

IMS Caliper Metric Profile による 手書きプロセスデータの記述

梶田 将司^{1,2} 喜多 一^{2,3}

概要：我々は、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との立場から、手書きプロセスデータを収集・蓄積・活用するための手書きプロセスデータ流通基盤とそのアプリケーションに関する研究開発を行っている。本報告では、手書きプロセスデータの IMS Caliper Metric Profile 策定に向けて、(1) 想定するコアユースケース、(2) 既存規格との整合性、(3) スポンサー獲得のための方針について議論する。

キーワード：学習支援、手書き、オープンスタンダード、オープンソース、次世代デジタル学習環境

Describing Handwriting Process Data Using IMS Caliper Metric Profile

SHOJI KAJITA^{1,2} HAJIME KITA^{2,3}

Abstract: We have been studying about a widely sharable infrastructure for handwriting process data and its applications, with consideration that we think that handwriting actions for writing letters and drawing figures reflect much of the intellectual activity in the human brain. In this report, we discuss the following points toward standardizing Handwriting Process Data as an IMS Caliper Metric Profile: (1) the core usecases we suppose, (2) a prototype of Handwriting Metric Profile that is consistent with the current IMS Caliper specifications, and (3) our plan to work with sponsors for standardizing.

Keywords: Learning Management, Handwriting, Open Standard, Open Source, Next-generation of Digital Learning Environment

1. はじめに

ペン入力可能な民生用デバイスとして Microsoft 社の Surface や Apple 社の iPad Pro、ソニー社のデジタルペーパー等が普及してきており、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して扱える可能性が高まって

いる [1], [2]。しかしながら、手書きプロセスをセンシングし、外部システムに送出・蓄積・共有するための技術基盤は存在していない。そこで、我々は、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を構成する手書きストロークデータおよびそれが生成された状況に関する手書きコンテキストデータを記録するための国際標準規格を、ラーニングアナリティクスの国際標準規格の策定を推進している IMS Global Learning Consortium の Caliper Analytics WG[3] において策定することで、システムや大学の枠を超えて、コンテキスト情報付きの手書きプロセスデータをビッグデータ化するための技術基盤を形成する研究開発を進めている [1]。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

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

³ 京都大学国際高等教育院
Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

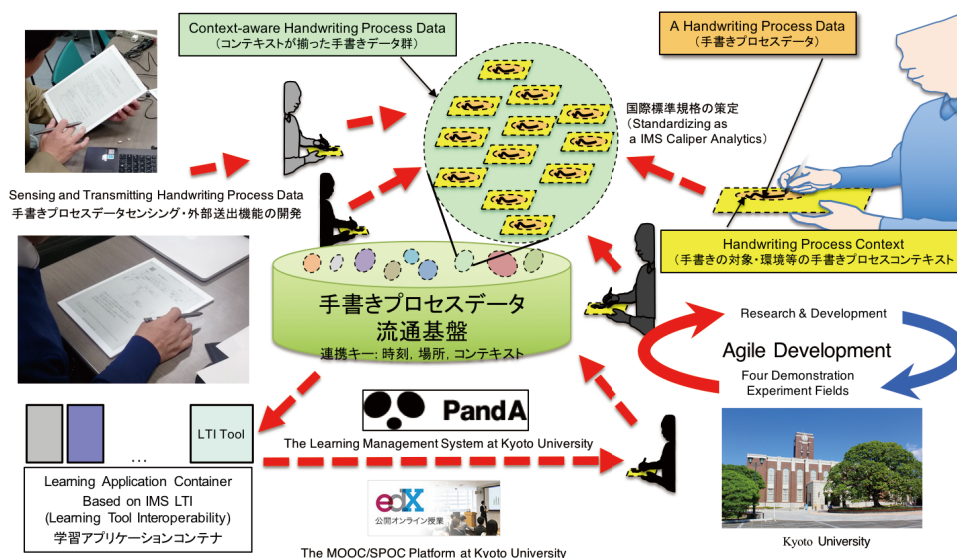


図 1 プロジェクト概要

Apereo LAI vision

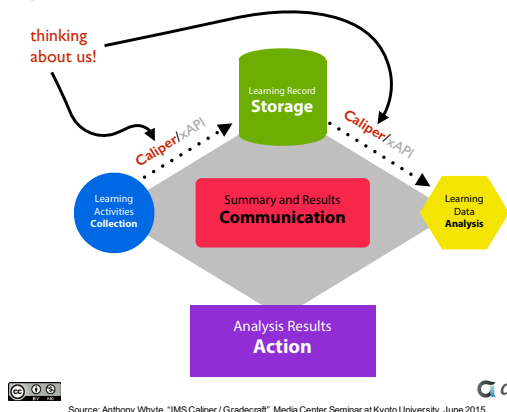


図 2 Apereo Learning Analytics Initiative (LAI) による IMS Caliper を用いたラーニングアナリティクスに向けた全体像 [4]. Caliper WG の技術担当であるミシガン大学の Anthony Whyte による。

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している (図 1 参照)。

IMS Caliper WG では、すでに提案型の Caliper Metric Profile の標準策定についてその手順を定めており、提案に際しては以下の点を明確にする必要がある [1]:

- なぜ提案するプロファイルが必要なのかを説明するユースケース
- 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の説明
- 提案をともにすすめるスポンサ (IMS Global の Contributing Member) の獲得

これらを明確にするため、本報告では、手書きプロセスデータの IMS Caliper Metric Profile 策定に向けて、(1) 想定するユースケース、(2) 既存規格との整合性、(3) スポンサー獲得のための方針について議論する。

2. IMS Caliper の概要

IMS Caliper WG では、学習活動に伴う様々なアクティビティをセンシングし、学習活動内容に応じた Metric Profile により記述される Caliper データとして取得した後、Learning Record Store (LRS) と呼ばれるデータベースに格納、学習活動を分析するアプリケーションで利活用することを想定している (図 2 参照)。すでに、Caliper Analytics v1.1 では、以下の 10 個の Metric Profile が標準化されており、これらに従ったデータを Sensor API に従って実装された Sensor により、Caliper が認定したサービスエンドポイントに送出することになっている [3]:

- Annotation Profile
- Assessment Profile
- Assignable Profile
- Forum Profile
- Grading Profile
- Media Profile
- Reading Profile
- Session Profile
- Tool Use Profile
- Basic Profile

これらに加え、現在、以下の 2 つの Metric Profile の策定も進められている:

- Tool Launch Profile
- Search Profile

それぞれの Metric Profile では、行為者 (Actor) としての Person による学習活動に応じたイベントとアクションが定義されている。例えば、Annotation Profile では、AnnotationEvent が定義され、Bookmarked, Highlighted, Shared, Tagged の 4 つのアクションがサポートされて

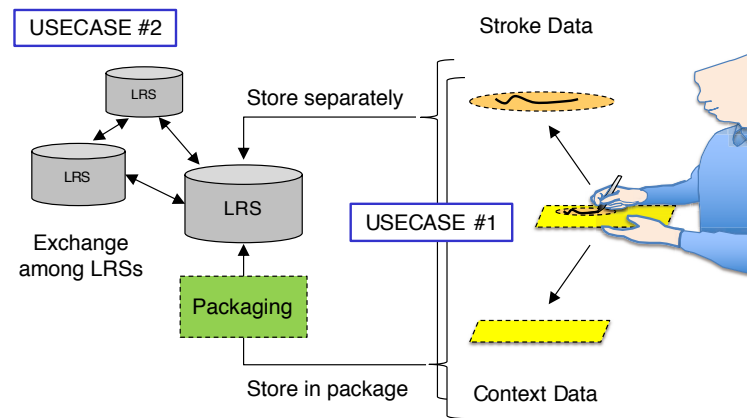


図 3 手書きプロセスデータの取得・蓄積・流通の観点から想定するコアユースケース。

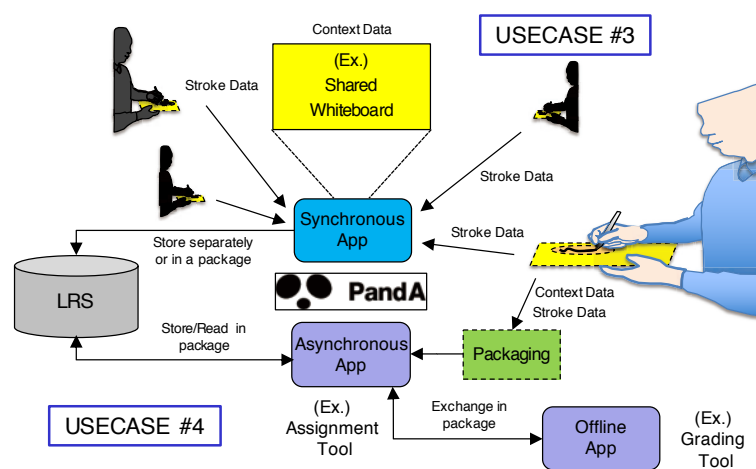


図 4 手書きプロセスデータの活用の観点から想定するコアユースケース。

いる。また、AnnotationEvent の対象として DigitalResource がサポートされており、そのサブタイプとして AssignableDigitalResource, Chapter, DigitalResourceCollection, Document, Forum, Frame, MediaLocation, MediaObject, Message, Page, Thread, WebPage が定義されている。

3. 手書きプロセスデータに関するコアユースケース

現在、我々が想定しているコアユースケースは、手書きプロセスデータの取得・蓄積・流通の観点から想定したもの (図 3 参照) と手書きプロセスデータの利活用の観点から想定したもの (図 4 参照) からなる:

ユースケース 1:

UC1-1 学習者によるノートテイキング、課題への回答、教授者による添削等により生成された手書きプロセスデータを、手書きストロークデータとそのコンテキストデータ (手書き対象物や手書きに関するメタ情報) としてセンシングし、それぞれを独立に、あるいは、何らかの方法でパッケージ化した上

で LRS に蓄積する。

UC1-2 手書きストロークデータは、複数のストロークデータにより構成され、それぞれのストロークデータは、ストロークを表す点データおよびストロークの開始時刻・終了時刻、ペンの種類・太さ、および、行為者に関する情報を有する。

UC1-3 ストロークの状態として、描画済み、および、消去済みがある。

UC1-4 ストロークに対する操作として移動、複写、拡大・縮小、消去ができる。

ユースケース 2:

UC2-1 LRS に蓄積された手書きプロセスデータを LRS 間で流通・共有する。

ユースケース 3:

UC3-1 対面授業での討論等、教員・ティーチングアシスタント・学生で構成される複数のユーザが同時に手書きプロセスデータを生成し利活用する同期型アプリケーションで利用する。アプリケーションとしては、共有ホワイトボードに教員やティーチングアシスタント、学生が書き込むものを想定している。

UC3-2 手書きストロークデータは手書き端末からアプリケーションに送出され利用される。

UC3-3 アプリケーションでの利用状況とともに手書きプロセスデータは、LRS に送信・蓄積される。

ユースケース 4:

UC4-1 教員・ティーチングアシスタント・学生で構成される複数のユーザが異なる時間に手書きプロセスデータを生成し利活用する非同期型アプリケーションで利用する。アプリケーションとしては、一般的な LMS が有する課題ツールに手書きで書いた課題レポートを学生が提出したり、学生が提出した課題レポートに手書きで採点・コメントを記入するものを想定している。

UC4-2 オフライン状態で利用するアプリケーションでの手書きプロセスデータの生成も想定する。

UC4-3 アプリケーションでの利用状況とともに手書きプロセスデータは、LRS に送信・蓄積される。

UC4-4 提出時はファイルをアップロードすることにより提出することが一般的であり、非同期型アプリケーションやオフラインアプリケーション間での手書きプロセスデータのやりとりは何かの方法でパッケージ化されている方が望ましい。

4. IMS Caliper による Handwriting Profile の試み

これらのコアユースケースを念頭に、手書きプロセスデータを記述するための Handwriting Profile を IMS Caliper v1.1 に従って定義することを試みる。なお、イタリック表記のものは IMS Caliper で定義されているイベントおよびアクション、エンティティである。また、手書きプロセスデータの Metric Profile に関するイベント、アクション、エンティティ等は英字で表現している。

4.1 Handwriting Profile

Handwriting Profile は、*DigitalResource* により指定されたコンテキストデータに対して手書きストロークを描画、削除、移動、複写、拡大・縮小を行うアクティビティをモデル化するものである。生成される Handwriting エンティティはストロークデータの操作状況に応じたサブタイプとして CreatedHandwriting, DeletedHandwriting, MovedHandwriting, CopiedHandwriting, ScaledHandwriting を有する。

Supported Events: HandwritingEvent

Supported Actors: Person

Supported Actions: Created, Deleted, Moved, Copied, Scaled

Supported Objects: DigitalResource

Supported Generated Entities: Handwriting, Cre-

atedHandwriting, DeletedHandwriting, MovedHandwriting, CopiedHandwriting, ScaledHandwriting

4.2 HandwritingEvent

HandwritingEvent はデジタルコンテンツに対する手書きストロークの描画、削除、移動、複写、拡大・縮小をモデル化する。生成される Handwriting エンティティはストロークの操作状況に応じたサブタイプを有する。

Supertype: Event

Supported Actors: Person

Supported Actions: Created, Deleted, Moved, Copied, Scaled

Supported Objects: DigitalResource

Supported Generated Entities: Handwriting, CreatedHandwriting, DeletedHandwriting, MovedHandwriting, CopiedHandwriting, ScaledHandwriting

Properties: HandwritingEvent はスーパータイプ Event により定義されるすべてのプロパティを継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	UUID	required
type	Term	required
actor	Person IRI	required
action	string	required
object	DigitalResource IRI	required
eventTime	DateTime	required
target	Frame IRI	optional
generated	Handwriting IRI	optional
edApp	SoftwareApplication IRI	optional
referrer	Entity IRI	optional
group	Organization IRI	optional
membership	Membership IRI	optional
session	Session IRI	optional
federatedSession	LtiSession IRI	optional
extensions	Object	optional

4.3 Handwriting エンティティ

Handwriting はデジタルコンテンツに対する手書きストロークの描画、削除、移動、複写、拡大・縮小を表現する一般型である。手書きストロークを記述する適切なサブタイプがない場合のみ使用する。

Supertype: Entity

Properties: Handwriting はスーパータイプ Entity により定義されるすべてのプロパティを継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	IRI	required
type	Term	required
drawer	Person IRI	required
stroke	Stroke	required
context	DigitalResource IRI	required
dateCreated	DateTime	required
dateModified	DateTime	required
extensions	Object	optional

Subtype: CreatedHandwriting, DeletedHandwriting, MovedHandwriting, CopiedHandwriting, ScaledHandwriting

4.4 CreatedHandwriting

CreatedHandwriting エンティティは、*DigitalResource* のある特定の場所に手書きでストロークデータを書き込む行為を表している。

Supertype: Handwriting

Properties: CreatedHandwriting はスーパータイプ Handwriting により定義されるすべてのプロパティと要件を継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	<i>IRI</i>	required
type	<i>Term</i>	required
drawer	<i>Person</i> <i>IRI</i>	required
stroke	<i>Stroke</i>	required
action	<i>Created</i>	required
context	<i>DigitalResource</i> <i>IRI</i>	required
dateCreated	<i>DateTime</i>	required
dateModified	<i>DateTime</i>	required
extensions	<i>Object</i>	optional

4.5 DeletedHandwriting

Supertype: Handwriting

Properties: DeletedHandwriting はスーパータイプ Handwriting により定義されるすべてのプロパティと要件を継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	<i>IRI</i>	required
type	<i>Term</i>	required
drawer	<i>Person</i> <i>IRI</i>	required
stroke	<i>Stroke</i>	required
action	<i>Deleted</i>	required
context	<i>DigitalResource</i> <i>IRI</i>	required
dateCreated	<i>DateTime</i>	required
dateModified	<i>DateTime</i>	required
extensions	<i>Object</i>	optional

4.6 MovedHandwriting

Supertype: Handwriting

Properties: DeletedHandwriting はスーパータイプ Handwriting により定義されるすべてのプロパティと要件を継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	<i>IRI</i>	required
type	<i>Term</i>	required
drawer	<i>Person</i> <i>IRI</i>	required
stroke	<i>Stroke</i>	required
action	<i>Moved</i>	required
original	<i>Handwriting</i>	required
context	<i>DigitalResource</i> <i>IRI</i>	required
dateCreated	<i>DateTime</i>	required
dateModified	<i>DateTime</i>	required
extensions	<i>Object</i>	optional

4.7 CopiedHandwriting

Supertype: Handwriting

Properties: DeletedHandwriting はスーパータイプ Handwriting により定義されるすべてのプロパティと要件を継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	<i>IRI</i>	required
type	<i>Term</i>	required
drawer	<i>Person</i> <i>IRI</i>	required
stroke	<i>Stroke</i>	required
action	<i>Copied</i>	required
original	<i>Handwriting</i>	required
context	<i>DigitalResource</i> <i>IRI</i>	required
dateCreated	<i>DateTime</i>	required
dateModified	<i>DateTime</i>	required
extensions	<i>Object</i>	optional

4.8 ScaledHandwriting

Supertype: Handwriting

Properties: DeletedHandwriting はスーパータイプ Handwriting により定義されるすべてのプロパティと要件を継承する。追加されるプロパティは以下の通り。

Property	Type	Disposition
id	<i>IRI</i>	required
type	<i>Term</i>	required
drawer	<i>Person</i> <i>IRI</i>	required
stroke	<i>Stroke</i>	required
action	<i>Scaled</i>	required
original	<i>Handwriting</i>	required
context	<i>DigitalResource</i> <i>IRI</i>	required
dateCreated	<i>DateTime</i>	required
dateModified	<i>DateTime</i>	required
extensions	<i>Object</i>	optional

5. 議論

5.1 新規に定義すべき事項

前節で示した通り、Caliper 規格に沿って Handwriting Profile を定義した結果、新規に定義すべき事項は以下の通りである：

Entity Subtype

- Handwriting
- CreatedHandwriting
- MovedHandwriting
- CopiedHandwriting
- ScaledHandwriting
- Stroke

Event Subtype

- HandwritingEvent

Term (IRI)

- Moved
- Copied
- Scaled

これらの中で、Stroke については、車輪の再発明をしな

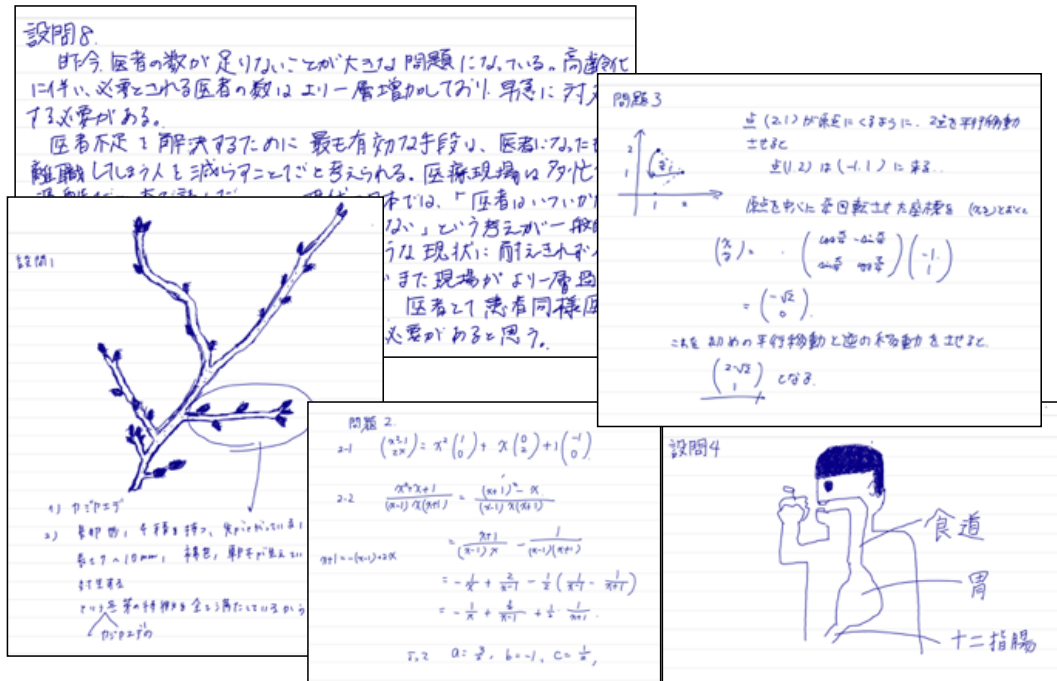


図 5 収集した手書きプロセスデータの例。

いよう W3C Ink Markup Language (InkML) [5] や 株式会社 Wacom が提唱する WILL[6] 等の既存の規格を利用することが前提となると考えている。

5.2 手書きプロセスデータのパッケージングとスポンサの獲得

3 節で提示したユースケースは教育現場でのニーズはほぼ満足できると考えているが、UC4-1 で提示した既存 LMS が有する課題ツールとの連携を前提とすると、取り扱いやすい手書きプロセスデータのパッケージングを検討する必要がある。例えば、パッケージ方法として手書きのアノテーションを仕様を含む PDF[7] をベースにすることにより、電子ペーパー端末を取り扱うスポンサとの連携もしやすいだけでなく、既存のアプリケーションとの連携やその開発企業との連携の可能性も広がると考えている。

6. まとめと今後の課題

本報告では、手書きプロセスデータの Caliper プロファイル策定に向けて、(1) 想定するコアユースケース、(2) 既存規格との整合性、(3) スポンサー獲得のための方針について議論した。

我々は、今回提案した Handwriting Profile の妥当性を検証するため、のべ 47 名の京都大学学生による手書きプロセスデータ収集実験を行い、電気回路、行列証明、一般教養などの課題についての擬似課題演習による手書きプロセスデータを収集した (図 5 参照)。これらのデータを用いて、今回提案した Handwriting Metric Profile の妥当性について検証する予定である。

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、本研究の一部は、株式会社 Linfiny Japan の協力の下、富士通クライアントコンピューティング株式会社との共同研究により実施されている。この場をお借りして感謝致します。

参考文献

- [1] 梶田将司, “手書きプロセスデータの国際標準規格の策定に向けて”, 情報処理学会研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol. 2018-CLE-26, No. 2, pp. 1-5 (2018 年 11 月 30 日)
- [2] 岩倉裕夢, 永井孝幸, “ペンタブレットを用いた集団学習環境での筆記遅れ学習者リアルタイム検知システムの試作”, 情報処理学会研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol. 2019-CLE-27, No. 11, pp. 1-8 (2019 年 3 月 13 日)
- [3] IMS Global Learning Consortium Caliper Analytics, <https://www.imsglobal.org/activity/caliper>
- [4] Anthony Whyte, “IMS Caliper / Gradercraft”, Media Center Seminar at Kyoto University, 2015 年 6 月 16 日
- [5] W3C Ink Markup Language (InkML), <https://www.w3.org/TR/InkML/> (参照 2019-5-8)
- [6] 株式会社 Wacom WILL, <https://developer.wacom.com/> (参照 2019-5-8)
- [7] PDF Reference, Sixth Edition, version 1.7, https://www.adobe.com/devnet/pdf/pdf_reference_archive.html (参照 2019-5-8)