

ハイパーメディア・システムの構築とその教育における利用

小郷 直言・米川 覚

(平成元年12月20日受理)

要 旨

本稿では、学生の教育、学習への応用を中心に据えて、ワークステーション上に構築した一つのハイパーメディア・システムについて述べる。システムの持つべき特性として、1) マルチメディアの取り込み、2) インターフェースへの配慮、3) ネットワークによる拡大、4) 知識の増幅を目指す、5) 協調的な作業環境を提供するなどについて特に注意を払った。さらにハイパーメディア・システムの応用例として、電子教科書、案内板、テレビ講座、双方向遠隔授業システムについて考察する。

キーワード

ハイパーメディア、ハイパーテキスト、マルチメディア、グループウェア、双方向遠隔教育

1. はじめに

近年、文字、図形、音声、イメージ、映像などの各種のメディア形態が、情報のデジタル化によって、コンピュータにより表示、伝達され、処理できるようになってきた。さらに、高性能なワークステーション（以下WSと略記する）やコンピュータ・ネットワークの普及によりハイパーメディア・システムと呼ばれる一つの応用分野、あるいは利用環境が注目されるようになってきた。ハイパーメディアの応用範囲は非常に広く、電子テキスト、電子辞書、文書作成・支援、各種ソフトウェアへのユーザー・インターフェース、テレコンファレンシング、マルチメディア・データベースなど多岐にわたる¹⁾。このハイパーメディアという言葉は、ハイパーテキストから派生した概念であると考えられている²⁾。

ハイパーテキストの着想は V. Bush の

Memex³⁾にあると言われている。これは大量の文書へのアクセスと任意の情報間のリンクがとれるように考えられた、人間の知的活動を支援する仮想の機械であった。その後、このBushの考え方に触発されて、D. Engelbartらは、専門家集団 (Knowledge Workers, Knowledge Workshop と呼ばれる) を対象にしたNLS (後に Augment) という知識支援システムを、すでに1960年代という早い時期⁴⁾に開発していた。NLSは今日のハイパーテキストでいうノードとリンクを構成要素とし、編集、移動、保存、呼び出しなどを指向していた (現在のディスプレイ装置、ワードプロセッサの先駆け)。さらにコンピュータを使って専門家集団による会議や共同編集作業の支援にも使用された。これは最近よく話題になる、グループウェアあるいはCSCW (Computer - Supported Cooperative Work) の先駆的な研究でもあった^{5,6)}。T. Nel-

sonのXanaduプロジェクトの着想もこの時期である。ハイパーテキストという名前は彼による。ハイパーテキストとして一般に関心をもたれるようになって来たのは1980年代に入ってからであり、技術的な可能性から研究と開発が進んだ。代表的なものとして、NoteCards⁷⁾、Neptune、gIBIS⁸⁾、Intermedia⁹⁾、KMS¹⁰⁾、Guide、HyperCard¹¹⁾など多くのものが米国を中心に開発され、利用されている¹²⁾。1980年代に入り、ハイパーメディアという言葉も新たに使われるようになった。

現在、我が国では、一般に利用できるハイパーメディア・システムはまだほとんど開発されていない。そこで、学生の教育と学習を支援するコンピュータシステムの一つとして、今後大きな影響を与えると思われるハイパーメディア・システムの一つをわれわれの手で設計し、その有効性と応用可能性について検討を開始することは重要なことであると¹³⁾考えた。さらに、本来ハイパーメディアはNLSやXanaduの目的から見ても、ネットワークによる知識の伝達や交換、協同作業を支援するという性格が強い¹⁴⁾。この意味からも、ネットワーク性を十分に考慮した一つのハイパーメディア・システムを構築することにした。

本稿では、次章でハイパーメディア・システムの開発指針を明らかにし、第3章ではシステム構成について述べ、第4章ではハイパーメディア・システムの機能面についての説明を行う。第5章では、われわれのハイパーメディア・システムを応用したいくつかのシステム例を簡単に述べる。

2. ハイパーメディア・システムの開発指針

われわれが開発したハイパーメディア・システムは、まず第一に教育への応用を中心に据えている。そこでシステムの持つべき特性として以下のような5つの指針を採用することにした。

1) マルチメディアの取り込み

人間対人間の対話、すなわち、face-to-faceな会話から、印刷機、書籍、放送、テレビなどの発明によって、人間は時間的、空間的壁を乗り越えてメディアの力を借りたより広いコミュニケーションが可能となった。我々は、メッセージの物理的表現の形態として、文字(text)、音声(voiceおよびsound)、図形(graph)、画像(image)、映像(動画)のすべてを高速に、1台のコンピュータで表示、処理し、できれば統一的に取り扱うという方針を立てた。これは「コンピュータのメディア化」¹⁵⁾への一つの試みである。

2) インターフェースへの配慮

提示される情報はできるだけ多様なものであることが望まれるが、同時にメディアは最終的には人間に届かなければ意味がなく、それゆえ認知的な存在でもある。これがコンピュータを介してである場合には、特に人間とコンピュータとの接点であるインターフェースは、受取り側の人間の思考の流れにできる限り忠実であるように、十分な注意と配慮が払われなければならない。このためにマルチウィンドウ、アイコン、選択メニュー、ツリーによる全体図などを取り入れた。操作のほとんどはマウスを使って行えるように設計された。

3) ネットワークによる拡大

通信技術とコンピュータの融合で、より高度なメッセージの伝達(衛星通信、コンピュータ・ネットワーク、電子会議など)、加工が可能となった。これにより、いろいろなメディアを用いての、遠隔地との「双方向な対話」の可能性が出てきて、教育にも大きなインパクトを与えようとしている。ハイパーメディア・システムは他の多くのコンピュータと接続することによって、ネットワークを拡大していくことを目指す。

4) 知識の増幅を目指す

ハイパーメディアを利用する最大の目標

は、人間が情報を利用したり、獲得する際に、それを高いレベルで支援し、人間が知識を増幅していけることに貢献することである。これは教育の目指すものと同じである。そのために、いろいろなメディアの利用、優れたインターフェースが必要になるのである。さらに、ネットワークを介して、獲得された情報あるいは知識を、グループの他の多くの人々と交換、伝達し合うことによって、さらに知識の増幅が期待できることも見逃すことはできない。

5) 協調的な作業環境を提供する

グループにおいて協同して何かの仕事を遂行していくための支援環境がコンピュータにより提供される。これにより、教育分野へのコンピュータの新しい応用分野が開拓される。例えば、複数の人々による文章の添削、コメント付け、共同執筆作業、電子会議などいろいろなものが考えられる。

3. ハイパーメディア・システムの構成

前章の開発指針をもとに、われわれは一つのハイパーメディア・システムを構築した。ここではシステムのハードウェアとソフトウェアの各構成について述べる。

3.1 ハードウェア構成

われわれの要求するハードウェアは、いろいろなメディアが統合的に扱えること、個別にそれ一台でいくつものメディアを扱え、処理でき、しかも他のコンピュータとも柔軟なコミュニケーションが行える機能を備えたものが望ましい。このようなものとして、WSを中心としたシステムを構成した。WSと周辺機器は図1のように配置されている。

システム構成はWSを中心とし、ビットマップ・ディスプレイ、マウス、カラーイメージ・スキャナ、ビデオ情報処理装置、TSSの分散端末、パーソナルコンピュータ等の周辺装置からなっている。さらに、学内のCAT

V網の施設とホストコンピュータも利用する。

ビデオ情報処理装置は、映像(NTSC信号)をデジタル化してビットマップディスプレイ上に表示する。2つの映像入力端子を持ち、CATV、ビデオ、レーザーディスク等からの映像を入力できる。TSSの分散端末は、WSからホストコンピュータへの接続に用いられる(最終的にはLAN接続を考えているが、この時は端末用のエミュレータが使える)。

パーソナルコンピュータはRS232Cを介してWSと接続され、中継機としての役割を果たす。¹⁶⁾ パーソナルコンピュータには、カラーイメージ・スキャナ、音声合成装置、CD-ROM装置、光ディスク装置、ビデオ等の周辺装置が接続され、次の仕事を行う。

・イメージデータの保存と取り込み

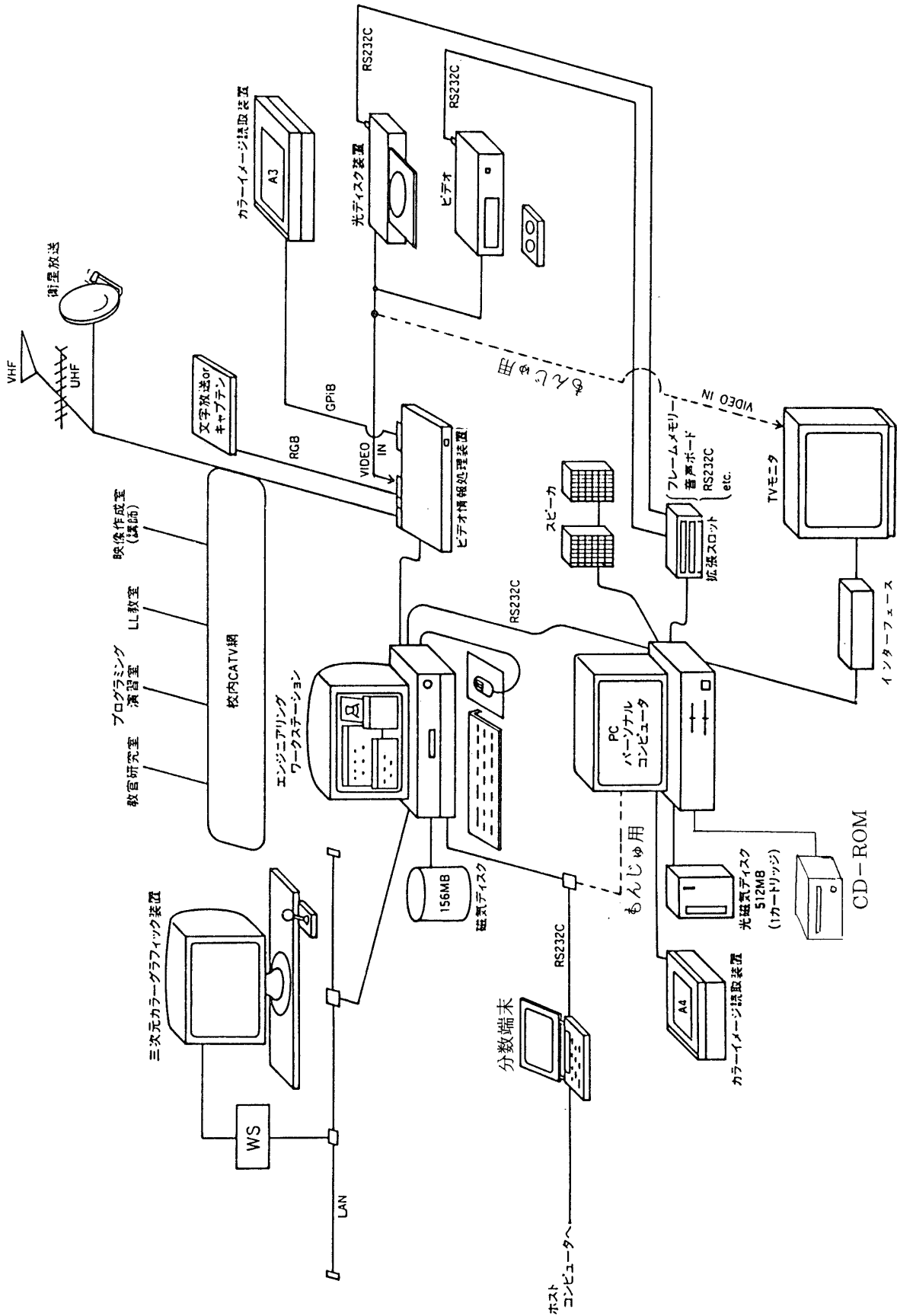
現在、まだWSにはイメージ保存用の光ディスク装置を接続していないため、イメージデータの大量保存にはパーソナルコンピュータに接続された光磁気ディスク装置を用いている。またパーソナルコンピュータ側のカラーイメージ・スキャナで読み取られるイメージデータは、WS側のイメージデータ・フォーマットと完全な互換性を持っている。

・音声出力

音声合成装置は、かな漢字に変換されたテキストを音声に変えて出力するもので、シリアルポートをつかって声を出力するものと、専用のボードを使うものとの2種類が用意されている。¹⁷⁾ 使い方としては、WS側から送られた日本語の文章を音声に変換してスピーカより出力する。

・CD-ROM装置からの辞書検索

辞書が記憶されたCD-ROMからデータ¹⁸⁾を検索し、結果をWSへ転送する。たとえば、CD-ROMをひらがなやカタカナ読みあるいは漢字のまま検索すると、語句の意味内容(同音異義語のように複数ある時は、その



(図1 WSと周辺機器構成)

全て) がWS側に返される。

・ビデオ系のコントロール

コマンドでコントロール可能なビデオやレーザーディスク等に対して、再生、巻戻し等の命令を実行する。ビデオ等の映像出力端子は、WSの周辺装置であるビデオ情報処理装置¹⁹⁾の入力端子の一つに接続される。

3.2 ソフトウェア構成

ハイパーメディア・システムのソフトウェアは、ウィンドウ管理系、ハイパーメディア処理系、端末シミュレータから構成される。

(図2参照)

ウィンドウ管理系は、他の系からのウィンドウ表示・消去の要求を処理し、マルチウィンドウを統括して管理する。ウィンドウ展開時には、現在のディスプレイ上のマルチウィンドウの状態に対応して、自動的に表示位置の補正を行う。

ハイパーメディア処理系はハイパーメディアの中心部分であり、処理の中核である。この部分については機能面からの説明を行う。詳しくは第4章で述べる。なおこの系は映像出力系とイメージ出力系を下位に持つ。先に

この2つについて説明をしておく。

映像出力系はビデオ情報処理装置からの映像(動画)をウィンドウ(AVウィンドウと呼ぶ)を介して映し出す。映像と音声の入力源は、CATVとビデオ(あるいはレーザーディスク)からの2系統である。この系は次の機能を持つ。

- a) 入力切替え
- b) CATV制御

マウスを使ってチャンネルの切替え、およびチャンネルのサーチを行う²⁰⁾。

- c) ビデオ、レーザーディスク制御

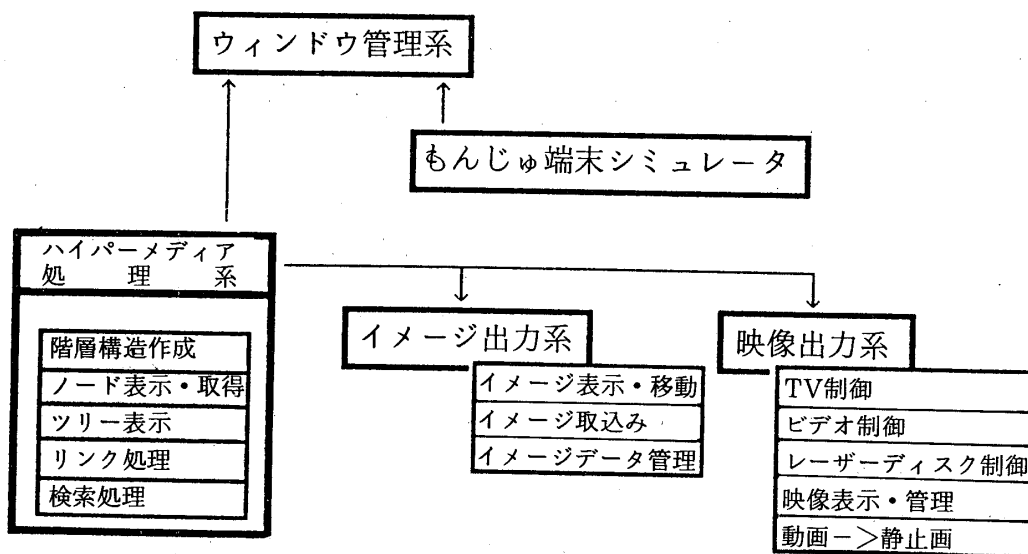
マウスを使って再生、停止、巻戻し、先送り、一時停止、録画などの指示ができる。

- d) 動画から静止画への変換と保存

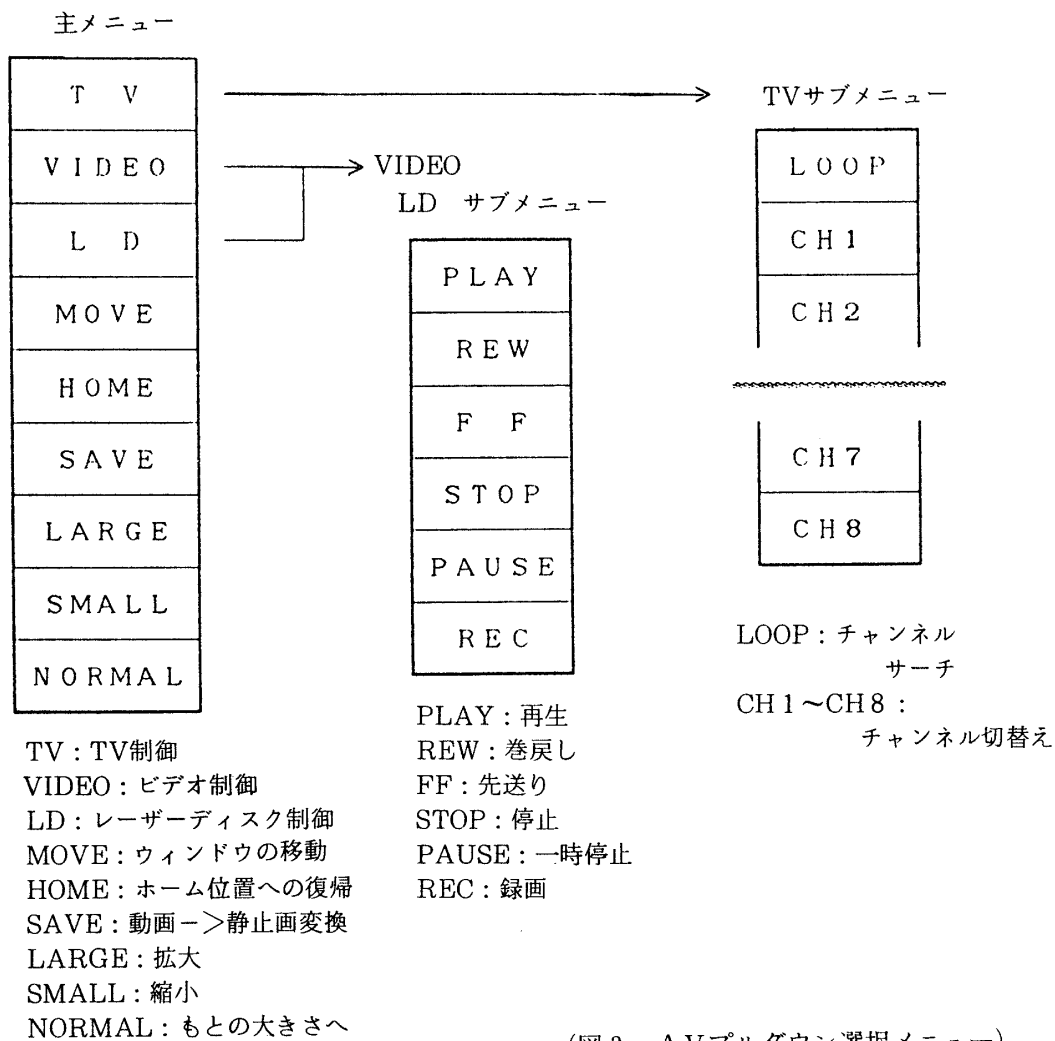
任意の時点での動画の1カットを、静止画(イメージデータになる)に変換し、保存する。保存されるイメージデータは自動的にファイル名がつけられて(連番がふられる)ディスク装置に記憶される。

- e) ウィンドウの拡大・縮小・移動

AVウィンドウは、Large(1100×700ドット)、Normal(400×400)、Small(200×200)の3つの大きさに拡大、縮小することができ



(図2 ソフトウェア構成)

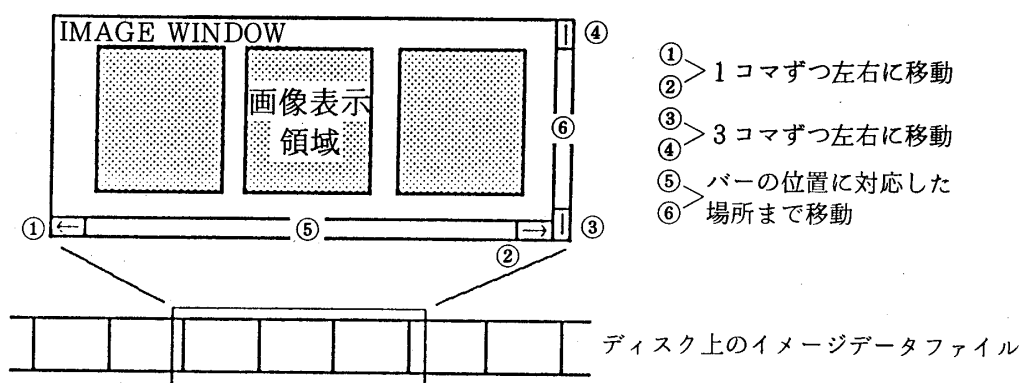


(図3 AVプルダウン選択メニュー)

る(一時に表示できるのは、そのうちの1つだけ)。NormalとSmallのモードでは、任意の位置へウィンドウを自由に移動することができ、加えてNormalモードでは、移動元のウィンドウの映像は、Stillされ静止画として残る。この機能は、遠隔授業での講師による講義の1場面(黒板を使つての説明)や絵、写真等、動画の1カットをじっくりと見たい場合に利用される。Largeモードには移動の機能は持たせていないが、ほぼディスプレイ全面を使った迫力ある映像が映し出される。図3はAVウィンドウの選択メニューを示す。

イメージ出力系はカラー(約1670万色)のイメージデータをイメージウィンドウに出力

する系である。イメージウィンドウは200×200ドットの3つのイメージ表示領域を持ち、ファイルから任意のイメージデータを表示する。さらに、左右上下のスクロールバーの操作によって、イメージデータ群の中を自由に探索できる(図4参照)。この系ではイメージデータの取り込みとイメージデータファイルの管理を行う。イメージデータの取り込みでは、カラーイメージ・スキャナから、任意の大きさのイメージデータをイメージファイルとして取り込むほか、動画からとられた静止画(d参照)はイメージデータとして以後この系で使用される。またイメージデータに対する加工(色の変更、文字・図の書き込み等)もできる。



(図4 イメージウィンドウの説明)

端末シミュレータはWSをホストコンピュータに接続して、ホスト側に用意されているグループウェアの機能を利用する。(4.2の5で述べる)

4. ハイパーメディア・システムの機能と特徴

4.1 ハイパーメディアの基本構造

ハイパーメディアでは各最小テキスト単位のオブジェクトを「ノード」と考え、各ノードは「リンク」により階層構造ないしグラフ構造に結合される。われわれのシステムでは、各オブジェクトの関係には「章」から「節」へ、そして最終的には「文章」、さらには「脚注」や「図・表」へというような事前に体系的につけられた、階層的な組織リンク(organizational link)と、ユーザーが自由にノード間の依存関係を定義できる参照リンク(referential link)が取り入れられている。

階層リンクが用いられるのは、情報や知識が体系的に整理された形で表現されるとき(本や文書など)、それは階層的に構成される場合が多いからである。ただし、どのような階層構造にするかは、制作者の判断、概念化に依存して、²¹⁾「読者側」にはその自由裁量は許されていない。

一方、読者がテキストを読んでいく場合、今読んでいる部分についての理解を補充するために同じテキストの別のページに飛んだ

り、わからない言葉の意味を辞書で調べたり、後の方にある脚注を読んだり、さらには別の本に移って関連のある部分を読んだりすることが多い。これは、人間の知識の多くが、連想(association)や関連付けで有機的に組み立てられて行くことを示唆している。参照リンクが必要とされるのは、テキストを読む人が、ノードにあるオブジェクト(テキストのページ、図・表、別の本のあるページなど)間に自由に関連をつけて記憶しておくようにするためである。われわれのシステムで、参照リンクの対象になるものにはテキストの他、イメージ、音声、映像、メモ帳、プログラム(例えばグラフィックスの描画)、その他(注や参考文献など)がある。

さてノードの内部的なデータ構造は、ハイパーメディア・システムが起動された時、各ノードに関して用意された情報、すなわちノードの名称、上位・下位へのリンクポインタ、メディア内容から作成される。各ノードのオブジェクトには、テキストだけでなく、イメージ、映像、音声など多種類のメディアが複数指定できる。一方、利用者によりリンク付けされた参照リンクの情報は、終了時にファイルに保存され、次回の利用時に参照リンク情報として再現される。

4.2 ハイパーメディア・システムの機能

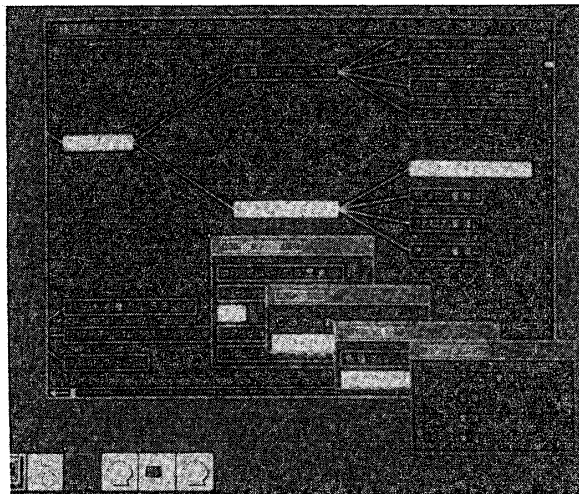
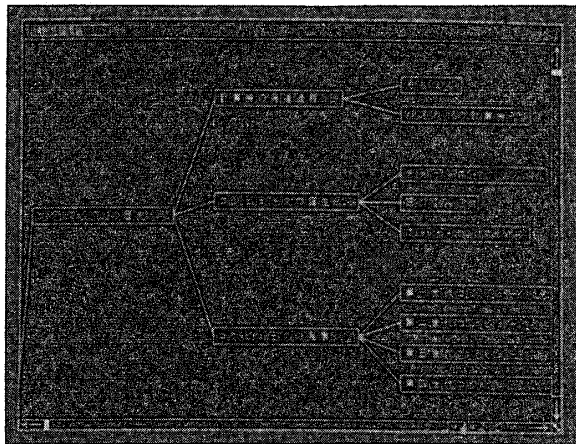
ここでは、ハイパーメディア・システムが持つ機能群を項目ごとに説明する。

1) 道案内

先に述べたノードの階層に関するデータ構造は、プログラムにより、ツリー構造を持つ全体図に変換されグラフィックス表示される。全体のツリー図はウィンドウの一つに展開されるため、一度には全体の一部分しか見ることができないが、上下左右のスクロールバーの操作により、全体を高速に限なく見通すことができる(図5参照)。ツリー図では、現在選択されているノードがリバーズ表示され(図6参照)、現在の位置を知ることができる(図5の下の方)。これは道案内の指針として、また迷子の防止などに利用される。

2) ノードとメディアの選択

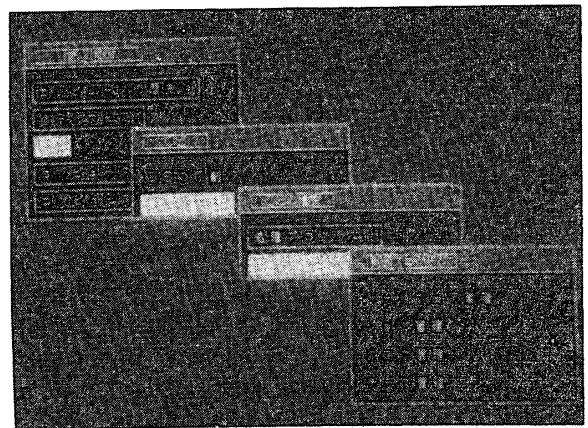
用意されたノードの階層構造をトップノー



(図5 全体のツリー構成図)

ドから自由にたどっていくと(同時にいくつものルート²²⁾を平行して進んでいってもよい)、最終的には終端のノードに達する。

下位ノード群は、上位ノード中の該当アイテムの選択(マウスによるクリック)によってウィンドウとして展開される。この時、上位のウィンドウ中のノード名は、リバーズして選択されたことを示す。ノード名が表示されているウィンドウは、個別に自由な位置に移動可能であり、ノード群の削除は、ウィンドウ内の「☆」アイコンのクリックによって行われる。このとき上位ノード名のリバーズ表示も取り消される。(図6参照)



(図6 ノードの階層群)

終端のノードはもちろんのこと、それ以外の途中の各ノードにも、そのノードに用意されているメディアの一覧が「メディア選択メニュー」をオープンすることにより確認できる(そのノードに存在しているメディアだけがメニューに表示される)(図7参照)。メニューにあるメディアを選択することによって、その内容を参照(見たり、聞いたり、実行したり)する。

主たるメディアにはテキスト、イメージ、映像、音声の4種類がある。(図8, 9, 10参照)

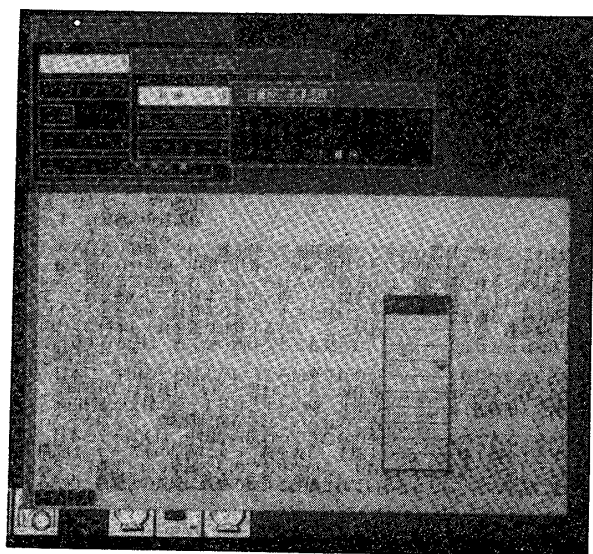
テキストは教科書の本文に相当する文章の一固まり、ドキュメント、単元(レッスン)など編集者の判断で決められた1つの単位である。テキストは1つのウィンドウ上に出力

Text	: 文書、テキスト (文字) など	-----> 検索サブメニュー
イメージ	: イメージ、画像	
A V	: テレビ、ビデオなどからの映像 (動画)	
音 声	: 日本語の文書を音声合成装置から出力	
サ ー チ		
メモ帳	: メモ用紙 (エディタの入力モード)	
Link Show	: リンク付けされたものを参照する	
Link Make	: リンクを作る	
Link Del	: リンクを削除	
プログラム	: プログラムを実行	
その他	: (図形、シミュレーション)	

> 検索サブメニュー	
岩波広辞苑 (CD-ROM)	
計算機用語辞典	
対訳辞典	
参考文献	
脚 注	
LINK一覧	

(図7 メディア選択メニューの内容)

されて、スクロールアップ、スクロールダウンが可能である。さらにこのウィンドウではテキストの文章の任意の部分 (単語、センテンス、段落、全体) を切り取って、他の場所 (自分のノート、メモ帳、検索用の入力ボックスなど) に貼りつけて利用することもできる (cut & paste)。

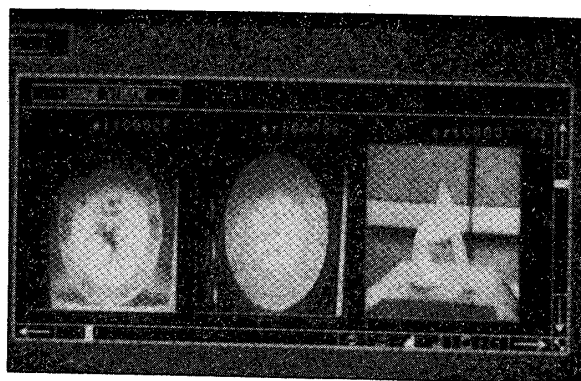


(図8 テキスト)

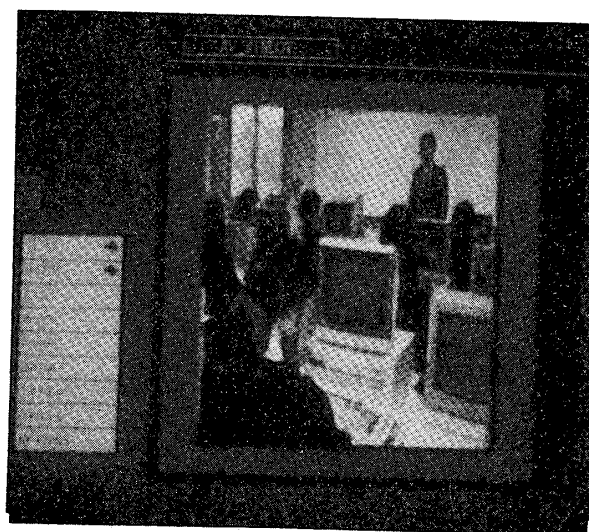
本文に関連したイメージはイメージウィンドウに表示される。

映像が選ばれたときには、ビデオやレーザーディスクからの動画がAVウィンドウに映し出される。収録され、予めアドレスが書き込まれたビデオテープは、利用者の希望により自動的に指定された特定の場所へ移動し、再生されるという形で使用される。またAVウィンドウに用意された機能を使えば、

利用者自身によるビデオ操作 (巻戻し、停止等) や、テレビ講座や遠隔授業などを視聴する時にはCATVのチャンネル切替えも行える。



(図9 イメージウィンドウ)



(図10 AVウィンドウ)

音声の利用では、音声出力用に準備されたテキストの内容がスピーカより出力される。たとえばテキストの内容を要約したもの

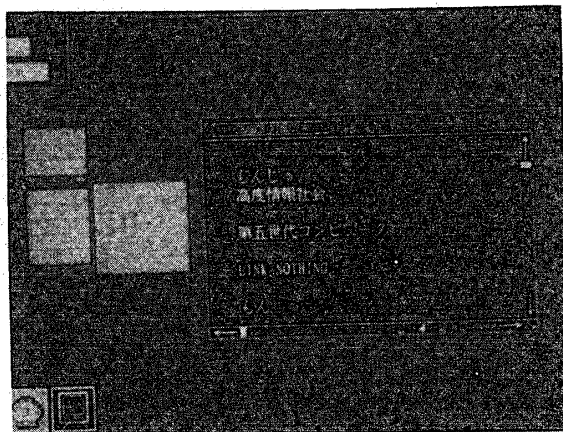
を聞きながら本文、映像、イメージを見るところという風な使い方ができる。コンピュータが取り扱えるメディアとして、今まで長い間省みられなかった聴覚の利用の有効性について改めて再認識する必要がある。また、CD-ROM装置をコントロールして音楽演奏を出力するという使い方もある。

以上の他にも、さらに次の(プログラム、道具などいろいろな)ものが用意されている。

プログラムの選択ではプログラムの実行により、何かを見せたい(グラフや表、アニメーション、シミュレーション)とか、各種メディアを統合して(連動させて)表現したいときなどに使う。またメモ帳は各ノードに関連した個別のメモを書き込みたい時などに使う。個人用のノートはシステムにただ一つだけしか用意されていないが、各ノードには個別のメモ帳が用意しており、書き込みや貼り付けも行える。この他にも「その他」という選択枝が用意されており、上記のどれにも該当しないもので必要が起こったときに利用する。たとえば注意書き、参考文献の参照などいろいろな用途が考えられる。

3) 参照リンクの作成、削除、参照

参照リンクはあるノードから別のノードの各メディアへ、ユーザーが独自に自由に関連を付けてもよいリンクである。リンク先ノードのリンク対象になるメディアには上にあげた、テキスト、イメージ、映像、音声、プロ



(図11 リンク付けられたメディアの様子)

グラム、メモ帳を種類の区別、数の制限なく指定できる。

リンク元のノードでは、そのノードに付けられたリンク先のメディア内容を参照できる。1回の参照では、各メディアごとに、リンク付けされた第一レベルのノードが全て表示される(図で示すと、「もんじゅのテキスト」、「第5世代コンピュータのイメージ」、「もんじゅの音声」である)。同じノードでの2つ目以降のメディアの参照は、第2回目のリンク参照で表示されることになる(図では「高度情報化社会のテキスト」である)。なお、リンク付けの方向は片方向である。不要になったリンクの消去は利用者の判断で行う。

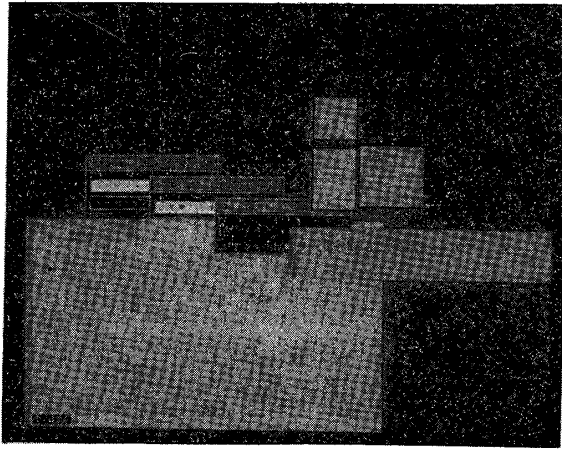
4) 各種の検索

テキストの文章中に意味のわからない語句などがあった場合には、メディア選択メニューの中の「サーチ」をマウスでプルダウンして検索サブメニューを出し(図7を参照)、そこから希望する辞書を選ぶ。ここでは、CD-ROM化された辞書を例に検索の手順を示す。

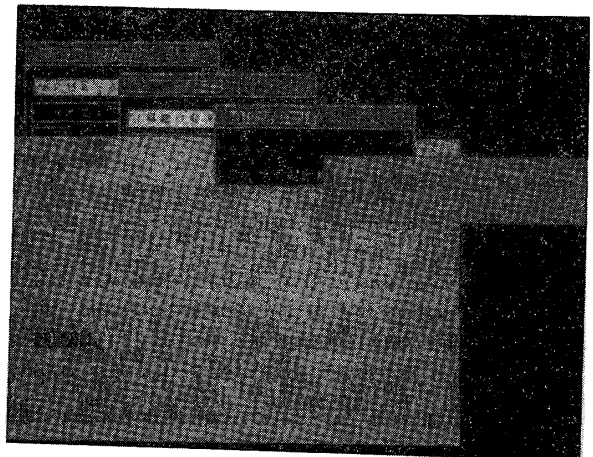
まず、検索サブメニューから辞書を選び、検索用の入力ボックス・ウィンドウを出す。テキストなどの文章の中でわからない語句(漢字仮名交り、カタカナ、アルファベット)を、そのままマウスで切り取る(cut)。(バッファに一時保存される²³⁾。マウスを検索用の入力ボックスに移動して、切り取られた語句をそこに貼り付ける(paste)。

この時点で検索を開始する。実際には、検索語がパーソナルコンピュータに送られ、パーソナルコンピュータ上で独自に作成した検索プログラムによってCD-ROMが検索される。このとき、通常の国語辞典のような仮名やカタカナによる検索だけではなく、漢字やアルファベットをそのまま使った検索も行える²⁴⁾。検索された語句の意味内容が新たなウィンドウに表示される。ひらがなで引く見出し語検索の時は同音異義語が、漢字のまま

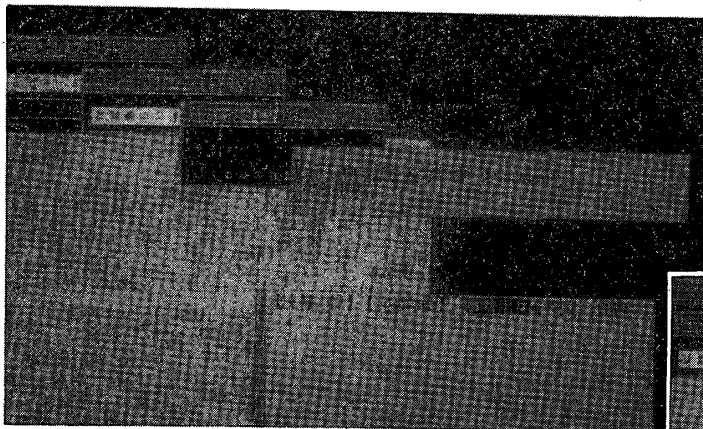
- ①メディア選択メニューの検索項目(サーチ)を選び、検索サブメニューの中から「広辞苑CD-ROM」を選択すると、検索用の入力ボックスウィンドウが表われる。



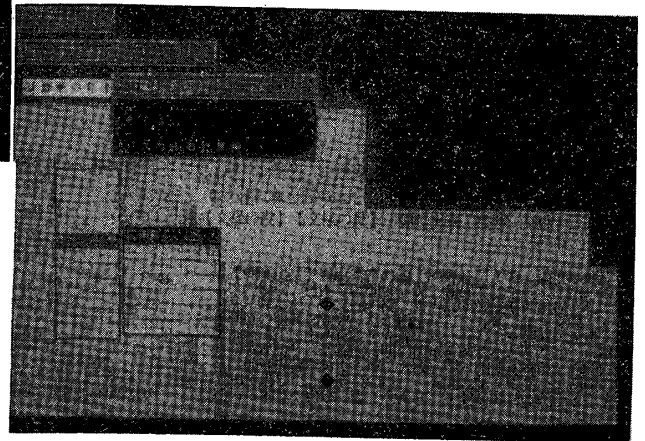
- ②テキストの文章中の調べたい語句(図では「文録の役」)をマウスで切り取り、入力ボックスに貼り付けると検索が開始される。



- ③「文録の役」の広辞苑の内容が表示される。
「朝鮮出兵」参照となっているので再び「朝鮮出兵」で検索を行う。



- ④「朝鮮出兵」の広辞苑の内容が表示される。



(図12 検索の様子)

引く表記型検索の時には、発音が異なり意味も異なる全ての語句と意味内容とが表示される。また、接頭語的な検索も行える。例えば、「国際>」で引くと、「国際収支」、「国際法」、「国際結婚」などの語句の意味が調べられる。

CD-ROM辞書以外のコンピュータ用語辞典などでは、ディスク装置に記憶されている電子辞書から意味内容が検索される。辞書にはこの他にもいろいろなものがあるが、現在、ヒントやオンラインマニュアル、対訳辞典(英和・和英)などが用意されている。²⁵⁾ また、参考文献の探索からその抄録が表示されたり、脚注のより詳しい説明を見ることがもできる。「LINK一覧」では、現在のノードに利用者が付けた参照リンクの一覧表が示される。なお、検索の結果が出力されたウィンドウも切り貼りが行えるので、ノートやメモ帳に転記(実際には paste)が可能である。^{26,27)}

5) グループウェアの利用

我々はホストコンピュータ上に「もんじゅ」という汎用のグループ思考支援システムを開発し、利用している。^{28,29)} これは、グループによるコンピュータ利用、あるいはグループに対する支援を主として考えたソフトウェアである。³⁰⁾ これを使ってTSS端末と同じように、電子メールのやり取り、辞書の検索、電子黒板への書き込み、音声合成によるメッセージの一斉放送、ホストでのプログラムの実行、電子掲示板(討論会など)への書き込み、集団ゲーム等が行える。

4.3 システムの特徴

ここでは、これまで説明してきたハイパーメディア・システムの特徴を述べる。

まず第一に、このハイパーメディア・システムでは、各ノードにいろいろなメディアを配置できる。映像、音声など通常のテキストにはないメディアを使って情報や知識を伝達することができる。しかも、1つのディスプレイ上に、文字、図形、イメージ、映像な

どの各種メディアを混在させて表示できることから、例えば、映像、イメージを視野に入れながら、ノートウィンドウにメモをとり、ディスプレイ上で辞書を開いて意味を調べるといように思考過程のスムーズさを確保できる。³¹⁾ いろいろなメディアの特性を活かすことができることから、視聴覚を使つての学習ができ、直感的かつ視覚的なダイナミック・オペレーションで知識の海を探索することができる。

つぎに、われわれのハイパーメディア・システムでは、各ノードにあるオブジェクトに対して、利用者自らが自由につけた関連付け(参照リンク)を、後で参照するときのために記憶しておくことができる。このとき関連付けられるオブジェクトの対象はテキストだけでなく、イメージ、映像、図やグラフ、音声、メモ帳、プログラムが許される。また、動画から静止画への変換機能により、任意の動画を保存でき、それを後で参照することもできる。

また、ディスプレイ上のテキストや文書を読んでいるときに、もしもわからない語句があれば、辞典・辞書(いずれ百科事典のCD-ROMも登場するであろう)、対訳辞典、参考文献の抄録、オンラインマニュアル、プログラムなどのツールがその場で利用できる。辞典などの検索では、テキスト上にある調べたい語句を再度キーボードから入力する必要はなく、切り貼りによって(cut & paste)簡単に行うことができる。

WS上にシステムが構築されていることから、そのマルチタスク機能により、ホストコンピュータからの処理結果を待っている間に別の仕事を行うことができ、ホストコンピュータとの通信系、端末の個別処理系とを分離することができる。ホストコンピュータからの返答やメール到着はアイコンの出現によって、それとなく知らされる。これにより端末の利便性が大いに改善された。

ホストコンピュータのTSS端末とのネットワークでは、利用者の範囲を広げて、グループの中での利用（グループウェア）を進めて行くことができた。これによりハイパーメディアの活用をより広く、深くすることができる。最後にCATVを利用した応用の可能性が開けた点も大きな成果であった（5.4参照）。

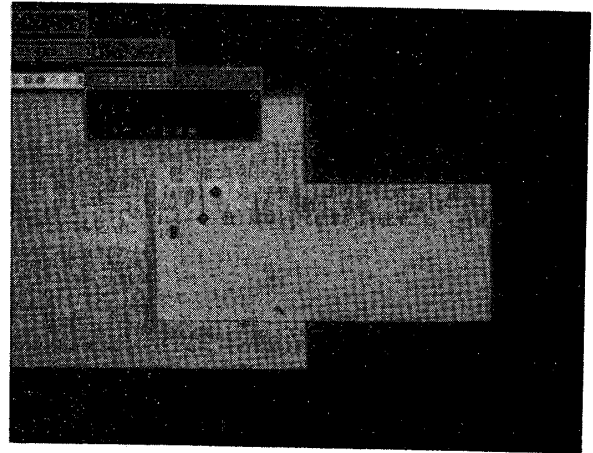
5. 応用

最後に、上で説明してきたハイパーメディア・システムを使ってできる応用例のいくつかをごく簡単に解説する。

5.1 教科書（電子教科書）

ここでは、講義の一つである「情報処理概論」を例にハイパーメディア・システムの利用例を述べる。各ノードの各メディアの内容と分量、イメージや映像の決定は、事前に十分検討されなければならない。テキストの一部を音声で出したり、脚注や補足説明は必要に応じて行う。

まず最初にアイコンの中から、電子テキストである「情報処理概論」のアイテムを選択すると、教科書作成者によってすでに階層的にリンク付けされた最初のノード（目次の第一階層：章）が展開される。そこで、自分が参照したい項目をクリックしていき、ノードをたどっていくと（章から節へ、節から・・・）、次々と新たなノードが展開される。ノードの一つを選択するとメディア選択メニューが表示される。テキスト、イメージ、AV（動画）のそれぞれを選ぶと、各々に対応したメディアが表示される。（図13参照）

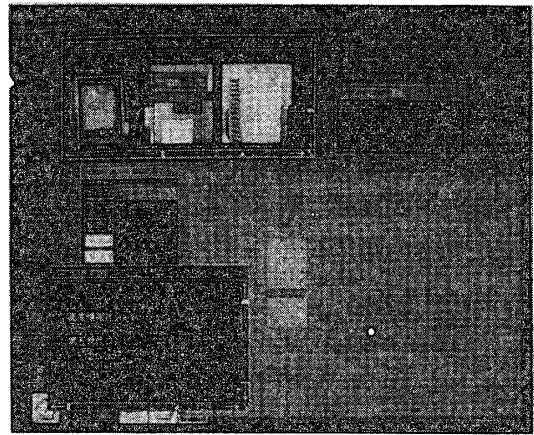


（図14 語句の意味を表示）



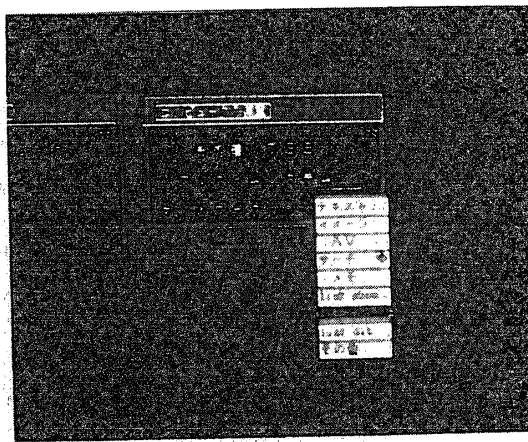
（図13 ディスプレイ上の各メディア）
 イメージウィンドウ（左上） AVウィンドウ（右上）
 ノードの階層（中央左） メディア選択メニュー（中央）
 検索入力ウィンドウ（中央右） テキスト（左下） 参照リンク（右下）

○Link Showの実行例。



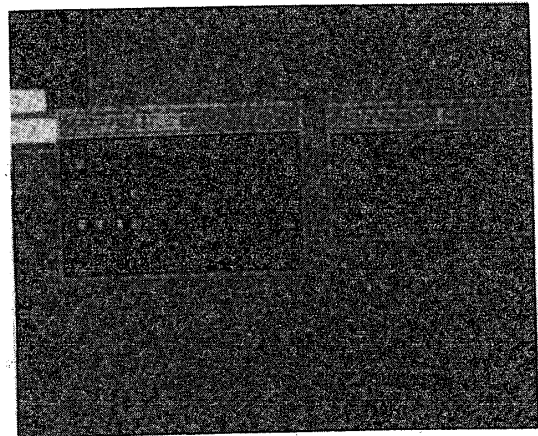
Link show

○リンク元ノード(図では、ネットワーク)のメディア選択メニューで Link Make をクリックする。



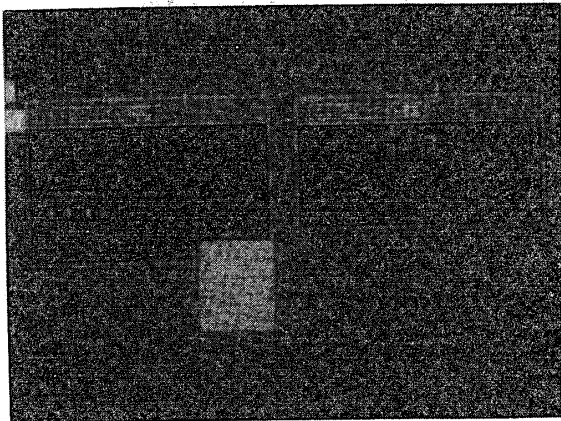
アイコンが
指さす手 から 握手へ

○リンク先のノード(図では、もんじゅ)へアイコンを移動し、クリックする。



アイコンが
ターゲット から 矢印へ

○メディアのどの種類とリンクするのかが選択する。(図ではテキスト)



アイコンが
握手 から ターゲットへ

(図15 参照リンクの作り方:例「ネットワーク」から「もんじゅ」のテキストへのリンク)

メディア選択メニューからサーチの項目を選び、検索ウィンドウを出す。そして、テキストからわからない語句（漢字）をマウスで切り取り、検索ウィンドウに貼り付ける。CD-ROM用検索プログラム（検索プログラムはパーソナルコンピュータ上で動く）が働き、CD-ROMから検索した語句の意味が新たなウィンドウに表示される（図14参照）。

つぎに、あるテキストと別のメディアとを、自分でリンク付けして記憶させておきたいときは、メディア選択メニューからLINK-MAKEを選ぶ。そして相手型のメディア選択メニューから対象のメディアを選べばよい（図15参照）。

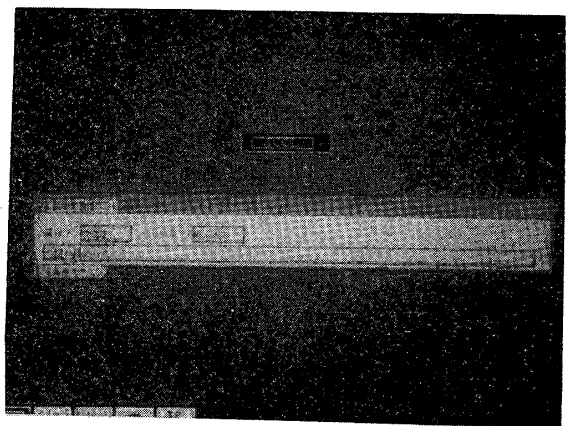
5.2 案内（絵の出る図書館）

一般の教科書のように文字情報が中心になるものと対照的に、イメージや映像を中心に置いたハイパーメディアも考えられる。美術関係の本が多い図書館などでの利用を考えてみるのも楽しい。階層的なリンクの部分は、見たい絵を探すための検索機能として使う。希望のものに近づいたなら、イメージあるいは映像の出力を依頼する（クリックするだけ）。イメージの方では、出てきたイメージデータの前後、少し離れた場所に、自由に移動することによって、次から次へと絵を見ることができ。媒体として、レーザーディスク装置や光ディスク装置があれば非常に優れた応答性と大量のデータが記録できる。また、映像が選ばれたときには、ビデオあるいはレーザーディスクの指定の場所に自動的に移動し、AVウィンドウに作品の制作過程が映し出されたり、作品の歴史的文化的背景の説明が映像を通して流れてくるような使い方が可能である。現在このような利用形態の一つとして、工芸品を対象としたシステムを計画している。

5.3 テレビ講座

ビデオに録画された放送講座用のビデオをセットし、テキストはディスクあるいはCD-ROMで配布され、それをハイパーメディアで開く。学生はそれを見ながら講義ノート³²⁾をノートウィンドウを使って作成し、後でそれをレポートにし、そのまま、電子メールで講師のメールボックスへ送る。友達との議論は電子掲示板の電子会議のコーナーを用いて行う。このようにしてテレビ講座の有効利用をはかる。

ハイパーメディアから、ホストコンピュータが持つグループウェアの機能を利用する方法を説明しよう。図16のツールボックスの中から「もんじゅ」を選ぶと、処理要求のための入力ボックスが出てくる。「何に」のところに、依頼したい処理対象（例えば電子掲示板）を、「どうするの？」には、処理内容（電子掲示板に書く）を、最後に内容（掲示板に書く文面）³³⁾を具体的に書いて、もんじゅに送る。この時点でプロセスは終了し、ホストからの返答やメールの到着はアイコンの出現によってそれとなく知らされる。あとでそのアイコンをクリックして内容を見ることができる。



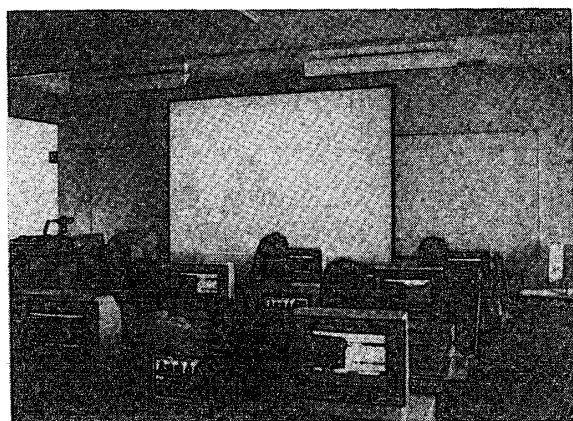
（図16 もんじゅの入力ボックス）

5.4 双方向遠隔授業システム

テレビ講座の講義をリアルタイムに行い、しかも、講師と教室とのコミュニケーションを双方向にすることによって、双方向遠隔授業システムが構築できる。ただし、このとき

講師と学生との間でコミュニケーションが不自由なく円滑に行えるようにするためには、コンピュータによる支援が欠かせないものになる。

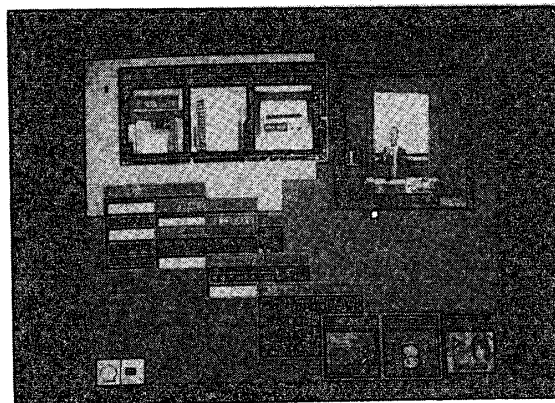
形態には2つのものが考えられる。一つは集中型と呼べるもので、学習者側が一ヶ所に集まって受講する場合で、一般的によく見かけるタイプのものである。本学で行っている実験的なシステムではグループウェア機能をもったコンピュータシステムを使って双方向遠隔授業システムを構築している。(図17にその様子を³⁴⁾示しておく。)



(図17 双方向遠隔授業システムとその様子)

もう一つの方は、受講者側もばらばらにいろいろな場所で聴講するような分散型のタイプである。この場合には前者と異なり、互いのコミュニケーションをいかに円滑に行うかが重要な課題となる。一般のテレビで視聴して、電話やファクシミリで質問するというようなシステムが最も簡易にとれる方法かもしれない。われわれは現在、このケースにハイパーメディア・システムを導入して、電子化されたマルチメディア教科書を使い、CATVの映像を視聴して勉学を進めるというシステムを構築している(図18参照)。講師側にもWAN (Wide Area Networks) に接続されたWSがあれば、コミュニケーション能力は電話以上に補強される。さらに、聴講者のハイパーメディア端末から入力された意見が講師

の手元にある電子黒板に打ち出されるような工夫によって、遠隔授業の有効性を損なうことなく授業が実施できる。³⁵⁾



(図18 双方向遠隔教育用ハイパーメディア・システム)

6. おわりに

本稿で述べた研究の目的は、いろいろなメディアの利用によって、人間は他の人と協同して、いかにして自分の知的能力を伸ばし、知識を増幅していけるかを具体的なシステムを通して検討することであった。本来知識は他人との関係で生まれ、孤立した個人というよりはグループの中でこそ、よりいっそう高められるものである。この点からも、われわれはWS上にハイパーメディアを用意し、しかも、水平的ネットワークによるグループウェアの機能さえも利用できる環境をユーザーに提供することによって、上の理想に一步でも近づき得るものではないかと考えている。

今後は、第5章で述べた応用システムを実際に利用したユーザーからの体験をもとに、ハイパーメディア・システムの改良・改善に努めたい。最後に現時点で明らかになった、システムの今後の改良点をあげておく。
・WSに直接接続可能な周辺装置が今後開発されるという条件付ではあるが、パーソナルコンピュータ側で行わせている処理を、WS側ですべて行えるようにして、システムのパッケージ化をはかる。

- ・辞書検索の多様性（ワイルドカード付き、および条件付き検索など）を高めると共に、検索に自然言語処理の技術を導入して、わからない語句の自動検索や文章理解に対する支援の能力を高める。
- ・システム全体をオブジェクト指向プログラミングで再構築して、汎用性を持たせたものにする。
- ・現在のもんじゅシミュレータはいずれ端末エミュレータによる方式に改めるが、その際、エミュレータとハイパーメディア・システムと

は切り離された別のものとしてではなく、統合された型にする。

- ・利用者のレベル（マウスだけで見て回る初心者から、メディアの設計まで許す高度な段階まで）に合った利用が可能なシステムにする。

【謝 辞】

本学、産業情報学科の佐藤孝紀教授には本稿について貴重なご助言と示唆をいただいた。ここに深く感謝いたします。

引用文献・脚注

- 1) 高田広章：“ハイパテキストとそのプログラミング環境への応用”，情報処理，30-4, 406-413 (1989).
- 2) 浜野保樹：“ハイパーメディアと教育II—アラン・ケイを中心に—”放送教育開発センター研究紀要 第1号，77-94 (1988).
- 3) Bush, V.：“As We May Think,” *Atlantic Monthly*, 176, 101-108 (1945).
- 4) Engelbart, D.：“A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect,” (1963), in [26].
- 5) Engelbart, D.：“A Research Center for Augmenting Human Intellect,” *Proceeding of FJCC*, 33, 395-410 (1968).
- 6) コンピュータのポインティングデバイスとして現在最も多く利用されている「マウス」は、このときのNLSの開発の過程で発案されたものであることはよく知られている。
- 7) Halasz, F.G.：“Reflection on NoteCards：Seven Issues for the Next Generation of Hypermedia Systems,” *Comm. ACM*, 31-7, 836-852 (1988).
- 8) Conklin, J., Begeman, M.L.：“gIBIS：A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion,” *ACM Transaction on Office Information System*, 6-4, 303-331 (1988).
- 9) Yankelovich, N., Meyrowitz, N. and van Dam, A.：“Reading and Writing the Electronic Book,” *Computer*, 18-10, 15-30 (1985).
- 10) Akscyn, R.M., McCracken, D.L. and Yoder, E.A.：“KMS：A Distributed Hypermedia System for Managing Knowledge in Organizations,” *Comm. ACM*, 31-7, 820-835 (1988).
- 11) Goodman, D.：*The Complete HyperCard Handbook*, Bantam Books, 1987.
- 12) Conklin, J.：“Hypertext：An Introduction and Survey,” *Computer*, 20-9, 17-41 (1987).
- 13) Brown 大学の Intermedia と呼ばれるハイパーメディアは、教育・学習に実験的に応用されている大規模なシステムである。このシステムでは、現在、英語学と生物学の二つのコースが用意されている。英文学の講義では、学生達は用意されているリンク（関連付け）をたどって、ある作者の文学作品とそれが書かれた歴史的背景との関連を学ぶ。教材提供者側で行うドキュメント間のリンク付けはいたって簡単で、アンカとなるブロックを決め（リンク開始）、相手方のドキュメントからリンクしたい希望の箇所（文章の一部、任意の場所）を選ぶ（関連付け完了、関連付けは複数可能）だけでよい。読者である学生が、書かれたエッセイ、作者に関する情報、作者の生涯、写真、絵を参照することによって、作者とその時代の芸術的、宗教的、哲学的背景に関する知見を得るのに Intermedia は効果的であったと報告されている。

- 14) 現在, 我が国でも一般に利用できるハイパーメディアとして, HyperCard¹¹⁾や Guide が普及しているが, これらは1台のパソコンでの閉じた利用形態がその主流である。
- 15) 現在, メディア間の変換, 統一的取り扱いについての研究が盛んに行われている。しかし, われわれのシステムでは, 映像からイメージ, 文字から音声へという簡単なメディア変換の利用以外は, 構造化情報(テキストや図)と非構造化情報(TVやビデオの映像, イメージ, 音声など)をそのままの形で提供するに留まっている。
- 16) 現在まだWSと直結できる装置が少ないため, このような形態をとっているが, 将来的にはWSから直接制御できる装置も増えるであろう。
- 17) マイクロニクス社製と, NTT製の2種類。
- 18) ここでいうCD-ROMには, 岩波書店の広辞苑CD-ROM版を使用した。
- 19) ビデオやレーザーディスク装置の場合には, パーソナルコンピュータから操作しなくても, WSから直接にコントロールする方式も可能である。
- 20) チャンネルの内, 8(講師室のテレビカメラ中継), 9(LL教室のテレビカメラ中継, あるいは, 講師室での資料提示用などに使う), 11(プログラミング演習室のテレビカメラ中継)の3つのチャンネルが, 放送用に割り当てられている。
- 21) ただし, 読者側で階層構造のソースデータを変更する場合はその限りではない。
- 22) 終端ノードまでいきつくとノード名が赤色で囲まれていて, これ以上先にはノードがないことを示している。
- 23) もちろんキーボードから入力してもさしつかえない。
- 24) 検索の方法には, 普通の国語辞典を引くように, ひらがなあるいはカタカナで見出し語検索する方法と漢和辞典を引く時のように漢字仮名混り(あるいはアルファベット)で表記型検索をする方法のどちらも可能である。
- 25) 将来的には, テキストから切り取った1センテンスを読んで, それを単語に分解し, それに基づいて辞書の検索を自動的に行えるようにしたい。その時, システムではたどって来たノードが記憶されているので, 現在どのノードで検索が行われているかというコンテキスト情報も参考にできるであろう。
- 26) Greif, I. ed.: *Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings*, Morgan Kaufmann Pub. 1988.
- 27) Johansen, R.: *Groupware: Computer Support for Business Teams*, The Free Press, 1988.
- 28) 小郷直言: 教育を援けるコンピュータ, 高岡短期大学放送公開講座『身近なコンピュータ』, 131-168, 1989.
- 29) 小郷直言, 米川覚: “授業におけるグループウェア利用の可能性”, 情報処理学会「教育におけるコンピュータの利用の新しい方法」シンポジウム論文集, 29-38 (1989).
- 30) もんじゅは, 共通の目的を持って集まった人間の集団(たとえば授業や会議)の中で, コンピュータが単に個人的な道具として使われるというだけでなく, 通信機器, 他人との情報・知識の交換, 意見の発表, 集団による学習・意思決定などの手段を提供し, 問題意識を持つもの同士が継続的に, かつ間接的に双方向に対話できるような場をあたえることを強く意図している。
もんじゅは, ホストコンピュータに接続されたTSS端末を水平的ネットワークとして再構築し, 端末間(人間対人間, システム対人間, システム対システム)における問題解決・意思決定のための対話の場を提供している。
- 31) ユーザー・インターフェースの観点からすると, 例えば, ユーザーが下を向いて机の上に置かれたノートにメモを採ったり, 手元の辞書を引きながらCRTやテレビを見るといったせわしない視点の動きをこれにより防ぐことができる。
- 32) 現在までに, 本学では2編のテレビ公開講座が制作された。

(1988年度「工芸の世界」、1989年度「身近なコンピュータ」.)

- 33) この部分が定型的であれば、アイコンとメニュー方式にできる。
- 34) 小郷直言, 米川覚: “グループウェアによる双方向遠隔授業への支援”, 全NECコンピュータユーザー会, 第14回シンポジウム論文集 (1989).
- 35) 小郷直言, 米川覚: “双方向遠隔教育用ハイパメディアの構築”, 情報処理学会第40回全国大会(平成2年前期)講演論文集(I), 15-16 (1990).

A Hypermedia System and its Uses in Education

Naokoto KOGOU* and Satoru YONEKAWA**

(Received December 20, 1989)

ABSTRACT

In this paper, we present a hypermedia system constructed in the work-station computer to aid students' learning and education. This system includes such properties as 1) multi-media, 2) well-made man-machine interface, 3) network-oriented system, 4) knowledge augmentation, and 5) computer-supported cooperative work. Also reported are some applications of the hypermedia system including electronic texts, multi-media databases, television lectures, bi-direction distance education, etc.

KEY WORDS

Hypermedia, Hypertext, Multimedia, Groupware, Bi-direction distance education

*Department of Industrial Information Science, Takaoka National College

**Takaoka National College