

京都光華女子大学
研究紀要 第45号 抜刷
平成19年12月5日 発行

学科情報教育施設としての ターミナルサーバ・シンクライアントの導入

阿部 一晴
山本 嘉一郎

学科情報教育施設としての ターミナルサーバ・シンクライアントの導入

阿 部 一 晴
山 本 嘉 一 郎

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。昨今で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施設として、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。これらは従前から通常のPCとは異なる「シンクライアント」と呼ばれる端末を使用していた。

今般、これらの設備のある校舎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

人間関係学科の学生の情報教育・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・品質は以前と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言え、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し、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 (Windows) ・アプリケーションとも、発見されたセキュリティホールや脆弱性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。これら是对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なってくる。

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・教育施設も含めて保守・運用を担当している。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更新に当たっては、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. シンクライアントについて

「シンクライアント (Thin Client)」とは、

一般的にユーザが使用するクライアント端末に必要最小限の処理を実行させ、その他のほとんどの処理をサーバ側に集中させる形態のシステムアーキテクチャ

(Wikipedia, 2007)

のことである。また、「そういったシステムアーキテクチャで使用される専用クライアント端末」(Wikipedia, 2007) のこともシンクライアントと呼ばれる。

3.1 端末とは

昨今、どういった業種・業務においてもICT（情報通信技術）の重要性拡大にともない、業務のICT化が進んでいる。仕事にコンピュータやネットワークなどの情報通信システムを利用することは当たり前、逆にこれらは無くてはならない存在となっていると言っても過言ではない。これら情報通信システムのエンドユーザである、一般従業員等がシステムへの入力（通常はキーボード・マウス等を使用）および出力（通常はディスプレイやプリンタ等を使用）に使用するために操作する機器のことを一般的に「端末」と呼ぶ。以前は端末と言えば専用の機器のことを指す場合が多かったが、最近はLANやインターネットなどコンピュータネットワークの進展にともない、「パソコン（PC）」が端末としての機能を提供することが多くなっている。

情報通信システムの変化にともなう「端末」の歴史に沿って、古いものから順に代表的なものについて述べる。

3.1.1 ダム端末

最も古い時期から利用されている端末に「ダム端末（dumb terminal）」と呼ばれるものがある。その機器構成は、

- ・出力装置：ディスプレイ
- ・入力装置：キーボード

のみという非常にシンプルなものである。これ以外にバーコードリーダーや磁気カードリーダーといった専用の周辺機器が接続されることもある（図1）。

一般的にダム端末には、

- ・主処理をおこなうコンピュータとの通信機能（チャンネル接続／シリアル接続）
- ・キーボードからの入力を受け取り、上記通信機能を介して主処理をおこなうコンピュータへ渡す機能
- ・上記通信機能を介して主処理をおこなうコンピュータから情報を受け取り、ディスプレイに表示する機能
- ・その他、端末の通信機能などを設定する機能

(ITmedia、2007)

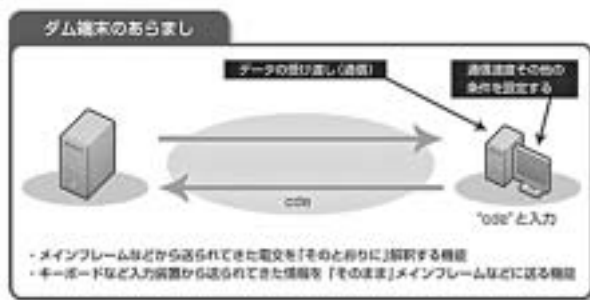


図1 ダム端末

(出典：ITmedia <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/special/0605/thinclient/>)

といったものが備えられている。

ダム端末の中には、ディスプレイ表示や通信を行うため、端末そのものがCPUを持ったり、通信速度や通信規格を設定するための不揮発性メモリ(CMOS)を持ったりするものもあった。しかし、端末上で「ユーザが意図した任意の処理」や「端末に何らかのプログラムをダウンロードさせてそれを実行」させるというような機能は持たなかった。端末側に使われるCPUも、主処理をおこなわせるコンピュータのCPUからするとはるかに安価で性能が低いものであった。ダム端末は、高価な計算機資源を複数のユーザで「対話的に」利用するために使われていた。

3.1.2 クライアント／サーバシステムの端末

PCの高性能化・低価格化が進み普及が拡大してきたことにより、これらのPCを端末として活用しようという動きが出てきた。具体的には、

ダム端末相当の機能をPC上のソフトウェアで実現するものがでてきた。また、それまで主処理をおこなわせるコンピュータ（一般的に「サーバ」と呼ばれる）がおこなっていた処理の一部を端末（「クライアント」）に任せる (ITmedia, 2007)

ようになってきた。



図2 クライアント／サーバ端末

(出典：ITmedia <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/special/0605/thinclient/>)

これらは、クライアントとサーバで機能の役割を分担することから一般的に「クライアント／サーバシステム」と呼ばれる（図2）。

ダム端末では、このような処理を分担して実行したり、表示インタフェースを別のインタフェースに入れ替えたりという単純な処理であってもその実現は非常に困難である。ダム端末の場合、サーバ側で固定的に処理の作り込みをおこなうが、端末側で表示用プログラムを変更することは通常はできない。こういったことが簡単にできるようにすれば、より自由度の高い処理を実現できる。また、このような形で処理を分散させることで、サーバ側の必要性能を下げることも可能になる。このことから、クライアント／サーバシステムは従来のシステムに比べ、ユーザビリティ（使いやすさ）の向上とトータルコストの低減を志向したアプローチであると言える。

3.1.3 Webブラウザ端末（PC）

その後、1990年代後半以降ユーザ環境でのインターネット利用が一般化し、拡大してきた。同時にシステムにおいても、インターネット経由でのアクセスで利用されるケースが多くなっている。従来のクライアント／サーバシステムでは、システムが増えれば増えただけ、必要なクライアントプログラムを増やす必要があった。

クライアント／サーバシステムは、クライアント側の自由度が高いというメリットの一方で、開発／展開／保守のすべてにコストが掛かるというデメリットも持っていた。一方、

インターネット利用の拡大にともない、そのユーザインタフェースである「Webブラウザ」も高機能化が進んだ。クライアント／サーバシステムにおけるクライアントソフトウェアの保守費用の増大とWebブラウザの操作に比較的多くの人が慣れ親しむようになったという状況とが組み合わせられ、個別の端末プログラムを開発するよりも、Webインタフェース（アプリケーションのユーザインタフェース部分にWebブラウザを利用する）を用いた端末開発を行うケースが増えてきた。ユーザ側からすれば、各種アプリケーションをWebブラウザ経由で統一的に操作できる（ITmedia、2007）

というメリットをもたらした。

Webブラウザ端末は、クライアント／サーバシステムのアプローチを、さらに一歩進めたものであると言えるであろう。現在利用されているクライアント／サーバシステムのクライアント側はWebブラウザを利用することがほとんどになっている。

3.2 端末の高機能化で浮上した問題点

ダム端末からPC端末への変遷について歴史的流れに沿って述べてきた。ダム端末からPC端末への移行にともない、端末そのものの機能が向上し、ユーザの利用におけるアプリケーションの自由度も格段に向上した。ところが一方で、以下のような問題が新たに浮かび上がっている。

(1) TCOの上昇

TCO (Total Cost of Ownership) とは、PCを使い続けるために必要となる総コストのことである。この中には導入時のPC購入費用だけでなく、ソフトウェアの購入、サポート費用、運用管理費用、個々のユーザが掛ける手間などがすべて「コスト」として含まれる。

端末が高機能化すれば、当然ユーザに掛かる手間は大きくなる。また、PC

本体は多くの部品等から構成されているため、ダム端末に比べて一般的に故障率が高い。こういった故障やその他トラブルに対応するための人件費もすべてTCOに含まれる。したがって、通常PC1台当たり年間で数十万円程度のTCOを見込む必要があると言われている。

(2) 情報の分散保持

クライアント／サーバシステムにおけるクライアントでもWebブラウザを用いたクライアントでも同様であるが、クライアントの設計／運用上特に留意しない限りは、PC側に情報・データの一部、もしくは全部が残ることになる。

本来1カ所で管理すべき重要な情報が複数箇所のクライアントに分散することになり、その管理には多大な手間がかかることになる。また、どの情報が最新のものか分からないまま更新され、不整合が発生するという問題もある。

(3) リスクの拡大

ダム端末が紛失・盗難に遭っても、そのダム端末そのものにはデータが入っていない。ダム端末は高価だが、それが無くなってしまっても「物理的な資産価値」以上の被害は発生しない。

ところが、クライアントPCの場合はまったく異なる。データが保持された状態でPCを紛失したり盗難にあたりした場合、その中に保持されたデータの価値にもよるが、PCそのものの物理的な資産価値以上の大きな損失を被ることが多い。現実には、ノートPCの盗難や紛失にともなう情報流出／紛失などが、情報漏えい事故として大きくクローズアップされるようになってきている。

3.3 課題解決の手段としてのシンクライアント

前述した問題点の解決手段の一つとして、数年前から「シンクライアント」というものが注目されるようになってきた。

もともとシンクライアントは、PCがまだそれほど安価ではなかった時期に、

高価でメンテナンスの手間が掛かるコンピュータの導入を最小限に抑え、コストを安くすませようという発想から開発された。「一人に一台ずつ高価なPCを使う」よりも、一台の高性能なコンピュータを複数で利用し、個々の手元に「PCのように使えるが、複雑な記憶装置などは持たない安価な端末」を置くという考え方に基づいていた。

3.3.1 OracleとSUNによるシンククライアント

世の中で「シンククライアント」と言う言葉が使われ始めたのは、1996年のことであると言われている。そのきっかけは、

Oracle社で、「NC (Network Computer) 」と言う呼称を用いて新しい端末のコンセプトモデルを打ち出した。さらに数ヵ月後にはSun Microsystems社から「Java Station」と言う名称で、同様のコンセプトモデルが発表された。これらのコンセプトモデルは、最小限の機能のみを持たせた端末と、それを使うためのシステムアーキテクチャを打ち出しており、まさにシンククライアントそのものであった。これらが最も注目を浴びた理由は、当時機能豊富だが高価だったWindowsパソコンに対抗して、低価格を前面に出していたことだと言える。同時に、当時大型の筐体が一般的だったパソコンに比べ、これらコンセプトモデルは非常にコンパクトでデザイン的にも斬新なものであり、見た目の派手さにおいても大きな話題を集めた (Wikipedia, 2007)

とのことである。

以上が、最初にシンククライアントに取り組んだOracle社とSUN Microsystems社の動きである。

3.3.2 Microsoftのシンククライアント

次にMicrosoft社の動きである。

OracleのNetwork ComputerとSunのJavaStationという2つのコンセプトモデルの先進性・話題性に脅威を感じたMicrosoftは、シンククライアント（端末）として、Windows CEをベースとした「Windows Based Terminal (WBT)」を発表し、同時にシンククライアント（システムアーキテクチャ）として、Windows NT Server 4.0 Terminal Server Edition (NT4.0 TSE) を発表した。NT4.0 TSEは、既にWindowsベ

ースのマルチユーザ&リモート操作を実現していたCitrix Systems社の「WinFrame」の技術をライセンス供与されたものである。NT4.0 TSEは、既に発売されていたWindows NT Server4.0とは別製品としての発売であったが、Windows 2000 Server以降ではシンクライアント用としてマルチユーザとリモート操作を実現する「ターミナルサービス」の機能が標準で搭載されるようになってきている。なお、このシングルユーザ版がWindows XPおよびWindows Vistaに標準搭載されている「リモートデスクトップ」である。(Wikipedia、2007)

前述した2社の後を追う形でMicrosoft社もシンクライアントに参入した。現在、提供されている主要サーバ製品に標準搭載するに至ったところからも、同社がアーキテクチャとしてのシンクライアントを重視していることが分かる。

3.3.3 TCO削減の手段としてのシンクライアント

発表当時に大きな注目を浴びたシンクライアントであるが、端末としてのシンクライアントは結果的に十分に普及したとは言いがたい。これは、NCをはじめ当時のシンクライアントが「高価なパソコンに低価格で対抗するもの」と位置づけられていたが、シンクライアント発表と相前後してPCの価格が急落し、シンクライアントの価格メリットが相対的に薄れてしまったことによると言われている。

一方、システムとしてのシンクライアントは、サーバ側に処理を集約するシステムアーキテクチャが確実に普及を進めてきた。この代表例が、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とターミナルサービスを機能拡張するCitrix Systems社の「MetaFrame（現在のCitrix Presentation Server）」である。

2004年後半頃からは、導入時のコストだけでなく、端末など情報機器のライフサイクルにわたる運用コスト全体、いわゆる「TCO」への注目が高まってきた。シンクライアントのPCに対する初期導入費用単独でのメリットは薄れていたが、「TCO」という視点でシンクライアントが見直されてきたのである。

端末は導入さえすれば永続的に使えるというものではない。ハードウェアの故障修理や運用上のトラブルに対応するためにコストが発生する。また、ソフトウェアのバージョンアップやセキュリティ対策のパッチ適用等の作業の手間もコストと考えられる。ハードディスクなどの駆動部分を有しないシンククライアントはPCに比較して故障の発生が少ない。また、バージョンアップやパッチ適用も各端末に対して作業をおこなうのではなく、管理するサーバで一括しておこなうことで対応できる。シンククライアントにより、多数の端末を管理・保守するための手間やコストが大幅に削減され、結果的に「TCO削減」に寄与できるという点がメリットとして大きくクローズアップされてきた。

日本においてシンククライアントへの注目が一気に高まったのは、2005年1月3日の日本経済新聞の一面トップ記事において「日立製作所がパソコン利用を全廃する」との見出しが出されたことによる。記事中では、同社では社内の端末をハードディスクの無い新型端末（シンククライアント）に徐々に移行し、最終的にPCの利用を全廃していくと紹介されている。当時問題となり始めた情報漏えい等のセキュリティ対策とともに、何万台という社内端末の「TCO削減」のメリットに注目してとのことであった。その後、新聞やテレビ等でもシンククライアントというものが取り上げられる様になり、広く一般にもその存在を知られるようになった。

3.4 シンククライアントの機能

シンククライアントは任意の永続的な記録を持たない端末であると言える。このため、ユーザ個別の物理的な環境には情報が保持されず、メンテナンスの手間が省けるだけでなく、結果としてリスクを低減させることができる。

シンククライアントと前述したダム端末は、「出力装置はディスプレイ」・「入力装置はキーボードやマウス」という単純な機器という観点に絞れば、類似もしくは同種のものと言えるが、その発想・発展の経緯からするとこの2つは大きく異なるものであると言える。簡単にまとめると、ダム端末は「高価なコンピュータ資源（汎用機など）を複数のユーザでシェアするためのもの」で

あり、シンククライアントは「高価なコンピュータ資源を複数のユーザでシェアし、かつ管理する対象を減らすことで、高騰するTCOを低減させるためのもの」であると言える。

このシンククライアントの考え方により、前述の課題がそれぞれ以下のように解決できると考えられる。

(1) TCO削減

ユーザ各自がPCを使う場合のTCOは評価が困難という問題点がある。一括管理をおこなえるようなシステムもあるが、基本的にソフトウェアの導入や運用は、個々のユーザによる操作を必要とすることが多い。また、ユーザの習熟度には個人差があるため、トラブルが発生することも多い。

シンククライアントの場合、そうしたコストの可視化が可能となる。トラブルの発生箇所も含め、シンククライアントの機能を提供するサーバのメンテナンスコストを管理者側で詳細に把握することが可能である。また、サーバ上でソフトウェアの集中管理も可能となる。

(2) 情報の集約およびリスクの減少

シンククライアントを利用することにより、基本的にはデータを外部に持ち出すことなく業務を遂行できるようになる。端末には「画面」と「入力装置」しか付いていないため、データを保存することができない。端末を盗まれても、その物理的な価値の損失にとどめることができる。

また、サーバは端末よりも絶対数が少ない。このためセキュリティをはじめとした様々なリスクへの防御のポイントが集中できるというメリットがある。

4. シンククライアント実現のアーキテクチャ

シンククライアントと一口に言っても、その実現方法には様々なアーキテクチャが利用されている。また、昨今のシンククライアントへの注目の高まりから、

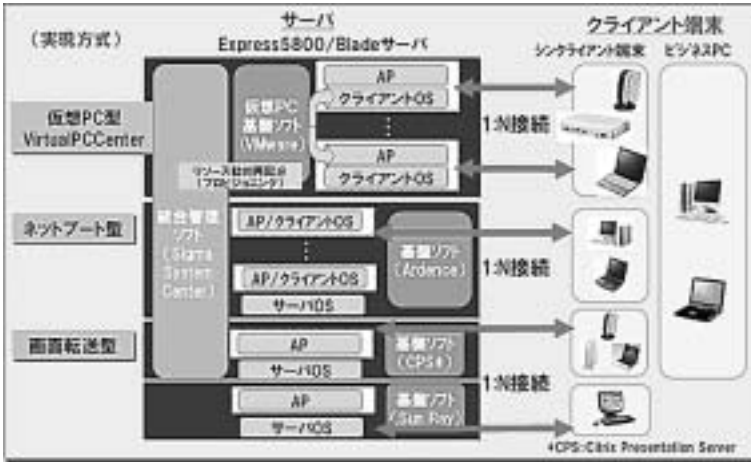


図3 シンククライアントの実現方式
(出典：NEC <http://www.nec.co.jp/clsol/system.html>)

新たなアーキテクチャが考え出されている途上である。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」(NEC、2007)に大きく集約されると言われている(図3)。

以下では、それぞれの方式の概要と具体的な対応製品について述べる。

4.1 仮想PC型

「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 (NEC、2007)

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(図4)。

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

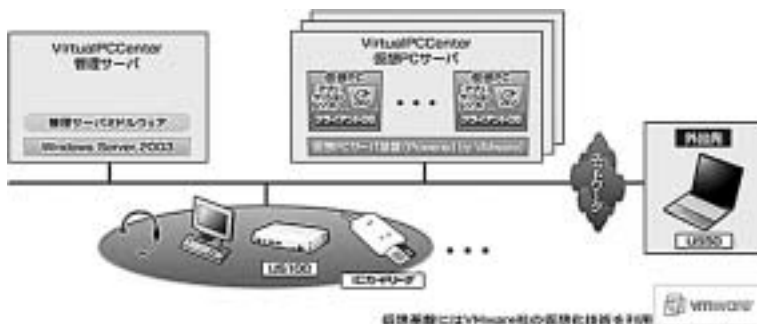


図4 仮想PC型シンクライアント

(出典：NEC <http://www.nec.co.jp/clsol/vpcc.html>)

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。

VMWare上に複数のクライアント系Windowsを動作させる仮想マシンを起動しておき、その仮想マシンに対してリモートデスクトップ接続をおこなう。VMotionと呼ばれるツールを用いて、稼動状態の仮想マシンを他のVMWareの上に移動する（ライブマイグレーションとも呼ばれる）ことも可能である。（Wikipedia、2007）

4.2 ネットブート型

「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
(NEC、2007)

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

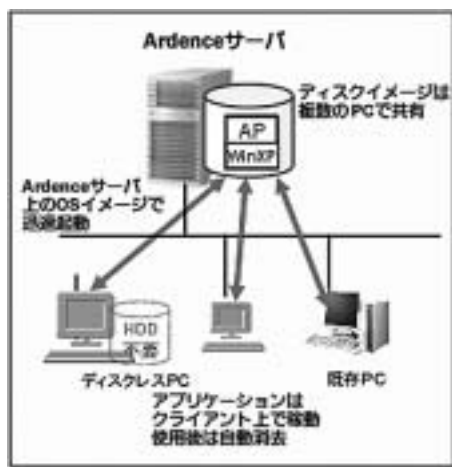


図5 ネットブート型シンククライアント

(出典：NEC <http://www.nec.co.jp/clsol/netboot.html>)

負荷の大きさが問題となることが多い(図5)。

製品としては、「Ardence」が代表的なものである。

Ardenceは、数少ないWindowsをベースとしたネットワークブート方式のシステムであるが、Microsoft社は公式にはライセンス適用等においてネットワークブートによるWindows使用を認めていない模様である(Wikipedia、2007)。

4.3 画面転送型

「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 (NEC、2007)

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（図6）。

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MetaFrame (Citrix Presentation Server)、Sun Microsystems社のSun Ray、Propalms社の Propalms TSE、Graphon社の Go-Global、2x社の 2X ApplicationServer など (Wikipedia、2007)

がある。

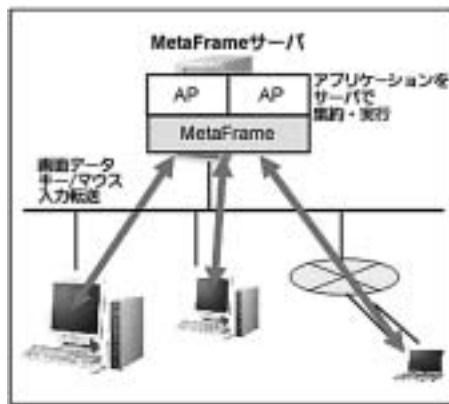


図6 画面転送型シンクライアント

(出典：NEC <http://www.nec.co.jp/clsol/gamentenso.html>)

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、現在は「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。

Go-Globalは、GraphOn社が開発しており、WindowsやLinuxをはじめとする各種OSで利用可能である。

APIトラップ方式を採用しており、見た目は画面転送型と似ているが、実際は画面ではなく「画面描画命令」を端末に対して送っている。このため、WTSなどのようにデスクトップ画面全部を描画するのではなく、Go-Globalサーバ上で動作させている「特定のアプリケーション」の画面だけをクライアントに表示する。画面描画命令を端末に送っているため画面描画型と比べると転送データ量が少なく済むというメリットがある。
(Wikipedia, 2007)

Sun Rayは、Sun Microsystems社が提供しているシンククライアントソリューションである。

WTSやCPSでは、端末は汎用OSもしくは専用ハードウェアのどちらかを選べるのに対し、Sun Rayの場合、利用できるのは専用ハードウェア端末のみで、「PC+ソフトウェア」という端末は存在しない。特徴的なのは、ICカードによるユーザ認証を採用していることである。認証後はそのユーザの画面を一意に呼び出すことができる。

(Wikipedia, 2007)

4.4 各方式の比較

以前シンクライアントと言えば、「画面転送型」がほとんどであったが、現在では多様なニーズに応えるため様々な方式を採用した多くの製品がリリースされている。国内のICTベンダーやソリューションプロバイダといった企業は、それぞれ自社の得意とする方式の製品を取り扱っているが、NECのように前述した三方式それぞれに対応した全ての製品をラインナップしているところもある。NECではそれぞれの方式の比較をおこない、公開している（表1）。

この表から分かるのとおり、理論上利用できるアプリケーションに制約がある、周辺機器の接続に制約がある等若干のデメリットはあるものの、一般的なPC利用の代用としては、「画面転送型」が最も柔軟性が高いと判断される。教育機関での利用には、「ネットブート型」が推奨されているが、これはCADやグ

表1 シンクライアント実現方式の比較
(出典：NEC <http://www.nec.co.jp/clsol/system.html>)

形態	特徴・適用領域	メリット	制約
仮想PC型	PC環境を仮想化してサーバに格納し、1:N接続可能 OA用途 全業種	PC1台分を個々のユーザに提供 リソース最適配分を実現 優れた耐障害性でダウンタイムを極小化 短時間で移行や新規PC追加が可能	AP制約(リッチコンテンツ対応) 周辺機器(USB)利用制約 サーバ負荷が高い
ネットブート型	OS、APともサーバからロードし、端末のメモリに展開。使用後は自動消去 CAD/CG等 エンジニアリング 設計部門、教育機関等	AP制約なし 周辺機器利用制約なし AP追加やパッチ適用が容易 サーバ負荷が少ない 端末のパワーをフル活用	高速回線が必要(100M) 複数の端末環境ではサーバ管理が煩雑
画面転送型	アプリケーション実行をサーバサイドに集約。 Win2000(TS)の機能に性能改善、プリンタ制御などを拡張 業務AP主体の業務環境 定型業務、伝票入力等 金融、病院、自治体等	高い画面転送パフォーマンス 管理対象現象による運用コスト削減 実績が豊富 モバイル利用可能 サーバ負荷のロードバランスが可能	AP制約(マルチユーザ非対応APは改造必要) AP制約(リッチコンテンツ対応) 周辺機器(USB)利用制約 サーバ負荷が高い

ラフィックス等を高度に利用する様な場合にも適しているということで、本学科では、これらの用途には別途専用のワークステーションを装備するため、本学科のシステムとは利用目的が異なると考えられる。

導入のための費用を比較すると、ネットブート型は相対的にハードウェア価格が高く、画面転送型はソフトウェア価格が高いことが分かった。これは、ネットブート型では処理のほとんどをクライアント側でおこなうため、クライアント端末にそれなりの性能が必要となるためと考えられる。一方、画面転送型では実行時は画面の情報がサーバとクライアント間でやり取りされるだけという極めてシンプルな動作ではあるが、きめ細かいアクセス制御や負荷分散等をすべてソフトでおこなうため、相対的に価格が高くなったものと思われる。ネットブート型を実現するシステムのソフトは買い取り、画面転送型を実現するソフトはライセンス費用というように課金の考え方が異なるのも価格の差につながっている。しかし、トータルの導入費用は両方式とも、それ程違いがないものとなることが分かった。

5. 新システムの概要

前述のとおり、今回の学科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おり、それらを慎重に比較した結果、本学科の新システム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。

5.1 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

ブ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的に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 (シトリックスシステムズジャパン、2007)

といったことが挙げられる。

また、「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、2007)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3つのEditionが提供されている(表2)。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。

5.2 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3のとおりである。

シンクライアント端末には、日本HP社製「HP Compaq t5720 Thin Client」(写真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

表2 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/feature_grid.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			○
SMTTP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)			
サードパーティー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			○

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))

表3 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 160/1x4M 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	リダンダント電源サプライ	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	SUA1500RMJ2UB	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



写真1 シンククライアント HP Compaq t5720 Thin Client

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。

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



写真2 ターミナルサーバ HP ProLiant DL380 G5

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。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7のとおりである。基本的にはシンククライアント

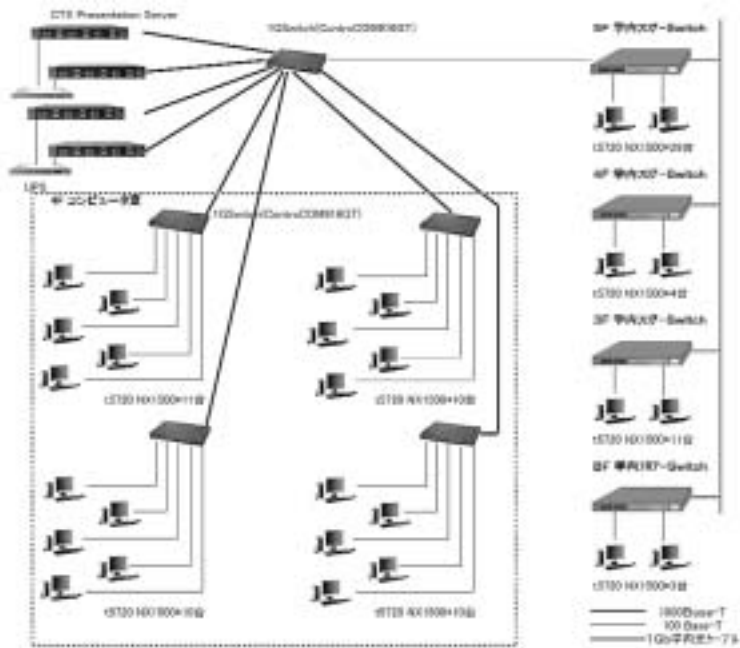


図7 シンククライアント・ターミナルサーバネットワーク構成図

ントの配置は従来のシステムとほぼ同じであるが、今回新たに同じ校舎内3F大学院人間関係学研究院院生実習室に12台のシン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。

5.3 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（写真3）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



写真3 学生用画面 Web Interface

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も、トラブルの発生防止にもなっている。

一方教員用の画面（写真4）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Window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。

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」



写真4 教職員用画面 Open Desktop

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、システムの特性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。

6. 評価

平成19年4月のサービス開始後、約6ヶ月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。実際は、一度夏休み期間中に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比べれば、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、ログやモニターで確認したところ、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。

7. まとめと今後の展望

5年前、教育機関としてのシンクライアントの導入に踏み切った。当時、その先進性は評価されるものの、まだ十分な稼働実績がないということで、メーカーも慎重であった。この間、いくつかの問題は発生したものの、総合的に判断して、その判断は誤りではなかったと評価している。その結果、その更新にあたって今回、同じくシンクライアントを選択することとなった。導入からまだ半年であるが、旧システムでの問題点の解決を図った結果、利用者からもその使いやすさを含めて評価されている。また、前述のように、きわめて安定し

稼働しており、TCOの削減もさらに進んでいる。

以上のように、シンクライアントは本学科および大学院研究科での利用では、PCに比べてきわめて優位にあることが証明されている。よほど専門的な用途でない限りは、まずシンクライアントの導入を考えるべきであると考えられる。とくに、学科単位の比較的小規模の組織では運用担当者を置くことはできず、シンクライアントによる効果は大きい。少し誇張して言えば、シンクライアントによってこそ、学科単位での情報施設の設置と運用が可能になると考えられる。

本学では、本学科のほかにも学科単位で情報施設の導入を必要とするところが増えつつある。その時に最大の問題となるのが、運用担当者の配置および運用にかかる費用である。また、ICTによる学生へのサービスの拡充により、キャンパスの随所に端末を置く必要が出てきている。これについても、運用上の問題が発生する。これらを解決する手段として、シンクライアントは有効である。そのほか、情報設備のセキュリティ確保も大きな問題となっており、その解決法としても有効である。今回の本学科でのシンクライアントへの評価が、全学的なシンクライアントの導入につながり、効率的で利便性の高いキャンパスのICT化が進むものと期待している。

最後に、一時的な支出の大小だけではなくTCOという観点で、今回のシステム更新に理解をいただいた、学園統括部・学園運営部（財務グループ）ならびにIT推進部の関係各位に感謝したい。

参考文献 等

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

阿部一晴・山本嘉一郎・伊藤勝久. (2003). 端末予約・割当システムの再構築.

京都光華女子大学研究紀要 第41号 pp.145-165. 京都光華女子大学

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). シンク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

ITmedia. (2007). シンククライアントの真価を問う

<http://www.itmedia.co.jp/enterprise/special/0605/thinclient/>

日経BP. (2007). ITマネジメント

<http://premium.nikkeibp.co.jp/itm/koza/08/>

NEC. (2007). クライアント統合ソリューション

<http://www.nec.co.jp/clsolo5/>

シトリックスシステムズジャパン. (2007).

<http://www.citrix.co.jp/index.html>

日本ヒューレット・パッカード. (2007).

<http://welcome.hp.com/country/jp/ja/>

Wikipedia. (2007). フリー百科事典ウィキペディア

<http://ja.wikipedia.org/>