

ネットワーク管理における分散処理

北橋 雅子* 野口 正一**

*情報処理振興事業協会 (IPA) 富士ゼロックス情報システム(株)より出向中

**日本大学工学部

マルチプロトコル、マルチベンダーの大規模なネットワークを管理するシステムはどんなものであるべきか。もちろん、大規模なネットワークは複数の管理システムによって管理されなければならない。それらの管理システムは、どのような関係にあり、どうやって情報交換するべきであろうか。本論文では、まず、このような管理システムの基本コンセプトについて述べる。次に、各管理システムが扱うデータについて述べるが、オブジェクト指向によって問題分析を行った結果、管理システムはオブジェクトデータベースを持つこととなった。更に、管理システムどうしの情報交換をどのように行うかについて説明し、最後に、我々の基本コンセプトに従って実装された管理システム IPANeMa を紹介する。

1. はじめに

コンピューターネットワーク上にはさまざまな管理情報が分散して存在している。その管理情報の種類としては、大きく分けて2通りある。ひとつはネットワークを構成する各機器上の情報、すなわち、各機器上の通信プログラムの各層ごとの管理情報である。もうひとつは、管理者の頭の中にあるネットワークの構成情報、すなわち、どこにどのマシンがあって、どのようにつながっているか、その物理的な地図情報である。

管理者はまず、このネットワークの地図情報を正確に把握していなければならない。管理者がどうやってその情報を得るかという、それは、前任者から引き継ぐ、あるいは、現場を歩き回って確認する、といったような手段である。ネットワークをモニターすることによってある程度の情報を得ることはできるが、たとえば、あるマシンが3階の窓際にある、といったような情報は得られない。つまり、管理者の管理すべき対象が、実際にどの場所に位置しているか、という情報

は、管理者の頭の中、もしくは彼が誓いたノートの上、もしくは、彼が作成したデータベース上に存在する。そのデータベースは、各機器上の管理情報とは関係なく、全く別のものとして存在している。実際の管理業務において、これらは、管理者の頭の中で関連づけられて利用される。

ところで、ある程度以上のネットワークの規模になると、複数の管理者が必要となる。管理者どうしは互いに連絡し合って、常に共通の管理情報を保持するようにしなければならない。あるいは、各管理者は、あくまでも、自分の領域を責任を持って管理すればよく、必要な情報を上位の管理者に渡して、上位の管理者がそれなりのレベルで、各領域を管理する、という具合に、横の管理者どうしではなく、上下の管理者が連絡し合う、という場合もある。

以上の「管理者」を、「管理システム」に置き換えて考えてみると、ネットワーク管理システムはどうあるべきか、その基本的なコンセプトが見えてくる。

A distributing operation on network management

by Masako Kitahashi*, Shouichi Noguchi**

*Information - technology Promotion Agency, JAPAN

** Faculty of Engineering, Nihon University

2. 管理システムの基本コンセプト

- ① 管理システムは、一人の管理者が責任を持つべきネットワークの物理的な管理領域ごとに存在しなければならない。
- ② 管理システムは、管理者の頭の中のネットワークの物理的地図情報をデータベースとして保持する機構を持たなければならない。
- ③ 管理システムは、各機器から管理情報を得る機構を持たなければならない。
- ④ 管理システムは、各機器から得た管理情報を、管理者が頭の中で地図情報と関連づけて処理するのと同じやり方で、地図データベースと各管理情報を関連づけて保持し、必要に応じて何らかの処理をしなければならない。
- ⑤ 管理システムは、互いに何らかの方法で情報交換できなければならない。

このような管理システムを使って、ある大規模なネットワークを管理する場合の例を

図 2.1 に示す。

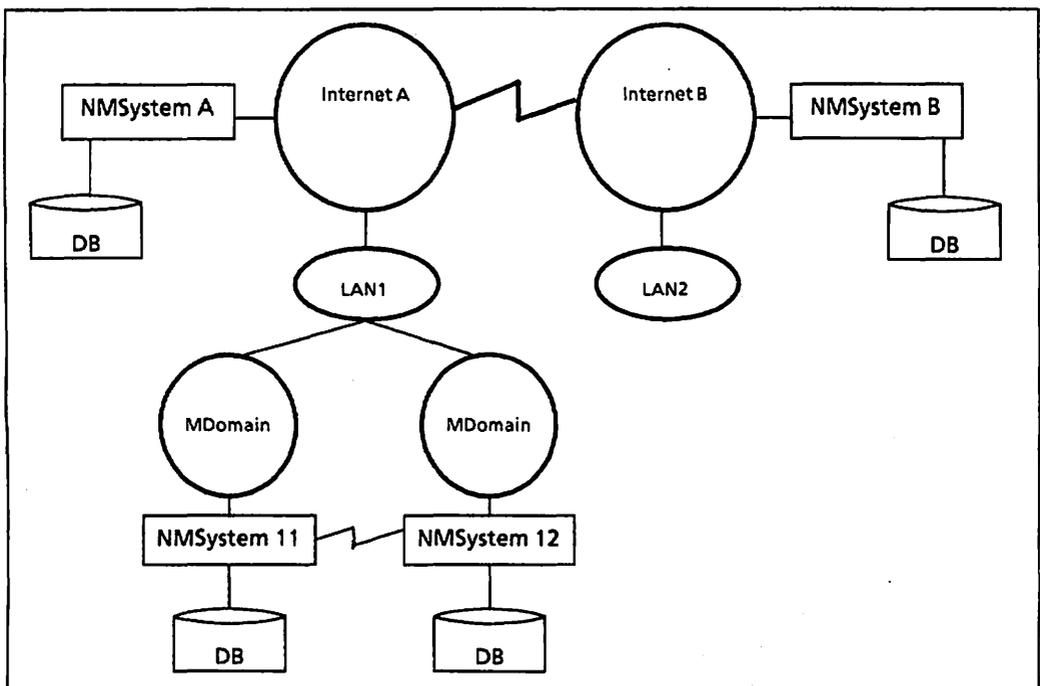
いくつかの LAN をつなぐ、Internet A と Internet B があるとき、それぞれ、NMSys-tem A、NMSys-tem B という管理システムがある。各 LAN 上ではいくつかの管理領域 (M-Domain) が切られていて、それごとに、NM-System 11、NMSys-tem 12 といったような管理システムがある。図 2.1 では、NMSys-tem 11 と、NMSys-tem 12 は対等の関係 (横の関係) である。これに対して、NMSys-tem A と、NMSys-tem 11、あるいは、NMSys-tem B と、NMSys-tem 12 は、上下関係 (縦の関係) である。

全ての NMSys-tem は、互いに情報交換できる。縦の関係であろうと、横の関係であろうと、同じように情報交換できる。そのやり方については後に述べる。

それぞれの管理システムは、上位であろうと下位であろうと同じ構造のデータベースを持つ。

3. 管理システムのデータベース

Fig. 2.1 Management Example using NMSys-tem



管理システムのデータベースは、地図情報と、各機器上の管理情報を関連づけて表現したものでなければならない。どのような情報があるのか、それらはどのように関連しているか、又、各情報はどのようにしてシステムに取り込まれ、どのように処理されるのか、これらの問題を、我々はオブジェクト指向問題分析手法(1)に従って分析した。その結果、管理システムは、オブジェクトデータベースを持つこととなった。

3.1 地図情報

ネットワークの地図を構成する要素は、機器とメディアである。そこで、Equipment, PhysicalMedia というオブジェクトクラスを設定する。それぞれ、place という属性を持たせて、これによって、各 aEquipment, aPhysicalMedia の物理的位置を表す。ところで、地図情報のデータベースは管理者が自分の頭の中の情報を自分でコンピューターに入力して作成するわけだが、つまり、それは、aEquipment, aPhysicalMedia というようなオブジェクトインスタンスをクリエイトする作業である。

システムは、管理者が入力しやすいイン

タフェースを提供し、なるべく、入力負担を軽くするように、ネットワークから得られる情報を生かして、データベース構築のサポートをしなければならない。

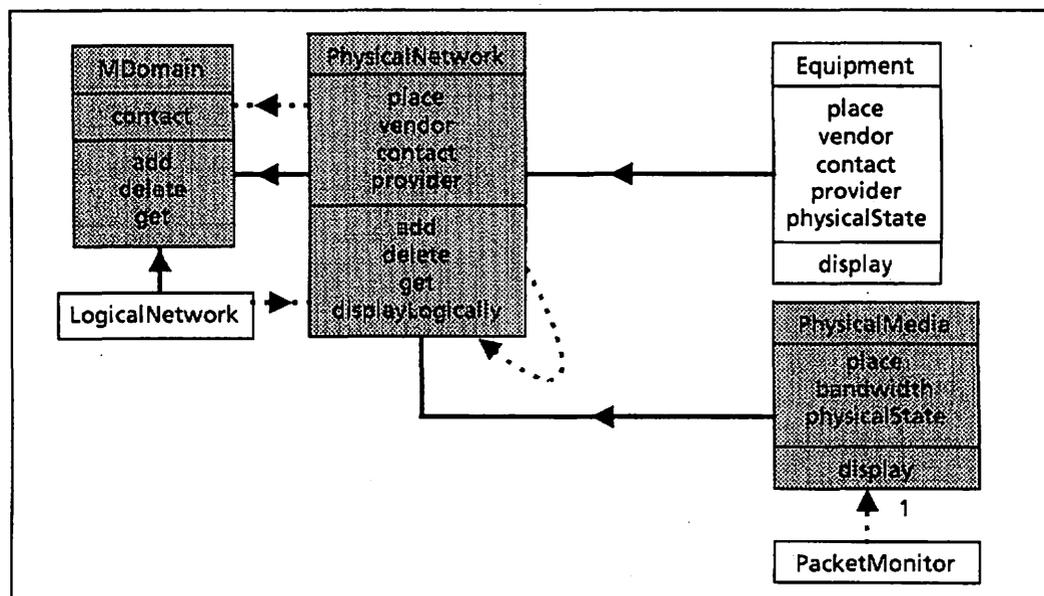
ある範囲の aEquipments, aPhysicalMedia は、aPhysicalNetwork に登録される。PhysicalNetwork は、管理するのに都合のいいように、管理すべきネットワークを適当に切り分けた単位で、いくつかの aPhysicalNetwork が、aMDomain (管理領域)を構成する。

3.2 各機器上の管理情報

管理者が地図上のある機器を、物理的な対象として認識することができるのに対して、各機器上の通信プログラムは、通信相手、又は、自分自身を、論理アドレスによってしか認識できない。従って、通信プログラムの各層ごとの管理情報が、どの機器上のものかは、論理アドレスによって区別されなければならない。管理者は、論理アドレスごとの管理情報と、地図上の物理的な機器のイメージとを重ね合わせて、管理業務を行う。

各機器上の通信プログラムを NetArchEntity というオブジェクトクラスで表す。NetArchEntity は Equipment のサブクラス Ho-

Fig. 3.1 ObjectModel PhysicalNetwork



stの構成要素である。NetArchEntityは各層ごとのエンティティ(CommEntity)によって構成される。CommEntityは、たとえば、TCP/IPならば、IPEntity, TCPEntityに分類され、IPEntityは属性としてIPAddressを持つ。HostはPhysicalPortを構成要素として持ち、aPhysicalPortにはただ一本のaPhysicalMediaがつながっている。aPhysicalPortは物理アドレスを属性として持つ。

aHostは、管理者が地図情報データベースを作成する時に、管理者によってクリエイトされる。管理者は、place等の情報を設定し、そのaHostがサポートするネットワークプロトコルと論理アドレスを指定する。すると、システムによってaNetArchEntityとその他の関連する全てのオブジェクトインスタンスが芋蔓式にクリエイトされていく。この時、システムはaHostが表す実際の対象と通信しなければならない。更に、以後、一定時間ごと、あるいは、管理者の指示するタイミングで、随時通信して情報を更新しなければならない。

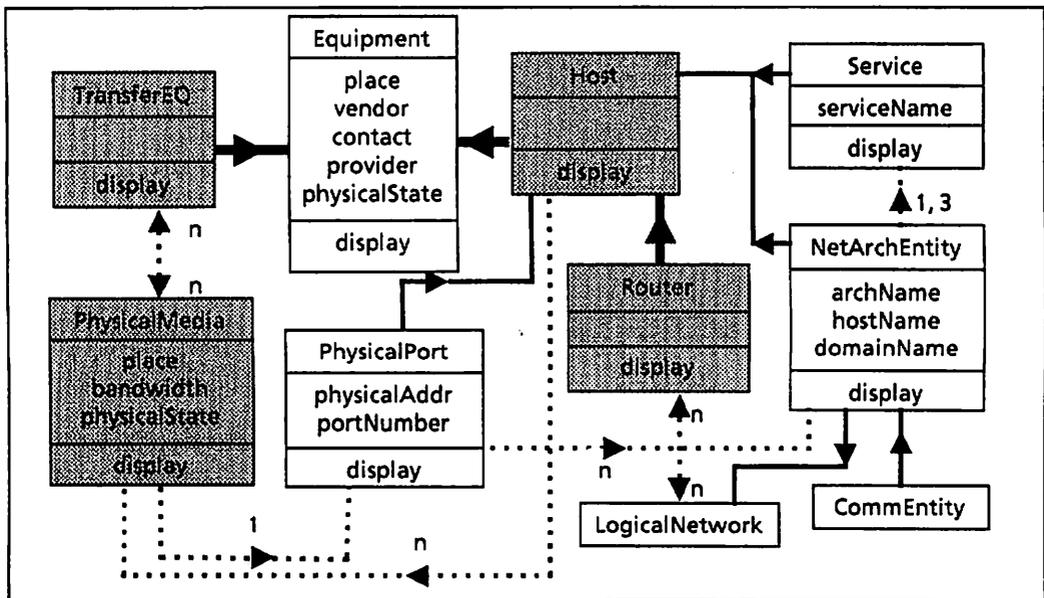
図3.1, 3.2に、管理システムが持つオブジェクトデータベースのオブジェクトモデル

を示す。図中において、オブジェクトはそれぞれひとつの箱によって示される。箱は3段に分かれており、1段目がオブジェクトクラス名、2段目が属性、3段目はそのオブジェクトの機能を示す。細い線の矢印は、部分全体関係を示す。矢印の指している方が全体、その反対側が部分、つまり、図3.1で言うと、オブジェクトEquipmentは、オブジェクトPhysicalNetworkの構成要素であることを意味している。太い線の矢印は継承関係を示す。矢印の指している方がスーパークラスである。また、点線の矢印はその他の関係を示す。数字は、矢印の先が1個に対して、矢印の元が何個存在し得るか、を示している。nは、1個以上の複数であることを意味している。

シェードのかかっているオブジェクトが、管理者がクリエイトするオブジェクトである。Equipment, Serviceは、インスタンスを持たない抽象クラス、その他のオブジェクトは、管理者がシェードのかかっているオブジェクトをクリエイトした時に、システムがクリエイトする。

これ以外にも管理システムのデータベースに登録されるオブジェクトが存在するが、

Fig. 3.2 ObjectModel NetArchEntity



ここでは、全てのオブジェクトモデルについての説明は省略する。図 3.3 に、全てのオブジェクトの継承関係を示す。この管理システムが管理するのは、マルチプロトコル、マルチベンダーのネットワークである。図 3.3 では、対象プロトコルとして、TCP/IP⁽²⁾、XNS⁽³⁾、OSI⁽⁴⁾、メディアとしては、Ethernet⁽⁵⁾、FDDI⁽⁶⁾が対象となっている。対象範囲を広げると、ここに対応するオブジェクトが付け加えられることになる。詳しくは、IPAの「複合ネットワークシステム管理に関する調査研究」プロジェクトの報告書⁽⁷⁾を参照されたい。

4. 管理通信

管理システムは、各機器から管理情報を得る機構を持たなければならない。このような管理のための通信プロトコルとして、TCP/IP 上の SNMP⁽⁸⁾、OSI 上の CMIP⁽⁹⁾ 等がある。これらのプロトコルを使って管理通信を行うためのオブジェクトモデルを図 4.1 に示す。

SNMPManager と OSIManager というオブジェクトクラスを定義し、それぞれ、SNMP agent、OSI agent と通信する機能を持たせる。Host、Router といったオブジェクトは、SNMPManager や OSIManager を使って通信する。これらの管理通信のためのオブジェクトは、同じ名前のメソッドによって、同等の機能を提供する(ポリモーフィズム)。これによって、Host、Router といったオブジェクトは、どのような管理通信プロトコルを使うのかを関知する必要がなくなる。図 4.1 では、aHost が initialize というメッセージを、aCommEntity が、getConnection というメッセージを発行することによって、すでに、関連付けられている aSNMPManager、あるいは、anOSIManager の getNetArchEntity、getConnection メッセージが呼ばれて、通信が起こる。

SNMPManager、OSIManager は、Host、Router がクリエイトされたときに、システムによってクリエイトされ、aHost、aRouter と関連付けられて、管理システムのデータベースに登録される。

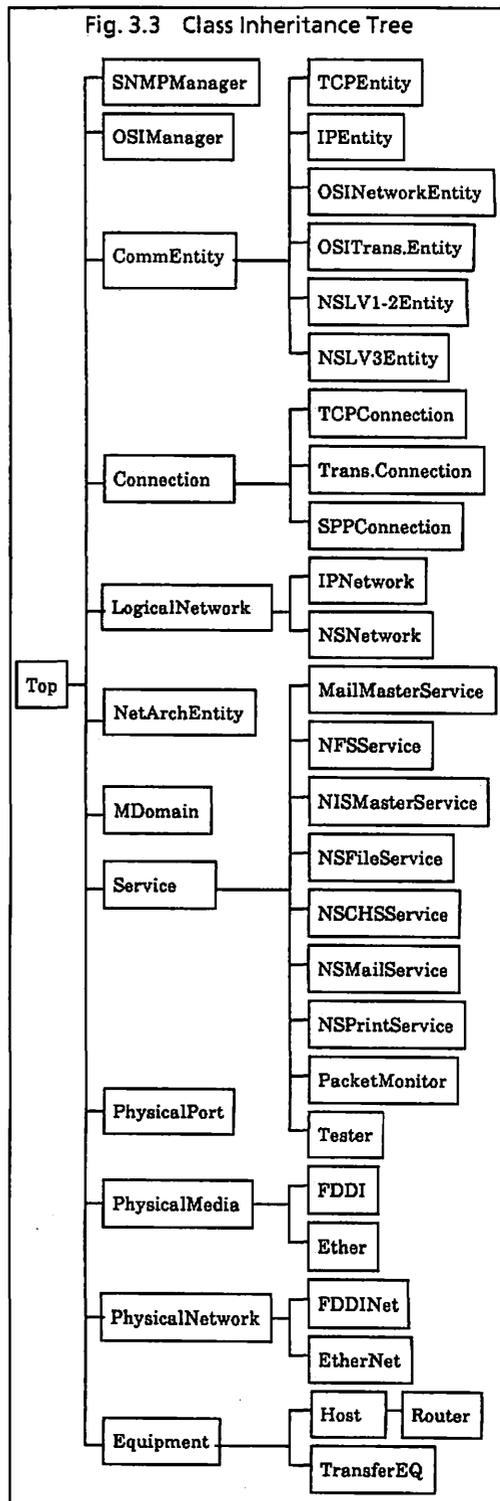
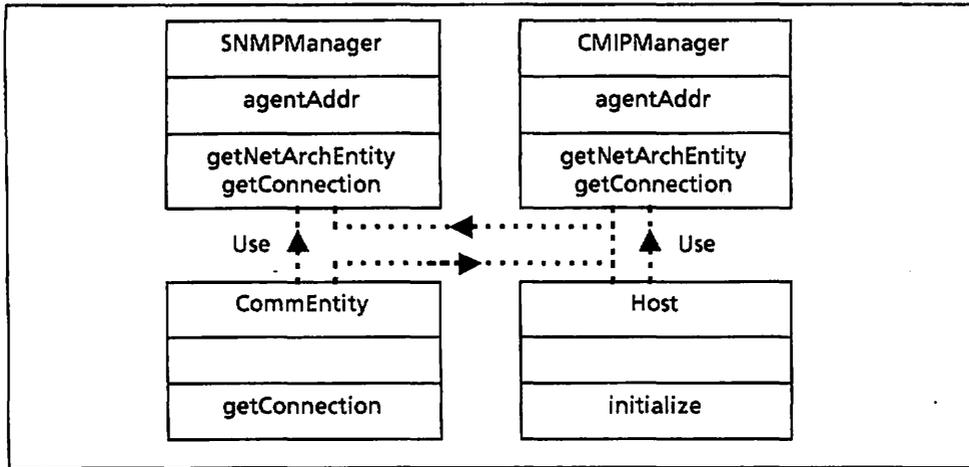


Fig. 4.1 Communication Object Model



管理システムは、必要に応じてデータベースからオブジェクトをロードしてきて、各オブジェクトの機能を使い、管理業務をサポートする。図 4.2 に、管理システムと、ネットワークの実際の機器との関係を示す。

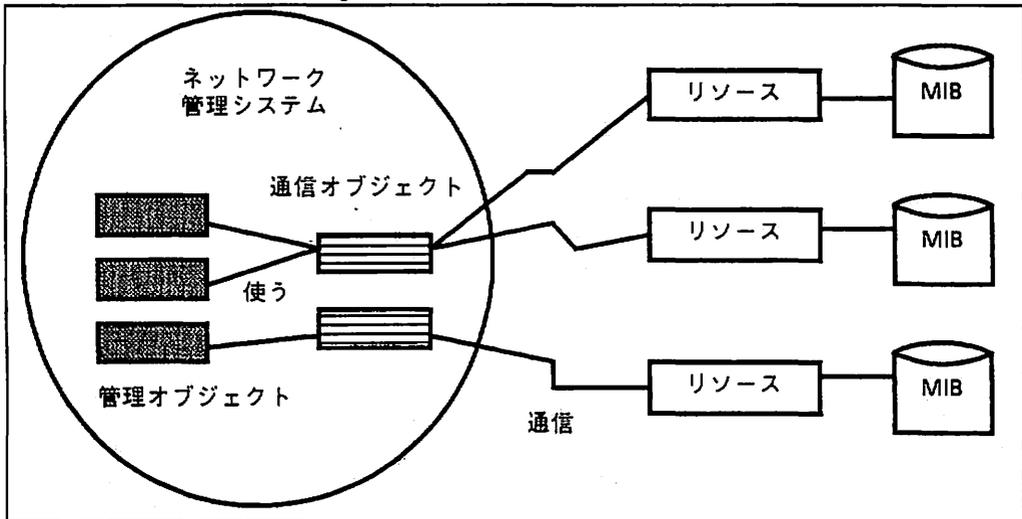
図 4.2 において、通信オブジェクトは、SNMPManager や OSIManager を意味する。管理オブジェクトは Host, Router といったオブジェクトを意味する。SNMP や、OSI 管理において、管理オブジェクトという言葉を使う場合があるが、それは、あくまでもリソース上の管理情報のことであって、本管理シス

テムにおける管理オブジェクトとはまったく別の概念である。

本管理システムにおける管理オブジェクトは、管理情報を収集処理するプログラムの単位とでもいうべきものである。通信オブジェクトは、リソース上の管理情報構造を知っていて、管理オブジェクトが必要とする情報構造とのマッピングを行った上で通信する。

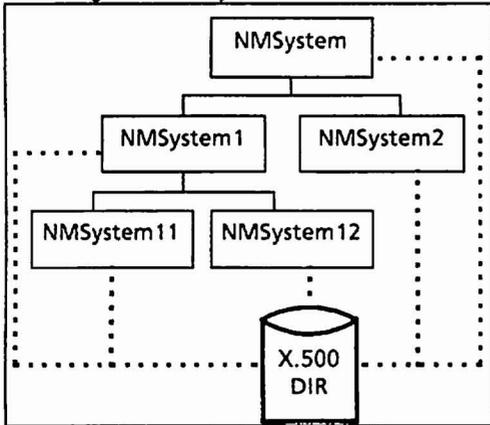
5. 管理システムどうしの情報交換

Fig. 4.2 管理システム & リソース



管理システムはネットワーク上に分散する管理情報と管理者の頭の地図情報を収集し統合して、管理業務をサポートするものである。ある規模以上のネットワークを管理するためには複数の管理システムが必要である。この時、それらの管理システムどうしの関係はどのようなものであろうか。ひとりの管理者が管理する管理領域ごとに、ひとつの管理システムがある時、それらの関係は図 5.1 のようになる。

Fig. 5.1 NMSystem の情報交換



横に並んでいるのは、対等の関係。縦につながっているのは、上下の関係である。横の関係は、管理領域のレベルが同じであることを意味している。上位の管理システムは、図 2.1 の例で示したように、複数の管理領域のネットワークをつなぐ、もうひとつのネットワーク、すなわち、上位のネットワークを管理するものである。単に、複数の管理システムから情報を集めて処理するシステムではない。

これらの管理システムは、それぞれ、自分の領域のデータベースを持っている。そのデータベースは、領域名で、X.500 ディレクトリ(10)に登録される。他の領域のデータベースが必要ならば、X.500 ディレクトリからリトリブすることができる。つまり、管理システムどうしは直接通信は行わないが、X.500 ディレクトリを介して情報交換を行う。

全ての管理システムは、自分と対等の管

理領域のデータベースはもちろん、上位、下位の管理領域のデータベースもX.500 ディレクトリからリトリブすることができる。この意味において、全ての管理システムは対等であり、上下関係は存在しない。

他の領域のデータベースをリトリブしてくると、その領域の地図情報が得られる。つまり、位置情報を持ったオブジェクト群が得られる。そのオブジェクト群は、それぞれに実際の対象を反映した管理情報を保持している。しかし、動的な情報については、それぞれのオブジェクトが持っている通信機能を使って、実際の対象から直接得ることになる。

上位のネットワーク管理者は、下位にどんなネットワークがつながっているか把握する必要がある。しかし、下位のネットワークの情報が全て必要なわけではない。必要に応じて、下位の管理領域のデータベースにアクセスし、場合によっては、登録されているオブジェクトの通信機能によって、直接下位のネットワークにアクセスして情報を得る。

この時、下位のネットワークのリソース上のエージェントが、アクセスコントロールをすることができれば、上位ネットワークマネージャからのリクエストしか受け付けない、等を指定することができる。

上位管理システムと、下位管理システムとの間に、システムとしての違いはない。ただ、それを使う管理者の意識が違うだけである。

6. IPANeMa

以上のようなコンセプトに従って、我々は、実際に管理システムを実装した。これを IPANeMa (IPA Network Manager) と呼ぶ。

IPA という LAN があって、これが、WIDE というインターネットにつながっているとす。IPA という管理領域で、IPANeMa を使って表示した、aPhysicalNetwork の関係図と、IPA の上位ネットワークである WIDE という管理領域で、IPANeMa を使って表示した、aPhysicalNetwork の関係図を、図 6.1 に示す。PhysicalNetwork は、3.1 の項で説明したように、管理すべきネットワークを適当

に切り分けた単位で、いくつかの aPhysicalNetwork が、aMDomain (管理領域) を構成する。

図 6.1 で、大きな楕円は、aPhysicalNetwork、小さな楕円は他の aMDomain を意味する。これらの関係を詳しく見るためには、各アイコン上の connect Other PN というメニューをセレクトする。大きな楕円上で、PN Topology というメニューをセレクトすると、その aPhysicalNetwork の物理的な位置関係が、図 6.2 のように表示される。

IPANeMa は、パブリックドメインのソフトとして配布する予定である。

7. おわりに

IPANeMa は、我々の基本コンセプトを満たす管理システムとして、まだまだ、多くの課題を残している。今のところ、実装されているのは、TCP/IP を対象とするオブジェクト群と、SNMPManager、そして、ネットワークモニタリングのための機構である。X.500 ディレクトリへのアクセス機構はまだ実装されていない。今は、各領域のデータベースをバイナリファイルでやり取りすることができるようになっている。

IPANeMa は、基本コンセプトの正しさを検証するためのものであり、また、基本コンセプトをチューニングするためのものでもある。パブリックドメインのソフトとして配布することによって、広く意見を聞き、実用

Fig. 6.1 Example Window of IPANeMa

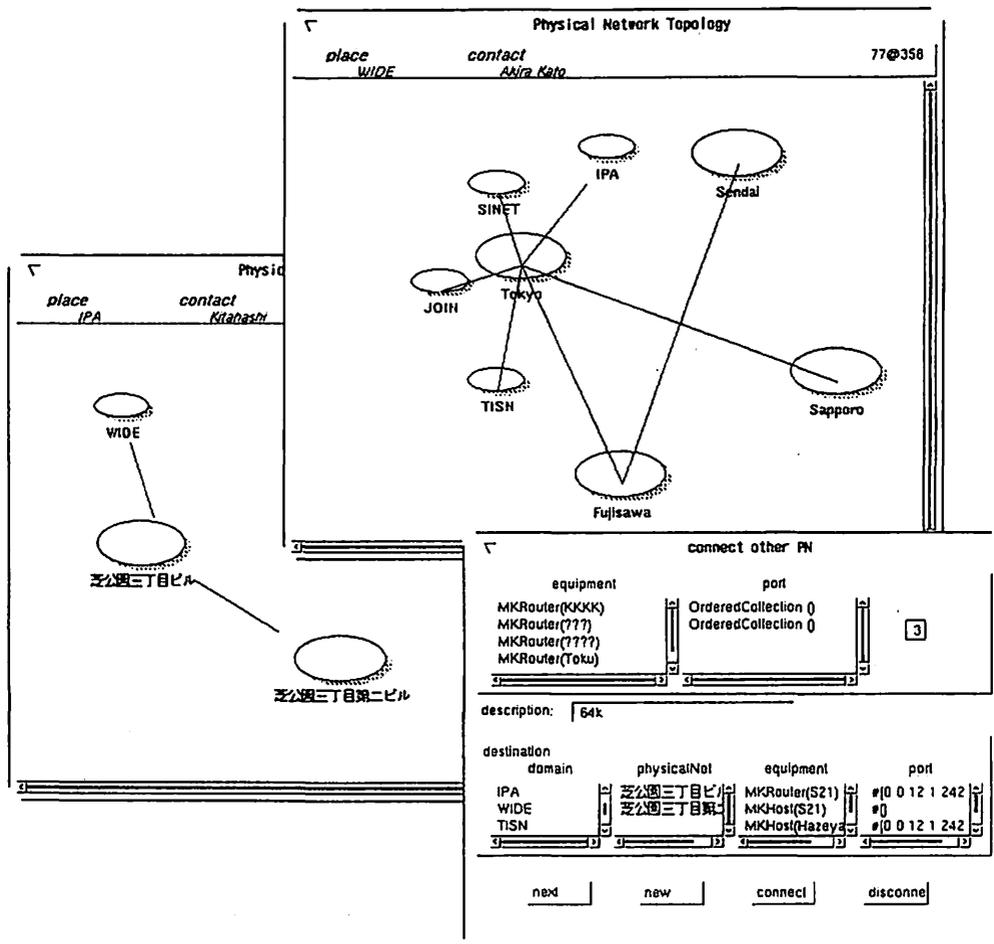
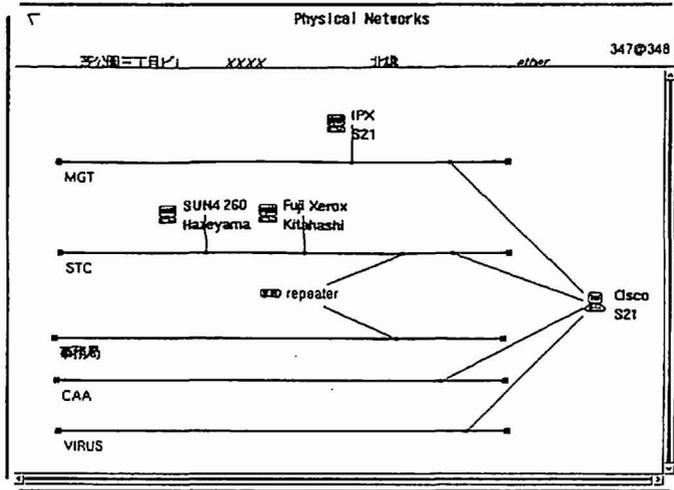


Fig. 6.2 Example Window of IPANeMa



的で汎用的なネットワーク管理システムの基本コンセプトを確立していく。

8. 謝辞

本研究を進めるに当たって、日本アイ・ビー・エム(株)小林善和氏、日本電気(株)勅使河原可海氏、富士通(株)高橋修氏、(株)SRA佐原伸氏、富士ゼロックス情報システム(株)龍田直紀氏、藤野晃延氏、羽生田栄一氏、また、INTAPNM WG、およびWIDE Projectの方々、そして、情報処理振興事業協会棟上昭男理事はじめ、その他の関係者の皆様に感謝の意を表します。

9. 参考文献

- (1) J.ランボー/M.ブラハ/W.プレメラニ/F.エディ/W.ローレンセン著、羽生田 栄一 監訳：オブジェクト指向方法論 OMT モデル化と設計、P.544、Prentice-Hall, Inc. / (株)トッパン、1992
- (2) Douglas Comer : Internetworking with TCP/IP, P. 382, Prentice-Hall, Inc., 1988
- (3) 上谷 晃弘 編著：ローカルエリアネットワーク - イーサネット概説 -、P. 280、丸善(株)、1985
- (4) ISO 7498: 1984 Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model
- (5) The Ethernet Handbook, the second edition, Shotwell and Associates, 1983
ISO 8802/3-1990: [ANSI / IEEE 802.3-1990] CSMA/CD MAC & PHY
- (6) ISO 9314-1 FDDI Physical Layer Protocol
ISO 9314-2 FDDI Media Access Controll
ISO 9314-3 FDDI Physical Layer, Media Dependent
- (7) テーマ別年次総括報告書、IPA
- (8) Marshall T. Rose : A Simple Network Management Protocol (SNMP), RFC1157
- (9) ISO/IEC 7498-4, (X.700) Management Framework
ISO/IEC 9595 (X. 710) Common Management Information Services
ISO/IEC 9596 (X.711) Common Management Information Protocol
- (10) ISO/IEC 9594 (X.500) Information Technology - Open Systems Interconnection - The Directory