

会津大学短期大学部研究年報第61号 pp.1～12 (2004)

## カメラ撮影をCG教育の初期段階に 活用する課程についての考察

高橋 延昌

平成15年11月25日受付

### 【要旨】

CG（特にCGの基本原則）について、従来は理工学系の学生が主に学んでいたが、近年、文系・芸術系の学生や中学・高校生でも学ぶ機会が増えてきている。CGは今後ますます教科として一般化する傾向にある。しかし、現在最も標準的なCGの教科書などを使いながらCGの基本原則からしっかりと学習しようとする数学の知識が必要不可欠であり、実際の教育現場においてはそれが大きな問題となっている。

そして、そのような問題を解決する一手段として（初めてCGを学ぶ人でも分かるように）カメラ撮影をCG教育の初期段階に活用する課程が考えられている。今後、そのような課程があらゆる教育現場においてますます応用されていくことが予測される。本論は、教育の現状を鑑みながら、そのような教育課程について考察してみた。

第1章でまずは本研究の動機を述べ、第2章では世界的な流れの中で我が国でも新教科「情報」が始まりCG教育が中等教育課程でも行われている概況をまとめた。第3章では、国内CG教育の中心になっている団体を紹介し、その団体が発行している標準的な教科書の内容から今後の大きな動向を探ってみた。第4章では、前章までみてきた現状から、カメラ撮影をCG教育に活用することの必然性を述べ、その基本的な考え方をまとめてみた。第5章では、カメラ撮影をCG教育に活用している事例をいくつか紹介しながら、それぞれを考察した。最後の第6章は本論の結びとした。

## 1. はじめに

Computer Graphics (コンピュータグラフィックス, 以下すべてCGと略す)については, 近年, 理工学系の学生だけではなく, 文系・芸術系の学生や中学・高校生でも学ぶ機会が増えている。

筆者自身も一教育者として専門学校や短大にてデザインを学ぶ学生にCGを教えたり, 公開講座等で中学・高校生にCGの基礎を教えたりしているが, CGを学ぼうとする学生や生徒が年々増えていることは実際肌で感じる。しかし, CGの基本原理を教えることは非常に難しいのである。現在あるCGの標準的な教科書がそうであるように, 現在主流を成すCG教育の基本スタイルは幾何学, 行列, ベクトルといった数学が中心にある。数学が理解できないと, 単なるグラフィックソフトの使い方(オペレーション)だけの習得になりがちである。原理が分からないから, 近視眼的な技術の習得に終わる傾向が強い。しかし, 原理が大切だという教育理念があって素直に原理を教えようとしても(理工学系の学生でもない限り)数理的な考え方から(数学で)展開すると授業が成り立たない場合が多いように思える。

本論は, そういう文系・芸術系の学生や中学・高校生でも楽しくCGの基本原理を学ぶために, どのようにしたら分かりやすくなるのかという教育問題を考察してみた。

## 2. CG教育の現状 [概要]

まずCGの歴史を振り返ると, 20世紀中頃, 米国で軍事的な必要性から(弾道計算である)コンピュータが開発され, コンピュータの発展とともにCGは格段の進化をとげた。1980年代から90年代にかけては様々な分野に応用され始め, 映画やテレビCM, ゲーム機などで必ず目にするようになった。そして, 90年代後半からはパソコンや通信網の普及にともなって, CGの“一般化”はより進んだ。今や, CGは特別な人だけが扱うものではなく, 誰もが目にするし, 実際に誰もがつくりことができるようになったのである。現在いる学生や生徒の多くは生まれた時から既に何らかのかたちでCGにふれているから, CGを学ぼうする意思は自然なことである。

ちなみに, 世界のCGの潮流を知る上で, 米国情報処理学会のCG分科会であるACM シーグラフ (Association for Computing Machinery Special Interest Group on Graphics, 以下SIGGRAPHと略す)は特筆に値する。SIGGRAPHは1973年に創設され, 毎年CG作品や研究, CG教育などCGに関わるあらゆるものが発表され, 世界最大のCGのイベントとして, 世界のCGを牽引している。なお, SIGGRAPHの様子は, 図2.1から2.4の通りである。

我が国においては, 2003年度から新教科「情報」が実質スタートした。これまで高等教育課程で扱うことが多かったCGが, 中等教育課程でもとりあげることになった。

例えば、文部科学省の高等学校学習指導要領（1999年改訂版）の中で、普通教育に関する教科「情報」が標準単位数として2単位ほど割り当てられている。また、専門教育に関する教科「情報」では「第10図形と画像の処理」という項目があり、目標として「コンピュータによる図形と画像の処理技法に関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる」と明記されている。コンピュータによる図形と画像の処理技法とはCGのことであるが、全国の学校でCG教育がますます当たり前のように行われていく潮流である。今後のCG教育は、中学・高校生からも学ぶことを前提に考える必要がある。換言すれば、CG教育は（原理までふれるかどうかは分からないがとまかくCGについて）中学・高校生でも分かりやすくなるように工夫していく必要がある。

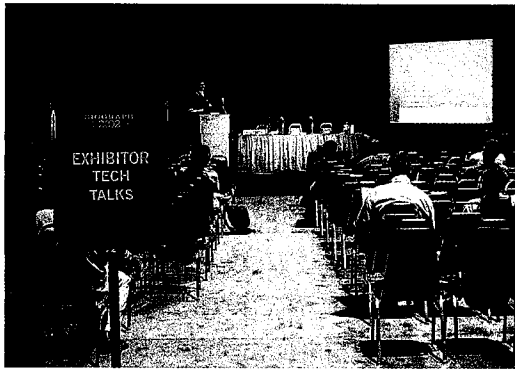


図2.1 SIGGRAPH 2002



図2.2 SIGGRAPH 2002



図2.3 SIGGRAPH 2002

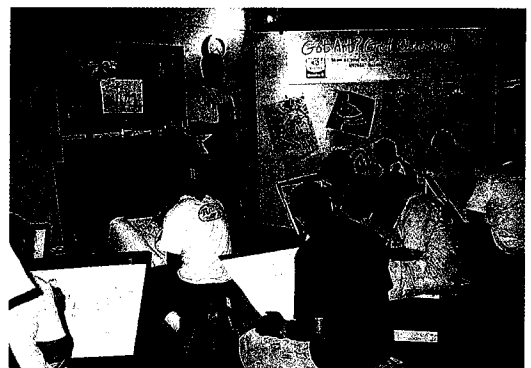


図2.4 SIGGRAPH 2002

脚注 筆者は2002年7月下旬、米国テキサス州サンアントニオで開かれたSIGGRAPHに学外研修として参加してきた。様々なイベントが開かれていたが、情報処理技術だけではなく、アート（感性）も重要視されていた。上の図2.4などのように、デッサンなども多くの人が積極的に参加していた事実には驚いた。

### 3. 協会の関わりと今後の動向

日本国内のCG教育を語る上でかかせない団体は、財団法人画像情報教育振興協会（以下、CG-ARTS協会）である。1992年に文部省（当時）認可の財団法人として誕生し、国内におけるCG教育の中心的役割を担っている。この章では、CG-ARTS協会のことを中心に述べながら、CG教育の今後の動向を探る。

CG-ARTS協会では、CG検定（正確には画像情報技能検定CG部門である）を実施しているが、毎年、多くの人が検定に応募している。年々大学・短大生や高校生の応募も増えているが、応募者の多くを専門学校の学生が占めている。検定の概要をみても、大学・研究機関だけではなくより多くの人々がCG教育にふれていることが推測できる。応募者の推移などは、表3.1及び3.2の通りである。なお、前章では新教科「情報」が始まったことを述べたが、その教科「情報」の教諭免許状の試験において、CG検定2級を取得していれば一部試験が免除される。よって、高等学校等で教科「情報」を教える教諭も検定を受験している（検定のための勉強をした）ケースが少なくない。

また、CG教育に関する教科書や教材はこれまで30種60万冊ほど発行されているそうであるが、全国にある多くの教育機関でその教科書や教材が使用されている。よって、協会が発行している教科書・教材を調べてみれば、全国的な傾向も垣間見える。教科書内容は図3.1の通りである。本研究では、現在使用されている標準的なCGの教科書と、2005年からの使用が予定されている教科書の内容を照らし合わせてみたが、詳細は割愛する。

CGの教科書について、2005年度から大きく改訂する内容が二つある。

一つは、CGと画像処理（Image Processing, 以下IP）の概念的な統合である。これまで、コンピュータの中で最初から何かを仮想的につくり出していくことをCG、現実にある画像をコンピュータに取り込んで画像処理をすることをIPと分けていた（教育の現場では、CGとIPを厳密に分けて考える概念はあまりなかったと思うが、協会やCGの教科書では分けて考えていた）が、それが改めて統合される。統合されて「ビジュアル情報処理（仮称）」という用語が使われることになる。なお、「ビジュアル情報処理」となっても、それが従来から一般的に認識されているCGとは変わりがないから、しばらくは馴染みの深い「CG」という用語が一般的に用いられるのではないかと筆者は推測する。

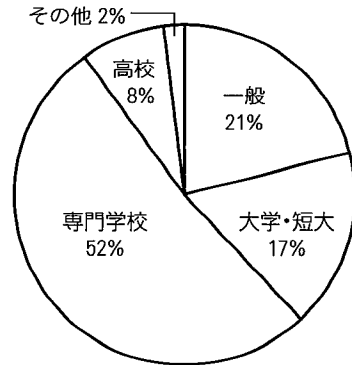
もう一つの大きな改訂は、第1章から始まる「デジタルカメラモデル」という内容である。これは新しい試みになると思われるが、CGとIPが統合されることに伴ってできる新しい「ビジュアル情報処理」の概念を分かりやすく説明するために、「デジタルカメラモデル」という概念が用いられている。カメラ撮影の経験的な知識を通して、画像の投影や光学的モデルなどといったCGの基本原則が説明されることになっている。例えば、物を見るためには、まず光が物体を照らし、

物体に照らされた光は眼に入るが、それと同様にカメラでの撮影も、物体からの光が電荷結合素子（CCDなど）に到達して画像がみえる。このようなカメラ撮影の手順は、従来からあるCGの仮想的な世界でものがつくり出される手順とほぼ同様である。だから、「デジタルカメラモデル」で「ビジュアル情報処理」の説明がつくのであろう。

表3.1 CG検定応募者数の推移

年度(年)	1991	1992	1993	1994	1995
応募者数(人)	1,155	2,045	3,765	9,148	16,960
	1996	1997	1998	1999	2000
	23,292	29,643	29,985	31,796	29,707
	2001	2002			
	28,011	24,787			

表3.2 CG検定応募者の内訳



「技術編 CG標準テキストブック」の教科書内容  
2003年現在

- 第1章 コンピュータグラフィックスとその展開
- 第2章 2次元画像生成
- 第3章 モデリング
- 第4章 3次元座標変換
- 第5章 レンダリング
- 第6章 コンピュータアニメーション
- 第7章 デジタル画像の表現
- 第8章 画像処理
- 第9章 デジタルイメージと造形
- 第10章 システム
- 第11章 CGの歩み

「ビジュアル情報処理(仮称)」の教科書内容(案)  
2005年(予定)

- 第1章 デジタルカメラモデル
- 第2章 画像の濃淡変換とフィルタリング処理
- 第3章 モデリング
- 第4章 レンダリング
- 第5章 アニメーション
- 第6章 画像から情報の抽出
- 第7章 入出力を伝送・蓄積のための処理
- 第8章 システムと規格
- 第9章 CGと画像処理の歴史と応用
- 付表



図3.1 教科書内容(目次のみ)

脚注 筆者は2003年8月、CG-ARTS協会が主催している認定講師養成講座に奨励研究の一環として参加してきたが、第3章の(図表を含む)内容は、その講習において協会より説明を受けたことをもとにして述べている。講習には、全国から多くの教育者が集まっていたが、皆一様に数学を通してCGを教えることの悩みは共通だった。

## 4. カメラ撮影をCG教育に活用する考え方

本論の第1章でも述べた通り、CGの基本原理を分かりやすく学ぶためには、工夫が必要である。その授業工夫の解決策として「カメラ撮影」の概念をCG教育の初期段階に活用する考え方がある。CG-ARTS協会が2005年から発行する予定の教科書でもあるように「カメラ」は学ぶ上で分かりやすいデバイスなのかもしれない。その考え方のイメージは図4.1と4.2の通りである。

例えば図4.1のように、現在ある標準的なCGテキストに沿って、3次元CGを解釈してみると次の通りになる。——3次元座標系に幾何学的に表現された物体 (object) があり、光源から光量 (L) によって陰影処理 (shading/shadowing) されている。物体の形状 (modeling) は幾何学的にとらえ、物体の移動は座標変換等で定義される。そのような物体を視点 (view point) からみえる状態は、透視変換で投影面 (screen) に映し出されるが、常にいろいろな計算式によって成り立つ。投影面に映し出された画像が最終的なCGである——というような解釈になる。

このようなことはCGの原理を知る上で大切なことであるが、よく理解できる学生でなければ数学での授業展開は難しい。数学はとても観念的な世界観であり、教育理念としてそのような数学の考え方を通してしっかりと知識を定着してもらいたいと思うことは教育者としては当たり前の姿勢であるが、やはり実際には厳しいと言えよう。

だから、観念とは別に、現実的な体験を通して学ぶことの重要性が浮かび上がってくる。最初から観念的なものの捉え方をもつのではなく、体験を通して学んだ方が（特に初期段階においては）有効であろうという考え方もある。

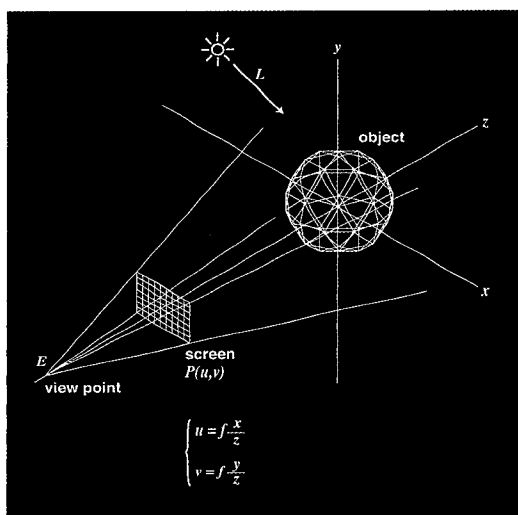


図4.1観念的な世界観だけでCGを学習するイメージ

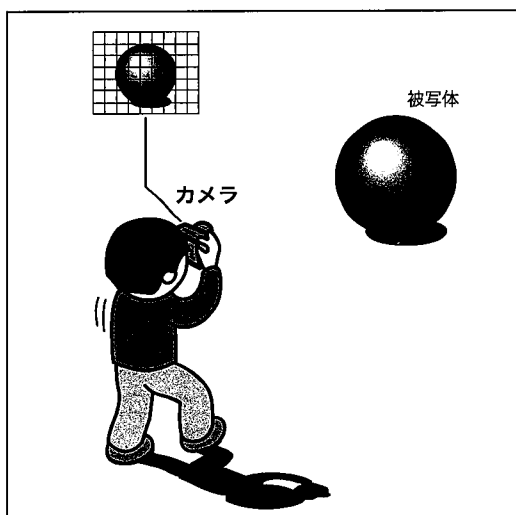


図4.2現実的な世界観を通じてCGを学習するイメージ

## 5. 教育現場での活用例

前章や前々章で紹介したような「カメラ撮影」をCG教育で活用することについて、いくつかの事例を通して考えてみたい。

### (1) 中学・高校生を対象としたCG教育での事例

筆者は短大の公開講座として中学・高校生を対象とした「CG入門」を2002年度から毎年行っている。そして、奇しくも例年「カメラ撮影」を必ず活用している。2002年度は「モーフィング」、2003年度は「立体視（アナグリフ）」がテーマであった。2003年度の講座内容（以下CG入門2003）を紹介しながら、中学・高校生を対象にしたCG教育を少し考えてみたい。

CG入門2003の授業展開においては、立体視が携帯電話の画面や展示などで応用されている事例と、左右の目でそれぞれ見え方が違う「両眼視差」の原理について視覚教材を多用しながら説明した。両眼視差の原理は自分の手で片目ずつ隠したりすることで実感する。そして、その原理をもとに実際にカメラで撮影した。原理さえ守れば、撮影する内容（被写体）は自由とした。カメラで撮影した画像はパソコンに取り込んで、画像編集した。編集には、市販されている一般的なペイント系グラフィックソフトを使った。受講生は中学1年生から高校3年生まで、年齢もスキルも一様ではなかったが、全員がほぼ同様のレベルで作品が仕上がった。最後に全員で作品を鑑賞したが、すべて立体視できたことに全員が理解を示していた。

テーマにした内容の観念的なCGの基本原理は図5.1.1の通りであるが（もちろん授業展開はその原理が根底にあるが）、受講生には図5.1.2のような分かりやすいスタイルで説明した。なお、公開講座の様子は、図5.1.3から5.1.6までの通りであり、完成した作品については図5.1.7や5.1.8のようなものであった。

受講生は、カメラもパソコンも普段扱ったことのあるものとは違う機種であったようだが、抵抗なく扱っていた。このようなデジタル機器を扱いながら、体験的に学ぶことに戸惑いはなかった。視差の調整は意外と難しいところもあるが、その結果はパソコンの編集集中に簡単に確認できることでもあるので、試行錯誤しながら確かめることもできた。

アンケート結果から、「(CG入門2003の)内容は興味がもてたか」という質問に対しては、半数以上が「興味がもてた」という回答があり（表5.1.2）、中学・高校生にも対応できるテーマだったといえよう。また、興味がもてた理由として「自分の想像以上にすごかったから」という記述もあり、体験することの大切さを改めて実感した。

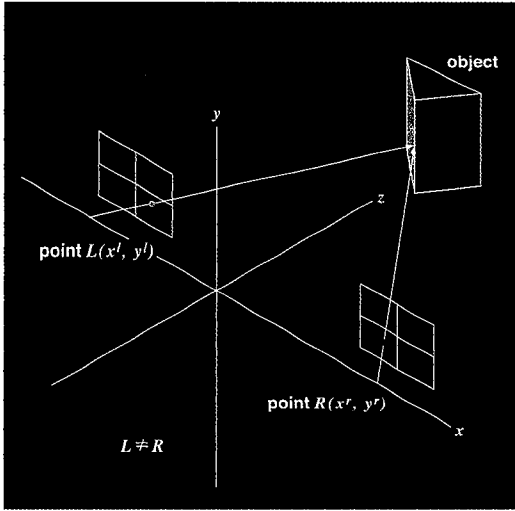


図5.1.1 CG 入門2003で扱った観念的なCGの原理

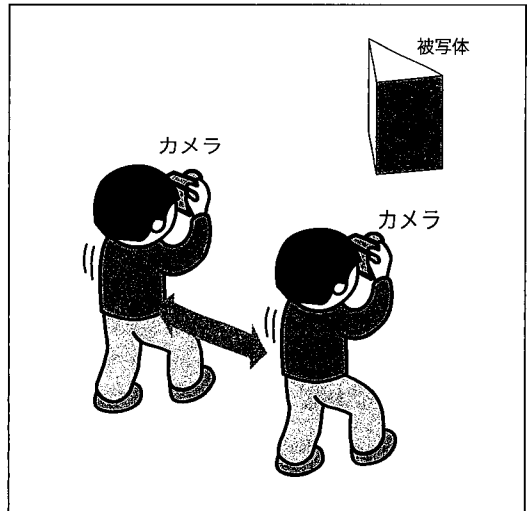


図5.1.2 実際に行った学習スタイル

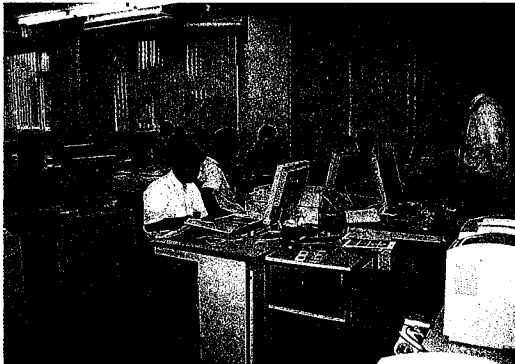


図5.1.3 撮影のポイントを中心にまず説明



図5.1.4 実際にデジタルカメラで撮影

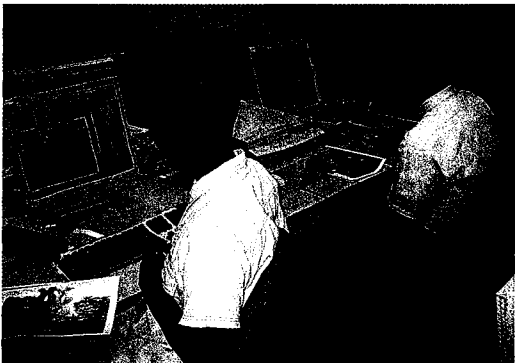


図5.1.5 パソコンで画像編集



図5.1.6 完成した作品を鑑賞





図5.1.7 受講生作品（中学1年生・男子）



図5.1.8 受講生作品（中学2年生・女子）

表5.1.1 受講生の内訳

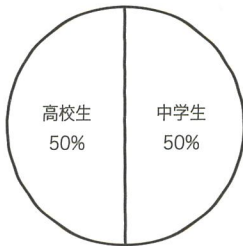
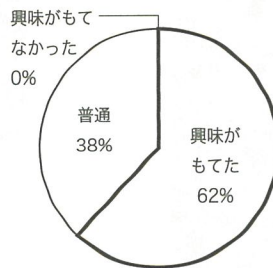


表5.1.2 アンケート結果



## (2) 短大生を対象としたCG教育での事例

筆者と横尾誠氏（本学産業情報学科専任講師）が共同で行っているデザイン情報実習1（グラフィック）の授業（デザイン情報コース1年生対象）でも、カメラ撮影を活用してCGの基礎を学ぶことが行われている。

例えば、「色(2)加法混色のしくみ」をテーマにした授業では、図5.2.1のような基本原理について、図5.2.2のようなスタイルでCG教育を行った。デジタルカメラのレンズにカラーフィルター（RGBの3色）をつけて、ある画像を各色ずつ撮影した。すなわち同じ被写体をフィルターだけ変えて3回撮影したことになる。フィルターを通して撮影（三色に一度分解）した画像をそれぞれパソコンに取り込んで、それらをペイント系グラフィックソフトを使いチャンネル合成してみた。一度分解した画像を再合成することによって、もともとフィルターをつけないで撮影したような（ふだん眼で見えているような色合いで）一枚の画像になることを実際に体験してみた。

このような体験学習を通して、CGでも色が三原色から成り立っている説明が理解できたと思われる。色は触ってみることができないようなものだから、色を画像として定着できるカメラは、そのような原理を学習する時にも便利である。

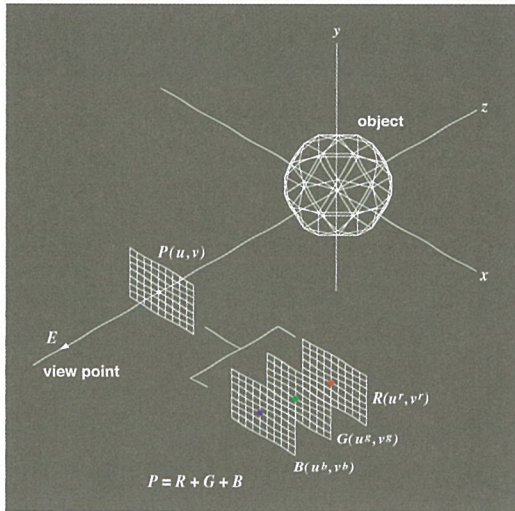


図5.2.1 観念的なCGの基本原理

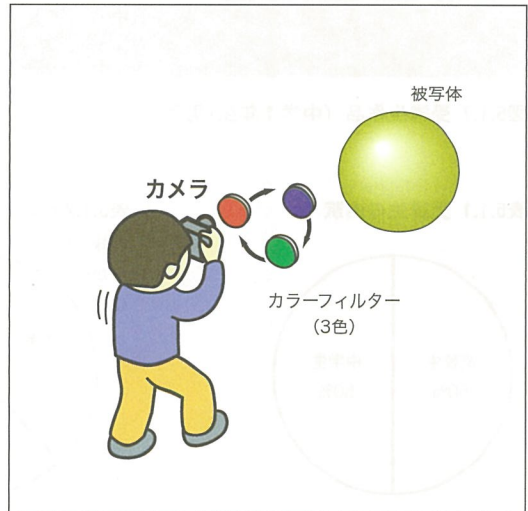


図5.2.2 左図のことを学ぶ学習スタイル



図5.2.3 授業の様子

脚注 デザイン情報実習1（グラフィック）の授業は筆者と横尾氏との共同授業であるが、「色（2）加法混色のしくみ」にかかわる教材はすべて横尾氏によるものである。

### (3) 大学生を対象としたCG教育での事例

原田泰氏（2003年現在 多摩美術大学情報デザイン学科講師）によるCG教育の事例もとりあげてみたい。芸術系の学生を対象にして「Human Powered Motion Capture（人力モーションキャプチャ）」や「Can You Draw a Can」などといったユニークな教育を展開している。

「Human Powered Motion Capture」は、創作ラジオ体操をしている学生の全身像を1カットずつスチールカメラで撮影を行い、それらの画像を一つずつ体操をしている姿が分かるようにグラフィックソフトで思い思いの表現で画像処理する。そして最後に、オーサリングソフトで編集し、CGアニメーションとして完成させていた。CG技術ではよく使われるモーションキャプチャをまさしく人力で行うようなものであった。

「Can You Draw a Can?」は、構図やライティングなどを工夫しながらある飲料水の缶をカメラ撮影する。そして、撮影した画像をドロー系グラフィックソフトでトレースしたり、ペイント系グラフィックソフトでエフェクト処理を行うなど表現に工夫をする。ある程度は現実の観察眼を活かしながら個性的なデジタル静止画を制作する内容であった。

どちらの授業についても、CGの基本をしっかりと押さえつつ、あまり観念的なことに縛られてはいなかったため、芸術系の学生らしい自由な発想が活かされた作品に完成していた。

そもそもこれらの授業のねらいは、コンピュータの基本操作と表現であるようだったが、最終的に出来上がった作品などをみていると、最初にカメラを通してよく観察することの大切さ、後行程でどのようなCG処理されるのかよく理解していないとカメラ撮影がうまくいかないようで、カメラ撮影を通じてCGの原理を自然とよく考えるようになっていたと思った。

---

脚注 本論の第5章第3節で紹介した原田泰氏の事例は、日本デザイン学会第48回秋季研究発表大会（2001年10月 仙台）のオーガナイズド・セッションや、CG-ARTS協会主催のCG教育事例報告会（2002年12月 仙台）で発表されたレポートを引用した。ちなみに「Human Powered Motion Capture」は、2001年度いばらきデジタルコンテンツ・ソフトウェア大賞特別賞を受賞している。

## 6. 結び

カメラ撮影をCG教育の初期段階に活用することで、CGの観念的かつ仮想的なことを現実的な世界観を通して考えることができると思える。デジタルカメラやカメラ付き携帯電話などは誰でも使ったことがあるくらい普及している今日、短大・大学生はもちろんのこと中学・高校生にとっても、カメラを扱うことは特別なことではなく、カメラは現実とコンピュータを結びつける最良のデバイスの一つだと言える。カメラ撮影を利用することで、CGをあまり抵抗なく教育に導入していただけるのではないだろうか。前章の事例からみても、分かりやすい（学習効果が出やすい）ものだと思える。教育学では、効率よく学習成果を出すためには事前に予備知識や体験があった方が効果的だというレディネス（readiness, 学習受け入れ態勢）という教育概念がよく用いられるが、カメラ撮影の活用はまさにCG教育のレディネスにつながると言えよう。

CGを数学的な観点から理解することはもちろん大切であるが、ここまでCGが一般化された今日、すべての学習者に数学から学ぶことを強いること、とくにCGを学ぶ初期段階においてつまづきを感じさせることは今後のCG教育の発展にとっても芳しくないと思う。また、逆に一般的に「CG教育」イコール「グラフィックソフトの活用」と認識されがちだが、基本原理を知るという大切なことを見失ってはいけないと思う。体験的に分かりやすくその基本原理を学ぶことはやはり大切であると思う。

本論は、CG教育の初期段階において「カメラ撮影」を活用することを一つの方法論として論じたが、あくまでも体験などを通して分かりやすく学ぶことの一手段として「カメラ撮影」をとりあげたことに過ぎない。他にも有効なデバイスの可能性が考えられるかもしれない。だが、「カメラ撮影」はある段階において学習成果を期待できる有効な手段として活用できる可能性を十分示唆できる。

### 付記

本稿は、2003年度「会津大学短期大学部奨励研究」の成果である。

### 参考文献

- 財団法人画像情報教育振興協会「基本編CG標準テキストブック」1999年
- 財団法人画像情報教育振興協会「技術編CG標準テキストブック」2002年
- 財団法人画像情報教育振興協会「デザイン編CG標準テキストブック」2002年
- 芸術科学会出版部「CG基礎用語辞典」2003年