

## 超多眼領域における立体動画像表示

梶木 善裕

将来の立体テレビジョンとして、一般家庭の視聴者が自然な状態で長時間にわたって無理なく立体動画像を観察できる、人に優しい立体テレビジョンが求められている。現在、二眼式または多眼式ステレオグラムの原理に基づく様々な立体表示技術が実用化されているが、観察者の移動に伴う運動視差がないことや、眼球の焦点調節を立体像に導く刺激がないことなどの課題があるため、人に優しい立体テレビジョンだとは言い難い。

筆者らは、超多眼領域<sup>1,2)</sup>と呼んでいるステレオグラムの特殊な領域を用いて、従来の課題を回避する手法を提案し、さらに集束化光源列<sup>3,4)</sup>と呼んでいる表示技術を用いて超多眼領域の立体動画像を表示するディスプレイを試作した。本稿では、超多眼領域の概念について解説し、集束化光源列による表示技術の概要を紹介する。

### 1. 超多眼領域

従来の多眼式ステレオグラムの場合、観察者は液晶パネルなどのディスプレイ面から投影された多数の視差像の中から、左右の眼の位置に応じた2つの視差像だけを見ることで、両眼視差と輻輳の刺激を得る。観察者が目の位置を変えた場合、実際の物体ならば目の位置に応じて滑らかに回転するのに対して、立体像は目が同じ視差像の投影範囲の中にある間は全く変化せず、別の視差像に切り替わる位置で急激に回転するため、不自然な運動視差となる。さらに、観察者が見ている実際の視差像はディスプレイ面に存在するため、眼球の焦点調節が最適となる位置は空間上の立体像の位置ではなくディスプレイ面上にあるという、不自然な調節刺激である。

これに対して、図1のように観察者の目の瞳孔径  $d_p$  よりも狭い間隔  $d_s$  で多数の視差像を表示した場合、観察者の単眼が常に複数の視差像を見るという状態が生じる（図は空間上に点Pを表示した場合で、観察者の右眼にはディスプレイ面の画素  $P_{R1}$  および  $P_{R2}$  から2つの視差像が入射している）。これが超多眼領域である。超多眼領域の場合、瞳孔に入った複数の視差像は、眼球の

レンズにより網膜に結像される過程で混ざり合う。観察者が目の位置を変えると、瞳孔には次々と異なる視差像が入射するが、常に複数の視差像が入射して混ざり合うために視差像の変化は滑らかになる。さらに、図2に示すように、単眼に入射した複数の視差像が網膜上で合致するか否かを判別することにより観察者は眼球の焦点調節を空間上の立体に導くための調節刺激を得る。したがって、超多眼領域の立体表示により、従来の課題を回避できる可能性がある。

### 2. 集束化光源列による超多眼式立体動画ディスプレイ

超多眼領域の表示を実現するには、非常に多くの視差像を表示しなければならない。例えば、視域の幅を200mmに設計する場合、人間の瞳孔径は5mm程度なので、40眼以上の視差像を5mm以下の間隔で表示する

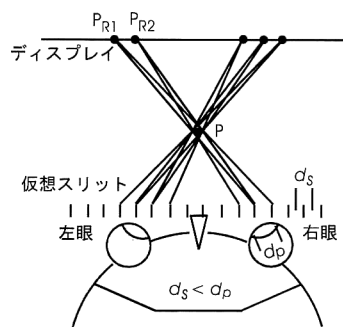


図1 超多眼領域にある点を観察している様子。

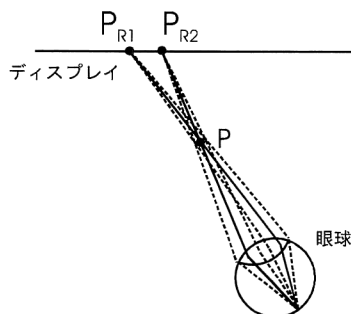


図2 超多眼領域における調節刺激。

通信・放送機構高度立体動画像通信プロジェクト (〒140 東京都品川区八潮 5-7-2)  
E-mail: kajiki@3dpro.tao.or.jp

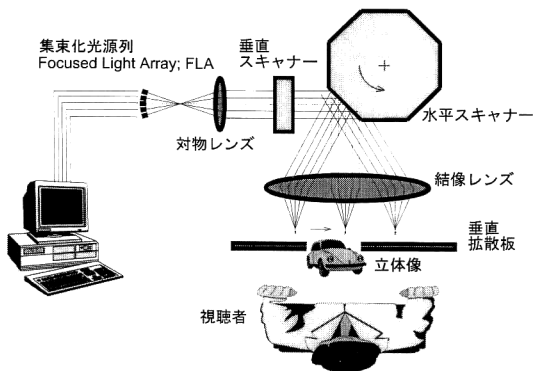


図3 集束化光源列によるディスプレイの構成。

表1 試作したディスプレイの主な仕様。

立体像寸法	幅 185×高さ 125×奥行き約 200 mm*
画素数・視差数	水平 400×垂直 400 画素×45 視差
画面更新周波数	30 Hz
視差間隔	0.5 度
視域角	水平 22.5 度
色数(波長)	1 (633 nm)
情報量	216 MB/秒 (7.2 MB/画面)
装置寸法	幅 500×高さ 530×奥行き 750 mm

\*立体像の奥行きは解像度に依存する。

必要がある。これは従来の立体動画像表示技術では実現困難な仕様である。

図3に集束化光源列を用いた立体ディスプレイの構成を示す。まず、細い光束を発する多数の小型光源を円弧上に密に並べ、すべての光源の出射光を円の中心に集光する。この集光点を様々な方向から観察した場合、集光点の輝度は観察者の目の位置と集光点を結んだ線の延長線上にある1つの光源の強度に比例するため、個々の光源の強度を変えると観察する方向によって輝度が異なる点、すなわち多眼の画素を作ることができる。次に、対物レンズと結像レンズからなる光学系で、この集光点の像を投影しながら、水平・垂直のミラースキャナーにより集光点の像の投影位置を高速に2次元走査する。CRT (cathode-ray tube) のように走査の位置に同期して各光源の強度を変調すると、多眼の画素が2次的に並んだ多眼のディスプレイを構成できる。

表1に上記の表示原理に基づく試作ディスプレイの仕様を、図4にその外観と立体像を示す。本ディスプレイ

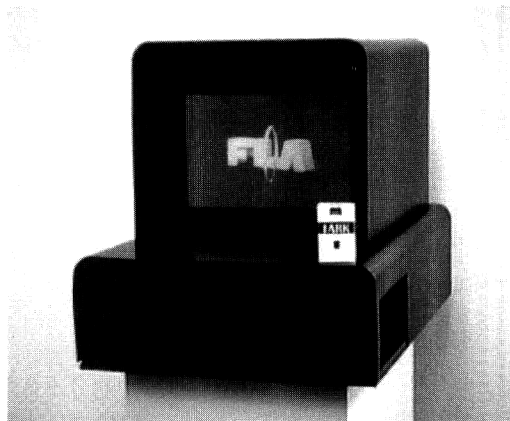


図4 試作した45眼ディスプレイと立体像(立体像はハメコ合成)。

では45個の赤色半導体レーザーにて集束化光源列を構成した。水平方向に45眼の視差像を0.5°刻みで表示できる。瞳孔径を5mmと仮定すると、立体像が観察者から570mm以内の位置にある場合には超多眼領域に入る。立体像(動画)はホログラフィーと同様にメガネなしで観察でき、観察者の運動に対して滑らかな運動視差をもっていた。また、1眼レフカメラにて立体像にピント合わせが可能であることを確認した。

以上のように、超多眼領域のステレオグラムは自然に近い立体像を表示できるため、将来の人に優しい立体テレビジョンの実現に向けた有効な表示方法のひとつといえる。また、集束化光源列による立体動画像表示技術は超多眼領域の表示を比較的容易に実現できる技術である。

## 文献

- 1) 梶木善裕, 吉川 浩, 本田捷夫: “集束化光源列 (FLA) による超多眼式立体ディスプレイ”, 3次元画像コンファレンス '96 (1996) pp. 108-113.
- 2) Y. Kajiki, H. Yoshikawa and T. Honda: “Ocular accommodation by super multi-view stereogram and 45-view stereoscopic display,” IDW '96, 2 (1996) 489-492.
- 3) 梶木善裕: “集束化光源列による多眼式立体ディスプレイの提案”, 3D映像, 9 (1995) 3-8.
- 4) Y. Kajiki, H. Yoshikawa and T. Honda: “Three-dimensional display with focused light array,” Proc. SPIE, 2652 (1996) 106-116.

(1997年2月6日受理)