

# 奈良大学における e-learning システムの構築と実践

社会学部 正司 哲朗

## I. はじめに

近年、高等教育機関において、コースマネジメントシステム（CMS）やラーニングマネジメントシステム（LMS）など、e-learning システムの開発<sup>1)2)</sup>が盛んに進められている。e-learning システムは、インターネットを利用して教育用教材の配信が行われるものであり、システムには受講者の学習履歴情報が蓄積される。これらの情報は、教材改善や教育効果を向上させるために役立っている。最近では、携帯端末の発達により、携帯電話などのモバイル機器からでも学習が行えるようになっている。また、高等教育機関だけではなく、企業においても、社員研修や技術力向上のために、e-learning システムを導入しているところも多い。2007年時点における e-learning の実態調査では、約25%の企業、学校が実施している。現在では、さらに多くの企業や学校が導入していると予想される。

e-learning システムを利用する利点は、時間や空間の制約なしに学習でき、受講者の学習履歴情報が蓄積され、受講者と講師の間で手軽にコミュニケーションができる点にある。また、視覚的に分かりやすい講義映像や解説映像等の様々な映像教材が提供できる点にある。

奈良大学では、平成21年度から本格的に e-learning システムを導入している。本稿では、システムの構築事例を述べるとともに、実際の授業で e-learning システムを利用したときの学習状況について報告する。また、講義映像の自動撮影方法について述べ、さらに本学において e-learning システムの普及に向けて、全学的な統合認証システムの導入を検討する。

## II. e-learning システムの構築

### 1. e-learning システムの機能

e-learning システムは、商用ソフトウェアやオープンソース等、様々なものが存在する。商用ソフトウェアで最も有名なものの1つに、Blackboard Learning System がある。また、オープンソフトウェアで有名なものの1つに Moodle がある。Blackboard Learning System<sup>3)</sup>は、2005年に BlackBoard 社と WebCT 社が合併し、各社が開発していた CMS を統合したものである。また、Moodle<sup>4)</sup>は1999年から開発が始まり、開発者の1人は WebCT の元管理者である。Moodle は現在も頻繁にバージョンアップが行われている。また世界中の研究者が様々な機能を開発しており、機能拡張が日々行われている。

Blackboard Learning System CE と Moodle の2種類の機能を比較した結果を表1に示す。比較する機能の項目は以下の通りである。

- オープンソース  
ソフトウェアが無償で提供され、ソースコードも公開されている。
- 導入コスト  
上記のオープンソースとも関連するが、CMSを導入するときのコストである。
- フォーラム・掲示板  
フォーラム・掲示板は、受講者、講師が自由に書き込める電子掲示板である。
- ホワイトボード  
受講者間で共有できる情報空間であり、実際のホワイトボードのように書き込み、情報を共有することができる。
- チャット  
テキストベースでリアルタイムに会話をすることができる。
- メール  
CMS内で電子メールが利用できる。
- カレンダー  
講義の実施日やレポートの提出日など、予定を書き込むことができる。
- テスト  
選択問題や書き込み問題を作成することができ、自動採点もすることができる。
- 学生トラッキング  
受講者の学習履歴を管理することができる。
- 外部認証  
LDAP 認証や CAS 認証など、外部の認証システムの利用が可能である。 認証に関しては、IV 章で詳しく述べる。
- SCORM  
SCORM とは、Sharable Content Object Reference Model の略で、教材コンテンツの世界標準規格である。SCORM 準拠の教材を作成することにより、一般的な CMS であれば、教材の互換性を保つことができる。
- 対応ブラウザ  
CMS が対応しているブラウザの種類である。
- データベース  
CMS が対応しているデータベースの種類である。
- 多言語対応  
英語、日本語以外の言語に対応することができる。
- Windows サーバ  
CMS サーバの OS として、Windows に対応している。
- Unix サーバ  
CMS サーバの OS として、Linux などの Unix に対応している。

表 1 BlackBoard Learning System CE と Moodle の機能比較

機能	Blackboard Learning System CE 6.1(WebCT)	Moodle 1.9
オープンソース	× (Java)	○(PHP)
導入コスト	大	小
フォーラム・掲示板	○	○
ホワイトボード	○	△
チャット	○	○
メール	○	○
カレンダー	○	○
テスト	○	○
学生トラッキング	○	○
外部認証	CAS、LDAP	LDAP
SCORM 対応	1.2	1.2、2004
対応ブラウザ	IE、Mozilla、Firefox	IE、Mozilla、Firefox
データベース	Oracle、MS SQL server	Oracle、MySQL、PostgreSQL
多言語対応	○	○
Windows サーバ	○	○
Unix サーバ	○	○

表 1 に示すように、一般的な授業で利用する機能は、Blackboard Learning System CE と Moodle では違いは少ない。表内で△は、標準機能としてはないが、サードパーティーから開発されている。ただし、Moodle は大規模で利用するには適さないが、サーバを複数利用することで、1 台当りの負荷を減らすことが可能となり、45000 以上の受講者に対応することができる。また、Blackboard Learning System CE は、商用ソフトウェアであるため、年間ライセンス料金が登録者数に応じて発生するが、サポートなどが充実している。

## 2. 本学における e-learning システムの導入

本学に e-learning システムを導入する際、どのような CMS が最も適しているか検討する必要がある。本学では、表 1 の機能比較に基づいて、商用ソフトウェアである Blackboard Learning System CE と同等の機能をもつオープンソースの Moodle を導入した。その理由は、Moodle は大規模で利用するには適さないが、本学の学生と教員全体を含め

でも4000人未満であるため、本学では十分対応できると考えられるからである。

平成21年4月から図1のようなe-learningシステムを試験的に稼働させ、前期の段階では7コースを開設している。現在、開設されているコース名と担当教員を表2に示す。また、図2に実際にe-learningシステムを利用した実習の様子を示す。

次に、e-learningシステムを利用して行った講義や実習のアクセス履歴を分析した結果について述べる。



図1 e-learningシステム（Moodle）の画面

表2 登録されているコースと授業担当者一覧

コース名（講義名）	授業担当者
情報学応用実習Ⅰ	社会学部現代社会学科 正司、西脇
マルチメディア論	社会学部現代社会学科 正司
ネットワーク基礎論	社会学部現代社会学科 正司
情報学演習Ⅰ	社会学部現代社会学科 正司
情報学演習Ⅲ	社会学部現代社会学科 正司
社会学演習Ⅰ（五）	社会学部現代社会学科 松川
津風呂プロジェクト	地域連携教育研究センター



図2 e-learning を活用した実習授業の様子

### 3. アクセス履歴の分析

表2に示すコースのうち、マルチメディア論、ネットワーク基礎論、情報学応用実習Ⅰ、情報学演習Ⅰに関して、アクセス履歴を分析する。ここでは、アクセス履歴から以下の情報を抽出し分析を行う。

- 学内・学外からのネットワークアクセスの割合
- コース上に掲載しているコンテンツを講義資料閲覧、レポート課題閲覧、レポート提出、コース閲覧、ブログ閲覧、掲示板閲覧、掲示板書き込み、その他に分類し、各コンテンツに対するアクセスの割合

以下に、2009年7月18日時点において、アクセス履歴を分析した結果を示す。

#### 1) マルチメディア論

マルチメディア論のコースにアクセスした件数は1996件あった。そのうち、学外からのアクセスは20%、学内からのアクセスは80%であった。また、各コンテンツの割合を調べた結果を図3に示す。

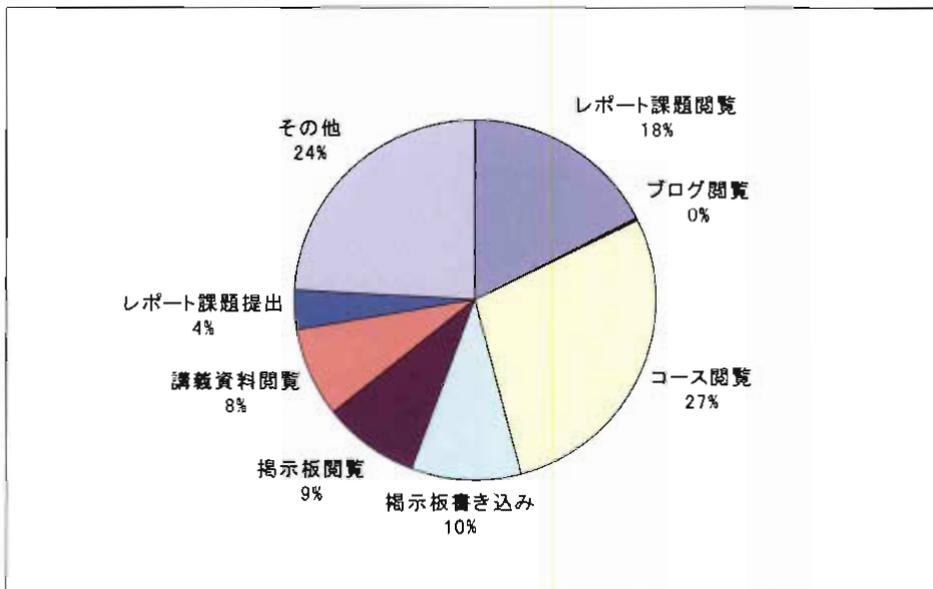


図3 マルチメディア論コースにおけるコンテンツアクセスの割合

#### 2) ネットワーク基礎論

ネットワーク基礎論のコースにアクセスした件数は2337件あった。そのうち、学外からのアクセスは17%、学内からのアクセスは83%であった。また、各コンテンツの割合を調べた結果を図4に示す。

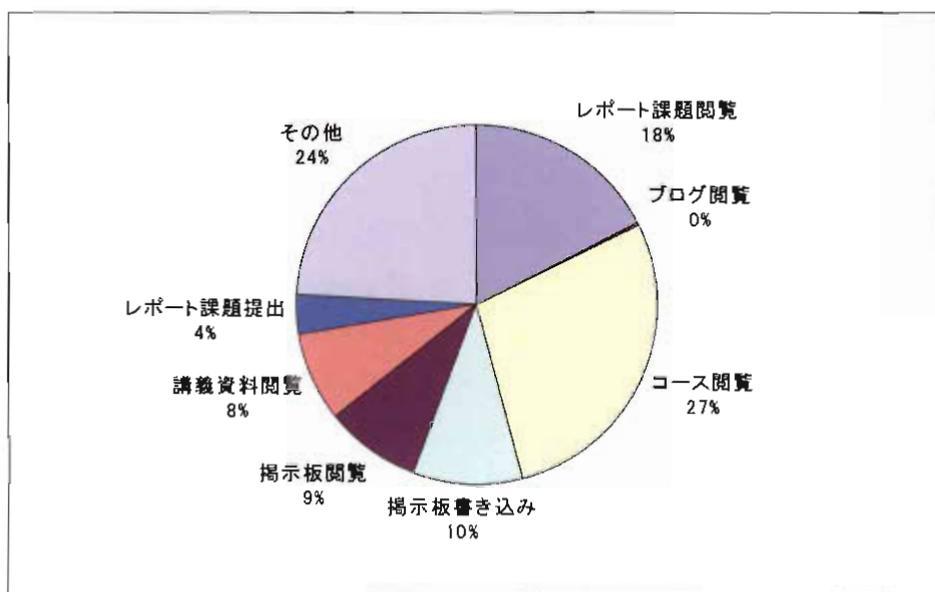


図4 ネットワーク基礎論コースにおけるコンテンツアクセスの割合

### 3) 情報学応用実習 I

情報学応用実習 I のコースにアクセスした件数は2754件あった。そのうち、学外からのアクセスは20%、学内からのアクセスは80%であった。また、各コンテンツの割合を調べた結果を図5に示す。

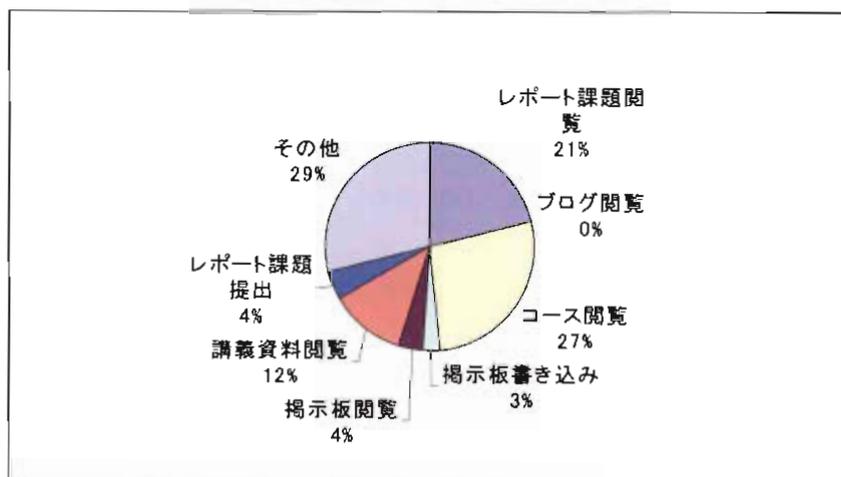


図5 情報学応用実習 I コースにおけるコンテンツアクセスの割合

### 4) 情報学演習 I

情報学演習 I のコースにアクセスした件数は1827件あった。そのうち、学外からのアクセスは40%、学内からのアクセスは60%であった。また、各コンテンツの割合を調べた結果を図6に示す。

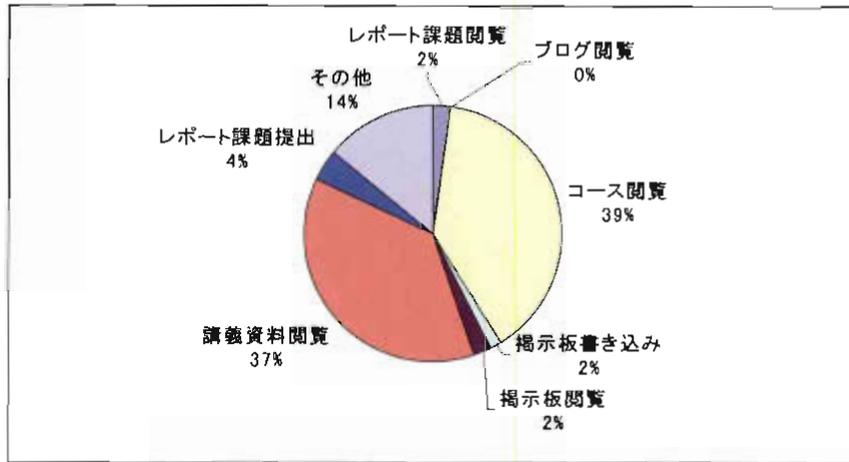


図6 情報学演習Ⅰコースにおけるコンテンツアクセスの割合

上記の4つのコースを調べた結果、マルチメディア論、ネットワーク基礎論、情報学応用実習Ⅰの3つのコースに関しては、学内・学外からのアクセス状況、およびコンテンツアクセスの割合はほぼ等しいことがわかる。この理由は様々なことが考えられるが、その1つとして、3つのコースは、社会学部の2年生以上を対象とした講義・実習であり、受講している受講生はかなり重複している。このため、各受講生の学習スタイルに個人差があるものの、講義が異なった場合でも各受講生のスタイルに変化がないためである。

一方、情報学演習Ⅰのコースに関しては、社会学部の3年生を対象としたゼミ演習であり、学内・学外からのアクセス状況は、他の3つのコースとは違い学外からのアクセスが多い。また、コース閲覧、および講義資料の閲覧の割合も他の3つのコースに比べて多い。この演習は他の講義や実習と異なり、プログラミング教育を中心に行っている。プログラミング教育は、ゼミ演習時間以外にも多くの学習時間が必要となるため、受講者は自宅など学外でも積極的に自習していることがわかる。

以上のことから、e-learningシステムを導入することで、学内・学外からでも利用できる学習環境を提供することができるため、受講者の学習意欲の向上につながる事が分かる。

しかしながら、現在のe-learningシステムは、講義資料やレポート課題、実習教材などはすべてテキストであるため、講義・実習を欠席した学生にとっては、理解しづらい教材である。このため、実際の講義や実習を記録し、それをe-learningシステムの教材として利用することで、この問題を改善させることができる。

次に、講義・実習の自動撮影を目的とした講義アーカイブシステムの構築方法について述べる。

### Ⅲ. 講義アーカイブシステムの構築

#### 1. 講義アーカイブ

大学で行われている講義の情報を一般に広く公開する試みは、2001年にマサチューセッ

MIT工科大学（MIT）のオープンコースウェア（OCW）<sup>5)</sup> から始まった。MITのOCWでは全授業の教材をWeb上に無料で公開することを目標としている。この流れは、日本の大学にも広がり、2004年には大阪大学、京都大学<sup>6)</sup>、慶応義塾大学、東京工業大学、東京大学、早稲田大学の6大学において、OCWの活動が始まり、現在もOCWに参加する大学が増えつつある。

OCWで公開されている授業関連資料は、授業の配布資料、シラバス、講義映像など様々なものがある。最近では、視覚的な訴求力の高さから、講義映像や解説映像等、様々な映像コンテンツが利用されることが多くなった。このように、大学における一斉型講義を映像化する試みが国内外の大学で行われている。講義映像を撮影する方法には大きく分けて、以下の2種類の方法がある。

#### 1. モバイル型

講義中の講師を手動で撮影し、講義中に提示されたスライドを保存して、時間同期した画面を受講者に視聴させる<sup>7)</sup>。

#### 2. 大規模型

講義の様子を手動で記録する作業は人的な負担が大きく、また、講義室では講師だけではなく、受講者もその表情や仕草に由来する情報を発信していることから、受講者の映像も記録する方法<sup>8) 9)</sup>である。このような映像は授業改善などに役立つことが期待される。

上記1.の方法は、どこでも講義アーカイブができる反面、受講者の様子を撮影することができないため、学習教材の自動生成は可能であるが、講義状況までを記録することは難しい。また、上記2.の方法では、上記1.の問題を解決するため、複数のカメラを利用して、講師、受講者の様子を撮影し、スライドと同期させて記録している。しかしながら、規模が大きくなり、様々な講義室において柔軟に対応することができないという問題がある。

さらに両者のシステムでは、一斉型講義を対象としたアーカイブであり、実習を伴う授業には対応できない。一方で、大学の授業ではないが、料理アーカイブシステムが提案されている<sup>10)</sup>。これは、複数のカメラやセンサーを利用して、調理動作を記録し、認識することで、調理者を支援する目的で構築されたものである。

本研究で目標とするのは、モバイル型と大規模型の中間に位置する講義アーカイブシステムである。従来の講義アーカイブシステムは一斉型講義を対象としたものが多いが、本研究では、講義と実習の両方に対応できる複合型講義アーカイブシステムを提案する。

### 2. 複合型講義アーカイブシステムの概要

本研究では、講義と実習の両方に対応できる講義アーカイブシステムの構築を目指す。ここで対象とする実習はコンピュータを利用したプログラミング実習である。この実習では、ホワイトボードとスライドを利用して、アルゴリズムなどの説明を一斉型講義形式で行い、その後、受講者は各端末においてプログラミング実習を行うというスタイルのもの

である。本研究では、このような実習スタイルを対象とした講義アーカイブシステムの構築を提案する。以下に、講師、受講者、講義スライド、受講者の端末情報の各記録方法について述べる。

#### ●講師と受講者の記録

講師と受講者の撮影は、雲台付カメラを利用して行う。また、講師の音声は、ワイヤレスマイクを利用して記録する。講師の立ち位置と、受講者の座席位置は、ほぼ一定である環境の場合、雲台付カメラを利用し、カメラを自動的に動かすことで、任意の場所を撮影することが可能である。

#### ●講義スライドの記録

講師が利用するスライドは、講師がスライドを切り替えた際に、時間情報とともに表示されているスライドを画像で記録しておく。このように時間情報を記録しておくことで、講師や受講者を撮影した映像とスライドの同期が簡単に実現できる。

#### ●受講者の端末情報

受講者が使用している端末の状況を記録するために、本研究では、定期的に端末の画面全体を記録するとともに、そのときの時間情報を記録しておく。さらに受講者の入力作業状況を記録するために、特定のアプリケーションのみ、キーボード、マウスの入力情報も時間情報とともに記録しておく。このように、画面全体と入力情報を記録しておくことにより、講師は受講者がどのようなところで戸惑っているのかを後で把握することができ、さらに、受講者は自分の操作履歴を見ながら、復習することができるという利点がある。

### 3. 講義映像の配信

#### 1. 映像記録形式

撮影した映像を e-learning システムで利用できるためには、映像をストリーミング配信できる形式に変換する必要がある。変換する形式は、Real 形式、WMV 形式、FLASH 形式など、様々なものが存在するが、近年、注目を浴びてきたのは、FLASH 形式である。現在、YouTube などの映像配信サービスが、全世界的に広がっており、OCW においても映像配信には YouTube を利用している大学が多く、FLASH 形式がストリーミング配信の標準になりつつある。また FLASH はインタラクティブなコンテンツ映像も作成することができるため、e-learning システムの教材と親和性も高い。このため、本研究においても FLASH 形式を採用する。

#### 2. 映像配信システム

インターネットを通じて、FLASH 映像を配信するためには、ストリーミングサーバが必要である。一般的に、FLASH 映像を配信するためには、Adobe Flash Media Server が必要となるが、商用ソフトウェアであるため導入コストがかかる。そこで、本研究では、FLASH 映像を配信する機能を持つオープンソースの Red5<sup>11)</sup>を利用して、ストリーミングサーバを構築する。Red5は Java で書かれたソフトウェアであり、OS に依存しない

ため、Windows や Mac OS、Linux など、様々な OS 上で動作可能である。

### 3. 講義アーカイブの実験と結果

表 3 に、本実験で使用した講義アーカイブの実験環境を示し、図 7 にシステム構成図を示す。

表 3 講義アーカイブの実験環境

用途	仕様
撮影用 PC	Windows XP メモリ 1GB CPU 3.4GHz
講師用 PC	Windows XP メモリ 2GB CPU 1.2GHz
撮影カメラ	AXIS 213PTZ AXIS 213CM コミュニケーションモジュール
音声	デジタルワイヤレスマイクシステム HM-W300
講義映像記録ディスク	ネットワークハードディスク 1TB
映像キャプチャボード	IODATA GV-VCP3R/PCI
映像記録形式	Windows Media Video 形式 ビデオサイズ 640×480 ビットレート 2083kbps オーディオビットレート 48kHz
ストリーミングサーバ	Windows Vista メモリ 2GB CPU 2.3GHz ストリーミングソフト Red5
実習用 PC	Windows XP メモリ 512MB CPU 2.8GHz 10 台

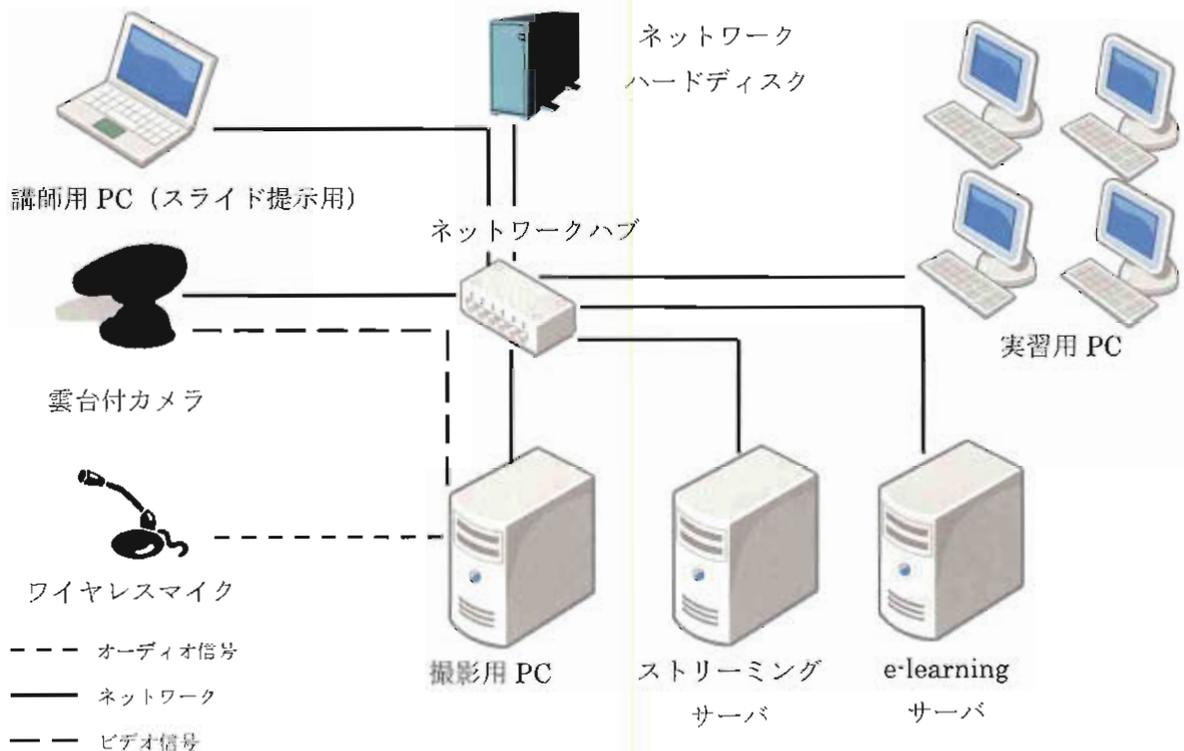


図 7 講義アーカイブシステムの構成図

講義映像を記録した形式は、Windows Media Video (WMV) 形式であるため、記録した映像をインターネットで配信するためには、FLASH 形式に変更する必要がある。ここでは、WMV 形式から FLASH 形式に変換できるフリーソフト Free Video Convert<sup>12)</sup> を利用した。図 8 に e-learning システムから、ストリーミング配信された講義映像を表示させた様子を示す。このような映像を e-learning システム内で利用することで、受講者が欠席した場合でも、講義資料とともに講義映像を復習用教材として利用可能であり、また、何度も分からないところを見ることができるため、教育効果の向上が期待できる。



図 8 講義アーカイブ映像 (2009年 6 月23日 情報学演習 I)

#### 4. 講義アーカイブの課題

本研究では、講義アーカイブは、講師や受講者の映像以外にも、スライド画像や受講者の端末画像、および受講者のキーボード、マウス入力も記録している。スライド画像や受講者の端末画像は FLASH に変換することで、配信サーバを利用して、e-learning システム内で表示されることが可能である。一方、受講者のキーボード、マウス入力の記録情報はテキスト情報であり、講義映像、スライド映像と合わせて、どのように表示すればよいかは今後の検討課題である。

### IV. e-learning システムの普及に向けて

#### 1. 統合認証システム

本学において e-learning システムを普及させるための 1 つの方法として、統合認証システムを利用することが考えられる。統合認証システムを利用することで、ユーザ ID とパスワードを一元管理することができるため、受講者は、大学内外からでも同じユーザ ID とパスワードを利用することができる。また、教務システムと連携させることで、e-learning のコース開設が容易になり、コースごとに手動で受講者を登録する必要がなく

なり、受講者は、履修登録と同時に e-learning システムを利用することが可能となる。

統合認証方法として2種類ある。1つは、ユーザ ID、パスワードの入力を一度するだけで、多種のシステムが利用できるものであり、シングルサインオンと呼ばれるシステムである<sup>13)</sup>。もう1つは、同じユーザ ID、パスワードを利用して、多種のシステムを利用できるものである。

現在、本学の教育システムの多くは、PDC（プライマリドメインコントローラ）を利用したユーザ認証を行っている。PDC は、Windows NT により管理されるネットワーク（ドメイン）で、ユーザやセキュリティに関する情報を管理し、ユーザ認証を行うサーバである。一般的には、Windows Server2003もしくは2008上で動作する Active Directory を利用する。さらに、Windows Server 上に Microsoft LDAP（Posix 準拠）を載せることも可能である。LDAP（Lightweight Directory Access Protocol）とは、ネットワークを利用するユーザの情報を管理するサービスであり、オープンソースを利用したシステムの多くで採用されている認証システムである。

## 2. 本学における認証システム

本学における認証システムの導入状況は、表4の通りである。現状では、各部署が独立して、認証システムを導入しているため、利用する学生、教員、職員は、各システムにおいて、個別のユーザ ID とパスワードを持つ必要があり、ユーザ ID、パスワードを忘れ、利用することができないといった状況が頻繁に起こるといった問題が生じる。

表4 本学における認証システムの導入状況

部署	認証システム
社会学部	Active Directory
情報処理センター	Active Directory
情報処理センター e-learning システム	独立管理（LDAP 対応可）
通信教育部	LDAP
図書館	独自管理（LDAP 対応可）
教務課	Active Directory

## 3. 本学における統合認証システムの検証

上述のような状況を改善させるために、本学において統合認証システムを導入することが望ましく、その実現性を検証する。図9に検証を行った環境を示す。

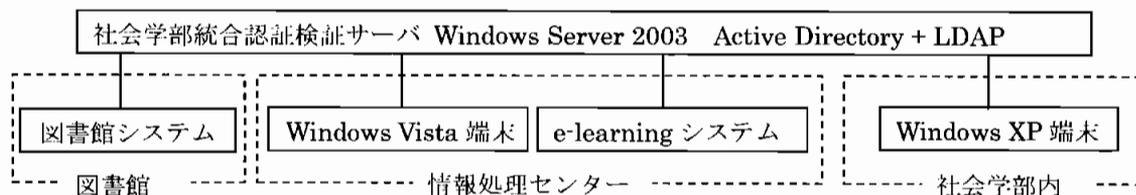


図9 統合認証システムの検証環境

今回の検証では、教務システム、通信教育部はセキュリティ等の関係上、除外しているが、教務課は Active Directory、通信教育部は LDAP を利用して認証を行っているため、図9の環境で検証できれば、教務課、および通信教育部も同様に利用できると思われる。表5は、図9の環境において統合認証システムの検証を行った結果である。この表から分かるように、未検証の通信教育部、教務課以外の認証は可能であることがわかる。

表5 統合認証システムの検証結果

部署	検証結果
社会学部	○
情報処理センター	○
情報処理センター e-learning システム	○
通信教育部	未検証
図書館	○
教務課	未検証

#### 4. 本学における統合認証システムの構築方法と検討

ここでは、学内の統合認証システムの構築方法について検討する。本学では教育系ネットワーク、事務系ネットワークの2つが存在し、セキュリティの観点から教育系と事務系間のネットワーク通信は行えないようになっている。このため、ネットワークの管理方針などを再検討する必要があるが、学生の個人情報の漏洩を防ぐために、各部署で必要な情報のみ参照できるようなシステムを構築することが望ましい。

特に、社会学部、情報処理センター、通信教育部、図書館は、学生の名前、ユーザID、パスワード等、システムを利用する以外の情報は不必要である。このことを踏まえた上で、図10に示すような統合認証システムの提案を行う。

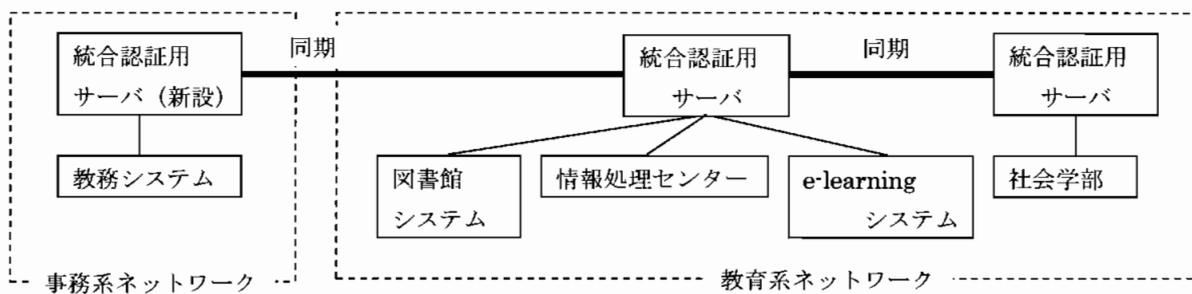


図10 学内統合認証システムの構築例

図10では、既設の認証用サーバを利用しつつ、事務系で新たに認証サーバを導入し、これらのサーバ間で同期させることを考えている。このように、事務系と教育系ネットワー

クを分離させることで、両者の住み分けが明確になるとともに、事務系が利用する情報と教育系が利用する情報を分離することができるので、セキュリティの向上が期待できる。

また、利用者はどの端末を利用しても、ユーザ ID とパスワードは同じであり、どの端末からでもパスワードを変更することが可能である。このため、学内における教育システムの利便性をさらに向上させることが期待できる。

## V. おわりに

本稿では、本学における e-learning システムの構築事例について述べ、現在、利用されているコースのアクセス履歴を分析した結果、e-learning システムが学内・学外から利用され、有効的に機能していることが確認できた。

また、さらなる教育効果の向上を目指し、講義アーカイブシステムの構築方法について述べた。構築した講義アーカイブシステムは、講義と実習（プログラミング教育）の両方に対応できるものであり、従来の講義アーカイブシステムとは異なる。今後は、本稿で提案した講義アーカイブコンテンツと e-learning システムとの統合を目指す。

さらに、e-learning システムの普及を目指し、全学的な統合認証システムの提案を行った。本学において、統合認証システムを導入することで、受講者は 1 つのユーザ ID とパスワードを使って、e-learning システムを含めた全ての教育システムにアクセスできるため、システムの利便性を向上させることが期待できる。

今後の予定は、前期の試験的な運用を踏まえた上で、後期には全学展開を行う。全学展開を行うために、後期には本学において e-learning システムの概要説明や操作方法を含めた教員向けの講習会を数回にわたり予定している。

## 参考文献

- 1) 冬木 正彦、辻 昌之、植木 泰博、荒川 雅裕、北村裕、“Web 型自発学習促進クラス授業支援システム CEAS の開発”、教育システム情報学会誌、Vol.21、No.4、 pp.343-354、2004
- 2) 仲林 清、中村 明仁、星出 高秀、福原 美三、高橋 数善、堂下 恵、“オープンソース LMS Sui<sup>2</sup>の構成と導入事例”、情報処理学会研究報告 第1回 CMS 研究会、p.63-70、2005
- 3) Blackboard Learning System, <http://www.blackboard.com/>
- 4) Moodle, <http://moodle.org/>
- 5) MIT オープンコースウェア (OCW), <http://ocw.mit.edu/>
- 6) 京都大学オープンコースウェア (OCW), <http://ocw.kyoto-u.ac.jp/>
- 7) Bousdira,N, Glodfarb S, et al, “WLAP the Web Lecture Archive Project”, The Development of a Web-Based Archive of Lectures, Tutorials, Meetings and Events at CERN and the University of Michigan, CERN-OPEN-2001-066, 2001
- 8) 西口 敏司、亀田 能成、角所 考、美濃 導彦、“大学における実運用のための講義自動アーカイブシステムの開発”、電子情報通信学会論文誌 D-II、Vol.J88-D-II、No. 3、 pp.530-540、2005

- 9) 正司哲朗、丸谷宜史、森村吉貴、川口洋平、西口敏司、角所考、美濃導彦、“講義自動撮影・アーカイブ化システムの構築と運用”、情報処理学会第3回CMS研究会、2006
- 10) 山肩洋子、正司哲朗、角所考、美濃導彦、“アシスタントエージェントとの音声対話による調理コンテンツの自動生成”、信学技報、Vol. 105、No. 433、MVE2005-55、pp. 55-60、2005
- 11) ストリーミングサーバ Red5, <http://www.osflash.org/red5>
- 12) Free Video Converter, <http://www.koyotesoft.com/indexEn.html>
- 13) 内藤久資、梶田将司、小尻智子、平野 靖、間瀬健二、“大学における統一認証基盤としてのCASとその拡張”、情報処理学会論文誌、Vol. 47、No. 4、2006