

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	電磁環境問題に対応するインターネット学習システムの試作と評価に関する一考察
Title(English)	A Development and Evaluation of Learning System Using the Internet for the Electro Magnetic Compatibility Problem
著者(和文)	中山実, 野村和典, 清水康敬
Authors(English)	MINORU NAKAYAMA, KAZUNORI NOMURA, YASUTAKA SHIMIZU
出典(和文)	日本教育工学会論文誌, Vol. 22, No. Suppl., pp. 41-44
Citation(English)	Japan Journal of Educational Technology, Vol. 22, No. Suppl., pp. 41-44
発行日 / Pub. date	1998, 8

電磁環境問題に対応するインターネット学習システムの 試作と評価に関する一考察†

中山 実*・野村和典*・清水康敬*

東京工業大学教育工学開発センター*

技術者が業務を行いながら学習できる、業務支援学習システムとして「電磁妨害波の基本と対策」を学習するシステムをインターネットのWWW上に試作し、評価を行った。試作する上で、業務支援学習システムとして必要な機能の実装方法を検討した。実装した機能は、学習コースの設定とイメージマップ機能、数値計算機能、グラフィックス・動画像機能、キーワード検索機能である。評価実験を行った結果、学習コースの設定などは評価されたが、図表やグラフィックス・画像の表示については画質などを考慮する必要があることがわかった。また、書籍などの印刷教材と比較評価したところ、総合的に良い評価であった。しかし、学習者が疑問に思った時の対応が必要であることが示唆された。

キーワード：業務支援学習システム、インターネット、WWW、技術者教育、電磁環境問題

1. はじめに

近年の急速な技術の高度化により、技術者は業務遂行の中で多種多様な問題に直面することがある。例えば、電磁環境問題がこれに該当する。これは、近年の電子情報機器の普及により、電磁妨害波による機器・装置の障害が発生する問題である。コンピュータ制御システムの誤動作は深刻で、社会問題にもなっている。しかし、これを専門とする技術者数が少ないため、コンピュータ技術者がシステム開発の過程で、電磁環境問題を学習したり、対策を検討している。また、明確な解析手法や対処方法が確立されていない点も、技術者を悩ませる点である。

このような状況を解決するために、業務遂行中に必要に応じて学習できる環境を提供する「業務支援学習システム」の有効性が指摘されている (GERY 1991)。

1997年11月18日受理

† Minoru NAKAYAMA*, Kazunori NOMURA* and Yasutaka SHIMIZU*: A Development and Evaluation of Learning System Using the Internet for the Electro Magnetic Compatibility Problem

* CRADLE, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552 Japan

現在、開発されているシステムはいずれもスタンドアロンタイプ (桃崎ほか 1991, 1992) や、企業内利用の形態 (山本ほか 1995) を取っている。

ところで、最近、インターネットの普及により、あらゆる場所から情報の収集が可能になってきた。そして、インターネット型の業務支援学習システムの効用は、高いと期待される。

そこで、本研究では、インターネットを利用した電磁環境問題解決のための業務支援学習システム (Performance Support System) の実現方法を検討し、開発・試作した。そして、業務支援学習システムの機能について利用者による評価を行い、インターネット利用の可能性を検討した。

2. 業務支援学習システムの設計と構築

2.1. 学習内容と学習者

本研究で構築する業務支援学習システムは、「電磁妨害波の基本と対策」(清水・杉浦 1995) の基本事項をインターネット上に実装したものである。

対象とする学習者は、電子情報機器の開発製造に従事する技術者や、電磁妨害波に関する知識を持たない技術者である。このため、学習内容に対する学習者の先行知識は様々である。

2.2. 学習システムの形態と機能

本研究では、学習形態としてインターネットで利用できるWWW (World Wide Web) を検討した。サーバに構築された学習内容は、インターネットを介して学習者側のブラウザに教材を提示する。このシステムでは複数の学習者が同時に学習できる上、インターネット接続された遠隔地のどのような端末でも利用可能である。

次に、本学習システムに求められる機能を、学習内容や業務支援学習システムであることを考慮して検討した。特に、電磁環境問題に対応できるように、スタンドアロンタイプにおける機能(桃崎ほか 1991)を参考にした。多様な学習者に対応できることや実際に数値計算を行って学習すること、未知の単語についてもその場で学習できるように学習システムを設計した。その結果、学習コースの設定、イメージマップ機能、数値計算機能、グラフィックス・動画像機能、キーワード検索機能を実装した。

2.3. 学習システムの各種機能

本節では、システムの各機能ごとに説明する。

(1) 学習コースの設定

学習内容を、学習の流れや概念知識の関係を考慮した構造を、図1に示す。同図では、学習の流れを上下方向に、学習内容の難しさをレベル1~4に分類し、横

方向にまとめた。さらに、学習者のレベルに応じて学習ができるように、図の左側に示すような基本コースを設定した。基本コースは、基本的な事項だけを習得するコースである。基本コースの発展形として、内容的に難しいものをレベル別に表示し、基本コースとの対応を図った。

(2) イメージマップ機能

学習項目の画面上への提示方法として、WWWの機能の一つであるイメージマップの機能を使った。イメージマップとは、図の中に特定のリンクを指定するものである。すなわち、学習内容の構造と学習コースを示した図1中のそれぞれの項目を、マウスで選択することによって、その内容を学習するページに移ることができる。また、その目的が達成できれば、学習項目の構造図のページに戻ることができる。

一般的に、ハイパーリンクテキストを利用した場合、ユーザがどこを学習しているのかわからなくなったり、次に進むべきところがわからなくなることが指摘されている(小沢ほか 1996)。そこで、学習にあたって、いわゆる先行オーガナイザ(大村 1982)を与え、学習内容と学習者の認知構造を関連づけるようにした。これにより、自分がどの部分を学習しているのかを明確にし、必要な情報の発見が容易になるようにした。イメージマップは学習の構造図をファイルとして取り込み、図中の各項目の座標を指定し、リンク先を記述して実現した。なお、マップファイルを処理するために、サーバ上のcgi-binを利用したimagemapプログラムを用意した(青柳・遠藤 1995)。

(3) 数値計算機能

本機能は、学習時に学習者が数値を入力すると、画面上に計算結果の値が出力されるものである。この機能によって、学習者が必要とする数値シミュレーションや、研究段階の近似計算式などを計算支援という立場で、提供することも可能である。この機能は、HTML文書内で数値の記入欄を作成するフォーム機能とCGIスクリプトによって実現した。CGIスクリプトは、学習者とサーバ上の数値計算プログラムとの間でデータの入出力を行うものである。本システムでは、デシベルの計算と複素比誘電率の計算を実装した。

(4) グラフィックス・動画像機能

学習教材として、グラフィックスなどの静止画・動画像が理解を助けることが知られる。ブラウザ上でも画像ファイルを表示・再生することができるので、学習システムの機能として取り入れた。図2の例では、

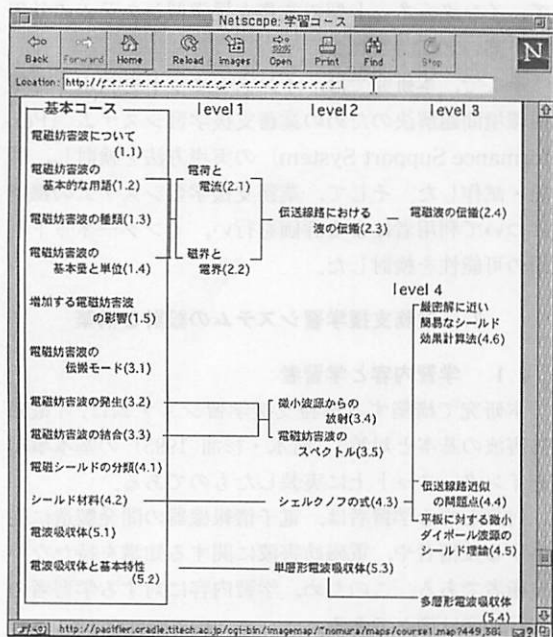


図1 学習の構造と学習コース

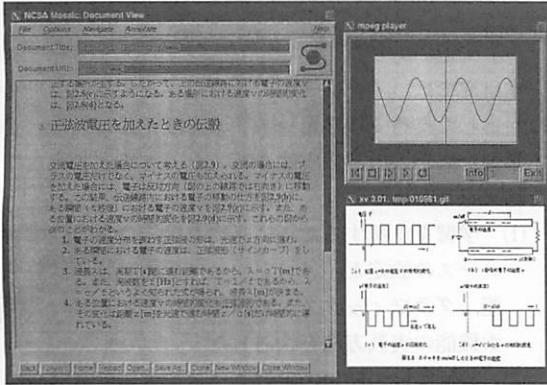


図2 グラフィックス・動画像表示の例

右下にグラフィックス図を表示している。右上はMPEG PLAYERによる動画表示である。ウィンドウの再生ボタンをクリックすることによって、正弦波の動きを何回でも動画再生、あるいは連続再生することができる。

(5) キーワード検索機能

学習中に、理解できない単語に出会った場合に、単語の詳細な説明を捜せるように、索引やキーワード検索機能を設けた。まず、索引機能は学習コースに必要な項目を索引としてリスト化し、これにNAME機能を持たせて、文章中の単語にリンクを張った。さらに、学習システムにテキストの検索機能も設けた。本システムでは、3つの検索単語についてAND検索とOR検索ができるようにした。

3. 評価実験と結果

WWW上に実装した業務支援学習システムについて、学習する上での問題点を明らかにするために、評価実験を行った。被験者は、電気系の大学生10人である。この10人は、電気電子工学を専門とする者3人と、それ以外の専門の学生7人である。これは、本システムの目的である、様々な分野の学習者に対応できることを評価するためである。ただし、学習者はインターネットを用いて学習する経験はなかった。

学習者には、本学習システムで約1時間、学習しながら構成や機能を確認し、学習後、30項目からなるリッカート法(市川1991)に基づく調査票に主観評価として5点法で回答させた。なお、調査票も学習コース上に、CGI機能を用いて作成しており、マウスによって選択後、実験者に電子メールで回答結果が届くようにした。

まず、本学習システムに関する質問項目22項目について、各項目に対する評価点の平均値を求めたところ、全て3.0以上の評価点を得た。よって、学習者は本学習システムに対して、肯定的に評価したとみなせる。特に、「学習コースの設定は学習上便利だった」の間では、平均点が4.2になり、全項目の中で最も高い評価点であった。しかし、「グラフィックスは鮮明に見えた」の間では、平均点が3.0で、全項目の中で最も低い評価点であった。

電気電子工学を専門とする被験者(専門群)とそうでない電気系学生の被験者(非専門群)の2群間で回答結果を比較した。その結果、「グラフィックスは効果的に提示されていた」、「新しい学習方法で学習している感じがした」、「インターネットを用いた学習システムは有効であると感じた」については、いずれも専門群の評価の方が5%水準($t=2.21, 1.88, 2.70, df=8$)で有意に高かった。他の項目については、有意差は認められなかった。

次に、各機能に関する項目をまとめ、それを機能に対する評価とした。同様に、総合的な評価もまとめて総合評価とした。

各機能に対する評価点を、図3に示す。図からわかるように、学習コースや数値計算機能は高く評価された。しかし、図表やグラフィックスは低い評価であった。図表やグラフィックスの表示では、画質が悪かったり、動画表示に不自然な点があったことが、評価を低くしたと考えられる。表示にあたっては、これらの点を考慮する必要がある。

各機能の評価点が、肯定的な評価なのか中立的な評価であるのかを調べた。その結果、学習コース($3.55 < \mu < 4.21$)と総合的な評価($3.57 < \mu < 3.89$)の2つでは、信頼度95%内に3.0は入っていないかつ

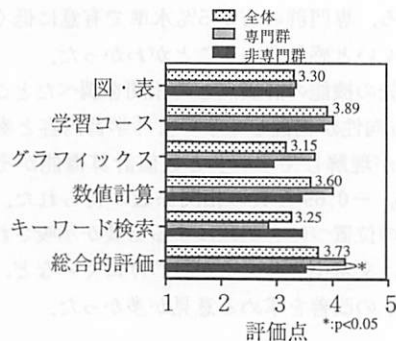


図3 各機能の評価結果

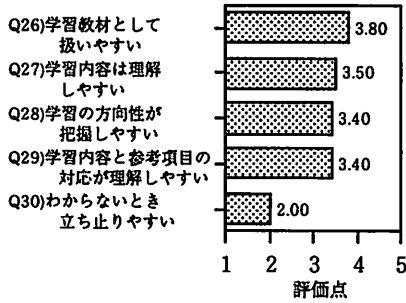


図 4 他のメディアと比較した評価結果

た。すなわち、3.0よりも有意に高い平均点であった。このことから、学習コースおよび総合的な学習システムとして、高く評価されていることがわかった。

評価間の関連を調べたところ、図表とグラフィックスに対する評価間で、0.69の有意な相関係数が得られた ($df=8, p<0.05$)。図表やグラフィックスでは、画質など評価の観点が同じであったことを意味する。この種のシステム構築にあたっては、提示内容の画質を考慮する必要がある。

被験者の専門群と非専門群の間で比較したところ、図3に示すように、総合評価において専門群の評価の方が5%水準で有意に高かった ($t=2.67, df=8$)。

次に、本などの印刷メディアと比較して、本学習システムを評価した結果を、図4に示す。この図から、学習内容や学習の方向性が把握しやすい点が評価されていることがわかる。

しかし、その一方で、「わからないとき立ち止りやすい」の95%信頼区間内に中立点が入っておらず ($1.61 < \mu < 2.39$)、有意に低い評価点であった。書籍などの場合と比べて、学習の途中で、前後をランダムに見るなどができないため、立ち止りにくいと感じたものと思われる。なお、専門群と非専門群の間で比較したところ、専門群の方が5%水準で有意に低く、立ち止りにくいと感じていることがわかった。

また、先の機能の評価点との相関を調べたところ、「学習の方向性が把握しやすい」、「学習内容と参考項目の対応が理解しやすい」と数値計算機能がそれぞれ -0.76 、 -0.69 と負の相関係数が得られた。数値計算機能の位置づけを明確にする必要が示唆された。

この他、文章中のリンクが見つげにくいなど、表示レイアウトの改善を求める意見が多かった。

4. ま と め

本研究では、インターネットを用いた電磁環境問題に対応した業務支援学習システムを試作した。そして、本学習システムの評価実験を行った。本研究で得られた結果をまとめる。

- (1) 学習を支援するために必要な機能である、学習コースの設定とイメージマップ機能、数値計算機能、グラフィックス・動画画像機能、キーワード検索機能の実装方法を検討した。
- (2) 評価実験の結果、学習コースや数値計算機能は高い評価を得たが、図表やグラフィックスの表示に関しては、評価が低く、検討が必要である。また、総合評価としては、学習内容を専門とする被験者群の評価が非専門群より有意に高い結果であった。
- (3) 本などの印刷メディアと比較して、学習内容の理解や方向性の把握については評価されているが、わからない時の対応方法の検討が必要である。

参 考 文 献

- 背柳龍也, 遠藤英幸(1995) HTML. クオリティブックス, 東京
- GERY G. J.(1991) *Electronic Performance Support Systems*. Weingarten Publications, Inc., Boston, MA, USA
- 市川伸一(編著)(1991) 心理測定法への招待. サイエンス社, 東京
- 桃崎浩平, 中山 実, 清水康敬(1991) 技術者のための業務支援学習システム. 教育工学関連学会連合第3回全国大会, 人C2-6:143-144
- 桃崎浩平, 中山 実, 清水康敬(1992) 日本語Guide 3を用いた業務支援型学習システムの開発. CAI学会第17回全国大会, B-2-4:65-66
- 大村彰道(1982) 知識の獲得としての学習. 波多野誼余夫(編), 認知心理学講座4 学習と発達. 東京大学出版会, 東京
- 小沢良男, 赤堀侃司, 清水康敬(1996) ハイパーテキスト教材における学習支援システムの開発と評価. 教育システム情報学会誌, 12(4):257-266
- 清水康敬, 杉浦 行(編著)(1995) 電磁妨害波の基本と対策. 電子情報通信学会
- 山本洋雄, 相沢哲也, 宗本利男, 菅波賢一(1995) EPSS型CAIの開発と評価. 電子情報通信学会技術研究報告, ET95-106:31-38