

# SNMPにより TMN 装置を監視/制御するための SNMP/OSI 管理ゲートウェイの実装と評価

堀内 浩規<sup>†</sup> 黒木 哲也<sup>†</sup> 杉山 敬三<sup>†</sup>  
小花 貞夫<sup>†</sup> 鈴木 健二<sup>†</sup>

本論文は、既存の TMN 装置を、なんら変更を加えず、SNMP のマネージャから監視/制御可能とする SNMP/OSI 管理ゲートウェイの実装と評価について論じる。ゲートウェイの実装では、TMN の基盤技術である OSI 管理と SNMP 間における、管理操作と管理情報の効率的な変換手法が重要な課題となる。この課題に対して、NMF (Network Management Forum) の IIMC (ISO/CCITT and Internet Management Coexistence) による管理情報定義の対応付けをもとに、管理操作および管理情報を変換するための基本変換規則と、キャッシュ、レプリカ、リンクオブジェクト等を利用して変換の効率化を図る拡張変換規則を新たに規定した。また、ゲートウェイでは、GDMO 定義に依存しないプログラム構造とし、GDMO 定義から管理操作/管理情報変換に必要なテーブル等を自動生成させることにより、種々の TMN エージェントに容易に対応可能とした。性能等の評価の結果、ゲートウェイの有効性、実用性を確認した。

## Implementation and Evaluation of SNMP/OSI Management Gateway for Management of TMN-based Equipments by SNMP Manager

HIROKI HORIUCHI,<sup>†</sup> TETSUYA KUROKI,<sup>†</sup> KEIZO SUGIYAMA,<sup>†</sup>  
SADAO OBANA<sup>†</sup> and KENJI SUZUKI<sup>†</sup>

As the standardization of Telecommunication Management Network (TMN) progresses, TMN-based management for equipments in networks such as transmission systems and switching systems becomes to be widely accepted. On the other hand, in management of Internet resources such as routers and workstations, SNMP has been widely used. We have developed SNMP/OSI Management Gateway which converts management operation and management information between SNMP and OSI Management, fundamental technology of TMN, in order for SNMP managers to monitor and control TMN-based equipments. This paper describes implementation of the gateway. In the implementation, those are important issues to clarify conversion mechanisms of management operation and management information and to realize efficient conversion by means of reducing the number of management operations among a manager and the gateway and between the gateway and an agent. For this purpose, we propose the basic rules for the conversion, based on the mapping of MIBs between GDMO and SNMP in IIMC (ISO/CCITT and Internet Management Coexistence) of NMF (Network Management Forum), and define extended rules using cache, replica and link-object, etc. Furthermore, we implemented a translator based on above conversion rules, which generates an information used for the conversion from GDMO definition, in order to flexibly accommodate TMN-based equipments with different kinds of managed object classes. Finally, we evaluated the gateway from the viewpoints of performance and functionality.

### 1. はじめに

TMN (電気通信管理網)<sup>1)</sup>の標準化の進捗にともない、これに基づいた通信装置等の管理が普及し始めて

いる。TMN におけるプロトコルや管理情報モデルは、OSI 管理の標準<sup>2)</sup>に基づいている。一方、LAN 機器等の管理は、SNMP (Simple Network Management Protocol)<sup>3)</sup>が業界標準として定着しつつある。このような背景のもと、TMN と SNMP にそれぞれ従う装置・機器が混在するネットワークで統合的な管理を行えるように、OSI 管理のマネージャから SNMP の

<sup>†</sup> 国際電信電話株式会社研究所  
KDD R&D Laboratories

エージェントを監視/制御する形態の方式が、これまでいくつか報告されている<sup>4)~7)</sup>。

しかしながら、現在のところ、SNMP 機器ならびにそれらを対象とした管理アプリケーションが数多く存在するのに対し、TMN 装置の導入は、まだ極めて少ない状況である。このため、既存の管理アプリケーションの継続性を図るには、上記の形態よりも、TMN 装置を SNMP に変換して収容する形態が現実的な解と考えられる。

この形態を実現する方式としては、NMF (Network Management Forum) の IIMC (ISO/CCITT and Internet Management Coexistence) がある<sup>8)</sup>。ここでは、既存の TMN 装置を SNMP エージェントとしても扱えるように、SNMP のプロトコルと管理情報定義からなるインタフェースも同時に持たせる方式をとっており、そのために必要となる OSI 管理と SNMP の MIB (管理情報ベース) との対応付けを規定している。しかしながら、この方式では、TMN 装置に SNMP エージェントのインタフェースの機能追加が困難な場合には適用できない。また、たとえ適用できる場合であっても、そのインタフェースを提供するための処理負荷が増大し、本来提供すべきサービスに悪影響を与える可能性があるという問題点がある。そこで、筆者らは、既存の TMN 装置になら変更を加えず、別のワークステーション等の装置上で、SNMP と OSI 管理との間で管理操作や管理情報の変換を行うことにより、SNMP マネージャから TMN 装置の監視/制御を可能とする SNMP/OSI 管理ゲートウェイを実装した<sup>9)~11)</sup>。ゲートウェイの実現では、管理操作と管理情報の効率的な変換方式が重要な課題となる。

本論文では、SNMP/OSI 管理ゲートウェイのための効率的な管理操作/管理情報の変換方式の提案と、それに基づいて変換を行うゲートウェイの実装と評価について述べる。以下、2 章で IIMC における管理情報定義の対応付け、3 章でゲートウェイの位置付けを述べる。4 章では、ゲートウェイにおける効率的な管理操作/管理情報変換方式の提案を行い、5 章ではゲートウェイの実装概要を述べる。6 章でゲートウェイを評価し、実用性ならびに有効性を示す。

## 2. IIMC における管理情報定義の対応付け

IIMC では、図 1 に示すように、OSI 管理インタフェースを持つ既存の TMN 装置に、SNMP エージェントのインタフェースを同時に持たせるために必要となる、OSI 管理の MIB (管理情報ベース) と SNMP の MIB との管理情報定義の対応付け (以下では、管

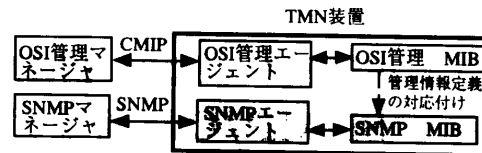


図 1 IIMC の概要

Fig.1 Overview of IIMC.

理情報定義の対応付けと呼ぶ)を規定している<sup>8)</sup>。

- (1) OSI 管理の管理情報定義 (GDMO) の各管理オブジェクト (MO) クラスは、SNMP のテーブルを示すオブジェクト (クラステーブルと呼ぶ) およびエントリ (オブジェクトの集合を示す) に対応付ける。
- (2) 属性型は、基本的に、MO クラスに対応する SNMP のエントリ配下のオブジェクトやポインタ (オブジェクト間の関係を示す) に対応付ける。この際、属性型のシンタックスが、単純形と SEQUENCE OF 型等の構造形の場合で、以下のように対応付けが異なる。
  - 単純形の場合: 単一の SNMP のオブジェクトに対応付ける。
  - 構造形の場合: SNMP のオブジェクトでは構造形の定義は含められないため、構造形の 1 個の属性型はポインタ、ポインタの値が指し示すサイドテーブル (構造形のメンバ集合を示す) およびエントリ等の複数のオブジェクトの組合せに対応付ける。また、各エントリを識別するためのインデックス (識別番号) を割り当てる。単純形に到達するまで、以上の対応付けを繰り返す。
- (3) MO クラス内に M-ACTION が定義される場合は、SNMP のオブジェクトとして、新たに ActionInfo/ActionTrigger 等に対応付け、MO インスタンスの生成/削除が定義される場合は、RowStatus を対応付ける。

上記の対応付けの適用例として、ITU-T 勧告 X.721<sup>12)</sup>の属性型 CorrelatedNotifications のシンタックスを図 2 (a) に、SNMP への対応付けを図 2 (b) に示す。図 2 (b) に示す SNMP のオブジェクトは、1 個の属性が、2 段のサイドテーブル、INTEGER 型等を示すオブジェクト、これらの関連付けを行うポインタ等に対応付けられる。

## 3. SNMP/OSI 管理ゲートウェイの位置付け

SNMP/OSI 管理ゲートウェイは、2 章で述べた IIMC の方式と異なり、TMN 装置とは別のワーク

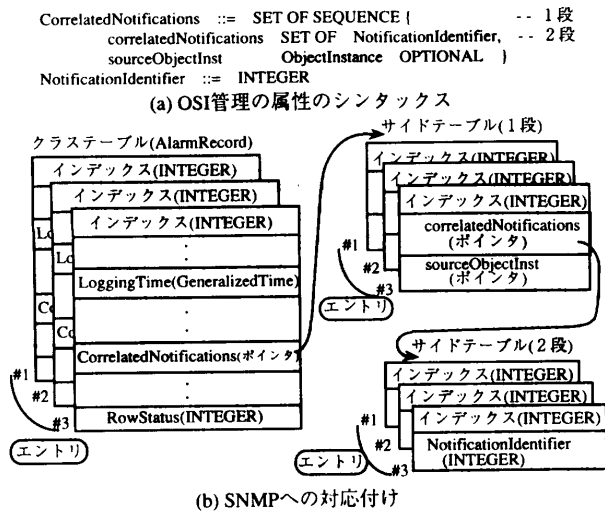


図2 OSI管理からSNMPへの管理情報定義の対応付け例  
 Fig. 2 Example of mapping on management information from OSI management to SNMP.

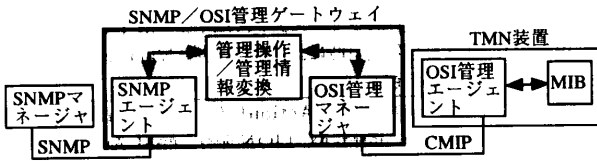


図3 SNMP/OSI管理ゲートウェイの概念図  
 Fig. 3 Overview of SNMP/OSI management gateway.

ーション上で、SNMPとOSI管理との間の管理操作/管理情報変換を行う(図3)。言い換えれば、SNMPマネージャに対してはSNMPエージェントとして、また、OSI管理エージェントに対してはOSI管理マネージャとして振る舞う。以下、特に、ことわりのない限り、マネージャはSNMPマネージャ、エージェントはOSI管理エージェント、ゲートウェイはSNMP/OSI管理ゲートウェイを、それぞれ示す。

#### 4. SNMP/OSI管理ゲートウェイのための効率的な管理操作/管理情報変換方式の提案

##### 4.1 基本方針

本ゲートウェイにおける、管理操作/管理情報変換方式を設計するうえで、以下の基本方針をたてた。

##### (1) 管理情報定義の対応付け

管理情報定義の対応付けは、IIMCに準拠する。これにより、SNMPのマネージャに、IIMCと同一のSNMPの管理情報定義を使用可能とし、SNMPマネージャ側へなら変更を必要としない。

##### (2) 管理操作/管理情報変換

IIMCでは、TMN装置自身にSNMPエージェントのインタフェースを持たせる方式であり、ネットワー

ク上を流れるSNMPとCMIPに対する管理操作やそれに含まれる管理情報の変換はスコープ外であるため、管理操作/管理情報の変換規則を新たに定義する。

##### (3) 変換の効率化

管理操作の機能や管理情報の記述能力の高いOSI管理を、機能や記述能力の低いSNMPで対応付けるため、マネージャ、ゲートウェイ、エージェント間の管理操作回数が増えることが予想される。このため、これらの回数を削減し、管理操作/管理情報変換の効率化を図る。

以下では、管理操作/管理情報変換を行う際に必要となる管理知識を4.2節で、上記の(1)と(2)に対応した基本変換規則を4.3節で、(3)に対応した拡張変換規則を4.4節で述べる。

#### 4.2 変換に必要な管理知識の保持

ゲートウェイは、管理操作/管理情報変換を行うための管理知識として、以下の情報を持つことを前提とした。

- ① エージェントに実装されたMOクラス等のGDMO定義、対応付けられたSNMPオブジェクト定義、ならびに両者の対応に関する情報(以下、GDMO/SNMP対応情報と呼ぶ)
- ② エージェントが実装しているMOインスタンスの包含木と識別名からなるインスタンス情報
- ③ 上記②で示したインスタンス情報を利用して、各MOインスタンスごとにゲートウェイが割り当てるSNMPのエントリ中のインデックスの値からなるインデックス情報。

#### 4.3 基本変換規則

4.2節で示した管理知識を用いた基本変換規則を以下に述べる。表1に基本変換規則を用いた各管理操作の変換処理を示す。

##### [基本変換規則1] 管理操作の対応付け

SNMPの管理操作の種類はOSI管理の種類より少ない。このため、SNMPのSetRequest操作を、操作の対象となるオブジェクトの種類(RowStatus, ActionInfo, Cancel等)に応じて、OSI管理の属性値の設定(M-SET操作)、オブジェクトの生成(M-CREATE操作)、オブジェクトの削除(M-DELETE操作)、アクション実行(M-ACTION操作)、属性値の取得取消(M-CANCEL-GET操作)の5種類の管理操作に対応付ける。

また、SNMPのGetRequest操作およびTrapは、それぞれ、OSI管理の属性値の取得(M-GET操作)および通知(M-EVENT-REPORT通知)へと1対1に対応付ける。なお、GetRequest操作の場合、取

表1 基本変換規則を用いた管理操作/変換処理  
Table 1 Management operation and management information conversion using basic conversion rules.

操作種別	使用する管理操作		処理概要
	SNMP	OSI管理 (CMIP)	
属性値の取得	GetRequest (GetNextRequest) GetResponse	M-GET 要求 M-GET 応答	①GetRequest 受信時に, VarBindList から取得対象の MO クラス, 属性ID, MO インスタンス名等を抽出, ②M-GET 発行 (ただし, 取得対象の属性が識別名や RowStatu の場合, インスタンス情報を利用して, GetResponse 発行). ③M-Get 応答受信時に, 属性値を SNMP のオブジェクトやポインタに分解, 必要なオブジェクトを VarBindlist に入れて GetResponse 発行.
属性値の設定	SetRequest GetResponse	(M-GET 要求) (M-GET 応答) M-SET 要求 M-SET 応答	操作対象のオブジェクトの種類が, MO インスタンスの属性の場合, 以下の処理を行う. ①MO インスタンスの MO クラス, MO インスタンス名, 属性ID 等を抽出. ②属性型が構造形で一部のメンバを変更する場合, M-GET 応答により属性値取得. ③属性値を設定した M-SET 発行. ④M-SET 応答受信時に, 設定の成否を VarBindlist に設定した GetResponse 発行.
オブジェクト生成	SetRequest GetResponse	M-CREATE 要求 M-CREATE 応答	操作対象のオブジェクトの種類が, RowStatus で, 値 create-AndGo の場合, 以下の処理を行う. ①MO インスタンスに対して M-CREATE 発行. ②M-CREATE 応答受信時に, 生成の成否を VarBindlist に設定し GetResponse 発行.
オブジェクト削除	SetRequest GetResponse	M-DELETE 要求 M-DELETE 応答	操作対象のオブジェクトの種類が, RowStatus で, 値が destroy の場合, 以下の処理を行う. ①MO インスタンスに対して M-DELETE 発行. ②M-DELETE 応答受信時に, 削除の成否を VarBindlist に設定した GetResponse 発行.
アクション実行	SetRequest GetResponse GetRequest	M-ACTION 要求 M-ACTION 応答	操作対象のオブジェクトの種類が, ActionInfo と ActionTrigger の場合, 以下の処理を行う. ①M-ACTION 発行. ②M-ACTION 応答受信時に, GetResponse 発行. ③ActionResult や正常に実行されたか否かの情報 (ActionStatus) をオブジェクトとしてゲートウェイで保持 (マネージャが必要に応じて GetRequest で検索可).
属性値の取得取消	SetRequest GetResponse	M-CANCEL-GET 要求 M-CANCEL-GET 応答	操作対象のオブジェクトの種類が, Cancel の場合, 以下の処理を行う. ①取消対象の M-GET のインポート ID を持つ M-CANCEL-GET 発行. ②M-CANCEL-GET 応答受信時に, 取消の成否を VarBindlist に設定した GetResponse 発行.
通知	Trap	M-EVENT-REPORT 指 (M-EVENT-REPORT 応答)	①M-EVENT-REPORT 受信時に, EventType と EventInfo パラメータを, Trap の generic Trap と VarBindList パラメータへ変換, Trap 発行. 通知が確認型の場合, M-EVENT-REPORT 応答発行. ②通知がオブジェクト生成/削除の場合, インスタンス情報を更新.

得対象の属性値が OSI 管理の MO インスタンスの識別名に対応する SNMP オブジェクトや RowStatus であるときには, これらの値を 4.2 節の②で示したインスタンス情報としてゲートウェイ内で値を保持しているので, エージェントへの M-GET 操作の発行は行わない.

### [基本変換規則 2] 管理操作対象オブジェクトの名前変換

SNMP の管理操作では, 操作対象のオブジェクトの名前を VarBindList パラメータ中のオブジェクト名により示す. ここで, オブジェクト名はオブジェクトの種類とインデックスから構成される ASN.1 のオブジェクト識別子 (OID) 型で表現される. 一方, CMIP の管理操作では, 操作対象の名前は, MO クラス (OID 型で表現), MO インスタンスの識別名 (ASN.1 の Distin-

guishedName 型で表現) ならびに属性型 (OID 型で表現) で示されるため, ゲートウェイで名前の形式の変換を行う必要がある. 具体的には, SNMP のオブジェクトの種類からは 4.2 節①で示した GDMO/SNMP 対応情報を利用して, CMIP の MO クラスと属性型に変換し, インデックスからは, 4.2 節②③のインスタンス情報とインデックス情報を利用して識別名に変換する.

この際, SNMP の VarBindList に複数のオブジェクト名が指定されている場合には, 各オブジェクトごとに CMIP の管理操作を発行するのは非効率なため, MO インスタンスの識別名ごとに仕分けして対応付ける.

### [基本変換規則 3] 属性値の変換

OSI 管理の属性値取得におけるエージェントからの

応答受信時や、OSI 管理の属性値設定等におけるマネージャからの SetRequest 操作受信時に、4.2 節①で示した GDMO/SNMP 対応情報を利用した属性値の変換を行う。

属性値取得の応答受信時では、OSI 管理の属性値が ASN.1 の単純形の場合には、属性値を SNMP における単一のオブジェクトの値に変換する。属性値が ASN.1 の構造形の場合には、属性値を復号して、ポインタやサイドテーブル等の SNMP における複数のオブジェクトの値に対応付ける。この際、インデックスの値の付加や、マネージャに要求された SNMP オブジェクトを抽出して符号化する。

SetRequest 操作受信時では、属性値取得の応答受信時の変換とは逆に、SNMP におけるオブジェクトを OSI 管理の属性値に変換する。この際、構造形の属性値における一部のメンバ値を SetRequest 操作で指定可能であるが、OSI 管理における属性値設定では一部のメンバのみを変更できない。このため、最初、属性値全体をエージェントから取得して復号した後、設定するメンバの値を構造形の属性値に埋め込み符号化する。

#### [基本変換規則 4] 管理操作のパラメータの変換

CMIP の管理操作では、同期機能(synchronization)パラメータにアトミック(atomic)を指定することにより、複数の MO インスタンスにまたがる値の設定等における原子性を要求可能である。しかしながら、SNMP にはそれに該当する機能がないので、VarBindlist に複数の属性値が指定された場合でも、CMIP の管理操作に対応付ける際には、同期機能パラメータに最善的(bestEffort)を割り当てることとした。

また、CMIP では範囲指定(scope)パラメータを用いて、複数の MO インスタンスを包含関係を利用して指定可能であるが、SNMP の VarBindList の任意の設定に応じた最適な範囲パラメータの値を設定するのは困難なため、範囲パラメータは常に基点オブジェクト(baseObject)を使用する。

#### [基本変換規則 5] アクションの変換

SetRequest 操作に含まれるオブジェクトが同時に ActionInfo と ActionTrigger を指定した場合、M-ACTION 操作を発行する。M-ACTION 操作の応答受信後、GetResponse 操作をマネージャに返す。この際、M-ACTION 操作応答の結果(ActionResult)や正常に実行されたか否かの情報(ActionStatus)は、SNMP の SetRequest 操作の結果となる GetResponse 操作には含めることができないため、SNMP のオブジェクトとしてゲートウェイに保持させ、マネージャ

が必要に応じて GetRequest 操作で検索できるようにした。

#### [基本変換規則 6] 通知の変換

エージェントからの OSI 管理の通知の受信に対し、事象型(EventType)パラメータを SNMP の Trap の genericTrap と specificTrap のパラメータへ、MO クラス、MO インスタンスならびに事象情報(EventInfo)パラメータを SNMP における Trap の VarBindList パラメータへ、また、事象時刻(EventTime)パラメータを Trap の time-stamp パラメータへ、それぞれ変換し、マネージャへ Trap を発行する。この際、通知が確認型の場合には、さらに、エージェントへ通知の応答を発行する。また、通知がオブジェクト生成/削除の場合には、該当する MO インスタンスのインスタンス情報の更新もあわせて行う。

#### 4.4 拡張変換規則

管理操作と管理情報の変換は、機能的には、4.3 節で示した基本変換規則で十分である。しかしながら、ゲートウェイは OSI 管理の一属性を SNMP の複数オブジェクトの組合せで表現するため、以下に示す管理操作発行回数の増加や不必要な管理操作が発生する場合があります。効率化を図る必要がある。

#### [問題 1] 構造形属性値を取得する際の管理操作発行回数の増加

GDMO 定義の構造形の属性値は、複数のオブジェクト、ポインタやサイドテーブル等に対応付ける。このため、属性値の取得の際には、図 2 に示すように、先頭から順にポインタをトレースする等が必要となり、マネージャからゲートウェイ、および、ゲートウェイからエージェントへの管理操作発行回数が増加する。

#### [問題 2] 構造形属性値を設定する際の管理操作発行回数の増加

構造形属性値設定においても、上記問題 1 と同様に、管理操作発行回数が増加する。さらに、構造形の属性値の一部メンバの値を変更する場合には、エージェントに M-SET 操作を発行するために、ゲートウェイはあらかじめ、他のメンバも含む構造形全体の値を、M-GET 操作により取得する必要がある。これにより、ゲートウェイからエージェントへの M-GET 操作の発行回数がさらに増加する。

#### [問題 3] 不変値を持つ属性値取得の冗長な管理操作の発行

値が不変、ゲートウェイを介してのみ値が変更される、または値の変更が通知される属性値の場合には、マネージャからの取得要求ごとにエージェントへアクセスするのは冗長である。

表2 拡張変換規則を用いた管理操作/管理情報変換処理

Table 2 Management operation and management information conversion using extended rules.

操作種別	処理概要
属性値の取得	表1の処理内容の②以降に以下が追加される。(A)対象属性がキャッシュ/レプリカに格納されている場合:その情報を利用して, GetResponse 発行。(B)リンクオブジェクトの場合:サイドテーブルの接続関係の値(図5参照)を持つ GetResponse 発行。(C)拡張された管理情報定義の場合:オプションな情報の有無等を ValBindList に設定した GetResponse 発行。(D)取得対象の属性が構造形の場合, キャッシュを生成およびレプリカを追加。単純形の場合, レプリカを追加。
属性値の設定	設定対象の属性が構造形に対応するレプリカがある場合, 表1の処理内容の②以降に以下が追加される。[I]レプリカの値を利用して M-SET 発行。[II] M-SET 応答受信時に, GetResponse 発行。[III]変更した属性値のレプリカを保持, 設定要求を行ったマネージャのキャッシュを消去。

【問題4】オプション指定等に対する不必要な管理操作の発行

SNMPでは, 属性型のシンタックスにオプション指定や CHOICE 型を許していない。そこで, IIMCでは, SEQUENCE や SET 型のオプションな要素に対しては, 存在する要素のみオブジェクトを割り当て, CHOICE 型に対しては, 選択された要素のみオブジェクトを割り当てる。しかしながら, この方法では, マネージャは実際に管理操作の応答を受信するまで存在の有無が分からず, 不必要な管理操作が発生する。

また, SEQUENCE OF, SET OF 型の要素の繰返し数や, 各 MO クラスに対応する MO インスタンスの個数も定義されていないため, マネージャからの不必要な管理操作が発生する。

上記の問題を解決するため, キャッシュとレプリカ(複製)の利用, リンクオブジェクトの導入, ならびに管理情報定義の拡張を行った下記の拡張変換規則を規定する。また, 拡張変換規則における属性値の取得と設定に対する処理を表2に示す。

【拡張変換規則1】キャッシュの利用(問題1, 2への対処)

GetRequest/GetNextRequest 操作に対応付けられた M-GET 要求によって, 得られた属性値が構造形の場合, 値をキャッシュとしてゲートウェイに保持する。次からの取得や設定要求が, キャッシュとして保持した属性に対するものであれば, キャッシュの情報を返送する。

ここでは, 複数のマネージャが同時に別々の構造形の属性を取得できるようにするため, マネージャごとに構造形の属性値をキャッシュとして保持し, キャッシュ以外の属性に管理操作が発生した場合や, SetRequest 操作が発生した場合に消去する。

X ::= SEQUENCE (  
 a INTEGER, b OCTET STRING, c INTEGER )  
 (a) 属性のシンタックス例  
 (a) Example of attribute syntax

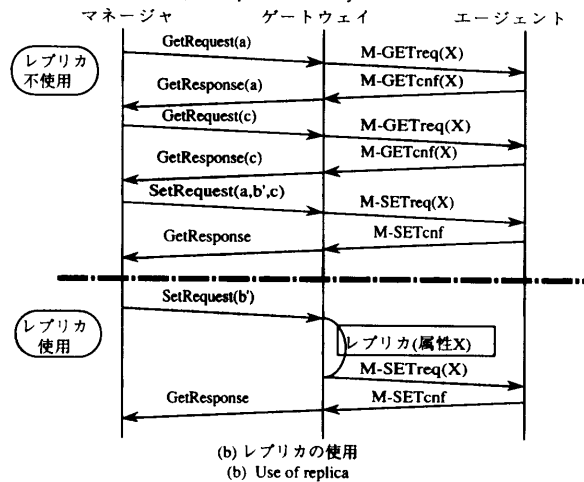


図4 レプリカの利用  
 Fig. 4 Use of Replica.

【拡張変換規則2】レプリカの利用(問題1, 2, 3への対処)

値が不変である, ゲートウェイを介してのみ値が変更される, または, 値の変更が通知される属性値の複製(レプリカ)をゲートウェイ上に持たせる。マネージャが属性値の取得や設定をする場合には, 該当する属性のキャッシュが存在しない場合でも, レプリカを利用する(問題1, 2, 3への対処)。また, 構造形の属性値の一部メンバの値変更時に, このメンバ以外の値をレプリカから補う(問題2への対処)。図4(a)に示すシンタックス“X”を持つ構造形の属性において, メンバ(“b”)の値を変更する際のレプリカ使用による効率化の例を図4(b)示す。

レプリカの利用方法は, キャッシュの場合が, 一つの構造形の属性値をマネージャごとに短期間保存するのに対し, 構造形の属性値だけでなく単純形も含み, 複

```

LinkObject ::= SEQUENCE OF SEQUENCE {
  index INTEGER,
  child SEQUENCE OF LinkObject OPTIONAL }

```

注) indexはインデックス値を, childはサイドテーブルの階層を示し, 最後に至った時OPTIONALを適用する。

図5 リンクオブジェクトのASN.1定義

Fig.5 ASN.1 definition for Link-object.

数の属性値を保持し, マネージャごとでなくエージェントごとに, 長期間保持するという違いがある。さらに, レプリカはマネージャがGetRequest操作により属性値を取得した際に生成し, 一定の個数を越えた場合に古いものから削除する。

[拡張変換規則3] リンクオブジェクトの導入 (問題1への対処)

サイドテーブルで使用するインデックス値を, その階層構造に従って保持するリンクオブジェクトとして, ゲートウェイ上に新たに定義する。マネージャがリンクオブジェクトの情報を取得することで, サイドテーブルの接続関係が分かり, ポインタをトレースせずに, 目的とするSNMPのオブジェクトに直接アクセス可能となる。リンクオブジェクトのASN.1定義を図5に示す。これは, マネージャからの1回のアクセスで, 構造形の属性値全体を取得可能なように, Opaque型で符号化してゲートウェイに格納し, マネージャが復号して利用する。

リンクオブジェクトは, GDMO定義のMOクラスごとに定義する。マネージャがリンクオブジェクトの値を取得する場合には, 属性に対応するオブジェクトのオブジェクト識別子(OID)と, その属性を含むMOクラスに対応するリンクオブジェクトのOIDをペアで指定する。

[拡張変換規則4] 管理情報定義の対応付け規則の拡張 (問題4への対処)

以下のオブジェクトをゲートウェイ上に新たに定義して, マネージャからの不必要な管理操作を抑止する。

① Flag (ASN.1のOCTET STRING型で表現)

条件付きで存在する属性がある場合や, 属性の型がSEQUENCEまたはSET型でオプション指定された要素を持つ場合に, 条件付きの属性とオプションな要素の有/無を示すビット列からなるオブジェクト“Flag”を定義する。

② Choice (ASN.1のINTEGER型で表現)

属性の型がCHOICE型である場合に, 属性中の選択した要素を示すオブジェクト“Choice”を定義する。

③ Number (ASN.1のINTEGER型で表現)

属性の型がSEQUENCE OF, SET OF型の場合

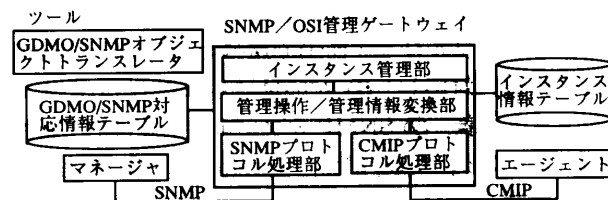


図6 SNMP/OSI 管理ゲートウェイのシステム構成

Fig.6 System configuration of SNMP/OSI management gateway.

における要素の繰返し数, または, 各MOクラスに対応するMOインスタンスの個数を示すオブジェクト“Number”を定義する。

## 5. 実装

### 5.1 実装方針

ゲートウェイ実装にあたり, 以下の方針をたてた。

- (1) 4.3節および4.4節で提案した基本変換規則と拡張変換規則により, 管理操作/管理情報変換を行う。
- (2) 種々のOSI管理エージェントに対応可能とするため, GDMO定義の変更に対する柔軟性を持たせる
- (3) 複数のマネージャ, および, 複数のエージェントに同時に対応可能とする。
- (4) SNMPは現在普及しているバージョン1を対象とし, OSI管理のプロトコル処理には既存のCMIPボード<sup>13)</sup>を使用する。
- (5) 実装対象の計算機はSUNとする。

### 5.2 システム構成

図6に示すように, ゲートウェイは, ① SNMPのオブジェクトとOSI管理のMOクラス名の対応付けを定義したGDMO/SNMP対応情報テーブル (詳細は5.3節(1)参照), ② エージェントの包含木を保持するインスタンス情報テーブル, ③ SNMPとOSI管理の管理操作と管理情報の変換を行う管理操作/管理情報変換部, ④ OSI管理(CMIP)およびSNMPのPDUの作成や解析を行うCMIPおよびSNMPプロトコル処理部, ⑤ インスタンス情報を維持・管理するインスタンス管理部, ⑥ GDMO定義からGDMO/SNMP対応情報テーブルを自動生成するGDMO/SNMPオブジェクトトランスレータからなる。

### 5.3 GDMO定義の変更に対する柔軟性の実現

- (1) GDMO定義に依存しないプログラム構成  
GDMO定義の変更に対応可能とするため, MOクラスごとに異なる情報は, ゲートウェイのプログラムとして組み込まず, GDMO/SNMP対応情報テー

ブルとして分離して管理することとした。

このテーブルは 4.2 節①で述べた GDMO/SNMP 対応情報に対応し、① 対応付けられた SNMP オブジェクト定義、② SNMP オブジェクトの種別 (属性型、ポインタ、生成/削除、Action 等)、③ 関連する OSI 管理の MO クラスおよびそのオブジェクト識別子、④ 属性型のシンタックス等の項目を格納する。これらの定義項目は、管理操作/管理情報変換において、①は SNMP の GetRequest 操作や SetRequest 操作の VarBindList パラメータから対象のオブジェクト抽出時に、② はエージェントへ発行する OSI 管理の操作を決定するため等に、③ は OSI 管理操作の MO クラスパラメータ設定のために、④ は OSI 管理の属性と SNMP のオブジェクト間のシンタックス変換時に、それぞれ使用する。さらに、本テーブルには、⑤ MO クラスの属性ごとに各マネージャからのアクセスを可能とするか否かや、⑥ 4.4 節で示したレプリカを作成するか否かの定義項目を設け、ユーザが指定可能とした。

上記④に関連して、属性のシンタックスとして使用される ASN.1 定義の符号化/復号関数は、X.721 や M.3100<sup>14)</sup>等の代表的な勧告で使用される ASN.1 定義をあらかじめ登録する方式をとった。登録されているもの以外のシンタックスを扱う必要が生じた場合には、ASN.1 の符号化/復号処理のためのライブラリを追加することとした。

(2) GDMO/SNMP オブジェクトトランスレータ  
上記(1)で示した GDMO/SNMP 対応情報テーブルは、GDMO/SNMP オブジェクトトランスレータにより GDMO 定義から自動生成させることとした。また、マネージャがゲートウェイを監視/制御するためには、通常、SNMP のオブジェクト定義ファイルが必要となる。このため、SNMP のオブジェクト定義ファイルも合わせて自動生成させることとした。図 7 にトランスレータの構成を示す。

図 8 に自動生成した GDMO/SNMP 対応情報テーブルの一部を示す。ここでは、ITU-T 勧告 X.721 での MO クラス alarmRecord を変換しており、SNMP のエントリ (smi2AlarmRecordEntry)、オブジェクト (smi2AlarmRecLoggingTime 等)、関連する属性型 (logRecordId, loggingTime)、各属性型のオブジェクト識別子とシンタックス、レプリカとするか否か (Y/N) 等を示している。

#### 5.4 コネクション管理および障害/状態管理

##### (1) コネクション管理

OSI 管理は、アソシエーション (応用層のコネクショ

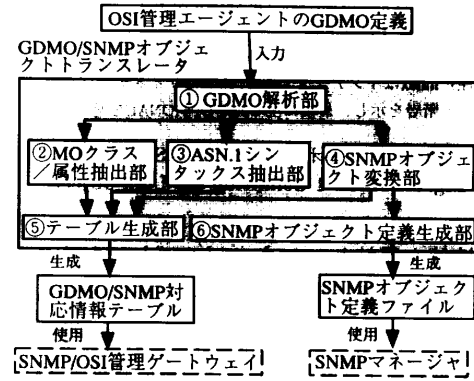


図 7 GDMO/SNMP オブジェクトトランスレータ  
Fig. 7 GDMO/SNMP object translator.

ンに相当)の確立/解放を行うのに対し、SNMPはコネクションレス型であり、コネクションの確立/解放は行わない。そこで、ゲートウェイとエージェント間のコネクションの管理では、マネージャからの操作ごとに確立と解放を繰り返す方法と、コネクションを常時確立する方法がある。前者の方法は効率の点から問題があり、また、エージェントからの通知を常時受信可能ではない。そこで、ゲートウェイでは、起動時にコネクションの確立を行い、それを常時保持する後者の方法とし、エージェントから解放された場合には、一定間隔ごとに、コネクション確立要求をエージェントへ発行するようにした。

##### (2) エージェントの障害/状態管理手法

エージェントからの障害や状態の変化等の通知は 4.3 節で述べたように Trap に変換するが、SNMP はコネクションレス型の UDP/IP で動作するため、Trap が消失する可能性がある。このため、ゲートウェイは、以下の方法により、エージェントの障害や状態を把握する。

障害や状態の変化の通知は、Trap への変換のみでなく、ゲートウェイでログとしても保持する。さらに、ゲートウェイはエージェントごとの状態を示す MO を保持し、定期的に M-GET 操作をエージェントに発行して、状態の値を更新する。したがって、マネージャは、Trap の受信および、通知のログとエージェントの状態のポーリングを併用する。このログとエージェントの状態のオブジェクトには、ITU-T 勧告 X.721 の “logRecord” と “system” の MO に対応する SNMP のオブジェクトを使用した。

##### 5.5 プログラム規模

ゲートウェイと GDMO/SNMP オブジェクトトランスレータのプログラム規模を表 3 に示す。なお、こ



```

+smi2Translated()           : TRANSLATED(smi2Translated)
+smi2TranslatedObjects(3)   : OBJECT
+smi2AlarmRecord(1)        : CLASS(alarmRecord)
+smi2AlarmRecordTable(1)   : TABLE
+smi2AlarmRecordEntryNumber(1) : NUMBER
+smi2AlarmRecordEntry(2)   : ENTRY
+smi2AlaRecTableIndex(1)   : INDEX
+smi2AlaRecFlag(2)         : FLAG
+smi2AlaRecLogRecordId(3)  : logRecordId
+smi2AlaRecLoggingTime(4)  : loggingTime
+smi2AlaRecCorrelatedNotifications(10) : SIDE-TABLE(2)
+smi2AlaRecParent(22)     : PARENT
+smi2AlaRecRowStatus(23)  : ROWSTATUS
+smi2AlaRecCorrelatedNotificationsTable(2) : TABLE
+smi2AlaRecCorrelatedNotificationsNumber(1) : NUMBER
+smi2AlaRecCorrelatedNotificationsEntry(2) : ENTRY
+smi2AlaRecCorNotTableIndex(1) : INDEX
+smi2AlaRecCorNotFlag(2)  : FLAG
+smi2AlaRecCorNotCorrelatedNotifications(3) : SIDE-TABLE(3)

logRecordId      2.9.3.2.7.3   SimpleNameType  Y   OOX00-0000
loggingTime      2.9.3.2.7.59  LoggingTime     Y   OOX00-0000
managedObjectClass 2.9.3.2.7.60   ObjectClass     N   OOOOOOOOOO
managedObjectInstance 2.9.3.2.7.61   ObjectInstance  Y   OOOOOOOOOO
eventType        2.9.3.2.7.14  EventTypeId     Y   OOOOOOOOOO
eventTime        2.9.3.2.7.13  EventTime       Y   OOOOOOOOOO
notificationIdentifier 2.9.3.2.7.16  NotificationIdentifier Y OOOOOOOOOO
    
```

図8 GDMO/SNMP 対応情報テーブルの生成例

Fig. 8 Example of generated mapping table on management information.

表3 SNMP/OSI 管理ゲートウェイのプログラム規模  
Table 3 Program size of SNMP/OSI management gateway.

モジュール名		ステップ数
SNMP/OSI 管理 ゲートウェイ	インスタンス管理部	3.5 K
	管理操作/管理情報変換部	31.4 K*
GDMO/SNMP オブジェクト トランスレータ	構文解析部	10.0 K
	テーブル生成部	2.1 K

\* 管理操作/管理情報変換部のプログラム規模は、属性のシンタックスのサポート状況により、若干変動する。本ステップ数は、ITU-T 勧告 X.721, M.3100, Q.821, Q.822, G.774 の全属性のシンタックスをサポートした場合。

ここでは、一般的に使用される MO クラスや属性等を含む ITU-T 勧告 X.721, M.3100, Q.821<sup>15)</sup>, Q.822<sup>16)</sup>, G.774<sup>17)</sup> のすべての属性のシンタックスをサポートしている。属性のシンタックス定義で使用する ASN.1 が登録されているものと一致しない場合には、表 3 の管理操作/管理情報変換部の規模が増加する。

## 6. 評価と考察

### 6.1 性能評価

実装したゲートウェイの性能を評価するため、ゲートウェイ内における処理時間を測定した (表 4)。なお、計算機は SUN 670MP (CPU は 1 個) を使用し、マネージャ、ゲートウェイ、エージェント間は LAN (Ethernet) で接続した。表 4 より、1 オブジェクトに対する管理操作/管理情報変換処理時間は 35.1~93.3 ms で、また、プロトコル処理を含めても、一管理操作あ

表4 ゲートウェイの処理時間  
Table 4 Processing time in the gateway.

測定項目	処理時間
① 属性値 (loggingTime) 取得 (インスタンス 1 個)	43.7 ms (113.9 ms)
② 属性値 (loggingTime) 取得 (インスタンス 3 個)	93.3 ms (224.3 ms)
③ 属性値 (administrativeState) の設定	36.6 ms (109.2 ms)
④ MO インスタンス (log) の生成 (1 個)	39.6 ms (97.7 ms)
⑤ MO インスタンス (log) の削除	45.6 ms (93.0 ms)
⑥ アクション (addTpsToGTP) の実行	35.1 ms (98.0 ms)
⑦ 通知 (CommunicationAlarm) の受信	36.0 ms (95.6 ms)

注1: 使用したインスタンスは4個のRDN(相対識別名)から構成し、MOクラスは勧告X.721の“AlarmRecord”, “Log”, “Network”, M.3100の“Fabric”を利用。  
注2: 処理時間の下括弧内は、ゲートウェイ内の全体処理時間(管理操作/管理情報変換処理時間, CMIPおよびSNMPプロトコル処理等を含む)を示す。

たり 100~200 ms 程度のオーバーヘッドであり、実用的な性能を達成しているといえる。また、表 4 の①, ②より、単純形の属性値取得では、MO インスタンスが 1 個増えるごとに M-GET 操作への変換処理の時間が約 25 ms ほど増加する。

### 6.2 拡張変換規則の効果

4.4 節の拡張変換規則の効果は、エージェントにおけるアラームのログとしてよく使用される ITU-T 勧

表5 操作発行回数削減の効果

Table 5 Effects on reducing number of management operations.

項目	対象属性と操作	使用 有無	操作回数		処理 時間
			SNMP	CMIP	
キャッシュ	属性 "correlatedNotification" のメンバ "NotificationIdentifier" の値取得	無	3	3	342 ms
		有	3	1	173 ms
レプリカ	属性 "weekMask" のメンバ "daysOfWeek" の値設定	無	5	5	565 ms
		有	1	1	120 ms
リンクオブジェクト	属性 "weekMask" のメンバ "minutes" の値取得	無	4	4	445 ms
		有	2	2	228 ms
管理情報 定義の拡張 (Number 使用)	属性 "correlatedNotifications" の 値取得	無	7	7	796 ms
		有	5	5	570 ms

告 X.721 の MO クラス AlarmRecord に含まれる構造形の属性型 correlatedNotifications (サイドテーブル 2 段), MO クラス Log に含まれる構造形の属性型 weekMask (サイドテーブル 3 段) を使用して (インスタンス数 1 個) 測定した (表 5)。

表 5 より, 提案した拡張変換規則による変換の効率化の効果が大きいことが分かる。これらの効果は, 構造形のネストの繰返し数やインスタンス数が多くなるに従ってさらに増大する。上記の評価では, ゲートウェイ内の処理時間の短縮しか述べていないが, 同時にエージェントの処理時間も短縮されるので, トータルの応答時間のさらなる向上が図れることは自明である。キャッシュ, レプリカ, リンクオブジェクトが有効となる構造形の属性型の定義は, 比較的多く (たとえば, 勧告 X.721 で定義される属性型 71 個のうち, 46 個が構造形), その効果が期待できる。また, キャッシュ, レプリカ, リンクオブジェクトは IIMC の方式でなく, ゲートウェイの方式においてのみ有効な方法であるが, 管理情報定義の拡張は IIMC の方式でも有効な方法となる。

### 6.3 GDMO 定義の変更に対する柔軟性

ゲートウェイでは, MO クラスや通知等の変更や追加が行われた場合には, 変更された GDMO 定義から GDMO/SNMP オブジェクトトランスレータが生成する GDMO/SNMP 対応情報テーブルを入れ替えることにより, 容易に対応できる。属性のシンタクスの ASN.1 が登録されているものと一致しない場合でも, その型が単純形であったり, また, 登録されているシンタクスとメンバの構造が変わらない構造形の場合には変更の必要はない。たとえ, 変更が必要な場合でも, ASN.1 コンパイラ<sup>18)</sup>の利用と, 構造形のメンバごとに 10 行程度のプログラムを追加することにより容易に対応可能である。

以上のことから GDMO 定義の変更に対する柔軟性は高く, 種々の TMN 装置への対応が容易であるとい

える。

### 6.4 SNMP 装置を TMN で管理するためのゲートウェイとの変換処理の比較

本論文で述べているゲートウェイとは逆に, TMN のマネージャから発行されるコマンドを SNMP の操作や管理情報に変換するゲートウェイ (以下, TMN ゲートウェイと呼ぶ)<sup>4)</sup>との違いを, 管理操作変換と管理情報変換処理の観点から考察する。

#### (1) 管理操作変換

SNMP の操作の種類は, OSI 管理の操作より少ないため, TMN ゲートウェイでは GetRequest 操作は M-GET 操作, SetRequest 操作は M-SET 操作, Trap は M-EVENT-REPORT 通知へと 1 対 1 の対応付けで済むが, 本論文のゲートウェイでは SetRequest 操作を複数の種類の OSI 管理操作へ対応付ける複雑な処理が必要であった。

#### (2) 管理情報変換

SNMP の管理情報定義では, 構造形を使用できない等の使用する ASN.1 のシンタクスに多くの制限があるとともに, オブジェクトの継承や多段の包含関係を使用できない等, GDMO と比べ単純な構造となっている。このため, TMN ゲートウェイでは, 複数の SNMP のオブジェクトが 1 つの MO クラスに対応付けられ, 少数の MO クラスが使用される。たとえば, システムや TCP/IP 等の管理を行うためによく使用される MIB II の場合には, 25 個の MO クラス<sup>4)</sup>の定義で済む。しかも, TMN ゲートウェイ内の SNMP オブジェクトから GDMO の属性のシンタクス変換処理はタグ付替え等の単純な処理で済む場合が多い。

これに対し, 本論文のゲートウェイでは GDMO の属性が多数の SNMP のオブジェクトやポインタで表される。たとえば, ITU-T 勧告 X.721 の 1 個の MO クラス alarmRecord の場合だけでも, 82 個の SNMP のオブジェクトが定義される。このため, 属性取得に多くの操作が必要となり, キャッシュ, レプリカ等を

導入して、その処理の効率化を行う必要があった。

### (3) システム管理機能の実現

OSI 管理では、警報報告機能や事象報告機能等のシステム管理機能を規定しているのに対し、SNMP では規定していない。したがって、TMN ゲートウェイ上では、SNMP エージェントでサポートしない EFD (Event Forwarding Discriminator)<sup>19)</sup> や MonitorMetric<sup>20)</sup> 等のシステム管理機能のための MO を補足する必要がある。これに対し、本論文のゲートウェイでは、TMN 装置上のシステム管理機能のための MO も他の MO と同様に SNMP マネージャからアクセス可能であるため、MO の補足は必要ない。

以上、本論文のゲートウェイは、TMN ゲートウェイで重要となるシステム管理機能の実現等を行う必要がない反面、TMN ゲートウェイと比較して管理操作変換と管理情報変換の処理が複雑となる。

## 7. おわりに

本論文では、既存の TMN 装置を、なんら変更を加えず、SNMP マネージャから監視/制御可能とする SNMP/OSI 管理ゲートウェイの実装と評価について論じた。ゲートウェイの実装では、管理操作や管理情報の効率的な変換が重要となる。これに対し、NMF における IIMC の管理情報定義の対応付けをもとに、管理操作/管理情報変換の基本変換規則と、キャッシュとレプリカの利用、リンクオブジェクトの導入、および管理情報定義の拡張を行い、変換の効率化を図る拡張変換規則を新たに規定した。また、ゲートウェイでは、種々のエージェントへの容易な対応を可能とするため、GDMO 定義に依存しないプログラム構造とし、GDMO 定義から管理操作/管理情報変換に必要なテーブル等を自動生成させた。性能等の評価を通して、ゲートウェイの実用性や有効性を示した。

今後、ネットワークが大規模化するにつれ、TMN と SNMP にそれぞれ従う装置の混在が進むことが予想されるため、既存の TMN 装置を、なんら変更を加えず、SNMP を具備するパソコンやワークステーション等から SNMP の体系で、ネットワーク全体をシームレスに監視/制御可能とするゲートウェイの意義は大きい。

さらに、公衆網内の TMN に基づく網管理情報をカスタマからアクセス可能とする CNM (Customer Network Management) のひとつのアクセス手順として SNMP を使用する場合にも、本論文のゲートウェイが適用可能で、その適用範囲は広い。

謝辞 日頃ご指導いただく KDD 研究所 村上仁己

所長に感謝します。また、ご討論いただいた早稲田大学理工学部 浦野義頼教授 (前 KDD 研究所長) に感謝します。

## 参考文献

- 1) ITU-T Rec. M.3010: Principles for Telecommunications Management Network (1992).
- 2) ITU-T Rec. X.701: Systems Management Overview (1992).
- 3) Case, J., Fedor, M., Schoffstall, M. and Davin, J.: A Simple Network Management Protocol (SNMP), IETF, RFC 1157 (1990).
- 4) 堀内, 杉山, 小花, 鈴木: TMN に基づく統合管理のための OSI 管理/SNMP ゲートウェイの設計と実装, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会技報, IN94-85 (1994).
- 5) 宮内, 中川路, 三上, 水野, 青野, 楡山, 曾我: 分散 LAN ドメインの OSI による統合管理, 情報処理学会論文誌, Vol.34 No.6, pp.1426-1440 (1993).
- 6) Abeck, S., Clemm, A. and Holberg, Ulf: Simply Open Network Management: An Approach for the Integratio of SNMP into OSI Management Concepts, *IFIP Trans. Integrated Network Management*, Vol.III, pp.361-375 (1993).
- 7) Kalyansundaram, P. and Sethi, A.S.: An Application Gateway Design for OSI-Internet Management, *IFIP Trans. Integrated Network Management*, Vol.III, pp.389-401 (1993).
- 8) NM Forum: Forum 030: Translation of ISO/CCITT GDMO MIBs to Internet MIBs (1993).
- 9) 堀内, 黒木, 杉山, 小花, 鈴木: SNMP/OSI 管理ゲートウェイの設計, 第 51 回情報処理学会全国大会論文集, 1F-03 (1995).
- 10) 黒木, 堀内, 杉山, 小花, 鈴木: SNMP/OSI 管理ゲートウェイにおける効率的な管理操作変換の実現, 第 51 回情報処理学会全国大会論文集, 1F-04 (1995).
- 11) 堀内, 黒木, 杉山, 小花: SNMP による TMN 装置の監視/制御のための SNMP/OSI 管理ゲートウェイの実装, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会, DSP-72-9 (1995).
- 12) ITU-T Rec. X.721: Structure of Management Information: Definition of Management Information (1992).
- 13) 加藤, 堀内, 井戸上, 鈴木: パソコン用 CMIP ボードの開発, 1992 年信学秋季全大, B-414 (1992).
- 14) ITU-T Rec. M.3100: Generic Network Information Model (1992).
- 15) ITU-T Rec. Q.821: Stage 2 and Stage 3 Description for the Q3 Interface - Alarm Surveillance (1993).

- 16) ITU-T Rec. Q.822: Stage 1, Stage 2 and Stage 3 Description for the Q3 Interface - Performance Management (1993).
- 17) ITU-T Rec. G.774: SDH Management Information Model for the Network Element View (1992).
- 18) Hasegawa, T., Nomura, S. and Kato, T.: Implementation and Evaluation of ASN.1 Compiler, Information Processing in Japan, Vol.15, No.2, pp.157-167 (1992).
- 19) ITU-T Rec. X.734: OSI System Management: Part 5 Event Report Management Function (1993).
- 20) ITU-T Rec. X.739: OSI System Management: Part 7 Metric Objects and Attributes (1993).

(平成7年10月2日受付)

(平成8年9月12日採録)



堀内 浩規 (正会員)

昭和35年生。昭和58年名古屋大学工学部電気工学科卒業。昭和60年同大学院情報工学専攻修士課程修了。同年国際電信電話(株)入社。現在、同社研究所ネットワーク管理グループ主任研究員。この間、ネットワークアーキテクチャ、OSIプロトコル実装方式、通信プロトコルの形式記述技法、ネットワーク管理の研究に従事。平成4年度電子情報通信学会学術奨励賞、平成8年度情報処理学会全国大会大会優秀賞を各受賞。電子情報通信学会会員。



黒木 哲也 (正会員)

昭和39年生。昭和58年都城工業高等学校卒業。同年国際電信電話(株)入社。同社交換部ソフトウェアセンター、研究所を経て、平成8年から(株)KDDコミュニケーションズ出向中。現在、同社マルチメディア事業部アプリケーションシステム部担当課長。この間、国際電話交換機のソフトウェア開発、SNMP、OSI管理を中心としたネットワーク管理に関する研究・開発、インターネットサービス関連のソフトウェア開発に従事。



杉山 敬三 (正会員)

昭和37年生。昭和60年京都大学工学部情報工学科卒業。昭和62年同大学院修士課程修了。同年国際電信電話(株)入社。現在、同社研究所ネットワーク管理グループ主査。この間、OSIプロトコル実装、ネットワークアーキテクチャ、分散処理、ネットワーク管理、EDIの研究に従事。平成6年度電子情報通信学会学術奨励賞受賞。電子情報通信学会会員。



小花 貞夫 (正会員)

昭和28年生。昭和51年慶応義塾大学工学部電気工学科卒業。昭和53年同大学院修士課程修了。同年国際電信電話(株)入社。現在、同社研究所ネットワーク管理グループリーダー。工学博士。この間、パケット交換方式、ネットワークアーキテクチャ、OSIプロトコル実装、データベース、ビデオテックス、分散処理、ネットワーク管理の研究に従事。電子情報通信学会会員。



鈴木 健二 (正会員)

昭和20年生。昭和44年早稲田大学理工学部電気通信科卒業。昭和44~45年オランダのフィリップス国際工科大学に招待留学。昭和51年早稲田大学大学院博士課程修了。工学博士。同年国際電信電話(株)入社。現在同社研究所研究企画グループリーダー。この間、磁気記録、パケット交換方式、ネットワークアーキテクチャ、高速・分散処理の研究に従事。平成4年度電子情報通信学会業績賞、平成7年度科学技術庁長官賞を各受賞。平成5年度より電気通信大学大学院情報システム学研究科客員教授。電子情報通信学会、IEEE各会員。