

文章編集行動の測定・分析手法の考察：手順書とジグソー・テキスト

山口 琢¹ 高橋 慈子² 小林 龍生³ 大場 みち子⁴

概要：トピック・ライターは、ワークシートによって文章を書く Web アプリケーションである。われわれは、固定枠数のワークシートに従って用語説明などを書くときの、ユーザーの文章編集行動を測定・分析して、書かれた文章の論理的構成との関係を分析してきた。可変枠数のワークシートに従って手順書を書くときの文章編集行動についても測定していて、分析方法や教育への応用を検討中である。また、ジグソー・テキストは、文章を数個のテキストに分割してランダムに並べ替えて提示し、それをユーザが適切と考える順序に並べ直す Web アプリケーションである。ユーザーの並べ替え行動を測定していて、分析方法や教育への応用を検討中である。本稿では、手順書ワークシートによる文章作成、およびジグソー・テキストの測定データを示し、分析手法について考察する。

キーワード：作文、行動、測定、分析、並べ替え作文、データサイエンス

Measuring and Analyzing Writing Process: Procedure Manual Worksheet and Jigsaw Text:

TAKU YAMAGUCHI¹ SHIGEKO TAKAHASHI² TATSUO KOBAYASHI³ MICHIKO OBA⁴

Abstract: Learning analytics is going into more fine granularity. So far, we have recorded writing activities, analyzed them and have shown a possibility that a pattern of writing activities has something to do with a logical constitution of the text. Those recorded writing activities contains correcting typographical errors. So we have designed another text editing application which tests logical construction to see some typical writing activity patterns. In this paper, we discuss the whole structure of our research, introduce the feature of the sentence-reordering-test application "Jigsaw Text", and discuss the expected problems in analyzing the activity records.

Keywords: writing, activity, measurement, analytics, sentence ordering, data science

1. はじめに

1.1 学習分析の細粒度化：測定、分析、応用

近年、学習分析の分析対象が、成績といった大きな単位

からページめくり操作といった細かい単位へ移りつつある(細粒度化)。読む行動の種類や記録したデータ構造などの国際的な標準化が進んでいる。

ここで粒度とは、測定したり現象が起きる時間的な単位の長さを指している。科目の成績などは半期や1年かけて結果が出るので粒度が大きいのに比べて、教科書のページめくり操作などは粒度が小さい。また、講義への参画度合い(engagement)よりも、作文するときの考え方の指導は粒度が小さい(図1)。学習分析は、より小さな粒度で測定して、より小さな粒度で予測・推定して効果を上げる方

¹ フリー

Independent Researcher

² 株式会社ハーティネス

Heartiness Co., Ltd.

³ 有限会社スコレックス

Scholex Co., Ltd.

⁴ 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

		分析・応用(の対象)の粒度		
		大	中	小
測定の粒度	大	科目の成績	ある科目の成績で、別の科目の成績を推定	講義への参画度 (engagement)
	小	ページめくり 編集対象の枠	成績を予測	予習・復習・講義への参画度
				考え方の 考え方 考え方

本研究のターゲット

図 1 測定の粒度と、分析・応用の粒度

Fig. 1 Fine granularity of measurement, analysis and application

向に向かっている。例えば、ページめくり操作を捉えて予習・復習など参画度を推定するだけでなく、より小さな粒度で読解・読み方の指導に役立てようとしている。

学習行動を測定するときに捉えるイベントや、それを送信・記録するデータ形式の標準化が進んでいる [1][2]。国や言語や文化などを超えて (多様化)、地球規模で (大規模化) 同じ本に対する読書行動を分析するといったことが可能となりつつある。

1.2 読書操作を記録・分析する研究

読書においては、電子書籍の国際標準フォーマット EPUB が普及し、EPUB 対応の電子書籍リーダーである Readium が、オープン・ソース・ソフトウェアとして開発されることで、読書行動を記録・分析する研究が容易となり、広がってきている [3][4]。

1.3 作文行動を記録・分析する研究

われわれは作文に着目して研究を進めてきた。作文行動を記録する文章作成ツールを開発し、大学のライティング演習に適用してデータを分析した結果、ある作文行動パターンと、書かれた文章の論理的構成に相関がある可能性を示した [6][7][8][9]。

2. 目的

本稿が位置づけられる研究全体の目的は、タブレット端末やパソコンなどの ICT デバイスを活用する教育で、アプリケーションを使った作文の編集操作を記録・分析して、それを指導に役立てる方法を明らかにすることである。この方法には、記録対象とする編集操作、編集操作ログのデータ構造、ログを分析する手法、分析結果を指導者や学習者に提示する方法、提示された分析結果を利用する指導方法や学習方法、およびこれらに適した作文アプリケーションおよび分析アプリケーションの開発を含む (2)。さらに、学習者の思考 (知的行動) の観点から、対象を作文から、文章のレビューやコンピュータシステムのプログラミングなどに広げていく。

すなわち、作文などの知的行動について、次を明らかに

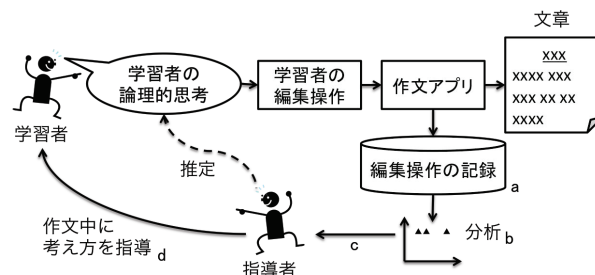


図 2 コンセプト

Fig. 2 Concept

することである (2、処理の流れの昇順; ◎今後の重点課題、○課題):

- 記録する編集操作の内容 (図中の a)
- 記録を分析する手法 (b)
- ◎分析結果を指導者や学習者に提示する方法 (c)
- ◎提示された分析結果を、考え方の指導や学習に利用する方法 (d)
- これらに適した作文アプリケーションのユーザインタフェース (UI)

○科目をまたがった学習者の能力の関係: 例えば、作文での論理的な構成能力、システム仕様書のレビュー能力、およびプログラミングの論理的な設計能力の 3 能力の関係

3. 課題

これまでの研究では、一方で、システムが記録した作文行動の中には誤字脱字の修正といった編集操作を含んでいる。他方で、ある作文行動パターンと書かれた文章の論理的構成には相関がある可能性を示してきた??。文章の論理的構成に絞った指導・学習を行いたい場合、トピック・ライターに替わるアプリケーションがあり得るだろうか?

もし、別の作文アプリケーションによって文章の論理構成のみを問うような課題を与えることができれば、より顕著に作文行動パターンとアプリケーションのアウトプット (文章の論理的構成の出来具合) を見いだせるかもしれない。このようなアプリケーションの一つを設計・開発することが本稿の範囲である。このアプリケーションの一つをジグソー・テキストと呼んでいる。それによる作文行動を測定し、分析して、指導へ応用することが、本稿に続く今後の課題となる。

4. アプローチ

まず本研究全体のアプローチを説明し、その説明に即してこれまでの成果を説明し、続いてジグソー・テキストの位置づけを説明する。

4.1 研究全体のアプローチ

本研究では、目に見える作文行動を記録・分析すること

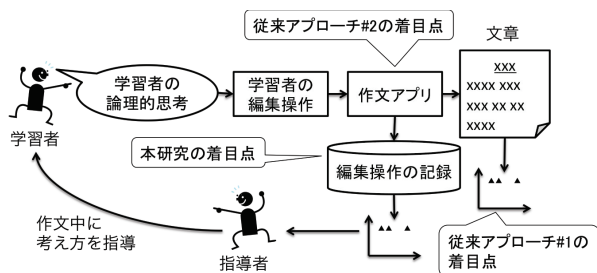


図 3 アプローチ

Fig. 3 Approach

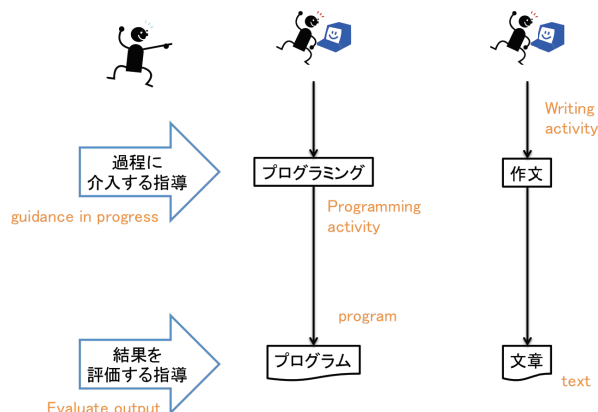


図 4 過程に介入する指導と結果を評価する指導

Fig. 4 Guidance in progress and evaluating output

で、学習者の考え方(思考内容)を推測して、考え方の指導に役立てようとする(3)。

この分野では従来は、主に次のような2つのアプローチが取られてきた。

従来アプローチ#1: 考えた結果の文章を判定して指導に役立てる手法。このアプローチでは、どんなに素早く判定できても、どう考えればよいかを直接的に指導できない(図4)。

従来アプローチ#2: ワークシートやアプリケーションUIの工夫によって考え方の型を身につけさせる手法。従来このアプローチでは、ワークシート等を離れても考え方の型が身につけているかを判定したり、複数のワークシートやUI同士を比較したりするときに、従来アプローチ#1を採用してきた。われわれの研究によって、この判定に編集操作の分析結果を使えるようになる。

本研究では、ワークシートやアプリケーションのUIを工夫することによって、学習者の思考内容をアプリケーションの操作(行動)から推定できると考える。そこで、次の点で工夫して、編集操作を記録・分析する。

◎作文行動を制約して様々な思考を促して記録・分析するための、さまざまな編集操作UI

- 文章編集操作を記録したデータの分析手法
- 分析結果を指導者や学習者に提示する方法

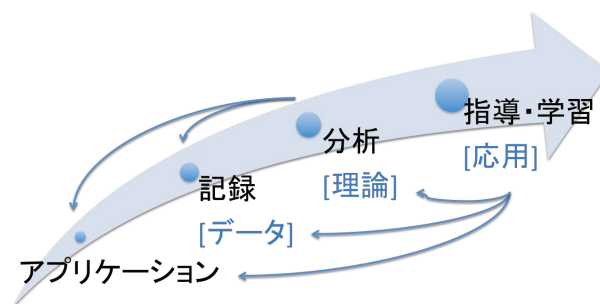


図 5 研究のインクリメンタル・アプローチ

Fig. 5 Incremental approach



図 6 トピック・ライターのUI(ユーザ・インタフェース)

Fig. 6 User interface of Topic Writer

4.2 インクリメンタル・アプローチ

研究の進め方・構造の観点から図2を見たのが図5である。

アプリケーションの編集操作を記録して、測定データとして保存して、分析して、結果を指導・学習に応用する。アプリケーション、データ、分析(理論)、指導・学習(応用)は、互いに密接に関係している。分析や指導の結果や問題点をアプリケーションや記録データ形式にフィードバックすることで、既存のアプリケーションを改善したり、新しいアプリケーションを考案する。このようにして、研究はインクリメンタルに広がりつつ進展する。

また、これらは別々に取り組むことができる。あるアプリケーションを使った研究を進めつつ、その課題を出発点に別のアプリケーションを考案して並行して研究を進めることができる。また、同じアプリケーションによる同種類の記録データに対して、別の分析方法を考案して指導・学習に応用する研究も、並行して進めることができる。このとき、新たに記録データを取るのではなく、既存の記録を使うこともできる。

4.3 これまでの研究

ワークシートとして思考の枠組みを与える作文アプリケーション「トピック・ライター(Topic Writer)」を開発して、ライティングの講義で使ってきた(図6)。トピック・ライターには、ユーザ(書き手)が、いつ・どの枠を編集したかを記録する機能がある。

トピック・ライターで得られた記録を分析する手法と

n \ n+1	cc_24	cc_25	cc_26	other
cc_24	2	3	1	0
cc_25	1	1	3	0
cc_26	2	1	2	1
other	0	0	1	1

同: 5, 右: 6, 戻跳: 5, 計: 16

図 7 編集操作の時間的共起行列

Fig. 7 Approach

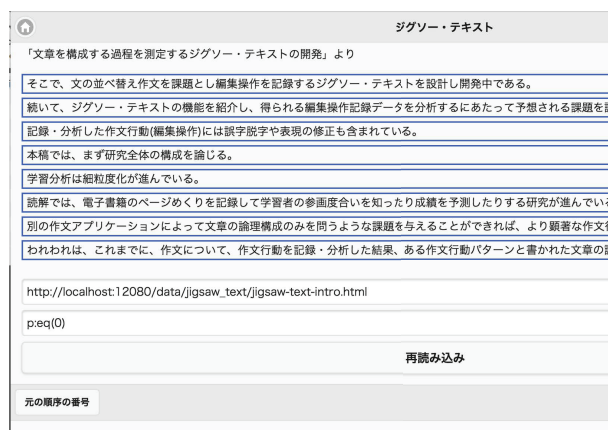


図 8 ジグソー・テキストの UI

Fig. 8 UI for Jigsaw Text, it splits text at periods and rearranges those sentences in a random order. Users rearrange those sentences in an appropriate order.

して編集操作の時間的共起行列を考案し、さらに Editing Operations Indicator (EOI) を使って指導に応用することを試みている (図 7)。

図 7 は、 n 回目 (縦軸) に編集した記入欄の次 ($n+1$ 回目、横軸) にどの記入欄を編集したかを集計した行列である。対角線および 1 つ右のセルを離れたセルの数字が大きいほど、文章の離れた場所を関連付けて編集し全体を論理的に構成しようとしていると推定できる。この行列、あるいはこれから計算した EOI を使って分析した結果、ある作文行動パターンと書かれた文章の論理的構成に相関がある可能性を示した [7]。

5. 結果: ジグソー・テキスト

文章の論理構成のみを問うテスト・アプリケーションとして、ジグソー・テキストを考案して開発中である。

ジグソー・テキストは、文章を句点で区切って、ランダムに並べ替えたものをユーザに提示する。ユーザは、それらを適切な順序に並べ直すよう求められる。ジグソー・テキストの UI は、ドラッグ&ドロップ操作で文を並べ替えるように設計した。これは、パソコンやスマートフォンの

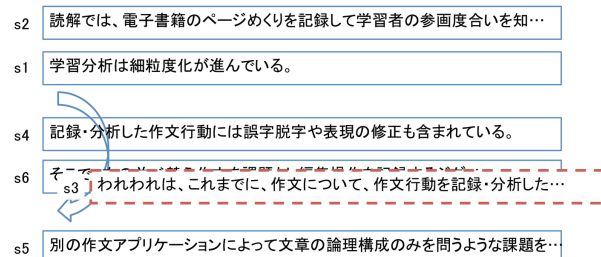


図 9 ジグソー・テキストが記録する並べ替え操作: ドラッグ&ドロップ

Fig. 9 Jigsaw Text senses and records drag and drop operations for reordering

UI で、以前から採用されている UI である。

語学教育、例えば日本での英語教育では、単語の整序問題 (word ordering, word reordering) というテストが行われている。そこでは、完成した文の内容や文法的な順序の正しさが求められ、単語のスペルは問われない。この、単語ではなく文のバージョンがジグソー・テキストである。トピック・ライターを使うときに起きる誤字脱字や表現に関する思考を排除して、文章の論理的構成のみを問える可能性がある。また、単語の整序問題のアナロジーで課題に馴染みがあると考えられる。

5.1 ジグソー・テキストが記録する編集操作

ジグソー・テキストでは、並べ替えのドラッグ&ドロップ操作について、ドラッグ開始時にドラッグ元の位置の前後の文と、ドロップ時にドロップ先の前後の文を記録する。図 9 では、文 s_3 が、 s_1 と s_4 の間から、 s_6 と s_5 の間に移動されようとしている。ジグソー・テキストは、ドラッグ開始時に s_1 と s_4 を、ドロップ時に s_6 と s_5 を記録する。ジグソー・テキストによる編集操作の記録は、これらドラッグ&ドロップを時刻付きで記録したものの集合となる。

6. 考察: 分析で予想される課題

図 7 に示したトピック・ライターが記録した編集操作データでは、時間的に引き続いて編集対象となる枠同士は、書き手 (ユーザ) にとって関係が深いと考えられる、という原理に基づいて分析する。これは、テキスト・マイニングで行われる、文字列や単語の共起分析と同様である。

同様の原理をジグソー・テキストに当てはめようとする、 s_3 は s_6 および s_5 と関係が深いとユーザが考えているとみなすことになる。しかし、そうだろうか? ユーザは、 s_3 と s_6 の位置関係を正しいとみなし、 s_3 と s_5 については無視しているかもしれない。あるいは s_3 と s_5 は正しく s_3 と s_6 は無視しているかもしれない。あるいは s_3 と s_5 、 s_3 と s_6 いずれの位置関係も正しいとみなしているかもしれない。この UI のでは、どの解釈が正しいか判定できない。ここで、3 つの解決の方向が考えられる。

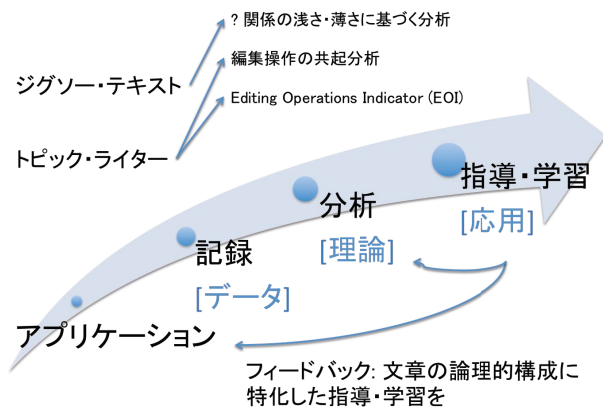


図 10 作文行動を記録する 2 つのアプリと、新たな 3 つの分析手法
Fig. 10 Two writing applications which record writing activities and three new analytical methods

解決の方向#1: 不確定差をはらんだまま、分析する手法を考案する。本稿では、これには触れない。

解決の方向#2: ジグソー・テキストの UI を変更し、ドロップ先あるいは新しい何らかの操作によって、s3 と、他のどれかの文との共起を判定できるようにすることである。しかし、これは、ユーザに馴染みのない UI になってしまうリスクを伴う。

解決の方向#3: 別の分析方法を考案する方向である。図 9 では、s3 が s1 と s4 ととも共起しないことが、かなり確からしいと考えられる。s3 が s1 の後にある、あるいは s3 が s4 の前にあるのが正しい位置であるとユーザが考えているにもかかわらず、ユーザが s1 をそこからあえて移動することは、かなり特殊な解放を採用しているのだから考えづらい。関係の深さに基づく共起分析に対して、関係の浅さ・薄さに基づく分析方法を考案すれば、指導・学習に役立つかもしれない。

7. まとめ

文章の論理的な構成に絞った指導・学習を支援したいというフィードバックに応じて、文章の論理的構成に特化した作文指導・学習アプリケーションとして、ジグソー・テキストを設計し、分析にあたっての課題を論じた。

このように、フィードバックをうけて、新たなアプリケーションや分析手法を考案することは、4.1 で示した、研究のインクリメンタルな進展・展開の例でもある。

今後は、ジグソー・テキストの開発とともに、関係の浅さ・薄さに基づく新たな分析手法の開発に取り組む。

謝辞 本論文は科研費 (26560124) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] IDPF, EPUB for Education, <http://idpf.org/edupub>
- [2] IMS Global, Caliper Analytics, <http://www.imsglobal.org/activity/caliperam>
- [3] 天笠俊之、科研費基盤研究 (C) 「EPUB3.0 を核とした知識集積型ソーシャルリーディング基盤に関する研究」研究課題: 25330124
- [4] 緒方広明, 殷成久, 大井京, 大久保文哉, 島田敬, 小島健太郎, 山田政寛, 大学におけるラーニングアナリティクスに基づく授業改善と教育革新, 電子情報通信学会総合大会講演論文集 2016 年通信 (2), "SSS-92"- "SSS-93", 2016-03-01
- [5] 島田敬士, 大久保文哉, 殷成久, 大井京, 小島健太郎, 山田政寛, 緒方広明, 九州大学基幹教育におけるラーニングアナリティクスの研究と実践, 電子情報通信学会総合大会講演論文集 2016 年通信 (2), "SSS-106"- "SSS-107", 2016-03-01
- [6] 高橋慈子, 山口琢, 大場みち子, 小林龍生, 文書作成教育におけるトピックライティングツール活用と効果, 情報処理学会 研究報告ドキュメントコミュニケーション (DC), 2016-DC-101(9), 1-6, 2016
- [7] 大場みち子, 山口琢, 高橋慈子, 小林龍生, 論理的文章作成における文章評価と編集操作との関係分析, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2016), 3-3, 2016/10/18
- [8] 山口琢, 高橋慈子, 小林龍生, 大場みち子, 作文行動の測定と分析: 分析サーバの構築, 情報処理学会情報教育シンポジウム 2016, P-5, 2016
- [9] 大場みち子, 科研費挑戦的萌芽研究「作文行動を分析できるマトリックス型文章モデルの研究」平成 26 年度～平成 28 年度、研究課題番号:26560124