

鍛金造形のための型紙生成

草 地 元

An Output System of Paper Patterns for Metal Craft and Sculpture

Hajime KUSACHI

要 旨

筆者は金属の立体造形の分野で日本における伝統的な技法の一つである鍛金技法によっておもに作品制作を行っているが、この技法を支援する目的でコンピュータによるシステムを考え試験的に使用している。最終目標は筆者が粘土や石膏等で作った完成模型をコンピュータ上で展開図化し、鍛金による制作に最適化された型紙として出力するまでを一貫して行うシステムの構築である。本論文では、このシステムの一部として用いる型紙出力部の作成のため行った試作について述べる。

1. まえがき

美術作家は作品を制作し発表することを通して社会と関わっていくことが第一の目標であり、究極の目的とも言える。そしてその作品は、作者が時代の社会状況を意識するしないに関わらず社会のあらゆる状況ににじみ出るものである。表現技法の面においても、美術作家が時代の先端を意識すればするほど、新しい表現を求めてその時々のもっとも新しい技術を取り入れて作品化しようとする傾向があることは、現代においてだけでなく歴史的にも見ても明らかである。この新しい表現を求める心が新しい作品を生み出していく原動力の一つとなっており、芸術が時代を映し時代が芸術を映すと言われる所以であろう。

美術作家にとって作品の制作と表現技法の研究とは車の両輪を成すものであり、欠くことのできないものと言える。その意味で、コンピュータグラフィックス(C.G.)は、現代を象徴するものとしての意味と、コンピュータ技術そのものの発達の高さが相まって、使われるべくして使われた道具、技法と言える。しかしC.G.の中でも平面作品における成熟度に比べて3次元C.G.は、立体を扱う作家の中では道具の一つとしての役割がまだほとんど進んでいないのが現状である。その理由は操作の難しさと利用分野の不明確さによると考えられる。

美術作品の制作は多くの場合、作家がアイデアから仕上げに至る全ての作業を一人で行うという特徴があり、これが他のプロダクトの流れと大きく異なる点で

ある。そのため従来から美術造形、とりわけ立体造形は制作時間と労力のかかることが宿命であるとされてきた。しかし美術作家もより効率的に作品を作りたいという欲求を持つのは当然であり、さまざまな道具の改良や技術の発達で同じ作品もより効率的に具体化することが可能になっている。コンピュータによる造形支援もその一つとして大きな可能性をもっている技術のひとつである。しかし多くの場合それはまだ部分的な補助の域を出るものではなく、そのほとんどが他の分野のために開発されたものの流用であるために、ハード、ソフト共に美術家にとって使い易いものとは言えないのが現状である。筆者は制作者の立場から、自身が使う道具としての3次元CGはどうあるべきかということがらを中心に置いて研究を進めてきた。

本研究の最終目的は、立体作品の制作にあたってアイデアから完成までの各段階において積極的な支援を行う立体造形支援システムを作ることである。この目的に沿ってシステムを具体化するために、筆者の専門分野である鍛金による立体制作の支援を行うシステムを作ることの当面の目標において研究を進めているが、このシステムにおいて出力部分となる型紙生成の実験と作品試作を行った。

2. 研究の背景

鍛金技法は伝統的な金属工芸の技法のなかでも応用範囲が広く、現代の社会生活にマッチした作品を作り出すことができる要素を多く持っている技法にもかか

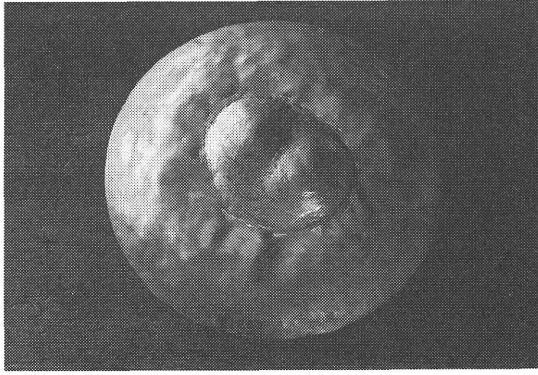


図 1

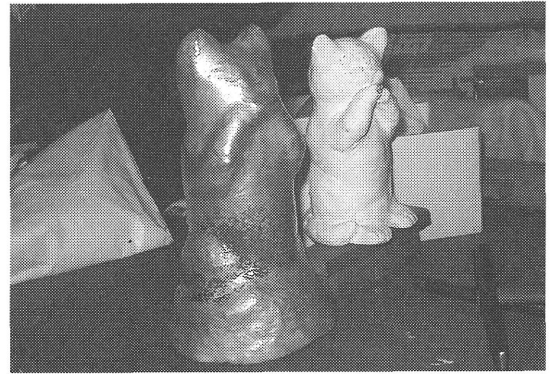


図 5

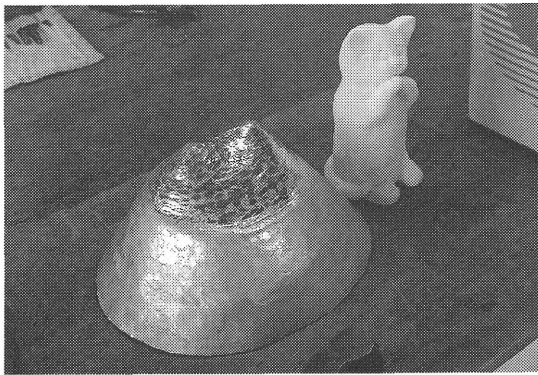


図 2



図 6

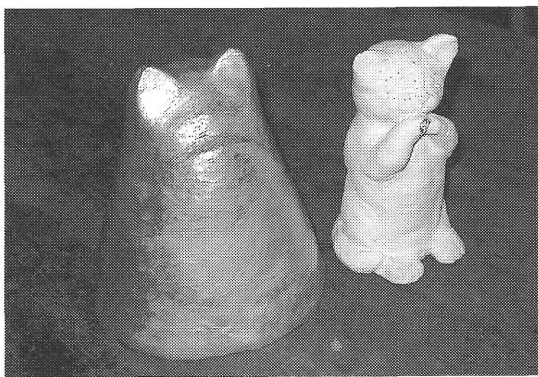


図 3

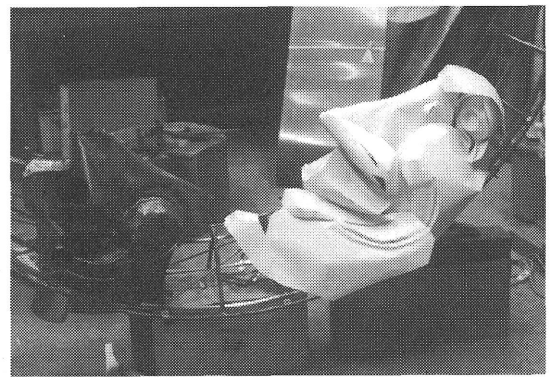


図 7 大型の作品制作のための型紙

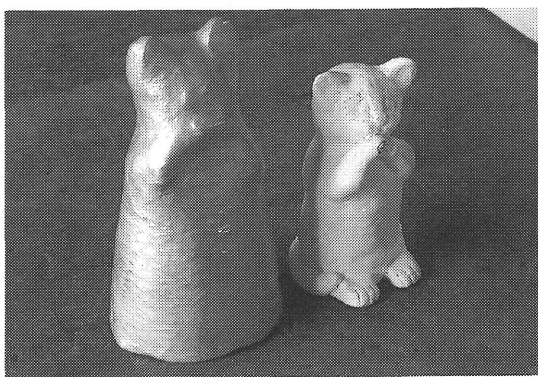


図 4

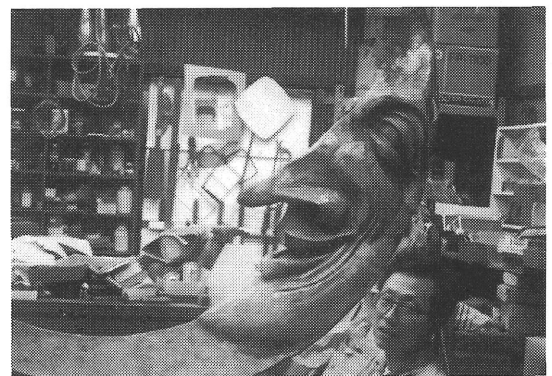


図 8 型紙を元にした作品

ならず、技術修得にかなりの設備と時間を要することが原因で、一般の人にとってやや遠い存在となっているのも事実である。その技法の中心となるのは一枚の金属板を鋸で打ち絞りながら徐々に目的の立体に近付けていくというものであるが（図1～図6）、高度な技術と時間のかかる制作方法であることは理解できるであろう。これがより簡便な方法によって制作できれば作家の制作効率の向上はもとより、一般の人々への普及も可能な技法になり得る。そのための一つの方法として考えられるのは、従来技法の最も時間がかかり技術的にも難しい段階（図1～図4）を、本来の技法から離れて立体の型紙を用い、金属板を切り出して溶接等による成形で代用することであると考ええる。また、元来この鍛金技法は小規模な工芸作品や床の間の置き物などの制作に用いられてきたものであり、大規模な作品はもともと上記行程写真のような一枚の金属板から制作することが不可能であった。しかし近年は、この技法の特徴である物理的な軽さとそこから生まれる軽快なフォルムを生かして、比較的大規模な作品作りにも社会的な要求が高まってきている。大規模な作品を製作する場合には、現在は等身大の原型などから型紙を作成し、それに基づいて部分を鍛金技法で成形して溶接等で仕上げる方法が一般的であるが（図7・図8）、このような型紙の作成作業自体も経験と勘にたよった困難な作業である。これを小型の原型から型紙として取り出すことが可能になるとすればかなりの労力が省けることになると思われる。

3. 型紙の生成と出力

これら一連の作業をコンピュータシステムとして実現させるためには、まず原型となる立体を一旦コンピュータに取込み、鍛金の加工に最適化した展開図を算出することになる。そのためには適切な三次元スキャナーの開発が必要になり、研究の最初の課題として、石膏による原型から立体のデータを取り込むための装置を東京電機大学理工学部中村研究室の協力で開発することになったが、現在これは簡易3次元スキャナーシステムとして実用の段階まで作り上げることに成功している（図9）。立体形状データを得ることが可能になったことで、次に考えなければならないことは立体データを基にして型紙出力を行うため立体の展開図の生成と出力である。

（1）立体形状データからの展開図の生成

立体の形状は、その曲面をあらかじめ3角形によって多面体近似（ポリゴン化）し、そのデータを用いることで平面への展開が可能になる。立体データの作成

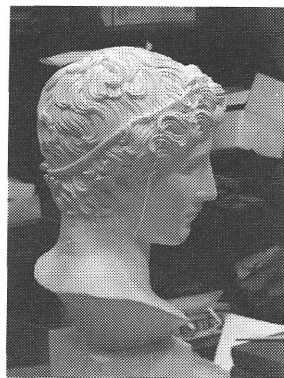


図9-1



図9-2

元の石膏像（図9-1）と入力されたデータをもとに再現した画像（図9-2）

は開発済みの入力装置を用いて作成し、その後展開専用のソフトを用いて展開を行うことにする。

ここで実際に用いるソフトは紙立体を作るためのソフトであり、多面体化された立体を平面展開する機能を持っているが、金属による曲げや伸縮は考慮されていないので紙ではどのような展開が可能か、また紙から金属板に移行した場合、展開方法の違いがあるか等を実験することがここでの主な目的となる。

（2）型紙出力

図10は1mm厚の銅板を用いて従来の技法で制作途中の作品を示したものであるが、この作品制作を例にとると、型紙としてつくり出す理想的な段階が図右側の形であり、図左側の石膏原型から右側の形を直接作ることができる型紙の出力が目標となる。何故なら前出の行程図で分かるように、この段階までの制作者は原形に近いおおまかな形状を表現するのが制作の主な方向性であり、時間と体力を最も使う単調な作業だからである。次の段階から細部の仕上げに入り、神経を使う微妙な作業を行うことになるのでこれ以降がほんとうに制作者の腕が発揮される段階と言える。原型から生成した型紙を用いることによってより早くこの段階に達することができれば、制作者はその分仕上げ

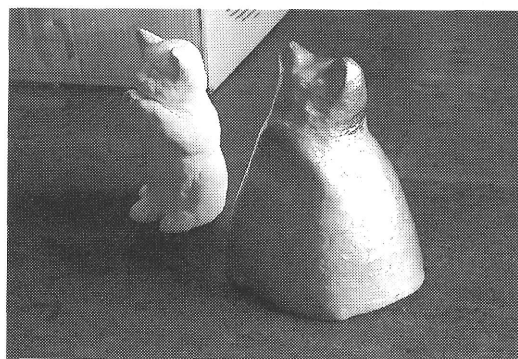


図10

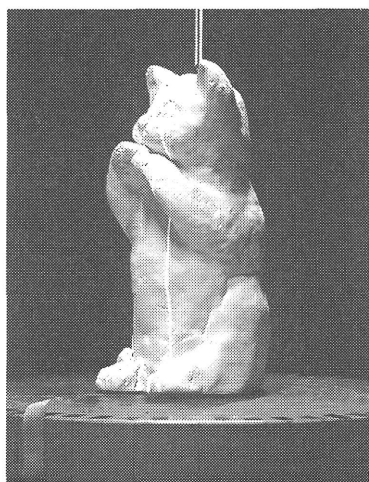


図 11

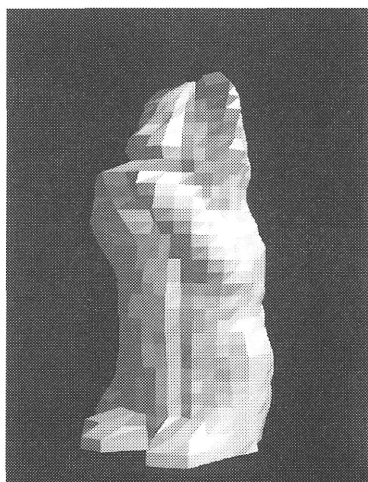


図 12

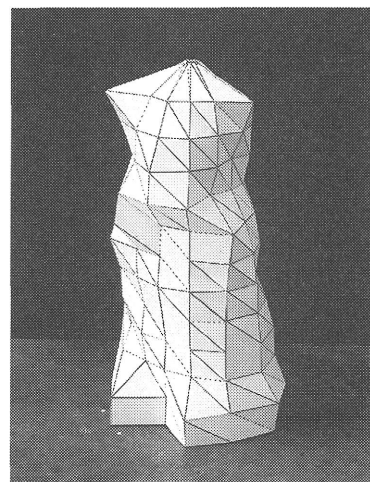


図 13

の段階に多くの時間を割り当てることが可能となる。

型紙の出力を実験するために今回は紙立体の制作用に市販されているアプリケーションソフト^{※1}を用いることにした。このソフトは入力された立体形状データ(DXF形式)^{※2}を平面展開する機能だけを持ったものであるが、開発済みの3次元スキャナーと組み合わせることでデータ受け渡しが行える。取り込んだ立体データをまず紙立体として作り、データ量と出来た形態との関係を調べることで、金属板に置き換えた時に無理なく次の工程に進むことができる最適値があるか、また不具合があるとすれば場合どの程度であるかを見極めることができると考えて、数種類の試作をおこなった。

石膏原型(図11)から取った立体形状データ(図12)をもとに、この段階に近い展開図を出力してケント紙で組み立てたものが図13である。

紙の立体は図で分かるように3角形メッシュによる平面の集まりなので、金属板を用いて曲面で構成する立体の型紙として使う時には不具合が生じることが考えられる。それがどの程度かを調べるための試作を合わせて行ったが、上記の型紙ではまだ面数が多すぎて金属板の切出しと接合が不可能であることが分かり、結論を出すためにやむを得ず面数の少ない単純な形態を用いて再度試作を行った(図14・図15)。

図14の画像が原型となった形で、ここでは外部から入力したものではなく3次元モデリングソフト^{※3}を用いてコンピュータ上で作ったものを使用した。このデータをもとに型紙を出力し図15の左と右は全く同じ型紙によって左はケント紙、右は銅板(0.5mm厚)で制作した立体である。左の紙立体は平面の集合体で構成されているのに対し、右の銅板では接合した後に金鋸で均すことにより全体を滑らかな曲面として作ることができた。

4. むすび

今回型紙は紙立体用の出力ソフトを使用して、立体データから鍛金の制作作業に最適な型紙を出力するためにはどの程度のデータ量が最も良いかを実験により探ることにした。また紙立体の型紙から鍛金に用いるための型紙にそのまま移行することができるか否かを試作を行いながら探った。

この方法では3角形メッシュを十分細かくすることにより目的の立体の細部まで近似が可能となるが、実際の型紙として使用するには紙の場合も金属の場合も切り取りや折り曲げの限界を越えてしまい、組み立てて立体化することが不可能になる場合がある。また、このシステムは完成品を作り上げるのではなく制作途中の支援が目的であることから、元の形状の印象が十分想像できしかも折り曲げ可能な大きさの3角メッシュを持った展開図を探す必要があることは事前に予想できたが、「猫」の原型による型紙生成とその組み立て試作の結果、スキャンで得られたデータをすべて用いて展開すると型紙として使用するにはパーツが複雑になりすぎ、紙でも金属でも物理的に制作が不可能であった。最適な型紙を生成するには組み立て易さ(3角メッシュの数)と、原形との差違(細部表現の割合)の2つの要素があり、この方法で最適型紙を探すことは2要素のバランス点を見つけ出すことであるということが理解できた。

しかしそれに基づいてデータを減らしながら最適な点を探したが、データが完成模型に基づいているかぎり、データを減らしても目的である形態(図10の右側)に近付かないことも分かってきた。実際に制作途中の作品は完成度が一律に増していくのではなくそれぞれの部分によって完成度が異なっており、その行程も作者によりそれぞれ違うのでその意志が反映できるようにしなければ使い易いシステムとは言えない。

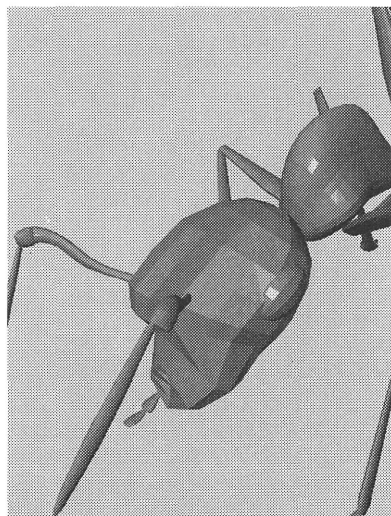


図 14

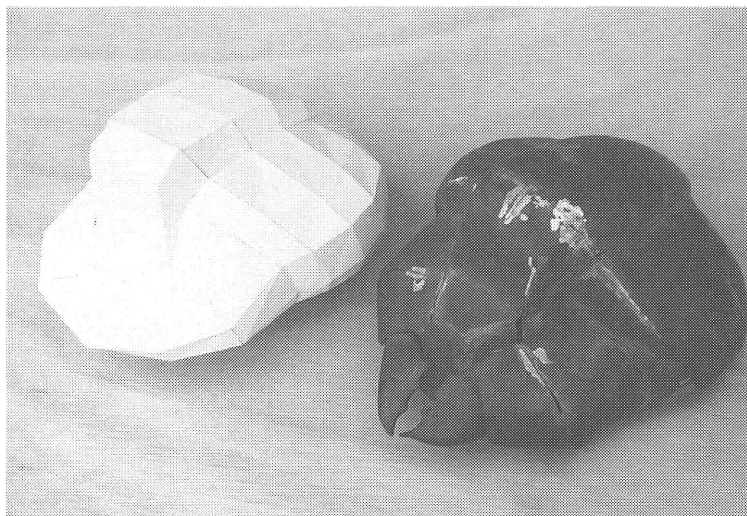


図 15

そのためには、入力した立体をコンピュータ上で変形加工するための何らかの方法が今後必要になってくると思われる。

紙立体の型紙をそのまま使って簡単な鍛金造形の試作を行い、ゆるやかな曲面を作ることが可能なことが実証できたが、同時に曲面の構成が複雑になったり面が急激に変化するような構成の場合にはうまく再現できないことも分かった。このことから、一枚の板を絞って成形する伝統的な鍛金の作業の支援に対してはこの段階の型紙はまだ実用的とはいえないが、パーツに分けて単純な曲面の状態で作成する大型の作品の制作に対しては実用性があることが分かった。

今後の課題としてこの型紙による作品を数多く制作することにより、実行データを集めてより実用的な型紙生成システムを作り上げることと、入力されたデータをコンピュータ上で自由に加工するためのソフトの開発があげられる。

註

- 1) 『ペパクラデザイナー』・フリーソフト『TENKAI』
- 2) DXF はコンピュータ上で立体形状を記述する標準的な形式の一つで、主に 3D ソフト間のデータの受け渡しに用いる。
- 3) 『Specular InfiniD3. 5J』・『Shade Personal R5』

参考文献

- 1) 山下恒雄・石川充宏・安藤泉、『鍛金の実際』、美術出版社、1987 年
- 2) 香取正彦・井尾敏雄・井伏圭介、『金工の伝統技法』、理工学社、2000 年
- 3) 日本金工作家協会編、『彫金・鍛金の技法』、日本金工作家協会、1971 年
- 4) 鈴木宏正、『3 次元メッシュモデルの生成と表現』、『情報処理』、(第 10 号)、情報処理学会。2000 年
- 5) 三谷純・鈴木宏正・木村文彦、『3 次元ポリゴンモデルの展開図作成』、『情報処理学会研究報告』。1999 年

