

偏光で3D映像を作る

ETL2011 Prog.14

植田研 M1 長久 敦史

偏光とは？

■ 偏光 (polarized light)

電場(及び磁場)が特定の方向にのみ振動している光(電磁波)のこと

■ 偏光の種類

偏光は光の進行方向に直交する、2つの電場ベクトルの位相差によって次の3種類に区別される

➤ 直線偏光

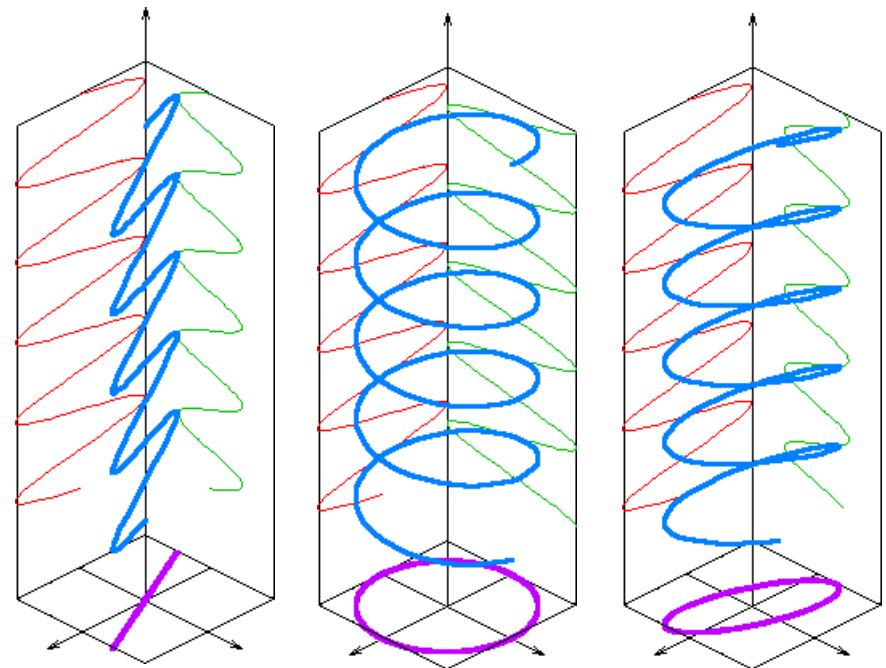
光の進行方向に直交する平面において、電界ベクトルが一定方向にのみ振動する光(2つの電場ベクトルの位相差が0及び π)

➤ 円偏光

光の進行方向に直交する平面において、電界ベクトルが一様に回転する光(2つの電場ベクトルの位相差が $\pm\pi/2$ かつ振幅比が1)

➤ 楕円偏光

直線偏光、円偏光以外の状態。電界ベクトルは楕円を描く



直線偏光

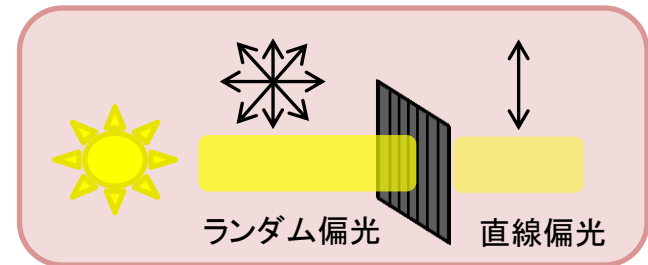
円偏光

楕円偏光

偏光を操作するもの

■ 偏光板

自然光(ランダム偏光)から直線偏光を作りだす。吸収型偏光板と反射型偏光板がある。



■ 位相板(波長板)

$\lambda/2$ 板: 電界ベクトルの位相差を半波長分生じさせることで直線偏光の向きを変換する

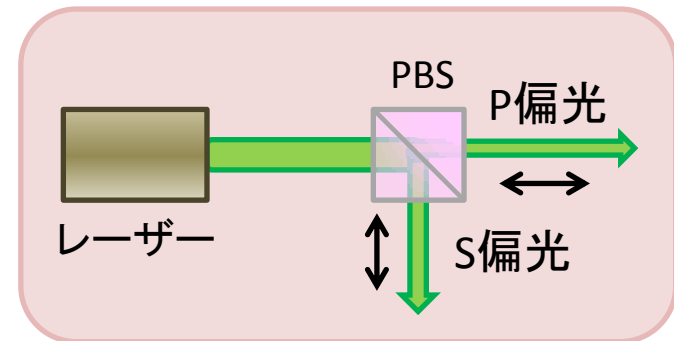
$\lambda/4$ 板: 電界ベクトルの位相差を1/4波長分生じさせることで直線偏光を円偏光に、また逆に円偏光を直線偏光に変換する

■ 偏光ビームスプリッタ(Polarizing Beam Splitter: PBS)

入射されたレーザー光を図のように2つの直線偏光(P偏光、S偏光)に分ける。2つのプリズムから構成されるキューブ型である。

P偏光: 入射面に対して平行な方向の直線偏光(parallel)

S偏光: 入射面に対して垂直な方向の直線偏光(senkrecht)



➡ 実際にこれらを用いて偏光の操作を試みよう!

偏光によって生じる現象

■ 複屈折 (birefringence)

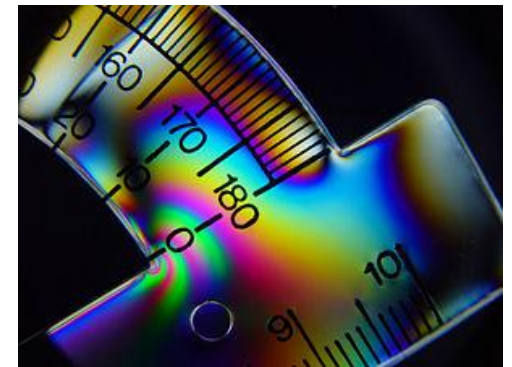
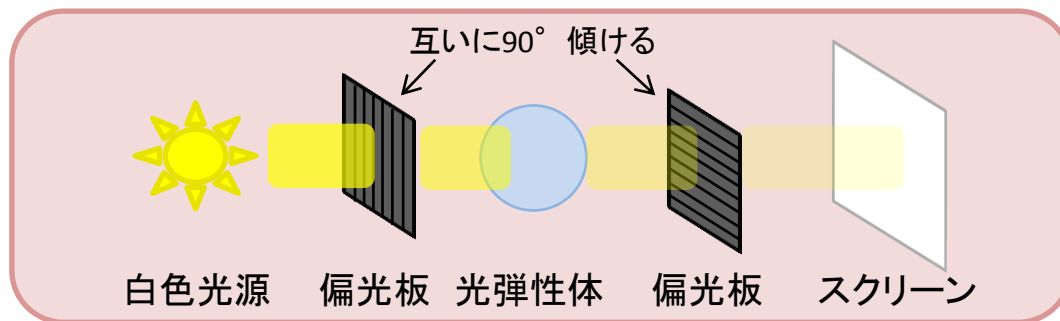
異方性をもつ物質に光が入射された時、偏光の方向によって屈折率が異なるという現象。したがって、複屈折性をもつ物質を通った自然光は2つに分裂する。

➡ 偏光万華鏡で複屈折を体験してみよう！



■ 光弾性 (photoelasticity)

外力を受けた弾性体が、複屈折を示す現象。下図のような光弾性装置で光弾性体を観察すると、複屈折によって偏光に位相差が生じ、それが干渉縞になって現れる。



➡ 実際にいろいろな光弾性体について実験してみよう！

立体視の原理

■なぜ人間の目は立体視ができるのか？

右図1に示すように様々な要因がある
⇒一番の要因は輻輳及び両眼視差！

■輻輳・両眼視差とは

➤ 輻輳 (convergence)

目は近くのものを見るときに眼球が回転し、寄り目になる。網膜の中心は視力や色弁別能力が高く、この注視点に持っていく筋肉の動きが立体感を生んでいる。

➤ 両眼視差 (binocular parallax)

両眼の間隔により両眼の網膜上では同一の物体像を結像しない。たとえば図2のように両目が点Pを注視した場合、点Pは両眼の網膜の中心P'に一致するが、O及びQにおいては網膜像O', Q'においては差異が生じる。この差異を脳が処理をすることで立体感を生み出している。

要因	項目	遠	近	奥行き感度 (適用域)	特徴
生理的要因	1) 水晶体の調節	薄	厚	数十倍 (数m以下)	単眼で可能
	2) 両眼の輻輳	小	大	(10m以下)	両眼が必要
	3) 両眼の視差	小	大	数百倍 (10m以下)	両眼が必要
	4) 単眼の運動視差	小	大	100数十倍 (数m以上)	単眼で可能
	5) 取り込み効果 (視野の拡大)	小	大	(数m以上)	単眼で可能
心理・記憶的要因 (遠視効果)	1) 物の大小	小	大	(数m以上)	単眼で可能
	2) 物の高低	高	低		
	3) 物の重なり	後	前		
	4) きめの粗密	密	粗		
	5) 形状				
	6) 線遠近法				
	7) 面遠近法				
光学的立体視	1) 明暗	暗	明	(数m以上)	単眼で可能
	2) コントラスト	弱	強		
	3) 彩度	鈍	鮮		
	4) 色相	青	赤		
	5) 解像度	小	大		
	6) 陰影	*	*		

図1: 立体視の要因

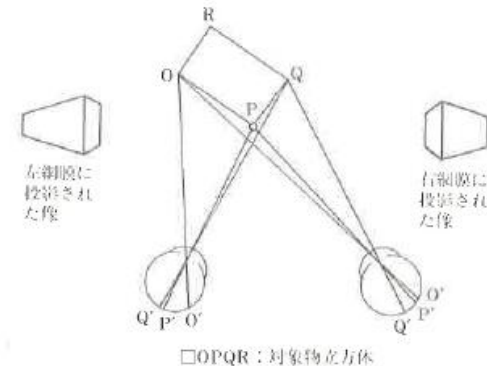


図2: 両眼視差の仕組み

偏光を用いた立体視

■どのように偏光を利用した立体視を実現するのか？

人間の目においてディスプレイに映し出される映像は通常2Dである



偏光を用いて擬似的に両眼視差による立体視を実現させればよい！

- 人間の両眼⇒2つのカメラ
- 左右の網膜像⇒液晶ディスプレイ2つによる映像
- 映像の合成⇒ハーフミラーで合成

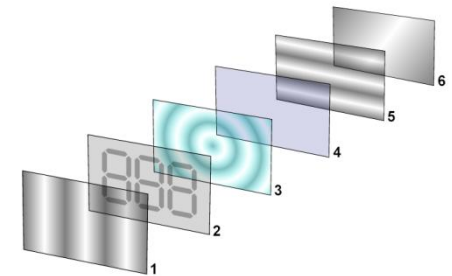
■どうやって偏光した映像を生み出すのか？

液晶ディスプレイから出る映像はある方向の直線偏光となっている



直線偏光は偏光シートを用いれば簡単に制御できる！

➔ これらのことを用いて偏光を用いた3D映像装置を作ってみよう！

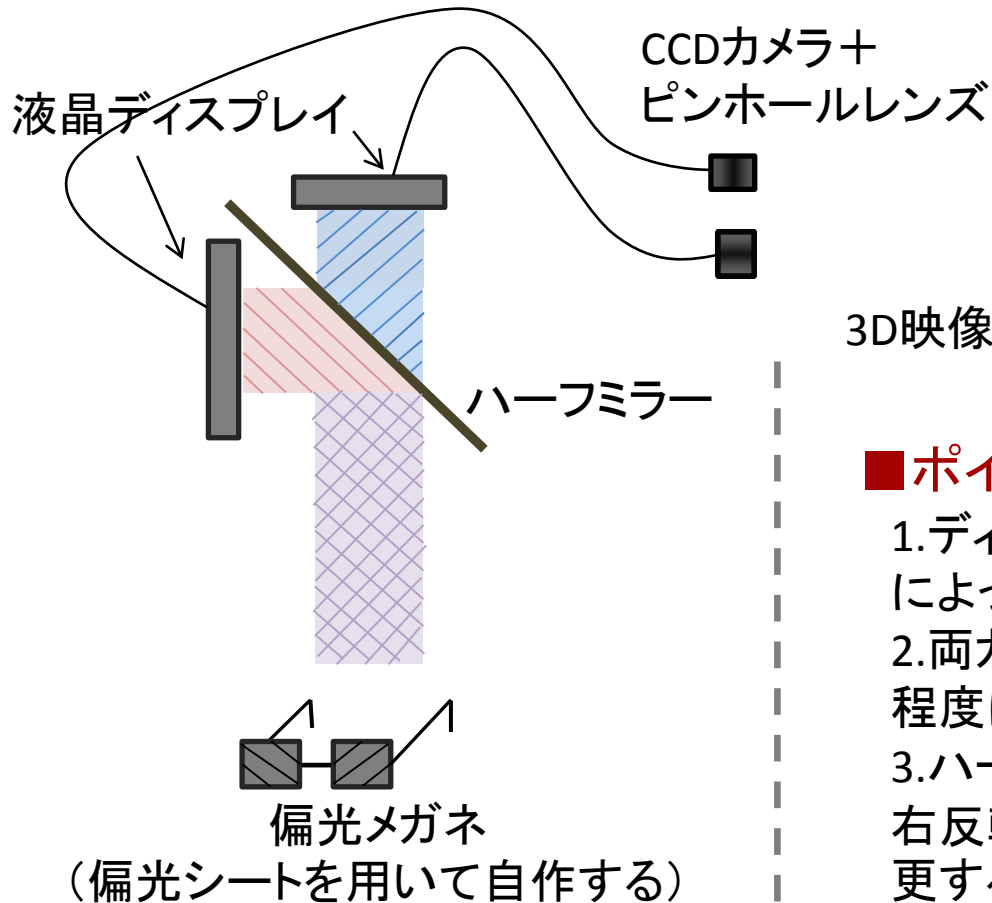


1と5: 偏光板 / 2と4: ガラス基板
3: 液晶 / 6: 光源

液晶ディスプレイの構造

3D映像装置を作る

■3D装置概略図



この図を参考に
みんなで考えて
作ってみよう！

■ポイント

1. ディスプレイの片方を 90° 傾けること
によって互いに直交した直線偏光となる
2. 両カメラの間隔は人間の目の間隔と同
程度にする
3. ハーフミラーで反射する側の映像は左
右反転するのでディスプレイの設定を変
更する
4. 合成した映像は完全に重ねずにある
程度ずらす

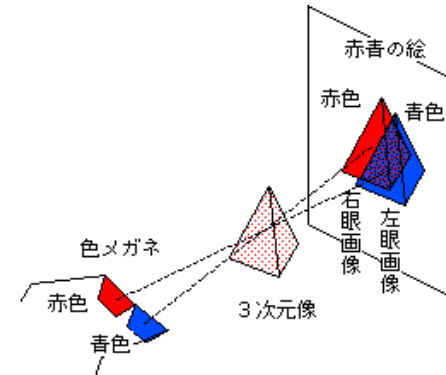
その他の立体視方式

■ 立体方式の分類



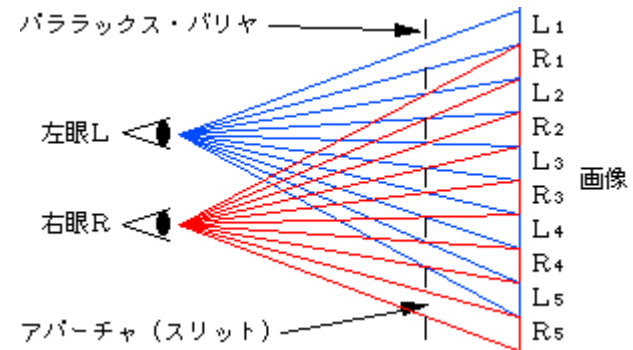
■ アナグリフ方式

俗にいう赤青メガネ方式。左右異なる角度から撮影した赤色・青色の画像を赤青フィルターメガネで見ることで両眼視差により立体に見える。



■ パララックスバリア方式

2枚の視差像を上下方向に長く切り交互に並べ、さらにその手前にパララックスバリアを設置することにより左右の目に別々の画像を表示させることができる。裸眼で立体視が見える。ニンテンドー3DSもこの仕組みである。



参考資料・画像引用元

■参考資料

ヤリーブ-イエー 光エレクトロニクス基礎編 多田邦雄 神谷武志 監訳 丸善
ディスプレイ技術シリーズ 3次元ディスプレイ 増田千尋著 産業図書
3次元映像の基礎 泉武博監修 NHK放送技術研究所編 オーム社
シリーズ先端ディスプレイ技術6 高臨場感ディスプレイ 谷千束責任編集 共立出版

■画像引用元

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%81%8F%E5%85%89>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A4%87%E5%B1%88%E6%8A%98>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E5%BC%BE%E6%80%A7>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B6%B2%E6%99%B6%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AC%E3%82%A4>

<http://panda.ecs.cst.nihon-u.ac.jp/oyl/3d/ana.html>

<http://panda.ecs.cst.nihon-u.ac.jp/oyl/3d/parab.html>