

1

アートを科学する —「描くこと」を中心として

The Scientification of Art : Based on Studies of "Drawing"

藤幡正樹 ■ 東京藝術大学大学院映像研究科

デジタルメディアを用いた芸術表現のための基盤となる技術を開発することを目的とした研究について述べる。絵画などの視覚表現技術を対象として、デジタル技術の側面からその作品制作のプロセス、すなわち「描くこと」に分析を加える。あわせて、その新たな発展形を模索し、いままでにない道具とメディアを研究開発する試みを紹介する。

なぜ、この分野が注目されているのか？

芸術表現の分野においては、テーマの設定や解釈と同時に、表現媒体への理解や修練が必要であり、媒体の理解によって表現はより研ぎ澄まされてゆく。身体を媒体とする歌や踊りにおいては、習熟がいかに重要であるかは自明だ。絵具や筆を用いる絵画や、楽器を用いた音楽が、媒体(メディア)への理解と習熟によってのみ達成できる表現を持つことも、誰もが認めている。

しかしながら、私たちの研究構想で取りあげるデジタルメディアの分野では、急速な技術の変遷と進化によって、どの部分に習熟や修練の必要があり、どのような媒体への理解によって、より深い表現が達成できるのかはいまだに不明解である。

● デジタルメディアとプロフェッショナルな表現者の関係

コンピュータを巡るデジタルメディアの進化は、ハードウェアとソフトウェアの分離からはじまって、OSとアプリケーションの違い、新規のインタフェースを扱うことの困難さ、道具と媒体の未分化など、これまでの表現媒体では考える必要のなかった新しい概念の理解の困難さによって、プロフェッショナルな表現者の育成が、非常に困難になっている。こうした複雑さのために、従来型の媒体を扱ってきたプロフェッショナルは、現状のデジタルメディアに嫌悪感を抱いている。

同時に、現在デジタルメディアを中心的に利用している表現者たちは、環境がデジタルメディア化しているために、しかたなくこれを用いているという場合が多く、デジタルメディアを利用している過渡的な利用者であるといえるだろう。彼らは、デジタルメディアの可能性に気がついていても、道具そのものを開発する手

段が手元にないために、現在ある道具の利用に満足するしかないという状態に置かれている。

80年代後半に、アプリケーションの開発者と利用者が分離されたことで、アプリケーション・ソフトウェアがビジネスとして確立された。それによって、使い手には、自分で道具を改良する余地がなくなってしまったのである。極端な場合には、たった1つの機能を使うためだけに、複数の似たようなアプリケーションを所有し、それらの間を横断しながら作品を作るといった事態も生まれている。こうした事態には、アプリケーション・ソフトウェアの開発が、ビジネスとしての観点から、できるだけ多くの利用者を獲得する必要があるために、ごく一般的な利用者を想定して開発されてきた背景がある。一般の利用者にとっては、そのアプリケーションが現実の仕事に役立つという利便性が第一であり、さらにこれまでの媒体や道具と同じように扱うことができる(ように見える)という必要がある。しかし、実際には一般的な利用者ばかりではなく、専門的にこうしたアプリケーションを扱う人間、プロとしてその機能を最大化して、表現に役立てようとする人間もいるということを考えなくてはならない。

● 作り手と使い手のコラボレーションへ

現状は、旧来型の表現媒体に習熟したプロフェッショナルが、その結果保持している知見を、合理的にデジタルメディアへ移行させることで仕事は完結している。実際の現場では若手のオペレータがプロフェッショナルの指示に従ってデジタルメディアを操作しているというのが実情である。これでは、それまでの表現を超えた、デジタルメディアならではの表現が、デジタルメディアを基盤として生まれることは非常に難しい。なぜなら、デジタルメディア独自の可能性をオープンに議論

する場所もなく、創造性にかかわるソフトウェア開発の現場と利用者の間にはギャップがあるからだ。これを超えるには、いくつかのブレイクスルーが必要であり、作り手と使い手のコラボレーションが必要である。

たとえば、天気予報のソフトウェアのような特殊なソフトウェアを作り上げるには、それまでに積み上げられてきた予報のノウハウとコンピュータによるシミュレーションの技法を合体させる必要がある。使い手と作り手がコラボレーションし、使い手は気象の数学的なモデルを理解しなければならず、作り手は天気図を理解しなければならなかったはずだ。ここでキーとなっているのは数学であり、随分長い時間がかかったが、コンピュータの持つ数学という力の視覚化が大いに利用され、成功した分野といえるだろう。これはソフトウェアの開発者と利用者が数学を通してコラボレーションした事例の1つだ。

● 科学技術と芸術表現の創造性

これに対して、デジタルメディアを用いた芸術表現の拡張が難しいのは、それが人間の創造性を支援するアプリケーションの領域に踏み込んでいるからであろう。創造性が数学の式で解けるとしたら、それはその枠内にとどまっていることを意味し、真の創造性とは呼べないだろう。創造性とはそれ以前にはなかった事柄や物、あるいはそのプロセスを新たに発見するということであり、それが芸術表現となるためには、既存の概念の枠を越えた意味を事物として具体的に提示する必要がある。場合によっては、アプリケーションそのものを変更するといった行為もまた表現手法の中に入ってくることになる。天気予報のシミュレーション・ソフトウェアを、情報工学と気象学の研究者がコラボレーションして作ってゆくのはかなり違ったコラボレーションがここには必要である。

とはいえ、科学技術における創造性と芸術表現における創造性とに大きな違いがあるとは思えない。問題は、科学技術と異なって、芸術表現に関する言語化が進んでいないことであり、そのプロセスについては、ほとんどが神秘主義的世界のままにあるということにある。芸術表現における創造性を調べるためには、その知見を持つ表現者とコラボレーションしながら、デジタルメディアの上にその表現媒体を移行させつつ、その創造（研究開発）行為を共有することが必要なのである。

歴史的に、これまでに幾度となく「科学と芸術の融合」が叫ばれてきたが、その主たる関係性には2種類あり、どちらもうまく発展しなかった。1つのあり方は、「科学技術の成果を芸術家に利用してもらいたい」というもので、こういった関係性では、結局のところ芸術家が、科学技術のデモンストレーションを作ることになり、科学技術が主であるのに対して、芸術分野が従の関係にな

ってしまう。この逆のケースは、「芸術家の発想を実現するための技術を科学技術分野が提供する」というもので、大概の場合には芸術家の発想が荒唐無稽すぎて、実現不可能であるか、あるいは工学的に既知で、簡単にできすぎてしまうために研究としての意味がないかのどちらかに陥り、結果的になんの研究成果も生むことがなく終わってしまうのである。

科学技術と芸術の融合を具体的な実現によって行おうとするのではなく、ともに創造性についての理解を共有することからはじめなくては、両者にとって幸福な、創造的な発見はあり得ないのである。

この意味において、本稿で紹介する私たちのグループの研究が目指す目的の第1番は、科学技術分野の研究者と芸術系表現者の正しいコラボレーションのあり方を提示することである。その目的実現のために、両者で共有できる具体的なテーマを見つけ出すことからプロジェクトはスタートし、その結果、人間にとって根源的な行為の1つである「描画」に注目することになった。その過程にあるさまざまな創造性をひもといてゆくことを目的とし、描画を支える媒体（画材）のデジタル・シミュレータの研究開発、描画過程をロボットを利用して再現することで、その過程にある思考の階梯を分析応用する研究、描画行為のモチベーションを子供の行動観察を通して分析する研究等を、現段階では進めている。

これまでに行われてきた研究開発

● 先行事例

『『描く』を科学する』という研究手法に関連する先行事例は、それほど多くない。最も有名な人工的な描画研究は、ハロルド・コーエン(Harold Cohen)によって作られた絵を描く芸術家「アーロン(AARON)」であろう。60年代にすでにイギリスで著名な画家の一人であったコーエンが、コンピュータに出会ったことで、自身が絵画に求めている意味をアーロンの創造を通して実証しようとした研究であり創作活動である。

この事例は、コンピュータ科学史において人工知能研究の進化とともに語られることが多く、人工知能の1つの成功例としてよく取りあげられている。アーロンは、コーエンという画家が、絵画を創造してゆく上で処理している過程をなぞって見せることで、コーエンの思考を提示したロボットと呼ぶことができるが、描かれた絵画に物足りなさがつきまとうのは現実世界との接点のなさ、つまり外界を見る方法がないことと、出力された自身の絵画を見る目がアーロンにないことによる。コーエンによって付与された知識(主に形態的な外的な知識)と、それを1つの構図に納めるためのノウハウとしての知識(画家の

内的な知識) だけで描かれており、そこにはいかなる外的なノイズの混入も想定されてはいないのである。

● 「描く」とは何か？

しかし、「描く」という人間の行為は、現実世界の中にいる人間が、現実世界の画材や環境的なノイズの中で、画材と格闘しながら描き、また描きながら考えることにあるのではないだろうか？ つまり、描くことは、頭で思い浮かべたものをそのまま写しとることを意味しているわけではなく、描く行為を通して、何らかの対象を理解することができることに意味があるのだ。現実の画材との関係の中では、うまくいかないということが前提であり、そのためによりスキルを磨こうとする人間がそこにおり、そうした不可能性との折り合いの中に、生きるこの意味が浮かび上がってくるのではないかと考えている。

その意味で、以下に紹介する私たちの研究グループの事例は、「描く」という行為をある時間軸上の出来事として捉えており、それを操作する主体のあり方を問題としている。主体が人間自体の場合、自律したロボットとして実装する場合、主体の行為を補助支援する場合などが想定され、これまでの画材とは異なった環境が生まれることで、こうした装置と人間の関係が21世紀において変化するであろうことが予感されている。

また、「『描く』を科学する」上での1つの絞り込みは、油絵という非常に表現力が高く、技法が高度に発達している画材をターゲットとしたことである。ここで要素となっている研究分野は、工学的には、「画像計測 (Computer Vision)」、 「行動観察学習パラダイム」、 「NPR (Non-Photorealistic Rendering)」 などになるが、実際のコラボレーションでは、こうした工学研究とともに、絵画史研究と油絵画材の知見を提供する絵画技法材料研究が必要である。

● トップダウン・アプローチ

「行動観察学習パラダイム」をロボットに適用した模倣の研究の原点として、東京大学池内研究室と、國吉康夫らの研究を挙げることができる。これらの研究は、何らかの枠組みをもって眺めることにより行動を模倣するという「トップダウン」と、すべてが何もない状態から行動を模倣しようという「ボトムアップ」という2つの研究手法に分かれる。池内研究室では、数学的、物理的、ロボット学的に行動のモデルを設計する「トップダウン・アプローチ」の研究手法を取ってきた。あらかじめ何らかの行動モデルを内部に持ち、これを利用して人間の行動を理解し、その理解に基づいてロボットが行動を模倣する。このように、内部モデルを用いることによって、単なる模倣としてではなく、(1) 人間は何をしているのか、

(2) どのようにしているのかを理解し、(3) その認識に基づいてロボットが自らの行動を生成する。

池内研究室では、2つのブロック世界で人間が行った積み方を模倣できるものや、多面体や複雑な機械部品が扱えるシステムを開発した。2000年からは、両手を使用した模倣、踊りという全身運動の模倣を研究し、現在、ロボットによる描画行為のシミュレーションを行っている。

● 油絵調コンピュータグラフィックスの研究

これまでの NPR では、描画過程よりも、完成された絵の直接的な類似が目的とされており、写真などをもとにして自動的に油絵調画像を生成するための手法が研究されてきた。東京工業大学中嶋・齋藤研究室でも、たとえば FFT (Fast Fourier Transform) や微分処理を使って得られる入力画像の局所的な特徴に合わせて個々のストロークの形、大きさを描き込み、混色計算を行う手法の開発などの手法を提案している。また、墨を用いた書道筆の筆跡のシミュレータ研究が行われており、筆のモデル化について貢献している。

油絵を用いたシミュレータの実現には、画材の材料面での研究が必要であり、絵画技法材料研究を行っている東京藝術大学佐藤研究室とのコラボレーションは必然であった。この分野は、絵画を物質面から支えている材料と技術の両面から、油画を分析し、また支持体、地塗り、絵具などの自家製法を研究し、実際の油画制作を行う上での絵画材料、絵画技術を研究している。佐藤研究室では、これらの知見を活かした新しい絵具の研究開発を行っており、油絵具の視覚性と触覚性の観点から官能試験と称した調査研究を行い、その結果を数値化している。

現在展開している研究開発

ここでは、私たちの研究グループのオリジナルな研究を紹介したいと思う。「対話型油絵描画シミュレーション・システム」(東京工業大学中嶋・齋藤研究室)、「ロボットによる描画行為のシミュレーション」(東京大学池内研究室)、「子供の描画行為の行動観察」(東京藝術大学藤幡研究室)である。

● 対話型油絵描画シミュレーション・システム

描画行為は観察、認識、表現が複合して行われる人間の興味深い作業の1つであるが、ビデオ撮影以上にそれを逐一記録できる手段はなかった。計算機上の描画環境を用意し、すべての作業を記録すれば、ビデオ撮影よりも多くの情報が収集できるが、従来の描画シミュレーション・システムでは画材が簡素化されており実際の画材では行えるような多彩な表現を行うことが難しかった。

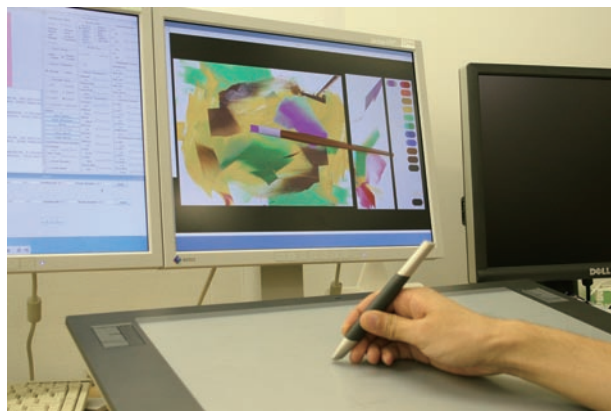


図-1 対話型油絵描画シミュレーション・システム

そのため高度な描画戦略や、さまざまな技法や技術を記録するためには計算機上での環境は適していなかった。このような背景から私たちは計算機上での油絵描画シミュレーション・システムの研究開発に取り組んでいる(図-1)。また、実際に計算機上での描画シミュレーション・システムが実現すると、記録分析以外にも以下のような有益な点があると考えられる。

- (1) 仮想的な画材には物質的な制約が存在しないこと。
- (2) 計算機上での描画記録の利用(画家にとって、記録された描画過程を編集、修正、複製することは、新たなパラダイムになる)。
- (3) デジタルメディアとの融合が容易。

システム基本設計

本システムはさまざまな筆致を実現できるように、変形する筆の毛の房を実現すること、粘性の幅が広い油絵具の物質感を出せること、艶感を実現すること、積層混色、混合混色の発色で不自然に濁りを生じさせないことを目標としている。

油絵具の物質感を出すためにはキャンバス上での移流計算が必要となるが、その計算は負荷の高いものである。そこで、直感的なストローク入力のために必要な筆モデルに関しては表現力の多様性を実現しつつ、負荷の軽い手法を採用することとした。また、計算機の性能向上の中でも、ビデオプロセッサ(GPU)の性能向上は著しいので、その機能を十分に活かしている。

システム構成は、「筆モジュール」「移流計算モジュール」「発色計算モジュール」を中核として、「絵具の調合を行うモジュール」、システム全体を支える「基盤モジュール」からなる。

筆モジュール

筆モデルは、毛のしなりや変形など、描画際の視覚フィードバックに必要な振る舞いを再現しつつ、絵具の移流計算や、発色計算に計算資源を多く割り当てられるよう、従来研究での筆モデルよりも簡略化されている。収束計算を伴う物理シミュレーションの代わりに単純な

行列演算を用いて毛先の広がりやしなりを再現しているため、高速かつ一定時間で形状更新の計算を行うことができる。

移流計算モジュール

油絵では、溶き油の比率や種類によってさまざまな粘性の絵具が得られ、それに基づいてさまざまな描画技法が可能となる。さまざまな粘性の絵具の振る舞いをシミュレートするために、移流計算モジュールでは、筆とキャンバス間での絵具の「移動処理」、絵具の「押し出し処理」、キャンバス上での「移流処理」の3つの処理を行う。

キャンバス上の画素および筆の接地領域に対応するテクスチャ上の対応画素間における絵具の移動量は、キャンバスの凹凸情報、キャンバスおよび筆における絵具と溶き油の量、その画素における筆圧に基づいて計算される。

筆によって周辺に押し出される絵具の量は固い物体と砂との相互作用を求めた従来研究を応用し計算している。押し出された絵具は、次に移流計算によって滑らかにされる。これは計算法に変更を加えて利用している。本来の計算法では、輪郭線からの距離を標高に見立て、押し出す領域内の標高を定義していたのであるが、本システムでは筆圧を考慮した標高図を用いて、押し出し処理を行っている。

絵具の移流計算には、格子ボルツマン法を採用した。濡れた領域と乾いた領域での境界処理と、移流速度が低い場合の固定処理を加えている。これにより堅い絵具と流れる絵具によって描かれた時の違いが実現できている(図-2)。

発色計算モジュール

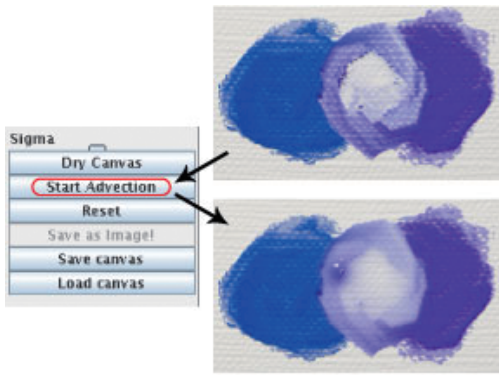
発色計算は絵具の光学特性を拡散反射と鏡面反射の2つに分解して扱っている。拡散反射が絵具の物体色に相当し、スペクトルごとに Kubelka-Munk の理論により混合混色、積層混色を計算して求めている。鏡面反射は艶に相当し、溶き油の量や成分に応じて変化させている。鏡面反射、拡散反射ともに、絵具表面の凹凸、光源方向を考慮し、反射量を計算している。

今後の展開として

本システムでは、従来手法に比べ、よりリアリスティックなシミュレーションが実現されている。また、簡単な操作により、現実世界には存在しない新たな絵具を生成することも可能である(図-3)。今後は筆の多様化等、画材モデルの研究開発と並行して、描画過程の記録法に関する研究を開始する予定である。

● ロボットによる描画行為のシミュレーション

私たちは、絵を描く行為を「対象の観察・モデル化」「解釈・絵の構成」「絵筆や絵具を使った描画」という3つの過程を通して行われる表現と考える(図-4)。現在、この3つの過程すべてを実現する形で実装している。こ



周囲が乾いている場合

周囲が濡れている場合

図-2 濡れた領域と乾いた領域での境界処理

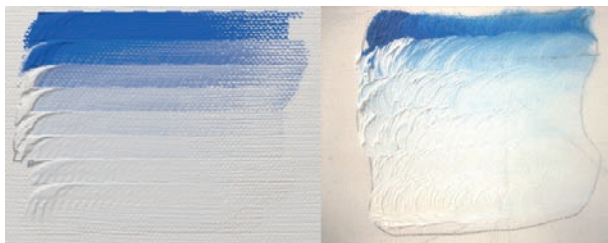


図-3 油絵具とシミュレーションの着色力と隠蔽力の比較

これは単に入力されたイメージを毛筆で出力するプロッタのような開発とは異なり、「絵を描く」という行為をそっくりロボットで実現しようという試みで、この点が本研究の最大の特徴となる。

ロボットは、頭部に9個のカメラからなるステレオビジョンシステムを持ち、首は上下左右に自在に動かすことが可能。腕は、7自由度のロボットアームを2本備えている。各アームの先端には多関節のロボット手を搭載。ロボット手は各腕4本の指を備え、各指は3、4個の関節を持つ。各指の先端には6軸力センサが埋め込まれており、掌には多数の圧力センサが貼られている。また音声出力機構を搭載しており、認識結果や描画中の状態などを音声で伝えることが可能である(図-5)。

対象の観察・モデル化

「対象の観察・モデル化」の過程では、描画対象の3次

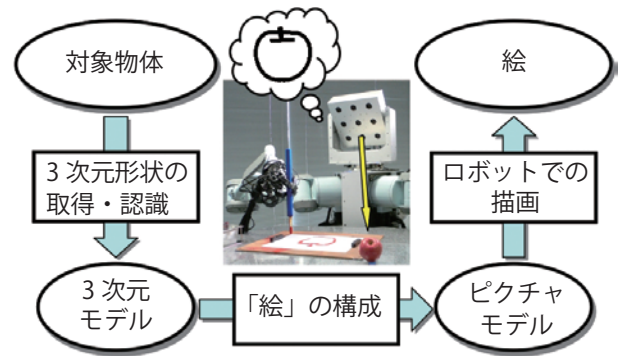


図-4 お絵描きロボットの概要

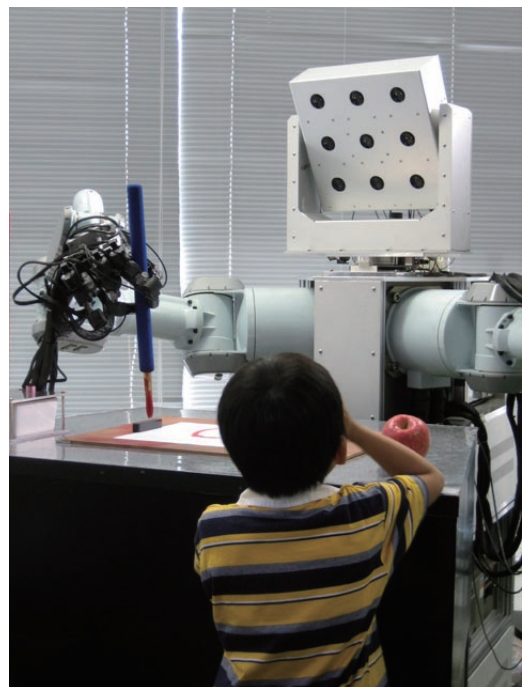


図-5 ドットちゃん

元形状を取得する。ロボットに搭載されているステレオビジョンシステムを用いてすべての物体の3次元形状が計測できれば理想的であるが、実際には対象物体に許される大きさやシステムの精度などからくる制約により、この方法で3次元形状を取得可能な物体は限られている。その他の3次元形状取得の手法は、まず描画対象を複数台のカメラで撮影し、そこから3次元形状を復元する手法がある。この手法は人間などの大きな対象物体の形状を得るのに適している。私たちは、天井に取り付けられた8台のビデオカメラからの画像をもとに、視体積交差法を用いて3次元形状を復元するアルゴリズムを開発した。

物体の形状を正確に取得したい場合、レーザレンジセンサを用いる方法もある。この場合、1回のセンシングによって得られる形状は1方向からの距離画像だけであるため、完全な3次元形状を復元するには、複数の

方向からの距離画像が必要となる。そのため、それらの複数距離画像に対し、適切に位置合わせを行う処理が不可欠となる。私たちはそのための手法も開発した。

解釈・絵の構成

これは、得られた3次元モデルを2次元の「絵」にするプロセスである。現在の実装では、物体を輪郭線などの特徴的な曲線によって表現する手法を用いている。この手法では、まず幾何エッジを利用し、物体の特徴線を抽出する。しかし、このようにして得られたエッジは、大量の細かい線分の集合で、毛筆による描画に適さない。そこで、得られた特徴線を単純な図形にまとめる作業を行う。こうして得られた特徴線を、ロボットの腕の構造などから考慮し、描きやすい「長さ」や「方向」の線に分割し、描画の順序を決定する。このようにして「描画モデル」が生成される。

絵筆や絵具を使った描画

多指ハンドを備えたロボットが絵筆の操り、描画を実現する。これは単にボルトで固定した毛筆XYプロッタとは一線を画する。多指ハンドを用いるのは、筆の把持の仕方や運筆の方法など細かな技術まで再現可能にするためだ。人間は腕や指を精妙に用いて描くという行為を実現しており、本研究は、多指ハンドとロボットアームによって、人間の持つスキルに迫ることを目指している。

「絵筆や絵具を使った描画」は次のように行われる。まず筆を把持する。続いて実際に線を描画する。ここでは、始めに筆先の位置を認識し、筆先を描きたい線の始点へ移動する。その後ゆっくりと筆を下ろしてゆき、筆とキャンバスが接触するのをセンサで判定する。そして逆運動学を用いて、腕を描いた線の軌道に沿って動かし、終点に達したら筆を持ち上げる。最後に描画結果を確認し、意図した通りに描けているかを判断する。意図した通りに描けていないと判断された場合、絵を修正する。

「自動構図生成アルゴリズム」開発のための実験

現時点では、与えられた単一の対象に関して、それが置かれた方向からの「見え」を描くことしかできない。今後これを拡張し、シーンの中にある対象物体について、どの方向からどのように描けば「絵になる」かを自動的に判断し描画を行うようにしたいと考えている。

このための予備的研究として、描画経験者(プロ)と非経験者(アマチュア)における構図の違いを分析している。この実験から経験者が行っている構図のコツを抽出し、それをロボットに実装することが目標だ。これまでに2つの実験を行った。1つはデジタルカメラを用いて対象物体をどのようにフレームに納めるかを調べる実験。もう1つは複雑なモチーフを描画する最中の視線を追跡する実験だ。

今後はこれらの実験結果を用いて、ロボットの「自動

構図生成アルゴリズム」の開発を行ってゆく計画である。また描画フェーズについてもさらに作り込みを進め、より高度な次元で「絵を描く」行為を模倣できるシステムへと発展させてゆきたいと考えている。

●子供の描画行為の行動観察

描画を通じて幼児の模倣行為を誘因し、インタラクティブな関係を築くことを目標に、ロボットへ実装するプログラムの構築を通して「人はなぜ絵を描くのか？」を明らかにしようと考えている。現在は、子供の描画行為の観察と予備実験を行っている。

描画行為の行動観察

1～5歳までの計14人(男児5人、女児9人)の子供を観察対象とし、1回あたり1～2時間程度ビデオカメラで記録した。描画の発達の子供それぞれだが、共通して見られる発達段階の順序は決まっていて、描画の複雑さや記号作用の深度には以下のような段階が見られた。(1)コンディションを確かめる、(2)線が閉合する、(3)関係性をつけられる、(4)コンテキスト、(5)細部化、遠近感の理解と利用。

言うまでもなく、対象物を一貫して意識し、イメージしていたとおりの結果を物語性を伴いつつ、遠近法を用いて描くことは、子供の描画発達の段階ではかなり高度なことなのだ。多くの場合は、一貫した対象物を持たず、流動的に変化していく内的なイメージに応じて、刻々と指示対象を変化させていくようだ。また、頻繁に母親や周囲の大人(他者)に自分の描いた絵を見てもらおうとする意志表示が見られ、他者を何らかの形で介さないと、子供にとっての描画行為のモチベーションが保てないケースが多かったことは興味深い。

タブレットによる共同描画実験

図-6のような実験を行った。隔離された2つの部屋に個別のタブレットPCを設置し、1室で子供にお絵描きを指示し、これと接続された別室のタブレットPCから、実験者は子供の描画へ干渉する。子供にとっては他者がいることを認知することはできない。このような特殊な環境を観察対象として設定したのは、「描画行為」から「他者との対話行為」への転換がどのように発生するかというプロセスを観察したいと考えたからだ。この実験は、3～5歳の4人の子供を対象に行った。

意外なことに、実験者の干渉に、子供はあまり大きな反応を示さなかった。3歳児の場合は(あくまでも外からの観察にすぎないが)、他者の介入を意識できないようであった。ある程度社会化の過程を経た5歳児では、明らかに描画平面の向こう側にいる他者を意識していると思われる発言があり、これを図-7のように、描画平面上でのやりとりから、対話相手として、他者性を生起したと

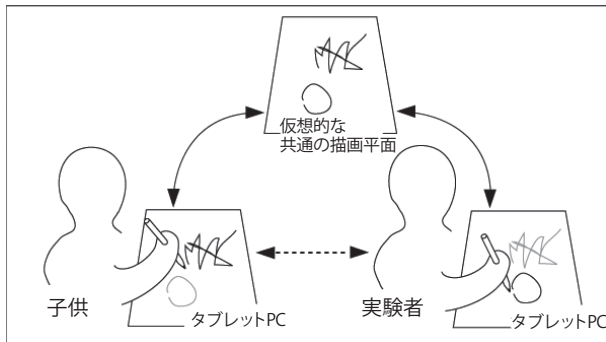


図-6 共有された平面上での描画によるやりとり

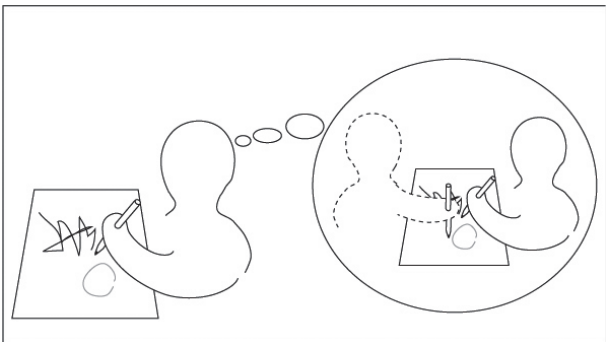


図-7 他者が生起する

図式化することができると思う。これは、対話相手と想定される他者の意図を汲み取る能力、「Theory of Mind (心の理論)」の発現と関係があるのかもしれない。今後もこの実験を継続し、事例を精査していこうと考えている。

ロボットによる共同描画実験

図-8のような遠隔操作で描画を行えるロボットが、どのように子供と描画を介したコミュニケーションを成立させることができるかを実験した。ロボットは実験室内の画用紙の置かれたテーブルに固定され、ペンを備え付けられている。観察対象となる子供には、「このロボットは絵を描くことができるけれども、まだあまりうまく描けないから、一緒に絵を描いて教えてあげてね」など、描画を誘発する指示を行った。タブレットによる共同描画実験との大きな違いは、実際の紙を用いてロボットと対峙した形で行うため、あらかじめ他者と向き合っているし、身体的な動作もかかわってくることになる点である。この実験は、3～5歳の4人の子供を対象に行った。

5歳児の観察で、子供が画用紙上に円を描き、その上にロボットがウサギの長い耳のような形を付け加えると、子供が円に目を意味すると思われる点を2つ付け加えた(図-9)。この事例では、共同描画を通して、ウサギというイメージが共有され、それを指示する記号が紙面上に生成されていくということが観察された。ロボットの描いた形を真似て、紙面上に同様の形を描くという行為も観察された。また、共同描画中にふざけてロボットの手を軽く叩くような行動も見られ、ある種の身体的コミュニケーションが誘発された。これはロボットの形(身

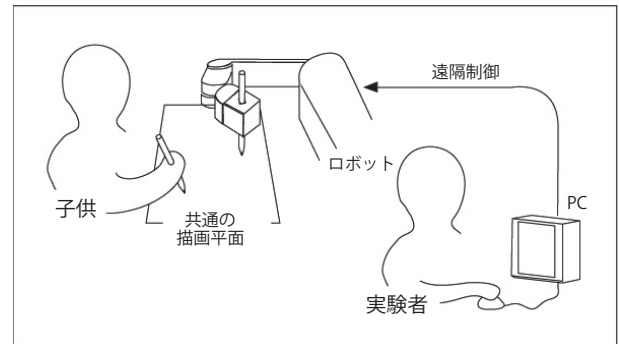


図-8 ロボットを介した描画によるやりとり



図-9 ポルタクンと子供による共同描画

体性)がコミュニケーションを形成するということの一例だと思われる。

今後の展開として

ロボットには身体的なコミュニケーション能力を備えさせることも可能であり、今後の実験に取り入れることを考えている。視線(共同注視)、かけ声、沈黙、手の動き(身振り)、身体接触などである。この中でも、視線はコミュニケーション発生にかかわる要素とされており、幼児が他者の意図や心的状態を読み取り始める発達上のターニングポイントとされている。このように描画行為の周辺に存在する、非言語的なモーダルから、コミュニケーションがどのように生じるかを観察するための独自の研究手法を企画中である。

将来展望と課題

人間の描画行為について研究することは、視覚文化について研究することでもありながら、意外と研究が行われていないことが分かってきた。言葉の発達の研究については、さまざまなアプローチがすでにあり、いくつかの仮説とそれを実証しようとする脳科学分野も出現してきているが、描画の発達と理解には、そのための研究手法さえ確立されているとはいえ、歯痒いばかりである。

● これからの描画行為研究

子供の言葉の発達においては、母親の果たす役割は絶大である。母親は言葉によって、子供に事物や現象を結

びつけてゆくことで、世界に1つ1つ意味を与えてゆくわけだが、描画行為についてはあまり重要視していない。むしろ「お絵描きの時間」として、「手なぐさみ」あるいは「遊び」としてしか捉えられてこなかった。しかしながら、私たちは、描画行為は、視覚によって捉えられた情報を自らのものとするために非常に重要な行為であると考えている。言葉によって捉えることのできない世界は、対象を丁寧に観察することによってしか理解できないのであり、対象を観察する力を養う上でも描画訓練は非常に重要である。ほとんどの子供たちが、描画行為に喜びを見いだすのは、自らの指先から世界が出現するからであるが、こうした喜びが歳を経るに従って抑圧されてしまうのはなぜだろうか。

また、視覚情報がこれだけ氾濫している現代において、こうした情報を扱うための手法が確立できていないことは、対象を言語以外で理解する方法を持たないことを意味し、未来において精神的な貧困を生み出してしまう可能性が高いことを意味する。このことは、美術という人類史に等しい長さを持つ文化についての理解をもおろそかにし、過去の文化の上に新しい文化を築いてゆくことの意義を見失わせてしまう。

私たちの研究グループは、「『描く』を科学する」を標榜し、人間の描画行為について、各研究チームがそれぞれの研究背景との親和性から個別の研究を行ってきているが、現状のチームだけではカバーできないさまざまな研究テーマや、異なった研究同士をつなぐ連携のあり方などについての課題が浮かび上がってきている。描画行為は、考えていた以上に深いテーマであり、「どうやって描くのか？」ではなく、「なぜ描くのか？」に触れてゆくと、人間の生きる本質にかかわることとなり、研究をより掘り下げる必要性が出てくる。情報工学と芸術表現だけの横断的研究ではなく、認知科学などの研究成果や研究手法を取り入れる必要がでてきており、連携を深めつつある。

● 画材とモチベーションの関係性

油絵という媒体（画材）のシミュレーションを進めることで、現実の画材が持つ機能のこういった側面を創造的な作業に当てはめて使っているのかが詳細に分かりつつある。こうした詳細な機能が、描こうとする動機とも密接につながっていることも意外と明確に論じられていない。

対象を画材という物質に置き換えることが、この場合、描画行為そのものであるということが可能であるが、そのときには描画材の特性によって生まれる画面の肌理（きめ）のありようが、対象把握の段階でイメージできるかどうか、描画に至る動機の多くを占めている。「描く」とは、異なった素材で対象を手に入れることを意味するのである。

東京工業大学が開発している油絵描画シミュレーション・システムは、今後のさまざまな研究の基盤となるものであり、より多くのユーザにこれを使用してもらうことを通じて、デジタルメディアの可能性に気づいてもらうことを最終的な目標としている。

● 新たなコラボレーションの可能性

幼児の発達にとっての描画研究は、人間が本来持っているさまざまな機能が、実は使われないままにあることを想起させる。子供の描画は、対象を正確に（網膜的に）描くことが目的ではなく、周辺の人間（主に親）とのコミュニケーションのために使われることが多い。描かれた画像が記号として扱われ、その記号が他人と共有されたときに喜びが訪れる。幼年時においては特に、上手に描くことよりも、共有されることが目的にもなっているようである。さまざまなモデルがここには考えられるが、あまりにも先行研究が少ないために、基礎となるコミュニケーションのモデルを他の研究分野と比較しながら構築中である。ここでは主に認知心理系の研究者との連携をはかっていく。

個別具体的な成果やその応用として、直接的には美術教育への貢献、マンガなど、従来、娯楽芸術として研究の対象となつてこなかった分野への研究手法の提供、世界とうまくコミュニケーションすることができなくなってしまっている自閉症などの障害を持つ児童への描画を通じたコミュニケーション機会の提供など、ここでの成果をそういった形で応用することも視野に入れている。

同時に本研究で養われつつある、科学技術系研究者と芸術表現系研究者のコラボレーションのあり方も、新たな研究手法の開発として、非常に有意義な研究成果だと考えている。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）の「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域の「デジタルメディアを基盤とした21世紀の芸術創造」研究プロジェクトとして行われています。

（平成19年11月12日受付）

■ 藤幡正樹 masaki@fujihata.jp

1956年東京生まれ。1980年代初頭からCGやアニメーション作品を多数制作。1990年代はインターネットやGPSといった先端テクノロジーにも取り組み、1996年、《Global Interior Project#2》でアルス・エレクトロニカ（オーストリア）の最高賞を受賞。インタラクティブな書をテーマにした《Beyond Pages》は世界十数カ所を巡回し、1997年、ZKM（ドイツ）のパーマナント・コレクションとなる。1992年にスタートした《Field-Works》は、3次元のサイバースペースにノンリニアな記憶や痕跡を再構築するシリーズ作品。これまでに日本と欧州各地で同プロジェクトが実現されている。主著に、『Geometric Love』（PARCO出版、1987）、『巻き戻された未来』（ジャストシステム、1995）、『アートとコンピュータ』（慶應義塾大学出版会、1999）他多数。現在、東京藝術大学大学院映像研究科科長。