

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 1. 背景・目的

インターネットにおける過去の従量制課金論議では、ビジネスユーザー向けの高品質・高信頼サービスの提供と、特定ユーザーによる共有帯域の占有抑制を目的に検討が進み、前者は事業収益の向上、後者は過度の帯域需要の抑止により、いずれも事業者の設備投資を適正化する本命として位置付けられたが、その後の速度競争で個人ユーザーに心理的な割安感のある定額制が主流となり、従量制はいつしか過去のものとなった。

このような中、NTT 東日本は 2011 年 3 月より、従量制課金を新たな割引手段として位置付けた光ブロードバンドサービス「フレッツ 光ライト」を発表し、2011 年 6 月 1 日よりサービス提供を開始し、多くの申込数を獲得している模様である。フレッツ光ライトでは、これまで 5200 円の定額であった 100Mbps 光接続サービスの月額基本料金を、200MB 迄の通信量で 2800 円と安価に設定する事で消費者の心理的な抵抗感を下げると同時に、200MB を超える部分には 1200MB・5800 円を上限に 30 円/10MB の従量制を適用する「二段階定額料金」により、加入者に割安感と安心感を同時に印象付けている。

フレッツ光ライトは、速度競争と設備投資が一巡した成熟市場で、他事業者からの乗り換え促進により市場シェアの拡大・維持を図る戦略商品であり、従来とは異なる販売・マーケティング的な視点から従量制を利用しており興味深い。

フレッツ光ライトの登場は、導入目的が設備投資の適正化とシェア拡大のいずれであるにせよ、従量制課金が今一度検討課題として俎上に上った事を意味しており、今後は競合他社による同種の対抗商品の登場が予想される。

従量制課金の本格的な導入には、十分な計測精度 通信機器への低負荷 高可用性・高信頼性 が求められるが、専用の帯域測定装置を伴うシステムの構築は比較的高額であり、中小企業であり設備投資の余力に乏しい大多数のケーブル事業者には敷居が高い。これらの要件を低コストで達成する合理的な方法として、DOCSIS 1.1 以来 CMTS の必須仕様となった従量制課金情報と IPDR プロトコルが期待されている。

本 Tips ではケーブル網を前提として、IPDR による従量制課金方式について説明する。

### 2. 対象読者

ケーブル事業者、システムインテグレータ、ネットワークインテグレータ

### 3. 参考文献・関連文書

DOCSIS OSSI 1.1/2.0/3.0 ([www.cablelabs.com](http://www.cablelabs.com))

IPDR/SP Protocol Specification Version 2.1, November 2004

### 4. その他

本 Tips 中の図表番号につき、OSSI 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 7 日

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6. 詳細

#### 6.1 従量制課金方式の概要

##### 6.1.1 ケーブルのトラフィック特性

ケーブル網は、下り方向が高速な、非対称型の通信ネットワークである。

ケーブル網によるインターネットユーザーは、Web コンテンツのブラウジングを中心とした利用形態が主流だが、Peer-to-Peer 型アプリケーションの普及により、上り方向のトラフィックが年々増加する傾向にあり、帯域不足が直近の課題である。

一方で、昨今のストリーミングメディアの進歩、特に動画配信サイトの爆発的な増加により、下り帯域の消費が大幅に増加し、DOCSIS3.0 のチャンネルボンディング技術による下り伝送帯域の大容量化が進んでおり、帯域不足は上りほどではない。

上り/下り方向でトラフィック特性が異なるという事は、原理的には単位従量あたりのコストが異なる事を意味する。従量制の価格設定は、事業者のビジネスモデルとポリシー次第であり、トラフィック特性に厳密に一致させる必要は必ずしもないが、料金設定上の柔軟性を確保する観点からも、ケーブルの場合には可能な限り、上り/下り方向で独立する形で、それぞれの従量情報を計測できる事が望ましい。

測定精度としては、NTT 東の 10MB 単位課金と同等を目指す場合には、1200MB において  $\pm 5\text{MB}$  以内すなわち、 $\pm 5\text{MB} / 1200\text{MB} \approx \pm 0.4\%$  以内の誤差が望ましい。

##### 6.1.2 従量情報の計測ポイント

ケーブル網では CM、CMTS、Gateway(以下 G/W)の 3 ポイントで、CM 単位の従量情報を計測できる。

従量情報の計測ポイントを Figure 6.1.2 に示す。

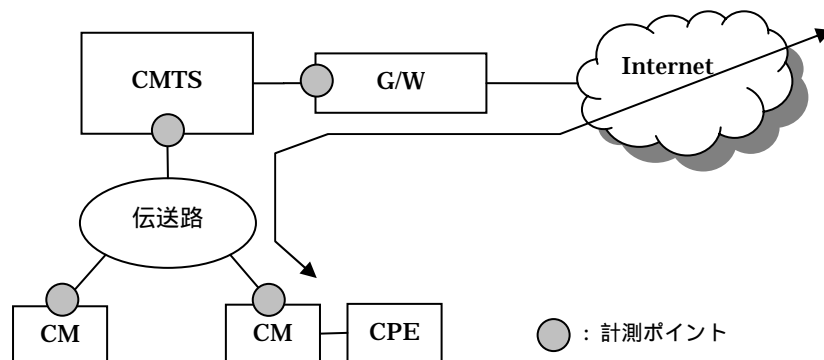


Figure 6.1.2 従量情報の計測ポイント

G/W へのパケットキャプチャー配置は、従来から通信キャリアで一般的な方式だが、十分な性能と信頼性を得られる機器は高価であり、ネットワーク構成も複雑である。コストパフォーマンスの良い従量制課金システムの構築には、高価なパケットキャプチャーの検討に先立ち、CM ないしは CMTS での計測方式を検討すべきである。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

CM から従量情報を収集する場合、加入者による CM 電源断の影響を無視できず、CM 無応答となり従量情報を収集できないケースがしばしば発生する。

このような不安定を補償するには、1 時間等の比較的短い周期で全 CM から定期的に従量情報を収集し、前月と今月の集計締め日に近い日時の 2 回分の従量情報から CM 別に増分を計算する方式が有効だが、G/W や CMTS からの情報収集なら最低月 1 回、多くても日 1 回程度で済む CM 従量情報が、24 時間\*30 日=720 回の頻度でネットワーク上に流れる。全 CM と NMS 間の大量トラフィックは、CMTS には単なるルーティング処理であり、CMTS への SNMP 問い合わせに比較すると負荷は軽いが、経路上の他のネットワーク機器がボトルネックになる場合もあり無視できない。

CM から従量情報を収集する場合、DOCSIS 標準仕様上の制約から、従量情報の計測に使えるプロトコルが低信頼な SNMP に限定される点にも注意が必要である。信頼性の向上には、誤り検出・再送アルゴリズムと、トラフィック量を抑制・分散・平滑化する仕組みを備えた専用の NMS が求められる。また、経路上の各ネットワーク機器の転送性能にも注意が必要である。

一方で CMTS から従量情報を収集する場合、CM からの収集に比較すると、CMTS により多くの負荷を与え、相当のシステムリソース(CPU・メモリ等)を消費する。このため従量情報の収集が CMTS に与える負荷については、十分な注意が必要である。

CMTS から定期的に収集する従量情報の通信プロトコルには、SNMP と IPDR のいずれかを利用できる。IPDR と SNMP では、サービスフローに紐づく従量情報の履歴保持の仕方が異なる。

SNMP では、予め設定したキャッシュ時間を超過時、従量情報を含めた全状態情報が CMTS から削除される。このためキャッシュ時間が収集間隔よりも短いと、タイミングによっては過去の従量情報が削除され、計測精度が低下する。これを補うためにキャッシュ時間を長く取ると、CMTS のメモリ消費が増える。また、既に終了済で増分の生じないサービスフローが収集の度に何度もやり取りされるため、通信時間が無駄に長くなる。キャッシュ時間を延ばさずに十分な計測精度と通信効率を得るには、CMTS への収集間隔を短く設定すれば良いが、この場合には CMTS の CPU 使用率が増える。

一方 IPDR では、継続中のサービスフローにはレコードタイプ=Interim、終了済にはレコードタイプ=Stop の従量情報が生成される。このうち Stop 従量情報は、CMTS の設定によらず、いずれかの Collector に従量情報が正常に送信されるまで CMTS 上に永続的に保持されるため、判定の公平性が保証される。更に、Stop 従量情報が Collector への正常送信後に削除されるため、SNMP よりも通信量が少なく高速である。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6.1.3 収集方式の比較検討

ここでは、CM からの SNMP による収集、CMTS からの SNMP による収集、CMTS からの IPDR による収集の方式的な優劣を比較検討する。

各収集方式の比較を Figure 6.1.3 に示す。

収集元	CM	CMTS	
		SNMP	IPDR
収集プロトコル	SNMP	SNMP	IPDR
4層プロトコル	UDP	UDP	TCP
収集周期	1時間以内	24時間以内 (CMTS 設定に依存)	15分~1ヶ月 (24時間を推奨)
トラフィック	最大	大(SNMP)	低(IPDR)
CMTS 負荷	低	高	低
システム規模 (所要サーバ数)	大	小	小
通信の信頼性	低(UDP)	低(UDP)	高(TCP)
冗長化の可否	否(CM は冗長不可)	可(特殊な構成要)	可(冗長構成が標準)
冗長化の悪影響	トラフィック倍増 システム規模倍増	システム構成複雑化 CMTS 負荷増	トラフィック一定 CMTS 負荷一定
収集情報の完全性 (欠損の有無)	(CM 断の影響あり)	(CMTS のキャッシュ)	(CMTS の永続情報)
品質低下の検知	(上り流合不可視)	(下り雑音不可視)	(下り雑音不可視)

Figure 6.1.3 各収集方式の比較

Figure 6.1.3 より、負荷・信頼性・精度上の観点から、帯域制限目的の従量情報の収集方式としては、CMTS からの IPDR による収集が最も合理的である事が分かる。

以降、収集には CMTS、通信プロトコルには IPDR を前提に検討を進める。

なお従量情報に基づく帯域制限等の他目的で、既に IPDR を用いて従量情報を 24 時間以下の定期的な間隔で収集している場合には、CMTS ではなく Collector から収集済の従量履歴情報を取得し、従量制課金に流用すれば、CMTS への二重負荷を回避できる。複数アプリケーションによる Collector の共用は、IPDR の本来の思想に合致しており、システム全体の情報同期や効率向上にも効果的なので、積極的な検討を推奨する。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6.2 従量情報

#### 6.2.1 収集対象項目

OSSI3.0 には従量情報を表すテーブルとして、SAMIS が定義されている。

OSSI1.1, 2.0 は、OSSI3.0 ほど正規化・構造化されてはいないが、SAMIS に近い形式で、類似の従量情報が定義されている。

本 Tips では、DOCSIS バージョン間の互換性確保を目的に、1.1, 2.0, 3.0 間で共通、ないしは代替可能な項目を選択する。

従量制課金に使用する IPDR 従量情報の項目一覧を Figure 6.2.1 に示す。

IPDR Attribute	日本語名称	データ型	用途
CMMacAddr	CM MAC アドレス	macAddress	従量の集計基準となる CM の一意識別子。前回・今回の従量情報の照合に使用する。
RecType	レコードタイプ	integer	Interim(1), Stop(2), Start(3), Event(4) SFID/SID が継続中の場合は Interim、既に終了の場合は Stop が格納される。 前회가 Interim、今回が Interim または Stop の場合、収集間隔中に CM が通信した可能性ありと判断し、増分を計算する。
RecCreationTime	レコード生成時刻	dateTimeMsec	レコードの生成時刻。但しレコードタイプ=Stop の場合、SFID/SID の終了時刻。 ユーザーに開示する計測間隔の根拠情報として使用する。
ServiceClassName	サービスクラス名	string	”30M-Ultra”など。 従量制課金の対象となる CM の特定に使用する。
ServiceIdentifier	SFID/SID	unsignedInt	1.0 CoS CM: SID, 1.1 QoS CM: SFID。 CM が同一方向に複数 SFID を持つ場合、インターバル間の照合キーとして使用。 重複発生時、レコード生成時刻とレコードタイプにより、CMTS による SFID/SID の使い回しを判断する。
ServiceDirection	サービス方向	integer	Downstream(1), Upstream(2) 1.0 CoS CM 時、Upstream のみ従量情報が生成される。
ServiceOctetsPassed	通過バイト数	unsignedLong	バイト数カウンター。 今回-前回で増分を計算。

Figure 6.2.1 従量制課金に使用する IPDR 従量情報の項目一覧

なお、1.1QoS CM であれば、SFID により上り/下り方向で別々に従量情報を計測できるが、1.0CoS CM の SID だと、上り方向しか計測できないので注意が必要である。

具体的には、CMTS は 1.1 以降だが、ネットワーク上に比較的古い 1.0CM がまだ残っている可能性があり、CMTS 上に 1.0CoS CM と 1.1QoS CM が混在している可能性がある環境では、最初に 1.0CM の有無を調査し、存在する場合、ビジネスモデル上の観点から、対象の 1.0CM を従量制課金の対象外とする可否を検討すべきである。

不可の場合、上り方向のみ従量制課金を行うビジネスモデルを検討するか、ないしは、対象 1.0CM の 1.1/2.0/3.0CM へのアップグレード・交換等を検討すべきである。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6.2.2 収集周期

IPDR プロトコルにより定期的に従量情報を収集する場合、CMTS のデフォルト Time-Interval は、OSSSI では最低 15 分、最大 1440 分すなわち 24 時間と定められている。ここでは最短周期の 15 分を前提に、収集周期の概念図を Figure 6.2.2 に示す。

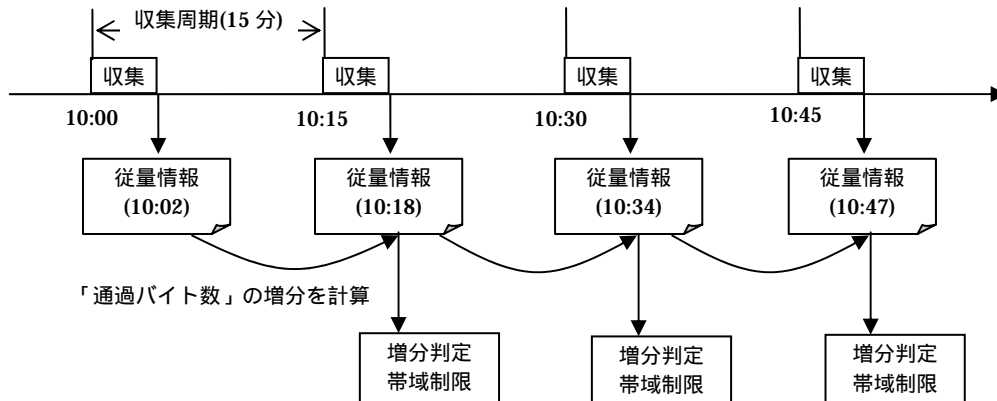


Figure 6.2.2 収集周期の概念図

### 6.2.3 収集タイミング

収集周期内におけるサービスフローの状態例を Figure 6.2.3 に示す。

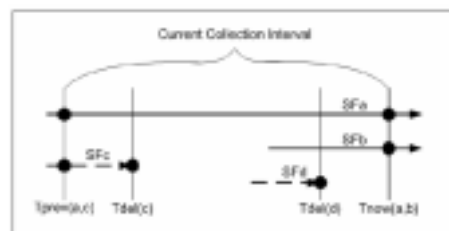


Figure 6.2.3 収集周期内におけるサービスフローの状態例

Current Collection Interval は現在の収集周期、Tprev は前回の収集タイミング、Tnow は今回の収集タイミング、Tdel はサービスフローの終了タイミングを表わす。

SFa は、Tprev 前に開始され、Tnow 後も継続中のサービスフローである。

SFb は、Tprev 後に開始され、Tnow 後も継続中のサービスフローである。

SFc は、Tprev 前に開始され、Tnow 前に終了したサービスフローであり、Tdel(c)までの従量情報が、Tprev の出力内容に記録される。

SFd は、Tprev 前に開始され、Tnow 前に終了したサービスフローであり、Tdel(d)までの従量情報が、Tprev の出力内容に記録される。

Tprev、Tdel、Tnow の時刻には、「レコード生成時刻」を使用する。

各サービスフローの状態判定(継続中 or 終了)には、「レコードタイプ」を使用する。

Interim が継続中、Stop が終了を表わす。Tprev と Tnow の従量情報間のレコード紐付けには、「CM MAC アドレス」、「SFID/SID」、「レコード生成時刻」を使用する。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6.3 従量情報の集計方法

#### 6.3.1 サービスフロー概念

IPDR による従量制課金システムの設計・構築には、DOCSIS 1.1 以降で導入されたサービスフローの理解が前提となる。DOCSIS 1.1 サービスフロー概念を Figure 6.3.1.1 に示す。

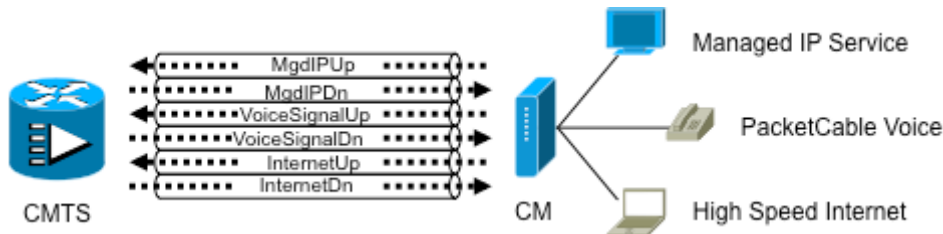


Figure 6.3.1.1 DOCSIS 1.1 サービスフロー概念

Figure 6.3.1.1 では、一台の E-MTA(CM)に、Managed IP サービス、音声サービス、高速インターネット接続の 3 種類のサービスが割り当てられている。各サービスには上り/下り別々にサービスフローが生成するので、合計で 6 本のサービスフローが図中の CM1 台に紐付く。

すなわち DOCSIS サービスフローは、1 台の CM に 2 本以上紐付く、CM・方向・サービスを複合キーとする管理概念である。このうちサービスは、事業者が自社のサービスメニューや QoS ポリシーに基づき設計するため、事業者毎に構成が異なる。このため 1 台の CM に紐付くサービスフロー数が、サービスと QoS のポリシー設計により変化するので注意が必要である。

CM が 1.1 QoS モードで動作中の場合、IPDR 従量情報の各指標は全てサービスフローが管理単位となる。従量制課金やサービス品質の管理目的には、インタフェース Index を基準とする従来の SNMP 指標よりも、サービスフローを管理単位とする IPDR 従量情報の指標の方が適切である。

IPDR による従量指標の取得例を Figure 6.3.1.2 に示す。

CM MAC	SCN	方向	バイト数増分	開始時刻	終了時刻
002040AABBCC	Managed IP	US	1123	2/1: 00:14:32	2/1: 00:31:11
002040AABBCC	Managed IP	DS	234012	2/1: 00:14:32	2/1: 00:31:11
002040AABBCC	Voice	US	11728	2/1: 00:14:31	2/1: 00:31:10
002040AABBCC	Voice	DS	12468	2/1: 00:14:31	2/1: 00:31:10
002040AABBCC	HSD	US	15321	2/1: 00:14:33	2/1: 00:31:11
002040AABBCC	HSD	DS	2040338	2/1: 00:14:33	2/1: 00:31:11

Figure 6.3.1.2 IPDR による従量指標の取得例

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

Voice サービスすなわち音声通話については、距離・通話時間によるゲートキーパーを利用した課金システムが既に確立されているため、本 Tips の従量制課金の検討対象外とみなせる。すなわち Figure 6.3.1.2 では、Managed IP および HSD における、US/DS 各方向のバイト数が従量制課金の対象となる。

QoS ポリシーの設計次第で、従量制課金の対象外とすべきトラフィックを、サービスフロー単位で明確に分離できる点には、特に留意すべきである。

### 6.3.2 バイト数の集計対象

通過バイト数の集計対象となる箇所を Figure 6.3.2 に示す。

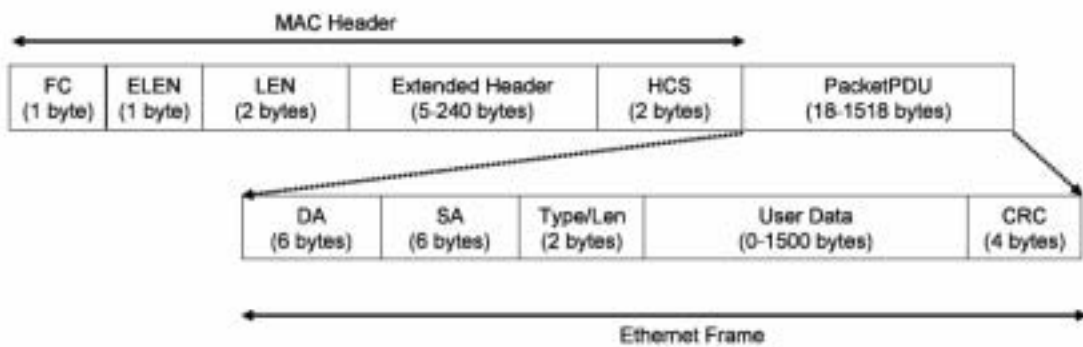


Figure 6.3.2 通過バイト数の集計対象

集計対象箇所は、Figure 6.3.2 の Packet PDU 部分となる。

すなわち、DOCSIS の MAC ヘッダ部分は集計対象に含まれない。



# ***OPEN STM Tips***

## IPDR による従量制課金方式

### 6.3.3 集計における注意事項

CM が登録される前の一切の管理・制御パケット及び、CM Firmware アップグレードのトラフィックパケットは、集計対象に含まれない。

しかしながら、以下のトラフィックは集計対象に含まれる。

- (1) CMTS からの ARP リクエスト
- (2) OPEN STM 等、事業者側の NMS による SNMP トラフィック
- (3) ポートスキャン等、インターネットの仕様によるトラフィック
- (4) 破棄パケットの再送

(1)~(4)のトラフィックは、元来が加入者に課金すべき性質のものではないため、可能であればサービスフローを分け、完全に分離する事が望ましい。

しかしながら、既に各サービスが単一フロー設定により商用稼動しているなど、サービスフローの分離が容易でない場合には、実験室評価による経験則上、(1)~(4)のトラフィックは全体の 6~7%程度なので、相当分を管理・制御トラフィック分として差し引けば、誤差をある程度は補正できる。

管理・制御トラフィックによる影響が、上述の経験則の通り 6~7%の範囲にあり、かつ値分布が $\pm 0.4\%$ 以内の場合、原理上は中心値相当の値を減じれば、NTT 東と同等の $\pm 0.4\%$ 以内の測定誤差を得られる。誤差の分布が $\pm 0.4\%$ を超える場合にも、補正計算式をユーザー側に有利な方向に調整する等の工夫が有効である。

但し、フィールド実証実験の結果、誤差の分布が数%と甚だしく広く、補正による対応は原理的に困難な場合には、上述のサービスフロー分割等、より抜本的な対策を検討すべきである。

# OPEN STM Tips

## IPDR による従量制課金方式

### 6.4 システム構成

#### 6.4.1 システム構成

従量制課金システムの構成を Figure 6.4.1 に示す。

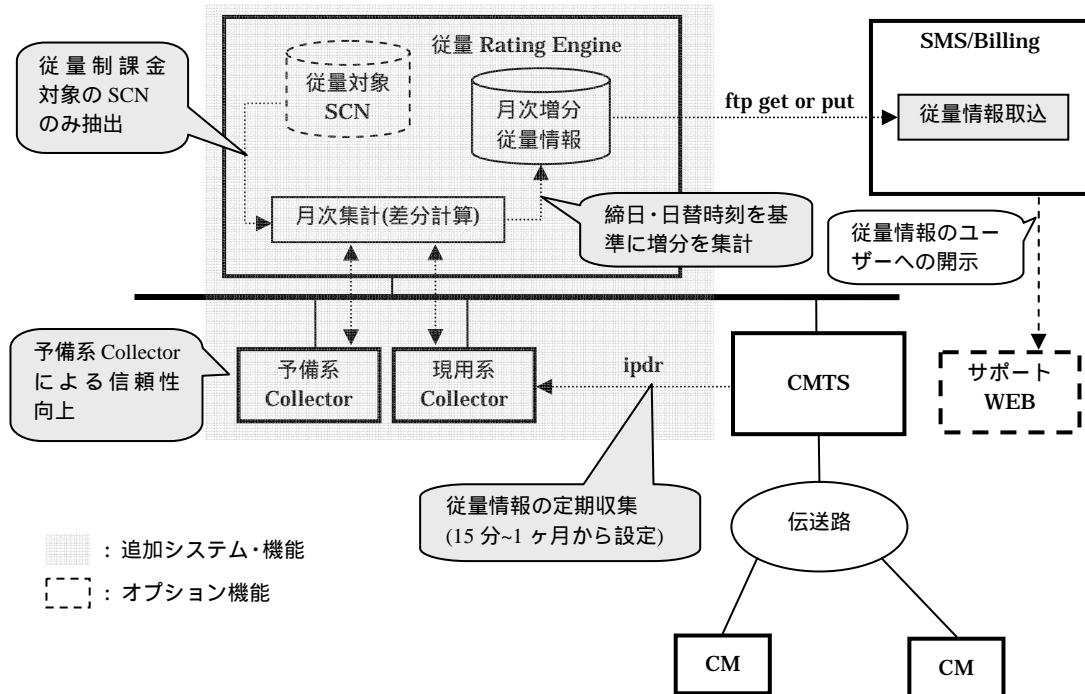


Figure 6.4.1 従量制課金システムの構成

Collector の冗長構成時、CMT と各 Collector は定期的にキープアライブを実行する。CMTS にプライマリとして登録された現用 Collector と CMTS 間の通信に障害が発生し、キープアライブタイムアウトないしはデータ Ack 等の応答タイムアウトが検出された場合、CMTS が待機中の予備系 Collector に送信対象を切り替える。SNMP で同種の冗長化を構成する場合、単一の CMTS に複数の SNMP マネージャーから収集処理を仕掛ける仕組みになるため、二重負荷を避ける工夫が求められる。具体的にはポーリングタイミングをずらす負荷分散機能や、収集途中でのデータエラーの照合による再開レコードの特定など、冗長化した各 SNMP マネージャー間で動作を協調させる高度な仕組みが考えられるが、高度さに比例し、システム構成も複雑になる。原理上、複雑なシステムはシンプルなシステムに比べ、全体としての信頼性が相対的に低くなるので、システム設計上の観点からは、あまり推奨できない。

なおハードウェア・O/S の選定や、FT or HA 構成の設計に際しては、Collector には CMTS と同程度、従量 Rating Engine には SMS/Billing の請求エンジンと同程度の可用性を前提とすべきである。

以上