

POV-ray によるCG教育のための学習システム構築

金城学院大学現代文化学部情報文化学科 西尾吉男

概要 3次元CGソフトウェア POV-ray は、CGの基礎からメタボールなどの高度なCG技術まで対応しており、CGの専門教育に非常に適したソフトウェアである。筆者は多年に渡り POV-ray による3DCG教育を行なっており、教育効果を一層高めるため学習システムの構築を行っている。既に、POV-ray によるアニメーション作成ソフトウェア KittyCGMaker を作製し簡単なアニメーション制作を行なえるようにした。さらに、POV-ray はすべて英語で書かれており、日本語の教材が円滑な学習のために必要と成っている。しかし、POV-ray についての日本語による解説書は最近になりようやく出版されはじめたばかりであり、学習教材としても十分とはいえない。また、限られた期間にある程度高度な内容まで学習することが必要とされるが困難である。そこで、インターネットを利用することにより、POV-ray を通じ3DCGの基礎から応用までを円滑にかつ高度な内容まで学習するためのホームページを作成し、実際に使用し効果を上げている。さらに、POV-ray のモデリング用ソフトウェア p m o d e l を作成し、やはり効果をあげている。これらを連携させ1つのCG教育システムとして統合し開発をしている。本論文ではこのシステムについて述べる。

1. はじめに

近年、CG技術が映画、テレビ放送をはじめ様々な分野で使われるほど、あらゆる分野に行き渡り、応用されている。印刷、広告、通信など多彩なメディアでのCGに対する需要の拡大、医療、産業⁽⁴⁾、⁽¹²⁾、教育、芸術、エンターテインメントなど多様な分野において求められるCG技術の質的高度化など、CG技術がより重要となり、注目を浴びている。これらの背景から、CG技術の基礎を学習し、応用までを習得できるCG教育がますます重要と成っている。筆者は、いままでに、3次元CGソフトウェア POV-ray⁽¹⁴⁾を用いたCG教育を過去3年以上行っており、独自にツールとしてCGアニメーション作成ソフトウェア Kitty CG Maker⁽¹⁾ ⁽²⁾を作成し、POV-ray に応用し、動画像の作成教育に役立てた。また、早い時期からインターネット上で作品展示を行うなど、学習環境を整えて来た。このように POV-ray によるCG教育のための学習システム作りを進めている。今回新たに、POV-ray のモデリング用ソフトウェア p m o d e l を作成し、授業に応用し、さらに、POV-ray による3次元CGの学習用ホームページ⁽¹³⁾を開設し授業に応用した。本報告では、作成したCG Modeler p m o d e l について述べ、CG学習用ホームページを紹介する。

2. 3次元CGソフトウェア POV-ray

日本では POV-ray はまだ知名度があまり高いとは言えないが、日本語で書かれた解説書がようやく出始めたところであり、徐々にユーザが増えてきている。筆者が POV-ray を授業に取り入れたころは、マニュアルは全て英語で書かれており、授業を行うために、日本語の解説を多く取り入れる必要があった。しかし、POV-ray には

- (1) レイトレーシング法による高品質なCG画像を作成できる、
- (2) メタボールやメッシュなど多彩なツールを提供できる、
- (3) C言語ライクなCG記述言語を用いることにより非常に細かなところまで正確に表現できる、
- (4) 多彩なOS、環境への導入が非常に簡単である

など、数多くの利点があり、CG教育に利用すべき大きな魅力がある。しかし、反面 POV-ray には、補わなければならない幾つかの問題点がある。

- (1) 静止画像はよいがアニメーションのような動画像の作成が困難である

- (2) POV-ray のCG言語の理解が、やや困難である

(3) モデリングが困難であり、頭に浮かんだ情景を思ったようなCG画像にすることが困難であるなどの解決すべき問題がある。(1)については、既に Kitty CG Maker、(2)については、学習用ホームページ、(3)については、POV-ray Modelerを作成することにより対処している。

3. CG 学習システムの構築

図1に示したように、POV-ray は中間言語である POV-ray 言語によりCG画像を得る。レンダリングには時間がかかり、効率的に意図した画像が得られにくい。そこでモデラーを用いモデリングすることにより、より容易に、尚且つCGの基本技術を理解しながら、意図するCG画像を効率良く作成できる。また、学習用のホームページを活用することにより、効率的で深い学習が可能となる。

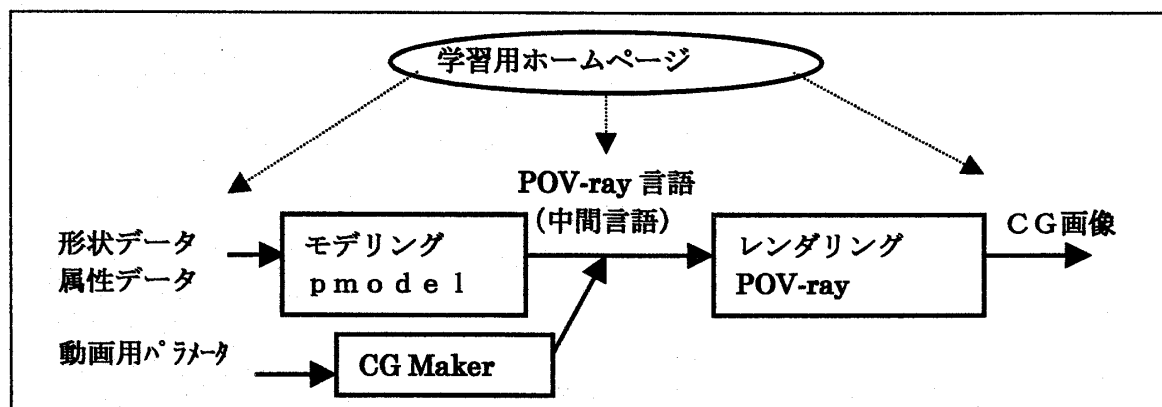


図1. CG学習システム

4. POV-ray のモデリング用ソフトウェア pmodel の作成

POV-ray はCGの基礎を学習することに関しては非常に適したソフトウェアではあるが、モデラーの機能がないため、思う通りの複雑な図形を作成することが難しい。そこで、授業に適したモデラーを作成した。モデラーは形状入力ウィンドウ(図2)と図形表示ウィンドウ(図3)の2つのウィンドウから構成されている。形状入力ウィンドウは、カメラ、光源の定義、基本的なオブジェクト(球、ボックス、円柱、コーン、平面、トーラス)、テキストオブジェクトの定義、さらに表面の色指定、テクスチャマッピングによる一般テクスチャ、反射、屈折の指定、オブジェクトの変換(拡大縮小、回転、平行移動)、#declare 文、object 文に対応しており、POV-ray のコードを出力する。表示ウィンドウは登録された図形を、3面図とパースペクティブビューによりワイヤーフレーム表示する。

結果をモデラーデータ形式ファイルと POV-ray 形式ファイルとして保存し、POV-ray (図4)で読み込みレンダリングを行うと、CG画像(図5)が得られる。

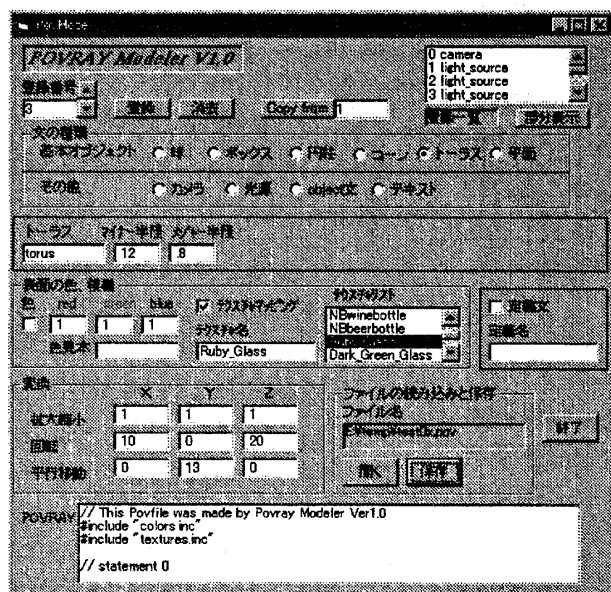


図2. pmodel の図形入力ウィンドウ

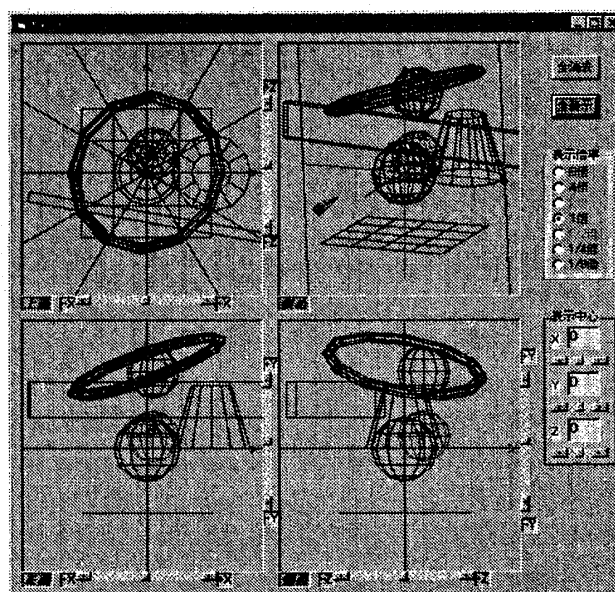


図3. pmodel の図形表示ウィンドウ

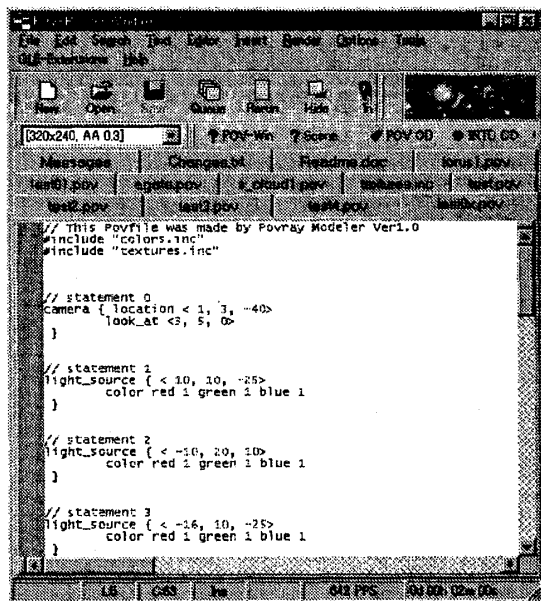


図4. POV-ray



図5. CG画像

5. POV-rayによる3次元CGの学習用ホームページ

CG教育に限らず、コンピュータ実習で問題となるのが、受講者の習熟度の格差であり、様々なレベルの受講者に如何に柔軟に対応して学習を進めさせるか、という問題である。進度の速い受講者に対しては、別途オプションの課題を与え、なかなか思うように進まない受講者に対しては、基本説明を2回行い、こまめに質問の時間を設けるなどの方法で習熟度の格差の問題に対処しているが、不充分であった。この問題を解決するため、自分のペースで学習し、授業中に理解が不充分である事柄に関し簡単に復習、ひいては予習の行える学習用ホームページを作成し公開している。

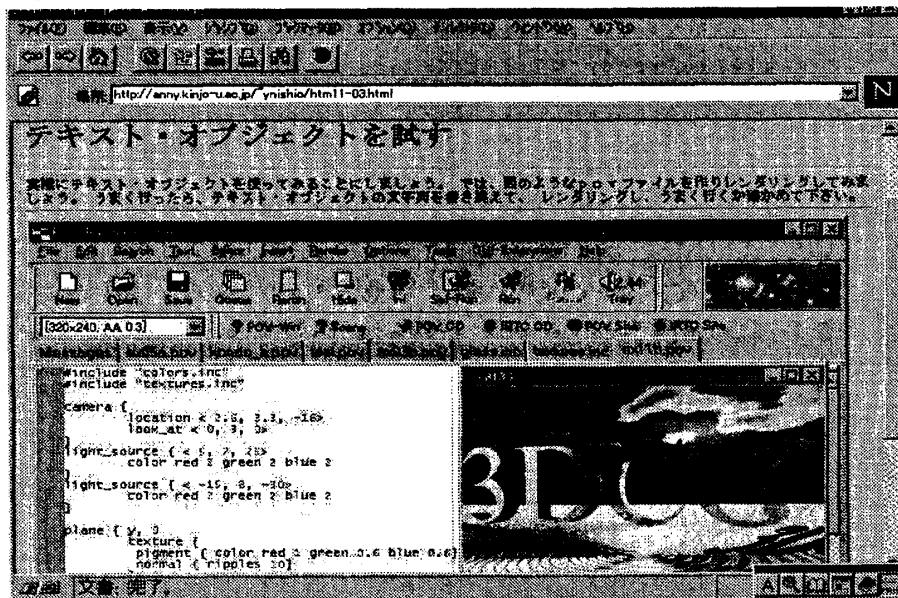


図6. 学習用ホームページの例

この、POV-rayによる3次元CG学習用ホームページの表示例を図6に、概要を以下に示す。

(1) 基礎編 (その1) POV-rayの基本的概念、基本操作法の学習

カメラ、光源、オブジェクトの簡単な操作例を取り上げ、基礎概念、基本操作を学習する。

(2) 基礎編 (その2) 基本的なオブジェクトについての学習

基本オブジェクト(球、ボックス、円柱、コーン、平面、トーラス)の定義方法を学習する。

- (3) 基礎編 (その3) オブジェクトの変換 (拡大縮小、回転、平行移動) と組み合わせ方法
- (4) 基礎編 (その4) CSG (Constructive Solid Geometry)、`#declare` 文と `object` 文
- (5) 基礎編 (その5) マッピング (テクチャマッピング、バンプマッピング、イメージマッピング)、`finish`、`normal`
- (6) 応用編 (その1) 様々なオブジェクト、テキストオブジェクト

6. 結果

実際の授業に今回開発したモデラーと学習用ホームページを使用した結果、積極的に授業を受けている層に顕著な変化がみられ、授業で説明するより速く次の单元まで進み習得する受講者が複数みられた。一方、消極的と思われる層には期待したほどの変化は見られなかったが、予習、復習を行うことが容易に成ったため、自己学習が期待できる。

7. まとめと課題

POV-ray による CG 教育のための学習システム構築の一貫として、今回、学習用ホームページを作成し、さらにモデラーを開発し、実際の授業で応用した。

今後の課題としては、以下のような内容が挙げられる。

- (1) 学習用のホームページの質、量両面でのさらなる充実
- (2) モデラーの機能のさらなる拡充 (CSG、メッシュオブジェクトへの対応) と操作性向上

参考文献

- (1) 西尾：CGを利用したアニメーション教育、第4回情報文化学会全国大会論文集、(1997. 11)
- (2) 西尾：CGアニメーション作成ソフトウェア Kitty CG Makerの作成とCG教育、金城学院大学論集 社会科学編 第39号、pp. 67-83(1997. 3)
- (3) 中嶋他：“先端技術の手ほどきシリーズ、テレビジョン学会編、3次元CG”，オーム社刊
- (4) Nishio, Y., Yokoi, S.: “A Glass Inspection Simulation System using Ray Tracing Method”, *Proc. of International Conference on Virtual System and MultiMedia (VSMM'96)*, VSMM, pp. 449-455 (1996)
- (5) 西尾、林、横井：コンピュータグラフィックスを利用したガラス容器デザインシステム、情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 1, pp. 187-195, (1995)
- (6) 西尾、秋山：ガラス容器の割れ検査と光線追跡法を用いた検査シミュレーション、第52回 (平成8年前期) 情報処理学会全国大会講演論文集(2)、pp. 2-385-2-386, (1996. 3)
- (7) 西尾：ガラス容器設計・検査システム、四日市大学論集, Vol. 8, No. 1, pp. 55-65, (1995)
- (8) 西尾、横井他：目視検査の自動化技術、第2章6, CG・VRの目視検査自動化への応用, テクノシステム刊, pp. 117-126
- (9) 西尾、横井、林：コンピュータグラフィックスを利用したガラス製品デザインシステム、平成5年情報処理学会グラフィックスとCADシンポジウム論文集、pp. 153-159, (1993. 9)
- (10) 西尾、横井、林：光線追跡法に基づくガラス製品の表示と設計、1993年電子情報通信学会秋季大会講演論文集、6-274, (1993. 9)
- (11) 西尾、横井、林：コンピュータグラフィックスを利用したガラス製品デザインシステム、平成4年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集、pp371, (1992. 10)
- (12) 横井茂樹：“外観検査への新しい手法の導入”、精密工学会誌, Vol. 56, No. 8, pp. 1407-1410 (1990)
- (13) <http://anny.kinjo-u.ac.jp/~ynishio/>
- (14) <http://www.povray.org/>