
IP-VPNによるWANの再構築

川鉄建材(株)

■ 執筆者Profile ■



波多野 隆之

1980年 川鉄建材(株)入社
設計部所属, 建築設計担当
1998年 システム室所属
システム開発担当
現在 システム室 課長
システム開発担当



水島 正規

1994年 川鉄建材(株)入社
システム室所属
システム運営担当
現在 システム室
システム運営担当

■ 論文要旨 ■

当社のWANは、アナログ専用線からデジタル専用線へ、さらに『FENICSビジネスIP』即ちIP-VPNへと進化してきた。特に今回、デジタル専用線によるツリー型のWANからIP-VPNによるフルメッシュ型のWANに再構築したことによって、業務の効率化と経費削減の両面で大きな効果を得ることができた。

IP-VPNの採用にあたっては、デジタル専用線・フレームリレー・広域LANなどのサービスを、運用、コスト、セキュリティ、将来性など多面的に比較検討し、当社にとって最もふさわしいものを選択した。

さらには、現在運用中のIP以外のプロトコルを用いているWANについてもIP化した上でIP-VPNに統合する作業を実施中である。また、将来においては電話回線をIP-VPNに統合するなど、多くの可能性があると考えている。

■ 論文目次 ■

1. はじめに	《 3》
2. 課題と背景	《 3》
2. 1 基幹業務システムとWANの歴史	
2. 2 IP通信の歴史	
2. 3 専用線によるツリー型WANの課題	
3. IP-VPNの選択	《 5》
3. 1 専用線, フレームリレー, VPN	
3. 2 レイヤ2サービスとレイヤ3サービス	
3. 3 IP専用はデメリットか?	
3. 4 IP-VPNの選択	
4. 再構築作業	《 7》
5. 効果と評価	《 8》
5. 1 レスポンスと利用者の評価	
5. 2 運用面とコスト面	
6. 今後の課題と展開	《 10》
6. 1 全事業所を接続	
6. 2 フルメッシュの活用	
6. 3 Kシリーズによる基幹業務への適用	
6. 4 音声系への適用	
7. おわりに	《 11》

■ 図表一覧 ■

図1 デジタル専用線による従来のツリー型ネットワーク	《 4》
図2 IP-VPNと広域LANの比較	《 7》
図3 IP-VPNによる新しいネットワーク	《 8》
図4 PINGコマンドのレスポンス比較	《 9》
図5 帯域の利用状況	《 9》

1. はじめに

当社は1960年設立の鉄鋼製品の二次加工メーカーとして業容を拡大してきたが、約2年前より構造改革・収益改善活動に取り組み、支店・工場・物流倉庫の統廃合が実施された。

1999年8月時点では、神戸と東京の2本社をはじめとして、支店・営業所・工場・研究所・物流倉庫などの事業所が44ヶ所、直系関係会社の事業所も加えると60ヶ所近くにも上った。そのうちで「オンライン業務」が必須と判断された32ヶ所の事業所についてWANを構成していた。

構造改革が実施されるなかで、3工場での生産停止又は閉鎖、3倉庫の統合又は閉鎖などが行われる一方で、物流の効率化のために物流倉庫の新設なども行われた。WANを構成していた事業所が統廃合されると当然、WANの構成変更をせねばならず、その作業工数や費用はけっして小さいものではなかった。

さらに、2001年4月に建築製品部門と建設部門が分社され、社員数、売上げともに従来から3割以上も減少する結果になった。会社の規模が小さくなると、システム関連の組織や体制、経費もその規模に見合う体制・規模にスリム化が要求された。

こういった状況下で、WANの運用工数や回線費用がクローズアップされ、一般的には技術革新や規制緩和により、多様なサービスによる広帯域化と低価格化が進むなか、当社においてもWANの再構築が課題として顕在化してきた。

こうして2001年2月から検討を開始し同年6月末までに、従来の専用線によるツリー型のWANから、IP-VPNによるフルメッシュのWANへの切り替えを行った事例を報告する。

2. 課題と背景

2.1 基幹業務システムとWANの歴史

当社の基幹システムは、1985年に、それまでのホストコンピュータによるバッチ処理から、ホスト専用端末によるオンライン・リアルタイム処理に変更された。このオンライン処理の導入に際して、全国の主要な支店・営業所・工場のネットワーク化がなされた。当時は本社のホストコンピュータと各地の専用端末のオンライントランザクションだけを目的として、主にアナログ専用線を帯域9.6Kbpsで利用していた。

1994年からは、専用端末から汎用パソコン端末へのリプレースがスタートした。これは当時でいう「OA化」を推進するために、汎用パソコンにワープロや表計算のソフトとともにホスト端末エミュレーターソフトを搭載して、ホストオンライン処理による基幹業務と一般事務処理を同じパソコンで実行することを目的としていた。

この計画が本格化した1995年には「Windows95」が発売され、空前のパソコンブームとなり、ワープロ専用機からパソコンワープロへ、パソコン通信からインターネットへと情報通信の歴史が大きく動いた年でもあった。

当社においても、ホストの基幹業務を専用端末から汎用パソコンのエミュレーターに変更する際に、そのプロトコルはゲートウェイを介して「TCP/IP」が採用され、インターネット時代に対応するかたちとなった。

1998年には、それまでホストコンピュータ上の業務であった「資金会計システム」がクライアント・サーバ環境へリフレッシュされ、同時に資金会計に関わる決裁業務(ワークフロー)がシステム化された。この「資金会計システム」と「電子決裁業務」のアプリケーションは、先に導入された汎用パソコンのオンライン端末に搭載され、本社に設置されたサーバ機との通信プロトコルは「TCP/IP」である。

また、この時期に、WANを構成する回線がアナログ専用線からデジタル専用線へと変わり、帯域も64Kbpsを主体にしたものに変更された。

このデジタル専用線を採用するにあたり、最も問題になったものが通信費であろう。本社(所在地神戸市)と約20ヶ所の事業所をデジタル専用線で「スター型(放射状)」に結んだ場合、それまでの通信費と比較して数倍から十数倍の通信費を必要としたと思われる。その通信費を削減するために採られたのが、事業所を「ツリー型」に結ぶというWANの形態であった。

この「ツリー型」とは、例えば、神戸本社を中心にして東京本社、仙台支店、札幌支店を結ぶ場合に、神戸本社からそれぞれの事業所に直接専用線で結ぶのではなく、神戸本社から東京本社、東京本社から仙台支店、仙台支店から札幌支店というように中継しながら結ぶことによって、専用線の距離を短くして費用を抑えようとするものであった。こうして構築された従来のデジタル専用線によるツリー型のWANは図1のとおりである。

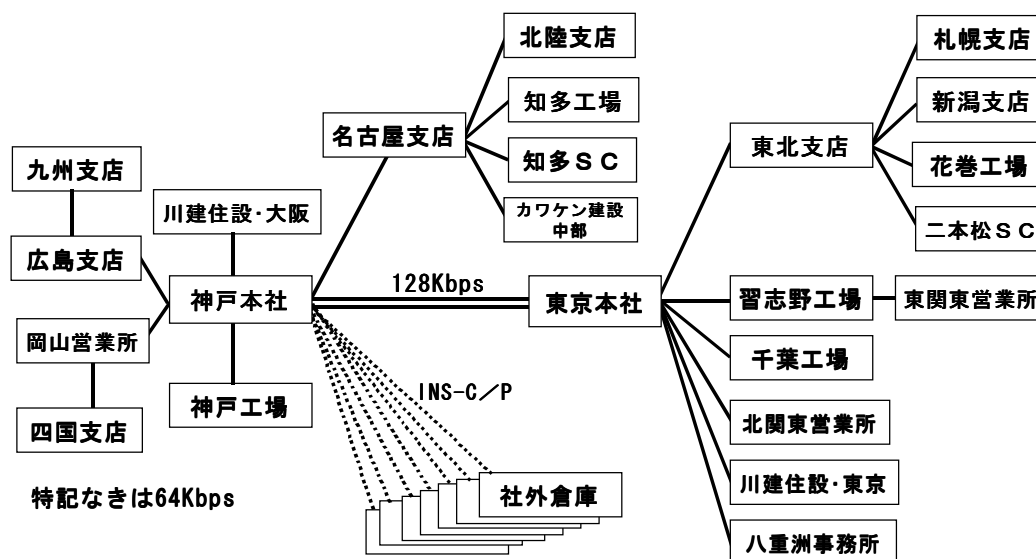


図1 デジタル専用線による従来のツリー型ネットワーク (2001年5月時点)

2.2 IP通信の歴史

一方、今回採用したIP-VPN網の専用プロトコルであるIP通信が当社で最初に採用されたのは、1989年に技術部門においてであろう。建築製品の設計部においては、設計部専用のコンピュータ室内にイエローケーブルを敷設して、汎用機・UNIX機・パソコンをLAN接続し、FTPやTELNETのアプリケーションを利用した。土木製品の技術部においてもCAD利用の目的で複数台のEWSを導入しLANを構築した。

また、前述のとおり、基幹業務においても、ホスト専用端末から汎用パソコン端末にリプレースする際にTCP/IPを採用しており、当社では比較的はやい時期からIP通信になじみがあったといえる。

2. 3 専用線によるツリー型WANの課題

この専用線によるツリー型WANの課題を整理すると、次のようになる。

- ① 通信費……月々の固定費と構成変更などのための運用費用
- ② 帯域幅……従来の不足を補い、将来の拡張要求に備える
- ③ 運用……日々の運用とWANの構成要素が変更になったときの作業の複雑さ

まず通信費は、2000年のデータ通信費が1985年の約3倍にも膨れ上がっておりこれ以上増えることは許されず、逆に削減の要請を受けていた。また新規事業所の接続や従来事業所の移転・統廃合のたびに相当の費用が必要でその見積もりも難しかった。

帯域の不足は、接続事業所ごとに状況が違っていたが、最近2年ほどでデータ通信量が数倍から十数倍に増加しており、全体として不足していた。この通信量増加の主因はグループウェアとインターネットの利用にある。当社では基幹業務系と情報系のデータ通信を同一のWANで運用し、帯域制御装置で基幹業務系のデータを優先する仕組みをとっている。一般には基幹業務系と情報系を別回線で運用する例が多く、今回の再構築に際しての課題でもあった。さらに今後もWANを利用する業務が増加することを考えるとますます帯域が不足することは明らかで、それに対応できるWANが求められた。

日々の運用面では、例えば東京本社 of 回線なり通信機器に障害が発生した場合、そこを中継してつながる多くの事業所が通信できなくなる。障害はなくとも、中継する事業所で停電や電気設備の休止があるときも同様である。また、WANの構成要素が変更になった場合、変更になる事業所以外の多くの事業所に影響がでることがある。例えば、1999年10月に二本松工場の生産が停止され、WANの構成を変更する際には3支店と2工場に影響が出る変更工事となった。

一般にWANというと、利用者宅と通信事業者のアクセスポイントを結ぶアクセス回線と、アクセス回線を結ぶ中継回線で構成されるものを指すことがある。このようにアクセス回線と中継回線を別々に調達(契約)して、運用することは避けたかった。

従来のWANはデジタル専用線を数珠つなぎにしたもので、通信事業者から回線を借り受けるのも当社で、その借り受けた回線を結びつけてネットワーク化するのも当社の仕事であった。当社では先に述べた構造改革の一環として情報システム関連業務のアウトソーシングの検討も進められており、WANの候補選びにおいても、できるだけ業務をアウトソーシングできることが重要な課題であった。

3. IP-VPNの選択

3. 1 専用線、フレームリレー、VPN

結果的にVPNを選択することになったが、専用線、フレームリレー、VPNの3つに大別して比較すると次のようになる。

専用線によるツリー型ネットワークは、先にも述べたように中継事業所(中継回線と装置)への負荷が大きく、保守・障害時の影響範囲も大きい。料金は距離に依存し、レスポンスも事業所によって一定せず、遅延が大きい。また専用線で、本社を中心にしたスター型のWANや全事業所をフルメッシュで結ぶことは考えられない。

フレームリレーによるスター型ネットワークは、CIR契約に見られるように名目帯域に見合う通信速度が得られにくく、当社のホストコンピュータのオンラインランザクシ

ョン処理の性格を考えたときに採用しにくい。料金がパスの数に依存するため、やはり全事業所をフルメッシュで結ぶことは考えられない。

VPNは、帯域保証はないものの、網内の遅延時間は一定以内で安定しかつ実質的にはアクセス回線の帯域がすなわち事業所間を結ぶ帯域として機能する実績がある。さらに網内はフルメッシュで結ばれ、網へのアクセスポイントは全国にあるため、アクセス用の回線費用も一定の範囲で見積もることができる。

VPNの名の通り「仮想閉域網」であることを考えると、セキュリティの面での検証が必要になると思われたが、インターネットや公衆ネットワークではなく通信事業者の閉域網内に自社VPNが構築されることや、いくつかの導入実績から問題ないと判断した。

3. 2 レイヤ2サービスとレイヤ3サービス

VPNを評価する過程で最終的に候補に残ったサービスは「IP-VPN」と「広域LAN」のサービスであった。「IP-VPN」は長距離系の各通信事業者がサービスを提供していた。一方「広域LAN」はクロスウェーブコミュニケーションズ(CWC)社のサービスで、従来はISPなどの通信事業者を対象にしたギガ単位の通信サービスであったものを、最低サービス品目を128Kbpsにして、エンドユーザに対してのサービスを開始したばかりであった。

両サービスの決定的な違いは、IP-VPNがレイヤ3(ネットワーク層)のサービスであるのに対して、「広域LAN」はレイヤ2(データリンク層)のサービスであった。このレイヤとは「OSI階層モデル」と呼ばれる通信機能を階層構造に分割したモデルの各階層をいう。

IP-VPNはその名の通りIP専用のサービスで、IP以外のプロトコルには利用できない。その意味でレイヤ3のサービスと呼ばれた。「広域LAN」はレイヤ2のサービスと呼ばれ、イーサネット上を通るプロトコルであればどんなプロトコルでも利用することができた。当社がWANの網サービスを選択するにあたり、このレイヤ2のサービスである必要性、すなわちプロトコルはIPのみでよいかの見極めが重要であった。

3. 3 IP専用はデメリットか？

昨今の「ブロードバンド時代の到来」は即ちIPネットワークが急速に普及することを意味するといえる。FTTHやADSLの普及もIPネットワークを前提にしているし、IPv6に至っては、各家庭の家電機器までもIPネットワーク化することが視野に入っている。また、インターネットを利用したIP電話が普及し、閉域網でのVoIPを導入する企業も増え始めた。

このように今後はIPネットワークが張り巡らされた社会を想定した仕組みづくりが求められると考えられる。当社においても、ホストコンピュータを利用したオンライントランザクション処理のプロトコルとしてTCP/IPを選択したのをはじめに、ほとんどのネットワークをIP化していた。こういった状況下で、また将来的に見てもIP専用ということはデメリットにはならない、という結論に達した。

3.4 IP-VPNの選択

IP-VPNは短期間に著しく進化し、導入事例も増え始めていた。特にアクセス回線が多様化し、デジタル専用線やATM専用線に加えて、FWA（加入者系無線アクセス、高速固定無線）や、ダイヤルアップでの接続も可能になってきた。また、フレームリレーやセルリレーとの相互接続を可能にするサービスもあり、国内はIP-VPNで国際通信はフレームリレーといった構成も可能になっていた。

一方「広域LAN」もメガ単位以下の帯域のサービスが始まってから一般企業にも採用しやすくなり、特にプロトコルに依存しないメリットでの採用事例が多い。網へのアクセス回線はDAやHSD、ATMメガリンクなどのデジタル専用線のみで、IP-VPNに比べて選択の幅が狭かった。

当社の場合、全てのトラフィックが神戸本社に集中する状況で、その神戸本社と支店に比べて規模が大きい東京本社を除いては、そのアクセス回線の帯域は128Kbpsと64Kbpsを選択したが、「広域LAN」の場合は64Kbpsのサービスはなく64Kbpsでよいところでも128Kbpsにする必要があった。

このように同じ条件でのコスト比較はできないが、両サービスのランニングコストの比較では、「広域LAN」はIP-VPNの約1.3倍になった。また、インシャルコストにおいては、IP-VPNであればほぼ全事業所で既存のルータが利用できるのに対して、広域LANに切り替える場合は、各事業所をルータによるセグメント分割しようとするとき全てのルータを入れ替える必要があった。

総合的に見て当社にとってはIP-VPNが適していると思われたが、最後まで頭を悩ませたのが「将来性」である。つまり、現在は128Kbps程度の帯域で十分でも、近い将来メガ単位の帯域が必要になるときがくるのではないかということである。帯域幅が広くなればコスト的には「広域LAN」の方が優位になり、その帯域もIP-VPNに比べて明確に保証される。逆にIP-VPNは現在のところ契約した帯域がほぼ保証されているようであるが、利用者が急激に増加した場合や、当社が必要とする帯域が2倍3倍の単位で必要になった場合を考えると課題がないわけではない。

IP-VPNを採用する決め手となったのは、**図2**に示す内容の比較であった。

IP-VPN		評価項目	広域LAN	
64Kbps～135Mbps	◎	サービス品目	△	128Kbps～45Mbps
約130ヶ所	◎	アクセスポイント	△	約80ヶ所
IPのみ	○	プロトコル	◎	イーサネットなら全て可
狭帯域で有利	◎	ランニングコスト	○	広帯域ほどメリット大
既存ルータ利用可	◎	インシャルコスト	△	ルータ全て入れ替え

図2 IP-VPNと広域LANの比較（2001年4月時点）

4. 再構築作業

再構築を実施するにあたり、その切り替え作業の手順が問題になった。平日昼間の業務を止められないのはもちろんのこと、通常業務終了後の夜間もデータ通信が途絶える時間帯は少なく、全事業所を一気に切り替えることは不可能だった。結果的には休日を利用し

て数回に分けての切り替え作業になったが、その手順は次のとおりである。

- ① IP-VPNに接続する各事業所にアクセス回線を敷設する。
- ② 並行してIP-VPNの広域網を構築する。
- ③ 神戸本社のみをIP-VPNの広域網に接続する。(既存WANと並行稼働)
- ④ ツリー型WANの末端事業所(図1の札幌支店や九州支店など)から順に、事業所のルータを従来の専用線からIP-VPN網のアクセス回線に接続変更する。
- ⑤ 切り替え期間中は、IP-VPN網を経由する事業所と、従来の専用線を経由する事業所が混在するが、業務には支障がない。
- ⑥ 最後に神戸本社の従来回線を切り離して完了。

こうして再構築されたIP-VPNによる新しいWANが図3である。

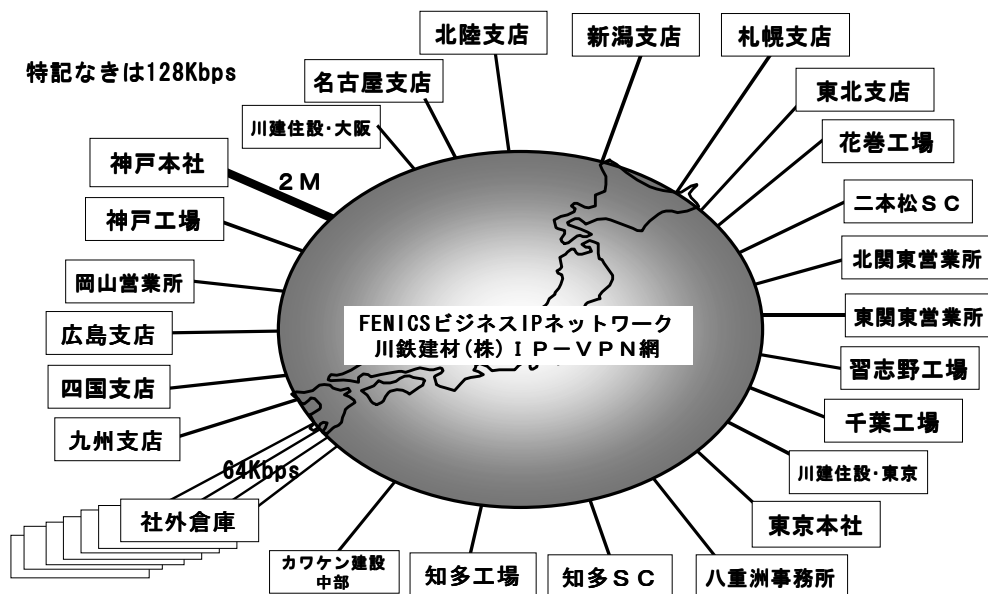


図3 IP-VPNによる新しいネットワーク

5. 効果と評価

5.1 レスポンスと利用者の評価

IP-VPNに切り替える前と後でPINGの応答時間を比較したグラフを図4に示す。これは神戸本社のクライアントから、各事業所のアクセス回線を収容しているルータに対してPINGコマンドを実行したときの応答時間である。

各事業所の応答時間が常にこの時間で一定しているわけではなく、1つの例ではあるが、最大で1.7倍、平均で約6倍に応答時間が短縮されている。しかも新ネットワークでは距離に関係なく、かつどの事業所も概ね50ミリ秒以下の同じような応答時間となっており、遅延時間でも安定性の面でも期待どおり大幅に改善されている。

ただし、レスポンスに関して実際の利用者の評価は「変化なし」というものが大半であり、多くの方が体感できるほどのレスポンス改善にはならなかった。これはある程度は予想していた結果で、ホストコンピュータやサーバとクライアントでの処理を考えると、双方を結ぶ回線を64Kbpsから128Kbpsにする程度では、劇的に体感できるほどのレスポンス改善にはならなかった。ただし、ファイルのアップロード/ダウンロードやWEB

の閲覧・表示が速くなったという声もあり、これも予想されたことであった。

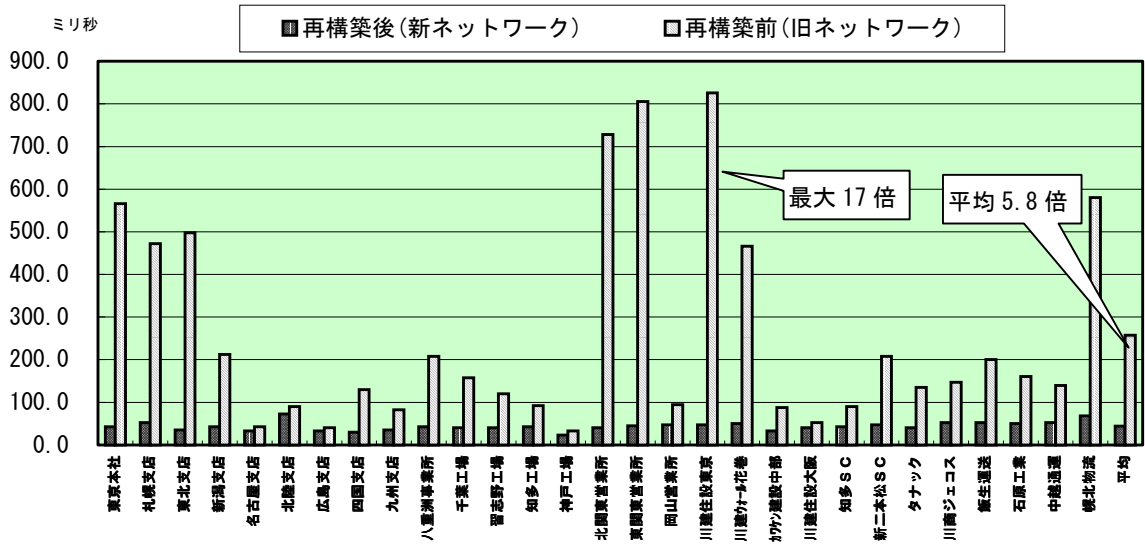


図4 PINGコマンドのレスポンス比較

また、帯域制御装置のモニタ機能で見る帯域の利用状況は、帯域幅を概ね従来の2倍にしたことに伴い、改善されていることがわかる。特にクライアント台数が多い事業所においては、アクセス回線を64Kbpsから128Kbpsにしたことで、帯域幅いっぱいを使う、いわゆる“頭打ち”の状態が続かず、比較的余裕があるのがうかがえる。(図5参照)

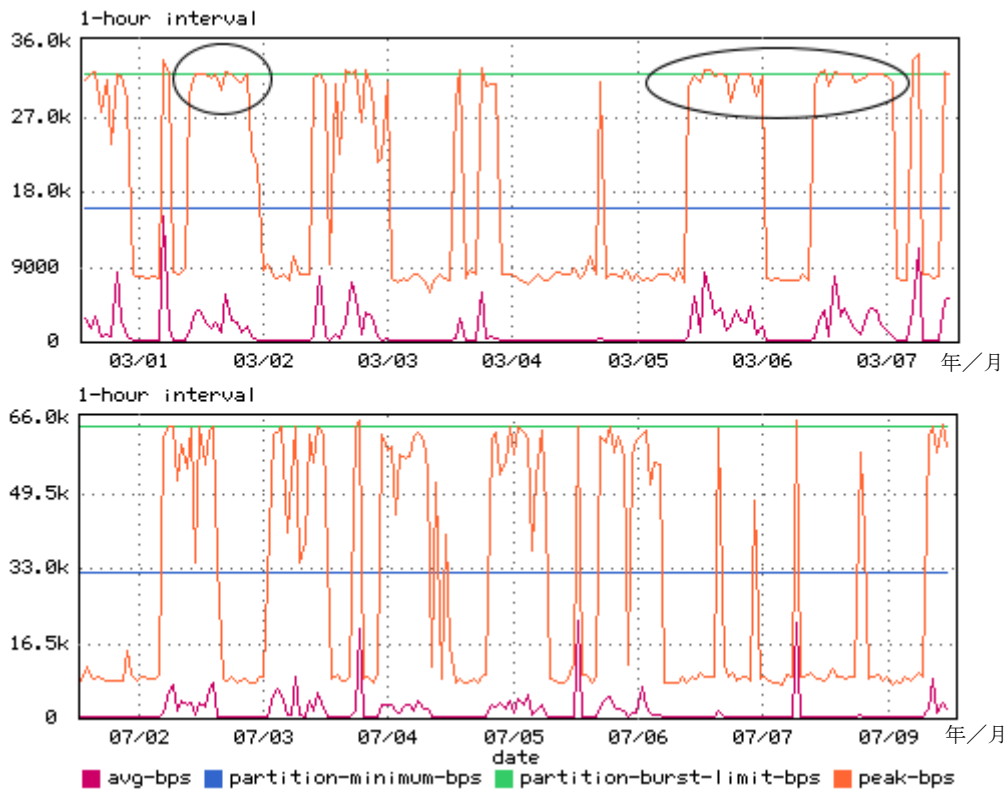


図5 帯域の利用状況 (上段が再構築前, 下段が再構築後)

5. 2 運用面とコスト面

運用面での効果はやはり接続事業所の新設・移設・統廃合時である。新設する場合は、新設する事業所から最寄りのアクセスポイントまでをデジタル専用線で結び神戸本社のセンタールータにその情報を追加するだけですむ。さらに日本全国どこからでもほぼ一定のコストで、しかも実際の通信速度において一定の品質が確保された形で接続することができる。新設することによる他事業所へのレスポンスの影響もほとんどないといえる。

日々の安定運用という面では、6月末に切り替えが完了してから9月末までの間に、IP-VPN網が原因のトラブルが、2事業所に対して合計3回発生している。そのうちの1回はIP-VPN側アクセスポイントのルータのハード障害とのことである。あとの2回は原因の報告がない。このあたりは今後改善を期待するところである。

コスト面では、「帯域2倍」を実現したうえでランニングコストは30%以上削減することができた。また、接続事業所の新設・移設・統廃合時も、明らかに従来より少ない経費ですむ。

6. 今後の課題と展開

6. 1 全事業所を接続

当社にとって、従来のWANをIP-VPNによる再構築を完了した次の課題は「全事業所接続」である。

前述のとおり、運用面でもコスト面でも新規事業所の接続やWANの構成変更が大幅にやりやすくなり、接続することによるメリットが比較的少ない事業所でも、費用対効果がある程度見込むことができる。今後は駐在員が2～3人と小規模の事業所も、WANの構成の中に接続し、社内での情報過疎地をなくすることが可能になったと考えている。

6. 2 フルメッシュの活用

IP-VPNによるWANの網内はフルメッシュであり、すなわち接続している事業所間がすべて直接的に通信できる。

現在はホストコンピュータや業務サーバが全て神戸本社に設置されているため、神戸本社以外の事業所間で通信する業務は運用していない。将来的には各事業所間で直接データの送受信を行うような業務もあると考えているが、そのときに問題になるのが帯域の制御である。

現在は全ての通信が神戸本社に集中するため神戸本社からIP-VPN網へのアクセス回線を帯域2Mbpsにしてここで帯域を制御している。しかし、各事業所間で直接通信をする場合、各事業所からIP-VPN網へのアクセス回線の帯域制御が必要になる場合がある。これについては、アクセス回線の帯域幅を十分にとれば帯域制御の必要がなくなるなど、帯域幅はどの程度が適当かを含めた課題であろう。

6. 3 Kシリーズによる基幹業務への適用

当社の子会社の1つに、本社にKシリーズビジネスサーバK6700の後継機PRIMERGY6500を配置し、6支店と5倉庫にK1500端末を合計17台、及びWindows95・NTパソコンにKシリーズ端末エミュレータを搭載した端末を4台配置し、基幹業務を運用している子会社

がある。この子会社の基幹業務のWANはフレームリレー網、DDX網、アナログ専用線を併用している。このように様々な回線網を利用している理由は、業務量により固定料金と従量制料金を勘案するなど、ケースバイケースで選択した結果であろう。がしかし、運用管理が繁雑で、しかも選択した網が経済的に最適かどうかは、業務量により必ずしも一定しない。また、K1500 端末の老朽化に際して汎用パソコン端末へのリプレースも課題となっていた。

これらの課題を解決すべく、この子会社の基幹システムのネットワークをIP化し、当社のIP-VPN網と統合する作業を現在実施中である。具体的にはKシリーズ端末エミュレータを搭載した汎用パソコン端末を、IP-VPNで構築したWANを経由してPRIMERGY6500のASP上でCMサーバーに接続する。

両社のWANを統合したうえでKシリーズでの業務を汎用パソコン端末で運用することにより、当社の資金会計システムとグループウェアシステムも併せて利用できるようになる。K1500 端末のパソコン化とWANの統合のための費用は必要であるが、WAN回線のランニングコストやK1500 端末の保守維持費を考えると、十分メリットが出る。また利用者にとっても1台のパソコンで全ての業務がこなせることのメリットは大きい。

6. 4 音声系への適用

IPネットワーク上で音声通話を実現する技術であるVoIPは、電話網のインフラをデータネットワークと統合することで、回線の稼働率を上げ、通信全体のコストを下げる目的で導入例が増えてきた。

「会話」という性格上、データの遅延と遅延のゆらぎが問題となり、結果的に音声の品質が悪化するなど課題もあるようだが、「優先制御」「輻輳制御」「RTPヘッド圧縮」といった新しい技術により克服されようとしている。さらに、IPゲートウェイ機器や高機能ルータなどのハードウェアの機能面での進歩と価格の低下により、近い将来、比較的容易かつ効率的にデータと音声の統合が可能になると考える。

当社にとっても、音声回線は総務部門、データ回線はシステム部門で別々の維持・管理を一本化でき、全国50ヶ所以上になる事業所間を全て内線化が可能で、業務効率と経費削減の両面で有効であると考えている。

7. おわりに

IP-VPNの採用により、当社のWANの歴史が新たな時代に入ったといえる。今後はデータ通信のニーズに応えるだけでなく、あらゆる通信のIP化が課題になるであろう。また、利用者の立場として、今後さらに技術革新や規制緩和によるサービスの充実と、その広帯域化・低価格化の利益を、できるだけ享受していきたいと考える。

今回のWANの切り替え作業に際しては富士通殿をはじめとして、電話会社や工事業者の方々にご協力いただき、短期間に予定通り実施することができた。今後も安定運用のために、回線設備や保守体制がますます充実されることを期待している。