

# Con-Text ComposTer: 棄却テキスト断片の活用機会を創出する 知識創造活動支援システム

生田泰章<sup>†1</sup> 西本一志<sup>†2</sup>

**概要:** これまで筆者らは、創造活動の過程で棄却された知識断片、すなわちいったんは創造されたものの最終的な創造物には採用されなかった不用な知識断片（不用知）に着目してきた。不用知は、最終的な創造物の一部としては有用ではないと判断されて用いられなかっただけであり、創造物であることには変わりなく、活用可能性が否定されるべきものではない。本稿においては、文章作成過程で棄却された本文の一部（テキスト断片）を不用知として活用する機会について検討を行い、検討結果に基づいてデザインされたシステムである Con-Text ComposTer を提案する。Con-Text ComposTer は、文書とプレゼンテーション資料の作成を支援することができるシステムであり、かつ過去に棄却されたテキスト断片を活用する機会を多く提供することができるシステムである。

## Con-Text ComposTer: Creativity Support System for Making Opportunities of Utilizing Deleted Text Fragments

HIROAKI IKUTA<sup>†1</sup> KAZUSHI NISHIMOTO<sup>†2</sup>

**Abstract.** We have focused on utilizing disused fragments of knowledge named “Disused Knowledge” since recent years. Disused Knowledge is once created while creating process, but is eventually discarded. However, Disused Knowledge does not mean useless just because it has discarded from deliverable. In this paper, we firstly consider how to increase making opportunities to utilize deleted text fragments, which are deleted while writing process, as Disused Knowledge. Then, we propose a novel system named Con-Text ComposTer, which is designed based on the considering results. Con-Text ComposTer can support creating documents and presentation materials and provide users opportunities of utilizing deleted text fragments.

### 1. はじめに

従来、創造された知識を有効に活用する試みが数多く行われてきた。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[1]、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の活用が試みられてきた。また、知識活用を促進するためのインタラクティブシステムも提案されてきた。Shibata らは、ユーザの日常生活における興味や気付きを蓄積可能な iBox とユーザのアイデアを管理可能な IdeaManager という2つのサブシステムから構成されるシステムを提案し、ユーザが日常生活における興味や気付きをアイデア生成に活用可能な取り組みを行った[2]。Simbelis らは、携帯電話等に蓄積されたテキストメッセージを活用すべく、ユーザによって選択されたテキストメッセージ群に基づいて俳句を生成する Delete by Haiku というシステムを提案した[3]。以上の各研究においては、活用対象となる知識は、有用と判断されたものであるか、そもそもその判断が行われていないものである。

これらの取り組みに対し、筆者らは創造活動過程で棄却された知識断片、すなわちいったんは創造されたものの最終的な創造物には採用されなかった不用な知識断片（不用知）に着目してきた[4][5]。不用知は、最終的な創造物の一部としては有用ではないと判断されて用いられなかっただけであり、創造物であることには変わりなく、活用可能性が否定されるべきものではない。例えば、本稿第2著者が、論文[6]には記載されていないが、その草稿には記載されていた文章を偶然発見し、この文章の記載内容をきっかけとした新たな研究を進め、最終的に論文[7]として研究成果をまとめたという事例も存在する。にもかかわらず、従来はこの不用知を収集する手段が実現されておらず、ただ単純に不用知が棄却されて活用される機会が失われている現状がもったいないと筆者らは考えている。

そこで、筆者らは、創造活動の対象を論文や技術資料等の文章作成として、文章作成過程で棄却された文章断片（棄却テキスト断片）を不用知として後に活用すべく収集可能な文章作成支援システムである Text ComposTer の開発を行い、被験者による性能評価を行ってきた[5]。この性能評価によって、Text ComposTer を文章作成に使用することで、後に活用可能性の高い棄却テキスト断片が収集可能なことが確認された。

<sup>†1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科  
The School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

<sup>†2</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科  
The graduate school of advanced science and technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

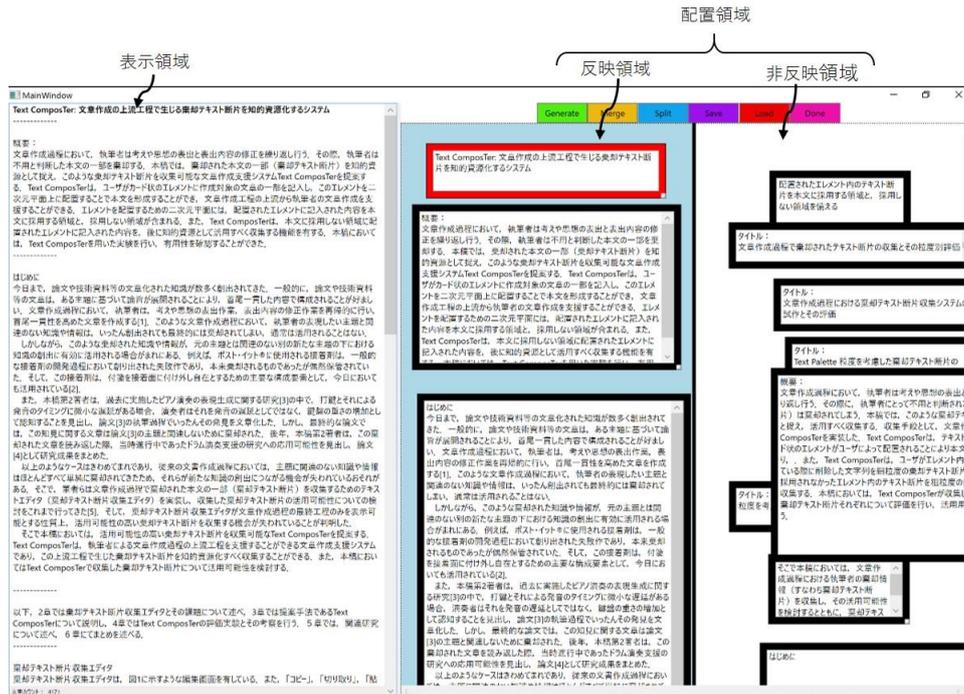


図 1. Text ComposTer の操作画面  
Fig. 1 Snapshot of Text ComposTer

しかしながら、1つの文章が構成されるに際して、Text ComposTerによって収集される活用可能性の高い棄却テキスト断片の数がそもそも少ないという問題がある。また、この棄却テキスト断片が「いつ」「どのように」活用されるかということが明らかになっていないという問題がある。棄却テキスト断片が不知知として「いつ」「どのように」活用されるかを明らかにするためには、より多くの活用機会を創出することが可能なメディアを用いて、棄却テキスト断片が活用される様子を観察・分析する必要がある。

そこで、本稿では棄却テキスト断片の活用機会の創出について検討を行い、検討結果に基づいてText ComposTerを改良したシステムであるCon-Text ComposTerを提案する。Con-Text ComposTerは、文書作成支援に加え、プレゼンテーション資料作成支援も行うことが可能であり、さらに棄却テキスト断片を複数ユーザで共有できる知識創造活動支援システムであり、活用可能性の高い棄却テキスト断片の活用機会をより多く創出することが可能なメディアとしての役割を果たす。

以下、2章ではText ComposTerの概要及び課題について述べ、3章では活用可能性の高い棄却テキスト断片の活用機会について検討を行い、実現するためのシステムとして必要な要件を述べる。4章では3章で検討したシステム要件をText ComposTerに取り入れたCon-Text ComposTerの提案を行い、5章では関連研究を概観し、6章にてまとめを述べる。

## 2. Text ComposTer

### 2.1 システム概要

図1は、Text ComposTerの操作画面である。Text ComposTerは、テキスト断片が記入されたカード状の要素の配置位置にしたがって本文全体を形成することにより、執筆者の文章作成を支援するシステムである。Text ComposTerは、本文全体を表示する表示領域と、要素の配置が可能な配置領域を備える。また、配置領域は、反映領域と非反映領域を有しており、反映領域に配置された要素内の文章断片は表示領域に反映され、非反映領域に配置された要素内の文章断片は表示領域に反映されない。ここで、表示領域に反映される文章断片の順序は、NakakojiらのArt#001[8]と同様に、反映領域の上下方向における要素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要素内に記入された文章断片が表示領域の最先に表示され、反映領域の最下部に配置された要素内に記入された文章断片が表示領域の最後に表示される。ユーザは、要素の生成、要素内への文章断片の記入、反映領域または非反映領域への要素の配置を行うことによって、本文全体を作成する。

また、Text ComposTerは、以下の各機能を有している。

- (1) Generate 機能：要素の生成
- (2) Merge 機能：要素の統合
- (3) Split 機能：要素の分割

- (4) Save 機能：操作画面内の作業環境の保存
- (5) Load 機能：Save 機能で保存された作業環境の再現
- (6) Done 機能：表示領域内のテキストを外部ファイルとして出力（作業完了時等に実行される機能）

さらに、Text ComposTer は、棄却テキスト断片を収集する機能を有しており、粗粒度棄却テキスト断片（R-DTF: Rough-grain Deleted Text Fragment）と細粒度棄却テキスト断片（F-DTF: Fine-grain Deleted Text Fragment）の2種類の棄却テキスト断片を収集する。ここで R-DTF とは、Done 機能が実行されたときに非反映領域内に配置された各エレメントに記入されているテキスト断片である。また F-DTF とは、各エレメント内のテキスト断片の編集集中に削除された文字列のことである。

ユーザは、以上のような GUI および機能を備える Text ComposTer を用いることによって、エレメントの生成・テキスト断片の編集・エレメントの配置をインタラクティブに行い、本文を作成することができる。このように、Text ComposTer は、単に文章作成過程の最終状態を表示するだけでなく、文章作成過程全体を支援する機能を持つ。したがって Text ComposTer は、文章作成の上流工程（文章の構想・構成段階）で創造されたものの、最終的に本文に採用されなかった棄却テキスト断片を収集することを目指している。

## 2.2 課題

Text ComposTer を被験者に使用してもらい、その際に収集された F-DTF と R-DTF を比較したところ、収集された数に対して有用であると判断される数の割合が、F-DTF では平均約 1.8%であったのに対し、R-DTF では平均 55%と、極めて大きいことが分かった。そのため、Text ComposTer は、後にユーザによって再活用される可能性が高い R-DTF を収集可能なシステムであることが確認されたが、以下の2つの課題があることも判明した。

- (1) エレメントの使われ方
- (2) 収集される R-DTF の数

課題(1)について、Text ComposTer では、ユーザが文章を記入する対象はエレメントのみである。つまり、文章作成の上流工程において本文に採用すべきか否かの検討対象となるキーワードやアイデアが書き出される行為と、文章作成の下流工程において本文そのものが作成される行為とが、エレメントにテキスト断片を記入する行為として同一視されている。しかしながら、キーワードやアイデアを記入する行為は発散的であり、本文を形成する行為は収束的であるため、そもそもの思考プロセスが異なる。そのため、被験者実験において、被験者が Text ComposTer の使用に違和感を覚えるといったことや、清書用のエレメントを生成し、アイデア・キーワード用に生成したエレメントを参照しながら、本文を形成する行為が観察された。ここで、清書用エレメントを作成する行為について、ユーザは反映領域内

に清書用エレメントを配置し、非反映領域内にアイデア・キーワード記入用のエレメントを配置していた。そのため、収集された R-DTF の中には、清書用エレメントに採用されたアイデア・キーワードが存在するものもある。つまり、現状のエレメントのインタフェースでは、本文に採用されたアイデア・キーワードが R-DTF として棄却されるという問題が生じている。従って、文章作成に際して上流工程と下流工程とで作業が明確に切り分けられ、かつこれらの行為を再帰的かつシームレスに行うことができるエレメントのインタフェースが必要となる。

また、課題(2)について、上述のように、Text ComposTer によって収集される R-DTF は、収集元の文章の文脈によらず有用であると判断される可能性が高く、後に活用される可能性が高いが、収集される数が少ないという課題が残されている。この課題を克服するためには、文章作成の上流工程で、ユーザに多様なアイデアを数多く発想させて、エレメントに記入させる行為を誘発する発想支援機能を Text ComposTer に取り入れる必要があると考えられる。しかしながら、R-DTF の活用方法が検討されていない段階にあつては、R-DTF の収集数を増やす以前に、多様な活用機会を創出することによって、たとえ収集数が少ない R-DTF であっても活用可能な状況を創り出すことが必要と考える。

## 3. R-DTF の活用機会の検討

収集された R-DTF の活用機会をより多く創出する方法を考案するにあたって、まずは R-DTF を活用する機会について、主体、対象、タイミングという3つの観点から検討する。

### 活用主体

R-DTF を活用する主体は、収集元の文章の著者とその他の個人とが考えられる。なお、その他の個人が R-DTF を活用するにあたっては、著作権法上において著者の許諾を得る必要があるが、本稿では、この許諾を得ている前提として検討を行う。

### 活用対象

R-DTF を活用する対象は、論文や技術資料等の、文章が含まれる創作物である。従って、技術文書以外にもプレゼンテーション資料も含む。

### 活用タイミング

R-DTF を活用するタイミングは、活用主体が創造活動中に主体的に活用可能な R-DTF を取り出して活用する場合と、活用主体が創造活動中に他者から活用可能な R-DTF を提供されて活用する場合とが考えられる。

以上の3つの観点から検討した結果、R-DTF を活用する機会は、2者の活用主体と2種類の活用対象と2種類の活用タイミングとそれらの組み合わせからなる場面、すなわち8場面存在することとなる。本稿では、この8場面の活用機会全てを創出可能なように Text ComposTer を改良し、

さらに上述のエレメントのインタフェースの課題を克服した新たなインタフェースを備える Con-Text ComposTer を提案する。

## 4. Con-Text ComposTer

### 4.1 システム要件

3章で検討した8場面での R-DTF の活用機会を創出するために必要なシステム要件について検討する。

まず、R-DTF を収集元の文章の著者および著者とは異なる個人が活用するためには、ネットワークに接続された記憶媒体に R-DTF が蓄積された状態で、蓄積された R-DTF に著者および著者とは異なる個人がアクセスできることが要件となる。本稿では、Con-Text ComposTer をサーバ上で動作する Web アプリケーションとして実装し、複数のユーザから収集した R-DTF をそのサーバに蓄積・共有することでこの要件を満たす。

次に、R-DTF を活用する対象を技術文書及びプレゼンテーション資料とするためには、技術文書及びプレゼンテーション資料それぞれを R-DTF を含むテキスト断片の組み合わせとして構成可能であることが要件となる。本稿では、Text ComposTer と同様にエレメントを並べることによって文章を構成可能なインタフェースを採用し、さらに文書およびプレゼンテーション資料それぞれを作成可能なインタフェースを備えるように Con-Text ComposTer を実装することによってこの要件を満たす。

また、活用主体が必要な時に活用可能な R-DTF を活用できるようにするためには、活用主体が自発的に R-DTF を検索して取り出してくる、いわゆるプル型の仕組みが要件となる。また、活用主体が意図せずとも、実施中の創造活動の各時点で活用に適していると思われる R-DTF を提供可能とするためには、いわゆるプッシュ型の仕組みが要件となる。本稿では、サーバに蓄積された R-DTF をユーザ自身で読み出すことができる機能と、文書またはプレゼンテーション資料を作成中に関連する R-DTF をユーザに推薦する機能とを Con-Text ComposTer に実装することによりこれらのタイミングに関する要件を満たす。

### 4.2 エレメントのインタフェース

2.2 節で述べたような Text ComposTer のエレメントに関する課題を解決するために、インタフェースの改良を行い、Con-Text ComposTer に取り入れる。図 2 は、Con-Text ComposTer で採用するエレメントのインタフェースである。このエレメントは、テキストを入力可能な見出し欄と本文欄を上下に備え、さらに展開/閉じるボタンと、反映/非反映ボタンとを備えて構成されている。見出し欄と本文欄を1つのエレメントに設けることによって、ユーザが見出し欄に文章作成のためのアイデア・キーワードを記入し、そのアイデア・キーワードを基にした本文を本文欄に記入することを可能とする。よって、ユーザがアイデア・キー

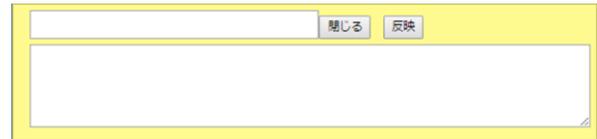


図 2. エレメントのインタフェース

Fig. 2 Interface of an element



図 3. 階層構造を有する2つのエレメント

Fig. 3 Hierarchical two elements

ワード用のエレメントと清書用のエレメントとを別々に作成することの防止が期待される。

また、展開/閉じるボタンによって、本文欄の表示・非表示を切り替えることができる。つまり、ユーザが、本文欄を非表示にした状態で、見出し欄にアイデア・キーワードを記入し、エレメントを並べることで文章作成過程の上流工程を下流工程とは切り分けて支援することができる。

また、反映/非反映ボタンによって、見出し欄の記入内容を本文に反映するか否かを切り替えることができる。このボタンの存在によって、本文への反映を意図した内容(例えば章や節のタイトル)であるか、意図しない内容(例えばアイデア・キーワード等のメモ書き)であるかをユーザに意識させずに見出し欄に記入させることができる。これにより、見出し欄に対するユーザの機能的固着を防ぎ、見出し欄の使用に自由度を持たせることが可能となると考えられる。その結果、ユーザによる見出し欄の記入行為の忌避を防ぐことができ、本文とアイデア・キーワードとの切り分けをより確実にすることが期待される。

さらに、本エレメントは、図 3 に示すように1つのエレメント内に他のエレメントを内包することができ、階層関係を表現することができる。従って、本エレメントは、Text ComposTer のエレメントに比べ、章や節等の階層構造を有する文章をより柔軟に表現することができるようになる。

### 4.3 プロトタイプのシステム構成

図 4、図 5 は Con-Text ComposTer の操作画面である。ユーザは、PC 等の端末から Web ブラウザを介してサーバにアクセスして図 4 に示す初期操作画面を表示し、文書またはプレゼンテーション資料の編集を行う(文書の編集については図 5 参照)。Con-Text ComposTer の操作画面は、Text ComposTer の操作画面(図 1 参照)と同様、左右それぞれに表示領域と配置領域を設けてある。本プロトタイプでは、ユーザが表示領域に表示された後述の情報を適宜参照しながら、エレメントを配置領域内に配置することによって編集作業を進めることができるように、Con-Text ComposTer の操作画面をデザインした。以下、配置領域の構成、表示領域の構成について順に述べる。

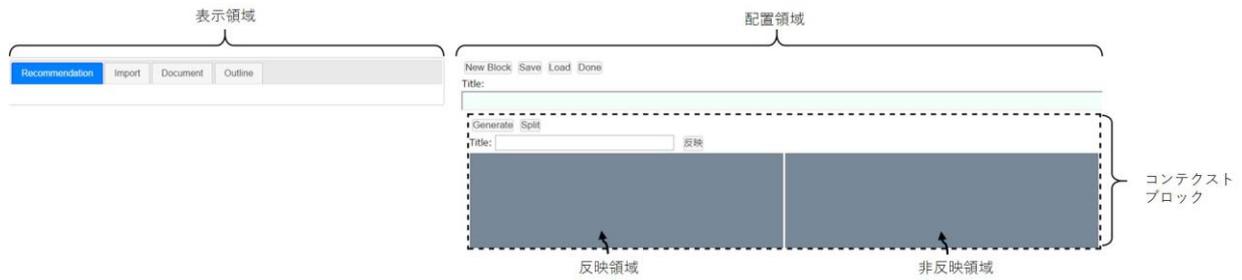


図 4. Con-Text ComposTer の初期操作画面

Fig. 4. Initial operation screen of Con-Text ComposTer



図 5. 文書編集過程における Con-Text ComposTer の操作画面

Fig. 5 Operation screen of Com-Text ComposTer in processing of editing

### 配置領域の構成

配置領域は、図 4 に示すように、4 つのボタン (New Block ボタン, Save ボタン, Load ボタン, Done ボタン) と、タイトル入力欄と、コンテキストブロックとで構成される。New Block ボタンが押下されることによって、生成済みのコンテキストブロックの下方に新たなコンテキストブロックを生成する。Save ボタンが押下されることによって、編集集中の操作画面を表すファイルをユーザの端末内に保存する。Load ボタンは、Save ボタンを押下されることでユーザの端末内に保存されたファイルが表す操作画面をブラウザ上に反映するためのものである。Done ボタンは、ユーザが文書またはプレゼンテーション資料の編集を終了したものである。また、タイトル入力欄は、文書またはプレゼンテーション資料全体に対するタイトルを記入可能なように設けられたものである。

コンテキストブロックには、複数のエレメントを配置することが可能であり、Generate ボタンおよび Split ボタンの 2 つのボタンと、タイトル入力欄及び反映/非反映ボタンと、エレメントを配置するための反映領域および非反映領

域とで構成される。Generate ボタンは、押下されることでエレメントを新たに生成する。Split ボタンは、本文欄の文章が範囲選択された状態で押下されることで、範囲選択された文章とそうでない文章を 2 つのエレメントに分割する。タイトル入力欄は、コンテキストブロックに対するタイトルを記入可能なように設けられたものであり、反映/非反映ボタンの状態に応じて、文書作成においてこのタイトルが本文の一部として反映されるか否かを変える。また、Con-Text ComposTer は、Text ComposTer と同様、エレメントの内容を本文に採用する場合に反映領域にエレメントを配置し、採用しない場合は非反映領域にエレメントを配置するように構成されている。

エレメントは反映領域及び非反映領域のいずれかに配置され、ユーザは、エレメントをドラッグ移動させることで順番の入れ替えやコンテキストブロック間の移動を自由に行うことができる。さらに、コンテキストブロックについても順番の入れ替えが可能ないように構成されている。

### 表示領域の構成

表示領域には、Recommendation タブ, Import タブ, Document タブ, Outline タブが設けられており、ユーザが

各タブを選択することで表示する情報を切り替える。

**Document** タブには、コンテキストブロックの並び順に沿って、反映領域に配置されたエレメントの本文欄に記入されたテキスト断片が表示される。また、反映・非反映ボタンで反映する状態となったコンテキストブロックのタイトル入力欄、エレメントの見出し欄に記入された内容が表示される。つまり、**Document** タブは **Text ComposTer** における表示領域に相当し、編集中の文書作成の結果を表示する。**Outline** タブには、コンテキストブロックの並び順に沿って、コンテキストブロックのタイトル入力欄、反映領域に配置されたエレメントの見出し欄に記入された内容が表示される。**Outline** タブはプレゼンテーション資料のテキスト部分の作成を支援するために用いることができ、1 つのコンテキストブロックが 1 枚のスライドに相当する。**Con-Text ComposTer** は、以上の **Document** タブまたは **Outline** タブによって、文書またはプレゼンテーション資料の作成を支援することができる。

**Recommendation** タブには、エレメントの見出し欄または本文欄の内容を編集に、サーバ上に保存されているコンテキストブロックのうち、編集中の内容に関連するエレメントが含まれるコンテキストブロックを表示する。本プロトタイプにおいては、エレメントの見出し欄または本文欄の内容の記入を確定 (Enter キーを押下) した段階で、その内容を非同期通信でサーバに送信し、サーバに蓄積されたエレメントの内容とのコサイン類似度を計算する。その後、類似度が高いエレメントが含まれるコンテキストブロックを **Recommendation** タブ上に表示する。**Import** タブには、ユーザが選択した配置領域の情報が表示される。選択対象は、端末に保存されたファイルの配置領域の情報と、サーバに蓄積された配置領域の情報である。ユーザは、配置領域にあるエレメントの内容を編集に、**Recommendation** タブまたは **Import** タブに表示されたコンテキストブロックのエレメントをドラッグ移動により自身の配置領域内にて使用することができる。従って、これらのタブを表示することによって、R-DTF の活用機会を創出することができる。

## 5. 関連研究

従来、予め蓄積しておいたテキスト断片を用いて文章やプレゼンテーション資料を作成するシステムの研究が行われている。iWeaver[9]は、iBox[2]に蓄積された内容を取り込んで文書作成を行うことができる。つまり、文脈が形成されていないテキスト断片を活用する試みであると言える。また、花植らは、事前に発表内容となりうる複数のテキスト断片を知識片ネットワークとして構成しておき、スライド枚数や発表時間に応じて、知識片ネットワークに含まれるテキスト断片を適宜選択して発表シナリオを作成するシステムを提案している[10]。つまり、知識片ネットワークとして多重に形成された文脈から、ある発表に向けて1つ

の文脈を取り出すシステムであると言える。

一方、**Con-Text ComposTer** は、他の文章またはプレゼンテーション資料に含まれるテキスト断片を活用して、創造活動を行う。つまり、**Con-Text ComposTer** は、ある文脈において構造化されたテキスト断片またはその文脈に合致しなかった棄却テキスト断片を別の文脈として構造化するときに活用を試みるシステムであると言える。さらに、いずれのシステムにも、**Con-Text ComposTer** のような、自身または他者が棄却したテキスト断片を創造活動に積極的に活用する機能は設けられていない。

## 6. まとめ

本稿においては、R-DTF の活用機会の創出について検討を行い、その検討結果を踏まえて **Text ComposTer** を改良した **Con-Text ComposTer** を提案した。今後は、**Con-Text ComposTer** を複数のユーザに使用してもらうことで、プロトタイプを適宜改良し、最終的には棄却テキスト断片の活用態様を明らかにすることを目指す。

**謝辞** 本研究は、JSPS 科研費 15K12093 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Liao, S.. Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*. 2005 vol. 28, Issue 1, p. 93–103.
- [2] Shibata, H. and Hori, K.. A system to support long-term creative thinking in daily life and its evaluation. In *Proceedings of the 4th conference on Creativity & Cognition (C&C '02)*. ACM, New York, USA, 2002, p. 142-149.
- [3] Simbelis, V. 'V., Ferreira, P., Vaara, E., Laaksojahti, J., and Höök, K.. Repurposing Bits and Pieces of the Digital. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '16)*. ACM, New York, USA, 2002, p. 840-851.
- [4] 生田泰章, 才記駿平, 西本一志. 文章作成過程における棄却テキスト断片の活用に関する一検討. *インタラクティブ 2016 論文集*. 2016, 1B35, p. 302-305.
- [5] 生田泰章, 西本一志. **Text ComposTer**: 文章作成の上流工程で生じる棄却テキスト断片を知的資源化するシステム. *情報処理学会研究報告*. 2016, Vol. 2016-HCI-168, No. 6, p. 1-8.
- [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*. 2006 Vol. 47, No. 5, p. 1546-1557.
- [7] 池之上あかり, 小倉加奈代, 鷗木祐史, 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. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*. 2013 Vol.1, No.1, p. 15-24.
- [8] Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Reeves, B.N., Takada, S.. Two-Dimensional Positioning as a Means for Reflection in Design, *Proceedings of Design of Interactive Systems (DIS'2000)*, ACM Press, New York, NY, 2000, pp.145-154.
- [9] 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*. 2003, Vol. 44 No. 3, p. 1000-1012.
- [10] 花植康一, 渡邊豊英. 発表の目的を考慮したプレゼンテーション・シナリオの構成支援. *電子情報通信学会技術研究報告*. ET, 教育工学. 2012, Vol. 112, No. 104, p. 41-46.