

報告

臨床検査技師国家試験対応学習支援システム - 臨床化学部門 -

西田敏信

(徳島大学医学部保健学科検査技術科学)

(キーワード: 医学検査、臨床化学、自己学習、パソコンを用いた学習、学習支援システム)

A learning support system corresponding to a national examination of
medical technologist
- on clinical chemistry -

Toshinobu Nishida

(Major in Laboratory Science, School of Health Sciences,
The University of Tokushima)

(Key word: Medical Technology, Clinical Chemistry, Self Learning, e-Learning, Learning Support System)

はじめに

臨床検査は、病気の診断や治療の手段として病院で実施されるだけでなく、健康の維持増進を目的とする集団健診などにも広く利用されている。現在の医療において、臨床検査は必要不可欠なものである。この臨床検査は、臨床検査技師国家試験の合格者に与えられる有資格者『臨床検査技師』により実施されている。国家試験受験資格は、短期大学あるいは専門学校で文部科学省と厚生労働省の「指定規則」による3年以上の教育を受けるか、大学で指定科目を履修し、卒業した者に与えられる。試験は、10科目(臨床生理学、検査総論、臨床化学、医用工学概論、臨床病理、公衆衛生、病理組織細胞学、臨床血液学、臨床微生物学、臨床免疫学)から、200問が出題される。

臨床化学は、医学における医学検査、生化学の1領域であり、分析化学的手法を用いて人の体液(血液など)中の化学物質を分析し、健康時あるいは病的状態での化学情報を的確に捉え、疾患の診断治療および予防に役立てる学問である。臨床化学は、生化学、酵素化学、測定原理、生体試料の取扱、検査管理、遺伝子検査、放射性同位元素学など広い領域を含んでおり、科目別の出題数では32問と最も多い。

2001年3月に実施された第47回国家試験より、

適切な情報を獲得する能力を評価する問題(Toxonomy II型、解釈型)、適切に分析できる能力や応用力を評価する問題(Toxonomy III型、問題解決型)が出題されるようになった。また、従来は5個の設問から正解例(正解グループ)を1個選択する五者択一型のみであったが、5者から2個選択する設問が漸増している。さらに、第49回から、2000年の指定規則改正に伴う教育カリキュラムの大綱化に沿った新しい国家試験出題基準に基づいた国家試験が実施された。その結果は総受験者(約4,500名)に対する合格率に顕著に現れている。第45、46回は約76%、第47、48回は約69%、第49回は約56%と急激に低下し、この間に合格者数が約800名減少している。

本学では、学内実習や病院での臨床実習終了後、12月から約4ヶ月間の本格的な受験勉強に入る。学生は、臨床化学だけでなく広範囲の学習が必要であり、学習開始時、その目標設定が困難である。そこで、著者が担当する科目の臨床化学部門について、過去7年間の試験問題を詳細に検討し、重点項目、頻出事項をキーワードとして整理した。これらを、試験問題を解きながら、問題解決に必要な知識を多様な参照画面から、効率的に学習するための教材作成を試みた。今回、その臨床検査技師国家試験に対応した“学習支援システム”に

ついて、その概容を報告する。

1 学習支援システムの作成環境およびその作成方法

1. 学習支援システム作成に用いたパソコン環境

Macintosh 環境、Windows 環境それぞれを表 1 に示した。オーサリングは主として Macintosh 環境下で行い、作業効率を上げるため 3 台の CRT モニターを併用した。また、Macintosh 環境と Windows 環境間でデータ転送するためのローカルエリアネットワーク (LAN) 環境は、Windows 端末に PC Mac LAN (dit) をインストールし Macintosh 端末として、100M Switching Hub を介して構築した。

2. デジタルコンテンツの作成

1) 臨床検査技師国家試験問題の入力

第 42~48 回の臨床検査技師国家試験から臨床化学に関係する部分を、スキャナーおよび OCR ソフト (読ん de!! ココ) を用い、テキストとして取り込んだ。その後、ページレイアウトソフト (PageMaker) 上で誤字の修正を行った。

2) 問題の分類

テキストとして保存した試験問題計 254 問を、以下に示す 9 部門に分類した。即ち、1. 生化学 (代謝) 2. 生化学 (構造) 3. 酵素を用いない測定方法、4. 酵素を用いる測定方法、5. 電気泳動、アイソザイム、6. 機能検査、7. 検体管理、8. 放射性同位元素、および 9. 検査管理総論。次いで、各部門内で細分類した。

3) テキストによる参照の作成

計 254 問の試験問題から、正解へ導くために必要なキーワードとして 81 個の語句を選択し、それらの語句について解説した参照テキストを作成した。

4) 構造式、反応式による参照の作成

臨床化学部門では、構造式や化学反応式に関する設問が多数出題されている。糖類、脂質、アミノ酸など記憶すべき構造式を 5 項目に分類し、14 個の参照を作成した。また、化学反応に関与する物質の名称とそれらの構造式を併記し、66 個の参

照を作成した。酵素が関与する場合、酵素の名称とその分類についても 51 個の参照を作成した。この時、参照に必要な構造式は専用ソフト (ChemDraw) で作成し、テキストなどの作成およびレイアウトの調整はドロー系ソフト (Canvas) で行った。

5) 図を用いた参照の作成

テキストと図を用いた参照が効果的なキーワードには、それらを効果的に配置した 23 個の参照を作成した。

3. オーサリングソフトによるムービーの作成

1) 各種デジタルコンテンツの取り込み

ページレイアウトソフト上で整理した各試験問題はコピー & ペースト機能を用いて、オーサリングソフト (Director) のテキストウィンドウに取り込み、デジタルコンテンツの格納場所のキャストに保存した。この時、254 個のテキストは年度別学習 (第 42~48 回) 用と類似問題別学習 (9 部門) 用を別個に、計 508 個を保存した。キーワードに関連する参照は、試験問題と同様、テキストとして取り込み、81 個を保存した。ドロー系ソフトで作成した構造式を含む反応式などは、オーサリングソフトのペイントウィンドウにコピー & ペースト機能を用いて取り込み、154 個の画像 (ビットマップ) データを保存した。試験問題に含まれる図はテキストと別に作成し、設問の表示、削除と連動させた。

2) コンテンツを用いたムービーの作成

キャストは各種アプリケーションで作成したテキスト、画像、音声などのデジタルコンテンツをオーサリングソフト中に保存する場所である。キャストに登録したコンテンツの中から必要なものを選択し、スコア上に配置した。スコアは、横軸に時間、縦軸にステージ (完成後モニターに表示される画面) 上に表示するコンテンツの重なりを指定する一覧表である。透明、半透明、不透明の用紙を数十枚重ね合わせたもので、映画のフィルムに相当する。キャストをスコア上に置き、ステージ上に映し出された画像を確認しながら、それらの最終的な配置 (位置、大きさ) を決定し

た。また、スコア上の各種コンテンツはステージに現れる時、種々の効果を持たせることが可能であり、各要素それぞれの表現方法を個別に設定した。

また、スコア(ステージ)上にボタン、シェイプを配置し、Lingo(プログラム言語の一種、スクリプト)を用い、キーボードからの入力およびマウス操作によるインタラクティブ性を付与した。この時作成したコンテンツおよびそれぞれに付与したプログラム(スクリプト)はキャストに保存した。このようにして、テキスト、画像およびボタンなどを用いて作成した作品をムービーと称した。

3) プロジェクト(スタンドアロンアプリケーション)の作成

Macintosh 環境下でムービーを作成した後、データ容量 52 MB のプロジェクトを作成した。即ち、パソコン(Macintosh)で誰でもが利用可能な、双方向のインタラクティブ性を有するスタンドアロンアプリケーション、“国試対応学習支援システム”を作成した。

次に、Macintosh 環境下で作成したムービーを、LAN を介して Windows 2000 環境に転送し、Windows 用のプロジェクトを作成した。

これを、再度 Macintosh に転送後、Windows 版プロジェクトと Macintosh 版プロジェクトの両者を、CD-R に焼き付け、Hybrid 版 CD-ROM を作成した。

4) Shockwave ムービーの作成

上記ムービー“学習支援システム”を、Web ブラウザを用いて利用可能とするため、Shockwave ムービーに変換した。これを上記 CD-ROM に焼き付ければ、学習者が使用するシステム環境(OS)およびそれらのバージョンに煩わされることがなくなる。ただし、この場合、Shockwave Player(マクロメディア社のホームページから無償で提供)をインストールする必要がある。

学習支援システムを用いた学習

1. 設問表示方法

“国試対応学習支援システム”を起動すると、

初期画面として図1に示すように、ステージ(モニター画面)上に設問表示様式選択画面が現れ、第42回から48回までの臨床検査技師国家試験問題について学習できる。



図1 設問表示様式選択画面

アイコンのダブルクリックで“学習支援システム”が起動し、この画面が現れる。出題様式(年度別、類似項目別、出題順、傾向順、順不同)を選択後、実際に学習したい項目を選択する。

図1左側に示す年度別学習では、出題順に設問を表示する順出題と、毎回異なる順序で設問が表示されるランダム出題の2通りがある。設問表示様式選択画面から、まず順出題かランダム出題かを選択し、次に学習したい年度を選択すると、モニター上に設問表示画面が現れる(図2)。左下の“学習開始”ボタンをクリックすると、設問と回答入力欄が表示される(図3)。また、画面下部に準備した全36問中現在第1問目の設問が表示されていることを示す“現在の出題数”表示欄がある。



図2 設問がまだ表示されていない設問表示画面 “学習開始” ボタンのクリックで、設問が表示される。

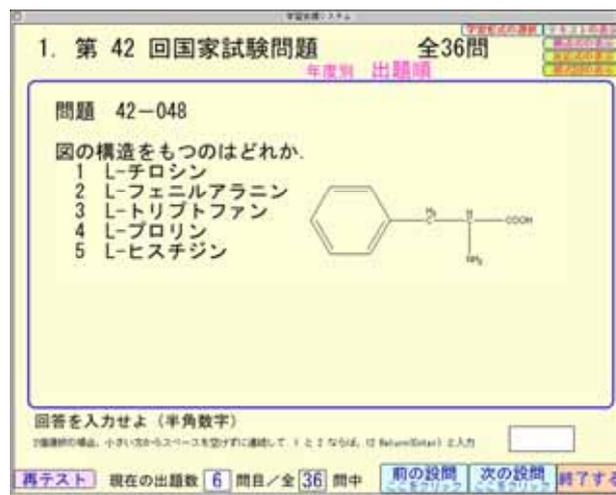


図4 設問に構造式が含まれている場合の設問表示画面

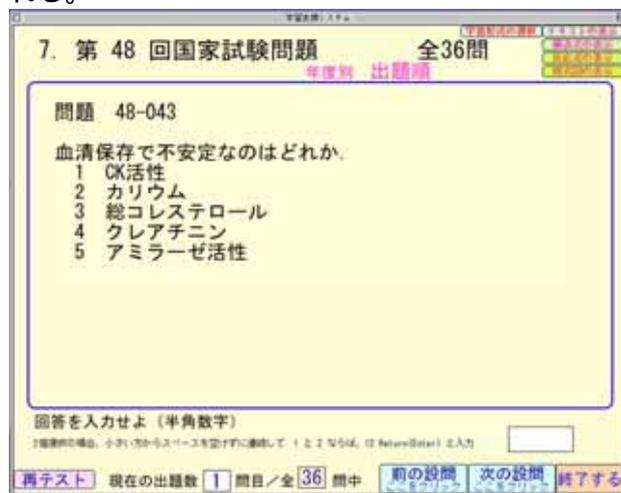


図3 設問が表示された設問表示画面

準備した全36問中の現在の出題数が、画面下部に表示される。

ランダム出題の場合、左下にある“学習開始” ボタンをクリックした時、ランダムに出題順リストを作成する。そのリストの先頭に登録された設問が設問表示画面上に表示される。

また、類似問題ごとの学習は国家試験問題7回分計254問を9群に分類した。年度別出題と同様、初期画面から傾向順あるいは順不同を選択後、実際に学習したい項目を選択する。

図4に示すように、設問に含まれる図は、設問の表示、削除と連動して表示、削除される。

2. 回答入力の方法

国家試験の回答形式は、数字の1~5の5者から1個あるいは2個選択するマークシート方式である。表示された設問の回答は、所定の回答入力欄に、キーボードから半角数字を入力する。Returnキーを押すと、回答が正解であるか否かを判定し、正解であれば“正解です”と画面上に表示され、不正解であれば、警告音が2回鳴り、再入力を促す表示が現れる(図5、6)。正解が2個ある場合(例2と4)、小さい数字から連続して(24と)入力する。

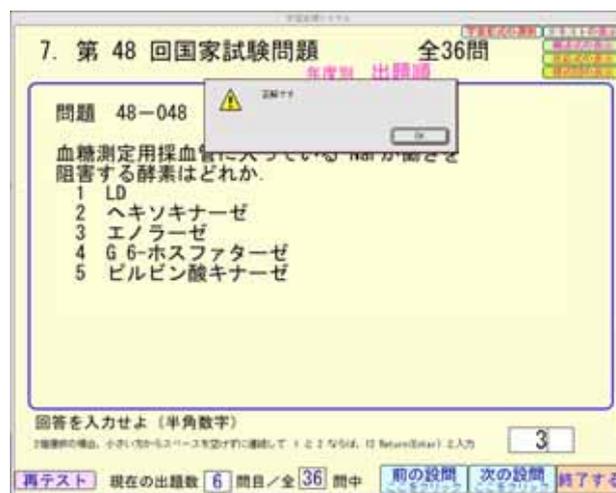


図5 回答欄に入力後、正解と判定された例
回答欄に半角数字を入力後、Returnキーを押すと、回答が正解であると判定された例。

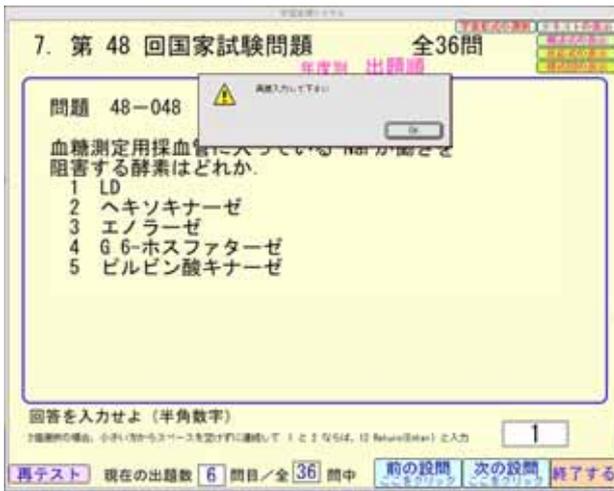


図6 回答欄に入力後、不正解と判定された例
回答が不正解であれば、警告音が2回鳴り、警告ボックスが表示される。

1回目の入力で正解したか、2回目、あるいは3回目以降で正解したかで、成績判定が異なる。1回目で正解した場合、その設問は再度表示されないように、学習開始時に作成した出題順リストから削除される。3回目以降の入力で正解しても、正解とは認められない。

3. “次の設問”ボタン

正解と判定された場合、あるいは2回目の回答で正解できなかった場合、“次の設問”ボタンをクリックし、次の設問へ進む。リストに登録された次の設問が表示され、出題数表示欄の数字が一つ増加する。このボタンを次々とクリックし(回答の入力なしで)設問のみを表示させることも可能である。出題数はクリックした回数分増加する。

出題予定リスト最後尾の設問が表示された場合、図7に示すように、これが最後の設問であることを示す表示が現れる。



図7 出題予定リスト最後の設問であることを示す警告ボックス

出題予定リストの最後の設問が表示された後、“次の設問”ボタンをクリックした時に警告ボックスが表示される。

4. “前の設問”ボタン

“前の設問”ボタンをクリックし、一つ前の設問へ戻る。現在表示されている設問よりも、出題予定リストの一つ前の設問が表示される。この時、1回目の回答で正解した設問はこのリストから削除されているので再表示されない。リストに登録された先頭の設問が表示されると、警告音が3回鳴ると同時に、この設問が先頭であることを示す表示が現れる(図8)。

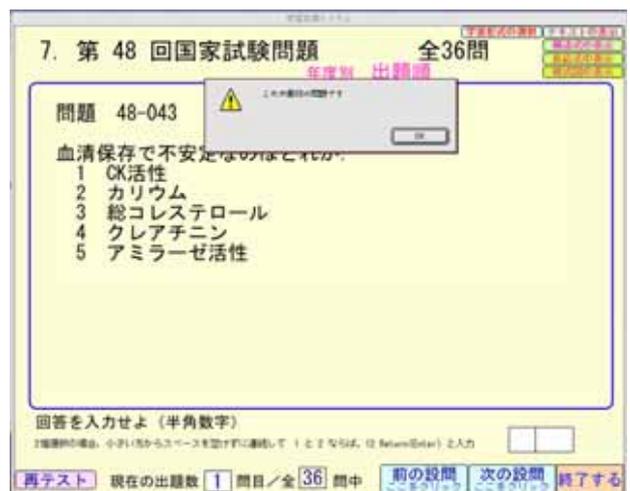


図8 出題予定リスト最初の設問であることを示す警告ボックス

出題予定リスト先頭の設問が表示されている時、“前の設問”ボタンをクリックするとこの警告ボックスが表示される。

5. “再テスト” ボタン

準備した全設問を終了し、不正解であった設問のみを再度学習したい場合、“再テスト” ボタンをクリックする。学習開始時に作成した出題予定リストの順番で、1 回目の回答で正解した設問を跳ばして学習できる。この時、出題数表示欄の数字は一つ増加する。

6. “終了する” ボタン

設問表示様式選択画面で選択した学習を終了したい場合、画面右下の“終了する” ボタンをクリックする。図9に示す成績表示画面に、今回の成績(出題予定設問数に対する、出題回数、全正解数、1 回目での正解数、1~2 回目での正解数、未正解問題数)が表示される。

“初期画面へ戻る” ボタンをクリックすると、設問表示様式選択画面に戻り、最初から学習を開始できる。

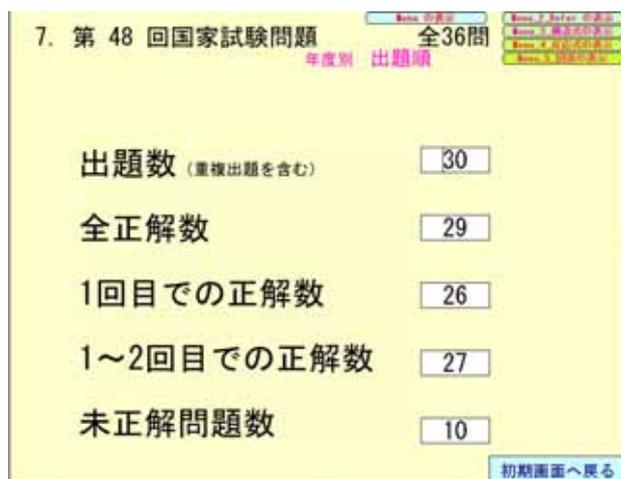


図9 成績表示画面

出題予定設問数に対する今回の成績を、出題数、全正解数、1 回目での正解数、1~2 回目での正解数、および未回答問題数として表示される。

7. “出題形式の選択” ボタン

現在学習している形式から別の出題形式(設問表示様式)に移動したい場合、画面の右上部にある“出題形式の選択” ボタンを使用する。このボタンをクリックすると、画面最上部にメニュータイトルが表示される。この大分類の該当する形式をクリックすると、プルダウンメニューが展開する(図10)。該当する形式をクリックすると、希

望する出題形式で学習できる。この時、これまでの学習成績は全てクリアーされ、最初から学習を始める。

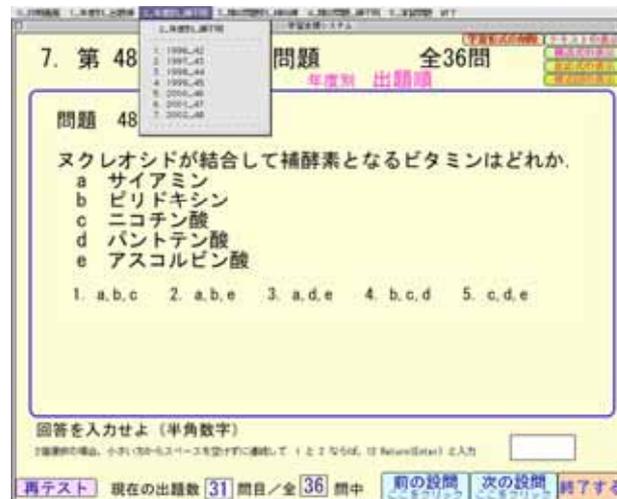


図10 メニュー表示機能による出題形式の変更

メニュータイトル、プルダウンメニューを用い、希望する出題形式へ移動できる。

8. 参照データの表示

1)3 種類の参照表示レイヤーの使用

現在表示されている設問に対する知識が不足し、正解を決定できない場合、種々の参照を画面上に表示できる。テキストによる参照(81 項目)、生体成分の構造式(14 個)、構造式を含む反応式(1 反応式 51 個、複数反応式 66 個) および図とテキストなどによる模式図(23 個)がある。これらを効率良く画面最前面に表示させるため、画面右上部に表示した 4 個の参照データ表示ボタン、および3 種類のレイヤー(テキスト画面、画像用大画面と小画面)を利用する。

2)テキスト表示レイヤーの使用

“テキストの表示” ボタンをクリックし、画面の最上部に表示されるメニュータイトルから参照したい大分類の項目名をクリックする。次いで、その下に展開するプルダウンメニューから該当する項目名をクリックする(図11)。設問表示画面の前面にテキストによる参照が表示される。文字数が多い項目では、右端のスクロールバーを上下させる。必要な情報を読み取り、参照の上をクリックするとテキストは消去され、設問表示画面に戻る。

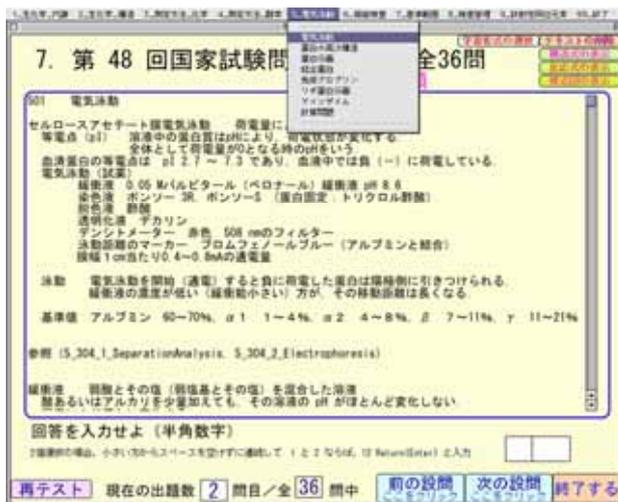


図 11 テキストの表示レイヤー

参照したテキスト量が多く一度に表示できない場合、右端にスクロールバーが表示され、マウス操作により全体を上下させる。

3) 構造式表示レイヤーの使用

構造式に関する知識が要求されている設問では、“構造式の表示” ボタンを用いる。テキスト参照の場合と同様に、メニュータイトル、プルダウンメニューからアミノ酸の構造式を選択すると、ビットマップデータ表示レイヤーにアミノ酸の分類およびそれらの構造式に関する情報が表示される(図 12)。



図 12 構造式の表示レイヤー

プルダウンメニューからの表示項目“アミノ酸”の選択、および設問表示画面の前面に表示された構造式の表示レイヤー。

4) 反応式表示レイヤーの使用

グルコースの酵素法による測定方法(反応式)

に関する設問では、“反応式の表示” ボタンをクリックすると、図 13 に示す大小 2 個の反応式表示画面が現れる。プルダウンメニューから、グルコース測定法“血糖_3”と“グルコース酸化酵素”の 2 個を順番に選択すると、2 個の反応式よりなる血糖測定法(大画面、背面)とグルコース酸化酵素の反応式(小画面、前面)が図 14 に示すように、2 個の表示レイヤーに表示される。



図 13 反応式表示レイヤー_1

プルダウンメニューからの表示項目“アミノ酸”の選択、および設問表示画面の前面に表示された反応式表示レイヤー大画面(背面)と小画面(下部)。

前面にある小画面の上をクリックすると小画面は消去され、背面にあった“血糖_3”の反応式が最前面にある大画面に表示される。この大画面の上をクリックすると、設問表示画面に戻る。

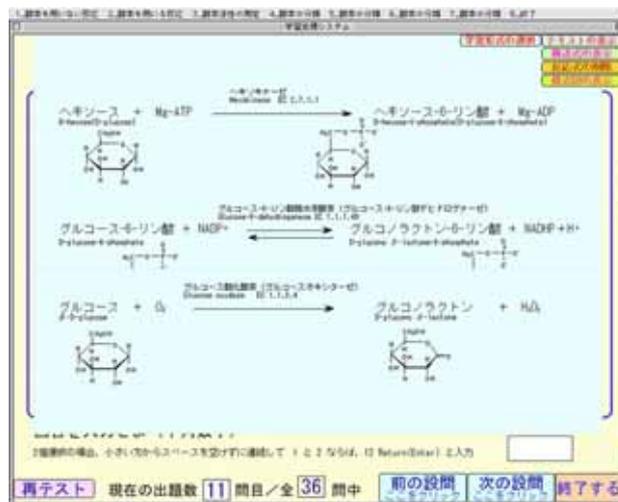


図 14 反応式表示レイヤー_2

設問表示画面の前面に表示された反応式(大画面)

面、背面と小画面、下部)

5) 模式図表示レイヤーの使用

酵素の反応速度に関する知識が要求されている設問では、“模式図の表示”ボタンを用いる。ミカエリス・メンテンの式をクリックすると、ビットマップデータ表示レイヤーにテキストと図で構成された模式図が表示される(図15)。

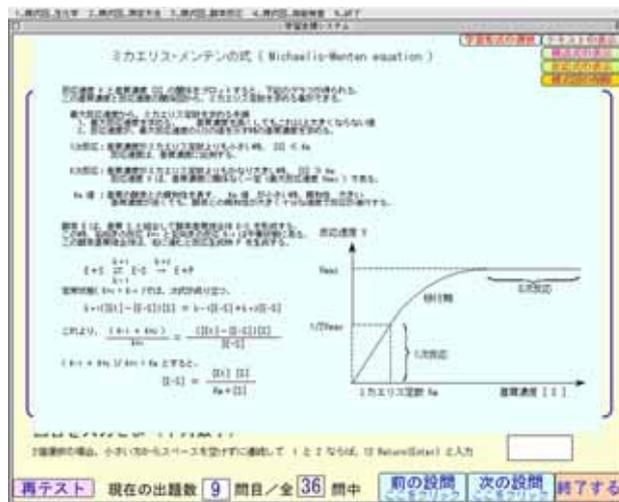


図15 模式図表示レイヤー

プルダウンメニューから選択した表示項目“ミカエリス・メンテンの式”および模式図による参照の表示。

実施例の報告

1. 本システムの内容およびパフォーマンス

本システムを記録した Hybrid 版 CD-ROM は、Macintosh 環境では Mac OS 9 までを対象としているが、Mac OS X でもクラシック環境下で使用可能であった。Windows 環境では、Windows 2000 までを対象とするが、現在まで、Windows XP でも問題なく使用できた。

試験問題 254 問およびテキスト、反応式、模式図などの解説 235 個を収録した。総ての設問および解説文を表示、閲覧した場合、約 3 時間を要した。受験勉強として本学学生が初めて使用した場合、1 週間程度の集中的な学習を必要とする程度の内容を 1 個のスタンドアロンアプリケーションとして CD-ROM 中に収録した。

2. 徳島大学医療技術短期大学部での実施

上記学習支援システムを補講に利用するため、

2000 年 12 月に Hybrid 版 CD-ROM を本学学生全員に配布した。各人が学習した経過を事前に調査し、補講では疑問ヶ所を集中的に説明することを計画した。しかし、パソコン操作に習熟しておらず、テキスト(印刷物)による学習を希望する声が高かった。そこで、試験問題に対する解説を A4 用紙 100 枚の印刷物として配布した。

3. 他大学での対応

2002 年 12 月以降に 5 大学(短期大学)の知人に Hybrid 版 CD-ROM を配布した。内容の確認作業に時間を要したこと、本学よりも早くから既に受験対策が始まっていること、本学学生と同様印刷物からの学習に馴染んでいることなどの諸事情により、実際に使用されることはなかった。しかし、教官からは、内容が充実しており来年度は積極的に利用したいとの返事を得た。

考察

パソコンを学生教育に用いる方法は、情報処理教育研究集会および全国大学情報教育方法研究発表会で多くの報告例が紹介され、種々の学習形態が実践されている。それらの中には、過程を重視しながらもその成果をデジタル作品として残す方法と、完成度の高い学習用教材を用いて、その内容を効果的に伝達したり、学生の能力を評価したりする方法などがある。過程を重視する方法は大学(文系、理系)だけでなく初等教育機関でも実践されており、その過程に専門性および指導教官の力量が強く反映されている。一方教材を利用する方法では、限定された部門で、充実した内容および完成度の高い作品が要求されており、1) 通常の講義などにおける教官の映像、音声および板書などをデジタル処理後ライブラリー化し、多数の中から必要な作品を選択し、それをビデオ再生の様に一定方向に再現させる方法^(1,2)と、2) 学習者の必要度に応じた柔軟な対応が可能なインタラクティブ性を重視した作品⁽³⁻⁶⁾を必要とする方法とがある。前者は、教科書などのテキストを用いる系統的な学習に教官の適切な解説を加味した作品と考えられる。これに対し、後者の

学習支援システムは画面上に提示されたコンテンツ(テキスト、画像など)に対するアクション(マウスのクリック、キーボードから入力)を基本とする。このコンピュータを利用する教育(computer-assisted instruction, CAI)の一例として、客観的試験(based-based test, CBT)をネットに接続したコンピュータを用いて全国規模で一斉に配信し、臨床実習前の医学部5年生の知的能力を判定する方法が実施されている。

パソコンを利用したマルチメディア教育が注目されているが、全国大学情報教育方法研究発表会に於いてもこのような双方向のインタラクティブ性を有する多機能学習支援システムの紹介例は非常に少ない。著者は、過去7年間の臨床検査技師国家試験問題に回答しながら問題解決に必要な知識を効果的に習得するためのマルチメディア教材を開発した。まず、設問の出題形式(年度別-出題順、類似問題-ランダム出題)を選択し、過去の試験問題計254問に順次回答し、学習を進める。次に、知識が不足する場合、設問表示画面の前面に参照データを随時表示し、試験問題に関する関連事項の学習を可能とした。この時、オーサリングソフトで利用できるスクリプトでプログラミングし、双方向のインタラクティブ性を付与した。利用できる参照として、テキスト表示レイヤーと大小2種類のビットマップデータ表示レイヤーを用い、テキストデータおよび3種類の画像データ(構造式、反応式および模式図)計235個を準備した。まず、キーワード検索が容易なテキストによる参照を利用する。次に、構造式、反応式あるいは図などを用いた説明が必要な項目についてはキーワード検索から必要な項目へのジャンプ先を示した。これら4種類のメニューボタンを画面右上に配置し、タイトルメニュー、プルダウンメニューを用い、効率良く参照できるようにした。

個別学生の学習進捗状況を客観的に把握するために、ここには示していないが、ランダム出題形式の問題を用いて情報実習室のパソコンで一斉に試験を行うことも可能である。その成績に基づき、具体的な個別指導あるいは追加説明が必要

な場合も考えられる。不明な点を不明なまま後に残さず、疑問を持った時に、その疑問に対する説明が得られる点が効果的である。このようなシステムには、学習者の学習意欲を引き出す素材を準備すること⁽³⁾、および反復学習に耐えうる充実した内容を備えていること⁽⁴⁻⁶⁾が重要と考えられる。

受験間近に控えた学生にCD-ROMを渡した場合、従来通り、テキストによる学習の方が勉強しやすく、利用頻度は著しく低かった。その理由として、学生自身がパソコン操作に十分に慣れ親しんでいないこと、文字は画面上よりもテキストの方が読みやすいことなどが上げられる。テキストによる学習は、全体を把握するまでに多くの時間を必要とするが、全体を系統的に理解するために必要である。これに対し、パソコンによる学習(e-learning)は今必要とする情報を瞬時に提示させる対応の即時性に最大の特徴があり、これは誰にでも容易に利用できる。このような経験を生かし、2003年度はテキストの作成およびその電子化(電子教科書、eBook)と本システムとを連携させることを計画している。その結果、テキストによる系統的な学習とパソコンによる即時性を活用し、学生個々の学習効率率は著しく増進するものと考えられる。

スタンドアローンアプリケーションの作成は、原則として、学習者が使用するオペレーティングシステム(OS)に適合したものをバージョン毎に作成しなければならない。一方、Shockwaveムービーでは、制作者はShockwaveへのフォーマット変換のみでよい。学習者が、無償のShockwave Playerをインストールすれば、Webブラウザで利用できる。ただし、タイトルメニューを使用できないので、プルダウンメニューによる表示形式を用いる予定である。これらをサーバに登録すれば、LANで接続したパソコンで利用でき、CD-ROMを介するよりも利用方法は簡便化される。

最後に、所定の講義時間だけでは十分に対応できない科目、あるいは学習者の知識レベルに対応した固有の速度で学習させるためのセルフラーニング用教材には、インタラクティブ性とマルチメディアが不可欠であり、今後もこのような教材

の開発を続けていきたい。

文献

- (1) 京都女子大学における講義ビデオ VOD データベースシステムの構築と運用。水野義之、岡田彰、住友千紗。平成 14 年度情報処理教育研究集会講演論文集。p249-252、2002。
- (2) 簡便な薬学学習コンテンツ作成と配信システム。梶原正宏、他。第 11 回全国大学情報教育方法研究発表会予稿集。p162-163、2003。
- (3) 3 次元画像記述言語を用いた幼児教育向けコンテンツの作成。井上明、他。平成 14 年度情報処理教育研究集会講演論文集。p256-259、

2002。

- (4) マルチメディアを用いた臨床検査の最先端技術の紹介。西田敏信、杉岡陽介、中原一彦。平成 14 年度情報処理教育研究集会講演論文集。p276-279、2002。
- (5) 基準範囲学習支援システム。西田敏信。フレキシブル・ラーニングのための学習支援と評価(1): メディア FD とフレキシブル・ラーニング支援の研究開発。p80-89、2003。
- (6) 臨床医学自己学習のためのマルチメディアシミュレーションシステムの開発。椎橋実智男、他。第 11 回全国大学情報教育方法研究発表会予稿集。p168-169、2003。

表 1. 学習支援システム作成に用いたパソコン環境

		Macintosh 環境	Windows 環境
本体	CPU	Power PC G4 AGP グラフィックス 400 MHz	Pentium IV 2 GB
	メモリ	832 MB	256 MB
	HDD	40 , 60 GB	80 , 80 GB
	光学ドライブ	CD/DVD , 640 MB MO	CD-ROM
	グラフィックス	ATI RADEON 128 Pro AGP , ATI RADEON 128 PCI 2 個	ATI RADEON 7500 AGP , ATI RADEON 9000 PCI
周辺機器	CRT モニター	22' , 19' , 19'	17' , 17'
	スキャナー	GT-9700 EPSON	
ソフトウェア	OS	Mac OS 9.2	Windows 2000 Professional
	OCR 光学文字認識	読んで!!ココ	
	DTP	InDesign (2, Adobe) , PageMaker(65, Adobe)	PageMaker(65, Adobe)
	グラフィックス	CANVAS(7, DENEVA)	CANVAS(7, DENEVA)
	化学構造式作成	CS ChemDraw (Std, 7, Cambridge Soft)	CS ChemDraw (Std, 7, Cambridge Soft)
	オーサリング	Director (8.5, Macromedia)	Director (8.5, Macromedia)