

# デザインプロセスとしての文章作成を支援する枠組み

柴田 博 仁<sup>†</sup> 堀 浩 一<sup>†</sup>

本研究の目的は、「書きながら考え」「考えながら書く」デザインプロセスとしての文章作成を支援する環境を構築することである。本稿では、試行錯誤的な文章作成の状態から文章の全体構造が明確になる段階までのプロセスを一貫して支援する新たな枠組みを提案する。枠組みの特徴は、表現の自由度が高い二次元空間と、全体構造の把握が容易な木構造表現とを、書き手の思考プロセスを阻害することなく統合する点にある。提案する枠組みの検証を目的とし、文章作成支援システム *iWeaver* を試作した。システムを利用した文章作成プロセスの分析から、提案する枠組みの有用性を確認する。

## A Framework to Support Writing as Design

HIROHITO SHIBATA<sup>†</sup> and KOICHI HORI<sup>†</sup>

The goal of this research is to support a considering-while-writing and writing-while-considering process as a design process. We propose a novel framework to support writing process from ill-formalized state to well-formalized state consistently. Its characteristic is to integrate a two-dimensional space, which has a flexibility in expression, and a tree, which is superior for over viewing a whole document structure, so as not to contradict writers' natural thinking. Based on this framework, we have built a system named *iWeaver*. In a user study, we show that our framework is an effective aid for constructing documents.

### 1. ま え が き

本稿は、文章作成プロセスを支援するための枠組みを提案し、その枠組みに基づいて構築したシステムの有用性を検討するものである。

ドキュメントの創出と流通はコンピュータの重要な応用の1つとして位置付けられてきた。なかでも中心的役割を果たしてきたのが、今やどのコンピュータにも備わっているワードプロセッサである。ワードプロセッサがもたらした効果は多大なものであり、誰もが比較的簡単に見栄えのするドキュメントを作成することが可能となった。しかし、ワードプロセッサは、書かれる内容がすでにあるということを前提としたうえで、最終的成果物としてのドキュメントの表出を支援するのみである。書かれる内容の創出に関しては何ら支援を行うものではない。内容の創出を支援するものとして、アイデアプロセッサやアウトラインプロセッサと呼ばれるものが1980年代から数多く提案されてきた<sup>1)</sup>が、広く普及するには至っていない。その理由

として、我々は従来のシステムが「書く」プロセスにおける書き手の認知的側面を考慮しなかったためと考えている。

文章作成プロセスの解明を試みる研究領域では、古くから文章作成プロセスは複雑な問題解決プロセスまたはデザインプロセスの一種として考えられてきた<sup>2)~4)</sup>。一般にデザインプロセスとは、単なる外在化と異なり、デザイン過程で表出物との対話を行いながら省察を行い、新たな気付きを獲得し、デザインを再解釈するというダイナミックなプロセスである<sup>5)</sup>。実際、文章作成のプロセスにおいても、書き手は最初から書く内容が明確なものではなく、むしろ書いたことがトリガとなり新たな思考を展開し、次に書く内容を考えることが観察されている<sup>6),7)</sup>。我々が目指すのは、このような「書きながら考え」「考えながら書く」デザインプロセスとしての文章作成の支援である。それは、Norman<sup>8)</sup>が主張する人間の認知活動を増強する「認知的ツール」(cognitive tool)の文章作成プロセスにおける具現化でもある。

文章作成プロセスに関しては、これまでさまざまなモデルが提案されてきた<sup>9)~11)</sup>。最もシンプルなHunterら<sup>11)</sup>のモデルをもとに、本研究で注力する支援の位置付けを明らかにする。彼らは文章作成のプロセ

<sup>†</sup> 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻  
Department of Advanced Interdisciplinary Studies,  
Graduate School of Engineering, The University of  
Tokyo

ス、情報を集め、書く内容やアイデアを思いつく「生成」(generating)プロセス、必要な内容を選択し、それを線形、または階層的にまとめあげる「組織化」(organizing)プロセス、計画に従って実際に文章を書く「作文」(composing)プロセス、必要に応じて挿入、削除、順番の変更、置き換え、計画の変更を行う「修正」(revising)プロセス、という互いに関連し合った4つの基本プロセスでとらえている。そのうち、最終的なドキュメントの質を決定するものとして、組織化プロセスの重要性が指摘されている<sup>10)</sup>。本研究で提案する枠組みは、Hunterらのモデルの中でも特に組織化プロセスの支援に焦点をあてたものである。

組織化を支援するアプローチとして、従来、木構造表現と二次元空間という2種類の表現が頻繁に利用されてきた。しかし、これら表現は書き手の状況に応じて、互いに利点ともなり欠点ともなる相補的關係にある。本研究では、これら異なる表現を統合することにより、書き手の思考プロセスを自然に支援する新たな枠組みを提案する。

以降、2章では、デザインプロセス、文章作成プロセスに関する研究を概観し、本研究の方向性を明らかにする。3章では、組織化の支援に対する従来のアプローチを分析し、本研究での支援の枠組みを提案する。4章では、枠組みの効果を検証するために試作したシステムを紹介する。5章では、システムの利用をもとに、その実効性を議論する。6章では、関連する研究と比較することにより、本研究の位置付けを明らかにする。7章はむすびである。

## 2. デザインとしての文章作成

デザインタスクにおいて、外的表現の果たす役割は大きなものである。異なる表現がデザイナーに与える情報の量として等価だとしても、そのことがデザイナーにとって認知的に等価とは限らない<sup>12)</sup>。Zhang<sup>13)</sup>によると、言語や数字、記号などの外的表現は、認知処理を介して内的表現に変換されてから人間に理解されるのに対して、図形や色などの視覚情報は内的表現に変換されることなく直接的に理解される。さらに彼は、適切な外的表現は単なる外部記憶以上のものであり、知覚される情報、人間の認知プロセス、発見される構造を規定するものであることを主張している。

文章作成における組織化を支援するにあたり、我々は外的表現の場(インタラクションを通して省察を行う場という意味をこめて、本稿では「表現-操作系」という言葉を用いる)を重視する。表現-操作系は、その利用次第で人を賢くもするし、愚かにもする。タス

クや目的に応じて、適切な表現を適切な形で利用することが必要である。しかもZhangが主張するところの直接的に理解される表現を積極的に利用することが重要と考える。問題は、どのような状況でどのような表現を利用するかということである。

アイデアが明確な形になっていない、試行錯誤的なデザインの段階について考える。この段階での紙と鉛筆の重要性は古くから指摘されてきた。Lawson<sup>14)</sup>は建築デザイナーに対するインタビューの分析から、Wood<sup>15)</sup>は研究者の思考プロセスの観察とアンケートの分析から、思考のためのメディアとして電子メディアよりも紙が好んで利用されていることを指摘している。その理由として彼らが共通に指摘していることは、紙が多様な表現を可能としていること、また紙に対する表現が過度な確定性を要求しないということである。Suwaら<sup>16),17)</sup>は紙を使ったスケッチに対し、そこで生じるプロセスを詳細に分析している。デザイナーは自ら描いたスケッチから、予期せぬ特徴や関係を見出し、それがトリガとなってデザインにおける新たな要求や問題を発見する。また逆に、この新たな要求や問題の発見が、スケッチにおける予期せぬ特徴や関係の発見を導く。これはちょうど、Schön<sup>5)</sup>が主張するreflection-in-actionのサイクル、Sharple<sup>3)</sup>が主張するenactmentとreflectionのサイクルに対応するものである。スケッチにおける表現の多様さ、曖昧さ、不確定性がこのサイクルを促進しているのである。

デザインの初期段階での表現メディアとして、紙に優る電子的メディアの出現は遠い将来のことと思うが、紙の特性を活かして電子メディアの能力を拡張することは可能である。少なくとも、試行錯誤的な組織化の支援においては、過度な確定性は要求せずに操作のしきいを低くすることが必要である。また、表現物からのフィードバックによる省察が促進されるよう、表現の自由度を高め、多様なインタラクションを可能とすることも必要である。

文章作成プロセスにおいて「トップダウン」のプロセスと「ボトムアップ」のプロセスの切替えが重視されている<sup>4),18)</sup>。トップダウンの文章作成では、書き手は大まかな計画や構想をもとに、文章を徐々に精緻化していく。ボトムアップの文章作成では、書き溜めた、またはその場で書いた(単語やメモのようなものを含む)断片的な文章をまとめあげて一貫した文章に仕上げしていく。ここで注意したいのは、このトップダウンとボトムアップの区別は明確に分離できるものではなく、また1つの文章の作成において両者は混在しているということである。先の議論では、文章作成の初期

段階の支援のみを強調したが、実際の文章作成においてはトップダウン、ボトムアップの両方のプロセスが同時に支援されることが望ましい。

トップダウンとボトムアップの区別は、デザインタスク一般における形式化の認知的負荷の問題とも関係する。トップダウンのプロセスでは、デザインは明確に定められた計画や構想を持っているため、構造を規定することは比較的やさしい。しかし、ボトムアップのプロセスでは、このことはしばしば困難となる<sup>19)</sup>。デザインは創出に重きをおきたがり、構造を規定することが自然な思考を阻害するためである。文章作成支援においては、非構造なものや構造化されたものとの混在を許容し、非構造な状態から構造が明確に規定されるまでのスムーズな移行が支援されることが望ましい。

### 3. 研究のアプローチ

一般に、文章作成における組織化は、ドキュメントを構成する断片情報を組織化することにより支援される。ここで、断片情報とは文や段落の意味的なまとまりであり、書き手によって主観的に決められるものである。

本稿では、断片情報の創出を直接的に支援するのではなく、創出された断片情報の組織化の支援に焦点をあてる。また、文章で記述される断片情報にいたる前段階として、手書きメモ、スケッチ、図形や絵などもあるが、本研究ではそのようなメディアを組織化の対象とはしない。あくまで電子的テキストで記述された断片情報のみを対象とする。それは、近年の携帯情報端末の普及により、日常的に断片情報を電子的に書き溜める人が多くなったこと、また本稿での枠組みはテキスト以外のメディアに対しても拡張可能であるという理由による。

#### 3.1 組織化における外的表現

従来、文章作成における組織化の場として、木構造表現(図1)と二次元空間(図2)という2種類の表現-操作系が頻繁に用いられてきた。リスト表現、ネットワーク表現、3D表現なども考えられるが、リスト表現は木構造表現に制限を加えたものとして、ネットワーク表現、3D表現は二次元空間の発展としてとらえられる。よって本稿では、組織化のための表現-操作系として、木構造表現と二次元空間の2種類を考慮することにする。以降、これらの表現-操作系を用いたシステムを参考に、その特徴を比較する。

#### 木構造表現

木構造表現を利用したシステムとしては商用のMORE<sup>20)</sup>、ワードプロセッサのアウトライン機能な

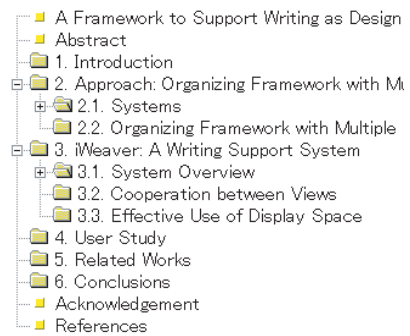


図1 木構造表現の例

Fig. 1 An example of a tree.

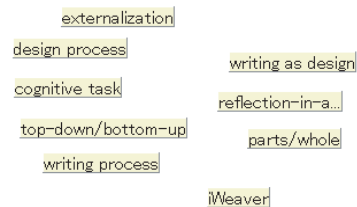


図2 二次元空間の例

Fig. 2 An example of a map.

どがあげられる。そのほか、シェアウェア、フリーウェアに同種のもの多数存在する。左に断片情報を階層的に表示するビュー、右に個々の断片情報を編集するためのビューを備えるのが典型である。

本の目次などに見られるように、ドキュメントは階層的な章立ての構造を持つ。これを木構造として階層的に表示することは自然なことである。木構造表現を用いたシステムでは、ドキュメントの階層構造をそのままの形で表現できるため、計画に従って文章を作成するトップダウンの文章作成に向いている。また、ドキュメントを概観するのに優れている。

しかし、ドキュメントの全体構成が定まっておらず、とりあえず思いついたことから書くという段階においては、木構造表現は操作のしきいが高いという問題がある。これは、思いついたことを記述する際に、それを階層のどの位置に置くかということを考えてしまうためである。階層という表現が、親子関係や兄弟間の順序関係の規定を暗黙的に強要していると考えることができ、操作に要求される確実性が高い。また、この表現では階層構造という明確な構造の規定を求められるため、それ以外の意味付けができないという問題もある。

#### 二次元空間

二次元空間を利用したシステムとしては、WE<sup>21)</sup>、Inspiration<sup>22)</sup>、ART<sup>23)</sup>などがある。断片情報をどの

表 1 組織化のための表現-操作系の比較

Table 1 A comparison between a tree and a map.

評価基準	木構造表現	二次元空間
構造の明示的指定		x
全体把握の容易さ		
操作のしきいの低さ	x	
表現の自由度の高さ	x	

ようにドキュメントとして対応付けるかということに関しては、各々違いがあり、WE, Inspiration では断片情報間に付与されたリンクの方向に基づいて、ART では断片情報の上下関係に基づいてドキュメントでの順序関係を定める。

このようなシステムでは、思いついたことを記述する際に考えるべきことは「どこに置くか」ということのみであり、他の断片情報とどのような関係を持つか」ということを考える必要がないため、操作のしきいは低い。よって試行錯誤的な文章作成が可能となる。断片情報をまとめあげながら文章作成を行うボトムアップの文章作成に向いているといえる。また、空間での断片情報の配置や断片情報を表すオブジェクトの属性を利用して、ユーザはそこに多様な「意味」(完成度の高いものを左に置いたり、メモ的な情報を右に置いたり、後で書くべきところを空白にしておいたりなど)を表現できる<sup>24)</sup>。

しかし、断片情報間の順序関係や上下関係が明確である場合、初めから階層構造として断片情報を組織化することは決して困難なことではない。このような場合、むしろ明示的に関係を指定し、それを可視化する方が思考が促進される。すなわち、この種のシステムでは、トップダウンの文章作成における構造の可視化によるフィードバックを受けることができない、という問題がある。

#### 表現の比較と検討

木構造表現と二次元空間の特徴をまとめる(表 1)。2つの表現-操作系は、互いに利点と欠点を持ち、相補的な関係にあるといえる。デザインとしての文章作成を支援するには、上記の評価基準はすべてが同時に満たされることが必要である。次節でそのため枠組みを提案する。

#### 3.2 本研究での支援の枠組み

異なる表現-操作系は、異なる特徴を持つ。従来のシステムのように1つの表現-操作系ですべてを行おうと考えるのではなく、本研究では、異なる表現-操作系を統合し、各々の利点を生かすことを考える。基本的には前節で議論した木構造表現と二次元空間を統合するのであるが、その統合は決して簡単ではない。

少なくとも次の課題を解決する必要がある。

- 異なる表現-操作系をもとに、ドキュメント全体における章立てや断片情報の並び(これを本稿では「ドキュメント構造」と呼ぶ)をどのようにして定義するか?
- 異なる表現-操作系で、どのような連携を行うか? しかも上記の課題は、異なる表現-操作系の両方の利点を同時に引き出し、かつユーザの思考を阻害させない形で解決される必要がある。単純に結びつけただけでは、文章作成プロセスにシームが生じたり、一方の表現-操作系の利点を十分に引き出すことができない、などの問題が生じる。たとえば、文章作成の初期段階では二次元空間、後半の段階では木構造表現というように使い分けを行う場合、本来明確に分けることのできないボトムアップとトップダウンのプロセスの分離をユーザに求めることとなる。また、同じ構造を異なる表現-操作系で表示し、ユーザが一方の表現-操作系を選んでドキュメント構造の規定を行う場合には、状況に応じてユーザが正しく表現-操作系を選ぶことができるかという問題がある。また、一方の表現-操作系での構造変更を他方へと反映させる際、ユーザが与えた意味付けが破壊されるようでは、表現-操作系の利点を十分に引き出しているとはいえない。両者の統合においては、適切なバランスを備える必要がある。

基本的な考えは次のとおりである。まずは、組織化プロセスが次の2つのプロセスに細分できる点に着目する。

- (A) 断片情報のグループを定めるプロセス
- (B) グループの階層関係を定めるプロセス

KJ法<sup>25)</sup>をメタファーとして説明すれば、(A)は島を作成するプロセスに相当し、(B)は島の階層関係を定めることに相当する。ドキュメント構造との対応でいうと、(A)はドキュメントの各章に属す断片情報を規定することに対応し、(B)はドキュメントの章立ての階層構造を規定することに対応する。ここで、(A)のプロセスには自由な表現や操作が可能な二次元空間が向いている。(B)のプロセスには階層関係を明示的に表現可能な木構造表現が向いている。個々のプロセスはそれに適した表現-操作系で支援されることが望ましい。本研究においては、これらの表現-操作系で連携をとりあいながら作業を進め、2つの表現-操作系が組となって分担しながらドキュメント構造を規定することを提案する。すなわち、章に属する断片情報の関係は二次元空間で規定し、章の間の階層関係(章立て)は木構造表現で規定する。この枠組みを *Organizing Framework with Multiple Representations*

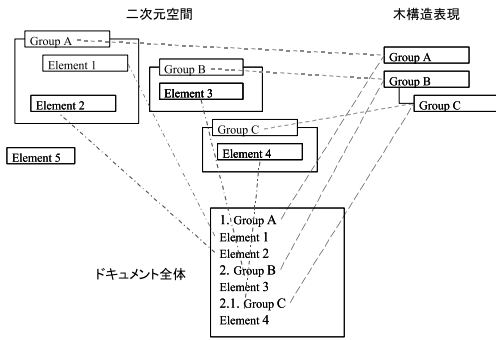


図3 表現 操作系とドキュメントとの対応

Fig. 3 Definition of a document structure from a map and a tree.

( OFMR ) と呼ぶことにする .

ドキュメント構造の規定の関係を図3に示す . 二次元空間で規定されたグループが木構造表現にも表示され , 木構造表現で定めた階層関係をそのまま , ドキュメントの章立てとして利用する . 各章の中での断片情報の順番は , 二次元空間におけるグループ内の上下関係に基づいて決定する .

ここで提案した枠組みでは , グループの規定は二次元空間 , グループの階層の規定は木構造表現というように分離を行った . ユーザの中には , グループ間の関係も二次元空間で意味付け (たとえば , 上下関係でグループの順番を表現したり , グループを入れ子にすることにより階層関係を表現したりなど ) するものがないでもない . このような場合 , 二次元空間でのユーザによる意味付けを木構造表現に反映させるか , また逆に木構造表現での階層構造の変更を二次元空間での意味付けにも反映させるかという問題が生じる . すでに述べたように , 二次元空間上ではユーザはさまざまな意味付けを行うことが予想される . 木構造表現から二次元空間への構造の反映により , ユーザが与えた意味付けが壊されるようではいけないし , 空間の使い方に対する制限を与えることも望ましくない . 二次

元空間上にユーザが与えた意味付けをシステムが自動的に認識することも可能であろう<sup>26)</sup> が , 本研究ではあえてそれを行わない . 二次元空間と木構造表現の連携に関しては , 配置や構造を変えない範囲においての連携のみ行うものとする .

### 3.3 枠組みの効果

OFMR では , ドキュメントの局所的構造を二次元空間で規定し , 大局的構造を木構造表現で規定する . ここで , 二次元空間上でのグループ化はボトムアップの組織化に対応し , 木構造表現での階層構造の操作はトップダウンの組織化に対応する . ここで注意したいのは , OFMR ではボトムアップとトップダウンの区別をユーザに求めてはいないことである . グループの規定とグループの階層関係の規定という区別が , 結果的にボトムアップとトップダウンの支援につながっているということである .

OFMR は異なる表現 操作系の利点を享受するだけではない . 二次元空間において , どのグループにも属さない断片情報 (たとえば図3の Element 5) は最終的成果物としてのドキュメントに反映されることのないコメントとして扱われる . その使い方は「未完成のもの」「とりあえず本文から外したいが , 後で使うかもしれない」などを表すものとして , また「ドキュメントに何をどう書くか」などのドキュメントに関するメタ的なコメントを表すものとして , 自由に利用可能である . コメントにするか否かの操作は , グループ内へまたはグループ外へのドラッグ操作により簡単に行える . 形式化されていないものと形式化されたものとの同一表現内での混在を許し , 非形式的な状態から形式化された状態への移行を可能とする .

さらに , 二次元空間と木構造表現の統合は , ドキュメントの全体構成を異なる視点から把握することを可能とする . 木構造表現での階層構造はドキュメントの章立てを示すものであり , 読み手に見せることを想定しているという意味で比較的客観的なドキュメントの構造である . これに対して二次元空間での断片情報の組織化は , 読み手に見せることは想定しておらず , 書き手の試行錯誤や思考の履歴が反映された , いわば自分のためだけの主観的な構造である . この性質の異なる全体構造の中で , 書き手は現在の断片情報について , 客観的構造での位置付け , 主観的構造での位置付けを同時に把握することが可能となる .

## 4. 文章作成支援システム

### 4.1 システムの概要

本稿で提案した枠組みに基づいて文章作成支援シス

この取り決めは検討を要する . OFMR において , グループ間の関係は木構造表現で定めるため , 二次元空間でのグループ間の上下関係や包含関係はドキュメント構造とはいっさい関係しない . これに対し , グループ内の断片情報の上下関係がドキュメント構造に影響を与えることは機能的矛盾を含む . また , グループ内の断片情報の上下関係に制約を与えることは , 二次元空間における表現の自由度を高めるという設計思想に反するものである . しかし , ドキュメント構造を定めるためには , グループ内の断片情報の順番は何らかの手段で規定する必要がある . そのために新たな表現 操作系 (たとえばリストなど) を利用するという事も考えられるが , かえって煩雑になることが予想される . そこで今回は , 上下関係をそのままドキュメントでの前後関係に対応させることとした .

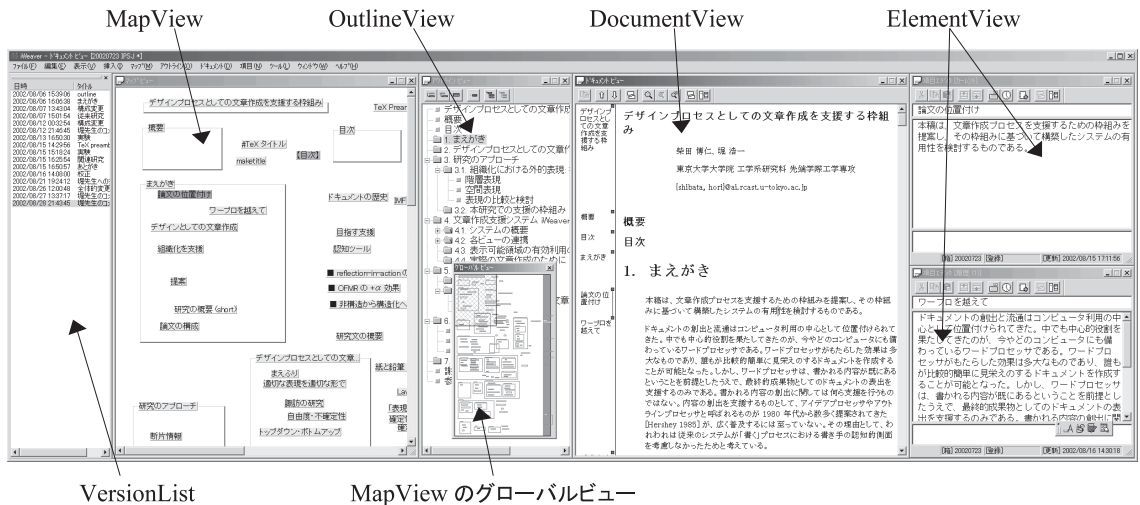


図 4 iWeaver の画面例

Fig. 4 A snapshot of iWeaver.

テム *iWeaver* を試作した。iWeaver は Windows 上で動作し、断片情報の保持においては、富士ゼロックス株式会で開発された情報管理ツール「情報箱」<sup>27)</sup> の検索エンジンモジュールを利用している。同じく「情報箱」の検索エンジンを利用して我々が開発した情報管理ツール *iBox*<sup>28)</sup> とはデータ互換であり、iBox で蓄積した情報を iWeaver で組織化してドキュメントにするという使い方も可能である。本稿ではこれ以上触れないが、iWeaver は iBox と連携することにより、先に述べた Hunter のモデルにおける生成、組織化、作文、修正の文章作成の全プロセスを一貫して支援することを視野に入れている。

iWeaver は、ドキュメントを構成する断片情報に相当する「項目」と呼ぶ単位を管理し、これを組織化することにより文章作成を支援する。項目は情報本体である「内容」のほか、「見出し」と「キーワード」を持つ。

iWeaver は前節で述べた枠組み OFMR に従った文章作成支援を具現化するものとして実現されている。まずは OFMR での二次元空間と木構造表現の 2 つの表現・操作系に対応する 2 つのビューを用意した。さらに、ドキュメント全体を閲覧するためのビュー、個々

の項目を編集するためのビューが必要と考えた。また、書き手がさまざまなドキュメントの構成を考えることを狙いとし、iWeaver ではドキュメントのバージョンを管理する機能を備える。以上をふまえ、iWeaver は 5 つのコンポーネント (1 つのリストと 4 つのビュー) から構成される (図 4)。

- ドキュメントのバージョンを保持する VersionList
- 二次元空間上で項目のグループを規定する MapView
- 木構造表現上でグループの階層関係を規定する OutlineView
- ドキュメント全体を表示する DocumentView
- 項目の表示、編集を行う ElementView

VersionList ではユーザからの指示により作成されたバージョンをすべてリストする。リストでは、バージョンの保存日時とタイトルを表示する。リストでバージョンを選択することによりそのバージョンのドキュメントが各ビューに表示される。

MapView は、項目間のグループを規定する場であり、項目を二次元空間上に配置する。KJ 法のように、項目はグループ化してグループ見出しを付与することが可能である。定められたグループ見出しは OutlineView にも表示され、OutlineView で階層関係を

iBox は業務から日常生活に至るまでの雑多な情報を一括して管理することを狙いとした個人の情報管理ツールである。カードをメタファーとした情報管理を簡易なユーザインタフェースで実現したものである。我々の研究室を中心に 20 人弱が iBox を日常的に利用して、読んだ文献やその感想、研究メモ、プログラミングやコンピュータ設定のノウハウ、専門用語、WWW のホームページ、メール、日記、住所録など、さまざまな情報の管理を行っている。

iWeaver では、以前のバージョンのものに変更を加えて新たなバージョンを作成することは可能であるが、オリジナルのバージョンがどれであるかを階層的に示す機能はない。ユーザは保存日時とタイトルをもとに所望のバージョンにアクセスする。1 人での文章作成を想定するならば、基本的にはこの機能で十分であると考えている。

定める対象となる。MapView では空間上の任意の場所でダブルクリックすることにより、簡単に項目やグループの追加、編集が行える。また、グループの組織化が行いやすいよう、グループをドラッグした場合はグループ内の項目も一緒にドラッグされるようになっている。空間を広く使えるよう、また空間全体を概観できるよう MapView は空間全体を縮小表示し、ナビゲーションを可能とするグローバルビューを備える。

OutlineView は、グループの階層関係を規定する場であり、階層関係を木構造として表示する。各グループ見出しに番号付けの対象とするか否かの指定が可能であり、番号付けの対象と指定されたものについては、「1.」「2.」「2.1.」などの章番号に相当するものを付与する。ドラッグ&ドロップにより階層構造の変更が可能である。この際、ただちに DocumentView でのドキュメントが再構成されると同時に、番号の付け替えが行われる。章立てを OutlineView で作成することも可能であり、この際、対応するグループが MapView にも追加される。

DocumentView は、MapView, OutlineView で定めたドキュメント構造に従って構成したドキュメント全体を表示する。ドキュメント全体をスクロールで閲覧することが可能であり、ドキュメント内での項目間のつながりを把握できる。ドキュメントの左には、項目区切りを表す小さな矩形、項目の見出し、項目が選択されていることを表すラインが表示される。

ElementView は、項目の見出し、内容、キーワードを表示し、項目の編集を可能とする。ここで成果物としてのドキュメントに利用されるのは項目の内容(項目がグループの場合には見出しが章のタイトルとして利用される)のみであり、見出しは各ビューで項目を識別するものとして利用される。キーワードは項目の分類や関連付けに利用される。ElementView は複数表示することが可能であり、複数の項目を同時に閲覧したり、編集したりすることが可能である。

#### 4.2 ビューの連携

iWeaver では4つのビューが、異なる表現で、異なる部分を表示することになる。ユーザが作業文脈をなくすことがないよう、また操作のフィードバックが即座に得られるよう、これらビューは同時に閲覧でき、適切な連携をとりあうことが望ましい<sup>29)</sup>。iWeaver の4つのビューは互いに次のような連携をとりあう。

選択 ビュー間の関係を分かりやすくすると同時に、ドキュメント全体における現在の項目の位置付けの把握を可能とすることを目的とし、各ビューでの項目(グループを含む)の選択は、ただちに他の

ビューへと反映される。この際、MapView, OutlineView では対応する項目が選択される。DocumentView では対応する項目が選択され、その項目が表示されるようスクロールする。ElementView では、項目の見出し、内容、キーワードを表示する。またこの連携により、ドキュメントの特定の部分に簡単にアクセスすることが可能となる。

テキスト編集 編集結果を即座にユーザにフィードバックすることを目的とし、各ビューでのテキストの編集結果は、ただちに他のビューへと反映される。

ドキュメント構造の変更 ドキュメント構造の変更を即座にユーザにフィードバックすることを目的とし、MapView または OutlineView でドキュメント構造の変更があった場合、その結果はただちに他のビューへ反映される。DocumentView では、変更に応じて再構成されたドキュメントの全体が表示される。この連携により、ユーザは MapView や OutlineView でのドラッグ操作により簡単にドキュメントの構成を変更し、その結果をただちに確認することが可能となる。この連携は、ユーザにさまざまな組織化の組合せを試行錯誤的に試みることを促進する。

#### 4.3 ビューの配置

iWeaver では、1つのリストと4つのビューが互いに連携をとりあいながら文章作成を支援する。ディスプレイという限られた領域での操作が困難となることが予想されるが、この問題に対してはマルチディスプレイを利用することにより対処する。iWeaver の4つのビューは、機能的に2種類に分けることができる。一方はドキュメント構造を規定する MapView, OutlineView であり、他方はドキュメントの閲覧、編集を行う DocumentView, ElementView である。並列に並べた2つのディスプレイに対し、前者に VersionList を加えたものを左のディスプレイに、後者を右のディスプレイに配置する(図5)。これにより、単に表示可能領域が広がるということだけでなく、機能的に異なるものが物理的にも分離されて表示されるという利点を持つことになる。

理想的にはマルチディスプレイを利用することが望ましいが、シングルディスプレイで利用することも可能である。iWeaver は、好みのビューの配置(たと

本来、DocumentView でもテキスト編集できることが望ましいが、現段階では未実装である。

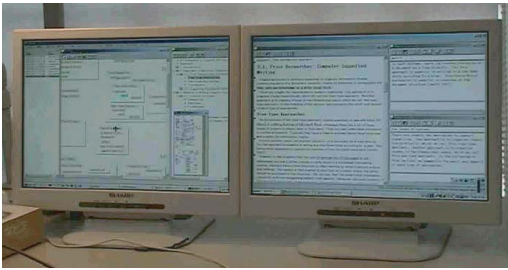


図 5 マルチディスプレイでの利用風景  
Fig.5 iWeaver shown in a dual display.

例えば、MapView を主体としたビューの配置や DocumentView, ElementView を主体としたビューの配置などを複数保存しておいて、それらを目的に応じて簡単に切り換える機能を提供する。

#### 4.4 想定する文章作成のシナリオ

論文の作成を例に、我々が考える iWeaver を用いた文章作成のシナリオの一例を示す。

論文のように形式が比較的定まったドキュメントの作成においては、「まえがき」「むすび」などのほか、「背景」「システム」「実験」など大まかな章立ての構成が最初から明確である場合が多い。このような場合、まずは OutlineView で目次を作成する。しかし、実際の文章の中身に関しては、この時点では明確でない。そこで、MapView で書きたいことを順番を意識せずに次々に記述し、項目を作成していく。ここで記述されるものは、単語や簡単な文章であり、必ずしも最終的なドキュメントに利用されることを想定したものではない。また、実際にドキュメントに反映させるか否かなどはいっさい考える必要がない。思いついたこと、参考文献として利用するもの、また論文をどのように書くか、何に注意すべきかなど、論文を書くうえで助けになるものなら何でもかまわない。その後、次のような操作を繰り返しながら、個々の項目を詳細に記述していき、徐々にドキュメントの全体を構成していく。

- 不要なものをグループから外し、また必要なものをグループ内に移動し、MapView でグループを定める。また、MapView のグループ内での項目の順番を整理する。
- MapView で必要な項目やグループを追加する。また、必要に応じて、項目の分割、統合の機能を利用し、項目の整理を行う。
- OutlineView で階層構造を変更したり、新たな章

見出しを作成したりする。

最終的には、OutlineView, DocumentView でドキュメントの全体を見ながら修正を行う。

iWeaver は印刷機能を持つが、現在のバージョンでは画像や表が扱えないため、本稿のような画像や表を持つドキュメントの最終形態までを iWeaver で作成することはできない。ユーザは、RTF 形式ファイルや TeX のソースファイルへの書き出し機能を利用し、他の形式にしてから画像や表を埋め込むことになる。

## 5. 使用例

iWeaver の可能性の探索と改善を目的として実施した、iWeaver の利用実験と結果について報告する。

### 5.1 手続き

被験者は我々の研究室で CHI の研究を行う大学院生 3 人（被験者 A, B, C）である。被験者には、実験に先立ち iWeaver の操作説明を行った後、数時間 iWeaver を利用してシステムに慣れてもらった。

タスクは、被験者がそれまでに読んだ本の中から適当なものを選び、その本について iWeaver を用いて書評を書くことである。タスクにおいて、文字数は 1,000 字程度を目安に、時間は 60 分を目安にするよう指示した。時間に関しては、必要に応じて 90 分まで延長を許した。実験で作成した文章は人に見せることを想定して作成し、最終的には実験者に提出してもらうことを伝えた。また、タスク中に WWW などのデータベースでの情報閲覧を可能としたが、その再利用においては著作権の侵害がないよう指示した。

実験で収集したデータは 3 種類ある。タスク中にシステムが自動的に保存した操作ログ、被験者によるタスクに関する retrospective reports<sup>30)</sup>、実験後のインタビューである。retrospective reports の収集においては、記憶の変容と忘却を防ぐため、タスク中の操作画面や被験者の振舞いをビデオに撮影し、想起のための視覚的手がかりとして利用した。また、被験者が勝手に解釈を与えることを防ぐため、そのときに思ったこと、したことのみを報告するよう指示し、無理に思い出す必要はないこと、報告に矛盾があっても問題のないことを強調した。

### 5.2 実験結果と考察

被験者が 3 人と少ないため、統計的分析は意味を持たない。実験結果の分析では、被験者が iWeaver を用いてどのように文章を作成し、iWeaver に対してどのように感じたかということに焦点をあてる。

#### 5.2.1 iWeaver を用いた文章作成プロセス

被験者は iWeaver をどのように使うかということ

iBox との併用においては、ここで iBox で蓄積されたものを利用することも可能である。



に対して方向付けされなかったが、iWeaver を用いた文章作成プロセスにはいくつかの共通点がみられた。

彼らは皆、MapView からタスクを開始した。MapView で、主張したいことを思いつくままに単語や文章で記述し、それを整理した。空間の使い方は被験者によりさまざまであった。互いに関連のある項目を近くに配置したり(全員)、上から順番に書評の構成になるよう項目を配置したり(全員)、補足的な項目は右に配置したり(被験者C)した。被験者Cは、本の著者の複数の主張とそれに対する自分の考えが対応するような形で左右に並列に並べて、項目を整理した。以上のことは、MapView が文章の計画や構想を考える場として機能したことを示している。このような場を持たない通常のワードプロセッサでは、上記のような操作は行われなことが予想される。この意味で iWeaver は通常のワードプロセッサに対して優位性を持っているといえる。

すべての被験者は、タスクの前半では MapView を頻繁に使い、後半では OutlineView, DocumentView を頻繁に利用した。最初は MapView で文章の構成や計画を練り、文章を書きながらその構成を徐々に精緻化していき、最終的には DocumentView で文章全体を読みながら校正を行った。このことは、タスクは最初ボトムアップで行われ、最終的にはトップダウンで行われたことを示している。しかし、被験者Bのタスクでは、全体構成を考えたいので OutlineView で章立ての構成を変更した後で、再び MapView で項目の順番や編集にとりかかるとい現象が観察された。このことは、ボトムアップとトップダウンのプロセスは混在しているという、我々の主張を支持するものである。ただし、OutlineView で章立ての構成を変更するという操作は、被験者Bにおいて一度だけ観察されたことである。被験者A, Cはともに「書評程度の文章であれば、何も章立て(を工夫)する必要がない」と報告した。iWeaver の利点がより発揮されるためには、今回の実験で作成した文章は短すぎたといえる。

iWeaver では、どのグループにも属さない項目は、ドキュメントに反映されることのないコメントとして扱われる。この機能を有効に利用した事例が観察された。被験者Cは、どの本について書評を書くか決定した後、その本の目次や他の人による書評などを WWW で見つけ、それを簡単に参照できるよう、MapView にコメントとして登録した。このことについて彼は「必

要なときにブラウザで参照してもいいが、MapView に置いておいた方が簡単に参照できるから」と報告している。実際、彼は、何度もそのコメントを参照しながら、自分の文章と比較したり、書く内容を検討したりした。MapView はドキュメントに反映される項目を整理する場としてだけでなく、最終的ドキュメントとしては反映されない思考の場としての役目も果たすことを示している。

### 5.2.2 iWeaver の可能性

iWeaver で項目を作成する場合、ユーザは項目に見出しを付与する必要がある。このことを面倒に感じたという報告がいくつかあった。被験者Bは「項目を作成しようとして『あ、見出しをつけなくちゃ』と感じたことがあった」と報告した。被験者Cは、WWW からコピー&ペーストで複数の情報を連続して項目として作成する際「ペーストしたのに見出しをつけなくちゃいけないことに対し面倒に感じた」と報告した。しかし、両者とも、報告したケースを除いては、項目への見出しの付与は決して不快なものでなかったと報告している。むしろ、被験者Bはインタビューで「項目に見出しを与えることにより、その内容が自分の中に定着するし、見出しを見てその内容を簡単に思い出すことができる」と報告している。被験者Aに関しては、実験後のインタビューで「私は最初に(主張したいことの)キーワードを(見出しとして)MapView に記述したいのです。最初から内容を記述したいとは思いません。私にとっては見出しを付与することは自然なことであり、逆にそれ以外の方法は考えられません」と述べている。項目への見出しの付与はよいとしても、見出しが空の項目が登録された場合には、自動的に内容の最初の一文を見出しにするなどの配慮が必要と考える。

iWeaver では、二次元空間と木構造表現という異なる表現-操作系を使い分けて文章作成を行うことになる。そうすることにより、トップダウン、ボトムアップの両方の文章作成プロセスを支援することが可能になるという考えに基づくものであったが、我々は最初、この分離が逆にユーザに混乱をもたらすかもしれないという懸念を持っていた。具体的にいうなら、ある操作(たとえば、章立てを変更するなど)を行う場合、それを MapView で行ったらよいのか OutlineView で行ったらよいのか、ユーザが混乱してしまうことに対する懸念である。しかし、実験では、この分離に対して混乱したという被験者は1人もいなかったし、そのような振舞いも見られなかった。被験者Bは「最初、説明を聞いたときには違和感を感じたが、練習で使っ

これはタスクの性質による。書評を書くという実験でのタスクが最初にボトムアップのプロセスを導いたとうことであるが、文章の種類によってはトップダウンから始まるものもあるだろう。

てみてすぐに慣れた」と報告した。少なくとも慣れることが必要であるにせよ、文章作成中にこの分離が思考を阻害するという事は報告されなかった。二次元空間と木構造表現の分離は、被験者に受け入れられたと考えることができる。

概して、被験者は iWeaver を文章作成のツールとして有用と感じたようであった。実験後のインタビューで、被験者全員に対して「iWeaver を実際の自分の文章作成に利用したいと思うか?」という質問を行った。この質問に対して、全員が「使いたい」と返答した。iWeaver に対する改善要求も出されたが、iWeaver での文章作成支援の基本的枠組み (OFMR) は被験者に受け入れられたと考えられる。

### 5.2.3 まとめ

システムの利用実験では、1,000 字程度の書評を書くことをタスクとした。その程度の文章であれば章立ての工夫をする必要がないということから、ボトムアップとトップダウンの両方をシームレスに支援することを狙いの 1 つとする OFMR の有用性を検証することはできなかった。しかし、実験では断片情報の順番やグループ化を検討したり、コメントを利用したりという現象が見られた。これは OFMR におけるもう 1 つの狙いである、非構造的な状態から構造化された状態へのスムーズな移行が支援されていることを示している。また、異なる表現-操作系の使い分けは決して困難なものではない、また被験者は自らの文章作成に iWeaver を利用することを歓迎した、ということから支援の基本的枠組みの有用性を確認できた。

iWeaver の利点を十分に引き出すためには、論文程度の長さの文章 (たとえば 5,000 字以上) を対象する方がよいと思われる。しかし、他人に見せることを想定し言葉や表現を吟味しながら、このような比較的長い文章を作成することは、かなりの時間と労力を要する。このようなプロセスを観察することは制御が困難なうえ、被験者にも多大な負荷をとまなうこととなる。そこで、与えられた課題に対して文章作成を行うよりも、ユーザの現実の活動の中での文章作成プロセスを調べることが望ましい。そのためには、システムの信頼性はもちろん、さらなる機能の追加と改善が求められる。現場でのシステムの有用性、またそこでの文章作成プロセスの分析は、現在、長期利用の観察を行っているところであり、半年から 1 年の経過を見て、あらためて別稿として報告したい。

## 6. 関連研究

### 6.1 文章作成支援の研究

断片情報をまとめあげることにより文章作成を支援するツールは古くから研究されてきた。先に紹介したシステム More, WE, Inspiration, ART のほか、空間ハイパーテキストシステムの発展として文章作成を支援するものとして Writer's Assistant<sup>31)</sup>, Visual Knowledge Builder<sup>32)</sup> などがある。本研究は、基本的には上記の研究の発展として位置付けられる。提案した枠組みのように、異なる表現-操作系を利用するものとして WE, Inspiration, Writer's Assistant がある。それらと OFMR との違いを明らかにし、OFMR の優位性を示す。

WE と Inspiration はともに、二次元空間と木構造表現に対応する表現-操作系を持つ。二次元空間での有効グラフのネットワークを木構造に変換して木構造表現でも表示しているという意味で、これらは階層構造という同一の構造を異なるビューで表示していることになる。ここで、木構造表現での構造の変更を二次元空間にシステムティックに反映させる際、ユーザが主観的に与えた意味付けが破壊される可能性がある。すなわち、これらシステムは二次元空間における表現の自由度の高さ、操作のしきいの低さという利点を十分に引き出しているとはいえない。OFMR では、ドキュメントの構造を二次元空間と木構造表現という異なる表現-操作系で規定し、これらビューの間ではドキュメント構造に影響を与えない範囲でのみ連携をとりあうとすることにより、両者の表現-操作系の利点を引き出すよう対処している。

Writer's Assistant は、ユーザが思考のために自由に利用する二次元空間と、そこでのアイデアを線形にならべてドキュメントを構成する空間とを持つ。しかし、二次元空間とドキュメントの線形リストとは完全に分離されており、ユーザが二次元空間に表現した思考の結果がドキュメントの構成において再利用されないという問題がある。OFMR では、グループ構造の規定は二次元空間が行うということにより、二次元空間におけるユーザの意味付けがドキュメント構成に再利用されることとなる。

概して、従来の文章作成支援システムにおいて、異なる表現-操作系を用い、それらで互いに分担してドキュメント構造を規定するシステムはない。トップダウンとボトムアップの両方の支援、また非構造的な状態から構造化された状態までのスムーズな移行とということに関しても、異なる表現-操作系を用いるアプロー

チはあるが、ユーザの意味付けが崩壊される可能性がある、または再利用されないという理由から、従来のアプローチの有用性は限定的である。

### 6.2 協調文章作成支援の研究

共著での本や論文の作成を目的とし、協調での文章作成を支援する研究が行われている<sup>33),34)</sup>。本研究では最初のステップとして1人での文章作成の支援を狙いとしたが、協調での文章作成支援は決して排除するものではない。iWeaverでのOutlineViewでの構成は人に見せることを前提としたドキュメントの客観的構成を示しているが、MapViewでの構成は個人の主観が反映された空間と考えることができる。この主観を他人に見せることによりコミュニケーションが促進される可能性がある。またiWeaverのバージョン機能を利用して、著作者の思考の遷移を伝えることも可能である。

### 6.3 創造性支援の研究

創造性支援の研究として、断片情報間の類似度に基づいてシステムが自動的に二次元空間に断片情報を配置し、新たな気付きの獲得や概念形成の支援を狙いとする研究が行われている<sup>35),36)</sup>。本研究のシステムは、あくまで道具に徹し、発想そのものを直接的に支援することはない。むしろ、道具とのインタラクションの中で、ユーザが自発的にアイデアを獲得することを狙いとする。しかし、文章作成は高度に知的な活動であり、文章を介して、正確に、分かりやすく、説得力ある形でメッセージを伝えるには、さまざまなアイデアを必要とする。積極的なアイデア生成の支援は、本研究とは相補的な関係にある。今後の研究の発展として、この種の支援の導入を検討している。

また、本研究と外見上よく似た枠組み、システムとしてKJ法<sup>25)</sup>とその支援システム<sup>37)~39)</sup>がある。二次元空間におけるグループ作成のプロセスはKJ法の島作成のプロセスに似ている。しかし、本研究で提案する枠組みの特徴は、文章作成における組織化のプロセスが2つに細分できることに着目し、個々の操作に適した二次元空間と木構造表現という異なる表現-操作系で互いに連携をとりあいながら組織化を進めることにある。これは、タスクや目的に応じて、適切な表現-操作系を適切に使い分けるといった基本概念に基づくものである。文章作成においてボトムアップとトップダウンは混在していることから、本研究では両者の表現-操作系の使い分けと連携は必須であると考えた。これに対して、KJ法ではボトムアップでの組織化を想定しており、木構造表現に対応するものが存在しないし、配慮されていないというところが、本研究の枠

組みと大きく異なる。

## 7. む す び

本稿では、文章作成プロセスを支援する新たな枠組み OFMR (Organizing Framework with Multiple Representations) を提案した。その特徴は、トップダウンとボトムアップの両方の文章作成プロセスをシームレスに支援することである。枠組みは文章作成支援を目的として考案されたものであるが、その適用範囲は文章作成のみに限定されるものではない。これまで、オブジェクト指向方法論でのクラス設計、XMLのタグ設計、ホームページのページ分割のデザインなどの領域に対する適用の可能性が、各々の分野の専門家により指摘されている。

OFMRの有用性の確認を目的とし、OFMRに基づいた文章作成支援システム iWeaver を構築した。iWeaverでは、ドキュメントの全体構造を二次元空間と木構造表現という異なる表現-操作系で分担して規定する。我々は、初めこの分離が逆にユーザの自然な文章作成プロセスを阻害する可能性もあると懸念していた。しかし、システムの利用実験では、そのような報告した被験者は1人もおらず、逆に自らの実際の文章作成のタスクで iWeaver を使うことを歓迎した。このことは、文章作成支援の枠組みとして、本稿で提案した枠組みが有効であることを示している。

現在、我々は、実験で明らかになった問題をもとにシステムの改良を行っている。現在、8人のユーザ(実験に参加した被験者3人を含む)が iWeaver を各々の日常の文章作成に利用している。現場での iWeaver の適用可能性、またそこでの文章作成プロセスの分析が今後の課題である。

謝辞 本稿で紹介したシステムは、富士ゼロックス株式会社で開発されたソフトウェア「情報箱」の検索エンジン・モジュールを利用して構築されました。この場を借りて感謝の意を表します。特に、ソフトウェアの外部利用において迅速な対応を行ってくださった松永義文氏「情報箱」の開発を行い、検索エンジンの利用に関する技術的サポートをしていただいた石田英次氏に感謝します。

## 参 考 文 献

- 1) Hershey, W.: Software review: idea processors, *Byte*, pp.337-350 (1985).
- 2) Hayes, J.R. and Flower, L.S.: Writing as problem solving, *Visible Language*, Vol.14, No.4, pp.288-299 (1980).

- 3) Sharples, M.: An account of writing as creative design, *The science of writing*, Levy, C.M. and Ransdell, S. (Eds.), Lawrence Erlbaum Associates, pp.127–148 (1996).
- 4) Galbraith, D. and Torrance, M.: Conceptual processes in writing: From problem solving to text production, *Knowing what to write: Conceptual processes in text production*, Torrance, M. and Galbraith, D. (Eds.), pp.1–12, Amsterdam University Press (1999).
- 5) Schön, D.A.: *The reflective practitioner: How professionals think in action*, Basic Books New York (1983).
- 6) Sharples, M.: Cognitive support and the rhythm of design, *Artificial intelligence and creativity*, Dartnal, T. (Ed.), pp.385–401, Kluwer Academic Publishers (1994).
- 7) Flower, L.S. and Hayes, J.R.: The dynamics of composing: Making plans and juggling constraints, *Cognitive processes in writing*, Gregg, L.W. and Steinberg, E.R. (Eds.), pp.31–50, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, (1980).
- 8) Norman, D.A.: *Things that make us smart*, Addison-Wesley (1993). 佐伯 胖 (訳) : 人を賢くする道具—ソフト・テクノロジーの心理学, 新曜社 (1996).
- 9) Hayes, J.R. and Flower, L.S.: Identifying the organization of writing process, *Cognitive processes in writing*, Gregg, L.W. and Steinberg, E.R. (Eds.), pp.3–30, Hillsdale, New Jersey, Lawrence Earlbaum Associates (1980).
- 10) Neuwirth, C., Kaufer, D., Chimera, R. and Gillespie, T.: The Notes program: A hypertext application for writing from source texts, *Hypertext '87*, pp.121–142 (1987).
- 11) Hunter, W.J. and Begoray, J.: A framework for the activities involved in the writing process, *The Writing Notebook*, Vol.7, No.3 (1990).
- 12) Hahn, J. and Kim, J.: Why are some diagrams easier to work with? Effects of diagrammatic representation on the cognitive integration process of systems analysis and design, *ACM Trans. Computer-Human Interaction*, Vol.6, No.3, pp.181–213 (1999).
- 13) Zhang, J.: The nature of external representations in problem solving, *Cognitive Science*, Vol.21, No.2, pp.179–217 (1997).
- 14) Lawson, B.: *Design in mind*, Butterworth Architecture (1994).
- 15) Wood, C.C.: A cognitive dimensional analysis of idea sketches, Technical Report 275, School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex (1993).
- 16) Suwa, M., Pucell, T. and Gero, J.: Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions, *Design Studies*, Vol.19, No.4, pp.455–483 (1998).
- 17) Suwa, M., Gero, J. and Purcell, T.: Unexpected discoveries and S-invention of design requirements: Important vehicles for a design process, *Design Studies*, Vol.21, No.4, pp.539–567 (2000).
- 18) Neuwirth, C.M. and Kaufer, D.S.: The role of external representations in the writing process: Implications for the design of hypertext-based writing tools, *Proc. Hypertext '89*, pp.319–341 (1989).
- 19) Shipman, F.M. and Marshall, C.C.: Formality considered harmful: Experiences, emerging themes, and directions on the use of formal representations in interactive systems, *Computer Supported Cooperative Work*, Vol.8, No.4, pp.333–352 (1999).
- 20) Outliners.Com: MORE.  
<http://www.outliners.com/>
- 21) Smith, J.B., Weiss, S.F. and Ferguson, G.J.: A hypertext writing environment and its cognitive basis, *Proc. Hypertext '87*, pp.195–214 (1987).
- 22) Inspiration Software, Inc.: Inspiration.  
<http://www.inspiration.com/>
- 23) 山本恭裕, 高田眞吾, 中小路久美代: “Representational Talkback” の増幅による「書いてまとめる」プロセスの支援に向けて, *人工知能学会誌*, Vol.14, No.1, pp. 82–92 (1999).
- 24) Nakakoji, K., Yamamoto, Y. and Takeda, S.: Two-dimensional positioning as a means to represent strategic knowledge in design, *Proc. Strategic Knowledge and Concept Formation (SKCF) '99*, pp.109–121 (1999).
- 25) 川喜田二郎: 発想法, 中央公論社 (1967).
- 26) Shipman, F.M., Marshall, C.C. and Moran, T.P.: Finding and using implicit structure in human-organized spatial layouts of information, *Proc. CHI '95* (1995).
- 27) 松永義文: 情報の“3つ組”モデルに基づく情報蓄積・検索ツール: 情報箱, 情報処理学会研究会情報学基礎, pp.41–48 (1995).
- 28) Shibata, H. and Hori, K.: An approach to support long-term creative thinking and its feasibility, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.2253, pp.455–461, Springer-Verlag (2001).
- 29) Baldonado, M.Q.W., Woodruff, A. and Kuchinsky, A.: Guidelines for using multiple views in information visualization, *Proc. AVI 2000* (2000).

- 30) Ericsson, K.A. and Simon, H.A.: *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data (Revised Edition)*, The MIT Press (1993).
- 31) Sharples, M., Goodlet, J. and Pemberton, L.: Developing a Writer's Assistant, *Technology and writing: Readings in the psychology of written communication*, Hartley, J. (Ed.), pp.209-220, Jessica Kingsley (1992).
- 32) Shipman, F.M., Hsieh, H., R.A., Maloor, P. and Moore, J.M.: The Visual Knowledge Builder: A second generation spatial hypertext, *Proc. Hypertext '01*, pp.113-122 (2001).
- 33) Neuwirth, C.M., Kaufer, D.S., Chandhok, R. and Morris, J.H.: Issues in the design of computer support for co-authoring and commenting, *Proc. CSCW '90* (1990).
- 34) Chen, C.: Writing with collaborative hypertext: Analysis and modeling, *Journal of the American Society for Information Science*, Vol.48, No.11, pp.1049-1066 (1997).
- 35) Hori, K.: A system for aiding creative concept formation, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.24, No.6, pp.552-559 (1994).
- 36) 角 康之, 堀 浩一, 大須賀節雄: テキストオブジェクトを空間配置することによる思考支援システム, *人工知能学会誌*, Vol.9, No.1, pp.139-147 (1994).
- 37) 河合和久, 塩見彰睦, 竹田尚彦, 大岩 元: 協調作業支援機能を持ったカード操作ツール KJ エディタの評価実験, *人工知能学会誌*, Vol.8, No.5, pp.583-591 (1993).
- 38) 三末和男, 杉山公造: 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の開発について, *情報処理学会論文誌*, Vol.35, No.9, pp.1739-1749 (1994).
- 39) 宗森 純, 五郎丸秀樹, 長澤庸二: 発想支援グループウェアの実施に及ぼす分散環境の影響, *情報処理学会論文誌*, Vol.36, No.6, pp.1350-1357 (1995).

(平成 14 年 9 月 9 日受付)

(平成 15 年 1 月 7 日採録)



柴田 博仁 (正会員)

1968 年生。1992 年金沢大学理学部数学科卒業。1994 年大阪大学大学院理学研究科数学専攻修士課程修了。同年富士ゼロックス株式会社入社。2000 年退社。同年東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士課程入学。現在同研究科在籍。ACM, 人工知能学会, 認知科学会学生会員。



堀 浩一 (正会員)

1956 年生。1984 年東京大学大学院修了。工学博士。国文学研究資料館助教授などを経て、現在、東京大学先端学際工学専攻教授。知能工学の研究、教育に従事。IEEE, ACM, 人工知能学会, 認知科学会等会員。