



実践論文

弱視者に配慮したHTML教材とビューアの 試作と評価



民間和仁 (愛媛県立松山盲学校)
村田健史 (愛媛大学工学部)



2000年10月1日

JSSE 教育システム情報学会

弱視者に配慮したHTML教材とビューアの試作と評価

氏間和仁*, 村田健史**

Development of an HTML textbook and viewer for low-vision and a it' s estimation

Kazuhito UJIMA*, and Takeshi MURATA*

Most of the documents and textbooks usually used in school for low-vision are printed matters. The most preferable character size, font and other properties in a printed matter, individually depend on each low-vision. We herein attempt to propose new teaching materials for low-vision; Hyper Text Markup Language (HTML) contents which work on personal computers. Each low-vision is able to make his/her own choice of size and fonts. To prove how effective the contents are, an examination for low-vision is carried out. It is found that students' reading speeds in HTML matters are as high as in normal printed matters. In addition, accessibility (search time) is faster in the HTML matters than in printed matters.

キーワード: HTML, 電子化教材, 弱視教育, CSS, Javascript

1. はじめに

盲学校に在籍する児童・生徒は、活字を利用できないため点字や録音図書などを用いて学習している全盲と、残存視力を活用して活字を用いて学習している弱視の2種類に分けられる。弱視者に対する活字教材は、ワードプロセッサを用いて作成されることが多い。弱視者は刷り上がった活字教材をルーペやCCTV (Closed Circuit Television; 拡大読書器) で拡大したり、コピー機で拡大して読んだりしている。この方法は現場で広く受け入れられ、日常的に行われている⁽¹⁾。

しかし、中野らの読書の研究⁽²⁾によると、弱視者の見えにくさとその補償方法を定性的に予測し、補償方法

の有効性に関する客観的評価を定量的に行い、具体的なサービスへつなげることが必要である。また、弱視者一人ひとりの見え方の状態に合った拡大率を調べて拡大することも大切であるとされている。

最近の研究では、読速度を低下させる要因は文字サイズのみにとどまらず、文字間隔・行間隔・配色など多岐にわたることが指摘されている⁽³⁾。それらのパラメータについては標準値を設定しにくいいため、個別に対応することが望ましいとされている⁽⁴⁾。これらの研究から明らかかなように、現状の教材の作成方法は必ずしも弱視者の要求を満たしていない。

氏間はHTML教材の有効性を主張してきた⁽⁶⁾。HTMLはハイパーリンクで教材間の移動が容易である。情報をシームレスにつなぎ合わせることで、弱視者の苦手とする検索作業を支援できる。また、レイアウトがCSS (Cascading Style Sheets) などで容易に制御できることから、弱視者の見え方に応じたレイアウトを作り出せる。全県が校区である盲学校にとっては、ネッ

* 愛媛県立松山盲学校

** 愛媛大学工学部情報工学科

トワークで教材を共有することで遠隔地の児童・生徒にも対応できるなどの利点を持っている。

本研究では、弱視者がHTML教材をそれぞれの見え方に応じたレイアウトに手軽に設定できるHTMLビューアを試作した。さらに、弱視者を被験者として、印刷物とCSSでレイアウトを調節したHTML教材の読速度と検索時間（以下、両者をあわせて読書効率とする）の比較実験を行った。その結果、弱視者がレイアウトを制御したHTML教材を利用することで、印刷物と同等以上の読書効率が得られたので報告する。

2. 弱視者の読書環境の現状

弱視者が活字の印刷物を読むための読書効率に関する研究は、盛んに行われている。また、それらの研究や経験に基づき、様々な読書の補償方法が考案され、利用されている。本節では、弱視と読書の先行研究をまとめ、弱視の読書の特性と補償方法の現状について述べる。

2. 1 読書効率を左右する要因

HTML教材やHTMLビューアを提案していく上で、弱視者と読書の関係を明らかにすることが必要である。弱視者の読書効率を左右する要因としては、次のようなことが考えられる。

- (1) 文字サイズ：Leggeらの文字サイズと読書効率の研究⁽⁷⁾によると、文字が大きすぎても小さすぎても読書速度が悪くなることが分かっている。また、個々の眼の状態に応じて、読書速度を保った最小の文字サイズ（CPS；Critical Print Size）が存在する。弱視者の読書速度を最大限に引き出すためには、単に拡大するだけでなく、最適な文字サイズを検討する必要がある⁽⁸⁾。最近では、日本でもCPSを求めるための検査チャート「MNREAD-J」が開発され、臨床で利用されている⁽⁹⁾。
- (2) フォント（書体）：小田ら⁽¹⁰⁾は、教科書体と明朝体、ゴシック体の3書体を人工的にぼやかして、どのフォントが見やすいかを定量的に測定した。その結果、ゴシック体が最もぼやけに強く、明朝体、教科書体の順であった。画数の多い漢字はフォントによる違いが無く、文字が複雑になるとどの書体で

も鮮明にしなければならないと報告している。

- (3) 配色：配色とは、白地に黒文字の一般的な設定と、それを逆転した黒地に白文字の設定のことである。VDT（Video Display Terminal）に関する研究では、晴眼者の場合、黒文字に白地の条件の方が作業効率が高いことが分かっている⁽¹¹⁾。しかし、中野らは、透光体に混濁のある弱視者では黒文字に白地よりも、白文字に黒地の条件の方が読速度の成績が良く、読速度の向上がみられたと報告している⁽¹²⁾。
 - (4) 文字間隔：Leggeら⁽⁷⁾は、晴眼者、弱視者を対象として、3種類の文字間隔で読速度を測定した。その結果、晴眼者、弱視者ともに、文字間隔が広くなると読速度が低下することを報告している。川嶋らの研究⁽¹³⁾では、CPSと文字間隔について、視対象が空間的に互いに接近していると文字を認知する成績が低下する字詰まり効果を指摘している。同研究では、字詰まり効果が読速度に影響するのはCPSとそれよりも小さい文字サイズの時であることが明らかになっている。
 - (5) 行間隔：菊地らは、読みやすさに及ぼす行間隔の効果の研究を行った。これによると、行間隔が狭すぎると、隣接する行の影響を受けて読みやすさが低下すると考えられ、その意味では隣接する行が存在しない一行提示の方が読みやすくなるとしている。しかし、弱視者の場合は、文字サイズの大小に関わらず、多行提示と一行提示とで正読字数が等しくなるような行間隔の条件が存在する。これを境に、行間隔が広くなると多行提示の方が、正読字数が増加するという傾向が見られた。さらに、行間隔にも臨界の行間隔が存在している⁽¹⁴⁾。
- ### 2. 2 読書を支援する補償機器の現状
- 前項のように、弱視者の読書に影響を及ぼす要因は多岐に及んでいる。これらの要因を改善するために様々な補償機器が用いられている（表1）。
- (1) 光学的方法：この方法の主なもの、レンズによる拡大と、照明やブラインドなどによる光の調節である。レンズによる拡大は手軽に行うことができ、多種の読み物に対応できる。しかし、読書効率を左右する要因のうち自由に設定できるのは文字サイズのみである。

表1 補償方法の特徴

設定項目	補償方法			
	レンズ	コピー	電子的方法	
			CCTV	PC
文字サイズ	○	○	○	○
フォント	×	×	×	○
配色	×	△	○	○
文字間隔	×	×	×	○
行間隔	×	×	×	○
1行文字数	×	×	×	○
1ページ行数	×	×	×	○

△ネガポジ反転できる機種もある。

(2) 非光学的方法：この方法の主なもの、コピーによる拡大である。この方法も対応する読み物が多いのが利点である。しかし、自由に設定できるのは文字サイズのみであり^(注1)、拡大すると用紙が大きくなり扱いにくく、拡大率にも限界がある。

(3) 電子的方法：この方法の主なものは、CCTVやパーソナルコンピュータ（以下PC）である。CCTVは多くの読み物に対応でき、文字サイズ、配色を調整できる。PCを用いた方法は読書を規定する要因のほぼ全項目を調整することができる。さらに、中野ら⁽⁴⁾は、弱視児にPCによる補償方法を利用して、読書時間の延長などの成果を報告している。また、同報告の中で今後教材の電子化を進めるにあたっては、SGMLなどの規格を利用することを挙げている。

弱視者の読書効率を規定する要因の多くを調節することのできる補償方法はPCを利用した方法であることが表1からも分かった。しかし、印刷物をPCで利用するのは容易ではない。一方、新たに作成するプリント教材の場合、その多くはワードプロセッサで作成されている。すなわち、すでに多数の電子化された教材が存在し、今後はそれらの電子化された読み物や教材をうまく再利用する方法を検討することは有効であると考えられる。

(注1) ネガポジ反転できるコピー機もある。

3. HTMLビューアの提案

2節では、PCを利用することで弱視者にとって望ましい教材を作り出せる可能性があることを議論した。本節では、HTML教材のレイアウトを弱視者が読みやすいように、簡単でかつ自由に設定できるHTMLビューアについて検討する。HTMLビューア開発は既存の補償方法では難しいとされていた多種類のレイアウト項目の調節、ネットワーク利用、弱視者が扱いやすいインターフェースを備えたツールを目標に行った。

3.1 HTMLビューアへの要求

HTMLビューアはHTML教材のレイアウトを簡単かつ自由に設定できるツールである。したがって、HTMLビューアは以下の要求を満たすものでなければならない。

- (1) 設定可能なレイアウト：読書に関する先行研究より、文字サイズ、配色、文字間隔、行間隔、1行文字数、フォントについて、自由に設定できるようにする。
- (2) キーボード操作が中心：弱視者は視覚に様々な障害を持っているため、マウス操作が苦手な者が多くいる。したがって、キーボード操作を多く取り入れる。
- (3) 導入が簡単：ソフトのインストールなどを行わなくても利用できるようにする。
- (4) スタンドアロンでも使用可能：利用者全員がHTML教材をインターネットで見られるわけではないので、CD-ROMなどで利用できるようにする。
- (5) CSSによる調整：多くのHTML文書で利用できるように、レイアウトの調整にはCSSを活用する。

3.2 HTMLビューアの構成

開発に使用した言語はJavascriptである。同言語はスタンドアロンでも利用でき、キーボード操作を実現し、インストールの作業を行わなくても利用できるなどのメリットがある。開発環境は、OSとしてWindows98、ブラウザとしてInternet Explorer5.0を利用した。

ビューアの構造を図1に示す。本システムは表示部と設定部に分かれている。設定部は、表2に示すように、8つの設定ページから構成される。1ページで、1

つのレイアウトに関するパラメータが変更できるようになっている。各設定ページではレイアウト情報を数値化し、8桁のレイアウトデータのそれぞれのページが担当している部分を書き換えてcookieに保存する。8桁のうちそれぞれの設定内容を記録する桁数とを表2にXで示す。このレイアウトデータは、図1では66421822となっている。図2では、そのレイアウトデータの表示結果を示す。

表示部は、1つのJavascript ファイルを各HTMLファイルが参照することにより、各HTMLファイル内でプログラムが動作しレイアウトを再現するようになっている。設定部でcookieに保存された8桁のレイアウトデータから、各数値に対応するCSSファイルを呼び出し、レイアウトを再現する。例えば、文字サイズの設

定に必要な数だけCSSファイルをあらかじめ用意する。ビューアはcookieに保存されているレイアウトデータを参照して、該当するCSSファイルを呼び出し、組み合わせてレイアウトを再現する。

cookieにレイアウト情報が格納されるため、個人情報クライアントマシンで管理できる。すなわち、同じ端末で同じログイン名でログインすれば、同じレイアウトでHTML教材を読むことができる。また、cookieのファイルはログイン名を変えることで別に作成される。1台のPCを数人で使用することの多い学校に適した方法である。

利用者は、本HTMLビューアを組み込んだWEBページを参照すればビューアを意識する必要はない。ビューアが稼働しているページで、スペースキーを押す

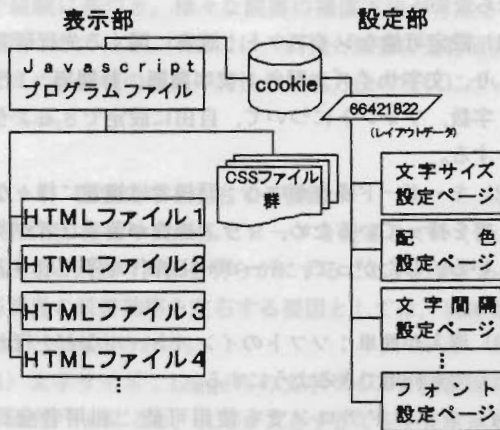


図1 HTMLビューアの構造

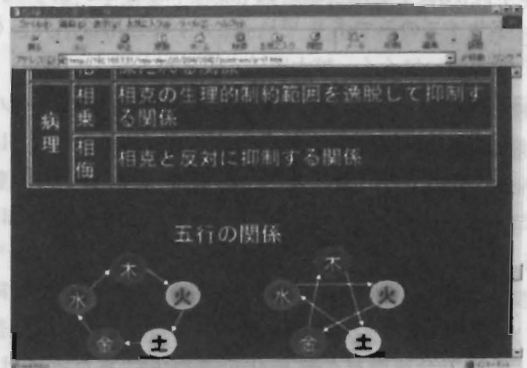


図2 レイアウトデータ66421822による表示例

表2 設定ページの構成とレイアウトデータ66421822の場合のCSSファイルの記述例

ページ数	設定内容	CSS ファイル名	CSS ファイル内容
1	文字サイズ	60000000.css	body,input{31pt}
2	全体の配色	06000000.css	body,A,hr{background-color:black;color:white}
3	行間隔	00400000.css	body{line-height:180%}
4	文字間隔*	00020000.css	body{letter-spacing:0.2em}
5	1行の長さ	00001000.css	body{margin:0% 3%}
6	アンカー文字色	00000800.css	A{color:yellow} A:hover{color:white;background-color:black}
7	図の配色*	00000020.css	img{filter:invert()}
8	フォント	00000002.css	body{font-family:MS ゴシック,Osaka}

*は、Netscape Navigator 未対応

と、設定部の1ページ目(文字サイズ設定ページ)へ移動する。設定ページのユーザインターフェイスを図3に示す。

4. HTML教材の評価

3節で作成したHTMLビューアによりレイアウトを調節したHTML教材の評価を行うため、弱視者を被験者として実験を行った。実験の目的は、印刷物の読み物とHTML化した読み物を用いて、弱視者の読速度と、次の読み上げ課題を示してから次の刺激を読み始めるまでの検索時間を比較し、それぞれのメディアの特性を明らかにすることである。印刷物とHTMLの条件で刺激を作成し、読速度と検索時間を計測した。本節では、この実験を説明し、結果について考察を行う。

4.1 実験方法

実験における被験者、期間、刺激、条件、手順及び結果の処理は以下の通りである。

被験者：愛媛県立松山盲学校高等部専攻科1、2年生の弱視者12名、平均年齢 28 ± 11 歳

期間：1999年10月

刺激：全30ページの本文(1課題1ページ)と目次が

らなる読み物を作成した。内容は、小学校1～3年生の国語の教科書から、ストーリー性の低い内容を用意した。各ページは100字程度とした。

条件：文字サイズは最近の弱視の読書の研究ではよく用いられるCPSとした。文字間隔、行間隔はそれぞれ文字サイズの150%とした(図4)。輝度及びコントラスト条件は、印刷物は、文字が 6.46cd/m^2 、背景が 79.27cd/m^2 、コントラストが84.9%、HTML条件で使用したCRT(Cathode Ray Tube)は、文字が 20.25cd/m^2 、背景が 99.37cd/m^2 、コントラストが66.1%であった。金城らの報告⁽¹⁵⁾から判断すると、

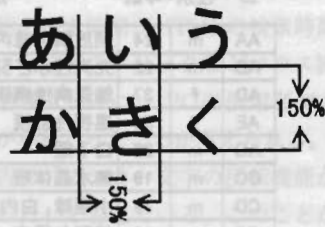


図4 文字と行の間隔

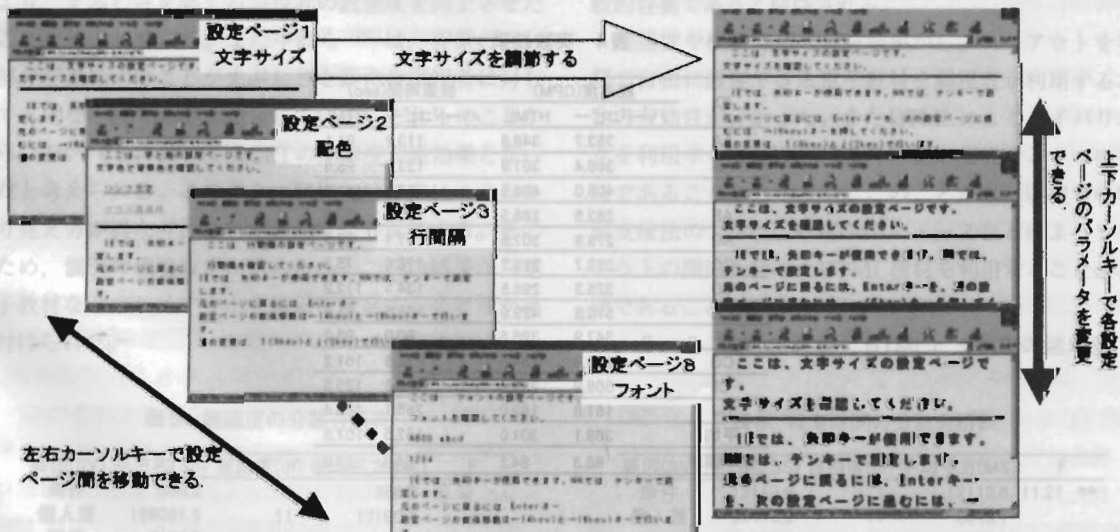


図3 設定ページのユーザインターフェイス

弱視者において十分なコントラストが保たれている。HTML条件のアンカー文字^(注2)はマウスポインタが重なると反転して知らせるように設定した。

手順：教示の後、1クールの練習を行った。その後、HTMLと印刷物の各条件で読速度と検索時間を測定した。課題とメディアの組み合わせ、実験を行うメディアの順序は練習効果を相殺するために無作為に割り当てた。

1クールは9ページからなる。被験者が1ページを読み終わると、最終行に次の課題が示してある

(HTML教材では課題の次の行に目次へ行くハイパリンクが設定してある)。目次から次の課題を検索し、そのページ番号を手がかりに、次の課題のページを探す (HTML教材では目次のタイトルから本文へハイパリンクが設定してある)。全実験時間は約30分であった。

結果の処理：1ページの読時間は、1分あたりの正読字数に換算し、9ページ分を平均して読速度 (CPM; character/minute) とした。検索時間は次の課題を読み始めるまでの時間とし、9回分を加算して検索時

表3 被験者のプロフィール

(CPSの単位はlogMAR)

ID	性別	年齢	眼疾	視力		損失率(%)		CPS	PC使用
				遠見	近見	右	左		
AA	m	24	開放隅角緑内障、視神経萎縮	0.04(0.2)	0.7	0	0	1	未使用
AB	m	22	先天性ぶどう膜炎欠損	0.02	0.15	20	10	1.1	10年
AD	f	37	糖尿病性網膜症、白内障	0.1(0.2)	0.03	90	0	1	未使用
AE	f	50	遠視性乱視	0.2	0.1	80	40	0.9	未使用
AG	m	22	白子眼	0.15	0.25	40	60	0.7	10年
CC	m	19	無水晶体眼	(0.15)	(0.15)	43	45	0.9	5年
CD	m	19	小眼球、白内障	0.3	0.15	21	10	1.1	1年
CE	m	19	虹彩欠損症	0.1	0.15	0	0	1.1	未使用
CF	m	26	網膜色素変性症	0.2(0.2)	0.25	70	85	0.5	1年
CG	m	32	黄斑部変性症	0.04(0.1)	0.2	0	5	1.1	2年
CI	m	44	黄斑部変性症	0.06(0.15)	(0.2)	0	0	1.1	20年
CJ	m	21	網膜色素変性症	0.06	0.06	83	88	1.18	7年

表4 実験結果

ID	読速度(CPM)		検索時間(sec)	
	ハードコピー	HTML	ハードコピー	HTML
AA	353.7	346.8	113.2	91.1
AB	366.4	307.9	123.5	95.6
AD	406.0	406.5	98.6	129.6
AE	263.5	288.5	150.3	93.8
AG	279.8	307.8	147.1	74.9
CC	223.7	219.7	178.6	75.5
CD	325.3	295.5	134.5	112.2
CE	510.8	429.9	136.5	81.9
CF	347.9	396.5	90.0	96.2
CG	159.9	154.0	272.8	151.2
CI	309.9	290.4	129.6	125.5
CJ	161.8	169.0	255.1	163.4
平均	309.1	301.0	152.5	107.6
標準偏差	96.3	84.2	54.8	27.9

(注2) 本稿では、Aタグで囲まれた文字をアンカー文字とする。

間とした。

4. 2 実験結果と考察

被験者のプロフィールを表3に、実験結果を表4に示す。以下に、読速度と検索時間に分けて結果と考察を述べる。

4. 2. 1 読速度の結果と考察

読速度について分散分析の結果、表5に示したように、メディア条件の効果は有意ではなく、HTML条件と印刷物条件では読速度に統計上の差は認められなかった。それぞれのメディア条件でCPSを補償した文字サイズを用いたことから、メディア間に統計的な差が生じなかったと考えられる。このことは、CPSを補償するなど、条件さえ整えばメディアの違いが弱視者の読速度を低下させることはなく、HTMLなどの電子メディアも十分に活用できることを示唆している。

被験者ABやCEのように約60から80CPM、印刷物の読速度が速いケースや、被験者CFのように約50CPM、HTMLの方が速いケースが認められる。それ以外は、30CPM以内の差であることが分かる。被験者ABの眼疾は先天性ぶどう膜欠損、CEは虹彩欠損症であり光によるまぶしさを感じやすい疾患である。HTML条件で使用したディスプレイの輝度が印刷物よりも高いことが影響した可能性がある。Leggeら⁽⁷⁾は、白黒を反転して明るい部分の面積を減少させることにより、まぶしさを訴える弱視者の読速度を向上させたことを報告している。また中野ら⁽¹⁰⁾は、背景の白い部分を遮光することがまぶしさを訴える弱視者に対して有効な手段であると報告している。これらのことから、ABやCEにおいてはCRTの高輝度が逆効果となったと考えられる。このように弱視者は眼疾によりかなり見え方が異なり、それが読速度にも反映する。そのため、個別の環境設定が求められる。この結果から電子教材などでレイアウトを適正に設定する必要性が裏付けられた。

4. 2. 2 検索時間の結果と考察

検索時間について分散分析の結果を、表6に示す。メディア条件の効果は有意であり ($F(1,11) = 11.21, p < .01$)、HTML条件は印刷物条件よりも検索時間が有意に短いことが分かった。ページ番号の確認やページの移動などは弱視者にとって不利な作業である。弱視者のページ検索などの作業効率を上げるには、HTMLの利点であるハイパリンクなどのように情報を空間的に関連づけることが有効であることを裏付けている。さらに内省報告では、「アンカー文字の反転機能が良かった」と答えた被験者が7名(75%)いた。このことからHTML教材のアンカー文字をCSSにより操作して表示したこともHTML条件の成績を向上させた一要因となったことが考えられる。

個別に検討してみると、被験者ADとCFは全被験者の中で印刷物の検索時間がHTMLの検索時間より短かった。アンカー文字のクリックなどマウス操作が必要である検索作業において、PC未使用者であるADはHTML条件が不利だったことが考えられる。CFは実験後の内省報告で「アンカー文字の反転機能がチラチラして見辛かった」と答えている。このことから、表示環境を個別に設定できる電子教材の必要性は支持される。また、被験者AA、AE、CEもPC未使用者であるが、印刷物よりもHTML条件の検索時間が短かった。このことから、初心者にとってHTML教材の導入は比較的容易であると期待される。

読速度や検索時間の実験結果から、レイアウトを手軽で自由に設定できる電子教材を弱視者が利用することの有効性が分かった。またHTMLによりハイパリンクを利用することが弱視者の学習を支援する1つの方法であることも分かった。このことから、弱視者の学習支援法の1つとしてHTMLビューアなどによりレイアウトの調節を行ったHTML教材を利用することが有効であることが示唆された。

4. 2. 3 HTML教材とHTMLビューアの活用例

表5 読速度の分散分析表

要因(SV)	平方和(SS)	自由度(df)	平均平方(MS)	F
条件	386.2	1	386.2	0.59 n.s.
個人差	189091.5	11	17190.1	
残差	7190.0	11	653.6	
全体	196667.7	23		

表6 検索時間の分散分析表

要因(SV)	平方和(SS)	自由度(df)	平均平方(MS)	F
条件	12113.6	1	12113.6	11.21 **
個人差	33473.9	11	3043.1	
残差	11889.4	11	1080.9	
全体	57476.9	23		

表7 試用の結果

良かった点	白黒反転して非常に読みやすい。CCTVでも白黒反転はできるが、HTMLの方は文字が画面幅内で折り返してくれるので、縦のスクロールのみで良く、使いやすい。またハイパリンクで索引からすぐに該当の経穴を表示してくれるので、ページ数を確かめたりすることもなく非常に使いやすい。
	いつもノートPCに入れて辞書代わりにしている。画数の多い文字はその場で〔スペースキーを押して〕環境設定画面へ移動して文字サイズを大きくできるのでとても便利である。早く他の科目、教科以外の情報も作って欲しい。
	マウスが十分に見えなくても、〔アンカー文字が〕反転して知らせてくれるので、使いやすい
	ダブルクリックで元のページに戻るが良い
悪かった点	表示までに時間がかかることがある

[]内は著者の付記である。

実験では、HTML教材とHTMLビューアなどによるレイアウト調節の有効性が支持された。このことから実際の教育現場で利用できるHTML教材を作成した。

作成したのは、^{経穴}の教材である。経穴は盲学校のはり師・きゅう師養成課程の科目の1つである。HTML教材にはHTMLビューアを使っているため、様々なレイアウトの設定が可能である。本教材の試用者の主な感想を表7に示す。これらの感想を見る限り、概ね良好な結果が得られたと判断できる。

5. まとめと課題

本研究では、弱視者の読書効率向上のためのPC利用の有効性を明らかにした。さらに、HTML文書のレイアウトを自由に設定できるHTMLビューアを提案した。本研究で開発したHTMLビューアは、弱視者の読書の効率を規定する要因を自由に設定可能なものである。さらにHTML教材の評価実験を行い、以下のことが分かった。

- (1) 読速度については、CPSを補償するなどの条件を整えば、使い慣れた印刷物と同程度の速度を保てる。
- (2) 検索時間については、印刷物よりもHTMLの条件の方が有意に短い。その要因として、ハイパリンクと、アンカー文字の反転が挙げられる。
- (3) PC未使用者4名中、3名は印刷物よりもHTMLの検索時間が短く、HTML教材導入の容易さが示唆された。
- (4) 弱視者の見え方は一人ひとり異なることから、被験者の中には、全体の傾向とは異なった傾向を示す

者がいた。今回提案したHTMLビューアのように、レイアウトを個別に設定できるツールは重要である。さらに、経穴のHTML教材を試用の結果、表示速度に多少の問題はあるものの、概ね良好な感想を得ることができた。

実験や試用の結果、HTMLビューアなどのツールを用いてHTML教材を表示することの有効性が明らかになった。しかし、HTML教材の導入には次のような課題も挙げられる。

- (1) ブラウザ依存性の問題：HTMLビューアはJavascriptによりCSSを切り替えて表示する。しかし、JavascriptもCSSもブラウザによって実行結果や表示結果に差異がある。同じブラウザでもバージョンや対応OSによっても差異が見られる。
- (2) HTML教材制作者の問題：ワードプロセッサを用いて教材を作成する教師は多い。しかし、HTMLに精通する者は少ない。ソフトウェアでHTMLへ変換した教材は、表示を優先してマークアップするためにCSSをあてがう本ビューアには不向きである。岡崎も指摘しているように⁽¹⁷⁾、HTMLを作成できる教員の育成が待たれる。
- (3) 著作権の問題：HTML教材はインターネットによる配信を前提にしているため、著作権の問題がある。教師が個人で作成する教材ももちろんであるが、HTMLにより教科書が配信されることも望まれる。
- (4) VDT障害の問題：PCなどによる電子化教材を利用する場合はVDT作業による障害を考慮しなければならない。VDT作業の問題としてドライアイ、電磁波、不定愁訴などが挙げられる⁽¹⁸⁾。これらの問題に

ついて利用者への説明や、指導者によるリスク管理が必要である。

(5) HTML教材化に係るコスト：教材をHTML化するためには、制作者の育成やサーバの設置などのコストが予想される。しかし、インターネットにより配信されることを前提にしたHTML教材は、類似した教材の点在化を防ぐことが期待できる。さらに、紙による配信に係るコストも抑えられる。HTML教材はコストの増加のみならず、コスト削減の効果も期待できる。

本HTMLビューアは既存の印刷物文書ではなく、電子化された文書に焦点を当てた弱視用の読書補償方法と位置づけられる。既存の補償方法は、既に出版されている書籍やバスの時刻表など、電子化できていないあるいは電子化には向かないものを読むのに適している。また、HTMLビューアは既に電子化された文書やこれから電子化しようとしている文書を対象としている。このようにそれぞれの補償方法は目的とするところが違うため、どちらが優れているとは言えない。しかし、読速度や検索時間から印刷物と同等、あるいはそれ以上の結果が得られたことは、今後電子化教材を導入していく上で明るい材料になったと思われる。

今後、電子化文書が増えてくることは確実である。また、高齢化社会に伴い後天的に弱視になる者も増えてくる。そのような状況を踏まえて考えると、文書の電子化を進める際には、本HTMLビューアのような工夫は欠かせないと思われる。本研究がそれらのアクセシビリティ向上の一助になれば幸いである。

(2000年4月3日受付)

参 考 文 献

- (1) 大川原潔ら：“視力の弱い子どもの理解と支援”，教育出版株式会社，東京（1999）
- (2) 中野泰志，小田浩一，中野喜美子：“弱視児の見えにくさを考慮した読書環境の整備について”，特別研究報告書 心身障害児の感覚・運動機能の改善及び向上に関する研究，pp.45-55（1993）
- (3) 葉石光一：“弱視児の読みに対する教育的配慮—心理学的研究からの示唆—”，弱視教育，第33巻，第1号，pp.15-21（1995）
- (4) 中野泰志，関みどり，菊地智明，高橋恵子，本田達也：“PCを用いた弱視用リーディングエイドの試作（2）—学習教材の
- (5) 電子化を考慮した改良—”，第3回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集，pp.120-123（1994）
- (6) 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，第20巻，pp.12-21（1998）
- (7) G. E. Legge, G. S. Rubin, D. G. Pelli, M. M. Schleske：“Psychophysics of reading-II Low vision”，Vision Research, Vol.25, No.2, pp.253-266（1985）
- (8) 中野喜美子，中野泰志：“読書効率に及ぼす文字サイズの効果 人工的視力低下状態での最適文字サイズの検討”，日本特殊教育学会 第30回大会発表論文集，pp.14-15（1992）
- (9) 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，pp.157-160（1998）
- (10) 小田浩一，江坂百合子，中野泰志：“フォントの見やすさ—視力低下がある場合，標準的な3つの書体はどれが一番読みやすいか？—”，第2回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集，pp.50-53（1993）
- (11) 窪田悟，大倉元宏：“VDTの文字表示極性と適正コントラストに関する実験的研究”，第1回ヒューマン・インターフェイス・シンポジウム論文集，pp.229-234（1985）
- (12) 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，第91巻，第315号，pp.15-22（1991）
- (13) 川嶋英嗣，小田浩一，藤田京子，中村仁美，香川邦生：“中心視野欠損のあるロービジョンの読書困難とこみあい現象”，総合リハビリテーション，第27巻，第10号，pp.957-962（1999）
- (14) 菊地智明，中野泰志：“弱視者の読みに及ぼす文字サイズと行間隔の効果”，日本特殊教育学会第30

回大会発表論文集, pp.44-45 (1992)

(15) 金城悟・中田英雄・佐藤泰正：“CRT Displayのコントラストが視覚的探索に及ぼす影響”，第2回ロービジョン研究大会論文集, pp.21-26 (1989)

(16) 中野泰志, 小田浩一, 中野喜美子：“弱視児の見えにくさを考慮した読書環境の整備について”，心身障害児の感覚・運動機能の改善及び向上に関する研究, pp.45-55 (1993)

(17) 岡崎泰久：“HTMLドキュメント作成技術とその教育利用”，教育システム情報学会誌, 第16巻, 第2号, pp.111-125 (1999)

(18) 神田景子：“からだにやさしいPCの使い方”，オーム社 (1997)

(注) logMARは、国際的に使用されはじめた視力の単位。最小分離域の視角 (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⁽⁹⁾。

著者略歴

氏間 和仁

平成6年3月、筑波大学理療科教員養成施設卒業。平成6年4月愛媛県立松山盲学校教諭、12年3月、国立特殊教育総合研究所長期研修修了。



村田 健史

昭和57年3月、大阪府立四条畷高等学校卒業。昭和59年4月京都大学工学部機械系学科入学。昭和63年4月、京都大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻入学、平成2年3月同研究科同課程同専攻修了、4月同研究科同課程電子工学専攻入学。平成4年3月、同研究科同課程同専攻修了、4月同研究科博士後期課程同専攻入学。平成7年3月同研究科同課程同専攻指導認定退学。5月京都大学より博士 (工学) の学位を受く。平成7年4月、愛



媛大学工学部助手 (情報工学科), 平成8年10月愛媛大学工学部講師 (情報工学科), 現在に至る。