

ヒューマンインターフェースを考慮した CAI 構築に関する研究

星 野 隆

- <目 次>
- 1 はじめに
 - 2 新オーサリングシステムの構成と特徴
 - 3 CAI システムと人間とのヒューマンインターフェース
 - 4 マルチメディア CAI とヒューマンインターフェース
 - 5 仮想現実による CAI とヒューマンインターフェース
 - 6 知的 CAI とヒューマンインターフェース
 - 7 結 論

1 はじめに

この論文は、前回の「情報処理技術者育成用 CAI コースウェアの構築に関する研究」で CAI のコースウェアを開発する際の重要な点はシナリオ作りであり、そこで特にシナリオ作りについて考察したが、そのあとを受けて、ヒューマンインターフェースについて論究する。

今回は作成された CAI システムと利用者である学生とのヒューマンインターフェースに重点をおいて研究した。筆者が実感したことはどんなに内容的に優れた CAI コースウェアであっても、使い易さに配慮が欠けていれば学生の足も遠のいていくのが実態であるということである。

そこで、CAI と学生のヒューマンインターフェースについて考察し、あらゆる角度から学生に CAI について興味を持たせ、いかに CAI を用いた学習を効果あるものにするかにポイントを置いて研究した。特にこの 1、2 年のコンピュータ関連技術の進歩とその実用化は著しく、技術的な困難が取り除かれつつある。

パソコンがマルチメディア環境で利用できるようになり、CAI コースウェアもマルチメディアを使った、より効果的のものとなりつつある。また、仮想現実という人工的現実感を作りあげ、仮想的体験をする技術も実用化に向けて開発が進んできている。

これら、新しいコンピュータと人間のヒューマンインターフェースが可能になる状況において、コンピュータ利用教育の観点から、その応用面についても考察した。

また、本学における CAI 開発環境は、アルプシステム（株）より前システムを改良した「Imagesupper」が発表され、それが導入されたことによって、CAI コースウェアの開発時の省力化と内容の質的向上がはかられた。このシステムの特徴について最初に紹介する。

2 新オーサリングシステムの構成と特徴

2.1 新オーサリングシステムの構成

本学が導入した新オーサリングシステムは前システムを改良したアルプシステム(株)の「Imagesupper」である。このシステムは前システムよりヒューマンインターフェースの点で操作性, 入力方式の多様化や機能性に優れたオーサリングシステムである。各種メニュー画面よりマウスでクリップして情報が入力され, カラーイメージスキャナによる情報入力, シミュレーション機能や自動学習テーブルの作成などにより, CAI 学習に適した CAI コースウェアの開発環境が整備されてきている。CAI コースウェアを開発する環境を図示すると図1のようになる。

このシステムが導入されたことで, CAI コースウェアの内容は大幅な質的向上と開発時間の短縮が図られるだろう。

2.2 新オーサリングシステムの特徴

新オーサリングシステム「Imagesupper」は, 多くの点でヒューマンインターフェースを考慮したものであり, CAI コースウェア作りの上でも新しい便利なコースウェア作成技法が追加され, 作成時間も短縮でき, 複雑なシナリオ作りにも対応できるようになっている。以上のような, 新オーサリングシステムの特徴について列記すると次のような特徴があげられる。

- 1) 解答群の部分ファイルにマウスクリップで解答情報を投入する方法。
- 2) 学習テーブルの作り方や更新が簡単に出来る機能が追加された。
- 3) 問題に対する解答は, 最高99の選択肢を選ぶことができる。
- 4) 正解の場合は, 正しい解答を問題文に挿入して, 「新フロー」への分岐を指示し次の問題などに進ませる機能を持っている。学習テーブルと指導テーブルを統一し一本化して, 指導専用画面を新設し, システムが自動的に学習のフローチャートを作成する。

機器構成と主な実行形態

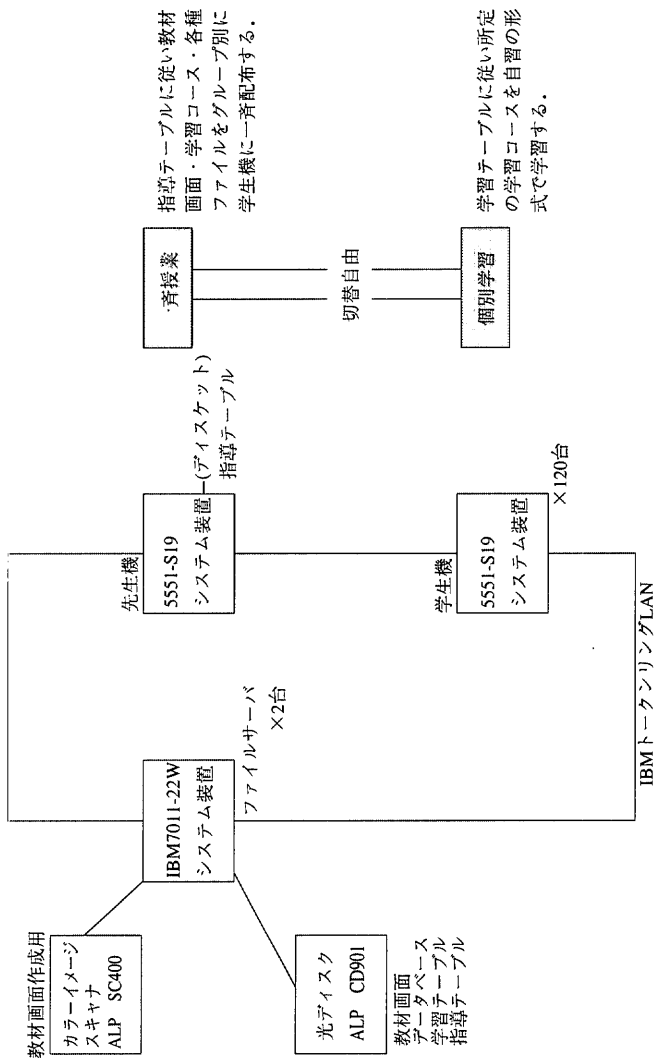


図 1 CAIオペレーティングシステム (アルプシステム提供)

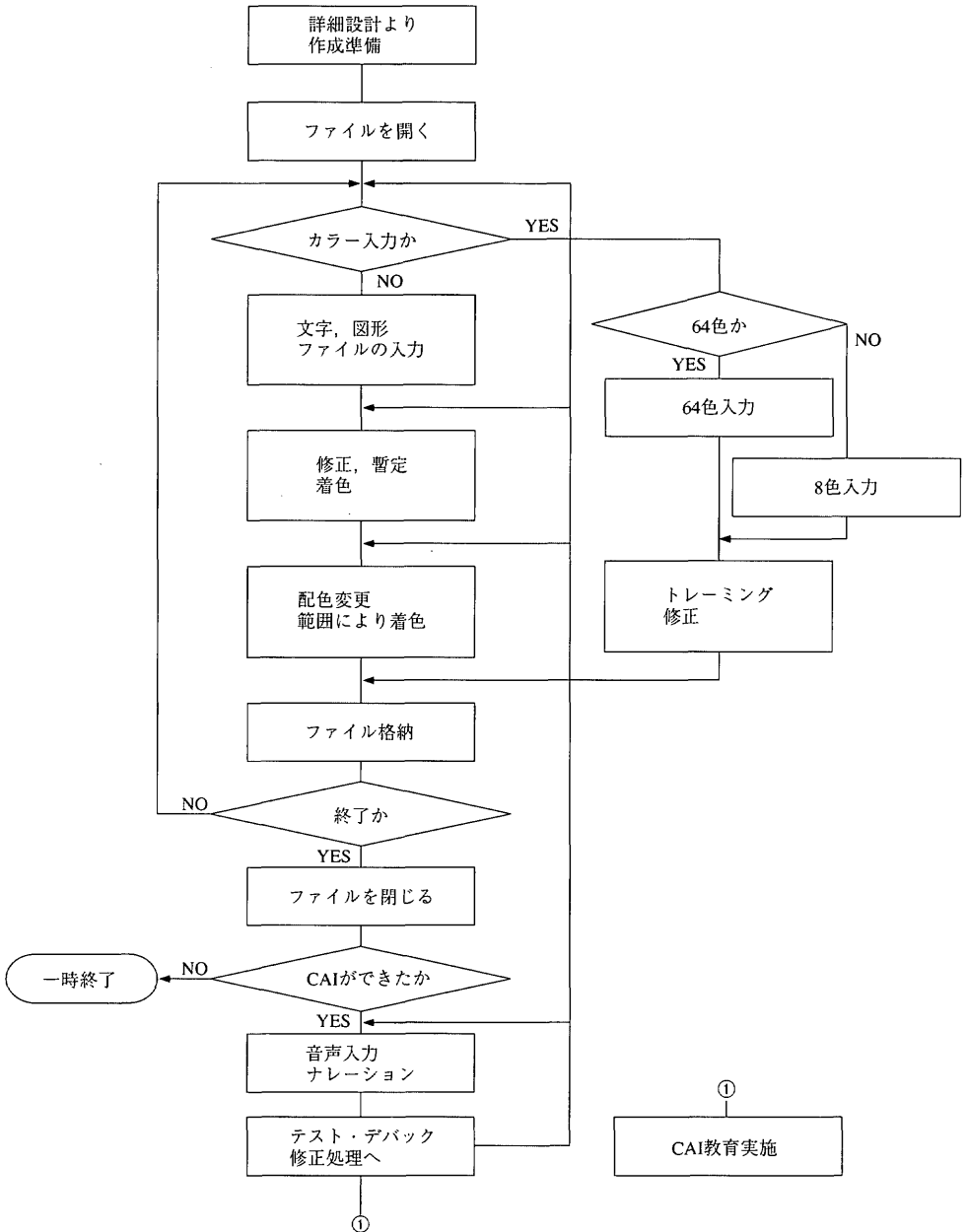


図2 CAIコースウェア作成手順

- 5) 不正解の場合は、KR 情報を出して類題か同一問題を解かせる。
- 6) カラー部分を拡大・縮小することが出来る。ファイルの窓表示ができる。
- 7) RISC 機能を生かした瞬間検索のデータベース機能を持っている。
- 8) カラーイメージスキャナで入力できるので簡単にカラフルなフレームを作ることができる。
- 9) アニメーションやビジュアル・シミュレーションが自動化できる。
- 10) フレームを格納する時、データを圧縮して格納できるので、光ディスクの使用効率が上昇する。
- 11) 画面の拡大・縮小はアナログ的に連続的にでき、画面上の合成が簡単になった。
- 12) CAI の表現の多様化が可能であり、開発時間が大幅に短縮できる。
- 13) IBM のトークンリング LAN 上で個別学習も一斉学習もできる。
- 14) DOS に飛んでプログラムの開発や DOS 上のプログラムを実行できるなどのマルチモードが使用可能である。
- 15) 画面を直接クリップして、加工できる機能がある。
- 16) 解答形式の多様化ができる、それは記号解答、数値解答、単語解答、穴埋め解答や複数解答ができる。
- 17) IBM のトークンリング上で CAI コースウェアが開発できるので、大学内の端末のある所であれば開発場所は限定されない。

これらの新オーサリングシステムの特徴である各種機能を十分に駆使し、ヒューマンインターフェースに留意した、かなり特徴のある CAI コースウェアを開発している。新オーサリングシステムの機能を流れ図で図示すると図 2⁽¹⁾ のようになる。

新しい機能であるマウスクリップメニューの一部を表示すると図 3 のようになる。

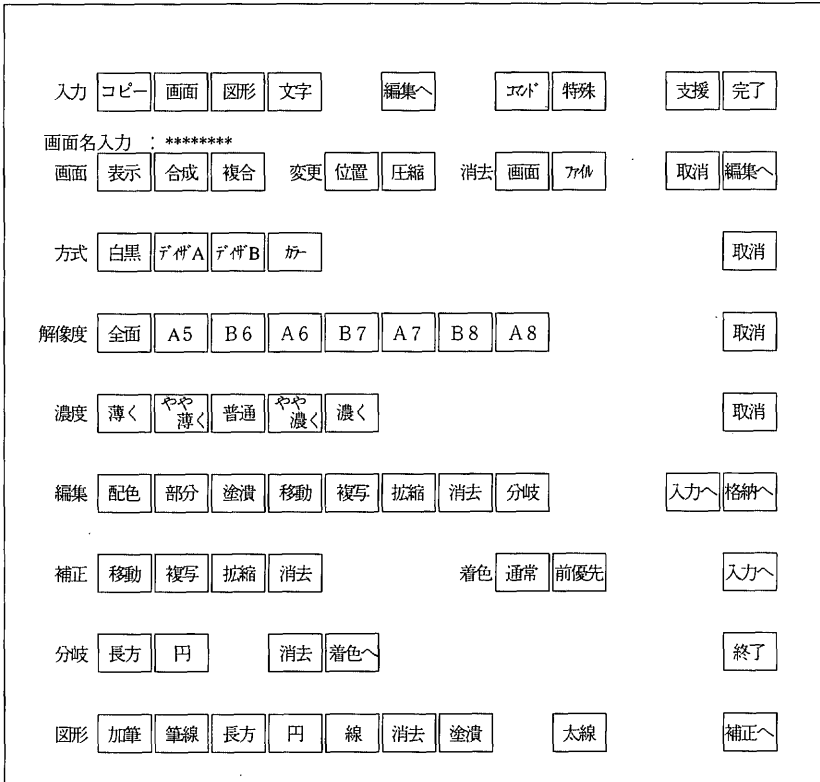


図3 マウスクリップ・メニュー

3 CAI と人間とのヒューマンインターフェース

コンピュータでCAI コースウェアを用いる場合、学習に対する取り組み方、とらえ方は使用する人それぞれの人間的な属性に依存することが大きい。そこで人間の属性とコンピュータの属性について列記すると下記のようなになる。

3.1 人間の属性

人間は持って生まれた身体的属性と心情的属性に、その後の環境的属性などの生まれた後の生活体験、生活態度や世界・日本の社会環境などによって豊かな個性を作りあげており、それらを構成する主な要因となる属性をあげてみると、次のような要因が考えられる。これらの要因である属性は一人一人異なっており、それぞれの個性を作りあげている。

- 1) 性別
- 2) 年齢
- 3) 体重、身長、胸囲、体力等の肉体的特性
- 4) 趣味やスポーツ
- 5) 人生観
- 6) 性格
- 7) 学歴とコンピュータ歴
- 8) 民俗的習性と個人のもつ特性
- 9) 病気歴
- 10) 職業歴
- 11) 勤労意欲
- 12) 血液型

人間の個性を作りあげているこれらの主な要因を数量化して、人間形成の主要因は何かについて、アンケート調査をもとに数量化理論Ⅲ類を用いて解析しているが、ここでは直接関連しないので除いている。

3.2 人間とコンピュータの特徴（長所と短所）

3.2.1 人間の特徴

人間は生まれながらに五感や本能などを持ち、自分の過去の行動・経験・学習から得た知識を長く脳に記憶・保存して、次に過去の経験等を生かして、新しい行動・知識などを創造する。

人間の特徴を生理形態的特性、認知的特性や感性的特性等に分類して、その特徴を列記すると次のようになる。

1) 生理形態的特性

- ① 自分にとって好ましいものには積極的になり、好ましくないものには避けようとする。
- ② 状況の変化に肉体的な反応を適合させる。
- ③ 多くの情報の中から重要な情報を抽出する。

2) 認知的特性

- ① わかりやすい言葉で表現する。
- ② 新しい解を開発する。
- ③ 広範な問題を解決するために原則を適用する。
- ④ 帰納的に推理する、観測をもとに一般化する。
- ⑤ 原則、方法や過去の経験を憶えておいて次に役立てる。
- ⑥ 変化の状況や形から特定のパターン認識をする。

3) 感性的特性

- ① 主観的な評価をしたり、時には客観的に評価する。
- ② 予期せぬ緊急事態にうまく対応する。
- ③ 経験を引き出し、いろいろな状況に応じて対応する。
- ④ 予期できない異常事態を感知する。
- ⑤ あらかじめ指定された事象より、次に起こる事象を予知したり、特にまれにしか起らない事象を感知する能力がある。
- ⑥ これらの特性を総合して、新しい事態に対応していく特性をもっている。

4) 人間の欠点

- ① 人間の欠点は、繰り返して行う単純な仕事に飽きてしまって、長続きできない。
- ② 興味のないことはやりたがらないので、もしそれでもやらせる場合は動機づけをしなければならない。

3.2.2 コンピュータの特徴

コンピュータの発展はコンピュータを構成する性能の向上・小型化とデータ圧縮技術・並列処理等の処理等の処理技術、通信技術の高速化と多様化、データベース等のデータ管理・処理速度等の技術向上で多くの特徴を持つようになった。長所・短所を列記すると次のようになる。

1) コンピュータの長所

- ① コード化（デジタル）された（文字・図形、画像や音声）情報を正確に格納する。
- ② 情報量が大きくとも正確に処理できる。
- ③ 処理の速度は飛躍的に早い。
- ④ あらかじめ定められたプログラムに従って情報を処理する。
- ⑤ あらかじめ指定された事象や、特にまれにしか起らない事象を検出することができる。
- ⑥ 長時間にわたって正確に記憶し、正確に情報処理できる。
- ⑦ 繰り返し処理に向いている。
- ⑧ 人間の欠点である単純な仕事でも飽きるということがない。

2) コンピュータの短所

- ① 自ら学習する能力がない。
- ② 自ら創造する能力がない
- ③ 温度・湿度・振動・磁気等の外的環境に弱い。

3.3 人間とコンピュータシステムとのヒューマン インターフェース

人間とコンピュータとの関わり合いを良くして人間が使いやすくなるコンピュータはどんな機械か、また基本的に備えるべき要件はなにか、について研究されてきている。それが、ヒューマンインターフェースである。

ヒューマンインターフェースの研究は、人間の持つ肉体的、生理的なリズムの情報を検出して、人間が心地良くコンピュータ作業ができるように制御する方法を求める。すなわち、ヒューマンインターフェースの研究は、理解しやすい(認知力)、使っている時爽快である(快適さ)、使いやすい(操作性)や次も使いたい気持ちを抱かせる(継続性)が主テーマである。

- 1) 人間がコンピュータを上手に使いこなすには、判断し意思決定する仕事を人間が行い、判断しないでもいい決まりきった仕事はコンピュータに任せると、エラーも減少し良い結果をもたらされる。
- 2) ヒューマンインターフェースの設計には、対象とする業務をあらゆる角度から徹底的に調査・分析して、それぞれに起こる現象にたいする対応操作を考えておく必要がある。
- 3) 多くの事態が複合して起った時は、何を優先して、どのように対処するかを、一流の技術者の経験から湧いてくる勘から行う対応操作や行動などから調べておくと緊急時に役立つ。
- 4) コンピュータシステムのわかりやすさ、かつ使いやすさ、次も使いたいという継続性に対する動機づけが要求される。
- 5) コミュニケーションが取りやすく対話性に優れている。

ヒューマンインターフェースを有効にするためには、高性能な入出力の機器を導入整備し使用可能な機器が多様化することで、入力・出力利用者により適した便利なシステムとなる。すなわち、入出力インターフェースを充実して利用者がごく自然にコンピュータと対話できるような環境を目指しているのがヒューマンインターフェースである。

入出力インターフェースの多様化⁽²⁾について図示すると図4のようになる。

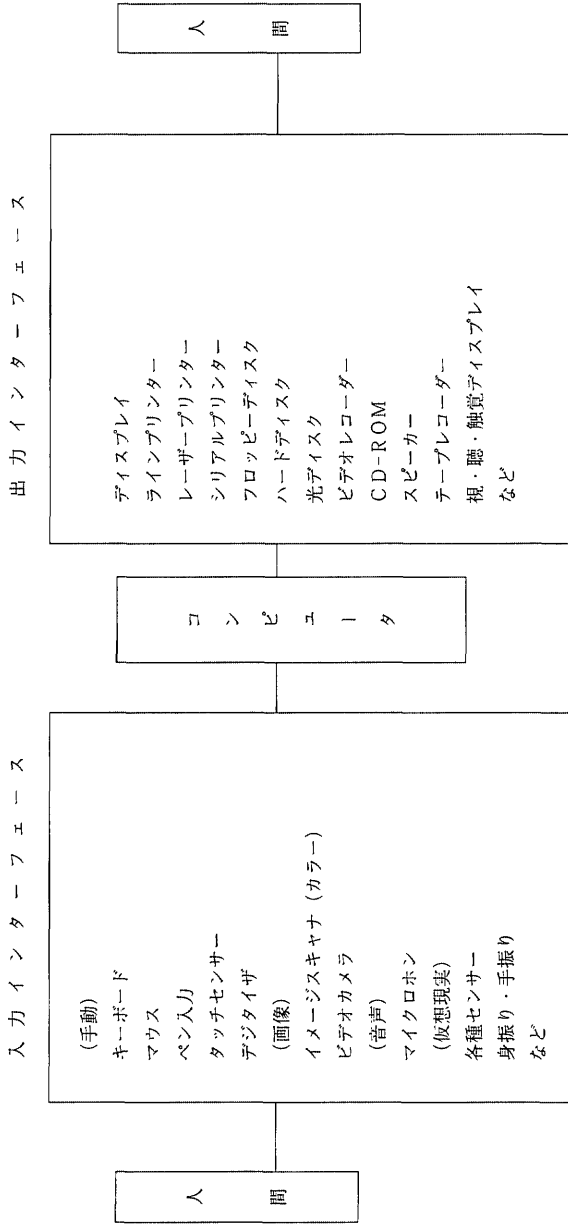


図4 入出力インターフェースの多様化

3.4 ディスプレイのスクリーン設計上の留意点

コンピュータと人間が対話する場合にいちばん一般的なものは、ディスプレイ上に表示された文字や図形を介して情報を得てコンソールタイプライターなどの入力機器から応答することである。ここで、スクリーン設計上の一般的な留意点といちばんよく用いられるメニュー方式の留意点について述べる。

1) スクリーン設計上の一般的な留意点

- ① 見やすくわかりやすいスクリーン設計であること
- ② 何を聞いているか、何を求めているかはっきり表示されていること。
- ③ システムがどのような構造で、どのようにすれば目的のシステムが出せるか等のメニューの階層構造が明らかであること。
- ④ 何と何に関連しているか明らかに表示されているスクリーンであること。
- ⑤ メッセージは短く、印象的で、かつわかりやすいこと。
- ⑥ カラーディスプレイの場合に色づけ、文字の位置、画面のデザインや、場合によってはウインドウ画面の設計等も考慮しなければならない。
- ⑦ スクリーン上に表示された応答メッセージは、なるべく誤りを少なくするため短くする。

2) メニュー方式による留意点

メニュー方式は全体構造が選択方式で表示されるため、ユーザーが比較的初心者でも、誤りなくオペレーションできる。またフルスクリーンメニューには大項目メニュー、中項目メニュー、そして小項目メニューと順次詳細項目へ分解できるメニューがあり、ブレークダウンさせることができるのも特徴である。

サブ的な隠しメニューにはドロップダウンメニュー（それに関連する下位のメニューが全部表示される）、プルダウンメニュー（マウスを下に持ってくると順次メニューが出てくる）、それとポップアップメニュー（マウスのポインタ位置に表示されるメニューである）がある。

しかし、長所は慣れると煩わしくなる場合もある。ある学習をしたい時に、すぐその学習でなく、メニューを順次開いて選択し、目的の学習のプログラム

を選択するので時間がかかるのが難点である。ウインドウではコマンドによって、さらに必要な指示を応答作業エリアにパラメータやある値をチェックのために入力するメニューが表示され、これがダイアログボックスであるが、部分的メニューのため狭くなるので短い応答にしなければならない。⁽³⁾

応答の言葉、記号、番号、文章とアイコン (icon: 略絵) などを分りやすく設計することも肝要である。

一般のフルスクリーンメニューとサブ的な隠しメニューを上手に組み合わせて操作しやすくする必要がある。無理にメニューの階層化をしたり、メニューの階層をあまり深くしない方がよい。

3.5 CAI と学生との主な対話機器である VDT の 人間的配慮

3.5.1 CAI を使用する時の人間工学的配慮

1) CAI 運用上の配慮

CAI を 1 日に 2 時限 (90 分 2 コマ) 以上利用することは避けた方がよいと、たびたび筆者の CAI 関連の論文で述べているが、それらの問題について述べることにする。

VDT は (Visual (or Video) Display Terminals) の略語であるが、企業で VDT 業務に携わっている人は眼疲労による痛み、眼精疲労、腕、首筋や肩のこり、身体のだるさや心のいらいら (ストレス)、精神的疲労等を訴えることが多くなっている。これらの現象について日本では 10 年前頃から盛んに研究がなされ、民間研究機関、通産省、労働省等から多くの報告書、研究書や通達等が出されている。

CAI の利用を含めてコンピュータを利用する学生にとっても VDT を多く使えば、場合によって、体調が悪くなるといった現象が起こってくる。しかし、卒業して就職すると、就職先での OA 化、FA 化も進んでいるので避けて通れる問題ではなくなっている。

そこで、CAI の利用を含めてコンピュータを如何に正しく使用するかについ

での教育も、情報教育の一貫として教育する必要があり、自分の授業の中で実践している。

VDT を用いた学習の人間工学的見地から環境分析してみると、機器、備品を学生が使いやすいように配置するヒューマンインターフェースの向上が望まれる。

① 使用機器

表示用……ディスプレイ装置，プリンター，プロッター

手で操作……キーボード，マウス，タブレット，タッチパネル，イメージスキャナやライトペンなどで、その場にあった入力をする。

② 補助的備品

コンピュータ台(机)，椅子，見台，マウスマット，フロッピーやマニュアルのための書棚などを使いやすく配備する必要がある。

2) コンピュータ室の環境設備

広い狭いか、清潔であるか、壁の色は何色か、照明は良いか、温度・湿度はコントロールできるか、内外の騒音はなくすることができるか、ディスプレイの画面からの電磁波を軽減できるか等の検討が必要である。

また学習でコンピュータを用いる場合の作業環境を良くすることが必要である。

さらに文書作成、表計算の表の作成、データの入力、データの検索、グラフの作成、プログラム作成とデバックテスト、課題のプログラムの実行とレポート提出などスムーズに行えるように環境を良くすることが必要である。

これらの作業で、ディスプレイの指示を読み取り、見台上の文書やデータを読み取りキーボード上のキーを打ちながら入力する環境を良くする。

3.5.2 CAIのVDTを用いる場合のストレスと対策

VDT を用いた学習はCRT 画面をとおしての視覚情報、ヘッドホンなどによる聴覚情報からなる。優れたCAIであっても長時間のCAI学習をすると、眼精疲労によるストレスなどが起こってCAI学習を避けるようになる場合もある。

そこで、疲労感をもたらすストレス原因をアンケート調査などで調べると次のような点が問題点となっており、これらの点を良い条件にすることがCAI教育の成功の鍵となる。

- ① CAIの画面表示の見やすさ（明るさ、色づけ、輝き、反射など）
- ② CAIの操作性
- ③ CAIの学習の難易度
- ④ CAIの学習をする時の姿勢
- ⑤ CAIを用いた学習時間
- ⑥ CAI学習の設備環境（机と椅子、照明、部屋の大きさ、壁の色など、一人一台かどうか）
- ⑦ CAIの全体としての完成度（良否）
- ⑧ CAI学習の人的環境（教員、助手のいる・いない、人間関係）

などの良否がCAI学習の良否の評価につながり、学生のストレスの原因の一つにもなる。これらCAI学習環境を図示すると図5のようになる。

我々のように、自分の授業でCAI教育を推進するためにCAIコースウェアを開発する教員にとっては、ヒューマンインターフェースに留意した良質のCAIコースウェアの開発とあいまって、いろいろな利用環境を整備することも重要な課題であることが、上記ストレスの原因からも明らかである。

労働省労働衛生課では「職場におけるテクノストレス」なる報告書を平成2年に出している。⁽⁴⁾

その中で「ソフトウェア開発業務の問題点と対策」「データ入力等のコンピュータ多用型業務の問題点と対策の方向性」「コンピュータ機器利用への適応に関する問題点と対策の方向性」のように、コンピュータ利用のタイプを3つに分けそれぞれの問題点と対策を提言しているが、商学系の学生にたいしコンピュータ原理およびそれをどう利用するか、企業経営にコンピュータをどう適用するかを主に教育する我々にとっても参考になる。

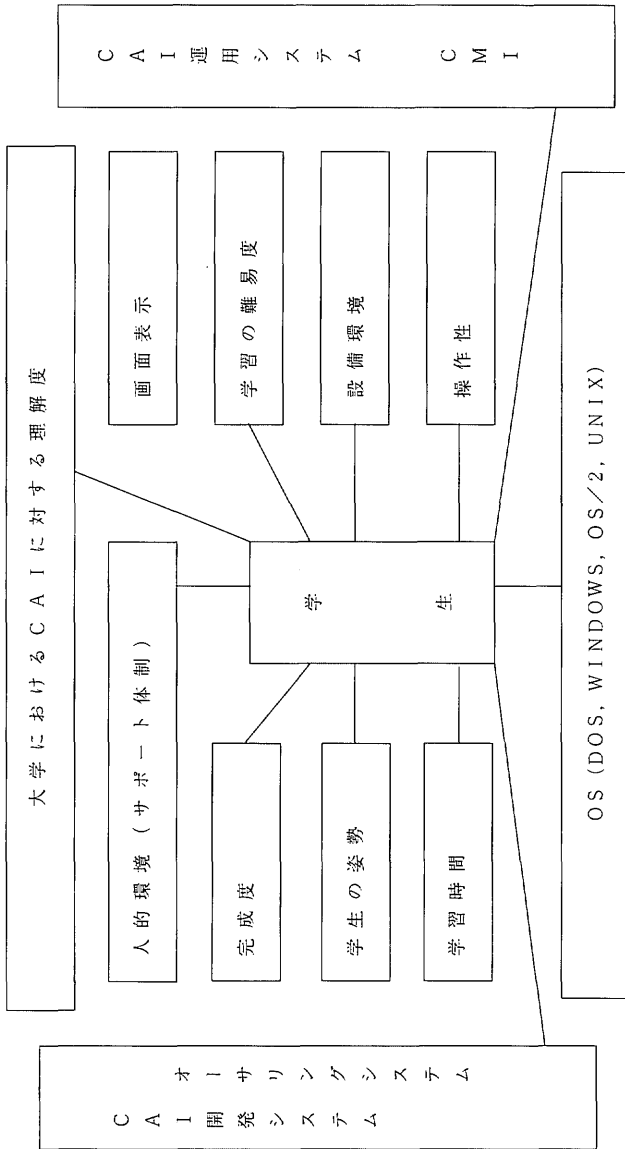


図5 CAIの学習環境

4 マルチメディア CAI とヒューマンインターフェース

4.1 マルチメディア環境における CAI コースウェア

メディアの多様化とヒューマンインターフェースからの配慮は CAI の発展にとって大きな原動力になっている。マルチメディアを実現できるようになったのは、技術的チップ技術の発展などの環境整備がなされたからである。それは、Pentium(CPU) , データ圧縮チップ, グラフィックチップ, RISC(Reduced Instruction Set Computing), AD/DA 変換, 音声ボード, リアルタイム処理のビデオチップ, オーディオ用チップ, アクセラレータチップなどがある。これにマルチメディア対応のネットワーク技術が進歩し標準化も進んできている。

さらに、データの圧縮技術が進歩して画像データ, 音声データ, 図形データや文字データ等が圧縮され, より多くのデータを光ディスク等に記憶できるようになってきている。これらによりマルチメディア環境で CAI を開発できるようになってきた。

4.1.1 マルチメディアを構成する機器

メディアの多様化はメディアの使用を一方的ではなく, お互いに会話できる双方向の対話を可能にしたマルチメディアを産み, マルチメディアを利用しやすいようにヒューマンインターフェースが人間工学的, 医学的, 心理学的視点から追求されてきている。

これら, マルチメディアを使った CAI の開発を可能にしたオーサリングシステムの発展は, 人間の感性を生かした異和感のない CAI コースウェアの構築に寄与しつつある。

前記のようなことが可能になったのは, コンピュータ関連技術が発展し, 文字, 図形, 静止画, 動画, 映像や音声の入出力などが扱えるハードウェアが開発され, このハードウェアの特性を十分に生かせるソフトウェア技術も発展をしてきているからである。

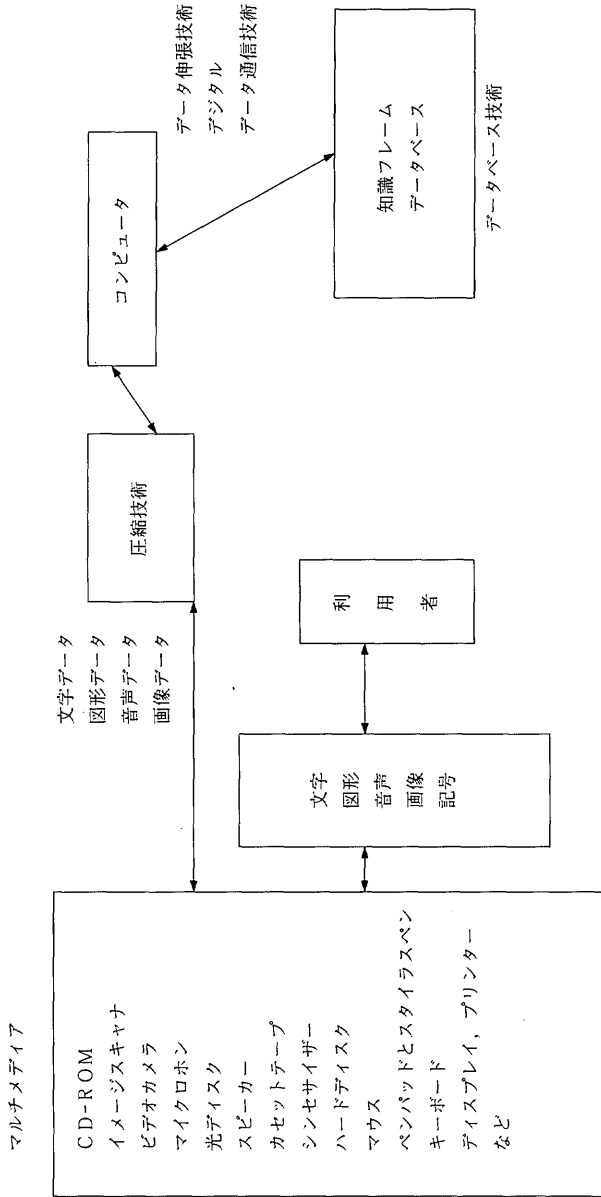


図 6 マルチメディアと周辺技術

マルチメディアと周辺技術について図示すると図6となる。

4.1.2 マルチメディアを用いることによる効果

マルチメディアを用いることで、五感を使ったより人間的な表現ができるのでわかりやすく、マルチメディア CAI コースウェアを開発する教員にとっても、マルチメディア CAI を用いる学生にとっても、やる気を起こさせる効果がある。

マルチメディアの多様な表現により視野を広げることができ、選択の幅も拡張できる。特に、音声認識の技術は難しい分野であるが、効果のあがるものである。

例えばシミュレーション型 CAI ではキーワードを入力し、選択した結果を使ってマルチメディアの機能を用いてシミュレーションし、試行錯誤して理論的に適合したデータを探し出すことができる。

4.1.3 マルチメディアを用いることの出来る機器

マルチメディアとしていちばん普及しているのが CD-ROM であるが、一度焼き付けると読み出しだけになるので、更新したいファイルには利用できない。動画、映像、音声メモリーの多く必要な CAI 作りには適しているが、更新できないのが難点である。市販ソフトウェアを供給するメディアとしては適している。

CD-I (Compact Disk-Interactive) は文字、図形、静止画、音声などの情報を一枚の光ディスクに記憶し、それを再生できる。この他に CD-G (静止画用) や CD-V (動画用) など多くの規格がある。マルチメディアで用いる場合は倍速ドライブを用いるとよい。

4.2 CAI にハイパーメディアを用いる場合の特徴

人間とコンピュータとのヒューマンインターフェースとしてのハイパーメディアは、メディアとして文書(テキスト)に加えて図形、静止画像、動画、映像や音声などを扱えるメディアであるマルチメディアを、連想索引法などの各種の検索機能やアプリケーションプログラムで統一的に管理しようとする。

ハイパーメディアの前身がハイパーテキストである。ハイパーテキストは1965年にテッド・ネルソンによって開発された。ハイパーテキストはテキスト情報を小さな論理的単位に分けて、これらの論理的単位の情報を相互に関連付けてネットワーク構造に作り上げたものである。1987年にApple社からハイパーカードが出された。コンピュータ環境の整備された最近になってやっと実用的段階に入ったと言える。

ハイパーメディアはハイパーテキストのネットワーク構造を持ちながら、取り扱う情報を文書(テキスト)ばかりでなく、図形、静止画像、動画、映像や音声などのマルチメディアが扱えるようにレベルアップ(拡大)したものである。

ハイパーメディアによって、人間が文書(テキスト)だけより、映像や音声などの時系列データを巧く同期を取らせることで、五感に訴えた情報の表現が可能になりハイパーメディアを用いたCAIは豊かになり、理解もしやすくなる。ハイパーメディアは人間の五感に訴えて学習理解をする点で、より人間的なユーザーインターフェースである。

ハイパーテキストの特徴は、ネットワーク状の構造を持った種々の情報が、ランダムに情報の受取り側と情報の送り手側の双方向で会話しながら利用できることである。連続的ばかりでなく、非連続的なアプローチも可能にしてくれるのが特徴である。これによって、興味の湧くままにCAIの学習を続けることが可能になる。

ハイパーテキストの作者はCAIの学習者に多くの選択肢を与え、重要な要素(ノード)間の経由した経路を定義する。

ハイパーメディアのデータ構造はきちんとした固定長のものでなくてもよく、情報相互間の類似性、相関性や関連性によってデータ構造を作り、類似性、相関性や関連性を更新したり、新規につけることでデータ構造を柔軟に変えることができるのが特徴である。

このような構造により、柔軟性のある種々の視点からの学習項目の情報検索が可能となる。学生の個々の要望により異なった学習ができる。

ハイパーメディアを用いたCAIは種々のタイプのデータをネットワーク構造でデータベース化してあり、マルチメディアのそれぞれの機能にあった検索

方法で、学生に合った方法で学習できる。

このような考え方を実用化した最初のツールは、Apple社ハイパーカードで、最近日本のコンピュータメーカーがほとんどCD-ROMを組み込んだマルチメディア対応のパソコンを販売してきている。

ハイパーメディアによるCAIは高速なCPU(インテル社のペンダムなど)の開発やマルチメディアのますますの機能拡張によって、メディアミックスにより新しい知識の創造やいろいろな疑似体験によって計画案の作成の支援や一歩進めて意志決定の支援にも有効になる。

ハイパーメディアによるCAIは知的CAIが完成するまで、これからの主流をなすCAIとなると考えられる。

ハイパーメディアの欠点として次のようなことがあるので注意しなければならない。

ハイパーメディアのCAIはあっちこちに飛ぶため、ノード間でどこにいるのかわからなくなり、本来の目的から離れないように注意しないと、利用者である学生が方向を失ってしまうことがある。そこで、今どこにいるかを表示する工夫が必要である。

4.3 マルチメディアを用いる時の課題

次のことはマルチメディアCAIを作るときに注意しなければならない問題点で、早期の解決が望まれる。

- 1) 画像データ、音声データ等を圧縮してデータベースに格納する圧縮技術の発展
- 2) データベースより圧縮されたデータを早く検索できる技術
- 3) 現行のISDN(総合デジタル通信網)より回線容量が大きく、伝送スピードの早いデータ通信網の開発が待たれる。
- 4) 取り扱う知識データベースの利用に関する知的所有権の問題の解決

5 仮想現実による CAI とヒューマンインターフェース

5.1 仮想現実による利点

仮想現実 (Virtual Reality) は人工現実感 (Artificial Reality) とも呼ばれるが、この論文では仮想現実⁽⁵⁾に統一して用いることにする。

仮想現実ばかりでなく、一般的に CAI は、学生にとって興味を引き付けるものでなくては意味がない。仮想現実による CAI は「学生に CAI に対して興味を持たせるにはどうしたら良いかという問題」を研究するために役立つ題材である。

仮想現実によるシミュレーションは、仮想的体験を通じて現実を理解し、教育的な効果をあげることができるツールであると言える。すなわち、仮想現実⁽⁵⁾は、体験的教育を通じて視覚化し学習理解を支援する機能を持っている。

CAI を用いる教育の場合は、仮想現実を用いることで教育を支援して、立体的に学習を経験し、理解を深めるのに役立つことが期待される⁽⁵⁾。

仮想現実⁽⁵⁾は、ゲーム的感覚で学習が出来る環境を作ることができるなど応用の範囲は無限に広がってきている。

仮想現実⁽⁵⁾は CG (Computer Graphics) などの仮想の立体画像に対して、リアルに、かつ感覚的に対話が可能な、まったく新しいインターフェース(入出力機器)である。コンピュータによる合成情報で人間の感覚器に合せた入力が可能となり、理想的なヒューマンインターフェースが仮想現実によって実現できる。

仮想現実⁽⁵⁾は現実世界と仮想世界からなっている。現実世界は次の3つからなっている。

- ① 視覚・聴覚・触覚ディスプレイの付いたゴーグル、仮想物体に触れたり、動かしたりするデータグローブ
- ② 利用者を仮想世界に取り込むためのビデオカメラ
- ③ 仮想に作り出される立体画像

仮想世界は入力システム、シミュレーションシステムと出力システムの3つ

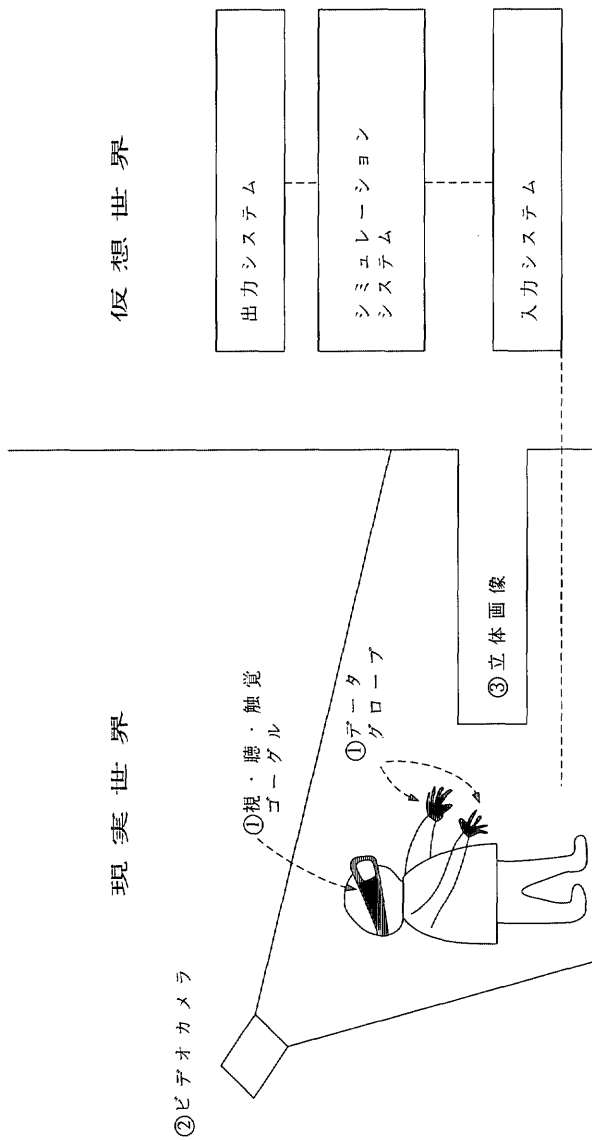


図7 仮想現実システム図

からなっている。

- ① 入力システムはデータグローブやビデオカメラなどから入力された情報で仮想世界の状況作りとその中の行動を取り込む。これにより、臨場感と実存感を体験できる。
- ② シミュレーションシステムは仮想世界に入力情報からシミュレーションして仮想現実を作りあげる。これにより、人間と現実との関係がインタラクティブになる。
- ③ 出力システムはシミュレーションで作られた仮想現実の中での人間と作られた現実との相互の対話を視覚・聴覚・触覚ディスプレイに出力する。仮想現実を図示すると図7のようになる。

5.2 仮想現実による危険性

仮想現実が良いことばかりでなく危険性も含んでいる。今までのメディアからの情報は受動的であったが、仮想現実は自分から行動するという能動的な側面を持っている。このことで現実と仮想現実との区別がつかなくなると大きな危険性を持つ可能性がある。それは仮想現実が悪用されることが懸念されることである。

仮想現実を用いる場合は、おのずと正しい操作、有効な正しい利用、正しい倫理感に基づく行動と新しい法律による法律的規制が必要となる。これは、国内法のみならず国際的な法規制も必要になるだろう。

5.3 仮想現実のCAIへの応用についての見解

仮想現実CAIのヒューマンインターフェースの見地から見ると理想的なツールである。仮想的な問題の現実化、臨場感や創造性などを実現させてくれることにある。

仮想現実には、まだ重量感や臭覚などの解決しなければならない問題が多くあるが、現在世界の多くの研究者が新しい成果を出してきている最中である。

筆者は仮想現実をCAIにどのように応用したら効果的に成果をあげられるか等について、今後の課題として研究している。

6 知的CAIとヒューマンインターフェース

6.1 知的CAIの現状

知的CAIの研究の現状は、知識を持っていない学生か、正確に理解していない学生をモデル化し、これらの学生がキーワードを入力すると、そのキーワードに関する正しい知識を学習するように提供するシステムを構築しているのが主流である。

すなわち、間違いを修正したり、予防して正しい知識を与える環境を作ることが重要なことである。知的CAIを作るにあたって学生が使いやすく、ヒューマンインターフェースを考慮したシステムにするのが目標である。

知的CAIはITS (Intelligent Tutoring System) と呼ばれ、現在世界中の知的CAI研究者が研究中的注目の課題である。

知的CAIは、人工知能等の知識工学の発展、情報関連技術の発展やマルチメディアの発展とともに実用的CAIとしての実現性が増大してきている。特にハイレゾ(1120×750ドット)の大画面に、Window 3やOS 2などのマルチウィンドウ方式で多くの画面を同時に出したりすることで、ユーザーに創造的な知的思考が可能となりより高度に知的理論の展開ができる。

これは光技術による光データベースの出現で高速の検索・書換え等が可能になり、光ファイバーによるデータ通信速度の向上も知的CAIを実用化するにあたっての原動力となりつつある。

知的CAIにはCAIコースウェアを設計する場合に、CAIの流れを決めたシナリオがないことが特徴であり、インターフェース向上により関連した知りたい知識を知識ベースシステムから、早く引けるように工夫する必要がある。

それは、学生の考え、疑問、興味の方向、創造性、個性、学生の達している学力レベルや意思決定などによってどんな方向に学習が進むか予測できない。

知的CAIは、準備されている知識ベースの知識の密度が深くなればなるほど、複雑さが増し知識の精度も上昇する。文字、図形、画像、音声などからな

る知識ベースシステムを光ディスク上に構築することにより、高速で多様な資料の検索をすることが可能である。

近年特にファジイ推論やニューラルネット等の人工知能に関する研究の成果が出てきて、知的CAIの高度な実用化に向けての可能性が出てきている。

知的CAIは知識ベース、推論機能やデータベースなどからなっている。

- 1) 専門家がヒューマンインターフェースを介して知識ベースに知識を入れる。
- 2) 入力データや結果を保存するのがデータベースである。
- 3) 次のような手順で学習を続ける。{4} ⇒ 8) を繰り返す}
- 4) 利用者である学生はヒューマンインターフェース技術を駆使した機器を使ってキーワードを入力する。
- 5) CAI側から利用者である学生に質問する。

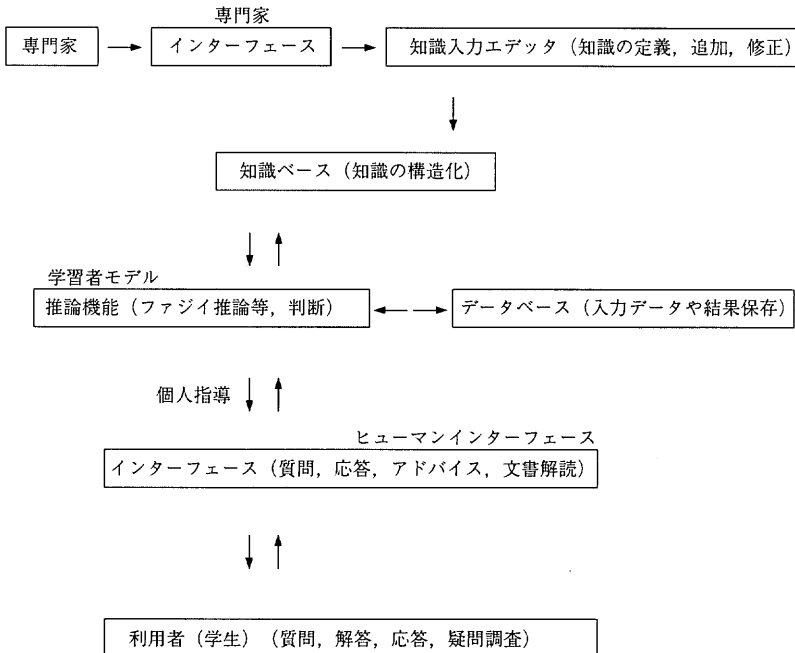


図 8 知的CAIの関係図

- 6) 利用者である学生はその質問に答える。
- 7) CAI 側では解答を解釈し、推論機能で推論して、利用者である学生に求める根拠や結論をアドバイスする。
- 8) 学習履歴をデータベースに記憶する。

以上、知的CAIの関係図を示すと図8⁽⁷⁾のようになる。

知的CAIの発展は、近い将来にヒューマンインターフェースを考慮した知的CAIを用いることで、高い知識の習得とアイデアを膨らませる創造的学習ができ、研究の骨子となる知識を得ることが期待できる。

いちばん成果があがると考えられている知的CAIについては、今後の課題として研究をする。

7 結 論

CAIコースウェアの構築は、開発に用いるオーサリングシステムが「Imagesupper」にバージョンアップして、新しいインターフェース機能を加えているので、効果的にCAIを開発できるようになってきている。

また、我々はIBMのトークンリングLANの動作環境の下で、最大120人を個別にCAIを用いて教育するのが可能である。そこで、CAIコースウェアの開発に当ってヒューマンインターフェースに留意して、使いやすく、効果のあがるCAIコースウェアを開発して個別の指導ができるように構築している。

CAIコースウェアの内容が正しくカリキュラムに添っているかどうか検討し、興味深く、シナリオ作りの面からもバラエティに富んだ魅力あるものを目指して開発している。

CAIコースウェアを効果あるものにするには、ヒューマンインターフェースの観点から、見やすく、使いやすく、ポイントを押さえた内容で正しい理解に導くものであることが要求されるし、現実に実現しつつある。

そこで、今回はCAIシステムと人間の関連を、それぞれの特性から解明し、VDTを用いる時には、人間にとって正の要因（良い点）ばかりでなく、負の要因（悪い点）も含んでいることを解明した。

次に、近年のコンピュータ関連技術の発展によって入出力インターフェースの多様化が可能になり、マルチメディア環境での利用が一般化しつつある。そこで、マルチメディアを用いる場合の利点とヒューマンインターフェースの観点から効果のあがるCAIコースウェアの構築が可能になったことについて言及した。

また、完成の域には達していないが、究極のヒューマンインターフェースと呼んでもよいバーチャルリアリティ(仮想現実)が優れたCAIコースウェアを構築する際の良きツールとなる可能性を含んでおり、これは今後の課題である。

最後に、知的CAIが話題となっているが、まだ研究段階であり、これが実用化されるまでには、コンピュータ技術として解決しなくてはならない問題点が残っており、今後の課題とする。これら各種CAIについて、ヒューマンインターフェースの面から論じ、研究したが、CAIのタイプによっては未解決の部分も多くあり、今後の課題として研究する。

〔注〕

- (1) 星野隆稿「情報処理技術者試験対策用CAIに関するシステム開発の実践的研究」中央学院大学商経論叢，第7巻第1号，1992，126頁。
- (2) 日本情報処理開発協会編『情報化白書1993』コンピュータ・エイジ社，1993，268-295頁。
- (3) 海保博之・加藤隆『人に優しいコンピュータ画面設計』日経BP社，1992，78-85頁。
- (4) 労働省労働衛生課編『職場におけるテクノストレス』中央労働災害防止協会，1990，151-153頁。
- (5) M.W.クルーガー『人工現実』アジソンウェスレイ・トッパン，1991，250-255頁。
- (6) Kamraran, P. Mark, C. Setrag, K. Harry, W.: Intelligent Databases, John Wiley & Sons, 1989.
- (7) 星野隆稿，前掲論文，120頁。

〔参考文献〕

- (1) 渡辺茂他著『CAIハンドブック』フジ・テクノシステム，1989。
- (2) R. Lewis, S. Otsuki: Advanced Research on Computers in

Education, North-Holland,1991.

- (3) Ivan Tomek (Ed.) : Computer Assisted Learning, Springer Verlag, 1992.