

平成 21 年 6 月 5 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500846
 研究課題名（和文） 海外留学生を対象にした非同期スクーリング型 e-Learning システムの開発
 研究課題名（英文） Development of e-Learning system with an asynchronous schooling
 function For Students studying abroad

研究代表者
 村本 紘（MURAMOTO HIROSHI）
 金沢工業高等専門学校・国際コミュニケーション情報工学科・非常勤講師
 研究者番号：50159183

研究成果の概要：海外留学生に対して講義や単位認定試験を映像によって非同期的に実施できる e-Learning システムを構築した。我々はこのシステムを、スクーリング機能を持った e-Learning と称している。本システムは、①コンテンツ管理機能、②映像の再生機能、③映像の録画機能、④手書きメモ(学習情報)の処理などの機能から構成されている。これらの機能により、従来の Computer Based Testing による試験だけでなく、口頭試問のような形態での試験も実施可能となった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：(1) e-Learning (2) スクーリング (3) 遠隔教育支援 (4) LMS (5) 海外留学 (6) 個別教育支援 (7) 学習支援システム

1. 研究開始当初の背景

従来、海外の大学へ留学するためには、その期間、在学期間を休学する必要があった。また、留学によって得た単位が在学期間の単位として認定される場合でも、その単位数には上限が定められていた。このように、これまでは留学生にとって不利な条件の下で、海外留学が実施されてきた。

近年、海外の大学と連携することにより、休学することなく 1 年間の留学ができ、留学先で取得した単位を本校(在学期間)の単位として認定できる単位互換の留学制度が認可され

ている。(金沢工業高等専門学校外国留学に関する規定による)

しかしながら、該当学年における全ての教科について、単位の互換が行われるわけではなく、学生は帰国後、特別授業を受講し、不足分の単位を取得しなければならない。このことは帰国後の学生にとって、大きな負担となっている。本研究では、留学中にこのような問題を解消できる新しい e-Learning システムを開発しようとしている。一方で、従来の e-Learning システムの形態では、厳密な意味で本人認証が行えないという問題を抱えて

いる。したがって、受講から単位認定試験までの一連の過程を e-Learning システムだけで実現する場合には、代理学習者の問題を解決する仕組みも必要とされる。

IT 先進国の中には、アジアの教育市場を目標に、Web 型 e-learning を広めようと日夜努力を積み重ねている。また、日本も学校教育や生涯教育に向けて、きめの細かいサービスを提供できる教育支援システムを構築し、これまでに積み上げてきた知を発信すべき時期に来ている。われわれが提案するシステムは、海外との時差の問題を克服することによって、擬似的な面接授業（スクーリング）を可能にする。これは、新しい e-Learning システムの一つの形であると言える。

2. 研究の目的

近年、単位の取り扱いに関して、大きな変革期を迎えている。例えば、留学先で取得した単位を、在学校の単位として認定する高等教育機関も多く見られるようになった。また、海外の大学が留学の円滑化や留学生の獲得を目的として、日本に拠点となる分校を置くようになった。そこで留学の準備をさせた後、海外の本校において必要な単位を取得することで卒業資格を与えるという形態の大学も認可されている。

さらに、ユビキタス社会と言われて久しく感じる中、日本での e-Japan 重点計画に従った教育に関する情報化プロジェクトの推進や、e-Learning による学習環境の整備など、その内容の充実が問われつつある。

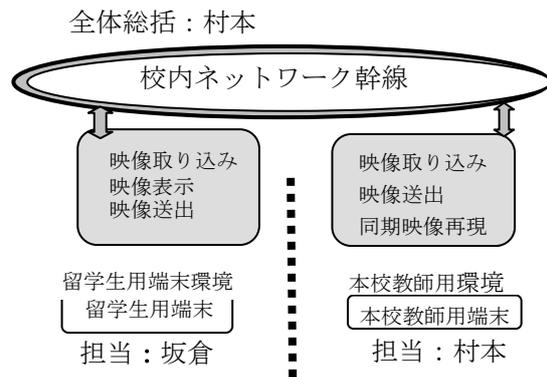
本研究の目的は、このような社会的状況を考慮し、休学することなく海外留学を実施するためのシステムを構築することにある。さて、本システムは、①コンテンツ管理機能、②映像の再生機能、③映像の録画機能、④手書きメモ（学習情報）の処理などの機能から構成されている。これらの機能により、従来の Computer Based Testing では実現できなかった、口頭試問のような形態での試験も実現可能となる。また、学習者の映像を記録しているため、本人認証をより確実に行うことができ、さらに、これらの情報は、各学習者の学習状況を把握するために大いに役立つと考えられる。このような e-Learning システムを利用することにより、留学生に対して、当該学年の未修得科目の単位を認定するための教育を実施することができる。

3. 研究の方法

本研究における開発は、一貫して金沢工業大学学園の幹線に接続されている各研究者の研究室ネットワークに接続して行われた。

作業分担および作業項目

上図は映像に関して主な作業項目および分担である。



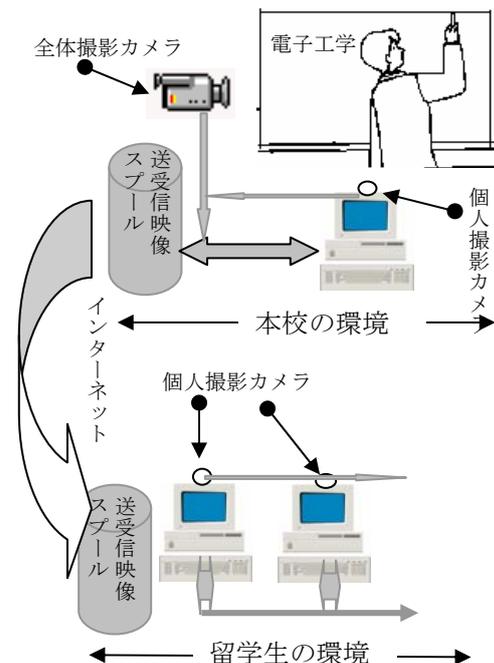
○ 送出映像作成機能：教師側においては、擬似的なスクーリング（面接授業）を具現化するための教師の働きかけを撮影した映像を、教材ファイルとして保存する機能である。また、留学生側においては、学習中の顔表情や学習状況を映像ファイルとして保存する。

○ 映像表示機能：留学生側においては、インターネット経由で配信された教材映像を Web ページ上に表示再現する。教師側においては、留学生の学習状況を表示する。

○ 手書きノート機能：留学学生側の端末から、手書き情報をページ単位でサーバ上に転送することができる。また、データベースサーバと連携して、過去のページを呼び出すこともできる。本校側の教師端末においては、学習状況の映像と同期させながら、ページ単位で手書き情報の再現化を行う。

○ データベースの構築：受講者のユーザ情報、映像教材管理情報、ノート情報、受講者の学習状況映像などを管理するためのデータベースである。

下図は機能的に見た全体図である



4. 研究成果

(1) 開発システムの概要

ここでは、開発したシステムの概要を述べる。本システムの要件は、

- 教員側の映像を管理し、ネットワーク上から再生できること
- 学生側の映像を録画でき、サーバ上に転送できること
- 学生側の映像を管理し、ネットワーク上から再生できること
- 学習の形跡がサーバ上に残り、次の学習時に利用可能であること

とした。これらの要件を満たすような、以下の機能を持つシステムを開発した。

- ①コンテンツ管理機能
- ②映像の再生機能
- ③映像の録画機能
- ④授業用ノート機能
- ⑤その他のコミュニケーションツール

本システムは、これらの機能を用いることにより、非同期型のコミュニケーションを実現しようとするものである。このシステムにおいて、まず、教員側からの問い掛けを配信し、その問い掛けに対する受講者の応答をサーバ上で録画する。さらに、録画された受講者の応答を教員が確認するという一連の過程で、非同期型のスクリーニングが行われる。

一方で、本システムを従来の WBT の形態のように利用することもできる。例えば、教材コンテンツを受講者に対して配信するというような利用方法である。このとき、受講者の詳細な学習状況などがサーバ上に記録されるため、教室での対面授業と同等の評価が可能となる。これは、従来の WBT よりも優れている点である。

以下では、先に示した本システムの 5 つの機能を説明する。

①コンテンツ管理機能

本システムにおいて、コンテンツ管理機能は、他の機能を支援するための基本的な機能である。ここでは、ユーザ情報、教員側の映像データ、受講者側の映像データ、受講者のノートデータ、コミュニケーションツールにおけるデータをコンテンツとして扱うことになる。

システムに接続すると、ログイン画面が表示される。ここでは、簡易なユーザ認証を行っている。また、この認証によって、ユーザが学生か教員かを判断し、それぞれ異なるメニューを表示させている。図 1 は学生用メニューを示す。学生用のメニューは

- 授業視聴（講義の受講）
- お知らせ
- 掲示板
- ユーザ設定変更

- ログアウトから構成されている。



図 1 メインメニュー(学生用)

授業視聴を選択すると、受講者のクラス情報（学年や学科）を用いて、授業用テーブルから受講可能な講義を検索し、その一覧を表示させる。受講者は、その一覧から受講したい講義を選択すると、さらに登録済みの授業内容の一覧が表示される。学習者が学習内容の一覧から、授業内容を選択すると、その映像を表示する Web ページを生成し、ブラウザ上に表示する。この流れを図 2 に示す。

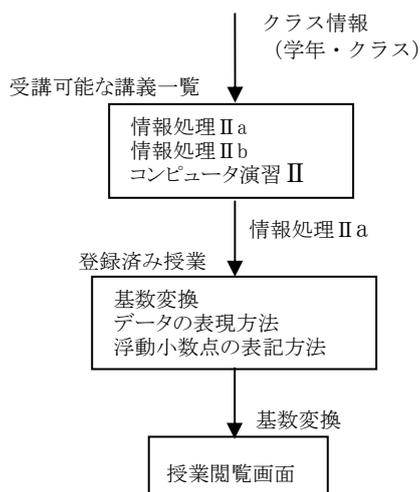


図 2 授業視聴までの流れ

一方、ユーザが教員の場合には、図 3 のようなメニューを表示する。



図 3 メインメニュー(教員用)

教員用のメニューは

- レポート確認
- アップロード

- お知らせ更新
- 掲示板
- ユーザ設定変更
- ログアウト

である。
レポート確認では、映像とノートの内容から受講者の学習状況を確認することができる。教員は、これらの学習状況を確認した後、ノートに検印を付けることができ、学習者側からも、その検印を確認することができる。また、アップロードは、学習者に提示する教材データをサーバ上に格納する仕組みである。教材のアップロードの流れを図4に示す。教員はクラス情報から教材データを追加する講義名を選択する。教材の追加画面から、教材データと教材の内容や教材データのファイル名などの教材情報をサーバに送信する。これらのデータは関連付けられ、それぞれのサーバに格納される。

さて、2) 映像の再生機能、3) 映像の録画機能、4) 授業用ノート管理機能は Adobe 社の Flash CS3 Professional, および, Flash Media Server2 (Developer Edition)によって開発した。これらの特徴として、

- Web との親和性に優れている
- ビデオストリーミングやリアルタイムコミュニケーションの機能を実現できる
- 現存の Web 会議システムなどのコミュニケーションツールやビデオオンデマンドシステムにおいて、実績があり、資料やライブラリなども比較的、豊富である

②映像の再生機能

本システムでは、2種類の映像を再生することになる。一方は、学習者に対して提示する教材用の映像であり、他方は受講者の学習状況を収録した映像である。これらは、Flash Video 形式でサーバ上に格納されている。再生の流れは、図5に示されている通り、まず、映像閲覧用のページに配置された FLVPLAYBACK コンポーネントが HTML ソースコードから映像のファイル名を取得し、映像配信サーバに送信要求を出す。送信要求を受け取った映像配信サーバは、その要求に応じた映像を FLVPLAYBACK コンポーネントに送る。FLVPLAYBACK コンポーネントは受け取った映像を逐次、再生していく。

③映像の録画機能

本システムでは、特殊な装置を利用せずにご利用できるように考慮している。そこで、学習者の学習状況を録画するためのカメラとして、一般的に市販されている Web カメラを用いた。

図6は録画処理の流れの概要を示している。学習者が教材の閲覧画面に移動すると、

教材の再生と同時に録画が開始される。Web カメラは、Flash の Action Script によって制御され、写された映像が逐次、映像配信サーバ上で動作している Flash Media Server2 に送信され、蓄積されていく。

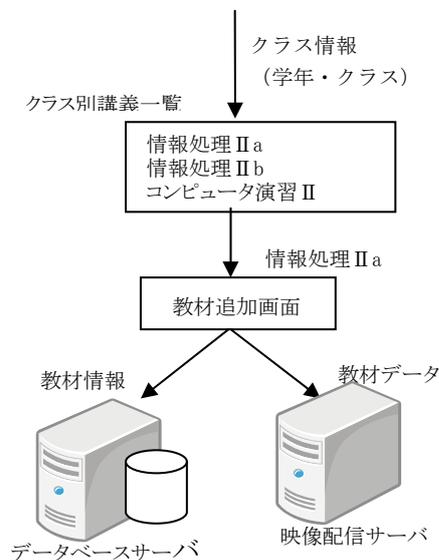


図4 教材のアップロードの流れ

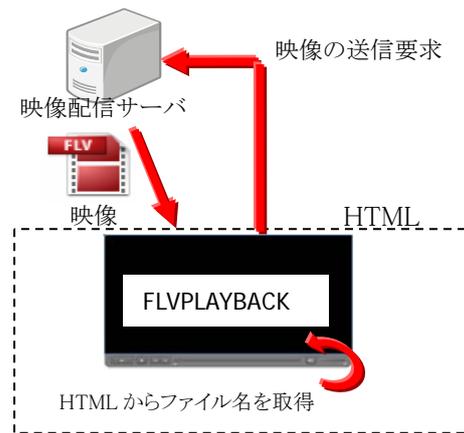


図5 映像の再生処理の流れ

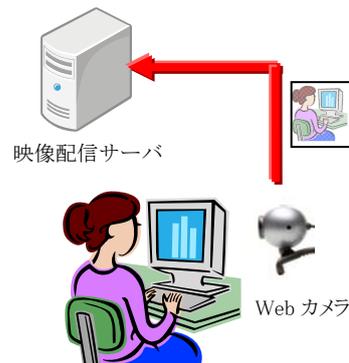
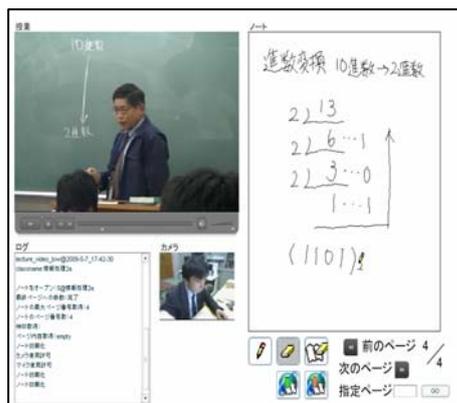


図6 録画処理の流れ

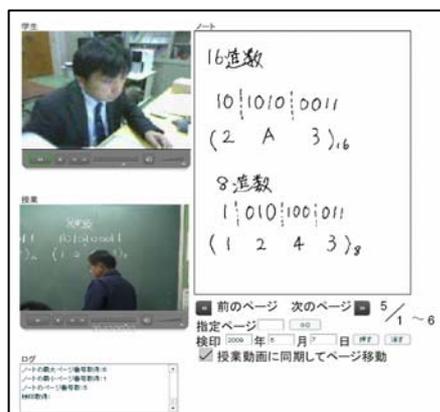
④授業用ノート機能

授業用ノート機能は、マウスやペンタブレットを利用することで、実際のノートの役割を果たす。この機能では、描画モード、部分

消去モード、ページ消去モードがある。新しいページに移る場合には、そのタイミングやページ情報などがサーバ上に送信され、データベースに格納される。



(a) 受講者側のインターフェース



(b) 教員側のインターフェース

図7 Flashによるインターフェース

これらの機能を統合したインターフェースを図7に示す。

(2) システム利用時のトラフィックに関する調査

本システムの動作確認を行うために、サンプルの映像コンテンツを作成した。これらのコンテンツは

- ビデオコーデック : On2 VP6
- ビデオデータレート : 400bps
- オーディオ形式 : MPEG Layer 3
- 動画サイズ : 360×240

とした。以下に、コンテンツ例を示す。

映像コンテンツ 1

映像の長さ : 20 分

ファイルサイズ : 78.8MB

映像コンテンツ 1 は、図 8 で示した映像である。これは、通常の対面授業をビデオカメラに録画し、FLV 形式にエンコードしたものである。なお、AVI 形式から FLV 形式への

変換は、Adobe Flash CS3 Video Encoder を利用した。

映像コンテンツ 2

映像の長さ : 5 分

ファイルサイズ : 8.1MB

映像コンテンツ 2 を図 9 に示す。これは、PowerPoint で作成したスライドを用いて、ナレーションと共にスライドショーを録画した講義用映像である。



図 8 講義用コンテンツ

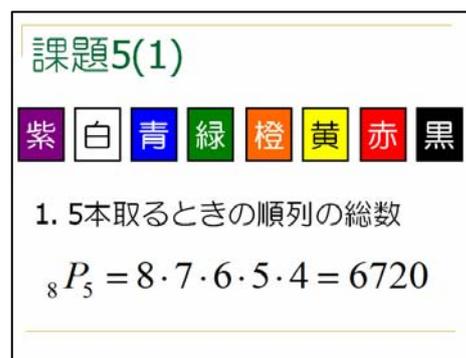


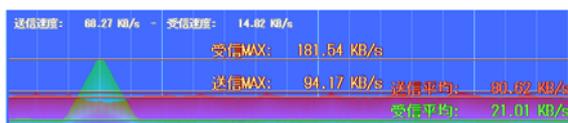
図 9 PowerPoint から作成した講義用映像

このコンテンツの作成には、TechSmith 社の Camtasia Studio6 を用いた。

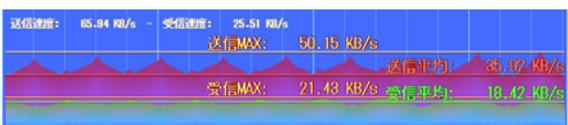
ここでは、これらの映像を用いて、本システム利用時のトラフィックを調査した。このトラフィックを測定するために、サーバ上で TCP Monitor Plus を起動させ、送信（映像コンテンツの配信）、および受信（受講状況の録画）のデータ量を記録した。その様子を図 10 に示す。

図 10(a)は、映像コンテンツ 1 を 1 ユーザに配信し、その受講者の映像を録画した場合のトラフィックである。このときの送信データ量の平均が 80.6KB/sec、受信データ量の平均が 21.0KB/sec であった。また、図 10(a)の左側で一部、高いデータ量を示している。これは、ノート機能で作成した情報をサーバにアップロードした影響であり、最大 181.5KB/sec となっている。同様に、図 10(b)は、映像コンテンツ 2 を利用した場合のトラ

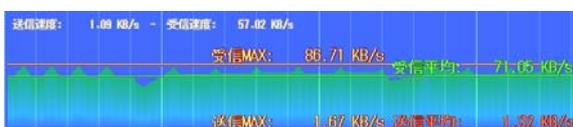
フィックである。この場合の送信データ量の平均は 35.9KB/sec, 受信データ量の平均が 18.4KB/sec であった。一方, 図 10(c)は動画サイトから FLV ファイルを閲覧している際のデータ量を示しており, 平均して, 71.0KB/sec 程度であった。



(a) 画像コンテンツ 1



(b) 画像コンテンツ 2



(c) 動画サイト閲覧時のトラフィック

図 10 システムにおけるトラフィックの比較

これらの結果を比較すると, 本システムを利用して, 映像コンテンツ 1 を閲覧した場合の送受信に関するデータ量は, 動画サイトから動画を閲覧した場合のデータ量の 1.4 倍程度である。また, 映像コンテンツ 2 に関しては, 0.8 倍程度となっている。これらのことから, 本システム利用時のデータ量は, 現在, 一般的に利用されている動画配信システムと比較して, 極端に異なるものではないことが分かる。このことより, ある程度のユーザ数であれば, 同時に利用することが可能であると考えられる。ただし, ネットワークの負荷を抑えることが望ましく, 教材用コンテンツをある程度の長さに分割するなどの工夫が必要であると考えられる。

(3) おわりに

本研究では, 海外留学生を対象とした非同期スクーリング型 e-Learning システムを開発した。このシステムは,

- ①コンテンツ管理機能
- ②映像の再生機能
- ③映像の録画機能
- ④授業用ノート機能
- ⑤その他のコミュニケーションツール

から構成されている。本システムにおいて, 教員側からの問い掛けを配信し, それに対する受講者の応答を録画することで, 非同期にスクーリングを行うことが可能となった。また, 教材コンテンツを配信し, 学習者の学習

状況を録画することで, 実際の対面授業に近い教育環境を提供することが可能となった。

さらに, サンプルの映像コンテンツを作成し, これらを受講した場合のトラフィックを調査した。その結果, 本システム利用時のデータ量は, 現在, 利用されている他の動画配信システムと比較して, 極端に異なるものではないとの結論を得た。ただし, ネットワークの負荷を出来るだけ抑えるために, 教材用コンテンツをある程度の長さに分割するなどの工夫が必要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

坂倉 忠和 村本 紘

海外留学生を対象とした非同期スクーリング型 e-Learning システムの開発
金沢工業高等専門学校 創造技術教育研究報告 査読有第 9 巻 1 号 2009、3～9

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村本 紘 (MURAMOTO HIROSHI)

金沢工業高等専門学校: 国際コミュニケーション情報工学科: 非常勤講師
研究者番号: 50159183

(2) 研究分担者

坂倉 忠和 (SAKAKURA TADAKAZU)

金沢工業高等専門学校: 国際コミュニケーション情報工学科: 講師
研究者番号: 30369970

(3) 連携研究者

なし