

水晶加工におけるCAD・CG技術の活用に関する研究 (第2報)

鈴木 文晃・串田 賢一・宮川 理恵・宮川 和博・河野 道一*¹

Study on Applying a CAD and CG Technology to Crystal Production (2nd Report)

Fumiaki SUZUKI, Kenichi KUSHIDA, Rie MIYAGAWA, Kazuhiro MIYAGAWA and Michihito KONO*¹

要 約

水晶彫刻品において新しいデザインを製作する場合、光の反射や屈折が複雑であることからその完成品を予測するのが難しい。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こと、またそれを活かした製品開発手法について検討することを目的とした。本年度はレンダリングによる再現の検証実験により得られた条件設定を使用し、複雑な彫刻品の再現性の確認などを行った。また実際にCAD上で水晶彫刻品をデザインし、それを製品予測し製造するという、シミュレーションを活かした製品開発手法を開発した。

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。そこには、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水晶内部に像を映し出すインタリオといった技法をはじめ、高い技術を有している。

近年海外からの商品との競争などがあり、新しいデザインの製品の開発が求められているが、新しいデザインによる彫刻は、製造者であってもその完成品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、場合によっては意図した完成品にならないこともある。

そこで本研究では、この水晶彫刻の分野に3次元CAD・CGの技術を活用し、反射や屈折をシミュレーションすることによる水晶彫刻品の製品予測を可能とすることを目的とする。

得られることを確認し、またそのためのレンダリング条件設定を得た。

しかし水晶彫刻に用いられるのは単純な形状ばかりでなく、複雑な形状や様々な技法がある。そこで本年度は得られた条件設定を使用して、さらに複雑な彫刻品の再現についての検討を引き続き行うこととした。

このために複雑な形状や技法を用いた水晶彫刻品を3次元CADでモデリングし、レンダリングしたシミュレーション画像と、実物との再現性について検討した。

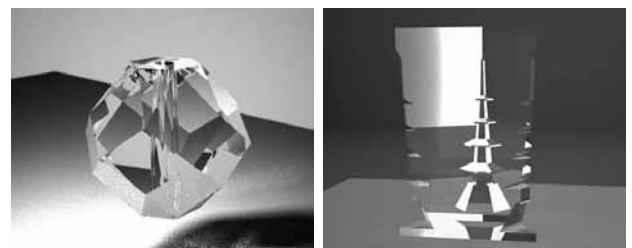


図1 複雑な水晶彫刻品の再現

2. 彫刻表現再現の検討

本研究では3次元CADのRhinoceorsでモデリングした水晶彫刻品の3次元モデルを、レンダリングソフトMaxwell Renderでレンダリングすることにより、水晶彫刻品の完成品予測となる画像を作成することとした。

昨年度は、実際的水晶彫刻品の単純形状サンプルと、それをシミュレーションしたレンダリング結果との比較検討をする検証実験を行った。その結果良好な再現性が

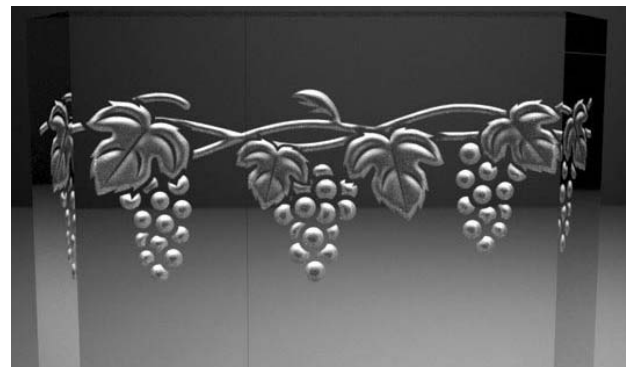


図2 水晶彫刻表現の再現

*1 山梨県水晶美術彫刻協同組合

カットを施された水晶多面体の面相互の影響による反射(図1)や、インテリアによる描写表現(図2)などについてその再現のための方法および再現性について検討を行ったところ、コンピュータ上での再現が可能であることが確認できた。

なお本研究において水晶彫刻のサンプルには人工水晶を使用した。その物質特性値については表1のとおりである。ここで水晶には、視線の入射方向によって透過して見える像がずれる複屈折という特性が存在する。しかしこの複屈折による影響は主屈折と比較すると小さく、本研究で対象となる鑑賞を目的とする水晶彫刻品において、これは無視できるものと判断し研究を進めた。

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
複屈折率	0.009
比重	2.65

3. デザイン・製造プロセスの開発

3-1 プロセスの流れ

実際の彫刻品をCGで再現することの確認ができたので、次にCAD・CG上でデザインした彫刻品を実際の製造につなげるプロセスについての検討・開発を行うこととした。手順としてはまず考案したデザインについてCADで形状を作成し、それをシミュレーションし完成品予測をする。この予測をもとに必要に応じて形状を修正する。これを繰り返すことで意図した完成品となるような形状を決定していく。そして意図する形状が得られたところでそれを製造するという流れを提案し(図3)、これに沿って実際に製品を試作することとした。

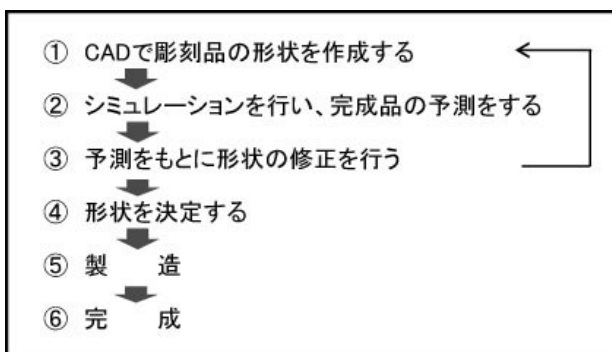


図3 製品予測を活かした製造プロセス

3-2 デザインおよび形状の決定

プロセス開発のためのサンプルとして新しく2つの水晶彫刻品をデザイン・試作することとした。

デザインA: まず「逆さ富士」が見える彫刻品を考案した。「逆さ富士」とは、富士山の姿が麓の湖の水面に逆さに映り込んで見えるという山梨ならではの風景であるが、これを水晶彫刻の反射を活かして表現することとした。仕組みとしては裏面に富士山の彫刻を施し、表面から見たとき底面部分にその彫刻が映り込み見えるようにする。しかし小さな彫刻品の内部でこれを再現するためには視線の反射角度や屈折角度を考慮した形状が必要になる。屈折・反射に関してはスネルの法則があるが、これに人工水晶の屈折率を適用すると、およそ40度の角度が全反射を起こす臨界角となることがわかる。このことを踏まえ、逆さ富士を実現する水晶彫刻品の形状をデザインし、シミュレーションを行う中、修正・再デザインを進めた。最終的に図4に示すような形状をデザインした。シミュレーションによると図5のような完成となる予測である。

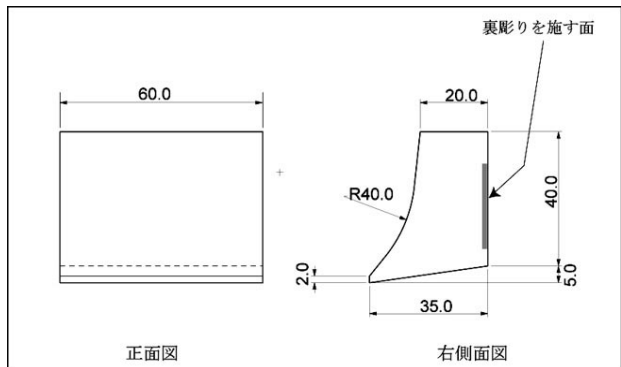


図4 デザインした形状

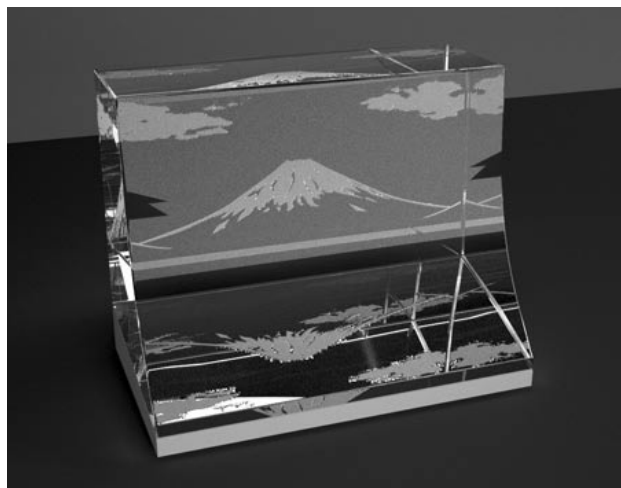


図5 シミュレーションによる予測

デザインB: さらに反射や屈折を考慮した彫刻品をもう一つ試作することとした。インテリアの技法を用いて、水晶内部に立体的な富士山が浮かび上がる彫刻品を考案した。球体を八分の一にカットしたような形状の水晶の裏面から彫刻を施し、それを両側面に映り込ませ

る。この映り込みは見る角度により変化し、結果として立体的な富士山が水晶内部に存在するように見える彫刻品を考案し、形状を図6のとおりデザインした。シミュレーションによる完成予測は図7のとおりである。

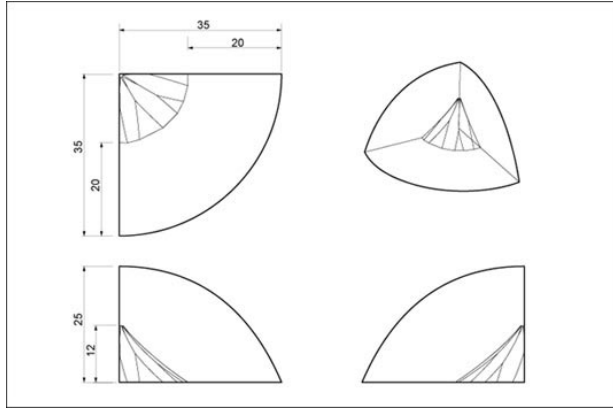


図6 デザインした形状

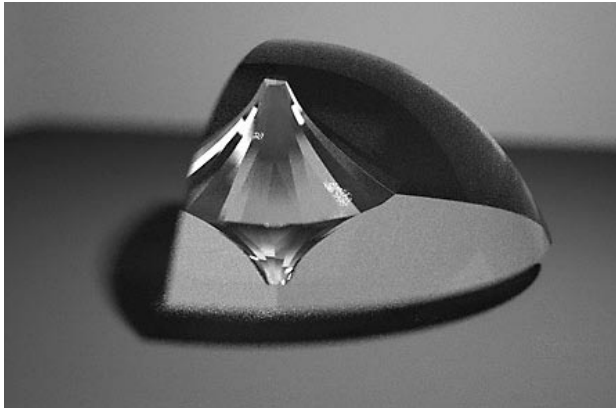


図7 シミュレーションによる予測

3-3 製造

このようにして形状を決定したA・Bのデザインを実際に試作することとした。この際、CADでデザインをする際に得られる図4および図6の図面や3次元モデルの図(図8)を試作の指示に使用した。これによりデ

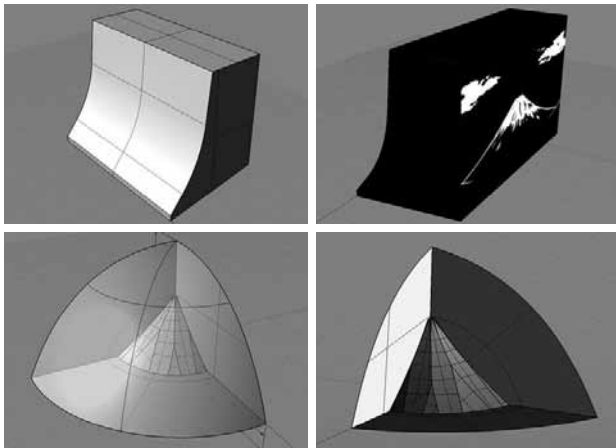


図8 デザインAの製作指示に使用した図

ザインの意図の伝達や、構造の把握に使用することができた。

3-4 完成

そのようにして試作した彫刻品の写真を図9および図10に示す。デザインAについてはシミュレーションで予測したとおりの完成品となったが、Bについては多少予測と異なる完成となった。



図9 試作した水晶彫刻品(デザインA)

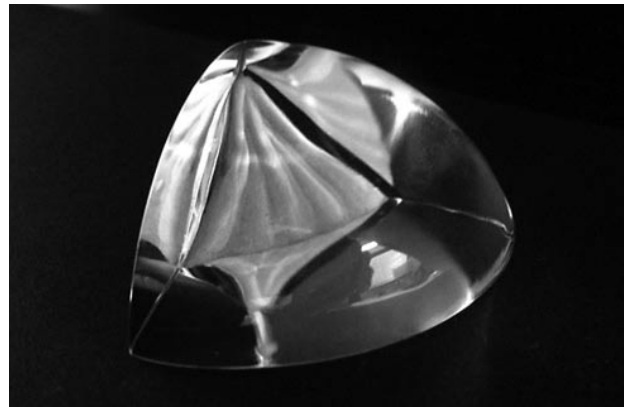


図10 試作した水晶彫刻品(デザインB)

4. 考 察

デザインAについては、水晶の反射を考慮した彫刻品を試作することができた。これはデザインの段階で意図したものであり、シミュレーションによる予測のとおりであった。デザインBについては、面の反射による移り込みはほぼデザイン段階で狙いとしたとおりであったが、製造段階の要素により結果に違いが表れたと思われる。この点に対しては、さらに製品予測を重ねることや、製造者との意図の共有を図ることで解決できると考えられる。この点は製品製造への活用の際には留意することが必要であると思われる。今回のようにデザイナーと製作者が異なる場合には、特に留意が必要であろう。

5. 結 言

本研究により、CAD・CG技術を活用することで水晶彫刻品の完成予測を行うことが可能となった。またそれを活かしてのデザインから製造を行うまでのプロセス開発を行うことができた。シミュレーションにより製品製造前にデザインの検討を行うことができるようになり、効果的にデザインの検討や修正が行えるようになる。このことにより、デザイン性の高い水晶彫刻品の製品開発や、新たな製品開発を行う際の支援ツールとして活用することができるものと考えられる。

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)
- 3) 小林 浩一: 光の物理, 東京大学出版会 (2002)