

# ネットワーク管理：SNMPとCMIPの違い

小花貞夫 堀内浩規  
(株) KDD研究所

## ●ネットワーク管理はなぜ必要なの●

インターネットを中心としてマルチメディアが浸透し、新しい情報化社会のインフラストラクチャとなりつつある今日、これを支える情報・通信ネットワークは、道路、電力、ガス、水道などとともライフラインの1つであり、その障害や機能低下が、社会的な問題を引き起こすことも少なくない。たとえば、何年か前に東京世田谷区で起きた大規模な通信ケーブル火災が社会に与えた影響はまだ記憶に残っていることであろう。また、銀行や証券などといった金融システムネットワークの障害や性能低下は金融業務を麻痺させたり、顧客の損害を引き起こすかもしれない。さらに、遠隔医療では、タイムリな診断や治療が行えずに医療訴訟に発展するかもしれない。

このような情報・通信ネットワークは、ネットワーク技術やサービス提供技術の発展、ユーザ要求の多様化、ならびに、通信事業者(いわゆる通信キャリア)間の競争などにより常に拡大・進化しており、その効率的な運用・管理は重大な課題である。そのため、ネットワークの運用状況を監視し、解釈し、また、制御するためのネットワーク管理システムが必

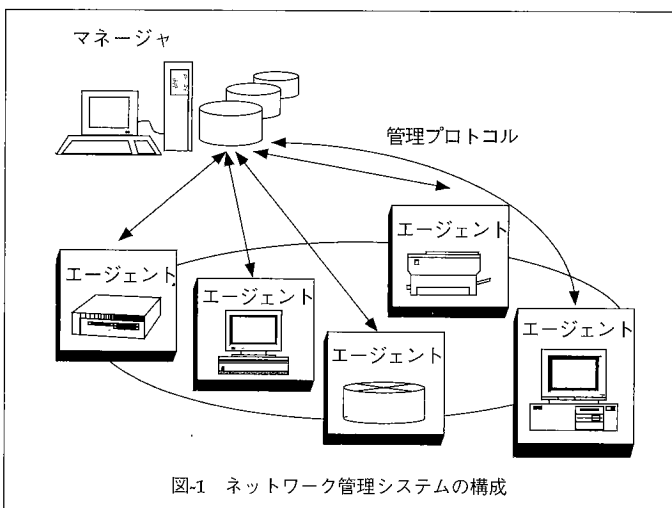
須となってくる。

## ●ネットワーク管理システムってどんなもの●

図-1は、標準的なネットワーク管理システムの構成である。ここでは、ネットワークを構成する装置や通信機器、たとえば、LANを構成するブリッジ、ルータやワークステーションやWAN(Wide Area Network)を構成するATM(Asynchronous Transfer Mode)の交換機や光ケーブルシステムといった伝送・交換設備などが管理の対象であり、エージェントと呼ばれる。また、これらのエージェントに管理プロトコルを介して運用データ、たとえば、ビット誤り率の統計値を問い合わせたり、イベント、たとえば、ビット誤り率の閾値超過の通知を受けることによりネットワークの運用を監視・制御するコンピュータは、マネージャと呼ばれる。ここで、管理する側をマネージャと呼ぶのはよいとして、管理の対象となるものをなぜ「エージェント(代理人)」と呼ぶのか疑問に思われる人もいるであろう。一般に、管理の対象となる実際の装置は、それぞれ、異なったハードウェアやソフトウェアから構成され、それを管理するインタフェースもまちまちであるが、後で話すように、それを統一的なインタフェースで管理できるようにするためには、装置の内部で何らかの変換処理を行うエージェント(代理人)が介在するということからきている。

## ●SNMPとCMIPの生い立ち●

ネットワーク管理システムは、従来、1つのベンダが提供するものから構成され、それぞれのベンダ独自の管理プロトコルや方式が用いられてきた。しかしながら、ネットワークを構成する装置や通信機器の機能が複雑化し、しかも、それらが複数の異なるベンダから供給されるようになると、互換性のない独立した管理システムがそれぞれ存在することとなり、ネットワーク全体を効率よく、しかも系統立て

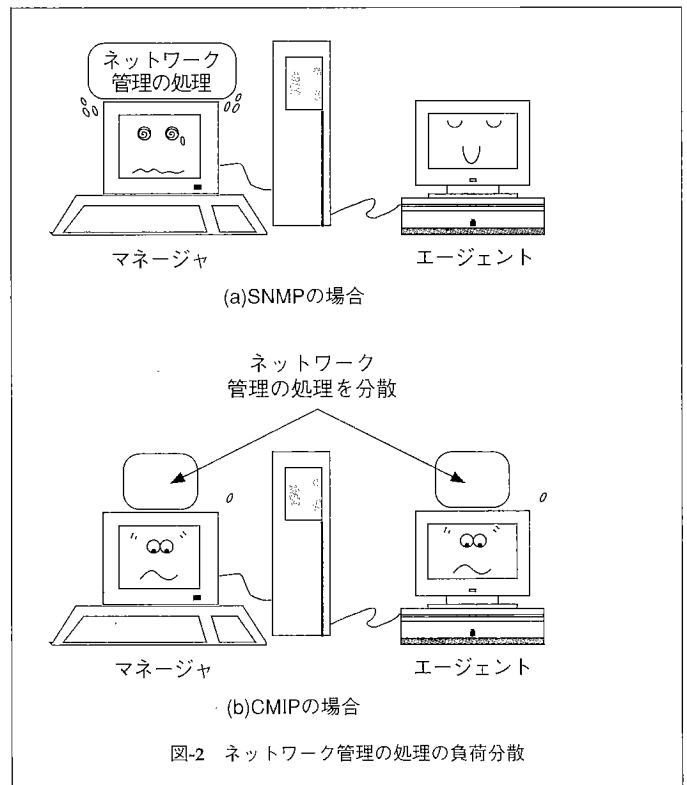


て管理することは困難となってきた。そこで、異なるベンダの装置・通信機器にアクセスし、また、そこからイベント通知をもらうための管理プロトコル、ならびに、管理プロトコルにより操作されるエージェントの管理情報の構造(あるいはモデル)や意味を標準化する必要が生じ、SNMP(Simple Network Management Protocol, IETF RFC 1157, 1990)やCMIP(Common Management Information Protocol, ITU-T勧告 X.711, 1991)の標準が開発された。一般に、SNMPという、管理プロトコルのみならず、それが前提とする管理情報の構造や意味を含んだネットワーク管理のアーキテクチャを指す場合が多い。そこで、ここでは、CMIPもそれに基づくネットワーク管理のアーキテクチャを含めて指すこととする。

CMIPは、通信キャリアが提供する公衆通信網に含まれる交換機や伝送設備などを管理するための電気通信管理網(TMN:Telecommunication Management Network, ITU-T勧告 M.3010, 1992)で主に使用されている。CMIPは、もともと、異なるベンダのコンピュータや端末が協調動作できるようにするためのネットワークアーキテクチャである開放型システム間相互接続(OSI:Open Systems Interconnection)の流れをくみ、ISO(International Standardization Organization)とITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector)が共同で開発したものである。かつてOSIといえば、通信ネットワーク技術の本流として一世を風靡したものであったが、その後のインターネット普及の勢いに、いまではほとんど聞かれなくなっている。しかしながら、そのようなOSIの中にあって根強く生き残っているのがCMIPである。

一方、SNMPは、ワークステーション、ルータ、ブリッジやハブなどのLAN機器をはじめとするインターネット装置の管理を行うための業界標準として普及している。SNMPは、CMIPとほぼ同じ時期に開発され、CMIPの設計思想と共通するところもいくつかあるが、機能をできるだけ単純化し、実現の容易性、処理の軽さ、普及性を重視している点ではCMIPと大きく異なる。

このような根本的な違いは、それぞれが前提とするところに起因する。CMIPは、高機能、高性能なコンピュータやプロセッサをベースとした通信装置が主な管理対象であるため、エージェントにもある程度の処理負荷を持たせ、マネージャと処理を分散させることを前提としている。これに対して、SNMPは、比較的、機能や処理能力が低い機器でも管理の対象とできるように、処理のほとんどはマネージャ側で負うことを前提としている(図-2)。もっとも、現在ではこれら



の機器は、高い機能、処理能力を持つものが増えてきている。

それでは、もう少し具体的にそれぞれの特徴を見ていくことにしよう。

## ●SNMP☆とはどんなもの●

### ■SNMPの管理情報■

SNMPで扱う管理情報は、管理情報ベース(MIB:Management Information Base)と呼ばれる一種のデータベースであり、階層的な構造を持つ木(tree)として表現される。正確には、マネージャからはエージェントがそのように見える。図-3のように、この木はISOに登録された木を利用して構成され、装置や機器の管理情報自身は木の葉(leaf)に格納される。

木のノード(あるいは節)には、名前と数字(相対識別子と呼ばれる)のラベルが付けられており、各ノードは木のルート(あるいは根)からそのノードに至るパスの数字を結合したリスト(パス識別子と呼ばれる)により一意に識別される。たとえば、internetとラベル付けされたノードは[1.3.6.1]によって識別され、internetに関連するすべての管理情報がこのノードをルートとする部分木としてグループ化される。SNMPでは、MIBの木構造はMIBを設計した時点で

☆ SNMPには、はじめに開発されたバージョン1(SNMPv1)とそれを機能拡充して後からできたバージョン2(SNMPv2)、バージョン3(SNMPv3)が存在する。一般に普及しているという点ではSNMPv1が圧倒的に多く、ここでは、特に断わり書きがないかぎり、SNMPv1を対象とする。

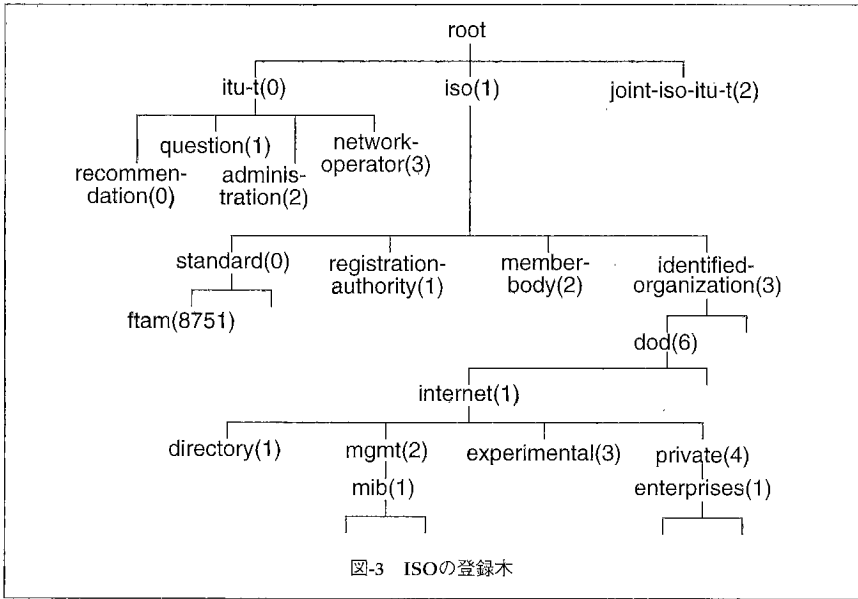


図-3 ISOの登録木

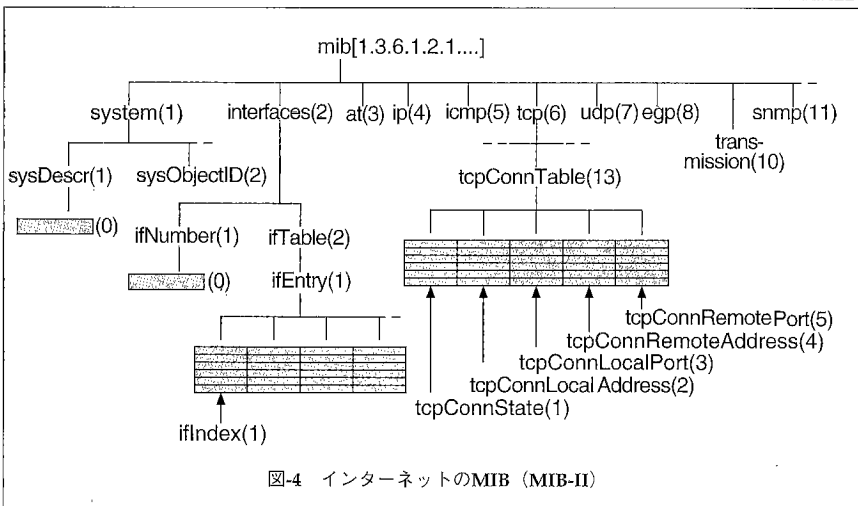


図-4 インターネットのMIB (MIB-II)

表-1 SNMPのコマンド

GetRequest / GetNextRequest	MIBのデータを検索・取得する
SetRequest	MIBのデータを設定する
Trap	エージェントからマネージャにMIBの変化を通知する

決まり、その後運用中にノードが追加あるいは削除されることはない。図-4は、MIB-IIと呼ばれ、IP(Internet Protocol)、UDP(User Datagram Protocol)、TCP(Transmission Control Protocol)やICMP(Internet Control Message Protocol)などのインターネットの通信プロトコルを監視するための標準的なMIBの構成を示す。MIBにはこのほか、MIB-IIを拡張して、個々の装置だけでなくネットワーク全体のトラヒックや誤り率などを遠隔監視するために有用となるデータ項目を定義したRMON(Remote Network Monitoring)<sup>1)</sup>のMIBがある。

いくつかの葉、たとえば、システム記述を格納する sysDesc という葉は単一の値を持ち、0とラベル付け

される。また、他の葉、たとえば、TCPコネクションの状態を表す tcpConnState は複数の値を持ち、各々の値は配列として構成される。いくつかの列にまたがって関連する値が行(entry)を構成し、全体として表(table)を構成する場合もある。たとえば、図-4で、[1.3.6.1.2.1.6.13]で識別される tcpConnTable は、TCPコネクションの状態 tcpConnState、ローカル側IPアドレス tcpConnLocalAddress、ローカル側ポートアドレス tcpConnLocalPort、リモート側IPアドレス tcpConnRemoteAddress、リモート側ポートアドレス tcpConnRemotePort の5つの値からなる行の集合、つまり、tcpコネクションに関する表を構成する。このような表は、値の数が時間とともに変化する場合に用いられ、その各行はエージェントにより運用中に追加・削除される。

MIBの木における葉の値は、葉ごとのデータ型に従う。データ型には、整数やオクテット列などの基本的なものに加え、カウンタ、ゲージ、経過時間(timeticks)、ネットワークアドレスやIPアドレスなどのデータ型がある。カウンタは時系列のサンプリングの積

算値を、ゲージは時系列のサンプルを、経過時間は相対的な時間を表現するために使用する。

### ■SNMPの管理プロトコル■

管理プロトコルは、マネージャがエージェントにあるMIBの木にアクセスするためのコマンドを具現化したものである。SNMPのコマンド(表-1)には、マネージャからMIBのデータを問い合わせる GetRequest および GetNextRequest、データを設定する SetRequest がある。また、エージェントが自律的にMIBの変化を通知する Trap がある。

このうち、GetRequest と GetNextRequest は使い方に違いがある。GetRequest は、管理情報の特定の葉の値をパス識別子を用いて直接指定し、そのデータを取得する場合に用いる。これに対し、GetNextRequest はMIBの木を順に渡り歩くために用いられ、表のデータを順にアクセスするのに特に有効である。また、SetRequest は、しばしばMIBの変化の副作用としてエージェントのアクションを引き起こす。たとえば、SetRequest を用いて装置の管理状態という管

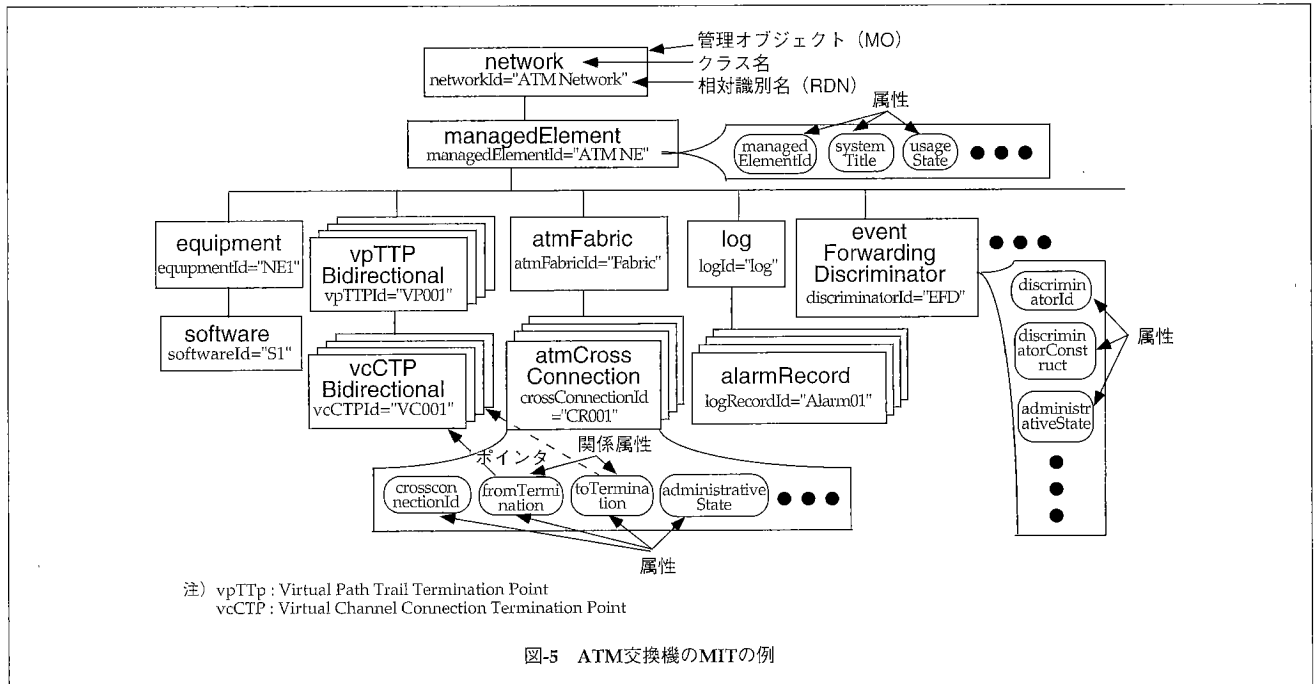


図-5 ATM交換機のMITの例

理情報の項目にある特定の値を設定することにより、診断ルーチンの起動あるいはシステムの再起動などといったアクションをエージェントに実行させることができる。ただし、扱えるアクションは、起動の際にパラメータ(あるいは引き数)、たとえば、「10分後」に起動するといったパラメータを必要としないものに限られる。

マネージャとエージェント間の実際の通信では、これらのコマンドやその結果応答は、一般に、コネクションを必要とせずに通信できるコネクションレス型のインターネットプロトコルであるUDP/IPで運ばれる。このため、相手に正しく受けとられたかを確認できず、特に、通信エラーなどによるTrapの紛失が問題となる。そこで、マネージャは通常ポーリングによるエージェントの状態監視を併用する(しかしこれは、マネージャの負荷および管理プロトコルのトラフィックを増大させ、ネットワークの規模が大きくなるにしたがって顕著となる)。

### ●CMIPとはどんなもの●

#### ■CMIPの管理情報■

CMIPで扱う管理情報も、SNMPの場合と同様に、MIBと呼ばれる一種のデータベースであり、階層的な構造を持つ木(MIT:Management Information Treeと呼ばれる)として表現されるが、以下の点で

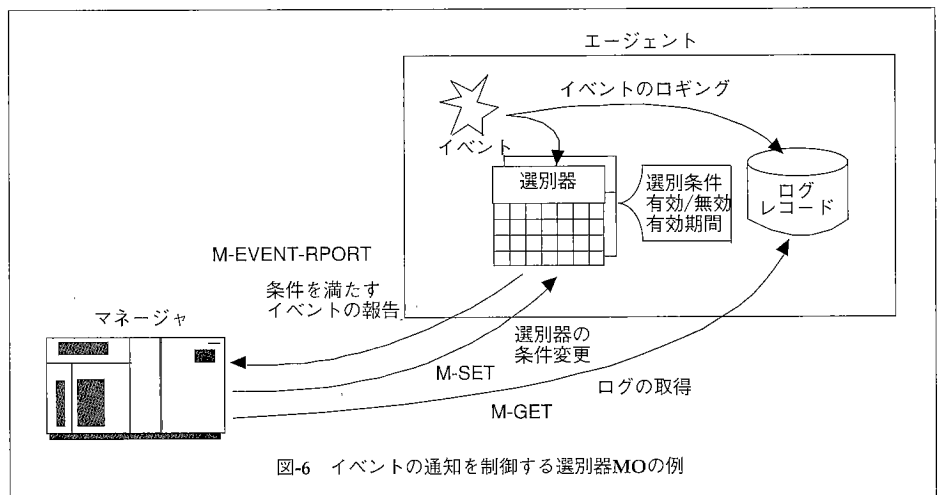


図-6 イベントの通知を制御する選別器MOの例

SNMPのMIBと異なる。

- (1)管理情報が木のノードと葉の両方に格納される、
- (2)運用中にノードと葉の追加・削除が行える、
- (3)値はそれぞれ別の葉に格納され表とはならない。

管理の対象となる「もの」は、管理オブジェクト(MO: Managed Object)と呼ばれ、MITのノードや葉に対応する。MITはMOの包含関係を表する。つまり、上位のMOはその下位にあるMOの集合から構成されることを示す。図-5にATM交換機のMITの例を示す。ここでは、ATM網network, ATM交換機managedElement, 回線を示す仮想パス(VP: Virtual Path)/仮想チャネル(VC: Virtual Channel)の終端点vpTTPBidirectional/vcCTPBidirectional, 終端点どうしの接続を制御するクロスコネクト装置atmFabric, 接続された終端点の対atmCrossConnection等の種類のMOからなる。

MOは、それに関する管理情報を属性として持つ。

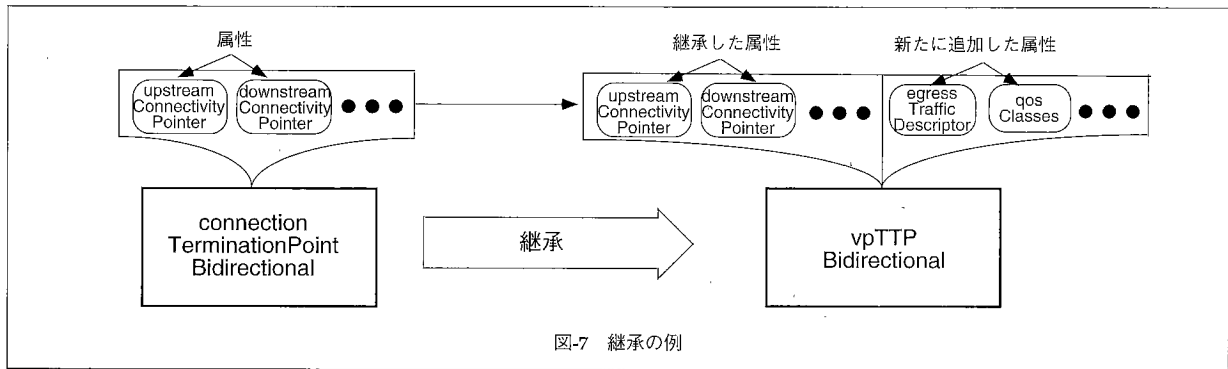


図-7 継承の例

MOの属性の中には、1つ上位のMOから枝分かれした子のMOを識別するための相対識別名に使用する属性がある。各ノードは、MITのルートからそのノードへ至るパスの相対識別名を結合したリスト(識別名と呼ぶ)により一意に識別される。たとえば、あるVCの終端点の識別名は、networkId='ATM Network'/managedElementId='ATM NE'/vpTTPId='VP001'/vcTTPId='VC001'となる。

また、属性の中には、クロスコネクタ装置により接続された終端点の「発信側fromTermination」と「着信側toTermination」といったMO間の関係を示すために、ほかのMOへのポインタを持つ属性(関係属性と呼ぶ)がある。ポインタは、関係するMOの識別名で表される。マネージャは、このポインタを辿ることにより関係するMOに容易にたどり着ける。

さらに、イベントの通知を制御するための選別器(Event Forwarding Discriminator)のMOは、選別条件、有効期間などのデータを持ち、ほかのMOと同様に、マネージャから内容を検索したり、設定できる(図-6)。

SNMPと異なる、CMIPの管理情報の構造の特徴は、オブジェクト指向に基づいていることである。MOは、管理対象の「もの」に関連するデータ、つまり属性のみならず、許されるコマンドやコマンドに対するMOの振る舞いなどMOの性質を合体して1つにまとめたものである。また、MOから自律的に発行されるイベント通知も含むようにオブジェクト指向を拡張している。MOの性質は、他のMOに継承される。図-7に継承の例を示す。ここでは、ATMのVPにおける終端点のMOであるvpTTPBidirectionalは、一般的な伝送路の終端点のMOであるconnectionTerminationPointBidirectionalを継承し、ATM特有のトラフィック記述子egressTrafficDescriptorや品質のクラスqosClass等の属性を新たに加えている。

基本的でしかも頻繁に使われるMOクラス(たとえば、ログレコード、装置やソフトウェアなど)や属性タイプ(たとえば、カウンタ、ゲージなど)に加えて、伝送端局などの装置や専用線などの通信サービスのためのMOクラスや属性タイプなどが標準で定義されて

いる。

### ■CMIPの管理プロトコル■

CMIPのコマンド(表-2)には、マネージャからMIBのデータを問い合わせるM-GET、データを設定するM-SET、MOを運用中に生成/削除するM-CREATE/M-DELETE、アクションを起動するM-ACTION、また、エージェントが自律的にMIBの変化を通知するM-EVENT-REPORTなどがある。

M-GETは、データを逐一検索・取得するSNMPのGetRequestやGetNextRequestとは異なり、MITの指定された範囲(スコープと呼ばれる)に含まれる複数のMOを対象とした一括検索やフィルタによる条件検索が可能である。MITでは、マネージャから運用中にノードや葉を生成したり、削除することができ、そのためのコマンドとしてM-CREATEおよびM-DELETEがある。また、SNMPとは異なり、CMIPには、明示的にアクションを起こすM-ACTIONがあり、パラメータも伴ういろいろなアクションを扱うことができる。

マネージャとエージェント間の実際の通信では、CMIPは、通信にコネクションを必要とするコネクション型のOSI7層プロトコルにより運ばれる。

### ●SNMPとCMIPは実際にどこで使われているの●

機能面だけ見ると、SNMPがCMIPに大きく劣っているが、CMIPはそれゆえに、エージェントにおける処理負荷の増大と性能低下という大きな代償を支払わされる。しかも、処理が非常に複雑であり、完全な実装やその検証も容易なことではない。また、SNMPも、SNMPv2(一括検索機能の追加)やSNMPv3(セキュリティの強化)など機能拡充がなされCMIPへの歩みよりが図られていきている。(もっとも、機能拡充が、単純さ、処理の軽さといったSNMP本来の長所・特徴を喪失させることになるのだが...)

それでは、このようなCMIPやSNMPが実際にどのように使われているのか見てみよう。

前述したように、インターネットの機器には

表-2 CMIPのコマンド

M-GET	MIBのデータを検索・取得する
M-SET	MIBのデータを設定する
M-CREATE	MOを生成する
M-DELETE	MOを削除する
M-ACTION	アクションを起動する
M-EVENT-REPORT	エージェントからマネージャにMIBの変化を通知する
M-CANCEL-GET	M-GETコマンドを取り消す

SNMPを採用しているものが多く、また、SNMPに基づいて各種の機器を管理・運用するためにマネージャ側に搭載する管理アプリケーションのソフトウェアパッケージも多く出回っている。近年では、インターネットの機器のみでなく、ATMやフレームリレーの交換機など、従来、CMIPの対象とされている機器の中にもSNMPをサポートするものが出てきている。しかし、SNMPによってすべての機器が持つ機能を制御できるかという点、そういうわけではない。

たとえば、ルータの中には、それが保持するルーティングテーブルの内容をSNMPで見ることができ、書き換えるためにはtelnetを用いて接続しその上で独自のコマンドを実行しなければならないものや、設定のためにシリアルポートに専用のツールを接続しなければならないものなどがある。このような場合には、SNMPだけでは管理が行えず、それ以外の方法と組み合わせて管理を行う必要がある。

また、MIBの木には、ベンダ独自の機能を管理するための管理情報を定義できるノードがあり、もしそれを使用している場合には、マネージャ側に標準的なMIB-IIやRMONのMIBに対応するアプリケーションだけでなく、独自の定義に対応する機能がないと、その管理を行うことはできない。

一方、CMIPの利用状況はというと、国際伝送路網の管理システム<sup>2)</sup>や第5太平洋横断ケーブル網の管理システム<sup>3)</sup>など通信キャリアのネットワーク管理システムでの使用がほとんどである。

それではどうして、CMIPは通信キャリアの管理システムだけでなく、LANや企業網などで一般に利用されないのでしょうか？一言でいうと、CMIPはOSIであり、インターネットではないからである。ほとんどのLANや企業網はインターネット機器から構築され、その多くはSNMPを装備している。しかも、CMIPを使用しなければならない複雑な機器は含まれず、それほど複雑なネットワーク管理機能も要求されない。ネットワークの規模も比較的小さい。加えて、CMIPが、1)機能が複雑で理解しにくい、2)処理負荷が重い、3)高価である、などOSIのイメージをそのまま引きずっており、逆に、SNMPが、1)機能が簡単で理解しやすい、2)処理負荷が軽い、3)安価に汎用品が手に入る、などインターネットのイメージが強いことも影響しているのであろう。

### ●今後どうなるの●

SNMPとCMIPは、どちらが良いかということではなく、管理の対象とする機器が何か、ネットワークの規模は、また、どんなネットワーク管理を行うかな

どにより、それぞれの長所を生かして使い分けられるべきものである。たとえば、SNMPは、LANなど比較的小規模のネットワークで、機器に共通的なしきも限定された監視や制御を行うのであれば、低価格でネットワーク管理システムを構築できる。一方、大規模なネットワークで、高度で複雑な監視や制御を行うのであればCMIPが選ばれるであろう。もちろん、必要に応じてSNMPとCMIPとの間で管理情報やプロトコルの変換を行うことにより、両方を混在させたネットワーク管理も可能である。

我々は、SNMPやCMIPにより、従来のベンダ依存で互換性のない管理システムを用いた非効率なネットワーク管理から解放されることとなった。しかしながら、これでネットワーク管理の問題がすべて解決したわけではない。運用者やネットワークごとに異なる管理項目や管理ポリシーなどはそれぞれ作り込む必要があるし、ネットワーク上で提供されるサービスの管理をどうするか、マネージャとエージェントの機能・処理配分の適切なバランスはどうかなどまだ解明されるべき課題も多い。これらが解明されるに伴い、SNMPやCMIPは今後ともそれぞれ進化、浸透していくものと思われる。また、近年、管理の対象となる装置がそれぞれWebサーバとなり、Webブラウザから装置を管理できるようにするWebベース管理(Web-based Management)<sup>4)</sup>や、CORBA(Common Object Request Broker Architecture)<sup>5)</sup>をはじめとする分散オブジェクトの技法を用いてネットワーク資源を管理しようとする動きもある。ひょっとしたら、SNMPやCMIPにとって代わる日がくるかもしれない。今後の動向に注目したい。

#### 参考文献

- 1)Waldbusser, S.: Remote Network Monitoring Management Information Base, IETF, RFC 1757 (Feb. 1995).
- 2)宮澤, 香西: 伝送網統合管理システムの開発, KDDテクニカルジャーナル, No.30, pp.4-7 (Oct. 1997).
- 3)Bannett, W., Takahira, H., Baroni, J. and Ogi, Y.: The TFS-5 Cable Network, IEEE Communication Magazine, pp.36-40 (Feb. 1996).
- 4)Maston, M.: Using the World wide Web and Java for Network Service Management, Proc. of IEIP/IEEE Integrated Network Management IM97, pp.71-84 (May 1997).
- 5)Object Management Group: The Common Object Request Broker Architecture and Specification Rev.2.0 (July 1995).

(平成10年5月12日受付)