

ネットワーク学習支援システムに関する研究

— Linux サーバシステムの構築 —

趙 春 鈺*¹・平 田 智 照*²
森 慎之助・山 崎 博 司

(技術教育講座)

(平成14年10月17日受理)

A Study of Computer Assisted Learning System on Network

— Construction of Linux Server System —

Chunyu ZHAO, Tomoaki HIRATA, Shinnosuke MORI and Hiroshi YAMASAKI

1. はじめに

様々な情報端末が接続され双方向的な情報交換を可能にしたネットワーク技術の発達により、現代社会は高度情報通信社会と称されるに至った。その代表にインターネットがある。インターネット利用人口は急速な勢いで増加を続けており、日本国内では2005年に情報端末の約7割がネットワークに接続すると見込まれている。一方、中華人民共和国（以下、中国）では主として都市部で普及が進んでおり、普及率は高くはないものの、日本を上回る利用者人口が見込まれる⁽¹⁾。インターネットの可能性については、経済、流通、文化、教育等非常に多くの面から指摘されているところであり、その有効な活用は人類全体に大きな利益をもたらさうものと考えられる。今後情報通信技術は更なる発展を遂げて、人々の生活により深く浸透するものと予測され、それらに備えた教育面での対応もまた重要な課題の一つと考えられる。日本では、平成14年4月より実施された学習指導要領において中学校技術科が「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」の2分野に再編され、また高校に「情報」が設置されるなど、多くの配慮がなされている。中国においても、ほぼ時期を同じくして情報技術教育についての新しい学習指導要領⁽²⁾が公表された。

著者らの一部は、既報⁽³⁾において中国の情報技術の教育動向に着目し情報技術教育に関する新学習指導要領について解説するとともに、日本国のものと比較しながら中国の情報技術教

* 1 愛媛大学大学院教育学研究科

* 2 愛媛大学技術部自然科学系技術班

育の今後の課題について考察し、基盤面や人材面で完全実施のための課題が多く残されていることを述べた。これらは中国固有の問題ではなく、発展途上の国々の多くに共通したものであると考えられ、その対処法としてインターネット技術を利用したネットワーク CAI 教材システムが有効となる可能性を指摘した。

ネットワークにおけるサーバ機能の教育利用については従来からも検討が行われている⁽⁴⁾。しかしながら、それらの多くはハイスペックなハードウェアを用いて、高機能を志向したものが多く。本報告は、前報で指摘した開発途上国などで利用することを前提としたネットワーク学習教材システムの検討を行ったものである。ここではあえて高機能なハードウェアを使用せず、旧型で廉価なハードウェアシステム上でのシステム構築を試みた。OS にはフリーソフトの Linux を使用し、PHP スクリプトによりインタラクティブなホームページによる学習教材と確認テストの提供を行った。確認テストの成績をデータベース化するために PostgreSQL を導入して、学習者および教師に成績集計結果の提供を行うためのシステムを構成した。また、システムで最も重要となるセキュリティを強化するためにファイアウォール機能を付加した。以下、その詳細について報告する。

2. システム構成および諸元

ハードウェアの基本構成を図 1 に示す。ハードウェア構成として、ファイアウォール用 PC、Web サーバ用 PC およびデータベース用 PC をそれぞれ一台ずつ用意し、外部ネットワークと内部 LAN との間にファイアウォールを設置した。ファイアウォール用 PC にはネットワークカード三枚が組み込まれており、それら三枚のネットワークカードをそれぞれ、eth 0, eth 1 および eth 2 とし、eth 0 にはグローバル IP アドレス、eth 1, eth 2 にはプライベート IP アドレスを割り当てた。eth 0 は内部 LAN から見た場合の外部ネットワークへのゲートウェイに相当し、IP masquerade によって内部 LAN のプライベートアドレスは全て eth 0 のグローバル IP アドレスに変換される。これによって、内部 LAN への外部 LAN からの直接的なアクセスはささげられ、内部 LAN は隔離・保護される。

Web サーバ用 PC は eth 1 を介して情報通信を行う。Web サーバはネットワーク上では DMZ (Demilitarized Zone) に位置付けられる。DMZ は、ファイアウォールで外部 LAN から隔離されているものの、Web サービス用のポート (80) を開いて外部との交信をしており、常に攻撃対象とされる可能性があり、重要なデータを置く場所には適さない。

eth 2 に属する内部 LAN は外部へのポートサービスが全て閉じられており、重要なデータ

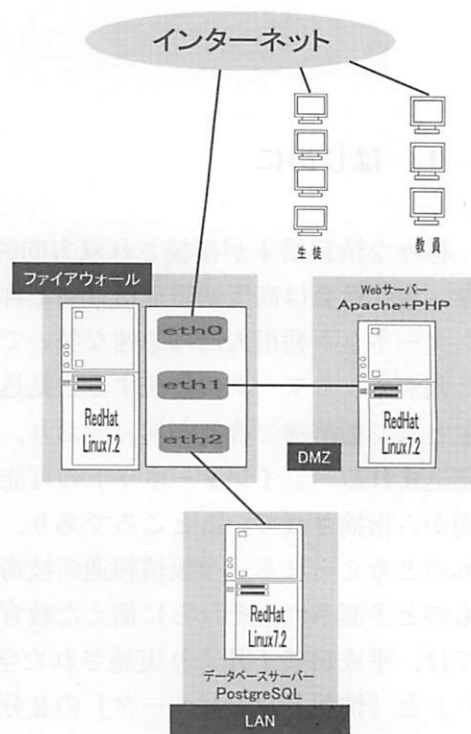


図1 ハードウェアの基本構成

を保持するデータベースサーバに接続されている。内部 LAN は外部ネットワークからは直接接続できず、データベース内のデータを外部からアクセスする場合は、Web サーバとデータベースとの間でデータのやりとりがなされた後、Web サーバが外部へデータ送信する。

表1はシステムの構築に用いたハードウェア構成の一覧である。ファイアウォール、データベースサーバおよび Web サーバに用いたハードウェアはいずれも平成11年以前に購入したものである。これらは現在（平成14年）購入可能なハードウェアスペックを大きく下回ったものである。本システムは現在購入可能な最下級のハードウェアであれば十分機能するものと考えられる。

表2に本システムで使用したソフトウェアの一覧を示す。OSにはサーバ運用に実績のある Linux (RedHat 7.2) を使用した。Web サーバ用ソフトに Apache、データベ

ース用ソフトには PostgreSQL および開発言語には PHP スクリプトを使用した。ファイアウォールではパケットフィルタリングと IP masquerade の設定に iptables を利用した。iptables は Linux のパケットフィルタリングツールの一つで、これによりセキュリティポリシーの詳細な設定が可能となる。また、iptables 以外にもセキュリティ対策ツールとして、Tripwire（ファイル整合性チェックツール）、Swatch（ログ監視ツール）、Nessus（セキュリティスキャナツール）等を使用した。

このシステムの最大の利点はコストが低い点であり、フリーソフトウェアでかつ高機能な OS である Linux ならびにデータベースソフトの PostgreSQL を使用することにより構築コストを極限まで低く抑えることができる。Linux の稼動環境は、Windows 系サーバソフトに比して、低スペック（CPU：Pentium II 以上、メモリ：128MB 以上、HDD：400MB 以上）であり、高価なハードウェアを必要としない。しかしながら、一方でシステム構築に UNIX 系 OS の基本的な知識が必要となることなどが指摘されているが、現在はこれらに関してもインターネットなどを介して多くの情報が入手可能であり、本システム構築時に致命的となるようなトラブルは見受けられなかった。

表1 ハードウェア一覧

ファイアウォール

CPU	Pentium II 350MHz
RAM	128MB
HDD	6 GB

Web サーバ (Apache+PHP)

CPU	Celeron 333MHz
RAM	192MB
HDD	8 GB

データベースサーバ (PostgreSQL)

CPU	Pentium III 600MHz
RAM	192MB
HDD	15GB

表2 ソフトウェア一覧

OS	RedHat Linux7.2 (Kernel : Linux-2.4.7-10)
ファイアウォール	iptables, Nessus, Tripwire, Swatch, iplog
ファイルサーバ	Samba-2.2.1a-4
Web サーバ	Apache 1.3.24
データベースサーバ	PostgreSQL-7.2.1
言語	HTML, PHP-3.0.18-i18n-ja.3

3. ネットワーク学習教材システム

3.1 ファイアウォール

膨大な数の情報がネットワーク上でやりとりされることに伴って、生じてきたインターネットの影といわれる問題（個人情報の漏洩，クラッキング，コンピュータウイルス感染等）も多く報告されている。ネットワーク技術を利用して学習教材の提供を行う本システムにおいて，これらの問題に対しセキュリティ対策を施すことは，システムの安定性，稼働性を向上させるとともに，成績情報なども併せて管理していくうえで必須の項目となる。ネットワークセキュリティに関する代表的な対策を表3に示す。表に示したセキュリティ対策の中で，ファイアウォール

表3 主なセキュリティ対策

パスワードの管理	パスワード管理はネットワーク管理のうえで，最も基本となる事項である。定期的なパスワードの変更などが有効である。
ファイアウォールの設置	ファイアウォールは，LAN と外部ネットワークとの間に立ち，やりとりされるデータのすべてを規制して，認められているプロトコルやデータ以外は通過できないようにする。
ワクチンソフトの整備	ウイルスを発見して駆除するソフトウェアなどを導入する。対策ソフトは常に最新の状態にする必要がある。
ネットワークの分離	不正アクセスが行なわれても重要な情報や重要な機能に到達できないように，内部 LAN を通常のネットワークから切り離す。
暗号化	情報を暗号化する。コンピュータに保管している情報の暗号化と，電子メールの暗号化がある。

以外の対策は個人レベルで施すことが可能ではあるが，LAN のように複数の PC がネットワークを築いている環境では，個人レベルでのセキュリティ対策のみでは十分なものとは言い難い。また学校現場での主たる使用者は児童，生徒であり，ネットワークセキュリティに関する知識，認識が不十分である可能性が高い。本システムはサーバ機能を活用することを主眼としており，このような場合外部からのポートスキャンやクラッキングなどの様々な攻撃にさらされる可能性がある。ここではネットワークを常に監視し制御することができるファイアウォールを設置することとした。ファイアウォールにより LAN やサーバ運用している環境で，常にアクセスを監視しながら不正アクセスをチェックした。

ファイアウォールの防御方法⁽⁵⁾には，「パケットフィルタリング型」と「アプリケーションゲートウェイ型」がある。ここでは「パケットフィルタリング型」によって，送信元や送信先の IP アドレス，ポート番号などによって通信データを通過の可否を判断し，不正アクセスを防止した。IP masquerade 機能では，多くの端末 PC はファイアウォールで構築された内部 LAN 内に存在し，グローバル IP アドレスは多くを必要としない。これらの機能の活用は，グローバル IP アドレス数が制限されかつネットワーク管理上で多くの問題を抱える学校現場において有効手段となる可能性が高く，今後広く利用できるものと考えられる。

3.2 CAI 教材および成績データベース

CAI 教材および成績データベースシステムの全体構成を図2に示す。今回使用した教材は，全て HTML (Hyper Text Markup Language) と PHP (Personal Homepage) スクリプト⁽⁶⁾⁽⁷⁾により作成した。PHP は動的に Web ページを作成するためのサーバサイドの Web アプリケーション開発言語であり，HTML ファイル内に PHP のスクリプトを記述した。本スクリプト

は、クライアントから Web サーバへのリクエストに従い、Web サーバは PHP インタープリタを呼び出し、その実行結果をクライアントに返すものである。ここでは以下のような利点に着目して、この PHP スクリプトを用いることとした。

- ① 1つの HTML ファイル中にスクリプトを埋め込むことができホームページ（教材）の管理と同様にメンテナンスが可能である点。
- ② C 言語に似た言語仕様で比較的プログラム開発が容易である点。
- ③ PostgreSQL データベースとの連携機能が強力である点。

本システムは生徒用と教師用の操作ページを完全に分離した構成とした。教師用データはデータベース管理者側に配置し、生徒側からの成績情報等のデータアクセスを禁止した。また入力者を特定する必要があるページには、パスワード認証ページを設け、オンライン学習、アンケートなどの個別情報が必要のない部分と隔離した。

教師用ページおよび生徒用ページの構成を図3および図4に示す。図中に示されている DB1 および DB2 は PostgreSQL⁽⁸⁾ で作成されたデータベースであり、教師用ページと生徒用ページで共有されている。教師と生徒は、これら2つのデータベースを介してデータの提出および処理を行うことになる。また、各データベースの中にはテーブルと呼ばれる表形式のデータが格納されており、ユーザーからの求めに応じてデータ出力が行われる。DB1 は、テーブル

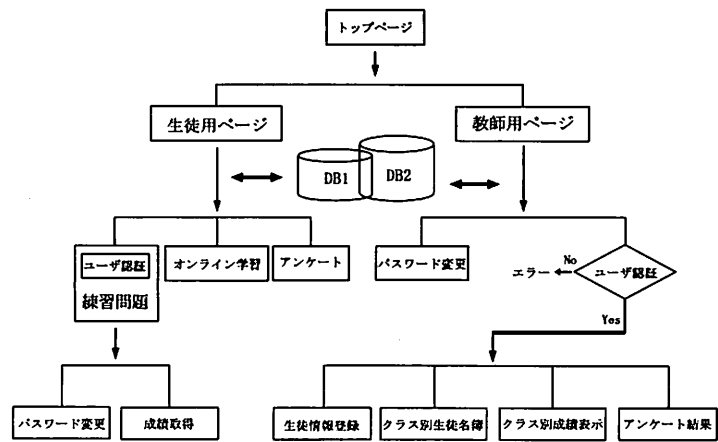


図2 システム構成

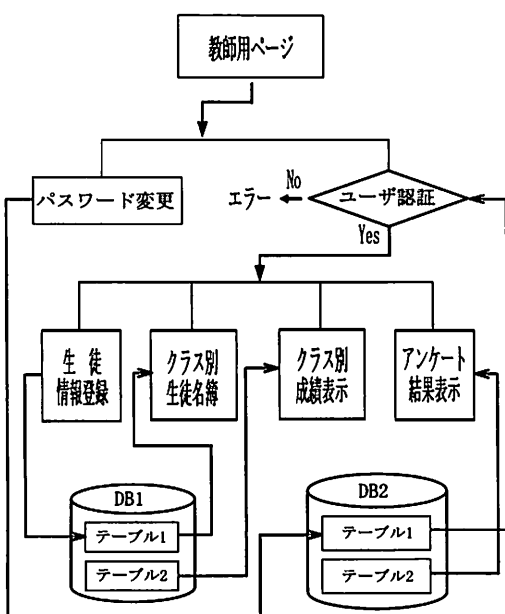


図3 教師用ページ構成

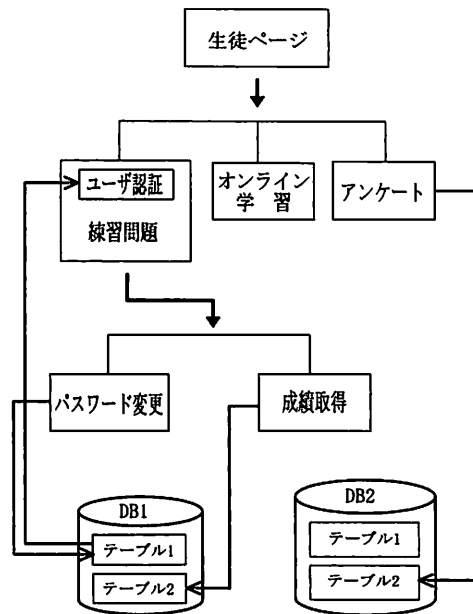


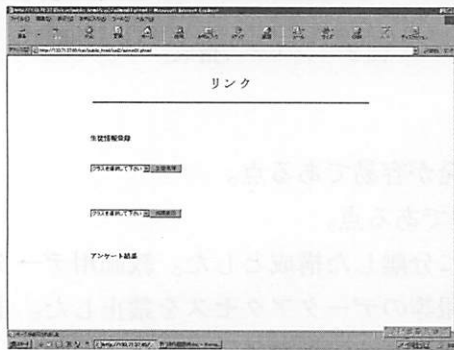
図4 生徒用ページ構成



(a)



(a)



(b)



(b)



(c)



(c)

図5 教師側の入力用の実行画面

図6 教師側の出力用の実行画面

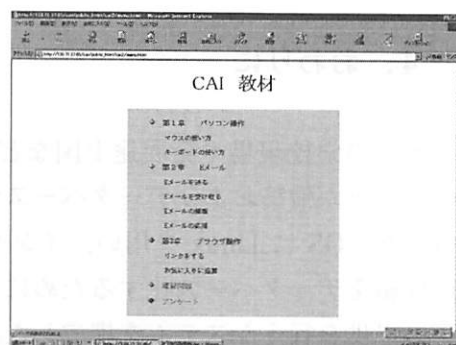
1に生徒登録情報を格納し、テーブル2に生徒の成績が集計され、DB2のテーブル1には教師登録情報が格納され、テーブル2には生徒の授業アンケート結果が集計される構成とした。

図5および図6に教師側の入力用および出力用の実行画面の一例を示す。教師用ページについては、パスワード認証を通過しないとメニュー画面に入れられない仕様とし、特に教員のIDおよびパスワード登録に関してはネットワークによる登録機能を設けず、サーバ管理者によって直接SQL (Structured Query Language) 命令文にて登録することとした。教員のパスワード認証(図5(a))が終わると、生徒情報登録ページ、クラス別生徒名簿、クラス別成績表示、アンケート結果表示ページの4つの選択肢から一つを選ぶことになる(図5(b))。生徒情報登録ページ(図5(c))は、生徒個人の名前、ID番号およびパスワードが設定できるようにな

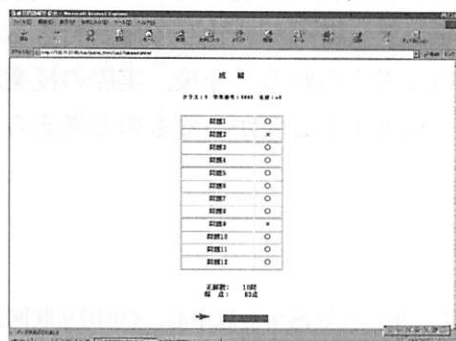
っており、情報登録することで生徒は練習問題へのアクセス権を持つことができる。クラス別生徒名簿（図6(a)）は、教師用の生徒情報登録ページで登録した生徒の情報を、クラス別に選択して表示できるしくみになっている。クラス別成績表示（図6(b)）は、クラスごとの練習問題の成績が表示され、生徒の各問題の正解率を棒グラフで表示させた。また、アンケート結果表示ページ（図6(c)）にも棒グラフで生徒の授業に対する満足度を表示させるようにし、授業アンケートの集計を行うようにした。

図7は生徒側の実行画面の一例である。生徒用ページはオンライン学習ページが主要な部分であり、その学習成果を調べるための練習問題を用意した。また現在は学習に関する様々なニーズも存在していることから、一般的なアンケートページも用意した。（図7(a)）。オンライン学習ページは、練習問題に入る前の基礎的な知識習得を行うために用意され、生徒はインターネット上のCAI教材に触れながら学習を行う。練習問題（図7(b)）については、成績処理を行うために管理者（教師）が発行した生徒個人のID番号とパスワードを入力して解答するように作成した。解答結果はリアルタイムでPHPプログラムにより採点がなされた後、表示されるとともに、データベースに集計される。アンケート（図7(c)）の結果も同じくデータベース内に集計され、教師はこれらのデータを随時閲覧できる。

本システム構築後5名規模で試験運用を行った結果、正常に動作していることを確認した。今後多人数が同時にアクセスした場合のレスポンス、安定性を検討することが必要である。また2週間程度の連続運転を行った結果、大きな障害の発生は見受けられなかった。しかしながら長時間の連続運転には他の付帯機器も必要であり、今後併せて検討が必要と思われる。本システムはLinuxを用いているため、中国語など多くの言語への対応が可能である。また今後、生徒の学習意欲や習熟度のデータを視覚的に把握するために、成績情報をより視覚的に表示させるようなシステムを組み込むとともに、より汎用性を追求した学習教材データベースシステムとして発展できる可能性が高い。これらは、21世紀に入り多くの問題を抱える発展途上国での情報教育に様々な面から寄与できるものと期待される。



(a)



(b)



(c)

図7 生徒側の実行画面

4. おわりに

多くの学校現場や発展途上国などで活用できるネットワーク CAI 教材の具体化を図るためのシステム構築およびデータベースサービスおよびネットワークセキュリティに関する検討を行った。OS に Linux を用い、インタラクティブなホームページによる学習教材と確認テストの成績をデータベース化するために PostgreSQL を導入して、学習者および教師に成績集計結果の提供を行うシステムを構成した。またファイアウォール機能を付加してセキュリティを強化した。システムの動作確認の結果、データベースを介したネットワーク CAI 教材は生徒への学習支援が可能であることを確認した。また、教師にとっては、生徒の学習意欲や習熟度を、データベース化して確認できるという点で、非常に効率的で有効なシステムになりうるものと考えられる。今後、実際の授業現場での試験運用を行うことにより、その有効性、安定性を検証する必要があるものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 中国互联网络信息中心,《中国互联网发展状况统计报告》(1997~2001)
- (2) 王相东,《我国中小学计算机课程的历史,现状与发展》,中国 全国中小学计算机教育研究中心
- (3) 趙, 森, 山崎,「中華人民共和国における情報技術教育—新指導要領と今後の課題—」,愛媛大学教育実践総合センター紀要, No.20 (2002), pp.73-86.
- (4) 例えば, 村尾, 山田, 山田,「WindowsNT による研究室内 LAN の構築 —第5報—データベースシステムの構築」,愛媛大学教育学部紀要 第I部教育科学, Vol.47, No.2 (2001), pp.159-166.
- (5) 清水,「Linux セキュリティ入門」,アスキー (2001)
- (6) 堀田, 石井, 廣川,「PHP4 徹底攻略 Web とデータベースの連携プログラミング」,ソフトバンクパブリッシング (2001)
- (7) 伊藤,「PHP ハンドブック」,ソフトバンクパブリッシング (2000)
- (8) 廉升烈,「PostgreSQL による Linux データベース構築」,翔泳社 (2002)