

## 唯一形状製品（我杯・カタノブ）の生産技術高度化 に関する研究開発

長谷川 辰雄\*、小林 正信\*\*、  
高橋 和良\*\*\*、小原 美栄子\*\*\*、佐々木 知子\*\*\*

(株)サーガは、個人の手型を木製のグラスやドアノブに象った製品を販売している。材料に県産材と漆塗り、取り付け部には南部鉄器を使用し、岩手の素材にこだわったオーダーメイド製品が特徴である。製作工程は、石膏手型を3次元スキャナで取り込み、そのスキャン・データを切削加工機用データとして編集する。スキャン・データは、ノイズ除去や原材料とエンドミルの位置合わせ等、切削加工機用のデータ作りに約50分程かかっていた。そこで、この作業の自動化ソフトを開発することによって約5分（1/10）に工数を削減することが出来た。また、漆塗り工程では、通常1カ月程かかる作業を、速乾性漆により約2週間（1/2）に短縮させ、これを塗布した我杯グラスで日常使用試験を実施した。本研究では自動化ソフトの開発と速乾性漆による日常試験結果について報告する。

キーワード：オーダーメイド、自動化、3次元スキャナ、速乾性、漆

### Development of Automation System for the Only One Product

HASEGAWA Tatsuo, KOBAYASHI Masanobu,  
TAKAHASHI Kazuyoshi, OBARA Mieko and SASAKI Tomoko

Sagar Inc. sells the product which carved each grip hand on the wooden doorknob and glass. The doorknob is made of the lumber of Iwate and the Japanese lacquer in the grip hand, and NANBU-TEKKI is used for the installation part. The tailor-made products which stuck to the material of Iwate are characteristics. The production of the grip hand makes a mold with seizing a material like plaster. The mold is scanned with a three-dimensional scanner, and scanning data is processed by the cutting device. The raw data of the scanner can't be shaved with a cutting device. It is reported about the automation technology of the three-dimensional scanner here.

**key words:** tailor-made, Automation, 3D-scanner, Japanese lacquer, quick dry

#### 1 緒 言

「手で触る」ことで、その時の思い出や記憶を一瞬で蘇えさせるというコンセプトのもとに、(株)サーガは「我杯グラス」と「カタノブ（ドアノブ）」を製造・販売している。同社が実施した700人以上のヒアリング結果から、37%以上の人が価格次第では手を象った製品の購入を希望するという結果を得たことも起因の1つである。

「我杯」と「カタノブ」は図1に示す通り、ビールジョッキサイズのグラスと、片側だけに手形が彫られたドアノブである。



図1 我杯とカタノブ

「我杯」、「ドアノブ」の生産工程は、お客様の石膏手形を3次元スキャナ装置（ローランド社製）でデジタルデータ取得し、それを切削加工機で加工し、仕上げ磨きを行った後に塗装して完成する。しかし、3次元スキャナ装置で取得したデジタルデータには、凹凸が激しい箇所では計測出来ず穴となって残ってしまう。また、センシング光の散乱によるノイズデータや、自動ポリゴン化によるエラーが発生するため、切削加工機で切削するにはデータの編集が必要となる。このデータ編集には3次元CADソフトを用いた手作業で約50分を要し、手間がかかっていた。そこで、この手間のかかる作業を自動化ソフトによって時間の短縮化を図ることを目指した。また、生産工程中で一番工数がかかっている作業に「漆塗り」がある。漆塗りは「塗り」と「乾燥」を何回も繰り返し行う必要があるため、通常では1カ月程の日数がかかっている。そこで、漆塗り工程の短縮化を目的に速乾性漆（岩手工技発明）を使用し、日常生活での使用で問題が無いかな等の実証試験を行った。

\* 電子機械技術部  
\*\* 企画デザイン部  
\*\*\* 株式会社サーガ

## 2 開発方法

### 2-1 3次元スキャンから加工機用データの流れ

3次元スキャナ装置のスキャンソフトの Dr. PICZA3 で取得したデータは、データ編集ソフトの Pixform Pro を使ってノイズ除去や位置合わせ等が行われ、最終的に切削加工機用のデータとなる。この工程の一連の流れを図2に示す。

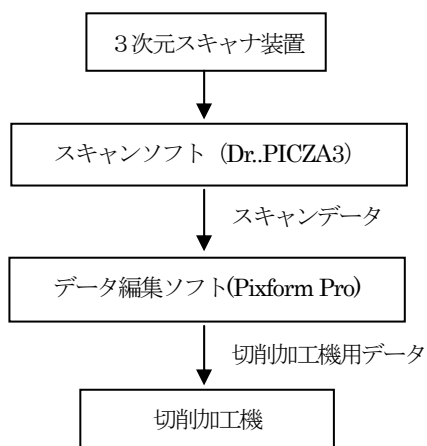


図2 データの流れ

### 2-2 スキャンソフトの自動化

3次元スキャナ装置はローランド社製「LPX600」であり、レーザ光の反射光を計測する原理で精度は±0.05mmである。このLPX600に付属のスキャニングソフト (Dr. PICZA3) を用いて、計測の範囲やピッチ間隔の設定を行ってスキャンを実行する。しかし、このソフトではこれらのパラメータを保存することが出来ず、立ち上げのたびに計測範囲やピッチ間隔を設定しなければならない。そこで、これらのパラメータ値を立ち上げ時に自動的に設定し、スキャンを実行するソフトウェアを開発することで、パラメータ設定の時間を短縮化することを目標とした。

3次元スキャナ装置の開発用ソフトは、メーカーが関数ライブラリを提供しており、C言語コンパイラ<sup>1,2,3)</sup>によって自由にアプリケーションソフトが開発できる。このライブラリを利用してスキャンソフトの自動化プログラムを作成した。図3はスキャン範囲と角度を決定するためのC言語プログラムで、インチをミリ単位に変換している。スキャン範囲は、「高さ：13~113mm」、「幅55mm」であり、角度は物体を中心とし、センサに対して0°、45°、90°、315°ごとの4方向の平面スキャンとした。スキャンピッチは、高さ方向、幅方向ともに0.8mmに設定した。図3のプログラムを実行した結果が図4となる。図3の画面は開発用ライブラリから起動できる「スキャン設定」の画面であり、その画面に設定値をセットすることがプログラムの内容である。

```

for ( i=0;i<pScanParam2->nAreas; i++ ) {
    pScanAreaParam->Pitch. x=(int) (0.8* pReso->x / 25.4);
    // 幅ピッチ0.8mm インチをmmに変換 (25.4mm/inch)
    pScanAreaParam->Pitch. y=(int) (0.8*pReso->y/25.4);
    // 高さピッチ0.8mm
    pAreaPoint=pScanAreaParam->Points;//POINT3D* pAreaPoint;
    pAreaPoint[0].x = (int) (-27.5 * pReso->x / 25.4);
    // 開始 x 幅5.5mmの-1/2 pReso->xは指定幅の中心を示す。
    pAreaPoint[0].y = (int) (13 * pReso->y / 25.4);// 開始高さ
    pAreaPoint[1].x=(int) (27.5 * pReso->x / 25.4);// 終了 x
    pAreaPoint[1].y=(int) (113 * pReso->y / 25.4);// 終了高さ
    angle=315+(45*i)>=360 ? 45*(i-1) : 315+(45*i);// 開始角度
    pScanAreaParam->nAxisRot=(int) (angle * info.nAxisRotReso / 360)
    pScanAreaParam=(SCANAREAPARAM*) (((char*)pScanAreaParam)+
    pScanAreaParam->dwSize );
}
    
```

図3 スキャン範囲と角度の設定プログラム

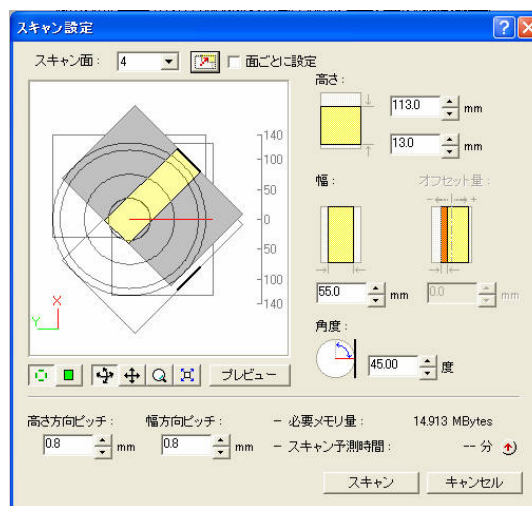


図4 プログラムの実行結果

### 2-3 データ編集ソフトのプログラム開発

3次元スキャナ装置で取得したデータの編集は、Pixform Pro (ソフト) を用いて下記の項目順に作業を行う。

- ①穴埋め
- ②スムージング
- ③ポリゴンデータの整合性チェック
- ④木型と手形の位置合わせ
- ⑤木型と手形のブル演算

#### 2-3-1 穴埋め

スキャナのレーザ光が届きにくい握り手の凹凸が激しい箇所では、計測データが無い状態 (穴) が幾つか生じる。このような穴を含んだ計測データでは、切削加工機で手形を削ることが出来ないため穴を埋める必要がある。これには、穴の周辺データから補完して穴埋めを行うが、1つ1つの穴をマウスで選

択する方法や、穴の大きさを指定して複数の穴を選択する方法がある。我杯手形のスキヤナで生じる穴のサイズはほぼ一定であるため、穴のサイズを指定する方法を取り、穴の補完方法は、近傍データの曲率を利用して穴埋めを行った。

### 2-3-2 スムージング及びポリゴン整合性

スキヤナの計測生データは点群として生成される。これを3次元CADや切削加工機に読み込ませるためには、この点群をポリゴンデータに変換しなければならない。このポリゴン化は、スキヤナソフト(Dr.PICZA)によって自動的に生成できるが、各測定点の位置誤差によって、滑らかでないポリゴンが生成される。このポリゴンデータをそのまま切削加工機にかけると、表面に凹凸が出来るため、これを取るための仕上げに多大の時間を要する。そこで、このポリゴンを滑らかにするためのスムージングが必要となる。この機能はPixform Proに搭載されており、スムージング関数を呼ぶプログラムを作成し実行した。また、自動生成されたポリゴンが幾何学的に整合性があるかどうかをチェックする機能も同様にプログラムした。

### 2-3-3 位置合わせ及びブール演算

切削加工機に受け渡すデータは、木型原型モデルに握り手モデルを合成して作成する。この合成作業をブール演算と呼び、具体的には論理積演算を行う。このとき、木型原型モデルと握り手モデルの位置合わせを正確に行う必要がある。ここでは、各モデルサイズの最大値・最小値から中心座標を計算し、移動させることで位置合わせを行うプログラムを作成し実行した。

### 2-3-4 プログラム開発環境

Pixform Proの開発用プログラムは、BASIC言語の記述に近いマクロプログラムを使って開発した。マクロプログラムは、幾つかの処理をまとめて実行する場合や、独自のデータ演算を実行できるように、Pixform Proが提供している開発用言語である。ユーザはこのマクロプログラムを使って、定型処理の自動化や独自データ演算を自由に開発することができる仕組みとなっている。

### 2-4 速乾性漆の日常使用試験

現状、漆塗装工程だけで1カ月程かかっている。塗装方法は、生漆<sup>4)</sup>を塗っては拭き取る作業を繰り返すことで漆塗膜を形成させる拭き漆技法である。塗装した生漆は12時間程度の硬化時間が必要なため、1日1回の塗装が限界である。この硬化時間が長い工程期間を必要とする最大の要因である。

そこで、塗装期間の短縮を図るため、岩手県工業技術センターで開発した速乾性漆<sup>5)</sup>を用いた塗装試験を実施した。速乾性漆は漆成分の酸化重合を促進させる処理をあらかじめ行うことにより短時間で硬化する特性に改質された漆であり、添加剤等を混入していないことを特徴とする。成分は一般のスグロメ漆(生漆を精製処理した精製漆で水分は約3%)に近く、約2~3%の水分を含有する。

塗装作業は約10~20%の塗料用シンナーで粘度調整した速乾性漆を刷毛塗りし、ウェスで拭き取った。漆の硬化には恒

温恒湿器(温度28℃、湿度78%RH)を使用し、初回塗装のみ2日間、以後の塗装では3時間ほど機器内で硬化させた。初回塗装では木地に漆が浸透するため十分な時間を置いた。各塗装間では塗装表面をサンディングし、合計で6回の拭き漆で完成とした。今回は1名の作業員で10個を同時製作した。

また、完成塗装品について日常使用試験を実施した。日常使用を行う中での塗装面の変化や耐久性について、従来の漆塗装製品と比較しながら目視により評価した。

## 3 実験結果

### 3-1 スキャン自動化ソフト実験

2-2のスキヤナソフトの自動化によって、3次元スキヤナ装置のスキヤン範囲や角度方向を自動的に設定し、スキヤンを実行することが可能となった。このスキヤナ装置で得られるデータはXYZ座標値の点群であるため、このままではPixform Proでの編集作業は出来ない。編集を可能とするにはポリゴンと呼ばれるデータ形式が必要となる。そこで、点群データをポリゴン化するプログラムを作成した。開発したプログラムの動作順とデータの流れを図5に示す。

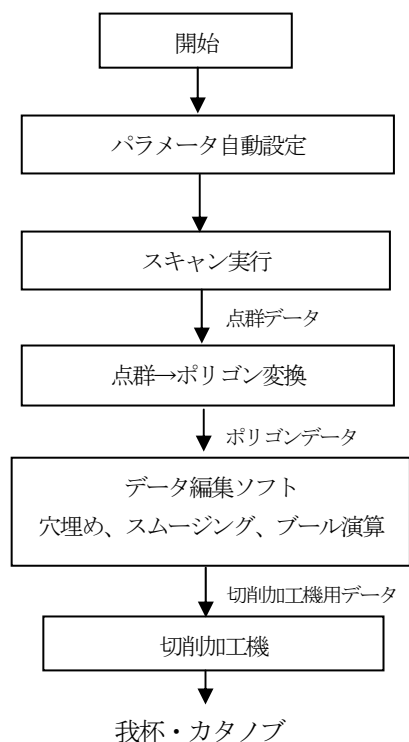


図5 プログラム動作順及びデータの流れ

### 3-2 自動データ編集ソフトウェアの開発

手作業で行っていた穴埋め、スムージング、ブール演算の機能を自動的に実行するプログラムを作成した。プログラムの実行時間は約1分程度であるが、起動時間やファイル読み込等の前処理を統合すると約5分であった。従来作業の約50分に比べると1/10に時間短縮をすることが出来た。図6は穴埋め、スムージング、ブール演算の自動処理を行った結果画面である。

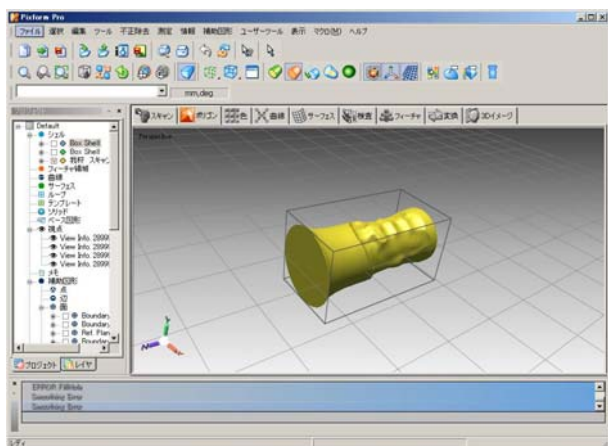


図6 自動データ編集の結果画面

### 3-3 速乾性漆の日常使用結果

速乾性漆を使用することで漆塗りの工程が、約1.5週間に短縮することが出来た。これは通常の漆塗り工程の1/5である。この速乾性漆を塗布した「我杯」を図7(a)及び(b)に示す。



(a) 正面



(b) 斜め上方

図7 速乾性漆を塗布した我杯

今回、試験に用いた速乾性漆自体、恒温恒湿器雰囲気中では約1~1.5時間で硬化する特性であったため、各塗装工程では十分な硬化時間を与えているといえる。それでも、1日2回の塗装が可能であり、5日で塗装工程を終えた。今回は製造個数が10個と少なかったが、実際の製品塗装のロットを考慮

しても、少なくとも1/2の工期短縮は十分可能である。また、少量の試作品などは本試験のように非常に短期間で製造できる。さらに、漆の硬化が速いので硬化雰囲気には曝す時間も短くてよく、木地変形などの不具合の低減も期待できる。

使用試験の結果からは、従来の塗装品と比べた場合のツヤの低下や色変化、傷つきやすさ、剥がれ等には遜色なく、生漆同等の塗膜性能を保持していることが確認できた。使用試験後約半年経過した現在でも状況は変わっていない。

## 4 結 言

3次元スキャナ装置で我杯の計測データ(点群)を自動的に取得しポリゴン化するソフトウェアと、穴埋め等のデータ編集を自動化するソフトウェアを開発し、システムの一部の時間短縮をすることが出来た。また、漆塗りの工程を1/5に短縮化出来た。今後は、さらに時間短縮できる箇所の検討やデータベース利用の検討によって、システム全体の高機能化を目指していく予定である。(株)サーガが目指している製品は、作り置きが出来ないオーダーメイド商品がコンセプトとなっている。このような商品は、製造時間がキーポイントであり、短いほど生産性が向上し販売数も増加する。また、在庫を必要としないため経済的リスクを回避することができる。今後の受注量の増加に伴い、生産性を向上させるための方法について検討していく予定である。

## 文 献

- 1) 谷尻 豊寿、谷尻かおり: Visual C#2005 実践プログラミングテクニック、技術評論社(2006)
- 2) 有限会社ガリバー: Visual C#.NET 基礎300の技、技術評論社(2006)
- 3) Arton: Visual C# 2005 プログラミング入門、アスキー(2007)
- 4) きうるし。木から採取しゴミを取り除いた漆で水分は約20~30%。
- 5) 小林正信、町田俊一: 岩手県工業技術センター研究報告、7、34(2000)
- 6) 町田俊一、小林正信: 岩手県工業技術センター研究報告、7、37(2000)