

PDAを利用したロービジョン用読書支援ツール

氏間 和仁[†] 小田 浩一[‡]

[†] 愛媛県立松山盲学校 〒791-8016 愛媛県松山市久万ノ台 112

[‡] 東京女子大学コミュニケーション学科 〒167-8585 東京都杉並区善福寺 2-6-1

E-mail: [†] ujima-kazuh@esnet.ed.jp, [‡] k-oda@twcu.ac.jp

あらまし 著者は教材をHTMLで記述しCSSを用いて表示を調整するツールを開発し実践と評価を行ってきた。今日のテクノロジーの進歩でPDAが浸透してきた。PDAは携帯性に優れており、これを利用することでロービジョンの読書の機会が広がることが考えられる。そこで、同ツールをPDAに移植することを考えた。同ツールの手軽さ汎用性を維持しつつPDA版のツールを開発した。さらに2名のロービジョンに試用してもらい簡単な評価を行った結果、ある程度視力が保たれた救心性の視野障害をもったロービジョンにとっては有力な読書ツールになることが伺えた。

キーワード PDA, ロービジョン, 読書, HTML

Application of the PDA as a reading aid for students with low vision

Kazuhito UJIMA[†] Koichi ODA[‡]

[†] Matsuyama school for the blind 112 Kumanodai Matsuyama-shi Ehime, 791-8016 Japan

[‡] Tokyo Woman's Christian Univ. Dept. of Communication Zempukuji 2-6-1 Tokyo 167-8585 JAPAN

E-mail: [†] ujima-kazuh@esnet.ed.jp, [‡] k-oda@twcu.ac.jp

Abstract Authors have developed a tool called HTML viewer and been applying the Web technology in the education for students with low vision by preparing materials in HTML format, and applying CSS to modify layout suitable for each student. One problem with this application is portability. PDAs are well accepted in the society and could be used by students with low vision. We ported the same tool to PDA and 2 students with low vision used it for a period of time and evaluated its effectiveness. In short, PDAs with HTML viewer could be especially useful for those with rather good acuity but limited central field of view.

Keyword PDA, low vision, reading, HTML

1. はじめに

ロービジョンは、眼鏡で矯正してもなお矯正しきれない視機能の低下があるため、日常生活で必要となる行動（読書や歩行）に支障がある場合をいう⁽³⁾。ロービジョンが読書する上で、その効率に影響を与える要因は文字の大きさにとどまらず、コントラスト・ウィンドウサイズ・文字間隔など多様である⁽⁴⁾。それらを解決する読書支援の有力な方法の一つとしてコンピュータを利用したものがある⁽¹⁾。

最近ではホームページを記述するための言語、HTML(Hyper Text Markup Language)により読素材を作成しCSSを利用してそのレイアウトを定義する方法も有力な方法として教育現場で実践されている⁽⁸⁾。しかし、それらの方法はパーソナルコンピュータ(personal computer, 以下、パソコン)を利用した方法であり、机上で利用することが前提となる。利用場面が必然的に制約される。

そこで、携帯性・汎用性に優れた個人情報端末

(Personal Digital Assistant, 以下、PDA)を利用することにより、ロービジョンの視覚特性に応じた読書環境をいつでも、どこでも、手軽に実現する方法について検討し、簡単な評価を行った。

2. HTML教材とHTML viewerの経緯

ロービジョンの視覚特性に応じた表示を、電子化された教材で調整する試みは以前から行われている⁽¹⁾。その中でコンピュータを利用してロービジョン一人一人の見え方に応じた表示を行うことは効率的であること、今後、教材の電子化を行う場合はSGML(Standard Generalized Markup Language)などの構造化言語を利用することが望ましいことなどを指摘している。氏間はHTML(Hyper Text Markup Language)を利用して教材を作成し、利用することは、ロービジョンの見え方に柔軟に対応できることや、全盲に対しては音声での利用に向いていることを指摘し、実践した⁽⁵⁾。ついで、HTMLで構造化された教材(以下、HTML教材)に

CSS(Cascading Style Sheets)を適用して表示を調整した状態での読書の特性を調べ、紙媒体とコンピュータディスプレイ上に表示したHTML教材の間では同等の読書速度が保てることを確かめている⁽⁶⁾。さらにCSSを容易に適用できるツールHTML viewerをJavaScriptで開発した⁽⁶⁾。HTML viewerは次の要求を満たすように設計されている。(1) 表示の設定項目はロービジョンの読書を規定する要因を網羅すること、(2) キーボード操作が中心であること、(3) インストールなどの作業が不要で、導入が簡単であること、(4)様々な通信環境の児童生徒が利用できるよう、スタンドアロンでもオンラインでも使用可能なこと、(5)今後の継承を考慮して表示はCSSにより調整することの5項目である。

HTML viewerの操作性や表示の設定項目の妥当性については盲学校に在籍するロービジョン生徒のアンケート調査により評価され、その結果、操作が難しいと感じると答えたり、設定項目が不足と感じたりする者はいなかった⁽⁷⁾。この結果からHTML viewerの操作性や表示の設定項目についての妥当性が主観評価により評価されたと考えられる。

3. PDA 版読書支援ツールの開発

著者らは既に一定の実践と評価がされているHTML viewerをPDA上で利用することを考えた。PDAによる読書ツールはいくつか市販されているが、どれも、専用の閲覧ソフトのインストール操作を要する。従っ

Table 1 : Pocket Internet Explorer の仕様

HTML	HTML3.2
XHTML	未対応
DynamicHTML	未対応
Script	WindowsCE JScript
CSS	未対応
画像ファイル	BMP, JPEG, GIF, XBM
セキュリティ	SSL 2.0/3.0, PCT, SGC
Cookie	対応
ブックマーク	対応

て、「インストール操作を行わなくても利用できる」というHTML viewerの特徴を生かしたいと考えた。

3.1. Pocket IE の特徴

今回、利用したのはweb ページ閲覧ソフト (Pocket Internet Explorer, 以下, Pocket IE)を搭載した, PocketPCといわれる規格のPDAである。

PDA 版 HTML viewer の開発に先立って, Pocket IE の特性を調べた (Table 1)。表からも分かるとおり Pocket IE の閲覧機能はかなり制約されている。特徴的なところを挙げると、パーサ部分はHTML3.2に対応、スクリプトはWindows CE JScriptのみ対応、CSSは対応していない。HTML viewerはJavascriptにより開発され、表示の調整にはCSSを利用していたため、かなりの制約を受けることが分かった。しかし、初心者にも利用してもらえるよう「インストール作用が不要」というHTML viewerの特徴を生かすために、Pocket IE

```
<!ENTITY % body.content "(%heading | %text | %block | ADDRESS)*">
<!ENTITY % color "CDATA" -- a color specification: #HHHHHH @@ details? -->
<!ENTITY % body-color-attrs "
    bgcolor %color #IMPLIED
    text %color #IMPLIED
    link %color #IMPLIED
    vlink %color #IMPLIED
    alink %color #IMPLIED
">
<!ELEMENT BODY O O %body.content>
<!ATTLIST BODY
    background %URL #IMPLIED -- texture tile for document background --
    %body-color-attrs; -- bgcolor, text, link, vlink, alink --
>

<!ELEMENT FONT - - (%text)* -- local change to font -->
<!ATTLIST FONT
    size CDATA #IMPLIED -- [+]nn e.g. size="+1", size=4 --
    color CDATA #IMPLIED -- #RRGGBB in hex, e.g. red: color="#FF0000" --
>

<!ELEMENT BASEFONT - O EMPTY -- base font size (1 to 7)-->
<!ATTLIST BASEFONT
    size CDATA #IMPLIED -- e.g. size=3 --
>
```

Fig. 1 : body font basefont の DTD(www.w3c.org より)

版の HTML viewer を開発することにした。

3.2. PDA 版 HTML viewer の開発

PDA 版 HTML viewer の仕様は、Pocket IE の仕様に制約される形で見直すことになった。

3.2.1. 表示の設定項目の決定

開発の上で、最大の問題は表示を設定するための CSS が利用できないことであった。そこで、HTML の属性(element)の中で表示の設定機能を持たせることを考えた。HTML3.2 規格の DTD(document type definition)(<http://www.w3.org/TR/REC-html32>)の中で表示に関する設定が可能な属性をもつ要素は body や font、basefont であった(fig. 1)。PDA 版 HTML viewer ではこれらの要素を利用して表示の設定を行おうと考えた。

Table 2 : body, font, basefont の属性

要素	属性
BODY	bcolor
	text
	link
	vlink
	alink
	background
FONT	size
	color
BASEFONT	size

DTD 中の属性をまとめたのが Table 2 である。BODY 要素には、bcolor・text・link・vlink・alink・background の属性があり、FONT 要素には size・color の属性があり、BASEFONT 要素には size の属性があった。これらの結果、PDA 版 HTML viewer には文字サイズと配色の設定機能を持たせることにした。このことは、読書評価チャート⁽²⁾から推測できる値が、読書を効率的に行うことのできる文字サイズと、白文字に黒地で表示する白黒反転の効果の2つであり、それらを網羅できると考えたからである。

配色と文字サイズを設定するのに用いる要素について検討した。配色を設定できる属性をもった要素は body と font である(Fig. 1)。その中でも背景色と文字色の設定が可能な要素は body であることから、背景と

文字の配色を設定する属性には body を利用することにした。文字サイズを設定できる属性をもった要素は font と basefont である(Fig. 1)。この2つの属性は文字サイズを7段階の絶対値で設定する方法と、規定のサイズから±で相対的に設定する方法がある。2つの属性の違いは、font 属性は local font size を設定するのに対し、basefont は base font size を設定すること、font 属性は閉じタグが必要であるのに対し、basefont 属性は閉じタグを要しないことである。今回は HTML 文書全体に対する文字サイズの指定を行うこと、PDA 版 HTML viewer は HTML ファイルのヘッダで動作して HTML ファイルの表示を調整する構造を考えているため、閉じタグを挿入することが困難なことから basefont 属性を利用することにした。

次に、設定値について検討する。配色は一般的な設定である黒文字に白地と、差明があるロービジョンに有効な白文字に黒地の2種類にした。設定文字サイズは、最大の size 7(国の高さ約4mm)と、盲学校入学の基準になる 0.3 の視力で 30cm の視距離で読める size 3(国の高さ約3mm)の2種類にした。

3.2.2. プログラムの概要

PDA 版 HTML viewer の基本構造は、オリジナルプログラムの機能を残しつつ、表示設定の部分に、配色は body 属性、文字サイズは basefont 属性を利用することにした。

開発言語は Jscript であった。プログラム本体には、body 要素の中の属性を、黒文字に白地と白文字に黒地に設定したタグと、basefont 要素の中に文字サイズ 3 と 7 を設定したタグを持たせた。タグの組合せは配色が2種類(黒文字に白地と白文字に黒地)と文字サイズが2種類(3 と 7)の4種類に設定した。表示設定は、設定ページでユーザが選択して4種類の中から選択するようにした(Table 3)。

プログラムは text.js という外部ファイルに保存し、各 HTML ファイルからそれを参照して実行するようにした。従って、各 HTML ファイルのヘッダ部分には text.js を参照するタグを挿入することで利用できる。

PDA 版 HTML viewer を組み込まれたページを初めて参照すると Table 3 中の設定 4 のページが標準的に

Table 3 : 表示設定の種類とタグの設定状況

設定 1	黒文字に白地 サイズ 3	<body BGCOLOR='#FFFFFF' TEXT='#000000' LINK='#FF0000' VLINK='#990000'> <basefont size='3'>
設定 2	黒文字に白地 サイズ 7	<body BGCOLOR='#FFFFFF' TEXT='#000000' LINK='#FF0000' VLINK='#990000'> <basefont size='7'>
設定 3	白文字に黒地 サイズ 3	<body BGCOLOR='#000000' TEXT='#FFFFFF' LINK='#FFFF00' VLINK='#999900'> <basefont size='3'>
設定 4	白文字に黒地 サイズ 7	<body BGCOLOR='#000000' TEXT='#FFFFFF' LINK='#FFFF00' VLINK='#999900'> <basefont size='7'>

Table. 4: 試用者のプロフィール

試用者	眼疾	視力	視野	CPS	MRS
A	網膜色素変性症	0.3(1.2)	右：上 10 度，下 7 度，内 14 度，外 12 度 左：上 8 度，下 11 度，内 18 度，外 20 度	B/W : 0.1 W/B : 0.2	B/W : 349.20 W/B : 319.81
B	網膜色素変性症	0.3	右：上 3 度，下 4 度，内 6 度，外 5 度 左：上 6 度，下 5 度，内 5 度，外 6 度	B/W : 0.6 W/B : 0.6	B/W : 307.87 W/B : 277.11

CPS は最大の読書速度で読むことのできる最小の文字サイズ，単位は logMAR

MRS は最大の読書速度，単位は CPS(Character per minutes : 1 分間の正読字数)

表示される。その後，設定ページへ移動してユーザがページ設定を変更すると PDA の cookie に登録され，次回からはユーザが設定した表示が再現されるようになっている。ユーザは何の準備もなく pocket IE で PDA 版 HTML viewer が組み込まれたページを閲覧するだけでそのサービスをうけることができる。

PDA 版 HTML viewer の特徴をまとめる。

1. Pocket IE を利用するため新たにソフトウェアのインストール作業無く利用することが可能
2. 表示の設定を body と basefont 属性で行っているため多くのコンテンツに対応可能
3. 表示設定が cookie に登録されるため再度閲覧する際に表示設定が再現可能
4. JScript を利用しているためオンライン，スタンダード両方で利用が可能

オリジナルの HTML viewer に比べ，表示の設定項目が減ったものの，操作性についてはほぼ同様のツールができあがった。

4. PDA 版読書支援ツールの評価

同ツールの表示設定の妥当性と，PDA を読書ツールとする適正を明らかにするためにロービジョン 2 名に評価に協力してもらった。

4.1. 評価の概要

被験者は松山盲学校の生徒 2 名である。2 名のプロフィールを table4 に示す。評価は MNREAD-J チャート⁽²⁾評価時の読速度と PDA 版 HTML viewer を利用して表示を調整した時の読速度を比較して行った。

評価時に得られた読速度のうち，最速で読める最小の文字サイズである臨界文字サイズ(CPS)以上の大きさの文字を読んでいる時の読書速度と，PDA 上の文章を読んでいる時の読書速度を比較し分散分析によって検定を試みた。PDA に表示した文章は，小学校 4・5・6 年生の国語の教科書から抽出した 50 字程度の文章を 7 回読み PDA の値とした。PDA 条件で表示する文字サイズは，被験者 A が 0.5logMAR，B が 0.6logMAR であり，CPS を補償した状態であった。logMAR は，国際的に使用されはじめた視力の単位。最小分離閾の視角(Minimum Angular Resolution; MAR)を常用対数にしたもので，ログマーと発音する。つまり，少数視力

1.0 では，視角 1 分が最小分離域になるので，log₁₀1 で，logMAR は 0 になる⁽²⁾。

4.2. 結果と考察

Table 5 は，チャートの結果と PDA の結果の読書速度を被験者別に示したものである。

MNREAD-J の結果と PDA の結果について分散分析を行った結果，被験者 A，被験者 B とも読書速度に有意な差はなかった。

結果をグラフ化したのが Fig.2 である。折れ線グラフが MNREAD-J 調査時のデータをプロットしたもので白抜きの点で記した。折れ線グラフ上に四角の塗りつぶした点(■)で示してあるところが，PDA で測定した値である。PDA の値は文字サイズと読書速度を表している。2 名とも MNREAD-J の検査時と同じ程度の読書速度が，PDA で読書した時に保たれていることが分かる。今回の被験者は視力が 0.3 以上で，視野に求心性狭窄のあるロービジョンである。今回の結果が得られたのは，このようなロービジョンのタイプであることが要因として大きいと考えられる。

このことから，PDA を読書ツールとして利用することは，ロービジョン者の読書能力を十分に発揮することが伺える。また PDA 版 HTML viewer による表示の設定項目も妥当であることが伺える。

5. 今後の課題

従来の HTML viewer の特徴を損なわないような PDA 版 HTML viewer を開発し，2 名のロービジョン被験者で評価を行った。その結果，PDA はロービジョンの読書の道具として十分に利用できると伺えた。PDA 版 HTML viewer の表示の設定値についても妥当性が伺えた。しかし，さらに利用しやすいツールを目

Table 5: MNREAD-J チャートと PDA の読書速度
(単位: CPS)

被験者		MNREAD-J	PDA
A	N	12	7
	Mean	319.71	328.27
	S.D.	51.04	40.56
B	N	8	7
	Mean	326.77	283.94
	S.D.	46.75	45.89

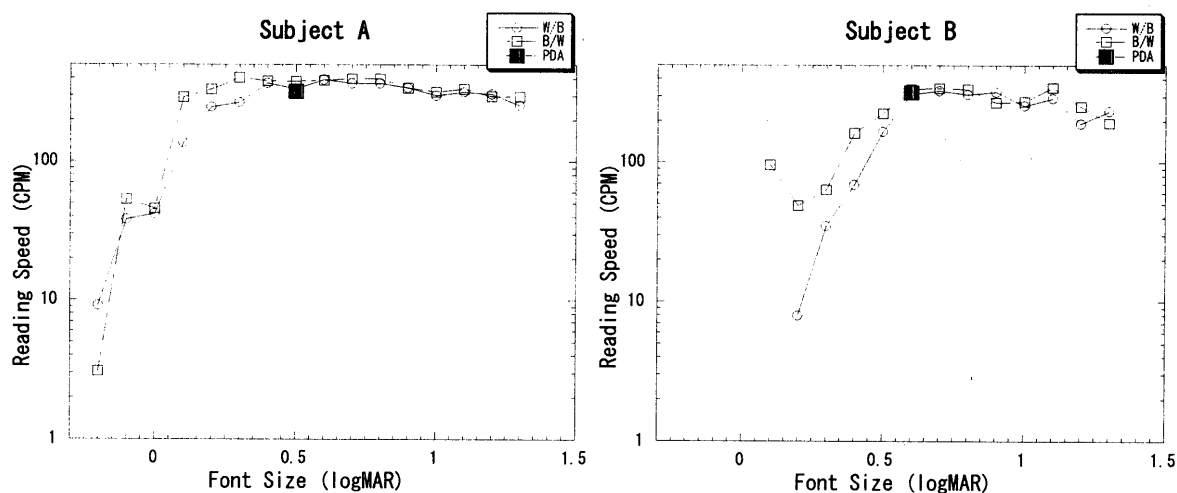


Fig. 2 : MNREAD-J と PDA の読書速度の比較

指すために以下のような課題が考えられる。

5.1. 設定文字サイズ

現在の最大の設定文字サイズは文字の高さが 4.0mm 程度である。この状態だと、視距離 10cm まで近づいても視力 0.08 は必要な計算になる。2000 年度の盲学校や弱視学級の調査では、視力が 0.08 以下の状態の児童生徒はロービジョン中で 42% におよぶ⁽⁸⁾。彼らの利用を考えると、さらに設定文字サイズの上限を大きくする必要がある。しかし、現行の Pocket IE を利用していたのでは限界があるので、CSS に対応した、ブラウザソフトを利用した方法を検討する必要がある。

5.2. 操作性の評価

今回の評価は表示の設定値の妥当性に関するものであった。今後は他の読書ツールと比較して、PDA 版 HTML viewer の操作性について評価も必要である。

6. まとめ

ロービジョン者が読書する場合、レンズを利用したり眼鏡を掛け替えたり、本を目に近づけたりすることを強いられることが多い。従って、電車の中や飲食店などで手軽に単行本を開いて読むといったような状況は晴眼者のように手軽にはいかないことが考えられる。今回、PDA を利用したロービジョンのための読書ツール開発に着眼した。このような研究がさらにすすみ、ロービジョンの見え方に応じた状態で表示される読書ツールが手のひらに乗るとしたら、QOL の向上や、読書の喜びを感じるロービジョン書が増える可能性がある。そのような社会を目指して今後とも研究を続けていきたいと考えている。

謝 辞

本研究は、厚生労働省から科学研究費補助金（感覚器障害分野）の援助を受けた。

文 献

- [1] 中野泰志, “弱視者の視認性を考慮した文字の効果的な提示方法(1) コンピュータディスプレイでの白黒反転効果”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.91, No.315, pp15-22, 1991
- [2] 小田浩一・J.Stephen Mansfield, Gordon E. Legge, “ロービジョンエイドを処方するための新しい読書検査表 MNREAD-J”, 第 7 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, pp157-160, 1998
- [3] 小田浩一, “ロービジョンの定義と分類”, 視覚情報処理ハンドブック, 日本視覚学会編, 東京, pp.546, 2000
- [4] 小田浩一, “読書の精神物理”, 視覚情報処理ハンドブック, 日本視覚学会編, 東京, pp.552-554, 2000
- [5] 氏間和仁, “学校教育における HTML の活用”, 愛媛県高等学校教育研究会障害児教育部会誌, Vol.20, pp.12-21, 1998
- [6] 氏間和仁, “ロービジョンの HTML 教材利用に関する研究”, 平成 11 年度国立特殊教育総合研究所長期研修成果報告書, 2000
- [7] 氏間和仁, “弱視者のための HTML 教材の活用”, 弱視教育, Vol.39, No.1, pp.6-15, 2001
- [8] 氏間和仁, 小田浩一, 田中恵津子, 川嶋英嗣, “個々のロービジョンの状態に応じた HTML 教材の利用”, 第 28 回感覚代行シンポジウム講演論文集, pp.89-94, 2002
- [9] 柿沢敏文, “全国盲学校及び小・中学校弱視学級児童生徒の視覚障害原因などに関する調査研究”, 平成 13 年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)研究報告書, 2000