

## 眼電位圖(EOG)에 의한 立體映像의 評價

### The Estimation of 3D Image Using EOG

조 암\*

#### ABSTRACT

In this research, an investigation of the eye movement was performed when the objects perceived by the eye are three-dimensional objects, two dimensional images, and three dimensional images. This investigation was done by observing the EOG(Electro-oculogram) waves which were obtained from experiments. The observed waves were categorized into several groups. Differences among the waves were analyzed for each object and image perceived by the eye. In order to obtain waves for analysis, two kinds of experiments were performed. In each experiment, the saccadic eye movement and the smooth pursuit eye movement were considered as an independent variables. Waves obtained from the experiments were categorized into 4 types(Wave-1, Wave-2, Wave-3, Wave-4) depending on their characteristics. Unlike the other images, three dimensional image was revealed as a key factor for the active movement of the eye. Futhermore, a unique eye movement was observed in the case of three dimensional images where the focus of the eye was achieved through three steps.

## 1. 서 론

입체영상(3D영상)의 응용은, 가정에서 뿐만 아니라 산업분야, 수술용 영상, 眼底映像 등의 의료분야, 시뮬레이터등의 훈련분야에도 응용될 것으로 예상된다. 3D영상은 촬영방식, 표현 방식에 따라 시각기능에 과도의 부담을 주거나 눈 피로와 안질 발병의 원인으로 염려되고 있다(岩崎등, 1992). 여러 분야에서 3D영상이 보급 되리라고 예상할 경우, 3D영상에 의한 시각기능의 파악과 視認性を 높이기 위한 기본적 데이터의 수집은 필수적인 것이라 하겠다. 또한 인간이 공간을 어떻게 보며, 어떻게 정보를 해독하는가, 물리적 또는 인지적인 과정을 어떻게 정리하는가 등의 문제점을 명확히 해야 할 필요성이 있다. 이러한 문제점이 파악이 되면 3D영상과 가상현실의 설계와 사용시에 인간의 눈에 피로감이 적은 형태로 할 수 있는 기초적인 자료로 사용될 것이다. 본 실험에서는 二眼式 液晶 샷타를 이용하여, 分割方式에 의해 성립하는 3D영상을 負荷로 하여, 그 때 유도된 EOG(Electro-oculogram) 파형을 분석해 보았다. 안구운동을 EOG파형으로 유도한 기존의 연구는 많이 있으나, EOG파형을 형태별로 분류한 연구보고는 거의 보이지 않고 있다. 본론에서는 EOG파형을 형태별로 분류하여 보았다. EOG의 진폭은 안구운동의 크기에 비례하므로 안구의 운동 상황을 精度높게 파악할 수가 있다(福井, 1980). 안구운동을 대별하면 輻湊開散運動(vergence movement), 滑動性追從運動(smooth pursuit eye movement), 衝動性眼球運動(saccadic eye movement) 및 固視微動(small involuntary movement)으로 나누어진다. 이들 중 본 연구에서는 滑動性追從運動과 衝動性

眼球運動을 대상으로 하였다. 통상 EOG관정에는 滑動性追從運動과 衝動性眼球運動의 파형 패턴에 의한 분류가 이용되므로 본론에서도 이를 이용하였다(稻富昭太, 1984, 坂本, '88, Yamagami.1988).

## 2. 연구의 목적

본 연구에서는 視機能을 중심으로 衝動性眼球運動과 滑動性追從運動을 대상으로한 EOG의 정량적인 분석을 그 수단으로 하고, 實空間과 평면영상(2D영상) 그리고 3D영상을 관찰할 때에 안구운동이 어떻게 작용하는가를 알아보고, 이들 파형을 대별하며, 대상에 따른 파형의 상이점을 파악하는 것이 목적이다.

## 3. 실험

실험은 두 가지로 나누어 실시하였다. 실험1은 衝動性眼球運動을, 실험 2는 滑動性追從運動을 대상으로 하였다. 그리고 두 가지 안구운동기능의 검사를 위해서는 2종류의 이동하는 시표가 필요하다. 衝動性眼球運動(실험 1)이 생기게 하는 시표로는 마네킹 머리부분의 실물체와 이를 2D영상, 3D영상으로 촬영한 것으로 하였으며, 다음으로 滑動性追從運動(실험 2)이 일어나게 하는 시표로 視標回轉路에 붉은 공을 실물체와 이를 2D영상, 3D영상으로 촬영하여 사용하였다.

### 3.1. 실험1(衝動性眼球運動)의 장치구성 및 피실험자

피실험자는 건강한 남·여대학생 20명(남성

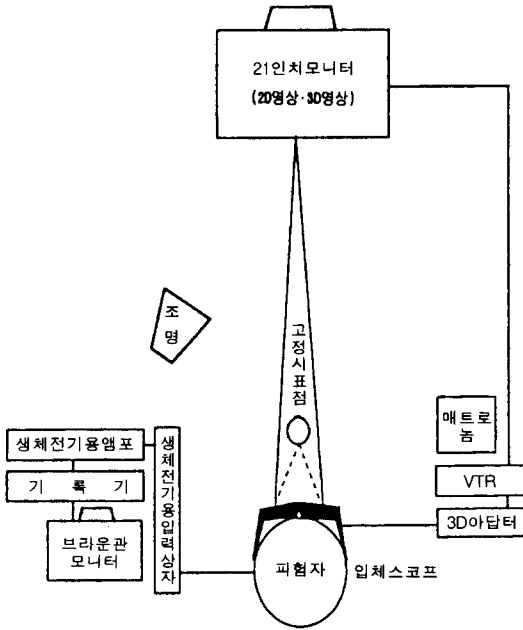


그림 1. 2D영상과 3D영상 관찰시의 실험장치도(실험1)

10명, 여성 10명, 평균년령 24세)으로 3D영상이 인식되고 난시와 사시가 없는 사람을 피실험자로 하였다. 그림 1에 실험 1의 장치도를 제시한다.

실험시 증폭기의 감도(sensitivity)는 20마이크로 볼트, High cut는 10Hz, Time constant는 0.1, 종이속도(paper speed)는 10 mm/sec로 하였다.

### 3.2. 실험 1의 순서 및 조건

제시물은 마네킹머리 부분으로 하여, 그 제시물을 실물체, 2D영상, 3D영상을 관찰할 때의 충동성안구운동 EOG을 측정하였다. 피험자의 전방 1m에, 동일 물체를 2D영상, 3D영상을 21인치 모니터에, 실물체는 그대로 제시하였다. 이때 영상은 1m 떨어진 피험자의 눈

(眼)에 실물체와 크기가 같이 보이도록 하기 위하여 같은크기재현법(等寸大再現法)에 의해 작성된 화면을 사용하였다. 그리고 전방 15cm에 설치한 고정주시점을 응시하고 있는 피험자에게 실험자로부터 “제시물을 관찰하세요”, “고정주시점을 응시하세요”라는 敎示를 7秒마다 주문하였다. 敎示는 60打/分の 메트로놈으로 구별하였고, 피험자의 시선은 고정주시점과 제시물 사이를 오고가게 하였다. 이때 피험자의 얼굴 4곳(좌우눈의 안쪽, 바깥쪽, 각막정점을 중심으로 좌우대칭)에 腦波用銀圓板電極을 설치하고, 별도로 接地電極을 이마에 부착하였다. 그런 다음 전극을 부친 위에 3D영상을 얻기위한 입체스코프를 장착하여, 입체스코프의 샷타가 작동하는 상태에서 실험을 하였다.

### 3.3. 실험 1의 결과 및 고찰

#### 3.3.1. EOG의 파형에 대하여

피험자 20명분의 EOG는 다종다양하나, 그 파형에는 어느 정도 공통되는 波를 육안에 의한 작업으로 찾아낼 수 있었다. 이들 각각의 파형을 형상특징에 따라 타입별로 분류하였다. 다음으로 이들 파형에서 나타나는 안구운동에 대하여 분석하고, 이들중 유사한 안구운동파형을 기본으로 하여 다시 4타입(Wave-1, Wave-2, Wave-3, Wave-4)으로 대별하였다.

- (1) Wave-1(2단계포커스型, 內向型) : 주시하고 있는 고정주시점에서 시표로 시선을 이동할 때, 開散運動에 의해 크게 좌우로 분산된 시선이 시표로 향하고, 이 상태에서 輻湊運動에 의해 시선을 안쪽으로 향하게 하여 시표에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림 2).

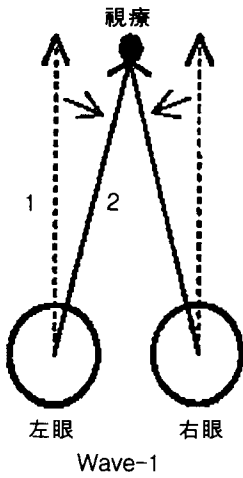


그림 2. Wave-1 안구운동과 波型

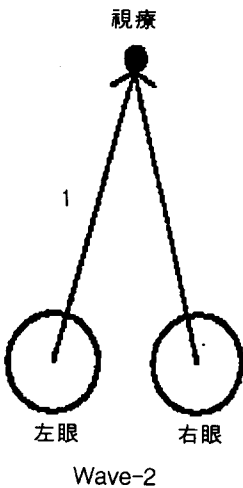


그림 3. Wave-2 안구운동과 波型

(2) Wave-2(1發포커스型) : 주시하고 있는 고정주시점에서 시표로 시선을 이동할 때, 주저함이 없이 단 한번에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림 3).

(3) Wave-3(2단계포커스型, 外向型) : 주시하고 있는 고정주시점에서 시표로 시선을 이동할 때, 개산운동에 의해 좌우로 분산된 시선이 시표까지 도달하지 않고, 그 상태에서 시선을 바깥으로 향하게 하여 시표에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림 4).

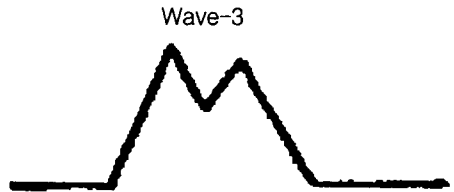
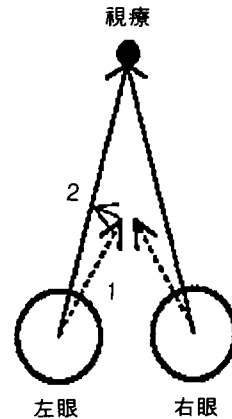


그림 4. Wave-3 안구운동과 波型

(4) Wave-4(3단계포커스型) : 주시하고 있는 고정주시점에서 시표로 시선을 이동할 때, 開散運動에 의해 크게 좌우로 분산된 시선이 시표로 향하고, 이 상태에서 輻湊運動에 의해 시선을 안쪽으

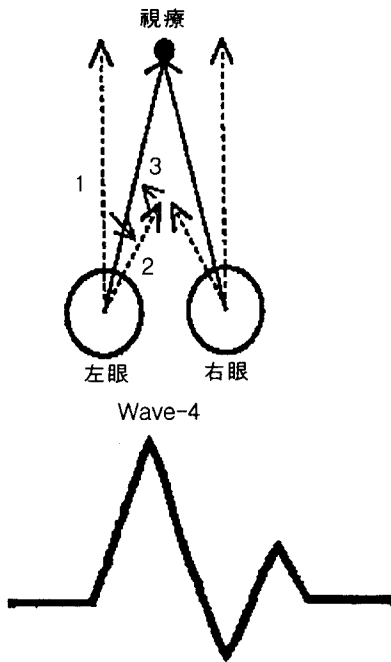


그림 5. Wave-4 안구운동과 波型

로 향하게 한 다음, 마지막으로 바깥으로 향하게 하여 시표에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림 5).

3.3.2. EOG波形的 타입별 발생빈도

4가지 타입의 파형으로 분류한 것을, 제시물별로 발생빈도를 측정하였다(그림 6).

(1) 실물체 관찰시의 분석

실물체 관찰시는 Wave-2가 많이 발생되고 있다. 그 비율을 보면, 실물체 관찰시의 38%는 주저함이 없이 단 한번만으로 시표에 초점을 맞추는 것이라 할 수 있으며, 제시물자체에凹凸이나, 심도감을 가지는 실물체와 2D영상과 같은 평면적인 것보다도 초점맞추기가 쉬운 것으로 생각된다.

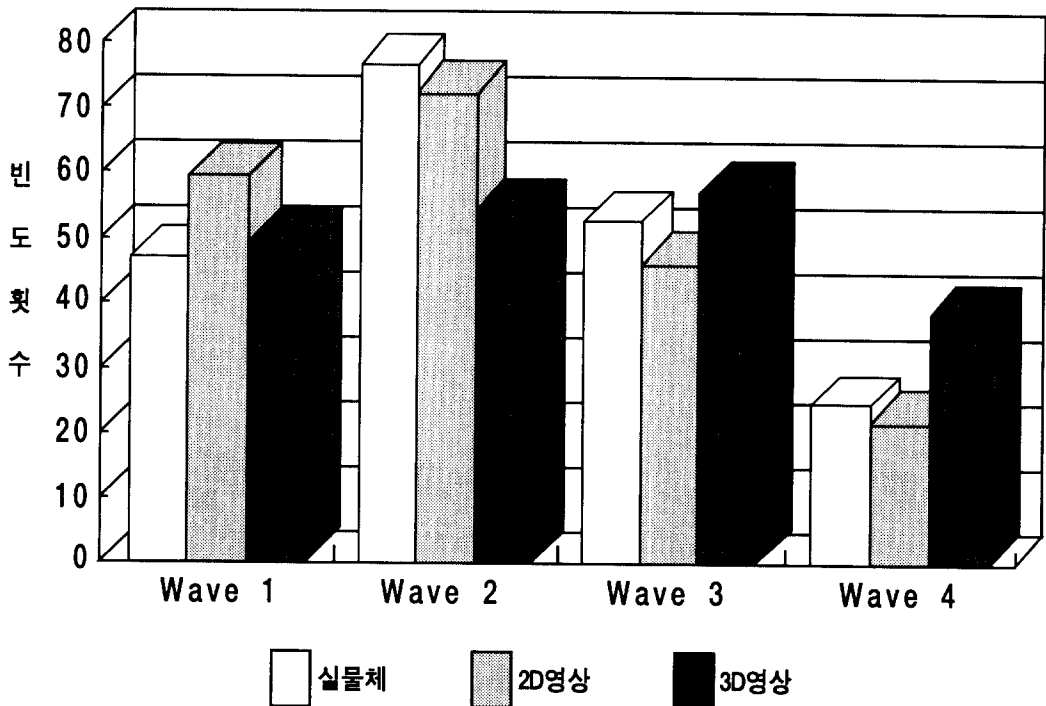


그림 6. 제시물에 따른 EOG파형의 발생빈도

### (2) 3D영상 관찰시의 분석

4가지로 분류된 모든 파형이 빈번한 발생을 보이며, 眼球에 많은 운동패턴을 요구하는 시표라는 것을 알았다. 전체제시물을 통해서 가장 많은 발생을 점하고 있는 Wave-2의 경우에도, 3D영상은 전체의 27%정도 점하고 있다. 따라서 3D영상 관찰시에는 특유의 빈도를 나타내는 파형은 나타나지 않으나, Wave-4의 發生率이 19%정도로 나타났다(실물체 12%, 2D영상 11%).

### (3) 2D영상관찰시의 분석

Wave-4의 발생율은 最低이며, 2D영상 관찰시 전체의 11% 정도이다. 한편, Wave-2의 발생율은 실물체 다음으로 많으며, 2D영상관찰시 전체의 36%을 점한다. 이러한 두가지의 결과에서, 2D영상은 안구운동의 주저함이 없이 일회, 혹은 2단계(내향형)에 의한 포커스가 많은 제시물임을 알았다.

### 3.3.3. 실험 1의 분석결과

- (1) 실물체 관찰시에는 一發포커스型和 2단계의 외향포커스型이 안구운동의 중심이 된다고 할 수 있다. 또한 2D영상 관찰시에는, 一發포커스型和 2단계내향型이 중심이 되었다.
- (2) 3D영상은 波形패턴의 발생빈도에 일정한 경향이 보이지 않고, 3단계포커스型의 안구운동도 평균적으로 발생하는 정도이며, 안구에 많은 운동패턴을 강요하는 시표라고 보여진다.

3.3.4. 衝動性眼球運動에 있어서 EOG波形 제시물에 따른 파형의 특징을 살펴보기 위해 평균화된 충동성안구운동을 EOG시간곡선으로써 산출하였다. 그림 7, 8, 9는 피실험자가 충동성안구운동을 開始한 후 2초간을, 左眼을 평균화하여, 관찰조건에 따른 충동성안구운동의 EOG파형을 나타낸 것이다. 평균화는 피

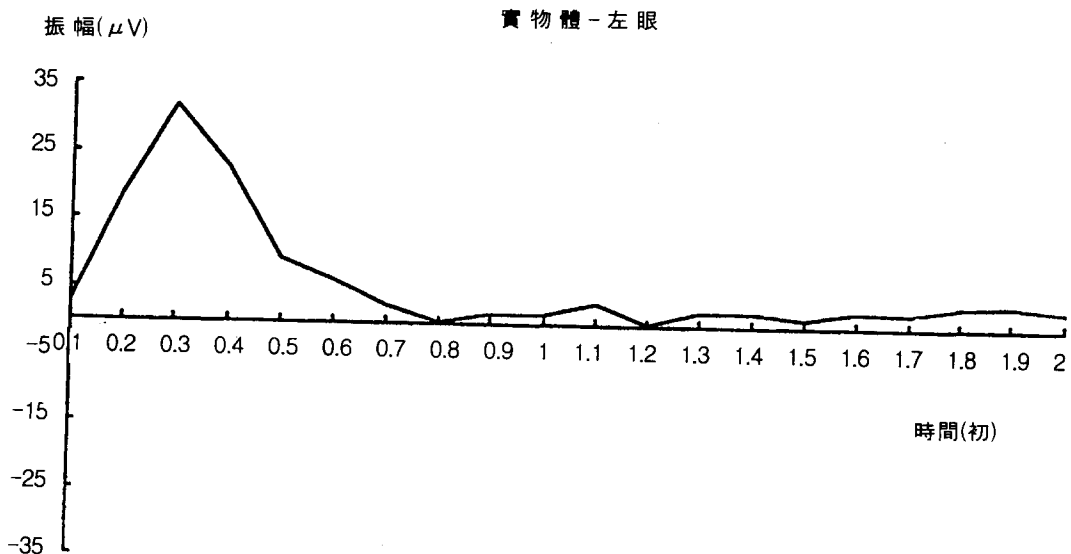


그림 7. 실물체 관찰시의 EOG시간곡선(左眼)

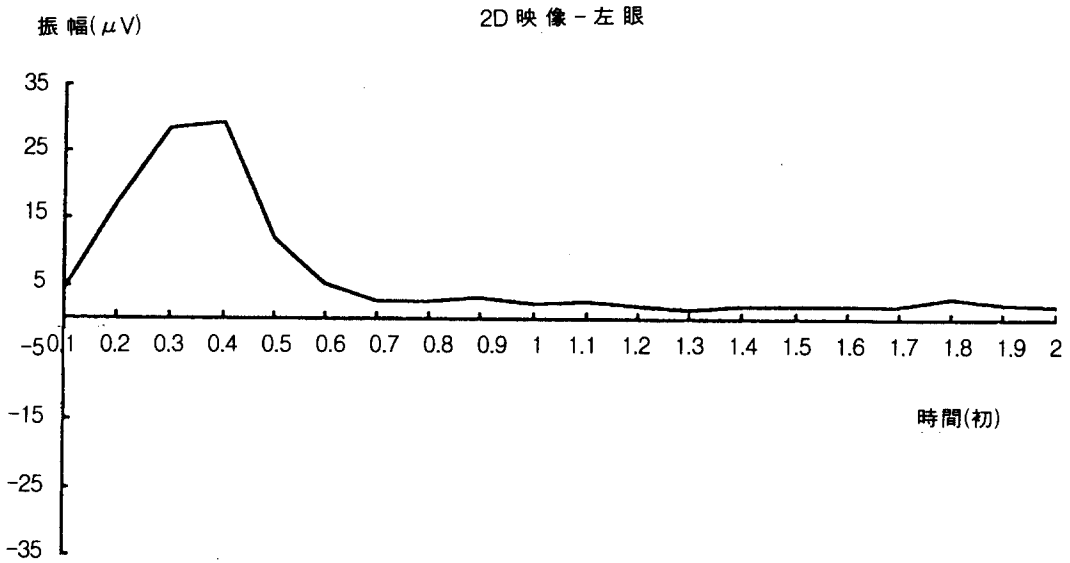


그림 8. 2D영상 관찰시의 EOG시간곡선(左眼)

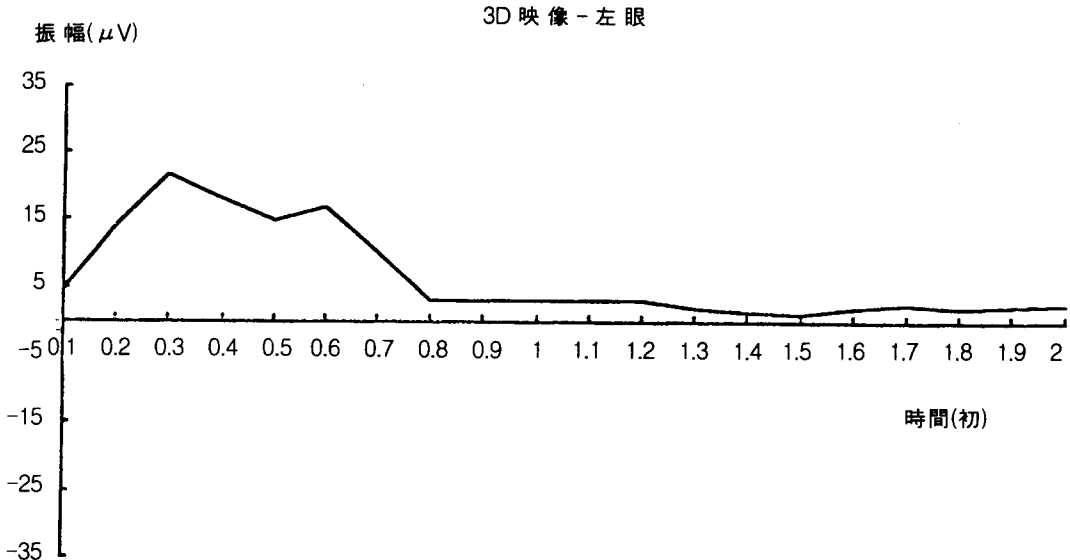


그림 9. 3D영상 관찰시의 EOG시간곡선(左眼)

험자의 안구운동 개시에서 2초간을 0.1초 간격으로 20포인트로 기록하였고, 종축을 진폭의 크기(μV)로, 횡축을 시간(秒)으로 하였다.

다음은 제시물에 따른 파형의 특징을 정리

해 본다.

(1) 실물체 관찰시의 분석

안구운동 개시 후 0.3초부근에서 처음으로

큰 波가 나타났다. 그런후 단계를 밟으면서 원점으로 돌아가나, 그동안의 시간이 약 0.8초가 소요되었다. 그러나, 여기에서 곧바로 잠잠해지지 않는 것이 실물체를 주시할 때의 큰 특징이며, 1초 경과후에 작은 기복이 보인다. 이것은 처음의 충동성안구운동이 목적의 위치에 종료하지 않았기 때문에 보정을 하기 위해 야기된 충동성안구운동이라고 생각된다. 이때 생기는 corrective saccade는 충동성안구운동이 미리 프로그램된 운동이라는 것을 증명하는 것임과 동시에 自己受容器의 존재를 증명하는 현상으로 보여진다. 안구가 목적의 위치에 정확히 도착하였는가 어떠한가는 도중에서 모니터되지 않기 때문에 충동성안구운동이 끝나지 않고서는 알 수 없다. 그러므로 이러한 보정을 위해 충동성안구운동이 생긴다고 생각된다.

#### (2) 2D영상 관찰시의 분석

약 0.3초 부근에서 큰 제1波가 보이며, 시표를 맞춘 후에는 아무것도 일어나지 않고, 단지 평범한 波가 계속된다. 보정을 위한 충동성안구운동은 보이지 않고, 비교적 초점 맞추기 쉬운 시표라고 말할 수 있다.

#### (3) 3D영상관찰시의 분석

여기서는 다른 제시물과 비교하여 현저한 특징이 보이는데, 제1波는 다른 것과 마찬가지로 약 0.3초에 나타난다. 그러나 다른 것보다 적은 값으로 나타나며, 제2波는 제1波보다 빈도횟수가 높은 값으로 계속 나타나는 특징을 보이고 있다. 이러한 현상은 보정을 위한 충동성안구운동의 중복된 현상으로 보여진다.

## 4. 실험 2(滑動性追從運動)

### 4.1. 실험 2의 목적

실공간과 2D영상 그리고 3D영상을 관찰함에 있어, 滑動性追從運動을 대상으로 한 EOG의 정성적, 정량적인 분석을 수단으로 하여, 안구운동의 차이를 알아내는 것이 실험2의 목적이다.

### 4.2. 실험 2의 조건 및 순서

붉은 공이 6초간에 1회전하는 제시물을 시표로 하여, 실물체, 2D영상, 3D영상을 관찰할 때의 滑動性追從運動 EOG를 측정하였다. 피험자 1m 전방에 21인치 모니터를 통해 2D영상과 3D영상에 제시물을 제시하였으며 실물체는 그대로 제시하였다. 이때의 영상은 1m 떨어진 피험자의 눈에 실물체와 같은 크기로 보이게끔 같은 크기 재현법에 의해 작성한 것이다.

실물체의 제시는 모터의 스위치를 넣어 最右端을 스타트 지점으로 한 붉은 공을 돌리는 것을 시작으로 하여 피험자는 시표가 되는 붉은 공을 눈으로 따라가기 시작한다. 시표가 6번째로 最右端을 통과 할 때, 즉 피험자가 시표를 6회전 눈으로 따라간 시점에서 종료하고, 다음의 제시물로 이동하였다. 이러한 작업을 3가지 제시물(실물체, 2D영상, 3D영상)에 반복하였다. 2D영상과 3D상은 이러한 상태를 미리 촬영한 것을 모니터에 제시한 것이다.

이때 전극은 실험 1과 같이 피험자의 얼굴4곳(좌우눈의 안쪽, 바깥쪽, 각막정점을 중심으로 좌우대칭)에 腦波用銀圓板電極을 설치하고, 별도로 接地電極을 이마에 부착하였다. 그리고 전극을 부착한 위에, 3D영상을 얻기 위한 입체스코프를 장착시키고, 입체스코프의 샷타가 작동하는 상태에서 실험을 하였다. 左眼의



운동을 1채널에, 右眼의 운동을 2채널로 하여 펜레코드에 의해 기록되게 하였다. 滑動性追從運動에 있어, 피험자 20명의 파형진폭을 측정하고, 縱軸은 진폭의크기( $\mu V$ )를, 橫軸에는 시간(秒)으로 하여, 피험자 전원의 데이터를 평균화한 한줄의 EOG시간곡선을 작성하였다. 각 제시물의 좌안, 우안별로 평균화된 한줄의 파형에 의해, 제시물간에 따른 안구운동의 차이를 찾아보았다. 실험장치 및 구성은 그림 10에 제시하였다.

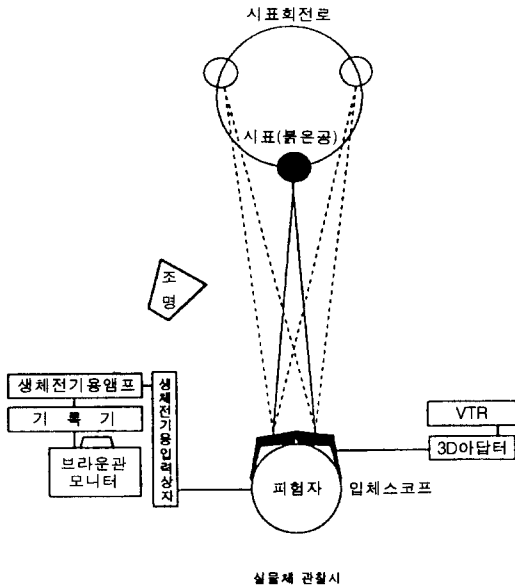


그림 10. 실물체 관찰시의 실험장치도

### 4.3. 실험 2의 결과 및 고찰

#### 4.3.1. 실험 2의 EOG파형에 대하여

滑動性追從運動에서 얻어진 EOG를 1초 단위로 하여 각 시점에서의 파형의 진폭을 계산하였다. 계산방법은 포인트 1로 한 最右端을 출발로 하여 6초까지의 1회전을 1루프로 하였다. 따라서 7포인트로 나누어 전부 42포인트로 측정하였다. 1~6루프까지의 각 포인트

트별의 평균을 산출하여, 전체의 평균에서 그 값을 뺀(-)값을 포인트의 대표치로서 그래프에 표시하였다. 그림 11(A)에는 각 제시물에 있어 左眼의 滑動性追從運動 EOG 시간곡선을, 그림 11(B)는 각 제시물에 있어 右眼의 滑動性追從運動 EOG 시간곡선을, 그림 12에는 각 제시물에 있어 兩眼의 滑動性追從運動 EOG 시간곡선을 나타내었다.

#### 4.3.2. 실험 2의 분석

각각 파형의 분산분석의 결과에서 실물체 관찰시의 左眼과 3D영상 관찰시의 左眼과의 사이에는 유효한 차가 인정되었다( $p < 0.05$ ).

##### (1) 眼球運動轉換期

滑動性追從運動誘發裝置에 있어 시간경과와 시표의 위치를 그림 13에 나타내었다. 포인트 1, 4, 7의 값이  $0\mu V$ 인 것은, 이 시점에서는 안구운동이 정지하고 있다는 것을 나타내는 것이다. 이 순간적인 정지는 지금까지의 右에서 左로, 혹은 左에서 右로 추적하던 운동이 반대로 전환하는 순간이다. 左右 어느 쪽의 눈에서도 0에 도달하는 순서는 실물체가 가장 빠르고 다음으로 2D, 3D의 순서였다. 左端 포인트4부근을 보면 실물체는 포인트 3.6, 3D영상에서는 포인트 3.9, 그중간이 포인트 3.75부근에서 2D가  $0\mu V$ 을 통과하고 안구운동의 전환을 하고 있는 것을 알 수 있다.

##### (2) 滑動性追從運動의 파형분석

시표는 圓盤上을 회전하는 것이므로, 시표가 右에서 左(포인트 1.5~3.5)로, 혹은 左에서 右(포인트 4.5~6.5)로 평행이동을 끝내고, 深度(포인트 3.5~4.5) 혹은 전방돌출(포인트 6.5~1.5)이동할 때, 그 타이밍을 알면 안구운

左眼

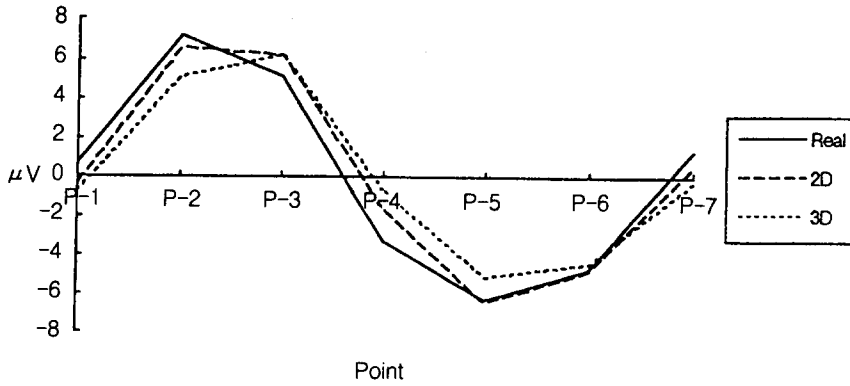


그림 11(A). 각 제시물에 있어 滑動性追從運動 EOG시간곡선(左眼)

右眼

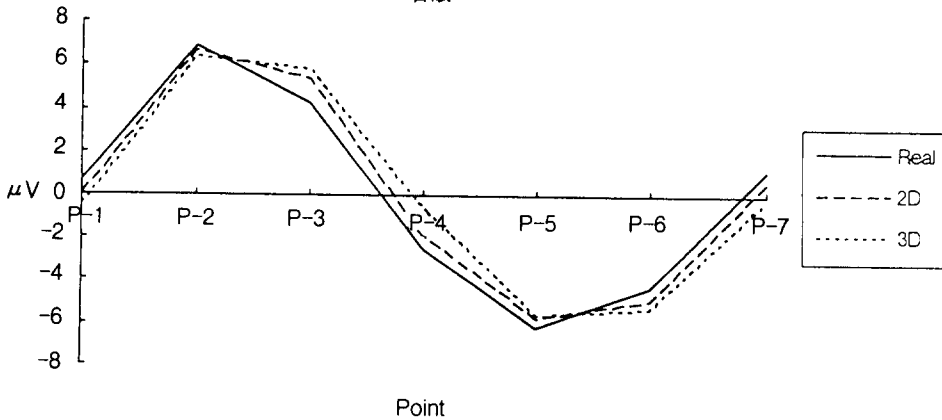


그림 11(B). 각 제시물에 있어 滑動性追從運動 EOG시간곡선(右眼)

兩眼

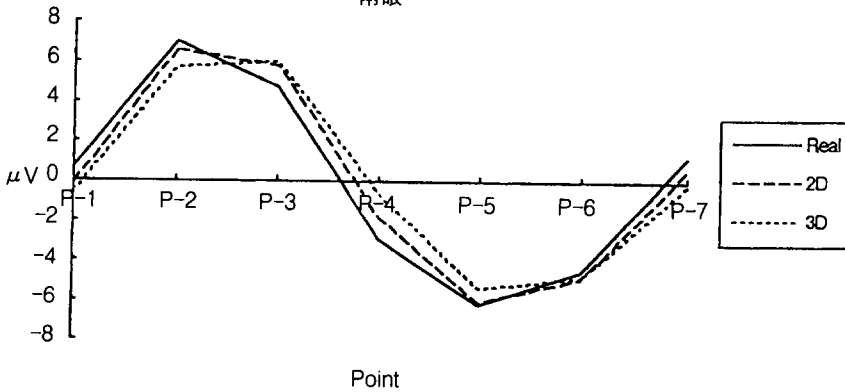


그림 12. 각 제시물에 있어 滑動性追從運動 EOG시간곡선(兩眼)

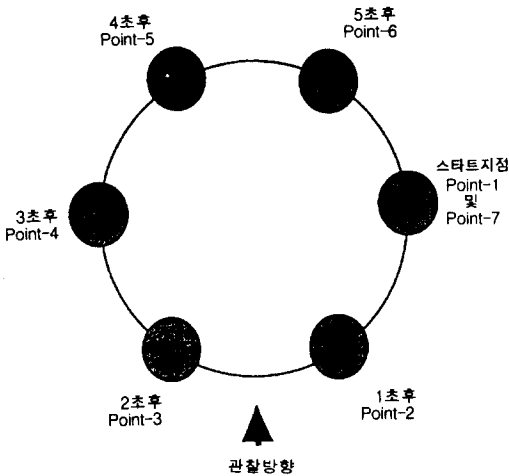


그림 13. 滑動性追從運動誘發裝置에 있어 시간경과와 視標의 位置

동은 추종운동을 해제하고, 가벼운 輻湊開散運動으로 시표에 초점을 맞추게 된다. 전환기에 생기는 포인트 4에 있어서는, 어떤 제시물에서도 이 포인트에 차이(간격)가 생기는 것은, 이 시점에서 시표의 움직임을 예측하고 추종운동을 준비하는 현상으로 생각되었다. 이 차이(간격)에 대한 고찰은 다음과 같다.

- ① 먼저, 가장 큰 차이(간격)가 나타난 것은 실물체이나, 이는 피험자가 시표의 움직임을 예측하고, 이에 동조하여 안구운동을 일으킨 것으로 생각된다. 실물체의 제시에 있어 포인트 2 부근에서 시표를 쫓는 안구운동은 완만하지만, 포인트 3 부터는 느린 것으로 변한다. 이는, 포인트 3을 통과하는 시표가, 평행이동하는 시표가 아니고 눈앞에서 深度가 있는 안쪽으로 이동하는 시표이기 때문으로 보여진다. 운동하는 시표를 추종할 때에, 관찰자는 그 움직임을 예측하며, 그 예측은 안구운동도 지배한다고 추측된다.

② 위와 같은 생각으로, 2D영상에 의한 시표는 실물체의 시표보다도 전환기를 맞기 어려운 것으로 설명할 수 있다. 이는 2D영상이 평면표시의 자극이며 입체감을 가지지 않는 시표로서, 어디에서 포인트 4를 맞이 할 것인가는 관찰자에 있어 예측하기가 어려운 것이기 때문이라고 추측된다. 시표의 움직임을 예측할 수가 없어, 안구운동이 정지되지 않고 끝까지 시표를 추적한 결과, 실물체보다도 포인트 4 가까이에서 전환기를 맞았다고 생각되어진다. 2D영상에 의해 제시된 시표의 움직임은 그 자체가 입체감이 없으므로 관찰자는 예측하기가 어려운 것으로 생각된다.

③ 3D영상에서는 2D영상보다도 안구운동을 중지시키지 않고, 포인트 4까지 추종운동을 하게 한다. 3D영상의 제시에서는 실물체에 가까운 값을 얻을 것으로 기대하였으나, 2D영상의 시표보다도 공간위치를 찾는 것이 어렵게 느껴지는 것으로 나타났다. 3D영상에 의해 제시된 시표의 움직임은 관찰자에게 交差視와 平行視와의 전환시간이 필요하므로, 다른 어떤 자극형태보다도 그 공간위치를 파악하는데 어렵게 느껴지는 것으로 나타났다. 3D영상에 의한 자극은 실물체나 2D영상의 경우와는 다르게, 예측에 의해 시표에 따라 미리 안구운동을 하는 것이 아니라, 포인트 4까지 시표의 각도에서 그 위치를 산출하여 주시하고 있는 것으로 생각된다. 이러한 해석을 긍정적인 것으로 전제한다면, 3D영상은 관찰할 때에 집중력을 야기시키는 시표로 해석할 수가 있다. 안구를 쉬지않게 자극하는 3D

영상은 이것이 원인이 되어 눈에 피로가 생기게 하지만, 이러한 현상에 의해 입체감과 박력을 느끼게 하는 것으로 추측된다.

#### 4.3.3. 실험 2의 全體波形의 形狀

##### (1) 全體波形의 形狀

전체파형의 형상을 보면, 3D영상의 파형은 축의 길이는 낮으나, 橫으로 幅이 있는 파형이다. 실물체의 形狀은 3D영상과는 대조적으로 시작점에서 최고점까지 크게 도약하여, 그 높이에서 정체하지 않고, 곧 0 $\mu$ V까지 내려온다. 즉, 파형이 높으나 폭이 좁은 형상이다. 그리고 2D영상은 항상 다른 2波의 중간값으로 계속되고 있다.

##### (2) 전체파형의 분석

실물체, 2D영상, 3D영상의 順으로 深度와 눈앞으로의 이동을 예측한 안구운동이 일어나지만, 左右平行移動으로 움직이는 시표를 추종하는 타이밍에도 차가 생기고 있다. 또한 평행이동에서 심도이동으로 바뀔 때 안구운동의 추종을 해제하는 逆의 順은 3D영상, 2D영상, 실물체의 순서로 추종운동을 개시한다. 그리고 예측을 하는 만큼, 대폭으로 운동을 정지시키는 실물체의 경우는, 시표가 심도이동을 마쳤다고 인지하는 순간에 쫓기 시작하고 있으나, 관찰을 멈춘만큼 급격한 Saccade에 가까운 추종을 하지 않으면 안되며, 그만큼 波形이 높아지고 큰  $\mu$ V를 발생하고 있다. 이 안구운동의 멈춤을 recover하는 움직임은, 다음에 시표의 움직임이 눈앞과 深度있는 안쪽으로 이동이 시작되는 포인트까지 계속되므로, 다른波를 웃돌게 된다. 또한 시표의 深度있는 안쪽으로 가는 이동에 대해 예측을 하여 낮은  $\mu$ V

가 나타나기 시작하여, 안구운동의 정지상태에 들어간다. 이러한 예측운동이 되지않는 3D영상에 있어서는 안구가 끊임없이 시표의 미세한 운동까지 추적을 계속하기 위해 안구의 급격한 운동, 즉 파형의 도약은 보이지 않고 낮은, 그러나 폭이 있는 파형을 형성하고 있음을 알 수 있다. 2D영상 관찰시는 실물체와 3D영상의 중간값으로 나타났다.

##### (3) 波形의 交点

① 파형의 교점 : 실물체와 3D영상 파형의 유일한 교점은, 포인트-2.5부근과 포인트-5.5부근에 있었다. 특히 양눈의 그래프에 있어서는 포인트-2, 5에서 교차하며, 右眼에서는 포인트-5.5에서 교차하였다. 이 포인트는 시표가 각각 눈앞 정면과 深度가 있는 안쪽 정면에 달하는 점이다.

② 분석 : 이상과 같이 예측을 한 상태에서의 안구운동의 정지상태의 시점, 즉 포인트-3.5~4.5, 포인트-6.5~1.5에서는, 3파형의 교점은 하나도 보이지 않는다. 파형이 교차하는 것은 포인트-2~3, 포인트-5~6의 범위에 있었다. 그리고 이 범위라는 것은 어느 것이라도 시표가 右에서 左로, 혹은 左에서 右로 평행 이동하는 도중에 있다. 이것이 의미하는 것은, 평행이동하는 시표에 대해서는, 어떤 제시물일 때라도 반드시 안구운동을 야기시킨다는 것이다. 즉, 실물체이든 3D영상, 2D영상이든 이시점에서는 시표를 같은 공간으로서 認知하고 있다는 것을 나타내는 것이다. 특히 포인트-2.5정도에서 교차되는 실물체와 3D영상의 파형은 안구가 이 兩者의 자극을 정면에서 취하였을 때, 그 운동에는 아무런 차이가 없고, 하나의 시표로서 취하고 있다는 것이 된다. 앞의 항목과 결합시켜보면, 안쪽심도와 눈앞전방의

방향으로 이동하는 시표를 인지할 때는, 그 자극이 실공간이든 3D영상, 2D영상이든 간에 안구운동에는 예측의 유무와 3D영상 관찰시의 交差視와 평행시의 전환의 유무라는 점에서 차이가 보이며 공간의 인지의 형태도 다르게 된다. 그러나, 左右에로의 평행이동이면, 제시물의 형태의 차이에 의해 생기는 안구운동에 큰 차이가 없으며 같은 형태일 수 있는 가능성이 있다고 보여진다.

### 5. 결 론

3D영상에 의해 눈앞에 떠 있는 물체나 가상현실에 의한 것도 인간들은 그 제시수단이 다름에도 불구하고 공간으로 인식한다. 3D영상을 가상현실공간으로서 인지할 때까지는, 현실감을 부과하는 요소가 시기능에 작용하기 때문일 것이다. 가상현실에 있어서 人工視覺 시스템은 그 시기능을 고려하여 작성한 것이다. 실공간과 3D영상에 의해 만들어진 가상현실공간, 이 두가지의 세계를 인간은 어떻게 보며, 어떻게 정보를 해독하며, 물리적 또는 인지적과정을 어떻게 정리하고 있는가?를 파악하기 위하여 안구운동을 중점으로 두 가지 실험을 통해 알아보았다.

실험에서 가상현실공간을 관찰할 때의 안구운동은 실공간을 볼 때와는 다른 결과를 보였다. 그예로 실험 2에서의 공간인지의 결과들을 수 있다. 動的視標를 추종할 때에, 안구는

교차시와 평행시의 사용에 주저하는 시간을 발생시켰다. 때문에 立體感을 가지지 않는 영상에 의한 시표보다도 공간위치를 알아내는데 어렵다는 것이 나타났다. 그리고 다른 제시물에서는 보이지 않는 3가지 단계를 거쳐 초점을 맞추는 특유의 안구운동이 보이는 등 피로의 원인이 되는 요소까지도 파악할 수 있었다. 이를 긍정적으로 생각하면, 다른 자극형태와는 다른 반응(집중과 박력)을 3D영상에서는 찾아볼 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- 1) 岩崎常人外3人, “調節および瞳孔の殘餘効果におよぼす視距離の影響”, 日本人間工學會誌, Vol.28, No.3, pp.119~124, 1992.
- 2) 福井康裕 : 生體とME, 東京電氣大學出版局, pp.114~161, 1980.
- 3) 稻富昭太 : 最新眼科學, (株)朝倉書店, pp.63~68, 1984.
- 4) 坂本和義外5人, “錯視現象を應用したVD T作業の視覺負擔評價”, 日本人間工學會誌, Vol.24, No.Suppl pp.194~195, 1988.
- 5) Seiji YAMAGAMI, “A review of the early development of saccadic and pursuit eye movements”, The Japanese Journal of psychonomic science, Vol.7, No.2, pp.71~83., 1988.