

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

1. 背景・目的

通信業界における「ロードバランシング」すなわち「負荷分散」は、ネットワーク機器を通過する通信トラフィック負荷の分散 Web アプリケーションへの http セッション負荷の分散 データベース負荷の分散 等を表す、広義の技術用語である。

一方で DOCSIS のロードバランシング (以降、「ロードバランシング」) は、各上り/下りチャンネルへの CM 収容を自動化・最適化し、CMTS 上の各チャンネル負荷の分散・抑制に特化した、狭義の負荷分散機能である。

ロードバランシングの直接的なメリットは、特定チャンネルに集中しがちな通信負荷の分散によるスループット向上だが、各チャンネル使用率の分散・平均化による CMTS 設備投資の合理化、チャンネル冗長構成によるサービス可用性の向上など、様々な副次的効果を期待できる。

デメリットは、機能の高度化に伴う運用管理・監視業務の複雑化である。

ロードバランシング導入には、ノード等の伝送路系統情報と CMTS 上の各チャンネルとの正確な対応付けが必須であり、線路・設備情報の管理が不完全な事業者には敷居が高い。また、2.0/3.0 混在環境での利用に際しては、DOCSIS バージョン間の MIB 非互換に注意が必要である。

本 Tips では、ロードバランシングの概要および、DOCSIS3.0 のロードバランシング MIB 構造と利用方法について説明する。

2. 対象読者

OPEN STM シリーズの製品ユーザー、USP パートナー

3. 参考文献・関連文書

DOCSIS 2.0 CM-SP-RFIV2.0-I09-050812 (以降、「RFI2.0」)

DOCSIS 2.0 CM-SP-OSSIV2.0-I08-050408 (以降、「OSSI2.0」)

DOCSIS 3.0 CM-SP-MULPIV3.0-I13-100611 (以降、「MULPI3.0」)

DOCSIS 3.0 CM-SP-OSSIV3.0-I06-080215 (以降、「OSSI3.0」)

4. その他

本 Tips 中の図表番号につき、参考文献・関連文書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

2010 年 9 月 2 日

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6. 詳細

6.1 ロードバランシングの経緯

DOCSIS1.1 以降、各 CM のチャンネル割当を更新する操作コマンドとして、UCC(Upstream Channel Change)、DCC(Dynamic Channel Change)が OSSI に定義された。

UCC は CM 上りチャンネル、DCC は CM 上り/下りチャンネルの変更動作である。

その後、UCC/DCC を活用して CMTS 各チャンネルの帯域消費を最適化するポリシー管理ツールの登場・普及と平行する形で、Cable Labs.による仕様検討・標準化が進んだ結果、DOCSIS2.0 からロードバランシングが定義された。

DOCSIS2.0 では、CMTS 自身による自律型ロードバランシング (Autonomous Load Balancing) と、ポリシー管理ツール等による外部制御型ロードバランシング (Externally-Directed Load Balancing)の 2 形態が定義され、これらに対応する MIB が整備された。

6.2 DOCSIS3.0 への変更・拡張

DOCSIS3.0 ではチャンネルボンディング概念の導入に伴い、データ構造が抜本的に変更・拡張されたが、ロードバランシングにもチャンネルセット単位で割当を更新する DBC(Dynamic Bonding Change)コマンドが追加され、変更動作の制御単位が単一の上り/下りチャンネルペアからチャンネルセットへと拡張された。

更に、2.0 ロードバランシングの運用上の難点であったグループ設定作業の簡素化を目的に、ノードと CMTS 間の物理的な配線システムを管理する CLAB-TOPO-MIB が定義された。

これらの変更・追加・拡張に伴う関連 MIB の総見直しにより、各オブジェクトが OSSI2.0 以前の CmtsCm 系から OSSI3.0 以後の CmtsCmReg 系に置換された結果、OSSI2.0 の DOCS-LOADBALANCING-MIB が廃止され、代わりに DOCS-LOADBAL3-MIB が定義された。

Tips-001 に、DOCSIS2.0 と DOCSIS3.0 のロードバランシング仕様の相違を示す。

	DOCSIS2.0	DOCSIS3.0
操作コマンド	UCC, DCC	UCC, DCC, DBC
制御単位	上り/下りチャンネル	UsChSet, DsChSet
MIB	DOCS-LOADBALANCING-MIB	DOCS-LOADBAL3-MIB CLAB-TOPO-MIB
仕様定義	RFI2.0 11.4.5.6 OSSI2.0 Annex I	MULPI3.0 11.6 OSSI3.0 Annex I OSSI3.0 Annex Q (Q8, Q9)

Tips-001 DOCSIS2.0 と DOCSIS3.0 のロードバランシング仕様の相違

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.3 DOCSIS による標準化範囲

DOCSIS は、各種のロードバランシング関連項目、CM との対応関係、CMTS 設定、対象 CM のプロビジョニング方法等について定めているが、ロードバランシング動作のトリガーとなる具体的な監視対象項目と判断基準については、ベンダー各社の製品設計思想と実装方針に任せており、定義・標準化を行っていない。

ベンダー各社が提供するポリシー管理ツールの監視項目と判断基準は、CM 数、通過バイト数、特定プロトコルのパケットカウンタ値、破棄パケット数、バースト/長期統計、SNR 等の信号品質など多岐に及び、各社各様である。これらの監視対象項目と判断基準の詳細については、各社の製品マニュアルを参照されたい。

6.4 ロードバランシングの動作原理

本項及び 6.5 項では、説明の簡便のために、DOCSIS3.0 に比較して構造がシンプルな DOCSIS2.0 のロードバランシング仕様に基づいて説明している。DOCSIS3.0 のロードバランシング仕様については、6.6 項以降を参照されたい。

ロードバランシングは、CM 単位に実行される、CMTS による CM チャンネルの動的制御である。CMTS は各 CM に、以下のロードバランシング属性を予め割り当てる。

- ロードバランシンググループ (Load Balancing Group)
- 初期化手法 (Initialization Technique)
- ポリシー (Policy)
- 優先度 (Priority)

CM へのロードバランシング属性は、CM 設定ファイルの TLV 記述子に基づく CM 登録、CMTS からの CLI 操作、外部ツールからの SNMP 更新操作等により設定・更新される。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(1) ロードバランシンググループ

ロードバランシンググループは、CM ロードバランシング動作の対象となる、複数の下りチャンネルと、これに紐づく複数の上りチャンネルの集合であり、以下の2種類がある。

(a) 汎用ロードバランシンググループ (General Load Balancing Group)

伝送路系統情報に基づき、CMTS 上りポートに一意に定義する。

特定 CM のサービス品質基準に依存しない。

限定ロードバランシンググループが設定されない CM に設定される。

(b) 限定ロードバランシンググループ (Restricted Load Balancing Group)

特定 CM を対象に、サービス品質基準に基づき、CMTS 上りポートに重複定義する。

汎用ロードバランシンググループのサブセットとしても設定できる。

(2) 初期化手法

初期化手法は、ロードバランシングによる CM の上り/下りチャンネル変更時の、各チャンネルの初期化・再調整動作を定義する属性情報である。

CM のチャンネル変更時、変調方式、帯域幅、各種設定、同期、送信レベル、周波数偏差、Pre-Equalization 特性など、様々な再調整を要する場合があるが、CM 本体の初期化・再起動には比較的長い時間が掛かる。この初期化時間の短縮を目的に、再調整動作の一部省略すなわち初期化手法を、CM 設定ファイルに予め定義できる。

Table I-1 に、設定可能な初期化手法の一覧を示す。

Table I-1 – Data Type Definitions

Data Type Name	Base Type	Permitted Values
ChChgInitTechMap	Enum	reinitializeMac(0) broadcastInitRanging(1) unicastInitRanging(2) initRanging(3) direct(4)

各初期化手法の留意点を(a)~(e)に示す。

(a) MAC 再初期化 (ReinitializeMac)

中断時間は、初期化手法のうちで最も長い。

(b) ブロードキャスト初期化レンジング (broadcastInitRanging)

サービス中断時間は長いですが、新チャンネルの QoS リソース予約により緩和可能。

また、新チャンネルのレンジング機会の周期を短くし、CMTS の DBC-REQ に UCD の TLV を含めれば、中断時間を更に短縮できる。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(c) ユニキャスト初期化レンジング (unicastInitRanging)

以下の場合には中断時間が延びる。

- 下りプライマリチャンネルにタイミング変更が発生
- 新旧チャンネルの伝播遅延差により CM のバーストタイミングが CMTS の補正範囲を超過
- 新旧チャンネルのレベル又は周波数偏差により CMTS の受信レベルが補正範囲を超過

(d) 初期化レンジング (initRanging)

(b)(c)の動作条件を全て備える場合にのみ有効。

(c) 新チャンネルの直接使用 (direct)

中断時間が最も短い、以下の場合には動作しない。

- S-CDMA チャンネル間の変調レート変更
- 下りプライマリチャンネル
- S-CDMA と TDMA の変更
- 新旧チャンネルの伝播遅延差により CM のバーストタイミングが CMTS の補正範囲を超過
- 新旧チャンネルのレベル又は周波数偏差により CMTS の受信レベルが補正範囲を超過
- 新旧チャンネルのマイクロリフレクションによる PER が Pre-EQ 許容範囲(1%)を超過

(3) ポリシー

ポリシーは、ロードバランシング動作時の CM の振る舞いを定義する概念であり、複数の条件(ルール)の集合により構成される。ポリシーの詳細は、ベンダー各社の実装に任されており、DOCSIS ではデフォルトを除き、定義・標準化していない。

(4) 優先度

優先度は、CMTS が複数の CM にロードバランシング動作を実行する場合に参照される、各 CM のランクである。他の条件が全て同じ場合、優先度が低い CM から順にロードバランシング動作の対象となる。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.5 ロードバランシンググループの設定例

(1) ロードバランシンググループ設定例その 1

Figure 11-67 に、下り×1、上り×6 の MAC ドメイン×1 に、ノード×4 が紐付けられた構成における、ロードバランシンググループの設定例を示す。

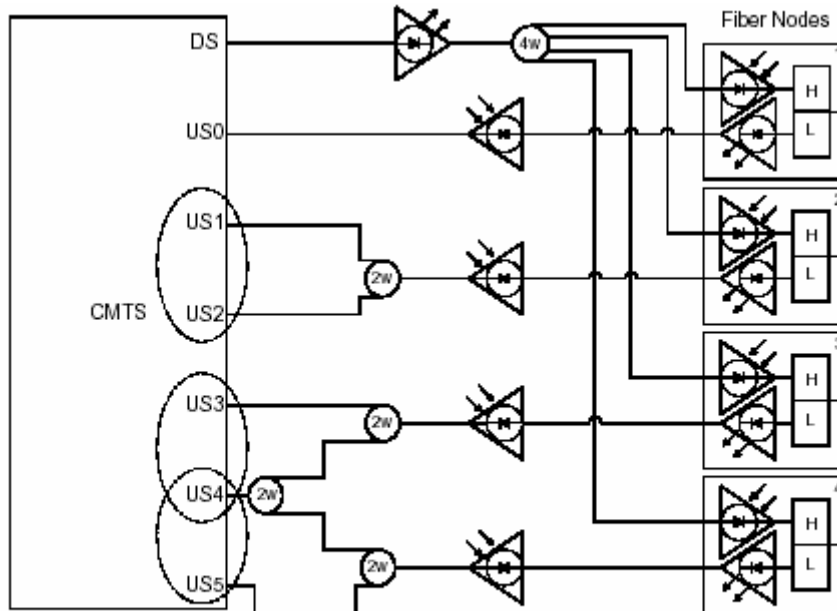


Figure 11-67 Example Combining Network 1

Figure 11-67 の場合、Tips-002 のロードバランシンググループを設定できる。

グループ ID	タイプ	下りチャンネル	上りチャンネル
1	汎用	DS	US1, US2
2	特定	DS	US3, US4
3	特定	DS	US4, US5

Tips-002 ロードバランシンググループ設定例・1

US0 にはロードバランスが設定されていない。すなわち、同一 MAC ドメイン内でも、ロードバランシングの設定/非設定を自由に設計できる点に注意されたい。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(2) ロードバランシンググループ設定例その 2

Figure 11-68 に、下り×2、上り×4 の MAC ドメイン×4 に、ノード×2 が紐付けられた構成における、ロードバランシンググループの設定例を示す。

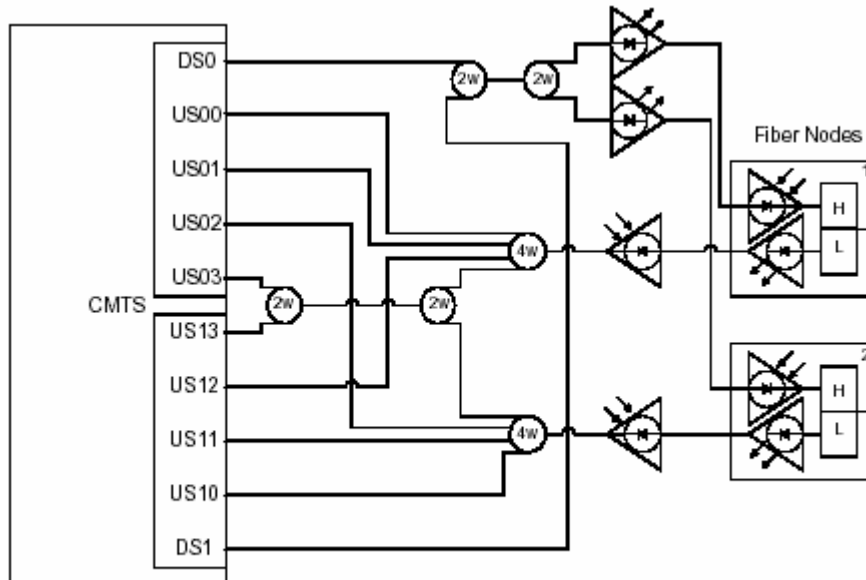


Figure 11-68 Example Combining Network 2

Figure 11-68 の場合、Tips-003 のロードバランシンググループを設定できる。

グループ ID	タイプ	下りチャンネル	上りチャンネル	サブグループ
1	汎用	DS0, DS1	US00, US01, US12	DS0, US00, US01
2	汎用	DS0, DS1	US10, US11, US02	DS1, US10, US11
3	特定	DS0, DS1	US03, US13	

Tips-003 ロードバランシンググループ設定例・2

Figure 11-68 では、グループ 1 とグループ 2 によって 2 つのノード配下で冗長に構成されており、サービス可用性が向上している。また、グループ 3 すなわち US03, US13 は、チャンネル・帯域の固定的な割当など、高品質サービスに有効な設計手法例である。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.6 DOCSIS3.0 のロードバランシング MIB 構造

Figure I-1 に、DOCSIS3.0 のロードバランシング MIB 構造を示す。

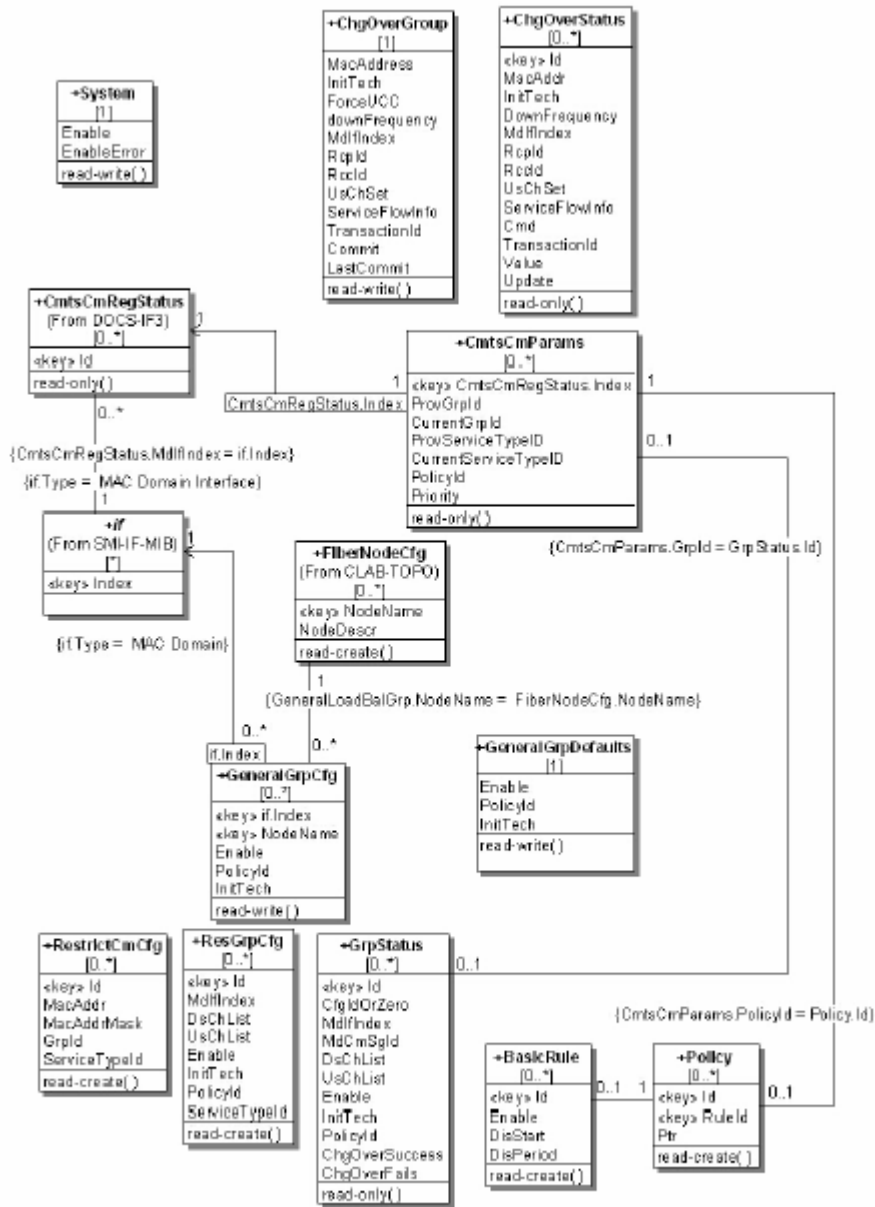


Figure I-1 – Load Balancing Object Model Diagram

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(1) System オブジェクト

Table I-2 – System Object¹⁶

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Enable	boolean	read-write		N/A	true
EnableError	AdminString	read-only	SIZE(0..255)	N/A	"H

- Enable

True 設定時、自律型ロードバランシングが有効、false 時は無効。True 設定時、外部制御型ロードバランシングからの操作が拒否される。

- EnableError

Enable の true 設定失敗時に更新されるテキストメッセージ。

(2) ChgOverGroup オブジェクト

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
MacAddress	MacAddress	read-write	Mandatory	N/A	'000000000000'H
InitTech	ChChgInitTechMap	read-write		N/A	'F8'H
ForceUCC	boolean	read-write		N/A	false
DownFrequency	unsignedInt	read-write		Hertz	0
MdIfIndex	InterfaceIndexOrZero	read-write		N/A	0
RcpId	RcpId	read-write		N/A	'0000000000'H

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
RccId	unsignedByte	read-write		N/A	0
UsChSet	ChannelList	read-write		N/A	'H
ServiceFlowInfo	hexBinary	read-write	SIZE(0..128)	N/A	'H
TransactionId	unsignedShort	read-write		N/A	0
Commit	boolean	read-write		N/A	'false'
LastCommit	TimeStamp	read-only		N/A	0

- MacAddress

対象 CM の MAC アドレス。

- initTech

初期化手法。全上りチャンネルに有効。

- ForceUCC

True 設定時、DCC の代わりに UCC を使用。

- DownFrequency

DCC リクエスト時の移動先下りチャンネル周波数。

MdIfIndex, RcpId, RccId は説明を割愛。

- UsChSet

移動先上りチャンネルセット。

- ServiceFlowInfo

CM が現在使用中のサービスフローの継続的な割当に使用。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

- TransactionId
ChgOver 系の各 Status オブジェクトの更新操作を同期するトランザクション ID。
- Commit
True 設定時、更新を反映。
- LastCommit
直近の更新成功時の SysUpTime。

(3) ChgOverStatus オブジェクト

Table I-4 – ChgOverStatus Object¹⁸

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	key		N/A	N/A
MacAddr	MacAddress	read-only		N/A	N/A
InitTech	ChChgInitTechMap	read-only		N/A	N/A
DownFrequency	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
MdIfIndex	InterfaceIndexOrZero	read-only	Interface Index of the MAC Interface	N/A	N/A
RcpId	RcpId	read-only		N/A	N/A
RccId	unsignedByte	read-only		N/A	N/A
UsChSet	ChannelList	read-only		N/A	N/A
ServiceFlowInfo	hexBinary	read-only		N/A	N/A
Cmd	Enum	read-only	ucc(1) dcc(2) dbc(3) crossMD(4)	N/A	N/A
TransactionId	unsignedShort	read-write		N/A	N/A
Value	Enum	read-only	messageSent(1) noOpNeeded(2) modemDeparting(3) waitToSendMessage(4) cmOperationRejected(5) cmtsOperationRejected(6) timeOutT13(7) timeOutT15(8) rejectInit(9) success(10) dbcTimeout(11)	N/A	N/A
Update	TimeStamp	read-only		N/A	N/A

- Id
本オブジェクトの一意キー。ChgOverGroup の commit 操作で生成。
MacAddr, initTech, DownFrequency, MdIfIndex, RcpId, RccId, UsChSet, ServiceFlowInfo, TransactionId には、ChgOverGroup の指定値が格納される。
- Cmd
CMTS のロードバランシング制御コマンド。CrossMD は MAC ドメインを跨ぐ場合。
- Value
ロードバランシング制御操作の状態。
- Update
直近の Value 更新時の SysUpTime。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(4) CmtsCmParams オブジェクト

Table I-5 – CmtsCmParams Object¹⁹

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
CmtsCmRegStatusId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
ProvGrpId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
CurrentGrpId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
ServiceTypeID	string	read-only	SIZE (0..16)	N/A	N/A
PolicyId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
Priority	unsignedInt	read-only		N/A	N/A

- CmtsCmRegStatusId

CM 本体を表す一意キー。CmtsCmRegStatus への参照キーとして使われる。

その他の項目は説明を割愛。

(5) GeneralGrpDefaults オブジェクト

Table I-6 – GeneralGrpDefaults Object²⁰

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Enable	boolean	read-write		N/A	'true'
PolicyId	unsignedInt	read-write		N/A	0
IniTech	ChChgIniTechMap	read-write		N/A	'00H'

CMTS が汎用ロードバランシンググループを自動生成する際のデフォルト設定。

各項目の詳細は説明を割愛。

(6) GeneralGrpCfg オブジェクト

Table I-7 – GeneralGrpCfg Object²¹

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
ifIndex	InterfaceIndex	key	Interface Index of the MAC Interface	N/A	N/A
nodeName	nodeName	key		N/A	N/A
Enable	boolean	read-write		N/A	'true'
PolicyId	unsignedInt	read-write		N/A	0
IniTech	ChChgIniTechMap	read-write		N/A	'00H'

汎用ロードバランシンググループの設定。各項目の詳細は説明を割愛。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(7) ResGrpCfg オブジェクト

Table I-8 – ResGrpCfg Object²²

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	key		N/A	N/A
MdIfIndex	InterfaceIndex	read-create	Interface Index of the MAC Interface	N/A	N/A
DsChList	ChannelList	read-create		N/A	"H
UsChList	ChannelList	read-create		N/A	"H
Enable	boolean	read-create		N/A	True
InitTech	ChChgInitTechMap	read-create		N/A	"00'H
PolicyId	unsignedInt	read-create		N/A	0
ServiceTypeId	TagList	read-create		N/A	"

限定ロードバランシンググループの設定。各項目の詳細は説明を割愛。

MdIfIndex が 0 の場合、MAC ドメインを跨るロードバランシング操作等を表す。

(8) GrpStatus オブジェクト

Table I-9 – GrpStatus Object²³

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
CfgIdOrZero	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
MdIfIndex	InterfaceIndexOrZero	read-only	Interface Index of the MAC Interface	N/A	N/A
MdCmSgId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
DsChList	ChannelList	read-only		N/A	N/A
UsChList	ChannelList	read-only		N/A	N/A
Enable	boolean	read-only		N/A	N/A
InitTech	ChChgInitTechMap	read-only		N/A	N/A
PolicyId	unsignedInt	read-only		N/A	N/A
ChgOverSuccess	Counter32	read-only		N/A	N/A
ChgOverFails	Counter32	read-only		N/A	N/A

- Id
汎用・限定の両ロードバランシンググループに割り振られる CMTS 内の一意キー。
- CfgIdOrZero
限定ロードバランシンググループ時は ResGrpCfg の Id、汎用ロードバランシンググループ時は 0 を格納。
その他の項目は説明を割愛。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(9) RestrictCmCfg オブジェクト

Table I-10 – RestrictCmCfg Object²⁴

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	read-create		N/A	
MacAddr	MacAddress	read-create			'000000000000'H
MacAddrMask	OctetString	read-create		N/A	"H
GrpId	unsignedInt	read-create		N/A	0
ServiceTypeId	string	read-create	SIZE (0..16)	N/A	**

- Id

限定ロードバランシンググループへの CM 登録時に生成される一意キー。

その他の項目は説明を割愛。

(10) Policy オブジェクト

Table I-11 – Policy Object²⁵

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	key		N/A	N/A
RuleId	unsignedInt	key		N/A	N/A
Ptr	URL	read-create		N/A	N/A

Policy の設定。各項目の詳細は説明を割愛。

(11) BasicRule オブジェクト

Table I-12 – BasicRule Object²⁶

Attribute Name	Type	Access	Type Constraints	Units	Default
Id	unsignedInt	key		N/A	
Enable	Enum	read-create	enabled(1) disabled(2) disabledPeriod(3)	N/A	'disabled'
DisStat	unsignedInt	read-create		N/A	0
DisPeriod	unsignedInt	read-create		N/A	0

特別な Rule が設定されない場合のデフォルト Rule の設定。各項目の詳細は説明を割愛。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.7 ロードバランシング関連 MIB の利用方法

(1) ロードバランシング運用前設定

まず BasicRule と Policy 及び、汎用ロードバランシンググループのデフォルト属性である GeneralGrpDefaults を設定する。次に、ノード情報を clabTopoFiberNodeCfg (図中の FiberNodeCfg)に、ノードと各上り/下りチャンネルの対応関係を clabTopoChFnCfg に登録する。汎用ロードバランシンググループの設定マスタである GeneralGrpCfg は、FiberNodeCfg、GeneralGrpDefaults 及び、CMTS の IfIndex 構成情報に基づき、CMTS が自動生成する。限定ロードバランシンググループを設定する場合、ResGrpCfg に設定を登録する。次に、ResGrpCfg に登録した限定ロードバランシンググループを GrpId に指定し、RestrictCmCfg に対象 CM を登録する。

(2) ロードバランシング形態の選択

自律型ロードバランシング形態で運用する場合、System の Enable を true に設定する。Enable の true 設定により、ポリシー管理ツールによる外部制御が不能すなわち、SNMP Set による ChgOverGroup の更新が不能となる。

ポリシー管理ツールを組み合わせ、外部制御型ロードバランシング形態で運用する場合、System の Enable を false に設定する。

(3) ポリシー管理ツールによる CM のロードバランシング制御

外部制御型ロードバランシングの場合、ChgOverGroup が CM 制御の API となる。制御履歴は、CMTS に予め設定する一定のレコード数を上限に、ChgOverStatus に記録される。

(4) ロードバランシング動作状態の確認

各 CM の現在のロードバランシング属性情報は、CmtsCmParams に格納・更新される。CmtsCmParams の key である Index は、CmtsCmRegStatus の key である Index に等しい。監視アプリケーションは Index を検索 key として、各 CM の現在のロードバランシング属性情報を参照できる。

各ロードバランシンググループの状態情報は、GrpStatus に格納・更新される。

監視アプリケーションは GrpStatus の参照により、各グループのロードバランシング動作の成功・失敗回数など、動作状態の統計情報を参照できる。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.8 ロードバランシング動作フロー例

ロードバランシングの動作フロー例として、Figure XII-1 に、DCC の動作フローを示す。

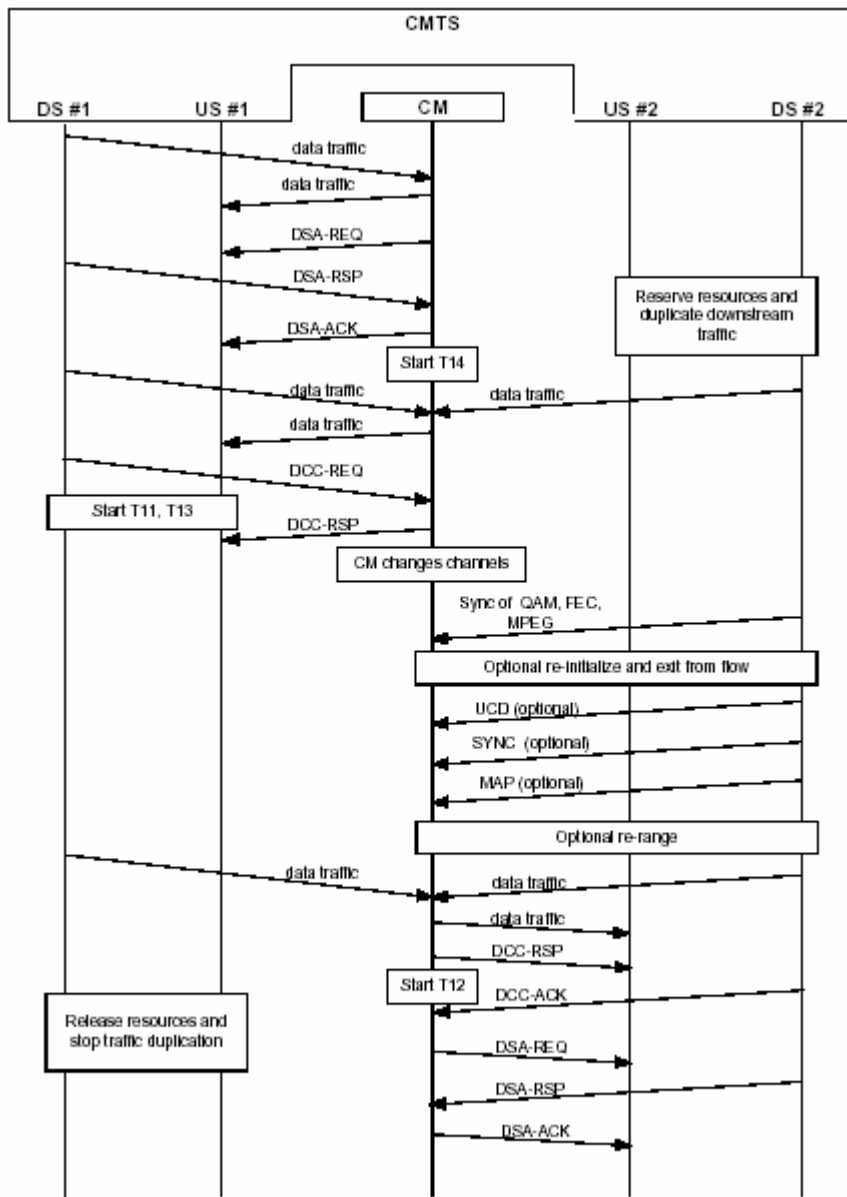


Figure XII-1 - DCC Example Operational Flow

各動作の詳細については、MULPI3.0 Appendix XII を参照されたい。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.9 ロードバランシングによるサービス中断

ロードバランシング動作時、対象 CM にサービス中断が発生する。

上り/下りチャンネル変更時の論理上の最大サービス中断時間は、ロードバランシング動作の失敗によるタイムアウト時間、すなわち、T15 タイマーの値である。このため本項では、T15 タイマーの算出例について説明する。

(1) チャンネル直接利用 (CMTS が全 TLV 情報を提供)

CMTS 設定は以下の通りとする。

- UCD interval – 1 second
- SYNC interval – 10 msec.
- Unicast ranging interval – 1 sec.

Table XII-1 に、T15 タイマーの積算例を示す。

Table XII-1 - T15 Calculation Example 1

Variable	Value	Explanation
CmJumpTime	1.3 sec.	Since the CM did not include the optional jump time TLV, the CMTS will use the default value of 1.3 seconds.
CmtsRxRngReq	2.04 sec 2 * (1 sec.) + 40 msec.	Two times the CMTS time period between unicast ranging opportunities plus 20 - 40 milliseconds for MAP and RNG-REQ transmission time and CMTS RNG-REQ processing time.

すなわち、 $T15 = CmJumpTime + CmtsRxRngReq = 1.3 \text{ sec.} + (2.04 \text{ sec.}) = 3.34 \text{ sec}$ である。但し、T15 タイマーの最小値は 4 秒なので、この場合には 4 秒 が適用される。

(2) ステーションメンテナンス (CMTS による TLV 情報の提供なし)

CMTS 設定は以下の通りとする。

- UCD interval – 1 second
- SYNC interval – 10 msec.
- Unicast ranging interval – 5 sec.

Table XII-2 に、T15 タイマーの積算例を示す。

Table XII-2 - T15 Calculation Example 2

Variable	Value	Explanation
CmJumpTime	1.3 sec.	Since the CM did not include the optional jump time TLV, the CMTS will use the default value of 1.3 seconds.
CmtsRxRngReq	10.04 sec 2 * (5 sec.) + 40 msec.	Two times the CMTS time period between unicast ranging opportunities plus 20 - 40 milliseconds for MAP and RNG-REQ transmission time and CMTS RNG-REQ processing time.

すなわち、 $T15 = CmJumpTime + CmtsRxRngReq = 1.3 \text{ sec.} + (10.04 \text{ sec.}) = \underline{11.34 \text{ sec}}$ である。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

(3) DOCSIS が想定する DCC 操作の所要時間

DOCSIS が想定する DCC 操作の所要時間は、CmJumpTime に 4 秒以内、CmtsRxRngReq に 2 回のレンジング間隔すなわち $0+2$ 秒=2 秒、すなわち、合計で 6 秒以内である。

(1)(2)では最悪ケースについて考察したが、実際の DCC 操作は、大半がこの範囲内で動作する筈である。

(1)~(3)で検討したように、ロードバランシングは動作原理上、CM に数秒単位のサービス中断を強制する。このため、プライマリ電話やリアルタイム情報配信など、中断がクリティカルなアプリケーションが存在する MAC ドメインのロードバランシングには、特に注意が必要である。また、ロードバランシングを冗長化=可用性向上の目的で利用する場合、チャンネル変更動作の契機となる監視項目の選択と閾値設定が不適切だと、頻繁な切り替え動作により中断回数が増え、サービス品質が低下するので注意が必要である。

OPEN STM Tips

DOCSIS ロードバランシング

6.10 ロードバランシング監視

ロードバランシングの監視項目選択と閾値設定が不適切だと、CM のサービス中断回数が増え、アプリケーションの動作が不安定になり、サービス品質が低下する。

このようなサービス品質低下の早期検知には、監視ツールによるロードバランシング動作状態の定常監視が有効である。

CMTS-CM 間の通信では、DCC, DBC 操作によるサービス中断は、送信側のタイムアウト・リトライおよびパケット破棄として顕れる。すなわちコードワードエラーなどの受信側指標では、サービス品質の低下を検知できない。しかしながら、送信側の通信カウンター指標を秒単位で監視すると、CMTS に過度の処理負荷を与える恐れがある。このため通常は、CMTS の MAC ドメイン単位で DCC, DBC 発生回数を定常監視し、過度の発生回数を検知時に、対象 MAC ドメインの通信カウンター指標を詳細に調査すると良い。

Tips-004 に、DCC, DBC 発生回数の監視対象 MIB を示す。

	DOCSIS1.0	DOCSIS2.0	DOCSIS3.0
対象 MIB	DOCS-QOS-MIB	同左	DOCS-QOS3-MIB
対象テーブル	docsQosDynamicServiceStats	同左	同左
キー項目	MAC ドメイン IfIndex, IfDirection	同左	同左
対象項目(下り)	DocsQosDCCs DocsQosDCCFails	DocsQosDCCs DocsQosDCCFails	DocsQosDCCs DocsQosDCCFails DocsQosDccSuccesses DocsQosDccFails DocsQosDccPartial
対象項目(上り)	該当項目なし	DocsQosDCCRspArrives	DocsQosDCCRspArrives

Tips-004 DCC, DBC 発生回数の監視対象 MIB

OPEN STM では Cacti オプションにより、Tips-004 を定常監視し、視覚的に表現できる。更に、詳細調査の過程で、CMTS のロードバランシング設定や動作状態、各 CM の現在設定や各種の履歴を確認する必要が生じた場合、OPEN STM の MIB ブラウザの SNMP 権限を read-only に制限し、ロードバランシング関連 MIB を参照すれば、症状の発生原因を、効率的かつ合理的に絞り込める。

6.11 その他

ロードバランシング機能は、DOCSIS3.0 の限定仕様である Bronze/Silver 要件に、明示的に定義されていない。このため DOCSIS3.0 Full 未認定の CMTS では、DOCS-LOADBAL3-MIB の実装不完全により、同 MIB の一部又は全部が機能しない場合が起こり得る。

このような場合には特に、Tips-004 による DCC, DBC の動作監視が有効である。

以上