

オブジェクト指向ネットワーク管理

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

東京都港区芝公園3-1-38 秀和芝公園3丁目ビル 6F

情報処理振興事業協会 (IPA) 技術センター

北橋 雅子

TEL: 03-3437-2301 FAX: 03-3437-5386

EMail: kita@stc.ipa.go.jp

あらまし 本論文では、最新のオブジェクト指向問題分析手法を用いて、ネットワーク管理問題を分析した結果に従って、実用的なネットワーク管理システムを構築するためのアプローチについて述べる。まず、全ての管理要求に共通なもっとも基本的な要求を把握する。次にそれを正確に反映したオブジェクトモデルを作成する。さらに、SNMPや、OSI CMIP等の管理通信プロトコルを利用して管理情報を収集するための機構を、管理要求を反映したオブジェクトモデルとは独立に存在させる。さらに、ネットワーク管理システムとしてのグラフィカルなエンドユーザーインタフェースを実装するために、市販のUIライブラリを利用して、プロトタイプシステムを作成した。今後、汎用的な統合ネットワーク管理システムとして実用化する予定である。

和文キーワード ネットワーク管理, オブジェクト指向分析(OOA), オブジェクトモデル, SNMP, OSI CMIP

Object Oriented Network Management

Masako Kitahashi* Shoichi Noguchi**

*Information-technology Promotion Agency, Japan
On loan from Fuji Xerox Information Systems Co., Ltd.

**Faculty of Engineering, Nihon University

Information-technology Promotion Agency, Japan (IPA)

3-1-38 Shiba Koen, Minato-ku, Tokyo 105, Japan

Tel. +81 3 3437 2301 Fax. +81 3 3437 9421

Email. kita@stc.ipa.go.jp

Abstract

The approach to build up a practical network management system according to the result of an analysis for network management problem using the latest Object Oriented Analysis (OOA) method is described in this paper. Firstly the common basic management requirements are clarified, secondly the Object Model as a reflex of the requirements is represented, and then how to collect management information from actual resources are described as another issue, at last our prototype of a practical network management system for wide use including end user interface is represented.

英文 key words network management, Object Oriented Analysis (OOA) Object Model, SNMP, OSI CMIP

1. はじめに

ネットワーク管理という問題は比較的新しい問題なので、その管理要求の把握が十分に行われていない。ネットワーク自身が急速に発展している状態にあり、そうでなくても、ネットワーク管理という問題は非常に複雑な問題であるので、管理要求の正確な把握は、それだけでも、そう簡単なことではない。

非常に複雑な問題を正確に理解し、解決する方法として、オブジェクト指向問題分析が注目されている。そこで、これによって、ネットワーク管理という問題を分析する。

マルチベンダー、マルチプロトコル、さらに、今後のネットワーク技術の発展をも、ある程度考慮して、ネットワーク管理とは何か、という共通の概念をオブジェクト指向問題分析によって模索する。

その結果得られた、オブジェクト群を利用して、実際に管理システムを構築するためのアプローチについて述べる。

2. ネットワークの定義

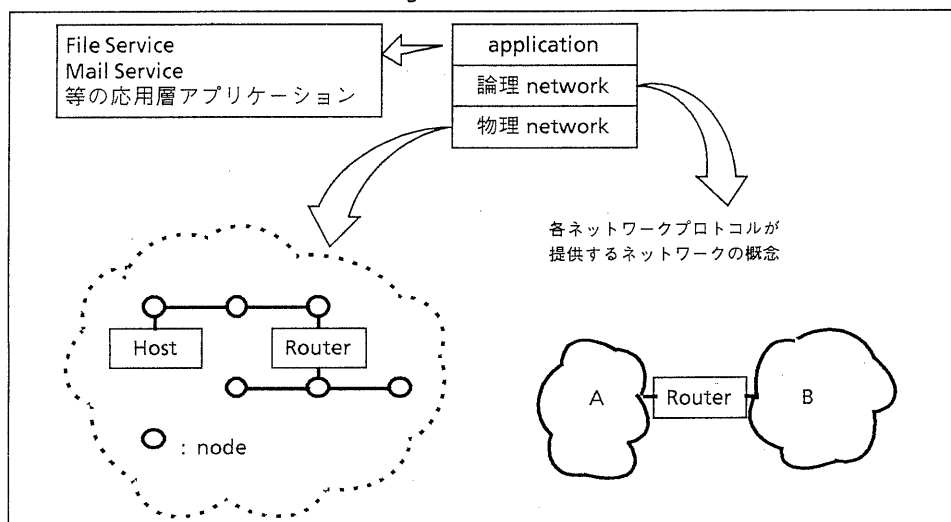
ネットワーク管理という問題を分析するためには、管理の対象となるネットワークをどのように把握するかが重要なポイントとなる。本

論文では、図1のように、ネットワークは、物理ネットワーク、論理ネットワーク、ネットワークアプリケーションの3層から成るものであると定義する。

物理ネットワークは、ノードが、何らかのメディアによって物理的につながっている環境である。ノードとは、ワークステーション等のコンピューターホスト、ルーター、または、リピータ、ブリッジ等の機器である。メディアとは、イーサネット(2)やFDDI(2)等の線である。

物理ネットワークがあるだけでは何も起こらない。物理ネットワークを構成する機器が、メディアを介して通信を行うためには、各機器上に何らかの通信機能を載せなければならない。通信機能とは、TCP/IP(1)や、XNS(2)、または、OSI(3)等の各ネットワークプロトコルに従った機能である。通信機能を載せると、そのネットワークプロトコルが提供する論理ネットワークの概念が、物理ネットワークの上に重なって存在するようになる。論理ネットワークは、通常、ネットワーク番号によって認識される。図1では、ネットワークA、ネットワークBがあつて、これらは、ルーターによってつながっている。論理ネットワークは、OSIでいうところの第3層の通信機能によって認識される

図1 ネットワークモデル
Fig. 1 network model



ものである。それぞれの通信プロトコルの各層ごとの機能が積み重なった、ひとつの通信プログラムが、ある機器上に実装されることによって、その機器がどの論理ネットワークに属するか、定義することができるようになる。同じネットワーク番号を与えられた通信プログラムの集合を論理ネットワークと定義する。

論理ネットワークの上に、すなわち、論理ネットワークを構成する通信プログラムの上位アプリケーションとして、何らかの通信サービス、すなわち、ネットワークアプリケーションが存在する。これは、Mail Service、File Service等の応用層アプリケーションである。

ひとつの物理ネットワークに対して、複数の論理ネットワークがある時、それを、マルチプロトコルネットワークと呼ぶ。

3. 管理要求

分析の目的となる管理要求を列挙する。これは、現在ネットワーク管理を行っている人々にインタビューした結果をまとめたものであり、さらに、現在使われているネットワーク管理ツールが備えている機能を管理要求として考慮したものである。管理要求は、できるだけ具体的に、かつ、詳細に記述する。

次に、それらの管理要求を満たすためのオブジェクト指向分析を行うが、この作業によって、管理要求の記述が不十分である点が浮かび上がってくるので、その時点で管理要求を修正する。このように、分析と、管理要求の具体化詳細化は、同時に進行する。

以下に示す管理要求は、今までの分析作業によって、ある程度、具体化詳細化が進んだものである。しかし、ここでは、その要点のみを示す。

図1のネットワークモデルの3つの層ごとに管理要求が存在する。

レベル1: 物理ネットワーク管理

① 物理ネットワークポロジの表示、及び、変更。

物理ネットワークポロジとは、各ノードやメディアが、どの場所にあるかを示しているかを示したものである。

② 論理ネットワークとの関係表示。

③ 物理的障害の検知。

レベル2: 論理ネットワーク管理

① 論理ネットワークポロジの表示、及び、変更。

論理ネットワークポロジとは、各論理ネットワークが、どのルーターによってどのようにつながっているかを示したものである。

② 物理ネットワークとの関係表示。

③ 論理ネットワークの論理的構成要素の表示、及び、変更。

論理的構成要素とは、各機器上に載っている通信機能である。通信機能が使用する論理アドレスと、それに対応する物理アドレス、また、hostname等の表示。各層ごとのEntityの状態表示(Connectionの状態表示)、及び、変更。すなわち、層管理。

④ エラー Packetの管理。

⑤ 二重論理アドレスのチェック。

⑥ ルーティング機能のテスト。

⑦ ネットワークの現状把握。

レベル3: ネットワークアプリケーションの管理

① アプリケーションポロジの表示、及び、変更。

各サービスの論理的位置関係の表示。

② Accounting Service状態表示 & 変更。

現在登録されているホスト、ユーザー、メールアドレス、サービスの表示と変更。

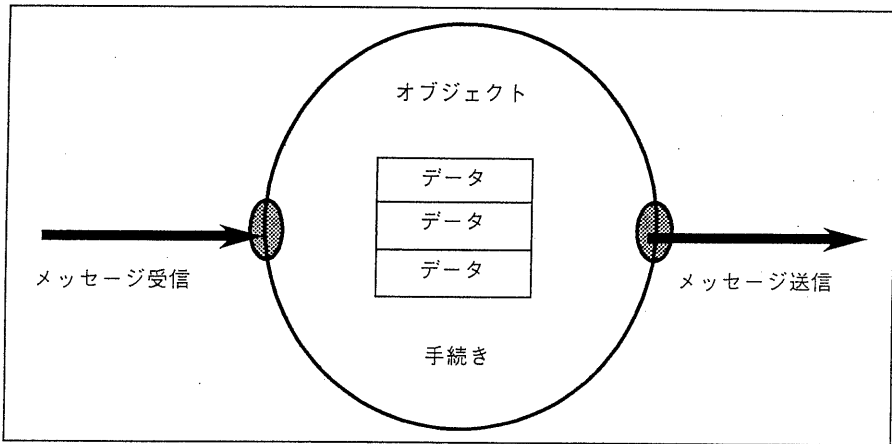
③ ファイルサーバー等、重要なサービス機能のテストと管理。

4. ネットワーク管理問題分析

オブジェクト指向問題分析手法である OMT (4) によって分析を行う。ここで言う分析とは、オブジェクトモデル化、動的モデル化、および、機能モデル化の3つを行うことである。オブジェクトモデルとは、問題を理解するために「オブジェクト」を用いて対象領域を抽象化したもので、問題領域の把握にとって本質的でない詳細を省略したものである。

ある程度、オブジェクトモデル化ができたから、動的モデル化、機能モデル化を行う。動的モデル化とは、ある目的を満たすための、オブ

図2 オブジェクトとは
Fig. 2 What Object is



オブジェクトからオブジェクトへの一連の操作の列を記述することである。動的モデルをシナリオと言うこともある。機能モデル化とは、オブジェクトの持つべき各機能について、そのデータフロー図等を記述することである。

最も重要なのは、オブジェクトモデル化である。「オブジェクト」とは、図2のように、情報と機能をひとまとめにしてカプセル化したモジュールである。オブジェクトどうしがメッセージのやりとりをすることによってある目的が達成される。オブジェクトが他のオブジェクトにメッセージを送信する時、相手のオブジェクトのデータ構造や、手続きのアルゴリズム等に、全く関知する必要はない。これが、データ構造と手続きが隠蔽されているということである。

先に述べたように、分析作業と管理要求の具体化詳細化は同時に進行する。すなわち、オブジェクトモデル化の過程において、管理要求の書換えが起こる可能性は常に存在する。その場合は、必ず、オブジェクトモデル全体を見渡して、矛盾なく、その新しい管理要求が満たされるように考慮しなければならない。

ここで注意すべきことは、この段階では、管理のための通信の問題を考慮しないことである。それは、分析の後の設計段階で考慮する。その結果問題があれば、それをフィードバックして分析に反映させる。構成管理や障害管理等

の通信管理と、管理情報を得るための管理通信は、別の次元の問題であることを認識する必要がある。

4.1 オブジェクトモデル

図3.1から3.6に、先の管理要求を全て考慮した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。

それぞれのオブジェクトに関する説明はここでは省略する。

図4に、全てのオブジェクトクラスの、継承関係を示す。左側がスーパークラスである。

4.2 動的モデル、機能モデル

Fig. 3.1 ObjectModel PhysicalNetwork

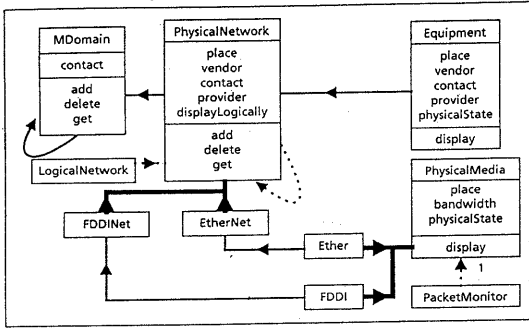


Fig. 3.2 ObjectModel Equipment

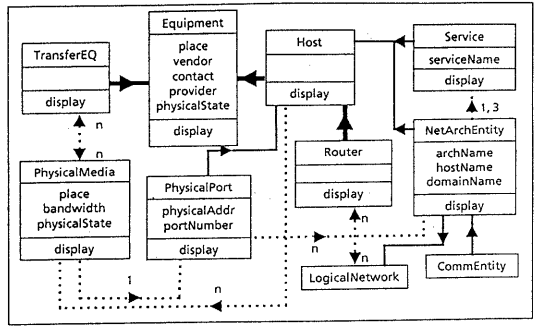


Fig. 3.3 ObjectModel CommEntity

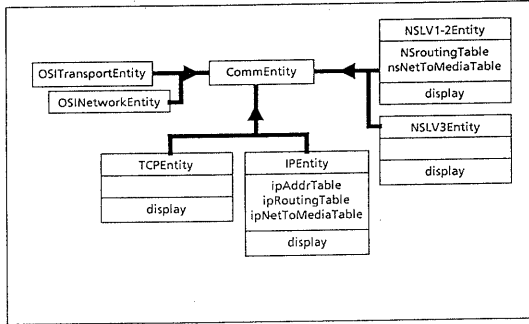


Fig. 3.4 ObjectModel Connection

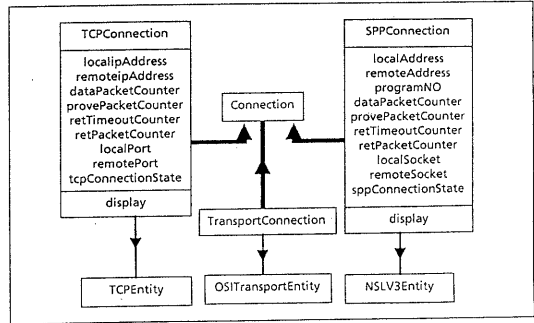


Fig. 3.5 ObjectModel Service

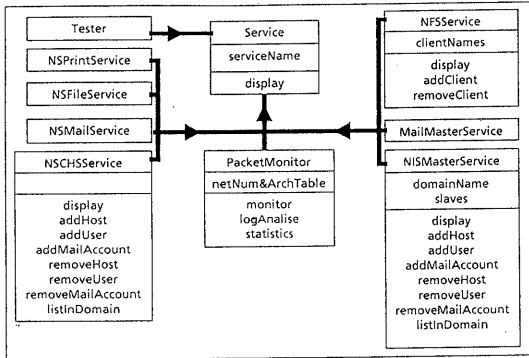


Fig. 4 Class Inheritance Tree

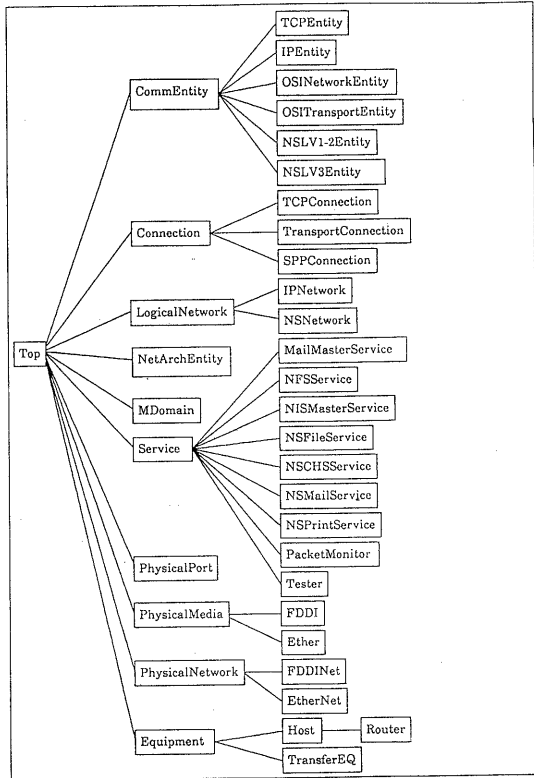
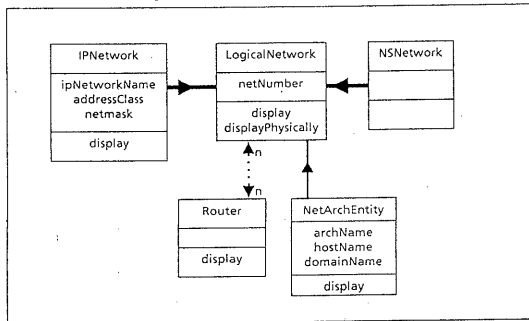


Fig. 3.6 ObjectModel LogicalNetwork



全ての管理要求について、動的モデル(シナリオ)を作成しなければならない。動的モデルとは、時系列に従ったオブジェクトからオブジェクトへの操作の列、及び状態遷移図である。総てのシナリオ中一回も参照されない属性、利用されない機能があれば、それは必要ない、ということである。逆に、必要な属性、機能がない、ということがわかった場合は、どこか適切なオブジェクトにそれを付け加えるか、または、オブジェクトモデルの構成を考え直す必要があるということになる。

動的モデル(シナリオ)が完成したら、それぞれのオブジェクトごとに、その機能を、データフロー図等で詳細化しなければならない。すなわち、機能モデル化である。

ここでは、具体的な動的モデル、機能モデルの記述は省略する。

5. システム構成

分析の結果、得られたオブジェクトのインスタンスを生成すると、そのインスタンスが表す実際の対象、たとえば、実際のホスト、又は、実際のルーター等と通信しなければならない場合がある。実際の対象が持っている管理情報ベースにアクセスする必要があるからである。このような通信のためのプロトコルとして、TCP/IP上のSNMP⁽⁵⁾や、OSIのCMIP⁽⁶⁾等がある。

分析の段階では、このような管理のための通信は考慮する必要がなかった。しかし、分析結果を検証するためのプロトタイピングのためには、これを考慮しなければならない。そこで、管理通信のためのオブジェクトモデル化を行う。

たとえば、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5参照)

重要な管理情報として、Monitoringによる情報がある。これをどうやって収集するかについては、二通りの方法を考慮している。一つは、RMON MIBを登載しているリソースからSNMPで情報を得るやり方と、もう一つは、リソース上で、Monitoring Deamonや、Logging Processを走らせ、我々が開発した独自のプロトコルで情報を得るやり方である。

分析の結果、PacketMonitorというクラスが、Monitoring情報を収集解析する機能を持っている。そこで、前者の方法の場合、Packet-

図5 通信オブジェクトモデルの例
Fig. 5 Example Communication Object Model

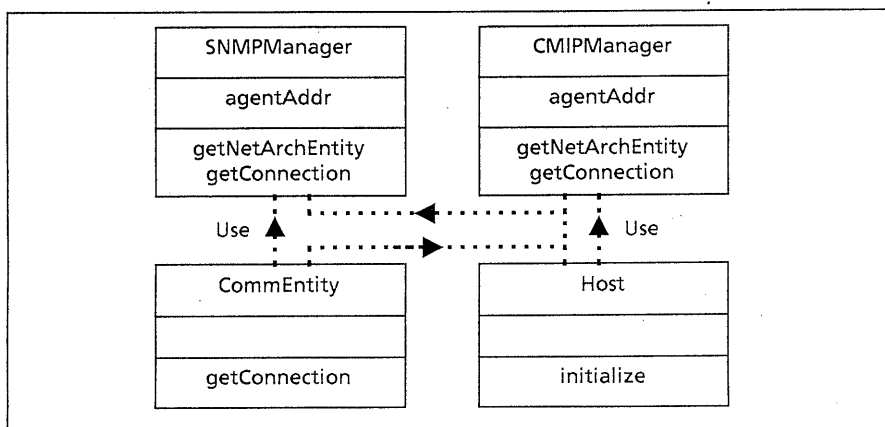
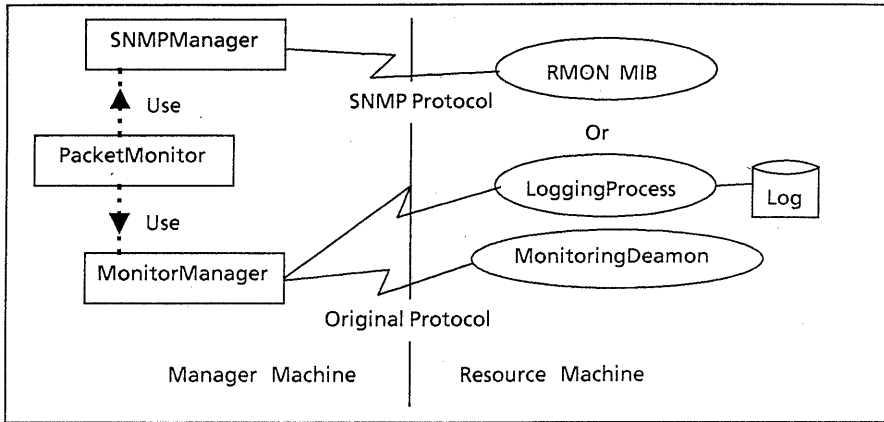


図6 モニタリングモデル
Fig. 6 Monitoring Model



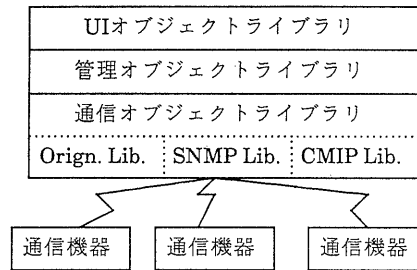
MonitorはSNMPManagerという通信のためのクラスを利用して、リソース上のRMON MIBにアクセスする。後者の方法の場合、MonitorManagerという通信のためのクラスを利用して、リソース上のMonitoring Deamonや、Logging Processをコントロールし、必要な情報を得る。(図6参照)

分析によって得られたオブジェクト群と、管理通信のためのオブジェクト群を、Smalltalk80™(7)によって実装し、さらに、グラフィカルなユーザーインターフェースのためのオブジェクトライブラリを使用して、先に示した管理要求を満たすシステムのプロトタイプを作成した。

実用的なネットワーク管理システムのために、3種類のオブジェクト群を利用したわけである。これらは、それぞれ、独立したオブジェクトライブラリである。図7のように、ひとつの管理システムは、3つのオブジェクトライブラリによって構成されることになる。これらはそれぞれに独立であるから、UIオブジェクトライブラリを別のものに取り替えたり、通信オブジェクトライブラリを取り替えたり、追加したりすることによって、いろいろな管理通信プロトコルに対応できる。

このような管理システムによる、管理モデルを図8に示す。ひとつのLANにいくつかのMDomainが存在する場合もあれば、ひとつの

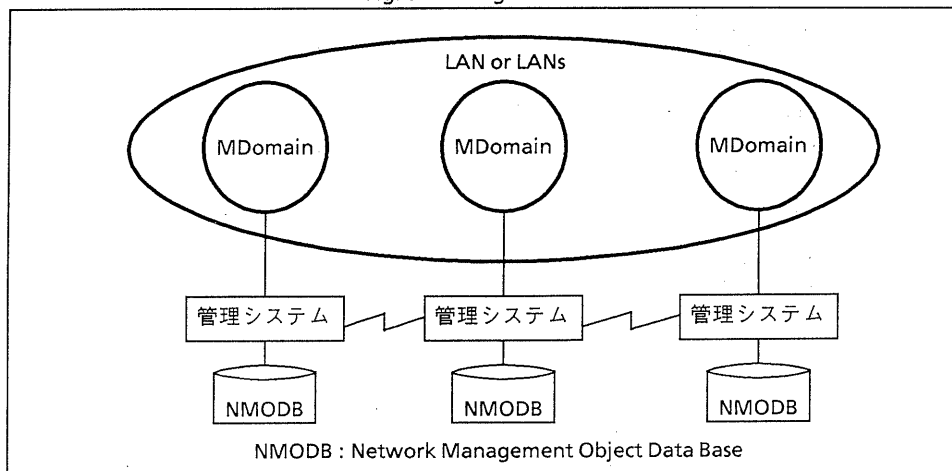
図7 ネットワーク管理システム
Fig. 7 Network Management System



LANにただひとつのMDomainしか存在しない場合もある。MDomainは、物理的な管理領域を意味する。MDomainごとに管理システムが存在する。管理システムは、それぞれ、先の分析によって得られた管理要求を満たすためのオブジェクトインスタンスのデータベース(NMODB)を持っている。それらの管理システムは対等な関係であり、互いに通信することによって、全体の管理情報を持っているように振る舞うことができる。

管理システムどうしの通信をどのように行うかは今後の課題である。分散オブジェクトデータベース運用のすぐれたアーキテクチャがあれば、それがベストであるが、OSI Directory(8)を介して、MDomainごとのNMODBを得る方法もある。

図 8 管理モデル
Fig. 8 Management Model



6. おわりに

このオブジェクトモデルは、通信プロトコルの仕様や、通信アプリケーションの仕様に縛られない、フレキシビリティの高いものである。また、Accounting、Monitoring、テスト、といった、管理機能を、応用層アプリケーションサービスとして扱っているのが、今後、新しい管理機能が現れた場合も、それをこのオブジェクトモデルに追加することは容易である。

このように、特別な管理要求に対しては、簡単にシステムを拡張できる。逆に言うと、全ての管理要求に共通な部分、すなわち、基本的な管理要求が正確に反映されたプラットフォームでなければならない。そのコンセプトを確立するため、今後、分析、プロトタイプングを更に繰り返し、管理要求を更に吟味する。

7. 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、INTAP NM 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。

8. 参考文献

- (1) Douglas Comer : Internetworking with TCP/IP, P. 382, Prentice-Hall, Inc., 1988
- (2) 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
- (3) ISO 7498: 1984 Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model
- (4) 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
- (5) Marshall T. Rose : A Simple Network Management Protocol (SNMP), RFC1157
- (6) ISO/IEC 9596 (X.711) Common Management Information Protocol
- (7) Adele Goldberg 著、相磯 秀夫 監訳 : SMALLTALK-80-対話形プログラミング環境 -, P.480, オーム社, 1986
- (8) ISO/IEC 9594-1 から 8 (X.500 シリーズ) Information Technology - Open Systems Interconnection - The Directory