

## 家具を対象とした Web3D コンテンツの製作 Web3D Content Creation intended for Furniture

中岡正典\*

Masanori NAKAOKA

### 抄 録

家具製品を対象とした Web3D コンテンツを製作する際の様々な技術的課題について検討した。Web3D の形式による比較では、家具の表現に適した形式や必要な機能を確認することができた。モデリングについては、適度な面取り処理とスムージングの併用により、適切な鏡面反射光を表現できることが確認できた。塗装の質感表現では、適切な反射用マップを作成することで、リアルな質感表現が可能になることがわかった。

### 1 はじめに

Web を介した商品販売は、消費者の意見をダイレクトに反映させたものづくりや、小売店舗を持たないメーカーによる低コストな販売店舗の実現などの様々なメリットがある反面、Web コンテンツによる商品展示と店頭における実物展示との間に存在するリアリティーのギャップという本質的な課題がある。特にデザイン形状や素材感の良し悪しが購買動機に影響する家具製品では、この問題をいかに解決するかが重要である。そこで、本研究ではこのギャップを埋める手段の一つとして Web 上で 3 次元データを閲覧することができる Web3D を取り上げ、同技術を用いてコンテンツを製作する際に直面する様々な課題について検討し、適切な製作方法の指針を得ることを目標とした。

### 2 方法

#### 2・1 Web3D の形式による比較

Web3D は様々なソフトウェアメーカーが提唱する形式があり、それぞれにオーサリング方法、質感表現力、付加機能などが異なる。そこで、家具を表現するために最低限必要と思われる素材（木材、布、ガラス、鏡など）を含む仮想の家具（鏡台）を設計し（図 1）、それを各 Web3D の形式で製作することで、家具を対象とした場合の基本的な質感表現力をはじめ、様々な見地から各形式の特徴を比較検討した。この際、モデリングとマテリアル定義には 3D Studio MAX（以後 3 次元 CG ソフトと称す）を共通

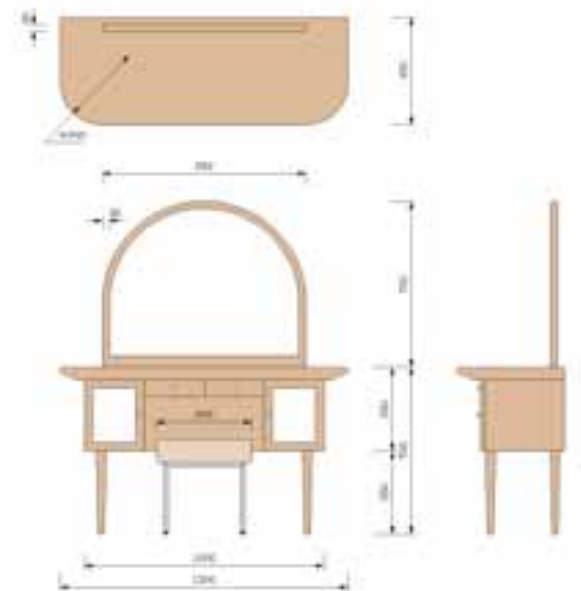


図 1 仮想の家具（鏡台）

して用い、Web3D の形式には企業の Web サイトで採用実績が高い Cult3D と VET、そして比較的新しい形式の Shockwave3D と Anark を選択し、合計 4 種類の形式で製作した。

また、各 Web3D 形式ごとに行うオーサリング作業では、前工程の 3 次元 CG ソフトで定義したマテリアル定義内容の反映度を検証するため、基本的にマテリアルの再定義は行わず、デフォルトのままとした。そのため、前工程の 3 次元 CG ソフトにおける作業では、表 1 と図 2 に示すように極力基本的なパラメータのみでマテリアルを定義し、後工程のオーサリングソフトへのデータ読み込み時に、その内容が反映されるようにした。

さらに、Web3D コンテンツにインタラクティブ性を付与する例として、同鏡台を用いて可動部分の開

\*生活科学課

閉動作やマテリアル変更を行うためのオーサリングを試みた。

## 2・2 面取りとスムージング処理

リアルな素材感を表現するためには、比較的角張った形状のオブジェクトに対しても、適切な鏡面反

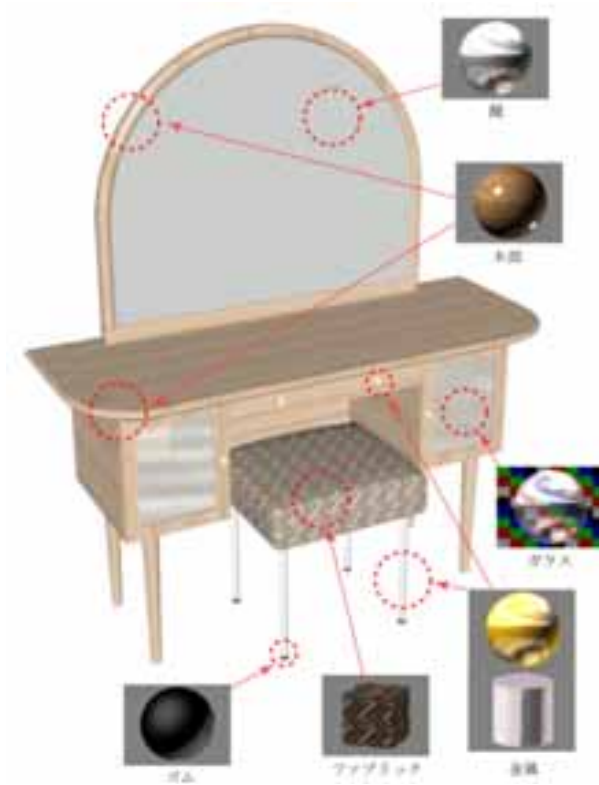


図2 家具に適用したマテリアル

表1 家具のマテリアル定義に用いたパラメータ

|                   | 基本パラメータ |               |      | マップ       |    |
|-------------------|---------|---------------|------|-----------|----|
|                   | 拡散反射光   | 鏡面反射<br>ハイライト | 不透明度 | 拡散<br>反射光 | 反射 |
| 木部<br>(本体)        | ○       | ○             |      | ○         |    |
| 木部<br>(引出し内<br>部) | ○       | ○             |      | ○         |    |
| 鏡                 | ○       | ○             |      |           | ○  |
| ガラス               | ○       | ○             | ○    |           | ○  |
| ファブリック            | ○       | ○             |      | ○         |    |
| 金メッキ<br>(つまみ)     | ○       | ○             |      |           | ○  |
| クロムメッキ<br>(椅子の脚)  | ○       | ○             |      |           | ○  |
| ゴム<br>(椅子底部)      | ○       | ○             |      |           |    |

射光を得るために、面取り処理を施すべきである<sup>1)</sup>が、これにはポリゴン増加によるファイルサイズの肥大化が伴うため、面取りに要するセグメント数を適度に抑える必要がある。また、面取り処理をスムーズに表現するためには、3次元 CG ソフトにおけるスムージング設定が Web3D コンテンツに正しく反映される必要がある。そこで、立方体形状を例にとり、3次元 CG ソフトで定義したスムージング設定が Web3D コンテンツに正しく反映されるかどうかを検証し、さらに面取りに要する適切なセグメント数についても併せて検討した。

## 2・3 塗装の質感表現

製品の質感を表現する上で必要な要素として、拡散反射光 (マップ)、鏡面反射光、反射マップなどがあり、それらのパラメータについては3次元 CG ソフトで定義した内容をオーサリングソフトへ反映させることができる。しかし、より現実に近い質感を再現するには、さらにオーサリングソフトで詳細な定義を施す必要がある。特に徳島の家具は鏡面塗装に特徴があるため、塗装の質感再現は重要である。そこで、ツヤ消し度合いを表現するためのマテリアル定義方法を検討した。

## 2・4 RP 装置への出力を前提としたモデリング

Web3D コンテンツの製作過程で得られる3次元形状データの活用方法の一つとして、RP 装置による模型出力が考えられる。そこで、鏡台のモデリングデータを STL 出力し、粉末造形機 (Z Corporation 製 Z402 System) を使って 1/10 縮尺の模型製作を試みた。また、適切な STL ファイルを出力するためのモデリング方法についても併せて検討した。

## 3 結果及び考察

### 3・1 Web3D の形式による比較

図3にレファレンスとなる3次元 CG ソフトによるレンダリング画像、そして各 Web3D 形式で製作したコンテンツを図4～図7に示す。

各形式とも3次元 CG ソフトで作成した形状は正しく反映された。マテリアルの定義内容については、ポリゴン法線の反転によるテクスチャーの裏返り、UVW マップのズレ、反射マップが反映されないなど、多少の不具合が見られた。しかし、いずれも容易に修正できるレベルであり、実用的には問題ないと思

われる。この家具の例に限れば、最もレファレンスのレンダリング画像に近いのは Cult3D で、完成度の高さが感じられた。

また、本研究で課題としている質感表現の観点から考えると、アンチエイリアス機能も重要である。特に木目などのマップを表現したり、椅子の脚などの形状の細かい部分の表現では、同機能の必要性を再認識した。Cult3D と VET では、同機能が装備されている。

オーサリングソフトの操作性に関しては、Web ブ



図3 3D Studio MAX におけるレンダリング図

라우저内でのコンテンツのズームイン（ズームアウト）や回転などの基本的な閲覧機能を付加するレベルでは、いずれの形式においても GUI レベルでオーサリングが可能であった。しかし、テクスチャーの変更や扉の開閉などのイベント駆動機能を付加する場合には、Cult3D と Anark 以外では、スクリプト言語の使用が必要であった。

クライアント側の使い勝手を考えると、操作レス



図5 VET による Web3D コンテンツ



図4 Cult3D による Web3D コンテンツ



図6 Shockwave3D による Web3D コンテンツ



ポンスの速さも重要である。以前から存在する Cult3D や VET では、Web ブラウザー内の操作が軽快であるのに対し、比較的新しい形式である Shockwave3D や Anark では、ビデオカードへの依存度が高く、操作が重くなる傾向が見られた。

図8はマウスのクリックイベントにより、扉・引き出しの開閉と、木部・ファブリックのマテリアル変更を実行した様子である。Web3D の形式は Anark を使用した。Anark では、タイムラインを基本とする



図7 Anark による Web3D コンテンツ

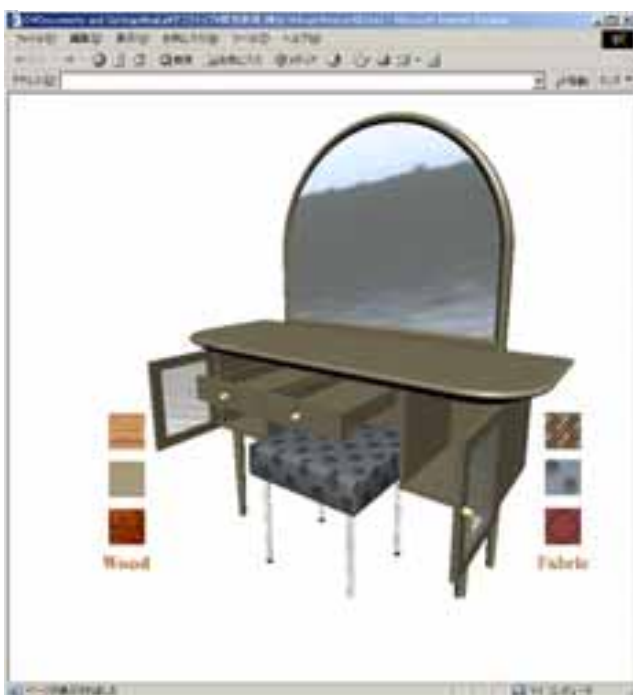


図8 開閉動作とマテリアル変更を実行した様子

一貫した GUI ベースの編集方法により、これらの付加機能が実現できることを確認した。

### 3・2 面取りとスムージング処理

図9は、左の立方体がスムージング処理、右の立方体はスムージング処理無し、中の立方体は真中を境にスムージングの有無を混在させた立方体である。それぞれ3次元 CG ソフトでスムージング設定したものを、Anark 形式で Web3D コンテンツに変換した例である。いずれも、3次元 CG ソフトで定義したスムージング処理の有無が反映されている。他の形式 (Cult3D, VET, Shockwave3D) においても同様の結果が得られた。

ただし、他の例では隣り合うポリゴンが構成する角度によって、スムージングが一律に適用されてしまう例も見られた。そのような場合に取ってエッジを表現するには、セグメントを追加しエッジを近似的に表現する方法が考えられる。具体的な方法を図10の平板を折り曲げた形状の例で示す。Web3D の形式は VET を用いた。a, b は両者ともスムージング処理を一律に適用している。a', b' はそれらをワイヤーフレーム表示した例である。b' に示すようにエッジを挟む平面上に、平行なセグメントを追加する



図9 スムージングの適用

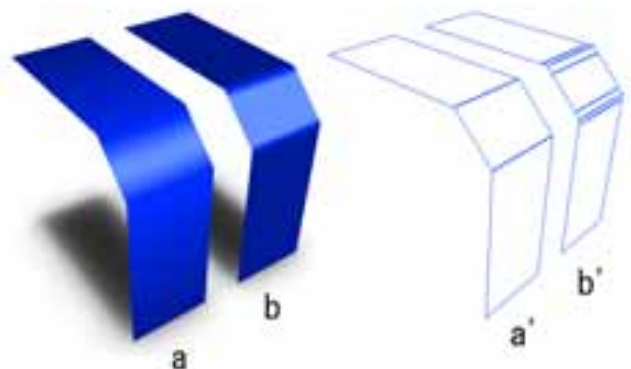


図10 セグメントの追加によるエッジの近似

ことで、bのようにエッジを近似的に表現できることがわかる。

図 11 は、立法体に様々な条件で面取りを施し、さらにスムージング処理を施した例である。Web3D の

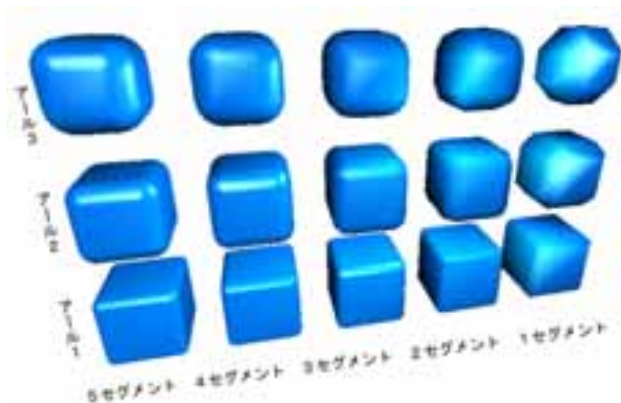


図 11 様々な面取り条件によるスムージング

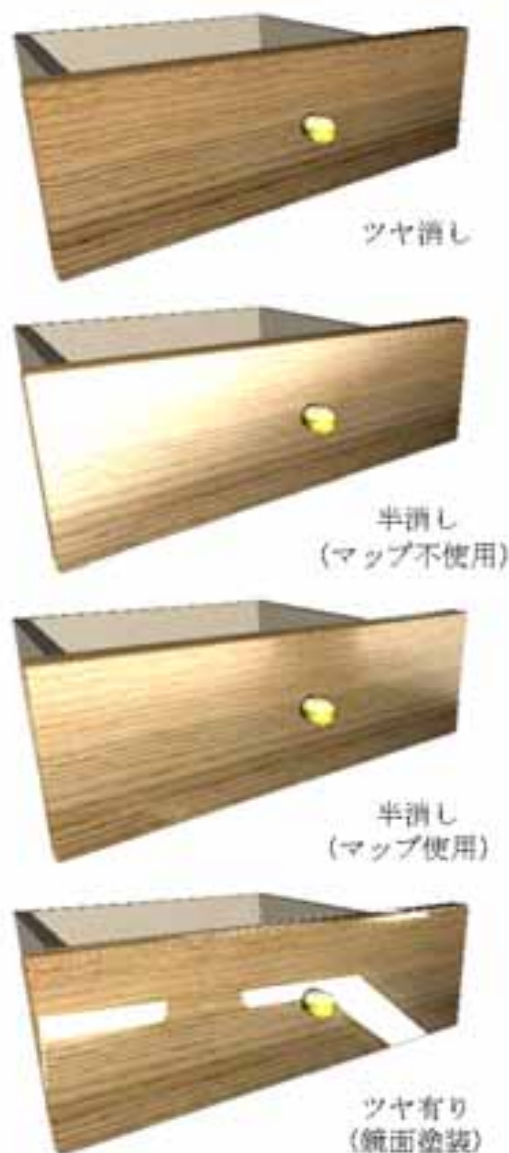


図 12 塗装仕上げの表現

形式は Anark を用いた。上段は一辺が 10 に対し 3 の比率の面取りで、同様に中段が 2 の比率、下段が 1 の比率で面取り処理を施した。また左右方向には面取りに使用するセグメント数を変化させた。オブジェクトの輪郭と鏡面反射光の様子から判断すると、下段では 3 セグメント程度から許容できる範囲の表現ができています。また、同様に中段では 4 セグメント、上段では 5 セグメント以上のセグメント数が必要になることがわかる。

3 次元 CG の静止画と異なり、Web3D ではクライアントが自由に視点を選べ、且つズームもできるため、面取りに要する適切なセグメント数を一律に決めることは困難であるが、下段の立方体の例では、3 セグメントで面取りしたオブジェクトであれば、ズームにも耐えられた。

### 3・3 塗装の質感表現

鏡台の引き出しの前板について、Anark 形式を用いてツヤ消し、半消し、ツヤ有りの 3 種類の塗装表現を試みた。(図 12)

ツヤ消しの例では、鏡面反射光を用いず、木目の深みを演出するために、拡散反射光マップより作成したバンプマップを適用し合成している。

ツヤ有り塗装（鏡面塗装）の例では、木目の拡散反射光マップに加え、図 13 に示す鏡面反射用マップを合成した。Anark Studio 内では同マップについて Texture Mapping に Environmental mapping, Texture Type として Specular Map を選択した。反射用マップは、室内の照明器具（蛍光灯）を撮影し、グレースケール化とコントラストの増加により作成した。

半消しの例では、Anark Studio に予め内蔵されている Emissive Power と Specular Power の調整のみで表現した例と、ツヤ有りの場合と同様に、鏡面反射用マップ（図 13）を用いた例を作成した。鏡面反射用マ

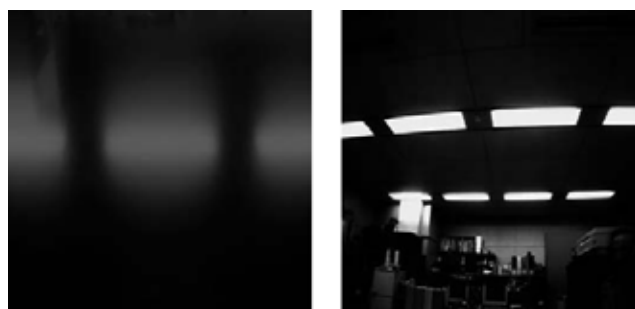


図 13 鏡面反射用マップ

ップを使わない例に比較して、使用した例の方が現実の質感に近い。この差は、静止画では判別しにくいですが、コンテンツを回転させ、鏡面反射光の変化を観察すると、より顕著な差が確認できる。マップ画像は、ツヤ有りの場合と同様に室内の照明器具を撮影した画像から一部分を取り出し、画像をぼかしてコントラストを低下させる方法により作成した。

以上の結果から、塗装の質感を表現するには、鏡面反射用マップを作成し合成することでリアルな質感を表現できることがわかる。

### 3・4 RP 装置への出力を前提としたモデリング

3D Studio MAXに限らず、3次元CGソフトはサーフェスマデラーのため、STL出力に際しては不具合が生じやすい。そのため、3D Studio MAXにはSTLチェック機能がある。試作鏡台についてこの機能を実行し、エラーとして出力された内容を表2に示す。

鏡の枠、つまみ、天板などで生じたエラーは、モデリング方法が適切でなかったり、端部を閉じていなかったなどの単純ミスが原因であった。また、収納やガラス扉の作成に用いたC-Extオブジェクトやブール演算によるモデリングではエラーが生じやすく、STL出力には適していないことがわかった。対

表2 STLチェックの結果

|     | モデリング方法              | エラー内容  |     |      |
|-----|----------------------|--------|-----|------|
|     |                      | 開いたエッジ | 二重面 | スパイク |
| 鏡の枠 | ベベルプロファイル            | ○      |     |      |
| つまみ | カプセルオブジェクト<br>及び頂点削除 | ○      |     |      |
| 収納  | C-Ext オブジェクト         | ○      |     |      |
| 扉   | ブール演算                | ○      | ○   | ○    |
| 天板  | ベベルプロファイル            | ○      | ○   | ○    |

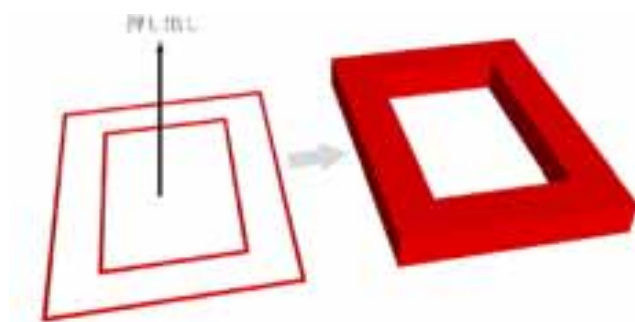


図14 二重スプラインの押し出し



図15 造形出力された鏡台の模型

策としては、例えばガラス扉の枠の例では、図14のように二重スプラインの押し出しによってモデリングすると、エラーを回避できる。以上のような不具合を修正し、粉末造形機で出力した結果を図15に示す。

## 4 まとめ

家具を対象としたWeb3Dコンテンツの製作について、様々な観点から検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 各Web3D形式で家具コンテンツを製作することにより、家具の表現に適した形式や、必要な機能が把握できた。また、3D Studio MAXで基本パラメータのみによるマテリアル定義を行うことで、後工程のオーサリング作業にもその内容がほぼ反映され、作業の省力化が図れる。
- 2) 3D Studio MAXで設定したスムージンググループは、各Web3D形式のオーサリングソフトに概ね反映される。また、3セグメント程度の面取り処理により、適切な鏡面反射光が表現できる。
- 3) 鏡面反射用マップを作成することで、リアルな塗装の質感表現ができる。
- 4) スプラインを押し出すモデリング方法によって、STL出力に伴うエラーを回避することができる。

## 参考文献

- 1) Jhon A Bell : 3D STUDIO MAX f/x and design Extention 日本語版, 58, ボーンデジタル (2000)