

ツールを用いた3次元CGの教育実践

大阪国際大 矢島彰, 金沢工大 江見圭司, 京都女子大 水野義之
e-mail: yajima@mis.oiu.ac.jp

概要

京都女子大学では、2001年度から2回生向けにコンピュータ応用科目（文学部、家政学部向け一般教育科目）として、ワープロ応用、表計算応用、関係データベース、コンピュータグラフィックス(CG)、ウェブページ制作の半期週1コマの実習科目を5科目用意した。このうち、CGについては学生からの強い要望で設定されたものの、京都女子大学の専任教員で専門家はいなかったため、外部の教員の支援を中心にして、授業を開始した。本稿では授業のノウハウが確立した2年目(2002年度後期)～4年目(2004年度後期)の実践を報告する。低価格ソフトでも3次元CGの教育は可能であることを報告し、CGを専門としない学生に対してのCG教育の意義について述べる。

1. はじめに

コンピュータグラフィックスつまりCGは教育ソフト、シミュレーション結果の可視化への応用という点で筆者らは大変注目している。

画像情報教育振興協会[1]（通称 CG-ARTS 協会）主催でCG検定、マルチメディア検定、画像処理技能検定という試験が実施される。これらはそれぞれカリキュラムや教科書があり、その内容を参考にすれば画像情報教育を実施することができる。しかし、現実には教育を実施するには困難を伴う。数学や物理学の知識が要求される。数年前(1999年頃)までは3次元CGソフトは大変高価であったので、プログラミングでCGをすることが一般的であった。プログラミングでは敷居が大変高いので、CGは一般人には手が届かない。

2005年現在、低価格の3次元CGソフトウェアや画像処理ソフトが多数あり、専門教育ではなく、一般教育[2]としても3次元CGを学ばせることが可能となった。本稿はCGアーツ協会のCG検定3級レベルに即した3次元CG教育の実践を報告する。

2. 画像処理とCGの実習環境

京都女子大学のコンピュータ実習室は、使用するOSがWindows 2000の部屋とMacOS 9の部屋の2種類がある(2004年度)。OSの違いから使用ソフトウェアが若干ことなる。WindowsではCGソフトとしてmyShade 3(エクストールズ社)[3]、画像処理ソフトとしてPaintShopPro 7(Jasc社)を使用した。MacではiShade3(エクストールズ社)とPhotoShop Elements 1(Adobe社)を使用した。3DCGソフトmyShade 3とiShade3

は本質的に全く同じソフトであるため、両者は同じような教育環境である。なお、CGのレンダリングのことを考えると、VGAカードは性能のよいものを搭載する方がよい。[4]

3. 授業概要と実習

3.1 授業概要

教科書としてCGアーツ協会「入門編CG」[5]を使用した。画像処理ソフトと3DCGソフトの使い方は書籍を推薦しただけで、教科書としては使用しなかった。

授業は全12回である。CGは表示した結果をディスプレイに表示するときに画像になる。だから、画像処理の基礎的な知識が必要である。その後、3DCGの解説へうつっていく。

週	内容
1	2次元画像(標準化・量子化)
2	2次元画像(明るさ・コントラスト)・練習問題
3	2次元画像(特殊効果・フィルタ処理)
4	モデリング(プリミティブ・掃引・回転)
5	モデリング(自由曲面)・練習問題
6	レンダリング(表面材質・カメラ・光源)
7	レンダリング・練習問題
8	GIFアニメーションの作成練習
9	モデリング(集合演算)・課題作成
10	課題作成・期末試験問題予告
11	課題作成
12	課題提出・発表会・期末試験

表1. 授業実践例。テキストは「入門編CG」。

さて、3DCGソフトでは従来はモデリングしかなかった。モデリングしたデータをレンダリングしたり、アニメーションを加えたりするのはプログラミングの仕事であった。最近ではLightWave3Dではアニメーションを作成し、それをプログラミングへ変換することが可能である。Shadeシリーズでも上位グレードはアニメーシ

ョンが可能であるが、myShade3, iShade3 ではアニメーションは不可能であるので、GIF アニメ制作で擬似的にアニメーションを学習させた。最終回では作品発表会を行い、他人の作品をみた。

3.2 画像処理の基本

画像が RGB から成り立っていることから解説する。マンセルの色立体、標準化と量子化、画像形式 (GIF, JPEG, BMP など) を解説した。この範囲は、高校教科「情報 B」の範囲であるので、今後は既習の学生がでてくるであろう。

3.3 画像処理の応用と GIF アニメ

一様分布、ネガ効果、ポスタリゼーション (4 段階)、ソラリゼーション、エンボス効果などの原理を説明して、実習させた。Photoshop Elements と PaintShopPro 7 に搭載されている機能だけで実現可能な処理しか扱えないことに注意するべきであろう。

3.4 モデリングとレンダリング

モデリングとはワイヤフレームで形をつくることであり、CG の基本である。3DCG の簡単な描き方と原理を学習することが目的であるので、3次元であることのメリットを活かすように指導する。最大のメリットはカメラ位置が自由に変更できることにある。画像であれば、立体表示は3面表示でしか扱えないが、3DCG ではどこからでも好きな角度から透視図が得られることがメリットである。

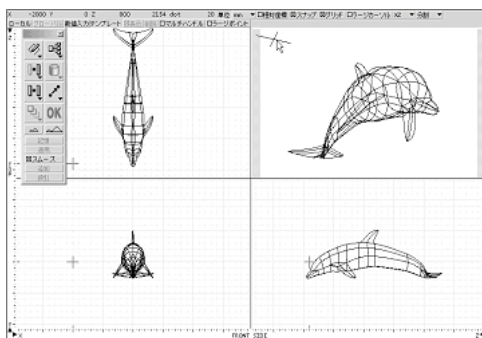


図 1. myShade の画面。上面図(左上)、透視図(右上)、正面図(左下)、側面図(右下)。

さて、モデリングでは4面図(上面図、正面図、側面図、透視図)の扱いを理解させる必要がある(図 1 参照)。立体認識の弱い学生は扱うのが大変なようであるが、学生は若いので割とすぐに慣れてくる。

モデリングでは、平行移動、回転、対称移動な

どを操作とともに、座標変換の原理も教える必要がある。しかるに、現行の高校数学では1次変換はないために、これを説明することは時間的に不可能である。学生が自習用するためには1978年度改訂実施以後の教科書や参考書を手に入れるしかなく、大学用の線型代数の教科書はあまり利用できない。

モデリングのあとはレンダリングをする。アンチエイリアシングに注意するべきである。

3.5 アニメーション

Shade シリーズのソフトはバージョンとグレードによって機能が微妙に異なる。本実習で使った myShade3, iShade3 にはアニメーション機能は搭載されていない。そのため、学生にアニメーションを経験させるために、3~5コマのGIFアニメーションを制作させた。この実習を通して、学生はCGと画像の違いを理解できたようである。

3.6 制作

作品発表会に向けて、制作する。作品はGIFアニメで制作して、それをブラウザで表示させて公開するようにした。

3.7 作品発表会

作品発表会は重要である。他人の作品を見て、得るものは大きい。他人の作品から新しいテクニックなどを学べるのである。しかし、半年の授業では、中間発表会は不可能に近い。それでも最終回で発表会をして、他人の作品を見る機会があることはよい。学生により作品を投票させることもよい。GIFアニメのコマ数は5コマでよいとしているが、学生は手間をかけてコマ数を増やしている。キーフレームをつなぐ部分のコマ数を増やしても教員からの評価には無関係であることは説明しているが、学生にとってはGIFアニメが滑らかに再生されることは重要であるらしく、学生同士による投票ではコマ数の多いものが上位にくる傾向がある。しかしながら、2002年度の上位作品と2004年度の上位作品とでは2004年度の上位作品の方がレベルは高い。単にコマ数を増やしただけでなく、カメラ位置やズームを変化させた3DCGらしい作品が目立つようになってきている。過去の作品例に刺激された学生が好影響を受け、作品レベルが向上している。一方で教員の期待以上に課題作成に時間を費やして満点以上の作品を仕上げる学生が少なからずおり、学生がこの授業の課題作成を必要以上に重圧に感じて負担になっている

るならば、どこかで歯止めをかけないといけない状況である。CGを理解するための授業および課題作成であり、製作技術を向上させることは主目的ではない。

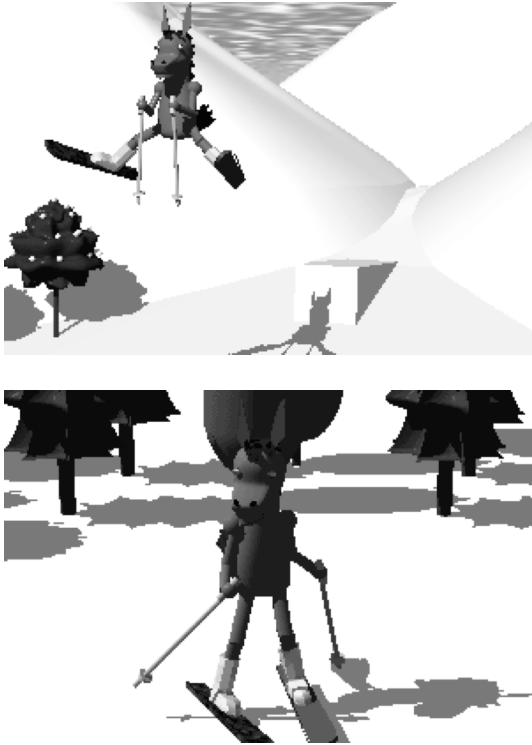


図2. GIFアニメーション作品例

4. アンケート調査とまとめ

4.1 アンケート調査

アンケートとその結果を以下に示す。母数は240である。

【設問1】デジタル画像とは何かについて、(1)～(4)から選んでください	
(1) 人に説明できる程度に理解している	2%
(2) 自分なりに理解している	34%
(3) 授業で説明を聞いたときには理解したと思った	60%
(4) 授業で説明を聞いても分からなかった	3%
【設問2】2次元画像変換に関して、(1)～(3)から選んでください	
(1) 画像変換結果を見て、その効果を生み出すための理屈もある程度理解することが出来た	16%
(2) 画像変換結果を見て、理屈は分からないが、どんな効果があるかは分かった	81%
(3) 画像変換結果を見て、どんな効果があるのか分からなかった	3%
【設問3】モデリング（側面図、正面図、上面図を用いての図形の入力）について、(1)～(3)から選んでください	
(1) 3つの面のどれに何を描くべきかを理解して入力出来た	54%
(2) まだどの面に何を書いて良いのか分からず、試行錯誤の結果入力して自分でイメージした立体に近いものが出来た	43%
(3) 簡単な立体であっても自分でイメージした立体を描くことが出来ない	4%
【設問4】レンダリングについて、(1)～(3)から選んでください	
(1) 表面材質、光源、視点の設定などを考えて、自分のイメージに近いものが出来た	50%
(2) 表面材質、光源、視点をなんとなく設定し、自分のイメージに近いものが出来た	44%
(3) 表面材質、光源、視点をなんとなく設定し、自分のイメージとは違うものになってしまう	6%

【設問5】授業においてもっと時間をかけて取り組みたかったものを下記の中から選んでください（2つまで）。	
(1) 日常生活の中にあるCGの紹介	18%
(2) 2次元画像処理	17%
(3) モデリング（立体図形の作成）	45%
(4) レンダリング（表面材質、光源、視点の設定）	23%
(5) コンピュータアニメーションの作成	48%
【設問7】この授業の内容が将来役に立つと思いますか。	
(1) 役に立つ	28%
(2) 多少は役に立つ	40%
(3) わからない	27%
(4) あまり役に立たない	4%
(5) 役に立たない	1%
【設問8】この授業を通じて「物の見え方」に対する認識は変わりましたか。	
(1) 大きく変わった	11%
(2) 多少変わった	51%
(3) 変化なし	38%

4.2 試験結果

アンケートでの理解度調査は学生の自己申告であるため、2003年度の講義からCG検定3級レベル相当の期末試験を実施している。問題数はCG検定3級と同様の選択肢問題47問、第10週に模擬試験を実施し、第12週に本試験を実施した。模擬試験を実施したのは、初めてCGを学習する学生に目安を与えるためであり、本試験では模擬試験の解答群選択肢の並び順変更および選択肢を追加した問題や画像を変更した問題を出題した。出題分野は以下の通り。

【問題1】原画像とその解像度と量子化レベルを変化させた画像群を見て解像度と量子化レベルを解答群から選択

【問題2】原画像とその濃淡レベルヒストグラムおよび明るさとコントラストを変化させた画像群を見て画像群に対応する濃淡レベルヒストグラムやコントラスト変換関数の形状を解答群から選択

【問題3】原画像とフィルタ処理された画像群（鮮鋭化フィルタリング・移動平均フィルタリング・メディアンフィルタリング）を見てフィルタ処理の名称を解答群から選択

【問題4】原画像と画像処理（ポスタリゼーション効果・ネガ効果・ソラリゼーション効果・エンボス効果）された画像群を見て特殊効果の名称を解答群から選択

【問題5】説明文に対応する静止画像および動画のデータフォーマットの名称を解答群から選択

【問題6】立体図形の透視図を見て対応する平面形状（円・正方形・直角三角形）とスイープ（平行移動・回転移動）および集合演算（和・差・積）を解答群から選択

【問題7】光源の種類（無限遠光源・点光源・線光源・面光源）に対応するレンダリング結果の画像を解答群から選択

【問題8】myShadeのイメージウィンドウの画像群

(ボーリング球・空洞ガラス球・水槽ガラス球・鏡球)に対応する myShade の表面材質設定を解答群から選択

[問題 9]立体の表現方法 (ワイヤーフレームモデル・ソリッドモデル・ボクセル表現・オクトリー)の名称からそれを説明する概念図を解答群から選択

本試験の平均正解率は 80%であった。分野別の正解率を以下に示す。

分野	正解率
問題1(標本化・量子化)	84%
問題2(明るさ・コントラスト・ヒストグラム)	64%
問題2(明るさ・コントラスト・トーンカーブ)	57%
問題3(フィルタ処理)	91%
問題4(画像の特殊効果)	90%
問題5(ファイル形式)	78%
問題6(モデリング・プリミティブ・掃引・回転)	85%
問題7(レンダリング・表面材質)	93%
問題8(レンダリング・光源)	77%
問題9(モデリング・立体の表現法)	65%

Table 2 分野別正解率

4.3 考察

アンケート設問 3 の結果から、約半数は 4 面図をあまりよくわからずに使用していることがわかる。ところが設問 4 ではレンダリングについて、だいたいわかったようであり、設問 5 からモデリングとアニメーションについてより知りたいと思っているようである。設問 7 は、3 分の 2 以上が 3DCG は役に立つと思っているようで、学生の要望で設定された本科目の意義は達成できたであろう。

試験に関しては、正解率の低い分野は画像処理のコントラスト変換、静止画・動画のファイル形式、光源による影の変化、立体の表現法であった。画像処理コントラスト変換の正解率の低さは、アンケートの設問 1 でのデジタル画像に対する理解度調査と一致している。

アンケート結果や試験の結果から、プログラミングでなくても CG について学習することができたといえるだろう。

5. 教養科目としての CG

数学的な内容としては、1994 年度以後実施された高校数学のカリキュラムでは、複素数平面を採用した代わりに、1 次変換を削除した。行列はその

前の課程で 2 次行列に限定されていたのが、3 次行列までであっても、1 次変換がないために、行列を使って点や直線を変換することを全く学ばない。従って、初等的な 3DCG 教育において、1 次変換をつかって CG の原理を説明することが不可能である[6]。2003 年度から実施の指導要領では、行列と点の移動の 1 次変換があるので、次期カリキュラムを学んだ学生に期待したい。ただし、数学 C の範囲なので、文科系の学生はほぼ未履修で大学へ入学してくるが、大学入学後に高校生用の参考書で勉強することが可能である点は改善といえる。

また、デジタル画像に関する理解を深めることは情報の科学的理解に繋がる内容であり、高校での教科情報を引き継ぐ形でのカリキュラム再考の必要性も感じている。

最後に筆者らは、CG の利用が学術分野に及ぶことを大変期待している。[7]

参考文献

- [1] CG アーツ協会
<http://www.cgarts.or.jp>
2005 年度後期より新試験制度が開始される。
- [2] 河村, 江見, 郭「幼児教育ソフトウェアにおける 3 次元 CG の適用」JSiSE 教育システム情報学会 Vol.19, No.4 ,pp.246-250, 2002。教育分野への CG の応用例である。
- [3] エクスツールズ社
<http://www.ex-tools.co.jp/>
- [4]DOS/V マガジン(ソフトバンク), DOS/V Power Report(インプレス)など VGA カードの特集号を参照。学校用 PC はワープロ, 表計算が主体のため, VAG カードは貧弱なことが多いので, 納入時に業者と相談すること。
- [5] CG-ARTS 協会編「入門コンピュータグラフィックス」(CG-ARTS 協会, 2001 年)。通称名は「入門編 CG」。CG 検定 3 級合格レベルである。
- [6]矢島, 江見, 水野「情報数学の扱い」CIEC 会誌 コンピュータ & エデュケーション, vol12, pp.56-61(2002 年)
- [7]江見「回転運動を応用した 3 次元天体 CG 制作」PC カンファレンス 2001 論文集, CIEC, pp.68-69 (2001 年)