

Java3D を利用した音響工学教材の開発

The Development of The Acoustic Teaching Material using Java3D

山岸 大樹†
Tomoki YAMAGISHI

須田 宇宙‡
Hiroshi SUDA

三井田 博郎‡
Yoshiro MIIDA

1. 緒言

音響工学のように現象を目で見ることができない学問では、簡単なモデルを利用して現象の可視化を行い、教授する手段が有効とされている[1]。そこで筆者らは本学三年次に開講される科目「音響科学」の補助教材として、現象のシミュレーションを行い、動画や音により表現し、学習者の理解を促進するマルチメディア教材群の開発を進めている。

教材群は図1に示すように、シミュレーションプログラムを中心に、講義映像、講義スライド、演習問題で構成されている。

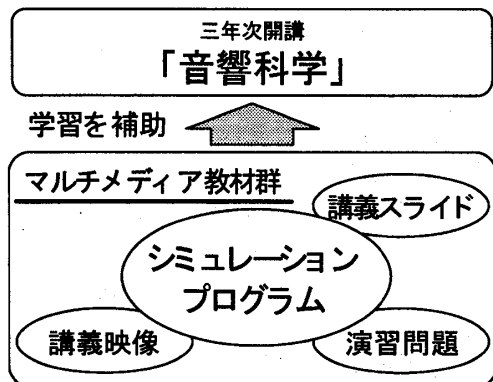


図1 マルチメディア教材群

当初はスタンドアロンで使用するものであったが、受講生や他の音響教育者の要望を受け、再配布の利便性と自学自習を考慮した上で、Java 言語や Flash を利用し、WWW ブラウザ上で利用するための研究も進めている[2]。

音響工学で取り扱う現象の中には、立体的な動作を伴うものや、音場のように立体的に表す事が望ましいものも存在する。それらの現象を表現するために、膜振動や振動円盤の放射音場などのシミュレーションプログラムでは、3D グラフィックを利用しているが、3D グラフィックにおけるライティング等の物体の表現方法や、リアルタイムシミュレーションを行う必要が有るため実行速度が問題となっていた。

そこで本研究では Java 言語と Java3D ライブラリを利用して、WWW ブラウザ上で 3D ポリゴンモデルを利用する教材の開発を行い、本開発手法の有用性を報告する。

2. 現状の取り組み

音響現象の中でも物体の変形や、音場のグラフなどではシミュレーション結果を単一の視点だけでは現象全体を観

†千葉工業大学大学院 情報工学専攻

‡千葉工業大学 情報科学部

察できない。一方で、重なり合って見えなかった現象を自由な視点から観察することで、より理解を深めることができるため、3D グラフィックで現象を表現する必要が有った。実際に 3D グラフィックを利用した教材を講義に利用したところ、期末試験の問題にその効果が見られた。

これまでに筆者らが開発した教材は 3D グラフィックを利用した教材の開発手法として、Visual Basic、Visual C++、Shockwave3D などを用いてきた。

図2に Visual Basic 言語を利用した教材開発の例を示す。この教材は人間の耳の「基底膜振動」を 3D モデルとして表示し、音の周波数によって基底膜の振動する箇所が異なる現象を学習する。Visual Basic を利用する手法では GUI の実装が容易であるが、インタプリタ言語の特性上実行速度が遅く、リアルタイムシミュレーションを行い、自由な視点で現象を観察できない点が問題となっている。

そこで、円滑な 3D 表示とリアルタイムシミュレーションを目的として Visual C++言語と Direct3D ライブラリを利用した教材を開発した。この手法は Direct3D を利用して 3D ポリゴンモデルを利用できる一方で、表示材質の設定が難しく現象の視認性に難があった。また、これら二つの教材は Windows 以外では実行できない点も問題となっている。

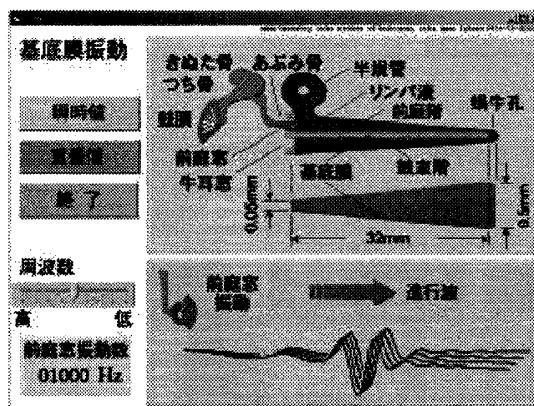


図2 基底膜振動のシミュレーション教材

次に、マルチプラットフォームに対応させるために、Java 言語と 2D グラフィックライブラリを利用して WWW ブラウザ上での実行を可能としたが、視点の変更が行えない欠点については Visual Basic と同様である。

Visual C++で問題とされた 3D モデルの表現を改善し、音響モデルの表現方法を改善するために、3DCG 制作ソフトウェアの Maya と Web3D 技術の Shockwave3D を利用した。太鼓のような円形の膜は、叩き方により異なる振動モードが発生する。この現象を学習するための教材を図3に示す。Maya で作成した 3D モデルを利用して Shockwave3D コンテンツを作成することで WWW ブラウザでの利用を可能としているが、Maya のアニメーションのインポートが難し

い点と、実行環境が Windows と Macintosh OS に限られる問題点があった。

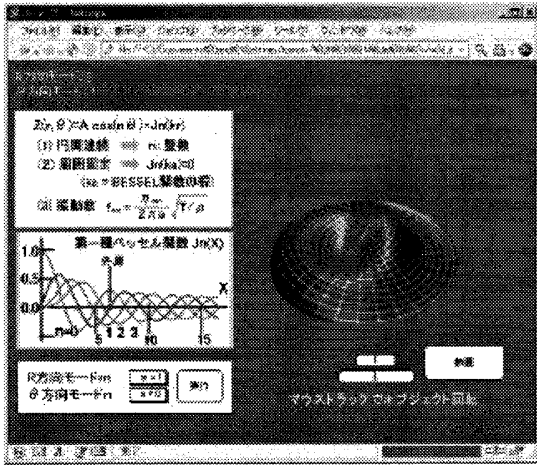


図3 円形膜振動のシミュレーション教材

これら教材の評価として 2003 年度の音響科学講義中に受講生 96 名にアンケートを採った[3]。教材全体として「授業を受けた後で自学自習の参考になったか」という質問に対し、95%の学生が参考になったと回答しており、同アンケートで「教材プログラムの表示の仕方について」といった項目では約半数の 49%もの学生が「操作方法に手間取ってしまった」「分かりにくかった」と回答していることから、利用者から操作が容易であり、表現がわかりやすい教材が求められていると言える。

3. Java3D 教材の一例

そこで、Java 言語と Java3D ライブラリを利用した新しいシミュレーション教材を開発した。本開発手法の一例として、スピーカのような前後に振動する円盤の扱う「振動円盤前方の放射音場」の教材を作成した。本教材は、振動円盤から放射される音場の音圧レベルを 3D グラフ表示する。図 4 に本教材の表示部分を示す。

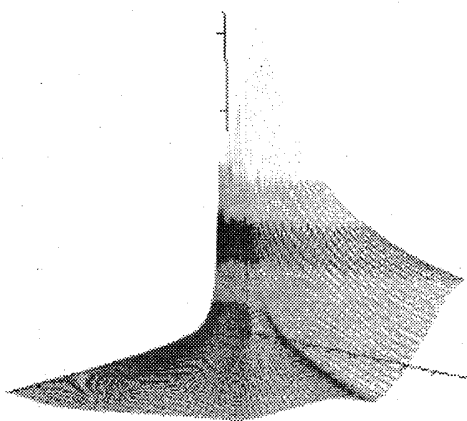


図4 振動円盤前方の放射音場のシミュレーション教材

3D グラフは音圧レベルごとに色分けし、回転、平行移動、前後移動機能を付加し、様々な角度から観察可能とした。観察の際には、ワイヤフレーム/面表示の切り替え、

音圧グラフの実数スケール表示/対数スケール表示の切り替え、グラフの透明度、波長比、円盤からの距離のパラメータを設定できる。Java3D ライブラリを用いることで視点やパラメータの変更に対してリアルタイムで 3D グラフを描画、多数のプラットフォームで使用可能となった。

図 5 は本教材の利用例として、グラフを右前方から表示した図である。この例ではスピーカなどの振動円盤からの放射音場において、振動円盤近傍で音圧が極端に下がる現象が容易に観察できることを示している。

本教材は、本学「音響科学」担当教員の意見を仰ぎながら開発を進めた。その結果、リアルタイム性と視点変更の自由度の高さから、今年度後期に開講される「音響科学」で使用することが決定した。今後は講義に用いた上で受講者アンケートを採り、評価を得る予定である。また、Web ページで公開し、他の音響教育者にも使用して頂き、要望を集め、改良する予定である。

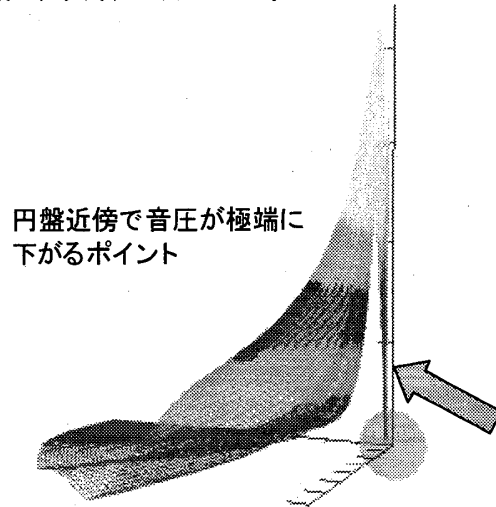


図5 グラフを円盤右前方から観察

4 結言

本研究では Java3D を利用した教材開発手法を述べ、その一例として「振動円盤前方の放射音場」教材を作成した。学生からのアンケートは「音響科学」開講時に得ることになるが、本手法は筆者らが模索してきた開発手法の中でも、視覚的効果、実行速度、配布形態の条件を満たす上で有効であると判断した。今後、講義受講者や他の教育者からの意見を取り入れ、現象モデルの表現方法を中心に改良する予定である。

参考文献

- [1]三井田惇郎, 浮貝雅裕, 須田宇宙: マルチメディアによる音響工学教育, 私立大学情報教育協会第7回情報教育方法研究会, Vol.2, No.1, 1999, pp.13-18
- [2]Takahiro MASUDA, Hiroshi SUDA & Yoshiro MIIDA: Development of Multimedia Teaching Materials for Acoustic Science on Web Browser, ICCE 2003 Proceedings CD-ROM, 2003, pp.657-656
- [3]須田元, 須田宇宙, 三井田惇郎: 自学自習用音響教材の Web 展開の実例について, 日本音響学会講演論文集 II, pp.1109-1110, 2004