

## 設計環境に関する研究 (第2報) —装身具デザイン・システムの開発—

中島 俊・森本恵一郎・清水誠司・平田俊也・  
歌田 誠・萩原 茂・古川 進\*

### Research on Design Environment of Personal Ornaments Design System (Part II)

Toshi NAKAJIMA, Keiichiro MORIMOTO, Seiji SHIMIZU, Toshiya HIRATA,  
Makoto UTADA, Shigeru HAGIHARA and Susumu HURUKAWA

#### 要 約

装身具デザイン・システム構築の要素研究として次の事を行った。1) 現在、市場にある宝飾品カタログから代表的と思われるものを収集して、形状・形態別などデータ・ベースの構築に必要なデザインカタログを作成した。2) 指輪を幾つかの簡単な立体図形(プリミティブ)に分解して、三次元モデルを構築するソリッドモデラーを試作した。さらにモデラーの三次元データからレーザ・リソグラフィ法で指輪の三次元樹脂モデルを試作した。3) 複雑な曲面を簡単な多面体から短時間に生成する技法を開発した。4) 花や葉のモチーフに対しては、輪郭生成プログラムを開発し、二次元の輪郭データから炭酸ガスレーザ加工機でシートワックスを加工して、ロストワックス法で金属モデルを試作した。

#### 1. はじめに

宝飾品は、宝石・金属の輝き、フォルムの美しさ等、伝統的な造形美は勿論、時代感覚を反映したファッション製品である。従って、宝飾品のデザイン、製作はデザイナーの高い感性とデザイナーの意図するものを正確に、製品化できる高度な加工技術が要求される。コンピュータを使った宝飾品のデザイン・製作(CAD/CAM)システムは、デザイナーの意図を忠実に表現できる機能と、処理能力を有する手頃なシステムであることが要求される。

今年度は、現在市場に出ている宝飾品カタログから代表的と思われるものを集めて、装身具の形状・形態別などデータ・ベース化の検討資料としてデザインカタログを作成した。三次元モデラーを試作して基本的な指輪モデルを構築し、レンダーリングを施した。複雑な曲面を簡単な多面体から短時間に生成する技法の開発及び花や葉の輪郭生成プログラムの開発とワックス・モデルの試作加工等について実施した。

#### 2. デザインカタログの作成

##### 2-1 装身具の分類

描画、加工のためのデータ・ベースを構築するために、宝飾品のカタログ類の中から代表的と思われるものを収集して、次に示す項目に基づいて分類、整理してデザインカタログを作成した。

- ① 指輪、ペンダント等のアイテムによる分類
  - ② 使用宝石の種類による分類
  - ③ 宝石のカット形状による分類
  - ④ 石留め方法(爪の形状等含む)による分類
  - ⑤ 使用地金(金属材料)の種類による分類
  - ⑥ 寄せもの、プレス、キャスト(ロストワックス)、打ち出し、彫り等の加工方法による分類
- さらに、指輪については
- ① 腕の形状による分類
  - ② 腕の断面形状による分類
- の2項目を追加した。図2-1にデザインカタログの登録例を示した。

データベースに登録していない特殊な形状の部品で、

①比較的単純な図形は、デザインシュミレーションシステム (CAD) のプリミティブを变形、編集することで描画する。

②複雑な形状のものについては、AI (人工知能) 的なキー検索により、対応する図形を容易にCADシステムに取り出す。

③加工情報を必要とする部品は、データベースを参照して加工情報を得る。



構成		企画・デザイン	
01 アイテム	リング	11 イメージ	
02 形状		12 コンセプト	
03 地盤	pt	13 モチーフ	
04 部・形状名		14 ワーゲット	
05 中石種類	ダイヤ	5	
06 中石カット	ラ・DK 29/7	6 T 1	A:B:C
07 中石位置	爪留め	17 T 2	A:B:C
08 脇石種類	ダイヤ	8 T 3	A:B:C
09 加工		19 T 4	A:B:C
10		20 T 5	A:B:C

図 2-1 カタログ登録例

### 3 指輪モデルの作成とレンダリング

#### 3-1 ソリッドモデラーの試作

市販のCADシステムで、指輪、ブローチ、ペンダントのデザインを初めからおこなおうとすると、専用のCADでないため、宝石のカット形状1つにしても図形作成に多大な時間を要する。また装身具のデザインは、機械、建築系のデザインと異なり、複雑な自由曲面を持ったものが特徴である。装身具のデザインはデザイナーの高い感性が要求されるが、多品種、少量、低コストを要求されることからアイディアを図形化する時間は短かければ短かいほど良い。作図操作が複雑だとデザイナーのイメージを殺してしまう結果になる。このような状況において、デザイナーのクリエイティブな活動を支援するCADの開発にあたって、次の特徴を目標とした。

- ① モデルを構築し易いように、石のカット形状をはじめ必要なプリミティブを備える。
- ② 操作が簡単で、処理速度の早い曲面生成機能を備える。
- ③ CAD操作が簡単にできるインターフェースとする。

開発環境は表 3.1 に示す通りである。

表 3-1 開発環境一覧表

ハードウェア	EWS4800 NEC メモリー メイン 8M プリンター デジタイザー イメージスキャナー カラーハードコピー マウス
ソフトウェア	OS UNIX EWS-UX/V Xウィンドー GKS

一般的な作図、編集、表示機能は「SOLID」\*を参考とした。これにプリリアント、マークス、メレーカットのプリミティブを組み込んだ。図 3-1 にプリリアント・カット、マークス・カット、メレー・カットの作図例を示す。

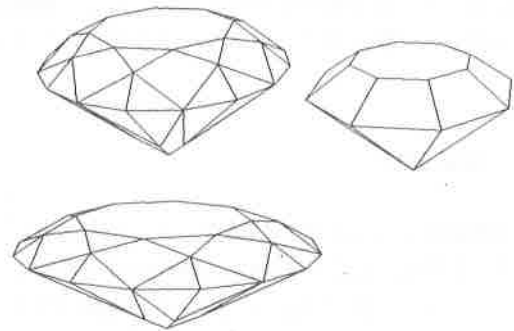


図 3-1 カット

図 3-2 にたて爪指輪のモデル構築例を示す。

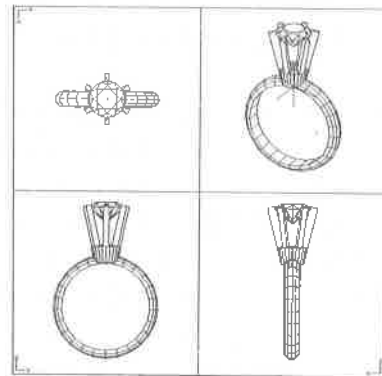


図 3-2 指輪モデルの構築例

\* SOLID : 星光電子㈱のパソコン用教育三次元CAD

### 3-2 レンダリング

試作の指輪モデルは、MOVIE・BYU\*\*でレンダリングした。ユーザーは、モデルの色の指定とシェーディングの方法を設定することができる。背景とそれぞれのパーツの色は、R、G、B濃淡レベルによって指定が可能である。シェーディングは、次の方法がある。

- ① 1つの要素上では均一なR、G、B濃淡レベルとなるような方法
- ② 1つの要素上では濃淡レベルが線形に変化するが、他のエレメントの境界では、不連続となるような方法
- ③ 1つの要素上での濃淡レベルが線形に変化し、他のエレメントとの境界も連続となる様な方法がある。この3方法の選択はパーツごとに指定を可能にした。たとえば②の方法によって、宝石のカット面が明瞭に表示できる、③の方法によって、スムーズシェーディングが可能である。ユーザーは照明の位置を自由に決定でき、光線の入射角に依存する反射の度合を調整したり、パーツごとにハイライトを設定して、モデルの質感を表現することができる。写真3-1にたて爪リングのレンダリング表示例を示す。

\*\* movie・byu: brigham young university, USA

### 3-3 レーザ・リソグラフィ法による樹脂モデルの作成

リソグラフィとは、断面層を積み重ねて立体を創成する手法である。ソリッドモデルのいくつかの断面層をとりだし、この情報をもとに紫外線で硬化する樹脂（液体）の液面に紫外線をレーザ・スキャナーで照射し、薄い硬化樹脂膜をつくり順次積み重ねて立体を形成するものである。写真3-2に同法で創成した、たて爪リングの樹脂モデルを示す。

これにより、CADデータと一元化した樹脂モデルの作成が可能となった。次年度は、樹脂モデルからワックスモデルさらに金属モデルを作成する方法について検討する。



写真3-1 レンダリング例



写真3-2 樹脂モデル

## 4 曲面の生成

### 4-1 宝飾品の曲面

宝飾品は、曲面形状と多面体形状が複雑に組み合わされているために、CADシステムにおいては、曲面と多面体を同一のレベルで統一的に扱うことが必要である。宝飾品の曲面形状を記述する場合、形状が複雑であるために数式による曲面パッチの張り合わせによって曲面を生成することは困難である。宝飾品は、工業製品と違って寸法の精度はそれほど重要でないので、方程式による曲面でなく、曲面を細かな多面体によって近似しても、曲面に見えれば十分である。また、曲面の一部に尖点様の部分、多面体から曲面へと連続的に変化していく部分などが現れる。このような曲面を表現するための方法として、多面体の局部を何等かの方法によって徐々に変形していくサブディビジョン法が適していると思われる。

### 4-2 自由曲面の生成

幾何的な定義によるサブディビジョン法により、図4-1に示すように幾つかの多面体から複合曲面を生成するアルゴリズムを開発した。

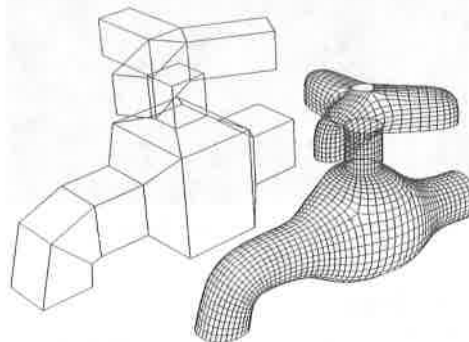


図4-1 曲面モデルの生成

## 5 花、葉の輪郭生成

### 5-1 輪郭プログラムの作成

装身具のモチーフに植物を扱ったものが多く約50種類ぐらい使われている。花や葉の表現（テクスチャー）は写実的でリアルなものから、抽象的なものまで様々である。CADシステムにおいては、花や葉の輪郭線を生成する方程式を用意して、少しずつ変形しながら広い範囲の作図要求に答えていくことが必要である。一つの方程式で全ての花や葉の輪郭を生成することは困難である。一枚花卉の輪郭、複数花卉の輪郭、葉（柳葉、うちわ葉）の輪郭をそれぞれ生成するプログラムを試作した。プログラムは1画面15のパターンを次々に発生する。この15のパターンから適当な図形を1つ選んで、少しずつ変形しながら目的の図形に仕上げていく。

表5-1に作図機能とパラメーター一覧を、図5-1に複数花卉の選択画面例を示した。

表5-1 作図機能とパラメーター一覧表

作図機能	パラメータ	その他
一枚花卉	先端、根元、幅 長さ、歪	拡大、縮少
複数花卉	花卉数、先端、径	〃
葉	先端、根元、幅 長さ、歪み、縁取り	〃

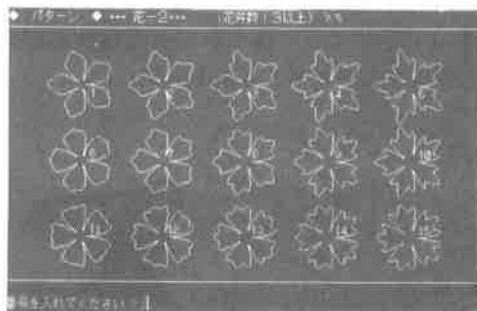


図5-1 パターンの発生例

### 5-2 金属モデルの試作

生成した花や葉の輪郭データを、炭酸ガスレーザー加工機（三菱電機 meldus）のNCコードに変

換してシートワックスを加工した。レーザー加工したシートワックスを変形して花や葉の細かい表情（テクスチャー）をつけて原型を作り、ロスト・ワックス法で装身具（銀）を試作した。写真5-1にワックスの加工例と装身具の試作例を示す。

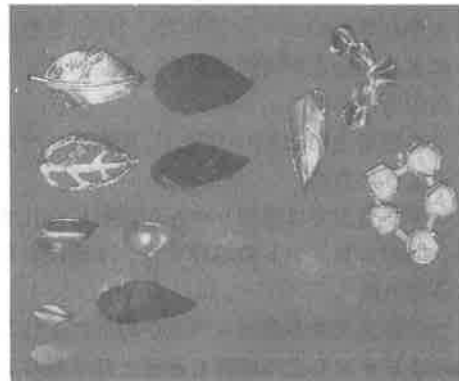


写真5-1 銀モデルの試作例

## 6. 結論

指輪を入力可能な単純な図形に分解して三次元モデルを構築したが、汎用の作図、編集機能だけでは複雑なモデルの構築は不可能である。現在はスイープやカット図形が得られる機能の組み込み作業を行っている。曲面については、簡単な多角形の入力で比較的短時間に複雑な曲面を生成する方法を開発したが、さらに改良してシステムに組み込んでいく予定である。レンダリングは、扱える部品数、多面体の頂点数又透明体の表示などにまだ問題がある。レーザー・リソグラフィによる樹脂モデルは、仕上がり肌が荒く、樹脂の収縮による変形が発生し易い。またワックスモデルを金属に置き換えができない等の問題がある。花、葉の輪郭生成は輪郭の切断だけでなく、切り抜き（透し彫り）が出来るようにし、さらに加工精度を向上する。

## 7. おわりに

来年度は今年度開発した曲面生成技法を改良して、複雑形状モデルの作成、装身具のテクスチャーをリアルに表現するためのテクスチャー・マッピング技法の検討、宝飾用データベースの構築の為の各種手法の検討及び加工法などについて研究する。

## 謝 辞

本研究に対してシステム開発とコンピュータ・グラフィックスの専門家の立場から貴重な意見、資料並びに御指導くださった山梨大学工学部電子情報工学科助教授伊藤誠氏、同教授今宮淳美氏に深く感謝する。

\* 1 山梨大学工学部基礎工学科助教授

## 参考文献

- 1) H. Christiansen, M. Stephenson :Movie. Byu Training MANUAL (1981)
- 2) 長島忍：コンピュータによる幾何図形処理(1)～(10)、PIXEL (No.28～No.37)、図形処理情報センター (1985. 2～1985. 11)
- 3) 藤原博文：三次元CAD SOLIDマニュアル、(株)星光電子 (1986. 3)
- 4) 藤原博文：パーソナルコンピュータによるソリッド・モデラ(1)～(9)、PIXEL No.42～50、図形処理情報センター (1986. 4～1986. 12)
- 5) 小堀研一：複合幾何モデルによる形状生成法および三次元CAD/CAMへの応用に関する研究、シャープ(株)技術本部コンピュータシステム研究所 (昭和62年2月)
- 6) 鈴木宏正：三次元形状を正確に表現するソリッド・モデリング、CG, NIKKEI COMPUTER GRAPHICS (1985. 5)
- 7) 倉繁宏輔他：コンピュータグラフィックスによる宝石の表示の試み、宝石学会誌 12 (1-4)、89-98 (1987)
- 8) 迎田純一：NC自動指輪彫刻システム、コンピュータ・グラフィックシステム、CAD/CAM 6、コンピュータエージ社 (昭和60年12月14日)
- 9) ヒコみずの：宝石デザイン教室I～III、創元社 (1987. 7. 10～1982. 2. 10)
- 10) 池田啓子他：ジュエリー・デザインの実際、美術出版社 (1981. 8. 25)
- 11) 中島俊他：設計環境に関する研究、山梨県工業技術センター研究報告 No.2 (1988. 12)
- 12) 戸川隼人：花のCG、サイエンス社 (昭和63年8月15日)
- 13) 中井孝他：レーザーソグラフィによる立体モデル創成、電子情報通信学会論文誌VOL. J 71-D No.2 (1988. 2)
- 14) 露木宏：ワックスモデリングの基礎、(株)美術出版
- 15) 近山晶：宝石学必携、全国宝石学協会 (昭和55年7月1日)
- 16) 近山晶：宝石 (その美と科学)、全国宝石学協会 (昭和59年6月1日)
- 17) 林みずき：実践宝石デザイン2、(株)新装飾 (昭和57年3月10日)
- 18) 林みずき：実践宝石デザイン3 (リング編)、(株)新装飾 (昭和58年11月30日)
- 19) 並木正男：宝石の科学と鑑別法 (上・下)、中央宝石研究所 (昭和61年10月30日)