

解 説

ハイビジョンによる CG の動画形成

為ヶ谷 秀一

日本放送協会ハイビジョン推進プロジェクト 〒150-01 東京都渋谷区神南 2-2-1

(1991年7月11日受理)

Hi-Vision Computer Graphics and Animation

Hideichi TAMEGAYA

Hi-Vision Special Project, Japan Broadcasting Corporation (NHK),
2-2-1, Jinnan, Shibuya-ku, Tokyo 150-01

1. はじめに

1991年、21世紀まで後10年となった今、コンピュータおよびディジタル技術の分野における開発の速度はますます加速し、電子映像の世界はより高画質化、高解像度化への道を進んでいる。高画質と高音質の特性を伴ったハイビジョンは、この技術の進歩がもたらす歴史的必然のなかに誕生し、成長してきており、新しい技術の分野とともに、新しい映像文化をも開くことができるようになってきた。

そして次世代のテレビとして開発されてきたハイビジョンも、コンピュータと結合することによって放送だけでなく、新しい世代の映像メディアとして広く産業分野でも応用が図られるようになってきている。コンピュータ・グラフィックス(CG)は、現実の世界を写しだすカメラと違って、全く物理的な拘束を受けることなく、自由な発想にもとづくイメージの創造が可能である。更に、様々な客観的観測データ、シミュレーション結果などいわゆる不可視情報を自由な時間・空間のスケールのなかで映像化できる。

それに加えて新しい映像を作り出すことができるハイビジョンによって、CGが持っている新しい力を生み出すことにもなってきている。

本稿では、ハイビジョン CG による、アニメーション(動画)映像化手法をシステムのハードおよびソフトの両面から、その概要を紹介する。

2. ハイビジョンの開発

高精細度テレビジョンいわゆる HDTV (High Definition Television)は、世界に存在する現行のテレビジョン方式すなわち NTSC, PAL および SECAM に代わる新しいコンセプトによる次世代のテレビジョン方式として開発されてきた。

ハイビジョンは、東京オリンピックの終わった1964年から NHK が開発を進めてきたその HDTV の愛称で、1984年にこの愛称が付けられた。

人間が映像や音声を見たり聞いたりする時の視覚心理特性等人間工学の基礎的部分から積み上げた研究の成果にもとづき、実用化のための色々な実験を経た上で、更に国際間の協調を図りながら現在のハイビジョンの技術的コンセプトが決められてきたのである。

国際的な議論が進むなかで、テレビに関する国際規格を検討する国際無線通信諮問委員会(CCIR)は、HDTV(高解像度テレビ)の規格が備えるべき要件を次のように決めている¹⁾。

- ① 解像度は画面の水平、垂直方向ともに現行の標準方式テレビの2倍以上であること。
- ② 画面の縦横比、すなわちアスペクト比は現行テレビの4:3より横長であること。
- ③ 画面を見る距離、すなわち視距離は画面の高さの3倍とする。

ハイビジョンのコンセプトを特徴的に言えば、次の2点が挙げられる。現行の日本のテレビ放送の標準方式がNTSC 方式であり、走査線の数を 525 本としているの

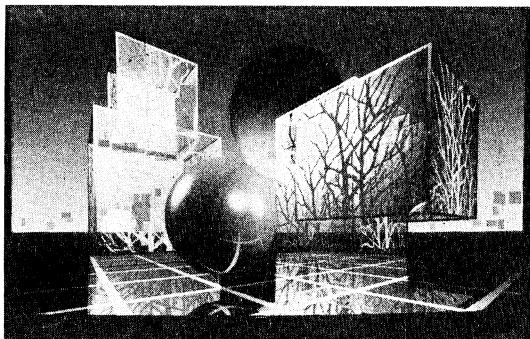


図1 ハイビジョンによる3次元CGの例(NHK・光の森)

に対して、ハイビジョンでは、その2倍以上の1125本となっている。

更に画面の縦横比は、現行のテレビが4:3であるのに対してハイビジョンではワイドな16:9の横長になっている。それにより大画面による迫力ある映像表現が実現でき、そしてこの画面比率は現在の映画の主流となっているビスタビジョンのフィルムのサイズと同じ画面比率が採用されて、映画フィルムとの整合性もとられており、相互の変換も行いやすくなっている。

つまり、高精細な映像で高音質の性能および特性を有する、臨場感溢れる新しい映像メディアが、コンピュータとディジタル技術によって作り出されたのである（図1）。

そしてこの技術が作り出した能力は、単に放送だけでなく多くの産業分野（医療、設計・デザイン、シミュレーション、他）においても、色々な形でその応用が始まっている^{2,3)}。

3. ハイビジョンCG

コンピュータ・グラフィックス技術の誕生以来、CGアートやアニメーションはその重要な利用分野の一つであった。

コンピュータの強力な計算能力と芸術的な感性を結合した新しい表現手段を提供するこの技術は、CGソフトウェアの開発とともにハードウェアとしても表示装置の著しい性能向上、低価格化を促し、カメラで撮影したようなリアルな映像をも生成することが可能になり、抽象世界から、自然界のあらゆる現象や事物を表現できるほどまでに、その表現能力は急速に発展してきている。

技術的諸元から見ると、CGによる画像生成は、NTSCの場合1走査線当たり720画素、有効走査線数483本の解像度で行うのに対して、ハイビジョンでは1

表1 データ量比較

	NTSC	ハイビジョン
画素数(pixel)	347,760	1,987,200
データ量(Mbyte)	1.4	7.9
フレームメモリー(R, G, B各8bit+Z-buffer 8bit) =32bit		

走査線当たり1920画素、有効走査線数1035本で行う。CG画像は通常3原色信号R(red), G(green), B(blue)コンポーネントで処理するから、1生成画像当たりの情報量（データ量）比は、表1のように総画素数の比となり凡そ、その違いは1:6となる。

NTSC方式の色帯域圧縮方式は、自然画像のように一般に低彩度の画像を伝送するためには極めて巧妙な伝送方式であり、この場合の品質の比は、ほぼこのデータ比に当たると考えられる。しかしCGのように高彩度の画像表現の場合には状況は大きく異なる。前にも述べているが1:6は、コンポーネント表示による表示画像の品質比に当たると考えられるが、色の帯域を極端に圧縮したNTSC方式では、高彩度な画像の周辺部に様々な妨害が生じることになり、このことを考慮するとこの差は更に大きく広がることになる。

表示画像の品質差を厳密に論じることは、一概には難しいことではあるが、輝度、色差信号を総合的に含んだ伝送帯域比に準ずると考えれば、その比は1:10程度と捉えるのが妥当と言える。このようにCGの場合には、画像生成における負荷比、すなわちデータ量に比例するメモリーの大きさの差約6倍を大きく越える表示画像の品質改善が見込まれることになり、このことによつてもハイビジョンがCG画像の表示に大変向いたメディアであると言える。

更にCG画像の特徴は、画素ごとに、そして映像信号のフィールド/フレームごとに全く異なる色彩を配色、または表示できる自由度を備えた高精細な画像表現ができることがある。すなわち動画生成、アニメーションによる飛躍的情報量の拡大を図ることができることになる。

そしてハイビジョンによるCG映像制作での最大の特色は、本来CGが持っている高精細な映像、そして言い換えれば豊富な情報量を有する画像を、その品質を損なうことなく記録、蓄積、変換、伝送し、ディスプレイ上に表示・再現するトータルな電子的システムを作ることができるところにある。

4. ハイビジョン CG の応用

4.1 ビジュアルシミュレーションとそのプレゼンテーション

事象や数値の情報内容をコンピュータで処理し、より認識しやすい形での画像情報にするとともに、またその情報を任意のパラメーターで操作して必要な情報だけを抽出して表示する技術がシミュレーション映像技術である。画像は視覚情報であり、この画像は人間の視覚との整合において、画像の大きさ、階調や色調、解像度、静止画または動画などの要素が、シミュレーション画像と人間とのコミュニケーションにおいて極めて重要なファンクションとなる。

一般に画像の大きさは、それを同時に観察する人間の数に対して決定されるが、画像の精細度と人間の画像に対する最適視距離との間には密接な関係があり、精細度が高くなるほど最適視距離は短くなり、つまり画面に近づいて、そしてより細かな所まで見たいとする欲求が大変強くなる。つまり、ハイビジョンは人間の視覚、聴覚に合わせて、より良く情報を伝えられるように人間とのインターフェイスが持つべき要素を限なく包含したシステムとして設計されていると言える。

技術的仕様として、動画が扱えるとともに画像圧縮についての規定がしっかりと決められており、更に色についても細かい規格が決められているハイビジョンは、多くの産業分野をつなぐ極めて有効なシステムとして機能していくものと言える。

4.2 CG アニメーション

CG アニメーションの制作の手順は、一般的には図2に示すような工程により制作が進められ、ハイビジョンによる制作でも特に大きく変わることはない。しかし、基本的に要求される品質が従来の NTSC で制作するものとは、根本的に違っていると言える。

ハイビジョン CG で特に考えなければならないのは、コンピュータの時間を一番必要とする、(5)の「レンダリング／アニメーション画像生成」のステージである。より高画質であり、かつ複雑な表現を追求するハイビジョン CG では、このレンダリングの時間をできるだけ短くするため、より大きな計算能力を持つ高速な画像制作システムが必要になってくる。

NHK が開発したハイビジョン用高速画像生成装置を例にして、ハイビジョン CG によるアニメーション生成システムが持つべき機能について述べる (図3)^{4,5)}。

①高品質な画像生成のために、次のような機能を備え

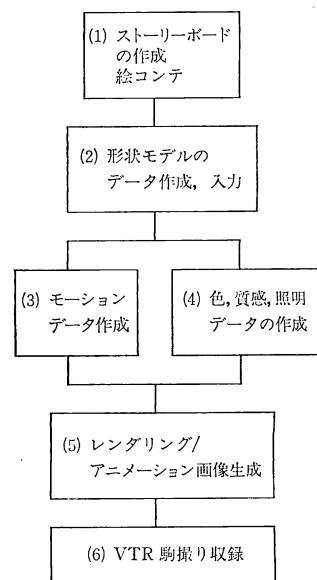
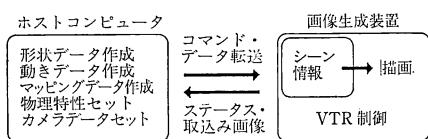
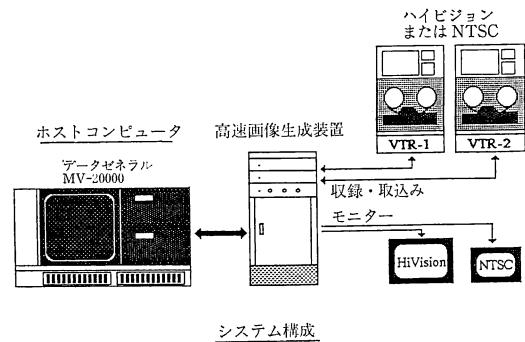


図 2 CG アニメーション制作手順



ホストコンピュータと画像生成装置の機能分担

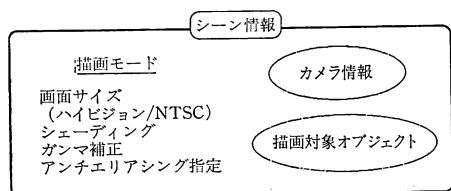


図 3 ハイビジョン用高速画像発生システム

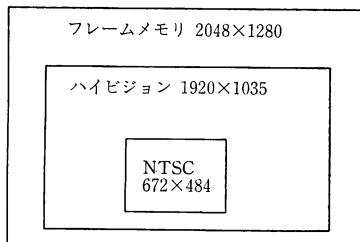


図4 ハイビジョンおよびNTSCフレームモリーサイズ

ている。

- 各種シェーディングの効果をサポート。
- アンチエイリアシング処理の高度化。
- オブジェクトの物体の物理特性指定のための多様なパラメーターの設定（反射係数、金属反射特性など）。
- マッピングにおけるアンチエイリアシング処理。
- 多様な光源の設定（光源の数、色、向き、強さなど）。
- 高速クリッピング、描画順序の最適化による処理の効率化。
- ディスプレイによるガンマ特性の補正。
- ②効率的なアニメーション制作のために次の機能を備えている。
 - オブジェクト・データの階層構造表現による複雑なオブジェクトの組合せが可能になるデータ構造。
 - ハイビジョンとNTSCの同時出力による、効率的な運用手法の実現（図4）。
 - RGB信号とともに合成用マスクのための、キー信号を同時出力。テレビジョン技術による合成手法との容易な組合せが可能となり、効果的なCGの活用が図れる。
 - 外部入力画像の取り込み（ハイビジョン、NTSC）による画像処理機能の充実。
 - 2プレーンのフレームメモリーとVTR2台同時に制御が可能。タイムコードデータによる精密な駒撮り機能と合わせて効率的な運用が図れる。

4.3 ハイビジョンCGにおける計算機システムのパフォーマンス

CGで制作される1枚の画像を計算するのに必要とする時間を、ハイビジョンとNTSCとで比較すると、前にも述べたようにデータ量の違いにより、前者では通常6倍かかると考えられる。しかし細かく考察すると計算

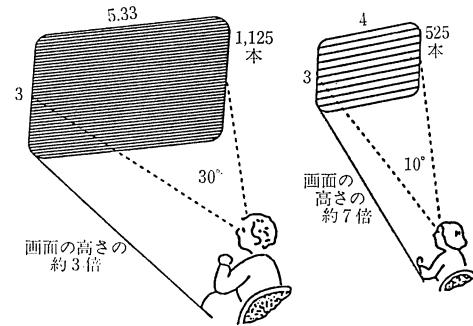


図5 ハイビジョンとNTSCの視角の違い

機システムのパフォーマンスにおいては、次のような特徴が明らかになる。今同じ絵柄の画像をハイビジョンで生成した場合、

- ①座標変換……同じ
- ②輝度計算……約6倍
光や影の計算を行う場合には、画素数に比例して負荷が増加する。
- ③アンチエイリアス処理…約2.5倍（線長比）
多角形で描画した場合には、その稜線部分の処理に要する時間は、その長さの比になる。

このように、それぞれの処理の過程によって、図形の数、複雑さ、図形の面積など絵柄によって負荷は変化し、単純に画素数の比とはならない。平均的には3～6倍になるものと言える。

4.4 ハイビジョンCG画像の問題点

ハイビジョンにおける最適視距離は、画面の高さの3倍程度と言われている。現在のテレビでは、この視距離は7倍であるから、同じ距離から画面を見ると、横方向の視角は現行テレビで10度、ハイビジョンで30度となる。すなわち、ハイビジョンは横方向に3倍の画角を持つ訳で、そのことにより画面を横に移動する物体の動きにジッターすなわちストロボ現象が現れることがある。テレビカメラで撮影した時のように、光電変換による電子的蓄積効果がないため被写体にボケがなく、物の動きの速度により目につくことがある（図5）。

5. ハイビジョンCGの未来

すでに世の中には多くのメディアが存在し、そしてそのメディアが多様化するなかで、ハイビジョンの特質が求められているが、CGによってそれが大きく活かされる。

5.1 ハイビジョンによるマルチ・メディア展開

35 ミリ・スライドと同じクオリティを有するハイビジョンは、週刊誌サイズのカラーグラビア写真や映画などにも利用できる。そしてこの 35 ミリと同じクオリティであることにより、同じようにこれは汎用的な映像素材としても広い利用が考えられる。しかし基本的にこの二つは異なる技術の分野にあり、その大きな違いはハイビジョンはエレクトロニクスのシステムであることである。コンピュータとディジタル技術により、35 ミリの品質を持ったハイビジョンは、他の異種メディアに電子的に自由に変換できる。それにより、ハイビジョンは放送や有線による伝送システムだけに止まらず、隣接するメディア相互間の変換システムにより、電子出版や画像データベースへと広がりながら、ハイパーメディアの基幹メディアとして多様な応用が始まっている。

5.2 立体映像

人間の視覚条件に一番近づいた映像は立体映像である。立体映像は今までには目の疲労などが原因で問題点が指摘され、展博などで大型スクリーンによる上映が普通であったが、ハイビジョンによる立体映像は、高いコントラスト比と高解像度により、目の疲労度は少なく、「目に優しいハイビジョン立体」を目指してソフトの開発が進められている。現在では 100 インチ程度の中型スクリーンでも、立体映像が楽しめるようになってきた。

CG による立体映像の制作は、計算により立体感を表す被写界深度も自由に作り出せるなど、大きなメリットがある。

近い将来、仮想現実技術 (VR) との組合せにより、立体制的な仮想空間に、リアルであり、かつまた全く新しい世界を作り出すことができるようになるものと言える。

6. おわりに

CCIR 第 17 回総会は、1990 年 5 月、西ドイツのデュッセルドルフで開かれ、1972 年の日本からの HDTV 研究開始の提案から 18 年間議論を進めてきたスタジオ

表 2 HDTV の提案規格

	日本提案	欧州提案	CCIR 勧告
全走査線数	1,125	1,250	数字上の規定なし、文章表現
画像部分の走査線数	1,035	1,152	数字上の規定なし、文章表現
毎秒の画面数	60	50	数字上の規定なし、文章表現
画面の縦横比	16:9	16:9	16:9
水平方向の画素数	1,920	1,920	1,920

規格について、日本方式を国際規格として認める勧告を行った。これにより、ハイビジョンは国際的にも正式に認められるものとなった (表 2)。

新しい映像システムを目指すハイビジョンは、多様なネットワークとコンピュータ・システムとの組合せにより、社会システムの基幹メディアとして成長していくものと期待できる。

そしてそれは、ハードの面でもソフトの面でも、「光」との関係が極めて密接となる。つまり、ハイビジョンのような、広帯域信号を伝送し、記録するためには、光技術なくしてシステムとして完成させていくことは不可能であり、かつまた、フィルムのオプチカル効果のような映像制作技術の面でも、ディジタルによる光学的画像処理の技術が、新しい映像創造のためには、不可欠となってくるものと言える。

文 献

- 1) NHK: ハイビジョン (日本放送出版協会, 1987).
- 2) 為ヶ谷秀一: “放送におけるハイビジョンとその最新動向”, PIXEL, 104 (1991) 111-121.
- 3) 為ヶ谷秀一, 鈴木繁: “COMPUTER IMAGES & HI-VISION, CG '88,” 映像学会論文集 (1988).
- 4) 吉良健二: “ハイビジョン・コンピュータグラフィックス”, テレビジョン学会 1989 年全国大会.
- 5) 鈴木鎮男, 鈴木繁: “ハイビジョン CG 高速画像生成装置による画像生成”, 電子情報通信学会 IE89-62(1989).