

シンククライアントによる学科情報教育施設の構築

阿部一晴

京都光華女子大学 人間関係学部メディア情報専攻

概要：学科学生用情報教育施設の老朽化にともない、シンククライアントによる新システムへのリプレースをおこなった。システムは、ターミナルサーバ4台とシンククライアント92台で構成され、Citrix Presentation Serverを運用環境として採用した。新システム稼働後約1年経過したが、障害やトラブル等もほとんどなく安定稼働している。通常のパソコンによる同種の教育施設と比較し、保守・運用コストの大幅な低減が期待される。同じ台数の通常のPCを購入した場合と比較すると、導入費用は20%～50%程度のコスト増になったが、現在までの安定稼働、性能の向上等を考慮しTCOという視点で考えると、この差額は非常に短期間で回収できるものと思われる。

キーワード：シンククライアント、ターミナルサーバ、Citrix Presentation Server、情報教育施設、TCO削減

1. はじめに

本学人間関係学科は、臨床心理・心理学・メディア情報の三専攻で構成されている。いずれの専攻も切り口は異なるが、実証・実学的なアプローチで教育と研究に取り組むことを特徴としている。昨今はありとあらゆる教育・研究にPCなどを中心としたICT機器やインターネットの活用は不可欠で、学部・専攻分野を問わず学生の学内でのPC利用ニーズは非常に高まっている。学生個人の自宅でのPC所有率も上がっているが、学内でしか使用出来ないソフトを利用する授業の予復習や課題作成のためや就職活動に関する情報収集などで、学内の利用者数も年々増加傾向にある。特に人間関係学科では、さまざまな情報を収集し、それらを科学的に分析するための手法である、社会調査や統計、データ解析といったものが重点的な分野の一つとしてカリキュラムが構成されている。これらの学習にも、現在ではExcelやSPSSをはじめとした統計用ソフトウェアの利用・活用が不可欠である。

こういった背景から、人間関係学科では全学学生の利用に供されている情報教育センターの実習室およびオープン利用PCとは別に、学科専用の情報教育用施設として、学科教育棟内の2つのコンピュータ室と演習室、その他フロアに合計約150台の端末（ワークステーション・PC等）を備えている。うち一つのコンピュータ室は、メディア情報専攻の研究・教育専用のワークステーション約30台、演習室には発表や共同作業に使用できるコラボレーション機能を有するノートPC約15台が配備されている。その他、もう一つのコンピュータ室に40台と大学院人間関係学研究院生実習室に12台、共同研究室・学科事務室・スタッフ室・カウンセリ

ングセンター等にある合計40台の一部は、前述した統計の処理やその他レポート作成等汎用用途で学生が利用できるものである。これらは従前からシンククライアント（Citrix MetaFrameによるシステム）を使用していた。

今般、この施設のある教育棟の竣工時から運用していた旧システムが稼働後約5年半経過し、ハードウェア的にも方式的にも老朽化したため、新しいシステムへのリプレースをおこなった。新システムは旧システムと同様に、通常のPCではなくシンククライアントを採用した。本稿では、学科情報教育施設として導入した、ターミナルサーバとシンククライアントによるシステムについて、その概要や背景等について述べる。

2. 学科情報教育施設としての要件と背景

人間関係学科学生の情報教育・研究に供する施設としては、前述した様な用途に対応できる機能・性能を常時提供できることが求められる。PC等を中心とした情報通信機器は、その小型・高性能化の急激な進歩にともない安定性・品質は以前に比べ格段に向上している。しかし、これらも機械であるため故障等のトラブルを100%避けることはできない。更に、学科の学生限定とはいえ、これらは不特定多数が利用するものであり、利用者の操作ミスなどの問題も避けることができない。

また、これらの情報通信機器は導入さえしてしまえば、そのままずっと稼働させられるといった性質のものではない。アプリケーションソフトは機能強化のために次々とバージョンアップを繰り返す。そのたびにインストールの作業をおこなう必要がある。最近では、バージョンアップには至らないものの

OS・アプリケーションとも、発見されたセキュリティホール等の修復等の目的でパッチやサービスパックと呼ばれる差分を適用しなければならないことが頻繁に発生する。これらに対応しなければならない端末が数台ということであれば何とか手作業による力仕事としておこなうことも可能であるが、これが数十台という単位になると相当な手間と時間を要することになる。

全学の情報教育研究施設の運用をおこなっている情報教育センターでは、上記のようなトラブル対応およびバージョンアップ、パッチ適用等を含めた運用・保守に専門の情報通信システム運用管理会社から常駐技術職員を派遣してもらい、アウトソーシングでこれらのサービスをおこなっている。一つの学科でそれに相当するコストをかけて情報教育施設の運用をおこなうことは現実的ではなく、実際には教員1名と事務職員1名いずれもが専任ではなく業務の一部として、前述したメディア情報専攻専用の研究・教育施設も含めて、学科施設の運用・保守を担当している。このため、この施設は不特定多数の利用においてもなるべくトラブルが発生しないものであること、運用・保守の手間と時間が最小限に済むこと等が求められる。

以上のような背景から、今回の学科情報教育施設のリプレースに当たっては、導入時のコストよりも運用・保守のことを重視し、通常のPCを必要台数配置するのではなく、ターミナルサーバとシンククライアントによる集中管理方式を採用することとした。

3. 新システムの概要

前述のとおり、今回の学科情報教育施設のリプレースに際しては、導入コストよりもその後の運用コストを含めたTCOを重視し、シンククライアントの導入を前提として検討した。以前に比べ、複数の方式に対応した多くの製品が市場に出回っている。現在実現し、利用されている代表的な方式には、「仮想PC型」・「ネットブート型」・「画面転送型」の3つとその派生型に大きく集約されると言われている。

3.1 シンククライアント実現の方式

前述した3つの方式は、それぞれ以下のようである。

「仮想PC型」というのは、サーバOS中で仮想マシンを複数実行させる。物理的には

サーバ機を使用するが、ユーザからは複数のクライアントOSが見える。サーバ上にユーザごとの仮想PCを持ち、そこでOSやアプリケーションソフトを動作させて、その画面を自分のシンククライアント端末のモニタに表示する方式である。一人ひとりが必要とするソフトウェアを使うことができる、柔軟で快適なシンククライアント環境を実現する。

個々のクライアントOSの管理が煩雑になるなどの課題は残っているが、大手企業などでの利用も始まっている。代表的な実現製品としては、「VMware」が挙げられる。

「ネットブート型」というのは、サーバ側にOSイメージを配置しておき、端末起動時にはPXE (Preboot eXecution Environment: Intelの作成したネットワークブートの為の規格であり、サーバおよびクライアントが従うべきプロトコルなどが規定されている)を用いてネットワーク経由でOSをブートする方式である。実際のアプリケーションの処理は端末側でおこなう。一般的には、LinuxやMac OS XなどのUnix系のOSが使われることが多い。アプリケーションの処理を端末側でおこなうため、アプリケーションの互換性の問題が出にくいことが最大のメリットである。一方で、端末起動時にアプリケーションを含めたOSイメージ全体がネットワーク上を流れるため、ネットワークへの負荷の大きさが問題となることが多い。具体的な製品としては、「Ardenice」が挙げられる。

「画面転送型」とは、アプリケーションの実行など全ての処理をサーバ上で行い、端末側は遠隔操作端末としての役割のみを担う方式である。サーバ上で作成された「仮想的な画面」をシンククライアント端末に転送する。サーバから端末には画面情報が転送され、端末からサーバへはキーボードやマウスの入力情報が転送される方式であり、シンククライアントの実現方式としては最も普及しているものである。1台のサーバに複数のユーザが同時ログオンして使用する(マルチユーザ)ために、マルチユーザ対応されていないWindowsアプリケーションの互換性や印刷が課題とされていたが、近年はマルチユーザに対応したアプリケーションやプリンタドライバがリリースされ、課題は解消されつつある。また、一部のプロダクトではマルチユーザに対応していないWindowsアプリケーションも、CPUやメモリ空間、ファイルシステムやレジストリ空間、IPアドレスまでユーザ毎に仮想独立化する技術を利用し、問

題なく動作させることが可能となっている。

具体的な製品としては、Microsoft社のWindows 2000 Server・Windows Server 2003に標準実装されている「ターミナルサービス」、Citrix Systems社の「Citrix Presentation Server (MetaFrame)」、Sun Microsystems社の「Sun Ray」などが挙げられる。

ターミナルサービスは、「Windows Terminal Service (WTS)」とも呼ばれ、Windows NT Server 4.0 Terminal Server Edition以降で実装された。現在ではWindows Server 2003に標準搭載されている。管理ユーザのための例外もあるが、このターミナルサービスを利用するには、ターミナルサーバクライアントアクセスライセンス (TS-CAL) が別途必要となる。

Citrix Presentation Server (CPS) は、以前は「MetaFrame」という名称だったが、現行の製品名は「Citrix Presentation Server」となっている。

単に画面データを転送するだけでなく、帯域が狭い（通信速度が遅い）場合でも実用性を高めるために画面転送の仕組みに工夫を加えている。サーバとクライアントの間は「ICA (Independent Client Architecture)」という独自プロトコルで通信を行う。

今回のシステムでは、上記3つの方式を慎重に比較した結果、本学科のニーズに最も適したものは「画面転送型」シンクライアントであると最終的に判断した。また、製品としては、Citrix Systems社の「Citrix Presentation Server4.0」を採用することとした。

3.2 Citrix Presentation Server

Citrix Presentation Serverの特徴としては、アプリケーションを仮想化することによって、リソースの集中化を実施し、よりシンプルなシステム管理を実現している点である。アプリケーションの使用環境と実行環境を仮想的に分離することによって、ユーザビリティを保ちながらデータやアプリケーションの集中化を実現する。ユーザは使用しているクライアントデバイスやアクセスしている場所を意識することなく、インターネットやさまざまなリソースへアクセスすることができる。また、アプリケーションを仮想化して使用する事によって、クライアントごとに管理していたソフトウェアやデータをサーバ側に集約し、リソースの集中化を実現することができる。

更に、「全世界で18万社、日本で13,000社を超える導入実績」（シトリックスシステムズジャパン、2008）を誇っており、まさにシンクライアントのスタンダードとも呼べる製品である。

このプロダクトには、搭載される機能によってStandard, Advanced, Enterpriseという3つのEditionが提供されている（表1）。この中で、今回のシステムでは、負荷管理やリソース管理をきめ細かくおこなうことが出来る、最上位の「Enterprise Edition」を導入した。

表1. Citrix Presentation Server 製品比較 (抜粋)
(出典：シトリックスシステムズジャパン <http://www.citrix.co.jp/products/cps40.html>)

項目	Standard Edition	Advanced Edition	Enterprise Edition
アプリケーション管理			
アプリケーション分離環境			○
仮想IPアドレス		○	○
クライアントからサーバー		○	○
アプリケーションのCPU優先度の設定		○	○
管理機能			
CPUの最適化			○
仮想メモリの最適化			○
レポートセンター			○
優先ゾーンとフェイルオーバー			○
接続数の制限		○	○
クライアント(接続)			
ワークスペースコントロール		○	○
セッション画面の保持		○	○
クライアント(表示とパフォーマンス)			
SpeedScreen マルチメディアアクセラレーション		○	○
SpeedScreen Flash アクセラレーション		○	○
クライアント(デバイスマッピング)			
PDAデバイスとのUSB同期		○	○
TWAINデバイスのサポート		○	○
オーディオのマッピング		○	○
負荷管理機能 (Load Manager)			
サーバー負荷管理		○	○
アプリケーション負荷管理		○	○
リソース(CPU, メモリ, ディスク) ベース負荷評価基準		○	○
アプリケーションのユーザーロード評価基準		○	○
サーバーのユーザーロード評価基準		○	○
使用ライセンス数評価基準		○	○
クライアントIPレンジ負荷管理		○	○
スケジュールの設定		○	○
リソース管理機能 (Resource Manager)			
システムキャパシティプランニング			○
リアルタイムモニタリング			○
レポート作成			○
SMTPによるメールサポート			○
サーバーの再起動機能			○
ICAセッションの監視			○
インストール管理機能 (Installation Manager)			
インストール・アンインストールの集中管理			○
論理サーバーグループの作成			○
サービスパック・アップデートファイル等の配布			○
MSIサポート			○
ネットワーク管理機能 (Network Manager)			
サードパーティネットワーク管理システムとの融合			○
SNMPモニタリングエージェント			○

3.3 ハードウェア構成

今回のシステムは、合計 92 台のシンクライアントとそれらを管理しアプリケーションを実行するターミナルサーバ 4 台からなる。全体のハードウェア一覧は表 2 のとおりである。

表 2. 導入ハードウェア一覧

No	商品名	メーカー名	メーカー型番	数量
1	DL380G5 DC X5110 1.60/1x4M 1P 1GB E200 R	日本 HP	417453-291	4
2	Xeon 5110 1.60GHz 1x4MB L2 DC プロセッサ	日本 HP	418319-B21	4
3	1GB PC2-5300 FB-DIMM DDR2-667 Memory	日本 HP	397409-B21	4
4	2GB PC2-5300 FB-DIMM DDR2-667 Memory	日本 HP	397411-B21	4
5	128MB BBWC イネーブラ	日本 HP	351580-B21	4
6	36GB HP 10krpm 2.5 SAS HDD	日本 HP	375859-B21	12
7	薄型 CD-RW/DVD-ROM コンボドライブ	日本 HP	331903-B21	4
8	USB 対応 外付型 FD ドライブ	日本 HP	DC361B	4
9	リダンダントパワーサプライ	日本 HP	399771-29	4
10	HP Care Pack ハードウェアオンサイト 4 時間 対応 標準時間 5 年 ProLiant DL380/385 用	日本 HP	UB022E	4
11	t5720 NX1500 / 512MB / 512MB / XPe	日本 HP	EG840AA#ABJ	92
12	HP フラットパネルモニター Quick Release	日本 HP	EM870AA	92
13	17 インチ TFT モニタ L1706 (1280x1024 / D-Sub15Pin)	日本 HP	PX849AA#ABJ	92
14	HP 20.1 インチ TFT モニタ LP2065 (1600x1200/D-Sub15Pin/DVI)	日本 HP	EF227A4#ABJ	1
15	UPS<Smart-UPS 1500RM 2U> (1500VA/980W)	APC	SUA1500RM1J2UB	2
16	Interface Kit : A	APC	AP940-0020	2
17	2-Port Interface Expander Card	APC	AP9607	2
18	PowerChute Business Edition Deluxe v7.0.5	APC	AP9441J(V704)	2

シンクライアント端末には、日本 HP 社製「HP Compaq t5720 Thin Client」(図 1) と 17 インチ液晶ディスプレイを採用した。基本スペックは、

プロセッサ AMD Geode NX 1500
 フラッシュメモリ 512MB
 メモリ 512MB DDR SDRAM
 (うちグラフィックスメモリ用で 16MB 使用)
 グラフィックス コントローラ
 SiS741 GX Integrated/UMA
 インタフェース
 シリアル 1 (RS-232C D-SUB 9 ピン)
 パラレル 1 (セントロニクス (IEEE1284)
 準拠 D-SUB25 ピン (ECP/EPP)
 USB USB2.0 × 6 (前面 2 / 背面 4)
 PS/2 PS/2 × 2 (Mini DIN 6 ピン)
 ビデオ アナログ RGB ミニ D-SUB 15 ピン
 オーディオ ラインイン (マイク), ライン
 アウト (ヘッドフォン)
 ネットワークコントローラ 10/100BaseT
 ファーストイーサネット (RJ-45)

といったもので、ハードディスクを持たない以外は、現在の一般的な PC と遜色ないものである。この端末の OS は、Windows XP Embedded Service Pack 2 である。



図 1. シンクライアント HP Compaq t5720

また、ターミナルサーバも同じく日本 HP 社製「HP ProLiant DL380 G5」(図 2) を採用し、4 セット構成とした。こちらのスペックは 4 セットとも同様で、

プロセッサ デュアルコア インテル
 Xeon プロセッサ 5110
 (1.60GHz, 1066MHz
 FSB, 65W) × 2
 チップセット インテル 5000P
 メモリ 4GB
 ハードディスク 36GB ディスク × 3 による RAID 構成

といったものである。



図 2. ターミナルサーバ HP ProLiant DL380 G5

この 4 サーバをロードバランスにより最適に負荷分散させて運用している。一般のサーバとしては若干オーバスペックではあるが、授業等による同一アプリケーションの同時起動や将来のクライアント数増加に備えて余裕のある構成を組んでいる。

全体のネットワーク構成は、図 3 のとおり

である。基本的にはシンククライアントの配置は従来のシステムとほぼ同じであるが、今回新たに学科教育棟 3F 大学院人間関係学研究所院生実習室に 12 台のシンククライアントを設置した。また、全体の約半数にあたる 40 台が設置されている 4F コンピュータ室と 5F サーバ室に設置してあるターミナルサーバとの間は従来通常フロア間ネットワークを経由して接続されていたが、今回この間を直結する専用の 1000BASE-T (1Gbps) ネットワークを 4 本 (シンククライアント 10 台ずつを 1 ネットワークに収容) 新設し、負荷の軽減と性能の向上を図った。

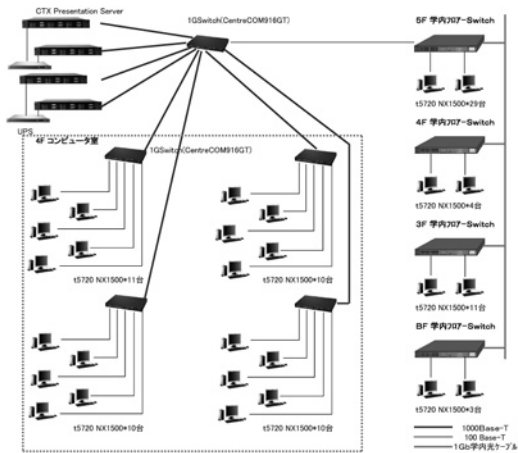


図 3. ネットワーク構成

3.4 運用

平成 19 年度開始前の春休み期間中に工事およびシステム構築をおこない、4 月の新学期から学生ならびに教職員に利用を開放している。学生については学科共同研究室の開室時間 (授業期間・学休期間により変動するが、概ね休日以外の 9:00 ~ 18:00)、教職員については 24 時間利用を可能としている。

学生と教職員はまったく別画面が表示され、利用方法も異なっている。学生用の画面 (図 4) は「Web Interface」と呼ばれるもので、ログインすると自動的に Web ブラウザが開き、その中に利用が許されているアプリケーションのアイコンが表示される。これらをクリックすることにより必要なアプリケーションが起動できる。勿論、複数のアプリケーションを同時に起動することも可能である。「スタートボタン」からアプリケーションを起動するという通常の PC の操作とは若干違和感があるのではと心配したが、学生は使用して

いるうちに慣れてくる様であり、特に支障なく利用できている。アプリケーション起動以外の不要な操作は一切おこなえなくなっているので、トラブルの発生防止にもなっている。



図 4. 学生用画面 Web Interface

一方、教職員用の画面 (図 5) は、「Open Desktop」と呼ばれるもので、ターミナルサーバの画面がそのままシンククライアントに表示される (厳密に言えば、ターミナルサーバの画面そのものではなくシンククライアント用に別途用意されたデスクトップである) もので、操作性等は通常の PC の Windows とまったく変わらない。敢えて違いを挙げるとすれば、操作終了時に「シャットダウン」ではなく「ログオフ」を選択するくらいである。ただし、実際には管理者以外には設定その他の管理機能等は制限されており、学生と操作性は異なるが、利用が許される機能としてはほぼ同じである。

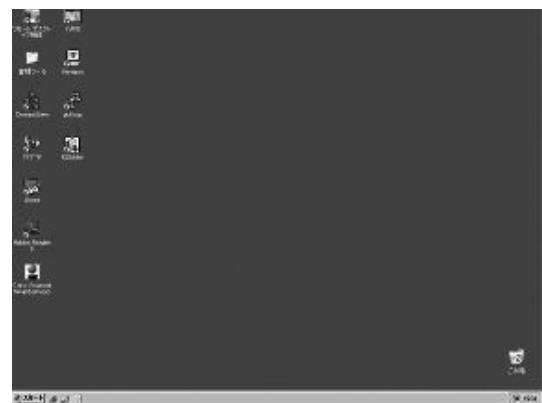


図 5. 教職員用画面 Open Desktop

今回の新システムへの利用者からの要望で一番強かったのが、「USB メモリ」のサポートであった。最近アプリケーションで作成され

るファイルの容量が大きくなったこともあり、リムーバブルなメディアとして「フロッピーディスク」はほとんど姿を消してしまっている。一方、USBメモリは低価格化・大容量化が進み、その利用が大きく拡大している。学生も自宅・大学間でレポートや課題等のファイルを持ち歩くことも多く、USBメモリのファイルがシンクライアントで直接扱えることが望まれた。今回、若干のシステム調整等が必要であった（セキュリティ強化というシンクライアントの特徴と逆行するため）が、この機能を提供することができて、従来に比べて利用者の利便性が向上したと言える。（従来は、一旦ファイルをホームフォルダに保存した後、別途用意されたPCを使ってリムーバブルメディアにコピー（もしくはその逆）しなければならなかった。）ただし、アプリケーションを起動する前にUSBメモリを挿入しておかないとサーバが認識できない（シンクライアントとターミナルサーバは画面を転送するのみであるため、Windowsのプラグ&プレイ的な動作ができない）という問題がある。これは、システムの実用上仕方がないことであり、利用者には注意書きおよび画面上のメッセージで注意を喚起することで対応している。

4. 評価

平成19年4月のサービス開始後、約1年間運用をおこなっているが、この間にサーバダウン等のトラブルは一度も発生していない。一度夏休み期間中の学内での大規模停電発生時に、サーバ起動が可能な職員が出勤するまでの一日半システムが停止したことがあった。しかし、これは外部要因によるもので、本システムが障害を起こした訳ではない。逆にこの時、UPS（無停電電源装置）と管理ソフトにより、正常で安全なシステムシャットダウンがおこなわれることが実証できる結果となった。いずれにしても、昨年度末まで使用していた旧システムが、負荷超過やその他不明な原因により時折システムダウンしていたのと同様に、安定稼働という意味で格段の違いがある。

また、性能という面でも、ログオンやアプリケーションの起動等すべての動作が従来と比較にならない程、しかもそれが普通に体感出来る程高速になった。以前は、授業での使用等同一のアプリケーションを複数起動した場合、明らかに動作が遅くなったり、場合によってはシステムダウンしたりということも

あったが、新システムではそういった問題も発生していない。前述した専用ネットワークの新設による負荷の分散も影響していると思われるが、ログやモニタで確認したところ、Citrix Presentation Server4.0の新機能であるさまざまな管理機能が有効に働いていることが分かる。現在のところ、正常に運用稼働をおこなうことを最優先にして、導入時の初期設定以降特にチューニング等をおこなっていないが、プリンタの細かい点での制御や、ターミナルサーバ非対応のアプリケーションの稼働（「アプリケーション分離環境」という機能により非対応のアプリケーションも全て利用可能となるとのことである）等、新しいことにも取り組んでいきたいと考えている。

同じ台数の通常のPCを購入した場合と比較すると、導入費用は1.2から1.5倍程度（まったく同一スペックとして算定するのは困難であるため、単純には比較できないが）という開きになったものと思われるが、現在までの安定稼働、性能の向上、運用・保守の容易さ等を考慮しTCOという視点で考えると、この差額は非常に短期間で回収できるものと思われる。

参考文献

- 山本勝之 他. (2002). MetaFrame XP 実践ガイド. CQ 出版社
- 相場宏二 他. (2002). MetaFrame XP 初級管理者ガイド. 毎日コミュニケーションズ
- 日経 Windows プロ編. (2003). Windows Server2003 テクノロジー徹底解剖. 日経 BP 社
- 横田英之. (2005). Citrix Presentation Server 運用管理ガイド. ソフトバンククリエイティブ
- 日本 UNIX ユーザ会. (2005). Jus シンクライアント体験ワークショップ資料集. 日本 UNIX ユーザ会
- 松本光吉. (2006). シンクライアントが変える企業ITインフラ. 日経 BP 社
- 濱田正博. (2006). シンクライアントのすべてがわかる. 日経 BP 社
- 日本経済新聞 2005 年 1 月 3 日朝刊. (2005). 「日立製作所 社内パソコン利用を全廃」
- Citrix Presentation Server4.0 製品紹介資料. (2005). シトリックスシステムズジャパン
- Citrix Presentation Server4.0 リーフレット. (2005). シトリックスシステムズジャパン
- シトリックスシステムズジャパン. (2008). <http://www.citrix.co.jp/index.html>
- 日本ヒューレット・パッカード. (2008). <http://welcome.hp.com/country/jp/ja/>