

時間を考慮した文章編集操作と文章評価の関係分析

藤原亮^{†1} 大場みち子^{†2} 山口琢^{†3} 高橋慈子^{†4} 小林龍生^{†5}

概要: 本稿では時間を考慮した文章編集操作の分析手法を用い、文章作成における編集操作とアウトプット文章の評価との関係を分析した結果を示す。大学や高専ではレポート作成や卒業論文、学会発表原稿などで学習や研究成果を効果的にアウトプットする。これらの文章を効果的なものにするためには、読み手を意識した分かりやすい文章作成力が求められている。我々は編集操作を記録する文章作成ツールを開発し、本ツールを用いたライティング指導に関する研究を実施している。しかし、先行研究では編集操作の手順のみを考慮して分析していたため、離散的な編集操作の事象系列のみであり、時間という連続的な量が考慮されていない。そこで時間を考慮した指標としてETI(Editing Time Indicator, 編集時間指標)を導入し、ETIとアウトプット文章評価の関係を分析する。

キーワード: 文章編集操作, 文章評価, 編集時間指標

Analysis of Relationship Between Text Editing Process and Evaluation of Written Text Considering Editing Time

RYO FUJIWARA^{†1} MICHIKO OBA^{†2} TAKU YAMAGUCHI^{†2}
SHIGEKO TAKAHASHI^{†4} TATSUO KOBAYASHI^{†2}

Abstract: In this paper, we report the results of an analysis of the relationship between the text editing process on our system and the evaluations of the written text considering editing time. In the university and college, students are required to submit reports, theses and abstracts for presentations as results of their learnings and studies. To make those texts effective, students are trained to write texts logically. We have developed a text editing system which records text editing operations. We use the system to study writing process. In former study, only discrete editing operations are considered despite continuum indicator, editing time. Thus, we propose editing time indicator, ETI, to evaluate editing process. We discuss the relationship between evaluation score of written text and the editing time indicator.

Keywords: Text Editing Process, Evaluation of Written Text, Editing Time Indicator

1. はじめに

大学ではレポート作成や卒業論文、学会発表原稿などで学習や研究成果を効果的にアウトプットするための論理的な文章作成力が求められている。

筆頭執筆者が関係する研究グループでは論理的文章力とプログラミング力、プログラミングの思考過程と数学の問題解決過程の間に、論理的思考力が介在するとの仮説から、これらの間にある関係性を調査している。具体的には、プログラミングと数学文章問題の解決過程には類似性があり、いずれの過程でも論理的な思考力が必要であることを導いた[1]。次にプログラミング力と論理的文章力との関係性に着目し、実験によりプログラミング力と論理的文章力の類似性を確認している[2][3]。

論理的思考力が介在される活動のひとつとして、文章作成および編集操作が挙げられる。文章の作成および編集において、我々はマトリックス型テキスト編集モデルによる

文章の編集操作ログが、ライティングの知的プロセスの分析に役立つのではないかと着想した[4]。これによって論理的思考力を鍛えるのみならず、学校などでのライティング指導、企業などでの文書レビューなどの改善に役立てることを目標にしている。この着想に基づいて、リファレンス実装を開発し[5]、ライティング演習や論文の執筆等に適用して編集操作ログを取得し、編集操作とアウトプットとの関係を分析してきている[6][7]。

編集操作を分析するにあたり、論理的で分かりやすい文章を作成するための編集操作パターンの解明が求められている。パターンを解明できれば、作文行為中にそのパターンから外れた編集行為を察知でき、指導援助を行える。しかし、採点者により与えられた文章の評価結果はスカラーで編集操作は事象系列のため、関係性を分析するためには統計処理を行う必要がある。先に文献[2][3]で挙げたプログラミング力と論理的文章力との関係性の分析では文章作成とプログラミングの結果のみを利用し、文章およびプログ

^{†1} 函館工業高等専門学校
National Institute of Technology, Hakodate College

^{†2} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

^{†3} フリーランス
Independent Researcher

^{†4} 株式会社ハーティネス
Heartiness Co., Ltd.

^{†5} スコレックス
Schollex

ラムの作成過程は考慮していなかった。論理的文章力やプログラミング力を育成するためには結果の比較では不十分であると筆者らは考える。文章作成やプログラミングにおける思考過程や作成過程と結果の関係を分析する必要がある。文章作成を対象にする場合、思考過程は文章の編集操作から探ることができる。

本研究では、読み手を意識した論理的で分かりやすい文章としての評価結果と編集操作との関係を分析する。既に先行研究では、作文行動を記録できる文章作成ツールを利用し、作文行動と文章の評価結果との関係性を分析する指標として EOI (Editing Operation Indicator, 編集操作指標) が提案されている[8]。しかし EOI は、離散的な編集操作の事象系列のみであり、時間という連続的な量が考慮されておらず、思考過程に多分に介入すると予想される要因である時間が省略されている。本稿では、作文行動において時間という量を導入した ETI (Editing Time Indicator, 編集時間指標) という指標を提案する。ETI を定めるにあたり、作文行動と時間の関係について、次のような因果関係を仮定した：新たな概念を書き下ろすには、想像された瞬間に手を動かし単語ないしは文章とするため、迅速に文章を生成する。一方、全体として一貫した内容とするために、用語や語尾などといった語彙を統一する、可読性の高い文法を選択して用いる際には熟慮が必要である。以上の仮説に基づき、作文行動において ETI を抽出し、ETI と文章の評価点との関係を分析し、考察した結果を報告する。

2. 先行研究と本研究の位置づけ

教育学研究では ICT を活用して学習過程のデータを収集・分析し、学習や教育の改善へつなげようとする LA の研究が盛んである[9]。LA の学習過程データの分析では教育システム (LMS, e ポートフォリオシステム, SNS など) へのログイン, 教材・電子書籍の閲覧時間や閲覧状況, 教材への書き込み数, レポート提出のログなどを対象としている[9]。我々の研究のような文章の編集操作を対象とする研究は見当たらない。LA の具体例として、英語リーディング過程の分析に関する研究では、英文をパラグラフごとにページ分割し、ページ遷移をログに記録することで 1 パラグラフを読むのにかかる時間を測定している事例が報告されている[10]。これらの記録したデータは学習者の行動パターンを可視化したり、成績との相関を調査したり、学習者モデルを作成するために利用されている[10][11][12]。教材に対する内容理解度を 3 択の問題と自由記述問題から評価している。成績との相関はこの評価と事後アンケートの関係で分析している。この分析では、我々の研究のように分析に時間関係を扱っていないという課題がある。

我々はマトリクス型テキスト編集モデル (図 1) を策定し、テキスト編集操作を測定するリファレンス実装を開発した。ライティング演習や論文・予稿の執筆に利用する

ことでデータを蓄積している。マトリクス型テキスト編集モデルでは、作文活動をテキストに対する連続した編集操作の集合として記録する。いつ (時間)、どこ (文章の単位) をどのように編集したかを記録する。編集操作のひとつひとつが作文行為であり、作文行為の集合が作文活動である。入力・編集された文字列は記録・分析しない。本稿では「どこ」⇨「記入欄」、「どんな状況」⇨「使っているワークシートと、記録の見出し」、「どのように」⇨「挿入/更新/削除」を考える。このモデルのリファレンス実装のひとつとして Topic Writer と Writing Analytics がある。Topic Writer を使って提示された論理的な組み立てのひな型に従って作文をする。Writing Analytics では、ワークシートのどの枠を、どのような順番で書いたかの編集内容を可視化する。Topic Writer と連携しているが、書いている内容と文章作成のログは切り離されており、文章の内容を公開せずに傾向の分析ができる。作文行動は事象系列 (点過程) であり、分析では時系列変化をプロットする。さらに、この事象系列に対して、我々が新たに考案した「テキスト操作の共起」という分析手法を導入した。これはテキスト分析で使われる「共起」概念を作文活動に適用したものである。

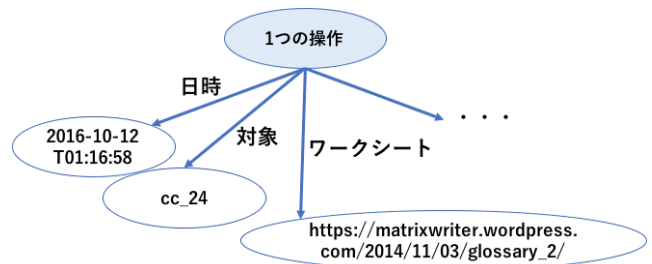


図 1 マトリクス型編集モデル

Figure 1 The matrix model for editing operation.



図 2 「用語解説」のワークシート

Figure 2 Screenshot of worksheet for glossary.

本稿で分析する「用語解説」という作文課題を実施した際の例でテキスト操作の共起に基づいた分析手法を説明する。このときのワークシートを図 2 に示す。共起行列の例を図 3 に示す。図 3 での「cc_24」等は記入欄の ID であり、同じ公開ワークシートを使うと同じ ID になる。「cc_24」

「cc_25」「cc_26」は図3の記入欄(段落)に対応する。行列の各行は「推移前のセル」、各列は「推移後のセル」を表す。つまり、左上から右下への対角線上のセルは、続けて同じ段落に対して編集操作をしたことに該当し、その右隣のセルは、右隣の段落へ編集対象が移ったことに該当し、この対角線2線以上ない1以上の数値は、右方向へジャンプしたり、左へ戻ったりした編集行為に該当する。行列の各要素には、推移の「回数」が入っている。

n \ n+1	cc_24	cc_25	cc_26	other
cc_24	2	1	1	0
cc_25	0	2	3	0
cc_26	1	3	4	0
other	0	0	0	0

図3 編集操作の共起行列

Figure 3 Co-occurrence matrix of the editing operation.

n \ n+1	cc_24	cc_25	cc_26	other
cc_24	116	52	2277	0
cc_25	0	13	27	0
cc_26	0	97	162	0
other	0	0	0	0

図4 時間を考慮した共起行列
(各要素の単位は「秒」である)

Figure 4 The co-occurrence matrix considering editing time.
(The unit of elements is "sec".)

このように、本来の作文行動は事象系列(点過程)であるが、アウトプットとしての作文の評価点はスカラーのため、作文行動と作文の評価点の関係性を1対1で分析することが難しいという課題がある。この課題を解決するため、作文行動の共起行列をスカラー化できれば、作文行動と評価点の関係性を分析しやすくなると考えた。これは編集操作指標(EOI: Editing Operation Indicator)と呼ばれている。このスカラー化の指標は前操作から次操作で編集場所が近いと点数が低く、遠いと点数が高くなるという性質をもっている。EOIは共起行列の値に重み付けをして足し合わせたものであり、(3.1)式で定義する。

$$EOI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} m_{ij} \quad (3.1)$$

ここで m_{ij} は共起行列の i 行 j 列の値を示す。 w_{ij} は m_{ij} に対する重みであり、(3.2)式で定義する。

$$w_{ij} = \begin{cases} 2(j-(i-1)-1) & (i < j) \\ 0 & (i = j) \\ 2(i-(j-1)-1) & (i > j) \end{cases} \quad (3.2)$$

本稿で扱う時間を導入した共起行列の例を図4に示す。行列の各行・各列の意味は共起行列と同様であるが、行列の各要素には推移に要した時間の総和(単位は「秒」)が入っている。なお、本稿で扱うライティング演習は週をまたいで行われたため、日付が異なる場合は推移時間をカウントしなかった。作文行動と評価点の関係を分析しやすくするため、EOIと同様に、時間を導入した共起行列も式(3.3)のとおりスカラー化する。

$$ETI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} t_{ij} \quad (3.3)$$

本稿ではこの指標をETI(Editing Time Indicator, 編集時間指標)と呼ぶ。なお、本稿ではETIの単位はすべて「秒」として扱う。ETIを定めるにあたり、作文行動と時間の関係について、次のような因果関係を仮定した: 新たな概念を書き下ろすには、想像された瞬間に手を動かし単語ないしは文章とするため、迅速に文章を生成する。一方、全体として一貫した内容とするために、用語や語尾などといった語彙を統一する、可読性の高い文法を選択して用いる際には熟慮が必要である。

3. 実験方法

3.1 実験対象と実験手順

実験では大妻女子大学のビジネスライティング、ロジカルシンキング、テクニカルライティングを含む科目「テクニカルライティング」の2~4年生の受講者38名を被験者とした。同演習の課題は「スマートフォン」とは何かという用語説明を60代の携帯電話(いわゆるガラケー)しか使ったことがない人に200字以内で説明するというものである。Topic Writerを利用して被験者が作成した初期文章を印刷し、学生同士2人以上がレビューをする。このレビューに基づいて初期文章を修正するというプロセスである。実験手順を次に示す。文章はすべてTopic Writerを利用して作成・修正する。

- (1) 被験者に「用語説明」の構成について説明した後、Topic Writerで初期文章を作成する。
- (2) 被験者ではない二人以上の学生が(1)の初期文章をレビューし、レビュー結果を被験者に返す。
- (3) ここでは、3.2節の評価方法にしたがった評価点付けも実施する。この評価点は学生に知らされない。
- (4) 被験者は(2)のレビュー結果に基づいて、Topic Writerで初期文章を修正する。

- (5) 修正文章に対して 3.2 節の評価方法にしたがった評価点付けを実施する。
- (6) Writing Analytics の共起行列から初期文章および修正文章のそれぞれに対して 2 節で示した編集時間指標 ETI を計算する。
- (7) (2),(4)での初期文章および修正文章の各評価点と(6)で算出した ETI を用いて、文章の評価と編集操作との関係性を分析する。

3.2 実験用ワークシート

用語説明の文章を作成するために図 7 に示す Topic Writer の公開ワークシートを用意した。このワークシートは①概念、②説明、③メリット、使い方の 3 枠から構成される。文章の評価は表 1 のルーブリックに基づいて、論理的かつ分かりやすさから構成と表現という 2 つの観点でそれぞれ 3 つの項目で 3 段階評価を行う。評価の 3 段階は、次の評価点で採点する

- 3：優良
- 2：標準
- 1：要改善

この評価軸は予備実験[18]での評価の曖昧さを改善し、用語解説という文章のテーマを勘案して作成している。

表 1 文章評価ルーブリック

Table 1 Rubric for evaluation of text.

	観点	優良	標準	要改善
構成	定義	最初の文で簡潔に用語が定義できている。	用語の定義がされているが、簡潔な一文になっていない。	用語の定義がされていない。
	具体的な説明	説明が具体的に展開されている。	説明が展開されているが、具体性がやや乏しい。	具体的な説明が書かれていない。
	メリットの記述	メリットが分かりやすく書いている	メリットが書いているが、分かりやすさに改善の余地がある。	メリットが書かれていない。
表現	読み手に合わせた表現	読み手に合わせた語句と選び、分かりやすく書いている	読み手に合わせた語句を選んでいない、または表現が 1~2 カ所あり	読み手に合わせた語句、表現になっていない
	一文一義	一文を 50 文字以内にし、一文一義で書いている。	一文を 50 文字以内にし、一文一義で書けていない文が 1 つある。	一文を 50 文字以内にし、一文一義で書けていない文が 2 つ以上ある。
	誤字・脱字、表現の統一	誤字・脱字がなく、表現が統一されている。	誤字脱字が 1 カ所あり、表現が統一できていない箇所が 1 カ所ある。	誤字・脱字が 3 カ所以上ある。表現が統一できていない箇所が 2 カ所以上ある。

4. 結果と考察

図 5 に ETI と文章評価点の遷移を示す。横軸が ETI、縦軸が文章評価点である。色付きのプロットが初期文章であり、初期文章評価を縦軸に、レビューが行われるまでの編集操作から求めた ETI を横軸に取っている。白いプロットが総合評価であり、修正文章評価を縦軸に、文章作成から完成まですべての編集操作から求めた ETI を横軸に取っている。矢印が初期文章と総合評価の差分を表している。プ

ロットエリアの右方(ETI=31024[sec], 総合評価点: 12 点)にオーバーレンジしているデータがあるが、見やすくするためにこのレンジで結果を示す。図 5 より、ETI の増加に伴い、評価点数も上昇している傾向が見られる。文章作成において、編集時間が増えれば可読性も上がるという、一般的な経験則とも合致している。ETI の差分と評価点数の差分の関係に関する定量的な結果については後述する。ここで、プロット中には 2 つの傾向が見られることについても触れておく。つまり、左側の急峻に立ち上がるデータプロットと、右側の緩やかに立ち上がるデータプロットである。

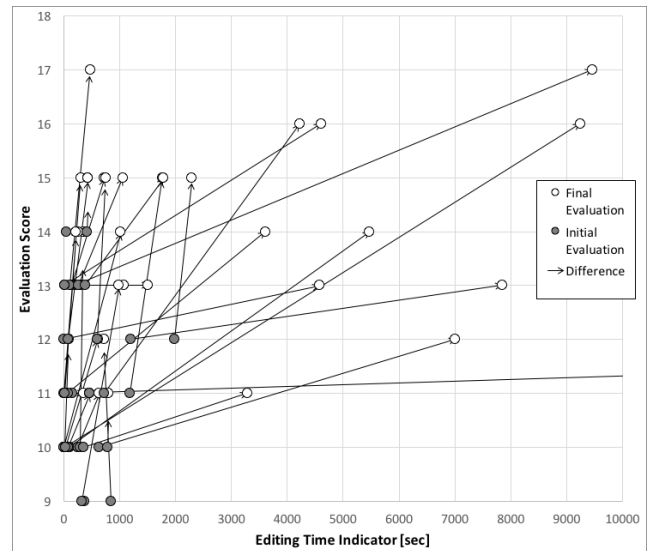


図 5 ETI と文章評価点の遷移

Figure 5 Transition of evaluation score and editing time indicator.

図 6 に ETI の差分と初期文章と修正文章の評価点数の差分の関係を示す。横軸が ETI の差分、評価点数の差分である。このグラフにおいてもプロットエリアの右方(ETI の差分: 30936[sec], 評価点数の差分: 1 点)にオーバーレンジしているデータがあるが、見やすくするためにこのレンジで結果を示す。図 6 より、プロットの点群に 2 つのクラスターが見られる。つまり、ETI<2000 に固まっているクラスターと、2000<ETI<10000 に固まっているクラスターが存在する。

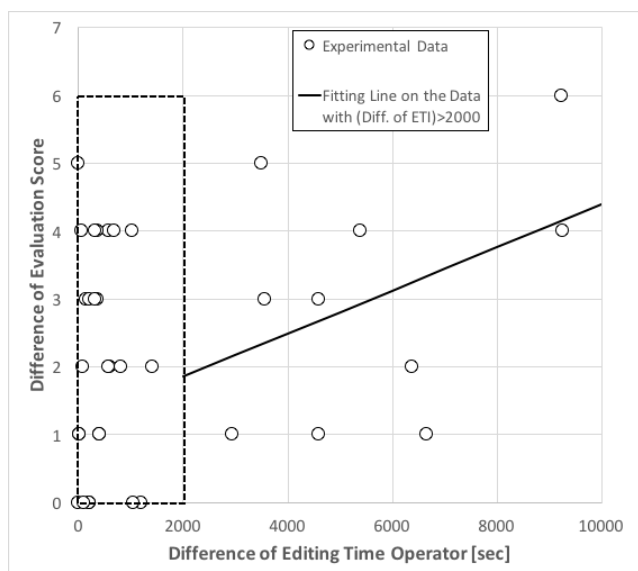


図 6 ETI の差分と文章評価点の差分の関係

Figure 6 Relation between difference of evaluation score and difference of editing time indicator.

まず、 $2000 < \text{ETI} < 10000$ のクラスタについて考察する。これらのクラスタにおいては、ETI の差分と評価点数の差分との間に正の相関関係が見られる。このクラスタの決定係数は 0.16506 であった。図 6 の図中に最小二乗法による近似直線を示す。以上の結果より、「手を動かしながら考えれば、文章の可読性が上がる」傾向があると解釈できる。つまり、下準備や予め思考することもなく Topic Writer で文章作成を行い、生成された文章を見ながら考え、編集操作を行ったと考えられる。

図 7 に $\text{ETI} < 2000$ のプロットを示す。ETI の差分と評価点数の差分との間に相関は見られなかった。決定係数は 0.00429 であった。図 7 の図中に最小二乗法による近似直線を示す以上の結果のひとつの解釈として、「予備的な思考に基づいた編集操作と無計画な編集操作は峻別できない」ということが考えられる。つまり、文章作成において予め効果的な体験および思考を行っているか、ただ漫然と文字を打ち込んでいるかは、見た目には同様の編集操作をしており峻別できないため、このような結果となったと考えられる。

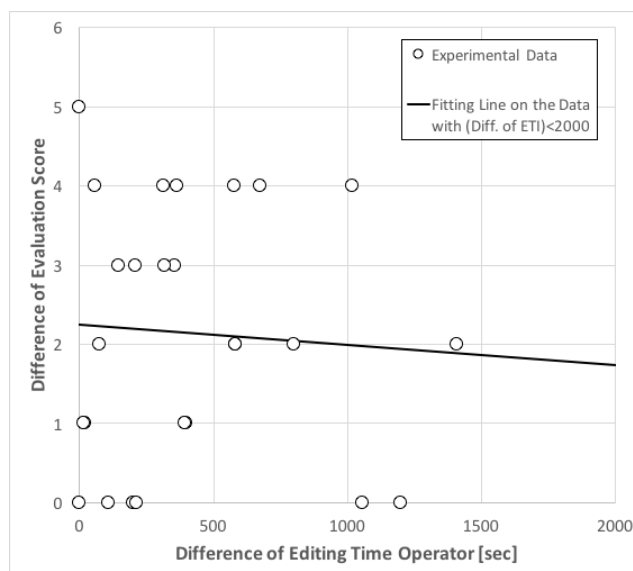


図 7 ETI の差分と文章評価点の差分の関係

($\text{ETI} < 2000[\text{sec}]$ のレンジを拡大)

Figure 7 Relation between difference of evaluation score and difference of editing time indicator (in the range of $\text{ETI} < 2000[\text{sec}]$).

以上をまとめると次のようなことが考えられる。一つ目は図 5 より、編集時間が長ければ可読性も上がることが見て取れる。編集時間が長いとは、文章を見る長さが長いとも解釈できる。つまり、文章を見ながら、内容を吟味し、語彙や文法を整えていると考えられる。具体的には、自らの実体験や読書経験に照らし合わせ、今までの体験や読んだ文章との比較をとり、同じ概念を指す語彙を統一したり、主語や述語、その他装飾語句の関係を整理していると考えられる。また、編集時間の合間の小休止時に、文章から他の事項へ注意を移し、客観的な視点を取り入れているとも解釈できる。二つ目は図 6 中の $2000 < \text{ETI} < 10000$ のクラスタより、手を動かしながら考えれば、文章の可読性が上がることが見て取れる。つまり、下準備や予め思考することもなく Topic Writer で文章作成を行い、生成された文章を見ながら考え、編集操作を行ったと考えられる。より深く推察するとすれば、生成された文章をもとに記憶と推論を展開し、事実ならびに成立し得る事柄を論理的に述べられるように文章に整合をつけているとも考えられる。三つ目は図 7 より、予備的な思考に基づいた編集操作と無計画な編集操作は峻別できないことが見て取れる。つまり、下準備や予め思考することもなく Topic Writer で文章作成を行い、生成された文章を見ながら考え、編集操作を行ったと考えられる。

今後、文章作成および編集行動を理解し、より効果的な作成を促す手法を提案するために、今後の展望として次のことが挙げられる。まず、先に挙げた「予備的な思考に基づいた編集操作と無計画な編集操作の峻別ができない」と

いう課題がある。この課題を克服し、より明確に文章作成および編集行動を理解するには、例えば次の授業形態が考えられる。まず、思考を積極的に文章にできる授業形態にすることも有効であると考えられる。具体的には、文字数に下限を設け強制的に文字数を増やす、タイピングの回数を機械的に評価することを被験者に告知する、理系などコンピュータリテラシーの高い被験者で行う、といった形態を挙げることでできる。さらに、思考を測定可能な形にすることも有効であると考えられる。具体的には、脳活動の計測を取り入れた実験を挙げることでできる。

他にも次の課題が挙げられる。まず、データの点数が少ないため、以上に示した知見が広く一般的に成り立つかどうか、今後も調査を継続していきたい。今回は講義という時間制約の範囲内で週をまたいでライティング演習が行われたため、日付が異なる場合は推移時間をカウントしなかった。より時間制約のゆるい作文形態も考えられ、途中で作文行動とは無関係な行動や思考を挟む可能性が十分に考えられるため、形態に合わせ効果的な作文行動を理解するための推移時間の処理方法を検討していきたい。本稿ではクラスタを定める際、ETIに2000[sec]という境界を定めたが、これは直感に基づくものであり汎用性がないことも課題として挙げられる。より汎用性を持たせるためには、機械学習を用いたクラスタリングが有効な手法の一つとして挙げられる。最後に、今回はETIという指標で時間を考慮して編集操作を評価したが、これは直感的に定められた指標であることを述べておく。実際に得られたそのままのデータをクラスタリングすることにより、他の指標を示唆することも可能であると考えている。

5. おわりに

論理的な文章作成において、作文行動を記録できる文章作成ツールを利用し、作文行動をスカラー化する新たな指標 ETI (編集時間指標) を導入することで作文行動と文章の評価結果との関係性を分析する手法を提案した提案手法を実際のライティング演習に適用し、初期文章の作成とレビューに基づく修正でのそれぞれの文章の評価点と編集操作との関係性を分析した。全体的な傾向として「編集時間が増えれば可読性も上がる」こと、編集時間の長いクラスタより「手を動かしながら考えれば、文章の可読性が上がる」こと、本指標の欠点として「予備的な思考に基づいた編集操作と無計画な編集操作は峻別できない」ことが明らかになった。今後は、より明確に文章作成および編集行動を理解できる実験形態にし、データ点数を増やし、より再現性の高いデータ処理を行いたい。

謝辞 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] 伊藤恵, 大場みち子, 下郡啓夫, プログラミング教育における紙使用による学習者の思考促進と調査の試み, 教育システム情報学会研究会報告, 28(6), pp. 59-64, 2014.
- [2] 大場みち子, 伊藤恵, 下郡啓夫, プログラミング力と論理的思考力との相関に関する分析, 情報処理学会研究報告. 情報学基礎研究会報告 2015-DD-97(2), 1-4, 2015-03-23, 2015.
- [3] 大場みち子, 伊藤恵, 下郡啓夫, 薦田憲久, 論理的な文章作成力とプログラミング力との関係の分析, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), 2015-CE-132-27, 1-5, 2016.
- [4] 山口琢, 大場みち子, 高橋修, 相互運用可能な作文計測システムの設計, 第 60 回情報システム研究会, 電気学会電子・情報・システム部門, 2014.
- [5] 山口琢, 大場みち子, 高橋慈子, 小林龍生, 高橋修, 編集操作の測定でアプローチする自然後処理の提案, 情報処理学会研究報告デジタルドキュメント (DD), DD-097-03, 2015.
- [6] 作文行動の測定と分析: 大学生と社会人の比較例, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), 2015-CE-132-29, 1-5, 2016.
- [7] 高橋慈子, 山口琢, 大場みち子, 小林龍生, 文章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), DD-101-09, 2016.
- [8] 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, 情報処理学会情報シンポジウム(SSS2016), 3-3, 2016.
- [9] 緒方広明, 殷成久, 大井京, 大久保文哉, 島田敬士, 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, TK-10-4, 2016.
- [10] 荒本道隆, 佐藤一裕, 中原歌織, 平沢茂一, 詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析~(1)リーディング過程の可視化, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4G-03, 2015.
- [11] 中野美知子, 吉田諭史, 須子統太, 玉木欽也, ギエルモ エンリケズ, 詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析~(2) ログデータから見た成績との関係, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4G-04, 2015.
- [12] 中澤真, 梅澤克之, 小林学, 小泉大城, 後藤正幸, 平沢茂一, 詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析~(3) リーディング過程における学習者モデル, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4G-05, 2015.