

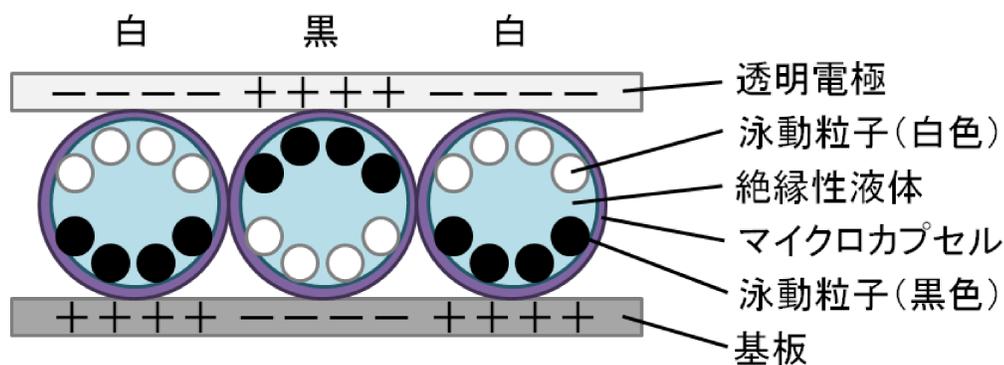
# 電子書籍デバイスの可読性等の人間工学的評価 ～ISO国際標準化基準の策定を目指して～ 宮尾研

## 概要

電子書籍端末の可読性はとても重要であるが、ほとんどの研究が室内の一般的な照度下で行われている。しかし、電子書籍は持ち運び可能な端末が多くあり、それらは室内以外で使われることもある。つまり、周囲の環境照度が大変重要となる。また、電子書籍端末として用いられるディスプレイ方式の違いが視認性に影響することが考えられる。そこで、自発光型ディスプレイと反射型ディスプレイ(電子ペーパー)を用いている電子書籍端末を段階的な環境照度下で使用した際の視認性評価実験を行なった。最近発売されたフロントライト付き電子ペーパーについても調査した。国際標準化の提言に向けての基礎データを取得し、それらを考察した。また、取得したデータは分散分析によって検定した。

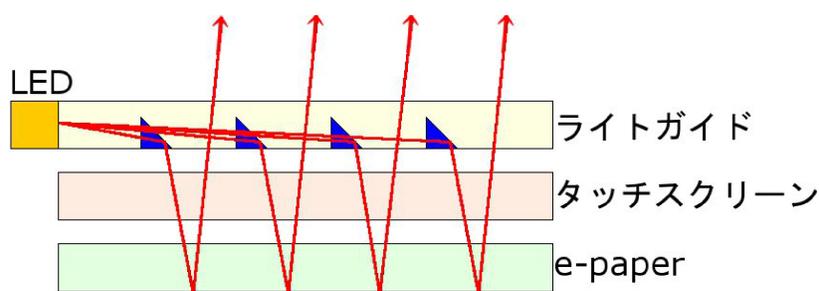
## 電子ペーパー

電気泳動式電子ペーパーディスプレイは、直径約40 μm のマイクロカプセル内の絶縁性液体中にマイナス電荷を持つ黒色粒子とプラス電荷を持つ白色粒子が封入されている。透明電極からマイクロカプセルに電圧をかけると、表示面の電位がプラスの場合に黒色が表示され、表示面の電位がマイナスの場合に白色が表示される。

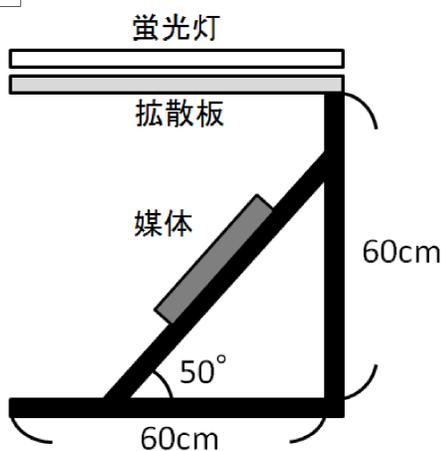


## フロントライトの原理

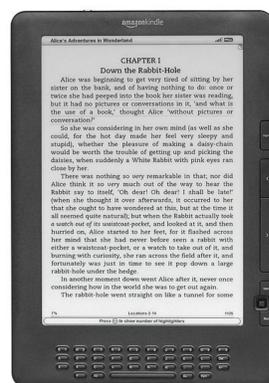
フロントライト方式は、画面側面からLED光をライトガイドに平行に照射する。ライトガイドは一面にプリズム構造が配置されており、光の方向を表示面に向けることができ、その反射光を利用する。



## 環境照度別実験の装置



## 使用した主なデバイス



Kindle DX

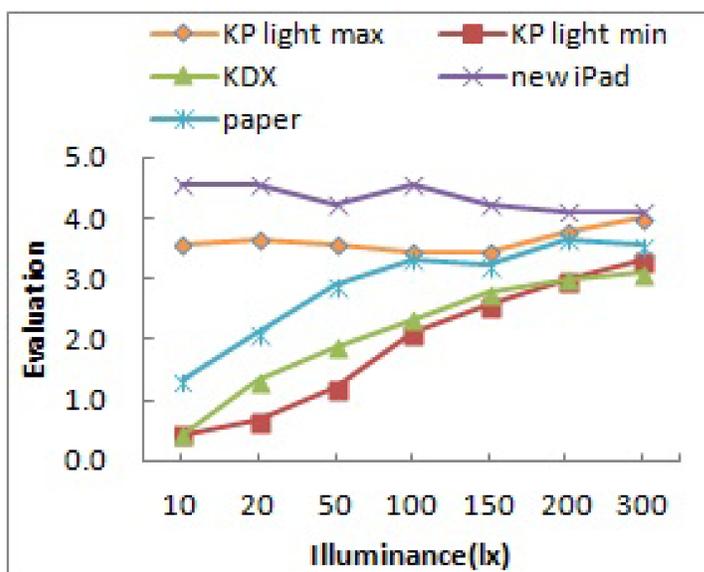


Kindle Paperwhite



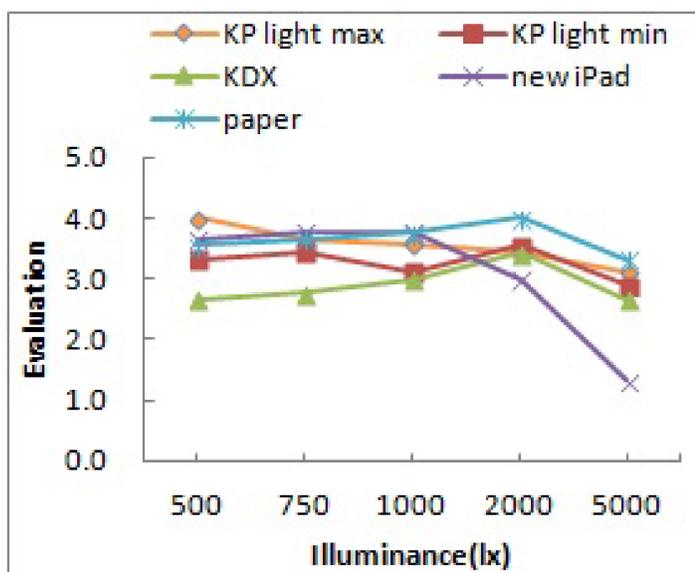
new iPad

## 環境照度別実験(低照度)



KD: Kindle DX, KP:Kindle Paperwhite

## 環境照度別実験(高照度)



KD: Kindle DX, KP:Kindle Paperwhite

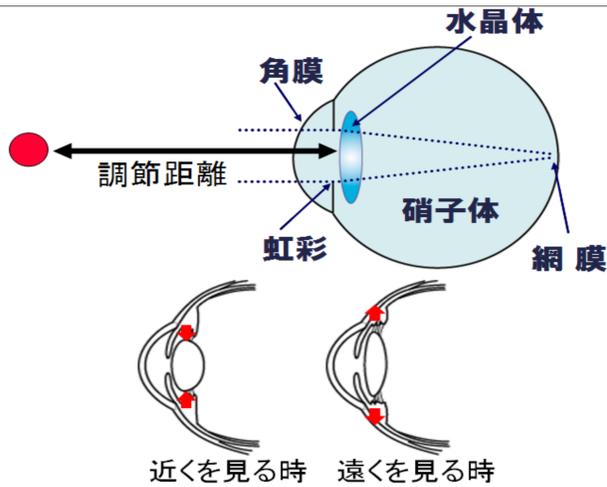
主観評価はその数字が大きい程評価が高く数字が小さい程評価が低い。  
低照度では、従来の反射型 e-paper デバイスは評価が低いが、フロントライト付 e-paper の Kindle Paperwhite は評価がかなり高かった。自発光型液晶ディスプレイの new iPad は最も高い評価を得ている。  
高照度では、1,500 lx付近で new iPad と反射型ディスプレイの Kindle DX の評価が逆転することが明らかとなった。

概要

一般に、3D映像視聴時の身体影響(眼精疲労、映像酔いなど)の主な原因として、「水晶体調節距離と輻輳焦点距離の不一致」が挙げられる。本研究では、3D映像視聴時の水晶体調節距離と輻輳焦点距離を同時に計測し、同期して変化していることを明らかにした。また、比較のため、実物体視聴時(自然視)の同時測定も行った。

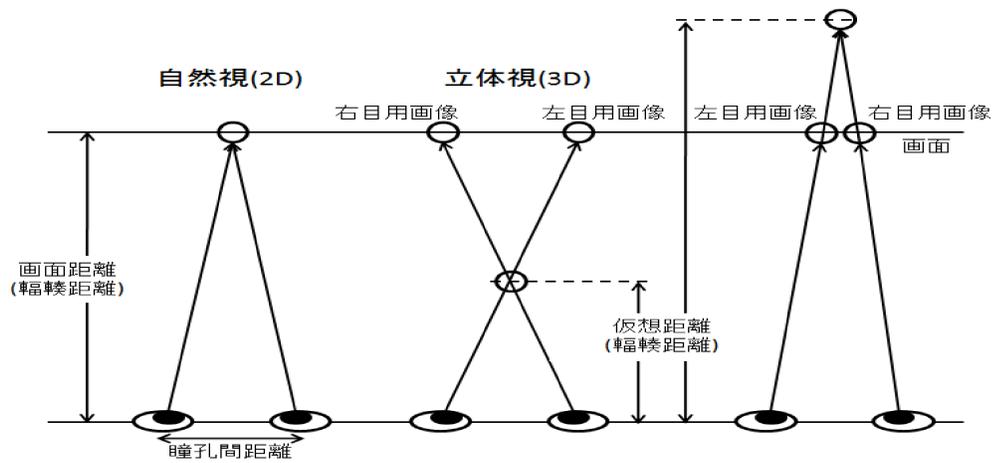
水晶体調節

物体の遠近に合わせ、水晶体の厚みを変えて対象物体にピントを合わせる目の働き



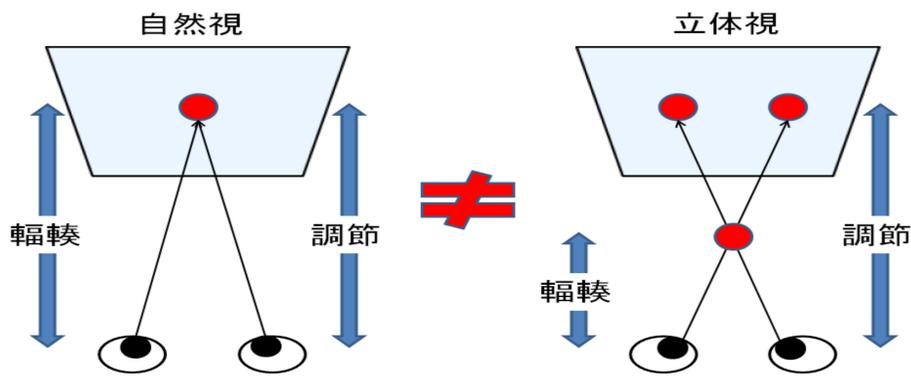
両眼輻輳

両眼でものを見る時の寄り目の運動。自然視状態も、3D映像視聴時も、視線の交叉位置に物体があると認知



調節・輻輳不一致説(間違い)

自然視では調節と輻輳が一致しているが、3D映像では、輻輳は仮想物体の位置で交叉するのに対し、調節は画像が提示されているディスプレイ面に固定されているという説

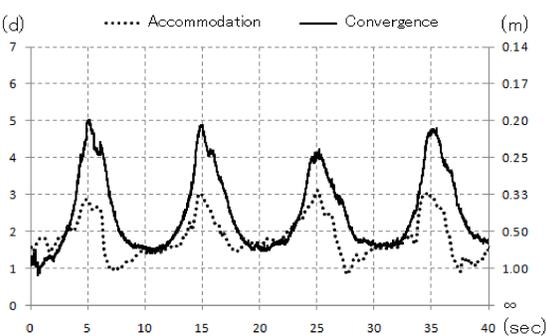
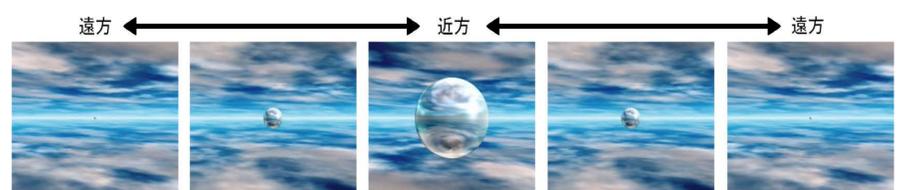
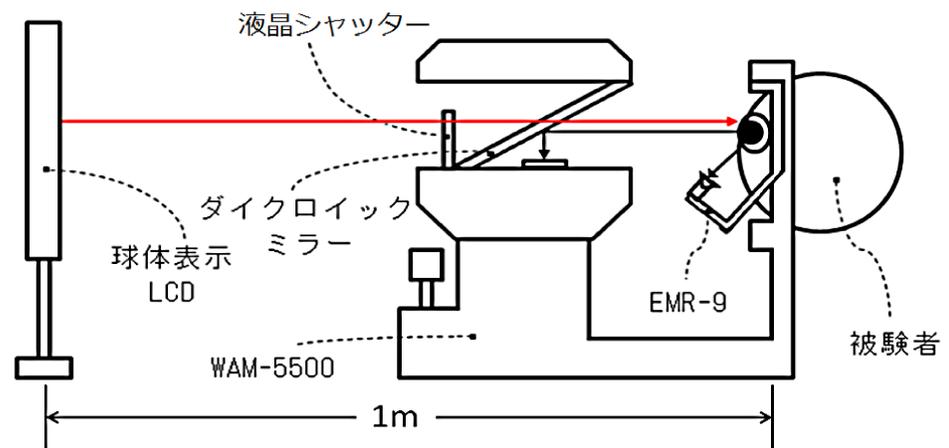


実験: 調節輻輳同時計測

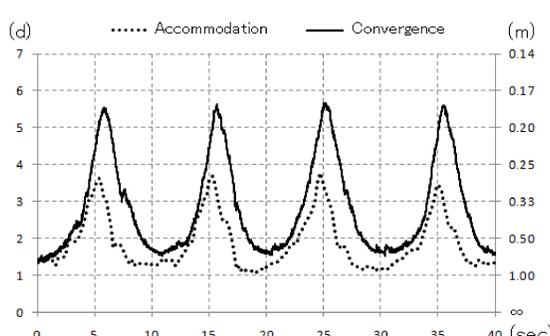
- ・3D映像: 被験者の眼前60cmに液晶シャッター方式のLCDモニタを設置し、60~40cmを10秒周期で往復する3D映像を提示
- ・実物体: 被験者の眼前70cmの位置に、70~50cmを10秒周期で往復する指標移動装置を設置

測定装置

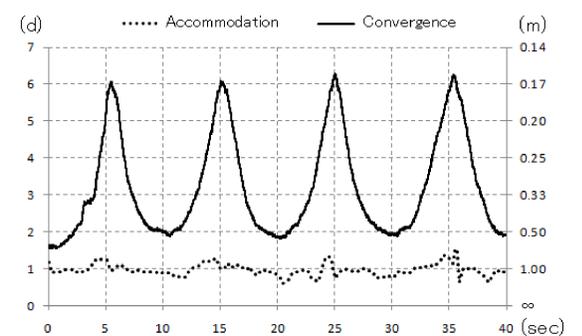
シギヤ精機製作所(株)『WAM-5500』(水晶体調節の測定) と ナックイメージテクノロジー(株)製『アイマークレコーダーEMR-9』(輻輳焦点距離の測定) を組み合わせて計測



若年: 立体視



若年: 自然視



中年: 自然視

実験結果・まとめ

若年被験者においては、立体視、自然視共に調節・輻輳が同期して変化していた(図左、中)中高年被験者においては、立体視・自然視共に、調節が輻輳よりも低い値を示した。(図右)特に高年被験者は、自然視状態であっても調節が実物体よりも遠くに合わせられていた。つまり、中高年者の調節・輻輳はそもそも一致していない。したがって、立体視における身体影響の原因は、調節と輻輳の不一致以外のものが考えられる。