

# 最近の技術から

## 複数の観察者の眼球運動の同時分析

山田 光穂

NHK 放送技術研究所ヒューマンサイエンス研究部 〒157 東京都世田谷区砧 1-10-11

### 1. ま え が き

これまで、心理実験などで画像を観察しているときの眼球運動の分析を行うには、実験条件をできる限り同一にし、一人ずつ繰返して測定する方法が用いられてきた。しかし、眼球運動と画像に対する興味との関係などは、複数の被験者間の比較が重要であり、実験後、同じシーンを見ているときの視線の動きを重ね合わせるという手間のかかる処理が行われていた。このような方法で、複数の観察者の視線の動きを、繰返し測定した例として、Stelmach らは、24 人の被験者の分析を行い、画像ごとにかなりの割合で注視行動が一致することを指摘し、帯域圧縮に役立てられる可能性を示唆している<sup>1)</sup>。

また、2 眼式立体画像においても、左右画像の視差が撮影時に決まってしまうために、たとえば観察位置により、再現される奥行空間が観察者ごとに大きく異なったり、個々の興味の違いから、編集者が意図した最適な視差の画像部分を必ずしも注視しないことによる不自然感の問題が生じており、個々の観察者の注視行動の解明が重要となっている。

ここでは、このような理由から、新たに(株)ATR 視聴覚機構研究所に導入された 4 名の両眼眼球運動を同時に分析できる装置と、そのための画像提示用ハイビジョン立体提示装置について、その構成と特徴について述べる<sup>2)</sup>。

### 2. 実験装置の構成と特徴

本装置の構成を図 1 に主要な仕様を表 1 に示す。眼球運動の検出は目に弱い赤外光を照射し、黒目の動きに伴う白目と黒目の反射光量の変化を検出する。眼球運動検出用センサーを装着したゴーグルには、立体画像観察用の偏光眼鏡の装着が可能である。本装置では同時に 4 名の両眼眼球運動を検出することができる。

本装置でも、測定前に検出された眼球運動出力が実際に見ている点と一致するように校正する必要があるが、この校正の方法は、ディスプレイ上に表示された格子状

の校正パターン、もしくは被験者正面に設置した校正ボード上の LED の各点を順に注視させて行う。この方式で得られる注視点と注視視標の間の誤差は、 $0.5^\circ$  以下である。中心窩の大きさを考慮すると人間系を用いて測定できる限界に近く、実用上は十分な精度が得られていると考えることができる<sup>3)</sup>。被験者全員の校正に要する時間は数分以内である。実験中の眼球運動出力は、スーパーインポザーに出力され、被験者の観察しているハイビジョン画像上に合成表示される。4 名の被験者の眼球運動出力はそれぞれ色分けされると同時に、左右眼についてもそれぞれ○と□で識別表示される。

立体画像の表示にはプロジェクタを 2 台スタックにし、リアプロジェクション方式 (90 インチ) で提示し、左右眼の分離には、偏光フィルタを用いる。画像生成用には、ユニハイ VTR 2 台の同期再生、もしくは、動画画像メモリ (メモリ 400 MB) を用いる。動画画像メモリはワークステーションと PC 9801 により制御される。前者は主に画像の生成、演算に用い、後者は、実験プログラムの生成、視覚実験中のリアルタイム制御に用いられる。実際に実験中の様子を図 2 に示す。

### 3. 実験結果の一例

図 3 はこの装置を用いて得られたハイビジョン画像に

表 1 多人数両眼眼球運動分析装置の仕様

Detecting method	photoelectric limb tracking
Detecting range	horizontal $\pm 40^\circ$ , vertical $\pm 40^\circ$
Peak wavelength	940 nm
Quantization level	13 bits each for horizontal and vertical data
Number of subjects	4 (Binocular)
Low pass filter	15, 30, 150, 300, 1000 Hz
Sampling rate	60 Hz (typical)-300 Hz
Recording time	17 min 46 s (60 Hz)
Data output	Parallel 4 Ch, RS 232C (Selected 1 Ch)
Disk	5.25 inch Magneto-optical disk, 650 MB
Display	10 inches MIM Active Matrix Color LCD

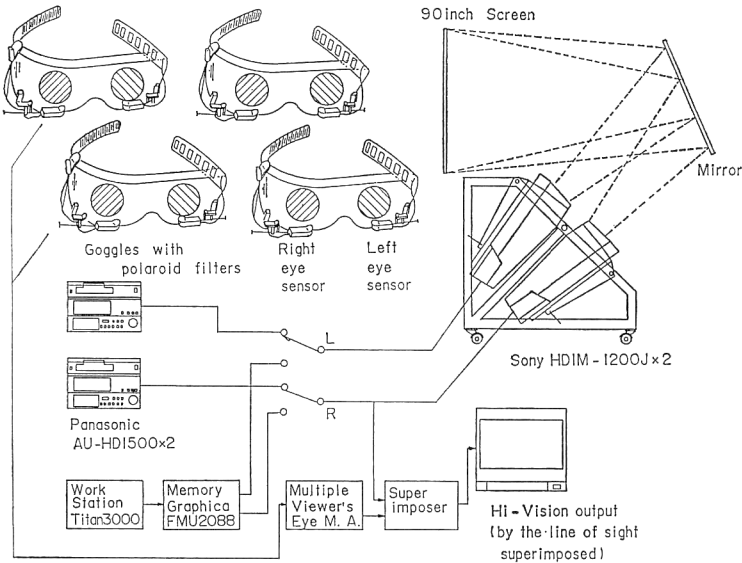


図1 多人数両眼眼球運動分析装置とハイビジョン立体提示部の構成

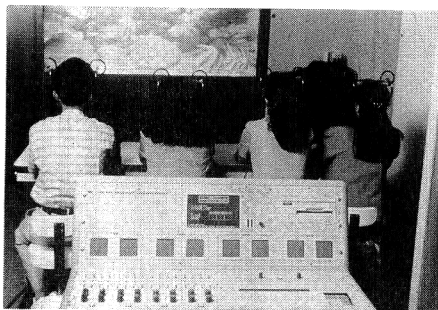


図2 多人数両眼眼球運動分析装置を用いた実験の様子

違いを輻輳開散運動によって評価できる可能性を示唆している。この観察位置の効果については3次元CG上に、各被験者の両眼の視線の交点を再現することにより、さらに分析が進められている<sup>4)</sup>。

#### 4. あとがき

4人の両眼眼球運動を同時に分析できる新しい眼球運動分析装置と、この装置を用い視覚実験を行うために開発したハイビジョン立体画像提示装置について述べた。本装置により、興味とアテンションの問題など、個人による違いを同時に比較することが可能となった。画像工学のみならず、人間工学、デザイン、心理学での眼球運動の集団実験など、さまざまな分野への応用が期待される。

#### 文 献

- 1) L. B. Stelmach, W. J. Tam and P. J. Hearty: "Static and dynamic spatial resolution in image coding: An investigation of eye movements," SPIE, **1453**, Human Vision, Visual Processing and Digital Display II (1991) 147-152.
- 2) 山田光穂, 魚森謙也, 本郷仁志: "多人数両眼眼球運動分析装置とこれを用いたハイビジョン立体画像の視線分析", テレビ誌, **47** (1993) 722-731.
- 3) M. Yamada, T. Fukuda and M. Hirota: "Development of an eye-movement analyser possessing functions for wireless transmission and autocalibration," Med. Biol. Eng. Comput., **28** (1990) 317-324.
- 4) 魚森謙也, 山田光穂, 本郷仁志: "Hi-Vision 立体画像観賞時の多人数注視点分析", 23画像工学コンファレンス予稿集 (1992) pp. 181-184.

(1993年9月16日受理)

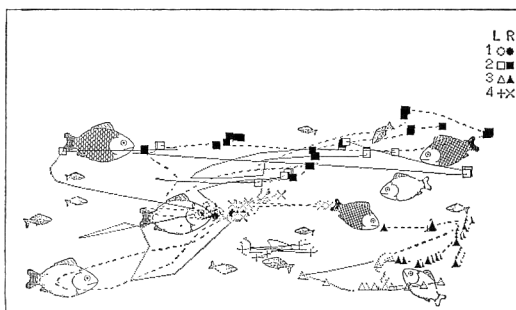


図3 水槽中の魚を注視しているときの各被験者の眼球運動の例

対する4人の視線の動きの一例である。このような単純な水族館の画面一つを取ってみても、被験者ごとに興味の対象は大きく異なっていることがわかる。また、3次元のハイビジョン画像を観察させた結果からは、図2で示した各被験者の観察位置の違いにより、輻輳開散運動の分布が大きく変化し、各被験者に受容される奥行感の