

# コンピュータ支援学習における情報提示方法 とその効果をめぐる研究

*An Overview of the Researches on the Presentation of Learning Materials in  
Computer Assisted Learning*

向後 千春\* 赤堀 侃司\*\* 坂元 昂\*\* 浅田 匡\*\*\*  
Chiharu KOGO Kanji AKAHORI Takashi SAKAMOTO Tadashi ASADA

\*富山大学 Toyama University

\*\*東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

\*\*\*国立教育研究所 National Institute for Educational Research

あらまし： コンピュータ支援学習における情報提示法の効果を検討した研究を概観し、紹介した。コンピュータ本体、表示機器、記憶装置、ソフトウェア技術の発展によって、より大量のより忠実度の高い情報を適切に選択して、学習者に提供できるような環境が整いつつある。こうした自由度の高い学習環境を実現しつつある状況における最近の研究動向としては、(1)情報提示様式とそれらを組み合わせたときの学習効果、(2)情報提示順序による学習効果、(3)学習者の対話性による学習効果、という点に関心が集まっている。端的にはハイパーメディアと呼ばれるものがこの3点について新しい挑戦を具体化しているが、同時に教育への応用における問題点も指摘されている。

キーワード： CAI 教育メディア 学習環境 学習効果 研究動向  
ハイパーメディア 情報提示様式 情報提示順序 対話性

## 1. はじめに

コンピュータは教育のさまざまな場面において活用され徐々にその有用性が確認されつつある。しかし、そうした技術を教育支援システムのなかにどのように取り入れていくか、またその際にどのような方法が適切なのかということについてはなお研究を待たなくてはならない。

(財)ソフトウェア工学研究財団は、1990年度に(財)機械システム振興協会から「新コンピュータ支援教育システム」についての調査研究を受託した。坂元昂(東工大)を委員長とする、新コンピュータ支援教育システム調査委員会と3つの分科会、つまり、学習効果調査研究分科会、学習制御調査研究分科会、モデルシステム調査研究分科会が設置され調査研究がおこなわれた。

本報告は、学習効果調査研究分科会(主査：

赤堀侃司)がおこなった調査研究とそこでの議論をもとにして、コンピュータ支援学習における情報提示方法とその効果についての研究を概観したものである。

## 2. 情報提示様式と学習効果

この節では、音声、文字、イラスト、アニメーション、そしてテキストの電子化のそれぞれの情報提示様式に関する学習効果の研究を取り上げる。また、二つ以上の提示様式がクロスされたときの相互作用についても言及する。

### 2.1 音声

視覚は聴覚の2倍の記憶効果があるという報告がある(清水,1989)。それによると視覚と聴覚と組み合わせた場合は、聴覚だけの6.5倍、視覚だけの3倍以上を記憶していると報告されて

いる。

音声のみの提示による不利は、藤田・伊藤(1989a,1989b)でも報告されている。音声のみの提示とこれに写真と文字を加えて提示した場合にはその再生率に有意な差があり、また、音声のみでは正しい文字を再生することは困難であることが報告されている。

梅沢他(1989)は大学生30人を対象にして、生物科学ビデオ教材を用いて、3つの教材を作成した。質問によって被験者がどの映像を注視するかをアイカメラで測定した。発話プロトコルを分析した結果、次の結果をえている。音声映像に先行する教材(F条件)、映像と音声同期する教材(C条件)、音声映像に後続する教材(B条件)を比較したところ、F条件とC条件はB条件よりも教材理解に優れていた。

## 2.2 文字

CALにおけるテキストスクリーンのデザインの問題については、印刷されたテキストの研究を含めて Isaacs (1987) でレビューされている。

彼は、CALにおけるスクリーンのデザインについて、教材の内容やその配列といった問題に比べて知見が少ないことをまず指摘している。スクリーンのデザイン問題は、表示方式そのもののローカルな問題と、ひとまとまりのテキスト全体をどのように提示するかという問題に分類できる。

ローカルな問題については、文字の種類や反転・下線・カラーといった文字属性についての使用原則がまず提示されている。さらに、一行の長さは8-10単語程度が読みやすいこと、ジャスティフィケーション(右揃え)をすると読みにくくなること、一行の幅によるのではなくて文のシンタックスによって改行をいれると(Unix Writer's Workbenchなどの方式)読みやすくなる、といった知見が紹介されている。

スクリーン全体の提示方法の問題としては、スクリーンの分割やポップアップウィンドウといった提示方法によってかなり使いやすくなるということが示唆されている。その中には、テキスト全体の中のどこにいるのかという位置情報を常に表示しておくことや、指示やエラー情報の提

示の仕方などの示唆が含まれている。

## テキストの量

テキスト提示における分量の効果については G.R.Morrison と S.M.Ross が一連の研究を発表している。

Morrison et al. (1988) と Ross et al. (1988) は教材画面のデザインの変数としての文章の量(論文題名ではテキストの密度と表現されている)の効果を検討している。初歩の統計の教材を使ってテキストの分量、つまり教科書などの説明文をそのままとったものか、あるいはそれを要約したものか、が成績や遂行時間にどのような影響を及ぼすかについて調べたのである。

その結果、要約テキストは通常のテキストと同じ成績をおさめたが、時間は短くてすんだ。要約テキストについて、同じ内容を印刷した条件と比較してみると、コンピュータ提示のほうが、「十分である」と評価する割合が高いことがわかった。

これらのことから、コンピュータによるテキスト提示に関しては、本などの文章スタイルをそのままもってくるのではなくて、分量として減らした要約テキストの方が適切であることが示唆された。また、できれば、学習者によって文章のスタイルを選択できるようにすれば良い効果があげられることも示された。

また、その後 Morrison et al. (1989) は、スクリーン上に表示されるテキストの分量はどれくらいが学習者に好まれるかについて調べている。

スクリーン上にどれくらいの分量でテキストを表示するのがよいかを調べるために、密度を変数にとり、スクリーンごとに一対比較して、また、同一スクリーンで比較して実験が行われた。その結果、被験者は中程度から高い密度による表示をより好ましいと評定した。

この結果については、さらに、情報を与えるタイプの提示か、あるいは「学ぶために読む」事を目指した教授タイプの提示か、によって考慮されることが必要である。また、学習者の好みだけでなく、実際のパフォーマンスによる検討も必要であると彼らは指摘している。

## 文字の表示方法

山崎・格口(1990)は、大学生男女84名を対象にして、フリッカー測定器を用いて視覚系の疲労の度合いを実験した。その結果、ディスプレイ上の背景色と文字の色の組み合わせは、赤と緑の背景において黒または白の文字は目が疲れやすく、逆に、白の背景で黒の文字は目の疲れが少ないことがわかった。

野田他(1983)は、小学生36名を対象にして、文字のビデオ教材を作成して実験をおこなった。その結果、文字サイズ・文字の書体・視力・座席の順で読み取りやすさに影響し、また、大字・ゴシック・中字・楷書・明朝体・小字の順で読み取りやすさに影響することが明らかになった。

Shneiderman(1987)は、文字情報の表示について次のような留意点を指摘している。(1)普通、文字の表示速度は速すぎるため、読んだ内容の理解が不十分になりがちである。(2)1画面が一瞬に表示できるようにし、ユーザーにこの作業方法に慣れてもらい、自分自身のペースで読ませる方法もある。(3)全画面をすべて読む必要のないときは、高速の表示が望ましい。高速の表示はユーザーにとって好ましく、遅延にたいする不満が解消できる。

## 2.3 イラスト

テキストにおけるイラストの効果については、Levie & Lentz (1982) が包括的なレビューを行っている。彼らはイラストのついたテキストとテキストのみの材料を用いてその成績を比較した55の研究を取り上げ、一貫してイラスト付のテキストの方が良い成績をあげていることを確認している。また、彼らは写実的なイラストや写真以外にも重要なものとして、空間的な情報をより効果的に表現する地図、概念的な関係を表現するダイアグラム、学習者の先行知識を活性化する先行オーガナイザのひとつであるグラフィックオーガナイザ、学習後の定着を高める学習者による描画、イメージ化、などを取り上げて解説している。最後にイラストの持つ機能を次のようにまとめている。(1)材料に注意を引き付ける。(2)材料の中で注意を方向づける。(3)楽しみを与える。(4)感情や態度を変える。

(5)理解や記憶を高めることにより学習を進める。(6)追加情報を与える。(7)読みのできない者を援助する。

## 効果的なイラスト作成のための知見

Rankin (1989) は、よりわかりやすいイラストを作成するためのモデル(フローチャート)を提案している。しかし、これは大部分実験による根拠があるものではなく、モデル作成の過程をデモンストレートすることを意図したものである。

Hurt (1987) は、テキストに添えられたイラストの効果を調べるためには、そのイラストが果たすべき機能とテキストとの関係を明かにすることが必要であるとして実験を行っている。その結果から、具体的な現象がある場合(光合成のしくみなど)には、アナログ的な図よりも文字表示のある図の方が効果的で、逆に非現象的な情報を伝えたいとき(筋肉の働きなど)はアナログ的な表現の方が効果的であると結論している。

## 絵と文字との相互作用

今井(1983)は幼稚園児・保育園児を使って、文字の熟知度の大小と、教材の絵の有無による4条件を設定して実験をおこなった。その結果、よく知っている文字を用いて文字の読みを学習した場合は絵を提示しない方が絵を提示したよりも成績が良く、また、よく知らない文字を用いて文字の読みを学習するときは絵を提示した方が提示しないよりも成績が良いことがわかった。

斉藤(1986)は大学生48名を対象にして読字学習における絵の効果を検討した。その結果、同時提示よりも経時提示の方が成績が優れており、学習すべき単語がよく知っている語であるときにかぎり絵が示されると成績が低下することがわかった。

佐賀(1974)は大学生30名を使って、刺激語に対して物理的属性を記述する感覚印象反応(SIR)実験をおこなった。その結果、名詞反応は線画刺激の方が文字刺激よりも多く想起し、形容詞反応は文字刺激の方が線画刺激よりも多く想起することがわかった。全体として、反応時

間は線画刺激の方が長いことがわかった。

北条(1989)は中学生347名に対して英文を用いて実験をしている。その結果、文字だけよりも画像と文字の併用が効果的であること、部分画を見た群と全体画を見た群では有意差はないが全体画を見た群のほうが若干得点が高いこと、画像を英文の後にみた群の方が英文の前に見た群より高い得点を示す傾向があることが明らかになった。

浦田・中野(1989)は高校生127名を対象にして英文を用いて実験している。文字+線画、文字+写真、文字のみの条件を比較するとこの順番で学習効果が高い。また、写真の併用では事後テストで成績が悪くなるが、これは多くのキューが写真に含まれていることが原因だと考えられる。画像の新奇性がある場合は画像への注意を喚起したり、注目を引くという効果があることがわかった。

## 2.4 アニメーション

アニメーションはCBIデザイナーにとってはポピュラーなものであるが、その理論的・実験的根拠はまだとぼしい、と Rieber (1990) はそのアニメーションの研究をレビューした論文の中で述べている。彼は、アニメーションの効果については静止画の延長で議論されるけれどもそれには疑問があるとして、アニメーションの効果についてレビューし、CBIデザインに対するアドバイスを試みている。そのアドバイスとは、次の3つである。(1)アニメーションはその属性が学習課題に合致しているときだけ使用されるべきであること。(2)学習者が初心者の場合ではアニメーションのどこに注目すればいいのか分からない場合があること。(3)アニメーションの利点はインタラクティブな状況に作られたときに最大に現れること。

## 3次元アニメーション

Zavotka (1987) は3次元アニメーションが空間スキルの発達のために有効かどうかについて検討した。3次元アニメーションを見ることによって射影図テストの得点はあがったが、メンタルローテーションテストの得点は変わらないという結果が出た。また、ワイヤーフレームのア

ニメーションと面を塗ったアニメーションを見る順番は射影図テスト得点に影響し、はじめにワイヤーフレームを見るとネガティブな影響を及ぼすことが分かった。

## 2.5 テキストの電子化とその問題点

「電子テキストをデザインする」というタイトルで、Hartley (1987) は印刷ベースの研究を土台として、包括的なレビューをしている。彼はテキスト提示方法の問題領域として、(1)テキストのレイアウト、(2)タイトル・見出しなどのキュー、(3)図表・アニメーションなどのグラフィック、の3つを挙げている。その中でも、電子テキストの特徴は、アニメーションと動的なテキストという点にあると指摘する。

彼は Kerr (1986) を引用して、さらに次のような点について研究がなされるべきだとしている。まず、年齢や経験によって適切な電子テキストがどう変化するのか。さらに、インタラクティブなグラフィックスによって学習者がイメージを操作できるようになる過程。最後に、学習者が電子テキストの中をナビゲーションするようになる過程。これらの点について特に研究がなされるべきだと言っている。

Duchastel (1988) は本とコンピュータによるテキスト提示を比較検討している。比較の視点として、ディスプレイ能力と相互作用能力の2つを提案している。ディスプレイ能力については、本でできることは早晚コンピュータの画面上でできるようになるだろうから、重要なのはスクリーンのデザインよりもむしろ、学習者・コンピュータ間の相互作用であると指摘している。つまり、本質的に本は受身的であるのに対してコンピュータは相互作用的であり、その点が重要だということである。

ヒューマンインタフェースのデザインにあたってはグラフィックアートの原則を生かすべきであると指摘するのは Reilly & Roach (1986) である。彼らはその論文でグラフィックアートの原則(割合、配列、強調、統一、バランス、など)をどのように教育工学の場面に生かすことができるかについて述べている。

情報提示の問題を論ずるときにしばしば引用される論文集として Jonassen (1982) がある。

### 3. 提示順序と学習効果

テッド・ネルソンによって提唱されたハイパーテキストの概念は、コンピュータ能力の向上とグラフィカル・インタフェースの実用化とともに、次々に製品化されつつある。ハイパーカードはその代表的なものである。ハイパーテキストは、ある単位の内容を順次提示したり、あるいは、繰り返して提示したりする方法から離れ、モジュール化された単位（ノード）の間に張られた連結（リンク）を学習者が自由にたどっていくという自由度を与えている。このことは、学習者が自分の判断に従って、情報を収集し、個別に独自の概念化をおこなっていくということを保証するという意味で、教育には重要な意味を持っていると考えられる。

ハイパーテキストの構想を実現化したものとして、以下にハイパーメディアという名称を使い、研究の段階について概観する。

#### ハイパーメディアと教育

Locatis et al. (1989) はハイパーメディアとその教育への応用についてレビューし、その問題点について議論している。その問題となる領域として、ソフトウェア、知識表現、ナビゲーション、オーサリング、そして学習の問題を取り上げている。ソフトウェアの領域では、ノード（カード）の大きさや枚数、内容、リンクの問題、検索やブラウズといったアクセス方法、そしてスクリーンや色、周辺機器といったテクニカルな問題が挙げられている。知識表現の領域では、ハイパーメディアに適した領域があること、つまり事典やマニュアル、教科書などのようにモジュール化がしやすい領域があることを指摘している。ナビゲーションについては、自分のいる位置の把握や道筋の発見などの問題を取り上げ、オーサリングについてはノードのリンクの取り方、ノードあたりの内容の分量や冗長度が問題になるとしている。学習の問題については、ハイパーメディアはそもそも教育用のツールとして生まれたわけではなかったことから、教育効果を高めるような非順次型の表現の原則を明かにすることが必要であることを主張している。そして、そのためには会話モデルの

援用や、階層的リンクの方法などがヒントになるだろうとしている。

#### ハイパーメディアの問題点

Marchionini (1988) は、ハイパーメディアの学習者による制御の自由度を評価し「学ぶことを学ぶ」環境としての可能性を示唆している。しかし一方で学習者の側からも教師の側からも解決すべき問題点がある。学習者の側では、自分の位置を見失ってしまうナビゲーションの問題、いたるところでなんらかの決断をしなければならないので認知負荷が高くなり、内容に集中できないこと、などの問題がある。教師の側では、オーサリングやマネジメントの負荷、また課題や宿題をどうしたらいいか、さらにハイパーメディア教材の評価などの問題がある。

#### ハイパーメディアの深化

Jonassen (1988) はハイパーメディアのナビゲーションやアクセス、認知負荷などの問題を取り上げ、それを解決するひとつの方向としてハイパーメディアを構造化することを提案している。その方法としては、パスデータを解析してその結果からリンクを張っていくボトムアップ的な方法と、エキスパートの知識を利用してトップダウン的にリンクを張っていく方法を紹介している。また、もともとハイパーメディアは人間の意味ネットワークのモデルから発展したもので、意味ネットワークソフトウェアの利用も有効ではないかと述べている。

Bowers & Tsai (1990) は、ハイパーカードが教育や教授法に対してどのような意味を与えるかという問題に対して、ハイパーカードを用いた実験を紹介してそのケーススタディをおこなっている。条件としてカード同士のリンクの仕方を変化させ、学習者がどのようなリンクをたどっていくか、また、カードをどれくらいの時間見ているか、ということについて自動的にデータが収拾できるようなシステムを紹介している。こうしたデータが提出されることによってハイパーカードの教育への応用がスムーズにおこなわれるようになるだろうと述べている。また、こうして収拾された学習パスのデータは、グラフ理論などを援用して分析されていくだろうと

述べている。

#### 4. 学習者の対話性と学習効果

CAIにおいて学習者の対話性を高めることによって学習効果をあげようという努力の成果としてインタラクティブ・ビデオがある。インタラクティブ・ビデオはその名のとおり、学習者と対話するという機構をそなえた、高忠実度の画像・音声再生装置である。

その学習者との対話性という点に焦点をあわせて、インタラクティブ・ビデオについての研究を以下に概観する。

##### インタラクティブ・ビデオ

インタラクティブ・ビデオはその相互作用能力、速いアクセス、画像・音声の忠実度などの理由によって学習効果が高いと言われているが、実証研究はまだまだ不十分として、Hannafin(1985)は、その研究のためのフレームワークを呈示している。その論文の中で、まずCAI・プログラム学習と、教育ビデオ・教育テレビに関する研究の概観をして、インタラクティブ・ビデオの研究のための基礎材料をいくつかあげている。彼によれば、インタラクティブ・ビデオの効果を研究するためには、次にあげるような仮説から検討していくことがよいだろう。

(1)インタラクティブであればあるほど、学習が促進される。(2)インタラクティブのタイプと性質が学習量とそのタイプに効く。(3)質問のうめこみは努力量を増やし、受動性を減らす。(4)レッスンの各所に基準となる質問をいれておけば効果的である。(5)質問とフィードバックによって理解と注意が増す。(6)制御を学生に渡すことは、コーチング・アドバイスがなくては効果的にならない。(7)学習効果とインタラクト量とは負の相関を持つ。(8)インタラクティブ・ビデオはあらゆる範囲の学習者に適切なわけではない。(9)プログラムセグメントが速くアクセスされるほど効果的である。(10)学生にとっては魅力的に見えるが、それは目新しいものであるからだろう。(11)適切にデザインされたレッスンには質問とインタラクティブ・オプションは不要である。(12)デザイナー

から強制されたインタラクティブは学習者のメンタルプロセスを弱めるだろう。

##### インタラクティブ・ビデオの評価

Bosco(1986)は、インタラクティブ・ビデオの効果を報告した論文を集め、検討している。取り上げた研究報告を一覧表にまとめて提示し、全体としては、インタラクティブ・ビデオは態度と時間という点では、従来の教授法に比較して有利であるが、それは到達度という指標もあわせて考えなくてはならないとしている。従来の教授法と比較した場合、インタラクティブ・ビデオが有利であるとする報告もあるが、変わらないとする報告もあり、半々である。また、比較するときの基準の問題にも触れ、弱い相手に対して有意に優っていても意味がないと指摘している。最後にインタラクティブ・ビデオの問題点を次の4つにまとめている。(1)ハードウェア、(2)ビデオの内容と質、(3)教授デザイン、(4)適用する組織への統合。従来からの内容にインタラクティブ・ビデオを当てはめるのではなくて、新しい内容を作り出すことが重要であると指摘している。

#### 5. 結論

コンピュータ支援学習における効果的な情報提示方法を探るために、情報提示様式、提示順序、対話性の各観点からその効果を探った研究を概観した。ハイパーメディアは新しい技術的挑戦を具体化しつつあるが、それと並行して人間の認知・学習過程を考慮した実証的研究がさらに必要であることが示唆された。

**付記** 本研究は(財)ソフトウェア工学研究財団による研究助成を受けた。また、本研究の一部は「新コンピュータ支援教育システムに関する調査研究報告書」(1991)に収録されている。

**謝辞** 本研究の遂行にあたり議論に加わっていただいた、学習効果調査研究分科会のメンバー、吉江森男先生(筑波大学)、萩野正昭さん(パイオニアLCD)、山村陽一さん(アップルコンピュータジャパン)に感謝します。

## 引用文献

- Bosco, J. 1986 An analysis of evaluations of interactive video. *Educational Technology*, May 1986, 7-17.
- Bowers, D. and Tsai, C. 1990 HyperCard in educational research: An introduction and case study. *Educational Technology*, 1990(Feb), 19-24.
- Duchastel, P.C. 1988 Display and interaction features of instructional texts and computers. *British Journal of Educational Technology*, 19(1), 58-65.
- 藤田恵寛・伊藤秀子「視聴テストによる画像・文字・音声の提示効果測定(1)」日本教育工学会講演論文集Vol.5(1989a)2E04 pp.209-210
- 藤田恵寛・伊藤秀子「視聴テストによる画像・文字・音声の提示効果測定(2)」日本教育工学会講演論文集Vol.5(1989b)2E05 pp.211-212
- 北条礼子「外国語(英語)教育における画像の効果に関する基礎的研究」視聴覚教育研究 Vol.19(1989) pp.49-72
- Hannafin, M.J. 1985 Empirical issues in the study of computer-assisted interactive video. *Educational Communications and Technology Journal*, 33(4), 235-247.
- Hartley, J. 1987 Designing electronic text: The role of print-based research. *Educational Communications and Technology Journal*, 35(1), 3-17.
- Hurt, J.A. 1987 Assessing functional effectiveness of pictorial representations used in text. *Educational Communications and Technology Journal*, 35(2), 85-94.
- 今井靖親「仮名の読字学習に及ぼす絵画化と言語化の効果」教育心理学研究 Vol.31(1983), No.3 pp.203-210
- Isaacs, G. 1987 Text screen design for computer-assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 18(1), 41-51.
- Jonassen, D. (Ed.) 1982 *The Technology of Text*. Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jonassen, D.H. 1988 Designing structured hypertext and structuring access to hypertext. *Educational Technology*, 1988(Nov), 13-16.
- Kerr, S.T. 1986 Learning to use electronic text: An agenda for research on typography, graphics and interpanel navigation. *Information Design Journal*, 4(3), 206-211.
- Levie, W.H. & Lentz, R. 1982 Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communications and Technology Journal*, 30(4), 195-232.
- Locatis, C., Letourneau, G., Banvard, R. 1989 Hypermedia and instruction. *Educational Technology Research and Development*, 37(4), 65-77.
- Marchionini, G. 1988 Hypermedia and learning: Freedom and chaos. *Educational Technology*, 1988(Nov), 8-12.
- Morrison, G.R., Ross, S.M., O'Dell, J.K. 1988 Text density level as a design variable in instructional displays. *Educational Communications and Technology Journal*, 36(1), 103-115.
- Morrison, G.R., Ross, S.M., Schultz, C.W., O'Dell, J.K. 1989 Learner preferences for varying screen densities using realistic stimulus materials with single and multiple designs. *Educational Technology Research and Development*, 37(3), 53-60.
- 野田一郎・赤堀侃司・中西晃「海外日本人学校向け視聴覚教材の開発(1)ービデオ教材における文字情報の読み取りー」電子情報通信学会技術研究報告ET83-1(1983)pp.23-28
- Rankin, R.O. 1989 The development of an illustration design model. *Educational Communications and Technology Journal*, 37(2).
- Reilly, S.S. & Roach, J.W. 1986 Designing human/computer interfaces: A comparison of human factors and graphic arts principles. *Educational Technology*, 1986(Jan.), 36-40.
- Rieber, L.P. 1990 Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 77-86.
- Ross, S.M., Morrison, G.R., O'Dell, J.K. 1988 Obtaining more out of less text in CBI: Effects of varied text density levels as a function of learner characteristics and control strategy. *Educational Communications and Technology Journal*, 36(3), 131-142.
- 佐賀啓男「連想法による文字刺激とそれに対応する線画刺激の意味の研究」視聴覚教育研究 Vol.6(1974) pp.1-22
- 斉藤稔子「読字学習における絵の効果」日本教育心理学会総会発表論文集 Vol.28(1986) pp.772-773
- 清水康敬「視覚情報提示の工夫」産業教育指導者養成講座第37回(1989)pp.22-28
- 新コンピュータ支援教育システムに関する調査研究報告書 1991.3 (財)機械システム振興協会 委託先(財)ソフトウェア工学研究財団 システム技術開発調査研究2-R-11
- Shneiderman, B. (東基術・井関治訳)「ユーザー・インタフェースの設計」日経BP社(1987)
- 梅沢章男・矢島正晴・野嶋栄一郎「アイカメラによる映像教材理解プロセスの分析」日本教育工学会研究報告集(1989), No.4 pp.97-100
- 浦田俊之・中野照海「外国語(英語)教育における画像の効果に関する基礎的研究ー英語の前置詞の学習における文字と文字・画像併用との比較効果についてー」Vol.19(1989) pp.73-89
- 山崎正吉・楢口拓郎「CRTの背景色と文字の色が課題遂行に及ぼす影響」日本科学教育学会年会論文集 Vol.14(1990)A362 pp.359-360
- Zavotka, S.L. 1987 Three-dimensional computer animated graphics: A tool for spatial skill instruction. *Educational Communications and Technology Journal*, 35(3), 133-144.