

## 企業内通信網におけるLANと 広域網接続の実現方式

妹尾 尚一郎    坂 一幸    西門 裕    覚埜 高音    加藤 裕一

三菱電機株式会社

企業内通信網を構築する上で、様々な通信形態に適するようコスト、信頼性、安全性、コミュニケーション環境の統一性を考慮して、LANと広域網を相互接続する網間接続方式を確立することが重要である。

本稿では、大小様々な規模の応用に適用可能な階層構成のLANである当社の《MELNET》シリーズと、当社製パケット交換機《MELPAX》シリーズによる自営パケット交換網を接続した、統一的なアーキテクチャに基づく網間接続方式に関して、その背景と実現方式を述べる。

Interconnection of LANs and wide-area networks applied to  
enterprise networks

Shoichiro SENO, Kazuyuki BAN, Hiroshi NISHIKADO, Takane KAKUNO, Yuichi KATO

Mitsubishi Electric Corporation

5-1-1, Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247 JAPAN

One of the most important problems to be considered in the development of enterprise networks is the interconnection of LANs and wide-area networks. The interconnection method will determine such network characteristics as cost, reliability, security, and quality of service.

We have developed an interconnection of MELNET LANs and our company's own private packet switched network by MELPAX packet switches, based upon integrated network architectures. This paper describes the interconnection method and its application to the design of real networks.

## 1. はじめに

企業活動の効率化や情報化への対応を目的として構内通信網の整備が行われており、個別の事業所へのLANの導入はすでに定着してきている。一方高速デジタル回線を利用した企業内通信網の建設も盛んであり、その利用範囲も電話のみならずデータ、ファックス、電子メールなど各種の網に及んでいる。このような通信網を構築する上で、企業内資源の最適分散を図ると共にユーザインタフェースの統一化、網の信頼性向上、セキュリティの確保などを配慮した統一したネットワークアーキテクチャを確立することが望まれている。

我々は上記の目的に向けて全社的にさまざまな取り組みを進めているが、本稿ではLANと広域パケット交換網との網間接続方式、特に企業内通信網に統一的なアドレス体系を適用した場合の相互接続機能と、相互接続点における冗長構成および障害時の迂回方式について述べる。

本網間接続方式は、大規模事業所から小規模事業所までさまざまな規模の構内網に適用可能な階層構成のLANである当社の《MELNET》シリーズと、当社製のパケット交換機《MELPAX》シリーズを使用した私設パケット交換網、DDXなどの公衆パケット交換網、および専用線からなる広域網を接続対象網としている。

## 2. 企業内通信網に要求される条件

従来企業内通信網における通信形態は、ホスト計算機と端末間の専用回線による接続が一般的であった。今後、①各事業所へのLANの導入、②事業所間回線の高速デジタル回線とマルチメディア多重化装置の導入による多重化、③固定接続であった事業所間にパケット交換機を導入しパケット交換網による任意の端末間の通信を実現、といった順序で成長・拡充を遂げ、統合的な企業内通信網へと発展すると考えられる。もちろんその過程において、データ通信のみならずファックスメールや電子メール、音声メールといった蓄積・転送型通信サービス、外部データベースや業界VANにアクセスするための他網とのゲートウェイ機能、ISDNインタフェースを介した回線交換系との融合、マルチメディア通信など多彩なサービスメニューの提供が可能となり、企業内通信網の利便性、有効性、利用価値がより向上していくものと考えられる。

ここではLANと広域網との接続方式に的を絞り、企

業内通信網を構築する上で必要とされる条件について検討する。

### (1) 事業所内通信および広域通信の網管理

事業所内通信といっても、インテリジェントビルにおけるテナント内の通信から、工場など複数の建物を含む構内通信までいろいろな場合が考えられる。さらに広域網に至っては国際通信、衛星通信の利用まで含めると非常に多彩な形態が可能であろう。

網管理において利用者に関わるユーザインタフェースやアドレス体系はLANと広域網とで統一化するとしても、さらに網管理方法を統一化するには技術的に解決すべき課題が多い。例えばネットワーク管理の標準化は現在まだ検討の初期段階であり、標準的な網間の網管理インタフェースが定まっていない。また課金・統計情報や障害情報の収集機能を広域網と同じようにLANでも具備する必要があり、ゲートウェイで両者の整合をとらなければならない。

このようにLANと広域網間で直ちに統一的な網管理を実現することは困難なので、事業所内のLANと広域網とで独立な網管理を実施しつつ、課金、障害管理など統一の容易なものや必要性の高いものから順次網管理機能の統一を図って行くのが統一的な網管理方式の確立のための現実的なアプローチであると考えられる。

### (2) 各種プロトコルのサポートとプロトコル変換機能

企業内通信網では企業内にすでに導入されている各種の端末を収容する必要がある。このためには各種プロトコルをサポートし、パケット形態端末以外の一般端末も収容可能としなければならない。

さらに、収容された一般端末間や一般端末とホスト計算機間でパケット交換網を介して any to any 通信を実現するためには、一般端末のプロトコルと網内パケット交換プロトコル間のプロトコル変換機能が必要である。

### (3) 課金

通常LANでは網の利用者が一構内に限定されるため課金は必ずしも必要なく、課金機能の提供もオプションとして位置づけられる。一方通信コストが高くかつ多くの場合複数事業者の利用を前提とする広域網では、課金機能は必須である。

LANと広域網との接続時には広域網の課金機能を使用するとともにLANと広域網間のゲートウェイにおいて、利用者の特定や課金精度の向上を目的として補助的

な課金機能も場合に依りて提供する必要がある。さらに将来的には、網管理機能の統一により呼毎の課金通知や課金を最小にする通信経路の設定など課金サービスの高度化が望まれる。

#### (4) 障害管理と二重化

LANと広域網との接続点が1点しかない場合、ここに障害が発生すると企業内通信網への影響が甚大である。従ってLANと広域網との接続回線ないし接続装置(ゲートウェイ)を二重化し、これらに障害が発生しても網間通信を維持する機能が強く求められる。これを実現するためには、ゲートウェイや広域網・LAN内の網監視装置での冗長構成のサポート、障害監視および障害時の回線や装置の切り替え制御といった技術課題を解決する必要がある。

さらに2つの構内網すなわちLAN間を接続する広域網を二重化し、一方の広域網が障害などで使用できない場合にも他方の広域網を経由してLAN間通信を可能とするLAN間中継回線の二重化も考慮することが重要である。これについては、5章で述べる。

#### (5) アドレス体系

企業内通信網においては、各企業毎に異なる要求条件に従い適切にアドレス体系を定義できなければならない。この課題については、4章で詳しく論じる。

#### (6) 企業外の網との接続

企業活動の広域化、情報交換のリアルタイム化に対応するため、企業内通信網を海外網、公衆電話網、公衆パケット交換網、VANなど企業外の網と接続する必要が起こってくる。

このような網間接続は企業内通信網におけるLANと広域網間のゲートウェイと同様に、専用のゲートウェイによって実現される。さらにゲートウェイには、網間接続の目的および接続対象網の種別に応じてきめ細かな対応が要求される(セキュリティ、課金、網管理、障害対策、etc.)。例えば公衆網と接続する場合にはセキュリティ対策が重要であり、公衆網からの無効呼や不正なアクセスを防止するためゲートウェイで呼毎にアドレスやパスワードを用いて発呼端末と着呼端末の接続資格を検査することが考えられる。また接続目的が冗長構成や耐障害性の向上にある場合には、公衆パケット交換網を自営パケット交換網の予備網として網輻輳時や網障害時に活用するため、ゲートウェイで障害・輻輳の検出および呼の迂回を実現することが考えられる。

### 3. 網間接続方式

本網間接続方式はX.25プロトコルをベースとしたコネクション型パケット交換によりLAN、広域網、専用線網において統一的な通信を可能にするものであり、標準インタフェースを介した接続性、拡張性に富む網間接続を実現する。以下に本方式の特長を示す。

#### (1) ネットワーク層プロトコル

一般に広域網のネットワーク層プロトコルとしてはコネクション型プロトコルであるX.25が使用され、LANにおけるネットワーク層プロトコルとしては広域網と同様のコネクション型(X.25)とISO8473に代表されるコネクションレス型とが使用されている。

本網間接続方式では、LANの加入者インタフェースとして広域網と同じX.25を使用するよう規定した。その理由は以下の通りである。なお、LANの網内プロトコルはX.25'80年版をベース(ただし一部'76年版プロトコル)として網管理やルーティング上必要な機能を付加したものであり、ゲートウェイではこのプロトコルと広域網側のX.25DTE手順との変換を実行する。

- ①広域網内の端末もLAN内の端末もトランスポート層から見て共通のDTEインタフェースを提供できる。
- ②ゲートウェイでは、パケット毎にルーティング処理に必要なコネクションレス型より、論理チャネル番号で示されるLANと広域網とのコネクションを対応づけて中継できるコネクション型の方が、より高い処理性能を見込める。

#### (2) コネクション管理

項目(1)よりゲートウェイは次のようなコネクション管理機能を持つこととした。すなわち、LAN内のネットワークコネクション(NC)と広域網とのX.25インタフェース上のNCをそれぞれ対応づけ、VCおよびPVCを提供する。NCがLANと広域網とで1対1に対応するので、NC毎にエンドシステム間でサービス品質の折衝が可能となる。

#### (3) 複数の網への接続

ゲートウェイには複数の広域網接続回線を収容し、LANからの呼設定要求毎に発呼すべき広域網を選択するルーティング機能を提供する。これにより、①自営パケット交換網と公衆パケット交換網といった複数の網への同時接続、②コネクション毎の網特性(サービス品質、通信コストなど)に応じた網の選択、③冗長構成と障害時の網間の迂回(5章)、などの網選択に関わるサービ

スが可能になる。

#### (4) 網サービス機能の提供

ゲートウェイではLANでは提供されていない課金、冗長構成、障害管理、呼の迂回などの網サービス機能をLAN内端末に提供し、端末を広域網に直接収容する場合と同等の信頼性やサービス水準を保证するようにした。網内プロトコルがコネクション型であるので、これらの機能もコネクション単位に実行される。

#### (5) アドレス変換機能

ゲートウェイは登録されたアドレス情報に基づいてLANと広域網間でアドレス変換を実行し、企業内通信網において統一したアドレス体系をサポートする機能を持つ(4章)。このため、個々の企業内通信網におけるアドレス体系に柔軟に対応できる。

#### (6) セキュリティ

ゲートウェイでLAN内端末毎に広域網との接続可/不可の属性を管理して接続の可否を判定することによりセキュリティの向上を図った。

上記の網間接続方式を適用した企業内通信網のシステム構築例を、図1に示す。

当社の社内ネットワークMIND (Mitsubishi electric Information Network by Digital technology) パケット交換網<sup>(3)</sup>においても、本網間接続方式を適用してLANと広域網(MINDでは自営パケット交換網とDDXパケット交換網)の接続、MIND特有のアドレス体系のサポートおよび冗長構成・障害時の迂回機能が実現される。

### 4. 企業内アドレス体系の検討とその一例

現在企業内通信網ではホスト-端末間の専用線接続を固定的な接続に置き換えただけのネットワークが多いが、今後分散処理や端末利用形態の高度化に伴い、電話網におけるような階層構成のアドレスを使用して網内の任意の端末を通信相手に指定する機能も必要になるとと思われる。

この問題について、ISOではネットワークアドレスリング方式が検討されている。これは世界的な規模で階層構成のアドレスリングドメインを定義しOSIネットワークに接続されるすべての端末を一意に識別することを目

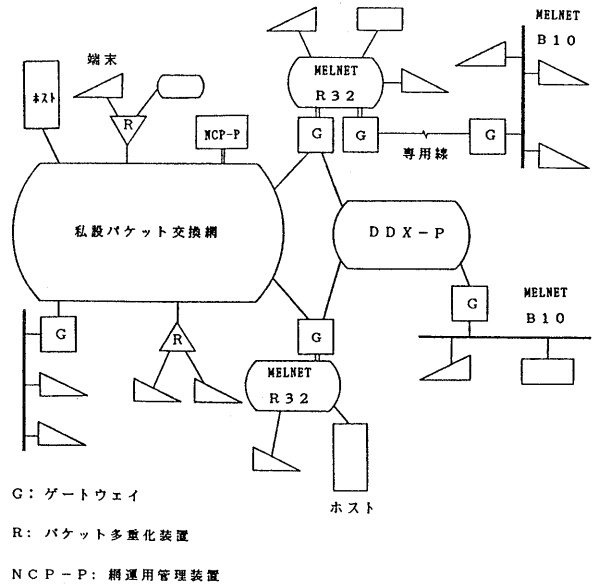


図1 システム構成例

標とするもので、MAP/TOPなどの団体で機能標準レベルの検討もなされつつある。

企業内通信網においても他のネットワークとの接続を考慮すると、将来的にはISOのネットワークアドレスリングに準拠することが望ましい。

なお、ISOに準拠しない企業内アドレス体系をとる場合でも、企業内通信網内のLANと広域網を別のアドレスリングドメインとして独立にアドレスを割当てる方式がルーティングや網管理上有利である。また、他網との接続、海外ネットワークとの接続を考慮してアドレス体系に拡張性を持たせることも必要である。

以上のことを考慮すると、まず企業内で統一したアドレス体系を確立するとともに、将来的にはISOで標準化作業中のネットワークアドレス体系へ準拠したアドレス体系へ発展させることが有効である。

当社のMINDパケット交換網を例にとると、以下の理由によりアドレス長7桁の独自のアドレス体系を採用している。

- ①NSAPアドレスは長大であり利用者が覚えにくい。
- ②すでに製品化されている端末装置への実装が困難である。
- ③端末の識別以外に通信処理サービスの呼び出しをアドレスで指定したい。

図2に、LAN内端末アドレスの場合についてMINDアドレスの構成例を示す。本MINDアドレス体系は次の特長を持っている。

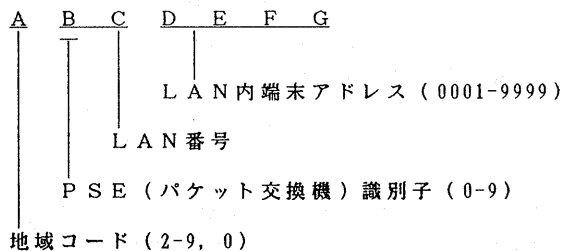


図2 MINDアドレスの構成例

(1) 国内の各地域及び海外、そしてLANをそれぞれアドレッシングドメインとする階層アドレス構成である。

(2) 回線単位やアプリケーション単位でなく、DTE単位のアドレッシングを基本としている。これによって利用者からみたアドレスの付与単位が容易に識別できる。

(3) 公衆網との接続においてPSE識別子の一つを公衆網に割り当て、公衆網内の端末(ないし公衆網内のパケット多重化装置を介して接続された端末)に対しても企業内で統一的なアドレスの付与が可能となっている。

MINDアドレス体系をサポートするため、本網間接続方式に基づくゲートウェイは次の機能を持っている。

#### (a) アドレス変換

LANと公衆パケット交換網を接続するゲートウェイはMINDアドレス体系に従って割り当てられた企業内アドレスと公衆網によって割り当てられた加入者アドレスとを変換し、MINDアドレスから公衆網内の端末や公衆網を経由してアクセスするゲートウェイの加入者アドレスを導出する。アドレスの変換はあらかじめ登録したアドレス情報に基づき、アドレス情報の変更によりMIND以外のアドレス体系にも対応できる。

#### (b) 回線および発呼先アドレスの選択

ゲートウェイが複数の広域網接続回線を収容する場合、宛先アドレスから発呼すべき回線を選択する必要がある。さらにゲートウェイが冗長構成をとっている場合、呼の中継に使用可能な広域網との接続回線や相手ゲートウェイのアドレスは一意には定まらないので、これへの対処も必要である。

従って、本ゲートウェイは変換先の発呼回線や宛先ア

ドレスを優先度をつけて複数保持し、アドレス変換の過程において優先度に従い適切な相手へ発呼する。

#### (c) アドレス情報の保守

上記のアドレス変換を実現するため、各ゲートウェイでは変換に必要なアドレス情報を保持しているが、端末の増設・撤去や企業内通信網の拡充・更新に伴ってこのアドレス情報を保守する機能が必要である。

本ゲートウェイでは、保守・管理用マンマシンインタフェースを介してアドレス情報の保守が可能である。

### 5. 冗長構成と迂回

本網間接続方式では、LAN-広域網間の通信容量の拡張や輻輳・障害時の代替通信路の確保のため、①ゲートウェイへの複数回線の収容、②LANへの複数ゲートウェイの収容を可能としている。さらに①、②の構成において輻輳・障害を検出した場合、端末からの呼を代替通信路へ迂回させるため次のような機能を実現している。

#### (1) ゲートウェイでの代替回線への呼の迂回機能

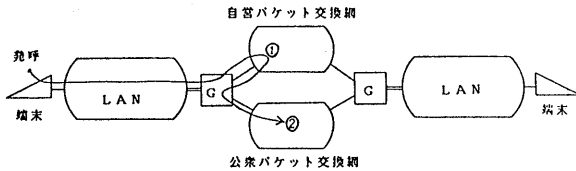
ゲートウェイは広域網(広域パケット交換網、専用線)に対し複数の接続回線を収容し、LANからの発呼時に1つの通信路(回線、相手ゲートウェイとのコネクション)において輻輳や網内による呼設定失敗を検出すると、別の通信路を介して再度呼設定パケットを送出する。図3に呼の迂回例を示す。

呼の迂回が可能なのは相手端末ないし相手ゲートウェイへ発呼する通信路が複数ある場合で、迂回はあらかじめ登録した優先順位に基づいて実行する。ゲートウェイで可能な迂回ケースを次に示す。

#### (a) 複数回線間の迂回

ゲートウェイに接続される回線のうち相手へ発呼できる回線が複数ある場合、次の原因で優先回線から迂回回線へ迂回が行われる。

- ① 優先回線上の空き論理チャネルが不足した。
- ② 優先回線がリスタート手順実行中である。
- ③ 優先回線へ呼設定パケットを送信し、応答待ちタイムアウトした。
- ④ 優先回線へ呼設定パケットを送信し、不正パケットを受信した。
- ⑤ 優先回線へ呼設定パケットを送信し、相手ゲートウェイ輻輳/相手接続不可/網輻輳を原因とする切断パケットを受信した。



- ① 発呼失敗
- ② 予備回線への呼の迂回ないし再発呼

図3 呼の迂回例

(b) 相手ゲートウェイ間の迂回

宛先端末を収容するLANに複数のゲートウェイが接続されており、発呼側のゲートウェイがそれらを選択して発呼可能な場合、同一回線において次の原因で優先ゲートウェイから迂回ゲートウェイへ迂回が行われる。

- ① 優先ゲートウェイへ呼設定パケットを送信し、応答待ちタイマがタイムアウトした。
- ② 優先ゲートウェイへ呼設定パケットを送信し、不正パケットを受信した。
- ③ 優先ゲートウェイへ呼設定パケットを送信し、相手ゲートウェイ輻輳／相手接続不可を原因とする切断パケットを受信した。

なお、ゲートウェイは呼設定パケットの応答待ちタイマをは発呼端末の応答待ちタイマより短く設定する必要がある。

(2) ゲートウェイ間の呼の迂回機能

MELNET R32リング型LANでは、LANに複数のゲートウェイを収容し、ゲートウェイに障害を検出した場合一つのゲートウェイから他のゲートウェイへ呼を迂回する機能を実現している。このため、LAN内の網管理装置にゲートウェイの状態を監視する監視機能およびこの状態に応じて発呼パケットの送信先を変更するルーティング機能を持たせている。

6. まとめ

以上、企業内通信網におけるLANと広域網の網間接続方式についてその要求条件を論じ、当社「MIND」パケット交換網へ適用される網間接続方式を、アドレス体系への対応や冗長構成・迂回に関して述べた。

今後は本網間接続方式を運用・管理や利用者インタフ

ースなどの面から評価し、企業内通信網としての利便性を追求するとともに国際的な標準化に準拠した各種網間接続方式の確立に向けて検討を進めていきたい。

謝辞 本論文作成に当たりご指導頂くとともに適切な助言を与えられた当社通信システム技術開発センターネットワーク技術開発部のメンバーに感謝いたします。

[参考文献]

1. 市橋他：“LAN《MELNET》の広域網接続方式”、信学技報IN85-99（昭60）
2. 覚埜他：“パケット交換データ網を介したLANの相互接続に関する一検討”、昭60信学大全1779
3. 長谷川他：“企業内ネットワーク「MIND」におけるパケット交換網の構築”、信学技報IN87-54（昭62）
4. 宮崎他：“コンピュータネットワーク体系MNA-P”、三菱電機技報 Vol.61, No.12, '87, p30-33
5. 井手口他：“プロトコル変換方式”、信学技報IN86-68（昭61）
6. 有賀他：“パケット多重化装置《MELPAX 1000》”、三菱電機技報 Vol.61, No.12, '87, p18-21