

手書きプロセスデータの国際標準規格の策定に向けて

梶田 将司^{1,2}

概要: 人が文字や図を手で書く動作は、人の思考過程に最も近く、かつ複雑な情報の表現を可能にする行為である。本報告では、動的な手書きのプロセスの情報を人の思考過程のセンサとして位置づけ、多様な学問分野での教育学習活動を対象に電子ペーパー端末で手書き情報を収集し、その活用を図るとともに、手書きプロセスデータを様々な手法で分析・活用するための手書きプロセスデータ流通基盤として、学習支援システム上でデータを利活用するための手書きプロセスデータの国際標準を目指した標準仕様の開発と国際コミュニティの形成について述べる。これにより、手書きプロセスデータの収集・蓄積・活用が行える実証的な学術研究基盤として教育イノベーションプラットフォームを形成することを目指す。

キーワード: 手書きプロセスデータ, IMS Global Learning Consortium, IMS Caliper, オープンスタンダード, 学習管理システム, ラーニングアナリティクス

Toward Developing Open and Global Standard for Hand-Writing Process Data

SHOJI KAJITA^{1,2}

Abstract: The human action to write letters and draw figures is reflecting human intellectual process, which enables us to represent complex idea and information. By using electric digital paper consumer devices, this report describes our project to address research questions about how we can capture such dynamic hand-writing process data and analyze, distribute and utilize them for diverse teaching and learning applications that effectively use hand-writing process data as a sensor for human intellectual processes. Through the development of our project, we will build an international community to develop an open and global standard for hand-writing process data, aiming to build an educational innovation platform as practical academic research infrastructure in which researchers can capture, store, analyze and utilize hand-writing process data.

Keywords: Hand Writing Process Data, IMS Global Learning Consortium, IMS Caliper, Open Standard, Learning Management System, Learning Analytics

1. はじめに

高等教育機関における情報通信技術の活用は、1990年代にキャンパスネットワーク、WWW (World Wide Web)、および、インターネットの普及が進み、2000年代になってWWW ベースの教務情報システムによる科目・履修・成績

情報の電子化、学習管理システム (Learning Management System, LMS) やコース管理システム (Course Management System, CMS) と呼ばれる学習支援システムの導入が顕在化し、様々な科目において教え方や学び方を変えない形で情報通信技術が使われ始めた。

2010年代に入り、学生の学びのエビデンスを蓄積し活用するeポートフォリオや教室内での学生の能動的な学習を引き出すアクティブラーニング等の、より教授法や教授内容に踏み込んだ情報技術の活用に焦点が移るとともに、大学の枠を越えたオープンな学習環境 MOOC (Massive Open Online Courses) やその学内利用である SPOC

¹ 京都大学情報環境機構 IT 企画室
IT Planning Office, Institute for Information Management and Communication, Kyoto University

² 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

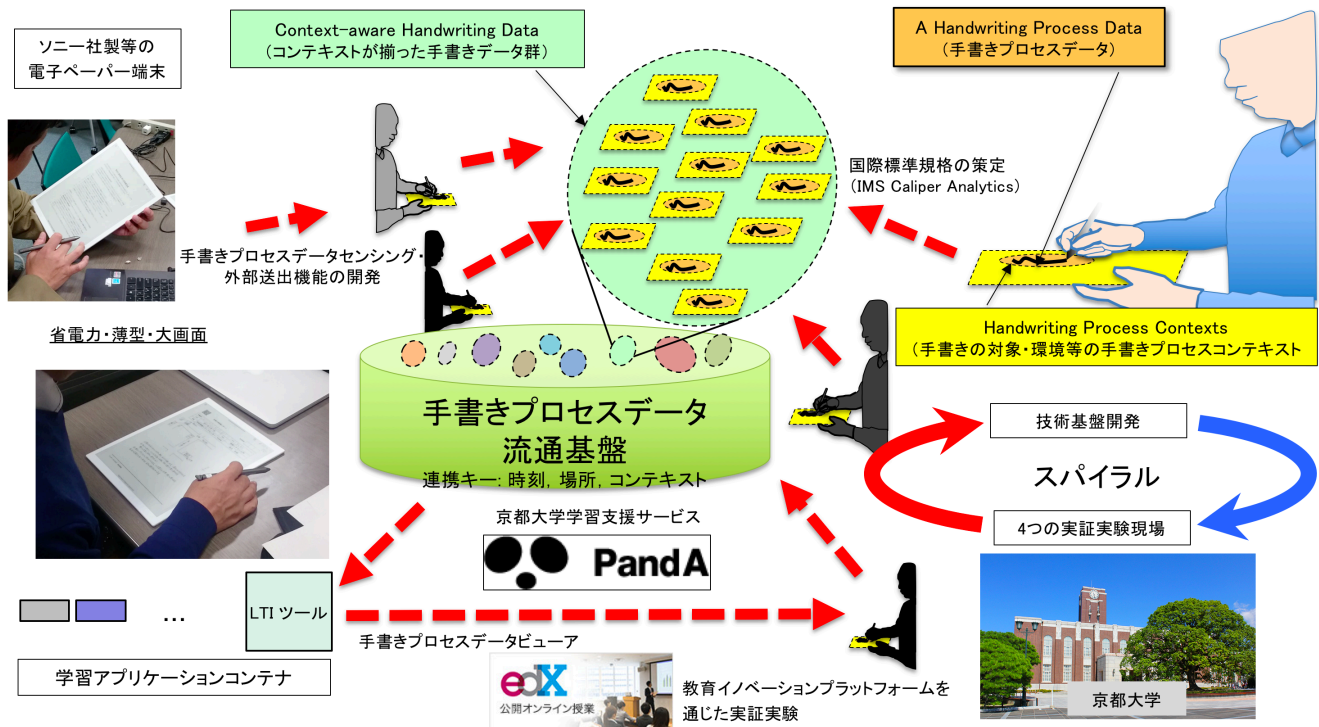


図 1 プロジェクト概要

(Small Private Online Course) などが展開されている。これらの技術の利用を通じて、国内外の多くの大学において「学生がどう学んでいるか」「教員がどう教えているか」のデータが様々なシステムに日々大量に蓄積される情報環境が整備されるようになってきている。

2012年頃からは、これらのデータを積極的に教育学習活動の改善に生かす取り組みがラーニングアナリティクスという言葉で語られており、欧米の大学では様々な取り組みが、研究レベルだけでなく実践レベルでも始まっている。例えば、米国 Marist College は、Bill and Melinda Gates Foundation が支援する研究助成により、LMS に蓄積されている学習活動履歴情報と成績情報から、「落ちこぼれ学生予測モデル」を構築し、予測モデルが他の大学でも適用可能であることを5大学での実証実験により示している。また、オンライン生涯教育を提供している英国 Open University は、LMS を通じて蓄積されている全受講者の学習活動履歴情報を元にした学修指導体制をすでに構築している。

一方で、学生が情報に触れる端末環境としても、タッチ入力、ペン入力、音声入力等が、誰でも購入でき標準的に使えるデバイスとして普及してきている。これは学習活動を把握する上で従来のキーボードやマウス以上に自然な入力情報の取得を可能とするもので、様々な教育現場での取り組みを通じて教育学習活動での利活用が期待される。

本報告では、現在我々が取り組んでいる手書きプロセスデータ流通基盤に関するプロジェクトの概要について述べるとともに、その利活用アプリケーションのためのシステム環境、および、これらを標準規格で構築するための手書きプロセスデータの国際標準規格化について述べる。

2. プロジェクトの概要

2.1 研究の背景

米国では、ミシガン大学等を中心に LMS・教材・ラーニングアナリティクスサービスを大学主導で共同開発・整備することにより教育の情報化のエコシステム構築を推進する Unizin コンソーシアムが立ち上がり、大学の枠を越え、学びのデータを組織横断的につなげることでビッグデータとし、ラーニングアナリティクスにより大学教育の改善に生かす取り組みが開始されている。

我が国では、学習管理システム/コース管理システム (LMS/CMS) は、国立大学の約9割、私立大学の約6割で導入されており（平成26年度文部科学省委託事業「アカデミッククラウド環境構築に係るシステム研究」最終報告書）、その結果、各大学では、様々な教えや学びのデータが蓄積されはじめているが、教育学習活動の改善や高度化のためへの活用は緒に就いたばかりである。

「学び」が教育学習活動における教員や教育学習メディアとのインタラクションを通じてなされることを前提とすれば、そのインタラクションを観測することにより大学に

おける物理世界・仮想世界の様々な「学び」を可観測化することができ、大学における教育学習活動に関わる様々な活動を通じて教育ビッグデータを形成できる。しかしながら、観測対象の大学教育は非常に多様であり、単一の大学や教育プログラムでは密度の高いデータを観測することはできないため、大学間連携は必須である。

2.2 研究の着眼点

Microsoft 社の Surface や Apple 社の iPad Pro, ソニー社のデジタルペーパー等、ペン入力可能な民生用デバイスが普及している。それらで取得可能な手書きプロセスデータとその生成コンテキストは人間の思考過程を把握する有用なデータとなる。しかしながら、これをセンシングし、外部システムに送出・蓄積・共有するための技術基盤がない。本研究では、教育学習分野に限定はするが、ラーニングアナリティクスの標準規格化を推進している IMS Global Learning Consortium の Caliper Analytics WG[1] において、手書き入力デバイスを有するベンダや LMS ベンダとともに、「手書きプロセスデータ」およびそれが生成された状況についての「手書きプロセスコンテキスト」を記録するための国際標準規格の策定を行うことで、システムや大学の枠を超えて、コンテキスト手書きプロセスデータをビッグデータ化する点が新しい。これにより、既存の教育学習に関する既存のデータと紐付けた教育学習支援を可能にする教育イノベーションプラットフォームを構築する。

また、ペン入力によって得られる手書き情報、特にそのプロセスのデータは、大脳における手や指の動きをつかさどる極めて広範囲の領域の活動の結果として「人の思考過程の表出」と捉えることができる。そして、同じコンテキストで生成される手書きプロセスデータを大量に収集・蓄積・共有・活用できれば、容易には直接観測できない人の思考過程をビッグデータに基づいて統計的に扱う新しい学問分野を、実フィールドと強く結びつけながら研究が行える学術情報基盤として形成することが可能となる。

さらに、手書きプロセスデータは、文字情報に限らず、数式や図などの情報も収集でき、幼児から高齢者まで、またさまざまな言語での利用が可能である。これをデジタル信号処理・パタン認識・統計的手法・機械学習・人工知能技術等の情報学の先端的研究と接合することで広範な学習活動の分析、評価、支援への応用が期待できる。

2.3 研究の発展性

手書き入力は、幼児から高齢者まで誰でも使える入力手段であり、かつ、言語には依存しないため、国や文化を超えたグローバルな入力手段として国際化対応もしやすい。しかも、手書きと周辺デジタル情報が一元化して活用されることより、署名が歴史的に個人識別に利用されているように、真正なデータとして扱え、書いた人の思考プロセス

を追うことにより思考（脳内）が見える化でき、学習の結果だけでなくそのプロセスまでも評価することが可能になる。

3. 手書きプロセスデータ利活用アプリケーションのためのシステム環境

システム環境としては、次の4つに分けて整備を進めている:

- (1) 手書きプロセスデータを取得するシステム
- (2) 手書きプロセスデータを蓄積するシステム
- (3) 手書きプロセスデータを用いたアプリケーションを開発するシステム
- (4) 手書きプロセスデータを用いた教育学習支援システム

3.1 手書きプロセスデータを取得するシステム

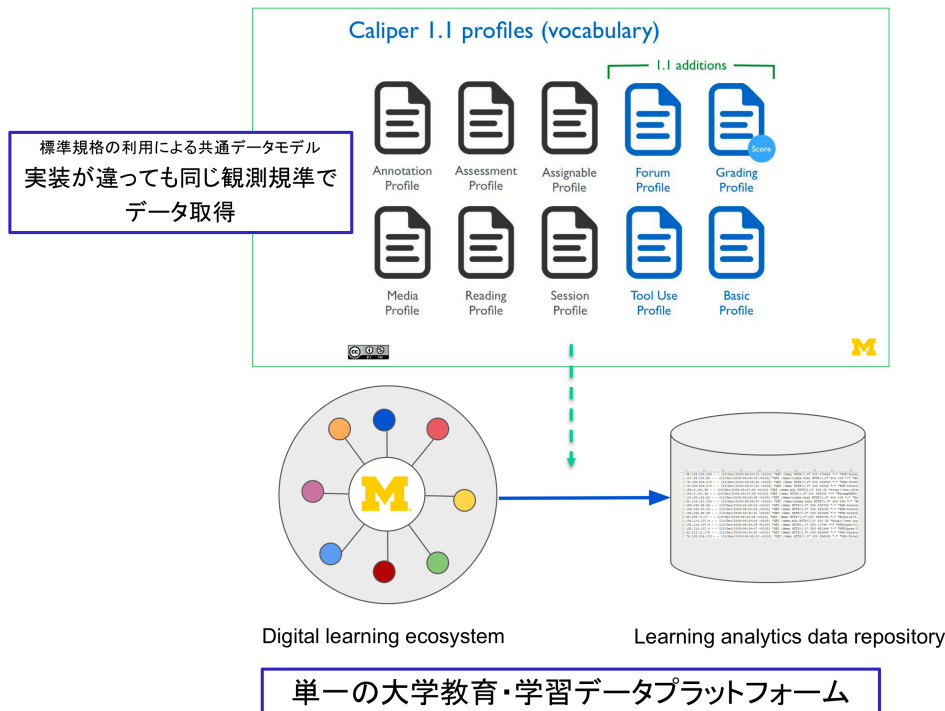
本研究では、民生用デバイスを前提とするため、デバイスベンダーとの協力は不可欠である。今回、我々は手書き入力デバイスとして既に製品化されているソニー株式会社や富士通クライアントコンピューティング株式会社等の電子ペーパー端末を用いて手書きプロセスデータを収集できる機会を得た。特に、手書き入力デバイスから手書きプロセスデータの取得が可能なウェブ API (Application Programming Interface) を利用することで、学術研究と製品との分界点を明確にしながらか進めることができる。これをベースに、読み書きに関する操作を詳細に記録する機能、および、その記録を適切なデータ形式に変換して学習ログ蓄積サーバ等の外部サーバに送出する機能を追加することにより、国際標準規格に則った手書きプロセスデータセンシングおよび外部出力が可能な機能を実現する。

3.2 手書きプロセスデータを蓄積するシステム

Aperio Foundation において開発が進められている学習ログ蓄積サーバ Open LRS (Learning Record Store) や学習支援システムの標準 IMS Learning Tool Interoperability に準拠したツールをホスティングする Tsugi Learning Application Container 等のオープンソースソフトウェアを駆使しながら、スケーラブルな仮想計算機資源が利用できる京都大学アカデミッククラウド環境を用いて国際標準規格に則った手書きプロセスデータの蓄積・共有・利活用が可能なサーバ機能を実現する。

3.3 手書きプロセスデータを用いたアプリケーションを開発するシステム

電子ペーパー端末によって収集した手書きプロセスデータを、人間が利用可能な表現に加工し再生するソフトウェアを開発する。手書きプロセスデータは、線の座標や筆圧といった静的な情報だけでなく、それらが時間と共に変化する様子を伴っており、それらを人間が利用するためには



Source: Sean DeMonner, "Supporting Personalized and Engaged Learning at Enterprise Scale", 京都大学学術情報メディアセンターセミナー, 2018年7月3日

図 2 IMS Caliper によるデータプラットフォーム (米国ミシガン大学)

アニメーションによる動的な表現が適している。本研究では、手書きプロセスデータを SVG や HTML5 などのウェブ標準技術を用いたアニメーションによって表現する。これにより、ウェブブラウザなど一般的なソフトウェアで利用でき、LMS への統合も容易な手書きプロセスデータ再生機能を実現する。

これを、Aperio Tsugi を用いて IMS LTI ツールのホスティング環境に実装することで、手書きプロセスデータを用いた教育学習支援ツールの開発を容易にする。

3.4 手書きプロセスデータを用いた教育学習支援ツール

大学教育を対象とした手書きプロセスデータの活用では、京都大学高等教育研究開発推進センター、医学研究科医学教育推進センター、国際高等教育院、アジア・アフリカ地域研究研究科の関係者とともに、フィールドワーク型教育、ポートフォリオ型教育、反転授業型教育および従来型教育での試験利用を通じた実証実験を、デジタル信号処理・パターン認識・統計的手法・機械学習・人工知能技術等を活用した教育学習支援アプリケーションを開発しながら進める。

作成されたアプリケーションは、LTI ツールとして、本学の学習支援システム PandA や MOOC プラットフォーム KyotUx 等で活用する。

4. 手書きプロセスデータの国際標準規格化

IMS Global Learning Consortium では、ラーニングアナ

リティクスに関する国際標準規格を開発するため、Caliper Learning Analytics Working Group を設置し、開発を進めている [1]。現在は、学習データのセンシングを担うセンサー API の標準化に注力している。これにより、学習データを取得する実装が異なっても、同じコンテキストであれば同じ観測基準でデータを取得することができ、実装の違いや変更にもロバストな学習データの取得が可能になる。例えば、ミシガン大学では複数のビデオ閲覧システムから取得される学習ログを IMS Caliper の Media Profile で取得し、学内唯一のデータリポジトリに格納するようにしている (図 2 参照)。

また、この夏には、Caliper Profile の提案及び標準化プロセスの準備を次のように明確に定めた:

- (1) 提案するプロファイルは、GitHub 上にある IMSGlobal オrganizeーションの `caliper-central` リポジトリで `issue` として登録する。その際、なぜ提案するプロファイルが必要なのかを説明するコアユースケースのいくつかを記述する。もし、既存のプロファイルに関連する場合は、なぜ既存のプロファイルがニーズを満たすには不十分なのかを説明する。必要に応じて、どのような `events`, `entities`, `actions` の追加・変更が必要かの概要を記す。
- (2) 提案者はスポンサを指名する。スポンサ (IMS Global の Contributing Member) は、ワーキンググループに初期審査のための提案準備を行う。スポンサは、提案者がプロファイル仕様の編集者としてコントリビュー

トする能力があるか、新しいプロファイルをサポートするための基準となるセンサのコードを開発する能力があるかどうかを審査する。スポンサは、新しいプロファイルをアプリケーションに組み込むことに興味がある実装者を指名する準備を行う。

- (3) 初期審査は、スポンサによるワーキンググループでのプレゼンテーションを通じて行われる。ワーキンググループ主査およびスタッフは、PSC (Product Steering Committee) の代表が会合に参加していることをする。初期審査の反応がポジティブであれば次のステップに進む。

IMS Global の国際標準化として採用されるためには、まず、これらを通す必要がある。ユースケース、実際のデータ、LMS への実装を望むベンダ等、周到な準備が必要である。

5. まとめ

本報告では、現在我々が取り組んでいる手書きプロセスデータ流通基盤に関するプロジェクトの概要について述べるとともに、その利活用アプリケーションのためのシステム環境、および、これらを標準規格で構築するための手書きプロセスデータの国際標準規格化について述べた。

今後は、手書きプロセスデータの国際標準化に向けた準備を進め、2019年2月のIMS Quaterly Meeting で開催される Caliper Working Group ミーティングにおいて、Hand-writing Profile の提案を試みる予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 17H06288 の助成を受けたものである。また、学習支援サービス PandA をはじめ、教育の情報化に関する戦略の立案と実行や業務化は、美濃導彦前情報環境機構長や喜多一情報環境機構長をはじめ、情報環境機構 IT 企画室教育支援部門を含む多くの関係者との議論やサジェスチョンに基づいている。この場をお借りして感謝致します。

参考文献

- [1] IMS Caliper Analytics, <https://www.imsglobal.org/activity/caliper>