

ネットワーク管理における管理情報ベース (MIB) 構成法の一検討

西尾 学

NTT情報通信網研究所

ネットワーク管理において使われる管理情報の集まりは管理情報ベース (MIB) と呼ばれる。MIBは、その実現形態が管理されるシステム内のエージェントの行なう処理に大きな影響を与えるので、ネットワーク管理システムを構築する上で重要な位置を占めている。まず、簡単な情報処理システムのモデルを設定して管理情報の分類を行なったのち、管理情報の格納方法についての検討結果を報告する。

A Study on the Design of MIB  
for Network Management

Manabu NISHIO

NTT Network Information Systems Laboratories  
1-2356 Take, Yokosuka-Shi, Kanagawa 238-03, Japan

A Collection of the information for the network management is called "Management information base (MIB)." MIB is important to design a network management system, as the implementation of MIB affects Agent processing in the managed system. Using a simple model of the network management, we classify the management information and refer to the storage of the management information.

## 1. はじめに

情報通信処理ネットワークが大規模化、複雑化するにつれて、障害監視・遠隔からの制御などネットワークの運用を支援するネットワーク管理システムの重要性が高まっている。

さらに、様々なメーカーの機器がネットワークに接続されるマルチベンダネットワーク環境へ変化するにつれて、それに適合したネットワーク管理システムが必要となっている。

これらの問題を解決するための技術体系が OSI 管理であり、ISO、CCITTで標準化が進められている。

OSI 管理では管理情報を格納する仮想的なデータベースを「管理情報ベース (MIB: Management Information Base)」と呼ぶ。特に、あとで述べるエージェント・システムにおける MIB は、実現形態によっては、システム内でローカルな管理をするプログラム (あとで述べる「AGENT-AP」) の行なう処理手順や、実際の資源の持つ情報と管理情報との整合性を保つために必要となる手続きが複雑になるため、性能に与える影響が大きい。

ネットワーク管理ではさまざまな管理対象があり、それを管理するために必要な情報が多様であるため、管理情報にアクセスする部分を管理対象に依らず共通化することは、管理対象ごとに異なる AGENT-AP の処理手順を平易にする上での課題である。

本稿では簡単な情報処理システムをモデルにして、管理対象に依らない共通化したデータ構造を検討したので報告する。

まず、OSI 管理の概要を述べたあと、検討に使うモデルを定義し、検討をすすめる上での前提条件を明らかにする。次に管理に必要な情報を分類し、データ構造について検討する。

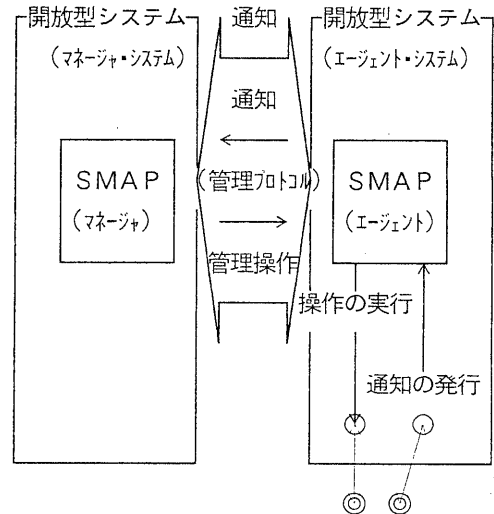
## 2. OSI 管理の概説

### 2.1 OSI 管理モデル

OSI 管理の基本となるモデルを図 1 に示す。

コンピュータ、関連ソフトウェア、周辺装置、端末、操作員、物理的なプロセス、情報転送手段等の資源から成る実際の情報通信処理システムのうち、他のシステムと協同動作を行えるようにするための規格に従ったものを「実開放型システム」と呼び、実開放型システムと機能的に同等な抽象化したモデルを「開放型システム」と呼ぶ。

「開放型システム」には、管理のための情報処理を実行するプログラムや端末を操作する人間といった OSI 管理を実際に行う主体である「SMAP (Systems Management Application Process)」と、資源を管理の観点から或る特性を有するものとして抽象化した「管理対象」が含まれている。



注. 資源 (図中の◎) と管理対象は個別に (ローカルに) 対応づけられる。

図 1. OSI 管理のモデル

管理を行う際に、管理対象に対する管理操作を  
 実行し管理対象に代わって通知を発行する能力を  
 持つSMAPは「エージェント」、管理操作を発しエ  
 ージェントからの通知を受け取るSMAPは「マネー  
 ジャー」と呼ばれる。ここではエージェントを持つ  
 開放型システムを「エージェント・システム」、  
 マネージャを持つ開放型システムを「マネージャ  
 ・システム」と呼ぶことにする。

OS I管理プロトコルを使用することによって  
 転送されたり、影響されたりする開放型システム  
 内の情報である管理情報を格納する仮想的なデー  
 タベースを「管理情報ベース (MIB: Management  
 Information Base)」と呼ぶ。MIBは、OS I  
 管理プロトコルで運ばれる管理情報がマネージャ  
 エージェント間でやりとりされる情報であるこ  
 とを確認するために必要である。

## 2.2 オブジェクト指向設計を使った

### 管理対象の形式化

現状では管理される資源や情報がベンダごとに  
 異なるため、ベンダ個別に管理されている。これ  
 らを統合的に管理するためには、ベンダや機種  
 の違いを意識せず、機能の共通性に注目して管理  
 される対象を表現する方法が必要である。さらに、  
 ニーズに伴う管理情報の追加に対応できる拡張性  
 をもつことがその表現方法に要求される。

そこでOS I管理では、このような要求を満た  
 ず設計手法として「オブジェクト指向設計」を採  
 用している。OS I管理における「オブジェクト  
 指向設計」の特徴として次の3つがある：

#### i) カプセル化

管理対象の持つ性質・特徴（「属性」）、管理  
 対象に対して行われる操作（「管理操作」）、  
 管理対象から発行されるメッセージ（「通知」  
 ）といった管理対象を定義するために必要な項  
 目を、「テンプレート」と呼ばれる各種の枠組  
 みにしたがって定義し、管理対象を定義する項  
 目（外部仕様）を実際の資源とどの様に対応づ  
 けるかは規定せず見えないようになっている。

#### ii) 管理対象クラスとインスタンス

定義する項目を共有する管理対象の集まりを「  
 管理対象クラス」と呼び、「管理対象クラス」  
 に属する管理対象はそのクラスのインスタンス  
 である。

#### iii) 継承 (インヘリタンス)

既に定義されている管理対象クラスのもつ定義  
 項目に、追加する管理対象クラス固有の項目を  
 追加して新しい管理対象クラスを定義するこ  
 とができる。

## 2.3 管理操作/通知機能の種類

### (共通管理情報サービスの概説)

SMAPが行う様々な管理を実現するために、SMAP  
 が利用する管理操作/通知機能（サービス）とし  
 て「共通管理情報サービス (CMIS: Common Manage-  
 ment Information Service)」が7種類ある。そ  
 れを図2に示す。



図2 CMIS 起動者とマネージャエージェントの関係

### 3. 検討の対象とする ネットワーク管理システム

#### 3.1 モデル

検討の対象とするシステムを図3に示す。

コンピュータMによって管理されるシステムはコンピュータA、C、SがネットワークLを構成している情報処理システムである。コンピュータC、SにはFTAM（ファイル転送、操作、及び管理）を使ってファイル転送を行なうFTAM応用プロセス（FTAM-AP）があり、C側がクライアント、S側がサーバとなってファイル転送が行なわれる。

FTAM-APは、ファイル転送を指示されるとアソシエーションを生成してファイル転送を実施する。ファイル転送完了後にアソシエーションを削除する。さらにFTAMの処理異常の発生の際に、その旨をコンピュータAに通知する。アソ

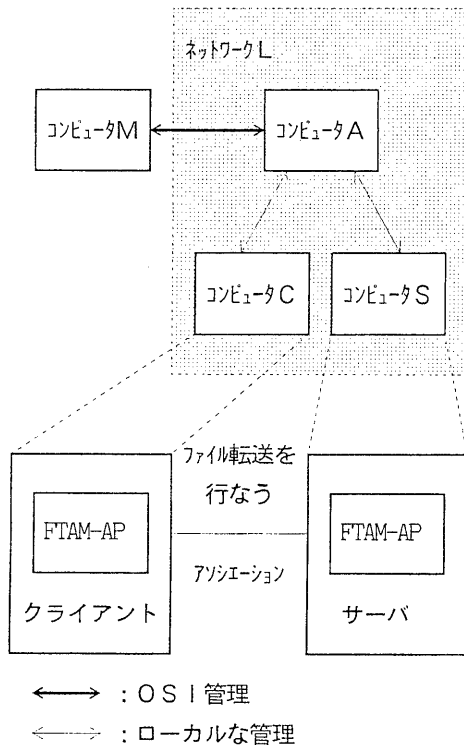


図3 検討の前提となるシステム構成

シエーションに関する今回の検討の前提として、ファイル転送時には1本しか生成されず、常に同じ識別名で管理されるものとする。

図3においてOS I管理モデルを適用すると、コンピュータMはマネージャ、コンピュータAはエージェントに対応し、コンピュータAはエージェント機能を実現するプログラム（AGENT-AP）が情報処理システム内の資源を管理する。

エージェントが情報処理システム内でローカルに管理する管理対象は、コンピュータC、SとそれぞれのもつFTAM-AP、ファイル転送を行なうために確立されたFTAMのアソシエーションである。

エージェントがマネージャに対して提供する管理機能は次の4つである：

- ・ マネージャにFTAMのアソシエーションが生成されたことを報告する。
- ・ マネージャにFTAMのアソシエーションが削除されたことを報告する。
- ・ マネージャにFTAMの処理異常が発生したことを報告する。
- ・ マネージャからの管理対象の属性値の読み出し要求に対して応答する。

エージェントがこれらを実現するために利用するCMISサービスはM-EVENT-REPORTとM-GETである。

#### 3.2 管理対象の包含関係と名前付け

管理対象は他の管理対象を含むことがある。この関係は包含と呼ばれる。この包含関係は管理対象間の関係であって、クラス間の関係ではない。OS I管理において、管理対象の包含関係は「包含木」と呼ばれる木構造を成す。図3の包含関係を図4に示す。この包含関係は、あくまでも一例に過ぎず、資源の物理的な包含関係から一意に決まるものではない。

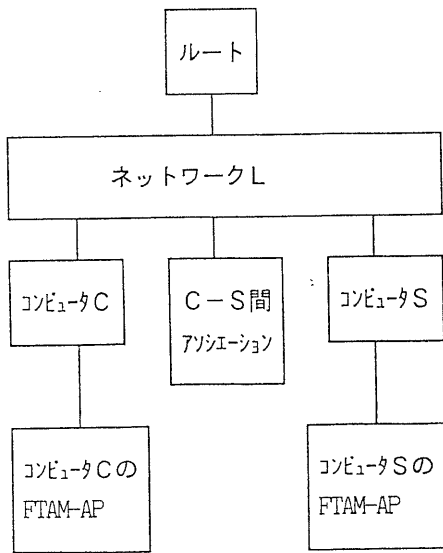


図4 今回のシステムの包含木

この包含関係を使って管理対象の名前付けが行われる。包含木の各ノードに「相対識別名」と呼ばれる属性値を付与し、ルートから識別したい管理対象へ辿る最短コースに現れる相対識別名を順に並べたものをその管理対象の「識別名」として名前づけする。図4の包含木に「相対識別名」した木（ネーミング・ツリー）を図5に示す。

例えば、「コンピュータSのFTAM-AP」の識別名は、  
 {ネットワーク名=L, 装置名=S, 応用ポテス名=FTAM-AP}  
 である

今回の検討に使われた管理対象のクラスに関するテンプレート記述一覧を図6に、それを各管理対象ごとにまとめた管理情報一覧を表1に示す。

### 3.3 検討を進める上での前提条件

今回、検討を進める上での条件を列挙する。

- (a) AGENT-AP自身が属性に対する操作を  
 予め知っている

属性に対する操作がGETのみなので、属性のみ蓄えることにした。その結果、AGENT-APがM-GETを意識した作りになっている。もし、M-

GETだけでなくM-SETもあり得る属性の場合にこの格納方法を適用する際にはAGENT-APが個々の属性に対する可能な操作の知識を持っていないなければならない。

- (b) 管理するファイル転送用アソシエーションを  
 1本だけに行っている

情報処理システムは、少ない資源を有効に使うためにネットワークを使って資源を共用することが多い。このような利用形態の典型例であるファイル転送を検討のモデルにした。検討を容易にす

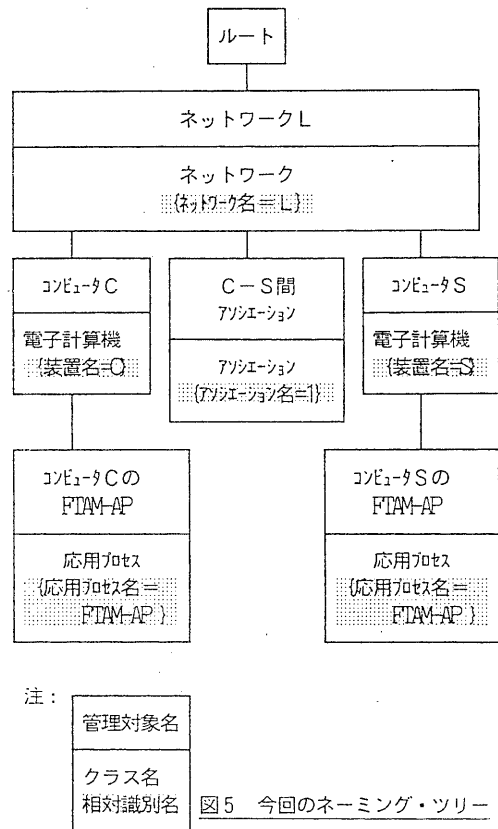


図5 今回のネーミング・ツリー

トップ
直接継承するクラス名: _____
振る舞い: ◎属性名「クラス名」を持ち、全てのクラスによって継承される。 ◎マネージャから「クラス名」の取得指示(M-GET)を受けると、「クラス名」を返却する。
属性名;可能な操作: ・クラス名 ; GET

装置
直接継承するクラス名: トップ
振る舞い: ・コンピュータ、交換機、伝送装置など情報通信処理を行う物理的実体。 ・属性「装置名」を持ち、マネージャから「識別名」の取得指示(M-GET)を受けると、「識別名」を返却する。
属性名;可能な操作: ・装置名 ; GET

電子計算機
直接継承するクラス名: 装置
振る舞い: ・コンピュータまたはワークステーション ・属性「操作状態」を持ち、マネージャからの取得指示(M-GET)を受けると「操作状態」を返却する。
属性名;可能な操作: ・操作状態 ; GET

モデム
直接継承するクラス名: 装置
振る舞い: ・<ここでは使わないので省略>
属性名;可能な操作: ・<ここでは使わないので省略>

応用プロセス
直接継承するクラス名: トップ
振る舞い: ◎電子計算機上で実行されるプログラム ◎属性「応用プロセス名」を持ち、マネージャから「識別名」の取得指示(M-GET)を受けると「識別名」を返却する。 ◎属性「運用状態」を持ち、マネージャからの取得指示(M-GET)を受けると「運用状態」を返却する。 ・応用プロセスがサービス開始または障害復旧によるサービス再開時にマネージャに「サービス開始」の通知をあげる。 ・応用プロセスがサービス終了または障害発生によるサービス終了時にマネージャに「サービス終了」の通知をあげる。 ・応用プロセスに処理障害が発生したときに「処理障害発生」の通知をあげる。
属性名;可能な操作: ・応用プロセス名 ; GET ・運用状態 ; GET
通知: ・サービス開始 ・サービス終了 ・処理障害発生

アソシエーション
直接継承するクラス名: トップ
振る舞い: ◎FTAMがサービス時に生成されるファイル転送用のアソシエーション。 ◎ファイル転送中のみ存在する ◎属性「サーバAPの識別名」を持ち、マネージャからの取得指示(M-GET)を受けると「サーバAPの識別名」を返却する。 ◎属性「クライアントAPの識別名」を持ち、マネージャからの取得指示(M-GET)を受けると「クライアントAPの識別名」を返却する。
属性名;可能な操作: ・クライアントAPの識別名 ; GET ・サーバAPの識別名 ; GET

ネットワーク
直接継承するクラス名: トップ
振る舞い: ・LANまたはWAN ・属性「ネットワーク名」を持ち、マネージャから「識別名」の取得指示(M-GET)を受けると、「識別名」を返却する。
属性名;可能な操作: ・ネットワーク名 ; GET

注: ここで使った記述は参考文献[5]にあるテンプレートを参考に、簡略化してある。

図6 検討に用いたクラスに関するテンプレート記述

管理対象	ネットワークL	コンピュータC	コンピュータS	コンピュータCのFTAM-AP	コンピュータSのFTAM-AP	FTAMのアソシエーション
管理対象の識別名	{ネットワーク名=L}	{ネットワーク名=L, 装置名=C}	{ネットワーク名=L, 装置名=S}	{ネットワーク名=L, 装置名=C, 応用プロセス名=FTAM-AP}	{ネットワーク名=L, 装置名=S, 応用プロセス名=FTAM-AP}	{ネットワーク名=L, アソシエーション名=1}
クラス名	ネットワーク	電子計算機	電子計算機	応用プロセス	応用プロセス	アソシエーション
操作状態	/	電源のON/OFF	電源のON/OFF	/	/	/
運用状態	/	/	/	ファイル転送中/サービス外	ファイル転送中/サービス外	/
クライアントAPの識別名	/	/	/	/	/	{ネットワーク名=L, 装置名=C, 応用プロセス名=FTAM-AP}
サーバAPの識別名	/	/	/	/	/	{ネットワーク名=L, 装置名=S, 応用プロセス名=FTAM-AP}
通知	/	/	/	サービス開始 サービス終了 処理障害発生	サービス開始 サービス終了 処理障害発生	/
振る舞いに関する注意	(表1のテンプレート記述と同じ)	(表1のテンプレート記述と同じ)	(表1のテンプレート記述と同じ)	(表1のテンプレート記述と同じ)	(表1のテンプレート記述と同じ)	ファイル転送中のみ存在する。

表1 検討に用いた管理対象のもつ情報

るために、管理されるシステムの装置をできる限り少なくことにし、ファイル転送をモデル化するうえで最低限必要と思われる1つのクライアントと1つのサーバ、ファイル転送用のアソシエーションを1本用意した。またアソシエーションは、ファイル転送開始/終了ごとに、生成/消滅するが、存在するときは1本しかないのですべて同じ識別名で管理することにした。複数のクライアント、複数のアソシエーションが存在する場合は検討の範囲外である。

(c) 包含木上でアソシエーションをネットワーク直下に置いている

3.2でも述べたように、今回の包含木上でのアソシエーションの位置は、あくまでも一例に過ぎず、資源の物理的な包含関係から一意に決まるものではない。今回の包含関係の他に；

応用プロセスの特性を継承する

「FTAM」というクラスを新たに追加し、

その属性としてアソシエーションを持たせ、

・アソシエーションが存在するときは

転送相手のFTAM-APの識別名を値に持ち、

・アソシエーションが存在しないときは

NULL値を持つ

という位置づけをし、マネージャは「FTAM」の属性を読み出すことでアソシエーションを管理することも可能である。これはネットワーク管理の対象を何にするかにも関わる。今回は、アソシエーションもコンピュータC,Sと同様にネットワークLの構成要素の一つと見做し、3.2で示した包含関係を設定した。

(d) 使用するQMISの種類は

M-GETとM-EVENT-REPORTの2種類である

現在のネットワーク管理は障害管理を目的とするものが多い。簡単な障害管理は、

①被管理側システム内の資源の状態を読み、

②被管理側システム内で発生した

障害発生の報告を受ける。

ことで実現できる。これを実現するためのモデル

として、3.1のモデルを選定した。そのため、7種類のQMISのうち、①を実現する管理操作のためのM-GETと、②を実現する通知のためのM-EVENT-REPORTしか使用していない。

管理操作は、属性に対する操作と管理対象そのものに対する操作の2種類ある。ここで使われるM-GETは属性に対する操作であるため、M-DEREGISTERのように管理対象そのものに対する操作を含んだ場合は検討の範囲外である。

(e) 属性に対する操作のための情報を

管理に必要な情報から削除している

今回は、マネージャ側から指示のある管理操作は属性に対するM-GETだけである。このシステムでは全ての属性に対してGET可能であり、AGENT-APはマネージャからの属性読出指示(M-GET)を受けても属性に対する操作可/不可をチェックする必要ないので、各属性ごとに与えられる操作に対する情報を管理に必要な情報からは削除した。

(f) スコープ、フィルタ機能を利用しない

今回は検討を容易にするためにクライアントを1つにした。しかし、FTAM-APを今回のような属性を持つ「応用プロセス」のクラスに割当て、包含関係では図4のようにネットワーク直下にアソシエーションを置いた場合、もし「クライアントFTAM-APが複数存在する」ときは、

「コンピュータSのFTAM-AP(サーバ)が

ファイル転送を行なっている

相手のFTAM-AP(クライアント)の識別名は？」

という問いに答えるために、

①ネーミング・ツリー上の「ネットワークL」を基点として、

その直下に有る管理対象のうち、

②クラス名が「アソシエーション」で、

属性「サーバAPの識別名」が

「コンピュータSのFTAM-APの識別名」

に等しいものを選択してから、

属性「クライアントAPの識別名」を取得(M-GET

)するという手順を踏むことになる。①のように

ネーミング・ツリー上で範囲を指定する機能（スコープ）と、②のように①で指定した範囲にある管理対象に対して与えられた条件を満たす管理対象を選択する機能（フィルタ機能）が、M-GET，M-SET，M-ACTION，M-DELETE にオプション機能として存在する。今回の格納方法はこれらの機能との関係は考慮していない。

#### 4. 管理に必要となる情報の分類

##### 4.1 エージェントの行なう処理

管理情報一覧（表1）にある情報を分類するにあたり、まずエージェントの行なう処理を幾つかの処理に分解した。

2.1 にあるようにエージェントは、管理対象に対するマネージャからの管理操作を実行し、管理対象に代わってマネージャに通知を発行する動作がある。今回、マネージャからの管理操作は「管理対象の属性読出指示」だけであるが、エージェントはそれを受けたとき、値を取得するために、

- ①管理対象を探し、
- ②該当する属性を検索し、
- ③属性値を取得する

という手順で指示を実行すると考えられる。

一方、管理対象から障害報告を受けたときに、エージェントはマネージャにそれを通知するために、

- ①障害報告を発した管理対象
- ②報告内容  
について把握し、
- ③これらをマネージャにわかる形式に変換し、  
通知する

という処理を順に行なうと考えられる。

##### 4.2 情報の分類

4.1 の分析から、マネージャからの指示に対する処理、管理対象からの報告に対する処理に共通することは、まず処理の対象になる管理対象を他の管理対象と区別することであることが判る。従って必要な情報は、

- ・「他の管理対象と区別するための情報」  
(管理対象の識別名、クラス名)
- ・「個々の管理対象を特徴付ける情報」  
(属性、通知、振る舞い)

に分けられる。前者は「ネーミング・ツリー（図5）から得られる情報」、後者は「クラスに関するテンプレート記述（図6）から得られる情報」である。

「個々の管理対象を特徴付ける情報」は、エージェントの行なう動作（管理操作、通知機能）に注目し、まず「動作の対象（属性、通知内容）となる情報」と「動作の仕方（振る舞い）を記述した情報」に分けた。さらに「動作（管理操作、通知）の対象となる情報」は、行なう動作の種類から、「属性」のようにマネージャ側からの「操作指示の対象である情報」と、「通知」のように管理対象からの「通知内容を表す情報」に分けた。

「操作指示の対象である情報」は、その情報の表す意味から、0 または 1 の値を取るものとして表せる「状態を表す属性」と、FTAM-AP との接続関係を接続されているFTAM-AP の識別名で表す「関係を表す属性」の2種類に分類した。

以上の他にファイル転送中しか存在しない「アソシエーション」のために、「管理対象の有無を表す情報」が必要となる。これはマネージャから「属性読み出し指示」を受けた際に、存在しない管理対象に対するものであれば、エージェントは「該当する管理対象なし」という応答をする必要があるからである。

以上の検討結果を図7に示す。



## 5. 管理対象のもつデータの格納方法

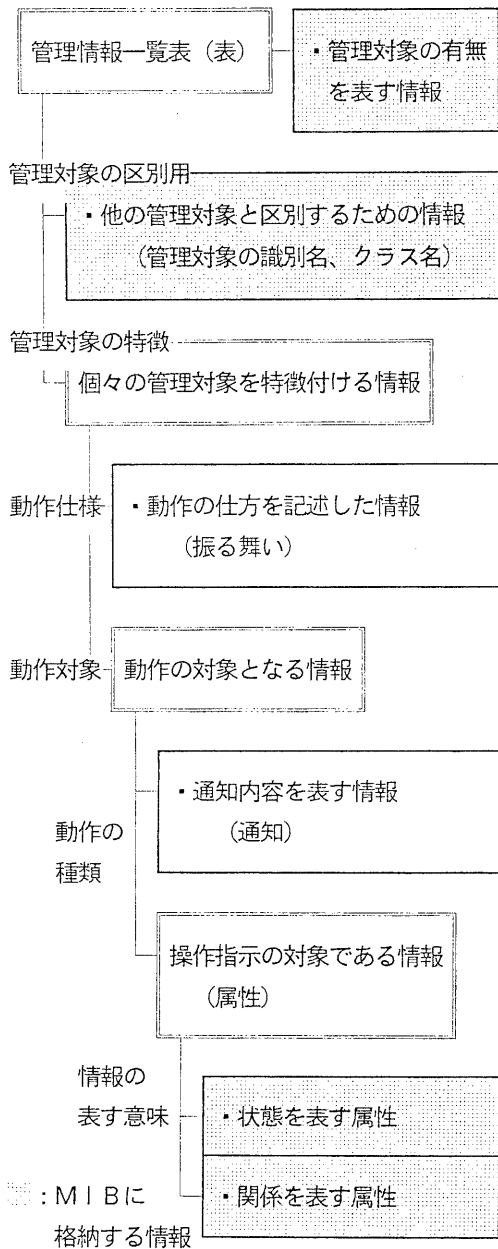


図7 管理情報の分類とMIBに格納する情報

### 5.1 分類した管理情報の利用方法

分類した管理情報は、図7にあるように、

- ①他の管理対象と区別するための情報  
(管理対象の識別名、クラス名)
- ②動作の仕方を記述した情報  
(振る舞い)
- ③通知内容を表す情報  
(通知)
- ④状態を表す属性
- ⑤関係を表す属性
- ⑥管理対象の有無を表す情報

に分類したが、まず、その利用方法を検討し、それぞれの情報の格納方法に要求される条件を明らかにした。

#### ①について：

OSI管理では、マネージャからの管理操作指示やマネージャへの通知の中で、動作の対象となる管理対象を他の管理対象と区別するために、管理対象の識別名とクラス名の対で指定することになっていて、従ってこれらは一つにまとめた方がよいと考えた。

#### ②について：

これはデータで実現されるものではなくプログラムの外部仕様として使われると考えた。従って、格納するデータ項目から外した。

#### ③について：

これは個々の管理対象がエージェントに対して非同期に通知する情報であるため、管理対象からエージェントに対して非同期に通知するプログラムで行なう処理の出力と考えた。従って、格納するデータ項目から外した。

#### ④⑤について：

これはマネージャからの読出指示に対し、返却する値である。

#### ⑥について：

これはマネージャからの読出指示を行なう際に使う判断用の情報であって、マネージャには値として返す情報ではない。

## 5.2 データの構造と格納方法

5.1 の検討より、格納する管理情報を、

- ・「他の管理対象と区別するための情報」
- ・「状態を表す情報」
- ・「関係を表す情報」
- ・「管理対象の生成／削除の状態を表す情報」

にすることにした。

次に個々のデータの構造について検討した。

◎識別名を構成する相対識別名は、

- ・属性の名前を表す識別子（数字）
- ・属性の値の長さ（データ長）
- ・属性の値

の組として表現した。データ長を追加したのは、属性の値の長さが不定長だからである。識別名も同様の理由で、単に相対識別名の列とするのではなく、その識別名を構成する相対識別名の個数を追加した。

◎「他の管理対象と区別するための情報」については、5.1 で検討したように、識別名とクラス名の組で格納することにした。

◎「状態を表す情報」は、操作状態と運用状態の2種類あるが、ともに値を0／1で実現できるので、状態の種類と値の組で表現した。

◎「管理対象の生成／削除の状態を表す情報」も「状態を表す情報」同様、値を0／1で実現できるが、5.1 で検討したように、マネージャには値として返す情報ではないため、「状態を表す情報」とは別に分けて、値だけで表現した。

以上の結果、5.1 の分類ごとにデータの構造が共通になることが判り、その分類ごとに別々のテーブルに情報を格納することにした。

## 6. おわりに

簡単なモデルを設定して、管理に必要となる情報を分類し、管理対象に依らない共通なデータ構造を提案した。このデータ構造については、3.3 の前提条件を緩めていく際に影響を受ける箇所の詳細な検討を含め、さらに検討を進めていく予定である。

## 参考文献

- [1] ISO/IEC 7498-4 : Basic Reference Model - Part 4: Management framework , 1989
- [2] ISO/IEC 9595 :Common management information service definition, 1991
- [3] ISO/IEC 10040 : Systems Management Overview, 1991
- [4] ISO/IEC 10165-1: Structure of Management Information - Part 1:Management Information Model, June 1991
- [5] ISO/IEC 10165-4: Structure of Management Information - Part 4 : Guidelines for definition of managed objects, July 1991
- [6] 西尾, 森, 若野: “ネットワーク管理における管理情報ベース構成法に関する一検討”, 情報処理学会 第43回 (平成3年後期) 全国大会講演論文集(1), 1-323