

シンクライアントと持ち込みノートPCによる 端末室デスクトップ環境の設計

櫻田 武嗣[†] 萩原 洋一[†]

教育用端末室の導入では、端末の台数が多く、端末の利用者も台数に比べ多いため管理・運用に多くのコストがかかっている。そのためコストの削減が求められる。本学では iMacG5 を用いたネットブートによる教育用端末室環境のリースが終了する。そこで我々は新しいシステムを導入するために、シンクライアントと利用者のノート PC を用いて教育用デスクトップ環境を提供する検討と設計を行った。検討の結果、本学では VDI 方式をベースとした仮想クライアント方式で実現可能であることが分かった。そこでシステムの基本設計を行った。本稿ではそれを示す。今後はこの設計したシステムの導入と、大学事務への導入を進めていく。

Design of the desktop environments for education using thin clients and carry-on notebook PC

Takeshi Sakurada[†] and Yoichi Hagiwara[†]

This paper presents the design of our new educational using desktop environments system with thin-clients terminal and user's PC. Setting computer terminals for education take many costs, because there are lots of terminals and many people use terminals. Therefore, the reduction of the costs is required. In our university, the lease of the computer system for education using iMacG5 with net-boot is finished this year. Thus we designed and checked up the new desktop environment system for education with thin-clients terminal and user's PC. As a result, we understood that we could build new system by a virtual client system based VDI. We perform the introduction of our designed system and introduction same system to the office system at the university in the near future.

1. はじめに

大学をはじめとする多くの教育機関では、講義・演習用に教育用端末を多数利用できる環境を提供している。様々な講義や演習があり、入れ替わり多くの学生や教職員が利用することになるため、教育用端末の環境には多くのことが求められる。一方で教育用端末の維持・管理に割くことのできるコストは増やすことが難しく、むしろ削減することが求められている。

運用するコストを抑えつつ、安定したシステムを提供するために、様々な工夫がされてきた[1][2][3][4][5][6]。一般的な PC で単純に構成した場合には、個々の筐体内の HDD 等にアプリケーションを個別にインストール、設定する必要があり、利用者が勝手に設定を変更してしまい、次の利用者がとまどってしまうことが起きてしまう。これらのことをできる限り防ぐため、移動プロファイルを利用したり、ログイン時に自動的に初期設定に戻す仕掛けを入れたり工夫がされてきた。近年ではネットブートを利用して、HDD の内容をネットワークからダウンロードしながら起動することで、常に同じ環境を提供するなども行われていた。

本学の教育用端末環境は期間 5 年のリースであり、2010 年でこれまでのリースが終了する。本稿では次期システムの設計について述べる。

2. これまでの教育用端末室環境の要件と取り組み

教育用端末室環境に求められる要件を示す。講義や演習で使うため、多数の学生、教職員が利用する。それぞれの利用者が受講している講義等も違うため、個々のデスクトップ環境やデータを次回ログイン時に再現してあげるのが望ましい。また、どの部屋のどの席でも同じ環境で利用できることが必要である。これは利用者の利便性を高めるだけでなく、端末が故障した場合には、別の席の端末で作業を再開できるという利点がある。管理面では、それぞれの端末へ OS やアプリケーションをインストールする作業の手間を減らしたいという要望がある。これは導入時の新規インストールや故障時の再インストールだけではなく、ソフトウェアのアップデートをインストールすることが多々あるため重要である。本学は理系の大学ということもあり、講義ではオフィスソフトだけではなく、UNIX 系のシステムや CAD ソフト等も使用される。それらに対応しておく必要がある。

個々のデスクトップ環境の再現は、本学では 1997 年からのシステムで Windows NT 4.0 の移動プロファイルを使用して実現を行った。しかしこの段階では、個々の端末へ OS やアプリケーションのインストール、アップデートを行う必要があった。軽微

[†] 東京農工大学 総合情報メディアセンター
Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

なアップデートの場合には、起動時スクリプトを作成し、端末が起動するとアップデートのセットアッププログラムが自動的に実行されるようにした。OS のアップデートやスクリプトでインストールできないものに関しては、まず端末 1 台でアップデート等を反映し、その HDD バックアップをとる。フロッピーディスクで各端末を起動してそのバックアップを読み取ってそれぞれの端末の HDD を書き換えるという作業を行っていた。これらの作業はどれも非常に時間がかかり、端末室を閉めている夜間に行う必要があり負担となっていた。HDD を同時に 10 台程度に同時にコピーできる機器を一時期導入したが、HDD のとりはずし、取り付けに時間を要するため、機器が故障して新規インストールする時に利用することとどまった。また、1 つの教室だけ PC/AT 互換機、それ以外の教室では PC9821 シリーズであり機種が統一されていなかったため、管理が煩雑になっていた。2001 年からのシステムは OS を Windows XP へ変更した以外は基本的に前のシステムの構成を継承しているが、機種を PC/AT 互換機ですべて統一し、管理の手間を減らした。しかしながら、以前よりも OS のパッチを頻繁に当てる必要がでてきたため、OS も含めたソフトウェアのバージョン管理にコストが依然としてかかるものであった。

そこで 2006 年の入れ替えのシステムでは、ソフトウェアのバージョン管理のコストを下げるために、端末の起動時に毎回ネットワークを利用して、サーバ上の起動イメージをダウンロードして起動するネットブート方式を採用することとした。構成図を図 1 に示す。これにより、サーバ上のイメージを変更するだけですべての端末に設定の変更が反映できるようになった。ネットブート方式は、当時 Windows を利用している場合には、サードパーティの製品を利用するしかなく、OS のアップデートが行われても利用できるか不透明であった。また、端末室に入れるソフトウェアの種類年々増えていたこと、端末室が増えたことによりライセンス費用が大きな問題となっていた。このためシステム入れ替えでは端末の OS は MacOS X を利用することとなった。端末に内蔵している HDD をキャッシュに利用することで、ネットブート方式の欠点である起動に時間がかかるという点を多少は改善できるが、電源を入れてからログインできるまで 90 秒ほどかかってしまうという問題がある。

ネットブート方式にしたため、イメージの配信は楽になったが、OS やアプリケーションのセキュリティパッチ等を適用しても授業での利用に差し支えがないかどうかを検証する時間が必要である。このため、現実的にはセキュリティパッチが出てすぐにそれを端末室の環境全体に反映させることは難しい。そのためどうしてもセキュリティホールが残った状態で運用せざるを得ない期間が存在する。この点を解消するため、これまで端末室と学内ネットワークの間は L3 スイッチの ACL で簡易的に分離していたが、この 2006 年のシステムからはファイアウォールを設置して、セキュリティを高めた。端末室への外部からの攻撃を防ぐとともに、万が一端末室内から学内、学外への攻撃が発生した場合には速やかに遮断できるようにした。

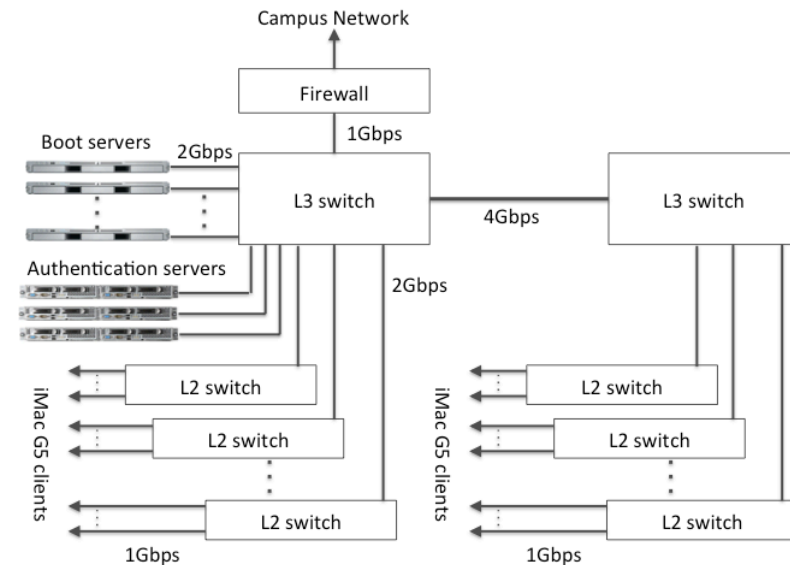


図 1 2006 年からのシステムの論理構成

さらにこのシステムでは、プリンタをオンデマンド方式に変更を行った。これまでにはプリンタの排紙トレイに印刷物が残されていたり、講義とは関係のない多量の印刷が行われていたり無駄な印刷が行われていた。この点は主な利用者である学生の多くが自ら両面印刷をさせる、プリンタ用紙は自分で持ってこさせるなどの運動を展開してくれていた。しかしながら、プリンタのジョブが溜まっていると持ってきた用紙に他人のプリントジョブが出力されてしまう、一部にまだ無駄遣いをする人たちがいるなどし、根本的に改善できないかと意見が寄せられていた。そのため、前述のようにプリンタをオンデマンド方式とし、大学生協共通のコピーカードを利用して課金出力ができるようにした。独自 IC カードなどでプリンタの課金を行うことも他大学等で行われてきてはいたが、課金を行う仕組みを構築するには厳密にはプリペイドカードと同じように扱う必要があるため、手続きや運用にコストがかかる。このため、これまで全国の大学のコピー機で利用されて大学生協のコピーカードを課金に利用することとした。

持ち込み PC からプリント出力したいという要望に応えるため、USB メモリを読み込んで、JPEG や PDF 形式のファイルを出力できるようにした。これまでではリースが 3~4 年を過ぎるとプリンタの故障が多くなっていたが、今回はプリンタとして複合機

を利用することで、コピー機で通常行われている定期メンテナンスを受けることができ、プリンタ故障の予防ができるようにした。またオンデマンド方式のため無駄な出力も無くなった。複合機での USB メモリへのスキャンは無料とし、これら複合機の設置場所も端末室内だけでなく、端末室の外や大学生協へも配置し、端末室が講義で占有されていても利用できるようにした。このため資料や講義ノードなどを PDF や JPEG 等の形式で USB メモリで持ち帰る学生が多数見受けられるようになった。また複合機でスキャンができるようになったことで、これまでマルチメディア用として各端末室に 1 台ずつスキャナを接続した端末を無くすことができた。

2006 年の入れ替えでは、システムの構成的には問題が無かったが、導入業者のスキルの問題により、導入当初は認証システムが負荷に耐えられなかったり、端末として導入した iMacG5 は画面一体型で省スペースであったが、故障が導入準備中から多く、延べ故障台数は導入台数よりも多くなってしまったという問題があった。故障が多くても迅速に修理、復旧をしてくれれば良いが、残念ながら導入業者はそのような対応をとってくれることはなかったため、利用者は端末が使えず不便な思いをすることがあった。

3. 新しいシステムの要件

2006 年までのシステムの入替で解決できていない問題点としては、ネットブートで複数の OS の利用に対応できていない点、起動に時間がかかる点が挙げられる。ネットブートでは、起動時にディスクイメージをネットワーク経由で取得するだけで、消費電力や発熱量は通常の iMacG5 が起動するのと変わらない。従って消費電力や発熱を抑えることが必要である。

これまでも端末室以外の場所、たとえば配属された研究室などから端末室の環境を使いたいという意見が出ていた。今回はこれも実現させたい。しかしながらこれまでのネットブートを継承しながら実現しようとした場合、ネットブートのイメージを格納したサーバと利用者の PC との間のネットワーク帯域が十分に確保され、その間に設定されているすべてのファイアウォール等の機器の設定があらかじめされている必要がある。また利用者の PC の設定も大幅に変更も必要となり、現実的ではない。したがって、現時点ではネットブート以外の選択肢が必要となる。

以上の要件をまとめると次のようになる。

- ・ 多数の利用者が同時に利用でき、個々のデスクトップ環境を保存できる
- ・ 常に同じ状態で、どの端末からも利用できる
- ・ 端末が故障しても別の端末を利用して作業を再開できる
- ・ 講義、演習のために多様なアプリケーションが動作可能である
- ・ CAD 等の演習ができ、セルフラーニングのための動画等の再生ができる

- ・ 特定の OS 以外、たとえば Linux 等を利用した演習が可能である
- ・ 利用者に提供する OS、アプリケーションのバージョンを集中管理できる
- ・ 端末室用ネットワークと外部とのセキュリティを確保する
- ・ 端末室外からも利用者の PC 等から端末室のデスクトップ環境を利用可能である
- ・ プリンタは無駄遣い防止とメンテナンスを確保する
- ・ 消費電力、発熱量を減らす工夫をする
- ・ 省スペースで設置できること
- ・ 利用していない計算資源を有効に活用できること

4. 新システムの設計

前述の要件に基づき新システムの設計を行う。管理コストを削減し、後に利用者所有の PC からも接続できるようにするため、端末はシンククライアント方式とする。シンククライアントの方式としては、大きく 3 つに分けられる。ブレード PC 方式と仮想クライアント方式は VDI(Virtual Desktop Infrastructure)方式とも呼ばれる。

- ・ ターミナルサービス方式
- ・ ブレード PC 方式
- ・ 仮想クライアント方式

ターミナル方式は XenApp などを用いてアプリケーションを仮想化していくものであるが、使用されるアプリケーションを共通化されている必要があり、講義、演習で複数の OS を利用しなくてはならない場合などには向いていない。またこの方式に対応していないアプリケーションもあり、特に演習が含まれる講義での使用は難しい。

ブレード PC 方式では、端末 1 台に対して 1 台のブレード PC を占有し、画面やキーボードマウスの情報をシンククライアントへ転送する。非定型業務や、ハードウェアリソースを大量に消費する場合に向いている。しかしながらブレード PC を端末台数分用意しなくてはならず、消費電力を減らしていくという面では有効ではない。また導入コストが高くなり、ブレード PC を多数設置するためにサーバ室の占有面積が大きくなってしまいうという問題がある。

仮想クライアント方式は、サーバ上で複数の PC を仮想的に動作させ、それぞれの仮想 PC の画面を端末側に転送する方式である。この方式は仮想的に PC を動作させるため、動作させる OS の制限は少なく、1 台のサーバ上で複数の仮想 PC を動作させるので、計算資源も有効に活用でき、ブレード PC 方式に比べて占有面積が少なく済むことが利点である。しかしながら複数の仮想 PC が動くため、一般的には負荷が高い処理には向かないとされている。これまでは動画の再生や CAD 演習などでは不向きとされてきた。本設計では、仮想クライアント方式が最も要件に近いと、この方

式を検討していく。

プリンタ環境は前回と同じく複合機を利用したオンデマンド方式で、大学生協のコピーカードで課金を行う方式とする。

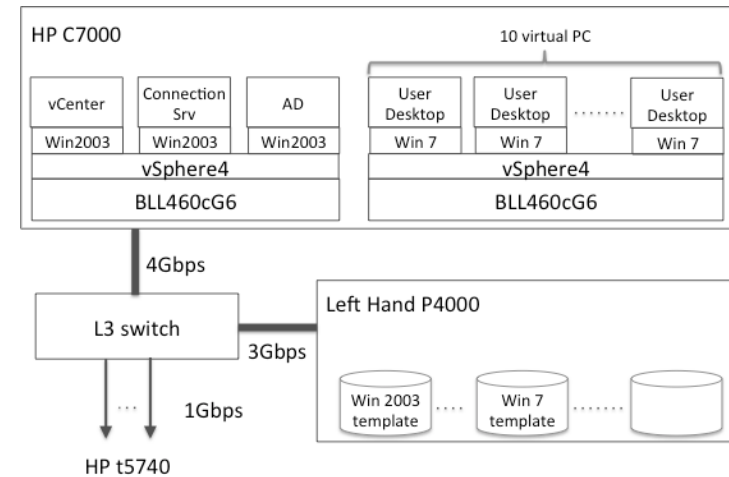
端末用の認証サーバや仮想 PC の管理サーバなどが必要になるがこれらも仮想化することで、より計算資源の効率的な利用に努める。端末室用のネットワークと外部のネットワークとの間のセキュリティを確保するためにファイアウォールを前回と同様に設置する。今回は、端末室の外から持ち込み PC などで端末室用の仮想 PC に接続して利用することができるようにするため VPN 接続で外部から仮想 PC が動作しているネットワークに接続できるようにする。

本学のリースでは電子メールシステムなども端末室のリースに含まれている。近年電子メールシステムを Google や Yahoo をはじめとするアカデミック利用が無料であるサービスへ移行する動きがある。これらのサービスで海外で行われているものは、日本国内の法律が及ばなかったり、データセンタ差し押さえによるサービスの停止、データ流出の危険性があったりする。また無料であるためサービス終了が先方からの一方的な通知のみで行われ、サービスが終了した際の移行をそどうするかを検討が十分にされていない。そこで新しいリース契約では、日本国内の電子メールサービスを有料で契約する形をとることで、前述の問題を解決する。大学等の教育機関では、年度末から年度初めでみかけのアカウント数が一時増加する。これは、年度末まで卒業生が使用していたアカウントを年度初めに削除し、並行して年度末から新入生の事務手続きが始まり、新年度にかけてアカウントの登録が行われることが多いため重複する期間がどうしても存在するためである。通常はこのピークにアカウント数を合わせる必要があるが、数日から1週間程度の重複期間を許容して、通常時のアカウント数で契約できるサービスを選択し、全体としてコストを下げる仕組みをとる。

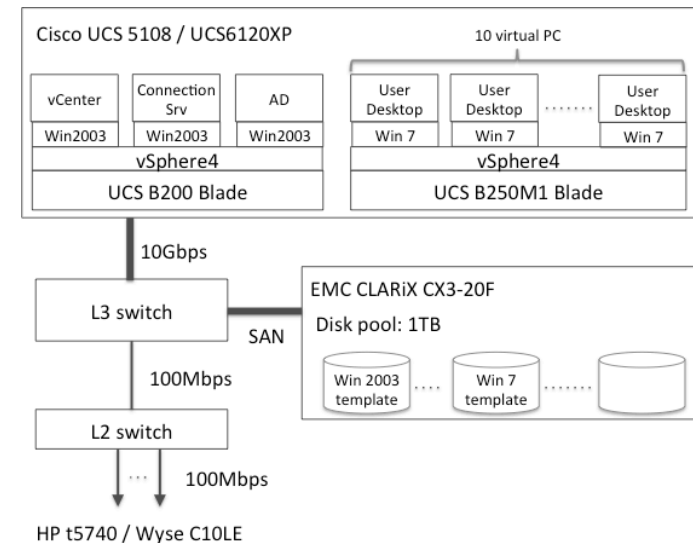
5. 設計に対する事前検証

画面転送を行うシンククライアント方式は、画面の差分を端末側に転送するため、動作再生など画面の差分が大きい場合には、コマ落ちしてしまう。1つのサーバ上で複数の仮想 PC が動作するため、CAD の使用など負荷の高い処理を行った場合、処理が間に合わず、実用的ではない場合がある。これまでの他大学等でのシンククライアント導入ではこれらの問題点が解決されていなかった。そこで我々は現時点でどこまで解決できるかを事前に検証することとした。

検証のための時間と機器の構成が限られていたため、HP ブレードサーバと HP のシンククライアント、Cisco UCS のサーバシステムと Wyse のシンククライアントの2種類の組み合わせで行った。利用者に提供するデスクトップ環境は Windows 7 とし、シンククライアントで負荷のかかる Windows Media(AVI)ファイル、Flash ビデオの再生、CAD



(a) HP server and clients



(b) Cisco UCS and Wyse clients

図 2 事前検証の構成図

ソフトの利用を検証した。簡単な構成図を図2に示す。

どちらの環境でも、ブレードサーバ1台あたりで動作させる仮想PCの台数を30台と想定したが、テスト環境ではシンクライアントはそれぞれの構成で3台しか用意できなかったため、ブレードサーバ自体のCPU負荷を80%程度にした状態で検証した。またサーバとシンクライアント間のネットワークは、実際の環境では1000BaseTを用いることになると考えられるが、今回は100baseTXで検証した。

画面の転送プロトコルには、PCoIP、RDP形式が主に使われている。仮想環境にVMwareなどを用いる場合、PCoIPを使用すればクライアント側のハードウェア再生支援を使用することが可能であるが、Windows Mediaなど対応した動画フォーマットの一部に限られてしまい、Flashビデオなどは再生支援を使用することができない。また利用者持ち込みのPCを使用させようとすると、様々な環境用のクライアントソフトウェアがあるRDPでもある程度動作する必要がある。

HPのブレードサーバ、シンクライアントの組み合わせでは、クライアントの動作再生支援を使用した場合、動画を再生しない時がたまにあり、その場合クライアントを再起動しない再度再生できるようにはならなかった。これはクライアントに使用したHP t5740とVMwareの組み合わせで起こることが分かった。またFlashビデオは音飛びが発生した。これらの結果より、この組み合わせのままでは実システムの構築が難しいことが分かった。

一方Cisco UCSとWyse端末との組み合わせでは、仮想環境のWindows Vista上で動画の再生がコマ落ちや停止してしまうという事象がみられた。これはクライアント側のソフトウェアバージョンが古かったことに起因しており、アップデートしたところある程度解決した。PCoIPとRDPでテストを行った。サーバをSANブートし、仮想環境を立ち上げた状態でテストした。

RDPで接続した場合には、サーバとクライアント間が1台あたり7Mbps程度の帯域を使用した。CADについては、これまでにも演習等で利用されていた3D CADのSolidworksをテストした。学部での講義では、チュートリアル程度が主であるので、CADの部品点数が40点程度である。この程度であれば問題なく作業ができた。大学院生の研究での使用では約1000点の部品で構成される場合がある。今回は1005点の部品点数のもので検証を行ったが、3Dで回転途中は部品が少し省略されて動く形となった。静止させるとすぐに部品をすべて表示するため、講義や演習で使用するには問題ない。

6. 新システムの構成案

前述の検討や事前検証を踏まえ、システムの構成案を示す。構成図を図3に示す。仮想PCを動かすサーバもブレードサーバシステムに収容する。少し余裕を持たせ、シンクライアント25台(仮想PC25台)を1台のブレードで収容する。余裕を持たせた

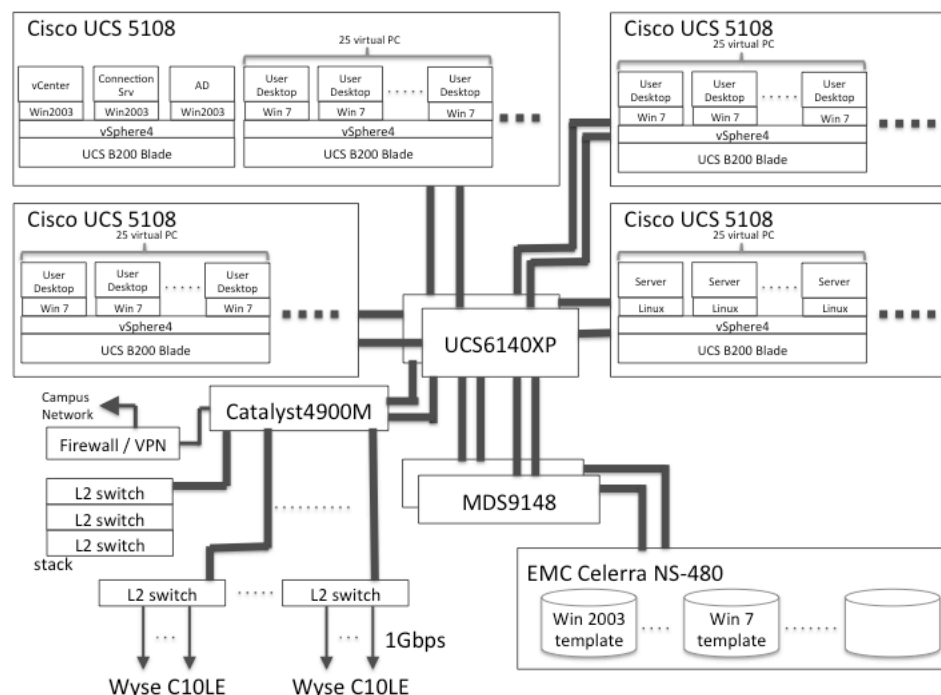


図3 新システムの構成案

理由は、利用者の利用形態が新システムでどうなるかとシステムの性能の分析が詳細に詰め切れないためである。また余裕を持たせておくことにより、万が一ブレードサーバが1台故障しても、他のブレードに仮想PCを振り分けて性能をほぼ落とすことなく動作させることが可能である。

端末環境内のネットワークと外部、学内などとのネットワークの間にはファイアウォールとVPNサーバを設置する。ファイアウォールによりネットワークの間のセキュリティを確保し、VPNを利用することで端末室外からノートPC等による端末室用の仮想PCへの接続を行うことが可能となる。端末室外から使用できるため、授業時間外でも研究室や自宅などからも利用することが可能となる。

端末室の仮想PCはWindows 7、Linuxを動作させておくこととする。またWindows環境などからsshなどで接続する演習用Linuxサーバも用意し、主にWindowsで演習をし、一部CLIでUNIX等の環境を使うという用途にも対応する。この演習用Linux

サーバは物理サーバで動作させても良いが、故障時の環境移動を考え、仮想サーバに収容する。

Windows OS を利用する場合、ライセンスの管理が複雑で問題となる。今回の様に、教育用の端末は部屋に固定されており、台数以上の利用者が入れ替わり使用し、ノート PC 等で外部から接続する場合は端末が固定されていない。Windows のライセンスは契約時期によって大きく異なるためマイクロソフト社の担当者でさえ難しいようであるが、大きく分けて端末に依存したカウントの方法と利用者数でのカウント方法の 2 種類が存在する。そのため「端末数<<利用者数」の場合には、利用者数のカウント方法が使う可能性のある全員となるため、大学に所属している学生、教職員数全数となり膨大となるため、端末数で契約した方が良い。しかしながらノート PC など外部から接続する場合には、端末の台数が未知となるため、利用者数で契約するしかない。

端末やノート PC から接続した場合、通常は仮想 PC がたくさん動作している中から（プールされている中から）1 台と接続する。通常は OS 毎にプールされているため、プール先を選択することによって利用したい OS を選択する。これを利用し、端末で接続するためのプールとノート PC 等から接続するプールを用意しておくことで、ノート PC 等からの接続数の上限を設定できる。さらにそのプールに接続できる利用者を上限値と同数として登録させる。これにより接続可能な利用者と端末数が固定されるため、ノート PC 等からの接続用環境のライセンス管理が可能となる。実際の運用では登録された利用者を定期的に入れ替えるなど考慮する必要がある。

7. おわりに

本稿で述べた構成案は、平成 23 年度から開始される教育用計算機システムのリリースのための調達原案となっている。その後の入札や構築は、教育用システム構築・運用チームが作業を行っており、原稿執筆時はスケジュールが遅れ気味ではあるが入札が終わり、構築が行われている段階である。

今後、事務環境のシンククライアント化を同様な構成で進めて行く方針である。大学での事務環境の IT 化は一般企業に比べ、遅れているところが多い。現在でも普通の PC をクライアントとして事務作業が行われているところが多い。さらに購入年次で PC の型番等が異なり一括管理が難しくなっている。盗難などにより、万が一 PC が盗まれてしまった場合には、PC 内に入っているデータの流出の危険性がある。そこですべてをシンククライアントとし、データをクライアント側に残さず、一括してセキュリティを保ったサーバ室へ配置することで、盗難などの危険性を減らす。またシンククライアントとすることで、個々の PC を設定、管理していたときよりも全体としての管理コストを減らすことができる。一度に大学内全体をシンククライアントにすることが

簡単ではあるが、導入時に一度にコストがかかりすぎるといった問題がある。本稿で述べた方式を用いることで、初期はシンククライアント用サーバ環境と少数の端末でスタートし、残りは既存の PC からシンククライアント用サーバへ接続する形をとり、業務を仮想 PC 上で行う形態とする。既存 PC の更新時期が来た段階でシンククライアント端末に置き換えていく。これにより、初期導入コストを抑えつつ、段階的にシンククライアント環境へ移行していくこと可能である。この取り組みを今後進め、安全なデータ保管と管理の省力化、そして計算資源の集約による省電力化を行う予定である。

参考文献

- 1) 江藤博文, 田中芳雄, 松原義継: 演習用 Windows 端末群のディスクレスによる安定運用, 情報処理学会論文誌, ISSN 0387-5806, Vol. 45(1), pp.2-11 (2004).
- 2) 佐々木芳宏, 正木忠良, 小林俊央, 鷲谷貴洋, 西田眞, 中村雅英: シンククライアントによる教育用端末環境の構築, 情報処理学会研究報告, インターネットと運用技術(IOT),ISSN 09196072, 2008(72), 61-66 (2008).
- 3) 井上春樹, 八巻直一, 長谷川 孝博: グリーン IT 実現に貢献する SaaS、アウトソーシング戦略の推進, 学術情報処理研究, ISSN 1343-2915, Vol.12, pp.125-130 (2008).
- 4) 竹林賢: NetBoot for Mac OS X, 情報処理, Vol.45, No.3, pp.278-281(2004).
- 5) 瀬川大勝, 櫻田武嗣, 萩原洋一: Mac OS X による Netboot を用いた端末室環境の運用, , 第 12 回学術情報処理研究集会, 学術情報処理研究, ISSN 1343-2915, Vol.12, pp.81-85 (2008).
- 6) 只木進一, 田中芳雄, 松原義継, 日永田泰啓, 江藤博文, 渡辺健次: 仮想デスクトップ・画面転送型シンククライアントによる演習室端末システム : 佐賀大学の新しいシステム紹介, 情報処理学会研究報告, インターネットと運用技術(IOT), 2010-IOT-11(3), 1-5 (2010).