

## デザイン手法としての「変形」について

### A Study of Transformation as a Design Method

伊藤文彦  
Fumihiko ITO

（平成5年10月12日受理）

#### はじめに

今日のデザイン実践にあたって、コンピュータの利用は不可欠なものとなってきている。広く普及し始めたCAD（Computer Aided Design）技術はドローイングの自動化に始まり、設計と生産の現場の受け渡しに関し、時間的な短縮及び精度の向上に多大な効果を発揮している。さらにコンピュータを媒介としたプレゼンテーション技術は、伝達や評価の在り方にインパクトやリアリティーを与えるものとして急速に進展し始めている。

こうした現状をデザイン・プロセス、特に製品デザインのプロセスと対照させてみると次のようなことが理解される。すなわち、これらの技術の多くがプロセスの中・後期段階に対して導入されており、そこでは正確さと効率の良さが主軸となっていることである。

一方、本継続研究としてのデザイン・プロセス研究は、その対象領域としてプロセスの初期段階に比重をかけている。初期段階とは、コンセプトを導いたりラフスケッチによってアイデアを展開するといった、曖昧さの中で試行錯誤が繰り返されるような段階である。こうした段階にあっては、現状においても本来の意味でのコンピュータの導入率は低く、未だ試験的に模索されている段階であると言えよう。その主な理由のひとつには、デザインという創造行為の初期段階にあっては、正確さや効率の良さなどはまったく異なった思考展開が要求されることにある。すでに第二報で論じた「恣意性」の問題<sup>1)</sup>や、第四報で論じた「類推的思考」の多用<sup>2)</sup>などはこの問題と深く関わっているはずである。

こうしたデザイン・プロセスの初期段階にコンピュータをいかに利用するかは、きわめて今日的な課題であり、その功罪をも考慮した上で、適切な利用による新たなデザイン手法の生成が待たれている。

#### 本研究の概要

本研究では、コンピュータによる画像変形処理過程を、初期段階のデザイン・プロセスに挿入した際の効果を検討するとともに、それによって生成される新たなデザイン手法のモデル化を行うことを目的としている。

従来、デザイン・プロセスの初期段階で、ラフスケッチやアイデアスケッチなどを用いて行

われてきた“ラフな形の生成”過程においては、デザイナー個人個人の力量によって形態の広がりや深まりに関してかなりの差がみられた。これに対してコンピュータによる画像処理過程の導入は、個人の力量や固定概念に囚われることなく、ラフな形の生成に広がりをもたせられる反面、生成された形を選択したり修正したりする過程に比重がかけられてくることを仮説とした。なぜなら、通常のスケッチ処理に比べてコンピュータによる画像処理によって生成される形は、デザイナーの意図する枠組みを超えたバリエーションを含んでいることが予想されるからである。

方法については、コンピュータによる画像処理のなかでも、今回は最も基本的な「変形」に焦点を絞り、その理論的枠組みを概観した上で、事例研究を通してその効果と応用可能性について考察していく。なお、本研究で扱うデザインプロセスの対象領域は、従来個人がスケッチブックと鉛筆で感覚的に処理していた段階である。そのため、パーソナルコンピュータ上で数値入力が必要としないアプリケーションソフトを使用することで、従来の感覚的な処理環境に最も近い形で画像変形プロセスが挿入できるように配慮した。

### 「変形」の分類と効果

デザイン（ここではプロダクトデザインを例に）のプロセスにおいて、曖昧なイメージの中からラフな形を生成し、徐々に具体化していく行為は、様々な要素と要因を包含しながら形の変換を行う過程である。その変換過程は、外在化される形の様相以上に複雑なプロセスを経てきている。そのような複雑な総体のなかでも、形を「変形」という行為は最もベーシックな操作行為の一つであるといつてよいだろう。

デザインの世界において「変形」という言葉は、やや曖昧な意味で用いられることが多い。そのため、デザイン・プロセス体系上での概念規定を以下のようにとらえるとともに、実際のプロダクトとの対応関係を考察してみたい。

ウィリアム・ミッチェル (William J. Mitchell) によれば<sup>3)</sup>、「変形」は自己破壊的 (destructive) であるものと自己保存的 (preservative) であるものとに分けられる。時計を例にすれば、歯車やガラスなどの個々の部品に分解してしまったり、叩き壊してしまうような変形が前者である。一方、ゼンマイをモーターに、アナログをデジタルに、円形を正方形にと

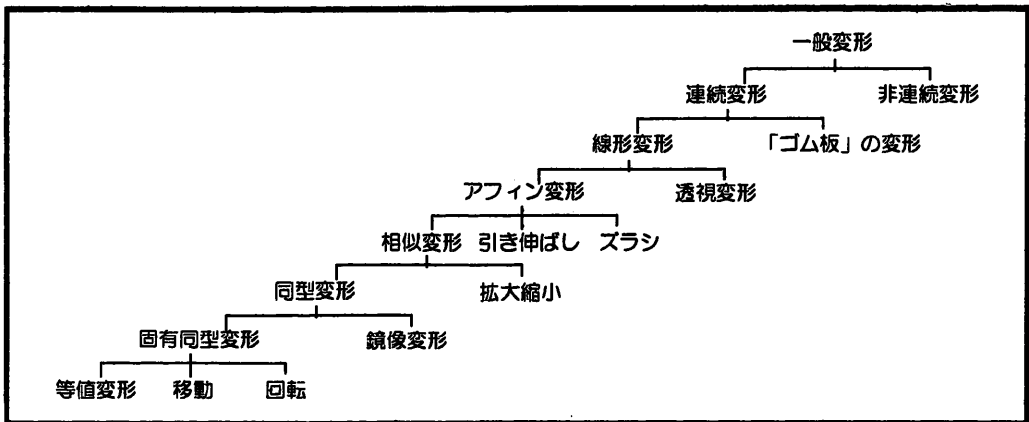


図1 幾何学的変形の系統図

ような変形が後者である。ここで明らかにデザインにおける変形とは、後者を意味していることが理解される。すなわちそれは「対象の本質的属性は保存され、非本質的な属性のみが変えられる」ことなのである。このような観点から通常デザイナーによって使われる変形をそれによって保存される属性によってミッチェルは図1のように分類している。さらに図2は、それらの変形を幾何学的に視覚化したものである。

「移動 (translation)」と「回転 (rotation)」による変形は、通常最もよく使われる変形であり、形と大きさを保存しながらその対象の位置を変えるものである。したがって二次元平面上および三次元空間内で実行することができる。これらは、配置 (レイアウト) や空間的關係の問題として認識されるものであり、ある種のゲームのように限りなく多くの変形が可能である。そのためレイアウトの関係を規定する軸を設定しない限り、この変形の最適解を特定することが困難なものとなる。通常この変形は、ペーパーモデルなどを用いてその可能性を直観的に探索していくことが多い。

「鏡像 (reflection)」による変形は、たとえばある型紙を裏返すような変形であり、シンメトリーな図形を構成しようとする際などに用いられる。また三次元立体においては鏡像を合成してシンメトリーな形態構成をすることで、使用の方法に新たな提案をすることも可能となる。ただし、左右の位置関係が機能や使用法を指示しているようなものの場合、安易な鏡像変形は実際の機能に矛盾を起すこともありえる。たとえば、片開きの扉や電話器における受話器の位置関係などがそれである。

「拡大縮小 (scaling)」による変形は、形を保存しながら大きさを変えるものである。この場合、元になる形と変形された形は互いに相似関係になる。この変形も「移動」と「回転」と同様常識的に用いられるものであり、形態イメージや使用環境への適合性によって倍率が任意に変更される。卑近な例としては、テレビのブラウン管などのように二次元的な拡大縮小によって設計されているようなものがある。ただし、三次元立体に対してこの変形は注意深く行う必要がある。それは、500 cc 用のポットと2000 cc 用とのそれを比較してみれば明らかであるが、

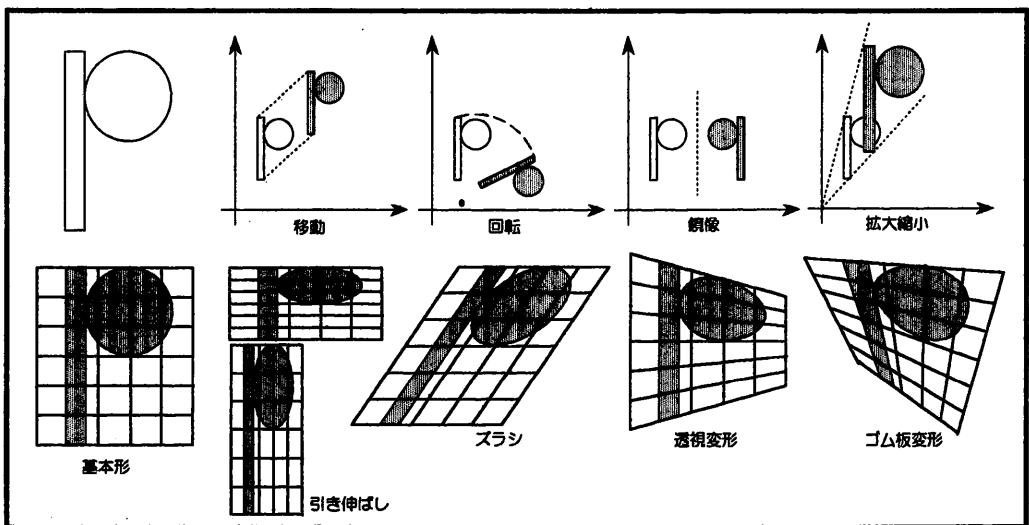


図2 幾何学的変形の視覚化

単純な拡大縮小ではなくプロポーションを変化させなければ実用に耐えうるものにはならないからである。

「引き伸ばし (stretching)」と「ズラシ (shear)」による変形は、前者が、縦横を独立変倍し正方形を長方形に変形するような操作であり、後者は、正方形をズラシて平行四辺形にするような操作である。この変形は、元の対象の形を変えてしまうものの、形内部の幾何学的平行関係は保存されるような特性をもっている。棚や引き出しなどの家具にこの特性を利用したものをみることができる。

「透視変形 (perspective transformation)」は、正方形を台形に変形するような操作である。この変形の場合、元の形も内部の平行関係も崩されるが、縦横比のみが保存されることになる。具体例をあげれば、底面と高さが決定された容器のテーパー (勾配) を変形するような場合がこれにあたる。

「ゴム板の変形」は、ゴムのような柔軟な素材の上に元図を描き、様々な方向に引き伸ばすような操作で生まれる変形である。幾何学的に言えば座標の変形を意味し、直交座標を極座標に変換したりするのもこの変形のひとつである。

以上の変形は、一般に線の結合関係を保存するような特性をもつものであり、連続変形と呼ばれている。さらにミッチェルは、二つの建物の各部屋の形が異なっても、その隣接条件が等しければそれらが同値であることを指摘し、これを非線形の連続変形の例とした。

ところで、こうして分類され系統立てられた「変形」という操作が、幾何学上の問題としてのみでなく、実際にデザインの手法として適用された実例の一部を眺めてみたい。

図3-1は、エンリコ・ボナ (Enrico Bona) による壁付け型ライトのシリーズである<sup>4)</sup>。これらの場合、元となる形が円錐台であったか円筒であったかによって使用された変形方法が異なる。仮に前者であるとすれば、「引き伸ばし」による変形によってこれらのヴァリエーションを生成することが可能となる。また後者の場合は、いったん底面を「拡大縮小」した後「透視変形」を用いることによって生成される形であることがわかる。こうした形の生成方法は、

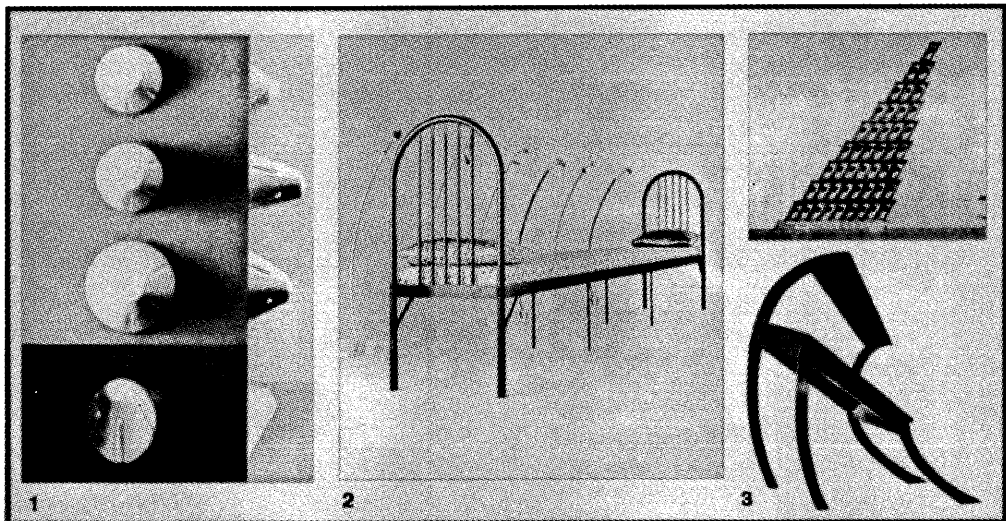


図3 プロダクトの変形

従来からヴァリエーションを生み出す方法として認知されてきたものの一つであり、ともすると安易な形態ゲームに陥る恐れをはらんだ実践例であるともいえる。ただし機能が形態がシンプルなカップや容器類などのプロポーションを検討し、シリーズ化するような場合には有効な手法として位置付けておくことができよう。

図3-2は、倉俣史朗によるベッドのデザインである<sup>9)</sup>。通常シングルサイズからダブルサイズへの変形は、横幅の「引き伸ばし (stretching)」による変形がなされる。それに対し、本例がそうした常識からすれば、きわめて異様な形態をなしているのは、「鏡像 (reflection)」による変形がベッドの足元部分を軸になされたことによるものである。したがって、通常のシングルサイズの横幅はそのまま長さのみが2倍になり、枕の位置も両端にくるといった変形をうけた形状が生成されている。ただしこれは、倉俣の一連の作品がそうであるように、モダンデザインが求めた機能性や合理性の軸をもって評価されるようなデザインでないことは明らかである。それは、従来の固定化・常識化された変形ではない新たな変形手法を用いることによって、対象に対する固定概念を打破することに成功していること。すなわち、プロダクトに機能的な道具性を求めることから、詩的なイメージを喚起させる造形性やわれわれの生活感そのものを再考させるような実験的な効果を与えている点で評価されるべきであろう。

図3-3は、シュテファン・ヴェヴェルカ (Stefan Wewerka) によるグラフィクスである。それぞれ一見して「ズラシ (shear)」による変形と「ゴム板の変形」によって生成された形であることがわかる。ところで元の形としての高層建築<sup>10)</sup>や椅子<sup>11)</sup>は、本来三次元立体である。にも関わらず、二次元ドローイングに対してこれらの変形を加えることは、結果として実用的価値を失った変形遊びに過ぎないと批判が出ることは、当然予想されることである。これに対し、フォルカー・フィッシャー (Volker Fischer) は次のように論評している。「彼が〈叩き直す〉と表現しているのは見慣れた概念像を破壊するという意図からきている。分解し新しく作り換えるというのは再構成するという意味だけでなく、分析という存在論的認識の創造的な形をも示唆している」。さらに、ヴェヴェルカ自身が、変形された椅子を“代表者の椅子”とアイロニカルな名付けをしていることなどを考え併せた時、こうした「変形」が単なる「形の変形」に止まらず「認識の変形」にまで及ぶ効果をもっていることが指摘されよう。

以上のように「変形」は幾何学的に分類され、さらにそれをプロダクトと対応付けた際の効果が先のように想定された。また具体的な実践例のいくつかからは、形の変形ということが、その応用のされかたによっては、われわれの認識そのものを変形するような大きな二次的効果をも内包していることが理解された。

こうした考察に及んで、デザイン手法としての「変形」という本論のテーマに立ち返った時、デザイン・プロセスにおける「変形」の位置付けに関しては、大きく二つの方向性が見出される。一つには、元となる形(基本形)がある程度決定された段階で「変形」を意図的・計画的に行い、ヴァリエーションを生成しながら徐々に形態を決定していったり、シリーズ化を図るといった利用方法がある。もう一つの方向は、まだ基本形やデザインの対象すら決定されていない段階で利用することである。こうした段階は、デザイン・プロセスのきわめて初期に位置するものであり、様々なアイデアや可能性のありそうな選択肢を思いつくまま言語やスケッチによって外在化していくプロセスである。したがってこの段階での「変形」とは、意図的なものではなく、思いがけないような変形をうけた形が外在化され、そこから基本形が浮かび上がってくるような効果を期待したものになる。それはまた、精度よりも柔軟に豊富にデザイン

の“芽”が外在化することが求められる段階であるともいえる。本研究が対象とする段階はまさにここであり、しかもこうした目的を実現するためには、その容易さの点からもコンピュータによる「変形」手法がその端緒となる可能性をもっている。

次章では、コンピュータによる「変形」を用いた事例を通して、この手法がもたらす効果とそれに伴う形の展開方法を、2Dグラフィクス及び3Dモデリングの両者について考察してみたい。

### 事例1（2D図形の変形）

2D図形の変形にあたっては、市販の2D画像処理用アプリケーションソフトを用いた。使用した変形コマンドについては、現在ほとんどの市販ソフトに装備されているような一般的なものであり、マウスによる感覚的な操作によって実行することができるものである。また本

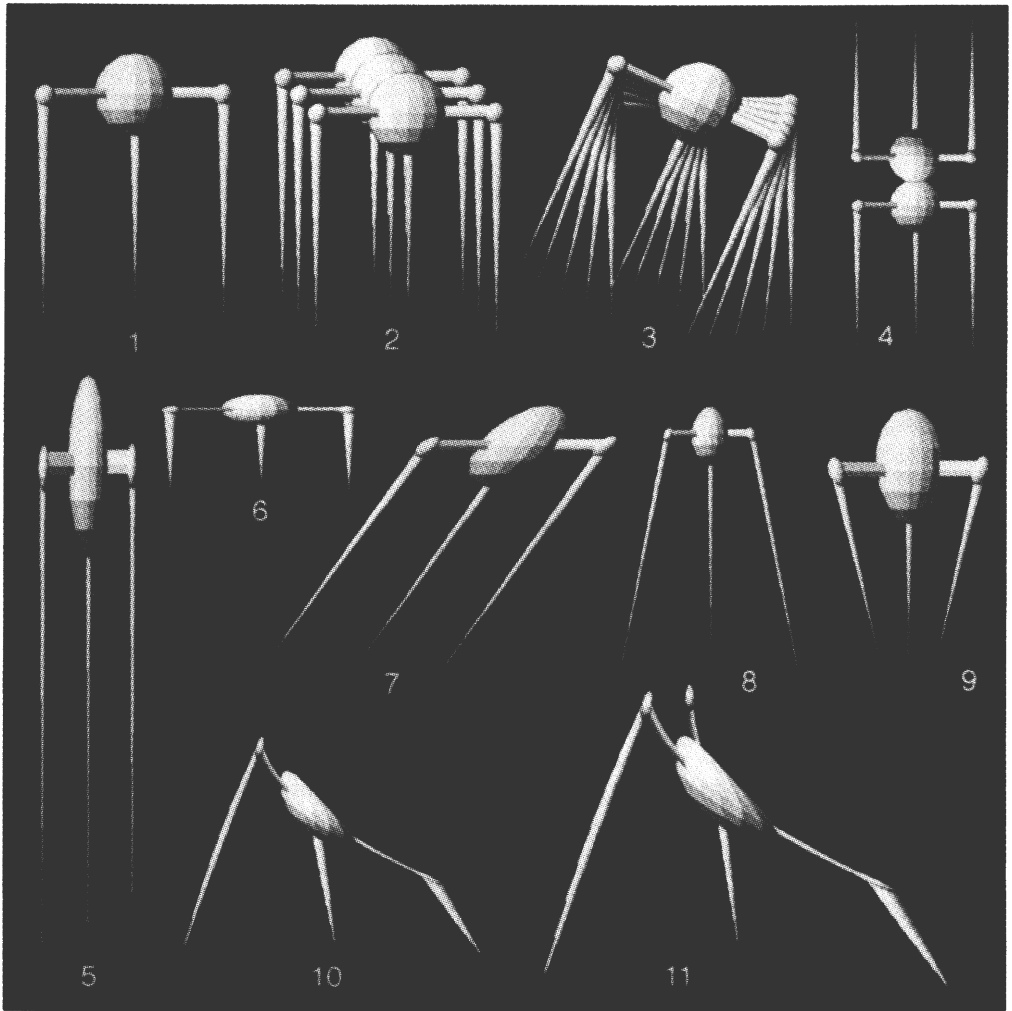


図4 2D図形の変形

事例研究においては、「変形」による創作を意図するものではなく、その効果の検証とデザイン手法としての利用可能性について考察することが目的であるため、「変形」は一種類の実行を基本とした。図4はその変形結果であり、図2とほぼ対応させてレイアウトしたものである。

1は本事例の基本形(元図)となったものである。変形の効果はその基本形によってかなりの差が予想されるが、ここでは、二次元的な変形と三次元的なそれとを比較するため、事例2で扱う“中心に球を配した三脚構造”の正面図を用いた。したがって、二次元的には3本フォークのような形状をみせている。

2・3はそれぞれ「移動」と「回転」を数回繰り返した図形である。4は上端を軸に「鏡像」反転したものに「縮小」をかけている。5・6はともに「引き伸ばし」による変形、7は「ズラシ」変形である。8・9はともに「透視変形」であるが、焦点になる側の位置をそれぞれ上・下に指定したものであり、10は、「ゴム板による変形」の一つである。

これらは、先に述べたようにそれぞれ一種類の変形を加えたものであり、最も単純な変形図形の集合である。にもかかわらず、どの図形も特徴的な様相を表わし、基本形からは抱くことができなかった様々なイメージが喚起されることがわかる。これらは二次元的な図形に過ぎないが、プロダクトデザインや立体造形として見たとき、あるものは椅子やテーブルの脚に、またあるものは、虫や鳥などの造形性をアフォード(afford)<sup>8)</sup>している。このことはさらに次のような展開を導くことも可能となる。たとえば、10のような曖昧な二次元図形を三次元的に見ることにより、鳥のようなイメージの立体造形に見立てられる。そして、部分的な形の置き換えや修正を施すことにより、11のようによりはっきりした鳥のイメージを構築することも考えられる。さらに11を人体スケールに拡大して、胴体部分を平板な形に置き換えれば、デッキチェアや長椅子の形態をイメージすることも可能かもしれない。

以上のように、コンピュータによる2D図形の変形はきわめて恣意的にしかも迅速に行うことができるため、認識対象とするためのラフな形の生成に十分な有効性が認められる。さらにデザインへの適用に関しては、次元の変換やスケール変換などの「見立て」のプロセスを挿入することでより展開が促進される。

## 事例2 (3Dモデルの変形)

3Dモデルの変形にあたっては、2D図形の変形と同様に市販のアプリケーションソフトを用いた。コンピュータによる3Dモデリングには、プリミティブ(球、立方体、円錐など)を変形・組み合わせしていく方法や、座標値を入力していくもの、また4面図によって変形を与えていくものや直接3次元空間内で変形を加えられるものなど、形自体の生成方法や操作インターフェイスが異なった様々なソフトが準備されている。ここでは、前事例同様、精度やリアリティーを求めるようなことが主眼ではなく、従来のデザイン・プロセスにおける、立体的な形の検討プロセス(パーススケッチやスタディモデルでの検討段階)を簡易に代用できるような操作性こそが求められるものである。こうしたことから、従来通りの感覚的な変形処理が可能である、プリミティブを組み合わせ変形していく方法を採用した。また3Dモデルの場合、変形のヴァリエーションが無数に出てくるが、2D図形の変形とは異なった効果が生成されるものに考察の対象を限定した。

「変形」ということに関して、2D図形と3Dモデルの大きな違いの一つに、後者が実際的な構造そのものを保存したまま容易に部分的な変形が可能であることがあげられる。それは、

元々の構造が現実的に安定したものであるならば、リアリティーのある変形ヴァリエーションを生成することができることを意味している。本事例ではこうした側面から、全体構造を保存したまま部分変形を加えていくような非線形的な連続変形に焦点を絞った。

図5はその一例であり、特に、実際の製品へ適用することの可能性とその展開方法を検討するために、既存製品との対応づけまで行ったものである。1は基本形としたもので、中心の球体を三本のフレキシブルなジョイントを備えたL字型の脚で支えた構造体である。この構造体のうち、垂直に伸びた三本の脚は大きさも位置も固定したまま、中心の球体を徐々に下方に移動していったものが、2・3・4（上段が正面から、下段が斜め上から見た図）である。これらは、球体の「移動」に伴い、それを水平に支えていた三本のアームは、ジョイントの角度を変えながら長さのみが「引き伸ばし」されているといった変形結果を表わしている。この変形は最も単純な操作の一つであるが、正面方向からの見え（フロントビュー）と斜め上からの

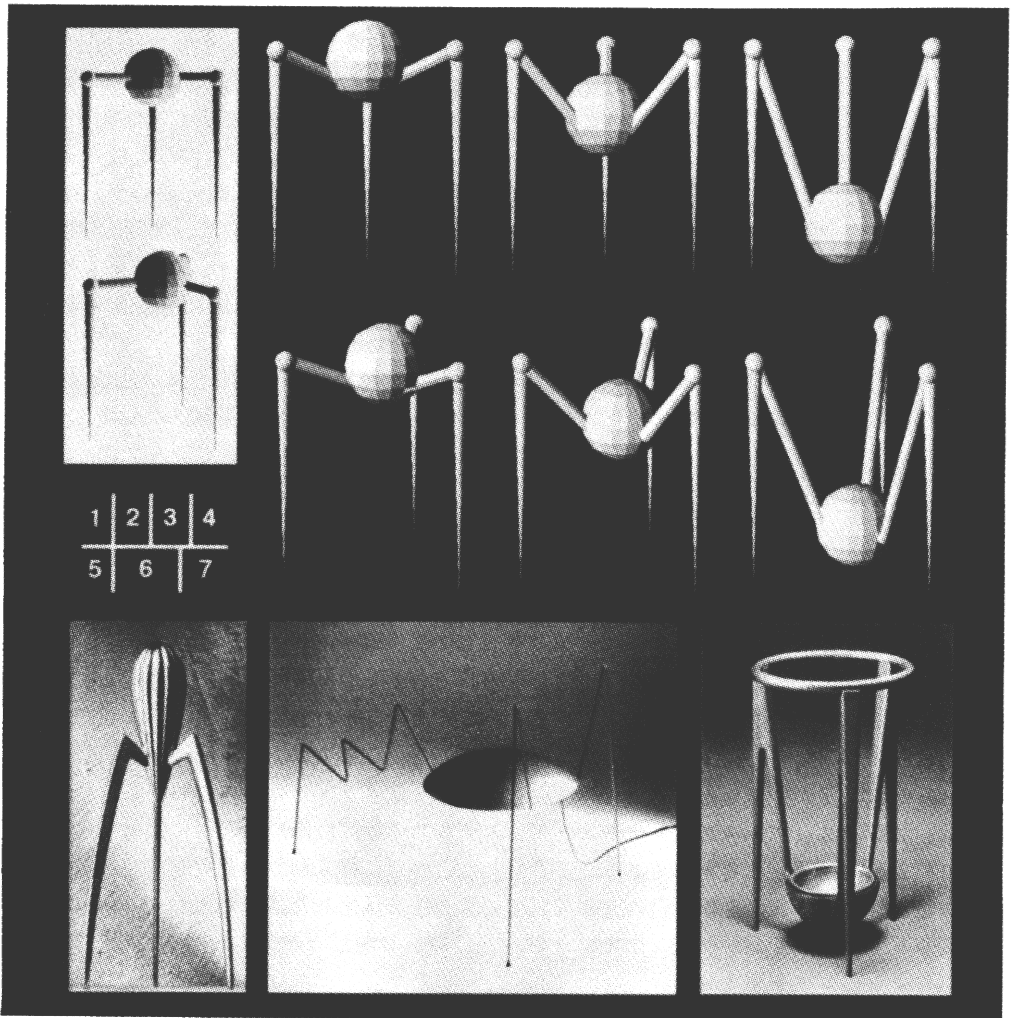


図5 3Dモデルの変形



見え（パースペクティブビュー）の切り換えが瞬時に行えることで、外在化された対象を実在物として認識しやすく、対象がアフォードする内容に2D図形とは異なったリアリティを感じる事ができる。

ところで、基本形となった三脚の構造は、プロダクトデザインなどの分野においては、家具等様々な対象に組み込まれる基本的な構造として一般化している。そのため、ここで行われた3段階の変形結果にきわめて類似した既存製品を取り上げることができる。5は、P.スタルクによるレモン絞り<sup>9)</sup>、6は、J.マリスカルによるテーブルライト<sup>10)</sup>、7は、蛸名紀之による傘立て<sup>11)</sup>であり、胴体部と脚部の形状と接合関係に着目すれば、それぞれ2、3、4の3Dモデルとの構造的な対応関係が認められる。ただしそれは、あくまでも概念的な構造が類似しているに過ぎない。実際の製品としての造形性や機能性を備えるためには、各部の形状・素材の置き換え（球を紡錘形や半球に置き換えることなど）や別部品の組み合わせ（傘立てとして機能させるために上部にリングを組み合わせるなど）が必要であることも同時に示唆する結果となっている。

以上のように3Dモデルの変形が、ラフな形のデザイン手法としての有効性があることと同時に、さらに具体化を進めて行くためには、「変形」の他に「置き換え」や「組み合わせ」などの操作が必要となってくる事が理解された。

## まとめ

デザインプロセスの初期段階における形の生成手法として、コンピュータによる「変形」を利用しようとする試みは、いくつかの点で有効性が認められる。その一つには、従来のプロセスに見られた「恣意性」を維持したまま、より迅速で豊富な形のヴァリエーション生成が可能であること。それは、個人の頭の中でシミュレートされる範囲を超える場合もありえる。さらには3Dモデルの変形のように、変形行為と結果に現実感を伴わせることができるためより具体化を促すような対象の生成ができることなどである。ところが、事例1・2からも理解されたように、単に対象の幾何学的「変形」のみでは、直接デザインの成果に結び付くような形は生成されえない。「変形」された形は次の具体化を展開するための認識対象に過ぎないと考えるべきであろう。むしろ重要なことは、「変形」結果が次の「見立て」プロセスを誘導する

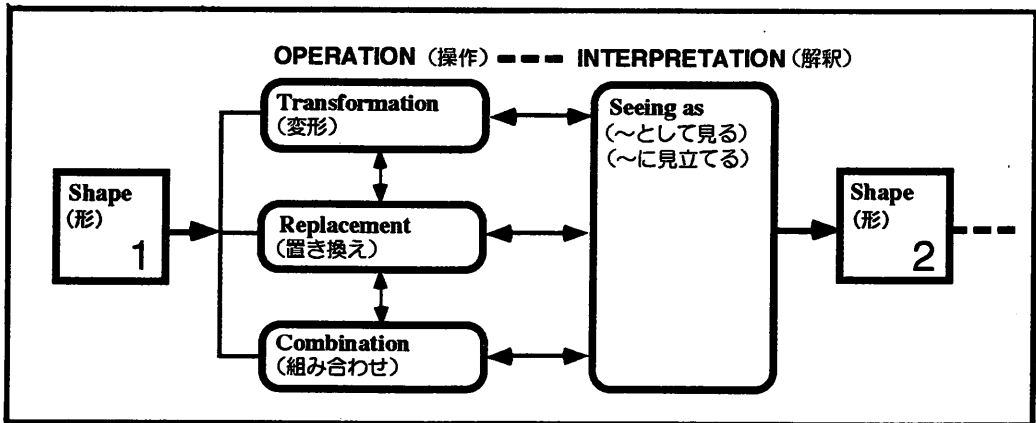


図6 形の変換モデル

点にある。すなわち、事例1で行われたように造形物として形態的に見立てたり、事例2のように道具として機能的に見立てたりといった人間側に依存するプロセスが挿入されることにより、より具体的な「変形」や「置き換え」、「組み合わせ」などの加工処理が施されていくのである。

図6は、こうした考察結果をもとに形の変換をモデル化したものである。「形1」が「形2」に変換されるプロセスは、「変形」などの「操作プロセス」と「見立て」などの「解釈プロセス」が互いに相補的な役割を担いながら構成されていると考えることができる。そして、「操作プロセス」側にこそコンピュータの利用が求められるはずである。

以上が本研究から理解されたことであるが、ここで考察された「変形」や「置き換え」、「組み合わせ」を近年「デザインの演算」として見る見方も出てきている<sup>9)</sup>。今後は、この視点についてさらに検討を進めるとともに、デザイン・プロセスにおいてコンピュータによって代替すべきプロセスと人間側に依存すべきプロセスの特性分類について考察を進めていきたい。

#### 注)

- 1) 伊藤文彦；「デザイン・プロセスにおける“アイデア展開の段階”について」、静岡大学教育学部研究報告（人文・社会科学篇）第39号，pp. 33～42，1989.
- 2) 伊藤文彦；「デザイン・プロセスにおける“アレゴリー”と“レファレンス”について」静岡大学教育学部研究報告（人文・社会科学篇）第41号，pp. 75～84，1991.
- 3) William J. Mitchell；「建築の形態言語」，鹿島出版会，pp. 113～133，1991.
- 4) “KEOPE”，designer：Enrico Bona，SKIPPER社（1991）カタログより
- 5) “LAPUTA”，designer：倉俣史朗，Design News 1993-223 p. 16より
- 6) “Prospekt für einen Telefonzellen Turm”，designer：Stefan Wewerka，Designheute（1989）カタログより
- 7) “Vertreterstuhl-1970”，designer：Stefan Wewerka，Design heute（1989）カタログより
- 8) J. J. Gibson；「生態学的視覚論」，サイエンス社，pp. 42～44，1984
- 9) “Juicy Salif”，designer：Philippe Starck，ALESSI社商品パッケージ写真より
- 10) “Lampara Arana”，designer：Javier Mariscal，SKIPPER社商品カタログより
- 11) “フィオレットレインスタンド”，designer：蛸名紀之，室内1993 No. 466より