

原著論文

# 高齢者にとっての iPad 可読性評価 —背景色と文字色が可読性に与える影響—

神田 哲也<sup>1)</sup>, 長谷川 旭<sup>1)</sup>, 長谷川 聡<sup>2)</sup>, 宮尾 克<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>名古屋大学大学院情報科学研究科, <sup>2)</sup>名古屋文理大学情報文化学部

## Evaluation of iPad Readability among Elderly People - Influence of Background and Character Color on Readability -

Tetseya KANDA<sup>1)</sup>, Akira HASAGAWA<sup>1)</sup>, Satoshi HASEGAWA<sup>2)</sup>, Masaru MIYAO<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>Nagoya University, <sup>2)</sup>Nagoya Bunri University

**Abstract:** We carried out experiments on the readability of iPad using middle aged and elderly subjects. Subjects were tested their readability for positive and negative polarities displayed on iPad screens. The subjects with low cataract cloudiness could read the texts on iPad faster than those with high cataract cloudiness. Positive polarity display required shorter reading time than negative polarity display among the subjects with low cataract cloudiness. Negative polarity display required shorter reading time than positive polarity display among the subjects with high cataract cloudiness.

**Keywords:** iPad, readability, positive polarity display, negative polarity display, elderly people

**キーワード:** iPad, 可読性, 陽画表示, 陰画表示, 高齢者

### 1. はじめに

最近の携帯端末の進化は目覚ましく、スマートフォン、タブレット端末はその利用が大きく増加している。特にタブレット端末は Apple 社の iPad の登場により、その利用者を大きく増やしている[1]。また、Android を用いたものも登場し、その利用は増加すると考えられる [2]。iPad に代表されるタブレット端末は従来の携帯電話やスマートフォンと比べると大きなディスプレイを持ち、表示法や表現の幅が広がるため、これまでとは違った利用が考えられる。また、PC とは違いタッチパネルを用いた直感的な操作をすることができるものが多く、いままでよりも手軽に使用できる。

以上のような特徴を持つため、タブレット端末は高齢者が利用するのに都合がいい携帯端末であると考えられる。従来の携帯電話やスマートフォンはそのサイズが小さく、高齢者には読みにくいという場合があった。タッチパネルを用いた操作は、複雑な操作を要求しないため、PC よりも抵抗なく利用できるのではないかと考えられる。

高齢者の利用を考えるとその端末の可読性を考える必要がある。高齢になるに従って視機能は低下し、文字が見えにくく

なる傾向にある。このため、表示画面の見やすさは非常に重要となる。事実、先行研究では、年をとるに従って文章の読み上げにかかる時間が増加していることが分かっている[3]。また、高齢者は眼の水晶体が白く濁ってしまっている場合があり、高輝度のものが見えにくく、ディスプレイの輝度によっては読むのが困難になる。水晶体白濁度が高いと、図1の左に示すような明るい背景に暗い色の文字を表示する陽画表示よりも、図1の右に示すような暗い背景に明るい色の文字を表示する陰

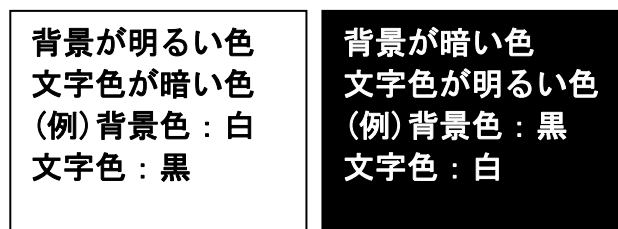


図1: 陽画表示(左)と陰画表示(右)

画表示のほうが読みやすい可能性がある。陽画表示は一般に平均輝度が明るいいため、瞳孔を縮小させることができ、被写界深度が増大して、調節力の弱い高齢者には見やすい表示形式である。しかし、水晶体が白濁している人にとっては、光が水晶体を通過する際に乱反射を誘発してしまい、視界が白くぼやけ、表示が読みにくい可能性がある。

2010年1月31日受理. 2010年3月11日シンポジウム「モバイル'11」にて発表

それと比べて陰画表示は、平均輝度が低いため高齢者には不利な表示形式といえるのだが、水晶体が白濁している人にとってはこちらの方がいい場合もある。そのため、JIS 規格の高齢者・障害者等配慮設計指針の中での奨励事項として、陰画表示の使用が挙げられている[4]。よって、本実験では水晶体白濁度が高い人にとって、タブレット端末(本実験では iPad を用いる)における陽画表示と陰画表示のどちらが読みやすいのか検討するために、評価実験を行った。

## 2. 実験方法

被験者は、60 歳から 77 歳の男女 11 名である。先行研究[3]で行った実験の参加者の中から、高齢で比較的水晶体の白濁度が低い人と高い人を選んで実験を行った。水晶体白濁度は透明から白濁色までを 0 から 255 までの 256 階調で、計測装置(前がん部撮影解析装置:NIDEK EAS-1000)による任意単位である。左右眼で良いほうの値を採用している。白濁度の低い被験者は 5 名で、白濁度の平均は 65、年齢平均は 69.6 歳であった。白濁度の高い被験者は 6 名で、白濁度の平均が 192、年齢平均が 75.4 歳であった。被験者は先行研究での計測で白濁度が低い順に 10 名、高い順に 10 名の中、実験に参加可能な人を選出した。

実験に用いた端末は Apple 社の iPad(液晶サイズ:9.7 インチ(縦 147mm×横 196mm)、液晶解像度:768×1024 ピクセル、XGA、LED バックライト、IPS LCD ディスプレイ)である。表示文字は PNG 形式の縦書きの画像文字であり、文章とはある書籍から十分の数を抜粋した。文字サイズは目視で縦が 3mm になるものと 5mm になるものを用意した。それぞれ文字サイズ“小”、文字サイズ“大”と表記する。小さい方は 1 行 41 文字、1 画面 3 1 行で、大きいほうが 1 行 26 文字、1 画面 20 行で作成した。カーニングなどの自動調整機能は使用せず、文字間、行間は一定である。

実験は、水平におかれた画面の水平照度が消灯時で平均 42 ルクス、点灯時で平均 1153 ルクス、被験者の顔に向かう鉛直照度が消灯時で平均 39 ルクス、点灯時で平均 643 ルクスとなる環境で行った。表示部の輝度は iPad の陽画表示背景が平均 326cd/m<sup>2</sup>、iPad の陰画表示背景が平均 0.75cd/m<sup>2</sup>、紙の輝度は陽画表示背景が 381cd/m<sup>2</sup> で陰画表示背景 7.94cd/m<sup>2</sup> であった。iPad の輝度は iPad で設定できる最大の明るさを設定した際の輝度を測定し、紙の輝度は点灯時の輝度を測定した。

実験は画面に表示されている文章を頭から既定文字数、声に出して読み上げてもらい、読み上げにかかる時間、視距離(目から iPad までの距離)を計測した。各表示ごとに読み上げが終わった後に、その表示での読みやすさを 5 段階で評価してもらい、すべての表示での読み上げが終わった後に、陽画表示と陰画表示でどちらのほうが読みやすかったかを考えて

もらった。規定数は 52 文字で、文字の小さいものだとちょうど 2 行、文字の大きいものには規定数のところにわかるように印がしてある。文章は十分用意し、それぞれの陽画表示、陰画表示の画像を用意した。



図2:使用画像例

陽画表示、文字サイズ“小”の使用画像例を図2に示す。読み上げは iPad 陽画表示の文字サイズの小さいものを用いた練習を含む、合計 7 回行った。表示の種類は紙の文字サイズ“小”、“大”、iPad 陽画表示の文字サイズ“大”、“小”、iPad 陰画表示の文字サイズ“大”、“小”で、順番と使用する文章はすべてランダムで実験を行った。

## 3. 実験結果

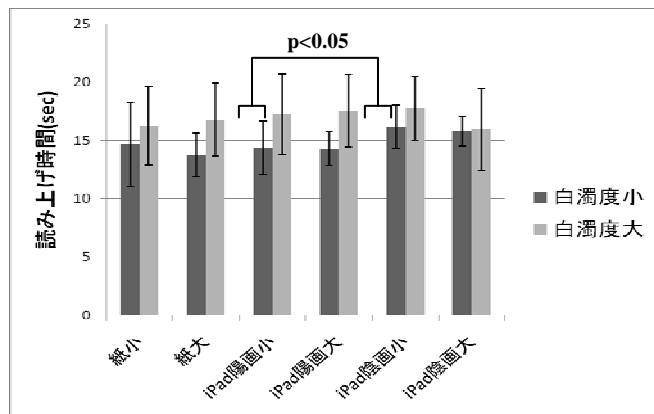


図3:各表示の平均読み上げ時間

図3に各表示方法での読み上げ時間の平均のグラフを示す。すべての表示法で白濁度が小さいグループのほうが、白濁度の大きいグループよりも読み上げ時間が短いという結果となった。白濁度が小さいグループは紙で文字サイズの大きいものが最も読み上げ時間が短く、iPad 陰画表示の文字サイズの小さいものが最も長くなっている。白濁度の大きいグループでは iPad 陰画表示の文字サイズが大きいものの読み上げ時間が最も短く、iPad 陰画表示の文字サイズの小さいものが最も

長いという結果となっている。有意差は白濁度が小さいグループにおいての iPad 陽面表示文字サイズ小と iPad 陰面表示文字サイズ小の間にのみに見られ、陽面表示のほうが陰面表示よりも早いという結果となった。

次に iPad における陰面表示と陽面表示の読み上げ時間の差を図4、5に示す。このグラフは各被験者の陰面表示の読み上げ時間から陽面表示の読み上げ時間を引いた値をプロットしたものである。陽面表示のほうが短ければ値は正の値に、陰面表示のほうが短ければ負の値となる。

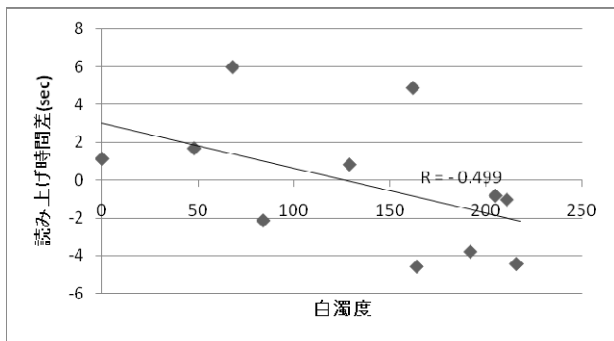


図4:陰面陽面読み上げ時間差(陰面表示－陽面表示)  
(文字サイズ大)

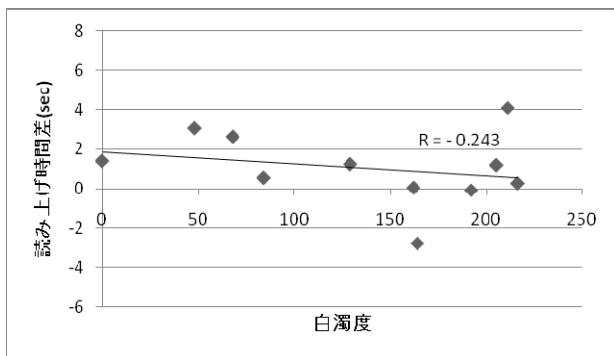


図5:陰面陽面読み上げ時間差(陰面表示－陽面表示)  
(文字サイズ小)

文字サイズが小さい場合の読み上げ時間は全体的に陽面表示のほうが短い。また、文字サイズが大きい場合の読み上げ時間が陰面表示のほうが短い人は白濁度が大きいグループに多く、陽面表示のほうが短い人は白濁度が小さいグループに多い。読み上げ時間と白濁度の相関は、文字サイズが大きい場合、相関係数  $R=-0.499$  と中程度の相関を示し、文字サイズが小さい場合、相関係数  $R=-0.243$  と弱い相関を示した。ただし、どちらの相関にも有意性は見られなかった。

次に各表示における主観評価の平均値を図6に示す。白濁度が小さいグループでは、iPad 陰面表示文字サイズ小が最も評価が低く、iPad 陽面表示文字サイズ大が最も評価が高いという結果となっている。白濁度が大きいグループでは、紙の文字サイズ小が最も評価が低く、紙の文字サイズ大が最も評価が高い。また、陽面表示と陰面表示でどちらのほうが読みやすかったかを尋ねた結果を表1に示す。

表からわかるように、実験後陽面表示のほうが読みやすいと感

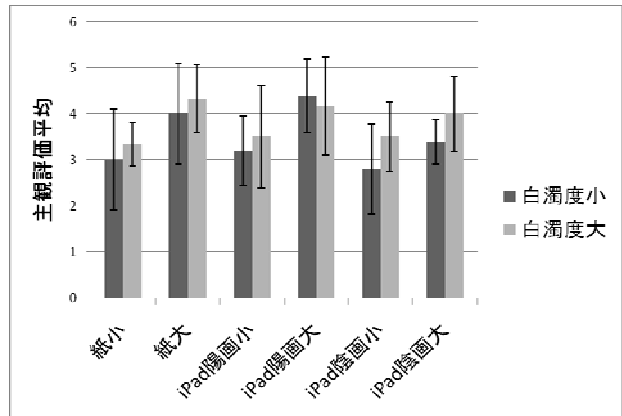


図6:主観評価平均

じている人が多い。陰面表示のほうが見やすいと言った人は全体で3人、白濁度が大きいグループには1人しかおらず、主観評価と実際の読み上げ時間が一致しているわけではなかった。

表1:読みやすいと感じた表示を上げた人数

	陽面表示	陰面表示
白濁度小	3人	2人
白濁度大	5人	1人

最後に表示画面までの距離を図7に示す。すべての表示形式において、白濁度の低いグループのほうが白濁度の高いグループよりも視距離が長いという結果となった。また、文字サイズが大きいほうの視距離が長くなっているのが分かる。しかし、表示形式の違いによる有意差は見られなかった。

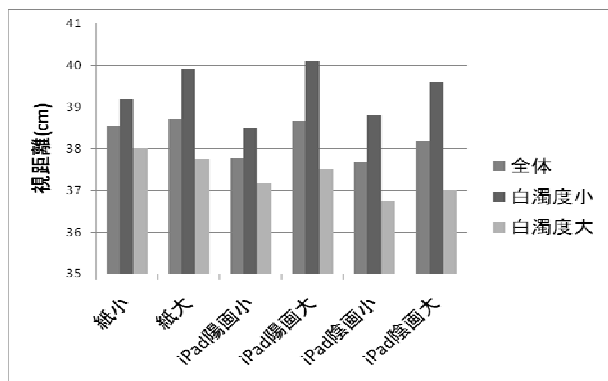


図7:表示画面までの視距離

#### 4. 考察

どの表示でも水晶体の白濁度が低い被験者と高い被験者で比べて、白濁度の低い被験者のほうが読み上げ時間が短いという結果が出た。水晶体が白濁してくると視界が白く濁り物が見えにくくなる[5]。水晶体の白濁具合が進行すると視力の低下が起こることもある。視力が低下すると当然ものが見えにくくなり、読み上げ時間が長くなってしまいう結果になっ

たとえられる。視距離に関しても同様で、ものが見にくいと近くで見る必要が出てきてしまい、今回の結果はそれが表れたのではないかと考えられる。

水晶体の白濁度が低い被験者の読み上げ時間は、全体的に陽画表示のほうが陰画表示よりも短いという結果が出ている。特に iPad の文字サイズの小さいものでは  $p < 0.05$  で有意に陽画表示のほうが短くなっている。陽画表示のほうが陰画表示よりも作業効率が良くなるという報告があり[6]、白濁度の低い被験者に対してはこれに合致しているといえる。

白濁度の高い被験者は文字サイズの大きいものの読み上げ時間が陰画表示のほうが陽画表示よりも短い傾向にあることが分かった。これは、高輝度である陽画表示では視界が白く濁ってしまい、文字が読みにくかったため読み上げにかかる時間が増加してしまったのではないかと考えることができる。陰画表示は白濁度の影響をあまり受けなかったため、読み上げ時間が短いという結果になったのではないと思われる。白濁度と陽画表示と陰画表示の読み上げ時間差の相関も弱くはあるが、そのような結果を示している。しかし、本実験では被験者が少なく、読み上げる文章の内容や読む順番などの影響を完全に排除出来ているとは言い難く、有意差や相関係数、決定係数にそれらが影響したと考えられる。したがって、より多くの被験者で実験を行う必要があると考えられる。

## 5. まとめ

本実験では iPad の可読性を評価するために、読み上げ実験を行った。今後増えてくると予想される高齢者利用を考慮し、水晶体の白濁度合いに関係してくるであろう陽画表示、陰画表示での読みやすさの違いを比較するために読み上げ時間を測定した。

結果、水晶体白濁度が低い被験者よりも水晶体白濁度が高い被験者のほうが読み上げ時間が長いという結果となった。また、水晶体白濁度が低い場合、陽画表示のほうが陰画表示よりも読み上げ時間が短いという結果となった。水晶体白濁度が高い場合には、陽画表示よりも陰画表示の読み上げ時間のほうが短い傾向になるということが分かった。このことから、高齢者でも陽画表示のほうが読みやすい人もいれば、陰画表示のほうが読みやすい人が存在するため、柔軟に表示を変えられるインターフェースが望ましいということが分かった。

今後、被験者を増やして実験をするとともに、白黒以外の文字色、背景色では読みやすさがどのようになるのか検証したい。また、iPad 以外のタブレット端末、Amazon 社 Kindle をはじめとした電子書籍リーダーにおける視認性を調べていきたい。

## 参考文献

- [1] iPad Adoption Rate Fastest Ever, Passing DVD Player, 2010, [www.cnn.com/id/39501308](http://www.cnn.com/id/39501308)
- [2] IMS Research Sees Android Taking Share of the Market, 17 November 2010,

[www.imsresearch.com/news-events/press-template.php?pr\\_id=1754](http://www.imsresearch.com/news-events/press-template.php?pr_id=1754)

- [3] 神田, 宮尾, 他: タブレット端末視認性に対する陽画表示と陰画表示との比較, 日本人間工学会東海支部 2010 年研究大会論文集, pp.34-35
- [4] 高齢者・障害者等配慮設計指針—情報通信における機器、ソフトウェアおよびサービス—第 1 部: 共通指針, JIS X 8341-1
- [5] 谷口: 水晶体疾患, 眼の時点, pp.555-562, 2003
- [6] Bauer and C.R. Cavonius: Improving the legibility of visual display units through contrast reversal, In: E. Grandjean and E. Vigliani, Editors, Ergonomic aspects of visual display terminals, pp.137-142, Taylor and Francis, 1980

## 著者紹介

### 神田 哲也 (学生会員)



2009 名古屋大学工学部電気電子情報工学科卒業。2010 名古屋大学大学院情報科学研究科所属、修士 2 年。電子ペーパーやタブレット端末の視認性、可読性の研究に従事。

### 長谷川 聡 (正会員)



名古屋文理大学情報文化学部情報メディア学科教授。2007 年博士(情報科学)名古屋大学。名古屋大学理学部物理学科卒、同大学院多元数理科学研究科(博士前期課程)情報科学研究科(博士後期課程)修了。(株)島津製作所、名古屋文理短期大学勤務を経て現職。モバイル学会理事、情報処理学会、日本人間工学会、形の科学会、CIEC(コンピュータ利用教育学会)各会員。

### 長谷川 旭 (学生会員)



名古屋文理大学情報文化学部卒、名古屋商科大学大学院経営情報学研究科修了。現在、名古屋文理大学図書情報センター主任。名古屋大学大学院情報科学研究科(情報システム学)博士後期課程在籍。ヒューマンインタフェース学会、日本福祉工学会、CIEC(コンピュータ利用教育学会)各会員。

### 宮尾 克 (正会員)



1977 年名古屋大学医学部医学科卒。1982 年医学博士。同大学医学部助手・講師・助教授、教授(多元数理科学・情報連携基盤センター)を経て、2009 年情報科学研究科教授、現在に至る。人間工学・公衆衛生学を通じ、3D映像の生体影響、ケータイ・モバイル機器のユーザビリティ、多言語情報システムを研究。