

Title	知識創造活動過程で揮発する知識断片の収集とその活用に関する研究
Author(s)	生田, 泰章
Citation	
Issue Date	2018-12
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15751
Rights	
Description	Supervisor:西本 一志, 知識科学研究科, 博士

博士論文

知識創造活動過程で揮発する知識断片の収集と
その活用に関する研究

生田 泰章

主指導教員 西本 一志

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科

平成 30 年 12 月

Abstract

There have been quite a few cases in which pieces of knowledge that had been determined useless in certain situations were utilized as valuable ones in other situations. For example, the glue of Post-it is a useful material because it can easily attach and detach in many times. However, it was originally developed as an ordinary type of glue and hence it was regarded as a failed product and as useless knowledge. Like this, “useless knowledge” is not always useless; it has potential values. However, it is usually difficult for people to find latent real value of the “useless knowledge”. It is just discarded and opportunities of new knowledge creation such as Post-it are eventually lost. Hence, we should recognize and find the real value of knowledge that was regarded useless, and should create measures to fully utilize it. Conventional researches on knowledge engineering has mainly put stress on how to create and to (re)utilize “useful” knowledge; there have been no attempts to utilize the “useless knowledge”.

This dissertation focuses on such “useless knowledge” and creates measures to utilize it to prevent loss of opportunities of new knowledge creation. There are two types of the “useless knowledge”. The first one is the knowledge that is once externalized but that is unused in the final outcome. I named it UUK (UnUsed Knowledge). The other one is the knowledge that was thought in mind but that is not externalized because of some reasons. I named it UNK (UnNecessary Knowledge). I describe measures to efficiently collect and to utilize both of them in this dissertation. As for UUK, I consider UUKs generated in a document composition task. In the document composition, many text fragments that were once written are often deleted and unused. Such deleted text fragments (DTFs) are regarded as UUKs of the document composition task. As for UNK, I consider UNKs generated in a Brainstorming (BS) session. In BS, people often criticize others’ ideas in their mind. However, the rule of BS prohibits them to express the criticisms. Such criticisms buried in their mind are regarded as UNKs of the BS.

In chapters 3 to 5, I study on means to collect and to utilize DTFs. Chapter 3 explores an efficient mean of collecting DTFs. I implemented two document composition support systems, i.e. “DTF collecting editor” and “Text ComposTer”. DTF collecting editor is a text editor equipped with a function of collecting DTFs that are generated by operations to delete characters such as hitting the backspace key. Text ComposTer is a document composition support system that is equipped with a function to support from upper-stream process to lower-stream process of the document composition process. It allows to separately collect DTFs with different granularity as R-DTFs (Rough-grained DTFs) and F-DTFs (Fine-grained DTFs). I conducted experiments of writing documents with using these systems, and analyzed obtained DTFs. As a result, it was revealed that Text ComposTer can more efficiently collect DTFs. In chapter4, I conducted experiments to analyze possibilities of utilization of DTFs. As a result, it was found that DTFs can be utilized in various phases of creating new documents, and that R-DTFs, in particular, have high possibility to be utilized in creating new documents. Chapter 5 investigates whether R-DTFs collected by Text ComposTer are actually used in new document creation, and, based on the experimental results, discusses design of environment to utilize the DTFs as an intellectual resource.

In chapter 6, I study about means to collect and to utilize criticisms generated in BS. I hypothesize the outcomes of BS can be improved if critique does not impede divergent thinking. To collect and to utilize the criticisms under this restriction, I created "Criticism Climber," which is an electronic BS system. Users of this system are divided into two groups, i.e. a BS group and a criticizing group. The BS group conducts a BS session as usual, while the criticizing group gives criticisms to the ideas generated by the BS group. The criticisms are provided to the BS group after the BS session finished, and the BS group is required to create further ideas to solve and to overcome the criticisms. I conducted user studies using Criticism Climber and obtained valuable findings on how the criticisms are effectively used in BS.

Finally, chapter 7 concluded this dissertation. I mentioned contribution for knowledge science and described future perspective.

Keyword: mining values from useless knowledge, knowledge reuse, document composition support system, electronic brainstorming system

目次

第1章 序論	1
1.1 創造および活用対象としての知識と含意.....	1
1.2 知識断片と知識創造活動.....	3
1.3 揮発する知識断片	4
1.4 本研究の目的と研究方針.....	5
1.5 本研究の構成.....	6
第2章 関連研究.....	8
2.1 はじめに.....	8
2.2 知識創造プロセスに関する研究.....	8
2.2.1 組織における知識創造プロセスモデル	8
2.2.2 個人における知識創造プロセスモデル	10
2.3 知識活用に関する研究	11
2.4 知識の液状化と結晶化に関する研究.....	13
2.5 おわりに.....	15
第3章 文書作成過程における不用知の収集手法	16
3.1 はじめに.....	16
3.2 DTF の収集手段に関する予備的調査	18
3.2.1 システム構成.....	19
3.2.2 実験.....	20
3.3 TEXT COMPOSTER.....	22
3.3.1 DTF 収集手段が持つべき機能要件	22
3.3.2 システム構成.....	23
3.3.3 実験	27
3.3.4 議論	32

3.4 おわりに.....	35
第4章 DTF活用可能性の基礎的考察.....	36
4.1 はじめに.....	36
4.2 収集実験.....	37
4.3 評価実験.....	38
4.3.1 実験設定.....	38
4.3.2 実験結果.....	39
4.4 考察.....	43
4.4.1 DTFの活用形態.....	43
4.4.2 DTFの生成者と利用者の関係.....	46
4.4.3 作成文書のドメインと収集されるDTFの関係.....	47
4.5 おわりに.....	48
第5章 新規文書作成におけるR-DTFの活用態様の検証.....	50
5.1 はじめに.....	50
5.2 事前実験.....	52
5.2.1 実験設定.....	52
5.2.2 実験結果.....	54
5.3 活用実験.....	55
5.3.1 活用主体について.....	55
5.3.2 実験設定.....	56
5.3.3 実験結果.....	59
5.3.4 考察.....	66
5.4 R-DTF活用環境構築の指針.....	67
5.4.1 活用主体.....	68
5.4.2 活用対象および活用タイミング.....	68
5.5 おわりに.....	68
第6章 アイデア創造活動過程における不要知の収集とその活用.....	70

6.1 はじめに.....	70
6.2 アイデア創造活動過程における不要知の特定.....	71
6.3 不要知収集のためのアプローチ.....	73
6.4 不要知の収集および活用のための電子ブレインストーミングシステム.....	75
6.4.1 アイデア生成画面.....	75
6.4.2 アイデア批判画面.....	75
6.4.3 アイデア改善画面.....	77
6.5 実験.....	78
6.5.1 実験概要.....	78
6.5.2 実験結果.....	81
6.6 アイデア創造活動における不要知の活用環境構築に向けて.....	86
6.6.1 批判の活用メリット・デメリット.....	86
6.6.2 不要知としての批判は知的資源となり得るか.....	87
6.6.3 活用環境の構築のための指針.....	87
6.7 おわりに.....	88
第7章 結論.....	89
7.1 本論文のまとめ.....	89
7.2 今後の課題と展望.....	91
7.2.1 今後の課題.....	91
7.2.2 本研究の展望.....	93
謝辞.....	95
参考文献.....	97
本研究に関する発表論文.....	106
本研究に関連する受賞.....	108
第A章 付録. 棄却文章断片の活用機会を創出する知識創造活動支援システム	109
A.1 はじめに.....	109

A.2 CON-TEXT COMPOSTER.....	110
A.2.1 活用指針を充足するシステム要件.....	110
A.2.2 エレメントのインタフェース.....	111
A.2.3 プロトタイプ of システム構成.....	112
A.3 関連研究.....	115
A.4 まとめ	116

目 次

図 1.1	本論文における第 3 章-第 6 章の関係	6
図 2.1	SECI モデル (左図) と OPEC スパイラル (右図) [39]	9
図 2.2	創造活動に関わる世界 [41]	10
図 2.3	個人の知識創造について本研究と知識の液状化・結晶化との対比	14
図 3.1	DTF 収集エディタの編集画面	19
図 3.2	検索・置換機能画面	19
図 3.3	各被験者における DTF の度数分布曲線	21
図 3.4	Text ComposTer の操作画面	24
図 3.5	T ₁ の実験結果	30
図 3.6	T ₂ の実験結果	30
図 4.1	評価結果 (平均) の分布	40
図 4.2	自身の R-DTF と他者の R-DTF の評価結果	40
図 4.3	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	41
図 4.4	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	41
図 4.5	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	42
図 5.1	Text ComposTer の操作画面	53
図 5.2	条件 1 で被験者が使用する操作画面	57
図 5.3	条件 2 で被験者が使用する操作画面	57
図 5.4	条件 3 で被験者が使用する操作画面	58
図 5.5	R-DTF の活用個数 (テーマ別集計)	63
図 5.6	R-DTF の活用個数 (生成者別集計)	64

図 6.1	本研究のアプローチの概念図.....	74
図 6.2	アイデア生成画面	76
図 6.3	アイデア批判画面	76
図 6.4	アイデア改善画面	77
図 7.1	知識創造活動過程と不用知および不要知との関係	92
図 A.0.1	エレメントのインタフェース	111
図 A.0.2	階層構造を有する 2 つのエレメント	111
図 A.0.3	Con-Text ComposTer の初期操作画面	113
図 A.0.4	文書編集過程における Con-Text ComposTer の操作画面.....	113

表 目 次

表 3.1	実験結果.....	21
表 3.2	文書作成テーマおよび使用システムの組み合わせ	28
表 5.1	本文を構成するエレメント数.	55
表 5.2	収集された R-DTF の数.	55
表 5.3	条件の組み合わせ	56
表 5.4	被験者毎の実験結果.....	60
表 5.5	テーマ 4 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数.....	62
表 5.6	テーマ 3 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数.....	62
表 5.7	テーマ 2 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数.....	62
表 5.8	活用された文章断片 (TF) / R-DTF の生成者別集計結果.....	66
表 6.1	実験条件の組み合わせ	79
表 6.2	批判の数.....	81
表 6.3	アイデア/改善アイデアの数	84

第1章 序論

1.1 創造および活用対象としての知識と含意

今日の知識社会[1]において、これまで知識創造のための研究や、知識活用に関する研究が、多方面において数多く行われてきた。これらの研究の多くは、知識の創造をいかに促進させるか、創造された知識をいかに活用するかに焦点が当てられていた。これらの研究における「知識」に限って言えば、「有用な知識」という意味が暗黙的に込められていると考えられる。

そもそも「知識」とは何かについて、伝統的な認識論においては、「知識は正当化された真なる信念」であるという定義がなされている。また、知識工学分野において、大須賀は「原則として推論の対象になることを前提として、情報表現の構造規則の形式によって表現された情報」が最も包括的な知識の定義として述べている[2]。また、ナレッジマネジメント分野において、Nonaka と Takeuchi は「個人の信念を真実に向かって正当化するダイナミックで人間的／社会的なプロセスである」と知識を定義し、知識が上記の認識論における定義のような静的なものではなく、動的なプロセスであると主張している[3]。このように、知識に関して統一的な定義は今のところ存在せず、それぞれがある種の哲学をもって、様々な形式で知識というものを捉えてきたと言える。ここで、創る対象として知識を捉えたとき、その知識とは「有用な」知識であると言える。また、使う対象として知識を捉えたときも同様に、その知識は「有用な」知識であると言える。有用と判断されなかった知識をわざわざ創るとは考え難く、また有用と判断されなかった知識を活用する

とも考え難いからである。したがって、知識創造および知識活用が取り扱う知識に関しては、「有用性」が前提となっていると考えられる（少なくとも無用な知識を取り扱っているとは考え難い）。次に、知識創造および知識活用に関する研究を例示する。

知識創造の促進のために例えば、知識創造プロセスのモデル化[4][5][6]、蓄積されたデータからの知識発見[7][8]、創造活動を支援するシステム[9][10][11][12][13][14]や発想活動を支援するシステム[15][16][17][18][19][20]などの研究が行われている。Nonaka と Takeuchi は、組織における知識創造プロセスのモデルとして、SECI モデルを提唱している[3]。SECI モデルでは、個人と集団において相互に知識変換が行われること（SECI スパイラル）によって知識が創造されるとしている。SECI モデルの他、OPEC スパイラル[4]、創造空間[5]、などの知識創造モデルが提案されている。SECI モデルや OPEC スパイラルにおいては、創造される知識は形式知と暗黙知[6]の 2 種類存在するとして論じられており[3][4]、さらに創造空間においては、暗黙知を感情的知と直感的知という 2 つに分割し、人類の継承知という新たな概念を導入することにより論じている[5]。

Fayyad らは、データベースに蓄積されたデータから知識を発見する知識発見プロセスを提唱し[7]、その後、データマイニングに関する研究が活発に行われている[8]。これらの研究における知識は、相関ルールや回帰式などの法則性のある記号列と捉えることができる。

中小路らは、ART プロジェクトにて文書作成や動画コンテンツ作成、Web オーサリングなどの創造活動を支援するシステムを複数提案している[9][10][11]。また、文献[12][13][14]などでは、プレゼンテーション資料の作成を支援するシステムが提案されている。西本らは、グループによる発散的思考を支援するシステム AIDE を提案し[15]、宗森らの研究グループは、KJ 法[16]による収束思考を支援するシステム GUNGEN[17]や GUNGEN を拡張したシステム群[18][19][20]を提案している。これらの研究における知識は、文書やプレゼンテーション資料、動画、絵画などの完成形のコンテンツや、人間が発想するアイデア、複数のアイデアをまとめたグループ構造と捉えることができる。

また、創造された知識を有効に活用するために、例えば、知識表現に関する研究[21][22]や、エキスパートシステムに関する研究[23]が行われている。文献[21], [22]には、知識表現としてのオントロジー技術の開発によって、知識の共有や再利用の促進が期待できることが述べられている。また、Liaoによると、これまで数多くのエキスパートシステムに関する研究が行われており、様々な分野における専門家の知識の活用が試みられている[23]。その他、情報検索[24][25][26]や、セマンティック Web[27], Linked Open Data[28][29], 推薦システム[30][31][32]などに関するこれまでの膨大な研究も、存在する知識へのアクセスを容易にするという観点で、知識の活用を促進する研究であると言えよう。

例示した知識の創造の促進および知識の活用を促進する諸研究においても、それぞれの研究者が様々な形式で知識を捉えながら、それぞれの研究が進められてきたと言える。ここで、例示した諸研究における「知識」という言葉を「有用な知識」として置き換えても何ら問題なく、これら諸研究についても「有用性」が前提となっていると推察される。

1.2 知識断片と知識創造活動

ここで、本研究において知識断片という概念を導入する。知識断片は、知識の構成要素となり得るすべての概念であると定義する。すべての概念とは、表出化した概念だけではなく、暗黙知のような表出化していない概念を包括するという意である。例えば、文章、図表、その文章によって伝えたいメッセージ等が知識断片に相当し、それらの知識断片が体系化されることで文書という知識が創造されると本研究では考える。そして、知識を創造するための諸活動を知識創造活動と定義する。知識断片を体系化する行為も知識創造活動であるし、知識の構成要素である知識断片を創造する行為も知識創造活動である。より具体的に言えば、文書を実際に執筆する活動も知識創造活動であるし、文書執筆の構想のために行われるアイデア創造活動も知識創造活動である。本研究では、「知識」が前述のどのような定義に準じていたとしても、その「知識」は、知識創造活動によって知識断片が体系化されることで創造されるという立場をとる。

1.3 揮発する知識断片

1.1 節において、知識創造および知識活用が対象とする知識には、「有用な知識」という含意が存在することを述べた。ここで、知識創造の主体は、主に人間であり、知識活用の主体も、主に人間であると言える。この時、有用（役に立つ）／有用でない（役に立たない）という判断は、画一的ではなく、判断主体や判断時の状況によってその結果を変える。つまり、判断主体や判断時の状況が変われば、有用なものも有用ではなくなり、有用でないものも有用なものとなることが起こり得る。

例えば、ポスト・イット®[33]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。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、後に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。これらの例は、セレンディピティ[34]の事例として知られている。このように、いったん有用でないと判断された場合でも、別の文脈・状況によって有用と判断されることが起こり得る。したがって、上記の「有用でない知識」は、「あるときには有用でないが、別の場面では有用となり得る知識」と考えることができる。

実際、ある知識創造の過程では有用でないと判断された知識断片が別の知識創造に有効に活用される事例が、筆者が所属する研究室において存在する。大島と西本は、過去に実施したピアノ演奏の表現生成に関する研究[35]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、論文[35]の執筆過程でいったんその発見を文章化した。しかし、この知見に関する文章（知識断片に相当）は論文[35]の主題と関連しないために最終的に削除された。後年、論文[35]の第2著者である西本は、論文[35]の草稿を読み返した際、当該知見に関する文章の内容が当時

進行中であったドラム演奏支援の研究への応用可能であることを見出し、最終的に論文[36]として研究成果をまとめた。

この例における知識断片は、ある知識を構成するためには有用ではないという判断が行われており、ほとんどの場合、最終的には記憶も記録もされないものであるが、別の知識創造に有効に機能した。したがって、このような知識断片の消失を防止することは新たな知識創造の機会損失を防止することにつながる可能性がある。しかしながら、従来、これらの知識断片は活用対象として着目されておらず、ただ単純に消失するだけであった。この現状は、非常にもったいないと言える。本研究では、このような人間の知識創造活動の過程で最終的には記憶も記録もされずに消失してしまう知識断片のことを揮発する知識断片と呼び、この消失する事象のことを適宜、揮発と表現する。

1.4 本研究の目的と研究方針

本研究の目的は、知識創造活動の過程で揮発する知識断片を収集し、その活用用途を見出すことにある。

本研究においては、以下のように定義する不用知および不要知の2種類の知識断片を揮発する知識断片とし、それぞれについて収集手段の検討およびその手法の確立を行い、実際に活用可能であるかどうかを検証する。

- 不用知：表出化したものの、知識の構成要素としては使用されなかった（不用と判断された）知識断片
- 不要知：メンタルワールド内で生成されたものの、知識の構成要素として不必要（不要）と判断され、表出化すらされなかった知識断片

また、本研究においては、不用知および不要知を収集し、活用することが有意義なことであるかを明らかにすべく、それぞれが生成される知識創造活動の対象を定め、詳細な検討を行うこととする。具体的には、不用知の収集および活用の検討については、西本らの事例を参考にして、文書作成行為を知識創造活動として定め

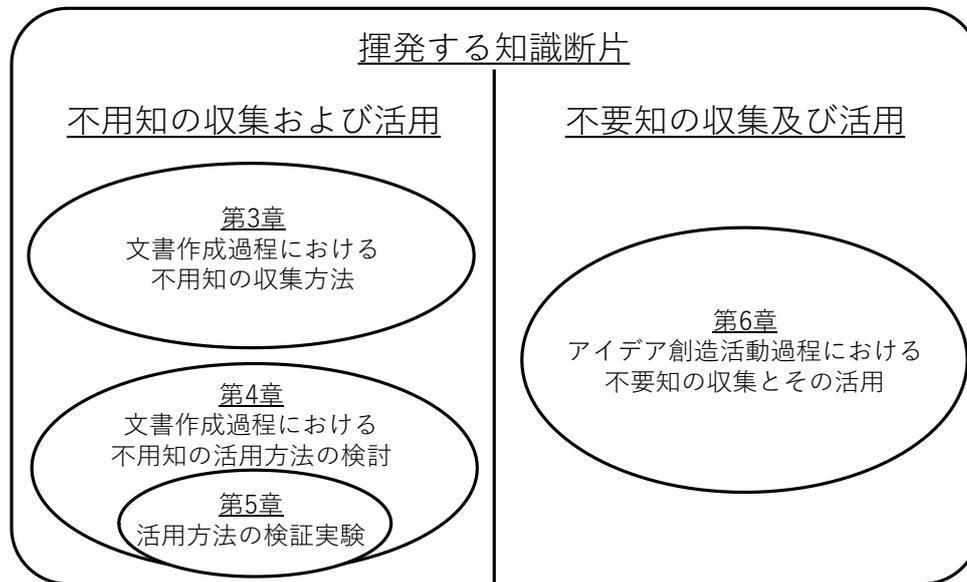


図 1.1 本論文における第 3 章-第 6 章の関係

る。そして、文書作成行為の過程で生成された不用知を収集し、収集した不用知が実際に活用可能であるかの検討を行う。また、不要知の収集および活用の検討については、アイデア創造活動を知識創造活動の対象に定め、詳細な検討を行うこととする。

1.5 本研究の構成

本論文は以下の章で構成される。

第 2 章では、本研究に関連する知識創造、知識活用、および知識断片に関する研究を概観し、本研究の位置付けを明確にする。第 3 章から第 6 章までは、揮発する知識断片について収集方法と活用方法を具体的に検討する（図 1.1 参照）。

第 3 章から第 5 章までは、文書作成過程における不用知に関して収集方法および活用方法について検討を行う。第 3 章では、文書作成過程における不用知を特定し、その不用知を収集するために好ましい手段について検討を行う。具体的には、文書作成過程でいったんは書き出されたものの削除された棄却文章断片（DTF : Deleted Text Fragment）を不用知として収集する 2 つの文書作成システム（DTF 収集エディタと

Text ComposTer) を提案する。DTF 収集エディタは、削除された文字列を DTF として収集する機能を有するテキストエディタであり、Text ComposTer は、粒度の異なる 2 種類の DTF (F-DTF と R-DTF) を収集可能な文書作成支援システムである。本章では、この 2 つのシステムの比較実験を行うことで好ましい不用知の収集手段の検討を行う。

第 4 章では、第 3 章で提案した Text ComposTer を使って DTF を収集する収集実験と、収集実験によって収集された DTF を複数の被験者に提示し、評価してもらう評価実験を行う。人間が新たな文書作成において DTF をどのように活用することを想定するかについて論じる。

第 5 章では、第 4 章の実験結果を受けて、DTF のうち特に活用可能性の高いと考えられる R-DTF が実際の新たな文書作成時に活用されるかどうかの検証を行う。また、その検証結果に基づいて、R-DTF の活用環境を構築するための指針について検討を行う。

第 6 章では、アイデア創造活動過程における不用知の収集とその活用に関する検討を行う。具体的には、ブレインストーミングにおいて、ルール上禁止されている批判を不用知として収集し、活用することを目指す。

第 7 章で、本研究を総括し、課題と今後の展望を述べる。

第2章 関連研究

2.1 はじめに

第1章では、知識断片という新たな概念を定義し、これまで収集・活用対象としてみなされずに揮発していた知識断片を収集・活用する手段の確立を目指すという本研究の目的を述べた。本章では、知識創造、知識活用、知識断片に関して、特に関連する研究について述べ、本研究との関係性を論じることで本研究の位置付けをより明確にすることを目的とする。以下、2.2節において知識創造プロセスに関する研究を概観する。2.3節では、知識活用に関する研究について述べる。2.4節では、本研究における知識断片に類似する概念を扱う、知識の液状化と結晶化に関する研究について述べ、最後に2.5節で本章をまとめる。

2.2 知識創造プロセスに関する研究

2.2.1 組織における知識創造プロセスモデル

これまで、ナレッジマネジメントやシステム科学分野において、知識創造プロセスに関する研究が行われてきた。中森によると、知識創造理論において「場」の概念が重要とされ、異なる「場」それぞれに知識創造スパイラルと呼ばれる知識創造プロセスのモデルが存在するとされている[37]。「場」とは、知識創造のプロセスにおいて共有され再定義される動的な文脈[38]であり、物理的な空間だけを意味せず、インターネットなどを介した仮想空間や経験やアイデアの共有などのメンタルな空間も含まれる[37]。以下では、この中森の文献[37]と、知識創造場に関する文献[39]を基に、組

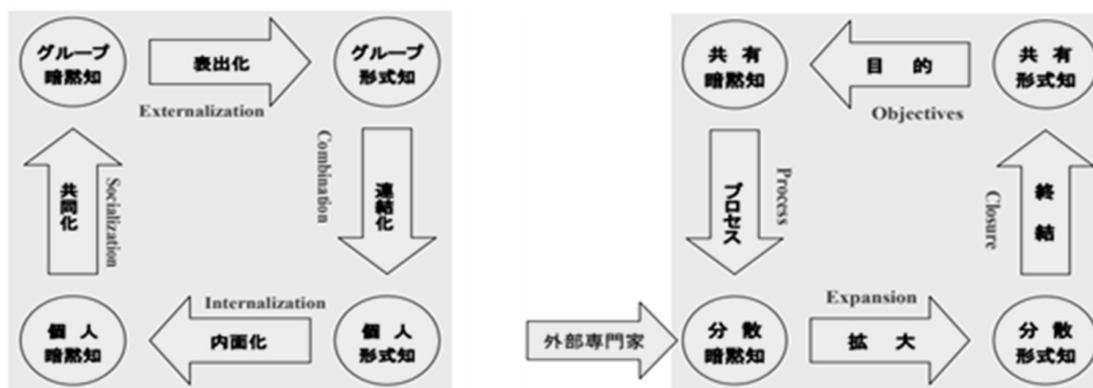


図 2.1 SECI モデル (左図) と OPEC スパイラル (右図) [39]

織における知識創造プロセスのモデルを概観する。

まず、最も代表的なモデルとして SECI モデル[3] (図 2.1 左図参照) がある。SECI モデルは、市場組織の集団による知識創造のモデルとして位置付けられ、とりわけ日本文化の特徴を用いて知識を増大させるための合理的な方法を提示したもの[37]と位置付けられている。つまり、SECI モデルは日本文化が通じる「場」において適用が可能なモデルであると言える。

対して、OPEC スパイラル[4] (図 2.1 右図参照) は西洋の組織文化における知識創造のモデルとして位置付けられている。OPEC スパイラルにおける知識創造の特徴は、図 2.1 に示すように、SECI スパイラルとは正反対の遷移にて知識創造されるとされている。

また、科学分野の集団による知識創造プロセスのモデルとして ARME スパイラルがある[40]。文献[37], [39]によれば、ARME スパイラルでは、科学分野の集団が新たな理論構築という知識創造を行うまでに、人類の神話や直観のあいまいな要素によって感情的につき動され、集団の中で議論される対象となる類推や比喩が得られる過程を経ることをモデル化している。

以上の各モデルにおいては、集団において新たな知識が創造されることを念頭に置いており、個と集団の関係や、集団内で創造される知識の変遷に着目している。一方、本研究では、個人が知識を創造する過程に着目し、その過程において生じてしまっていた、活用可能と考えられる知識 (断片) の取りこぼしを防ぐことを試みる立場であ

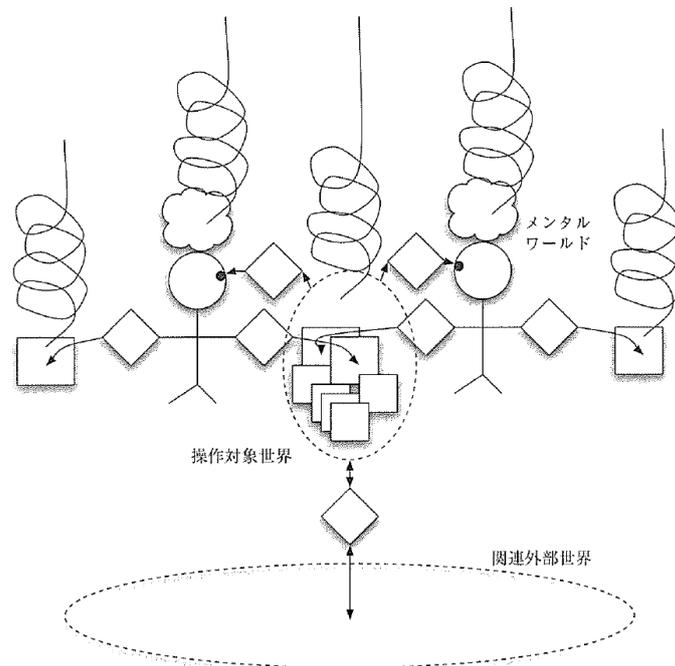


図 2.2 創造活動に関わる世界 [41]

る。そのため、個人が創造する知識のプロセスについては詳細な検討がなされていない。これらの研究分野においては、そもそも人間の行為から生じる知識（断片）の取りこぼしという観点がそもそも存在しない。

2.2.2 個人における知識創造プロセスモデル

2.2.1 節では、ナレッジマネジメントおよびシステム科学分野からの知識創造プロセスモデルを概観した。本節では、創造活動支援の研究分野からみた個人の知識創造プロセスモデルについて述べ、本研究との関連について述べる。

堀は、文献[41]において、図 2.2 に示すような創造活動の関わる世界について言及している。この図では、人間を中心として創造活動に関わる世界について捉えており、個人の知識創造プロセスを表していると考えることができる。文献[41]によれば、人間は、作ろうとするものに関する何らかの内部表現がメンタルワールド内に存在し、その内部表現に基づいて外部表現の世界の操作を行うプロセスを経ると考えられている。その操作によって外在化されたものは、操作対象世界で表現される[41]。

本研究における揮発する知識断片のうち、不用知については図 2.2 中にある操作対

象世界の中から揮発する知識断片と考えることができ、不要知については、外在化されずに揮発してしまう個人の内部表現と考えることができる。

また、中小路と山本は、論文執筆や動画の編集作業などのフォームを有する情報創出のうち、特にゴールまでの明確なプランがない状態から漸次的に情報の断片を構築するような創造的情報創出について、以下の特徴を有する *ill-defined* なデザイン作業 [42][43]として定義している[44]。

- 作業開始時には何を創出するかという仕様は明確でなく、もやもやしたゴールがあるのみである。
- 創出した結果の情報は、あるフォームや制約に従う必要がある。
- 出来上がったことを判断するための明確なルールや判定基準はなく、情報の作成者または第三者が完了とみなした点で終了となる。
- 作りつつある情報がより好ましい方向に向かっているか否かを創出過程において判断する明確なルールが存在しない。
- 情報を部分的に表出しそれを内省することで、創出する情報の内容とその形態に対する理解とが漸次的に深まっていく。
- 情報創出の行為と内省とを試行錯誤的におこないながら、作業を進めていく。

本研究における知識創造活動は、中小路らの言うところの創造的情報創出とほぼ同義である。これらの創造的情報創出の特徴から、知識創造活動における知識断片は外在化することで初めて認知される。本研究では、外在化によって認知されたが、使われることなく揮発してしまう不用知と、外在化さえしない、つまり本来認知すらされずに揮発してしまう不要知を収集する手段を確立することを目指す。

2.3 知識活用に関する研究

第 1 章で例示したように、これまで知識活用に関して様々な研究が行われてきた。本節では、本研究に特に関連する研究を取りあげ、本研究との関連性を述べる。

従来、生成されたコンテンツを効率的に再利用するための **Content Reuse** に関す

る研究が活発に行われてきた。Rockley は、企業などの組織で生成されたコンテンツをより効率良く活用するために XML 等を用いた統一的なコンテンツ管理の方法論を提案している[45]。Verbert らは、生成したコンテンツを効率よく再利用するために ALOCOM フレームワークを提案している[46]。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は検索可能なように、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[47]。このモデルおよびプロトタイプは、ALOCOM フレームワーク[46]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[46]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、Barta らのプロトタイプシステム[47]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、Content Reuse が実際にどのように行われているかを調査する研究も行われている。Mejova らは、Content Reuse が企業内のどの部署においてどの程度行われているかの実態を調査している[48]。また、Jensen らは、17 人のナレッジワーカーを対象に、個人における Content Reuse の実態を調査している[49]。

これらの Content Reuse に関する研究は、生み出されたコンテンツの一部を直接的に再利用することで、コンテンツ生成の効率化を図るためのものである。本研究における知識断片は、Content Reuse における再利用のためのコンテンツの一部に相当する。そして、揮発する知識断片は、コンテンツが完成するまでの間に、不用または不要と判断されてしまったコンテンツの一部に相当する。

ここで、ナレッジマネジメントの分野では、知識の再活用は KRR (Knowledge Reuse for Replication)と KRI (Knowledge Reuse for Innovation)に分類されるという主張がある[50][51]。KRR は、新たな知識創造の生産性を高めるために既存の知識を活用することを表している。KRI は、イノベーティブな知識創造を遂行するために

既存の知識を活用することを表している。Content Reuse に関する研究は KRR であると言え、第 1 章で示したセレンディピティのような新たなコンテンツを生み出す機会創出のトリガとしての知識（断片）は KRI であると言える。本研究において、揮発する知識断片は、Content Reuse のような KRR として活用されるのか、それとも、KRI として活用されるのかを明らかにすることを目指す。

2.4 知識の液状化と結晶化に関する研究

これまで堀らの研究グループによって知識の液状化と結晶化に関する研究が包括的に取り組まれてきた。彼らは、「知識は文脈に依存して動的に再構築されるものであり、静的に蓄積しておけるものではない」という立場[52]をとり、知識を、文脈によって形を変え、部分的に抽出して融合することで新たな文脈に適用可能な性質をもつ「液体」のようなものと捉えている[53]。文献[53]において、知識の液状化と結晶化について以下のように定義されている。

- 知識の液状化：人間の行為の文脈をともなった情報を、実世界に記号接地できる概念を核とし、そのローカルな意味的關係を保存して核を単位とする粒度に分解すること。
- 知識の結晶化：液状化で保存したローカルな意味的關係を現在の創造活動の文脈に応じて結合してグローバルに新構造を生成すること。

この原理を文書に対して適用したシステム KNC (Knowledge Nebula Crystallizer)05 が提案されている[41][54][55]。この知識の液状化と結晶化を実現するシステム KNC は、今日にいたるまで漸次的に進化を続けている。KNC05 においては液状化の原理はユーザ操作によって行われていたが、赤石は、語の出現依存度と吸引力の概念を提案し、液状化を自動的に行うことを試みている[56]。また、本論文執筆時(2018年5月現在)において、堀の Web ページ上では、最新の KNC14 が稼働している[57]。この KNC14 (KNC12以降)においては、KNC05 で行っていたような文書そのものを液状化するのではなく、文書が存在する文脈（例えばその文書がどの雑誌に掲載されているかという文脈）を液状化し、その文書以外の異なる文書と結晶化を試みている[58]。

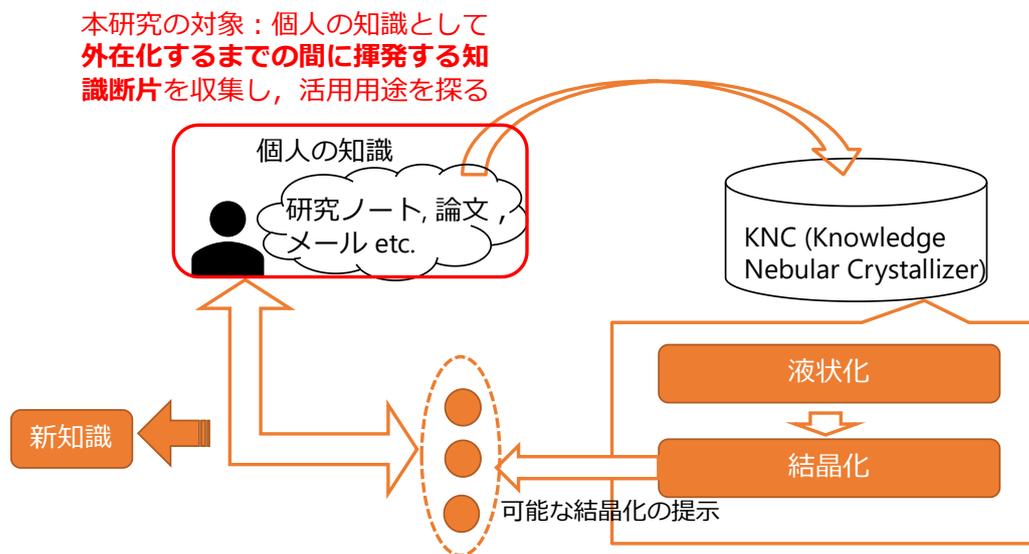


図 2.3 個人の知識創造について本研究と知識の液状化・結晶化との対比

また，堀が文献[59]で創造活動支援システムに関する研究は統合と実践の時代に入りつつあると述べたように，堀らの研究グループによって，この液状化と結晶化による知識創造の実践的な取り組みが様々な場面で行われている．網谷らはモーターショーなどのイベントの設計を支援システムである KNC4ED が構築し，実際のイベントへの適用実験を通して，KNC4ED による知識創造過程の支援の有効性を確認している[53][60][61]．文献[62]では，知識の液状化と結晶化をラジオ番組制作者の創造支援システムとして提案している．文献[63][64][65]では，参加体験型のワークショップにおいて市民の表現支援を，知識の液状化と結晶化のモデルを適用することで行っている．

以上の各研究において，知識を液状化したものが，本研究における知識断片に相当する．この，液状化と結晶化の概念は，本研究における知識断片と知識の関係に非常に近い．しかしながら，本研究においては，完成した知識の結合を壊すのではなく，知識が完成するまでの部品としての知識断片に着目し，その完成までの間に揮発してしまう知識断片を不用知および不要知として収集，活用することを目指している．個人の知識創造を例に説明する（図 2.3 参照）．堀らの KNC では，ある個人が有する知識を KNC が液状化および結晶化を行い，その個人に可能な結晶化を提示する．そし

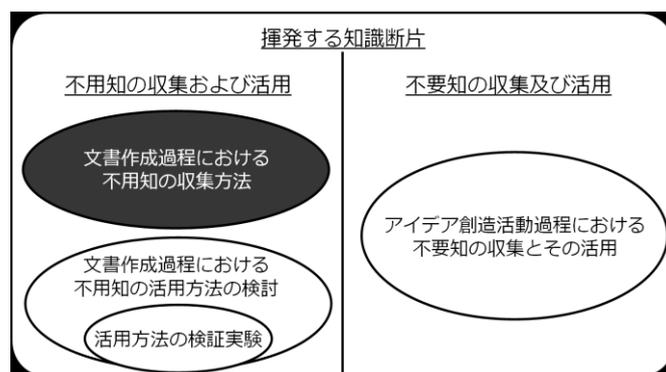
て、その個人は提示された結晶化の内容をもとに、新たな知識を創造する。対して、本研究では、KNC における液状化および結晶化の対象となる個人の知識が外在化するまでの過程で揮発する知識断片を対象として、収集および活用用途を探る。したがって、本研究が対象とする揮発する知識断片は、知識が液状化した状態と同じ状態ではあるものの、液状化のための知識の構成要素とすらならなかったものであり、上記各研究の活用対象とは異なる。

2.5 おわりに

本章では、知識創造プロセスに関する研究、知識活用に関する研究、知識断片に関する研究のうち、特に本研究に関連すると思われるものを概観した。そして、本研究との関連性について言及することで、本研究の立ち位置を明確にした。次章からは、不用知および不要知それぞれの収集・活用に関する検討を行っていく。

第3章 文書作成過程における不用知の 収集手法

文書作成を知識創造活動の対象として、不用知（表出化したものの、知識の構成要素としては使用されなかった知識断片）の収集手法について検討



3.1 はじめに

本章では、執筆者が文書を作成する過程において生成した不用知を収集する手法について検討を行う。

執筆者による文書作成行為は、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[66][67][68]。これらのモデルには推敲のプロセスが共通して存在する。推敲のプロセスは、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表している。それゆえ、文書作成行為が行われる過程では、草稿には記載されているものの、最終

稿においては棄却されてしまう本文の一部である棄却文章断片 (DTF: Deleted Text Fragment) が生じる。DTF は、いったんは表出したものの、最終稿という形式で表される知識の創造には不用と判断された知識断片であり、文書作成行為における不用知とみなすことができる。本章では、この DTF を収集する手段について検討を行う。具体的には、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に、DTF 収集機能を実装することで有効な不用知収集手段を実現することを目的とする。

これまで、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挙げられる。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、文字色や書体等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。例えば WYSIWYG エディタや、LaTeX 等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。

また、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[9][44]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[69]は、MapView と呼ばれる領域で作成された章立て等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。

これらの文書作成システムは、当然ながら文書を作成するための支援機能の拡充が図られたシステムであり、不用知としての DTF を収集するということは念頭に置かれていない。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、DTF 収集手段としての文書作成システムの基礎的な検討を行うことが必要である。以下、3.2 節において文書執筆者にとって一般的な操作系と表現系を持った文書作成システムを用いた DTF 収集手段について検討する。続いて、3.2 節の検討を基に、より好ましい DTF 収集手段の提案を 3.3 節で行う。3.4 節では、3.3 節で提案した DTF 収集手段の有効性を明らかにするための実験について述べる。最後に 3.5 節で本章をまとめる。

3.2 DTF の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)。

例えば、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、1.3 節で述べた論文[35]の執筆過程で削除された文章断片が一例として挙げられる。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ませんが、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、DTF を収集する試み自体がこれまで行われなかったため、そもそもこのような 2 つの DTF が実際に収集されるか

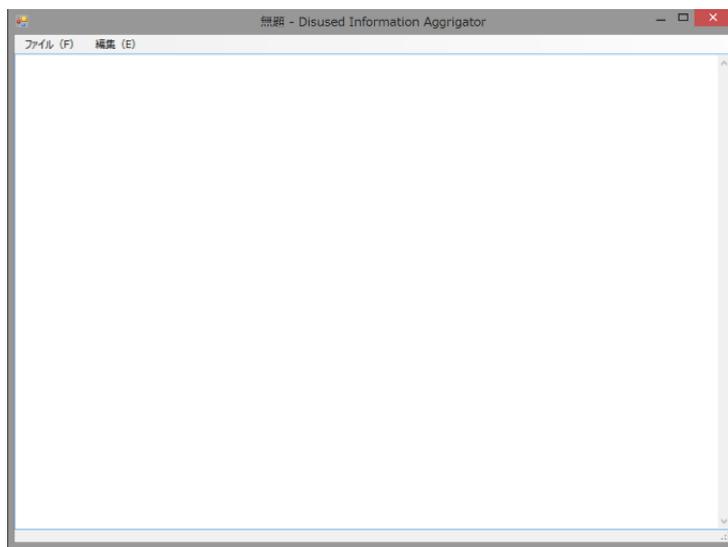


図 3.1 DTF 収集エディタの編集画面



図 3.2 検索・置換機能画面

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全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。

3.2.1 システム構成

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 (図 3.1, 図 3.2 参照), 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、現在の編集画面にて「切り取り」が行われ、かつ当該編集画面にて「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。

上記の操作が行われた際には、DTF に加え、当該 DTF の周辺情報を併せて収集する。周辺情報とは、本文中における DTF の前後の情報であり、DTF とその前後それぞれにある区切り文字とで囲まれた文字列である。本論文における区切り文字は、句点（「。」あるいは「。）」とした。例えば、ある文に含まれる単語が削除された場合、その文に含まれる、削除された単語を除く残りの文字列を周辺情報として収集する。

3.2.2 実験

3.2.1 節の構成による DTF 収集エディタの使用によって、通常 of 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（インタラクシオン 2016）に投稿するための原稿の一部を 4 人の日本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 3.1 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

表 3.1 実験結果

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4
文字数	4726	2468	535	418
文の数	72	43	12	10
DTF 数	518	117	15	79

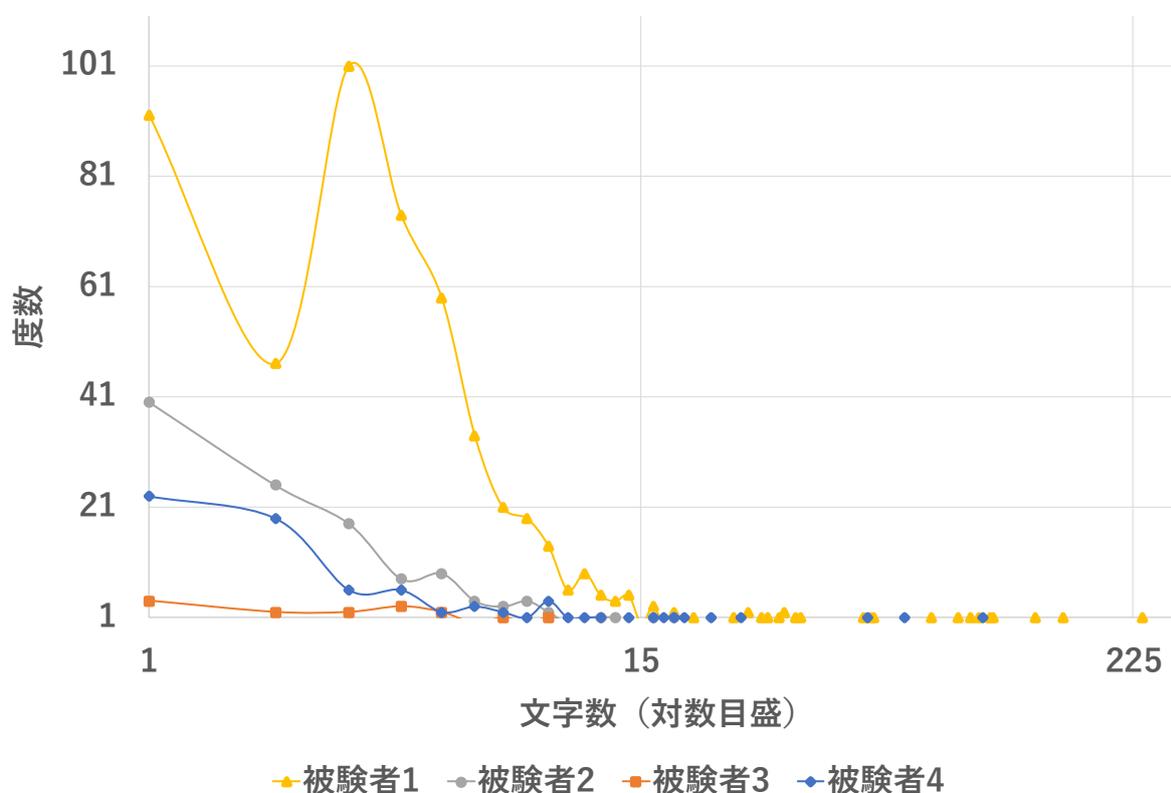


図 3.3 各被験者における DTF の度数分布曲線

に際して収集された DTF の数とが示されている。また，図 3.3 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（横軸が文字数，縦軸が度数）。つまり，このグラフは文字数ごとの DTF の数が示されている。なお，表 3.1 中の被験者 1 は，本論文筆者である。また，表 3.1 中の DTF の数および図 3.3 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 3.1 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 3.3 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、当初の想定通り、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言える。

3.3 Text CompoTer

3.3.1 DTF 収集手段が持つべき機能要件

3.2 節で述べたように、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。3.2 節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。

3.2.2 節の実験結果から、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、例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 [68]。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がたく、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。

3.3.2 システム構成

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#言語にて Windows OS 上に実装されている。図 3.4 に、Text ComposTer の操作画面を示す。

3.3.2.1 2 つの機能要件の実現手段

先述の通り、有用な DTF を多く含むと思われる R-DTF を文書作成者が生成しやすくするためには、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。そこで筆者は、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である Art#001[9][44]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エレメ

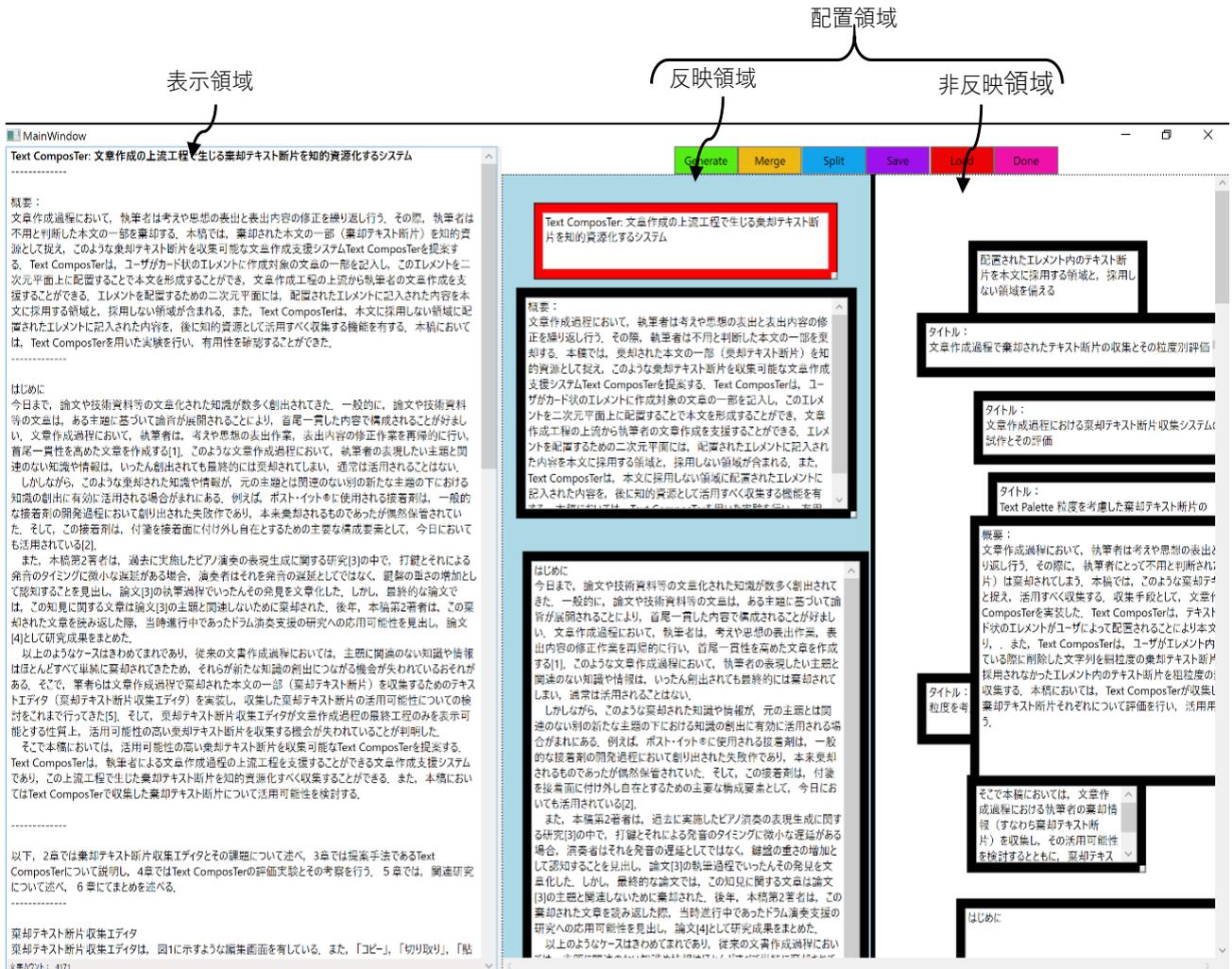


図 3.4 Text CompoTer の操作画面

ントに文章断片を記入し、このエレメントを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 CompoTer は、これと同様の操作系と表現系を持ち、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 3.4)。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

域にて最先に表示され、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にて最後に表示される。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には無い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等の比較検討を、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)。

3.3.2.2 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[9][44]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[44]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にて 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 機能にて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にて Merge 機能を選択することで、選択した複数のエレメントを 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、例えば、同一のトピックについて書かれているものの複数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にて 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、例えば 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にて **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にて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にて **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にて **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にて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。

3.3.3 実験

3.3.3.1 実験設定

本節では、Text ComposTer が 3.3.1 節で述べた要件 1 および要件 2 を充足してい

表 3.2 文書作成テーマおよび使用システムの組み合わせ

	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 ₁ , E
被験者4	T ₂ , C	T ₁ , 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

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、3.2 節で述べた 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(すべて日本人)それぞれに、で述べた 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全く同等の操作系と表現系を有するものとなる。

表 3.2 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み合わせを示したものである。各被験者には、Text ComposTer (表中「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、T₁:「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、T₂:「JAIST のことを世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一組書いてください」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、各被験者に半構造化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。

3.3.3.2 数の比較

図 3.5 および図 3.6 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（横軸が文字数、縦軸が度数／割合）。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（プロット付きの線が度数に関するグラフで、プロット無の線が割合に関するグラフを示す）。なお、図 3.5 および図 3.6 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。ただし、図 3.5 および図 3.6 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。

3.3.3.3 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、編集画面の上部又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

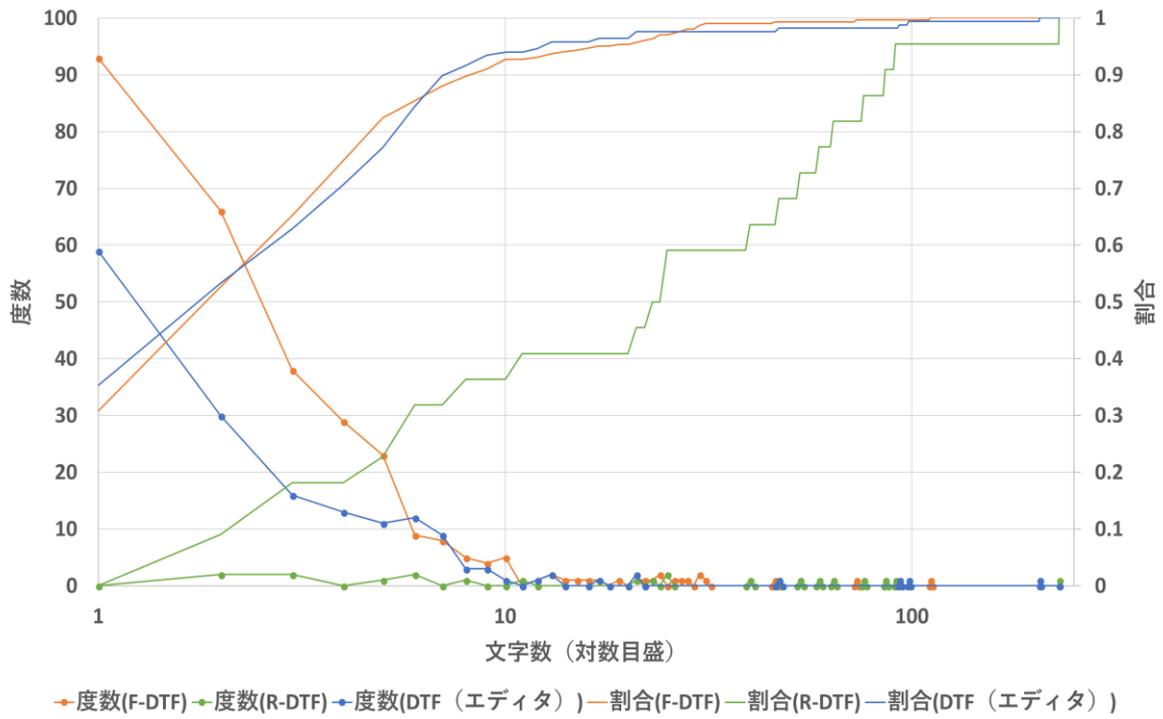


図 3.5 T_1 の実験結果

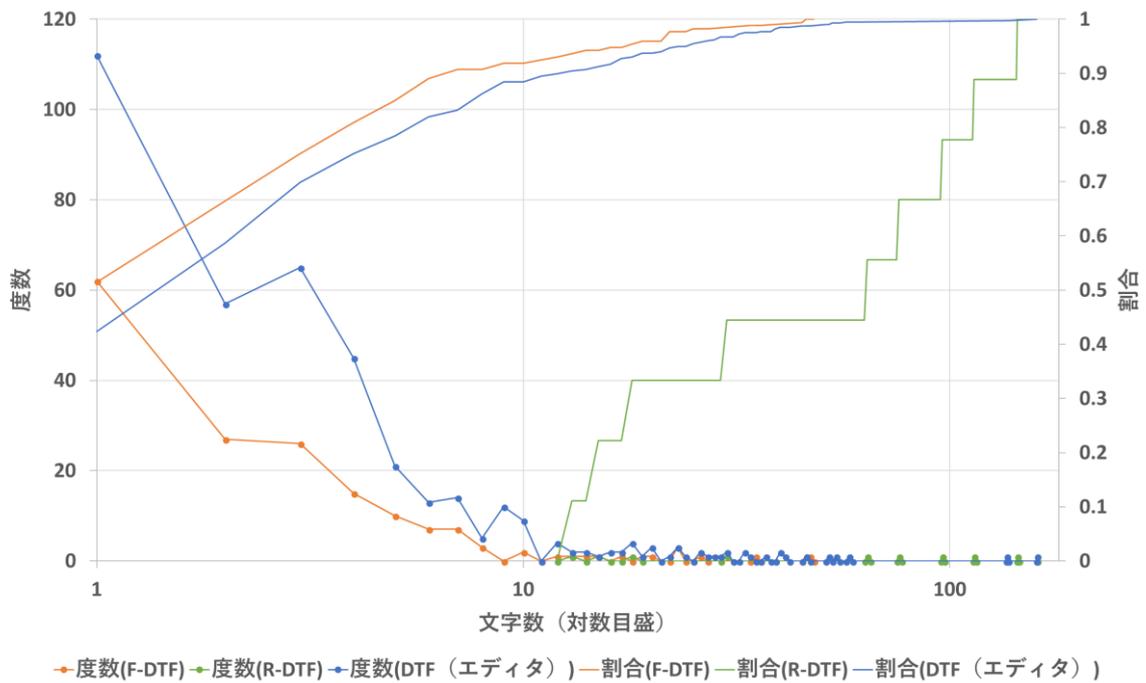


図 3.6 T_2 の実験結果

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 を使用するときと、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。

その他、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。

3.3.3.4 要件充足の検討

以上の実験結果から、Text ComposTer が 3.3.1 節の 2 つの要件を満たしたかどうか

かの検討を行う。まず、3.3.3.2 節より Text ComposTer によって、文字数の少ない 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、3.3.3.3 節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少なくとも一旦は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」に他ならない。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言え、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収集されている。これらの F-DTF には、R-DTF としてみ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 を除く全員が文書作成にあたって、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。

3.3.4 議論

3.3.2.1 節で示したように、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 : 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。

という 2 つの要件を満たすことが示され、3.2 節で提案した、一般的なテキストエデ

イタの拡張としての 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 3.3.2 節で述べたように、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、3.3.3 節の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言える。ゆえに、Text ComposTer を用いることで、活用可能性が高いと考えられる R-DTF をより多く収集できるようになる。

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無く、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[9][44]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 つのエLEMENTには 1 つのアイデアが記載され、かつ最終的に不要なELEMENTが非反映領域に配置されるような使われ方がされることが必要である。しかしながら、3.3.3 節の実験の結果から、Text Composter の想定外の使われ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ELEMENTを生成し、非反映領域に配置されたELEMENTの内容を参照しながら、その清書用ELEMENT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、本文に同内容の文章が存在し、本来の意味で棄却されたとは言えない文塊が混入

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、エレメントの使用法の自由度が高すぎるということが考えられる。すなわち、ユーザはエレメント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エレメントに記述され、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。従って、1つのエレメントの中に、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、筆者の期待する使用方法にユーザを導くことができると考える。

また、**Merge** 機能の廃止も検討すべきであると考えられる。3.3.3 節の実験において、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、エレメントの並び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。従って、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[44]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捉えることができるからである。例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。

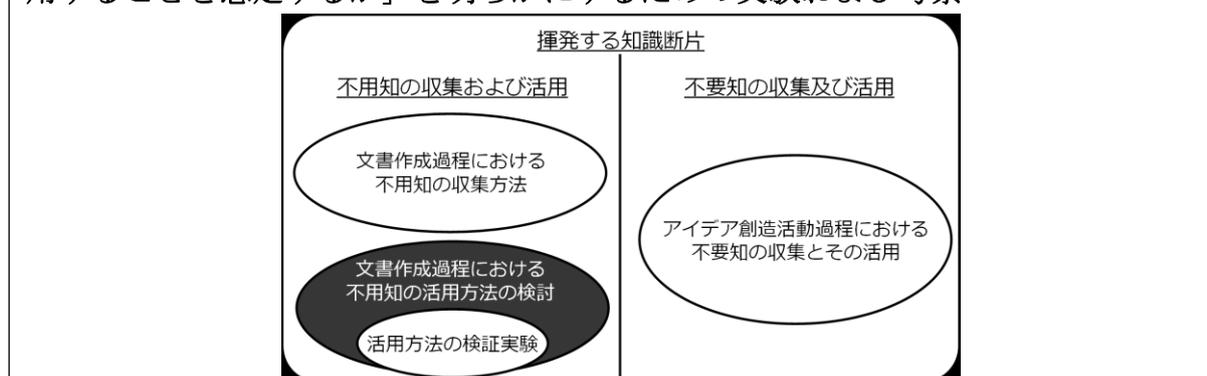
また、上述の機能要件 1 および 2 を満たす一構成として、**Text ComposTer** の表現系・操作系を提案したが、これらの機能要件を満たす表現系・操作系を有する文書作成システムであれば、好ましい DTF 収集手段として機能すると考えられる。例えば、Art#001 の **Layer Manager**[9]において、最終版のレイヤとその他のレイヤを用意し、文書完成時にその他のレイヤに配置されたエレメントを **R-DTF** として収集するような構成であっても、機能要件 1 および 2 を満たすことができると考えられる。

3.4 おわりに

本章では、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について検討を行った。具体的には、DTF の収集手段として、DTF 収集エディタと **Text ComposTer** を構築し、その効果の分析を行った。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わかった。本章の検討結果を踏まえ、次の第 4 章、第 5 章で DTF の活用について詳細に検討を行う。

第4章 DTF 活用可能性の基礎的考察

- ・ 文書作成を知識創造活動の対象として、不用知（表出化したものの、知識の構成要素としては使用されなかった知識断片）の活用について検討
- ・ 「人間は新たな文書作成において DTF (Deleted Text Fragment) をどのように活用することを想定するか」を明らかにするための実験および考察



4.1 はじめに

第3章では、文書作成過程で生成された DTF (Deleted Text Fragment) の収集手法についての検討を行った。その結果、Text ComposTer のような文書作成過程の構想・構成段階から清書段階までを支援可能な表現系・操作系を採用することが、DTF 収集手法として有効であることが分かった。ただし、3.3.3 節の実験結果から、誤字の訂正や表現の修正などの軽微な修正よりも、本文の完成には不用と判断されことで削除された内容の方が、後に活用可能性が高いという想定のもと、議論を進めてきた。次に本章と第5章で、収集した DTF の活用可能性について検証を行う。

文書作成過程における DTF が実際に活用可能かどうかを判断し、その判断結果に

基づいて活用環境を構築するためには、Text ComposTer を使用して DTF を実際に収集し、収集した DTF を新たな文書作成において活用されるかどうかを確認する必要がある。その一方で、DTF の活用可能性についての外延を明らかにすることも重要である。この外延とはつまり、人間が新たな文書作成において DTF をどのように活用することを想定するかである。Rockley は、Content Reuse において単語や文は再利用に適していないと述べている[45]。これは、DTF の活用においても当てはまるのであろうか。また、2.3 節で紹介した生産性のための知識活用である KRR (Knowledge Reuse for Replication) [50][51]と、イノベーティブな知識創造を遂行するための知識活用である KRI (Knowledge Reuse for Innovation) [50][51]とでは、DTF の活用において、人間はどちらの知識活用を想定するのであろうか。そもそも KRR と KRI[50][51]のような分類が DTF の活用においても当てはまるのであろうか。このように、人間は新たな文書作成において DTF をどのように活用することを想定するかを、実際に活用するかどうかの検証とは別に確認する余地がある。

そこで、Text ComposTer が収集した DTF が新たな文書作成という文脈において、どのような活用用途を人間が想定するかについて実験で明らかにすることを目的とする。具体的には、Text ComposTer によって DTF を収集し、被験者にその DTF を新たな文書作成においてどのように活用を想定するかを評価してもらう。以下、4.2 節において、Text ComposTer によって DTF を収集する収集実験について説明する。4.3 節では、収集実験で収集された DTF の活用可能性を評価する評価実験について述べ、4.4 節においてこの実験結果の考察を行う。最後に、4.5 節で本章をまとめる。

4.2 収集実験

本章においては、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、収集実験にて収集された 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ことで、DTF 活用可能性についての基礎的な考察を行う。まず、本節では収集実験について説明する。

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 (Rough-grained DTF)と F-DTF (Fine-grained DTF)を収集

する実験を行った。本実験における被験者は、筆者が所属する大学院の修士課程の日本人学生であり、所定の書式にて記載して同大学院の教務係に提出する必要がある研究計画書を 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 1730 個の F-DTF が収集された。

4.3 評価実験

4.3.1 実験設定

次に、評価実験について説明する。評価実験においては、収集実験で各被験者から収集した全 R-DTF (38 個) と、1730 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、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、筆者が所属する大学院において、研究室 A, B, C のいずれにも属していない修士課程の日本人学生である。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 1730 個の全ての F-DTF を文字数について昇順に並び替え、最も少ない文字数 (1 文字) の F-DTF から順に 10 個毎に 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 の評価を求めることは評価者の負担が大きくなりすぎることが懸念されるためである。

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ますか。」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

ついて半構造化インタビューを行った。

4.3.2 実験結果

4.3.2.1 R-DTF に関する実験結果

図 4.1 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 4.1 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 4.2 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 4.2 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[70]にて検定した。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 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 4.3, 4.4, 4.5 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 4.3, 4.4, 4.5 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 4.3)。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関わらず、ほぼ同様の評価結果となった(図 4.4)。

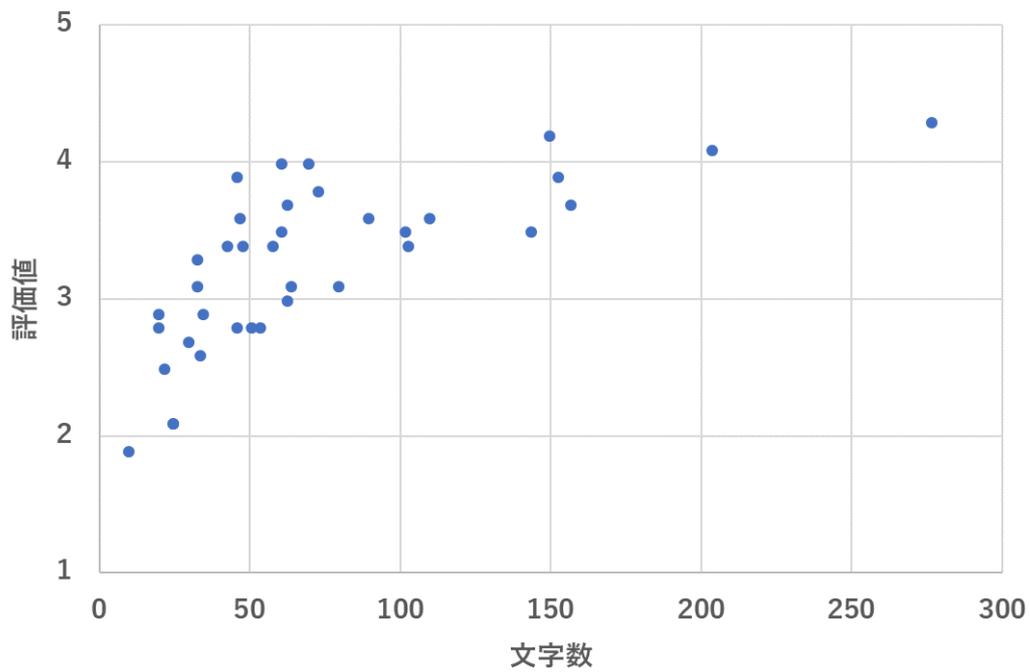


図 4.1 評価結果（平均）の分布

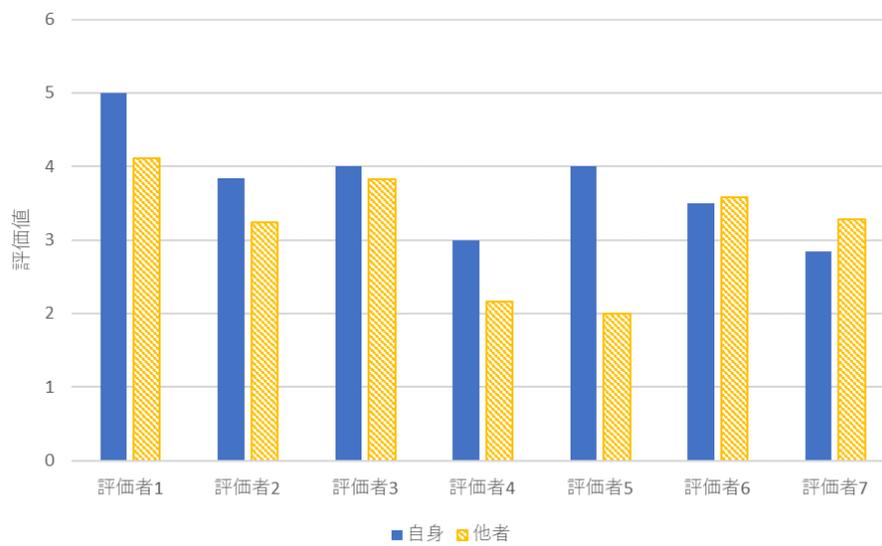


図 4.2 自身の R-DTF と他者の R-DTF の評価結果

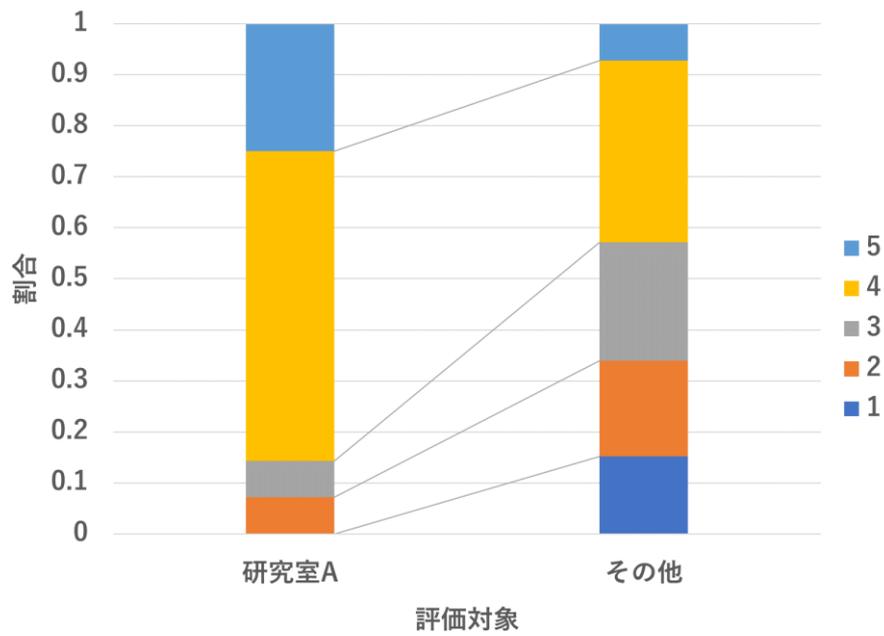


図 4.3 研究室 A 所属の被験者（被験者 1, 2）から生成された R-DTF の評価結果

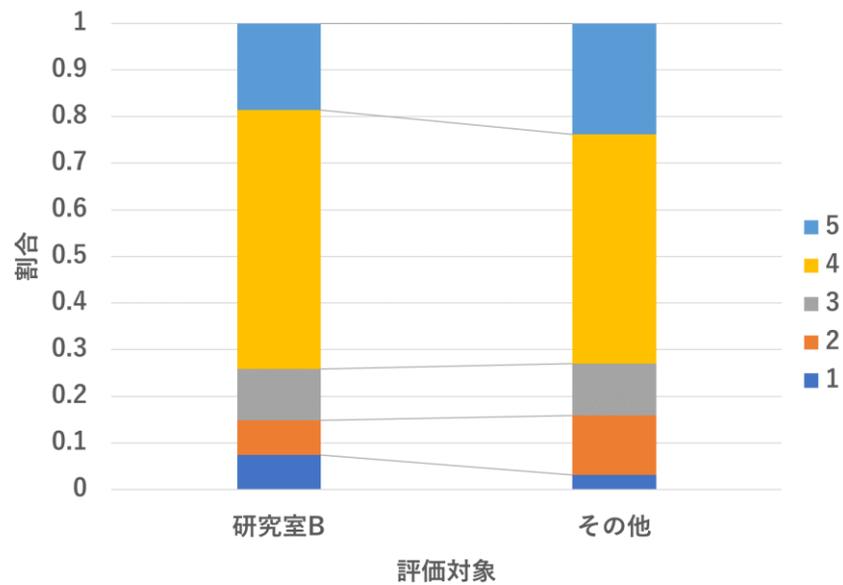


図 4.4 研究室 B 所属の被験者（被験者 3, 4, 5）から生成された R-DTF の評価結果

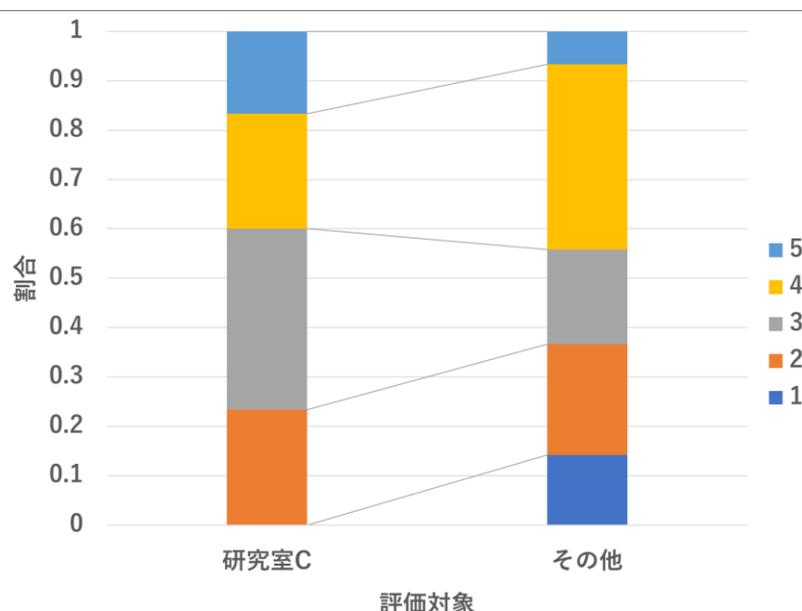


図 4.5 研究室 C 所属の被験者（被験者 6, 7）から生成された R-DTF の評価結果

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 4.5）。このように、R-DTF の評価値について、研究室毎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。例えば、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、研究計画書を書く上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。

4.3.2.2 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 は想定通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、「、」等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」等を助詞と解釈して、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。例えば評価者 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掛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他、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づら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。

4.4 考察

4.4.1 DTF の活用形態

評価実験の結果、R-DTF の評価値の方が F-DTF のものに比べて有意に高く、R-DTF がより活用可能性が高いことが明らかとなった。加えて、評価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。

4.4.1.1 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、一般的に全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、第 1 章で例示した、西本らによる DTF の活用事例でも、論文[35]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、そのまま別の論文[36]中で使用されたわけではない。当該 DTF は、論文[35]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全く異なったものになっており、論文[36]の中に、この DTF に記述されている文章は全く含まれていない。

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み合わせにより創造される[71][72]。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。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掛かりとなることが期待される。なお、このような DTF の内容の活用は、2.3 節、4.1 節で示した KRI[50][51]に相当する。

4.4.1.2 DTF の文書構成への活用

当初、DTF には、作成中の文書の一部として執筆された（が、結局削除された）文章断片のみが含まれると想定していた。しかし、実際に被験者実験を実施してみると、文書の内容ではなく、被験者 3 が生成した例のような、文書構成に関するメタな文書情報が記入されるケースもあることが明らかになった。本来このような情報は、棄却文章断片（DTF）と呼ぶにはふさわしくないが、便宜上本論文ではこのような情報を含むものも DTF の 1 つとみなすことにする。

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、より効率よく文書作成を行うことができると考えられる。このような活用形態は、2.3 節、4.1 節で示した KRR[50][51]そのものであると言える。

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。例えば、ALOCOM フレームワーク[46]や KNC05[41][54][55]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」に相当する表現のみならず、問題に相当する表現が必要であると述べている[44]。「解」とは最終的に作る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。

4.4.1.3 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プ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 [73]。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だしていたり、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価値を見いだしたりしたように、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 に価値が見いだされることはほぼ無いと想定していたが、本文にふさわしい言葉遣い等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わかった。

4.4.1.4 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。内容の活用は KRI として活用可能であると考えられ、文書構成への活用は KRR として活用可能であると考えられる。加えて、当初はほぼ有用性が無いと想定していた F-DTF についても、文章表現への活用が可能であるという示唆を得た。したがって、従来ただ単に棄却されていた DTF を積極的に収集し、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。

4.4.2 DTF の生成者と利用者の関係

次に、DTF の生成者と利用者の関係における DTF の活用のされ方について議論する。4.4.1 節で示したいずれの活用形態をとる場合でも、DTF に含まれる内容との関連性以外に、誰が作った DTF かという、DTF 作成者と利用者の関係性も考慮する必

要があると思われる。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）に所属する人により作られた DTF が有効

ということが想定される。しかしながら、評価実験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、明確な差異はなく（図 4.2 参照）、
- 同じ研究室に所属する者が作成した DTF が常に高く評価されるわけではない（図 4.3-4.5 参照）

という結果が得られており、上記の単純な仮説は必ずしも成り立たない。今回の評価実験は、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 4.3-4.5 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、それぞれの利用者毎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当たっては、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。

4.4.3 作成文書のドメインと収集される DTF の関係

3.2.2 節、3.3.3 節、4.2 節において、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、3.2.2 節の実験においては、シンポジウム投稿原稿、3.3.3 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、4.2 節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た。さらに、3.3.3 節、4.2 節の実験においては、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関わらず、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。例えば、4.2 節の収集実験では、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ことであり、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。例えば、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 の一つは「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、3.3.3 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。例えば、この実験では、被験者 4 が生成した R-DTF の一つに「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 の解決策と捉えることができ、個人のバックグラウンドを反映したものと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。従って、4.4.2 節で説明した DTF 作成者と DTF 利用者の関係だけではなく、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。

4.5 おわりに

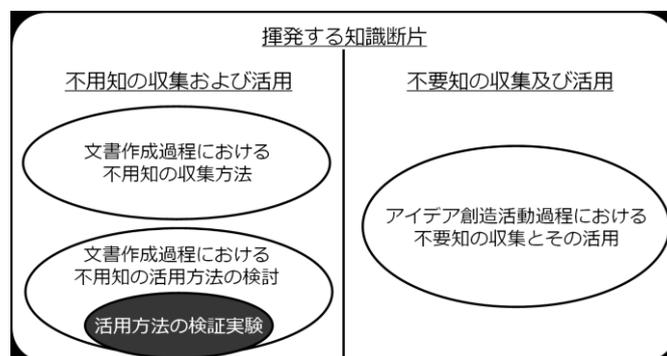
本章では、DTF の活用用途の外延を明らかにすべく、Text ComposTer を使用した DTF の収集実験および収集実験で収集された DTF の評価実験を行った。評価実験を通して、F-DTF に比べて R-DTF の方が、活用可能性が高いという結果を得ることができた。本章では、さらに DTF の活用可能性についてさらに詳細な考察を行った。

その結果, DTF は, 従来の知識の再活用における KRR と KRI[50][51]の両方に活用できるだけでなく, 文章表現の向上のために活用可能性を有していることが明らかとなった. また, DTF の生成主体および活用主体における関係性と, 生成元の文書のドメインおよび活用先の文書のドメインにおける関係性を考慮することの必要性について示唆を得ることができた.

第5章

新規文書作成における R-DTF の活用態様の検証

- ・ 文書作成を知識創造活動の対象として、不用知（表出化したものの、知識の構成要素としては使用されなかった知識断片）の活用について検討
- ・ 「DTF が新たな文書作成という文脈において実際にどのように活用されるか」ということを検証する実験および考察
- ・ 実験の結果を踏まえ、DTF を活用することによる文書作成支援環境を検討



5.1 はじめに

ここまで、第3章ではDTF (Deleted Text Fragment)の効率的な収集手段の検討をおこない Text ComposTer が有効な一手段であるということを確認した。第4章では、DTFの活用可能性についての基礎的な考察を行った。本章では、DTFの活用可

能性について、より詳細な検証を行う。

第 4 章では、Text ComposTer を使用した DTF の収集実験、収集実験で収集された DTF の評価実験を通して、人間が新たな文書作成の際に DTF をどのように活用することを想定するか、ということの確認・考察を行った。その結果、F-DTF (Fine-grained DTF) に比べて R-DTF (Rough-grained DTF) の方が、活用可能性が高いという評価結果を得た。さらに、DTF の活用用途には、従来の知識の再活用における KRR (Knowledge Reuse for Replication) と KRI (Knowledge Reuse for Innovation)[50][51] 両方の活用用途の想定および文章表現向上のための活用用途を想定していることが明らかとなった。特に、R-DTF は KRR および KRI[50][51] の活用用途が想定され、F-DTF は文章表現向上のための活用用途が想定されていた。

第 4 章の目的は、DTF の活用用途の外延を明らかにすることであり、実際、新たな文書作成においてどのように活用されるかの確認は行っていない。そこで、本章では、DTF が新たな文書作成という文脈において実際にどのように活用されるかということの検証を行う。さらに、この検証結果に基づいて、DTF を活用することによる文書作成支援環境の検討を行う。ここで、DTF の活用態様において、R-DTF による KRR と KRI は文書作成の上流工程での活用が想定され、F-DTF による文章表現向上のための活用は文書作成の下流工程での活用が想定される。そのため、R-DTF の活用による文書作成支援と F-DTF の活用による文書作成支援では、その支援方法が異なる。そこで、本章では、特に R-DTF を対象として、実際の文書作成における活用態様の検証と、文書作成支援環境の検討について論じる。

以下、5.2 節および 5.3 節において R-DTF の活用態様の検証について述べる。5.2 節では、Text ComposTer を使った R-DTF を収集するための事前実験について述べ、5.3 節では文書作成時に R-DTF が活用されるかどうかを検証する活用実験について述べる。5.4 節では、5.2 節および 5.3 節の検証結果を踏まえ、R-DTF の活用による文書作成支援環境を構築するための要件について述べる。最後に、5.5 節で本章をまとめる。

5.2 事前実験

5.2.1 実験設定

4名の被験者それぞれに図 5.1 の操作画面を有する Text ComposTer を用いて文書作成を行ってもらい、R-DTF を収集する実験を行った。ここで、本実験に使用する Text ComposTer について説明する。本実験の Text ComposTer は、3.3.4 節の議論を踏まえ、Merge 機能を排除し、各エレメントがメモ欄と本文欄の 2 つの記入欄（図 5.1 中エレメント上段がメモ欄、下段が本文欄）によって構成されたものを使用している。また、本実験で使用する Text ComposTer は、HTML、JavaScript 言語を用いて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する構成として実装されている。

被験者はすべて、筆者が所属する大学院の修士課程の日本人学生であり、以下の 4 つのテーマについて文書作成を行ってもらった。本研究においては、以下の各テーマを設定した。

- テーマ 1：10 年後の公園がどのようなになっているか。
- テーマ 2：50 年後の公園がどのようなになっているか。
- テーマ 3：未来のレストランがどのようなになっているか。
- テーマ 4：未来のファッションがどのようなになっているか。

また、各被験者には 1 日に 1 テーマの文書作成を行ってもらった。このとき、カウンターバランスを考慮して各被験者にテーマを割り振った。文書作成時間は 30 分程度に設定し、各文書の作成文字数を 100 字以上 400 字以内となるように被験者に教示した。

以上の設定のもとで被験者それぞれが各テーマに関する文書を執筆した後、本文に関する情報および R-DTF に関する情報を収集した。具体的には、反映領域に配置されたエレメントの情報を本文に関する情報として収集し、非反映領域に配置されたエレメントの情報を R-DTF に関する情報として収集した。ここで、3.3.4 節で述べたよ



図 5.1 Text ComposTer の操作画面

うに、収集した R-DTF の中には、本文に含まれる文章断片とほぼ同内容のものが含まれている場合がある。本章においては、これまで揮発していた不用知としての R-DTF が実際に活用されるかどうかを検証することが目的である。仮に、収集された R-DTF がすべて本文に含まれる文章断片とほぼ同内容のものであった場合、それらは不用知とは言えず、本章の目的を果たすことができたとは言えない。そこで、本研究では、本文 d に対する R-DTF の文字列 s の含有率 $R_{s,d}$ を下記式によって算出し、 $R_{s,d}$ が閾値未満の R-DTF を真の R-DTF、 $R_{s,d}$ が閾値以上の割合の R-DTF を偽の R-DTF として区別する。なお、R-DTF の文字列 s は、本文 d の執筆中に生成されたものとする。

$$R_{s,d} = \frac{|LCS(s, d)|}{|s|}$$

ただし、 $|LCS(s, d)|$ は、R-DTFの文字列 s と本文 d の最長共通部分列 (LCS: Longest Common Subsequence) の長さであり、次式で定義される[74].

$$|LCS(s, d)| = \max_{\forall \vec{i}, \forall \vec{j}: s[\vec{i}] = d[\vec{j}]} |\vec{i}|$$

ただし、 \vec{i} は、R-DTFの文字列長 $|s|$ 以下の長さのインデックスベクトルであり、 $s[\vec{i}]$ は、R-DTFの部分列を表す。また、 \vec{j} は、本文の文字列長 $|d|$ 以下の長さのインデックスベクトルであり、 $d[\vec{j}]$ は、本文 d の部分列を表す。なお、部分列は、記号列に対して順序を保持した部分的な記号列を表し、隣接性は問わない[74]。また、本実験では、閾値を 0.7 として R-DTF の真偽を区別した。

5.2.2 実験結果

表 5.1 は、反映領域に配置されたエレメントの数を被験者およびテーマ別にまとめた表であり、表 5.2 は、非反映領域に配置されたエレメントの数、つまり R-DTF の数を被験者およびテーマ別にまとめた表である。また、表 5.2 には、真の R-DTF および偽の R-DTF の内訳も含まれている。

表 5.1 に示されたように、本文を作成するに当たって生成されたエレメントの数は、被験者間においても、テーマ間においても大きな差はなく、統計的な傾向も有していなかった。一方、表 5.2 に示されたように、計 91 個の R-DTF が収集され、そのうち真の R-DTF は 65 個であった。また、テーマ間で R-DTF の数に統計的な傾向はなかったが、被験者間においては、Tukey 法[75]による多重検定を実施したところ、被験者 S1 および S3 と、被験者 S1 および S4 との間で収集された R-DTF の数に有意差があった。

表 5.1 本文を構成するエレメント数.

被験者	テーマ1	テーマ2	テーマ3	テーマ4	計
S1	6	6	4	5	21
S2	3	3	8	5	19
S3	4	5	5	7	21
S4	8	6	4	5	23
計	21	20	21	22	84

表 5.2 収集された R-DTF の数.

被験者	テーマ1 (真/偽)	テーマ2 (真/偽)	テーマ3 (真/偽)	テーマ4 (真/偽)	計
S1	2(1/1)	3(2/1)	1(0/1)	0(0/0)	6(3/3)
S2	4(4/0)	4(4/0)	7(7/0)	6(4/2)	21(19/2)
S3	8(5/3)	5(3/2)	4(1/3)	11(9/2)	28(18/10)
S4	11(5/6)	5(5/0)	11(10/1)	9(5/4)	36(25/11)
計	25(15/10)	17(14/3)	23(18/5)	26(18/8)	91(65/26)

5.3 活用実験

5.3.1 活用主体について

活用実験では 5.2 節の事前実験で収集した本文に関する情報および R-DTF に関する情報を用いて、R-DTF が新たな文書作成時に実際に活用されるかどうかの検証を行う。ここで、本研究では、R-DTF を活用する主体は、事前実験の被験者とは異なる被験者を対象とする。事前実験の被験者は、当該実験にて不用と判断した文章断片を R-DTF として棄却している。事前実験とは異なる新たな文書を作成する場合であったとしても、その被験者が過去に R-DTF を不用なものであるとして棄却した記憶が残っている状態では、その R-DTF が活用される可能性が低いことが考えられる。そのため、事前実験の被験者を活用主体とする場合、事前実験の実施後から十分

表 5.3 条件の組み合わせ

	1回目(テーマ2)	2回目(テーマ3)	3回目(テーマ4)
被験者1-4	条件1	条件2	条件3
被験者5-8	条件2	条件3	条件1
被験者9-12	条件3	条件1	条件2

な期間が経過後、活用実験を実施する必要があると思われる。そのため、本研究では、R-DTF を生成した本人以外が活用主体となるかどうかを検証する実験を行う。

5.3.2 実験設定

活用実験においては、5.3.1 節で述べた理由から、事前実験の被験者とは異なる 12 名の被験者(被験者 1-12)を採用した。各被験者は、筆者が所属する大学院の修士課程の日本人学生である。各被験者には、異なる 3 つの文書作成を行ってもらった。このとき、各被験者には、1 回目、2 回目、3 回目それぞれにおいて、5.2.1 節のテーマ 2, 3, 4 について文書を作成してもらった。各被験者は、3 つにグループ分けされ、表 5.3 に示す条件に従って文書作成を行ってもらった(以下では適宜、被験者 1-4, 5-8, 9-12 をそれぞれグループ 1, 2, 3 と呼ぶ)。条件 1, 2, 3 は以下に示す。

条件 1 : 何も見ない状態で文書作成を行う。

条件 2 : 同一テーマの完成形の文書を参照可能な状態で文書作成を行う。

条件 3 : R-DTF が参照可能な状態で文書作成を行う。

このとき、各条件では異なる操作画面を有するシステムを用いて各被験者に文書作成を行ってもらった。条件 1 において各被験者には、図 5.2 に示す操作画面のテキストエリア内に文書を記入してもらった。

条件 2 において各被験者には、図 5.3 に示す操作画面を用いて文書を行ってもらった。図 5.3 の操作画面は、文章を記入するためのテキストエリアと、参照領域を有する。参照領域には、事前実験にて 4 名の被験者が作成した同一テーマの本文それぞれ

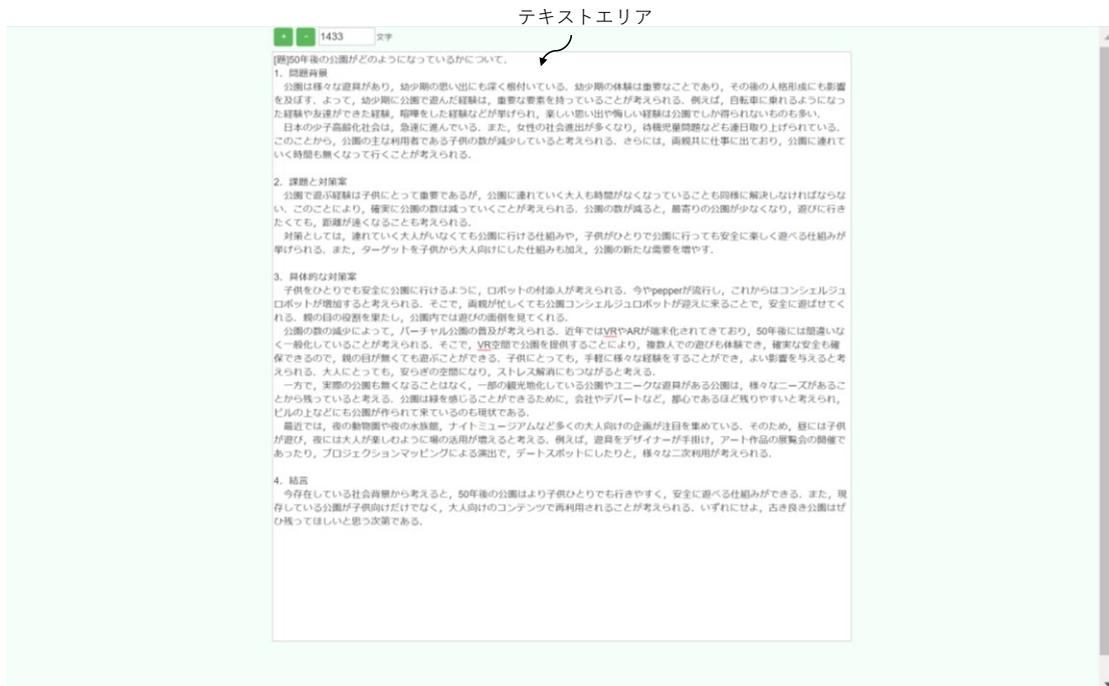


図 5.2 条件 1 で被験者が使用する操作画面

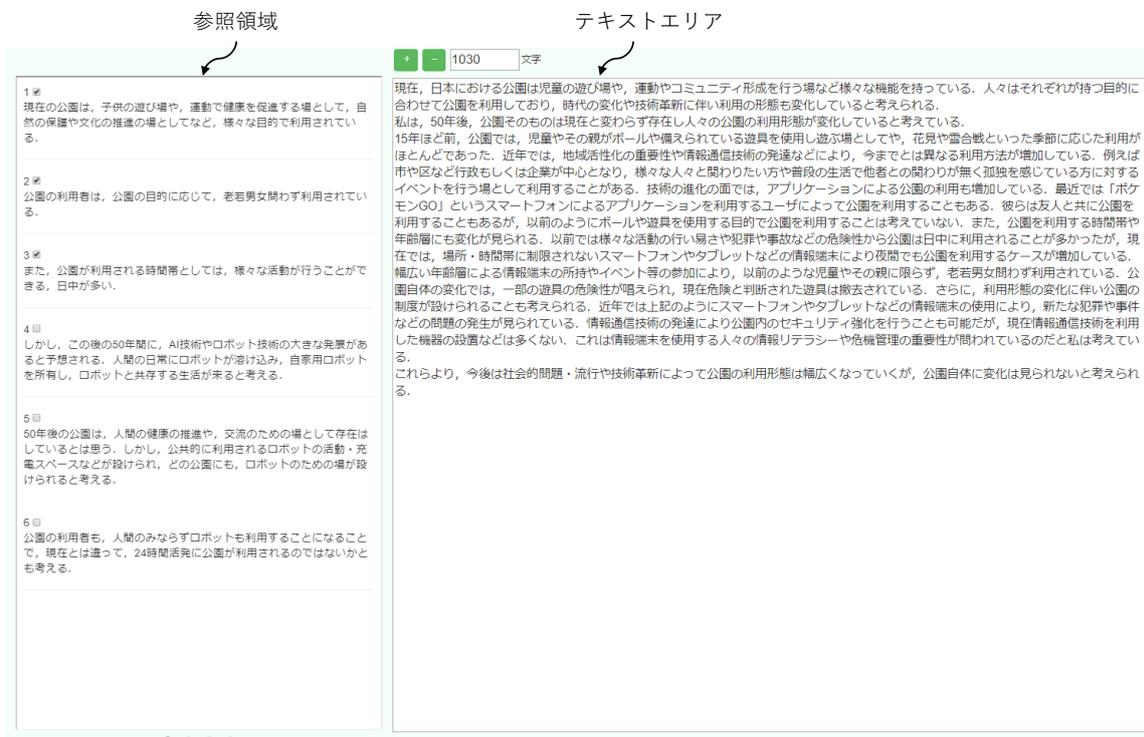


図 5.3 条件 2 で被験者が使用する操作画面



図 5.4 条件 3 で被験者が使用する操作画面

を参照可能に構成されている。また、各本文は Text ComposTer のエレメントごとに区切られ、各区分にはチェックボックスが付与されている。つまり、表 5.1 の対応するテーマの列に記載された対応するエレメントの数だけ、各本文が区切られている。条件 2 の被験者には、文書作成の際に参照領域の本文を参考にしてもよい旨教示し、本文の一部を参考にした場合、その部分が含まれる区分のチェックボックスにチェックを入れるように教示した。

条件 3 において各被験者には、図 5.4 に示す操作画面を用いて文書作成を行ってもらった。操作画面には、R-DTF リストとテキストエリアが設けられている。R-DTF リストには、事前実験で収集された 91 個の R-DTF が順に記載されており、各 R-DTF には識別番号とチェックボックスが付されている。被験者は、R-DTF リスト内の R-DTF を参照しながらテキストエリアに文章を記入することができる。条件 3 の実験時において各被験者には、文書作成時に R-DTF を参考にしてもよい旨教示し、さらに R-DTF を参考にした場合にはその R-DTF に付されたチェックボックスにチェッ

クを入れるように教示した。

ここで、本実験では、91 個の R-DTF から偽の R-DTF をあえて取り除かなかった。上述したように、偽の R-DTF は本文に含まれる文章断片と同内容であり、真の R-DTF は本文には含まれない内容を多分に有するものである。つまり、偽の R-DTF は、収集実験の被験者が有用と判断した知識断片と言え、真の R-DTF は、収集実験の被験者が不用と判断した知識断片であり、当該被験者にとっての有用度が真偽で異なる。このとき、収集実験の被験者とは異なる活用実験の被験者にとって、他人の有用度の大小が活用するか否かの判断基準に影響があるかどうかを観察するために、偽の R-DTF をあえて取り除かずに活用実験を進めた。

本実験においては、文書作成時間を無制限に設定し、最低 1000 文字以上の文書を作成することを被験者に要求した。ただし、各被験者には、各条件において最大 3 時間分の謝金が作成時間に応じて支給される旨伝えている。このような実験設定において、各被験者が文書作成を行う様子を実験用システムの画面を録画することで観察した。また、各条件における文書作成後において被験者それぞれに半構造化インタビューを実施した。インタビューにおいて、どのように操作画面を使って文書作成を行ったかということを主に質問した。また、条件 2 後のインタビューでは、どのような場面で参照領域内の本文を参照したかということを被験者に主として質問し、条件 3 後のインタビューでは、どのような場面で R-DTF を参考にしたかということを被験者に主として質問した。

なお、条件 1 および条件 2 は、新たな文書作成時における R-DTF の活用態様を観察するに当たっての比較対象としての条件であり、条件 3 が本研究における主たる観察対象としての条件である。また、条件 2 と条件 3 における文書作成において、それぞれ参照可能な外部知識（条件 2 については本文の文章断片を指し、条件 3 については R-DTF を指す）がどのようにして生成されたものかは各被験者には教示していない。

5.3.3 実験結果

5.3.3.1 全体結果

表 5.4 は、活用実験において各被験者が条件 1-3 それぞれで作成した文書の文字数、

表 5.4 被験者毎の実験結果

	文字数			全時間/構成時間			活用個数	
	条件1	条件2	条件3	条件 1	条件2	条件3	条件2	条件3(真/偽)
被験者1	1437	1336	1114	85/8	81/8	66/11	3	2 (1/1)
被験者2	1462	1208	1101	113/0	77/3	88/6	4	3 (2/1)
被験者3	1171	1030	1156	54/0	56/3	54/9	3	5 (1/4)
被験者4	1702	1100	1072	120/4	57/7	60/6	5	3 (3/0)
被験者5	1608	1612	1608	—	88/18	82/5	5	0
被験者6	1005	1097	1005	79/37	66/6	67/12	7	9 (9/0)
被験者7	1004	1003	1005	82/18	145/24	123/38	3	2 (2/0)
被験者8	1002	1033	1083	93/1	125/5	97/4	3	9 (9/0)
被験者9	1066	1053	1427	141/35	192/49	186/28	9	5 (5/0)
被験者10	1074	1053	1050	99/6	130/18	143/29	1	11 (7/4)
被験者11	1004	1019	1421	33/0	87/11	126/21	5	7 (3/4)
被験者12	1087	1124	1008	58/0	64/7	55/0	6	1 (1/0)

作成時間、および文章断片の活用個数をまとめた表である。作成時間は、作成に要した全時間と、本文が書き出されるまでの文書構成に要する時間を表す構成時間を別に示している。また、R-DTFの活用数は、真のR-DTFおよび偽のR-DTFそれぞれの内訳を示している。なお、被験者5の条件1については、撮影機器の不良により実験用システムの操作画面の撮影ができず、作成時間を計測することができなかった。

表 5.4 に示すように、文字数、作成時間において条件間で統計的傾向はみられず、被験者によって結果はまちまちであった。インタビューにおいても、テーマについて認識している書き易さの程度と、作成にかけた時間の関係も被験者によって様々であった。例えば、被験者11は、テーマ2（条件3）よりもテーマ3（条件1）の方が書きにくかったとしながらも、作成にかけた時間はテーマ3（条件1）の方が短かった。一方、被験者4は、テーマ3（条件2）よりもテーマ2（条件1）の方が書きにくかったと回答し、作成にかけた時間はテーマ2の方がテーマ3の方よりも長かった。このように、被験者や作成するテーマによって実験結果は異なり、作成された文書の文字数、作成時間において特に統計的な傾向がみられるわけではなかった。

また、条件2における文章断片の活用個数と条件3におけるR-DTFの活用個数に

においても被験者間で相関があるわけでも、条件間で統計的有意差もみられず、特に統計的な傾向はなかった。活用された R-DTF の真偽の別も被験者によって様々であった。ただし、インタビューの結果、各被験者は条件 2 および条件 3 とともに文書構成段階において文章断片、R-DTF の活用を試みたと回答している。被験者の大半は、文章断片や R-DTF を活用するに際して、自身が文書作成を行う上で内容を拡充するための発想のきっかけとして使用していると回答した。具体的には、自身の欠けている視点を補ったり、自身の中にあるもやもやしたことを代弁してくれるような文章断片や R-DTF を探したりしていた。また、各被験者は R-DTF を活用するに際して、真の R-DTF であるか偽の R-DTF であるかは認識しておらず、自身にとって必要であるか否かで活用するかしないかを決めていたことが、インタビューの結果から明らかになった。しかしながら、一部の被験者について、文章断片を参照しながら文書作成を行ったときと、R-DTF を参照しながら文書作成を行ったときで、活用方針が大きく異なっていた事例があったため、それについては後述する (5.3.3.5 節参照)。以上が、本実験における全体の結果の概要である。次に、活用された R-DTF について詳細な分析を行う。

5.3.3.2 R-DTF の活用と作成文書の類似度

また、表 5.5-5.7 はそれぞれ、条件 3 で作成された文書間類似度と、活用された R-DTF の重複数を文書作成テーマ別にまとめた表である。各表に記載の類似度は、対応する 2 つの文書のコサイン類似度を計算したものである。具体的には、対応する 2 つの文書それぞれについて名詞、動詞、形容詞、未知語を Mecab[76]を用いて抽出し、各文章に対応する Bag-of-words を生成する。そして、この 2 つの Bag-of-words のコサイン類似度を計算することで、2 つの文書間の類似度を算出する。なお、本論文では各テーマの文書間類似度を算出するに当たり、そのテーマの固有の単語をストップワードとして Mecab にて対応する文字列を抽出した。具体的には、テーマ 2 では「公園」、テーマ 3 では「レストラン」、4 では「ファッション」をストップワードとした。表 5.5-5.7 に示すように、各条件間において、重複数が 0 の場合においても類似度が 0.5 を超える (被験者 3 と被験者 4 や被験者 9 と被験者 11) 場合がある一方、重複数が 3 であっても、類似度が 0.371 (被験者 6 と被験者 8) という場合もあり、活用さ

表 5.5 テーマ 4 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数

	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4
被験者1		(0.405, 0)	(0.415, 1)	(0.527, 1)
被験者2	(0.405, 0)		(0.33, 0)	(0.39, 1)
被験者3	(0.415, 1)	(0.33, 0)		(0.562, 0)
被験者4	(0.527, 1)	(0.39, 1)	(0.562, 0)	

ただし、(類似度, 重複数)を表す。

表 5.6 テーマ 3 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数

	被験者5	被験者6	被験者7	被験者8
被験者5		(0.465, 0)	(0.258, 0)	(0.452, 0)
被験者6	(0.319, 0)		(0.247, 2)	(0.371, 3)
被験者7	(0.258, 0)	(0.247, 1)		(0.424, 2)
被験者8	(0.452, 0)	(0.371, 3)	(0.424, 2)	

ただし、(類似度, 重複数)を表す。

表 5.7 テーマ 2 の文書間類似度と活用された R-DTF の重複数

	被験者9	被験者10	被験者11	被験者12
被験者9		(0.319, 1)	(0.649, 0)	(0.42, 0)
被験者10	(0.319, 1)		(0.408, 2)	(0.456, 1)
被験者11	(0.649, 0)	(0.408, 2)		(0.485, 0)
被験者12	(0.42, 0)	(0.456, 1)	(0.485, 0)	

ただし、(類似度, 重複数)を表す。

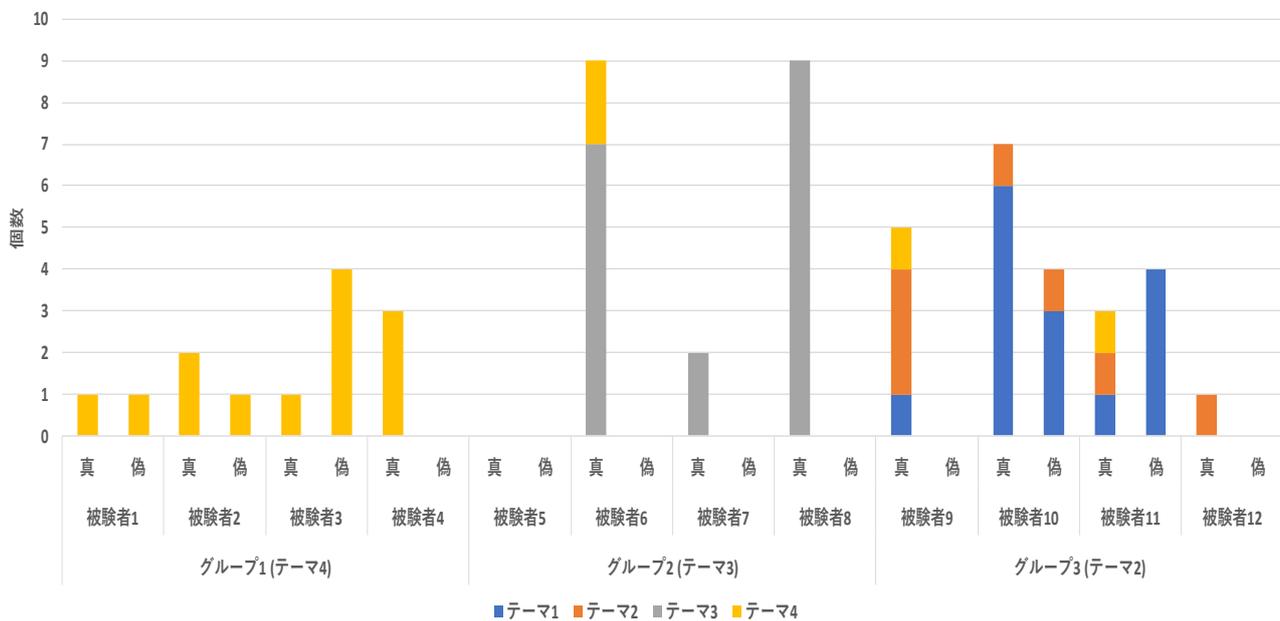


図 5.5 R-DTF の活用個数 (テーマ別集計)

れた R-DTF の重複数と類似度が必ずしも関係するとは限らないことが分かった。これは、上述のインタビューの結果から R-DTF が活用される主なタイミングが文書の構成段階であったことに起因すると考えられる。つまり、R-DTF を本文作成に当たって直接的に活用したわけではないため、R-DTF が有する内容が直接的には反映されない。

5.3.3.3 作成対象の文書のテーマと R-DTF

図 5.5 は、各被験者が条件 3 の実験において活用した R-DTF の数を示した棒グラフである。図 5.5 においては、各被験者が活用した R-DTF を、真偽の別と、事前実験においてどのテーマにおいて生成されたものであるかを集計してある。被験者 5 を除き、全被験者が文書作成時に R-DTF を活用している。

また、グループ 1 の各被験者は、条件 3 においてテーマ 4 の文書作成を行っており (表 5.3 参照)、このとき図 5.5 に示すように、活用した R-DTF はすべて事前実験におけるテーマ 4 の文書作成時に生成されたものであった。グループ 2 の各被験者は条件 3 においてテーマ 3 の文書作成を行っており、活用された 20 個の R-DTF の内、18 個の R-DTF が事前実験におけるテーマ 3 の文書作成時に生成されたものであっ

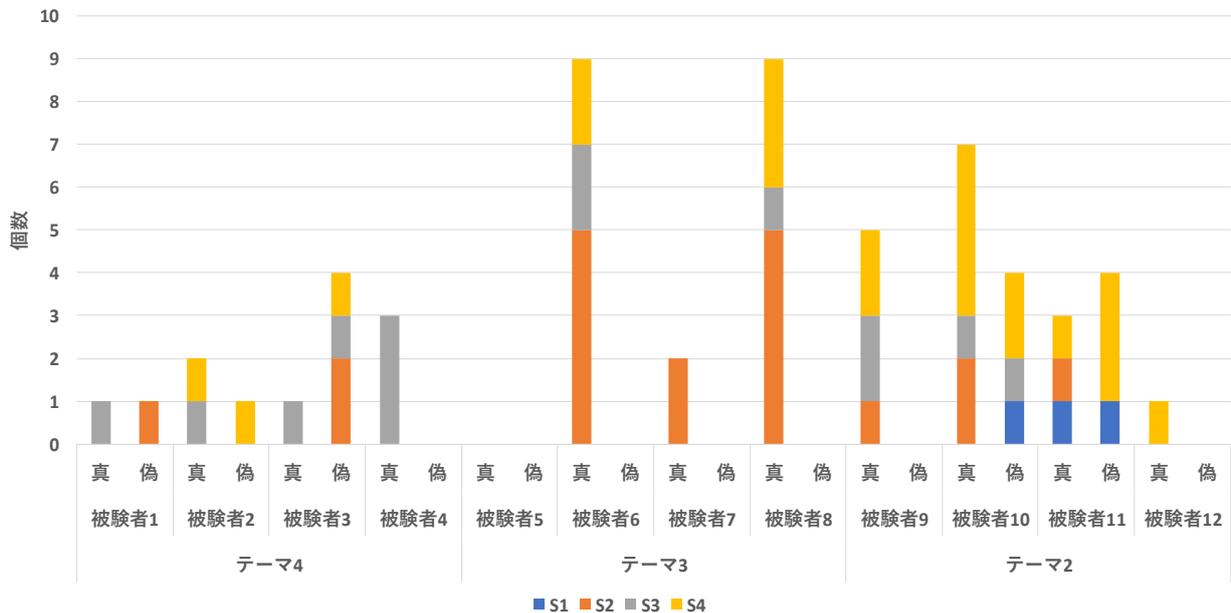


図 5.6 R-DTF の活用個数（生成者別集計）

た. グループ 3 の各被験者は条件 3 においてテーマ 2 の文書作成を行っており, 活用された 24 個の R-DTF の内, 22 個の R-DTF が事前実験におけるテーマ 1 の文書作成時に生成されたもの(15 個)またはテーマ 2 の文書作成時に生成されたもの(7 個)であった. 以上の結果から, 活用される R-DTF と作成する文書のテーマには関連性が非常に大きいことが分かった.

また各被験者は, 条件 3 後のインタビューにおいて, 作成テーマとは明らかに異なる単語がある R-DTF は, 読み飛ばしていたと回答した. 被験者 6, 9, 11 はそれぞれ, テーマ 4 の R-DTF を活用していたが, 活用した R-DTF にはそれぞれ, テーマ 4 を代表する単語「ファッション」が含まれていないものであった. これらの結果からも, 作成テーマと R-DTF の生成元の文書のテーマとの関連性が大きいことを支える結果となった.

5.3.3.4 知識コミュニティと R-DTF

図 5.6 は, 各被験者が条件 3 の実験において活用した R-DTF の数を示した棒グラフである. 図 5.6 においては, 各被験者が活用した R-DTF を, 真偽の別と, 事前実験においてどの被験者から生成されたものであるかを集計してある.

ここで, 事前実験の被験者 S1-S3 と, 活用実験の被験者 1, 2, 3, 6, 9, 10 は同

じ研究室に所属しており、事前実験の被験者 S4 と活用実験の被験者 4, 5, 8, 12 は同じ研究室に所属している。また、活用実験の被験者 7, 11 は事前実験のどの被験者とも異なる研究室に所属している。

図 5.6 に示すように、R-DTF の生成元の被験者 (S1-S4) の知識コミュニティと R-DTF を活用した被験者 (1-12) の知識コミュニティの間には関連性はみられなかった。

5.3.3.5 外部知識の提示態様による違い

インタビューの結果、被験者 3, 6, 8, 10 は、条件 2 において本文全体を参照した場合と条件 3 において R-DTF を参照した場合で、活用するときにおける判断基準に共通の認識を持っていたことが判明した。まず、上記 4 人の被験者は条件 2 において、本文全体の文脈が自分の意見に合っているか否かで、文章断片を活用するか否かを判断していた。つまり、当該各被験者は、条件 2 においては本文を構成する文章断片それぞれの内容に影響を受けるのではなく、本文全体の文脈に影響を受けていた。また、この 4 人の被験者は条件 3 において、R-DTF の内容が自分の書きたい内容に適合し得るか否かで、その R-DTF を活用するか否かを判断していた。つまり、当該各被験者は、R-DTF の内容を額面通りに受け取るのではなく、それぞれが自分の書きたい文脈に適合し得るかどうかを判断していた。

特に、被験者 11 は R-DTF を参照することで、文書作成行為に対して強い影響を受けたことがうかがえる。具体的には、被験者 11 は、R-DTF リストを参照しているうちにテーマに対する意見が変わったため、いったんは本文を書き出したものの、途中で一から本文作成を開始したと実験を振り返っていた。このとき、被験者 11 は特定の R-DTF によって意見が変わったのではなく、複数の R-DTF に影響されたと述べていた。

5.3.3.6 活用された R-DTF の生成者について

表 5.8 は、本節の活用実験において活用された文章断片および R-DTF の数を、生成元の文書および R-DTF を作成した事前実験の被験者別に集計した表である。表 5.8 が示すように、生成元が S1 および S2 の場合、文章断片の方がより多く活用される結果となり、生成元が S3 の場合、文章断片と R-DTF は同等数活用される結果とな

表 5.8 活用された文章断片 (TF) /R-DTF の生成者別集計結果

	S1		S2		S3		S4	
	TF	R-DTF(真/偽)	TF	R-DTF(真/偽)	TF	R-DTF(真/偽)	TF	R-DTF(真/偽)
テーマ1	—	1(0/1)	—	3(3/0)	—	2(1/1)	—	9(4/5)
テーマ2	8	2(1/1)	7	0	2	1(1/0)	1	4(4/0)
テーマ3	6	0	3	0	3	1(0/1)	2	5(5/0)
テーマ4	10	0	6	4(1/3)	3	1(0/1)	2	3(1/2)
計	24	3(1/2)	16	7(4/0)	8	5(2/3)	5	21(14/7)

った。また、生成元が S4 の場合、文章断片に比べて R-DTF の方がより多く活用される結果となった。

5.3.4 考察

5.3.4.1 R-DTF の活用可能性について

以上、5.3.3 節の実験結果から、得られた結果をまとめ、新たな文書作成時における R-DTF の活用可能性について考察する。まず、表 5.4 および図 5.5 に示したように新たな文書作成時において R-DTF は実際に活用された。条件 3 において各被験者は真の R-DTF についても偽の R-DTF についても同様に活用していることから、他者が本文に採用するのに有用と判断した文章断片 (偽の R-DTF) であろうが、不用と判断した文章断片であろうが (真の R-DTF)、分け隔てなく活用されることが分かった。また、各被験者が活用した R-DTF について、活用元の被験者の知識コミュニティが同一であるか異なるかは関係ないことが分かった。ただし、作成しようとする本文と同様のテーマから生成された R-DTF でないと、活用されづらいことが分かった。

一方、R-DTF が活用されたからと言って、作成される文書の内容に関して、必ずしも特徴が出るわけではない。上述したように、文書間の類似度と R-DTF の重複数が必ずしも関係するとは限らない。これは、R-DTF が活用される主なタイミングが文書構成の段階であったことに起因すると考えられる。つまり、R-DTF を本文作成に当たって直接的に活用したわけではないため、R-DTF が有する内容が直接的には反映されない。

その他の R-DTF の活用の特徴としては、複数の被験者が、他者の本文を参照した場合と R-DTF を参照した場合で、活用の判断基準を変えるという結果がインタビュー

一から得られた。具体的には，本文を参照した場合はその本文全体の文脈に強い影響を受けるのに対し，R-DTF を参照した場合は，自身の文脈にその R-DTF の内容を当てはめるということが複数の被験者に共通してみられた。

このような事象が生じた原因の一つに，参照する外部知識の液状化[54]の程度が関係すると思われる。本研究の事象で言えば，条件 2 の本文よりも条件 3 の R-DTF の方が，知識の液状化の度合いが高いため，執筆者の知識と結合しやすいと思われる。つまり，知識を液状化した状態で提示された R-DTF は，完成した文章を提示するよりも，より自身の意見に適合しやすい状態であると考えられる。そのため，被験者 11 は文書作成に際して，R-DTF の内容に影響を受けて徐々に自身の意見を変えたものと考えられる。

以上まとめると，R-DTF は新たな文書作成に際して実際に有効に活用可能であると結論付けることができる。

5.3.4.2 埋もれた創造性について

5.3.3.6 節に示したように，活用された文章断片／R-DTF の作成者に着目したとき，その作成者によって文章断片の方が優位に活用されたり（被験者 S1, S2），R-DTF の方が優位に活用されたりする（被験者 S4）という結果が得られた。

この結果において，被験者 S4 の事例を換言すると，被験者 S4 が創造した文書は他者にとって活用対象としてはあまり魅力的ではなかったが，被験者 S4 が不用と判断して棄却した R-DTF については，他者は活用対象として魅力に感じたということである。この事例は，Creativity Mining[77]に関係していると考えられる。つまり，これまでは他者が新たな文書を作成する場合において被験者 S4 は創造的な人物と認識されない存在であった。しかし，R-DTF の活用環境を整えることで，被験者 S4 は他者が新たな文書を作成する場合において創造的な人物として認識される可能性が高まる。これはまさしく，従来は創造的であるとみなされていなかった人物の創造性をマイニングしたことに相当し，Creativity Mining[77]の好例であると言える。

5.4 R-DTF 活用環境構築の指針

5.3 節の実験結果から，R-DTF が新たな文書作成において実際に有効に活用可能で

あることを確認することができた。そこで、本節では、5.3 節の実験結果を踏まえ、R-DTF の活用環境を構築するに当たっての指針を、活用主体と活用対象および活用タイミングの観点からそれぞれ検討する。

5.4.1 活用主体

R-DTF を活用する主体は、R-DTF の作成者本人とそれ以外の他者が考えられる。本研究では、R-DTF を活用する主体が、R-DTF の作成者本人以外の他者であったが、少なくとも 5.3 節の実験結果から、R-DTF の作成者の知識コミュニティと活用主体の知識コミュニティは特に関係ないことが分かった。したがって、R-DTF の活用環境を構築するに当たり、活用主体については特に考慮せずともよいと考えられる。ただし、本研究では R-DTF 作成者本人が自身の R-DTF をどのように活用するかという点について、直接観察したわけではない。また、活用主体の違い（例えば、R-DTF 生成者自身、その生成者に近い知識コミュニティの人物、それ以外の他者）によって、R-DTF の活用の仕方に特徴を有する可能性もある。これらの点を明らかにすることが今後の課題である。

5.4.2 活用対象および活用タイミング

5.3 節の実験結果から、R-DTF の活用の際に被験者は文書作成の構成時に発想のきっかけとして活用することがほとんどであった。つまり、R-DTF を活用する対象としては、発想を要する対象であれば新たな文書作成だけに限らないと考えられる。したがって、R-DTF の活用対象は、新たな文書作成はもちろんのこと、プレゼンテーション資料等の他のコンテンツであってもよい。また、R-DTF は、ブレインストーミング等のアイデア創造活動において活用されてもよい。ただし、提供される R-DTF のテーマは、活用対象に係るテーマと関連が強いものであることが好ましい。また、活用タイミングは上述のように活用対象のコンテンツ等を作成するに当たっての構想時に提供することが好ましいと考えられる。

5.5 おわりに

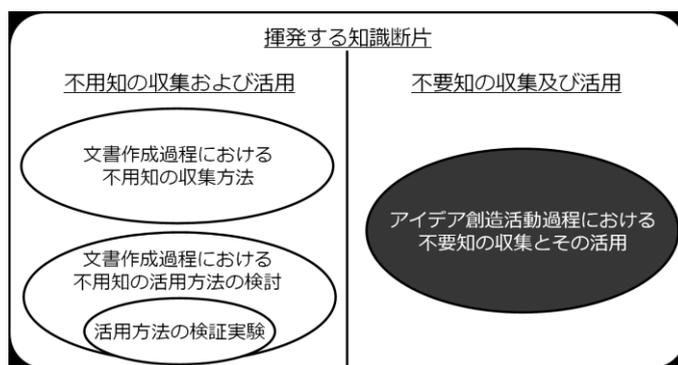
本章においては、R-DTF を収集する事前実験と、収集された R-DTF が創造的文書の作成で活用されるかどうかを検証する活用実験を行った。結果として、R-DTF が

新たな文書作成において有効に活用されることを確認した。また、R-DTF は、一般的な活用対象である文章よりも液状化の程度が高いために、執筆者の文書構成により強い影響を及ぼすという示唆を得た。また、R-DTF の活用によって、Creativity Mining[77]の促進が期待されるという示唆も得ることができた。本章ではさらに、活用実験の結果を踏まえて R-DTF の活用環境を構築するための指針についての検討を行った。

以上、第 3 章～第 5 章にわたって、文書作成過程で生じる不用知について、収集手段（第 3 章）と活用可能性（第 4 章、第 5 章）の検証を行ってきた。その結果、第 4 章の実験によって R-DTF が特に後に活用可能性が高いことが判明し、実際に R-DTF が有効に活用可能であることも第 5 章において確認することができた。そして、Text ComposTer のような、文書作成過程の最上流工程を支援可能な文書作成システムを用いることで、実際に有効に活用される R-DTF をより多く集めることができるという結果も第 3 章から得られた。したがって、文書作成という創造活動過程で生じる不用知については、収集することで知的資源となり得ることを示すことができたと言える。次章では、不要知の活用可能性についての検討を行う。

第6章 アイデア創造活動過程における 不要知の収集とその活用

アイデア創造活動，特にブレインストーミングを知識創造活動の対象として，不要知（メンタルワールド内で生成されたものの，知識の構成要素として不必要と判断され，表出化すらされなかった知識断片）の収集とその活用に関する検討



6.1 はじめに

第3章から第5章までは，揮発する知識断片のうち，不用知の収集および活用について述べた．具体的には，知識創造活動の対象を文書作成行為に設定して，本文作成においていったんは書き出されたものの，最終的には削除された文章断片を不用知としてみなし，その収集方法および活用方法についての検討を行った．

本章では，揮発する知識断片のうち，不要知について収集方法およびその活用方法について検討を行う．不要知とは，第1章で述べたように，メンタルワールド内で生

成されたものの、知識の構成要素として不必要（不要）と判断され、表出化すらされなかった知識断片を表す。表出化すらされなかった知識断片は、生成される知識の種類がなんであれ、アイデアレベルの概念であると考えられる。そこで、本研究では、アイデア創造活動を知識創造活動の対象として設定し、そのアイデア創造活動の過程で生成された不要知の収集および活用について検討を行う。

以下、6.2節においてはアイデア創造活動過程における不要知の特定を行う。6.3節においては6.2節において特定した不要知を収集するためのアプローチについて検討を行う。6.4節においては、6.3節で言及したアプローチを基に設計した、不要知の収集と活用が可能な電子ブレインストーミングシステムについて述べる。6.5節においては、6.4節で説明した電子ブレインストーミングシステムの評価実験について説明する。6.6節では、6.5節の実験結果を踏まえ、アイデア創造活動における不要知の活用環境構築に向けた方向性について検討する。最後に6.7節において本章をまとめる。

6.2 アイデア創造活動過程における不要知の特定

本節においては、アイデア創造活動過程における不要知がどのようなものであるかについて検討を行う。アイデア創造活動とは、アイデアを創造するための一連の活動である。このアイデア創造活動は、個人で行われることもあるが、多くの研究はブレインストーミング(BS)[78]やブレインライティング[79]をはじめとする、グループによるアイデア創造技法が用いられてきた。特に、BSを用いたアイデア創造活動が多くの企業や教育機関などで取り組まれている。このBSでは、より多くのアイデアを創出するために、以下の4つのルールが設けられている[78]。

- 批判厳禁
- 自由奔放
- 質より量
- 結合改善

このような環境下において以下の2つの場面で、アイデア生成者のメンタルワール

ドで生成されたものの、表出化することなく揮発してしまう知識断片が発生することが考えられる。

- 誰かが発言しているために（**Production blocking**[80]）または会話の流れを阻害しないために、着想を得たものの表出化することを躊躇し、そのまま揮発してしまうアイデア
- 批判厳禁というルールが設定されているために、着想を得たものの、表出化することなくそのまま揮発してしまうアイデアに対する批判

この2つは紛れもなく、アイデア創造活動における不要知である。1つ目の不要知については、**Funnel Chat**[81]というテキストチャットシステムが提案され、会議中に投稿されたアイデアの埋没化を防止する仕組みが提案されている。

一方、2つ目のアイデアに対する批判については、これまで収集・活用する試みはなかった。しかも、批判的な発言、思考による効用について数々の研究がこれまで行われている。例えば、文献[82]では、疑問を示す発言、同意できないことを示す発言、否定感を出した質問を示す発言、アイデアの欠陥を具体的に指摘する発言という4種の批判的発言を定義し、アイデア創造ゲームでどのようにその発言がなされるかの分析がなされた。その結果、アイデアの欠陥を具体的に指摘する発言のとき以外は、批判的発言を起点にアイデアが改善されたことが報告されている。また文献[83]では、アイデアに対する批判が、新たな問題の発見やアイデアの価値の再定義に利用できることを24社の製品開発における事例研究により導き出している。つまり、このアイデアに対する批判を不要知として収集、活用することができれば、従来のブレインストーミングによるアイデア創造をより良いものにすることができる可能性がある。

ここで、**Nemeth**によると、批判厳禁のルールはアイデア発想の阻害要因として知られている **evaluation apprehension**（自身が生成したアイデアが評価されることへの不安）の影響を小さくするためのものであるが、このルール以外でも **evaluation apprehension** の影響をより小さくするルールが存在することを指摘している[84]。したがって、批判厳禁のルールは絶対ではなく、**evaluation apprehension** の影響が

大きくなならないような仕組みをブレインストーミングに取り入れることで、批判を不要知として収集し、アイデア改善のために活用することができる可能性がある。

以上より、本研究においては、アイデア創造活動における不要知を、ブレインストーミングにおいて生成されたアイデアの批判として、その批判の効率的な収集方法と、収集した批判の活用方法を確立することを目指す。

6.3 不要知収集のためのアプローチ

本研究では、*evaluation apprehension* の影響をブレインストーミングと同等レベルとした状態で、生成されたアイデアに対する批判を収集し、その後収集した批判をアイデアの改善に活用する仕組みを考える。そこで、図 6.1 に示すように、本研究ではアイデア生成・批判フェーズと、アイデア改善フェーズの 2 段階に分けて検討を行う。

アイデア生成・批判フェーズは、BS 参加者のグループが BS によってアイデアを生成し、BS 参加者が生成したアイデアについてアイデア批判者のグループが批判を行う段階である。このフェーズにおいて、アイデア批判者のグループが BS 参加者に知られることなく批判を行うことができるように留意する。また、このフェーズにおいて、アイデア批判者のグループが生成した批判がどのようなものであるかを分析することで、アイデア創造活動における不要知についてより詳細な分析を行うことを目指す。

アイデア改善フェーズは、アイデア生成・批判フェーズにおける BS 参加者が、アイデア批判者の批判をここで初めて参照し、参照した批判を克服するアイデアを生成することを要求する段階である。このフェーズにおいては、どのようにアイデアの改善が行われるのかを分析することで、不要知がどのように活用されたかを明らかにし、その有効性について検討を行う。ここで、アイデア改善フェーズは、BS のセッション終了後に行われる収束フェーズ[85]やアイデアの選択フェーズ[86]と同様のフェーズのようにも思える。しかしながら、本論文のアイデア改善フェーズと、これらのフェーズとは目的が根本的に異なる。当該収束フェーズやアイデア選択フェーズでは、BS セッションで生成されたアイデアを、実現のために評価することが目的であるの

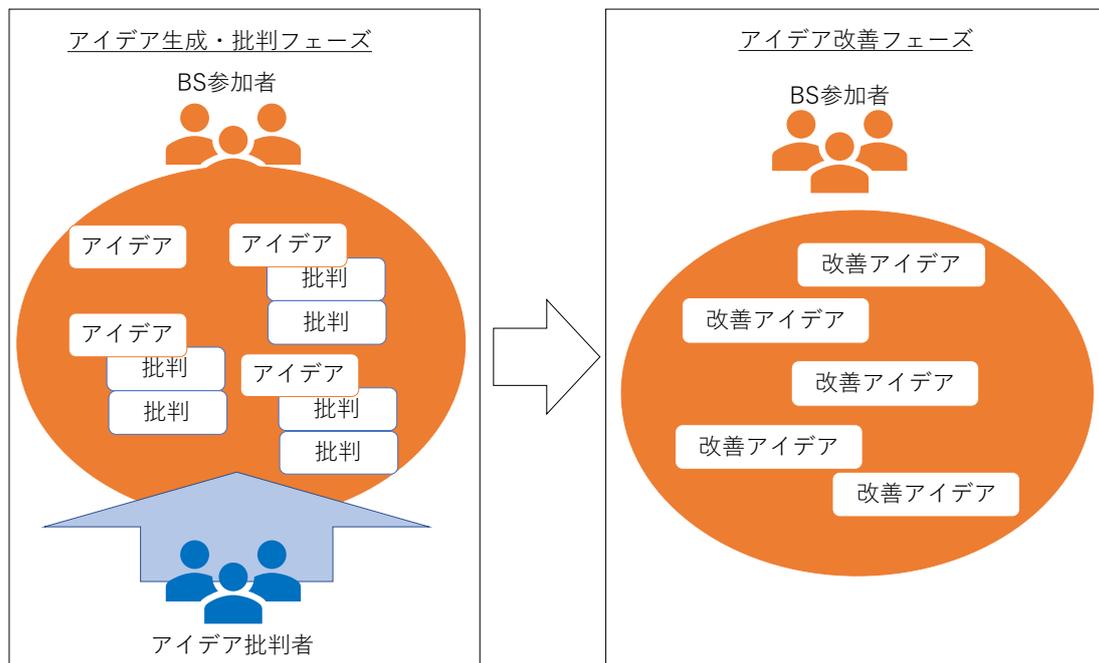


図 6.1 本研究のアプローチの概念図

に対し、アイデア改善フェーズでは、より質の良いアイデアを生成することが目的である。

以上の2つのフェーズを順に行う本研究において、アイデアに対する批判を不要知として収集し、その有効性を確認するために、以下の2つの要件が必要となる。

- BS参加者がアイデア批判者の存在を認知しないこと
- BS参加者が、自身のアイデアを記憶した状態で、批判を活用したアイデア改善を行うこと

1つ目の要件は、**evaluation apprehension**の影響を大きくしないためである。2つ目の要件は、批判が不要知としてどのようにアイデア改善に活用されたかを観察するためである。仮に、BS参加者が批判の元となったアイデアを忘れてしまっていた場合、純粋なアイデアの改善としての批判の効果を観察できないおそれが生じる。

従って、BS参加者とアイデア批判者が対面せず、かつBS参加者が生成するアイ

デアをリアルタイムで批判可能にすることが本研究を進めるうえでの要件となる。そこで、本研究においては、対面型の一般的な BS を採用せずに、電子ブレインストーミングシステム（EBS : Electronic Brainstorming System）[87]を採用した。EBS は、CMC（Computer Mediated Communication）の一種であり、ユーザ間での匿名性が担保できる。この特徴を利用することで、アイデア批判者は、BS 参加者に存在を知られることなく、生成されたアイデアを参照し、批判することができる。

6.4 不要知の収集および活用のための電子ブレインストーミングシステム

前節のアプローチを実現する EBS として Criticism Climber を実装した。Criticism Climber は、Node.js [88]を用いて Web アプリケーションとして実装した。Criticism Climber は、アイデア生成・批判フェーズにおける、BS 参加者用のアイデア生成画面（図 6.2）およびアイデア批判者用のアイデア批判画面（図 6.3）と、アイデア改善フェーズにおける BS 参加者用のアイデア改善画面（図 6.4）を有し、各画面にアイデアまたは批判を入力することができる仕組みとなっている。

6.4.1 アイデア生成画面

図 6.2 に示すように、アイデア生成画面は BS 参加者が BS においてアイデアを生成するための画面である。BS 参加者は、アイデアを画面下方のテキストボックスに入力し、send ボタンを押下することでそのアイデアを投稿することができる。投稿されたアイデアは、時系列の順にアイデア生成画面に表示される。投稿されたアイデアは他の BS 参加者も閲覧することができ、どの BS 参加者が投稿したものであるかを識別することができる。

6.4.2 アイデア批判画面

図 6.3 に示すように、アイデア批判画面は BS 参加者が生成したアイデアに対してアイデア批判者が批判をするための画面である。アイデア批判画面は、BS 参加者がアイデア生成画面にて投稿したアイデアおよび選択ボタンが左側に表示される。アイデア生成画面でアイデアが投稿される都度、そのアイデアが画面左側に表示されてい



図 6.2 アイデア生成画面

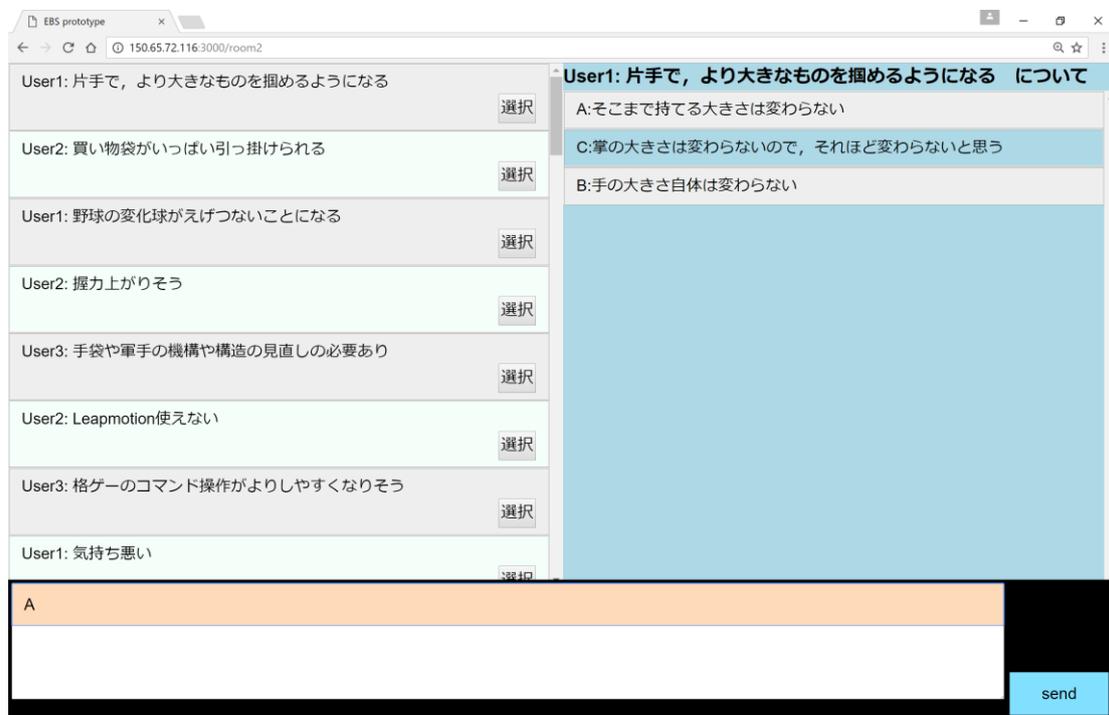


図 6.3 アイデア批判画面

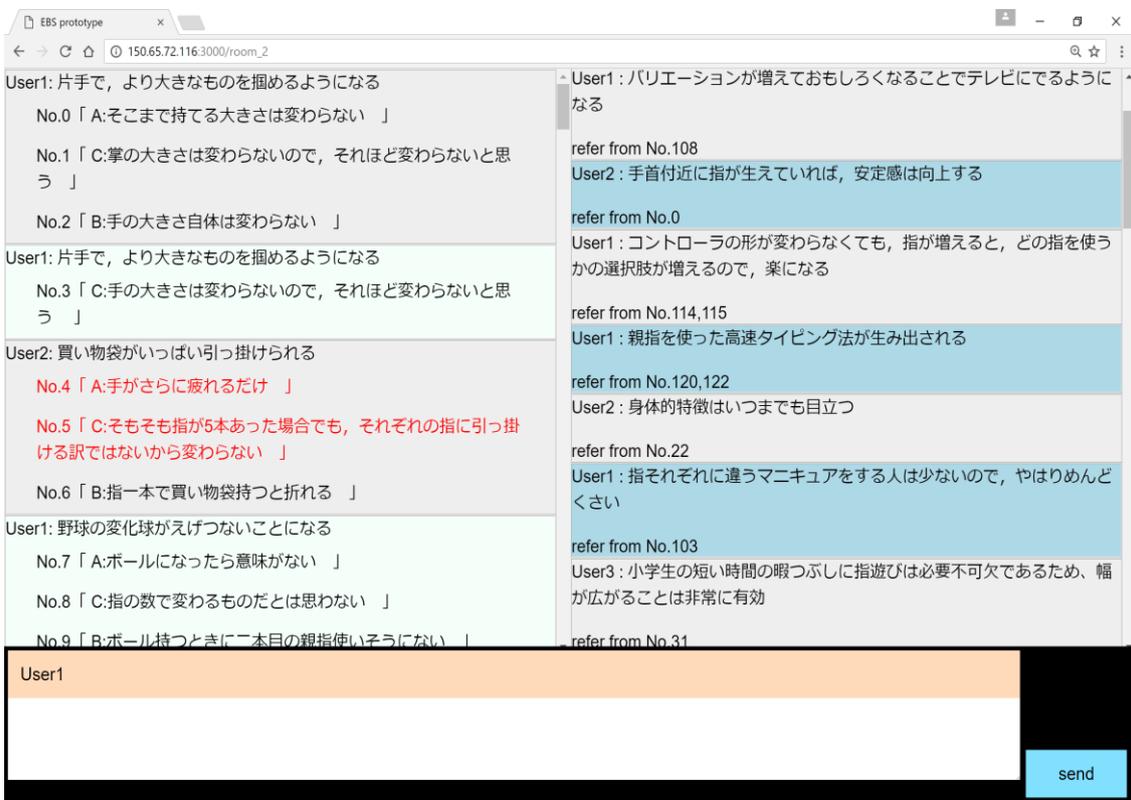


図 6.4 アイデア改善画面

く。また、選択ボタンで選択されたアイデアに対する批判が右側に表示される。

アイデア批判者は、画面左側を閲覧しながら批判したいアイデアを探し、批判対象となるアイデアが見つかったらそのアイデアに対応する選択ボタンを押下し、右側にそのアイデアに対する批判を表示する。その後、画面下方のテキストボックスに批判を入力し send ボタンを押下することで、対象となるアイデアに対する批判を投稿することができる。投稿された批判は他のアイデア批判者も閲覧することができ、どのアイデア批判者が投稿したものであるかを識別することができる。なお、図 6.3 の画面下方の橙色のテキストボックスは、アイデア批判者のユーザ名を入力するものである（図 6.3 の例では「A」）。

6.4.3 アイデア改善画面

図 6.4 に示すように、アイデア改善画面は、アイデア生成・批判フェーズにおいて

生成されたアイデアおよびその批判に基づいて、BS 参加者が新たなアイデアを生成するための画面である。アイデア改善画面は、アイデア生成・批判フェーズで生成されたアイデアとその批判の組が左側に表示され、アイデア改善フェーズで生成されたアイデアとそのアイデアで克服した批判を表す番号が右側に表示される。

BS 参加者は、画面左側に表示されたアイデアおよびその批判を参照し、克服可能であると判断した1つまたは複数の批判をクリックし、選択状態にする。選択状態の批判は赤色で表示される（図 6.4 の例では No.4 と No.5 の批判が選択状態）。BS 参加者は画面下方のテキストボックスにアイデアを記入し、send ボタンを押下することによって、そのアイデアを投稿することができる。投稿されたアイデアは、選択状態の批判を表す番号とともに画面右側に表示される。投稿されたアイデアは他の BS 参加者も閲覧することができ、どの BS 参加者が投稿したものであるかを識別することができる。なお、図 6.4 の画面下方の橙色のテキストボックスは、アイデア批判者のユーザ名を入力するものである（図 6.4 の例では「User1」）。

このように実装された Criticism Climber を用いることによって、6.3 節で示した要件を満たすことができる。具体的には、アイデア生成・批判フェーズにおいて、BS 参加者がアイデア生成画面を使用し、アイデア批判者がアイデア批判画面を使用することで、どのアイデアにどのような批判が行われているかに関して知られることなく BS 参加者にアイデアの生成に集中させることができる。また、アイデア批判者がアイデア批判画面を使用することによって、BS におけるアイデア生成とそのアイデアの批判を同時に行うことができるため、アイデア生成・批判フェーズにおける BS 終了後に直ちにアイデア改善フェーズに移行することができる。

6.5 実験

6.5.1 実験概要

本研究では、6.4 節で示した Criticism Climber を用いて、アイデア生成・批判フェーズにおける批判を不要知として収集し、その不要知をアイデア改善に活用した場合、すなわちアイデア改善フェーズで生成される改善アイデアの特徴を探るための実験を行った。

表 6.1 実験条件の組み合わせ

Team	1st		2nd	
	Theme	Procedure	Theme	Procedure
Team1	T ₂	Proc.2	T ₁	Proc.1
Team2	T ₁	Proc.2	T ₂	Proc.1
Team3	T ₂	Proc.1	T ₁	Proc.2
Team4	T ₁	Proc.1	T ₂	Proc.2

被験者と実験課題の関係を表 6.1 に示す。被験者として、筆者が所属する大学院の修士課程の日本人学生 23 名と博士課程の日本人学生 1 名の計 24 名を採用し、被験者を 6 人ずつ 4 つのチーム (Team1 - Team4) に分けた。また、各チームの内 3 人を BS 参加者として役割を付し、残りの 3 人をアイデア批判者としての役割を付した。具体的には、Team1 において BS 参加者は被験者 BS₁-BS₃ と表記し、アイデア批判者は被験者 C₁-C₃ と表記する。Team2 において BS 参加者は被験者 BS₄-BS₆ と表記し、アイデア批判者は被験者 C₄-C₆ と表記する。Team3 において BS 参加者は被験者 BS₇-BS₉ と表記し、アイデア批判者は被験者 C₇-C₉ と表記する。Team4 において BS 参加者は被験者 BS₁₀-BS₁₂ と表記し、アイデア批判者は被験者 C₁₀-C₁₂ と表記する。また、各チームには 2 種類の実験手順 (Proc.1, Proc.2) と 2 種類の実験テーマ (T₁, T₂) について、表 6.1 に示す組み合わせに従って実験を行った。

実験手順について、Proc.1 は Criticism Climber を用いた実験を表す。具体的には、3 名の BS 参加者が前半の 30 分間アイデア生成画面でアイデア生成を行い、同時に 3 名のアイデア批判者がアイデア批判画面で BS 参加者のアイデアの批判を行う。その後 5 分間の休憩をはさみ、BS 参加者のみがアイデア改善画面にて 30 分間にわたりアイデア改善を行う。Proc.2 は、ベースラインとなる実験であり BS 参加者のみに 30 分間のアイデア生成を 5 分間の休憩をはさみ、2 回連続でアイデア生成画面を通じて行ってもらうものである。なお、1 回目の実験と 2 回目の実験は、1 日空けて取り組んでもらった。

また、各チームには 2 つの課題に取り組んでもらった。課題は EBS に関する効果

を検証した文献[89]の中から2つ選択した。具体的には表 6.1 中、テーマ T_1 を「交通事故を減らすためには、どのような工夫・対策をすればよいでしょうか。」とし、テーマ T_2 を「もし両手に親指がもう1本ずつ増えた場合における利点または不都合な点を挙げてください。」とした。

また、BS 参加者の被験者群には、アイデア生成・批判フェーズおよび比較用実験においては、BS の4つのルールを紹介し、課題に対するアイデアをできるだけ多く発想するように教示をした。なお、BS の結合改善のルールを妨げないために、他のBS 参加者が投稿したアイデアに対して質問する等、アイデア生成画面において簡単な会話をしてもよいことをBS 参加者に伝えた。また、アイデア改善フェーズにおいて、アイデア改善画面の左側に表示された先に発想したアイデアに対する批判を克服するアイデアをできるだけ多く発想するように教示を行った。さらに、アイデア批判者の被験者群には、アイデア批判画面の左側に表示されたアイデアに対してできるだけ多くの批判を行うように教示を行った。

また、各チームのBS 参加者（被験者 BS_1 - BS_3 、被験者 BS_4 - BS_6 、被験者 BS_7 - BS_9 、被験者 BS_{10} - BS_{12} ）の組と、アイデア批判者（被験者 C_1 - C_3 、被験者 C_4 - C_6 、被験者 C_7 - C_9 、被験者 C_{10} - C_{12} ）の組とはそれぞれ対面環境で Criticism Climber を使用してもらった。ここで、対面環境に起因する発想の阻害の影響を各組で同程度とするため、互いに面識がある被験者が同一の組になるように調整した。加えて、各チームのBS 参加者にはアイデア批判者が実験に参加していることは知らせなかった。また、同様に、アイデア批判者にはBS 参加者が実験に参加していることは知らせなかった。これは、アイデア批判者が批判をどのように行うかを観察するためである。

さらに、BS 参加者には課題1および課題2の終了後に、アイデア批判者にはアイデア生成・批判フェーズの終了後に半構造化インタビューを行った。BS 参加者に対しては、アイデア改善フェーズにおいて、アイデアに対する批判を目にしたときどう感じたかと、どのようにして批判を乗り越えるアイデアを発想したかを主に質問した。アイデア批判者に対しては、どのようにして批判を行ったかと、批判しやすいアイデア、批判しにくいアイデアがあったか、あればそれはどのようなアイデアであったかを主に質問した。

表 6.2 批判の数

Theme	Team	Subject	Number of Critical Remarks			
			Time periods			Total
			1~10	11~20	21~30	
T ₁	Team1	C ₁	8	7	12	27
		C ₂	12	10	14	36
		C ₃	6	9	8	23
	Team3	C ₇	11	16	23	50
		C ₈	7	9	14	30
		C ₉	18	28	38	84
T ₂	Team2	C ₄	20	13	10	43
		C ₅	7	9	11	27
		C ₆	7	4	8	19
	Team4	C ₁₀	14	18	19	51
		C ₁₁	10	8	9	27
		C ₁₂	12	10	7	29

6.5.2 実験結果

6.5.2.1 批判に関する実験結果

表 6.2 は、各被験者それぞれの批判の数を集計した表である。表 6.2 に示すように、各被験者において批判の数に関して統計的な傾向はみられなかった。また、実験における批判の特徴を探るため、実験の前半（1-10 分）、中盤（11-20 分）、終盤（21-30 分）で生成された批判の数を集計したが、これら 3 つの時間帯における批判の生成速度について統計的な傾向はみられなかった。

次に、批判の内容について分析したところ、生成された批判は少なくとも以下の 8 つのカテゴリに分類することができた。

- (1) アイデアが題の解となっていないことを指摘（効果がない、または効果に疑問。題からずれた解答）
例：テーマ T₁ の「定期的な講習会を行う」というアイデアに対し、「効果ありますか」という批判
- (2) アイデアから発生する問題点を指摘
例：テーマ T₁ の「交通違反するたびに制限速度がどんどん遅くなる制御プログラ

- ム」というアイデアに対して、「各々でスピード違ったら渋滞なる」という批判
- (3) アイデアの実現可能性の乏しさを指摘
例：テーマ T₁の「自動ブレーキを早く普及させる」というアイデアに対し、「そのための資金はどうするのか」という批判
 - (4) アイデアの具体性の欠如を指摘
例：テーマ T₁の「歩行者に安全意識を教える」というアイデアに対し、「どうやって?」という批判
 - (5) アイデアの新規性の欠如を指摘
例：テーマ T₁の「定期的な講習会を行う」というアイデアに対し、「今もしています」という批判
 - (6) アイデアの内容が不適切であることを指摘
例：テーマ T₁の「どこでもドアをこの世界に誕生させる」というアイデアに対し、「荒唐無稽すぎない?」という批判
 - (7) アイデアの意味が分からないことを指摘
例：テーマ T₁の「信号を四色にする」というアイデアに対し、「意味不明」という批判
 - (8) アイデアとは関係のない批判

上記 8 の批判には、アイデアの内容ではなく BS 参加者に対しての批判が少数ながら含まれていた。これは、本実験において「批判」については何も教示を行わなかったため、批判の対象をアイデアではなく BS 参加者に向けた被験者もいたということが言える。これらの批判は、アイデアの改善の可能性が低いと思われるため、上記 8 の批判がされないような何らかの仕組みが必要である。

また、インタビューの結果、全てのアイデア批判者 C₁-C₁₂は、実現可能性が乏しいアイデアに対して批判を行いやすいと回答した。この他、半数のアイデア批判者は (C₁-C₃, C₄-C₆) は、批判対象となるアイデアが他の被験者によってリアルタイムに生成されているという認識を持っていなかった。さらに C₁-C₃, C₆は、コンピュータによって自動生成されたアイデアに対して批判をしていると認識しており、もし実際

に人がアイデアを生成しているとわかっていたら、言葉遣いなどに気を配ったとの回答を得た。6.5.1 節で述べたように、本実験では批判がどのように行われるかを観察するために、人がアイデアを生成しているという事実をあえてアイデア批判者に伝えていなかった。しかしながら今後その事実をアイデア批判者に伝えることによって、上記 8 の批判、特に BS 参加者に向けた批判が抑制されることが期待される。

6.5.2.2 改善アイデアに対する実験結果

表 6.3 は、各被験者が生成したアイデアおよび改善アイデアの数を集計した表である。表 6.3 中 Proc.1 の後半が改善アイデアの数を表しており、その他はアイデア数を表している。アイデア数と改善アイデア数について Brunner-Munzel 検定[70]を実施したところ、以下の複数の結果を得た。

- Proc.1 かつ T_1 の条件において、前半に生成されたアイデア数と後半に生成された改善アイデア数の間に有意差 ($p < 0.01$) があった。
- Proc.1 かつ T_2 の条件において、前半に生成されたアイデア数と後半に生成された改善アイデア数の間に有意傾向 ($p = 0.08$) があった。
- Proc.2 かつ T_1 の条件において、前半と後半に生成されたアイデア数の間には統計的有意差はなかった。
- Proc.2 かつ T_2 の条件において、前半と後半に生成されたアイデア数の間には統計的有意差はなかった。

これらの結果から、BS におけるアイデア生成よりも、改善アイデアを生成する速度が遅いことが判明した。よって、BS 参加者にとって批判に基づいて改善アイデアを生成することは、BS においてアイデアを生成するより困難であることが分かった。

また、アイデア改善フェーズにおけるアイデアやアイデア改善画面での投稿の内容を分析した結果、概ね以下のいずれかに当てはまるようなアイデアが生成されていた。

- (1) 批判に対する説明・反論
- (2) 元のアイデアをより具体化したアイデア

表 6.3 アイデア/改善アイデアの数

Procedure	Theme	Team	Subject	Number of Ideas/Number of Improved Ideas	
				Time periods in first half	Time periods in second half
Proc.1	T ₁	Team1	BS ₁	34	12
			BS ₂	33	7
			BS ₃	23	4
		Team3	BS ₇	27	5
			BS ₈	53	20
			BS ₉	25	15
	T ₂	Team2	BS ₄	16	10
			BS ₅	21	17
			BS ₆	9	7
		Team4	BS ₁₀	22	11
			BS ₁₁	42	20
			BS ₁₂	49	15
Proc.2	T ₁	Team2	BS ₄	21	21
			BS ₅	24	11
			BS ₆	17	9
		Team4	BS ₁₀	27	26
			BS ₁₁	44	35
			BS ₁₂	51	49
	T ₂	Team1	BS ₁	21	16
			BS ₂	23	13
			BS ₃	23	14
		Team3	BS ₇	23	10
			BS ₈	28	11
			BS ₉	12	10

(3) 批判に含まれる観点を取り入れた新奇なアイデア

上記(1)の一例としては、課題 1 において、「急カーブにはきつめのすべり止めを設置する」というアイデアに付与された「滑らなさ過ぎて事故発生」という批判に対して

被験者 BS₂が行った「きつめ、とかいてるだけで滑らないとは言っていない」という改善アイデアが挙げられる。上記(2)の一例としては、課題1において「めっちゃ交通ルール守る人は讚えられる。お金とかもらえる」というアイデアに付与された「財源どこ？収益どうやってとるの？」、「それで本当に自己（筆者注：事故の誤記）減らせるのか」という批判に対して被験者 BS₁が行った「罰金3倍キャンペーンで集めたやつを称賛金にまわす。罰金三倍キャンペーン中は取り締まりの強化と実施箇所の通知を行わない。」という改善アイデアが挙げられる。上記(3)の一例としては、課題2において「タイピングが早くなる」というアイデアに付与された「タイピングで親指あんまり使わない」という批判に対して被験者 BS₄が行った「親指を使った高速タイピング法が生み出される」という改善アイデアが挙げられる。

上記(2)については、BSにおける一種の結合改善と考えることができる。従来のBSにおける結合改善は改善の元となるアイデアはあるものの改善を行う方向性が明確でなかった。対して、上記(2)においては、批判の内容が改善の方向性を示している。上述の例では、「財源」という方向性と、「事故を減らすことができる根拠」という方向性が批判から読み取ることができる。従って、BS参加者は、批判的発言を参照することでアイデアの改善を行いやすいと考えられ、結果としてアイデアの質の向上につながると思われる。また、上記(3)については、批判に含まれる内容を新たな観点としている。上述の例では、「タイピングが早くなる」というアイデアに対し、「タイピングには親指をあまり使わない」という新たな観点が批判によって提示されている。この観点は、批判厳禁の従来のBSでは得ることは難しい。従って、上記(3)のようなアイデアが生成されることで、従来のBSに比べてアイデアの質の向上が期待される。

インタビューの結果、BS参加者がアイデアに対する批判を目にしたときの感じ方が、アイデアの生成数やアイデアの内容に影響を及ぼしていることがわかった。例えば、被験者 BS₃はアイデアに対する批判を目にしたとき、強い抵抗感を感じていた。より具体的にはBSにおいて批判厳禁や質より量といったルールに則ってアイデアを生成しているにも関わらず、そのアイデアに批判が付与されていることに強い抵抗感を感じていた。また、被験者 BS₃は、アイデア生成数が4つと他の被験者に比べて少数のアイデアしか生成できず、さらに生成したアイデアの内容も、全て批判に対する

反論であった。一方、被験者 BS₅ は、批判を目にしたとき、被験者 BS₃ と同じような抵抗をわずかながら感じたものの、批判を乗り越えるべき対象として、他の被験者よりも強く認識していた。その結果、序盤から終盤にかけてアイデア生成数が減ることなく積極的にアイデア生成を行っていた。

アイデアに関連しない批判（6.5.2.1 節のカテゴリ 8）については、BS 参加者の全員がアイデア発想の役に立たないと感じていた。一方、BS 参加者の内、BS₃ を除く全員が、アイデアの内容に関する批判がアイデア発想のきっかけになると感じていた。

6.6 アイデア創造活動における不要知の活用環境構築に向けて

6.6.1 批判の活用メリット・デメリット

6.5 節の実験より、不要知としての批判を収集し、活用することを考えたとき、メリットとデメリットが存在することが判明した。まず、メリットとしては、批判を活用した場合、アイデアの質の向上を図ることができる。6.5.2.2 節の実験結果から、批判を基にした改善アイデアが 3 つカテゴリに分類することができ、そのうち、2 番目と 3 番目のカテゴリの改善アイデアについては、従来の BS では得ることが難しいアイデアであることが分かった。

一方、批判を活用した場合、改善アイデアの数が通常の BS で生成されるアイデア数よりも少ないというデメリットがあることが判明した。このような事態が生じた理由として、2 つあると考えられる。1 つ目は、批判を見たときの BS 参加者の心理的抵抗が大きかったためと考えられる。例えば、被験者 BS₃ は、アイデア改善フェーズで批判を見たとき、アイデアに対して批判が付与されていることについて強い抵抗感を示していた。他の被験者も少なからず同様の感想を持っており、この批判を活用するに当たっては、アイデア改善を行う BS 参加者の抵抗感を軽減する仕組みが必要であると考えられる。

2 つ目は、アイデア改善フェーズにおけるアイデア生成（改善）と通常の BS におけるアイデア生成では、思考のモードが異なるということが考えられる。通常の BS

におけるアイデア生成は自由連想法[90]に分類できるのに対し、アイデア改善フェーズにおけるアイデア生成は、批判がアイデア生成（改善）を行うための制約として機能している。これは、一種の強制連想法[90]として捉えることができる。そのため、BS 参加者は、短期間に自由連想の思考モードから強制連想の思考モードへと切り替えることが困難であったと考えられる。したがって、アイデア改善フェーズにおけるアイデア生成数が減少したものと考えられる。

6.6.2 不要知としての批判は知的資源となり得るか

以上、メリットおよびデメリットを考慮したうえで、不要知としての批判の活用の必要性について言及する。上述のように、批判を活用するに当たり従来の BS では得ることができない種類のアイデアが生成されることが確認できた。従来、発想技法関連の研究においては、発散的思考のフェーズと収束的思考のフェーズを切り分け[90]、発散的思考においてはとにかく大量のアイデアを出すことが求められ、質に関する検討は収束フェーズに委ねられることが一般的であった。しかしながら、今回の研究によって、アイデアの質に対する指摘（批判）が新たな方向へアイデアを発散させることができる可能性があることが分かった。これは、Boden が主張する P-Creativity[71]の支援に他ならない。それにも関わらず、従来は BS のルールに縛られて批判という重要な知識断片が揮発していた。これは、新たな知識創造の観点から考えて非常にもったいないことである。したがって、不要知としての批判は収集および活用するに足る重要な知的資源であると考えられる。

6.6.3 活用環境の構築のための指針

批判は知的資源となるという前提のもと、アイデア創造活動の際に批判をより有効に活用するための具体的な指針について検討を行う。まず、6.6.1 節で述べたように、批判に対する心理的負担を軽減する方法を考える必要がある。また、同小節で述べたように、思考モードの切り替えをスムーズに移行することができる方法を考える必要がある。

これら 2 つを同時に満たすことができる方法としては、アイデア改善だけを行う第三者を導入する方法が考えられる。本章では、BS 参加者が通常アイデア生成と批判に基づくアイデア改善の両方を担っていたが、アイデア改善の役割を BS 参加者で

もなくアイデア批判者でもない第三者に行わせることに寄って、上記2つの要件を同時に満たすことができる。つまり、BSにおける自由連想、アイデアに対する批判、批判に基づく強制連想的アイデアの改善という思考モードによって役割を明確に切り分けることにより、BS参加者は批判を見ることがなく、さらに思考モードも切り替える必要が無い。そのため、6.6.1節のデメリットを解消した不要知の活用環境を構築できるものと思われる。

6.7 おわりに

本章では、アイデア創造活動における不要知についての収集・活用方法の検討を行った。具体的には、BSで生成されたアイデアに対する批判を不要知として収集し、収集した批判がアイデアの改善として活用可能かどうかの検証を行った。その結果、メリット・デメリットはあるものの、批判はアイデアの改善に有効に機能することを確認した。また、当該デメリットを解消すべく、不要知としての批判の活用環境の構築のための指針について検討を行った。次章では、本研究についてのまとめと今後の課題・展望について述べる。

第7章 結論

7.1 本論文のまとめ

本論文は、知識創造活動の過程で生成される知識断片のうち、成果物に反映されずに揮発する知識断片を収集し、活用用途を見出すことを目指し、いったんは表出化したものの不用と判断された知識断片（不用知）と、表出化されるまでもなく不要と判断された知識断片（不要知）の2つの揮発する知識断片に焦点を当てて収集方法および活用方法を検討した。本研究で得られた成果を以下に示す。

第1章では、従来の知識に関する諸研究における含意を通して、揮発する知識断片の存在を指摘し、本研究の目的と研究方針について述べた。第2章では、知識創造、知識活用、知識断片の観点から、本研究に関連する研究を概観し、本研究の位置づけをより明確にした。

第3章から第5章においては、揮発する知識断片のうちの不用知について、対象とする知識創造活動を文書作成行為に焦点を絞り、収集方法および活用方法の検討を行った。まず、第3章では、文書作成過程で棄却された文章断片（DTF: Deleted Text Fragment）を対象とする不用知として、DTF 収集機能を有するテキストエディタ（DTF 収集エディタ）を提案した。DTF 収集エディタに関する評価実験の結果からDTF 収集手段が持つべき機能要件を明らかにし、その要件を満たすべく Text ComposTer を新たな DTF 収集手段として提案した。そして、実験の結果、Text Composter は当該機能要件を満たしていることを確認し、Text ComposTer が DTF 収集手段として有用であると結論付けた。第3章において、文書という知識が得られ

る過程で生成される不用知が、収集手段のインタフェースによってその特性を変え、適切なインタフェース設計によって不用知の収集手段として優れているという知見が得られた。この知見は、知識科学への貢献であると言える。

第4章では、DTFの活用との外延を明らかにすべく、Text CompoTerを使用したDTFの収集実験および収集実験で収集されたDTFの評価実験を複数の被験者に対して行った。評価実験の結果、F-DTFに比べてR-DTFの方が活用可能性が高いという結果を得た。また、DTFの活用可能性について詳細に考察を行った結果、DTF、特にR-DTFが従来の知識の再活用におけるKRR(Knowledge Reuse for Replication)とKRI(Knowledge Reuse for Innovation)の両方に活用できるという示唆を得た。また、主にF-DTFにおいて、文章表現の向上のために活用可能性を有していることが明らかとなった。第4章において、DTFが実際に活用されるかどうかを検証する方向性とは別のアプローチによって、人間がDTFをどのように活用することを想定しているかを明らかにすることができた。第4章の議論によって、DTFという不用知の活用可能性の外延を被験者実験によって明らかにしたことは、知識科学への貢献であると言える。

第5章では、新たな文書作成においてDTFが活用されるかどうかの検証実験について述べ、DTFの活用環境について考察を行うことで、DTFの有効な活用方法について検討した。検証実験については、R-DTFが新たな文書作成において実際に活用されるかどうかの検証を行った。この結果、R-DTFは新たな文書作成において有効に活用されることが確認できた。加えて、R-DTFの文章断片という形式上の特性が、執筆者に対して影響を及ぼすという示唆を当該検証結果から得ることができた。さらに、R-DTFの活用がCreativity Miningの促進に寄与する可能性を実験により得た。さらに、第5章においては、上記検証結果を踏まえて、R-DTFが実際に活用される場面について考察している。この考察は、文書作成過程で生成された不用知の活用環境の構築指針を示したという点で知識科学に貢献していると言える。

第6章では、対象とする知識創造活動をアイデア創造活動に焦点を絞り、アイデア創造活動過程で陽に表出されることがなかった不要知の収集方法および活用方法について検討を行った。具体的には、ブレインストーミング(BS)におけるアイデ

ア創造活動において、BSのルールによって制限され、表出化することがなかった「批判」を不要知として収集し、その批判をBSによって得られたアイデアの改善のために活用することを試みた。実現手段として、批判を収集する機能と、批判の活用によってアイデア改善を行うことができる機能を有する電子ブレインストーミングシステム Criticism Climber を実装した。批判を収集する機能として、BS参加者がアイデア生成を行っている間、そのBS参加者に知られることなく各アイデアに対して批判を行うことができるインタフェースを用意した。また、批判を活用するための機能として、BSのセッションが終了後、BS参加者に生成したアイデアと批判の組を表示し、アイデア改善をさらに行うことが可能なインタフェースを用意した。実験の結果、批判を活用したアイデア改善は、主にアイデアの具体性を高める方向に行われることが分かった。第6章において、アイデア創造活動における不要知の存在を示し、かつその不要知がアイデアの質の改善に資するという知見が得られたことは、知識科学への貢献と言える。

以上を総括すると、2つのフヨウ知（不用知・不要知）を揮発する知識断片として特定し、その収集方法およびその活用方法について検討を行ったことは、これまで見過ごされていた知識創造の機会損失を防ぐ最初の取り組みであり、知識科学という学問をさらに一歩深めるための礎として本研究が貢献できると確信している。

7.2 今後の課題と展望

7.2.1 今後の課題

本研究では、不用知および不要知それぞれについて、生成される知識創造活動を限定して（不用知は文書作成行為、不要知はアイデア創造活動）、収集方法と活用方法の検討を行った。しかしながら、知識創造活動の種類は言うまでもなく多岐にわたる。したがって、知識創造活動それぞれについて不用知または不要知の特定を行い、収集方法および活用方法を別個で検討すべきであり、今後の課題である。この課題を解決するためには、対象とする知識創造活動の種類を把握し、その種類に応じた不用知および不要知を収集するメディアを検討する必要があるだろう。

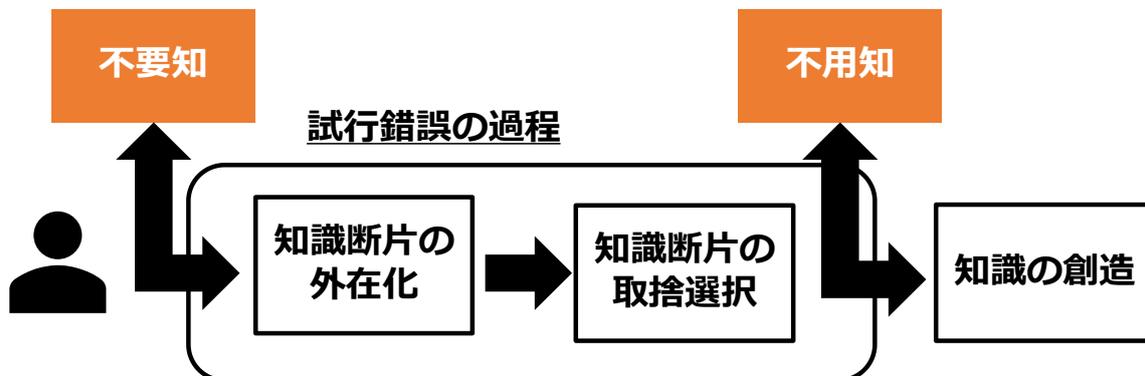


図 7.1 知識創造活動過程と不用知および不要知との関係

具体的には、対象とすべき知識創造活動は、知識創造活動と不用知および不要知との関係から、試行錯誤が伴う知識創造活動であることが必要であると考えられる。図 7.1 は知識創造活動と不用知および不要知との関係を表した模式図である。知識創造活動過程において、人は知識断片の外在化と、外在化した知識断片の取捨選択を試行錯誤的に行い、最終的に知識の創造を行う。このとき、知識断片の取捨選択の過程で、知識の構成要素となり得ずに最終的に揮発する知識断片が不用知である。また、人のメンタルワールドには生成されたが、外在化までには至らなかった知識断片が不要知である。つまり、知識断片の揮発は試行錯誤の過程において生じると考えられる。換言すると、試行錯誤が伴わない知識創造活動では、そもそも知識断片の揮発が生じ難いことが想定される。試行錯誤が伴わない知識創造とは、例えば即興演奏などの即興的な創造活動が挙げられる。したがって、対象とすべき知識創造活動は、即興的ではない試行錯誤が伴う知識創造活動であることが望ましいと考えられる。

また、このような試行錯誤が伴う知識創造活動において不用知を効率的に収集し活用するためには、Text ComposTerのような知識断片を取捨選択可能な構成を有するメディアを使用する必要があると考えられる。また、当該知識創造活動において不要知を効率的に収集し活用するためには、メンタルワールド内の知識断片を外在化する必要があるため、知識断片の外在化に対する心理的障壁が低くなるようなメディアが必要であると考えられる。

例えば、作曲活動は、創造的情報創出[44]と同様のプロセス（2.2.2 節参照）を経て

行われる[91]ため、不用知と不要知が生じると考えられる。具体的には、不用知は、楽曲の解候補として生成された楽曲断片であり、この不要知を収集するためには **Text ComposTer** のように、その解候補の取捨選択を明示的に行うことができるメディアが必要であると考えられる。不要知については、本来なら、作曲活動の過程で表出化することもなく揮発する楽曲断片である。このような不要知を収集するためには、例えば鼻歌のような作曲者が何気なく発した楽曲断片を収集するメディアによって実現できると考えられる。例えば、このような不要知は、伊藤と西本によって開発された **Vocalpecker**[92]によって収集することが可能である。**Vocalpecker** は、歌唱データを **MIDI** データに変換可能なシステムであり、作曲者が即興的に表出した鼻歌を揮発させることなく収集可能な構成を有している。

このように収集された作曲活動過程で収集された不用知と不要知は、作曲者自身の新たな作曲活動や、他者の作曲活動に活用可能であると考えられる。柳と西本によって開発された **Humming ComposTer**[93]では、**Vocalpecker** によって収集された鼻歌による即興演奏（楽曲断片）を、作曲に利用するためにコード進行によって検索可能な **Ad-lib phrase utilizer** が実装されている。この **Ad-lib phrase utilizer** を利用することで、楽曲断片である不用知および不要知のより円滑な活用が期待される。

以上の例示した作曲活動のように、様々な知識創造活動について、揮発する知識断片が存在するかどうかや、不用知および不要知を収集するメディアや、活用手段などを個別に検討し、より多くの知識創造活動について揮発する知識断片の収集・活用手段を実現していくことが今後の課題である。

その他、第5章および第6章において、不用知および不要知の活用環境の構築のための指針について検討を行った。この指針に基づく活用環境の構築についても今後の課題である。

7.2.2 本研究の展望

最後に、本研究から派生し得る研究テーマについて言及する。第5章において、外部知識を参照したときにおける、知識の液状化の程度が参照者に対して影響の度合いを変えろという示唆を得た。この示唆は揮発する知識断片の活用とは別に研究する余地があるものと思われる。液状化の程度によって文脈多様性が変化することから、こ

の多様性の程度を調整することでより効果的な情報提示を行うことができたり、創造性の触発の程度を調整できたりするものと思われる。従来、文献[51]にあるように、知識を提示するタイミングが人間の創造性を高めることに関して重要であることが知られている。しかしながら、提示する知識の液状化度合いが人間の創造性にどの程度影響するかという方向性の研究は、筆者が知る限り存在せず、非常に興味深いテーマであると考えている。

謝辞

本研究を行うに当たり，懇切丁寧なご指導とご鞭撻と格別のご配慮賜りました，北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 西本 一志 教授に深謝いたします。先生からは論文の書き方から研究の進め方まで多くのことを教えていただきました。

本博士論文の審査を引き受けてくださいました東京大学大学院 工学系研究科 堀 浩一 教授，北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 神田 陽治 教授，金井 秀明 准教授，ならびに由井 隆也 准教授に深謝の意を表します。

ゼミや日々の生活において多くの議論を交わし，示唆を頂いた西本研究室の皆様にも感謝いたします。特に，日頃から有益なご助言をいただき，また，個人的な相談にもいつも親身に応じていただいた高島 健太郎 助教には深く感謝申し上げます。

また，研究に関する有益なご指摘や，進路に関するご助言をいただき，いつも気にかけてくださいました北陸先端科学技術大学院大学 國藤 進 名誉教授には深く感謝申し上げます。

入学時より研究に関する議論や雑談などで多くの時間を過ごし，苦楽を共にした金井研究室の東 孝文 さんと宮田研究室の北 直樹 さんにも感謝いたします。

また，本論文における多くの研究について発表させていただき，多くの有益なご助言をくださった情報処理学会 ヒューマンコンピュータインタラクション研究会の皆様には深く感謝申し上げます。特に，立命館大学 情報理工学部 木村 朝子 教授，松村 耕平 講師，岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 小倉 加奈代 講師には格別のご配慮を賜りました。深く感謝申し上げます。

また，いつ遊びに行っても快く迎えていただき，親身にご助言をくださった大阪大学 産業科学研究所 鷲尾研究室の皆様にも深く感謝申し上げます。

いつも心強い励ましで精神的に助けてくださった幼馴染の井上 純志, 真由 夫妻には心よりお礼申し上げます.

最後に, 数多くの個性あふれる人たちに囲まれたおかげで, 本研究の着想を得ることができたと感じています. これまで関わってきた全ての人に深く感謝いたします.

参考文献

- [1] Drucker, P. F.: Post-Capitalist Society, HarperBusiness (1994).
- [2] 大須賀節雄: 知識工学とモデル構築(<特集>知識工学), オペレーションズ・リサーチ : 経営の科学, Vol 28, no. 6, pp.250-256 (1983).
- [3] Nonaka, I. and Takeuchi, H.: The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, New York (1995).
- [4] Gasson, S.: The management of distributed organizational knowledge, Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (2004).
- [5] Wierzbicki, A. P., Nakamori, Y.: Creative Space: A Tool for Knowledge Integration, International Journal of Knowledge and Systems Sciences, Vol.1, No.1, pp.26-32 (2004).
- [6] Polanyi, M (佐藤敬三訳) : 暗黙知の次元, 紀ノ国屋書店, (1980).
- [7] Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., and Smyth, P.: From data mining to knowledge discovery: An overview. In Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI/MIT Press, Cambridge, Mass. (2000).
- [8] 元田浩 : 明示的理解に魅せられて, 人工知能学会論文誌, Vol 14, no. 4, pp.615-625 (1999).
- [9] Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Reeves, B.N., and Takada, S.: Two-Dimensional Positioning as a Means for Reflection in Design, Proc. of Design of Interactive Systems, pp.145-154 (2000).
- [10] Yamamoto, Y., Aoki, A. and Nakakoji, K.: Time-ART: A Tool for Segmenting and Annotating Multimedia Data in Early Stages of Exploratory Analysis, CHI'2001, Extended Abstract, pp.113-114 (2001).
- [11] 山本恭裕, 中小路久美代, 西中 芳幸, 浅田充弘, 松田亮一 : 情報創出のため

- の手段としての空間的ハイパーテキスト表現の利用, 情報処理学会 研究報告 ヒューマンインタフェース 2005-113, pp. 9-15 (2005).
- [12] 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確: 会議コンテンツの再利用に基づくプレゼンテーション作成支援, 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス, 48(2008-GN-068), pp. 85-90 (2008).
- [13] 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. Vol. 112, No. 104, p. 41-46 (2012).
- [14] 竹島亮, 大平茂輝, 長尾確: インタラクティブな要約と内部構造の可視化によるスライド推敲支援システム, 情報処理学会第75回全国大会, 6N-10 (2013)
- [15] 西本一志, 角康之, 門林理恵子, 間瀬健二, 中津良平: マルチエージェントによるグループ思考支援, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J81-D-I, No.5, pp.478-487 (1998).
- [16] 川喜田二郎: 発想法—創造性開発のために, 中央公論社, (1967).
- [17] Munemori, J and Nagasawa, Y: "GUNGEN: Groupware for new idea generation system", IEICE Transactions on Fundamentals, E75-A, 2, pp.171-178 (1992).
- [18] Munemori, J., Fukuda, H., Itou, J.: Application of a Web Based Idea Generation Consistent Support System, Proceeding of 16th International Conference on Knowledge-based Intelligent Information & Engineering Systems (KES2012), pp.1827-1836, (2012).
- [19] 大橋誠, 伊藤淳子, 宗森純: テーブルトップインタフェースを用いた直接操作による発想支援システムの提案, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2008 論文集, pp.1-6, (2008).
- [20] 重信智宏, 吉野孝, 宗森純: GUNGEN DX II: 数百のラベルを対象としたグループ編成支援機能を持つ発想支援グループウェア, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.1, pp. 2-14 (2005).
- [21] 溝口理一郎: 知識の共有と再利用研究の現状と動向, 人工知能学会論文誌,

- Vol. 9, No. 1, pp. 3-9 (1994).
- [22] 溝口理一郎：オントロジー研究の基礎と応用，人工知能学会論文誌，Vol. 14, No.6, pp. 977-988 (1999).
- [23] Liao, S.: Expert system methodologies and applications? a decade review from 1995 to 2004, Expert Systems with Applications, vol. 28, Issue 1, pp. 93-103 (2005).
- [24] Ricardo, A., Baeza, Y. and Berthier, R. N.: Modern Information Retrieval, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA. (1999).
- [25] 佐藤光弘, 梶浦正浩, 多田 智之, 池野 篤司, 森口 修：WWWにおける情報検索技術の動向，電子情報通信学会誌，Vol. 82, No. 12, pp 1237-1242 (1999).
- [26] 岸田和明：日本における情報検索技術に関する研究動向，カレントアウェアネス，No.284, pp.18-21 (2005).
- [27] 赤埴淳一, 平松薫, 佐藤哲司：セマンティック Web の動向と近似オントロジー変換の考案，NTT 技術ジャーナル，Vol.15, No.3, pp.56-58 (2003).
- [28] Tom Heath, Christian Bizer (武田英明監訳)：「Linked Data:Web をグローバルなデータ空間にする仕組み」，丸善，(2013).
- [29] 武田英明：リンクト・オープン・データの利活用：1. リンクト・オープン・データの原理原則と最近の進歩，情報処理 57(7), pp. 588-593 (2016).
- [30] 神寫敏弘：推薦システムのアルゴリズム (1). 人工知能学会誌, Vol. 22, No. 6, pp.826-837 (2007).
- [31] 神寫敏弘：推薦システムのアルゴリズム (2). 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 1, pp.89-103 (2008).
- [32] 神寫敏弘：推薦システムのアルゴリズム (3). 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 2, pp.248-263 (2008).
- [33] ポストイット®ブランドについて：https://www.post-it.jp/3M/ja_JP/post-it-jp/contact-us/about-us/
- [34] 宮永博史：セレンディピティと MOT，三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 季刊 政策・経営研究, 2009 ,vol.3, pp. 50-60 (2009).

- [35] 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, p. 1546-1557 (2006).
- [36] 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. ヒューマンインタフェース学会論文誌. Vol.1, No.1, p. 15-24 (2013).
- [37] 中森義輝: 知識構成システム論, 丸善出版 (2010).
- [38] Nonaka, I., Konno, N.: The concept of “ba”: Building a foundation for knowledge creation, *California Management Review*, 40(3), pp.40-54 (1998).
- [39] 菊池智子, 中森義輝, Wierzbicki, A. P.: 知識創造モデルに基づく研究活動・研究環境の評価, 知識創造場論集, 第3巻, 第1号 (2007).
- [40] Motycka, A.: Science and unconscious, in Polish, Leopoldinum, Wroclaw (1998).
- [41] 堀浩一: 創造活動支援の理論と応用, オーム社 (2007).
- [42] Simon, H. A.: *The Sciences of the Artificial* (Third ed.), The MIT Press, Cambridge, MA. (1996).
- [43] Winograd, T., Flores, F.: *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ (1986).
- [44] 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 (2004).
- [45] Rockley, A.: *Managing Enterprise Content: A Unified Content Strategy*, Indianapolis: NewRiders (2002).
- [46] Verbert, K., Ochoa, X. and Duval, E.: The alocom framework: Towards scalable content reuse, *Journal of Digital Information*, 9 (2008).
- [47] Barta, D., and Gil, J.: A system for document reuse, In *Proceedings of the 7th Israeli Conference on Computer systems and Software Engineering*, pp. 83-94 (1996).
- [48] Mejova, Y., Schepper, K. D., Bergman, L. and Lu, J.: Reuse in the wild: An empirical and ethnographic study of organizational content reuse, *Proc. of the*

- 2011 Annual Conference on Human factors in Computing Systems, pp. 2877-2886 (2011).
- [49] Jensen, C., Lonsdale, H., Wynn, E., Cao, J., Slater, M., Dietterich, T. G.: The Life and Times of Files and Information: A Study of Desktop Provenance, CHI '10 (2010).
- [50] Majchrzak, A., Cooper, L.P. and Neece, O. E.: Knowledge reuse for innovation, *Management Science*, 50(2), pp. 174–188 (2004).
- [51] Cheung, P.-K., Chau, P. Y. K. and Au, A. K. K.: Does knowledge reuse make a creative person more creative? *Decision Support Systems*, 45(2), pp. 219-227 (2008).
- [52] Nonaka, I.: Viewpoints of Knowledge Management from Knowledge Science, Presentation material at the 4th Symposium on Knowledge Science (2003).
- [53] 網谷重紀, 堀浩一: 知識創造過程を支援するための方法とシステムの研究, 情報処理学会論文誌, vol. 46, no. 1, pp. 89-102 (2005).
- [54] Hori, K., Nakakoji, K., Yamamoto, Y and Ostwald, J.: Organic perspectives of knowledge management; Knowledge evolution through a cycle of knowledge liquidization and crystallization, *J. Universal Computer Science*, vol. 10, no. 3, pp.252-261 (2004).
- [55] Hori, K.: Do knowledge assets really exist in the world and can we access such knowledge? Knowledge evolves through a cycle of knowledge liquidization and crystallization, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3359, pp. 1-13 (2005).
- [56] 赤石美奈: 文書群に対する物語構造の動的分解・再構成フレームワーク, 人工知能学会論文誌, v1o. 21, no. 5, pp.428-439 (2006).
- [57] 堀の自作ソフト KNC (Knowledge Nebula Crystallizer): http://www.ailab.t.u-tokyo.ac.jp/horiKNC/representation_units/6
- [58] KNC (Knowledge Nebula Crystallizer) の原理 : <http://www.ailab.t.u-tokyo.ac.jp/horiKNC/principle/>

tokyo.ac.jp/horiKNC/representation_units/18

- [59] 堀浩一：創造活動支援ツールから創造的認知プロセスを探る，人工知能学会論文誌，vol. 19, no.2, pp.222-228 (2004).
- [60] Amitani, S., Mori, M. and Hori, K.: An approach to knowledge reconstruction engine for supporting event planning, Proceeding of KES2002, pp. 1281-1285, IOS Press (2002).
- [61] Amitani, S. and Hori, K.: Knowledge nebula crystallizer for knowledge liquidization and crystallization - From a theory to methodology of knowledge management-, Proceeding of Expertise In Design, Design Thinking Research Symposium 6 (2003).
- [62] 横山美和, 堀浩一：知識の液状化と結晶化の方法論を用いたラジオ番組制作のための創造支援システムに関する研究，人工知能学会全国大会（第18回）論文集，1D1-06 (2004).
- [63] 沼晃介, 田中克明, 赤石美奈, 堀浩一：表現候補の自動生成とインタラクションに基づく表現の液状化・結晶化サイクルの促進，人工知能学会全国大会（第22回）論文集（2008）.
- [64] Numa, K., Tanaka, K., Akaishi, M. and Hori, K.: Reuse and Remix: Content Reconstitution System based on Automatic Draft Generation, In Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence, Vol. 2, No. 3 (2010).
- [65] 沼晃介, 堀浩一：市民の表現活動を編み上げる「ネビュラ」システムの構想と試行，人工知能学会全国大会（第25回）論文集（2011）.
- [66] Neuwirth, C., Kaufer, D., Chimera, R. and Gillespie, T.: The Notes Program: A Hypertext Application for Writing from Source Texts , Proc. of the ACM Conference on Hypertext, pp. 121-142 (1987).
- [67] Smith, J. B., Weiss, S. F. and Ferguson, G. J.: A Hypertext Writing Environment and Its Cognitive Basis (Panel Session) , Proc. of the ACM Conference on Hypertext , pp. 195-214 (1987).
- [68] Hunter, W. J. and Begoray, J.: A Framework for the Activities Involved in

- the Writing Process, *The Writing Notebook*, vol. 7, No. 3, pp. 40-42 (1990).
- [69] 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, p. 1000-1012 (2003).
- [70] Brunner, E. and Munzel, U.: The nonparametric Behrens-Fisher problem: Asymptotic theory and a small-sample approximation, *Biometrical Journal*, 42(1), pp. 17-25 (2000).
- [71] Boden, M. A.: *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, 2nd ed. London: Routledge (2004).
- [72] Jensen. S.: *Where Good Ideas Come From: The Natural History of Innovation*, Riverhead Books (2010).
- [73] 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*, 4D1-05 (2013).
- [74] 浅原正幸, 加藤祥: 文書間類似度について, *自然言語処理*, 23 卷 5 号 p. 463-499 (2016).
- [75] Tukey, J.W.: The problem of multiple comparisons. Unpublished manuscript. *The Collected Works of John W. Tukey, Volume 8*, 1994. H. I. Braun (Ed.). New York: Chapman & Hall (1953).
- [76] Kudo, T., Yamamoto, K., Matsumoto, Y.: Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis, *Proc. of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp.230-237 (2004.)
- [77] Nishimoto, K: Creativity Mining: Humane Technology for Creating a Creative Society, *Proc. KICSS 2012, CD-ROM, IEEE* (2012).
- [78] Osborn, A. F.: *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-solving*, Charles Scribner's Sons, 3rd revised edition (1979).
- [79] VanGundy, A.: Brain Writing for New Product Ideas: An alternative to Brainstorming, *Journal of Consumer Marketing*, Vol.2, pp. 67-74 (1984).
- [80] Nijstad, B. A., Stroebe, W. and Lodewijkx, H. F. M.: Production blocking and

- idea generation: Does blocking interfere with cognitive processes?, *J. Experimental Social Psychology*, Vol.39, Issue 6, pp. 531-548 (2003).
- [81] 長谷部礼, 西本一志: 創造会議におけるアイデアの埋没を防ぐテキストチャットシステムの提案, 情報処理学会 DICOMO2017 シンポジウム予稿集, pp.25-28 (2017).
- [82] 西原陽子, 大澤幸生: 組合せ発想ゲームにおける否定発言に着目したコミュニケーションの分析, 人工知能学会論文誌 25 巻 3 号, pp. 485-493 (2010).
- [83] Verganti, R: The innovative power of criticism, *Harvard Business Review*, January-February 2016, pp. 88-95 (2016).
- [84] Nemeth, C. J., Personnaz, B., Personnaz, M. and Goncalo, J. A.: The liberating role of conflict in group creativity: A study in two countries, *European Journal of Social Psychology*, 34, pp. 365-374 (2004).
- [85] Kunifuji, S., Kato, N. and Wierzbicki, A. P.: Creativity Support in Brainstorming, *Studies in Computational Intelligence*, vol. 59, pp. 93-126 (2007).
- [86] Rietzschel, E. F., Nijstad, B. A. and Stroebe, W.: The selection of creative ideas after individual idea generation: Choosing between creativity and impact, *British Journal of Psychology*, 101, pp. 47-68 (2010).
- [87] Gallupe, R. B., Dennis, A. R., Cooper, W. H., Valacich, J. S., Bastianutti, L. M. and Nunamaker J. F. Jr.: Electronic brainstorming and group size,” *Academy of Management Journal*, 35(2), pp. 350-369, (1992).
- [88] Node.js: <https://nodejs.org/en/>
- [89] 塚本久仁佳, 坂元章: 電子ブレインストーミングの生産性: 四つのテクノロジーの比較, 心理学研究, Vol.72, No.1 , pp. 19-28 (2001).
- [90] 高橋誠: 新編 創造力辞典, 日科技連出版社 (2002).
- [91] 中川渉, 蔵川圭, 中小路久美代: 作曲過程のモデル化と作曲支援インタラクティブシステムの提案, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol.2001, No.16, pp.105-112 (2001).

- [92] 伊藤直樹, 西本一志: メロディリズムのタップを併用する Voice-to-MIDI 変換手法の音高変換精度評価, インタラクション 2010 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2010, No.4, pp.143-150 (2010).
- [93] 柳卓知, 西本一志: 日常生活に埋め込まれた無意識的音楽創作行為を利用した作曲支援の試み, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-EC-43, No. 15, pp.1-8, 2017.
- [94] 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, p. 142-149 (2002).

本研究に関する発表論文

学術雑誌

- [1] 生田泰章, 高島健太郎, 西本一志: 文書作成過程で棄却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, 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.12, 2018, 査読有, 2018年3月7日投稿, 16ページ, 採録決定.

国際会議

- [2] Hiroaki Ikuta and Kazushi Nishimoto: Wasting “Waste” is a Waste: Gleaning Deleted Text Fragments for Use in Future Knowledge Creation, The Tenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2017), 査読有, pp. 193-199, 2017年3月19-23日, フランス ニース.
- [3] Hiroaki Ikuta, Youji Kohda and Kazushi Nishimoto: Exploiting Criticisms in Brainstorming: A Pilot Study, International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems 2017 (KICSS 2017), 査読有, 2017年11月9日-11日, pp.66-71, 日本 名古屋.

国内学会・研究会

- [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文章断片の活用に関する一検討, インタラクション 2016, 査読無, インタラクション 2016 論文集 1B35 pp. 302-305, 2016年3月2日-4日, 東京.
- [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文章断片を知的資源化するシステム, 情報処理学会第168回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, 査読無, 情報処理学会研究報告 Vol. 2016-HCI-168 No.6 pp.1-8, 2016年6月2日-3日, 岩手.
- [6] 生田泰章, 西本一志: Con-Text ComposTer: 棄却文章断片の活用機会を創出す

- る知識創造活動支援システム, インタラクション 2017, 査読無, インタラクション 2017 論文集 2-508-41 pp. 529-534, 2017 年 3 月 2 日-4 日, 東京.
- [7] 生田泰章, 神田陽治, 西本一志: アイデア発想におけるツッコミの効用: 電子ブレインストーミングにおける批判的発言の活用に関する基礎検討, DICOMO2017 シンポジウム, 査読無, DICOMO2017 シンポジウム予稿集 pp.17-24, 2017 年 6 月 28 日-30 日, 北海道.
- [8] 生田泰章, 高島健太郎, 西本一志: 棄却文章断片の創造的文章作成時における活用可能性の検証, 情報処理学会第 176 回ヒューマンコンピュータインタラクショ研究会, 査読無, 情報処理学会研究報告 Vol.HCI-176 No. 17 pp.1-8, 2018 年 1 月 22 日-23 日, 沖縄.
- [9] 生田泰章, 高島健太郎, 西本一志: 知識ゴミは知的資源となり得るか? ~棄却文章断片の活用環境構築に向けて~, インタラクション 2018, 査読無, インタラクショ 2018 論文集 1B56 pp. 399-404, 2018 年 3 月 5 日-7 日, 東京.

その他

- [10] Hiroaki Ikuta, Shumpei Saiki and Kazushi Nishimoto: What Kind of Discarded Textual Pieces in a Text Writing Process are Reusable?, HLD International Symposium, Ishikawa, Japan, March, 2016.
- [11] Hiroaki Ikuta, Kentaro Takashima and Kazushi Nishimoto: Can Knowledge Trash be Utilized as Knowledge Resource? - Toward Utilizing Deleted Text Fragments -, Jaist World Conference 2018, Ishikawa, Japan, February, 2018.

特許

- [12] 生田泰章, 才記駿平, 西本一志: データ記憶装置、ファイル編集装置、データ提供システム、及びコンピュータプログラム, 特願 2016-031075.

本研究に関する受賞

- ・ 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
- ・ JWC2018 Excellent Poster Award

第A章

付録. 棄却文章断片の活用機会を創出する 知識創造活動支援システム

A.1 はじめに

第3章～第5章までにわたって、文書作成過程における不用知である棄却文章断片（DTF：Deleted Text Fragment）の収集手段およびその活用に関して様々な角度から検討・考察を行い、最終的にはより活用可能性が高いと考えられる R-DTF の活用環境の構築指針を以下のように示した。

- 活用主体：R-DTF の作成者本人とそれ以外の他者いずれでもよい
- 活用対象：発想を要する対象であれば文書作成だけに限らないが、その発想対象のテーマと関連が強いものが好ましい
- 活用タイミング：構想時に提供することが好ましい

第A章では、その構築指針を参考に Text ComposTer を改良することで構築可能な R-DTF の活用環境の一例である 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る。Con-Text ComposTer は、さらに R-DTF 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文章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．

A.2 Con-Text ComposTer

A.2.1 活用指針を充足するシステム要件

第 A.1 章で示した構築指針に則り，Text ComposTer を好ましい R-DTF 活用環境のシステム要件について検討する．

まず，R-DTF を収集元の文書の執筆者および執筆者とは異なる個人が活用することを考えた場合，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．本研究では，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・共有することで活用主体に関する指針を満たす．なお，言うまでもなく，この要件の実装によって個人から生成された R-DTF をその個人が活用可能である．

次に，R-DTF を活用する対象について検討する．Text ComposTer は，エレメントを線形に並べることで，文章断片を鎖状につなげて文書作成を行うことが可能なシステムであった．上述のように R-DTF の活用対象は，発想を要するものであれば文書作成以外であってもよいが，Text ComposTer を改良することを考えると，文章をつなげることで構成可能な対象が好ましい．そこで，Con-Text ComposTer は，文書作成以外にプレゼンテーション資料のアウトラインも作成可能なように改良することとした．

また，活用タイミングについては，少なくとも活用主体が文書またはプレゼンテーション資料のアウトラインを構想するときに提供可能な仕様とすればよい．具体的には，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を採用する．また，活用主体が意図せずとも，構想中に活用に適していると思われる R-DTF を提供する，いわゆるプッシュ型の仕組みも採用する．具体的には，プル型の仕組みについては，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により実現を目指し，文書またはアウトラインの構想のためにエレメント

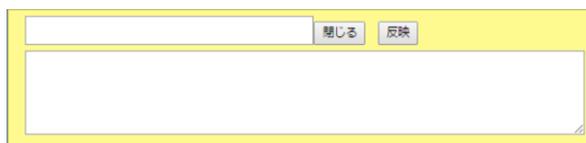


図 A.0.1 エレメントのインタフェース



図 A.0.2 階層構造を有する2つのエレメント

にアイデアやキーワード書き出したときに、そのアイデアやキーワードに関連する R-DTF をユーザに推薦する機能を実装することで、プッシュ型の仕組みの実現を目指す。

A.2.2 エレメントのインタフェース

図 A.1 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書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書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 A.2 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書をより柔軟に表現することができるようになる。

A.2.3 プロトタイプのシステム構成

図 A.3、図 A.4 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 A.3 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アウトラインの作成を行う（文書の編集については図 A.4 参照）。Con-Text ComposTer の操作画面は、Text ComposTer の操作画面（図 3.1 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。

配置領域の構成

配置領域は、図 A.3 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として、配置領域の情報をサーバ上に保存するためのものである。また、タイトル入力欄は、文書またはプ

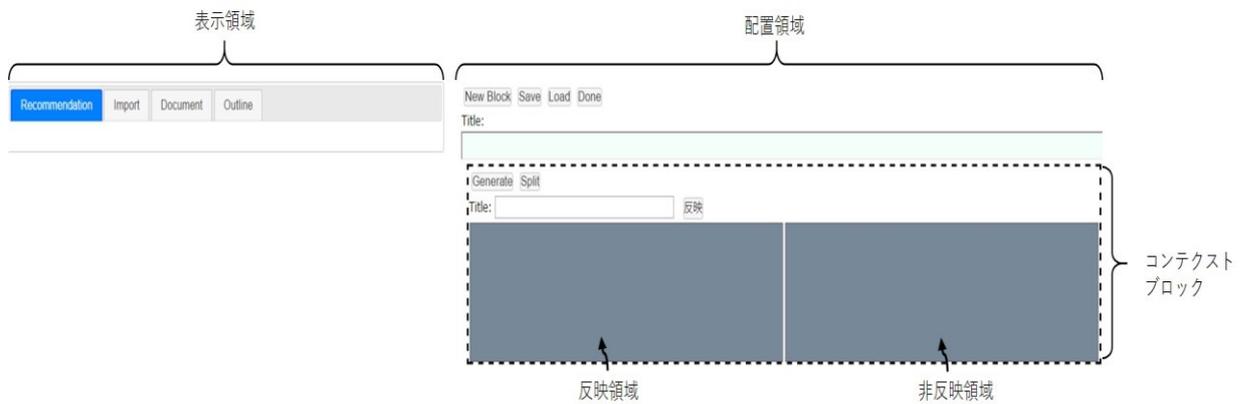


図 A.0.3 Con-Text ComposTer の初期操作画面

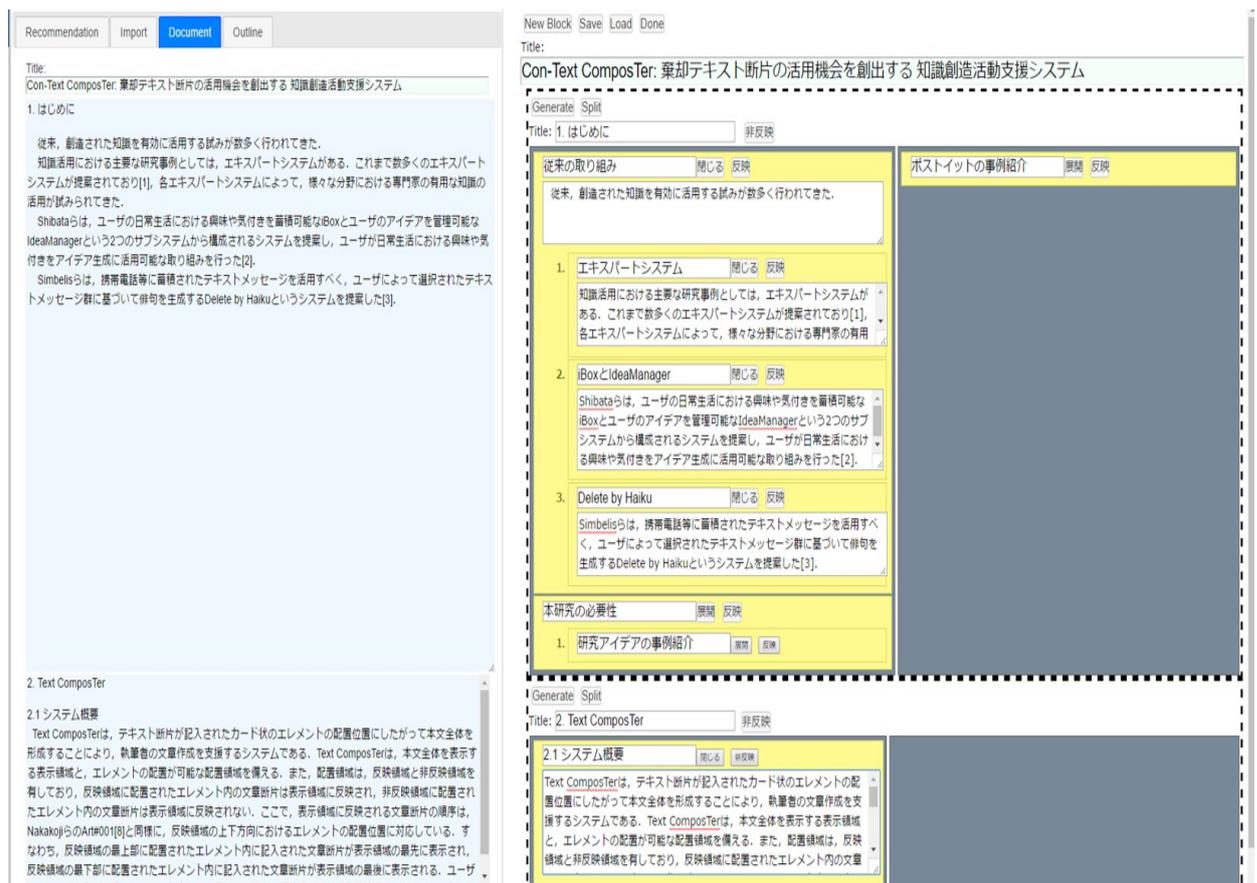


図 A.0.4 文書編集過程における Con-Text ComposTer の操作画面

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、タイトル入力欄および反映／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およ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文章断片が表示される。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

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 CompoTer 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集中に、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集中に、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。

A.3 関連研究

従来、予め蓄積しておいた文章断片を用いて文書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[69]は、iBox[94]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。iBox 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システムである。つまり、iWeaver は、文脈が形成されていない日常の気付きを文章断片として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文章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文章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[13]。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、他の文書またはプレゼンテーション資料に含まれる文章断片を活用して、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文章断片またはその文脈に合致しなかった棄却文章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文章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。

A.4 まとめ

本研究においては、第 5 章で示した R-DTF の活用環境の構築指針を踏まえて 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、より好ましい R-DTF の活用環境の構築を目指す。