98-01029

多国間分散データベース環境下の蓄積型教育システム

代表研究者　勝山　豊　大阪府立大学大学院工学研究科教授
共同研究者　普天間智　大阪府立大学工学部助手

1　はじめに

日本に留学を希望する学生、特に東南アジアの学生は経済的な理由により短期間しか来日できない場合も多い。また、社会人で学位取得希望者は時間的な理由も加わり、留学困難を伴っている。今回研究の対象とするするシステムでは、自国から蓄積型の教育システムにアクセスするもので、教材のダウンロードによる自習を行ったり、直接当該研究室と情報のやり取りにより研究を進めるものである。これにより、自国内で研究をする手段を与えるもので、教育・研究に電気通信技術を適用して国際間の交流をサポートすると共に、非電話系の通信サービスを国際間にわたり普及させる手段を提供するものである。

この種の教育目的のアプリケーションに関しては、多くのシステムが報告されている。例えば、情報の伝送に衛星を利用したもの[1]、インターネットを利用したもの[2]等がある。この様なシステムでは、教育目的に合わせて教材を作成することができ、そのデジタルコンテンツを効率的に蓄積して、それを簡単に利用できるようにすることが重要である。近年、特にインターネットを利用した教育システムの事例が多く見られるが、大学以上における高等教育の場で効果が実証された事例は少ない。国際間の教育システムでは、ほとんど見当たらない。これは、教材の作成、演習、レポート問題の準備などの教師側で行う事項から、利用する学生側の利用形態まで、必要な機能が多く、またデータが広範囲に渡ることから、一般化するには種々の困難があるためと思われる。これに関しては、現状と問題点が指摘されている[3]。一方、教育システムに限らず、データベースに蓄積したデータを共通に利用する形態では、いわゆるミドルウエアの形で開発が行われている。この種のミドルウエアを教育に適用した事例もあり、数種類商品化されたものもある。いずれも蓄積型の教育システムとして使用できるが、教育材料のオーサリングが中心であるなど、研究・教育に必要な機能をカバーすることは困難である。国際間にカスタマイズすることは、現実には不可能である。また、利用者側に専用のクライアントソフトが必要なものもあり、これは利用する学生の数が増加した場合、これを保守(バージョンアップ等)するのに膨大な労力とコストが必要になる。

このような現状を考え、本研究では国内用に開発した蓄積型教育システム[4]を、外国との間で利用できるよう機能を新たに設計、実装するもので、多国間に分散したサーバに必要な処理機能を実行させる構成である。以下に行った研究結果を報告する。

2　多国間分散データベース環境下の蓄積型教育システム

対象とするシステムは、サーバに教材を蓄積し、これをウエブ上の任意端末からアクセスし利用する非同期蓄積型の教育システムである。教材はデジタルスライドから成るプレゼンテーション形式[4]を前提とする。図１にスライドの作成手順と教材の構造を示す。図、表、写真などを要素とし、これを挿入し、説明を入力することでスライドを作成する。理解度をチェックする目的で教材に演習材料を付属させる。演習材料は、問題とその選択肢、解答から成る。選択肢を選んで送信すると、システムが正誤を判定し、要求に応じて正解と関連する教材を提示する。教材と演習材料を合わせて自習セットとし、本システムで学生に供給する内容である。

2．1 システム構成

表１に本システムに対する要求条件を示す。このシステムの主要機能は、図１に示した自習セットを作成し、大学内外で勉強する学生にウエブ上でこれらを供給することである。システムの観点からは、クライアントソフトウェアはウェブブラウザとする。これは全てのクライアント端末で、このシステムを利用するために特別なソフトウェアが必要ないと言うことである。これで、システムのメンテナンスとアップグレードを効果的に行える。また、本システムは国際間で共通に使用することを前提にしているため、アプリケーションの表示画面は、ユーザによって日本語か英語かのどちらかで表

示されるようにする。他の要求条件としては登録されたユーザのみがブラウザにより、システムに接続できる様にすることである。また、ユーザはデータをダウンロードする時、たとえデータが異なる国に分散していても、データを利用できることが必要である。教員が行う教材のオーサリングとパブリッシュ、学生が行う自習に関する要求条件も表1に合わせて示した。

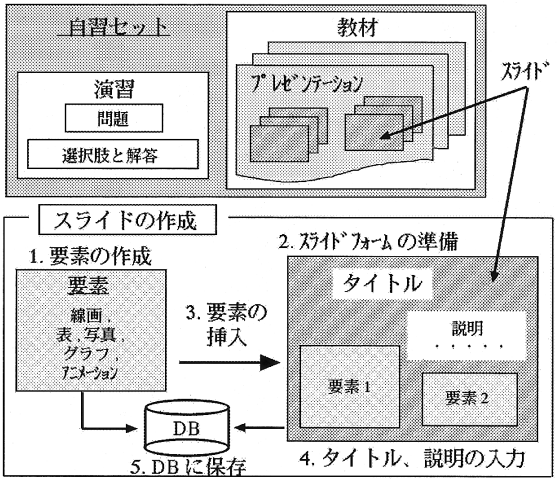

図1　スライドの作成と自習セット

表1　システムへの要求条件

項目		機能
システム	ユーザ インターフェース	(1). クライアントソフトウェアはウェブブラウザを利用 (2). アプリケーションの画面は、ユーザによって日本語か英語かが自動的に選択され、表示されること
	アクセス	(1). 登録されたユーザのみウェブブラウザからタスクを要求可能 (2). 分散サーバのどこにデータが保存されているのかに依存せず、任意の場所でデータを使えること
オーサリング	スライド	スライド上に指定フォーマットの要素を任意に挿入／削除
	プレゼンテーション	プレゼンテーション中で任意のスライドを追加／削除／順序変更
	カスタム プレゼンテーション	既存プレゼンテーションの任意のスライドをグループ化し、新規のカスタムプレゼンテーションを作成。追加／削除／順序変更可能
インターネットパブリッシュ		プレゼンテーションを自動的にHTML形式に変換
データベースに登録		パブリッシュしたプレゼンテーションを構文解析することにより スライドのタイトル、参照要素の自動抽出と登録
表示		指定したプレゼンテーション中のスライドを連続表示
自習	問い合わせ	(1).スライドのタイトル検索と表示 (2) 入力した専門用語を検索し、説明文を表示すると共に、 関連するスライドを表示
	演習	(1).プレゼンテーションに関連した演習問題を配信 (2).送信された解答の自動採点と結果の表示 (3).誤解答の場合、関連するスライドを表示

表１の要求条件のうち、主要機能は日本語対応で既に実装済みで、国内用システム[4]として試行運用中である。本研究ではこのシステムをベースに、外国との間で動作する分散サーバ環境下のシステムとするもので、全機能を国内外に分散したサーバから利用できるようにすること、および使用するユーザによって日本語と英語を自動判別して表示する機能がポイントとなる。

上記の要求条件を考慮し、設計したシステム構成を図２に示す。サーバは、異なる大学に分散されて設置される複数のローカルサーバと１つのセンターサーバとから構成される。センターサーバはシステムが適切に動作するよう、システム全体を管理する。ローカルサーバはローカルユーザから要求されるタスクを処理する。センターサーバとローカルサーバはそれぞれウェブサーバとアプリケーション(AP)およびデータベース(DB)を持っている。APはタスクを処理するためいくつかのモジュール(M)から構成される。それぞれのローカルサーバはローカルユーザ用の教材ファイルを保存するためのファイルサーバを持っている。ウェブサーバがクライアントのウェブブラウザから送信されたHTML形式での要求を受け取ると、サーバAPとウェブサーバは要求をデータ処理命令に変換してデータベースサーバに送る。データベースサーバは命

令を受け取り、処理して結果を返す。この結果はHTML形式に変換され、ユーザに送られる。ユーザ管理等の基本データ、共通データをセンターＤＢに保存し、自国の学生等の管理に必要なデータをローカルＤＢに保存する。国外利用者からの要求はセンターサーバが受け取り、システム管理モジュールがセンターで処理するか、ローカルサーバで処理するかを判断する。ローカルサーバに渡す場合は、システムインターフェースが振り分ける。このように、主要機能はセンター側で実行され、各国の個別機能をローカル側が実行する構成とした。

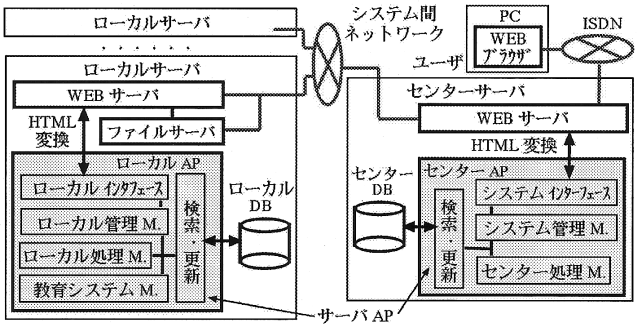

図2　システム構成

2.1.1 分散サーバ／分散データベース構成の設計

本研究では分散サーバ環境で新しくシステムを構築するため、分散環境下のシステム設計は重要な点である。まず、タスクの処理と必要なデータはどのように分散させるかを検討した。表2にタスク種別と必要なアプリケーションモジュール(AP M)とデータをどのサーバに保存すれば良いかを分類して示す。ここで、データは、2種類に分類できる。１つは自習セットのデータファイル自体であり、もう１つはその管理データである。自習セットの管理データは、教材のファイル名、保存されているサーバのデイレクトリ、教材と演習問題の関連等、自習セットを利用するのに必要なデータである。表２に示したどのサーバに保存すべきかという結果は、次の方針に従った。すなわち、管理に関するAP Mとデータはセンターサーバで処理／保存すべきであり、自習セットの作成とそのデータはローカルサーバで実行／保存すべきであるという考え方である。この方針では、管理をセンターサーバで行えば、異なるユーザでも同一の要求には同じ手法で対応でき、また1個所で処理できる。一方、教材や演習問題は各大学で変わり得る。利用されるのも当該大学内が最も多いと考えられるので、自習セットに関するAP Mとデータファイルは、それぞれのローカルサーバで処理／保存するのが適当である。このような配置をすれば、サーバAPの保守やグレードアップ関しては、管理についてはセンターの1個所で、また自習セットについては各大学の要望を取り入れた形で実行できるため、目的に対し労力が最少で行えると考えられる。

表2　アプリケーションとデータの保存場所

タスク	項目		保存するサーバ
認証	アカウント	AP M	センター
		データ	センター
	ユーザ	AP M	センター
		データ	ローカル
教材作成	自習セット	AP M	ローカル
		ファイル	ローカル
		データ	センター
自習	ダウンロード	AP M	センター
		ファイル	ローカル
	演習	AP M	センター
	レポート	AP M	センター

上記の配置場所に従い、センターサーバとローカルサーバ間のタスクの処理分担は、図３に示すフローで実行するよう設計した。ユーザは最初にシステムにログインするが、この要求はセンターサーバが受信し、全てのログイン要求と認証に対する処理はセンターサーバで実行する。また、ユーザ毎のアクセス権と実行許可に関する認定も、同時にセンターサーバで行う。これにより、ユーザ管理とタスクの実行はセンターで一括管理ができ、システム全体の稼動をセンターで把握できる。一般の処理はデータとタスクの種類により、センターサーバで処理し結果を直接ユーザに返送するか、センターで一部の処理を実行後ローカルサーバに転送し処理するかを区分し、どちらかの処理方法でシステム全体の機能を確保

する。この処理の分配もセンターサーバで行う。

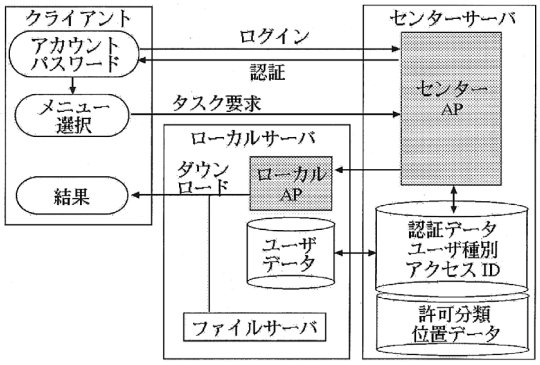

図3　分散サーバ間のデータ保存場所とタスク処理

2.1.2 ユーザ管理と実行管理の設計

日本と外国の大学のユーザがログインし、システムを利用する際に、ユーザ管理と実行管理の方法を明確にしておく必要がある。2.1.1節で述べたように、この管理はすべてセンターサーバで行う。

設計した管理のフローを図4に示す。まず、ユーザ管理に関しては、事前にユーザ登録を行い、ユーザ毎にアカウントとパスワードの登録を行う。ユーザは最初にログインする際に、所属大学と自分のアカウント、パスワードを入力する。システムはDBと照合し、登録されているユーザかどうかの判定を行う。認証された場合、ユーザはこれ以降システムが利用可能である。サーバの機能としては、ウエブサーバは、セッションとよばれる実行単位を備えており、アクセスしたユーザ毎に個別のセッションを開始し、一意的なセッション変数SessionIDを発行する。ユーザが利用を継続している限りこのセッションを保持するが、一定時間アクセスがないとセッションを破棄する。本システムでは、このセッション機能をユーザの実行管理に利用することとした。すなわち、最初のユーザ認承が実行され、認承されたときにセッション開始を行い、セッションが継続している限り一度承認されたユーザはこのセッション上で継続利用できることとした。ユーザの認承が行われた時刻 t_0 でセッションを開始し、指定したタイムアウト時間t_{out}内でユーザがシステムを利用していれば、セッションは自動的に継続される。時間t_{out}の間サーバへのアクセスがなければ、セッションは破棄され再ログインすることになる。他方、ユーザ認証を経ず、本システムのURLに直接アクセスしてもSessionIDが発行されていないため、ウエブサーバはこのユーザのアクセスを拒絶し、ログイン画面にリダイレクトさせる。このように、セッションの機能とユーザの実行管理を1対1に対応させた。なお、タイムアウト時間t_{out}はシステムで設定することができる。

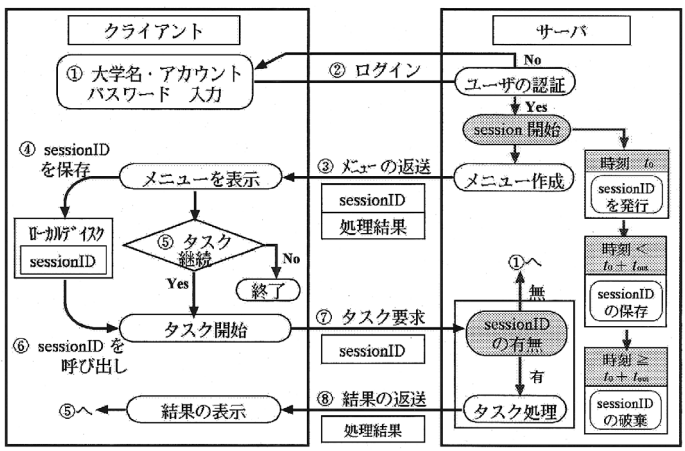

図4　セッション管理を利用したユーザ管理と実行管理

2.1.3 メニューの2カ国語表示

メニューは利用者により日本語か英語かのどちらかで表示されることを要求条件とした。簡単な方法は、同一内容のHTMLファイルを2種類用意し、表示されるテキストを日本語と英語でそれぞれ記述しておく方法である。この方法では、

処理内容を変更するとき、ファイルをそれぞれ変更しなければならず、極めて煩雑になる。このため、1つのＨＴＭＬファイルで2か国語表示する方法を研究した。前節でも述べた通り、セッションはユーザ毎に開始され、IDで管理されるため、セッション毎に指定できるセッション変数で、日本語か英語のどちらでメニューを表示するかを区別できる。本研究では、大学毎に日本語か英語かを区別する方法をとることとし、これをセッション変数universityIDとして保存・利用することとした。2カ国語表示する方法を図5に示す。UniversityIDは、ユーザの認証に成功した時点で、サーバ側に保存される。一度認証された後は、sessionIDがクライアントからサーバに自動的に送られるので、そのsessionIDに対応するuniversityIDを利用することができる。UniversityIDを取得すれば、APは要求されたタスクを処理して返送するページ内容を準備する。HTMLファイル上のテキストは、図5に示すようにTEXT1, TEXT2のような変数で記述されている。APはこのテキストをDBからUniversityIDに従い、日本語か英語かどちらかの列から検索し、テキスト変数値を決定する。このテキスト変数値と処理結果が返送され、日本語か英語かどちらかで表わされたページとしてブラウザ上に表示される。

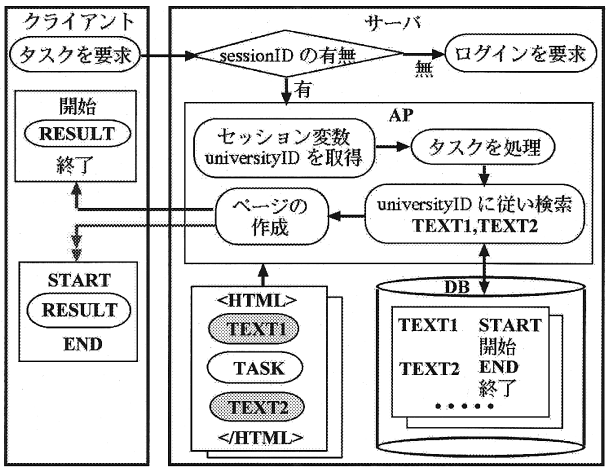

図5　二カ国語の表示方法

２．2 実装と動作試験

第2.1節で述べた設計にしたがってシステムを実装した。実装したソフトウエアは、図2に示したセンターAPと、ローカルAPの部分であり、マイクロソフト社のWindows-NT®のサーバサイドスクリプトにより実装した。このスクリプトはウエブサーバ、DBサーバとAPそれぞれが協同してタスクを処理するサーバの3層をなす機能があり、これを利用した。DBはマイクロソフト社のリレーショナル型のSQLサーバ®を使用した。実装する規模については、１つのセンターサーバと２つのローカルサーバから成るシステムとした。

2.2.1 実装

センターAPの主な機能としては、ユーザの認証とAPの実行管理の部分である。2.1.2節で述べたように、実行管理に関してはウエブサーバのセッション機能を利用する。このため、次の機能をもつ関数をセンターサーバに実装し、実行管理を行った。

(1). セッション開始／終了時にセッション変数を設定する関数
　セッション開始時には、セッション変数の値を入力し、終了時にはセッション変数の値を ”EMPTY ”に設定する関数。

(2). セッションをチェックし、UniversityIDの値を取得する関数
　ファイル実行毎にセッション変数UniversityIDの値をチェックし、その値を取得する関数。UniversityIDの値が ”EMPTY ”ならばログイン画面にリダイレクトさせる。

(3). タイムアウトを判定する関数
　ファイル実行毎にセッション変数を監視し、タイムアウトでなければそのまま実行を継続させる。タイムアウトであればそれを表示し、ログイン画面にリダイレクトさせる関数。

(4). DBからメニュー表示語を検索し、テキスト変数値を取得する関数。
　APが実行可能な場合には、メニューを日本語か英語かのどちらで表示するかの判定を行い、DBから表示語を検索し、テキスト変数値を取得する関数。

表２に従い、各サーバでAPを実行できるようDBを実装した。センターDBには、ローカルサーバを設置する大学のデータを収納するテーブル、大学毎のユーザを特定するアカウントとパスワードを収納するテーブル、および各大学の教材データを保存するデイレクトリを収納するテーブルを新設し、ユーザ認証やシステム全体の管理に利用した。ローカルDBに

は各ユーザの個人データや教材の具体的データなど各大学に固有のデータを保存できるよう実装した。分散サーバ間で処理を引き継ぐのには、サーバ間のリダイレクト機能を用いた。また、他サーバの教材ファイルを参照するのに、仮想ディレクトリを用いた。

2.2.2 動作試験

図2に示したシステム構成で、センターとローカルサーバのＡＰを実装し動作試験を行った。２つのローカルサーバのうち１つは外国の大学に設置するものであるが、本研究では機能確認にとどまるため、サーバ間は100Base-TのLAN環境で接続した。また、２つのローカルサーバのＡＰは、同一のものを実装した。

まず、外国の大学を想定し、試験用に複数の教員と学生のアカウントとパスワードを登録し、既に登録済みの本学のユーザアカウントと合わせ、動作試験をおこなった。動作例を図６に示す。この例では、学生が自習のため、プレゼンテーション形式の教材をダウンロードし、ウエブブラウザ上で表示させている。また、確認のため、日本の大学と外国の大学に属するユーザがそれぞれ別個にシステムにログインし、同じ教材を表示させたところ、図６に示すように表示メニューはそれぞれ日本語、英語になっていることが確認できた。

動作試験を行った結果、表１に示した要求条件を満足していることが確認できた。

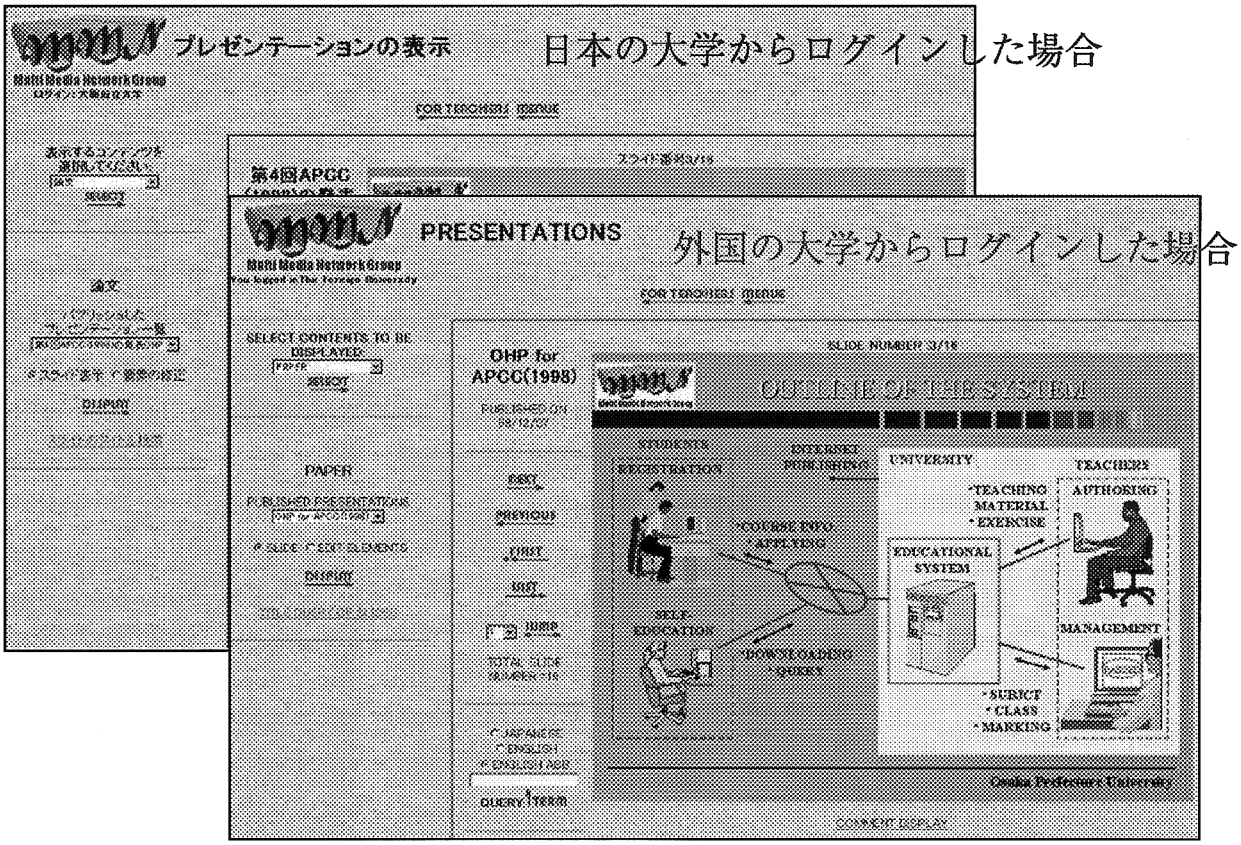

図6　動作例：教材のダウンロードとメニューの2か国語

3　まとめ

国際間で利用できる分散サーバ環境での蓄積型教育システムを実装し、その動作試験を行うことで機能を確認した。国内用に開発した単一サーバの教育システムを、分散環境下で動作するよう、主として管理を行うセンターサーバと各大学に適合した処理を行うローカルサーバとに分離し、種別によりアプリケーションとデータをどのサーバに配置すべきかを定めた。また、ユーザの属す大学により、英語か日本語かを自動的に判別し、メニューがどちらかで表示される機能を新たに設計実装した。このシステムを、1つのセンターサーバ、2つのローカルサーバ環境で組上げ、試験をした結果、予期した機能はウエブブラウザから実行でき、システムへの要求条件がみたされていることが確認できた。

参考文献

[1] Y. Nemoto et al., “ Construction and utilization experiment of multimedia education system using satellite ETS-V and internet ”, IEICE Trans. Inf. & Sys., Vol.E80-D, pp.162-169, 1997.

[2] K. Okawa et al., “ Virtual university ”, http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/library/, 1997.

[3] 上野晴樹：「インターネットを活用した高等教育」、情報処理、39巻、7号、pp.633-637、1998.

[4] Y. Katsuyama,“ Data access system by using server side scripts for multimedia educational application ”, 4th *Asia-Pacific Conference on Communications*, Singapore, pp.834-838, 1998.

＜発 表 資 料＞

題　　名	掲載誌・学会名等	発表年月
Implementation of Education System under Distributed Database over www for International use	5th Asia-Pacific Conference on Communications, Beijn, china pp.872～875.	1999年10月
教育システムのメニューの2か国語表示方法	電子情報通信学会学生会 研究発表講演会, B-11. p.44	2000年3月
Design and Implementation of Remote Measurement and Calculation Functions in a Stored-Data Education System over www	Computers and Advanced Technology in Education, Cancun, Mexico.	2000年5月