

## CGを用いたデザイン開発手法の研究 (第2報)

阿部正人、河野正紀、宮川理恵、串田賢一

## Studies on Design Techniques Using Computer Graphics (Part II)

## —Systemize the Procedure—

## 要 約

中小企業に適したデザイン手法を見いだしてデザインワークをCG機器で代替させることを目的に、金属、織物、木材などの各種素材のデータベース化と反射率、屈折率、拡散光強度などのパラメータの定型化を行った。

その結果、デザイナーは、画面上で材料を選択するだけで良質な画像の生成が可能なることから、速やかにイメージが表現できるのでデザインワークを効率的に行うことができた。さらに、具体的に企業のデザイン開発に使用して、CG有効性を検証する。

## 1. 緒 言

人間の感性を扱うデザインの分野でもコンピュータを利用した技術が急速に浸透してきている。グラフィックデザインでは、鉛筆や筆の代わりにCGをデザインツールとして用いた作品を見ることはめずらしいことではない。デザイン手法に有効なコンピュータの利用方法を見いだすことを目的とし、前報<sup>1)</sup>は「道具としてのコンピュータ」と題してその特徴を抽出した。本報は、各種素材のデータベース化とレンダリング環境の定型化を行ったので報告する。

## 2. 質感表現方法

3次元CGを用いて素材の質感を表現する場合には、素材毎に光学的な特性やおかれている環境をコンピュータに教示しなければならない。光学的な特性は、光の反射率、表面での拡散率、反射光の強度など多岐に渡って指定する必要がある。そこで素材ごとの光学的な特性の定型化を図り、容易に良好な質感表現を行うための各種のレンダリングパラメータについて検討を行った。

## 2-1 レンダリング方法

本CGシステムでサポートするZ-Buffer、Ray-Cast、Ray-Traceの3種類のレンダリング方法の特徴を表に示す。

表1 各レンダリング方法の特徴

手法	方式	速度	画質
Z-buffer	ハードウェア	高速	悪い
Ray-Cast	ソフトウェア	やや速い	やや良い
Ray-Trace	ソフトウェア	遅い	良い

Z-Bufferを使用した比較的高速なレンダリングは、主としてモデリング時に面の状態や物体間相互の関係を知らずために用いるが、生成される画像の質は良好なものではない。金属や透明感を表現する必要のない物体をレンダリングする場合は、Ray-Castレンダリングでも、ある程度高品質な画像生成が可能である。透明感や表面の光の反射によって、素材感を表現する必要がある物体（例えば宝石やワインのボトル等）をレンダリングする場合は、



図1 Z-Bufferによるレンダリング



図2 Ray-Castによるレンダリング

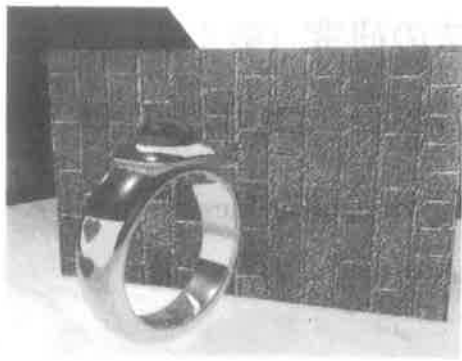


図3 Ray-Traceによるレンダリング

Ray-Traceを使用して材質感の表現を行う。表現する物体の種類や使用目的によって、適正なレンダリング方法を選択した(図1~3)。

### 2-2 パラメータ操作による質感表現

光学的な特性を与えて素材感の表現を行うことは前述したが、ここでは具体的にどのような特性を与えて質感を表現するかを述べる。

一般に、ある物体を人間が認識するという作業は、光線を物体が反射し、その反射光を網膜が感知することによって行われる。本システムのレンダリング技法も基本的には同様に、Ray(光線)を視点位置からスクリーンに向けて発射し、Rayと交差する物体があれば、その物体の光学的な特性による反射光に基づき色づけを行い、画像を生成する。ここでいう光学的な特性とは、物体に与えられた各種のレンダリングパラメータを目指す。

そこで、素材感の表現を左右する主要なレンダリングパラメータを7種抽出し、それぞれのパラメータ操作による質感表現について検討を行った。

#### (1) Diffuse (散乱光反射強度係数)

物体に光が入り込み、反射、吸収を繰り返し再度表面に光がでる。このような反射は、散乱反射と呼ばれるが、その強度は、物体を構成する面の法線と光の入射角が小さければ小さいほど大きくなり、法線と入射角が一致する場合に最大となる。この散乱反射による散乱光の輝度に対する係数をDiffuseとしている。Diffuseの値が大きいと、光の入射方向と面の法線が90度以下の場合、均一の輝度与えられる。Diffuseの値を変化させた時の物体表現の変化を図4に示す。

#### (2) Reflection (映り込み係数)

周囲の物体がどの程度物体表面に映り込むかの強さを示す。Reflectionが大きいと周辺の物体の映り込みが激しくなる。特に金、銀、ステンレスなどの金属感を表現する場

合、この係数を大きくして鏡面仕上げされた金属の質感を出した。Reflectionの変化と映り込み度合いの変化を図5に示す。

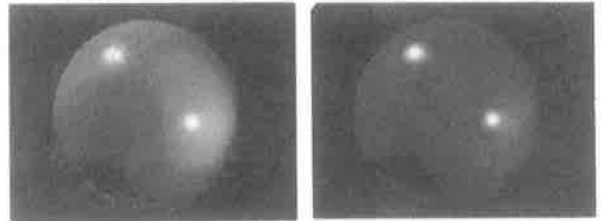


図4 Diffuse値による表現の変化

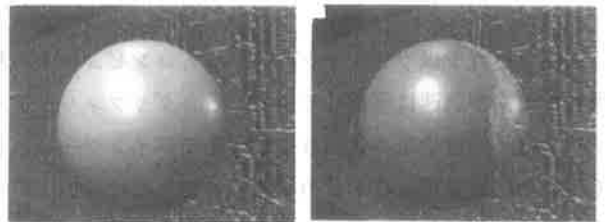


図5 Reflection値と映り込み具合

#### (3) Specularity (ハイライト強度)

前述した散乱反射が物体内部に一度光が入り込むのに対して、入射する光の方向に正反射する光の強度を調整するためにSpecularityを用いた。通常、Specularityの大きい物体は、Reflectionも大きくなる。

#### (4) Reflection (屈折率)

透明あるいは半透明体に屈折率を与えて、ガラス様の物体の質感表現を行った。一般的な物質の屈折率を、

空気	1.00
水	1.33
ガラス	1.4
水晶	1.5
ダイヤモンド	2.42

として与えた。

#### (5) Transparency (透明度)

背景にある物質の色をどの程度反映するかをこの透明率で指定した。透明度の値を最大値に上げると光は全部透過するが、他のパラメータの影響を受け、必ずしも背景の画

素が100%反映されない。Transparencyの値の変化に伴う背景の画素の透過具合を図6に示す。

#### (6) Specular color (ハイライト色)

物体表面で反射される反射光の色を指定することによって、素材の質感に関し更に細かい表現を行った。金属物体では、ハイライトの色は物体固有の色の影響を受けるので同色とし、プラスチックなどのハイライト色は照明の色とほぼ同じ色に設定した。



図6 Transparency値と透過具合

### 2-3 レンダリング環境作成

素材のレンダリングパラメータを最適に設定しRay-Traceレンダリングを行っても、期待した質感が表現できない場合があった。表現しようとする物体が木材や石の場合、あるいは表面が梨地地上げの加工が施されている場合は、良好な質感を生成できるが、光沢のあるプラスチック、鏡面仕上げされた金属などの表現は、満足できる結果ではなかった。

そこで、映り込みつまりReflectionが大きい物体をレンダリングする場合は、物体間相互の映り込みが与える影響を考慮し、ハイライトとシャドウが映り込むよう反射板を置いてレンダリングを行う方法について検討した。

反射板を置いて、金と銀の質感を与えたリングに対してレンダリングを行った結果は、環境マッピングを行ったリングと比較して、ハイライトとシャドウ部分のコンビネーションが美しく、生成される曲面の状態が非常によく表されており、リアリティーを高めている(図7、図8)。

さらに、上質な表現を行うため、ライトをDirectional Light(太陽光と同様な平行光線光源)以外にSpot Light(点光源)の複数設定、ambient(環境光)の調整、背景となるテクスチャの配置等を行い、コンピュータ内に写真撮影時に使用するものと同様な図9で示されるスタジオ(仮想スタジオ)を構築した。



図7 環境マッピングでのレンダリング



図8 反射板でのレンダリング

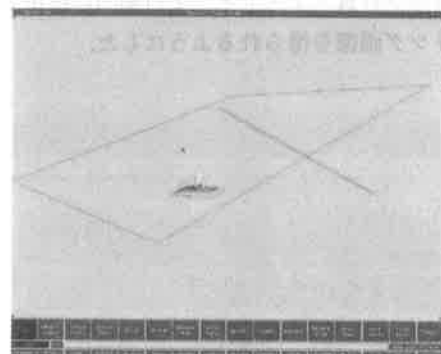


図9 レンダリング用スタジオ

## 3. 素材データ

素材データは、CGシステムで予め+数種類であるが登録してある。しかし、デザイナーが意図する物を表現するにはこれではあまりにも少なすぎる。そこで、素材の一部が入手でき、頻繁に使用するものは、スキャナーで表面のテクスチャーを読み込み、テクスチャーデータとして登録した。

また、市場に流通している印刷の背景などの利用が許されているテクスチャー集から画像を選択し、Format変換、タイル状のマッピングに使用しても、上下左右のテクスチャー間が滑らかに補間できるよう2次元CG機器で修正を行い、システムに登録した。

現在システムに登録されているテクスチャーデータは300種程度であるが、その内容は、以下の2種に分類される。

(1) 材質に関するテクスチャー

石、岩、木材、コンクリート、コルク、布、和紙、壁紙、幾何模様

(2) 環境・空間に関するテクスチャー

山、川、海、空、町、高層ビル、植物、波、炎、雲、室内

#### 4. システム化の検討

様々なデータを相互に関連付けて質感決定を行うが、これらはもっぱら操作者の勘と経験に負うところが多く、数々のパラメータを操作しながら画像生成を行い、最良の状態に仕上げていくという極めて非効率的な作業をしなければならない。

そこで、これらの関連を1つのモジュールとして、該当する質感を表現するに必要なレンダリングパラメータ、仮想スタジオ環境、さらに、素材データの統合化を行った。

この結果、デザイナーがモデリングした物体に対してこのモジュールを割り当てる作業を行うだけで、素材に最適なレンダリングパラメータ条件と映り込み素材、ライティング条件ならび材質テクスチャーを自動的に設定し、良好なレンダリング画像を得られるようにした。

#### 5. 結 言

磨き込まれた銀と金の違いに始まり、我々の主観による物体の感じ方（例えばラバー状のゴムから受ける柔らかそうな感じとビリヤードのボールから受ける重量感のある硬質な印象の違い）をどのようにCGで表現するかについて、レンダリングしてはパラメータを変えるという操作を行い、質感を左右する主要な因子と適正条件を求めることができた。このことによって、レンダリングに関し複雑な条件を意識せずに、設定素材モジュールを割り当てる作業を行うだけで高品質なCG画像を得ることができ、デザイナーは、より高度なモデリング作業に専念できる。

#### 参考文献

- 1) 清水誠司他：山梨県工業技術センター 研究報告5 (1991)
- 2) 清水誠司他：第6回ニコグラフ論文集, P.298~307 (1991)
- 3) 阿部正人他：第7回ニコグラフ論文集, P.232~238 (1992)
- 4) インダストリアルデザイン, 日経BP社 (1990)
- 5) ANNIE DATA MANUAL, Vo1.2, リンクス