



# 学習過程における表現の役割

## —教育と Virtual Reality—

Some Roles of Visualization on a Process of Learning  
—Education and Virtual Reality—



美馬 のゆり  
Noyuri MIMA

◎1960年9月生まれ

1986年 Harvard University 教育学系大学院  
Interactive Technology 修了, 1995年東京大  
学大学院教育学系大学院修了

◎研究・専門テーマは学習メディア論, 認知科学,  
教育工学

◎埼玉大学 教養学部

(〒338-8570 浦和市下大久保255/E-mail:  
noyuri@ya2.so-net.ne.jp)

### 1

#### 教育におけるコンピュータの利用

コンピュータを教育に利用することの目的としてよくあげられるのが、子供一人ひとりの進度に合わせることができ、コンピュータは忍耐強くそれを続けることができるということと、実際に教師が子供に説明する際にマルチメディアや Virtual Reality (VR) などの技術を利用して、美しい映像や画像などを多数使用し子供の興味関心をひくことができるということがある。

しかし、この教師の代行や教師の補助のための教材提示装置としてのコンピュータ利用への反省と批判が、認知科学を背景とした立場から生まれてきた<sup>(1)</sup>。このような流れの中、既存の教室での活動をコンピュータによって効率化することよりも、子供の学習過程を見直すことが重要であるという視点からコンピュータの利用を考える研究が出てきた。子供の思考過程、動機づけなどを考慮し、真の意味で学習者を助ける「思考の道具」としてコンピュータを利用しようというものである。ここでいう「思考」とは、認知科学の研究の流れである相互作用的な立場にたつものである。この立場から導かれる学習観、知識観では、通常人間の思考は頭の中にあるとされる知識や規則が、人間のおかれた環境に独立したものとして構成しうるものではないとする。すなわち、思考とは人間のまわりにあるさまざまな外的事物との相互作用としてこそ成立するものだとする。

本論文では、最近の認知心理学研究、特に学習過程における研究の流れから「学習」とを捉え、そこにおけるコンピュータの利用、VRを含む表現技術の利用について考察する。

### 2

#### 思考の外化

人間は何かを考える時に、自分の考えを紙に書いたり人に話したりする。そのことによって、自分が何を考えているのか、どうしたらよいかがよくわかるからである。こ

れを認知心理学では「思考の外化」とよぶ。自分の頭の中にあるもやもやとしたものを、外に出すことによって整理し、吟味できるような状態にし、さらにそこからまた頭の中に持ち込んで考える。つまり頭の外と内との情報をじょうずに利用して相互作用を行うのである。このような思考の外化の道具としてコンピュータは大いに役立つ。例えばワープロの利用方法として、清書の道具としてではなく、とにかく思いつくまま文章を入力する。そして文章の切貼りの機能を使って推こうしていく。これはまさに思考の相互作用である。音楽や絵画の創作活動などもこの特性を利用して実際に行われている。

コンピュータに代表されるような新しい道具が出現すると、それを教育に利用しようとする動きはいつも起こる。テープレコーダ、テレビ、ビデオなどもそうである。これまで多く行われてきたのは、現在行われている教育の新しい道具による「効率化」に関するものである。「今までの道具ではできなかった教育とは何か」「何を教育したいのか」というように、教育の内容を根本から問い直すことはあまり行われてはこなかった。この「今までにはできなかったこと」、しかし「新しい道具の出現によって可能となること」を考えるためには、その道具の特性について考える必要がある。そこで本論文では、この思考を外化する過程を広い意味での表現活動としてとらえ、コンピュータを思考の道具、表現の道具として Virtual Reality 技術の教育への応用について考察する。

### 3 学習場面での思考の道具

コンピュータを思考の道具として教育へ利用する例として、Geometric Supposer という幾何学学習用のソフトウェアがある(図1)。これは、紙、鉛筆、定規、分度器、コンパスを使って図を描くことをコンピュータ上で可能にすることにより、仮説を立て、探究する活動を支援するための道具である。ドリル・アンド・プラクティス型のソフトウェアとの大きな違いは、問題を提示したり、何かを教えようとするものではないという点である。学習者の出した条件にしたがって作図や測定だけを行う道具である。

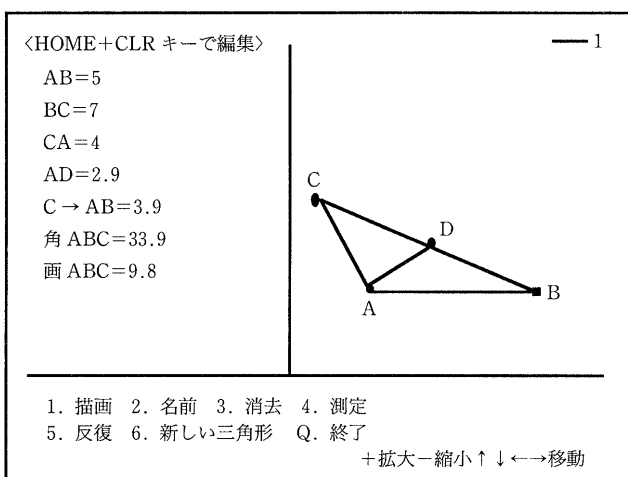


図1 Supposer による作図画面の例

Supposer の最大の特徴は、学習者の行った作図や測定手順を記憶し、与えられた条件を満たす図形を次々にランダムに作成し、表示する機能がある点である。学習者はそこに表示された図形群から共通する性質や関係を見つけ、仮説を立てる。この与えられた制約をランダムな図形として可視化 (visualize) することで、そこに潜む関係を学習者の側にアフォードするのである。

同じような課題であっても、利用する道具(従来の道具と Supposer)によってその解決へのアプローチが異なり、表示したもの、あるいは表示されたものによって、それが仮説の生成、検証という過程において、思考の支援になる、あるいは妨げになる相互作用の過程が報告されている<sup>(2)</sup>。

ここで注目すべきは、表示された図形から、そこに潜む関係を発見することにおいては、特に教育の場面においては、最新の技術、高速で精かなもの、現実世界に近いリアルな表現、あるいは自由な操作性が必ずしも有効であるとは限らないという点である。

## 4 Visualization と教育

1980年代後半から盛んになってきたコンピュータ・サイエンスの研究分野として Visualization (可視化) がある。これは、「あるデータ群を知覚可能なものに変換する」ことを通して、データに潜む関係を理解しやすくするのがその目的であるといえる。そこには大きく分けて二つの異なる方向がある。一つは、あらかじめ見せたいデータの構造があり、それを可視化する場合である。飛行機の機体のまわりの風の流れや、地球上の雲の流れやオゾン層をそれらの数値データから視覚的データに変換して表示させるものである。これは現実に行っていることを画面上で再現するため、あるいはシミュレートするための可視化である。

もう一つは、あるデータセットは与えられているが、そこから何か特別な構造、性質を見つける、仮説を導くための可視化である。MRI (断層撮影装置) などのデータにさまざまな変換を行い、異なる表現形式にすることによって、そこにあるがん細胞などの病変箇所を判断させるものである。あるいは表現形式を変化させることによって、そこにあるデータ間の関係を見つけさせるものである。

## 5 コンピュータが支援する協調学習

1990年代中頃から、コンピュータを利用した協調学習システムの研究分野として CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) がある。

その中の一つに CoVis (Collaborative Visualization) プロジェクトがある。CoVis は、地球環境科学における「科学者の実践の共同体」を教室において実現することを目標としている<sup>(3)</sup>。実践の共同体とは、同じ目標と関心を共有する人々のグループである。地球環境科学で研究者が利用しているのと同じようなレベルのツールを子どもに提供する。Weather Visualizer, Climate Visualizer,

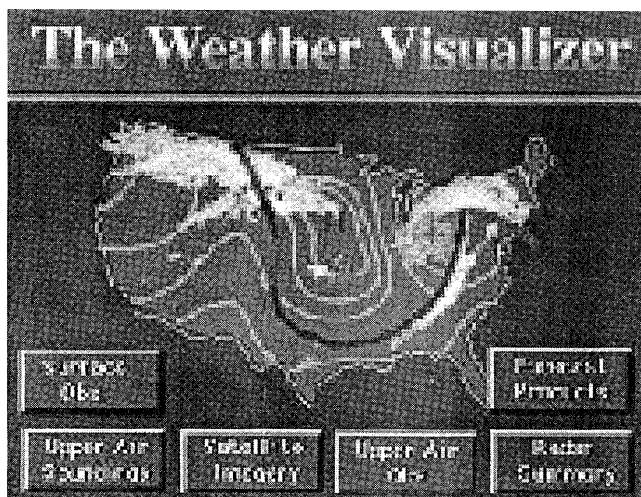


図 2 CoVis の表示画面の例

Greenhouse Effect Visualizer などが用意されている。過去から現在に至るまでの気象データを入手し、自分の目的にあった気象イメージを表示することができる (図 2)。このソフトウェアは、気象データを単に表示するだけではない。その利用によって、「同じ目標を遂行する中で、共通の活動を行い、同じ道具を用い、共通の言語を使用し、自分の考えを述べる。共通の活動を通じて、同じ信念や価値体系を共有するようになる」ことを目指している。

そのプロジェクトの一貫として、科学の探索型学習においてオープンエンドかつ共同学習を行うための Collaborative Notebook というソフトウェアが含まれている。これは、ネットワーク上のハイパーメディア型データベースであり、科学研究活動に対応した形で、質問、仮説、推測の証拠、推測の反証、計画、計画の小ステップ、情報、コメントの 8 種類のページが用意されている。子供はこれらの各ページに課題遂行上から得た情報を書込み、リンクを張ることによって、情報を構造化し、可視化していくことができる。このような情報の枠組みは、学習者に科学者たちの思考、活動に結びつける状況を提供し、実践の共同体を構築する。

## 6 VR と教育

これまで可視化技術に注目し、その教育への応用について、コンピュータを思考の道具、表現の道具として位置付け述べてきた。これまでの議論は、VR の教育的応用にもそのまま適用できる。すなわち、VR の特徴として、仮想空間を作り出し臨場感を得ることで、遠隔地で体験できたり、危険な実験を擬似体験できたり、現実では不可能な世界 (たとえば人間の体内) を体験したりすることができる。これらの特徴も表現の道具、思考の道具としてのコンピュータの利用として考えることができる。

Norman は道具について「内省のための道具」と「体験のための道具」について述べている<sup>(4)</sup>。体験の道具とは、世界を体験し、世界に働きかける手段を与えるものである。望遠鏡や、自動車、映画やレコードもこれにはい

る。これに対し内省の道具とは、表現に対する修正と働きかけの手段を与えるもので、ワープロや表計算、グラフィック・ソフトウェアもこれにあたる。これらは、現実の世界からある特徴を抜き出し、人工的な表現にすることで、ある関係に集中できるようにする。内省、すなわち再吟味するとき、新たな解釈をみつけたり、別の案がないかを吟味することができ、その体験の意味を深く考え、深い理解を促すのである。

学習者のための道具、思考の道具としてのコンピュータの教育的利用を考えるならば、内省の道具としての活用は、最も有効である。内省の道具は、現実の世界をコンピュータ上の表現に置き換え、それら进行操作する環境を与える。しかしここで注意しなければならないのは、表現と現実を取り違えてしまったり、表現されなかった情報が無視されてしまう、表示方法によって解釈が異なってしまうことが起こりうることである。したがって、このような特徴を理解しながら研究開発を進めていく必要がある。

## 7 学びの過程の重要性

可視化や VR の研究は、コンピュータやその周辺機器の技術の進歩によってさらに進んでいくであろう。そこでは、単なる表示の効率や美しさの問題だけでなく、現実には見ることのできない、体験することのできない世界を作り出すことによって、理解を促したり、発見させるための道具として利用する研究も進められている。そしてこれらの研究からその表現方法はタスクによってかなり異なることも明らかになっており、一般的な議論がしにくいものである。したがって VR の研究は、工学者はもちろんのこと、表現しようとするさまざまな分野からの研究者、教育における利用ならばその利用に関わる人々、また、人間の思考過程や理解過程、視知覚過程に関わる認知心理学者など、学際的な研究が必要となる。

以上紹介した二つのソフトウェアは、上述の可視化の二つの目的を同時に含んでいる。すなわち、あらかじめ見せたいデータの構造の可視化と、あるデータセットは与えられているが、そこから何か特別な構造、性質を見つける、仮説を導くなどを行うための可視化である。

思考の道具、表現の道具、内省の道具としてコンピュータを学習活動の中で利用していくことは、今までにはなかった新しい学習のあり方、環境を提供していくことになり、大きな成果が社会的に期待されている。

(原稿受付 1999 年 5 月 18 日)

### ● 文 献 ●

- (1) 美馬のゆり, 不思議なネットワークの子どもたち, (1997), ジャストシステム.
- (2) 上野直樹・ほか (編), 美馬のゆり, 思考の道具・学習の道具, 認知的道具のデザイン, 金子書房, (印刷中).
- (3) Edelson, D.C., Pea, R.D. and Gomez, L.M., The Collaboratory Notebook, *Communication of the ACM*, 39-4 (1996), 32-33.
- (4) Norman, D.A., *Things That Make Us Smart*, (1993), Addison-Wesley; 佐伯 胖 (監訳), 人を賢くする道具, (1996), 新曜社.