

表現活動としての 3D アニメーション制作の教材化 III

—教育活動としての 3DCG 制作指導の成立—

Instruction of Making 3DCG as Educational Program

* 上山 浩

UEYAMA Hiroshi

本稿は、美術教育において 3D アニメーション制作を教材として運用可能とするための基礎研究である。

本稿の目的は、これまでの研究成果である具体的な教育目標の検討および教育的効果の検証を踏まえながら、実際の学校教育の現場にて実施可能な教材としての実践を展開するところにある。本稿の特色は、3DCG 表現の指導法として、PBL チュートリアルを応用した制作活動の支援の具体的実践例を示すとともに、ピアサポート導入の可能性を検討するところにある。

* 上山 浩 / 三重大学教育学部
UEYAMA, Hiroshi / Mie University, Faculty of Education
E-Mail: ueyama@edu.mie-u.ac.jp

1. はじめに

(1) 目的と経緯

本論は、3D アニメーションの制作を美術教育における表現教材として位置づけることを目的とした一連の基礎研究の一部である。

筆者は、本論に至る一連の研究「美術教育における CG 教材の基本理解¹⁾」にて、美術教育における表現教材としての 3DCG の有効性に着目した。3D アニメーション制作をはじめとした 3DCG の教材化は、'80 年代より既に 20 年以上にわたって期待されているものの、実際には進んでいない。小・中学校の教育現場におけるこの種の教材の実例は僅かしか報告されておらず、具体的な指導法の研究もほとんど見ることはできない。これは、2DCG 教材の普及と対比をなしており、停滞状況だと言える。その一方で、3DCG 制作に対する教育的な意義や効果を期待する声は絶えず聞かれ、現代社会におけるそれへの期待はむしろ高まりつつある。

前述の研究にて、筆者は既に、3D アニメーション制作について、その教育的効果を指摘し、教材化が進まない理由についての幾つかの推論を試みた。さらには教材化の方向として具体例を提示し、実際に一般的な中学

生にも 3DCG を用いた豊かな表現が可能で、多くの教育効果が望めることを実証した。

本論は、これまでの研究を進めて、小・中学校での美術教育の授業において実効性が高くかつ運用が容易であるような 3D アニメーション制作教材を、将来の学校教育のあり方を視野に入れながら、開発すべく論考を進めるものである。

また、その過程において、美術教育における表現の指導を巡る問題を掘り下げ、さらには、美術教育の教材観、指導観、教科の理念等、その基本的なあり方についての抜本的な再考を進めることも、本論が目的とするところである。

(2) 位置と内容

筆者は、前述の研究に引き続き、より具体的な問題を解決すべく、本論の主題である「表現活動としての 3D アニメーション制作の教材化」の研究を進めている。本論は、この研究の第 3 報であり、総括的な報告としての性格をもつ。

この研究の第 1 報²⁾では、通常規模のクラスの児童・生徒に 1 名の指導者が対応することを前提として、主に技術指導の問題を取り上げ議論を展開した。そして、3DCG 表現の教材化に必要な事項として、表現技術は教授するのではなく自己獲得させるべきであり、その手段としてのチュートリアルのある方が模索され、表現の核心はむしろ避け、積極的に周辺部分へのアプローチをかける、という基本的な認識の必要性を結論として指摘した。さらに具体的な事項として、教授事項の精選、ないしはその数量を限定し、特に躓くと思われる項目を絞り込み、あくまで教えるのではなく、負担を軽減する方向性を重視する、という項目を上げた。また、システムに即して授業者がチュートリアル環境を設定することも重要であることを示唆した。

上記に続く第 2 報³⁾は、前報の問題意識を引き継ぐものであり、最新の研究の動向も踏

まえ、前報において論究の不十分な点を補うことと、前報にて可能性を示すに留まっていた事項についての検証を行うことを主要内容とした。具体的には、3D アニメーション制作に関わる、教育目標の確認、制作の困難さの理解、制作の指導の問題、指導法の提案等を内容とした。特に、提案した指導法として、チュートリアル環境を用いた実践の有効性を示唆した。

第 3 報である本論では、再度、問題点・議論を整理し、現実的に運用可能な教材のデザインを提示し、それを実際に実施し、その結果をもとに考察を行うものである。具体的な教育システムの構築、および実際の実践を通じてその教育的効果を検証することを、その主要内容とする。

2. 期待される教育効果

(1) 3DCG への期待

3DCG 制作がもたらす教育効果への期待は、2DCG 同様、幾何形体描画の実現にともない示唆され、さらには視覚現実の再現を概ね可能とする技術が一般化するとともに、一気に高まった。

この経緯は、'80 年代の北米で美術教育研究に如実に見ることができる。1983 年、Art Education 誌は、「美術とコンピュータ」という小特集を組んだ⁴⁾。この号は、それ以前およびそれ以降の特集と比較して、美術教育と CG の関係を方向づける記念碑的な位置づけにある。特にマデジャ (S.S.Madeja) の論文⁵⁾は、伝統的な美術の専門家と CG 技術との乖離を指摘し、その理由の分析から美術教育における CG 実践の展開の構想を示している。マデジャ自身が、三次元的効果について言及するように、同特集の諸論文の取り上げる CG 技術のほとんどが 3DCG であり、当時の美術教育関係者における、3DCG 利用への期待が強く実感できる。1983 年当時は学校

教育へのパーソナルコンピュータ導入の最初期である。同特集は、まさに、これから始まる近未来の美術教育の展望というべきものであった。したがって、この特集を見た当時の美術教育関係者の多くは、今後、美術教育でのCG導入が進むにつれて、この特集で紹介されたような3DCGイメージが多く見られる実践が展開されるものと予想した。

(2) 視覚文化へのアプローチ

今日、子ども達が日常的に触れる視覚メディアであるビデオゲーム、テレビ番組、映画等に見るように、3DCGは既に視覚文化として社会に根付いている。特にビデオゲームに顕著のように、子どもの関心は2DCGから3DCGへ移行している。現在では、携帯型ゲーム機においても、その表示画面は、視覚現実を再現するようにオブジェクトを立体的に表示し、視点移動によりゲームの展開される場の表現に臨場感を与えている。子ども達は、上記のような3DCGに圧倒的な魅力を感じ、あるいは逆に、その魅力を積極的に意識することなく、ゲームプログラムが描くバーチャルな世界に魅了され、そのバーチャルな世界と現実との境界線を見失い兼ねない状況にあるとも言える。

このような現状の問題はよく指摘されるが、子ども達を無理矢理ゲームから引き離すことは現実的とは言えない。また、ゲームの現象に表れるものは、問題の一端にしか過ぎず、子ども達を取り囲む視覚文化全体の問題に対する包括的な教育が必要であることは容易に見て取れる。むしろ、現状を覆い隠すのではなく、視覚文化の現状に対し、積極的に切り込んでいく姿勢が重要である。すなわち、この現状に向かう教育活動の一つとして、バーチャルな視覚像の制作活動を通じてこの状況に対して切り込むという考え方が可能である。それは、バーチャルな映像をバーチャルなものとして積極的に理解し、バーチャルな世界を自分自身で作り上げることから批判的な視

点への覚醒を促そうというものである。

1999年に示された次の言説は、少なからず現在の状況に通じている。

「子どもの興味関心からみると、テレビゲームで多くの種類が3D表現できているのにもかかわらず、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⁶⁾。」

この言に示されているように、子どもが興味関心をむける視覚文化であるビデオゲームが2DCGから3DCGに変容したのは、技術的にそれが可能になったからだけではなく、ユーザーの、すなわち多くの子どもの需要があるからなのは指摘するまでもない。少なくとも、子どもの表現を主体的な活動とするモチベーションを引き出すには、3DCGを題材の中心にすえることは、大きな効果があると考えられる。

(3) メディアリテラシーの獲得

批判的なメディアリテラシー獲得の観点からも、3Dアニメーションの制作は注目されることが多い。

一般に、鑑賞的な活動として、視覚伝達メディアに対する批判的リテラシーの獲得を効率的に企図するのは難しい。なぜなら、子ども達を含む我々を取り囲む視覚文化は急速に変化し、具体的な事例は短期間に陳腐化するからだ。だが一方で、表現的な活動として、表現のテーマを子どもに委ね、それぞれの必然性に応じたイメージを具体化する作業は、彼らを取り囲む状況に応じた批判的リテラシーを獲得する上で効率的な教育方法だと考えられる。

批判的な受容能力としてのリテラシー獲得の対象として、常識的にテレビ番組が上げられるが、今日のテレビ番組の多くでは、特に視覚効果を重要視する場面では、3DCGが多用されていることも指摘するまでもない。

このような3DCGに対し、その成立過程が、ブラックボックスに置かれた状態であるのと、手にとれるように詳らかにされているのでは、それを含む映像へのアプローチの姿勢に格段の差が生じるだろう。表現過程の学習を通じて、子ども達は、3DCGの視覚効果について自ら考えることにより、その映像が伝える視覚効果を、無批判に受け入れるのではなく、主体的に取り入れ、より高次なものの醸成につながる状況を自身の中にもつことができる。さらには映像の視覚効果に付帯する番組全体の意図に対する批判的意識も深めることができるだろう。このような教育効果は、単に鑑賞の対象として3DCGを眺めている中ではけして得られない。

(4) 自己実現

子ども達にとって、自らが構想しモデリングしたCGオブジェクトを、自らが設定したストーリーに沿ってアニメーションとして動かすという表現において、それに成功した時に感じる充実感と喜びが、自己実現の実感として極めて強いということが指摘できる。このような教育効果は直感的にも見て取れる。

これまでに実験的に実践してきた大学生および中学生の3DCG制作活動の記録を振り返ると、以下の二点について、表現の喜びを実感できる場面が指摘できる。

3DCGにて何らかの表現をしようとするならば、立体を構想する為の何らかの抽象的な概念操作を必要とする。立体的な形体のモデリングはもとより、背景や光線、視点の位置など、プレビューを繰り返しながら、最終的なレンダリング結果を、あるいは、諸設定や諸定義毎にレンダリング結果を思い浮かべながら、ツール操作としての作業を進めることになる。そして、その後にレンダリングされたCG画像を見ることになる。この画像が、表現者の思い描いたものに近いものとして描出された瞬間というのは、たいへん大きな喜びをとまなう。

同じように大きな喜びを感じる場面は、形成したオブジェクトに与えた動作やカメラ移動により定義した画面の変化が、思い描いたものを忠実にあるいはそれ以上にリアルに表現されているのを確認した瞬間である。もちろん、イメージした内容をよく具現化した作品が完成したときの喜びは指摘するまでもない。

これらの喜びが大きい理由は、3DCGが、全く素材を必要としない、いわばゼロからの造形であり、それが、視覚現実をある程度再現していることや、イメージネーションの自由さが保障している点にあると考えられる。

(5) 造形表現能力の獲得

当然ではあるが、3DCG表現は、従来からの造形表現に共通する造形力の涵養の場ともなる。次の言説は、それを分かりやすく示している。

「3DCGは、コンピュータによって初めて可能になった表現形式である。コンピュータの作り出す理論的な三次元空間をどの視点からみるかという設定に従って、三次元のデータが置き直されてモニタ平面上に投影されるという仕組みである。実際の制作においても三次元的な空間認識を必要とし、この部分においては彫刻の活動と重なるものがある⁷⁾。」という指摘は、3DCGの制作をとおして彫刻などの従来からの立体造形には不可欠な空間認識能力が獲得される可能性を示している。これは、従来からの教材観の延長にある常識的な発想とも言える。だが筆者は、これに関係して、実際に3DCG制作を体験した大学生から「3DCGにより立体物のモデリングを繰り返す中に、一般的な立体に対してこれまでとは違った見方をするようになった」というような特徴的な所見を得ている。また、断片的な聞き取りではあるが、専門家を養成する教育機関で3DCGを指導する教育者から「3DCG制作の経験を重ねる中に、立体物に対する自らのデッサン力が明らかに向上

した」という所見を得ている。これらの所見が示しているのは、3DCG 表現によって獲得される造形能力は、従来の造形表現に共通しつつ、かつ、従来の造形表現のみでは得られない造形表現能力を内包している可能性があるということである。

3. 教材化の障壁

(1) 一般化しない現状

上記のように、'80年代より今日まで20年来期待され続けている3DCG表現教材ではあるが、その期待に反して、一向に一般化される傾向を見せない。これは、一方で普及する2DCGと対比をなしている。なぜ3Dアニメーション制作を中心とした美術教育実践はほとんど見られないのであろうか。

その一因に、3DCG自体を実現可能なコンピュータシステムの普及の遅れが指摘される。確かに3Dアニメーションの制作は、一般的な2DCGの制作に比べると、高性能なハードウェアや特別なソフトウェアなどを要求する。おそらく1990年頃までは、ある意味で特殊な環境が必要であった。だが、1995年頃に至り、そういったハードウェアもソフトウェアも一般化した状態となった。この時期に至っても3DCG教材の報告が見られない理由として、一般的に機器更新が遅れていることも上げることができる。だが、2006年に至る今日、実践・研究報告が公表されるまでには若干の時差が生じるものの、このような問題は既に解消されたと考えるべきであろう。

別の視点から見た原因として、美術教育の授業時間数の削減傾向の中で、新規の教材が導入しにくい現状のあることや、さらには、2DCGに比べ、指導者教育における課題も多いことも指摘できる。だが、3DCGの普及を妨げるもっと大きな原因として、制作に必要とされる3DCG表現の根幹であるモデ

リングを中心とした表現技術にともなう問題が想起される。

(2) モデリングの問題

① 2Dによる3D 3DCGの特色として、一般的によく記述されるのは、コンピュータのデータとして、x,y,z座標のそれぞれの値としての三次元空間が想定されることである。だが、このこと自体は、2DCGが、x,y座標による仮想の二次元空間であることと原理的には同様である。問題になるのは、2DCGが、写真や絵画などの一般的な二次元を認識するのと同様の方法で認識できることに対して、3DCGは、現実の三次元作品を認識するのとは異なる方法を用いなければ認識できないことである。現在のCGは、二次元のモニタ画面をとおしての認識を前提としている。二次元表示にて三次元オブジェクトを認識するには、透視遠近法表示、多面からの同時表示、視点移動による動画表示等を組み合わせながら、概念として三次元空間を構想する必要がある。

3DCGにおけるモデリングとは、そのような環境において、立体的な操作を行うことである。このことは、3DCGにおけるモデリングには、我々が日常的に行う立体的な作業とは大きく異なった特別な表現技術が必要であることを意味している。

②モデリングの二様態 具体的なモデリング作業の方法は、ソフトウェアのデザインにより若干は異なるものの、一般的に以下の二つに大別される。一つは、幾何学形体の組み合わせや加工による方法であり、もう一つは、自由な曲面のコントロールによる形成方法である。

幾何学形体の組み合わせとは、パレット上に並べられた幾何学な単純な形体を選択し、サイズや位置や回転角を調整するような方法となる。それを複数のオブジェクトについて行うことになる。場合によっては、切り取りや変形なども行われるが、基本的には、立体

の組み合わせがモデリングの方法となる。これは、いわば電子的な積み木のような作業とも言える。すなわち、実際の積み木のシミュレーションとしての性格を見ることができ、この方法のみでモデリングできるオブジェクトとしては、建築物のような、文字どおり幾何学形体に近いものが上げられる。

それに対し、生命体のように入り組んだ有機的な曲面の組み合わせによるオブジェクトのモデリングには、曲面の自由なコントロールが不可欠である。自由曲面を成形するには、ベジェ曲線のコントロールが求められる。ベジェ曲線とは、基準となる通過点から伸びる二本のコントロールハンドルのベクトルを用いて作図する曲線であり、これは、2DCGにおいても用いられる微妙なカーブのコントロールの方法として一般的で、その操作もさほど困難なものではない。だが、これを3Dオブジェクトのモデリングに用いる場合、二次元上でのベジェ曲線の操作とは異なる難しさが生じる。

③モデリングの難しさ 3DCGによるモデリングを経験した大学生について、活動の様子の動画記録と、事後のインタビューによる所見を得ている。動画記録には、学生の多くがモデリングに戸惑い、その作業に驚くほどの時間をかける様子が見られる。特にベジェ曲線の操作による自由曲線のコントロールによるモデリングに戸惑う様子がよく分かる。事後の所見のうち特徴的なものを以下にまとめる。

- ・自由曲線によるモデリングは、操作は辛い、最もおもしろい。
- ・ベジェ曲線操作においてコントロールハンドルの前後関係がつかみにくいが、それにより面が描画されると状況がつかめ、達成感もあった。
- ・幾何学形体の組み合わせだけでも、モデリングは難しい。
- ・オブジェクトのデザインには、彫刻の制

作活動に似ているものを感じる。

- ・動きの定義が、その結果がリアルであるだけにおもしろい。
- ・カメラの設定・動かし方が一番面白く、一番工夫して、一番考えた。その結果、普段の生活で、プロモーションビデオやアクション映画を見るときのカメラの動きを意識するようになった。
- ・事前に想像した程は技術を必要としない。

上記の所見は、断片的ではあるが、モデリングの難しさを示している。が、同時に、単に苦痛であるのではなく、モデリングには面白さや大きな達成感がともなうことも見て取れる。また、先に示した教育効果に対応する所見も見られる。表現者にとって、このモデリングの難しさに代表される表現技術の克服が、3DCG表現にとっての、さらにはその教材化にとって一つのボトルネックになっていることが分かる。

(3) 操作的思考と概念的思考

モデリングの難しさを理解する上で、認知心理学者キンチ (Walter Kintsch) の言う操作的思考型と概念的思考型に着目することができる。

問題解決などの研究領域では、学習方略や知識の転移といった学習者の心的過程に注目し、学習方略には手続きや操作手順に着目する操作的思考型と意味や概念に着目する概念的思考型が存在すること、および後者が柔軟な知識の転移を促進することが知られている⁸⁾。この基本になる考え方により3DCG制作の難しさを説明することができる。2DCG制作の多くの局面では、操作的思考により、ツールの使用法は獲得されていくと考えられる。なぜならば、操作の結果は常に画面にモニタリングされるからである。逆に、3DCG制作に必要なツールの学習に概念的思考が必要な場面が多い。なぜなら、操作の結果は常にモニタリングされるわけではなく、先に示したように、モデリングしているオブジェク

トの状況を把握するには、概念的な思考が必要になるからである。

3DCG制作活動は、基本的な性格として試行錯誤を要することが多いが、特に、何度も同様のミスを繰り返す特徴的な操作には以下が見られる。

ベジェコントロールによる自由曲面の形成：形成したオブジェクトの配置に比べると作業のスムーズさに大きな相違が見られる。ポリゴンの集合体である曲面を、操作性の重視からベジェなどのスプライン関数で処理することにより、操作の結果が把握しにくくなるものが影響している可能性がある。

リンク等による関節を中心としたモーション設定：特に他の動きと連動した設定には、操作の試行錯誤が多く見られる。設定方法の原則は理解されていても、幾つかの留意事項の確認がおろそかになり、イメージした動きの設定にとまどうことが多い。

いずれの場合も、概念的思考を要する活動として、特徴的であることが見て取れる。

4. 教材化をめぐる議論

(1) モデリングをどう扱うか

①モデリング指導の難しさ 前章にて本論は、3Dアニメーション制作の教材化にとって、モデリングをどう指導するかが重要な問題であることを示してきた。だが、直観的に想像しても、モデリングを効率的に指導する方法は想起しにくい。なぜなら、モデリングの作業は、オブジェクトの形体により、多様、多岐にわたっているからだ。

本来ならば、モデリングの方法を効率的に示しているはずのソフトウェア付属のマニュアルは、記載事項が極めて多く、かつ、それであっても、自由なモデリングに必要な機能のすべてに言及しているわけではない。一方で、簡便化かつ効率化された解説マニュアルが市販されているが、そこで示される例は、

機能を極めて限っており、その機能を応用する範囲も限られている。少なくとも、個別の表現内容に対応した技術を提供するものとは言えない。

このような状況であるため、筆者は、大学生を対象としたこれまでの実験的な指導において、系統的なモデリング指導を企図することなく、表現者個々の表現内容や意図に合わせて、それぞれに必要な事項を適宜指導する方法をとってきた。そして経験的に、時間をかけさえすれば、単に経験を重ねることでモデリング技術の獲得は概ね可能だと考えてきた。当然、このような指導法は、美術を専門とする者や元々積極的なモチベーションをもつ者には有効だと考えられる。だが、それだけの時間をかけて修練を積むだけの積極的理由は誰にでもあるわけではない。これは、専門家の教育においては次善の策として有効かもしれないが、小・中学生を対象とした教材の指導法としては明らかに問題がある。

②モデリングは省略可能か 3Dアニメーション制作を教材とした限られた事例のうちに、指導者側であらかじめゲームキャラクターなどのオブジェクトのライブラリーを用意し、子どもは、オブジェクトの空間構成と時間軸上での構成を行うというものを見ることができる。この実践は、オブジェクトのモデリングを省略したことによって可能になったと考えられる。また、時間軸上での構成のみを取り上げた2Dアニメーション制作の実践例は数多く報告されている。おそらく今後は、ビデオカメラで撮影した実写映像等をコンピュータ上で編集する映像教材の実践も増えるものと予想される。これらの実践には、3Dアニメーションの制作に比べると指導上の難しさが生じないと同時に、メディアリテラシー獲得という観点からの教育的効果は十分に認められる。

このような例を見ると、3DCGにおいて、敢えてモデリングを課す必要はないようにも

思われる。だが一方で、先にも示したように、3Dアニメーションという一連のプロダクツの制作をゼロから始めて完結することは、その達成感において意義深い。3Dキャラクターのデザインは、仮想の空間ながら、全くの自由な想像からデザインが可能なのだから、ある難しさの一線を苦服したならば、相当の興味関心を集めることになる。イメージを三次元に転化する必要があるが、それについても難しさと楽しさは表裏一体の関係にある。このような点に着目すると、3Dオブジェクトのモデリングにこそ、CGとしての、従来の造形の面白さとは少々質が異なる重要な要素が含まれていることが分かる。

(2) 技術指導の性格

先に、3DCG制作の難しさの一因として概念的思考が要求されることを示した。しかし、モデリングがなかなかうまく進まないがゆえに、操作的思考型の表現者に、概念的思考型に変わることを要求するような指導法は適切なのであろうか。

美術教育においては、仮に結果的であるにせよ、そのような変貌を要求するようなことはあってはならない。なぜなら、操作的思考型・概念的思考型の違いは、個々の個性に関わると考えられるからである。3DCG制作が、アプリケーションソフトの枠組みの中での表現活動であることは避けられない。だが、人の思考法をコンピュータシステムの効率に合わせるようなことは、本末転倒であって、美術教育においては指導として不適切である。作業の手順が効率的ではなくとも、制作者個人が、自らの発想や好みに沿った表現を、自らのペースで行えば良いのである。指導活動の結果として得られた能力が、個人間で不揃いであっても、それは、大きな問題とはならない。元来、CGに対する嗜好、能力、経験、スキルなどが、子ども個々により不揃いであることは、むしろ、現実を反映した状況であり、その状況を前提とするのは当然で

ある。逆に、指導者の都合により子どもの学習状況を揃えようとするのは、個性を重視する教育においては重大な欠陥と言える。

一方で、問題となるのは、最終的な表現の喜びを感じるに至らない、あるいは、途中で表現活動を放棄せざるを得なくなるようなことが生じた場合である。すなわち、3DCGを前に手も足も出なくなることをどう避けるかが問題になる。3DCG制作における表現技術の指導とは、そのような事態を避けるために必要になるものだと考えるべきなのである。

(3) 表現技術の獲得

3DCG制作の指導の基本は、表現したいと考えるイメージの具体化を手助けするところにある。ならば、表現技術は、指導するのではなく、表現者により各自の表現内容に応じて自己獲得されるのが望ましい。表現内容に対応した表現技術を表現者自身が開拓し発見するのである。その支援（環境整備、動機付け）が、表現技術の指導法として有効だと言える。また、個人の表現の本質には他者は関われないという指導の周辺性も指摘できる。教育に関わることができるのは表現の周辺部分に過ぎない。指導者にとって学習者がその周辺の部分で困らない状況を作ることが、子ども達がより本質的な問題に向かい合う上で重要なのである。

表現の本質に関わることは、個人にとって重要な事項であり、たとえ教育の場にあっても、これに他者が関わることのできる部分は大きくはないであろう。だからこそ、これは、個性の問題とも関わり人格形成にとっても重要な核となるとも言える。そのような核に対して、表現という活動において教育者が関わることは、いわば周辺にあたる部分だと考えるべきであろう。だが、この周辺の部分を整えることが、あるいは、この周辺の部分で子ども達が困らないような状況を作ることが重要ではないだろうか。表現に

関わって周辺の事項が過重にならないようにする事が、子どもがより本質的な問題に向かい合うための重要な機能となるであろう。

コンピュータシステムに依存するがゆえに発生する問題の多くは、表現の本質に関わるような重要な問題ではない。であるが、このシステムにともなうハードルをできるだけ低くすることが指導者による工夫の対象になる。3DCGのシステムには、未だ、システムに依存する操作上の高いハードルがある。ゆえに、何かを教えるという発想ではなく、子ども一人一人が自分にあった表現技術を獲得する上で障害になるものをできるだけ排除するという考え方が、3DCG表現における技術指導においては有効だと考えられる。

教材を開発する者には、本質的な問題にたどり着くまでの、あまり重要ではない問題を迂回するような発想が必要であろう。極言すれば、どうでもいいような問題をできるだけ排除することが重要なのである。

5. 教材のデザイン

(1) 過去の実践例より

上述の考察を基にして、実際の小・中学校で実施可能な3Dアニメーション制作教材をデザインした。筆者は、2003年に、上述の考察の一部を基にして、同様の教材の実践を行っており、既にいくつかの問題を解決している⁹⁾。そこで、今回の教材については、過去の実践内容から継承する項目と、改善の必要点を明らかにすることでその概要を示すことにする。

①継承事項 このモデリングを効果的に指導する方法として、幾何学形体の組み合わせと自由曲面の形成というモデリングの二様態に対応して、二段階的な補助教材をデザインし、それを核とした実験授業を運営した。このモデリング教材は、いわば練習的な教材ではあるが、この練習教材の体験により、個々の表

現内容を具体化するための基本的な表現技術のイメージはある程度は獲得され、授業として実際に運用可能な時間数において、表現活動は一応の収束を迎える状況にまで至った。すなわち、単元としての一応の体裁が生じることとなる。一連の活動として、子ども達は、その後何らかのメッセージの伝達を目的としたストーリーをもつアニメーション作品を自由表現にて作成することになる。

②改善の必要 この実験授業は、1名の指導者にて5名の生徒を対象に行ったもので、多くの小・中学校の現状に沿った通常規模のクラス環境に対応できるものではない。この実験授業の後半の自由表現では、生徒はそれぞれに個々の発想から個々のイメージを具体化しようとする。その具体化に必要とされる表現技術は多岐にわたり、従って、生徒個々の表現活動の進度に応じて、個別に表現技術を指導する必要性が生じた。それに充当した時間数は少なくなく、通常規模のクラスの全児童生徒を対象に、1名の指導者による対応は不可能である。

この実験授業にて一連の指導に要した時間は、全630分。45分を1時間とする中学校の授業時間に換算すると、14時間となる。仮に週あたり2時間の授業時間を確保したとしても7週にわたる単元となり、他の単元を圧迫する。これに関連して、時間不足により、作品は、動画のみで、音声を添付した映像には至らなかった。音声を添付した本格的な映像編集に対する生徒の要望は強かった。

(2) 指導改善の方針

上記の問題点を解決すべく、以下の方針にて、指導を改善することとした。

①PBLチュートリアルを導入 表現技術の自己獲得を重視する観点から、1名の指導者による表現技術の一斉指導を減らし、PBL(Problem-based Learning)チュートリアルの考え方を導入した。

PBLとは、「問題発見解決型学習」とも呼

ばれ、主に医学教育等、関連分野の発展がめざましく獲得知識が短期間に陳腐化しやすい領域について、知識獲得の姿勢や、獲得知識の応用の方法などといったメタ知識とも呼ぶものの獲得を目指す学習法である。その具体的な方法は、小人数グループによる問題立脚型の学習方法であり、指導者は動機と目的を準備して、知識や技術は学習者各自が、各自の必要に応じて各自の方法にて獲得することになる。

学習としての表現活動は元来、PBLの性格が強いが、特に3DCGはPBLに向けた表現活動だと考えられる。なぜなら、3DCGシステムは未だ流動的でソフトウェアのインターフェースの基本概念も多種多様である。多様なシステムの状況の全てに対応することは不可能であるし、学習によりに得た知識も短期間に陳腐化する。3DCG制作の学習には、知識伝授型ではなく、問題解決型・自己学習型の能動学習を身につける環境を作る必要があるからである。そういう条件を満たす教育法として、改めてPBLに可能性を見いだすことができる。より具体的には、コミュニケーションの活性化の方向性を重視し、表現者個々の技術要求に対応する教育方法が展開可能となる。

チュータを導入したチュートリアル(tutorial)学習は、PBLの運用方法として、特に子どもを対象とした教育活動においては極めて効果的である。この場合のチュータとは、グループ学習をより良い方向に向かわせ、より大きな成果を出させるようにする役割を果たす。チュータがいなければ単なる自己学習、グループ学習にすぎない。チュータはグループが未熟な間はコーチをするが、学習者が成熟してくると自己学習の成果などを見守る役にまわる。これは、学習者の能動的学習を促す教育システムであり、自学自習が原則となる。

筆者はこれまでに大学生を対象とした3D

アニメーション制作を実験的な教材として数年にわたり実践してきたが、その指導法は、上に示したPBLチュートリアルの性格を多分に含む。近年では、より意識的にチュートリアルの状況を構成し、身近な先達の作例紹介し、相互教授を奨励し、表現技術に比較的熟達した学生、ないしは既に経験のある上級生をチュータとして位置づける等の方法を行っている。今回は、そのノウハウを積極的に活かすこととした。

②補助教材の厳選 子ども達自身が自らの表現にあった技術をスムーズに獲得するための周辺条件を整えるという発想から、補助教材を厳選し、以下のものとした。

- アニメーション事例としての参考作品：
 - ・身近な動作としての歩くことを中心とした関節の動きの例【図1】【図2】
 - ・同一オブジェクトを視点移動しながら凝視する動画の例【図3】
 - ・この2点の複合【図4】
- 関節の動きを設定する表現技術に関するプリント資料【図5】
- プランニング用のワークシート
 - ・キャラクターデザイン【図6】
 - ・ストーリーデザイン【図7】

6. 実験的教材による指導

(1) 実施状況

①実施概要 前章に示した教材デザインを中心に実際に実験教材による指導活動を行った。被験者は、三重大学附属中学校の美術部に属する3年生女子(2年次の春休みから開始した)5名による1グループとした。3Dアニメーション制作の希望者を募った。指導者1名に加え、3DCG経験の豊富な大学生2名がチュータとして、中学生の活動を支援した。

2006年3月と同年の7月の期間。3月中の活動として、幾何学形体の組み合わせる補



図1 関節設定の例

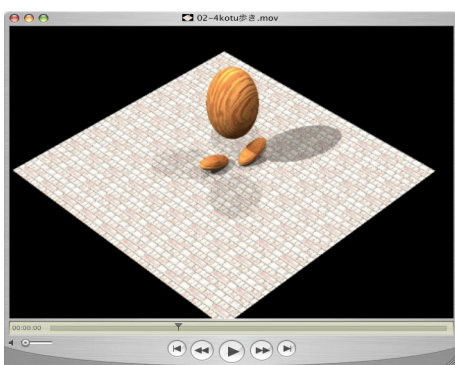


図2 関節設定の例

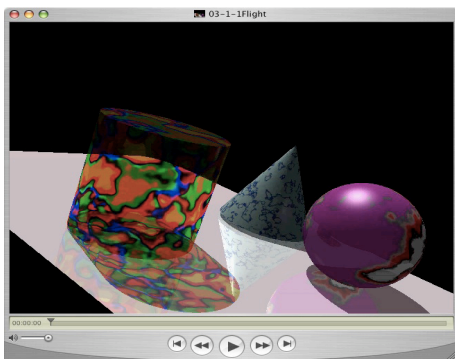


図3 視点移動の例

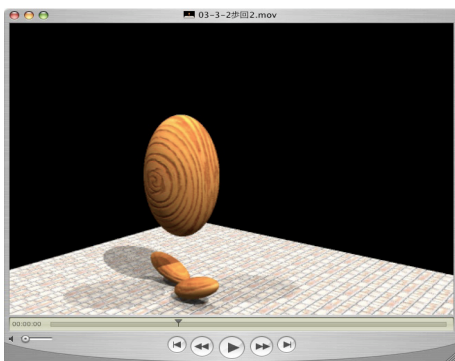
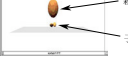




図4 関節設定・視点移動の複合の例

関節と動きの設定

(各部品ができているところから)

■関節の設定

1. 関節の「親子関係」を確認する。

2. 「子」にあたる部品のオリジナルポイント（中心点）を関節の中心に移動させる。

 - 回転ツール選択、「control」(鉛筆)キーを押しながら、ドラッグ&ドロップ
3. 「子」から「親」へリンクを張る。

 - リンクツール選択、「子」から「親」へドラッグ&ドロップ

■動きの設定

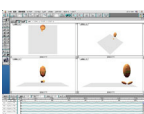
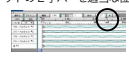

1. アニメーションパレットを表示する。(モデリングウィンドウサイズを調整する)
(モデリングウィンドウにて0秒の状態を確認する)

2. アニメーションパレットのL字バーを適当な位置（アニメーションの長さ）までドラッグ&ドロップする。

3. アニメーションパレットの現時点（V字バー）を最初の動きの時点までドラッグ&ドロップする。


図5 プリント資料の例

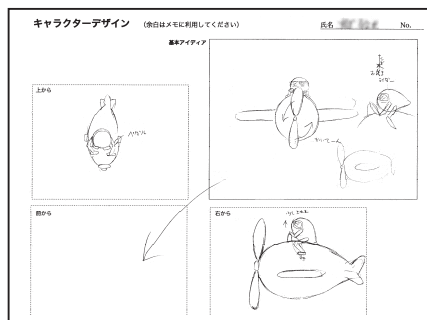


図6 キャラクターデザインシート（記入例）

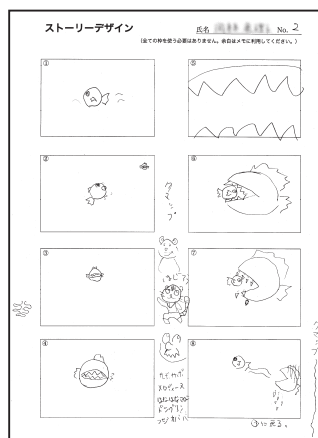


図7 ストーリーデザインシート（記入例）

助教材に 90 分、自由曲面を形成する補助教材に 90 分、予備的な自由制作に 90 分費やした後に、7月の活動として、本格的な自由制作の時間を 180 分設定した。

自由制作のテーマは、文字通り自由だが、何らかのキャラクターを設定して、ショートストーリーを描くものとした。

表現活動に用いたコンピュータシステムは、ハードウェアには Apple 社のノート型パソコン iBook を、ソフトウェアには StrataVision3D および iMovie を用いた。指導者による演示用に中型の外部モニターを用意



図8 VTRによる記録の一画面

した。

②**検証対象** 今回の実験授業は、チュータの導入と、外縁的な指導の教育効果の検証を中心にすえた。また、短時間での実践にて、充実した 3D アニメーションの作成が可能であることの実証、および、指導法改善の為のデータ収集も今回の目的である。

③**データ収集方法** 上記の検証のためのデータは、VTR による生徒の所作や表情の記録【図8】、完成作品の充実度、質問紙を用いた事後の所感の記録を中心とした。他に、チュータからも事後の所感を得た。

また、生徒と指導者ないしチュータ、および生徒どうしの支援関係の履歴を動画として記録した。さらに、個々の生徒のコンピュータ画面上作業履歴を発話プロトコルを含めた動画として記録した。そのために、表現活動用のコンピュータに処理負担をかけないように、無線 LAN を用いて、それぞれの作業用コンピュータ毎に別のコンピュータにて動画データを収集するシステムを構築した【図9】。これらのデータは、主に、指導法改善の基礎資料とする。

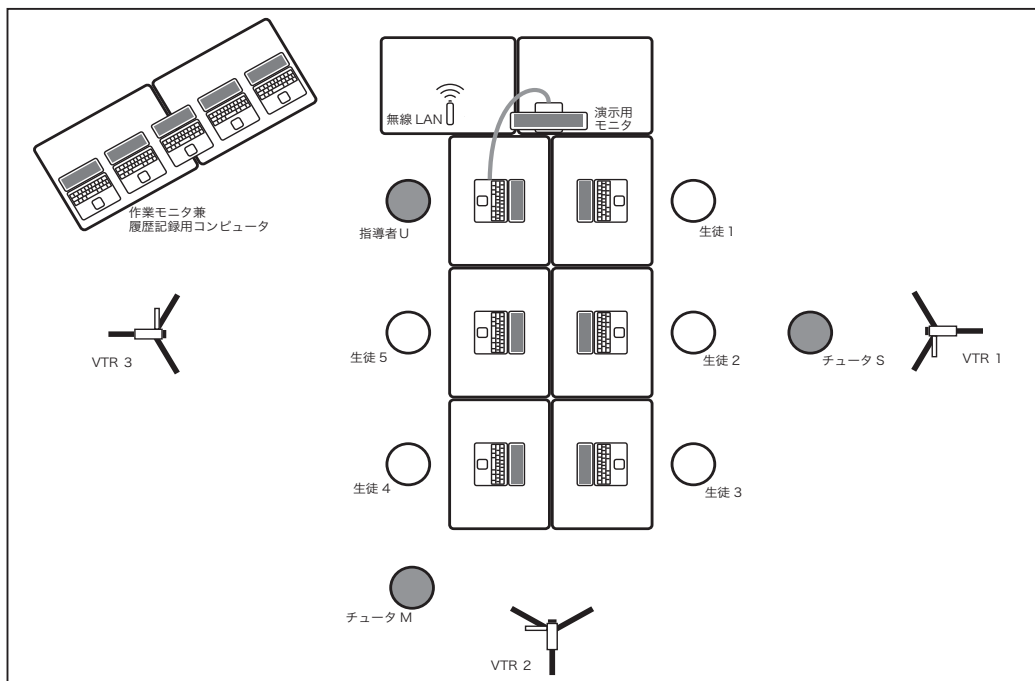


図9 システム配置図

(2) 生徒個別の表現と状況

以下に、被験者である各生徒の表現活動の状況を、特徴的な事項を中心に示す。

①生徒1 作品【図10】

- ・回を追う毎に、表現が深まり、自己評価が右肩上がりとなる。
- ・形体のモデリングに強いこだわりを感じている。
- ・3月の段階で一応の動画制作にまで達している。
- ・指導者やチュータの関わりが多いが、作品の完成度が高い。
- ・完成作品に大きな達成感を感じている。
- ・動画編集に強い魅力を感じている。

②生徒2 作品【図11】

- ・自ら3Dソフトを購入するほど、興味を感じているが、当該ソフトを使いこなせない状態にある。3DCG表現の指導を渴望している。
- ・コンピュータシステムに対する理解度が高く、自ら試行を進めることができる。
- ・思い通りの表現に成功したときに歓喜の声が上がるほど、表現活動に集中する。
- ・3月の段階で完成度の高い動画制作にまで達している。
- ・満足のできる作品に仕上がっている。

③生徒3 作品【図12】

- ・システムの操作を簡単だと感じ、表現技術をほぼマスターしている。手際よく制作する。
- ・3月の段階で完成度の高い動画制作にまで達している。
- ・他の生徒を支援することが多い。
- ・完成作品も気に入っている。

④生徒4 作品【図13】

- ・複数の作品をとおして試験的にモデリングを楽しむ。
- ・3月の段階では、腹痛にて途中で活動をリタイアした。
- ・アニメーション設定に取り組む段階で戸

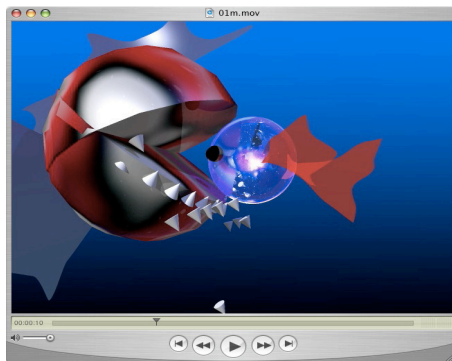


図10 生徒1の作品の一コマ



図11 生徒2の作品の一コマ

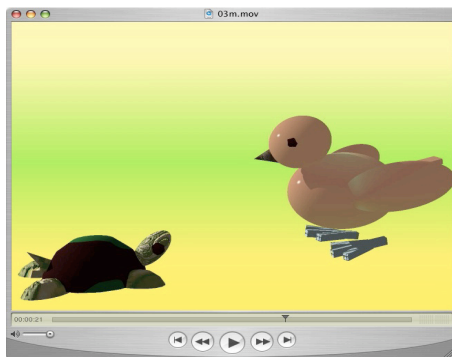


図12 生徒3の作品の一コマ



図13 生徒4の作品の一コマ

惑っていた。

- ・オブジェクトのモデリングには成功するが、動きの定義に苦労する。

⑤生徒5 作品【図14】

- ・テクスチャの編集など、自分なりのこだわりから作業を進める。
- ・一面のみから画像にてモデリングする、概念としての立体の把握に苦労する時期あり【図15】。
- ・一旦概念をつかむと作業が早い。
- ・作品にはあまり満足していない。

(3) 結果の評価

総じて、各生徒の作品の完成度は高い。また、360分の活動時間にしか至らない3月の段階で、前回実践にて630分を要した全過程に相当する活動を、生徒達は経験したことになる。実際には7月の活動は、180分に終わらず、生徒個々によって時間のかけ方は様々であったが、音声の編集を含む微妙な映像編集まで終了できたことで、生徒達は、相当の満足感をとまなう学習経験をしたと考えられる。これらの点から、チュータを導入したPBL活動としての3Dアニメーション制作活動は、一定の成果を収めたと考えられる。また、指導直後の生徒のレスポンスの良さからも、外縁的な技術指導も効果的であったと判断される。

(4) 考察

①チュータ導入の効果 敢えて言及しなかったが、前回の実践に比較して、チュータという形ではあるが、5名の生徒に対して、指導者が1名から3名に増えたのであるから、指導活動がスムーズに進み、学習効率が高くなるのは当然の結果とも言える。

問題になるには、この3Dアニメーションの制作という教育活動が、チュータを導入するに見合う教育効果が得られる活動であるか否かであり、そして、実際の教育現場においてチュータを確保することが可能かどうかでもある。前者の問題は、議論を後に譲るが、

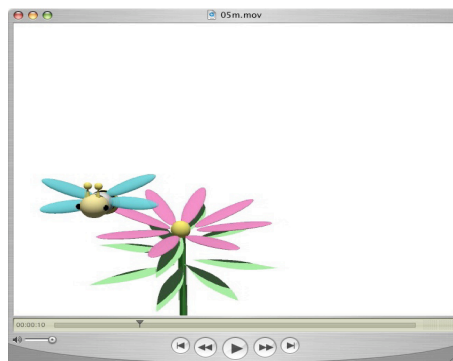


図14 生徒5の作品の一コマ

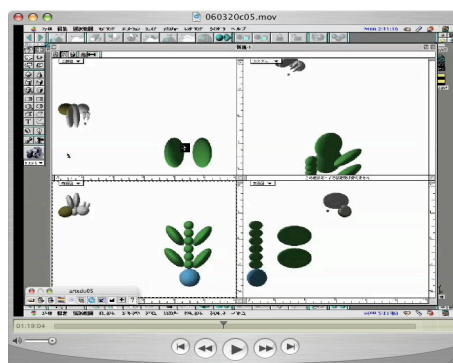


図15 モデリングにとまどう生徒5のスクリーンショット

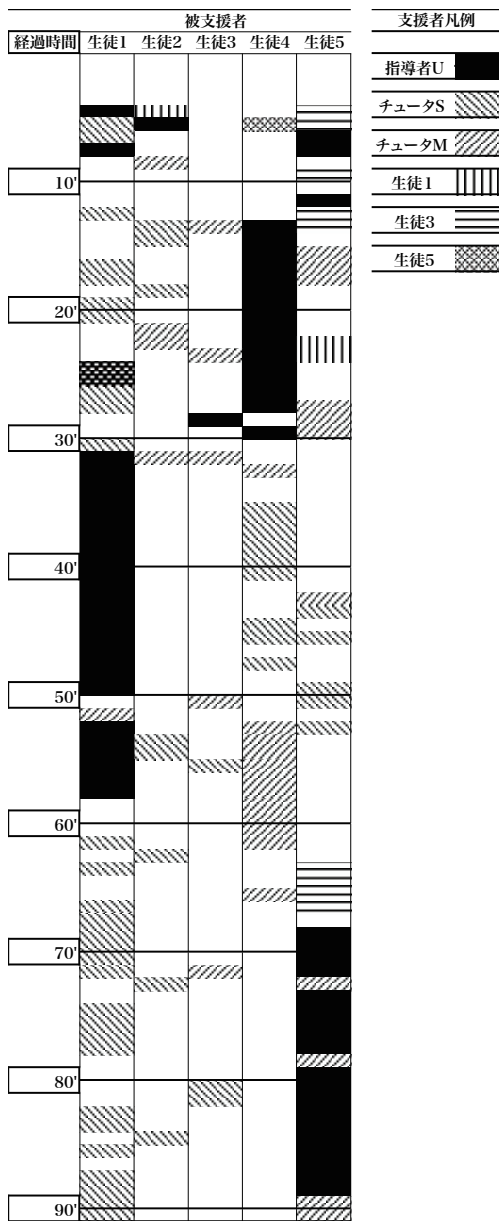
後者の問題を考えるうえで、実際にチュータを経験した学生から得られた以下に示す所感に興味深い。

- ・生徒が何につまずいているかを把握するのは難しい。
- ・支援を担当できる人数は2・3人が限界。
- ・子どもどうしの協働関係をコーディネートするのはかなり難しいが不可能ではない。
- ・教えること自体が、楽しく、面白い。

これらを概観して、分かることは、実際の授業ではかなりの人数のチュータが必要になることと、チュータの役割自体が、楽しく、それがチュータ自身を学習者とした教育活動として機能しうる可能性をもつことである。

②学習者間のコミュニケーションとピアサポート VTRにて記録した生徒と指導者ないしチュータ、および生徒どうしの支援関係のうち、最も活動が活発であった7月の一日の活動にみる支援関係を一覧できる形で表した

表1 7月当初の活動における90分間の支援関係



【表1】。これを見ると、かなり時間の支援を必要とする生徒がいることが分かる。だが一方で、支援する者と支援される者の関係は、固定しておらず、流動的な影響関係があることが見て取れる。また、興味深いことに、生徒どうしの支援関係も随所に見ることができる。

上に示したように、チュータの役割自体がチュータの学習活動として機能するのである

ならば、いわゆるピアサポートとして、例えば、生徒自身をその下級生を対象とした教育活動のチュータとすることも企図が可能だと考えられる。その可能性を示す事例として、生徒2および生徒3の事後の所見には、下級生を対象とした同様の活動があるのなら、自分自身もチュータを試してみたいという希望と、おそらくできるであろうという自信を見ることができる。

7. 総括

(1) 結論

現代社会において、3Dアニメーションの制作が教育活動として重要な意味をもつことは明らかである。にもかかわらず、この教育活動が普及しない理由は、現状では指導が困難でその実施が難しいからに他ならない。この状況の打開策として、本論が示した経緯から、PBLチュートリアルを導入と外縁的な技術指導を中心的な方法とした教材化案を提示することができる。

(2) 議論

上記の結論に付帯する事項として、今後、さらに検討が必要な議論がいくつか残されている。

① PBLチュートリアルとピアサポートの語の用法 PBLチュートリアルとピアサポートの語は、それぞれ別個に背負う文脈をもつ。したがって、これらの語を本論で展開したような他の文脈に援用するには、さらに慎重な検討が必要である。

現実には、表現活動を単純にPBLとして扱うのは、少々乱暴で短絡的である観をぬぐい得ない。Webの普及がPBL一般化の引き金になっていることから分かるように、一般にPBLにおける基幹となる情報ソースは広くオープンになっているものである。それに対し、今回の実験教材においては、情報ソースは、チュータ自身の経験とアプリケーション