

CMIP と SNMP を融合させた LAN 統合管理アーキテクチャの実現

中川路 哲男 宮内 直人 三上 義昭 勝山 光太郎 水野 忠則

三菱電機(株) 情報電子研究所

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、CMIP (OSI) による管理と SNMP による管理を統合したアーキテクチャを提案する。本アーキテクチャでは、LAN ドメイン内は SNMP による管理、LAN ドメイン間は CMIP (OSI) による統合管理を行なう。さらに、このアーキテクチャに基づいたシステム構築の核となる LAN ドメインマネージャの実現方法や、管理プロトコルと管理情報の変換方式の概要について述べる。

1 はじめに

近年の事業所や工場においては、PC やワークステーションを、イーサネットや FDDI などの LAN (Local Area Network) に接続して、資源共有や処理の分散実行を行なう分散処理形態が浸透しつつある。また、事業所内で LAN をルータやブリッジなどの中継機器を介して拡張したり、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な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かつ効率良く運用するには、ネットワーク及びシステムの管理が非常に重要な技術である。特に、このような LAN を含む企業内ネットワークにおいては、異機種種の機器が接続されるのが通常であり、オープンな管理アーキテクチャが要求されている。

異機種環境のネットワーク管理としては、国際標準である OSI 管理 [2] と、特に LAN 機器に関する業界標準である Internet 管理 [1] が標準化されている。ネットワーク管理用のプロトコルとしては、OSI 管理では CMIP (Common Management Information Protocol) が、

Internet 管理では SNMP (Simple Network Management Protocol) が規定されている。これらはそれぞれ長所・短所を持ち合わせており、状況に応じて使い分けられるべきである。

本稿では、各地に分散配置された LAN 及びそれに接続されている機器 (これを LAN ドメインと呼ぶ) を管理するために、CMIP と SNMP による管理を、両者の長所を活かすように統合した階層管理アーキテクチャを提案する。このアーキテクチャの特徴は、SNMP によって収集された各個別 LAN 機器の管理情報を、OSI の管理情報スキーマに基づく形で統合し、OSI 管理で規定されている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た分散 LAN ドメインの管理を実現する上で核となる、LAN ドメインマネージャの実現方式についても述べる。

2 異機種環境のためのネットワーク管理

異機種環境のためのネットワーク管理として標準化された OSI 管理と Internet 管理は、共に同様のアーキテクチャに基づいている。すなわち、被管理システム (エージェント) が収集

A Network Management Architecture Integrating CMIP and SNMP
by Tetsuo NAKAKAWAJI, Naoto MIYAUCHI, Yoshiaki MIKAMI, Kotaro KATSUYAMA
and Tadanori MIZUNO
(Computer & Information Systems Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation)

した管理情報を MIB (Management Information Base) に格納しておき、管理システム (マネージャ) が管理プロトコルを用いて MIB にアクセスし、管理機能を実現するというものである。

しかし、両者には表 1 に示すように、いくつかの相違があり、それぞれの適用領域も異なる。

Internet 管理は、ブリッジ、ルータや TCP/IP ネットワークを管理すると言う早急な問題に対する解である。プロトコルである SNMP は簡素であり、規定されている MIB も Internet 機器に限られている監視と若干の制御に焦点をおいており、エージェントが実装すべき機能の数や複雑さは最小限に抑えられている。これにより、開発のためのコストは少なく、実装も容易である。しかし、簡素さの故に扱う問題の範囲は狭く、アドレス上の制限、事象報告機能の貧弱さ、大規模ネットワークには不向き、などの欠点もある。

一方 OSI 管理は、系統だった枠組みのもとに作られており、汎用的である。管理情報モデルにおいてオブジェクト指向の概念を導入し、一般的な管理モデルと個々の問題に固有の資源依存の問題の分離を可能としており、共通的な機能や情報の再利用を可能としている。しかし、この一般的なアプローチは、複雑さの増大につながり、実装のコストは高くつく。ただし、新たに機能、アプリケーション、資源を加えるときなどの拡張性は優れており、様々な問題の解決に適用可能な汎用的な解となりうる。また、OSI 管理で規定している管理情報は、一般的なものであり、具体的な管理対象は個々の管理領域や業界標準で規定する必要がある。

以上のようにそれぞれに利点、欠点があるのでどちらが良いかはいちがいに結論づけることはできない。よって、両者の長所を活かすようにそれぞれを組み合わせた統合管理が最も有効と考えられる。

3 統合管理アーキテクチャの提案

CMIP と SNMP を融合した、分散 LAN ドメインのためのネットワーク管理の実現に当たり、まず利用者要件を整理してから、それを満足する設計方針の基に統合管理アーキテクチャを提案する。

3.1 利用者要件と設計方針

我々が分散 LAN 管理実現に当たって想定した利用者要件と、それから導かれる設計方針を以下に示す。

(1) 統合ネットワーク管理の中の分散 LAN ドメイン管理

LAN における異機種間のプロトコルの代表的なものは TCP/IP である。ここでは TCP/IP を使用する LAN 機器の管理を目的とするが、情報通信システムのネットワーク管理において、LAN だけを管理するということは考え難い。すなわち、LAN 上においても TCP/IP 以外のプロトコルが使用されるし、管理の対象として公衆網、専用線、多重化装置、交換機、PBX などが含まれるからである。

よって、分散 LAN ドメイン管理もあくまで、交換機ドメイン管理、多重化装置ドメイン管理とならぶ、あくまで統合管理の中の一つの個別管理として位置づけることとした。

(2) 他個別管理との整合性

統合管理装置から見たときに、LAN ドメイン管理も、他の個別管理も同様に管理できることが望ましい。例えば、LAN 機器において発生した事象と交換機において発生した事象が同じ種類のものであれば、同じ型の事象として統合管理装置に通知されるべきである。

また、管理の対象となる資源も、なるだけ他個別管理における管理対象と整合を取るべきであると考えた。詳細は後述するが、ネットワークに機器が接続されており、機器には状態がある、などという基本的な構成は、どのようなドメインの管理でも共通のはずである。よって、なるだけ共通の管理対象体系の基に管理情報を抽象化することを狙った。

なお、統合管理において各個別管理装置と同様の詳細な具体的管理情報を知りたいことも考えられるが、その場合は統合管理装置を個別管理装置のコンソールとして使用することにより実現できると考え、ここでは敢えて管理情報を抽象化して、共通化することとした。

(3) 管理機能

分散 LAN ドメイン管理に必要な管理機能として、ネットワーク構成管理、障害管理、性能

表 1: OSI 管理と Internet 管理の比較

比較項目	OSI 管理	Internet 管理
通信形態	コネクション型	コネクションレス型
管理情報収集方式	イベントベース	ポーリングベース
管理メッセージの種類	監視・制御	監視のみ
各管理目的に共通な管理機能	あり	なし
管理情報モデル	オブジェクト指向に基づく	平坦なテーブル
MIB 規定対象	共通・汎用的なもののみ	Internet 機器

管理、課金管理、利用者管理、設備管理を実現する。

(4) 管理対象資源

管理の対象となる資源は、LAN 及び LAN に接続された Internet 機器である。Internet 機器としては、TCP/IP による通信を行うワークステーション、パソコンなどの各種計算機、ルータ、ブリッジを対象とする。

3.2 統合管理アーキテクチャ

第 2 章の OSI 管理と Internet 管理の比較の結果から、以下のようにそれらを融合させることとした。まず各 LAN ドメイン内の管理については、すでに多くの LAN 機器に SNMP エージェント機能が実装されていることを考慮して SNMP による Internet 管理を行う。LAN ドメイン間の管理については、他個別管理との整合性と拡張性を考慮して CMIP による OSI 管理を採用する。

LAN ドメインの管理を行うマネージャであり、かつ統合管理装置に対しては LAN ドメインという管理情報を内包するエージェントとして動作するシステムを、LAN ドメインマネージャと呼ぶ。

提案する統合管理アーキテクチャを図 1 に示す。

3.3 統合管理アーキテクチャにおける管理情報の抽象化

上記のアーキテクチャによって統合管理を実現する際に重要なことは、管理情報スキーマを設計し、MIB を構築することである。LAN

内の SNMP による管理のエージェント側の MIB については MIB-II[1] をそのまま採用することとし、LAN ドメインマネージャにおける MIB の設計を中心に述べる。管理情報スキーマの設計に当たっては、以下の項目を決定する必要がある。

- 管理対象の包含関係と名前の付け方 (包含木)
- 各管理対象において収集する管理情報 (継承木)
- 管理対象クラスに対するオブジェクト識別子の付与方法 (登録木)

3.3.1 管理情報スキーマ実現方式

一般に、MIB における管理情報スキーマの実現方式には、以下の二つの方式が考えられる。

(1) 動的スキーマ方式

管理対象クラスを新規に追加する毎に、新しく管理情報定義を登録し、管理情報スキーマを動的に変更する方式。

(2) 静的スキーマ方式

管理対象クラスを新規に追加しても、既存の管理情報定義に写像し、管理情報スキーマを固定する方式。

LAN ドメインマネージャにおいて動的スキーマ方式を採用することは、SNMP 管理による MIB をそのまま同じ管理対象の単位として LAN ドメインマネージャ内の MIB とすることになる。一方、LAN ドメインマネージャにおいて静的スキーマ方式を採用することは、SNMP 管理による MIB をある一定の静的な管理対象群に写

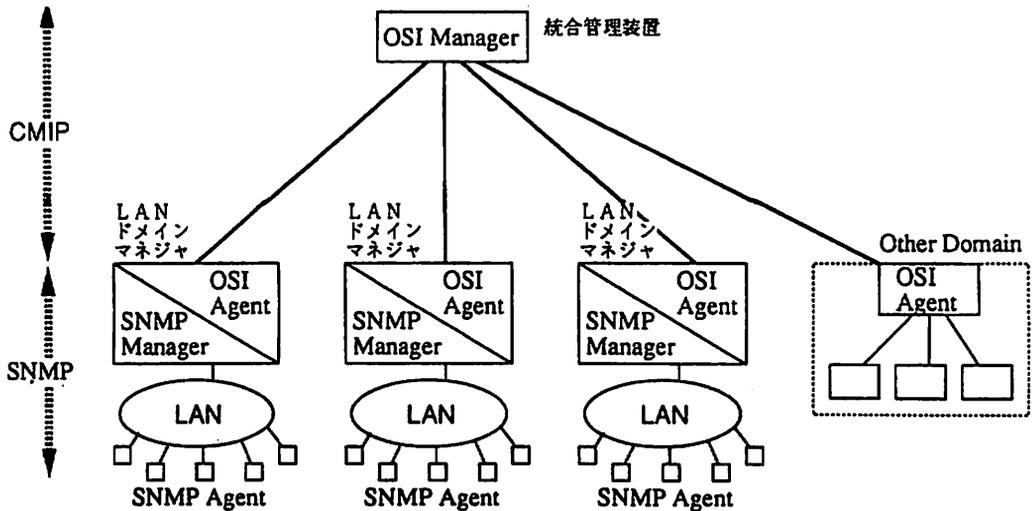


図 1: 統合管理アーキテクチャ

像し、LAN ドメインマネージャ内の MIB とし
て抽象化することになる。

動的スキーマ方式では、LAN における管理
対象機器の増設など、管理情報が変更される度
に、統合管理装置と LAN ドメインマネージャ
を変更する必要があり、運用時に難点がある。
しかし、静的スキーマ方式では、統合管理装置
が LAN 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管理装置を変更せ
ずに運用できる利点がある。

統合管理装置から見た他ドメインとの整合性
と運用性を考慮して、我々は静的スキーマ方式
を採用した。

3.3.2 包含木と継承木

静的スキーマにおける実際の管理情報を決定
するに当たっては、以下の点に留意した。

(1) ISO[2] や CCITT M.3100[3] 等の国際標
準、および NMF (Network Management
Forum)[5][4] 等の業界標準に極力準拠する
こととした。すなわち、管理対象クラスや、
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
定義を継承して追加定義することにした。

(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、全てに準
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 や
NMF 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 LAN ドメインそのものと見なし、
system クラスを最上位クラスとすること
にした。
- 各団体毎に同一の属性、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。採用するオブジェクト
識別子の優先順位を次のように決めた。
ISO/CCITT[2] → CCITT M.3100[3] → NMF
OMNI POINT1[4] → NMF Release 1[5]

(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総括して mEquipment
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、mUnit クラスと
mCard クラスを定義し、接続情報を表すため、
mPort クラスを定義した。これらはすべて既存

の定義を継承して定義した。また、ネットワーク自体を識別するため、Network クラスを利用した。

このようにして、静的スキーマに従った管理情報を図2、図3のように定義した。

4 LAN ドメインマネージャの実装

4.1 LAN ドメインマネージャの機能

LAN ドメインマネージャは、CMIP のインタフェースを持つ統合管理装置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に、以下の機能を実装した。

- CMIP、SNMP 通信機能
管理プロトコルの処理を行なうために、CMIP へ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、統合管理装置と CMIP で通信し、末端 LAN 機器と SNMP で通信する機能を提供する。アクセスインタフェースとしては、これらのプロトコルの種類に依存しない API (Application Program Interface) として、OSF 及び X/Open の標準 API である XMP API を採用した。
- CMIP 対 SNMP プロトコルと管理情報の変換機能
SNMP により収集されたの管理情報を、統合管理装置が扱う OSI 管理に準拠した管理情報に変換する。また、その逆も行なう。
- 事象報告選別機能
統合管理装置へ重要な事象のみを報告するために、事象報告のフィルタリング (デ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、及び MIB へのアクセス制御を行う。統合管理装置と LAN 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 における管理対象の名前を、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、LAN ドメインマネージャを、表2に示すようなモジュール構成で実装した。

4.2 proxy-agent 実現方式

LAN ドメインマネージャは、LAN 内ではマネージャとして、LAN 間ではエージェントとして動作する、いわゆる proxy-agent である。proxy-agent の実現方式には以下の二種類がある。

- stateful 方式
統合管理装置からの操作に対して状態をもって動作する方式。proxy-agent 内に MIB を保持し、統合管理装置からの操作を MIB へのアクセスと SNMP エージェントへのプロトコルに適宜振りわけ、正しい応答を作成する。
- stateless 方式
統合管理装置からの操作に対して状態を持たず、SNMP プロトコルと1対1に機械的に写像する方式。

stateful 方式では、MIB 内の情報が新しければその情報を基に、古ければ SNMP エージェントにアクセスして情報を得て応答を作成するなど、LAN 内のトラフィックを必要最小限に押え、柔軟性のあるサービスを提供することが可能となる。その反面、SNMP エージェントの MIB と LAN ドメインマネージャの MIB との整合をとる必要がある。

また、stateless 方式では、一方のプロトコルデータが必ず他方のプロトコルデータに変換されるので通信トラフィックは増すが、proxy-agent 自体はプロトコル変換しか行なわないため容易に実現可能である。

我々は、すでにデータベースとして MIB を保持している SNMP マネージャの拡張として LAN ドメインマネージャを構築することを考えており、柔軟性・拡張性を考慮して stateful 方式を採用することとした。

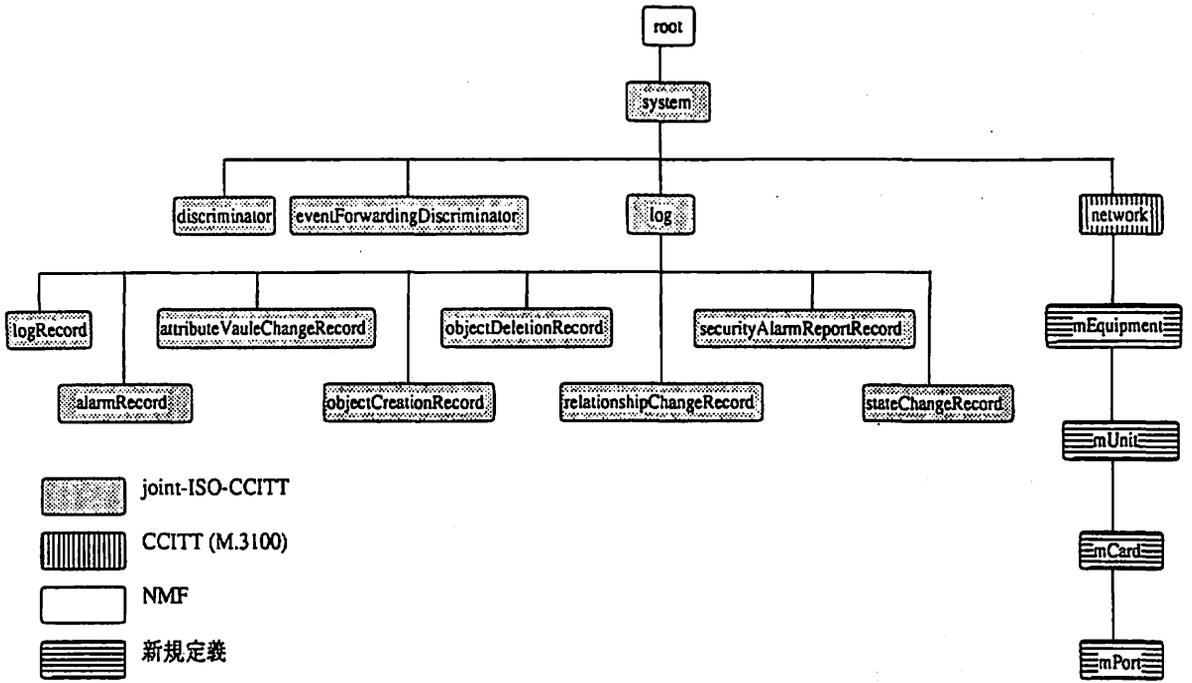


图 2: 包含木

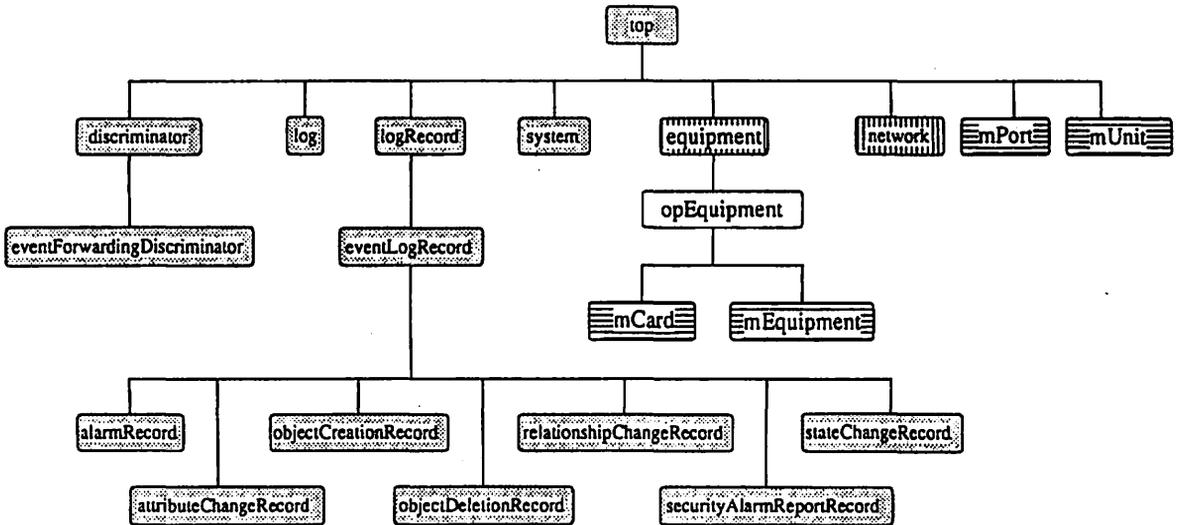


图 3: 継承木

表 2: LAN ドメインマネージャのモジュール構成と機能

モジュール	機能
Operate Manager	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 Internet で規定される管理情報を相互変換する
Event Manager	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 Internet で規定され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）を行なう 管理対象に対する名前付けを行なう
Name Server	名前付けの管理を行なう SNMP と CMIP における名前の相互変換を行なう
MIB Manager	MIB を管理する
Common Library	全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なう
Protocol	SNMP 及び CMIP 以下の OSI 通信処理スタック

4.2.1 MIB 格納方式

上述したように stateful 方式の場合、LAN ドメインマネージャのデータベース格納方式を決定する必要がある。

我々は、管理対象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、LAN ドメインマネージャの MIB に格納すべきではない。一方、装置の設置場所などの静的情報は、LAN 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。よって、我々は、管理対象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。

4.3 プロトコルと管理情報の変換

LAN 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なう必要がある。SNMP は、CMIP のサブセットに近いのでほぼ 1:1 に写像することが可能であった。両者の管理操作の写像結果を表 3 に示す。

これらの写像に関しては、表 4 に示す変換情報をテーブルとして LAN ドメインマネージャが保持することにより、表 2 のモジュールとの

独立性を高めた。

5 おわりに

SNMP で管理されている複数の LAN ドメインを、OSI 管理によって統合的に管理するアーキテクチャと、LAN ドメインマネージャの実現について報告した。

今後の課題として、システム間の認証、管理対象クラスや管理属性毎のアクセス制御、アトミックな同期機構を備えたスコープ機能などの実現を検討中である。

参考文献

- [1] RFC 1213, *Management Information Base for network management of TCP/IP based internets: MIB-II*.
- [2] ISO/IEC 10165, *OSI Structure of Management Information*, 1990.
- [3] CCITT Recommendation M.3100, *Generic Network Management Information Model*, 1992.
- [4] Network Management Forum, *OMNIPoint 1 Library Vol.1*, 1992.
- [5] Network Management Forum, *Forum Library Vol.1 Release 1.0*, 1991.

表 3: CMIP (イタリック) と SNMP (その他) の管理操作写像結果

入力管理操作	マッピングした管理操作	備考
<i>m_Get.ind</i>	GetRequest	管理情報の獲得の要求
<i>GetResponse</i>	<i>m_Get.rsp</i>	管理情報の獲得の応答
<i>m_Set.ind</i>	SetRequest	管理情報の設定の要求
<i>GetResponse</i>	<i>m_Set.rsp</i>	管理情報の設定の応答
<i>m_Action.ind</i>	SetRequest	動作の要求
<i>GetRequest</i>	<i>m_Action.rsp</i>	動作の確認
<i>m_Create.ind</i>	なし	管理対象の生成要求
なし	<i>m_Create.rsp</i>	管理対象の生成確認
<i>m_Delete.ind</i>	なし	管理対象の削除要求
なし	<i>m_Delete.rsp</i>	管理対象の削除確認
<i>m_CancelGet.ind</i>	なし	<i>m_Get</i> の破棄要求
なし	<i>m_CancelGet.rsp</i>	<i>m_Get</i> 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

表 4: LAN ドメインマネージャの保持する変換情報テーブル

CMIP/SNMP マッピングテーブル	
属性変換	管理対象の属性に関して、オブジェクト識別子及び、属性のシンタックスや値の変換を行う。
名前変換	SNMP におけるオブジェクト識別子としての名前と CMIP における名前付けは、プレゼンテーションアドレス、管理対象クラス+インスタンス名 (識別名) の変換を行う。
通知変換	両者の事象コード番号の変換を行う。
パラメタ変換	サービスのシーケンス番号に相当する、CMIP における InvokeID と SNMP における request-id を独立に管理して変換する。また、エラーコードの変換も行なう。
動作変換	SNMP には該当するオペレーションが無いので、CMIP における動作を SNMP の SetRequest オペレーションにマッピングする等、ActionType 毎に個別に変換を行う。
新たに付与するパラメタ値テーブル	入力側では存在しないが、出力側では必要であり、かつ、そのパラメタが管理情報に依存しない場合の値の付与を行なうためのテーブルである。
複数の副要求生成のためのテーブル	
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、LAN ドメインマネージャが内部処理を行なった後に、副要求を生成する。一方、filter と synchronization については、LAN 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。LAN 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必要がある。これらの処理のためのテーブルである。
追加情報の取得	SNMP の事象報告 (Trap) を CMIP の事象報告 (m_EventReport) に写像するには、必要なパラメタの情報が不足している。そのため、副要求として SNMP の GetRequest 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。そのためのテーブルである。