

■2群 (画像・音・言語) - 4編 (3次元画像)

1章 3次元画像方式

(執筆者：本田捷夫) [2012年7月 受領]

(1) 3D画像の分類と定義

3次元空間での (あるものの) 分布を表現するための画像を「3次元画像」と定義する。

3次元画像は、大きく2つに分類される。その1は、表面画像 (Surface Image) であり、その2は中身 (が詰まった) 画像 (Substantial Image) である。その2の例としては、医用画像で広く使われている、X線CT画像列、MRI画像や超音波画像がある。現在ではこれらの画像は特殊な分野であり、「3D画像」といえば、3Dテレビに代表される奥行きを伴って見える、いわゆる「立体画像」を連想する人が大部分である。ここでは、その1に限定して述べる。また、1枚の静止画像 (写真) ではなく、ビデオレートの動画 (「映像」と呼ぶ) を念頭においている。

(2) 3D画像の歴史

立体像表示の研究及び実際に使われた歴史を概念的に図1・1に示す¹⁾。1950年頃に最初の「立体映画」のブームが米国を中心にあったが、シネマスコープ (従来より水平方向の画角が広いスクリーン) の普及によって、立体映画のブームは数年で下火になった。その後も一時的に光ホログラフィによる立体像表示の研究 (1963～1975年頃) が盛んだったこともある。2000年頃より、立体映像の研究がまた盛んになってきている。また、従来の映画フィルムを使わないデジタル・シネマに付随してハリウッドを中心に立体映画の制作・興行が展開された。2010年に封切られた立体映画の「アバター」が好評だったことで、立体映画に火が付き、毎年10本程度の立体映画が封切られている。それに呼応して2011年には3Dテレビも発売された。

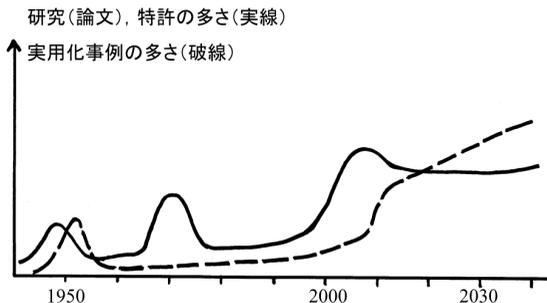


図1・1 3D画像・映像研究・実用化の歴史 (将来予測も含めて)

(注) 文献1) を基に作成。この図での“実用化”とは、ある期間定期的に使用されることを意味する。2012年以降は筆者の予測である。

(3) 「立体像表示」の目的

「立体像表示」の目的は、あまり明確に分類できない部分もあるが、敢えて分類すると、次のようになる。

- (1) 臨場感を得るための一つ的手段として
- (2) ある製品のデザインを評価するための手段として
- (3) 芸術表現の一手段として

- (4) (複数の)物体の相対的前後関係や3次元空間内での配置を知る手段として
- (5) 奥行き方向の間隔・距離を知る手段として
- (6) 3次元空間の位置を測定する手段として

その他に、趣味として愉しむことを目的とする場合もある。

(1)の目的は、観察者があたかもその(設定した)現場にいるような感覚を持たせることである。例としてはいわゆる「立体映画」や「バーチャル(テレビ)会議」がある。

(2)の目的は、乗用車などの製品の設計段階での形の決定のためであり、デザイン重視の製品では広く使われつつある。

(3)の目的は(1)、(2)と明確に分離しにくい場合もあるが、内容(コンテンツ)の芸術性が高い場合であり、彫刻に近い表現をするためである。

(4)の目的の例としては、前後関係が分かりにくいシーンの画像で、それを見極めるために少しだけ観察する眼(撮像するカメラのレンズ位置)を左右あるいは上下方向に動かしたい場合などである。これを立体像として表示することにより、より把握しやすくすることである。

(5)の目的の例としては、フライトシミュレータや車のドライブシミュレータがある。また、遠隔操作で使われる立体ディスプレイも大部分はここに分類される。

(6)の目的は計測そのものである。以前から「立体写真計測」として、航空写真による測量他の分野で日常業務として使われている。

(4) 3次元空間を認識する手がかり(要因)

立体映像表示の目的の一つは3次元空間でのものの配置の認識である。人が目で外界を見て、空間の3次元配置を認識するためには、非常に多くの手がかり(英語でCue(キュー)という)を、無意識に用いている。

そのなかで3次元空間の認識に強く影響を与える要因として、両目によって観察される像(目の位置が約6.5cm(大人の平均値)離れているために)が僅かに異なって見える現象(視差(パララックスあるいはディスペリティ)という)がある。また、時間的に見ている対象が動いていく、あるいは、観察者が動くことによって、観察される像が時間的に変化することをキューとして使っている。これを運動視差という。このほかに、①重なり、②パースペクティブ及び消失点、③フラクタル的なパターンの細かさの変化、④物・者の標準的な大きさ、⑤エアリアル・パースペクティブ、などもある。

このように、3次元空間(の前後関係)を認識・識別する手がかりは多くあり、人はこれらを無意識に同時に使うことにより、3次元空間の認識を行っている(この部分に関しては、5章「ヒューマンファクタ」で詳しく述べられている)。

立体像表示とは別に、観察者が“立体感”を感じる表示法がある。表示部分(画面)を制限する“ワク”を意識させない、いわゆる大画面表示にするだけで、立体感を感じる。また、スクリーンを凹面にするによっても、この感覚を持たせられる。特殊な光学機能(主に像面湾曲とディストーション)、ハーフミラーによるシーンの合成、などを利用して立体感を持たせる手法もある。このように、3次元空間を認識させるには、多くの方法・表現手段がある。ここでの“立体像表示”は、3次元空間を認識するための手段の一つにすぎないことを、特に実用化にあたっては留意すべきである。

(5) 立体像表示の「表示・観察する形態」による分類

立体像表示・同時観察できる人数、及び表示・観察する形態によって、次のように分類され

る。

- (a) 表示面の対角線が約 200 インチ (約 5m) 以上の平面または曲面で、約 50 人以上が同時に見られる方式
- (b) 表示面の対角線が約 40~80 インチ位の平面で、複数人が同時に見られる方式
- (c) 表示面の対角線が約 20 インチ (約 50 cm) 位の平面で、一人で見る方式
- (d) 観察者の頭または顔に装着して見る方式 (Head Mounted Display : HMD と略す)
- (e) 円筒状のディスプレイが中央にあり、複数人がそれを囲んで (水平方向) 360 度から見る方式
- (f) 観察者 (一人) が中心で、周り 360 度全部がパノラマのように見える方式

(a) の代表は立体映画である。(b) の例は立体テレビやホームシアターである。(a) と (b) の間にはいわゆる“ミニシアター”と呼ばれる数人~30 人程度の人が同時に見られる形態もある。(c) の例はパソコンでの 3D-CAD の表示や遠隔操作 (Remote Manipulation) で使われる場合である。(d) の例は動いて 3 次元空間を体験できる仮想現実感 (Virtual Reality : VR と略す) の分野である。(e) の例は、名古屋大学²⁾、日立製作所³⁾などで開発されている形態であり、(f) の例としては、いわゆる CAVE とか CABIN とか呼ばれているシステム⁴⁾であり、東大で開発されているツイスターと名づけられているシステム⁵⁾が該当する。

(6) 立体像表示技術・方式の分類

立体像表示技術・方式については、多くの本及び解説記事で紹介されているので、簡単に、それらの長所・短所を含めて表 1・1 に示す。この表は、観察する立体像の種類によって分類している。現在、動画像表示として実用化されている立体像表示はすべて「2 眼ステレオ方式」と呼ばれる方式である。

表 1・1 立体像表示方式の分類と長所・短所を示す表

	観察される像の種類	立体像表示方法	II. 長 所	III. 短 所
1	2 眼ステレオ立体視	立体視メガネをかけて見る方式	<ul style="list-style-type: none"> ・原理的に簡単 ・情報量少ない ・動画像対応が容易 ・Head Mounted Display への対応容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・輻輳と調節の不一致 ・特殊なメガネ必要 ・顔の位置を変えたとき、観察される像の視差を変化させるのが困難
2		立体視メガネをかけないで見る方式 (オートステレオスコープ) (パララクスバリア法、レンチキュラレンズ板法)	<ul style="list-style-type: none"> ・観察にメガネ不要 ・動画像対応可能 ・多眼化への対応可能 (水平方向に顔を動かすと、視差が変わる) 	<ul style="list-style-type: none"> ・輻輳と調節の不一致 ・解像力を高くすることが困難 ・垂直方向に視差を持たない (蝇の目レンズ板により可能)
3	複数の視差画像が左右それぞれの眼に入る (超多眼条件を満足)	収束化光源列方式 (FLA) 投影光学系扇形配列方式 (FAPO) 高密度指向性表示方式 (HDD)	<ul style="list-style-type: none"> ・観察にメガネ不要 ・輻輳と調節が一致する 	<ul style="list-style-type: none"> ・装置化が困難 ・情報量が多い
4	連続する視差画像が左右それぞれの眼に入る	ホログラフィ法 (光波面再生法)	<ul style="list-style-type: none"> ・実物の観察と同じ ・メガネなど不要 ・垂直方向への視差も表示可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・実写にはレーザーが必要 ・動画像表示困難 ・情報量非常に多い ・現在の所高解像度感材が不可欠
5	奥行き方向に垂直な面の連なりを見る	奥行き方向垂直断面サンプリング法 (明るさ変化による眼の錯覚を利用することにより、連続断面を表示可能 (DFD 法))	<ul style="list-style-type: none"> ・メガネなど不要 ・比較的情報量が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・飛び出す画像の表示が困難 ・カメラによる実写像の表示が困難
6	小さい光源の 3 次元配列を見る	体積走査法	<ul style="list-style-type: none"> ・自然な立体像観察が可能 ・メガネなど不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・オクルージョンの表示が困難 ・カメラによる実写像の表示が困難

(7) これからの展開（個人的予測）

(2)「3D画像の歴史」でも述べたように、2000年頃より、また立体映像の研究が盛んになっている。その背景としては、①(デジタル)ハード回路及びソフト(アルゴリズム)の高性能化及び低価格化、②3次元コンピュータグラフィックス(3D-CGと略す)の急激な発展により、立体映像が作りやすくなったこと、③大画面・高精細、多色・ナチュラルカラーに近い高臨場感ディスプレイが続々と開発・販売され、価格的にもこなれてきたこと、などがある。高臨場感ディスプレイが実現されると、それだけで「奥行き感」あるいは「立体感」を感じる。

そして、高臨場感ディスプレイ製品の次の研究開発及び製品化の一つのターゲットとして、奥行きを感じさせる3Dディスプレイが想定されている。普通の(平面)映像より、(自然に見える)3D映像がより高臨場感のためには効果的であることは明らかである。

ただし、立体像表示技術の実用化については、次のことを常に考えておく必要がある。

- ・ 普段“実の3次元空間”を見ているときには、“立体を見ている”という認識はない。
- ・ 3次元空間を認識する手がかり(キュー)は、(4)節で述べたように多くあり、立体像表示はその一つにすぎない。その効果は多くの場合、プラスアルファにすぎない。
- ・ 像の大きさの変化に対して、人は適応解釈する。テレビの画面サイズが変わっても写っているコンテンツ(の大きさ)が変わっているとは感じない。これは絵画でも写真でも同じである(大きさの普遍性)。

立体映像の研究・開発は、2012年時点では、より自然に見える方式の方向に向かっている。人が見ているほとんどのシーンは「3次元空間」である。実物観察に近い立体像が観察できる3Dディスプレイが実現されると、「立体像を見ている」という意識がなくなる。そうやって初めて、立体像表示が普及していくと筆者は考えている。そこまでの道のりはまだまだ遠い。しかし、将来的には音楽と同じように、「3D像表示があたりまえ」になることは間違いない。

■参考文献

- 1) 大越孝敬：“3次元画像工学,”朝倉書店,p.30,1991.
- 2) 圓道知博,他:3次元画像コンファレンス2004論文集,pp.177-180,2004.
- 3) 大塚理恵子,星野剛史:3次元画像コンファレンス2005論文集,pp.33-36,2005.
- 4) 例えば,広瀬通孝:電子情報通信学会論文誌D-II,vol.J81-D-11,pp.888-896,1998.
- 5) 館 暉:3次元画像コンファレンス2005論文集,pp.29-32,2005.