

ローカルエリアネットワーク

相互接続の実現法

関根 真二 井出 政司 小川 元孝

(沖電気工業株式会社)

— あらまし — 本稿は、ローカルエリアネットワーク (LAN) を公衆網又は異種 LAN 等を使用して相互接続する一方式を述べたものである。本方式は、データリンクレイヤのアドレスで、LAN 内だけではなく、LAN 相互接続時にもルーティングを行い、相互接続装置の処理効率が高く、ネットワークの拡張に対しても柔軟に対応できることを特徴とする。本稿では、総合 LAN のネットワーク階層及びアドレス体系について述べ、その体系に基づいた LAN 相互接続のルーティング方式について述べる。

1. はじめに

情報化社会といわれる現在、オフィスオートメーション (OA) をはじめとする各種データ処理は、ネットワークの構築なしでは考えられない時期にきている。このようなニーズを満足する一方式として、ローカルエリアネットワーク (LAN) が、一般の注目を集めている。従来のパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサなどの単体機器の OA であったものが、これらの各種情報機器を LAN で相互接続することにより、システム化された OA が実現できるようになった。

現在の OA は、一企業の一部、一企業の構内又は大学のキャンパスなどに敷設された LAN で実現されているが、OA の進展に伴い OA で要求される通信範囲は、広域化されていく。従って、LAN の相互接続や広域網との相互接続は、これからの重要課題であり、このことが増々 OA の進展に拍車をかけると思われる。

本稿では、LAN を公衆網、特定通信回線又は異種 LAN を使用して相互接続する一方式を述べる。

2 項で相互接続方式の比較を行い、3 項でネットワークの論理構成を、4、5 項で本方式の詳細を述べる。さらに、6 項で本方式でのネットワークの拡張について述べる。

2. 相互接続方式の比較

相互接続装置 (ゲートウェイ又はブリッジ) を介して LAN と LAN とを、公衆網 (DDX-PS/CS、電話網等)、特定通信回線又は異種 LAN 経由で相互接続する方式として、端末/相互接続装置間にコネクションを設定するリンク・バイ・リンク方式と、コネクションを設定しないエンド・トゥ・エンド方式とがある (図 2.1)。図 2.1 において、

相互接続する LAN のデータリンクレイヤ以上のプロトコルは、共通のものとする。両方式の特徴を以下に述べる。

(1) リンク・バイ・リンク方式

LAN に接続される端末及び相互接続装置は、共通のネットワークレイヤ以下のプロトコルを持ち、そのプロトコルによりコネクションされる。相互接続装置間には、相互接続される端末間のコネクションに 1:1 に対応して、X.25 等のコネクションを持つ。

(2) エンド・トゥ・エンド方式

LAN に接続される端末間は、エンド・トゥ・エンドでトランスポートコネクションが確立され、順序制御・再送制御・送達確認制御・フロー制御が行われる。

端末/相互接続装置間には、コネクションレスで通信が行われる。

両方式の比較を表 2.1 に示す。

リンク・バイ・リンク方式では、多負荷時でも端末/相互接続装置間のフロー制御により、安定した伝送が保証され、端末間での再送の必要がない。しかし、相互接続装置での処理が複雑となり、一対の端末間のコネクションごとに制御テーブルを持つ必要があり、相互接続装置のメモリ容量等の物理的な条件で同時コネクション数が制約されるという欠点がある。

エンド・トゥ・エンド方式では、端末/相互接続装置間にフロー制御がないので、相互接続装置のバッファが枯渇した場合、パケットの紛失する可能性がある (エンド・トゥ・エンドの再送で回復できる)、相互接続装置の処理は単純かつオーバーヘッドが少なく、端末間のコネクション数に制約がないと

いう利点がある。さらに、LANに接続される端末のプロトコルの自由度が増す。

表 2.1 相互接続方式の比較

形態項目	リンク・バイ・リンク方式	エンド・トゥ・エンド方式
ルータの機能	<ul style="list-style-type: none"> ・番号翻訳 ・ルーティング ・セグメンティング / アセンブリング ・相互接続装置間プロトコル制御 ・端末とのコネクション管理 ・端末とのプロトコル制御 ・障害処理 	<ul style="list-style-type: none"> ・番号翻訳 ・ルーティング ・セグメンティング / アセンブリング ・相互接続装置間プロトコル制御 ・障害処理
特徴	利点	<ul style="list-style-type: none"> ・インターフェースが単純であるのでスループットが大である ・端末間の同時コネクション数に制約がない ・端末のプロトコルの自由度が増す
	欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・多負荷時にパケットの紛失の可能性がある

本稿では、エンド・トゥ・エンド方式でのLAN / LAN相互接続の方式を述べる。

本方式では、相互接続装置間は、複数の端末間のコネクション数に関係なく、一対のLAN間のコネクションを確立する。即ち、LANに接続される個々の端末を意識せずに、相互接続装置間には、LANとLANとのコネクションが存在するのみである。また、端末から送信されるパケットは、相互接続装置間で送受信されるパケットのデータフィールドに、データリンクレイヤのアドレスフィールドからデータフィールドのすべてが入る(図2.2)。

本方式は、データリンクレイヤのアドレスフィールドを階層化することにより、当フィールドでルーティングを行い、ルーティングによる相互接続装置でのオーバーヘッド、相互接続装置で持つルーティング情報が少なく済み、さらにネットワークの拡張に対して柔軟であることを特徴とする。

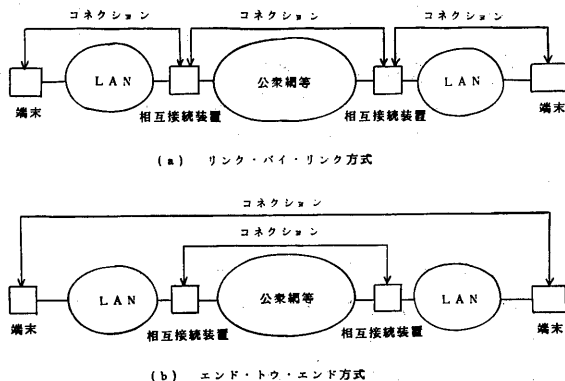


図 2.1 相互接続方式

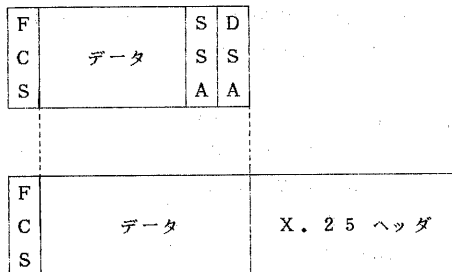


図 2.2 相互接続装置間を流れるパケットの構成

3. アドレス体系

(1) 論理ネットワーク構成

物理ネットワークとしては、ネットワークの主幹となるリング形LANを中心にして、バス形LANが放射状又はトリー状に接続される形態を前提とする。

論理ネットワークの構成としてもリング形LANを中心とし、まず、リング形LANに直接に接続される一つのサブネットワークをエリアと定義する。このエリアは、一つ又は複数の端末又はバス形LANから構成される。つぎに、このエリアを相互接続装置を経由しない一つのバス形LAN又は端末に分

け、これをサブエリアと定義する。

このサブエリアをさらに、LANに直接に接続された端末に細分化し、これをノードと定義する。

以上述べた様に本方式では、図3.1に示す様に論理ネットワーク構成はエリア、サブエリア及びノードの3つの構成要素からなる。

ネットワーク内の各ノードは、ネットワーク内一意のデータリンクレイヤのノードアドレスを持ち、ネットワーク内のパケットは、そのノードアドレスによりルーティングされる。

(a) エリア

一つのリング形LAN直結の相互接続装置とそれに接続されるノード群から成るネットワークの部分集合である。

リング形LAN上でのルーティングはエリア番号で行われる。

(b) サブエリア

ルーティングの効率化をはかるためのルート管理の最小単位であり、エリア内のノードの部分集合である。

相互接続装置と、その各々に接続されているノードは一つのサブエリアを形成する。

また、一つのバス形LANは一つのサブエリアを形成する。

(c) ノード

バス形LAN、リング形LAN直結の相互接続装置及び端末をノードと称する。

また、ノードに接続される端末又はプロセスはターミナルと定義し、ノード内一意のターミナル番号により識別される。

(2) アドレス体系

ネットワークの各ノードがネットワーク内一意のデータリンクレイヤのノードアドレスを持つことはすでに述べたが、そのノードアドレスは階層化されており、図3.2に示されるようにエリア番号、サブエリア番号、ノード番号からなる。

また、図3.2において* (回線上最初に送出されるビット) は、サブエリア外通信ビットと呼ばれ (以下ECB (External Communication Bit) と略す)、サブエリア内通信 (* = 0) / サブエリア外通信 (* = 1) の識別に使用する。

(a) エリア番号

エリアごとに付与されるネットワーク内で一意の番号である。

(b) サブエリア番号

各エリア内のサブエリアに付与する1エリア内での一意の番号である。

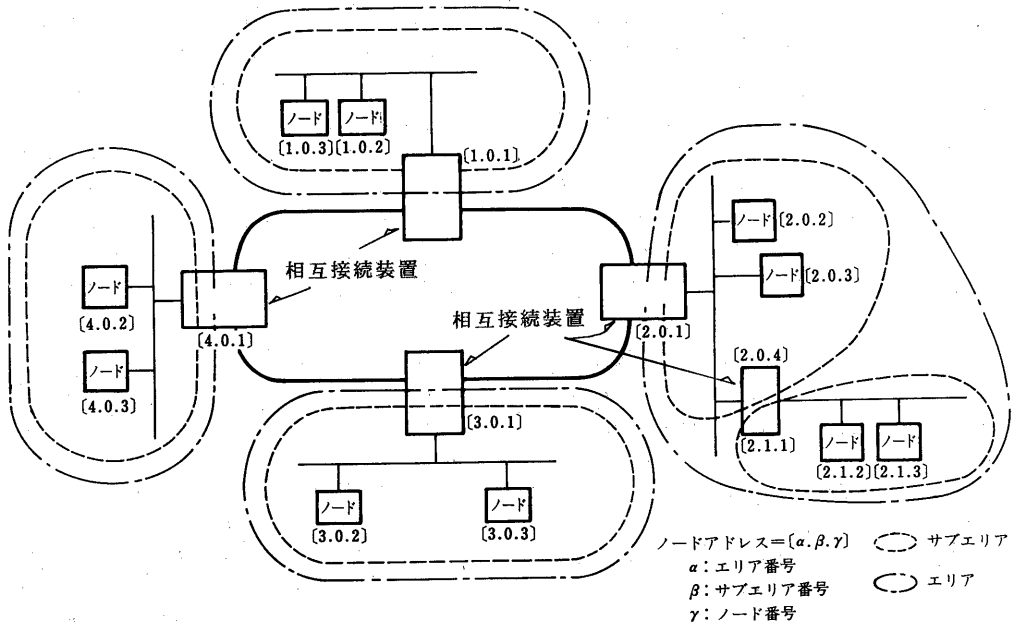
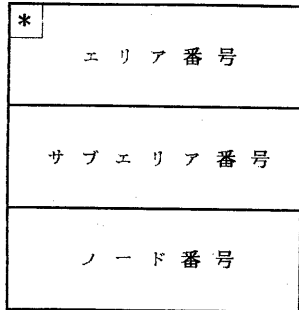


図3.1 論理ネットワーク構成及びノードアドレス付与例

(c) ノード番号

各サブエリア内のノードに付与する1サブエリア内
内で一意の番号である。



* = 0 : サブエリア内通信
1 : サブエリア外通信

図3.2 ノードアドレスの構成

4. ルーティング方式

同報通信媒体を使用したLANでは、一つの端末が送信したパケットは同一LAN上の全ての端末に届く。端末では、自ノードアドレス及び一斉同報アドレスのパケットのみを受信する機能を持つことにより、他ノード宛のパケットを受信しないようにしている。

LANの相互接続を行う場合、相互接続装置では自ノード宛のパケットだけではなく、他LANの端末へのパケットも受信する必要がある。

一般的には、他LANへパケットを送信したい場合、相互接続装置のアドレスをデータリンクレイヤの宛先アドレスフィールド(DSA)に設定し、相手端末のアドレスをネットワークレイヤの宛先アドレスフィールド(DNA)に設定することにより、他LAN端末との相互通信を行う。

本方式は、他LANとの通信をデータリンクレイヤのアドレスのみを使用して行うことを特徴とする。

このことにより、端末は、同一LAN内の端末/他LANの端末を意識することなく端末との通信が可能である。また、ネットワークレイヤのアドレスフィールドを持つ必要がなくなる。

本方式では、相互接続装置が自ノード宛でないパケットを受信できるようにするために、3項で説明したDSAの回線に最初に送出されるビット(ECB)をサブエリア内通信/サブエリア間通信の識別に使用する。

端末では、自ノードのアドレス及び同一サブエリア内の端末のアドレスをECB=0、他サブエリアの端末のアドレスをECB=1として覚えておく。従って、サブエリア内通信のパケットは、ECB=0で送信されることになる。

相互接続装置では、ECB=1のパケットを受信する機能を持つことにより、サブエリア外へのパケット上の受信が可能となる。一般の端末では、ECB=1のパケットは受信しないようにする。

また、自ノードのアドレス及び同一サブエリア内の端末のアドレスのエリア番号、サブエリア番号を0として覚えておき、単独に稼動していたLANを相互接続した場合に、端末で持つアドレス情報の変更を伴わないように考慮している。サブエリア間通信では、相互接続装置がエリア番号、サブエリア番号の設定/削除を行う。

以下に通信形態に分け、ルーティング方式について説明する。

(1) シングルキャスト通信

(a) サブエリア内通信

サブエリア内シングルキャスト通信では、各端末は、自ノードのアドレス及び同一サブエリア内の他端末のノードアドレスのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0として覚えているため、送信パケットのDSA、SSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBは0となる。

図4.1にサブエリア内シングルキャスト通信の例を示す。図4.1において、端末Aが同一サブエリア内の端末Bにパケットを送信する場合は、パケットのDSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0、ノード番号をAで、SSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0、ノード番号をBでパケットを送信する。端末Bでは、受信したパケットのDSAを調べ、自分宛であればそのパケットを取込み、そうでなければそのパケットを破棄する。

(b) サブエリア外通信

サブエリア外シングルキャスト通信において、各端末は、パケット送信時、DSAのECBを1にして送信する。

相互接続装置は、自サブエリアからパケットを受信した場合、そのパケットをルーティングしてよいかどうか調べ、ルーティングしてよければ、受信パケットが自サブエリアからのものであれば、SSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを設定して、そうでなければそのままパケットをルーティン

グする。

相互接続装置は、他サブエリアからパケットを受信した場合、そのパケットが自サブエリア宛かどうかを調べ、自サブエリア宛であれば、DSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0にし、そうでなければ、そのまま自サブエリアに送信する。

図4.2にサブエリア外シングルキャスト通信の例を示す。

図4.2において、端末Aがサブエリア外にある端末Bにパケットを送信する場合、パケットのDSAのエリア番号をA₁、サブエリア番号をB₂、ノード番号をB、ECBを1にして、SSAのエリア番号、サブエリア番号を0、ノード番号をAにして送信する。

相互接続装置Xは、端末Aから受信したパケットのSSAのエリア番号をA₁、サブエリア番号をA₂、ECBを1にして相互接続装置Yに送信する。

相互接続装置Yは、相互接続装置Xから受信したパケットのDSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0にし、端末Bに送信する。

端末Bでは、受信したパケットのDSAを調べ、自分宛であればそのパケットを取込み、そうでなければそのパケットを破棄する。

(c) エリア外通信

エリア外シングルキャスト通信では、バス形LANの端末が他エリアの端末と通信する時には、パケットがリング形LAN上を流れることになる。

リング形LANは、エリア間通信においてはバス形LANを接続する通信路としてのみ使用され、バス形LANパケットは、リング形LAN上では、リング形LANパケットのデータ部に挿入される。

図4.3にエリア外シングルキャスト通信の例を示す。

図4.3において、端末Aから端末Bにパケットを送信する場合、端末Aは、送信パケットのDSAのエリア番号をB₁、サブエリア番号をB₂、ノード番号をB、ECBを1にして、SSAのエリア番号、サブエリア番号を0、ノード番号をAにして、パケットを送信する。

相互接続装置Xは、端末Aから受信したパケットのSSAのエリア番号をA₁、サブエリア番号をA₂、ECBを1にして相互接続装置Yに送信する。

相互接続装置Yは、相互接続装置Xから受信したパケットのDSAのエリア番号、サブエリア番号及びECBを0にし、端末Bに送信する。

端末Bでは、受信したパケットのDSAを調べ、

自分宛であればそのパケットを取込み、そうでなければそのパケットを破棄する。

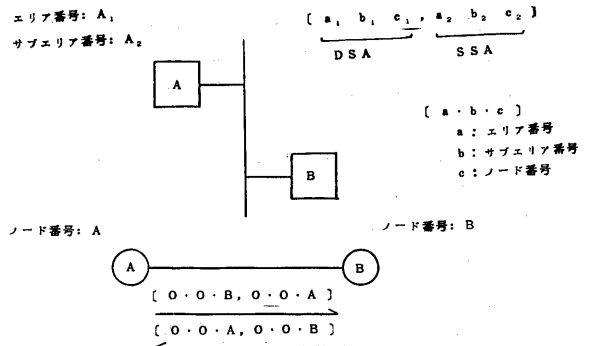


図4.1 サブエリア内シングルキャスト通信の例

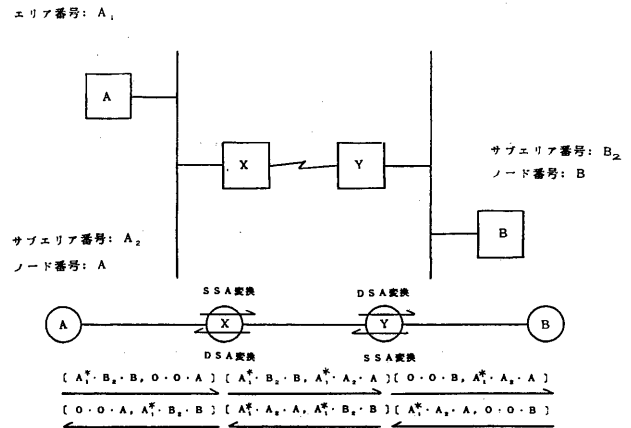


図4.2 サブエリア外リングキャスト通信の例

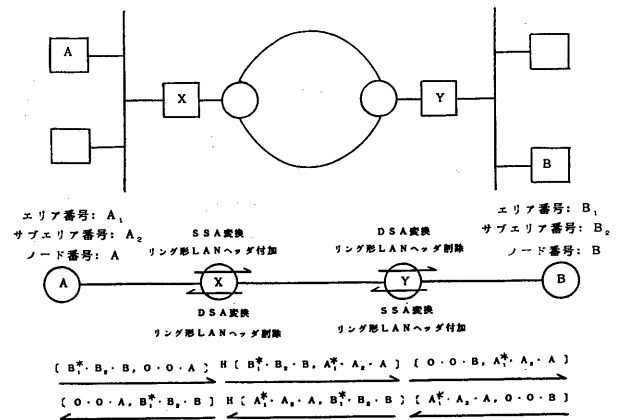


図4.3 エリア外リングキャスト通信の例

(2) マルチキャスト通信

LANの特徴の一つであるマルチキャスト通信は、本来は、DSAのこの方式でECBとしているビットを使用し実現しているが、本方式においては、このビットをサブエリア内通信/サブエリア外通信の識別に使用しているため、DSAはブロードキャストアドレス(a l l 1)を使用し、トランスポートレイヤにマルチキャストグループアドレスを持つことにより実現する。

端末では、マルチキャスト通信を行う時、パケットのDSAをブロードキャストアドレスにし、トランスポートレイヤのアドレスフィールドにマルチキャストグループアドレスを設定して送信する。

相互接続装置では、DSAがブロードキャストアドレスであるパケットを受信した場合、そのまま他サブエリアへルーティングする。

また、各端末では、DSAがブロードキャストアドレスであるパケットを受信した場合、トランスポートレイヤが、受信したパケットのマルチキャストグループアドレスを調べ、それが自ノードに登録されているものであれば受信し、登録されていないものであれば破棄する。

尚、マルチキャストグループアドレスは、通信前にマルチキャストグループに含まれる端末にあらかじめ登録しておかなければならない。

5. 相互接続装置で持つアドレス変換情報

相互接続装置では、図5に示すように、自エリア番号、自サブエリア番号、異エリア番号送信ビット及び送出先に存在するサブエリアのサブエリア番号と対応するビットマップをルーティングテーブル情報として持っている。

図において、3語目以降の情報は、パケットの送出先にあるサブエリアのサブエリア番号に対応させたビット情報であり、そのビット値が0であればパケットの送出先に該サブエリアが存在しないことを示し、1であれば存在することを示す。この情報は、バス形LANからパケットを受信したときにルーティングしてよいかどうか調べるために使用し、受信パケットのDSAのサブエリア番号に対応するビットが1であればルーティングし、0であれば破棄する。

また、このルーティングテーブル情報はサブエリアの増設又は撤去が行われた時に更新される。その具体的な方法及び手順は6項において述べる。

0	自エリア番号 (1)
1	自サブエリア番号 (2)
2	* (3)
3	サブエリア番号 (4) に対応するビット

- (1) 自ノードの属するエリアのエリア番号
- (2) 自ノードの属するサブエリアのサブエリア番号
- (3) エリア番号の異なるパケットを受信した場合に、そのパケットをルーティングするかどうかの識別に使用する
* = 1: ルーティングする
0: ルーティングしない
- (4) パケットの送出先にあるサブエリアのサブエリア番号に対応するビットマップ

図5 相互接続装置でルーティング

テーブル情報

6. ネットワークの拡張

社内にLANを設置した場合を考える。会社などにおいては、組織構成の変更や追加がしばしば行われる。その度に端末を移動したり、新たなLANを増設したりする。

このように、LANにおいては、ネットワークの構成の変更がしばしば行われることが予想されるため、ネットワークの柔軟な拡張性というものが不可欠なものとなる。

この問題を解決するためには、ネットワークの構成の変更に伴う相互接続装置でのルーティングテーブル情報の変更が容易に行える、ということが必要となってくる。

先にも述べたように、本方式では、ノードアドレスをエリア番号、サブエリア番号、ノード番号に分割することによって、相互接続装置でのルーティングは、エリア、サブエリアを意識するだけで、端末のノード番号は意識しないのでよいので、ルーティング情報が少なく済む。

さらに、端末が増設又は撤去された時には、相互接続装置でもっているルーティングテーブル情報を変更する必要はない。

サブエリアが増設又は撤去された時に相互接続装置においてわずかな変更が必要となるだけである。

実際には、相互接続装置でのルーティングテーブル情報の変更を容易に行うために、ネットワークの保守運用サービスを司るネットワーク管理ノード (Network Management node :以下 NWM と略す) を用意し、ネットワーク構成変更時の相互接続装置でのルーティングテーブル情報の変更を一括管理している。

NWMには、このルーティング情報の変更の他

- ・ ネットワークのログ情報の収集
- ・ 保守運用試験

などの機能をもつ。

以下に相互接続装置のルーティングテーブル情報の変更の例を示す。

ここでは、サブエリアの増設があった場合を考える。図6において、破線で囲まれたサブエリアが増設されたとし、以下運用が開始されるまでの手順を説明する。

- ① ネットワーク管理者は、NWMのコンソールからサブエリアAの増設があったことを通知する。
- ② NWMは、NWMが持っているルーティング管理情報を更新する。
- ③ NWMは、ルーティングテーブル情報を変更する必要があるルータ (図6では、相互接続装置2, 3, 6) 及び新しくネットワークに追加された相互接続装置 (相互接続装置7, 8) に対してルーティングテーブル情報を送信する。
- ④ NWMの持っている保守運用試験の機能により、新しく追加された相互接続装置に対して導通試験を行う。
- ⑤ 上記試験で異常がないことが確認された場合、運用を開始する。

以上説明した手順により、ネットワークの柔軟な拡張というものが実現される。

さらに、本方式では、端末は自ノードのアドレス及び同一サブエリア内の端末のアドレスのエリア番号、サブエリア番号を0として覚えているので、単独に稼動していたLANを相互接続した場合に、端末で持っているアドレス情報を変更する必要がない、という利点もある。

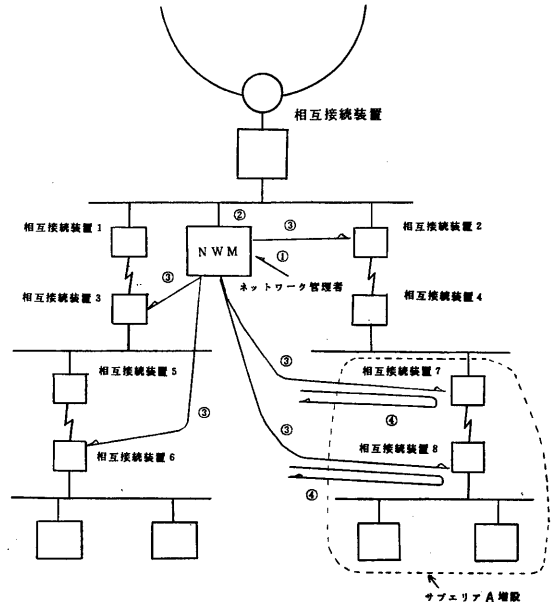


図6 サブエリア増設時のルーティングテーブル情報更新例

7. おわりに

本稿では、OAの進展に伴って要求されるLAN相互接続の方式について述べてきた。本方式は、同一プロトコルのLAN相互接続に適用されるものである。

本方式では、パケット網で相互接続装置間を結合する場合、PVC (パーマメント・バーチャル・サーキット) を使用している。今後は、VC (バーチャル・コール) を使用した場合の方式、さらに、以下の項目に関して検討を重ねていく。

- (1) 異なるプロトコルを持つLANの相互接続
- (2) 公衆網に接続される端末とLAN端末との相互接続
- (3) ISOで標準化される相互接続プロトコルとの整合

参考文献

- [1] 松下温「パソコン用からリング形まで4つの対応」OA情報 1983 SUMMER
- [2] 柳田他「バス形ローカルネットワークとリング形ローカルネットワークの結合方式について」S. 59 (後) 情報全大1H-6