

水晶加工における CAD・CG 技術の活用に関する研究 (第 1 報)

鈴木 文晃・宮川 理恵・佐野 照雄・宮川 和博・河野 道一^{*1}

Study on Applying a CAD and CG Technology to Crystal Production. (1st Report)

Fumiaki SUZUKI, Rie MIYAGAWA, Teruo SANNO, Kazuhiro MIYAGAWA and Michihito KONO^{*1}

要 約

水晶彫刻品では光の反射や屈折が複雑であり、製造者であっても完成品の段階でどのような仕上がりになるかという予測が難しい。特に新しいデザインの彫刻の場合は、それまでの経験を活かしにくい状態にある。そこで本研究では 3 次元 CAD・CG によるシミュレーション技術を活用することにより、水晶彫刻品の完成品予測を可能とするための研究を行った。この中で、データ形式の確認や 3 次元モデルに付加する条件設定の検討、彫刻表現の再現性についての検証実験を行った結果、CAD・CG 技術により水晶彫刻品の再現が良好に行えることを確認した。

1. 緒 言

本県には古くから水晶彫刻の産業が存在し、水晶に様々な彫刻を施しての装身具や美術品などの製造を行っている。それらの製品は水晶の質感を活かし、光の透過や反射・屈折などによる美しさを特徴としている。特に水晶の裏面に彫刻を施すことにより、表面から見たとき、彫刻面からの反射により立体的な像を映し出すインタリオといった技法は、山梨に伝わる高度な技術である。

近年この水晶彫刻の分野においては、海外からの商品との競争などがあり、新しいデザインによる製品の開発が求められている。しかし複雑なデザインによる彫刻は、製造者であってもその完成品の仕上がりを予測することが難しい。これは光の反射や屈折が複雑であるためであり、特に新しいデザインではそれまでの経験を活かすこともできず、場合によっては思ったような製品にならないこともある。

そこで本研究では、この分野に 3 次元 CAD・CG の技術を活用し、水晶彫刻品の反射や屈折をシミュレーションすることによる完成品の製品予測を可能とすることを目的とする。CAD・CG による製品予測については工業分野では行われている方法であり、この技術を水晶彫刻の分野への活用を図ることとした。

水晶彫刻の完成品の製品予測が可能になることにより、製品製造前にコンピュータ上でデザインの検討や修正等が効率的に行えるようになり、よりデザイン性の高い製品の開発につなげることができるといった効果が期待できる。

2. 再現性の検討

2-1 データ形式の確認

本研究では 3 次元モデリングソフトとして Rhinoceros、レンダリングソフトとして Maxwell Render を使用して水晶彫刻品の製品予測を行うこととした。

まず上記 2 つのソフトウェア間における 3 次元モデルデータ交換のためのデータ形式についての確認を行った。プラグインによるデータ移動、stl、3ds 形式などへデータ変換し、データ移動を行った際のレンダリングへの影響などを調査した。その結果、データを stl や 3ds 形式などで中継して交換する方法では、3 次元データをメッシュで分割するため、曲面を持つモデルの場合、曲面が平面で分割される状態が発生することがわかった。この影響としてレンダリングの結果にも曲面が分割された様子が現れるため、曲面を持つ彫刻品の再現には適さないと判断し、本研究ではプラグインでのデータ移動を行うこととした。

2-2 物質特性の再現について

次に Maxwell Render 上で 3 次元モデルに付加する条件設定の違いによって、レンダリング結果に表れる物質特性の再現の違いについて検討した。なお、今回の研究で使用した人工水晶の物質特性は表 1 のとおりである。この物質特性値を参考として、Maxwell Render で 3 次元モデルに屈折率などの条件を付加しレンダリングを行ったところ、水晶に見られる反射や屈折が再現可能であることを確認した。

*1 山梨県水晶美術彫刻協同組合

表 1 使用する人工水晶の物質特性値

透過率（可視光域）	91.6
屈折率	1.545
比重	2.65

2-3 彫刻表現の再現について

さらに具体的に、水晶彫刻で用いられる彫刻表現の再現性について検討を行った。まず、水晶彫刻では表面の彫刻により模様を表現する技法があり、この CAD 上での再現について検討した。これについては彫刻を施す形状を 3 次元モデルに設定し、その形状に表面の粗さ設定を行うことで再現が可能であった（図 1）。

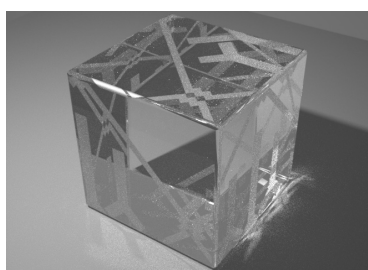


図 1 水晶彫刻表現の再現

次にインタリオの表現についての確認を行った。実際の彫刻品を元にして 3 次元モデルを作成し、物質特性を設定してレンダリングを行った。その結果、彫刻品の内部で立体的に像を結ぶインタリオの効果が現れ、水晶彫刻の表現が CAD で再現できることを確認した（図 2）。

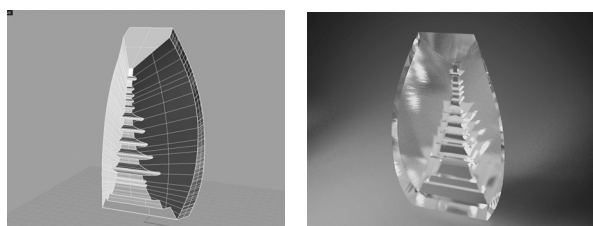


図 2 インタリオの再現

3. 検証実験

3-1 実験内容

ここで CAD によるシミュレーション画像について、実際の水晶彫刻品との再現性を、より詳細に検討するための検証実験を行った。実験は、実際と CAD 上で同条件で同形状のモデルを撮影し、それらを比較する方法で実施した。

3-2 実験方法

まず試験サンプルとして、実際の人工水晶を使用して

5 種類の形状の水晶彫刻品を作成した。さらに格子状の模様を配置した撮影セットを用意した（図 3）。この撮影セット内に試験サンプルを配置し、デジタルカメラによる撮影を行った（図 4）。

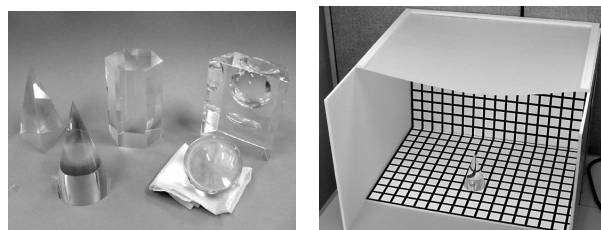


図 3 試験サンプルと撮影セット

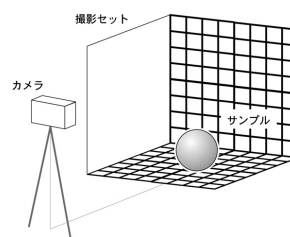


図 4 実験方法

一方 CAD 上でも、サンプルの彫刻品と同じ形状の 3 次元モデル、および同じ大きさの格子模様を配置した撮影セットのモデルを作成した（図 5）。このセット内に実際の水晶彫刻品を撮影したときと同じようにモデルを配置し、同じアングルからレンダリングを行った。これらの方法で得られた画像をそれぞれ比較し、レンダリング結果がどの程度正確に実際の彫刻品を再現しているかという再現性の検証と、正確な再現性のため 3 次元モデルに付加する条件設定の検討を行った。

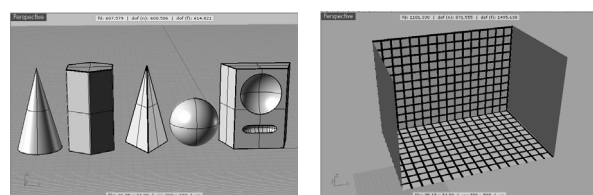


図 5 CAD 上の試験サンプルと撮影セットのモデル

4. 結果

3 次元モデルに付加する屈折率などの条件を様々試した結果、得られた条件設定によるレンダリング画像と実際の水晶彫刻品の写真を図 6 に示す。これらを比較すると、水晶彫刻品に現れる撮影セットの写り込みや屈折の様子が、実際の写真とレンダリング画像とでほぼ同様に再現させることができた。引き続きこの条件設定において様々な方向からのレンダリングを行い、その画像と実

際の写真との比較を行ったところ、こちらも実物をほぼ再現できていることがわかった。このことから、CADを用いたレンダリングにより、水晶彫刻品の見え方の再現が良好に行えることが確認できた。

アイデアを3次元データ化する方法などのデザイン開発手法について研究を行っていく。

参考文献

- 1) 千葉則茂, 土井章男: 3次元CGの基礎と応用 新訂版, サイエンス社 (2004)
- 2) 上野正雄: 山梨における水晶・宝石研磨加工の歴史と現状 (1990)

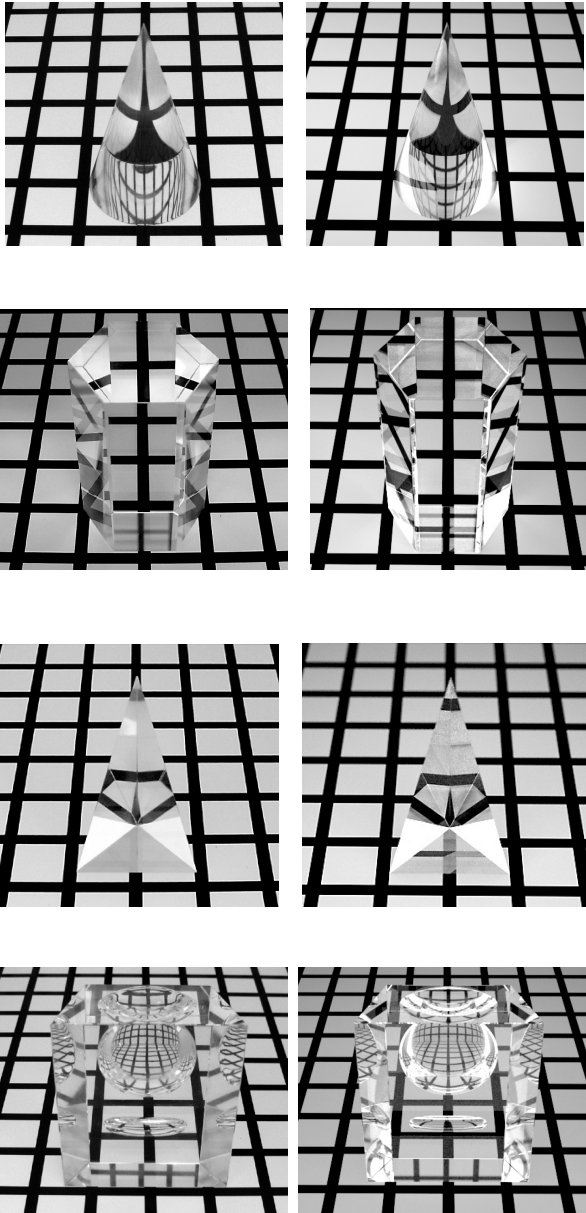


図6 実物の写真(左)とシミュレーション画像(右)

5. 結 言

今回の再現性の検討および検証実験の結果、得られた条件設定により、CADを使用した水晶彫刻のシミュレーション、および実物の彫刻品の見え方を再現することができた。これらの方法により水晶彫刻品の製品予測が可能と考えられる。今回の検証実験では比較的単純な形状のサンプルを使用していたので、より製品に近い彫刻品での確認も引き続き必要と考えられる。

また今後は、この製品予測を実際に製品製造と結びつけるため、コンピュータ上で彫刻品をデザインする方法、