

次世代ネットワーク「ATM-LAN」

Next-generation Network「ATM-LAN」

木村 巖 lwao Kimura

●情報システム室

1 はじめに

ビジネスのグローバル化が進んでいる。それに伴って、さまざまなシステム基盤の整備が急務となってきた。そのひとつがネットワークインフラの整備である。

ネットワークというと、大きく「社内のネットワーク（LAN）」と「国内あるいは海外に点在する工場や関連会社とを結ぶネットワーク（WAN）」に分類される。今回紹介するのは、前者の「磐田本社におけるLAN」についてであるが、情報システム室としては後者についても同時並行的に整備を進めている。

2 構築の狙い

2.1 背景

従来の基幹ネットワークに限界が見えてきたのがひとつのトリガーとなった。ビジネスのグローバル化がWANだけでなく本社内の通信をも活発にし、コンカレントエンジニアリングの発展が技術～製造間の情報を増やした。

加えてメールに代表されるコミュニケーションプロセス改革など、パソコンそのものや情報量の増加が一気にネットワークへの負荷を大きくしたのである。

将来を考えると、情報の量および質の拡大は続くだろうし、次世代にふさわしい進んだネットワーク技術が確立されつつあることが、新たな「基幹ネットワークの構築」へ踏み出させたと考えていい。

2.2 目的と狙い

構築の目的と狙いは、次の通りである。

- (1) グローバルなビジネス展開による、情報量増大への対応。
- (2) マルチメディアを活用した、各部門の業務革新に不可欠な基盤の確立。

- (3) ネットワーク障害による、利用者のビジネスチャンスの損失を最小にすること。

3 構築プロセス

3.1 構造化設計とATM採用

構築への一步は「構造化設計」から始まった。

従来の基幹LANは「FDDI(Fiber Distributed Data Interface)」というものであったが、利用増加による頻繁な支線増設で末端まで管理が行き届かず、障害発生やその対策が後手にまわることがしばしば起こった。

そこでデータの流れや、量および特性に応じた構造化、そしてそれを実現できるLAN構築をすることにしたのである。

本社を中心とした当社内を流れるデータを細かく調査分析し、構造は、新館に集中するスター型構造、採用する技術は、他のネットワーク技術より「信頼性（安定性）」、「標準化」の面で、優れていた「ATM(Asynchronous Transfer Mode)」に決めた。

3.2 設計要件の設定

目的を達成するために、設計要件を決めた。言い換えれば目標値の設定であり、製品選定や設計段階での考慮のほか、出来上がり具合を検証するのに使ってきた。

これらはサービス品質、耐障害性、障害復旧性、運用性、拡張性に優れていることが要件で、次に掲げるのは、その代表的な指標の一例である。

(1)「サービス品質－信頼性」

- ① ネットワーク停止回数は5年に1回以下であること。
- ② 幹線の停止は3分以内に回復すること。
- ③ 支線の停止は1時間以内に回復すること。

(2)「拡張性－量的な拡張性」

現状の1000倍のトラフィック（情報量）に耐えること。

10年以上先を視野に入れて目的を達成するためには、それくらい高速で巨大な基幹ネットワークが必要であると判断したのである。

3.3 その他の構築プロセス

上記に続いて、次のようなプロセスを経て完成したが、ここではその内容は割愛する。

- (1) ネットワーク業者選定（競争入札）
- (2) 設計
- (3) 工事および機器設置・設定
- (4) 検証
- (5) 支線整備
- (6) 移行作業

4 システム概要

4.1 ATMとは

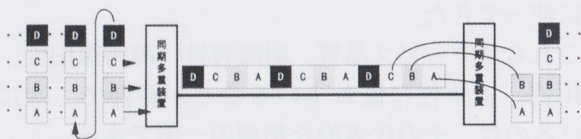
4.1.1 非同期多重方式

「非同期転送モード」と言われるこの技術は、データを53バイトの、短い固定長パケットにして「非同期多重」で転送する方式である。

非同期多重とは、送る側と受ける側で同期をとらず、53バイトのなかに宛名をもって、必要などのみ、ばらばらと送りつける方式である（図1）。これらによって、回線の占有時間を減らし、処理のオーバーヘッドを改善して、大容量データの効率よい転送を実現している。

同期多重

両側の装置で同期をとって、どのデータをどの機器に送り届けるか、把握しながら処理する。それぞれに一定時間を割当て、送るデータがなくても空データを送る。



非同期多重

データの頭宛に宛名をつけ必要な時にのみ転送。ATMでは、その単位を小さくすることにより、スピードをあげている。

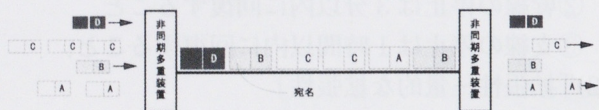


図1 同期多重と非同期多重のちがい

4.1.2 バーチャルLANとエミュレーティッドLAN

もうひとつの特徴は、図2のようにネットワークが「二重構造」になっていることである。内側の部分が、「ATMの世界」、外側が従来技術の「イーサネットの世界」である。

そして、その構造のなかで通信するために「バーチャルLAN (V-LAN)」と「エミュレーティッドLAN (E-LAN)」を設定する。

「V-LAN」には、ふたつの定義がある。

ひとつは広義な意味でのV-LANで、物理的な線や接続、あるいは場所に関係なく、仮想的に作られたLANである。そのLANは他のLANに干渉されないで、他の状況によって応答時間が遅くなったり、データを壊されたりすることがない。それが物理的な配置にとらわれずに可能であるということが大きな特徴であり、バーチャルと言われるゆえんである。

もうひとつは狭義な意味でのV-LAN、すなわち図2のように、LANスイッチの配下に作る物理的なLANである。

この物理的なLANは、イーサネットで作られるため、他の狭義のV-LANと通信したり、結びついてひとつの広義のV-LANを形成しようとするときには、「ATMの世界」を通るために、イーサネットからATMに変換されなければならない。ATMに変換されることを「エミュレート」と言い、そうしてできたLANが「E-LAN」である。ちなみに変換する仕事は「LANスイッチ」が行なう。

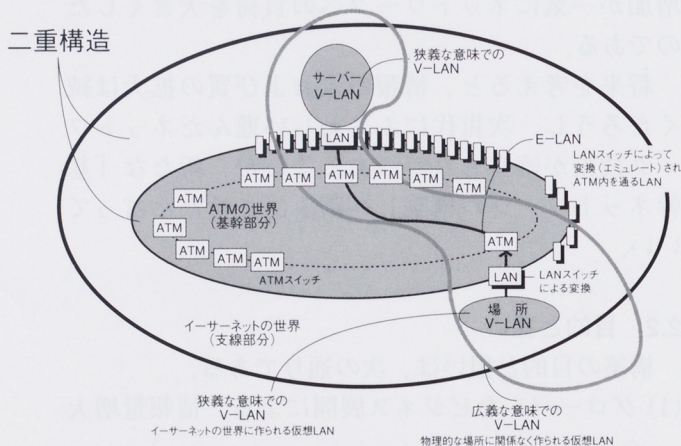


図2 バーチャルLAN (V-LAN) とエミュレーティッドLAN (E-LAN)

4.1.3 道路より広場の感覚

こうして作られたATM-LANは、データを通す道路というより「データを通す広場」という概念に近い。

従来から当社の基幹LANであったFDDIは、図3のようにまさしく1本の高速道路で、ここに多くの一般道路が乗り入れている。だから入口が混んだり道路が混んだりすると渋滞をおこす。

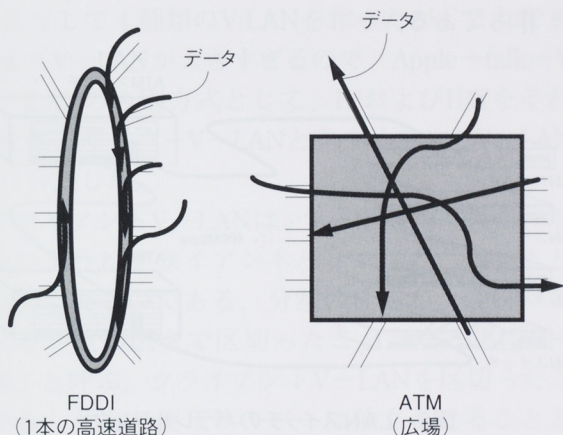


図3 道路と広場

ATMでは、目的地に行くのに広場を通っていく。その広場は巨大であり、高速で悠々と行ける。どのスペースを通るかは決まっていない。広場全体が道路である。

一概に両者のスピードを比較するのはむずかしいが、FDDIは100メガビット秒(Mbps)の高速道路、今回作った当社のATM-LANは、125,000メガビット秒の高速広場といったところだろうか。1000倍以上を目指して作った。

このようなATMの性格から、物理的にどう機器を配置し、線をつなぐかという「物理構造設計」のほかに、どういう単位でグループ化しV-LANにしていくなかという「論理構造設計」も必要となる。これらについては次に述べる。

4.2 物理構造

4.2.1 主な機器は2種類のスイッチと光ケーブル

中心部に高速な転送機能をもつ「ATMスイッチ」を配置し、このスイッチ間を622Mbpsの光ケーブルで接続。その外側に「LANスイッチ」を置き、ATMスイッチと155Mbpsの光ケーブルで結ぶ（図4）。

LANスイッチは従来の支線と繋がれ、イーサネットとATMを橋渡しする形となる。

光ケーブルはいずれも12芯である。2芯で1回線となるため、複数回線を確保するほか、将来の拡張に備えた余裕線となっている。

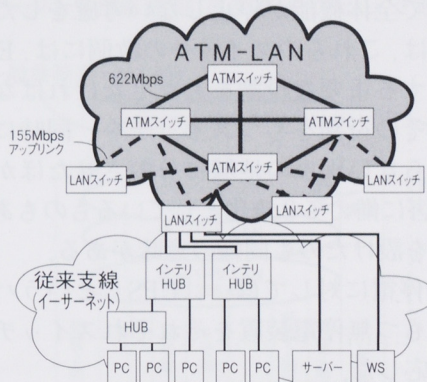


図4 基本構造

4.2.2 当社の物理構造・全体図

全体図は図5の通りである。この図は、超高速部分（622Mbpsの世界）のATMスイッチの配置と、そのケーブルの配線だけを図示している。LANスイッチの配置とその配線は、複雑なため記載できない。

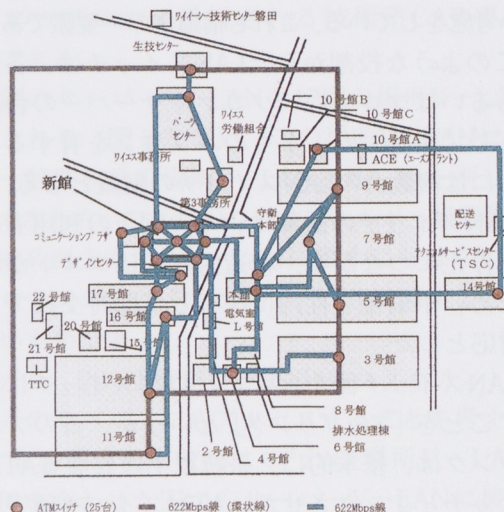


図5 物理構造・全体図

特徴を要約すると次のようになる。

- (1) 磐田本社内には36の建物があるが、その主な18の建物に、全部で25個のATMスイッチを配置した。
- (2) 新館集中のスター型を基本としたため、配線も新館に集まってくる形とし、それに伴ってATMスイッチも新館には7個を設置した。
- (3) スイッチ間は必ず2系統以上の経路を確保し、スイッチが故障しても経路がなくならないようにしてある。
- (4) またこの地域では、年に2回程度、1日の計画停電があることがわかっているため、一部地域の停電で全体機能が停止しない考慮をした。具体的には、これらのスイッチの数個には、E-LANを制御する重要な役割をもたせなければならないが、その役割をもつスイッチを、同時には停電にならない別々の地域に分散させたほか、万一の障害に備えて3重化としているものもある。環状線を設けたのも同様の意味がある。
- (5) 瞬時の停電に対しては、「UPS」というバッテリーをもつ無停電装置をそれぞれスイッチにつけて対応した。

4.2.3 LANスイッチの配置

LANスイッチの配置や機能などは、次の通りである。

- (1) LANスイッチは複数のポートを持ち、図4のように、そこからでる線（TPケーブル）にHUBを介して複数台のパソコンやサーバーを接続する。1ポートに接続するパソコンやサーバーは、その特性に応じて台数を制限し、過負荷にならない考慮をしている。これも構造化の一要素である。
- (2) このような役割から、LANスイッチは、各建物あるいはフロアのパソコンやサーバーの台数に応じて設置した。多くのパソコンを有するところには複数台のLANスイッチの配置となる。
- (3) LANスイッチの故障は、その配下の利用者の業務停止につながる。構造的対応はコストが大きい。ため、予備機を社内に保有して即時交換できる対応とした。
- (4) LANスイッチ側から見て、ATMスイッチにつなぐことを「アップリンク」というが、このアップリンクは、基本的に2系統以上の異なるATMスイッチとリンクさせた。ATMスイッチ障害対策である（図4）。

- (5) 複数台のLANスイッチを一ヶ所に配置する場合は、「パラレルリンク」と言われる接続方式を用いた（図6）。この方式では、LANスイッチ間を400Mbpsで接続することにより、同じフロアのパソコン同士の通信を高速化したり、アップリンクのトラフィックを軽減したりしている。原理的にはネットワーク上におけるループは許されないで、「スパニングツリープロトコル」という技法で障害発生時に自動切替するように作ってある。

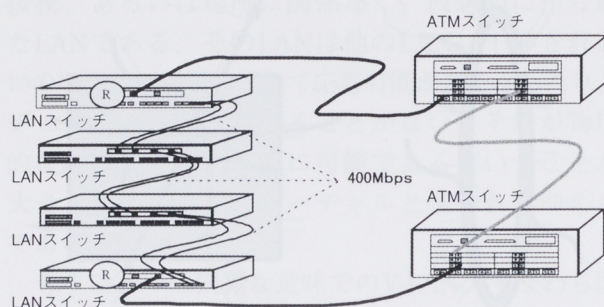


図6 LANスイッチのパラレルリンク

4.3 論理構造

V-LANとE-LANの構造であるが、ここではV-LANについて述べ、E-LANは省略する。

4.3.1 プロトコルの整理

プロトコルとは、通信をおこなうために必要な「約束事」のことである。したがって、約束事が違うと話が合わないがごとく、異なるプロトコル間では通信ができない。

当社にはさまざまなプロトコルが存在する。ATM-LANでは、それらをすべてV-LAN化して対応することができるが、このことはネットワークシステムをより複雑にし、効率を下げ、障害を引き起こすもとを作る。そうした弊害を避けるため、今回はできるだけプロトコルの種類を絞り込んだ。たとえば、メーカー独自のプロトコルであるHNA、SNA、DINA、DECnetを廃止の方向と決め、今回の基幹ネットワークには入れないこととした。少数派でしかもローカルであったからである。

しかし標準的なIPのほかに、メール系のIPXや、マッキントッシュパソコン系のApple-talkは含めざるを得ないこととなった。その分システムや運用が複雑になっている。

4.3.2 V-LANの構造

次のような構造とした。

- (1) プロトコルの種類でIP, IPX, およびApple-talkに大別した。
- (2) IPをさらに「一般業務用」と技術系の「ESPRi用」に分割した。IPの中にいるESPRiが比較的数据が大きいことが事前の調査で分かっていた。そのことで業務系アプリケーションに影響を与えないように配慮したのである。
- (3) こうして4種類のV-LANを作ったが、これでもまだV-LANが大きすぎるので、Apple-talk-V-LANのみ別方式として、IPおよびIPXをそれぞれ、サーバーV-LANとクライアントV-LANに分割した。

クライアントV-LANは、V-LAN内が過密にならないようにクライアントパソコンの台数をもとに分割したものである。分割の仕方が、建物やフロアを一定の広さで区切ったことから「場所V-LAN」と呼ぶ。クライアントV-LANを区切ったことから、共有で使うサーバーは独立させることとした。

今の状況ではサーバーV-LANも、場所V-LANのひとつと言えないことはない。サーバーが同じ場所、つまりマシン室に置かれているからである。しかし、考え方の上では場所にとらわれずにまとめることが可能だし、クライアントV-LANとの接点の持ち方から場所V-LANとは区別して考える。まとめると図7ようになる。

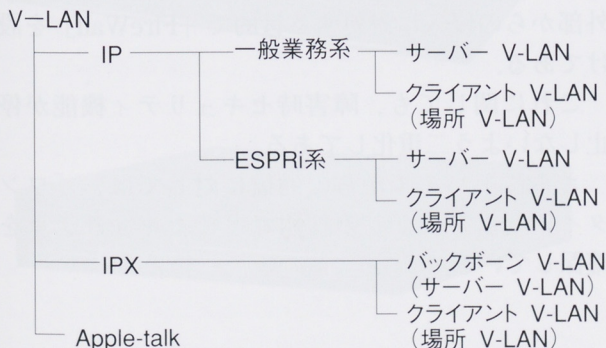


図7 V-LANの種類

4.3.3 それぞれのV-LAN

4.3.3.1 IP一般業務系V-LAN

IPプロトコルで通信される、業務系のトラフィックが流れる専用のLANであり、3個の「サーバーV-LAN」と80個の「場所V-LAN」で構成される。

サーバーV-LANは、2個のアプリケーションサーバーV-LANと、1個のIP系メールサーバーV-LANからなる。前者は負荷を考慮して分割したものであり、それぞれ複数個のサーバーを抱えている。

場所V-LANは、図8のようにサーバーV-LANを囲むように接続している。すなわち、どの場所V-LANに接続されているパソコンからも、1回で、どのサーバーとも通信できるようにしてある。

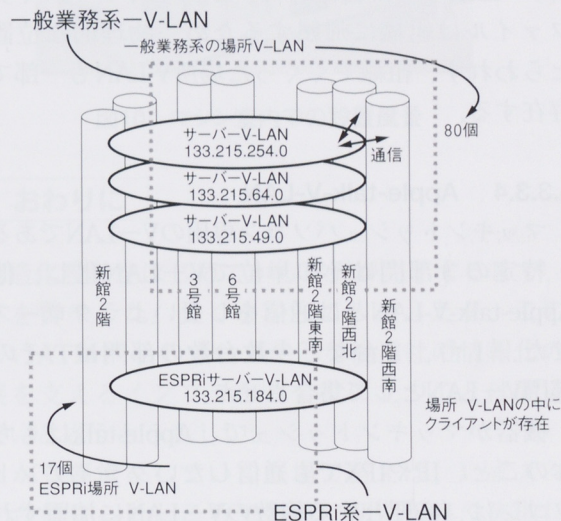


図8 IP-V-LANの論理構造

4.3.3.2 ESPRi-V-LAN

IPプロトコルで通信される技術系CAD専用のLANである。

1個のサーバーV-LANと17個の場所V-LANで構成される（図8左下）。この場所V-LANは、前述の一般業務系の場所V-LANとは一線を描いている。すなわち、ひとつのクライアントが一般業務系、ESPRi系両方の場所V-LANに属することはない。同じプロトコルで、ふたつのV-LANに属することはできないためである。

ただし、PC-ESPRiなどESPRiのクライアントが、業務系のサーバーにもアクセスすることを考えて、一般業務系、ESPRi系いずれの場所V-LANもESPRiをあわせた四つのサーバーV-LANに接点を持つ構造とした（図8）。

4.3.3.3 IPX-V-LAN

cc:Mailや部門におけるファイル共有、プリンタ共有で利用されるV-LANである。

これは「Netware」の商品名で知られている。前述のIP-V-LANと似た構造で、中心に「バックボーンV-LAN（IPXメールサーバーV-LANと言ってもいい）」を配置し、12個の場所V-LANがそこに接点をもつ形となっている。メールに関しては、ポストオフィスを場所V-LANに置き、利用者のパソコンとは同じV-LANのなかで通信する。他のポストオフィスにメールが送られるときに、バックボーンV-LANを経由するのである。ファイル共有で使用する部門サーバーも、その部門の場所V-LANのなかに置いた。ポストオフィスや共有ファイルは組織に帰属するため、物理的な位置にとらわれず、組織でくくった場所V-LANも一部では存在する。

4.3.3.4 Apple-talk-V-LAN

マッキントッシュパソコン専用のV-LANである。

特定の3部門はその単位でV-LAN化し、他のApple-talk-V-LANとは通信をしないようクローズさせた。1台、2台など少数台数の部門は、その他部門V-LANとして集合させた。

機器がマッキントッシュで、Apple-talkはもちろんのこと、IPやIPXでも通信したいクライアントパソコンは、必要とする複数のV-LANに加盟すればアクセスすることができる。

4.3.4 ルーティングと3層スイッチ

あるV-LANが別のV-LANと通信する場合、経路情報をもとに行き先を制御しなければならない。具体的には、場所V-LANにいるクライアントと、サーバーV-LANにいるサーバーとの通信がこれにあたる。

言ってみれば交差点でおまわりさんが交通整理をしながら行き先を教えているのに似ている。これをルーティングと言う。ATMネットワークでは、ルーティングを行なう機器であるルーターを別に用意する方法もあるが、今回は、LANスイッチにそのルーティング機能をもたせ、しかも普通ソフトウェアでやるところをハードウェアで実現する方式をとった。これが3層スイッチ機能である。これによって交通整理に時間がかかるところを高速化

することができ、全体スピードを向上させた。

こうして作られた当社の「ATM-LAN」は、ATMスイッチ25個、LANスイッチ123個、接続線は、622Mbpsと155 Mbpsという物理構造と、V-LAN 140個、E-LAN99個、幹線部分の総帯域 125Gbps（125,000Mbps）という論理構造をもつ、大規模かつ超高速な構内ネットワークとなった。

特に、これだけ多数のE-LANを有するATM-LANは世界最大級規模のものと言えるし、例えばギガイーサーなど、いま現在でも他の技術では実現できないほど巨大なネットワークである。

4.4 システム監視

MCoreDr-Net（エムコアドクターネットと読む）というソフトと、Open-View上で動くNice Managerというソフトで、常時ネットワークを監視している。幹線上のATMスイッチやLANスイッチなどのほか、UPSや支線におけるインテリジェントHUB（図4インテリHUB）についても監視する。一刻も早い障害への対応である。

夜間はコンピュータオペレータに監視を委ねて、24時間体制でフォローしているし、構築業者のネットワークセンタともリモート接続して、迅速な障害対策ができる仕組みとした。

さらにネットワークを流れるトラフィックの状況を把握、分析して、適正な改善やメンテナンスあるいは障害の未然防止を図る運用となっている。

4.5 セキュリティ

ネットワークセキュリティとしては、基本的に外部からの侵入に対処する目的で「FireWall」を設けてある。

これに関しても、障害時セキュリティ機能が停止しないよう二重化してある。

さらにモバイルからの通信に対しては、「ワンタイムパスワード」の採用などでセキュリティを確保している。

5 本格移動後の状況と成果

1999年 3月半ばに、計画していたすべての移行を完了した。その後の稼動状況は極めて安定しており、大きな障害は皆無である。

利用者における新ネットワークのスピードの感触は定かでないが、インフラとはそういうもので、故障がなく止まらないことが最高の成果と言えよう。

むしろこれからの情報量や質の変化に、何事もなく対応できていくことこそ重要なことであり、そのように作ってきたつもりである。そういう意味で、成果は先送りになっているが、ネットワークがすばらしく高速なものになったとは言え、適切な使い方がある訳で、今後、利用者のみなさんとの関わりのなかでより良い指針を示していきたいと考えている。

図9は、今回導入したスイッチ類の実物。図10は新館マシン室内での設置風景である。

5連のラックに7個のATMスイッチと13個のLANスイッチを収納してあり、このATM-LANの中核となっている。



図9 ATMスイッチ(上)とLANスイッチ

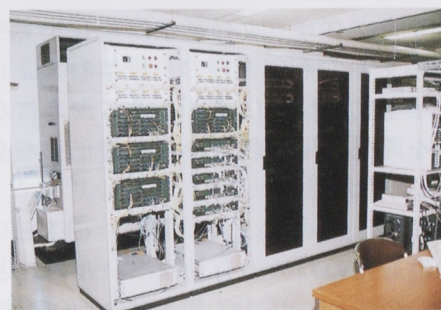
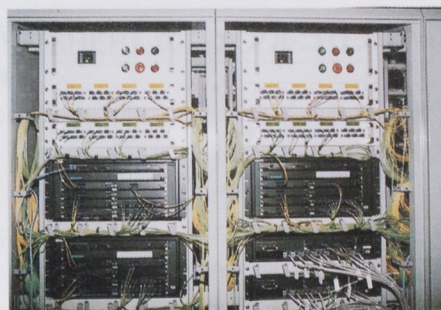


図10 マシン室内での設置風景

6 おわりに

構造化設計をはじめてから移行が完了するまで、2年を費やした。長くかかってしまったが、この新しいATMネットワークが、今後当社の情報化の進展を支えるインフラとして役に立つことは間違いないと思うとうれしい。

しかし運営をしていく立場で言えば、いまスタート台に立ったところである。初期不良や失敗に悩み、しつこいほどの検証を重ねてようやく完成はしたが、勝負はこれからだと気を引き締めたい。

あわせていい勉強をした。公表することで多くの人に知っていただければ幸いである。

今後の展開としては、同時並行的に進めているWANの増速拡大や、より重要となってきたセキュリティの整備に力を入れていくつもりでいる。ご期待いただきたい。

●著者



木村 巖