

## 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

大場みち子<sup>†1</sup> 山口琢<sup>†2</sup> 高橋慈子<sup>†3</sup> 小林龍生<sup>†4</sup>

**概要:** 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。これらの文章を効果的なものにするためには, 論理的な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プロセスに関する研究を実施している。本論文ではこの文章作成ツールを利用して, 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報告する。論理的文章の修正前後の評価改善度と編集操作(修正操作)との関係性の傾向を予備実験の結果に基づいて説明する。

**キーワード:** 論理的文章, ライティングツール, 編集プロセス, 編集操作, 指標, 文章の評価

### Analysis of Relationship Between Text Editing process and Evaluation of Written Text in Logical Writing

MICHIKO OBA<sup>†1</sup> TAKU YAMAGUCHI<sup>†2</sup>  
SHIGEKO TAKAHASHI<sup>†3</sup> TATSUO KOBAYASHI<sup>†4</sup>

**Abstract:** In the university, 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 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. We will discuss the relationship between an index of the improvement of a logical text and an index of editing operations.

**Keywords:** Logical Writing, Text editing system, Writing process, Editing Operation, Index, Evaluation of written text,

#### 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。

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[1]。これによって, 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[2], 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[3][4]。

ライティングの指導に役立てるためには, 作文活動の最中に不都合を察知できることが望ましく, 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を解明することが肝要である。このためには, 論理的で分かりやすい

文章かどうかの評価結果と編集操作との関係を分析する必要がある。しかし, 評価結果はスカラーで編集操作は事象系列(点過程)のため, 関係性の分析が難しいという問題がある。

一方, 筆頭執筆者が関係する研究グループでは数学能力を育成することでプログラミング能力を向上できるのではないかとこの着想から, プログラミングの思考過程と数学の問題解決過程に関係性があるとの仮説を立てた。この仮説では論理的思考力が介在することを想定した[5][6]。この仮説に対して, 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[7]。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[8][9]。しかし, この関係性の分析では文章作成の結果とプログラミングの結果を利用したものである。論理的文章力やプログラミング力を育成するためには, それぞれのアウトプットとしての文章やプログラムを評価するだけでなく, 思考過程に介入できればより有効と考えられる。そこで, 文章作成やプログラミングの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, 思考過程は文章作成の編集操作と何らかの関係があると考えられる。

以上の問題に対して, 本研究では論理的で分かりやすい

†1 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

†2 フリーランス  
Independent Researcher

†3 株式会社ハーティネス  
Heartiness Co., Ltd.

†4 スコレックス  
Scholex

文章としての評価結果と編集操作との関係を分析することを目的とする。この目的を達成するため、文章作成では編集操作を記録できる文章作成ツールにより作文行動を記録する。次に文章作成ツールで作成した文章の評価は論理的で分かりやすい文章の観点から複数項目の評価点で判定する。作文行動の共起行列を導入し、さらに、それをスカラー化する新たな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ことを提案する。

本論文では、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て文章の評価結果と作文行動との関係を分析する手法を提案する。論理的文章の評価点と編集操作との関係性があるかの傾向をつかむための予備実験として、提案手法を大学でのライティング演習に適用した結果を報告する。

## 2. 先行する研究と関連する研究

論理的文章の作成に関する我々の先行研究と学習過程を収集・分析する関連研究を説明する。

### 2.1 論理的文章作成力とプログラミング力との関係分析

論理的文章作成力とプログラミング力との関係分析[9]について説明する。

プログラミング力と論理的文章作成力との関係を確認するために、被験者 85 人の初年次プログラミング教育科目の期末試験の点数とレポート課題による論理的文章作成力の評価点との相関を分析した。

論理的文章作成力の評価は「論理力」を必要とする要素と「言語能力」を必要とする要素からなるという従来研究を利用した[10][11]。それぞれの能力に必要な要素を次に示す。

- (1) 「論理力」を必要とする要素
  - ・ 記述する事柄の分解・整理
  - ・ 分野文章の順序立てられた組み合わせ
  - ・ 読み手に応じた適切な論述法の選択
- (2) 「言語能力」を必要とする要素
  - ・ 主語・述語の正しい対応
  - ・ 句読点の位置
  - ・ 格助詞の使い方
  - ・ 読み手に応じた適切な語彙の選択

レポートの評価点は「論理力」、「言語能力」の各要素に対して次の通りとし、「論理力」は 6 点満点、「言語能力」は 8 点満点とする。

- ・ 適切に記述されている場合…2 点
- ・ 適切な箇所と不適切な箇所が混在する場合…1 点
- ・ 不適切に記述されている場合…0 点

プログラミング力は初年次プログラミング教育科目の期末試験の点数を元に次に示す A～D の 4 群に分類して論理的な文章作成力との関係分析に利用する。ここではプログラ

ム力を判断する基準とする。A が最もプログラミング力が高く、B, C, D という順序でプログラミング力が低くなる。

A : 80 点以上

B : 70 点以上 80 点未満

C : 60 点以上 70 点未満

D : 60 点未満

実験データを表 1 に示す。表 1 ではプログラミング能力の各群と「論理力」および「言語能力」の平均点と標準偏差を示している。N は各群のサンプル数である。

表 1 プログラミング能力毎の「論理力」「言語能力」の平均点と標準偏差

Table 1 Average Score of "Logical Thinking Skills" and "Writing skills", and Standard Deviation Based on Each Programming Skill Level

評価	平均得点/標準偏差		
	論理力	言語能力	合計
A(N=9)	5.44	6.33	11.78
	0.67	0.66	0.87
B(N=12)	4.25	5.42	9.67
	0.92	1.19	1.75
C(N=44)	4.27	5.75	10.02
	1.30	1.07	2.03
D(N=20)	3.85	5.65	9.5
	1.19	0.57	1.32

実験データに基づく論理的な文章作成力とプログラミング力との関係性の確認ではプログラミング力の A～D 群に対して、論理力の平均点、言語能力の平均点それぞれについて Welch の検定（両側検定、有意水準 5% および 1%）を行った。この結果、もっともプログラミング力の高い A 群ともっとも低い D 群では「論理力」に関して有意水準 1% で優位な差があり、「言語能力」に関して優位水準 5% で優位な差があることがわかった。つまり、プログラミング力のもっとも低い D 群に対してもっとも高い A 群は論理力と言語能力が高く、特に論理力に優れているという結果になった。

### 2.2 作文行動の測定と分析

作文行動の測定と分析に関する研究について説明する（図 1）。

我々は作文行動を測定するための「マトリクス型テキスト編集モデル（図 2）を策定し、それにもとづいて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。リファレンス実装をライティング演習や論文・予稿の執筆に利用することで作文活動の測定データを蓄積している[1]。これは、図 1 左上の「編集操作のモデル化・作文活動の測定」のことである。

この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。モデルの詳細には触れない

が、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。わかりやすさのために、就活のエントリーシートのような、見出し付きの記入欄が用意されたワークシートに文章を書く場合を想定する。本稿では「どこ」⇨「記入欄」、「どんな状況」⇨「つか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」と考える。この例が論文や小説のような文章を含むよう抽象化されることについては、本稿では触れない。

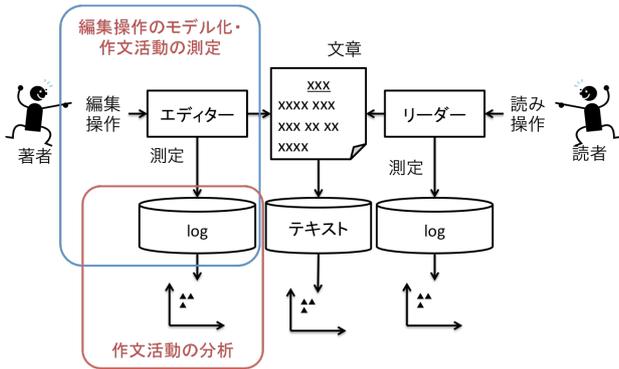


図 1 作文行為の測定・分析

Figure 1 Measurement and analysis of writing activity.

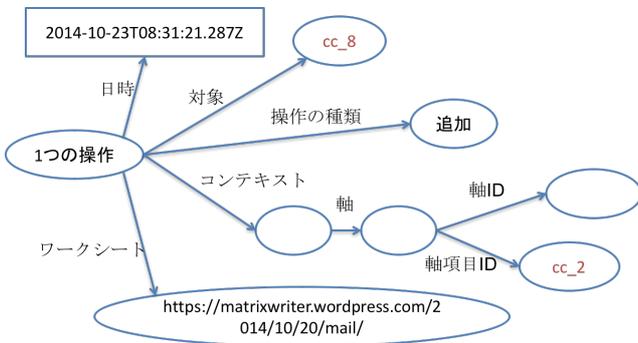


図 2 編集モデル

Figure 2 Model for editing operation.

このモデルでのリファレンス実装の1つとしてマトリックス型の作文ツール「Topic Writer」と Topic Writer で記録した編集操作ログから作文活動を分析するツール「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形（ワークシート）にしたがって作文をする。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操作を可視化する。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(図3)。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ている[2]。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。

大学のライティング講義でこの Topic Writer を利用した「プレゼン評価」という作文課題を実施した際の例で Writing Analytics の共起分析を説明する。この時のワークシートは図 4 に示す3つの枠からなる公開ワークシートを用いる。測定データの共起行列の例を図 5 に示す。

図 5 での「cc\_8」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\_8」、「cc\_10」、「cc\_12」は図 3 の記入欄(段落)に対応する。左上から右下への対角線上のセルの数値は、続けて同じ段落に対して編集操作をした回数である。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する。この対角線 2 線上のセルは、ワークシート上で左から右に書き進んだことに該当する。この斜め 2 線にない 1 以上の数値は、右方向へジャンプしたり、左に戻ったりした編集行為に該当する。わざわざそのように編集したことから、斜め 2 線上にない 1 以上の数値をもつ段落同士は書き手にとって関係が深いと考えられる。具体的には「cc\_8」と「cc\_12」、「ロジカルなプレゼンテーションとは何か?」と「自分のグループのプレゼンテーションの企画・実施に関するコメント」との関係が深いと考えられる。

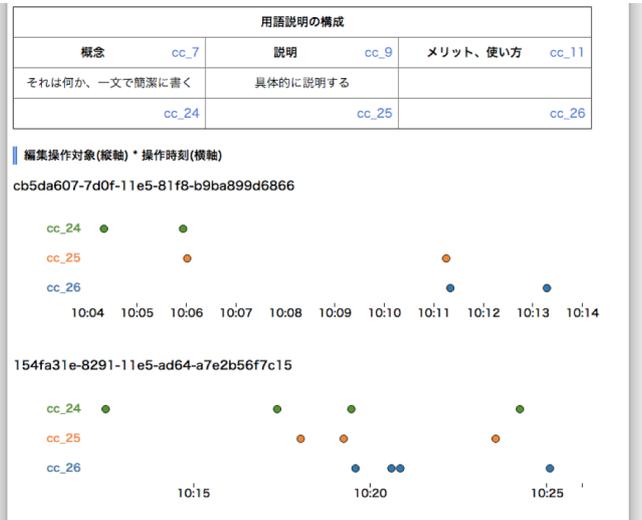


図 3 編集対象の時系列変化

Figure 3 The time-series change of editing target.

プレゼン評価		
ロジカルなプレゼンテーションとは何か? cc.7	他のグループのプレゼンを読んでいるコメント cc.9	自分のグループのプレゼンテーションの企画・実施に関するコメント cc.11
cc.8	cc.10	cc.12

図 4 プレゼン評価のワークシート

Figure 4 Worksheet for evaluating presentation 削除.

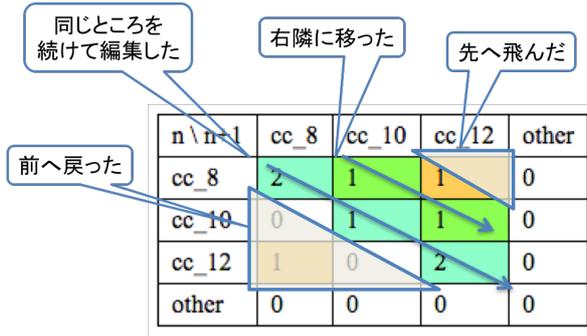


図 5 編集操作の共起行列

Figure 5 Co-occurrence matrix of the editing operation.

2つの大学のライティング講義へ Topic Writer を導入してロジカルで分かりやすい文書作成への効果検証を実施している[2]。この結果、分かりやすく、簡潔な文章を書くスキルの向上が見られた。Writing Analytics からは文章を書く順番など書き方の傾向が読み取れた。最終のレポートからは、読み手を意識し、情報を整理することの重要性を理解した学生が複数見られた。

### 2.3 学習過程データの収集と分析

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 Learning Analysis (LA) の研究が盛んである[12]。LA での学習過程データの分析では教育システム(LMS: Learning Management System, 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、教材への書込み数、レポート提出等のログなどを対象としている[12][13]。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。

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[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 [14][15][16]。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。

## 3. 課題とアプローチ

### 3.1 課題

先行研究での論理的文章力とプログラミング力の関係分析では、それぞれの能力には類似性があることが判明した。しかし、この分析手法では「論理力」と「言語能力」の2面から論理的文章力を評価点付けし、プログラミング力は

試験の点数を利用しており、文章作成の結果とプログラミングの結果に基づいて関係性を分析したものである。論理的文章力やプログラミング力を育成するためには、それぞれの結果同士の関係性を分析するのに加えて、思考過程に介入できればより有効と考えられる。そこで、文章作成やプログラミングの思考過程や作成過程とそれぞれの結果の良し悪しに関わる要因との関係を分析する必要がある。なお、本研究では文章作成のみを分析の対象とする。

一方、先行研究の編集操作の記録ツール Topic Writer による作文行動の測定と分析では作文行動を共起行列で可視化することができた。これにより、論理的文章力の評価点が良いグループでは修正回数が多く、共起行列から段落を戻って修正したり離れた位置の段落を修正したりする傾向がみられた[4]。しかし、本来の作文行動は事象系列(点過程)であり、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との関係性を1対1で分析することが難しいという課題がある。

### 3.2 アプローチ

3.1 節での第一の課題に対して、文章を作成する過程の作文行動と作文の良し悪しを判定するための評価項目とそれぞれの評価点との関係性を分析すれば論理的文章力を向上させる要因がつかめるのではないかと考えた。そこで、文章作成では編集操作を記録できる文章作成ツールにより作文行動を記録する。次に、文章作成ツールで作成した文章は論理的で分かりやすい文章の観点からの複数の評価項目で点数付けすることにより文章を評価する。

第二の課題では、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。このスカラー化の指標は先行研究[4]での傾向を踏まえると、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たせればよい。これを編集操作指標 (EOI: Editing Operation Indicator) と名付ける。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。(3.1)式で  $m_{ij}$  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、たとえば、(3.2)式で定義する。

$$EOI = \sum_{i=1, j=1}^n w_{ij} m_{ij} \tag{3.1}$$

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

$$w_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 5 & & & & & & 2(j-1)-1 \\ 2 & 0 & 1 & 3 & & & & & & \\ 4 & 2 & 0 & 1 & & & & & & \\ 6 & 4 & 2 & 0 & & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & & \\ & & & & & \ddots & & & & 5 \\ & & & & & & \ddots & & & 3 \\ & & & & & & & \ddots & & 1 \\ 2(i-(j-1)-1) & & & & & & & & 6 & 4 & 2 & 0 \end{pmatrix} \tag{3.3}$$

## 4. 実験

論理的文章の編集操作と評価点との関係を分析することを目的に実験をした。この概要を以下に述べる。

### 4.1 実験対象と概要

#### (1) 実験対象と実験概要

実験では公立はこだて未来大学4年生向けのライティング演習科目の受講者7名を被験者とした。実験対象の作文は卒業論文の概要を400～600字で書くという課題である。Topic Writerを利用して、被験者が作成した初期文章に教師がレビューをして、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。ここで、初期文章と修正文章のそれぞれを教師が評価・得点化し、Topic Writerで取得した編集操作の記録に基づく指標を利用して文章の評価と編集操作との関係性を分析する。

#### (2) 実験用ワークシート

卒業論文の概要を作成するために図6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背景、問題点、研究目的、課題、解決のアプローチ、結果、結論の7枠から構成される。



図6 卒業論文概要のワークシート画面

Figure 6 Screenshot of worksheet for graduation thesis abstract.

### 4.2 文章の評価方法

文章は論理的で分かりやすい文章という観点で次の4つの項目で5段階評価を行う[4].

- ①構成（ロジック）が整理されている
- ②情報が具体的に書かれている
- ③不要な情報が入っていない
- ④一文が短く、一文一義になっている

評価の5段階は、次のとおりである。

- 1：悪い
- 2：やや悪い
- 3：普通
- 4：良い

5：大変良い

この評価軸は、取扱説明書やマニュアルなど技術文書作成の業界団体であるテクニカルコミュニケーター協会が発行する『日本語スタイルガイド』[17]の「第2章 読みやすく書く」、「第3章 誤解されないように書く」を参考に、重要と思われる項目を選んで作成している。

### 4.3 編集操作指標 EOI

編集操作の共起行列に基づく編集操作指標 EOI は 3.2 節の(3.1)～(3.3)式を利用する。(3.2)式は  $i < j$  の場合は  $2(j - (i - 1) - 1)$  であり、 $i = j$  の場合は  $0$ 、 $i > j$  の場合は  $2(i - (j - 1) - 1)$  という値を設定している。これは、文章の最初から始めて、順に最後まで記入していくという書き方からのズレを数値化する。つまり、つぎの操作で同じ場所を編集した場合は加点なしで、遠い場所を修正するほど重みを高くし、次の場所が文章の前の方である（戻った）場合をさらに重くする。(3.2)式を具体的な数値で示したものが(3.3)式である。

### 4.4 実験手順

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) 被験者に卒業論文の構成について説明した後、各自が取り組んでいる卒業論文の内容に基づいて、Topic Writer で概要文の初期文章を作成する。
- (2) 教員が(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。ここでは、4.2 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。
- (3) 被験者は(2)の教員からのレビュー結果に基づいて、Topic Writer で初期文書を修正する。
- (4) 修正文書に対して 4.2 節の評価方法にしたがった評価点付けを実施する。
- (5) Topic Analytics の共起行列から初期文書および修正文書のそれぞれに対して 4.3 節で示した編集評価指標 EOI を計算する。
- (6) (2),(4)での初期文書および修正文書の各評価点と(5)で算出した EOI を用いて、文章の評価と編集操作との関係性を分析する。

## 5. 実験結果と考察

4.4 節での実験手順にしたがった実験結果とこれに基づく文章の評価と編集操作との関係性を分析した内容を示す。

### 5.1 文章の評価点と EOI との関係

被験者 A～G の初期文章に対する各評価項目の評価点とその際の編集操作指標 EOI との相関係数を表 2 に示す。表 1 では 2～5 行目の数値が文章の評価項目①～④に対する各被験者の評価点であり、6 行目は初期文章の編集操作に対する評価値 EOI である。各評価項目の評価点と編集操

作指標 EOI1 との相関係数を 2~5 行目の右端に示している。表 3 および表 4 の各項目は表 2 と同様である。

被験者 A~G の修正後文章に対する各項目の評価点と修正時の編集操作指標 EOI2 との相関係数を表 3 に示す。

表 2 初期文章の評価点と EOI1 との関係

Table 2 Relationship between the evaluation points of the initial sentence and EOI1.

初期評価	A	B	C	D	E	F	G	平均	EOIとの相関係数
① 構成(ロジック)が整理されている	3	4	3	2	2	4	3	3.0	0.1
② 情報が具体的に書かれている	2	2	3	3	4	2	3	2.7	-0.2
③ 不要な情報が入っていない	2	3	3	3	2	4	3	2.9	0.5
④ 一文が短く、一文一義になっている	2	4	2	3	3	2	3	2.7	0.2
操作指標EOI1	15	19	8	33	6	25	40		

表 3 修正文章の評価点と EOI2 との関係

Table 3 Relationship between the evaluation points of modification sentence and EOI1.

修正後評価	A	B	C	D	E	F	G	平均	EOIとの相関係数
① 構成(ロジック)が整理されている	2	4	3	3	3	3	4	3.1	0.2
② 情報が具体的に書かれている	3	4	3	4	4	4	4	3.7	0.3
③ 不要な情報が入っていない	3	3	3	2	3	3	3	2.9	0.3
④ 一文が短く、一文一義になっている	3	3	2	3	2	3	3	2.7	-0.3
操作指標EOI2	23	5	17	11	69	25	75		

被験者 A~G の修正後文章と初期文章に対する各評価項目の評価点の改善度（修正後文章の評価点から初期文章の評価点を引いた値）、修正時の編集操作指標 EOI2 との相関係数を表 4 に示す。

表 4 改善度と EOI2 との関係

Table 4 Relationship between the degree of improvement and the EOI2.

改善度(修正後-初期)	A	B	C	D	E	F	G	平均	EOIとの相関係数
① 構成(ロジック)が整理されている	-1	0	0	1	1	-1	1	0.1	0.5
② 情報が具体的に書かれている	1	2	0	1	0	2	1	1.0	-0.4
③ 不要な情報が入っていない	1	0	0	-1	1	-1	0	0.0	0.4
④ 一文が短く、一文一義になっている	1	-1	0	0	-1	1	0	0.0	-0.2
操作指標EOI2	23	5	17	11	69	25	75		

## 5.2 文章の評価点と EOI との関係分析

初期文章の編集操作と評価点の関係は、表 1 より「③不要の情報が入っていない」のみが正の相関があり、その他はほぼ無相関であることが分かった。評価項目③が正の相関をもつことは、評価点が高い文章では一通り文章を書いた後に離れた場所の不要な情報を削除したことなどが考えられる。

修正文章の編集操作と評価点の関係は、表 2 よりほぼ無相関か、非常に弱い相関があることが分かった。これは修

正文の編集操作と評価点との関係はほとんど関係ないと言える。

修正文章の編集操作と改善度との関係は、表 3 より評価項目①に相関があり、評価項目②に非常に弱い負の相関があり、評価項目③に非常に弱い相関があることが分かった。編集操作で評価項目①を改善するには構成(ロジック)を整理するためには離れた場所を操作する必要があるからであろうと推定できる。評価項目②を改善するには情報を具体化するために同じ場所か近接する場所を修正する。このため EOI が低くても改善されるので負の相関になると考えられる。評価項目③の改善ではあちこちに不要な情報が分散していたことが考えられる。

以上より、今回設定した(3.2)式の編集操作指標 EOI では次のことが言える。

- (1) 初期文章作成時の編集操作と初期文章の評価点との関係では一部相関がみられたが、確かな説明ができるレベルにはなかった。
  - (2) レビュー後の編集操作と修正文章の評価点とでは関係を見いだせなかった。
  - (3) レビュー後の編集操作と改善度(初期文章と修正文章の評価改善値)の分析では、編集操作指標 EOI と構成(ロジック)の改善度に相関がみられた
- (3)は、本研究メンバーで、実験で作文を指導した講師であるテクニカルライターや、雑誌編集者が経験的に感じていることと合う。

## 6. 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 EOI (編集操作指標) 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。関係性の傾向をつかむための予備実験として、提案手法を大学でのライティング演習に適用し、初期文書の作成とコメント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分析を試みた。文章の修正前後の評価改善と編集操作(修正操作)について関係性がある見通しを得た。これにより、EOI の値や変化に基づいて構成(ロジック)の整理が不十分であるというような状況を察知できるため、よりタイムリーなライティング指導が可能になる。

しかし、今回の実験では 1 テーマかつ 7 名という少人数での評価にとどまった。文章の評価点と編集操作との関係性を編集操作指標 EOI という新たな指標を介して 1 つの傾向をつかめたとと言えるが、より多くの実験データで精査する必要がある。別の編集操作指標 EOI を定義して実験を行うと別の傾向が現れる可能性がある。リアルタイムでの編集操作指標 EOI を利用した分析手法や見える化、アラートの出し方などについても検討する必要がある。

今後は、引き続きライティング演習での実験を繰り返し

て、文章のよし悪しと編集パターンの関係を解明していく。実験で得られた知見とリアルタイムでの利用方法を検討し、ライティング指導へ活用する仕掛けも検討していく。

**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] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 三重野博司編著, 絵ときプログラマと SE の適性検査, オーム社, pp103-115, 1991.
- [6] 岡本真彦, 西森章子, 加藤久恵, 三宮真智子, 高橋哲也, 川添充, 数学的思考から論理的思考への転移を導く教授プログラムの開発, 文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究「新世紀型理科系教育の展開研究」平成 15・16 年度研究成果報告書, 2006.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 大場みち子, 伊藤恵, 下郡啓夫, 藤田憲久, 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.
- [10] 山本樹, 國宗永佳, 香山瑞恵, アルゴリズム的思考と論理的な文章作成力との相関についての考察, 日本教育工学会研究報告集 2010(5), pp171-176, 2010.
- [11] 山本樹, 國宗永佳, 香山瑞恵, アルゴリズム的思考による論理的な文章作成力養成のための一検討, 教育システム情報学会研究報告 25(2), pp24-29, 2010.
- [12] 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.
- [13] 野口真郷 (上智大学), 堀越 泉 (上智大学), 山崎公明 (東大英数理教室), 田村恭久 (上智大学), デジタル教材を用いた学習におけるページ閲覧回数と課題達成度の関係分析, 学習分析学会 第 3 回研究会, 2015.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.

- [17] テクニカルコミュニケーター協会. 日本語スタイルガイド第 2 版. 2011.