

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

1. 背景・目的

ケーブルネットワークの監視には、CMTS-CM 間通信状態の定常監視が有効である。通信プロトコルには SNMP, ICMP, IPDR などが使われるが、通信に先立ち、各 CM を収容する CMTS と、全 CM の最新の MAC/IP アドレスが必要となる。

アドレス取得元としては、 端末・工事履歴を管理する SMS/Billing 等のデータベース、 DHCP サーバー、 CMTS 等のネットワーク機器の 3 つが考えられるが、DOCSIS では CM の IP アドレスが DHCP により不定期に変化するため、静的な MAC アドレスだけを管理する では、監視用途には不適切である。

一方で CM は、新規加入や解約に伴う移設等の工事、加入者による電源断、ネットワーク不安定等の障害によるリポート等により、オン・オフの状態が不定期かつ比較的頻繁に変化するが、 の DHCP は、CM オフライン化を原理的に検知できない。

以上の消去法から、 すなわち、CMTS からの CM アドレス情報収集方式が、ケーブル業界の標準方式として長らく使われてきた。また通信プロトコルには、業界のデファクトであった SNMP が使われてきた。

しかしながら近年の CMTS 大容量化により、SNMP による CMTS へのポーリング所要時間が CM 数増に比例して伸び続けた結果、状態監視の迅速性が損なわれている。この結果、CM 状態変化の検知時間の間延びにより、CM の一斉オフライン化を基準とした幹線系障害の判定など、停波を伴う重度障害の監視業務に影響が出ている。

CMTS の SNMP priority 設定を高めに変更すれば、ポーリングの所要時間は短縮されるが、時間短縮と反比例して CMTS への負荷が増えるため、現実的には調整が困難であり、従来の SNMP ポーリング方式では、チューニング余地が限界に来ている。

本 Tips では、大容量 CMTS への対応を前提に、従来の SNMP ポーリング方式とは異なる、高速・低負荷な CMTS との通信方式について検討する。

2. 対象読者

ケーブル事業者、ネットワークエンジニア、プログラマー

3. 参考文献・関連文書

DOCSIS 3.0 OSSI CM-SP-OSSIV3.0 (以降、「OSSI3.0」)

4. その他

本 Tips 中の図表番号につき、OSSI 3.0 からの抜粋には原文の番号をそのまま流用し、独自に作成した図表には”Tips-*”の形式で番号を付与した。

5. 最終更新日

2011 年 6 月 20 日

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6. 詳細

6.1 検討指針

従来の SNMP ポーリング方式では、状態変化のない大部分の CM を含めた全 CM の情報を周期的に全て収集していたため、情報の内容が冗長で無駄が多く、特に CM 収容台数が数万台規模の大容量 CMTS からの収集には、1 収集周期に 5 ~ 10 分を要していた。

前回からの差分に限定して収集できれば、CMTS からの送信情報が抑制され、通信時間を短縮できる。更に、NMS が毎回の収集周期で繰り返しリクエストを行うプル型プロトコルである SNMP から、CMTS 自身が送信タイミングを判断・制御するプッシュ型プロトコルである IPDR に置換できれば、SNMP による非効率な通信処理のオーバーヘッドが抑制され、通信時間を更に短縮できると共に、CMTS への負荷を軽減できる。

具体的な数値目標としては、特に幹線系障害の検知原理となる CM 一斉オフライン化障害につき、1 分程度の範囲内での検知を目指す。

なお本 Tips での説明・検証は省略するが、加入者が体感する品質低下の検知速度についてはクレーム入電までの平均的なタイムラグである 20 分程度、CMTS 負荷については従来方式の 1/2 以下、プロトコル信頼性については従来方式と同等程度を目指す。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.2 CMTS ベンダーの独自 Trap による高速化

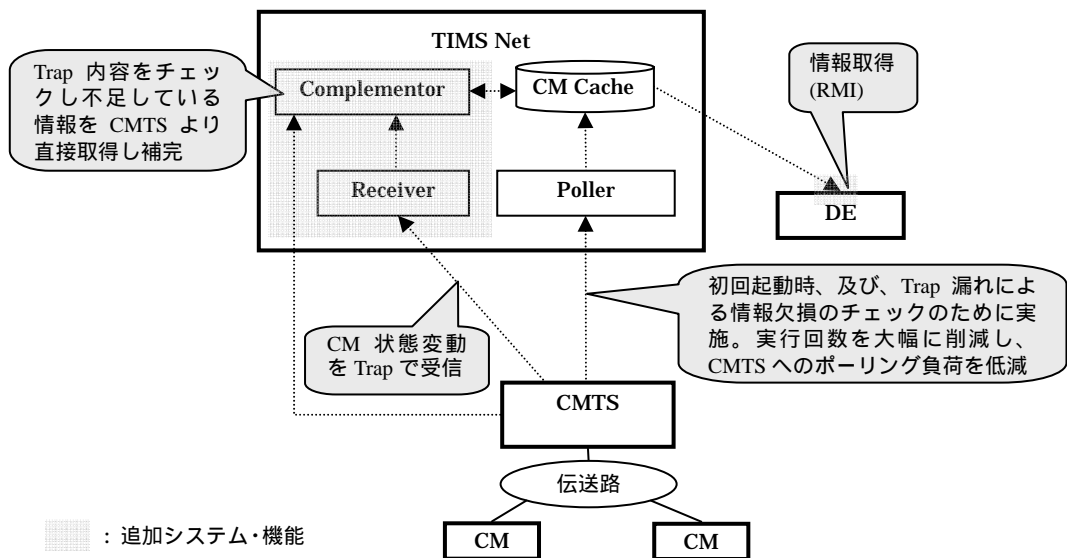
本項では、低速・高負荷という従来型 SNMP ポーリング方式の欠点を、CMTS ベンダーの独自 Trap の併用により解決する方式について説明する。

6.2.1 方式の概要

本方式では、プログラム起動時に SNMP ポーリングにより全 CM の状態情報を取得後、CMTS が CM の状態変化時に送信する SNMP Trap や Syslog を差分情報として取り込み、全 CM の最新状態を効率的に把握する。

従来型の SNMP ポーリングは、日次周期で定期的に行われ、Trap 欠損による状態情報の把握漏れを修正する。本方式により、ポーリング間隔を従来の 5～10 分間隔から最大で 24 時間まで拡張できるため、これに反比例する形で CMTS 負荷が低減される。なお A 社 CMTS による実証試験の結果に基づくと、CM オフライン化から CMTS による Trap 送信までの時間差は数秒から数十秒程度であった。このため本方式により、性能要件である「CM 一斉オフライン化の 1 分程度の検知」を達成できる。

6.2.2 システム構成



起動時は Poller により、全 CM の状態情報を CMTS から収集し CM Cache に保存する。以降は CM の状態変動時に対象 CM を収容する CMTS からリアルタイムに送信される Trap を Receiver で受信・解析し、Complementor で不足情報を補完した上で CM Cache を更新する。

Trap による高速判定時、DE は停波系障害の情報の取得元を、AE から TIMS Net の RMI-API に切り替える。

DE の判定ロジックは、停波系に限り 1 分周期で実行される。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.2.3 対象項目

CMTS より受信した Trap の内容は CMTS ベンダーにより異なる。ここでは、Cisco 社製 CMTS の Trap の参照項目一覧を Figure 6.2.3.1 に、Arris 社製 CMTS の Trap の参照項目一覧を Figure 6.2.3.2 に示す。

Trap 参照項目	説明
SNMP Version	“1”(SNMP v1 Trap)のみ対象。その他の Trap は無視。
Agent Address	対象 CM を収容する CMTS の IP アドレス。 予め指定された IP アドレス以外の Trap は無視する。
Enterprise OID	以下の値の Trap 以外は無視する。 “1.3.6.1.4.1.9.9.116.2.0.1”(cdxCmtsCmOnOffNotification)
docsIfCmtsCmStatusMacAddress	対象 CM の MAC アドレス
DocsIfCmtsCmStatusIpAddress	対象 CM の IP アドレス
DocsIfCmtsCmStatusDownChannelIfIndex	対象 CM の下りチャンネルインデックス
DocsIfCmtsCmStatusUpChannelIfIndex	対象 CM の上りチャンネルインデックス
cdxCmtsCmStatusValue	対象 CM の登録状態。

Figure 6.2.3.1 Cisco 社製 CMTS の Trap の参照項目一覧

Trap 参照項目	説明
SNMP Version	“1”(SNMP v1 Trap)のみ対象。その他の Trap は無視。
Agent Address	対象 CM を収容する CMTS の IP アドレス。 予め指定された IP アドレス以外の Trap は無視する。
Enterprise OID	対象 CM の登録状態を判断。尚、以下の値の Trap 以外は無視する。 “1.3.6.1.4.1.4998.1.1.10.1.0.15” (cmResetClearNotification) = 対象 CM がオンライン化 “1.3.6.1.4.1.4998.1.1.10.1.0.16” (cmResetNotification) = 対象 CM がオフライン化
cmResetMacAddress	対象 CM の MAC アドレス
cmResetReason	“SM_RANGING_SAME_CHAN”が登録されている場合、対象 CM はオンライン化やオフライン化の状態変動は発生していないため、対象 Trap は無視する。

Figure 6.2.3.2 Arris 社製 CMTS の Trap の参照項目一覧

Arris 社製 CMTS の場合、Trap 受信後に都度 CMTS より、対象 CM の IP アドレス、上りチャンネルインデックス、下りチャンネルインデックス、及び、登録状態を取得し補完する。

Cisco 社製 CMTS の場合、CM の状態がオンラインに変化時の Trap の送信後、一定期間（別途 CMTS で設定可 初期値は 600 秒）は CM の状態変動があっても Trap を送信しない。送信しなかった Trap の内容については、定期ポーリングで矯正する。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.2.4 処理フロー

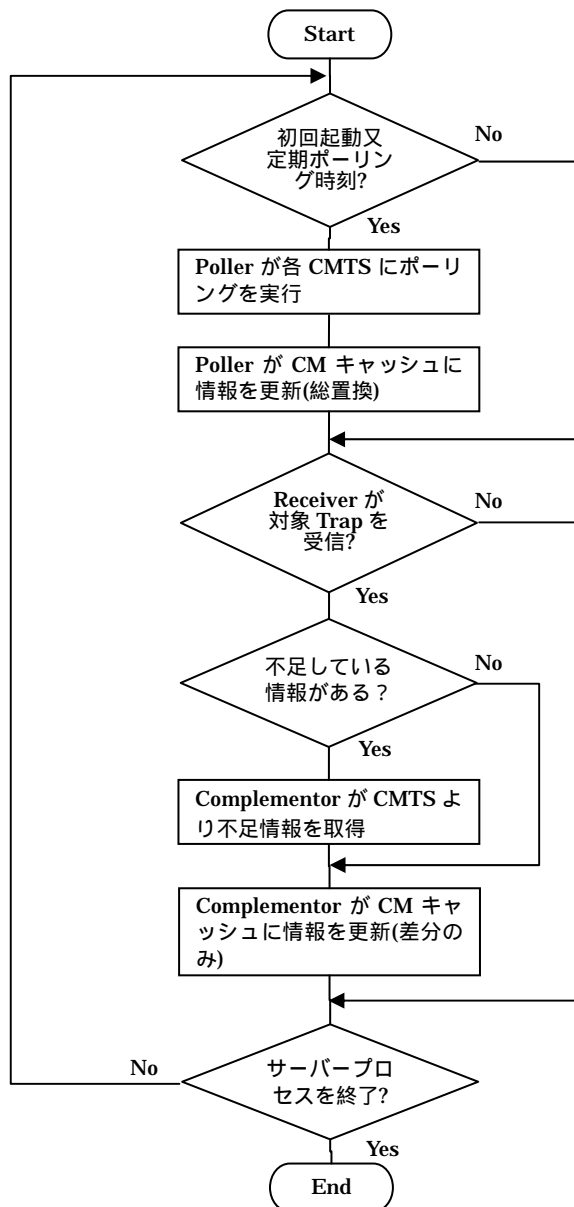


Figure 6.2.4 処理フロー

6.2.5 留意事項

CMTS ベンダーの独自 Trap 依存のため、CMTS 機種によっては動作しない。

CMTS が DOCSIS3.0 の場合、OSSI 3.0 Annex G の DIAGNOSTIC-LOG による DOCSIS 標準の SNMP Trap を使い、独自 Trap の機種依存性を排除できる。

具体的には、ステーションメンテナンス時のリトライ超過とタイムアウト発生を契に、CMTS が見失った CM の MAC アドレスと状態情報を CM 単位で送信する。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.3 IPDR へのプロトコル置換による高速化

本項では、DOCSIS3.0 以降の CMTS で強化された IPDR へのプロトコル置換により、負荷軽減と高速化を達成すると共に、通信の信頼性を向上し、マルチベンダー CMTS 環境下の互換性も合わせて確保する方式について説明する。

6.3.1 方式の概要

CMTS の負荷低減とプロトコル信頼性の向上については、SNMP を IPDR に置換し、CMTS-CM-REG を Time-Interval セッションで収集すれば概ね達成できる。

しかしながら、IPDR による CMTS-CM-REG の最小タイムインターバルは 5 分であり、性能要件である「CM 一斉オフライン化の 1 分程度の検知」を達成できない。

そこで、Ad-Hoc と Event-Based セッションを組み合わせた収集方式により、高速化要件の達成を図る。

6.3.2 システム構成

IPDR による収集方式のシステム構成を Figure 6.3.2 に示す。

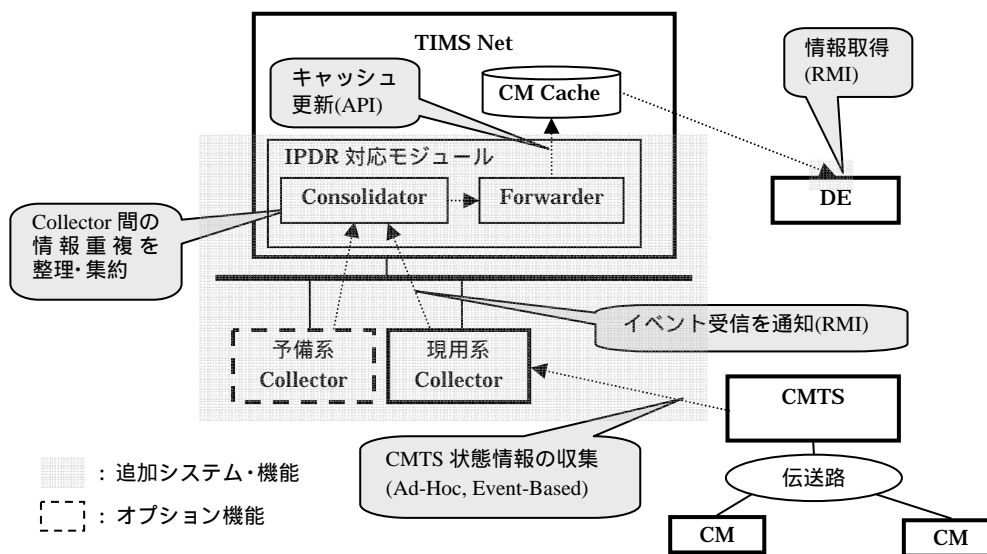


Figure 6.3.2 IPDR による収集方式のシステム構成

起動時及び日付変更時、Ad-Hoc により、全 CM の状態情報が CMTS から収集される。以降は次回の Ad-Hoc 収集まで、Event-Based で差分=状態変化が高速に通知される。Collector が Event-Based により受信したイベント中、CMTS-CM-REG の CM 状態変化イベントは、Consolidator により Collector 間の情報重複が整理・集約され、Forwarder により結果が CM キャッシュに更新される。IPDR による高速判定時、DE は停波系障害の情報の取得元を、AE から TIMS Net の RMI-API に切り替える。DE の判定ロジックは、停波系に限り 1 分周期で実行される。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.3.3 対象項目

収集対象となるサービス定義は、CMTS-CM-REG である。

CMTS-CM-REG サービス定義の項目一覧を Figure 6.3.3 に示す。

IPDR Attribute	日本語名称	データ型	説明
CmtsHostName	CMTS ホスト名	String	CMTS の FQDN。
CmtsSysUpTime	CMTS SysUpTime	unsignedInt	CMTS 起動時刻からの経過時間。1/100 秒単位の整数表現。
CmtsMdIfName	CMTS MDIF 名	String	CMTS の MAC ドメイン(ifType = 127)のインタフェース名。CM を収容する CMTS 内カード相当(物理概念)の特定に使用。
CmtsMdIfIndex	CMTS MDIF インデックス	unsignedInt	CMTS の MAC ドメインインタフェースインデックス。同上。
CmtsMdCmSgId	CMTS MDCMSGID	unsignedInt	CM を収容する MAC ドメイン CM サービスグループ ID。CM を収容する CMTS 内サービスグループ(論理概念)の特定に使用。
CmtsRcpId	CMTS RCPID	hexBinary	CM 下り受信チャンネルプロファイルの CMTS 側 ID。
CmtsRccStatusId	CMTS RCCID	unsignedInt	CM 受信チャンネルセット設定 ID。CM 登録時に CMTS が設定。
CmtsRcsId	CMTS RCSID	unsignedInt	CM を収容する CMTS の受信チャンネルセット ID。2.0 以前の下り IfIndex に類似の概念。
CmtsTcsId	CMTS TCSID	unsignedInt	CM を収容する CMTS の送信チャンネルセット ID。2.0 以前の上り IfIndex に類似の概念。
CmMacAddr	CM MAC アドレス	macAddress	CM の HFC 側 MAC アドレス。
CmIpv4Addr	CM IPv4 アドレス	ipV4Addr	CM の HFC 側 IPv4 アドレス。
CmIpv6Addr	CM IPv6 アドレス	ipV6Addr	CM の HFC 側 IPv6 アドレス。
CmIpv6LinkLocal	CM IPv6 リンクローカルアドレス	ipV6Addr	CM の Ethernet 側 IPv6 アドレス。
CmQosVersion	CM QoS パージョン	integer	CM の QoS パージョン。 1: 1.0 CoS モード 2: 1.1 QoS モード
CmRegStatusValue	CM 登録状態値	integer	状態コード。1~18 の範囲。
CmLastRegTime	CM 直近登録時刻	dateTime	直近で CM がオンライン登録された時刻。
RecType	レコードタイプ	integer	対象レコードのタイプ。 1: Interrim 2: Stop 3: Start 4: Event Ad-Hoc は全て 1, Event-Based は全て 4。
RecCreationTime	レコード生成時刻	long	対象レコードの生成時刻。 エボックからの経過時間(ミリ秒)。

Figure 6.3.3 CMTS-CM-REG サービス定義の項目一覧

Event-Based セッションでは、特定 CM の状態変化を CMTS が検出した時点でレコードが生成され、CMTS から Collector に対し、CM 単位でレコードが都度送信される。状態変化の定義は、CM 登録状態値の変化である。

Ad-Hoc セッションでは、CMTS の内部キャッシュに存在する全 CM の状態情報レコードが全て送信される。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.3.4 処理フロー

処理フローを Figure 6.3.4 に示す。

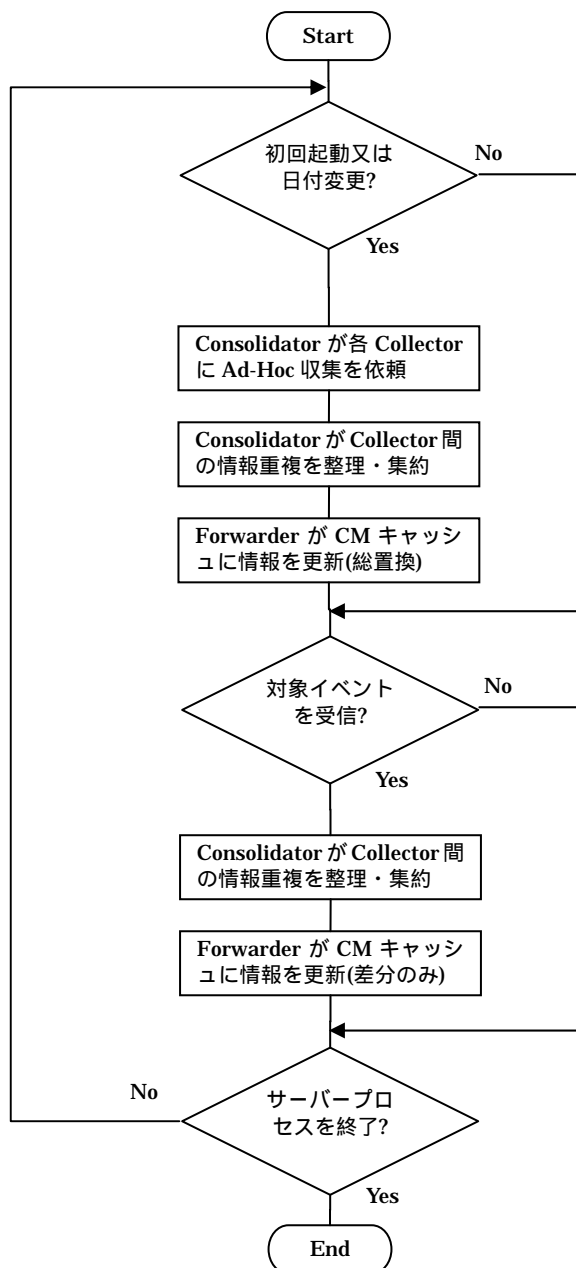


Figure 6.3.4 処理フロー

6.3.5 留意事項

IPDR による CMTS-CM-REG の収集は DOCSIS 3.0 以降の機能であり、CMTS が 2.0 以前の場合には使えない。

Ad-Hoc と Event-Based セッションの詳細については、他 Tips を参照されたい。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

6.4 その他

本 Tips に示した IPDR による CM 状態変化の高速検知方式は、CM の状態監視用途に止まらず、CMTS の様々な状態情報を高速・低負荷で収集し、CMTS に余計な処理負荷を与える事なく、複数の外部アプリケーションに効率的に情報を提供する、汎用的な CMTS 状態情報プロキシサーバーとして、幅広い業務領域に応用できる。

ネットワーク監視以外の業務用途としては、SAMIS 情報による従量制課金、帯域制限、CMTS 設備投資(増設判断)への応用、ロードバランシング、CPE-IP ログ出力などが考えられる。

IPDR による CMTS 状態情報プロキシサーバー構成を Figure 6.4.1 に示す。

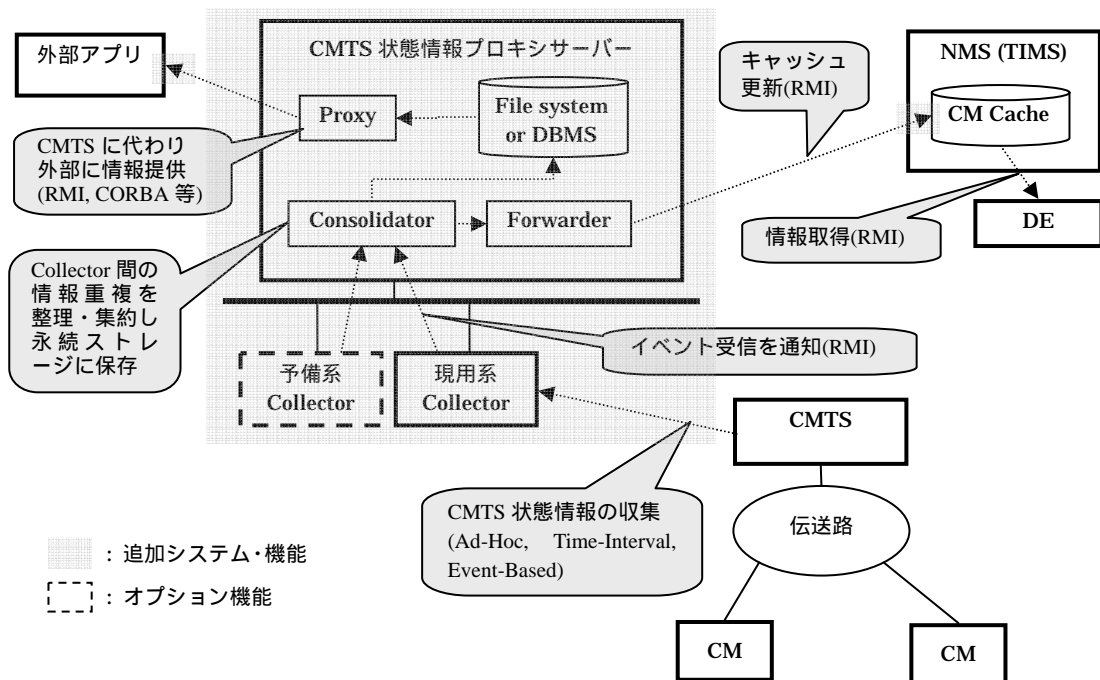


Figure 6.4.1 IPDR による CMTS 状態情報プロキシサーバー構成

各 Collector の収集情報は、Consolidator の整理・集約後、Consolidator がファイルシステムにテキストファイル形式、ないしは DBMS にテーブル形式で保存する。

Figure 6.3.2 では内部処理であった CMTS-CM-REG の CM 状態変化イベントは、Forwarder が RMI-API により TIMS Net の CM キャッシュに更新する。

外部アプリケーションは、RMI や CORBA 等のプロセス間通信 API により、CMTS ではなく Proxy に対し、CMTS 状態情報を問い合わせる。Proxy は、配下の各 Collector のメモリキャッシュ、ファイルシステム、DBMS のいずれかのデータソースから必要な情報を適宜取得し、外部アプリケーションに状態情報を返す。

OPEN STM Tips

CM 状態変化の高速検知方式

OSSI3.0 の Annex VIII には、IPDR による CMTS 状態情報プロキシサーバー構成を前提に、CMTS への Exporter 設定例が記載されている。

3.0CMTS への Exporter の完全な設定例を Table VIII-1 に示す。

Service Definition	Session Id	Session Type (See Notation Below)	Description
SAMIS	0	T	Reserved for DOCSIS 2.0 compatible service if supported
SAMIS-TYPE-1	1	T	Similar to SAMIS DOCSIS 2.0
SAMIS-TYPE-2	2	T	SAMIS optimized (only SF stats)
CMTS-TOPOLOGY-TYPE	3	A	CMTS Topology Configuration
CMTS-TOPOLOGY-TYPE	4	ET	CMTS Topology Configuration
CMTS-CM-REG-STATUS-TYPE	5	A	CMTS CM Registration Info
CMTS-CM-REG-STATUS-TYPE	6	ET	CMTS CM Registration Info
CPE-TYPE	7	A	CPE Topo (CPE IP,MAC,FQDN)
CPE-TYPE	8	ET	CPE Topo (CPE IP,MAC,FQDN)
CMTS-CM-US-STATS-TYPE	9	A	CMTS CM Upstream Stats Info
CMTS-CM-US-STATS-TYPE	10	T	CMTS CM Upstream Stats Info
CMTS-US-UTIL-STATS-TYPE	11	ET	CMTS US If Utilization Statistics
CMTS-DS-UTIL-STATS-TYPE	12	ET	CMTS DS If Utilization Statistics
DIAG-LOG-TYPE	13	A	Diagnostic Log (All CMs)
DIAG-LOG-EVENT-TYPE	14	ET	Single Flap events in real time
DIAG-LOG-DETAIL-TYPE	15	A	Diag Log (All CM) detailed triggers
DIAG-LOG-DETAIL-TYPE	16	ET	Diag Log (All CM) detailed triggers
SPECTRUM-MEASUREMENT-TYPE	17	A	CMTS Spectrum amplitude Measurement
SPECTRUM-MEASUREMENT-TYPE	18	T	CMTS Spectrum amplitude Measurement

A: Ad-Hoc, EO: Event-Based (open ended), ET: Event-Based (time base), T: Time-Interval

Table VIII-1 - Complete Set of DOCSIS 3.0 Services

CMTS 状態情報プロキシサーバーの具体的な応用例や内部構造の詳細については、関連書籍・文献や他 Tips を参照されたい。

以上