

# 眼電位圖(EOG)에 의한 立體映像의 評價

The estimation of 3D image using E.O.G

조 암(趙 巖)

東國大學校 工科大學 産業工學科

## 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 image. This investigation was done by observing the EOG(Electro-oculogram) waves which were achieved 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 to be analyzed, two kinds of experiments were performed. In each experiments, the saccadic eye movement and the smooth pursuit eye movement was considered as an independent variable individually. Waves obtained from the experiments were categorized into 4 types(Wave1, Wave2, Wave3, Wave4) depending on their characteristics. Unlike from 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 image where the focus of the eye was achieved in three steps.

## 1. 序論

立體TV의 應用은, 가정에서 뿐만 아니라 산업분야, 수술용 映像, 眼底映像 등의 의료분야, 시물 레이트- 등의 훈련분야에도 응용될 것으로 예상된다. 立體TV는, 촬영방식, 표현 방식에 따라 視 覺機能에 과도의 부담을 주거나 눈 피로와 안질 발병의 원인으로 염려되고 있다(岩崎등,1992). 여러 분야에서 立體TV가 보급 되리라고 예상할 경우, 立體映像에 의한 視覺機能의 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. 본 실험에서는 二眼式 液晶 샷타-를 이용하여, 分割方式에 의해 성립하는 立體映像을 負荷로 하여, 그 때 유도된 EOG(Electro-oculogram)파형을 분석해 보았다. EOG란 눈의 어느 한쪽 피부에 놓인 두 전극 사이의 전위 차이를 이용하여 안구운동 및 안구위치를 측정하는 것이다. 즉, 안구의 網膜에는 각막 측이+(正), 안구 후벽측이-(負)로서, 數mV에서10數 mV로 帶電하고 있는 停止電位가 있으며, 이를 角膜網膜電位(corneo-retinal potential)라 하고, 이 전위의 존재는 1849년에 Du Bois Reymond에 의해 인정되었다(福井康裕,1980). 이 停止電位를 이용하여 눈(眼)의 內外兩사이드에 있는 표면 전극에서 EOG(Electro Oculo Gram)를 도출시킨다. 도출된 전위는 10度の 안구변위에 50~200마이크로V 정도로서, 이것을 기록한 것이 EOG이다. EOG의 진폭은 안구운동의 크기에 비례하므로 안구의 운동 상황을 精度높게 파악할 수가 있다. 안구 운동을 대별하면 輻輳開散運動(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. 이들중 본 연구에서는 滑動性追從運動과 衝動性眼球運動을 대상으로 하였다. EOG관정에는 滑動性追從運動과 衝動性眼球運動의 파형 패턴에 의한 분류가 이용된다(稻富昭太,1984, 坂本, '88). 衝動性眼球運動이란 독서를 한다거나 물건을 찾을 때의 안구 운동으로서 固視 点에서 다음의 고시점까지 고속으로 튀는 현상으로 수의적 안구운동을 말하며, 滑動性追從運動이 란 천천히 움직이는 운동물체를 시선이 추적할 때 생기는 연속적인 低速의 운동을 말한다(稻富昭太,1984, Yamagami,1988).

## 2. 研究의 目的

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 정량 적인 분석을 그 수단으로 하고, 實空間과 平面映像(2D) 그리고 立體映像(3D)을 관찰할 때에 안구 운동이 어떻게 작용하는가를 알아보고, 이들 파형을 대별하며, 대상에 따른 파형의 상이점을 파악 하는 것이 목적이다.

## 3. 실험

실험은 두 가지로 나누어 실시하였다. 실험1은 衝動性眼球運動을, 실험2는 滑動性追從運動을 대 상으로 하였다. 그리고 두 가지 안구운동기능의 검사를 위해서는, 2종류의 이동하는 視標가 필요 하다. 衝動性眼球運動(실험1)이 생기게 하는 視標로는 마네킹 머리부분의 실물체와 이를 평면영 상, 입체영상으로 촬영한 것으로 하였으며, 다음으로 滑動性追從運動(실험2)이 일어나게 하는 視標 로 視標回轉路에 붉은 공을 실물체와 평면영상, 입체영상으로 촬영하여 사용하였다.

### 3-1. 실험1(衝動性眼球運動)의 장치구성 및 피실험자

피실험자는 건강한 남녀대학생 20명(남성10명, 여성10명, 평균년령24세)으로 입체영상이 인식되고 난시와 사시가 없는 사람을 피실험자로 하였다. 그림1과 그림2에 실험장치도를 제시한다.

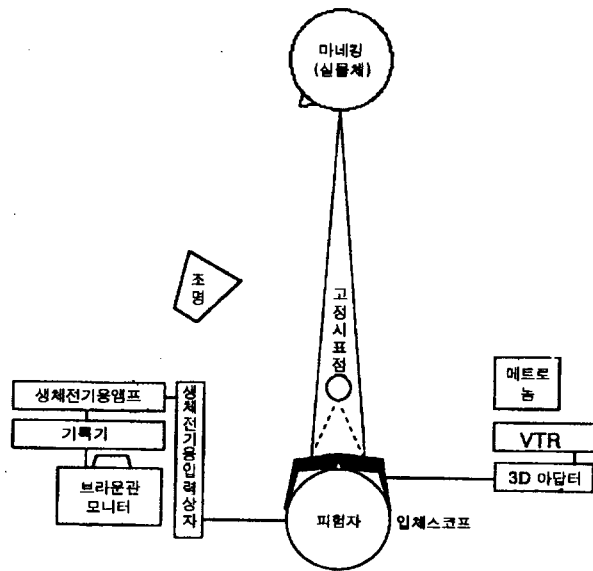


그림1. 실물체 관찰시의 실험장치도(실험1)

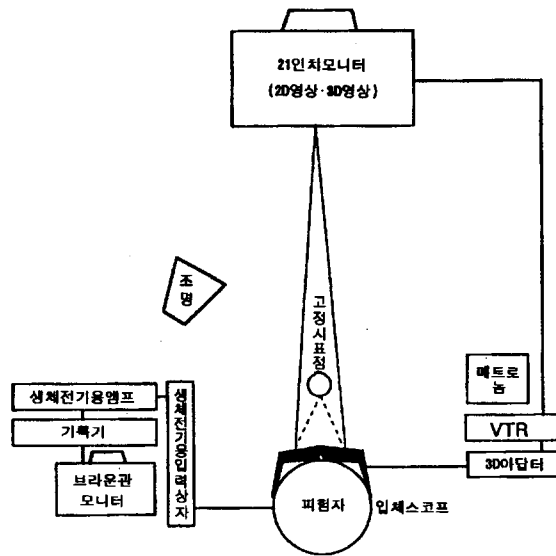


그림2. 2D영상,3D영상 관찰시의 실험장치도(실험1)

### 3-2. 실험1의 순서 및 조건

제시물은 마케팅머리 부분으로 하여, 그제시물을 실물체, 2D영상, 3D영상을 관찰할 때의 충동성

안구운동 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 固視點을 응시하고 있는 피험자에게 실험자로부터 “제시물을 관찰 하세요”, “固視點을 응시하세요”라는 敎示를 7秒마다 주문하였다. 敎示는 모두 7秒간격으로, 60打/分の 메트로-놈으로 구별하였고, 피험자의 視線은 固視點과 提示物間을 오고가게 하였다. 이때 피험자의 얼굴4곳(좌우눈의안쪽, 바깥쪽, 각막정점을 중심으로 좌우대칭)에 腦波用銀圓板電極을 설치하고, 별도로 接地電極을 부착하였다. 그런 다음 전극을 부친 위에 입체스코프를 장착하여, 샷타가 작동하는 상태에서 실험을 하였다. 실험결과치로 다음의 작업을 하였다.

- (1) 데이터의 質的分析 : 어떠한 안구운동이 유발되는 가를 알아보고, 발생한 EOG파형을 운동의 타입별로 나누어 검토.
- (2) 데이터의 量的分析 : 제시한 對象(實物體, 2D영상, 3D영상)별로 채취한 EOG는 운동타입별로 나눈것들중에 어디에 속하는 가를 검토하고, 발생빈도를 계량하며, 提示物間의 衝動성안구운동에서 다른 점을 찾아냄.
- (3) EOG時間曲線 : 실험전체를 통해 얻은 파형을 평균화하고, 提示物間의 EOG時間曲線을 작성.

### 3-3. 실험1의 결과 및 고찰

#### 3-3-1. EOG의 파형에 대하여

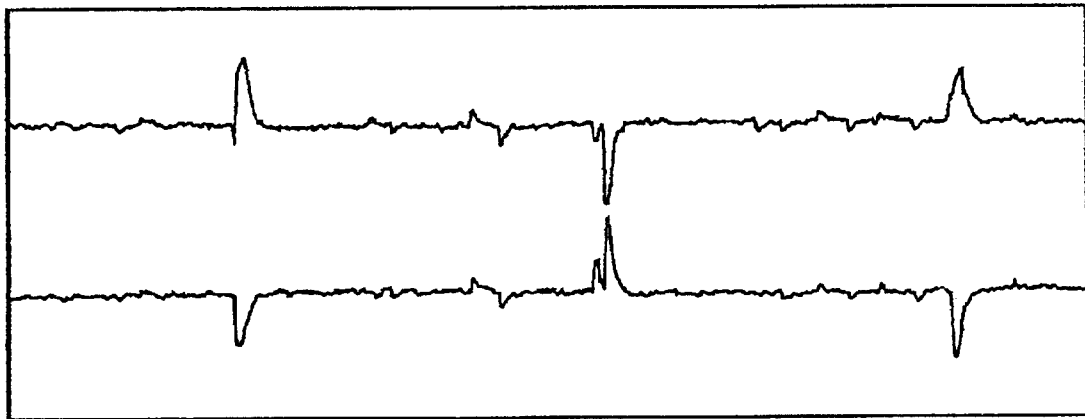


그림3. 衝動성안구운동시 EOG의 한예

피험자20명분의 EOG는 다종다양하나(그림3), 그 파형에는 어느정도 공통되는 波를 찾아낼수 있었다. 이들 각각의 파형을 형상특징에 따라 타입별로 21종류의 파형으로 분류하였다. 다음으로 이들 21종류의 파형에서 나타나는 안구운동에 대하여 분석하고, 이들중 유사한 안구운동파형을 기본으로하여 다시 4타입(Wave1, Wave2, Wave3, Wave4)으로 대별하였다.

a. Wave1(2단계포커스型, 內向型) : 주시하고 있는 固視点에서 視標로 시선을 이동할때, 開散運動에 의해 크게 좌우로 분산된 시선이 視標로 향하고, 이상태에서 폭주운동에 의해 시선을 안쪽으로 향하게 하여 視標에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림4).

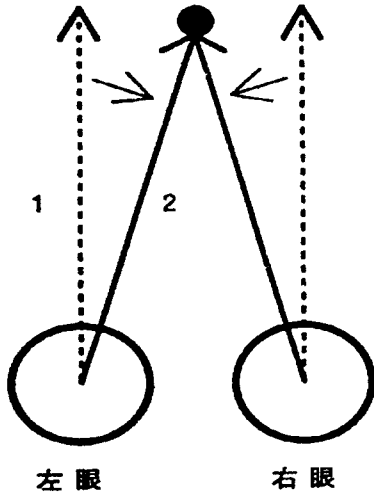


그림4. Wave-1 안구운동

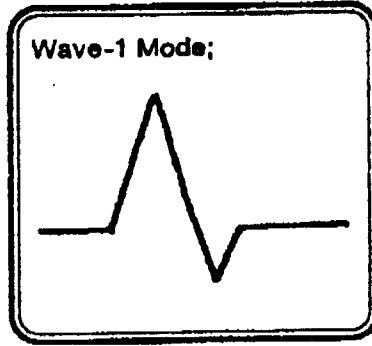


그림5. Wave-1 波

b. Wave2(1發포커스型) : 주시하고 있는 固視点에서 視標로 시선을 이동할때, 주저함이 없이 단 한번에 초점을 맞추었을때의 파형(그림6).

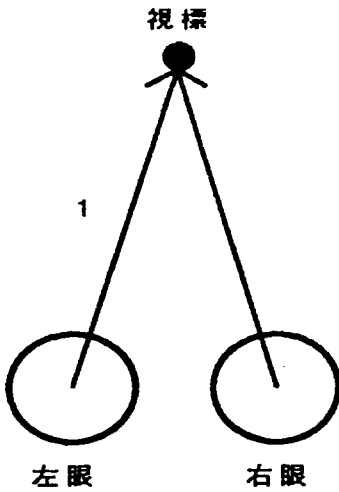


그림6. Wave-2 안구운동

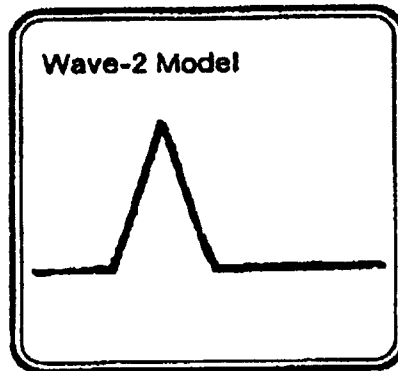


그림7. Wave-2 波

- c. Wave3(2단계포커스型, 外向型) : 주시하고 있는 固視点에서 視標로 시선을 이동할때, 개산운동에 의해 좌우로 분산된 시선이 視標까지 도달하지 않고, 그 상태에서 시선을 바깥으로 향하게 하여 視標에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림8).

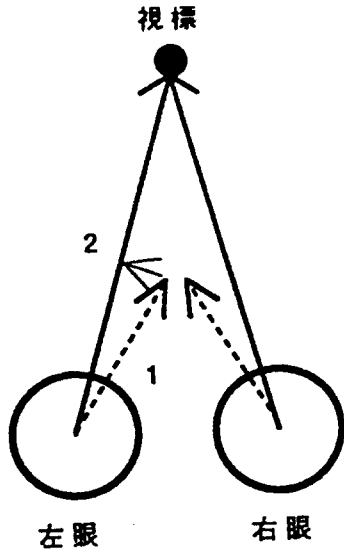


그림8. Wave-3 안구운동

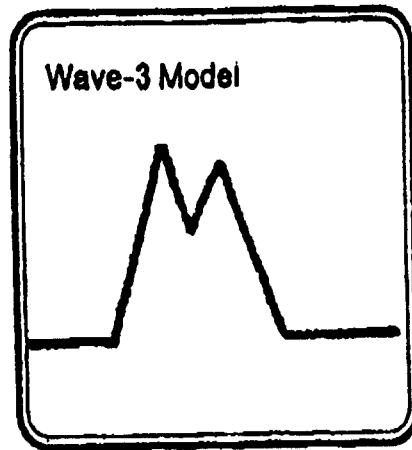


그림9. Wave-3 波

- d. Wave4(3단계포커스型) : 주시하고 있는 固視点에서 視標로 시선을 이동할때, 開散運動에 의해 크게 좌우로 분산된 시선이 視標로 향하고, 이 상태에서 폭주운동에 의해 시선을 안쪽으로 향하게 한 다음, 마지막으로 바깥으로 향하게 하여 視標에 초점을 맞추었을 때의 파형(그림10).

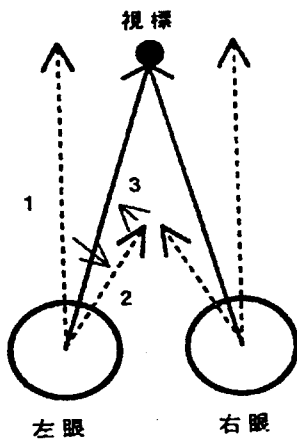


그림10. Wave-4안구운동

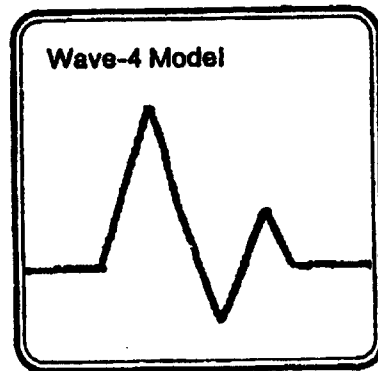


그림11. Wave-4 波

3-3-2. EOG波形的 타입별 發生頻度

4가지 타입의 파형으로 분류한 것을, 제시물별로 발생빈도를 측정하였다(그림12).

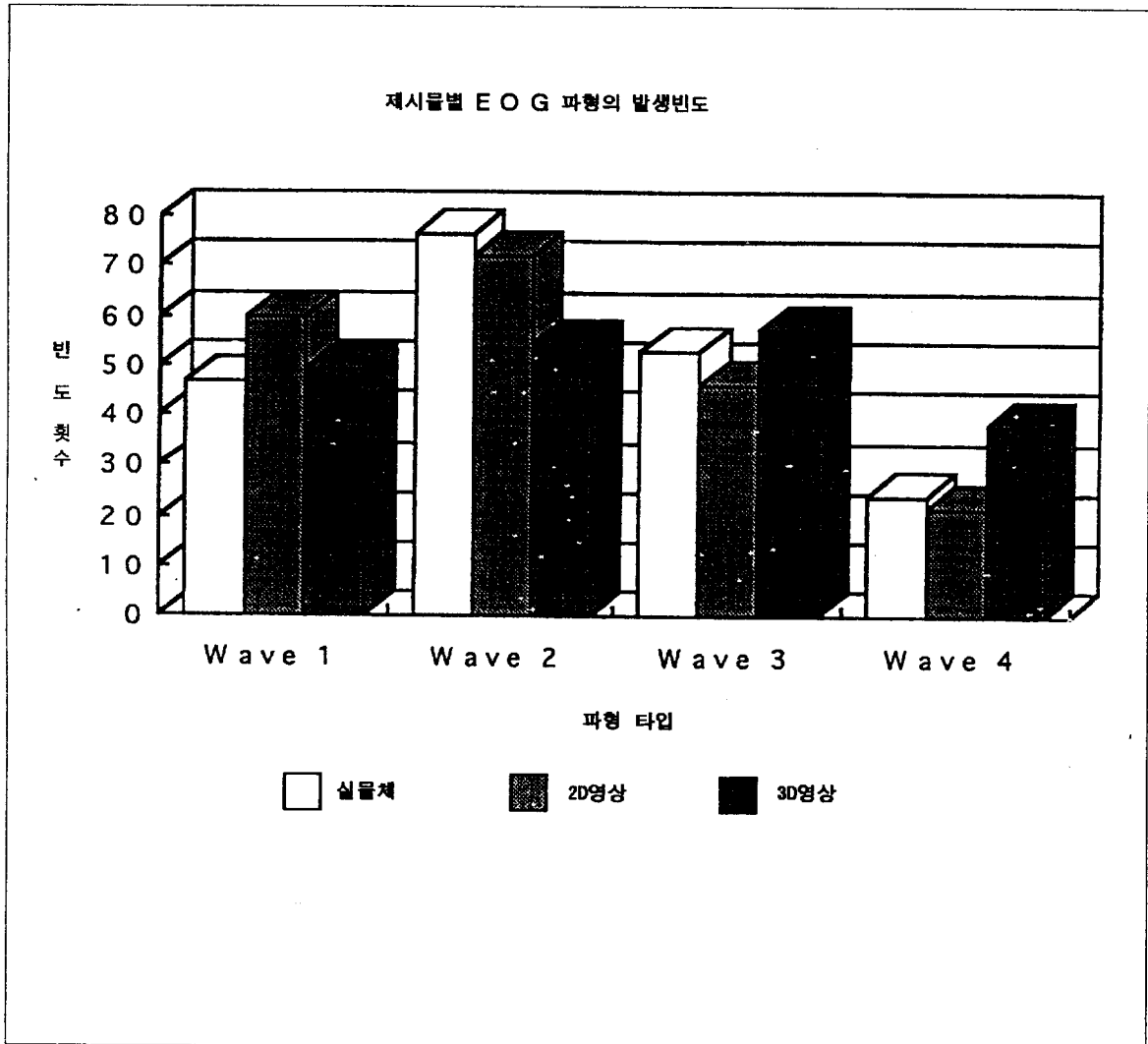


그림12. 제시물에 따른 EOG파형의 발생빈도

(1). 實物體 觀察時의 分析

실물체 관찰시는 Wave-2가 많이 발생되고 있다. 그 비율을 보면, 실물체 관찰시의 38%는 주저함이 없이 단한번만으로 視標에 초점을 맞추는 것이라 할수 있으며, 제시물자체에凹凸이나, 심도감을 가지는 실물체가 2D영상과 같은 평면적인 것보다도 초점맞추기가 쉬운것으로 생각된다.

(2). 3D영상관찰시의 分析

4가지로 분류된 모든 파형이 빈번한 발생율을 보이며, 眼球에 많은 운동패턴을 요구하는 視標라는 것을 알았다. 전체제시물을 통해서 가장 많은 발생율을 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(실물체12%, 2D영상11%).

(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. 실험1의 분석결과

(1) 실물체 관찰시에는 一發포커스型和 2단계의 외향포커스型이 안구운동의 중심이 된다고 할수 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 視標라고 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. 피실험자가 충동성안구운동을 開始한후 2초간을, 左眼과 右眼을 각각 평균화하여, 충동성안구운동의 EOG파형을 작성하였다. 평균화는 피험자의 안구운동 개시에서 2초간을 0.1초 간격으로 20포인트로 기록하였고, 종축을 진폭의 크기( $\mu V$ )로, 횡축을 시간(秒)로 하였다.

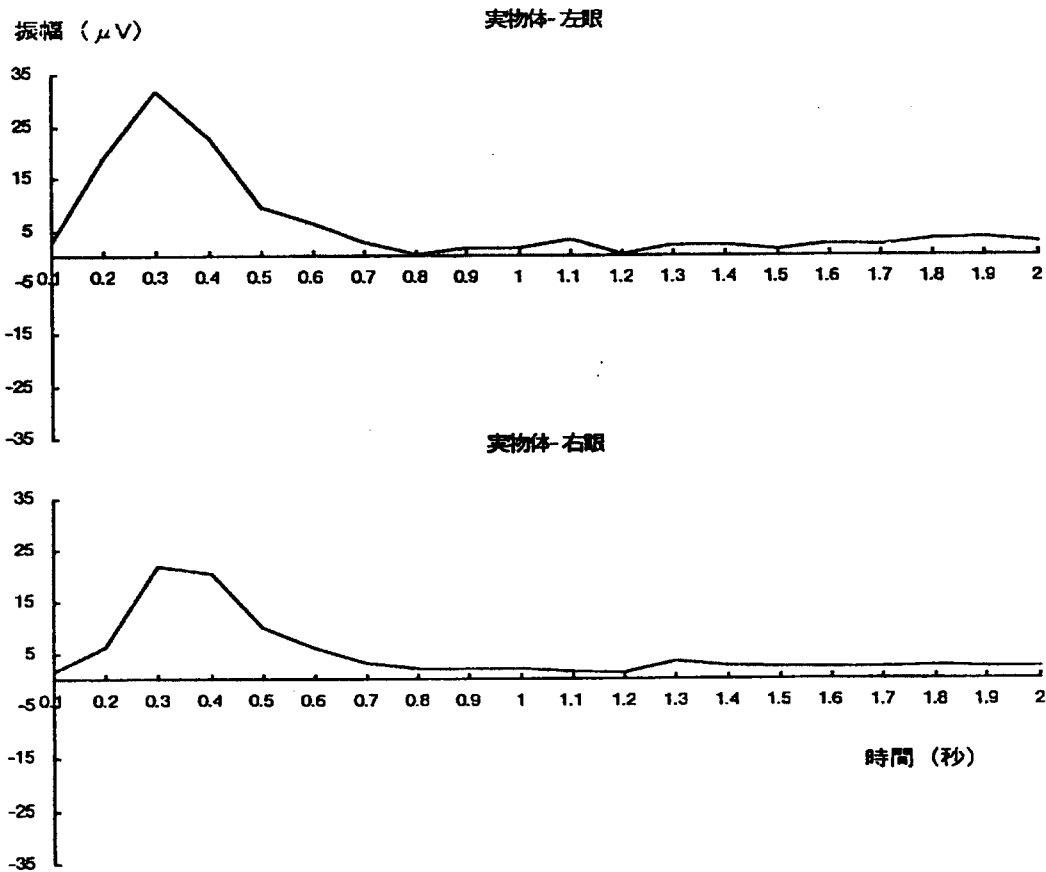


그림13. 실물체 관찰시의 EOG시간곡선



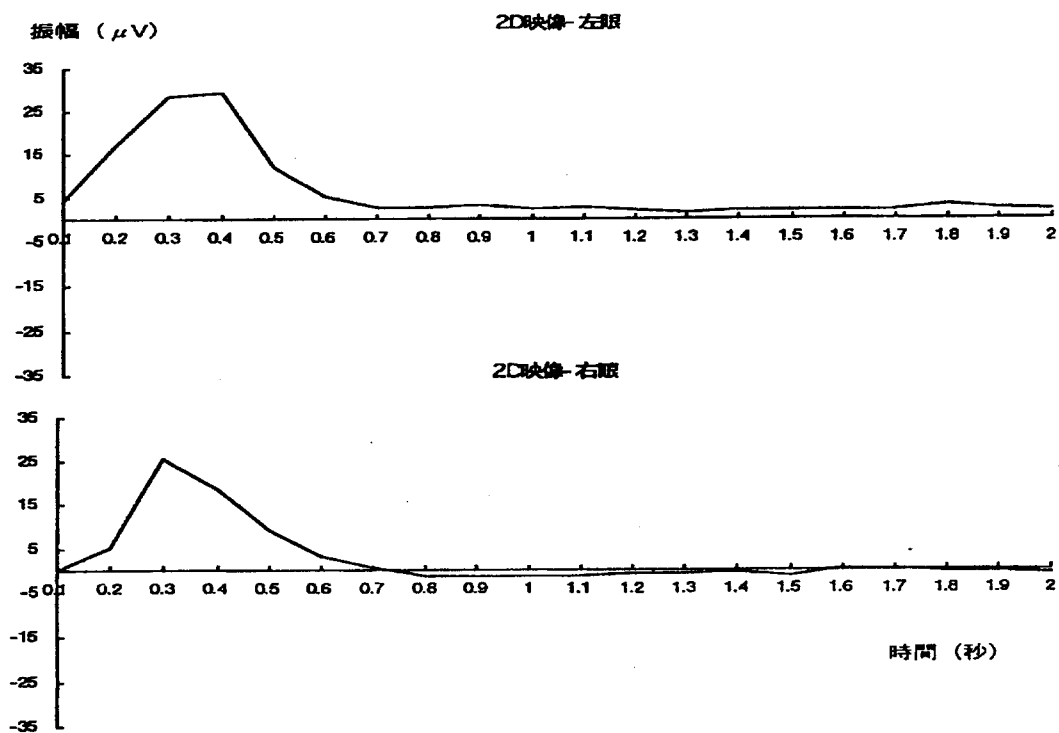


그림14. 2D영상 관찰시의 EOG시간곡선

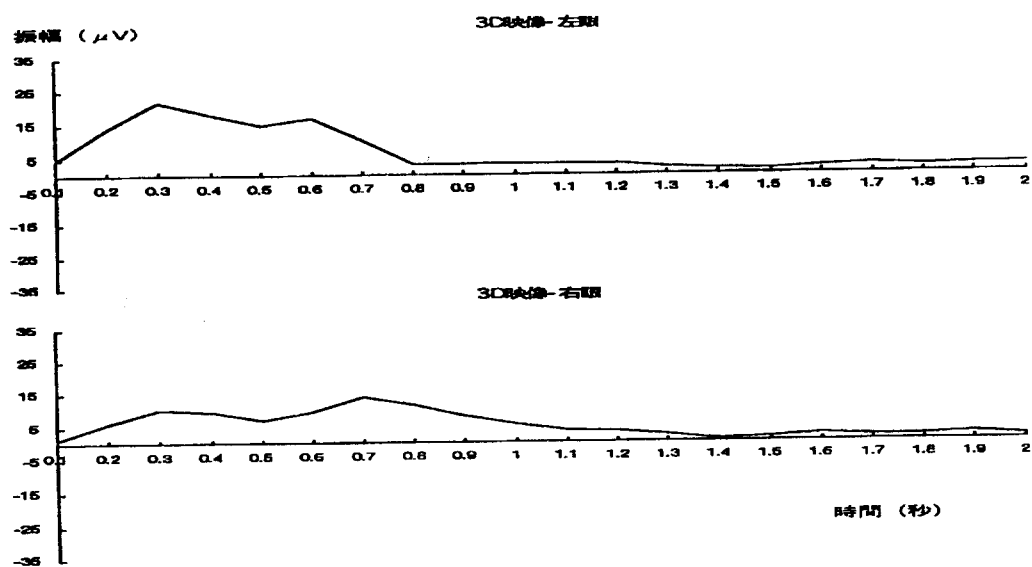


그림15 3D영상관찰시의 EOG시간곡선

다음은 제시물에 따른 파형의 특징을 정리해 본다.

#### (1) 실물체 관찰시의 분석

안구운동 개시후 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 주시 할때의 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 現象으로 보여진다. 안구가 목적의 위치에 정확히 도착하였는가 어떠한가는 도중에서 모니터되지 않기 때문에 충동성안구운동이 끝나지 않고서는 알수없다. 그러므로 이러한 보정을 위해 충동성안구운동이 생긴다고 생각된다.

#### (2) 2D영상 관찰시의 분석

약0.3초 부근에서 큰 제1波가 보이며, 視標를 맞춘후에는 아무것도 일어나지 않고, 단지 평범한 波가 계속된다. 보정을 위한 충동성안구운동은 보이지 않고, 비교적 초점 맞추기 쉬운 視標라고 말할수 있다.

#### (3) 3D영상관찰시의 분석

여기서는 다른 제시물과 비교하여 현저한 특징이 보이는데, 제1波는 다른 것과 마찬가지로 약0.3초에 나타난다. 그러나 다른 것보다 적은 값으로 나타나며, 제2波는 제1波보다 높은 값으로 계속 나타나는 특징을 보이고 있다. 이러한 현상은 보정을 위한 충동성안구운동의 중복된 現象으로 보여진다.

### 4. 실험2 (滑動性追從運動)

#### 4-1. 실험2의 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. 실험2의 조건 및 순서

붉은 공이 6초간에 1회전하는 제시물을 視標로 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 等寸大再現法에 의해 작성한 것이다.

모-터의 스위치를 넣어 最右端을 스타트 지점으로 한 붉은 공을 돌리는 것을 시작으로 하여 피험자는 視標가 되는 붉은 공을 눈으로 따라가기 시작한다. 視標가 6번째로 最右端을 통과 할 때, 즉 피험자가 視標를 6회전 눈으로 따라간 시점에서 종료하고, 다음의 제시물로 이동하였다. 이러한 작업을 3가지 제시물(실물체, 2D영상, 3D영상)에 반복하였다. 이때 피험자의 얼굴에는 뇌파용銀圓板電極을 4곳에 장착하고 접지전극을 얼굴의 다른곳에 부착하였다. 그리고 전극을 부착한 위에 입체스코프를 장착시켜 샷타-가 작동하는 상태에서 실험을 하였다. 左眼의 운동을 1채널에, 右眼의 운동을 2채널로 하여 펜레코드에 의해 기록되게 하였다. EOG 檢査條件에서 증폭기 감도(Sensitivity)는  $20\mu V$ 로, 高域필터(High Cut)는 10Hz, 時定數(Time constant)는 0.1, 종이속도(Paper Speed)는 10mm/sec로 하였다. 滑動性追從運動에 있어, 피험자 20명의 파형진폭을 측정하고, 縱軸은 진폭의 크기( $\mu V$ )를, 橫軸에는 시간(秒)으로 하여, 피험자 전원의 데이터를 평균화한 한줄의 EOG시간곡선을 작성하였다. 각 제시물의 좌안,우안 별로 평균화된 한줄의 파형에 의해, 제시물간에 따른 안구운동의 차이를 찾아보았다. 실험장치및 구성은 그림16,17에 제시하였다.

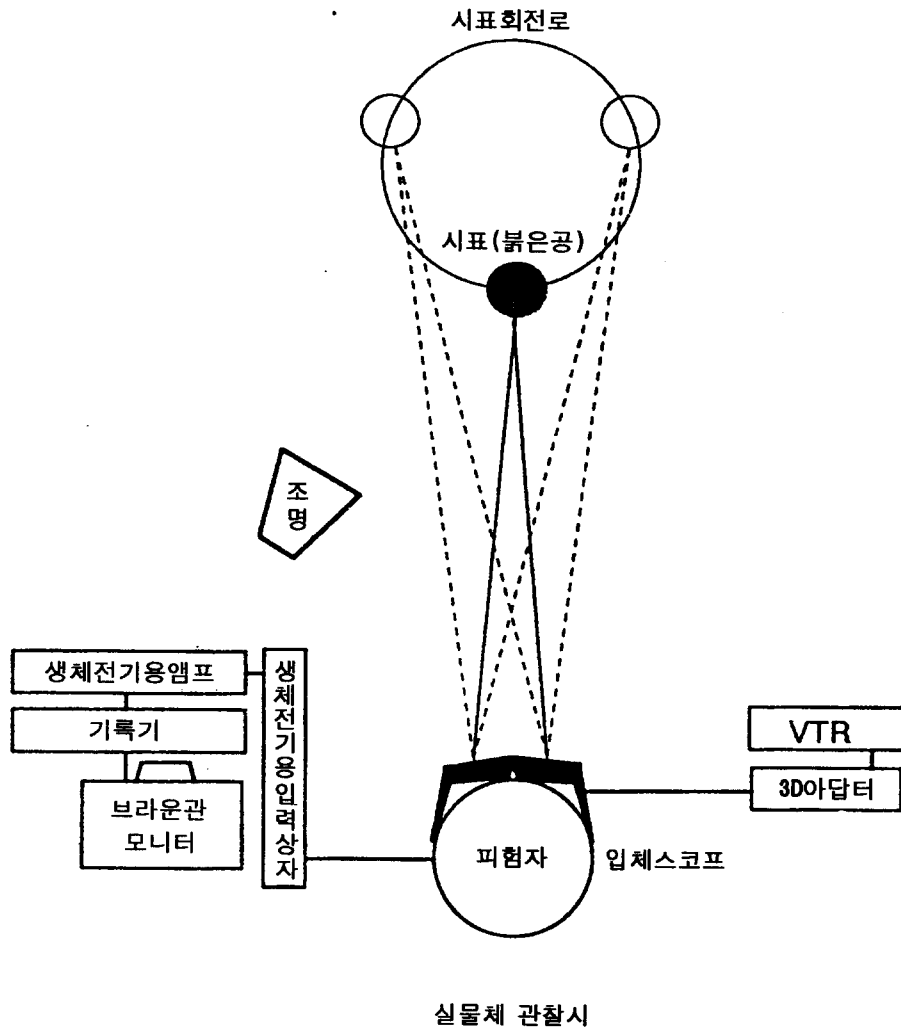


그림16. 실물체 관찰시의 실험 레이아웃

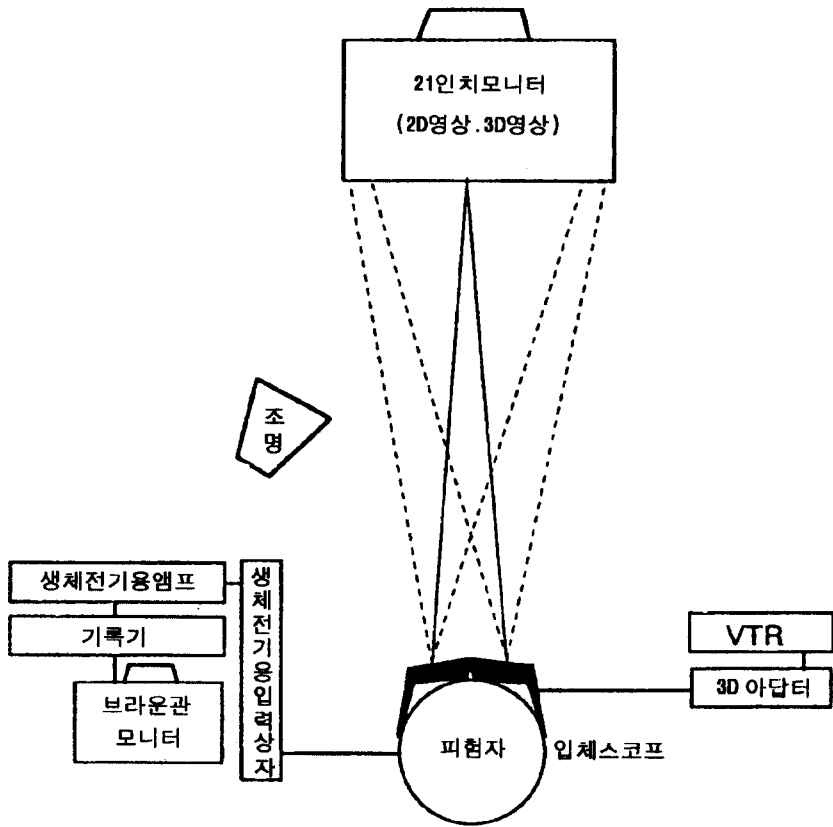


그림17. 2D, 3D영상 관찰시의 실험 레이아웃

#### 4-3. 실험2의 결과 및 고찰

##### 4-3-1. 실험2의 EOG파형에 대하여

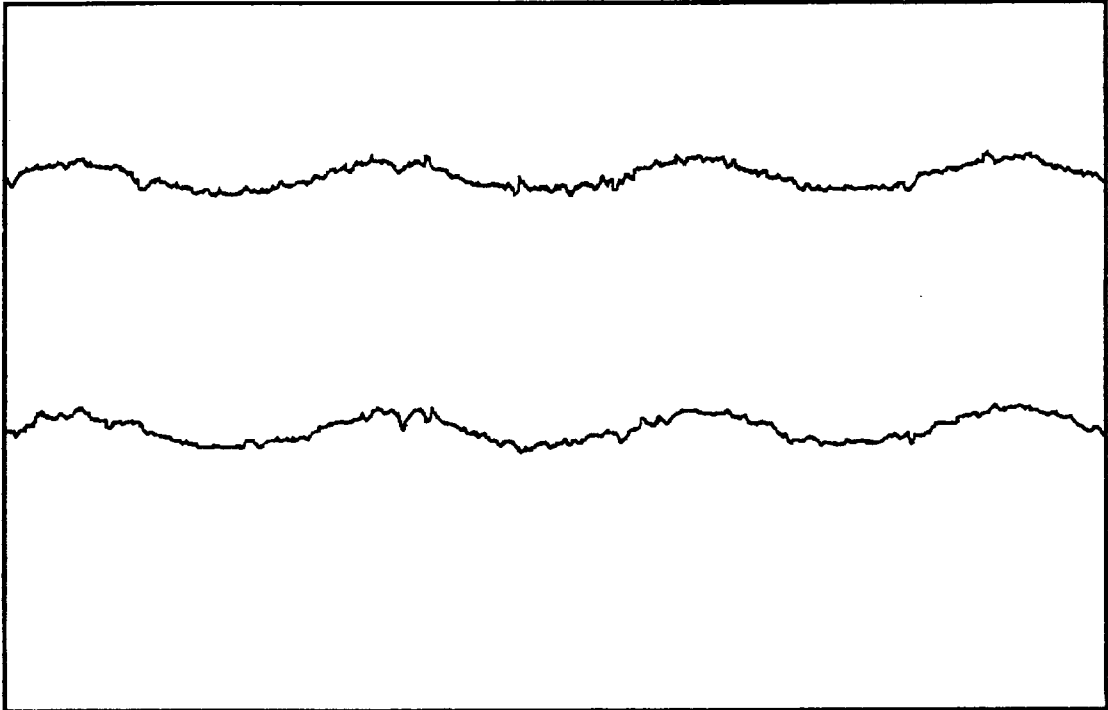


그림18. 滑動性追從運動EOG

그림과18 같이 얻어진 EOG를 1초 단위로 하여 각시점에서의 파형의 진폭을 계산하였다.

계산방법은 포인트1로한 最右端을 출발로 하여 6초까지의 1회전을 1루프로 하였다. 따라서 7포인트로 나누어 전부 42포인트로 계측하였다. 1~6루프까지의 각포인트별의 평균을 산출하여, 전체의 평균에서 그 값을 뺀(-) 값을 포인트의 대표치로서 그래프에 표시하였다. 그림19에는 각제시물에 있어 左眼의 滑動性追從運動 EOG 시간곡선을, 그림20은 각제시물에 있어 右眼의 滑動性追從運動 EOG 시간곡선을, 그림21에는 각제시물에 있어 兩眼의 滑動性 追從運動 EOG 시간곡선을 나타내었다.

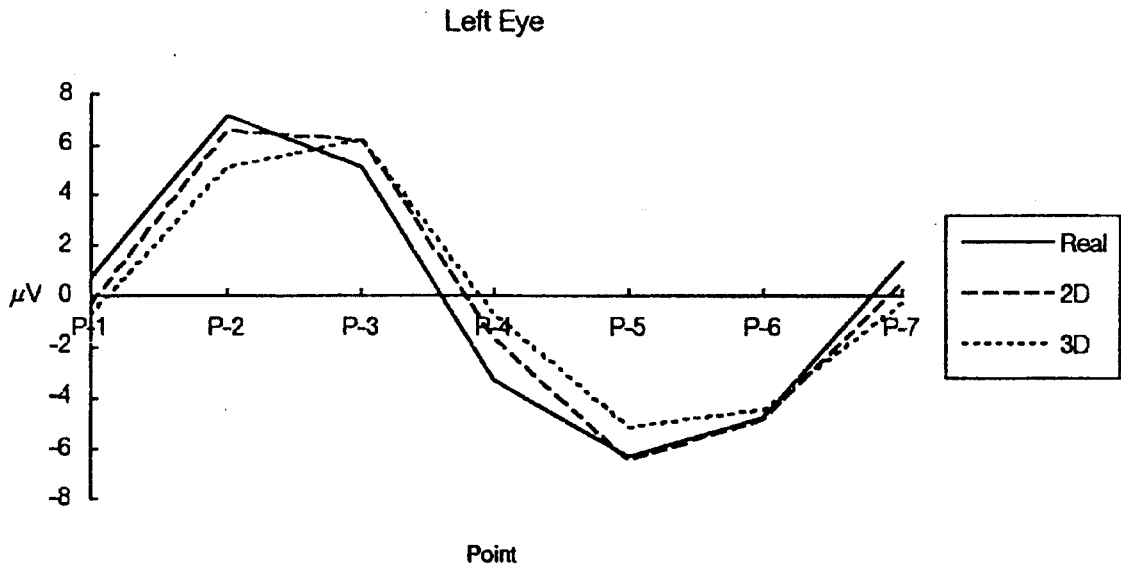


그림19 각제시물에 있어 滑動性追從運動EOG시간곡선(左眼)

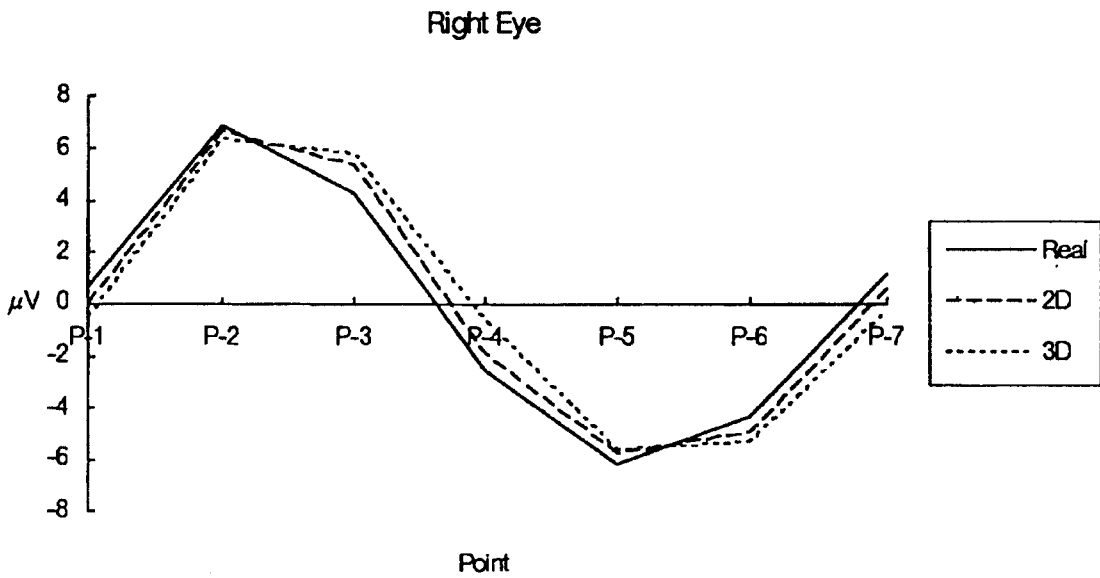


그림20 각제시물에 있어 滑動性追從運動EOG시간곡선(右眼)

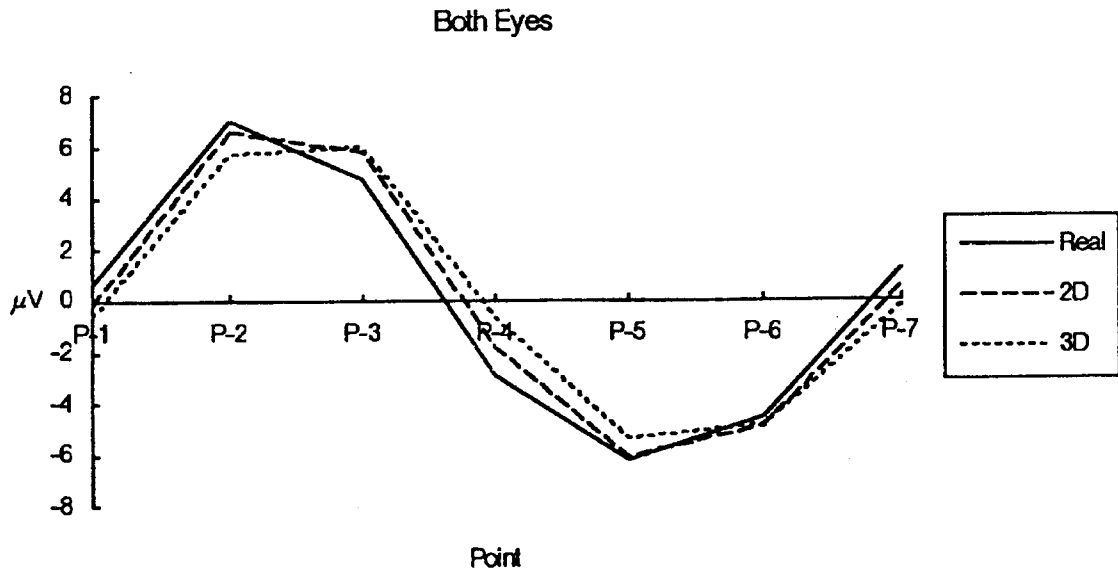


그림21 각제시물에 있어 滑動性追從運動EOG시간곡선(兩眼)

#### 4-3-2. 실험2의 분석

각각 파형의 분산분석의 결과에서 실물체 관찰시의 左眼과 3D영상 관찰시의 左眼과의 사이에는 유효한 差가 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 視標의 위치를 그림22에 나타내었다. 포인트1,4,7의 값이  $0\mu V$ 인것은, 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어느쪽의 눈에서도 0에 도달하는 順序는 실물체가 가장 빠르고 다음으로 2D, 3D의 순서였다. 左端 포인트4부근을 보면 실물체는 포인트3.6, 3D영상에서는 포인트3.9, 그중간이 포인트3.75부근에서 2D가  $0\mu V$ 을 통과하고 안구운동의 전환을 하고 있는 것을 알수 있다.

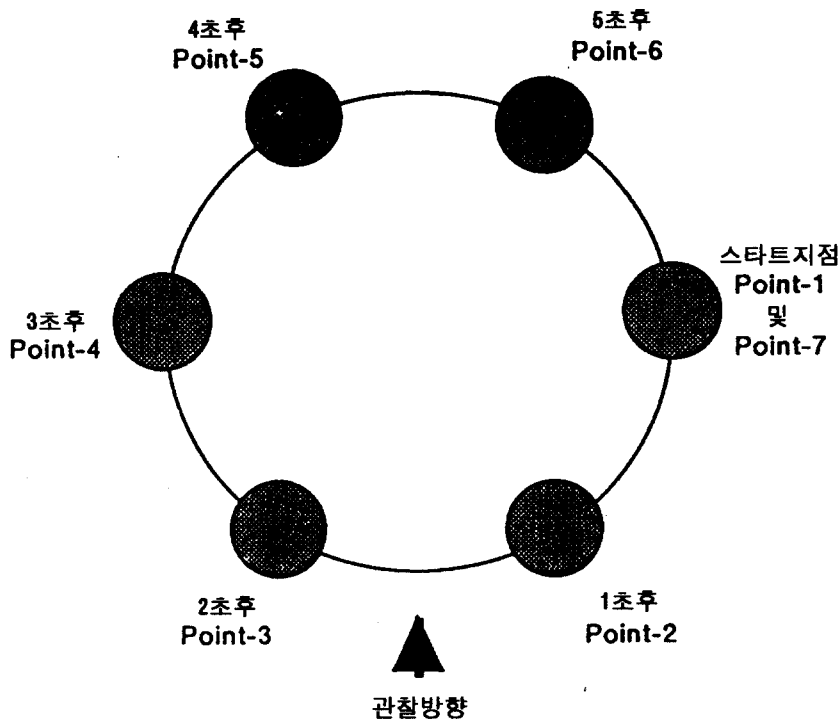


그림22 滑動性追從運動誘發裝置에 있어 시간경과와 視標의 위치

(2) 滑動性追從運動의 파형분석

視標는 圓盤上을 회전하는 것이므로, 視標가 右에서 左(포인트1.5~3.5)로, 혹은 左에서 右(포인트 4.5~6.5)로 평행이동을 끝내고, 深度(포인트3.5~4.5) 혹은 전방돌출(포인트6.5~1.5)이동 할때, 그 타이밍을 알면 안구운동은 추종운동을 해제하고, 가벼운 輻輳開散運動으로 視標에 초점을 맞추게 된다. 전환기에 생기는 포인트4에 있어서는, 어떤 제시물에서도 이 포인트에 차이(간격)가 생기는 것은, 이 시점에서 視標의 움직임을 예측하고 추종운동을 준비하는 현상으로 생각되었다. 이 차이(간격)에 대한 고찰은 다음과 같다.

① 먼저, 가장 큰 차이(간격)이 나타난 것은 실물체이나, 이는 피험자가 視標의 움직임을 예측하고, 이에 동조하여 안구운동을 일으킨 것으로 생각된다. 실물체의 제시에 있어 포인트2 부근에서 視標를 쫓는 안구운동이 완만하지만, 포인트3부터는 느린것으로 변한다. 이는, 포인트3을 통과하는 視標가, 평행이동하는 視標가 아니고 눈앞에서 심도가 있는 안쪽으로 이동하는 視標이기 때문으로 보여진다. 운동하는 視標를 추종할때에, 관찰자는 그 움직임을 예측하며, 그 예측은 안구운동도 지배한다고 추측된다.

② 위와 같은 생각으로, 2D영상에 의한 視標는 실물체의 視標보다도 전환기를 맞기 어려운 것으로 설명할수 있다. 이는 2D영상이 평면표시의 자극이며 입체감을 가지지 않는 視標로서, 어디에서 포인트4를 맞이 할것인가는 관찰자에 있어 예측하기가 어려운 것이기 때문이라고 추측된다. 視標의 움직임을 예측할수가 없어, 안구운동이 정지되지 않고 끝까지 視標를 추적한 결과, 실물체보다도



포인트4에 가까이에서 전환기를 맞았다고 생각되어진다. 평면영상에 의해 제시된 視標의 움직임은 그자체가 입체감이 없으므로 관찰자는 예측하기가 어려운 것으로 생각된다.

③ 3D영상에서는 2D영상보다도 안구운동을 중지시키지 않고, 포인트4까지 추종운동을 하게 한다. 입체영상의 제시에서는 실물체에 가까운 값을 얻을 것으로 기대하였으나, 평면영상의 視標보다도 공간위치를 찾는 것이 어렵게 느껴지는 것으로 나타났다. 입체영상에 의해 제시된 視標의 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 視標에 따라 미리 안구운동을 하는 것이 아니라, 포인트4까지 視標의 각도에서 그 위치를 산출하여 주시하고 있는 것으로 생각된다. 이러한 해석을 긍정적인 것으로 전제한다면, 3D영상은 관찰할 때에 집중력을 야기시키는 視標로 해석할수가 있다. 안구를 쉬지않게 자극하는 3D영상은 이것이 원인이 되어 눈에 피로가 생기게 하지만, 이러한 현상에 의해 입체감과 박력을 느끼게 하는 것으로 추측된다.

#### 4-3-3. 실험2의全體波形的의 形狀

##### (1). 全體波形的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 視標를 추종하는 타이밍에도 차가 생기고 있다. 또한 평행이동에서 심도이동으로 바뀔때 안구운동의 추종을 해제하는 逆의 順은 3D영상, 2D영상, 실물체의 순서로 추종운동을 개시한다. 그리고 예측을 하는 만큼, 대폭으로 운동을 정지시키는 실물체의 경우는, 視標가 심도이동을 마쳤다고 인지하는 순간에 쫓기 시작하고 있으나, 관찰을 멈춘만큼 급격한 Saccade에 가까운 추종을 하지 않으면 안되며, 그만큼 波形이 높아지고 큰  $\mu$ V을 發하고 있다. 이 안구운동의 멈춤을 recover하는 움직임은, 다음에 視標의 움직임이 눈앞과 심도있는 안쪽으로 이동이 시작되는 포인트까지 계속되므로, 다른波를 웃돌게 된다. 또한 視標의 심도있는 안쪽으로 가는 이동에 대해 예측을 하여 낮은  $\mu$ V가 나타나기 시작하여, 안구운동의 정지상태에 들어간다. 이러한 예측운동이 되지않는 3D영상에 있어서는 안구가 끊임없이 視標의 미세한 운동까지 추적을 계속하기 위해 안구의 급격한 운동, 즉 파형의 도약은 보이지 않고 낮은, 그러나 폭이 있는 파형을 형성하고 있음을 알수 있다. 2D영상 관찰시는 실물체와 3D영상의 중간값으로 나타났다.

##### (3) 波形的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. 이포인트는 視標가 각각 눈앞정면과 심도가 있는 안쪽정면에 달하는 点이다.

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 어느것이라도 視標가 右에서 左로, 혹은 左에서 右로 평행이동하는 도중에 있다. 이것이 의미하는 것은, 평행이동하는 視標에 대해서는, 어떤 제시물일 때라도 반드시 안구운동을 야기시킨다는 것이다. 즉, 실물체이든 3D영상, 2D영상이든 이

시점에서는 視標을 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 視標로서 취하고 있다는 것이 된다. 앞의 항목과 결합시켜보면, 안쪽십도와 눈앞전방의 방향으로 이동하는 視標를 인지할 때는, 그 자극이 실공간이든 3D영상, 2D영상이든 간에 안구운동에는 예측의 유무와 3D영상 관찰시의 交差視와 平行시의 전환의 유무라는 점에서 차이가 보이며 공간의 인지의 형태도 다르게 된다. 그러나, 左右에로의 平行이동이면, 제시물의 형태의 차이에 의해 생기는 안구운동에 큰차이가 없으며 같은 형태일수 있는 가능성이 있다고 보여진다.

## 5. 結論

3D영상에 의해 눈앞에 떠 있는 물체나 가상현실에 의한 것도 인간들은 그 제시수단이 다름에도 불구하고 공간으로 인식한다. 입체영상을 가상현실공간으로서 인지할때까지에는, 현실감을 부과하는 요소가 시기능에 작용하기 때문 일 것이다. 가상현실에 있어서 人工視覺시스템은 그 시기능을 고려하여 작성한 것이다. 실공간과 입체영상에 의해 만들어진 가상현실공간, 이 두가지의 세계를 인간은 어떻게 보며, 어떻게 정보를 해독하며, 물리적 또는 인지적과정을 어떻게 정리하고 있는가를 파악하기 위하여 안구운동을 중점으로 두가지 실험을 통해 알아보았다.

실험에서 가상현실공간을 관찰할 때의 안구운동은 실공간을 볼 때와는 다른 결과를 보였다. 그 예로 실험2에서의 공간인지의 결과를 들수있다. 動的視標를 추종할때에, 안구는 교차시와 平行시의 사용에 주저하는 시간을 발생시켰다. 때문에 입체감을 가지지 않는 영상에 의한 視標보다도 공간 위치를 알아내는데 어렵다는 것이 나타났다. 그리고 다른 제시물에서는 보이지 않는 3가지 단계를 거쳐 초점을 맞추는 특유의 안구운동이 보이는 등 피로의 원인이 되는 요소까지도 파악할수 있었다. 이를 긍정적으로 생각하면, 다른 자극형태와는 다른 반응(집중과 박력)이 입체영상에서는 찾아볼수 있었다.

## 參考文獻

- 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, 28,3, 1992.
- 2)福井康裕: 生體とME, p114-161, 東京電氣大學出版局, 1980.
- 3)稻富昭太: 最新眼科學, p63-68, (株)朝倉書店,1984
- 4)坂本和義外5人,“錯視現象を應用したVDT作業の視覺負擔評價”,日本人間工學會誌, Vol.24, No.Suppl p.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, p71-83,1988.