

教育用基盤としての情報システム

岡部成玄, 山本裕一[†]

北海道大学では、2000年3月、教育用コンピュータシステムを更新した。1254台のWindows98パソコンを有し、これらは札幌と函館の両キャンパスの全学部に分散配置されている。本稿では、教育用情報システムの役割とこの大規模なシステムの運用管理について報告する。

Campus-wide Information and Communication System for Education

Shigeto Okabe, Yuichi Yamamoto[†]

The educational computer system of Hokkaido University has been replaced in March 2000. The system has 1254 Windows98 PCs which are distributed over many classrooms of all Faculties in two campuses of Sapporo and Hakodate. We discuss roles of an information and communication system for education and the maintenance of the large-scale system.

1 はじめに

北海道大学は、教育用情報システムを拡充し、情報メディアの活用による教育内容の改革及び教育方法の改善を進めるべく、1999年4月に、およそ20年前に設置された情報処理教育センターを情報メディア教育研究総合センター(以下、センターと略す)として整備高度化し、2000年3月に教育用コンピュータシステムを更新した。

本稿は、教育の情報化が重要政策課題とされ、コンピュータ等情報通信システムが教育基盤として整備されてきている中で、どのようにシステムを設計し、運用管理しているかについて報告する。とくに、1254台という多数のWindows98パソコンをクライアントコンピュータとする、ネットワークによって接続された分散型システムを採用しており、

管理運用の問題点とこれを解決するために採用した方法について紹介する。

2. 教育用サイバースペース

20年前においても、高等教育における情報教育の実施が政策課題とされ、情報処理教育センターが設立されたわけであるが、当時の情報教育は、プログラマーの養成といった産業界からの要請もあり、プログラミング教育を中心とする専門的教育の色彩が濃かった。

情報教育に使用された教育用コンピュータシステムは、当初は、大型汎用計算機を中心とする集中型であったが、廉価なパソコンの普及により、ネットワークによって接続されたサーバクライアントの分散型に変わってきた。手元に、情報処理教育センターの設立時、簡単なプログラムで5000桁の円周率を求めた結果がある。大型汎用計算機で約200秒要しているが、これを、ペンティアムIII(500MHz)のパソコンで処理すると約1秒であ

[†]北海道大学情報メディア教育研究総合センター
Center for Information and Multimedia Studies, Hokkaido University
okabe@ec.hokudai.ac.jp

る。設置台数(1台の大型汎用計算機と1254台のパソコン)を考慮すると、北海道大学の教育用コンピュータシステムの総CPU能力は、この20年間で約20万倍になったことを意味する。

インターネットは、この大きな量的変化を背景に、計算機システムを情報通信・情報メディアシステムへと質的に変化させた。大学における教育用コンピュータシステムの位置付けも大きく変わり、教育用基盤としての役割が求められている。教育用ユーザーに対し、いつでもどこでも必要な情報にアクセスできる利用環境—ユーザー指向型の教育用サイバースペースを提供することである。教育用ユーザーは特定多数(北海道大学の場合、約2万名)である。このサイバースペースの地理的空間は、学内部分に限っても、広い(北海道大学の場合、札幌と函館の二つキャンパスからなる)。また、情報及び情報を媒介するメディア、とくにソフトウェアの変化に対する柔軟な対応が求められる。

システムの更新にあたり、学内でソフトウェアに関するアンケート調査を行い、これを参考に導入する応用ソフトウェアを決定したが、医薬系の応用ソフトウェアが増えている。実際、学生当たりのコンピュータ利用数を見ると、医薬系、理工系、文系の順であり、医薬系の利用が多い。具体的には、Webブラウザ、Office、プログラミング言語(C、C++、Java、Fortran)のほか応用ソフトウェアとして、CAD(VectorWorks)、数値処理(Maple、Mathcad、MATLAB、Mathematica)、統計学(SAS、Statview、TSP、SHAZAM)、地理学(Grass)、生化学(ChemOffice、WinMOPAC、ProteinAdviser)、論理学(Tarski's World)、画像・グラフ(WindowsDraw、NIH image、KaleidaGraph)、音声処理(CoolEdit)等である。また、英和、和英、仏和、独和、広辞苑の各辞書をネットワーク上で提供している。UNIX対応のソフトウェアもあるが、Windows対応のものが多い。

クライアントコンピュータとしてWindows98を採用した一つの理由である。Windows対応のソフトウェアの一部は、フローティングライセンスサーバーでライセンス管理をしている。Windows98パソコン上のこの多数のソフトウェアをどう更新するかが、管理運用上、大きな問題である。

インターネットは教育に新しい可能性を開いた。¹⁾ 文部省の大学審議会においても、2000年6月に、これまでの規制を緩和し、インターネットを活用した授業を単位習得可能とする方向での見直しが適当といった報告を行っている。実際、多くの大学でインターネットを利用した国内外での協調学習の試みがなされており、私たちも、台湾及び韓国の大学との英語教育の共同授業を試行している。²⁾ 教育用サイバースペースでは、VODあるいはライブでの教育に耐えうる画質・音質の双方向通信が可能でなければならない。

3. システムと運用管理

3.1 システム構成

教育用サイバースペースへの入り口はクライアントコンピュータであり、ユーザーは、これを通してシステムを見ている。

「どこでも利用できる」に応え、1254台のクライアントコンピュータであるWindows98パソコンを、医療技術短期大学部を含む全学部(全体で53の教室)に広く分散配置した。クライアントコンピュータの利用時、ユーザー認証を行うが、ユーザー管理を一元化し、どこでも区別なく利用可能とした。ライセンスの関係で、特定の設置場所でのみ利用可能なソフトウェアがあるが、クライアントコンピュータの操作性を可能な限り同一とするようにデザインした。利用時のユーザー関連情報をRAMディスク(32MB)に保存するなど(クライアントコンピュータは利用終了時、強制的にリポートされる)、メール等におけるユーザー情報設定をパスワードを除き、自動的に行うようにするとともに、個人情報

報の流失防止に努めた。

「いつでも利用できる」に比べ、サーバーは原則24時間稼働している。センターは、平日は21時まで、土日は13時から19時まで開館している。各学部に分散配置したクライアントコンピュータの利用は、各学部の判断に委ねており、24時間利用も可能である。盗難防止は、ケーブル、本体それぞれを鍵で固定する方式を採用した。

コンピュータプレゼンテーションを利用することが目的の利用も増えると考えられ、省スペースでノート等が置け、先生と学生が、お互いに顔の見える液晶一体型(転倒防止対策付)を採用した。200名を超える多人数授業が行われる教室には液晶プロジェクタを設置した。このような教室では、正面のプロジェクタとともに、各学生の手元のパソコン上でも資料を見ることができ、教育効果を高めるのに役立つ。実際、100名を超える一般の授業でも利用している。教育における情報メディア利用を推し進めるためには、少なくとも、すべての教室でコンピュータプレゼンテーションを利用できるようにすべきであろう。

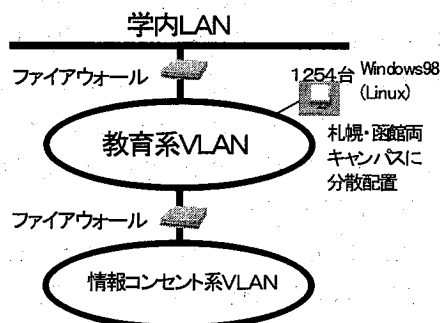
ユーザーの所有するモバイルコンピュータを接続するために、各室に情報コンセント用ハブを設置した。無線を利用する携帯機器を教育用サイバースペースにどう取り込むかは今後の課題であるが、パーソナルな利用とのすみわけはなされるであろう。

3.2 VLAN

教育用サイバースペースに対し求められることは、有資格者のユーザーが、ときとところを選ばず、容易にデジタルデータにアクセスできるとともに、これが安全に行えることである。このためには、独自のネットワークを構築することが望ましい。北海道大学の学内LAN(通称HINES)の基幹部はATMで構築されている。札幌と函館の両キャンパスの間は、民間のATM回線(20Mbps)を借用し

ている。そこで、この上に、ATMノードで設定するport-base方式のVLAN構築した。

教育用に二つのVLAN—教育系VLANと情報コンセント系VLAN—を構築した。二つのVLAN間及び教育系VLANと外部との間にはファイアウォールを設置した。Webのキャッシングは、ルータに直結したキャッシュエンジンで行っており、各クライアントコンピュータでプロキシサーバーを設定する必要はない。



教育系VLANには、1254台のクライアントコンピュータのほか、サーバーコンピュータ、プリンタなど大学が分散配置した機器が接続されている。情報コンセント系VLANは、ユーザーが持参したモバイルコンピュータを接続する情報コンセント用ハブを束ねている。教育系VLANは、接続する台数が大変多いので、ATMノードのところでサブネットワーク化している。

旧システムでは、学部ごとにサブネットワークを構築し、サーバーも各学部に分散配置し、管理していたが、VLANを構築することにより、システム及びユーザーの一元管理がより容易になった。実際、各サブネットワークにユーザー認証のためのサーバー(NISサーバー)を設置しているが、NISマスターサーバー、DNS、メール、ファイル、WWW等他のサーバーは、センターのコンピュータ室に設置しており、管理が容易である。

400名といった大人数の同時利用、100名を超えるクライアントコンピュータのX端末エミュレー

タを使ったアプリケーションサーバー(合計16CPU)への接続といった利用において、設定のミス等による不具合を別にして、NISサーバーの連携を含め、VLANは問題なく稼働している。

3.3 IPアドレスの管理

教育系VLANも情報コンセント系VLANも、IPアドレス等のネットワーク設定は、クライアントコンピュータ等に個別にはもたせず、集中管理している。このため、アドレスを管理するサーバーを、教育系VLAN内の各サブネットに1台と情報コンセント系VLANに1台設置している。教育系VLANでは、パソコンのLANコネクタをはずして持参したコンピュータに接続するIPアドレスの盗用といった不正利用を防止するために、MACアドレスと対応して固定的に割り当てている。情報コンセント系VLANでは動的に割り当てている。不正利用対策は、ファイアウォールで利用プロトコルを制限することで行っている。

MACアドレスと対応して固定的に割り当てると、故障によるLANボード等の交換時及びネットワーク接続機器の増設時にサーバーの設定が新たに必要となるが、これらの発生頻度は、かなり低く、トラブルは起きていない。

3.4 ユーザー認証

Windows98パソコンは、元来、個人利用を目的としたものである。ユーザー認証を一元管理するために、旧システムで開発された、サーバーと通信してユーザー認証を行うプログラムを使用し、クライアントコンピュータでのユーザー認証を行っている。クライアントコンピュータの電源を入れたら、ユーザー認証の画面が表示されるようになっている。(毎日、最初の利用以外は、利用終了時強制的にリブートされるため、電源が投入された状態になっている。長時間未使用であれば、モニター電源は切断される。)通常の操作では、可能な

限り、ユーザー認証の画面をスキップできないように設定している。

情報コンセント系VLANでは、不正利用の疑いが起きた時、ユーザーを特定できるよう、利用できるプロトコルを、現在、telnet, ftp, 認証付httpに限っている。これらのユーザー認証は、ファイアウォールで、NISサーバーと連携して行っている。

メールについては、外部からの直接アクセスを認めていない。外部からのアクセス用にWebmail(SSL付)を提供している。クライアントコンピュータでのメール利用は、負荷を考え、IMAPを基本としている(POPも提供している)。スプールへの負荷を軽減するために、IMAPでサーバーにアクセスした時点で、スプールにあるメールを各ユーザーの特定のディレクトリに移動・蓄積している。各ユーザーは、ファイルサーバーに、現在、最大で100MBほどのファイルを保管できる。クライアントコンピュータでのバックアップ等を考慮し、各クライアントコンピュータのフロッピーディスクを120MBのスーパーディスク対応とした。

ユーザー認証に関し運用上でよく起きる問題は、不正利用ではなく、パスワード忘れである。北海道大学では、学生証が磁気カード化されており、これを利用して、全学教育で利用される建物のコンピュータ室への出入り及びセンターの土日の出入りを管理している。パスワードを忘れた場合は、センター受付で、この磁気カードの学生証で初期化できるようにしている。

3.5 クライアントコンピュータの管理

1000台を超える多数のクライアントコンピュータを要するシステムの最大の問題は、これらの保守管理である。管理コストの削減に関しては、様々な工夫が報告されている^{3), 4)}が、管理のしやすさと利便性は相反するところがあり、教育用基盤としてどこまで提供すべきかが常に問われる。

いずれにせよ、教育用基盤としてのソフトウェアが5年間不変というわけにはいかないことは明らかである。求められていることは、

- 全利用者に対し、毎利用時、同じ利用環境を提供する。
- 必要なとき必要なソフトウェアを更新できる。
- 手作業は必要最小限とし作業を自動化する。である。

Windows98の利用環境の変化は、不正な削除やインストールといった破壊行為によっても起きるが、正当な通常の利用においても利用履歴を反映する形で起きる。同じ環境を維持するために、破壊行為を防止するとともに、変化のハードディスクへの反映を抑止する、あるいは変化した差分を把握し元に戻すといった方法がよくとられている。

特別なハードウェアあるいはソフトウェアの搭載を避け、最も単純であるがゆえに問題の少ない方法として、本システムでは、

- 毎日、朝、定刻に、Windows部分を完全に初期状態に戻す—完全初期化を行う。
- 完全初期化は時間を要する(20分程度)ので、毎利用時は、利用者情報ファイル、Windowsレジストリファイル等のみを初期状態に戻す。

という方法をとった。旧システムでは、日常的には、毎利用時の初期化のみ行い、完全初期化は、自動化が十分でなかったため、年に1、2度にとどめていた。ただ、不正利用がなければ、毎利用時の初期化で機能していたので、完全初期化は、毎日1回で十分であると考えている。完全初期化を行うならば、BIOSが破壊されるような致命的なものでない限り、当然のことながら、不正か否かを問わず利用による変化は回復される。

自動的に完全初期化を行うためには、

- クライアントコンピュータの電源を遠隔操作でON/OFFするしかけ。
- Windowsを初期化する別のOSの搭載が必要である。このためのOSとしてLinuxを採用

した。通常は、ユーザーへの一切の問い合わせなくWindows98が起動する。

Windows部分をバックアップしたファイルは、Windowsのファイルは数が膨大であるので、圧縮ドライブを使用し、圧縮ドライブファイルとしてLinux管理側のローカルに置くとともに、サーバーにも置いている。全体で約2GBである。

予め決めた時刻にクライアントコンピュータを起動させると、予め指定したサーバーにアクセスし、

- ローカルなバックアップファイルを使った初期化。
- ローカルな初期化と一部ファイル(たとえば、自動取得しているウイルスワクチンのウイルスデータ定義ファイル)のサーバーからのダウンロード。
- サーバーに置かれているバックアップファイルを使った初期化。このときは、サーバーからのダウンロード後、ローカルな初期化を行う(この場合は40分程度の時間を要する)。

のいずれを行うかを確認し実行する。実務的には、定刻に、自動的に、遠隔操作で、該当するクライアントコンピュータの電源をOFF、その後ON(要するにリブート)しているだけである。電源OFFの指示のとき、問い合わせを行うので、そのときユーザーが初期化を停止することも可能である。初期化が終了するとクライアントコンピュータの電源を切断する。初期化のスケジュールの変更は、サーバーでのスケジュール変更と遠隔操作で可能である。

サーバー上のバックアップファイルを更新することにより、クライアントコンピュータのソフトウェアの更新を自動的に行うことができる。設置場所による違いを反映することも容易である。日々完全初期化を行うので、ウイルスの蔓延の防止にも有効である。実際、ワクチンソフトの記録を見ると、フロッピーディスク及びメールやWebによる感染が記録されているが、除去に失敗した場合でも、次

の初期化後に持ち越した事例はない。Windowsは、ままハングアップする。このときは、遠隔からの電源制御ができないため初期化がなされないが、通常、ユーザーがリセットして使用しており、次の初期化がなされる。ソフトウェアのテストをするための、毎利用時の初期化を回避できるしかけを用意している。ただし、この場合も日々初期化はされる。

Linux搭載の目的は、クライアントコンピュータの管理にあるが、LinuxにPVMを搭載し、完全初期化作業同様に、遠隔操作で、指定したクライアントコンピュータ群をLinuxとして起動させ仮想並列計算を行うことも可能としている。

3.6 講義支援

北海道大学では、函館に水産学部がある。水産学部の学生は、1年半、札幌のキャンパスで学ぶ。この間、水産学部の専門的教育は、講師が札幌に来ることで行っている。学生の移行後は、札幌から講師が向出くことになる。これを軽減するために、函館－札幌間のATM-LAN上にPVC(6 Mbps)を張り、両端にMPEG2のCODECを設置するとともに、学生の映像を写すカメラ、教材提示用のパソコン及びプロジェクタを遠隔操作できるようにするなど遠隔講義の環境を整備した。

ビデオ・オン・デマンドシステム(IPTV, RealSystem, Streamworksの各サーバー)を設置するとともに、補習用に講義映像と資料をアーカイブし、SMIL方式で閲覧できる環境を整備している。

4. おわりに

本稿では、ユーザー指向型の教育用サイバースペース－教育用情報基盤として、標準的インターネット&コンピュータ利用環境での各種応用ソフトウェアの利用を重視した多数のWindows98パソコンを有するシステムとその管理について報告した。

北海道大学では、来年度から、コンピュータ利用を伴う教育を現行の2単位から4単位にし、4月から、全新生生に対し開講する。操作に習熟させるリテラシ教育から新たな段階に入りつつある。

教育の情報化において、支援・相談体制の整備が不可欠であり、学生の活用も積極的に考えるべきである。学生が支援・相談の中で学ぶことは情報に限ったことではないが、初等中等教育において情報教育が必修科目として新たな段階に入った現在、教育における情報メディアの活用とともに、支援・相談の中で学ぶことを教育に取り入れるよい機会であると考ええる。

参考文献

- 1) 大川恵子, 伊集院百合, 村井純: School of Internet-インターネット上での「インターネット学科」の構築, 情報処理学会論文誌 Vol40, pp.3801-3809(1999).
- 2) Y.Nishihori, S.Okabe, Y.Yamamoto and D.Kurosaki: Chat'n'Debate computer supported collaboration in language learning, International ICSC Congress on Intelligent Systems & Applications (ISA'2000).
- 3) 吉岡顕, 田中哲朗, 安東孝二: 低TCOを目指した大規模教育用システムの設計, 情報処理学会分散システム/インターネット運用技術シンポジウム2000.
- 4) 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, pp.3198-3207(2000).