

パケット交換ネットワークの運用管理

大島淳一 谷口 順 豊田教彦

三菱電機(株) 通信システム技術開発センター

近年、情報通信ネットワークの普及、発展に伴いネットワーク管理機能が注目を集めつつある。これは第一にネットワークの広域化、大規模化により、運用に要するコストが増大してきたこと、第二に企業あるいは社会におけるネットワークの重要性の増大によりシステムダウンによる影響が増大してきたことによる。

本稿では高度情報通信システムの基幹ネットワークとなる広域パケット交換網について、そのネットワーク管理方式について検討する。また、これを開発中のパケット交換ネットワークに適用しネットワーク管理システムを構築したのでこれを報告する。

Management for Packet Switching Networks

Jun-ichi Oshima Jun Taniguchi Norihiko Toyota

Mitubishi Electric Corporation
5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247 Japan

As growth of the data communication networks, network management function is required. This is caused by growth of cost of network operation and growth of influence of network failure. In this paper, we study the management architecture and facilities of packet switching networks. And we report the network control system of our packet switching network.

1. まえがき

近年、電気通信事業法の改正による通信自由化や、NTT等による高速デジタル専用線サービスの提供等により、付加価値通信網（VAN）や企業内情報通信網がさかんに構築されている。これらのネットワークにおいては、通信サービスの高度化とともに、最近ネットワーク管理機能が注目をあつめつつある。これは第一にネットワークの広域化、大規模化により、運用に要するコストが増大してきたこと、第二に企業あるいは社会におけるネットワークの重要性の増大によりシステムダウンによる影響が増大してきたことによる。

筆者らはこのような高度情報通信システムの基幹ネットワークとなる広域パケット交換網について、そのネットワーク管理方式について検討し、ネットワーク管理システムを構築したのでこれを報告する。

以下、第2章ではネットワーク管理の目的、機能について、第3章ではパケット交換網におけるネットワーク管理の方式について、第4章では管理システムの実際の構成について述べ、第5章でその評価を行う。

2. ネットワーク管理

2.1 企業内情報通信網の一般形態

近年、企業内情報通信網が各所で構築されているが、これらは一般的に図1に示すような構成をとる。

すなわち、高速デジタル専用線（あるいは衛星回線）により各拠点間を結び、マルチメディア多重化装置により異なるメディアの通信を多重化して伝送する。その上位に交換装置が接続され広域の交換網を形成する。交換網はパケット交換網と回線交換網に大別される。これらの交換網に計算機や各種端末、電話やFAXなどが収容され、またGWを経由して各地域のLANが接続される。本研究ではこのうちパケット交換網の管理について論じる。

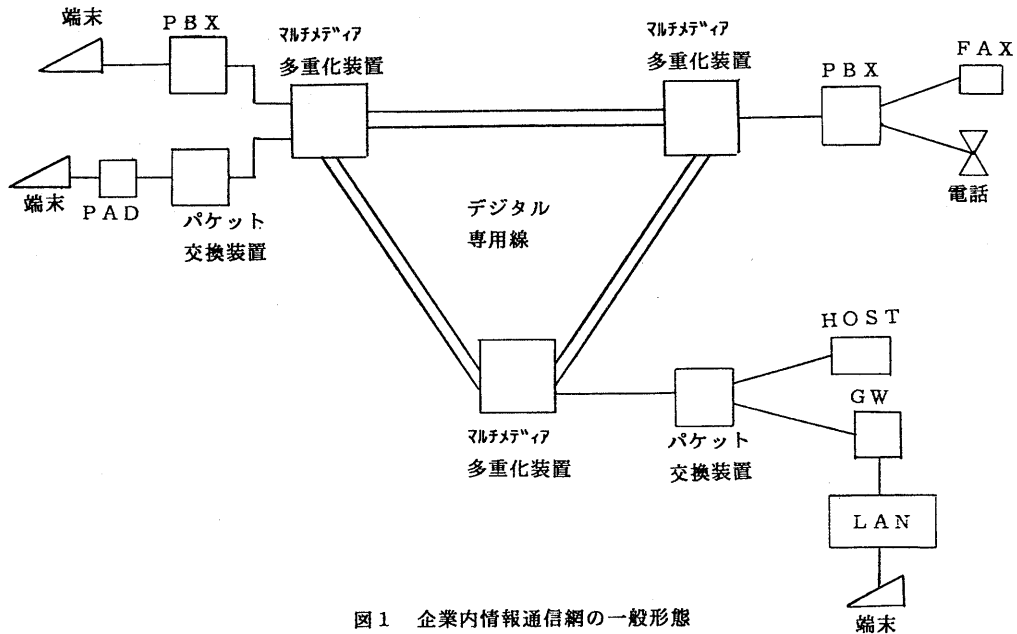


図1 企業内情報通信網の一般形態

2.2 ネットワーク管理システムの目的

ネットワークを効率よく運用し、ユーザに対して高信頼の通信サービスを提供するためには種々のネットワーク管理業務が必要とされる。これらのネットワーク管理業務を遂行するためにはネットワークに関する高度な知識と熟練を必要とし、また大規模なネットワークにおいては管理に要するコストが大きなものとなる。そのため、ネットワークの運用を省力化、効率化するためにネットワーク自身にネットワーク管理のための支援機能が必要となる。以下、ネットワークにおいてこのようなネットワーク管理の支援機能を提供するものをネットワーク管理システムと呼ぶ。ネットワーク管理システムは専用の計算機により実現される場合もあり、各々の通信機器内に組み込まれている場合もある。

ネットワーク管理システムの目的としては以下のものが考えられる

(1) 省力化

集中的な管理や、高度な機能をもつ管理システムによりネットワークの運用に要する人員、コストを低減する。

(2) 信頼性向上

障害の迅速な回復、バックアップへの迅速な切り替え等によりユーザから見たネットワークの信頼性を向上させる。

(3) 資源の有効利用

ネットワーク内の各種資源の使用状況を管理し、その有効利用をはかり、ネットワークのコストパフォーマンスを向上させる。

その他、管理を含め、ネットワークの構築には以下の点が重要となる。

①経済性

コストは当然重要な問題である。上記(1)はネットワークの運用に要するコストであるが、他にネットワークの構築に要するコストがある。

②拡張性

ネットワークはユーザや通信量の増加に応じて規模を拡張していく必要があり、柔軟な拡張性が必要である。また、この分野では技術の発展とともに新しい通信形態が発生してくるので、これを柔軟にとりこむ拡張性も必要である。

③接続性

各種端末の収容、他網との接続も重要な問題である。

2.3 ネットワーク管理機能

ネットワーク管理システムの機能は以下の2つに大別される。

①ネットワークの運転制御

ネットワークを正常に稼働させ、ユーザに対するサービスを維持するための支援機能である。

②ネットワークの運用管理

ネットワーク運用者の定常的な業務を支援し、ユーザに対して安定的なサービスを提供するための支援機能である。

それぞれの機能を表1に示す。

表1 ネットワーク管理機能

大分類	小分類
運転制御	障害監視 状態監視 試験・診断 装置制御
運用管理	課金 トラヒック統計・障害統計 加入者登録・変更・管理 ネットワーク構成変更・管理

3. パケット交換網における管理方式

3.1 管理形態

パケット交換網は図2に示すように拠点に設置され幹線網を構成する交換ノードおよび交換ノードに収容される集線ノードより構成される。

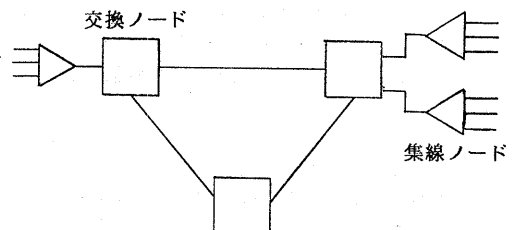


図2 パケット交換網の構成

このように構成されるパケット交換網の管理形態としては下記の3方式が考えられる。

(1) 集中型 (図3-a)

1ヶ所に設けた管理ノードにより集中的に全ノードの管理を行う。

(2) 階層分散型 (図3-b)

交換系管理ノードと集線系管理ノードを設け、それぞれがすべての交換ノードとすべての集線ノードを管理する。

(3) 地域分散型 (図3-c)

複数の管理ノードを設け、1つの管理ノードが1つまたは複数の交換ノード及びそれに収容される集線ノードの管理を行う。

これらの3方式を2.2で述べた観点から比較すると表2のようになる。省力化の点からみると、ネットワークの管理を一所で行う集中型がすぐれている。信頼性の点からみると、集中型の場合には管理ノードがダウンすると全体に影響を与えるが、分散型の場合にはその管理範囲のみにとどまり、また他の管理ノードによりバックアップすることも可能である。資源の有効利用の点ではネットワーク全体の資源を統括的に管理できる集中型が優れている。経済性の点では省力化と同様に集中型がよい。拡張性の点では集中型では管理できるネットワーク規模に限界があり、分散型が優れている。

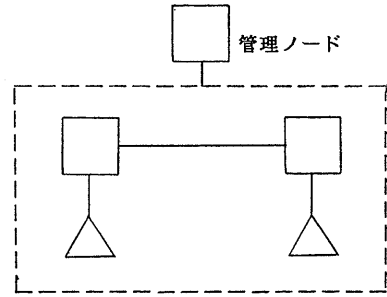
ここでは、主にネットワーク管理の省力化の観点から(1)の集中型を採用し、中央に設けた管理ノードにより集中管理を行い、各地域の交換ノードは無入運転を原則とした。図4に管理のモデルを示す。各交換ノード内部には管理プログラムが存在し、自ノードのローカルな管理を行うとともに、管理ノード及び他交換ノードとの通信を行う。

管理ノードは交換ノード内の管理プログラムと通信を行い、ネットワーク全体の管理を行う。これらの通信は網内で規定された管理プロトコルにより行われる。

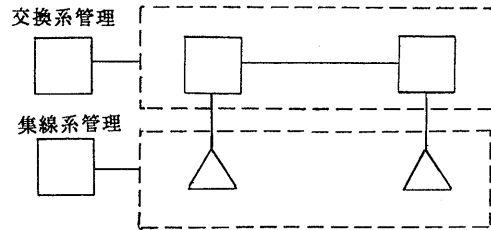
集中管理方式では信頼性の点が問題となるが、ネットワーク管理機能を以下の2つのレベルに分割し、管理ノードがダウンしても最低限の通信サービスは維持されるように管理機能を分散配置している。

(1) 交換ノードにおける自律的管理

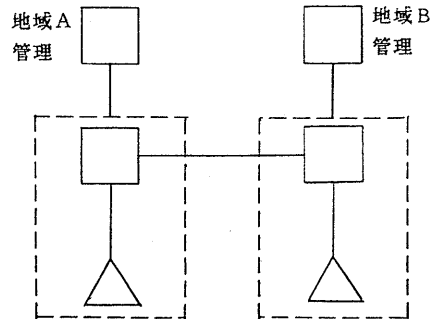
各交換ノードは内部に管理プログラムを内蔵し、自ノード自身の管理を行うとともに他交換ノードの管理プログラムと相互作用し通信の制御を行う。これらの管理動作はプログラムにより自律的に行われる。



a. 集中型



b. 階層分散型



c. 地域分散型

図3 パケット交換網の管理形態

表2 管理方式の比較

	省力化	信頼性	資源の有効利用	経済性	拡張性
集中型	○	×	○	○	×
階層分散型	△	△	△	△	×
地域分散型	×	○	×	△	○

(2) 管理ノードによる管理

管理ノードはオペレータの指示または自律的に交換ノード内の管理プログラムとの相互作用により交換ノードの管理を行う。

3.2 交換ノードにおける管理機能

交換ノード内部の管理プログラムは自身のローカル管理機能として以下の機能を持つ。

①装置状態監視

自ノードの回線状態、S/W、H/W障害の監視を行い、自局の状態、障害を管理ノード及び他ノードに通知する。障害の内容によっては予備系への切り替えを自動的に行う。

②通信状態監視

内部のバッファの使用状況等により輻輳の発生を監視し、輻輳検出時には監視ノード、他ノードへの通知を行う。

③装置制御

回線の閉塞/解除、予備系への切り替え等を行う。トリガとしては内部管理プログラム(自動)、操作パネルからの指示、管理ノードからの指示がある。

④通信制御

パケット交換の本質的な機能としてルート選択機能があり、障害回線は迂回する。また他ノードからの通知により網内の障害、輻輳を知り、該当箇所を迂回する。

また、自ノード内で輻輳が発生した場合には発呼規制やフロー制御によりパケットの流入を規制し、輻輳の回復をはかる。他ノードより輻輳発生のお知らせを受けた時は該ノードとの通信を規制する。

⑤情報収集

管理プログラムは課金情報、統計情報、ログ情報等各種内部情報を収集している。これらの情報は自発的または管理ノードからの要求により管理ノードへ転送する。このうち課金情報等特に重要な情報については管理ノードとの通信あるいは管理ノード自身がダウンした場合に一定時間は蓄積することができる。

上記①-⑤の機能により、管理ノードが存在しない場合でも、ネットワーク内に異常が発生した場合にもネットワーク全体としてユーザに対する通信サービスを維持することができる。

3.3 管理ノード機能

管理ノードにおける管理機能を以下に示す。

①ネットワークの障害監視

各ノードより障害発生のお知らせを受け、コンソールにメッセージを表示する。重度の障害の場合にはブザー等の警報を発する。

②ネットワークの状態表示

各ノードより障害通知、状態通知を受け、ネットワークの稼働状況を把握し、オペレータの要求によりコンソールに表示する。

③試験

オペレータの指示によりノードに対し回線トレス等の試験の実行指示を発し、その結果を収集、表示する。

④制御

オペレータの指示によりノードに対し制御の指示を発する。回線閉塞/解除、予備系切り替え指示等がある。

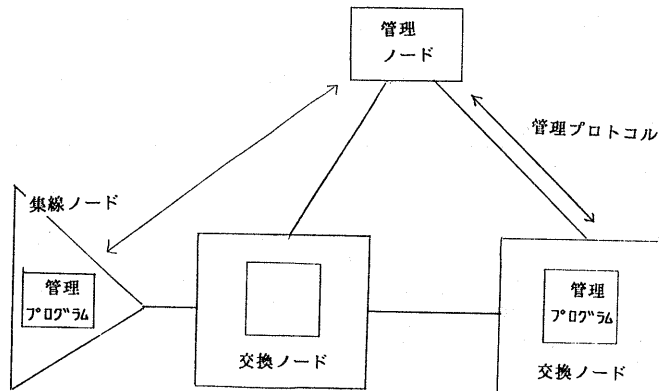


図4 管理のモデル

⑤課金

各ノードより課金情報を収集し、料金計算を行う。

⑥統計

各ノードでカウントされた統計情報を収集し、解析、表示を行う。これによってネットワークのトラフィック状況やサービス状況を把握する。

⑦加入者管理

入力された加入者情報に基づき、テーブルを作成し、各ノードにダウンロードする。また網全体の加入者データベースを持ち、加入者の管理を行う。

⑧網構成管理

入力された網構成情報に基づき、テーブルを作成し、各ノードにダウンロードする。

これらの機能により管理ノードを設置したセンタにおいて、集中的にネットワークの管理業務を遂行できる。

3.4 管理プロトコル

(1) 管理アプリケーションプロトコル

管理ノードと各ノード間の管理プロトコルは基本的に以下のパターンに分類される。

①イベント通知

障害の発生等を通知する。送達確認は行わない。

②指示

ノード内の管理プログラムに対し、試験、制御等の実行を指示する。指示内容により、応答によって結果を受ける場合と後述の情報収集により結果を収集する場合がある。

③情報収集

ノード内に蓄積された課金情報、統計情報、ログ情報等を収集する。管理ノードからの要求により情報を送信する場合と、自発的に送信する場合がある。

④情報配布

加入者情報、網構成情報のダウンロードを行う。

(2) 下位層のプロトコル

管理アプリケーションプロトコルは下位層としてネットワーク層プロトコルを直接使用する。

交換ノード間は独自のCLNP（コネクションレスネットワークプロトコル）で接続されており、管理ノード・交換ノード間も同じプロトコルを使用する。（図5-a）

集線ノード・交換ノード間はX.25を採用しており管理ノードの接続には以下の2つの方式がある。

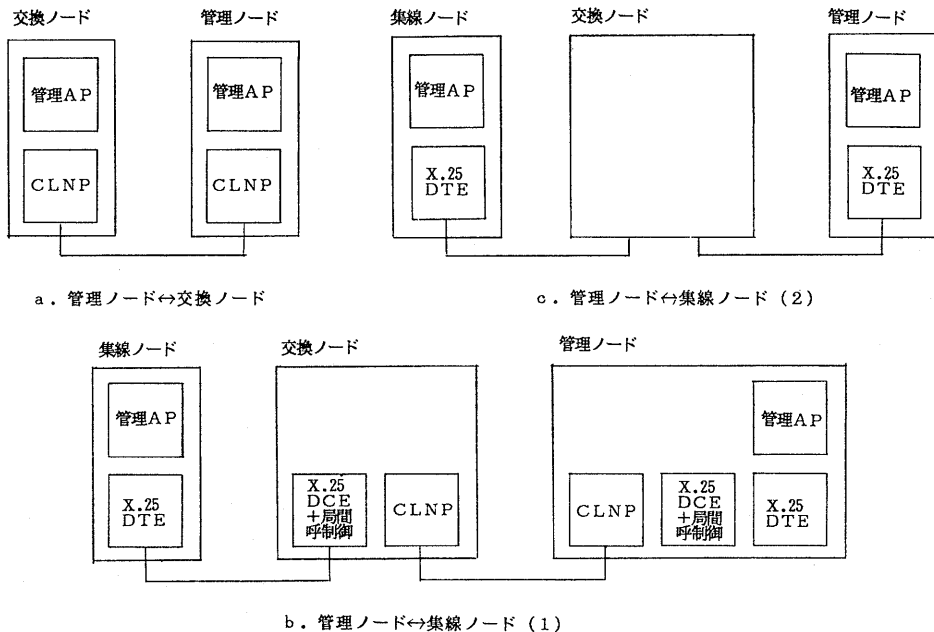


図5 プロトコル構成

①交換ノード・管理ノード間をCLNPで接続する
管理ノードには機能上X.25-DTE機能をあわせもつ通信制御モジュールを登録する。(図5-b)
ネットワークとは交換ノードに接続する局間回線のみで接続できる。

②交換ノード・管理ノード間をX.25で接続する。(図5-c) この方式ではネットワークとの接続に局間回線とX.25回線が必要であるが、DDX-P等他網に收容された集線ノードを管理することも可能である。

4. 管理システムの構成

管理ノードは汎用ミニコンピュータ上に構築している。図6にモジュール構成を示す。

①通信制御部

ネットワーク層以下の通信制御を実行する。3.4に述べた各プロトコルを実行するモジュールからなる。

②管理アプリケーション

ネットワーク管理機能を実行する主要部である。機能単位にモジュール分割されており、各モジュールはさらに交換系管理と集線系管理に分かれる。

③オペレータ I/F

オペレータの入力コマンドを解析し、管理アプリケーションに指示を発する。

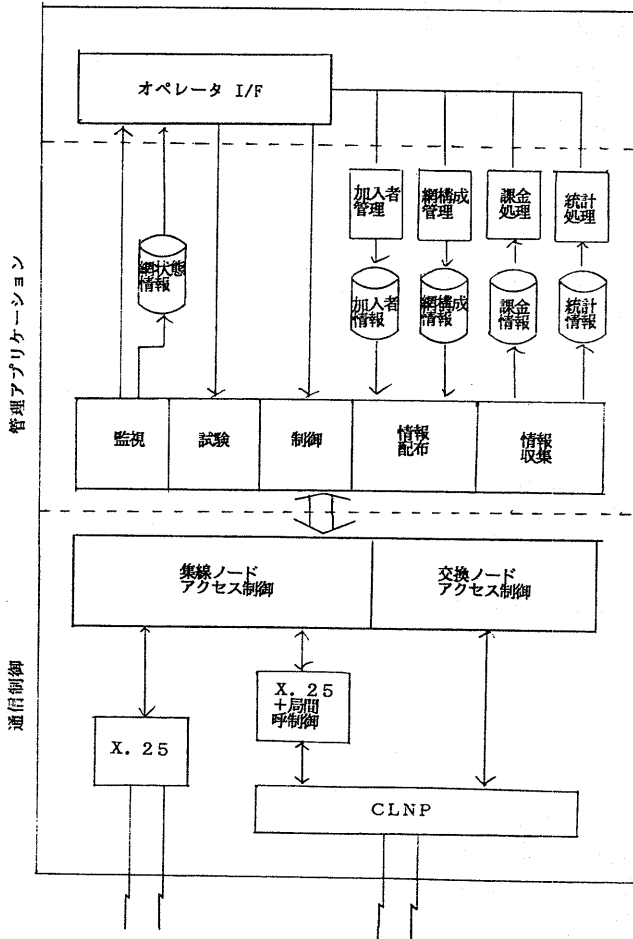


図6 モジュール構成

5. 評価

2.2 に示した管理システムの目的の面から評価を行う。

(1) 省力化

集中管理のため、ネットワーク運用者をセンタにのみ配置すればよいのでネットワークの管理に要する人員は少なくすむ。また、加入者情報の一括管理、課金情報の集中処理等により管理者の負荷は大幅に軽減される。

(2) 信頼性

センタにおいてネットワークの障害発生を知ることができるので迅速な対処が可能である。集中管理の場合に、管理ノードや管理ノードとの通信路のダウンが問題となるが、交換ノードに管理機能を分散してもたせたことにより、障害発生時にもネットワークとしての通信サービスは維持することができる。この時課金情報等の収集ができなくなるが、一定時間は交換ノードで蓄積可能であり、回復後にこれを収集できる。また、ダウン時間は通常数時間以内のは許容され则认为られる。

(3) 資源の有効利用

ネットワーク全体のトラフィック状況をセンタで把握することができ、適切な資源の利用をはかることができる。

6. むすび

パケット交換網の管理方式として管理ノードを設けた集中管理方式について検討した。さらに開発中のパケット交換網におけるネットワーク管理システムの構成について述べた。ネットワーク管理は情報通信網普及のための重要な技術の1つであり今後さらに機能の高度化、マンマシン I/F の充実等システムの強化をはかっていきたい。

文 献

- [1] 谷口他：「機能分散型パケット交換装置における輻輳制御方式の検討」電子情報通信学会(1986.9)
- [2] 谷口他：「パケット交換網における網試験方式の検討」電子情報通信学会(1986.9)
- [3] 矢野他：「パケット交換網におけるPVC設定解除方式の検討」電子情報通信学会(1986.9)