16日, 採録日 2018年11月17日

**概要:** エビデンスベースの教育の重要性が声高に叫ばれるようになってきた。現在のところ、エビデンスとなる情報は LMS や電子教科書のアクセスログが主流である。これらのデータは本当に学生の教育のエビデンスになっているのだろうか？ 本稿では、教育を情動的なスタンスでとらえ、その本質を考えてみる。すなわち、情報とは何かという根源的な問題を考えることにより、教育における情報の役割を考察するとともに、これまでに行った ICT 利活用教育の実践研究について振り返り、今後進むべき方向性を考える。

**キーワード:** ラーニングアナリティクス, ICT 利活用教育, 個人適応教育, 遠隔講義, 人間観測

## How to Deploy Learning Analytics —Based on the Research History Related to Education/Learning

MICHIHIKO MINOH<sup>1,a)</sup>

Received: November 16, 2018, Accepted: November 17, 2018

**Abstract:** It is very important to make education evidence-based. Learning logs are collected by the information systems used in education/learning. Are these data useful for education? In this paper the fundamental process in education is considered from the view point of information. In addition, by reviewing our research history, future direction of learning analytics is discussed.

**Keywords:** learning analytics, education with ICT, tailor-made education, distance learning, human observation

### 1. はじめに

社会のインフラに情報システムが組み込まれていくことによって、様々なデータが収集され蓄積されるようになった情報社会では、教育分野もその例外ではない。教育や学習が情報システムにより支援されるようになると、教育のプロセスや学習のプロセスに関するデータが大量に蓄積されてくる。このようなデータを解析して、教育や学習のプロセスを可視化しようとするのがラーニングアナリティクスで、データの解析結果（エビデンス）に基づいて教育や学習を個人に応じた形に変えるテーラメード教育（個人適応教育）が実施できるようになってきた。

見方を変えると、人間は情報を感覚器で取得する。視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚の五感からの信号を、生存することを最優先に、解釈して意味を形成する。その意味を言語で表現することを学び、言語を用いて他人とコミュニケーションをするなかで、社会規範や論理体系を学び、情動的に成長してゆく。その後、成人として社会的に活躍したのち、年老いてかかりやすくなる認知症においては、情報が正常に理解できなくなる状況が生じ、人間として学んだこと、経験したことが破壊されていく。ただし、生存に必要な部分は残っている。人間を理解するにあたっては、その成長過程、学習過程および学んだ知識が破壊される過程を研究することが重要になる。

本稿では、人間の一生涯の過程から教育と情報の問題をとらえてゆく。そのなかで、ラーニングアナリティクス

<sup>1</sup> 特定研究開発法人理化学研究所  
RIKEN, Wako, Saitama 351-0198, Japan

<sup>a)</sup> michihiko.minoh@riken.jp

はどうあるべきかについて考察してゆきたい。

## 2. 情報とは何か

情報とは何かに関しては、これまでに様々な議論が展開されている。社会的に考えると物質・エネルギー・情報が基本的なインフラであり、これらは相互に関連して社会を構成している。このインフラが大きく変わるのが社会革命であり、産業革命を経て現在は情報革命が進行中という現状認識である。ただ、これは概念として情報を述べているだけであり、それは物質やエネルギーと対等の概念であるということを行っているにすぎない。

情報学の世界での情報はシャノンの通信理論を基礎としている。通信においては、情報を誤りなく高速に伝送することが重要であり、そのために情報量の概念が定義され、通信路が伝送できる通信路容量が定義された。この理論は、情報の符号化、復号化の基礎理論としてデータ量圧縮の手法として通信や情報システムに広く利用されている。ただ、よく言われているように、この枠組みは情報の意味の問題を排除しており、データの符号化理論に過ぎない。

パターン認識の分野では、センサからの信号（シグナル）を意味のある記号（シンボル）（言語で表現されている）に変換する問題を扱ってきた。人間がいつも簡単にやっていることがコンピュータには難問であったが、ディープラーニング技術によりこの問題が解決された。これは、計算機の発展と大量のデータを蓄積できるインターネットのおかげで、かなり複雑な汎用モデルをデータに合わせてチューニングするということが可能になり、実現できたものである。これは人間の成長過程のモデルそのものであり、子供が環境からのデータ、他の人間とのコミュニケーションから得られる情報に適應して成長してゆく過程のモデルと考えることができる。

意味の問題を扱っているのは、ソシユールなどの記号論 [1] である。人間の扱う記号は、シニフィアン（記号表現）とシニフィエ（記号の意味内容）が一体化したものであり、その結合関係は記号により強弱があるというものである。結合が強い記号は有契的記号と呼ばれ、表現と意味の関係が1対1である。これに対して無契的記号は結合が弱く、同じ表現が様々な意味に解釈される。人間同士のコミュニケーションでは、無契的記号の意味の確定にコンテキストや対話が用いられて、共通の理解が得られる。

このような議論をまとめると図1のようになる。信号がパターン認識によりシンボルに変換され、シンボルという表現から記号論という意味が取り出される。記号論では、取り出すのは人間であるが、これがコンピュータにできるのであるか？ これに対して、西垣ら [2] は社会的考察から不可能ではないかという議論をしているが、意味を表現する有契的記号を定義して無契的記号をコンテキストなどによって有契的記号に変換できれば意味を表現することは

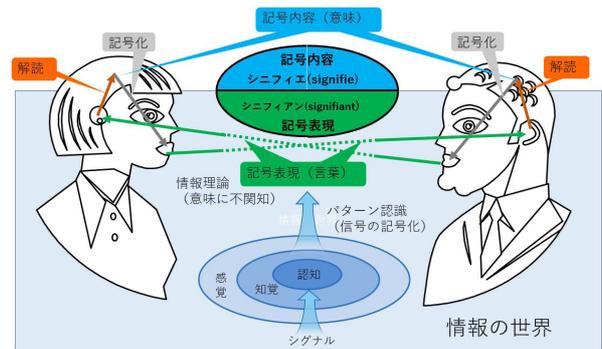


図1 人間の情報活動

Fig. 1 Human information activity.

可能になると考えられる。この枠組みをつねに変化させ、新たな言葉を創造するのは人間、特に若者であり、ある程度認められると広辞苑に載せられるという現象が生じている。人間が使う言葉はダイナミックに変わっている。コンピュータはこのような変化にはついていけず、新しい辞書を参照しながら対応してゆかなければならない。

人間には個性があり、感情もあるので、同じ記号が状況（コンテキストを含む広い概念）に応じて違った意味解釈をされるのであるが、ここに踏み込むと後の議論が複雑になるので、本稿では、情報は有契的記号で表現できるものと仮定して今後の議論を進めてゆきたい。

## 3. 人間の教育は情報が主役

人間の精神的な成長は、まずニューラルネットワークが3歳のころまでに構成され、さらにこのニューラルネットワークが感覚器から入ってくる信号を認知しそのときの状況とともに学習することによって、状況に適應した意味理解が可能になると想像できる。初期のニューラルネットワークの構成は、感覚器からの刺激によるものであろう。感覚器から入ってくるシグナルをどう分類するかのパターン認識の問題を学習している。これにより、赤ん坊は見たものを言葉に対応付ける術を学んでゆく。これは言葉の学習過程であると考えられる。これにより生きていくうえでの基本的な能力が獲得される。

人間の五感では接触感覚と呼ばれる味覚、触覚、そのあと発達したと考えられる遠隔感覚である嗅覚、聴覚、視覚に分けられる。これらはこの順番に発達してきたと考えられるが、人間の発達もこの順番に情報処理が起こっているのではないだろうか？ これは想像に過ぎないが、人間が年老いてくると目や耳がまず衰え、次の臭覚、最後まで残るのが触覚であろう。病などで弱ったときや死期を迎えるときは身体を撫でてあげるのが良いとよく耳にする。また、子供のころに覚えた童謡を老人ホームや介護施設で頻繁に歌っていることを考えると、成長の最初の頃の記憶は最後まで残るということであろう。いい換えれば、人間の一生は山登りのようで、生まれてから徐々に山を登り絶頂期

を過ぎた後は徐々に山を下っていく，年を取るということは精神的認知的能力が徐々に衰え，比喩的には赤ん坊に戻るということであろう。

このような視点から，教育の問題を考える．言葉を獲得したのちは，五感からの信号を解釈して言葉で表現し，他の人間とのコミュニケーションによる言葉でのやり取り，書物やテレビなどのメディアからの情報の獲得などをとおして，人間は成長してゆく．このように考えると，人間の成長過程では情報が主役なのである．教育は社会で生きていくうえで必要な知識や考え方を教えることであるが，学ぶということは得られた情報をいかに自分のものとするかという過程である．教室で多くの学生に対して教師が同じことを教示しても，学ぶ学生と学ばない学生がいる．理解の問題という話もできるが，心に刺さるかどうかが，やる気があるかどうかという広い意味での状況の問題であるととらえることができる。

ここでいう状況はどんな要素が影響するのであろうか？普通に考えれば，体調などの身体的な要素，やる気や感情などの心理的な要素，温度や湿度などの環境的な要素などが絡むと考えられる．個人個人により，これらの要素を考慮した人間の状況を様々なセンサを用いて推定する方法を考えていくことが重要になる。

当然のことながら，与える情報はその個人に応じたものでなければならない．この意味では，上記の状況に加えて，学生の知識レベル，学生理解度，論理的推論能力など，学習に関する様々な要素も，これまでの学習履歴，学習態度，能力推定などを総合的に判断して推定する必要がある．さらに，同じ記号表現を与えたとしても，個人個人がそこから解釈する情報が同じであるとは限らない．特に無契的記号の場合は解釈される情報が多様となるので，学習時に与える情報はできるだけ有契的記号で表現されている方が望ましい。

このように考えてくると，人間はかなり不可解で，与えた記号表現が身体的，生理的，環境的な状況に応じて情報として解釈され，記憶されて知識として定着してゆくかの本当の意味での学習過程はまったく分かっていない．今後の人間研究，脳研究など成果に期待したい。

## 4. ICT 利活用教育の実践

前章までに述べた情報を主体とする教育の仮説や考え方に基づいて，現実的にできること，重要となる要素を考察して，教育における実践を進めてきた．ここではその代表的なものを簡単に振り返ってみる．

### 4.1 講義の自動撮影システム

1990年ごろまで，画像処理を研究していたが，人間を観測してその状況を推定するのが今後重要になると考えていた．情報が主役となる現場をいろいろと考えたが，最終

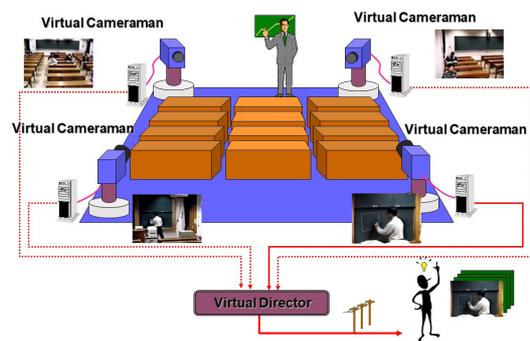


図 2 講義の自動撮影システム

Fig. 2 Automatic lecture capturing system.

的には大学に現場がある教育が情報とコミュニケーションの問題を扱う上では最適ではないかという結論に達した．当時は，講義室にプロジェクタが設置され始めたころで講義スタイルも黒板や OHP から計算機を使った教材提示に変わりつつある時期であった．ICT を利用した教育を実験的に行うと考えたときに，特に文科系の先生から「教育で実験をしてはいけない」と釘を刺された．このことがきっかけとなり，計算機が人間の活動を邪魔しない「さりげない」支援を考えるようになった．この方向でまずできることが講義室にカメラを設置し，講義室の様子を記録し解析して，人間同士のコミュニケーションの状況，教育の状況を可視化することである．講義室にカメラを設置するときに事務局の説得が大変であった．何事も初めてやるのは苦労が多いものである。

この研究を始めたころから UCLA との間で何かできることはないかと相談していた．カメラを教室に 8 台程度設置したので，それらを PC で集中的に管理するシステムを構築し 1 人のディレクターがすべてのカメラと映像の選択を行えるように図 2 に示すシステムを構築した [3]．映像のディレクターがいなかったため，UCLA から専門家を目指す学生に来てもらって数回映像取得を行ってもらった．今の技術があれば機械学習でその制御方法を学習するのであるが，当時は人間がその振舞いを観測し，ルールベースという形で制御プログラムを作って 1 本の映像にまとめた．このシステムを遠隔の講義室に設置すれば遠隔講義ができると考えて，UCLA に提案し，NTT から多大な協力を得て，日米遠隔講義プロジェクト TIDE を企画した．

### 4.2 日米遠隔講義プロジェクト TIDE

TIDE プロジェクトは 1997 年に両大学で合意して 1 年間の準備期間を経て 1998 年から講義を開始した．準備期間では，京大の大学院生を連れて UCLA の講義室に我々の自動撮影システムを設置し，映像のコーデックを設置して映像をリアルタイムで伝送できるかどうかの実験や両教室で対話が可能かどうかの実験，音声画像の品質評価など技術的にできる準備を行った．システムの構成を図 3 に示

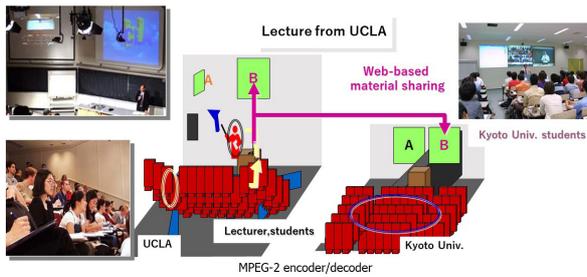


図 3 TIDE プロジェクトで利用した遠隔講義システム  
Fig. 3 Distance lecture system used in TIDE project.

表 1 TIDE プロジェクトの講義一覧 (7年分)  
Table 1 7 years' lecture list of TIDE project.

時期	講義タイトル	担当教員
1999年度後期	Space Science	松本紘之, 小島浩樹, 白井繁之 Maha Ashour-Abdala
1999年度後期	Physics for Poets	青谷正和, 渡邊正子 Robert Cousins
2000年度前期	情報メディア論 / "Advanced Asia Media Systems"	美濃導彦, 角所考 Tom Plate
2000年度後期	英語 II "How people learn languages"	出口康夫 Cheryl Fantuzzi
2001年度前期	日本の経済発展 / "Strategic Factors of Japanese Economic Growth"	塩野幸 Dean Baim
2001年度後期	遺伝子・細胞からみた現代生物学 / "Molecular Biology: From Genes to Cells"	竹野邦夫 Jay Phelan
2002年度前期	遺伝子・細胞からみた現代生物学 / "Introduction to Molecular Biology"	竹野邦夫 Robert Goldberg
2002年度後期	情報メディア利用と異文化交流 / "Impact of Communication on Education From Cross-cultural Perspectives"	美濃導彦, 角所考, 村上正行 Steven M. Peterson
2003年度前期	コンピュータによる創造性支援・連携および協働 / "Creating, Connecting and Collaborating through Computing"	上林 弥彦 Alan Kay
2003年度後期	科学技術社会論入門 / "Triple Helix: Universities' Industry (Government in 20th Century Science, Technology, and Medicine)"	藤本 幸夫, 松本 昌子 Sharon Traweek
2003年度後期	分子遺伝学概論 / "Genetic Engineering in Medicine, Agriculture, and Law"	竹野邦夫 Robert Goldberg
2004年度前期	創造・学習・コンピュータ / "How Children Will Finally Invent Personal Computing"	藤本 幸夫 Alan Kay
2005年度前期	創造・学習・コンピュータ / "Inventing Future, Again"	藤本 幸夫 Alan Kay

す [4]。特に苦勞したのが音声で片方の音声他方の教室を介して戻ってくる回り込みの問題が生じた。スピーカとマイクの位置や音量を調節するノウハウがかなり蓄積された。講義は実験ではないので、始めるとシステムの都合で講義をキャンセルすることは不可能であるので、何度も何度も実験を繰り返し、安定性を高める努力をした。このような実験を繰り返し、1998年10月のオープニングセレモニーを行った。UCLAからは副学長 Wyatt R. Hume が参加、京都大学は長尾眞総長にご参加いただいて、相互に挨拶をしていただき、最初の講義は松本紘之先生にお願いした。その後、7年間、前期後期に表 1 に示すような講義を行って、両大学で合計 868 名 (京大 460 名, UCLA 408 名) の学生が受講した。両大学の取り計らいで、受講した学生を現実世界でも交流させるようにし、コミュニティを作る努力をした。教育学系の先生方にも参加を要請し、教育学の観点からもいろいろな評価を行った [5]。受講生の間で 2 組の国際結婚が実現したといううれしいニュースもあった。

世界的にもこのプロジェクトは最先端にあり、ライバルは MIT-NSU の遠隔講義であった。こちらの方も大学レベルでの合意で実施し、システム的には単純なものを利用し、大学の事務局が主導権を握って運営されていた [6]。我々は事務局の介入はなく、研究者が運営して何とか続けるという体制であった。TIDE プロジェクトはそれでも 7 年間継続し、通信機器の老朽化がすすみ、資金も続かなかったことから終了したが、遠隔講義はその後大学内の遠隔キャ

2002年度後期 講義アーカイブリスト

情報メディア論	美濃導彦、奥野卓司他	全学共通(理系・文系)
計算機アーキテクチャ1	富田真治	情報学科・学部専門
言語情報論B	河崎靖	全学共通(文系)
マルチメディア	美濃導彦 角所考	情報学科・学部専門
パターン認識	河原達也	情報学科・学部専門
基礎物理化学B	谷垣昌敬	全学共通(理系)



図 4 講義アーカイブ  
Fig. 4 Lecture archiving.

ンパス間で実施され、現在では普通に講義で利用されている。世の中の流れの速さには驚くばかりである。そのなかで、一番良かったことは、UCLA の客員教授であったコンピュータサイエンスでは超有名なアラン・ケイが 2 年間にわたって講義をしてくれたことである。語彙が豊富で教養の高さを感じさせられることがしばしばあったが、京大の受講生だけでなく UCLA の受講生にも貴重な体験になったと確信している。

#### 4.3 教室での様々な実践

自動撮影システムを軸にした教育に ICT を利活用する研究は、TIDE の実践をしながら、様々に展開していった。一番大きな展開は図 4 に示す講義のアーカイブである。教室は教員と学生だけの世界であり、どのような講義が行われているかは他の教員や大学当局にも分からなかったが、講義室にカメラを導入することによってこの状況が改善され教育に対する透明性が高まり、教員に対する FD が可能になってきた。この流れは、オープンコースウェア [7] に始まる教育情報のオープン化の流れとつながってゆく。

講義をアーカイブするうえで学生の質問時にうまく映像がとれるかどうか、自動撮影システムでは大きな課題であった。教室の天井にマイクロフォンを複数台設置し、音声を観測すると音源定位ができることを実験的に検証し、音声を検出してその音がどこから出ているかを定位して、そこにカメラを向けるという機能を付加した [8]。講義室で実践してみると、教師が話をしている間でも学生が多少音を出すとそこにカメラが向くという不都合もたびたび生じたが、学生の質問にはうまく対処できた。ただ、質問が始まってから音声処理をしてカメラを振るので、映像が取得できるまでに 1 秒程度の時間遅れが生じる。実験的な技術と実運用のギャップを痛感したが、製品開発として進めればいくらかでも工夫ができると思っていた。やればできるがやっても研究成果にはならない、このあたりが現在でも問題となっている研究と実用化のギャップであろう。

高度な機能は使わずとも講義アーカイブは提供できる。実際に提供してみると何らかの理由で授業に出なかった学

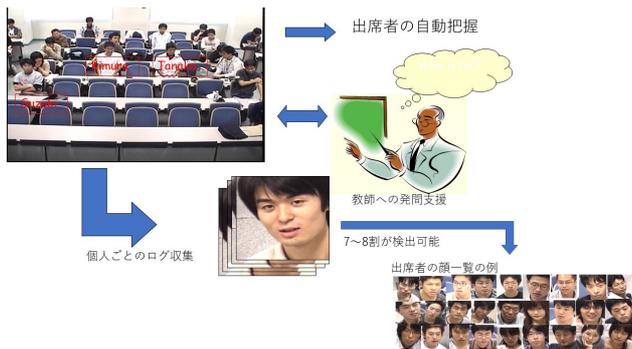


図 5 講義の自動出席取得システム

Fig. 5 Automatic lecture attendance system.

生が利用することが分かってきた。当時、コンピュータで映像を視聴するのは珍しく、多くの人に見せるために、公共施設や博物館など人が集まるところにスタンド的な装置を設置して提示されていた。このような環境では、人は立ちどまって映像を視聴するので、長くても3分間程度しか見られないという報告が多かった。講義アーカイブは、視聴環境が違うことと内容が連続していることなどが要因となって、1時間程度視聴されているという結果が出た。さぼった学生のためのサービスという感じになってしまったが、学生の勉学に対する意欲を感じさせる実験であった [9]。

教育学の分野では、講義の評価法として顔上げ行動が重要視されていた。講義室にカメラを設置すると学生の顔上げ行動は顔検出技術で簡単に計測できる。これだけでは研究になりにくいので、図 5 に示す講義の自動出席システムを構築した [10]。これは黒板の上に設置したカメラから、講義を受講している学生の顔を座席の制約に基づいて順番に探して行って、あらかじめ登録してある受講者の顔と照合するというものである。講義時間中、何度もスキャンできるので、顔認証が間違っても統計的に正しく出席しているかどうか判定できるという結果を得た。このシステムは、顔を上から撮影するので、顔を上げていないと顔認識はできない。授業に出てきても、机の上で寝てしまう学生はけっして出席とはならず、実質的に授業を聞いている学生だけが出席となる興味深いシステムとなった。実験的には検証できたが、個人情報の問題があり、実際の講義で利用することができなかったのは残念であった。

実験的研究としては、講義室の3次元構造を複数のカメラで復元する研究 [11] も進めた。これは講義室の3次元で記述できると VR や AR など様々な形に応用できるということを考えて基礎的な研究を行った。カメラが教室の周りの壁に設置されることや多くの学生が講義室にいるので、オクルージョン領域が多く、適切に問題設定をすることが困難な課題であった。天井カメラを設置して人数を数えたりしたが、実用的に利用可能な3次元復元はできなかった。カメラはオクルージョンが大きな問題で、実用的に多くの人間を3次元復元することは不可能であると実感させられ

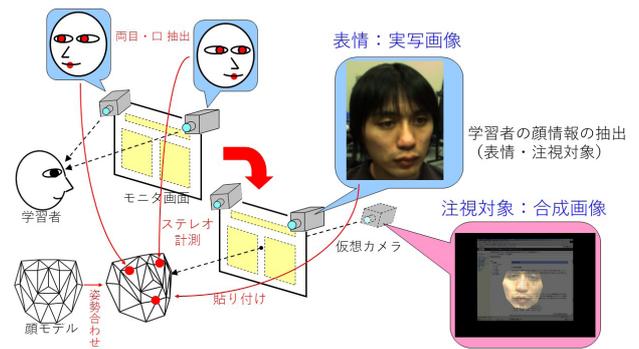


図 6 e-learning 中の学生の観察システム

Fig. 6 Student observation system.

た研究であった。

#### 4.4 ラーニングアナリティックスの試み

画像を専門とする研究者はデータを取得することは興味があるが、集めたデータを解析することはあまり得意でないといよくいわれる。教室で行われる授業に ICT を利活用する研究を進めていても、あまりデータ解析は行わなかった。授業の評価基準がなく、解析の方法が分からなかったのが大きな原因である。個人がコンピュータを使って学習を進める e-Learning は、データの解析が行いやすい分野である。教育への ICT 技術の利活用は、海外では e-Learning が主流であった。

オープンコースウェアや MOOC は多くの学習データを収集できる仕組みである。京都大学は最初からこのような試みに参加してきた。データが多く集まるが解析に興味を示す研究者がいなかったので、簡単な解析を始めた [12]。分かりやすいのは、学習態度を示すログデータである。いつ学習しているか、どの程度学習しているかなどをもとに個人の学習スタイルを分類し、成績との関係を探る形の解析である。情報系の研究としては新たな発見があるわけではないので、あまり進めなかったが、世界的にはこのような解析が実践に移されて、その重要性が高まってきた。

このような研究の流れのなかでも、我々は画像的に人間を観測するという視点から研究を進めた。学習している学習者の顔からその表情を観測すると同時にその視線を追跡し教材のどのあたりをどの程度の時間を見ているかを検出するシステムを構築した (図 6 参照) [13]。学習している人間の状況が大切だと考えたからである。数人の学生で実験してそれなりの情報が抽出できることを確認した。このときに、人間とコンピュータのインタラクションを確実に観測しないと人間が情報を得て学習している過程を明確に把握することができないということに気が付いた。空間的な情報だけでなく時間的なタイミングも重要なのである。

## 5. ラーニングアナリティクスへの期待

### 5.1 学習過程で得られるデータ

学生が情報システムを利用して様々な学習をすると、その学習過程のデータがシステムで取得できる。初期のころは、この種のデータに価値があるとは考えられていなかったため、取得されたデータは利用されずにそのままになっていた。ラーニングアナリティクスはこれらのデータを解析して学生の学習プロセスを解明し、個別学習や適応学習に活用しようとするものである。ここで問題となるのは、システムが集めるこの種のデータは個人と紐づけされており、個人情報になるという点である。個人情報保護法によれば、個人情報はその情報を発生した個人の同意がないと利用できない。システムを運用している側からすれば、システムが取得し、そこに蓄積されるデータであるので、そのデータに利用者から個別に同意をとることはあまり現実的でない。システムの利用規約に目的を明示し、同意をしないと利用できないようにすることは可能であるが、公的な教育機関として同意をしない学生への教育の機会均等をどう確保するのかという問題が生じる。このようなシステムは各種存在するので、それらすべてにおいて個別対応しては手間がかかって大変である。

成績情報などは大学が個人を評価するために生成し管理している。これは個人情報であるが、教育という業務を行ううえで必要なデータであり、入学時に何らかの形で同意を得ているというのが現状である。情報社会が進展し、様々な教育方法や学生の支援方法が出てきたときに、大学の業務をどう解釈するのかに対して明確な基準がないので、日本ではラーニングアナリティクスがほとんど進んでいない。この状況を早く改善しなければ、この分野の研究においても日本は世界のレベルから大きく遅れてしまう懸念がある。入り口論で詰まっているのは日本だけであり、大学が教育業務の一環であると宣言すればすむ話であると考えられるが、大学執行部が教育改革に対してそれほど熱心でなく、横並びで他の大学の様子を見ていることに問題がある。このような状況では、研究者が利用したいといってもどんな効果があるかを示せという答えが返ってくるので、鶏と卵問題になっている。大学執行部が問題を研究者に投げずに学生の教育のためにラーニングアナリティクスを行っていこうと自ら判断すべきである。

教育関連データは、教育機関で収集、解析、蓄積され、教育に利用される表 2 のようなデータを想定している。学生は卒業していくので、教育機関でのデータは学生に渡してポートフォリオとして、次の学校や会社において入学時や卒業後に活用されることが期待される。この文脈では国レベル、世界レベルで個人にデータが集約され、利活用できる状況を構築しなければならない。教育機関がデータを収集、蓄積した後、その個人の進路に従ってデータが受け

表 2 教育関連データ [14]

Table 2 Academic records.

データ種類	例
教務データ	学校名、学年、科目名、講義日時、教員・生徒の情報、時間割
授業設計データ	教育目標、シラバス（授業計画）、指導内容
成績データ	最終成績、出欠、小テスト・問題集の点数、レポート点数、入試情報、学習塾の問題集の点数
記述データ	e-ポートフォリオ、ノート、レポート、記述アンケート、黒板の記述内容
課題データ	小テストの問題、解答、回答の手書きデータ、解説、レポート課題の説明
教材接触データ	デジタル教材（デジタル教科書、ビデオ等）の閲覧時間、教材へのメモ、ブックマーク、下線など
LMSデータ	LMSのログイン履歴、レポート提出時間、電子掲示板、小テスト回答時間
健康・生体情報	教員や学生の脈拍、睡眠時間、視線・加速度センサ等のセンサ情報、健康診断データ、歩数等の運動量・食事等の日々の生活データ
環境情報	教室の温度、映像・音声、天候などの環境データなど

渡されていく仕組みを国が主導して構築しなければならない。

### 5.2 ラーニングアナリティクスで分かること

ラーニングアナリティクスの初期の成果の1つは落ちこぼれそうな学生の発見であった。学習過程のデータを見ていると、学習をしていないことは簡単に検出できる。そのような学生を発見し、その後、しっかりと学習指導をしてゆくことで、問題のある学生の早期発見とその改善が見込まれる。ラーニングアナリティクスの大きな成果であり、その有効性は確認されている。同じことをするのに講義の出席システムを導入している大学が多いが、問題の本質を理解していない危うさを感じられる。

次の問題は学習過程データと教材との対応関係であり、学生が理解していない概念を見つけようとするものである。この場合は、個別の学生を対象とするよりも、クラス全体を対象として考える方が考えやすい。多くの学生が理解できていないところはクラスでの説明不足や教師の教え方の問題であり、教員側のFDとして活用できる。学生1人1人に対して理解が進んでないところを発見できる方法も提案されているが、これまでの試験を小項目ごとに評価した程度であり、さらなる発展が期待される。現場としては、教員が本当に対応できるのかという問題があり、人工知能などの支援が必要になると思われる。

人間は多様性があり、教室のなかで同じ情報を与えても学べる学生と学べない学生が出てくる。理想的には、1人1人の知識の状態、身体の状態などに応じて必要なタイミングで必要な情報を与えることが、学びを促進させることであると考えられる。これは個別学習や適応学習と呼ばれる学習形態が目指しているところである。学習を支援する情報システムで取得できる情報で、このようなことは可能だろうか？ ラーニングアナリティクスの研究の一部はこの目的のために進められている。どんな情報を集めてどんな解析をすれば何ができるかという実践を積み重ねていく試みが行われており、今後の成果に期待できる。

ラーニングアナリティクスには個人適応だけでなく、

統計的に教育を評価する指標を見出すための研究も大きな分野として含まれる。個人情報というよりも、個人の違いを超えたマクロな解析であり、匿名化情報として処理が可能となる。この場合に大きな問題となるのが、教育機関の違いによるデータの意味の違いである。学習項目をどのように細分化するのか、そこでの理解度の記述をどうするのかなど様々なレベルで、情報が記号化されており、その記号の意味が標準化されていないと、記号だけを比較しても意味のある情報とはならない。国レベルで教育機関を比較し、教育政策を議論することを考えるならば、データの標準化は必須である。国内だけでなく、国際比較が必要となれば、世界的な標準化が必要となる。すでにある程度データが蓄積されている国では大きな問題となっている。幸い、日本は周回遅れの感があり、今すぐにも、データを標準化して集める枠組みを作れば、ラーニングアナリティクスの先進国になれる可能性がある。関係者の奮起を促したい。

## 6. 今後の展望

長い間大学で研究を進めてきたが、情報の分野では、新たな試みをしてそれが社会に役立つという感じはしない。有用な方向性を見つけたときはそれが実用化できるまで継続することが重要であるが、そのような努力を重ねても論文はかけないし、評価もされない。大学で実践をしても、限られた範囲にとどまっている。科学の分野と情報の分野はその本質が大きく異なることを考えれば、情報系として新たな評価システムやディシプリンを確立する必要があるのではないだろうか？

情報の問題を考える1つの研究領域として教育の分野での研究を進めてきたが、国の重要政策の1つが国民の教育であり、教育は国力に大きく影響する。少子化時代を迎えて、個別教育が可能になる環境を生かして、早い段階からデータを集め、ラーニングアナリティクスの研究を進めることが重要である。明治維新の頃は、欧米諸国という先進国があり、そこに人材を派遣して制度を学び学習すればよかった。これにより、日本は高度経済成長を遂げて欧米諸国に追いついたわけである。時代は変わって、今や手本となる国はなく、自らの手で様々なことを進めて、他の国に先駆けて政策を進めていくことが重要になっているにもかかわらず、いまだに欧米を見て先に手を打つことに消極的である役所の態度には失望することが多い。研究的に、新たな方向性を模索するのはリスクが高い。これに対して教育は、長期的には確実に成果の上がる領域であり、今こそ、ICTを活用した教育を強力に発展させるべき時期ではないかと考える。

ラーニングアナリティクスで集まったデータは、マクロ的には国が教育政策のために統計解析をして、様々な施策を立案するのに利用してゆく。個別機関は、個別教育や

適応教育のためにデータを解析し、他の教育機関とも比較検討しながら、それぞれの機関にあった形でラーニングアナリティクスを進め、個性を尊重し、学力にあった教育を施してゆく。このような教育体制になれば、個々人の能力を最大限伸ばすことができるので、明日の日本が明るくなってゆくと確信している。

謝辞 京都大学学術情報メディアセンター美濃研究室と一緒に研究していただいた皆様に感謝します。

## 参考文献

- [1] ウンベルト・エーコ (著), 池上嘉彦 (訳): 記号論 I, II, 講談社学術文庫 (1976).
- [2] 西垣 通: 情報基礎学, NTT 出版 (2004).
- [3] 宮崎英明, 亀田能成, 美濃導彦: 複数のカメラを用いた複数ユーザに対する講義の実時間映像化法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.10, pp.1598-1605 (1999).
- [4] 八木啓介, 亀田能成, 中村素典, 美濃導彦: UCLA との遠隔講義プロジェクト TIDE におけるシステム構成, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-II, No.6, pp.1132-1139 (2001).
- [5] 村上正行, 八木啓介, 角所 考, 美濃導彦: 受講経験・日米受講週間の影響に注目した遠隔講義システムの評価要因分析, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-I, No.9, pp.1421-1430 (2001).
- [6] Minoh, M.: Five Years Experiences of International Distance Learning Project TIIDE, Report on multimedia education, Vol.44, pp.85-97 (2004).
- [7] 美濃導彦: OER/OCW 推進における課題, So-ken-OER 公開ワークショップオープン・ラーニングの課題と展望 (2010).
- [8] 西口敏司, 東 和秀, 亀田能成, 角所 考, 美濃導彦: 講義自動撮影における話者位置推定のための視聴覚情報の統合, 電気学会論文誌 C, Vol.124, No.3, pp.729-739 (2004).
- [9] 村上正行, 西口敏司, 亀田能成, 角所 考, 美濃導彦: 京都大学での実践に基づく講義アーカイブの調査分析, 日本教育工学会論文誌, Vol.28, No.3 (2004).
- [10] 川口洋平, 正司哲朗, 角所 考, 美濃導彦: 座席制約を利用した多人数を対象とする顔画像認識に基づく個人同定, 第10回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2007) (2007).
- [11] 山口辰久, 西口敏司, 角所 考, 美濃導彦: 弱校正カメラを用いた講義室における任意視点画像生成のための射影, 第49回システム制御情報学会研究発表講演会 (2005).
- [12] 永田裕太郎, 村上正行, 森村吉貴, 椋木雅之, 美濃導彦: MOOC における大規模学習履歴データからの受講者の学習様態獲得, 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B403-05, pp.25-30 (2015).
- [13] 中村和晃, 角所 考, 村上正行, 美濃導彦: e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定, 電子情報通信学会和文論文誌, Vol.J93-D, No.5, pp.568-578 (2010).
- [14] 京都大学学術情報メディアセンター 緒方広明先生作成



美濃 導彦 (正会員)

理化学研究所理事。昭和 58 年京都大学大学院工学研究科博士課程情報工学専攻修了。同年工学部助手，昭和 62～63 年マサチューセッツ州立大学客員研究員，平成元年京都大学工学部助教授，平成 7 年より京都大学教授。平成

30 年 4 月理化学研究所理事。画像処理，人工知能，知的コミュニケーション関係の研究に従事。最近は，3 次元モデルの処理とそれを用いたマルチメディア教材作成，講義室における CV 技術と遠隔講義，視覚情報メディアを介したコミュニケーションと対話機構に興味を持つ。工博，IEEE，ACM，電子情報通信学会，画像電子学会，日本ロボット学会各会員。