

分散 LAN ドメインの OSI による統合管理

宮内直人[†] 中川路哲男[†] 三上義昭[†]
 水野忠則^{††} 青野英樹^{†††} 檜山秀郎^{††††}
 曾我正和[†]

計算機の高性能化や低価格化と、LAN (Local Area Network) 技術の進歩にともない、LAN に複数の計算機を接続して分散処理を行う形態が急激に普及しつつある。またこのような形態は、各事業所に分散配置された LAN を広域網で接続して、全社的なネットワークシステムの構築を行うことにも発展しつつある。このように複雑で大規模なネットワークシステムを安全に効率良く運用するには、ネットワークおよびシステムの管理が非常に重要である。ネットワークに接続された異機種システムを統一的に管理するために、ISO/IEC JTC1 や CCITT では、OSI (Open Systems Interconnection) のための OSI 管理に関する標準化が進む一方、LAN の管理としては SNMP (Simple Network Management Protocol) が業界標準としての地位を築きつつある。本稿では、複数の分散配置された LAN ドメインを統合的に管理するためのアーキテクチャとして、LAN ドメイン内は SNMP による管理、LAN ドメイン間は OSI による統合管理を行うアーキテクチャを提案する。さらに、このアーキテクチャに基づいたシステム構築の結果として、管理プロトコルの変換方式、管理情報の統合方法、および実現ソフトウェアの概要について述べる。

Integrated OSI Network Management for Distributed LAN Domains

NAOTO MIYAUCHI,[†] TETSUO NAKAKAWAJI,[†] YOSHIAKI MIKAMI,[†] TADANORI MIZUNO,^{††}
 HIDEKI AONO,^{†††} HIDEO HIYAMA^{††††} and MASAKAZU SOGA[†]

Computers have had high performance and low price recently. As LAN technology advances, distributed processing by multiple computers on LAN have come into wide use recently. In this circumstances, by connecting multiple LANs in each local office with WAN, company-wide net works have been built. In order to make use of these complex and large scale network safely and efficiently, it is much important to manage network and system. To manage multi-vendor system connected by network, ISO/IEC JTC1 and CCITT standardize OSI management. On the other hand, to manage TCP/IP network, SNMP has been de-facto standard. In this paper, we present the architecture that LAN domain is managed by SNMP, and inter-domain is managed by CMIP in order to manage multiple distributed LAN domains. We describe the network management system that is based on this architecture, the method of integration for management protocol and management information, and structure of software.

1. はじめに

計算機の高性能化や低価格化による PC やワークステーションの普及、イーサネット、FDDI や各種中継機器などの LAN (Local Area Network) ハードウェア技術の進歩と、UNIX ワークステーションを中心とした TCP/IP などの普及により、事業所内の LAN に複数の計算機を接続して資源共有や処理の分散実行を行う、いわゆる分散処理形態が急激に浸透しつつある。またこのような形態は、各事業所に分散配置された LAN の広域網で接続して、全社的なネットワークシステムの構築を行うことにも発展しつつある。こ

[†] 三菱電機(株)情報電子研究所
 Computer & Information Systems Laboratory,
 Mitsubishi Electric Corporation

^{††} 静岡大学工学部情報知識工学科
 Department of Computer Science, Faculty of
 Engineering, Shizuoka University

^{†††} 三菱電機(株)コンピュータ製作所
 Computer Works, Mitsubishi Electric Corpora-
 tion

^{††††} 三菱電機(株)情報通信システムエンジニアリングセンタ
 Information & Communication Systems Engi-
 neering Center, Mitsubishi Electric Corporation

のように複雑で大規模なネットワークシステムを安全かつ効率良く運用するには、ネットワークおよびシステムの管理、特に異機種間の管理が非常に重要な技術となりつつある。

異機種間の接続のためには、ISO/IEC JTCl (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission Joint Technical Committee one) や CCITT (Consultative Committee for International Telegraph and Telephone) で OSI (Open Systems Interconnection) の標準化作業を行っており、システム管理のための OSI 管理に関しては、OSI 応用層サービスの一つとして、アーキテクチャ、プロトコル、管理情報、管理情報規定のための記法など各種の標準化を行っている。OSI 管理では、オブジェクト指向の概念に基づいてモデルを構築しており、管理プロトコルと管理情報の両面から標準を規定している。しかし、管理情報については、“System” などの汎用的なものや、サポートオブジェクトと呼ばれる OSI 管理自体を実現するためのものしか規定していないため、実際のシステム構築に当たっては管理の対象となるネットワーク、システム、機器ごとに管理情報を新たに規定する必要がある。その意味で、OSI 管理はまだ試みに実装したものの相互接続実験が行われている段階である。また、NMF (Network Management Forum) などの業界標準団体では、OSI 管理で規定されていない実際的な管理情報を規定する動きがある。

一方、LAN の管理としては、IAB (Internet Activities Board) 下の IETF (Internet Engineering Task Force) で規定された SNMP (Simple Network Management Protocol) が、各種のワークステーション、ブリッジ、ルータに実装されるなど業界標準としての地位を築きつつある。SNMP はその名が示すとおり簡素さが特徴であり、実装が容易な反面、大規模なシステムの管理に向いていないという欠点がある¹⁾。

OSI 管理は、多種多様なネットワーク資源を管理するためのアーキテクチャとして、オブジェクト指向の概念を用いており、その実現方法として、管理情報定義記法 (テンプレート) を中心とした開発環境や管理情報データベースの構築方法について研究が行われている²⁾⁻⁴⁾。しかし、実際のネットワーク資源に対する管理情報を、国際標準や業界標準で規定された管理情報を継承しつつ設計する方法については論じられたも

のがなく、管理情報の設計がネットワーク管理システム開発者に大きな負担となっている。一方、既存の管理システムの OSI 管理への移行策として、既存の管理装置を OSI 管理で階層管理するアーキテクチャもいくつか発表されている⁵⁾⁻⁷⁾。しかし、OSI 管理による階層管理において、プロトコルの変換方法や、既存管理装置における管理情報の、OSI 管理情報スキーマへの写像方法について論じられたものはない。

我々は分散された LAN ドメインを管理するために、OSI 管理と SNMP による管理を、両者の長所を活かすように組み合わせた階層管理アーキテクチャを考案した。このアーキテクチャの特徴は、各個別 LAN 機器で収集された管理情報を、OSI の管理情報スキーマに基づく形で統合し、OSI 管理の世界で共通の管理情報の集合として抽象化した点である。また、このアーキテクチャに基づいて分散 LAN ドメインを管理するシステムを設計、開発した。本論文では、このアーキテクチャと、実現したシステムについて報告する。以下、第 2 章では OSI 管理と SNMP による管理の概要を述べると共に、それらを比較検討する。第 3 章では、その結果から、OSI 管理と SNMP による管理の長所を活かす階層管理アーキテクチャを提案し、そのアーキテクチャに基づくシステム構築のために管理プロトコルの写像方法や、管理情報の統合方法について議論する。第 4 章では、システム開発を通しての、アーキテクチャと実現システムの評価を行い、第 5 章でまとめとする。

2. OSI 管理と SNMP による管理

本章では、OSI 管理と SNMP による管理の概要を述べるとともに、それらの特徴を比較し、第 3 章で提案するアーキテクチャのための根拠を提供する。

2.1 OSI 管理の概要

OSI 管理のモデルは、ネットワーク資源である管理対象 (以下、MO: Managed Object と呼ぶ) を含む被管理システム (エージェント) と、それらを管理する管理システム (マネージャ) から構成され、マネージャがエージェントを介して MO を管理する⁸⁾。ここで MO とは、ネットワークの管理目的に応じて定義されるものであり、具体的にはシステムや、エンティティ、コネクションなどのネットワーク資源をネットワーク管理の観点から抽象化したものである。MO は、管理の対象となるネットワーク資源ごとに存在し、その管理情報を蓄積する。エージェントは、シス

テム内の MO の集合を、包含関係を木構造で表現した MIB (Management Information Base) という形で保持しており、マネージャからの要求に応じて、MO にアクセスする。図 1 に OSI 管理のモデルを示す。

マネージャとエージェントで交換される各 MO の管理情報を交換するためのプロトコルは、CMIP (Common Management Information Protocol) として規定されている⁹⁾。管理情報の獲得と設定、事象の報告、管理対象の生成と削除などのサービスなどが CMIP を通して提供される。

MO に関する管理情報には、以下の 3 種類がある。

- (1) 属性：状態やカウンタなど、MO 内に蓄積される情報である。この情報は、マネージャから獲得、あるいは設定される。
- (2) 事象：状態変更や警報報告など、MO から自律的に発生する情報である。この情報は、エージェントからマネージャに報告される。
- (3) 動作：診断試験やリセットなど、MO に対して行われる操作である。この情報は、マネージャからエージェントに指示される。

OSI 管理における MO の規定は、オブジェクト指向の概念を採用している¹⁰⁾。すなわち、ある型の管理情報を持つ管理対象が実際のネットワーク資源ごとに存在することを、クラスとインスタンスの関係で表現している。また、ある管理対象が持つ管理情報は、他の管理対象が持つ管理情報を継承することが可能である。例えば、ネットワークコネクションという管理対象の持つ管理情報は、コネクションという一般的な管理対象の持つ管理情報を継承し、さらにネットワークコネクション特有の管理情報を付加したものとなっている。

管理情報は、MO ごとに規定されるので、MO によって多種多様なものが存在する。また、一般に同じ MO であっても、OSI 管理システムの規模や、目的、運用状況によって管理情報が異なる。そのため、ある管理対象が持つ管理情報の種類やシンタックスを規定するための記法として、テンプレートを標準化している。

テンプレートには、次の項目が定義される。

- MO の名前
- 管理情報を継承する MO
- MO が持つ属性の内容
- 生成/消去の条件
- 通知/動作などの振舞いの内容
- 各属性、通知、動作、振舞いの詳細な情報

これらの項目の中で、属性、通知、および動作の詳細な情報の定義には、ASN.1 (Abstract Syntax Notation. One)¹²⁾ が使用されている。

2.2 SNMP による管理の概要

SNMP は、TCP/IP 上 (正確には UDP/IP 上) で動作するネットワーク管理プロトコルである¹³⁾。SNMP における管理も、エージェントシステムが管理情報を MIB という形で保持し、マネージャとの間で管理情報を管理プロトコルで交換するというモデルは、OSI 管理のそれと同様である。管理プロトコルが、SNMP であり、OSI 管理における CMIP と同じ位置づけのものである。管理情報に関しては、OSI 管理のような管理対象という概念はなく、情報処理装置やブリッジなど LAN 機器の種類ごとに、収集すべき管理情報をテーブルの形で規定している¹⁴⁾⁻¹⁶⁾。管理情報はほとんどが属性であり、事象については発生した事象の種類だけが規定されている。動作についての規定はない。管理情報のシンタックスについては、OSI 管理と同様 ASN.1 を採用している。また、SNMP による管理は、事象の報告機能が貧弱であるため、マネージャからの周期的なポーリングを行うことによって実現されるのが通常である。

SNMP は、すでにほとんどの LAN 機器が TCP/IP をサポートしており、そのアーキテクチャ上に実装できること、プロトコルの機能が簡素なプロトコルであ

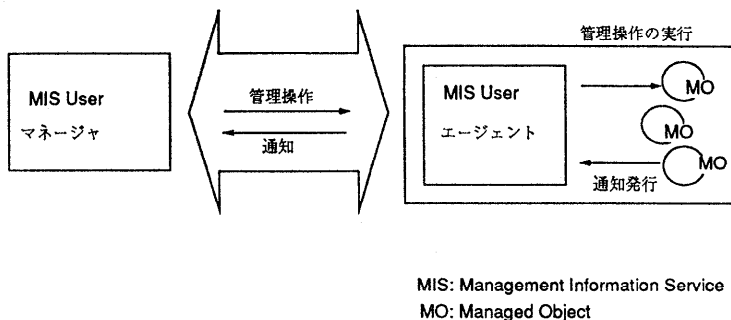


図 1 OSI 管理モデル
Fig. 1 OSI management model.

表 1 CMIP と SNMP の比較
Table 1 Comparison between CMIP and SNMP.

比較項目	CMIP	SNMP
(1) 管理プロトコル コネクション確立/解放 管理情報の生成/消滅 管理情報の獲得 管理情報の設定 事象報告 管理動作	CMIP 有 ACSE を利用 有 有 複数の管理対象を対象に条件指定が可能 有 複数の管理対象を対象に条件指定が可能 有 重要度など付価情報有り 有	SNMP 無 無 有 有 有 事象の型のみ 無
(2) 管理情報 管理情報の規定 管理情報の構造 管理対象の生成 管理情報の記法	OSI-SMI MO ごとに規定 包含木に基づく木構造 動的に生成/消滅 ASN.1 のフルセットで記述	IAB-SMI 3, 4 層のプロトコルごとに規定 フラットなテーブル構造 静的に固定 ASN.1 のサブセットで記述
(3) 管理機能	管理目的に応じて、状態管理、関係管理、警報報告、機密警報報告などの各種管理機能を標準化 (ISO-SMF)	規定なし。主な機能は監視
(4) 管理方法	事象報告ベースの管理 ¹⁾	ポーリングベースの管理

るためエージェントへの動作負荷が軽いこと、管理情報が LAN 機器の種類ごとに明確に規定されていることなどの理由から、TCP/IP を利用する LAN の管理プロトコルとして急激に普及しつつあり、業界標準としての地位を築きつつある。

2.3 OSI 管理と SNMP による管理の比較

本節では、いくつかの視点から OSI 管理と SNMP による管理を比較し、それぞれの特徴を抽出する。

表 1 に比較結果の一覧を示す。

表 1 からわかるように、OSI 管理はかなり汎用的なモデルとアーキテクチャに基づいて構築されているた

表 2 統合管理方式の比較
Table 2 Comparison of integrated management methods.

方式	統合マネージャ・ドメインマネージャ間	ドメインマネージャ・木端 LAN 機器間
方式 1	SNMP	SNMP
方式 2	SNMP	CMIP
方式 3	CMIP	SNMP
方式 4	CMIP	CMIP

め、汎用性、拡張性に富み、ある程度複雑な管理情報を保持するエージェントを管理可能である反面、エー

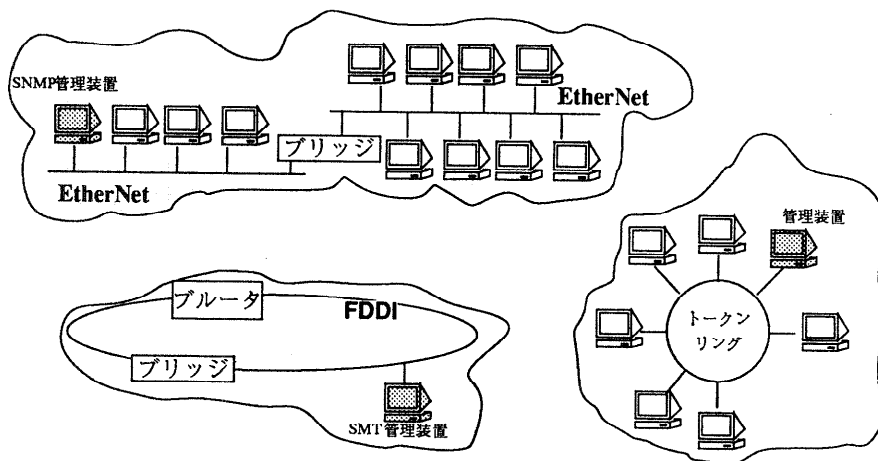


図 2 従来の LAN 管理システム
Fig. 2 An example of current LAN management system.

エージェントごとに管理情報を規定する必要がある。単純な管理情報を持つエージェントの管理にはオーバーヘッドが大きく不向きである。一方、SNMPによる管理は、LANの各機器ごとに管理情報が規定されており、特に新たな規定をしなくても容易に管理を実現できる反面、固定的な管理情報テーブルがベースなので、エージェント内で複雑な管理情報操作が不可能である。

3. 統合管理方式の設計

本章では、2章で述べたOSI管理とSNMPの比較結果に基づき、LANドメインを階層管理するアーキテクチャについて述べる。

3.1 LAN統合管理アーキテクチャの提案

SNMPは、2章でも説明したように、単一LANドメインを監視するための簡便な機能を備えている。LAN管理装置がSNMPによって、単一のLANドメインを監視する例を図2に示す。

しかし、近年のLANを取り巻く状況では、複数のLANドメインが公衆回線網等によって相互接続され、より大きなネットワークが構築され始めている。

このような状況では、LAN管理の階層化技術が必要になってくる。

階層化技術としては、表2に示す四つの実現方式が考えられる。

方式1は、ドメインマネージャにおいてSNMPとCMIPを変換しないので、処理が単純である。しかし、SNMPは、2章で述べたとおり、大規模なネットワーク管理とマネージャ間通信には不相当である。

方式2と方式4は、末端のLAN機器にOSIを実装する必要があり、現実的ではない。

したがって、大規模なネットワークを管理でき、かつ既存の末端LAN機器を変更することなく利用できる方式3を採用することにした(図3参照)。

3.2 統合管理アーキテクチャにおける管理情報の抽象化

ネットワークを管理するためには、管理情報スキーマを設計し、管理情報データベース(MIB: Management Information Base)を構築する必要がある。すなわち、管理情報スキーマとして、次のことを決定する必要がある。

- エージェントの名前の付け方(包含木)

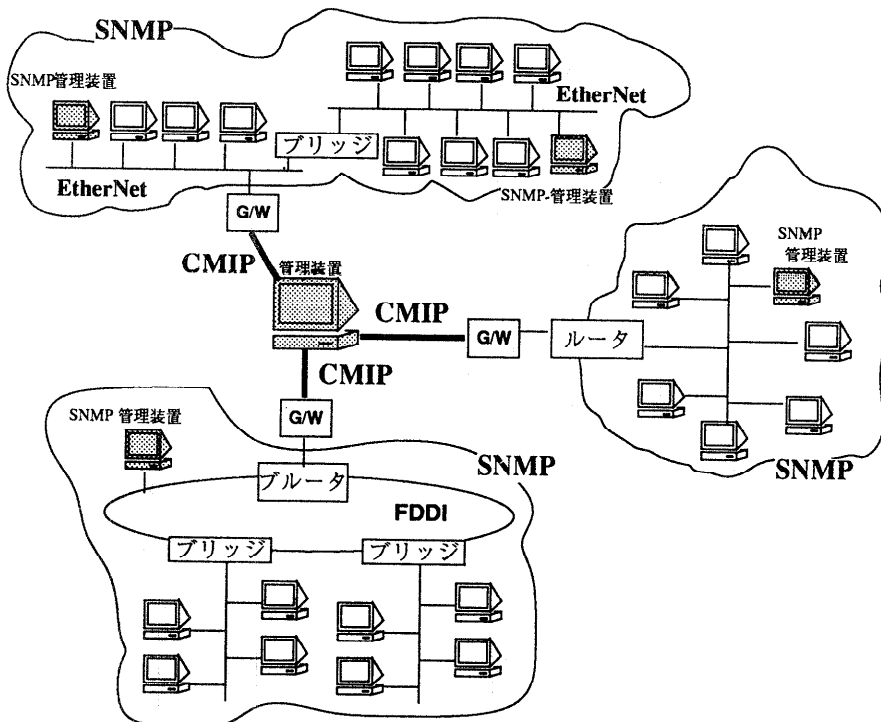


図3 OSIによるLAN統合ネットワーク管理システム
Fig. 3 An example of integrated LAN management system by OSI.

- エージェントの管理情報 (継承木)
- MO クラスに対するオブジェクト識別子の付与方法 (登録木)

OSI 管理で扱う管理情報体系は、OSI-SMI (Structure of Management Information) に従っており、テンプレートに記述される。

一方、SNMP で扱う管理情報体系は、IAB-SMI に従っており、標準管理情報が MIB-II として定義されている。SNMP を実装したエージェントは、この形式に従った管理情報を保持している。

このように、管理情報を記述する方式が2種類存在するが、統合的に管理するためには、管理情報の記述方式は1種類であることが望ましい。

ドメインマネージャと末端 LAN 機器間では、すでにデ・ファクトとなっている IAB-SMI 形式の MIB-II と、各種の企業拡張 MIB を処理する必要があるが、MIB-II については、すでにテンプレートで記述した管理情報を提案されている¹⁷⁾。

また、IAB-SMI 形式とテンプレートの記述力を比較した場合、以下の点において OSI-SMI (テンプレート) の記述力が優れている。

- OSI-SMI では、オブジェクト指向モデルに基づいて管理対象をモデル化しているが、IAB-SMI では、管理対象のモデル化の基準が明確になっていない。
- OSI-SMI では、管理対象の名前付けに関するテンプレートが用意されているが、IAB-SMI では、名前付けに関する規則を定義できない。
- OSI-SMI では、管理情報として、属性、通知および動作の3種類を規定しているが、IAB-SMI では、属性しか定義していない。

上記のように、OSI 管理で規定しているテンプレートは、Internet の定義方法に比べて管理対象の記述力が高いので、統合管理の標準フォーマットとしてテンプレートを採用した。

また、MO クラスの追加、変更柔軟に対処するため、テンプレート処理を可能にした。

さて、新規に MO クラスを追加する場合を考える。この場合、マネージャの対処方法として、次の二つが考えられる。

(1) 動的スキーマ方式: MO クラスを新規に追加するごとに、新しくテンプレートを登録する。スキーマを動的に変更する方式。

(2) 静的スキーマ方式: MO クラスを新規に追加しても、既存のテンプレートにマッピングする。スキーマ

を固定する方式。

動的スキーマ方式では、管理情報が変更させる度に、統合マネージャとドメインマネージャを変更する必要がある、運用時に難点がある。

静的スキーマ方式では、統合マネージャがドメインマネージャが加工した管理情報を扱うため、情報の正確さが犠牲になるが、管理情報の変更に対して統合マネージャを変更せずに運用できる利点がある。

よって、我々は運用性を重視して静的スキーマ方式を採用した。静的スキーマを決定するに当たって、以下の点に留意した。

(1) ISO や CCITT 等の国際標準、および NMF 等の業界標準に準拠することとした。すなわち、クラスや、属性、通知、動作定義については、できるだけこれらの団体の定義を利用し、直接的に利用できないものでも、これらの団体の定義を継承することにした。

(2) LAN だけでなく、より汎用的にさまざまなネットワークに対応できること。

(1)については、ISO と CCITT、NMF のスキーマに細かい差異があるので、すべてに準拠するのは困難である。生じた差異を吸収するため、以下のような方針を取った。

- ISO/CCITT の包含木では、system クラスが最上位クラスとなるが、CCITT M. 3100¹⁸⁾、NMF¹⁹⁾ では、必ずしも system クラスが最上位である必要がない。我々は、system クラスをエージェントシステムと見なし、system クラスを最上位クラスとすることにした。

- 各団体ごとに同一の属性、同一のクラスについて、別々のオブジェクト識別子を割り振っていることがあるので、採用するオブジェクト識別子の優先順位を温のように決めた。

(1) ISO/CCITT, (2) CCITT M. 3100, (3) NMF OMNI POINT 1, (4) NMF Release 1

(2)については、計算機やルータなどのさまざまなネットワーク機器を装置クラスとして定義し、一様に扱った。また、論理的な装置の構成物として、ユニットクラスとカードクラスを定義し、接続情報を表すため、ポートクラスを定義した。また、ネットワークを識別するため、CCITT M. 3100 の network クラスを利用することとした。

このようにして、静的スキーマに従って管理情報を図 4、5 のように定義した。

マネージャが階層化された場合、ドメインマネージャのデータベースにどのような管理情報を格納するかが問題となる。

我々は、クラスの種別によって、管理情報の格納場所が決定されると考えた。すなわち、トラフィック量などの時々刻々と変化する情報は、末端の LAN 機器に管理情報が存在するので、ドメインマネージャの MIB に格納する必要が少ない。

一方、装置の設置場所などの静的情報は、ドメインマネージャのデータベースに格納した方が管理トラフィックの面からみて通信効率が良い。

ゆえに、我々は、クラス種別によってデータの格納

場所を指示するためのテーブルを作成した。

3.3 統合管理アーキテクチャにおけるプロトコル変換

ドメインマネージャにおいては、CMIP と SNMP のプロトコル変換を行う必要がある。SNMPは、CMIP のサブセットに近いのでほぼ 1:1 にマッピングすることができる。CMIP で規定されている管理操作と SNMP で規定されている管理操作のマッピング結果を表 3 に示す。

管理操作のマッピングのうち、管理情報の取得時と事象報告書の CMIP と SNMP 間の操作パラメタのマッピングを検討した結果を表 4 に示す。マッピング

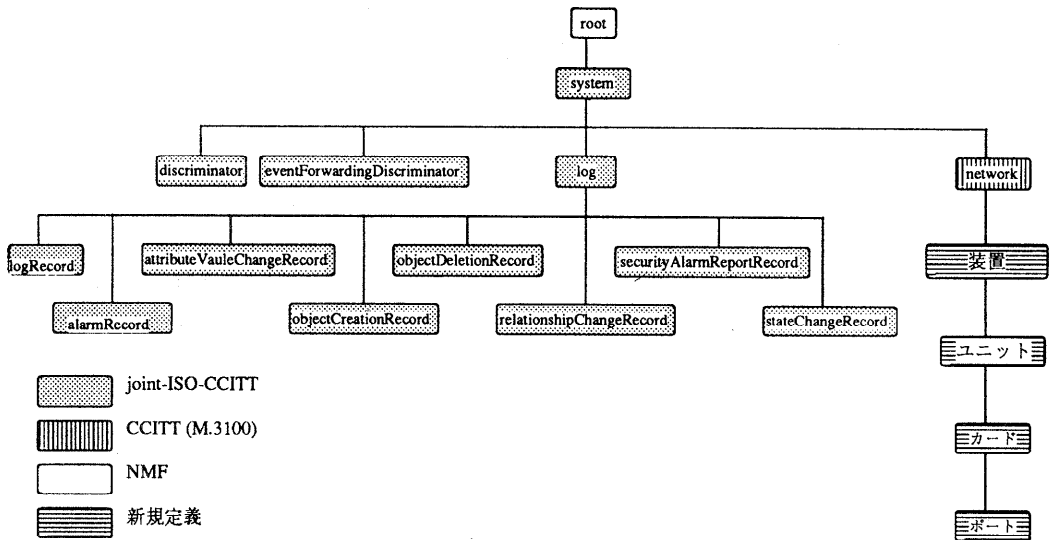


図 4 包含木
Fig. 4 Containment tree.

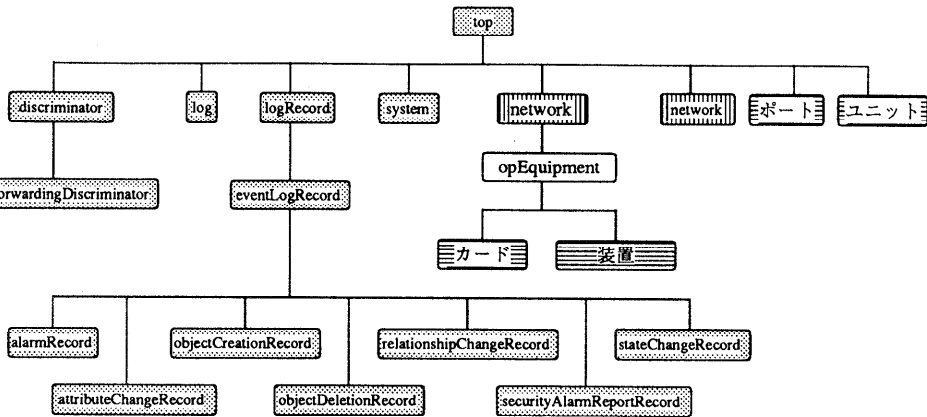


図 5 継承木
Fig. 5 Inheritance tree.

結果の評価を表中の評価欄に示す。評価欄の数字は、(1) CMIP と SNMP のマッピングテーブル、(B)パラメタ値の新たな付与、(C)複数の副要求の生成、(D)無視が必要なることを示す。

マッピング結果を評価した結果、ドメインマネージャが保持すべき管理情報として次のものが考えられる。

(A) CMIP/SNMP のマッピングテーブル

(A-1) 属性の変換

CMIP で扱う管理属性は、OSI-SMI に従っているが、SNMP で扱う管理属性は IAB-SMI に従っている。したがって、両者の属性変換が必要となる。

属性構文は、両者とも ASN.1 で記述されているが、同一の属性について、OSI-SMI と IAB-SMI で値の意味やシンタックスの異なる例がある。例えば、OSI-SMI の operationalState 属性 (ENUMERATED 型) の disable(0) を、IAB-SMI の ifOperStatus 属性 (INTEGER 型) の down(2) に対応させる場合、両者の値もシンタックスも異なっている。

また、属性の構造が SEQUENCE 型等で表される場合、属性のオブジェクト識別子を単純にマッピングすることができない。すなわち、OSI-SMI: ISO-SMI = m : n (m, n は自然数) の場合がある。例えば、以下のような ASN.1 構文を持つ Traffic 属性を定義したと仮定すると、Traffic 属性の input と output のそれぞれについて、IAB-SMI の ifInOctets 属性と ifOutOctets 属性を対応させることができるので、変換処理が複雑になる。

```
Traffic ::=SEQUENCE{ input [ 1 ] INT,
                    output [ 2 ] INT}
```

さらに、SNMP で属性にアクセスするには、属性のオブジェクト識別子の末尾に、属性のインスタンス名 (ifIndex など、属性によって数パターンが存在する) を付加する必要があるため、属性変換テーブルには、SNMP におけるインスタンス名のパターンも記述する必要がある。

したがって、我々は、属性をマッピングするための情報として、属性識別子だけでなく、属性の ASN.1 構文シンタックス、属性値、属性の変換規則フラグ、および属性の取得方法指示フラグを記述した。

表 3 オペレーションのマッピング
Table 3 Mapping SNMP operations on CMIP operations.

入力管理操作	マッピングした管理操作	備 考
<i>m_Get_ind</i> GetResponse	GetRequest <i>m_Get_rsp</i>	管理情報の獲得の要求 管理情報の獲得の応答
<i>m_Set_ind</i> GetResponse	SetRequest <i>m_Set_rsp</i>	管理情報の設定の要求 管理情報の設定の応答
<i>m_Action_ind</i> GetResponse	SetRequest <i>m_Action_rsp</i>	動作の要求 動作の確認
<i>m_Create_ind</i> なし	なし <i>m_Create_rsp</i>	管理オブジェクトの生成要求 管理オブジェクトの生成確認
<i>m_Delete_ind</i> なし	なし <i>m_Delete_rsp</i>	管理オブジェクトの削除要求 管理オブジェクトの削除確認
<i>m_Cancel_Get_ind</i> なし	なし <i>m_Cancel_Get_rsp</i>	m_Get の破棄要求 m_Get の破棄確認
<i>a_Associate</i>	なし	管理アソシエーションの設定
<i>a_Release</i>	なし	アソシエーションの正常解放
<i>a_Abort</i>	なし	アソシエーションの異常解放

(注) イタリック: CMIP, その他: SNMP を表す

表 4 CMIP と SNMP のマッピング
Table 4 Mapping SNMP on CMIP.

入 力	出 力	評価
Trap	m_EventReport	/
version	—	(D)
community	—	(D)
enterprise agent-addr	ManagedObjectClass ManagedObjectInstance	(A)
generic-trap specific-trap	EventType	(A)
time-stamp	EventTime	(A)
variable-bindings	EventInformation	(C)
—	InvokeID	(B)
—	Mode	(B)
m_Get_req	GetRequest	/
—	version	(B)
—	community	(B)
InvokeID	request-id	(A)
BaseObjectClass	—	(A)
BaseObjectInstanse	—	(A)
Scope	—	(C)
Filter	—	(C)
AccessControl	—	(C)
Synchronization	—	(C)
AttributeIDList	variable-bindings	(A)
—	error-status	(B)
—	error-index	(B)

属性の変換規則フラグによって、シンタックスや属性値の変換規則が指示され、属性の取得方法指示フラグによって、IAB-SMI へのアクセス方法が指示され

る。

(A-2) 名前の変換

SNMP における管理情報の名前の付け方は、IP アドレス+属性のオブジェクト識別子 (オブジェクト識別子)+インスタンス名である。一方、CMIP における名前付けは、P-Address+クラス (オブジェクト識別子)+インスタンス名 (識別名) であるため、CMIP/SNMP 間で名前の変換が必要である。

ドメインマネージャが LAN 機器を発見したときは、SNMP の GetNextRequest によって名前付けに必要な情報を収集して、LAN 機器を識別する名称を決定する。

統合マネージャとドメインマネージャ間の名称体系の整合性を保つため、統合マネージャから末端 LAN 機器の動的な生成を禁止し、ドメインマネージャに末端 LAN 機器に関する名前付けの権限を独占させるように設計した。

ただし、ディスクリミネータやログについては、統合マネージャから生成可能であり、名前付けも可能にした。

(A-3) 通知の変換

CMIP の EventType は、オブジェクト識別子で表されているが、SNMP の generic-trap (specifictrap) は整数で表されている。

また、Trap に含まれる事象発生時刻の単位は Time-Ticks であるが、EventReport では GeneralizedTime である。その上、末端 LAN 機器とドメインマネージャ間で時刻の不整合も考えられる。

我々は、CMIP/SNMP の通知を変換するために、通知識別子変換テーブルを用意すると共に、Trap の事象発生時刻がドメインマネージャの受信時刻と大幅に食い違うときは、ドメインマネージャの受信時刻を EventReport の事象発生時刻に設定するようにした。

(A-4) パラメータの変換

CMIP のエラーコードはオブジェクト識別子で表されているが、SNMP では整数で表されている。

CMIP/SNMP のエラーを変換するために、エラー識別子変換テーブルを用意した。

(A-5) 動作の変換

CMIP には M_Action オペレーションが存在するが、SNMP には該当するオペレーションが無い。

したがって、ActionType ごとに SNMP のオペレーションに変換を行う必要がある。

我々は、M_ACTION は SNMP の SetRequest に

変換できると考えて、動作の変換処理を検討した。その結果、(A-1) で述べた属性の変換処理と同一であることがわかった。すなわち、ActionType は AttributeID に対応し、ActionInfo の ASN.1 構文処理は、属性の変換処理と同様なので、動作の変換処理と属性の変換処理を共通化した。

(B) パラメータ値の新たな付与

入力側では存在しないが、出力側では必要であり、かつ、そのパラメータが管理情報に依存しない場合がある。例えば、M_EventReport では管理操作のシーケンシャル番号を割り振るために InvokeID が必要であるが、Trap には該当するパラメータが存在しない。この場合、ドメインマネージャは、新たに InvokeID を生成し割り振るように設計した。

(C) 複数の副要求の生成

ドメインマネージャが行うべきローカルな変換処理として次のものが考えられる。

(C-1) フィルタ、スコープ、アクセス制御、同期
CMIP の scope, access control については、ドメインマネージャが内部処理を行った後に、副要求を生成する。例えば、CMIP の scope パラメータの設定によって、複数の管理対象を扱う必要がある時は、SNMP の当該管理操作を複数発行する。

一方、filter と synchronization については、ドメインマネージャが SNMP 結果を受信した後に、処理を実行する。ドメインマネージャは、CMIP 要求を記憶しておき、末端の LAN 機器から SNMP 応答が返った後に記憶していたフィルタを実行する。

(C-2) 追加情報の取得

SNMP の Trap を CMIP の m_EventReport にマッピングするには、必要なパラメータの情報が不足している。そのため、副要求として SNMP の Get-Request を発行して必要な情報を取得した後に m_EventReport を組み立てて送信する必要がある。例えば、Trap (authenticationFailure) を m_EventReport (Integrity Violation) にマッピングするには、m_EventReport の EventInformation に必要な属性を獲得するために、GetRequest を発行して必要な属性を取得する必要がある。

上記のように SNMP と CMIP をマッピングした時、統合マネージャとドメインマネージャの動作シーケンスは図 6 のようになる。

3.4 LAN ドメインマネージャの設計

ドメインマネージャは、CMIP のインタフェースを

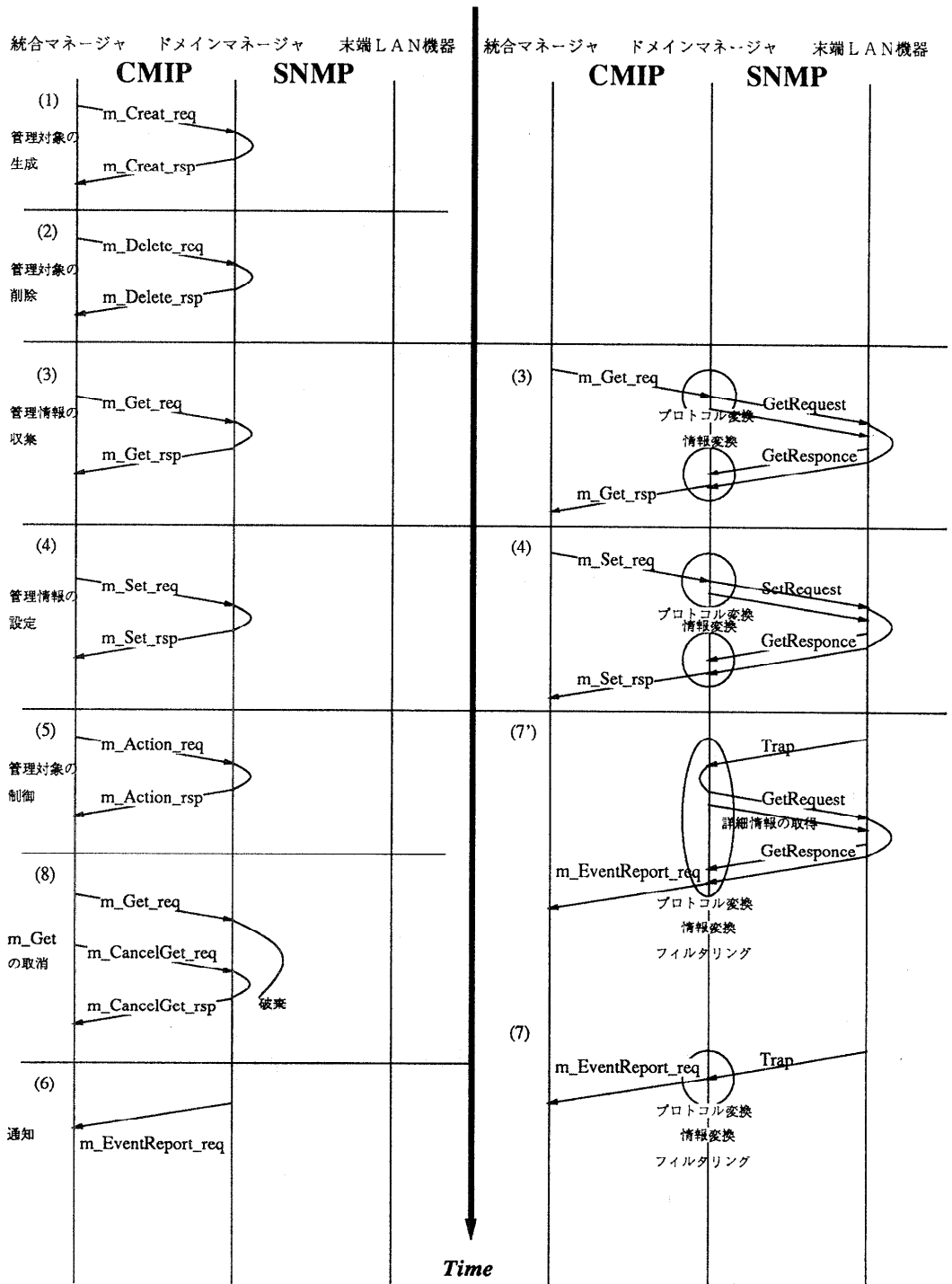


図 6 統合マネージャとドメインマネージャの動作シーケンス
 Fig. 6 Procedure sequence between integrated manager and domain manager.

持つ統合マネージャに対してはエージェントとして機能し、SNMP のインタフェースを持つ末端 LAN 機器に対して、マネージャの機能を持つ。

したがって、ドメインマネージャは、以下の機能を持つ必要がある。

●CMIP, SNMP 通信機能

管理プロトコルの処理を行うために、CMIP 準拠のインタフェースと SNMP へのインタフェースを提供する。この機能によって、統合マネージャと CMIP で通信し、末端 LAN 機器と SNMP で通信する機能を提供する。

●CMIP 対 SNMP プロトコルと管理情報の変換機能
IAB-SMI 準拠の管理情報を、統合マネージャが扱

う OSI 管理に準拠した標準管理情報に変換し、その逆も行う。

●事象報告選別機能

統合マネージャに対する事象報告のフィルタリング (ディスクリミネータ機能) を実現する。

●管理情報の格納機能

MIB の管理、および MIB へのアクセス制御を行う。統合マネージャとドメインマネージャで MIB アクセスプログラムを共通化できるように設計した。

●SNMP と CMIP の名前構造変換機能

SNMP における名前を、CMIP における名前に変換する。また、その逆変換も行う。

上記の機能を満たすため、ドメインマネージャは、

表 5 ドメインマネージャの機能
Table 5 Functions of domain manager.

モジュール	機能	ステップ数
Operate Mgr	CMIP オペレーションと SNMP オペレーションを相互変換する OSI が規定する管理情報と IAB が規定する管理情報を相互変換する	10k
Event Mgr	SNMP エージェントから受信した SNMP 通知を CMIP 通知に変換する OSI が規定する管理情報と IAB が規定する管理情報を相互変換する 通知のディスクリミネート (選別) を行う MO に対する名前付けを行う	4k
Name Server	名前付けの管理を行う SNMP と CMIP における名前の相互変換を行う	2k
MIB Mgr	MIB を管理する	15k
共通モジュール	すべてのプロセスで共通に使うユーティリティ関数群 MIB へのアクセス制御とプロセス間通信の処理を行う	13k
OSI 通信処理	CMIP 以下の OSI 通信処理スタック	—

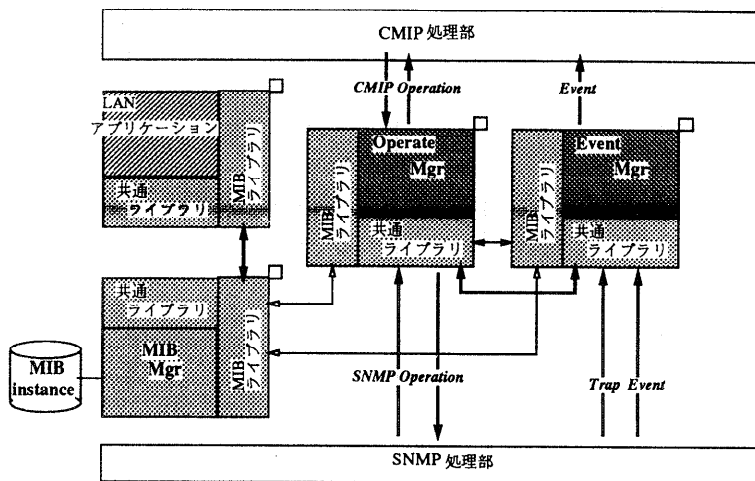


図 7 ドメインマネージャのタスク構成
Fig. 7 Software structure of domain manager.

表5に示すような機能単位を持ち、図7に示すプログラム構造を持つように設計した。

また、SNMP と CMIP をマッピングするために、表6に示すマッピングテーブルを用意した。

なお、プログラムの開発言語として、C言語を用いた。また、プロトコル処理部には、X/Openの標準API (XMP API) を採用した。

4. 評価

本章では、システム開発を通しての、アーキテクチャや実現システムの評価について報告する。

4.1 管理情報のマッピング結果

試作に際して、末端のLAN機器の管理情報はIAB-SMIフォーマットのMIB-IIと、新規に定義した4種類の管理動作MIBを使用した。MIB-IIは10個のグループに分類される合計189種類の属性を含んでいる。

一方、統合マネージャの管理情報（以下、統合管理情報と呼ぶ）は、静的MIBスキーマ方式を採用した。統合管理情報に定義したMOクラスは、すでに3.2節で示したとおり、親クラスを含めて21種類であり、合計63種類の属性を含んでいる。このうち、新規に定義したMOクラスは、4種類、属性は12種類である。

統合管理情報とMIB-IIをマッピングの対象となる属性は、logやlogRecord, discriminator, systemクラス（およびこれらのサブクラス）の属性を除いたものである。

統合管理情報の金属性の約60%がMIB-IIとマッピングでき、25%は、オブジェクトクラス属性のような固定値なので、ドメインマネージャに属性値を埋め込むことができた。残りの約15%の属性はマッピングできなかった。今後マッピングできなかった属性を減らす方法が検討課題として残っている。

なお、マッピングできたMIB-IIの属は、system, interfaces, ipグループの属性であり、その他のプロトコル固有なグループの属性については、統合管理情報にマッピングしなかった。

4.2 プロトコルのマッピング結果

ドメインマネージャは、末端のLAN機器を管理しており、管理情報を収集する時は、その都度SNMP-PDUを発行している。統合マネージャは、ドメインマネージャにCMIPの管理オペレーションを発行する。

ドメインマネージャは、3.4節で述べたマッピングテーブルを使ってCMIPとSNMPのマッピングを行う。

CMIPのM_CreateとM_Deleteは、SNMP操作にはマッピングせず、ドメインマネージャの内部処理のみで、統合マネージャに応答を返す。

CMIPのM_Get, M_Set, については、マッピングテーブルを参照することによって、SNMPのGetRequest, SetRequestにマッピングすることができ、SNMPの6種類のgeneric Trapについては、CMIPの4種類の事象報告にマッピングすることができた。

M_Actionについては、4種類のCMIPの管理動作を新規に定義し、これらの管理動作をSNMPのSetRequestにマッピングした。しかし、管理動作の新規定義ではactionTypeのみを定義し、actionInfoは定義していない簡便な方法を取ったので、複雑な管理動作のマッピング方法が検討課題として残っている。

我々が試作した階層型管理システムでは、一つの属性について、M_GetをGetRequestに変換する処理時間は、通信処理時間を除いて、平均で120m(s)であった。同様に、M_SetからSetRequestへの変換に要する処理時間は、平均で480m(s)であった。処理時間の測定には、EWS（プロセッサ：PA-RISC：

表6 マッピングテーブル
Table 6 Mapping tables.

テーブル名	テーブル説明
属性識別子変換テーブル	OSI-SMIで規定する属性のオブジェクト識別子と、Internet-SMIで規定するオブジェクト識別子のマッピングテーブル
通知識別子変換テーブル	OSI-SMIで規定する通知のオブジェクト識別子と、SNMPで規定するtrapの番号のマッピングテーブル
名前構造テーブル	OGとOM間名前付け規則を定義する
動作識別子変換テーブル	OSI-SMIで規定する動作のオブジェクト識別子と、SNMPのオペレーション+属性+値のマッピングテーブル
名前変換規則テーブル	IPアドレスからDNへの変換規則
エラー識別子変換テーブル	SNMPのエラーとCMIPのエラーを変換する

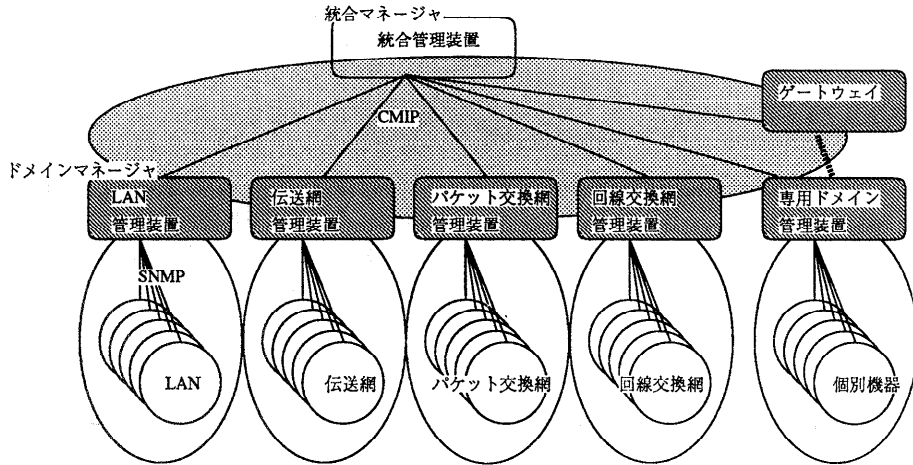


図 8 統合ネットワーク管理システム
Fig. 8 Integrated network management system.

50 MHz) を使用し、UNIX のシステムコール get-timeofday を利用した。

4.3 統合管理の効果

我々はドメインマネージャが SNMP や ICMP に よって末端の LAN 機器を発見した場合、Creation Report を統合マネージャに通知するように設計した。

また、統合マネージャが Create することができる MO クラスを表 7 のように限定した。

このように設計したことによってやドメインマネージャは SNMP が扱う MIB を固定的に管理しているが、統合マネージャはこれらの MIB を動的に生成/削除が可能となった。

また、ドメインマネージャにディスクリミネータを持たせることによって、アプリケーションレベルではなく、管理プロトコルレベルで管理トラフィックを制御することができ、統合マネージャの処理負荷を軽減

することができた。現在、ドメインマネージャは、ドメイン内の SNMP を実装したすべての LAN 機を監視しているが、統合マネージャは、各ドメイン内で重要な LAN 機器 (ルータ、メールサーバ、ファイルサーバ) だけを管理している。

一般的な LAN 環境下で、1 台の SNMP マネージャが、管理できるエージェントの最大数は、論理的に約 4500 台と報告されている¹⁾。しかし、我々が提案した階層管理アーキテクチャに基づいてネットワーク管理システムを構築すれば、100m(s) から 500m(s) 程度の変換処理オーバーヘッドで、管理できるエージェント数を増加させ、複数の LAN ドメインを管理できることがわかった。

なお、今回開発した LAN 管理システムを、図 8 に示すような LAN 以外の通信管理装置に適用することも現在検討中である。

5. 終わりに

複数の SNMP で管理されている LAN ドメインを、OSI 管理によって管理する方法と、LAN ドメイン統合管理システムの試作結果について報告した。統合マネージャは、ドメインマネージャを管理し、ドメインマネージャは、末端の LAN 機器を管理している。

統合マネージャとドメインマネージャは、OSI 管理に準拠し、テンプレートで記述した管理情報を処理することができる。管理情報については、OSI 管理が規定する管理情報に加えて、NMF の管理情報ライブラリをサポートした。

表 7 統合マネージャが生成可能なオブジェクト
Table 7 MO Classes created by integrated manager.

クラス名	生成の可否
system	否
log	可
discriminator	可
EFD	可
network	否
equipment	否
unit	否
card	否
port	否

また、統合マネージャが扱う MIB スキーマを抽象的な MO クラスとして固定（静的 MIB スキーマを採用）したことによって、統合マネージャの適用領域を広げることが可能となり、可搬性が高くなった。

さらに、プログラム開発において、OSF/DME が公認する管理 API (XMP/API) を採用したことにより、アプリケーションの可搬性が高くなることが期待できる。

ドメインマネージャは、CMIP と SNMP のプロトコル変換、および OSI-SMI と IAM-SMI の管理情報変換を行う。また、TCP/IP 管理のデ・ファクト標準である SNMP に準拠し、管理情報として MIB-II を処理することも可能である。

今後の課題として、マネージャ間のセキュリティの実現方式と、MO クラスや管理属性ごとのアクセス制御の実現方式、アトミックな同期機構を備えたスコープ機能の実現方式を検討中である。

参 考 文 献

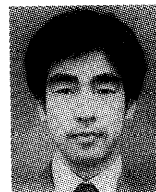
- 1) Amatzia Ben-Artzi, et al.: Network Management of TCP/IP Networks: Present and Future, *IEEE Network*, Vol. 4, No. 4, pp. 35-43 (1990).
- 2) 宮内, 中川路, 勝山, 水野: Design and Development of Management Information Base and Template Translator, *JWCC-6*, pp. 299-304 (1991).
- 3) 桐葉, 中井, 有馬, 栗山: ネットワーク管理システムにおける管理情報データベース (MIB) の開発, *信学技報*, IN 90-75, pp. 43-48 (1990).
- 4) 依田, 藤井: 伝送網オペレーションにおける管理情報データベース (MIB) の構成法, *信学論*, Vol. J75-B-I, No. 8, pp. 517-527 (1992).
- 5) Suzuki, M., Sasaki, R. and Nagai, R.: Development of Integrated Network Management System NETM Based on OSI Standards, *IFIP Integrated Network Management, II* (1991).
- 6) Antonelli, F., Ciardi, M. and Volpe, M.: A Public Telecom Operator's Point of View for the Integrated Management of Local and Wide Area, *ICCC*, pp. 357-362 (1992).
- 7) Gremmelmaier, U. and Robler, G.: A Proxy Agent for Managing Internet-Based Systems from an OIS Manager, *ICCC*, pp. 479-483 (1992).
- 8) ISO/IEC 10040: Information processing systems—OSI—System management overview (1990).
- 9) ISO/IEC 9596: Information processing systems—OSI—Common Management Information Protocol (1990).
- 10) ISO/IEC 10165: Information processing systems—OSI—Structure of Management Information (1990).
- 11) ISO/IEC 10164: Information processing systems—OSI—System Management Function (1990).
- 12) ISO/IEC 8824: Information processing systems—OSI—Abstract Syntax Notation One (ASN.1) (1988).
- 13) RFC 1157 SNMP (1990).
- 14) RFC 1155 SMI (1990).
- 15) RFC 1213: Management Information Base for network management of TCP/IP based internets: MIB-II.
- 16) RFC 1286: Definitions of managed objects for bridges.
- 17) RFC 1214 OSI Internet Management: Management Information Base (1991).
- 18) CCITT Recommendation M. 3100 Generic Network Information Model (1992).
- 19) NM Forum OP 1 Library Vol. 1 (1992).

(平成 4 年 11 月 2 日受付)
(平成 5 年 4 月 8 日採録)



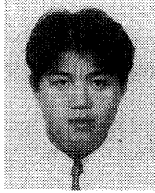
宮内 直人 (正会員)

昭和 38 年生。昭和 62 年中央大学物理学科卒業。同年三菱電機(株)入社。情報電子研究所勤務。OSI 高位層に関する研究・開発に従事。情報処理学会第 43 回全国大会において奨励賞を受賞。電子情報通信学会会員



中川路 哲男 (正会員)

昭和 33 年生。昭和 56 年 3 月東京大学電気工学科卒業。昭和 58 年 3 月同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年三菱電機株式会社入社。現在同社情報電子研究所システム技術開発部に勤務。工学博士。OSI 通信ソフトウェアを中心とする分散処理システムの構築およびソフトウェア工学に関する研究・開発に従事。昭和 63 年 9 月情報処理学会全国大会において学術奨励賞受賞。電子情報通信学会会員



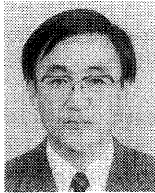
三上 義昭 (正会員)

1966年生。1990年法政大学電気工学科電気電子専攻卒業。同年、三菱電機(株)入社。情報電子研究所を経て制御製作所に勤務。OSI管理、LAN管理等のネットワーク管理関連の研究開発に従事。現在、プラント制御用ネットワーク管理システムの研究開発を担当。



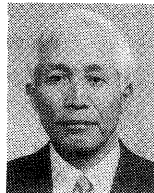
榎山 秀郎 (正会員)

1958年生。1982年東京大学工学部航空学科卒業。1984年同大学院修士課程修了。同年三菱電機(株)入社。1990年米国イリノイ大学コンピュータサイエンス MS取得。現在三菱電機にてネットワーク管理関連に従事。日本航空宇宙学会会員。



水野 忠則 (正会員)

昭和20年生。昭和43年名古屋工業大学経営工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。平成5年静岡大学工学部情報知識工学科教授。工学博士。情報通信システムおよび分散処理システムに関する研究に従事。著書としては、「マイコンローカルネットワーク」(産報出版)、「MAP/TOPと生産システム」(オーム社)、「分散システム入門」(共著、近代科学社)、「分散システム—コンセプトとデザイン」(共訳、電気書院)などがある。電子情報通信学会、オフィスオートメーション学会、日本経営工学会、IEEE各会員。



曽我 正和

昭和11年2月生。昭和33年京都大学電子工学科卒業。昭和35年同修士課程卒業。同年三菱電機(株)入社。国鉄郡山操車場自動化システム、リアルタイムコンピュータ MELCOM 350、汎用コンピュータ MELCOM-COSMO、等の CPU およびハードウェアシステムの開発主任を務めた。その後も主に各種開発プロジェクトに従事。平成2年12月より情報電子研究所所長。電子情報通信学会会員。



青野 英樹 (正会員)

1962年生。1985年電気通信大学計算機科学科卒業。同年三菱電機(株)入社。コンピュータ製作所勤務。以来、コンピュータシステムおよびネットワークの設計・開発に従事。現在、統合ネットワーク管理システムの設計・開発を担当。