

平成9-11年度 文部省科学研究費補助金 基盤研究 (C) (2)  
研究成果報告書

造形体験を促進する学習ソフトウェアの開発  
(課題番号09680268)

平成12年3月  
代表者 福本謹一  
(兵庫教育大学芸術系教育講座教授)

.....

平成9-11年度  
文部省科学研究費補助金 基盤研究 (C) (2)  
研究成果報告書

造形体験を促進する学習ソフトウェアの開発  
(課題番号09680268)

平成12年3月  
研究代表者 福本謹一  
(兵庫教育大学芸術系教育講座教授)

.....

## 目次

### 研究報告論文

はじめに	1
メディア社会における人間性の変容と学校教育への影響	1
メディア社会の罪過	2
情報化社会における価値観の変化	3
学校教育へのコンピュータ導入の問題点とその対処	3
メディア社会に生きる力としての方向	5
図画工作科におけるコンピュータ利用の必要性	6
従来の表現メディアとコンピュータとの比較	6
コンピュータによる表現活動の存在意義	8
コンピュータによる表現領域の変化	9
素材や場との触れ合いを大切にする活動との接点	10
図画工作科における表現活動システムの開発理念	12
図画工作科におけるコンピュータ活用の可能性	12
求められる図画工作科における表現のためのソフト	12
現代コンピュータアートの表現方法からの導入	14
新しい表現活動システムの視点	15
表現ソフトの設計と教育的利用	16
開発の理念	16
開発システムの内容	17
開発システム利用の可能性と実践方法	22
開発システムの問題点と方向性	23
おわりに	25
研究発表	26
プロシーディング	26
研究経費	31

条件を整えていくことが必要なのだろうか。

ここでは現代の社会が人間に及ぼす影響についてコンピュータ利用の側面から見直し、この社会に必要な力とは何かを考察する。

## メディア社会の罪過

### 1. シミュレーション社会における経験概念の変化

今日の高度情報化社会と言われる日本において、学校の教室や企業のオフィスに見られるコンピュータ中心の生活は日常的となり、現在ではごく普通に、「情報社会」とまで呼ばれるようになった。コンピュータを中心とする新たなテクノロジーとメディアの進出により我々を取り巻く日常生活は急変し、日常の現実感覚そのものが揺らぎはじめている。その原因として今日の生活経験の変化があげられる。ボードリヤールをはじめとする社会学者は現代社会を「シミュレーション社会」と定義している。

シミュレーションとは模擬を意味し、実際に行っていないことをあたかも自分が行った行為のように思わせる経験である。この人工的に作り上げられた現実により構成されたシミュレーション社会と言われる現代において、その経験構造は大きく分けると直接経験と間接経験の2種類に分ることができる。この経験構造の変化が人間にいろいろな影響を与えはじめた。以前は直接経験が多くを占めた生活環境であったが、現実と非現実の錯綜する生活（シミュレーション社会）では、次第に直接経験の割合が少なくなってきた。そのことで、体験の多くは身体的な実感を伴わない実感不在の体験になり、擬似的・二次的体験に変化した。実感がない、個に還元しない感性のため観念的体験の比重が大きくなってきている。それがきっかけとなり、現代社会に生きる人間には、身体的同一性の喪失、アイデンティティの崩壊、自己そのものの揺らぎというべき人間の本質に関わる問題点が表れていると岡本は云う。

### 2. 仮想現実的経験による錯覚

シミュレーション体験が進み、より現実に近づいたものをバーチャルリアリティ（人工現実・仮想現実）的体験と呼ぶと、今日のバーチャルリアリティは、今後の電子メディアの技術的発展により、より高度化し、人間の認識構造をも解明し自然な実感に限りなく近づくであろうことは、ある程度予想できる。実際に、立体めがねをかけ見える映像の全てが全く不自然でなく脳に認識され、その上、視点を変えると、周囲の映像をも変化できるほど技術の進歩はめざましい。しかし、その技術が進めば進むほど仮想現実的経験は限りなく実感に近い幻想であるにも関わらず、あまりにも実感に近づいたために、現実や本物と非現実や偽物との境界を見失う恐れもある。さらに、テレビ、ラジオなどもマスメディアの発展により、情報によって作られ編集された現実に価値を見だし、人間の感覚や自然の体験により実感を通して得た価値が低下している今日、人間の持つ本来の感覚を失う状況にあると言える。

## 情報化社会における価値観の変化

1. テレビによる感覚の変化テレビが出現して40年あまりたち、我々はその間にテレビに慣れ、テレビ的視覚に次第に同化するようになってきた。テレビを中心とするメディアに囲まれて生きる人間は、次第にテレビの中でリアリティを感じるようになることはそれほど特異なことではない。においやその場の空気といったものがテレビでは伝達できないが、そういったものがなくても視覚の集中によってそうしたものをむしろ不要にする場合さえある。

例えば、プロ野球の試合ではスタンドからの視野と同時に、ジャンボスクリーンに映し出された画面を見ることはあたりまえで、これがかえって現実感や臨場感を持つ装置として成立している。間近に見られないということもあるがモニターの方が何か自分に近いようなものを感じるどころがある。また、小劇場などの舞台と観客との座席の距離がこの10年間に少しずつ開いてきているという事実から、目の前にある実体との直接性よりもモニターやスクリーンを通した、あるいは少し距離をおくことよってのテレビカメラ的視覚の方が普通の感覚に近くなってきたのではないだろうか。そして、現代の人間は、直接にものを見て感じ取っていた時代に比べ、テレビカメラ的視覚感覚が個々の身体に内在化しつつあると考えられる。

2. メディア・ネットワーク社会に生きる能力我々は自分自身の生身の身体感覚を通して世界と触れ合うことでより確かなリアリティを感じる。例えば暑い夏の風や土の匂い、喉を通っていく水の感覚などがそうである。ものに触れたり触ったりするということは、単なる接触ではなく、精神とものの生命との内的な交流である。つまり、触覚が他の諸感覚を先導するもっとも重要な感覚として考えられていた。

しかし、そのような状況に変化が起きてきた。身体と世界との間に次々とメディアが介入し続け、それまでの身体と世界のつながりが、身体は情報が通過していくメディア・ネットワーク上の連結点にすぎないような概念図ができはじめてきたのである。そのような今日状況の中で、我々が生きていく能力としては直接的経験だけでは不十分であると考えられる。つまり、生身の身体感覚を通した触れ合いが確かなリアリティを生む時代もあったが、機械化の進んだ工業化社会、ついで、電子化による情報化社会においては、身体感覚（目で見、手で触れる）と自然とのダイレクトな関係だけが現実を作っていると考えるのは不十分である。現代社会を生き抜くためには、メディアを通した感覚や感情体験として把握できる能力も必要となってくる。

## 学校教育へのコンピュータ導入の問題点とその対処

1. シンボル操作の得意な現代の子ども像前節のような社会状況に生きる子どもはメディアの情報量が増大したことで、集められたがらくたでプリコラージュするよりもファミコンやコンピュータで操作する中によりリアリティが存在する。つまり、言い換えると子どもの遊びが実際のものを使った操作から、シンボル操作へと変化しているのである。テレビゲームの特徴は、付加、除去、転換から操作は任意で、一瞬である。それに対して、生活の中で描いたり作ったりする行為は、ものと

の触れ合い、交流を通して行われる。また、現代の子どもたちには接触感覚・触覚がないといわれている。しかし、それは経験不足が原因ではなく、現代社会が触覚感覚を失わせるような機会を増加しているからである。確かに、実存の操作は大切であるが、今日の状況から見ると直接経験が不足してしまうのは否めない。このような状況の中で生活している子どもたちにとって、メディアを通じた活動にも対応できる能力が必要である。そこで、実際のものを使った操作ではなく、シンボル操作の得意な現代の子どもであるからこそ、シンボル操作をとおして、実際の操作では経験できない伝達表現行為を考えることに目を向けさせることができるのではないかと考える。

2. コンピュータ利用の危険性メディアを通じた感情体験やシンボル操作は今日の社会には必要であるが、その際使用するコンピュータには影の部分も多く見受けられる。以下に、コンピュータ利用の危険性をあげる。

コンピュータの操作自体が新たな学習差になる。

浮遊したイメージの世界に閉じこもりがちである。

具体的なものの質といった情報に対して疎くなる。

生命といったものに対する実感が薄れる。

突発的要因の伴う生きた人間とのコミュニケーションが損なわれる。

電磁波への人体への影響? 人間やものを機械に隷属する側に置く。

充実感に富む主体的活動の場を奪い、さらに生きることの本質を無価値化するクールな眼や虚無的な態度を培う恐れがある。

人間の原初的な身体機能や感覚・知覚能力の発揮を抑制する面がある。

体感的感覚が減退し、間接的知覚器官である眼が、あらゆる事物に対して知りたがる欲望器官として発達する。このことで、実質的側面には興味を示さず、表面的外観的特質だけを捉える傾向にある。(視覚の優位)

眼前の対象の生きた状態を共感的、感情移入的に捉える視力、生命の尊厳や自然の神秘的情緒や人間の人格、存在価値、魂、超越者といった見えなき本質を見る視力が弱まってくる。

コンピュータ利用について佐伯は以下のように述べている。「コンピュータはしてくれる機械の代表として導入されると恐ろしいことになる。ものとの接触をどんどんはなれて、ただ架空の世界のルールにのっていることになる。そういうときに私たちはどういう傾向が現れてくるかということ、手続き化、ステップ化というものごとのルールや手続きでものを運ぼうとする。こういうことが、コンピュータ導入で助長されることが危険なことである。」コンピュータは確かにいろいろなことに使用でき、使い方によっては人間の活動や発想を手助けするが、すべて、人間が主体となった場合である。コンピュータを全てとせず、ひとつの道具として位置づけることが、危険性を少しでも少なくする方法である。

3. 従来の道具と比べたコンピュータの性質コンピュータのあり方を考えるときインターフェイス(接面)に着眼点を置くと、次のように考えられる。人間が手で作っていたときには、手がものとの接面であり、力が伝わったり働きかけを

したりし、それに応じてものが手を通して人間へと情報を返してきた。道具を使うようになると、界面は手から先への道具へと移っていくが、それは、体の一部として感じることでできる範囲であった。しかし、道具の発達により、因果関係力学関係のつながりのある道具から、触れていることが体感できないものへと移行していった。そこでは、界面から反響が返ってこない世界である。コンピュータの中のボタン一つでの操作は現実世界になにが起こっているのか、界面の存在すら薄れてくる。自分の存在感もなくなり情報だけが伝わってしまい、コンピュータのプログラムにしたがって、ボタンが押され、コントロールされる。

コンピュータは具体的なものと接していく機械ではなく、そのことを命令する機械である。よって、ものとの接触から離れ架空の世界のルールや手続きが重要な傾向にある。そこで、人間が実感を持つ、調整がきく、自分が世界と接しているという感覚を持つアナログ的情報処理が一方にあり、他方で計画して吟味して進めていく媒体としてのコンピュータの存在がある。また、コンピュータの進歩は著しく、文字や数値しか扱えないコンピュータは処理速度を早く効率的に進める機械でしかあり得ない。コンピュータの真の意義は、時間軸を持たない文字や数値データではなく、時間軸を持ったデータを個人でも処理できるものである。今やコンピュータは表現のメディア・テクノロジーである。

#### メディア社会に生きる力としての方向

1. 表現・創作活動の重要性とその課題情報化社会、シミュレーション社会においては、あふれる情報の中で我々の生活が間接経験にのみ依存してきたり、仮想的現実の中で自分を見失う状況にある。そのような社会では直接経験により実感を取り戻すことも大切ではあるが、あふれる情報の中では全てを直接体験することはできず、間接的経験の領域を無視できない現状にある。事実、今日の人間の能力に、テレビ的視野とも言えるメディアを通した目を持ちそれらを通した感情移入ができるという、古代の人間にはなかった能力が備わりつつあるのではないかと考えられる。子どもに目を向けても、その活動が実物ではなくシンボルを扱う操作が得意な傾向からも同様のことが言えるのではないだろうか。

では、このような社会の状況、人間の能力の変化から、今必要とされる能力とは何なのであろうか。情報に埋没してしまったり、間接的経験にのみ依存して、自然、人間、社会との触れ合いを避けることがないよう、獲得した情報から新しいものを創り出し伝達するという表現力、創造力、コミュニケーションする力がこれまで以上に必要とされている。つまり、表現力創造力育成の美術教育は、このような状況であるからこそより重要になってくる。しかも、情報の多くがデジタル化されつつある現状で、情報の多くを操作し編集し、表現できるコンピュータを抜きに表現活動を考えることはできないであろう。

確かに、コンピュータを扱うことには多くの留意点を残しているし、その使い次第では、人間の能力をつぶしかねない機械ともなる。しかし、今後、表現活動をさらに活発にし今日的状況の中で、生き抜く力を身につけていくためにコンピュー

タは多くの可能性を秘めていると思われる。

### 図画工作科におけるコンピュータ利用の必要性

ここまでメディア社会に生きる力として表現・創造活動の重要性を述べてきた。また、コンピュータを使用することは、多くの危険性を持っているが、同時に現代の社会において充分価値のあることも述べた。そこで、ここでは、表現力・創造力の育成にかかせない美術教育、特に小学校図画工作においてコンピュータを利用することの必要性について述べる。

#### 従来の表現メディアとコンピュータの比較

1. 平面、立体、コンピュータ現行の小学校学習指導要領・図画工作科の内容構成は前回（昭和52年）より「A表現」「B鑑賞」に整理統合された。その中の表現の内容構成については以下のようになっている。第1・2学年(1)材料をもとにした造形遊び(2)表したいことを絵や立体に表す(3)つくりたいものをつくる第3・4学年(1)材料をもとにした造形遊び、(2)表したいことを絵や立体に表す(3)つくりたいものをつくる第5・6学年(1)表したいことを絵で表す(2)表したいことを立体に表す（材料からの発想）(3)つくりたいものをつくる（材料からの発想）

昭和43年度版以前の内容の絵画・彫塑・デザイン・工芸・鑑賞は現行中学校学習指導要領・美術科の内容となっている。ここで、コンピュータを使った表現を従来の表現方法と比較する場合の視点を表現に使われるメディアにおき以下に述べる。小学校では絵で表すために画用紙をはじめとする紙を支持体を選択することが多く、描画材として、鉛筆、色鉛筆、クレパス、パス、コンテ、墨汁、水彩絵の具、水性ペン、マジックインクなどがあげられる。また、立体においてその主材料と加工するための道具は、粘土、石膏、石、木、段ボール、粘土べら、鋸、はさみ、カッターナイフなどである。これらをコンピュータと比較すると、平面表現とコンピュータ・グラフィックス（2次元）の比較では、従来の実材では、

手の微妙な動きで線画や面描ができる。

自分の描こうとしたものが即座に現れるため、活動がしやすい。

色数が12～24色のものが中心である。

混色をパレットや、支持体の上でしやすい。また、にじみ、ぼかし、筆あとなどの効果は意図したものが表現しやすい。

光の反射によってそのものの光を人間が意識する。

画面上での混色や重色の効果は少ない。

実材を使つての表現活動なので、それぞれの道具の特質を生かすことができる。また、道具の特徴に慣れることで自在に使いこなせる。

画面上での構成は描きはじめると固定される。

一方、コンピュータでは、

線画はマウスやタブレットペンを使うので表現が大きくなる。



実際の手先の動きが描画に直接伝わらないので活動しにくい。

色数は1677万色と多いが混色は光の3元色で行ったり、グラデーションパレットの中から選択する方法が採られる。

支持体自らが発光して色を出す。

実材の道具はマウスやタブレットペンであるが、それらが多様な道具となる。

道具の種類は多く、その効果が大きいですが、使い方を習得するのに時間がかかる。

消すことは基本的に不可能であり、上から重ねて塗ることで、ある程度修正できる。

線描、面描ともに修正が可能である。全体を消すだけでなく、色を変えることや、前に行った活動を戻ってやり直しができる。

制作の途中で、構成を自由に変えられる。

描いたものを切り取ったり、張り付けたりする方法がある

描いたものをコピーしたり、変形したりできる。

また、立体表現とコンピュータ・グラフィックス（3次元）の比較では、実材が以下のような側面をもつ。

手で直接粘土などを触り、思うままに変形できる。

素材の性質により、道具を使い分ける必要がある。

素材の強度など、不可能な形がある。

素材の重量感、質感を直接触れながら操作するので実感できる。

さまざまな道具の使い方を習得し、それらを使う場合に、力が必要になる。

外側からの視点は自由でその方向からも見ることができる。

粘土などは形を自由に修正できるが、木や石のように削ったりして加工したものは修正しにくい。

くっつけたりする場合、素材の材質や形、重さ、大きさから不可能な場合もある。

表面に色を塗る場合、表面の材質により、制限がある。

一方、コンピュータでは、以下の側面をもつ。

マウスを使って変形させたり、数値の入力など直接変形させることはない。

素材の性質はコンピュータ上で自由に変えられるので、すべてのものを同じ方法で操作できる。

素材の持つ性質は可変性があるので形に制限はない。

重力を考慮に入れずに自由に形づくることができる。

直接触れることはなく視覚に頼るだけである。

道具（ツール）の使い方を習得し、力は必要ない。

外側だけではなく、素材の内側に入り込んだ視点の設定も可能となる。

すべてのものを元に返すことができるほか、変形させた操作を取り消しができる。

素材の持つ特質に制限されるようなことはない。

同じものを即座にいくつでもコピーして作れる。

形の変形（大小・太細など）自由である。

表面に自由に描ける。

2. 図画工作科に適した道具としてのコンピュータの在り方絵を描くための画材や道具には上記でも述べた以外に、エアブラシ、ポスターカラーなどたくさんあるが、その中で、コンピュータを使った表現CG（コンピュータ・グラフィックス）はTVのCMをはじめ我々日常生活の中で最近多く見られるようになった。一般的にCGというと幾何学的な絵であったり、あるいは非常にリアルな画像の印象が強いが、CGとはあくまでドットで構成された表現媒体であり、さまざまな絵を表現することができる。しかし、表示することはできても、実際の画材の代わりになるわけではない。CGはCGとしての使い方がある。最近のコンピュータは画面を描くことが高速に、高密度にできるようになった。

以前のコンピュータは計算結果を早くわかりやすく表示するものであったが、映像を扱うには処理能力が低すぎたのである。その後、コンピュータの性能が上がるにつれ、一度に扱えるデータの量も増え、ディスプレイも細かい単位で表示ができ、さらにカラーの表現までできるようになってきた。1枚の絵に沢山の情報を盛り込めるようになったため、それだけ表現の幅が広がったのだ。それまでコンピュータの在り方が、命令系統によってやってくれるもの（プログラミング中心）から、具体的な作業の対応として即座に目の前に現れるもの（インタラクティブ）に変わり、CGがエンジニアのものから、多くの人のものになった。つまり、初期のCGは、コンピュータがある程度までの表現をしてくれるが、人間の表現したいものをコンピュータが再現できない環境にあったので、ある一定のレベルのCGは誰でもが表現することができた。それがCGの能力が上がり、表現に作る人の才能が反映されるようになった。つまり、図画工作科の中でのコンピュータの在り方とは、ある程度の表現はコンピュータが補助しながら、一人一人の個性を表現できるものでなければならない。さらにその内容は、ペンをマウスに置き換えただけのものではなく、CGだからこそ表現できるものとしてコンピュータを使用することが重要になってくる。

### コンピュータによる表現活動の存在意義

1. 変化と速度感覚に満ちた運動的映像表現表現活動時の表現者の意識から、従来の表現と比較した場合のコンピュータを使うことのメリットは以下の2点である。  
(H) 表現の自由度（取り消し可能）(I) 画面合成による描画能力の劣等感排除つまり、コンピュータを使った表現活動の特徴には従来の表現活動にくらべ、活動内での動的变化があげられる。それは、絵画表現においては、モチーフの色・形態・様式・数の自由な変容や、視点の変化、日常経験しない視覚像・フラクタル図形・仮想の生き物や風景描写であり、立体的3次元表現では、重力など現実の世界からの規制を排除した夢幻的映像である。そして、それらが、瞬時に取り消されたり、繰り返されたりしながら表現活動が展開されるのである。また、表現したものが、次の瞬

間からは、時間軸を持ち動かすことが容易にできることも、大きな特徴である。上山も造形表現の特徴として、「非時間軸性が取り上げられることが多い中で、表現活動の側面を注視する際に時間軸の視点が重要になってくる」と述べている。変化と速度感覚に満ちた運動的映像表現、これは、今までの図画工作科の授業ではそれほど多くは経験できなかった造形活動の形態であり、この特徴を生かすことが、CGを利用した表現の存在意義の一つである。

### コンピュータによる表現領域の変化

1. イメージの再編成  
イメージがあふれた現在の子どもたちの生活環境から表現活動を考えると、イメージの再構成が子どもの生活を反映した自然な表現活動であると言える。表現活動には、新たなものを作り出すという大切な要素もあるが、コンピュータによる、表現領域は、新たなものを作り出す活動には、現段階では向いていないと考える。その理由として、マウスなどを使った入力、表現者の意図を的確に伝える道具として発達していないということ、また、表現者の行為の反応が粘土をこねたときのように返ってこないことがあげられる。コンピュータは、人間の脳のイメージを映し出す黒板のように、そこでは絶えずイメージ画像が変化を繰り返していくものと考え、そのイメージを断片的に再構成し、自分の好みにあったイメージを作り出すことがコンピュータの持つ表現領域であろう。

### 2. 意味的世界の構築という領域

コンピュータを使ってイメージを加工、編集、関係をコントロールするということは、物質を直接扱う操作（現実的世界）とは根本的に異なるものである。その作業は、単に既成のイメージをいかにぎに継ぎ合わせるといったものではなく、切り取ってきたイメージを慎重に吟味し、丁寧に加工し、それぞれのイメージどうし、その関係を読みとり、それらの関係を微妙にコントロールするというコンピュータの画像の処理は意味的世界の領域である。上山はコンピュータを使い中学生にコラージュを実験させて、その反応を下記のように述べている。「コンピュータによるコラージュは、実際のコラージュでも絵を描くことでもなく、映像の制作に近く、さらにはテレビコマーシャルでも作っているような感じだった」つまり、写真はそのままでは、単なる映像を映し出したものにすぎないが、それを、スキャニングディスプレイに映し出された時点から、映像を映した写真が、データになるのである。言い換えると、この画像を自分で自在に扱える世界に入り込めるということである。データが電子化されることで、これまでの表現が思うままに操作できるようになるこの世界において、イメージをも自在に操れることから、これまで以上に、画面に表現するものの意味を考える機会を増やすことが可能となる。また、実在を意図的に操作する表現活動では、どうしても、手先の器用さ、道具の使い方の技術が求められる。これでは、いわゆる器用でない子どもたちは、何らかのイメージを抱いていても表現技術を前に絶望してしまう。もちろん、実在を扱う表現活動が軽視されるべきではないが、イメージを扱う活動もこれからの、美術教育の中に必要となると考える。

素材や場との触れ合いを大切にする活動とその接点

1. 子どもの発達特性を考慮した表現活動の方向  
小学校の児童（6～12歳）の発達課題は、いかに自己中心的な見方から客観的な見方へと変容していくかである。素材や場との触れ合いを操作という観点から見ると、子どもの発達特性がより明確になってくる。

ピアジェの発達の過程を例に小学生段階の子どもの表現に関わる特徴は下記のようになる。(1) 学年別特徴  
小学校低学年（前操作的表象の時期：後期）?表象は知覚または自己の運動と結びついて形成される。（空間構成ができるようになり、道の行き帰りなどで、左右の木々の配置が混乱しなくなる）?簡単な分類、系列化はできる。  
小学校中学年（具体的操作の時期：前半）?簡単な操作はできるが、体積の保存はない。  
小学校高学年（具体的操作の時期：後半）?特に空間や時間の領域での操作の全体的構造が一応形成される。(2) 発達項目の特徴  
● 思考が知覚に支配される  
小学校低学年から中学年にかけては、思考が知覚に支配される時期である。直感的思考では、思考が知覚と切りはなされておらず、思考と知覚とが対立した結論へと導くような状況では、常に知覚が優位になるという特質がある。これに対して、具体的操作では、具体的な現実と思考が結びついてはいるものの、対象の見え方や、知覚され方によって思考がゆがめられてしまうということはない。● 思考と活動が未分化である  
この段階では思考が心内活動という形をとるという点である。つまり、実際にやってみる代わりに、それを心の中で表象するというのがこの段階での思考である。だから、活動の場合と同じように、直感的思考には論理的な首尾一貫性はないし、完全な可逆性に欠けている。

中学年からは、長さ、距離、連続量、不連続量などすべての領域に対して明確な形として現れるようになる。しかし、具体的内容からは分離されない。つまり、この時期では、実物またはその変形である具体的内容がない場合は理解が困難である。このことから、ものを直接に扱わないコンピュータの操作やその中での平面表現（2D）や立体表現（3D）における取り扱いには子どもの発達段階を十分に考慮しなければならないことがわかる。

## 2. 造形遊びとの関わり

近年、文化として出来上がっている美術に慣れ親しませるのではなく、人間に本来備わっている感応する力を、物や素材、環境との触れ合いの中で改めて呼び起こそうとする動きから、造形遊びが小学校図画工作科の中に現れた。形あるものを創り出す以前に身体全体での触れ合いを重視するのであり、その中での直接体験によって、子どもたちの中に存在する感性を覚醒していくものである。また、活動の過程は作品にすることが唯一の目的とするものではなく、行きつ戻りつしながら進む活動となる。反復的、螺旋的な活動過程も子どもの表現のありようとして積極的に認めようとしている。このような美術ジャンルの共存的な表現や試行錯誤の過程を積極的に許容するのも、一人一人の資質や能力が発揮される機会を保障するという考えからである。最初から、表すもの、作るものを確定するのではなく、素材や場

との遭遇がもたらすものを大切に、素材の形状や質感・存在感がイメージを呼び起こすこの活動は、コンピュータを使った意味的世界の操作に結びつくものと言える。

### 3. 美術教育の見直し

美術教育は個人の表現活動でもあるが、同時に表現メディアを通じた、他人とのコミュニケーションでもある。表現者（発信者）は表現メディアを通して鑑賞者（受信者）と接点を持つのであるが、ここで、メディアを通じた解読のコミュニケーションが重要になってくる。それは言い換えると、イメージを紡ぎ出す人間の力こそがこれからの社会に必要な能力であるということである。脳内でのイメージ形成の仕組みは、抽象的な命題の形（記号や式のような表現）の表象しかないとする「命題派」と実際に絵が作られているとする「イメージ派」の両者が組み合わされているという考えに現在至っている。脳の中で「外界からの入力」である視知覚と、「内からの出力」である記憶や想像のイメージ生成が、同一のスクリーン上で行われている。つまり、表現活動をするのと同時に、このイメージを活発にする活動を取り入れることで、表現メディアを通じたコミュニケーションをする力を身につけさせることができると考えられる。社会生活や人間の本質の変容とともに表現の仕方、意味づけもまた変化している状況の中、生きる力として必要な表現力や創造力の育成に書かせない美術教育において、メディアを扱うコンピュータを排除しての表現活動だけでは、現代社会に対応できない。ここに、小学校図画工作科の中にもコンピュータを利用する必要性がある。

### 4. 新しい表現活動の方向

上記で述べたように、コンピュータという新しい表現メディアを使用することで、より効果的に育成できる造形要素について考察する。まず、コンピュータの特性上から考えると、表現したものを編集加工することがより簡単にできる。視点の変化が自由にでき、表現に時間軸を加えた動きのある表現ができる。ものを新たに作り出すよりも、今あるものを再構成することに向いている。重力やものの属性を考えずに表現ができるなどがあげられる。これらの特性を生かすことで、図画工作としての意味のある教材の視点を以下のように考えた。

#### コンピュータを利用した美術教育の視点

(1) 造形性を高めるもの・光や色に関する表現の多様さに気づいたり、物質の特質に目を向けたりしながら、表現や遊びを通して造形活動に関心を持つ。

(2) 行為の中に造形要素をふくむもの・感じたことや思ったことの表し方をいろいろと試し、偶然性、連続性などにより、表し方の発想を広げ、表現することを楽しむ。

(3) イメージを広げるもの・頭の中のイメージをモニタの中でいろいろと操作することで、より多彩なイメージが持てるような活動をし、自分のイメージを明確にし、表現できるようにする。

(4) 機能を生かした創造をするもの・コンピュータの持っている機能を使うことで、条件や問題解決の過程を取り入れ、遊ぶもの楽しめるものをつくり、コミュニ

ケーションを広げる活動に発展させる。

### 図画工作科における表現システムの開発理念

ここまでにおいて図画工作科の中にコンピュータを利用することの必要性について述べてきた。では、実際の授業ではどのようにコンピュータが利用されているかといえば、使用されている表現ソフトは画用紙に絵の具というメディアをモニターとマウスに置き換えただけの代理表現の道具という性格が強い。そのため、美術教育の中で培うべき、生きる力の育成のためにコンピュータはその機能や役割を充分には果たしていない。そこで、コンピュータによる表現活動の意義を明らかにし、今後必要とされる表現システムの方向について述べる。

### 図画工作におけるコンピュータ活用の可能性

1. 表現の新しいメディアとしてのコンピュータ活用表現メディアにコンピュータを活用することで、人間の記憶回路にないような光景や人間の弁別能力を大きく越える色相や形状を取り扱うことができ、その結果として子どもたちの表現に対する親しみを増すことが可能であると考えられる。CGの空間造形は箱庭や舞台装置のようなものであるが、テレビのように一方向的な受動的活動ではなく子どもが、手を差し入れることができる双方向の相互発信受信活動なのである。実材を意図的に操作する表現活動は手先の器用さを必要とする。それに対して、CGは物質からの属性から解放されたイメージがある。コンピュータはいろいろな表現方法の代わりとしての立場にいては、いつまでも、代わりでしかあり得ない。代わりのものは決して本物にはなれないのである。コンピュータを新しいメディアとして考えてこそ、その性能を発揮し、今までの表現活動で経験できなかった活動ができた、身につけられなかった能力や技術を養うことができると思われる。その際、作品はディスプレイの中の表示であり、それをプリンタで印刷したものではない。

### 求められる造形表現のためのソフト

#### 1. 従来の表現ソフトの功績と問題点

従来の表現ソフトを使った図画工作科授業での子どもの反応を高木は以下のようにまとめている。児童は従来の描画材での表現よりCGでの表現を好む傾向にある。この傾向は、CGによる表現の方が、(a)描画材や表現技法の選択肢が多い。(b)発色がよく色が選べる。(c)簡単に消したり塗り直したりできる。という理由をあげている。また、藤本は図画工作科におけるコンピュータ導入に関する児童の意識調査より、下記の内容がコンピュータ導入による表現活動でのプラス面であると述べている。(a)自分で満足できる色をぬることができる。(b)楽しく学習できる。(c)興味を持って作ることができる。(d)自分のかきたいもの、つくりたいものを表すことができる。(e)友達と仲良くつくりすることができる。(f)自分だけの工夫ができる。(g)つくりるときにいろいろ想像ができる。友だちのつくったものを見て良いと感じる。さらに、学習遍歴がとれることで、作品づくりにおいて、子どもたちは自分自身の過去にさか

のぼって見直すことができ、さらにグループ内で作品歴の相互参照ができる。教師にとっては鑑賞しながら評価をし、作品主義に陥ることなく子どもたちの表現活動途中での発想・構想や指導錯誤の様子が確認・評価できる。問題点として、コミュニケーションや、実際にものに関わる体験をさらに希薄にしてしまうことがあげられる。また、市販の表現ソフトの多くは、発達段階に応じた機能の増減ができず、小学生という成長度合いの大きな範囲の中では、すべてに対応できるものではない。また、出来上がった作品をプリンタで印刷出力することが多く、展示の仕方もせつかくのコンピュータの汎用性という性能が活かされていない。さらに、これから普及してくるであろう3Dグラフィックスやアニメーションを扱うための表現ソフトは、プロ用のものがほとんどで、機能があまりに多く使いこなすことができないなどの短所がある。

## 2. インターフェイスについて

インタフェース (interface) とは、2つの異なる世界が触れ合うところに発生する面の意である。元来が化学の領域の用語である。異なる2つの物質が触れ合う面ということで「界面」という訳語が与えられ、界面化学、界面活性剤、界面張力などとして使われていた。これから、派生して、人と道具・機械との接点、道具・機械と対象との接点を意味するものとして、使われるようになってきた。インターフェイスが接面と呼ばれることもあるが、人間とコンピュータのインターフェイス (接面) をユーザ・インタフェース、マン・マシン・インタフェース、ヒューマン・インタフェース、マン・コンピュータ・インタラクションなどと呼ぶ。人間と機械とを結ぶヒューマン・マシン・インターフェイス (Human-Machine-Interface, HMI) はさらに、物理的インターフェイス (ディスプレイの色やサイズ、キーボードのキー配列やマウスの形状のような、人間とコンピュータが直接接する物理的接面) と認知的インターフェイス (人間がコンピュータから情報を受け取って理解、判断する認知過程や思考過程とマシン内部における情報処理などの認知的側面) に分けられる。コンピュータの使いやすさはこのインターフェイスに大きく左右されるが、ソフトの使いやすさはさらに、認知的インターフェイスに関わるものである。では、どのようなインターフェイスが望ましいものなのかを以下に述べる。

メンタルモデルとデザインモデルの不一致を防ぐ有効な手段のひとつに、長期記憶に蓄積された情報や知識を積極的に活用する方法、すなわち、未知の対象を利用者の慣れ親しんだ既知の対象に例えてやる方法が考えられた。現実世界あるいはその一部をコンピュータ上に構築し、鉛筆は書くためのもの、消しゴムは消去のための道具であり、ボタンは押せばよい、つまみは回せばよい、というような実生活と同じに操作できるようにするのである。GUI(Graphical User Interface)は、ウィンドウシステムを基盤として、現実世界をコンピュータ上に模倣し、画面上に図的に表示したオブジェクト (object, 対象、対象物) をマウスなどを使って直接操作できるようにしたHMI技術である。ここで、たとえや模倣することをメタファ (metaphor, 暗喩、隠喩) と呼び、書棚やキャビネット、社内便の発信箱・受信箱などを配備したオフィスメタファ、机上の作業環境を模倣したデスクトップメタファが知られている。

ボタンを押すための手が画面上に出てきたり、画面上のスイッチが本物のようにオンに入ったりするものもある。これを押し進めたのが立体視やそれを応用した仮想現実感である。吉田はShneidermanが提唱した直接操作の重要性を述べ、その操作方の条件を次のように述べている「(a)関連するオブジェクトが常に画面上に表示されていること。(b)決められた形式に従って命令(コマンド)を入力するのではなく、マウスの移動のような物理的動作やボタンの押下による操作であること。(c)操作は高速、可逆的で、操作結果による変化が即座に見えることであり、メタファの利用と直接操作法はa誰もが知っている世界であるため、わかりやすい。b新しく学習しなければならないことが少ない。ことが特長である。」

上記のようなインターフェイスの観点で、従来の表現ソフトをみると、特に子どもの視点からはわかりにくいものが多い。求められる条件として「分かる」、「使える」、「使ってみよう」というインターフェイスの視点がここから見えてくる。

## 現代コンピュータアートの表現方法からの導入

### 1. インタラクティブ・アート

コンピュータが普及し、アートの世界にも新しいいくつかの表現をみることができるようになった。そのなかで、コンピュータの特性のひとつである「インタラクティブティ」に着目した作品が制作されている。その中で、「インタラクシオン'97」(1997.3.10~19・岐阜県大垣市にて開催 インタラクティブ・アートの現代と未来をテーマに世界から10組の招待作家が出品)の作品から現代のメディア・アートの傾向を述べる。作品1 イメージオブストリング 岩井敏夫 1997 タッチセンサーを指でこすると、目の前のヴァイオリンからシンセサイザーによるサウンドにあわせて、光が放射状に広がっていく。触れ方によって変化する光は、本物のヴァイオリン上のハーフミラー上に重ね合わされたコンピュータ映像である。岩井は音と映像がつくり出すアートの世界こそコンピュータが切り開く表現の可能性を秘めているものと述べている。作品2 テラ・ビジョン ART+COM 1997 大きなトラック・ボールを手で回すと、スクリーン上の地球も動く。大地に向かってズームインすると街の中や建物の中にまで入り込むことができる。逆に、地球から離れることもできる。この作品も発信者の意図でつくられた映像を、受信者が一方的に鑑賞するだけでなく、自らが意図的に鑑賞活動できるものである。これらインタラクティブティといっても、コンピュータでなければできないわけではない。ただし、コンピュータを使って、できなかったことができるようになったのも事実である。テクノロジーの進化により見るものの参加という新しい表現が生まれ、作り手(発信者)と受け手(受信者)の関係が崩れはじめた今日、作品の形態も鑑賞者が能動的に関われるものへと大きく変わりつつある。

### 2. インターネットを通じた表現

1960年代から、コンピュータを用いた表現において外界とのインタラクシオンによって何かを生み出せないかというアイデアが出てきて、アートという行為がコンピュータを介して行われるようになった。上記のようなさまざまなメディア・



アートが生まれているが、その中でも今注目されているのが、ネットワークである。コンピュータを創作のツールとして使用するアーティストは早い段階からインターネット環境に接し、WWW（ワールド・ワイド・ウェブ）を作品発表の場として認識していた。また、これに対応して美術館や展覧会でもホームページによる内容紹介を行うなど、ネットワークは確実にメディア・アートの一分野として認識されるようになった。世界的メディア・アートフェスティバル「Ars Electronica」が1995年度よりCGの静止画部門を廃止しWWW部門を設けるなど、その推移と環境の変化の大きさを見ることができる。作品は静止画などのCG作品あるいはその一部の展覧と、ネットの機能を用いたプロジェクトに大別される。そして、このプロジェクトもJavaやShockwave、VRML、CGIなどの最新プログラミング・テクニックに主眼をおいたものと、リンク構造、テレコラボレーションといったネットワークの特性を主題としたものに二分される。

これらは、従来の芸術作品の展示という一回性の行為ではなく、継続し、変移する作品、そしてインタラクティブな展示として、新たなコミュニケーションの場を設定できると考えている。このようにインターネットを通じた表現により、先端のコミュニケーション技術を駆使することによって、遠く距離を隔てた場がつながれ、あるいは芸術家と観客が共有できる場が作られる。また、インターネットにはメールというコミュニケーション機能がある。最適なメディアのウェブ・ページに加えて、E-MAILを合体させることでコミュニケーションがより活発にもなる。個人の表現活動では他人とのつながりが疎になりがちであるので、コミュニケーションのためのネットワーク利用を考えることが重要になってくる。

### 新しい表現システムの視点

図画工作科の授業にコンピュータが使われることも次第に増えてきた。そしてその使い方はいろいろと研究され、その成果が表れている。しかし、現在のハードウェアとソフトウェアではその使い方に限界がある。そこで、新しい表現システムを考えるにあたり、前述したものから、視点になるものを以下にまとめる。

子どもの興味関心からみると、テレビゲームの、多くの種類において3D表現ができるのにも関わらず、授業の中でコンピュータを使い、2D表現だけにとどまるのはおかしいのではないか。3D表現は表現するために技術的に難しいこともあるが、それを可能にすることに意義があると考えられる。また、ゲーム感覚で操作することに慣れた子どもたちであるので、表現そのものに遊びを取り入れることも意欲的に活動させる手だてとなるであろう。コンピュータの操作面からみると、子どもの表現活動の操作が直ちに画面の中に表れる即効性と、画面と対話するように活動できる、また、出来上がった作品を鑑賞者が使えるようなインタラクティブ性が求められる。現代社会が求める能力として、コミュニケーションする力がある。以前のコンピュータはどうしても他人と交わらない個々の活動中心のように思われてきたが、最近はネットワーク環境が整い、インターネットなどを利用することでコミュニケーションする力は養成できると思われる。最後に、表現の分野として、イメー

ジの再編成することの重要性をあげる。無から新しいものを作り出すことも必要なことではあるが、今日の状況から見ても今あるものを編集、加工することもまた、大切なことである。特に、コンピュータという特性上、すべての表現をデータとして蓄えることができるため、再編成という表現は実物を扱う場合に比べより多彩な表現が可能となったり工夫できるからである。

## 表現ソフトの設計と教育的利用

ここでは、これまで述べてきた、図画工作科でのコンピュータを使った表現についての視点から、具体化した教材（表現システム）の開発について述べる。

### 開発の理念

1. システム開発の目的素材を直接扱う表現活動は今日の社会状況から見ても特に必要である。それに加えて、新たな表現メディアになりうるコンピュータを使った表現活動も重要になってきている。本研究における表現システムの開発目的は、現在の小学校図画工作科での表現活動に、新たにコンピュータというメディアを使った場合の授業の提案にある。その際、前章において明らかになった3つの視点に立って表現システムの開発を行う。

(1) 3次元表現を基本とした表現システム平面や立体の表現活動の置き換えをコンピュータにするのはふさわしくない。ましてや、素材に直接接触れる活動にくらべ、コンピュータの表現は疑似仮想的表現である。そこで、コンピュータの特質を生かした表現が3次元表現の中にある。コンピュータの中の世界は、無重力、物質の無属性、光の自由な調整などである。これらを使ってこそ、新たな表現が期待できる。

(2) インタラクティビティ（双方向性）のある表現システム3次元（3DCG）といっても、写真のような表現ではない。実際にその中に入り込んでいき移動したり、視点を変えたりできる空間の存在するものである。ここでは、表現者も鑑賞者も作品と双方向に向かい合える。そのことで、作品がより身近にあり表現についての関心が高まると考えられる。

(3) ネットワーク対応の表現システムコミュニケーションの重要さが叫ばれている今日、コンピュータのStand Alone型（非ネットワーク）のものは学校現場でもなくなりつつある。そこで、ネットワークをより活用できる表現システムを開発することが必要になってくる。表現活動における共同作業や作品の鑑賞などにも役立つと考えられる。

### 2. 開発システムの活用場面

本システムは表現のための活動から、出来上がった作品の展示。鑑賞までの一連の場面で使用することができる。ただし、小学校図画工作科すべての活動で使用できるのではなく、児童の発達段階や表現領域のバランスの中で使用していくものである。コンピュータは多くの可能性を秘めた表現メディアであるので、今後多くの実践方法が研究されると思われる。

## 開発システムの内容

1. 開発環境本表現システムを開発するには、3次元表現ができ、それを表現者や鑑賞者が双方で使用でき、ネットワーク対応のプログラムを作る環境が必要である。本研究では、このような教材作成のためのシステム環境として、現在または将来、学校に導入されている環境で使用ができることを考えるとハードウェアの機種に依存しないプログラム言語であるJavaやVRMLを使用するのが望ましいと考えられる。以下にその開発及び実行の環境を示す。

(1) 開発環境教材の開発にあたっては、Java言語のプログラミング及びコンパイルとVRML言語の記述、さらに画像、音声等のマルチメディア素材の収集・加工と上記の表示の必要性から以下のようなハードウェア及びソフトウェアが必要である。

(ハードウェア) ・ DOS/V機 CPU-Pentium100相当以上 ・ メモリ32MB以上 ・ ビデオボード 1024×800表示以上 (フルカラー) ・ 音源ボード (再生、録音) ・ イメージスキャナー ・ (ソフトウェア) ・ VJ++1.1 (Java言語プログラミング&VRMLエディタ) ・ JDK1.1 (Javaコンパイル) ・ Community Place Browser (VRML表示ブラウザ) ・ Adobe Photoshop (画像処理ソフト) ・ Netscape Navigator (WWW表示) 特に表示を効率的にするためには、高速CPU、大容量メモリが望ましい。

VRMLがDirect3Dに対応したので、ビデオボードもDirect3D対応のものが高速表示可能である。

(2) 実行環境 (ハードウェア) ・ DOS/V Apple Macintosh UNIXなどすべて (ただし、表示速度はCPU、メモリに依存する) ・ ネットワーク対応機種 (ソフトウェア) ・ Netscape Navigator ・ Community Place Browserネットワークに接続されていないコンピュータでもそれぞれに、アプリケーションをインストールすれば使用可能だが、本システムの特徴から、ネットワークによるアプリケーション・オン・デマンドの使用が望ましい。

(3) 開発言語本教材は、前章で述べた図画工作科でコンピュータをどのように使用するかという視点と、今後の学校現場での使用をできる限り可能にしたシステムであることを前提に開発言語を決定した。機種に依存しない言語学校現場には現在Windows機と呼ばれるDOS/V機やNEC社の98機と、Macと呼ばれるApple社のMacintosh機がその多くを占める。そこで使用される教材のアプリケーションソフトはそれぞれの機種によって決まっている。しかし、同じプログラムが異なる機種でも使用できることが望ましい。学校のコンピュータ設備は短期間に新機種を取り入れるとは不可能であるので、異なる機種のそれぞれのOS (オペレーティングシステム) で使用可能なものであるとは非常に重要である。ネットワークに対応した言語現在、多くの学校にネットワークのシステムが導入され、コンピュータルームのすべてのコンピュータがつながれていたり (LAN ローカルエリアネットワーク) さらに、それらが、インターネットに接続されているなどの環境が整いつつある。現在のコンピュータのアプリケーションソフトは個々のコンピュータにプログラムファイルを保存し、それを読みとって起動している。つまり、20台のコンピュータには20セットのアプリケーションソフトが必要なのである。ところが、インタ

インターネットの進歩でWWW (World Wide Web) はホームページを表示するためのブラウザソフトさえあれば、内容はネットワークで結ばれたほかのコンピュータの中にあるものが見られるようになってきた。しかし、現在のホームページの内容は文字と画像がほとんどであり、一方的に見るだけである。その中に、マウスでクリックすると画像が動いたり、テキストボックスに数値を入力すると、ある計算をして返してくるようなホームページが現れるようになってきた。このように、ネットワークを通してのインタラクティブな操作ができると、プログラムを教師側のコンピュータに保存しておくことで、ネットワークでつながれたすべてのコンピュータでそれが使用できる。教師側のプログラムの変更なども効果的に行うことができるのである。このような特徴を持ったプログラム言語がJavaとVRMLである。(Java言語) 現在の多くのプログラムはCやC++などの言語でかかっている。Java言語の発表は1995年5月であるが、当初ネットワーク機能を備えたオブジェクト指向のプログラミング言語としてしか見られていなかったものが、インターネットの追い風とともにそのコンセプトと可能性が認識されるにつれ、コンピュータ世界の主流になりつつある。Java言語の特性はそのプログラムのコードサイズが小さく安全であることにある。また、従来のCやC++、Smalltalk、Self、TCLなどのプログラミング言語の優れた点を取り込み構築されたものであること、上記でも述べた、アーキテクチャに中立であること、分散ネットワーク対応であることなどがあげられる。現在主流のブラウザである、Netscape NavigatorもInternet ExploreもJava言語対応である。また、現在ほとんどすべての主要コンピュータ・ベンダーやソフトウェア・ベンダーが開発元のサン・マイクロシステムズからJavaをライセンスし、その技術をベースとした製品の開発提供を行っている。(VRML) インターネット・ブラウザの開発は機能拡張にあるといえる。すなわち、ブラウザの中でいかに多くの種類のアプリケーションが動くかということである。その中には、Java (動くアニメーション) やShockwave (コンピュータアニメーションを動かす) やRealAudio (リアルタイムで音楽を転送)、それにVRML (3次元リアルタイム表示) がある。VRML (Virtual Reality Modeling Language) はインターネット上で3次元空間や3次元物体をリアルタイムに表示するため1994年に誕生した言語である。これまで、インターネットの世界では2次元のデータしか見ることができなかったが、VRML言語を使用することで、3次元の仮想空間を表示させ、さらに自分の意志に従って、3次元空間内を自由に歩き回るように移動できる表現を可能にしたのである。3次元グラフィックスというと、きわめて高性能な環境でしか実現できなかったが、VRMLでそれが普通の環境でも可能となった。また、VRMLはJavaと同様、マシン環境に依存しないのでネットワーク上のあらゆる環境で効果的に使用できる。(Java+VRML) VRML1.0はインターネット上で3次元仮想空間を表現する一般的な技術として広まる役割としては十分であったが、あくまでも現実の空間とは異なった静的な面白みのない3次元空間を表現するだけのものであった。その後1996年にVRML2.0となり、その仕様の中に新しいマルチメディア技術の追加がされた。中でも、3次元仮想空間を提供するオブジェクトをクライアントが操作できることが大きな進歩であ

る。つまり、VRML1.0では制作者の仮想空間はクライアントが自由には移動できるが編集をすることはできなかったがVRML2.0では、Java言語を用いることでクライアントが編集可能になったのである。インターネットのホームページの3次元表現空間を一方的に見るだけの鑑賞者から、加工・編集さらには新たなものをつくり出すことまでできる制作者になれるのである。上記に述べたような理由で、本教材では開発言語としてJava言語とVRML2.0を使用する。

## 2. 開発システムの構成

(1) 基本構成VRMLここで、VRML2.0をベースに簡単に構文とそれをWWWで公開する方法を述べる。VRMLファイルは、HTML同様にアスキーテキストで記述され、ノード (node) という3Dイメージを生成するコマンド群で構成される。ノードはタイプごとに特性を指定するフィールド (field) をいくつか持つことができる。

VRMLが他の画像表示ソフトと大きく異なる点は、VRMLでは表示された三次元空間をナビゲートすることができる点である。視点を変えることはできるが、そのものの属性を変えることができないと、表現活動にまでは結びつかない。そこで、VRML2.0の機能であるBehaviorを記述してその属性を変えることが可能になる。ここで、簡単にBehaviorのメカニズムを説明する。Behaviorが記述できることは、あらかじめ指定したイベントが起こった場合に起動されるプログラム (スクリプト) を指定できるということである。イベントとは、ユーザのマウス操作や時間により引き起こされる事象のことである。スクリプト言語にはJavaやJavaScriptなどを使用できる。VRML2.0はスクリプト言語の種類に依存しない仕様になっているのが大きな特徴である。Javaスクリプト言語として使用できるJava言語について以下に説明する。クリックすると青と赤に交互に色を変える円錐を定義するためにはセンサ、イベント、ルーティング、スクリプトの4つからなるプログラムの記述が必要である。センサは、ユーザが行った操作や時間などの外部イベントを検出し、VRML内の内部イベントに変換する。イベントは、VRML内で情報を伝えあうためのデータ構造である。ルーティングはイベントによる情報の伝達、経路を指定する。スクリプトはイベントの入出力を持つコンピューティングの実体であり、スクリプトプログラムを指定する。入力されたイベントから何らかの計算を行い、その結果をイベントに出力することができる。本研究では表示物質の属性を編集することが必要なので、より高度な編集が可能となるJava言語を用いる。

## (2) 構成起動画面

教材はネットワーク対応であるので、一般のアプリケーションソフトのように実行ファイルを実行する (デスクトップ上のアイコンをクリック) ことで起動するものと異なりWWWのホームページ上からHTML形式で起動する。起動についてHTMLに記述しHP上で表示起動することで、異なる場所 (異学校間など) でも使用が可能である。ただし、ネットワークを使ったデータの転送をする場合に回線のよっては実行速度の問題が残る。起動画面表示のためのHTML<HTML><HEAD><TITLE>図画工作科教材</TITLE></HEAD><BODY bgcolor="#42426f" text="#ffffff" link="#ffff00" vlink="#00f5ff" alink="#cc3232"><CENTER><H1><U><FONT size="+4">小学校 図画

工作科教材</FONT></U></H1></CENTER><HR><BLOCKQUOTE>コンピュータの中にあなただけの世界を作ってみましょう。今まで経験できなかったような不思議な世界もありますよ。<BR>下の中から教材を選んでね。

<BR><BR></BLOCKQUOTE><P><A name="0"></A><HR><P align="center">教材の説明へジャンプ<BR><CENTER><TABLE border="1"> <TR valign="middle">

<TD></TD> <TD>\*\*\*\*\*教材名\*\*\*\*\*</TD> <TD></TD> <TD></TD>  
<TD>\*\*\*\*\*教材名\*\*\*\*\*</TD></TR> <TR> <TD>1</TD> <TD><A href="#1">ネオンサインで遊ぼう</A></TD> <TD></TD> <TD>6</TD> <TD><A href="#6">アニメーションづくり</A></TD></TR> <TR> <TD>2</TD> <TD><A href="#2">光を使って(ランプシェード)</A></TD> <TD></TD> <TD>7</TD> <TD><A href="#7">立体すごろく</A></TD></TR> <TR> <TD>3</TD> <TD><A href="#3">くっつけて立体コラージュ</A></TD> <TD></TD> <TD>8</TD> <TD><A href="#8">メールで名刺</A></TD></TR> <TR> <TD>4</TD> <TD><A href="#4">光をあてると</A></TD> <TD></TD> <TD>9</TD> <TD><A href="#9">私の展覧会</A></TD></TR> <TR> <TD>5</TD> <TD><A href="#5">小人になって</A></TD> <TD></TD> <TD></TD>

<TD></TD></TR></TABLE></CENTER><P><BR><HR><UL> <LI><A name="1"></A><B><FONT size="+2" color="#ff8000">ネオンサインで遊ぼう</FONT></B><FONT size="5"><A href="/.satellite.wrl"><BR>neon.wrl</A></FONT><FONT size="2">(VRML v2.0, 3Kbytes)</FONT> <P><IMG src="lamp1b.gif" alt="[VRML image]" align="LEFT" height="167" width="193" border="0" hspace="30" vspace="10"></UL><H4>[説明]</H4><P>画面の中の球ををクリックすると、色を変えるパネルが出てくるよ。まずは色をかえて遊んでみよう。時々、全体をまわしてみると、自分でもびっくりするような形に見えることがあるよ。さあ、どんなネオンサインができるかな。

<P><CITE>[★★やってみよう★★]</CITE><UL> <LI>画面の球(ボール)をクリック <LI>カラーパネルで色を変える <LI>全体を回転させていろいろな方向から見る <LI>近づいたり遠くから見る <LI>友だちに見てもらおう</UL><P align="right"><A href="#0"><IMG src="30\_a2\_72.gif" align="bottom" height="20" width="30"></A><P><BR>\*\*\*\*\*以下略\*\*\*\*\*起動画面から選択した教材をクリックすると、VRMLブラウザが起動することとしたが、VRMLブラウザだけでは表示するだけに留まってしまふ。表示されたオブジェクトの属性を操作できることが必要である。教材開発にあたり、編集できる物体の基本図形を上記のブラウザに表示したように球、円錐、立方体、円柱の4つとし、それらの属性を以下の7項目にした。これらは、3D表現には欠かせない項目であり、子どもの表現活動において多様な表現を可能にするものでもある。ここにあげたものは基本的な項目であり、教材によっては取り扱わない場合もあるので、その際には簡単に画面上にその属性編集パネルが非表示できるように考えた。属性(1)位置(translation) 平面表現より複雑になり、X,Y,Zの3軸の数値で位置の移動を行う。(2)

拡大縮小 (scale) 縦方向、横方向、前後の3つの方向に対しての拡大と縮小を行う。(3) 回転 (rotation) X,Y,Z空間の空間に軸を決め、その軸に対しての回転を行う。(4) ねじれ (scaleOrientation) 拡大縮小を行う時に、軸を決め、その方向への変形を行う。(5) 色 (diffuseColor) RGB、赤、緑、青の光の3原色で色を決める。混色の場合など、実体験とは異なる。(6) 輝き (shininess) 自らの輝きを調整する。全体の色を調整できるので、画面の光をおとしてもそれ自体が輝く。(7) 透明 (transparency) 透明度の調整ができ、その物体の向こう側にあるものが透けてみることができる。\* ( ) 内の表示はVRMLファイルでの表示開発表現システム (SSS) についてJavaとVRML言語によってプログラミングした表現システムを、SPACE-SHAPE-SYSTEM (SSS) とし、以下に説明をする。

VRML表示だけではただ、見るだけのものであるが、表示された、オブジェクトをマウスでクリックすると、属性を編集できるパネルが表れるようにした。従来の表現ソフトと異なり、メニューバーやボタンなどが開始時には一切なく自分の編集したいものに対してだけ、集中できるように考えた。ただし、インターフェイスの条件から子どもに使いやすさを考慮したかったが、Java言語の制約から現時点のシステム開発にはあまり取り入れることができなかった。で制作者の表現がより多彩になる。実際の立体表現の場合、新しく何かを追加するときは、粘土であれば自分の好きな形に変形させ使い、加工はしづらいが石や木の自然物は形を生かしたり、人工物をそのまま使い造形活動をする。本システムの追加オブジェクトはVRML言語にある程度制限されるので、追加可能な基本の形と、自由な形の2つに分けて以下に説明をする。VRML言語が直接扱える基本の形は以下の4つである。(1) 球 (sphere) (2) 円錐 (cone) (3) 立方体 (box) (4) 円柱 (cylinder) \* ( ) 内はVRML言語の命令語VRMLの4図形を使うことによって、画面表示を高速にできるほか、プログラムを簡略化できる。基本形以外に自由な形を扱うこともできる。ただし、その形をつくることは他の3Dモデリングソフトを使用しないと難しい。そこで、子どもの表現活動には4つの基本の形はいつでも使用できるようにし、それ以外の形は、教材によってはあらかじめ教師側で作ったものを利用する方法をとることも可能とした。VRML言語はネットワーク対応言語であるため、例えば、スポーツカーの表示ファイルとロボットの表示ファイルが全く別の場所にあってもネットワークにさえつながっていればいつでも使用できるようになっているので、本システムを利用すればいろいろな形が作成されたものを、再利用ができるようになる。

画面表示が大きくないハード環境においても編集作業でよく使うポジションパネルやカラーパネル表示を優先するために、追加ボタンはできるだけ小さいものとした。続いて、背景画像追加について説明する。VRML表示の背景デフォルトは黒色である。色を指定して変えることもできるが、背景を絵や写真でを使えばより作りたいイメージに近づけるので、背景選択ボタンの追加機能を取り入れた。以下が背景追加機能の概念と画面表示に使うパネル図である。本システムを使用中でも、児童が背景を登録できるので、表現にあわせてその場で背景もあわせた表現活動ができる。本システム (SSS) は上記のポジションパネル・カラーパネル (カラーパレ

ットを含む)・オブジェクト追加パネル・背景追加パネルの4つの基本操作によって組み立ててある。

### 3. 開発システムの特徴

SSSは編集追加を行う基本操作が中心のものであるが、本システムの特徴として、汎用性があげられる。プログラミングをしても、それまでの作った資源が利用できないものであれば、発展する余地がない。そこで、プログラミング言語の発達過程でオブジェクト指向言語が現れた。一つのプログラムを完成するにあたり、1つのプログラムファイルだけでなく、いくつかに分けたプログラムをつくり、それぞれのファイルをそれから後にも使用できるようにしたものである。この考えを取り入れ、本システムの基本操作に関わるものはプログラムファイルを分けて作り、実装するときどのファイルを使うか選択できるようにした。つまり、次節に例としてあげた教材ソフトは起動場面では9つのファイルを必要とするが、基本編集操作に関わる場所では、4つのプログラム(実際はそれを動かす場合に各々2つのファイルで構成される)が共通している。

## 開発システム利用の可能性と実践方法

1. SSSを使った教材コンピュータを使った美術教育の視点と開発教材の関連を以下に示す。造形性を高めるもの・光や色に関する表現の多様さに気づいたり、物質の特質に目を向けたりしながら、表現や遊びを通して造形活動に関心を持つ。(1) ネオンサインで遊ぼう(2) 光を使って行為の中に造形要素をふくむもの・感じたことや思ったことの表し方をいろいろと試し、偶然性、連続性などにより、表し方の発想を広げ、表現することを楽しむ。(3) 立体コラージュ(4) 光をあてるとイメージを広げるもの・頭の中のイメージをモニタの中でいろいろと操作することで、より多彩なイメージが持てるような活動をし、自分のイメージを明確にし、表現できるようにする。(5) 小人になって(6) アニメーション機能を生かした創造をするもの・コンピュータの持っている機能を使うことで、条件や問題解決の過程を取り入れ、遊ぶもの楽しめるものをつくり、コミュニケーションを広げる活動に発展させる。(7) 立体すごろく(8) メールで名刺(9) 私の展覧会

### 2. 教材とその実践

SSSを使った教材をその内容と目的、本システム使用の特質及び、作品例・表示画面と起動後の活動について以下に述べる。

(1) ネオンサインで遊ぼう内容3次元座標に配列されたランプ(球)の色を変えながら、イメージを広げ表現したいものをつくる。目的色を変化させる活動を通してイメージを広げ、表現することの楽しさを味わう。色の要素を確認しながら、少しずつ変化させるグラデーションなどの技法を身につける。特質色の要素について数値を確認しながら色づくりができる。できあがったネオンサインを平面ではなくいろいろな角度から見るができる。

本教材は、VRMLブラウザに表示された球をクリックすると右上のカラーコントロールパネルがあらわれ、色、輝き、透明度を変えることができる。



## (2) 光を使って

内容光によって透き通る素材表現を使い、自分のイメージにあったランプシェードを作る。イメージを大切にし、目的を考えて豊かに表現する。光の折りなす効果を予想し、イメージにふさわしいデザインができる。特質空間にもものを配置することで、光による見え方の効果を知ることができる。透明度を変えることができることで、表現がより多彩になる。

本教材は、画面中央のランプ及び、周りのオブジェクトをクリックすることで、画面右上のポジションコントロール・VRMLブラウザ左のカラーコントロールパネルにより、位置、大きさ、向き、色、輝き、透明度を編集できる。特に、輝き度と透明度を調整することで光を有効に使った表現が可能となる。画面左下のオブジェクト追加パネルと、背景選択パネルも使用できる。

## (3) 立体コラージュ

内容 いくつかの形を拡大縮小したり変形したりして、立体コラージュを作成する。目的形をいろいろと変えたり組み合わせたりしながら、空間の構成を考える。また、異質なものの組み合わせから意外性を表現する。特質現実の世界では経験できにくい、ものの変形や合体の技法を取り入れて表現活動ができる。

本教材は、表現で使用するオブジェクトを登録することができる。登録の仕方は、VRMLプログラムで作られたファイルの名前をno1.wrl以下no2のように12個まで登録できる。その後起動すると、上記のようにそのオブジェクトが1から4までは直接表示され、5から12までは追加ボタンで画面に表示されるようになる。それらをマウスでクリックすると、ポジションのコントロールができる。

一部省略

## 開発システムの問題点と方向性

ここまで小学校図画工作科で利用可能な3次元表現ソフトの開発及びそのシステムを使った教材の提案をした。本システムは現代社会の状況・図画工作科の内容・コンピュータの技術という面から見て今後必要とされるであろう表現システムについて開発を行ったものである。そのため現段階では実際の授業で使う場合の問題点や、開発ソフトとしての問題点がある。

ここではそれらの問題点と今後の方向について述べる。

### 1. 開発システムの問題点

問題点として、開発プログラミングの面と、実際の学校教育で使用する場合の面の2点についてまとめる。(開発面)使いやすさの面から見ると、インターフェイスの改良が必要である。まず、コントロールの表示パネルについて現在日本語表示ができないので、小学校の中学年からの使用を考えているが実際使う場合は説明が必要であった。また、回転や変形の場合の回転軸を決めることは数値を表示してもその利用の仕方は難しい。これらは、絵や図を表示してそれらをボタンに張り付け使用できるように変更する予定である。(Java言語が日本語表示に現バージョンでは対応していない。次期バージョンでは日本語表示に対応の予定。また、図の張り付け

はJava言語に対応しているがVRMLとの連携からプログラミング途中での対応ができない。)次に、ボタンを押す操作に対しての反応が返ってこないで、音をつける必要がある。特に、大きなプログラムを使用する場合、その反応が速くないことがあるので、行った操作の確認として表現者に伝えることが必要になってくる。最後に、表現の保存についてである。現在では創作したものを画像として保存はできるが、それぞれのオブジェクト(空間の中の物体)の属性(色、大きさ、位置)についての保存ができない。これらの保存をすることで、作業を途中でやめることができるし、これらを発展させてネットワーク上での共同製作も可能となる。早急にこの属性保存については開発を進めたい。(使用面)開発段階では解決できない問題点もある。まず、使用時の早さである。表現活動をする場合、操作に対してモニタでの反応が遅いと創作活動を妨げてしまうからである。本システムはネットワーク経由の使用と単独の使用とどちらにも対応している。双方に対して言えるのは、ハードウェアの環境である。システムの使いやすい早さはCPUとビデオボードの性能に大きく左右される。また、前者のネットワーク環境においては、プログラムの読み取りに時間を要する。1度読みとってしまえば、その後は双方同じである。本システムの個々のプログラムは大きくないが学校現場で教師用の1台のサーバー機に20台の各児童用のクライアント機から転送の要求があった場合はその読み込みに時間を要するであろう。さらに、実行速度はJava言語が機種を選ばない言語であるため特殊な実行方法をとるため、現在の機械では決して速くはない。だが、Javaチップと呼ばれるJavaプログラムを高速に動かせるハードウェアを多くのハードメーカーが実装することを決定しているため、今後は十分使用できる早さになるとと思われる。次に、VRMLファイルの不足である。本システムの特徴である他のネットワーク接続のコンピュータからのVRMLファイルが使用できる機能も、多くの児童が使用可能なファイルがなければその特徴を生かせはしない。VRMLが新しい言語であることと、まだあまり普及していないため、現在それらは十分ではない。だが多くの3DCGソフトが出力形式にVRML2.0形式を拡張したり、インターネットのホームページの検索をしても300件ものホームページがVRMLファイルを取り入れたものを公開していることから、今後はそのライブラリーも充実すると考えられる。

2. 本システムの今後の課題本システムは児童の空間認識などの発達段階から、小学校中学年から高学年を対象とし開発を行った。今後さらに、低学年から扱える教材開発や中学校でも、利用できるシステムへと発展させてゆきたい。そのために、本システムを用いて、学年別発達段階における3次元表現の興味・関心・造形意欲などの調査を行い、本システムの教材の順序や提示方法、教材としての要素を研究していく必要がある。さらに、本システムの児童に与える表現活動への刺激や抵抗感、持続感や成就感を調査し、実際に教材として使用できるようなシステムにしてゆきたい。そして、表現活動の中に3次元表現や映像活動を取り入れることで、子どもがどのように変わっていくか、どのような力を獲得していくかを探ってゆきたい。本システムは今までの小学校図画工作科の授業の中で、取り扱われることがほとんどなかったものである。それは、授業環境が整わなかったという理由もあるが、実

物を取り扱わない表現が価値あるものとして見られていなかったからではないだろうか。本システムを使い表現活動をすることで子どもがどのような力を身につけるかは研究中であるが、本システムを用いることで、今まで獲得してきたものの見方や感じ方、表現の仕方に対する概念を少しでもくぐらせてやることはできると思える。

おわりに

本研究は、小学校図画工作科において現代社会に対応する力を身につけ、児童の興味・関心を高め、今までにないコンピュータを使った授業の在り方を検討し、これを実現するための表現システム開発を目的とした。そして、そのシステムを利用した教材及び実践方法を提案したいという願いを持って研究を進めてきた。

その過程で、社会の変化によって、人間の感覚や感性も変わっていること、特に子どもにおいては新たにテレビ的視野ともいえるものの見方や、シンボル操作というものへの接し方ができるようになってきていることが分かった。このような社会や人間の変容により、必要とされる能力とは獲得した情報から新しいものを創り出し、伝達する「表現力」「創造力」「コミュニケーションする力」と考えた。その力こそ美術教育によって培われるものであるが、中でも情報の多く取り扱うコンピュータを利用すること（ただし、コンピュータの利用に仕方において影の部分に配慮すること）が上記の3つの能力育成のために必要であることが明らかになった。

コンピュータと従来の表現方法の比較では、コンピュータの表現には、自由度や描画能力劣等感の排除などのメリットがあることが分かり、平面表現では色・形・様式・視点の変化、立体表現では無重力状態・自由な加工、さらに、時間軸の設定などコンピュータにより表現の自由度が増すことが明らかになった。また、子どもの発達段階と思考の仕方から、直接ものを扱わないコンピュータによる表現の適応時期を配慮しながら、イメージの再構成など従来の表現では経験できにくい活動をコンピュータを用いて体験させれば子どもの表現に有効になると考えた。そしてそれらを、伝達することによってコミュニケーションする力を養うことが必要であることが明らかになった。

以上のことから、コンピュータを利用した美術教育として(1)造形性を高めるもの、(2)行為の中に造形要素を含むもの、(3)イメージを広げるもの、(4)機能を生かした創造をするものという視点が導かれた。

また、現在の表現ソフトの問題点として(1)小学校段階に適した機能がない。(2)3DCGやアニメーションソフトは高度な技術と複雑な操作が必要である。(3)コミュニケーションがなくなるなどがあり、その使い方に関してインターフェースの側面から「分かる」「使える」「使ってみたい」の条件があることが明らかになった。現代の表現方法、技術の進歩から、表現がインタラクティブ（双方向性）を持ち、コミュニケーションが図れる表現方法が可能であり、それらはインターネットの発達によりさらに多くの人に受け入れられている現状が明らかになった。

以上のことから、造形体験を促進する表現システム開発の視点を(1)3D表現、(2)インタラクティブティ、(3)コミュニケーションと考えた。最終的にはコンピュータを

利用した美術教育の4つの視点と表現システム開発の3つの視点をもとに表現システムの設計を行った。ネットワーク環境を基盤としたJavaとVRMLの言語を用い基本となるSPACE-SHAPE-SYSTEMをプログラミングし、それを使った教材開発を行った。

本研究は、コンピュータを用いた造形表現活動に視点を当てたシステム開発を行ったが、本教材を利用することで、今まで経験できなかった表現方法にも目を向け、子どもの持っている、また、教師の持っている表現概念が少しでも変えることができると考える。今後さらにイメージの構成や擬似的空間処理、動的表現に目を向け、システムの試行・実践を通してSPACE-SHAPE-SYSTEM機能の拡張と有効性について、継続して研究を進めていきたい。

#### 研究発表

福本謹一・半田伊文「美術教育における映像表現の多義性」INSEAアジア地区会議  
プロシーディング、1998年8月

福本謹一・笠井修「造形体験の共有化をめざすインターネット学習教材の開発」  
INSEAアジア地区会議プロシーディング、1998年8月

福本謹一・永守基樹「電子メディアにおける感覚教育-インターフェイスから-」平成8-10年度文部省科学研究費補助金基盤研究(A)(1)研究成果報告書、1999年3月

INSEA（世界美術教育会議）第30回オーストラリア・ブリスベン大会研究発表  
1999年9月

#### 研究発表プロシーディング

The Development of the Interactive Multimedia Learning Materials for the Art  
Expression/Appreciation

Kinichi Fukumoto

Hyogo University of Teacher Education

Hyogo, Japan

#### Preface

The computer has impacted on the daily lives of children and Internet usage is taken-for-granted. A decade ago the computer played a stimulating role for children in art expression and appreciation, but today it is only one of the many tools artists have at their disposal. The computer, as a tool for the artist, however, has an advantage over conventional media in terms

of quality of interaction. Art lessons sometimes value the final product--and in the process of drawing, the interaction between the child and the drawing as it develops may be overlooked. When children draw their pictures with color pencils or watercolors, they not only depict certain meanings with visual images, but also make judgements and decisions about the features of their lines/colors. They sometimes find difficulty in redoing the images they created when they are not satisfied with them. On the other hand, computers are sophisticated devices and communication amplifiers that enable feed back between the child and the created images. The computer functions as a catalyst to the learning process and can foster self-awareness and self-expression. Other possible applications are to use the computer in art appreciation lessons as an image database for multimedia contents to facilitate fun activities, as well as to facilitate collaborative expression through the Internet.

The purpose of this study was to develop interactive multi-media learning materials for art expression/appreciation for elementary and secondary school art education. This five-year-project included three types of multimedia programs that were tested for their usability in small groups of students: (1) the drawing board, used to compose drawings with scanned natural objects, was designed for the lower elementary grades to trigger drawing impulses using virtual manipulation of natural objects, (2) the inquiry type of edutainment learning materials, used to enhance the appreciation of art, was targeted for the secondary school students to explore the world of art and to inspire them to develop their own digital contents, (3) the JAVA-based 3D expression program was used to share ideas and images on the world wide web with partners from all over the world. Each digital material functioned as a catalyst for the active art learning processes to enhance students' exploration of the art world (some students found difficulty with the inadequacy of the interface/tools design albeit).

The drawing board:

The drawing board was programmed using SuperCard, which is authoring software to develop interactive courseware based on the program language called HyperTalk. Naoko Fukushima, a former graduate student at Hyogo University of Teacher Education, proposed the key concept. This program with a child-friendly drawing interface offers younger children more opportunities to seek out their expressive motives using a toolbox consisting of pencils and natural objects. Drawing with natural objects is a more natural and intrinsic art activity for children during the earlier stage of development. However, the psychological hindrances such as expectations for a refined and realistic representation on a brilliant white drawing paper can deprive children of their expressive impulses. Today, drawing can be minimized to a less popular mode of expression and children may lose their interest for art expression in the art learning and teaching process. The drawing board may help resurrect fundamental art expression and serve as a catalyst for the playful activities in the natural setting.

The developed drawing board consists of three parts: material palette of natural objects, a set of buttons of pencil tool, eraser and slideshow, and a drawing board. From the material palette, you can move scanned natural object images back and forth between the palette and the drawing space. In the palette, scanned stone images were used as tentative images and the palette was divided into six small partitions, each with three identical stone images. Children are able to move the material images around the drawing board in the trial-and error manner.

**Discussion:** It is much easier and natural for students to draw objects on the actual ground with a tree branch, leaves or stones. The advantage of the computer usage was the easy comparison of the final images with other images among the peer group. Mutual comparison among the peers is another key to expanding children's own images stimulated by criticism. Responses from children included requests for the variety of stone shapes and of sizes. During the activity, imagination expanded along with their process of manipulation of stone images and the addition of lines, but children believed the tools were not sufficient for meeting their expectations. Within the restrictions, however, children developed their visual images from palette objects and continued drawing throughout the four drawing pages. The restrictions on the other hand functioned as a trigger of expression using real natural and found objects on the different kind of surface materials such as a normal sheet of paper, sand surface, block walls, and even the tree surface in the outdoor settings. At the beginning, the tools and palette objects seemed to be very interesting and stirred their imaginations, but in the course of drawing, restrictions became apparent when children conceived their evolving expressive motives by the attempts of drawing and erasing things. The very basic concept resided in this type of expression programs. The highly refined programs (soft ware) for children such as KidPix provides very amusing tools and interfaces which include not only the visual effects but also even the sound effects. That kind of commercially available software is fully equipped with the tools to satisfy children as a self-contained and fully functioned program and children using them seldom leave the computer. When children finished their works and enjoyed the paintings using the drawing board, they went out for the actual stone collection instead. The drawing board is immature as a program, but motivates the post artistic activities to relate them to the real environs and nature.

#### The edutainment contents for appreciation

The principal purpose of the second phase of the project was to develop a multimedia content for art appreciation. Before initiating the plan, an analysis was made regarding the tendencies of recent art appreciation education. Other than the theoretical movement in art history and art criticism, visual media such as art book series were compared as a key resource reflecting the trend in art appreciation.

Appreciation education requires intrinsically varied resources such as art reproductions, videos,

laser discs, and art book series. Among those resources, art book series are informative, full of art reproductions and critical/aesthetic interpretations of those art works. The recent publication of art book series seems to have alternative approaches compared to the conventional volumes.

Three art book series were selected for comparison in light of their educational orientations. This survey showed that recent art book series have a distinctive theme-oriented feature and give clear aesthetic interpretations/criticism with various visual materials such as artists' original works, related photos of their private belongings, and contextual objects reflecting their contemporary culture. Also the structure of the contents are complicatedly interwoven with coherency in terms of critical aspects. This tendency seemed to be reflected the new art history movement.

Brainstorming for ideas and designing a storyboard were undertaken to develop an embryo type of hyper-media learning program for the computerized art appreciation education. The project focused on the subordinate aim: to make the program more entertaining and informative simultaneously for the elementary and secondary school children.

In order to actualize this aim, the intricate information of art book series was used and narrowed down to a meaningful set to develop a feasible structure of the learning contents. For the tentative purpose, the hyper-media program focused on the monographic theme on the 19th century French artist Manet. While the logical relationships were signified in the sequential process, the levels of critical thinking were considered as a crucial aspect to be reflected in the process.

Using HyperCard on a Macintosh computer, an inquiry type of the program was developed as a prototype of the self-contained art appreciation learning material. The rough outline of the story board is as follows: the user is requested to find a Manet painting, which is supposed to be a work of a boy with a flute, but unknown to the users. In order to find the painting, the user is asked to find Manet's house in Paris streets. With game-like procedure, the user has to find a right way to Manet's place by finding three balls that appear at certain sections in the courseware. Quizzes appear to ascertain knowledge from the readings found at several sections. In the program, three metaphors were used: "Manet's house" for Manet's personal history and his key art work, "art museum" for Manet's related works and other artists' information, "city maps and photos of contemporary Paris" for historical and cultural background.

This model program was tested for its usability with twenty secondary school students by their video protocols and their record of consecutive card progress. The average clearance time was 50+ minutes, but a few students could not reach the final stage and found difficulty in finding hidden buttons to go to next card. However, the overall statement on the program was favorable

and enjoyable.

#### JAVA-based interactive

The third program developed was the 3D interactive art expression system that could be used on the Internet. The drastic change in technology made 3D expression possible with ease on personal computers. In the computer tube, the 3D world is virtual and freed from gravity, physical attributes, lighting and viewpoints.

The major difference between the representation in 2D painting with perspective and the one in the tube is that the user is able to walk around the world described as if the user really exists within the tube. If you want to come into Monet's garden, you can virtually look around his garden from the different viewpoints. Therefore, 2D painting provides quasi three-dimensional reality, while the computer expression in 3D provides virtual reality, as is often indicated.

The major feature of the program includes interaction through the Internet and three-dimensional expression. Recognizing the actual environment of the public schools, OS free system is needed because some school use windows based PC and some use Macintosh. JAVA and VRML have more effective and practical to use for the system. Computer programming languages such as JAVA or VRML made possible to use animation and three-dimensional expression on the Internet. For the development of the expression system, Osamu Kasai, the former graduate student at Hyogo University of Teacher Education made a great contribution.

In addition to the VRML browser, the tool palettes were prepared for the manipulation of the three-dimensional objects represented on the screen: for position and color settings. The two palettes were composed of the following attributes: position, scale, rotation, scales orientation, color change in terms of brightness/value, transparency level. Each palette appears on the screen to edit the three-dimensional objects. The users also can add the objects and background.

In order to develop the program, four key aspects were signified for art learning aesthetic, manipulative, imaginative, and communicational. The aesthetic aspect emphasizes aesthetic features of objects such as shapes and colors. The manipulative aspect emphasizes process of art activities. The imaginative one emphasizes expansion of images. The communicational emphasizes playful and interactive art activities with others. An example of the manipulative program is a play with neon light balls, which expects students to become aware of color coordination through the assemblage of varied colors.

The on-site evaluation of the program was made in the small group setting with 5th grade children. As was expected, the refinement of the interface is needed because of the difficulty of



the mechanical-look palette usability. Saving function of the images is possible without result of attributes change for now but this problem should be resolved for satisfaction of the image results.

The web sites for the interactive art collaboration are now expanding in the world. They are basically two-dimensional and a few are three-dimensional. The exchange of ideas is really needed for the virtual three-dimensional expression for the young children.

#### 研究経費

平成9年度	1,400	千円
平成10年度	1,000	千円
平成11年度	500	千円
計	2,900	千円