

視覚障害教育におけるコンピュータ支援教育システム (CAI) の開発及びその効果の検証 — 理療科教育における Web 教材作成用ソフトの開発及び Web 教材の実践 —

¹⁾ 埼玉県立特別支援学校埴保己一学園

²⁾ 筑波技術大学 保健科学部 保健学科 鍼灸学専攻

中野亮介¹⁾ 緒方昭広²⁾

要旨: この度、画面読み上げソフトや拡大表示機能を持たせた、視覚障害を持つ教員にも使いやすい Web 教材作成ソフトを開発した。このソフトを使用して、これも視覚障害を持つ生徒向けに問題集としてだけでなく、説明型 CAI の機能を持った理療科（解剖学、単元は「下肢の筋」）の自主学習用 Web 教材を作成し実践した。その結果、特に中途視覚障害生徒にとって必要性があり、記憶の定着をはじめ学習環境の向上がある程度期待できることが明らかになったので報告する。

キーワード: 教材作成ソフト, 説明型 CAI, 理療科教育, Web 教材

1. はじめに

今日のコンピュータの発達、あらゆる産業分野に発展と効率化の多大な飛躍に貢献してきた。教育分野においても例外ではない。視覚障害教育においても教員の教材作成、生徒のノートテイク、職業教育としての理療科教育の中における臨床実習でのカルテ管理など、コンピュータの活用無しにはそれらの目的達成は不可能になっている。また、これまでのワープロを中心とした使い方の他、マルチメディアを含め多様な使い方も模索されている。その1つに、コンピュータ教育支援システム (Computer Assisted Instruction、以下「CAI」という) がある。

理療科教育における CAI の現状をみてみると、一部に国家試験対策を目的としたドリル型 CAI として、過去の国家試験の問題を利用した4択式の択一式問題集がある程度で、日常的に活用できる説明型 CAI として、授業の予習及び復習への使用を目的としたものはまだ少ない。

現在の理療科は、以前に比べ中途視覚障害者が相当数を占め、系統立てて計画された CAI を授業の予習及び復習に用いることは、記憶の定着並びに保持に効果があると思われる。一方、CAI を作成するには、エディタやワープロで直接作成するか、専用のオーサリングソフトを利用するのが中心となるが、現在のところ、ドリル型 CAI 作成のものが大部分を占め、説明型 CAI に対応したものの、マルチメディアを利用できるものはほとんどない。さらに、拡大表示機能や画面読み上げソフトに対応した、視覚障害者の教員が使いやすいものほとんどないのが現状である。

こうした状況の中、CAI 作成用ソフトを開発し、それを用いて教材を作成した上で、その教材が、どの程度効果的かを検証することが急務の課題であると考えた。また、本

研究は理療科教育における CAI の開発を主とするが、その成果は、社会科や英語科など他教科への応用をはじめ、今後の視覚障害教育全般における重要なツールとなりうることを期待できる。

2. 特別支援学校 (視覚障害部門) 高等部専攻科の生徒の現状

全国の特別支援学校 (視覚障害部門) (以下「盲学校」という) 高等部専攻科 (理療科: あん摩・マッサージ・指圧師、はり師、きゅう師養成課程)、保健理療科 (あん摩・マッサージ・指圧師養成課程)、以下「理療科」という) の在籍生徒の特徴は、中途視覚障害者の増加、高齢化並びに全身性疾患を併せ持つ障害の重度化と重複化の進行があり、学習面において以下の問題点が指摘され、筆者の所属校においてもみられる。

- ・高齢化に伴う、記憶力の低下をはじめとする、学習内容の定着の困難性
- ・急激な視力低下に伴う、点字習得の対応の不十分さをはじめとする、学習手段の未獲得

その結果、短い各単元は理解し、小テストにおいては一定の成績を修められるが、時間が経過したり、学年が進行し学習内容が増えてくると、過去の学習内容を忘れることが多い。また、点字や墨字といった文字による学習手段を持たないために、自分の考えをまとめられない、ノートを上手に作るできないなど日々の学習を効果的に行えない。さらに、復習に多くの時間を費やし、予習ができないために、自ら疑問点を質問したり、教員の質問に答えられないなど、授業に対して積極的に参加できない現状もみられる。

国家試験の合格率をみると、全国の盲学校理療科の平

均は、あん摩・マッサージ・指圧師試験では、80% 台、はり師試験・きゅう師試験では、それぞれ 60% 台と、健常者の養成学校のそれに比べ、それぞれ約2割程度低く、不合格者が恒常的に現れ（日本理療科教員連盟調べ）、このような生徒に対する卒業後の指導も重要な課題となっている。

3. 自主学習教材の開発

こうした状況を改善するためには、カリキュラムの見直し、授業改善に加え、生徒の学習状況を改善し、予習及び復習に利用できる自主学習教材の開発が急務であり、必要であると考えた。

生徒に配布する教材といえば、これまで点字、拡大文字、録音といった資料形式のものが一般的であった。最近では、パソコンでの画面読み上げソフト、画面拡大ソフトの普及もあり、データで提供することも合わせて行っている。生徒の状況を見たり話を聞いたりすると、紙媒体よりデータを利用する方がほとんどである。しかし、データをどう活用するかについては、それを見るだけで教科書と見比べ、自分で新たにノートを作るといった利用の仕方は少なかった。その背景に、教科書が見づらいこと、まとめ方がわからないという学習方法が未獲得なこと、ノートを作成する文字手段を持たないことなどが挙げられる。また、生徒の中には、ドリル形式の問題集が欲しいという要望もかなり強い。このことから、これまででない新しい自主学習教材の必要性が高いと思われる。

これを踏まえ、生徒への教材の提供の方法は、パソコンの普及、音声読み上げソフトへの対応、拡大のしやすさを考え、CAI教材とした。フォーマット形式は、操作性の手軽さ、ファイルサイズの小ささ、共通のプラットフォームの実現、インターネットでの公開、将来携帯電話での利用等を考慮し、Web教材にすることが最善と考えた。Web教材を作成するためには、ホームページを記述するHTML（Hyper Text Markup Language）タグ、画面表示を制御するスタイルシート、入力したデータを判定し一定の処理を行わせるJAVA スクリプトなど多くの知識を必要とするため、全ての教員が容易に作成することは困難である。そこで、こうした課題を解決するために自作のWeb教材作成ソフトを開発した。

(1) Web教材作成ソフトの開発

ONION software 社の HSP（Hot Soup Processor）（URL:<http://hsp.tv/index2.html>）という、無料のWindowsアプリケーション開発用プログラミング言語を用いて、Web教材作成用ソフトを開発した。このプログラミング言語を採用した理由は以下の通りである。

- ・視覚障害者が独力で作成することが困難な、メニュー

バーやボタンの配置が容易にできること

- ・プログラムの記述が簡単で、プログラム作成に必要な知識の習得が比較的容易であること
- ・ウイルスに対して、安全性が高い実行形式のファイルが作成でき、安心して配布可能であること
- ・開発したソフトは、パソコンへの導入をはじめ、取り扱いが簡単であること
- ・フリーウェアなので、ソフト開発費がほとんどかからないこと
- ・ゲームソフト開発用プログラミング言語なので、マルチメディアをはじめ機能が豊富であること

Web教材作成用ソフトの名称を「NETDS」（Nakano E-learning Teaching-material Development System）とし、以下の機能を持たせた。

- ・誰もが使いやすいソフトをコンセプトに、ワープロ感覚でWeb教材作成ができるようにした
- ・弱視や全盲の教員にも使えるよう、拡大表示並びに画面読み上げソフトへの対応を行った
- ・これまであまりみられなかった、説明型CAIの機能として、解説ページの作成を容易にした
- ・学習者が重要事項をわかりやすいよう、枠をつけるなど表示の仕方を工夫した
- ・これまでのCAIの中心であった、ドリル型CAIの機能として、各種問題形式に対応した（○×、穴埋め、択一式、多岐選択式、組み合わせ方式、総合問題、ランダム出題など）
- ・学習者の記憶の定着を促進させるため、書き取り練習機能を持たせた
- ・学習効果をさらに向上させるため、代表的な音声データ（WAV、MP3形式）並びに画像データ（GIF、JPEG形式）など、マルチメディアの取込みと操作を可能にした。

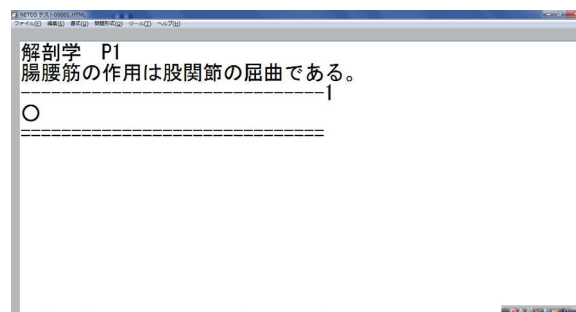


図1 ○×問題を作成したときの画面イメージ
設問と正答を入力するだけでプログラミングの知識が全くなくても、Web教材を作成することができる。

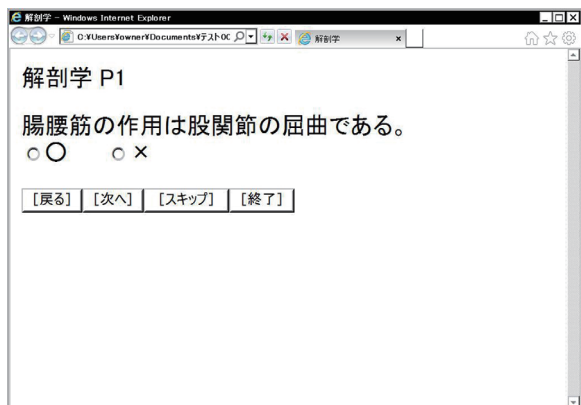


図2 図1を Web 教材として提示したときの画面イメージ
自動的にチェックボックスが用意され、正誤の判断が行われ、それぞれの答えに対応した反応のページが次に表示される仕組みになっている。

(2) デモ教材の作成及び実施並びにその効果

「NETDS」を使い、解剖学（単元は「下肢の筋」）のデモ教材を作成した。2010年7月に筑波技術大学の2年生4名、9月に所属校の3年生3名に復習教材として、10月に同じく所属校の1年生4名に単元前の予習教材として、実際に試用した上で、実施後すぐに感想や要望を集団面接方式で調査した。

調査項目は以下の通りであり、回答は自由回答とした。

- Q1. 画面最下部のボタンの位置と大きさについて
- Q2. キーワードの大きさと表示の方法について
- Q3. 問題実施後の解説ページの表示の仕方について
- Q4. 各種問題の表示の仕方について
- Q5. 書き取り練習機能について
- Q6. 欲しい機能について
- Q7. Web教材の必要性について
- Q8. 他の科目への要望について
- Q9. その他

その結果、ボタンの配置や大きさ、キーワードの表示の仕方など改善点があったが、「復習教材として使いやすい」、「自分が理解していないところが直ちにわかる」、「教科書の補充や理解の助けになる」、「生理学や経絡経穴概論をはじめ他の科目にも欲しい」と一定の評価を得た。しかし、画像データや音声データを用意しなかったことで、弱視の学習者には画像データの必要性、全盲の学習者には音声データの必要性が高いことがわかった。書き取り練習については、「キーボード練習にはなるが記憶の定着に繋がるか疑問である」という意見もあった。また、群間比較といった客観的な測定や検討を行っていないので、効果の程度は著者の主観的判断に留まっている。一方、予習教材としては、「以前の授業に比べ漢字の質問がなくなった」と

教科担当教員から報告を受けたが、本来の予習教材としての効果があるかははっきりしない状況である。さらに、パソコンスキルにも大きく左右され、パソコンが苦手な学習者にとって、パソコン操作に時間と気を取られ、新たな負担に繋がる可能性が考えられ、導入に当たっての情報処理教育の必要性和重要性を感じた。

4. Web教材作成上の留意事項

CAIは、アメリカの心理学者 B.F. スキナー（1904～1990年）によって、考案されたプログラム学習の原理に基づいて、今日の急速なコンピュータの発達によって実現した学習支援システムである。したがって、Web教材を作成する上でも、少なからずプログラム学習の原理を踏まえる必要がある。

以下に、プログラム学習の原理を踏まえながら、Web教材作成上の留意事項について若干解説する。

①教材の分析 教材を作成する際、目標を設定し、どのように学習内容を組み立てて行くかである。特にコンピュータでプログラム化の上では、解説のページをどこにおき、どの問題形式をどこにどの程度配置するかが大切である。また、Web教材の特徴の1つであるリンクをどの程度張るかも重要であり、多く張り過ぎると学習者の「調べる」意欲を失いかねない。

②スモールステップ 初期のCAIでは、ティーチングマシンと呼ばれる機械を用いて、学習内容を提示していた。そこでは、1枚の紙に1問記述することが原則であり、このことを指していた。説明型CAIでは、1つのフレームにどの程度内容を盛り込むかをも指し示している。最近のホームページを見ると、スクロールしなければ全体を見ることができない長いものが多く、情報量が多過ぎる傾向がある。HTMLの開発関係者も、ホームページの1ページには、スクロールしない程度の情報量を記述するよう指摘している。また、アメリカの心理学者 J. ミラー（1920年～）も記憶の実験から、短期記憶において、一度に記憶できるまとまり（チャンク）は 7 ± 2 としている。このことからわかるように、1ページに記述する記憶すべき内容は7個程度となり、表示する情報量も文字の大きさにより異なるが、なるべく1ページに納まるよう設計するのが望ましい。

③プロムティング (prompting) とフェーディング (fading) 学習の初期の段階では、問題はやさしくヒントも多くし、学習の後半では、学習内容は難易度を上げ複雑化し、問題提示では、ヒントを少なくするか全く与えないように段階的に設計していくこと、つまり、手がかり管理を工夫することである。

④即時フィードバック 学習した内容を確認するには、問題を解かせることである。問題を提示した後、それに対する

る解答により、正解であれば次の問題やステップに進ませ、間違えであれば、それを指摘し、すぐに正しい答えを提示して誤りを修正させる。場合によっては、もう一度ある段階からやり直させる。Web教材では、どこにリンクを張って学習を戻させるかである。

⑤自己ペースの学習 一斉授業と異なり、学習者が自分のペースで学習できるのがCAIの特徴である。これを踏まえた上で、授業担当者が学習状況に応じて、予習用あるいは復習用のWeb教材を適宜用意し、学習の進捗状況を確認しながら実施して行き、一方的にならないよう努める必要がある。CMI (Computer Managed Instruction) と呼ばれるコンピュータによって、学習者の学習内容の履歴を記録して学習を進める方法もあり、こうした機能も今後付加する必要がある。

⑥自発学習 スキナーの学習理論の中心は、オペラントつまり自発学習である。Web教材を作成する上でも、興味関心を引く学習内容を盛り込まなければならない。しかし、理療科の教育内容には、必ずしも興味関心を持たせるものだけで、Web教材を作成することは困難である。問題に対する正解や不正解のメッセージを、画像や音声を入れるなどして楽しめるものにし、他の学習者と競争させるなど、ゲーム感覚を持たせることも必要であり、動機付けに繋がる。

以上が一般的なWeb教材作成上の留意点であるが、その他に視覚障害者に配慮したWeb教材の作成、特にマルチメディアへの対応について若干触れておく。

学習者が視覚障害者だからといって、Web教材を全てテキストベースの文字だけで構成することは従来の考え方である。全盲の学習者には、肉声を含め音声データを適宜組み込むことが必要である。また、弱視の学習者にとっては、図や写真を組み込むことは理解を助ける。しかし、健常者と異なり、視力や色覚の制約があるので、簡略化したものを用意する必要がある。できるだけ白と黒を基調としながら、コントラストを付けること、あまり多くの色を使わないこと、色の代わりに線の太さや塗りつぶしのパターン(斜線、格子、点など)を工夫して作成することである。これだけでは実体験に乏しいので、模型や実物の観察など体験的な活動を適宜取り入れることも必要である。

5. 他教科への応用

2010年7月、埼玉県嵐山町で開催された、第4回日本視覚障害社会科教育研究会に参加し、本研究の一端を発表する機会を得た。全国の盲学校の社会科教員が集まったので、埼玉県を知っていただくため、「埼玉県の地理」

を題材に、地図上での確認、人口構成、産業、スポーツなどを取り上げながら、説明型CAIによるWeb教材の実演を行った。盲学校において、Web教材を用いた実践例がほとんどないことから、興味と関心を持っていただけた。

また、英語科については、コンテンツ次第で有益な教材が作成できるのではないかと評価を受けている。ただし、中学部や普通科では理療科とは異なり、パソコンを個人ベースで持てる生徒が少ないこともあり、学校内での生徒用パソコンでの利用が中心になると思われる。自宅で実施できないと復習・予習のメリットが減少するのではないかと指摘も受けている。

このように若干の指摘はあるが、教科や単位によっては、実用的なツールになりうる事が期待できる。

6. 今後の課題

実際にWeb教材を実行すると、2つの課題が見えてくる。

1つは、教材提示の方法である。特に弱視の学習者に対してであるが、白黒反転表示や文字の大きさなど個人差も多く、共通のプラットフォームとして、どの程度採用するかが課題である。

もう1つは、多くの生徒がWeb教材の必要性を感じているが、Web教材を使った生徒と、使っていない生徒との群間比較を行っていないので、その効果を定量的に検証することが課題である。

7. おわりに

本研究を通して、理療科教育におけるCAIをはじめ、情報処理教育の重要性と課題を改めて認識した。完成したソフトを県内の視覚障害教育関係機関、全国の盲学校に配布、普及させながら、Web教材を多く作成し、環境を整備する必要性とその実現への使命感を感じている。

また、マルチメディアの普及、盲学校でのパソコン1人1台構想が実現すれば新しい電子教科書としての機能を果たすことが期待される。さらに、インターネット上での教材の公開を考えると、スマートフォンをはじめ、携帯型端末機の急速な普及を踏まえ、これらの機器での利用に対する準備も早急にしなければならない。

参考文献

- [1] 記憶研究の最前線：太田信夫・多鹿秀継(編)，北大路書房，2000
- [2] 実験行動学：西川泰夫，講談社，1988

**A Development and Verification of Computer-Assisted Instruction(CAI) for the
Physical Therapy Education of the visually impaired
– Designing a Program of Teaching Material for Physical Therapy over the Web and
Verifying it in practice –**

NAKANO Ryouusuke¹⁾, OGATA Akihiro²⁾

¹⁾Hanawa Hokiich School for the Seeing Impaired

²⁾Tsukuba University of Technology

Abstract: We developed software for the arrangement of teaching materials over the Web. Considering the work of teachers of the visually impaired, the program is equipped with the function of screen reading or magnification. Utilizing this software, we not only produced a collection of practical problems but the teaching materials also provide explanations to the blind students' for their computer-assisted self-learning. we applied this method in anatomy classes to the instruction of in muscles of the lower extremities. It proved to be useful and effective for the learning, particularly the anatomy classes. As a consequence, for the newly blind adult students.

Keywords: software for arranging the teaching materials, explanation-type of CAI, physical therapy education, teaching materials over the Web