

Title	文書作成過程で削除された文章断片の効率的収集手段と活用可能性に関する考察
Author(s)	生田, 泰章; 高島, 健太郎; 西本, 一志
Citation	情報処理学会論文誌, 59(12): 2299-2314
Issue Date	2018-12-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/16283
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 生田泰章, 高島健太郎, 西本一志, 情報処理学会論文誌, 59(12), 2018, 2299-2314. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

文書作成過程で削除された文章断片の 効率的収集手段と活用可能性に関する考察

生田 泰章^{1,a)} 高島 健太郎² 西本 一志²

受付日 2018年3月7日, 採録日 2018年9月7日

概要: 文書作成過程において, 執筆者は文書作成作業の開始時点からいきなり最終版の文書を完成させることができるわけではなく, 試行錯誤を繰り返しながら徐々に文書を完成させていく。その際, 文書作成の開始時点から最終稿の完成時点までの間にいったん書き出されたものの, 最終的に削除された文章断片 (DTF) が数多く存在する。DTF は, 削除されたからといって, まったく無価値なわけではなく, 活用可能性を秘めているものと考えられる。しかし従来, DTF の潜在的価値に着目し, これを収集・活用しようとした試みは存在しなかった。そこで, 本論文においては, 活用可能性が高いと思われる DTF の効率的な収集方法と, DTF の活用可能性について, それぞれ基礎的な検討・考察を行った。DTF 収集方法については, 後の活用可能性が高いと思われる DTF の特性について検討を行ったうえで, その DTF を効率的に収集可能な機能を有する文書作成システム「Text ComposTer」を提案した。DTF の活用可能性については, 新たな文書作成における DTF の活用可能性を被験者実験を通して検討した。その結果, Text ComposTer は DTF 収集手段として適していることが判明した。また, 新たな文書の作成時における上流工程から下流工程にわたり, DTF が活用可能であることが判明した。

キーワード: Deleted Text Fragments, 文書作成システム, 知識活用

Efficient Collecting Method and Availability of Text Fragments Deleted during Document Creation Process

HIROAKI IKUTA^{1,a)} KENTARO TAKASHIMA² KAZUSHI NISHIMOTO²

Received: March 7, 2018, Accepted: September 7, 2018

Abstract: In a document creation process, an author of the document usually cannot write the completed version perfectly from the beginning; he/she gradually progresses to the completed version. In this process, parts of the document (text fragments) that he/she has determined not to use for the documents are merely discarded. These DTFs (Deleted Text Fragments) have potential to be utilized in another knowledge creation task. However, there have been no attempts to collect and to utilize such DTFs. Therefore, in this paper, we first considered means to efficiently collect DTFs. We implemented a text composition support system: “Text ComposTer.” We conducted experiments of writing documents with Text ComposTer. In addition, we investigated availability of the collected DTFs. As a result, the DTFs have potential to be used in creating new documents and knowledge. We also found that Text ComposTer is efficient as the means of collecting DTFs.

Keywords: Deleted Text Fragments, text composition system, knowledge utilization

¹ 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of
Science and Technology, Nomi, Ishikawa 923-1292, Japan

² 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科
Graduate School of Advanced Science and Technology,
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nomi,
Ishikawa 923-1292, Japan

a) ikuta@jaist.ac.jp

1. はじめに

情報技術の発展・普及にともない知識創造社会を迎えつつある現在において, 新たな知識の創造や, 創造された知識の活用を促進することは非常に重要な課題である [1]。これまで, 知識を形式知として活用するためのメディアとし

て、文書が重要な役割を果たしており、文章化という行為が形式知の創造活動として広く一般に行われている。文章化は、様々な要素が複雑にからみあった行為であり、これまで執筆者による文書作成行為を表すモデルが複数提案されている [2], [3], [4]。これらのモデルには、共通して推敲のプロセスが存在する。この事実、執筆者が文書作成作業の開始時点からいきなり最終版の文書を完成させることができるわけではなく、試行錯誤を繰り返しながら徐々に文書を完成させていくことを示している。それゆえ、文書作成の開始時点から最終稿の完成時点までの間にいったん書き出されたものの、最終的に削除された文章断片（以下、DTF: Deleted Text Fragment と呼ぶ）が数多く存在する。

一方、ある創造物の創造過程で生み出されたものの、最終的に棄却されたコンテンツが、別の創造物を生み出すために有効に活用される例が存在する。たとえば、ポスト・イット®に使用される接着剤は、一般的な接着剤の開発過程において創り出された失敗作であり、本来棄却されるものであったが偶然保管されていた。そして、この接着剤は、付箋を接着面に付け外し自在とするための主要な構成要素として、今日においても活用されている [5]。使い捨てカイロであるホカロン®の開発についても同様であり、菓子の酸化を防ぐための脱酸素剤の開発における失敗作が、使い捨てカイロの主要な構成要素である発熱部として有効に活用されている。

これらの事例から、ある創造物の創造過程で棄却されたコンテンツには、別の新たな創造物を生み出す場面では有用と判断されて活用される余地があると考えられる。同様に、ある文書作成で生じた DTF においても、新たな創造物を生み出すために有効に活用される可能性があると考えられる。実際、筆者らは新たな研究における解決策の立案において、過去の研究活動で生成された DTF が有効に活用された経験を有している。具体的には、本論文第 3 著者は、過去に実施したピアノ演奏の表現生成に関する研究 [6] の中で、打鍵とそれによる発音のタイミングに微小な遅延がある場合、演奏者はそれを発音の遅延としてではなく、鍵盤の重さの増加として認知することを見出し、文献 [6] の執筆過程でいったんその発見を文章化した。しかし、最終的な論文では、この知見に関する文章は文献 [6] の主題と関連しないために DTF として削除された。後年、本論文第 3 著者は、この DTF を読み返した際、その内容が当時進行中であったドラム演奏支援の研究に応用可能であることを見出し、最終的に文献 [7] として研究成果をまとめた。つまり、この事例は、ある文書作成過程において不用*1と判断されたことで生成された DTF が別の新たな知

識創造において有効に活用された例といえる。

このように、DTF は新たな知識創造活動において有効に活用される可能性を秘めている。それにもかかわらず、DTF が従来のようにただ単に削除されている現状は、非常にもったいない。執筆者が文書作成を行っている間に活用可能性の高い DTF を効率的に収集し、新たな創造活動の場面で先に収集した DTF を提供するという一連の DTF 活用環境を構築することで、従来にはない新たな知識創造機会を提供することができると考えられる。ところが従来、文書作成過程において生じる DTF の潜在的価値に着目し、これを収集・活用しようとした試みは、筆者らの知る限り存在しない。テキストエディタをはじめとする文書作成システムを 2 つ用いて、片方を最終稿のための編集画面として使用し、もう片方を現段階で使用しない文章断片を退避させるために使用することも運用上は可能であるが、この方法は退避した文章断片を新たな創造活動のために活用するというより、同一文書中で（再）活用することを主に想定したものである。そのため、どのような DTF を収集し、収集した DTF をだれにどのように提供することで、新たな知識創造に有効に活用されるかについて、様々な角度から検討を行うべきである。

そこで本論文においては、DTF の活用環境を構築するにあたっての基礎的な検討・考察を行う。具体的には、1) 活用可能性が高いと思われる DTF の効率的な収集方法と、2) DTF の活用可能性について、それぞれ基礎的な検討・考察を行う。1) の DTF 収集方法については、後の活用可能性が高いと思われる DTF の特性について検討を行ったうえで、その DTF を効率的に収集可能な機能を有する文書作成システム「Text ComposTer」を提案し、その有効性について被験者実験を通して考察を行う。2) DTF の活用可能性については、上述の筆者らの経験を参考に、新たな文書作成における DTF の活用可能性を被験者実験を通して検討する。この検討を行うことで、だれにどのような DTF を提供すれば新たな文書作成にとって有効であるかの議論を行う。

以下、2 章において本論文の関連研究について概観する。3 章では、DTF 収集手段に関する予備的調査について述べる。4 章では、DTF 収集手段として、Text ComposTer について説明する。5 章では、DTF の活用可能性について考察するために Text ComposTer を用いて DTF を収集する被験者実験について説明する。6 章では、5 章の実験をふまえて、DTF が新規文書の作成にあたりどのような活用可能性を有しているかについて議論する。最後に 7 章でまとめを述べる。

2. 関連研究

2.1 知識活用に関する研究

従来、創造された知識を有効に活用する試みが数多く行

*1 本論文では、「不要」ではなく「不用」という用語を用いる。不要という言葉には、「必要がない無意味なもの」というニュアンスが感じられる。一方、本論文では、「意味はあるのだが、（何らかの理由で）今回は使用できないもの」という意味を表したいため、「不用」という用語を用いることにした。

わられてきた。知識活用における主要な研究事例としては、エキスパートシステムがある。これまで数多くのエキスパートシステムが提案されており [8], 各エキスパートシステムによって、様々な分野における専門家の有用な知識が知識ベースに蓄積されることで活用が試みられてきた。エキスパートシステムにおける活用対象となる知識は、すでに有用と判断されている知識である。

また、知識を分解することによって活用を試みる研究も数多く行われている。Verbertらは、生成したコンテンツを効率良く再利用するために ALOCOM フレームワークを提案している [9]。ALOCOM フレームワークは、コンテンツを再利用しやすいように、図表や文章などのあらかじめ決められた構成要素に分解し、新たなコンテンツを生成するときに検索可能なように、分解した構成要素をデータベースに蓄積している。Bartaらは、文書を効率的に活用するためのモデルを提案し、そのモデルを実現するためのシステムのプロトタイプを実装している [10]。このモデルおよびプロトタイプは、ALOCOM フレームワーク [9] と同様の設計思想に基づいて構成されており、主な相違点は再利用可能なコンテンツを Document Pieces としてユーザが手動で蓄積する点である。これらの研究において、ALOCOM フレームワーク [9] では、分解されるコンテンツは有用であると判断された成果物であり、分解された構成要素は有用であると判断された知識断片に相当する。また、文献 [10] においても同様に Document Pieces は再利用のために有用と判断された知識断片である。

また、堀は液状化と結晶化というコンセプトを提案し、KNC05 を開発している [11]。KNC05 は、研究ノートや論文などの文書から要素を取り出す液状化を行い、あらかじめ蓄積しておき、液状化された要素を結合させることで結晶化を行っている。これは、構造化された複数の知識を分解・結合して活用することにより、新しい概念や文脈を生み出すことを目指しているものといえる。

以上の各研究においては、活用対象となる知識は、有用と判断されているものであった。これに対して、筆者らは文書作成過程で何らかの理由で不用と判断され削除された文章断片を知的資源として活用することを目指している。

2.2 文書作成システム

これまで、コンピュータ上で文書を作成するための文書作成システムが数多く開発されている。最も簡易的なシステムとしては、テキストエディタがあげられる。また、テキストエディタのように文書内容の編集機能に加えて、文字色や書体などの装飾機能を有する文書作成システムも開発されている。たとえば WYSIWYG エディタや、 \LaTeX などのマークアップ言語によって文書を形成するシステムなどである。これらの文書作成システムは、いずれも文書の作成過程における最終状態のみを表示可能とする、いわ

ゆる清書用のメディアである。

一方、文書作成の上流工程（構想・構成段階）から下流工程（清書段階）までを一括して支援することが可能な文書作成支援システムが提案されている。Art#001 [12], [13], [14] は、文章断片を記入可能なカード型のエレメントを二次元平面上に生成し、生成されたエレメントをその平面上に線形的に配置することで、全体の文書を作成することができる。ART#001 のユーザは、文章断片が記入されたエレメントを試行錯誤的に組み合わせることによって、文書の作成過程を視覚的に把握しながら自身が目的とする文書を作成することができる。iWeaver [15] は、MapView と呼ばれる領域で作成された章立てなどの項目を二次元平面上に自由に配置可能なように構成されている。iWeaver のユーザは、本文に採用する項目を MapView から選択し、OutlineView に追加することで、文書全体を構造化する。

3章で述べる DTF 収集エディタと、4章で述べる Text ComposTer は、それぞれ上述の清書用メディアと文書作成支援システムとして実装されている。これらのシステムに DTF を収集する機能を組み込むことで、DTF の活用可能性について考察を行う。

3. DTF 収集手段に関する予備的調査

文書作成システムによって文書を作成する際の執筆者の行動に基づき、以下の 2 種類の DTF を概念的に定義する。

- (1) 誤字の訂正や表現の修正などの軽微な修正により削除された細粒度の DTF (以下では F-DTF : Fine-grained DTF と呼ぶ)、および
- (2) 本文の完成には不用と判断され削除されたひとまとまりの内容を持つ DTF (以下では R-DTF : Rough-grained DTF と呼ぶ)。

たとえば、F-DTF は、意味をなさない文や、不適切な漢字などが含まれた文章断片であると想定される。文書作成において (1) のような編集・修正作業は一般に頻繁に行われるため、(1) に起因する DTF の個数は多くなるが、ほとんどの場合その編集・修正作業は数文字からせいぜい数単語程度の範囲にとどまるため、文字数が少なくなると考えられる。一方、R-DTF は、1章で述べた文献 [6] の執筆過程で削除された文章断片が一例としてあげられる。また、一般的には、本文の完成には不用と判断して削除する行為は軽微な修正行為に比べて頻繁には行われないが、ひとまとまりの内容を有するために文字数が多くなることが想定される。

しかしながら、この概念的な定義をシステムに実装する場合、両者を固定的な文字数の閾値で判別することはおそらく適切ではない。執筆者の行動に基づいて両者を判別する手段の実現が求められる。ただし、1章で述べたように、DTF を収集する試みがこれまでなかったため、そもそもこのような 2 つの DTF が実際に収集されるかどうかをま

ず確認する必要がある。そこで、文書執筆者にとって最も一般的な操作系と表現系を持った文書作成システムにおいて削除される文章断片をすべて収集可能なシステムである DTF 収集エディタを実装し、予備的な調査をまず行う。

3.1 システム概要

DTF 収集エディタは、Windows OS に付属するテキストエディタである「メモ帳」とほぼ同様の GUI と編集機能を有し、さらに追加機能として、ユーザが削除した文字列を、一連の削除行為単位で 1 つの DTF として収集する機能を付加したテキストエディタとして、C# を用いて Windows 上に実装した。DTF 収集エディタにおいて、DTF は執筆者が以下の 4 つの操作のいずれかを実行したときに収集される。

- (1) 削除キーの操作
- (2) 文字列が範囲選択された状態での文字入力
- (3) 置換機能の実行
- (4) 切り取り機能の実行

ここで削除キーとは、「Delete キー」および「Backspace キー」の両方を表す。(1)において、連続して複数回にわたって削除キーが押下された場合に、押下された回数分の文字列を一連の削除行為における DTF として収集する。ただし、(4)において、DTF 収集エディタは、現在の編集画面で「切り取り」が行われ、かつ当該編集画面で「貼り付け」られた文章断片については DTF として収集しない。この文章断片はいったんは切り取り機能で削除されたものの、最終的には編集画面内に復帰しているからである。

3.2 DTF 収集エディタによる DTF 収集実験

以上の構成による DTF 収集エディタの使用によって、通常の文書作成時に生成される DTF がどのようなものかを調査するための実験を実施した。

本実験では、国内シンポジウム（インタラクション 2016）に投稿するための原稿の一部を 4 人の被験者それぞれに DTF 収集エディタを用いて作成してもらうことにより、DTF を収集した。表 1 は、実験結果を被験者別にまとめたものである。具体的には、各被験者が作成した文書の文字数および文の数と、当該文書の作成に際して収集された DTF の数とが示されている。また、図 1 は、各被験者における DTF の度数分布曲線を示すグラフである。なお、表 1 および図 1 中の被験者 1 は、本論文の第 1 著者である。また、表 1 中の DTF の数および図 1 の DTF の度数は、空白文字および改行文字のみの DTF を省いたものが示されている。

表 1 に示すように、本実験の結果では、作成された本文の文字数や文の数と、DTF の数との間には特段の関係性が見られなかった。また、図 1 に示すように、各被験者においては、15 文字未満の DTF が大半を占め、それ以上の

表 1 予備実験 1 の実験結果

Table 1 Experimental results of pre-experiment 1.

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4
文字数	4,726	2,468	535	418
文の数	72	43	12	10
DTF の数	518	117	15	79

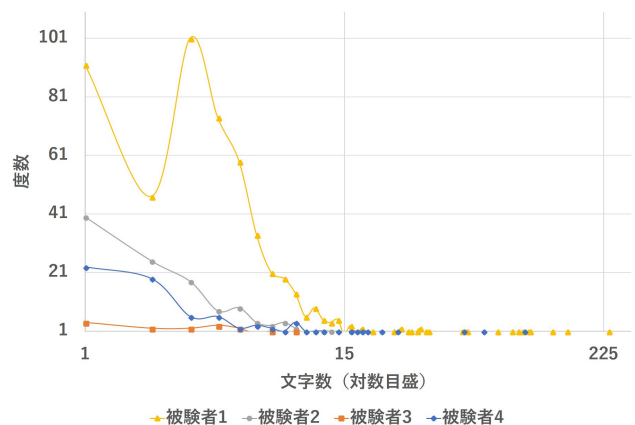


図 1 各被験者における DTF の度数分布曲線
Fig. 1 Frequency curve of each subject.

文字数を有する DTF はほとんど得られなかった。つまり、この実験結果は、文字数の少ない大量の DTF と文字数の多い少数の DTF が存在することを示しており、当初の想定どおり、F-DTF と R-DTF の 2 種類の DTF が存在することを示唆する結果であるといえる。

4. Text ComposTer

4.1 DTF 収集手段が持つべき機能要件

1 章で述べたように、DTF の活用環境を構築するためには、執筆者による文書作成行為中に活用可能性の高い DTF を効率的に収集する手段の考案が必要である。前章の予備的調査結果を元に DTF 収集手段が持つべき機能要件について述べる。

前章の実験結果から、新たな文書作成において、F-DTF と R-DTF の 2 種類の DTF が生成されることが示唆された。上述のように F-DTF は文字数が少ないため、意味的内容を多く含まず、後の活用可能性が低いことが考えられる。一方、R-DTF はまとまった内容を有するため、後の活用可能性が高いことが想定される。したがって、効率的に収集すべき DTF は、F-DTF ではなく、R-DTF であると考えられる。なお、F-DTF は活用可能性が低いことが想定されるが、たとえば表現の修正により生成された F-DTF を執筆者に示すことで文章表現の推敲に活用することができるなど、活用可能性が必ずしも否定されるわけではないため、これについても収集できることが好ましい。

前章の DTF 収集エディタのように文書作成時に削除された文字 (列) をやみくもに DTF として収集しても、おそらくその大半は F-DTF であり、その中に少数の R-DTF

が埋もれた状態になると考えられる。また、論文執筆のような創造的な文書作成の最上流工程では、相互の関連性が必ずしも明確ではない多様なアイデアを文章断片として個々に表出し、これらを比較検討し、取捨選択したり相互に関連づけたりしながら適切に配列して、次第に文書を組み上げる [4]。この過程の中で、論旨から外れるなどの理由により本文完成には不用と判断され、最終的に文書中には組み込まれない文章断片が生じる。つまり、複数の文で構成されるような意味的まとまりを持つ文章断片 (R-DTF) が削除されるようなケースは、ほとんどの場合この最上流工程で生じると考えられる。ゆえに、この文書作成の最上流工程における試行錯誤的な文章断片の外在化を支援することで、執筆者による文書作成行為を阻害することなく、結果としてより多くの R-DTF を収集することができると考えられる。

以上の検討結果から、DTF 収集手段には、以下の 2 つの機能要件が求められる。

- 要件 1: R-DTF と F-DTF を区別可能な状態で収集する機能を有すること。
- 要件 2: 執筆者による文書作成の最上流工程を支援する機能を有すること。

一般的なテキストエディタのような、主として文書作成作業の下流工程 (清書) に適した表現系と操作系を有する文書作成システムにおいて単純に削除された文字列を DTF として収集した場合、要件 1 を満たすことができない。また、このような文書作成システムを使用している執筆者にとって、文書作成の最上流工程特有の試行錯誤的な文章

断片の執筆や操作が行いにくく、結果として収集される R-DTF の数が少なくなってしまうことが考えられる。有用な R-DTF を多数収集可能とするためには、文書作成作業の最上流工程での発散的な思考過程における思考の外在化と、外在化された思考の構造化に適した表現系と操作系が必要であると考えられる。

4.2 システム概要

前述の機能要件 1 および 2 を同時に充足することが可能な構成を有する文書作成支援システム Text ComposTer を考案・実装した。Text ComposTer は、C#言語で Windows OS 上に実装されている。図 2 に、Text ComposTer の操作画面を示す。

4.2.1 2つの機能要件の実現手段

先述のとおり、有用な DTF を多く含むと思われる R-DTF を執筆者による文書作成過程においてより多く収集するためには、文書作成の上流工程から下流工程まで、すなわち、文書の構想段階から構成段階、さらには清書段階までを一貫して支援し、各段階における文書作成行為に適した表現系と操作系を提供することが有効と考えられる。そこで我々は、文書作成の全過程を一貫して支援する文書作成支援システム Art#001 [12] を参考にして Text ComposTer を設計した。Art#001 では、執筆者はカード状の要素を文章断片を記入し、この要素を線形的に配置し、試行錯誤的に並べ替えることで各時点における文書の完成形を逐次確認しながら、漸進的に文書を組み上げていく。

Text ComposTer は、これと同様の操作系と表現系を持

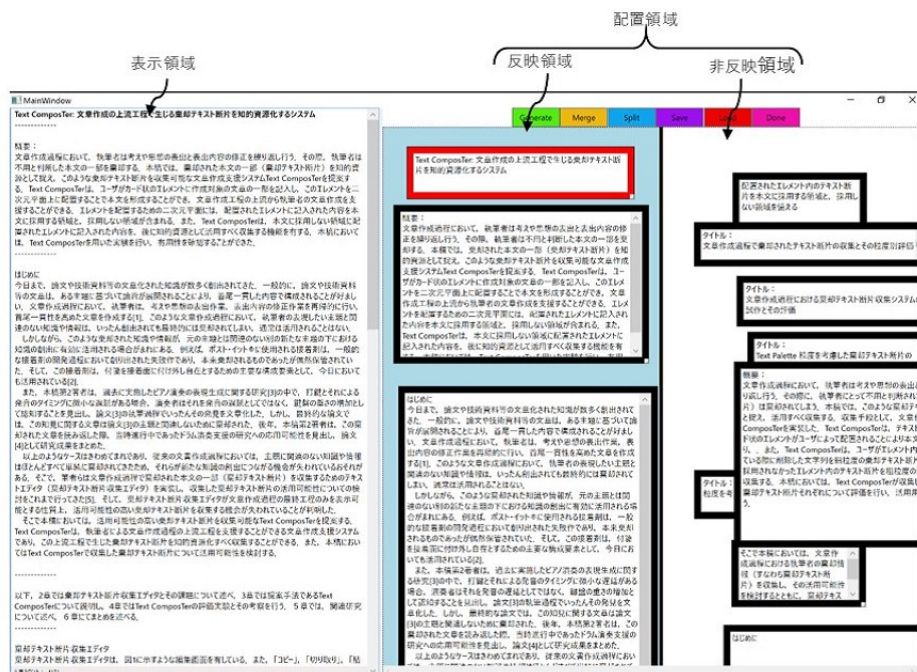


図 2 Text ComposTer の操作画面
Fig. 2 User interface of Text ComposTer.

ち、本文全体を表示する表示領域と、エレメントの生成・執筆と並べ替えが可能な配置領域を備える (図 2)。さらに配置領域は、反映領域と非反映領域とに分けられている。反映領域に配置されたエレメント内の文章断片は、表示領域に反映される。表示領域に反映される文章断片の順序は、反映領域の上下方向におけるエレメントの配置位置に対応している。すなわち、反映領域の最上部に配置されたエレメント内に記入された文章断片が表示領域で最先に表示され、反映領域の最下部に配置されたエレメント内に記入された文章断片が表示領域で最後に表示される。一方、非反映領域に配置されたエレメント内の文章断片は表示領域に反映されない。すなわち、エレメントを非反映領域に配置することは、そのエレメント内の文章断片を表示領域に提示される最終的な文書 (案) から削除することに相当する。この非反映領域を備えることが、Art#001 にはない Text ComposTer の特徴である。非反映領域を設定したことにより、あるエレメント (群) に書かれた内容が文書に含まれる場合と含まれない場合などの比較検討を、簡単な操作によって容易に行えるようになる。

また、Text ComposTer は、文書完成時に非反映領域に配置された各エレメントをそれぞれ 1 つの R-DTF として収集し、各エレメントの中で編集作業によって削除された文字列を F-DTF として収集する。つまり、Text ComposTer では、文字数によってではなく、執筆者の行動の違い (すなわち、非反映領域にエレメントを移動するか、エレメント内で文字を削除するか) によって R-DTF と F-DTF を判別する機能を実現した。なお、編集作業によって削除された文字列の収集処理は、DTF 収集エディタが DTF を収集するときの処理と同様である。

以上のような操作系と表現系を提供し、文書作成の上流工程から下流工程までを一貫して支援することによって、通常のテキストエディタを用いた場合よりも最終的に R-DTF として削除される文章断片が多く生成されるようになることが期待される (機能要件 2)。また、以上のように F-DTF と R-DTF を収集することによって、DTF 収集エディタでは、R-DTF と F-DTF が混在した状態で DTF が収集されていたのに対し、Text ComposTer では R-DTF と F-DTF を区別可能な状態で収集することが可能となる (機能要件 1)。

4.2.2 文書作成支援システムとしての機能について

次に、Text ComposTer が有する文書作成を支援するための各機能について説明する。Text ComposTer は、上述のように Art#001 を参考にしており、文書を構成するための様々な粒度からなる部分 (文章断片) をその塊ごとに編集、再編集するための各機能 [13], [14] を踏襲している。具体的には、部分をつくる、部分を統合する、部分を分割する各機能をそれぞれ、Generate 機能、Merge 機能、Split 機能として実装した。その他、文書の保存、展開のための

機能 (Save 機能、Load 機能) や、文書完成時に本文をテキストファイルで出力するための機能を Text ComposTer に実装した。ここで、Text ComposTer にはエレメントを削除する機能は提供されていない。あるエレメントに記述した内容を表示領域に示される文書 (案) から削除するためには、エレメントを削除するのではなく、非反映領域に移動する。以下、各機能の詳細を説明する。

Generate 機能: 配置領域内にエレメントを生成する機能である。ユーザは、配置領域上部に設けられた Generate ボタンを押下するか、配置領域内のコンテキストメニューで Generate 機能を選択するか、あるいは Generate 機能を実行するためのショートカットキー (Ctrl+G) を用いることで、配置領域の任意の位置にエレメントを生成することができる。

Merge 機能: 反映領域に配置された複数個のエレメントを 1 つのエレメントに統合する機能である。Merge 機能で複数個のエレメントが統合される際、各エレメント内に記入されている文章断片が 1 つのエレメント内に統合される。文章断片の統合順序はエレメントの配置位置に対応しており、統合対象となるエレメントにおいて、最上部に配置されたエレメント内に記入された文章断片から最下部に配置されたエレメント内に記入された文章断片まで順次統合される。ユーザは、統合対象となる 2 つ以上のエレメントを選択 (Shift キーを押下しながらエレメントをクリック) し、配置領域上部に設けられた Merge ボタンを押下するか、配置領域内のコンテキストメニューで Merge 機能を選択することで、選択した複数個のエレメントを 1 つのエレメントに統合する。ユーザは Merge 機能を使用することで、たとえば、同一のトピックについて書かれているものの複数個のエレメントに分かれて記入されている文章断片を、そのトピックについての文章断片として 1 つのエレメントに統合することができる。

Split 機能: 1 つのエレメントを 2 つのエレメントに分割する機能である。ユーザは、分割対象となるエレメント内に記入された文章断片の一部を範囲選択し、配置領域上部に設けられた Split ボタンを押下するか、エレメント内のコンテキストメニューで Split 機能を選択する。そうすることで、Text ComposTer は分割対象のエレメントから選択された文章断片を削除し、この文章断片を記入してある新たなエレメントを生成することで Split 機能を実現する。ユーザは、たとえば 1 つのエレメント内に記入されている文章断片が 2 つのトピックについて書かれている場合に、Split 機能を使用することで、2 つのエレメントそれぞれを 1 つのトピックについて書かれた文章断片が記入されたものとするすることができる。

Save 機能: 操作画面内の情報を保存する機能である。ユーザは、操作画面内の情報の保存を所望する任意のタイミングで、配置領域上部に設けられた Save ボタンを押下する

か、配置領域内のコンテキストメニューで Save 機能を選択する。その後、ユーザは操作画面上に表示された保存用のダイアログボックスで保存するファイル名を入力して保存先を選択し、保存ボタンを押下する。これにより、操作画面を表す情報は、選択された保存先に、入力されたファイル名で XML ファイル形式で保存される。

Load 機能：Save 機能で保存された操作画面を現在の操作画面に読み出す機能である。配置領域上部に設けられた Load ボタンが押下されると、ファイルを開くためのダイアログボックスが表示される。この中から、所望の XML ファイルを選択して開くボタンを押下すると、選択された XML ファイルが表す操作画面が表示される。

Done 機能：表示領域に表示された本文全体を別の外部ファイルとして出力する機能である。配置領域上部に設けられた Done ボタンが押下されるか、配置領域内のコンテキストメニューで Done 機能が選択されると、保存用のダイアログボックスが表示される。保存するファイル名を入力して保存先を選択し、保存ボタンを押下すると、表示領域に表示されている文書が、選択された保存先に、入力されたファイル名でテキストファイル形式で保存される。同時に、Save 機能と同様に操作画面内の情報も XML 形式で保存される。さらに、非反映領域内に配置されている各エレメントに記入されている文章断片を、それぞれ1つの XML ファイル形式で出力し、R-DTF として収集する。

4.3 Text ComposTer の要件充足に関する検証実験

本節では、Text ComposTer が 4.1 節で述べた要件 1 および要件 2 を充足しているかどうかを確認するための検証実験を行った。具体的には、Text ComposTer と、一般的なテキストエディタにおいて単純に削除された文字列を DTF として収集する機能を実装した文書作成システム（すなわち、3 章で述べた DTF 収集エディタ）とを比較することにより検証を行った。

本実験では、8名の被験者それぞれに、DTF 収集エディタと Text ComposTer とを用いて、2つの文書を順に作成をする課題に取り組んでもらった。なお、DTF 収集エディタは、文字列削除操作で生じる DTF を自動的に収集する機能を有するが、この機能はユーザからは隠蔽されているので、ユーザにとっては一般的なエディタとまったく同等の操作系と表現系を有するものとなる。

表 2 は、各被験者に作成してもらう文書のテーマと使用してもらうシステムの組合せを示したものである。各被験者には、Text ComposTer (表 2 中「C」)を用いて一方の文書を作成してもらい、DTF 収集エディタ (表 2 中「E」)を用いて他方の文書を作成してもらった。作成してもらう文書のテーマは、 T_1 ：「10年後の携帯電話はどうなっているかを予想してください。その際外観、機能面のそれぞれの観点から述べてください」と、 T_2 ：「JAIST のことを世

表 2 文書作成テーマおよび使用システムの組合せ

Table 2 Combination of themes and systems.

	1 回目	2 回目
被験者 1	T_1, E	T_2, C
被験者 2	T_1, E	T_2, C
被験者 3	T_2, C	T_2, E
被験者 4	T_2, C	T_2, E
被験者 5	T_1, C	T_2, E
被験者 6	T_1, C	T_2, E
被験者 7	T_2, E	T_1, C
被験者 8	T_2, E	T_1, C

間にもっと知ってもらうにはどのようにすれば良いか。その方法とその方法のメリット・デメリットを少なくとも1組書いてください」と設定した。各文書作成課題の作成時間は30分程度とし、作成文字数は100字以上400字以下になるように各被験者に指示した。被験者には1回目の文書作成と2回目の文書作成の間に最大5分の休憩をとってもらった。

2つの文書作成後、各被験者にインタビューを行った。主な質問項目は、「Text ComposTer と DTF 収集エディタの使用感」と、「どのようにシステムを使って文書作成を進めていったか」とした。

4.3.1 数の比較

図 3 および図 4 はそれぞれ、テーマ T_1 における実験結果と、 T_2 における実験結果を示す図である。各図において、Text ComposTer によって収集された R-DTF、F-DTF、DTF 収集エディタによって収集された DTF と文字数との関係が、度数と割合についてそれぞれ示されている。なお、図 3 および図 4 の度数について、0 が連続する場合、対応する文字数の部分のプロットは省略している。以下、DTF 収集エディタによって収集された DTF を DTF (エディタ) と表記する。図 3 および図 4 に示されているように、F-DTF と DTF (エディタ) は大半が文字数の少ないものであり、度数の分布が類似している。ただし、図 3 および図 4 における割合のグラフが示すように、1 の値に到達する文字数が DTF (エディタ) よりも F-DTF の方が少ないことから、F-DTF は DTF (エディタ) に比べて文字数の多いものが少ないことが読み取れる。一方、R-DTF は、F-DTF および DTF (エディタ) に比べて数は非常に少ないものの、その大半は文字数が多いものである。

4.3.2 インタビュー結果

インタビューの結果、一部の被験者は、独自の文書作成手法を確立しており、いずれのシステムを使ってもその手法に従って文書を作成しようとしていることが確認された。

被験者 1 は、まず文書の構成を頭の中でほとんど形成し、その後これを一気に書き下すという手法をとっていた。そのため、被験者 1 は、Text ComposTer と DTF 収集エディタのいずれについても、いきなり完成稿を執筆するための

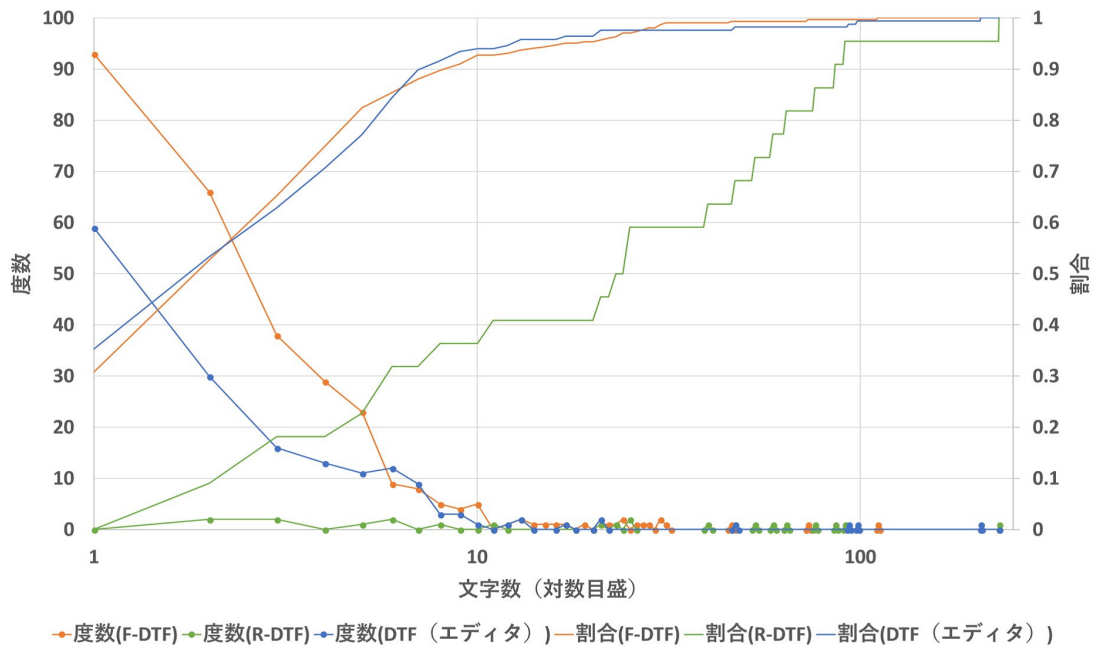


図 3 T_1 の実験結果

Fig. 3 Experimental results of topic T_1 .

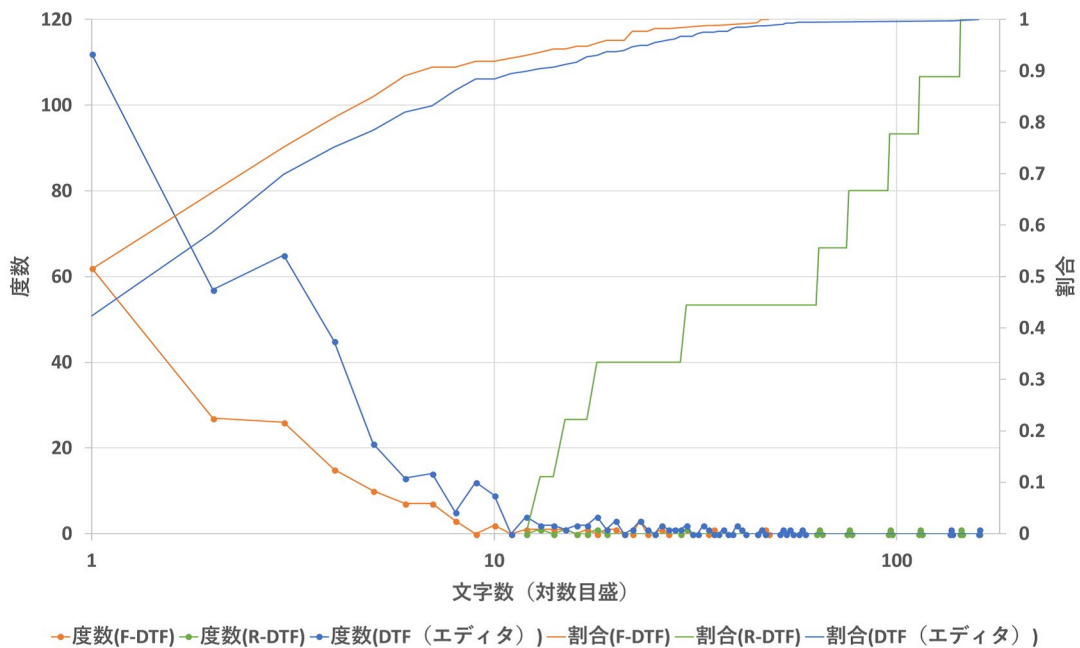


図 4 T_2 の実験結果

Fig. 4 Experimental results of topic T_2 .

みに使用していた。このため、いずれのシステムについても DTF の収集数が他の被験者に比べ極端に少なかった。

被験者 2, 3, 4, 5, 8 は、DTF 収集エディタを使用して文書を作成する際、編集画面の上部または下部にキーワードやアイデアを列挙し、その後、列挙したキーワードやアイデアを参照しつつ本文を執筆していた。最終的に、書き出されたキーワードおよびアイデアは、削除されていた。ここで、被験者 3 および 4 は、「もったいないなと思いつつながら書き出したキーワードおよびアイデアを削除した」と

報告している。この被験者らは、Text ComposTer を使用して文書作成を行う際にも同様の手法をとっていた。すなわち、まずエレメントを複数生成して各エレメントに個々のキーワードやアイデアを一気に書き出した。その後、被験者 2, 3, 8 は、本文を清書するためのエレメントを生成して、書き出したキーワードやアイデアの中から本文に採用するものを参照しつつ、本文の執筆を行った。最終的に、キーワードやアイデアのみが記入されたエレメントすべてを非反映領域に配置した。被験者 4 は、本文に採用す

るキーワードやアイデアをエレメントに直接加筆して肉付けを行うことで文章化し、最後にこれらの加筆されたエレメントを Merge 機能により統合することにより本文を形成した。被験者 5 は、文書作成に際して部分的に Merge 機能を使用し、エレメントを統合しながら文書作成を行っていた。このとき、被験者 4 および 5 は本文に採用しないキーワードやアイデアが記載されたエレメントは非反映領域に配置していた。

一方、被験者 6 と 7 は、Text ComposTer を使用するとき、DTF 収集エディタを使用するときで文書の作成手法を変えていた。具体的には、被験者 6 および 7 は、Text ComposTer を使用したときは、被験者 2, 3, 4, 5 および 8 と同様の使用態様を採用し、DTF 収集エディタを使用したときは、キーワードやアイデアを列挙することなく、清書となるような文章を試行錯誤的に作成していた。

そのほか、Text ComposTer は、DTF 収集エディタと比べ、「文書作成をするときのアイデアを出しやすい」、「頭を整理させて文書作成を行うことができるため、構造的に文書が書ける」という優位性を示す意見が被験者 3, 4, 6, 7 から得られた。反面、「エレメントに文章を記入していくことで本文を作成することに違和感がある」という劣位性を示す意見が被験者 3, 8 から得られた。なお、各被験者は DTF 収集エディタおよび Text ComposTer の使用順によって特段の違和感を感じた旨の意見はなく、また、テーマの書きやすさについても特段の差を感じた旨の意見はなかった。

4.3.3 要件充足の検討

以上の実験結果から、Text ComposTer が 4.1 節の 2 つの要件を満たしたかどうかの検討を行う。まず、4.3.1 項より Text ComposTer によって、文字数の少ない多数の F-DTF と、文字数が比較的多い少数の R-DTF とが収集されたことが分かった。また、4.3.2 項のインタビュー結果から、被験者 1 を除く全員が、Text ComposTer を使用した場合に、エレメントにキーワードやアイデアを記述し、本文に採用しないものを非反映領域に配置している。この作業は、「本文の完成には不用と判断した内容の削除」にほかならない。以上から、Text ComposTer は、軽微な修正作業により生成された F-DTF と本文の完成には不用と判断された R-DTF を区別可能な状態で収集できたといえ、DTF 収集手段として要件 1 を満たしていると考えられる。ただし、F-DTF として収集された文字列の中には、文字数がやや多いものもある。これらの F-DTF には、R-DTF として見なすべきものが含まれる可能性がある。しかし、その判別には、DTF の内容に関する質的判断が必要であるため、その自動化は困難である。ゆえに、本研究では、あくまで執筆者の行動に基づき、F-DTF と R-DTF を区別する手段をとる。

一方、先に述べたように、Text ComposTer を使用した

ときに、被験者 1 を除く全員が文章作成にあたって、キーワードやアイデアをエレメントに記入している。さらに、被験者 6, 7 は、Text ComposTer を使用する場合にのみ、本文作成にあたってキーワードやアイデアを列挙している。つまり、これらの被験者は、Text ComposTer によって文書作成の上流工程の作業を支援されており、DTF 収集エディタよりも効率的に DTF を収集可能と考えられる。以上の結果およびインタビュー結果から Text ComposTer は、要件 2 を充足しているものと考えられる。

5. DTF 活用可能性の検討

本章では、だれにどのような DTF を提供すれば新たな文書作成にとって有効となりうるかについて被験者実験を通して検討する。具体的には、Text ComposTer を用いて R-DTF と F-DTF を収集する被験者実験を実施し、その結果に基づいて DTF の活用可能性を検討する。本実験においては、被験者が文書作成を行うときに生成した DTF を収集する収集実験と、収集実験で収集された DTF について評価者が活用可能性を評価する評価実験を行う。DTF の活用可能性を評価するアプローチは 2 つある。1 つ目は、実際の DTF の利用状況を想定し、蓄積された DTF を別文書の作成作業の中で実際に活用することを試みることで評価する実践的なアプローチである。2 つ目は、別文書の作成作業を行わず、蓄積された DTF をただ単に参照し、それが別文書の執筆などの何らかの知識創造に有用となる可能性があるかどうかを判断する、観念的なアプローチである。最終的にはいずれの評価も行うべきであると考えられるが、実践的なアプローチによる評価では、別文書のテーマ（と、蓄積されている DTF のマッチング）が評価結果に大きく影響を与えることが想定される。本論文では、DTF の収集と活用に関する基礎的な有効性の検証を目的としているため、より一般性の高い、DTF の活用可能性の外延を明らかにするための評価を行う必要がある。ここで外延とは、別の新たな文書作成などにおいて想定される、蓄積された DTF のあらゆる活用可能性のことである。よって本論文では、別文書の課題などに影響を受けない、2 つ目の観念的なアプローチに基づく DTF の活用可能性評価実験を実施する。

収集実験においては、7 名の被験者それぞれに Text ComposTer を用いて文書作成を行ってもらい、R-DTF と F-DTF を収集する実験を行った。本実験における被験者は、筆者らの所属する大学院の修士課程の学生であり、所定の書式で記述して当該大学院の教務係に提出する必要のある研究計画書を Text ComposTer で作成した。具体的には、各被験者は研究計画書の構想段階から第 1 稿を完成させるために Text ComposTer を用いて文書作成を行った。ただし、完成稿の作成には Text ComposTer を使用していない。収集実験の結果、38 個の R-DTF と 1,730 個の

F-DTF が収集された。

評価実験においては、各被験者から収集した全 R-DTF (38 個) と、1,730 個の全 F-DTF からサンプリングした 173 個の F-DTF それぞれについて (表 3 に例示)、上述の被験者 7 名を含む 10 名の評価者 (評価者 1~10) に評価してもらった。被験者 1~7 は評価者 1~7 に対応している。また被験者 1, 2 (評価者 1, 2) の組と、被験者 3, 4, 5 (評価者 3, 4, 5) の組と、被験者 6, 7 (評価者 6, 7) の組は、それぞれ異なる研究室に所属しており、各組が所属する研究室を研究室 A, 研究室 B, 研究室 C と呼ぶ。また評価者 8, 9, 10 は研究室 A, B, C のいずれにも属していない修士課程の学生である。なお、評価対象となる 173 個の F-DTF のサンプリング方法は、収集された 1,730 個のすべての F-DTF を文字数について昇順に並べ替え、最も少ない文字数 (1 文字) の F-DTF から順に 10 個ごとに 1 つの F-DTF を抽出することとした。評価対象の F-DTF をサンプリングした理由は、あまりに大量の数の F-DTF の評価を被験者に求めることは評価者の負担が大きくなりすぎ、適正な評価がなされなくなることが懸念されるためである。

表 3 評価実験で提示された F-DTF と R-DTF の例

Table 3 Examples of F-DTFs and R-DTFs shown in the evaluation experiment.

F-DTF	に
	。
	いかに短い
	hurakutaruna
R-DTF	自律分散システムの実装
	開発デバイスの決定
	その結果、主要な観光地や写真映えする場所は撮影しつくされ、
	周囲の人たちはヘッドホンから自身の生音と周囲の練習音が聴こえており、フットスイッチが操作されることで調整された音が聴こえる。
	メモ
	テーマ名
	背景 先行研究を引用し、その重要性および問題点を記入
	目的 何ができれば研究/調査の完成なのか明確に述べること。
	新規性・重要性
	【修士論文研究・博士研究計画調査】 以下の事柄を記載する。 1. 研究/調査が先行研究に上積みするところ 2. 研究/調査が公共の利益に寄与するところ・意義
研究の方法論と評価	
以下の事柄を記載する。 1. 研究/調査に用いる実験装置、計算機環境、プログラミング言語、アルゴリズム、証明法 など 2. 研究/調査を評価する際の検証法	
計画 達成すべきマイルストーンを時間順に述べる。	

評価者には、各 R-DTF および F-DTF について「別の提案書や論文を書くときに役立つヒントや知識となる可能性がありそうですか。」という質問に対して、「5:とてもそう思う」、「4:そう思う」、「3:どちらでもない」、「2:そう思わない」、「1:まったくそう思わない」という 5 段階のリッカートスケールを用いて評価してもらった。評価者には R-DTF と F-DTF が混在した状態で提示し、評価する対象が R-DTF であるか F-DTF であるかは明示していない。評価作業の終了後、各評価者に対して、どのような基準で評価を行ったかということについてインタビューを行った。

5.1 R-DTF に関する実験結果

図 5 は、各 R-DTF に対する全評価者による評価値の平均の分布を示した散布図である。図中、縦軸が評価値、横軸が R-DTF の文字数である。図 5 に示すように、R-DTF については評価値が 3 以上であるものが多く (38 個中 26 個)、全体的に別の文書で活用可能であるとの評価が得られた。

全体として活用可能性が高いことが確認された R-DTF の評価値について、さらに詳細に分析を行った。まず、自分自身が生成した R-DTF か、他者が生成した R-DTF かで、評価値に違いがあるかどうかを検証した。図 6 は、評価者 1~7 それぞれが、自身が生成した R-DTF と他者が生成した R-DTF を評価したときの評価値の平均を示したグラフである。図 6 に示すように、評価者 1~5 は自身が生成した R-DTF の方を高く評価したのに対し、評価者 6, 7 は他者が生成した R-DTF を高く評価した。評価者 2, 3, 5, 6, 7 のそれぞれについて、自身が生成した R-DTF に対する評価の平均値と、他者が生成した R-DTF に対する評価平均値に差があるかを Brunner-Munzel 検定で検定した。その結果、評価者 2 および 5 については危険率 5% で有意差があったが、その他の評価者については有意差がなかった。なお、評価者 1 と 4 については、自身が生成した

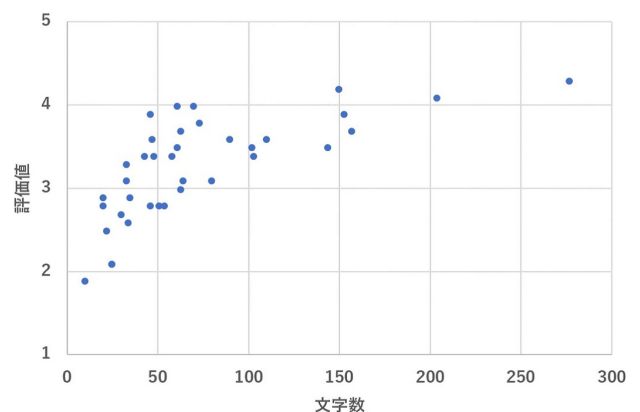


図 5 評価結果 (平均) の分布

Fig. 5 Distribution of evaluation results.

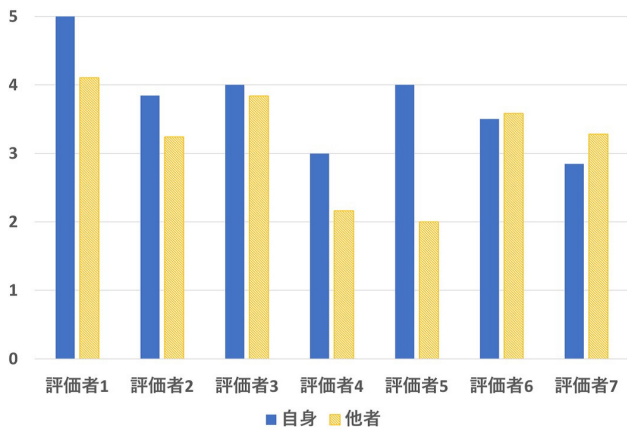


図 6 自身の R-DTF と他者の R-DTF の評価結果

Fig. 6 Evaluation results of own R-DTF and others' R-DTF.

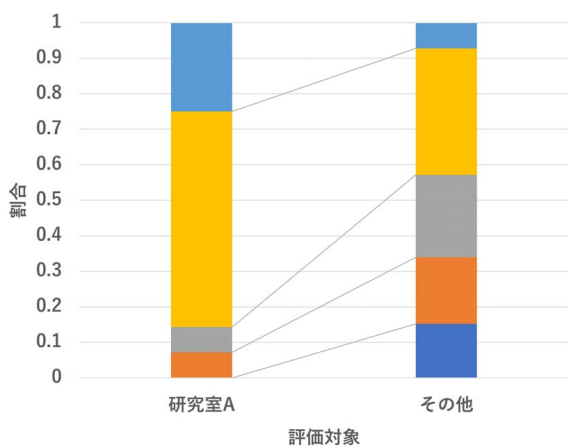


図 7 研究室 A 所属の被験者 (被験者 1, 2) から生成された R-DTF の評価結果

Fig. 7 Evaluation results of R-DTF generated from members of Lab. A (Evaluator 1, 2).

R-DTF の数が 1 つであったため、統計検定を行っていない。以上より、R-DTF が自身が生成したものかどうかによって評価値が変化するかどうかは評価者によって異なり、全体としての傾向は確認されなかった。

次に、評価者が R-DTF を生成した被験者と同一の研究室に所属しているかどうかによって R-DTF の評価値に違いが生じるかどうかを検証した。図 7、図 8、図 9 はそれぞれ、研究室 A, B, C 所属の被験者によって生成された R-DTF の評価結果を示すグラフである。これらの図では、各評価値の占める割合が示されている。図 7、図 8、図 9 に示すように、各研究室で異なる結果となった。具体的には、研究室 A 所属の評価者は、研究室 A に所属していない評価者に比べて自研究室に関する R-DTF を高く評価した (図 7)。研究室 B 所属の被験者によって生成された R-DTF は、評価者が研究室 B に所属しているか否かにかかわらず、ほぼ同様の評価結果となった (図 8)。研究室 C 所属の被験者によって生成された R-DTF は、研究室 C 所属の評価者は「3: どちらでもない」と評価する割合が

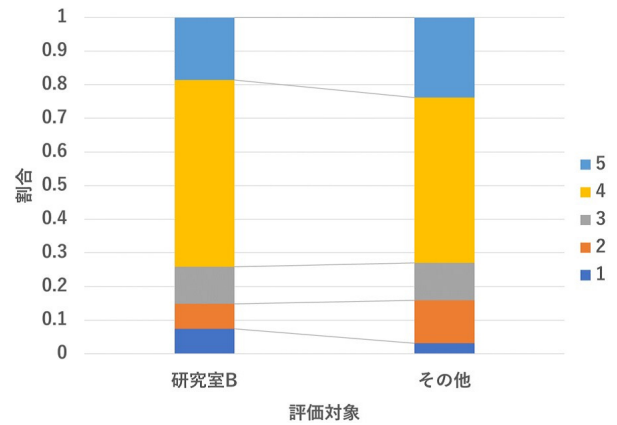


図 8 研究室 B 所属の被験者 (被験者 3, 4, 5) から生成された R-DTF の評価結果

Fig. 8 Evaluation results of R-DTF generated from members of Lab. B (Evaluator 3, 4, 5).

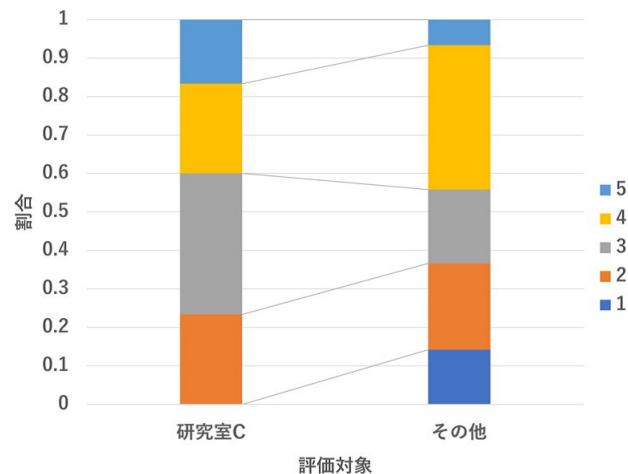


図 9 研究室 C 所属の被験者 (被験者 6, 7) から生成された R-DTF の評価結果

Fig. 9 Evaluation results of R-DTF generated from members of Lab. C (Evaluator 6, 7).

一番高く、研究室 C に所属していない評価者は「4: そう思う」と評価する割合が一番高い結果となった (図 9)。このように、R-DTF の評価値について、研究室ごとに異なる特徴を示した。

また、インタビューの結果、別の文書で R-DTF を活用するシチュエーションとして、評価者 2, 3, 5, 6, 7, 10 は、主に R-DTF に含まれる「内容」を活用することを想定していた。一方、評価者 1, 4, 8, 9 は、内容よりも R-DTF に含まれる「文章表現」や「文書構成」を活用することを想定していた。たとえば、被験者 3 が生成した R-DTF のうちの 1 つには、被験者 3 の研究に関する内容ではなく、研究計画書を書くうえで記入すべき項目や、記載順序が書かれていた。この R-DTF をいわゆるテンプレートとして新たな文書作成のために活用可能であると評価者 1, 4, 8, 9 は判断し、評価していた。

5.2 F-DTF に関する実験結果

各 F-DTF についての評価値の平均を調べたところ、173 個中 2 個の F-DTF のみ 3.4 の評価を受けたが、それ以外の F-DTF はすべて評価値の平均値が 3 を下回っていた。評価者それぞれの F-DTF に対する評価値の平均を調べたところ、全評価者が平均 3 を下回る評価を行っていた。また、インタビューの結果からほとんどの評価者は、英数字 1 文字だけのような、意味を把握することが困難な F-DTF に対して、「1:まったくそう思わない」という評価を行っていた。つまり、F-DTF は想定どおり活用可能性が低いことが実験により分かった。

しかしながら、評価者 3 と 9 は、たとえ 1 文字の F-DTF であっても、「、」などの句読点が作成中の文章の表現を修正するにあたっての注目語として活用できるかもしれないと考えたり、「を」や「に」などを助詞と解釈して、句読点と同様に文章表現の注目語として活用できるかもしれないと考えたりして、評価を行っていた。結果として、評価者 3 および 9 はそれぞれ、1 文字の F-DTF に対して、平均 2.1 および 2.2 の評価値を付けており、最大値はそれぞれ 3 および 4 であった。

F-DTF の内容を、本来の意味とは異なる意味に解釈してとらえる事例もあった。たとえば評価者 7 は、「いかに短い」という F-DTF について、自分自身が文書作成をするうえで簡潔に書くということを心がけるための戒めとして活用できると考えていた。

以上に述べた R-DTF および F-DTF についてのインタビュー結果のほか、評価者 5 は、内容の専門性が高すぎる DTF の活用が難しいという感想を持っていた。また、評価者 8 は、DTF の内容について完成度が高すぎるものは活用しにくいという感想を持っていた。このように、DTF が活用できるかどうかの評価基準は評価者それぞれでかなりばらつきがある結果となった。

6. 議論

本論文の目的は、1) 活用可能性が高いと思われる DTF の効率的な収集方法と、2) DTF の活用可能性についてそれぞれ検討を行うことである。5 章の実験結果から、R-DTF を中心として「別の提案書や論文を書くときに役立つヒントや知識となる可能性がありそう」であることが示された。この結果から、ある文書作成過程において生成された DTF には別の文書作成において活用するに際して有用性があり、これを収集することには意義があること、また Text ComposTer によって R-DTF と F-DTF とを区別可能な状態で収集でき、有用性が高い R-DTF を効率的に収集可能となることが示された。よって、本論文の 2 つの目的について、最も基礎的な部分を達成することができたといえる。

以下では、これらの目的に関して、より詳細な検討を行う。まず、DTF が新規文書の作成時にどのように活用可

能であるかについて具体的に議論し、DTF の活用環境を構築する必要性について論じる。その後、DTF の活用環境を構築するにあたって、好ましい DTF 収集手段について議論する。

6.1 DTF の活用形態

まず、DTF が有する情報の何がどのように活用されるかについて検討する。5 章の実験において評価者らは DTF を評価する際、活用対象として、

- 内容
- 文書構成
- 文章表現

の 3 つを想定していたことが明らかになった。以下、これら 3 つのそれぞれについて、活用のされ方を議論する。

6.1.1 DTF の内容の活用

DTF が生成された文脈と、DTF が活用される文脈は、一般的にまったく異なるものとなる。それゆえ、DTF (特に文字数が多い R-DTF) に記述されている文章が、そのまま別の文書の中で利用されることは想定されがたい。むしろ、DTF に記述された内容が、別の文脈での創造的思考活動に対してなんらかの間接的な示唆を与える形で利用されることが一般的であろう。実際、1 章で例示した、本論文の第 3 著者による DTF の活用事例でも、文献 [6] の執筆過程で生成された「ピアノにおける発音の微少遅延が鍵盤の重さとして知覚される」という DTF の内容が、そのまま別の文献 [7] の中で使用されたわけではない。当該 DTF は、文献 [7] の研究の中で、問題解決のための手段を模索していたごく初期段階において「ドラム演奏での発音に微少遅延を付加することによって前腕の伸筋がより多く使用されるようになるのではないか」という示唆を与えたのである。両者は、演奏音の微少遅延とそれが与える影響という点では共通しているが、文章としても具体的な内容としてもまったく異なったものになっており、文献 [7] の中に、この DTF に記述されている文章はまったく含まれていない。

以上の考察に基づけば、DTF の内容については、知識創造活動の初期段階、特に発散的思考段階におけるアイデア生成の種として有用であると考えられる。新たな知識やアイデアは、それ自体が急にひらめくものではなく、過去の複数のアイデアの新たな組合せにより創造される [16], [17]。この、「過去の複数のアイデア」として、蓄積された DTF が活用されると考えられる。知識創造活動としての文書作成行為を対象とすれば、DTF は、最終的な成果物としての文書の一部として組み込まれるのではなく、主に文書作成の最上流工程において活用されると考えられる。新規文書を作成するにあたり、初期段階において、執筆者はまずアイデアやキーワードを発散的に列挙し、その後文脈を生成するに従って列挙したキーワードやアイデアを個々に膨らませつつ、徐々に文書を構成していく。この段階におい

て、DTF は、新たなアイデアを発想するための着想の手がかりとなることが期待される。

6.1.2 DTF の文書構成への活用

文書構成に関する情報を含む DTF は、先のアイデア発想に続く次の過程において活用可能であると考えられる。執筆者は、文書作成においてアイデアやキーワードを列挙するに従い、徐々に本文をどのように構成するかについて思考を巡らす。その際、どのように文書を組み上げるかについての留意点などが記述された DTF を参考にすることで、その DTF が構成のガイドとなり、より効率良く文書作成を行うことができると考えられる。

このような、特に文書構成自体を試行錯誤的に模索している段階での文書構成に関する情報は、従来の知識の再利用技術では得られがたいものである。なぜならば、従来の知識の再利用技術は、完成形の知識に基づくものであったからである。たとえば、ALOCOM フレームワーク [9] や KNC05 [11] においては、出版された論文のような、完成形のコンテンツを分解することで知識の再利用を試みている。そのため、上記のような文書作成の途上で書き留められる指針のような情報は得ることができなかった。

中小路らは、創造的情報創出において、「解」に相当する表現だけでなく、問題に相当する表現が必要であると述べている [13]。「解」とは最終的に作べき情報形態であり、「問題」とは解に対するコンテキストであり、満たすべきフォーム上の制約や情報として含むべき項目などが含まれる。Art#001 は、この「解」と「問題」を表現可能なデザインがなされており、Text ComposTer もそのデザインを踏襲している。具体的には、表示領域が「解」に相当し、配置領域が「問題」に相当する。文書構成に関する情報は、まさしく上記コンテキストの情報であり、「解」となる最終稿には使用されずに非反映領域に配置され、R-DTF として収集されたと考えられる。以上から、Text ComposTer の「解」と「問題」双方を表現可能なデザインが、本来なら削除されるコンテキストを含む文章断片を R-DTF として収集可能としたものと考えられる。

6.1.3 DTF の文章表現への活用

従来、一般的な文書作成技術に関する知識やシソーラスなどを用いて、執筆者の語彙や言葉遣いの複数案をレビュー可能な文書作成支援システムが提案されていた [18]。しかしながら、今回の被験者実験で、評価者 3 と 9 が 1 文字の DTF に文章表現上の参考としての価値を見い出していたり、評価者 7 が「いかに短い」という DTF に、その文の本来の意味とは異なる文章表現上の示唆としての意味を見い出したりしたように、DTF を文章表現上の参考情報として活用したいというニーズが存在することが明らかになった。このような DTF は、文章の細かい修正によって生じるため、基本的に F-DTF として得られる。このような DTF に価値が見い出されることはほぼないと想定し

ていたが、本文にふさわしい言葉遣いなどを意識する下流工程での作業段階では、このような DTF にも価値が生じる場合があることが分かった。

6.1.4 まとめ

以上の 3 つの活用形態に関する検討より、DTF は、新たな文書作成の上流工程から下流工程までの全工程において活用可能性があることが示された。しかも、当初はほぼ有用性がないと想定していた F-DTF についても、特に下流工程において有用性を有する可能性が示唆された。したがって、従来ただ単に削除されていた文章断片を DTF として積極的に収集し、適切な活用環境を提供することによって、執筆者にとってより有用な文書作成支援環境を整えることができるものと思われる。

6.2 DTF の作成者と利用者の関係

次に、収集した DTF をだれに提供すべきかについて議論する。単純な仮説としては、

- 利用者自身が作った DTF が有効
- 利用者と同じ知識コミュニティ（研究室など）に所属する人が作った DTF が有効

ということが想定される。ところが、5 章の実験結果に示したように、

- 利用者自身が作った DTF に対する評価と、他者が作った DTF に対する評価との間には、明確な差異はない（図 6）
- 同じ研究室に所属する者が作成した DTF がつねに高く評価されるわけではない（図 7～図 9）

という結果が得られており、上述の単純な仮説は必ずしも成り立たない。

今回の 5 章での実験は、被験者数が十分ではないので、DTF の作成者と利用者の関係性と DTF の有用性の間の関係を一般的に述べることはできない。しかし、特に図 7～図 9 の結果から、利用者とその所属する知識コミュニティの間には、それぞれの利用者ごとになんらかの関係性がある可能性が示唆されている。今後、さらにデータを蓄積してこの点に関する検討を深めることで、利用者それぞれに適応して、DTF をより有効に活用可能とする環境を構築できるものと思われる。

なお、DTF を他者に提供するにあたっては、著作権やプライバシーなどの運用上の問題についても今後検討すべき事項であると考えられる。

6.3 作成文書のドメインと収集される DTF の関係

3.2 節、4.3 節、5 章において、それぞれ異なる種類の文書から DTF を収集した。文書の種類はそれぞれ、3.2 節の実験においては、シンポジウム投稿原稿、4.3 節の実験においては、テーマに対する著者のアイデアを問う文書、5 章の収集実験においては、研究計画書であった。本節におい

ては、収集元となる文書のドメインと収集される DTF との関係について議論する。

まず、各文書において、収集された DTF の文字数と度数の関係は同傾向であった。具体的には、文字数が少ない DTF ほど度数が大きく、文字数が大きくなるに従い度数が小さくなっていった。さらに、4.3 節、5 章の実験においては、収集された F-DTF と R-DTF の分布も同傾向を示していた。したがって、作成文書のドメインにかかわらず、収集される DTF の文字数の傾向は類似する。

次に、各文書において収集された DTF の内容について検討する。文字数の少ない DTF (F-DTF) は意味の判別性が乏しく、各文書での内容的な特徴はないと思われる。しかしながら、文字数の大きい DTF (R-DTF) は、文書のドメインに関係すると思われる。たとえば、5 章の収集実験では、各被験者に作成してもらった文書のテーマが自身の研究内容に関するものであり、収集された DTF (特に R-DTF) の内容は、個人や知識コミュニティの知識ドメインを反映した内容であった。たとえば、当該収集実験の被験者 2 は、ネットワークに関する研究を行っており、収集された R-DTF の 1 つは「この手順により、ネットワークに新ノードを含む長いループが構築される。」という、ネットワークというキーワードが含まれていた。一方、4.3 節の検証実験におけるテーマ T_2 では、テーマに対する解決策の提示を各被験者に行ってもらったものであった。たとえば、この実験では、被験者 4 が生成した R-DTF の 1 つに「youtube などの動画サイト利用」があった。この内容は、テーマ T_2 の解決策ととらえることができ、個人のバックグラウンドを反映したものは性質が異なると思われる。

このように、作成文書のドメインが異なった場合、生成される DTF (特に R-DTF) の内容が大きく異なることが推測できる。したがって、6.2 節で説明した DTF 作成者と DTF 利用者の関係だけでなく、生成元の文書のドメインと活用先の文書のドメインの関係について検討を行うことで、より好ましい活用環境の構築を目指すことができると考えられる。

6.4 好ましい DTF 収集手段

4 章で示したように、Text ComposTer は、DTF 収集手段が持つべき 2 つの要件、すなわち

- 要件 1: F-DTF と R-DTF とを区別可能な状態で収集する機能を有すること。
- 要件 2: 執筆者による文書作成の最上流工程を支援する機能を有すること。

という 2 つの要件を満たすことが示され、一般的なテキストエディタの拡張としての DTF 収集エディタよりも DTF 収集手段として優れていることが明らかになった。このような Text ComposTer の優位性は、やはり 4 章で述べたように、Text ComposTer が文書作成の上流工程から下流工

程までを一貫して支援することができるようにデザインされており、特に文書作成の初期段階において、執筆者がアイデアやキーワードを発散的に列挙し、その後文脈を生成するにしたがって列挙したキーワードやアイデアを個々に膨らませつつ、徐々に文書を構成していくプロセスを行いやすくしていることによる。実際、4.3 節の検証実験で示したように、被験者 6 と 7 は、Text ComposTer を使った場合にのみ、初期段階でのアイデアやキーワードの列挙を行っていた。この結果は、文書作成の初期段階における発散的なアイデア生成が Text ComposTer によって支援されることの証左であるといえる。ゆえに、Text ComposTer を用いることで、活用可能性が高い DTF (特に R-DTF) をより多く収集できるようになると考える。

このような Text ComposTer のポテンシャルが十分に活かされるためには、さらに解決すべき 2 つの課題がある。1 つ目は、多くの人々が WYSIWYG のコンセプトに基づいた、文書作成の下流工程の支援機能のみを持つ文書作成支援システムにしか馴染みがなく、それを用いた文書作成手法が染みついてしまっていることである。文書作成の上流工程の支援までを視野に入れた Art#001 システム [12] や Text ComposTer が提供する、従来の文書作成支援システムとは大きく異なる表現系と操作系への慣れが求められる。

2 つ目の課題は、現在の Text ComposTer のインタフェースおよびインタラクションデザインに起因する課題である。適切な R-DTF を効率的に収集するためには、1 つの要素には 1 つのアイデアが記載され、かつ最終的に不要な要素が非反映領域に配置されるような使い方がされることが必要である。しかしながら、4.3 節の検証実験の結果から、Text Composter の想定外の使い方がなされることによって問題が生じる事例が見られた。たとえば、被験者 2, 3, 8 は、清書用の要素を生成し、非反映領域に配置された要素の内容を参照しながら、その清書用要素に本文を記入するという、予期せぬ使用方法を採用していた。この結果、R-DTF に、実際には本文と同内容の文章が存在し、本来の意味で削除されたとはいえない文塊が混入することが生じた。

このような想定外の使用方法がとられた原因として、現在の Text ComposTer では、要素の使用の自由度が高すぎるといえることが考えられる。すなわち、ユーザは要素内にキーワードやアイデアを記入することもできるし、文書構成に関するメタな情報を記述することもできるし、本文の一部を記入することもできる。そのため、実際には同じ内容に関わるキーワードやアイデアと本文とが別々の要素に記述され、一方は反映領域に、もう一方は非反映領域に配置されてしまうような事態が生じたものと思われる。したがって、1 つの要素の中に、本文を記入する欄に加えて、反映領域に配置されても表示領域には反映されないキーワードやアイデアのメモ書

き欄をも備えるエレメントのインタフェースを採用することで、上記のような事態を防ぐことができ、筆者らの期待する使用方法にユーザを導くことができるものとする。

また、Merge 機能の廃止も検討すべきであるとする。4.3 節の検証実験において、被験者 4 と 5 は、Merge 機能を用いて複数のエレメントを 1 つのエレメントに統合して、最終形の文書を完成させていた。Text ComposTer では、複数のエレメントを配置領域で並べ替えることによって文書を作成する。しかしながら、エレメントが 1 つに統合されてしまった場合、エレメントの並べ替えができないため、文書構成の修正を行うことが困難となる。しかも、統合されたエレメント内に含まれる文章断片を消去した場合、その文章断片は R-DTF ではなく F-DTF として収集される。仮にこの文章断片を R-DTF として収集することを考えた場合、ユーザは Split 機能を用いてこの文章断片を分割し、分割したエレメントを非反映領域に移動させる必要がある。これらの一連の操作はユーザにとっての認知的負荷が高く、妥当な操作ではない。したがって、ユーザビリティの観点および活用可能性の高い DTF を R-DTF として収集するという観点から考慮して、Merge 機能を廃止する必要があると思われる。なお、Text ComposTer から Merge 機能を廃止したとしても、Art#001 が意図していた文書作成支援機能 [13] が損なわれるわけではないと考える。なぜならば、執筆者は配置領域内のエレメントの配置位置を通して、各エレメントの関係性をとらえることができるからである。たとえば複数のエレメントそれぞれの文章断片から一段落が構成されていた場合、それらを近接に配置し、他の段落を構成するエレメントから距離を離すことで、複数のエレメントが一段落を構成する塊だとして認識可能である。

本論文では、上述の機能要件 1 および 2 を満たす一構成として、Text ComposTer の表現系・操作系を提案したが、これらの機能要件を満たす表現系・操作系を有する文書作成システムであれば、好ましい DTF 収集手段として機能すると考えられる。たとえば、Art#001 の Layer Manager [12] において、最終版のレイヤとその他のレイヤを用意し、文書完成時にその他のレイヤに配置されたエレメントを R-DTF として収集するような構成であっても、機能要件 1 および 2 を満たすことができると考えられる。

7. おわりに

本論文においては、文書作成過程における上流工程から下流工程でいったん生成されたものの、最終的に本文に採用されなかった DTF の効率的な収集手段と、DTF の活用可能性について考察を行った。DTF の収集手段として、DTF 収集エディタと Text ComposTer を構築した。両者の比較実験により、Text ComposTer は、粒度の異なる 2 種類の DTF を区別して収集可能であり、DTF 収集手段とし

てより有用であることが分かった。また、Text ComposTer を使用した被験者実験により、DTF の活用可能性が多岐にわたることが明らかになった。結果として、DTF の活用環境を構築し、DTF を積極的に収集して各ユーザそれぞれの特性に応じた活用方法を可能とすることによって、有用な知識創造支援環境を実現できる可能性が示された。

従来、DTF は記録も記憶もされることがなく、単に削除されていた。これは、知識創造の機会の大なる損失である。DTF には新たな知識創造の種となる重要な有用性が秘められている。今後は、本論文で検討した内容をふまえ、Text ComposTer で収集した DTF を実際の知識創造の場で活用するための DTF 活用環境の構築を目指す。

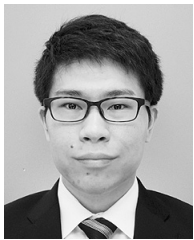
謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP15K12093 ならびに JP18H03483 の助成を受けたものです。本論文の執筆にあたり、実験に協力下さった被験者の方々に謝意を表します。

参考文献

- [1] 湯川 抗：IT を活用した知識創造社会の実現にむけて—プラットフォームとしてのコミュニティ, *Economic Review*, Vol.7, No.1 (2003).
- [2] Neuwirth, C., Kaufer, D., Chimera, R. and Gillespie, T.: The Notes Program: A Hypertext Application for Writing from Source Texts, *Proc. ACM Conference on Hypertext, HYPERTEXT '87*, pp.121–141, ACM (1987).
- [3] Smith, J.B., Weiss, S.F. and Ferguson, G.J.: A Hypertext Writing Environment and Its Cognitive Basis (Panel Session), *Proc. ACM Conference on Hypertext, HYPERTEXT '87*, pp.195–214, ACM (1987).
- [4] Hunter, W.J.: A framework for the activities involved in the writing process, *The Writing Notebook*, Vol.8, No.1 (1990).
- [5] 宮永博史：セレンディピティと MOT (特集技術・産業のフロンティア), 季刊政策・経営研究, Vol.2009, No.3, pp.50–60 (2009).
- [6] 大島千佳, 西本一志, 阿部明典：ピアノ演奏における離鍵速度の重要性と特性に関する考察, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.5, pp.1546–1557 (2006).
- [7] 池之上あかり, 小倉加奈代, 鶴木祐史, 西本一志：微小遅延聴覚フィードバックを応用したドラム演奏フォーム改善支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.15, No.1, pp.15–24 (2013).
- [8] Liao, S.H.: Expert system methodologies and applications — A decade review from 1995 to 2004, *Expert Systems with Applications*, Vol.28, No.1, pp.93–103 (2005).
- [9] Verbert, K., Ochoa, X. and Duval, E.: The ALOCOM Framework: Towards Scalable Content Reuse, *Journal of Digital Information*, Vol.9, No.1 (2008).
- [10] Barta, D. and Gil, J.: A System for Document Reuse, *Proc. 7th Israeli Conference on Computer Systems and Software Engineering*, pp.83–94 (1996).
- [11] 堀 浩一：創造活動支援の理論と応用, オーム社 (2007).
- [12] Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Takada, S. and Reeves, B.: Two-Dimensional Spatial Positioning as a Means for Reflection in Design, *Symposium on Designing Interactive Systems* (2000).
- [13] 中小路久美代, 山本恭裕：創造的情報創出のためのナレッジインタラクションデザイン, 人工知能学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.154–165 (2004).
- [14] Yamamoto, Y. and Nakakoji, K.: Interaction Design of

Tools for Fostering Creativity in the Early Stages of Information Design, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.63, pp.513-535 (2005).

- [15] 柴田博仁, 堀 浩一: デザインプロセスとしての文章作成を支援する枠組み, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.3, pp.1000-1012 (2003).
- [16] Boden, M.: *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, Taylor & Francis (2004).
- [17] Johnson, S.: *Where Good Ideas Come From: The Natural History of Innovation*, Penguin Books Limited (2010).
- [18] 中小路久美代, 小田朋宏, 山本恭裕: 文章執筆時の語彙や言葉遣いの複数案をプレビューするためのインタラクティブティのデザイン, 人工知能学会全国大会 2013, 4D1-05, pp.1-4 (2013).



生田 泰章 (学生会員)

2009年関西学院大学理工学部情報科学科卒業。2011年大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻博士前期課程修了。2015年より北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程在籍。2016年情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会学生奨励賞, KICSS2017 Outstanding Paper Award 各受賞。創造活動支援技術, 不用知の活用技術の研究に従事。



高島 健太郎 (正会員)

2010年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士前期課程修了。同年日本アイ・ビー・エム株式会社入社。2016年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士後期課程修了。同年東京農工大学大学院工学研究院特任助教。2017年より北陸先端科学技術大学院大学助教。日本経営工学会, 経営情報学会各会員。博士(工学)。



西本 一志 (正会員)

1987年京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了。同年松下電器産業(株)入社。1992年(株)ATR通信システム研究所研究員。1995年(株)ATR知能映像通信研究所客員研究員。1999年北陸先端科学技術大学

院大学助教授, 2007年より教授。2000~2003年科学技術振興事業団さきがけ研究21「情報と知」領域研究員兼任。1999年度情報処理学会坂井記念特別賞, 1999年度人工知能学会論文賞, ACM Multimedia 2004 Best Paper Award, 2010年度情報処理学会学会活動貢献賞, 第14回ヒューマンインタフェース学会論文賞ほか受賞。IEEE Computer Society, ACM, ヒューマンインタフェース学会, 人工知能学会各会員。博士(工学)。創造活動支援技術, 妨害による知的活動支援, 不用知の活用技術の研究に従事。