

もくじ

発刊に際して…… 1

本研究の意義と目的…… 4

本研究委員会・制作者・事務局員名簿…… 6

研究の方法…… 7

第1章 ハイパーメディアの概念……10

- | | | |
|---|-------------------------|----|
| ① | ハイパーメディアの歴史 | 10 |
| ② | ハイパーメディアの現状 | 18 |
| ③ | ハイパーメディアと教材構造 | 22 |
| ④ | ハイパーメディアとこれまでの教育ソフトとの比較 | 32 |
| ⑤ | ハイパーメディアと教育システム | 36 |

第2章 ハイパーメディアの教材開発……42

- | | | |
|---|---------------------|----|
| ① | ハイパーメディアによる教材開発の実際 | 42 |
| ① | 中学理科第1分野：原子・イオン | 48 |
| ② | 中学理科第2分野：地層の学習 | 58 |
| ③ | 中学技術家庭：4サイクルのエンジン | 70 |
| ④ | 英語：英語教材の小品試作4事例について | 86 |

第3章 研究の成果と今後の課題……100

1	コンピュータ教材の今後の方向……	100
2	ハイパーメディアの教育利用の可能性……	104
3	英語教育とハイパーメディア……	113
4	データベースとハイパーメディア……	117
5	これからの教育メディア……	121
6	本研究の総括……	123

本研究の意義と目的

ニューメディア開発研究委員会委員長・東京工業大学教授 坂元 昂

1. 教えるの道具から学びの道具へ

伝統的なCAIは、教師の教える働きを、コンピュータによって拡大・代行しようとするものであった。一人一人、進度やつまづきの特徴が異なる学習者たちに合わせて、教材提示、課題提示、診断、KRを与えるしくみを備えるのが常であった。とくに、それは、学力の基礎・基本の定着をねらう、ドリルや解説指導型のコースウェアを利用する時に、大きな効果をあげてきた。

しかし、この種の教材を教師が自作するのは、極めて大変なことであった。コンピュータが普及しはじめた頃の熱心な献身的な先駆者たちが、労をいとわず、日夜骨身を惜しまず努力することに甘えていた時代には、まだ一般の教師への影響は少なかった。ところが、1985年以降の総合的なコンピュータの学校への導入の施策が実りはじめ、一般の学校や教師たちも、コンピュータを利用して教育をする時代になると、教材作成に関して、すべての教師に無理をかけることはできなくなってきた。

そこで、各種の教材作成ツールが開発され、自作教材作成の効率化がはかれるようになった。それでも、日常の業務の上に、教材作成に多大の時間をかけねばならないことには違いない。幸い、この事態を救ってくれるのが、市販教材の制作流通である。最近では、とくに、ドリルや解説指導を中心として、良いソフトウェアが生まれてきた。また、広がってきた教師たちの要求に応じて、多くの優れた応用ソフトウェアが出まわり、使われるようになってきた。

ワードプロセッサ、作図、作画、作曲、表計算、計測、統計処理、データベースなどのソフトウェアである。

これらのソフトウェアは、教師たちだけでなく、学習者も、学習中に使うことのできるものである。

データベースで、資料をとり出して考える、自分の考えを図、文、曲などに表わす、通信で他人と交信する、センサーとつないで自然の現象をとらえ、グラフに作成する、シミュレーションの変数を変えて、ディスプレイ上に変化をいろいろと生じさせ、現象のもつ規則性を観察・発見する。このような学習者が学習の道具として主体的にコンピュータを使って、学習を深めることが、方々で見られるようになってきた。

2. 問題解決を助けるメディア

学習者が主体的な学習活動の道具としてコンピュータを使いこなすことは、多くの教師たちに、コンピュータを教育に役立つ有効な手段だと思わせることになる。学習者たちは、コンピ

ュータによって個性を生かし、創造し、自然を探り、新しい世界を構築していけるからである。コンピュータが、学習者たちをしつけ、教えこむ道具ではなく、学習者の学びの世界を広げる道具として、認識されることになる。

学習者たちが、自ら考え、発見的に問題を解決していく時には、数多くの資料を参考にし、それぞれの資料の意味や関連、現実社会との対応関係を調べ、思考を練りあげていく。

このような作業を効率化してくれる道具と思われるのが、ハイパーメディアである。

文字、図、表、画、音、動画像からなる資料を自由にコンピュータ上にとり出してくれる。ウィンドウやアイコンなどを用いると、同一画面の上に、現象の動画像、図解、説明文などをデータベースからとり出して示してくれる。

学習者たちは、資料や資料同士の関連、それぞれの意味を居ながらにして、マウスの操作によって、自らのものにできる。考え、新しい知識や概念の世界を構築するのは、それからの人間の作業である。コンピュータは、学習者にただ教えるのではなく、考えるための材料を提供してくれる。そして、自己表現を支えてくれる。コンピュータが知的になるのが知的CAIだとすると、ハイパーカードは、まさに学習者の知的な作業を支援するという特色がある。

3. ハイパーメディア研究開発の目的

その上、教材が作り易い。いろいろな素材を、カメラやイメージスキャナ、マイクロフォン、キーボードから入力し、それぞれをコンピュータ上でリンクさせる。そのとき素材をひっぱり出すための手がかりとなるアイコンを、関連する画面上に定義できる。こうして、意味や概念のネットワークが、教師によって簡単に作成でき、それが、学習者の学習環境となる。

果たして、日本の現場の教師が、この種のハイパーメディアを使って、学習者のための学習環境を設営できるか、その手間はどうか、作り方の手順をどうしたらよいか、でき上がった作品は学習者にとって使い易いものになるか、学習を助ける効果をもつか、こうした研究は、未だ手をつけられていない。

そこで、本研究では、ハイパーメディアとして、ハイパーカードとガイドをとりあげ、現場教師4人に、学習者の学習を助ける環境を設営する教材作りにとり組んでもらった。それをおして、ハイパーメディアの教師にとっての利点および学習者にとっての利点、さらに、研究開発の過程において体験される問題点を分析することとした。同時に従来のCAIの教材作成ソフトウェアと比べて、コスト効果比がどうなるか、教材の質や特徴にどのような違いがあるかも調べることとしたのである。

本研究委員会・制作者・事務局員名簿

●ニューメディア開発研究委員会（順不同）

委員長	坂元 昂	東京工業大学教授
委員	菊川 健	放送教育開発センター教授
〃	赤堀 侃司	東京工業大学助教授
〃	浜野 保樹	放送教育開発センター助教授
〃	木村 寛治	東京都立工芸高等学校校長
〃	山極 隆	文部省初等中等教育局視学官
〃	橋本 幹夫	文部省大臣官房政策課情報処理室室長
〃	鈴木 博	東京大学教授
〃	波多野和彦	十文字学園女子短期大学講師

●教育ソフト制作者（順不同）

塚越 駿一	東京都台東区立駒形中学校教諭
大井 茂樹	東京都台東区立今戸中学校教諭
仲山 義秀	東京都清瀬市立清瀬第四中学校教諭
関 年隆	東京都品川区立日野中学校教諭
久保田 薫	〃
新沼 実	千葉県立幕張東高等学校教諭

●事務局員

堀内 道夫	当研究財団評議員
十亀 有信	前当研究財団事務局長
志田 清	当研究財団事務局長
大久保英一	当研究財団事務局
月永 元	〃
近藤 智嗣	〃

研究の方法

東京工業大学助教授 赤堀 侃司

本研究プロジェクトは、先の「海外教育用コンピュータ・ソフトウェアの評価研究」に継続する研究として発足したものであるが、研究内容、方法のいくつかの面で異なっている。

最も大きな差異は、前回の研究が評価分析である事に対して、この研究が設計開発に中心を置いた事である。評価分析とは言うまでもなく、自己および他によって作られたものを調べるという方法であるのに対して、設計開発は、ある概念をある形式の元で表現し作るという方法である。その概念をハイパーメディアに求めたが、その概念の共通理解に多くの時間を要した。さらにその形式とは、オーサリングの規則の事であるが、これも習得するまでにかなりの労力を必要とした。また開発した教材ソフトを、実際の学習者に触れさせその結果を調べた。従って、評価まで含んだ研究と言える。その研究方法を流れて示せば、次のようになる。

1. ハイパーメディアの概念の研修
2. 授業の活用への可能性の検討
3. シナリオの作成と検討
4. 教育ソフトの制作
5. 学習者への試行と評価

ソフトウェアとしては、ハイパーカードとガイドの2種類であった。しかしお断りしなければならない点として、①ハイパーメディアの概念を授業へ活用する試みである点と、②初めて触れる初心者の手によるソフト制作という2点である。

①については第1章で述べられている通り、ハイパーメディアという概念が授業設計における教材の概念と異なるものであり、前者が学習者の自由な思考を支援する枠組である事に対して、後者が教師の教えるという設計の考えを表現する枠組である事の差異である。これに矛盾なく追求する事自身が大きいテーマである。これに成功した教材ソフトの一つに、トロント大学の中島和子氏が開発した日本語教育のための「漢字」ソフトがある。本研究プロジェクトは、このような教材ソフトを理想として開発したが、かなり困難な課題であった。

②の困難さは言うまでもない。まったくの初心者がその概念を研修しながら、かつオーサリングソフトを学習し制作する事は、かなり労力が大きい。しかし、専門家の手によるきれいに作られた見ばえのよい作品よりも、はるかにあたたかみのある教材である。したがって、表面的な見ばえの貧弱さについては、お許しいただきたい。

なお本研究プロジェクトは、ワーキンググループがほぼ毎月1回集まって研究会を重ね、数回にわたる長時間の研修、制作実習、および全体会を開催した。

第1章

ハイパーメディアの概念

10



第2章

ハイパーメディアの教材開発

42



第3章

研究の成果と今後の課題

100



第1章 ハイパーメディアの概念

① ハイパーメディアの歴史

放送教育開発センター助教授 浜野 保樹

●ブッシュとメメックス

1930年代にマサチューセッツ工科大学（MIT）でアナログ・コンピュータを開発した数学者ヴァネヴァー・ブッシュは、第二次世界大戦終了直前の1945年、思考を支援する道具に関する論文を発表した。ブッシュは、カーネギー研究所所長、アメリカ航空学助言委員会の委員長の経歴を持ち、ルーズベルト大統領の科学顧問であった。ルーズベルトによってブッシュは、連邦予算を研究費としている国防研究を統括する科学研究開発局の初代局長に任命され、米軍の開発研究の最高責任者として6,000人の研究者を指揮した。最新研究の論文の洪水の中にあつたブッシュは、その後、一般の研究者が経験し、そして一般の人々までが経験する情報の洪水に誰よりも早くのみこまれたのであつた。1945年、ブッシュは「思いのままに(As we may think)」と銘打つた論文の中で次のように書いた。

「専門化はますます進歩の必要条件となつており、それにつれて各専門分野に橋をかけることはいよいよ困難になつてゐる」。

「メンデルの遺伝の法則という概念は、一世代の間、世の中に知られずにいた。それを理解し発展させることのできる少数の人まで届かなかつたからである。そして本当に価値ある業績が価値のない業績の山に呑み込まれて、メンデルの場合と同じ悲劇が私たちの回りの至るところで繰り返されてゐるに違いないのだ」。

ブッシュの論文そのものが、メンデルの遺伝の法則と「同じ悲劇」を経験するはめになつた。1980年代に入るまで、ブッシュの論文は一部の例外を除き、振り向きもされなかつた。それも日本降伏の直前、フィリピンでアメリカに帰る船を待っていた海軍のレーダー技師であるダグラス・エンゲルバートという20歳の青年が、この論文を読まなかつたなら、永遠にブッシュのアイデアは日の目をみなかつたかもしれないのだ。

紙の限界を体験したブッシュは、思考を支援する機械を夢みた。その機械を命名する有名な箇所は、次のようになつてゐる。

「機械化された個人ファイルまたは図書館といった、未来の個人用の装置を考えてみよう。名前があるだろうから、一応メメックスとしておこう。これは個人が自分の蔵書や記録や通信を保存するための装置で、機械化により大変な速度と柔軟性を持つてゐる。いわば人間の記憶をすぐわきで支援する脳の延長部分ともいえる」。

「メメックス (Memex)」という名称が、英語の「mimic」から付けられたものであることは間違いあるまい。mimic というのは、「模倣する」とか「まねる」という意味で、思考の過程を模倣できる機械という意味で「メメックス」としたことがうかがえる。メメックスとは、「我々が考えるように」思考の過程を追尾できる機械なのだ。

ブッシュは、米軍が開発中であったデジタル・コンピュータ ENIAC には言及せず、仮想装置「メメックス」を提案している。コンピュータが、大砲の弾道を機械に計算させて、その答えを出す目的で開発されたのに対し、メメックスは人間の思考を助け、思考過程に沿って情報を扱う機械である。コンピュータが、人間の仕事を代替するために作られたのとは異なり、あくまでも人間の知的活動を支援するものに限定されている。コンピュータが、技術が改良される度に、利用者が利用方法を見つけて機能を増やしていったのに対し、「メメックス」は明確なビジョンが先行していた。

●エンゲルバートとオーグメンテーション

レイテ島の赤十字の図書館で偶然ブッシュの論文を目にしたダグラス・エンゲルバートは、「最も重要なのはもはや知識の全体量を増加させるための方法を発明するのではなく、すでにどこかに見つけられて隠れている答えをつきとめる方法」であると思い、その思いは決して脳裏から離れることはなかった。戦後、大学で電子工学の学士号を取得し、戦争中に得たレーダー技術の経験をいかし、エンゲルバートはカリフォルニアの研究所に勤めはじめた。

1950年頃になって、エンゲルバートはブッシュの論文のことを思いだして、「言葉や映像をレーダーのスクリーンに表示し、それらをコンピュータに記憶させ、レバーやスイッチやキーボードで操作すること」を思いついた。当時コンピュータの利用は始まっており、コンピュータの入出力の方法としてはパンチ・カードか紙テープがせいぜいであったが、エンゲルバートはレーダー技術者の経験から、スクリーンに情報を提示できるはずだと考えた。1951年研究所を離れ、カリフォルニア大学の大学院に入学した。そこではコンピュータが制作されていたが、エンゲルバートはそのコンピュータに疑問を持つようになった。そんなコンピュータで、はたして「コンピュータと対話」できるようになるのだろうかという印象を持っていたのだ。コンピュータと「対話」するなどということをその当時誰も考えなかったし、コンピュータの専門家は、技術的制約に目が奪われて、そういったことを考えることができなかった。ブッシュの論文を読んでいたエンゲルバートは、メメックスがコンピュータ技術を駆使し、コンピュータと「対話」することによって実現できることを、次第に気づき始めていたのである。エンゲルバートは、ブッシュのアイデアに技術的裏付けをつけ加えつつあった。

博士号を取得したエンゲルバートに1957年10月、スタンフォード研究所(SRI)から誘いがか

かった。就職の面接に出てきたのは、エンゲルバートが通った大学院の先輩だった。先輩に対し、知能を増幅するための対話できるコンピュータを研究したいと述べたところ、誰かにその話をしたかと尋ねられた。初めて話したと答えたら、先輩はエンゲルバートに「もう誰にもその話をするな、変人と思われるから」と忠告した。

SRIでの研究生活が1年半くらいたった時、エンゲルバートは自分のアイデアを実行に移す時がきたと思った。幸いに、少額ながらも、米空軍の科学調査局から助成金を得た。研究費を提供したのは、偶然にもかつてブッシュが統括していた機関の一つであった。1963年、情報を目に見えるようにし、自動的に操作するシステムに関する論文を発表した。このシステムを「拡大化 (augment) のための手段」という意味から「オーグメンテーション」と名付けた。消えかかっていたブッシュのアイデアが再び息を吹き返したのであった。ブッシュの論文が発表されてから、20年近い歳月が経過していた。

論文の題名は「人間の知能を増幅するための概念的枠組み」となっており、ブッシュの論文の題名を単に学術用語で書き直したようなものだった。オーグメンテーションの機能の一部は現在のワードプロセッサと極めて似ており、エンゲルバートの説明では次のようになる。「人間が概念を提示するためのシンボルは、目の前で複雑な規則（特別の技術を使って、人間によって提供される情報の最小の単位にきわめて早く反応する）に従って、編集され、移動し、保存され、呼び出され、操作される」。エンゲルバートはブッシュのアイデアをより具体的にする過程で、ワードプロセッサの機能を偶然にも提案する結果となった。

学会は彼の論文を無視したが、国防省のARPA (Advanced Research Projects Agency) に協力していたリックライダーという研究者が関心を示した。リックライダーは、タイムシェアリングの研究を推進しており、コンピュータと対話するというアイデアに興味を持っていた。後に、リックライダーは、コンピュータをコミュニケーションのメディアであるということ、初めて明確に表明した論文を1968年に発表することになる。

集団での意志決定を支援するオーグメンテーションのアイデアに関心を示したARPAは、エンゲルバートに資金援助を行うことになった。その資金で、SRI内にオーグメンテーション・リサーチ・センター (ARC) が設置された。

1968年頃には、NLS (oN Line System) という試作機のデモンストレーションができるくらいになっていた。開発の過程で、エンゲルバートは、マウス、マルチ・ウィンドウ、ビットマップ・ディスプレイなど、現在のパーソナル・コンピュータの重要なインターフェースをことごとく開発した。人間を支援するということを主眼において機械が開発されたため、インターフェースについて様々な工夫がなされたのである。コンピュータは人間が行うことを置き換えるために、人間がコンピュータに合わせたらよいということをも前提にして、インターフェー

スの改良が常に後手にまわるのとは大きな違いがある。エンゲルバートは、また、世界初の電子メール・システムである「ジャーナル」も、NLS上で開発している。

エンゲルバートが開発したことの重要性を考えると、エンゲルバートの功績の偉大さは驚嘆すべきものであるのに、彼の開発したものの知名度に比べ、彼はあまりにも無名だ。時代を先駆けすぎた天才が、いつも経験しなければならぬ悲劇が繰り返されているのである。現在は、マクダネル・ダグラス社のISG (Information Systems Group) の研究者である。

●ネルソンとハイパーテキスト

1959年にハーバード大学の大学院生であったシオドア (テッド)・ネルソンは、初めてコンピュータの存在を知った。ネルソンはコンピュータのプログラミングを学び、ワードプロセッサに近いプログラムを書きあげた。そして、そのプログラムを洗練させて、タイプライター以上の機能を持ったシステムを作ることをめざしていた。その後、研究所と大学を経て出版社に職を得たが、自分のプログラムには保存方法と相互参照に欠点があり、もっと根本的に新しいメディアを開発することに方針を変更した。1967年、「ハイパーテキスト」という言葉を初めて使い、ハイパーテキストを実現する「ザナドゥ」というシステムを提案した。ネルソンは、ハイパーテキストを次のように定義している。「コンピュータによって対話型枝別れ機能を持った自然言語の組合せ、あるいは通常の紙に印刷することができない直線的でない文章のダイナミック・ディスプレイ」。この定義はわかりにくいだが、相互参照できる文章のことで、参照できるものが文章だけでなく、音声や動画といったすべての情報を含むものである。

ネルソンは、1977年、コンピュータの社会的影響についての世界初の著作といえる『ホーム・コンピュータ革命』を自費出版した。その後、しばらくはハイパーテキストの開発よりも、コンピュータの社会的影響を書きとどめることに情熱を注ぐようになる。しかし、再びネルソンは、ハイパーテキストの名称を作ったことを標榜し、ザナドゥをビジネス・マーケットにのせるべく始動した。ザナドゥはUNIX上で稼働するようになっている。

●アラン・ケイとダイナブック

1970年「マンسفールド修正案」が可決され、軍事に直接関与する研究以外から、ARPAは手をひかざるをえなくなった。ARCもその例に漏れなかった。ARPAの援助停止によって、エンゲルバートは研究を諦めざるをえなかったが、エンゲルバートがブッシュから引き継いだないまつ松明は、消える直前に一人の男に手渡されていたのであった。その男の名前は、アラン・ケイといった。

アラン・ケイは、2歳半ばで文字が読め、小学校に通うようになると年間400冊の本を読んで

いた。10歳で『タイズ・キッズ』というラジオ番組のチャンピオンとなり、神童として名前が知れ渡っていた。小学生の頃からケイは教師に対して反抗的な態度をとったため、何度も退学させられそうになり、中学校では現実に退学させられて、学校を変わらなければならなかった。高校では退学処分になり、空軍に入隊した。

ケイは空軍の研究所に配属され、コンピュータ・プログラミングを学ぶことになった。プログラミングで頭角をあらわし、ケイの才能は誰の目にも明らかになった。除隊してプロのジャズ・ギタリストとしていくつかのバンドで演奏していたが、国立大気研究センターはケイの才能に目をつけ、コロラド大学に入学する学資を提供した。1966年、数学と生物学の学士号を取得した後、ユタ大学大学院に進学する。当時、ユタ大学では ARPA から資金援助を得て、コンピュータ・グラフィックスのシステム、FLEX を開発していた。ケイはそのプロジェクトに参画した。

エンゲルバートは1968年にコンピュータ関連の会合で、試作機のデモンストレーションを行った。その会合の聴衆の一人にアラン・ケイがいた。ケイは、エンゲルバートの発表に大きな影響を受けた。同年、ケイは ARPA の大学院生会議で、「パーソナル・コンピュータ」という言葉を使って FLEX を説明した。これが、パーソナル・コンピュータという言葉の始まりであるとされている。2年間 FLEX の開発にたずさわったケイは、FLEX がシステムとして操作しにくいものになってしまったと考えるようになっていた。その後、LOGO に遭遇したことなどの影響もあって、携帯でき、子供でも簡単に操作できるパーソナル・コンピュータ「ダイナブック」を提唱した。

1968年にコンピュータ・サイエンスの修士号を、1969年に博士号を取ったケイは、スタンフォード大学人工知能研究所を経由して、1971年ゼロックス社パロ・アルト研究センター (Palo Alto Research Center : PARC) の主任研究員となった。ゼロックス社は、会社を「情報のアーキテクト (建築家)」とすることを標榜し、その目的のために1970年に PARC を設置したばかりだった。PARC には、エンゲルバートの ARC から数人の研究者も移ってきた。PARC は、1973年に「アルト」というコンピュータを完成させた。アルトは、ケイのアイデアを、エンゲルバートが開発したインターフェースの技術で実現したもので、ケイはアルトを「暫定的ダイナブック」と呼んだ。

1977年、ケイは「メタメディア」という言葉を使ってダイナブックを説明しようとした。「メタ」とハイパーテキストの「ハイパー」と同様に、「超」という意味を持っている。メタメディアは、ハイパーメディアの概念で使われた最初の言葉であった。1968年にケイは、パーソナル・コンピュータという言葉で FLEX を説明したが、1977年には、FLEX を「メタメディアを設計する最初の試み」と言い直した。さらに、1984年には、「コンピュータは最初のメタメディアで

あり、それ故に表現と言ひ回しに今までにないほどの自由度を持つ」と述べるようになった。これまでのようにコンピュータでハイパーテキストを可能にするのではなく、まったく新しいメディアであるハイパーメディアをハイパーテキストの入れ物であるという発想の転換が起こったのである。

アラン・ケイは、PARC からアタリを経て、現在、マサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボの講師であるとともに、アップル社の名誉研究員でもある。アップル社会長であるジョン・スカリーは、ケイのことを次のように紹介している。「趣味の室内楽に熱中する一方で、ロサンゼルスにある自分の研究室と MIT で、私たちすべての未来を変えるアイデアを創造し続けている」。

●アトキンソンとハイパーカード

1979年、アップル・コンピュータ社長であったスティーブ・ジョブスは、PARCでアルトを見て、アルトのアイデアを元に「リサ」というパーソナル・コンピュータを開発した。PARCでジョブスを案内し、アルトの説明をしたローレンス・テスラーは1980年に、アップル社に引き抜かれた。ケイの研究グループの一員であったテスラーは、PARCで「ブラウザー」というハイパーテキストのソフトウェアを開発していた。1984年アップル社は、リサを簡略化したパーソナル・コンピュータ「マッキントッシュ」を完成した。リサやマッキントッシュのインターフェース開発の中心的人物が、ビル・アトキンソンであった。

マッキントッシュ、略称マックは、ブッシュのアイデアにルーツを持ちながら、誰でもが購入できる最初の商品となった。マックという器ができ、その器の素晴らしさに利用者は目を奪われていたが、器に盛るべきものは用意されていなかった。その器にふさわしくないものが盛られていたのであった。初期のマックには、「マックライト」というワードプロセッサと、「マックペイント」というグラフィックスのソフトウェアが無料で付いていた。アトキンソンこそが、マックペイントの開発者であった。

1987年、アトキンソンはマッキントッシュ用のソフトウェア「ハイパーカード」を完成し、アップル社が発表した。「ハイパー」という名称が付いていることからわかるように、ハイパーテキストを標榜した最初の商品である。リサとマックのインターフェースを開発したアトキンソンは、開発の過程でアルトを詳細に検討する内に、人間の思考を支援する機械について、ブッシュとケイが作りあげたビジョンを理解したのにちがいない。コンピュータとは、まったく異なるルーツを持つ、ハイパーテキストとハイパーメディアを理解することは、コンピュータの開発に携わってきた者には、アトキンソンが示唆しているようにパラダイムの転換が必要であった。

ハイパーカード以前にも、ハイパーテキストを指向したソフトウェアがなかったわけではない。ワードプロセッサは、テキストの中から特定の文字や文章を検索できるという意味では、最も低レベルの文字だけのハイパーテキストである。そのことは、ワード・プロセッサの最初の提唱者が、エンゲルバートであることから理解できよう。さらに高次のハイパーテキストを指向したものとしては、アイデア・プロセッサと総称されるソフトウェアがある。アイデア・プロセッサは、テスラーが開発したブラウザーが原型の一つであり、ケイは表計算ソフトを使って、ブラウザーもどきのことが簡単に実現できるということで、アイデア・プロセッサのアイデアを普及させてしまった。パーソナル・コンピュータ用としては、「シンクタンク」を嚆矢とする。紙ならば、相互参照するための手がかりを、目次、本文、索引といったように、順番に配置しなければならないことを、アイデア・プロセッサでは画面に出したり隠したりして混在させることができる。静止画を入力できるアイデア・プロセッサもある。

ただ、ワード・プロセッサ、データベース、そしてアイデア・プロセッサにしても、検索が直線的にしか行えない。データベースは、開発者が構築したデータの構造に従うしかない。データベースに依存しては、ハイパーテキストという言葉がないときに書かれたブッシュの論文は、「ハイパーテキスト」という言葉でいくら検索しても発見できない。データベースは組織的に情報を隠すシステムになりかねない危険性をはらんでいる。ハイパーテキストは、データの所在を気にすることなく、相互に関連づけることができる。古いメディアの特性は、時系列的に情報が提示されることで、直線的であることだ。その意味では、ワード・プロセッサもデータベースもアイデア・プロセッサも古いメディアの特性をひきずっている。アラン・ケイが言うように、情報を静止させることなく、ダイナミックすることこそ、ハイパーテキストの目的であり、ハイパーメディアの機能であるのだ。

ハイパーカードには、テキスト・エディターとグラフィックス・ツールが含まれており、ハイパーテキストのソフトウェアの標準的機能は決定づける役割をはたした。テキスト・エディターもグラフィックス・ツールも、ハイパーテキストの系譜の中で生まれてきたことは、既に紹介したとおりだ。その意味では、マックペイントもマックライトも、ハイパーカードが登場するまでの中継ぎにすぎなかったものであり、すべてのワープロとグラフィックスのソフトウェアは、ハイパーテキストの原始的な姿なのである。

●ハイパーカードの次 (NEXT) は何か

アップル社会長スカリーは、ハイパーカードを「ハイパーメディア・ツールキット」と呼んだ。ハイパーメディアとは、あらゆる情報を処理し、提示できるメディアのことである。ハイ

パーカードは、パーソナル・コンピュータを、ハイパーメディア化することを意図している。しかし、現状のハイパーカードでは、疑似的に可能でも、完全なハイパーメディアとすることはできない。マッキントッシュのディスプレイに動画を提示できないからだ。アップル社では、そういったことを視野に入れ、「ナレッジ・ナビゲイター」というハイパーメディアを提唱している。形状、機能ともに、アラン・ケイのダイナブックそのものであり、要するにアップル社は、アラン・ケイのビジョンに実現することを表明したのである。ビジョンさえ明確になれば、あとはそれを実現できる技術の開発を待つだけで、実はそういった技術の多くは開発済みである。ブッシュが指摘したように、発見されず正しく利用されていないだけなのである。

ソフトウェアの開発と平行して、ハードウェアであるハイパーメディアの開発も盛んで、アメリカのコンピュータ研究で有名な大学はすべて、ハイパーメディア・システムの開発にしのぎを削っている。代表的なものだけでも、次のようなシステムがある。マサチューセッツ工科大学プロジェクト・アシナの MUSE、カーネギーメロン大学の ANDREW と ZOG、ブラウン大学の Intermedia、メリーランド大学の Hyperties、北カロライナ大学の WE。これらは、すべて高等教育用に開発されている。将来は家庭にまで普及するであろうが、集中した知的活動と価格から、大学での利用が先行している。大学におけるハイパーメディアの市場に目をつけたのが、いうまでもなくアップル・コンピュータ社前会長スティーブ・ジョブスである。

自ら招いたスカリーとの抗争に破れ、1985年アップル社を去ったジョブスは NeXT 社を設立し、1988年10月に教育用ワークステーションを発表した。マックよりもさらに先鋭にハイパーメディアを志向したマシンである。高解度のディスプレイにステレオスピーカーが内蔵されており、文字情報だけでなくすべての情報を扱える準備がされている。マイクから入力した音声を、ボイスメールとしてネットワークで送信できる機能もついている。キューブには、「インターフェース・ビルダー」というハイパーテキストの思想に基づいたソフトウェアがのっている。

参考文献

- V・ブッシュ (1945) 「思いのままに」(『ニューパピルス』アスキー出版局に採録されている)
 浜野保樹 (1988) 『ハイパーメディア・ギャラクシー』福武書店
 浜野保樹 (1989) 『コンピュータの終焉』福武書店
 H・ラインゴールド (1987) 『思考のための道具』パーソナルメディア
 ジョン・スカリー (1988) 『スカリー』早川書房

② ハイパーメディアの現状

当研究財団事務局 大久保 英一

前項の「ハイパーメディアの歴史」で浜野先生が触れられた通り、まだ歴史の浅い分野であり今後の研究課題は山積みである。現状を説明するにたる十分な資料が用意されているわけではないがこの項では製品化され使われている現状を報告したい。

1. 長期間にわたる開発とその恩恵

「ハイパーメディアの歴史」にある、1945年、ブッシュの“試行の過程を追尾するための環境としての「メメックス」理論から、1968年、エンゲルバートの“情報を目に見えるものにするための環境としての「オーグメンテーション」”という技術的な裏付けとしての研究には23年間の期間を要している。この結果、現在我々はこのドロップアウトとしてマウス、マルチ・ウィンドウ、ビットマップ・ディスプレイなどの実用化の恩恵にあずかっている。同時にこれらをドライブするためのソフトウェアも洗練され、実用の範囲に到達している。

2. 恩恵を生かす環境

実用段階ではハードウェア、ソフトウェア、データウェア(筆者の造語)、ネットワークが環境として必要になるが、これらの他にも使用に耐えるための条件として以下の項目があげられる。

1. パーソナルなハードウェアの普及
2. 衛星利用や CD-ROM などのグローバルなリソースの流通
3. ハードウェア特性を生かす新しいマルチメディア用オーサリングソフト
4. ビジネス市場における新しい戦略的教育体制

上記の点を踏まえて、次の三つのシステムの特徴を紹介する。

●IBM 社

[システム名] Audio Video Connection (以下 AVC)

[システムの概要] 米国 IBM 社で開発されたシステムで、取り扱い情報種別をこれまでの文字・数値だけでなく世界的潮流である、非コード情報、つまり、図形、映像、音声に広げ、GUI (Graphical User Interface) を重視したシステムである。別売の専用オーサリングソフトで容易にコースウェアが開発できる。

[ハードウェア構成] IBMPS/2, PS/55に開発用ビデオ変換アダプター、オーディオ変換アダプターを組み込む。再生のみの場合はオーディオ変換アダプターのみでよい。

[オーサリングソフト] Audio Video Connection Version 1.0

[オペレーティングシステム] MS-DOS, OS/2 (LAN 対応時に必要)

[ネットワーク対応] 可能

[特徴] 図形、画像を静止画像として表示し、同時に音声も出力できる。こうした機能を PC (パーソナル・コンピュータ) 程度の CPU 処理能力ではこれまで負荷がかかりすぎたため専用の処理装置を組み込むことで解決された。画像解像度は640×480ドットで256色同時発色可能なためカラー写真やビデオ画像程度の発色が可能である。取り込みにあたっては AD 変換専用チップによりビデオ信号、Y/C 分離信号、RGB 信号などが可能なため容易に素材が用意できる。現在では電子スティルカメラなどが実用になったためカットアンドトライが安価で出来るようになった。音声に関しては AD 変換専用チップによりライン入力、マイク入力ともに可能。サンプリングレイトはステレオ時44.1KHz/16ビット、モノラル時88.2KHz/16ビットを実現し CD なみの品位をクリアしている。

これらのアダプターを利用して素材を作り、専用オーサリングソフトで編集を行う。画像は任意のファイルを、表示方法、表示方向、表示色、表示速度、表示時間、表示サイズなどの指定を AVA 言語とよばれる自然言語で指示する。また音声に関しても、フェイドイン、フェイドアウト等の効果、再生チャンネル、音量、再生時間などビデオテープ編集の要領で行えるため、開発時間が少なく済む。

完成したソフトウェアの操作はマウスとビットマップディスプレイに表示されたボタンで行い、システムが用意したマルチウィンドウで表示される。現在はビデオやビデオディスクなどの動画表示はソフト的に用意されていないため再生は出来ないが今後、DVI 等の技術応用で可能となるであろう。

このシステム特徴の中で特筆すべきものはマルチタスク OS の利用により各種データベースへのアクセス中に他の作業を継続出来、ホスト側に対応ソフトを搭載することで LAN 端末からのリトリーブが可能となる。具体的には民間航空機の発着地点と希望日を入力するだけで最適化して返事が返ってくるような仕組みに利用している。

この他に現在このシステムで稼動している分野は製造業では、視覚的部品検索、故障診断等。流通業では、不動産情報検索。小売業のオーダエントリーないし POS。金融業では商品説明とそのシミュレーション。教育では CAI などがある。

●Video Logic 社

[システム名] mic system

[システムの概要] 英国企業による開発で、最大の特徴は PC 画面に動画を表示し、別売のオーサリングソフトウェアによりコースウェア構築が可能なことである。また、この動画表示の方法は汎用性を重視し、マイクロソフトウィンドウズないしプレゼンテーションマネージャ上で稼動する。これにより既存の多くのビデオソースからビデオディスク化した教材を利用出来、

汎用性のある環境で利用出来る。また、英国で開発されたこともあり、ビデオ信号の PAL 方式がスイッチにより選択可能である。これ以外にも再生可能な各種信号の選択が出来る。ビデオ以外のソースの再利用が可能であることは教材の枠を多岐に選択出来、内容の充実が図れる。衛星利用放送もデータとして利用出来る動画重視のシステムである。

[ハードウェア構成] IBMPS/2, PS/155にボードを組み込み

[オーサリングソフト] MIC (Multi-Media Interactive Control)

[オペレーティングシステム] MS-DOS (MS-Windows 利用), OS/2 (Presentation-Manager 利用)

[ネットワーク対応] 可能

[特徴] このシステムの重要な点は汎用 OS の上で、汎用ウィンドウシステム用アプリケーションソフトとしてハイパーメディアコントロールを可能にしたことである。しかも動作環境としての PC 自体には大きな負荷をかけずに OS と専用ボードでハード的に吸収している点も見逃せない。これは前述の AVC でも同じ事が言える。つまり既存の資産の再利用を新しい技術として他のハードウェアが吸収していく考え方である。

ここでも恩恵を継承している。第一に GUI 思想の操作性の統一継承である。MS-DOS 自体はシングルタスクでウィンドウシステムを持っていないが、GUI として MS-Windows を利用している。筆者が動作を確認した時点では MS-Windows のバージョンが²2.1であったが³3.0対応が進んでいるようである。この対応により OS/2 プレゼンテーションマネージャとの整合性がとれ、よりユーザーフレンドリーになると思われる。全ての操作はマウスドリブンとなり、表示もカラービットマップになり、ファイルの互換性がとれ、他のウィンドウアプリケーションとデータのやり取りが可能になる。

このソフトのアプリケーション開発用ソフト（この会社ではオーサリングソフトと言わず、開発ツールと呼んでいる）を利用してインターアクティブなソフト開発を行える。たとえばデータベースソフトを利用しながら不明な点を映像で見るために映像用ウィンドウを開き、必要なビデオディスクから動画の解説を受けられる。この学習の報告書にはワープロソフトのウィンドウで解説者の画像をフリーズして切り取り、データベースのデータを表計算のシートで加工し、レポート用紙のウィンドウ上に全ての情報を切り貼りすることが可能となる。このように既存のソフトウェア資産、データウェアとしてのデータ資産、動画資産など各種の資産を最大限利用できることがこのシステムの最大の特徴である。

また、ソフト開発の研修システムも充実しており、システムのインストールからソフト開発に至るまで4日間のコースが用意されている。

● Authorware 社

[システム名] Authorware Professional

[システムの概要] このシステムは Macintosh 上で純粋なオーサリングとして開発され、当初よりマルチメディア対応の環境を重視して、ビデオディスクなどの動画、アニメーションなどのコントロールを可能にしている。また操作性においても MacintoshOS の利点を旨く生かした設計になっている。

[ハードウェア構成] Macintosh II用ビデオカード、音声入力装置

[オペレーティングシステム] MacintoshOS

[ネットワーク対応] 可能

[特徴] オーサリングソフトとしての設計は全て視覚化されたアイコンにより行う。10個の基本的なアイコンとデバッグ用の動作確認用アイコン、これに Movie, Sound, Video のマルチメディアアイコンだけで全ての設計が出来、開発時間の効率がよいのも特徴である。

前述の mic system のように MacintoshOS 上での各アプリケーション間のデータ互換性の良さも見逃せない要素である。またマルチタスクファインダーの利用による他のアプリケーションとの同時作業が可能であることも重要である。

オーサリングソフトに限らずソフト開発の最も重要で作業量の多い面はドキュメンテーションである。このソフトではなんとオートドキュメンテーション機能がありデザインされたコースウェアが自動的にファイル化され、インデクス、構造化された内容の全てに渡ってプリントを残すことが出来、プロダクトファイルの共有性が保たれるようになっている。

1991年には MS-Windows3.0対応版のリリースも予定され IBM 機と APPLE 機でデータ互換も実現できることから実用性のあるソフトウェアといえる。現在、このシステムは世界トップ500社クラスの社員教育、大学におけるビジネス教育が主流である。

3. まとめ

以上、本研究で利用された環境以外の特筆すべき実用的なシステムを紹介したが、どれも視覚的な要素を重視している。1974年に発表されたテッド・ネルソンの書籍中に CAI に関するハイパーメディアの概念が記載されている。これによれば、ハイパーメディアとはマルチディメンショナルなデータ構造の理解でありそのリソースは明解で、興味あるものでなくてはならない。そして、プログラムされ、編集されてはいけないと書かれている。ハイパーメディアという用語を生み出した彼が現在もなお具体化を目指している「コンピュータという道具が介在していないようなハイパーな環境」のためには前述のシステムの普及によって、流通するリソースそのものの品質の改善と時代変化に即した内容が要求されているのかもしれない。

③ ハイパーメディアと教材構造

東京工業大学助教授 赤堀 侃司

1. はじめに

ハイパーメディアは既に述べられているように、文字、音声、静止画、動画等ほとんどの情報をコンピュータの中に蓄積でき、自由に検索できる、メディアを超えたデータベースとも言えるものである。ここでは主として文字情報を対象とするハイパーテキストに限定して、教育における活用の観点から、教材構造との関係について述べることにする。

ハイパーテキストの基本的なデータベース構造が、ノード（情報、ハイパーカード）と、これらを結合させるリンクにある事は言うまでもないが、その構造は極めて単純であり、利用者の意志によって自由にリンクを付加する事ができる点がその特徴となっている。この事が、具体的には文章を含めた情報の管理に有益であり、個人情報の管理ツールとして利用するというのが、始めのアイデアであった。しかしこの情報の探索という過程を考察すれば判るように、それは利用者の思考過程を反映している事は言うまでもない。思考過程は、連想や概念形成にも関連するものであり、その思考過程を支援する道具という意味からアイデアプロセッサ等とも呼ばれる。

従って、ハイパーメディアの概念と教育の関係を考察すれば、どうしても思考過程や発想、認識といった、かなり深い内容に立ち入らざるを得ない。そこで本節では、始めにハイパーテキストのデータ構造について述べ、次にこれまでCAIのコースウェア設計の基本となっている教材構造に触れる。さらにこのコースウェア設計とハイパーテキストの構造との関連について考察し、最後にハイパーメディアの教育活用について述べる。

2. ハイパーテキストの構造

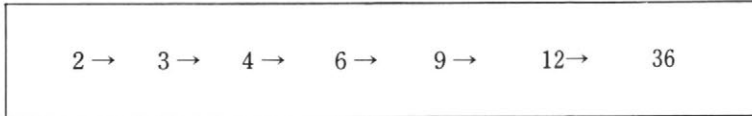
ハイパーテキストの構造は既に述べたように単純であり次の様な特徴がある。

- ①情報をカード（ノード）で表現する。
- ②結合（リンク）は、利用者が自由に付ける。
- ③複数の利用者がある場合、他人の結合（リンク）を参照できる。
- ④カード全体を概略的に見る事ができる（ブラウジング）。
- ⑤ハイパーテキストを発展させたインターメディアの概念等では、全体の構造を概略的に見たり、各カードに属性を付加して、属性のリンクによって検索する事ができる(Yankolovich, N. et al, 1988)。

以上から基本的には、カードと結合（ノードとリンク）からなっている。ところで始めに構造の意味について若干補足しておく。

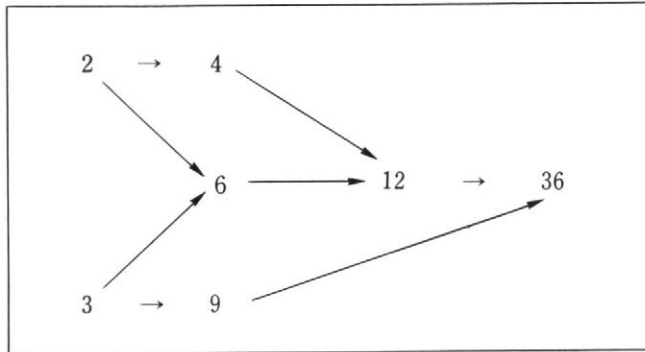
例えばここに、りんご、バナナ、みかん、ぶどう、ももがあったとする。これはくだものという集合であって、くだもの構造とは言わない。単に集まりであって、くだもの = {りんご、バナナ、みかん、ぶどう、もも} のように記述する。では構造とは何であろうか。

例えば、{2, 3, 4, 6, 9, 12, 36} という整数の集合があったとする。もしこれを数の大小という関係を持ち込めば、例えば、



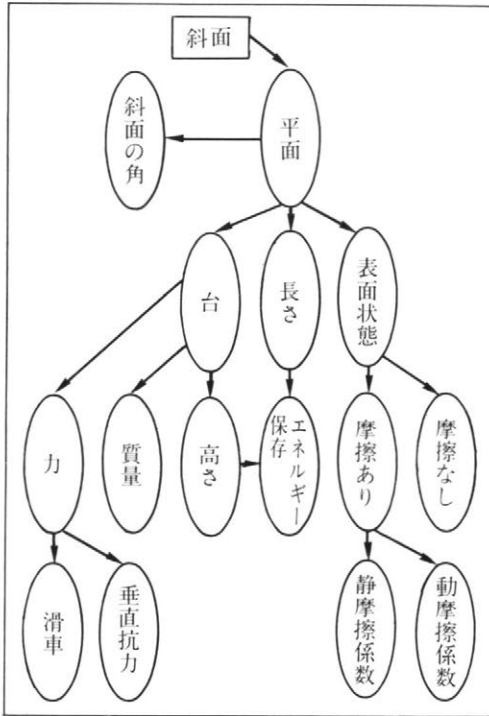
のように表現される。

同様に倍数という関係を持ち込めば、例えば、次のように表されるであろう。

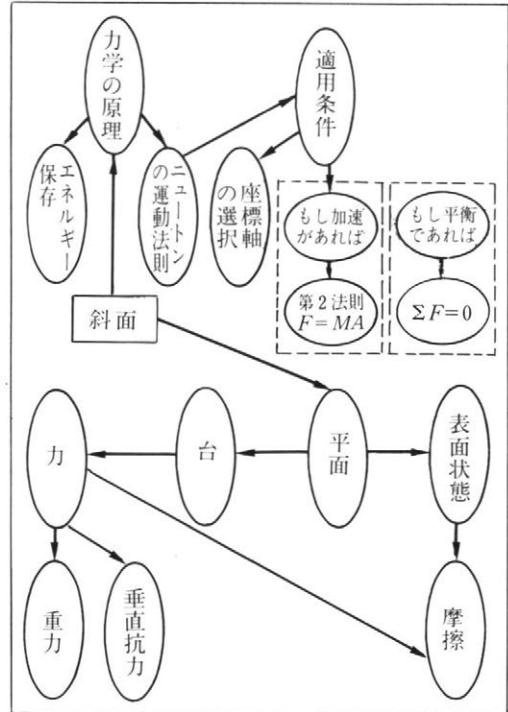


この時、これらの数字は単なる集合ではなく、構造を持つという。従って集合に関係概念を付加したものが構造であり、基本的には頂点と結合枝、つまりノードとリンクによって表現される事になる。この時リンクの付け方は、この数字の例でいえば、大小関係や倍数関係という関係の付け方によって異なってくるのである。これは一般的には、物の見方、認識の仕方、視点というべきもので、何に注目するかで決まるものである。例えば、くだもの集合においても、おいしさの順序、食べたい順序等の関係を持ち込めば、これを構造化する事ができる。

これはその人によって異なるものであり、物の見方、認識の仕方は、その人の過去の学習履歴に依存している。よく参照される文献であるが、専門家と初心者の力学概念の構造の違いを図1に示す (Chi, Feltovich, et al. 1981)。専門家が力学の法則や原理を中心に、種々の概念間の関係を認識するのに対して、初心者の方は、表層的な、例えば、形状や空間的な類似性の関係によって認識するという違いである。



斜面に関する初心者の記憶構造
(Chi, Feltovich, and Glaser 1981)



斜面に関する専門家の記憶構造
(Chi, Feltovich, and Glaser 1981)

図1. 記憶構造の比較 (E.D. Gagne, 1985より引用)

従って、ハイパーテキストの構造にこれをあてはめてみれば直ちに判るように、その関係の付け方が利用者の自由な意思に任されている考え方は、その人の認識の仕方を反映させようとする意図である。コンピュータシステムとしては何もしないのである。

プログラミングの学習において、始めにとまどうのは、システム側で設定されているコマンドやその規則や形式等である。ほんのちょっとしたミスで、プログラムが実行されないという経験は多くの人達が持っている。プログラミングにおいて労力が最も大きいのは、そのバグの処理（誤りの訂正）である。これは、人間がコンピュータの論理や規則や形式に合わせなければならないという現象である。

リンクの付け方を利用側に完全に任せているという意味は、そのようなコンピュータ側の論理を人間に押し付けないという前提であり、各人の認識の仕方によって、関係付けの自由度を保障しようとするものである。ここに発想の違いがある。

筆者は情報技術の発展に大きく二つの流れがあると考えているが、一つは人工知能の発想であり、他方はハイパーテキストの発想である。プログラミングのバグの処理で述べたように、コンピュータは融通のきかない機械である。そこでこれに対応するために一方は、コンピュータをもう少し賢くして、人間の言う事が判るようにしようとする発想が人工知能の流れであり、

他方は、コンピュータ側からの制約をできるだけ無くし、ユーザインターフェースを改良して人間の道具として提供し、判断というような高次の情報処理は人間に任せようとする発想が、ハイパーメディアであると考えている。

さてこの様にハイパーテキストの構造は、利用者に任せるといふ、①のノードと②のリンクの設定が基本的な考えであるが、これだけでは付加価値が少ない。そこで、他人が付けたリンクの跡もたどれるようにするという考えが、③の参照機能である。

先に述べたように、リンクの付け方は、その人の物の見方を反映している。リンクの連鎖はその見方や考え方の流れであり、これはその人の思考過程をたどる事とほぼ同じであり、互いの思考過程を共有しようとする機能が、この参照機能と言える。これは情報の共有化であり、データベースの最も基本的な考え方に通ずる。

④のブラウジングは、紙と同じような機能を持たせるためのインターフェースの改良と考えられる。紙は便利で、パラパラとめくったり広げたり、一目で全体を見渡すことができる。これは人間と紙の間のインターフェースの垣根がないと言ってもよい。ところがディスプレイの場合は画面が固定されているために、紙のようにスムーズに処理する事が難しい。ブラウジング機能は、この点を改良した機能と言えよう。

最後の⑤の全体構造の把握や属性による検索は、インターメディアと呼ばれるさらに発展したハイパーメディアであるが、これは人工知能的発想を取り込んだハイパーメディアと考えられる。ハイパーメディアの長所である、利用者側からの自由な探訪という考え方は、他方では、利用者が情報（カード）の海の中で、どこに位置しているのか判らないという迷子になる危険性を持っている。そこで、あるカードに利用者が達した時、その付近のカードのリンクの状態を示す機能であり、いわば案内地図の役割を果たす。さらに属性の付加という考え方は、リンクをする時の支援として考えられたものと解釈されるが、この考え方は意味ネットワークの概念に近くなり知識表現の範囲に入るので、ここでは省略する。以上のような構造を持った思考支援ツールが、ハイパーメディアと言えるが、この構造は教材構造とどの様に関係するかを次に述べる。

3. 教材の構造とハイパーテキストの構造

教材をここでは学習内容、学習課題といった意味で用いる。従って教材構造とは、体系だった知識内容の事である。CAIのコースウェア設計においても、始めに課題分析とか教材の構造化とか呼ばれる操作がなされる。これはAという課題を達成するためにはB、Cの下位課題が必要であり、B、Cの課題を達成するためには、それぞれD1、D2、E1、E2の下位課題が必要といった前提条件関係から分析される（Gagne, R. M., 1979）。

これから判るように、教材の構造は基本的には階層構造である。階層的に体系付けられた内容であり、通常、課題を系列化する時は、下位から上位へと順序付ける。従ってコースウェア作成においては、この原則が存在しているために、教材設計者が事前に課題間を結合させるというデータ構造になる。事前という意味は、教材設計者、つまり多くは教師が予め決めた方法で、関係付けると言うことである。この事は、教師の意図が反映されている訳で、その教師の教材の見方、認識の仕方を、学習者に与えるという考え方に基づく事になる。よく言われるように、フレーム型 CAI は強制的で自由度がないという感じは、この考え方が反映されているからであろう。

そこで立場を教師から学習者に移してみよう。学習者の側は、ある概念に対して自由な発想をし、自由な連想をする。教師の側から見て、これを一つの方向に制御するその道筋がコースウェアの流れと言ってもよい。学習者がどのような連想をするかは、イメージマップという方法がよく知られているので、この事例を図2に示す。ある概念から連想するイメージは図のように発散的で、決して階層化されていない。Aという概念から自由に探索していき、ちょうど脳内に蓄積されている内容をたどるように、学習者は思考を拡散する事ができる。これは基本的にネットワーク構造となる。

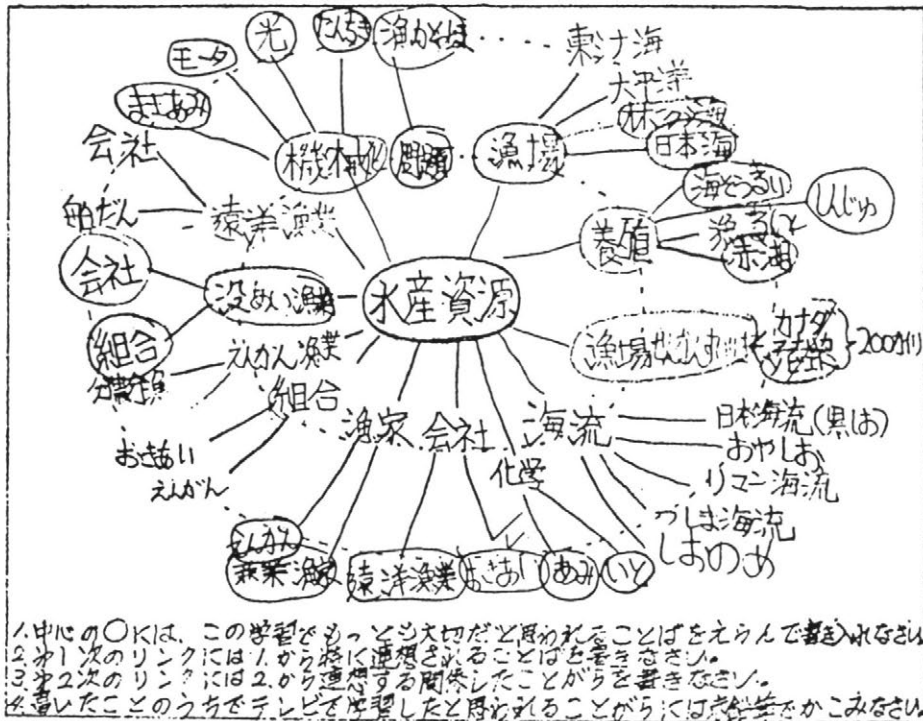


図2. 連想によるイメージマップ

(吉田貞介・水越敏行, 1978より引用)

従って、教材構造が階層構造である事に対比して、連想やイメージの広がりには網構造（ネットワーク）と言えよう。このように教材構造と、学習者がある概念から連想する概念の広がりには、基本的に異なった構造と考えられる。

しかし教えるという行為は、ある面では教材構造を反映したものでなければならない。つまり、下位課題から積み上げて上位課題へというルートをたどらせるように仕組む必要がある。そこでもし教師側、つまり教材の構造だけからコースウェアを設計した場合は、学習者の理解や自由な発想を制限してしまう事になる。そこで学習者側からの発想や連想をできるだけ生かしながら、教師の意図を反映する方法が、水越敏行氏等によって開発され、思考のモデル図と呼ばれている（水越，1975）。その手順を図3に示す。

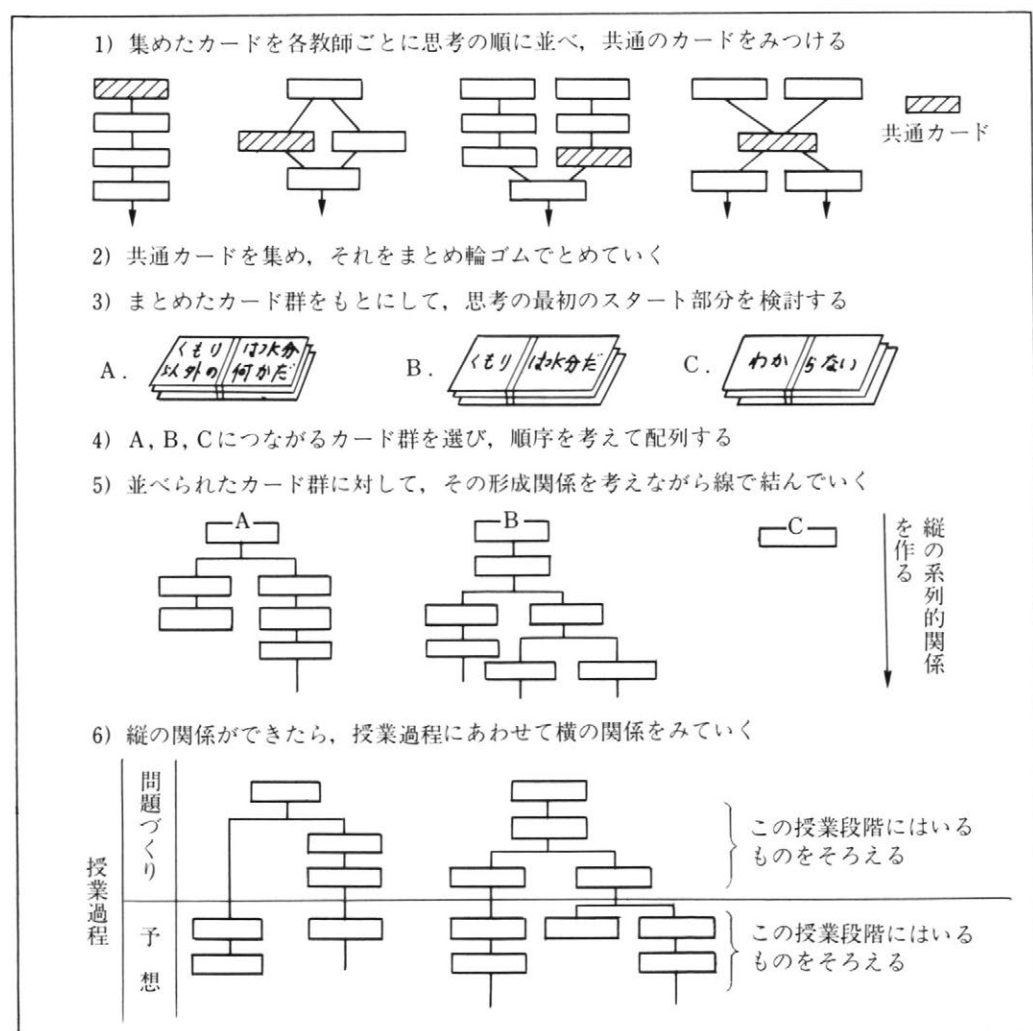


図3. 思考のモデル図作成手順

(水越敏行 著, 1975. より引用)

図3のように、学習者の思考過程を教師側が予測し推測して授業の流れを決める方法であり、授業設計法として興味深い。学習者側の思考や連想をできるだけ反映し、あたかも学習者自らが考えて、ある概念にたどりついたと思えるような学習方式を指向している訳で、この方法は発見学習の研究の中で開発された。このような方法は、いわば学習者の思考過程を事前に組み込んだ授業設計法とも言える。

さてハイパーテキストの構造は、基本的には利用者の自由な意思によってリンクを付ける事ができる訳であるから、ネットワーク構造である。ある情報（カード）から別の情報にリンクし、さらに循環して始めの情報に戻ってもかまわない。考えてみれば、我々の思考過程は、きちっと決まった階層構造ではなく、揺れ動き循環するネットワーク構造に似ている。この意味では、教材構造とハイパーテキストの構造は、異なっていると言えよう。前者が教える事に視点を置いたとき有効である事に対して、後者は発想や連想、思考といった学習者側に視点を置いた時、有効であると言える。

我々があるテーマについて考え、ある結論を導いたとする。この場合文献を調べる事が多いが、その文献にアンダーラインが既に記されていて、何年か何か月前に同じ事を考えていた事に気が付き、がく然とする事がある。人間はなかなか成長しないものだと妙に納得したりする。ハイパーテキストというツールは、自分が過去にたどった思考の足跡を再現してくれるメディアでもある。リンクをたどる事によってその時の思考過程を思い出すであろう。これは思考の節約である。もし専門家の思考の足跡を初心者がたどる事ができれば、この事自身が有効な学習になるかも知れない。あるいは、他の学習者の思考の足跡もまた参考になるであろう。何故なら、学習とは他との関わりによって成立するものだからである。

そこで次に、ハイパーメディアの教育活用について述べる。

4. ハイパーメディアの教育活用

音声、映像等のマルチメディアの教育活用については本節の範囲外であるので省略し、ハイパーテキストの構造から考えられる教育利用に限定して述べる。

ハイパーテキストの構造に従って、筆者が試みに、データベースという概念から連想する概念を書き出し、リンクを付けた図が図4である。図において、長方形で囲んだ内容がカードであり実線がリンクを示す。破線が関連の深いカード群を表す。この様に人間の連想は種々発展するものであり、この図は30分程度の連想でかいたものである。

破線は後で付けたものであるが、これらの内容は右上群からデータベースのファイル管理、イメージ情報、情報検索、共有財産、通信システム等の内容に分類される。これを見ると他領域の概念が種々に結合されている事に驚く。情報科学から経済まで実に多様であり、人間の発

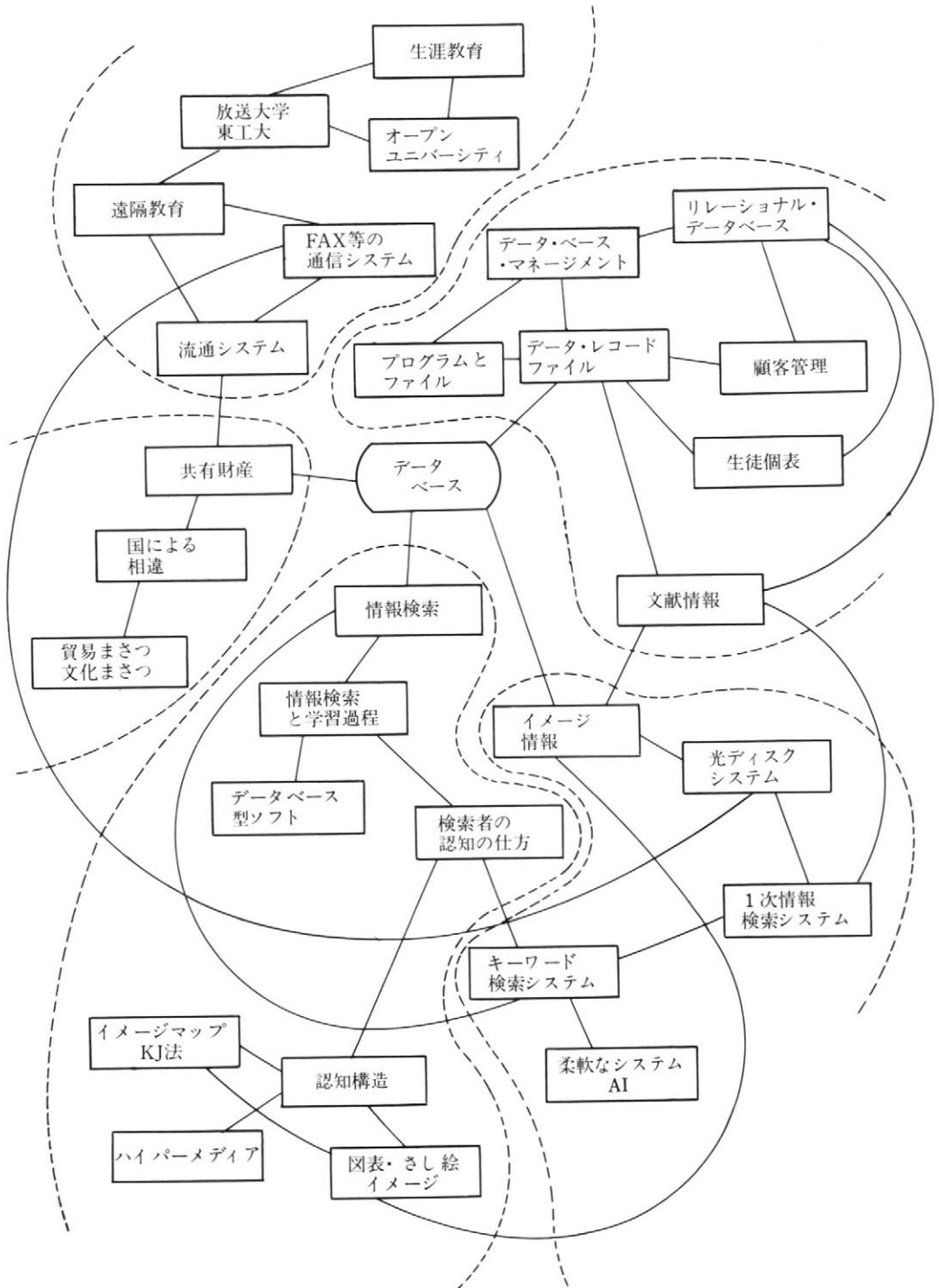


図4. 概念の関連図の事例

想は豊かで種々である事に気付くのである。子供の発想はもっと豊かであろう。

もしこのような情報が文字だけでなく映像や音声までも、小さな図書館のようにパーソナルコンピュータの中に組み込まれているとすれば、と言う発想がそもそもハイパーメディアの発想であった。これは一つの情報の世界と言ってよい。その情報の世界を自由に探訪して、情報管理し、かつ各人の思考やアイディアの援助をする考え方から出発している。

従って、これをフレーム型CAIのような考え方で活用するのは、難しい面がある。しかしながら、本研究報告では、あえてこれを授業過程の中で活用できないかと試行した。その一つの考え方は、図4で言えば少数の結合を予め教師が与えて、その他の結合を自由に学習者が付加するという方法である。これは、教えるという教師の意図を多少とも反映しようとする試みである。まったくの自由は逆に不自由な面がある。情報の海の中で迷子になるという事もその一面であり、また探索し終わって結局何を学習したのかという定着の問題もあろう。最少限の関連付けに、教師の意図があり、教育目標にたどりつかせるという目的がある。

ちょうど水越敏行氏の思考のモデル図の作成のように、学習者の思考過程を推測し授業設計に反映する考え方に近い。本研究報告ではこの様な考え方にに基づき、ハイパーテキストに教材を組み込み、授業での活用を試みたのである。種々の制約条件のため、ハイパーテキストの有している構造を十分活用した方法とは言えないが、少なくともこれまでのコースウェア設計やフレーム型CAIに比較して、より柔軟な教育ソフトとして位置付けられよう。

引用・参考文献

- Chi, Feltovich, & Glaser (1981) : in "The Cognitive Psychology of School Learning",
(Editor, E. D. Gagne, 1985, Scott, Foresman, and Company) (赤堀侃司, 岸学, 監訳,
1989, 学習指導と認知心理学, パーソナルメディア)
- Gagne, R. M. and Briggs, L. J. (1979) : "Principles of Instructional Design (Second Edition), Rinehart and Winston, (持留英世, 持留初野, 共訳, 1986, カリキュラムと授業の構成, 北大路書房)
- 水越敏行 (1975) : 「発見学習の研究」, 明治図書
- 吉田貞介・水越敏行 (1978) : 「映像視聴能力の指導と評価に関する事例研究」, 日本教育工学雑誌, Vol. 3, pp. 7-23
- Yankolovich, N., Haan, B. J., Meyrowitz, N. K., Drucker, S. M. : "Intermedia : The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment", IEEE Computer, 1988, Jan., pp. 836-852

④ ハイパーメディアとこれまでの教育ソフトとの比較

当研究財団事務局 月永 元

ここではハイパーメディアを「ハイパーカード」「ガイド」などの、いわゆるハイパーテキストと想定し、ハイパーテキストで作成した教育ソフトがどのような特質を持つかという点について、プログラム開発による教育ソフト、オーサリングソフトによる教育ソフトと比較しながら論ずる。

1. 教材作成の容易さ

通常、教育ソフト（＝教材：以下教材とする）を作成する際、その標準的な工程はおよそ以下の手順を踏む。

プログラム開発の場合

① ラフデザイン

- 1) 対象とする教科、学年、単元、教材のねらい、教材の使用形態、コンピュータならではの教材の効果／特質等について、その概要を構想する。
- 2) 主な画面の簡単な絵コンテと注釈、画面間のリンクを表すフローチャートを作ってみる。

この段階で、教材の教授／学習効果、およびコンピュータならではの効果が見込まれたならば、次のステップに進む。

② デザイン（外部仕様設計）

- 1) 教材のねらいや使用形態、対象生徒の発達段階等考慮して、最適のユーザインターフェースを決定する。
- 2) 画面を設計する。原則的に全画面、ディスプレイのピッチ(640×400または1024×768など)通りの設計用紙に、出来上がりと同じ表示で画面をデザインしていく。または指定していく。画面のシーケンス、リンクに注意し、学習者が操作すべき事／選択出来る事を、1)で決めたユーザインターフェースに則って画面上にデザインする。
- 3) 全画面の相関関係をフローチャートにする。画面間のリンクに矛盾や漏れ、意図しない関係や重複がないように注意する。

この段階で表示面／論理面／効果面で問題がなければ、次のステップに進む。

③ 内部仕様設計

- 1) 対象とするハードウェア、使用するプログラミング言語の観点から②の1)、2)、3)を検討する。
- 2) プログラム実行フロー、メモリ構成等、ハードウェアの能力、言語の能力との兼ね合いを測りながら仕様を決定する。

この段階で、②の実現に問題がなければ、次のステップに進む。

④ プログラミング

プログラムを組む。

⑤ テスト&デバッグ

- 1) モジュール毎に動作をテストし、間違いや不備なところを直していく。
- 2) 全てのモジュールを統合し、動作をテストして、間違いや不備なところを直していく。

この段階で、②が所定通りに実現されていれば、次のステップに進む。

⑥ フィールドテスト

現場で、または現場を疑似的に再現して、実際に使用してみる。

⑦ 改善

⑥を踏まえて、間違いや不備なところを直していく。

ここで断っておかなければならないことは、上の工程のうち①～⑤という一連の作業は、教材を専門に開発している教材会社にして初めて可能であるという現実である。大多数の教師にとっては①がせいぜいであり、②以降は、プログラムを組める極めて少数の教師が、膨大な時間を費やして初めて開発出来るに過ぎない。

 オーサリングソフト使用の場合

オーサリングソフト使用の場合は、上記②の1)、③の作業は必要ない。ただし、教材のタイプがそのオーサリングソフトに規定されてしまうのは避けられない。ドリル型のオーサリングでシミュレーション型のソフトは作れないし、チュートリアル型のオーサリングでデータベー

ス型のソフトは作れない。

④についてはオーサリングソフトの指示に沿って、ワープロを打ちグラフィックソフトで絵を描く程度の容易さでもって、規定内の機能の教材が作成出来る。ただし、その容易さは教師にとってはなかなか難しく、上に表現したような、すぐ簡単に使いこなせて、十分使用に耐えるユーザインターフェースを有するオーサリングソフトが極めて稀であるのも事実である。また、出来上がる教材の機能は固定的で、大多数の教師の需要に答えているとはいえない。まだまだ、苦勞の多い割には、使えるソフトが作れない。

ハイパーテキスト使用の場合

ハイパーテキストをオーサリングとして使用する場合、ハイパーテキストの用意しているユーザインターフェース自体が非常に簡単で分かりやすいため、②の1)は解決されている。③の作業は必要ない。また、教材のタイプは自由に構成出来る。教師は画面単位、複数の画面で構成されるモジュール、またはテキスト単位でひとまとまりのノードを作成して、ノード間をリンクするだけでよい。どのようなリンクをしようか、ハイパーテキスト側からの制限はない(むしろ適切な制御、指示がないために、今どこにいるのかが分からない「迷子現象」が問題になる。これについては第1章⑤を参照)。ドリル、チュートリアル、データベース、動画によるシミュレーションなど容易に作る事が出来る。修正も容易である。

2. 教材利用場面での柔軟性

プログラム開発の場合、あらかじめデザイン段階で生徒の多様な反応を考慮に入れて開発すれば、個別対応を実現出来る。また、オーサリングソフトによる開発の場合も、オーサリングがそのような機能を持っていれば、多様な個別対応は出来る。しかし、そのデザインにおいて予期せぬ反応に対しては、共に対応出来ない。あくまでも教材のコースウェアの中での自由である。

ハイパーテキストによる教材も、基本的には、作成した教師の意図の通りに学習を進めるということにおいては同じである(これについては第1章⑤に詳しく解説されている)。ただし、コースウェアの下に何層でも垂直的に画面を隠し持つ事が出来、また各層毎に何画面でも水平的に画面を持つ事が出来る。その構成は、容量さえ許せば無制限である。教師はあらゆる関連事項を水面下に隠し持ち、目的の到達目標から見た下位/上位目標の各モジュール群、隣接する領域の下位/上位目標のモジュール群、さらには全く別の系統からの内容さえ提供可能である。

もちろん、最初からそのような十分な参照資料を、データベースとして教材の中に隠し持つ事は、画面作成の物理的時間から難しいだろう。だが次の項で述べるように、それは延々と改

良／成長させることの可能なデータベースである。

3. 教材改良の容易さ

プログラム開発の場合、いったん作った教材は、修正の必要がある場合、プログラムの書き直しをしなくてはならない。修正の程度によって、簡単に直す場合もある。また、根本的にプログラムの仕様を変えなければ出来ない修正もある。いずれにしろ、完成した教材はそれで完結しているのであり、粘土で出来た家の形を直すのとは訳が違う。

オーサリングソフトによる開発の場合、修正は比較的簡単である。再度、オーサリングソフトで必要な部分を修正、追加、削除すればよい。ただし、それもオーサリングソフトの仕様の範囲内でのことであり、他の修正はできない。決められた機能の中での柔軟性といえる。

ハイパーテキストソフトの場合、ノード単位で簡単に修正、追加、削除し、必要なノード間をリンクしてやればどんな修正も可能である。オーサリングとしての制限がないので、どこまでもノードはつけ加えられるし、リンクは変更することが出来る。したがって、開発された教材はどこまでいっても固定的には完結していないし、改良／強化し続けることが出来る。

⑤ ハイパーメディアと教育システム

十文字学園女子短期大学講師 波多野 和彦

1. はじめに

試作した四つの教材は、現在学校現場等でも利用可能なコンピュータ資源を使用して作成されている。その中で第2章、①「原子・イオン」、②「地層の学習」、③「4サイクルのエンジン」では、複数のカードを繋ぎ合わせることで、教材を作成する Hyper Card というシステムを利用している。それに対して④「英語教材の小品試作4事例について」では、文章（あるいは単語）を中心として、その文章（単語）に付随する情報を加えていく Guide というシステムを利用している。ここで用いられたシステムについては以下のような違いがある。

- a) Guide の場合は、行単位の文字情報が中心となり、その文字情報に他の文字情報や図形情報を付加することにより教材の作成を進めてゆく。そのため、基礎となる文章を中心として、徐々に情報を付加する構造になり、長文の読解や説明書などの用途に利用する場合に適していると思われる。
- b) Hyper Card の場合は、カード1枚ずつにそれぞれの情報を記録し、それらのカードのある部分の事柄に対するより詳細な説明を別のカードにまとめて記録する構成になり、複数の事柄からなる概念の説明などに利用する場合、あるいは何らかの状況を説明する場合に適していると思われる。

ただし、上記のような特徴は、あくまでも参考であり、「この場合にはこのシステムで」という類のものではないことを念頭においていただきたい。むしろ、それぞれのシステムの特徴と表現したい教材の特性に応じて柔軟に考えられるべきものであろう。なお本節では便宜上、Hyper Card 的なイメージで話を進めることにする。

2. オーサリングシステムとハイパーメディアシステム

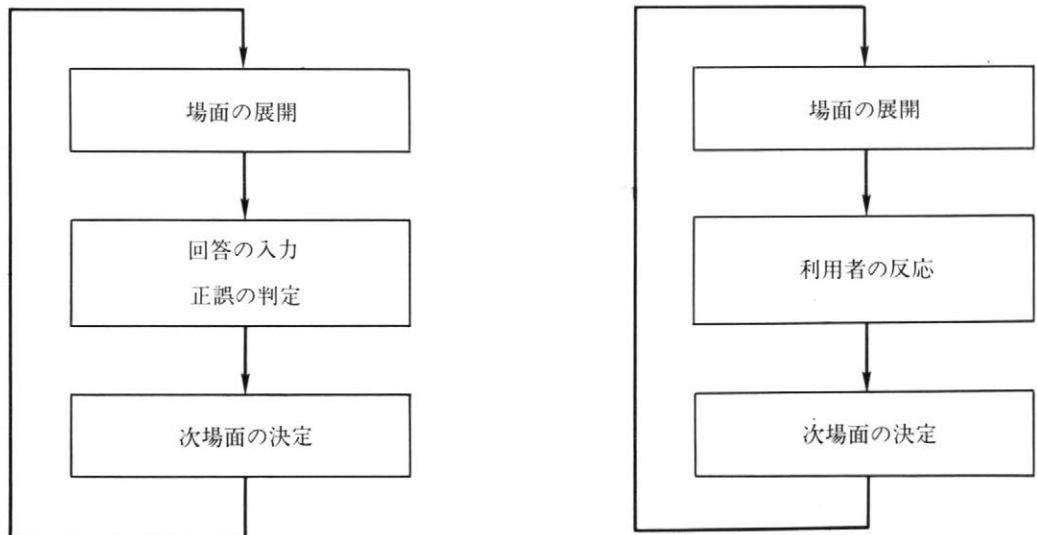
前節までに報告された試作教材には、ハイパーメディアシステムを利用したにもかかわらず、部分的に従来の伝統的なフレーム型 CAI 的思考も見られるように感じられる。しかしこのことは、ここ数年に見られるオーサリング系 CAI のマルチメディア化を考えれば、当然であると言わざるをえない。技術の進歩にともない従来型のオーサリングシステムでも画像情報や音声情報などを CD や LD といった装置により有効かつ手軽に利用できるような研究・開発が進められている。教材を作成するという視点では、従来型のオーサリングシステムがハイパーメディアシステムに近づいているとみなすこともできる。それぞれのシステムを比較するために基本構造について以下に述べる。

一般に従来型のオーサリングシステムは、教えるべき事柄を記述した「教材内容」と教える

順序あるいは学習者の応答に対する反応を記述した「教授論理」を用意しておき、エグゼキュータと呼ばれる実行プログラムが教授論理を解釈して、適切な教材内容を提示する構造になっている。教材内容は、学習者に提示する画面イメージであり、フレームと呼ばれる単位で管理されている。また、教授論理は「A 場面において、B という反応が得られたら C 場面に移れ」といった形式で記述されている。従来からの伝統的オーサリング系 CAI の基本動作は、図 1 の a) に示すように表現することができる。

これに対しハイパーメディアシステムは、情報を記録される「画面イメージ（あるいはカード）」と他の画面に関連する「領域（あるいはボタン）」、ある領域に関連する「別の画面イメージ（リンクするカードの場所）」、画面間の「関連の意味」により構成される（基本構造を図 2 に示す）。ハイパーメディアシステムの本体は、利用者にある画面を提示し、それに対する利用者の反応により次の画面（あるいは動作）を決定する。つまり「画面イメージ」は、オーサリングシステムにおける「教材内容のフレーム」に、「領域、関連する別の画面、意味」は「教授論理」に、そしてハイパーメディアシステムの「本体」は「エグゼキュータ」にそれぞれ対応する。ハイパーメディアシステムの基本動作は、図 1 の b) に示すように表現することができる。

図 1 の a) と b) を比較してわかるように、オーサリングシステムとハイパーメディアシステムは類似した制御構造を有している。両者とも実行時に核となる解釈プログラムが、システムに与えられる反応に基づいて、ある画面から別の画面への移動を制御していると見なすことができる。双方の違いは、前者の場合、画面から画面へ移動する際に教材作成者の意図(教え方)



a) 従来型のオーサリングシステム

b) ハイパーメディアシステム

図1. 実行時のシステムの基本動作

に重点が置かれる傾向が見られるのに対し、後者の場合、教材内容の意味的なつながりに重点が置かれる傾向が見られる。これは話題を展開する主導権の違いであり、設計思想の違いとも考えられる。前者が教えることを中心としたシステムであるため、システム側（作成者）に主導権が集中するのに対し、後者は利用者の情報整理的意味あいを持つシステムであるため、利用者側に主導権を開放している。しかしこの主導権の違いは、システムの利用方法に左右される。例えば、学習者にマルチメディアに対応したオーサリング系 CAI を使用させ、教材を作成させる場面を想定することも可能である。この場合、情報整理の道具としてのオーサリングシステムの利用を通して、教材の内容やその構造について学習することとなる。逆に、ハイパーメディアシステムで教え込み型の CAI を作成することも可能である。これはハイパーカードをオーサリングシステムとして位置づける場合があることにも裏付けられている。

つまり従来のオーサリングシステムは非常に制約の強いハイパーメディアシステムであり、この意味で、ハイパーメディアというアイデアが、現存のシステムに対する自然な拡張となっていると考えることができる。また一方、最近の知的 CAI が、教材や教授法、学習者の理解状態に対する知識を備え、比較的良好な状態でシステムから学習者に主導権を提供する方向で発展していることに対して、ハイパーメディアシステムは、制御機能のほとんどを学習者に開放することにより教授システムの改革を実現させようとしているとも考えられる。このことは、ハイパーメディアシステムでよく話題にされる「利用者が迷子になる」問題に現れている。つまり、現在のハイパーメディアシステムを教授支援システムとして捉えた場合、システムが教

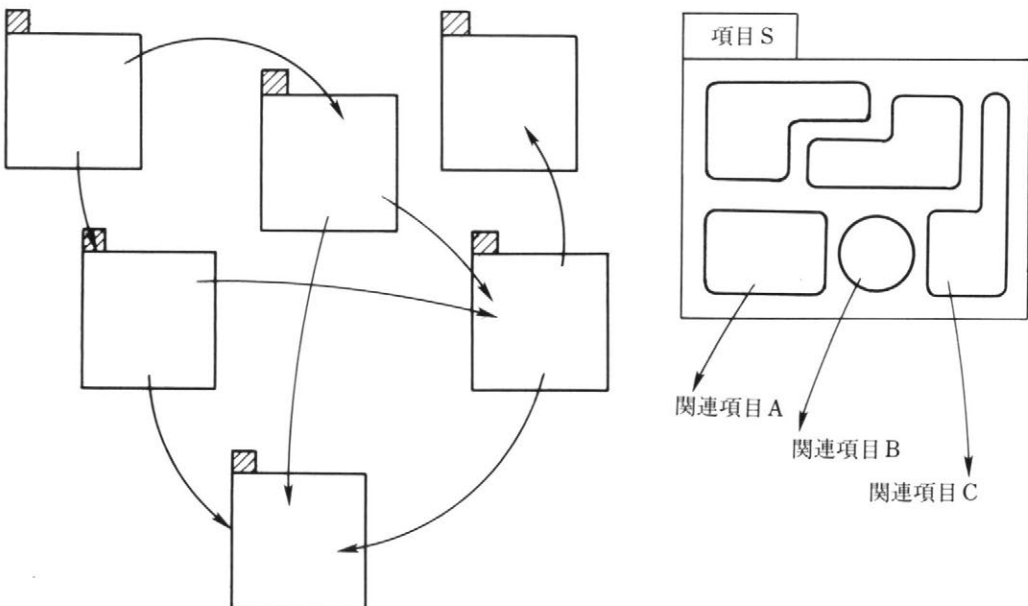


図2. ハイパーメディアの基本構造

授戦略を持たない（あるいは、陽に記述し難い）ため、「次の一手」を暗中模索的に学習者自らが決定しなければならない状況が起こり得るためである。したがって、複雑な知識体系を簡単に把握できる機能が弱い現在のシステムでは、ある程度学習者を暗に誘導する工夫を教材の中に埋め込まなければならない。

3. 教材作成法の例

今回の教材試作における試行錯誤や上記の議論から、教材作成の方法には、

- a) メイン画面を中心に関連する話題を周囲に展開する
- b) あるストーリーを軸に筋道に沿って話題を展開する

という二つの傾向が見られる。以下では、音楽を題材として二つの方法を比較してみることにする。（詳細な作成方法は、第2章①節を参照）

まず、a)の方法では、例えば、図3のような楽譜を中心画面とし、

Menuet

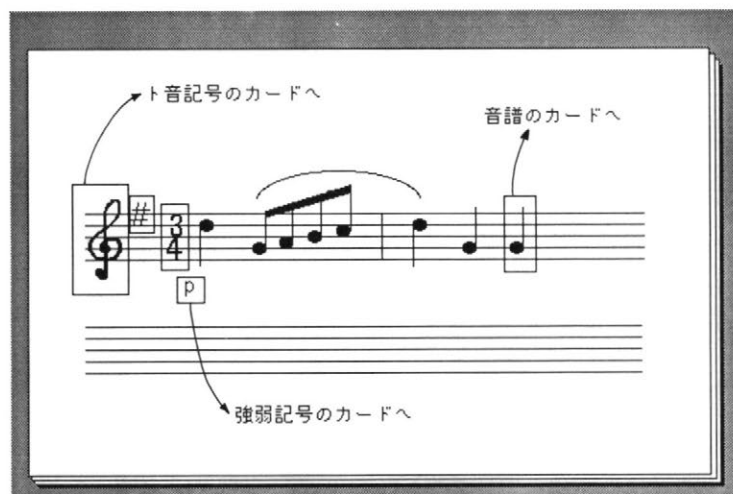


図3. 楽譜を題材とした教材作成例

- (1) 最初に中心画面（楽譜）を用意する。
ハイパーカードの場合、各種のグラフィックツールを利用して楽譜を作成する。
- (2) つぎに、楽譜に記述されている各要素に対して、説明する画面をそれぞれ用意する。
例えば、五線譜、ト音記号、速度記号、拍子記号、音符、休符など。
- (3) 最初の画面と説明用の画面をリンクする。
ハイパーカードの場合、各部分にボタンを設定し、それぞれのカードにリンクする。
- (4) 最初の画面に関連のある話題に対して、解説画面をそれぞれ用意する。
例えば、作曲者、作曲された場所（地図などを利用）、年代など。
- (5) 同様にリンクを設定する。
最初の画面とのリンクを(3)と同様に行う。
- (6) 補助画面（記号の説明）に関連する話題の画面をそれぞれ用意し、リンクする。
例えば、他の類似する記号や比較対象との相違など。
- (7) 解説画面（作者などの説明）に関連する話題の画面をそれぞれ用意し、リンクする。
例えば、同時代の他の作曲者、同じ系統や異なる系統の作曲者、時代背景など。
- (8) また、中心画面全体に関連する補助的な話題を作成する。
例えば、楽譜の演奏、調や速度の変更など。
- (9) 以上のようにして、作成した教材のリンクを調整する。

というステップで教材の構築を行う。この方法は、中心となる話題に、関連する話題を次々に付加していく形態で、総合事典的な教材となる。この場合は、学習者が関連する話題へのリンクを調べるようにいかに動機付けるかがポイントになると思われる。

次に、b)の方法では、例えば、音楽家の胸像が配置してある小道を学習者が散歩する場面を設定する。

- (1) 散歩道の入り口画面を用意する。
- (2) 散歩道の全体図を用意する。
- (3) 散歩道に配置する音楽家の胸像画面を用意する。
- (4) それぞれの音楽家の代表的な曲の演奏や説明画面などを用意しリンクする。
- (5) 各音楽家の場面に対して、全体図における位置を示す案内画面を用意しリンクする。
- (6) 出口の画面を用意する。

というステップで教材の構築を行う。この方法では、ミミ号の冒険、オレゴントレイル等の一部の教育ソフトウェア、ある種のゲームで採用されている、ロールプレイング（学習者が主人公になり物語を展開する）手法を用いることになる。この場合は、全体の物語のどの部分を展開しているかを学習者が把握できるように案内図を用意するなどの工夫が必要となる。

4. まとめ

ここで述べた二つの方法はあくまでも一例であり、このほかにも教授者が学習者と共に実際の世界に赴き、直接情報を収集し、ハイパーメディアシステムを使用して、収集した情報の整理をさせるなどの利用法が考えられる。いわゆるデータベースシステムを教育に活用する（学習者に直接使用させる）アプローチである。また、Sim Cityのようなゲームや飛行機などの操作訓練等に用いられているシミュレーション（モデル世界における疑似体験）の手法を活用することも有効であろう。いずれにしても、ハイパーメディアシステムも思考の表現を支援する「道具」であることに変わりない以上、使う側の力量によりシステムが発揮する能力が異なるのはいうまでもないことである。逆に使う側にとってみれば、より使いやすい道具である方が好ましい。したがってシステムに対しては、より精密で自然な画像や音声、動画、CGなどの3次元モデルの利用といった要求が起こることも当然である。また、作成した教材を共同でいかに有効に利用するかという教材の分散／集中管理の問題、類似するフレームの重複を減少させ教材の作成や管理をいかに効率よく行うかという冗長性排除の問題、利用者にとっていかに利用しやすいシステムを構築するかというユーザインターフェース高度化の問題など、CAIシステムの研究・開発で議論され続けてきた問題は依然として山積している。しかしこれらのことは、光メディア等の開発、分散処理環境の整備、知識処理の研究など技術的側面によるものが多く、利用する側としてはむしろ、教材自体が持つ特性の分析、教材をいかに配置するかといった話題に目を向ける必要があるように思われる。その意味でハイパーメディアシステムの登場でコンピュータの教育への適用、特に教材の作成および利用といった側面での新しい展開がもたらされたように感じられる。

第2章 ● ハイパーメディアの教材開発

① ハイパーメディアによる教材開発の実際

当財団事務局 近藤 智嗣

1. 作成した日時・参加者

① ハイパーメディア研修会の開催

・1989年7月1日

・午後3:30~8:00

・参加者

〈指導者〉坂元昂, 赤堀侃司, 波多野和彦

〈制作者〉塚越駿一, 大井茂樹, 仲山義秀, 関年隆, 久保田薫, 新沼実

〈事務局〉十亀有信, 大久保英一, 月永元, 近藤智嗣

② フレックス・タイムによる作成の実施

・1989年7月25日~1989年11月

・参加者

〈制作者〉

理科第1分野「原子・イオン」……………塚越駿一, 大井茂樹

理科第2分野「地層の学習」……………仲山義秀

技術家庭「4サイクルのエンジン」……………関年隆, 久保田薫

英語「英語教材の小品試作4事例について」……………新沼実

2. 使用機材

① パソコン

Apple Macintosh SE……………3台

Apple Macintosh II……………1台

Apple Macintosh 512K……………1台 (画像取り込み用)

IBM PS/55 5530Z09……………2台

② 周辺機器

Apple Macintosh 対応

・イメージスキャナ

・ビデオカメラ

- ・ MacRecorder

③ ソフト

Apple Macintosh 対応

- ・ ハイパーカード Ver.Z2-1.1
- ・ Guide Ver.2.0

IBM PS/55 対応

- ・ MS-WINDOWS Ver.2.1
- ・ Guide Ver.2.0

3. 研修内容

ハイパーメディア(ハイパーカード及び Guide)での教材作成に入る前に1日間の研修を行った。以下にその内容を示す。具体的な作成方法は、既に他に多くの書籍、雑誌で紹介されているので、そちらを参照されたい。

(1) ハイパーカードによる教材開発

① オリエンテーションビデオ視聴

まず、ハイパーカードで作られた絵本スタック「Inigo Get Out」のビデオを視聴した。これはいろいろな仕掛が隠された、選択肢のある絵本スタックである(Hyper Lib 第1号, ASCIIに詳しい)。視聴しながら、マウスのみで操作可能なこと、また、ハイパーカード・スタックの可能性を解説した。

② デモンストレーション

研修用サンプルスタック「アラジンと魔法のランプ」(筆者作成)の制作について、マッキントッシュとハイパーカードの操作性が良いことで、非常に短期間(約2日)で完成したことを報告した。また、「アラジンと魔法のランプ」のスタックの構造図も配布した。

③ 実際に触れてみる

制作者グループが「Inigo Get Out」「アラジンと魔法のランプ」「漢字カード」(トロント大、中島氏ら制作)等を実際に試用することにより、できあがったスタックを使う学習者の立場をつかんでもらった。

④ 試作演習

ここでは、ごく簡単なハイパーカードのスタックの作り方を述べる。

1) カードの構成

ハイパーカードの画面には、2枚の層がある。下にある層はバックグラウンドと呼び背景となる。その上にカードが重なる。このカードでスタックを構成していく。さらに、これらには

いくつかのボタンとフィールド（文字を入力するための領域）が置かれる。こうしてバックグラウンドに置かれたボタンやフィールドは同一スタック内では常に表示され、カードに置かれたボタンやフィールドはそのカード特有のものでカードとともに変化する。ボタンとは、マウスをクリックすると反応する箇所であり、指定のカードにジャンプしたり、音を出したり、他のスタックやアプリケーションを呼び出すことができる。

2) 新規スタック

ハイパーカードを起動すると、画面上にメニューバーが現れ、その中のコマンドを選択しながらスタックを作成していく。メニューバーの「ファイル」と書かれた所でクリックし押し続けたままの状態、[新規スタック...]と書かれた所で離す。画面には、新規スタック名の入力画面が出るので、適当なファイル名を入力する。ここからスタックの作成が始まる。

3) 描画

ハイパーカードにはお絵描きのためのペインティング機能がついている。スタックを作成する場合、まず覚えなければならないのが、このペインティング機能である。カードのデザイン、教材の絵はこれで描いていく。作者には、多少の絵ごころも必要かもしれない。メニューバーにある「ツール」がお絵描きの道具である。



4) 背景の編集

メニューバーの「編集」から「バックグラウンド」を選択する。メニューバーが斜線の枠で囲まれたらバックグラウンドの編集可能状態を意味する。ペイントツールで背景を描き、必要なボタンなどを付ける。もう一度「バックグラウンド」を選択することでカードの編集状態に戻る。

5) カードの編集

メニューバーの「編集」から「新規カード」を選択すると、新しいカードが用意される。ここに絵を描き、ボタンを貼っていく。これを繰り返して、カードを増やしていくのである。

6) ボタンの作成

メニューバーの「オブジェクト」から「新規ボタン」を選択すると、画面中央に「新規ボタン」というボタンができる。次に、ツールメニューのボタンを選択した状態で、この新規ボタンをダブルクリックすると、ボタン名やボタンの種類を設定する画面が表示される。ここで、ボタンを透明にしたり、丸みをつけたり、名前を入れたりすることができる。ボタンにアイコン

ンを付けたいときは、この設定画面のアイコンのところダブルクリックすると、いくつかの既に用意されたアイコンの一覧が表示されるので、この中から選ぶ。[次に進む]や[ホームに戻る]など決まった機能のボタンを作る時などは、この中のアイコンを用いるとよい。

これを繰り返し所定の箇所にボタンを配置していく。ボタンの大きさは、ボタンの角をドラッグすることで自由に変えることができる。ボタンをドラッグすれば移動することができる。

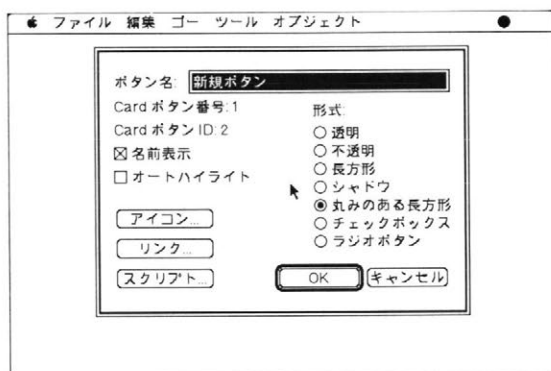
7) リンク

次に、ボタンとカードをつないでいく。まず、ツールメニューをボタンツールに設定する。指定のボタン上でダブルクリックすると、先のボタン属性設定画面が表示される。ここで[リンク]と書かれた上でダブルクリックするとリンク対象の選択画面が表示される。リンク対象のカードは、メニューバーの[ゴー]の中から[前のカード]や[次のカード]を選択して探す。対象となるカードが画面に出たら、リンク対象選択画面の[このカード]と書かれた所をクリックする。これで、リンクは完了する。

マウスポインタが“手のマーク”のときに、ボタンをクリックするとリンクされたカードが表示されることになる。

8) 画像の入力

画像入力には、イメージスキャナとビデオカメラによる二つの方法がある。イ



メーガスキャナは平面の印刷物からの図版等の取り込みに適し、ビデオカメラは立体の取り込み、例えば人の顔等に適しているようである。今回用いたイメージスキャナのソフトは、それ自体もハイパーカードのスタックできており、取り込んだ画像にそのままボタンを付け、リンクしていだけでスタックを作成できた。また、ビデオカメラから取り込んだ画像は一度スクラップブックに溜め込み、カット&ペーストでハイパーカードに貼ることができる。取り込んだ画はペイントツールで修正をした方が見やすい画像になる。

9) 音声の入力

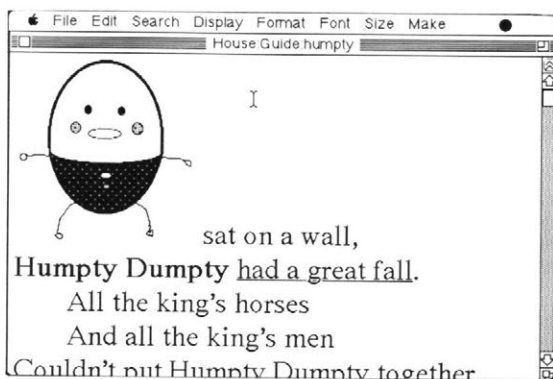
音声の入力には、MacRecorder というマイク付きのソフトを用い、HD や FD に録音する。この音をボタンとして、スタックに貼っていけば、ボタンをクリックすると音が出るようになる。

10) HyperTalk

上記まではプログラミングを全く必要としない。これらの機能だけでもスタックを作成することは可能である。しかし、ここで作成したものに効果をつけようとした場合、たとえば簡単なアニメーションを出したり、次のカードをワイプやモザイクで出すとき、さらに複雑な機能が必要なときは HyperTalk というハイパーカードの言語を用いることで可能性は広がる。

(2) ハイパーテキスト Guide による教材開発

ガイドでは、ハイパーカードのスタックにあたるものをガイドラインと呼んでいる。ガイドでは、テキストの1文字または画を最小単位としてボタンを設定できる。ガイドにはペイントツールは用意されていないので、画を扱う場合は、他のペイントツールで作成した絵を貼りつけていく。また、ガイドのボタンの種類は4種類あり、それぞれ機能が異なるが、この中の置き換えボタンとノートボタンの2種類だけでも簡単な教材は作成できる。



4. 現在のハイパーメディアによる教材開発の問題点

迷子現象については第1章の④、⑤にも述べられているが、ここでは、その実際の問題と対策について述べる。

(1) 自分がどこにいるのかわからない

学習中、何を求めて現在の情報にたどり着いたかわからなくなってしまうことがある。この場合、現在地を示す地図を表示するのが理想だろうが、現システムでは解像度の問題もあり、難しい。また、作者の負担も増し、ハイパーメディアの容易な教材作成環境という点から逸脱しかねない。そこで次の2点などが妥協策と考えられる。

①各カードに、メニューカードに戻れるボタンを設ける。

②各カードに、辿ってきた順の逆に戻れるボタンを設ける。

迷子になるのは、学習者だけでなく、作者自身も迷子になる恐れがある。作成途中で仕様変更が簡単にできるため、思うままにリンクを重ねていくと、BASICプログラミングというスパゲッティ化と似た現象が起こる。これを防ぐためにはスタックの構造図を作成し、変更の度に書き換えていかななくてはならない。

(2) どこに進んでいいのかわからない

ハイパーメディアと言っても、全ての情報に情報が結びついている(ボタンが設定してある)わけではない。どこをクリックすれば次の情報に進めるかがわからなく、手当たり次第に、クリックするという事になってしまう。ボタンの位置は、Guideの場合ではマウスポインタの形状が変わるが、ハイパーカードの場合はoptionキーとコマンド(アップル)キーを同時に押さないと表示されない。このことを学習者に教えるべきかということも問題である。ボタンの箇所を知らせる方法として、特にテキストの場合はどの語句にボタンがあるのかわからなくなってしまうため、アンダーラインなどの目印を入れることも必要であろう。

(3) 出口がない

忘れがちなこととして、スタックを終了するためのボタンをつけ忘れるということがある。これがないと永久に終了できなくなってしまう。(実際はコマンドキー+Qで終了できる)

(4) 教材を壊してしまう

ほとんどのオーサリングソフトではエグゼキュータを使用し、開発環境と学習の実行とは別のソフトで行われる。しかし、ハイパーメディアの場合は、それが、同一なため、学習者が教材を壊してしまう危険がある。たとえばGuideの場合ではボタン以外のところでクリックすると、入力モードになり、何かを入れると教材は崩れてしまう。

●タイトル

①原子・イオン

作 成 者	氏名(専門教科)：塚越駿一 (理科)
	コンピュータ教材作成経験：BASIC で理科教材
	氏名(専門教科)：大井茂樹 (理科)
	コンピュータ教材作成経験：BASIC で理科・数学教材
利 用 対 象	教科：理科 (1分野)
	単元：物質とイオン
	校種・学年：中学校3学年
授 業 形 態	個別学習
位 置 づ け	学力補充及び復習用
目 的	理解しにくい単元の補充や復習の学習をくり返し行い、知識の定着を図る。
	学習後練習問題を行い理解度を調べる。
ソフトウェア	3.5 インチ2HD フロッピーディスク
	内蔵ハードディスク
	ハイパーカード
ハードウェア	マッキントッシュ シリーズ (II CX)
開 発 時 間	30 時間

1. 内容の概観

(1) 学習ソフト開発上留意した事項

- ① 学習者が、どこが理解できないのか、明確にした。
- ② 学習者が何も入力しなければ、そのまま止めてしまう。
- ③ 内容が理解できなければ先に進めない。
- ④ 個人によって進度は違っていても、必要な部分は通過させる。
- ⑤ 間違いに対するヒントは必要最低限として考えさせる。

(2) 学習内容

① 原子のつくり

- ㊦ 原子核と電子の関係

- a. 金属原子の構造
- b. 非金属原子の構造 ・学習のポイント
- ② イオン
 - ㉞ 原子とイオンの違い
 - a. 陽イオンのできかた
 - b. 陰イオンのできかた ・学習のポイント
- ③ 電解質と非電解質
 - ㉞ 電解質とイオン
 - ㉟ 非電解質
 - ㊱ 電気分解
 - a. 塩化銅の場合 ・陽極と陰極での変化
 - b. 塩酸の場合 ・陽極と陰極での変化
 - c. 電子と電流の関係
- ④ 練習問題
- (3) 指導教師の役割

本学習ソフトは、その内容から大部分パソコンと学習者の対話で進められていくが、どうしても不十分な場面も出てくると思う。その場合別のヒントを与えたり、パソコン操作上のミスを指導する程度で十分と思う。

しかし、多くの生徒の中には例外的にさらに教師による個別指導が必要な場合もあるはずで、その時点で教師の力量が生かされるものと言えよう。

2. 構造図

(1) 学習の流れ

メニュー画面まで立ち上げ、自分の学習したい番号を選択、クリックする。その後の学習の進めかたは、生徒によって異なるが、画面上で用語や図の意味で疑問が生じた場合、その部分(箇所)をクリックすることで解説される。

流れの途中にある「学習ポイントテスト」は、重要な部分であり理解できないと先に進めない。従ってその前の部分までもどり、再度学習し直し理解の定着を図っている。

最後に練習問題を行い終了する。

(なお、各画面からメニュー画面にもどることは可能だが、学習者には教えてない。)

用語一つにしても、生徒達が通常使用している言葉や表現方法を使うように配慮し、親しみを増す努力も必要なことである。

大切なことは、この種のCAIソフトを多く活用し、生徒達が各教科の学習内容を理解しないまま卒業することのないように、極力努力していかなくてはならない。

今回作成のCAI学習ソフトは、現在の主流とも言える「フレーム型CAI」に近く、スモールステップで構成されている。

内容的には、生徒達が把握しなくてはならない概念の理解を目標として、解説や例題及び、練習問題のフレームを学習者の必要に応じて提示できるよう配慮した。

欲を言えば、今回作成した「原子・イオン」の画面は、キーボードによる入力のみで図形構成されているが、TVカメラや、イメージスキャナを使用すれば、より美しく整った画面作成をすることができるものと思う。

要は、これからも生徒達に親しみやすい教材を作成し、理解を深めることができるよう研究していきたいと思っている。そのためにもこのハイパーカードは大きな戦力になるものと信じている。もっと変わったCAIの作成も可能であろう。

正直なところ、今回ハイパーカードつきのマックのハードは初めて手にしたわけであるが、しばらく接している間に、親しみがわき、再びCAIソフトウェア作成の意欲を感じさせる興味深いものがあった。

4. ハイパーメディアの特質（長所・欠点、従来のオーサリングシステムとの比較）

(1) ユーザーの側に立った親切的配慮

現在、日本でマッキントッシュの各モデルを購入すると、今回使用した、「日本語ハイパーカード」が標準添付されていると言う。

この点は今までにない使用者へのサービスで、「何にでも使用できる上に、応用面も無限に広がっていく」、ハイパーカード標準装備は大きく評価できる。

(2) 簡単な基本操作で誰にでも即活用でき、必要な「アイコン」もわかりやすい

「ハイパーカード」の基本操作は、画面上に配置された、「アイコン（絵記号）」をマウスで押すだけ。これだけのことで、多くの情報を入力したカードが自由に登録や検索及び学習できる。

「アイコン」の使用により、小学生でもCAI学習が十分生かせると思う。

ただ、クリック方式がダブルクリックの場合もあるため、慣れるまで本調子でなかった。

(3) 「カード型データベース」より広い応用力

ハイパーカードでは、「テキスト（文字）」「グラフィックス（絵）」「サウンド（音）」をいずれも同じように扱うことができるため、この三つを「スタック」におさめ、自由に取り出すこと

ができる。このような変化に富んだデータベースは、まだ多くは存在しない。

(4) 「リンク」が容易である

カードからカードへの結びつきを「リンク」と呼んでいるが、このリンクは、どのスタックのどのカードとでも自由につけることができる。しかも1枚のカードに対して何枚のカードもリンクさせることもできる。

従って、かなり複雑に入り組んだプログラムをつくる上で大変便利と言える。しかし、あまり複雑につくってしまうと、現在自分の居る場所が不明になることも考えられ、各所に脱出口をつくっておくことも必要な場合がある。

(5) とにかく、なじみやすいソフトである

画面づくりがしやすい工夫が各所に見られ、「ペイント」「消しゴム」「コピー」「図形移動」等便利なツールも多く組み込まれ、今までのオーサリングシステムより一歩進んでいる感が強い。

欲を言うと、発想の違いのためか、円の描き方、日本語ワープロの変換法や場所指定の方法に少々戸惑うこともあったが、慣れればさほど気にならないと思う。

さすが32ビット機のため、処理速度も速く、画面表示も瞬時に実行他機種を抜いている。小型軽量のため場所を気にせず取り扱うことができた。

当初モノクロ画面とサイズが気になったが、ドットピッチの細かさと、数多くの模様が使えるため、補って十分であり、アップル社の技術の高さを物語っている。

5. 実践による評価

「CAI学習によってどのくらい成績が向上するか」の質問が各方面でなされその解答も出ていると思うので、ここでは生徒達の反応を中心に考えてみたい。

今回の学習用ソフトウェアは、通常の授業用に作成したものではないため、多くの比較はできないが、生徒達が興味をもって学習することは事実である。特に理科嫌いな女生徒にその傾向が見られる。女生徒が理科嫌いになる理由の一つに、一分野の法則や化学変化を覚えることのむずかしさと、理解しにくい内容で、質問に答えられず恥ずかしい、との声も多い。

CAI学習の場合、何回でも理解できるまで反復することができ、喜ばれている。我々が何回か「この部分は重要なところだから是非覚えておくように」と注意をしたとしてもはたして何%の生徒が覚えられたか疑問である。

指導者側は次回からは、その部分を当然知っているものとして扱う。答えられない生徒の自尊心が傷つく、知らない間に理科嫌いな生徒をつくっていたのかも知れない。

どこの教科にも言えることであるが、CAIによってこのような補充学習は十分可能である

し、今後も作成・研究していきたいと思っている。

次に CAI に対する興味であるが、今のところ目新しさも手伝って生徒達の関心も深く、ほとんどの生徒が熱心に学習している。

しかし、我々の作成ソフトがあまり難解なものであったり、必要以上にまわりくどい内容が多いと、せっかくの芽を育てられない恐れも出てくることも考えられ、注意しなくてはならない。

本校では現在まで、BASIC と他のオーサリングシステムでつくられた学習ソフトを生徒に与えているが、ハイパーカードでの学習は初めてであり、マウス一つで学習できる気安さも好評であった。ここまで容易になってくると、生まれながらの TV 人間の彼等が、学習、TV、ゲームの区別が全くつかなくなってしまう危険も出てくる。事実指導者がよほど注意しないと、ノート、鉛筆を持って学習しない。彼等は画面上で考え、判断し、そのまま入力し、記録に残すことがない。このことは適当なテキストを与えなかったことにもあり、反省の材料の一つとなっている。

本年度マックの大量導入校があると聞いているが、我々が現在目にしてハード、ソフト以外の機種に目を向け教材作成をしている学校には頭が下がる思いである。ハイパーカードの使用範囲は無限、と言われていたが、より多くの工夫により、教材ソフトのマンネリ化は絶対行ってはならない。同じパターンで学習する生徒の心がパソコン離れを防ぐためにも今後理解しやすいソフトづくりにつとめたいと思っている。

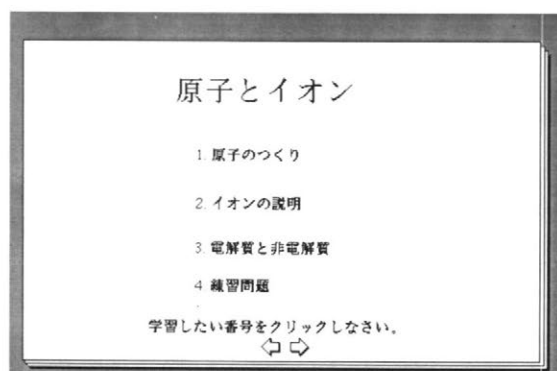
6. 今後の改良点と考察

今回の「原子とイオン」のソフトウェアでは、一度学習したものについて知識の定着を図ることを目的としている。そのために、メニュー画面で項目を選びその学習について説明を進めていくという形式になっている。新しい考え方としては、一つの項目について説明をしているときに、わからないことがあれば、その部分をクリックすると他の画面に移動してわからない部分の説明を見ることができるようにしたことである。クリックする部分が絵であったり、文章であったりすることと、ボタン形のアイコンがある部分や、全くそういうものがなくてマウスのカーソルを持っていき、クリックすることで初めて他の画面に移動できることがわかるようになっている部分など、いろいろなものをつくってみた。このため、統一性がなくなってしまったような気がする。

また、画面どうしのつながりが複雑になりすぎて、もとの画面にもどれなくなってしまったりしている所ができてしまった。できるだけいろいろなルートで知識の定着が図れるようにすると、逆に画面どうしのつながりが複雑になっていき、コース全体が見えなくなってしまいうよ

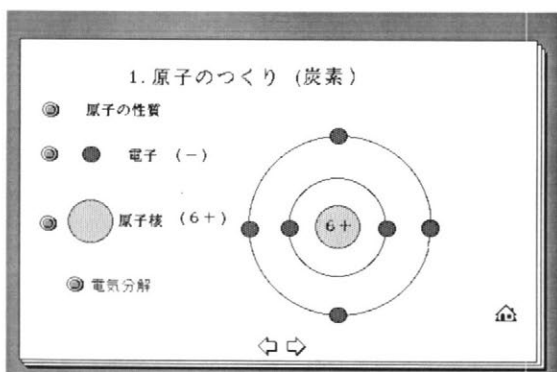
うなところもある。一つの定められたコースを十分に考えて実行させた方がよいのか、学習者の判断でいろいろな寄り道をしながら別々のコースをたどっていく方がよいのかが今後の課題になると思われる。今回の「ハイパーメディア」ならば後者のような、別々のコースをたどっていく形の学習教材が非常に作りやすいと思う。

改良点として考えられることは、白黒でも、かなり画面はきれいであるが、できればカラーで表示することができればさらに効果があるように思われる。また、イオンの反応の様子などに関しては、説明の文が多くなってしまったので、もっと絵の数を増やし、できれば説明の後に絵が動くようにできればさらに内容の理解がしやすいものになっていったと思われる。



① メインメニューの画面

ここでマウスカーソルを番号のところへ移動して、クリックして学習したい項目を選ぶ。



② 原子のつくりを選んだときの画面

ボタン形のアイコンのところをマウスでクリックすると、それぞれの説明画面になる。

③ 原子の性質をクリックした場合の画面

原子の性質

原子は原子核の正電気の量と電子の負電気の量が等しく、電気的に中性であるが原子が電子を失うと負電気の量が減り、原子は正電気をおびて正イオンとなる。また、電子を受け取ると負イオンになる。 ㊦

㊦ 正イオンになる原子---金属、水素など
 ㊦ 負イオンになる原子---非金属（塩素など）

↔

④ 電子をクリックしたときの画面

問の答えがあっていると次に進める。

電 子（負電気）

原子核のまわりを回る負電気をおびた粒子。原子核の正電気量と等しい負電気をもっている。

炭素（C）---	6個	塩素（Cl）---	17個
水素（H）---	1個	銅（Cu）----	29個

問. 原子全体では、電気的に+ですか-ですか。
 1.+ 2.- 3.どちらでもない
 番号をクリックしてください。 ㊦

↔

⑤ ④の問を間違えた場合の画面

ヒントのところをクリックすると、⑥の画面が出る。

残念ですが、間違ってます。
 もう一度説明をよく読んでください。

㊦ ヒントを見る。
 ㊦ 問題にもどる。

↔

ヒント

原子核はプラスの電気をもっている

電子はマイナスの電気をもっている

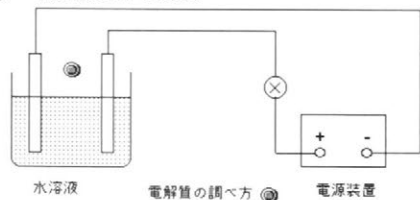
原子の中では、原子核の中の陽子もっているプラスの電気と電子のもっているマイナスの電気がたがいに打ち消しあっている陽子の数と電子の数が等しいと電氣的に0になる。③



⑥ ヒントの画面

ボタンをクリックすると、問題にもどる。

3 電解質と非電解質



⑦ 電解質と非電解質をクリックしたときの画面

電解質と非電解質の調べ方

図のような装置を使って水溶液に電圧をかけると、電流を流す水溶液と流さない水溶液がある。

水溶液が電流を流す物質を----- 電解質

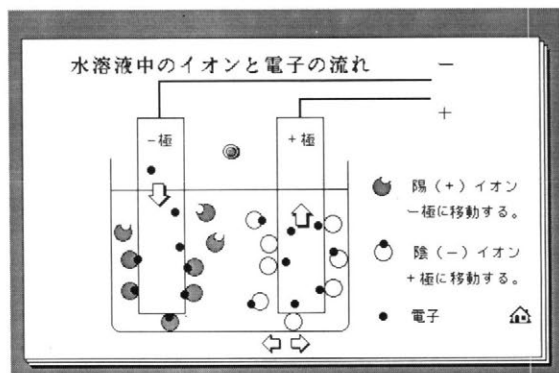
水溶液が電流を流さない物質を--- 非電解質

電解質は、水に溶けるとイオンに分かれ、水の中を自由に動き回れるようになる。③



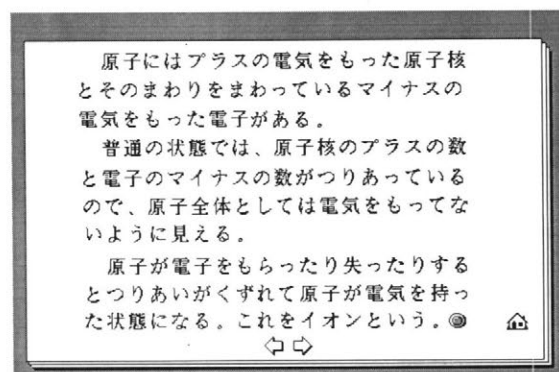
⑧ ⑦で電解質の調べ方をクリックした場合

- ⑨ ⑦で水溶液の近くのアイコンをクリックした場合の画面

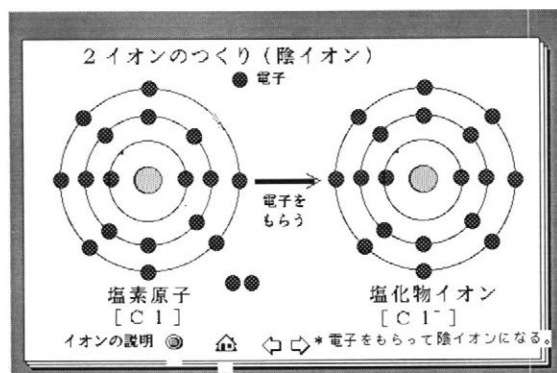


- ⑩ 解説文の例 [1]

「原子」からの分岐の説明



- 解説文の例 [2]
「イオン」からの分岐



●タイトル

②地層の学習

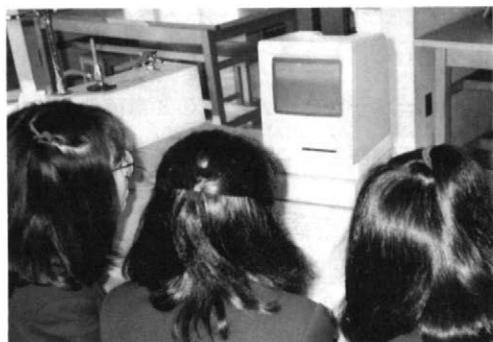
作成者	氏名(専門教科): 仲山義秀 (理科)
	コンピュータ教材作成経験: 8年
利用対象	教科: 理科第2分野
	単元: 大地の変化
	校種・学年: 中学校3年
授業形態	個別学習, グループ学習, 教師のプレゼンテーション用
位置づけ	
目的	1枚の露頭のスケッチから過去に起きた大地の変動現象を推定する力を養うこと。
	「大地の変化」の総合的学力すなわちまとめとして。
ソフトウェア	ハイパーカード
ハードウェア	マッキントッシュ SE
開発時間	20時間

1. 内容の概観

「1枚の露頭のスケッチから過去に起きた大地の変動の経緯を推定する」ことを学習者の最終の目標として、このテキストは構成される。露頭のスケッチには基底岩盤、断層、しゅう曲、不整合等が描かれている。これらのキーとなる事柄に対してボタンが設定されており、学習者は興味を引いたものをクリックすることによって、これらに関するより詳細な知識を探索していくことができる。

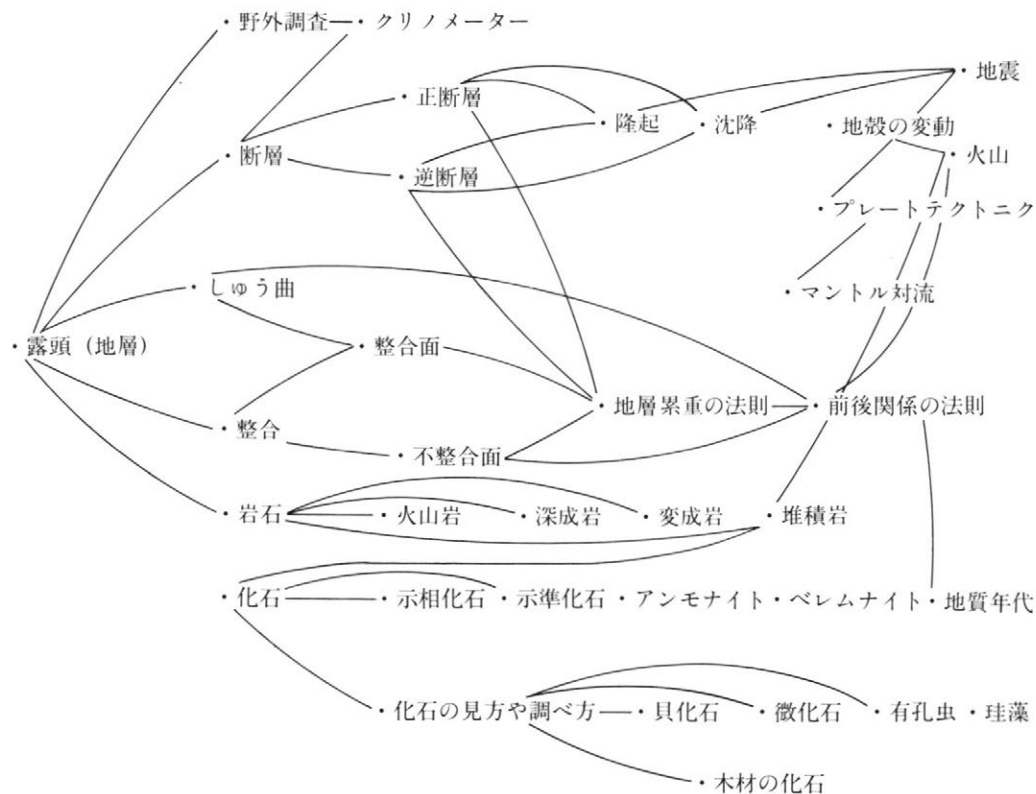
例えば、基底岩盤の部分にマウスのポインタをもっていきクリックすると、花こう岩の標本の図とともに説明が示される。また、岩石のつくりを知りたければ、説明文のタイトルをクリックすると、花こう岩を顕微鏡を使って見た図にリンクされ、より詳しい知識へと掘り下げることができる。さらに、説明文中にいくつかボタンが設定されており(このボタンの箇所には、設定されていることを示すためにアンダーラインが引かれている)、岩石に関する一覧表やその他の事柄にリンクされる。他に、しゅう曲、断層、不整合、整合、地層内の化石、かん入、岩石の熱変成作用等、様々な部分にボタンが設定されており、そこからより深い知識の探訪を行

うようになっている。そして、最終的に、現在にいたった過去の大地の変動現象を推定することになる。具体的な操作として、例えば元の画面に戻りたい場合には、左向きのアイコンが設定されていて、いつでも直前の画面に戻れるようになっている。さらに、問題提起の画面、すなわち露頭のスケッチの画面にストレートで戻れるためのアイコンも主要な画面には設定されている。



中3女子生徒の試用風景

2. 構造図



3. 開発の経緯

ハイパーテキストの基本的な概念を把握することにそれほどの労力を必要とはしない。しかし、それを具体的な内容に当てはめようとするときは、様々な事柄の関連を予めきちんと構成しておくことが重要である。しかし、そうすることは結構難しいことのように思われた。つまり、おおよその構造はすぐにでも思いつくのだが、いざ具体的に画面を作成していくと、そのカードが次にどこに関連するか、どこをリンクさせようかと考え、いろいろなアイデアが生まれ、結局当初のものとは大きく変わってしまうことが度々であった。このことの原因として、対象とする知識世界について、オーサーがきちんとその知識構造、内容を整理していない（知っているつもりでも整合性をもって理解していない）ことがあると思う。オーサーの専門性の深さが問われることだと思った次第である。

具体的な作業上の問題としては、写真や図表等のデータの取り込みがスムーズにできなかったことがあげられる。第1次の情報の取り込みは最も重要なことのひとつであり、この点での操作性の向上は実用段階では必須条件である。

4. ハイパーメディアの特質（長所・欠点、従来のオーサリングシステムとの比較）

従来型のオーサリングシステムでは、オーサーの学習者に対する、学ばせようとする意図が明確で、一つの方向に誘導するタイプのものがほとんどである。せいぜいスキナーのプログラム学習の考えを取り入れた分岐型のCAIがあるくらいである。これに対し、ハイパーメディアのテキスト構造は、これまでの時系列的なテキストとは違い、学習者の選択によって提示されるテキストの順序が大きく変わってくる。すなわち、かなりラーナーオリエンテッドなシステムであるといえる。とはいえ、限られた画面の中から選択するのであるから全く自由にどんな画面も得られる訳ではないということは言うまでもない。ただ、型にはめられたコースを流していくタイプに比べるとラーナーオリエンテッドなシステムの方が心地よいことはまちがいないさそうである。一方、この特質、長所が同時に欠点にもなる。つまり、学習者があまり意欲的、積極的でなく、また提示された知識の内容、構造に対して学力レベルが不十分な場合、結局何をしたのかわからない、つまり学習の成果が得られないことになってしまう。ハイパーメディアに対してよく言われることに、「知識の自由探訪」というキーワードがあるが、そのためには、学習者に知識を得ることによって喜びを感じるという感性が必要なのである。

5. 実践による評価

授業の中で使うチャンスがなかったので、男女三人ずつのグループで使ってみた。コンピュータを触るのが初めてという女子のグループ、自宅にMSXがあるという生徒一人をふくむ男

子のグループ、いずれも、マウス等の取り扱いの説明の段階から食い入るように画面を見つめていた。

2～3分の説明の後、まず女子のグループに自由にやらせてみた。最初はややこわごわという感じであったが、すぐに操作を覚え、次々に画面を変えていき、ときどき立ち止まるという風に進めながら隣の生徒と話し合っていた。

男子のグループは、女子の様子を後方で見ていたせいもあって、ほとんど躊躇なくボタンを見つけてはクリックしていた。どちらかというと内容よりも全体の構造を知ろうとして、画面を切り替えていたように見えた。

これだけのことから、ハイパーテキストについて評価を下すことは難しいが、生徒たちの感想を聞くと概ねよい印象をもったように見受けられた。女子生徒の一人は、自分でこのようなテキストを作りたい、楽しそうという感想を述べてくれた。他の生徒からも、画面の写真（イメージスキャナで取り込んだ岩石や地層の露頭の写真）が見づらい点、一覧表は見やすわかりやすい点、一枚の画面におさまらない説明（例えば傾斜不整合のつき方を説明する部分は3画面にわたっている）は理解しにくい点等の指摘があった。今後の課題である。

6. 今後の改良点と考察

今後の改良点としては、

- (1) 生徒からの指摘にもあったように提示資料となる写真をより鮮明なものにしていくこと。
- (2) 説明の画面を簡潔なもの（より小さな単位）に変えていくこと。
- (3) 動きがあった方がわかりやすい事柄、現象については、アニメーションやシミュレーション、あるいはレーザーディスク等による動画等を取り入れること。
- (4) アイコンを統一し、わかりやすくすること。
- (5) 「知識の自由探訪」にふさわしい、学習者の意欲を喚起するような画面を増やしていくことが考えられる。

他に、検討課題として、

- (1) 目的（この場合は「1枚の露頭のスケッチから過去に起きた大地の変動の経緯を推定する）を学習者が達成するために、オーサーとしてはどのような構造をもたすことがよいのか。
- (2) いわゆる「連想のけものみち」（オーサーにしる学習者にしろ思惟的に画面をクリックしていくことによって迷子になりどこにいるかわからなくなる）を回避するための方策等がある。これらハイパーテキストに関する本質的な問題については結論が得られていない。

7. 今後作成したい教材

「ドレイクの方程式（宇宙文明数方程式）を提示し、この方程式の七つのファクター（パラメータ）について考察していく」ことを目的としたハイパーテキストを作成したい。

ドレイクの方程式とは、1960年、アメリカのドレイク博士らが提唱したオズマ計画（地球外の知的文明をもった生物を探索する計画）で話題となった方程式である。以下に示す。

ドレイク方程式

$$N = R \times f_p \times n_e \times f_L \times f_i \times f_c \times L$$

ドレイク方程式のパラメータ	—	R : 1年当たり私たちの銀河の中で生まれる星の数
	—	f_p : 恒星の中で惑星をもつものの割合
	—	n_e : その惑星が生物の存在を許せるような環境をもつ確率
	—	f_L : 惑星に生命が誕生する確率
	—	f_i : 誕生した原始生物が知的生物にまで進化する確率
	—	f_c : 知的生物が通信できる技術文明をつくる確率
	—	L : 高度の技術文明を維持する期間

このパラメータの値を考察し、推定していく過程で学習が成立すると考える。例えば以下に、いくつかのパラメータについて示してみよう。

<R.>

(1) [恒星の数] 銀河系内にある星の数は、銀河系と同様の星雲、例えばアンドロメダ星雲を参考に考えることができる。

一つの大ざっぱな方法として、たらこの卵の数を数える要領で星の数を数えることができる。

- ① たらこ全体の質量 (M) を測る
- ② たらこからとり出した一部分の質量 (m) を測りその中の卵の数 (n) を数える。
- ③ たらこの卵の数 = $n \times M / m$

(2) [恒星の数] 太陽と銀河系を連星と考えると銀河の質量を求め、1個の恒星の質量を太陽の質量と仮定して銀河系の恒星の数を求める。

↓

ケプラーの法則

< f_p >

(1) [太陽系の起源] 太陽と惑星とは、ほぼ同時に、星間物質から生まれた。

①原始太陽系星雲（星間物質）→②塵やガスが赤道面に落ちてくる→③小さな惑星がたくさんできる→④惑星が大きくなる→⑤ガスが太陽風で吹き飛ばされる。

↓

地球型惑星 木星型惑星

(2) [銀河系内の他の太陽系] 地球から天体望遠鏡で直接観測はできない。なぜなら、恒星に比べ惑星はあまりに小さくとうてい見えないのである。しかし、恒星が惑星を伴っている間接的な証拠を観測することはできる。伴星や惑星をもっている恒星は、その力を受けてよろめき運動（蛇行運動）をしている。この運動をしている恒星が惑星をもっている可能性が高い。

↓

現在、可能性がある代表的なものは、へびつかい座のバーナード星, 70番星, 白鳥座の61番星。

(3) [恒星のまわりに惑星が生まれる割合] 太陽の近くの60個の星を調べてみた。その内の約半数の32個が太陽のような一つの星, 11個が双子星になっていた。また, 3連星が2例であった。他は不明。おそらく, 双子星や3連星のような場合は, そのまわりに惑星をつくることは難しいだろう。そこで, 太陽系のような惑星系ができる確率は全部の星のほぼ半分位だろうと推定できる。

↓

連星 「星の色」「星の明るさ」→ HR 図

< n_e >

(1) [地球の平均気温, 大気, 水] 太陽からの光や熱。窒素と酸素, 水の存在。アルベドと温室効果。

(2) [他の惑星の平均気温と大気] とくに金星, 火星について詳しく。

↓

惑星探査人工衛星 地球型惑星 木星型惑星

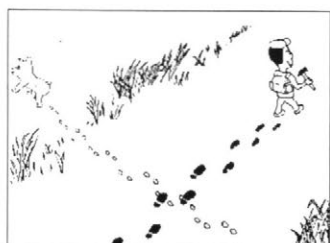
< f_L >

(1) [アミノ酸とスクレオチド] 生物のからだは細胞でできている。細胞に最も多く含まれているのは, 水分で約85%, ついでタンパク質と核酸とよばれる二つの物質である。タンパク質は20種類のアミノ酸が数百個, 数千個とつながってできたものである。

という具合に, 様々な分野にまたがった内容を含んだパラメータの値を, いろいろな知識を使って推定していくことはなかなか興味深いことのように思う。推定された値の積が地球外文明の数ということになる。結論の真偽が不明なこのテーマは知的好奇心によってどんどん掘り下げて探訪していくことができる。もちろんそれなりの画面を豊富に用意する必要がある。あるいは, むしろ学習者にデータを加えさせていくシステムを考えてみるのもおもしろい。

この例のように, 未解決のテーマ(明確な解答のでない問題)をハイパーテキストで扱うというのは, 様々なレベルの学習者が自分のレベルに応じた(知的好奇心にしたがった)取り組みができるように思う。

地層の学習

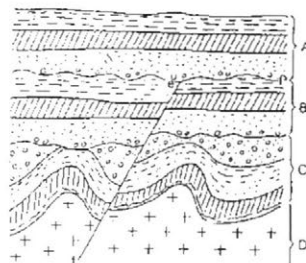


タイトル画面

人と犬のどちらが先にこの道を通ったか？ 現象の起きた順序を考える動機づけのためのオープニング画面。



この露頭をよく眺めて、過去に起こったできごとを想像してみよう



問題の提起

露頭のスケッチ。基底岩盤、しゅう曲、断層、不整合、整合地層等が描かれている。これらに透明なボタンが設定されている。

<花こう岩>



交々

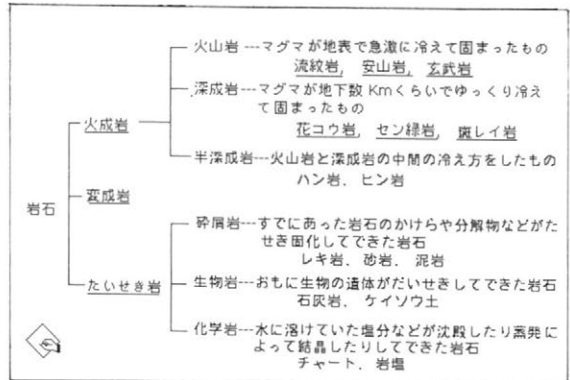
スケッチ画面の基底岩盤をクリックするとこの画面にリンクされる

イメージスキャナで取り込んだが、画質が悪く資料としては不適當，改善が必要。

岩石についての一覧表

各岩石の資料写真のデータからリンクされる。

アンダーラインの箇所には透明なボタンが設定されている。



火成岩の説明

上の表から呼び出す。
説明文中のアンダーラインに透明なボタンが設定されている。

火成岩

マグマが冷えてできる岩石は、摂氏1000度前後の高温のマグマが、周囲との温度差によって急に冷えるか、徐々に冷えるかによって分けられます。急に冷えたものは火山岩であり、ガスの噴き出たあとの穴が多く見えて、結晶した鉱物〔斑晶の部分〕と結晶できなかった〔石基の部分〕との組織をしています。

一方、地下深い所では徐々に冷えることができ、それぞれの鉱物は同じ程度の大きさの結晶になっており、また、等粒状の組織をしています。これが、深成岩です。火山岩と深成岩の中間の冷え方をしたため、組織も中間の特徴を持つ火成岩を半深成岩といいます。

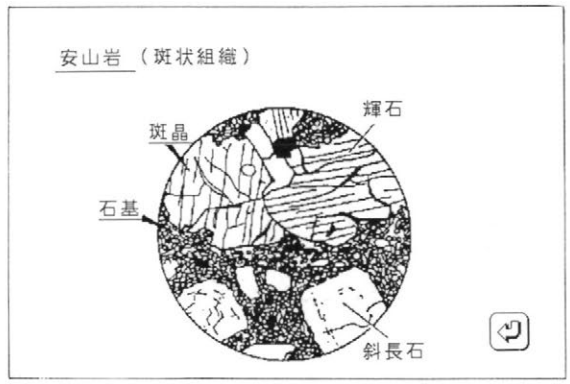
これら三つに大別される岩石は、造岩鉱物の組み合わせにより、無色鉱物を含む割合が多ければ白っぽい岩石となり、有色鉱物を含む割合が多いときは黒っぽい岩石となります。

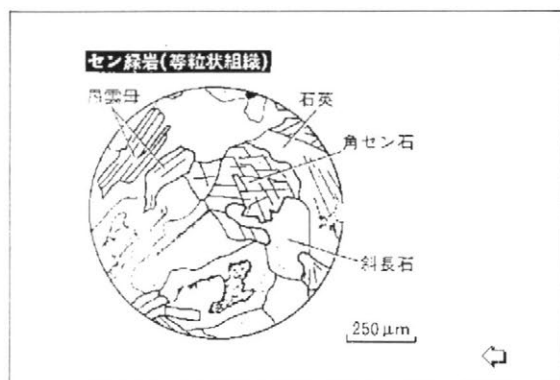
これら火成岩は、地殻を構成する岩石の95パーセントを占めます。

安山岩のつくり

上の説明文や岩石の資料写真画面とリンクしている。

斑晶や石基をクリックすると、上の説明画面に戻る。

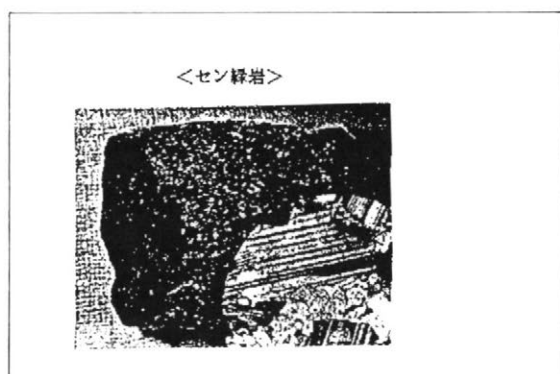




セン緑岩のつくり

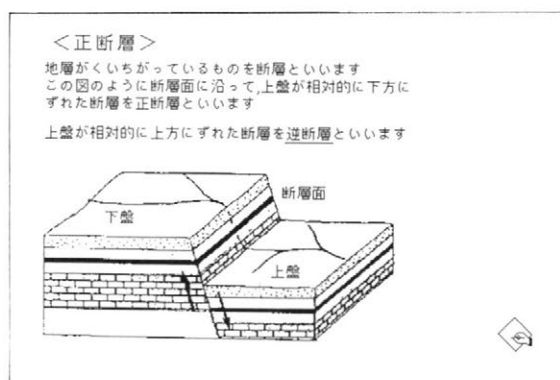
火成岩の説明画面や岩石の資料写真画面とリンクしている。

いずれ、造岩鉱物の画面にリンクさせる予定。



セン緑岩の資料写真

解像度が悪く実際には使用不可。



正断層の説明

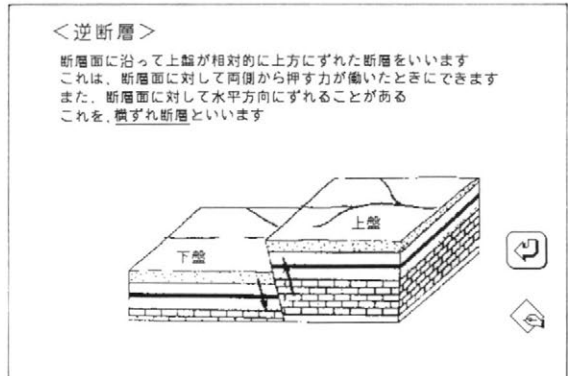
露頭のスケッチの断層の部分とリンクしている。

説明文中の逆断層をクリックすると次の画面にとぶ。

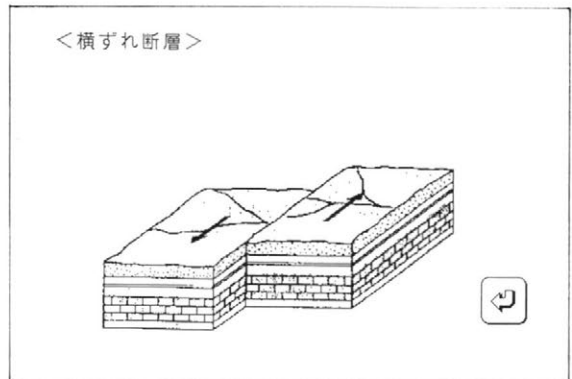
いずれ、これはアニメーション等に変えていきたい。

右下の図をクリックすると露頭のスケッチ画面にとぶ。

逆断層の説明

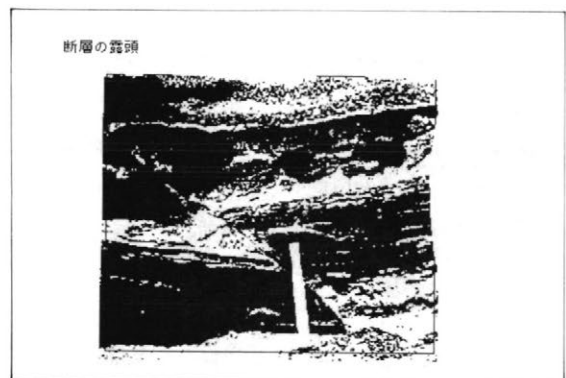


横ずれ断層の説明



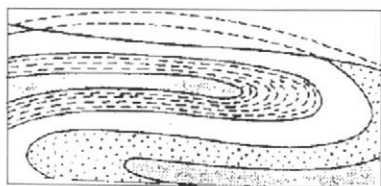
断層の露頭の資料写真

これもより鮮明な写真が望まれる。



<褶曲 (しゅうきょく)>

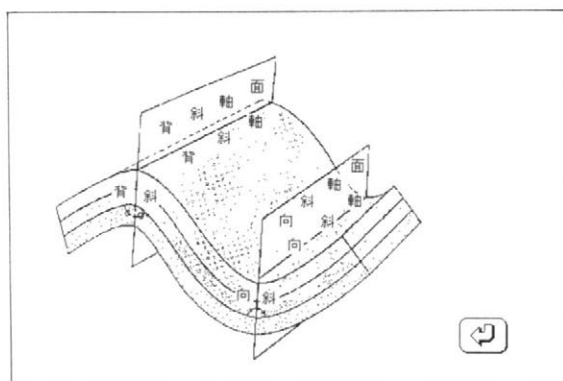
地層が波打ったように曲った状態を褶曲 (しゅうきょく) という。このうち波の山に相当する部分を背斜 (はいしや)、谷にあたる部分を向斜 (こうしや) とする。



しゅうきょくの説明

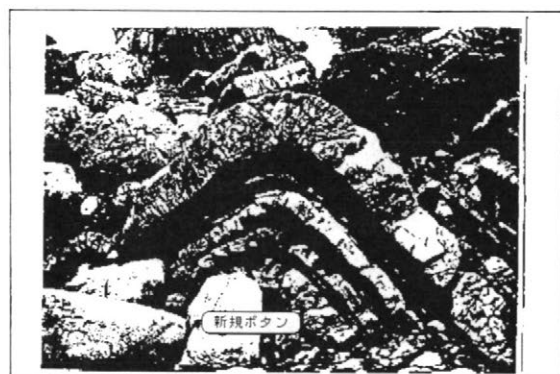
露頭のスケッチのしゅうきょく部分とリンクしている。

説明文中のアンダーラインにボタンが設定されている。



しゅうきょくの説明

上の説明の補助画面。



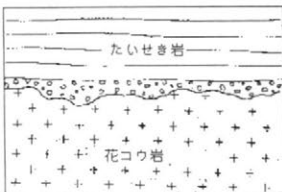
しゅうきょくの露頭の資料写真

未だボタンをきちんと設定していない。

不整合の説明

露頭のスケッチの不整合の部分とリンクしている。

<不整合>




地層の中には上下の重なりあう地層の間に不連続な面が見られることがあります。これは、地層が作られる途中にたいせきが中断があったことを示すものです。

地層のこのような重なり方を不整合といいます。

どのようにして、このような不整合ができたのでしょうか。

化石の資料写真（アンモナイト）

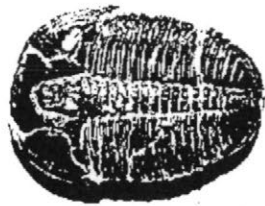
中生代の地層の対比に有効の化石の資料。露頭のスケッチの地層のある部分をクリックすることによって、その地層の年代や他の現象の前後関係を知るのに役立つ。



アンモナイトは中生代の地層の対比に有効な化石である。中生代の地層の対比に有効な化石である。中生代の地層の対比に有効な化石である。

化石の資料写真（三葉虫）

古生代の示準化石である。上と同様もう少し鮮明な写真が必要。



三葉虫は古生代の示準化石である。古生代の示準化石である。古生代の示準化石である。

●タイトル

③ 4サイクルのエンジン

作成者	氏名(専門教科): 関年隆 (技術科)
	コンピュータ教材作成経験: 3年
	氏名(専門教科): 久保田薫 (技術科)
	コンピュータ教材作成経験: なし
利用対象	教科: 技術科
	単元: 機械II
	校種・学年: 中学校第3学年
授業形態	一斉授業
位置づけ	学習内容の整理・確認
目的	機械領域における内燃機関の分野は、説明・分解工具などが教科書の同じページに載っており、生徒には、いろいろな学習を一度にしているような印象を与える。
	今回の教材はそれぞれ内容をきちんと整理して指導することができるようにする目的を第一に考え作成した。
ソフトウェア	ハイパーテキスト
ハードウェア	マッキントッシュ アップル
開発時間	約30時間

1. 内容の概観

この、「4サイクルのエンジン」の内容は、一般的に中学校で使われている技術・家庭科の教科書の「機械II」領域の内容とほぼ同じである。ただ教科書では、ページ順に沿って学習していくが、本教材では、学習者が自分の学習したい項目を自分で選び、進んでいきやすいように教科書の内容をこちら側で系統立てて作り直してみた。そうして、順を追って学習していかなければいけないものと、そうでないものに分けてみると、随分すっきりとした教材となった。

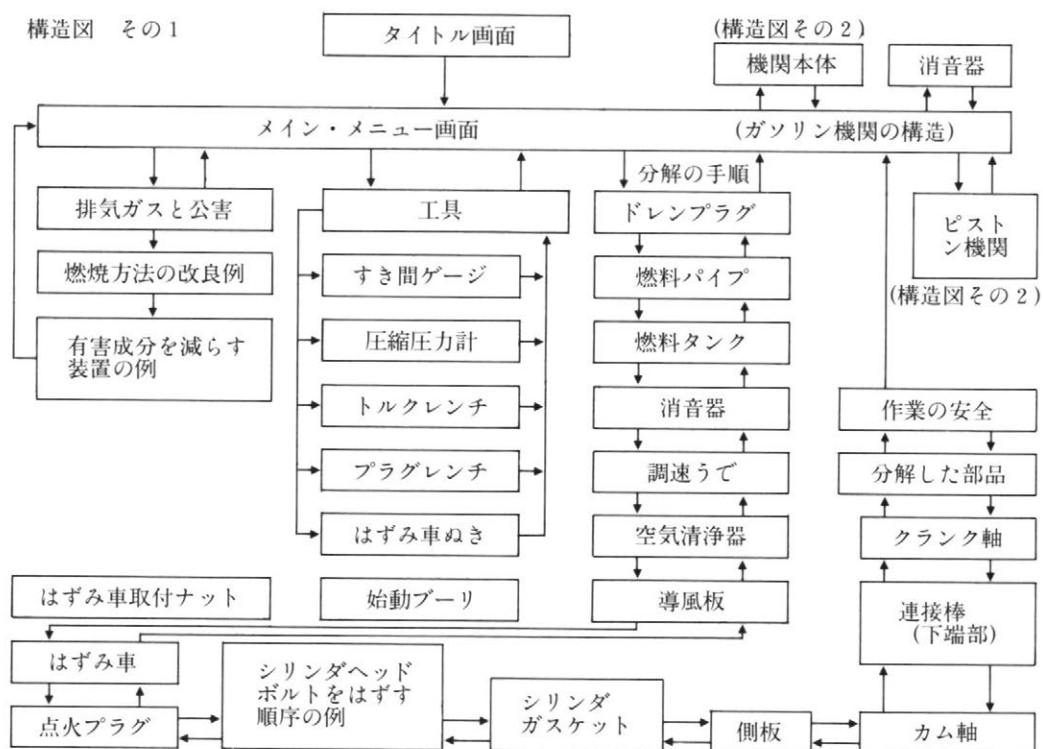
各項目をメイン・メニュー画面に入れてある。それは、排気ガスについての説明・工具の名称と使い方・分解の手順・ピストン機関の動作と働きの4項目であり、それぞれ、「排気ガス」・「工具」・「分解」・「□」で画面上に表示してあり、文字または記号の上にマウスカースルを重

ねをクリックすれば、先に進むことができる。また、この4項目の他にメイン・メニュー画面、「ガソリン機関の構成」図中の機関本体及び消音器にもクリックボタンが隠されている。機関本体をクリックすれば、機関本体の断面図、さらに潤滑油とはねかけ潤滑法の説明が出る。消音器をクリックすれば、排気音を小さくするしくみが出てくるようになっている。この二つのクリックボタンは、学習者が自分でさがし出さないと画面は出てこないのである。このように、学習者が自分でさがし出さなければ出てこない画面が何か所かあり、文字通り、手さぐりの学習が進められていく。思わぬ所をクリックして画面が変わるという意外な楽しみもあり、生徒は、本教材に対して積極的に取り組めるようになると思う。(隠されたクリックボタンをさがすことだけに熱中されても困るが……。)

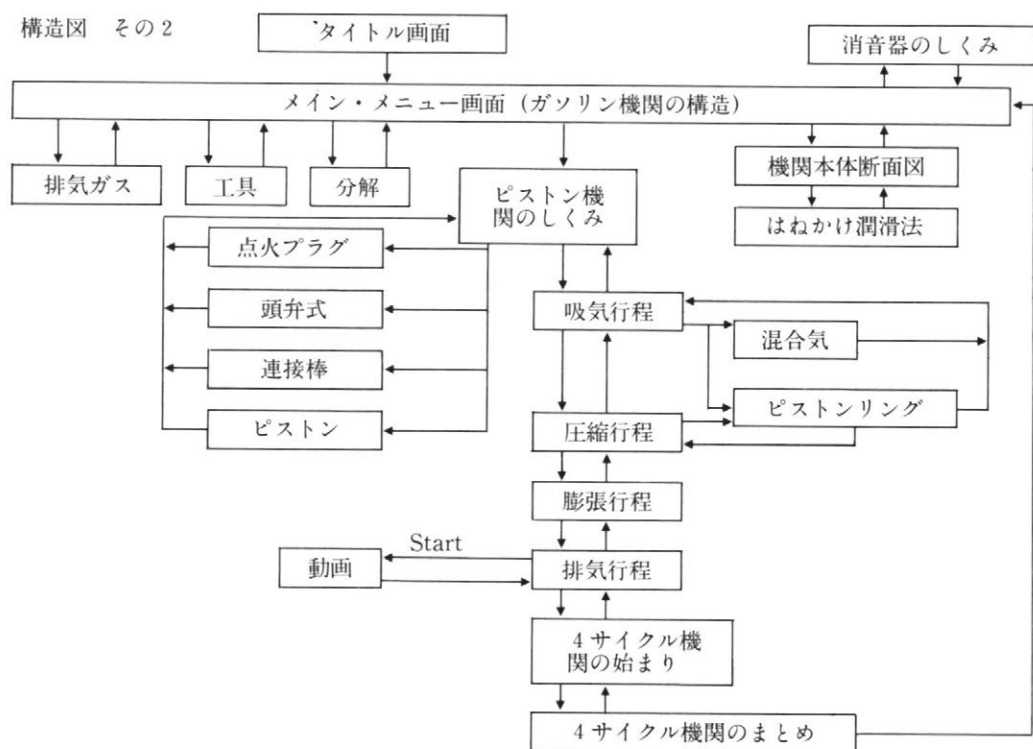
「排気ガス」の項目には、排気ガスの成分とその社会的な影響についての説明から、燃焼方法改良の例・有害成分を減らす装置の例へと続く。自動車社会の現在、排気ガスは大きな社会問題となっているのでこの項目の学習は、大切であると考えられる。「工具」の項目では、エンジンの分解や整備に必要な工具のうち、「機械II」領域で初めて出てくる工具を画面上に出し、それぞれの工具の名称と使い方などの部品について使うのかを知りたいければ、工具の上からクリックすればその工具についてわかるようになっている。この工具についての説明画面はすべて「分解」項目の中にもおさまられている。その「分解」項目には、手順と方法が18画面入っている。19画面目には、技術科の大切な要素の一つである作業の安全について述べられている。ここでは、特にガソリンの取り扱い方やエンジンの始動や運転中の注意のみにとどまる。分解の手順では、隠されたクリックボタンは、一つもなく、学習者はただ眺めて次の画面に進むのであるが、ここは、実際に作業でエンジンの分解をした方が効果があるので時間を多くかける必要はない。メイン・メニュー画面の「□」をクリックするとピストン機関の動作と動きについての画面が出てくるが、この項目が本領域の柱であるといつてよい。吸気・圧縮・膨張・排気のそれぞれの各行程の画面を中心に、点火プラグや弁装置・混合気・連接棒・ピストン及びピストンリングなどについての図や説明が枝分かれ状態で織り込まれている。なお、全部で47枚のカードが入っているが、その中には、学習者に対して、問いかける質問文やその解答等は一切なく、練習問題も一切ない。この教材は、グループ学習などにより、お互いに質問を出し合ったり、クリックボタンをさがし合ったりして、本領域の予習・復習をするのに効果的であると思う。また、学習する際、どれかの項目に絞ってその項目についてだけ学習するという場面を作ることでもできよう。

2. 構造図

構造図 その1



構造図 その2



3. 開発の経緯

まず、どの領域についての教材を作成するかを考えると、コンピュータを使って有効なものは、実際に作業をした経験学習のできないものや、やっても学習効果がそれほどないもの、教科書の副読本的に使えるものなどいろいろ考えていくと、設計製図や電気領域などの教材があると非常に高い学習効果が得られると思うが、その教材を自分で作ることを考えた場合、限界があるのではないかと考えた。機械II領域の4サイクルエンジンを教材として選んだのは、授業をする場合、教科書の順に沿って進めていきがちだが、そうすると教師主体の授業になりやすい領域であり、生徒は、話を聞いているばかりで、自分の経験を通して学んでいくという場面が少なくなりがちである。教科の特性からいうと、実際の作業を通して学ぶことが一番効果がある。しかし、学校の実情や、大規模校の実態からすると、エンジンの分解や運転には、相当な労力や予算が必要となる場合も出てくる。そういう時には、コンピュータを使った授業である程度カバーできるし、教材の作り方によっては、そのソフトだけで十分な時さえあろう。本教材では、グループ学習や個別学習など形態にとらわれずに自由な発想をもとにして作り、場合によっては副読本になったり、メイン学習に使えたりと、なるべく幅の広い使い方ができるように作ってみようと思った。一般に教材を自分の手で作るとなると、大変な労力が必要であり、果たして本当に年度内にできるかどうかが一番の心配であった。まず、マッキントッシュ自体に慣れなければ、ソフト制作は絶対不可能である。現在コンピュータ教育での大きな問題点の一つは、機種が違えば、その機能も全く違うという点である。しかし、意外にもその不安は短期間で解消された。技術科の教材を作るのに必要不可欠なものは何といても各種の図や絵である。それが、わりと簡単に描けたのである。本教材では、ほとんどの図をイメージスキャナで取り込み、それをマウスの操作で修正を施した。このマウスの操作一つで図や絵を描くことができ、それも、その内容がバラエティーに富んでおり驚く。文字や記号を書くのにキーボードを打ったが、それ以外はマウスの操作だけで、この教材ができたと言っても過言ではない。

教材開発の手順としては、まず、構想図を作成した。この段階で何度か壁に当たったが、幸い本教材開発は、同じ職場の人間でやっているため、話し合う機会にも恵まれ何とか完成はした。その後、関係者各位の御助言により、ソフト作成にスムーズに入ることができた。ここでも作成中、何度か壁に当たり、操作ミスにより画面を消してしまったり、クリックするととんでもない画面にとんでしまったりという失敗を繰り返したり、試行錯誤の教材作りであった。しかし、自分達が思っていた以上に早く作れたので、改めて当機種の機能に驚かされた。教材開発は、当然学習者である生徒のために進めることが目的であるが、今回の開発は、自分自身の学習にもなった。なお、本教材ソフト作成過程で、当財団事務局の大久保氏、近藤氏に、技術指導を賜り、大変助けていただき完成させることができた。

4. ハイパーメディアの特質（長所、欠点、従来のオーサリングシステムとの比較）

長所としてまずあげられることは、従来のオーサリングシステムに比べて、開発する時間を大幅に短縮することができるという点であろう。従来のオーサリングシステムの場合、動きのある画面を作るためには、相当な時間をかけ何度もやり直しをしながら画面を作成していったが、ハイパーカードの場合、カードを何枚か重ねていくことによって容易に動きのある画面を作成することができる。（ただし、カードに描いた図一つ一つをきちんと合わせるためには若干の時間を要する。）CAIが授業において果たす役割の大きさを理解しながらその開発に要する時間を考えるとなかなか思うように教材を開発することのできない現場の教師にとって開発時間の短縮ということは大きな朗報である。次にあげる長所としては、スキャナによる図の取り込みやすさをあげることができる。今回開発した技術科の機械領域の場合、説明においては4サイクル機関の断面図や工具、各部品などの細かい図をはずすことはできないし、どのような図をもって来るかで生徒に対するアピールの仕方も変わってくるため、場合によっては学習効果を大きく左右することになる。今回は時間の関係から教科書の図や表を中心に画面に取り込んだが、これを一歩進めれば教師が生徒の実態を把握した上で、さらに効果的な学習をさせるために、教師自身が作成した図や表なども容易に取り込むことができ、また修正も細部までできるということは、教材を作成する上において大きなプラスとなり得るものである。ただここで欠点をあげるとすれば、写真を取り込むことについては、スキャナやカメラを使っても残念ながらあまりうまくいかないようである。今回我々はエンジンの写真を取り込もうと考えたのだが、操作に慣れない点もあってうまく画面に出すことができなかった。

次に、操作の方法についての特徴をあげると、生徒はマウスを使って画面上に隠されたボタンをクリックしながら画面を進めていく点では、他のCAIがボタン操作中心であるのとは大きく異なっている。これは生徒が自分の学習しようとする場面を自ら検索しながら学習を進めることができるということであり、あらかじめ選択の幅が決められている従来のCAIと比較すると生徒自身が宝さがし的な感覚でボタンさがしを楽しめることになり、学習意欲を高めるといった点では大きなプラスになると思われる。しかしその反面、目あてのボタンになかなかたどりつけずに同じ所を何回もうろろするような生徒やまちがったボタンを押したために、教師の意に反して思わぬ所に迷い込んでしまう生徒が出てしまう危険性もあることは否定できない。従って、この点においては、教師が教材を作成する上で、ボタンの位置や形、作り方などを十分に吟味する必要があるように思われる。ボタンによってどの画面へも瞬時にとんでいけることはこのハイパーメディアの大きな長所であることは疑いのないことであるが、その使い方によっては、できあがった教材が教師側の意に全く添わないものになってしまうことを作成者は肝に銘じることが大切であろう。

5. 実践による評価

技術科においては、機械領域の2である内燃機関(4サイクル)の授業は3年で男子のみに行うのが一般的であり、たまたま作成者が、3年生の授業を担当していたため本教材を実際の授業で試行してみようと完成を急いだのだが、残念ながら授業の進捗に完成が追いつかなかったため、やむなく今回は、内燃機関の授業が終了したのちに3年生の一部生徒を対象として本教材を試行するにとどまった。3年生の生徒から希望者を募り、集まった生徒をいくつかのグループに分けて行った。グループ分けに際しては、技術科の評定によって分けることも考えたが、教科の性格上単元によって出来、不出来が異なる場合が多く、またこの単元は、概して、生徒の興味、関心が高い単元でもあったため、今回は特に評定によって生徒を分けることはせず、クラスごとに機械的にグループを組んで試行してみた。

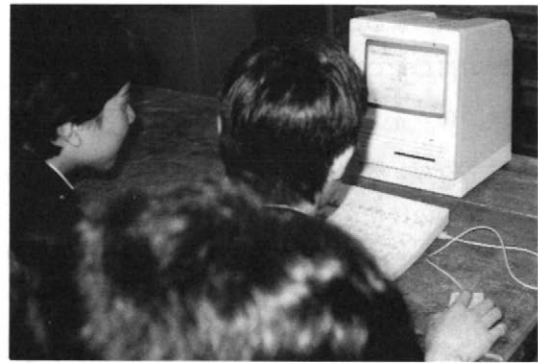
生徒達の中には、家庭でパソコンに親しんでいる者も多く、いわゆる“コンピュータ”に関しての抵抗は少ないが、それでもマッキントッシュという名前を知っている生徒は3年全体でも5名程度しかいなかった。従って実際に機器を目の前にしても、当然のことながらその具体的な操作方法を知っているものはおらず、教材での学習を始める前に機器に慣れさせる意味も含めて少しの時間、ハイパーカードで他の機能を使って遊ばせてみた。教師側は、機械を使用する上での必要最低限のことだけを説明



したつもりだったのだが、30分もしないうちにほとんどの生徒がある程度までの機械の使い方を覚えてしまい、そのうちの何人かは、絵を描くツールを使って上手に画面上に絵を描くことができるようにまでなったのには、日頃から彼らの順応性の高さを理解しているはずの私達も、たいへん驚いた。またそれと同時に、ハイパーカードを使用した学習が比較的スムーズに生徒達に受け入れられるのではないかという自信のようなものもできてきた。

さて、実際に学習にはいってみると、案の定使い方に慣れた生徒達は次々とボタンをクリックしながら学習を進めていくことができた。こちらの意図した通り、分解は分解、工具は工具でまとまっていることは、生徒にとってもたいへん理解しやすいらしく、「先生、どうして授業でこれを使わせてくれなかったの？ 試験の前にやればよかったのに」といった教師側からみれば、喜ぶべきか、悲しむべきか迷うような感想を述べていた生徒もいた。

概して、今回の試行では、生徒側の反応は良好であったといえるがこれはあくまでも、数名の生徒を対象としての試みであり、一斉授業の中でどこまで生徒達に受け入れられるかということになるとまだ若干の不安が残るのも事実である。また、あらかじめ予想していた通り、いくつかの画面においては、キーポイントとなるボタンの位置をどうしてもさがしあてることができずに、同じ所をただ繰り返しているだけの生



徒も見受けられた。これらの生徒に対しては、少しずつヒントを与えるような形で、ボタンをさがしあてることができるように指導を進めてみたが、今後、ボタンのある場所をどういった形で生徒達に示していくかについては、一考を要するよう感じられた。

6. 今後の改良点と考察

授業という形ではこの教材を実践してみることはできなかったが、何人かの生徒達に実際に試行してみることによっていくつかの改良すべき点がでてきたのは事実である。以下箇条書きで考察を含めて述べてみたい。

(1) 生徒の理解度を調査するための確認問題

今回作成した教材は、分解や工具が混在している教科書の内容を少し整理してみるための手段という開発理由が第一であったため、生徒が理解した内容をチェックするための手だてを考えていなかった。しかし、それでは生徒は単にコンピュータを使って学習をしただけで終わってしまう。そうさせないためには、それぞれの題材の最後に生徒が学習したことを自ら確認できるような問題を設定し、もし正解が出ない場合には、関連する画面にすぐに戻って、復習をすることができるようにする必要があるように思われる。

(2) ワークシートの併用

生徒一人一人に、画面に写る内容をきちんと理解させるためのもう一つの手段として考えられるものはワークシートの併用である。この場合、当然のことながら、ワークシートの作成者は、教材全般を見通した上でそれに添ったワークシートを作る必要性においても教材作成者自身でなければならない。その際、いくつかのポイント画面でワークシートの中に問題を入れたり、ボタンのある場所のヒントをワークシート上に書き込んだりするなどの配慮を考えることによって、ワークシートの併用は、さらに大きな学習効果を生徒達にもたらすのではないかと思われる。

(3) 生徒の興味、関心をより喚起するための画面の工夫

今回の教材作成にあたっては、先に述べた通り、画面上の図については、ほとんどが教科書に載っている図をスキャナで取り込み、それに加筆、修正を加えたものを基本として作成した。この方法は、すでに教科書で、見覚えのある図が画面上につきつぎとあらわれるといった点では、生徒は違和感なく、学習に取り組めたと思われるが、逆に考えると、図としての新鮮味には欠けていたように思われる。今後は自作の図や表なども含めて、いろいろな所から幅広く、生徒が理解しやすいようなものを教材の中に取り入れていくような必要性が感じられる。

7. 今後作成したい教材

画面上に図を容易に取り込むことのできるハイパーメディアを使った教材作成の場合、図を多く使用する技術科においてはすべての領域（木材加工、金属加工、機械、電気、栽培）において幅広く教材作成に利用できるように思われる。また、領域としては独立していないが、技術科において欠くことのできない製図の分野においてもハイパーメディアを使った教材作成ができると思われる。以下に今後作成したい教材の内容を具体的に述べてみたい。

(1) 木材の繊維方向による強さの違い

木材の特徴の一つとして繊維方向による強さの違いをあげることができる。この点を無視して木工作品を製作することはできないが、生徒にはなかなか実感として強さの違いを理解させることは難しい。（板材よりも角材になるとなおのことである。）この点をカバーする教材を作成したい。

(2) いろいろな金属の特徴

金属加工においては、数々の金属の名称や特徴を学習するが、実際に金属そのものを生徒に提示し、説明しただけではやや不十分である。これを補うために金属を見ながらその特徴や合わせ方を学習できる教材を作成したい。

(3) 動力伝達のしくみ

機械1では、“運動を伝えるしくみ”で回転運動、往復運動などを学習する。その中のリンク装置やカム装置のしくみや動くようす、またそれらが日常生活の中でどのような機械に応用されているかを学習できる教材を作成したい。

(4) 回路計（テスター）の使い方

電気1では回路計を学習するが、あらかじめ回路計そのものになじみのある生徒は少ない上、短い指導時間の中ではOHPなどの機器を使用しても、なかなか指導効果があがらないのが実情である。この点が効果的に学習できる教材を作成したい。

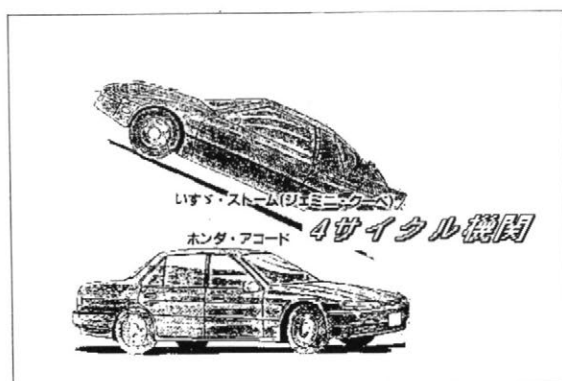
(5) 電気回路の学習

電気回路の学習についても、回路の読み方、回路の組み方など広範囲にわたった教材が作成できる。

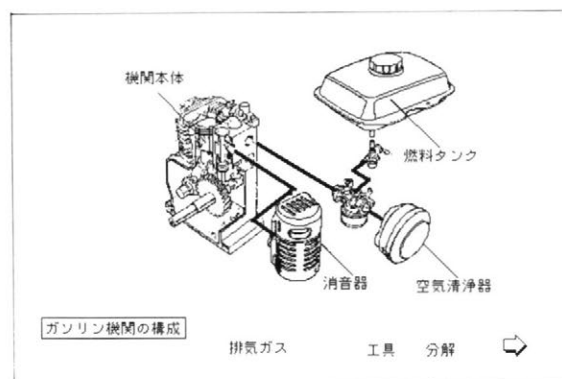
(6) 製図の描き方

製図は領域として独立してはいないが、木材加工、金属加工の作品を製作する上において斜投影図法、等角投影図法、三角法はどうしても生徒達に理解させなければならない。しかし、立体を平面上に描くということは、中学生にとってはたいへん難しいことであると同時に、その指導法もこれといった決め手がないのが実情である。生徒自身に線を引かせながら製図を順序立てて説明していくことのできる教材を作成したい。

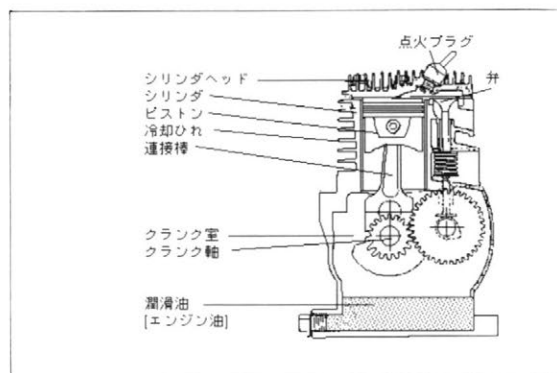
見出しとして自動車のイラストが出てくる。自動車のエンジン部分をクリックすると次のメイン・メニュー画面が出てくる。



メイン・メニュー画面を見て学習者は画面下の「排気ガス」「工具」「分解」の項目や図中の「機関本体」「消音器」の中から学習したい項目を選ぶ。



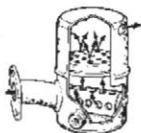
メイン・メニューの「機関本体」をクリックすると機関本体の断面図が出てきて各部の名称がわかる。潤滑油をクリックすると潤滑油についての説明とはねかけ潤滑法についての説明が出てくる。



消音器

排気ガスが高い圧力のまま大気中に放出されると、はげしい爆発音を出す……消音器は、排気ガスを何段かに分けて膨張させ、大気圧との圧力差を少なくして、排気音を小さくするしくみになっている。

燃焼で生じた熱のうち、約3分の1は排気ガスとともに外に放出される。



メイン・メニューの消音器をクリックすると消音器の構造や音を小さくするしくみが説明される画面が出てくる。☑をクリックすることによりメイン・メニュー画面に戻る。

排気ガスと公害

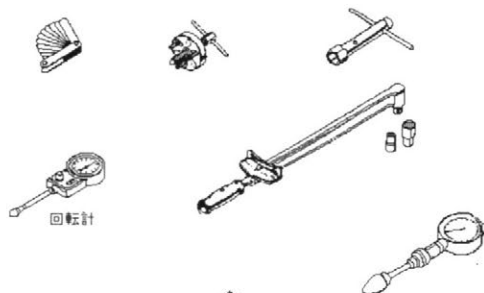
内燃機関が発達し、ことに自動車が普及したことで、わたしたちの生活は便利になった。しかし、いっぽうでは、自動車が集中する都市部とその周辺では、排気ガス中の有害成分が、わたしたちの健康に危害をおよぼし、大きな社会問題になっている。

排気ガス中の有害成分では、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物の3つが、特に大気を汚染するので、これらについては、排気ガス中にふくむことのできる量が法律で定められている。これを守るために、燃焼方法を改良したり、有害成分を減らす装置を取りつけるなどの対策がとられている。



メイン・メニューの「排気ガス」の最初の画面

排気ガスの成分などの説明が出てくる。☑をクリックすると燃焼方法の改良の例と有害成分を減らす装置の例の2画面が出る。



メイン・メニューの「工具」の最初の画面

整備や分解に必要な六つの工具が出てくる。そのうちの回転計以外の工具についてクリックすればそれぞれの工具の名前と使い方がわかる。☑をクリックすれば1画面前に戻ることができる。

メイン・メニューの「分解」の最初の画面

4サイクルエンジンの分解の手順が全部で18画面入っており□をクリックすれば次の画面へ進み□をクリックすれば一つ前の画面へ戻り再度確認できる。

分解の手順

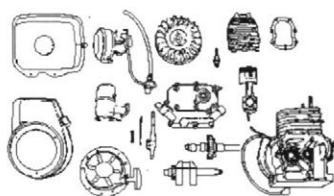
1,ドレンプラグをはずして、潤滑油をぬく。



メイン・メニューの「分解」の第18画面

分解した部品を作業台の上に並べてある。それぞれの部品をどうやって分解したのかを確認するには□をクリックして1画面ずつ前に戻って見る。

18,部品を作業台上に、観察しやすいように整理する。



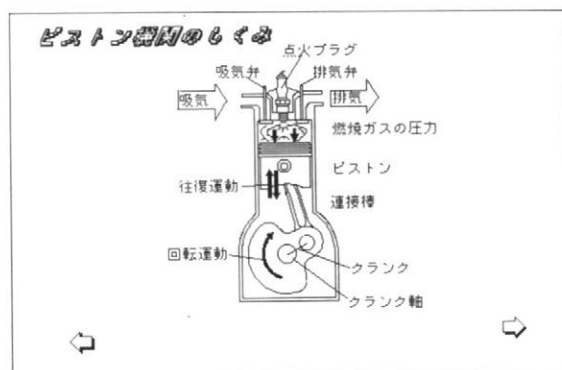
メイン・メニューの「分解」の最後の画面


分解の手順とは直接関係ないがガソリンの取り扱いやエンジンの始動や運転中の注意事項は作業する上で重要なので特に「作業の安全」という項目を入れた。☑をクリックしてメイン・メニューに戻る。

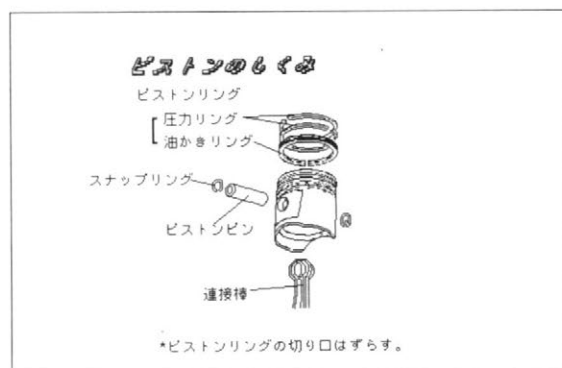
作業の安全

- <ガソリンの取扱い>
引火しやすいので、火気を、近付けない。
ガソリンを補給するときは、機関を停止し、冷えてから行う。
- <始動>
まわり人がいないことを確かめてから始動ロープを勢いよく引く。
- <運転中>
換気をよくする。
機関の回転部分にふれない。
排気管や消音器は熱くなるので、運転中や停止直後は触れない!

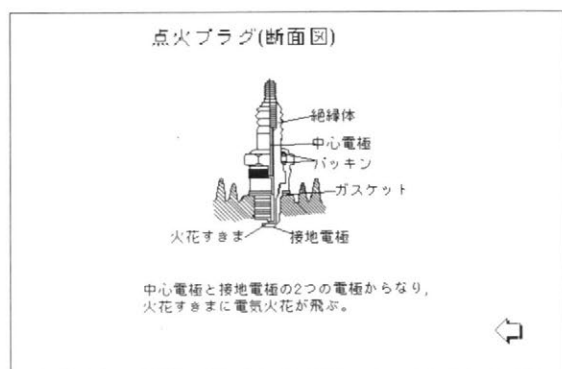





メイン・メニューのをクリックするとピストン機関のしくみが出る。ピストン機関の断面図中の点火プラグ・ピストン・弁装置・接続棒についてはボタンが隠されているので学習者はそれらの部品についてもっと知りたいと思えばそこをクリックすれば解説が出てくる。




「ピストン機関のしくみ」の画面のピストンをクリックするとピストンのしくみが図によって説明される。さらにピストンリングをクリックすればピストンリングの働きが解説してある図が出てくる。

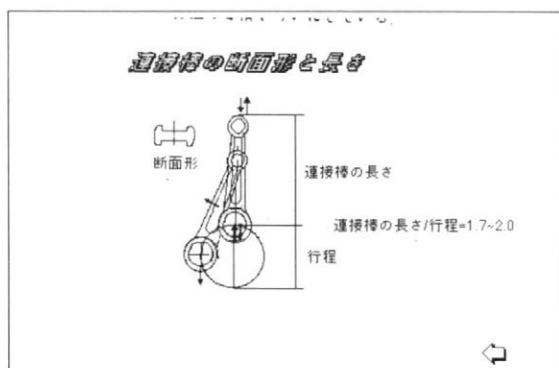



「ピストン機関のしくみ」の画面の点火プラグをクリックしたら出てくる画面

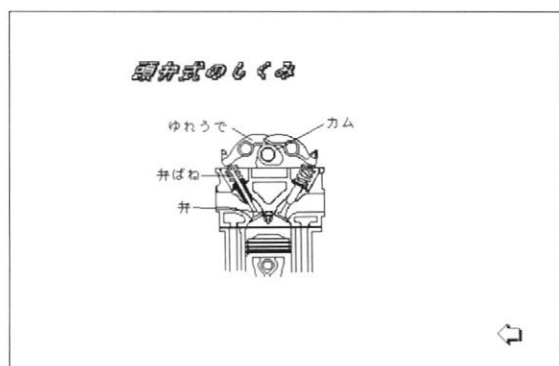
点火プラグの断面図によりプラグ各部の名称及び火花の飛ぶ位置がわかる。をクリックすると「ピストン機関のしくみ」の画面に戻る。



「ピストン機関のしくみ」の画面の接続棒をクリックすると出てくる画面

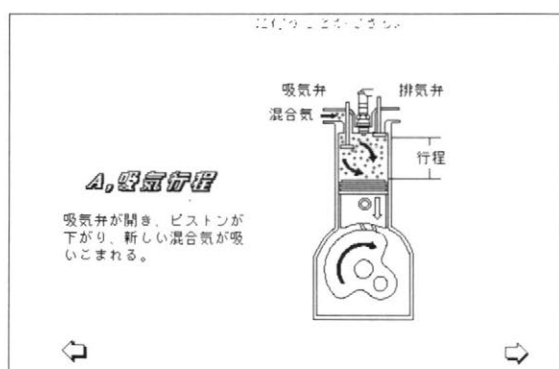
接続棒の断面形と長さを簡単に表す図が出てくる。をクリックして「ピストン機関のしくみ」の画面へ。



「ピストン機関のしくみ」の画面の弁装置をクリックすると代表的な弁装置である頭弁式 (O・H・V) のしくみが解説された図が出てくる。をクリックして「ピストン機関のしくみ」の画面へ。



「ピストン機関のしくみ」の画面のをクリックすると吸気行程の説明がされる。シリンダ内の混合気にボタンがありクリックすると画面が変わる。をクリックすれば次の行程の説明へいく。



混合気

ガソリンを気化したものと、空気(酸素)とを
混ぜ合わせたもの。

混合比は、1:8~1:20

燃焼の3条件

- 1.燃えるものがある。[ガソリン]
- 2.空気(酸素)がある。
- 3.発火温度に達する。[点火プラグ]

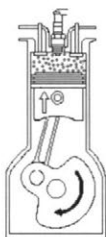


吸気行程の燃焼ガスをクリックして出て
くる画面

混合気についての解説また爆発をさせ
ることに関連して燃焼の3条件も付加し
てある。☐で再び吸気行程の画面へ。

B. 圧縮行程

吸気弁も排気弁も閉じ、ピストンが
上がり、混合気が圧縮される。
圧縮行程の終わる手前で、点火プラグで
混合気に点火する。



吸気行程の画面の☐をクリックすると
圧縮行程の説明がされる。☐をクリック
して吸気行程をもう一度確認。☐をクリ
ックして次の膨張行程の説明へいく。

D. 排気行程

排気弁が開き、ピストンが上がり、
燃焼ガスが押し出される。





start



ガソリン機関。四つ目の行程である排気
行程が説明されている画面

Start をクリックすれば吸気・圧縮・膨
張・排気の四つの行程順に画面が動く。
この動画はぎこちない動きをするが学習
者が一番興味をもつところである。

排気行程の画面のをクリックして出てくる画面

4サイクル機関の始まりについての解説が出てくる。をクリックしてメイン・メニュー画面へ戻る。

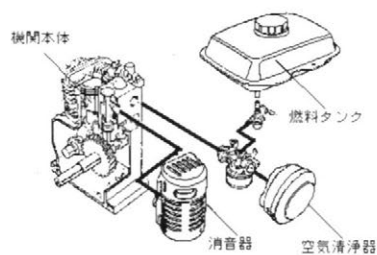
4サイクル機関の始まり

ドイツのオットーは1876年、ボーク・ロシャの提案を実現させた。圧縮行程を取り入れるため気密を保つことに苦労した。そして、現実的には今日のものとは変わらない4サイクル機関を完成させ熱効率は14%に向上した。

この圧縮したあとで、点火し燃焼させるという方法はその後、内燃機関の基本となった。オットーの機関の成功により、内燃機関は急速に発達し、広く利用されるようになった。



メイン・メニュー画面に戻って学習者はまだ学習していない項目やもう一度学習したい項目を選択する。全部で47画面入っている。



ガソリン機関の構成

排気ガス

工具

分解



●タイトル

④英語教材の小品試作
4 事例について

作成者	氏名(専門教科): 新沼実 (英語)	
	コンピュータ教材作成経験: これまで BASIC を使用して CAI ソフト作成	
利用対象	教科: 英語	
	単元: 英語 II A, 英語 I, II, 英語 II B 等	
	校種・学年: 高校 1 ~ 2 年	
授業形態	LL 個別学習等	
位置づけ	ヒント, 指示, 答等の個別提示手段として	
目的	英語の音声教材の聞き取り練習を効果的に進めるためには, 学習支援情報(使用されている語彙や音声教材の内容の一部等)を適宜学習者に提示することが望ましいが, 従来の印刷メディアでは学習者の習熟度に応じて個別に学習支援情報を提示することは困難であった。本教材は Guide の機能を利用して学習者に語彙力等の習熟度に応じて個別に学習支援情報を提示することにより, 学習効率を向上させると共に音声教材の学習対象層の拡大を目的としたものである。事例 2 以降の目的は割愛する。	
	ソフトウェア	マッキントッシュ用 Guide/米国 OWL International 社製
	ハードウェア	米アップル社製/マッキントッシュ II・シリーズ (PLUS 以上)
	開発時間	約 10 時間

1. 内容の概観

Guide は本来言語教育用のソフトという訳ではない。ワープロ・ソフトを使用して英語や社会、国語等の様々なプリント教材が作れるように、Guide もその応用分野を限定したり特定したりすることが不可能なソフトである。本や雑誌のような媒体が扱ってきた文字や画像はもちろん取り扱い可能である。従来の印刷媒体との関連で分かりやすく言えば、脚注や引用文献の多い書籍、英和対訳型の学習書、プログラム学習の理論を応用したドリル・ブック等を Guide を用いて作れば、印刷媒体で作成するよりもよく整理された効果的なものができるだろう。

Guide の起動画面は一見しては普通のワープロ・ソフトか DTP ソフトのように見える。マッキントッシュ用の Guide は英語版で日本語との相性はあまりよくないが、文字入力の手感も画

面の処理スピードが遅いことを除けば、ワープロソフトにそっくりである。Guideで扱われる文字や画像は Guideline (ガイドライン) と呼ばれるが、文字データや画像データの任意のところにボタンと呼ばれる仕掛けを置くことができる。このボタンは大きく分類して4種類あり、ボタン上にマウスを移動させてマウスのボタンを押す(クリックするという)とそのボタンの種類に応じて変化が生じる。例えば英語の「cat」という3文字に[置き換えボタン]が配置されていれば、「cat」をマウスでクリックすると「cat」という文字が消えて猫の絵が現れたり、あるいは日本語の「猫」という字に置き変わったりする。この機能だけでも多様な応用例がすぐ思いつくだろう。例えば動物や事物の名前をアルファベット順に英語で並べておいてそれぞれの単語に[置き換えボタン]を配置してマウスをクリックすると動物や事物の絵が現れるようにしておけば、幼児用の英語版絵事典ができるだろう。

本研究では Guide を用いて英語学習教材の四つの小品事例を試作してみた。事例その1、その2は高校生1～2年生向けのヒアリング教材の事例である。事例その3、その4は英語読解練習用の教材事例で対象は高校生～社会人。

[事例その1]

英語のヒアリングの事前準備として語句注を与えることはよく行われることであるが、生徒の語彙力等を考慮して学習者に個別に違った語句注を与えることは通常の印刷メディアを用いては難しい。ここでは Guide の [問い合わせ機能] を用いて学習者に英語検定の級を自己申告させてその申告内容に合わせて与える語句注の数やレベルを変化させている。学習者は個別に語句注を参照しながら英語を数回聞いた後、英語の内容を要約し準備ができたところで答をクリックして要約の内容を確認することになっている。

[事例その2]

あるまとまった英語の話聞いて内容を要約してみるドリル形式。英語はある程度読めるが聞き取り力が弱いという学習者向けの教材。聞き取れなかったセンテンス番号(S1, S2はセンテンス番号の意)に[置き換えボタン]が設定されており、聞き取れなかったセンテンス番号をクリックすると元の英文が画面に現れるようになっている。全センテンスを表示させれば読んで内容を確認することもできる。

[事例その3]

英語の内容は二つ目の教材と同じものを用いているが、これは読解力の養成を目的とした事例。英文の上にマウスを移動させるとゴシックのように強調された単語の上でマウスのポインタが⊕に変わるのが分かる。ここでは語句注や訳文が埋め込まれている。各英文の最後のピリオド(.)に[置き換え]ボタンがセットされており、この部分をクリックすると和訳を見ることができる。こうすると英文そのものは常に表示されているので対訳形式で英文の意味や

構造を検討することができる。最後に [答] のところをクリックして要約の解と自分の要約を比較検討することができる。

[事例その4]

これは英語の読解力の養成を一層気楽に、気軽にやることを目的とした事例。各英文全体に [置き換え] ボタンがセットされている。気楽な学習をめざしており、語句注ではなく、すべて訳文が埋め込まれている。極端なことを言えば訳文を中心に読んで時々英文を読んでみるという程度の学習態度をも想定した教材である。学校での授業用というよりは社会人向けの教材スタイルである。当然読む内容が問われることになり、日本語の一般書と同様の発想が必要となるだろう。

2. 構造図

構成は極めて単純なので構造図として提示する必要はないであろう。

3 開発の経緯

Guide に触れて、いくつかのガイドラインの例をみていくうちに Guide というソフトは言語教育に非常に適したソフトであると直感した。基本的な機能の種類は四つしかなく、しかもたった一つの [置き換え] 機能の設定の仕方を修得するだけで簡易型の CAI ができてしまうという単純さに驚きを禁じ得なかった。従来コンピュータを教育に応用するということは利用しようとする教師に対して時間的にも労力の上でもかなりの負担を強いるものであった。BASIC 等のコンピュータ言語を使用する場合は無論のこと、簡便と言われるある種のオーサリングシステムを利用する場合にしろシステム自体の理解から始まって実用的なレベルの稼働段階にまで CAI システムを完成させることは容易なことではなかったはずである。ところが Guide の機能を体験していくにつれて Guide は少なくとも文字と画像については従来の印刷メディアの持っている機能を洗練したようなものと気がつくのである。ということはこれまで印刷メディアで開発されてきた形式やノウハウの大部分が生かせるということであり、しかも確実に印刷メディア以上の効果を期待できるということもすぐ気がつくのである。例えば言語教育の世界で、印刷メディアの上で長く使われ続けているものに英和対訳形式の教材があるが、Guide 向きの最も単純な応用分野であり視線移動の必要がない上に学習者の必要な部分のみ和訳を参照できることから印刷メディアに対する優位性はかなり明瞭だろう。また見開きの左ページに英文、右ページには語句注や文法的な解説を配した構成の教材もよく使われているが、これもまた Guide の [置き換え] 機能や [ノート] 機能で語句注等を英文の下層に埋め込む等すれば印刷メディアよりはるかに洗練されて使いかたがよくなるだろうということもすぐ気がつくの

である。私は基本的にこのような単純な使用方法が現場で実際に生徒の指導に当たっている教員に理解されやすいし、受け入れられやすいのではないかと考えたのである。

4. ハイパーメディア (Guide) の特質

Guideの最大の特徴は親しみやすさと分かりやすさだろう。そして英語教育に利用した場合、あまり高度な応用を目指さなければ、導入後すぐにも実用化できる可能性を持っている。英語の速読練習や文法問題の演習等に適用した場合は、従来の印刷メディアの内容をそのまま移植し若干の手を加えるだけで印刷メディアよりも格段に使いやすく効果的な教材になるだろう。しかしGuideは前述の通り本来CAI用に作られたソフトではない。応用範囲が広すぎるためかえって機能の持つ意味があいまいにとらえられがちなのもあるだろう。このソフトは情報を多重構造に埋め込むことによって、情報に接する人のニーズに合わせて情報の量や質、情報に対するアクセスの深淺度をユーザー自身にコントロールさせようとするものである。例えば見出しだけで内容の見当がつき関心のない章は本文もとばしてしまっていて読まないが、関心のある人物名が目に入るとその経歴や誕生日まであらゆることを知りたいと思ったりすることもある。Guideならそうしたユーザーの気まぐれに対して印刷メディアより格段に快適に対応してくれるのである。つまり要点のみの流し読みと百科事典を多重に参照するような読み方が読者のニーズと情報提供者の工夫次第で可能にしてくれるソフトなのである。英語教育の分野で高校生以上を対象にこのソフトを応用していくのであれば、絵や図形を多用する必要はあまりないだろうし、使用する機能もごく基本的なものだけで十分であろう。極端なことを言えばおそらく[置き換え機能]のみを利用するだけでほとんどの教材は十分実用化可能だろう。Guideの起動画面は前述の通りワープロにそっくりであり、実際に起動時の画面への入力にはワープロと変わるところがない。[置き換え機能]ボタンの設定等基本的な最低限の機能の設定は極めて容易であり、ワープロの操作ができる人であればほとんど誰でも使用することができる。こうした基本機能の理解しやすさは、おそらく他のCAI用オーサリングシステムの及ぶところではないであろう。ただし英語版のMac用のGuideには日本語処理に大いに問題がある。もともと英語版であり日本語の処理を意識して作られたソフトではないので日本語処理を前提とした評価自体に無理があるかもしれない。日本語処理の問題点は入力データを訂正するためにマウスで挿入点を指定してクリックしても、挿入点がずれてうまく指定できないばかりでなく、文字化けも頻繁に生ずる。この日本語処理上の問題には、データを多重に配置する意欲等そがれてしまう。リーディング教材としてCAI的にGuideを応用して成果を得るためには相当量のデータを入力する必要があり日本語をある程度使用せざるを得ない高校生向けの教材等では日本語処理の不具合が大きく影響するだろう。他のソフトを使って日本語データを入力しておいてそ

れを材料として取り込む方法もあろうが、臨機応変なデータの修正がやりにくいことに変わりはないだろう。Mac 版 Guide の完全日本語対応版の登場を期待したい。

5. 今後の改良点と考察

本教材事例はどの事例も構成上極めて単純であり、Guide の持つ様々な機能の内のごく一部しか用いていない。[教材事例その2] の場合、センテンス番号には [置き換えボタン] が設定されているが、このボタンの下には元の英文が埋め込まれているだけである。できればこの英文の下に語句注を埋め込み、さらに和訳の和文も埋め込みたいと思ったのであるが、先にも言及した通り Mac 版 Guide の日本語処理の対応力は甚だ不完全で、特に入力データを訂正するためにマウスで挿入点を指定してクリックしても、挿入点がずれてうまく指定できないため多重構造のデータの埋め込みはすべて断念した。日本語使用を前提とした場合かなり致命的な欠陥であり Mac 版 Guide の価値を格段に低下させているだろうし多重構造のガイドラインの作成そのものを困難にしている。従って今後の改良点の第一は今回断念したデータの多重構造化である。これは Guide の完全日本語化版の登場を待って検討してみたい。但し多重構造の複雑なガイドラインが英語教育用の教材を作成する上で必要不可欠だと思う訳ではない。むしろ今回四つの事例を手掛けてみて、最も使いやすいのではないかと思ったのは一番単純な英和対訳型の [教材事例その4] である。結局は学習支援情報を過不足なく盛り込めれば構造的にはできるだけ単純なものの方がよいのではないかというのが私の得た結論である。学習教材という感覚を払拭して面白そうだから読んでみたい、聞いてみたいという英語の素材そのものの魅力で学習に引き込むような方法が最後には一番効果が期待でき、また長続きするのではないかと思う。スマートに訳文を埋め込める Guide が利用できるのだから小手先の構造に凝り過ぎずに、分かりにくいところはどうぞ和文で読んでくださいというおおらかな気持ちで教材を作ってよいのではないかと思う。

6. 今後作成したい教材

今回 Mac 用の英語版 Guide を用いて、CAI 的な教材を試作してみたが完全日本語対応版でないために日本語処理の点で煩わしいことが多く、より高度なレベルの試作は意欲をそがれてしまった。ところが、この報告書を書き始めてまもなく、既に PC-9801 用の MS-DOS 版日本語 Guide が登場した。ソフトの仕様を概観すると、もちろん日本語処理に完全対応していることに加えてビデオ機器から NTSC 信号のビデオ映像信号の取り込みや、Guide から直接 VTR 操作が可能になっている。この MS-DOS 版日本語 Guide を使用する機会があればマルチメディアの CAI 型教材を Guide で作成してみたい。ビデオ機器との連携により映像も音声も楽に提示

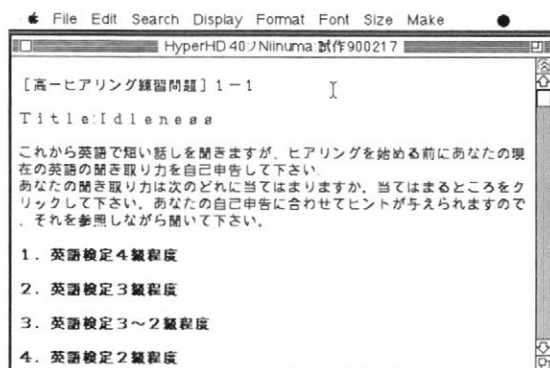
可能となれば通常の授業にかなり近い形式で学習プロセスをシミュレートするソフトを組み立てることができるのではないかと思う。

[今後作成したい教材：その1/英語の読解力の養成用教材]

英語の学習者を成人あるいは成人に近い青年層に限定すれば遊びの要素は必ずしも必要ではないだろうから、日本語の読書と基本的には同じように考えて大量の英文を与え、適宜語句注や構文の解説、あるいは日本語の訳文を Guide のノートや置き換え機能を用いて読者が必要に応じて見られるようにする。この方法ではガイドラインの構成を複雑にする必要はなくむしろ日本語の読書と同様に英文の内容そのものが読者(学習者)の関心を喚起できる魅力をそなえたものでなければならないだろう。多くの学習者の多岐にわたる関心に対応するためには教材の題材も多岐にわたるものを用意する必要に迫られるだろう。さらに難易の種類もある程度対応しようとするれば、たちまち数百、数千の種類が必要になるだろう。

[今後作成したい教材：その2/英語の授業のシミュレーション型教材]

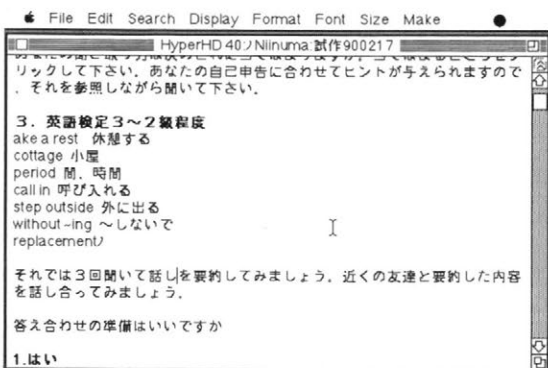
先に述べたように日本語 Guide ではビデオ機器を操作できるので、映像や音声の提示も可能であり、学習者の反応を一定の型に限定して想定すれば英語の授業そのものをシミュレートしようとするソフトもある程度までは可能かもしれない。もちろん教師の臨機応変の受け答えや学習者の理解度の把握等はシミュレーションによっては不可能であるが、言語学習には反復練習がどうしても不可欠であり、学習事項や学習者によって反復必要回数が相当に違うことを考慮に入れば学習者の満足のいくまで何度でも反復学習が可能な CAI 型の学習に授業のシミュレーションの発想を適用してみることは一考の価値のあることと思う。ここでは特に特定の型の英語授業を想定しているわけではないが、既に多くの英語授業のモデルが提案されており、こうしたモデルの中には Guide の機能を用いて、ある程度シミュレートしやすいモデルもいくつかあるのではないかと思う。



教材事例その1. [高一ヒアリング練習問題1] 1-1の冒頭画面。学習者自身におおよそのヒアリング力を自己申告してもらい、その申告内容に合わせてヒアリングのための語句注を与えようとするものである。1.～4.の選択肢を設けてあるが、マウスのポインターを選択肢上に移動するとマウスの形が \oplus に変わる。この形は「置き換え」ボタンがセットされていることを示す。



選択肢1. の「1. 英語検定4級程度」を選択してクリックすると他の選択肢は消えて語句注が現れる。英検4級は最も低レベルの級であるから語句注を最大限与えて学習者の語彙力不足に対する支援をしている。



選択肢3. の「3. 英語検定3～2級程度」を選択した画面である。他の選択肢が消えており、語句注が比較的少数しか与えられていない。

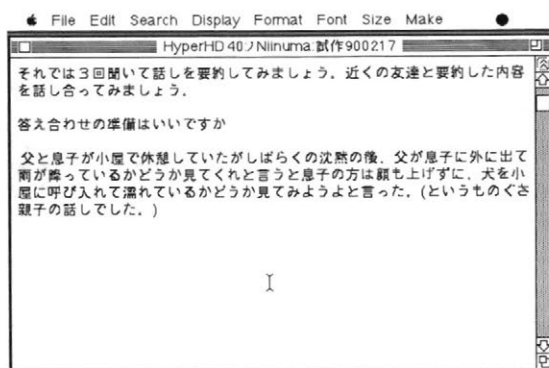
選択肢4. の[4. 英語検定2級程度]を選択した画面である。他の選択肢が消えており、学習者がある程度の英語力を持っていると考えられるので語句注は意図的に全く与えられていない。



自分のヒアリング力を申告して与えられた語句注を参考にしながら所定回数のヒアリングを試みた後、答え合わせの準備状況について問うところである。

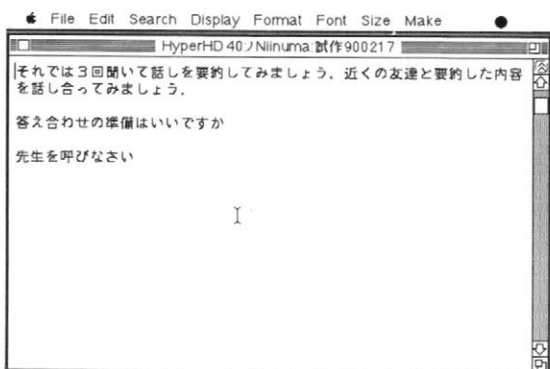


前画面の答え合わせの準備を問われるところで[1. はい]をクリックするとこのように要約内容が提示され学習者自身の要約内容の適否を確認できるようになっている。

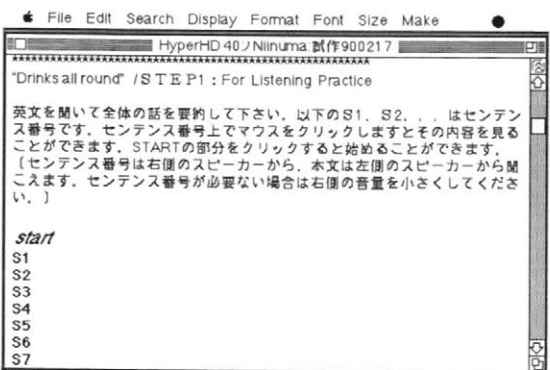




答え合わせの準備を問われるところで、[2. いいえ]をクリックするとこのようにもっと語句注のヒントを多くして再度ヒアリングに挑戦するよう促される。



答え合わせの準備を問われるところで、[3. わからない]がクリックされた場合、ヒアリングの教材そのもののレベルが学習者に適合しない等の問題点が考えられる。このような場合はケース・バイ・ケースで教師が個別に対応する必要があるだろう。

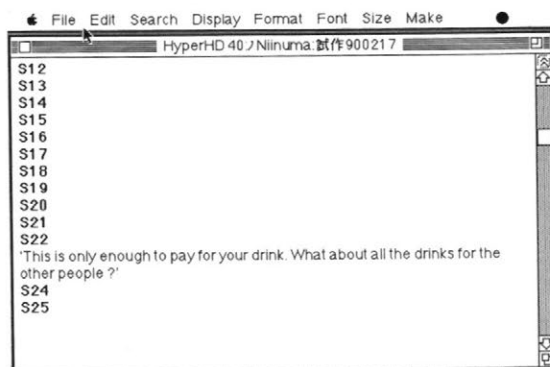


教材事例その2。英語をある程度読めるが聞き取り力が弱いと思われる学習者向けのヒアリング練習問題。聞き取れなかった部分のセンテンス番号(S1はセンテンス番号1の意味)をクリックすると、文字で確認することができる。

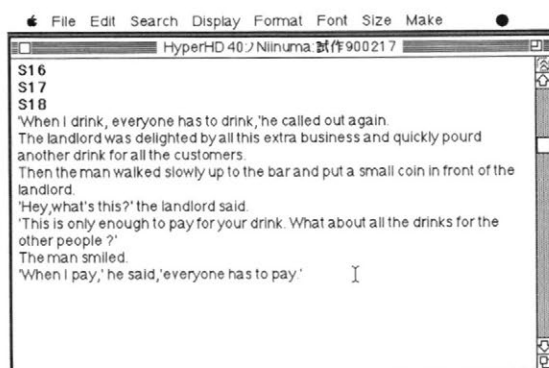
センテンス番号をクリックして聞き取れなかった英文を表示させたところ。ソフトウェアの仕様上はさらにこの英文の下に語句注等を埋め込むこともできるが、Mac版Guideは日本語処理が不完全なため、入力後の訂正が困難で今回は断念した。

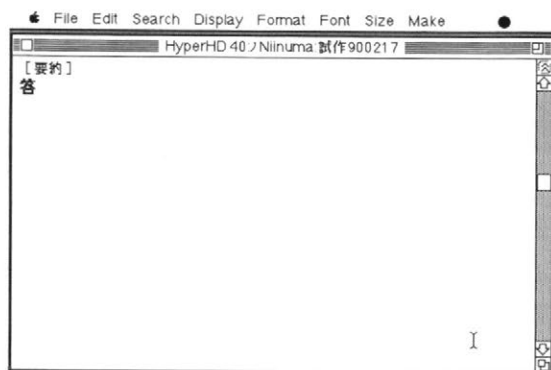


前画面同様、センテンス番号をクリックして英文を表示させたところ。教材の最後に近い部分。

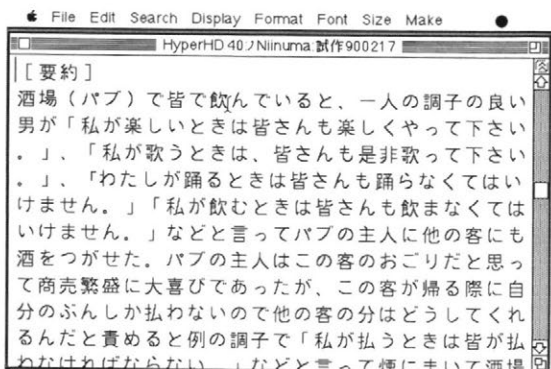


教材の最後の方をまとめてクリックして英文を表示させたところ。全部表示させてしまえば読解力の練習に使用してもよいであろう。





ヒアリング練習を終って要約の答え合わせに入るところ。[答]のところをクリックすると要約の解が表示される。



[答]のところをクリックして要約の解を表示させたところ。



教材事例その3。英語の内容は二つ目の教材と同じものを用いているが、これは読解力の養成を目的とした事例。英文の上にマウスを移動させるとゴシックのように強調された単語の上でマウスのポインターが⊕に変わるのが分かる。この形は[置き換え]ボタンがセットされていることを示す。ここでは語句注や訳文が埋め込まれている。

一部の英単語の語句注を表示させたところ。ここでは元の英単語が表示されていないが「置き換え」ボタンの属性を指示することにより「置き換え」ボタンをクリックした後にボタンをセットされた部分が表示されたまま残るようにすることもできる。



各英文の最後のピリオド（.）に「置き換え」ボタンがセットされており、この部分をクリックすると和訳を見ることができ。こうすると英文そのものは常に表示されているので対訳形式で英文の意味や構造を検討することができる。



連続的に和訳を表示させたところ。





英文を読み終って内容の要約を整理して、これから要約の答を参照しようとするところ。



[答]のところをクリックして要約の解を表示させたところ。

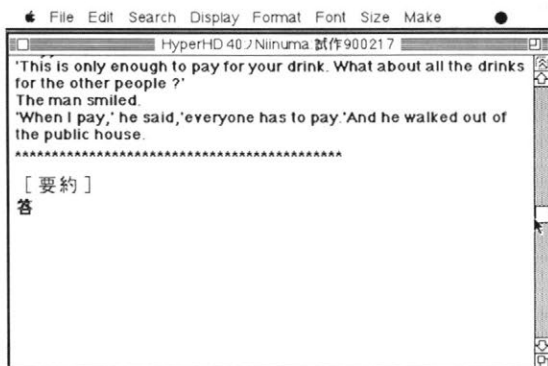


教材事例その4。英語の内容は前の二つの教材と同じものを用いているが、これは英語の読解力の養成を一層気楽に、気軽にやることを目的とした事例。各英文全体に [置き換え] ボタンがセットされており、どの英文上にマウスを移動させてもポインターが⊕に変わる。

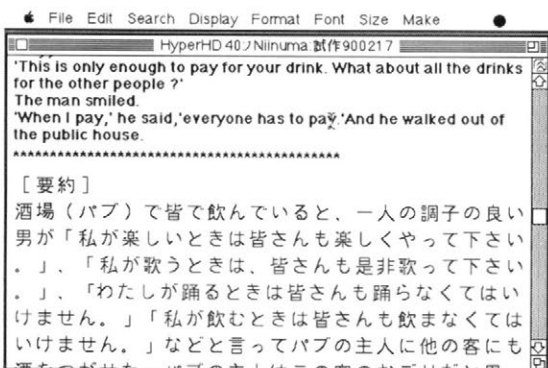
一部の英文をクリックしたところ。気楽な学習をめざしており、語句注ではなく、すべて訳文が埋め込まれている。極端なことを言えば訳文を中心に読んで時々英文を読んでもという程度の学習態度をも想定した教材である。学校での授業用というよりは社会人向けの教材スタイルである。当然読む内容が問われることになり、日本語の一般書と同様の発想が必要となるだろう。



英文を読み終って内容の要約を整理して、これから要約の答を参照しようとするところ。



[答]のところをクリックして要約の解を表示させたところ。



第3章 ● 研究の成果と今後の課題

① コンピュータ教材の今後の方向

文部省初等中等教育局視学官 山極 隆

1. コンピュータ教材の現状

我が国の学校教育におけるコンピュータ利用のうち、小、中、高等学校の普通教育における情報化への対応については、昭和60年を境に本格的な検討が開始されることとなった。

昭和60年は、しばしば我が国における情報教育元年といわれる通り情報教育をめぐる様々な動きがあった。すなわち、小、中、高等学校におけるコンピュータ等の整備について、教育方法開発特別設備費補助として国庫補助制度が発足し、これを契機に学校教育へのコンピュータ等の整備が急速に進められた。

また、同年2月、文部省は、「情報化社会における初等中等教育の在り方に関する調査研究協力者会議」を設置し、8月には、「第1次審議とりまとめ」が公表された。

このような国の施策に応じて、各都道府県、市町村教育委員会においても、学校にコンピュータを導入すべく、積極的な動きが見られるようになった。

コンピュータの学校への導入に当たっては、①ハードウェア、②ソフトウェア、③教員研修の三つが相互関連的に推進されていかなければならないが、どうしても初期のうちはハードウェアが先行するのはやむを得ないと思われる。

平成元年現在、コンピュータの設置率は、小学校21.0%、中学校44.8%、高等学校96.3%になっているが、新学習指導要領の実施に向けて、ここ2～3年のうちに、急速に設置率が高まってくるものと思われる。

一方、ソフトウェアについては、文部省の平成元年度の調査によると、コンピュータを設置する学校におけるソフトウェアの平均保有本数は、小学校19.6本、中学校27.5本、高等学校78.5本となっている。

また、ソフトウェアの平均保有本数は、小学校6.2種、中学校7.1種、高等学校14.4種となっている。

ソフトウェアの入手方法は、市販ソフトが67.7%（小学校73.9%、中学校59.7%、高等学校68.9%）であり、次いで、自作ソフトウェア20.6%（小学校15.0%、中学校23.1%、高等学校21.4%）の順になっている。

この事からも分かるように、市販ソフトウェアは、小学校が一番多く利用され、高等学校が利用率が少ないが、自作ソフトウェアはその逆になっている。

また、ソフトウェアのうち、教科用ソフトウェアの保有本数を教科別に見ると、小学校では、算数、国語、理科、中学校では、数学、外国語、理科、高等学校では、数学、理科の順で多い。

学習用ソフトウェアの現状を見ると上の教科用ソフトウェアの教科別保有本数からも想像できるように、市販のソフトウェアとしては、圧倒的にドリル型、チュートリアル型が市販されている関係で、それを使用する教科も、国語、算数、数学、外国語といった習熟度に差が出やすい教科で使われることが多いことが分かる。

また、自作のソフトウェアについても、いわゆる教材作成支援ツールとして作成されるソフトウェアは、フレーム型のドリル型、チュートリアル型、動画的アニメーション型のものが多い関係で、教科の保有本数も同じような結果がみられる。一方、このソフトウェアの特徴を日頃の学校における指導様式から考案することができる。

我が国の普通教育におけるコンピュータの導入に当たっての哲学は、当初は、「個に応じた学習指導を支援するコンピュータの利用」という考えが圧倒的に多かった。

すなわち、我が国の伝統的な一斉指導による授業方法は、その良さもあるが、ややもすると学習に遅れがちな生徒をつくり出すなど問題も多く、もっときめの細かい個に応じた指導を行う事を通して、分かる授業、落ちこぼれを出さない授業を実現することが重要視されてきた。このような個に応じた指導を助ける道具として、CAIとしてのコンピュータが脚光をあびてきたのである。

そのような考えのもとで作成され、使用されるソフトウェアは、コンピュータ先生が一人一人の児童生徒に対してステップバイステップで質問を出す式の「理解定着型」「反復習得型」のソフトウェアが中核となった。また、そのようなソフトウェアを使った方が、内容を理解させることが容易であるばかりではなく、教え導くことに慣れている教師にとっては、自分のティーチングスタイルを変える必要もなく、使い勝手がよかったと言えよう。

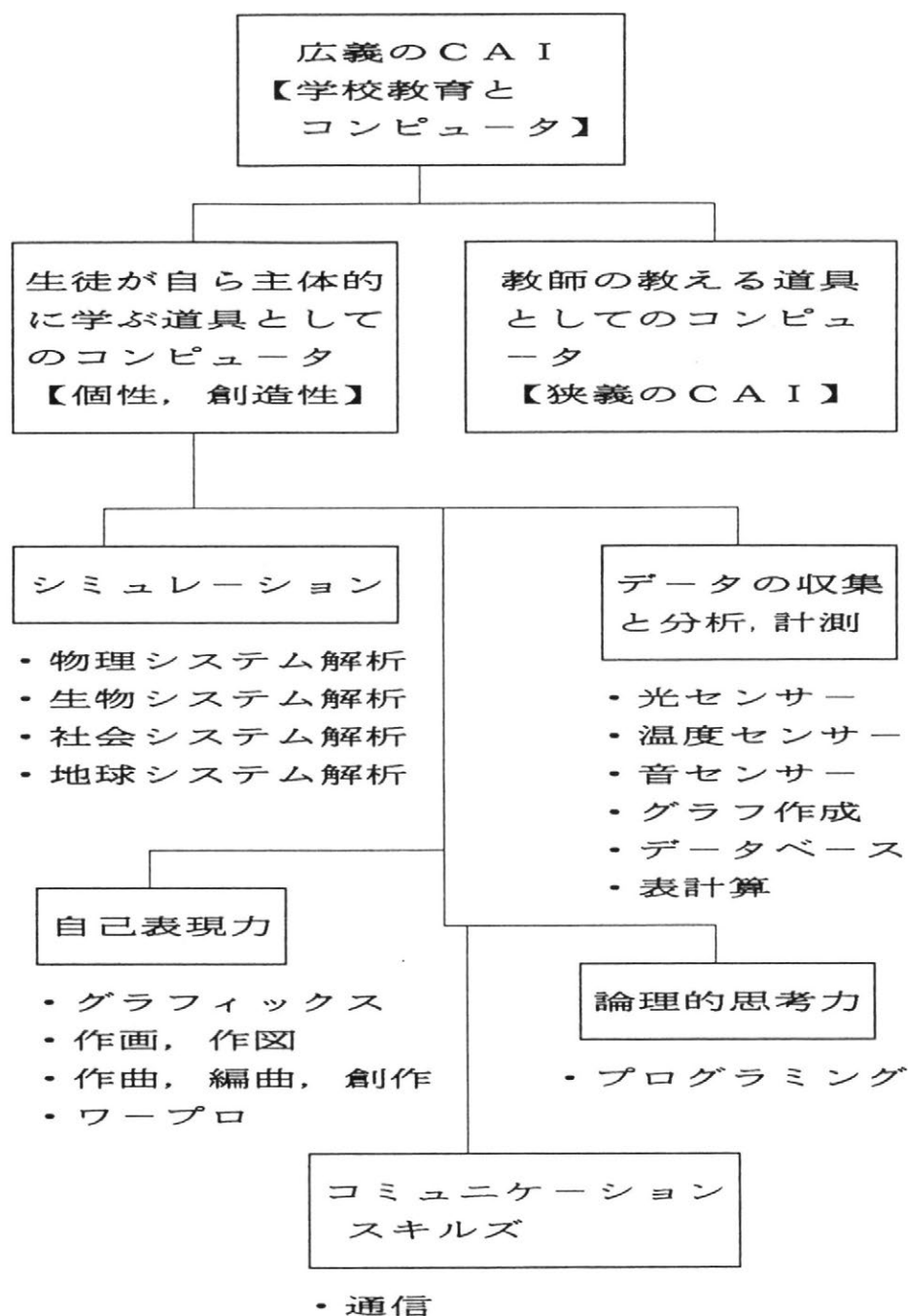
2. コンピュータ教材の今後の課題

平成元年3月に告示された新学習指導要領は、基礎・基本の徹底とともに、生徒の問題解決能力及び個性・創造性の育成、思考力、判断力、表現力などを学校教育でより一層充実することをねらって改訂された。これらの能力や態度の育成こそは、21世紀に生き、国際社会で活躍する国民を育てるためにも必要であるからである。

そのためには、単にコンピュータを従前のように「個に応じた指導を支援するためのコンピュータ利用」という哲学で使用するだけでなく「生徒の個性や創造性を育て、生徒の主体的な問題解決能力を育てることを支援するコンピュータの利用」とか、「生徒の観察、実験や直接体験を支援し、強化し、触発することを助けるツールとしてのコンピュータの利用」と言った哲

学のもとでコンピュータを利用することが、ますます重視されよう。

そのような考えに基づいたソフトウェアとしては、単に、理解定着型のソフトウェアの使用と言うよりも、教科に基づく検索型、計測型、シミュレーション型、通信型などのソフトウェアを開発し、従前のような教え理解させる授業とともに、生徒が自ら考え創造する授業を、充実するような、ソフトウェアがますます必要になってこよう。さらには、ハイパーメディアのように、コンピュータと他のメディアの連動、静止画像、動画像、音声などをコンピュータに取り込み、生徒の主体的な問題解決力を育てるようなソフトウェアの開発や利用が望まれよう。そのためには、そのような質の高いソフトウェアを授業展開の中で使いこなせる優秀な教師が多くいることが望まれるとともに、これからの教師は、真に教科の指導力が問われることとなるだろう。



② ハイパーメディアの教育利用の可能性

文部省大臣官房政策課情報処理室室長 橋本 幹夫

「これがハイパーメディアだ」といえるメディアはまだない。現時点では理想のメディアである。ただし、ハイパーメディアの擬似的な環境をつくりだすことは可能である。ここではその段階でハイパーメディアが一般化された場合を想定して、教育利用の可能性について考えることとしたい。

擬似的なハイパーメディア環境は、新しく開発されたマルチタスク、マルチウィンドウのOSを持ったパソコンや、今回の研究で使用したマッキントッシュのハイパーカードを使って作り出すことが可能である。新しいパソコンでは、画面上に自由にウィンドウを開き、その中に動画を取り込むことができる。ハイパーカードを利用して、CD-ROM やビデオディスク等を連結し、音楽、静止画、動画、音声等の多様な形態の情報をふんだんに扱ったソフトウェアを制作することができる。

1989年12月13、14日の両日、千葉の幕張メッセで「マルチメディア国際会議'89」が開催された。この催し物は、日本コンベンションセンター（幕張メッセ）の国際会議場及び国際展示場を使用して「より人間的なメディアをめざして」をテーマに、各種セミナー、展示会、ワークショップがもたれた。セミナーには、ニコラス・ネグロポンテ、ジョン・スカリー、ウィリアム・ゲイツ、アラン・ケイなど世界の第一人者が一堂に会したビッグなイベントで、マスコミを含む多くの人々の関心を集めた催し物であった。

このイベントを通して強く感じたことは、これからの情報環境は間違いなくマルチメディアやハイパーメディアの方向に大きく動きだしており、テーマにあるように、一層、我々人間により近いメディアの開発に力が注がれるようになるということである。

展示会には21社からの出展があったが、マッキントッシュのハイパーカードで開発したソフトウェアが目だったように思う。このような新しいコンピュータ利用の流れに注目してハイパーメディアの教育利用の可能性について考えてみたい。

1. 新たな教材開発の試み

1988年度から日本視聴覚教育協会では文部省の補助をうけて、メディア・ミックス教材の試行的な開発に取り組み、「文京文学館」というソフトウェアを制作した。展示会や専門雑誌にも紹介されたが、教育関係者の評判もまずまずである。教材開発の新たな可能性を示す一つの試みといえよう。

この試みの先行事例としてアメリカのバンクストリート教育大学が政府からの補助をうけて開発した「ミミ号の航海」(The Voyage of the Mimi)がある。この教材は小学校高学年から

中学生を対象としたサイエンス教育のためのもので、主教材はテレビ番組である。これにテキスト、掛け図、コンピュータ・ソフトウェア、ワークブックなどの多様な教材群と教師用手引書が用意され、まさに、画期的なメディア・ミックス教材である。1989年に日本においても放送されたので実際にテレビ番組を視聴した人もいると思う。

テレビ番組は、鯨の実態調査のため帆船ミミ号で北大西洋を航海する冒険物語を15分番組13回に分けて構成している。主人公の小学生と共に、おじいさんの船長、男女の科学者、男子高校生や女子中学生がミミ号に乗り込み、乗船し出帆してから帰ってくるまでの冒険物語が描かれており、その中に、科学や数学に関する多くの学習課題が埋め込まれている。学習者である子供たちが、主人公になったつもりで自然なストーリーの展開の中で科学的な課題を発見し、学習を進めることができるように数々の配慮がなされている。

この教材が優れている点は、学習者自身、何故このような課題が出てくるのかが自ら理解できることである。物語の展開が映像で与えられ、学習者にとっては間接体験ではあるが、課題が生じる文脈を自然な形で受け入れられるようになっている。また、ドラマの内容に応じて博物館や研究所を訪れ、間接的ではあるが専門分野における実体験が可能ないようにドキュメンタリー編も用意されている。学習課題も一方的に提示されるのではなく、ドラマの展開の中に埋め込まれており、学習者に「発見」させるようになっていることである。しかも、映像視聴だけでなく、コンピュータ操作や、絵や写真の豊富なテキスト、海図等の掛け図の利用など学習方法を多様にし、さらに、グループ学習に適した教材として制作されている点である。

このような先例を参考にして「文京文学館」は開発された。教材の中心に既存の映画教材を置くことによって、開発する教材全体を生き生きとした豊かな文脈を有するものにしていく。使用された映画教材は、1988年教育映画祭優秀映像教材選奨最優秀賞受賞作品『ぶんきょうゆかりの文人たち～観潮楼をめぐる～』（岩波映画製作所）である。この映画は、森鷗外を中心として、明治の時代、東京の文京区にあった鷗外宅「観潮楼」や区内の文人たちと鷗外との関わりを、書簡等豊富な資料を紹介しながら描いた作品である。

ハードウェアはアップルのマッキントッシュとビデオディスク、ビデオモニターを連動したものである（図1）。マックのハイパーカード（バージョン1.2以上）、漢字トーク（バージョン2.0以上）の下で操作可能になっている。ハイパーカードのスタック上でランダムアクセスできるように映画教材はビデオディスク化してある。

このソフトウェアは映画からの映像データに加えて、ハイパーカードによる10のスタックが用意されており、映像情報で得られない多くの資料を利用できるようにして教材としての深みを持たせてある。この資料情報も文字情報だけでなく、イメージリーダーで取り込んだ静止画や図面、音声情報など、学習の展開がより豊かなものになるように工夫されている。全ての操

作がマウス一つで行えるので、キーボードを扱うことが苦手な人や、コンピュータに初めて触れる人にも抵抗なく操作できる。

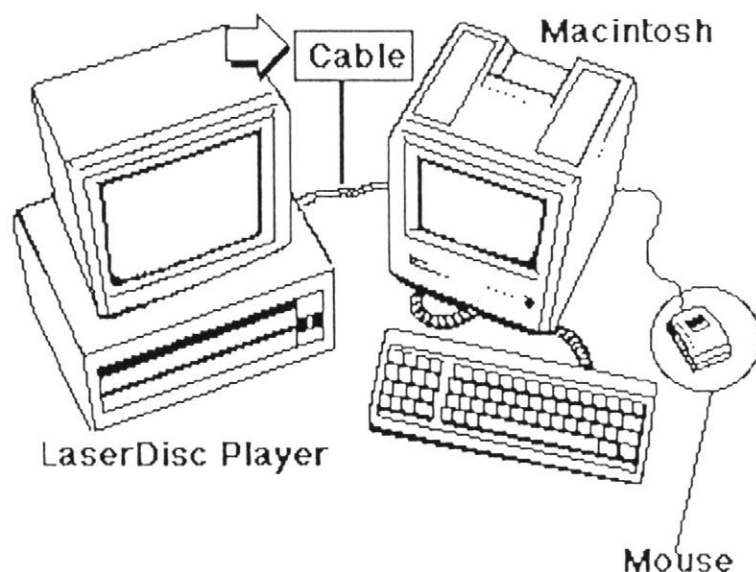


図1. ハードウェアの構成

2. ソフトウェア『文京文学館』の概要

文京文学館のソフトウェアは、メディア・ミックス教材の試作として開発されたものであるが、マルチメディア教材、ハイパーメディア教材と呼ぶこともできる。

この教材には、前述したようにハイパーカードによる10のスタックとビデオディスクからの映像情報とで構成されている。『文京文学館』はその一つで、ソフトウェア全体のメインメニューを提示する言わばソフトウェアの入り口になっている。文学館（図2）の建物の中に入ると館内の案内板等（図3）に続いて、廊下づたいに鷗外、漱石、逍遙の書齋（図4）がそれぞれあり、その次に映像館（図5）や鷗外記念図書館の案内図等（図6）が設けられている。それぞれの画面にはさまざまなボタンが隠されて設定されて、興味のある場所をマウスでクリックするとリンクされた関連情報が提示される。例えば、映像館の扉をクリックすると、扉が開きボタンという音とともに扉が閉まり「ぶんきょうゆかりの文人たち」の映画がスタートしたり、案内板の鷗外の部分をクリックすると、鷗外の書齋の画面に変わる。また、電話回線と連結されていると、図6の電話機をクリックしただけで鷗外記念図書館に自動的にダイヤルするようになっている。この教材は、学習者が何らかの指示をしなければ先へ進まないようになっており、指示も隠しボタンやアイコン（絵文字）をマウスでクリックするだけなので、コンピュータに初めて触れる者にも簡単に操作できるように工夫されている。教材というよりも学習材と



図2. 文京文学館

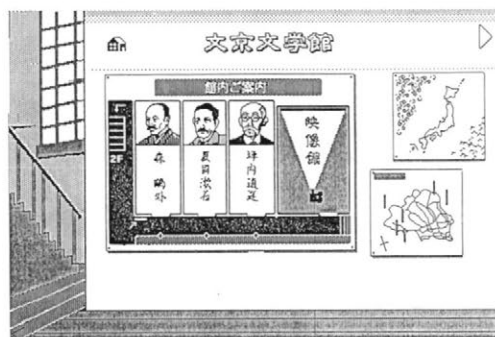


図3. 館内の案内

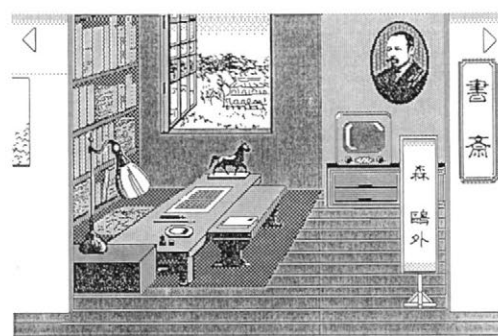


図4. 鷗外の書斎

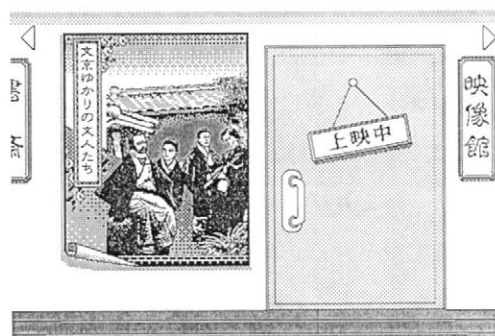


図5. 映像館の入り口

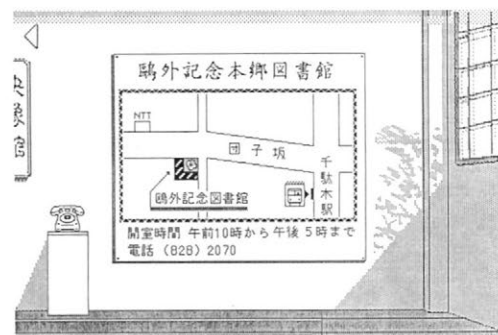


図6. 鷗外記念図書館の案内

呼ぶのに相応しいものである。

ソフトウェア全体をコントロールする「文京文学館」のスタックの他に主なものとして次のようなスタックが用意されている。

【映画解説文京編】 レーザーディスクの映画の1カットずつに対応してシナリオインデックス(図7)とそのカットに関連させたカット数分の静止画像で構成されている。シナリオイン

デッキの番号をクリックすると、その該当するカットが映し出されるので、レーザーディスクプレーヤーのコントロール機能を持っている。

〔文人案内文京編〕 映画に登場する38人の文人を解説したスタックである。主な作家に関してはイラスト一覧にした文人案内目録(図8)が用意され、それぞれのイラストをクリックすることで、該当する「文人カード」が提示されるようになっている。

各文人毎に解説した文人カードは、複数のカードから出来ており、本名、生年月日、出身地等の紹介、代表的な作品、トピックスなど文人に関する基本的な事柄が解説されている。

〔作品案内文京編〕 作家の代表作を解説したスタックである。テキストで作品の簡単な紹介が得られるようになっており、蓄音器を示すアイコンをクリックすると、作品の一部の朗読が流れる。

〔年表(1857~1927)〕 鷗外年譜、漱石年譜、事件、世界の出来事、文化等に関して事項毎の年表がスタックとして用意され、二つの年表を左右に同時に表示できるようになっている。学習者は、自分の興味ある事項を選択して表示し、それぞれを対比しながら学習する。西暦と元号の切り替えもマウスで自由に行えるように工夫されている。

〔鷗外アルバム〕 映画の中心人物である森鷗外の文人カードの付録としてつくられたスタック(図9)である。鷗外に関する写真を集め、アルバムの形態で整理してある。鷗外の文人案内からこのスタックに入ることが出来る。

〔文人地図文京編〕 日本地図から東京、文京区、観潮楼周辺、観潮楼の見取り図などから構成されるスタックである。文京区に住む文人達の住まいの位置関係などを視覚的に捉えることができる。

〔使用手引文京編〕 「文京文学館」のソフトウェアについて、その内容や利用方法等について解説したスタックである。初めて使用する人のために、ハードウェアやスタートの仕方、スタックの種類や内容、操作方法や用語解説(図10)など組み込まれている。

使用手引文京編以外のスタックは個々に独立したものでなく、相互に関連して検索が可能になっている。例えば、鷗外の書齋の本棚をクリックすると、鷗外の代表的な作品を揃えた本棚のアップ(図11)が提示され、個々の本をクリックすると作品案内文京編の該当する情報を映し出すように、スタック内の情報は独立しておりスタック相互間で自由に利用しあえる。

このソフトウェアは前述したように、利用者の何らかのアクションで起こさなければ動かないが、情報がネット状にリンクされているので、学習者の操作によっては迷子になったり、同じ箇所を何度もループしたりすることになる。そのような場合、簡単に回避できるように、情報には隠しボタンの他に(図12)のようなアイコンが付けられて該当するスタックへいつでも入っていけるようになっている。

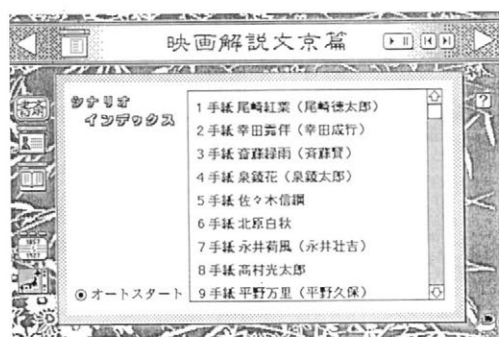


図7. シナリオインデックスの例



図8. 文人案内目録



図9. 鷗外アルバム

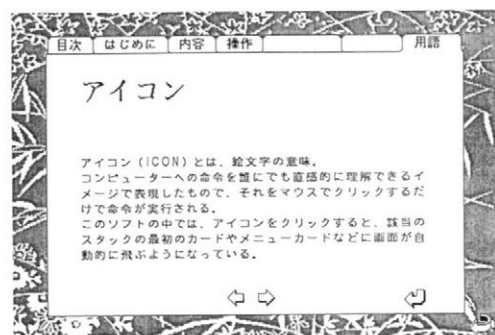


図10. 用語解説の例



図11. 鷗外の本棚

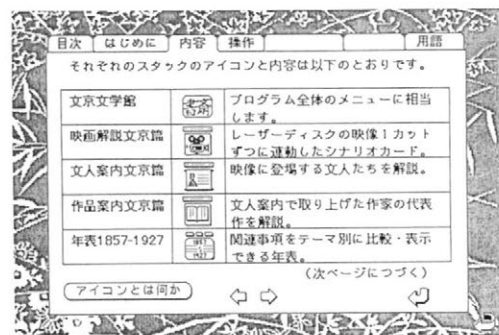


図12. アイコンの例

3. ハイパーカードの長所

マッキントッシュのハイパーカードを使って開発されたソフトウェア「文京文学館」を通して、これからの新しい教材開発の一つの方向が見えてきたように思う。この教材は、ネットワーク構造を持つハイパーテキストと多様な情報を同一レベルで取り扱うマルチメディアとの融

合によりつくられ、その長所を十分に生かしたものになっている。

ハイパーテキストとは、情報を小さな単位に分割し、それらを相互に関連づけて整理することで、人間は昔からこのような形で情報や知識を整理してきた。我々が情報・知識を整理するときに使うインデックス・カードやKJ法などもハイパーテキストの一形態と言える。情報処理の分野におけるハイパーテキストの概念は、1945年、Vannevar Bushの‘As we may think’にそのコンセプトが述べられ、1960年代に入って、Douglas EngelbartやTheodor Nelsonなどが中心になってコンピュータによるシステム開発が始まった。

テキスト情報だけでなく音声、静止画、動画など扱う情報を多様化するマルチメディアとドッキングすることで情報の専門分野だけでなく、教育や他の多くの分野での利用の可能性を増大させた。基本的には、‘As we may think’（思いのままに）、我々が普通に考えるのと同じように情報が整理されるので、教育においても従来のメディアと違った情報の取り扱いができ、新しいパターンの教材開発の可能性を秘めていると思う。

「文京文学館」を通して、ハイパーメディアの主な長所を整理すると、まず第一に、文字や数値情報だけでなく、音声、静止画、動画を同一の概念で取り扱えることで、豊かな教材の開発が促進される。第二に、教材の展開が固定的なものではなく、個々の利用者に応じてそれぞれ異なった展開を可能にする教材の制作が可能である。第三に、既存の優れた教材、資料を新しい視点から生かすことができる。第四に、個人学習やグループ学習での利用や教師等の学習指導での利用などそれぞれの目的に応じた利用を可能にし、従来のメディアより柔軟な構造を持たせることができる。第五に、利用者が自由に情報を付加することなどが比較的容易に行える。以上の他にも多くの長所を見出すことができる。

ハイパーメディアは、視聴覚教育、教育工学等の従来の流れを変えてしまうほどの潜在的なパワーを秘めているように感じられる。特に、文字、音声、静止画、動画等のいろいろな情報を同一のメディアで、しかも、同じレベルで取り扱えることは、従来の教材のイメージを完全に覆すものである。従来の図書は、文字、図表、写真等で表現することになるが、音声情報や動画情報を含んだより分かり易い新しい電子出版の可能性を一層拡大することになる。このことは、従来、メディアによって制約を受けていた表現形態の殻を破るもので、表現内容等を使用するメディアによって修正する必要はなくなる。このようなことが可能になったのは情報がデジタル情報としてコンピュータ上で同じように扱えるようになったからである。

4. ハイパーメディアの教育利用の可能性

ハイパーメディアは、今のところ未来のメディアである。その教育利用を一般化して論じることは無理であるが、ハイパーテキスト、マルチメディアの融合化によって作り出されたメデ

メディアと割り切ってその教育利用の可能性を考えてみると、3.で述べたハイパーメディアの長所を充分生かすことが教育利用の一つの方向と言えよう。

(1) 情報活用能力の育成の手段

ハイパーメディアの普及は、教育におけるコンピュータ利用をより身近なものにすると思われる。新しい学習指導要領においても情報教育の必要性が強調され、社会の情報化の進展に対応した改訂も多く見られる。特に、コンピュータの急速な導入がここ数年、小・中学校を中心に進んでいる。しかし、ハードウェアを整備しても充分活用されるためには、教員研修や優れたソフトウェアの整備・充実が重要になる。小学校では、コンピュータについて学習することより、コンピュータに慣れ親しむことを基本にした情報教育が進められることになると考えられるので、コンピュータ自身の操作が簡単で誰にでも取り扱い易いことや、ソフトウェアで扱う情報もテキスト情報だけでなく音声や画像など豊かな情報で理解し易いものの開発が期待される。「文京文学館」の例でも分かるように、マウスによる簡単な操作性と映像情報やイメージ情報による理解の容易性に併せて、学習者の主体的な指示でコントロールされるソフトウェアが開発、利用されることで、学習者の情報活用能力の育成が一層図られることになる。

(2) 教材の開発の変化

映画等の映像教材の制作は時間や経費がかかるばかりでなく、多くの経験豊かなスタッフが必要であるため、多種多様な教材が開発されにくい状況がある。そこで、ビデオテープやビデオディスクなどにパッケージ化して利用されたり、放送番組としても活用するなど多様な形態で活用される。しかし、今までの映像教材は、情報の提示順序を変えたり、新たな情報を加えたり、若干修正したりということが難しく、今日の教育課題である「個に対応した教育」などの視点から考えると、それ自体が優れた教材であっても全ての学習者に対して同じように優れているかというところは限らない。

教育関係者から他人が開発した教材は使いにくいという声をよくきくが、客観的に優れた教材であっても、利用する立場から主観的に判断すると必ずしも期待するものとびったり合致することは少ないであろう。学習者に個性があるように、指導者にも個性がある。指導者にとってあまりかっちりと完結している教材ほど利用しにくいものはないだろう。これからの教材開発は、目的が明確で利用が少数の特定された者に限定されるものか、利用者（指導者も学習者も含む）によって多様な展開が可能なもの、または、利用者が教材の内容の修正や追加が可能なものなどの柔軟で自由度の高いものが主流を占めると考えられるが、ハイパーメディアは、後者の条件を満たす教材開発の手段として注目されるであろう。

(3) 教育方法の改善

教育において各種メディアを活用した教育実践が展開されている。映画、放送、コンピュー

タ等、その時代、時代に脚光を浴びたメディアがある一方、教育現場に導入されながら十分に活用されずに埃を被ったままのメディアもある。今までのメディアは、メディアと情報・メッセージがいわばセットになっており、視聴覚教育の実践・研究の分野でも、現在は放送教育、映画教育、教育工学関係等、様々な団体によってそれぞれ独自に進められている。それは、教育にとって大切である情報そのものがメディアにより限定されて、教育メディア研究が情報・メッセージよりメディアそのものを重視しすぎた傾向があったように感じられる。最近、コンピュータが小・中学校に導入されるようになって、その傾向が変わりつつあるが、ハイパーメディアの出現は、今までばらばらに行われていたそれらの実践・研究の流れが一本に融合化される切っ掛けになるほどのインパクトがあると考ええる。

ハイパーメディアが教育の場で使用されるまでにはまだ時間がかかると思われるが、メディアの教育利用に関する研究は大きくその方向を変えるようになるだろう。情報・メッセージとメディアの分離、メディアのフュージョン（融合）が教育界にもたらす影響は小さいものではない。ハイパーカードの長所を紹介したが、その長所が教育で生かされることにより、ソフトウェアをより重視した教育メディアの研究が一層進展することが期待される。

教育におけるメディア利用の歴史は短いですが、新しいメディアの開発普及により徐々にではあるが一步一步前進してきた。そして、ソフトウェア開発も着実に進展しているが、ハイパーメディアによって教育方法も一層多様化され、改善されていくことが期待される。

③ 英語教育とハイパーメディア

東京大学教授 鈴木 博

1. 英語教育に利用されてきたメディア

英語教育で使われてきたメディアの種類は他教科と大差無い。音声の提示にはレコード、ラジオ、テープ、それに最近ではCDが使われ、文字と画(及び写真)の提示には黒板、掛図、各種印刷物、スライド、OHP、フラッシュカード、テレビカメラが、音声と画、特に動画との組み合わせには映画、テレビ、最近ではビデオが使われている。音声を中心とする学習の個別化のためにはLLがある。コンピュータとワープロの利用も広がりを見せ始めている。この中で英語教育独特と言えるのはフラッシュカードとLLくらいであろう。

ところがメディアの利用方法となると、英語は言葉そのものを学習対象とするために、言葉を使って、新しい知識や技術を習得することを目指すその他の教科とはかなり異なる。テープ一つ取っても、他の教科と違って吹き込まれているものを一通り聞いて終わりという利用方法は少なく、その一部、多くの場合各文を繰り返し聴取し、同時に模倣して口頭練習をしたりする、というように英語教育ならではの使い方をする。しかし、利用方法をメディアの組み合わせという観点から見るとまた他教科と同じ様相を呈してくる。すなわちメディア単独の利用が多く、マルチメディア的利用という時でも一つの学習目標に向かって次々に異なったメディアを使うという意味でマルチメディアと称する場合が大半である。

同時利用の例としては次のように劇映画またはテレビドラマを教材にした授業があげられる。LL教室で、まず映画またはドラマの一部を視聴する、と同時にそのサウンドトラックをブースのテープレコーダーで録音する(ビデオとLLの同時利用)。そのシーン内容についてまたは言語表現についての質疑応答(英語または日本語)のあと、あらかじめ用意されている空所補充問題をOHP、テレビカメラまたはプリントで提示し、学習者は自分の席のテープを聞いて空所を埋める(OHP等とテープの同時利用)。学習者は配布される完全台本を利用してサウンドトラックを録音したテープについて反復聴取や模倣練習を家でする。次回の授業では自宅学習対象の部分にテストがある。映画を再視聴する途中画面を止め、止める直前の台詞、すなわち最後に聞いた台詞の書き取りまたはその台詞の意味を日本語で書くというテストである。そのあと、ビデオを繰り返し視聴しながら、各人が選んだ役割について台詞を俳優と同時に言う練習をする。繰り返す度に音声の音量を下げ最後は俳優の代わりに学習者の言う台詞だけが聞こえるようにする。その段階に達したところでLLのカンファレンスの機能を利用してそのシーンの登場人物を担当する学習者の声だけを教卓で拾いビデオテープにアフレコする(LLとビデオの同時利用)。以上は英語教育における数少ない複数メディア同時利用の例である。

3、4年前から英語教育に取り入れられ始めたクローズド・キャプションも一種のマルチメ

ディア利用と言える。現在、アメリカのテレビ放送番組、特に劇映画やドラマのほとんど、それに市販のビデオテープおよびディスクの多くがクローズド・キャプションになっていて、視聴中登場人物の台詞がアダプターのボタン一つで画面に出たり消えたりする。パソコンと組み合わせるとその台詞が自動的に記録されるので台本作成の強力な助っ人となっている。このアダプターをそのまま授業で使うと、音声、映像、文字を同時に提示したり、いずれかを消して提示することも出来るのでさまざまな教育技法が使える。

2. マルチメディアの問題点とハイパーメディアの可能性

1.で取り上げたように映画やテレビドラマをビデオテープまたはディスクで提示してマルチメディア的利用をすると、教育上有効なさまざまな技法が使い、他の方法では得られない大きな学習効果をあげることが出来る。しかし問題が無いわけではない。大きな学習効果が期待出来るのは教師がある程度機器の操作に慣れている場合である。学習者が学習目標に向かっていかに大きな興味を抱いて学習にいきしんでも教師が装置の操作に不慣れでもたまたましては学習意欲を阻害してしまう。授業には一種のリズムがあって、それに乗って学習が進むと効果が期待出来るがそうでないと必ずしも効果があがらない。悪くすると学習者がその学習方法に嫌悪の気持ちを抱くこともあり得る。

もう一つの問題点は如何に教師が操作に熟達していても、現在の装置ではそれぞれの作業に移る度に少なからず時間を要することである。慣れた教師なら次の学習作業についての解説や指示を言いながら準備をすることも出来るが、それだけ余裕のある行動が取れるようになるにはかなり長い期間の実習が必要である。しかもしばらくその技法を使わないでいるとたちまちもとのもたもたした状態に戻ってしまう。この二つの問題を解決するには、教師の努力と装置の改善に依るしかない。そして後者の解決方法として現れたのがハイパーメディアであると言ってもいいであろう。

ハイパーメディアでは、同時に利用したい機器がすべて一つの装置で制御出来る。今までのようにそれぞれの機器を一定の順序で操作しなければ動かないということはない。一つの学習作業毎にいくつかの操作を必要としていたのがハイパーメディアでは一つか二つの操作で足りる。教師は操作に気を取られて肝心な指導そのものがおろそかになるという非教育的な状態から逃れられる。授業に必要な音声、文字、映像、3種類の資料を瞬時に取り出して、思い通りに組み合わせ提示し、学習者は快適な学習のリズムに乗って学習に専念することになる。

以上は現在英語教育におけるマルチメディア利用上の問題点を解決するという観点からハイパーメディアを考えたが、次にハイパーメディアの英語教育にもたらす恩恵を具体的な学習活動の面から見ることにしよう。

3. ハイパーメディアの利用

ハイパーメディアの特長がはっきり分かるように個別学習または小グループ学習形態における学習を考えることにする。そして教材としては1. で述べた劇映画またはテレビドラマが録画されているレーザーディスクLDの利用を想定する。

学習者はまずパソコンでLDをコントロールして本日学習する映画の場면을視聴する。勿論反復視聴も思いのままである。同時に音声トラックをカセットテープに録音して自宅学習に備える。今日の場面で理解出来ない箇所があったらハイパーメディアの利点を生かして学習する。例えば台詞を何回聞いても何と言っているのか分からないなら、マウスで台本のアイコンをクリックする。すると画面にその台詞が文字の形で現れる。難しいと思われる語は太字で示されていてそれを選んでクリックするとその語の意味が英語または日本語で示されると同時に発音が聞こえてくる。更に応用のアイコンをクリックするとその語の例文が英語の説明または邦訳と一緒に示される。以上の代わりに、辞書でその語を引いたのと同様に辞書のページがそっくり映し出される。単語の意味が分かっても台詞全体の意味が掴めないときは、意味のアイコンをクリックするとその説明が英語で現れ邦訳が示される。理解出来たところでその台詞の部分を繰り返し視聴する。繰り返しのアイコンをクリックするだけでいい。

台詞のスピードがはや過ぎてついて行けなかったら、スピードを遅くする機能を使うか、その台詞と同じ調子で明瞭に聞けるように録音した台詞を聞く。それはあらかじめ三つのはやさで録音してあり一番はやいのは映画の台詞と同じにしてある。遅いのから耳を慣らして次第にはやさを上げて行き最後に映画の台詞そのものを聞いても分かるようにしようというのである。

理解を要するのは言葉だけではない。ジェスチャーも意志を伝えるのに大きな働きをするのでそれを理解することは言語表現の理解と同じくらい重要である。そのジェスチャーが口から出る言葉と反対の意味を表しているときは特にそうである。シーンに出てくるジェスチャーの意味がはっきりしない場合はジェスチャーのアイコンをクリックする。すると動画の演示とともに音声と文字で解説がなされる。更に関連のアイコンをクリックするとそのジェスチャーに似たジェスチャーの演示と解説や同じ意味を持った日本のジェスチャーが現れる。

その他の文化的背景についても同じことが可能である。例えばそのシーンに出てくる品物で日本ではあまり見かけないものとか場違いなもの、あるいは多くの日本人がおやと思うものについて何らかの方法で印がつけられたらその印またはそれに代わるアイコンをクリックすることによってその品物について、名称、その用途、その品物がそこにあることの意味などの解説が現れるということも可能であろう。

学習する場面がすべて理解出来たと思ったところで理解度を試すテストを受ける。テストは登場人物の氏名、人間関係、職業、身分について、場面がどこであるか、何が行われているの

か、というような基本的なことから始まり、次第に話の内容に入る。例えば、AはBに何を依頼しているのか、Bはその依頼をなぜ断るのか、Aは断られた時何と言ってBをおどしているのか、等々、内容についての質問が続く。回答は多肢選択方法でも人の名前のように単語をキーボードから入力することも可能である。正解の時はほめ言葉とともに次の問題が提示され、間違っている時は選択した項目に従ってそれがどうして間違っているかという説明とヒントになる情報がLDの関係箇所の再生、台詞の音声あるいは台本の文などの形で与えられる。回答をする前にLDをもう一度再生して確かめることも出来る。最後にこの場面の次はどのような予想するかという質問に答えさせたりしたら次回の授業への興味を喚起するであろう。

一斉授業の場合、教師はLDを一種のデータベースとみなしさまざまな情報を検索して例示するために利用することも考えられる。例えばジェスチャーの学習で他のシーンに出て来る同じジェスチャーを検索して見せたり、同じ言語表現を検索して違う場面でその語がどのように使われているかを学習するのに使える。また、挨拶の表現、喜びや詫びの気持ちを伝える言葉などが使われているシーンの検索も可能である。同様に受け身や仮定法の文、あるいはWould you～?が使われているシーンを検索するとか、発音に関してはcan't doとcan doの差に慣れるようにその二つを次々に検索して、それがどちらであるか言わせるのも効果的用法であろう。このような検索はハイパーメディアにしてはじめて可能になったのである。

以上述べたのは優れた教材としてすぐにも入手可能な、そして学習者の興味をそそる市販の劇映画やテレビドラマを利用することを前提としているが、米国テネシー大学のメラ教授が制作したドイツ語学習のコースウェア「ドイツ語の旅」のように遊びの要素を加味して楽しみながら外国語を身につけるように自作することも考えられる。この作品では\$10,000を持ってドイツへ渡り四つの目標の内の一つを選んで持ち金が無くならない内に目標を達成するように仕向けられる。通訳の役をするパソコンに英語で話しかける量が多ければ多いほどそれだけ持ち金が無くなる仕組みになっている。

このように見てくると、ハイパーメディアはわれわれが夢に描いていた英語の教授・学習の多くの手法を実現させてくれるものであることが分かる。

4. ハイパーメディアの限界

ハイパーメディアが如何に素晴らしい機能を持ってわれわれ教師、学習者を支援してくれるとしても、所詮それは実生活とは異なり、如何に現実味を装って学習者に働きかけてもそれはあくまでもまがいのものである。機器で練習したあとは必ず生きた人間とのやり取りがなければ現実に使えるようにはならない。ハイパーメディアと言えども万能ではないのである。

④ データベースとハイパーメディア

放送教育開発センター教授 菊川 健

1. 計算処理からデータベースへ

コンピュータの出現当時は複雑で大量の計算処理を高速に実行するためにデータ解析や設計計算に用いられてきた。

その頃のコンピュータの利用形態は高価なコンピュータを効率よく利用するために複数の利用者のプログラムをまとめて実行するバッチ処理形態がとられた。次に遠隔地からの利用に応えるためにデータ通信による RJE (Remote Job Entry System) 形式の利用もできるようになった。さらに、データ通信とコンピュータの結合は TSS (Time Sharing System) による ON LINE 処理に発展した。

バッチ処理など、初期のコンピュータ利用はプログラムとデータが一對一に対応した形式であり、当時のシステムはプログラマーとオペレータなどの専門家によって運用されていた。次に、コンピュータの処理能力が増大するとともにコンピュータは単なる計算機としての利用方法から社会生活に密着した情報を扱う情報処理マシンとしての性格をつよめていった。

この頃から、データをプログラムから分離・独立させ、データ部分を集合し構造化して多数の要求の異なる利用者が共同でデータを利用するデータベースの形態が誕生したのである。

データベースは目的によって種々の活用形態がある。典型的な例の一つは利用度の高い共有可能なデータをコンピュータに蓄積して利用者の目的に応じて繰り返し利用する形態であり、情報検索システムなどがある。また、時々刻々と変化するデータを対象としたデータベースにはメッセージ交換システムやバンキングシステムなどがある。これらのシステムの利用者はプログラムやデータの物理的な構造を意識することなく目的を達成することができるのが特長である。

いずれにしてもこれらのデータベースは数万件あるいは、それ以上の大量のデータを誤りなくしかも効率よく扱う思想が基本になっている。

2. 三層スキーマと DBMS

データベースを構築する際には、一般にデータベースに関わりを持つ集団をその立場によって分離する三層スキーマと呼ばれる方法をとる。

三層スキーマは①外部スキーマ (要求の異なるそれぞれの利用者からみた記述) ②概念スキーマ (特定の利用分野によらずデータそのものの立場で記述したもの) ③内部スキーマ (コンピュータの立場で記述し物理的なデータ格納までを考慮する) からなり利用者、データベースの組織体管理者、データベース管理者の役割分担を明確にした点が重要なポイントである。こ

れにより利用者や組織体管理者は特別なコンピュータの知識がなくてもそれぞれの立場でデータベースに対する要求さえ明確にすればデータベースを利用したり構築したりできるようになった。また、データベースシステム構築のための専用ソフトウェアである DBMS (Data Base Management System) が出現しデータベースの構築や管理が一層容易になった。

DBMS によるデータ構造の記述は、項目の親子関係で記述する階層構造型、表の集まりとして記述する関係型などがある。DBMS は主として DDL (データ記述言語)、DML (データ操作言語) からなり、データの完全性 (誤ったデータや不完全なデータのデータベース混入を防ぐ)・安全性 (データ破壊の防止や機密保護など) を充分に考慮して作成されているので共同で利用する貴重なデータを保全するうえで重要な機能を持っている。また、DML による記述はプログラム言語による記述よりも簡潔で容易にしかも短時間にプログラムを作成することができるため、さまざまな利用者の異なる要求に応える応用システムを素早く作成できる利点がある。

このように、DBMS はデータベース構築の基本的な考え方を反映したものとといえるだろう。

3. パソコンの出現とデータベース

これまで述べてきた汎用大型コンピュータの時代から1970年代半ばにパーソナルコンピュータが出現し、文字どおり個人でコンピュータを所有して利用できる時代になってきた。CD-ROM などの新しい媒体を用いた電子出版事業の進展は大量の情報を個人で所有して利用することを可能にしてきた。

汎用コンピュータではマルチユーザ、マルチタスクの環境下でコンピュータを共同利用する思想を貫いている。一方、パソコンではシングルユーザ・シングルタスクが基本であるが、マルチタスクでしかもマルチユーザ環境下で動作するワークステーションも普及し始めた。

このように、機能面では汎用コンピュータとパソコンが接近しているように見えるが、汎用コンピュータは巨大なデータ蓄積能力、強力な通信制御機能、高信頼性、情報の共有という観点からサーバーとしての基本的な性格があり、一方のパソコンは OS なども汎用コンピュータに比較して単純でパーソナルユースの視点からマンマシンインターフェースを重視する。したがって、これからのシステムは汎用コンピュータとパソコンを補完的に利用する役割分担を進める必要があるだろう。

4. ハイパーメディアとデータベース

メディアということばは、いろいろなレベルで使われている。すなわち、ある場合は物理的な装置や媒体、あるいは情報を伝える伝送路、また、言語、映像、音声など人と人とのコミュニケーションの手段としてのメディアを指す場合もある。

これまで、物理的な装置としてのメディアは、映画、TV、VTRなど時間直列型の機能を持つ機器（内容を時間的に順番に提示する形態）を中心にして発達してきた。しかし、最近、光ディスクなどランダムアクセス機能を持つメディアが出現しコンピュータ制御によって言語、音声、映像などを統合して取り扱うことのできるマルチメディアデータベースの考え方が生まれた。

マルチメディアでは様々な情報が提示されるのでマンマシンインターフェースが重要な要素となってくる。したがって、文献データベースなど言語情報（その多くは文字コードで表現された）を扱うデータベースの構造とは異なったアプローチが必要になってきた。

これまでのデータベースはデータの論理的な構造を明確にして、先に述べたDDLで記述し構造化したデータを蓄積する。したがって、情報の検索も論理式による検索が主体で内容や構造による検索が得意である。しかし、必ずしも構造を明確に持たず多様な解釈が成り立つ映像等を検索する場合には問題がある。

そこで、関連するデータ（情報）を一つのノードとしてリンクによって関連づけておき、一つの文脈として芋づる式に情報を引き出すことが考えられた。TRONの実身一仮身、ハイパーカードなどはこの考えによる。ここで、データベースとハイパーメディアの比較をしてみよう。データベースではさきに述べたようにデータ構造が明確で論理的な構造を持っているので検索も論理的におこなえる利点がある。またデータ間は独立であり言い替えれば文脈を持たない。これに対してハイパーメディアではノードとリンクによってデータが結合されるので、ある種の文脈の表現が可能である。しかし、データの探索は予め設定されたリンクに頼るためにデータ自身の論理関係で探索することができないので探したい“情報にたどり着かせる”にはリンクの張りかたに工夫がいる。また、ブラウジング機能がないのでデータを概観することができないことや(CEC仕様89などではこの機能がある)、探索の過程が第三者にトレースできないので、たとえば教師が生徒の探索過程を知ることができないなどの欠点がある。それに複数のユーザが同一のデータ利用するとき、ネットワーク状のリンクを張るハイパーメディアではコピーや更新・変更に関して複雑な問題を発生させる危険性がある。

5. 素材の共同利用にむけて

コンピュータで扱う画像にはイメージ情報とCG(コンピュータグラフィックス)がある。イメージ情報はカメラやイメージスキャナによって入力される情報がありテレビの映像などもイメージ情報の一種である。一方、CGはコンピュータのコードによるプログラムによって描画されるものであって両者は全く異なるものである。CG情報は論理的に画像を創り出すものであるから基本的には“疑似の世界”であり、非常に抽象的で情報の密度は高い。ビデオテック

ス画面などは代表的な例である（ビデオテキストは映像音響データベースの一種と考えられる）。それに対してイメージ情報は現実の事象をそのまま記録する“事実の世界”であるために一度失われると再現不可能な情報である点がCGと大いに異なっている。

最近、ハイパーメディアの出現によって、映像・音響・テキストなどを統合して教材化し、マルチメディア教材を制作しようとする機運が高まっている。

質のよい教材を作成するには質のよい素材を入手することが先決である。特に、これまでに制作された伝統的メディアである映画・スライド・写真・掛図・レコードやビデオテープなどの映像音響資料はこのようなマルチメディア教材の素材として大きな働きをされると考えられる。

映像資料は、図書のような整理保管法が確立されておらず、貴重な資料の散逸、品質の劣化に直面している。映像音響資料データベース構築の意義は、歴史的な記録や貴重な資料を計画的・組織的に整理し資料の散逸や破壊から保護し、利用面での共有化を図ろうとするものである。映像音響資料データベースの開発は、映像資料の組織的な保存、情報の流通を側面から支援することができる。

したがって、データベース化にあたっては資料の自由自在な活用のために資料の相互利用の精神を周知し著作権の障害を乗り越える知恵を協定などのかたちで反映させることが肝要である。今後、公的機関をはじめとして各種団体など関係機関において映像音響資料の重要性の認識が深まり映像音響資料データベースの構築が促進されることを期待するものである。

⑤ これからの教育メディア

当研究財団評議員 堀内 道夫

パソコンは出現してから10余年で、学校教育にも正式に教育メディアとして位置づけられた。ソフトもこれに呼応して徐々に良いものが出つつあるが、ハイパーテキストやCD-ROM等の出現に及んでパソコンの使用環境が大きくかわろうとしている。

パソコンの教育利用の歴史をふりかえってみると、まず初期にはハードの制約が大き過ぎたためプログラムはなるべくコンパクトで作りやすいドリル的なものが発達したが、それではペーパー教材に対して優位性があまりないため、次第にプロダクティビティーツール（コンテンツフリー）として使おうという動きになり、ワープロや表計算、グラフィック等のどの教科でも使えるソフトが重要視されつつある。

しかし逆に何にでも使えるソフトは各々の教科での位置づけが難しくもあり、国語でワープロを授業に組み入れるとなると、どのような授業設計をすればよいのか、戸惑う先生も多いのが現状である。つまりどんな良いソフトがあっても、それを使いこなす技術が無いと宝の持ちぐされになるわけで、これからはユーズウェアの開発が大変重要となる。それにはデータベースの活用がキーポイントとなるであろう。

現在パソコンの機能がアップし、外部メモリーに絵や音や膨大なデータが入るCD-ROMも付くようになった。そのため、自由度が大きくとれ、今迄の教師が使っていたデータ（掛図、OHP、スライド、カセット等々）が全て同一条件で使えるようになり、教室で生徒のレベルに合わせていろいろなデータを提示して、授業を深めていくことができるようになるわけである。こうなると今迄の授業の形態を（パソコンが入ったからといって）くずさずに異和感なくこのメディアを使うことができるようになるであろう。つまり、ハードの時代が終わり、ソフト（プログラム）の時代も過ぎ、ようやく今迄生徒や教師が慣れ親しんだ教材そのものに直かに触れることができる時代が到来したと言える。

ハードやプログラムの時代が終わったという意味は、それらが空気のように目に触れなくなることを行うのでありその為には、ハードもソフトも大幅にグレードアップしてヒューマンインターフェースを良くしなければならないのである。現在のパソコンはテープで言えばまだオープンリール時代と同じで一部の人しか扱えないが、ようやくウォークマン的な手軽さで扱えるパソコンが登場しつつあるのは喜ばしいことである。

筆者は学校用のパソコンが本格的に使える条件としてCEC創設当時より次のことを主張してきた。

1. ともかく小型にすること。（ICメモリーカード使用）
2. 教室に少なくとも1台おき、OHPや大型のプロジェクターに接続して使うこと。

3. ソフトはシミュレーション機能をふんだんに用い、文字が拡大自由になること。
4. 静止画(カラー)をOHPで投影したり、画面と音を連動させたり、アニメーションができること。

非常に欲ばった仕様であったが、ようやく今これらの殆どが実現しそうであり、技術的インフラは整った。さて、これを使いこなすにはやはり教師の今迄の経験と創造性に期待しなければならないが、教材データベースが手元ですぐ使える環境が整備されれば、必ず使う人達はふえてくると信ずる。

現在文部省が推進しているコンピュータ教室でLANを組むという標準スタイルは柔軟性に欠けるという点で米国ではもう反省の気運が広まりつつある。データベースの活用はいつでも、どこでも、簡単に、というのが原則であるので、これを常に意識したシステムを組まないと成功はおぼつかない。ハイパーテキストもこのような視点で活用して初めて真価を発揮するであろう。

『今年末には次世代電子手帳(ICメモリーカード使用)やスーパーファミコンなどが登場するが、それがようやく教育用パソコンとして大衆に使われるような気がしてならない。FM-TOWNSも超小型になりPS-55Zのような高精細画面であると理想の教育メディアになり得るのだが……。長生きしてこれらの行く末を見定めたいと思うこの頃である』

⑥ 本研究の総括

東京工業大学教授 坂元 昂

1. 研究のねらい

学習者の個性，創造性を発揮させる主体的学習活動をコンピュータによって支援することを可能にした新しいメディアが，ハイパーメディアである。本研究は，このハイパーメディアの一つとして注目を集めている，ハイパーカードとガイドという二種のソフトウェアを用いて，教材を作成し，学習者に試行することをとおして，教材作成過程の効率化，教材の質の向上，学習効果の向上などが見られるか否かを検討し，さらに，その経験からえられる解決すべき問題点の指摘を行うことをねらいとする。

2. 方法

文献と実物のソフトウェアの検討によって，ハイパーメディアの特徴や機能を研究し，4人の現場教師が，四つのテーマをとりあげて，ハイパーカードあるいはガイドを用いて教材の作成を行った。制作に先立ち，研修の後，1989年7月から11月にかけて，実際の作成にとりくんだ。試作品は，学習者に試行し，その反応を調べた。

3. ハイパーメディアの特徴

1930年にアナログコンピュータを開発した，MITのブッシュが，1945年，「思いのままに」という論稿で描いた夢が，エンゲルバートの各種のインターフェース，たとえば，マウス，ウィンドウなどの開発，1967年のネルソンのハイパーテキストの提案，アラン・ケイのダイナブックの提案を経て，1987年，アトキンソンのハイパーカードの開発に至って実現されることになった。約40年の間に，ワードプロセッサ，グラフィックス・ツールなどが生まれ，それらが統合される形でハイパーカードが生まれてきた。これによって，コンピュータ利用の世界が，領域，利用者ともに一挙に拡大し，その後，続々とワードプロセッサ，グラフィック・ツール，データ・ベースなどの機能を統合する統合ソフトの出現を促すこととなった。

このハイパーカードの特徴は，文字，図，画，表，写真，音，動画像を同一画面に，ときには，ウィンドウによって分割された画面に別々に提示でき，学習環境を広げてくれる。

教材の構造としては，基礎の素材となるカードとそれらの間を自由に結びつける，いわば，概念のネットワーク構造を構成できる。そして，その全体構造関係を一見すること，さらに一画面から他画面へ，また一画面の一部から他画面へ，自由な結合を作ることができるという特徴をもっている。

具体的な作成手順としては，中心画面，補助画面，解説画面などを独立に多数用意しておき，

それらを、キーボード、マウス、イメージスキャナ、カメラなどをおして入力し、その間の連結を指定するだけでよい。従来のコースウェアは、とくに解説指導型のは、画面の配列を予め系統的にきちんと決めておき、教材作成者の考えた、指導の流れに沿って、学習者を誘導していくが、ハイパーカードによる教材では、ハイパーカードの用意した学習環境の世界を、学習者が、主体的に探りながら、資料を集め学習を進めていくことになる。ふつう、図書、資料、図鑑等を集め、必要な資料をとり出して、それらを組み合わせ考えていく過程をコンピュータによって支援してもらうことになる。

この意味で、知的CAIが、コンピュータそのものを知的にするのと異なり、知的な活動はもっぱら人間に残し、その素材や関係を、人間の知的活動がし易いように提供するところに特色がある。

4. 教材の作成

中学理科第1分野「原子・イオン」、同第2分野「地層の学習」、中学技術・家庭「4サイクルのエンジン」をハイパーカードで、英語「英語教材の小品試作4事例について」をガイドで作成した。「原子・イオン」は、CAIとして構成しているため、従来のフレーム型の展開に近いものとなっているが、作成の手間は楽で、画面間のリンクがし易かった。「地層」は、データベース型の教材で、一枚の地層画像のもつ秘密を、アイコンを使って、それぞれの事項の学習を主体的に深めていける。知識構造の習得に向いているものであった。「4サイクルのエンジン」も、知識構造のネットワークを用意し、各事項の結合を用意したもので、質問テスト、解答を含まない、いわば、百科事典のコンピュータ版であった。これにワークシートなども合わせ、発見学習の場を設営している。いわゆるCAIでない教材が、これらの2種で用意できた。英語は、ガイドを用い、英文のうしろに和訳をかくしておき、また、文章の注を用意しておき、学習者が自由にとり出せるようにしたもので、参考書で問題とヒント、解答をページをひっくりかえしながら見て学習するのをコンピュータにまとめた形のものである。

いずれも、作成が簡単で、学習者の評判も良かったが、写真の明瞭さ、画面に入りきらない解説文がわかりにくい点などに、改善工夫の余地が見られた。

5. 今後の課題

いわゆる伝統的なCAIではない、学習者の主体的な探求活動を促す学習環境を簡単に設営できる可能性を十分に活かす教材作りを研究することが、今後の大きな課題である。

教材作成時間の短縮以上に、コンピュータの教育機能についての考え方の転換をせまっているのが、ハイパーメディアということができよう。