



## 時分割立体表示のための視覚的条件

安田 稔・磯野 春雄

NHK 放送技術研究所視覚情報研究部 〒157 東京都世田谷区砧 1-10-11

### 1. ま え が き

立体感あるいは奥行き感をもたらす視覚要因は多数存在するが<sup>1)</sup>, 両眼に投影される像の相違に基づく‘両眼視差’は重要なものの一つであり, 従来の立体画像装置でもこの要因が最大限に活用されている。

これらの立体画像表示方式として, 赤-青の眼鏡を用いるアナグリフ方式や左右眼で偏光特性の異なった眼鏡を用いる偏光眼鏡方式, また左右画像を時間的に交互に提示し, これと同期して左右眼を交互に開閉するシャッター眼鏡を用いる時分割方式などがある。時分割方式は, カラー動画像の表示が可能で, ディスプレイが1台で済むという利点があるほかに, 近年における技術の進歩に伴って, フィールドメモリーが活用できたり, シャッター素子として低電圧で動作する液晶素子が手軽に利用できるようになってきたことなどにより, 新たな進展がみられる。

ここでは当所で視覚実験用に試作した時分割方式立体テレビ装置を紹介し, さらにそれを用いて調べた両眼立体視の成立条件について述べる。

### 2. 時分割立体方式

#### 2.1 フリッカーの検知限

時分割方式の場合左右眼を交互に開閉して立体視するため切換周波数が低いとフリッカーが感じられる。このため切換周波数とフリッカー知覚との関係を求めた<sup>2)</sup>。

光源としてライトボックス (色温度  $D_{65}$ ) を液晶シャッターを通して観察し, ちょうどフリッカーが感じられなくなる臨界融合周波数 CFF を極限法により測定した。この際, 液晶を通したライトボックスの輝度は約  $180 \text{ cd/m}^2$  であり, その視野は視角  $30^\circ \times 22.5^\circ$  である。

固視点を画面の中央に設けて, 単眼視と両眼交互提示の CFF とを測定した。また中心視と周辺視 (中心窩を挟んで  $\pm 15^\circ$  の位置) の違いをも測定した。結果を表 1 に示す。両眼交互提示の両眼視の CFF は, 中心視で約 55 Hz, 周辺視で約 68 Hz であり, また単眼視に比べて

約 5~8% 程度低くなっている。

上記の測定は一樣な明るさの画面全体が点滅する状況で, 一般には CFF はこれよりもさらに小さい値になる。したがって両眼交互提示の切換周波数は, 周辺視を考慮しても 60 Hz 程度以上あればよいと考えられる。時分割立体視の場合, 画面に提示される画像枚数はこの 2 倍であるから, 毎秒像数 120 枚程度以上ということになる。

#### 2.2 時分割立体テレビ装置

上記の結果に基づいて, 毎秒 120 枚の速度で画像を提示し, これを左右眼用画像として交互に切り換える視覚実験用時分割立体テレビ装置を試作した<sup>3)</sup>。ここでは現行方式の 2 チャンネルの立体テレビ信号を, フィールドメモリーを用いて, 水平 31.44 kHz, 垂直 120 Hz の走査速度で左右画像が交互に提示される時分割立体信号に変換した。またこのとき, 左右画像 4 枚 (4 フィールド) で 1 枚の立体画像が完成する 4:1 インターレースの走査方式を採用した (図 1)。この方式では左眼および右眼にそれぞれ毎秒 60 枚の画像が提示されることになり, フリッカーがなく, また垂直解像度の低下もない立体画像が観察できる。

実験は, この信号を 28 インチカラー CRT ディスプレイに表示し, これと同期して左右画像を 1/120 秒ごとに交互に切り換える液晶シャッター眼鏡を通して観察することによって行なった。

### 3. 立体視の基本特性

#### 3.1 両眼視差量と融合範囲

左右画像の位置ずれである両眼視差量の大きさと立体視できる範囲とがどのような関係にあるのかを求めた。

図 2 に示すように片眼では図形情報がなく, 両眼視で初めて立体的にみえるランダムドットパターンと, 片眼でも図形としてみえる方形パターンとを用いて調べた。このときの視距離は 200 cm, 液晶眼鏡を通して見たときの画面の平均輝度は  $190 \text{ cd/m}^2$ , パターンの大きさは視角  $15.5^\circ \times 11.4^\circ$ , 中心部の正方形の大きさは  $2.2^\circ \times 2^\circ$  であ

表 1 CFF の測定結果

被 験 者	条 件			
	単眼 CFF (Hz)		両眼* CFF (Hz)	
	中心視	周辺視	中心視	周辺視
MZK	58.9	73.4	52.3	70.0
SET	61.4	66.8	55.8	63.0
END	59.7	75.2	57.3	70.0
平均 値	60.0	71.8	55.1	67.7

\* 左右眼を交互に on-off した場合の値。同時に on-off した場合には、単眼のみの CFF よりも約 5% 上昇する。

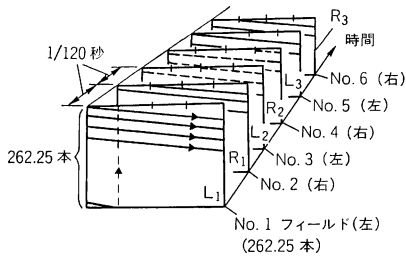


図 1 時分割立体テレビ方式の原理

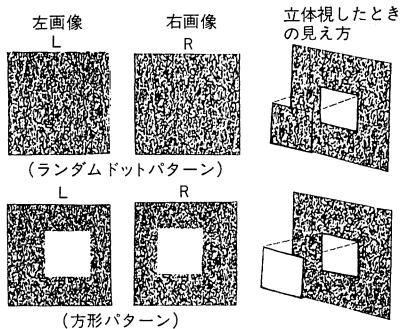


図 2 実験に用いたパターン

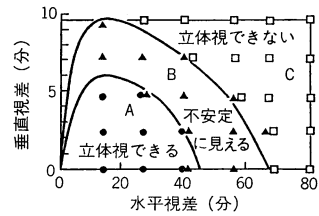
る。この結果を図 3 に示す。ここでは水平視差のみならず、立体画像入力系の調整誤差などにより、垂直にも位置ずれが与えられた場合の結果を示している。

3.2 両眼融合の時間特性

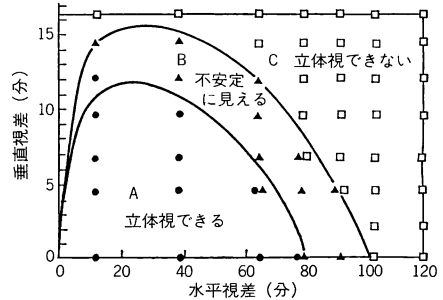
図 2 のランダムドットパターンの両眼視差に時間的な変化を与えると、両眼視差のある中央部が奥行き方向に運動するパターンとして知覚される。この場合 4 Hz くらいまでの変化なら立体視可能である<sup>3)</sup>。

3.3 短時間提示の融合特性

図 2 で両眼視差を与える時間を制限して、両眼視差と立体視が成立するまでの時間（融合時間）の関係を求めた<sup>4)</sup>。被験者によるいくぶんの相違はあるものの、ラン



(a) ランダムドットパターン



(b) 方形パターン

図 3 時分割立体視の成立範囲 (120 Hz 方式) (1 名の被験者の例)

ダムドットパターンの場合には、視差が増えるに従い融合時間が急激に増加し、融合限界付近の視差 (60 分付近) では、数秒~10 数秒提示しなければ立体画像として融合できなかった。一方、方形パターンの場合には、ランダムドットパターンと比較して一般にその融合時間はかなり短く、視差が増加しても融合時間はそれほど増加しない。たとえば視差 65 分で 0.2~0.4 秒である。一般画像についてもチェックしたところ両者の中間に位置した。

これらの結果は時間的な変化やシーンチェンジを含む立体画像作成の際に考慮する必要があると考えられる。

4. む す び

ここで示した立体視の成立条件に加えて、自然で見やすく視覚的負担の少ない立体視の条件を明らかにしておくことも大切である。したがって立体画像システムを構成する際には、視覚の性質をさらに良く把握して、視覚とよく整合した形での実現を心がけておくことが重要であると考えられる。

文 献

- 1) 田崎京二, ほか: 視覚情報処理 (朝倉書店, 東京, 1979).
- 2) 磯野春雄, ほか: テレビ誌, 41 (1987) 549-555.
- 3) 磯野春雄, ほか: 信学論, J70-D (1987) 1811-1818.
- 4) 磯野春雄, ほか: 信学技報, MBE 87-56 (1987) 25-30.
- 5) 安田 稔, ほか: 画像電子学会研究会, 88-05-01 (1989) pp. 1-6.

(1989年5月23日受理)