

授業支援システムの導入効果について

－導入のメリットおよび利用時の留意点－

太田 正孝

1. はじめに

神奈川大学では、新教務システム「WebStation」が2006年度より稼働し、全学的な規模で履修管理のIT化が図られている。各学部においても、さまざまなe-Learningシステム・授業支援システムが導入され、教育の質の向上を目指して教育活動が行われている[1]。経営学部でも、2002年度より先駆的にe-Learningシステムを導入し、コンピュータ実習関連の授業を中心に実践し、その効果を上げている[2]。

近年、JAVA、PHPなどのサーバサイド技術の進歩が著しく、e-Learningシステム・授業支援システムもこれら最新技術を取り入れることにより、低価格化・高機能化が進み、さらに使いやすいものへと進化し続けている[3]。また、本学の学生を対象に2007年6月に行われたアンケートによれば、回答した学生の約90%が自宅にインターネットに接続できる環境があると答えている。このように、インターネットを介した学習環境は、サーバ技術と学生のインターネット接続環境の両面で整いつつある。

以上の背景のもとに、2006年度後期から2007年度前期にかけて、最新のシステムを導入し試行を行った。本報告は、この試行に基づいた授業支援システム導入効果についての考察をまとめたものである。

コンピュータを利用した教育システムは、自己学習を支援するe-Learningシステムと授業を支援する授業支援システムに分類されるが、ここでは主に授業支援システムを対象とする。

2. 検討対象とする授業支援システム

授業支援システムは、製品ベースの商用システムと教育目的に限り無料で利用できるフリーソフトウェアがある。商用システムとしては、Blackboard社のBlackboard Learning System[4]、日本データパシフィック社のWebClass[5]などがあり、フリーソフトウェアとしては、関西大学/パナソニックラーニングシステムズ(株)のCEAS[6]、東京大学情報基盤センター/日本ユニシスソフトウェア株式会社のCFIVE[7]、神奈川大学工学部内田研究室のWebLec[8]などがある。フリーソフトウェアは主に大学が中心となって開発が進められており、ある条件を満たせば無料で利用可能である。無料であっても機能的に商用システムに劣るということはない。むしろ、教育現場の実情に合った使いやすいものになっている。特に神奈川大学のWebLecは、ソフトウェア開発自体も大学独自で行っており、教育の実体験に基づいたシステム仕様となっている。

試行対象とする授業支援システムとして、商用システムからWebClass、フリーソフトウェアからCEASを選定した。WebClassの選定理由は、主に価格的な要因が大きい。CEASについては、他の大学のシステムを試してみたかったことと、ドキュメント(マニュアル)の豊富さからである。特にCEASにはインストール用のスクリプトが付属しており、LINUX系OSの知識があまりなくても、簡単にインストールが可能である。表1にこれら授業支援システムの動作環境を示す。

表 1 試行対象とする授業支援システムの動作環境

動作環境	WebClass	CEAS
OS	Debian GNU/Linux	Fedora Core 5
サーバサイド技術	PHP	PHP
データベース	PostgreSQL	PostgreSQL

表 2 授業支援システムの機能と導入効果

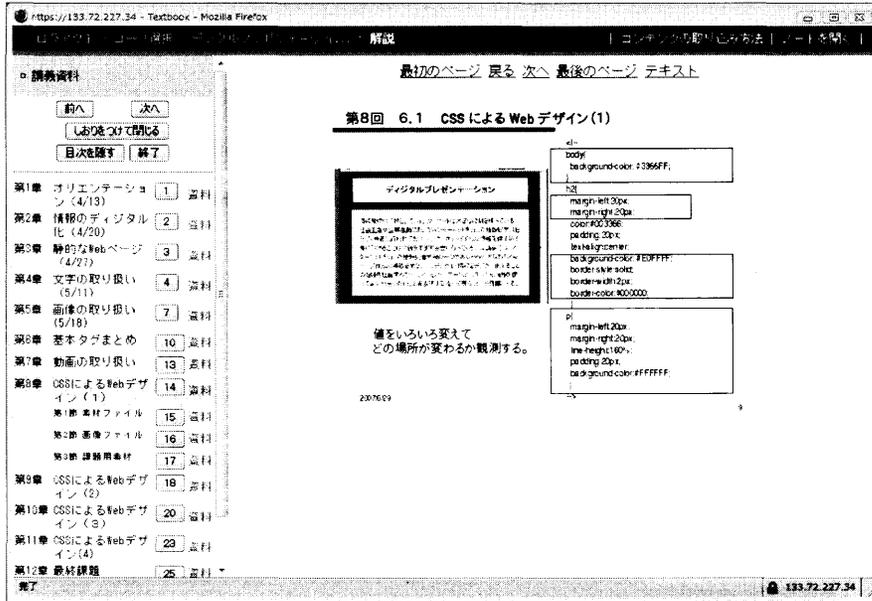
機能	導入効果
授業資料管理	シラバスに基づき、授業全体を本のように整理した形で提示が可能である。このことにより、個々の資料の授業全体での位置付けが明確になり、より分かり易くなる。
自己学習支援	授業の様子をそのままビデオで収録し、ビデオと授業資料が同期した動画配信が可能であり、学生の予習・復習に有効である。簡単な作業で作成可能であるが、配信用のフォーマットに変換が必要など、時間がかかる。
テスト支援	受講生が何人であっても同じ手間でテストが実施できる。採点が自動化され、理解度を確認するには有効である。記述式のテストでは、学生にコメントを返すことも可能である。
課題および成績管理	課題の提出状況やテストなどの成績情報を学生・教員間で共有化が図れ、学生自身で提出状況などが確認できるので、教員も学生の履修状況を的確に把握できる。また、学生も自分の提出状況などを確認できるので安心できる。
出席管理	出席情報を学生・教員間で共有できる。ただし、出席登録は、自席にPCがあることが前提となる。

WebClass, CEASともLINUX系のOS上で稼動し、サーバサイド技術としてスクリプト言語PHP(: Hypertext Preprocessor)を使用し、データベースとしてPostgreSQLを採用している。PHP, PostgreSQLともオープンソースであり、無償で利用可能である。これらは、商用製品と同等な機能を有し、多くのWebサーバで利用されている。

3. 授業支援システムの機能と導入効果

WebClassとCEASを約1年間試行した結果について述べる。WebClass, CEASそのものの評価というよりも、より一般的に授業支援システムの役割・効果的な利用法という観点からの考察を行う。ここでは、授業を支援するという観点から、授業資料管理・自己学習支援・課題および成績管理・テスト支援・出席管理の5つを取り上げる。要約を表2に示す。以下、表2に示した順に詳細について述べる。

図1 授業資料提示画面



3.1. 授業資料管理

授業資料を電子ファイルで用意することが前提となる。授業支援システムは、電子ファイルの配布機能を持っている。この機能により、Web上に授業資料を公開して、いつでも学生がダウンロードできるようになる。しかし、授業支援システムの本当の効果は、配布機能というよりも、1つの講義に関する資料を整理した形で学生に提示することにある。整理した形で資料を配ると講義全体のストーリーをより明確に学生に提示できることになる。例として、図1にWebClassを用いた授業資料提示例を示す。

この画面の左側のサブウィンドウが各回の授業テーマで、授業全体の目次の役割を果たしている。1回の講義で、複数種類の授業資料、複数の話題がある場合は、このサブウィンドウ中の数字で示しているボタンをクリックすることにより、その回が展開され他の授業資料にアクセスできるようになっている。図1では、第8回目を展開した様子を示している。このように授業全体を本のように整理して提示することにより、学生は個々の資料の全体的な位置付けが明確になり、より分かり易くなると思われる。

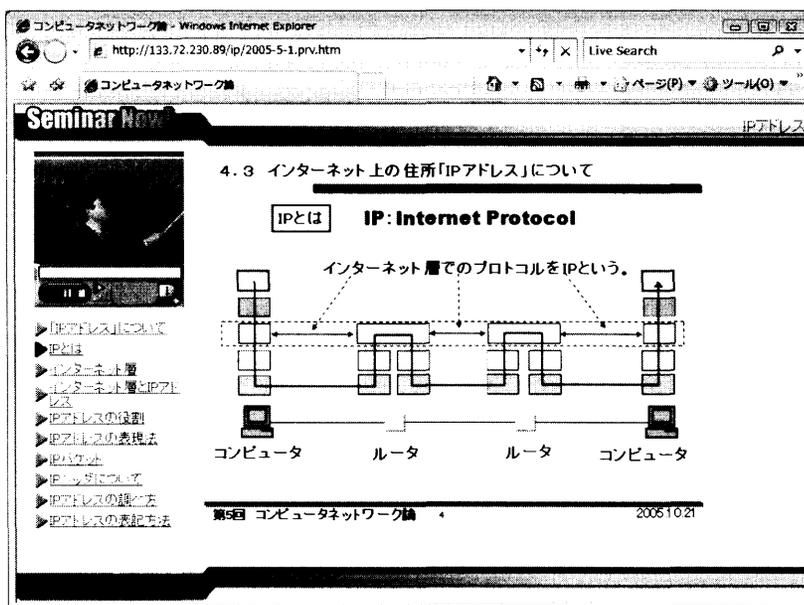
WebClassでは、図1に示すようにHTML形式に変換して授業資料の内容を表示する機能を持っている。この例では、パワーポイントで作成したファイルを変換した例を示している。ただし、この変換は、小さくて複雑な図の変換が得意でなく、さらなる改善が望まれる。

3.2. 自己学習支援

ここで取り上げているWebClassとCEASは、授業支援システムであり、直接自己学習を支援するためのものではない。本学のメディア教育支援室では、自己学習のためのコンテンツ作成を支援する株式会社デジタル・ナレッジの製品SeminarNow[9]を導入して、自己学習用のコンテンツを作成する教員に貸し出している。SeminarNowを用いて作ったコンテンツに対し、WebClassまたはCEASからリンクを張ることにより、学生に対し教材を提示することができる。そこで、SeminarNowを使って実際にコンテンツを作り、その使用感を評価することにした。

図2にSeminerNowで作成した自己学習用コンテンツ例を示す。このコンテンツは2005年度後期に行ったコンピュータネットワーク論の講

図2 自己学習用コンテンツ作成例



義90分をビデオで収録し、Windows Media形式に変換したものを動画に使っている。図2の画面構成は、左上に授業の動画、その下にスライドのタイトルが出ていて、現在どの部分の説明を行っているのかがわかるようになっている。

また、スライドタイトルをクリックすれば、その部分から再生できるので、学生が必要な部分のみを選択して復習することも可能である。

パワーポイントで作った資料に基づく授業なのであれば、非常に簡単にコンテンツ作成が可能である。しかしながら、スライド切替えのタイミングは、コンテンツ編集時に指定する必要がある。従って、コンテンツ作成には、(1)ビデオからパソコンに取り込み、(2)Windows Media形式へのエンコードし、(3)エンコードした動画をみながらスライド切替えタイミングの指定する、の3つの手順が必要である。非常に簡単な操作で動画付の自己学習コンテンツ作成が可能である。しかしながら、手順が単純であっても、コンテンツ作成には時間がかかる。この例では、3時間ほどの時間を要した。エンコードなど単純作業について、作成支援があればもっとSeminerNowのユーザが増えると思わ

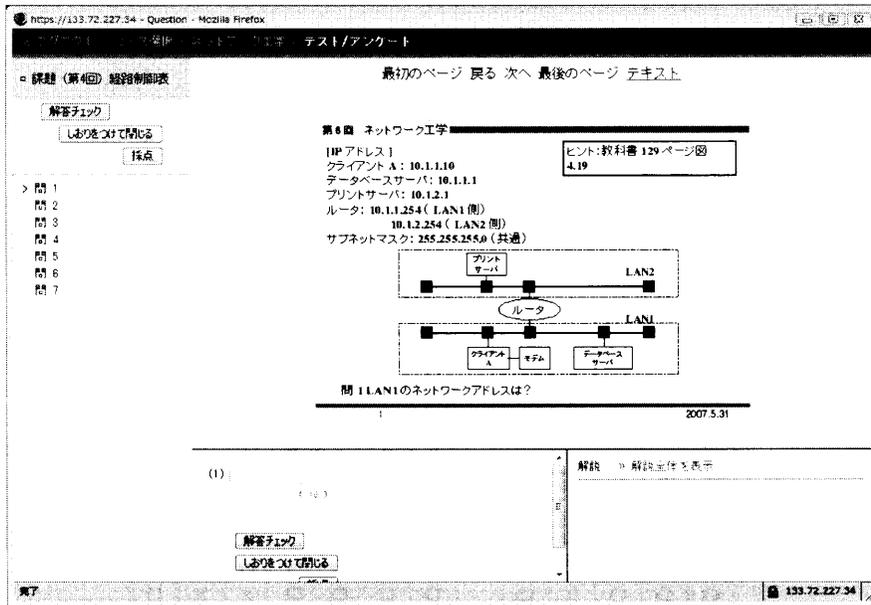
れる。

また、授業は目の前にいる学生を対象にしているので、そのまま授業の様子をビデオにしたのでは分かりにくい部分もでてくる。テーマを絞って、授業内容が分かりにくい部分を中心として、自己学習用にビデオを収録してコンテンツを作成するのが良いかもしれない。

3.3. テスト（試験）支援

学生の理解度の確認には、小テストが有効である。しかしながら、受講生が50人を超えると採点だけでもかなりの時間がかかってしまい、手軽な方法とは言えない。授業支援システムでは、このテスト支援機能を持っている。テストの形態も、選択式から記述式まで、さまざまなパターンの問題作成が可能になっている。選択式であれば自動採点を瞬時にいき、すぐに学生の成績が一覧表になって表示される。問題を作ってしまうと、学生が何人であっても簡単に学生の理解度を確認できる。ただし、テスト終了時に学生に正解を提示する場合、学生の間で正解情報が流れてしまう可能性があるため注意が必

図3 WebClassのテスト出題画面



要である。図3にWebClassで作成したテストの出題例を示す。この例では、数字で解答する例で、回答を正解の数字列と比較することにより、正解を判定している。左下の空欄に回答を書き込み正解かどうか判定する。また、記述式の問題も可能であるが、この場合は、学生が回答後、教員が採点をするようになっている。

授業支援システムを用いたテストは、学生が正解するまで何度でも正解するまでくりかえすことが可能であるが、一旦、正解した学生が出るとその正解情報が学生の間で流通してしまい、教育効果が薄れてしまう側面を持っている。ランダムに出題するなど、授業支援システムである程度の工夫はなされているが、完全には防止できない。採点の手間がなくなり教員の負担が少なくなる反面、このような弊害がある。これまでの経験では、授業支援システムのテストで正解率が高くても、学生が理解したと判断することは、危険である。期末試験のように個々の学生が独力で回答させる何らかの工夫が必要である。

3.4. 課題および成績管理

課題は、レポートボックスや授業時間に紙ベースで提出するのが通常である。この場合の問題は、学生が課題を提出したとの申告に対して、教員がその提出課題を受取っていないときの対応である。提出課題を本当に受け取っていないことを証明する手段がないのである。他の書類に紛れ込んでいたりする場合もあるので、本当に受け取っていないものかどうかを判断するときはかなり気を使う。電子メールでの提出でも、通常、毎日20,30件のメールを受信しフォルダに分けて整理しているときなど、受取ったメールがどこかのフォルダに紛れ込んでいるかどうか、確認が必要となる場合もある。また、電子メール送信時のトラブルの可能性もある。学生が送信したつもりでも送信エラーで届いていない可能性も考えられる。授業支援システムを利用した場合、ハードディスクのトラブルがない限り、提出ファイルを紛失することはない。しかも、ユーザID、氏名での検索が可能で、教員は課題の提出状況を簡単に把握することが可能である。一方、学生は、授業支援システムの学

表3 課題返却回数（コンピュータ演習でのある課題の例）

返却回数	1回	2回	3回
学生数	37人	9人	3人

図4 CEASによる出席管理画面（一部）

1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回	10回	11回	12回
1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
89	89	89	76	72	0	79	78	81	78	73	80
0	0	0	3	2	1	1	0	2	1	1	0
0	0	0	10	15	0	9	11	6	10	15	9
○	○	○	×	○		○	×	○	○	○	○
○	○	○	×	○		○	×	×	○	○	○
○	○	○	×	○		○	○	○	×	○	○
○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	×	○
○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○		○	×	○	△	×	○
○	○	○	△	△		○	×	○	○	×	○
○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
○	○	○	×	○		○	○	○	○	×	×
○	○	○	△	○		○	○	△	○	○	○

生用の画面で、課題を提出したこと・それを教員が受取ったことなど、課題提出状況が確認できる。従って、授業支援システムの導入で課題の提出管理が非常に楽になる。

課題提出に授業支援システムを使うもう一つの大きな利点は、個々の学生に対してコメントを付けて返却することが容易であることである。表3は2006年度後期に行ったコンピュータ演習のある課題における返却回数である。この表で1回は1回の提出で合格したことを意味している。ここに示すようにほとんどの学生は1回の提出で合格となっているが、12名は、改善点をコメントして再提出を促している。紙ベースで、何度も学生とのやりとりを繰り返すことは、やってできないことはないが、かなり努力が必要である。授業支援システムを使えば、容易に実現できる。紙ベースでのやりとりの大きな違いは、学生も好きなときにインターネット接続環境さえあればどこからでも提出できて、教員側もいつでも時間があるときに課題を評価できることである。ただし、この場合、今まで以上に手間がかかることを覚悟しなければならない。授業

支援システムは必ずしも時間削減に寄与するものではなく、1人の教員と複数の学生とのコミュニケーションを円滑にするためのツールであることを理解すべきである。

3.5. 出席管理

2007年度よりICカードリーダーを使った出席管理の本格運用が始まった。教員は、特別な作業なしにWebStationの画面からから学生の出席状況を確認でき非常に便利である。しかし、コンピュータ実習室には、ICカードリーダーが設置されておらずWebStationによる出席管理は利用できない。授業支援システムにも出席管理機能を持っているものが多いがWebClassには、出席管理機能がない。そこで、テスト機能を使って出席管理をすることにした。選択肢が1つしかなく必ず正解する問題を作り、これに授業開始前に学生が自席のパソコンから回答することにより、点数で出席管理を行うという方法をとっている。この方法の問題点は、出席管理用のテストと本来のテストが混在してしまうことであ

る。現状では、出席管理用のテストに特別な名前を付けることで対応している。

CEASには、高機能な出席管理機能が備わっている。学生は、指定した時間内にCEASにログインして出席管理のボタンをクリックすることにより、出席情報が登録される。しかも、出席情報を登録できるパソコンをパソコン実習室に限定できるので、他の場所からの出席登録は禁止できる。

図4にCEASの出席管理画面の一部を示す。各行が各学生の出席情報である。この表の左欄に学籍番号（ログインID）と氏名が表示されている（個人情報であるため、図には示していない）。図中の△は遅刻または届出のあった欠席である。この出席情報は後での修正も可能である。何らかの理由で学生が出席登録を忘れた場合や欠席の事後届出があった場合は、この画面から修正が可能である。この欠点は、この機能は自席にパソコンがあることを前提としており、一般の教室では使えないことである。学生にも自分の出席情報が表示される。教員に表示されている情報と同じものが表示されるので、出席に関するトラブルを防止できる。

4. データ管理・システム管理・セキュリティ

ユーザデータ・成績・出席情報など授業に関するデータは、極めて重要である。万が一、システム障害により全てのデータが消えてしまえば、最悪単位認定ができなくなるなど問題は大きい。また、授業支援システムは、インターネット経由でどこからでもアクセスが可能であるので、外部からの不正アクセスへの対応も必要である。ここでは、データ管理・システム管理・セキュリティという観点から、考察を行う。

4.1. データ管理

データ管理は、教員・システム管理者の両方が行う必要がある。授業支援システムは、教科

毎に成績データのダウンロード機能を持っており、教員が定期的に担当の成績データを教科ごと一括してダウンロードすることが可能である。多少、多少わずらわしい作業であるが、最低限この作業を行ってれば、たとえサーバが復旧不可能という事態になっても、最悪の事態は回避できる。

ここで試行した授業支援システムは、表1に示すようにデータベースとしてPostgreSQLを用いている。これはオープンソースで無償であるにもかかわらず商用のデータベースと同等の機能を有している。データベースの基本機能としてバックアップとリストア機能がある。バックアップはデータベース全体のバックアップデータを作成する機能で、リストアはバックアップデータを使ってデータベースを元の状態に復元する機能である。これらの機能を使って、システム全体のデータ管理が可能である。今回は、バックアップを1日毎（AM2:00）にとるよう設定し、バックアップデータは、学内の他のサーバに転送して保存するようにした。バックアップデータは、1週間単位で上書き保存しており、過去1週間前までさかのぼって復元できるようにしている。このようにすることで、授業支援システムのサーバが復旧できない事態に陥っても、別のサーバでシステムの復元が可能ないようにしている。これらのバックアップ作業は、自動化されているので、管理者の負担はない。

ハードディスクの2重化もデータの信頼性向上の有効な手段である。2重化にはRAID（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）のミラーリング（RAID1）が有効である。RAIDとは、複数のハードディスクを1つのハードディスクに見せかけることで、ミラーリングは、同じデータを複数のハードディスクに書き込むことである。この技術を使えば、万が一、1つのハードディスクに障害が起こっても、もう一方のハードディスクで続行して読み書きが可能であるため、データの信頼性が向上する。RAIDには、ハードウェアで実現する方法とソフトウェアで実現する方法があるが、WebClassの販売

元の日本データパシフィック社は、ハードウェア方式を推奨している。WebClassが稼動しているサーバにもこのハードウェア方式によりRAID機能を装備している。このRAIDを入れてもサーバ価格は20万円以下と比較的安価である。幸いなことに今までハードディスク障害は発生していない。

4.2. システム管理

授業支援システムはインターネット経由でアクセスが可能のため、不正アクセスからサーバを保護する必要がある。この保護には最低限、ポート番号によるアクセス制限を有効しておく必要がある。この場合、Webアクセスのみであるからポート番号443(https)のみアクセス許可にすることにより、他の不正アクセスを防止できる。サーバの前にファイアウォールを設置することにより、不正アクセスからの保護はより強力なものになる。家庭用のブロードバンドルータに装備されているフィルタリング機能を使えば実現できる。CEASが稼動しているサーバをブロードバンドルータ経由でインターネットと接続し、Webアクセスのみを許可するようにしている。SSHなどの遠隔アクセスも禁止している。保守のためにアクセスが必要な場合は、直接サーバにローカルにログインしている。WebClassのサーバについては、より安全性の高い非対称鍵を使った認証によるSSHアクセスのみを許可している。

PHPのようにクライアント側から情報を受取って、サーバサイドのプログラムが動く場合、下手なつくりをするとセキュリティホールができてしまう可能性がある。このレベルの対策は、システム管理者では限界があり、開発元との連携が必要不可欠である。常に開発者からの情報を監視する必要がある。商用製品であるWebClassでは保守契約でセキュリティホールが見つかった場合直ちに対策を施すようにできるが、フリーソフトの場合、たえず、ソフトウェア開発元の情報監視する必要がある。

電源管理も重要である。定期点検のための停電のようにあらかじめ時間が分かっている場合はよいが、落雷などによる不定期な停電の対応も考えておかなければならない。停電のタイミングによっては、サーバのハードウェア故障の要因になってしまう。これに対する対策は、無停電電源を設置することが有効である。ただし、対応できる停電時間は30分前後である。この時間を越える停電に対応するには、非常用発電機が必要であり、設備も大掛かりになってしまう。無停電電源装置だけだと、安いものでは1万円以下である。この1年間に2,3回落雷による停電が起こった。数分で復旧すれば問題はないが、このうち1回は30分を超える停電となり、サーバ電源断となってしまった。電源断からの復旧は人手によるので、学内にいない場合何らかの方法で電源投入の依頼をしなければならない。この電源断は夏休み期間中だったので、大きな問題にはならなかった。

4.3. セキュリティ

ここでのセキュリティとは、正規のユーザからのアクセスのみを許可し、正規ユーザの情報を外部から保護することを言う。正規ユーザからのアクセス許可は、IDとパスワードにより行う。ここで問題になるのは、授業支援システムへのアクセスのために新たにIDとパスワードを発行すると、学生自身でいろいろなIDとパスワードを管理しなければならないということである。また、新たにパスワードを発行すると第三者に容易に類推できないパスワードを生成する必要があり、再発行などパスワードを管理する仕組みが必要になってくる。大学が提供するシステムへのログインは、同じIDとパスワードを使うことが望ましい。多くの場合、個人認証にはLDAP (Lightweight Directory Access Protocol) サーバが使われる。WebClass,CEASともにLDAPとの連携が可能である。ただし、CEASの場合、20行程度のプログラム変更が必要であった。学内に設置してあるLDAPサーバと連携すること

により、学生・教員はWebStationにログインするときと同じID、パスワードを使って授業支援システムにログインすることが可能となる。

ユーザ情報の外部からの保護であるが、インターネット経由で授業支援システムにアクセスするために、そのままだと第三者にその内容が傍受できてしまいます。このためにHTTPS (Hypertext Transfer Protocol Security) を採用し、インターネット上でのデータの送受信に暗号化を行っている。HTTPSを使うためには、サーバの証明書が必要である。本来、この証明書は、第3の機関で認定されたもの（有償）を使用すべきであるが、ここでは授業支援システムのサーバで作った独自の証明書（未認定）を用いた。暗号化上の機能的な問題はないが、授業支援システムにアクセスをする毎に「正規の証明書ではありません」という意味の警告メッセージが表示されてしまう。

5. むすび

1年にわたる試行を通じた授業支援システムの導入効果についての考察を行い、その導入効果の要約を表2に示した。授業支援システムの最も重要な役割は、授業にかかわるいろいろな作業の効率化にあるのではなく、学生・教員間のコミュニケーションを円滑にすることにあると言える。授業支援システムを介して、学生・教員が同じ情報を共有できるようになることが重要である。

教員側からの一方通行になりがちな授業運営を、学生の履修情報（課題提出状況、テスト成績、出席状況）を学生・教員が共有することにより、学生の実体を踏まえ授業運営が可能になる。さらには、授業資料など毎回整理して保管しておくことにより、次学期の授業へのフィードバックが容易になることが期待できる。授業支援システムに蓄えたコンテンツをエンハンスしてゆくことにより、コンテンツも時間とともに進化することも期待できる。この点については、現在進行中で今後の課題である。

今回の試行では、コンピュータ実習（コンピュータ基礎演習、プログラミング応用など）を伴う授業を対象に行った。この種の授業は、比較的授業支援システムを適用しやすい。授業支援システムが有効かどうかは、適用する授業スタイルに依存する。授業支援システムを適用するために授業スタイルを変える必要は本末転倒であるが、授業支援システムが有効な授業が、コンピュータを使う授業以外にも数多くあると思われる。例えば、通常少人数で行うゼミでも、授業支援システムが有効であると考えられる。学生が書いたレポートまたは論文などの添削の過程（履歴）が授業支援システムにより、視覚化できるようになる。紙や電子メールでは、よほど注意しないと、そのやりとりが他の書類やメールに埋もれてしまう可能性が高い。

今後は、この経験を踏まえ授業支援システムの利用を促進してゆく。利用者が多くなれば運用の支援体制も整備する必要がでてくる。支援体制の整備は今後の課題である。

参考文献

- [1] 神奈川大学メディア・情報システム委員会編，“第2回神奈川大学メディア教育シンポジウム予稿集”，2006年7月
- [2] 穂積和子，“経営学部における教育へのICT活用の試み”，国際経営フォーラム，No.15，pp. 119-150，2004年6月
- [3] 社団法人 私立大学情報教育協会編，“教育改革を目指したeラーニングのすすめ”，2005年5月
- [4] Blackboard Learning System:
<http://ml.blackboard.com/asia/jp/products/as/learningsys/> 2007年9月14参照
- [5] WebClass:
<http://ml.blackboard.com/asia/jp/products/as/learningsys/> 2007年9月14参照
- [6] CEAS: <http://ceascom.iecs.kansai-u.ac.jp/>
2007年9月14参照

- [7] CFIVE: <http://cfive.itc.u-tokyo.ac.jp/> 2007
年9月14参照
- [8] Weblec:
[http://www.inf.ie.kanagawa-u.ac.jp/HP/
zaigaku/weblec/index.html](http://www.inf.ie.kanagawa-u.ac.jp/HP/zaigaku/weblec/index.html) 2007年9月1
4参照
- [9] SeminarNow:
[http://www.digital-knowledge.co.jp/01-
tool-platform/seminarnow_top.html](http://www.digital-knowledge.co.jp/01-tool-platform/seminarnow_top.html) 2007
年9月14参照