

# 휴대용 전자기기에 표시하는 문자크기와 유저의 인지적스트레스

A Research on the User's Cognitive Stress According To Font Size displaying on Mobile Electronics.

권오재(O-Jae Kwon)

큐슈예술공과대학 예술공학 연구과

1. 서 론
2. 동 기
3. 연구목적
4. 연구방법
  - 4.1. 예비실험
5. 예비실험의 결과
  - 5.1. 독해력 테스트 결과
  - 5.2. 주관평가의 결과
6. 본 실험
  - 6.1. 테스트 툴 디자인
  - 6.2. 피험자
  - 6.3. 실험자극
  - 6.4. 실험환경 및 설비
  - 6.5. 실험 프로토콜
  - 6.6. 측정 및 분석
7. 실험결과
  - 7.1. 주관평가 결과
  - 7.2. 뇌파측정 결과
8. 고 찰
  - 8.1. 주관평가에 대하여
  - 8.2. 뇌파측정에 대하여
9. 결 론

#### (要約)

본 연구에서는 PDA(Personal Digital Assistant) 기기의 정보 표시부에 표시되는 문장을 읽을 때, 문자의 크기가 유저의 인지적 스트레스에 미치는 영향을 조사하였다. 평가는 주관적 평가법(주관평가)과 생리적 평가법(뇌파측정)을 행하여 결과를 도출하였으며, 분석 및 고찰은 문자정보를 읽을 때 나타나는 유저의 인지적 스트레스와 문자크기와의 관계성에 주목하였다.

분석의 결과, 다음과 같은 2개의 결론이 얻어졌다.

- 1) 표시한 문자크기(8 point, 10 point, 12 point, 14 point, 16 point) 중에서 상대적으로 읽기 쉽고, 인지적 스트레스가 적다고 생각되어지는 문자크기는 14 point 이며, 상대적으로 읽기 어렵고, 인지적 스트레스가 많다고 생각되어지는 문자크기는 8 point로 나타났다.
- 2) 문자정보의 인지에 대한 대뇌피질의 반응은, 뇌의 후두엽과 두정엽의 후두시각연합영역을 활성화시켰다. 또, 문자정보에 대한 시각성 인지는 문자크기가 14 point 보다 작은 경우에, 대뇌피질의 활성화수준을 향상시키는 것으로 나타나, 휴대용 정보기에 있어서 문자크기가 작을수록 인지적 스트레스에 영향을 미치고 있는 것이라 생각되어진다.

#### (Abstract)

This study is about the effect on the user's cognitive stress by font size when they read on PDA(Personal Digital Assistant). The evaluation was done through both subjective evaluation and physiological one, which is brain wave test, while the research and analysis were focused on the relationship between the user's cognitive stress and font size.

The two final results were found out as follows.

- 1) Font sizes, which were tested, were 8, 10, 12, 14, and 16 points. Among these, font size 14 was the least stressful for the users, while the most stressful size was found out 8 points.
- 2) The cerebral cortex reaction according to the font size activated occipital lobe, parietal lobe of occipital visual area. Here we could come to a very important conclusion that the smaller font size on mobile information appliances made users the more stressed.

#### (Key Word)

EEG(Electroencephalogram), Stress, Characters

## 1. 서론

“문장을 읽는다”라는 행위가 인터넷의 발달과 다양한 모바일기기의 등장에 따라 크게 변하려 하고 있다. 즉, 종래의 “인쇄방식”에 의한 서적물의 제공구조로 부터, 컴퓨터와 PDA(Personal Digital Assistant : 휴대용 전자기기)[주1]등과 같은 전자 미디어에 의한 데이터의 제공구조로 변화하고 있다. 불과 500년 전에 활판인쇄기술이 발명되어, 서적 제조기술의 진보와 함께 다양한 정보를 보급 해 왔다. 그러나 근년, 급속한 디지털 기술의 발전에 따라 인쇄물 형태의 정보 보급이 전자책으로 보급되려 하고 있다.

인쇄물(Print)은, 가독성이 좋다는 장점이 있다. 종이에 인쇄된 문자와 사진, 그림등은 텔레비전과 컴퓨터, PDA 기기등과 같은 전자미디어 보다 정밀하게 표현할 수가 있으며, 지면상의 레이아웃 디자인도 보다 다양한 표현이 가능하다. 반면, 인쇄물은 정보의 량이 늘어날수록 종이의 량도 늘어나, 책을 보관 할 장소가 필요나 서점 등에서 책을 빌리거나 사지 않으면 안 되는 것이 불편하며, 정보검색이 잘 되지 않아 필요한 요하게 되며, 다량의 정보휴대가 불편하다. 또한, 원하는 정보를 얻거나 책을 구입하기 위해서는 도서관정보를 취득하는 것에 많은 시간과 노력이 필요하게 된다. 이와 같은 단점을 가지고 있는 인쇄물(책) 대신에 근년, 주목받고 있는 것이 디지털 미디어에 의한 전자 책이다.

전자 책(e-book)은, LCD 정보 표시부의 낮은 해상도 영향에 의해 작은 문자나 한자 등이 선명하게 보이지 않는 등, 인쇄물(책) 과 비교하여 읽기 어려운 것이 단점으로 지적된다. 그러나 전자 책은 휴대가 간편하며, 정보검색이 쉽고, 가벼운 것이 장점이다. 특히 콘텐츠에 무게와 량이 없기 때문에 많은 량의 정보라도 간단히 들고 다닐 수 있다. 또한, 문자의 크기와 폰트 등을 유저의 취향에 맞게 바꿀 수 있으며, 필요한 정보를 하이퍼링크에 의한 내비게이션에 따라 간단히 찾는 것도 가능하다.

이와 같은 장점을 갖고있는 전자 책이지만 제한된 크기의 정보 표시부에서 긴 문장을 장시간에 걸쳐서 읽을 때 나타나는 유저의 인지적 스트레스가 걱정된다. 즉 인쇄물과 같은 감각으로 부담을 받지 않으며 문장을 읽을 수 있는 모바일 기기의 개발과 문장의 표시방법이 요구된다.

## 2. 동기

PDA기기로 책 속의 문장을 읽을 수 있다는 것은 매우 큰 장점이다. PDA기기는 휴대가 간편하고, 때와 장소의 제약 없이 언제 어디서나 책을 읽을 수 있으며, 재미와 즐거움을 줄 수 있는 것이 장점이지만, 정보 표시부의 크기가 일반적인 책의 크기 보다 작기 때문에, 대량의 문자 정보를 장시간에 걸쳐서 지적된다. 이와 같은 단점요소 즉, “작은 정보 표시부와 낮은 해상도”에도 불구하고, 인쇄물과 같이 가독성이 높은 새로운 정보 습득할 때 나타



그림1 : 다양한 PDA기기

나는 유저의 인지적 스트레스가 단점 요소로 표시방법에 관한 연구가 요구된다. 그림1은, 현재 사용되고있는 다양한 PDA기기를 나타내고 있다.

## 3. 연구의 목적

유저가 PDA기기로 부터 문자정보를 얻고자 할 때, 문자의 크기가 유저의 정보처리에 미치는 영향을 평가, 고찰한다. 즉, 작은 정보 표시부에서 편안하게 문장을 읽을 수 있다고 생각되어지는 문자 크기를 임의로 선정해서, 유저의 인지적 스트레스를 평가한다. 평가는 주관평가와 뇌파측정을 행하여, 효과적인 문자표시방법에 대해서 고찰을 함으로써, 인쇄물에서 문자를 읽는 것과 같은 감각으로 독서를 할 수 있는 적절한 문자표시 크기를 규명하는 것이 목적이다.

## 4. 연구의 방법

유저의 인지적 스트레스를 평가하는 방법으로서 주관 평가법과 뇌파 측정법을 이용하였다. 실험은, 예비실험과 본 실험으로 구분하여 행하였으며, 예비실험의 결과에 따른 본 실험을 행하였다. 예비실험에서는, 프린트 미디어로 문장을 읽을 때와 전자 미디어로 문장을 읽을 때의 문장 인지도를 주관적 평가법을 이용하여 평가하였으며, 본 실험에서는 문자크기별 인지적 스트레스를 평가하기 위하여 뇌파 측정법을 이용하였다.

### 4.1 예비실험

예비실험에서는 프린트 미디어(신문, 잡지, 책 등)와 전자 미디어(컴퓨터 및 전자기기)로부터 문자정보를 얻을 때의 문장 인지도를 주관적 평가법을 이용해 평가·비교하고, 프린트 미디어와 전자 미디어의 문장 인지도에 관한 상대적인 차이를 밝히는 것을 목적으로 하였다.

#### 4.1.1 피험자

남자 대학생 및 대학원생(20세~24세) 14명을 피험자로 선정하였다. 피험자는 건강하고 평균시력이 1.0이었다.

#### 4.1.2 실험자극

실험자극으로서

- 자극A: 프린트 미디어에 의한 문장
- 자극B: 전자 미디어에 의한 문장

2종류의 문장을 준비하여 랜덤하게 제시했다.

테스트에 이용한 문장의 내용은, 일본 아사히 신문(Web페이지)의 컬럼(2000년 6월~2000년 12월 사이)으로부터 2항의 문장을 랜덤하게 선정했다[주2]. 컬럼 문장을 실험자극으로서 이용한 이유는, 일반적으로 신문 또는 잡지에 표기되어 보통 사람들이 읽을 수 있는 내용으로 구성되어 있기 때문에 문장의 난이도 차가 적을 것으로 판단하였기 때문이다. 즉, 제시한 문장을 피험자가 읽을 때, 문장 내용별 난이도에 차이가 크면, 문장 표시방법에 의한 문장 인지도를 평가할 때, 영향을 미칠거라 생각했기 때문이다.

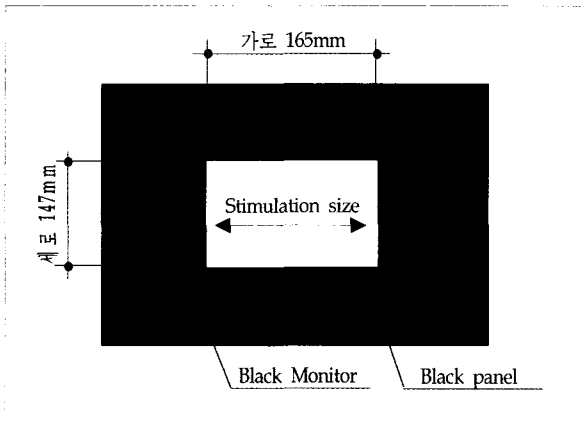


그림2 : 문자표시부의 크기

실험에 이용한 정보 표시부의 크기는, 가로 165mm×147mm이다. 자극A는, EPSON LP-8200PS2 프린터로부터 지면에 프린트 한 것이며, 문자는 흑색, 배경은 백색으로 하였다(지면휘도: 588[lx]). 자극B는, Macromedia사의 Director 8J로 프로토타입을 디자인하고 Apple사의 Power Mac G4 Cube OS 9.1(15 inch flat panel)의 액정 디스플레이(직면휘도:125[cd/m<sup>2</sup>]) 표시했다(그림2).

표시문자의 크기는 10 point, 폰트는 세명조체, 자극A,B의 표시 총 문자수는 1100~1170 문자 전·후로 하였다.

#### 4.1.3 실험환경 및 실험설비

실험은, 일본 큐슈예술공과대학 고기능 프레젠테이션실에서 실시했다. 비교적 소음이 발생하지 않는 청결한 실험실이었다. 실험을 실시한 공간은 1800mm×1800mm의 정방형이며, 3면을 백색 막으로 가렸다. 또 실내 조도는 14.3[lx]로 하였고, 실내 온도는 22℃였다. 자극이 제시되는 모니터와 눈과의 거리를 450mm로 유지 시켰다.

#### 4.1.4 실험 프로토콜

실험은, 시각자극조건에 의한 문장 인지도를 평가하는 것이기 때문에, 시각 유목성을 향상시키기 위하여, 자극을 보여주는 화면 이외의 실내조도를 14.3[lx]로 조절했다. 실험을 시작하기 전, 피험자의 협력과 동의를 얻기 위하여 실험의 목적과 방법에 대하여 설명하고 실험자극으로서 제시할 콘텐츠를 피험자에게 보여 주었다. 자극을 보여주기 10분전에 14.3[lx]로 조절한 실험환경에 적응시키기 위하여 암순응 안정시간을 가졌다(그림3).

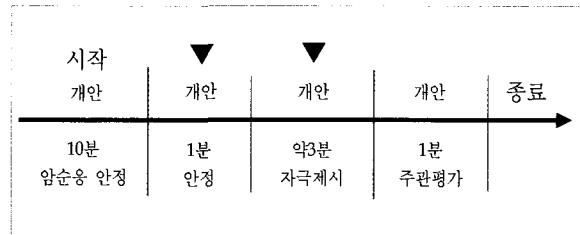


그림3 : 실험 프로토콜

#### 4.1.5 평가 및 분석방법

평가는, 질문지를 준비하여 한 개의 자극을, 신문과 잡지를 읽는 정도의 빠르기로 읽게 한 다음 평가용지를 기입시켰다.

##### ● 독해력 테스트

독해력 테스트는 표시되는 문장의 독해력을 검증하는 것이며, 5문제로 구성된 질문에 답하는 것으로 해답의 정오에 의한 독해력을 검증했다. 문장독해를 검증하기 위한 독해력 테스트를 다음과 같이 행하였다.

예)

문장: 포스트는 “1995년 인권요구집회 정도의 규모가 아닌, 사람들 사이를 어린이들이 뛰어 놀고 있었다” 라고 써 있었다.

문제: 다음( )의 안에 들어갈 어구는?

포스트는 “( )년 인권요구집회 정도의 규모가 아닌, 사람들 사이를 어린이들이 뛰어 놀고 있었다” 라고 써 있었다.

##### ● 주관평가법

주관적인 평가는 프린트 미디어 문장과 전자 미디어 문장을 읽을 때의 문장인지도에 관한 평가이다. 평가 척도는 7단계 평정법으로 하였으며, 매우 읽기 쉽다(0점), 매우 읽기 어렵다(6점)로 평정하였다.

분석은 피험자 14명에 대한 프린트 미디어와 전자 미디어 문장의 평정치를 내서 t-test를 사용하였다.

#### 5. 예비실험의 결과

프린트 미디어 문장과 전자 미디어 문장을 준비해 실험을 행한 결과, 프린트 미디어 문장이 전자 미디어 문장보다 문장 인지도가 좋은 것으로 나타났다.

### 5.1. 독해력 테스트 결과

- 프린트 미디어 : 5문제를 제시하여 100% 정답율을 보인 사람은 11명, 80%의 정답율을 보인 사람은 3명으로 평균 95.7%의 정답율을 보였다.
- 전자 미디어 : 5문제를 제시하여 100% 정답율을 보인 사람은 10명, 80%의 정답율을 보인 사람은 4명으로 평균 94.2%의 정답율을 보였다.

### 5.2. 주관평가의 결과

각각의 문장을 제시, 읽게한 후 문장인지도에 관한 주관평가를 행한 결과, 자극A의 프린터 문장이 표시되는 사이에 높은 평가치를 보였으며, 자극B의 전자 미디어 문장이 표시되는 사이에 낮은 평가치를 보였다. 또, 자극A와 자극B의 사이에 차이가 있는지 확인하기 위하여 t-test(Scheff)을 실시한 결과, 자극A와 자극B의 사이에서 유의미한 차이를 보였다( $P < .05$ )(그림4).

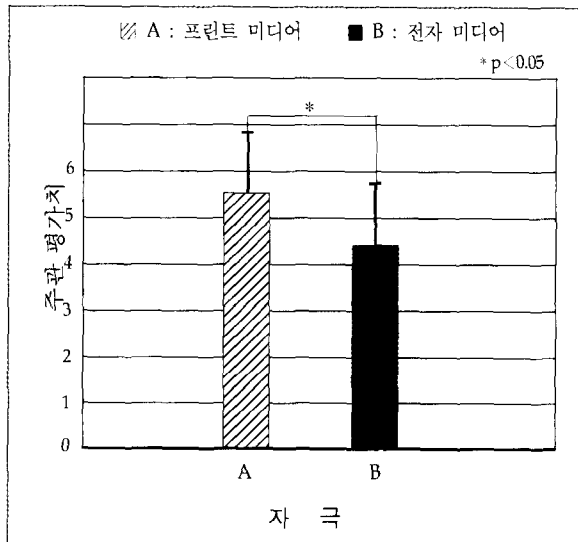


그림4 : 문장인지도에 대한 주관평가 결과

본 연구의 예비실험에서는 문장인지도에 대한 주관평가에서, 프린트 미디어가 전자 미디어 보다 문장인지도가 높다는 것을 밝혔으며, 이러한 결과는 본실험의 테스트 툴 개발을 위한 객관적 데이터로 적용하였다.

### 6. 본실험

본실험에서는 예비실험에서 얻은 주관평가 결과를 기준으로, 본실험을 행하기 위한 테스트 툴을 제작, 평가했다. 예비실험의 결과로부터 프린트 미디어 문장보다 전자 미디어 문장이 상대적으로 읽기 어렵다는 것을 알았다. 본 연구에서는 전자 미디어의 정보표시부로 부터 문자정보를 얻을 때, 유저의 정보처리에 미치는 인지적 스트레스를 평가하는 것이 목적이다.

본실험에서는, 평가방법으로서 PDA기기의 정보표시부를 선정하여, 정보표시부에 표시되는 문자 크기를 5종류로 분류, 문장인지도에 관한 주관평가와 뇌파측정을 행하

였다.

분석은, 각 주파수 대역이 차지하는 상대적인 출현 변화량(Relative Power Change : 자극제시 시 - 안정시)을 구하였다.

### 6.1. 테스트 툴의 디자인

#### ● 문자 표시부의 크기

시판되고 있는 여러 가지 PDA기기 중에서 Palm사의 Palm Vx 기종을 선택하여 카탈로그에 표기되어 있는 사양으로 부터 문자 표시부의 크기를 유출했다. 실험에 사용한 문자 표시부의 크기는 가로 58.5mm×세로 58.5mm이며, 표시부의 pixels수는 160pixels×160pixels 이다(그림5).

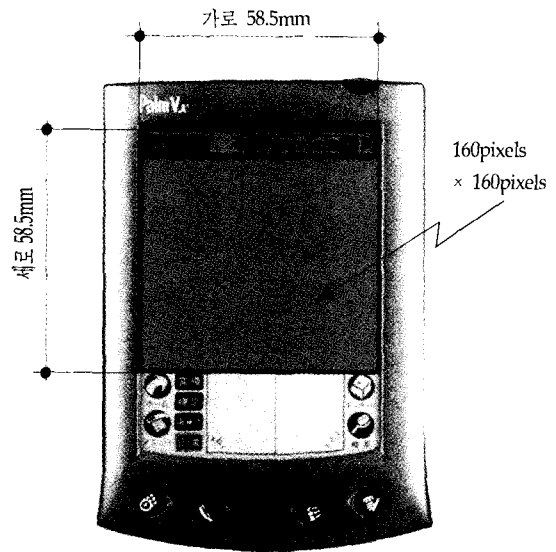


그림5 : 문자표시부의 크기

PDA기기로 부터 적용한 문자 표시부는 Macromedia사의 Director 8J로 프로토타입을 디자인 하였고, Apple사의 Power Mac G4 Cube OS 9.1(15 inch flat panel)의 액정 디스플레이(직면휘도:125[cd/m])에 표시했다(그림6-2).

#### ● 문장표시부의 자극내용

테스트에 이용한 문장의 내용은 일본의 아사히신문(Web 페이지)의 칼럼(2000년 6월 ~ 2000년 12월)으로 부터 5항의 문장을 랜덤하게 선정했다[주2]. 칼럼 문장을 적용한 이유는 예비실험과 동일하다.

실험에 이용한 표시문자의 크기는 8, 10, 12, 14, 16 point의 5종류이며, 폰트는 세명조체, 문자는 흑색, 배경은 백색으로 하였다. 각 자극별 표시 총 문자수는 1089~1366 문자 전·후로 하였다.

#### ● 콘텐츠 디자인

자극을 표시 할 정보 표시부의 크기는 Palm기기의 정보 표시부를 채택하고 있기 때문에 가로 58.5mm×세로

58.5mm로 한정되어 있다. 한정된 크기에 한번 표시할 수 있는 문자의 수와 표시되는 자극화면의 수는 각 자극의 문자크기와 문자수에 따라 변화한다. 표시하려고 하는 문자는 화면이 슬라이드 쇼 하는 것과 같이, 한 장면 한 장면 표시되는 것으로 문장전체를 읽는다. 피험자는 한번 표시되는 문장을 읽은 후, 피험자 자신이 다음으로 진행하는 버튼을 눌러, 다음 문장을 읽을 수 있도록 제작하였다.

실험에 이용한 5종류의 자극 각각의 전체 문자수는 동일하지 않다. 그것은 아사히 신문의 칼럼[주2]으로 부터 문장을 랜덤하게 선정했기 때문이다.

각 문장의 문장표시방법에 대해서 아래에 설명한다.

#### 1) 8 point(자극A)

문자를 한번에 22문자×12행분(264문자) 표시할 수 있도록 하였다. 행간은 13 point, 문자는 표준, 동시에 표시할 수 있는 최대 문자수는 264문자, 5화면 전체 문자수는 1256문자로 하였다.

#### 2) 10point(자극B)

문자를 한번에 17문자×11행분(187문자) 표시할 수 있도록 하였다. 행간은 14point, 문자는 표준, 동시에 표시할 수 있는 최대 문자수는 187문자, 7화면 전체 문자수는 1132문자로 하였다.

#### 3) 12 point(자극C)

문자를 한번에 14문자×10행분(140문자) 표시할 수 있도록 하였다. 행간은 15 point, 문자는 표준, 동시에 표시할 수 있는 최대 문자수는 140문자, 10화면 전체 문자수는 1366문자로 하였다.

#### 4) 14 point(자극D)

문자를 한번에 12문자×10행분(120문자) 표시할 수 있도록 하였다. 행간은 16 point, 문자는 표준, 동시에 표시할 수 있는 최대 문자수는 120문자, 11화면 전체 문자수는 1254문자로 하였다.

#### 5) 16 point(자극E)

문자를 한번에 11문자×9행분(99문자) 표시할 수 있도록 하였다. 행간은 17 point, 문자는 표준, 동시에 표시할 수 있는 최대 문자수는 99문자, 11화면 전체 문자수는 1089문자로 하였다.

### 6.2. 피험자

예비실험과 동일한 사람, 동일한 조건으로 하였다.

### 6.3. 실험자극

실험자극으로서

자극A: 8 point(한 화면표시:22문자×12행)

자극B: 10 point(한 화면표시:17문자×11행)

자극C: 12 point(한 화면표시:14문자×10행)

자극D: 14 point(한 화면표시:12문자×10행)

자극E: 16 point(한 화면표시:11문자×9행)

이상 5종류의 문장자극을 준비하고, 랜덤하게 제시하였다.

### 6.4. 실험환경 및 실험설비

실험환경은 예비실험과 동일하게 하였다.

뇌파측정장치로는 NF Electronic Instruments사의 Data Acquisition Software ver2.40(0523A)와 KISSEI Comtec사의 EEG Mapping Program (ATAMAP2)를 사용했다(그림 6-1, 그림6-2).

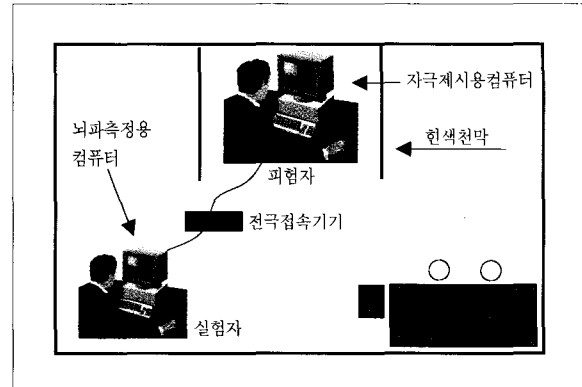


그림6-1 : 실험환경 및 실험설비

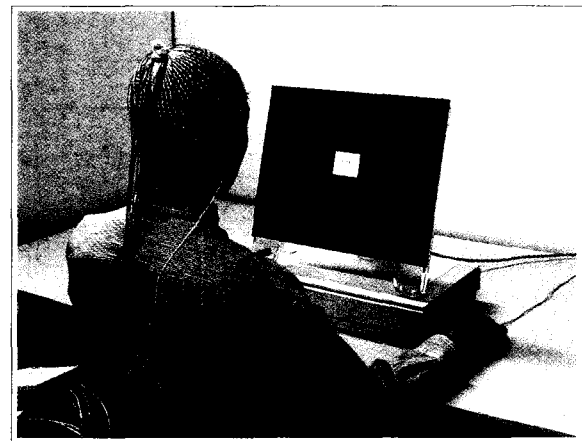


그림6-2 : 실험모습

### 6.5. 실험 프로토콜

전극장착은 실험실 내에서 행하였다. 전극을 장착하기 전에 피험자의 협력과 동의를 얻기 위하여, 실험의 목적과 방법에 대해서 설명하고, 실험자극으로서 제시 할 콘텐츠를 실험 전에 피험자에게 보였다. 본 실험은 시각 자극조건에 의한 인지적 스트레스를 평가하는 것이기 때문에, 시각 유목성을 향상시키기 위하여 자극을 보여 줄 화면(직면휘도:125[cd/m<sup>2</sup>]) 이외의 실내 조도를 전극장착 후에 14.3[lx]로 조절하였다. 자극을 제시하기 10분전에 14.3[lx]로 조절한 실험환경에 적응시키기 위하여 암순응 안정시간(눈을 뜨고)을 가졌다. 게다가 실험시의 생리적 컨디션을 조절하기 위하여 각 피험자의 실험 시간대를 같은 시간(AM:10시~12시)대로 하여 실험을 행하였다. 실험실에 들어와서 부터 자극을 제시하기 전의 안정 시와 자극을 보여주었을 때의 데이터를 측정하였다.

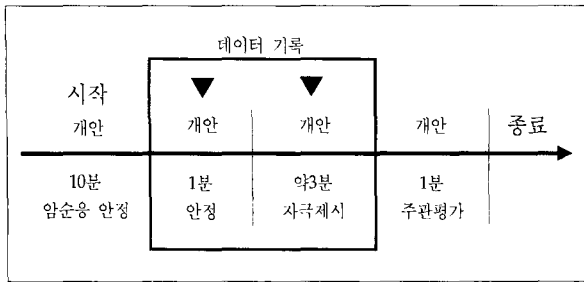


그림7 : 실험 프로토콜

뇌파측정 순서는

- 안정시간(전) : 1분 (눈을 뜨고)
  - 자극표시측정 시간 : 약 3분 (피험자에 따라 다름)
  - 자극표시분석 시간 : 2분
  - 주관평가 시간 : 약 1분
- 의 순서로 실험을 하였다.

### 6.6. 측정 및 분석

#### ● 주관평가 및 분석

주관평가는, 예비실험과 같은 조건으로 하였다. 분석은, 5종류의 자극이 표시되는 사이의 각 자극별 상대적인 차이점을 검증하기 위하여 ANOVA를 사용하였다.

#### ● 뇌파측정 및 분석

전극은 국제뇌파학회에서 표준방식으로 권장되고 있는 10/20법에 준하여 장착하였다. 기준용 전극은 귓볼에 장착하였고, 샘플링 주파수는 100Hz, 512points이며, Hi-cut(30Hz)와 Low-cut(1.6Hz)로 하였다. 전극장착부위는 Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T5, T6의 14개소(그림8)로 하였고, 전극장착의 접촉저항은 20KΩ 이하로 하였다. 어스(GND)용의 전극부위는 Fz와 Cz의 사이로 하였다. 또, 눈 깜빡에 의한 노이즈를 검출하기 위하여, 눈의 상(+전극), 아래(-전극)에 2개의 전극을 붙였다. 게다가, 장착한 전극이 떨어지지 않도록 뇌파측정용 네트를 씌었다.

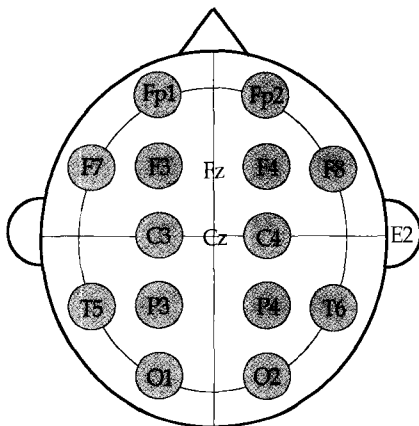


그림8 : 전극장착부위

뇌파분석은, FFT(Fast Fourier Transformation)로 해서, 각 주파수대역별로 power spectrum을 구하였다. 주파수대역은, delta(0.00-3.99Hz), theta(4.00-7.99Hz), slow alpha(8.00-9.99 Hz), fast alpha (10.00-12.99 Hz), slow beta (13.00-19.99 Hz), fast beta (20.00-30.00 Hz)로 구별하였다. 분석은, 시각자극을 표시할 때와 안정할 때의 상대적 출현변화량 (Relative Power Change : 자극표시 시-안정 시)을 비교하기 위하여 자극을 표시하기 전의 안정시(1분)와 시각자극이 표시되는 약 3분간의 뇌파반응이 분석되었다. 또, 각 주파수대역이 차지하는 상대적인 출현량을 구하였다. 통계적인 유의성 검증에는, 5종류의 문자 동영상 패턴이 표시되는 사이의 각 자극별 상대적인 차이점을 검증하기 위하여 ANOVA를 사용하였다.

## 7. 실험결과

### 7.1. 주관평가의 결과

문자자극이 표시되는 사이의 [문장인지도]에 관한 주관평가를 행한 결과, 자극A:8 point가 표시되는 사이에 낮은 평가치 경향을 보였고, 자극D:14 point가 표시되는 사이에 높은 평가치 경향을 보였다. 또, 문장인지도가 각 자극과 차가 있는지 확인하기 위한 t-test(Scheff) 결과, 자극A와 자극B,C,D,E의 사이에서 유의미한 차이를 보였다 ( $P<0.01$ )(그림9).

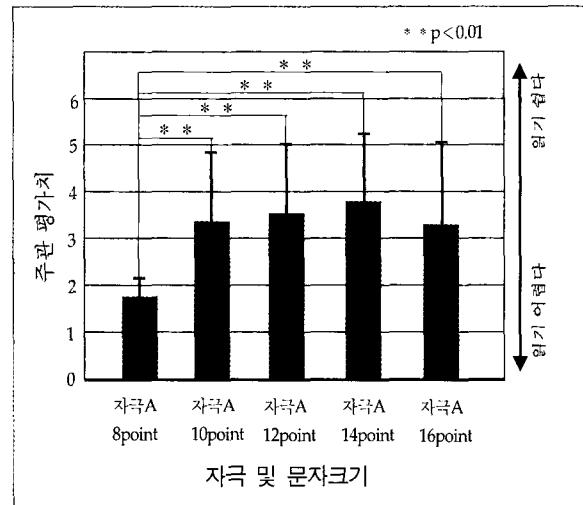


그림9 : 문장인지도의 평가결과

### 7.2. 뇌파측정의 결과

뇌의 14개소에 전극을 장착하고, 안정상태와 시각자극에 의한 뇌파의 상대적인 출현량을 분석한 결과, 각 자극별 뇌파의 상대적인 출현량의 유의차가 O1부위로부터 theta파와 fast beta파로 나타났으며, P3 부위로부터 theta파로 나타났다.

그림10은 유의차가 나타난 P3부위의 각 자극별 theta파의 상대적인 출현변화량을 나타내고 있다. theta파의 상대적인 출현량은, 안정상태보다 시각자극이 제시되는 사이에 P3부위(좌 두정엽)에서 유의하게 증가하였다. P3부위에

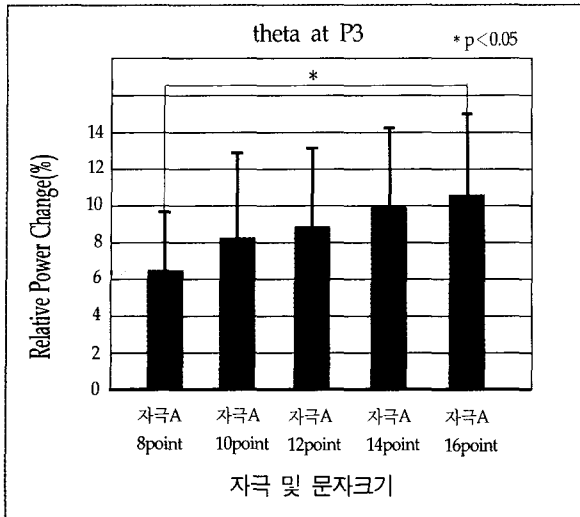


그림10:각 자극별 P3부위에서 theta파의 상대적 출현변화량

서 theta파의 상대적인 출현변화량이 어떤자극과 차이가 있을까를 확인하기 위한 t-test(Scheff) 결과, 자극A:8 point와 자극E:16 point의 사이에서 유의미한 차이를 보였다( $P<0.05$ ).

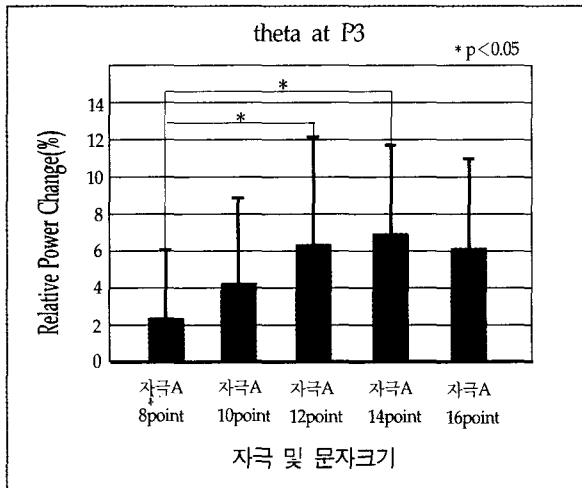


그림11:각 자극별 O1부위에서 theta파의 상대적 출현변화량

그림11은 유의차가 나타난 O1부위의 각 자극별 theta의 상대적인 출현변화량을 나타내고 있다.

theta파의 상대적인 출현변화량은, 안정상태보다 시각자극이 제시되었을 때에 O1부위(좌 후두엽)에서 유의하게 증가하였다. O1부위에서 theta파의 상대적인 출현변화량이 어떤 자극과 차이가 있을까를 확인하기 위한 t-test(Scheff) 결과, 자극A:8 point와 자극C:12 point, 자극D:14 point의 사이에서 유의미한 차이를 보였다( $P<0.05$ ).

그림12는 유의차가 나타난 O1부위의 각 자극별 fast beta파의 상대적인 출현변화량을 나타내고 있다.

fast beta파의 상대적인 출현변화량은, 안정상태보다 시각자극이 표시되었을 때에O1부위(좌 후두엽)에서 유의하게 증가하였다. O1부위에서 fast beta파의 상대적인 출현

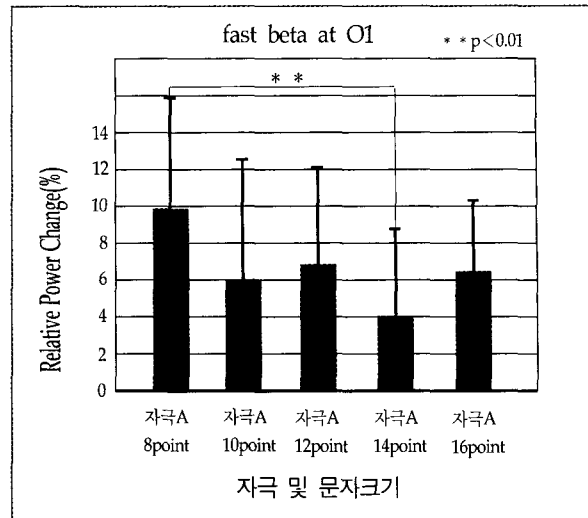


그림12:각 자극별 O1부위에서 fast beta파의 상대적 출현변화량

변화량이 어떤자극과 차이가 있을까를 확인하기 위한 t-test(Scheff) 결과, 자극A:8 point와 자극D:14 point의 사이에서 유의미한 차이를 보였다( $P<0.01$ ).

## 8. 고찰

“읽는다”라고 하는 행위는, 시각성의 정보인 문자 및 그 계열로부터 음운 및 의미 등, 시각 이외의 언어성 내용을 환기하는 과정의 총체이며[주3], 썬케드(saccade), 정류(fixation duration), 역행(regression), 행바꿈(return sweep)과 같은 4개의 안구운동요소로 구성되어 있다. 또, 읽는 과정에는 시각성 인지과정, 의미이해과정, 음운환기 과정을 들 수 있다.

본 연구에서는, [읽음:reading]의 정보처리과정이 뇌 활동과 어떤 관계가 있을까 검토하기 위하여, 인지적 정보 처리에 관계가 있는 대뇌피질의 반응과 그 활동에 따른 고찰을 행하였다. 뇌는 2개의 대뇌반구로 구성되어 있으며, 대뇌반구를 둘러싸고 있는 세포층이 대뇌피질이다. 대뇌피질은, 크게 4개의 엽(lobe)으로 나눌 수 있다. 일반적으로 알려지고 있는 대뇌피질의 시각 메카니즘은, 인지된 정보가 V1(1차 시각영역)으로부터 V2(2차 시각영역)에 전달되어, 처리된 후, V3-MT(middle-temporal cortex)에 전달되는 대세포(Magnocellular Neurons) 경로와, V1-V2-V4-IT(inferior -temporal cortex)의 영역으로 전달되는 소세포(Parvocellular Neurons) 경로 나눌 수 있다. 본 연구의 결과, theta파와 fast beta파에서 유의차가 나타난 O1부위와 P3부위는 대세포(Magnocellular Neurons)경로에 속하는 반응을 보였다(그림13).

### 8.1. 주관평가에 대하여

문장인지도에 관한 주관평가의 결과, 자극A:8 point와 자극B:10 point, 자극C:12 point, 자극D:14 point, 자극E:16 point의 사이에 유의차가 나타났다. 자극A는, 자극B,C,D,E보다 문장인지도의 평균치가 낮게 나타났으며, 상



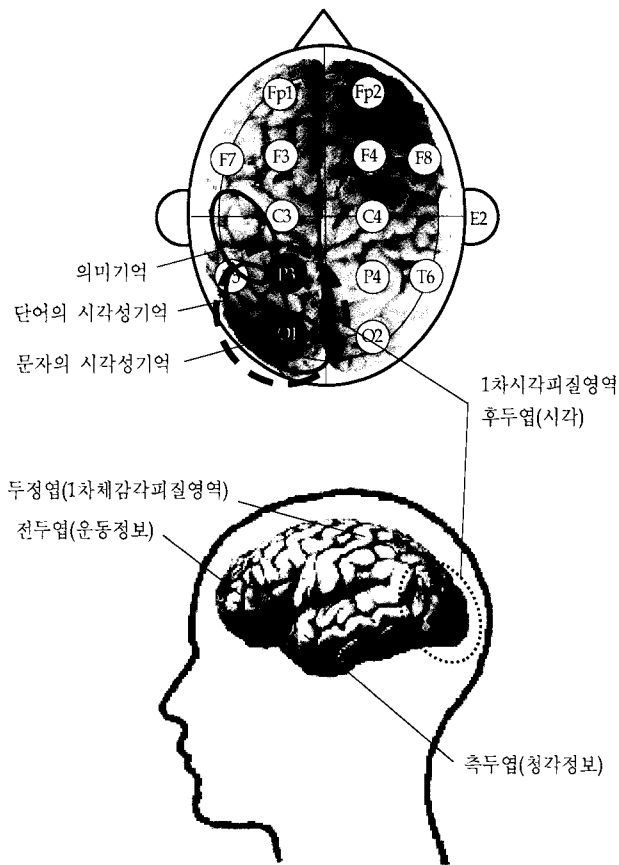


그림13 : 대뇌피질의 구조 및 부활부위

대적으로 읽기 어려운 것으로 나타났다.

Kamibe(1982)는, 일본어의 읽기와 안구운동에 관한 연구에서, 어려운 문장은 도약거리가 짧으며, 도약거리가 짧으면 읽는 능력이 떨어지는 것이라고 보고하였다[주4]. 게다가, Osaka는 인간의 시각에 의한 독서에는 4Hz의 시간 샘플링을 행하고 있기 때문에, 도약거리가 짧게 되면, 보다 많은 샘플링을 하지 않으면 안 되게 되어, 읽는 능력이 떨어진다고 보고하였다[주5]. 또한, Just, M. A 등(1982)은, 속독법에 관한 연구에서, 도약거리와 정류시간이 정보를 얻을 때 관계가 있다고 보고 하였다[주6]. 이러한 연구는, 본 연구와 동일하지는 않지만, 읽는다는 행위에는 도약거리와 정류시간이 중요하다는 것을 시사하고 있어, 본 연구의 결과를 지지한다. 즉, 낮은 평가치로 나타난 자극A:8 point의 경우는, 한정된 화면에 표시되는 문자 크기가 너무 작으면 내용을 파악하기 위한 정류시간이 길어지고, 정류를 반복하는 도약거리가 짧게 되기 때문에, 인지적 스트레스가 많아지면서 대뇌피질을 활성화시켰다고 생각할 수 있다. 이와 같은 뇌 활동에 의한 인지적 스트레스에 의하여 읽는 능력을 저하시키며, 읽기 어렵다는 결과가 나타났다고 생각된다.

높은 평가치로 나타난 자극D:14 point의 경우는, 한정

된 화면에 표시되는 문자 크기가 적절하며, 내용을 파악하기 위한 정류시간이 짧고, 정류를 반복하는 도약거리가 길게 되기 때문에, 인지적 정보처리가 순조롭게 되어, 뇌에 스트레스가 적게 미쳤다고 생각된다. 이와 같은 뇌 활동에 의해 읽는 능력을 향상시켜 읽기 쉽다는 결과가 나타났다고 생각된다.

각 자극은, 자극A:8 point와 유의차가 있으며, 자극A보다 문자크기가 큰 순으로 높은 평가치를 보여, 문자의 크기가 크면 클수록 읽기 쉽고 인지적 스트레스가 적을 수 있다는 것을 시사하였다. 또, 자극D의 14 point 보다 문자의 크기가 큰 자극E:16 point는 자극D보다 낮은 평가치로 나타나, 문자크기가 14 point 보다 크게 되면 반대로 읽기 어렵게 될 가능성이 있음을 시사하였다.

## 8.2. 뇌파측정에 대하여

### ● P3부위에 대하여

theta파로 유의차가 나타난 P3부위는 대세포 경로에 속한다. V1(1차 시각영역)으로 부터 인지된 정보를 세부적으로 분석하는 V2(2차시각영역) 영역에 속한다. 전반적으로 Base-line보다 theta파가 증가하는 경향을 보였다.

각 자극별 상대적 출현변화량을 보면, 자극A:8 point보다 자극E:16 point를 표시할 때에 theta파가 유의하게 증가하였다( $P < .05$ ). 다른 자극간에는 작은 문자로부터 큰 문자의 순으로 theta파의 순차 증가경향을 보이고 있으나, 유의차는 나타나지 않았다. 이와 같이 자극A 보다 자극E를 표시했을 때 theta파가 증가하고 있다는 것은, V1영역으로부터 인지된 문자의 시각성 정보를 V2영역에서 분석할 때, 문자의 크기가 크면 클수록 문자의 의미 이해와 시각성 인지가 쉽다는 것으로 생각할 수 있다. 일반적으로 theta파는 중 정도의 수면, 암산 등의 정신 작업 시에 우세하게 나타난다고 한다.

문자의 인식에 대한 EEG 반응의 지견에 의하면, Petersen(1990)은, 비 문자의 대조 자극에 대해서 실제어 및 발음 가능한 비 실제어의 목사에서, 상위 측 후두엽 내측부의 2차 시각영역이 활성화 되었다고 보고하였다[주7]. 또한, Kawachi(1981)는 문장 의미 이해에 대한 뇌의 활성영역이 후두엽, 측두엽, 두정엽과 같이 그 범위가 광범한 영역에 걸쳐 있을 수 있다고 시사하였다[주8]. 이러한 연구는, 본 연구에서 선정한 문자크기별 정보처리 시, P3부위(두정엽)가 활성화 된다는 것을 지지하는 것이며, 문자의 크기가 작았던 자극A:8 point는 문자의 인지적 정보처리가 낮다는 것을 시사하는 것이라 생각할 수 있다.

### ● O1부위에 대하여

theta파와 fast beta파로 각각 유의차가 나타난 O1부위는 전반적으로 Base-line 보다 증가하는 경향을 보였다. theta파의 각 자극별 상대적인 출현변화량을 보면, 자극A:8 point를 표시할 때가 자극C:12 point와 자극D:14 point를 표시할 때 보다 theta파가 유의하게 감소하였다

( $P < .05$ ). 그러나 fast beta파는 자극A:8 point 보다 자극D:14 point를 표시할 때, fast beta파가 유의하게 감소하였다( $P < .01$ ).

일반적으로 fast beta파는 눈을 뜨고 있거나 주위의 집중 등 각성수준이 높게 될 때에 증가한다고 한다. 즉, fast beta파의 상대적 출현변화량이 적었던 자극D:14 point보다 fast beta파의 상대적 출현변화량이 컸던, 자극A:8 point가 인지적 정보처리 과정에서 활발하게 각성한 것이라고 생각할 수 있다. O1부위는 1차시각피질영역으로서 뇌의 후두엽에 속한다. Coslett(1994)는 문자레벨의 시각성 인지는 좌우반구의 어느쪽도 가능하며, 아마도 후두엽내측의 시각연합영역에서 반응이 일어나는 것으로 보고하였다(주위). 본 연구에서 유의차가 나타난 P3부위와 O1부위는 뇌의 좌반구에 속하고 있으나, Coslett는 어느쪽이든 문자 자극에 대한 시인성 인지는 후두시각연합영역을 활성화 시키는 것이라고 시사했으며, 본 연구의 결과가 유효성이 있다는 것을 지지하고 있다.

자극E:16 point는, 다른 자극과의 유의차는 없었다. 그러나, 자극D:14 point보다 문자의 크기가 컸던 자극E:16 point는 자극D보다 fast beta파가 증가하는 경향을 보여, 문자크기가 14 point보다 크게 되면 정보처리 과정에서 인지적 스트레스가 많게되어, 반대로 읽기 어렵게 될 가능성이 있다는 것을 시사하였다.

## 9. 결론

본 연구에서는, PDA기기의 정보표시부에서 전자서적을 읽을 때, 표시문자 크기가 유저의 인지적 스트레스에 미치는 영향을 조사하기 위하여 주관평가와 뇌파측정을 행하였다. 5종류의 테스트 툴(8 point, 10 point, 12 point, 14 point, 16 point)을 디자인하고, 문장을 읽을 때에 나타나는 인지적 스트레스를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

PDA기기의 정보표시부에 표시되는 문자크기 중에서, 가장 읽기 쉽고 인지적 스트레스가 적다고 생각되어지는 문자 크기는 14 point이며, 가장 읽기 어렵고 인지적 스트레스가 많다고 생각되어지는 문자 크기는 8 point였다. 전반적으로 문자가 크면 클수록 읽기 쉽고, 인지적 스트레스가 적은 경향을 보였으나, 14 point보다 큰 문자 크기는 읽기 어렵고 인지적 스트레스가 많을 수 있다는 가능성을 시사하였다. 이와 같은 결과는 문자 크기가 크면 클수록 문자의 의미 이해와 시각성 인지가 반드시 높아지는 것이 아니라는 것을 시사한다.

문자의 인식적인 정보처리에 대한 EEG 반응은, 뇌의 후두엽, 두정엽의 영역에 영향을 주는 것을 시사해, 문자 자극에 대한 시각성 인지는 후두시각연합영역을 활성화 시키는 것이라고 생각할 수 있다.

본 연구는, 이상과 같은 결과에 의해, PDA기기로부터 문장을 읽을 때, 표시문자의 크기에 따라 문장 인지도 및 인지적 스트레스에 차이가 있음을 밝혔다. 이것은 제한된

크기의 정보 표시부에 적절한 문자크기 선정의 필요성을 시사한다. 본 연구에서 사용한 문자의 폰트는 세명조체이며, 문자 간격은 표준이었다. 금후는 폰트와 문자간격 등의 요소를 고려한 실험을 계획하고자 한다.

## 10. 감사

본 연구를 위해 많은 격려와 따뜻하게 지도해 주신 일본 큐슈예술공과대학의 이토이 히사아키 교수와 토미마츠 키요시 교수에게 마음으로 부터 감사 드린다. 또, 실험에 협력해 준 일본 큐슈예술공과대학의 학생들에게도 감사드린다.

## 주

- 1) PDA(Personal Digital Assistant : 휴대용 전자기기) : 일정관리, 주소록, 메모 등의 개인정보관리 프로그램을 기본으로 제공하고, PC와 인터넷 접속을 통해서메일의 송수신과 전자서적의 다운로드 및 정보교환이가능하다.
- 2) Asahi 신문:<http://www.asahi.com/column/index.html>
- 3) Osaka naoyuki : 읽기-뇌와 마음의 정보처리, 아사쿠라 서점, p185, 1998
- 4) Osaka naoyuki : 읽기-뇌와 마음의 정보처리 :일본어의 읽기와 안구운동, 아사쿠라 서점, p5, 1998
- 5) Osaka naoyuki: 읽기-뇌와 마음의 정보처리 : 로비전과 읽기의 정보처리 모델, 아사쿠라 서점, p173, 1998
- 6) Just,M.A.,& Carpenter,P.A.:Reading skills and skilled reading in the comprehension of text.In:Learning and Comprehension of Text,eds.by H.Mandl,N.L.Stein & T.Trabasso, p307-329,1984
- 7) Petersen,S.E.,Fox P.T.,Snyder,A.Z.et al: Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual word and word-like stimuli, Science, 249, p1041-1044, 1990
- 8) Kawachi:현대 기초 심리학 12 - 행동의 생물학적기초 -동경대학출판부, p241-285, 1981
- 9) Coslett,H.B.,& Saffran,E.M:Mechanism of implicit readinginalexia.In :The Neuropsychology of High-Vision , eds. by M.J.Farah & G.Ratcliff, p299-330, 1994