

ジグソー・テキストの事例とシステム連携の設計

山口 琢¹ 林 浩一² 高橋 慈子⁴ 小林 龍生⁵ 大場 みち子³

概要: ジグソー・テキスト、ジグソー・コードを講義・演習に適用したり実験で使う事例がでてきている。本稿では、講義・演習にこれらツールを使う事例を、アプリケーション・インターフェース設計の観点から検討する。ポイントは、講義・演習で使われている学習管理システム (Learning Management System, LMS)、測定機能を持つ学習ツールそして Learning Record Store (LRS) の3者の分担と連携である。特に、学習者と、学習者がジグソー・テキストで問題を解く一連の操作との紐付けが課題となる。ジグソー・テキストは学習者の情報を LRS に保管しない。このため、紐づけは LMS 側で行う必要がある。本格的なシステム開発をしなくても、ファイル共有や Web フォームアプリや手作業を組み合わせることで LMS 相当の機能を実装して、ジグソー・テキストを演習や実験で利用できると考える。

キーワード: 並べ替え作文、並べ替えプログラミング、学習管理システム、LMS、Learning Record Store、API

Designing Application Interface and Case Studies of Jigsaw Text

TAKU YAMAGUCHI¹ KOICHI HAYASHI² SHIGEKO TAKAHASHI⁴ TATSUO KOBAYASHI⁵ MICHIKO OBA³

Keywords: reordering texts, reordering codes, Learning Management System, Learning Record Store, API

1. はじめに

ジグソー・テキスト、ジグソー・コードを講義・演習に適用したり実験で使う事例がでてきている。本稿では、大掛かりなシステム開発をしなくても、ファイル共有や Web フォームアプリや手作業を組み合わせることで、ジグソー・テキストを演習や実験で利用できることを示す。

ジグソー・テキストは並べ替え読解・作文、ジグソー・コードは並べ替えプログラミングのツールであり、いわば読解・作文やプログラミングのジグソー・パズルである。

ジグソー・テキストおよびジグソー・コード (以下、ジグソー・テキストなどと略す) の問題をパズル、文やコード行などをパズルのピース、パズルを解くことをプレイする、パズルを解く人をプレイヤーと呼ぶ。Web アプリケーションとして実装され、スマートフォン向けの画面も用意されている。ジグソー・テキストなどはプレイの操作を記録している。この記録をパズルごと、学習者ごと、クラスごとなどの観点から分析して、授業・演習で活用したり研究に使ったりできる [1][2][3]。

ジグソー・テキストなどのパズルのデータは、Google スプレッドシートのスプレッドシートである。講師や研究者は、スプレッドシートにピースを書き込み、アプリ固有のフォルダに置くことでパズルを作ることができる。

われわれはジグソー・テキストなどを、学習管理システム (Learning Management System、以下 LMS) など他のシステムと情報を交換しながら教育の ICT 環境を構成するツールと位置づけている。ポイントは、講義・演習で使われている LMS、ジグソー・テキストなど測定機能を持つ

¹ フリー

Independent Researcher

² ピースミール・テクノロジー株式会社

Piecemeal Technology Inc.

³ 公立はこだて未来大学システム情報科学部

Faculty of Systems Information Science, Future University
Hakodate

⁴ 株式会社ハーティネス

Heartiness Co., Ltd.

⁵ 有限会社スコレックス

Scholex Co., Ltd.

学習ツールそして Learning Record Store (LRS) の 3 者の分担と連携である。

ジグソー・テキストなどは、1つのプレイを構成する一連の操作に共通の ID を割り当てている。この ID を、システム開発の経緯から document id と呼んでいる。またジグソー・テキストなどは、プレイヤーを特定する情報を LRS に保管しない。これによって測定データの匿名性を高めている。また、プレイの各操作も、後述するピース ID によって記述し、ピースのテキストなどは保管しない。これによって、気密性の高い内容のパズルを作成・運用できる可能性を高めている。講師や研究者は、踏み込んだ分析をするために、別途記録したプレイヤーの情報を document id と紐付ける必要がある。ジグソー・テキストなどは Web messaging を使って document id や完成順序をコンピューター・システムに渡すことができる。それと同時に document id などをプレイヤーの画面に表示するので、フォームとコピー&ペーストの手作業を組み合わせ紐付けることもできる。

2. 課題と目的

本稿では、このような仕様であっても、ジグソー・テキストなどを演習や実験で活用できるか、これまでの事例を通じて検討する。

3. 先行研究: xAPI の仕様

xAPI (Experience API) は、本稿で述べるのと同様に、学習者の経験 (experience) を配送・記録する仕組みを定めている [4]。

比較のために大まかな対応関係を述べる。ジグソー・テキストなどでのプレイヤーの各操作は、xAPI ではステートメントとして記録される。ジグソー・テキストやジグソー・コードは xAPI のアクティビティプロバイダに相当する。本稿でのプレイヤー (受講生や被験者など) は、アクタに相当する。ジグソー・テキストやジグソー・コード、および以下の章で述べる分析アプリは、xAPI のクライアントに相当する。

LRS (Learning Record Store) は本稿の LRS に相当する。xAPI では、LMS (Learning Management System) は学習コースを提供するソフトウェア・パッケージを指すが、本稿では人間の手作業も含んだ仕組みを指す。この本稿のスタンスは、xAPI で、xAPI が必要とするのは LMS ではなく LRS であると述べられているスタンスと近いと考えられる。

xAPI のステートメントでは、アクタは必須とされている。アクタとしてメールアドレスの SHA1 ハッシュ値を使うことができ、これによってプライバシーを守れる。本研究では LRS にアクタを記録しない。この点で、本研究は問題意識を xAPI と共有しているが、xAPI とは仕様が異

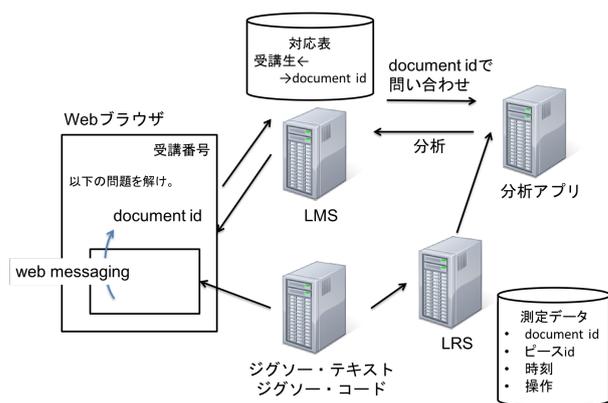


図 1 システム構成
ジグソー・テキストが Web messaging で document id を渡す場合

なる。またこのことが、本稿で述べるような工夫が LMS 側で必要となる理由である。

4. アプローチ: システム構成と要件

4.1 全体像と機能の分担

システムの全体像を、LMS、ジグソー・テキストなど測定機能を持つ学習ツール、LRS、加えて分析アプリの 4 者が、機能を分担するものとして説明する図 1。LMS が学習ツールや LRS を含むと考える定義もあるが、ここでは役割分担を整理する便宜上、これら 2 者を除いたものとして LMS を考える。また、すべてがコンピューター・システム化されたものを、必ずしも想定しない。講師や受講生が人手で行うことも含めて、すべきことの分担を示す。

LMS の役割は次の通り:

- 受講生 (プレイヤー) に課題 (パズル) を提示する。具体的にはジグソー・テキストなどアプリ、フォルダまたはパズルの URL を示す。
- 課題への取り組み方を指示する。
- コンピュータシステムであれば、API を介してジグソー・テキストなどからプレイ完了のメッセージを受け取る。
- API を介して、またはプレイヤーの人手によって、プレイの document id を、ジグソー・テキストなどから取得する。
- プレイヤーと document id とを紐づけて保管する。

ジグソー・テキストなどの役割は次の通り:

- プレイごとにユニークな document id を生成する。
- プレイの開始、ピースのドラッグ&ドロップおよび完了という個々の操作を捉えて、document id と併せて LRS に送る。これを測定とも呼ぶ。
- プレイが完了したときに、プレイ完了のメッセージを発する。このとき、プレイの document id と完成形のピースの順序を含める。ピースの順序は、ピース ID の配列で表現する。

	A	B
1	string	
2	相変わらず、オレオレ詐欺の被害が減らない。	
3	オレオレ詐欺には、大きく分けて2つの種類がある。	
4	ひとつは、まさにオレオレ詐欺で、孫や甥などをかたって、金銭を要求する。	
5	ひとつは、官公庁や銀行を騙って、還付金があるとだまして現金自動預払機を操作させ、金銭をだまし取る。	
6	この派生形として、口座が不正に操作されたらだまして、暗証番号を聞き出した上で、銀行カードもだまし取る。	
7	このような被害を防ぐ最良の方法は、電話での金銭の要求や、銀行口座やクレジットカードに係わる電話があった場合は、まず、詐欺を疑い、家族や親しい人に相談することだ。	
8	しかし、問題は、身近に相談できる人がいない高齢者が多くいることにあるのかもしれない。	
9		

図 2 ジグソー・テキストのパズルの例「オレオレ詐欺」

- プレイが完了したときに、プレイの document id と完成形のピースの順序を、コピーできる形で画面に表示する。
- プレイヤーに関する情報、例えば学籍番号やメールアドレスなどを持たない、LRS に送ったりしない。

LRS の役割は次の通り:

- ジグソー・テキストなどから送られてきた測定データを保管する。
- パズル、document id、期間で絞り込んで測定データを検索できる。

分析アプリの役割は次の通り:

- 事後に、パズルや document id を指定されて、完成順序の分布やドラッグ&ドロップ操作の時系列などとして、測定データを可視化する。
- リアルタイムで、プレイ状況を可視化する。講師にアラートを発する。プレイヤーにアドバイスする。など。

4.2 パズルのデータ

ジグソー・テキストなどのパズル(問題)は、Google ドライブ [5] に用意したアプリ用のフォルダの下にスプレッドシート [6] を作ることで登録できる。この仕組みを使うには Google のアカウントが必要である。アプリ用フォルダの下にスプレッドシートを作ると、ジグソー・テキストなどは、それらを一覧表示したり、パズルとして処理したりする。原理的には、ジグソー・テキストなどシステムにアクセス権が与えられていれば、アプリ用フォルダに置かなくても、スプレッドシートをパズルとすることができる。スプレッドシートの URL を教えないことでパズルの内容を隠すことができる。

スプレッドシート内のフォーマット、すなわち行と列を次のように処理される(図 2)。

- 1 行目はヘッダで、列データのタイトルである。現状では列の順序は固定である。
- 1 列目がパズルのピース(文、string)である。2 列目以降は今後のために予約されている。

- スプレッドシートの名前がパズルの名前になる。スプレッドシートの名前を後から変えても同じパズルとして扱われる。分析で区別されない。異なるスプレッドシートに同じ名前をつけられる。これらは、Google ドライブの仕様由来する。

4.3 プレイの document id とピースの ID

ジグソー・テキストなどは一方で、1 つのプレイを構成する一連の各操作に共通の ID を割り当てている。この ID を、システム開発の経緯から document id と呼んでいる。また、パズルのピース(文、コード行、...)にも"s1"、"s2"、...といった ID を割り当てている。この ID は、ジグソー・テキストなどの処理で使う他に、操作の測定と分析にも使われる。また、プレイが完了したときに画面上でプレイヤーにも提示する。プレイの各操作は document id や操作と関連するピース ID と共に記録され、LRS に保管される。

プレイヤーと document id を紐づけて LMS に保管することで、同じ受講生(プレイヤー)が、異なる課題(パズル)に対して、操作の仕方(プレイの仕方)が変わるかどうかといった分析ができる。

ピースとピース ID との対応関係は、パズルのデータを変更しない限り、変わらない。これによって「年ごとの受講生のプレイ傾向の違いを分析する」などができる

講師や研究者は、踏み込んだ分析をするために、プレイヤーの情報を document id と紐付ける仕組みを、ジグソー・テキストなどの外側に用意する必要がある。ジグソー・テキストなどは、プレイヤーを特定する情報を記録しない。これによって測定データの匿名性を高めている。LRS を見ても、誰がどこでプレイしたのか分からない。またパズルのピースの内容、すなわち「相変わらず、オレオレ詐欺の被害が減らない。」といった文や「function f(pair) {」といったコードを記録しない。これによって、気密性の高い内容のパズルを作成・運用できる可能性を高めている。原理的には、他のプレイヤーや講師・研究者にパズルの内容を隠したまま運用できる。

ジグソー・テキストなどは、HTML5 の cross-document messaging[7] を使って、外部のシステムと情報交換する API (Application Programming Interface) を用意する予定である。

ジグソー・テキストなどは、現状、プレイヤーがプレイを完了した時点で、そのプレイの document id を画面に提示している。この document id をプレイヤーにコピーしてもらい、メールやフォームで提出してもらうことで、プレイヤーと document id を紐付けることができる。以下の例ではどれも、この方法を採用している。

5. 結果: 演習・実験の実施例

4.1 で示した機能一覧に従って LMS や分析アプリ相当の

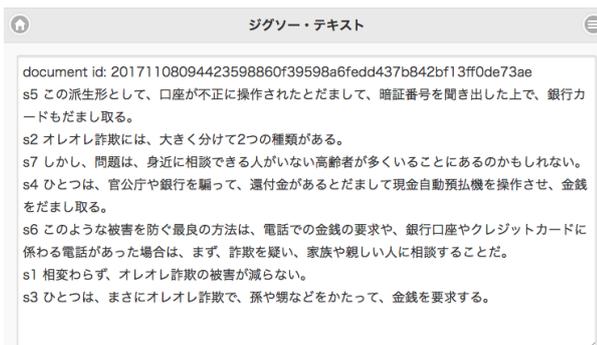


図 3 プレイ完了後に表示される document id と完成順序

実施例を示す。

5.1 パズルの作成

ジグソー・テキストやジグソー・コードは、スプレッドシートのセルに書かれたテキストをピースとして扱う。このとき、テキストの先頭の空白や途中の改行を保つ。これによって、プログラムのコードにインデントをつけたり、複数行にわたるテキストを1つのピースとできる。プログラムでは、あえてインデントを外すことも考えられる。

(階層構造のパズル、林浩一さんの考察) また、テキストにインデントを付け、インデントがあることをアンダースコア”_”で明示して、テキスト全体の階層構造を表現し、WBS (Work Breakdown Structure) を題材とした事例がある。同様に分類やクラス/インスタンス関係をパズルとすることも考えられる。

パズルの作成では、もちろん、文章やコードの内容も工夫する。図2の「オレオレ詐欺」では、作者は、当初「…2つの種類がある。」、「ひとつは…」、「もうひとつは…」としていた。順序の自由度を増やすために「ひとつは…」、「ひとつは…」と、「もう」を外した。このような「手がかり」は、本家ジグソー・パズルで言えば「ピースの形」に該当し、完成絵柄を考えることなくパズルを解く助けになるであろう。パズルの自由度や難しさを加減するポイントであると考えられる。

5.2 パズルの提示

紙の講義資料でジグソー・テキストなどやパズルの URL を示す。受講生は、パソコンのブラウザに URL を入力する。

オンライン・ドキュメント (例: Google ドキュメント) を受講生や被験者と共有して、ジグソー・テキストなどの URL を示す。受講生や被験者が URL をクリックするとジグソー・テキストなどの Web ページが開く。

5.3 プレイ結果と document id の提出

受講生とファイル共有する ICT 環境があれば、次のようにすることができる。受講生 (プレイヤー) はプレイ完

了後に表示される document id と完成順序をコピーして (図 3)、例えば Word 文書に貼り付ける。Word 文書内や文書名に自分の学生記番号を含めて、共有フォルダに提出する。ファイル共有ではなくメールで送る実施例もある。

Google フォームを使えば、受講生はプレイ完了後に表示される document id と完成順序をコピーして、フォームのフィールドに貼り付けて提出する。この場合、受講生のアカウントと document id を紐付けられる。

スマートフォンでジグソー・テキストなどを使う事例もある。このような場合など、部分的に document id だけを選択してコピー&ペーストするのが煩わしい場合には、document id と完成順序全体をコピーして提出してもらう。

5.4 document id の抽出とプレイヤーとの紐付け

前に述べた 5.3 の手順に従えば、理論的には受講生 (プレイヤー) と document id が紐付けられている。この紐づけを利用して分析するには、紐づけを具体的な対応関係データとして、例えば CSV 形式で取り出す必要がある。

コンピューター・システム化された LMS が Web messaging の仕組みによって document id を受け取るようにシステム開発済であれば、受講生と document id との紐づけは容易である。document id だけを選択してコピーし、フォームのフィールドにペーストして提出された場合は、受講生と document id の紐づけは比較的容易である。完了後に表示される図 3 のようなテキスト全体をそのままコピー&ペーストした場合、構文的な形式が一定するので、正規表現を使って document id を取り出せる。Word 文書のように自由に書いたり消したりできる形式で提出された場合、構文的な形式が一定しないので、人が手作業で対応関係をデータ化することになる。

5.5 完成順序の抽出

図 3 のように、完成順序がプレイヤーに画面表示されたり、LMS に Web messaging で渡される。構文的な形式は決まっているので、正規表現などを使ってピース ID の列を取り出して分析に利用できる。例えば、どの順序を正解とした受講生が多いかといった分布を、演習中に可視化してクラスに提示できる。

5.6 正解の提示とパズル完成後の進め方

ピース ID はパズル内でユニークになるように生成している。図 2 のようにパズルを作ると、「s1」、「s2」、…「s7」という数字の順がパズル・データでの順序となり、それが正解という印象をプレイヤーに与える。「図 3 は間違っている」という具合である。

何が正解か、また正解・妥当な解をいつ受講生や被験者に提示するかは、演習や実験による。ジグソー・テキストなどは、現状では一律に、完成直後に document id ととも

並び順	件数
s1→s2→s3→s4→s5→s6→s7	30 57% #####
s1→s2→s3→s4→s5→s7→s6	4 7% ####
s2→s3→s4→s5→s6→s7→s1	1 1% #
s1→s2→s4→s3→s5→s6→s7	1 1% #
s1→s2→s4→s5→s3→s6→s7	5 9% #####
s1→s7→s2→s3→s6→s4→s5	1 1% #
s2→s4→s5→s3→s1→s7→s6	2 3% ##
s1→s2→s3→s4→s6→s7→s5	1 1% #
s1→s2→s3→s7→s4→s5→s6	1 1% #
s1→s2→s4→s5→s3→s6→s7	1 1% #
s1→s2→s3→s6→s4→s5→s7	1 1% #
s2→s3→s6→s7→s4→s5→s1	2 3% ##
s1→s2→s3→s5→s4→s6→s7	1 1% #
s2→s3→s4→s5→s1→s6→s7	1 1% #
s2→s4→s3→s1→s5→s6→s7	0 0%

図 4 ある演習での「オレオレ詐欺」完成順序の分布

に「正解という印象」の順序をプレイヤーに提示している。

受講生から回答が出揃ったところで、グループに別れて、自分の回答を説明してディスカッションするという演習では、正解かどうかよりも、各自が文章のどこに着目し、なぜその順序が正しいと考えたかの気付きや共有を重視している。

受講生に正解を示さないために、問題の作成段階(図 2)で、わざとピースの順序を不正解の順序とした事例がある。

5.7 document id を指定した分析・可視化

ジグソー・テキストにはジグソー・テキスト分析が、ジグソー・コードにはジグソー・コード分析が、それぞれ分析アプリとして用意されている。それらによって、パズルと期間を指定して測定データを可視化したり、document id を指定して可視化したりできる。同じ時間帯に同じパズルを別のクラスや実験で使う可能性があるため、document id を取得して指定することで正しく可視化される。

(オレオレ詐欺、小林龍生さんの考察) 図 2 図 3 の「オレオレ詐欺」の作者は、当初「…2つの種類がある。」「ひとつは…(s3)」、「もうひとつは…(s4,s5)」としていた。順序の自由度を増やすために「ひとつは…(s3)」、「ひとつは…(s4,s5)」と、「もう」を外した。これによって完成順としては、「s3 → s4 → s5」と「s4 → s5 → s3」とが同数程度あるだろうと期待した。ある演習での実際の完成順序の分布は図 4 のようになり、「s3 → s4 → s5」と「s4 → s5 → s3」との数は期待したほど同数にならなかった。

6. 考察

5のように実施することで、4の要件を満たせる。暫定的・限定的な演習や実験であっても、システム開発を行わず、ファイル共有や Web フォームアプリやスプレッドシート関数といった工夫で、ジグソー・テキストなどを活用することができた。

しかし、大人数の受講生の、コピー&ペーストなどの手

作業に依存することは、演習をスムーズに進めるうえで好ましくない。

7. 結論とまとめ

現状では、手順的な煩わしさはあるものの、全体として演習や実験は成立していると考えられる。今後は、サンプルの手順書やフォームなどを用意して、スムーズに導入・運用できるようにする必要があるだろう。

謝辞 ジグソー・テキストおよびジグソー・コードを使った演習や実験について、議論および資料を提供して頂いた公立はこだて未来大学の伊藤恵准教授と川北紘正氏に感謝します。本研究は JSPS 科研費 17K01085 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 山口琢, 小林龍生, 高橋慈子, 大場みち子, パズル操作の測定・分析による思考の推定, 日本認知科学会大会発表論文集, 2018
- [2] 山口琢, 大場みち子, “できごと、手順、プログラムや地理の並べ替え操作の測定と分析”, 情報処理学会, 情報教育シンポジウム論文集, 2018
- [3] 山口琢, 大場みち子, 高橋慈子, 小林龍生, ジグソー・テキストによる文並べ替え操作の測定, 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2017
- [4] The Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative, Experience xAPI, <https://www.adlnet.gov/research/performance-tracking-analysis/experience-api>
- [5] Google, Google ドライブ, <https://www.google.com/intl/ja/drive/>
- [6] Google, Google スプレッドシート, <https://www.google.com/intl/ja/sheets/about/>
- [7] WHATWG community, HTML Living Standard, 9.4 Cross-document messaging, <https://html.spec.whatwg.org/multipage/web-messaging.html#web-messaging>