

東京大学における教育用計算機システムの設計と運用

東京大学情報システム本部 安東 孝二

<chutzpah@adm.u-tokyo.ac.jp>

1. はじめに

2003年9月24日に東京大学の教育用計算機システムが落札された。翌25日より新聞、各種 Web サイトで大きく報道され、「東大がマック」というキーワードだけが一人歩きした。さまざまな方面から注目を浴びいろいろな方からご意見を頂いたが、やはり東京大学の実情を理解して頂けないと本当の意味は分からない。ここでもう一度、東京大学教育用計算機システム ECCS(Educational Campuswide Computing System)2004 を振り返り、その総括を行う。

2. 教育用計算機システム(ECCS)



ECCS2004 自習室の様子

教育用計算機システムは新入生が必ず一度は使う計算機システムである。東京大学の学生は入学時に専門が決まっていない。駒場キャンパスにある教養学部前期課程の理科Ⅰ～Ⅲ類および文科Ⅰ～Ⅲ類に所属し、この科類と第二外国語の選択によって「語学クラス」という単位に分けられる。2年目の秋に本人の希望と1, 2年生時の成績をもとに進学振り分け（通称、進振り）が行われ後期

の専門課程へと進む。そのため、1, 2年生の間は上記の語学クラスやサークル活動以外では、非常に大きな集団の中で極めて anonymous な状態で学生生活を送る。そんな中、基本的に居場所がない彼らの大事な勉強場所は図書館と計算機室である。駒場キャンパスにおける ECCS の利用率はすこぶる高く、席取りがトラブルとなり騒ぎが発生することもある。また、「情報」科目が必修科目となっているため全ての学生は嫌でも一度は ECCS を利用することとなる。

専門課程（主に本郷キャンパス）に進学後は、一部の部局で別に用意された計算機環境を利用する学生もいる反面、ECCS も平行して利用する学生が多い。各部局が計算機管理のコストを嫌い、ECCS へ頼っている向きもある。常に up to date な環境を用意し続けることは各部局にとって大きな負担となるからだ。特に文化系の部局ではその傾向が強いため、文化系の学生の勉強・研究の場所である図書館設置の端末へユーザが集中する。

大雑把に言うと、ECCS は駒場キャンパスの前期課程学生への必修教育のプラットフォームとしての役割が6割程かと思う。実際のユースの多くが前期課程学生によるものであるが、とはいえ大学全体の情報基盤としての役割も担うシステムとなっており、その機能に大きな期待を寄せられている。学生（大学院生も含む）にはアカウントが事前に用意される上、ほとんどの大学構成員がリクエストすればアカウントを取得できる。アカウント発行数は3万に上り、アカウント情報の維持だけでも大変な作業となる。

3. ECCS に必要な機能

東京大学情報基盤センターは職員数からしても全国の大学でも最も恵まれていると思う。しかし、ECCS を担

当する係はその一部でしかなく状況は惨憺たるものである。多くを非常勤職員で補い、学生アルバイト（システム相談員）の力を借りてなんとか運営出来ている状態だ。欧米の大学と比べると特に人的リソースにおいて格段の開きがある。そのような状況のもとでも ECCS には、先に述べた前期教育のための情報基盤としての役割と、大学構成員全体の情報基盤としての役割の二つが同時に求められる。利用者にとっても既に ECCS はなくてはならないシステムとなっており不用意に停止することは許されず、我々はユーザーサービスの最前線に立たされている。1998 年には駒場キャンパスに「計算機を速くしろ」という旨の横断幕が学生団体によって張られたことがあるが、それだけ ECCS の機能向上と安定稼働は学生にとって切実な問題なのだ。管理者の数が少なくても工夫によってシステムを出来るだけ安定稼働させられることが、ECCS にとって最も求められる機能だと言える。

4. ECCS1999 の反省と ECCS2004 の設計

システム導入年	1995 年	1999 年	2004 年
システム概要	Xterminal SunWS 特殊 PC	NC Sun Server Windows Server	iMac Xserve Windows Server Netboot Windows
コンセプト		NC 端末への統一 ファイルサーバの導入 TCO 削減を目指す	デスクトップ サービスの 充実を目指す

ECCS の沿革

ECCS1999(1999 年運用開始のシステム)では、NC(Network Computer)を中心としたシステムを設計・運用した。以前より UNIX 系の端末には X 端末を多く利用してきたが、PC に比した X 端末の運用コストの低さは格別だった。元祖 ThinClient とも言うべき X 端末に倣いながらも、少しでもユーザフレンドリな環境を求めた結果が NC だった。しかしながら、Microsoft Windows の圧倒的なシェアのもとでは、ユーザフレンドリ＝自宅にある PC と同じ環境と受け取られる。ECCS の第一義的な役割は前期教育のための情報基盤としての役割であるが、全学の情報基盤としての役割もそれと同じくらい大きい。そのため、

ECCS1999 でも NC から Windows ターミナルサーバが利用できるようになっていた。しかし、これもユーザからすれば自宅の PC とは違うということになる。ECCS1999 稼働初日に、Windows ターミナルサーバを納入した NEC の SE に学生がした最初の質問は「僕のポスpegが動きません」だった。期待しているのは「自宅と同じ Windows」なのだ。その心は、努力しないでも、勉強しないでも使えるユーザフレンドリさが欲しいということである。

一方、我々が大学のシステムで利用する際の Microsoft Windows の最大の問題点は運用コストの高さにある。運用コストを下げるための努力もしてきたがプロプラエタリな Windows に対する努力には限界がある。ましてやライセンス問題には手も足も出ない。しかし、ユーザからの要求は大きい。この問題で頭を悩ませている大学は多いはずである。特にシステムが大規模になった場合、問題はさらに大きくなる。1,000 台を超える端末を有するシステムでの利用は、所詮コンシューマ向け OS である Windows は不得意な分野である。カタログに書いてあるようにうまくはいかない。

ECCS2004 の設計を前に、時期が早すぎたのか NC や netPC が世の中に普及することなく世の中から消えてしまった。そのため、Windows の運用コスト改善のため調査・研究をしてきたのが、当時 VenturCom 社（後に Ardence 社と社名変更した後、Citrix 社が買収）が持っていた Windows の netboot システムである。X 端末を製造販売していた高岳製作所から独立したミントウェーブ社と共に試行錯誤を繰り返し、まずまずの製品(VID)になったため ECCS2004 の端末候補として後ろ向きな最右翼だった。しかし、netboot にしたところで Windows 特有の技術的問題が解決するわけではなかった。

そんな中、「ユーザフレンドリ」というキーワードと共に新たな選択肢として浮上したのがアップル社の MacOS X が稼働する iMac だ。

私自身はアップル社の製品はしばらく使ったことがなかった。印象としては、ユーザフレンドリであるが、一般に CPU が遅く、時々爆弾マークが出てくる、全く異次

元の環境としてしか見ていなかった。教育用計算機システムとしては小規模に小中学校で使うことはあっても、日本の大学の計算機システムのように大規模に利用することはないだろうと踏んでいた。そもそもアップル社の計算機でプログラミングをしたこともなかった。計算機ではなくツールとしての体験しなかったのだ。しかし、考えてみれば、そもそもツールとしての計算機の使い方こそ現在の計算機の使い方であり、使いやすくなければその価値は低い。(そういう意味では計算機という表現も既に時代に合わない。電卓じゃあるまいし。) 幸運なことに、私がしばらく使っていない間に、MacOSはUNIXベースとなり過去のいわゆるクラシックなMacOSとは大きく変わっていた。MacOS Xはトラディショナルなプログラミング教育環境としてはUNIXの顔を見せてくれるし、ツールとして使う時は従来のユーザフレンドリさを見せてくれる、まさに教育用計算機システムにうってつけのOSになっていた。

MacOS Xは安定していた。しかも、そのコアはオープンソースになっている。私自身はiBook G4を入手してMacOS X(10.2)を使ってみた。当時、基本設計をしていた教員4名がそれぞれMacOS Xを評価し、それぞれに手応えを感じていた。オープンソースのソフトウェアとの親和性が高く、Windowsと違い困ったときになんとか努力する余地があることを敏感に感じ取ったからだ。また、従来からの継続性を考慮しても、Xが動きオフィススイートが動くことで基本的な要求も満たしていた。

価格も含めた検討の結果、ECCS2004では、netbootのWindowsとnetbootのMacOS Xのどちらも提案可能な仕様書を作成することとなった。入札の結果、MacOS Xの稼働するiMac中心のシステムとなったことはご承知の通りである。落札後は落札業者であるNECと、インテグレータとして参加したキヤノン、そしてもちろんアップルコンピュータ社を交えて運用開始に向けて問題解決に当たった。ここでもUNIXベースであることで、我々がアップル本社に対して的確な指摘が出来たことが成功に繋がった。なにせ前例がないことは大きな苦勞を伴う。アップル社も例外ではなく、最初はカタログ通りには動かなかったのだ。その証拠に目論見通りにnetbootが出来た

のは運用開始の数日前だった。しかし、評価すべきはアップル本社が東大でのfixをきちんとメインストリームへマージしたことだ。そのおかげで、ECCSへの導入以降は、比較的大規模なシステムでもだれがどこでやってもきちんとMacはnetbootで動くはずだ。これがWindowsだったらどうなったかは想像に難くない。

5. ECCS2004の反省

ECCS2004はおそらくECCSの歴史の中で最もうまく稼働し、ユーザの満足度の高いシステムとなったと自負している。プリンタをプリペイドカード方式にするなど大きな改革も同時に行ったが、従来の機能を維持しつつ、全体としてはユーザ(学生)の変化にうまく対応できたのではないと思う。MacOS Xの直感的に使えるインターフェイスのおかげで、努力しないでもとりあえず何とか使えるのではないと思う。

見事に稼働しているシステムであるが、問題が残らなかったわけでもない。以下に二つの問題点を挙げる。

• disk quota問題

どんなシステムでも問題になるのがファイルシステムのquotaの問題である。大規模なシステムではファイルサーバでユーザのファイルをまとめて管理することが多いが、複数のOSが稼働するシステムでシームレスに稼働するリモートファイルシステムとそのdisk quotaシステムは皆無に等しい。また、各OSによりquotaの概念や実装も異なるので、結果としてover disk quota時の各OSの振る舞いが、ローカルディスクでのover disk quotaの場合と違う。突然ログインできなくなるなど、ユーザにとってはシステムの不可解な挙動に映る。ECCS2004の運用において、ユーザトラブルの大半がこの問題であった。この問題の解決法についてはよい解決法が見つかっていない。

• netbootのscalability

MacOS Xを使ってnetbootシステムを作る際に大事な

のは、一台のブートサーバで起動できるクライアント数(server-client ratio)の選び方である。本来は、運用の観点から選ぶだけの自由度が欲しいが、MacOS X とアップル社のハードウェアでは、導入当時大きな数字は期待できず1サーバあたり 25 台見当で設計せざるを得なかった。UNIX の観点からするとこの倍は行ってもおかしくはないが、ネットワーク性能の低さと `ftp` の実装が古かったこと（ファイル転送時のブロックサイズ）が大きな原因だった。特に `ftp` はブート時間の多くを占めるが、当時 iMac が採用していた Open Firmware での実装が関連していたため改善出来なかった。なお、現在の iMac は Intel CPU の採用に伴い EFI(Extensible Firmware Interface)を採用したため、この問題が解決されているため、かなりの性能の向上が期待できる。

6. 今後の教育用計算機システムを考える

ECCS の第一義的な役割である前期教育のための情報基盤としての役目は今後も変わらないだろう。前期教育だけでなく後期の専門課程においても、「教育のためのシステム」という意味での期待は大きくなっている。しかし、ハードウェアだけでは対応できない部分も多く、今後の教育用計算機システム自身のあり方を考え直す時期だと思われる。日本の国立大学（法人）でそれが可能かどうかすこし悲観的ではあるが、ユーザの視点に立った教育サービスを考えるためには、計算機屋ではない専門家の参画が必須だと思う。計算機屋だけにやらせていてはいけない。

一方、全学の情報基盤のシステムとして、現在のような仕組みがずっと求められるかについても疑問が残る。現在は教育用であるべき計算機システムを使い回しているに過ぎない。限られた予算の中で、物理的なデスクトップのサービスがどこまで必要なか、これももう一度考え直す時期であろう。学内ASPとしての役割の中で従来型の教育用計算機システムはもはやメインストリームではないと思う。計算機屋、サーバ屋、ネットワーク屋が力を合わせて学生、教育者、研究者のアクティビティを効率よく支援する体制を作らなければ、いわゆる計算

機センターは捨てられるに違いない。

7. おわりに

ECCS1999を設計していたとき、先人の知恵を学ぶためアメリカの大学や企業の計算機システムを現地へ赴き調べたことがある。結論として、直接的にはほとんど参考にならなかったが、逆に自分たちの特殊性を認識することが出来た。システムに対する要求も、システムを運用する体制も全く異なるからだ。そういう意味でも「大学における大規模教育用計算機システム」は今のところ日本固有の発展をしてきたと言ってよいだろう。しかし、この一見特殊にも見える事例が世の中の役に立つ時代がやってきている。昨今、導入が相次いでいるThin Clientシステムであるが、企業システムから運用ノウハウが外部に出ないため、大学システムのノウハウが普及に一役買っている。日本型の大学の大規模教育用計算機システムは欧米以外の地域では受け入れられる可能性が高い。大阪大学を始め、全国の大学の担当者の方々にエールを送りたい。