

演習用 Windows 端末群のディスクレスによる安定運用

江藤博文[†] 田中芳雄[†] 松原義継[†]
渡辺健次^{††} 渡辺義明^{††} 只木進一[†]

演習室などに設置される多数の Windows 端末の安定運用は、大学の情報システム運用部門の大きな負担の 1 つである。安定運用のためには、容易に端末設定を一樣にできることと、利用者による設定変更を防ぐ必要がある。その 1 つの方策として、端末をディスクレスとする方法がある。ディスクレス Windows 端末で演習室を構成することによる、運用方法の変化および運用コストの低減などの利点を、佐賀大学学術情報処理センターに導入されたシステムに基づいて整理報告する。

Stable Service of Educational Windows Terminals with Diskless Boot Mechanism

HIROFUMI ETO,[†] YOSHIO TANAKA,[†] YOSHITSUGU MATSUBARA,[†]
KENZI WATANABE,^{††} YOSHIAKI WATANABE^{††} and SHIN-ICHI TADAKI[†]

One of the biggest service costs paid by computer centers in universities is for supporting Windows terminals in educational terminal rooms. For stable service, the system should enable us to keep the terminals with uniform configurations and prevent the configurations being changed by users. One of the solutions is to construct a diskless terminal system. The computer and network center, Saga university, had introduced the diskless terminal system for education. We report the changes in operational methods of the system and the merit of the system for decreasing the operational cost in our system.

1. はじめに

情報処理技術の一般化と多様化にともない、大学における情報処理教育は一部の理工系学生を対象としたものから、すべての分野の学生を対象としたものとなった。そのために、基礎的な情報処理技術を習得するための情報リテラシ教育を必修科目とする大学も増えている。こうしたリテラシ教育を行うためには多数の端末が設置された演習室が必要であり、このような端末室の管理は、通常は情報処理センターなどの組織が行うこととなる。

情報処理技術の一般化は、その教育内容をプログラミングから、文書作成、ネットワークを介した情報収集、情報交換などを含む情報リテラシへの変化を起した。その結果として演習室に設置される端末は、一部の理工系学生を対象としたプログラミング環境を重視した X 端末などの UNIX が利用できる端末から、

アプリケーション環境を重視した Windows が利用できる端末へと変化してきている。

多数の演習用端末の運用にあたっては、すべての端末の環境を一樣に保つことと、利用者による設定変更を防ぐことが必要である。しかし、Windows 環境を使う場合、このような運用は、通常の設定では一般的に非常に困難である。多数の端末を多数の多様な利用者に提供しなければならない大学の情報処理センターでは、その端末運用は大きな負担となっている。

これまで演習システムに対する様々な運用技術が提案されてきた^{1)~6)}。端末の管理技術に関しては、たとえば、起動時に本来のディスクイメージとの比較に基づいて修復する方法^{1),6)} や仮想計算機環境を使って UNIX のファイルシステム内に Windows のディスクイメージを埋め込む方法^{5),6)} などが提案・実装されてきた。

佐賀大学学術情報処理センターの演習用端末群は、全在学生在が利用者資格を有し、初年度全学生を対象としたリテラシ教育を中心に、専門教育および日常的な自習に利用されるシステムである。このシステムの 2002 年 2 月のシステム更新において、すべての端末

[†] 佐賀大学学術情報処理センター
Computer and Network Center, Saga University

^{††} 佐賀大学理工学部
Department of Information Science, Saga University

をディスクレス化することで、運用コストを大幅に軽減するシステムを導入した⁴⁾。

このシステムでは、起動用サーバ側に各端末の共通化されたディスクイメージを置くことで、すべての端末を同じ環境に保持するとともに、利用者による設定変更を防ぐことを可能とした。各端末は、起動時に Windows 環境と Linux 環境を選択することができるが、本稿では、主として Windows 環境について、ディスクレス端末システム導入による保守作業内容の変化とそのコスト低減について議論する。

2. 演習用 Windows 端末群運用の問題点

演習用システムの運用コストは、大きく分けて利用者管理と端末管理のコストに分けることができる。利用者管理は、UNIX システムであれば NIS や NIS+ の利用、Windows 端末であれば、Windows ドメインの利用によって集中的な管理を行うことができる。両 OS が混在する場合には、パスワード同期などの仕組みを導入することで、ある程度の解決を行うことができる⁷⁾。

一方、演習用端末の管理においては、次の事柄が重要である。第 1 は、利用者が同じ演習室内のどの端末を利用しても、個人の環境として利用者固有のものを利用できること、およびどの端末のシステム環境も同等であることである。そのような環境を可能とするために、第 2 に、利用者が誤ってシステムの設定を変更したり、他の利用者の設定を変更したりできないような対策が必要である。

数百台にわたる演習用端末を実際に運用する場合、これらの端末管理業務は、ソフトウェア的側面だけでなく、ハードウェア管理の面から大きなコストを必要とする。実際に、ハードディスク障害などへの対応がシステムの経年とともに増大し、運用コストの中で大きくなっていく。

UNIX システムの場合、X 端末を利用することで上記の問題はほとんど解決することができる。X 端末を介してログインする少数のサーバだけの管理を行えばよいからである。一方、Windows システムを演習用システムとして供する場合、管理業務の軽減が困難であることが多い。その理由の 1 つが、Windows が UNIX 環境における X ウィンドウシステムのような軽快な仮想端末のメカニズムを持たず、基本的には端末個別に OS およびアプリケーションを持つことを前提に設計されていることである。

もちろん、Windows Terminal Server が UNIX における X ウィンドウシステムに類似した環境を提供

することができる。この環境では、X 端末と同様に、アプリケーションの実行がサーバ側で実行される。そのため多数の演習用端末を運用するための負荷分散が困難である。また、次章で述べるように、システム環境を安定に保つことも困難である。

また、近年のコンピュータウィルスの蔓延やネットワークを介した不正攻撃の多発も端末管理コストを増大させる原因の 1 つである。これらからシステムを守るために、Windows 端末の管理者は、頻繁にウィルス対策用パターンファイルの更新や OS のパッチ作業を行わなければならない。こうした各端末に個別に行わなければならないような作業コストの削減が必要とされている。

3. ディスクレスシステムの必要性

利用者が直接触れる端末からハードディスクをなくすことは、管理コストの大幅な削減となる。そのコストは、ハードウェアとソフトウェアの両面から構成される。

ハードディスクは、利用の最中に頻繁にアクセスされる。したがって、正常の利用形態のもとでも、障害が発生する可能性が高い。特に、経年とともに、その確率が高まる。多数の台数を擁する演習用端末群では、すべての端末が正常に稼働した状態を維持することが困難となる。

さらに、利用者の不適切な電源操作や稼働中の筐体移動によってハードディスクに障害を招く恐れも大きい。ハードディスクがなければ、このような心配は無用となる。

ソフトウェア管理の側面からは、利用者がシステム環境を変更できないことが重要である。しかし、Windows2000 の場合、システムを変更できないはずの制限ユーザであっても、個人のディレクトリ(Windows 環境の「マイドキュメント」フォルダ)以外に、ファイルを書き込むことができるフォルダが多数存在する。したがって、通常の設定ではシステムの変更を阻止することは非常に困難である。

そのような利用者によるシステム変更を防ぐ方法としては、ハードディスクそのものをロックしてしまう方法や、後述するクリーニングシステムなどの選択肢もありうる。しかし、このような方法では、ウィルスパターンファイルの更新などの保守のコストが、逆に大きくなってしまふ。共通のハードディスクイメージがリモートにあれば、利用者によるシステム変更を防ぎつつ、ウィルスパターン更新などの保守を容易に行うことができる。

一方、情報システム管理部門において、多数のネットワークサービス提供のコスト削減方策として、UNIXシステムをディスクレスで稼働させる方法がある⁸⁾。つまり、ネットワークインタフェースが有する PXE 機能と TFTP などのファイル転送プロトコルを使ってブート用プログラムをいったんメモリ上に展開して起動した後、ルートファイルシステムを含むすべてをサーバ側からマウントする方法である。この方法を Windows 環境についても利用できれば、端末群管理を容易にすることができる。

つまり、利用者に提供する端末をディスクレスとすることは、ハードディスク障害への対策とシステムの一様性を保持するための対策からの解放の決め手となる方策である。

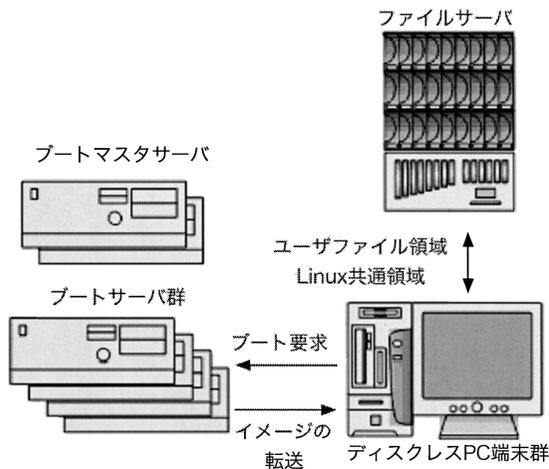


図 1 VID システム図

Fig. 1 Schematic view of VID system.

4. ディスクレス端末システム

4.1 システム構成とサーバの役割

佐賀大学学術情報処理センターでは、演習用端末システムを安定的に運用するため、VID (Virtual Image Distributor) と呼ばれるディスクレス端末運用を可能とするシステムを導入し、演習用システムの構築を行った (図 1^{9)~11)}。

システムは、全体の管理を行うブートマスターサーバ群、各端末の実際の起動に利用されるブートサーバ群およびファイルサーバと認証サーバから構成されている。本システムのサーバ構成を表 1 に示す。なお、ブートマスターサーバ 2 台のうちの 1 台はバックアップ機であり、ふだんは電源を落としている。

このシステムは、上述のディスクレス UNIX システムと同様に、電源投入直後にネットワークインタフェースを持つ PXE 機能および TFTP を使って、端末の IP アドレスの設定および起動方法の設定とブートプログラムの転送をする。その後、VID の独自機能を用いて Windows システムの C ドライブに相当する部分を読み取り専用でリモートマウントするシステムである。

各端末は 16 台のブートサーバから起動される。16 台という数は、起動能力および障害などでブートサーバが使えなくなった場合の対策を考えて余裕を持たせている。DHCP などの起動情報や、各端末の個別情報はブートマスターサーバが管理している。利用者のファイルは、CIFS (Common Internet File System) と NFS に対応したファイルサーバ専用機に置かれる。

表 1 サーバ構成

Table 1 Organization of servers.

サーバ	台数	スペック	機能
ブートマスターサーバ	2	Pentium III 1 GHz/512 MB memory/20 GB HD	管理サーバ機能: 各クライアント個別情報を管理 DHCP サーバ機能: 各クライアントに IP アドレスを割り当て PXE サーバ機能: Linux および Windows2000 ネットワークブートに必要なファイルを提供
ブートサーバ	16	Pentium III 1 GHz/512 MB memory/20 GB HD	IO サーバ機能: Windows2000 のシステム部分を提供 PXE サーバ機能: Linux および Windows2000 ネットワークブートに必要なファイルを提供
ファイルサーバ	1	専用機/1 GB memory/1404 GB HD	NFS, CIFS: Linux および Windows2000 のユーザ領域を提供 NFS: Linux のシステム領域を提供 NFS 処理能力 7462 SPECnfs_A98
NIS+認証サーバ	1	UltraSPARC III 750 MHz/1 GB memory/36 GB HD	Linux システムに対して利用者認証
ドメインコントローラ	2	Pentium III 1 GHz/1 GB memory/40 GB HD	Windows 端末に対して利用者認証

利用者は Windows の限定ユーザとして登録され、利用者個人の設定はファイルサーバに置かれた移動プロファイルを利用している。

Windows のカーネル部分と利用者のプロファイルはメモリに展開されるが、アプリケーションはリモートに置かれたままで利用される。そのため、ブートサーバを共有する端末では、同じ環境が維持される。カーネルと C ドライブの一部はメモリ上に展開され、そのような仮想部分について、利用者は限定的かつ一時的にシステム環境を変更することができる。しかし、再起動によってその変更はすべて失われる。したがって利用者が誤ってシステム環境を変更することはなく、すべての端末につねに同じ環境を提供することができる。

管理者は、ブートサーバに置かれる端末のディスクイメージの変更を行うことで、アプリケーションのバージョンアップやウイルスパターンなどの更新を行うことができる。管理用端末（後述する利用者環境開発端末）へのファイル共有提供を一時的に書き込み可とすることで、通常の端末操作を通じて、端末ディスクイメージの変更作業を行う。

4.2 ネットワーク構成と一斉起動時間

ネットワーク構成を図 2 に示す。佐賀大学に導入されたシステムは、大、中、および小演習室に設置された端末とロビーに設置された自習用端末の 215 台から構成されている。さらに、保守および利用者相談員用に 4 台が設置されている。利用者用端末 215 台は、ロビーの自習用を除くと、27 台から 38 台にわけて Fast Ethernet (100Base-TX) で接続されている。各スイッチからメインスイッチへの接続は Gigabit Ethernet (1000Base-SX) で接続されている。ブートサーバ、ブートマスタサーバもメインスイッチへ Gigabit Ethernet (1000Base-SX) で接続されている。利用者ファイルの置かれたファイルサーバは、メインスイッチに 2 本の Gigabit Ethernet (1000Base-SX) および 3 本の Fast Ethernet (100Base-TX) で接続されている。

215 台の端末は上述のように 16 台のブートサーバから起動される。1 台のブートサーバからの起動端末数を変化させた場合の所要時間を表 2 に示す。この場合の一斉起動とは、すべての端末を 1 分間の間に適当に起動させた場合である。OS の選択画面から、Windows2000 のログインプロンプトが表示されるまでの時間の計測を行った。28 台での起動の場合、一斉起動の時間を短くすると、タイムアウトのため起動できない端末も発生する。

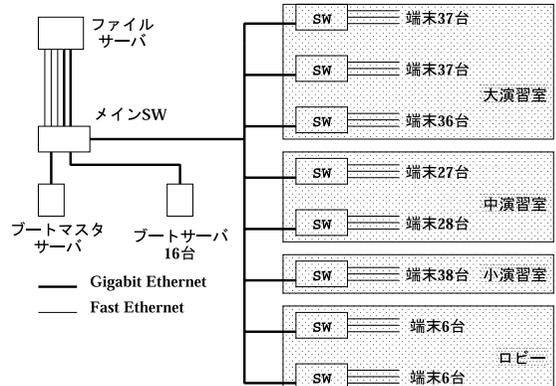


図 2 ネットワーク構成図:細い線は Fast Ethernet (100Base-TX) による接続を、太い線は Gigabit Ethernet (1000Base-SX) による接続を表す

Fig. 2 Network configuration: thin lines denote Fast Ethernet connections and thick lines Gigabit Ethernet connections.

表 2 端末の一斉起動に要する時間
Table 2 Time for simultaneous booting.

台数	所要時間
14 台	3 分 40 秒から 5 分 40 秒
20 台	4 分 50 秒から 7 分 50 秒
28 台	6 分 50 秒から 10 分 30 秒

ただし、本システムの場合、このような一斉起動が発生するのは、各学期の最初の授業に限られる。また、次節で述べるように、単体での起動時間はディスク付きと比べて遜色はない。したがって、1 台のブートサーバからの起動端末数 20 台以下とすれば、運用可能と判断できる。

4.3 クライアントの構成と利用の流れ

現行システム内の端末の総数は 219 台である。これらの端末は、標準的なハードウェアおよびソフトウェア構成の TERM1 と、PCMCIA カードドライブ、CD-RW や MO などの付加的ハードウェアと PDF 作成や分子軌道計算などの付加的ソフトウェアを有する TERM2 の 2 種類から構成されている。基本スペックは Pentium III 1 GHz CPU に、512 MB メモリを搭載した共通のものだが、周辺機器構成が異なることから、TERM1 と TERM2 は独立なディスクイメージを利用する (表 3)。

端末電源を投入すると、DHCP によってネットワーク設定が行われ、起動する OS の選択画面が表示される。Windows2000 と Linux を選択することができる。Windows2000 を選択すると、OS カーネルが転送され、起動が行われる。電源投入から OS 選択画面までが約 20 秒、Windows2000 を選択してからログイン

表 3 クライアント構成
Table 3 Organization of clients.

種別	場所	台数	IO デバイス
TERM1	大演習室	110	FDD
	中演習室	55	CD-ROM
	センター相談用端末	1	USB
	センター事務室用端末	1	
	利用者環境開発用端末 1	1	
TERM2	小演習室	38	FDD
	ロビー	12	CD-R/W
	利用者環境開発用端末 2	1	FLASH-ATA CompactFlash SmartMedia 640MBMO USB
	合計	219	

表 4 ディスクレス端末の同程度の処理能力 (Pentium III1 GHz に 1,024 MB メモリを搭載したものを有するディスク付き端末との起動時間比較

Table 4 Comparing boot performance with a terminal (Pentium III, 1 GHz, 1,024 MB memory) with a disk.

	ディスクレス	ディスク付き
起動	約 100 秒	約 70 秒 (BIOS 起動後)
Microsoft Word 起動	約 15 秒	約 10 秒
Adobe Acrobat5 起動	約 20 秒	約 20 秒
PDF ファイル (2.4 MB) の表示	約 20 秒	約 20 秒
PaintShopPro7 起動	約 15 秒	約 15 秒
Microsoft VC++6 起動	約 10 秒	約 10 秒
シャットダウン	約 15 秒	約 15 秒

画面表示までが約 1 分 40 秒で処理される (表 4) . 同程度のディスク付き端末と比較すると若干時間が必要である .

現行システムでは、メモリ最適化のソフトウェアを常駐させている . 文書作成などのリテラシ教育や基礎的プログラミング教育では、メモリ最適化が発生することがあるが、不都合なく利用が行われている . つまり、利用中は、メモリを大幅に消費する処理を行わない限りディスクレスであることを意識させない . 主要ソフトウェアの起動時間は、ディスク付き端末と同様である (表 4) . 高速ネットワーク (Gigabit Ethernet) を介して高速なファイルサーバ専用機を利用するため、ファイル操作も軽快に行える . 利用後のログアウト画面には「シャットダウン」「再起動」が表示され「シャットダウン」を選択するとシステムの電源が停止される「シャットダウン」を選択した場合に電源が停止するまでの時間は、ディスク付き端末と同様に約 15 秒で処理される「ログアウト」は表示されない設定となっている .

表 5 アップデート作業手順
Table 5 Update procedures of boot dist images.

No.	手順
1	利用者環境開発端末からの書き込みを許可
2	利用者環境開発端末でイメージファイルをアップデート
3	利用者環境開発端末からの書き込みを禁止
4	2 で作成したイメージファイルを各ブートサーバに配布
5	各ブートサーバで現イメージファイルと入れ替え
6	各クライアント端末で動作確認

5. ソフトウェア保守内容

各端末がハードディスクを持たないため、ソフトウェアの保守とは、ブートサーバ群が有する端末のディスクイメージの保守となる . その手順の概要を表 5 に示す .

利用者によるシステム変更を防止するため、通常ディスクイメージは書き込み禁止になっている . そこで、まず初めに管理用の利用者環境開発端末からのディスクイメージの書き込みを許可する . 利用者環境開発端末を起動し、その端末からソフトウェアバージョンアップ、ウイルスパターンファイル更新、WindowsUpdate などの保守を通常のハードディスクを有するホストと同様の形態で行い、端末ディスクイメージの元を変更する . この作業を TERM1 および TERM2 それぞれに対して行う .

元になる端末ディスクイメージの作成し、利用者環境開発端末からの書き込み許可を停止した後、それらを各ブートサーバにネットワークを利用して配布する . これらのディスクイメージは、各ブートサーバが現在使用しているディスクイメージとは別のディレクトリにいったん配付する . 現在のディスクイメージは約 4 GB あり、配布に時間を要するが、配布作業自体は自動で行われる .

ディスクイメージの配布後、それまで利用していたディスクイメージを退避した後に、新ディスクイメージを用いて端末を起動し、動作確認することで保守を行うことができる (詳しくは 6.2 節で述べる) . ディスクイメージを退避後に、新しいディスクイメージと置き換えるため、新しいディスクイメージに不具合が発生した場合には、古いディスクイメージへとバージョンダウンすることも可能である .

6. 運用状況

6.1 不具合対応

利用者が触れる端末にハードディスクがないため、

利用者によるシステム変更や電源誤操作による端末のディスククラッシュは発生しない．そのため，1年間の運用でシステムの不具合は発生しなかった．

端末に関する不具合では，本体不良4件，キーボード不良7件，ディスプレイ不良1件であった．こうしたハードウェアそのものの不具合には，常備している保守部品でただちに対応できた．本体やストレージなど，WindowsがそれらのIDを保持する必要がある場合には，ディスクイメージの変更が必要である．

ブートサーバのディスク不良が1度発生した．これには，マスターブートサーバにおいて，端末のブートサーバへの割当てを変更することでただちに対応することができた．マスタブートサーバは，バックアップ機を設定して準備しているが，1年間の運用では利用したことはない．

6.2 定期アップデート作業

定期アップデート作業のサイクルを表6に示す．まず，利用者環境開発端末からの新しい端末ディスクイメージの作成および各ブートサーバへの配布を行う．新ディスクイメージ作成は手作業であるが，各ブートサーバへの配布はバッチ処理で行うことができる．旧ディスクイメージの退避の後に，新ディスクイメージへとバッチで差し替える．

佐賀大学では，毎週火曜日午後12時～3時の定期保

守の時間を設けている．そこで，金曜日に新ディスクイメージを作成し，各ブートサーバへの配布を土曜日の閉館後に行う．翌週火曜日の保守時間に新ディスクイメージへの変更作業および確認作業を行っている．

これらのアップデート作業は，システムの全体構成の理解は必要とするが，通常のWindows操作で行うことができる．つまり，特別な技術を要することなく，作業が行える．

7. 前システムとの比較

佐賀大学では，1998年から2002年まで，端末起動時および利用者のログイン時に，リモートサーバに置かれた本来のイメージとの比較を行って，ディスクイメージの修復を行う，クリーニングシステムと呼ばれるシステムで端末運用を行ってきた¹⁾．このシステムと現システムとの運用の比較を行う(表7)．

7.1 導入作業

前システムでは，180台の各端末で通常のインストール作業を行った後に，180個のディスクイメージすべてをリモートサーバ側に格納する作業が必要であった．つまり，通常のディスク付き端末の設定作業よりも大きな導入作業を行った．

新システムにおいてディスクレス端末を導入したことにより，導入時に各端末の設定作業を行う必要はない．その代わりに，導入の最初に，各端末のネットワークインタフェースなどの起動に必要な個別情報をブートマスタサーバへ登録する必要がある．

次に，端末ディスクイメージを作成する．Windowsでは，周辺機器などのハードウェア構成をシステムに登録する必要があるため，基本となるディスクイメージを利用者環境開発用端末から作成した後に，各端末のハードウェア構成をディスクイメージに登録する必要がある．そのため，基本となるディスクイメージを書き込み可能な状態として，各端末を起動することで，

表6 定期アップデート作業サイクル
Table 6 Cycle of regular update procedures.

曜日	作業	作業時間
金	Windows2000のアップデートイメージ作成	15分
土	アップデートイメージの各ブートサーバへの配布	3時間
火	保守時間中に各ブートサーバのイメージの入替え	30分
	学生アルバイト保守要員による動作確認	1時間

表7 前システムとの比較
Table 7 Comparison with the previous system.

項目	新システム	前システム
端末ハードディスク	なし	あり
端末イメージの保護	ファイル共有による保護(VID)	起動時およびログイン時の復旧(クリーニングシステム)
端末イメージの変更	利用者環境開発端末から元イメージに行いバッチで配付	全端末から個別に実行
利用者による電源操作	可能	物理的に不可能
端末の電源投入	利用者	管理者が始業時に行う
デュアルブート	可能: Windows と Linux を提供	困難
移動プロファイル	ファイルサーバから提供	個人設定なし
学生アルバイトの保守作業	動作確認のみ	不具合のあるシステムの手動復旧

ディスクイメージにハードウェア情報を書き込む。

7.2 日常運用

前システムでは、個々の端末がハードディスクを有していた。ディスク内容を一定に保つために、起動時およびログイン時に、UNIXシステムに保持しているディスクイメージと比較を行い、自動修復を行っていた。また、利用者による不用意な電源停止によるハードウェア障害への対策として、電源ボタンそのものを物理的に無効にする設定を行っていた。つまり、端末の待機状態は電源が入り、ログイン画面が表示された状態であった。そのため、端末入室サービス開始前にすべての端末の電源を入れる作業が必要であるとともに、閉室時に一斉シャットダウンおよび主電源停止作業が必要であった。

上記のようなハードディスクのハードウェアおよびソフトウェアの管理体制にもかかわらずハードディスクの障害は多発した。UNIXシステムに保持したディスクイメージとの比較による自動修復が困難となり、手動で修復を行わなければならないディスクが毎週10%程度(約20台)発生した。また、ハードディスクの交換は、利用4年目(2001年度)には毎月1台程度発生した。

現システムでは、端末がハードディスクを持たないため、上述のような障害はいっさい発生しない。つまり、利用者によるディスクイメージの変更や不適切な電源停止によってシステムに障害を与えることはない。そのため、利用者によって電源投入および電源停止が行えるような設定で運用を行うことが可能となった。また、利用者による電源操作が可能となったため、WindowsとLinuxのデュアルブートが可能となった。

前述のように、システムそのものの不具合への対応はほとんど要しない。つまり、日常的なシステム運用コストのほとんどは、利用者への対応となる(1日平均2件程度)。パスワード忘れやソフトウェアの利用方法以外の日常的な利用者対応は次のようなプロファイル破壊に関するものである。

前システムでは、移動プロファイルを用いない運用を行ってきた。現システムでは、各利用者が固有の環境を移動プロファイルとして利用できるようになった。利用者のファイルはファイルサーバに置かれ、移動プロファイルもファイルサーバ上に置かれている。ログイン時に、利用者の移動プロファイルがメモリ上に展開され、ログアウト時に書き戻される。移動プロファイルが利用中に大きくなりすぎ、個人のファイル容量制限(学生の場合50MB)を超えるとログアウト時の書き戻しに失敗し、プロファイルを破壊する障害が発

生する。たとえば、大きなファイルをダウンロードし、それをデスクトップに置いた場合などである。このような事例は、毎週数件発生している。こうした障害には、プロファイルの初期化で対応している。

7.3 定期保守作業

前システムでは、各端末がハードディスクを有するために、ディスク障害や、クリーニングシステムでは復旧できないシステム変更への対応が必要であった。特に、利用者によるレジストリ変更に対応できない場合があった。そのため、毎週の定期保守は、毎週6人の学生アルバイトが3時間一杯を費して行っていた。さらに、元ディスクイメージが各端末ごとであったため、アプリケーションバージョンアップは、180台の全端末に対する個別作業とりモートサーバへの書き込み作業が必要であった。

現在のシステムでは、ハードディスク障害がなく、また一括してディスクイメージの更新を行うことができる。したがって、毎週の定期保守では、6人の学生アルバイトは、各端末を起動して正常に動作すること、変更のあったソフトウェアのバージョン確認などを行うだけとなり、1時間程度で終了している。

7.4 定期アップデート作業

前システムでは、各端末のディスクイメージを個別に作成し、それらをリモートサーバへ保存することで定期アップデートを行う必要があった。そのため、ウィルスパターンの更新作業のようなアップデート作業も非常に大規模な作業となるため、ほとんど実行することができなかった。

現システムでは、前述のように、利用者環境開発端末より、通常のWindows操作で基本となるディスクイメージを生成することができる。それらのイメージは、時間は必要だが自動でブートサーバへ配布される。

8. まとめと議論

大規模Windows端末群を運用するための、ディスクシステムを紹介するとともに、佐賀大学学術情報処理センターでの運用状況について報告した。各端末がハードディスクを有しないため、システムの一様性と安定性を確保することができた。同時に、端末ディスクイメージを少数のサーバに集中することで、アプリケーションのバージョンアップやウィルスパターンファイルの更新作業を容易に行うことが可能となった。

WindowsUpdateやアプリケーションのバージョンアップは、システムの挙動を不安定化する場合がある。特にWindowsUpdateは、後で元へ戻すことが困難である。本システムでは、端末ディスクイメージをいっ

たん退避することで、システム更新によって不安定化した場合に、バージョンダウンで復旧することも可能となっている。

ディスクレス端末とすることで、保守作業は単純かつ軽微なものとなり、コストの大幅削減となった。同時に、安定性が増し、演習用システムとして適切なものとなった。

また、ディスクレス端末は X 端末とは異なり、ファイルシステムアクセス以外の処理はすべて個々の端末の CPU で行われる。したがって、アプリケーションや利用者プログラムの実行時に、サーバの処理能力がネックとなって遅延することもなく、各端末の処理能力に応じて軽快に利用することが可能である。

一方、ディスクレスとしたことで、4 つの点で留意しなければならない。1 つは、前述した移動プロファイルのログアウト時の書き戻しである。Web ブラウザの利用者キャッシュもプロファイルの一部であり、これが利用者プロファイルを巨大化させる原因の 1 つである。このようなソフトウェアのデフォルト設定の変更が必要であり、佐賀大学ではキャッシュサイズを 0 MB としている。対外接続部にトランスペアレントプロキシを設置しているため、キャッシュサイズ 0 MB でも特に不都合はない。

第 2 は、アプリケーションの利用中にバージョンアップやプラグインプログラムのインストールを求めるアプリケーションへの対応である。ディスクレスであるため、こうした利用者による操作は不可能である。しかし、利用者は「更新しますか」や「インストールしますか」というプロンプトに「はい」と答えてしまう。

たとえば、PDF 閲覧ソフトウェアや Office 環境などで、ソフトウェア自動更新機能を有している場合がある。こうした自動更新機能は、デフォルト設定ですべて停止しておく必要がある。Web ブラウザでプラグインを求めるものへの対応は、できるだけ年度開始時に必要なプラグインを導入することで対応している。学期の開始時期に演習担当教員からの要望調査などが必要である。

Windows の通常設定ではスワップ領域が C ドライブに設定されている。第 3 の留意点は、本システムでは、スワップ領域を特に書き込み可能な領域へ移動させる設定を行っていない、つまりスワップ領域がない構成になっていることである。現行のシステムが想定しているリテラシ教育で使用される Office 環境や基本的プログラミング環境では、スワップや一時書き込み領域がないことによる障害はない。これらの環境では、通常の利用では大きなメモリを必要としないことと、

個人の設定や一時ファイルは個人のプロファイルや個人のディスク領域に書き込まれるからである。しかし、CAD や画像・音声処理など、大きなメモリを必要としたり、一時ファイルの書き込みを必要としたりするソフトウェアに問題が発生する可能性がある。スワップや一時書き込み用ディスクの設定などの調整が必要であろう。

第 4 の留意点は、利用者設定と利用者ファイルの置き場所である。ディスクレスとしたことで、通常の C ドライブに利用者を書き込むことができない構成となった。しかし、本システムはリテラシ教育を想定しており、そこで使われる Office 環境やプログラミング環境では、個人設定は個人のプロファイルに書き込まれ、個人のファイルは個人のディスク領域に書き込まれたため、問題は発生しない¹²⁾。

ディスクイメージの一部がメモリ上に展開されるため、利用者による一時的システム変更が可能となっている。このような利用者による一時的システム変更は、ある意味で利点となる。多くの学生が個人のパーソナルコンピュータを保有する現在では、それらの利用者がデータを多様なストレージ形態で運搬することが日常である。USB を介した多様なストレージのドライバをシステム管理者が準備しなくても、利用者が一時的にドライバをインストールし、利用することが可能である。

今回、Windows 端末環境の一樣性を確保し、かつ運用コストを大幅に削減する方策として、ディスクレス端末を使った演習室システムを構築し、その評価を行った。低コストで、多数の Windows 端末の一樣性を維持する必要があるのは、大学の演習用システムだけではない。初等中等教育における情報教育の現場においては、大学の情報処理センター以上に人的資源が不足した環境で、情報機器の導入が行われている。端末環境のばらつきは、学習者に大きな抵抗感を与えるため、環境の一樣性の確保が大学の場合以上に重要である。また事務用システムにおいても、管理要員が絶対的に不足した状況である。ほぼすべての業務の電算化が行われている現状では、一般事務などに利用する統一された端末環境の整備が必要な場合も考えられる。ディスクレス端末システムは、このような初等中等教育現場や、一般事務用システムへも、有効な手法であることが予想される。

情報処理センターの役割は、一部の研究者に対して計算資源を提供することから、大学の全構成員に情報基盤を提供することへと変化している。そのなかで、演習用端末室の維持が大きな負担となり、多様な利用

者による情報基盤の活用の支援が思うように行っていないのが現状である。今回のディスクレス端末の導入により、端末管理のコストが大幅に削減された。その結果、利用内容の支援など、より利用者に近いサービスの検討が可能となる。

謝辞 本システム(VID)は(株)NTTデータおよび(株)ミントウェーブにより導入していただきました。ここに感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 江藤博文, 小野隆久, 平良 豊, 只木進一, 渡辺義明: UNIX と Windows の共存する教育用システムにおける利用者管理と端末管理, 学術情報処理研究, No.2, pp.14-26 (1998).
- 2) 齊藤明紀: 教育用大規模計算機システムにおける管理の省力化手法, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.12, pp.3198-3207 (2000).
- 3) 古瀬一隆, 坂口 瑛: UNIX と Windows を統合した情報処理教育環境の構築, 学術情報処理研究, No.5, pp.21-30 (2001).
- 4) 江藤博文, 只木進一: UNIX 環境と Windows 環境を提供可能な教育用ディスクレス端末システム, 情報処理学会研究会報告 2002-DSM-25, pp.19-23 (2002).
- 5) 丸山 伸, 北村俊明, 藤井康雄: Virtual Machine を活用した大規模ファイルシステム, 情報処理学会研究会報告 2002-DSM-25, pp.25-30 (2002).
- 6) 安部広多, 石橋勇人, 藤川和利, 松浦敏雄: 仮想計算機を用いた Windows/Linux を同時に利用できる教育用計算機システムとその管理コスト削減, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.11, pp.3468-3477 (2002).
- 7) 江藤博文, 渡辺健次, 只木進一, 渡辺義明: 全学的な共通情報アクセス環境のための統合認証システム, 情報処理学会研究会報告 2002-DSM-27, pp.31-36 (2002).
- 8) 只木進一, 江藤博文, 渡辺健次, 渡辺義明: 公開端末及び利用者移動端末の認証システムとそのディスクレスマシンによる運用, 学術情報処理研究, No.5, pp.15-20 (2001).
- 9) (株)ミントウェーブ.
<http://www.mintwave.co.jp/>
- 10) 江藤博文, 田中芳雄, 松原義継, 只木進一, 渡辺健次, 渡辺義明: ディスクレス Windows 端末による演習室端末群の安定運用, 情報処理学会研究会報告 2003-DSM-29, pp.19-24 (2003).
- 11) 関谷貴之, 安東孝二, 中山仁史, 前田光教, 吉田 進, 吉野宏一: ディスクレス Windows 端末起動時の所要時間の評価, 情報処理学会研究会報告 2003-DSM-29, pp.25-30 (2003).
- 12) 佐賀大学学術情報処理センターの現行システム

で提供されるソフトウェア一覧。

<http://www.cc.saga-u.ac.jp/system/intro/software.htm>

(平成 15 年 5 月 2 日受付)

(平成 15 年 10 月 16 日採録)



江藤 博文(正会員)

昭和 40 年生。平成元年佐賀大学理工学部物理学科卒業。同年日本電気航空宇宙システム株式会社入社。平成 5 年佐賀大学情報処理センター(現学術情報処理センター)助手。画像データの曖昧検索の研究に従事。平成 10 年教育システム情報学会論文賞受賞。



田中 芳雄

昭和 46 年。平成 5 年佐賀大学農学部応用生物科学科科技官。平成 12 年同大学学術情報処理センター技官。



松原 義継(正会員)

昭和 44 年生。平成 3 年佐賀大学理工学部物理学科卒業。同年同大学同学部情報科学科(現知能情報システム学科)技官。平成 12 年同大学学術情報処理センター技官。平成 15 年同技術専門職員。



渡辺 健次(正会員)

昭和 39 年生。平成元年佐賀大学大学院理工学研究科物理学専攻修士課程修了。同年同大学情報処理センター助手。平成 5 年和歌山大学経済学部産業工学科助手。平成 8 年同大学システム工学部情報通信システム学科講師。平成 10 年同助教授。平成 11 年佐賀大学理工学部知能情報システム学科助教授。教育システム, インターネット, 分散システム運用技術の研究に従事。博士(工学)。平成 7 年情報処理学会全国大会奨励賞, 平成 10 年教育システム情報学会論文賞受賞。



渡辺 義明(正会員)

昭和 24 年生。昭和 52 年九州大学大学院工学研究科通信工学専攻博士後期課程単位取得退学。同年九州大学工学部助手を経て同大学医学部附属病院講師。昭和 61 年佐賀大学理

工学部電子工学科助教授。平成 2 年同大学理工学部情報科学科(現知能情報システム学科)教授。平成 8 年同大学情報処理センター長。平成 12 年同大学学術情報処理センター長。生体情報工学, 計算機科学の研究に従事。工学博士。



只木 進一(正会員)

昭和 34 年生。昭和 62 年東北大学大学院理学研究科物理学第二専攻博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員を経て平成 2 年佐賀大学理

工学部情報科学科(現知能情報システム学科)助教授。平成 12 年同教授。同年同大学学術情報処理センター教授, 副センター長。計算物理学, 統計力学, 学術情報システムを専門とする。理学博士。