

福岡教育大学

障害児治療教育センター年報 第20号 抜刷

平成19年 3 月

重度視覚障害者の利用を想定した教材コンテンツを実装したe-Learningシステム

An “e-Learning” system containing educational materials
specifically designed for people
with severe visual impairment (blind)

氏間 和 仁

Kazuhito UJIMA

重度視覚障害者の利用を想定した教材コンテンツを実装した e-Learning システム※

氏 間 和 仁※※

e-Learningは大学、企業で取り入れられてきているが、画面を目で見ることができない重度視覚障害者の利用に関する研究は十分でない。本研究は彼らが安心して利用できるシステムの提案と運用、評価を行った。評価では原文条件、全ての文章をカタカナ化した条件、用語の漢字にルビを振り、システム上で漢字の代わりにルビを表示する条件の3条件の音声変換精度を確かめた。その結果、漢字条件の変換精度は、全てをカタカナにした条件とルビをカタカナにした条件よりも有意に低いことが分かった。さらに、カタカナを音声化する場合抑揚が減少すること、コンテンツを作成する場合手間がかかることなどからルビ情報を用いて表示するシステムが最もすぐれていることが示唆された。

キー・ワード：e-ラーニング、視覚障害教育、音声化

1. まえがき

IT (情報通信技術) の教育への浸透は目覚ましい。日本では1988年に慶應義塾大学SOI (School of Internet) がインターネットを介した授業配信を始めた¹⁾。早稲田大学²⁾や信州大学³⁾においてもインターネットを介したe-Learningが進められるなど、特に高等教育、企業教育において広がりをを見せてきた。文部科学省⁴⁾は障害のある児童生徒に対して、「情報活用能力を育成するとともに、障害を補完し、学習を支援する補助手段として、コンピュータ等の情報機器や情報通信ネットワークなどの活用を進めることが重要。」と指摘している。

視覚に障害を有し、視覚で情報をとらえることが困難な重度視覚障害者にとって、コンピュータ上で繰り返し広げられるe-Learningで学習することは、教科書や参考書などの紙媒体で学習するよりも教材へのアクセス性の向上を見込むことができる。視覚障害学生がブラウザソフトで電子化教材にアクセスして学習を展開している事例も、報告されている⁵⁾。重度視覚障害者に配慮したe-Learningシステム、あるいは重度視覚障害者

に配慮した教材コンテンツについての研究や実践例は、数式やグラフなどの音声化手法に関するもの⁶⁾や、教材の主要な部分を占めるテキストデータの読み上げ精度を向上させるものが行われている⁷⁾。しかし、教育で利用できる精度に至っていないのが現状である。このことは重度視覚障害者がITを学習支援の方法として活用する際に、その道を狭めたり、閉ざしたりすることであり、視覚障害者の学習の機会を危うくしかねない。

そこで、本研究では重度視覚障害者がe-Learningを活用するための基礎的手法に着目する。e-Learningを音声化ソフトで利用するのに適したコンテンツの在り方を明らかにし、それを実装したe-Learningシステムを構築し、評価を行う。

2. 音声化ソフトの限界と教材用コンテンツの改良の必要性

2.1 表音文字データ化の現状

e-Learningは「インターネットというデジタル土俵の中で行う情報・知識・知恵の相互伝達や蓄積であり、創造の場である。」といわれている⁸⁾。つまり、e-Learningで学ぶ際の主なユーザインタフェースはブラウザソフトといえる。そこで、現在の重度視覚障害者のブラウジングの現状を整理する。

※ An “e-Learning” system containing educational materials specifically designed for people with severe visual impairment (blind)

※※ 福岡教育大学附属障害児治療教育センター研究部員 (第5部門)

重度視覚障害者は、インターネットに流れるデジタル情報を聴覚や触覚などの、視覚以外の感覚モダリティで受ける。ブラウザの出力はオリジナルコンテンツを音声化（聴覚刺激化）または点字化（触覚刺激化）する必要がある。この過程で、日本語コンテンツに対してコンピュータが行う処理は、表意文字である漢字を、表音文字である仮名に変換する作業といえる。以下、この変換過程を「表音文字データ化」とする。Fig. 1 にそのモデルを示す。

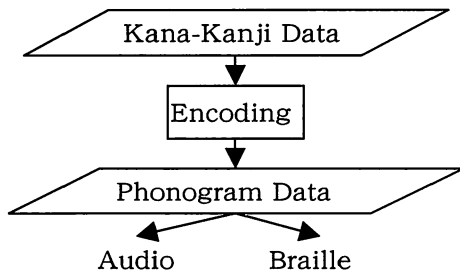


Fig. 1 表音文字データ化モデル

ブラウジングする際はクライアント側の音声化ソフトが漢字仮名交じり文を表音文字データ化し、音声や点字で出力する。またブラウジングの際はwebページの内容をサーバ側で視覚障害者が利用しやすい形に再構成して提供する、トランスコーディング^{9) 10)}することもある。

2.2 システム強化の限界

前節で示した技術は多くの重度視覚障害者のブラウジングに貢献している。しかし、e-Learningのように学習で利用する場合、表音文字データ化の変換率の高さが重要になる。表音文字データ化の変換精度は点訳の研究を参考にできる。表音文字データ化ソフトの1つである点訳ソフトの研究では、名詞の処理に課題が残ることを指摘しているものがある¹¹⁾。この課題は表音文字データ化を装備する同種のソフトが抱える共通の課題であろう。インターネットなどで配信されるニュースなど、日常生活の中で情報を得ることが目的であれば多少の表音文字データ化の変換間違いはユーザ側である程度許容できるが、教育で用いることが前提のe-Learningの場合、この課題を解決する必要がある。

しかし、表音文字データ化の精度の向上を目指す場合、変換ソフトのアルゴリズムや辞書の強化のみでは限界がある。その理由として、同じ表記の漢字であっても、用いられる場に応じて音が変わる語があることを挙げることができる。例えば「国境」は「こっきょう、くにざかい」があり、「神戸」は「こうべ、ごうど、かんべ」があり、幸子は「さちこ、ゆきこ」があり、「風邪」は「かぜ、ふうじゃ」があり、「競売」は「きょうばい、けいばい」があるなどである。その語が用いられる分野や時代などによって判断を迫られる。語に対して様々なメタデータを伴わせたとしても個人の氏名までを対象にした場合、完全に正確な表音文字データ化は困難であると考えられる。

これらの課題を克服する方法としてコンテンツ側の努力を挙げることができる。インターネットで教材を配信する際、コンテンツを工夫することで点訳間違いを減らす取組が行われている¹²⁾。同研究ではコンテンツ側の工夫として、音韻情報である「カタカナ」のデータを同時に提供することの有効性を挙げている。

本研究はカタカナデータの教材コンテンツを内包したe-Learningシステムの開発と、変換率による評価を行う。本研究で取り上げるカタカナデータは漢字仮名交じりの教材コンテンツの全てをカタカナにしたフルカタカナコンテンツと、漢字の部分のみをカタカナにしたルビカタカナコンテンツを対象にする。

3. カタカナデータを同時に提供するe-Learningシステムの開発と評価

本章では、先行研究¹²⁾を参考にフルカタカナコンテンツを備えたシステムを開発し、評価した。

3.1 フルカタカナコンテンツを備えたシステムの概要

フルカタカナコンテンツを備えたe-Learningシステムを構築した。サーバのシステム構成は次のとおりであった。

OS：Windows2000

HTTPサーバ：Apache 2.0

データベース：MySQL 3.23.57

プログラム言語：php 5.0.2

教材コンテンツはデータベースで管理された。

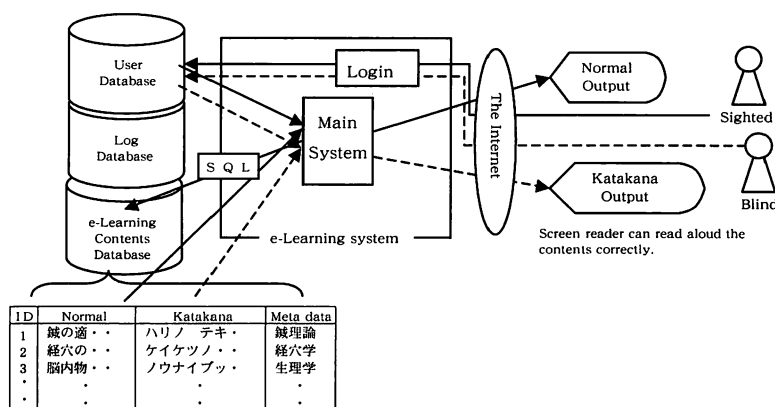


Fig. 2 フルカタカナコンテンツを備えたシステムの概要

教材コンテンツ用データベースには仮名漢字データ用のコラムと、等価カタカナテキストデータ用のコラムを用意した。ユーザがシステムにログインした際に晴眼ユーザであれば漢字仮名交じりデータコラムのデータを表示し、重度視覚障害ユーザであればカタカナデータコラムのデータを表示するようにした。Fig. 2に教材を提示する流れを示した。実線が晴眼ユーザ、破線が重度視覚障害ユーザの処理過程である。

教材は専門用語が多く含まれ、多くの視覚障害者が学んでいる鍼灸学の分野を取り上げた。Fig. 3は同システムによる表示例である。システムはユーザアカウント情報を参照し、晴眼ユーザであれば左側の漢字仮名交じりの画面を表示し、重度視覚障害ユーザであれば右側の画面を表示する。その際、音声化ソフトを利用することでコンテン

ツを音声出力で利用することができる。

3.2 ルビ付きコンテンツを備えたシステムの概要

ルビ付きコンテンツを備えたe-Learningシステムを構築した。サーバのシステム構成は次のとおりであった。

OS : Windows2000

HTTPサーバ : Apache 2.0

データベース : MySQL 3.23.57

プログラム言語 : php 5.0.2

教材コンテンツはデータベースで管理された。教材コンテンツ用データベースにはルビ付き仮名漢字データ用のコラムが用意された。ユーザがシステムにログインした際に晴眼ユーザであれば漢字仮名交じりデータを表示し、重度視覚障害ユー

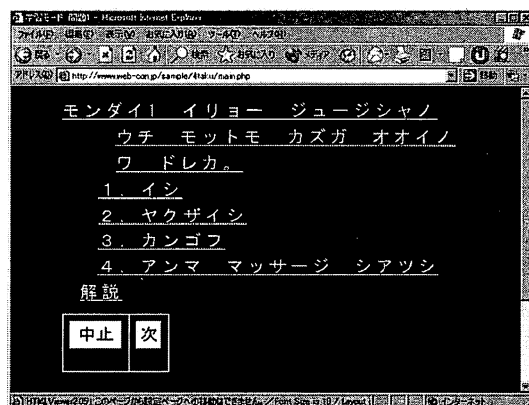
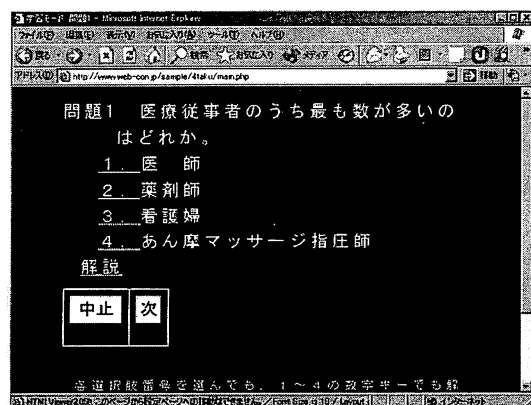


Fig. 3 フルカタカナコンテンツを備えたシステムの表示例

<p>結核は、<ruby>経気道<rt>ケイキドー</rt></ruby>感染により・・・

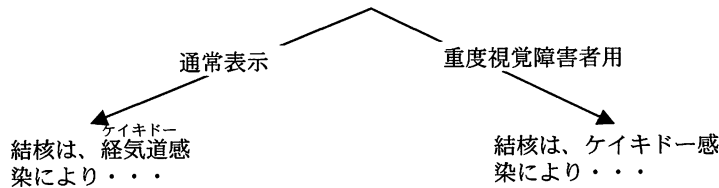


Fig. 4 ルビ付きコンテンツを備えたシステムの処理の概要

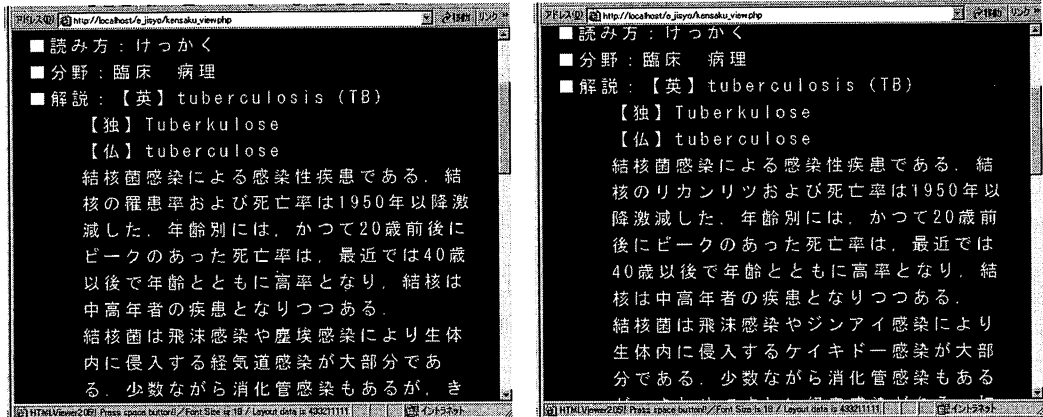


Fig. 5 ルビ付きコンテンツを備えたシステムの表示例

ずであれば漢字仮名交じりデータのうち、ルビ付き漢字の部分でルビに変換したテキストを表示するようにした。Fig. 4に重度視覚障害ユーザがログインした際に、システムが教材を表示する様子を示した。

教材は専門用語が多く含まれ、多くの視覚障害者が学んでいる鍼灸学の分野を取り上げた。Fig. 5は同システムによる表示例である。システムはユーザアカウント情報を参照し、晴眼ユーザであれば左側の漢字仮名交じりの画面を表示し、重度視覚障害ユーザであれば右側の画面のように、ルビが付けられた漢字をルビテキストに置き換えて表示する。その際、音声化ソフトを利用することでコンテンツを音声出力で利用することができる。

4. システムを利用した音声化の評価

4.1 評価の概要

フルカタカナコンテンツを備えたシステムとルビ付きコンテンツを備えたシステムで表示される内容を音声化ソフトが読み上げる精度を評価し

た。

環境：OSはWindows Xp、音声化ソフトは95reader ver.5であった。

条件：同システムで実装した鍼灸学の東洋医学分野の10か所から文書を抜き出した。各文章は100文字程度とした。条件は原文のままの漢字仮名交じり条件（原文条件）とカタカナテキストの条件（カナ条件）、ルビ付き漢字をルビテキストに置き換えた条件（ルビ条件）であった。

方法：3条件で10文章を音声化ソフトで発声させ、適切に発声した文字数をカウントした。結果の処理は、各文章で文字数が異なることから、各条件の総文字数で各条件の文章を正しく発声した文字数を除して各条件の値とした。

4.2 結果

Table 1に平均と標準偏差の値を示した。分散分析の結果、条件の効果は有意であった($F(2, 18)=17.22, p<.01$)。LSD法 (least significant difference procedure) を用いた多重比較によれば、各条件の平均の大小関係は「原文条件<カナ条件<ルビ条件」であった。

ナ条件＝ルビ条件」であった(MSe＝0.00, 5 %水準)。

Table 1 結果 (N＝10)

	原文	カナ	ルビ
MEAN	0.96	1.00	1.00
S.D.	0.03	0.00	0.00

4.3 考察

多重比較の結果からカナ条件、ルビ条件は原文条件よりも音声化ソフトがコンテンツを適切に読み上げていることが分かった。また、カナ条件とルビ条件は共に読み間違い無く読み上げていることが分かった。原文条件の場合、一部の同音異義語の表音文字データ化が適切に行われなかった結果、原文条件でカナ条件とルビ条件よりも読み間違いが増えたと考えられる。例えば、「五行は木・火・土・金・水である。」という文章は、カナ条件とルビ条件では「ゴギョーワ、モク・カ・ド・キン・スイデアル。」となるが、原文条件を音声化した場合には「ゴギョーワ、キ・ヒ・ツチ・カネ・ミズデアル。」となる。この例で、カナ条件とルビ条件は読み間違いなくソフトが音声化している。その理由としては、音声化ソフトがカタカナを外来語と判断し、文字と音素を1対1で表音文字データ化したためと考えられる。

カタカナ条件とルビ条件とは共に読み間違いがなく教材化には適したコンテンツの提供方法であるが、次の点でルビ条件がより教材に適していると考えられる。1つ目は抑揚である。文章の全てがカタカナデータの場合、音声化ソフト内にある単語の辞書が利用されず、その結果抑揚の情報も生かされない。しかし、ルビ条件はカタカナにする単語が限定されており、表音文字データ化されない部分は漢字仮名交じりのままである。よって音声化ソフトが発声する際に抑揚情報を利用することができ、より自然に発声することができる。教材として長時間聞くことを想定すると、抑揚は聞き手の疲労感を増さない点で重要な要因と考えられる。2つ目は作成者側の負担である。e-Learningで利用するコンテンツを全てカタカナデータで用意する作業と、読み間違いそうな語

句にルビを付ける作業の労力を比較すると、作業量は後者の方が少ない。ルビを付けたコンテンツを、今回開発したルビ付きコンテンツを備えたe-Learningシステムと同様の、ルビ付き漢字をルビテキストに置き換えて表示するルーチンを備えたシステムで利用すれば晴眼者と重度視覚障害者がe-Learningを共用することができるようになると思われる。

文 献

- (1) 村井純, School of Internetワーキンググループ米国および国内複数大学とのマルチキャスト実証実験実施, <http://www.wide.ad.jp/press/SOI/20020322-j.html>
- (2) 松岡一郎 (2000) 早稲田大学デジタル革命, アルク出版, 東京, pp.31-148.
- (3) 不破泰, 師玉康成, 和崎克己, 中村八束 (2002) 信州大学インターネット大学院計画について, 教育システム情報学会誌, Vol.19, No.2, pp.112-117.
- (4) 文部科学省 (2002) 障害のある児童生徒への支援, 文部科学白書, pp.341.
- (5) 氏間和仁 (2002) HTML教科書と電子黒板を利用した授業の実践例, 弱視教育, Vol.40, No.3, pp.1-6.
- (6) 宮尾秀俊, 國宗永佳, 不破泰 (2005) 視覚障害者用Web教材の試作と評価, 教育システム情報学会研究報告, Vol.20, No.2, pp.43-48.
- (7) 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達 (1998) GUIに対応した視覚障害者用スクリーンリーダーの設計, 電子情報通信学会論文誌(D2), Vol. J-81-D-2, No.1, pp.137-145.
- (8) 岡本敏雄 (2003) e-Learningによる新しい学習環境の創造を期待して, 教育システム情報学会, Vol.20, No.2, pp.57-60.
- (9) 前田潤治, 小林真 (2000) ユーザの視覚特性に対応したウェブページの変換, 電子情報通信学会技術研究報告(WIT00), Vol.05, pp.61-66.
- (10) 鳥原信一, 長尾確 (2000) インターネットとヒューマン・ネットワークとの統合による障害者・高齢者のバリアフリー, 電子情報通信学会技術研究報告(WIT00), “Vol.05,

pp.51-55.

- (11) 兵藤安昭 (1999) 横平貴志, 早川哲史, 池田尚志, 辞書データ主導型の自動点字翻訳システムIBUKI-TEN, 電子情報通信学会技術研究報告(WIT99), Vol.99, No.1, pp.131-136.
- (12) 氏間和仁 (2001) 視覚障害教育におけるWEBサーバの活用 点字用HTMLコンテンツの試作, 特殊教育学会第39回大会発表論文集, sept.