

# ホログラフィから空間映像まで・ 実世界のpartとしての映像

有限会社 石川光学造形研究所  
石川 洵

<http://www.holoart.co.jp/>

2018年2月28日 3Dフォーラム第123回特別研究会

# 仕事の分類

## ホログラフィ

始まり

平面型ホログラム

ホログラフィカメラ

マルチプレックス・ホログラム

ホログラフィ映画

教育・講習会

## 空間映像

虚像型空間映像

実像系空間映像

眼鏡なし3D

特殊スクリーン系

装飾系空間映像

インタラクティブ空間映像

## 科学展示・光学装置・R&Dサポート

科学館テーマ展示

科学館常設展示

レーザー光学実験装置

R&D部門向け映像装置試作

## 再生可能エネルギー

太陽光配光プリズム

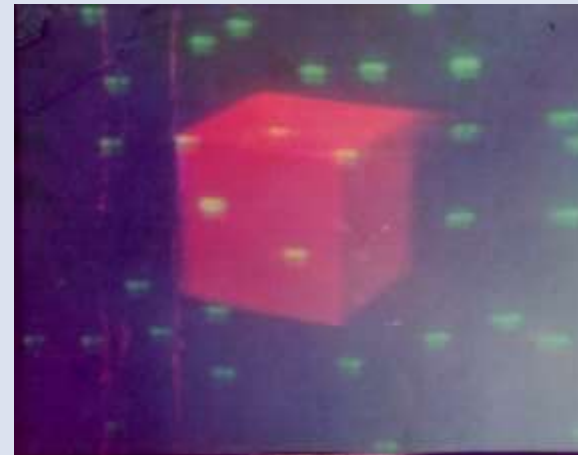
色素増感太陽電池

# ホログラムの制作

1979年5月 初撮影(フレネル)



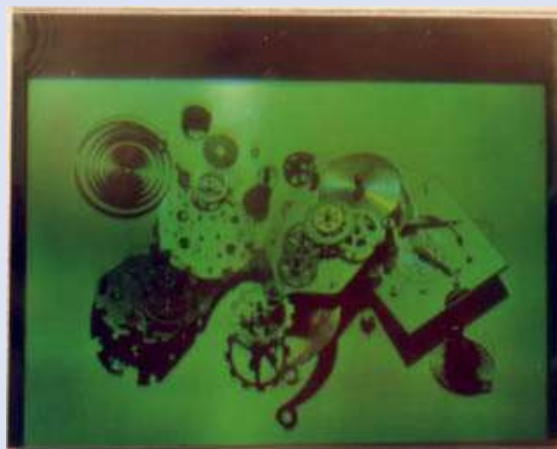
レインボー



レーザー光再生(フレネル)



白色光再生(リップマン)



1985年 マルチプレックス



# 初期の撮影装置

写真雲台等を改造して利用。



初代の撮影装置(屋外)



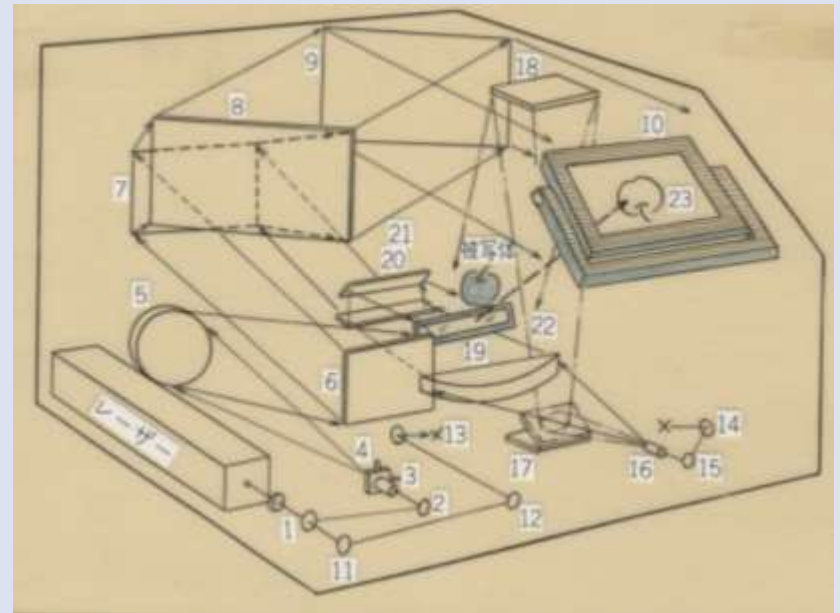
2代目の撮影装置(物置)

# ホログラフィにもカメラが必要なはず。

## レインボーホログラム対応



初代ホロカメラ



# ホログラフィカメラ(小型)

## ホログラフィカメラ HOLOART EL45



### ●仕様

| 型 式        | EL45-W(標準タイプ)              | (Sタイプ)  |
|------------|----------------------------|---------|
| ホログラムサイズ   | 4×5インチ                     |         |
| 撮影可能なホログラム | レーザー再生、リップマン、レインボー         | レインボーのみ |
| 搭載レーザー     | He-Ne 5mW                  |         |
| 本体寸法・重量    | 185(W)×525(D)×350(H)、18kg  | 撮影機能なし  |
| シャッター      | 0.1秒～999.9秒デジタル設定、持続時間タイマ付 |         |
| 付属品        | 簡易除塵ベース、キャリングケース           |         |

HOLOART EL45-Wは、だれにでも簡単に操作でき、高画質のホログラムが撮影できる4×5インチ判ポータブルホログラフィカメラです。

簡潔と使いやすさを重視の設計で、コンパクトなボディに余裕の出力5mWのレーザーを搭載し、また、被写体を2方向から照明する光学系や、準直光系のスペイシャルフィルタの採用、新光式液晶表示タイマー、等大規模な充実した機能と備えています。

レーザー再生ホログラム(フレネルホログラム)、リップマンホログラム、レインボーホログラム、がこの1台で撮影できますので、デジ



レーザー再生ホログラム / リップマンホログラム

ズレイホログラムのペーシェータカメラとして作品制作、美術教育、物理教育、研究開発、等に幅広くご利用いただけます。

尚、レインボーホログラム撮影機能を若い方タイプもあります。

HOLOART 有限会社 石川光学造形研究所  
〒142 東京都品川区西中環2-15-14 ☎03(3785)6044

## ホログラフィカメラ HOLOART ES45



フレネルホログラムの再生画像

### ●仕様

| 型 式        | ES45-1-A, ES45-1-B                    |
|------------|---------------------------------------|
| ホログラムサイズ   | 4×5インチ(19.2×12.7cm)                   |
| 撮影可能なホログラム | フレネル(レーザー再生)、リップマン(白色光再生)、蒸気格子(オプション) |
| 搭載レーザー     | He-Neレーザー type A: 2mW, type B: 5mW    |
| 本体寸法・重量    | W150×L450×H185(撮影時 H325)・6kg          |
| シャッター速度    | 1～30秒 連続可変                            |
| 付属品        | キャリングケース                              |

HOLOART ES45は、小型ながら国際標準の4×5インチ判ホログラムを撮影できる数滴のペーシェータカメラです。

操作は簡単で、フレネルホログラム(レーザー再生)、リップマンホログラム(白色光再生)および蒸気格子(オプション部品付加による)が初めての人にもすぐに撮影できます。

光学系はホログラフィ撮影のしくみを理解しやすい様、立体的に構成されており、演示実験の場合でも説明が容易です。

撮影したレーザー再生ホログラムは、手鏡をビューアーとして使い、そのまま見ることができます。

ES45は、高剛性フレームの採用により、ホログラフィの常識を覆し、除塵装置の無い通常のデスクの上での撮影が可能になりました。

また、従来の定置式光学実験装置に比べて、体積、重量とも20分の1以下で場所を取らず、低価格のための同じ予算で多数セット購入でき、密度の高い教育が実現します。撮影に必要な器材および機件キットも各種取揃えています。

- オプション部品
- 再生格子実験キット
- F半径実験キット
- レインボーホログラム作製キット
- 照明エリア調整(スペイシャルフィルタ)

HOLOART 有限会社 石川光学造形研究所  
〒142 東京都品川区西中環2-15-14 ☎03(3785)6044



# ホログラフィカメラ(大型)

## ホログラフィカメラ HOLOART RB810



HOLOART RB810は、ほとんどのディスプレイホログラムの撮影が可能で、研究や美術教育に手頃な8×10インチ用多機能ホログラフィカメラで、次の様な特色を持っています。

●**立体構成により使い易く、省スペース**  
サーボ式空気ばね駆動装置に支持された剛性の高い角形鋼管溶接構造フレームに、光学系を立体的に構成配置したことにより、操作性、安定性に優れ、設置面積も従来の定額方式の $\frac{1}{2}$ 以下で、大幅な省スペースになります。

●**自在かつ自然な作画、ライティング**  
被写体は正立のまま撮影でき、物体照明も上方2方向から照射され、極めて自然な状態で写すことができます。後方からの照明もでき、フィルム厚縮等の透過物体も容易に撮ることができます。

●**直動システムによるスムーズな操作**  
駆動ホルダー、物体ホルダー、配光ミラーなど、たびたび動かす箇所は直動ベアリングに支持され、位置決めが容易かつ迅速に行なえ、再現性も抜群です。

### ●仕様

| 型 式         | RB810-1   |
|-------------|---|
| ホログラムサイズ    | 8×10インチ(20×25cm)、4×5インチ(10×12.5cm)  |
| 撮影可能なホログラム  | フレネル(レーザー再生)、レインボウ(2ステップ)、イメージ別(2ステップ)、リップマン(1ステップ及び2ステップ)、ホログラフィック画紙格子オプションにてホログラフィックステレオグラム撮影機能付加可能 |
| 播 射 レ ー ザ ー | He-Ne 25mW、オプションにて水冷アルゴンレーザー搭載可能  |
| 光 学 系       | 対称2系統平行光光学系、物体2方向照明光学系、各分岐調整光学系   |
| 装 置 フ レ ー ム | 角形鋼管溶接構造  |
| 除 塵 装 置     | サーボ式空気ばね、エアコンプレッサー付風  |
| シャッター制御     | 0.1~1,000秒デジタル設定、待機時間タイマー付  |
| 本体寸法・重量     | 1,170(W)×1,350(L)×1,750(H)、350kg  |

HOLOART 株式会社 石川光学造形研究所

〒142 東京都品川区西中延2-15-14 ☎03(3785)6044

18018

## ホログラフィカメラ HOLOART RB3040



HOLOART RB3040は、30×40cmまでの、ディスプレイホログラムのほとんどのタイプの撮影ができるスタジオ用多機能大型ホログラフィカメラで次の様な特色を持っています。

●**立体構成により使い易く、省スペース**  
サーボ式空気ばね駆動装置に支持された剛性の高い角形鋼管溶接構造フレームに、光学系を立体的に構成配置したことにより、操作性、安定性に優れ、設置面積も従来の定額方式の $\frac{1}{2}$ 以下で、大幅な省スペースになります。

●**自在かつ自然な作画、ライティング**  
被写体は正立のまま撮影でき、物体照明も上方2方向から照射され、極めて自然な状態で写すことができます。後方からの照明もでき、フィルム厚縮等の透過物体も容易に撮ることができます。

●**直動システムによるスムーズな操作**  
駆動ホルダー、物体ホルダー、配光ミラーなど、たびたび動かす箇所は直動ベアリングに支持され、位置決めが容易かつ迅速に行なえ、再現性も抜群です。

### ●仕様

| 型 式         | RB3040  |
|-------------|---|
| ホログラムサイズ    | 30×40cm、8×10インチ(20×25cm)、4×5インチ(10×12.5cm)  |
| 撮影可能なホログラム  | フレネル(レーザー再生)、レインボウ(2ステップ)、イメージ別(2ステップ)、リップマン(1ステップ及び2ステップ)、ホログラフィック画紙格子オプションにてホログラフィックステレオグラム撮影機能付加可能 |
| 播 射 レ ー ザ ー | He-Ne 35mW、オプションにて水冷アルゴンレーザー搭載可能  |
| 光 学 系       | 対称2系統平行光光学系、物体2方向照明光学系、各分岐調整光学系   |
| 装 置 フ レ ー ム | 角形鋼管溶接構造  |
| 除 塵 装 置     | サーボ式空気ばね、エアコンプレッサー付風  |
| シャッター制御     | 0.1~1,000秒デジタル設定、待機時間タイマー付  |
| 本体寸法・重量     | 1,400(W)×1,900(L)×2,000(H)、500kg  |

HOLOART 株式会社 石川光学造形研究所

〒142 東京都品川区西中延2-15-14 ☎03(3785)6044

18018

# つくばexpo ホログラム (大型マルチプレックス)

## マルチプレックス・ホログラム



●つくばエキスポセンター 2000φ×1500H



●つくばエキスポセンター (部分)



# マルチプレックス・ホログラムの原画撮影



原画撮影



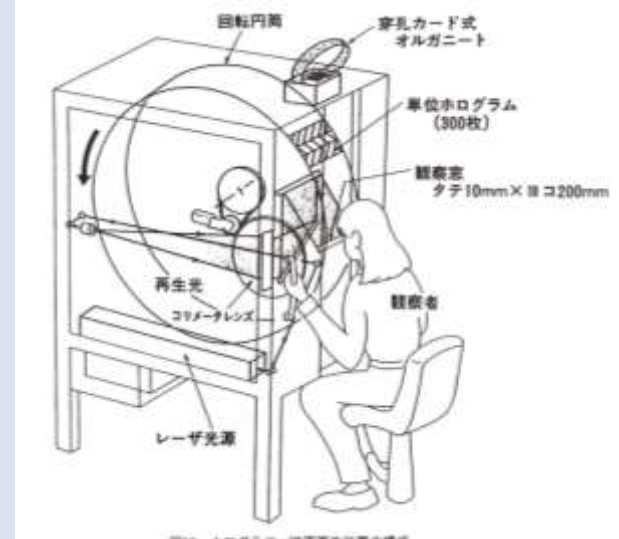
完成ホログラム 直径40cm

# ホログラフィ映画研究試作受託

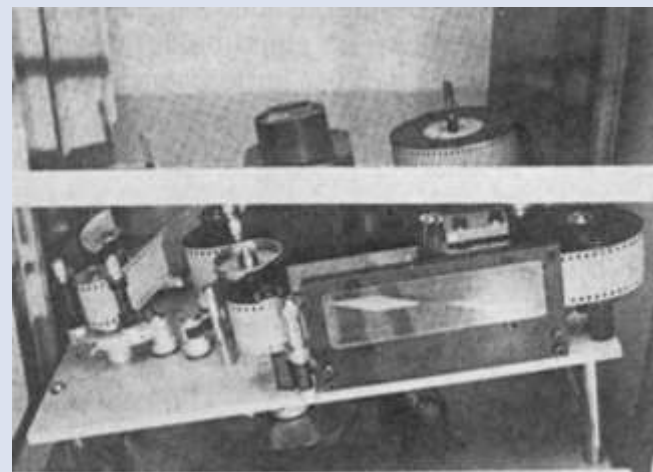
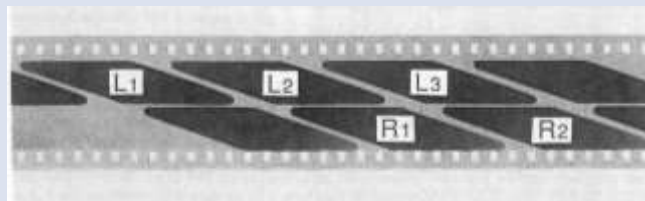
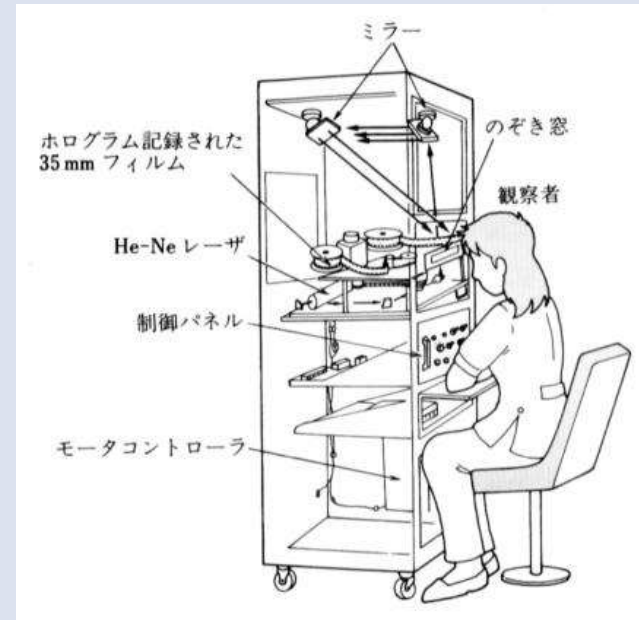
1. 横軸円筒(水車状)のぞき窓式 フォーマット:10H×200W 180コマ  
記録および再生光源 He-Ne 立体模型アニメーション
2. 35mmエンドレスのぞき窓式 フォーマット:35mmツインダイア エンドレス  
立体模型アニメーション 記録および再生光源 He-Ne
3. 35mmスクリーン投写 フォーマット:35mmツインダイア エンドレス  
人物等実写 記録光源 YAGパルス 再生光源 YAG CW
4. 35mmスクリーン投写 フォーマット:35mmツインダイア エンドレス  
立体模型カラーアニメーション 記録光源 He-Ne(R), Ar(GおよびB)  
再生光源 He-Ne(R), YAG(G), Ar(B)

多摩美術大学檜山研究室の協力で完成。動画と映画の違いをしっかりと学んだ。

# ホログラフィ映画研究(水平軸円筒)



# ホログラフィ映画研究 (35mmフォーマットのぞき窓)



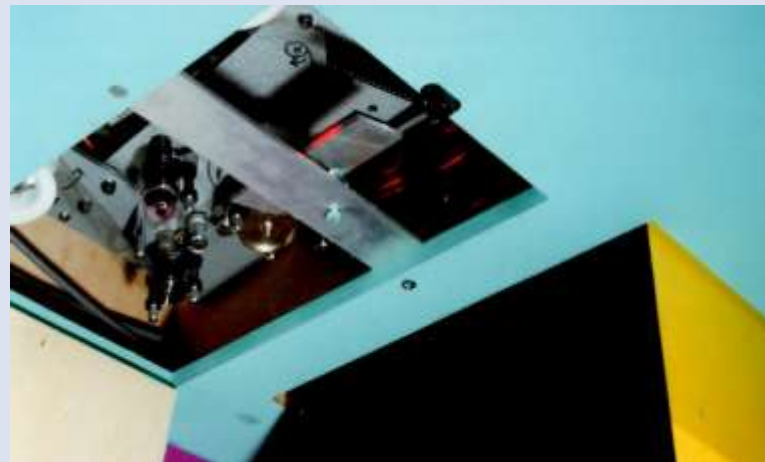
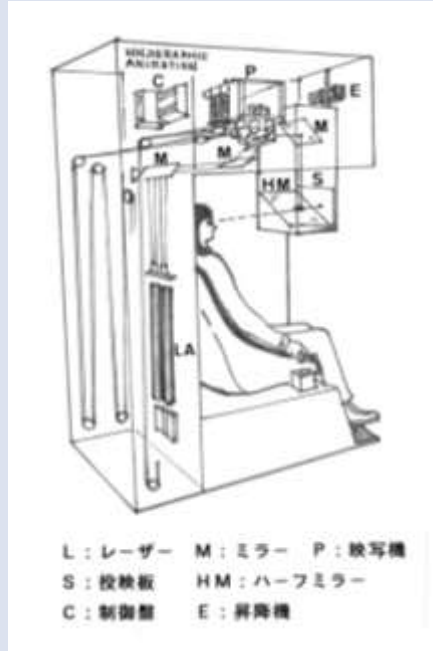
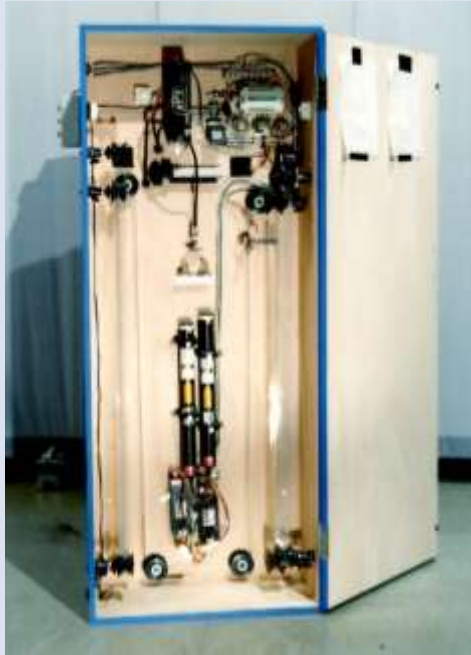


# ホログラフィ映画研究(パルスレーザー)





# ホロ映画(多摩美バージョン映写機)



# ホログラフィック・ステレオグラム(平面型)

レインボーホログラムベースで開発したので、カラー化に問題



CG原画

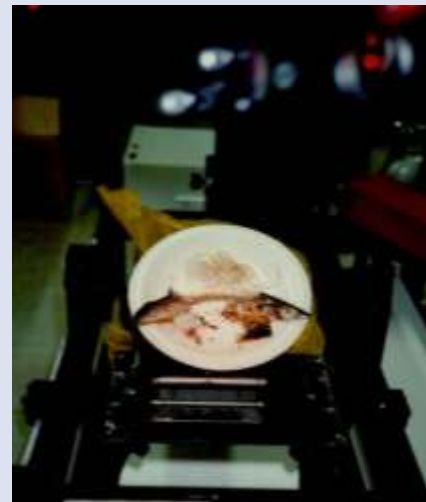


移動レール実写

# 多摩芸術学園・多摩美術大学



ホロカメラで撮影



美大ならではの  
被写体



原画撮影(36コマ)



ホログラフィック・ステレオグラム

# 多摩芸術学園・多摩美術大学



ワークショップ受講者の作品



夜間屋外展示



展示の仕上げ



# ホログラフィ講習会・ワークショップ



Zon ホログラフィスクール



Zon ホログラフィスクール



写真美術館ワークショップ



作品展示



# ホログラフィの衰退

21世紀が始まる頃、ホログラフィの需要が著しく低下し、完成していたホログラフィ技術も失われて行く。

原因は？

銀塩写真の衰退に引きずられた？

ホログラフィのデジタル化には、まだ長い時間がかかり、ボタンタッチできなかつた。

どうやって次の仕事につなぐか。

- ホログラフィのテイストを生かし、ビデオベースの空間映像へ進む。

映像を空間の一要素として組み込む。

TOI : Things made of Image

- 光学つながりの仕事をする。

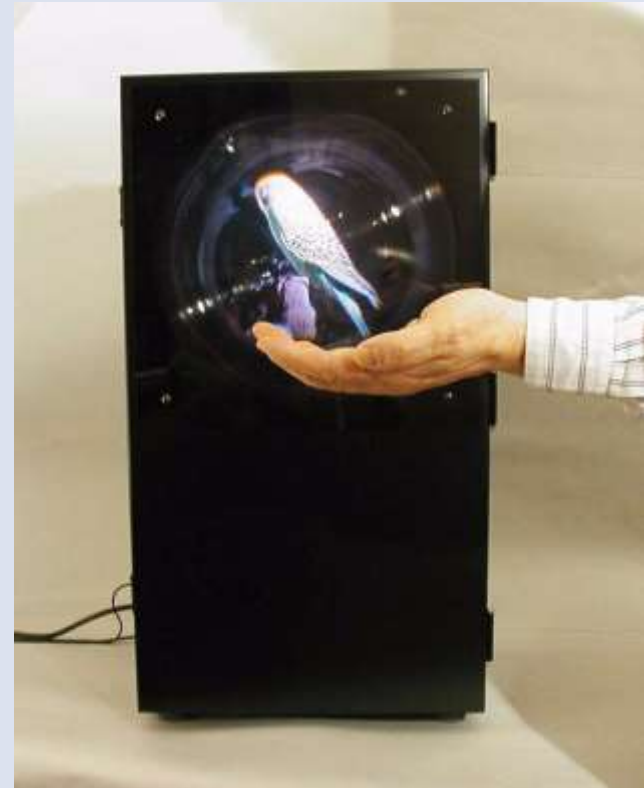
→ 教育機器、展示装置

→ 太陽エネルギー利用

# 空間映像・人と映像の距離感を縮める



一般映像(窓向こうの世界)



空間映像(触れられそうな存在または  
その中に入り込めるような映像)

- ◇空間映像は実空間と映像の融合を可能にする。
- ◇空間映像は現実空間にパーツ、あるいは有用なツールとして取り込み使える。

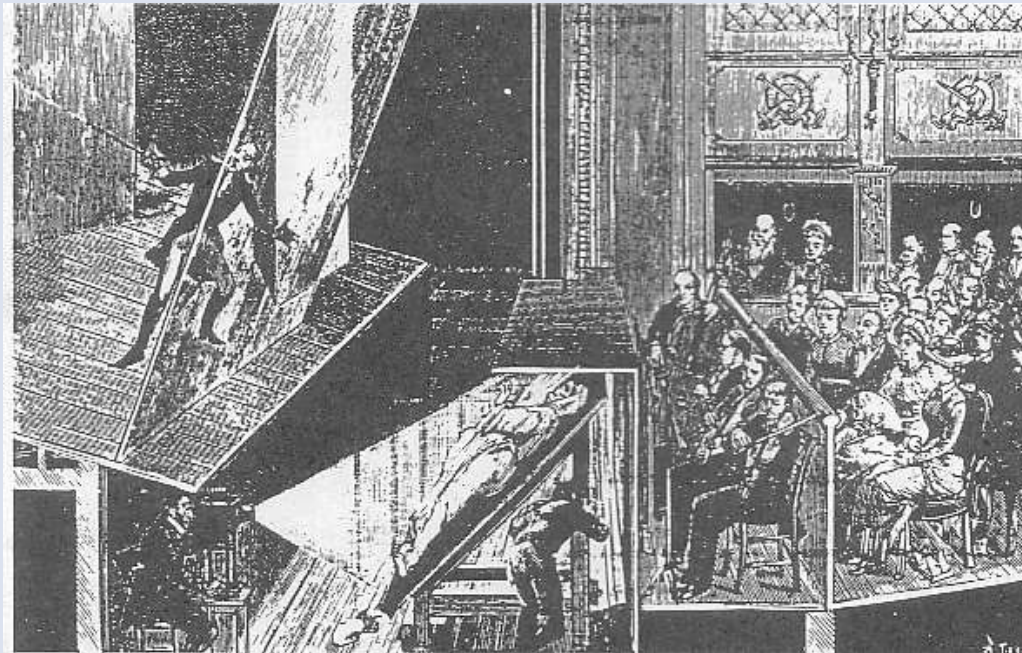
# 虚像系(歴史)

ハーフミラーの反射で得られる虚像を観察するもの。

視域が広く無収差で、見え方も極めて自然である。

下図は、19世紀の幽霊舞台の例。舞台手前下の幽霊役の出演者は、上の大ガラスに映り、舞台上に居るように見えるが、舞台の役者が剣を振り回しても空を切るばかりで、大変不思議がられた。

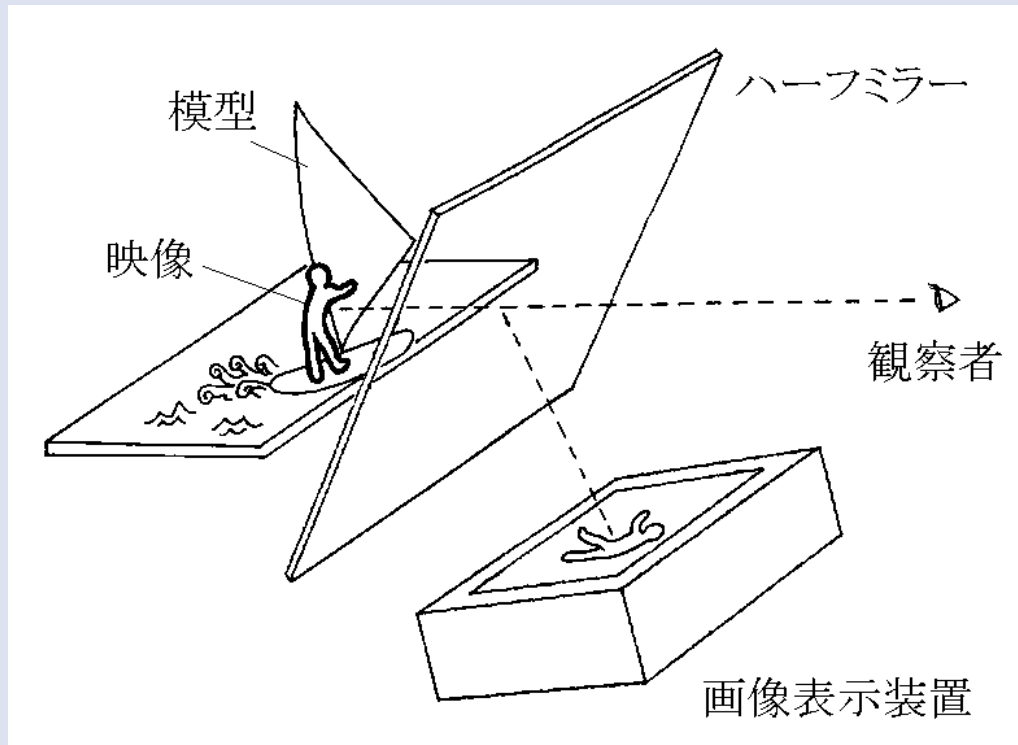
現代のテーマパークでは、下の役者を映像画面に代えている。その場合、虚像は2Dながら、空中を飛び回る自由な動きができる。



幽霊舞台の仕掛け

## 1-2. 現代の虚像系(実物+映像)

- 映像表示デバイスの画面をハーフミラーで反射させ、虚像として観察。
- 視域が広く、どこから見ても歪みが無いのが特長。

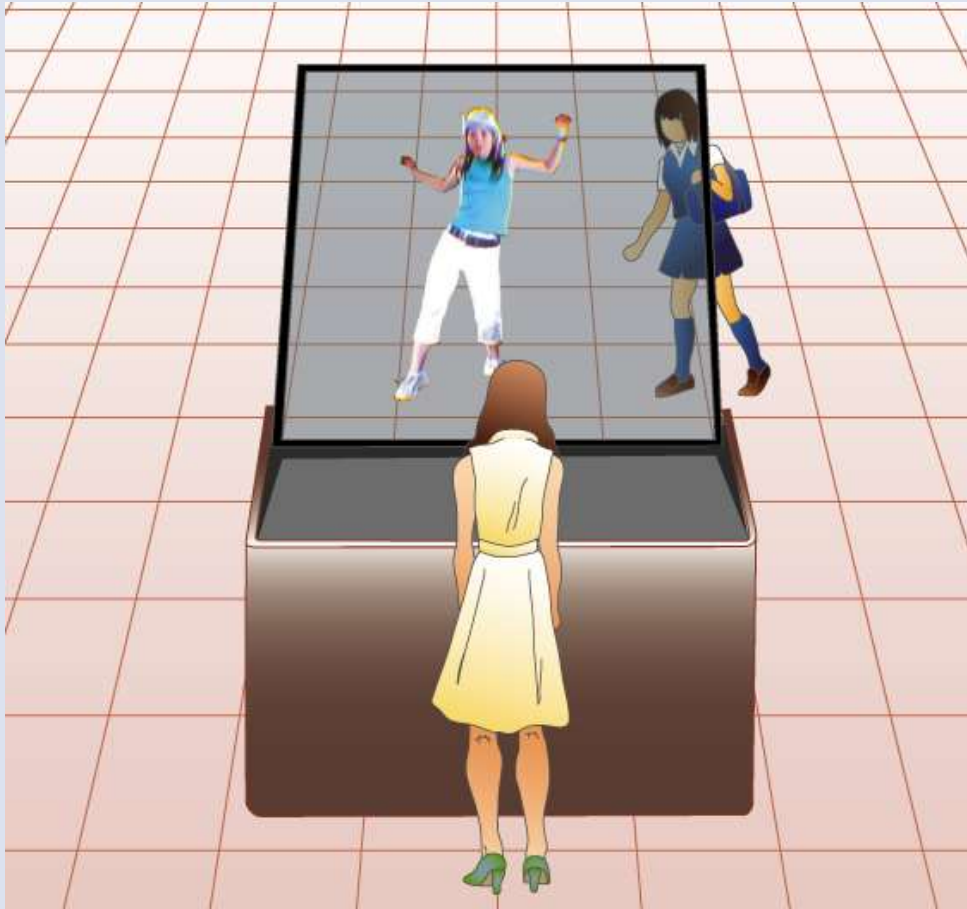




# ILLUSION THEATER A (虚像型)



# ILLUSION THEATER タイプB

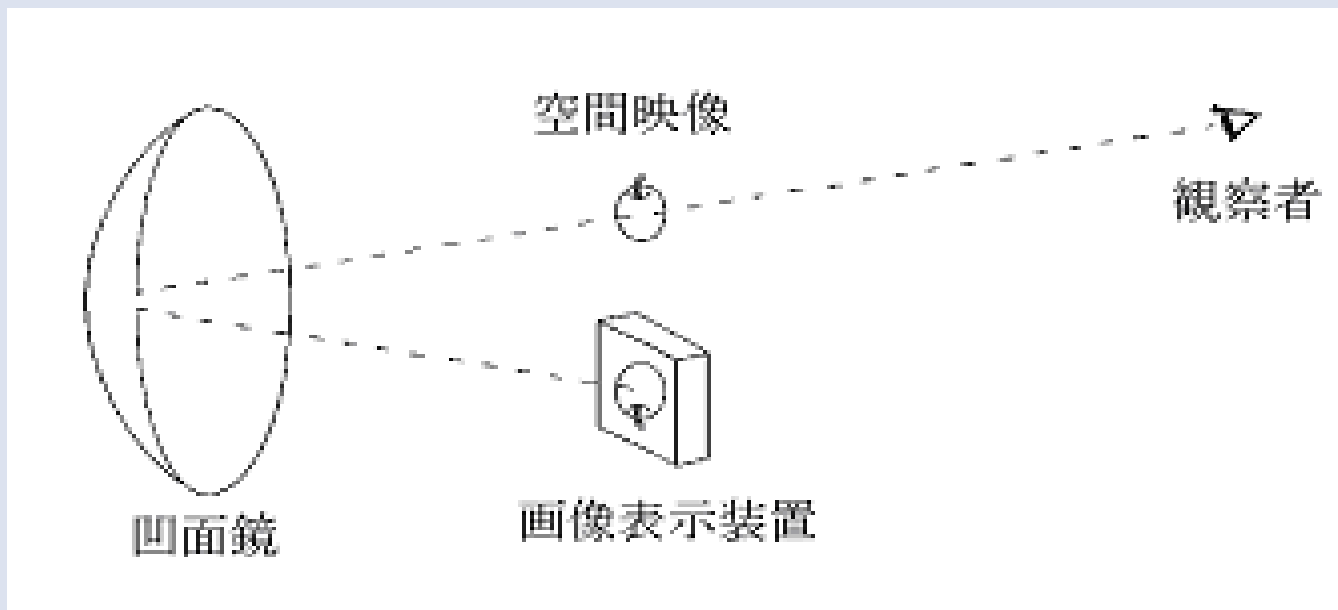


数m先に等身大映像  
を表示できます。

シースルーなので実際  
の人と共演できます。

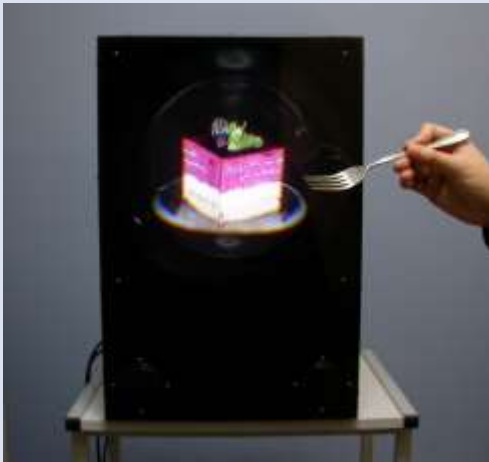
## 2-1. 実像系(飛び出し)空間映像の原理

凹面鏡、レンズ等による実像を光軸方向から観察する。  
模式的には下図のようなものである。



円盤状で、上部の穴に中の物体が浮き上がって見える凹面鏡トリックもこの仲間。

# 飛び出し映像系空間映像(正面表示)

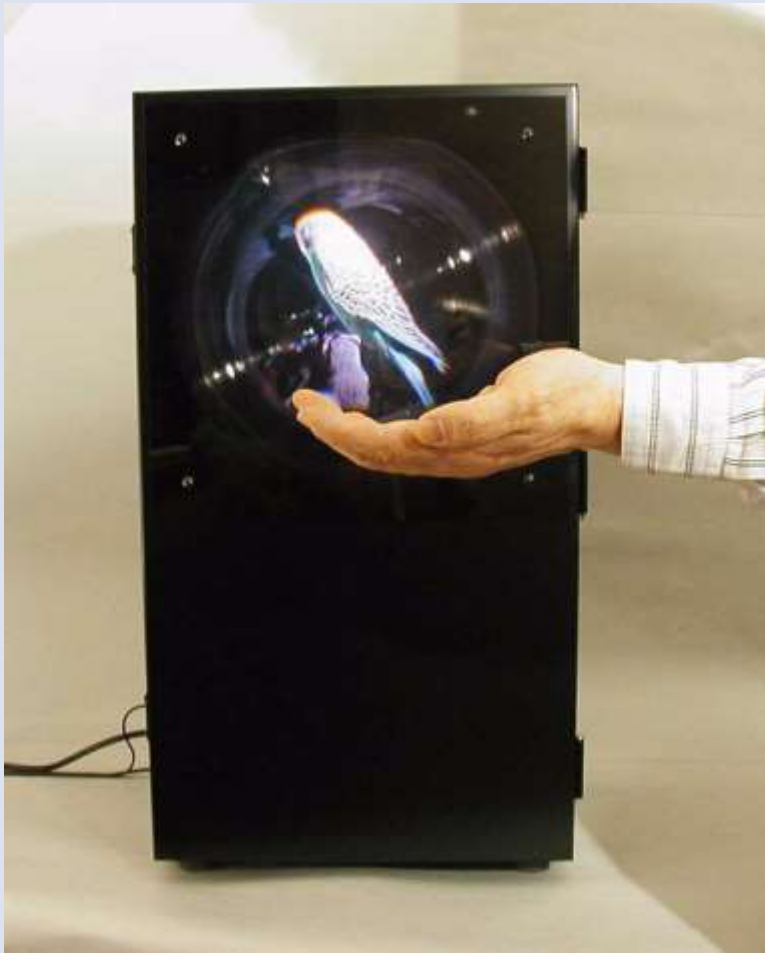


手前に像が浮いている  
「空間プロジェクター」



浮いている空間映像が  
前後に移動する「来るくる」

## 実像系の例



空間プロジェクター



ミニライブシアター



# 立ち上がり映像型

テーブルのガラス面上に飛び出す映像が2方向から見える。



pop \* pix (ポップピクス)

# 多方向表示空間映像



魔法球ディスプレイ：透明中空球内に最小36度ピッチで複数方向の映像を表示し、最大10方向から異なった画像を見ることができる。

# 空間映像装置・透明ボックス型

透明ガラスケースの中に4方向から異なった空間映像が見える。(上方にモニター不要、純粋なピラミッド)



小さな博物館 petit musée (プチミュゼ)

# 空間映像（特殊スクリーン系）

主に2つのタイプがある

① 暗い部屋で紗幕や霧など、存在の見えにくい物体をスクリーンに用いて映像を投影するもの。

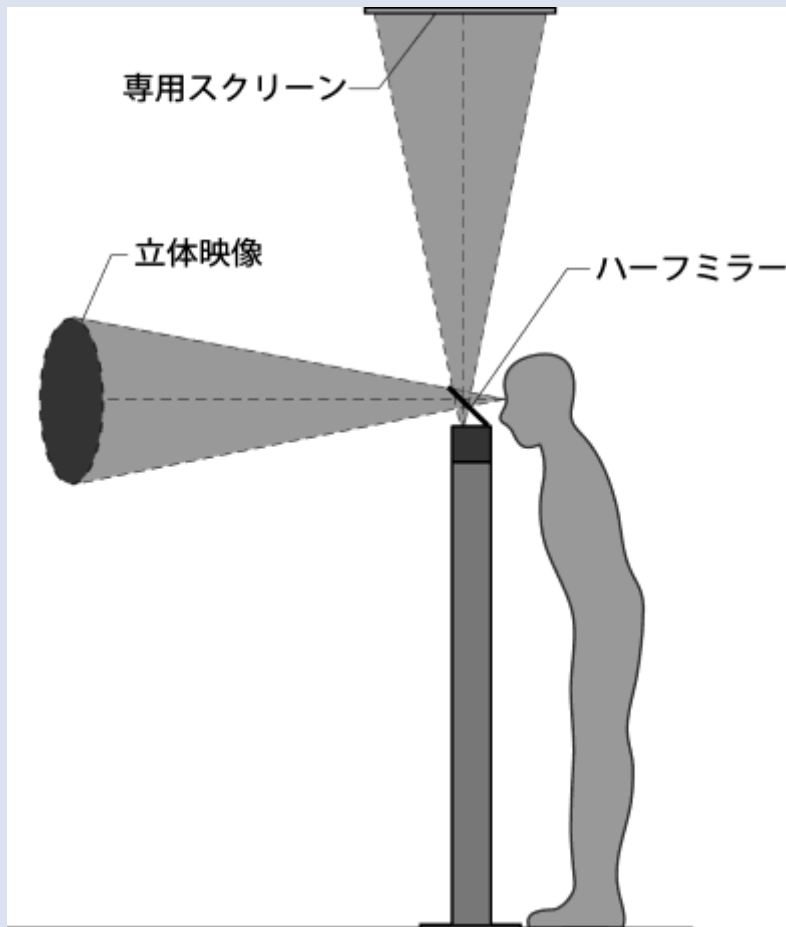
② 表示する映像の実際の形とスクリーンの形状を一致させたもの。

写真は、球面スクリーンに地球映像を投射した例



VISCULA-G

# 3D・B-Vision 眼鏡なし3D(特殊スクリーン)



眼鏡なし立体映像3D・B-Vision : 専用眼鏡なしで見られ、多視点も容易。



# 水晶球ディスプレイ(装飾系)



## 空間映像(インタラクティブ)



空間映像楽器 : 空間に浮いたアイコン(葉っぱ)に触れると音が出ます

# 当社、空間映像一覧(ホログラフィを除く)



# 科学館展示制作業務

## ホログラフィでご縁ができた科学館

### サイエンスをテーマにすると更に世界が広がる





# 科学館企画展示制作(横浜こども科学館1)



ホログラフィ展・光の実験室



立体感のひみつ



五感マジックハウス



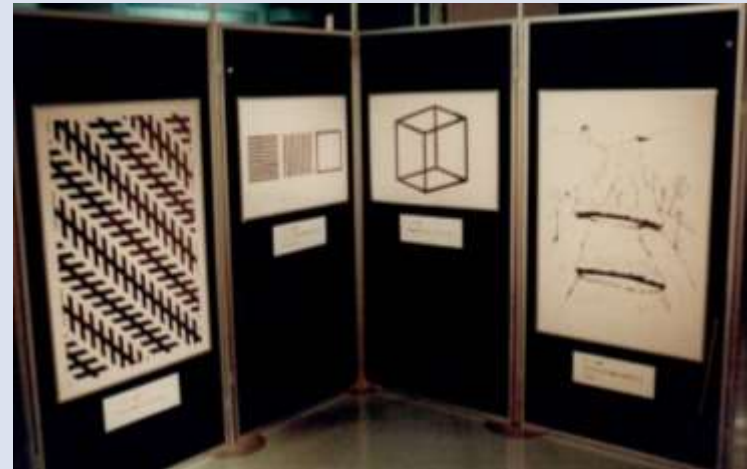
五感マジックハウス



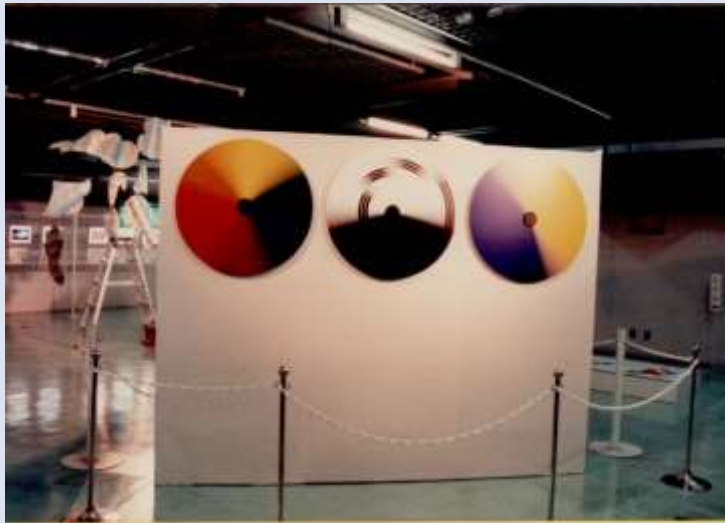
# 横浜こども科学館2



触覚ふしぎアイランド



錯視展



色イロイロ 展



回転錯視装置(交換式)

# ハイテク竜宮城(横浜こども科学館1992・神戸海洋科学館1993)



横浜こども科学館



横浜こども科学館



神戸海洋博物館



神戸海洋科学館

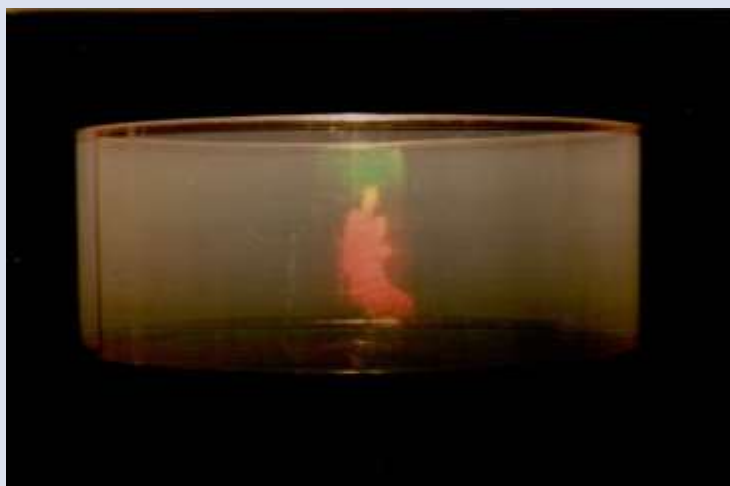
# 長野市少年科学センター(常設展示)



担当したコーナー



レザリアムユニット



マルチプレックス・ホログラム



レインボー及びリップマン



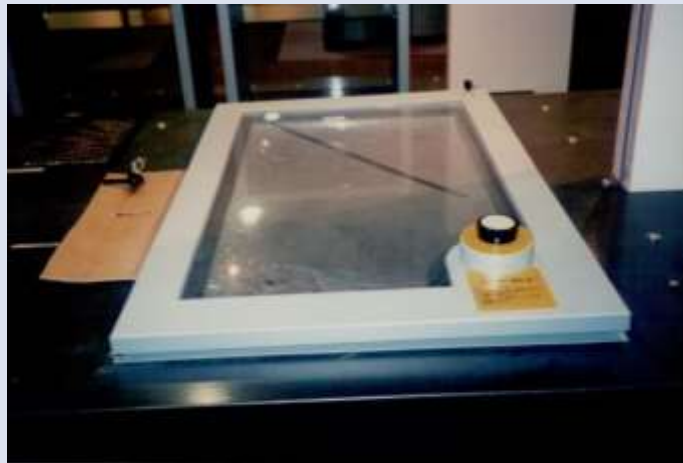
# 各地の科学館



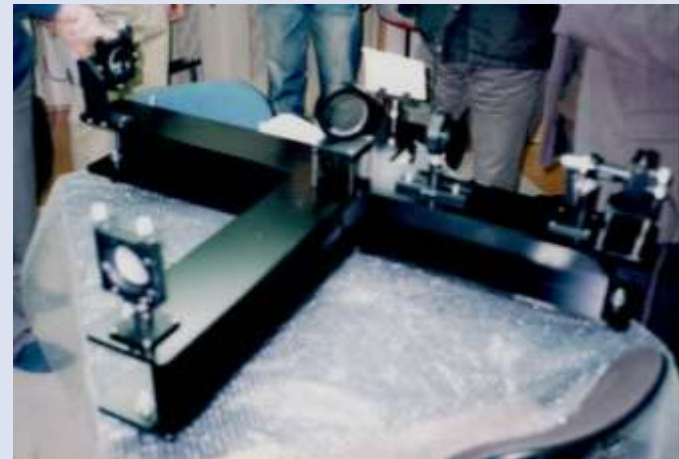
光ファイバー通信



マッハツェンダー干渉計

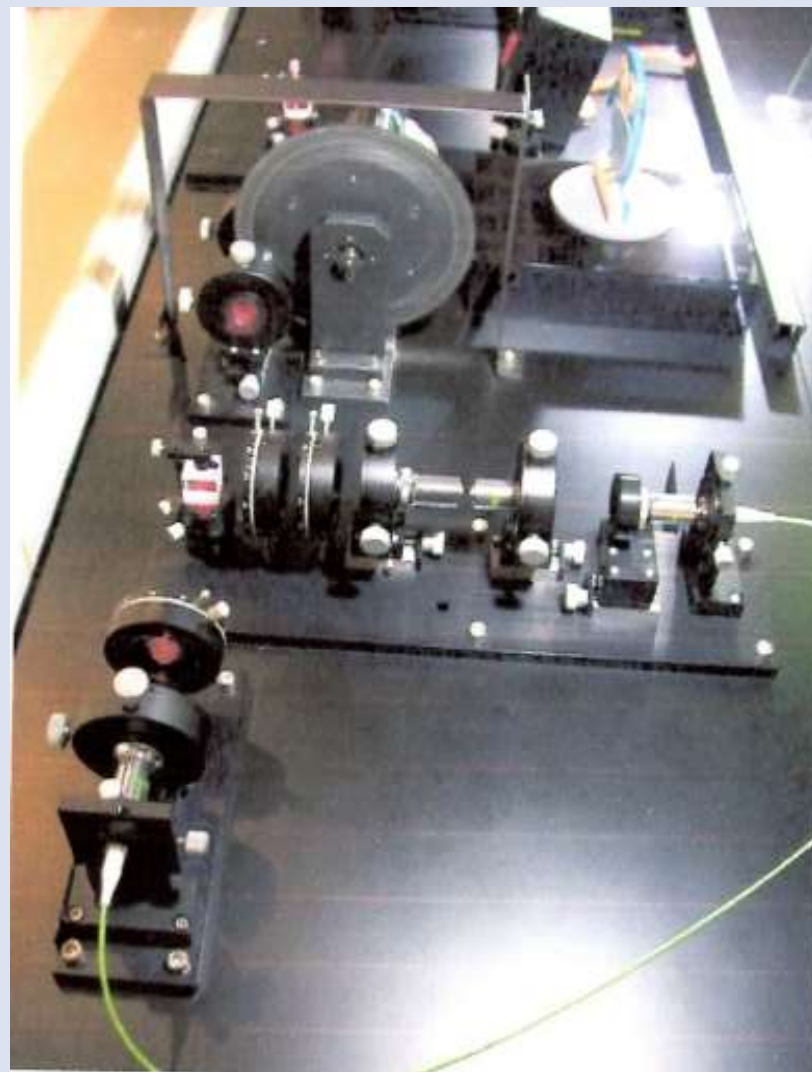
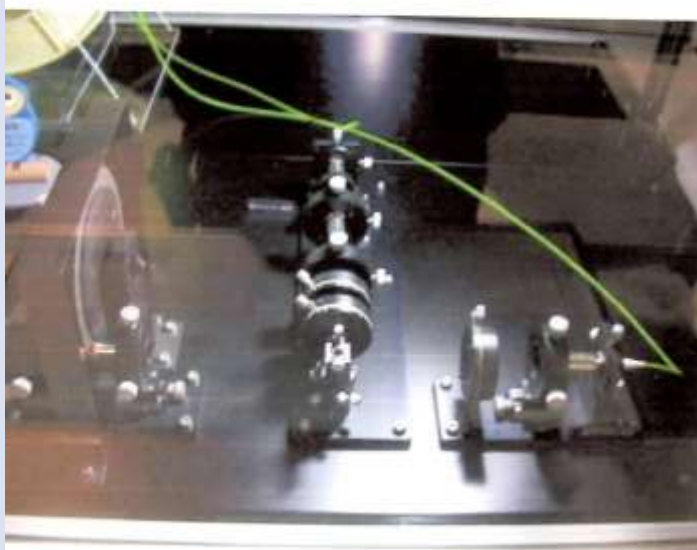


光の直進性



マイケルソン干渉計

# 国立科学博物館(フィゾー光速測定)





# 光学実験装置の製作

光学実験には場所を取り、高価な除震定盤が  
とっていませんか。

光学への理解を深めてもらうには、まずは実験  
することです。

大学の工学基礎、あるいは高等学校で簡単に  
使える、スペースを取らない光学実験装置を  
製作しています。

# (He-Ne)レーザー光学実験装置

## 除振台不要



# 教育機器(レーザー干渉計)



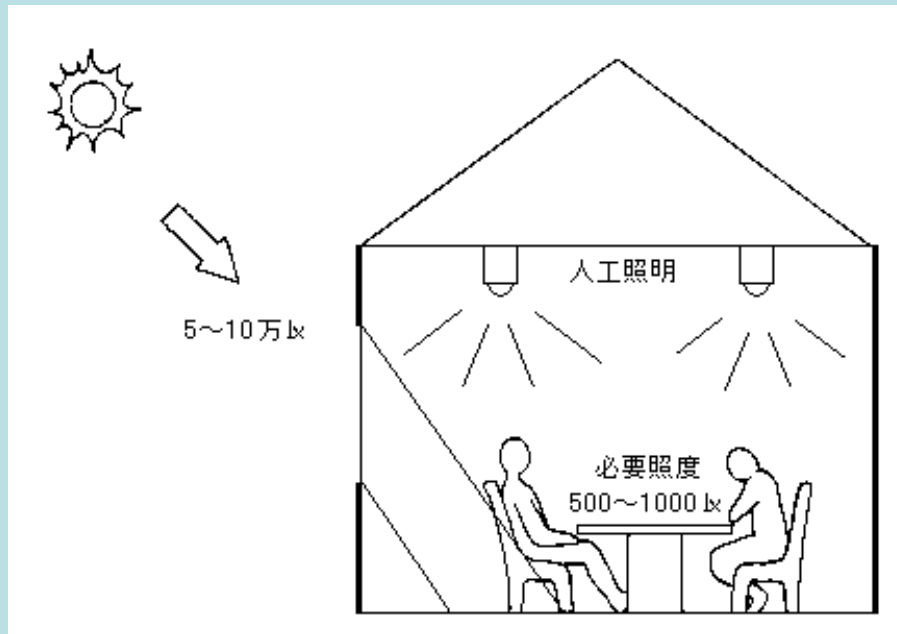
# 再生可能エネルギー関係

- 太陽光の照明利用
- 色素増感太陽電池

日本は技術面で再生可能エネルギーの最先進国ながら、導入では中進国。原発のみに手厚い保護が続き不公正な競争を強いられている。政治に期待できない分、民間ベースでがんばるしかない。

# ホログラフィの生活応用

## ホログラムの光を曲げる性質を照明に利用



昼間、窓から入る太陽光を天井に送ると  
天井の反射で部屋が明るくなるはず。

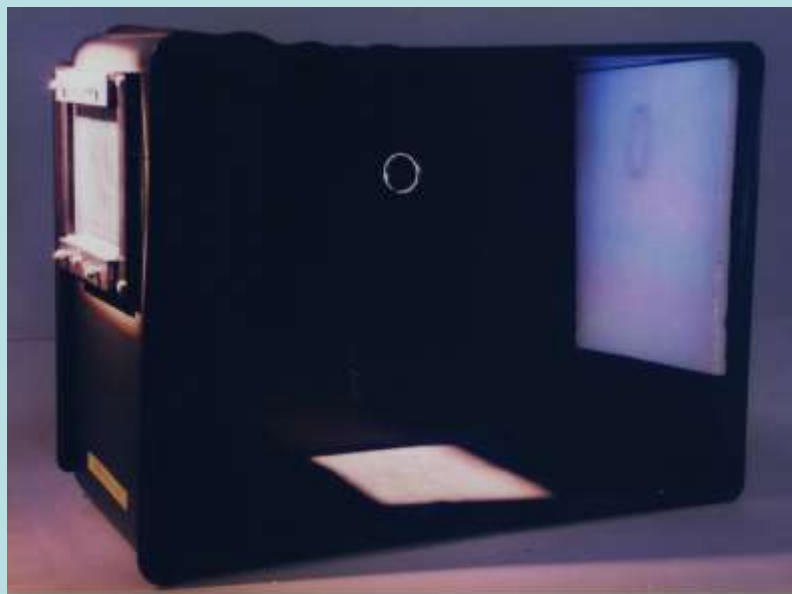
# ホログラム照明利用の問題点



単純回折格子では、  
白色光が虹色に分散  
する。



# 白色補償型回折格子を開発



回折光を白色にできた  
が、製造設備が無く  
量産化できず。  
プリズム方式に転換。

# 太陽光配光プリズム

室内に自然光を

SOLBENE (有)石川光学造形研究所

3D映像 VOL.32 No.1 (2018年3月) 60

# プリズム方式の新製品



透明板加工により、プリズム機能を持ちながらシースルー。  
窓の機能を損ないません。

# 特長：室内は明るく窓際は快適



従来の窓



太陽光配光プリズムを取り付けた部屋

- 天井反射で室内が明るくなります。
- 直射光が減光され窓際も快適になります。

# 太陽光配光プリズム 使用例



# まとめ

情報通信技術は発展しましたが、それはスマホの小さな画面の中に収斂して、映像そのものを楽しむ文化は、日常生活の中では、かえって薄れているように感じられます。

今後も、生活空間の要素として映像を融合させ、環境一部として行くことで、映像の魅力を伝えて行きたいと思っています。

ご清聴ありがとうございました



YouTube 石川光学造形研究所 で動画を検索  
してみてください。

- 多摩芸術学園紀要
- 横浜こども科学館特別展パンフレット
- 参考文献
- 石川光学造形研究所カタログ
- 筆者作成の記録写真およびイラスト