

## CGによる練込技法の表現

佐々木 尚孝

岐阜県工業技術センター

陶芸における伝統的技法である練込技法は、異なる色の土を層状に積み重ねたり練り合わせたりして文様を作成する技法である。この技法について、コンピュータグラフィクス技術を適用して表現する方法を検討した。まず、この技法について説明を行い、技法とCG技術との関連について述べる。次に、既存CG技術を適用し試作した表示ソフトについて述べ、これを用いて実施した文様を施した陶磁器製品表示例を示す。ソフト制作と画像表示の試みにより、練込技法における既存CG技術で対応可能な部分が明確となった。同時に、これらの検討を通じて手工芸分野へのCG利用の指針が得られた。

### Graphic Representation of *Nerikomi* using Computer Graphics

Hisanori SASAKI

Gifu Prefectural Industrial Research Technical Center  
Kitaoyobi, Kasamatsu-cho, Hashima-gun, Gifuken 501-61, Japan

*Nerikomi*, which is one of the most traditional techniques in clay work, has the many techniques for making patterns of piled or kneaded color clays. This paper is intended as a consideration of the problems of how to apply computer graphics techniques for visual simulation of the *Nerikomi* techniques. First, the techniques are explained and are examined from the viewpoint of applying CG techniques. Then, this paper shows some images of ceramic wares with *Nerikomi* patterns using a pilot CG software which is applied the existing CG techniques.

Through these trials and consideration, a guideline for the representation of handicraft using CG was gained.

## 1. はじめに

現在では、コンピュータを用いて、製品ができ上がる前にそれがどのように見えるか確かめられるようになった。そこで、次の3点を目標として手工芸分野への利用を検討した。

- (1) 伝統的工芸技法の保存可能性の検討
- (2) 表現獲得時間の短縮による技法普及
- (3) 新しい表現の獲得と産業への利用

(1)は、技法を成り立たせている要因が何か明確化し、コンピュータグラフィック技術を適用できる部分に利用して、技法を視覚化することであり、技法に必要な数値や方法の保存を意味する。(2)は、材料の制約や実際の制作では時間がかかる部分をシミュレーションにより体験する点と、それにより狙いとする表現が得られた場合は、その製作手順を含めた知識の修得ができるようなシステムを示している。(3)は、技法のシミュレーションを通じて得られた表現の中から、既存の量産技術ではできない表現について、量産化への方向を得ることを指す。

これら目標へ向けて、コンピュータグラフィックの技術を手工芸分野に適用する場合、種々の課題がある。それは、手工芸品が手のプロセスを経ることによってモノの外観を創造するのに対して、CADでは機械的量産品を対象とした技術として組み立てられているため、外観づくりの過程が問題ではない点である。CGシステムにおいても、過程ではなく画像としてのでき上がりだけが重要なのである。しかし手工芸分野では、美しい外観が得られても、それがどうやってつくられたかという過程がわからなければ、製作は困難である。また、その外観が、個人の技量や感性で成り立っているのか、材料や方法の影響が大きいのかという点も知る事ができなければ、技法の修得は困難である。

従って、CGの利用に際しては、次の課題を満足させる必要がある。

- (a) 手づくり過程を考慮し、CG画像の作成手順との連携を図ること。
- (b) 技法の成立要因を明確化するため、外観を

つくる要素(形状、材質、色彩、文様)が、どの創造要素(技量・感性、素材、製作方法)によって主に表現されているか明確化し、CG技術との関連を付けること。

(c) 工芸品を製作する過程で必要な複数の工芸技法の連携や技法の組み合わせを考慮し、様々な製作シミュレーションを可能とすること。

以上の点を踏まえて、陶芸における伝統的技法である「練込み」を取り上げ、CG技術の適用を試みた。適用においては、まず(a)の手づくり過程と、(b)の技法成立要因を明確にするため練込み技法の知識を得た後、技法に用いるCG技術の検討を実施した。そして文様と器物の製作について、手順を含むシミュレーションを試作した専用CGソフトウェアを用いて実施し、同時に既存CGソフトウェアでの実現可能性を検討した。その結果生み出された文様とそれを施した陶芸品製作の過程について、CG利用目標の達成度合を検討した。

本報では、まず練込み技法の説明を行い、技法とCG技術との関連について述べた後、工芸品製作のシミュレーションの実際と表示結果を報告する。

## 2. 練込技法

「練込み」は、異なる色の土を層状に積み重ねたり練り合わせたりして、様々な文様を創造する技法である。この技法を用いて製作された器物は、作成方法を意味する「～手」を付けて練込手や練上手<sup>1)</sup>または、揉込手などと総称される。鶉手や木理手などの文様名で呼ばれることもある。器物の表面から内側まで、文様が貫通しているという特徴がある。

製作上の問題としては、異なる色土を用いるため、水分含有率や収縮率の差に注意する必要がある、素地土の調整や管理に多大な時間と労力がかかることである。また、製作に失敗した土が、色が混じり合うため、同じものに再利用できないという点もあげられる。そのため、新しい文様作成の試み<sup>2)</sup>や技法の解説<sup>3)</sup>が少なく

利用する作家も少ない状態にある。

以下、文様の作成方法を説明した後、文様を器物へ成形する方法について述べる。

## 2. 1 練込み文様の作成方法

文様作成手法を使用する用具から大きく分類すると、次の3つとなる。文様は、これら手法を組み合わせて作成される。

(1) タタラ板を用いる手法：タタラ板とは、厚さが3mm～5mmの薄い板のことで、粘土塊の両側に積み重ねて置き、針金で必要な厚みの粘土板（タタラと呼ぶ）を得るための道具である。

(2) 手による手法：手や物を用いて、揉み込んだり押し込んだり、切ったり張り付けたり、曲げたり伸ばしたりするもの。

(3) ロクロを用いる方法：異なる色の粘土塊をロクロ上に置き、練り合わせて文様を作成したり、直接器物を製作するもの。

(1)と(2)の方法を組み合わせると、縞文、市松文、格子文、木理文、鶉羽文、花文、渦巻文をつくることができ、(2)または(3)で木理文、墨流し文、累雲文と呼ばれる文様を製作できる。

本報では、これらのうち(2)の手のみによる方法と(3)のロクロを用いる方法は対象としない。これらは、作家の技量や感性が大きく影響するため、現在のCG技術になじまないと考えた。CG技術利用は、タタラ板による技法を中心に行うものとした。

まず、対象とした文様の製作方法について、文様別に説明する。図1にその手順を示すが、どの文様も図1(a)(b)のように、色素地土をタタラに切って重ねることから出発する。重ねる際には、ドベと呼ばれる粘土泥を塗ってしっかりと接着される。こうしてできる文様を持った粘土の塊（以降～文塊と呼ぶ）は、目的とする縞の幅が得られるまで伸べ棒や伸ばし機で押し伸ばされる。

(a) 縞文：図1(b)

タタラを重ねただけで縞文塊が得られる。この塊の変形により多様な文様に発展できる。

(b) 市松文：図1(h)

石畳文とも呼ばれ、切りとった縞文のタタラを、文が合うようにずらして積み上げることにより市松文塊が得られる。ここから切り取った市松のタタラをさらにずらして積むと、三次元の市松文塊（図1(j)）が得られる。

(c) 格子文：図1(f)

縞文のタタラの中に、縞文を構成する色土と同じ色と幅を持つタタラを入れて重ねると、格子文塊ができる。

(d) 渦巻文：図1(d)

この文様は、重ねた塊を伸ばした後、端から円柱状に巻きとればできる。

(e) 木理文：図1(e)

渦巻文塊を斜めに切って得る手法と、タタラを重ねた粘土塊を円弧状に変形させ斜めに切りとって得る手法がある。ロクロや手で練り合わせた粘土塊を切り取って得る手法もある。

(f) 鶉羽文<sup>1) 2)</sup>：図1(l)

縞文塊をタタラ板等の鈍刀で切ると、摩擦により引っ張られて歪みを生じ、鶉の羽に見える文様となる。練込みの代表的技法である。

(g) 花文：図1(m)

鶉羽文塊を、扇形に変形させ、花に見えるようにつないで得られる。

## 2. 2 器物への成形方法

得られた練込み文様塊とそれを切り取って得られるタタラを用いて、器物をつくる方法には、次の成形技法がある。

(1) 指物成形

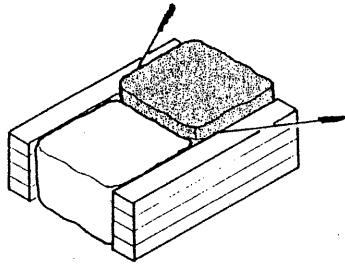
タタラ成形と通常呼ばれるが、練込みの作成方法と混同するため本報では、この呼び方をずらす。板起こし成形ともいわれ、型紙等により必要な大きさに整えたタタラを木型等に合わせて貼り合わせて形をつくるもの。

(2) 型起こし成形

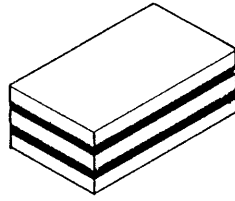
石膏型にタタラを押しつけ、不用部分をそぎ取って形をつくるもの。手量産では、この方法を用いることが多い。

(3) 削り出し成形

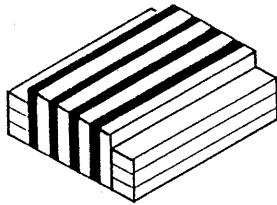
くり出し成形とも呼ばれ、歪みやすい角形の



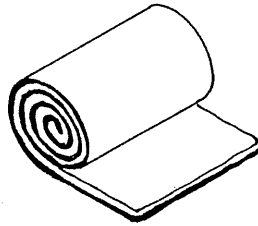
(a)色土のタタラづくり



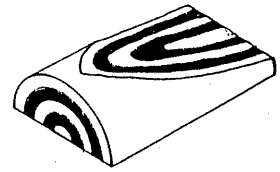
(b)タタラを積み重ねる



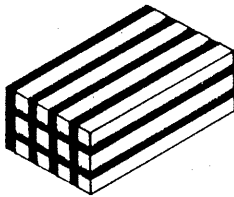
(c)縞文塊



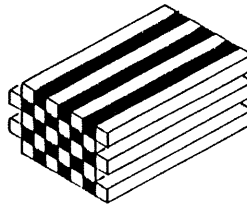
(d)渦巻文塊



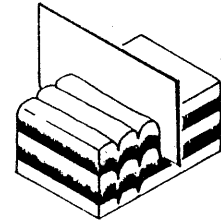
(e)木理文塊と切断面



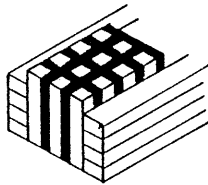
(f)格子文塊



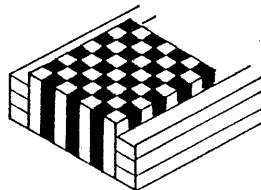
(h)市松文塊



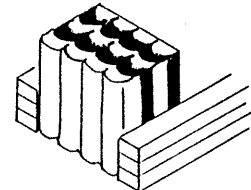
(k)鶉羽文づくり



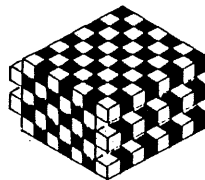
(g)格子文タタラづくり



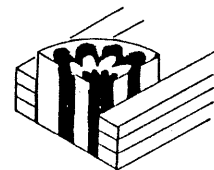
(i)市松文タタラづくり



(l)鶉羽文塊づくり



(j)三次元市松文塊



(m)花文塊づくり

図1 タタラによる練込文様作成手順

箱物をつくる際など土塊をくり出してつくるものに用いられる。方法は、粘土塊を用いてまず大まかな形をつくり、外側と内側を交互に削り整えて仕上げる。ロクロを用いて削る方法と刃物でそぎ出す方法がある。

### 3. 練込技法へのCG技術の適用

ここでは、練込技法にCG技術を適用する場合に考えるべき課題の検討結果を示す。

#### 3. 1 CG利用課題と練込技法の関係

先に述べたCG利用の課題をこの技法に当てはめると、次のようにまとまる。

(a) 練込文様製作手順と同様な手順で文様画像制作過程を組み立てること。

(b) 練込技法の特徴は文様の付き方にあり、器物に表現される文様は、材料の選択と加工方法によって支配されている。そのため、文様を表現するCG技術は、忠実な再現をすること。

(c) 文様のシミュレーションでは、文様作成方法と成形方法において、自由な組み合わせができること。

これらの実現には、(a)については手順の視覚化、(b)は形状データの持ち方と文様表現技法の選択、(c)では操作の融通性を付けることなどを検討する必要がある。以下に、それぞれについて検討した内容を示す。

#### 3. 2 練込み手順の視覚化

CG適用の目的のひとつが、手順の視覚化にあり、文様を得るまでの過程が問題となる。

まず、文様を得るために必要な情報を整理すると次のものがあげられる。

- 得たい文様の種類と絵柄
- 使用する各粘土の質と色
- 使用する各粘土塊のサイズ
- タタラ板の厚み
- 切り取るタタラの厚み
- 塗るドベの色
- タタラを重ねる順序
- タタラを切り取るための粘土塊の向き
- 目的の絵柄を得るための変形方法

コンピュータの利点を活かす方向としては、次の2点が考えられる。

- (1) 作業情報から自動的な絵柄の作成
- (2) 絵柄から自動的な作業情報の提示

(1)は、表現する文様と使用する色土、そして切り取るタタラの厚みを決めると、自動的に絵柄を作成させることである。しかも、作成過程の表示と、実際の製作ができるように絵柄の実寸法が把握できることが理想である。

ある文様の絵柄を作成するために最低限必要な作業情報は、文様の種類、粘土の色、タタラの厚み、それに積み重ね順序である。メニュー形式で必要な作業情報を選択すれば、それに応じた絵柄が表示されればよい。

絵柄が決まれば、粘土塊からこの絵柄を得るまでの、手順を視覚化することになる。視覚化には、アニメーションを用いて図1に見られる手順を表示すれば、技法の過程が理解できる。

(2)は、製作済みの絵柄や画像として保存された絵柄から必要な作業情報を得ることを意味する。得た作業情報を出力するとともに、その絵柄に到達するまでの作業手順が表示されることが必要である。本報では、対象としない。

#### 3. 3 文様の表示

文様の表示では、文様ができるまでの過程の表示と器物にでき上がった状態の表示がある。これらの表示のためには、文様のデータ形式において2つの方法が考えられる。

- (1) 三次元の形状データで定義する方法
- (2) 文様の関数や画像で定義する方法

(1)は、タタラそのものを属性を持った3次元形状として定義し、積層後の変形や切断それに器物への成形においても必要な演算を施して用いるものである。形状データが自由に扱え、かつ三次元表示が高速なコンピュータシステム以外では困難である。

(2)は、文様と形状は別と考え、文様作成は二次元として扱い、器物に成形する場合は文様をタタラや粘土塊のマッピングデータとして与えるものである。テクスチャ・マッピングやソリ

ッド・マッピングなど既存のCG技術を用いて行うことができる。

### 3. 4 自由な文様の作成と操作の融通性

練込みの基本的な技法が理解できると、より変化した文様の表現が求められるようになる。CG技術利用では、ある程度の手法が駆使できると同時に数式的な変化技の付加が必要である。以下、練込技法の手順から、表現に変化をつける段階を示す。

- (1) 色土の積層など文様塊作成時に行う
- (2) 作成した文様塊や文様タタラに行う
- (3) 文様塊の切取り時点で行う
- (4) 器物への成形技法で行う

(1)は、色土の厚みや積み重ね順と渦巻文のような文様塊製作用法による変化をいう。

(2)の段階は、鶉羽文のように押し切ってしまうなど、変化ある文様を得るため最もよく行われる。この段階での変形操作が、実作業を忠実に再現してできることが望ましい。

(3)の切取り時点とは、文様塊をタタラ板以外で切取ることを意味する。たとえば、型による曲線切りやワイヤカッター機器を用いて幾何曲線に従って切る方法である。

(4)は、成形技法によって文様の出方が異なる点と、同じ絵柄でも使う位置や向きによりその表現が大きく異なって見える点である。絵柄の使用箇所、付ける位置と向き、そして寸法などの制御のしやすさが問題である。

## 4. 練込技法シミュレーション

前述のCG技術の適用検討に基づき、CG技術を利用したソフトウェアを試作した。このソフトにより、文様の表示と器物の画像表示を行い、既存CGシステムでの実現可能性を含めたCG技術利用の利点や問題点の考察を行った。

なお、ソフトは、文様制作と器物への成形は別システムとし、プログラムはC言語を用いてX-Window上で操作できるよう構築した。

### 4. 1 練込文様表示

文様表示は、安価なCGシステムでも可能で

あることと、他の3次元CGシステムや意匠設計用CADシステムでの利用を考えて、二次元の画像データで扱った。

操作は、メニュー形式とし、文様の種類と色土(8種)、タタラ厚(8種)を任意に選択すると、絵柄作成を手動と自動で行うことができる。対象とした文様は、縞文、格子文、市松文、木理文である。ただし、木理文は小口の表示に止め、図4の鶉羽文など変形操作が必要な文様は、画像として読み込むものとした。

文様シミュレーションにより絵柄が決まれば保存して3次元表示システムへ渡す。

また、ソフト制作上特に留意した点は、前述の検討項目に基づき3点である。

- (1) 手順を視覚化する
- (2) 器物表示での忠実な再現性を持つ
- (3) コンピュータ独自の文様表現が可能

(1)については、文様塊の小口を画像として表現し、その過程を順に表示するようにした。

(2)で問題となる点は、画像の大きさと実寸法との関係、それに器物の形状寸法との関係である。そこで、ディスプレイに表示された画像が実寸法であるとし、保存する画像には、画素間隔から計算して実寸法を付けるものとした。この画像寸法を器物の表示で用いる際に、形状寸法と照合することにした。

(3)に対応するため、自動作成を設定した。色土とタタラ厚の選択を様々に変更することで多様な文様制作ができる。

### 4. 2 器物への成形表示

試作した3次元表示ソフトは、形状データがCSG形式であり、各種のマッピングができるものである。絵柄画像の実寸情報から実寸法対応を付けることと、表示位置や伸ばし変形もできるようにした。対象とした成形技法とCG技術の関係はつぎのようになる。

- (1) 指物成形

練込素地を他の土台となる素地に張り付けて用いる場合は、裏抜けがないためテクスチャマッピングを用いる。それ以外は、ソリッドマッ

ピングとする。

図2から図6にソリッドマッピングによる表示例を示す。図2は、縞文を一部だけ使用し、図3は全面に施した例である。図4は、実際の鶉羽文を他のペイントソフトで色変更した画像を用いた例で、図5は、絵柄を形状に沿わせて変形した例。図6は、木理文の例である。

#### (2) 型起こし成形

部分変形や大きな変形を伴わない形状の場合のみ、ソリッドマッピングで対応できる。

#### (3) 削り出し成形

粘土塊に変形を加えない場合は、プロジェクトマッピング<sup>4)</sup>で、テーパーを付ける場合はソリッドテキストチャリング<sup>5)</sup>で対応できる。

図7は、木理文のソリッドテキストチャリング表示例、図8は、木理文のプロジェクトマッピングの例である。

### 4. 3 表示結果の考察

絵柄作成と手順の表示に2次元画像を用いた点と成形後の表示結果から、以下の利点と欠点が明確となった。

(1) 手順の表示により、格子文や市松文などにおいて複雑な絵柄ができて、作成過程を見ることができ、実作業に利用できる。

(2) エリアスの発生によりかえって現実感が増すため、絵柄画像のサイズはその寸法把握がされていれば比較的小さくてもよい。例を図7と図8に示す。

(3) 実際の絵柄を読み込むなど、器物での成形技法と文様表現の検討表示ができる。成形技法の差を表示した例を図6と図7に示す。

(4) 文様表現と成形技法表現において、手作業の経験では得られない表現が表示できる。変化した文様の表示例を、図5、図8に示す。

(5) 試作した3次元表示の技術は、現在のCGシステムでも対応しており、絵柄作成した画像が利用できる。

(6) 手順の視覚化を2次元で行ったが、木理文や削り出し成形など3次元プロセスが絵柄表現に関係する場合対応できない。ハードウェアと

モデラーの制約もあるが、絵柄画像の表現技術と成形技法との関連付けが不十分となった。文様作成と器物への成形が、同じ画面上で一貫した流れで表示される必要がある。

## 5. まとめ

練込技法という伝統工芸技法について、練込文様と器物へ成形した状態の画像制作を通じてCG技術の適用例を示した。そして、CG利用の課題に対して、それぞれ知見を得た。

(1) 手づくり過程の課題については、手づくり技法と過程を十分に理解すれば、既存のCG技術で適用可能であることを示した。手順の視覚化については、表示するために必要な情報の把握と過程のプログラム化が必要となる。また、手順のアニメーションは、技法理解のために欠かすことができない技術であり、成形後の3次元表示につなげるためには、全ての過程を操作できる三次元アニメーション化することが望ましい。今後、対応すべき課題である。

(2) 文様表現とCG技術との関連付けの課題は幾何学的文様に対して既存CG技術だけで対応できることを示した。しかし、鶉羽文やロクロによる技法など、数値モデル化が必要な技法の存在もあり、今後の検討課題である。

(3) 技法の連携による多様な文様表現については、CG技術利用により多様な文様が得られ、かつ成形技法との連携で器物上での多様な表現が可能であることを示した。課題としては、操作性や表示速度などハードウェアの問題がある。

## 謝辞

練込技法の資料を提供下さいました岐阜県陶磁器試験場長谷川専門研究員に感謝致します。

## 参考文献

- 1) 陶器全集刊行会：陶器大辞典，1936
- 2) 大木，辻：手工芸製品の開発研究「練込文様の試作」，岐陶研報，1977
- 3) 大西：陶芸の伝統技法，理工学社，1978

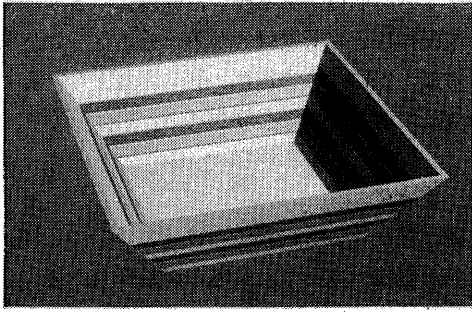


図2 呉須練込縞文磁器四方鉢

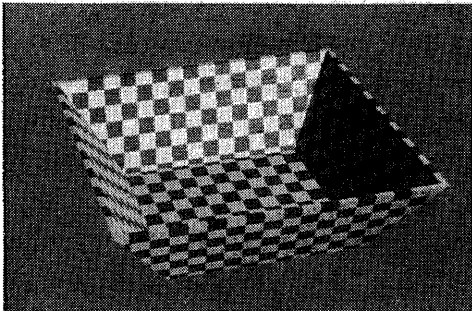


図3 呉須練込市松文磁器四方鉢

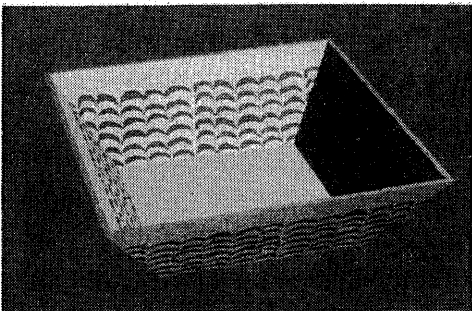


図4 呉須練込鶺鴒羽文磁器四方鉢

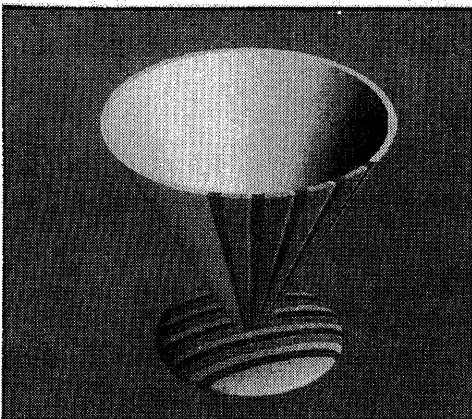


図5 呉須練込縞文磁器冷酒杯

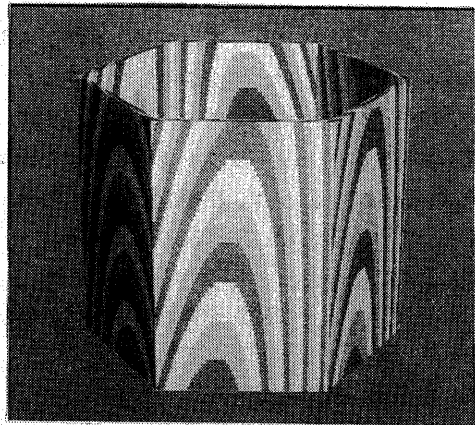


図6 呉須練込木理文磁器六角筒向付

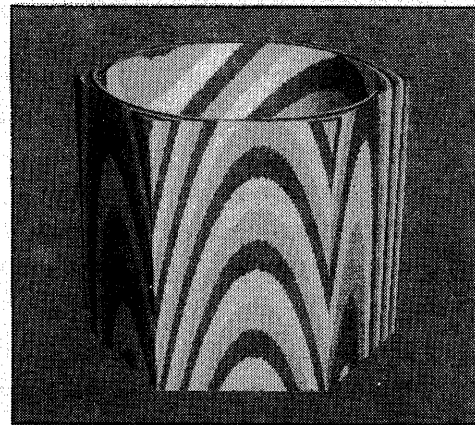


図7 呉須練込木理文磁器削出六角筒向付

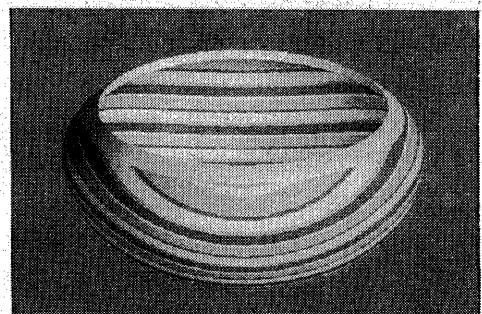


図8 呉須練込縞文削出磁器鉢

4) D. R. Peachey: "Solid Texturing of Complex Surfaces", Computer Graphics, Vol. 19, No.3, 1985

5) 佐々木: 木口面画像を用いた針葉樹のシミュレーション, 情処研報, V. 91, No.71, 1991