

マルチメディア電子マニュアルの使い勝手の評価

芳賀博英¹⁾, 西野美奈子²⁾, 小嶋弘行¹⁾¹⁾ (株)日立製作所システム開発研究所関西システムラボラトリ²⁾ 日立西部ソフトウェア(株)

[概要]

我々はマルチメディア技術とハイパー構造を利用した独習型電子マニュアルの開発を行なっている。本稿では「はしご構造」と名付けたコースウェアの構造と電子マニュアルの評価実験について報告する。評価実験は電子マニュアルにおける学習効果とコースウェアの構成を検討することを目的としている。学習効果の測定はPre-test/Post-test法を、構成の評価は電子マニュアルに設定したリンクボタンの利用率の比較によって行なった。この実験により危険率1%で成績向上が認められ、また学習者の利用状況を分析することができた。

Experimental estimation of the usability of the multimedia electric manual system

HAGA Hirohide¹⁾, NISHINO Minako²⁾, KOJIMA Hiroyuki¹⁾
{haga, mnishino, kojima}@sdl.hitachi.co.jp¹⁾Kansai System Laboratory, Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.
Midohsuji S.G. Bldg., 3-6-1 Bakurou-machi, Chuo-ku, Osaka, 541 JAPAN²⁾Hitachi Seibu Software, Ltd.

Nissei Hitachi Bldg., 5-29, 3 chome Kitahama, Chuo-ku, Osaka, 541 JAPAN

[ABSTRACT]

We have developed the multimedia self-learning electric manual system with hyper structure teaching materials. In this article, at first, a new multimedia data structure, called "ladder structure" is briefly summarized, and its evaluation through the sample usage of the prototype system will be described. In a ladder structure multimedia data, each media has its own story based on its characteristics, and hyper links are defined between media to represent the close relationships between the contents of the data. The statistical hypothesis testing of level 1% test for nine sample users shows the effectiveness of this data construction methodology and the electric manual system based on this methodology.

1 はじめに

コンピュータの低価格化と普及によりソフトウェアの需要が急速に拡大している。そのため大量のプログラマが必要になってきている。この要求に応じて大量のプログラマを効率良く教育するために、コンピュータを利用したCAIシステム(Computer Assisted Instruction)の利用が望まれている。これはCAIシステムの利用によって大量の学習者を均質なレベルで効率良く教育することが可能だからである。また最近ではコンピュータで画像、音声等のデータの処理が可能となり、複数のメディアで表されたデータを対象とするマルチメディア処理技術が注目を集めている [1] ことから、このマルチメディアを活用したマルチメディアCAIシステムの試作が、各種の分野で行なわれている [2][3]。

このような背景からCAIシステムの開発が進められているが、CAIシステムの望ましい姿とはどのようなものだろうか？それは学習者が単独でシステムを利用することができ、CAIシステムそのものの利用法等を説明するインストラクターを不要とするものである。これを実現するには、学習者の学習スタイルを分析し、学習スタイルに適したユーザインタフェースを提供することが必要である。従来のCAIシステムはある一定のシナリオに従って教材を学習者に提供するようなシステムである。このシステムを利用する学習者は、「進む」「戻る」等のボタンを利用して教材を学習していくのである。これでは学習スタイルは固定化し、学習者は自由に学習できないという問題が生じる。

この問題に対処するために、ハイパー構造 [4] を教材に採り入れて学習者の多様な学習スタイルに対応しようとしたCAIシステムが開発されつつある。そして我々もまた、ハイパー構造を採用した独習型電子マニュアルを開発した [5]。

このハイパー構造を採用したCAIシステムに必要な機能については、システムの開発に伴って検討が行なわれている。しかしハイパー構造を利用した教材そのものについて、従来型の教材と比べたその構成法、学習効果等の検討は十分行なわれていない。そこで今回、独習型電子マニュアルによる学習効果とその教材の構成法について検討を行なうために、電子マニュアルを実際に利用し、その学習効果と利用状況を分析する実験を行なった。以下にこの評価実験について述べる。

2 独習型電子マニュアルの概要

今回対象としたマニュアルはプログラミング言語のマニュアルである。具体的にはルールベースのエキスパートシステム構築ツールES/KERNEL2[6]である。

従来のソフトウェア学習環境では、紙マニュアル、ビデオでの内容学習及びワークステーション等による実習という学習スタイルを探っていることが多い。独習型電子マニュアルでは、これらの学習環境を1つの計算機上で実現し、学習者の自己管理と自在なインタラクションによる疑似体験を可能にすることをねらったシステムである。また通常のオンラインヘルプの電子マニュアルと違い、学習者の単独学習が可能であるという「独習」という要素を含ませることを目標とし、文書主体の従来のマニュアルと学習(教材)としての両面の性格を満足する技術伝承手段を提供しようとするシステムである。

2.1 インタフェース・メタファ

電子マニュアルは表示処理システムとその上で実行、表示されるコースウェア(教材)で構成される。学習者に電子マニュアルを容易に操作させるために表示処理システムのユーザインタフェースにメタファの概念を導入した。メタファとは、「物事や考えを説明するとき、あいてのよく知っている物事を借りてきて、それになぞらえて表現する」(大辞林)ことである。このメタファの概念の導入で、ユーザのメンタルモデルからの類推が可能となり、またユーザにとってもユーザインタフェースの操作法を容易に推測させることが可能となる。メンタルモデルとは、自分自身や他者や環境、そしてその人が関わりを持つものに対して形成するモデルのことである。道具に対するメンタルモデルの多くは、道具のふるまいかたと目に見える道具の構造を解釈することによって形成される。それゆえユーザインタフェースへのメタファの概念の導入は、システムとの容易な対話を可能にするのである [5]。

本システムのインタフェースとして採用したメタファは、従来の学習で用いているメディアをメタファ化したものである。具体的にはComicメタファ、Videoメタファ、Bookメタファと名付けた3種類のインタフェース・メタファである。Comicメタファは静止画メディアを、Videoメタファは音声、アニメーション等の時間に依存するメディアを、Bookメタファは文字メディアを表示するメタファである。そして各々のインタフェース・メタファの機能や操作法を、現実のメタファの持つ性質と類似させている。こ

の類似性が先に述べたインタフェースの操作法に対するメンタルモデルの形成を容易にし、ユーザと独習型電子マニュアルとの対話を容易にするのである。

2.2 コースウェア

コースウェアは素材データと制御データに分かれている。素材データはさらにイメージデータ、テキストデータ、サウンドデータに分かれており、それぞれのデータはCD-ROMに格納している。制御データは、素材データをどのように学習者に提供するかといったコースウェアの構造を定義している。我々が開発したコースウェアの構造はハイパー構造を採用している。ハイパー構造における「迷子問題」[4]の解決と教材の作成のしやすさを考慮して、今回のシステムでは、図1に示す「はしご構造」のコースウェアを提案し、それに沿ってデータを作成した。

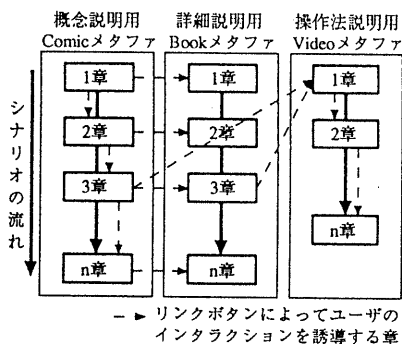


図1 はしご構造のコースウェア

はしご構造では、各教材のコマをそれぞれの内容に従っていくつかのグループ化する。今回のコースウェアでは、個々のメタファ毎にグループ化した。そして各グループの中でコースウェアを逐次的な順序で並べる。さらに別のグループから、あるいは別のグループへのリンクを定義する。学習者は、はしご上に設定した章から章への移動によって自由にメタファ間及びデータ間を参照することができる。また学習者の章構成とメタファから得る情報によって自分の位置を知ることが容易である。

今回開発したコースウェアの容量はおおむね次の通りである。

- 画像データ 約 300 枚で約 2MB
- 音声、音楽データ 約 40 分で約 300MB
- テキストデータ 約 300 個で約 0.5MB

3 評価実験

3.1 目的

今回実施した評価実験の目的は次の2点である。1つは独習型電子マニュアルでの学習効果の評価、もう1つは学習者の電子マニュアルの利用状況の分析による改良点の抽出である。利用状況の分析は、より学習しやすいインタフェースとコースウェアの構成法を提案し、今後の電子マニュアルの開発へとつなげていくためである。

3.2 実験方法

評価実験は、Pre-test/Post-test法[7]とアンケート記述方式で行なった。Pre-test/Post-test法とは、ある学習をする前と後で同一人物に対してテストを実施し、その成績を比較して学習の効果を測る手法である。実験に参加した人数は男性5人、女性4人の総数9人であった。

3.3 実験手続き

実験は次の手順で実施した。

1. Pre-testの実施
2. 電子マニュアルでの学習
学習者が再度テストを受けてもよいと判断するまで学習を行なった。学習中の休憩時間は1時間に10分間取得することにした。
3. Post-testの実施
4. アンケート記入

3.4 評価指標

上記の実験方法で得られたデータは次の評価指標に基づいて処理を行なった。

- 学習所要時間
- Pre-test/Post-testの平均点
- 有効度指数
有効度指標とは学習者個々の学力の伸びを測る指標である。その定義は次の通りである[7]。

いまある学習者のPre-Testの得点を $X(0 \leq X \leq 100)$ とし、Post-Testの成績を $Y(0 \leq Y \leq 100)$ とする。すると有効度指数 α は

$$\alpha = \frac{Y - X}{100 - X}$$

と定義できる

Post-testの得点 Y がPre-testの得点 X よりもよければ、すなわち学習効果があれば α は正となり、逆の場合負となる。この有効度指数の値が大きくなるほど電子マニュアルによる学習効果が大きいといえる。

- 初出リンクボタン利用率 U_f
これは学習者の電子マニュアルの利用状況を分析するための評価指標として提案する指標である。表示されたリンクボタン数(表示リンクボタン数)のうち、それが初めて表示された時に学習者が利用したリンクボタンの数(初出リンクボタン利用数)が占める割合を表したものである。従って初出リンクボタン利用率が高ければ高いほど、学習者はリンクボタンが初めて表示された時に利用する傾向があるといえる。なお、リンクボタンはComicメタファとBookメタファに設定してある。次式は初出リンクボタン利用率の算出法である。

$$U_f = \frac{\text{初出リンクボタン利用数}}{\text{表示リンクボタン数}} \times 100(\%)$$

- 非初出リンクボタン利用率 U_n
これも学習者の電子マニュアルの利用状況を分析するための評価指標である。表示リンクボタン数のうち、2回目以降に表示されたリンクボタンを学習者が利用したリンクボタンの数(非初出リンクボタン利用数)が占める割合を表したものである。初出リンクボタン利用率と非初出リンクボタン利用率を比較することで、学習者の初出リンクボタンの利用傾向を分析することが可能である。次式は非初出リンクボタン利用率の算出法である。

$$U_n = \frac{\text{非初出リンクボタン利用数}}{\text{表示リンクボタン数}} \times 100(\%)$$

またこの2つのリンクボタン利用率の和は、学習者が学習の間で利用したリンクボタンの利用率(全リンクボタン利用率 U_a)を表す。

- 設定数別リンクボタン利用率 U_p
Bookメタファのコースウェア1ページあたりに設定したリンクボタンの数は1~6個である。このリンクボタンの設定数で学習者のリンクボタンの利用状況が変化するか否かを調べるために提案する指標がこの設定別リンクボタン利用率である。次式は設定数別リンクボタン利用率の算出法である。

$$U_p = \frac{\text{設定別リンクボタン利用数}}{\text{設定別表示リンクボタン数}} \times 100(\%)$$

設定別表示リンクボタン数とは、学習者全員の実験データを通じて表示されたリンクボタン数を設定数別に分類した数である。例えば、3個のリンクボタンを設定したページが全学習者の実験データ中で10ページ表示された場合、設定別表示リンクボタン数は30である。設定別リンクボタン利用数とは、設定別表示リンクボタン数のうち学習者が利用したリンクボタンの数である。

4 実験結果と考察

実験結果から考察した独習型電子マニュアルによる学習効率、学習効果、そして電子マニュアルの利用状況を以下に述べる。

4.1 学習効率

学習効率を学習所要時間の結果から考察した。学習所要時間の平均値は2時間14分であった。当社における教育体系において同様のソフトウェアの概説の教育を8時間で実施していることから、独習型電子マニュアルを利用した教育の方が学習効率が良いと考えられる。

4.2 学習効果

電子マニュアルの学習効果をPre-testとPost-testの平均点の結果と有効度指数の結果で評価した。

1. Pre-testとPost-testの平均点

Pre-testの平均点が67.5点、Post-testの平均点が92.4点という結果から、独習型電子マニュアルの利用によって成績が向上したことが分かる。この平均点の増加から電子マニュアルの学習効果が確認できた。しかし「平均点の増加」という現象だけではこの結論を一般化することはできない。そこでPre-testとPost-testの平均点を対応のある t 検定[9]で統計処理を行なったところ、危険率1.0%(両側検定)で両平均点間の有意差が認められた。この t 検定の結果から電子マニュアルによる学習効果は有るといえる。

2. 有効度指数

有効度指数の平均値は0.69であった。有効度指数はその値が1に近いほど学習効果が高い、

いいかえると個々の学習者の成績の伸びが著しいことを示す。有効度指数の結果からも電子マニュアルで学習者の成績が伸びていることが分かる。しかしこの指標は実施状況、教科内容、学習者の年齢等の学習に絡む様々な条件で左右されるので、有効度指数の結果で一般化した評価を行なうことは必ずしも適切ではない[7]。そこで今回の結果は、今後の電子マニュアル開発のための一つの比較対象用のデータとして提示するととどめておく。

本来ならば電子マニュアルの学習効果を厳密に実証するには、電子マニュアルを利用したグループとそうでないグループとの学習効果を比較する必要がある。しかしそのような実験を行なうには教材のレベルをあわせたり、2つのグループの学習者のレベルを均質化したりするなど多くの条件の厳密な統制が必要である。今回の実験ではそこまで行なうことができなかったため厳密には電子マニュアルの有効性を証明したことはない。しかし3時間程度の学習で平均点が25点ほど上昇したということは、電子マニュアルが学習手段として十分有効であることを示している。

4.3 電子マニュアルの利用状況

学習履歴から、学習者はリンクボタンを設定したComicメタファとBookメタファのコースウェアを相互に参照しながら学習を行なっていることが分かった。そこでメタファの相互参照の状況を次の2つの条件でさらに分析した。

(1) メタファ内のリンクボタンの利用状況

(2) メタファ間のリンクボタンの利用状況

利用状況の分析は初出リンクボタン利用率 U_f 、非初出リンクボタン利用率 U_n 、全リンクボタン利用率 U_a 、設定別リンクボタン利用率 U_p の4つのリンクボタン利用率で行なった。

(1) メタファ内のリンクボタンの利用状況

(a) U_f と U_n の比較結果から

Comicメタファにおける U_f の平均値は56%、 U_n の平均値は15%であった。一方Bookメタファにおける U_f の平均値は39%、 U_n の平均値は9%であった。各々のメタファ毎に U_f の U_n の比較を対応のある t 検定で行なったところ、Comicメタファ、Bookメタファのどちらにおいても U_f が U_n よりも有意に高い値を示した。この結果から学習者はリンクボタンの利用によって詳細な情報を要求するか否かの判断を、そのリンクボタンが初めて表示された時に行なっ

ていると考えた。この考察に基づき、本電子マニュアル改良点を以下に挙げる。

- Comicメタファでの説明は複数のコマで分割して行なうより1つのコマで行なう方が望ましい。もし複数のコマにわたって1つの項目を説明する場合は、リンクボタンをその途中に設定しないこと
- Bookメタファのコースウェアにおいて、ハイパー構造の階層は最高3階層までとする。また項目を辞書的に説明するにはオンラインヘルプのような別のメタファを準備する方がよい

1つめの改良を提言した理由を以下に述べる。Comicメタファのコースウェアのシナリオは、ある1つの項目を「1コマで説明」したり、「ストーリー性を持たせて複数のコマで説明」したりしている。これは説明の形式を多様化させることによって教材の新奇性を持続させ、学習者の興味をひこうとしたからである。しかし U_f と U_n の比較結果から、後者のようなシナリオで途中にリンクボタンが設定されている場合、学習者はシナリオの流れを無視して関連する他のメタファに移動し、残りの説明を読まない可能性が高い。また残りの説明を読むために、元の場所に戻ってくるアクションが必要になる。これらのことから前者のようなシナリオの方がよいと考えたのである。

次に2つめの改良を提言した理由を以下に述べる。Bookメタファのコースウェアは階層的なシナリオで作成されている。最上位の階層のページで講義的な説明を提供し、次の階層で前階層に出現した項目を辞書的に説明するようなシナリオになっているのである。 U_f と U_n の比較結果から、このようなシナリオでは最上位のページを全部読まずに次の階層へ進むこと傾向が高いことになる。そのため理解度の深さがアンバランスのまま学習することになる。また階層間を行ったり来たりすることになり、シナリオの流れを把握するのが困難になる。これらの理由から上記の改良を提言したのである。

(b) U_p の結果から

表1は設定別リンクボタン利用率の結果である。これを F 検定 [9] で検定したところ、設定ボタン数で利用率に有意な差は認められなかった。

1ページあたりに設定したリンクボタンの数が、その利用法に影響を与えないのは、学習者がリンクボタンの利用判断をその項目が自分にとって必要か否かで行なっているからだと考えた。これは前述の U_f と U_n の比較結果の時と同じ考察である。さら

表1 設定別リンクボタン利用率の結果

設定ボタン数/ページ	$U_p(\%)$
1	59
2	41
3	48
4	32
5	31
6	50
9	0

にこのように考えた他の理由として、1 ページに 9 個設定したリンクボタンが全く利用されなかったことを挙げる。リンクボタンを設定した 9 項目は Pre-test, Post-test の問題と直接関係のないものであった。だから学習者は詳細な説明を不要と判断し、全くリンクボタンを利用しなかったと考えたのである。以上の考察から Book メタファのコースウェアの作成に関して次のことがいえる。

- Book メタファにおいて 1 ページに設定するリンクボタンの数は学習スタイルに影響を与えないので、その設定数はコースウェア開発者に任せてもよい

(2) メタファ間のリンクボタンの利用状況

Comic, Book メタファの相互参照の方法を分析するために、Comic メタファと Book メタファ間で全リンクボタン利用率 U_a の比較を t 検定で行なった。その結果、危険率 10.0% (片側検定) で有意差が認められた。これは学習者はリンクボタンを Book メタファの方よりも Comic メタファの方をよく利用することが多く、つまりは Comic メタファから Book メタファへ移動することが多いことを示す。この結果から学習者は Comic メタファのコースウェアをメインとして学習し、概要を把握した後、Book メタファのコースウェアでより詳しい内容を学習するという学習スタイルをとっていると考えた。つまり学習者は最初に提供された情報が自分にとって不足している時リンクボタンを利用するのである。このことは Comic メタファと Book メタファの特性からも検証できる。

Comic メタファで提供したコースウェアは ES/KERNEL2 の利用に必要な基本知識と概念を静止画像で簡単に説明したものである。そのため Comic メタファのコースウェアの情報量は他のメタファよりも少ない。一方 Book メタファのコースウェアはマニュアルの性格を強く反映し詳細な説明

を最上位の階層から提供する。このようなメタファの特性から、Comic メタファでは学習者はより詳細な情報を要求することが多くなるが、Book メタファでは詳細な説明を必要とするか否かは学習者それぞれに依存することになる。それゆえ Comic メタファでの U_a が高くなったのである。

4.4 アンケートの結果

アンケートの質問内容は次の 3 つに分かれる。

- Video メタファの教材の内容について
Video メタファのコースウェアの内容は ES/KERNEL2 の操作法である。このアンケートは Video メタファのコースウェアで説明した 13 の操作法を自分で再操作できるかどうかをチェックするアンケートである。このアンケートをまとめた結果は 13 項目中 5 項目に再操作に難しさを感じたという結果になった。その 5 項目はいづれも操作ステップ数が多い項目であり、操作説明に長時間要したものである。このことから Video メタファにおける説明は短時間におさまるような構成にする必要がある。
- コースウェア全体について
このアンケートはコースウェア全体の構成、難易度、内容量のチェックを 3 段階で行なったものである。これをまとめたものが表 2 である。

表2 アンケートの結果

質問項目	評定		
内容について	難	普通	易
	3人	6人	0人
内容量について	Comicメタファ		
	長	普通	短
	1人	8人	0人
	Bookメタファ		
	長	普通	短
	1人	8人	0人
内容量について	Videoメタファ		
	長	普通	短
	4人	4人	1人
構成について	良	普通	悪
	5人	4人	0人

この結果から Video メタファのコースウェアの情報量が多いと学習者が感じていることが分かる。しかしコースウェアの構成に関して否定的な評価がなかったこと、メタファ間の移動や位置情報に関する質問がなかったことから、本独習型電子マニュアルで採用した「はしご構造」は有効なものであると考える。

● 内省報告

学習者の内省報告は全部で 45 報告された。その内容を次のようにまとめた。

- ・電子マニュアル全体に関するもの ... 10 個
- ・コースウェアの構成に関するもの 5 個
- ・コースウェアの内容に関するもの 6 個
- ・表示系の機能や性能に関するもの 7 個

- ・レイアウトに関するもの 8 個
- ・電子マニュアル改良への提言 4 個
- ・休憩時間に関するもの 5 個

● その他

本実験に先だって、独習型電子マニュアルのヒューマンインタフェース部の評価予備実験を行なった。この時問題の 1 つとなったのは「学習者がどこまで学習するべきかと不安を感じた」ということである。予備実験では学習者に独習型電子マニュアルの操作性に注目させ、学習項目の理解や学習の終了時点は学習者の自由にさせた。この実験の方法が学習者に学習の目的を立てにくくさせ、上記のような問題が生じる原因になったと考える。しかし、今回の実験ではそのような不安を感じさせる報告はなかった。これは Pre-test の実施によって、学習すべき内容が明確に示されたからだと考える。このことから独習型電子マニュアルによって学習を行なうときは、学習目標を明確に学習者に与える機能が必要であることが分かった。

5 まとめ

近年急速に発展してきたマルチメディア技術を活用して独習型電子マニュアルを開発した。本報告ではこの独習型電子マニュアルの評価について述べてきた。以下にその評価結果をまとめる。

1. 学習効果学習時間は平均 2 時間 14 分であり、これは従来の教育体系に比較すると約 1/3 の所要時間である。また Pre-test/Post-test 法を用いて学習前 / 後の成績を比較したところ、テストの平均点は 67.5 点から 92.4 点になり、1%

の危険率で 2 つの平均点の差に有意差が認められた。さらに有効度指数のデータからも学習者の成績が伸びていることが認められた。これらの評価によって独習型電子マニュアルの有効性を実証することができた。

2. 構成法独習型電子マニュアルで採用したハイパー構造システムにおける「迷子問題」の回避策として「はしご構造」のコースウェアを提案した。この構造は、章構成とメタファから得る情報によって、自分が見ている教材の位置を知ることが比較的容易に行なえる。そのため教材の中で迷子になることが少なくなる構造となっている。本評価実験でも「迷子問題」の現象はみられなかった。そこでこのハイパー構造システムを実現するリンクボタンの学習者の利用状況を分析し、より利用しやすいのコースウェアの構成を検討した。その結果、学習者は初めてリンクボタンが表示されたときにそれを利用するか否かを判断することがわかった。このことからストーリー性のあるコースウェアにリンクボタンを設定するときは、そのストーリーの最後に設定する等の工夫が必要である。コースウェアのシナリオの作成法も学習者の学習方略に影響を与えるので複数の作成法を混在させない工夫も必要である。またメタファ間のリンクボタンの利用状況から独習型電子マニュアルのメタファの利用法は、Comic メタファを中心に利用し、その情報を補足していく形で他のメタファを利用したことが分かった。さらにリンクボタンの設定数はリンクボタンの利用状況に影響を与えないことがわかった。以上のように本実験では次バージョンの独習型電子マニュアルの作成法を提言することができた。

謝辞: 本研究の機会を与えていただいた(株)日立製作所システム開発研究所の前所長の堂免信義氏、現所長の春名公一博士、関西システムラボラトリ長の絹川博之博士、独習型電子マニュアルの開発にご協力をいただいた同所関西システムラボラトリの山田隆亮氏、松井勇樹氏、溜島真由美氏、日立西部ソフトウェア(株)総合企画本部の大野広宣氏に深謝いたします。

参考文献

- [1] 松原ほか：特集「出番がきたマルチメディア」, 日経バイト, 1991年1月号, pp.202-243(1991).
- [2] 赤堀ほか：ハイパーメディアを用いた教材開発の実際と課題, 電子情報通信学会技術報告, ET 91-26, Vol.91, No.73(1991).
- [3] 野口ほか：IntelligentPadを用いた創造的CAIシステム, 日本ソフトウェア科学会第8回全国大会論文集, G6-4, pp.585-588(1991).
- [4] Conklin, J. Hypertext: An Introduction and Survey, *IEEE Computer*, Vol.20, No.9, pp.17-41(1987).
- [5] 芳賀ほか：コミュニケーションの手段としてのマルチメディア電子マニュアル, 情報処理学会研究グループ報告, 93-TCG-3-11, pp.1-10(1993).
- [6] 増位ほか：エキスパートシステム構築ツールES/KERNEL2-総論-, 情報処理学会第43回全国大会論文集 5B-4, pp.3-315-3-316(1992).
- [7] 渡辺ほか：CAIハンドブック, フジノテクノシステム (1989).
- [8] 利島ほか：心理学のための実験マニュアル-入門から基礎・発展へ, 北大路書房, 京都 (1993).
- [9] 心理学実験指導研究会編：実験とテスト=心理学の基礎 実習編, 培風館, 東京 (1985).