

総合情報学部におけるコンピュータグラフィックス教育

その他のタイトル	Computer Graphics Education at the Faculty of Informatics of Kansai University
著者	林 武文
雑誌名	情報研究 : 関西大学総合情報学部紀要
巻	6
ページ	85-99
発行年	1996-12-10
URL	http://hdl.handle.net/10112/00020352

総合情報学部におけるコンピュータグラフィックス教育

林 武文

Computer Graphics Education at the Faculty of Informatics of Kansai University

Takefumi HAYASHI

Abstract

This paper describes the Computer Graphics education at the Faculty of Informatics, which is newly established in 1994, of Kansai University. This faculty focuses on inter-academic research and educational fields related to “information,” which involves science, engineering, sociology, economics, politics, and so on. Recently, Computer Graphics has been playing an important role in visualizing several kinds of information, so that fundamental education in Computer Graphics will be required in every field. The resulting educational problem in this faculty concerns the different motivations, goals, backgrounds and skills of students should be educated equally in the same classes. To solve this problem, a multi-modal curriculum involving one lecture and two laboratory sessions for 3-D Computer Graphics has been established as the most effective way to disseminate knowledge and skills for all students. The hardware and software environments for laboratory sessions are considered, and the validity of the educational system is evaluated in the preliminary laboratory session and private seminar using a high-end graphics system during 1995.

1. まえがき

近年の画像生成技術と情報ネットワークの急速な進歩に伴い、コンピュータグラフィックス（CG）は今日の情報化社会における情報の表現手段としての地位を確立したと言えるであろう。CGによる静止画や動画の表現はもとより、マルチメディアやビデオゲームにおける対話的な視覚情報の提示、インターネットにおける3次元仮想空間を用いたデータの表現など、その応用分野はますます広がりを見せている。これまで、CG関連（特に、3次元CG）の制作や開発は、いわゆる専門家によって行われており、技術の習得は企業内教育、一部の大学の理工系、芸術系学部もしくは専門学校によって行われていた。しかし、ハードウェアとソフトウェアの高機能・低価格化が進められた結果、個人や一般のユーザーにも十分な画像生成機能を備えた設備の導入が可能となった。また、マンマシンインタフェースの改善と標準化により、専門家でないユーザーにもCGを扱える環境が急速に整備されつつある。今後、さらに多種多様な分野にCGを用いた情報伝達が浸透していくことは間違いなく、一般ユーザーにおけるコンピュータリテラシーの一部としてCGの知識と技術は重要度を増すと考えられる。

関西大学総合情報学部は、平成6年4月に関西地区では初の文理総合型学部として新設され、現在3年次生までが在学している。当学部の特徴は、従来の文科系・理科系の枠組を取り外し、自然科学、社会科学、政治学、経済学などの既存の学問分野を「情報」という視点から再構成した新しい学問体系を形成した点にあり、社会の様々な分野において情報を加工・発信し、問題解決を可能とする人材の育成を目指している。従って、コンピュータグラフィックスが関連する分野は、システムの研究・開発、設計支援、自然現象や社会現象の可視化、映像や出版物の表現、ヒューマンインタフェース、ビジネス、プレゼンテーション、社会科学の研究対象など、ほぼ全分野に及んでいる。また、最近のマスコミや映画・ビデオゲームに代表される娯楽分野からの影響により、CGはすでに多くの学生にとって身近な存在であり、個人差はあるが何らかの興味の対象であると言っても過言ではない。

本稿は、関西大学総合情報学部におけるCG教育の方法とその検討過程について述べたものである。コンピュータグラフィックスは、3年次の選択科目として、半年の講義が1コマと実習2コマが割り当てられている。しかし、本学部のような「文理総合型」学部においては、CGに対する要求も知識のバックグラウンドも異なる従来の理科系と文科系の学生を同じ講義と実習で教育する必要がある。これを解決するために、2種類の実習と講義を効率よく組み合わせたマルチモードのカリキュラムを考案し実習環境を検討した。また、平成7年度には2種類の実験授業を行い、アンケートにより学生のCGに対する興味や基礎知識を調査するとともに、カリキュラムの有効性を評価した。

2. CG教育の検討

2.1 標準カリキュラムと国内のCG教育の状況

コンピュータ科学における大学学部レベルの標準カリキュラムとしては、「ACMカリキュラム」⁽¹⁾が一般に知られている。これは、ACM (The Association for Computing Machinery)が1968年以来コンピュータ科学の学問体系として提案しているものであり、米国の主要な大学のコンピュータ科学科において採用されている。コンピュータグラフィックスに関しては、「ACMカリキュラム91」⁽²⁾より、具体的な授業内容が記述されている。ここでは、共通必修科目中の3講義時間に、入出力機器、2次元、3次元図形要素、グラフィックスソフトウェアシステム (GKS, PHIGS等)に関する講義とプログラム実習を行うことが記されている。前提科目は、ソフトウェア方法論とソフトウェア工学、線形代数である。また、大学院との橋渡しの目的をもつ上級/追加科目として、CGの原理と方法の概要、2～3次元オブジェクトの表現、2～3次元変換、隠面処理、シェーディング、対話グラフィックス、アニメーション技法等に関する講義とプログラムの設計、実現、評価に関する実習が掲げられている。この場合の前提科目は、上記共通必修科目の他に、微積分、離散数学である。

日本国内においてはコンピュータグラフィックスの教育の体系化は、産業分野からの人材育成の要請に応える形で積極的に進められている。国内のCG会議であるNICOGRAPHにおいて、1993年より毎年CG教育シンポジウムが開催され⁽³⁾、技術系およびデザイン系におけるCGの標準教科書⁽⁴⁾⁽⁵⁾が出版されるなど、カリキュラムや教材の整備が進んでいる。また、文部省認定のCG検定 (画像情報技能検定CG部門)⁽⁶⁾が今年で5年目を迎え、着実に受験者数を増やしている。ただし、これらはCGクリエイターやシステム開発の専門家あるいは指導者の育成を目標としたものであり、本学部におけるコンピュータリテラシー (あるいはメディアリテラシー)の一部としてのCG教育へ適用するには内容の取捨選択が必要である。

(1) 國井利恭編「bit別冊コンピュータサイエンスのカリキュラム」共立出版 (1993).

(2) A.B.Tucker, B.H.Barnes, et. al., Computing Curricula 1991 - Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force, ACM Press (1991).

山口和紀訳「カリキュラム91」, 國井利恭編「bit別冊コンピュータサイエンスのカリキュラム」共立出版 (1993), pp.152-261.

(3) 日本CG協会編「NICOGRAPH CG教育シンポジウム プロシーディングス」(第1回～第4回) (1993～1996).

(4) 画像情報教育振興協会編「Computer Graphics 技術系CG標準テキストブック」プレシーズ (1996).

(5) 画像情報教育振興協会編「Digital Image Design デザイン編CG標準テキストブック」プレシーズ (1996).

(6) (財)画像情報教育振興協会URL <http://www.ijnet.or.jp/CG-ARTS>

2. 2 総合情報学部における問題点

(1) 学部の理念、カリキュラムとの整合性

本学部が目指す教育は、「情報あるいは将来の新しいメディアにおいて創造性を発揮し、情報化社会における指導者的役割を演じうる人材の育成」とされている⁽⁷⁾。従って、学部全体のカリキュラムにおけるCGの位置付けは、基礎教養もしくはリテラシー教育としての側面が強い。ただし、卒業研究や大学院の課題研究におけるCGの高度な利用にもある程度対応出来る内容でなければならない。

CGは、3年次の関連・応用科目（選択科目）として、半年の講義が1コマ、実習2コマが設定されている。また、関連の講義や実習は多数存在するが、これら全てを有機的に結び付けるのは不可能に近い。さらに、基礎教養として必要な科目は、1年次の基本ソフトウェア実習以外は全て選択科目である。

(2) 学生の専門分野の相違

従来、理科系の分野で行われていたシステムの開発者向けの教育と文科系もしくは芸術系の分野で行われていた画像・映像の制作者向けの教育（技術系のCGとアート系のCG）を同じ講義と実習でカバーする必要がある。

(3) 学生の興味やバックグラウンドの相違

CG映像やデザイン画像の制作に興味がある者、CGを応用したシステムやゲームソフトの開発に興味がある者、CGと社会の関係やCG産業に興味がある者など、CGに対する興味や利用方法は多様である。また、描画原理やアルゴリズムの理解に重要な、数学やプログラミングを履修していない学生も多い。

(4) 講義と実習の関連性

CGを始めとする画像関連の科目では、入門の段階である程度の実習を伴うことが理論の理解に不可欠であると考えられる。しかし、本学部の全体カリキュラム上は、講義と実習1および実習2は全て選択科目であるため、講義と実習の間に密な関連性を持たせることは不可能である。

2. 3 カリキュラムの策定と実習環境の構築

上述の問題点を考慮に入れ、到達目標、カリキュラム、実習環境とソフトウェアの選定方針を決めた後、具体的な教育内容を吟味した。

(7) 野村幸正「大学で何を・どのように教育すべきか -高槻「総合情報学部」のカリキュラム構想から-」, 関西大学一般教育等研究センター報18号 (1994) pp.141-156.

(1) 到達目標

実習と講義を通して「3次元CGの描画原理を理解し、実際に画像が生成出来ること」に到達目標を絞った。2次元CGに関しては、すでにOS付属のソフト等で学生が操作する機会が多いこと、および関連の実習科目や画像情報処理等の講義科目で取り上げるため、ここでは必要最小限の部分のみを教えることとした。また、マルチメディアタイトルとして映像や画像作品を企画したり編集する技術は、前後して開講される制作実習によって学ぶことが出来る。さらに、具体的なシステムの開発方法やプログラミングテクニックに関しても、関連の講義科目やプログラミング実習等で補うことが出来る。

(2) マルチモードのカリキュラム

「マルチモード」とは、多様なコミュニケーションのモードに注目したメディア教育の方法論に用いられている用語である⁽⁸⁾。ここでは、この考え方に基づいて(1)で述べた到達目標に対して異なるいくつかのアプローチ(モード)を準備し、学生の側で必要に応じて取捨選択出来るようなカリキュラムを考案した。

図1にカリキュラムを示す。具体的には、3年春学期にCG実習1を、秋学期に講義とCG

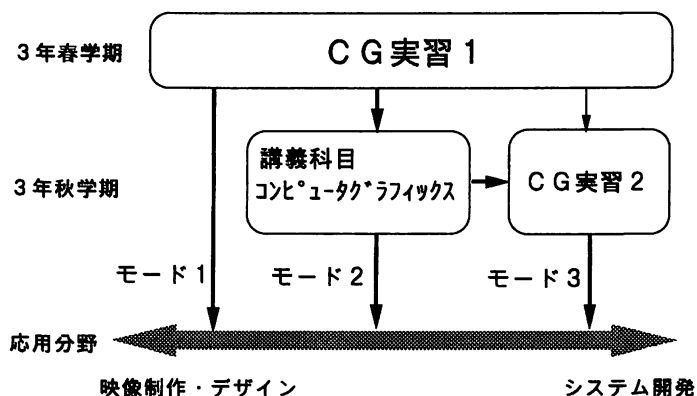


図1 CG科目の履修モード

実習2を行う。CG実習1は、3次元のCGソフトを用いた簡単な画像・映像の制作実習とし、具体的な操作を通じて3次元CG特有の概念や専門用語の意味を理解する。講義は、描画の原理を中心に解説し、応用分野や最新の技術もトピックスとして取り上げる。CG実習2は、CGのプログラミングを実習し、描画の原理とアルゴリズムに対する理解をさらに深めるとともに、システム開発者としての素養をつけることを目的としている。モード1は、映像(CGアニメーション)やデザイン画像の制作者としての入門コースに、またモード3はCGを応用し

(8) 久保田賢一・小田原敏・林武文・西田晃一・岡田朋之・三好亜矢子「マルチモードによるメディア教育の実証的研究」松下視聴覚教育財団平成8年度研究報告書,印刷中。

たシステム開発者としての入門コースとなるように内容を検討する。

従来の大学の授業カリキュラムでは、講義形式の授業が先行し、理論を学んだ上で実習を行うように計画されている場合が多い。しかし、3次元CGの場合には描画原理やアルゴリズムを講義のみで理解するのは、困難を伴うことが多い。特に、前節に述べた本学部における問題点(1)～(3)に対処するためには、このような順序で履修することが最も効率が良いと考えられる。

(3) 実習環境とソフトウェア

過去に実績があり、現在標準的に用いられているソフトウェアとハードウェアを用いる。これにより、実習で習得した技術が他の場所でも生きる機会が増えるとともに、そのソフトウェアに関する市販の参考書を利用した学生の自習も可能となる。ただし、ハードウェアとソフトウェアの操作が複雑であってはならない。

CG実習1は、マッキントッシュ (Power Macintosh 8100/80AV) とストラータ社製の3次元CGソフトStrata Studio Pro (Ver.1.52)を選定した。これは、ソフトウェアの機能(モデラーの操作性、レンダラーの性能と画像品質、アニメーション機能)、内外の利用実績、導入コスト、他の実習との資源の共有性を配慮した結果である。特に、マッキントッシュをプラットフォームとした理由は、テクスチャ画像の生成やレンダリング結果の編集に不可欠な画像系のソフト(フォトタッチ系:PhotoShop、ドロー系:Illustrator)が導入されていること、必要な入出力機器を全て接続出来ること、初心者にも使い易いユーザインタフェースであること、等の点が挙げられる。

CG実習2はプログラムの開発環境が整っているUNIXワークステーション(S4-LX)を用い、C言語(gcc, X Window, GNUツール)とグラフィックスライブラリを用いた3次元CGプログラミングを行うこととした。グラフィックスライブラリは、産業分野での標準ライブラリに定着しつつあるOpenGL (Open Graphics Library)⁽⁹⁾を用いる。OpenGLは、Silicon Graphics社のグラフィックスライブラリであるIRIS GLを拡張したものであるが、マルチプラットフォームに対応、簡潔で分かり易いコマンド体系、高度なモデリング・レンダリング機能を有する、ネットワークを透過する、などの特長が挙げられる。本学部の実習環境では、実際にはOpenGLとコマンド体系が同じであり、95%の機能を実現しているフリーのライブラリMesa⁽¹⁰⁾を用いている。Mesaのメリットは、コストが不要な点、環境構築が容易な点、ソースコードが公開されている点、UNIXからMs-Windows、マッキントッシュ等のパソコンに至るほとんどの環境へインストールが可能な点にある。なお、グラフィックスプログラミングに不可欠なウィンドウ管理とイベント処理に関しては、教育用に作成されたXウィンドウベースの補助ラ

(9) OpenGLに関するURL <http://www.sgi.com/Technology/OpenGL/>

(10) Mesaに関するURL <http://www.ssec.wisc.edu/~brianp/Mesa.html>

イブラリ aux⁽¹¹⁾を採用し、複雑なXウィンドウのプログラミングを回避した。

描画の原理やアルゴリズムの詳細を学習するには、グラフィックスライブラリを作成するところから実習を行うことが理想であるが、時間的な制約と実用性を考慮して既存のライブラリを用いる方法を選択した。なお、Mesaの場合にはソースが公開されているため、ライブラリの中身の学習や拡張ライブラリの作成実習も可能であるが、これは本学部のCG実習のレベルを超えてしまう。

3. 実験授業による検証

3. 1 実験授業 (1)

[方法]

CG実習1の内容⁽¹²⁾を7回にまとめて週1回の実際の実習形式で授業を行った。実習方法は、ソフトの操作手順を記したレジュメを配布し、専門用語の意味や描画の原理に関して毎回板書により説明した。各回の実習内容は、次の通りである。

- (1) プリミティブを用いた静止画の制作
- (2) 形状データの生成
- (3) 各種モデリングデータの設定とレンダリング手法
- (4) イメージデータの入出力とテクスチャマッピング
- (5) テクスチャの作成
- (6) 静止画作品の制作
- (7) アニメーション

1回当たりの時間は授業時間と同じ1時間30分である。ただし、(7)のみ夏休みに2コマ続き(3時間)の授業を行っている。総合情報学部の2年次生全員に対して参加者を募ったところ、約50名の応募があった。初回と第6回の授業の冒頭にアンケート(無記名)を実施し、学生の興味と基礎知識を調査するとともに、技術用語に対する理解度を調べた。

[第1回アンケートの結果と考察]

(有効解答数44)

履修モデル	メディア情報モデル	41%
	組織情報モデル	14%

(11) OpenGL ARB, 「OpenGL Programming Guide(日本語版)」 アシソン・ウェスレイ(1993).

(12) 「総合情報学部授業計画」 関西大学(1996) p.332.

	知識情報モデル	36%
	未定	9%
プログラミングの経験 (本学部の実習を含む)	あり 79%	なし 21%
高校での数学の履修状況	数1	98%
	基礎解析	93%
	代数幾何	89%
	微積分	27%
大学での数学の履修状況	基礎数学1	52%
	基礎数学2	36%
	基礎数学3	32%
興味のある分野 (複数回答可)	映像制作	43%
	マルチメディア	43%
	ソフト開発 (ゲーム)	48%
	広告出版	32%
	C G 基礎技術	61%

技術用語に対する理解

(A：意味が分かる、B：名前を聞いたことがある、C：全く知らない)

	A	B	C (%)
1)モデリング	21	61	18
2)レンダリング	21	27	52
3)ポリゴン	52	18	30
4)CGアニメーション	73	25	2
5)プリミティブ	11	21	68
6)ワイヤフレーム	25	32	43
7)ベジェ曲線	7	11	82
8)アフィン変換	2	2	96
9)透視投影	16	30	55
10)Zバッファ	2	7	91

11)レイトレーシング	16	7	77
12)フォンシェーディング	2	9	89
13)テクスチャマッピング	25	14	61
14)アンチエイリアシング	7	2	91
15)キーフレーム法	2	9	89
16)モーションブレンダー	0	9	91
17)ボリュームレンダリング	0	9	91
18)ラジオシティ	0	14	86
19)メタボール	5	16	79
20)モーションキャプチャ	11	16	73
21)CAD	48	46	6
22)パースペクティブ	73	23	4
23)フライングロゴ	9	25	66
24)WaveFront	5	7	88
25)SIGGRAPH	5	11	84
26)ピクサー社	0	11	89

実験授業の参加者の履修モデルとしてはメディア情報モデルと知識情報モデルを選択している者が多い。ここで履修モデルとは、学生が受講科目を選択する上でのガイドラインであり、メディア情報、組織情報、知識情報の3つのモデルは、「情報」に対してそれぞれ社会的なアプローチ、政治・経済・経営学のアプローチ、情報科学・工学的なアプローチを行うために必要な科目を集めてある。学生はこれを参考にした上で自分の興味と必要に応じて授業を選択することになる。従って、メディア情報モデルを選択している者は、CGによる情報表現や社会とCGの関係に興味がある者が多く、知識情報モデルを選択している者は、CGの技術内容あるいはアプリケーションの制作に興味をもつ者が多いと考えられる。

高校および大学入学後の数学の履修状況から判断して、従来の文科系と理科系の学生の割合は、8対2程度であると思われる。興味のある分野として、CGの基礎技術を挙げた者が多く、これは日常接するCGの画像や映像に対する興味の深さを表していると考えられる。

技術用語に関しては、日常生活でテレビや新聞・雑誌を通じて耳にする用語（カテゴリー[1]）、CG制作に必要な用語（カテゴリー[2]、本実習でよく用いる）、専門性の高い用語（カテゴリー[3]、本実習では説明しない）から合計26語を抽出し、3段階（A：意味が分かる、B：名前を聞いたことがある、C：全く知らない）で評価させた。26語が属するカテゴリーは、次の通りである。

カテゴリー[1] (日常生活でテレビや新聞・雑誌を通じて耳にする用語)

3)、4)、21)、22)、23)

カテゴリー[2] (CG制作で必要な用語)

1)、2)、5)~15)

カテゴリー[3] (専門性の高い用語)

16)~20)、24)~26)

カテゴリー毎の理解度の平均値を求めると以下の通りとなる。

	A.意味が分かる	B.名前を聞いた	C.全く知らない
カテゴリー[1]	51%	27%	21%
カテゴリー[2]	12%	18%	70%
カテゴリー[3]	3%	12%	85%

カテゴリー[2]およびカテゴリー[3]に対する成績が極めて悪いことが分かる。これは、実験授業に参加した学生にCG制作やCG理論の学習経験がほとんど無いことを表している。

[第2回アンケートの結果と考察]

(有効回答数 35)

	ある	少々ある	全くない
受講前のCGソフトの使用経験	3%	24%	73%
受講前のCG理論の勉強経験	0%	21%	79%
受講前のマッキントッシュの操作経験	21%	38%	41%
CGソフトウェアの経験	0%	6%	94%

実験授業のレベル	難しい	やや難しい	適当	やや易しい	易しい
	0%	41%	59%	0%	0%

実験授業の進度	速い	やや速い	適当	やや遅い	遅い
	3%	35%	62%	0%	0%

理解度	理解した	ほぼ理解	あまり理解していない	理解不能
	10%	74%	16%	0%

CG実習への要望

ツツの使い方を詳しく	38%
理論の説明を詳しく	12%
作品制作に重点をおく	44%
特に無し	6%

技術用語に対する理解

(A：意味が分かる、B：名前を聞いたことがある、C：全く知らない)

	A	B	C (%)
1)モデリング	94	6	0
2)レンダリング	97	3	0
3)ポリゴン	79	21	0
4)CGアニメーション	82	18	0
5)プリミティブ	62	32	6
6)ワイヤフレーム	59	27	14
7)ベジェ曲線	15	47	38
8)アフィン変換	3	18	79
9)透視投影	68	27	5
10)Zバッファ	3	27	70
11)レイトレーシング	91	9	0
12)フォンシェーディング*	79	18	3
13)テクスチャマッピング*	88	12	0
14)アンチエイリアシング*	33	29	38
15)キーフレーム法	6	24	70
16)モーションプラー	0	21	79
17)ボリュームレンダリング*	0	41	59
18)ラジオシティ	3	21	76
19)メタボール	24	44	32
20)モーションキャプチャ	27	9	64
21)CAD	59	29	12
22)バーチャルリアリティ	77	18	5
23)フライングロゴ	24	41	35
24)WaveFront	0	27	73
25)SIGGRAPH	6	12	82
26)ピクサー社	3	15	82

第2回アンケートは、実習の理解度を評価することを主な目的に行っているが、同時に実習を受ける前のCG制作に関する経験についても調査している。

実験授業を受講する前のCGの操作経験や学習経験が全く無いと答えた者が70%以上を占めた。また、マッキントッシュの操作経験が無いと答えた者も41%と高い割合を示した。実験授業の内容に関しては、レベル、進度ともに適当であり、全体の84%の者が、内容を「理解した」あるいは「ほぼ理解した」と回答している。

技術用語に対する理解については、第1回アンケートと同じ26語について同様に3段階（A：意味が分かる、B：名前を聞いたことがある、C：全く知らない）で評価させた。各用語が属するカテゴリー（カテゴリー[1]：日常生活でテレビや新聞・雑誌を通じて耳にする用語、カテゴリー[2]：CG制作に必要な用語、カテゴリー[3]：専門性の高い用語）毎に平均値を求めると次の通りとなる。

	A.意味が分かる	B.名前を聞いた	C.全く知らない
カテゴリー[1]	64%	25%	11%
カテゴリー[2]	54%	21%	25%
カテゴリー[3]	8%	24%	68%

この結果を第1回アンケートの結果と比較すると、実習中によく用いたカテゴリー[2]に属する用語については、「意味がわかる」もしくは「名前を聞いた」とする回答が著しく増加しており、実習の効果が端的に現れていることがわかる。

学生に自由に感想を書かせたところ、

- ・ 描画原理に関するレジュメを準備して欲しい
- ・ 実習を先に行った後に説明した方が分かり易い
- ・ 作品制作に必要な細かい知識を知りたい

などの問題点も指摘された。これらは、実際に実習授業を行う上での検討事項である。

3.2 実験授業（2）

[方法]

実験授業（1）に参加した学生の中から希望者5名を選び、夏休期間中に、プロ用のハイエンドのCGシステムを用いたCGアニメーションの制作を行った。制作対象は、関西大学高槻キャンパスの学舎のCGとウォークスルーアニメーションであり、制作物を学部の広報用出版物あるいはビデオの素材に供することも考慮に入れている。

プラットフォームは、Silicon Graphics社のワークステーションIndigo2を、3次元CGソフト

トウェアはAlias/Wavefront社のAlias Power Animator (Ver.6)を用いた。また、アニメーションのコマ撮りには、62秒分のフレームを非圧縮で保存し、ノンリニアの編集と各種ビデオ出力が可能なAccom製のディスクレコーダを用いている。

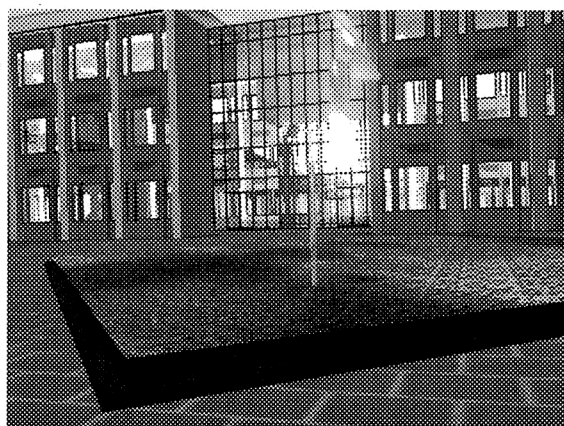
モデリングデータは、学舎の設計・施工を担当した株式会社竹中工務店よりCADデータを中間ファイル（DXF形式）で出力して頂き、Aliasに読み込んだ。モデリングデータが膨大な量であるため、実験授業（1）で用いたマッキントッシュとStrata Studio Proでは事実上制作が不可能であった。最初の3日間で機器とソフトの基本的な扱い方に関する導入訓練を行った後、学舎のCADデータを建物毎に分割してレンダリングの担当者を決め、各自自由に予定を立てて制作させた。導入訓練以外の指導は、ハードウェアや制作環境の設定とモデリングデータの変換方法等の最少限とし、出来る限り学生に自己解決させるようにした。制作期間中は、学生の取り組み方と制作の進み具合を観察するとともに問題点については一緒に話し合った。

[結果と考察]

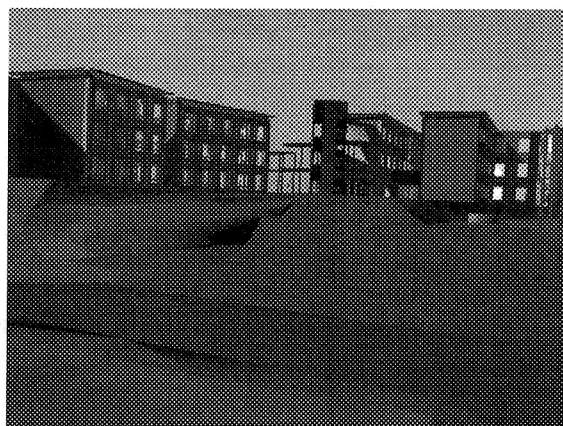
学舎のモデリングデータは、DXF形式に変換した時に曲面や曲線データが損なわれており、Aliasに読み込んでからある程度のモデリング作業が必要であった。また、表面属性やテクスチャデータは全く変換されないため、表面属性の設定はAlias側で全ての作業を行う必要があった。学生らは、CADデータの読み込み、形状の修正と細部のモデリング、表面属性の設定、レンダリング、アニメーションの作成をマニュアルを参照しながら行った。

Alias Power Animator は、Strata Studio Proに比べると、機能が豊富である上にメニューやマニュアル等は全て英語で書かれている。また、ソフトウェアの操作にはCGの描画原理に関する知識が必要であるため、初心者にとってソフトウェアの習得には困難を伴うことが予想された。しかし、実験授業（1）によりCG制作のプロセスと代表的な専門用語を把握しているため、比較的短時間でCG制作を進めることが出来た。参加した学生全員の感想もこの点に関するものが多かった。

プレビューレベルの静止画は、全員の学生が1～2日で作成する事が出来た。ただし、詳細な表面属性の設定を行った静止画のレンダリングやウォークスルーアニメーションを作成するには、断続的な作業ではあるがほぼ1カ月の期間を要した。図2に、学生2名が制作した学舎のシーンを示す（(a)：情94-249 桜井圭介君、(b)：情94-344 椿原治郎君）。これらのCGを制作した学生は、実験授業（1）を受講する前には、CG制作を行った経験が全くない。実験授業（2）の結果は、図1に示したモード1のみの選択でも、卒業研究や大学院の課題研究に利用されるであろうハイエンドな機器・ソフトを用いたCG制作が十分に可能であることを示している。



(a)



(b)

図2 Aliasを用いて作成したキャンパスのCG

4. まとめ

文理総合型学部である関西大学総合情報学部において、CG教育を計画する上での問題点を整理し、マルチモードによるメディア教育の考え方に基づいて授業のカリキュラムを策定した。また、2種類の実験授業によりその有効性を検証した。現時点で、3年次生の秋学期のCG実習2が進行中であり、カリキュラムは有効に機能しているように思われる。ただ、実際に授業をおこなって明らかになった問題もあり、今後の課題は少なくない。

当初の予定では、CG実習1を3年次春学期に実施し、講義とCG実習2を秋学期に行うように全体カリキュラムが設定されていたが、受講希望者数と教室の収容能力および担当者数の関係から大幅な変更を余儀なくされた。具体的には、講義を春学期と秋学期の両方に1クラスずつ開講し、CG実習1を春学期4クラス、夏季集中授業（非常勤講師による）4クラス、秋

学期2クラスの合計10クラス（受講者総数：約500名）を開講している。また、CG実習2は、秋学期に4クラス（受講者総数：約200名）を開講している。CGの講義は、春学期に381名、秋学期に136名で合計517名が履修申請を行っており、実に3年次生の85%が受講を希望したことになる。これらは、CGに対する学生の関心の高さを示す数字であると言えるが、それに対する授業担当者数と実習環境の収容能力の不足は明らかであり、全体カリキュラムの再編も含めて検討を迫られる課題となろう。

今後は、他の実習科目や講義科目との連携や卒業研究と大学院教育への関連についても検討を行う一方で、講義と実習に共通して利用出来る教育ツールを整備していく必要があると考えている。近年、インターネットのブラウザやネットワークアプリケーションの開発ツールを用いたCG画像の提示や描画原理のシミュレーションシステムの研究が進められている⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。本学部でも、講義室やゼミ教室への情報ネットワークとコンピュータの配備が計画されており、これらを積極的に利用した環境構築を検討したい。また、本論文ではCGの教育カリキュラム（図1）のモード1について実験授業による検証を行ったが、モード2あるいはモード3に対する検証も授業アンケートと卒業研究のゼミ生を対象に進めている。

謝辞

本研究は財団法人松下視聴覚教育研究財団より助成を受けて行われたものである。本研究をまとめるにあたって、ご支援を賜った関係者の方々に心から感謝の意を表す。特に、本研究の機会を与えて頂いた関西大学総合情報学部助教授の久保田賢一先生、実験授業にご協力頂いた同学部助手の岡田朋之先生、マルチモードのメディア受容に関してご教示を賜った同学部助教授の小田原敏先生、学舎のCADデータを提供して頂いた株式会社竹中工務店大阪本店設計部の立松宏一設計課長と高橋裕美さんに、この場を借りて御礼を申し上げる次第である。

(13) G.S.Owen, " Integrating World Wide Web Technology into Courses in Computer Graphics and Scientific Visualization" , ACM SIGGRAPH Computer Graphics,29 (1995) pp.12-14.

(14) A.Shabo, M.Guzdail and J.Stasko, " Addressing Student Problem in Learning Computer Graphics" , ACM SIGGRAPH Computer Graphics,30 (1996) pp.38-40.