

エミュレータソフトウェアによる仮想コンピュータを用いた 情報システム実習用環境の構築と教育利用

伊藤陽介*, 曾根直人**

高等学校教科「情報」の教職課程認定を受けた授業には、情報システムの構築や管理を主体的に取り扱うような情報システムの管理者権限を必要とする実習が含まれる。本研究では、教育用情報システムの情報端末機にエミュレータソフトウェアを導入することによって複数の仮想コンピュータを情報端末機内につくり情報システムに関する実習を行うことのできる環境を構築することを提案する。さらに、情報システムに関する実習の目的とその内容を考察し、実習環境の構築方法を示すとともに、仮想コンピュータにインストールする具体的なサーバ及びクライアント用 OS を選定し、各実習内容に適するソフトウェアの利用方法を示す。提案した実習方法を教育利用し授業評価を行った結果に基づき、本実習用環境の有用性を明らかにした。

〔キーワード：教科「情報」、エミュレータソフトウェア、仮想コンピュータ、情報システム〕

I. はじめに

高等学校における教科「情報」は、1999年3月29日に行われた学校教育法施行規則の一部改正と高等学校学習指導要領の改訂によって、新規教科として開設された。本教育課程は2003年度から年次進行により実施されている^{1,2)}。教科「情報」（以下、情報科と略記）を担当する高等学校教員に必要とされる教員免許状についても、教育職員免許法の一部改正により新規に定められた。

鳴門教育大学学校教育学部では、2003年度より教育職員免許法施行規則第四条に規定されている情報科の「教科に関する科目」24単位の授業科目（表1）、及び、同「教職に関する科目」4単位の授業科目を、文部科学省の教職課程認定を受け開講している。2005年度末時点で本学においてのべ19名が高等学校教諭一種免許状（情報）を取得した。

表1に示した授業科目24単位のうち18単位の授業科目に実習を含み、実践的な内容を重視した授業となっている。これらの具体的な実習内容は、応用ソフトウェアの利活用など情報システムの管理者権限を必要としないA型実習と、情報システムの構築や管理を主体的に取り扱いハードウェアを含めた情報システムの管理者権限を必要とするB型実習に大別される。

本学高度情報研究教育センターでは、全学的な情報通信ネットワークと情報端末機から構成される教育用情報

システムを導入し、教育研究を支援している。A型実習は、あらかじめ教育用情報システムに含まれているオペレーティングシステム（OS）上で動作する各種応用ソフトウェアを利用して実施できる。一方、一般的な教育用情報システムでは、システムを安全かつ効率的に運用するために、サーバを用いてユーザを一括管理し、ユーザ

表1 教科「情報」に関する開設授業科目一覧(2006年度)

教科に関する科目	鳴門教育大学学校教育学部において開設している授業科目	単位数
情報社会及び情報倫理	情報社会と情報倫理	2
コンピュータ及び情報処理 (実習を含む。)	情報エレクトロニクスとコンピュータ	2
	ソフトウェア演習(実習を含む。)	2
	制御情報処理(実習を含む。)	2
	情報回路(実習を含む。)	2
情報システム (実習を含む。)	情報システム概論(実習を含む。)	2
	情報技術(実習を含む。)	2
情報通信ネットワーク (実習を含む。)	情報通信概論(実習を含む。)	2
	情報ネットワーク演習(実習を含む。)	2
マルチメディア表現及び技術 (実習を含む。)	マルチメディアと教育技術(実習を含む。)	2
	マルチメディアとシミュレーション(実習を含む。)	2
情報と職業	情報と職業	2
合 計		24

* 鳴門教育大学 生活・健康系(技術)教育講座

** 鳴門教育大学 高度情報研究教育センター

が情報システムの管理者権限を持つことはない。そのため、情報システムの管理者権限を必要とするB型実習では、従来の一般的な教育用情報システムを利用できなかった。

本研究では、教育用情報システムの情報端末機にエミュレータソフトウェアを導入することによって複数の仮想コンピュータを情報端末機内につくりB型実習を行える環境を構築することを提案する。ここでは、B型実習となるサーバ/クライアント型情報システムに関する実習を事例としてあげ、その構築方法を述べるとともに、「情報技術（実習を含む）」の授業で行った実習方法の評価結果について考察する。

II. 情報システムに関する実習

本章では、表1に示した教科に関する科目「情報システム（実習を含む）」として開講している授業科目「情報技術（実習を含む）」で行う情報システムに関する実習の目的と、その目的を達成するための具体的な実習内容について述べる。

1. 実習の目的

現在、初等中等教育機関などに導入されている教育用情報システムは、教職員や生徒などのユーザを一括管理する1台のサーバと、ユーザが利用する40台程度のクライアントを情報通信ネットワークで接続したサーバ/クライアント型情報システムが多い。

情報システムに関する実習の目的は、サーバ/クライアント型情報システムの設計ならびに管理運用できるような基礎的な知識を得るとともに、最小限の情報システムを設計・構築し、基本的な管理運用方法を習得することである。

2. 実習の内容

前記実習の目的と参考文献3に基づき、90分間×15回で構成される2単位の授業のうち5回の実習時間を想定して実施する情報システムの実習内容を表2に示す。本実習は、第1章で述べたように情報システムの管理者権限を必要とするB型実習となる。

まず、図1に示すサーバ/クライアント型情報システムの設計を行いネットワークの構成を定める。ここで、プリンタなどの印刷機能を提供する機器については省略している。サーバ及びクライアント用OSを選定し、必要となるユーザ数、ユーザ用資源を見積もる。サーバがクライアントに対して行うサービスを決め、それに必要とされるソフトウェアを選定する。

つぎに、本情報システムを構築するために必要とされる基礎的な知識を習得するために、各OSのインストー

ル(S-1, C-1)、ネットワーク設定(S-2, C-2)、及び、ユーザ管理(S-3, C-3)に関する実習を行う。OSのインストールに先立ち、ハードウェアを最初に設定するソフトウェアであるBIOS(Basic Input/Output System)を起動し、ハードウェアの状態を表示させるとともに、主な設定項目を確認する。サーバ用OSとクライアント用OSは、それぞれ、インストール用メディア(CD-ROM, DVD-ROMなど)を使って起動し、インストール先となるハードディスクにOS毎に適するパーティション設定した後、実際にインストール作業を行う。基本的なネットワーク設定とユーザ管理は、インストール時に行う。インストールの終了後、OSを起動し、ネットワーク設定とユーザ管理の状態を確認するとともに、変更が必要な設定項目については、その内容を修正する。設定内容を確認・修正するためのソフトウェアとして、ターミナルとシェル(S-6, C-4)を用いる。

サーバ/クライアント型情報システムを構成するすべての機器は、ネットワークに接続され互いに情報通信することによって運用されている。ネットワーク上を流れる通信パケットをモニタリングすることは、情報通信方法を理解する場合に役立つ。そのため、サーバ側とクライアント側に共通のパケットモニタリング用ソフトウェアを用いて、TCP/IPなどの特定のプロトコルに従って両

表2 情報システムに関する実習内容

	項目	記号	実習内容
サーバ	OS	S-1	インストール
		S-2	ネットワーク設定
		S-3	ユーザ管理
	サービス	S-4	Webサーバ
		S-5	ファイルサーバ
	ソフトウェア	S-6	ターミナルとシェル
		S-7	パケットモニタリング
クライアント	OS	C-1	インストール
		C-2	ネットワーク設定
		C-3	ユーザ管理
	ソフトウェア	C-4	ターミナルとシェル
		C-5	Webブラウザ
		C-6	パケットモニタリング

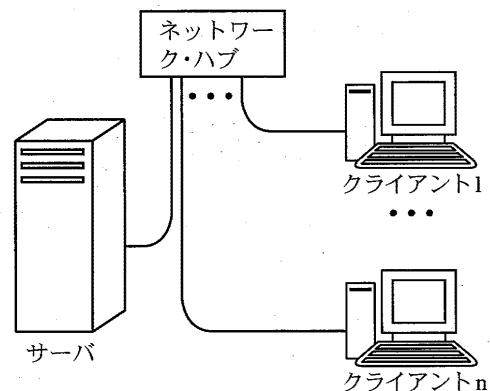


図1 実習に用いるサーバ/クライアント型情報システムの構成

者間で行われている情報通信の内容をパケット単位で把握する実習 (S-7, C-6) を含めている。

学校教育用情報システムに必須と考えられるサーバのサービスとして、Webサーバ (S-4)、及び、ファイルサーバ (S-5) を取り上げ、それぞれについて設定を行い、サービスの開始、停止方法を実習する。さらに、クライアント側の Web ブラウザ (C-5) を用いて正常に Web サーバのサービスが行われていることを確認する。ファイルサーバについては、クライアント側の OS からネットワークドライブとして認識できることと、サーバからクライアント、または、その逆の方向にファイルを転送できることを確認する。これらネットワークを介したサービスの状況の一部をパケットモニタリングすることによって、情報システムの基本的な仕組みについて知る。

III. 情報システム実習用環境の構築

情報システムに関する実習を行う環境として、図1に示したように物理的に複数台のコンピュータとネットワーク・ハブを用意することが望ましい。しかし、実習用設備の設置場所や管理方法、予算などの問題を考慮し、情報端末機内部に複数台の仮想的なコンピュータをソフトウェアで作成し、それらを仮想的なネットワークで接続する実習環境を用いる。本章では、この実習環境の構築方法について述べる。

1. エミュレータソフトウェアの利用

図1に示したサーバ/クライアント型情報システムの構成を実習で構築する場合、クライアントの台数を $n=1$ として最小とし、かつ、ネットワーク・ハブを省略しても、実習を行う組数分2台のコンピュータとクロス接続した LAN ケーブルが必要となる。B型実習では、情報システムの管理者権限を必要とするため、大学内に設置され共同利用している教育用情報システムのコンピュータをそのまま利用することはできない。

そこで、教育用情報システムの情報端末機内に仮想的に複数のコンピュータを作り出すことの可能なエミュレータソフトウェアを利用する。今回利用する情報端末機の主な仕様を表3に示し、設置状況を図2に示す。本端末機は、PC/AT 互換機の一つであり、これに対応するエミュレータソフトウェアは、Virtual PC⁴⁾、VMware⁵⁾、QEMU⁶⁾などがある。仮想コンピュータでエミュレートされるハードウェアとインストール可能な OS の種類、無償で利用できることなどを考慮して、VMware シリーズのうち VMware Player (Ver. 1.0.1.19317) を利用する。VMware Player は、仮想コンピュータのプログラムをほぼ直接 CPU 上で実行するため、条件次第ではホスト OS 環境とほぼ同等の速度で動作する。なお、実習環境の準備

として仮想コンピュータのディスクイメージを作成するために QEMU も一部利用する。

情報端末機上で動作している OS をホスト OS、仮想コンピュータ上で動作している OS をゲスト OS と呼ぶ。本端末機の場合、ホスト OS は表3に示すとおり Windows XP Professional Service Pack 2 (以下、Windows XP と略記) である。VMware Player を実行するために推奨される主なハードウェア仕様は、CPU の動作クロック周波数 $\geq 500\text{MHz}$ 、メモリ容量 $\geq 256\text{MB}$ 、ハードディスク容量 \geq (VM Player 自身が利用する 150MB のハードディスク容量+ゲスト OS を動作させるために必要とされる容量)。

表3 情報端末機の主な仕様

項目	型名
製造者	日本電気(株)
型式	Mate PC-MY30YEZEH
CPU	インテル製 Pentium 4 プロセッサ 630 3GHz (一次キャッシュメモリ:16KB, 二次キャッシュメモリ:2048KB)
バスクロック	システムバス 800MHz, メモリバス 533MHz
チップセット	インテル製 945G Express
メモリ	1GB (ECCなし DIMM DDR2-SDRAM PC2-4200 512MB × 2)
ハードディスク	80GB (Cドライブ:39.0GB NTFS フォーマット, Dドライブ:37.2GB NTFS フォーマット)
光学式ドライブ	DVD マルチドライブ
入力機器	USB 接続型キーボード, ホイール付き 2 ボタンマウス
表示解像度	1280ドット × 1024ライン, 1,677万色 (DVI出力, PCI Express スロット)
通信機能	100Base-TX
USB スロット	USB 2.0 対応, 6ポート
OS	マイクロソフト製 Windows XP Professional Service Pack 2
外形寸法	88(W) × 327(D) × 345(H)mm (突起物を除く)
質量	約 8.9Kg



図2 教育用情報システムとして設置されている情報端末機 (51台)

である。表3の情報端末機は、これらの仕様を十分満たしている。

VMware Playerは、Windowsシリーズや主なLinuxディストリビューションをゲストOSとして仮想コンピュータ上に実現できる。エミュレーション可能なハードウェアの一部を表4に示す。本実習において重要なネットワークアダプタは標準的なデバイスとしてエミュレートされ、各種ゲストOSに含まれているデバイスドライバ用ソフトウェアを利用できる。さらに、VMware社から提供されている専用デバイスドライバを使ってディスプレイアダプタとマウスを動作させ操作性を高めている。一般的なPC/AT互換機と同様に、起動時にF2キーを押すことによって図3に示すBIOS設定状態に入ることができ、設定項目と内容を確認できる。

VMware PlayerをインストールするとホストOS内部に仮想ネットワークを構築でき、その設定にはGUIで動作する設定ツールvmnetcfgを用いる。仮想ネットワークの構成には、外部ネットワークと接続する場合のネットワークアドレス変換(NAT)機能やゲストOS側のネットワーク設定を自動的に設定する機能(内部DHCPサー

表4 エミュレーション可能なハードウェア(一部)

ハードウェア	エミュレーション内容
CPU	ホスト側と同じ
システムデバイス	Intel 82443BX PentiumII(R) Processor
メモリ	設定ファイルに依存
ハードディスク	VMware Virtual IDE Hard Drive ディスクイメージに依存
光学式ドライブ	ホスト側と同じ
キーボード	PS/2 接続キーボード
マウス	VMware Pointing Device
ネットワークアダプタ	Advanced Mirco Devices(AMD) Am79c970A
ディスプレイアダプタ	VMware SVGAII
表示解像度	800ドット×600ライン ~ 2380ドット×1770ライン

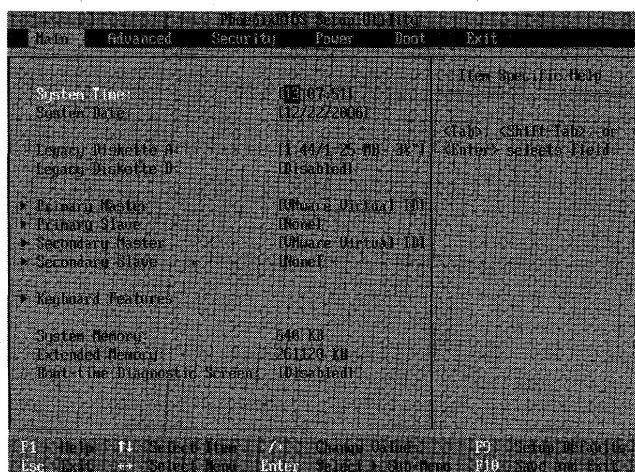


図3 仮想コンピュータのBIOS設定状態(Main)

バ)が含まれる。このためゲストOSにおける標準的なネットワーク環境の設定によって仮想ネットワーク内のホスト同士、NATを介した外部ネットワークへの通信が容易に実現できる。

2. ゲストOS用ディスクイメージの作成

VMware Playerは、ゲストOS用ディスクイメージの初期状態を作成する機能を持っていない。そのため、初期のディスクイメージはQEMUを用いて作成する。Windows XPを用いる場合、まず、Windows用QEMU(QEMU on Windows Version 0.8.0)を参考文献6に示すURLからダウンロードし、インストールする。その後、コマンドプロンプトを起動し、次のようにqemu-imgコマンドを用いて初期ディスクイメージを作成する。

```
qemu-img create -f vmdk <ディスクイメージの  
ファイル名.vmdk> <ディスク容量(GB単位)>G
```

ここで、ディスクイメージのファイル拡張子は、「.vmdk」とし、ディスク容量はギガバイトの単位で指定する。初期のディスクイメージは、指定したディスク容量と比較して小さなファイルサイズとなっているが、実際に必要とされる容量のファイルサイズに自動的に拡張される。

本学の教育用情報システム(2006年度)では、学生のユーザが利用できるサーバ上のディスク容量を最大100MBに制限している。ゲストOS用ディスクイメージは、一般に100MBより大きなディスク容量を必要とする。表3に示す情報端末機のハードディスクのうちDドライブの一部をゲストOS用ディスクイメージとして利用することもできる。しかし、情報端末機をユーザ毎に固定しなければならないため、今回は、表5と図4に示す軽量小型の外付けハードディスクをユーザ毎に利用する。各ユーザは外付けハードディスクを手動で情報端末機のUSBポートに接続する。この外付けハードディスクは、40GBのディスク容量をもち情報端末機とUSB2.0(最大480Mビット/秒)で接続されるため、100Base-TXで通信するサーバ上のディスクより高速にアクセスできる。

表5 外付けハードディスクの主な仕様

項目	型名
製造者	(株)アイ・オー・データ機器
型式	HDPX-SU40
記憶媒体	2.5インチ型ハードディスク
記憶容量	40GB
回転速度	5400 rpm
フォーマット	FAT32, NTFS
インターフェース	USB 2.0
外形寸法	76(W) × 122.5(D) × 16.2(H)mm
質量	約200g

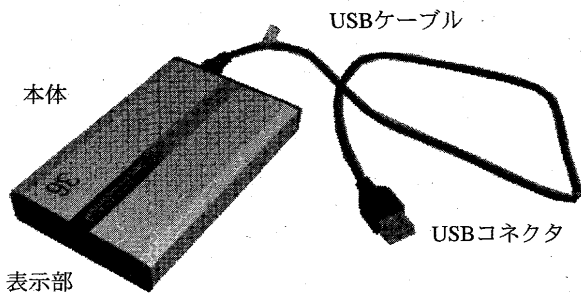


図4 外付けハードディスクの外観

なお、ゲスト OS 用ディスクイメージのファイルサイズが 4GB 未満の場合、デフォルトの FAT32 フォーマットを利用できるが、それを超える場合、NTFS フォーマットに変更する必要がある。

3. 実習用 OS のインストール

第 2 章で述べた情報システムに関する実習に用いるサーバ用 OS は、無償提供されインターネット上でサーバとして多数運用実績のある Linux を用いる。ここでは、Linux ディストリビューションのうち Red Hat 系 Linux である Fedora Core 5⁷⁾ をサーバ用 OS として採用する。インストールに用いる媒体は起動可能な DVD-R とする。

Fedora Core 5 を起動する場合の VMware Player の設定ファイルの一例を図 5 に示す。本設定ファイルの拡張子は、「.vmx」である。仮想コンピュータに割り当てたメモリ容量は、メガバイトの単位で memsize 項目に指定する。Fedora Core 5 でグラフィカルなインストール画面を利用する場合 256MB 以上必要である。メモリ容量が 128MB の場合、テキスト形式によるインストール画面となる。OS の種類は、guestOS 項目で指定し、Fedora Core 5 の場合、other26xlinux とする。IDE 接続するディスクイメージのファイル名は、ide0:0.fileName 項目に指定する。ネットワークデバイスに必要な MAC アドレスは、重複しないように自動的に発生される。一旦、VMware Player を

```

config.version = "8"
virtualHW.version = "3"
memsize = "256"
ide0:0.present = "TRUE"
ide0:0.fileName = "ディスクイメージのファイル名.vmdk"

ide1:0.present = "TRUE"
ide1:0.fileName = "auto detect"
ide1:0.deviceType = "cdrom-raw"
floppy0.fileName = "A:"
ethernet0.present = "TRUE"
ethernet0.connectionType = "nat"
usb.present = "TRUE"
sound.present = "TRUE"
sound.virtualDev = "es1371"
displayName = "Fedora Core 5"
guestOS = "other26xlinux"
ide1:0.autodetect = "TRUE"

```

図5 サーバ用 OS・Fedora Core 5 の VMware Player の設定ファイル例

起動すると本設定ファイルの中に MAC アドレスや不揮発性メモリの内容を示すファイル名などが追加される。

一方、クライアント用 OS は、学校教育において標準的に利用されている Windows シリーズを用いる。ここでは、Windows XP のボリュームライセンス版を利用する。インストールに用いる媒体は起動可能な CD-R とする。

Windows XP を起動する場合の VMware Player の設定ファイルの一例を図 6 に示す。図 5 とほとんど同じ設定であるが、OS の種類を示す guestOS 項目を winxp pro と設定する必要がある。また、複数の仮想コンピュータを同時に起動した場合に、各ウィンドウを識別するための文字列を displayName 項目に指定する。Windows XP は 128MB 以上のメモリ容量で動作するが、memsize において 256MB を設定し、できるだけ仮想記憶を使わないようにして操作性を高める。

```

config.version = "8"
virtualHW.version = "3"
memsize = "256"
ide0:0.present = "TRUE"
ide0:0.fileName = "ディスクイメージのファイル名.vmdk"

ide1:0.present = "TRUE"
ide1:0.fileName = "auto detect"
ide1:0.deviceType = "cdrom-raw"
floppy0.fileName = "A:"
ethernet0.present = "TRUE"
ethernet0.connectionType = "nat"
usb.present = "TRUE"
sound.present = "TRUE"
sound.virtualDev = "es1371"
displayName = "Windows XP Professional"
guestOS = "winxp pro"
ide1:0.autodetect = "TRUE"

```

図6 クライアント用 OS・Windows XP の VMware Player の設定ファイル例

4. 実習用ネットワーク環境

VMware Player によって構築される仮想コンピュータと仮想ネットワークを用いたサーバ/クライアント型情報システムを図 7 に示す。ここで、vmmnetcfg による主な仮想ネットワークに関するデフォルトの設定を表 6 に示す。

サーバは Fedora Core 5 による仮想コンピュータ S、1 台のクライアントは Windows XP による仮想コンピュータ C であり、両者は仮想ネットワーク (192.168.21.0) を介して通信でき、NAT を用いて外部ネットワークとも通信できる。一般に、サーバは IP アドレスを固定して設定するため、本実習では仮想コンピュータ S の IP アドレスを 192.168.21.20 としている。一方、仮想コンピュータ C のネットワーク設定は、内部 DHCP サーバによる自動設定とする。

なお、ホスト OS として Windows XP が稼動している情報端末機も仮想ネットワークを介して接続できている

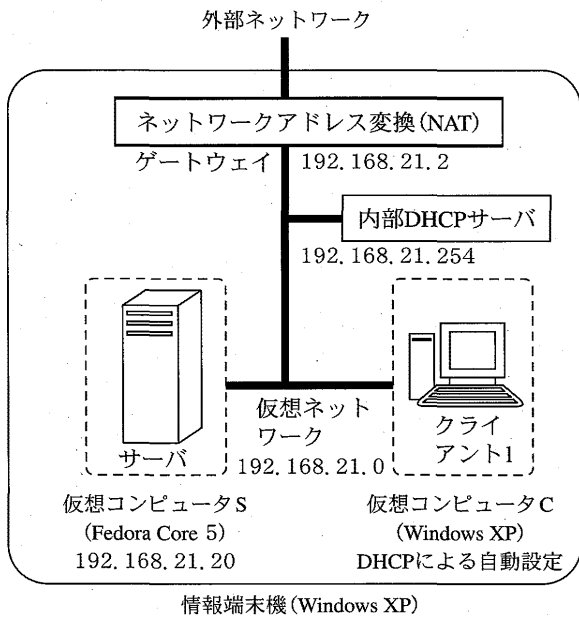


図7 仮想コンピュータを用いたサーバ/クライアント型情報システム

表6 仮想ネットワークの主な設定

項目	設定	内容
DHCP	DHCPサーバ	192.168.21.254
	ネットワークアドレス	192.168.21.0
	ネットマスク	255.255.255.0
	開始IPアドレス	192.168.21.128 ~
	終了IPアドレス	192.168.21.253
NAT	ゲートウェイ	192.168.21.2
	ネットマスク	255.255.255.0

が、実習環境を単純化し理解しやすくするためゲストOSのみを利用する。

5. 実習用ソフトウェア

図7に示した仮想コンピュータで実現されたサーバ/クライアント型情報システムを用いて表2に示した実習内容を行うために必要とされる具体的なソフトウェアの一部を表7に示す。

S-1とC-1のインストール実習では、Fedora Core 5と

表7 実習に利用するソフトウェアの一部

記号	実習内容	ソフトウェアの名称
S-1	インストール	Fedora Core 5
S-2	ネットワーク設定	ifconfig
S-3	ユーザ管理	groupadd, useradd
S-4	Webサーバ	apache
S-5	ファイルサーバ	samba
S-6	ターミナルとシェル	gnome 端末, tcsh
S-7	パケットモニタリング	ethereal
C-1	インストール	Windows XP
C-2	ネットワーク設定	ipconfig
C-3	ユーザ管理	管理ツール
C-4	ターミナルとシェル	コマンドプロンプト
C-5	Webブラウザ	Internet Explorer
C-6	パケットモニタリング	ethereal

Windows XPのゲストOS用ディスクイメージファイルを、それぞれ、ディスク容量10GB、4GBとして、外付けハードディスク内に作成する。その後、表3に示した情報端末機内の仮想コンピュータS、Cに、それぞれ、サーバ用と開発用ソフトウェアを導入する設定のゲストOS・Fedora Core 5、及び、標準的な設定のゲストOS・Windows XPをインストールする。両者を起動した状態(図8)においても1GBのメモリをもつ情報端末機の約半分のメモリしか使用していないため、ホストOSと二つのゲストOS上の操作性は通常の利用範囲内で問題ない。

ネットワークとユーザ管理などの設定では、OSに付属する標準的なターミナル上で動作するシェルまたは管理用ツールを用いて行う。サーバ側で提供するWebサーバとファイルサーバは、それぞれ、apache⁸⁾とsamba⁹⁾を利用し、基本的な設定項目をデフォルトとし、起動開始、停止をserviceコマンドによって行う。apacheについては、HTMLによる簡単なWebページをテキストエディタで作成し、公開用ディレクトリに配置したのち、クライアント側のWebブラウザを用いて表示される内容を確認する。sambaはWindows XPからネットワークドライブとしてマウントした後、ファイルやフォルダを転送し動作を確認する。

パケットモニタリングは、オープンソースであるEthereal¹⁰⁾を用いる。Etherealは、Windows XPやRed Hat系Linuxなどを含むマルチプラットフォーム環境に対応している。メニュー構成やツールバー、アイコン、パケット内容の表示方法などは共通であり、本実習のように異なるOSにおいて両者の通信内容をモニタリングする場合に有用である。図9(a)、(b)に仮想コンピュータSのFedora Core 5と同CのWindows XPの両者においてEthereal(バージョン0.99.0)を用いたパケットモニタリング例をそれぞれ示す。

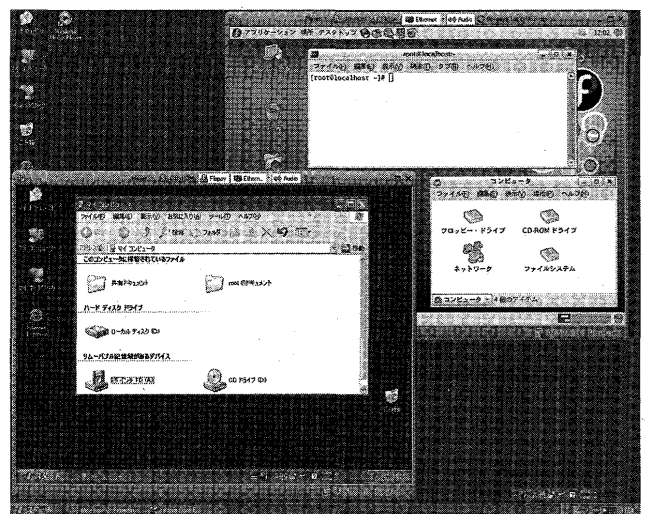
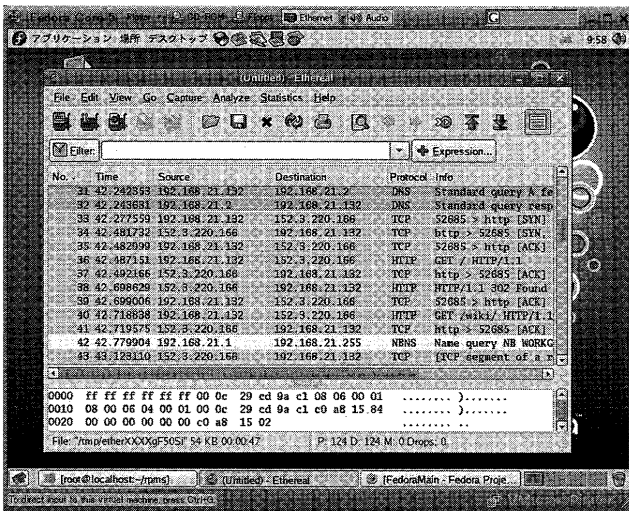
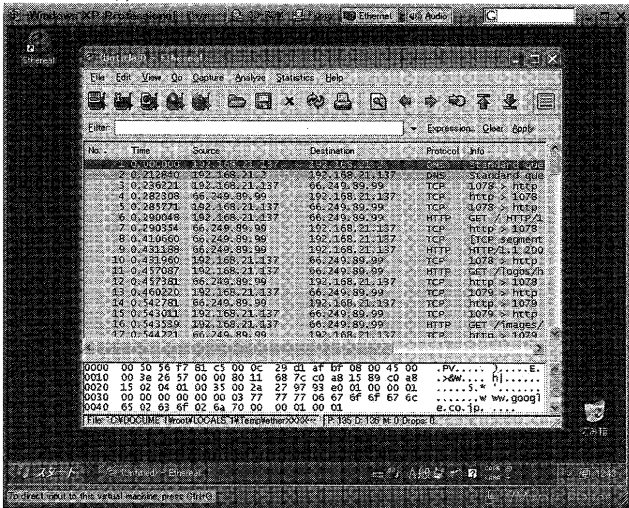


図8 情報端末機(ホストOS: Windows XP)においてサーバ用ゲストOS・Fedora Core 5(上)とクライアント用ゲストOS・Windows XP(下)を同時に起動した状態



(a) 仮想コンピュータ S の Fedora Core 5 におけるパケットモニタリング



(b) 仮想コンピュータ C の Windows XP におけるパケットモニタリング

図 9 Ethereal を用いたパケットモニタリング例

IV. 情報システム実習用環境の教育利用

表 1 に含まれる開設授業科目「情報技術 (実習を含む)」において、第 3 章で述べた方法で構築した情報システム実習用環境を教育利用した。本実習は 2006 年 6 月から 7 月にかけて 5 回×90 分間で行い、受講学生は 13 名であった。実習終了後、アンケート調査を行い仮想コンピュータを用いた情報システム実習に関する授業評価を行った。

まず、本授業前からエミュレータソフトウェアに関する知識を持っていた学生は 11% であり、仮想コンピュータについてほとんど知られていなかった。一方、今後、自分のパソコンなどにおいても利用したいと回答した学生は、78% となり、エミュレータソフトウェアを用いた仮想コンピュータの有用性を理解できていた。VMware Player による仮想コンピュータの操作方法については、

おおむね良いと回答しているが、ホスト OS とゲスト OS の切替方法やタイミングがわかりにくいという指摘もあった。これらについては、VMware に付属する支援ツールをゲスト OS 側にインストールすることによって解決できることを補足説明した。

ゲスト OS 用ディスクイメージを USB 接続による外付けハードディスクに保存する方法については、全員が良いと回答し、本方法の有用性の高いことが示された。今回使用した外付けハードディスクは 2.5 インチ型で小型軽量であったが、管理上の問題が生じやすく、今後、さらに小型の USB 接続のフラッシュメモリの利用についても検討する必要がある。

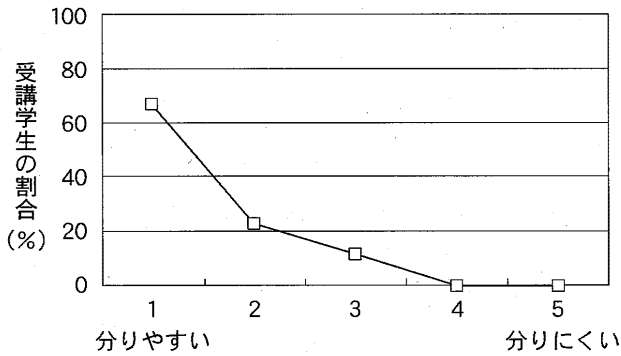
仮想コンピュータを用いた情報システムの実習方法を 5 段階で評価した結果を図 10 に示す。仮想コンピュータを動作させる実習の分りやすさに関する結果 (図 10(a), (b)) では、サーバまたはクライアントのみの 1 種類と比較して、2 種類を同時に動作させる実習の方が分りにくいと回答した学生が多い。その要因として、2 種類の異なるゲスト OS を切替つつ、マウスやキーボード操作することが煩雑なためと推測される。しかし、図 10(b) に示されるように 2 種類の仮想コンピュータを用いた実習においても、学生の 77.8% は、分りやすいと回答していることから、本実習方法に問題は少ないと考えられる。

図 10(c) に情報システムを構成するネットワークに関する理解度を調査した結果を示す。この結果より、ネットワークを明らかに理解できた、または、理解できなかったと感じた学生は少なく、理解途中のような印象をもった学生が多いことが示された。ネットワークを理解するためには、OSI 参照モデルや TCP/IP プロトコルなどの基本技術を習得する必要がある、本実習では実施時間の関係上、概要説明のみに止めたことが、この要因と考えられる。

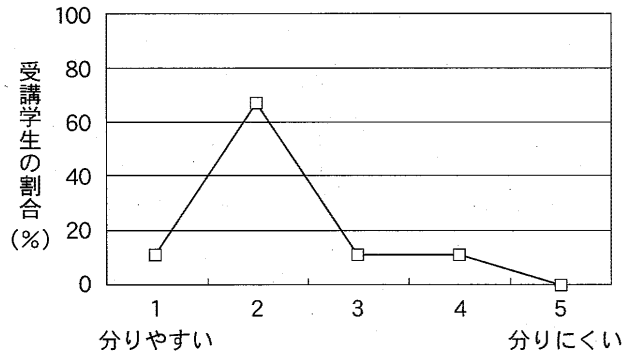
仮想コンピュータを用いるかわりに、実際にネットワーク・ハブと 2 台のコンピュータを LAN ケーブルで接続する実習方法の希望調査では、図 10(d) に示すように希望者は多く、実体を伴う実習形式が好まれることが明らかとなった。

サーバ用 OS として Fedora Core 5、クライアント用 OS として Windows XP を採用した点について、肯定的と回答した学生の割合は、両者とも 88% であり、各 OS の利点などを理解しつつ、情報システムを構築する場合には、コンピュータの役割に応じた OS を選択する必要があることが理解できていた。

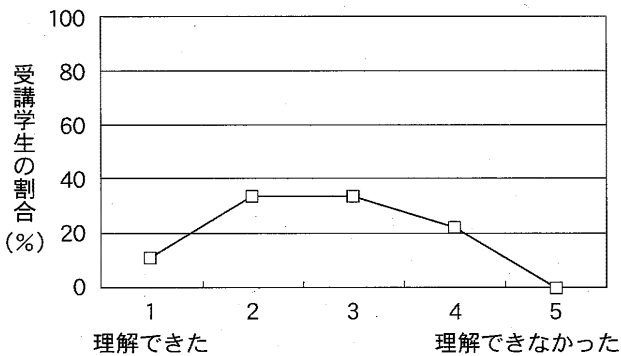
両 OS のインストール方法に関する理解度を 5 段階 (1: わかった, ..., 5: わからなかった) で自己評価したところ平均 1.8 であった。図 11 に仮想コンピュータ C にクライアント用 OS・Windows XP をインストールしている様子を示す。ゲスト OS のインストール時間は、



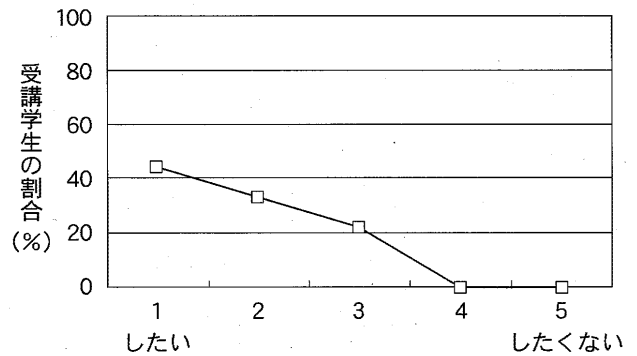
(a) サーバまたはクライアントのみの1種類の仮想コンピュータを動作させる実習



(b) サーバとクライアントの2種類の仮想コンピュータを同時に動作させる実習



(c) 仮想コンピュータ間を接続したネットワーク環境の理解度



(d) 実際にネットワーク・ハブと2台のコンピュータを用いる実習

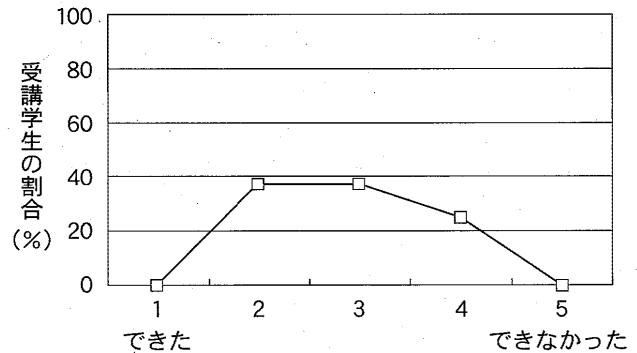
図10 仮想コンピュータを用いた情報システム実習全般的な評価結果



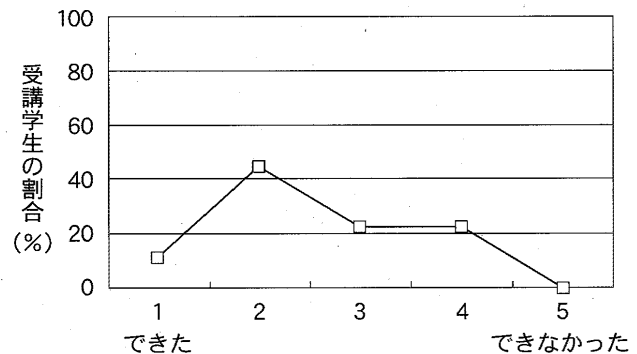
図11 2006年度「情報技術(実習を含む)」の実習において仮想コンピュータCにWindows XPをインストールしている様子

Fedora Core 5で約30分, Windows XPで約60分であった。インストールに要する時間の印象は、ほとんどの学生が長いと感じているが、仮想コンピュータにインストール中であっても、ホストOSを利用できるため情報システムに関する専門用語などを調査するなど時間を有効利用できていた。

ユーザ管理に関する実習では、図12に示すようにサーバ用とクライアント用OSにおいて実習できたと感じている学生の分布が少し異なる。本実習で初めて扱う



(a) サーバ用OS・Fedora Core 5のユーザ管理に関する実習



(b) クライアント用OS・Windows XPのユーザ管理に関する実習

図12 OSにおけるユーザ管理に関する実習

Linux系OSであるFedore Core 5では、明らかに実習できたと回答した学生は、Windows XPの場合と比較して少なく、OSに不慣れなことが要因の一つとしてあげられる。また、Webサーバとファイルサーバを構築できたと明確に回答した学生の割合は63%であり、二つの仮想コンピュータを起動し、サーバ/クライアント型情報システムの基本的な運用を行う実習ができることが示された。

V. ま と め

本論文では「情報科」の教職課程認定科目における授業に含まれるB型実習のうち情報システムに関する実習の目的と内容を考察し、エミュレータソフトウェアによる仮想コンピュータを用いた情報システム実習を提案した。具体的な実習環境の構築方法を示すとともに、仮想コンピュータにインストールするサーバ及びクライアント用OSを選定し、各実習内容に適するソフトウェアの利用方法を示した。さらに、提案した実習方法を授業科目「情報技術（実習を含む。）」において教育利用し、授業評価を行った結果に基づき、仮想コンピュータを用いた情報システムの実習方法の有用性を明らかとした。

参 考 文 献

- 1) 文部省：高等学校学習指導要領解説 総則編，東山書房（1999）
- 2) 文部省：高等学校学習指導要領解説 情報編，開隆堂出版（2000）
- 3) 伊藤 陽介，菊地 章，曾根 直人，藤村 裕一，島宗 理，佐々木 真理：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，第46巻，4号，pp.201-209（2004）
- 4) <http://www.microsoft.com/windows/virtualpc/>
- 5) <http://www.vmware.com/>
- 6) <http://fabrice.bellard.free.fr/qemu/>
- 7) <http://fedora.redhat.com/>
- 8) <http://httpd.apache.org/>
- 9) <http://www.samba.org/>
- 10) <http://www.ethereal.com/>