

教育現場におけるサーバ管理者養成のための研修プログラムの開発[†]

小林雅之^{*3}・向谷博明^{*1}・相良宗臣^{*2}・山本透^{*1}

広島大学大学院教育学研究科^{*1}・現熊本県立大学総合管理学部^{*2}・現 NTT ネオメイト^{*3}

本研究では、教育現場におけるサーバ管理・保守能力を備えた情報科教員を育成するための教材の開発・カリキュラムの提案およびその評価を目的とする。具体的には、情報科教員に必要とされるサーバ構築に関連した知識・スキル体系を明らかにし、これを学習項目として設定する。また、この学習項目に基づいたテキストを制作し、年間カリキュラムおよび学習指導案の設計を行い、いかなる指導方法が有効であるかについての検討を行う。授業前後に実施したアンケート調査の結果、学生のサーバ関連分野に対する理解と興味が深まり、情報セキュリティに対する意識が向上したことが示された。また、さらに発展した分野を学びたいという学習意欲の向上にも貢献できた事が明らかになった。

キーワード：教員養成，管理，カリキュラム，サーバ，Linux，セキュリティ

1. はじめに

現在の学校教育現場では小中高を問わず、サーバによる自校の情報の管理および発信はもはや常識となってきている（コンピュータ教育に係る調査研究等補助事業 2003；教育情報科推進協議会 2006）。これらの作業は必然的に情報科を担当している教員に委ねられるケースがほとんどである。サーバは教育現場に限らず、常にクライアントの要求に応じたサービスを提供する必要があるコンピュータである。そのため、クライアントがサーバへアクセスした際、サーバに生じた何らかの事由によってサービスを利用できないといった事態が存在してはならない。さらに、地域住民の学校に対する信頼を失うという結果にも繋がる。

主にサーバとして広く用いられる OS の 1 つに、

Linux がある（ThinkIT 2004）。Linux はオープンソースかつ無償で提供され、数多くのサーバプログラムを標準で備えていることからサーバ構築において特化した OS であるということが出来る（ファイルサーバの選び方 2008）。しかし、Linux は日々多くのセキュリティホールが発見されており（Vine Project 2008）、これらを悪用したバッファオーバーフロー等の攻撃が問題視されている（日本の Linux 情報 2008）。また、サーバは DoS（Denial of Service）攻撃に加担する踏み台獲得のため常に管理者権限を狙われているという状況であり、有名無名に関係なく脆弱なサーバは格好のターゲットとなる。踏み台として DoS 攻撃に加担すれば、管理者および学校が加害者となる可能性も生じることになる。

以上のことから、サーバを安定して稼働させ、DoS 攻撃等に加担することのない強固なサーバを構築するための能力を備えた情報科教員が必要であると考えられる。しかし、サーバ関連技術は一般的に難解かつ敬遠されがちな分野であり、コンピュータを使い慣れたユーザや高等学校における普通教科『情報』を履修済みの大学生に対しても、技術の習得は一般的に難しいとされている。Linux におけるサーバ構築はコンピュータ初心者にとってはハードルが高く、非常に手間のかかる作業であることが知られている。そのため、情報科教員にこれらの知識やスキルを定着させることは容易ではなく、情報科教員の負担を増大させる一因にもなっ

2009年3月18日受理

[†] Masayuki KOBAYASHI^{*3}, Hiroaki MUKAIDANI^{*1}, Muneomi SAGARA^{*2} and Toru YAMAMOTO^{*1} : Development of Curriculum to Bring up a Server Management Technician in an Educational Field

^{*1} Graduate School of Education, Hiroshima University, 1-1-1, Kagamiyama, Higashihiroshima-shi, Hiroshima, 739-8524 Japan

^{*2} Presently, Faculty of Administration, Prefectural University of Kumamoto, 3-1-100, Tsukide, Kumamoto-shi, Kumamoto, 862-8502 Japan

^{*3} Presently, NTT Neomeito, 2-2-5, Uchihon-machi, Chuo-ku, Osaka, 540-0026 Japan

ている。そこで、サーバの構築から管理・運用までのすべてを外部の業者に委託するという選択肢もある。実際、管理運営を業者にアウトソーシングすることによりコストを下げ、教員に大きな負担をかけずに緊急時の障害に対しても的確に対処する方法が存在する(佐賀県教育情報システム 2009)。しかし、このようなネットワークには、含まれない学校が存在する場合もある(地域におけるインターネット教育利用環境と推進方法に関する調査報告書 2000)。また、緊急時の障害を的確に業者に説明できる技能が備わっていないことはならないことが考えられる。さらには、業者に依頼する前に、どうしても早急に校外 PC から校内サーバの通信ポートを遮断する、あるいはシャットダウンする必要がある場合が存在する。その他にも、計算機室にあるサーバ類を含む PC をリプレースする場合、業者に学校側の要求を的確に説明し発注できる能力が必要であると考えられる。一方、教員には校務もあり、これと並行してサーバ構築関連の知識やスキルを習得するのは教員にとって負担以外の何者でもないと考えられる。

これらの問題を解決するには、以下のような解決策を講じることが必要であると考えられる。

- ① 大学教育の段階で、情報科教員を目指す学生に対しサーバ関連の知識・スキルを習得させる必要がある。
- ② 現場に出てから並行してサーバ構築を修得する負担を減らし、サーバ関連の知識やスキルを効率よく身に付けさせるための教材を開発する必要がある。

従来においても類似の研究が行われており、現場の情報科教員を対象としたサーバ技術に関連する研修プログラムの開発や(伊藤ほか 2004)、Linux を用いたサーバ構築実習に関する研究(飯田・岡野 2006)、校内ネットワークに関する研究(高木ほか 2007)、サーバを用いた学校内システムの開発(宮崎・竹森 2007)などがある。しかし、大学教育の段階で Linux を用いたサーバ構築・管理・保守等に関する技術を備えた教員養成に特化した研究については未だ行われていないのが現状である。一方、複数の大学でネットワークの構築またはサーバ構築に関する講義が行われている(例えば、東海大学 2009)。しかし、情報科教員およびこれを目指す学生に対して、セキュリティ意識の向上を含めたサーバ構築に関する講義は、著者らが知る限り見当たらない。近年のインターネットの普及を考えれば、サーバを学外に公開するに当たって、サーバが構築できる技能だけでなく、運用に関してセキュリティを強く意識することは非常に重要であると考えられる。

近年、著者らの一部によって、情報科教員を目指す学生に対して、大学教育の段階からサーバ関連の技術を習得させるためのカリキュラムの提案と学習指導案の構成がなされている(小林・向谷 2006)。しかし、本カリキュラムおよび学習指導案に基づいた授業実践とその有用性の評価は未だ行われていなかった。

本研究では、大学教育の段階でサーバ構築・管理・保守能力を備えた情報科教員を育成するため、教育現場におけるサーバ構築・管理・保守等に求められる知識・スキル体系を明らかにし、どのようなカリキュラムに沿った指導方法が有効であるかについての検討を行う。また、業者に完全に依存することなく、最低限のサーバ管理技能を身に付けさせることを目標とする。本研究では、これらの知識・スキル体系に基づき、情報科教員およびこれを目指す学生(すなわち、情報科教員免許取得を考えている学生)が効率よく学習を行うためのテキストの制作を行った。続いて、本テキストの内容を学習項目として設定し、これに基づいた年間指導カリキュラムおよび学習指導案を構成する。また、本カリキュラム・学習指導案・テキスト、および指導方針等に基づき、授業実践を行う。そして、本授業の実践を通じてカリキュラムやテキスト等の有用性に関する評価をするとともに、学生のスキルアップやセキュリティ意識の向上に対する調査などを行うことを本研究の目的とする。その他の特徴として、通常、セキュリティに関する講義は非常に重要な項目にもかかわらず、座学だけの説明に終始されがちである。そこで、本研究では、実習の中で、サーバ構築の技能を身に付けるだけでなく、セキュリティの重要性と、これを意識したサーバ構築の実践を提案する。

2. 学 習 体 系

この章では、教育現場で求められている知識や技能を精査し、どのような構成で授業を行えば良いか考える。まず、近年の Linux のインストールの手軽さから、初心者でもある程度の PC 経験者であればサーバを構築できる点に注意をする必要がある。具体的には、興味本位で Linux をインストールし、Web サーバを構築した結果、セキュリティを意識しなかったために、クラッカによってサーバを乗っ取られ、踏み台として使用されるといった脅威等である。これでは、せっかくのサーバ構築の技能を習得しても、運用面で意味をなさない。したがって、多種のサーバが構築できるといった技能面より、セキュリティ意識の向上を最優先に

各回の教授内容を定める必要がある。具体的には、メーリングリストの設定より、SMTP サーバのメール中継の設定が優先されるということである。次に、教育現場を意識してのサーバ構築を実践することである。これは、例えば、教育現場では、PC の数より生徒数が圧倒的に多いと考えるのが通例で、このような環境下では、ファイルサーバの利用が大いに考えられる。また、ユーザ管理の技法も習得する必要がある。その他にも、学内の情報を公開するために Web サーバが必要であり、さらに、コンテンツをアップするために、FTP サーバが必要である。以上を考慮して、限定された時間数でいかに効率良くサーバ構築を実践できるか、各回でのテーマを設定する必要がある。最終的に教育現場におけるサーバ構築において教員に最低限求められる事柄を抽出した結果、以下の15の学習項目を設定する。また、これらの項目からなる知識・スキル体系に基づき、テキストを構成する。さらに、全15回の授業からなる学習指導案を構成する（小林・向谷 2008b）。

第1回 イン트로ダクション

サーバとは何かといった基本的な事柄に始まり、サーバやプロトコルの種類にはどのようなものがあるかについて理解させる。また、クライアントサーバシステムとは何かについて理解させる。続いて、Linux という OS について紹介し、Linux のサーバ OS として優れた点および特徴などについて理解させる。

第2回 Linuxのインストール

Linux の入手方法および実際のインストールの方法について理解しておく必要がある。Linux のインストール方法は一般的な Windows アプリケーションのインストール方法とは大きく異なり、CD-ROM からの起動方法やパーティションやファイルシステム、ブートルードの設定など専門的な知識が必要とされる。特に、Linux のインストール方法を誤ると、最悪の場合 Windows パーティションを消去してしまう危険性も持ち合わせているため、インストールはより慎重に行うと共に的確な知識と手順に基づいて行う必要がある。さらに、root 権限やパスワードの重要性について理解しておかなければならない。

第3回 テキストエディタ

サーバおよびシステムに関する設定ファイルを編集する場合には、テキストエディタを用いる。本カリキュラムでは、Windows におけるメモ帳(Notepad)のようなユーザビリティを備えた gedit をテキストエディタ

として採用する。そこで、gedit を用いたテキストの編集方法（文字列の入力や検索・置換など）について理解させる必要がある。なお、後に SSH などでログインしてサーバの設定ファイルの編集などを行う場合を考えると、gedit のみではなく vi などのテキストエディタについても習得しておくのが望ましい。

第4回 コマンドとパス

Linux でサーバ構築を行う場合は、コマンドでの作業を余儀なくされる場合が少なからず生じる。そのため、CUI の GUI に対する優位性を主張しつつ、コマンドを学ぶ事の重要性について理解させる。主にディレクトリ間の移動やファイルのコピー・移動などに関する基本的なコマンドを紹介し、例を交えながらその使用法について理解させる。同時に Linux におけるディレクトリ構造について説明した後、コマンドを入力する際に必要となってくるパスの指定方法についても理解させる。特に絶対パスと相対パスは、必要に応じて臨機応変に使い分けられる能力を身につけさせる必要がある。

第5回 ユーザ管理

Linux におけるユーザ管理はサーバ管理の基本事項である。まず、このユーザ管理についてのポリシーを理解させる。続いて、GUI を利用して新規ユーザの登録あるいは削除の方法を理解させる必要があるとともに、正しいパスワードの設定方法やグループ管理、パーミッション管理を身につけさせる必要がある。また、セキュリティ面からログイン不可なユーザ作成について理解させる必要がある。

第6回 パーミッション

Linux でサーバ構築などのシステム管理を行う場合、システムの設定に関する重要なファイルやディレクトリを扱うことが少なからず存在する。これらのファイルやディレクトリが無差別かつ自由に閲覧でき、内容を上書きできるような状態にあってはセキュリティ上好ましくない。そのため、Linux のファイルやディレクトリに対するパーミッションの重要性を理解させ、chmod コマンドを使ったパーミッションの変更や設定を行うための能力を身につけさせる必要がある。

第7回 ネットワークへの接続

サーバをネットワークに接続する前に、外部からの不正侵入や攻撃などに備えてアクセス制限を充実させておく必要がある。サービスの起動や停止などの方法について提示し、不要なサービスを停止させることの必要性について理解させる。また、操作が比較的簡単

なアクセス制限ツールである TCPWrapper を用いたアクセス制限の方法について習得させる。続いて、Linux をネットワークへ接続するための方法について理解させる。ifconfig コマンドを用いた自身のネットワーク環境の確認や、ping コマンドを用いて自身のネットワーク環境や相手ホストとの疎通状況を確認する方法を身につけさせる。

第8回 アプリケーションの管理

Linux におけるソフトウェアのインストール方法は、Windows における GUI 環境でのインストールとは異なる点が多い。そのため、ソフトウェアをパッケージで管理することの利点、およびパッケージ管理ツールである RPM(Redhat Package Manager)および APT(Advanced Packaging Tool)を用いたパッケージ管理の方法について理解させる。また、Linux におけるソフトウェアのライセンスの仕組みについても理解させる。

第9回 サーバ構築の前に

実際にサーバ構築を行う前に、サーバ管理者として必要とされる心構えを身につけておく必要がある。サーバは常時接続・常時稼動していることが一般的であるため、常に外部の攻撃者からの危機にさらされている。そのため、サーバ管理者に求められる心構えについて、常時稼動(信頼性)やセキュリティパッチの適用、バックアップの重要性について理解させる必要がある。また、踏み台や(D)DoS 攻撃の仕組みを理解させ、その対策について考察させる必要がある。さらに、ドメイン名の役割について理解させ、ダイナミック DNS による独自ドメイン名取得手続きを行う。

第10回 Webサーバ

教育現場において自校に関する情報を Web ページとして公開する為には Web サーバが必要である。Web サーバの役割について確認し、httpd デーモンの 1 つである Apache の紹介を行う。Apache の設定ファイルを編集することによって Web サーバのチューニングを行い、アクセス試験を通じて外部クライアントからの Web サーバへのアクセスを可能にさせる。また、ユーザディレクトリを公開するメリットおよびそれを公開するための設定方法などについて理解させる。

第11回 FTPサーバ

Web ページを作成する際、Windows 上でコンテンツを作成してからサーバにアップロードする場合は FTP を用いると便利である。また、サーバに対してあるファイルのバックアップ等を保存したい場合にも FTP を用いる。まず、FTP サーバの役割について確認し、

FTP デーモンの 1 つである ProFTP の概要とその起動方法について理解させる。続いて、コマンドを用いたファイル転送の方法を身につけさせる。さらに、ASCII モードおよびバイナリモードの 2 つの転送方法の違いについて理解させる。

第12回 SMTPサーバ

メールは現代の我々の生活には不可欠なものであり、教育現場においてもそれは同様である。まず、メールサーバの役割について確認し、SMTP デーモンの 1 つである Postfix の概要を紹介する。続いて、Postfix およびメールクライアントの設定を的確に行い、相手ホストに対してメールを的確に送信する能力を身につけさせる。また、SMTP サーバはスパム等の不正中継に悪用される可能性があるため、その危険性と対策について触れておく必要がある。

第13回 POPサーバ

主にメールの受信に用いられるプロトコルである POP の役割について確認する。続いて、POP デーモンの 1 つである Qpopper をスーパーサーバ inetd によって起動させる法について理解させる。さらに、メールクライアントの設定を的確に行い、送信されたメールを的確に受信する能力を身につけさせる。

第14回 ファイルサーバ

Windows でファイル共有を行うために Samba を用いたファイルサーバの構築を行う。教育現場などにおいてファイル共有スペースを設けておけば、生徒と教員の間でファイルのやり取りが可能となる。まず、ファイルサーバの役割および Samba の概要について理解させ、Samba の設定ファイルを適切に編集する方法について提示する。さらに、ファイルの共有における様々なエラーを解決する能力を身につけさせる。

第15回 サーバの管理と保守

日頃、サーバの管理・運用等を行う上で重要なものにログファイルがある。ログファイルはある時刻にサーバにアクセスしてきたホストに関する情報やシステムに問題があった場合の状況を記録する重要なファイルである。何か障害が発生した場合にはこのログファイルを参考にする場合が多いので、ログファイルの種類・読み方などは必ず理解しておく必要がある。SSH を用いて遠隔地からサーバの管理を行う事の必要性について理解させる。また、実際に SSH を用いてサーバに対してログインさせ、遠隔操作がいかなるものかについて体感させる。それとともに、SSH に対するセキュリティ対策の重要性 (SSH が乗っ取られた場合どの

ような被害を受けるか) について考察させる。

各回において、応用的な内容に対しては、教育現場で必要かつセキュリティ向上に関する事項であれば扱うことにする。実際、「第10回 web サーバ」では、テキストにベーシック認証を取り上げている。その他に、「コラム」で、tarball でのアプリケーションのインストールやエディタである「vi」の操作法、メーリングリストの設定等の発展的内容を取り上げる必要があると考える。

3. 講義用テキストの概要

本研究において制作したテキスト(小林・向谷 2008a)は、「2. 学習体系」の内容に基づいて構成されている。ターゲットは主に情報科教員およびこれを目指す学生としている。市販のサーバ構築関連の参考書と大きく異なる点は、必要な内容に特化している点である。市販の参考書に対して一般的に言えることは、

- (1) 到底15コマの講義では解説することができないサーバ類の構築が取り上げられている。
- (2) サーバへのアクセス制限に関して、統一したアプリケーションの使用に関する記述がされていない。
- (3) パッケージのインストールが主流である。

以上があげられる。特に、上記の三つが解消されても、他の必要な内容が欠ける場合が生じる等、どうしても講義で取りあげたい内容全てを網羅しているテキストが存在しないという難点が存在する。一方、Linux の標準的なテキストが無償で入手できる(Linux 標準教科書 2009)。しかし、このテキストでは、Linux の初心者にはとりあえず飛ばして良いと思われる内容が多く存在する。また、エディタで「vi」を使用していることから、限られた時間内に多くのコマンドを覚えなければならない。したがって、講義に使用するには十分な時間が取れないように思われる。最後に、250ページ程度とかなりの量に上るため、Linux の初心者には「ハードルの高さ」を感じさせる点である。

本研究で作成したテキストは150ページ程度であり、教育現場において必要十分なサービスの種類を網羅してある。本テキストにより、教員の校務と並行したサーバ構築技術習得における負担を減らすことができると考えられる。なお、チャプター構成については、「2. 学習体系」に示した順にほぼ準拠している。

4. 授業実践

本カリキュラムに基づく授業は、以下の要領にて実

施された。

- (1) 日時：2008(平成20)年11月22日～24日の3日間、集中講義という形式で行われた。授業は1日あたり5回×3日、合計15回の構成とした。
- (2) 場所：広島大学教育学研究科 L310教室
- (3) 受講者数：23名。内訳は学部生が3年次16名、4年次6名、博士課程前期1年次1名であった。

今回、授業実践で用いたマシンスペックは Intel Celeron プロセッサ 1.7GHz, 248MB RAM, HDD 14.6GB である。また、受講生の使用する PC は、マシンスペックの違いによるトラブルを避けるために同一機種、同一スペックで行った。

5. 指導の実際および留意点

実際の指導にあたっては、以下の点に留意した。

- (1) 難解な用語の使用や深入りを極力避ける
これは本分野に限らず、いかなる学習分野においても重要であると考ええる。上述の通り、サーバ関連分野はただでさえ難解かつ敬遠されがちな分野である。そのような状況下で、専門的な用語の羅列やエンジニア向けの高度な技術的内容への深入りは好ましくないと考える。したがって、テキストおよび板書においてはできる限り平易な表現を用いて記述する必要がある。
- (2) 図表の利用

図表はある概念を視覚的に理解させるために広く一般的に用いられるツールである。本分野においてもそれは例外ではなく、学生のサーバ構築に対する「難解なイメージ」や「ハードルの高さ」を払拭するためには図表の利用は特に重要であると考えられる。とりわけ、ネットワーク分野においてはその内容の性格上、対象となるアーキテクチャの実態が掴みにくいようなケースが多い。このような理由からも、概念図の利用は効果的であると考えられる。

- (3) サーバ構築に適した OS の選定

Linux 全般における予期せぬエラーやシステム障害などの問題は、コンピュータ初心者および Windows に慣れたユーザ等にとっては非常に対処しにくい。そのため、サーバ OS には初心者・学生向けの Linux ディストリビューションを選定する必要がある。ハードウェアとの相性を考慮し、障害の起こりにくく比較的安定性の高い OS を選定できる能力を身に付けさせることが必要である。

なお、本研究およびテキストでは、Redhat 系 Linux ディストリビューションの1つである Vine Linux をサ

サーバ OS として採用した。その理由として、インストールが CD1枚の容量でわずか10分の時間で済む、日本語環境が充実している、安定面で優れておりサーバ実習における作業が途中で停止するなどの不具合が比較的少ない、などが挙げられる。

(4) 予期せぬ障害への的確な対応

サーバ構築実習では数多くの予期せぬ障害が発生する。このような場合にも的確な対応を行わなければ授業の円滑な進行を妨げる要因になる。そのため、頻繁に起こりうるエラーの対処法を事前に可能な限り把握しておく必要がある。また、実際に障害が発生した場合にこれらを柔軟に対処できる能力を身に付けさせる。

6. 事前調査

学生の情報通信ネットワークに関する理解度および認識について把握するため、アンケートによる事前調査を行った。有効回答数は受講者数に同じく、すべて23である。

6.1. 情報通信ネットワーク等に対する認識調査

学生が「情報通信ネットワーク」や「Linux」、「サーバ構築」(以下、『情報通信ネットワーク等』と表記)のそれぞれに対してどのような認識(イメージ)を持っているかに関する調査を行った。また、学生のセキュリティ意識に関して調べるため、セキュリティ対策の一環である「ウイルス対策」を例に挙げて調査した。その結果を表1に示す。

表1 事前調査

- (1) あなたは情報通信ネットワークに対してどのような認識(またはイメージ)をもっていますか。
 (2) あなたはLinuxというOSに対してどのような認識(またはイメージ)をもっていますか。
 (3) あなたは「サーバ構築」に対してどのような認識(またはイメージ)をもっていますか。

	1	2	3	4	5	6	平均
(1)	2	3	7	3	5	3	3.652
(2)	1	8	5	3	6	0	3.217
(3)	10	8	1	0	2	2	2.217

1…非常に難しい、または非常に難しそう 2…難しい、または難しそう 3…少し難しい、または少し難しそう 4…少し興味がある、または少し面白いと思う 5…興味がある、または面白い 6…非常に興味がある、または非常に面白い

- (4) あなたが普段パソコンを利用して、日ごろのウイルス対策にどのくらい自信がありますか。

	1	2	3	4	5	6	平均
(4)	5	4	8	4	2	0	2.739

1…まったく自信がない 2…自信がない 3…ちょっと自信がない 4…少し自信がある 5…自信がある 6…大いに自信がある

(1)に関しては、「少し難しい、または少し難しそう」と答えた学生が7人と最も多かった。(2)に関しては、「難しい、または難しそう」と答えた学生が8人と最も多かった。その一方で、「非常に興味がある、または非常に面白い」と答えた学生は一人もいなかった。(3)に関しては「非常に難しい、または非常に難しそう」と答えた学生が(1)~(3)で最多の10人、次いで「難しい、または難しそう」と答えた学生が8人も存在する。

平均に注目してみると、3つの項目の中で(1)が3.652と一番大きい値を示し、唯一3.5を上回っている。しかし、(2)(3)はいずれも3.5を下回り、特に「サーバ構築に対して～」は2.217と非常に低い値を示した。

以上(1)~(3)の結果から、情報通信ネットワークやLinuxに対して「難しい」という印象を持っている学生が多い事が分かる。また、サーバに至っては「難しい」と考えている学生が多いことが分かる。「1. はじめに」でも言及した『情報通信ネットワークおよびサーバ関連分野は難解かつ敬遠されがちな分野』であるという事実が、この結果からも示される。

(4)に関しては、「ちょっと自信がない」と答えた学生が8人と最も大きな値を示した。また、「大いに自信がある」と答えた学生は一人も存在しない。平均も2.739と3.5を下回っている。以上の結果から、ウイルス対策に自信のない学生や、セキュリティ面をそれほど重要視していない学生が多いものと考えられる。

7. 学習指導案の例

本カリキュラムでは全15回の授業において個別の学習指導案を作成した。その中から、「第12回 SMTP サーバ」を例にとり、表2に示す。

表2 「第12回 SMTP サーバ」学習指導案

時間	学習活動
15分	●メールサーバの役割について解説 ●メール転送の仕組みを、図を用いて説明
25分	●Postfixの概要を述べる ●main.cfを開き、編集方法について提示 ●mydomain および myhostname について、自身の環境に合わせて設定させる
20分	●SMTP を利用した不正中継の手法およびその対策について解説
30分	●テストメールを送信の方法について提示 ●Linux 上で送信テストを行い、メールがきちんと受信できた事を確認させる ●Windows 端末から各自の携帯電話に対して送信する方法を提示

8. 事後調査

本授業を終了した後に、本カリキュラムの有用性について評価するため学生に対してアンケートを実施した。有効回答数は事前調査と同じく、すべて受講者数と同じ23である。

8.1. 認識の変化に関する調査

授業前と比較して、学生の情報通信ネットワーク等に対する認識がどのように変化したかについての調査を行った。また、学生のセキュリティ意識の変化に関する調査を行った。ここでは、セキュリティ対策の一環である「Windows アップデート(または Linux にお

表3 事後調査(認識の変化に関する調査)

(1) 授業前と比べ、あなたの情報通信ネットワークに対する認識はどのように変化しましたか。

(2) 授業前と比べ、あなたの Linux に対する認識はどのように変化しましたか。

(3) 授業前と比べ、あなたのサーバ構築に対する認識はどのように変化しましたか。

	1	2	3	4	5	6	平均
(1)	0	1	4	4	8	6	4.609
(2)	0	1	1	4	13	4	4.783
(3)	0	2	4	12	5	0	3.870

1…非常に難しい 2…難しい 3…少し難しい 4…少し興味が出てきた 5…興味が出てきた 6…非常に興味が出てきた

(4) Windows アップデート(または Linux におけるセキュリティパッチの更新など)について、あなたは今後どうすると思いますか。

	1	2	3	4	5	6	平均
(4)	0	1	1	7	10	4	4.652

1…別にやる必要もないと思う 2…やらないと思う 3…あまりする気はない 4…少しはやると思う 5…定期的にやると思う 6…徹底して続けようと思う

るセキュリティパッチの更新など)を例にとって調査を行った。その結果を表3に示す。なお、本調査は事前調査における表1に対応している。

まず、平均に関してはいずれも3.5以上の高い数値が得られ、授業前と比較して大きく向上している。(1)に関しては、「興味が出てきた」と答えた学生が8人と最も大きな値を示した。また、「非常に興味が出てきた」と答えた学生の数が6人と(1)~(3)の中では最大となった。平均については授業前の3.652から4.609と大きく向上している。(2)に関しても、「興味が出てきた」と答えた学生が13人と大きな値を示した。しかし(3)に関しては「非常に興味が出てきた」と答えた学生は0人であり、平均に関しても3.870と、授業前の2.217から上昇はしているものの、(1)~(4)の中では最も低い値となっている。また、(4)のセキュリティ意識に関する調査においても平均が4.652と、やはり高い値が得られている。そのうち、「定期的にやろうと思う」と答えた学生が最も多く、事前調査において学生のセキュリティ意識について得られた値(2.739)よりも大きな向上が達成できたといえる。以上のことから、情報通信ネットワーク等に対する学生の認識は授業前と比較して大きく向上していることがわかる。一方で、サーバ構築が学生に依然として難しい認識を与えている事が分かる。

8.2. 理解度に関する調査

授業の内容に関する学生の理解度についての調査を行った。その結果を表4に示す。なお、本アンケートの回答における理解度に関する数値は、すべて学生の自己申告によるものである。

全ての項目において、平均が4.000を上回る高い数値が得られた。また、(10)を除くほぼ全ての項目におい

表4 事後調査(理解度に関する調査)

	1	2	3	4	5	6	平均
(1) Linux のインストール方法	0	0	1	5	13	4	4.870
(2) テキストエディタ(gedit)の使用方法	0	0	1	4	13	5	4.957
(3) コマンドを使ったファイルの移動や削除など	0	0	1	2	17	3	4.957
(4) 絶対パスと相対パスの使い分け	0	0	5	3	11	4	4.909
(5) パーミッションの変更方法	0	0	2	5	14	2	4.696
(6) TCPWrapper を用いたアクセス制限	0	0	3	10	10	0	4.304
(7) ソフトウェアのインストールやアンインストール	0	0	5	8	9	1	4.261
(8) サーバ管理者の心得やセキュリティ対策の重要性	0	0	2	3	17	1	4.739
(9) DNS サーバやダイナミック DNS の役割	0	1	3	5	14	0	4.391
(10) 各種サーバの構築	0	0	1	12	10	0	4.391

1…まったく理解できなかった 2…理解できなかった 3…ちょっと理解できなかった
4…少し理解できた 5…理解できた 6…ほぼ完璧に理解できた

て「理解できた」と回答した学生が最も多かった。このことから、本授業は学生の意識面の向上のみならず、理解度の面においても貢献したことを示している。

8.3. その他の調査

さらに、「将来、教育現場においてサーバやネットワークの構築業務を引き受けさせられることについてどう感じるか」「サーバ構築やネットワークについてさらに学んでみたいと思うか」についての調査を行った。その結果を表5に示す。

(1)に関しては「少し負担に思う」と答えた学生が6人と最も多く、平均が3.478と3.5を下回る結果となった。本授業を通じてサーバ構築の基礎は習得できたとはいえ、やはりサーバ構築業務を負担に考えている学生は多いということが分かる。実際、現在の多くの情報科教員がサーバおよびネットワークの管理・保守に関して負担に感じており、学生もその例外ではないものと考えられる。(2)に関しては平均が5.0以上と非常に高い値を示した。特に、「とてもそう思う」と答えた学生が10人と、事後調査の全項目中で最大の値を示している。この結果から、本授業は学生の情報通信ネットワークおよびサーバ関連技術に対するさらなる学習意欲の向上につなげることができたと考えられる。

最後に、実習日のそれぞれ最後に作業報告書の提出を義務付けた。その項目の一つに、「成果」があり、以下のような報告が寄せられた。

- ・インストールは無事成功しVine Linuxのインストールができた。
- ・今回初めてOSをインストールすることができ、大変感動した。
- ・コマンドを打ちながら、少しずつではあるが、サー

バを構築していくことが体験できた。

- ・コマンドを発展的に使用していくので、コマンドの繋がりも学習できた。
- ・コマンド操作も慣れてきた。教科書を見て自分で考えながら進める余裕もできました。
- ・細かい指定や設定もあったが何とかサーバ構築を行い他の人のサーバへのアクセスなども試みることができた。
- ・Webサーバの構築は難しいものだと思っていたが、きちんと説明してもらえばできるものだと認識できた。
- ・一からサーバを構築していくのは複雑で難しいが、正しい手順をおって進めていけば思ったよりも簡単にできると感じた。
- ・今回はコマンドプロンプトにより、ファイルの移動などを行うCUIでは、時間がかかったが成功することができた。
- ・FTPサーバの構築、ファイルのサーバへのアップロード・ダウンロードを問題なく行うことができた。
- ・何とかこのFTPの部分は一人で作ることができた。
- ・FTPサーバを構築することができ、ファイルの転送も確認することができた。

これらのコメントから、学習者が実際に管理できる一部の技能を身につけたことが伺える。また、「第4回コマンドとパス」の学習の部分では、練習問題を課した。これらの結果を見る限り、コマンド操作は十分にこなせるようになり、技能向上に貢献したと考えられる。

9. まとめと今後の課題

本研究では、教育現場におけるサーバ管理・保守能力を備えた情報科教員を育成するための教材の開発・カリキュラムの提案およびその評価を行った。まず、情報科教員に必要とされるサーバ構築に関連した知識・スキル体系を明らかにし、これを学習項目としてテキストを制作した。さらに、年間カリキュラムおよび学習指導案の設計を行い、いかなる指導方法が有効であるかについての検討を行った。提案された授業計画に従い、授業実践を行ったところ、アンケート調査結果より、以下のことが明らかになった。

- (1) 本授業の実践により、学生の情報通信ネットワークおよびサーバ関連技術における興味・関心を引き出し、意識の向上に対し大きく貢献できたと考えられる。
- (2) 本授業の実践により、学生の情報通信ネットワークおよびサーバ関連技術に対する学習向上意欲をさら

表5 事後調査(その他の調査)

(1) あなたは将来、教育現場においてサーバやネットワークの構築業務を引き受けさせられることについてどう感じますか。

1	2	3	4	5	6	平均
2	4	6	5	4	2	3.478

1…とても負担に思う 2…負担に思う 3…少し負担だと思う 4…少しやってみてみたい気はある 5…やってみてみたい 6…是非ともやってみてみたい

(2) あなたはもっとサーバ構築やネットワーク分野について学んでみたいと思いますか。

1	2	3	4	5	6	平均
1	0	0	5	7	10	5.043

1…とてもそうは思えない 2…そうは思えない 3…ちょっとそうは思えない 4…少しそう思う 5…そう思う 6…とてもそう思う

に高めることに貢献できたと考えられる。

(3) 本研究は上記(1)・(2)で言及した認識や意欲の面のみならず、理解度の面においても大きく貢献した事が判明した。本授業では「6. 指導の実際および留意点」で示した「(2)難解な用語の使用や深入りを極力避ける」「(3)図表の利用」といった方策を実践し、学生の混乱を招くことなく体系的に理解させることに努めた。その結果、提案された方策がいかほど有用であったかが理解される。また、比較的少なく安定した初心者向けディストリビューションである Vine Linux の採用も、本授業の円滑な進行に大きく貢献したと考えられる。また、事後調査におけるアンケート結果より、本授業は学生による高い評価と満足を得られたことがわかった。「ネットワークやサーバへの理解と興味が深まった」などの感想はもちろん、「これまでの中でも特に充実した授業だった」といった感想も存在した。また、テキストに関しては「順序良く丁寧でわかりやすかった」、「難しい用語が用いられていないので混乱することなく学習できた」などの感想も含まれていた。

本研究において構成した現行のカリキュラムやテキスト等にはサーバ OS のバージョン等の問題が存在する。本研究では教育現場において余剰となった若干古めのマシンにインストールを行う事を考慮し、サーバ OS としては古めの Vine Linux 3.2 を採用した。しかし、サーバをとりまく環境は日々変化しているため、それに応じて OS もより新しいものへアップグレードしていく必要がある。その反面、バージョンが異なれば搭載しているアプリケーションの種類やディレクトリ構造、使い勝手の面で異なる点が多く、現状のテキストおよびカリキュラム等では対応できないと考えられる。したがって、最新版を用いた新たなテキストの制作やこれに基づくカリキュラムの更新などが今後の主たる課題であると考えられる。

謝 辞

本研究および授業実践にあたり、サーバ OS・マシンおよび実習(ネットワーク)環境の配備等において、広島大学教育学部第二類・新田利宏氏には多大なご支援とご協力を賜りました。ここに謝意を表します。また、授業実践およびアンケート調査に協力していただいた広島大学教育学部第二類技術・情報系コース3年次の学生の皆様に深く感謝致します。

最後に、貴重なご意見及びご提案により、論文の深い考察を行うことができたことに対し、査読委員皆様

に大変感謝致します。

参 考 文 献

- コンピュータ教育に係る調査研究等補助事業 (2003) 学校内サーバシステムの構築に関する情報収集及び実証実験調査. <http://www.cec.or.jp/jka/> (参照日 2009.01.12)
- 地域におけるインターネット教育利用環境と推進方法に関する調査報告書: 4.7. 学校ネットワーク 三重県 (2000) <http://www.cec.or.jp/00e2/books/chiiki/4-07.htm> (参照日 2009.04.17)
- ファイルサーバの選び方 (2008) Linux 系サーバ OS の特徴. <http://file-server.24recommend.com/os3.html> (参照日 2009.01.13)
- 飯田忠夫, 岡野修一 (2006) Linux を用いたネットワークサーバ構築実習. 石川工業高等専門学校紀要, 38: 87-93
- 伊藤陽介, 菊地章, 曾根直人, 藤村裕一, 島宗理, 佐々木真理 (2004) 学校教育用情報システム管理のための研修コースの開発. 日本産業技術教育学会誌, 46(4): 201-209
- 小林雅之, 向谷博明 (2006) 情報科教員のためのネットワーク技術習得に関するカリキュラムの提案. 2006年度広島大学教育学部第二類技術・情報系コース卒業論文集: 15
- 小林雅之, 向谷博明 (2008a) 情報科教員養成のためのサーバ構築. 広島大学消費生活協同組合製本
- 小林雅之, 向谷博明 (2008b) 教育現場におけるサーバ管理者養成のための研修プログラムの開発. 日本教育工学会第24回全国大会講演論文集: 331-332
- 教育情報科推進協議会 (2006): 教育情報科の現状 http://www.eeaj.jp/public/doc/main_01_now_ITseisakuP2006.html (参照日 2009.01.15)
- 「Linux 標準教科書」開発プロジェクト(2009) Linux 標準教科書. <http://www.lpi.or.jp/linuxtext/> (参照日 2009.04.17)
- 宮崎栄一, 竹森元彦 (2005) SSL を用いた学校教育現場における WWW サーバのアクセス制限システムの試作. 香川大学教育実践総合研究, 11: 69-75
- 日本の Linux 情報 (2008) バッファオーバーフローの回避. <http://www.linux.or.jp/JF/JFdocs/Secure-Programs-HOWTO/buffer-overflow.html>

(参照日 2009.01.15)

佐賀県教育情報システム (2009)

<http://www.saga-ed.jp/jouhou/edqsaga/edqsupporttop.htm> (参照日 2009.04.17)

高木翔平, 松本康祐, 妻鳥貴彦 (2007) 小学校における校内 LAN 活用支援システムの構築. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, **106**(583) : 13-18

東海大学 (2009) 講義科目「インターネットテクノロジー応用」シラバス.

http://islab.cc.u-tokai.ac.jp/edu/edu_2009/2009s/2009spring_thu_3%EF%BC%8C4_tanaka.html

(参照日 2009.04.17)

ThinkIT (2004) データで見るエンタープライズサーバ OS 市場動向.

<http://www.thinkit.co.jp/free/compare/4/1/>

(参照日 2009.01.12)

Vine Project (2008) Vine Linux: 更新・障害・セキュリティ.

<http://www.vinelinux.org/errata/3x/i386.html>

(参照日 2008.12.22)

Summary

In this paper, we discuss the evaluation and development of a curriculum for server management and maintenance; this curriculum is expected to be of use in training teachers in the field of "Information Education." The objectives of this study are as follows: the knowledge and skill required for server construction are demonstrated, and this information is put forth in the form of an exercise. A textbook comprising such exercises is prepared, and its effectiveness in promoting learning is examined. The abovementioned curriculum is found to be effective in arousing students' interest in the given subject area and in increasing their knowledge and awareness of information security. Moreover, the study of server construction makes the field of Information Education more interesting to students.

KEYWORDS: TEACHER MANAGEMENT, TRAINING, CURRICULUM, SERVER, LINUX, SECURITY

(Received March 18, 2009)