

# 電子辞書を用いた発想支援システム に関する研究

平成15年度

金久保 正明

## 内容の要旨

近年の情報処理技術の急速な発展はコンピューターによる人間の知的創造作業への支援を可能にしつつあり、発想支援システム開発への期待が高まっている。創造工学の分野では、以前から人間がアイデアを出すための方法論としての創造技法が数多く開発されてきた。これらの創造技法は、実践を通じてその有効性が明らかにされているものの、KJ法を除けば発想支援システム化された例は少ない。一方、近年は人工知能分野共通の課題であった知識獲得問題の克服等を目指して、電子辞書等の大規模知識データベースが開発されてきている。しかし、これら大規模知識データベースを発想支援システムに適用した例は極めて少ない。また、さらに、比較的発想支援システム化がなされているKJ法に関しても、大規模知識データベースと結合した例は無く、感性的な創作に応用された例も無い。

本論文では、このような従来の発想支援システムの研究の問題点に対して、以下のようなアプローチを行っている。

まず、代表的な創造技法に関して、その論理構造を分析し、大規模知識データベースを用いる発想支援システム化について検討を行う。ここで選択された創造技法に基づき、大規模知識データベースも組み込んだ発想支援システムを実装し、評価実験によりその発想支援効果の検討を行う。人間の扱う情報は、シンボルとパターンに大別されることから、本論文では文章のようなシンボリックなアイデアの発想を支援するシステムと、抽象画のようなパターン的なアイデアの発想を支援するシステムの2つの発想支援システムを提案する。

これらのことから、第1章では、上記のような本研究の背景と意義について述べる。

第2章では、代表的な創造技法の論理構造及び使用している概念関係を分析し、大規模知識データベース適用の可能性について検討を行っている。

第3章では、代表的な創造技法である形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせ、一般的な解決課題にも対応できる新しい創造技法を提案する。さらに、この創造技法を大規模データベースであるEDR電子化辞書を用いて発想支援システムとして実装した。このシステムは、文章の形でのシンボリックな発想を支援するものであり、詳細な評価実験により発想支援効果を確認している。

第4章では、KJ法に大規模知識データベースを導入し、概念の空間配置という共通点を有している抽象画の作成を支援する新しい発想支援システムを提案している。従来のKJ法に関する研究では、最終的に得られるアイデアは文章のようなシンボリックなものに限られていたが、このシステムによればパターン的な発想も支援できる。このことを、実際にシステムを用いて被験者に抽象画を描いてもらう詳細な評価実験により確認した。

第5章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

以上

## **The Summary of Dissertation**

Demand for system supporting human creative thinking is increasing nowadays. In the creative engineering field, although many methods to give a person a trigger that extends idea have been proposed, few methods are implemented on machine except for KJ method. Recently, electronic dictionaries with large-scale knowledge have been developed. However, most of the studies using electronic dictionary are for natural language processing.

Concerning these problems, this study attempts to investigate which method is suitable for the creativity support system using knowledge databases. And it attempts to implement new creativity support systems using large-scale knowledge database based on suitable methods. In this paper, two new creativity support systems are proposed; one of them supports human symbolic creativity thinking, and the other supports human paternal creativity thinking.

Chapter 1 is the introduction and describes the research motivation and issues.

In chapter 2, the results of investigation which method is suitable for creativity support system are described.

In chapter 3, a new creativity support method based on combination of morphological analysis method and modified input-output method is proposed. This new method can support human general creativity thinking. And a creativity support system based on this method using electronic dictionary is implemented. This system supports human symbolic creativity thinking.

In chapter 4, a new creativity support system using electronic dictionary based on KJ method is proposed. This system can extend human visual imagination. Although many systems based on KJ method support human symbolic creativity thinking, it can support human paternal creativity thinking.

Computer experiments show effectiveness of these proposed systems.

Chapter 5 is the conclusion of this paper.

## 目次

## 第1章 序論

1.1	本研究の背景	2
1.2	本研究の目的	7
1.3	本論文の構成	8

## 第2章 創造技法の発想支援システム化における知識ベース利用の可能性

2.1	緒言	10
2.2	創造技法の役割と探索過程	11
2.2.1	創造的思考過程に対する創造技法の役割	11
2.2.2	本論文における類推推論の構造	13
2.3	創造技法と知識データベース	14
2.3.1	創造技法の分類	14
2.3.2	検討の視点	14
2.4	発散技法と知識データベース	16
2.4.1	自由連想法	16
2.4.2	強制連想法	17
2.4.3	類比連想法	19
2.5	収束技法、統合技法と知識データベース	21
2.5.1	空間型法(収束技法)	21
2.5.2	系列型法(収束技法)	22
2.5.3	統合技法	22
2.6	全体の傾向	24
2.7	創造技法システムとランダム性	25
2.7.1	この節の背景と目的	25
2.7.2	知識データベース探索におけるランダム性の効果	25
2.7.3	各創造技法におけるランダム性の効果	25
2.8	結言	27

## 第3章 形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム

3.1	緒言	29
3.2	システムの概略	31
3.2.1	基本的な設計思想	31

---

3.2.2	逆インプット・アウトプット法	31
3.2.3	システムの実装方法	33
3.3	ユーザ・インタフェース	34
3.3.1	システムの画面構成	34
3.3.2	独立変数(インプット)設定エリア	34
3.3.3	関連概念の探索と発散的思考エリア	35
3.3.4	収束的思考エリア	37
3.4	アイデア発想の実例	39
3.5	評価実験	41
3.5.1	実験の概要	41
3.5.2	発想支援システムとしての評価方法	41
3.5.3	発想されたアイデアに対する評価方法	41
3.5.4	評価結果	41
3.6	結言	49
<b>第4章 概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システム</b>		
4.1	緒言	51
4.2	システムの概略	53
4.2.1	KJ法の概略	53
4.2.2	システムの基本的な設計思想	54
4.2.3	システムの実装方法	55
4.3	新しい題材の作成方法	56
4.3.1	比喩を簡易化した新概念生成	56
4.3.2	刺激語を用いる新概念生成	58
4.3.3	変異語を用いる新概念生成	59
4.4	ユーザ・インタフェース	61
4.4.1	題材設定エリア	61
4.4.2	抽象画作成のためのイマジネーション構成エリア	62
4.5	評価実験	63
4.5.1	評価方法	63
4.5.2	評価結果	63
4.5.3	意見・感想	67
4.6	結言	69
<b>第5章 結論</b>		
5.1	本研究のまとめ	70

---

5.2 発想支援システムの将来展望	73
謝辞	76
参考文献	77
著者論文目録	82
付録	83
付録A 変異語リスト	83
付録B 試験評価の回答例	86

## 第1章

### 序論

本章では、まず本研究の背景となるモチベーションについて概説した。創造性への関心が高まる社会状況の中、創造性そのものに関する研究として、論理学や心理学にもまたがる創造的問題解決過程のモデル化の研究、実際に実用的なアイデアを出すための様々な方法論（創造技法）を開発する研究、さらに、近年の情報処理技術の発展を背景とした発想支援システムに関する研究、の主要三分野を挙げた。そして、情報工学のターゲットとなる発想支援システムの研究分野においては、創造的問題解決過程のモデル化に関する研究との結びつきはあっても、実用的なアイデアを出すための方法論（創造技法）との関連がこれまで薄かった点を指摘した。また発想支援システムに関する研究でも、開発が進んでいる大規模データベースの利用が遅れている点、また従来の創造技法に基づく発想支援システムではシンボル情報から構成されるアイデアの支援に限られ、パターン情報から構成されるアイデアの支援に欠けている点を指摘した。さらに、創造技法についても、その組み合わせに関する研究が少ない点も指摘した。これらに基づき本研究の目的とアプローチについて述べ、本論文の構成についてまとめた。

## 1.1 本研究の背景

近年、我が国においては創造性の重要性がかつてないほど、強調されるようになってきている。その背景には、経済的には中国、台湾、韓国、その他ASEAN諸国等の台頭により日本製品の国際競争力が急激に低下してきたことが挙げられる。その危機感から、優れたアイデアを保護するプロ・パテント政策の充実により競争力の維持を図り、そのための様々な社会システムの構築を急ぐ必要性に政府・産業界は迫られている。また、科学技術の分野においても、我が国の研究論文数は世界の主要な論文誌においても上位に位置しているにもかかわらず、国際的に広く引用されている論文数はあまり多くないという事情もある<sup>(1-1)</sup>。企業や研究所による集団としての優れた応用研究は多くても、個人或いは少数のグループによる卓越した独創的研究の少なさが相変わらず指摘されている<sup>(1-2)</sup>。いわゆる「基礎研究タダ乗り」で経済的利益追求が中心だった日本の在り方に欧米の対応が厳しさを増してきていることから、我が国は人材育成の段階からの創造性開発に本腰を入れざるを得ない状況となっている。

このような状況下において創造性そのものに関する研究、即ち創造性の定義やそのモデル化、創造性を高めるための方法論に関する研究分野の重要性も高まってきている。従来の創造性そのものに関する研究は、論理学や心理学も含めた創造過程のモデル化に関する研究、本質の探究とは別に実用目的から創造性を高める方法や教育に関する研究、コンピューターによる創造性支援に関する研究等に大きく分類することができる。

人間の創造過程のモデル化に関する研究では、アリストテレス以来の「演繹」「帰納」および「還元」(「仮説」または「発想」とも呼ばれる)に基づく論理的な考察が盛んに行われてきた<sup>(1-3)</sup>。ルネサンス時代のF・ベーコンは、多くの事例を比較して事例間の共通の性質を求める「帰納」を科学的発見の中心に据えた<sup>(1-4)</sup>。これに対し、19世紀の哲学者パーズは「還元」を「仮説を暫定的に採用する推理」であるとして、創造性において最も重要な役割を果たしているものとした<sup>(1-5)</sup>。また、類似性の発見に基づく「類推」も創造性の重要なファクターとして今日に至るまで様々な研究が行われている<sup>(1-6)</sup>。この「類推」を「還元」の一部と捉える分類もあり<sup>(1-7)</sup>、これらの定義は不確定な要素もある。このような論理的なアプローチとは異なり、事例に基づく発想過程の分析および心理学的な考察に基づいてさらに複雑な創造過程のモデル化も行われている。最も有名なものは、ワラスの「段階モデル」<sup>(1-8)</sup>であり、創造を準備、孵化、解明、検証の4段階で捉えるものである。さらに、現在に至るまで有名・無名を合わせて非常に多くのモデルが提唱されている。



実用目的から創造性を高めるための技法を開発するという視点での研究は、その有効性の検証が難しいこと等から、理論としてはあまり体系だったものにはなっていない<sup>(1-1)</sup>。この分野は、プラグマティックな企業社会である米国を中心に発展し、特にオズボーンによるブレインストーミング法（1939年）が企業研修等でよく用いられた。他に、類推の一種である比喻を用いたアイデア発想法であるシネクティックス法をゴードンが提唱し（1961年）、欧米では著名である。その他、特にメーカーが新製品の企画用開発したものが多く、アレンジも含めて現在までに約300種類が存在するといわれている<sup>(1-9)</sup>。我が国では1960年代頃の高度成長期に創造性開発がブームとなり、これらの創造技法が盛んに用いられ、創造工学という学際的な研究領域として現在に至るまで開発・実践が行われている。創造技法の多くは、簡単な文房具やカードを用いて、或るルールに基づいて考えたり意見交換したりするものが大半であり、その手軽さから我が国でも企業において技術者研修、一般的な会議等でよく用いられている。

一方、近年の情報処理技術分野においては、ハード的な計算能力の急速な発展及びソフト・コンピューティングも含む人工知能の基礎研究の進展が進んでいる。その成果の一つとして従来は不可能と思われていたコンピューターによる発見、創造（芸術のような感性的な創作も含む）の可能性も出てきた。しかし、現状ではコンピューターが発想そのものを行うことは、知識の組み合わせ数の膨大さから言っても不可能とみられ、人間の高度知的情報処理の支援という形での利用が目指されている<sup>(1-10)</sup>。これが上記のような創造性を必要とする社会状況と合わさり、コンピューターによる知的生産性支援ツール（いわゆる発想支援システム）開発への期待が高まり、これまでも既に数多くのシステムが提案されている<sup>(1-11)</sup>。コンピューターによる知的生産性支援とは、人間の創造的、知的活動を助け、既知の知識の操作や加工によって新しい発想を生み出す過程を支援することである。また、従来から人工知能の分野では知識システム構築上の大問題として知識獲得の問題がボトルネックとして挙げられてきたが、これも大規模な電子辞書の開発や知識の自動獲得に関する研究等の進展により、部分的には解決が図られており<sup>(1-12)</sup>、発想支援システムへの応用も当然期待されている。さらに、遺伝的アルゴリズム（GA）が膨大な探索空間から準最適解を効率よく探し出す機能に着目し、この「偶然による変化」を積極的に創造性に応用する観点から、GAを用いた発想支援システムの提案も行われるようになった<sup>(1-13)</sup>・<sup>(1-14)</sup>。

既に開発された発想支援システムに焦点を当ててみると、大きく発散的思考支援システム、収束的思考支援システム、発散と収束の両機能を合わせ持つ統合型発想支援システムに分類される<sup>(1-11)</sup>。これは、人間の創造的問題解決のプロセスが、第一段階として

表1-1 主な発想支援システムの分類

分類	システム名
発散的発想支援システム	Keyword Associator Articulation Aid 1 (AA1) SC0/SC1 Idea Fisher Metaphor Machine 知恵の泉
収束的発想支援システム	KJ-Editor CONSIST 郡元 D-Abductor
統合型発想支援システム	FISM GrIPS

様々なアイデアを考え出していく発散的思考，次にそれらをまとめていく収束的思考，さらにアイデア結晶化，評価・検証の4段階から構成しているとされる分類に対応したものである。表1-1に示すように，発散的思考支援システムとしては，Keyword Associator<sup>(1-15)</sup>，Articulation Aid 1<sup>(1-16)</sup>，SC0/SC1<sup>(1-17)</sup>，Idea Fisher<sup>(1-18)~(1-20)</sup>，Metaphor Machine<sup>(1-21)</sup>，知恵の泉<sup>(1-22)</sup>，等が開発され，収束的発想支援システムとしてはKJ-Editor<sup>(1-23)</sup>，CONSIST<sup>(1-24)</sup>，郡元<sup>(1-25)</sup>，D-Abductor<sup>(1-26)・(1-27)</sup>，等が開発されている。また，統合型発想支援システムとしては，FISM<sup>(1-28)</sup>，GrIPS<sup>(1-29)</sup>，等がある。

しかし，これらの発想支援システムは部分的に類推推論が用いられていることはあっても，代表的な収束技法であるKJ法<sup>(1-30)</sup>を除けば創造技法をシステム化したと言えるものはわずかな例外<sup>(1-31)~(1-33)</sup>を除けば殆どない。上記の発散的思考支援システムのうち，Articulation Aid 1及びSC0/SC1は，ユーザが発想の断片として与えるキーワードの空間配置を提示することにより，さらなる発想を促すツールである。Keyword Associator及びIdea Fisherも，入力されたキーワードから連想される語句をデータベースから探し出して出力するシステムである。Metaphor Machineおよび知恵の泉は，類推機能を有し，発散技法のシネクティックス法の考え方も取り入れているが，これらのいずれも既成の創造技法を積極的に利用しているわけではない。

収束的発想支援システムに関しては，KJ-Editor，郡元，D-Abductor，はいずれもKJ法に基づくものである。CONSISTは図解を操作することによりある視点からの知

識の整理を行うもので、特に創造技法は用いられていない。統合型発想支援システムでは、FISMは対象とする問題を階層グラフとして表現することにより、発散的思考と収束的思考を行うものである。GrIPSは、グループでの発想支援を行うことを特徴とし、発散的思考支援として Keyword Associator を、収束的思考支援としては D-Abductor を用いている。

このように創造技法のシステム化が KJ 法に集中している理由としては、KJ 法がデータの空間配置をまず行って、先入観なくそれらを集めていくことで概念形成を行うという、非常にシンプルな技法であることも一因である。創造技法の中には、例えばシネクティックス法にみられるように「擬人化して考えてみる」といったように抽象的でシステム化しにくいルールも数多くある。しかし、中には KJ 法同様に比較的シンプルな構成によるものも数多くあり、それらのシステム化は可能であると考えられる。創造技法を単に紙と鉛筆を用いて行うのではなく、システム化を行うメリットとしては、例えば以下の点が考えられる。

- 1) 大規模なデータベースの持つ知識および、そこから派生する新たな知識を援用した発想支援を行える。
- 2) 完全にランダムな知識を呈示できるため、先入観に縛られない発想支援が可能になる。

システムが呈示した知識が直ちにアイデアに結び付くことは難しいとしても、そこから人間が解決に至るヒントを見出す可能性がある。従って、人間が行ってある程度の効果がみられるような創造技法のシステム化は十分な発想支援効果が期待できる。それにもかかわらず、実際に発想支援システムとして実装し、評価された例は先に述べたようにわずかな例外<sup>(1-31)~(1-33)</sup>を除けば殆どないのが現状である。

創造技法の発想支援システム化を考えるにあたっては、数多くの創造技法のうちどれがシステム化に適しているかを見極めることがまず必要である。ここで、システム化に適している条件としては、コンピューターで計算可能な論理性を備えているか、また、知識データベースを利用する場合には、データベースの構造にその創造技法がなじんでいるか等の点を指す。例えば、演繹、帰納、仮説、類推等の論理、推論については、既にコンピューターで計算するための基礎的な研究の蓄積がある。演繹の機械化については Robinson の分解証明法が、帰納の機械化は Shapiro のモデル推論アルゴリズム等が知られ、また仮説と類推についても前二者ほどの優れた方法はないにせよ、様々なコンピューター化の試みがある<sup>(1-34)・(1-35)</sup>。また、大規模な電子辞書等有する意味ネットワークには、上位・下位概念やある概念の属性概念等の膨大なデータがある<sup>(1-12)</sup>。従って、

創造技法の中で、これらの論理や推論、また概念関係をストレートに用いているものほど発想支援システム化が容易であるという判定が可能になる。また、創造技法の発想支援システム化の可能性を探ることで、どのような知識データベースが存在すれば、システム化が容易になるのかを論じることでもある。しかし、創造技法については分類と紹介がされているだけで、このような観点からの考察はまだ行われていない。

また、先に述べたように発想支援システムに対して大規模データベースが応用された例もわずかな例外<sup>(1-15)・(1-19)</sup>を除けばまだ殆どない。大規模知識ベースや知識処理システムとの統合により発想支援システムがより強力なものになる可能性が期待されている<sup>(1-36)</sup>にもかかわらず、実際に利用された例が少ない理由としては、発想支援に利用可能な整備されたデータベースがまだ少ないことが挙げられる。一方で近年、開発が進んで来たデータベースとして、意味ネットワークを有する電子辞書<sup>(1-12)</sup>がある。これは膨大な知識を有し手軽に利用できることからその有効利用が期待され、汎用的な内容の辞書であっても発想支援にも十分応用可能であると考えられる。しかし、従来の電子辞書を利用した研究の多くは自然言語処理の研究に関するものであり、まだ発想支援システムに応用されていない。

また、KJ法に基づくもの等、創造技法に基づく従来の発想支援システムの研究においては、シンボル情報で構成されるアイデアの支援に限られてきた。即ち、人間の扱う情報はシンボルとパターンに大きく分類されるのに対して、後者のパターン情報で構成されるアイデア、例えば抽象画作成等を直接的に支援するツールの開発も行われていないのが現状である。特に、KJ法で行う概念の空間配置は、単に抽象画作成等の映像的イメージーション支援に限らず、広く人間の記憶、思考に係わるパターン情報で構成されるアイデアの発想支援全般に応用可能と考えられるだけに、その試みを行うことは重要な意義があるものと思われる。

さらに、創造技法自体についてみると、汎用的に様々な分野のアイデア発想に使えるものはむしろ少なく、特定の問題用に開発されたものが多いという問題点もある。これは、創造技法が実用性第一に開発されてきたものであることを考えると、当然の結果であるとも言える。しかし、既存の創造技法の組み合わせによってさらに汎用的な発想に対応する強力な技法になる可能性もあり、そのような技法の組み合わせに関する研究も十分に行われてきたとは言い難いのが現状である。

## 1.2 本研究の目的

本論文では、前節で述べた事項から、以下のようなアプローチをとり、研究の目的を設定する。人間が扱う情報は大きくシンボルとパターンに分類できることから、創造技法の発想支援システム化にあたり、この双方の発想支援を行えるシステムをそれぞれ構築することとした。

- 1) 創造技法の中から、システム化に適していると思われるシンプルな構造のものを選別し、その中で演繹、帰納、仮説、類推等がどのように用いられているかを詳しく調査する。また、どのようなデータベースの使用が適しているか、どのようなデータベースの開発が期待されるかについて調査する。
- 2) 比較的、大規模データベースの利用が適していると考えられる創造技法の中から形態分析法とインプット・アウトプット法を選び、さらに両者の組み合わせが有効と考えられることから、これらを組み合わせた新しい創造技法を提案する。実際に大規模な電子辞書を用いて、この創造技法を発想支援システムとして実装して試験評価を行い、発想支援効果を検証する。このシステムではユーザに対し電子辞書に含まれる概念をキーワードとして提示することにより、シンボル情報で構成されるアイデアの発想支援を行う。
- 3) 既に様々なシステム化が行われている KJ 法について、まだほとんど検討されていないパターン情報で構成される発想の支援効果について検討する。2)と同様に大規模な電子辞書を用いる。このシステムでは、電子辞書に含まれる概念を空間配置してユーザに提示することにより、パターン情報で構成されるアイデアの一例としての抽象画の作成を支援する。

本論文では、上記の目的に対し、1)について第2章で、2)について第3章で、3)について第4章で議論を行う。

### 1.3 本論文の構成

以上を目的として、本論文は以下のような構成とする。

第2章では、人間の創造的問題解決過程における創造技法の役割について簡単にまとめ、各創造技法の発想支援システム化の適合性を検討する上で必要となる類推推論について簡単な定義を行う。そのうえで、代表的な創造技法についてどのような論理、推論が用いられ、またどのようなデータベースが必要とされているかについて検討する。さらに、各々の創造技法を発想支援システム化する際に、遺伝的アルゴリズム的な効果の導入を可能とする方法についても検討を加える。

第3章では、第2章の検討に基づき、大規模な電子辞書の利用が可能と考えられた創造技法である形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせた新しい発想法を提案し、それに基づくシンボル情報で構成される発想を支援する統合型発想支援システムを構築する。実際にシステムを実装し、被験者にシステムを用いて発想を行ってもらい、その有効性について検討する。

第4章では、KJ法に基づき、大規模な電子辞書を利用した抽象画作成支援システムを実装し、試験評価を行った結果について検討する。新たな概念の提示には、第2章の検討により創造技法の中でも特に発散技法に多用されていた類推推論を用いる。抽象画作成という一つの例を通じて、まだKJ法について調べられていなかった、人間の情報処理において深い役割を果たすパターン情報で構成される発想の支援効果を検討する。

第5章では、本論文の結論をまとめ、特に電子辞書等の大規模データベースを用いた発想支援システムの将来展望について述べる。

## 第2章

# 創造技法の発想支援システム化における 知識ベース利用の可能性

本章では、知識データベースを利用した創造技法の発想支援システム化を行うにあたって、まず数多くの創造技法の中でどの方法がシステム化に適しているかを調査した。具体的には、知識データベースを用いて演繹、帰納、仮説、類推といった論理や推論が可能なことから、どの創造技法がこれらの論理や推論を多用しているかを概観した。また、論理や推論とは別に特定の概念関係を多用している場合には、そのような概念関係を有する知識データベースの利用が有効となることから、その点についても検討した。さらに、遺伝的アルゴリズムのようなランダムな組み合わせに基づく選択・進化（アイデアの進化）を、このような知識データベースを用いた発想支援システムに導入する可能性についても検討した。

## 2.1 緒言

本章では、創造技法の発想支援システム化における知識データベース利用の可能性について考察する。知識データベースに記述される知識は命題の形をとる。そして既知の命題から新たな命題を得る手法として、古来から演繹論理および帰納、仮説推論が知られている<sup>(2-1),(2-2)</sup>。また類推推論も新しい命題の構成法と考えることができ、創造との関係性が深いとされる<sup>(2-3)</sup>。従って知識データベースを使用する発想支援システムでは、これらの論理や推論(以下、探索過程と呼ぶ)により生成され真である可能性の高い多数の新たな命題を利用することが可能となる。これらの探索過程をコンピュータで扱う多くの研究の蓄積もある<sup>(2-4)</sup>。

従って、創造技法の発想支援システム化を考えるにあたり、これらの探索過程を多用している創造技法ほど、知識データベースを利用するメリットも大きいと考えられる。各種の創造技法についてこのような性質の具備性の検討は、創造技法に基づく発想支援システム(以下、創造技法システムと呼ぶ)構築において大変意義の大きい作業である。

一方、人間の創造的問題解決過程は複雑であり、いくつもの新しい知識の生成と評価の積み重ねにより最終的なアイデアが得られている。このことは各種の創造技法において、非常に複雑な作業を経てアイデア到達を目指すことから裏付けられる<sup>(2-5)</sup>。従って、探索過程による新たな知識の生成単体でアイデアが得られることは稀であると考えられる。そこで本章では探索過程のいずれも、大きな創造的問題解決過程を構成する一つの過程として捉える立場で議論を進める。

創造的問題解決過程とは、新たな知識の生成の連鎖によりアイデアに到達する過程であると考え、それは探索空間の爆発的な増大を引き起こす。そこでランダムにアイデアの候補となる知識の組み合わせを作成し、良いものに基づいてさらに探索を進めるという遺伝的アルゴリズム(GA)<sup>(2-6),(2-7)</sup>的な手法も有効となる。そこで本章では、知識データベースを利用した創造技法システムにランダム性を取り入れることの方法についても検討する。

以降、第2節で創造的問題解決過程における創造技法の位置付け、および探索過程について簡単な整理を行う。第3～6節では代表的な創造技法について探索過程の使用状況について詳細に調査し、知識データベースの利用しやすさについて検討する。第7節では創造技法システムとランダム性との関連について考察する。第8節で結論をまとめる。



## 2.2 創造技法の役割と探索過程

### 2.2.1 創造的思考過程に対する創造技法の役割

図 2-1 に、創造的思考過程に対する創造技法の役割のイメージを示す。

創造的思考とは何か、といった定義には未だ決定的なものはない。また、有意義な発想が必ず得られるような万能なアルゴリズムは存在しないという考え方もある<sup>(2-8)</sup>。

表 2-1 に示すように、ここではまずすべての知識について2通りの分類をする。一つは人間またはシステムが現在データとして持っている既存知識と、そこから何らかの知識の探索過程により新たに導き出される派生知識に分ける分類である。もう一つは常に真であることが分かっている背景知識と真であるかは分からない仮説知識とに分ける分類である<sup>(2-9)</sup>。前者は知識が既に存在しているか否かで分類し、後者は真理性が保証

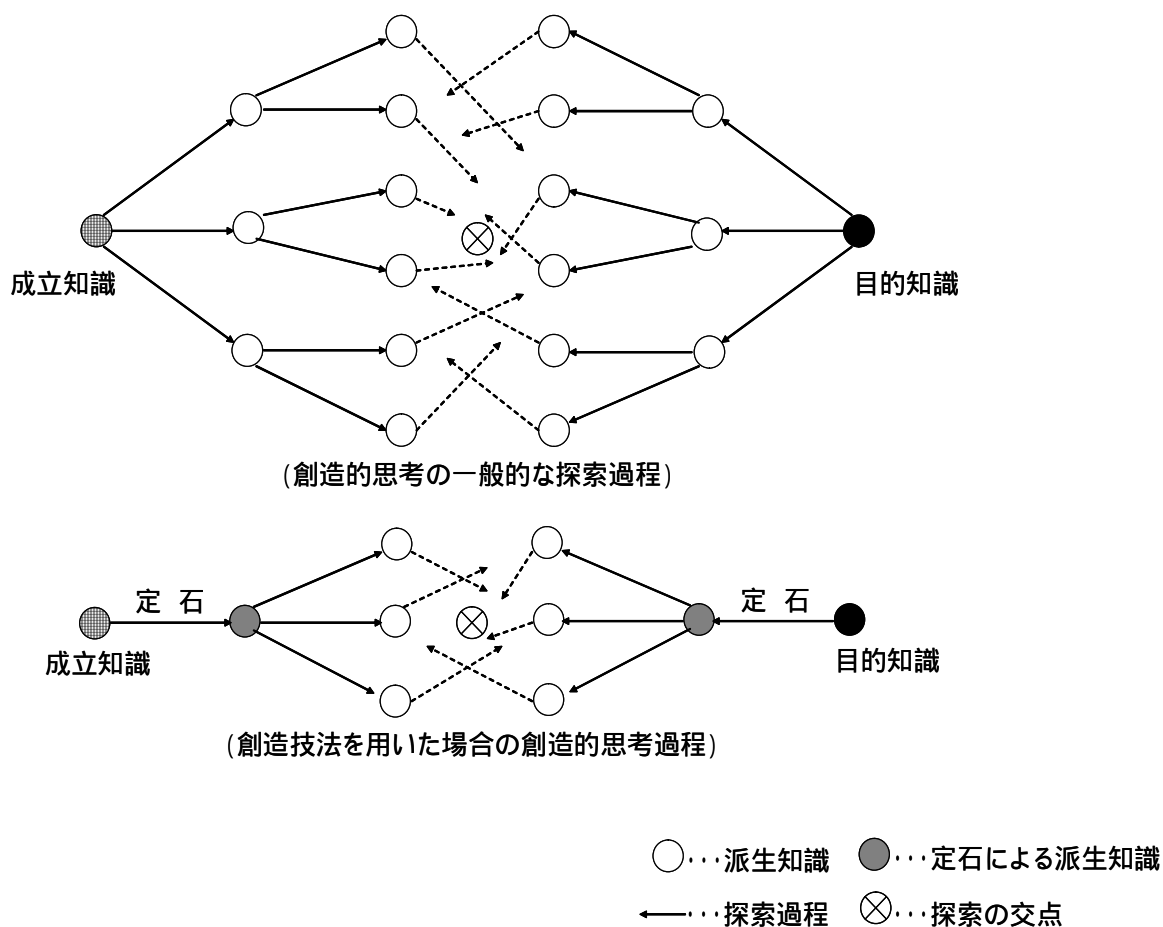


図 2-1 創造的思考過程の定石としての創造技法

表 2-2 本論文で用いる 2 種類の知識の分類

	成立	未成立
存在性による分類	既存知識	派生知識
真理性による分類	背景知識	仮説知識

されているか否かで分類する。ここで創造的思考を、現在のところは仮説知識であり何らかの高い価値を有する解決すべきゴール（以下、目的知識と呼ぶ）と、既存知識であり背景知識でもある知識（以下、成立知識と呼ぶ）との間を派生知識によって連結し、目的知識を真とするプロセスと定義する。勿論、この派生知識はすべてが互いに真となり背景知識となるものでなければならない。そして、アイデアとはここで用いられた派生知識の集合（全体集合または部分集合）を指すものと定義する。

創造的思考には、芸術的創作のように目的知識が存在しないように思われるものもある。しかし芸術的創作も文字やパターンを用いて行われるため、ここでは芸術的感興を催す何らかの知識<sup>(2-10)</sup>が存在するものと仮定してそれを目的知識として扱い、同じ枠組みで捉えることとする。また一般的に創造とは、まだ世の中に存在しない新規なアイデアを創り出すことを意味するが、ここではその人間またはシステムの成立知識にない派生知識を用いて目的知識を成立させた場合を創造とし、幅広く捉えることとする。

この場合、探索過程は成立知識からだけではなく目的知識から遡ることも可能である。その方が一方向からたどるよりは探索空間は狭くなり、より効率的な探索が可能となる。これは人間の発想過程でも用いられていることが予想される。そこで本章では、創造的思考を成立知識および目的知識双方からの向かい合う探索として捉えることとする。

一方、人間の創造的思考過程は様々なアイデアを考え出していく発散的思考、次にそれらをまとめていく収束的思考、さらにアイデア結晶化、評価・検証の4段階から構成されるとする分類もある<sup>(2-11)</sup>。これを上記の定義に当てはめると、成立知識および目的知識の双方から探索を進めていくことが発散的思考であり、その探索の枝に何らかの絞込みを行い交点を見つけるのが収束的思考であり、交点の中から有意義なものを選別していく過程がアイデア結晶化、評価・検証に対応する。

創造技法が何故、人間の創造的思考を有効に支援するのかという問いに対する解答の一つとして、上記の探索過程に対して、探索空間がより狭くなる知識を与える「創造的思考の定石」としての役割を果たしているからと考えることができる（図 2-1 参照）。例えば3節で詳しく説明する形態分析法においては目的知識をまず分解し、その各々が

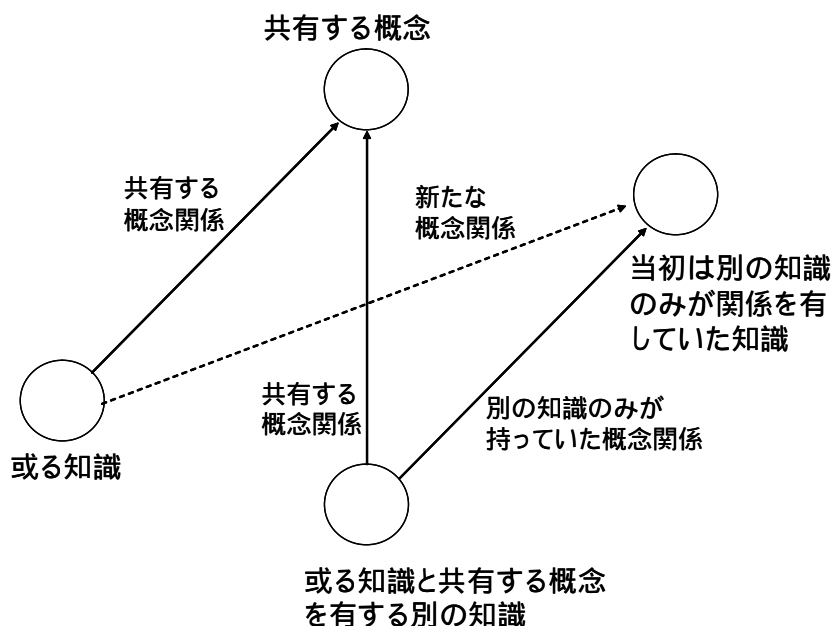


図 2-2 本論文における類推推論の構造

ら派生する下位概念の数多くの交点のうち有意義なものを選び出す,という方法をとる。この分解や下位概念の組合わせは,まさに創造的思考の定石に他ならない。

### 2.2.2 本論文における類推推論の構造

ここでは探索過程,即ち演繹論理および帰納・仮説・類推の各推論のうち,第3節以降で詳しく説明するように創造技法に多く用いられている類推推論について簡単にまとめる。図 2-2 に,本論文で類推推論と呼ぶ推論構造を示す。

類推については,創造工学の分野でも等価変換理論<sup>(2-12)</sup>等をはじめとして様々な研究が行われてきた。ここでは複数の与えられた対象間に類似性を検出し,その類比を用いて一方の対象で成立する事実や知識をもう一方の対象に変換することにより,新たな知識を得る推論方式であるという簡単な定義を用いる<sup>(2-13)</sup>。これをさらに簡略化すれば図 2-2 に示すように,ある概念と別の概念が共通する概念関係によって共有概念を持つ(類似性がある)場合に,一方の概念のみが有していた概念関係をもう一方の概念も持つようにする推論であると定義することができる。この新たな概念関係が,類推推論で得られる派生知識ということになる。

## 2.3 創造技法と知識データベース

### 2.3.1 創造技法の分類

創造技法はおよそ300種類が存在するといわれ、それらは代表的なものを表2-2に示すように、主に発散技法、収束技法、発散技法と収束技法を合わせ持つ統合技法に分類されている<sup>(2-5)</sup>。さらに、発散技法は思い付くまま自由に発想する自由連想法、各種ヒントに強制的に結びつけて発想する強制連想法、テーマの本質に似たものをヒントに発想する類比発想法の3種類に分類されている。また収束技法は、データの空間配置を利用する空間型法、因果関係や時系列等の流れでまとめる系列型法の2つに大きく分類されている。本章でもこの分類に従い創造技法について検討を行う。

ただし、発散技法と収束技法は完全に分離できるものではなく、大体が両者の要素を合わせ持つと考えることもできる。従って代表的な収束技法であるKJ法ですら、ブレインストーミングの一種とする分類もある<sup>(2-14)</sup>。これは先に述べたように、収束的思考は本質的に発散的思考の交点を求める作業に該当するからである。また発散技法で得られた候補は当然、収束技法の対象となり、収束技法で最初に設定するデータは、あらかじめ発散技法で得るといった創造技法の使い方も多い<sup>(2-5)</sup>。

### 2.3.2 検討の視点

創造技法を構成するステップの中には、単に様々な知識を出していく、即ち、様々な命題の連鎖を辿っていくような思考を要求される場合も多い。これは、原理的には探索過程のいずれを用いても可能である。ここではこのようなステップよりも、このうちいずれかを明らかに重要とするステップが各創造技法のどこにあるかを中心に検討し、知識データベースの応用の可能性について検討していく。そのようなステップを有する創造技法が知識データベースを応用しやすいと考えられるからである。

また、数多くの創造技法の中には、例えば「擬人化してみる」といった構成が抽象的で複雑なノウハウを有するものも多い。そこで、本章では比較的定評がありよく知られている創造技法の中でも、その構成が比較的シンプルで論理的な側面の強いものに絞って検討を行う。

表 2-2 代表的な創造技法の分類

大分類	中分類	創造技法名
発散技法	自由連想法	ブレンストーミング法 ブレンライティング法
	強制連想法	形態分析法 チェックリスト法 希望点列挙法 属性列挙法
	類比連想法	NM法 シネクティクス法
収束技法	空間型法	KJ法 クロス法
	系列型法	特性要因図法 因果分析法 ストーリー法 PERT法
統合技法	(中分類は無し)	インプット・アウトプット法 ハイブリッジ法 ワーク・デザイン法

## 2.4 発散技法と知識データベース

### 2.4.1 自由連想法

発散技法の自由連想法に分類される創造技法で最も有名なものはブレインストーミング（BS）法である。具体的に設定された解決課題に対し，参加者が自由にアイデアを提出していくが，その際に批判厳禁・自由奔放・質より量・結合改善の4つの法則に従うのがこの技法の特徴である。前3者は発想に対する心構えを述べたものであり，特にシステムティックな方法ではない。結合改善は便乗歓迎とも言われ，他人の出したアイデアを発展させ新たなアイデアとすることが勧められている<sup>(2-5)</sup>。

ブレインストーミング法は自由連想なので，いずれの探索過程も使用可能と考えられる。設定されたテーマ（目的知識）からシステムが派生知識を生成することは，真である可能性の高い知識を生成するという意味で発想のサポートにはなり得ると考えられる。しかし自由に発想し，質より量が推奨されているため，探求過程の連鎖を行うよりもランダムに様々な探索による知識を提示する方が好ましい。ただし結合改善については，二つの知識を結ぶ探索を進めることも有効であるかもしれない。

この技法を 創造的思考における定石として見ると図 2-3 のように表すことができる。目的知識から様々な方向にアイデアを展開していくことで，成立知識と結びつく方向を得る確率を高める技法と言える。

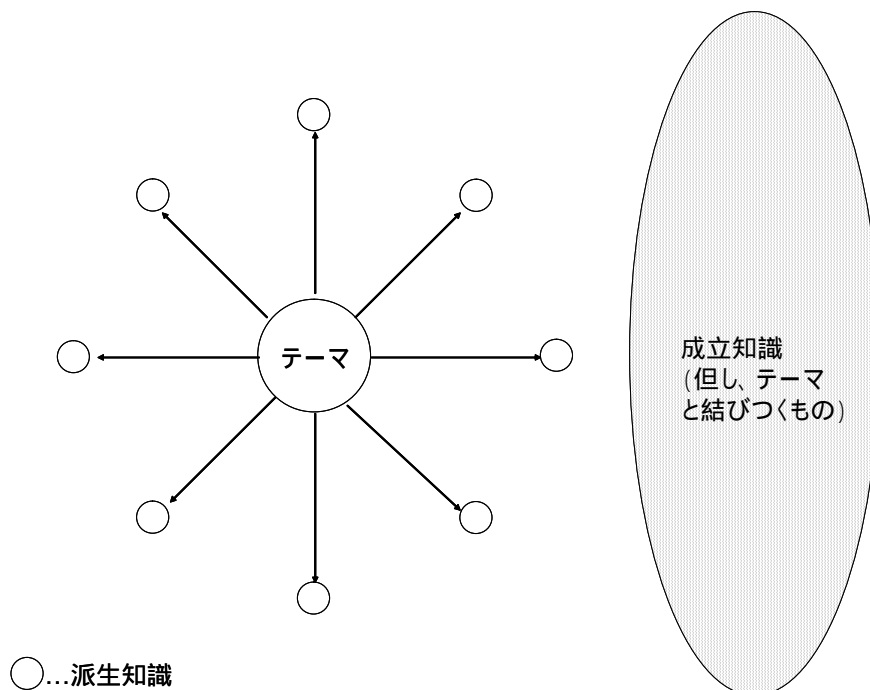


図 2-3 ブレインストーミング法の効果

### 2.4.2 強制連想法

強制連想法の主要なものとして形態分析法（多次元のマトリックス法）、チェックリスト法、希望点列挙法、属性列挙法等がある<sup>(2-5)</sup>。

#### (1) 形態分析法

形態分析法は、まず目的知識を構成する要素を列挙し、独立変数とする。次に各独立変数の具体例を列挙し、これらのすべての組み合わせを考える。もし独立変数が $N$ 個あるとすると $N$ 次元のチャートができ上がる。図 2-4 に例を示す。例えば、「新しいコンサートを考える」が目的知識とすると、独立変数として「楽器の種類」「会場の種類」「音楽のジャンル」の3次元が考えられる。これについて各々、「三味線、オルガン、ピアノ」「公園、ペデストリアン、屋上」「クラシック、ジャズ、雅楽、民謡」等と具体例を挙げ、その組み合わせの一つ一つがアイデアの候補となる<sup>(2-5)</sup>。

独立変数設定の段階では目的知識をそのまま分解し、特に派生知識は生成しない。ただし、上記の例でコンサートから楽器、会場、(音楽の)ジャンルを導き出すように、ある概念を構成する上位概念を抽出する等の成立知識を利用することは考えられる。独立変数の具体例を列挙する段階では上位・下位概念の関係を記述した成立知識を使用すれば足り、派生知識は生成しない。

この技法は、目的知識の下位概念を生成して組み合わせることで、組み合わせ成立の可能性のある知識を多数生成できることが創造的思考の定石としての役割を果たしている。

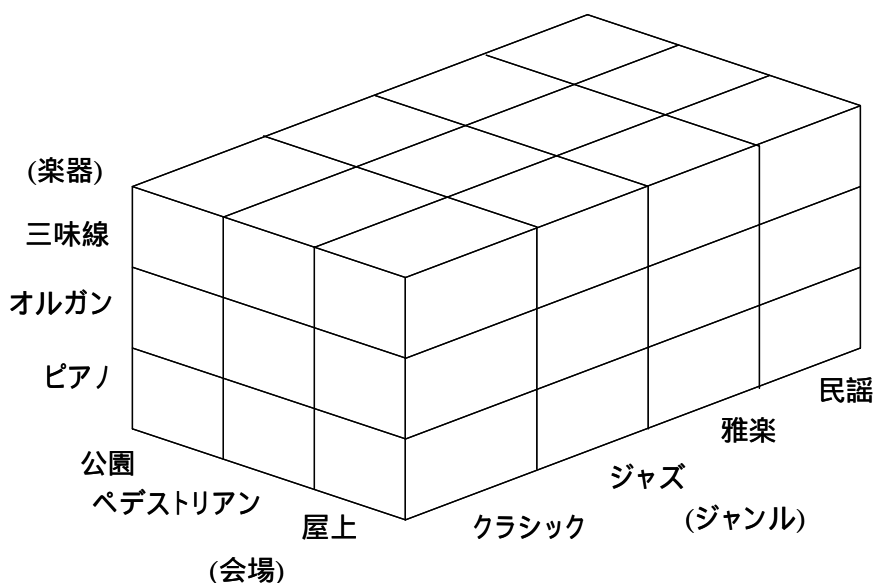


図 2-4 形態分析法のチャート図

知識ベースとの関係では、当然、上位・下位概念のよく整備された知識ベースを利用することが有効となる。さらに、ある概念を構成する概念(これが下位概念を導き出していく上位概念となる)の関係が整備されたデータベースが存在すればこの技法のシステム化には最適であると考えられる。

## (2) チェックリスト法

チェックリスト法は、予め目的知識成立(アイデア生成)のための質問を複数用意し、目的知識(解決課題)をこの質問に結び付けて発想を試みる。例えば「マッチについてのアイデアを得たい」という漠然とした課題に対して、「他への転用は?」「変更したら?」「拡大したら?」「結合したら?」等の質問に答えられるものを考えていく<sup>(2-5)</sup>。

この技法では、例えば図2-5のような類推が用いられる。図2-5では「変更」の例としてマッチの材質を木から紙に変えた例、形状を長いから丸いに変えた例、および「転用」の例として用途を着火から工作に変えた例を対応するように併記している。この類推構造では、まず「マッチ」から「木、長い」等の属性を出し、それから「材質、形状」等の属性の上位概念を介して、「紙、丸い」等のその下位概念を出すという思考の流れで属性の変換を図るのが特徴である。さらに、「拡大」のように属性を逆にする場合は、同じ下位概念の中でも反対の概念を選択することになる。この技法は共通する属性を持つことが多い下位概念同士を用いてリンクを作るために類推が成立しやすい点、また質問も「用途」「縮小」等のそれ自体、有用性に結び付きやすい概念を用いて類推を行うところに定石的な効果がある。

有効な知識ベースとしては、属性概念、上位・下位概念のデータが充実し、また同じ

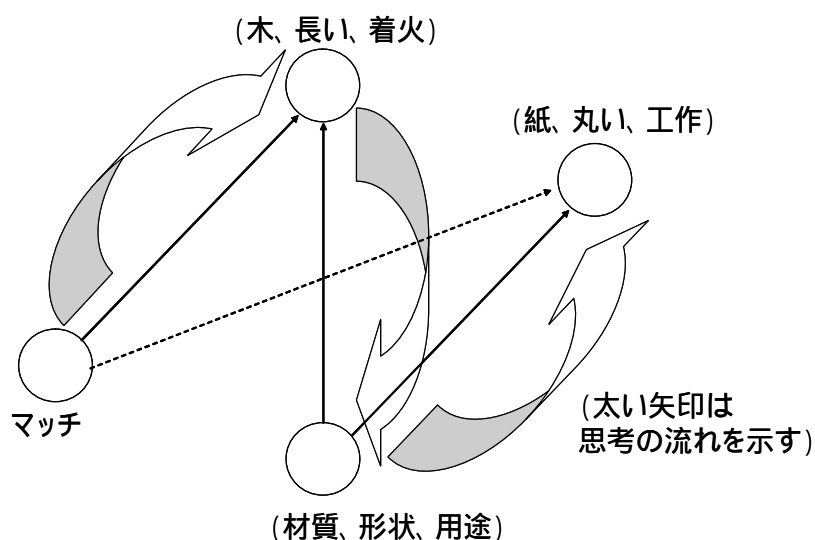


図2-5 チェックリスト法にみられる類推構造



上位概念に属する概念の中で反対概念を多く持つ知識ベースが有効と考えられる。

### (3) 希望点列挙法および属性列挙法

希望点列挙法および属性列挙法は、いずれも目的知識の具体化を行うことにより目的知識成立を容易にするという特長がある。前者は、例えば「改良された万年筆」という漠然とした課題に対して「太くも細くも書き分けられる」「紙に引っかからない」等と具体化して実現方法を考える。後者は、例えば「改良されたヤカン」という課題に対して、ヤカンの属性として「汚れやすい」があるため「ヤカンを汚れにくくするには」と具体化して実現方法を考えていく<sup>(2-5)</sup>。

いずれも、ブレインストーミングと同様に様々な方向への目的知識の具体化により、成立知識と結合しやすい、即ち目的知識が成立しやすい派生知識を探しているという特徴がある。目的知識の具体化の段階では、原則的に目的知識にまつわる成立知識を利用することになる。希望点列挙法は希望点に結び付けた具体化を行うため、スタート地点から有用性に直結した発想が行える効果がある。

いずれも具体的な実現方法を考える段階は、一般的な発想としてすべての探索過程を用いることができるが、属性を単に入れ換えてみる等の試行錯誤を行う場合には、チェックリスト法で用いられたタイプの類推を用いることになる。

知識ベースとしては、希望点列挙法は普遍的な価値（「丈夫」「コストが安い」「美しい」等）に関係する概念の数多く記述された知識ベースがあれば有効であろう。属性列挙法は、属性に関する記述の多い知識ベースの利用は当然有効であると考えられる。

### 2.4.3 類比連想法

類比連想法の代表例としてNM法について考察する。

NM法は解決課題に対するキーワード設定、類比発想(QA)、QAの背景を探る(QB)、アイデア発想(QC)の大きく4段階から構成される。このキーワード設定は課題の本質を表す単語を選び、解決課題が物の発明であればその機能を設定するのがよいとされている。例えば「隠し灰皿」を発明したいという場合に、キーワードとして「隠す」「貯める」を設定する。次に、キーワードに対して「例えば...のような？」という問いかけを用いてQAを行い、例えば「隠す」に対して「忍者屋敷の回転扉」を得る。さらにこれに対してQBとして「そこで何が起きているか？」という問いかけを行い、「壁が回転して人が中に入る」を得る。これに対してQCを行い、QBで出て来たイメージが「課題に何かヒントを与えていないか？」と考えて、課題と結びつけてみる。そして「灰皿が回転して鉛筆立ての中に隠れる」というアイデアを得る<sup>(2-5)</sup>。

この技法においてキーワードの設定は、即ち目的知識の設定であり、発想の焦点を定

めるために単語化しているものと考えられる。QA, QB, QCの過程は図2-6に示すようにそのまま類推構造になっている。この技法の効果は、目的知識(図のキーワード設定でリンクされた概念)を既知として扱って先に類推を行い、類推が成立するかを検討するところにある。類推が成立すれば、目的知識も成立する可能性が高いことを利用している。その意味では厳密には類推と異なる新たな推論形式と言えよう。この類推構造を構成するノードは、単一の概念ではなく複雑な概念の集積が必要と考えられ、複数の概念の集積を単位としてリンクが構成されている知識ベースが特に有効である。またキーワードは動詞を用いることが多いため、動詞の多い知識ベースが有効であると考えられる。

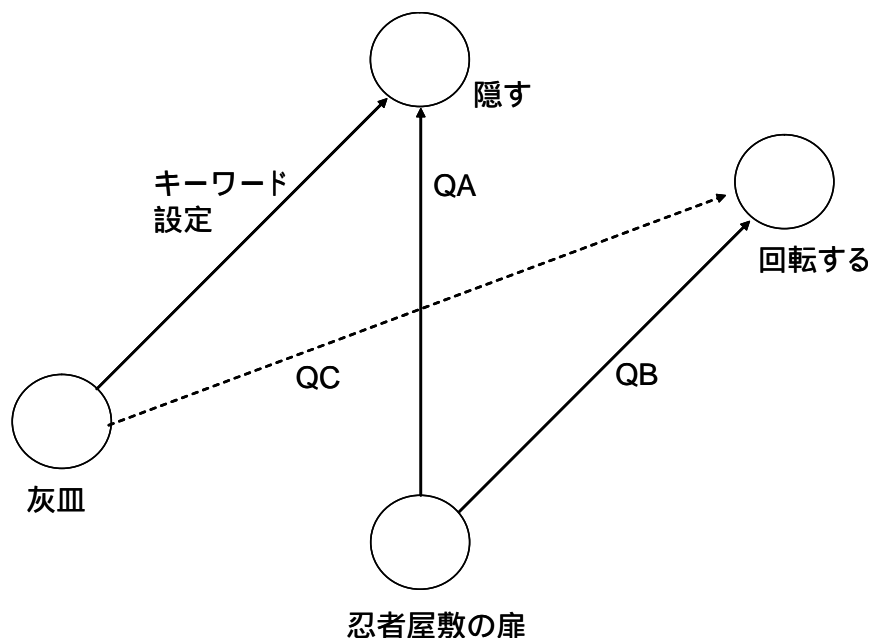


図 2-6 NM 法を構成する類推構造

## 2.5 収束技法，統合技法と知識データベース

### 2.5.1 空間型法（収束技法）

空間型収束技法の最も代表的なものがKJ法であり，発想支援システム化の研究も盛んに行われている<sup>(2-15)</sup>。KJ法は様々な調査活動や発散的思考により得られたデータをまず空間配置し，先入観なくそれらを集めていくことで帰納法的に新たな概念生成を行いアイデアに結びつけていく技法である。この技法は，単に集めたデータから何らかのアイデアを探し，といった目的知識が設定されていない場合も使用可能であり，汎用性が高い。一方，目的知識が設定され，解決のために様々なアイデアを出すといった場合は，図 2-7 のように様々な知識を空間配置することによって成立知識と目的知識を結びつける知識の連鎖を浮かび上がらせるところに定石としての効果があると考えられる。ここで点線で結ばれた概念は，KJ法によって近傍に集められた概念を表している。近傍に集められた概念が必ずしもアイデアに結び付くわけではないが，ここでは結び付く場合を仮定している。二つのデータ（知識）を結びつける思考は，探索過程のいずれを用いても可能であると考えられる。また，KJ法以外でも概念の空間配置を用いる発想支援システムの研究は優れた成果を挙げており<sup>(2-16),(2-17)</sup>，概念の空間配置は本質的に発想支援に有効であることが伺える。

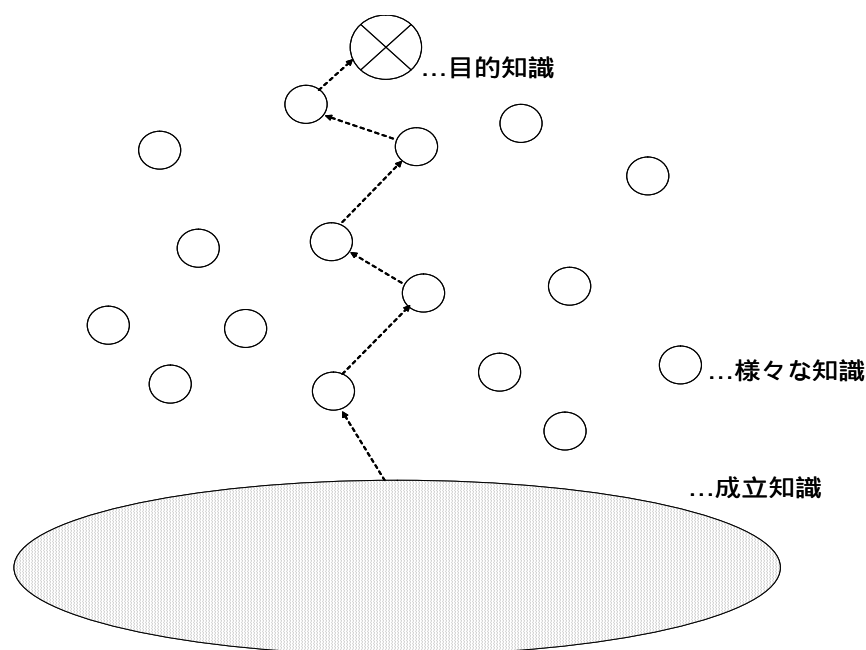


図 2-7 派生知識からアイデアを得る場合の KJ 法

### 2.5.2 系列型法（収束技法）

系列型収束技法の例として特性要因図法について考察する。

特性要因図法は、結果（特性）から原因（要因）を求めるための技法として開発された。しかし特性の位置にあるのを目的知識とし、それに最も関係の深い知識を探し出す一般的な収束技法として考えることも可能である。この技法は図 2-8 のように魚の骨のような形で、特性に最も関係があると思われる要因をまず大要因として列挙する。次にそれぞれの要因を構成する中要因、さらに中要因を構成する小要因を列挙していき、それらの要因の中で最も重要なものを探し出す。結局、探し出された要因と特性との間の収束的思考を行ったことになる<sup>(2-5)</sup>。

この技法は、特性から次第に細かな要因を導き出していく過程は因果関係や様々な成立知識の連鎖を使った発散的思考であり、特に演繹論理を多用するものと考えられる。しかし大要因から中、小と段階を追っていくので、重要性の高いと考えられる大要因から検討を加える等の工夫により、知識の組み合わせの爆発を防ぐことができるところに創造的思考の定石としての存在価値がある。当然、知識ベースとしては因果関係に強いものを用いるのが有利である。

### 2.5.3 統合技法

統合技法の代表例として、インプット・アウトプット法について考察する。

インプット・アウトプット法は、解決課題を出力として設定し、現在直ちに実現可能な状態を入力として入力から出力に至る可能な道筋を考えることにより、解決課題の実現方法を考える手法である。図 2-9 のように、「自動的に日光を調節する日除け」を解決課題とし、現在直ちに実現可能な状態を「太陽の光や熱が入って来る」として設定

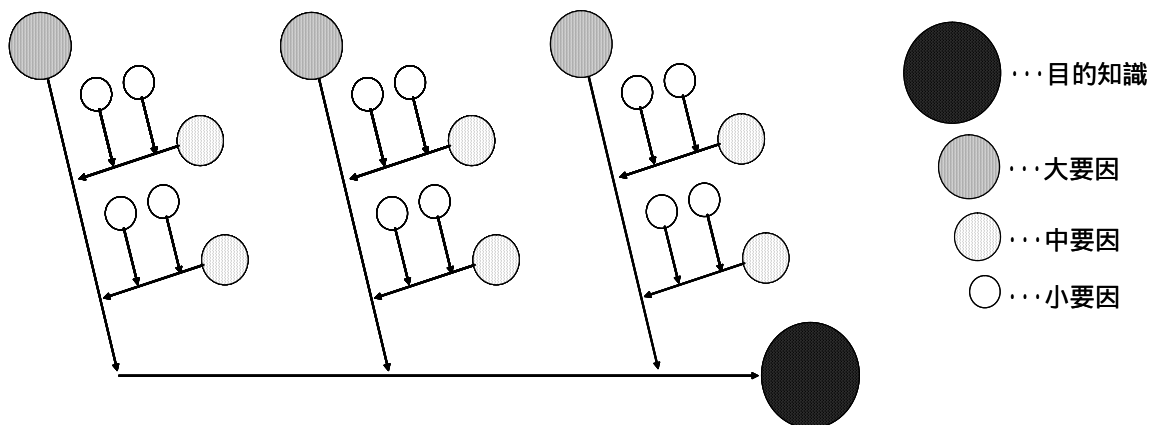


図 2-8 一般化された特性要因図法

する。次に、入力から直ちに導かれる「熱が加わって水蒸気が出る」「光電池に作用して電流を流す」等を列挙する（発散的思考）。これらの状態を実現可能性等の様々な制約条件で絞ると同時に、直感的に出力と結び付きそうな状態を絞る（収束的思考）。さらにそこから導き出される次の状態を列挙して絞ることを繰り返し、解決課題に至る道筋を考えていく<sup>(2-5)</sup>。

この技法は、発散的思考段階では演繹論理を多用している。特性要因図法と同様に探索を行うごとに選択肢を絞って知識の組合わせの爆発を防いでいるところに定石としての効果がある。また収束的思考段階では、目的知識（解決課題）から途中に位置する知識（状態）へ遡って考える思考、即ち特性要因図法と等価の思考法を組み合わせる方が漠然と選択肢から目的知識との橋渡しを考えるよりは探索空間が狭まり、有効と考えられる。

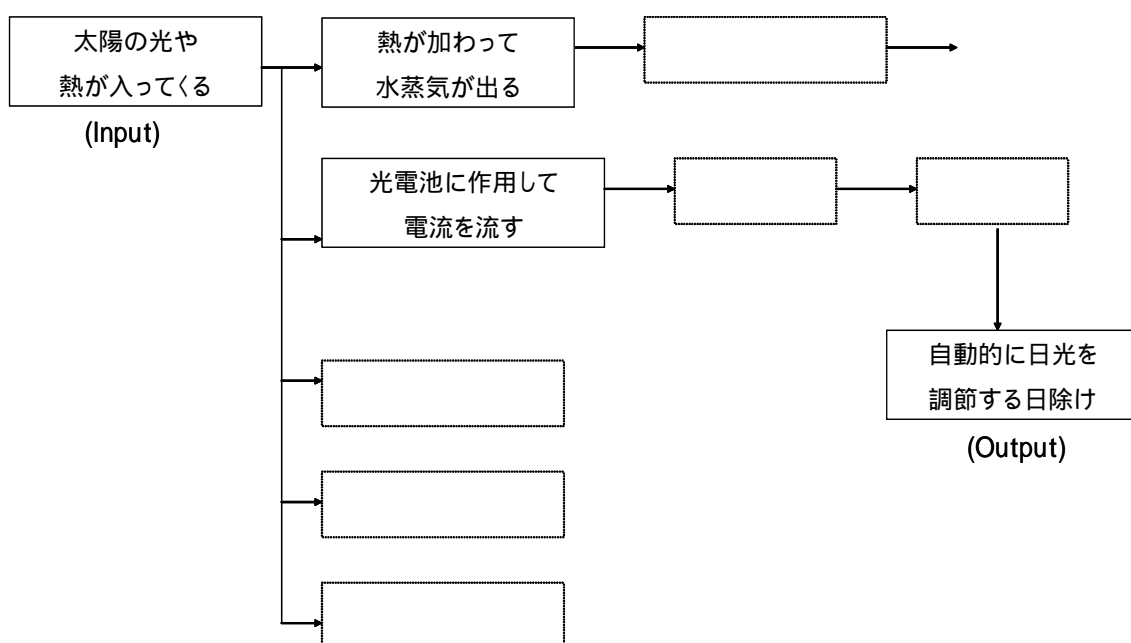


図 2-9 インプット・アウトプット法の流れ図

## 2.6 全体の傾向

創造技法は様々な探索過程の複合体と考えることができ、ブレインストーミング法のように、どの探索過程を用いても可能であると考えられるものも多い。しかし、上位・下位概念や属性の探索などを行うものも多く、知識データベースの利用が有効であると予想されるものが多いと言える。探索過程の種類では発散技法には比較的類推が、収束技法には演繹が用いられている。また NM 法のように、技法の全体が類推構造を形成している例もみられた。

表 2-2 に検討した創造技法について、主に用いられている探索過程、有効な知識ベース内の概念についてまとめる。

表 2-2 各種創造技法で主に用いられている探索過程

分類	創造技法	説明箇所	主要な探索過程	有効な知識ベース内の概念
自由連想法	ブレインストーミング法	1.4.1	全て	偏りの無い概念
強制連想法	形態分析法	1.4.2(1)	特に無し	階層的な上位・下位概念
	チェックリスト法	1.4.2(2)	類推	上位・下位概念、属性概念、反対概念
	希望点列挙法	1.4.3(3)	全て	価値に関係する概念
	属性列挙法	1.4.3(3)	特に無し	属性概念
類比連想法	NM法	1.4.4	類推	動詞的概念、複雑な概念
空間型法	KJ法	1.4.5	全て(特に帰納)	偏りの無い概念
系列型法	特性要因図法	1.4.6	演繹	因果関係に係わる概念
統合技法	インプット・アウトプット法	1.4.7	演繹	因果関係に係わる概念

## 2.7 創造技法システムとランダム性

### 2.7.1 この節の背景と目的

本質的にランダム性を利用して複雑な問題の解を導く手法として、遺伝的アルゴリズム (GA) の有用性が知られている。GAを利用した発想支援システムの試みも既に提案されている<sup>(2-18),(2-19)</sup>。多くは人間とのインタラクティブな対話に基づき、システムが提示するアイデアの断片に評価を与え、良いものを残して新たなアイデアを作り上げていく。また、ランダム性こそ創造性の源泉であるという見解もある<sup>(2-20)</sup>。ここでは、このようなGAの効果を知識データベースを利用した創造技法システムに取り入れる方法とそのメリットについて検討する。

### 2.7.2 知識データベース探索におけるランダム性の効果

知識データベースには多数の成立知識があり、そこから多数の派生知識も導き出される。アイデアは何らかの知識の組み合わせと考えられ、まず一般的なGAのようにそれらの知識をランダムに組み合わせて評価し、突然変異などを行って進化させていく方法が考えられる。しかし知識データベースの論理性を利用すれば、最初から有望な知識の組み合わせの候補からランダムに選択して評価にかけることができる。

例えば、類推による派生知識を組み合わせた方が知識ベースの中にある全く関係ない成立知識を組み合わせたものよりは恐らく有望である。これは知識ベースの知識の連鎖を探索木として見てランダムに枝を選ぶ場合に該当し、遺伝的プログラミング<sup>(2-21)</sup>の考え方と共通する。この考え方はそのまま成立知識から目的知識への橋渡しに適用できる。

具体的には、ある成立知識から演繹、帰納、仮説、類推のそれぞれにより導き出される派生知識がそれぞれ複数あった場合、その中からランダムに派生知識を選ぶという方法が考えられる。

従って、創造技法の中で何らかの探索過程を必要とする部分にはすべてランダムな選択を適用でき、知識の組み合わせの数の爆発をGAの効果によって軽減することが期待できる。この分野においては、人間とのインタラクティブで行う場合を除き、評価関数をいかに設定するかが今後の課題になると思われる。

### 2.7.3 各創造技法におけるランダム性の効果

以下に、これまでの議論を踏まえた上で、創造技法システムにおいて知識ベースを用いたランダムな知識の呈示がどのような効果をもたらすかを検討する。

知識ベースを用いたランダムな知識の呈示には、探索過程に基づいて真になる可能性の高い知識であり、かつユーザの思考の癖に捉われない多様な知識を呈示できるメリッ

トと、GA的な組み合わせの効果をもたらすメリットとがある。前者の効果が特に有効な創造技法としてまずブレインストーミング法が挙げられ、さらに希望点列挙法と属性列挙法における目的知識の具体化の過程も考えられる。また、KJ法はランダムな知識の空間配置の呈示が発想を刺激する効果も指摘されており<sup>(2-22)</sup>、これも前者の効果の一つとして積極的に試みる価値があるものと考えられる。

後者の効果が特に有効な創造技法の過程としては、形態分析法の独立変数の要素の組み合わせの検討、特性要因図法およびインプット・アウトプット法での選択肢の連鎖の選択等が挙げられる。即ち、ある程度良い組み合わせを残しさらに残りの要素やその先にある選択肢を探索するという方法で、GA的な効果が期待できる。ただし、特性要因図法における大要因については洩れなく検討することが必要になるため、ランダムな探索は中要因・小要因等に限定するべきと考えられる。また、チェックリスト法やNM法等で用いられている類推についても、類推構造を生成する段階での選択肢の連鎖があると考えることもでき同様の効果が期待できる。さらにKJ法の高次概念生成の過程も、良い低次の概念の組み合わせを残してそれに組み合わさる低次概念を探すためランダム性に基づくGA的な方法が有効であるものと考えられる。



## 2.8 結言

本章では、創造工学の分野で開発され有用性が実証されている各種の創造技法について、特に知識データベース利用の観点から発想支援システム化の可能性について検討した。まず、創造技法を創造的思考を効率的に行うための「定石」として捉え、知識データベースの利用に結び付く演繹論理、帰納、仮説、類推の各推論がどのように用いられているかを検討した。上位・下位概念や属性を利用する創造技法が多く、特に発散技法においては主に類推が、収束技法では演繹が多用されていること等から、創造技法の発想支援システム化において知識データベースの利用が有効であることを指摘した。さらに演繹論理、帰納、仮説、類推の各推論を用いて派生する知識が複数ある場合にはランダムな選択ができることから、GA的な方法でアイデア探索を効率的に行う可能性について言及した。

## 第3章

# 形態分析法と Input-Output 法を応用した 発想支援システム

本章では、知識データベース利用が有効であると考えられ、統合により汎用的なアイデアにも対応できる形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせた発想支援システムについて概説する。形態分析法は上位・下位の概念関係を多用し、インプット・アウトプット法では原因・結果の概念関係を多用するが、本システムはこれらの関係がどちらも電子辞書にあることを利用したものである。また、従来の形態分析法が技術開発問題等に特化して用いられていたのを、主語・形容詞・動詞・副詞に該当する4つの独立変数をユーザに設定させることで一般的な解決課題に適用可能なものとした。その上で形態分析法の下位概念の探索をインプット・アウトプット法のような多段階の探索に拡張した。さらに、従来のインプット・アウトプット法が原因・結果の連鎖しか辿らなかったのに対し、電子辞書にある他の概念関係も辿ることとして同法を拡張した。これらの拡張により、より柔軟にアイデアの候補を探ることができるようにした。知識データベースとしては、日本電子化辞書研究所の EDR 電子化辞書を使用した。これは約40万概念を有し我が国で現在手に入る最も大規模な汎用的電子辞書である。形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは電子辞書に含まれる概念を提示して、ユーザに文章作成のようなシンボリックな発想支援を行う。詳細な評価実験により、このシステムを使用せずに考えた場合と比較してより発想の視野が広がり、特にユニークなアイデアが得やすくなるなどの、十分な発想支援効果があることが確認された。

### 3.1 緒言

本章では序章で述べた研究目的から、電子辞書を用い、その利用に適した創造技法を応用した新しい発想支援システムを提案する。この形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは、後に述べるように電子辞書にある概念をキーワードの羅列という形でユーザに提示することにより、シンボル情報で構成される発想の支援を行うのが特徴である。

具体的には、創造技法のうち、形態分析法とインプット・アウトプット法<sup>(3-1)</sup>を組み合わせ合わせた複合的な創造技法を提案し、それに基づくシステムを構築した。形態分析法は、上位・下位の概念体系を多用する創造技法であるため、概念体系の整備された電子辞書の利用が有効と考えられたため用いることとした。インプット・アウトプット法は、原因・結果の概念関係を多用し演繹的な思考を中心とする創造技法であるが、電子辞書には原因・結果の概念関係も含まれている。また、インプット・アウトプット法は、選択肢の派生に伴い、人間が様々な条件等を考慮しながら制約を与えていく点で、双方向型のシステムにも適しているため用いることとした。

さらに、本章で紹介するシステムでは、形態分析法における目的知識を特に技術的な問題に限らず一般的な問題とし、汎用的な創造技法として扱った。そのため、目的知識を分解して独立変数を設定する段階では、必ず主語的独立変数・動詞的独立変数・形容詞的独立変数・副詞的独立変数に分解するという制約を設け、あらゆる問題に対応できることとした。さらに、各独立変数から派生する知識としては、従来の形態分析法では下位概念だけだったのを、電子辞書に定義されているすべての概念関係を使用できることとして形態分析法を拡張した。さらに、従来の形態分析法で各独立変数からの下位概念の生成は、各々一段階のみを行って組み合わせを考えていたのに対し、ここでは概念の生成を数段階にわたって行えることとして形態分析法を二重に拡張した。原因・結果の関係に基づく段階的な概念の生成は、従来のインプット・アウトプット法で用いられている。そこで、本システムは、拡張された形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせ合わせた新しい創造技法に基づく発想支援システムとして捉えることができる。

従来のインプット・アウトプット法では、現在の状態から目的知識（解決課題）へ至る可能な道筋を考える一方向の探索のみが行われていた。本システムでは各独立変数から始まるインプット・アウトプット法が最終的に一つのアイデアとしての知識、すなわち形態分析法における下位概念の最適な組み合わせを目指している。ここで、ある独立変数をインプット・アウトプット法の入力に、別の独立変数を出力に置き換えると、本シ

システムが行っている探索過程は、インプット・アウトプット法において入力と出力の双方の側から探索を行っていることになり、一方向の探索よりは探索空間を狭める効果があるものと考えられる。本章では、これを逆インプット・アウトプット法と名づけた。

形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは、画面上に各独立変数から派生した概念を、独立変数毎に区分して提示できるようになっている。ユーザはそれらを適当に組み合わせて最適な組み合わせ、即ち形態分析法によるアイデアを得る。その際、使えそうな概念をプールできるボックスを画面上に用意し、ランダムに組み合わせて発想を刺激することも試みている。

電子辞書には、約 40 万概念の大規模な知識を有する日本電子化辞書研究所のEDR電子化辞書<sup>(3-2)</sup>を使用した。また、システムはC言語によるCGIとして、FreeBSDマシン上に実装した。以下、第2節でシステムの基本的な設計思想について述べ、逆インプット・アウトプット法の説明を行う。第3節でシステムのユーザインタフェースについて説明する。第4節でこのシステムを用いたアイデア発想の実例について説明する。第5節では詳細な評価実験について述べ、第6節で結論をまとめる。

## 3.2 システムの概略

### 3.2.1 基本的な設計思想

このシステムは、形態分析法およびインプット・アウトプット法を組み合わせた新しい創造技法を発想支援システム化したものである。

形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムでは、発散的思考として基本的に形態分析法を使用している。その際、解決すべき問題を技術的問題に限らず一般的な命題に拡張し、「何を」(主語的独立変数)、「どのようにするか」(形容詞的独立変数)、「どうさせるか」(動詞的独立変数)、「いつどこで」(副詞的独立変数)の4次元チャートが作成できるようになっている。形態分析法では、各独立変数の要素は、下位概念を列挙することにより作り出している。このシステムではさらに、電子辞書の意味ネットワークを用いて下位概念の他に上位概念や動作主格等の概念関係を有する他の概念も独立変数の要素として画面上に列挙する。インプット・アウトプット法では最初の状態から目標とする状態へのルートを辿ることによってアイデアに到達するが、その際に一つの状態から複数の次の状態を列挙して考察することを形態分析法における下位概念の連鎖的探索及び独立変数の要素の列挙とみなし、さらに因果関係だけではなく、電子辞書の他の概念関係も用いて列挙しインプット・アウトプット法を拡張したものである。

ユーザは、このシステムによって提示された独立変数の要素としてのキーワードを見比べながら、アイデアになりそうな組み合わせを探すことで自分の頭だけで考えていたのでは得られなかった発想の手がかりを得る可能性がある。形態分析法においては各独立変数からの要素の列挙、すなわち発散的思考の複数を向かい合わせることで収束的思考にしているとも考えることもできる。形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムも、各独立変数からの要素の列挙、すなわち複数の発散的思考の結果としての数多くのキーワードを画面上で集めたり、対話型遺伝的アルゴリズムの手法により組み合わせて検討できるような仕組みを取り入れ、収束的思考支援ツールとしての機能も有している。我々は収束的思考を向かい合う発散的思考として扱うという観点のもとに、拡張された形態分析法を「逆インプット・アウトプット法」と呼びこれをこのシステムの基本的な設計思想としている。

### 3.2.2 逆インプット・アウトプット法

逆インプット・アウトプット法とは、インプットから目標とする状態を探索するだけでなく、図 3-1 に示すように目標とする状態であるアウトプットからも最初の状態を

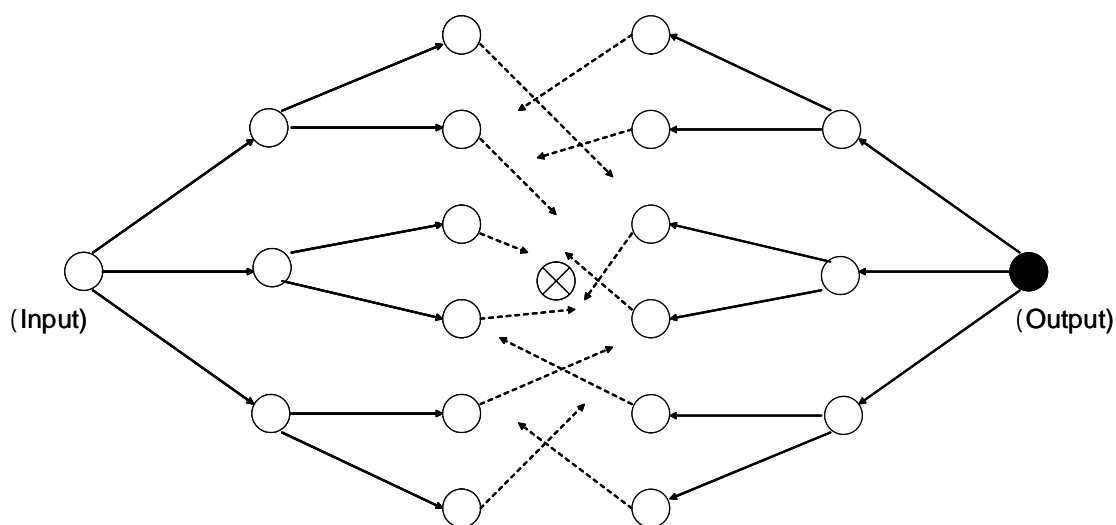


図 3-1 逆インプット・アウトプット法

探索して探索空間を狭めることにより，2つ（又は複数）の向かい合った探索木の交点をアイデアとして効率よく導出しようという手法である。

例えばインプット（最初の状態）が「太陽の光や熱が入ってくる」であり，アウトプット（目標とする状態）が「自動的に日光を調節する日除け」である場合，インプットから派生する「熱が加わって水蒸気が出る」「光電池に作用して電流を流す」を探索していくだけではなく，アウトプットからもその原因・要因となる「日除けを動かすためには動力が必要」「動力としてはモーターが使える」などと逆方向に探索し，交点としての「太陽の光を電気に変換し，モーターを動かして日除けを降ろす」といったアイデアを求めやすくする手法である。

実際には，データベースの知識の内容的限界や知識の組み合わせ数爆発などの理由から向かい合った探索木のすべての組み合わせを検討するのは困難である。そこで，人間が双方の探索木のすべての先端同士を総当り的に組み合わせつつながりの可能性を探ることになるが，この作業は，2次元の形態分析チャートにより，独立変数の要素のすべての組み合わせを検討することと実質的に等しい。そこで形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムでは，前述の4つの独立変数からなる4次元チャートの各軸をインプット（又はアウトプット）として，それらを出発点とする4つの探索木の枝の先端を各独立変数の要素として提示し，4つの向かい合う探索の交点を求める逆インプット・アウトプット法によりユーザにそれらを組み合わせる思考の手掛かりを提供する。

この探索木は電子辞書（EDR）の意味ネットワークを利用して，各インプットに該

当する語（主語・形容詞・動詞・副詞）の上位・下位概念の他，それらの語と EDR に定義された概念関係を有する語を探索する。EDR 電子化辞書の意味ネットワークは，約 40 万の概念について，それらの上位・下位概念の関係，動作主格・属性といった横の関係などの相互関係が定義されている。従ってこの中には下位概念の関係も含まれるので，形態分析法の下位概念の列挙も可能になる。さらにそれ以外の関係も含まれるため，例えばある主語と関係のある動詞を合わせて独立変数の要素として出力することも可能となる。この動詞は意味ネットワークで真の関係としてリンクされているので，その主語と同時成立性の高い動詞であると言える。これを「どのようにさせたいか」という解決すべき命題を構成する動詞やその関連語と突き合わせて考えることにより，ユーザは解決すべき命題を構成する動詞を，解決すべき命題を構成する主語とアイデアとして結び付く動詞にスライドさせていくことが可能になる。

以上のように形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムでは形態分析法における独立変数の要素に該当するキーワードを提示するところまでをシステムが行い，その要素を結び付けてアイデアを得る作業はユーザに委ねるという構成をとっている。そしてシステムによるキーワードの提示とユーザによるキーワードの組合わせの双方の過程が，逆インプット・アウトプット法を構成することになる。

### 3.2.3 システムの実装方法

形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは，C 言語による CGI として FreeBSD マシン上に実装した。ユーザは IE（インターネット・エクスプローラ）または netscape のいずれのブラウザからも利用可能とした。EDR 電子化辞書のデータはファイルとして扱い，SQL のようなデータベース用言語は用いずにすべて C プログラム内の構造体を用いて処理した。

### 3.3 ユーザ・インタフェース

#### 3.3.1 システムの画面構成

図 3-2 にシステムの画面を示す。上段に 4 つ並ぶリストボックスのあるエリアが、ユーザがそれにまつわるアイデアを出したいと考える概念である独立変数（インプット）を入力する独立変数設定エリア，中段が各々の独立変数から探索された独立変数の要素（関連概念）を出力する発散的思考エリア，下段はユーザがアイデアをまとめて行くための収束的思考エリアである。

#### 3.3.2 独立変数（インプット）設定エリア

独立変数（インプット）設定エリアは、左から順に、主語的独立変数、形容詞的独立変数、動詞的独立変数、副詞的独立変数を設定するエリアとなっている。これらは既に述べたように、最終的に得たいアイデアを一つの命題とみなしたときに、その成立させたい命題の 4 つの主要概念を設定するものである。即ち、何を（主格）、どのようにしたいか（形容詞）、どうしたいか（動詞）、いつどこでそのアイデアを成立させたいか（副

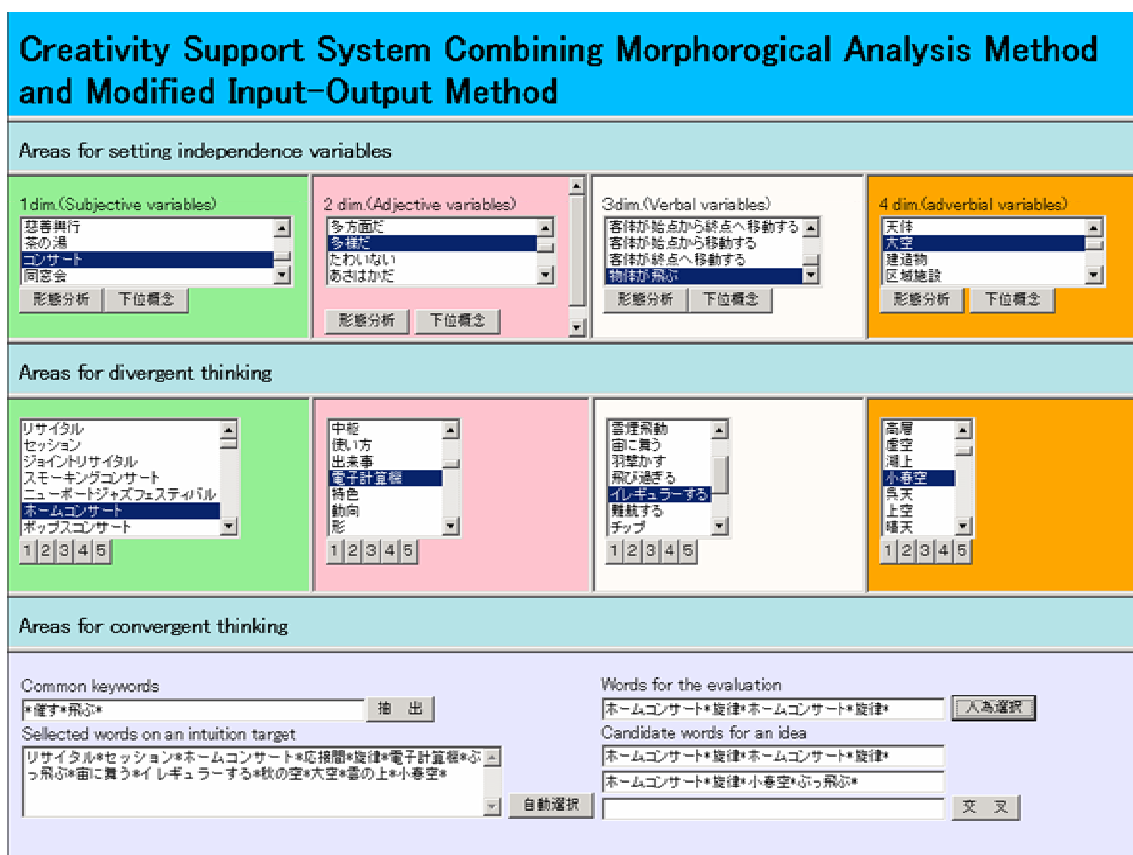


図 3-2 システムの画面構成



表 3-1 EDR 概念記述辞書で用いられている関係子

関係子	意味
agent	動作主格
object	対象格
goal	最終状態
implement	道具格
a-object	属性
place	場所
scene	場面
cause	原因

詞)を各々設定する。特に、やりたい物事の本質を表す動詞的独立変数の設定は重要である。形容詞的独立変数、副詞的独立変数については必ずしも設定しなくてもアイデアの発想は可能である。

4つの独立変数設定エリアは、デフォルトで、EDR 電子化辞書の概念体系における上位3位の概念(一部4位も含む)をこの4つのカテゴリーのいずれかに分類してリストボックスに提示する。各々には「形態分析」、「下位概念」のボタンがあり、概念を選択して「形態分析」ボタンを押すと、真下の対応する発散的思考エリアにその関連概念、即ち独立変数の要素がリストアップされる。また、上位3位の概念の中に選択したい概念が無い場合は、リスト中の概念を選択して「下位概念」ボタンを押せば、同じエリアにその下位概念のリストが表示される。これを繰り返すことにより、ユーザは、EDR 電子化辞書の有する約40万概念のすべてを選択の対象にすることができる。また、例えば、主語的独立変数については比較的上位の抽象的な概念を、動詞的独立変数については下位の具体的概念を選んで、その両者を結び付けるアイデアを探るようなことも可能である。

なお、EDR 電子化辞書の概念体系の上位3番目まで(抜粋)を図3-3に示す。

### 3.3.3 関連概念の探索と発散的思考エリア

各独立変数設定エリアにおいて概念を選択し、「形態分析」ボタンを押すと、対応する発散的思考エリア(左から主語的要素、形容詞的要素、動詞的要素、副詞的要素)のリストボックスに、対応する各独立変数の要素としての関連概念を表示するために、関連概念の探索が行われる。EDR電子化辞書においては、概念間の関係を記述した辞書として、概念間の上位・下位の体系を定義した概念体系辞書の他に、概念間の関係を記述した概念記述辞書がある<sup>(3-2)</sup>。概念間の関係は表3-1に示すような8種類の関係があ

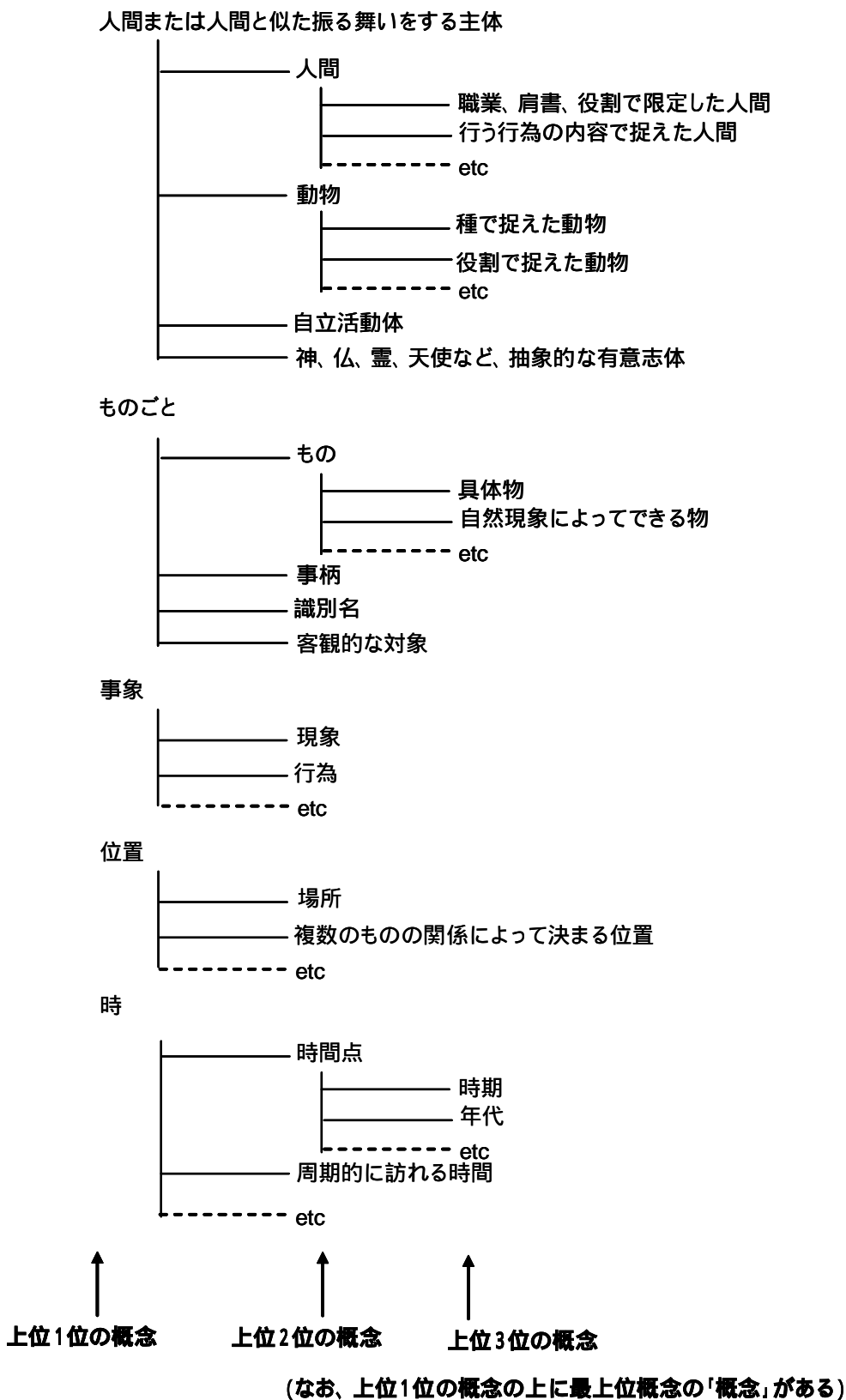


図 3-3 EDR 電子化辞書の概念階層

る。形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムでは、この8つの概念関係子の各々逆の関係も考え、「上位を探索」「下位を探索」と合わせて計18種類の探索方向が設定されている。この探索モジュールは、EDR 電子化辞書に記述された概念関係を一つ先のノードまでしか辿らないのではなく、繰り返し概念関係を辿って複数個先のノードまでの探索が可能となっている。この探索の連鎖はインプット・アウトプット法における最初の状態・目標とする状態の間の探索の連鎖と同様に、ユーザが現在意識している概念から未知のアイデアへの橋渡しになる可能性を有する。

概念の探索処理が終わると、独立変数設定エリアで探索された概念から導かれた関係概念が、独立変数の要素として対応する発散的思考エリアに表示される。

#### 3.3.4 収束的思考エリア

ユーザは発散的思考エリアに並列的に表示された各独立変数の要素を見比べ、これらの要素を出発点とする逆インプット・アウトプット法を行い、その交点を含むアイデアを導き出せそうな概念を選択して、概念を表示しているリストボックスの下側にある移動用ボタンを押すことにより、収束的思考エリアの「直感的に選んだキーワード列」というテキストエリアにその概念を移動する。例えば、主語的要素からある要素を選択し、それと組み合わせたい形容詞的要素を選択して移動用ボタンを押すことにより、これら複数の概念が「直感的に選んだキーワード列」のテキストエリアの中に並んで表示される。このようにして、ユーザはいくつでも概念を組み合わせることができる。この概念の選択は、KJ法のグループ編成（島作り）の過程に相当するので、先入観なく行われることが望ましい。

ユーザは、ここでアイデアの発想に入り、選んだ概念の中から任意の概念の組み合わせを選択してKJ法B型文章化の作業を行うこともできる。しかし、適当な組み合わせを直ちに思い付かないような場合は、「自動選択」のボタンを押すことにより、「直感的に選んだキーワード列」のテキストエリアにプールされた複数の概念の中からランダムに4個の概念が選択され、「評価対象のキーワード列」のテキストボックスに表示される。よい組み合わせと思われる場合には、その下にあるテキストボックスに残しておくことができる。さらに、遺伝的アルゴリズムのアイデアも取り入れられている。これは「交叉」ボタンにより、よい組み合わせ同士でランダムに概念を入れ替えて「評価対象のキーワード列」に表示し直し、再び検討することを可能としている。また、発散的思考エリアに表示された独立変数の要素を、直接、「評価対象のキーワード列」のテキストボックスに移動することも可能であり、組み合わせの検討が柔軟に行えるようになっている。

また、「抽出」ボタンを押すと、「共通キーワード」というテキストボックスに、複数

の発散的思考エリアに共通して表示された概念が表示される。共通した概念の表示により、アイデア着想のヒントとするために設けられている。

以上の操作により形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムの中だけでも収束的な思考支援は行えるようになっているが、例えば使えるようなキーワードやそれをつないだ文章をカードに書き出し KJ 法に移行するという使用法も効果的であると考えられる。

### 3.4 アイデア発想の実例

ここでは、「新しいコンサートを考える」という例題に対して、形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムを使用してアイデアを発想した例を図3-4と表3-2を用いて説明する。

まず、ユーザは独立変数設定エリアにおいて主格的概念として「催し」を選択し、さらにその下位概念である「コンサート」を選択し、「形態分析」ボタンを押す。すると、対応する発散的思考エリアには「リサイタル」「セッション」「スモーキングコンサート」といったコンサートの種類の他に、「鑑賞する」「中止する」「とてつもない」といった関連する動詞的概念や形容詞的概念などが表示される。同様に、形容詞的概念として「多様だ」、動詞的概念として「物体が飛ぶ」(「客体が移動する」の下位概念)、副詞的概念として「大空」を各々、例題に結びつけたいとユーザが考えた独立変数として選択し、「形態分析」ボタンを押した結果、発散的思考エリアには表3-2に示すようなキーワードの組が得られた(なお、表3-2における概念数は、EDR電子化辞書内で明示的に直接概念関係が記述されている概念のうち、それぞれの格についてウエイトが高いと思われる概念関係を有する概念に限定した場合の数である)。

表3-2 例題に対して得られたキーワード

主格的概念 (コンサート)	形容詞的概念 (多様だ)	動詞的概念 (物体が飛ぶ)	副詞的概念 (大空)
リサイタル	技量	とび火する	秋の空
セッション	応接間	宙に舞う	全天
スモーキングコンサート	思惑	イレギュラーする	凍て空
ホームコンサート	活躍する	霧煙飛動	青空
プロムナードコンサート	旋律	飛び過ぎる	西明かり
冠コンサート	出来事	ぶっ飛ぶ	晴れ間
鑑賞する	電子計算機	チップする	星空
実施する	考え方	スライスする	満天
中止する	ありさま	吹き飛ぶ	届く
博する	議論する	難航する	見上げる
大好きだ	見解	客体が移動する	向かう
とてつもない	足跡	飛ぶ	光る
：	：	：	：
：	：	：	：
計71概念	計62概念	計14概念	計130概念

これらの提示されたキーワードの中から、ユーザは例題に使いそうなものを選択して収束的思考エリアに移し、以下のキーワードの組合わせを得た。

- ・ リサイタル\*スモーキングコンサート\*ホームコンサート\*応接間\*電子計算機\*記憶装置\*旋律\*エネルギー\*宙に舞う\*秋の空\*西明かり\*小春空\*晴天\*

これらのキーワードをつないだり、さらに自分の考えを加えるなどして、ユーザは最終的に「旋律の変化に応じて、コンピューター制御によって曲のイメージに合った風景を映し出したり、室内の明るさを変える」といった着想を得ることができた。

表 3-2 に示されるようなキーワードのすべての組合わせは、およそ 800 万組に上る。これを、単に「コンサート」「新しい」の 2 概念のみで関連概念の組合わせを考えた場合は、その数は約 4600 程度になり、例題に関係する 4 つの概念を設定して組合わせを考える形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムにおいては、アイデアの候補の数が非常に多く得られることが分かる。一見、組合わせ数が膨大になり過ぎているように見える。しかし実際にユーザが使用する場面では、まず実現可能性、有効性等を考慮しながらユーザは当初の狙いに適合する概念を一つ選択する。次に、ユーザはそれに対していい組合わせになる概念を選択する。さらにそれらに適合する第 3 の概念を探すという過程を経る。従って、組合わせのすべてを考慮することなくアイデアに到達することが可能である。

## 3.5 評価実験

### 3.5.1 実験の概要

実験では、形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムに対する発想支援システムとしての評価と、発想されたアイデアに対する評価を行った。被験者の年齢は、21歳から25歳であり、発想支援システムとしての評価を行った被験者は、システムの操作説明だけをあらかじめ聞いており、実際に操作は行っていない。発想されたアイデアに対する評価を行った被験者は、システムの概要のみを聞かされて評価を行った。いずれの評価実験でも、特に時間の制限は設けなかった。以下、各々の評価方法と評価結果を示し、発想支援システムとしての評価を行った被験者の意見・感想をまとめる。

### 3.5.2 発想支援システムとしての評価方法

発想支援システムとしての評価実験では、実際に例題を定めて被験者にこのシステムを使用した発想を行ってもらい、その評価についてまとめた。被験者13人を2つのグループに分け、第1グループには、システムを使用して「人を集めたい」という例題を実現するための発想と、自由な例題についての発想および、システムを用いずに「組織を面白くする」を実現するための発想を行ってもらった。第2グループには、システムを利用して、「組織を面白くする」という例題を実現するための発想と、自由な例題についての発想および、システムを用いずに「人を集めたい」を実現するための発想を行ってもらった。その際、各々の例題について得られたアイデアの他に、アイデアを出す際の心理的疲労度を5段階評価で記入してもらい、また、アイデアを出すために選んだキーワードを記録してもらった。

### 3.5.3 発想されたアイデアに対する評価方法

発想されたアイデアに対する評価では、別の被験者15人を対象に、アイデアに対する評価と擬似チューリングテストを行った。「人を集めたい」と「組織を面白くする」の2つの例題と自由な例題に対して、システムを使用して発想されたアイデアと使用せずに発想されたアイデアとの合計36個のアイデアをランダムに並べ、様々な角度からの主観的評価と擬似チューリングテストを行った。主観的評価では、「意外性」「理解し易さ」「面白さ」「実用性 A(現実の問題にそのまま応用できる)」「実用性 B(さらに工夫すれば実用の可能性がある)」「実用性 C(小説等の創作活動には使える)」の6項目について5段階評価で記入してもらった。

### 3.5.4 評価結果

### (1) 発想過程での心理的疲労度の比較

まず、アイデアを出す際の心理的疲労度についてみると、システムを使用した場合は平均 2.9 点、使用しなかった場合は平均 3.2 点と、わずかに差がみられた（統計的検定では十分な有意差は検出されなかった）。一方、「システムを利用すると目の前に関連キーワードが多数並ぶので発想の手掛かりに困らなくなる」というユーザの指摘もあり、システムによるキーワードの提示が発想支援の役割を果たす場合もあることが伺えた。なお、システムを使用した場合、指定テーマでの疲労度が 3.3 点だったのに対し自由テーマでは 2.5 点と低く（統計的検定により有意水準 5% で有意差が検出された）、普段から関心を持っているテーマの方が提示された多数のキーワードの中から必要なものを結びつけやすい、という傾向がみられた。このことは、リンゴが落ちるのを見て万有引力に想達したニュートンの例に象徴されるように、日頃からある問題を考え続けると、ふとしたきっかけで優れたアイデアをひらめくことがあることに対応している。

### (2) 発想のために選択されたキーワード数

システムの画面に表示された多数のキーワードの中から、ユーザが 1 つの例題に対して選んだ選択キーワードの総数は、平均 10.3 語であり、その中から 1 つのアイデアを構成するために選んだキーワード数は平均 3.4 語であった。この数はその例題に対するユーザの発想能力にも依存するが、その例題に対する知識や考察が十分である場合には、人間は比較的少ないキーワードをきっかけにアイデアを出すことが可能であることを裏付けている。このシステムでは電子辞書により、そのポイントとなるキーワードの探索を行っている。また、一度あるアイデアを構成するために選択したキーワードの組を利用して、さらに新たな組み合わせを作り別のアイデアを生成している例が、指定例題と自由例題合わせて 26 の回答のうち 6 例でみられた。これはキーワードの集合が目の前にあると、KJ 法的な組み合わせに変化が生じて、さらに新たなアイデアが生成されたためと考えられる。

### (3) 発想されたアイデアの数の比較

一つのテーマに対して得られたアイデアの数は、人間のみは平均 3.85 個、システムを使用した場合は平均 3.08 個で、単純に数により比較するとシステムを用いない方が多かった。しかし、これはシステムの操作の不要な方が簡単にアイデアを出しやすいことが主な原因と考えられる。内容を見ると、システムを用いて得られたアイデアは一つのセンテンスが長く、複合的なアイデアが得られているのに対し、人間の方は単純なものが多く、しかも一つの課題に対して同じようなアイデアが多いという傾向がみられた。

そこで、アイデアを主語、動詞、形容詞、副詞の要素に分割し、また同じ課題に対する



アイデアの中で重複して使われている単語は省き、実質的なアイデアの量を調べた。その結果、人間のみの場合は平均 5.04 語だったのに対し、システム使用の場合は平均 6.01 語となり、システムを用いた方が実質的には多いアイデアが得られていた。一つのテーマに対して被験者がシステムから見えそうであるとして選択したキーワードの数が平均 10.3 語であることと考え合わせると、システムが発想の手掛かりを数多く与え、アイデアの量産にも寄与し得ることがわかる。

#### (4) 発想されたアイデアに対する評価の比較

ここでは、発想されたアイデアに対する主観的評価の結果について図 3-6～図 3-8 に、またシステムによって得られたアイデアを表 3-3 に示す。

まず、指定テーマ「組織を面白くする」で得られたアイデアと、「自由テーマ」で得られたアイデアについての評価結果を図 3-6 に、指定テーマ「人を集めたい」で得られたアイデアについての評価結果を図 3-7 に示す。

「組織を面白くする」で得られたアイデアについては、「理解し易さ」(システムによるアイデアで平均 3.3 点、システムを用いないアイデアで平均 4.3 点)、実用性に関する

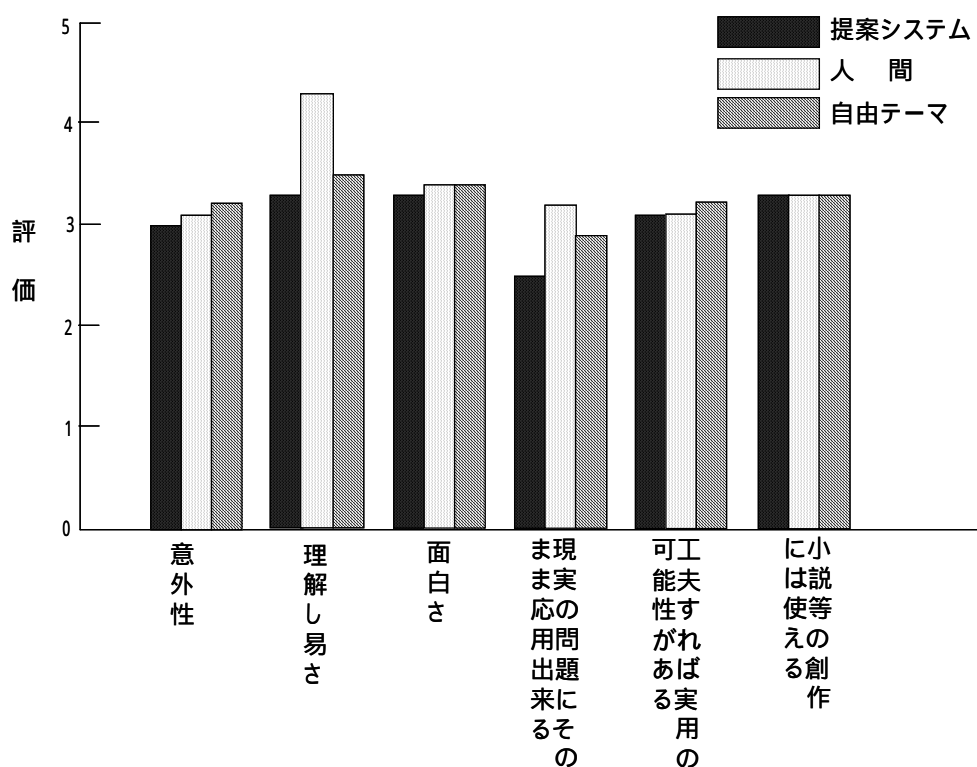


図 3-6 「組織を面白くする」と自由テーマで得られたアイデアの主観的評価

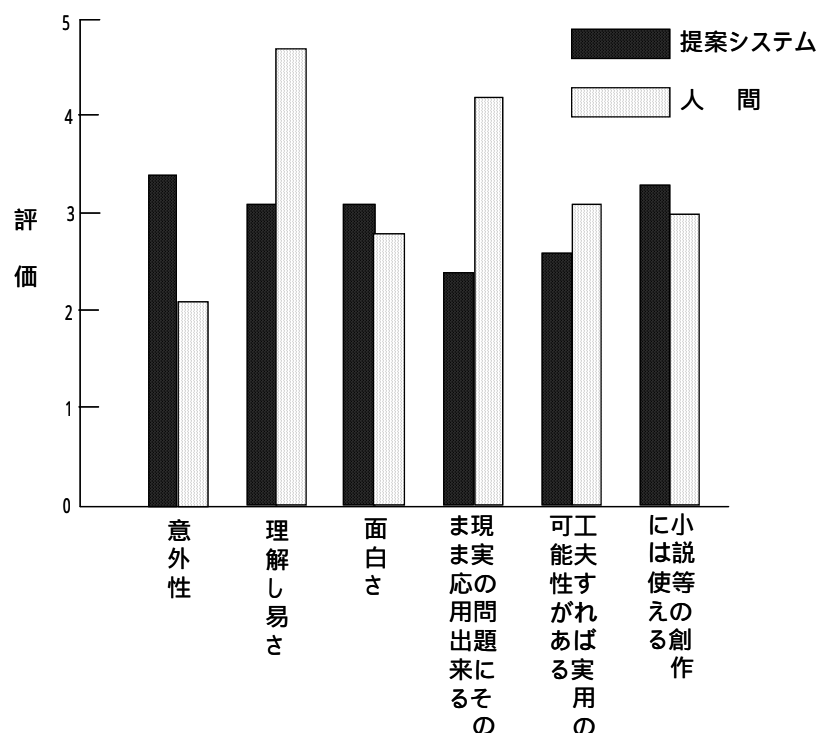


図 3-7 「人を集める」で得られたアイデアの主観的評価

る「現実の問題にそのまま応用できる」(システムで得られたアイデアは平均 2.5 点, システムを用いずに得られたアイデアは平均 3.2 点)の項目で, 差がみられた他はほぼ等しい結果が得られた。しかし, 自由テーマにより得られたアイデアについては「意外性」と「さらに工夫すれば実用の可能性がある」が平均 3.2 点で, システムを用いないで得られたアイデアを上回ったのをはじめ, 「組織を面白くする」で得られたアイデアよりも全体的に良い結果が得られた。このことは, 自由テーマでは被験者は日頃から関心を持っている問題を考えることができるため, システムが提示した概念を生かしやすいためと考えられる。表 3-3 に被験者の設定した自由テーマを示す。

一方, 「人を集めたい」により得られたアイデアについては, 「意外性」(システムによるアイデアの平均 3.4 点, システムを用いないアイデアの平均 2.1 点), 「面白さ」(システムによるアイデアの平均 3.1 点, システムを用いないアイデアの平均 2.8 点), 「小説等の創作活動には使える」(システムによるアイデアの平均 3.3 点, システムを用いないアイデアの平均 3.0 点)で, システムを用いたアイデアの方が大幅に上回り, 普段は思い付かないユニークなアイデアを得るための発想支援効果がみられた。

すべてのテーマを総合した評価を図 3-8 に示す。まず「意外性」の項目では, システムにより得られたアイデアの方が平均 3.4 点と使用せずに得られたアイデア(平均 3.0 点)を上回り, システムを用いずに考えた場合よりは意外性を有していた(統計的検定

表 3-3 被験者が設定した自由テーマ

新しい何かを考える形式の自由テーマ
新しい料理を考えたい 新しい遊びを考えたい 新しいシステムを開発したい
それ以外の形式の自由テーマ
旅行先を考えたい 研究室の方針を考えたい 公民館での催し物を考えたい 人間関係を円滑にしたい TVゲームとして遊べる要素を見つけたい より良い社会を作りたい 観光地を作りたい 人に教えたい 世の中を変えてみたい 思考力を向上させたい

では有意水準 5% で有意差が検出された)。これはこのシステムの豊富な語彙によって、意外なキーワードの組み合わせが発見されるためと考えられる。また、同じ「実用性」で比較すると、システムで得られたアイデアは「現実の問題にそのまま応用できる」で 2.8 点（使用せずに得られたアイデアでは平均 3.9 点，有意水準 1% で有意差あり）とシステムを用いずに得られたアイデアより低かったが、「さらに工夫すれば実用の可能性がある」（システムによるアイデア 3.2 点，システムを用いずに得られたアイデア 3.6 点），「小説等の創作活動には使える」（システムによるアイデア 3.6 点，システムを用いずに得られたアイデア 3.4 点）では統計的有意差はみられなかった。

現実問題への応用性で評価が低かった理由としては、「意外性」で高得点が得られたことにも現れているように、このシステムでは意外な関連語の方が先に目につくため、ユーザの思考の方向が奇抜なアイデアを得る方に傾きがちになることが考えられる。しかし、現実の問題への応用性が高くても、容易に考え付く範囲のアイデアは、良いアイデアとは言えない。意外性を有し、かつさらに工夫をすれば良いアイデアになり得るといふアイデアの素材を提供し得るといふ点で、この形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは発想支援システムとして一定の効果を有していると言える。なお、「理解し易さ」の項目では、システムによるアイデアは平均 3.6 点（使用せずに得られたアイデアでは平均 4.6 点，有意水準 1% で有意差あり）だったが、これは、システムを用いる方法は関連語同士の意外な結び付きを伴うことが多いため、なぜそれが結び付いたかの説明を短い文章で表現することが困難であったためと思わ

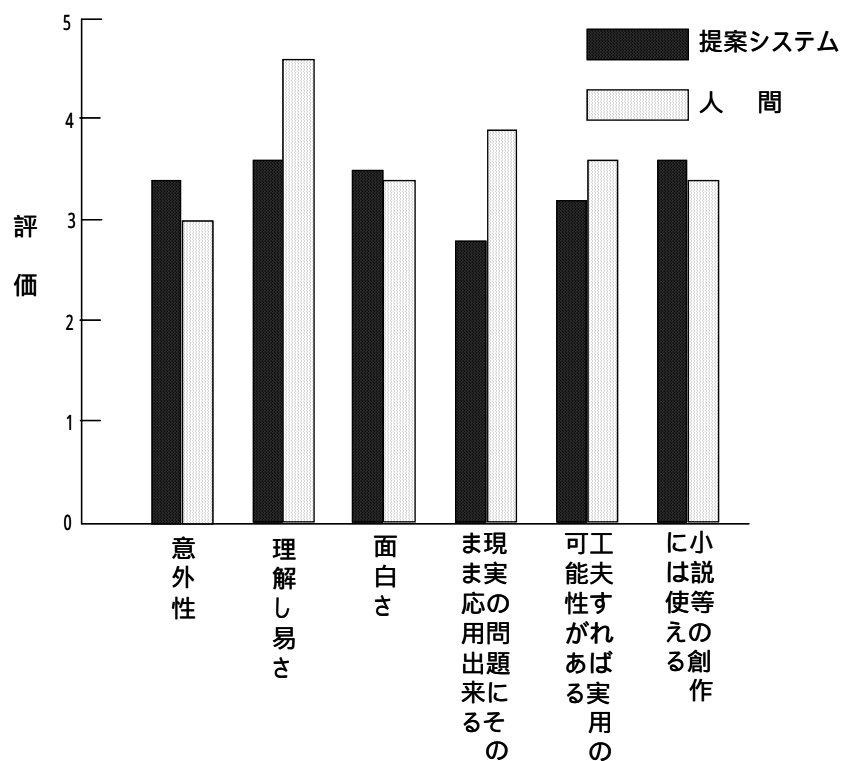


図 3-6 総合的な得られたアイデアの主観的評価

表 3-3 システムにより得られたアイデアの実例

(テーマ)組織を面白くする
空き時間に、人に良い印象を与えるバラエティショーを開催する
会社などで、社員それぞれが独立した事業を立ち上げ競争する
(テーマ)人を集めたい
埋め立て予定地で大企業を誘致する説明会を開く
観光地の名物運転手として人を集める
(自由テーマ)
新しい料理として、猛鳥と草食動物のちゃんぽんでアットホームな料理
新しいシステムとして、不幸せな人にその人が元気になるような言葉をかけるシステム
よりよい社会を作るため、人々の起こす草の根運動、署名運動などに耳を傾ける
新しい遊びとして、具体的には存在しない想像上の場所を考えるゲーム

れる。「面白さ」の項目では統計的有意差はみられなかった（システムによるアイデアは平均 3.5 点，使用せずに得られたアイデアは平均 3.4 点）。

#### （4）擬似チューリングテストによる評価

チューリングテストとは，質問に対する回答がコンピューターによるものなのか人間によるものなのか判別できないとき，コンピューターは知的であると判定する方法である。この形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムではアイデアを考える最終段階は人間が行うが，人間が一から考える場合と異なり途中まではシステムがアイデア作成過程に参加することになるため，得られたアイデアを人間だけで考えたものかシステムが介在したものかを判定する擬似チューリングテストを試みた。正答率は全体で 63.5%（総回答数 540 に対し，正解数 343），システムによるアイデアだけでみると 59.2% の正答率（回答数 360，正解数 213）だった。正答率が比較的高かった（ランダムに選べば 50.0% が正答率となる）のは，主観的評価結果の場合と同様に，このシステムによるアイデアの意外性によるものと考えられる。しかしシステムによるアイデアでも，自由テーマに対するものだけに限ってみると正答率は 49.4% に下がり，システムを使用せずに考えたのと同じようなこなれた印象のアイデアが多く得られていることが分かる。この結果は，普段から関心を持てるような問題であれば，システムで提示される単語を比較的にスムーズに結び付けられることに対応していると考えられる。

#### （5）アイデアを発想した被験者の意見・感想

ここでは，アイデアを発想した被験者の主観的な意見，感想に基づく評価をまとめた。

多くのユーザから，意外なキーワードを得て当初の考えとは異なる領域のアイデアを出すことができたという感想を得た。また，概念を下位に辿っていく過程で，漠然とした考えが具体的な方向性を持って考えられるようになる，抽象的な概念と具体的な概念を組み合わせることが可能な点が良いアイデアに結び付く，という意見もあった。抽象的な概念は，想像を広げること，すなわち発散的思考に効果があり，具体的な概念の提示は逆に収束的思考を促す効果があると考えられるが，この 2 つの思考の組み合わせが選択キーワードを使って考えている中にも起きることが伺えた。

一方で，処理に時間がかかる，提示されるキーワードの数が多過ぎる，望む概念の階層までなかなか到達できない，といった問題点も指摘されたが，これはこの形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムの知識ベースに依存するものと考えられる。システムにおいて用いられている EDR 電子化辞書は，一つの概念から下位概念へのリンクが多い場合は数百から数千に達する場合もあり，また，特に上位

の方の概念の階層においては、システムで提示される概念説明から具体的な下位概念を想像しにくい場合もある。切実な問題意識を持つユーザが具体的な課題を設定できるように、抽象的な概念の表示を減らすことは今後の課題である。無駄な上位・下位概念等の排除や、アイデアの素材として提供されるキーワードをできるだけ実用的で有益なものだけに絞るフィルタリング機構なども今後求められる。また技術開発等の実用的なアイデアにも対処できるように、汎用的な電子辞書に代わり深い専門知識を有する目的指向型の知識ベースを用いることなども今後の重要な課題である。

### 3.6 結言

本章では、電子辞書の使用と双方向型のシステムに適し、さらに統合により汎用的なアイデアに対応可能な形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせた創造技法を考案し、電子辞書を用いた発想支援システムとして実装し、その評価を行った。この形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは、電子辞書が有する概念を列挙してユーザに提示することで、シンボリックな情報に基づく発想支援を行う。

形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは、実現を求める命題を主格、形容詞、動詞、副詞の4つのカテゴリーに分割して形態分析法の独立変数として設定することで、汎用的なアイデアに対応可能である。各々の独立変数から知識ベースの概念関係を辿って得られる様々な関連概念を並列的に提示する。発想支援システムとしては、収束的思考を向かい合う発散的思考の組み合わせとして捉える観点を導入し、ユーザが分割された命題の構成部分から派生した関連概念をつなぎ合わせて、命題を実現させるためのアイデアを得る過程を支援する統合型発想支援システムとなっている。知識ベースとしては、約40万概念を有するEDR電子化辞書を使用し、知識獲得の問題の克服を図っている。詳細な実験により、システムの有効性が明らかにされた。

## 第4章

### 概念の空間配置と類推推論に基づく 抽象画作成支援システム

本章では、これまで発想支援システム化が積極的に行われてきた KJ 法に大規模知識データベースを導入し、抽象画作成支援を行う発想支援システムについて概説する。概念の空間配置という共通点を有しながら、これまで KJ 法による発想支援システムはシンボル情報により構成される発想の支援効果しか検討が為されて来なかった。しかし、人間の行う情報処理において、パターン情報は、単なる映像の枠を超えて記憶、思考における抽象的で本質的な役割を果たしていると考えられる。ここでは、被験者に一例として抽象画を描いてもらう評価実験を行い、パターン情報により構成される発想の支援効果について検討した。大規模知識データベースとしては、第3章のシステムと同様に EDR 電子化辞書を使用し、ユーザが入力した題材（概念）から辞書を用いて様々な付加的な題材（新題材）を提示して被験者の発想を促した。新題材の作成方法として、各種の創造技法のうち特に発散技法で多用されている類推推論を用いて、刺激的な題材を提示できるように工夫した。評価実験では、被験者の多くから抽象画作成支援効果を有することが指摘された。



## 4.1 緒言

本章では、電子辞書を用い KJ 法的な操作を通じて抽象画作成を支援する発想支援システムについて概説する。この概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムは、第3章で述べたシステムとは異なり、電子辞書の有する概念を空間配置することにより、パターン情報で構成される発想の支援を行うことに特徴がある。

創造技法の中でもわが国で開発されたKJ法<sup>(4-1)</sup>は、人間の創造的思考過程のうち特にアイデアをまとめる収束的思考を支援する有効な創造技法として知られ、発想支援システム化の研究もこれまで積極的に行われて来ている<sup>(4-2)</sup>。KJ法では、アイデアの材料となる様々なデータを文章の形で空間配置し、先入観によらずにそれらを集めていくことで新たな概念形成を行うという考え方がその基本にある。

一方、抽象画のような映像的イマジネーションを必要とする感性的な創作の世界では、オブジェクトの空間配置を考えることが重要である。例えばフランスの画家アンリ・マチスは、代表作「かたつむり」を製作する際、色付けされた多数の紙片を様々に動かして一番気持ちよい配置に糊付けしたとされる<sup>(4-3)</sup>。また絵画やポスターに限らず、文学的なジャンル、イベントの企画、CMの作成等幅広い分野においても創作者はイマジネーションを広げていく過程で心の中の映像を動かしていることが容易に推測できる。この発想過程はKJ法のキーワード配置の試行錯誤と高い類似性を有している。

しかし、従来のKJ法を応用した発想支援システムに関する研究では、このような映像的イマジネーションを支援する、という側面に焦点を当てた研究はほとんど為されていない。また、KJ法には基づかないが同様にキーワードの空間配置を行う発想支援システム<sup>(4-4)~(4-7)</sup>の研究においても、映像的イマジネーションを直接扱ったものはまだ少ない。さらに、このような概念の空間配置は、単に映像の枠を超えて人間の記憶、思考において抽象的で本質的な役割を果たすパターン情報で構成される発想の支援に役立つ可能性があり、その検討は重要である。

また美術的な発想に限って考えても、近年、各種の描画ツールや、素材画像を絵画風画像に変換するシステムの開発、また様々なオブジェクトを提供することでデザイン、ポスターの作成を支援するシステムの開発も盛んになっている<sup>(4-8)~(4-12)</sup>。しかし従来のシステムでは、色彩やレイアウト案、似顔絵の構成部分、素材画像をアレンジした変形画像等の具体的な視覚情報の提供を行うものが多い。イマジネーションを膨らませるための題材そのものを抽象的な形で提示するシステムの開発事例はまだみられない。

また、微妙なイマジネーションには記号化できない知識であるいわゆる暗黙知<sup>(4-13)</sup>も

関係すると思われるが、可視化された情報の提示により思考のプロセスが変化し暗黙知の形式化(分節)、即ち記号化が行われることも指摘されている<sup>(4-14)</sup>。従って、電子辞書による概念の提示でもイマジネーション支援の役を果たし得ると考えられる。

しかし、抽象画のような創作活動の支援を考えた場合には、当たり前の概念よりも刺激的な概念が必要とされる。ところが電子辞書には普通概念が数多く記録されており、特に刺激的な概念ばかりが揃えられているわけではない。そこで、何らかの方法で刺激的な概念を作成して提示する必要がある。比較的、簡単な概念の操作で刺激的な概念を生成する方法として例えば比喩が考えられる。有名な「太陽系と原子核構造」のように、全く異なる世界にある二つの概念の類似性に目をつけて対比させる比喩は、刺激的な概念を生み出す可能性が大きい<sup>(4-15)</sup>。比喩は類推推論の一種であり、比喩に限らず類推推論を用いれば有用な概念を生み出す可能性が高い。これは、第2章で検討したように多くの創造技法の中で類推推論が多用されており<sup>(4-16)</sup>、人間の発想過程においても重要な役割を果たしていると考えられることから明らかである。

そこで、ユーザの入力した題材から類推を用いて新奇な題材を提示し、ユーザの KJ 法的な操作により発想を促す抽象画作成支援システムを提案する。抽象画の作成は、ポスターや CM の作成等、幅広い応用分野も考えられる。概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムではユーザの自由な抽象的思考を促進するため、具体的な視覚情報は提示せず文章による題材を提供する。さらに電子辞書の意味ネットワークに基づく概念関係を直接提示するのではなく、類推推論を取り入れ辞書に存在しない非日常的な概念関係を提示できるように工夫している。非日常的な概念が数多く生成される場合には、ランダムにその中から概念を選択し提示される概念を絞り、固定的にならないように工夫した。

電子辞書には、第3章と同じく約40万概念の大規模な知識を有するEDR電子化辞書<sup>(4-17)</sup>を使用した。PC上に実装し実際に使用できるシステムとして、大学の美術系サークルに所属する学生を対象に、抽象画等の絵画を描いてもらう評価実験を行いシステムの有用性を検討した。

以下、第2節で KJ 法の概略を述べた後、システムの基本的な設計思想について述べる。第3節では、類推推論を取り入れた非日常的な概念の作成方法について詳しく説明する。第4節では、システムのユーザ・インターフェースについて説明する。第5節では詳細な評価実験について述べ、第6節で結論をまとめる。

## 4.2 システムの概略

### 4.2.1 KJ法の概略

まず、概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムに応用したKJ法の概略について述べる。図4-1に、KJ法のプロセスを示す。KJ法は基本的に以下の過程を行うことで発想を得る方法である<sup>(4-1),(4-17)</sup>。

- ・ データをカード化する。
- ・ 訴えの最も近いカード同士を集める。
- ・ 表札作り。
- ・ 次々と上位のグループへまとめる。

ここでデータとはひとまとまりの訴えを持った情報であり、単なる語句ではなく文章であることが必要とされている。これらの空間配置された多数のカードを眺めながら、訴えの最も近いカード同士を集める。集めたカードの組み合わせについて、それらが集まった理由を後から考え文章化する過程が表札作りである。ここにおいて新概念の形成が行われるとされる。理由を後から考えるため、カードを集める過程は先入観によらない勘でのみ行うことが前提にされている。さらに集めたカードの束同士で重層的なグループ化を行う。この上位のグループを空間配置し、低次のグループやその表札にも注意し

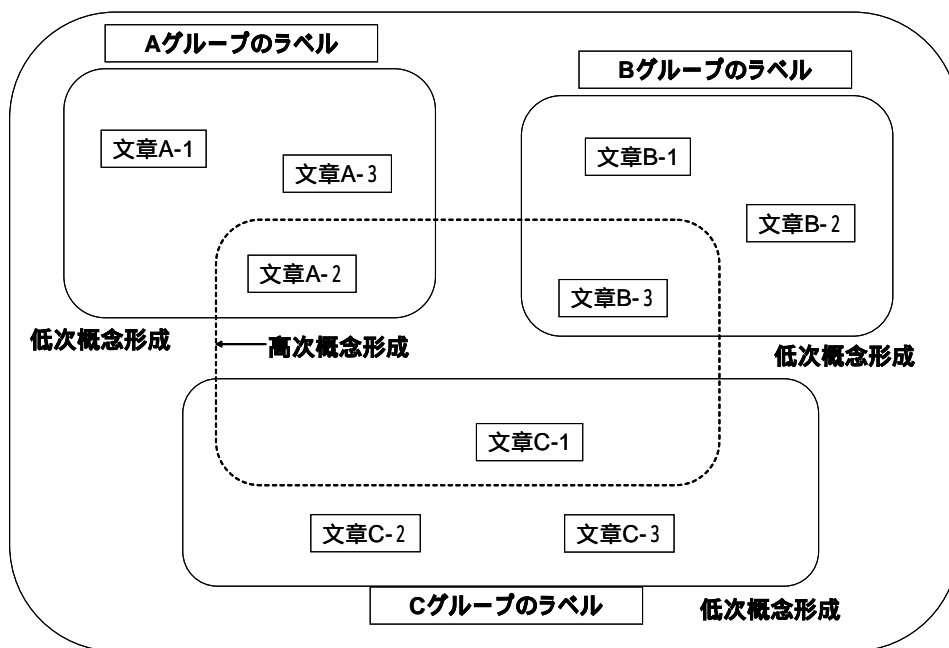


図4-1 KJ法のプロセス図

ながら意味のある配置を探したり、グループを関係線で結ぶことにより高次の概念が形成されていく。

最初のカード化においてブレンストーミング法、形態分析法等を用いて得られたアイデアの候補を書き込むことにより、KJ法は各種の発散技法と組み合わせることのできる普遍的な収束技法となっている。

#### 4.2.2 システムの基本的な設計思想

ここではシステムの基本的な設計思想として、電子辞書を用いてKJ法的な操作を行えるコンピュータツールが抽象画作成の支援に果たす役割について述べる。

抽象画作成に関するイマジネーションを膨らませる過程では、創作者はある形態、模様、色彩等の抽象画の要素を、他の抽象画の要素とある位置関係により配置していく。抽象画の要素AとBがあるとき、それらが近傍に配置された理由としては「意外な感じがする」「美しさが増す」「まとまった感じができる」等、様々に考えられる。このように理由を持ってデータが集まり、その集団が新たな意味を生成していく収束的思考過程において空間配置を利用している点で抽象画作成とKJ法とは共通性が高いと言える。従ってKJ法的にあらかじめ抽象画の要素の候補を多数配置し収束的思考を促すコンピュータツールは、創作者の抽象画に関するイマジネーション支援にも役立つ可能性があると考えられる。

また、KJ法においてはいったん定めた空間配置を様々に変えてみるが行われるが、これも創作者が抽象画に関するイマジネーションを練り上げる際に行われていると想像される。画面上で題材を自由に集めたり配置を変えたりできるツールは、この過程も支援できる可能性がある。

さらに従来のキーワードの空間配置に基づく発想支援システムの研究において、以下の点が指摘されている<sup>(4-4)~(4-7),(4-14)</sup>。

- ・ ユーザの持つ配置の思い入れとシステムが提示する配置との差が、ユーザの思考を刺激し新たな概念の創発を促す<sup>(4-7)</sup>。
- ・ 配置空間の空白中に、まだ考えられていない新しいアイデアの存在可能性を見出す<sup>(4-14)</sup>。

特にシステムの決める配置への違和感が発想を促す点は、従来のKJ法では為し得ず、コンピュータを使用した発想支援システム独自の効果であるとされる<sup>(4-6)</sup>。抽象画の作成においても、題材の配置はその創作者の芸術的感性に基づいて定められるものであり、コンピュータが定めた配置によって創作者本来の発想が刺激される可能性もあると考えられる。また、ある題材と別の題材を調和させるために題材を変形する思考過程を刺

激することも期待できる。概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムでは、これらの空間配置に基づく独特の発想支援効果と電子辞書の語彙の豊富さによる効果の相乗効果により、パターンのアイデアの発想支援を試みるものである。

#### 4.2.3 システムの実装方法

概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムは、C言語によるCGIとしてFreeBSDマシン上に行った。ユーザはIE(インターネット・エクスプローラ)またはnetscapeのいずれのブラウザからも利用可能とした。EDR電子化辞書のデータはファイルとして扱い、SQLのようなデータベース用言語は用いずにすべてCプログラム内の構造体を用いて処理した。画面上で題材をドラッグ等出来る機能は、JavaScriptのスタイルシートの機能を用いている。

### 4.3 新しい題材の作成方法

概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムではある題材をより周囲と調和しかつ刺激的なものに変化させる新題材提供機能を備えている。新題材は、元の題材との整合性と異質性を合わせ持つように、電子辞書が有する意味ネットワークの概念関係を変形した新たな概念関係に基づき生成される。具体的には比喩を簡易化した新概念生成、刺激語による新概念生成、変異語による新概念生成の三種類を用いている。

#### 4.3.1 比喩を簡易化した新概念生成

比喩とは、「物事の説明に他の物事を借りて表現すること」である<sup>(4-18)</sup>。この他の物事は説明の対象となる物事とある共通点を有し、この他の物事によって説明できることは類推により見出される。例えば最も簡単な比喩として、「ある形容詞で修飾される概念を同じ形容詞で修飾される別の概念で置き換えて表現すること」を考える。図4-2のようにある主語と動詞から成る文が存在するとき、その主語を形容詞の共通する別の主語で置き換えた新しい文がこの場合の比喩である。

この新しい文は、変換前の文と主語に形容詞を通じた共通性があるため、日常的な概念との整合性を有している。また新しい主語がその動詞との概念関係をそれまで持っていない場合は、異質性も合わせ持つことになる。比喩は当たり前の表現との整合性と異質性の双方に際立っているほど斬新であるとされ<sup>(4-15)</sup>、発想の一つのプロトタイプとし

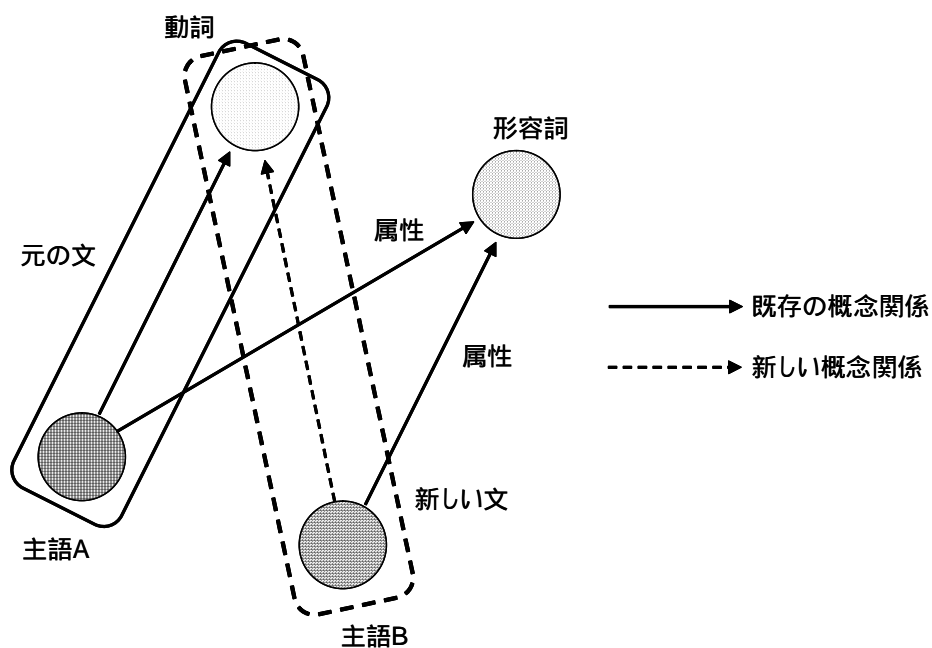


図 4-2 比喩による新概念生成

て、比喩を用いた文章作成支援システムも提案されている<sup>(4-19)</sup>。

従って比喩を用いて新たな概念を作成すれば、それは刺激的な題材になる可能性がある。そして属性としての形容詞の共通性だけでなく、他の関係の共通性に基づく単語の置き換えを行っても同様の整合性と異質性は得られると考えられる。

そこで図4-3のようにAとBという二つの概念と関係Cから成る文章が存在するときに、以下のように新概念生成を行う。まずAからある関係Dでリンクされる概念B'を取得する。次にB'に対して同じ関係Dのリンクを有するAとは異なる概念A'

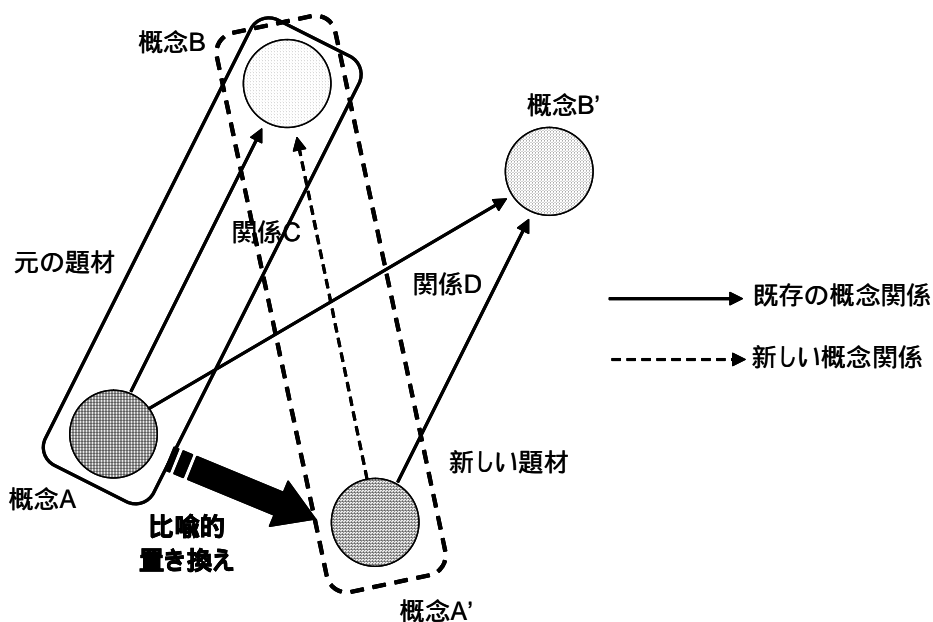


図 4-3 比喩を簡易化した新概念生成

表 3-1 EDR 概念記述辞書で用いられている関係子

関係子	意味
agent	動作主格
object	対象格
goal	最終状態
implement	道具格
a-object	属性
place	場所
scene	場面
cause	原因

を取得する。この A' を，関係 C を用いて元の文章を構成する概念 B とリンクすることにより新概念とする。

この際に用いる概念間の関係としては，表 3-1 に示す EDR の概念記述辞書にある 8 種類の関係とその逆，さらに「上位概念へ」「下位概念へ」の計 18 種類のいずれをも使用するものとしランダムに選ぶこととした。ただし一つの概念からある関係を辿って得られる概念の総数が 30 を超える場合は，その関係は使用せず別の関係を用いることとした。二つの概念 A と B が共通の関係で同一の概念 C とリンクしていたとしても，同じ関係で C とリンクしている概念が他にも多数ある場合は，A と B の類似性は相対的に弱まると考えられるからである。

#### 4.3.2 刺激語を用いる新概念生成

新題材を生成しようと思うユーザが刺激語と呼ぶある単語を自由に設定し，それに基づいて新概念を生成する方法である。例えば「太陽が光る」という題材に対して，「爆発する」といった単語を強制的に組み合わせて何か新しい題材を考えたい，といった場合に使用する。この場合，「太陽が爆発する」というストレートな組み合わせは，既にユーザの考えの中にあるので提示する必要はない。そこで刺激語と電子辞書の関係を有する別の概念を取得して，以下の過程により新概念を生成する。この際，取得する概念は後述の方法により動詞的概念か名詞的概念かを判定する。図 4-4 に，取得された概念が名詞的概念であった場合の例を示す。

- 1) 元の題材を二つの概念と関係に分解する。
- 2) 刺激語に対し 1) の関係と後述する同じグループに属する関係でリンクされる概念を取得する。
- 3) 取得された概念につき動詞的概念か名詞的概念かを判定する。
- 4) 取得された概念が名詞的概念であれば元の題材の動詞的概念と，動詞的概念であれば元の題材の名詞的概念と結合する。

このような方法としたのは，ユーザが自由に設定する刺激語は元の題材を構成する概念との間に，比喩の簡易化の場合に用いたような電子辞書の概念関係が存在する保証はないからである。また 8 種類の関係をグループ分けし，元の題材の関係と同一グループならば使用可能としたのは，元の題材を構成する関係の一つに限ると刺激語がその関係を持っていない可能性があるからである。関係は下記の二つのグループに分類した。

- agent, object, a-object, implement
- cause, goal, place, scene

上段の関係のグループによりリンクされる名詞的概念は物に係るものが多く，下段の



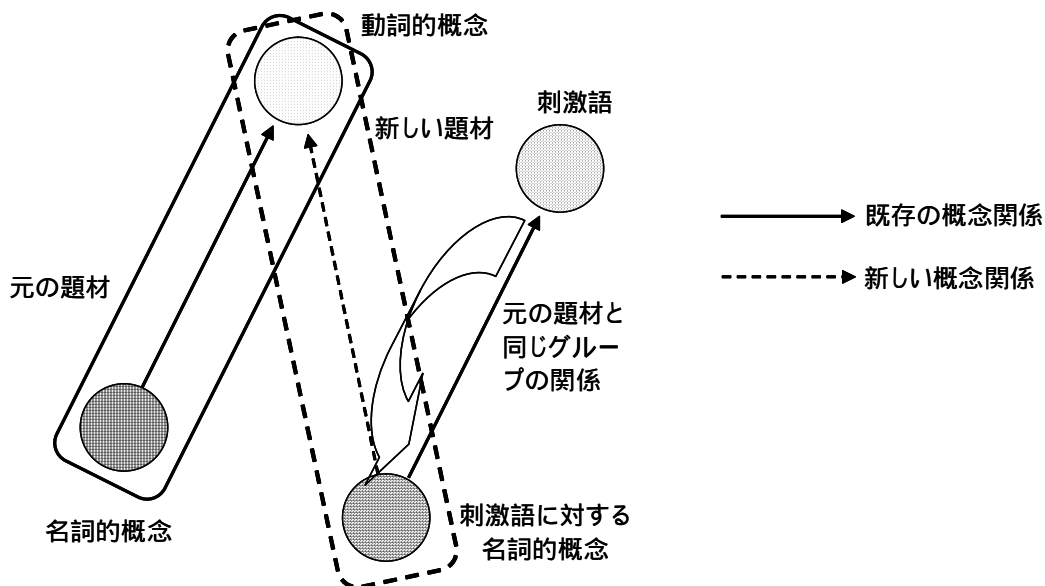


図 4-4 刺激語を用いる新概念生成

関係のグループによりリンクされる名詞的概念は場所や状況に係るものが多いという共通性がみられるためである。

なお、ある概念が動詞的か名詞的かの判定は以下のように行った。EDR では各概念自体は名詞的、動詞的という分類がされているわけではない。しかし、フィルモアの格文法に基づいて動詞的概念が名詞的概念を支配する関係として表 4-1 に示す関係子を定義し、概念記述辞書は左から動詞的概念、関係、名詞的概念の順で記述されたデータの集積である。例えば「太陽が光る」という概念は、

- ・ 光る agent 太陽

と記述されている。ただし、実際には概念は一意に対応する数字である識別子で記述されている。そこで刺激語に対して左側に記述されている概念を刺激語に対する動詞的概念、同様に右側の概念を刺激語に対する名詞的概念と判定した。

#### 4.3.3 変異語を用いる新概念生成

これは、特にユーザが刺激語を設定しなくてもシステム側であらかじめ用意した変異語を用いて新概念を生成する方法である。

変異語は刺激語と異なりユーザが意識していない概念なので、元の題材を構成する概念とストレートに結合させる。各変異語はあらかじめ動詞的概念か名詞的概念かが決定しており、図 4-5 に示すように動詞的概念であれば元の題材の名詞的概念と、名詞的概念であれば元の題材の動詞的概念と結合する。

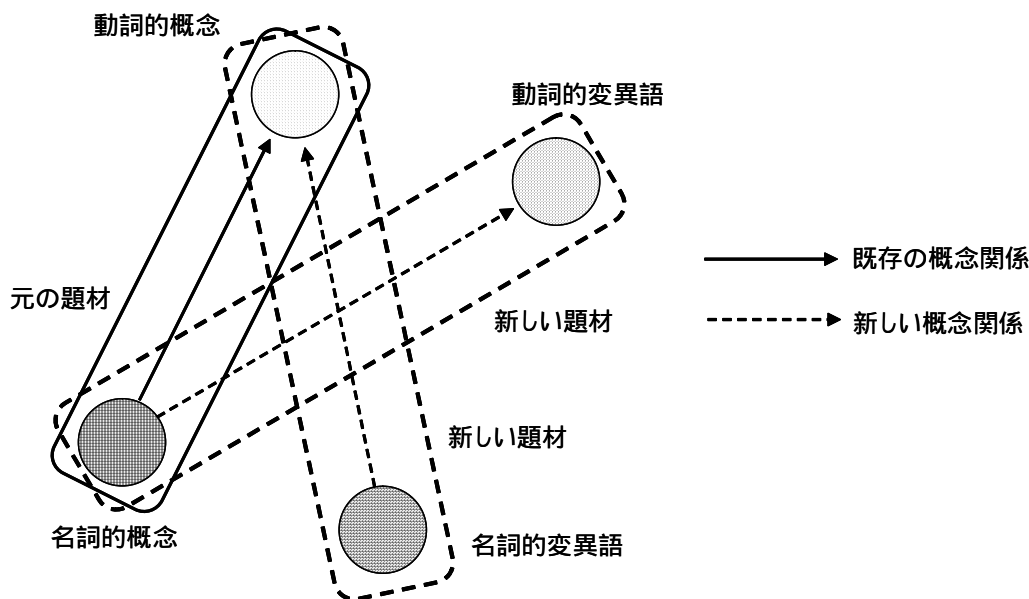


図 4-5 変異語を用いる新概念生成

変異語は抽象美術における表 3-2 に掲げる代表的な作品を解説した文章<sup>(4-20),(4-21)</sup>から、特に作品の内容を描写する記述に使用されている単語約 300 語をピックアップしたものである。動詞的か名詞的かの判定は、概念記述辞書全体を調べて左側に記述されているデータ数をL,右側に記述されているデータ数をRとし,以下の関係により設定した。

- ・ L > R 動詞的概念
- ・ R > L 名詞的概念

なお, L = R となった場合は変異語として採用していない。

表 4-2 変異語を取得した絵画

絵画名	作者	変異語の例
「眠るジブシー女」	ルソー	妖しい、魔力、青白い、猛獣・・・
「叫び」	ムンク	不安、おののき、見開く、不気味な・・・
「アビニヨンの娘たち」	ピカソ	官能的、歩み出る、曲げる、切り離す・・・
「私と村」	シャガール	横顔、強烈な、二重写しの、ひっくり返った・・・
「ゲルニカ」	ピカソ	歪む、突然の、爆撃される、断片・・・
「印象・第3番」	カンディンスキー	宙に浮かぶ、神殿、騒々しい、派手な・・・
「ブロードウェイ・ブギウギ」	モンドリアン	明滅する、軽快な、垂直な、機械・・・
「赤いシャツを着たディエゴ」	ジャコメッティ	傾く、拡散する、貫通する、内包する・・・

### 4.4 ユーザ・インタフェース

図 4-6 に概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムの画面を示す。左側はユーザが題材を設定する題材設定エリア,右側はユーザが題材の配置を考えていく抽象画作成に係るイマジネーション構成エリアである。

#### 4.4.1 題材設定エリア

題材設定エリアは、同時に 14 個までの題材を設定できる。例えば最上段のテキストボックスの主語に「太陽」を入力し、動詞に「光る」を入力して設定すれば、その間に自動的に関係子 agent が付される。以下、上から a-object, object, implement, cause, goal, place, scene の順番で入力された単語をつなぎユーザが設定した題材とする。ユーザはこの 8 種類の関係のうち、任意の関係だけを選んで題材を設定することもできる。

各テキストボックスの横にある「c」というボタンを押すと色彩設定用ウィンドウが開き、各題材に対し 24 色中の任意の色を設定できる。彩色が終了し「setting」ボタンを押すと、意味設定用のウィンドウが開く。これは EDR では同じ単語に複数の概念が対応していることがあるため、ユーザが題材の構成に使いたい概念を一意に確定する

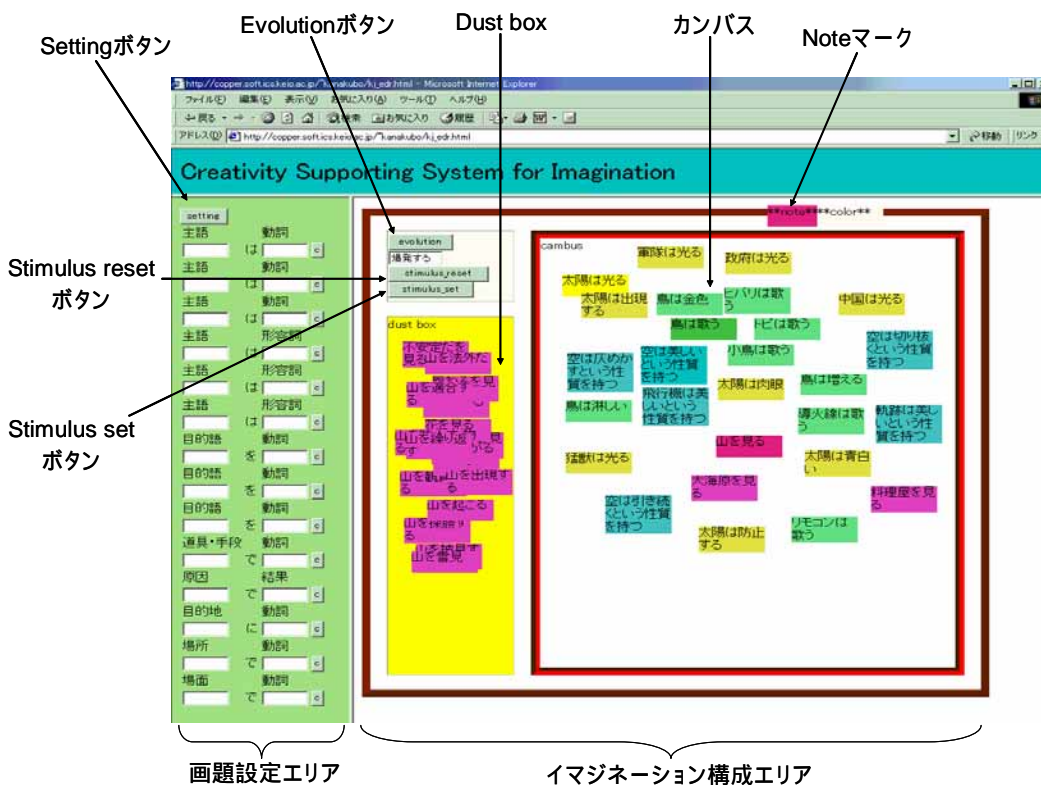


図 4-6 システムの画面

ためである。なお入力された単語に EDR の対応する概念が無い場合は、その旨が表示され別の単語の入力を促す。対応する概念が一つだけの場合は、確定用の問い合わせをせず自動的にその概念を設定する。

概念の確定が終了し概念設定ウインドウの「close」ボタンを押すと、ユーザの設定した題材がイメージネーション構成エリアに表示される。

#### 4.4.2 抽象画作成のためのイメージネーション構成エリア

イメージネーション構成エリアは絵画のキャンバスに相当し、ここにユーザが設定した題材やシステムが生成した新題材が展開される。各々の題材はドラッグして任意の位置に移動できる。

ある題材から派生する新題材を生成したい場合は、右上にある「note」というマークをその題材に重ねて左上の「evolution」ボタンを押すと、その題材の周囲に「比喩を簡易化した新概念生成」と「変異語を用いた新概念生成」に基づく新題材が展開される。この際に刺激語も設定してあれば、さらに「刺激語を用いた新概念生成」に基づく新題材も合わせて展開される。

刺激語の設定は、左上のテキストボックスに任意の刺激語を入力して「stimulus\_set」ボタンを押すと、概念確定用のウインドウが開く。概念を確定して「close」ボタンを押すと刺激語が設定される。いったん設定した刺激語は、新題材が提示された後も有効となり、さらに別の題材から新題材を生成する際に設定し直す必要はない。刺激語の変更は「stimulus\_reset」ボタンを押し改めて入力作業を行う。

設定された題材や生成された新題材を適当に動かすことによって、ユーザは抽象画作成の構成を考えることができる。この新題材の生成は何回でも繰り返し可能である。このような過程で次第に溜まって来る不要な題材は左の「dust box」と表示されたゴミ箱エリアに移動しておくこと、次に「evolution」ボタンを押した際に画面から消える。

なお新題材は、元の題材との区別のため元の題材と同色でやや薄まった色彩で表示される。

## 4.5 評価実験

評価実験では、概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムを用いた発想支援効果を明らかにするため、被験者に実際に抽象画を描いてもらい発想支援システムとしての評価を行った。

### 4.5.1 評価方法

評価実験は、大学の美術系サークルに所属する18歳から21歳までの学生10人（男性4人、女性6人）を対象に行った。被験者はあらかじめシステムの操作説明だけを聞いており、実際に操作を行ったことはない。各被験者は、まず描きたいと思う題材を自由に設定してシステムの操作を行い、最終的に画面上で確定した題材の配置に基づき鉛筆書きのデッサンを行った。評価実験において特に時間制限は設けなかった。評価は図4-7に掲げる項目についてその発想支援効果を5段階評価で記入してもらった。5段階評価は、3点を中間点とし、数字が大きくなるほど肯定的評価、小さくなるほど否定的評価として記入してもらった。

また図4-7の右側に掲げる項目について数字を記入してもらった。さらに、最初に置いた題材と最終的に確定した題材の配置について具体的に記述してもらった。その他、概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムについて自由な意見、感想を記述してもらった。

### 4.5.2 評価結果

図4-7に、概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムに対する評価の各質問項目に対する5段階評価の平均点を示す。

まず題材の配置に関する操作の有効性については、「題材の配置を行うことは絵を考えるうえで有効だったか」が4.1点となり概ね肯定的な評価がされた。特に「システムが勝手に置いた題材の配置を変えなくなったか」が4.6点と非常に高かった。これは、システムの配置に違和感を感じることで発想のきっかけになる、という従来の発想支援システムの研究で指摘された効果が抽象画作成支援においても働くことを伺わせる。その結果、「題材をシステム上で集めていくような操作は多かったか」が3.6点と高くなったと考えられる。

提示された題材に対する評価では、「インスピレーションの湧くような題材が得られたか」で3.5点と中間点（3.0点）を大幅に上回った。このことは電子辞書の語彙の豊富さに基づく比喩を簡易化した新概念生成機能と、システムに予め登録してある変異語

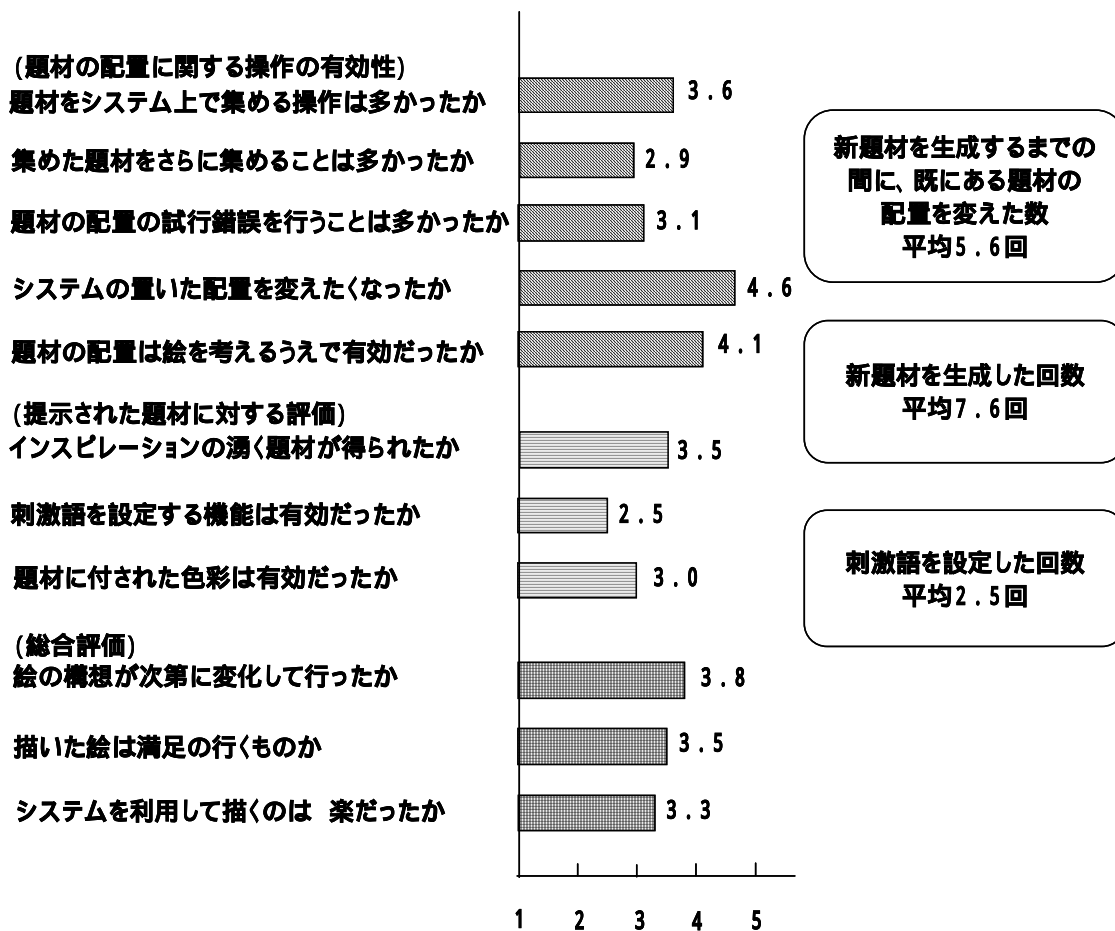
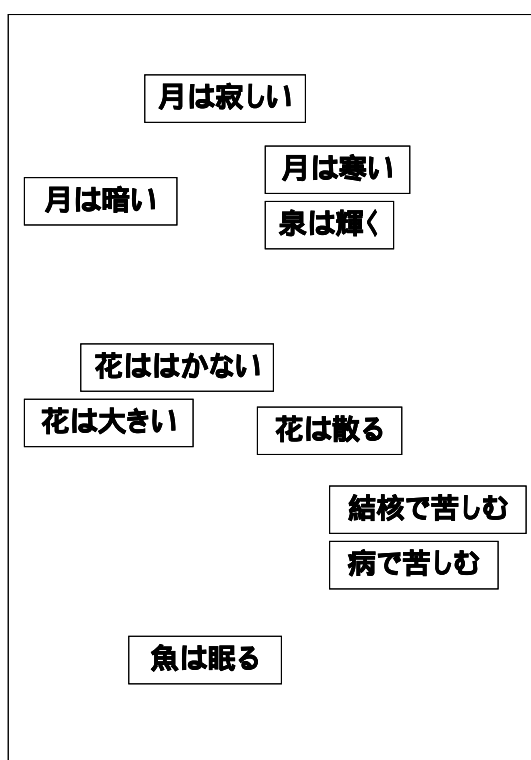
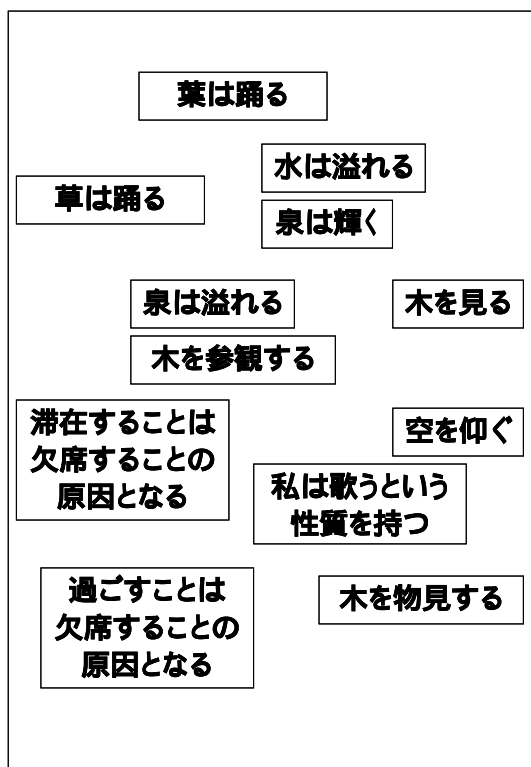


図 4-7 システムに対する主観的評価

を用いる新概念生成機能は有効だったことを示している。しかし、「刺激語を設定する機能は有効だったか」では2.5点と中間点より低かった。これは電子辞書の語彙にまだ限界があり、ユーザが自由に設定する言葉からの新概念生成機能が十分に効果的では無かったことが原因として考えられる。

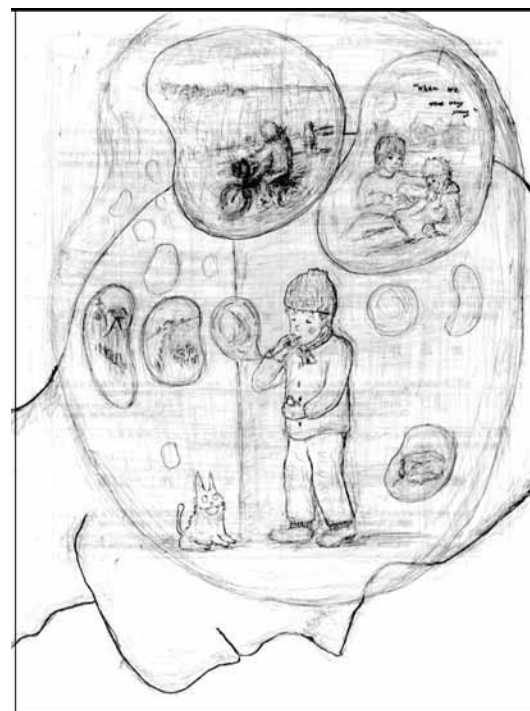
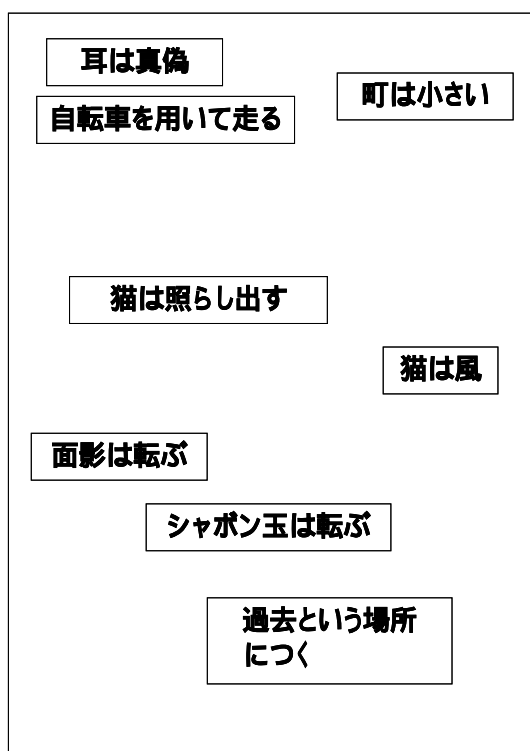
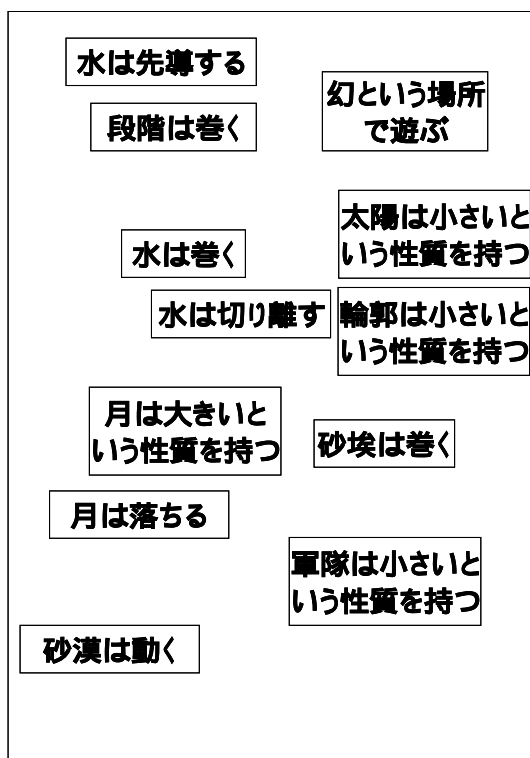
総合評価では、「絵の構想が次第に変化していったか」が3.8点となり、システムが被験者の抽象画作成に関するイメージーションの発展を促進したことが分かる。新題材を生成した回数は平均7.6回で、最初の題材とは大幅に異なる題材を用いて最終的に絵を描いた被験者が多かった。これに、「インスピレーションの湧く題材が得られたか」で高得点であったこと、被験者が日常的に絵画を描いていることと考え合わせると、システムは単に被験者が単独で描く以上のイメージーションを与えていると考えることができる。描いた絵に対する評価では、「描いた絵は満足行くものか」が3.5点と比較的肯定的な評価がされた。「システムを利用して描くのは楽だったか」が3.3点と特



(最終的な題材の配置)

(描かれたデッサン)

図4-8 システムを用いて描かれたデッサン(1)



(最終的な題材の配置)

(描かれたデッサン)

図4-9 システムを用いて描かれたデッサン(2)



に高くならなかったのは、被験者がこのシステムの操作に慣れていないことによるものと思われる。

図 4-8、図 4-9 に、被験者が描いた 4 枚のデッサンと各々の左側にそのデッサンの基となった最終的な題材の配置を示す。

図 4-8 の上段は、明るい雰囲気のある野原の中で子供が一人、大木を仰ぎ見ている。空中に切り抜いたような窓があり、大きな木の葉が踊っている。全体的に、自由と開放感に満ちた印象を与えている。

図 4-8 の下段は、対照的に暗い夜空が広がり、大きくぼんやりした月が描かれている。湖面の下の方に描かれたゆりの花が、最終的な題材にもあるような「はかない」「散る」といった寂しいイメージを強調している。

図 4-9 の上段は、砂漠の中央から水の竜巻が舞上がり、中央に落下した巨大な月と小さな軍隊が描かれている。砂漠の上空には非常に小さい太陽が輝いている。最終的な題材で得られた現実とは正反対の概念を使った幻想的な内容となっている。

図 4-9 の下段は、シャボン玉を吹く子供とそれを親しみのある表情で見る猫が描かれている。シャボン玉の中には小さな町や自転車で走る姿が浮かび上がっている。これらは俯いた顔の上に描かれ、過去の回想となっている。

### 4.5.3 意見・感想

ここでは絵を描いた被験者の主観的な感想、意見をまとめた。多くの被験者が「インスピレーションが湧いてくる感じはあった」「確かに構想は膨らんだ」と指摘した。特に「思いがけない言葉が出るところに発想支援効果がある」、「『おいしい』という言葉から多くの食べ物に関する単語が出て来たため、具体性が増し描きやすくなった」、「主語と動詞の組み合わせの面白さにより頭で描いていた絵とは全く違うテーマの絵となった。システムが作ったフレーズに自分なりの意味を考えることで発想は広がったと思う」と、具体的な概念の提示による効果を指摘する被験者が多かった。

また「題材というスクエアを配置するだけという無機質さがかえって自身の発想を妨げなくてよい」、「大まかに考えを出してみることが絵を描く際に有効だった」という意見もあった。これは特に抽象画作成のようなイメージ支援においてはシステムがあまり具体的なイメージを提示しない方がよいことを裏付けている。また、「システムで構想をすべて決めてから描くのではなく、描きながらシステムによって得られた概念を添加していく方がより柔軟な作品ができる」という意見もあり、システムは既にでき上がりつつあるイメージに対しても有効であることが分かった。

また、「思いがけない言葉が出ると別口でもう一枚描きたくなる」という指摘もあり、こ

れもシステムが抽象画の量産にも寄与し得ることを表していると考えられる。新たな画題の生成を行った回数は平均 7.6 回、一回の画題の生成の間に行った配置の試行錯誤も平均 5.6 回あったことも、システムによるイメージ喚起の回数が多かったことを間接的に裏付けているものと考えられる。

一方、「ゴミ箱に捨てる無駄な概念が多く出るのに対してシステムの画面が狭い」、「システムが提示する単語が『表情』『イデオロギー』等、図化するのが難しい抽象的な概念が多かった」という指摘もあった。これはシステムの知識ベースに依存するところもあると考えられる。この概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムにおいて用いられている EDR 電子化辞書は、一つの概念から下位概念へのリンクが多い場合は数百から数千に達する場合がある。ユーザが具体的なイメージを出しやすい単語に絞って表示できるようにすることなどが今後の課題である。また「出て来る単語が『奇怪である』等の否定的なものが多く最終的な絵のイメージが大分違うものになった」という指摘もあったが、これは変異語に若干偏りがあったものと思われる。抽象美術の解説文からピックアップした変異語をさらに充実させ、ユーザの欲する様々なイメージに対応できるようにすることなども今後の課題である。

## 4.6 結言

本章では、電子辞書を用い、KJ 法的な操作を通じて抽象画作成を支援する発想支援システムを提案、実装しその評価を行った。

この概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムは、題材を具体的な視覚情報ではなく文章の形で提示することで、ユーザの自由なイメージの発展を支援する。この文章は、電子辞書が有する概念により構成したもので、この空間配置をユーザに提示することでパターンの発想支援を行うという特徴がある。また、画面上で題材を動かすことができ、さらに動かした後にある題材から派生した新題材を生成できるため重層的な KJ 法の効果も利用できる。知識ベースとしては約 40 万概念を有する EDR 電子化辞書を使用し、知識獲得の問題の克服を図っている。刺激的な題材を提示するために電子辞書の概念関係を直接提示するのではなく、類推推論に基づく非日常的な概念関係を提示できるように工夫している。被験者にこのシステムを用いて抽象画を描いてもらう詳細な評価実験を行い、その有効性が確かめられた。

## 第5章

### 結 論

#### 5.1 本研究のまとめ

本論文では、従来の発想支援システムの研究で欠けていた主に四つの点を補う発想支援システムの実装、評価を通じてその有効性を示した。第一点は、創造工学の分野では従来から数多くの創造技法が開発され、その実践を通じて発想のための有効性が知られていながら、これまで KJ 法を除いては積極的な発想支援システム化が行われていなかった点。第二点は、近年、人工知能分野共通のボトルネックである知識獲得の問題の克服を目指した大規模な知識データベースが開発されてきたにもかかわらず、発想支援システムへの積極的な応用が為されて来なかった点。第三点は、従来の創造技法に基づく発想支援システムに関する研究では、パターン情報により構成されるアイデアを支援するものがなく、KJ 法についても様々な発想支援システム化の研究が為されて来たにもかかわらず、概念の空間配置を行うという同技法の特徴を類似性の高いパターン情報により構成されるアイデアの発想支援に役立てる試みが無かった点。第四点として、創造技法自体についても、特定の問題に特化したものが多く、汎用的なアイデアに対応するものが少なく、既存の創造技法の組み合わせについても十分な研究が行われていなかった点である。

具体的には、創造技法の中でも電子辞書の活用が可能と思われ、さらに両者を統合することで、汎用的なアイデア発想に寄与し得ると考えられたことから、形態分析法およびインプット・アウトプット法を組み合わせた新しい創造技法を提案した。さらに、その創造技法を電子辞書を用いてシステム化した発想支援システムを実装した。この形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムは、ユーザに電子辞書の持つ膨大な語彙に基づく様々な概念を提示し、主として文章のようなシンボリックなアイデアの発想支援を行う(第3章)。さらに、KJ 法と同様にユーザが概念の空間配置を行いながら、類推推論に基づき電子辞書の内容を変形した刺激的な概念を多数提示して、抽象画作成のためのイメージーションを支援する発想支援システムを提案した。従来の KJ 法に基づく発想支援システムは、シンボリックなアイデアの発想に寄与するのみであったが、この概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システムでは、例として抽象画を扱うことでパターン情報により構成させるアイデアの発想の支援も

可能となることを示している（第4章）。双方ともに、詳細な評価実験を行い、その有効性を示した。また、その前段階として代表的な様々な創造技法について、その論理的構造を詳しく調べ、知識データベースの利用を考慮した発想支援システム化の適合性についても検討を加えた（第2章）。

人間が扱う情報は、大きくシンボルとパターンに大別されるため、本論文で概説した2つのシステムは、相補的にこの両者を網羅することになる。

各章の結論を要約すると以下の通りである。

第1章では、本研究の背景となるモチベーションについて概説した。創造性への関心が高まる社会状況の中、創造性そのものに関する研究として、

- 1) 論理学や心理学にもまたがる創造的思考過程のモデル化の研究
- 2) さらに実用的に実際のアイデアを出すための様々な方法論（創造技法）を開発する研究
- 3) 近年の情報処理技術の発展を背景とした発想支援システムに関する研究

の主要三分野を挙げ、情報工学のターゲットとなる3)の研究分野においては1)との結びつきはあっても、2)との関連がこれまで薄かった点を指摘した。また3)の中でも、開発が進んでいる大規模データベースの利用が遅れている点を指摘した。さらに、創造技法についても特定の問題に特化したものが多く、汎用的なアイデアに対応するものが少ないのに対し、創造技法の組合わせの効果に関する研究が少ないことも指摘した。また、創造技法を発想支援システム化した例は、KJ法によるものを除けば極めて少なく、それらはシンボル情報により構成されるアイデアの支援しか無いことを指摘した。

第2章では、知識データベースを利用した創造技法の発想支援システム化を行うにあたって、主要な創造技法のシステム化の適合性を調べた。具体的には、知識データベースを用いて演繹、帰納、仮説、類推といった論理や推論が可能なことから、どの創造技法がこれらの論理や推論を多用しているかを概観した。また、論理や推論とは別に特定の概念関係を多用している場合には、そのような概念関係を有する知識データベースの利用が有効となることから、その点についても検討した。さらに、遺伝的アルゴリズムのようなランダムな組合わせに基づく選択・進化（アイデアの進化）を、このような知識データベースを用いた発想支援システムに導入する可能性についても検討した。

第3章では、知識データベースの利用が有効であると考えられ、さらに統合により汎用的なアイデア発想に効果的であると考えられた形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせた発想支援システムについて述べた。形態分析法は上位・下位の概念

関係を多用し、インプット・アウトプット法では原因・結果の概念関係を多用するが、この双方とも電子辞書の概念関係にあることを利用したものである。また、従来の形態分析法が技術開発問題等に特化して用いられていたのを、主語・形容詞・動詞・副詞に該当する4つの独立変数をユーザに設定させることで一般的な解決課題に適用可能なものとした。その上で形態分析法の下位概念の探索をインプット・アウトプット法のような多段階の探索に拡張した。さらに、従来のインプット・アウトプット法が原因・結果の連鎖しか辿らなかったのに対し、電子辞書にある他の概念関係も辿ることとして同法を拡張した。これらの拡張により、より柔軟にアイデアの候補を探ることができるようにした。

知識データベースとしては、日本電子化辞書研究所のEDR電子化辞書を使用した。これは約40万概念を有し我が国で現在手に入る最も大規模な汎用的電子辞書である。評価実験により、形態分析法とインプット・アウトプット法を応用した発想支援システムを使用せずに考えた場合と比較してより発想の視野が広がり、特にユニークなアイデアが得やすくなるなどの、シンボル情報により構成されるアイデアに対し、十分な発想支援効果があることが確認された。

第4章では、これまで発想支援システム化が積極的に行われてきたKJ法に大規模知識データベースを導入し、パターン情報により構成されるアイデアの発想を支援するシステムについて述べた。パターン情報は、単に映像の枠を超えて記憶、思考等、人間の情報活動の中でも抽象的、本質的な部分において大きな役割を果たしている。しかし、概念の空間配置という共通点を有しながら、これまでパターン情報により構成されるアイデアの発想支援についてのKJ法の効果の検討が為されて来なかったことから、被験者に一例として抽象画を描いてもらう評価実験を行い、その効果について検討した。大規模知識データベースとしては、第3章のシステムと同様にEDR電子化辞書を使用し、ユーザが入力した題材(概念)から辞書を用いて様々な付加的な題材(新題材)を提示するシステムとして被験者の発想を促した。新題材の作成方法として、各種の創造技法のうち特に発散技法で多用されている類推推論を用いて、刺激的な題材を提示できるように工夫した。評価実験では、被験者の多くから抽象画作成に係わるイマジネーション、即ちパターン情報で構成されるアイデアの支援効果を有することが評価された。

以上により本論文では、KJ法以外の創造技法である形態分析法とインプット・アウトプット法を組み合わせた新たな創造技法を提案し、大規模データベースと組み合わせた発想支援システムとして実装し、詳細な評価実験により発想支援効果に有効であることを明らかにした。また、KJ法についても大規模データベースを利用し、さらに各種

創造技法でよく用いられる類推推論を組み合わせることで、パターン情報により構成されるアイデアの一例である抽象画作成支援効果もあることを確認した。既存の創造技法の積極的なシステム化、それとの大規模データベースとの融合が今後の発想支援システム研究においても重要であることを指摘した。

## 5.2 発想支援システムの将来展望

発想支援システムの将来展望として、いくつかの解決すべき課題と目指すべき方向性について考察する。

第一の課題として、発想支援システムの質的向上を目指すにあたり、そこで使用される大規模データベースの内容が問題となる。本研究で使用した EDR 電子化辞書は、約 40 万概念を有する国内最大の電子辞書であるが、それでも以下のような問題点を有している。第一に、特に上位概念において概念名称が分かりにくい点である。例えば、最上位概念である「人間または人間と似た振舞いをする主体」の下位概念に「人間」「動物」などがあり、「人間」の下位概念に「職業、肩書、役割で限定した人間」「行う行為や内容で捉えた人間」という具合に構成されている。これでは、例えば具体的な職業等のイメージを先に持ち、それに関するアイデア発想をしたいユーザがなかなか目的とする概念まで到達することができない。ユーザが、自分のイメージする単語を入力してそこから検索する方法も考えられるが、電子辞書に一字一句同じ概念が登録されていないと検索不可能である。従って、概念の表示を分かりやすく構成するとともに、類義語検索機能を強化した電子辞書が今後、求められる。

第二に、特に上位・下位概念の関係において顕著であるが、ある概念から別の概念へのリンクが多いときは数千にも達し、絞込みが難しい点も挙げられる。電子辞書の構成において、特に関係の深い概念関係に絞ってリンク数を減らすとともに、電子辞書を用いる発想支援システムにおいても、アイデアの素材として提供されるキーワード等を実用的で有益なものに絞るフィルタリング機構を備えることが求められる。これらの点は、本研究においても多くの被験者により指摘された問題点であった。第三に、新聞記事等が原データとして使われているために若干語彙に偏りがある点も挙げられる。第四に、汎用的な辞書であるため、概念が極めて一般的なものに限られ専門的な問題解決には対応できないという問題点がある。本研究における試験評価でも、フィクションの創作や抽象画等には使えそうな意外性のあるアイデアの方が、現実の専門的な問題に有効なアイデアより出しやすいという結論になったのも、ここに主な原因があったものと考えら

れる。

従って、技術開発などの高度の専門性を有する実用的なアイデアの発想支援を考えた場合には、汎用的な電子辞書に代わり深い専門知識を有する目的指向型の知識データベースを用いることが必須となろう。現在、目的指向型データベースの代表例として、特許技術をデータベース化した TRIZ が広く知られ、発想支援システム化の試みも数多く行われているが、まだこのようなデータベースは多くはない。インターネットや既存の書籍等からの知識の自動獲得手法等も含めた、新たな目的指向型データベースの開発方法の研究に基づく様々なデータベースの登場に期待したい。

データベースの質的内容と同じくらい重要な第二の課題として、一つのアイデアを得るための知識の組み合わせ数の爆発を抑える手法の開発が挙げられる。この一つのアプローチとして、第2章でも述べたように、遺伝的アルゴリズム (GA) 等のソフト・コンピューティング手法が有効と期待される。GA は、確率的な解の変化 (突然変異) を繰り返しながら多点並列型の探索を行うことで、解析的な方法で最適解を求めることができないような非常に巨大な解空間においても、短時間で順最適解を探し出すことが可能な方法として知られている。既に、この GA を取り入れた発想支援システムもいくつか発表されているが、それらは探索途中の解 (アイデアの候補) を世代交代毎にユーザに示して評価を与えてもらうインタラクティブな方法である。これは、当然進化のスピードは限定されてくるので、現在までのところ著しい成果はみられない。従って、解に対する評価関数をシステム側が備え、或いは自動獲得することにより、高速にアイデアの進化を行う GA 型発想支援システムの開発が今後の課題として期待される。第2章で指摘したように、一つ概念から推論によって得られる概念が複数ある場合には、そこからランダムに概念を選択することによって GA 的な探索空間の絞り込みを行うことが可能である。従って、大規模データベースを用いた発想支援システムに GA 的な効果を導入することは十分に可能であると思われる。

また、創造的問題解決過程を効率よく行うための「定石」としての創造技法については、形態分析法が技術開発問題に有効である等、特定のタイプの問題に特化した技法が多い。これらを統合する新たな創造技法の提案、さらに今まで創造技法が存在しなかった分野に対応するような創造技法の開発等も今後の課題になるであろう。また、創造技法単独では、発散的思考支援、収束的思考支援に大きく分類されているが、人間の創造的思考過程はこの両者を繰り返す場合が多い。従って、両者を統合した統合技法の開発や、本研究で行ったような複数の技法の組み合わせに基づき、両方の思考を支援できるシステムの開発が課題となる。



さらに、発想支援システムの課題として、複数人間がグループで行う発想の支援、発想のための環境支援、広い意味での創造的態度を身につけるためのコンピューターによる支援などの「社会化支援ツール」の必要性も協調されている。

このように、知識データベースのさらなる大規模化、専門化、知識の自動獲得、およびソフト・コンピューティング手法を中心とした知識の組合わせの探索空間を減らす試み等が、今後の発想支援システム研究の中心に来るものと予想される。さらに、発散や収束に特化しない統合型発想支援ツール、社会化支援ツールの開発といった枠組みの中で進化を続けるものと予想される。

発想支援システムの究極の目標は、人間との双方向のやりとりを必要とせず、問題を与えればコンピューターが独自にアイデアを生成し、さらにはその前提となる問題そのものすら、コンピューターが自ら見つけ出す「発想システム」の実現にある。以上に述べたような諸課題の克服は、この最終的な目標に向かう重要なステップとなるものと思われる。

## 謝 辞

本論文は、筆者が平成14年4月から現在に至るまで行った発想支援システムに関する研究をまとめたものであります。

その間、様々な激励、研究上のアドバイス、御討論を通じて筆者の研究内容を高めて頂き、また幅広い分野の研究の機会を与えて頂き、さらに一年半という過密なスケジュールでの学位取得に御尽力下さいました慶應義塾大学理工学部情報工学科萩原将文教授に、心から厚く御礼申し上げます。またご多忙の中、快く副査として本論文を審査してくださいました同学科小沢慎治教授、ならびに同学科岡田謙一教授、ならびに同学科山本喜一助教授に御礼申し上げます。また、筆者の研究、論文執筆、プログラム開発環境につきましてご協力頂きました萩原研究室の諸氏に感謝いたします。また抽象画作成支援システムの試験評価にご協力頂きました、慶大サークル「パレットクラブ」のメンバー諸氏、特に取りまとめをされた見田さんに感謝いたします。最後に、両親及び兄にも御礼を述べたいと思います。

## 参考文献

### 第1章

- (1-1) 科学技術庁編, 科学技術白書(平成 11 年度版), p.156, 大蔵省印刷局, 1999 .
- (1-2) 川上正光, 独創的学術研究の育成について, 学術月報編集委員会編「研究と独創性」, pp.231-238, 丸善, 1981 .
- (1-3) アリストテレス著, 井上忠訳, アリストテレス全集 1, 2, 岩波書店, 1971 .
- (1-4) 矢野正晴, 柴山盛生, 孫媛, 西澤正己, 福田光宏, 創造性の概念と理論, NII Technical Report, 2002 .
- (1-5) 米盛裕二, パースの記号学, 勁草書房, 1981 .
- (1-6) 折原良平, 創造性と類似性, 人工知能学会論文誌, Vol.17, No.1, pp.22-27, 2002 .
- (1-7) 伊東俊太郎, 科学における創造性, 創造性の理論と方法, pp.73-84, 共立出版, 1983 .
- (1-8) Wallas, G., The Art of Thought, Harcourt, Brace, Jovannovich, 1926 .
- (1-9) 高橋誠ほか, 創造力辞典, モード学園出版局, 1993 .
- (1-10) 國藤進, オフィスにおける知的生産性向上のための知的創造方法論と知識創造支援ツール, 人工知能学会論文誌, Vol.14, No.1, pp.50-57, 1999 .
- (1-11) 國藤進, 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.552-559, 1993 .
- (1-12) 日本電子化辞書研究所, EDR 電子化辞書仕様説明書(第 2 版), EDR, TR-025, 1995 .
- (1-13) 宮崎隆之, 萩原将文, 感性を反映できるポスター作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.10, pp.1928-1936, 1997 .
- (1-14) Sato, T., Hagiwara, M., IDSET-Interactive design system using evolutionary techniques, Computer Aided Design, Vol.33, No.5, pp.367-377, 2001 .
- (1-15) 渡部勇, 発散的思考の計算機支援, 発想支援システムの構築に向けて - 国際シンポジウム報告書, pp.322-337, 1991 .
- (1-16) Hori, K., A System for aiding creative concept formation, IEEE Trans. on man, and cybernetics, Vol.24, No.6, pp.882-894, 1994 .
- (1-17) 杉本雅則, 堀浩一, 大須賀節雄, 設計問題への発想支援システムの応用と発想過程のモデル化の試み, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.575-582, 1993 .
- (1-18) Day, C. O., Brainstorm-banish the dark night: turn your PC into a brainstorming partner, PC/COMPUTING, pp.96-97, 1989 .
- (1-19) IdeaFisher Systems, Inc., IdeaFisher PRO™ User's Guide for Machintosh .
- (1-20) Mann, R. O., Creating ideas with your PC, PC Today, pp.34-35, 1990 .

- (1-21) Young, L. F., The Metaphor Machine: A database method for creativity support, Detection Support System, Vol.3, No.4, pp.309-317, 1987 .
- (1-22) 折原良平, 発想支援システム「知恵の泉」, 人工知能学会論文誌, Vol.9, No.2, pp.248-257, 1994 .
- (1-23) 小山雅庸, 河合和久, 大岩元, カード操作ツール KJ エディタの実現と評価, コンピューターソフトウエア, Vol.9, No.5, pp.416-431, 1992 .
- (1-24) 篠原靖志, 知識整理支援システム CONSIST, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.593-600, 1993 .
- (1-25) Munemori, J., Nagasawa, Y., GUNGEN: Groupware for new idea generation system, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E75-A, No.2, pp.171-178, 1992 .
- (1-26) Sugiyama, K., Misue, K., Good graphic interfaces for good idea organizers, Proc.3rd IFIP Int. Conf. on Human-Computer Interaction (INTERACT'90), pp.521-526, 1990 .
- (1-27) 杉山公造, 図的発想支援システムの構築に向けて, 発想・思考支援プラットフォームシステムサーベイおよび創造性育成事例調査, 平成3年度委託調査報告書, 日本電子工業振興協会, pp.18-26, 1992 .
- (1-28) 遠藤聡志, 大内東, 統合型発想支援システム: FISM, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.611-618, 1993 .
- (1-29) 神田陽治, 渡部勇, 三末和男, 平岩真一, 増井誠生, グループ発想支援システム: GrIPS, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.601-610, 1993 .
- (1-30) 川喜田二郎, 発想法, 中公新書, 1967 .
- (1-31) 藤田邦彦, 国藤進, ブレインストーミングを活性化する BA システムの試作と評価, 日本創造学会論文誌, Vol.3, pp.95-114, 1999 .
- (1-32) Hayashi, T., Hagiwara, M., Idea divergent editor using analogy - the IDEA System -, International Journal of Intelligent Systems (accepted) .
- (1-33) 田中一男, アナロジーを用いた着想支援方式, 情報処理学会研究報告, Vol.92, No.70 (AI-84), pp.41-50, 1992 .
- (1-34) 國藤進, 演繹, 帰納, 発想の推論機構化をめざして, 創造と企業, pp.136-156, 共立出版, 1985 .
- (1-35) 原口誠, 類推の機械化, 創造と企業, pp.247-270, 共立出版, 1985 .
- (1-36) 堀浩一, システム統合のための AI へ向けて - 発想支援系と知識処理系の結合の提案 -, 人工知能学会論文誌, Vol.12, No.2, pp.258-265, 1997 .

## 第2章

- (2-1) アリストテレス著, 井上忠訳, アリストテレス全集 1, 2, 岩波書店, 1971 .
- (2-2) 米盛裕二, パースの記号学, 勁草書房, 1981 .

- (2-3) 折原良平, 創造性と類似性, 人工知能学会論文誌, Vol.17, No.1, pp.22-27, 2002 .
- (2-4) 國藤進, 演繹, 帰納, 発想の推論機構化をめざして, 創造と企業, pp.136-156, 共立出版, 1985 .
- (2-5) 高橋誠ほか, 創造力辞典, モード学園出版局, 1993 .
- (2-6) Holland, J. H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, The Univ. Michigan Press, 1975 .
- (2-7) Goldberg, D. E., *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison Wesley, 1989 .
- (2-8) 伊東俊太郎, 科学における創造性, 創造性の理論と方法, pp.73-84, 共立出版, 1983 .
- (2-9) 大澤幸生, 石塚満, 仮説推論における準最適解を多項式時間で計算するネットワーク化バブル伝搬法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J77-D-, No.9, pp.1817-1829, 1994 .
- (2-10) 平田圭二, 青柳龍也, パーピーブン: ジャズ和音を生成する創作支援ツール, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.3, pp.633-641, 2001 .
- (2-11) 國藤進, 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.552-559, 1993 .
- (2-12) 市川亀久弥, 独創的研究の方法論, 勁草書房, 1981 .
- (2-13) 原口誠, 類推の機械化, 創造と企業, pp.247-270, 共立出版, 1985 .
- (2-14) 矢野正晴, 柴山盛生, 孫媛, 西澤正己, 福田光宏, 創造性の概念と理論, NII Technical Report, 2002 .
- (2-15) 杉山公造, 収束的思考支援ツールの研究開発動向 - KJ 法の支援を中心として - , 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.568-574, 1993 .
- (2-16) Hori, K., A system for aiding creative concept formation, IEEE Trans. on man, and cybernetics, Vol.24, No.6, pp.882-894, 1994 .
- (2-17) 杉本雅則, 堀浩一, 大須賀節雄, 設計問題への発想支援システムの応用と発想過程のモデル化の試み, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.575-582, 1993 .
- (2-18) 宮崎隆之, 萩原将文, 感性を反映できるポスター作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.10, pp.1928-1936, 1997 .
- (2-19) Sato, T., Hagiwara, M., IDSET-Interactive design system using evolutionary techniques, Computer Aided Design, Vol.33, No.5, pp.367-377, 2001 .
- (2-20) 小谷善行, 創造性は人間だけのものか - ランダムネスによる創造性の創造, 情報処理学会夏のプログラミング・シンポジウム報告集, pp.41-46, 2000 .
- (2-21) Koza, J.R., *Genetic programming on the programming of computers by means of natural selection*, The MIT Press .
- (2-22) 相原健郎, 堀浩一, 大須賀節雄, 断片的な情報の集まりから知識を構築する過程の支援, 人工知能学会論文誌, Vol.11, No.3, pp.432-439, 1996 .

### 第3章

- (3-1) 高橋誠ほか, 創造力辞典, モード学園出版局, 1993.
- (3-2) 日本電子化辞書研究所, EDR 電子化辞書仕様説明書(第2版), EDR, TR-025, 1995.

### 第4章

- (4-1) 川喜田二郎, 発想法, 中公新書, 1967.
- (4-2) 杉山公造, 収束的思考支援ツールの研究開発動向 - KJ 法の支援を中心として -, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.568-574, 1993.
- (4-3) Whitford, F., 抽象美術入門, 美術出版社, 1991.
- (4-4) Hori, K., A system for aiding creative concept formation, IEEE Trans. on man, and cybernetics, Vol.24, No.6, pp.882-894, 1994.
- (4-5) 杉本雅則, 堀浩一, 大須賀節雄, 設計問題への発想支援システムの応用と発想過程のモデル化の試み, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.575-582, 1993.
- (4-6) 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, 人工知能学会論文誌, Vol.9, No.2, pp.139-147, 1994.
- (4-7) 相原健郎, 堀浩一, 大須賀節雄, 断片的な情報の集まりから知識を構築する過程の支援, 人工知能学会論文誌, Vol.11, No.3, pp.432-439, 1996.
- (4-8) Nakakoji, K., Reeves, N.B., Aoki, A., Suzuki, H., and Mizushima, M., eMMac: Knowledge-based color critiquing support for novice multimedia authors, Proc. ACM Multimedia'95, pp.467-476, 1995.
- (4-9) 山路憲, 萩原将文, 顔画像を用いた人物カラーイラスト作成システム, 電気学会論文誌, Vol.122-C, No.5, pp.792-798, 2002.
- (4-10) 笠尾敦司, 中嶋正之, シナージスティックイメージクリエイター, 電子情報通信学会論文誌, Vol.81-D, No.4, pp.671-680, 1998.
- (4-11) 宮崎隆之, 萩原将文, 感性を反映できるポスター作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.10, pp.1928-1936, 1997.
- (4-12) 美馬義亮, 木村健一, 柳英克, 絵画作成ツール Thinking Sketch, 日本ソフトウェア科学会大会論文集, Vol.18, p.223, 2001.
- (4-13) Polanyi, M., The Tacit Dimension, Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 1966.
- (4-14) 堀浩一, 思考の可視化, 可視化情報, Vol.19, No.72, pp.2-6, 1999.
- (4-15) 楠見孝, 比喩理解の構造, 芳賀純, 子安増生(編), メタファーの心理学, 第3章, 誠信書房, 1990.
- (4-16) 高橋誠ほか, 創造力辞典, モード学園出版局, 1993.
- (4-17) 日本電子化辞書研究所, EDR 電子化辞書仕様説明書(第2版), EDR, TR-025, 1995.
- (4-18) 西尾実, 岩淵悦太郎, 水谷静夫編, 岩波国語辞典第三版, 岩波書店, 1979.

- 
- (4-19) 北田純弥, 萩原将文, 電子辞書を用いた比喻による文章作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.5, pp.1232-1241, 2001 .
- (4-20) 高階秀爾, 続名画を見る眼, 岩波書店, 1979 .
- (4-21) 山梨俊夫, 現代絵画入門, 中央公論社, 1999 .

## 著者論文目録

### 主論文に対する公刊論文

- 1 . 金久保正明, 萩原将文, 形態分析法とInput-Output法を応用した発想支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.5, pp.1413-1423, May 2003 .
- 2 . 金久保正明, 萩原将文, 概念の空間配置と類推機能に基づく映像的イマジネーション支援システム, 感性工学研究論文集 (掲載決定).

### 主論文に関する口頭発表

- 1 . Masaaki Kanakubo , Masafumi Hagiwara , Creativity support system combining morphological analysis method and modified input-output method , Joint 1<sup>st</sup> International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 3<sup>rd</sup> International Symposium on Advanced Intelligent Systems, October 2002 .

### その他の口頭発表

- 1 . Masaharu Adachi , Masaaki Kanakubo , and Kazuyuki Aihara , An analyses of response of associative chaotic neural networks to partial pattern inputs , Proc.of NOLTA'01, Session No.3-C, October 2001 .
- 2 . 金久保正明, 安達雅春, 重み付き連想記憶ニューラルネットにおける引き込み領域に関する実験的検討, 電子情報通信学会非線形問題研究会資料, NLP2001-03, pp.81-86, March 2001 .



## 付録A

### 変異語リスト

以下に、本研究で用いた変異語のリストを掲載する。変異語は、岩波新書の「続・名画を見る眼」(高階秀爾著, 岩波書店, 1971年), および中公新書の「現代絵画入門」(山梨俊夫著, 中央公論社, 1999年)において、幻想的な内容の多い抽象美術の作品を解説した文章の中から、刺激的と考えられるものを抜粋したものである。

#### 「ゲルニカ」(ピカソ)

歪む・捻じ曲げる・切断された・激しい・驚嘆・過剰な・まさつ・つぶやき・衝突・突然の・爆撃される・巨大だ・悲しむ・お化け・演技する・化身・断片・変形する・網・壊す・解体する・汚れる(計22語)

#### 「眠るジブシー女」(ルソー)

妖しい・引き込む・異様・生々しい・魔力・青白い・光る・照らし出す・何処かで・向こう側・深い・不思議な・思いがけない・星・別世界・目の前に・出現する・並べられた・振り返る・ヒントを与える・前に立つ・夢・非現実的だ・無力だ・沈黙する・現実離れしている・浸る・空々しい・威容・砂漠・隔絶された・華やかな・あり得ない・顔のそばに・恐ろしい・淋しい・降り立つ・ありとあらゆる・虹・横切る・体・融ける・透明の・大きな・現れる・金色の・輝く・猛獣(計48語)

#### 「叫び」(ムンク)

不安・血なまぐさい・悪魔・地獄・檻の中・猛獣・最終的・救いが無い・橋の上・耳を抑える・目に見えない・触れる・恐れ・奇妙だ・夕焼け・立ち去る・不気味だ・うつろだ・驚く・充満する・巻き込まれる・おびえる・身をくねらせる・必死だ・助けを求める・電波・恐れる・奇怪だ・斜めに・どくろ・口を開ける・何も無い・言い様のない・おののき・背景・広がる・不気味な・空虚だ・見開く(計39語)

#### 「アビニヨンの娘たち」(ピカソ)

詩的だ・連想を誘う・驚く・変わらない・美しい・身体・古代の・単純な・官能的・みにくい・手を上げる・さらけ出す・面影・万歳する・切り抜く・潰す・壊れる・歩み出る・

恐ろしく長い・擦れている・消える・化け物・曲げる・仮面・法外だ・密かだ・切り離す・切り捨てる（計 28 語）

### 「私と村」(シャガール)

横顔・緑色の・鋭く・夢のような・寒村・疲れきった・重々しい・無重力状態・突き出る・突き合わせる・強烈だ・十字架・鎖・幼児・二重写しに・夢の中・雪をかぶった・逆さま・三角形の・対面する・逆立ちする・両目の間に・暗い（計 23 語）

### 「印象・第3番」(カンディンスキー)

馬・大胆だ・風景・一杯だ・クローズアップする・輪郭・君臨する・様々だ・神殿・浮かぶ・シャボン玉・丸い・ひしめき合う・大勢の・抑えつける・松明・騒々しい・動き・派手だ・重々しい・明るさ・血液（計 22 語）

### 「ブロードウェイ・ブギウギ」(モンドリアン)

繁華街・眺める・心を誘う・華やかに・賑やかだ・輝き・華麗な・魂・高揚する・情熱・歩き回る・熱烈な・郷愁・捨てる・生きている・髣髴とさせる・格子状の・大小の・ネオンサイン・明滅する・若々しい・軽やかだ・幾何学的な・燃える・歌う・リズム・未来の・展開する・機械的だ・交わる・不規則だ・直交する・水平だ（計 33 語）

### 「赤いシャツを着たディエゴ」(ジャコメッティ)

小さい・傾く・均衡を崩す・線で切る・奥行きがない・凝集する・絶え間ない・拡散する・貫通する・内包する・軌跡・話す（計 12 語）

### 「ルツェルン付近の公園」(クレー)

異国情緒・みずみずしい（計 2 語）

### 「かたつむり」(マチス)

不揃いな・つぎはぎの（計 2 語）

### 「アンナの光」(ニューマン)

鮮烈だ・非物質的だ・不安定だ・あいまいだ・めまいがする・圧倒する・無機的だ・走り回る・凝視する・吸収される・拡大する・浸透する・複雑だ・（計 13 語）

**「表流」(ライリー)**

波立つ・酔う・水流(計3語)

**「大きな赤い室内」(マチス)**

黒い・白い・抜けている・燃えるような・塗りつぶす・区切る・絶え間ない・幻想・奥行きが無い・赤一色・空間・暗示する・境界線・上端・境目・何一つない・垂直な・水平な・はっきりしない・視点・低い・高い・南国的だ・花・果物・テーブル・樹木・しゅろ・不明確だ・一色だ・ひと続きだ・パイナップル・平坦だ・見下ろす・表面(計35語)

**「街頭の5人の女」(キルヒナー)**

屯する・けばけばしい・とがった・垂直だ・全身・鋭い・とげとげしい・直立する・跳ねる・鋭角的・速さ(計11語)

総計291語

## 付録 B

### 試験評価の回答例

次頁以降に、本研究で用いた試験評価のアンケート回答例を掲載する。内容は以下の通りである。

- B - 1 「形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム」のシステムを用いた発想支援についてのアンケート回答例
- B - 2 「形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム」のシステムを用いない発想についてのアンケート回答例
- B - 3 「概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システム」についてのアンケート回答例

なお、「形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム」のシステムを用いた発想支援の設問に対する回答の中で、主格的概念等のところの矢印( )は、下位概念を辿る操作を、(形)はそこで「形態分析ボタン」を押して関連概念を展開した操作を表している。また、「概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システム」の設問の中で、隠れたボックスの中にある数字を記入、とあるのはシステムの画面上のあるところに隠れているボックスの数字を記入させたものである。これは被験者には意味は教えていないが、各試験ごとの新概念を展開した回数(左側)、刺激語を設定した回数(右側)をシステムが自動的に記録したものである。なお、以下に示す回答例では回答者が記入した部分は 印を除き、イタリック体で示している。

B - 1 「形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム」のシステムを用いた発想支援についてのアンケート回答例

テーマ： 新しい料理を考える

主格的概念（何を）：食物で捉えた動物（形）

形容詞的概念（どのように）：いろいろな抽象物の属性（形）

動詞的概念（どうする）：自身行為 自身のみ感情活動（形）

副詞的概念（いつどこで）：地域（形）

選んだキーワードの組み合わせ（共通キーワード： 運否天賦）

(1) ちゃんぽんだ\*猛鳥\*前古未曾有だ\*Algerian

(2) 猛鳥\*Patagonian\*口直し\*甘口

(3) 肉食動物\*口直し\*アットホームだ\*一世一代

(4) 口が寂しい\*草食動物\*いわく付き\*oxford

キーワードの組から得られたアイデア

(1) 猛鳥のちゃんぽんで前古未曾有のAlgerian料理を作る

自己評価：A

(2) 猛鳥の口直しに甘口Patagonian料理

自己評価：B

(3) 口直しの後にはアットホームな肉食動物の料理を

自己評価：B

(4) 口が寂しい時はoxfordでいわく付きの草食動物料理を

自己評価：A

(1) ~ (4) の組み合わせによる

猛鳥と草食動物のちゃんぽんでアットホームな料理 自己評価：A

所要時間： 70分 お名前： \_\_\_\_\_

心理的疲労度  1. 楽にアイデアが出た 2. 3. 4. 5. アイデアに苦労した

良い点：先の固定テーマよりは具体的な単語が候補に挙がっていたので、想像がしやすかった点があります。

改善すべき点：一度下位概念ボタンを押した後にしばらく待たされ、気に入らないのでやり直す、といった操作に時間がかかりました。

B - 2 「形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム」のシステムを用いない発想についてのアンケート回答例

テーマ： 組織を面白くする

得られたアイデア

(1) 「つまらなさ」は良好でない人間関係から来ると思うので、人間関係の改良をするのが良いのではないか 自己評価： C

(2) 組織のことを情報発信して外部の意見を募る体勢を作るのが良いのではないか 自己評価： B

(3) 構成員が組織のあり方について無遠慮に意見を言えるような集まりなどを設けてはどうか 自己評価： B

(4) \_\_\_\_\_ 自己評価： \_\_\_\_\_

(5) \_\_\_\_\_ 自己評価： \_\_\_\_\_

所要時間： 30分

お名前： \_\_\_\_\_

心理的疲労度

(1) 楽にアイデアが出た 2 . 3 . 4 . 5 . アイデアに苦労した

### B - 3 「概念の空間配置と類推推論に基づく抽象画作成支援システム」の設問についてのアンケート回答例

以下の点について、5段階評価でしてください。(5点満点, 中間点3点)(一部数字でお答えください)

インスピレーションの湧くような画題が得られましたか 5 4 3 2 1

描いた絵は満足のいくものですか 5 4 3 2 1

画題の配置の試行錯誤を行うことは多かったですか 5 4 3 2 1

evolutionボタンを押す間に大体、何回ぐらい配置を変えましたか(回数を) 5

画題の配置を行うことは絵を考えるうえで有効でしたか 5 4 3 2 1

絵の構想が次第に変化していったと思いますか 5 4 3 2 1

画題をシステム上で集めていくような操作は多かったですか 5 4 3 2 1

集めた画題をさらに集めるようなことは多かったですか 5 4 3 2 1

システムが勝手に置いた配置を変えたくなくなりましたか 5 4 3 2 1

画題に付された色彩は絵を考える上で有効でしたか 5 4 3 2 1

stimulus\_setの機能は有効でしたか 5 4 3 2 1

システムを利用して描くのは楽でしたか 5 4 3 2 1

隠れたボックスにある数字を記入してください(左から) 5 3

最初に置いた画題の数を記入してください 5

その他、システムの使い勝手、芸術的な面からみた良い点、悪い点など、なんでも自由に記入してください。

主語と動詞の組み合わせのおもしろさで、頭で描いていた絵とは全く違うテーマの絵になりました。システムが作ったフレーズに自分なりの意味を考えることで発想は広がったと思う。

ブレインストームのきっかけとして、とても楽しめた。