

---

レンチュラー方式3Dディスプレイ  
3D合成画像における解像力を  
検証する

元日本工業大学 元凸版印刷株式会社

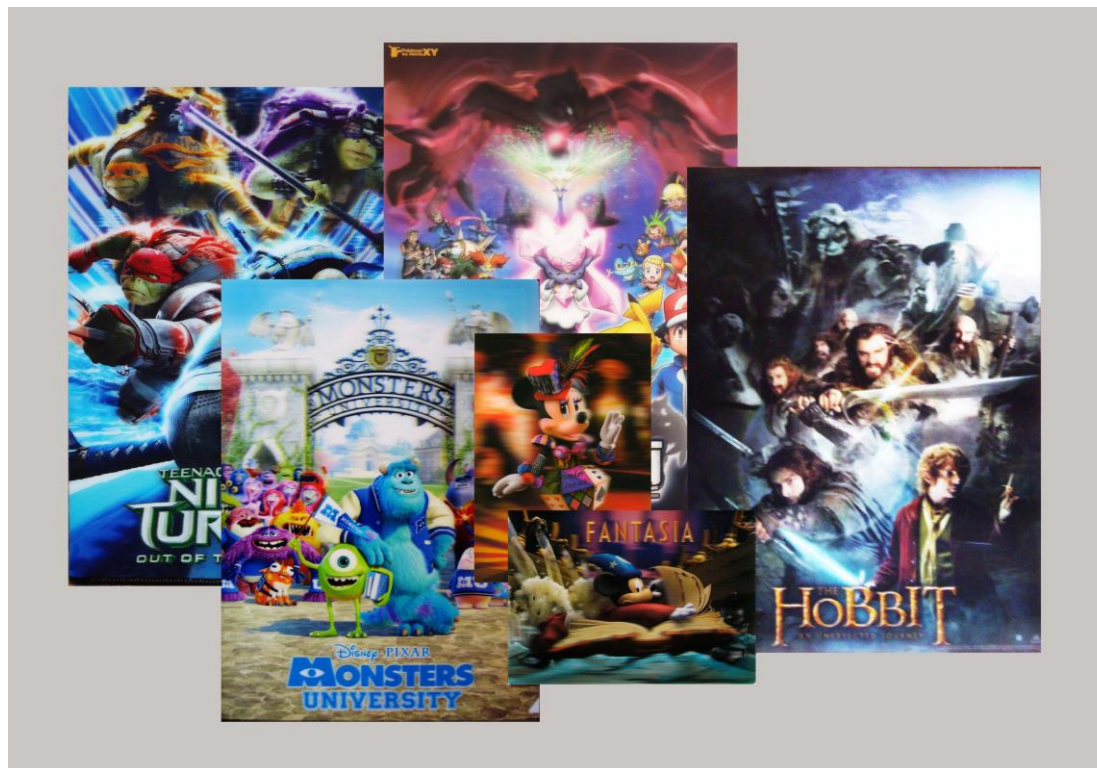
山田 千彦

## はじめに

---

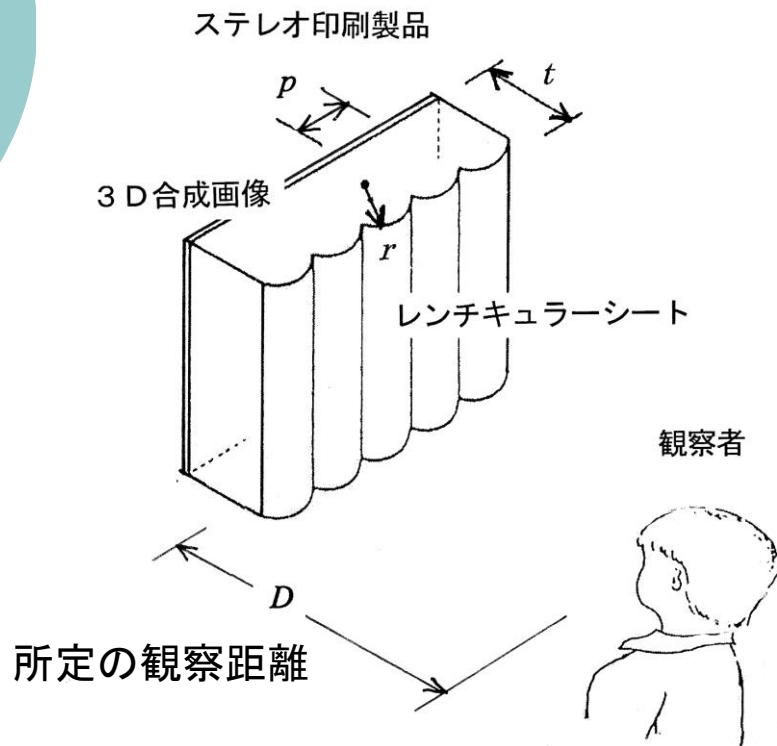
- メガネなしで立体視できる「レンチキュラー方式印刷タイプ3Dディスプレイ」(通称: **ステレオ印刷製品**) が市場に多く出ている。
- デジタル時代に入ってPC上において、視差のある複数枚の画像を **3D合成** している。
- 製造工程の中で、**3D合成における解像力** が製品にどう影響するか、検証してみた。

# ステレオ印刷製品の例



筆者が映画館のロビーで購入してきたステレオ印刷製品の例

# レンチキュラー方式3Dディスプレイの 基本



ステレオ印刷製品は3D合成画像とレンチキュラーシートと一体化されており、観察者は所定の観察距離から立体視できる。

3D合成画像は視差のある複数枚の画像が合成されている。

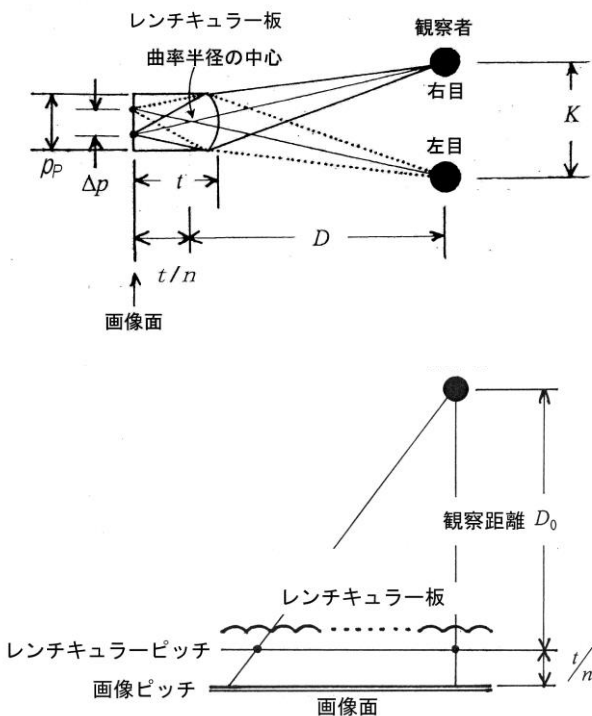
レンチキュラーシートは無色透明な樹脂で造られている。

$$t = \frac{n}{n-1} r$$

注: 付録1を参照

# 立体視の幾何学的関係

観察者は画像面にある視差のある複数の画像の中の $\Delta p$ 離れた2つの画像を観て立体視している。



$$\Delta p = \frac{t}{n} \cdot \frac{K}{D}$$

3D合成画像のピッチ:  $p_P$  は

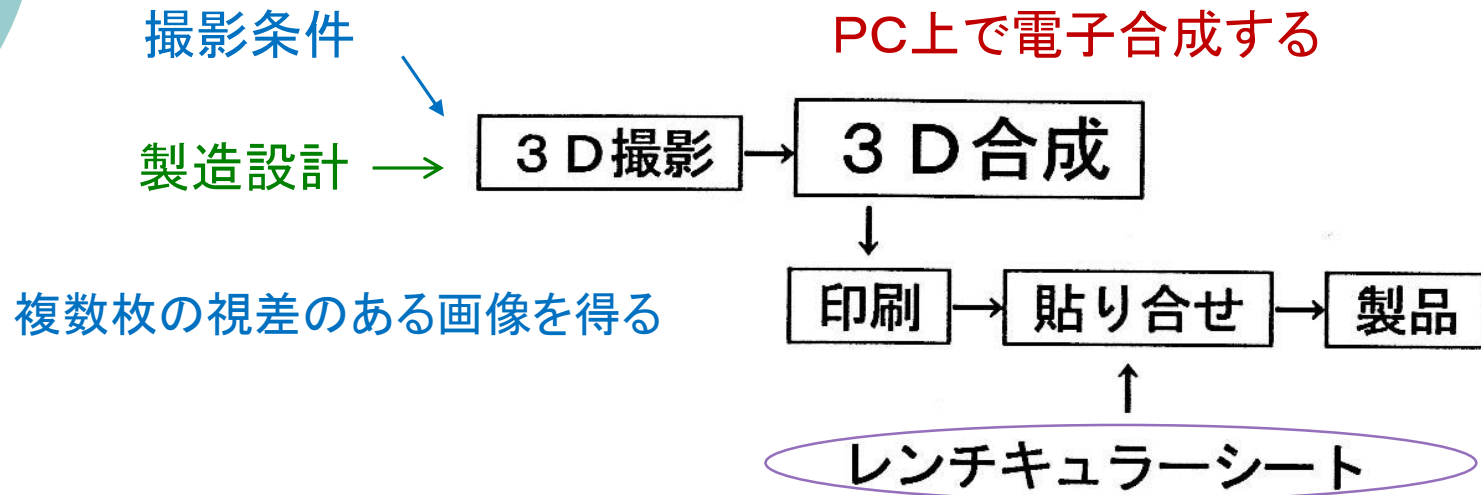
$$p_P = \left( 1 + \frac{t}{nD} \right) p$$

合成枚数:  $N$  は

$$N = \frac{p_P}{\Delta p}$$

注: 付録2を参照

# 製造工程



# 3D合成

---

浮きも沈みもしない画像の中心を明確にし、  
使用する画像全数のトリミングを行う

合成画像の決定



画像のトリミング



電子合成

本稿では8枚の画  
像を使用する

本稿では Adobi Photoshop 6.0.1  
を使用する

# 3D撮影



通称	カメラ	レンズ	露光	被写体	得られる原画と処理
スタジオカメラ (A)	固定	単眼	数秒間	ターンテーブル上に載せることのできる数秒間不動の被写体	撮影と同時に立体合成される。その合成画像の上に、レンチキュラー板を載せて直ちに立体視できる。  (連続多像)
ポータブル (B) カメラ	横移動	単眼	数秒間	室内外の数秒間不動の被写体	
大口径カメラ	固定	大口径 単眼	瞬間	全ての被写体 (D)	
単眼多像撮影 カメラ	固定	単眼	数秒間	ターンテーブル上に載せることのできる数秒間不動の被写体 (G)	
	横移動			室内外の数秒間不動の被写体 (E)	視差のある複数枚の画像を得た後、次工程で立体合成を行なう。その合成画像の上にレンチキュラー板を載せて立体視出来る。
ワンショット (F) カメラ	固定	多眼	瞬間	全ての被写体	(有限多像) (2像)

ターンテーブルの上に被写体を載せ、最外周部に360度目盛りをつけ、所定の角度を回しながら所定の枚数の画像を撮影する。

オリンパス一眼デジカメ : E-FP1

被写体 : ハワイアン スカル シーサイドダンス  
輸入元・(株)アントレックス



# トリミングされた画像

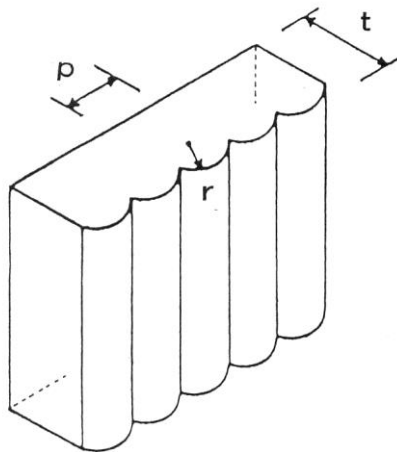
撮影された画像



トリミングされた画像

被写体の中心はターンテーブルの中心に一致している

# レンチキュラーシート



## 試料に使われるレンチキュラーシート(1)

$$r=1.00$$

$$p=1.2673 \text{ (1.2700)} \quad \text{mm}$$

$$t=2.70$$

## 試料に使われるレンチキュラーシート(2)

$$r=0.52$$

$$p=0.6227 \text{ (0.6250)} \quad \text{mm}$$

$$t=1.41$$

注：p=実測値（設計値）

レンチキュラーシート：凸版印刷製ステレオ印刷製品に使用されている

# 電子合成／設定値

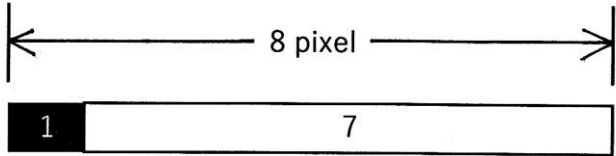
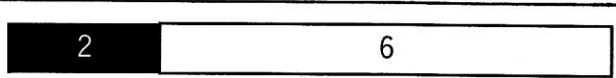
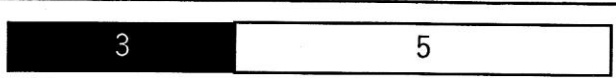
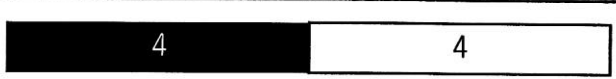
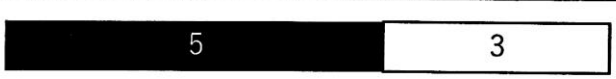


画像ピッチ : レンチキュラーシート(1)  $p_P=1.2710$  mm  
(2)  $p_P=0.6237$  mm

合成画像数 :  $N=8$       合成解像力 :      pixel/cm  
試料 I      62.94  
解像力 : 1 pixel／画像      試料 II      128.27  
10 pixel／画像      資料 III      629.43  
試料 IV      1282.67

試料の組み合わせ

	(1)	(2)
1 pixel／画像	I	II
10 pixel／画像	III	IV

# 電子合成用マスク一覧

No.	マスク
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

# 電子合成後の 確認一覧

電子合成を繰り返す  
ことにより、1ピッチ  
内に画像が順次合  
成されていくことが  
確認できる

	合成された画像	
1	画像 1	画像 2
2	画像 1+2	画像 3
3	画像 1+2+3	画像 4
4	画像 1+2+3+4	画像 5
5	画像 1+2+3+4+5	画像 6
6	画像 1+2+3+4+5+6	画像 7
7	画像 1+2+3+4+5+6+7	画像 8

# PC上の電子合成画像(1/2)



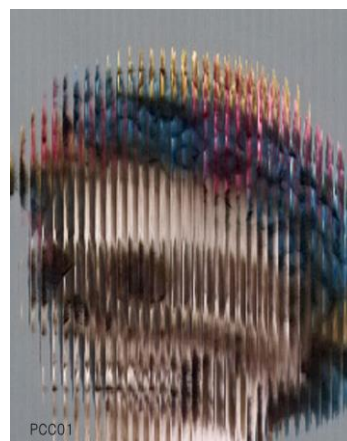
# PC上の電子合成画像(2/2)



# PC上の電子合成画像(拡大)

## 試料 I

(1)  
1 pixel/画

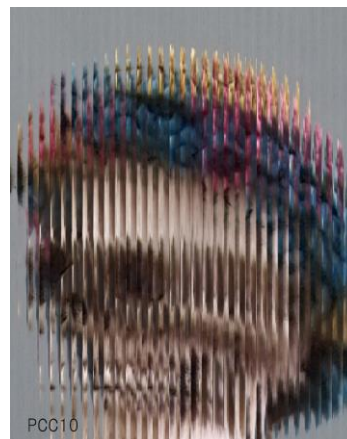
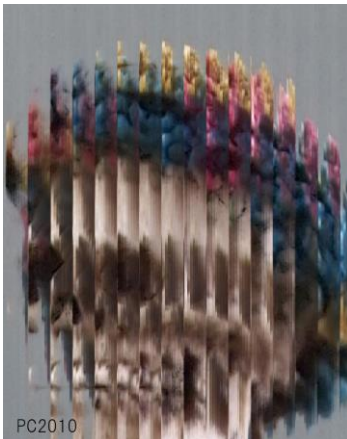


## 資料 II

(2)  
1 pixel/画

## 資料 III

(1)  
10 pixel/画



## 試料 IV

(2)  
10 pixel/画

ピッチの粗さの差が目立つが  
画像のシャープさは 1pitch/画 < 10pixel/画 に観える



# 印刷された合成画像(1/2)



プリント画像の上に所定のレンチキュラーシートを載せて立体視する

# 印刷された合成画像(2/2)



プリント画像の上に所定のレンチキュラーシートを載せて立体視する

# レンチキュラーシートを通して 合成画像を評価する(拡大)



印刷された画像では、シャープ差は見られなくなっている

プリント画像の上にレンチキュラーシートを載せ、デジカメで撮影

# 試料の評価、検証

---

本原稿、及び本発表において、立体視することが出来ないのは残念である

筆者の評価結果は

レンチューシートのピッチの違いによる画質の粗さの違いが目立つ

同じレンチューシートの上で解像力の違いによる画像のシャープさに差は見られない

# おわりに

---

一般の手持ちの合成ソフト、プリンター、等を使用した合成画像に差はみられない。それ故、電子合成時の解像力の設定は、PCの楽に動く値でよさそうである。

市場にあるステレオ印刷製品をみると、合成画像数が20～30 像と非常に多く、レンチキュラー方式3Dディスプレイとしては、自然な立体感が得られるような、良い製品になってきている。

映画の世界では、生理光学上、疲れないで立体視できる視差角の最大値が明確になっている。

この値からステレオ印刷製品をみると、ステレオ印刷製品の持っている視差角は非常に小さいことが分かる。

画像のシャープさの改善によりステレオ印刷製品の更なる立体感の向上に期待したい。

# 付録

## 付録1

一般式  $t = \frac{n}{n-1} r$  は実状に合わ

ない。実状に合う式は「大越式」がある。

$$t = \frac{g(\phi_0)}{n^2 - 1} \{x(\phi_M) + r \sin \phi_0\} + r(1 - \cos \phi_0)$$

$$\phi_0 = \sin^{-1} \frac{p}{2r}$$

$$\phi_M = \frac{\phi_0}{2}$$

$$x(\phi_M) = r \frac{f(\phi_M) - f(\phi_0)}{g(\phi_M) + g(\phi_0)}$$

$$f(\phi) = \sqrt{n^2 - \sin^2 \phi} + \cos \phi$$

$$g(\phi) = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \phi} + n^2 \cos \phi}{\sin \phi}$$

## 付録2

一般式で  $\frac{t}{n}$  で計算した答え

は実状に合わない。実状に合った答えを得るためには

$$\frac{t}{n} \rightarrow t - r$$

に変更すると良い。

レンチュラー方式3Dディスプレイ  
3D合成画像における解像力を  
検証する

ご清聴ありがとうございました

山田 千彦