

CG 機器とその応用

尾本林貞 牧野寛

ダイキン工業株式会社 電子技術研究所

あらまし

CG (コンピュータグラフィックス) 研究の最近の話題は、Scientific Visualization という言葉に代表される、実世界を考慮したシミュレーションの視覚化である。

一方、CG 応用という観点からは、産業応用システムが盛んに開発されているのが現状である。

本稿では、CG の人文科学分野への応用について述べる。

先ず、CG における基本機能及び機器構成について紹介し、次に、人文科学に関連する分野での応用例を挙げ、その目的、効果、今後の課題について述べる。

Computer Graphics Systems and their Applications

Shigesada Omoto , Hiroshi Makino

Electronic Engineering Laboratory

DAIKIN INDUSTRIES.LTD.

1000-2 Ohtani, Okamoto-Cho, Kusatsu Shiga 525, Japan

Abstract

Recent topics around computer graphics researches, such as scientific visualization, are visual simulation taking account of the physical world.

While, from a point of view of computer graphics application, many kinds of systems applied to industry have been developed.

In this paper, application of computer graphics technology to the fields of humanities is described.

First, basic functions and structures of computer graphics systems are introduced.

Next, some examples of application related with the fields of humanities are shown, their purposes, effects and some problems to be solved in the future, are also mentioned.

1. まえがき

人間の視覚による情報の取得は極めて高く、外界から得る情報の85%は目に入った画像によると考えられている。その意味で、情報伝達手段として、情報を可視化することが重要であり、そのためにコンピュータ・グラフィックス（以下、CG）の利用が有効である。

従来CGでは、放送映像や展示会などにおける娯楽分野、芸術分野が主な対象であった。

しかし現在では、技術計算結果のビジュアル表示、インダストリアル・デザイン、建築景観シミュレーション、フライト・シミュレータ、分子設計、医学など、一般製造業分野におけるCAD/CAMを含め、幅広い分野に適用されようとしている。

本稿では、人文科学への応用を前提に、CG機器とその応用例を紹介し、CGを利用することにより何が出来るのか、また、どのような機器構成が必要となるのかについて述べる。

2. 基本機能と機器構成

3次元物体の形状を定義し、最終的にリアルな画像を得るには、

- 物体の形状定義を行うモデリング
 - 形状定義された図形データに対し、リアルに表示するために種々の処理を施すレンダリング
 - 動画効果を出すためのアニメーション
- 等の機能が必要となる。

2. 1 モデリング

3次元モデルは、

- プリミティブ（直線、円、曲線、多角形、自由曲面等）の組み合わせ
 - プリミティブで定義した断面形状に対する回転や、直線あるいは曲線方向への押し出し
 - 定義した平面、曲面への穴あけ
- 等の作業により形状定義され、
- 拡大、縮小、回転、移動、複写
 - 多角形の頂点や曲面の制御点の移動による変形
 - 面取り、丸み付け、引出し

等による編集により、作成される。

それらは、頂点や線分、多角形などの図形要素とその接続関係によって、大きく三つのモデルに分かれる。

①ワイヤーフレームモデル

直線及び曲線で図形を定義する。面積や体積の概念がなく、隠線消去や隠面消去が出来ないため、立体感の表現力に欠けるが、反面、計算量が少ないため、リアルタイムに図形の表示が出来、アニメーション等の一次的な動作確認に使用される。

②サーフェスモデル

多角形や曲面によって、図形を構成する。隠面処理や陰影付けにより、ワイヤーフレームモデルに比べ、より立体感を表現できるが、その分高度な処理が必要であり、計算量も多くなる。

現在のCGでは、このサーフェスモデルが一般的によく使用される。

③ソリッドモデル

多面体を基本にして構成される。多角形、自由曲面の集合として表現され、面は外部、内部の方向の情報を持つ。また立体としての種々の情報から、断面図、物体同志の干渉、重量、重心などを求めることが出来るが、さらに大きい処理能力が必要とされる。

2. 2 レンダリング

モデリングされた図形に対し、以下の処理を施すことにより、リアルな最終イメージを得る。

①シェーディング（陰影付け）

• フラットシェーディング

立体を構成する個々の多角形に対し、各々一度の輝度計算を行う。計算量は少なく済むが、角張った表現になる。

• スムーズシェーディング

フラットシェーディングに比べ滑らかな形状表現が出来る。各頂点の輝度を線形補間するグローシェーディングと、各頂点の法線を線形補間してその法線よりその点の輝度を求めるフォンシェーディングがある。

②光源

太陽光的な平行光源と、距離による減衰の影響を受ける点光源及びスポットライトがある。

③環境光と反射光

空間に一様に分布し、物体を一様な明るさで照らす環境光（周囲光）と、視線に無関係に陰影付けが行われる拡散反射光、及び視線と物体の法線と光源との関係によって陰影が付けられ、金属やプラスチックなどのいろいろな材質によるハイライトを表現出来る鏡面反射光がある。

④透過表現

物体の透過率を指定することにより、アクリルやガラスのような実物に近い表現が可能となる。

⑤マッピング

・テクスチャマッピング

物体の表面に沿って任意の図柄を張り付ける。

・バンプマッピング

物体表面の法線をバンプデータにより傾けることによって、見かけ上の凹凸感を出す。

⑥アンタイエイリアシング

線分や多角形のエッジ部分に発生するジャギー（ぎざぎざ）を目立たなくさせる。

⑦モーションブラー

図形を動かした場合のストロボ効果による不自然な感じを軽減し、動きを滑らかに見せる。

⑧レイトレーシング

視線と物体の法線と光源からの入射光だけでなく、他の物体から反射されたり他の物体を通過する光も考慮した大域照明モデルを用いることにより、隠面消去、透明感、屈折、シャドウ、映り込み等の効果が得られる。

2.3 アニメーション

モデリングした図形の基本的な動きを決めるキーフレームと、そのキーフレーム間の軌道を設定することにより、コンピュータがそのキーフレーム間を補間し、画像を自動生成する。

カメラ、物体、光源の回転、平行移動や時間の圧縮、伸長等を行うことが出来、メートルなどの実測値による動きを指定することによりアニメーションの作成が行える。

以上、基本機能を述べたが、例えば、静止画を印刷物に使用する場合、高い解像度（2K×2K程度）が必要となるため、各種レンダリング手法を用い、高品質な画像データを生成しなければならない。

一方、ビデオアニメーションでは、解像度はNTSCの規格で規定されるため、必要（525×768程度）以上に精度を追求しても意味がない代わり、アニメーション機能の比重が大きくなる。

このように、応用目的によって使用する機能や要求される処理能力も異なり、結果、次に述べる機器構成も違ってくる。

2.4 機器構成

図1に一般的な機器構成を示し、各々の機能について簡単に説明する。

①図形入力装置

平面入力、あるいは回転量により、座標値や変位量の数値データを発生する。

②画像入力装置

ビデオ撮影された映像や写真等の画像原稿をデジタル数値に変換する。

③④⑤コンピュータ本体

演算処理部とグラフィックス処理部とからなり、必要とされるCPUパワーとグラフィック性能の関係から、種々の構成が存在する。

⑥ビデオ・プリンタ

ビデオ信号から直接、紙に印画したり、フィルムへ記録したりする。

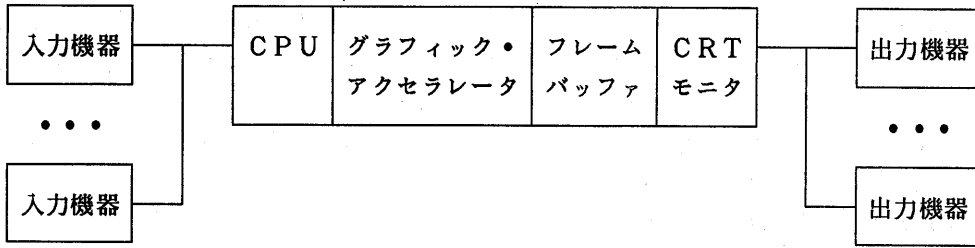
⑦ビデオ関連機器

コンピュータ上で作り上げた画像データを、高解像度から低解像度に変換したり、一コマ単位でVTRに映像を録画したりする。

3. 建築景観シミュレーション

画像処理、図形処理の代表的な応用例として、建築景観シミュレーションがある。

通常、建築設計を行う場合、企画設計、基本設計、実施設計という手順を踏む。その中で基本設計から実施設計に移る際、建築モデルを周囲の風



① 図形入力装置

- ・マウス
- ・タブレット
- ・ダイアル等

② 画像入力装置

- ・ビデオカメラ
- ・スキャナ等

③ グラフィック・ワークステーション

④ エンジニアリング・ワークステーション

- or パーソナル・コンピュータ
- + グラフィック・アクセラレータ

⑤ メインフレーム

- or スーパーコンピュータ
- or ミニコンピュータ
- + グラフィック・ディスプレイ・ターミナル

⑥ ビデオ・プリンタ

- ・カラーハードコピー
- ・フィルムレコーダ

⑦ ビデオ関連機器

- ・スキャンコンバータ
- ・ビデオコマ撮り装置
- ・VTR

図1 一般的なCG機器の構成

景と合成、環境アセスメントを行い周囲との調和を計ったり、外観、内部構造、設備等のいろいろな視点から検証を行うことが重要となるが、その手法は、先進の建築デザイン分野に於けるプレゼンテーションのみならず、歴史上の建造物の再現等に応用が可能である。

図2に建築景観シミュレーションシステムの例を示し、以下に、その応用例を挙げる。

3. 1 時代考証

古代遺跡、古墳、江戸時代の町並み等、既に存在しない過去の建造物を、3次元CGを使用し、立体画像で再現する試みが種々行われている。

その手法は個々に異なるが、基本的には建築設計と同様であり、過去の文献により得られたデータを基に、計算機に入力し、映像化していく。

①再現物の基礎データは、過去の数少ない文献やその後の調査により得られたデータを基とし、現存する当時の建築物や、類する他の建築物に関する文献からも類推する。

②こうして得られた、構造、部材、地形等の寸法、データの一つ一つをコンピュータに入力、3次元モデル化する。

③徐々に立体化し始めた建築物に対して、作業段階で、あらゆる角度から検討や考証を加える。

④遠近感を出すための透視変換、光源の位置や角度、周辺の自然物の様子、映像化を考慮しての色の調整等、を行う。

以上の作業から、これまでは想像するしかなかった当時の景観が再現出来、視点を変えることによる任意の位置からの眺望が可能となる。

また、構造物の強度や重量の計算を行うことも不可能ではない。

そういう意味では、基礎データが時代考証に頼るか、設計図から得るかの違いはあれ、目に見えないものを作り上げていくという意味では現代の建築設計景観シミュレーションと同じである。

図3に、CGによる再現例を示す。

3. 2 環境アセスメント

電力分野に於て、鉄塔建設予定地での、送電用鉄塔の建設前に、鉄塔と周囲環境との景観の調和を評価するシステムがある。図4に処理フローと装置の概要を、図5に鉄塔モデルと風景画像の合成例を示す。

<COMTEC. DYNA-ARC>

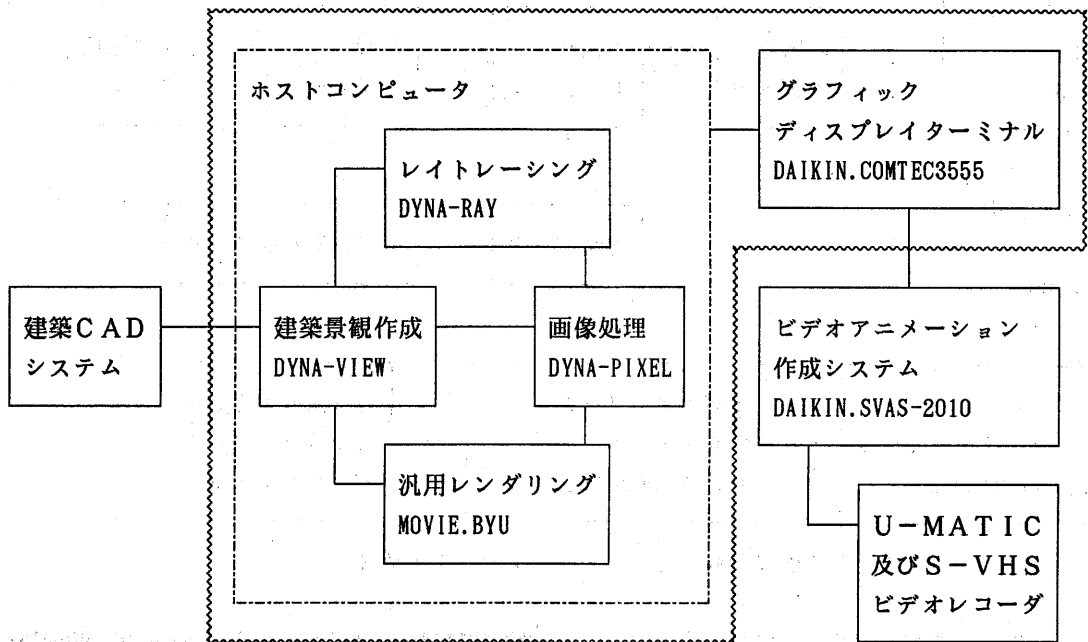


図2 建築景観シミュレーションシステム

最終目的は、コンピュータによりモデリングされた鉄塔と、建設予定地の風景写真とを画像合成することにある。主な作業としては、

①鉄塔モデラーにより送電用鉄塔の形状データを作成する。形状データの表示方法には、遠景用のワイヤフレーム表示と近景用のシェーディング表示がある。

②透視変換モジュールにより、鉄塔モデラーからの寸法データと地図データ上の観測点、建設位置情報、及び視点位置、方位等の情報を用いて、鉄塔の画面表示位置を推定する。

③合成モジュールにおいては、グラフィックディスプレイターミナルの隠面処理機能（Zバッファ）を利用している。画面上に鉄塔モデルを表示し、スキャナからの風景画像に鉄塔より奥のZ値を与え表示することにより、両者の合成が行われる。ただし、場合により、手前に山の一部分があったり、脚の部分が木に隠れるなどの状況があるため、画面上で対話的にその部分を指示することにより、鉄塔の一部を隠すことが出来る。

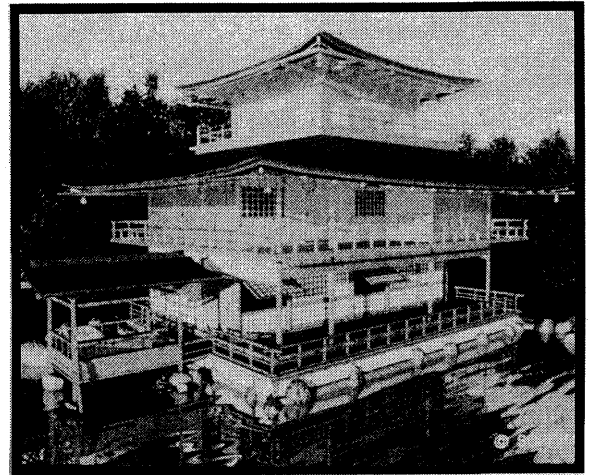


図3 古代建築モデルの例

④透視変換及び隠面処理を含めた合成を行っても、風景画像に比べて鉄塔が鮮明に見えるため、不自然な感じが残る。そこで、地図データからその距離を出し、風景画像データから適当な点をサンプリングして、かすみ係数を求め、鉄塔の色を補正する。

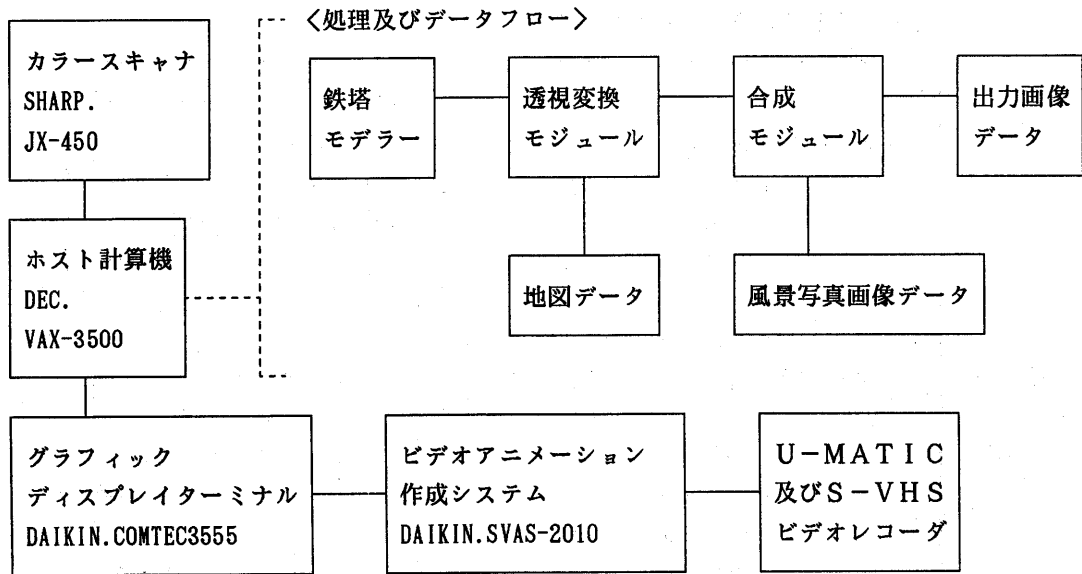


図4 鉄塔建設景観シミュレーションシステム概要

⑤以上の結果、ある場面での静止画での合成が行えたが、さらにビデオアニメーションシステムを用いて、視点の移動に合わせた各場面での画像合成を行いVTRに録画することにより、動画によるリアルタイムシミュレーションを行うことも可能である。

以上、電力分野における応用例を述べたが、自然環境との調和という点では、自然環境の変化に対する考慮も必要な場合がある。そのような場合、草や木の成長モデルを作り、実際に成長していく過程をシミュレーションし、例えば、半年後、1年後の草木の様子を予想評価する、あるいは、河川の水量の変化をシミュレーションするなど、種々の応用が考えられる。

4. アニメーション、アート/意匠デザイン

デザイナーあるいはアーティストが、自分のアイデアをプレゼンテーションする場合、今まで絵画、セル画等の人手に頼っていた部分を、CGを使用することにより、よりリアルに、高速に、容易にビジュアル化することができ、意匠デザイン、アニメーション、アート等、感性の領域に、威力を

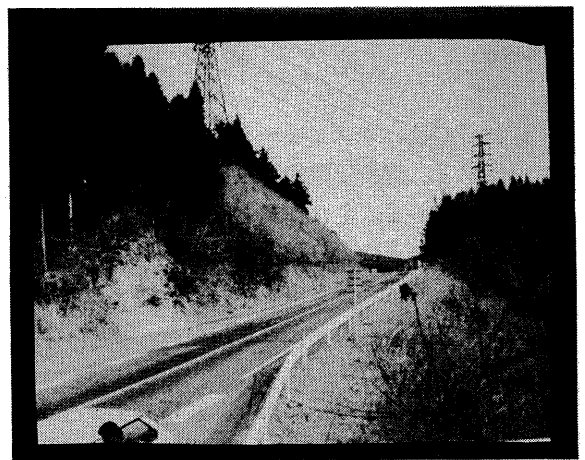


図5 鉄塔モデルと風景画像の合成

発揮する。

図6に、3次元デザインアニメーションシステムの例を示す。

4. 1 アニメーション

CGアニメーションの代表例として、テレビの番組やコマーシャルでよく見られる、番組タイトルや会社名が遠くから飛んで来て目の前にくる回転した後、また遠くへ去っていく「フライン

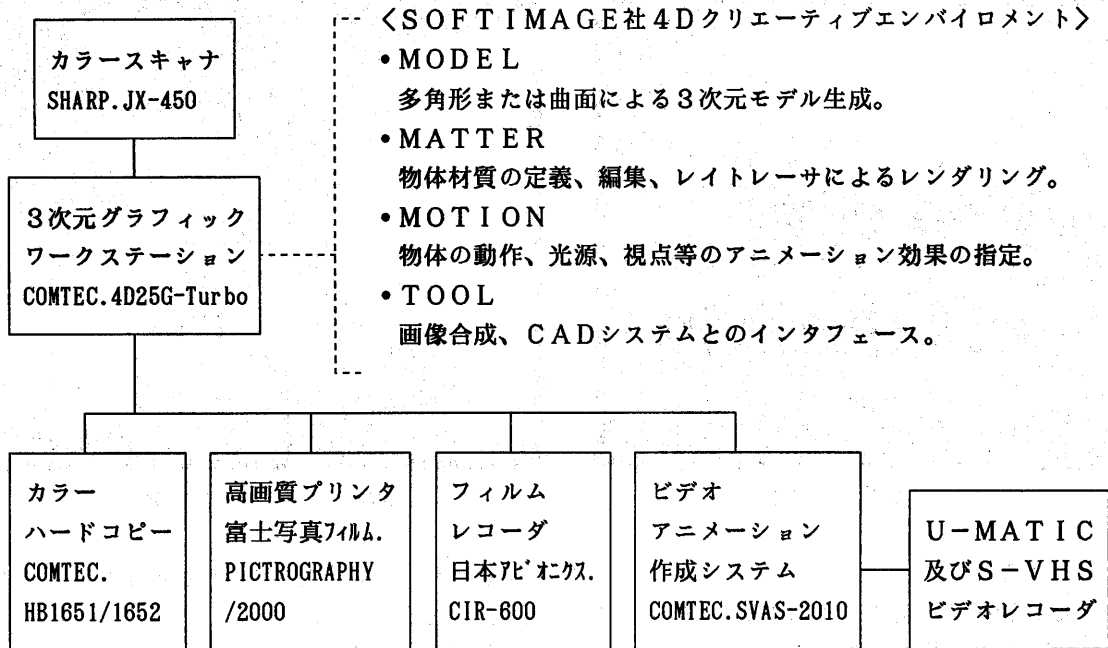


図6 3次元デザイン・アニメーションシステム

グ・ロゴ」と呼ばれるものがある。それを例にアニメーション製作過程の概略を述べる。

①モデリング

描きたいロゴ形状を、平面や球、円柱などのプリミティブを組み合わせて、ディスプレイ上で対話的に3次元モデルを作成する。

②レンダリング

モデリング作業により作成した形状への着色、材質感の指定や、光源の色、位置、影や陰影付け等を施し、よりリアルな表示を行う。

③アニメーション

モデリングした形状の基本的な動きをキーフレームとして設定、いくつかの時点におけるロゴの位置座標を指定する。また同時に、そのキーフレーム間の軌道を曲線等で設定する。

コンピュータは、そのキーフレーム間の画像を補間によって自動生成して、各フレームの画像を生成する。

④こうして作成した各コマを、ワイヤーフレームまたは低解像度な映像でリアルタイム表示し、アニメーションのチェックを行い、最終的にフルカ

ラーによりレンダリングした結果を、ビデオあるいはフィルムに出力し、アニメーション化する。

フィルムレコーダの場合、24コマ/秒、ビデオレコーダの場合、30コマ/秒で出力する。

図7にCGロゴの出力例を示す。

その他、CGの最大の効果の一つである、視覚化による内容の容易な理解を利用して、例えば、幾何学や物理法則を分かりやすく説明する等の、教育現場でのCGアニメーションの利用が考えられる。

4.2 アート/意匠デザイン

現代では、アートという創作的側面と、テクノロジー、テクニックという技術的側面が分離してしまっているが、アートの語源は、その両方の意味を含んでいる。

CGアートは、現代のテクノロジーの集積であるコンピュータとアートを融合することにより生まれ得る表現であり、その意味で語源に近いと言える。それを工業製品に結び付けたものが意匠デ



図7 CGロゴの例

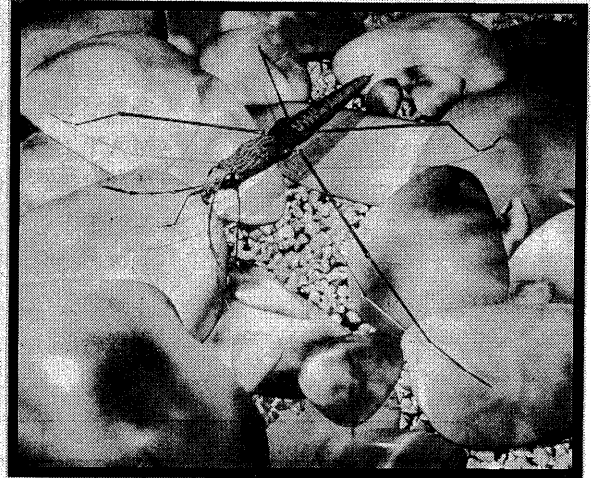


図8 CGアートの例

ザインである。

その製作過程は、他のCGと同様、モデリングとレンダリングを基本とするが、アートに近付くにつれ、画像処理的な面も含まれ、実写映像との編集及び合成等が不可欠となる。

また、アーティストやデザイナーが感性の領域で創造した自由奔放なアイデアを、一部のスペシャリストだけでなく、誰でもが自らの手でビジュアル化することが出来る道具とするには、マンマシンインタフェースが重要な比重を占める。

映像製作においても、新しい製作技法としての要素を持っていることは明かであるが万能ではなく、今後、他の映像製作手法との融合を計っていく必要がある。

図8にCGアートの出力例を示す。

5. むすび

CGの有用性、重要性が言われて久しい。

娯楽、芸術分野での映像製作に始まったCGの応用は、今、ビジュアライゼーションやプレゼンテーションの認識の高まりと共に、コンピュータ・アプリケーションにおいて重要な位置を占めつつある。

人文科学の分野においても、そこから多くのヒントを得て応用されることが予想されるが、そこにはいくつかの解決すべき課題がある。

その一つに、応用分野に関わらず、データ、特

に3次元データの入力をいかに正確かつ効率的に行うかがある。

と同時に、CGの専門家でない人に、いかにCG機能を分かりやすく有効利用させるか、逆に言えばいかにCGを意識させないインタフェースを提供できるかも重要である。

また、画像データと図形データとの合成だけでなく、入力された画像データからコンピュータによる自動モデリングを行う等、本来の画像処理技術との融合を計っていくことが必要であり、その意味で、今後CGにおける図形処理と画像処理の関わりはますます強くなっていくだろう。

参考文献

- (1) 山口富士夫：実践コンピュータグラフィックス、基礎手続きと応用（日刊工業新聞社）
- (2) 田中、平野他：電力分野における画像処理技術の応用、情処第38回全国大会、(1989)
- (3) 1990年のCAD/CG産業を展望、日経CG、1990年1月号（日経BP社）
- (4) 今使えるCGシステム全調査、PIXEL、'89. 3月号（図形処理情報センター）
- (5) 稲蔭、内山、コンピュータグラフィックスアート（パーソナルメディア社）