

## 2. 教育用計算機環境の事例

# 1. Windows 編



京都大学大学院情報学研究科  
知能情報学専攻岡部研究室

丸山 伸

marushin@net.ist.i.kyoto-u.ac.jp

### 情報処理教育の目標

情報処理教育の目的は当初は計算機のアーキテクチャの教育であったが、そこからプログラミング教育へと移行してきた。しかしながら Windows が普及するにつれて、文書作成や表計算、プレゼンテーションにおける標準的なアプリケーションと呼べるものが登場した。その結果、社会の要望に応えるかたちで、情報処理教育の中においてこれらの標準的なアプリケーションの利用法を積極的に教える必要が生まれた。

しかしアプリケーションの利用法の教育がいつまでも情報処理教育の中心であり続けるものではなく、これからは情報リテラシー教育や情報探索技法を教育内容の中心に添えつつ、再び計算機の動作原理の教育といった方向へと進んでいくのではないかと考えられる。

ここでは情報処理教育を目的とした端末がどのように利用されているのかを分析してみる。

### 現状の報告(調査結果等)

京都大学学術情報メディアセンターは2002年2月に教育用計算機システムの更新を行った。ここでは更新後のシステムの概要と利用状況のアンケート調査結果を紹介する。

#### 京都大学の教育用計算機システム

京都大学教育用計算機システムは2002年2月に構築された。これは1,200台を越す端末が30を越す部屋に配置されるという大規模なシステムとなった。このシステムは「5年間運用できるように」<sup>1)</sup>との設計当初からの

方針に基づき、

- ブラックボックスを排除し、可能なかぎりオープンなシステムとする
- 多数の Windows 端末をシンプルに管理する
- Virtual Machine を用いて Linux 環境を利用者に提供する
- 利用者のデータは6TBの容量を持つ1つのファイルサーバ上に集約し、重点的に管理する
- 独自のネットワークを構築し、既存の学内ネットワーク網はバックアップとして用いる

といった特徴を持つものである(図-1を参照)。

#### 利用状況の調査

2003年10月に大学院生および教官に対して、授業および研究において教育用計算機システムがどのように利用されているのかを調査した。調査はそれぞれ任意抽出された利用者に対してアンケート形式で行った。

まず、講義において Windows と UNIX (Vine Linux) のどちらを利用しているかの問いに対しては、Windows が UNIX よりも多く使われているという結果とともに、この両者を併用する講義も行われていることが伺えた(表-1)。

続いて、Windows でどのようなアプリケーションが利用されているかの調査が行われた。その結果、依然として Word, Excel, Web の利用が多いが、PowerPoint 等のプレゼンテーションツールの利用も進んでいることが伺える(表-2)。

興味深い点としては、講義においてはプログラミング

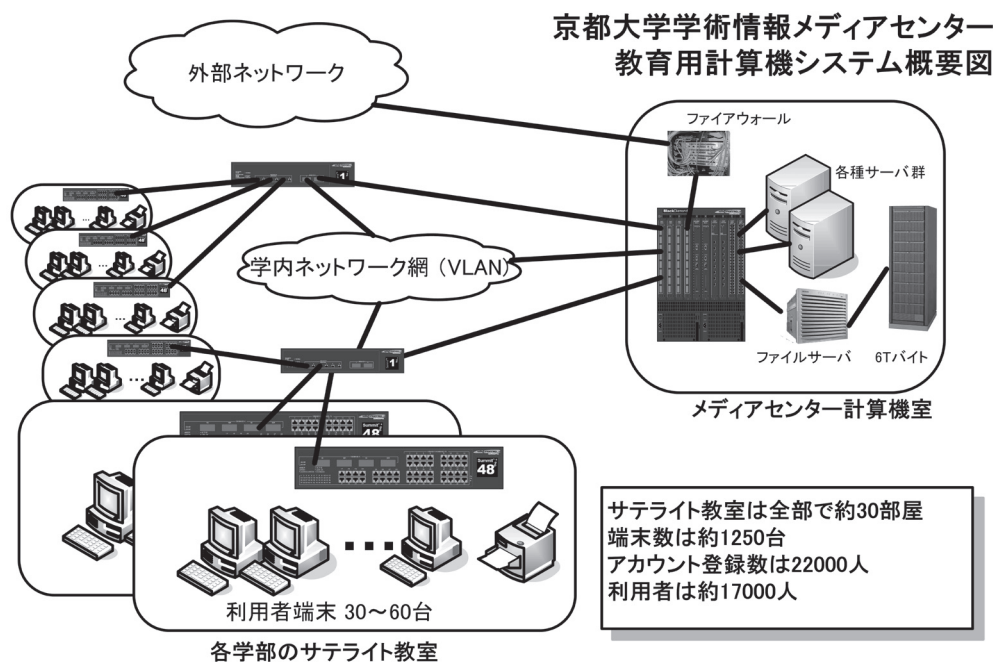


図-1 京都大学学術情報メディアセンター 教育用計算機システム構成概略図

OS	Windows	Linux	併用	指定しない
科目数	50	28	14	1

表-1 講義において利用されている OS

の教育が相当に行われているにもかかわらず、利用者の利用傾向にはその傾向が現れていない点がある。逆に一般利用のほとんどは文書作成・Webやメールの送受信(本学においてはWebメールを用いている)といった情報インフラとしての利用が中心であった。

また講義において、プログラミング教育を行うのと同程度かそれ以上にアプリケーションの利用法についての教育が行われていることも伺える結果となった。

## Windows の歴史

Windows が広く用いられるようになったのは Windows95 の発売以降であるといってもよいであろう。その当時から Windows NT Server といったサーバ用の製品を利用して、ネットワークを介して複数の端末が連携するシステムを構築することは可能ではあったが、当時の Windows の多くは独立した端末として利用されており、各端末それぞれに個人向けに設定されていた。

	院生 (理系)	院生 (文系)	教官
Word	35	41	34
Excel	30	23	35
PowerPoint	24	11	21
Access	3	0	2
Web	32	21	59
SPSS	1	5	5
Maple	1	0	8
TeX	8	2	21
プログラミング 言語処理系	9	1	40
テキストエディタ	8	0	39
その他	6	0	23
回答数	149	79	172

表-2 Windows システムで利用されているアプリケーション

時期を同じくして、利用者のニーズに応じてブラウザやアプリケーションが多種・多数開発された。それらのアプリケーションが普及しつつ改良され、その汎用性や安定性が確認されたことで、企業向けシステムとしての利用も進んだ。

そして、企業における要望に応えるかたちでアカウントの統合やファイルの共有といった機能が強化され、多数の端末や利用者を一括して管理するための機能が充実した。

このように Windows は個人向け・企業向けの環境に適するよう進化してきたが、教育用計算機システムと

して利用する上では依然としていくつかの問題が存在する。

以下の章においては、まずシステム構築の側面から見た教育用計算機システムの特徴を述べ、続いて Windows を使った教育用計算機システムを構築する際に考慮すべき代表的な問題点を紹介し、それらに対する対策手法をいくつか紹介する。

## 教育用計算機システムの特異性

さて、教育用計算機システムには企業向けのシステムとも個人向けの端末とも異なる特徴が存在する。

その特徴の1つは教育用計算機システムに対するニーズによるものである。教育現場における教育用計算機システムに対するニーズは、教員の人数・講義の科目数に比例して多様かつ多岐にわたるだけでなく、そのニーズは時間とともに変化していく。そのため、システム的设计変更の要求に対して柔軟な対応ができることが求められる。これは定型業務を主たる目的とする企業向けのシステムとは大きく異なる点である。

もう1つの特徴は利用者の行動の特異性によるものである。個人向けや企業向けの端末の場合には、利用者と端末との対応付けは通常は固定したものである。それに対して教育用計算機システムの主たる利用者である学生は、特定の端末を使い続けることは決してなく、毎回ログオンするたびに部屋やキャンパスを移動していることすら珍しくない。

教育用計算機システムを構築する上では、これらの特徴に対して適切に対処する必要がある。

## Windows によるシステム構築

Windows による教育用計算機システムはこれまでに多数構築されているが、特に大規模なシステムを構築する際に問題となるであろう点について、いくつか述べることにする。

### Windows と UNIX の共存

教育用計算機システムを設計する上では、「計算機の機構を学習するためには UNIX 環境の方が教育を行いやすい」という声と「現在広く使われている Windows の方が現実的である」という声の両方に配慮する必要がある。そのため何らかの方法により、Windows と UNIX の両環境を利用者に提供するのが一般的である。

数年前まではそれぞれの端末を独立して設置して利用者自身に選択させる手法が一般的であったが、「PC-UNIX」

の普及と「デュアルブート技術」「Virtual Machine 技術」等の進歩により、両方のシステムを1台の端末において利用することができるようになった<sup>2)</sup>。

また別の手法として利用者端末内に両環境を構築するのではなく、UNIX サーバに対して X protocol を用いて接続したり、Windows サーバに対して Terminal Service 技術を用いてリモート接続したりするといった技術も利用されている。

UNIX に求めるものが OS に附属するツール群が作りだす環境なのだということであれば、Windows 上で Cygwin を利用するという手法もこれからは興味深い。

いずれの手法においても教育用計算機システムにおいては、Windows のシステムだけを構築すればよいわけではなく、Windows と UNIX の両方を共存させるための工夫が必要となる。特に「ファイルサービスの統合」と「認証の統合」とは大きな問題となる。

### ファイルサービス

まず、学生に対してどのようなファイルサービスを提供するかを検討しなければならない。検討すべきポイントとしては、容量・信頼度・性能といったストレージに対する基本的な要件以外に、教育用計算機システムで利用する上では、ストレージ上のデータをどの程度の信頼度で守るのかという問題が重要となってくる。

さらに Windows も利用する教育用計算機システムにおいては、Windows および UNIX の両者に対してどのようにストレージサービスを提供するのかという問題に加え、多言語対応という問題も発生する。

### ファイル容量の変化

Windows を利用した環境が広まったことで、利用者の作成・利用するファイルサイズが増大している。また、メールに添付して書類を交換することが一般的になったことも、利用者の保持するファイル容量が増大する原因になっていると考えられる。

ところで、ハードディスクの大容量化と低価格化が進んでいるため、大容量のファイルサービスは比較的安価に構築できるようになってきた。しかしながら教育用計算機の特異性として、利用者数の増大と利用者あたりに提供するべきサイズの増大とをかけあわせると、ディスク容量の需要に対して供給(ないしは予算)が追いつかないのが実状であろう。

今後考えられる方向性としては、バイト単価がきわめて安くなってきている個人向けストレージ、特に Hi-Speed USB 接続の携帯型ハードディスクや携帯型半導体メモリ等をどのように活用するかが、システム構築上のカギとなってくるものと思われる。

### ファイル共有プロトコル

Windows と UNIX の両方が稼働するシステムを構築すると、どのファイル共有プロトコルを用いるかという点に問題が生じる。ネットワーク越しのファイル共有において、Windows は標準的には SMB プロトコルを利用する。これは UNIX におけるファイル共有で広く利用されている NFS と異なり、

1. ステートレスではない
2. ユーザごとの認証をサーバ上で行う必要がある
3. 数種の排他ロックがあり複雑

といった特徴がある。

また両方のプロトコルを扱う上では、NFS における UserID (整数値) と SMB におけるユーザ名 (文字列) とをどのようにして対応付けるかという問題が発生する。また、両プロトコルを扱うことができる NAS (Network Attached Storage) やその他の製品も増えているが、いずれの製品においてもこの対応付けの部分に問題点が存在することが多いので注意が必要である。

### 移動プロファイル

Windows には移動プロファイルの問題が存在する。ユーザが Windows 端末にログオンした時には、ユーザごとの設定情報やデスクトップ上のファイルといったデータが移動プロファイルとしてサーバから転送される。

個人向けや企業向けの Windows システムにおいては、一度転送されたプロファイル情報は端末側に適宜キャッシュされるため、プロファイル転送がログイン時に毎回行われるわけではない。しかし教育用システムではこの転送が毎回発生することになり、サーバに負荷がかかるといったシステム運用上の大きな問題となる。また、プロファイルとして転送されるファイルは、利用者があまり意識をしないうちに数もサイズも増える傾向にある。

この問題への対応策としては次のような方式が採られることが多い。

- 個人別プロファイルの利用を認めず、すべてのユーザに同じ設定を利用させる固定プロファイルによる方式。簡単な対策法ではあるが、利用者にとっての不便が大きい。デスクトップ上にファイルを置いたままログオフするとデータが消えてしまう。
- サーバ上で定期的にプロファイルの不要と思われる部分を削除し、プロファイルのサイズを削減する方式。
- プロファイルをクライアント側のリムーバブルメディア上に構築することで、サーバへの負荷を減らそうとする方式。

### ファイルサービスに関係する他の問題

- 多言語への対応が適切に行われていない場合には、サーバ上に想定していない名前のファイルが作成されて問題を引き起こすこともある。Windows クライアントはファイル名として想定した文字コードで扱えないものをサーバから返されると、その挙動は不安定なものとなるので注意をする必要がある。
- ファイル名の長さ、ファイルのフルパスの長さについては、クライアント上、サーバ上、バックアップシステム上のそれぞれにおいて既定の制限値以下でなければならない。Windows をクライアントとして利用する場合には GUI で操作を行うために、利用者が長いファイル名を作成することが容易であることや、プロファイルの転送中に制限を越えてしまうこともあるため、特に注意が必要である。
- Windows クライアントはプロファイルの転送中に、規定以上の時間が経過するとサーバからのデータ転送をあきらめてしまう。そのため、サーバは一定時間内に反応を返す必要がある。この際、場合によっては利用者のデータが失われることもある。

### Deployment 技法

導入時のインストール作業や設定の更新、そして NetBoot などの方式を利用するために、雛型となるハードディスクイメージから複数の端末を作成する作業は、教育用計算機システムの運用管理においてはしばしば発生する。

しかし、Windows 端末には単純にディスクイメージの複製を行っただけでは、システムとして正常に動作しなくなる問題が存在する。

Windows によるシステムにおいては、アカウントや端末は SID (Security Identifier) と呼ばれる情報を用いて識別される。特に Windows 端末が利用するファイルサーバは、一般にこの SID を元に端末やアカウントの認証を行う。そのため、利用者向けの端末を多数作成する際に、単純にディスクの複製や単一のイメージからの配布を行っただけでは、この SID 情報が重複することとなり、システム全体の整合性が保てなくなるのが原因である。

そこで、多数の端末を一斉に導入する手法はいくつかの技法が存在するが、いずれにおいてもこの SID を端末ごとに別の値に変更する作業が必要となり、これが起動時間や配信時間のネックとなる。しかし、以下にあるように、現在のところまだいずれの方式も一長一短である。

#### ● IP multicast による Deployment

特定の配信用端末から、IP multicast を利用して多数の端末に一斉にディスクイメージを配信する方式。配信後に端末の個別設定を行う必要がある。大量のデー

タを multicast で流すことになるため、一部のメーカーのスイッチングハブでは、動作が不安定になることが知られている。

- Virtual Machine を活用した Deployment

Virtual Machine 内に Windows イメージを作成し、Virtual Machine 用のディスクイメージファイルをネットワーク越しに共有、ないしは複製を行う方式。この場合 Windows は Virtual Machine 内で稼働することになるため、起動時間がかかるだけでなく、Windows のパフォーマンスも特に画面描画において低下する。

- NetBoot 方式

Windows 端末そのものをネットワークブートにより動作させる方式。端末側にはディスクを持たないため管理コストを下げることができるが、端末が稼働している間はネットワーク越しにディスクアクセスを行うため、ネットワークとディスクイメージを提供するサーバへの負荷が大きい。

## 認証ディレクトリの統合

Windows と UNIX の共存することの多い教育用計算機システムにおいては、それぞれの認証ディレクトリの統合がしばしば問題となる。認証の統合には大きく2つの方式がある。

### 独立した複数の認証ディレクトリによる方式

複数の認証ディレクトリを用意し、そのそれぞれのユーザ登録やパスワード変更等の処理を行う際に、必ず両者に対して更新をかけることでディレクトリ間の同期を維持しようとする手法である。

この方式では、それぞれのディレクトリへ反映させるまでに遅延がある場合、一時的にはあるがディレクトリ間に不整合が生じるという問題がある。

### 単一の認証ディレクトリによる方式

Windows の認証方式を変更したり、認証ライブラリを置換したりする手法により、UNIX 側の単一のディレクトリないしはメタディレクトリを参照して Windows クライアントの認証を行う手法である。

この手法には以下のようにいくつかのバリエーションが存在する。

- Netware<sup>3)</sup>・TAS<sup>4)</sup> といったパッケージを各種クライアントにそれぞれ導入し、各パッケージが作成するメタディレクトリを用いて認証を行う。
- Kerberos<sup>5)</sup> サーバないしは Samba<sup>6)</sup> と LDAP を用いて、Active Directory と同等の認証ディレクトリを作成

する。

- Windows Server に Service for UNIX<sup>7)</sup> を導入し、UNIX 系端末は Windows Server を NIS サーバとして利用する。
- Windows 端末に NISgina<sup>8)</sup> や CO-GINA<sup>9)</sup> といった独自の GINA を導入して、クライアントの用いる認証方式を変更する

## 現状の総括と今後の展開

すでに述べたように、個人環境から企業環境へと対応を進めてきた Windows だが、教育用の環境への対応はこれまでは遅れたものとなっていた。しかし Windows とオープンソースシステムとの連携を行うためのツールが開発されノウハウが蓄積されたことや、Virtual Machine 技術が普及したことにより、現在は教育用計算機システムの構築において多様な構築技法が検討できるようになった。また、今後はオープンソースによるシステムとの連携や、多言語への対応という面も重要となってくるのであろう。

さらに、初等・中等教育における教科「情報」の開始により、高等教育における情報処理教育に求められる内容は大幅な変更を迫られている。

このように情報処理教育用システムに対する要求は変化を続けているが、今後、情報処理教育用のシステムを構築する上で、Windows と非 Windows のどちらがこの流れに柔軟に対応していくのか興味の絶えないところである。

### 参考文献

- 1) 丸山 伸, 北村俊明, 藤井康雄, 中村順一: 5年間使えるシステム作り, 分散システム/インターネット運用技術シンポジウム 2002 論文集, pp.69-74 (Jan. 2002).
- 2) 丸山 伸, 最田健一, 小塚真啓, 石橋由子, 池田 心, 森 幹彦, 喜多一: Virtual Machine を活用した教育用計算機システムの構築技術と考察, 分散システム/インターネット運用技術シンポジウム 2004 論文集, pp.79-84 (Jan. 2004).

### 文中で紹介したソフトウェアや商用製品, ノウハウ

- 3) Netware: <http://www.novell.com/ja-jp/products/netware/>
- 4) TAS: <http://www.lsilogicstorage.com/products/tas.html>
- 5) Kerberos サーバを用いて Windows 端末の認証を行う方法, <http://www.monyo.com/technical/windows/kerberos2.html>
- 6) Samba: <http://www.samba.org/>
- 7) Service for UNIX: <http://www.microsoft.com/japan/windows/sfu/>
- 8) NISgina: <http://www.plainjoe.org/nisgina/bauer.html>
- 9) CO-GINA: <http://www.co-conv.jp/product/co-gina/>

(平成 16 年 2 月 13 日受付)

