

MITにおけるネットワーク・コンピューティング

工学部電気・情報工学科 北川 章夫

kitagawa@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

kita@mtl.mit.edu

はじめに

6月より、文部省在外研究員としてマサチューセッツ工科大学(MIT)のマイクロシステムズ・テクノロジー研究所(MTL)に滞在し、約2ヶ月が過ぎようとしています。MTLでは、主に集積回路の設計及び製造技術の研究が行われており、コンピュータチップのアーキテクチャーを研究するグループを除けば、コンピュータやネットワークそのものの研究というよりもLSI-CADやLSI製造プロセス管理への応用においてコンピュータネットワークとの関わりが強いと言えます。

ご存知のとおり、MITはその設立理念に従い、現在も工科大学を名乗っておりますが、工学の他に理学、人文社会学、経営学、医学等の学部(スクール)を持つ総合大学であり、最先端の研究を行う多数の研究所の間には強い協力体制が敷かれております。全職員数が8,000人程で、その内教官が約1,000人と聞いております。さらに、ティーチングアシスタントの学生が600から700人程度いるということですから、技術面および管理面からの教育、研究に対するバックアップが如何に重要視されているかが窺えます。学部生数は、約4,500人、大学院生が約5,500人ということで、大学院に重点があり、世界各国から大学院入学希望者が殺到しているということも特徴です。近年の日本の経済状況を反映してか、私のような日本の大学や企業から派遣された訪問研究者(Visiting Scientist)はかなり減少したようで、現在MTLに所属する日本人は、私一人だけという状況です。日本の民間企業の間でMITは基礎研究に強いというイメージがあり、このことも日本人研究者の減少に関係しているかもしれません。しかし、実際には、極めて具体的な応用志向を持つ研究が主流を占めており、その中から自然科学の本質に迫る研究成果が次々と生み出されているように思います。日本における、所謂基礎研究のセンスとは根本的な違いを感じます。

MITキャンパスネットワーク

MITのIDを持つ関係者は、全てMITキャンパスネットワークMITnetのユーザアカウントを取得することができます。現実問題として、MITnetのアカウントが無いと、あらゆる場面で、事務手続き等に支障を来すため、全職員、全学生、全訪問研究者がMITnetのアカウントを所持し、毎日利用しているはずで、MITnetの一般ユーザから見たMITnetのサービスとしては、後述のAthena(アシーナ)システムアカウントの発行、コンピュータルームの24時間開放、ISDNを含むダイヤルアップサービス、文献・書籍の検索と取り寄せ、各種のオンラインおよびオンサイトでのヘルプサービス、パーソナルコンピュータの環境設定やアプリケーション使用法の講習会等があります。

Athenaというのは、全MITユーザを管理するネットワークシステムの名前です。このネットワークシステムは、1983年よりMIT全体のプロジェクトとして開発が始まり、1991年より研究教育事務のためのアカデミック・コンピューティング・インフラストラクチャと銘打って正式に運用が開始されたそうです。ネットワーク上に分散

させた比較的小さな多数のサーバ機により構成されており、Andrew File System (AFS) というセキュリティ強化を施されたネットワークファイルシステムを使用しています。ワークステーション上から使用した感触としては、MIT に所属する全職員が一斉に使用しているという状態のためか、金沢大学工学部と比べると、かなり「重い！」という感じがします。各国語に対応していて、自分のユーザ環境に日本語環境を組み込むことも可能ですが、使用感はあまり快適ではなく、多くの日本人研究者は自前で購入したパーソナルコンピュータに日本語対応オペレーティングシステムを乗せて、日本語専用マシンとしてAthenaに接続しているようです。私の場合、私のオフィスにあるワークステーションに日本語フォントをインストールするという手も考えましたが、余裕の無いローカルマシンのリソースを食いつぶすという問題があったので、結局パーソナルコンピュータを購入し、日本との遣り取りやこの原稿を書くのに使用しています。各研究所のネットワーク管理者に上手く頼みこめば、使いやすい日本語環境をインストールしてくれるかもしれませんが、基本的には日本人にエコヒキしたということになるでしょう。少し話が逸れますが、多くのアメリカ人は日本語が漢字やひらがなで表記されることぐらいは知っているようで、コンピュータに漢字をどうやって入力しているのか不思議に思うようです。私は、日本語の50音やローマ字一かな漢字変換について説明するのが面倒なので、自分の名前を入力を実演して見せていますが、論理的に巧く説明できれば日本語に興味を持つアメリカ人と友達になる良い契機になるでしょう。

Athena のアカウントは、MIT の ID カードを取得すれば簡単に発行されます。Athena ユーザオフィスへ直接出向いていくか、または友人のアカウントを借りて電子メールや Web でアカウントの申請書を送ると、次の日までにはAthena システム上にアカウントが作成されます。このアカウントを利用してMITnet にアクセスすれば、電子メール、文献検索システムや Web 等の一般的ネットワークサービスが利用できる他、オフキャンパスからPPP (Point-to-Point Protocol) やARA (Appltalk Remote Access) によるダイアルアップ接続のサービスを受けることができます。さらに、高価なアプリケーションソフトウェアやMIT のコースウェアも無料で使用することができます。オンキャンパスでは、オフィス、教室、学生寮の各部屋に10BASE-T または10BATSE-5 のポートが設置されており、何時でもこれを利用してAthena システムに接続することができるようになっています。

学生の教育用には、Athena クラスタと呼ばれるワークステーション群が用意されており、有名なMIT ドームの中や各学科ビルディングのAthena クラスタルーム (コンピュータ室) に分散配置されています。学生は24時間自由にこの部屋に出入りしてワークステーション、プリンタ、スキャナ、その他の機器を自由に使用できます。但し、セキュリティ確保のため、Athena クラスタルームの入り口は暗証番号により施錠されるようになっています。

Athena システムは、事務関係の業務にも使用されており、責任者の署名が必要な場合を除けば、徹底的に事務手続きのコンピュータ化が進められているようです。私がMIT に行って数日後、MIT の ID カードオフィスへ必要書類を揃えて持っていったところ、私の受け入れ事務担当の事務官がネットワーク上のデータベースに私の情報を転送するのを忘れていたため、私は訳の分からない状況に陥り、さらに慌てた ID 発行担当事務官が早口で捲し立て、私は自分の英語力の不足を確認した次第です。その後原因が判明し、その場で顔写真の撮影をしてもらい、その画像も CCD カメラからコンピュータに取り込まれて自動的に顔写真付きのゴールド ID カードができました。しかし、本当に嬉しそうな顔をして写っている ID カードを見るたびに我ながら吹き出してしまいます。

MTLコンピュータシステム

MITnetの上には、Athenaとは独立に管理されている各研究所のネットワークが存在しています。私の受入先であるMTLでは、MTL Computer System (MTL CS)というネットワークシステムを運用しており、MTL 内部の MTL 内部のマネージメント、組織運用、クリーンルーム設備の管理、CAD サービス等に利用されています。まず、このシステムを理解し UNIX をベースとしたネットワークの利用法に精通しないと何一つ出来ないような状況になっています。MIT 大学院に留学希望の学部生や在外研究員として MIT に滞在希望の教官は、UNIX および X-Window に慣れたほうがよいと思います。もう一つの手としては、学生に全部やってもらうということが考えられますが、この場合は、俗語表現を多用する学生達のクイックな会話とセンスについていけるだけの高度な？英会話力が必要となります。

研究テーマの決まった学生達は各自のオフィスを持っており、全てのオフィスには、MTLCSクライアントのワークステーション数台と電話が設置されています。多くの学生は、器用にも電話と電子メールとコンピュータ上でのチャットを同時にこなしながら仕事をしています。当然、私にもオフィスとコンピュータを用意してくれるとのことでしたが、私は、一緒に研究する学生と同室に入りたいがために、その有り難い申し出を断ってしまいました。お陰で、私とオフィスを共有している大学院生2名は、電話がかかってくると頓珍漢なことを答え、真夜中まで帰宅もせず、たどたどしい英語で話しかけてくる変な日本人の面倒を見る破目になり大変な迷惑を被ることになったわけです。因みに、ボストン〜ケンブリッジの地下鉄は、降りる駅さえ間違えなければ、真夜中でも人がたくさん乗っていて安全です。但し、24時間営業ではないので注意が必要です。

さらに話は脱線していきますが、上記の2名を除くと、学生達は非常に恵まれた環境を自由に使い、私とオフィスを共有する学生のようなコンピュータ科学を専攻していない学生ですら、ネットワーク管理者並みの実力を持つものが多いようです。こういう学生にとってコンピュータは、最も強力な通信手段であることは確かです。しかし、私がここへ来て感心したことは、コンピュータネットワーク以外のコミュニケーション手段もフルに活用されていることです。電子メールと電話の使い分けや、廊下やエレベータの掲示板の利用、そして何よりもしょっちゅう集まっては、研究に関するプレゼンテーションや討論会を行っていることに感心しました。また、そのような使用目的の比較的小さな部屋が多数用意されています。ただ、日本で開催される国際会議で発表する予定の学生が研究グループメンバーと関連テーマの学生の前で発表練習を行った後、日本人に解り易い英語と発音についてまで議論が及んでいたのには複雑な気持ちでしたが。

MTL では、独自に開発した Computer Aided Fabrication Environment (CAFE) システムを用いて2つの主要クリーンルーム設備と LSI 製造ラインで使用される膨大な数の装置を管理しています。MTL の学外ユーザ、学生、訪問研究者は、クリーンルームの使用法と安全のためのオリエンテーションを受講し、簡単なテスト（研究所によっては非常に難しいと聞いていますが）を受けて合格するとクリーンルーム入り口のキーを兼ねた MTL の ID カードと CAFE システムにアクセスするためのアカウントが貰えます。実験装置を使いたいときは、CAFE システムの装置使用予約データベースにアクセスし装置操作トレーニング用の予約を行います。次に装置の管理担当技官または技術者に電子メールでトレーニングのアポイントを取ります。トレーニングを受けてクオリファイドユーザとして認められると、後は CAFE システムで装置を予約しては好きなだけ使えるという仕組みです。但し、学生や訪問研究者は、指導教官および研究所の技術委員会に研究計画を提示し、それがプロジェクトとして承認されてから、装置使用および消耗品調達に必要な支出用アカウントを貰うことができるようになっています。そして、装置の使用料が自分のアカウントに自動的にどんどん課金され、後で支払い責任者宛に請求書が送られるのは言うまでも

ありません。

クリーンルームでは、危険なガスや薬品が使用されるためユーザの出入りを厳しく管理する必要があります。また、埃による汚染を嫌うため、頻繁に出入りしたり、紙類を持ち込むことができません。従って、この中では、成功・失敗事例や各種実験パラメータの記録、設備の状態管理、ユーザへの通信等の手段としてコンピュータネットワークが非常に有効です。CAFE システムでは、ID カードによる部屋への出入りの情報と各装置またはブース毎に付属のネットワーク端末に入力された LSI 製造装置の運転状況から各ユーザが何処にいるのかを即座に知ることが出来るようになっており、ユーザの安全確保とコミュニケーションのためにも利用されています。

以上、半導体メーカ並みの巨大な研究施設でコンピュータネットワークを利用し、ユーザ自身による相互管理が上手く働いている例として、CAFE システムについて多少詳しく紹介しました。これについては、MIT でも研究プロジェクトの一つとして取り上げられているようで、近い将来、通常の研究施設においても一般化するものと思われます。

MIT ISによるサポート体制

UNIX によるコンピュータネットワークは、基本的には、ユーザ同士が連携しながら各ユーザのアカデミズムとボランティア精神により発展してきたシステムであると聞いております。しかし、大学全体の管理手段および通信手段として 24 時間正常に稼働させるためには、大きな労力を組織的に投入する必要があると思われます。MITnet では、MIT Information System (MIT IS) という組織によりネットワークの維持と各種サービスが行われています。実際にどれぐらいの人員を配備しているのかという正確な情報を入手することが出来なかったのですが、専任の責任者の名前をざっと数えただけでも 250 人以上いて、各責任者は数～数十名のチームを動かして各種サービスと保守を行っているようです。また、各研究所でもコンピュータ関連の研究グループメンバーからなるチームと専任の技術者数名が付き切りでネットワークの管理を行っているようです。ここまでしなければトレーニングやヘルプまでを含めたサービスを行うことは不可能だということでしょう。MIT を始め米国の大学では、学生および市民への重要なサービスとして、これを実施する価値があるものであると考えているようです。また、日本ではコンピュータ利用といえは、人員を削減するための手段のように考えられがちですが、少なくとも現在のコンピュータ技術のレベルでは、コンピュータネットワークは大量の人的資源を投入して初めて稼働させることが出来るものだということが、コンピュータの普及した米国ではよく認識されているようにも思われます。一方、金沢大学で実際にネットワークの維持とサービスに携わっているのは、私の考え違いかもしれませんが、総合情報処理センターの職員数名の方々と各学部または学科の必ずしもコンピュータの専門家ではない献身的ボランティアの若手教官数名のみではないでしょうか。保守契約している業者のエンジニアは、ネットワーク上のエンドユーザへのサービスを行いませんので人員として数えることは出来ません。日本の常識では考えられないような高い学費を取っている MIT と学費が比較的安い金沢大学の差を考慮したとしても、非常に大きな格差があると言わなければなりません。金沢大学において、一部ではありますが、コンピュータネットワークの学生への 24 時間開放が行われ、工学部全教職員に対して電子メール用アカウントが発行され日常的に利用されているというだけでも驚異的であると言えます。私は、金沢大学でも、全学生に対するアカウントの発行とコンピュータ室の開放が行えるだけの設備とスタッフについて正しく見積もる必要があると思います。

MIT IS より夏休みを利用したコンピュータ講習会のパンフレットが届きました。内容を見ると、事務、技術職員、コンピュータ関連以外の研究者、教職員、外国人を対象に、パーソナルコンピュータ (Mac, Windows NT /95) を用いたネットワーク接続のための設定や、代表的なビジネスアプリケーションソフトウェアの操作に関する 2～3 日間の実習コースが多数用意されています。入門コースとアドバンスコースに分かれており、入門コースは

無料、アドバンスコースは100～300ドル程度となっています。こうしたトレーニングが盛んに行われ、コンピュータネットワークを利用したヘルプやアドバイス等のユーザサポートを充実させることにより、MITコミュニティ全体にネットワークコンピューティングを普及させることに成功したと思われます。また、学生、職員、研究者の全員にネットワーク・コンピューティングを普及させることで、その有用性が高められているように思います。

最後に

以上、MITにおけるネットワークサービスと利用事例を中心に、KAINSユーザとしての希望を込めて好き勝手なことを書かせていただきました。私は、MITに来てみて、学生達の予想以上のパワーに驚かされました。そして、彼らには、色々な場面で食欲に自ら価値を生み出そうという姿勢が感じられます。コンピュータネットワークにおいても、日本における利用者と考え方の違いを感じました。

まとまりのない文章になりましたが、MITへの留学、共同研究、在外研究員滞在希望者およびMITライフに憧れる人の参考になれば幸いです。MITおよびMITのコンピュータネットワークサービスに関する詳細については、URL <http://web.mit.edu/> をご覧ください。

最後に、正式IDの取得にてこずっていた私のために、「コンピュータネットワークのアカウントと電話が無ければアメリカで生き残る道はない」（直訳）と言って、電話対応の指導や”もぐり”アカウント発行の交渉をはじめ、色々と便宜を計ってくれた Professor Reif グループのエナジティックな大学院生 Minghao Qi 君に謝辞を述べたいと思います。