

個人知識の外化に基づく思考支援環境

三宅 芳雄

中京大学

情報科学部 認知科学科

ymiyake@sccs.chukyo-u.ac.jp

個人の知識構造の外化を中心にした思考支援環境の構想とそのプロトタイプ
の現状について報告する。思考内容を外化することが思考の進展にどのように
役立つかを考察し、外化との関わりで従来の思考支援環境を検討する。次に、
個人の知識構造を外化しそれを思考の支援に役立てるものの可能性とその問題
点を検討する。さらに、思考支援環境が現実の思考に役に立つための条件を考
察し、思考支援環境の構想とそのプロトタイプ作成の現状について述べる。

A Thinking Aid Environment Constructed on Externalization of Individual Knowledge Structure

Yoshio Miyake

Chukyo University

School of Computer and Cognitive Sciences

ymiyake@sccs.chukyo-u.ac.jp

A thinking aid environment based on the externalization of one's own knowledge structure
is proposed and the current state of the prototype system is reported. I review the roles of
externalization for thinking and examine the usefulness and problems of the externalization of
knowledge structure. I also consider practical aspects of realizing the thinking aid
environment for the prototype construction.

1.はじめに

思考は心の中の情報処理の過程だと捉えることができるが、思考が外界との相互作用なしに心の中だけで成立すると考えるのは適当でない。現実の人の思考は心の中の情報（知識）と外界にある情報との複雑なインターアクションの結果として成立する。例えば文章を作る場合を考えてみると、どのような文章を書くのかという構想を練るのに、頭の中だけで考えるのではなく、メモを取ったり、図を書いたりして考えることが多い。また、文章が完成するまでには、途中何回も書いた文章を吟味し書き直す。この他にも、関係する本や論文を読んだり、他の人と議論することなども思考を進める上で重要な言うまでもない。

このように、思考が外界の情報との複雑なインターアクションの結果によって進展するものであることを考えると、このインターアクションをより効果的なものにするによって、思考を促進させ、支援することができる可能性がある。現代の情報機器はいろいろな場面でこのインターアクションを促進させ、人の思考を支援していると言えるだろう。例えば、さまざまなデータベースに蓄積された情報をコンピュータネットワークを介して容易に手にいれることができるようになったことは、思考の促進につながっている。しかし、情報機器の思考支援への応用の可能性は、単に情報を手に入れ易くすることによる思考の支援にとどまらない。現代の情報機器は従来の心の中の情報と外界の情報とのインターアクションを促進するのに留まらず、これまでにない新たなインターアクションのパターンを作り出すことによって、さらに効果的な思考支援を実現することが期待できる。

我々は、人と外界、人と人の間のインター

アクションを研究し、情報機器によってそのようなインターアクションを制御、促進することによる知的活動支援環境の研究を行っているが、その一環として、個人の知識構造の外化に基づく思考支援環境を研究している。ここでは、文章の作成など構成的な思考に果たす外化の役割を検討し、従来の思考の結果としてのアイディアの外化にとどまらず、思考の基礎にある個人の知識構造そのものの外化を中心にした思考支援環境の構想とそのプロトタイプの現状について報告する。

2.思考の外化

文章に自分の考えを書き表すことによって、思考が進展したという経験を持つ人は少なくないだろう。また、人は思考の途中で考えたこと、思いついたことをメモに取りながら考えることが普通である。思考の途中で思考内容を外化することが思考をさらに進展させるのに役立つことは少なくない。例えば、「思考支援環境はどのようなものであるべきだろうか」という問を言葉にして外化しておくことが思考をすすめるのに役に立つ。これを出発点にして、いろいろな角度や観点から吟味していくうちに、さまざまな考えが出てくる。例えば、「思考の支援を考えるには、支援の対象である思考過程がわからなければならない。これまでの思考支援環境にはどのようなものがあつたのだろうか。またそれが実際にどのように役に立っているのだろうか」という問が出てくるだろう。

このように考えを外化することが思考の進展に役立つのはなぜだろうか。外化することの明かな利点として、考えを外界に保存し、人の限られた記憶の能力を補えることがあげられる。次々にアイディアが出てくるような場合、せっかく思いついたよい考えも、全部覚えておくことはできず、メモにとっておい

て外化しておかないと忘れてしまう可能性が高い。このように外化は人の記憶力を補う点でそれ自体役にはたつ。しかし、単にメモなどによって、外界に考えを保存し、人間の記憶を補うだけでは、思考の進展にはつながらない。思考が進展するためには、新しい考えを作りだされなければならない。考えを外化することが思考の進展に役立つのは、考えが外化されることによって、吟味や批判の対象が明確になるために、吟味や批判がやりやすくなり、結果として思考が進展しやすくなるからだと考えられる [1]。

人は一足飛びでよい考えを産み出すことはなかなかできない。思いついた考えを吟味し、問題点を見つけ、それを改善しながら、次第により考えを形づくっていくのが普通である。自分自身の考えに対しても、いろいろな角度や観点から批判的な吟味や検討を加えていくという過程を経なければ、よい考えが形成されない。人間の情報処理の能力には限界があり、考えは頭の中にあるより外化されている方が、認知過程に負担がかからず批判的に検討、吟味しやすい。特に、考えが複雑になればなるほど、頭の中だけで吟味し、批判的に検討することは難しくなり、外化しておくことが必要になる。

3. 計算機による外化の支援

思考の外化を容易にし、外化された考えをより操作、吟味しやすくすることができれば、思考の支援につながる可能性がある。従来の思考の外化の主な道具は紙であり、外化はその上に言葉やメモ、図を書くことによって行われた。このような外化の道具として、紙の代わりに計算機を使うことによって、外化された考えをより分かりやすく表示したり、より柔軟に操作、編集することができるようになれば、結果として思考の支援につながると

考えることができる。実際、計算機を用いた思考支援環境のなかには思考過程で生じたアイデアを整理し、操作するための道具を与えることによって、思考を支援しようというものが少なくない [2]。例えば、パーソナルコンピュータ上のいわゆるアイデアプロセッサやアウトラインプロセッサ、またいわゆるKJ法をサポートするエディターなどがその例である。

このような計算機による外化の支援は従来の紙の上の外化の支援と較べた時、確かに利点は少なくないだろう。しかし、外化そのものに関して言えば、考えが言葉によって表されている以上、紙の上に書かれている外化と計算機のディスプレイ上の外化との間にさほど本質的な差があるわけではないだろう。いったん考えが外化されれば、それが紙の上にあるか、計算機の上にあるかで吟味、批判の過程がそれほど違ってくるとはとは考えられない。

計算機を外化に役立てる一つの方向は過去に外化された考えを計算機に入れておき、それを取り出せるようにしておくことである。計算機の紙との道具としての違いの一つは計算機が多量の情報を保持し、その中から情報を迅速に取り出せるという点である。

筆者は過去に外化された考えが後で役に立つかどうかに興味を持ち、5年ほど前から、個人的な実験を行ってきた。筆者は、メモも含めて自分で生成する言語情報はほとんど全て計算機の中に作りだしているの、それらを全て保存し、必要なものを取りだしやすくするための一種のハイパーテキスト環境を作成し、使っている。完成した文章とともに、推敲中途の文章、文章を作成するためのメモ、思考過程のメモなどがかなりの量、蓄積されており、それらは階層的に整理されて保存されているため、比較的容易に参照可能になっ

ている。

このようなシステムを日常的に使っている経験から分かったことの一つは過去の思考の途中で書いてメモを見てもあまり現在の思考の役には立たつようにはみえず、ほとんど使われないということである。メモは思考過程で発生した考えの断片であり、その場において役に立たつという性格が強い。自分で書いたにも関わらず、そのメモの意味がわからないことが少なくない。過去のメモから有効な情報を得るコストが一般に高すぎて、過去のメモなどをみないで新たに考えを進めたほうが能率がよいという感じが強い。

これは、メモにはそのメモが発生した時点での思考の流れのなかの一部の情報しか残されていないという事情があるからだろう。メモの集積は氷山の一角の情報だけが集まったものになり、メモが生み出された、背景、文脈の情報が欠如している。これはメモである以上、自然なことであるのかもしれない。考えを進めている時点では、背景、文脈は十分理解されており、当座の思考にとってそれをわざわざ書き下すことは、思考を先に進めるという上では必然性が少ない。新しく発生した考えを忘れないようにするためにメモは書いても、複雑な背景、文脈を手間をかけて記述することはないからである。

一方、もう一つの思考の外化の産物である文章の方は、メモが参照されないのに較べて、時々、参照され、それが実際に役に立つことが多い。文章として完成されたものは部分の間に脈絡がついて一つの意味のある構造をなしており、後で読んでもそこにある情報を読み取ることができる。過去に書かれた文章の方は後からでも、批判、吟味の対象とすることができ、思考を進めるのに役立つ。

4. 個人の知識構造の外化による思考支援

考えを外化することが思考の進展に役立つのは、外化によって吟味や批判がしやすくなるからだと考えることができるだろう。そうならば、吟味や批判をもっとしやすくする環境を構成することが、思考の支援につながることになる。人が吟味や批判をどのようにするかその認知過程の詳細は必ずしも明かではない。しかし、特定の角度や観点を意識的に持ち込むことによってそれに基づいて吟味や批判をしている場合がある。例えば、「思考支援環境はどのようなものであるべきか」という問に対して、「システムのユーザーインターフェイスを改善するには、その認知過程をまず理解することが必要だ。」という観点を持ち込めば、「思考過程とはどのような特徴を持つかを明かにしよう」という考えが出てくる。同じような考えは、より一般的に「よりよい支援を実現するためには、支援の対象を知るべきだ」という観点からも出てくるかもしれない。このような考えを進めるための分析の角度や考察の観点が全く出てこなければ思考は進まない。また実際に思考が進展するためには観点だけではなしに、回りに関連する具体的な知識も必要になる。思考支援環境について考える時に、思考過程やユーザーインターフェイスに関する知識が全くなければ思考はなかなか進展しないだろう。

吟味や批判をしやすくするためには、吟味や批判に関わる頭の中の知識を外化し、参照しやすくなることが考えられる。吟味や批判を可能にし思考を進めることができる知識全体をここでは個人の知識構造と呼ぶことにする。言い換えれば、個人の知識構造そのものを外化し、参照することができれば、思考を進展させるのに役立つ可能性が大きいと考えられる。そのようなことを可能にすることによって、一つの思考支援環

境が実現できるだろう。

5. 知識構造の外化の難しさ

しかし、現実には、自分の知識構造を外化し吟味することは必ずしも容易ではない。従来、思考において、外化され、吟味されるものが思考の結果としてのアイディアや文章であったことは、知識構造の外化が困難であることと無関係ではない。

一般に人は自分の認知過程の結果は意識できるが、その過程自体についてはなかなか意識できない。例えば、自分が研究論文など文章を構成する過程を内省してみても、思考の結果として産出される文章自体は明らかだが、それがどのような知識に基づいて、どのような心の中のプロセスを経て出てくるのかは明らかではない。文章産出の認知心理学的研究においても、文章産出過程の概略を記述するモデルは存在しても [3]、個々の文章産出に至る詳細な過程が明らかにされているわけではない。思考過程の結果ではなく、そのような結果を産みだした思考がどのような知識によって導かれたのかを外化することが困難なことは、人工知能の研究において、エキスパートシステムを構成するために専門家の知識を取り出すことが容易でないことが知られていることから分かる。

6. 知識構造の外化の可能性

確かに、思考過程に関わる知識を取り出すことは思考過程の結果を取り出すことのように簡単ではないが、このことが全く不可能だというわけではない。実際、人間の問題解決過程の研究では、人が用いるさまざまな思考方略が報告されている。また、そのような思考方略を意識的、系統的に用いることが問題解決過程を促進するのに役立つことも知られ

ている [4]。文章作成のような構成的思考の場合にも、思考を導くのに役立つ知識はある程度取り出せる。

例えば、論文を書くようとしている時に、論文が全体としてどのような構成になるべきかという知識は、思考の進展に関わる知識だと言えるが、そのような知識の中には意識して取り出せるものもある。論文が、まえがき、本論、あとがきなどの部分から構成されるという知識は論文を作成するには必要な知識である。また、このような論文の表層的な構造に関する知識だけでなく、より深く内容に関わるものとして、論文には、解決しようとしている問題、問題の意義、従来の研究、従来の研究の限界、ここでの新たな成果、などが述べられるという知識もある。

このような構造に関する知識はより具体的な思考の結果に較べれば抽象的、一般的であり、意識しにくく、取りだしにくいものではあるが、一度取り出すことができれば、一般性が高いために、いろいろな場面で思考を進展させるのに役立つ可能性が高い。

7. 個人知識の外化に基づく思考支援環境

外化された個人知識に基づく思考支援環境の基本機能は、当面の思考に関係する個人知識を簡単に参照することができることである。当面の思考に関係する個人知識は少なくないと考えられるので、全部を一度に参照することはできず、いろいろな角度から参照することができるように、うまく構造化されていなければならない。例えば、「思考支援環境はどのようなものであるべきか」という考えの回りには、人間の認知過程に関わる知識、ヒューマンインターフェイスに関わる知識、システムの実現に関わる計算機の知識など多様な知識が関わっていると考えられ、それらの

知識が必要に応じて簡単に参照できるようになっていなければならない。言い換えれば、いろいろな角度から関連する情報を見ることができるよう知識が構造化されている必要がある。

この知識構造化の外化に基づく思考支援の最大の問題として、いかにして参照するに足る知識構造を構築するかという問題がある。ある程度支援環境が大きくなれば、この支援環境を用いて思考が行われ、思考過程で発生した新たな知識が知識構造に自然につけ加わることで知識構造がより有用なものへと発展していく良い循環が始まることが期待できる。例えば、「思考支援環境」について考察していた過程で、「メモが役に立たないのはメモが文脈、背景と切り放された文字の列に過ぎないからだ」という考えが出てきたとき、使っている思考支援システムの中で、それは単なる文字列からなるメモとして記録されるのではなく、すでに外化されている思考支援に関する知識、例えば「外化の種類」の中の「メモによる外化」についての知識の一部として、構造化されつけ加えられていく。

将来は、新たにこの支援環境を使い始めるユーザーはすでにある自分にあった知識構造を出発点にしていくというのが現実的であろう。そのようなものがない出発点にいる現状では手作りで知識構造を構成していく必要がある。

実際の思考の支援では、さまざまな作業の係がうまくとれるようになっていることが大事である。例えば、「思考支援システムにはどのような側面があるのか」というように、知識の構造化を考えているときに、必ずしもすぐに適当な構造化が思い浮かぶとは限らない。このような時は、メモにいろいろな可能性を忘れないように書いておくこともあるだろう。このような場合、そのメモが構造化の

生成に直接使えるようになっていなければならない。また、思考の最終的なアウトプットとして文章が必要なことも少なくないだろう。構造化された知識から、文章が簡単に生成できることも必要になる。反対に、まず文章があり、それを元に、知識の構造化がなされる場合のサポートも必要である。

構造化された知識をつけ加えるだけでなく、思考の途中ではメモやは略図を書くなどがある。また、文章を書くということも当然起こる。メモにしろ、文章にしろ、知識の構造化にしろ、必要な情報を気持ちよく入力し編集することができなければ、実際に思考の外化を効率よく行うことはできない。言い替えば、使いやすいエディターやワードプロセッサの機能を思考支援環境が持っていることは当然である。

人間がものを考えるのは場所を選ばない。紙のメモ用紙と同じようにどこにでも持ち運びができ、常にユーザーの身近にあるということも、おもいついたアイデアを外化し、現実の思考に役立てるためにも重要な条件の一つである。

8. プロトタイプシステムの現状

現在、構想された思考支援環境のプロトタイプは Smalltalk/ObjectiveWorks の上に構築中されている。

知識構造は「アイデア」と呼んでいる属性の集まりからなる Frame型の基本単位から構成されて、属性を通して、他のアイデアと関係づけられネットワークを構成する。図1と2はともに一つのアイデアに関係するいろいろなアイデアを参照するためのブラウジングのビューである。図3は参照機能とともに、新しいアイデアを創り出したり、

別のアイデアとを関係づけたりするためのビューである。この他にもいろいろなビューが用意されその使いやすさが試されつつある。

9. あとがき

優れたヒューマンインターフェイスを実現するためには、現実の使用の中で、たくさん

の改善をしていってはいじめて実現できると考えている。

現在のところ、このプロトタイプには必要な機能の中の一部が実現されているだけである。特に、思考支援環境の中心である知識構造も一部しかない。今後、何年かをかけて試行しつつ充実させていく予定である。

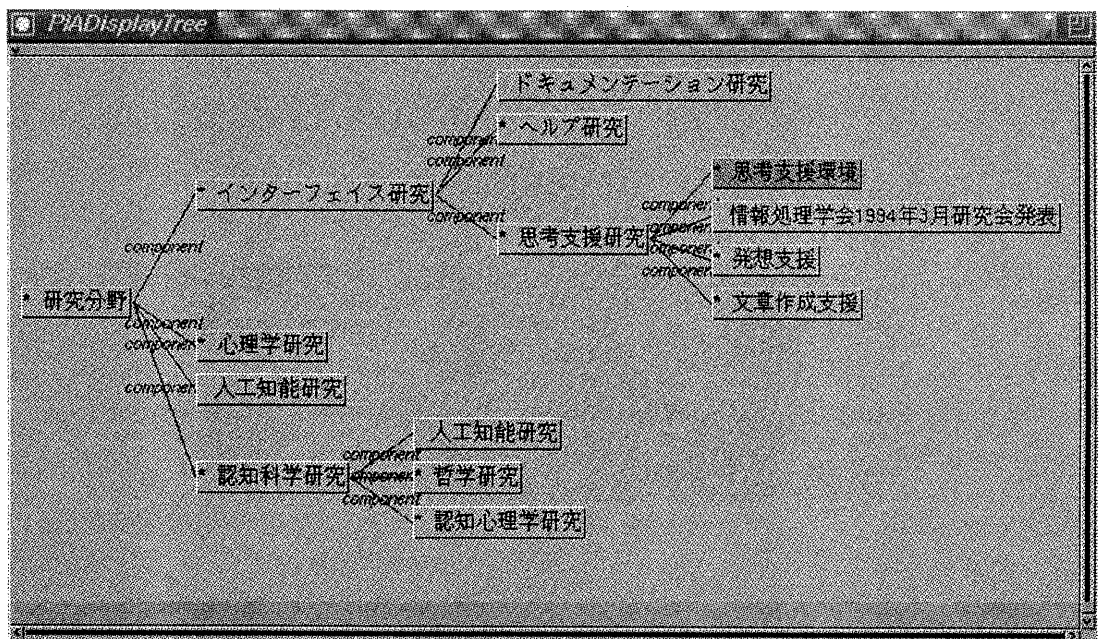


図 1

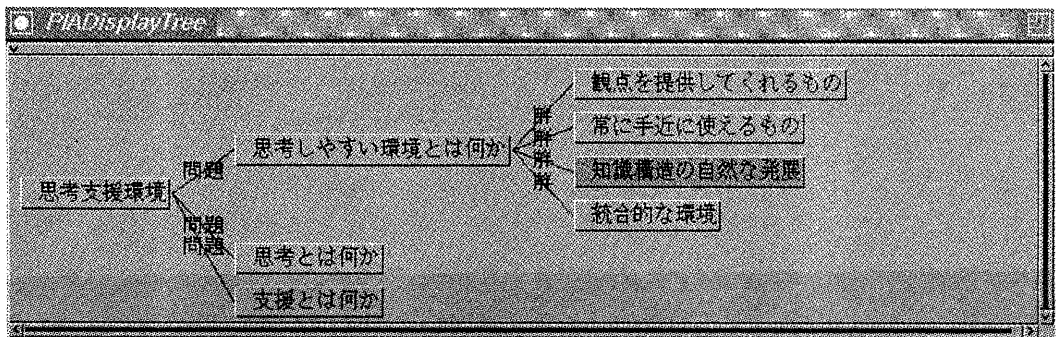


図 2

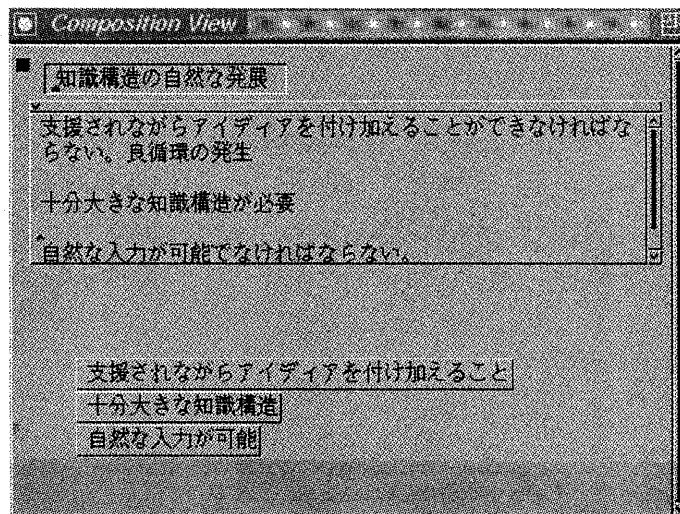


図 3

参考文献

[1] 三宅なほみ：「思考中途結果の外化による思考の促進」 日本認知科学会第6回大会発表論文集 pp. 98-99. 1989

[2] 折原良兵：「発散的思考支援ツールの研究開発動向」 人工知能学会誌 Vol. 8, No. 5, pp. 56-567. 1993

[3] Hayes, J. R., & Flower, L.: "Identifying the organization of writing processes." In W. Gregg & E. R. Sternberg (Eds.), *Cognitive processes in writing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 1980

[4] Schoenfeld, A.: *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press, 1985