

# 3D映像技術を歴史の視点 から捉える「主張篇」

【多数派と少数派の切り口から】

※3D映像におけるバリアフリーとユニバーサルデザイン  
実現を目指して

2015年 6月27日 3Dフォーラム 第112回研究会

桑山 哲郎 (Tetsuro KUWAYAMA)

博士(芸術工学)神戸芸術工科大学

千葉大学 工学部 情報画像学科非常勤講師「画像技術史」担当

# 今回の発表・資料の構成について

- ・今回の報告の準備を始めた時点では、改めて3D映像に関する「基礎知識・事柄のレクチャー」と、技術史を学ぶことの価値を主張する予定でした。けれども準備を進めるうち、基礎知識を確認する以前に指摘すべき事柄があることに気付きました。
- ・資料を準備中の2015年6月6日、熊谷 晋一郎 東京大学先端科学技術研究センター特任講師の「当事者研究への招待ー知識と技術のバリアフリーをめざして」という講演を聴講しました。障害（障がい）を解決するのに (1)当人の能力・機能の矯正により障がいを減らす [医学モデル] (2)人為的環境のデザインを変える [社会モデル] という解説から示唆を得ました。
- ・今回は「主張篇」と「技術資料編」の2種類の配布資料を準備しました。講演に際しては、「主張篇」の配布資料に、一部資料を加えて講演します。

これまでの発表と入手可能な情報(新しいものから)

- 1) 桑山哲郎, 「3D映像の発展を妨げる要素」【3Dフォーラムの役割, 3Dフォーラムへの期待】, 3Dフォーラム 第108回研究会, 3D映像, 第28巻2号 (2014年7月)
- 2) 桑山哲郎, 「S3Dの最近の動向」, 3Dフォーラム 第100回研究会, 3D映像, 第26巻2号 (2012年6月)
- 3) 桑山哲郎, 「S3Dの世界と視覚効果: 奥行き反転錯視物体製作のワークショップ紹介ほか」, 3D映像, 第25巻4号 (2011年12月)
- 4) 桑山哲郎, 「3D映像に関する話題からー感覚・知覚と映像技術の関係」, 蔵前技術士会第152回講演会配布用資料 (2010年8月2日)  
<http://legacy.krpe.net/132Kuwayama.pdf>
- 5) 桑山哲郎, 「ランダムドット・ステレオグラム」特集; 立体映像, 日本写真学会誌 Vol. 72, No. 4, p 273-277 (2009). 【Web上で全文入手可能】 <http://doi.org/10.11454/photogrst.72.273>
- 6) 桑山哲郎, 「2眼式立体画像表示」, 特集: 立体画像表示・過去, 現在, 未来, 日本印刷学会誌 Vol. 31, No. 1, p 6-13 (1994)  
<http://doi.org/10.11413/nig1987.31.6>

## 本題に入る前に:【2014年の報告から】

今回の報告は、3D映像を巡り間違っただけあるいは不適切な技術解説が多いことに関し、問題点を指摘し、3Dフォーラムへの期待を述べるものである。

○**教育者として**: ある分野を初めて学ぶ人に対しては、正しい理解に真っ直ぐ導くような指導を行うことが必須と考えている。「自己責任」として、間違いに誘導するような説明は、教育の観点からは有害と考える。

■**技術史研究から出発して**: ある技術分野を基礎から体系的に勉強する際、技術史の視点は大変有用である。私が「画像技術史」の研究と講義にこだわるのには、このような背景・根拠がある。S3D(ステレオ写真)の技術はこの典型で、1838年あるいは1856年の技術資料を読み解くことで、技術の基本を理解することができる。

## さらに加えて:【2012年の報告から】

- 3Dフォーラム設立時のねらいの一つ: 高いレベルで3D映像技術に関するディスカッションを行い情報共有をはかる。
- この活動を通じ、3D映像技術のレベルアップをはかる。  
→この目的は相当なレベルまで達成されたが、昨今の3D映像ブームで新たな状況が生まれてきた。
- メディアを流れている情報に関し、レベルの低下と間違いが目立つようになってきた。基本的な知識が欠けているまま発せられる質問が増えている。
- 間違った知識が疑問を持たれず流通していることは、「物作り」の基礎を危うくするもので、是正しないと日本の工業力の低下に繋がる恐れがある。(と私は考える)

# 今回、2015年の報告では

- これまで3D映像技術に関しいろいろなメッセージを発信してきたが、ほとんど世の中に浸透していないという反省に立ち、より根本的な問題を指摘することとしたい。
- 「3D映像技術に関するバリアフリーとユニバーサルデザインの達成」を目指したい。具体的な例は後述する。「カラーユニバーサルデザイン」の活動、「交通バリアフリー」の成果が参考になる。
- 基本は、3D映像を視聴し、また日常3次元の世界を見て認識する際の**感覚・知覚が「一人一人異なる」**こと、また同一人でも**状況・環境により異なること**を話し合い、理解し合うことにあると私は考える。いる。
- **「お前の知識は間違っている」という論争には、あまり実りが無い**と思える。同じ言葉を違う意味で用いている複数の社会的な集団が存在することをまず認め合うことに価値があると思われる。

# 「両眼視差」の能力で区分けしたモデル案

## ※全くの独断です

<p>両眼視差による奥行 弁別能力が高い 推定人口 15 %</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ランダムドット・ステレオグラムにおける視差弁別能力が高い</li><li>・「画面内視差無しの像表示」に対する検知感度が高い</li><li>・他の人は自分と同じ視差弁別能力を持っていると信じている</li></ul>
<p>一般的な立体視能力 を有する 推定人口 70%</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・他の人は自分と同じ視差弁別能力を持っていると信じている</li><li>・自分(達)の視差弁別能力が劣っていることを自覚していない</li></ul>
<p>奥行弁別能力があまり 高くない 推定人口 15%</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・両眼視差の能力が低いことは自覚している？</li><li>・ランダムドット・ステレオグラムによる立体像について想像力が働かない</li></ul>

# 「多数派」の行動を少数派から見ると

- 「奥行き判断」にあまり視差情報を活用しない。画面内に視差が存在しない像に簡単に騙される。視差が左右画面で逆でもほとんど気が付かない。
- 「3Dメガネをかける事」を儀式の様に有難がる傾向がある。ただし、左右の像の中に視差が存在しなくても、表示画面の奥に像表示を行うと、「平面像ではない」という感覚は強調されるので、商品としては存在根拠はあると思われる。
- 「多数派」の中にも、多少視差検出能力が高い人と、能力が低い人が分布していると思われる。けれども会社組織や委員会審議などでは「視差弁別能力が低い」人が論調を支配することが多いように見える。
- 「ステレオ写真を掲載した出版物では、表紙だけが左右同じ写真を掲載されて出版されることが頻発する」などの現象は多発しているが、組織にその「失敗」が認識されず、伝えられない場合がほとんどである。



# これからの行動としては

- 「奥行き感覚の多様性」, 「目で見て, どのように見えるかは個人差が大きい」ことをまず多くの人に気付かせる事がまず第一歩と考える。
- まず「両眼を使って正しく像を見る」指導は身近にできると思われる。双眼鏡や双眼接眼レンズを備えた顕微鏡で, キチンと調整する場合には目幅の調節と左右での視度差の調節が不可欠である。解像力(視力検査)チャートなどを用いて, 丁寧に光学系を調節すると細かい部分まで見えることを出来るだけ多くの人に体験させることは前進であると思われる。
- 「立体的に見える見え方」について話し合う機会・場を作り, 「異端者切捨て」では無く「多様性の受け入れ」の視点で話し合うことは有益と思える。

## まとめとして

- これまで、S3Dに関し、数々の問題提起と流通している情報の訂正・喚起を行ってきたが、正直なところ、効果を上げているどころか後退している感がある。
- なぜ「同調者が増えて活動が推進される」ことにならないのかという反省に立ち、今回は新たに「両眼視差に関する感覚の個人差と多数派・少数派の問題」を指摘した。
- 「多数派と少数派の問題」については、色の分野で多くの活動・教育の実績と成果が上がっている。S3Dにおける問題解決のヒントになる事柄が多数あるので、ぜひ色の分野での取り組みを参照されることをお勧めする。
- 立体視の感覚における「多数派と少数派」については、まだ検討が浅いので、ぜひ多くの方からのアドバイスをいただきたい。

連絡先：[tkuwa @ catv-yokohama.ne.jp](mailto:tkuwa@catv-yokohama.ne.jp)

# 3D映像に用いられる光学系について 「参考資料」

桑山 哲郎

博士（芸術工学） 神戸芸術工科大学

千葉大学工学部 情報画像学科非常勤講師

連絡先：[tkuwa @ catv-yokohama.ne.jp](mailto:tkuwa@catv-yokohama.ne.jp)

# 緒言

---

- ▶ 「3D映像技術は良く分からない」という声をたびたび聞く。また、「本命の技術は何ですか」という質問も良く出る。そして、いろいろな人が集まると、3D映像技術についてそれぞれ違った意見が述べられ、まとまらないことがたびたびある。
- ▶ このような混乱の原因の一つとして、我々が「奥行」を感じる手がかりが多様であることがあげられる。また、3D映像で用いる光学系に関し、初学者を不適切な方向に向かわせるような解説が数多く存在することも、混迷を深めている一因と思われる。
- ▶ 以下では、基本から光学系について解説し、続けていろいろな状況で奥行を感じる手がかりが異なることを示して適した光学系を解説する。

# 構成

---

1. はじめに
2. 初学者を惑わせる多くの情報
3. 奥行きを感じる手がかり
4. 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示
5. 多視点の方式(レンチキュラーステレオ写真)
6. 半透明スクリーンの利用
7. ハーフミラーの利用
8. まとめ

# 1. はじめに

- ▶ 以下の内容は、3Dフォーラム【三次元映像のフォーラム、1987年設立】において受けた質問と対話にその多くを依っている。
- ▶ なお、3D映像に関係する資料と商品の私的なコレクションを主張の元としている。
- ▶ 28年にわたり質問を受け、返している訳であるが、最近数年は質の変化を感じている。質問者が持っている知識が「間違った構図・基礎的な知識」に誘導されており、短時間の会話では修正が困難なことがたびたびである。
- ▶ 参考にしていただければ幸いである。

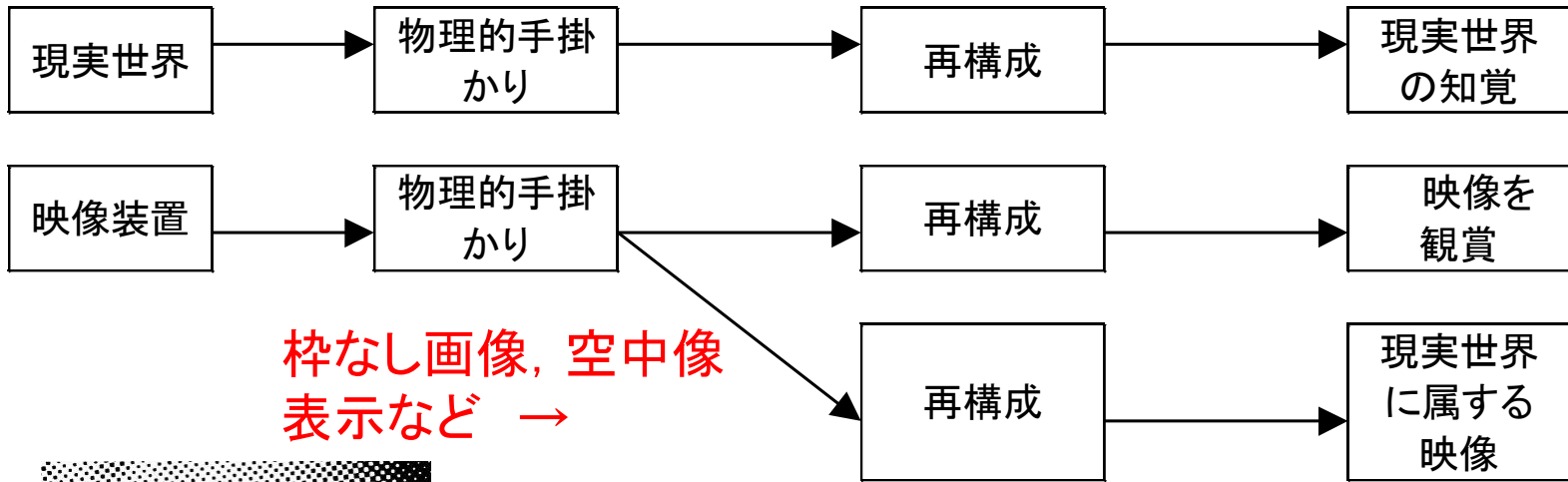
## 1. はじめに - 2

---

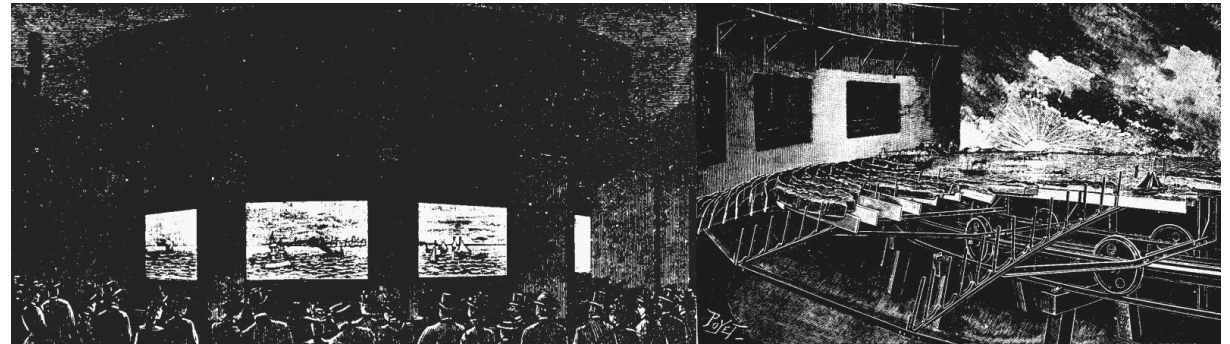
- ▶ よく「簡潔に説明する」ことを求められることがある。テーマが比較的単純な原理に基づいているときには要求への対応が可能である。【たとえば色再現ではヒトの網膜のLMS錐体(RGBに対応する視細胞)で3色分解・合成が定まる】
- ▶ けれども、対象とする現象の本質が多様であったり、単純な解が存在しない場合に「単純で明快な説明」に従っただけでは、満足できる結果が得られない。
- ▶ 映像(画像)機器に用いられる工学技術は、ヒトの感覚と深く結びついている。以下では、ごく一部の事例に集中し、3D映像で用いられる光学技術(一部は技法に属するが)を解説する。

# 「映像」はどのようにして工学技術として成り立つか？ 一般化したモデル

## 実物視と映像観賞



枠なし画像, 空中像  
表示など →



網点画像を「ニセの  
中間調画像」と非難  
する人はあまりない

立体パノラマとその仕掛け(1900年パリ万国博)  
平面像を「立体」に見せると「騙し」と非難される



## 2. 初学者を惑わせる多くの情報－1

3D映像技術に関する質問を受ける際に、初学者が拠りどころとして読んでいる資料の記述に大変不適當なものが含まれていることに気付いた。以下、気が付いた事柄を順不同に列挙する。

- ▶ 「焦点距離」という言葉を誤用していることによる混乱  
焦点距離は結像光学では基本となる概念である。高校の物理ではレンズの公式 ( $1/a + 1/b = 1/f$  ここで  $f$  は焦点距離) を学ぶが、現在一般の社会人にとって、結像光学は特殊な専門知識となっている。
- ▶ 「実像」を「虚像」と説明することによる混乱  
結像光学では、「実像」は、光学系の最終面より手前に生じる像として定められる。ところが、実像を「虚像」と記述している解説は数多く存在する。一方で光学(工学?)の用語で話をしているつもりが、同じ言葉を全く別な文脈で使用しているので、まず話し合いの前レベル合わせが不可欠となる。  
【注： 物体,実物を「実像」とする記述も多い】

## 2. 初学者を惑わせる多くの情報－2

- ▶ 3Dカメラ(デジタルスチルカメラ,デジタルビデオカメラ,銀塩のステレオカメラ)の基本的な構成を説明せず,3Dカメラが入手できない場合の説明から始める  
→最初に「平行法と交差法」から始まる撮影法の解説がこれに該当する。
- ▶ 作品制作の現場でも行われている実態とは無関係に「撮影基線長は眼幅の65mm」とする主張(高級アマチュアも当然適切な基線長で撮影を行なっている)
- ▶ 眼球の水平断面図を誤って垂直に配置している。この結果,両眼視による立体視の理解がうまく行えない。
- ▶ 「立体感を感じる手がかり」は(項目数としては)大半が単眼視によるものである。この点に全く触れずに2眼式の解説を始めるため,実際の3D映像表示と食い違いを生じる。
- ▶ 以上が比較的重大と思われる。

### 3. 奥行きを感じる手がかり - 1

表1: 3次元空間の認識に必要な視覚要因

1.単眼視	A調節*{水晶体調節,焦点深度}	<5m
	B空気透視{コントラスト低下,青着色}	
	C色{進出色-後退色}	
	D網膜像の大きさ*{既知の物体}	<500m
	E線透視(図法){消点←平行線}	
	F均一模様 <span style="font-size: small;">の密度勾配</span>	
	G不均整構図{対称性欠除}→立体反転図形	
	H重なり合い	
	I光と影の分布{照明条件の判断}	
	J単眼運動視差{多方向観察}	<300m
↓	K視野{画枠効果除去}→大画面表示	>50m
2.両眼視	L両眼視差{前後弁別}→2眼式立体表示	<250m
3.同時視	プルフリッヒ効果【特殊な奥行効果】	
4.単一視	M輻輳(ふくそう)* {眼球筋肉緊張}	<20m

項目“A”から“K”まで10要因が単眼視に属し,2眼に属するのは2項目だけである

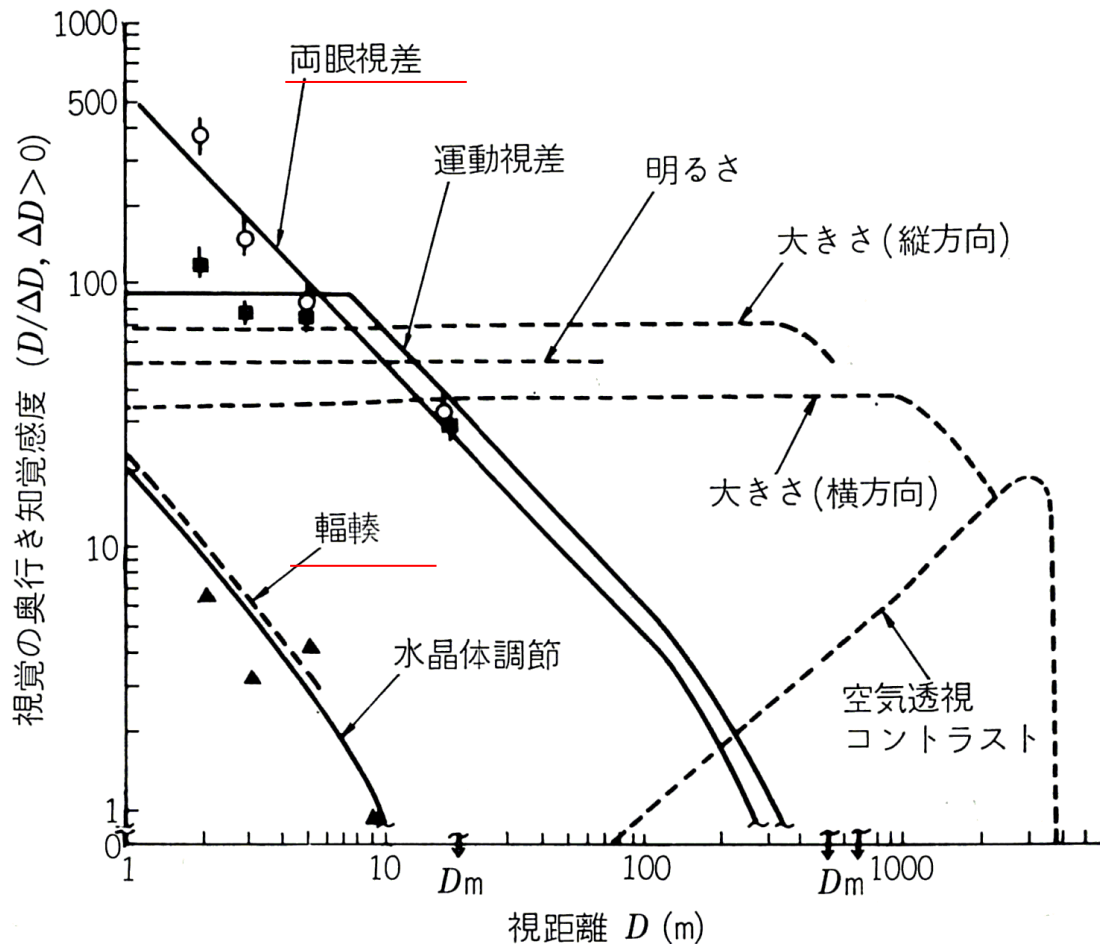
・畑田豊彦 ほか:「視覚の科学」,写真工業出版社(1975) p.151 掲載の表より抜粋

\* は対象物までの絶対距離の手がかりを与える要因

### 3. 奥行きを感じる手がかり－2

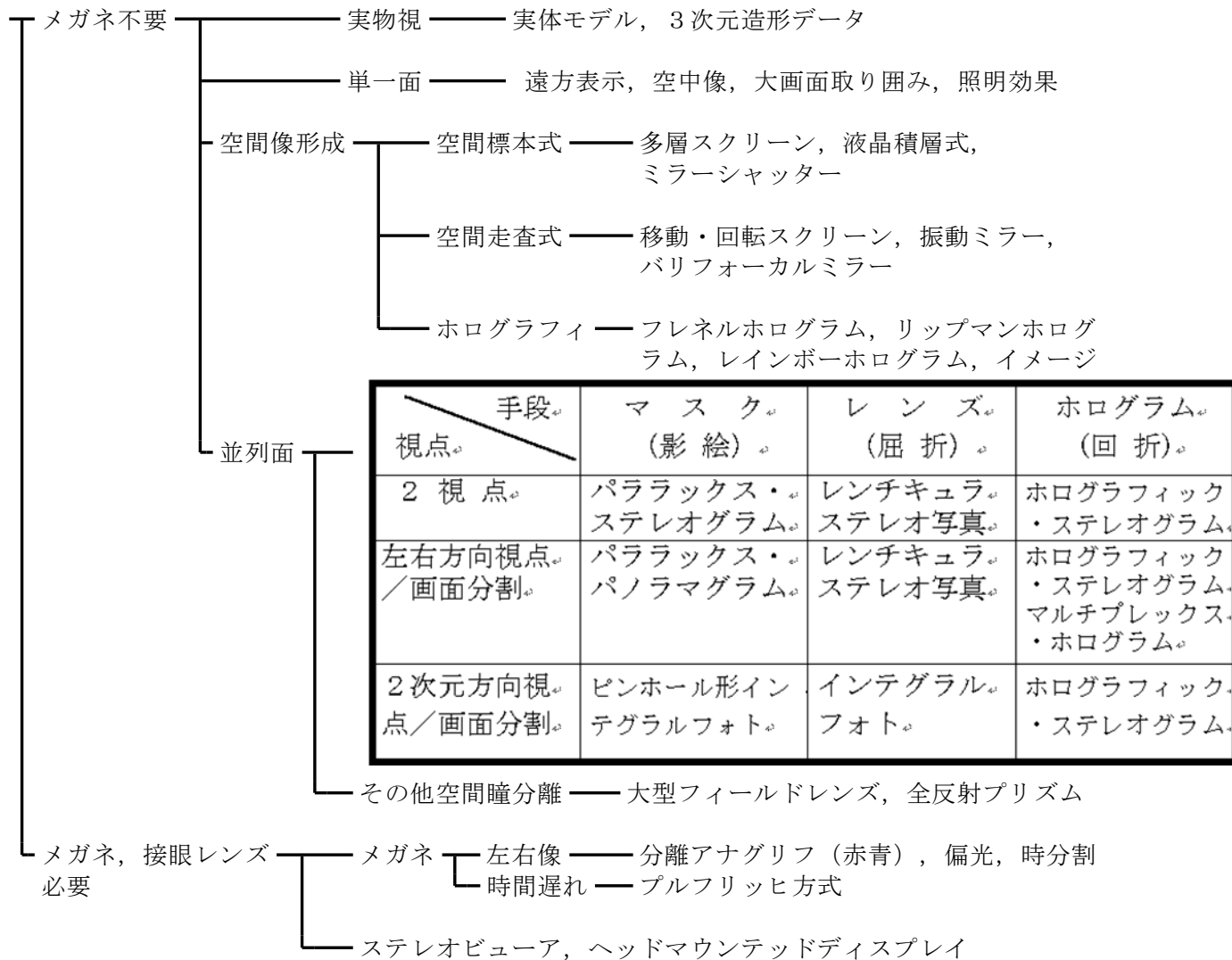
図1 奥行検出感度の距離依存特性

(ターゲットが距離  $D$  から  $D + \Delta D$  まで動いたとき、奥行が弁別できるときに  $D / \Delta D$  を奥行き知覚感度とする)



長田 昌次郎,「画像情報と奥行き感, O plus E, No.23, p 57 (1981年10月)

### 3 奥行きを感じる手がかかり - 3D映像表示の分類(例)



### 3 奥行を感じる手がかり - 4

凹凸判断において最優先の要素として「対象物に対する知識」がある。お面の内側に描かれた顔が凹面であることを知覚するのは、大変困難である。





### 3 奥行きを感じさせる手がかり－5

放射線の構図は強い奥行き感を作り出す。



### 3 奥行きを感じさせる手がかり－5 追加

放射線の構  
図は強い奥  
行き感を作  
り出す。

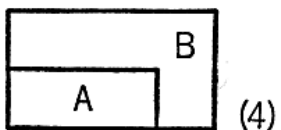
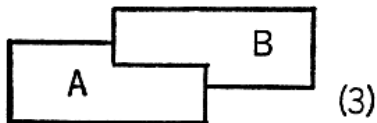
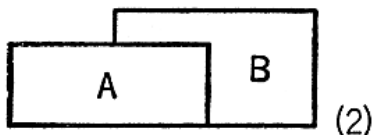




### 3 奥行きを感じる手がかり - 6

手前に置かれた物は奥の物を  
覆い隠す

建物を見下ろして撮影した写真は、コントラストを強調するとミニチュアに見える

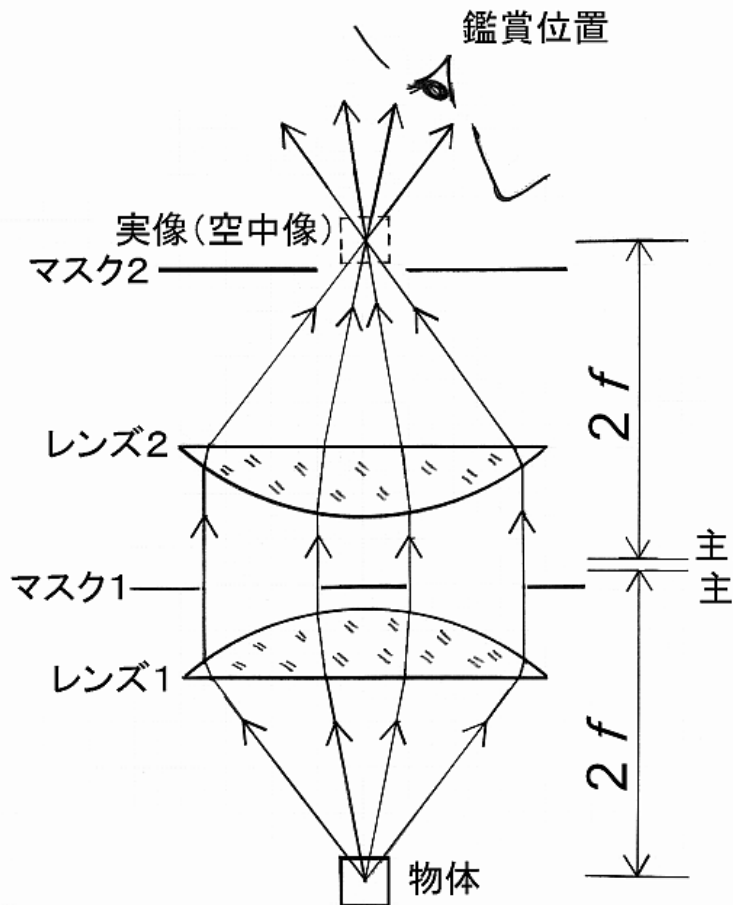


(1)(2) は前後関係が  
明らか (3)(4) はどち  
らが前かはっきりし  
ない【畑田1975より】



### 3 奥行きを感じる手がかり - 7 【別な話題】

3次元物体から射出する光線の進行方向と色・強度を再現できれば、「手がかり」に関係なく3次元物体が再現できる



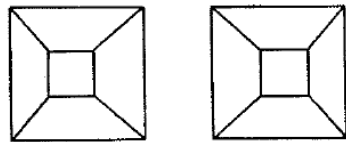
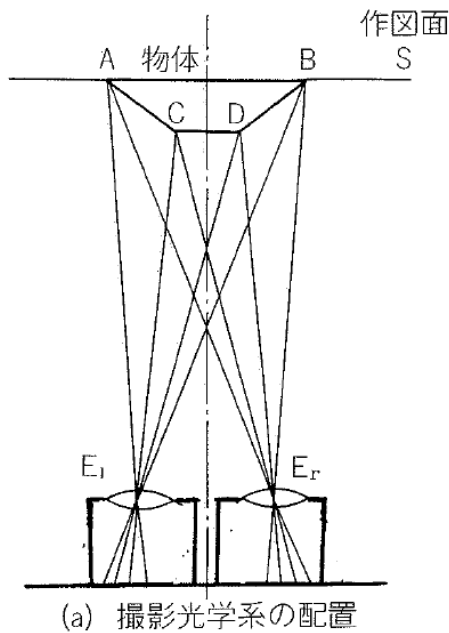
凹面鏡を2枚組み合わせ、倍率- (マイナス) 1倍で空中に実像を結像する光学器具は、多数商品化されている。



鏡惟史,「空中に浮かぶ立方体と人の像」連載ホビーハウス, O plus E, 32, (7), p876 (2010)

# 4 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示-1

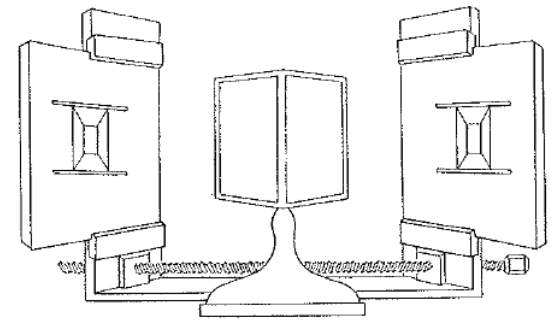
■基本的な考え方: (1)まず,3Dテレビの画面に接して立体物(正方形断面の角錐台)が置かれている状態を考える。(2)左右それぞれの目(瞳)と物体上の点を結ぶことで,物体の線透視図を描くことを考える。(3)このような図形を撮影するカメラを考える。



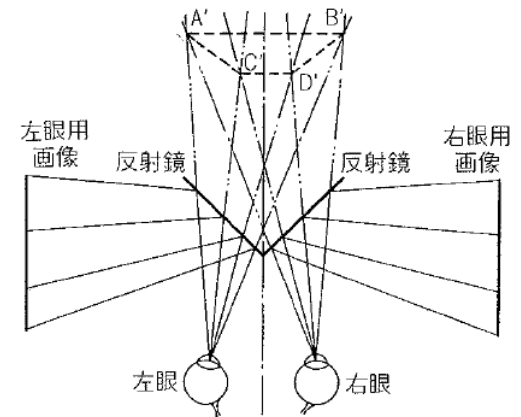
(b) 左眼用画像 (c) 右眼用画像

←撮影(作図)の様子

反射型ステレオ→  
ビューア



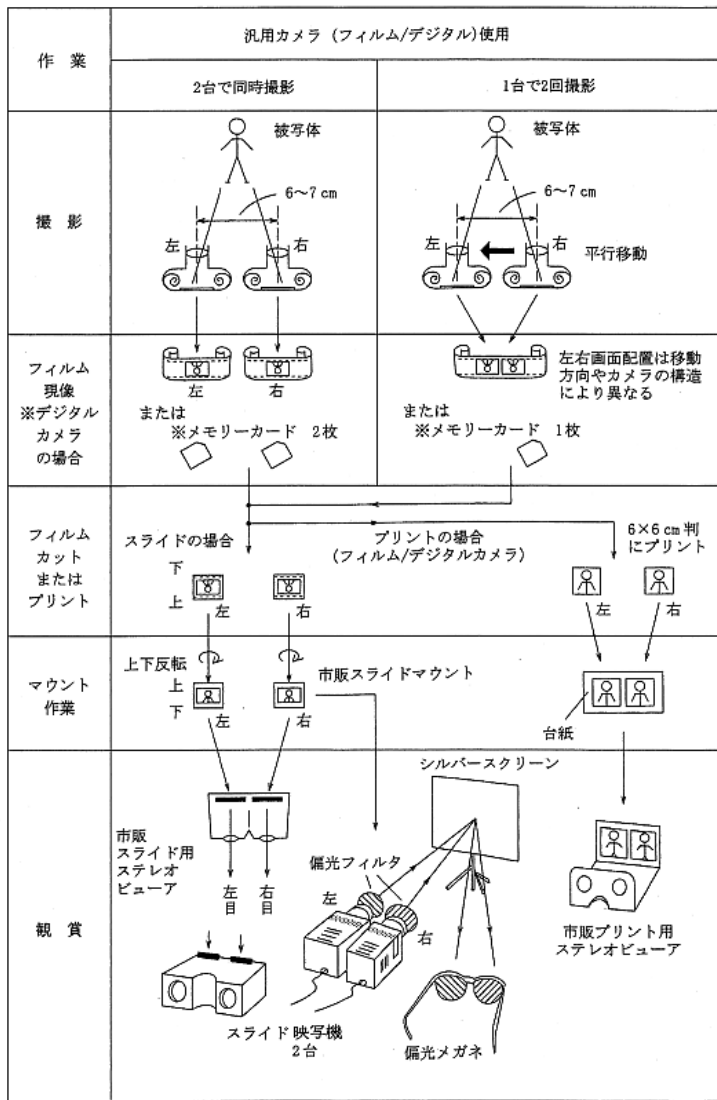
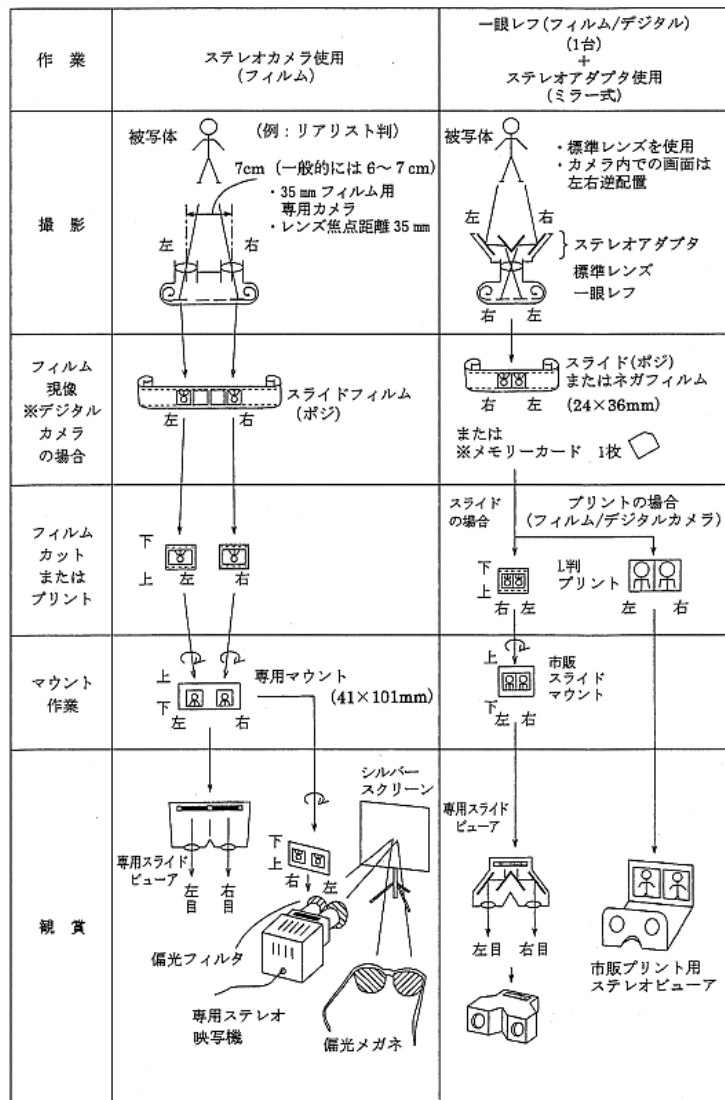
ステレオビューアを用  
いたステレオ写真の  
鑑賞→





# 4 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示-2

●島和也,カメラレビュー(1993)



## 4 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示 - 3

### ■「表示深さ調整/視差調整」に関する注意事項

(1)初期のステレオカメラから最新の3Dビデオカメラまで、絵作りでは表示画面上に奥行きが一致している被写体上の距離が最も重要で、撮影後の編集あるいは撮影前のセットアップでこの調整を行なっている。

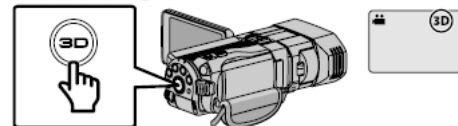
(2)この調整が適切に行われると、長方形の被写体は表示画面上で長方形に表示され、左右の目に対して同じ映像が表示されることとなる。

(3)実際の作業としては、撮像素子上に作り出された像から、適切な長さ左右にずらした位置から映像信号を取り出す。

(4)この点に全く触れず、「専用カメラが使えないときのために合せの手法で」という説明無しに、撮影法を解説していることが多い。→3D撮影の基本的な事柄を誤解させる説明になっている。

### ■ 3D映像を撮影するには(動画/静止画共通)

3D ボタンを押して画面に「3D」を表示させ、3D モードに切り換えます。



- 3D ボタンを押すたびに、3D モードと 2D モードが切り換わります。
- 2D モードで撮影した映像は、3D 映像で視聴できません。
- 3D 映像を撮影するときは、「3D 映像の撮影や視聴のご注意」もご覧ください。(p. 4.5)

### ■ 視差調整について(動画/静止画共通)

3D 映像を撮影する際、視差は自動で調整されます。近く of 被写体が左右にずれて見え、遠く of 被写体が遠くで立体感が弱くなる場合、視差を調整することにより、見えかたを変えることができます。

① タッチパネルの  $\Delta$  ボタンをタッチする

③ "+"または "-" をタッチして、視差を調整する



② "マニュアル"をタッチする



④ "決定"をタッチする



### お知らせ

- ADJ ボタンに "視差調整" を設定しているときは、ADJ ボタンとコントロールダイヤルを使って、視差調整を手動で調節できます。詳しくは、"Web ユーザーガイド" をご覧ください。

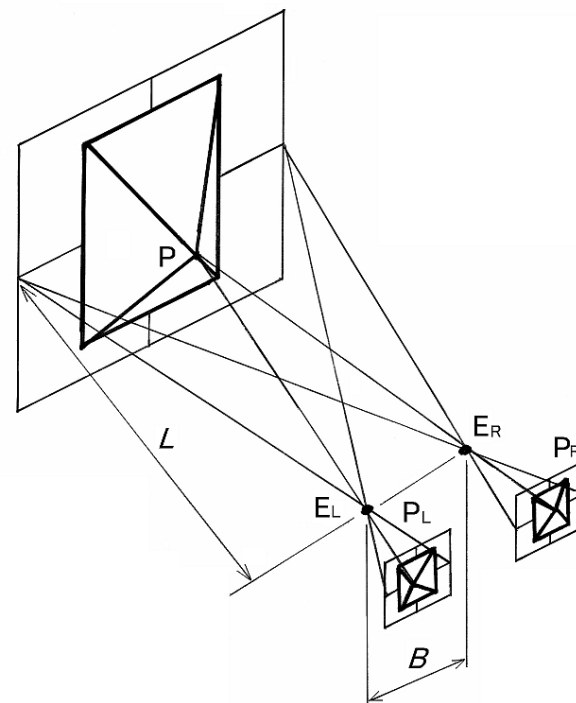
16 詳しくは Web ユーザーガイドへ <http://manual.jvc.co.jp/c1dw/lyt2327-001jp>

● JVC GS-TD1 の取扱説明書より

## 4 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示-4

### ■「撮影基線長(レンズ間隔)に関する一つの思考モデル【撮影距離に比例】

- (1)いま,ある鑑賞条件で「立方体が立方体」に自然な形で見えていると仮定する。
- (2)立方体を小さな(たとえば  $1/2$ )立方体に置き換えると, $1/2$ の大きさの立方体が表示画面上に見える。
- (3)いま,撮影レンズの間隔を  $1/2$ に変更し,物体までの距離を  $1/2$ にすると,結像面上には左右とも,ほぼ同じ大きさ・形の像が作り出されることとなる。
- (4)従って,「画面中央に立方体一つだけ配置され,いつも立方体が正常な奥行き寸法に表示される」という条件では,「撮影レンズ間隔は被写体までの距離に比例して調節する」ということとなる。
- (5)映画撮影では,上記の要請もあり,レンズ間隔を小さく(10mm以下の場合もある)して撮影することが度々行われている。



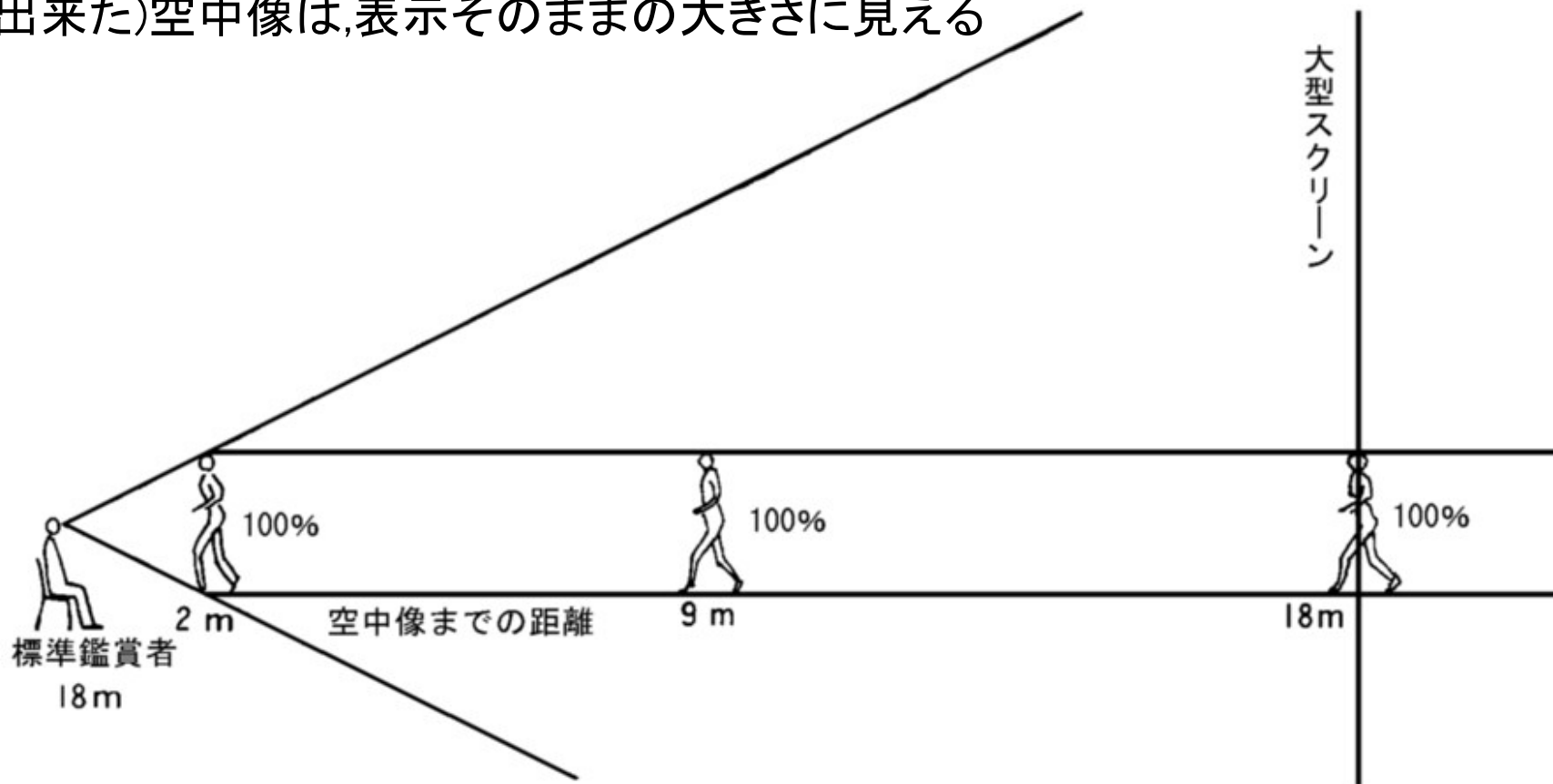
撮影の模式図

注意事項:ある形(たとえば球)の大きさが大きく,遠方に配置されているときには厚さが薄く,円板として感じることが多い。この場合はレンズ間隔を小さくする。【打ち上げ花火など】

## 4 2眼式(S3D,ステレオ写真)の映像表示ー5

### ■3D映像表示に関する留意事項:

(良く出来た)空中像は,表示そのままの大きさに見える



- ・劇場公開映画では,標準の座席位置/スクリーンの大きさを定め3D効果を設計している。
- ・等身大の「自然な」3D映像は,テーマパークで長年運用されている。
- 鏡惟史,「3D映像から映像における大きさの問題を考える」,3D映像,Vol. 21,No. 2,p 34,(2007)





3D  
写真で **目が良くなる本**

どんどん

医学・薬学博士 栗田昌裕 Masahiro Kurita



視力回復だけでなく、1日5分、  
心の疲れがとれる  
「ヒーリング効果」も実証済み!

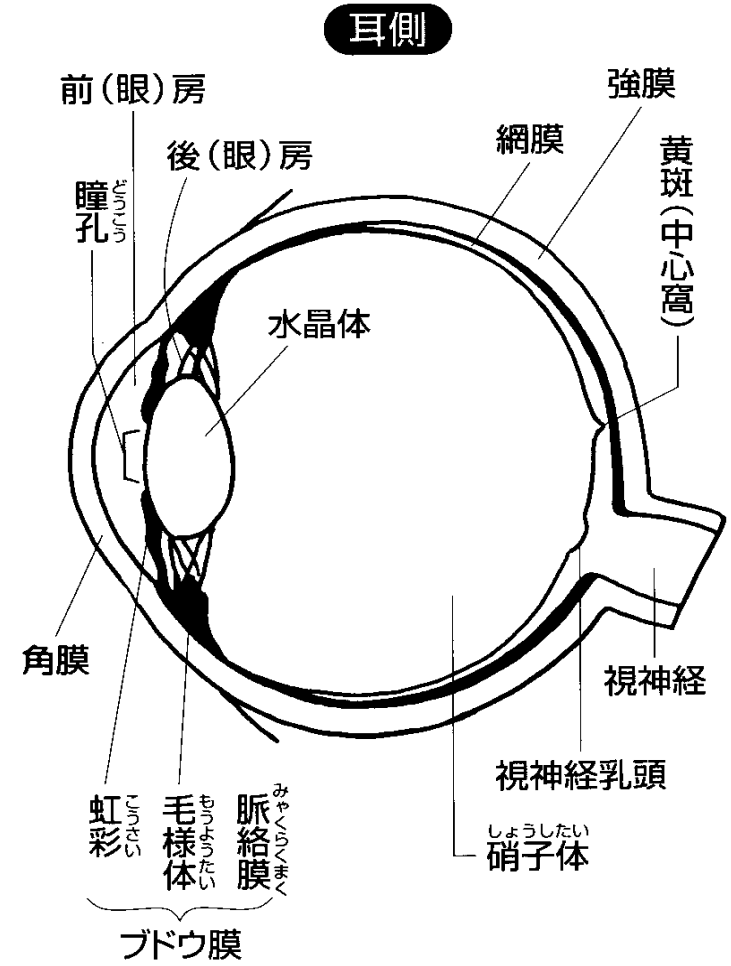


王様文庫

最新刊  
書き下ろし

三笠書房

〈目の構造（上から見た図）〉



「立体視で目が良くなる」と主張する医者  
の説明図は正しく「水平断面」になっていた。

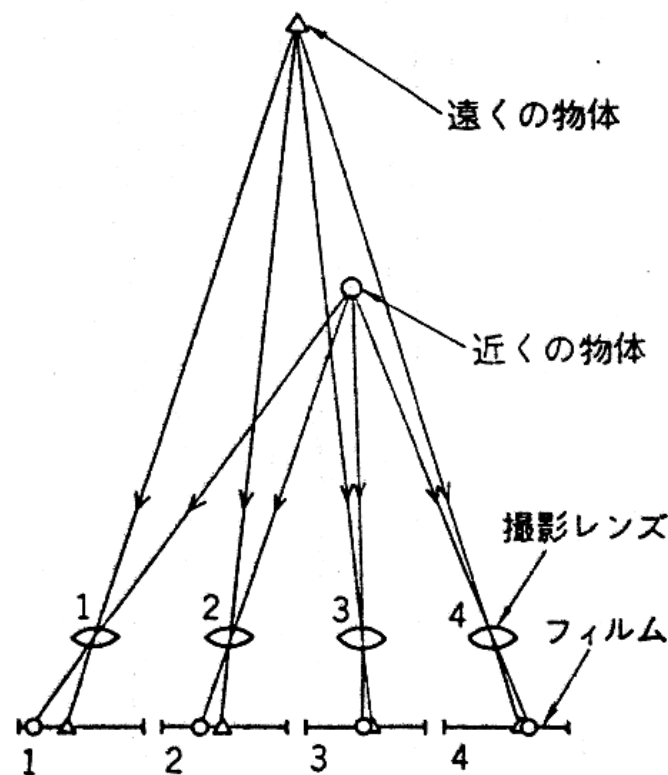
## 5 多視点の方式(レンチキュラーステレオ写真)－1

レンチキュラーステレオ写真は、裸眼3Dディスプレイの代表的な技術である。大量生産の印刷物としては1960年代から普及した。

現在は、裸眼で鑑賞する3Dテレビやフォトビューアーが発売されているが、その原理を説明するには理解するには、1982年から販売された「ニムスロー3Dカメラ」のシステムが好都合である。



NIMSLO 3D camera

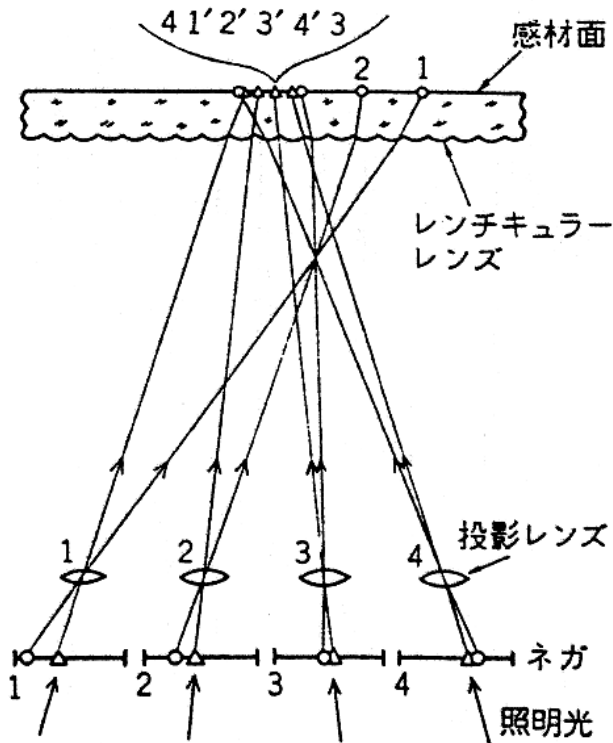


撮影の模式図

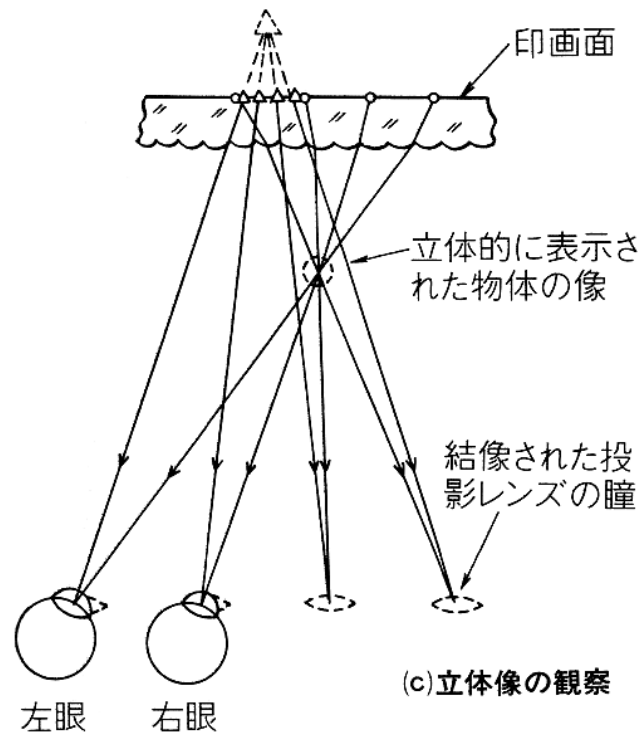
# 5 多視点の方式(レンチキュラーステレオ写真)－2

## レンチキュラーステレオ写真の焼き付けと鑑賞:

一般アマチュア向けのカラーネガ撮影プリントのサービスは1980年頃始まった。1994年からコダックとコニカより発売された「レンズ付きフィルム」は、撮影レンズは4本から3本に代わり広くプリントサービスが行われた。2000年頃からは、アマチュアがインクジェットプリンタを用いてレンチキュラーレンズ用のプリントを自作するようになった。



専用プリンタによるプリント



プリントの鑑賞



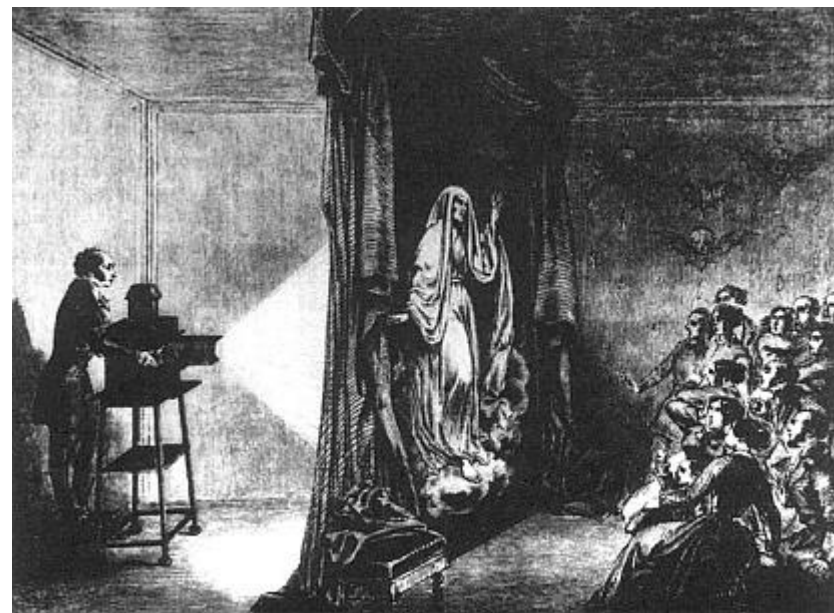
## 6 半透明スクリーンの利用

空中に浮かぶバーチャルアイドル「初音ミク」のコンサートが人気を集めている。これは、半透明の(黒い)スクリーンをステージ上に設置、観客席とは反対側からスクリーンに3D CGによるアイドルの映像を映写するものである。【動画共有サイト YouTube で検索すると見つかる】

この原理は、1798年に始まった「ファンタスマゴリア公演」と同一である。当時ヨーロッパで大変人気を集めた報道の記録が多数残されているが、現在注目される3D映像技術である。



公演の様子(1798年)



仕掛けの解説図

## 7 ハーフミラーの利用－1 魅力あふれる3D映像の報告

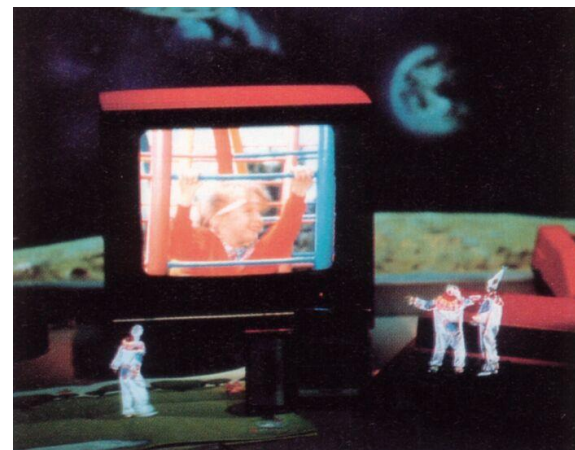
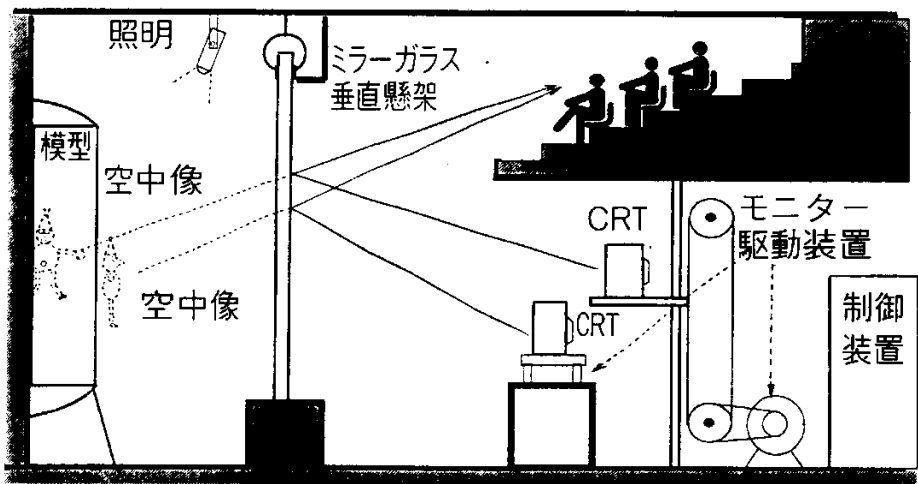
中でも圧巻は、スペリー社の提供するホログラフィーだ。このエプコット・センターを動かしているコンピューター・ルームの紹介で、その舞台裏を見せてくれるのだが、案内役にホログラフィーの立体像が登場する。

(中略)テレビ画面でコンピューターの説明をしてくれた若い女性が、40センチほどの小人の像となってコンピューター・ルームに浮かび出てくるのだ。そして、コンピューター・システムの操作パネルの上をその小人が手を振って説明しながら歩き回るのが、**実に見事な立体像だ**。その証拠に、ちょっと動いた時、背中が見えることもある。3次元映画のように偏光眼鏡をかけることもしないので、間違いなくホログラフィーなのだろう。その立体像が、手足を動かし、動き回るのである。

森谷正規:「遊ビジネスの時代先端技術と遊びの世界」, 朝日文庫, 朝日新聞社, p. 102(1994)

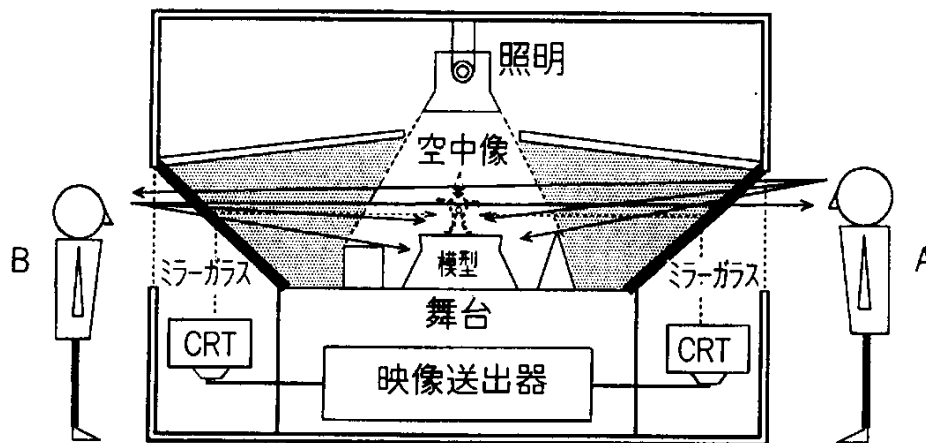


# 7 ハーフミラーの利用-2 マジックビジョン(商品名)



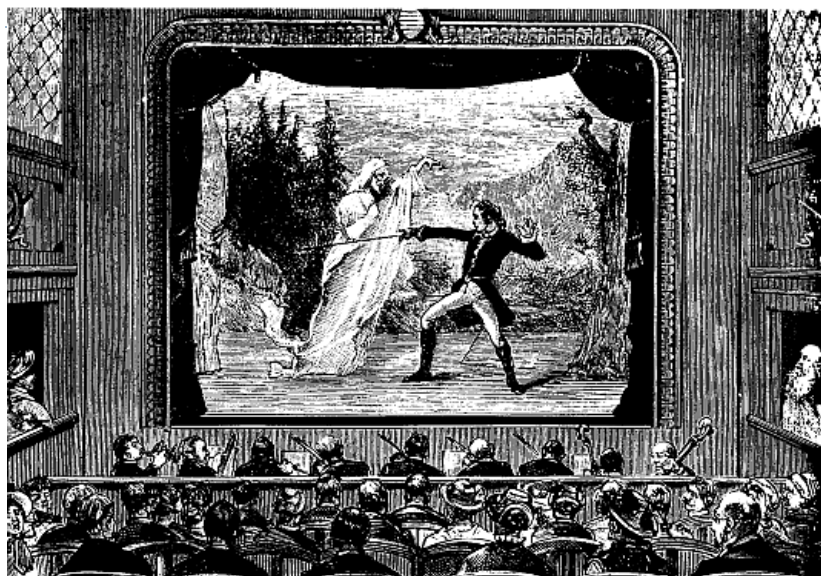
名古屋 中部電力「でんきの科学館」に存在した世界最大級の展示

商品名“マジックビジョン”  
 情報提供元: 電通プロックス  
 (旧 電通映画社)



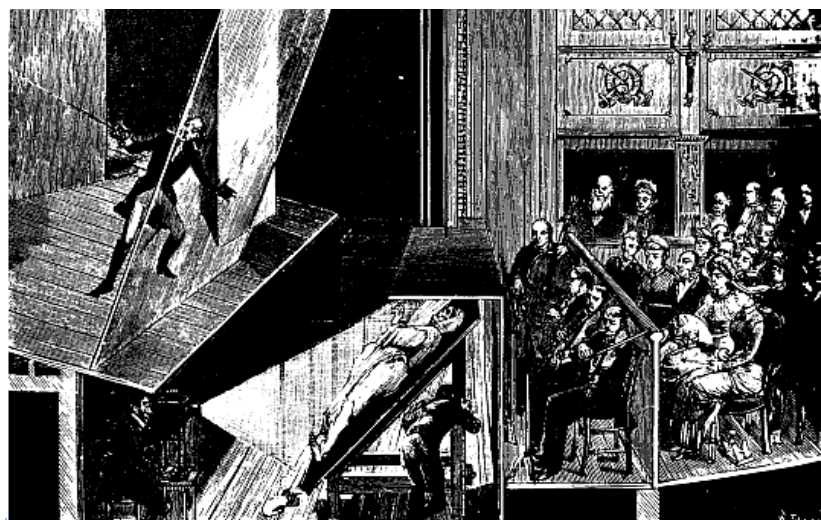
# 7 ハーフミラーの利用 - 3

19世紀の幽霊舞台から21世紀に



←19世紀末の幽霊舞台とその仕掛け  
(ペッパーの幽霊)

↓商品と合成した3D映像  
REALFICTION社カタログよ  
り



## 7 ハーフミラーの利用－4 対象物の厚みの感覚

半透明スクリーンを用いた表示とハーフミラーを用いた表示(1984年以降は2D像の入力を使用)には共通点がある。映像送出装置からは平面像が出力されている点である。ところが観客はこれを「厚さを持った映像」と感じる。このような現象が生じる理由は、「奥行検出感度の距離依存特性」のグラフから推測することができる。近くにある物体と、表示面よりも奥にある物体は実物を見ている状態である。一方、空中に表示される像は運動視差などではその場所にある3D物体と同一の条件となる。物体が厚さを持っている判断は、普段から視差ではなく明暗分布などを手掛かりしているので、厚みを持った物体の様に見えることとなる。

2Dの像を3Dのように見せる仕掛けは、これまで多数製作されている。なかでも江戸時代の「覗き眼鏡」は大変優れている。浮絵(凹み絵とも呼ばれる)を床面に置き、大型の凸レンズと反射鏡を介して観賞する。(1)レンズによる拡大遠方表示 (2)反射鏡を用いることで元の絵が直接目に見えない という仕掛けをしている。その他 (3)厚いガラス板や水槽を表示面に密着して置く (4)大画面の表示を片方の目で見ると (5)箱の中に表示器(印刷物)を置き、その画面枠が見えないようマスクを配置する (6)同一の像を左右位置をずらし左右の目に表示する などの手法が行われている。



江戸時代の「覗き眼鏡」  
鈴木春信『高野の玉川』

## 8 まとめとして

■「光の百科事典」,丸善出版(2011年) を参照ください。

- ▶ 3D映像で用いられる技術が, 分かり難い原因の一つとして, 初学者を間違った方向に誘導しがちな情報が流通していることを挙げた。
- ▶ 「奥行きを感じる手がかり」について解説し, 項目数としては手がかりの大半が単眼視であることを解説した。
- ▶ 「奥行き手掛かり」との関連で, 2眼式(S3D), 多視点方式, 半透明スクリーンの利用, ハーフミラーの利用などの技術を説明し, 奥行きを感じる手がかりと光学系の関係について述べた。
- ▶ 3D映像に関する解説において、基礎的な事柄を外して(あるいは理解せずに)書かれているものが多いことは、物造りの障害になっていると考えている。本資料が, 正確な知識の普及のお役にたてれば幸いである。