5. テレビ放送におけるコンピュータグラフィックスの課題と展望

正会員 為ヶ谷 秀 一[†], 正会員 国 重 静 司[†]

1. ま え が き

コンピュータ技術の発達により、コンピュータグラフィックス(以下CGと略す)技術は急速な進歩を遂げてきている。CGにより生成された映像は、マン・マシン間のインタラクティブなコミュニケーション手段として、あるいは自然界の様々な事象のリアルな表現にと、多くの分野において、その応用の可能性が試みられ、その範囲はさらに拡大する傾向にある。

テレビ放送でも、CG映像は、いまや番組のタイトルアニメーションで日常的に見られるようになり、さらに科学番組で扱われているような、いままで映像化が困難であった物理現象がアニメーション映像として解説されるなど、テレビ放送におけるCGは研究レベルから、番組の質そのものを高めるような実用的な応用へと進展をみせている。

筆者らは、テレビ番組の多種多様なニーズの各々に対応する電子映像(電子ペイントによる静止画、2次元リアルタイムアニメーション、リアルな3次元アニメーションなど)を生成するCG技術と、長い間つかかってきたアナログ・ディジタル映像処理技術を総合的に組合せた手法により、放送局独自の効果的な電子映像制作の取組みを進めている¹⁾。

以下では、まず、テレビ番組におけるCG応用の新しい可能性を示すものとして、映像ロボットによる3次元アニメーションおよび物理現象の映像化の具体例について述べる。次に、最近、海外におけるCG動向調査の機会を得たので、その概要を述べる。最後に、今回のテーマであるテレビ放送におけるCGの課題と展望について、筆者らの経験をふまえた立場から概説する。

2. テレビ番組応用への新しい可能性

CG技術は多くの分野で応用されており、テレビ放送では、これらのすべてが番組テーマの対象となりうる。現に1980年代に入ってから、視聴者に斬新なイメージを与えてきているCG映像を使用したコマーシャルや番組タイトルアニメーションに加えて、筆者らが手がけている映像ロボットの3次元ヒューマンアニメーションおよび地形データ、気象データを利用した物理現象の映像化などが行われている。

このなかで、特に映像ロボットアニメーションや物理現象の映像化は、番組の流れの中で一般の放送素材と密に融け合うことにより、さらに高い番組効果および番組の質の向上につながるCG応用の新しい可能性を追求する試みである。ここでは、その各々について概要を述べる。

2.1 映像ロボットによる3次元ヒューマンアニメーション

人体運動は複雑であり、この再現に関する研究は医学、ダンスなど古くから多くの分野で行われている。筆者らは、写真1に示す表示モデルにより、人間の繊細な動作を3次元アニメーションとして再現した。これは、1984年4月から1年余りにわたる大型企画番

写真1 映像ロボット表示モデル

[†] NHK 送出技術局 総合運用技術部

"5. A Subject and Prospect of Computer Graphics in TV Broadcasting" by Hideichi Tamegaya and Seiji Kunishige (Network Operation and Engineering Department, NHK, Tokyo)

図 1 骨格モデル

図 2 骨格モデル・データ構造

組「21世紀は警告する」の中でアンカーパーソン（司会者）として登場させた²⁾。

(1) 映像ロボットのモデルおよびデータ構造

映像ロボットは、図1に示すように61個の関節および骨から構成され、手足の細やかな動作の表現が可能になっている。ロボット構造は、図2に示すように階層的な木構造として表され、各々の骨の位置は、この図の接続情報をもとにマトリクス計算により求められる。表示モデルとしては、番組イメージを考慮し、写真1に示すように、骨を長軸とする回転楕円体中に、一様乱数で発生させた点の集合体を用いた。各々の回転楕円体中の色は、骨の部分は明るく、骨から外側に向うにしたがって暗くなるように設定した。

(2) アニメーション制作

映像ロボットのアニメーション制作用ソフトウェアシステムを図3に示す。図において、まず動作データの開始と終了の2つのキーフレームデータを対話的に作成する。2つのキーフレーム間のデータは線形補間により自動的に生成される。次にカメラワークデータ

写真 2 動作データ入力用メニュー画面

図 3 アニメーション制作用ソフトウェアシステム

写真3 カメラワークデータ入力用メニュー画面

写真4 地形データ映像化例(富山湾海底)

は、動作データと同様に、写真3に示すメニュー画面を用いて、カメラの移動経路を指定することにより作成される。

アニメーションは、画像ソフトウェアが、これらのデータや背景、動作シーケンスなどのいわゆるシナリオが格納されているスクリプトファイルを参照しながら、1フレームずつ映像化し、これを順次コマ撮りすることによって制作される。

2.2 物理現象の映像化

気象や地形などの物理現象をリアルなアニメーション映像として視覚化すれば、これらの直観的な理解が容易になる。ここでは、あらかじめ観測されたほう大な量のデータを利用して映像化した場合と、観測データは用いず、一般的なCG技術により物理現象の概念を説明するために映像化した実際の放送応用例を示す。

(1) 観測データ利用による映像化

観測データをCGで映像化するプロセスを図4に示す。観測データは一般にメッシュ状になっており(メッシュデータ)、磁気テープで供給されることが多い。映像化の手順は、まず現象毎に異なるメッシュサイズ、データフォーマットなどに対応をとるような入力データの処理を行う。次に、例えばメッシュ間のデータを補間するなどの表示のためのデータ生成を行う。

最後は、このデータを利用して表示色の設定を行う彩色処理である。この処理は、CGで一般に使用されている照明モデルと観測データに依存した手法を目的によって使い分けている。

(a) 地形データの映像化 地形データ利用による

図4 観測データの映像化

る映像化の一例として、富山湾海底地形の3次元表示を写真4に示す。映像化の詳細は文献³⁾に譲るが、その概略は次のようになる。

まず、地形の凸凹を理解しやすくするために、供給された観測メッシュデータの深さを、広がりとお興行きに対して約10倍に強調する。次に、地形全体を、3次元情報をもつ4個のメッシュデータで構成される多角形の集まりとして定義する。表示は多角形の各々に彩色処理をすることによって行われる。彩色処理は多角形の面上の法線ベクトルと光源の単位ベクトルとの内積によって求められる輝度によって行う。

(b) 風向量データの映像化 これは図5に示すように、地球表面を緯度方向に46ポイント(約4°間隔)、緯度方向に72ポイント(5°間隔)のメッシュ状

図5 風向きのメッシュデータ

写真5 風向量データ映像化例

写真7 物理現象の概念説明のための映像化例(太陽の環)

に分割し、ヒマラヤがある場合とない場合について、各地点の風向量データをもとに、風の流れをアニメーション映像で解説したものである。映像は写真5に示すように、風向きを線ベクトルの向き、風の強度を線ベクトルの長さで表現し、それを地球表面上にマッピングしたものである。また、風の流れがよく理解できるように映像特殊効果機器を使用して残像効果を付加してある。

(2) 物理現象の概念説明のための映像化

物理現象の概念を説明するために、「どんな現象をどう解り易く見せるのか」という制作コンセプトに基づき、物理現象を表現あるいは予測するものである。

映像化の手順は図6に示すように、制作コンセプト

に基づいた形状モデルを定義し、それにスケーリングなどの変換処理を行って表示データを生成する。そして、CGで一般的な照明モデルにより彩色処理を行い表示するものである。

(a) 見通し景 写真6は、建物(絵画館)の前に植えられている並木の高さが各々等しい場合(a)と、そうでない場合(b)の見通し景の比較をアニメーション映像化した例である。

(b) 太陽の環 写真7は、宇宙空間の“チリ”が太陽の引力によって引き寄せられ、太陽の引力と光の放射による圧力が釣り合ったところで、チリが“環”を形成する様子をアニメーション映像化したものである。チリの発生には乱数を使用している。

<制作コンセプト決定>

図6 物理現象の概念理解のための映像化

(a)

(b)

写真6 物理現象の概念説明のための映像化例(見通し景)

3. CG 技術の海外動向

米国で開催された SIGGRAPH'85 において、海外での CG 技術動向をみる。SIGGRAPH'85 では、各種セミナーやテクニカルプログラムとともに、最新の機器展示が行われた。

セミナーおよびテクニカルプログラムでは、アーティストおよびコンピュータエンジニアなど多くの参加者があり、「ビデオ技術を使用したコンピュータアニメーション」、「TV 放送におけるコンピュータグラフィックスアニメーション」など、ビデオ技術と組合せた CG の応用についても活発な討論が行われていた。

機器展示における CG システムの特徴は、リアルタイムの高速画像発生をターゲットとするシステムと、IBM-PC による高品質の 3 次元画像発生アニメーションシステムのように高度のソフトウェアによる小システムとの極めて対照的な出展がなされていたことである。

Lucas Film 社のイメージコンピュータ“Pixar” (写真 8) は 40 MIPS の高速処理により、 2000×2000 ピクセルから 4000×4000 ピクセル (1 ピクセル当り 32 ビットまたは 48 ビット) の画像を取扱え、また、NTSC 信号をウィンドウによって切り出すことができる。Silicon Graphics 社の IRIS 2000 シリーズ (写真 9) は、マルチウィンドウ機能を有し、3 次元リアルタイム表示を可能とし、これも NTSC 出力が可能である。Cubicomp 社は、IBM-PC をホストコンピュータとして高品質な 3 次元グラフィックス画像を生成し、ベータカム VTR にコマ撮りする低価格なシステムを出展していた。

放送局用に開発されたシステムで注目を集めていたのは、BOSCH 社の FGS-4000 (写真 10) である。このシステムは 3 次元のリアルタイムアニメーションが

写真 8 Lucas Film 社の Pixar システム

写真 9 Silicon Graphics 社の IRIS 2000 システム

写真 10 BOSCH 社の FGS-4000 システム

可能である。ただし、実際にリアルタイムで出力できる物体を構成する多角形の数には 50~60 といわれている。このシステムは米国のプロダクションで、すでに数多く稼動している。

この他、米国の放送局、プロダクションでは、Quantel 社の Paint Box, MIRAGE, CYPHER, Ampex 社の ADO, Dubner 社の CBG システムなど、多くの CG 応用のシステムが導入され、選挙放送ばかりでなく、スポーツ中継や毎日のニュースの中で極めて積極的に利用が進められている状況にあり、将来、さらに放送局用 CG システムの開発が急速に進んで行くものと思われる。

今後、この種のシステムの導入を計画する際には、このような開発の状況を正確に認識するとともに、急速な技術進歩が予測されるなかでは十分な調査、研究により対応を図ることが必要であろう。

4. テレビ放送における課題と展望

4.1 番組ニーズに対応する CG

テレビ放送において、CG の実用的な応用が積極的

に進められている。このような中での番組ニーズは、番組ごとに異なった多くのテーマの中から生まれてくるが、この多様性をもつニーズに対応し、かつ番組の質を高めていくためにはいくつかの課題がある。

まず、グラフィックシステムに係ることであるが、一般に、現在のシステムはテレビ放送への活用に必要な機能のすべてを、1つのシステムで実現することは困難であり、静止画・2次元・3次元映像の生成と、目的ごとに各々独立したシステムとなっている。したがって、電子映像制作においては、

- (1) 映像化手法の選択 番組のねらいを最も効果的に表現するにはどのような映像が適しているか？(線画/面画、抽象化/具象化、静止画/アニメなど)
- (2) グラフィックシステムの選択 その映像化のためには、どのシステムを使用するのが最適か？(ペイントシステム、2次元/3次元アニメーションシステムなど)

の検討が必要であるが、これらの検討を進めるうえで考慮すべき最も重要なことは、制作時間とコストの制約である。

- (3) 制作時間とコスト テレビ番組制作では、短い制作時間と限られたコストという厳しい条件が課せられる場合が多く、この条件は局内(インハウス)で制作するか外部プロダクションで制作するか判断も含め、映像化手法の選択、使用システムの選択に大きな影響をおよぼす。

これからも、この条件で多くの新しい可能性への追求が行われると思われるが、本文で紹介した物理現象の映像化、あるいは毎月4~5分放送に使用した映像ロボットの3次元アニメーションのように、大量データを高速に処理する必要がある場合には、これに充分対応できるシステムが必要になると思われる。

次に、より対話的に電子映像を制作するソフトウェアに係わる課題について述べる。

古くから、形状およびアニメーションの動き入力に対話的に行う手法が多く開発されている。しかし、これらによってデータ入力効率は格段に向上したものの、より複雑な形状や動きを表現するニーズが高まってきたため、これらに充分に対応するにはまだ多くの困難を伴うのが現状である。

テレビ放送における電子映像制作では、前述した制作時間の問題もあり、これら対話的なソフトウェアへの重要度が極めて高い。

本文で述べた映像ロボットの例では、カメラワークと動作入力用の2つのメニュー画面により対話的にこ

れらのデータを入力したが、データの修正・確認においてはまだ充分とはいえない。より効率的な入力方法の改善を今後も進める必要があるが、さらに将来を見通すならば、コンピュータ内に多彩な動作データや障害物などの環境データを知識として格納し、たとえば“窓を開ける”という命令だけでアニメーション用のデータを生成するような、より知的なソフトウェアの開発が必要になると思われる。

しかしこの場合、格納する知識データの表現だけでなく、その知的活用も含め、まさに人工知能の分野にまで踏み込むことになり、充分な専門知識が必要となる。

4.2 高品位テレビにおけるCG

放送におけるニューメディアへの関心が深まるなかで、とりわけ高品位テレビは、CG映像と結合することによる新しい映像表現への期待が高まっている。

高品位テレビでは、豊富な情報量をもつCG映像の品質を損うことなくディスプレイ上に再現することができる。例えば、本文で紹介した映像ロボットを構成する一つ一つの点が、計算で求められた色情報を損うことなく再現できるし、ランドサット映像も豊富な情報をもつ地形をきめ細かにディスプレイすることができる。これらは現行のNTSC方式では充分には表現できない。このように高品位テレビでは、解像度の高い細密な描写および微妙な色までも忠実にディスプレイすることができるだけでなく、ワイドスクリーン上に展開する映像は視覚的に奥行き感が強調され、より味わいの深い映像が得られる。

高品位テレビにおけるCGの今後の展望としては、その映像のもつ高精細性および豊富な情報量の忠実な再現という大きな特長を生かして、テレビ放送の重要な番組素材に利用されるばかりでなく、高精細性を生かした認識度の高いプレゼンテーション用イメージの作成、高品質の印刷素材など他のメディアとの結合など、多様な活用が考えられる。

CGは、高品位テレビの登場によって、まさにその真価が充分に発揮されることとなろう。

(昭和60年10月1日受付)

〔参考文献〕

- 1) 国重、為ヶ谷：“コンピュータグラフィックスによる番組制作”，放送技術，12(Dec., 1983)
- 2) 国重、鈴木ほか：“コンピュータグラフィックスによる映像ロボットの制作とTV番組への応用”，第15回画像工学コンファレンス，pp. 22-26(1984)
- 3) 小島、国重：“NHK特集「富山湾不思議の海をさぐる」の番組制作技術”，テレビ誌，38，8，pp. 38-41(Aug., 1984)