

3Q-2

発散的問題解決における
作図利用の効果について

伊藤毅志 古郡廷治

電気通信大学情報工学科

1. はじめに

我々が解いている問題は、大別すると2種類に次の2つに分類される。一つは、誰が解いても（正解であれば）同じ答えに至る収束的問題であり、もう一つは、解く人によって解答が異なったり、そもそも正解などない発散的問題である。

従来の認知科学的問題解決研究では、ハノイの塔などのパズルの問題をはじめとして、クイズや数学や物理の問題などの収束的問題が殆どであった。この理由は、これらの問題は良定義問題（問題の目標状態、操作子が明確な問題）であり、被験者の行動がある程度実験者にも予想されるために、研究の対象としては扱いやすかったからと考えられる。それに対して、発散的問題の方は、近年ようやく少しずつ研究として扱われつつあるにすぎない¹⁾。

しかし、実際の我々の日常生活を考えてみると、殆どが悪定義問題であるばかりか発散的問題でもあるような問題に囲まれていると言える。例えば、「お昼に比較的安くておいしいものを食べる」とか「普段着になるようなズボンを選ぶ」などの日常的問題は操作子も不明確であるし、人によって結論の異なる発散的問題である。このように、発散的問題の研究が意義深いものであることは明確だろう。

本研究では、このような発散的問題を解決する際に視覚的イメージ（特に作図）が、どのように問題解決過程に影響を与えているのかについて考察していく。

2. 作図の分類と解決意図

筆者は、これまで、収束的問題（特に幾何の証明問題）を例に挙げ、行動として外部に現れる視覚的情報

処理である作図行動に関して調べてきた^{2) 3)}。その結果から、作図には以下の3つの働きがあることが分かってきた。

①保持性

図形などの視覚的情報では、すべての図的情報を細部に渡って保持しつつ問題解決を行うことは作業記憶容量の限界から難しい。そのため一時外部に図形を保持して作業記憶の負担を軽くする。

②操作性

式や論理ではステップを踏んで情報を変化させねばならないところを図的表現を用いることによって、文的表現より容易に変換ができるようになる場合があり、その利点を積極的に利用する。

③全体性

文的表現においてバラバラになっていた情報が図的情報では空間的に関連づけられて配置されているため、文的表現では得られなかった副次的な情報が得られやすい。

我々人間は、上記の3つの作図の働きを意識的にせよ無意識的にせよ意図して使うことによって、問題解決に役立てていると考えられる。さらに、我々は、パフォーマンスの違いから作図を8つに分類した（逐語的作図、条件記入作図、条件拡張作図、推測的作図、状況考慮作図、解法考慮作図、実験的作図、部分強調作図）。そして、これらの8つの作図が、問題解決過程のそれぞれの段階の意図と結びついて用いられることも収束的問題を例に挙げて示してきた。

本研究では、これら研究を基に、8つの作図が発散的問題でどの様に用いられ、解決過程にどの様に影響しているのかを調べて、発散的問題と図的思考過程を考察していく。

Effects of Drawing Diagram in Solving Diffusive Problem

Takeshi Ito, Teiji Furugori

University of Electro-Communications

1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182, Japan

3. 発散的問題解決の心理実験（予備実験）

3. 1 目的

実際に、発散的問題を被験者に解かせてみて、作図をどの様に用いているのかを調べる。特に、上述の収束的問題で見られたような8つの作図が発散的問題でも見られるのかを調べ、思考過程における意図との関係をその結果をもとに考察する。

3. 2 方法

一般理系の大学生を被験者にして、デザインの問題2題「未来の自動車を設計し、デザインして下さい」「自分の大学の新しい校章をデザインして下さい」を与えて自由に思考させる。そして、思考過程で思いついたイメージをなるべく図にするよう教示しながら、発話プロトコル分析を行う。

3. 3 結果

まだ予備実験の段階で、具体的な結果は出ていないが、実験結果としては、以下の3つが示唆されそうである。

1) 問題の設定（発見）を被験者本人が自分でやる必要があり、収束的問題解決とは異なる問題解決過程が見られた。

以下の3つの特徴的な問題解決方略が見られた。

A. 思いつくアイデアを列挙していく方略で、互いにあまり関連がないと思われるような様々なアイデアが次々に列挙される。例えば、校章のデザインの問題では、校章に使えるようなデザインを列挙するような場合であり、「大学所在地の市のマーク、大学の敷地の略図、大学の地形、大学の特徴、などなど」を図でも単語でも何でも列挙するような方略である。

B. Aで列挙した内容を整理していく段階で、問題の目的にあったものを選抜していく。校章のデザインでは、抽象化した表現、簡単な表現になるかどうかというのが一つの評価基準になった。このような評価基準を基に、列挙された事柄を吟味していくような方略である。

C. 「問題発見（設定）→問題解決」という流れで、自分なりにこの発散的な問題を解くための副目標としての収束的な（もしくは、より簡単な発散的）問題へ置き換えて問題を解こうとする。例えば、校章のデザ

インの問題で、「被験者本人がいくつか挙げたアイデアの中から2つを組み合わせる組み合わせをすべて列挙する」などの問題を自分で設定して解くような解決の方略である。

発散的問題解決では、上記の3つの方略が繰り返し現れ、徐々に洗練された解答に変化していく過程が観察された。

2) 作図に関しては、解決者のデッサン能力が重要な意味を持っていることが示唆された。

頭に思いついたアイデアをすんなり図にできない人の場合、図にすることで作業記憶の多くの容量を使ってしまうように思われた。デッサンの比較的上まい人と下手な人とでは、アイデアの量も質にもかなりの差が見られた。言葉で思いついたアイデアを図で表現する能力がこのような図を用いた発散的問題では、重要な意味を持つことが示唆された。

3. 4 考察と今後の課題

作図能力（特に言語的情報を図的情報に変化させる能力）と問題解決能力の間には大きな関連があることが示唆された。しかし、作図能力が低いから解決能力が低くなるのか、解決能力が低いから作図能力も低いのかは、まだ明確ではない。作図ツールのようなものをコンピュータ上で用意して、使える作図能力を統制することによって、解決能力を比較したらどうなるか調べる必要があろう。今後は、さらに詳しい実験を行い、解決方略と作図の関係を調べていく。

参考文献

- 1) Qin, Y. & Simon, H. A. " Laboratory Replication of Scientific Discovery Process. ", *Cognitive Science*, pp.281-311 (1990)
- 2) 伊藤毅志、大西昇、杉江昇 問題解決で作図はどのように生成されるかー作図の分類と問題解決スクリプト、信学'93春大、シンポジウム、p.1-439,440 (1993)
- 3) 伊藤毅志、大西昇、杉江昇 人間の作図過程を説明する問題解決スクリプトと作図の分類、電子情報通信学会論文誌、Vol. J77-D-II, No. 4 pp.811-822 (1994)