

視覚障害者の学習環境の整備と電子図書

筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター 障害者基礎教育研究部（視覚障害系）

村上佳久

要旨：視覚障害者の学習環境の中で、教科書の電子化は、特に学外で臨床実習を行う理学療法専攻の学生にとって重要である。ここでは、学外での利用を考慮して、教科書を電子化することによる学習環境の整備について議論し、電子図書の利用を検証する。

キーワード：学習環境, 電子教科書, iPad, PDF

1. はじめに

電子図書閲覧室（2009年8月閉鎖）は、視覚障害を有する学生のための電子図書館として開設された[1]。全盲や弱視と言った視覚障害者の高等教育への学習環境を改善するために様々な試みを続けてきたが、1991年の開設以来、行ってきた試みに電子図書の利用がある。

1995年頃の電子図書は、点字データを作成するために、教科書や参考書をフルテキスト化したものであった。したがって、学生もこのフルテキストデータを電子教科書として画面で閲覧して利用するよりも、全盲や強度弱視が、画面読み合成音声ソフトを利用して、テキスト内容を聞くと聞いたことが利用の中心であった。従来は、対面朗読によりボランティアなどで本を読んでもらうことが、視覚障害教育の常識であったが、フルテキスト化に伴い、「一人対面朗読」が実現して、電子図書の時代の幕開けとなった。

ここでは、視覚障害者の学習環境の中で特に電子図書の利用について最新の利用方法などについて検証する。

2. 教科書の電子化

教科書の電子化は、電子図書閲覧室に収録するためのデータを拡充するため、様々な方法で続けられたが、大学として、教材の電子化に対する理解が得られていたとは言えない状況があった。これは、電子化教材に対する無理解（電子化により教科書を読まなくなると言う謔言）や著作権の問題があるからである。

1998年頃の電子教科書としては、

- ①フルテキスト（教科書をスキャナで読み込み、フルテキスト化、画像データは破棄）
- ②点字データ（フルテキストを点訳）
- ③音声データ（ボランティアによる朗読や合成音声ソフトウェアによる Text to Speech）

を中心として、電子データの収録に努めた[2]。

その後、電子化教材に対する理解も進み、鍼灸学科や理学療法学科のような医療系の学生では、生理学や解剖学と言った基礎医学の学習は、必要不可欠であり、教科書の学習だけでなく、点字や音声データによる学習やフルテキストデータによる学習が不可欠なものとなっていた。特に理学療法学科の学生では、図表なども含むため、フルテキストデータ以外の『教科書そのものの電子データが必要不可欠である』という要望が多く出されるようになってきた。

そこで、2000年以降に行われた電子図書閲覧室の機器更新にあわせて、弱視者の電子図書の学習環境について、その機能の向上を目指した。具体的には、画面拡大ソフトウェアや Windows の文字拡大機能や画面配色設定など学生の学習環境に合わせたパソコン端末環境を整備した[3]。

3. 電子教科書の利用

電子図書利用環境の整備は進んだが、電子図書そのものの作成環境は、技術的に難しいものがあつたが、合成音声による電子録音図書を推進していく上で、大きな進歩があつた。それは、OCR技術の進歩である。画面読み合成音声ソフトを活用した合成音声による電子録音図書技術「Text to Speech」が、OCR技術の発展に伴った飛躍的な文字認識率の向上によって、読み上げが正確になり、フルテキストデータ化が容易となった。そこで、教科書や参考書類は、背表紙が切断され、ADF付き連続スキャナによって、フルテキストデータ化されると共に、Adobeの規格であるPDF化もされるようになってきた。

PDFファイルにテキストデータを埋め込むことが出来るようになったため、スキャナで読み込まれたデータをOCRでテキスト化する際に同時にPDFファイルにテキストデータを埋め

込み、結果として、PDF の閲覧と同時に画面読み合成音声ソフトで PDF データを読ませることが可能となってきた [4]。

しかし、残念なことに、医学系に多い外字について OCR ソフトでは対応できないことが多く、一部の文字が文字化けしたり、合成音声による読み上げが出来ないなどの技術的問題点も存在した。そのため、平行して外字についての研究も進める必要があった [5][6][7]。

PDF ファイルの技術が進み、学生に対する電子教科書として本格的に提供できるレベルとなったのは、平成 16 年くらいからである。この時期から学生の個々の眼の状況に合わせた教材作成を行うようになり、通常の色紙に黒色文字の通常の教科書と異なり、黒色用紙に白色文字で印刷した、白色文字印刷を開発した [8]。

しかし、見易いからと言って、教科書は高張るのが常である。特に臨床実習に教科書を持参する学生にとっては、教科書の多さは大変な問題である。検索性に優れた電子教科書を渴望する学生が非常に多かった。そこで、この白色文字印刷技術で開発した、新しい外字にも対応した PDF ファイルで、ノートパソコン等での利用を考慮して、マルチメディア教科書の作成に着手した。

4. マルチメディア教科書

このマルチメディア教科書は、画面読み合成音声ソフトウェアや画面拡大ソフトなどと連動して、学生が自分の眼の状況に合わせた環境下で利用されることを念頭に置いて開発された、新しい PDF ファイルである。

ノートパソコンでの利用を念頭に、一般文字版と黑白反転版の2種類を作成した。筑波技術大学の第1期生の理学療法専攻の学生が、3年次の評価実習から利用できるように、マルチメディア教科書を作成した。

4.1 作成方法

マルチメディア教科書の作成方法は、次のとおりである。

- ①教科書 10 冊を購入
- ②背表紙を切断し、スキャナで画像データ化処理
- ③ OCR 処理とテキスト及び、フォント組み込みを行う
- ④通常 PDF と黑白反転 PDF ファイルの2種類を作成

このようなデータであれば、ノートパソコンや Apple の iPad、さらには、Amazon の Kindle などの電子図書端末でも閲覧することが出来る。

その昔、Sony から日本語電子図書端末として「LIBRIe」や Panasonic から「Σ Book」が、2004 年頃に販売されたが、2007 年頃には市場から姿を消した。電子図書作成のためのオーサリングソフトが高価なことやライセンスの問題以外に、電子端末そのものが使いにくいと言った問題があった。実際に学生を使って実証実験を試みたが、機器の画

面の表示方法に問題があり、コントラストや画面文字の反応の遅さに学生の不満は集中した。また日本の電子図書の多くは、携帯電話によって配信されるようになった。

そのため、日本では、電子図書端末に慎重で、あくまでも iPad はパソコンの延長でユーザの支持を集めていることが、日本とアメリカとの違いである。Kindle も日本語バージョンが販売され、また PDF ファイルに対応しているため、電子図書端末としてかなり有望であると思われる。

電子図書端末に対応させるためにも、マルチメディア対応の PDF ファイル化は重要であり、教科書・参考書類の最新のデータをそろえる必要がある。

4.2 著作権問題

教科書 10 冊は、学生が利用している教科書に限定した。基礎医学や理学療法専門などの教科書である。また、学生個人が教科書を有している場合のみ、これらの電子ファイルを渡した。これは、著作権の問題から、教科書を有していない学生に対して電子ファイルを渡すことは、著作権法に抵触するからである。現在、理学療法専攻2期生の一部がこれらのデータを臨床実習に活用している。

本来は、出版社が視覚障害者に対応したマルチメディア教科書を電子ファイルで販売すれば問題はないのであるが、視覚障害者が利用しやすい読書環境を出版社に求めることは、あまりにも市場が狭く、出版社の経営が経済的に成り立たない。したがって、現実には今回行ったような、まず本を購入してから、電子ファイルを渡して利用させる方法が現実的な解決策だと思われる。

4.3 他のマルチメディア教科書

マルチメディア対応の PDF 以外に、マルチメディア DAISY が存在する。これは、SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) と呼ばれる記述言語によって、文字データと音声データを同期させる。画面上に利用者が見やすい文字の大きさで表示させると同時に、文字データの一部がハイライトに色が変わり、その部分を音声を読み上げていることを示す。このため、音と文字が同時に出来るという利点がある。

もちろん、マルチメディア対応の PDF でも、音声を出すことは出来るが、文字と同期させることは出来ない。

しかし、最大の問題は、同期させる音声データの作成にかかる手間と、文字データと音声データの同期させる作業に時間が掛かり、メディアの制作に時間が、あまりにも掛かりすぎることである。

教科書・参考書類を短時間で変換して、学生に供与できると言う点で、マルチメディア DAISY よりもマルチメディア PDF の方に軍配が上がる。

5. iPad 登場

iPad は、アップル社によって開発された小型のタブレット型パソコンである。2010 年1月に発表され、日本では同年5月に販売が開始された。ガラス画面の本体表面を指でなぞって操作する、マルチタッチタイプの操作方法を基本としている。視覚障害者が利用しやすいように画面拡大や画面の白黒反転、読み上げ機能などのアクセシビリティ機能もある。

最大の売りは、マルチタッチ機能にあり、指2本を広げると拡大し、狭めると縮小する。横方向に指をなぞると、横にスクロールし、下方向に指をなぞると下方向にスクロールする。また、加速度センサーを有しており、機器を 90°横にすると画面も併せて自動的に横方向に変換する。

したがって、操作方法は極めて視覚的であり、視覚障害者の利用は、難しいと思われていた。しかし、軽度弱視や重度弱視でも視野の狭い学生や中心視力のみが残存する学生が実際に利用してみると、思いの外、利用価値が高いものとなった。中心視力しかない学生にとって、小型でしかも文字の大きさが自由に変更できる iPad は、ノートパソコンよりも使い勝手がよいようである。

実際に利用している状況を Photo 1 に示す。

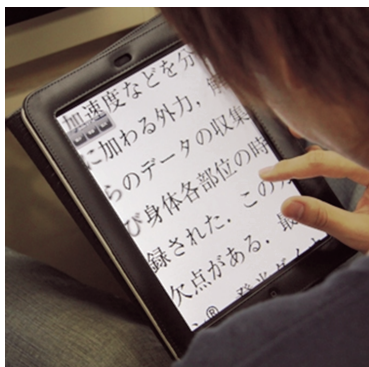


Photo 1. iPad の利用

5.1 タブレット PC との比較

2004 年に販売された、タブレット PC である HP TC1100 と iPad を比較した。(Photo 2)

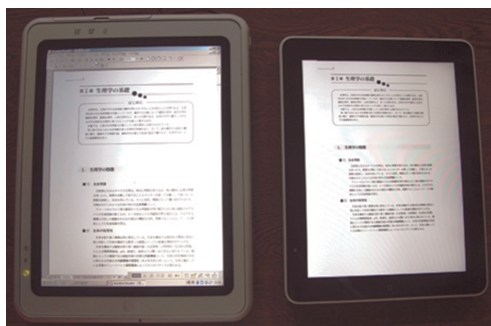


Photo 1. HP TC1100 (左) と Apple iPad (右)

2004 年のタブレット PC は、ペン先を用いたタッチタイプのタブレット PC で、指先で操作する iPad に比べて操作性はかなり劣る。また、90°左右へ傾けたときの自動画面変換機能がないため、使い勝手はよくない。逆に固定式のノートパソコンの方に使い勝手の軍配が上がる。



Photo 3(左), 4(右). iPad 指で操作し、拡大・縮小を行う

特にページをめくる機能がタブレット PC にはないため、いちいち、ページ送りボタンを押す必要があり、この意味で操作方法が iPad に比べて大変劣る。したがって、旧式のタブレット PC よりも最新のノートパソコンとの比較が適当であると思われる。(Photo 3,4)

5.2 ノートパソコンとの比較

最新のノートパソコンの場合、Windows に画面読み合成音声ソフトを導入すると、PDF ファイルの内部に埋め込まれたテキストデータを読み上げることが出来るため、iPad よりも視覚障害補償は高度となる。学生によっては、こちらの方を好む学生もあり、iPad に比べてノートパソコンの方が優れている部分でもある。画面拡大もキー操作によって行うため、瞬時に必要な部分を拡大するわけにはいかないが、キー操作で確実に拡大したい部分を拡大できるため、操作性は決して悪くない。(Photo 5)

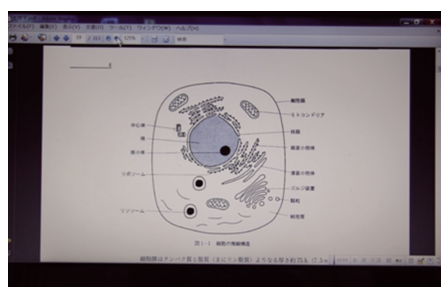


Photo 5. ノートパソコンでの利用

問題としては、PDF のバージョンによっては、黒色背景に白文字を利用して画面を設定している学生にとっては、PDF ファイルも黒色背景色に白色文字のファイルを要求されることがある。この点で、最新の OS を利用する iPad は、アクセシビリティ機能で、瞬時に黒白反転を行うことが出来

るため、利便性は非常によい。しかし、大きな文字を好む学生にとっては、ノートパソコンクラスの画面の大きさが必要不可欠な場合、ノートパソコンの存在も十分考慮する必要があると思われる。(Photo 6)

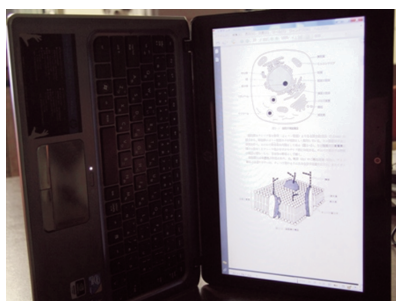


Photo 6. 縦位置でのノートパソコン

5.3 iPad での実際の電子教科書の利用

実際の iPad で電子図書を利用するには、どうすればよいのであろうか。意外にも簡単で、前述の PDF ファイルが簡単に利用できる。実際には、パソコンと iPad を接続し、iTune と呼ばれるソフトウェアで、PDF ファイルなどをパソコンから iPad にコピーする。例として、理学療法学専攻の学生が実習で活用する教科書を Photo 7 に示す。



Photo 7. i 文庫 HD で取りこんだ PDF 教科書 10 冊

iPad で PDF ファイルを閲覧するためには、iBooks か i 文庫 HD と呼ばれるアプリケーションを導入する。iBooks は無料、i 文庫 HD は有料である。実際の操作性は、i 文庫 HD に軍配が上がる。なお、PDF ファイルの読み込みなどは、インターネット経由かパソコンと接続して行うため、iPad 単体で全ての作業が行えるわけではない。逆的に言えば、ノートパソコンを補完する、電子図書端末と位置づける方が適切かもしれない。PDF ファイルの電子教科書をノートパソコンで利用する場合と iPad で利用する場合とは、学生の眼の状況によって左右されるためどちらがよいかは判断できない。学生の臨床実習合格のため、少しでも利用価値があればよいと思われる。

6. おわりに

電子図書閲覧室の新たなシステム更新のために、学生に対するアンケート調査を行ったときに、学生の眼の状況に合わせた画面の大きさが不可欠であり、10 インチから 20 インチまで5種類のディスプレイを、液晶とブラウン管の2種類で提供した [9]。この時は、全てのディスプレイがデュアル・ディスプレイで、さらに 90° 画面を回転させることが可能であったため、電子図書や電子教科書類は、一方のディスプレイを 90° 傾け縦長のディスプレイで参照し、その隣のディスプレイは、通常の画面でワープロを打つと言った利用で、電子図書などが活用された。しかし、iPad を利用した電子図書では、手軽なため、たとえトイレの中でも利用することが出来る。また、データを変更して、国家試験データにすると、国家試験対策にもなる [10]。

われわれ教員の想像し得なかった教育への活用が、学生個々の場面では進行している。学生に個々の状況に合わせた教材作成と、学習支援が必要なることを痛感する。

参考文献

- [1] 村上佳久：電子図書閲覧室，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 2 : 113-117, 1995.
- [2] 村上佳久：視覚障害者のための電子図書館 その1，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 5 : 141-144, 1998.
- [3] 村上佳久：電子図書閲覧室 2-視覚障害者のための電子図書館 その4-，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 8 : 127-132, 2001.
- [4] 村上佳久・上田正一：視覚障害者のための電子図書館 その6- Text-To-Speech 合成音声による電子録音図書-，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 10 (1) : 67-73, 2003.
- [5] 村上佳久・伊藤隆造・森英俊：外字について，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 5 : 111-116, 1998.
- [6] 村上佳久：外字について 2，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 12 : 33-40, 2005.
- [7] 村上佳久：外字について 3，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 15 : 139-144, 2008.
- [8] 村上佳久・前島徹：視覚障害者の教材作成の改善 白色文字印刷，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 12 : 41-46, 2005.
- [9] 村上佳久：視覚障害者の学習環境に関するアンケート調査，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 15 : 49-55, 2008.
- [10] 村上佳久・上田正一：視覚障害を有する学生のための国家試験対策と CAI，筑波技術短期大学テクニレポート Vol. 16 : 79-84, 2009.

Significance of digital books in improving the learning environment of visually impaired students

MURAKAMI Yoshihisa

Research and Support Center on Higher Education for the Hearing and Visually Impaired,
Tsukuba University of Technology

Abstract: Digital textbooks are considered to be an important tool for enabling visually impaired physiotherapy students to practice their vocation, because it brings about an improvement in the learning environment. It is therefore necessary to promote the use of digital textbook as an indispensable tool for students in practicing physiotherapy at a clinic.

Key words: learning environment, digital textbook, iPad, PDF