

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01085

研究課題名(和文)文章編集操作の記録・分析に基づく作文指導方法の研究

研究課題名(英文) Study on writing instruction method based on record / analysis of sentence editing operation

研究代表者

大場 みち子 (Oba, Michiko)

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：30588223

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：コンピューター・アプリケーションを使ったワークシート作文や並べ替えプログラミングの操作を記録・分析することで、学生の思考プロセスを捉えて指導に役立てることができた。エントリーシートのワークシートに希望職種の特徴欄を追加して書かせることで、職種の特徴を考えながら志望動機を書いている様子を機械的に検出できた。プログラミングでは、if文の構文に着目したり迷ったりといった学生の思考プロセスを機械的に検出できた。これら検出に基づく自動アドバイスも検討した。このために、操作を記録するアプリケーションを開発したり、記録したデータを分析する手法を開発したりした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

思考のプロセスを評価する我々の成果は、試行錯誤の評価や、正解のない問題への取り組み方の評価にも応用できるだろう。作文というアウトプットのプロセスを対象とするには、アプリ開発のノウハウも必要で、我々独自の成果である。

従来、思考力の研究では、思考プロセスのアウトプットであるテスト結果を評価してきた。あるいは、考えていることを口に出してもらった手法が取られてきたが、このような手法は実際の授業には適用できない。タブレット端末やパソコンを活用する教育が普及しつつあり、オンライン授業も注目されている。遠隔地の大勢の受講生の「考える行動」をその場で把握して、指導に活かす研究は有意義である。

研究成果の概要(英文)：In writing with worksheets and solving rearrangement programming puzzle, we were able to mechanically detect the student's thinking process and use it for teaching, by recording and analyzing the computer application's operations.

We added an item for the type of the desired job to the worksheet of the application form and letting students fill it. We were able to mechanically detect the actions in which they write the item for their motivation for the job while considering the features of the job type. In programming, we were able to mechanically detect students' thinking processes, such as paying attention to the syntax of the if statement or getting lost. We also considered automatic advice based on these detections.

To achieve those results, we have developed applications that record user operations and analyzing methods for those recorded data.

研究分野：教育工学

キーワード：学習分析 オンライン授業 思考プロセスの測定分析 時間的共起分析 作文 文章産出 並べ替え作文 並べ替えプログラミング

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 学習分析の細粒度化と、標準化による多様化・大規模化

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も進みつつあった。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った。

#### (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) われわれの取り組み

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。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、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および編集操作ログのデータ構造(図 1a)、ログを分析する手法(図 1b)、分析結果を指導者や学習者に提示する方法(図 1c)、提示された分析結果を利用する指導方法や学習方法(図 1d)、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。さらに、学習者の思考(知的行動)の観点から、本研究の対象を文章のレビューやプログラミングに広げることを検討する。

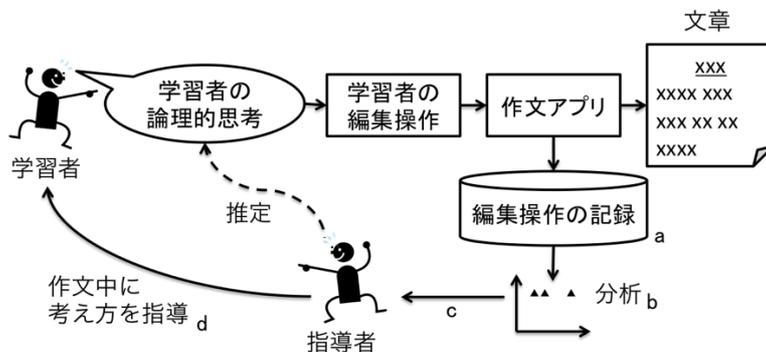


図 1 編集操作の測定・分析に基づく指導

### 3. 研究の方法

年度単位で分野を決め、仮説をたてて、実験や観察をデザインし検証することを繰り返す。実験・観察デザインに応じて、作文の編集操作を記録するアプリケーションを変更・新規開発する。講義に適用したり実験したりして編集操作の記録データを取得する。並行して、記録データを分析して指導者・学習者に提示するアプリケーションを改善・新規開発して、講義や実験で使い、指導や学習の効果を分析する。

組み立て	項目	内容
レビュー 仮置き場	0題の段落 0文 0字	
	会社名	(クリックして操作) ① 会社名(cc_37)
	会社や業種の特徴	(クリックして操作) ② 会社や業種の特徴(cc_47)
	希望する職種の特徴	(クリックして操作) ③ 希望する職種の特徴(cc_50)
	特に力を注いだ科目・分野とその成果	(クリックして操作) ④ 特に力を注いだ科目・分野とその成果(cc_13)
	課外活動から得たもの(サークル・ボランティア活動など)	(クリックして操作) ⑤ 課外活動から得たもの(サークル・ボランティア活動など)(cc_16)
	自覚している性格	(クリックして操作) ⑥ 自覚している性格(cc_21)
	趣味・特技など	(クリックして操作) ⑦ 趣味・特技など(cc_24)
	研究プロジェクト・卒業研究	(クリックして操作) ⑧ 研究プロジェクト・卒業研究(cc_27)
	志望動機	(クリックして操作) ⑨ 志望動機(cc_30)
	希望職種・勤務地など	(クリックして操作) ⑩ 希望職種・勤務地など(cc_33)
自己アピール	(クリックして操作) ⑪ 自己アピール(cc_44)	

図 2 「自己紹介書」ワークシートを使う「Topic Writer」の画面

(1) 作文を伴う指導として、例えば、「自己紹介書」の指導に、ワークシート作文ツール「Topic Writer」を適用した。従来の自己紹介書の内容に、希望する会社の業種や希望する職種を記入す

る欄を追加したワークシートを用意した(図2)。これに基づいて、その会社・職種に向けた自己紹介書を書く操作を測定・分析することで、就活生が業種・職種を考慮して自己紹介しているかを推定する(図3)。

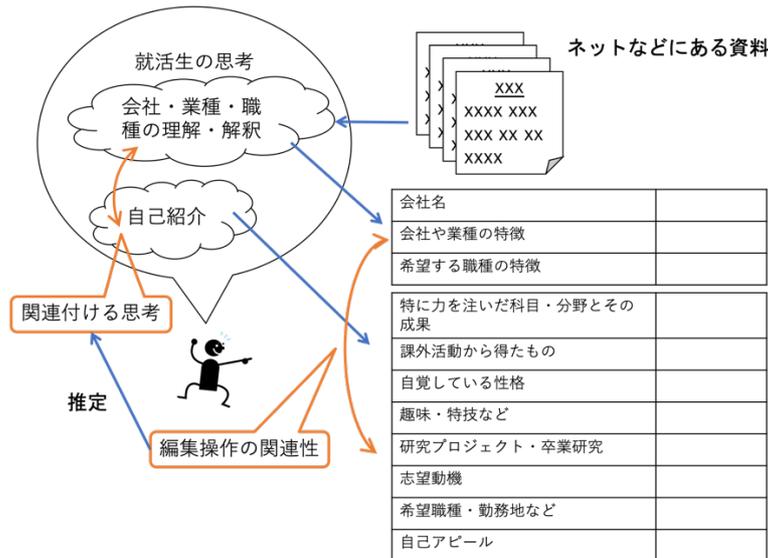


図3 編集操作の関連から、思考内容の関連を推定

(2) プログラミングでは、並べ替えプログラミング・パズル「ジグソー・コード」を開発して、Java プログラミング演習に適用した。学部2年生に、授業回ごとに単元の内容(図4)に応じたパズル問題を解かせた(図5)。

回	授業の単元概要	問題数	
		ジグソー	ジグソー-2
第1回	変数の宣言, データ型, 出力	3	
第2回	if文, switch文, 配列, 拡張for文, メソッド	3	
第3回	オブジェクト指向, getterメソッド, setterメソッド	3	
第4回	オブジェクト指向, メソッドの引数と返り値	2	1
第5回	オブジェクト指向, メソッドの引数と返り値	2	1
第6回	オブジェクト指向, インスタンスのメソッド呼び出し	2	1
第7回	オブジェクト指向, ArrayList, 引数の指定方法	2	1
第8回	オブジェクト指向, クラスの継承	2	1
第9回	HashMap, 外部ファイルの読み書き	2	1

図4 Java 演習の単元の内容

・操作説明  
・問題文

・コードの一部

ドラッグ & ドロップで  
取捨選択と  
並べ替え

[Java問題]5-3 直方体

オレンジで囲まれた 選択肢群から選んで、青で囲まれた 部分に問題の解答を作成する。

**問題**  
以下はx, y, zに直方体のそれぞれ辺の長さを持ち、volumeに体積の値を持つRectangularクラスです。適切なコードを適切な順に並べ、インスタンス生成時に各変数の初期値を設定するコンストラクタを完成させてください。ただし、宣言された変数の順番(x, y, z, volume)の通りに並べるとします。  
参考: 直方体の体積 = 底面の面積 \* 高さ

```
public Rectangular() {
public Rectangular(double x, double y, double z) {
this.volume = volume;
this.volume = this.x * this.y * this.z;
return volume;
ここにドロップして選択をキャンセル
```

```
public class Rectangular {
double x;
double y;
double z;
double volume;

this.y = y;
this.z = z;
this.x = x;
}
```

完成!

○...必要な行

✕...不要な行

図5 並べ替えプログラミング・パズル「ジグソー・コード」

#### 4. 研究成果

(1) 「自己紹介書」では、図6は、ワークシートのある枠を編集した次にどの枠を編集したかを集計した共起行列である。これを編集操作の時間的な共起行列という。cc\_37などが枠のIDで、縦軸の枠に引き続いて横軸の枠を編集した回数を集計したものである。セルの背景の黄色は編集回数が標準偏差x1よりも多く、赤色はx2よりも多いことを示す。すなわち、黄色・赤色の背景色は特徴的に多いことを示す。

cc\_37~cc\_50が業種・職種の特徴に該当する追加記入項目なので、赤線および青線で囲った部分が業種・職種の特徴と自己紹介とを前後して編集した操作に該当する。赤線および青線で囲った範囲に黄色や赤色の背景色のセルがあり、これにより、業種・職種に留意して自己紹介を書いていたと推定できた。

n \ n+1	cc_37	cc_47	cc_50	cc_13	cc_16	cc_21	cc_24	cc_27	cc_30	cc_33	cc_44	other
cc_37	78	51	5	3	1	2	2	0	0	1	2	6
cc_47	7	79	45	5	2	8	0	0	3	3	2	7
cc_50	8	7	61	40	2	7	3	1	2	7	1	1
cc_13	2	1	5	64	34	5	3	2	5	2	6	6
cc_16	3	1	6	5	53	27	5	5	4	2	4	3
cc_21	1	3	4	5	6	62	43	3	3	4	3	2
cc_24	3	3	4	1	0	9	56	18	16	4	4	4
cc_27	0	2	1	1	2	1	1	29	17	4	1	3
cc_30	3	1	1	5	5	3	2	0	52	36	6	0
cc_33	5	2	3	2	3	6	1	1	5	52	38	3
cc_44	4	5	2	2	5	5	5	3	6	3	58	3
other	3	6	5	4	6	4	2	3	1	3	1	68

図6 「自己紹介書」各枠に対する編集操作の時間的な共起行列

(2) Javaプログラミング演習では、図6同様の分析などをした結果、if文の構文に着目したり、途中で迷ったりといった受講生の思考パターンを機械的に検出できた。それら検出に基づく自動アドバイスも検討した。

以上のように、コンピューター・アプリケーションを使ったワークシート作文や並べ替えプログラミングの操作を記録・分析することで、学生の思考プロセスを捉えて指導に役立てることができた。また、そのために、操作を記録するアプリケーション「ジグソー・コード」などを開発したり、記録したデータを分析する手法を開発したりした。

思考のプロセスを評価する我々の成果は、試行錯誤の評価や、正解のない問題への取り組み方の評価にも応用できるだろう。読書といったインプットだけでなく、作文というアウトプットのプロセスを対象とするには、アプリ開発のノウハウも必要で、我々独自の成果である。従来、思考力の研究では、思考プロセスのアウトプットであるテスト結果を評価してきた。あるいは、考えていることを口に出してもらおう手法が取られてきたが、このような手法は実際の授業には適用できない。我々の手法は実際の授業に適用できるもので実践的であり、実際、授業・演習で使ってきた。

近年タブレット端末やパソコンを活用する教育が普及しつつあり、2020年度はオンライン授業も注目されている。遠隔地に分散した大勢の受講生の「考える行動」をその場で把握して、指導に活かす研究の意義が高まりつつある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Taku Yamaguchi, Michiko Oba	4. 巻 15
2. 論文標題 Measurable Interactive Application to Find Out User Recognition and Strategy when Problem Solving	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Software	6. 最初と最後の頁 12-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.17706/jsw.15.1.12-22	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 大場 みち子, 伊藤 恵, 下郡 啓夫, 薦田 憲久	4. 巻 4
2. 論文標題 論理的文章作成力とプログラミング力との関係分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」 Vol.4, No. 1 (Feb. 2018)	6. 最初と最後の頁 8-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計42件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 大場 みち子, 山口 琢
2. 発表標題 情報科目における作文行動の記録ツールを適用した 反転授業の教育実践
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 154回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤原 亮, 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 パズルを利用したプログラミング学習教材における操作パターンの特徴抽出
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 154回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 陽太, 大場 みち子, 山口 琢, 伊藤 恵
2. 発表標題 授業進度に対応するパズルを利用したプログラミング思考過程の分析と教育支援システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会 第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taku Yamaguchi, Michiko Oba
2. 発表標題 Measurable Interactive Application to Find Out User Recognition and Strategy when Problem Solving
3. 学会等名 2020 9th International Conference on Software and Computer Applications (ICSCA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 浩一, 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 ロジカルシンキングにおける目的と手段が反転する誤答発生の過程分析
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 152回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 陽太, 大場 みち子, 山口 琢, 伊藤 恵
2. 発表標題 学習進捗度に対応するパズルを利用したプログラミング思考過程の分析
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 151回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 編集操作の時間的共起分析の提案
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 151回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 浩一, 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 ロジカルシンキングにおける基本的関係についてのジグソーテキストを用いた理解度評価
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 151回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 UIの違いによる考え方の違い: ユーザ操作の測定・分析のためのスクリーンリーダーUIの設計
3. 学会等名 日本認知科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 音声UIでアクセスする学習分析システムの図表
3. 学会等名 情報処理学会 情報教育シンポジウム (SSS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 琢, 大場みち子
2. 発表標題 スクリーンリーダーで操作するジグソー・テキスト - アクセシブルな学習分析とComputer Based Testing
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第149回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 慈子, 大場 みち子, 山口 琢
2. 発表標題 文章の型の提供と相互レビューツールによる作文指導の授業実践
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第149回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤原 亮, 大場 みち子, 山口 琢, 高橋 慈子, 小林 龍生
2. 発表標題 深層学習による文章編集操作の時間履歴と文章評価の関係分析
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第149回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川北 紘正, 大場 みち子, 山口 琢
2. 発表標題 プログラミング思考過程に基づくプログラミング時の行動分析と傾向
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大場 みち子, 山口 琢
2. 発表標題 作文行動の記録・分析ツールを用いた就活自己紹介書の作成と分析
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第147回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 林 浩一, 高橋 慈子, 小林 龍生, 大場 みち子
2. 発表標題 ジグソー・テキストの事例とシステム連携の設計
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第147回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 伊藤 恵, 大場 みち子
2. 発表標題 プログラミング・パズルの測定と分析
3. 学会等名 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), 第111回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 プログラミング行動の測定・分析
3. 学会等名 ソフトウェア科学会, 第25回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 IoTとパズル: 行動とプロセスの測定と分析
3. 学会等名 平成30年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 小林 龍生, 高橋 慈子, 大場 みち子
2. 発表標題 パズル操作の測定・分析による思考の推定
3. 学会等名 日本認知科学会, 第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大場 みち子, 山口 琢
2. 発表標題 知的行動の記録と分析ツールのソフトウェア開発への適用
3. 学会等名 ソフトウェア科学会, 第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 並べ替えプログラミングの測定・分析
3. 学会等名 ソフトウェア科学会, 第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場 みち子
2. 発表標題 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
3. 学会等名 情報処理学会, 情報教育シンポジウム論文集, 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大場 みち子, 山口 琢, 高橋 慈子, 小林 龍生, 藤原 亮
2. 発表標題 文章作成・レビュー過程と編集操作の関係分析と今後の展望
3. 学会等名 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), 第109回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 奥野 拓, 大場 みち子
2. 発表標題 情報システムの相互運用性を題材とした国際教育
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE), 第145回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋慈子, 大場みち子, 山口琢, 藤原亮, 小林 龍生
2. 発表標題 作文教育におけるツール活用とアクティブラーニングの考察
3. 学会等名 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育(CE) 第144回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場みち子, 藤原亮, 高橋慈子, 小林龍生
2. 発表標題 読み書き行為の時間的・手順的な共起に基づく自然言語処理の提案
3. 学会等名 情報処理学会 第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 琢, 大場みち子, 高橋 慈子, 小林 龍生
2. 発表標題 ジグソー・テキストによる文並べ替え操作の測定
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告コンピュータと教育(CE) 第142回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiko Oba, Taku Yamaguchi, Shigeko Takahashi, Tatsuo Kobayashi
2. 発表標題 Analysis of Relationship between Text Editing Process and Evaluation of Written Text in Logical Writing
3. 学会等名 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育(CE) 第141回研究発表会(国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 神沼 靖子, 大場 みち子, 山口 琢, 川野 喜一, 小川 邦弘, 刀川 眞, 砂田 薫	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 232
3. 書名 情報マネジメント	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Topic Writer  
<https://topic-writer.appspot.com/>  
 Writing Analytics  
<http://writing-analytics.appspot.com/>  
 ジグソー・テキスト  
[https://cc-study.appspot.com/jigsaw\\_text/](https://cc-study.appspot.com/jigsaw_text/)  
 ジグソー・テキスト分析  
[https://cc-study.appspot.com/jigsaw\\_analytics/](https://cc-study.appspot.com/jigsaw_analytics/)  
 ジグソー・コード  
<https://cc-study.appspot.com/jigsaw-code/>  
 ジグソー・コード分析  
<https://cc-study.appspot.com/jigsaw-code-analytics/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	藤原 亮  (Fujiwara Ryo)  (70791375)	函館工業高等専門学校・生産システム工学科・助教    (50101)	
研究 協力者	山口 琢  (Yamaguchi Taku)		
研究 協力者	高橋 慈子  (Takahashi Shigeko)		
研究 協力者	小林 龍生  (Kobayashi Tatsuo)		