

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

Computer-Aided Thinking Based on Mapping Text-Objects into Metric Spaces

角 康之*¹ 堀 浩一*² 大須賀 節雄*²
Yasuyuki Sumi Koichi Hori Setsuo Ohsuga

- * 1 東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻
Dept. of Information Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo 113, Japan.
* 2 東京大学工学部
Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo 113, Japan.

1992年11月30日 受理

Keywords: computer-aided thinking, concept intersection, text-object, metric space, bottom up process, CSCW.

Summary

In this paper, we present a system for computer-aided thinking. We propose the idea of reflecting the mental world indirectly in a metric space, and thereby supporting human thinking activity such as construction and creation of new ideas. We use a method of mapping text-objects into metric spaces in order to deal with texts. Results of experiments using our implemented system, named CAT1 (Computer-Aided Thinking, version 1), are given. We show that a user of our system can get effective stimuli to his/her further thinking. The paper also gives a discussion about potential of the CAT1 to be used for group works.

1. ま え が き

最近、発想支援、思考支援、文書生成支援、CSCW (Computer Supported Cooperative Works)、グループウェアなどに関して多くの研究が行われている[富士通 91, 石井 92]。それらの研究分野は、それぞれ対象としている目的や、具体的なアプローチは異なっているように見えるが、「人間の知的創造活動の支援」という共通の目標を持っている点で、互いに深い関連を持っていると思われる。従来の人工知能のさまざまな研究の多くが、機械にいかにして賢い(人間が行うような)知的作業を、自動的に実行させるかという観点で行われてきたのに対し、上にあげた研究分野では、知的作業はあくまでもユーザである人間の仕事であり、コンピュータはそれを支援するための「道具」にすぎないという立場をとっている[Winograd 86]。本研究もこの文脈に属するものである。

本研究では、人間の知的創造活動を支援するにはどのような人間-機械系が有効なのかを探求するために、支援の対象となる人間の発想や、グループによる作業のモデルを検討し、その見解からアプローチを定め、それに基づいたシステムを試作し、実験と評価を行った。

創造活動を支援するには、言葉や画像、音などの情報を扱える環境を用意する必要があると考えられるが、本論文ではそのなかの一つとして、テキストを対象とした思考活動に注目する。ここでいう「テキストを対象とした思考活動」とは、テキスト形式で表現されたアイデアや文章を作業対象とし、それらのなかから構造を見出し、ユーザにとって整理された状態にすることとする。この作業は、あらかじめユーザが意識していなかった情報を抽出し、新たな発想を導き出すことをも包含している。言葉とは、人間の思考を表現する道具であるばかりでなく、人間は言葉を用いて思考するという点で、思考そのものを規定する働き

を持つ。したがって、人間の創造活動を支援しようと考えるとき、テキストを扱った思考活動を対象とすることは重要であると思われる。

本研究において、我々がシステムに求めている能力をあげると次のようになる。

- ・知的創造活動におけるボトムアップ的な作業を支援するために、ユーザが自分の思考空間の構造を認識できるような環境を提供する。
- ・新たな発想のきっかけとなるような有効な刺激をユーザへ提供する。
- ・ユーザの思考過程の変化をダイナミックに捉え、それを表現する。

これらの目標を達成するために、我々は以前から、ユーザのアイデアや知識の断片を空間配置し思考空間の分節 (articulation) を支援するというアプローチをとり、AA 1(Articulation Assistant version 1)と呼ばれるシステムを開発してきた[Hori 92]。AA 1ではキーワード、もしくはフレーズをオブジェクト (空間配置の対象) としてきたのに対し、本論文ではオブジェクトとしてテキストを利用する。

以下では、まず 2 章で、本研究がとったアプローチと、我々が試作した思考支援システム CAT 1 (Computer-Aided Thinking, version 1) を紹介する。3 章では、実際の研究活動や会議に CAT 1 を利用した例を紹介し、我々のアプローチを評価する。

2. 発想支援システム CAT 1

2.1 どのようなシステムを構築しようとしているのか

具体的な方法を説明する前にまず、我々がどのようなユーザとシステムによる協調関係を構築しようと考えているのかを、図 1 により説明する。

図 1 のなかの (1), (2), (3) はコンピュータのディスプレイ上に表示されるものであり、ユーザはこの空間上で思考活動を行う。最初ユーザは、(1)にあるように自分の心のなかにもやもやと浮かんでいるアイデアや文章の断片を、テキストオブジェクトと呼ばれる仮想的なカードとして空間上に書き並べる。テキストオブジェクトには、例えば本や論文を読んで自分なりに興味を持ったところをまとめたり、感じたことを書く。また、他の研究者とのディスカッションから

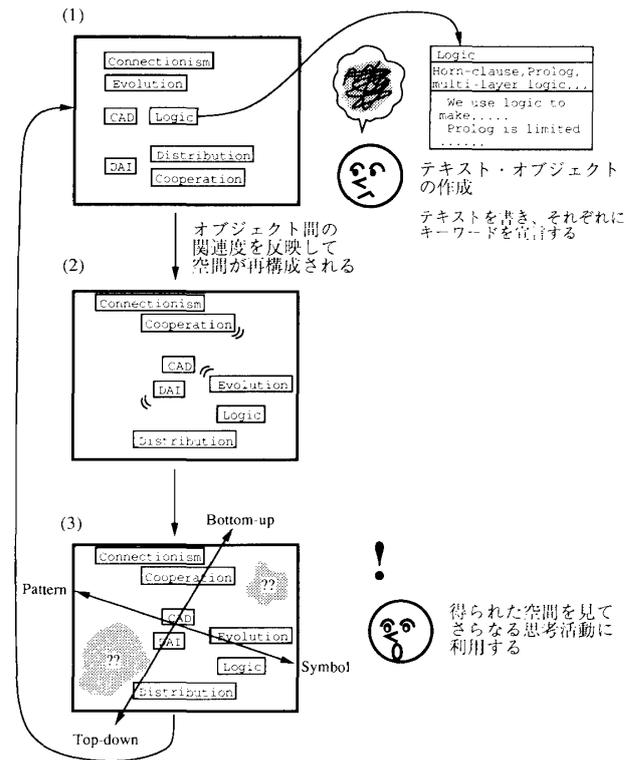


図 1 本研究で構築しようと考えているユーザとシステムによる相互関係

得られたことなどもメモとして書きためる。さらにユーザは、それぞれのテキストオブジェクトにいくつかのキーワードを宣言しておく。ユーザはそれらのテキストオブジェクトに名前を与え、空間上に配置していく*1。

しかし、そのような作業を続けているうちに、ユーザは自分の思考空間全体の構造を見失ったり、アイデアに行き詰まってしまうたりするであろう。そのようなとき、システムはオブジェクトどうしの関連性を考慮しながら空間を再構成し、ユーザへ(2)に示したような図を提供する。

(2)で与えられた空間配置のなかに、ユーザは(3)に示したような空間のプリミティブを発見し、それが新たな発想のための刺激となって、さらなる創造活動が促進されると我々は期待しているのである。ここでいうプリミティブとは、空間の軸やクラスタに与えられた意味付けのことである。すでに構築されてきた「形式」のなかに知識の断片を肉付けしていただくだけでは新たな発想は期待できない。それまでの「形式」がゆらぎ、新たな構造が再構成されるプロセスにおいて、発想は生まれると筆者らは考える。筆者らが構築しようとしているシステムは、オブジェクト集合が構成する空間の再構成のプロセスを、ユーザに提供するものにほかならない。

* 1 道具としては制限を与えないほうが拡張性が高く、望ましいと考え、今のところ CAT 1 ではオブジェクトのサイズに制限を与えていない。すなわち、テキストのサイズやキーワードの数はユーザの自由である。

2・2 本研究のアプローチ

〔1〕 オブジェクト間の関連度

本研究では、システムはオブジェクト間の関連度を距離に変換して空間配置を行う。つまり、関連度の高いオブジェクトどうしほど近くに配置される。

オブジェクト間の関連度を、距離に変換して空間配置するという手法は、これまでも統計を用いた心理学やパターン認識の研究分野において利用されてきた。その文脈においては、客観的なデータや物理的な量を値として持つような属性の組合せとしてオブジェクトを規定し、オブジェクト間の類似度を決めてきた。本研究では、これまでの「客観的類似度」を「主観的関連度」に置き換えて、この方法論を個人的なテキストという主観的なデータの空間配置に利用するわけである*2。

〔2〕 思考活動におけるボトムアップのプロセス

一つのまとまった文章を作成したり、アイデアを練り上げるには、トップダウン的な作業とボトムアップ的な作業の両方が必要である*3。本論文で扱おうとしている発想という創造活動においては、特にボトムアップのプロセスが必要不可欠であると考えられる。なぜなら、トップダウン的な思考とはときとして「いつもの型にはまったやり方」に陥りやすく、そうなると、新しいアイデアを見つけ出すことは期待できないからである。

日本で行われている発想支援研究の多くに採用されている KJ 法[川喜田 67, 川喜田 70]は、発想過程におけるボトムアップのプロセスを支援することを指向している。そのような意味においては、我々のアプローチは KJ 法に似ている。しかし、我々のアプローチが KJ 法と決定的に異なるのは、ユーザの思考活動が行われる空間の再構成を、システムが自動的に提供して

* 2 ここで客観的類似度とは、二つの異なる実体を比べた際、それらの持つ属性をできる限り明らかにして、それらの値を比較しあつたときの、それらの一致度をいう。それに対して主観的関連度とは、比較する属性を半ば意識的に個人的な興味の中かに絞り込むことによって、決定されるものであると考えている。したがって、注目される属性、そしてその値さえも、個人的な興味に左右されるため、主観的関連度は普遍的なものとはなり得ない。

* 3 処理する対象が、その抽象度に応じて階層構造を持っていると仮定し、抽象度が比較的高いところから低いところへ処理を行うことをトップダウン、逆方向に処理することをボトムアップと呼んでいる。

* 4 DIM 次元実ベクトル空間におけるオブジェクト s_i と s_j 間のユークリッド距離は次のように定義される。

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{DIM} |x_{ik} - x_{jk}|^2}$$

空間配置の方法は、このような距離空間以外の空間を用いる方法もあり得るが、多くのユーザにとって最も直観的に理解しやすいのは、ユークリッド距離に基づく空間であると考えた。

くれるということである。KJ 法を利用して一度空間を構成してしまうと、それをドラスティックに再構成することは事実上困難であり、結局最初のやり方におさまってしまうことがたびたびある。このことは、新たな発想を導く前提であるボトムアップ的な思考作業を放棄してしまうことにほかならない。それに対して我々のアプローチでは、2・3 節で示すように、ユーザはシステムからの支援を受けて簡単に新たな思考空間の切口を得ることができる。このような差異は、これらの道具を使って行われる作業そのものや、それによって得られる結果までも変えてしまうほどの影響を持つと考えられる。

〔3〕 思考空間のプリミティブ

本研究で採用したアプローチの重要な特徴は、空間のプリミティブが前もって定義されているのではなく、システムが提供する空間配置を見たユーザ自身によって発見されることにある。

オブジェクトの空間配置を利用した従来の多くのシステムにおいては、空間の軸やオブジェクトのグループに前もって意味付けがなされていることが多い[Bowers 91, Eisenstadt 90, Nuewirth 89]。それらは、システム設計者によって定義されていたり、ユーザが明示的に宣言する必要があった。しかし、発想というボトムアップ的な作業を支援することを考えたとき、この方法には問題がある。第 1 に、ダイナミックに変化していく心のなかの思考空間を表現しようというのに、将来形成されるであろう空間のプリミティブを、前もって定義することは不可能である。第 2 に、空間のプリミティブが前もって定義されていると、ユーザの自由な発想に強い制限を与えてしまう。

したがって、発想支援という文脈において、思考空間のプリミティブは前もって定義するのではなく、オブジェクト集合の全体構造を構築していきながらダイナミックに発見していくのが自然な姿であると思われる。

2・3 オブジェクト集合が構成する多次元構造の視覚化

〔1〕 オブジェクト集合が構成する距離空間

互いの関連度が、数値として与えられているオブジェクト集合の構造を表現するには、関連度を距離に変換する方法が一般的である。互いの関連度が高いものほど、互いの距離が小さくなるように変換するのである。このようなオブジェクト集合が配置される空間として、我々はユークリッド距離 (Euclidian distance) で構成される空間を採用した*4。

〔2〕 多次元構造を低次元空間内で表現する方法

N 個のオブジェクトが与えられ、それぞれの間の距離が数値で与えられているとする。これらの多次元構造を完全に表現しようとするとき、本来ならば最大 $N-1$ 次元が必要である。それに対して、ユーザが一目で空間構造を認知できるのは 2 次元以内であると考えられる。奥行き表示を工夫したとしても、仮想的な 3 次元表示が限界であろう。これでは、大量のオブジェクトによって構成された空間構造を、視覚化表現してユーザへ提供するのには絶望的であるように思われる。

しかし、本研究のようにユーザがある目的意識を持ちながらアイデアをまとめようしたり、文章をまとめようとして空間構成をする場合、多次元空間の軸の間には依存関係があることが多く、次元数にかなりの冗長性があることが多い。したがって、低次元空間内にオブジェクト集合を再構成することによって、むしろ本質的な次元が明らかになり、その次元数が 2 次元ないし 3 次元程度まで落ちることがたびたびある。

多次元の構造を持つ空間を、低い次元の空間へ変換する手法に多次元尺度構成法 (multi-dimensional scaling) がある。本研究では、多次元構造を低次元空間内に再構成することによって生じる空間のひずみに対応する標準関数を設定し、その値を小さくしていくことによってオブジェクト空間の構成を最適化に向かわせるという手法を採用する [Kakusho 83, Kruskal 64]。ここに、 N 個のオブジェクト集合 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ があつた場合の標準関数 $Stress$ を定義する。

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i=1}^N d_{ij}^2}}$$

ただし、 d_{ij} は低次元空間内における s_i と s_j 間の実際の距離、 \hat{d}_{ij} は与えられた関連度から求められた、多次元空間内における本来の距離である。

オブジェクト集合の全体的な構造は、あたかも互いに引力を及ぼしあう異種粒子の集合が、徐々に安定状態に落ち着いていくように、再構成されていく*5。このとき、標準関数 $Stress$ は粒子の集合が構成する物質全体のひずみエネルギーに対応する。粒子集合の安定状

態となる構造が初期状態によって異なることと同様に、テキストオブジェクト集合が構成する空間も初期状態に依存して、一意ではない。 $Stress$ 値は単調減少し最終的に変化が止まり、それに対応して各オブジェクトの移動も止まる。しかし、そのときの $Stress$ 値は局所的な極小値にすぎないことに注意されたい。

一般的な最適化問題においては、最適解、すなわち $Stress$ 値が最小値をとる状態を求めることが、主たる目的である。それに対し、本研究では空間構造が複数の局所解を持つことを積極的に利用する。つまり、それぞれの局所解は思考空間の異なる視点、切口に対応すると考えている*6。

2.4 キーワードの共有度によるテキストオブジェクト間の関連度の決定

前節で示したように、一度オブジェクト間の関連度が決定されてしまえば、それを距離に変換して距離空間へ配置する方法は単純である。したがって今度は、オブジェクト間の関連度の決定方法が興味を中心とせらう。

本研究では、テキストオブジェクトを空間配置の対象とするので、互いの関連度を与えるためにキーワードの共有度を利用することにした。それぞれのテキストオブジェクトにおけるキーワードをユーザ自身が主観的に宣言し、任意の二つのテキストオブジェクトが同じキーワードを共有していれば、それに伴って重み付きの関連度をカウントするのである。

この方法を採用した背景には、「より多くのキーワードを共有しあう文章は、互いに関連性が高い」というヒューリスティックが存在する。このヒューリスティックは渡部による発散的思考支援システム Keyword Associator にも採用されている [渡部 91]。

ユーザは心のなかで無意識に影響しあっている意識の断片をいくつかのキーワードに代表させ、それらの組合せでテキストオブジェクトを構成する。そのため、テキストオブジェクトには多様性が潜み、本来ユーザが一つだけの内容を書いたつもりテキストオブジェクトでさえ、空間のなかでは多様性を持つと考えられる。CAT 1 の利用においては、個々のオブジェクトの多様性はオブジェクト間の関連度に反映されるため、空間配置にも影響を与える。またその一方で、前節で述べたように、キーワードに関する宣言が同じままの場合でも、CAT 1 は空間の再構成をする際の初期状態に依存して、異なった空間配置を提示する。つまり CAT 1 は、キーワードの集合で構成されているテキストオブジェクトそのものの多様性と、オブジェクト集

* 5 [田村 92]では、この方法の拡張を行い、力学系との対応による説明を行っているので、参考にされたい。

* 6 ただし、CAT 1 は以上で述べてきたような $Stress$ 値を単調減少させながら、オブジェクトの再配置を繰り返す方法をとっているため、効果的な空間再構成を得るにはオブジェクトの数を 20 程度までに抑えることが望ましい。なぜなら、オブジェクトの数がこれ以上になると、あまりにも多くの局所解が存在し、そのなかからユーザにとって有効な刺激となり得る空間配置を探す作業が、ユーザにとって大きな負担になってしまうからである。

合で構成される空間構造の多様性、すなわち2階層の多様性を扱っている。我々は、ユーザ本人にも意識されていないようなユーザの思考空間のさまざまな切口をユーザに提供するという目的から、以上で議論した多様性を積極的に利用している。つまり我々は、ユーザがシステムを使い始める時点ですでに収束過程（例えば、KJ法におけるグループ化の過程）に入っているような作業を対象としているのではなく、思考活動のさらに早い時期の発散過程を支援することに重点を置いているのである。

3. 実験と評価

3.1 個人が書きためた研究メモを利用した思考活動

個人の研究メモをテキストオブジェクトとしてシステムを利用した例を示す。以下に、実験を通して確認されたシステム利用の効果の説明と評価を行う。

〔1〕 テキストファイルの視覚的管理

これまででも、書きためたテキストファイルを整理するために、ファイル名を工夫したり、ディレクトリを利用して階層的に分類するといったことが行われてきた。しかし、一度分類してしまったものを分類し直すという作業は苦痛であるため、一度別のグループに分類されたテキストファイルどうしは直接の関連性がないものとして管理されてきた。また、分類作業を始めの前から効果的な分類のためのグループを用意してお

くことは困難であった。それに対して図2を見るとわかるように、CAT1を利用することによって、メモとして書きためられたテキストファイルの互いの関わり合いを、視覚的に確認することが容易になる。つまり、すでに作られたディレクトリ構造やそれぞれの書かれた時期の枠を越えて、テキストファイルを管理することが可能になると期待できる。人間の「発想」や、「創造」という知的活動が「連想」による面が大きいことを考えると、このような道具が人間の思考活動に与える効果は大きいと思われる。

従来の多くの思考支援システムが基礎にしているハイパーテキスト型のアプローチは、人間の創造活動の「連想」的な側面を支援するものであり、効果をあげてきた。しかし、ハイパーテキスト型システムには、認知的過負荷、迷子現象と呼ばれる問題があることが指摘されてきた[Conklin 87]。認知的過負荷とは、オブジェクトの数が増え、それらが互いに縦横無尽に連結されることによって、その集合が形成する空間全体の意味するところを認知することが困難になることである。迷子現象とは、オブジェクト間のリンクをたどっているうちに、いま自分が全体のなかのどこで何をやっているのかがわからなくなる現象である。この二つの問題は、ユーザが大量のオブジェクトの集合を広い視野で見ることができないことから生じている。CAT1は、これらの問題に対する一つの解決策を提供していると、我々は考えている。

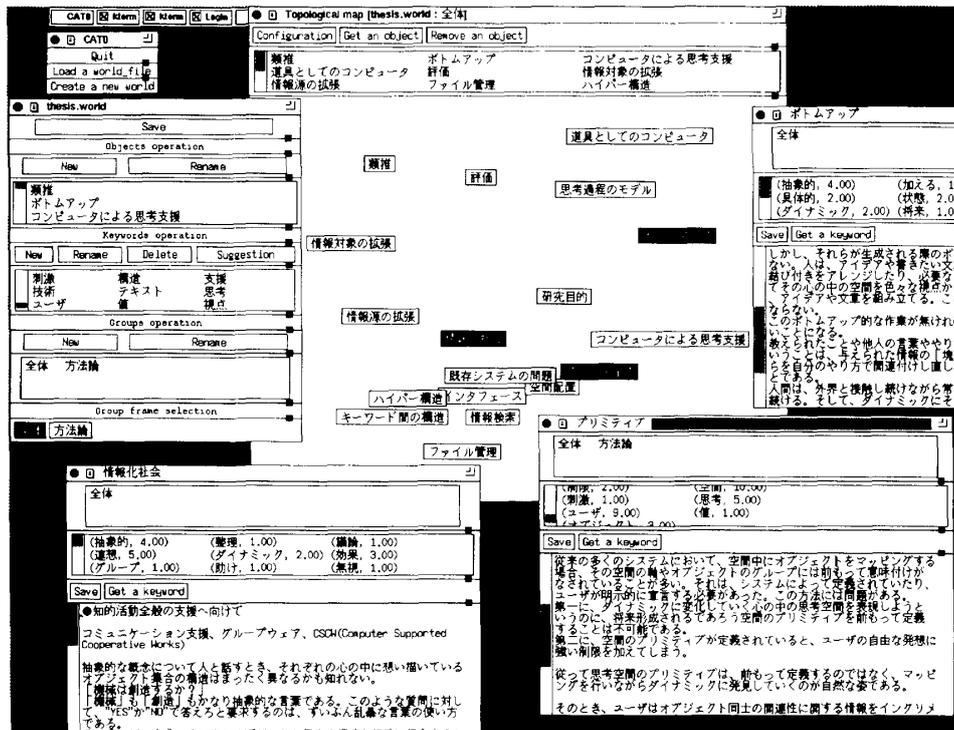


図2 システムCAT1利用例の概観

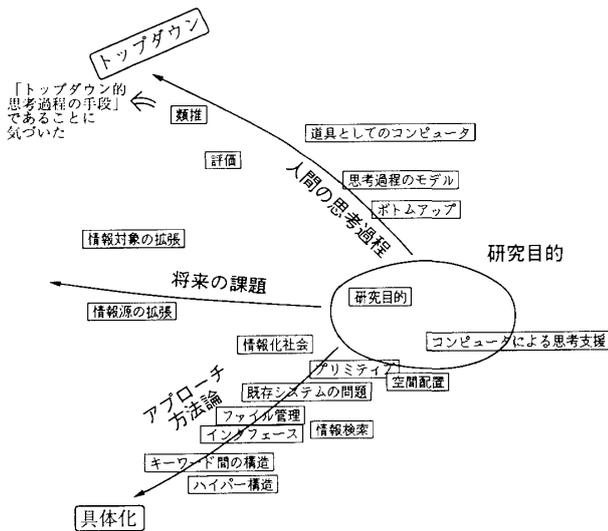


図3 CAT1を利用して研究メモによる思考空間を構成した例

〔2〕 新たな発想のための刺激

図3は、筆者の1人が修士論文を書いた際に、その内容をふくらませていく過程で、研究メモをテキストオブジェクトとして利用し、実験を行った例である。この図を見ながら、筆者自身が得た「発想のための刺激」を説明する。

まず、空間の中心に「研究目的」と「コンピュータによる思考支援」というオブジェクトが位置しているのに気づく。この二つのテキストは、本研究の目的、課題にあたるものである。これらが空間の中心に位置しているということは、これら二つの内容が本研究の核として妥当なものであるということを示唆しているように見える。

事実、これらを中心として、3本の軸がのびているのが確認される。その3本の軸とは、「方法論、アプローチ」の軸、「将来の課題」の軸、「人間の思考過程（あるいは、思考活動）」の軸である。これらについて順番に見てみる。

まず、「方法論、アプローチ」の軸である。この軸上では、空間の中心寄りに研究の目的、課題といった抽象的な内容が位置し、外へ向かうにつれて内容が具体化していることに気づく。つまり、「プリミティブ」や「空間配置」は本研究の核となる方法論であり、それらを具体化するために、「キーワードの構造」や「ハイパー構造」について考えていく必要があることをユーザである筆者の1人に気づかせた。

次に、「将来の課題」の軸を見てみる。まず将来の課題として、情報化社会での大量情報をどのように処理するかという問題や、扱える情報を拡張したいという希望があげられる（「情報化社会」）。これらについて、具体的な課題をあげた「情報対象の拡張」（情報処理の

対象の拡張）と、「情報源の拡張」（対象を提供するソースの拡張）が将来の研究の方向を指し示している。

最後に、「人間の思考過程」の軸を見てみる。空間の中心寄りには、本研究で主に支援しようとしているボトムアップ的な思考過程について書かれたテキスト「ボトムアップ」が位置している。軸に沿って見ていくと、紙や鉛筆の延長としてコンピュータを利用することを提案している「道具としてのコンピュータ」を経て、軸の最も外側には「類推」が位置している。このとき、ユーザである筆者の1人は、普段から思考過程のボトムアップとトップダウンという対の概念について思いをめぐらしていたのだが、そこに「類推」という一見別の概念がぶつかり、それらの関連性に気づかされた。つまり、「軸の外側がトップダウンに対応しているのではないか」というひらめきと、「類推は人間のトップダウン的な思考過程の手段である」というアイデアが同時に頭に浮かんだのである。さらに、この「人間の思考過程」の軸が「将来の課題」の軸と同方向にのびていることから、「類推」が将来の工学的な研究課題の一つとして人間のトップダウン的思考の支援、または解明のためのテーマとなるのではないかと、という新たな思考へのきっかけを与えてくれた。

以上のような議論から、CAT1が出力する空間配置は、ユーザの思考空間を投影するのに満足な結果を示しただけでなく、新たな発想への刺激をも与えるものであると考えてよい。

〔3〕 コミュニケーション支援としての効果

以上の議論では、ユーザとしての筆者の1人の思考への刺激としての効果のみを説明した。ここではさらに、このようなシステムが複数の人間の間でのコミュニケーション支援としても、役に立つであろうことを考察する。

図3は、この空間の構成に携わった本人以外にとって、最初は全く無意味なものであり、解釈不可能であるかもしれない。しかし、複数の人間による協調作業の際には、他人には一見解釈不可能と思われる主観的情報も処理の対象とされるべきであり、そのためには、前節で示されたようなユーザ本人による空間の解釈をグループ内で伝えあうことが重要である、と我々は考えている。

これまで、CSCW やグループウェアの研究分野において開発されてきたシステムには、協調作業への参加者の意見や知識を、客観的な形式で表現しようとするものが多かった[Conklin 88, Winograd 86, Winograd 88]。個人の意見や知識を参加者全員で共有し、一つの目標に向かってグループの意思を統一させるた

めには、このようなアプローチは当然のものであると思われる。しかし、グループ作業における比較的最初の段階において、新しいアイデアを導き出すことを目的とするならば、これまで用いられてきたアプローチはかえって制約になってしまうであろうと筆者らは考えている。

それに対して、CAT 1 から提示される空間はそれを構成したユーザ本人の主観に強く依存している。そのため、彼はその空間（すなわち彼の思考空間）の構造を他人に伝えるために、空間の構成要素である個々のテキストオブジェクトについて説明するだけでなく、それらの組合せや関係によって作り出された空間の全体構造を特徴づける軸やクラスターへの意味づけを行い、それを他人に伝えようとするであろう。つまり、CAT 1 を利用することによって、複数のユーザは各人の考えを構成する要素の単なる集合を伝えあうだけでなく、それらが構成する構造をも伝えあうことができるのである。このことは、コミュニケーションにおいて欠かすことのできない側面であると思われる。したがって、CSCW やグループウェアにおいては、グループ作業のこのような側面をも支援するような道具、環境作りを心掛けるべきである、と筆者らは考える。

3・2 複数ユーザが互いの主観的見解の違いを伝えあう効果

複数ユーザの利用による CAT 1 のコミュニケーション支援の側面についてさらに考察するために、次のような実験を行った。

比較的共通した研究分野に興味を持つと思われるユーザを 2 人用意し、それぞれに CAT 1 を利用してもらおう。その際、2 人にとって共通の話題であると思われるものを複数個用意し、それに対応した名前を持つテキストオブジェクトの集合で各人の思考空間を構成してもらおう。テキストの内容、キーワードの宣言については各ユーザの自由である。共通の話題としては図 4、図 5 中に示す 12 の話題を用意した。

図 4、図 5 はそれぞれユーザ A とユーザ B が、CAT 1 を使って作り上げた思考空間である。図 4、図 5 中には図 3 と同様に、思考空間を作り上げた本人によって空間内に見つかった構造を説明する記述が描き込まれている。

これらを見比べてまず気づくのは、空間全体の構造がよく似通っているということである。つまり、どちらの空間にも三つのグループが構成され、さらにそれらを構成しているオブジェクトの組合せがよく似ているということである。このことは、2 人のユーザが同じ

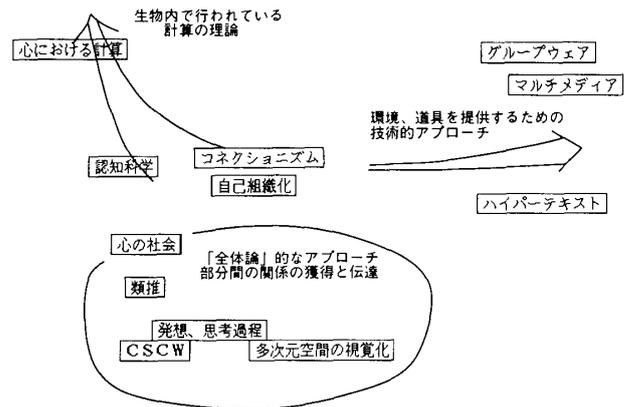


図 4 CAT 1 を利用してユーザ A が構成した思考空間

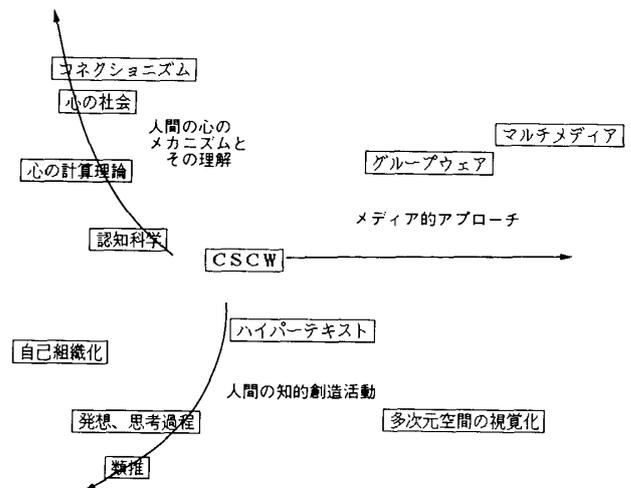


図 5 CAT 1 を利用してユーザ B が構成した思考空間

環境で似たような問題意識を持ちながら研究生活を送っていることから、当然のことといえる。

しかし、この結果を見て注目すべき点が二つある。第 1 に、2 人の思考空間で互いに対応しあうと思われるグループに対して、各ユーザが異なる意味づけをしているということである。例えば、各自の空間の左下に位置するグループに対して、ユーザ A は「全体論的なアプローチ—部分間の関係の獲得と伝達」と名づけているのに対して、ユーザ B は「人間の知的創造活動」と名づけている。

第 2 に注目すべきことは、2 人の空間の全体的な構造がよく似通っているにもかかわらず、二つの空間でいくつかのオブジェクトの位置関係が明らかに異なっているという点である。例えば「心の社会」を、ユーザ B は人間の心のメカニズムとして見ているのに対し、ユーザ A は人間の「発想、思考過程」と関連するものと見て、さらに「類推」との関連性に注目していることがわかる。一般的に見れば、ユーザ B の見解は非常に一般的なものであるが、逆にいえば表面的なものともいえる。それに対して、ユーザ A の思考空間内の「心の社会」の捉え方は非常に主観的な見解であ

り、同時に興味深いものである。このことは、逆にユーザ B についてもいえることで、一般的に言えばメディア的アプローチの一つであると思われる「ハイパーテキスト」を、ユーザ B は人間の知的創造活動の文脈で捉えていることが、図 5 を見ることによって知ることができる。

このように、一見同じ環境のなかで同じ言葉を使い、心のなかの複数の概念間の関連づけも同じであると期待されるような 2 人の間にも、概念の捉え方に微妙な差があり、各人の興味は異なる。CAT 1 はこのような様子を視覚化することによって、無意識のうちに起こり得るコミュニケーションギャップを埋めるのに役立つであろうことが期待される。

また、二つの空間に対する解釈は、実際にユーザ A とユーザ B が互いの空間を見せあい、自分の空間と相手の空間の相違を検討するなかで、見つけ出されたものであることに注目していただきたい。つまり、ユーザ A の指摘によって、ユーザ B 自身があらかじめ意識していなかったことに気づかされる可能性も大いにあり得るのである。この効果こそ、我々が日々グループ作業を行う重要な意義の一つであり、CAT 1 はその作業を進めるうえで有効な道具の一つであることが期待される。

以上の主張を実証するには、より多くの実験が必要であり、今後の課題として考えている。

3.3 会議支援としての利用

グループで行われる知的創造活動の一つである会議の支援についても考えておきたい。筆者らは実際に、自動車の概念設計を行っている会社から、会議の記録を借りてきて実験を行った。実験に使った資料は、数人の参加者が自由に連想された言葉を書き留めていった、百数十枚に及ぶカードである。1枚のカードには、1~2行の断片的な文章が書かれていた。資料を借りた時点で、それらのカードは、その会議全体を眺めていたマネージャによって、小分類から中分類、大分類という具合に階層的に分類されていた。もちろん、その分類はマネージャの個人的で一時的な分類にすぎない。そこで我々は、CAT 1 を用いて分類の再構成を試みた*7。

実験を行った結果、特定の個人が一時的に行った分

類の枠にとらわれず、さまざまな切口で会議の空間構造を再構成することができた。これを、その会議のマネージャに見てもらったところ、会議中には気づかなかった構造に興味を持ってもらうことができた。また、会議における中心的話題が何だったのか、そしてどのような方向に話題が発散していったのかを捉えることが可能になった。

今回の実験は時間的に静的なものになってしまったが、将来的には書記や議長が CAT 1 を利用して会議の流れを確認、制御するといったようなリアルタイム型の支援をすることも考えられる。

4. む す び

本論文では、コンピュータを利用した発想支援の一つのアプローチとして、テキストオブジェクトを距離空間に配置する方法を提案した。本研究でとったアプローチが従来の多くの思考、発想支援研究と異なる点として次の二つのことを中心に述べた。第 1 に、ユーザの心の世界を空間表現するというアプローチをとるにあたって、空間のプリミティブ（軸、グループ、リンクなど）は前もって用意するのではなく、オブジェクト集合の全体構造が構築されていくなかで、ユーザ自身によってダイナミックに発見されていくのが自然な姿であると主張した。第 2 に、複数の人間による思考活動を考えたときに、従来の多くのコミュニケーション支援、会議支援システムではそれぞれの参加者の考えや知識を、すべての参加者で共有しようという目的から、なるべくそれらを客観的に形式化しようとするアプローチがとられてきたのに対して、我々はむしろ個人の主観的な意見や、知識を交換しあえるようなアプローチをとることも必要であることを主張した。本論文では、試作された実験システム CAT 1 を実際の研究活動や会議などに利用した例を紹介し、本研究でとったアプローチが人間の発想に対して、有効な刺激を提供する方法となり得ることを示した。

謝 辞

本論文を書くにあたって、有益かつ貴重なコメントをいただいた査読者の方々に感謝いたします。

*7 この際、カードはテキストオブジェクトとしては「粒度」が小さすぎたので、マネージャが用意した 30 程度の小分類をテキストオブジェクトとして利用した。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Bowers 91] Bowers, J. M. and Benford, S. D. (eds.): *Studies in Computer Supported Cooperative Work*, North-Holland (1991).
- [Conklin 87] Conklin, J.: Hypertext: an introduction and survey, *IEEE Computer*, pp. 17-41 (Sept. 1987).
- [Conklin 88] Conklin, J. and Begeman, M. L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, *Proc. CSCW'88*, pp. 140-152 (1988).
- [Eisenstadt 90] Eisenstadt, M., Domingue, J., Rajan, T. and Motta, E.: Visual Knowledge Engineering, *IEEE Trans. on Software Engineering*, Vol. 16, No. 10, pp. 1164-1177 (Oct. 1990).
- [富士通 91] 富士通研究所 国際情報社会科学研究所: 発想支援システムの構築に向けて, 第7回国際研シンポジウム報告書 (1991).
- [Hori 92] Hori, K. and Ohsuga, S.: Word Space Processor for Assisting the Articulation of the Mental World, *Information Modeling and Knowledge Bases*, Vol. 3, pp. 182-197, Ohsuga, S., Kangassalo, H., et al. (eds.), IOS Press, Amsterdam (1992).
- [石井 92] 石井 裕: 協調活動支援とヒューマンインタフェース, 大須賀節雄 編, ヒューマンインタフェース, 第1章, オーム社 (1992).
- [Kakusho 83] Kakusho, O. and Mizoguchi, R.: A new algorithm for non-linear mapping with applications to dimension and cluster analyses, *Pattern Recognition*, Vol. 16, No. 1, pp. 109-117 (1983).
- [川喜田 67] 川喜田二郎: 発想法, 中公新書 (1967).
- [川喜田 70] 川喜田二郎: 続・発想法, 中公新書 (1970).
- [Kruskal 64] Kruskal, J. B.: Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis, *Psychometrika*, Vol. 29, No. 1, pp. 1-27 (March 1964).
- [Nuewirth 89] Nuewirth, 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 (Nov. 1989).
- [田村 92] 田村 淳: 記号間の力学に基づく概念マップ生成システム SPRINGS, *情処学論*, Vol. 33, No. 4, pp. 465-470 (1992).
- [渡部 91] 渡部 勇: 緩い協調: 協調情報フィルタリングシステム, *情処学研報(ヒューマンインタフェース)*, Vol. 91, No. 18, pp. 179-186 (1991).
- [Winograd 86] Winograd, T. and Flores, F.: コンピュータと認知を理解する (平賀 譲 訳), 産業図書 (1989).
- [Winograd 88] Winograd, T.: Where the action is, *BYTE*, pp. 256-257 (Dec. 1988).

[担当編集委員・査読者: 國藤 進, 折原良平]

— 著 者 紹 介 —



角 康之 (学生会員)

1990年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業, 1992年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻修士課程修了。現在, 同大学院博士課程在学中。本論文の内容は, 主に修士課程在学中になされたものであり, 現在はこれと関連してソフトウェア開発における上流行程支援に関する研究を行っている。電子情報通信学会会員。

堀 浩一 (正会員), 大須賀 節雄 (名誉会員) は, 前掲 (今号, p. 118) 参照。