

TTC標準
Standard

JT-Y1731

イーサネットのOAM機能
とメカニズム

OAM functions and mechanisms for Ethernet based
networks

第 1 版

2010 年 2 月 24 日制定

社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、(社) 情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を (社) 情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、
改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

<参考>	5
要約	6
1 適応範囲	6
2 参考文献	6
3 定義	7
3.1 他の文書で定義されている用語	7
3.2 本標準で定義されている用語	9
4 略語および頭辞語	9
5 規約	12
5.1 メンテナンスエンティティ(ME)	12
5.2 メンテナンスエンティティグループ (MEG)	12
5.3 MEGエンドポイント(MEP)	13
5.3.1 サーバーMEP	13
5.4 MEG中間ポイント(MIP)	13
5.5 トラフィック調整ポイント(TrCP)	13
5.6 MEGレベル	14
5.7 OAM透過性 (Transparency)	14
5.8 オクテットの表記	15
6 OAMの関係	15
6.1 Mes、MEPs、MIPs、TrCPsの関係	15
6.2 MEGとMEGレベルの関係	16
6.3 MEP、MIPの構成	18
7 故障管理用のOAM機能	18
7.1 イーサネット導通チェック (ETH-CC)	18
7.1.1 CCM(ETH-CC情報を含む)の送信	19
7.1.2 CCM(ETH-CC情報を含む)の受信	19
7.2 イーサネットループバック (ETH-LB)	20
7.2.1 ユニキャストETH-LB	21
7.2.2 マルチキャストETH-LB	23
7.3 イーサネットリンクトレース(ETH-LT)	25
7.3.1 LTMの送信	26
7.3.2 LTMの受信、転送、およびLTRの送信	26
7.3.3 LTRの受信	28
7.4 イーサネット警報表示信号 (ETH-AIS)	28
7.4.1 AIS の送信	29
7.4.2 AISの受信	29
7.5 イーサネット対局劣化表示 (ETH-RDI)	30

7.5.1	CCMによるETH-RDIの送信	30
7.5.2	CCMによるETH-RDIの受信	31
7.6	イーサネットロック信号(ETH-LCK)	31
7.6.1	LCKの送信	32
7.6.2	LCKの受信	32
7.7	イーサネットテスト信号(ETH-Test)	32
7.7.1	TST の送信	33
7.7.2	TST の受信	33
7.8	イーサネット自動予備切替 (ETH-APS)	34
7.9	イーサネット保守用通信チャンネル(ETH-MCC)	34
7.10	イーサネット実験的OAM(ETH-EXP)	35
7.11	イーサネットベンダー独自OAM (ETH-VSP)	35
8	パフォーマンス監視のためのOAM 機能	36
8.1	フレームロス測定(ETH-LM)	36
8.1.1	デュアルエンドETH-LM	38
8.1.2	シングルエンドETH-LM	39
8.2	フレーム遅延測定 (ETH-DM)	40
8.2.1	1-ウェイETH-DM	41
8.2.2	2-ウェイETH-DM	42
8.3	スループット測定	43
9	OAM PDUタイプ	43
9.1	共通のOAM情報エレメント	44
9.1.1	OAM PDU共通フォーマット	45
9.2	CCM PDU	47
9.2.1	CCM情報エレメント	47
9.2.2	CCM PDUフォーマット	48
9.3	LBM PDU	50
9.3.1	LBM情報エレメント	50
9.3.2	LBM PDUフォーマット	51
9.4	LBR PDU	53
9.4.1	LBR情報エレメント	53
9.4.2	LBR PDUフォーマット	53
9.5	LTM PDU	54
9.5.1	LTM情報エレメント	54
9.5.2	LTM PDUフォーマット	55
9.6	LTR PDU	56
9.6.1	LTR情報エレメント	56
9.6.2	LTR PDUフォーマット	56
9.7	AIS PDU	59

9.7.1	AIS情報エレメント	59
9.7.2	AIS PDUフォーマット	59
9.8	LCK PDU	60
9.8.1	LCK情報エレメント	60
9.8.2	LCK PDUフォーマット	61
9.9	TST PDU	61
9.9.1	TST情報エレメント	61
9.9.2	TST PDUフォーマット	62
9.10	APS PDU	63
9.10.1	APS情報エレメント	63
9.10.2	APS PDUフォーマット	64
9.11	MCC PDU	64
9.11.1	MCCの情報エレメント	64
9.11.2	MCC PDUフォーマット	65
9.12	LMM PDU	65
9.12.1	LMM 情報エレメント	66
9.12.2	LMM PDUフォーマット	66
9.13	LMR PDU	67
9.13.1	LMR情報エレメント	67
9.13.2	LMR PDUフォーマット	67
9.14	1DM PDU	68
9.14.1	1DM情報エレメント	68
9.14.2	1DM PDU フォーマット	68
9.15	DMM PDU	69
9.15.1	DMM情報エレメント	69
9.15.2	DMM PDU フォーマット	69
9.16	DMR PDU	70
9.16.1	DMR情報エレメント	70
9.16.2	DMR PDUフォーマット	71
9.17	EXM PDU	71
9.17.1	EXM PDU情報エレメント	72
9.17.2	EXM PDUフォーマット	72
9.18	EXR PDU	72
9.18.1	EXR情報エレメント	72
9.18.2	EXR PDUフォーマット	73
9.19	VSM PDU	73
9.19.1	VSM PDU情報エレメント	74
9.19.2	VSM PDUフォーマット	74
9.20	VSR PDU	74

9.20.1	VSR情報エレメント	75
9.20.2	VSR PDUフォーマット	75
10	OAMフレームアドレス	75
10.1	マルチキャスト宛先アドレス	76
10.2	CCM	76
10.3	LBM	77
10.4	LBR	77
10.5	LTM	77
10.6	LTR	77
10.7	AIS	77
10.8	LCK	77
10.9	TST	77
10.10	APS	77
10.11	MCC	77
10.12	LMM	78
10.13	LMR	78
10.14	1DM	78
10.15	DMM	78
10.16	DMR	78
10.17	EXM	78
10.18	EXR	78
10.19	VSM	78
10.20	VSR	78
付属資料	A MEG IDフォーマット	80
付録	I 障害状態	82
付録	II イーサネットワークのシナリオ	86
付録	III フレームロス測定	88
付録	IV ネットワークOAM相互作用	92
付録	V ミスマージ検出の限界	93
付録	VI IEEE 802.1agとの用語の整合	94

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T 勧告 2008 年度版 Y.1731 に準拠したものである。

2. 上記国際勧告等との相違

2.1 オプション選択項目

なし

2.2 ナショナルマター項目

なし

2.3 その他

なし

3. 改版の履歴

版 数	発 行 日	改 版 内 容
第 1 版	2010 年 2 月 24 日	制定

4. 工業所有権

本標準に関わる「工業所有権等の実施の権利に係る確認書」の提出状況は、TTC ホームページでご覧になれます。

5. その他

(1)参照する勧告、標準など

TTC 標準 JT-G805v1、JF-IEEE802.3

ITU-T 勧告 G.805、G.806、G.809、G.826、G.7710/Y.1701、G.8010/Y.1306、G.8021/Y.1341、G.8031/Y.1342、M.1400、O.150、T.50、Y.1730

IEEE 標準 802-2001、802.1D-2004、802.1Q-2005、802.3-2002、1588-2002

MEF 標準 MEF 10(2004)

6. 標準作成部門

情報転送部門委員会

要約

本標準は、ETH レイヤのネットワークおよびサービスを運用、維持するのに必要なメカニズムについて規定する。また、イーサネット OAM フレームフォーマットおよび OAM フレームフィールドの構文と意味を規定する。

1 適応範囲

本標準は、ETH レイヤのネットワークおよびサービスを運用、維持するのに必要なメカニズムについて規定する。また、イーサネット OAM フレームフォーマットおよび OAM フレームフィールドの構文と意味を規定する。本標準に記載されている OAM メカニズムは、ポイントツーポイントの ETH 接続およびマルチポイントの ETH 接続の両方に適用される。本標準に記載されている OAM メカニズムは、ETH レイヤがどのように管理されているのか(例えば、NMS および OSS を使用している、またはどちらかのみ使用している)に関係なく、あらゆる環境に適用できる。

本標準はイーサネット仕様 ITU-T G.8010 準拠であり、G.8010 は IEEE 802.1D、IEEE 802.1Q および IEEE 802.3 からなる。イーサネット網で使用されているサーバーレイヤネットワークの OAM 機能については、本標準の範囲外である。ETH レイヤより上位のレイヤの OAM 機能についても、本標準の範囲外である。

2 参考文献

以下に列挙する ITU-T 勧告その他の参照規格には、本標準の本文内での参照によって本標準の一部となる規定が記載されている。表示されている各版数は、本標準の公開時点で有効であった版数を表している。勧告その他参照規格は、いずれも変更される場合がある。したがって、本標準の使用においては、以下に列挙する勧告その他参照規格の最新版が公開されていないか確認されるようお願いする。現在有効な ITU-T 勧告の一覧は定期的に公開されている。本標準において特定の文書を参照した場合も、その文書を単独で勧告として取り扱うものではない。

[TTC JT-G805]	伝達ネットワークの一般的アーキテクチャ(1999)
[ITU-T G.805]	ITU-T Recommendation G.805 (2000) Generic functional architecture of transport networks
[ITU-T G.806]	ITU-T Recommendation G.806 (2006) Characteristics of transport equipment - Description methodology and generic functionality
[ITU-T G.809]	ITU-T Recommendation G.809 (2003) Functional architecture of connectionless layer networks
[ITU-T G.826]	ITU-T Recommendation G.826 (2002) End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections
[ITU-T G.7710/Y.1701]	ITU-T Recommendation G.7710/Y.1701 (2001) Common equipment management function requirements
[ITU-T G.8010/Y.1306]	ITU-T Recommendation G.8010/Y.1306 (2004) Architecture of Ethernet

	layer networks
[ITU-T G.8021/Y.1341]	ITU-T Recommendation G.8021/Y.1341 (2004) Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks
[ITU-T G.8031/Y.1342]	ITU-T Recommendation G.8031/Y.1342 (2006) Ethernet protection switching
[ITU-T M.1400]	ITU-T Recommendation M.1400 (2006) Designations for interconnections among operators' networks
[ITU-T O.150]	ITU-T Recommendation O.150 (1996) General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment
[ITU-T T.50]	ITU-T Recommendation T.50 (1992) International Reference Alphabet (IRA) (Formerly International Alphabet No. 5 or IAS) - Information technology - 7-bit coded character set for information interchange
[ITU-T Y.1730]	ITU-T Recommendation Y.1730 (2004) Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services
[IEEE 802-2001]	IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture
[IEEE 802.1D-2004]	IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridges
[IEEE 802.1Q-2005]	IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks
[IEEE 802.3-2002]	Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
[IEEE 1588-2002]	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
MEF 10 (2004)	Ethernet Services Attributes: Phase 1

3 定義

3.1 他の文書で定義されている用語

本標準は、他の文書で定義されている以下の用語を使用する。

3.1.1	アダプテーション	adaptation:	[ITU-T G.809]
3.1.2	アダプテーション情報	adapted information:	[ITU-T G.809]
3.1.3	クライアント／サーバー関係	client/server relationship:	[ITU-T G.809]
3.1.4	コネクションポイント	connection point:	[ITU-T G.805]
3.1.5	コネクションレストレイル	connectionless trail:	[ITU-T G.809]
3.1.6	不具合	defect:	[ITU-T G.806]
3.1.7	ETH リンク	ETH link:	[ITU-T G.8010]

3.1.8	ETH トレイル	ETH trail:	[ITU-T G.8010]
3.1.9	故障	failure:	[ITU-T G.806]
3.1.10	フロー	flow:	[ITU-T G.809]
3.1.11	フロードメイン	flow domain:	[ITU-T G.809]
3.1.12	フロードメインフロー	flow domain flow:	[ITU-T G.809]
3.1.13	フローポイント	flow point:	[ITU-T G.809]
3.1.14	フローポイントプール	flow point pool:	[ITU-T G.809]
3.1.15	フローポイントプールリンク	flow point pool link:	[ITU-T G.809]
3.1.16	フロー終端	flow termination:	[ITU-T G.809]
3.1.17	フロー終端シンク	flow termination sink:	[ITU-T G.809]
3.1.18	フロー終端ソース	flow termination source:	[ITU-T G.809]
3.1.19	レイヤネットワーク	layer network:	[ITU-T G.809]
3.1.20	リンク	link:	[ITU-T G.805]
3.1.21	リンクコネクション	link connection:	[ITU-T G.805]
3.1.22	リンクフロー	link flow:	[ITU-T G.809]
3.1.23	マルチポイントイーサネットコネクション		
		multipoint Ethernet connection:	[ITU-T G.8010]
3.1.24	マルチポイントイーサネット接続		
		multipoint Ethernet connectivity:	[ITU-T G.8010]
3.1.25	ネットワーク	network:	[ITU-T G.809]
3.1.26	ネットワークコネクション	network connection:	[ITU-T G.805]
3.1.27	ネットワークオペレーター	network operator:	[ITU-T G.805]
3.1.28		organizationally unique identifier:	[IEEE 802]
3.1.29	ポイントツーポイントイーサネット接続		
		point-to-point Ethernet connection:	[ITU-T G.8010]
3.1.30	ポート	port:	[ITU-T G.809]
3.1.31	参照点	reference point:	[ITU-T G.809]
3.1.32	サービスプロバイダー	service provider:	[ITU-T G.805]
3.1.33	コネクション終端点	termination connection point:	[ITU-T G.805]
3.1.34	フロー終端点	termination flow point:	[ITU-T G.809]
3.1.35	フロー終端点プール	termination flow point pool:	[ITU-T G.809]
3.1.36	トラフィックユニット	traffic unit:	[ITU-T G.809]
3.1.37	トランスポート	transport:	[ITU-T G.809]
3.1.38	トランスポートエンティティ	transport entity:	[ITU-T G.809]
3.1.39	トランスポート処理機能	transport processing function:	[ITU-T G.809]
3.1.40	トレイル	trail:	[ITU-T G.805]
3.1.41	トレイル終端	trail termination:	[ITU-T G.805]

3.2 本標準で定義されている用語

本標準は、以下の用語を定義する。

3.2.1 インサーブिस OAM : インサーブिस OAM (in-service OAM) は、データトラフィックを中断しない状態で実行される OAM アクションを表す (ただし、データトラフィックは OAM アクションに対して透過的なままである。)

3.2.2 オンデマンド OAM : オンデマンド OAM (on-demand OAM) は、診断を実行する目的で、限られた期間、手動での介入によって行われる OAM アクションを表す。オンデマンド OAM によって、診断中に単発的または定期的な OAM アクションが発生する場合がある。

3.2.3 アウトオブサービス OAM : アウトオブサービス OAM (out-of-service OAM) は、データトラフィックを中断した状態で実行される OAM アクションを表す。

3.2.4 プロアクティブ OAM : プロアクティブ OAM (proactive OAM) は、故障および/またはパフォーマンス監視結果の先行的なレポートを可能にするために、継続的に実行される OAM アクションを表す。

4 略語および頭辞語

本標準は、以下の略語を使用する。

1DM	One-way Delay Measurement	1-ウェイ遅延測定
AIS	Alarm Indication Signal	警報表示信号
APS	Automatic Protection Switching	自動予備切替
CCM	Continuity Check Message	導通チェックメッセージ
CE	Customer Edge	カスタマーエッジ
CoS	Class of Service	サービスクラス
CP	Connection Point	接続ポイント
DA	Destination MAC Address	宛先 MAC アドレス
DMM	Delay Measurement Message	遅延測定メッセージ
DMR	Delay Measurement Reply	遅延測定応答
ETH	Ethernet MAC layer network	イーサネット MAC レイヤネットワーク
ETH-AIS	Ethernet Alarm Indication Signal function	イーサネット警報表示信号機能
ETH-APS	Ethernet Automatic Protection Switching function	イーサネット自動予備切替機能
ETH-CC	Ethernet Continuity Check function	イーサネット導通チェック機能
ETH-DM	Ethernet Delay Measurement function	イーサネット遅延測定機能
ETH-EXP	Ethernet Experimental OAM function	イーサネット実験的 OAM 機能
ETH_FP	Ethernet Flow Point	イーサネットフローポイント

ETH-LB	Ethernet LoopBack function	イーサネットループバック
ETH-LCK	Ethernet Lock signal function	イーサネットロック信号機能
ETH-LM	Ethernet Loss Measurement function	イーサネットロス測定機能
ETH-LT	Ethernet Link Trace function	イーサネットリンクトレース機能
ETH-MCC	Ethernet Maintenance Communication Channel function	イーサネット保守用通信チャンネル機能
ETH-RDI	Ethernet Remote Defect Indication function	イーサネット対局劣化表示機能
ETH-Test	Ethernet Test function	イーサネットテスト機能
ETH-TFP	Ethernet Termination Flow Point	イーサネットフロー終端ポイント
ETH-VSP	Ethernet Vendor-Specific OAM function	イーサネットベンダー独自 OAM 機能
ETY	Ethernet PHY layer network	イーサネット PHY レイヤネットワーク
EXM	Experimental operations, administration and management Message	実験的 OAM メッセージ
EXR	Experimental operations, administration and management Reply	イーサネット OAM 応答
FD	Flow Domain	フロードメイン
FP	Flow Point	フローポイント
FPP	Flow Point Pool	フローポイントプール
FT	Flow Termination	フロー終端
ICC	ITU Carrier Code	ITU 通信事業者コード
LBM	LoopBack Message	ループバックメッセージ
LBR	LoopBack Reply	ループバック応答
LCK	Locked	ロック
LMI	Local Management Interface	ローカル管理インタフェース
LMM	Loss Measurement Message	ロス測定メッセージ
LMR	Loss Measurement Reply	ロス測定応答
LOC	Loss of Continuity	導通断
LTM	Link Trace Message	リンクトレースメッセージ
LTR	Link Trace Reply	リンクトレース応答
MAC	Media Access Control	メディアアクセスコントロール
MC	Media Converter	メディアコンバーター
MCC	Maintenance Communication Channel	管理用通信チャンネル
ME	Maintenance Entity	メンテナンスエンティティ
MEG	Maintenance Entity Group	メンテナンスエンティティグループ
MEL	MEG Level	MEG レベル
MEP	MEG End Point	MEG エンドポイント
MIB	Management Information Base	管理情報基盤

MIP	MEG Intermediate Point	MEG 中間ポイント
NMS	Network Management System	ネットワーク管理システム
NNI	Network Node Interface	ネットワークノードインタフェース
NT	Network Termination	ネットワーク終端
OAM	Operations, Administration and Maintenance	運用、管理、および保守
OSS	Operations Support System	運用支援システム
OTN	Optical Transport Network	光トランスポートネットワーク
OUI	Organizationally Unique Identifier	組織的一意識別子
PDU	Protocol Data Unit	プロトコルデータユニット
PE	Provider Edge	プロバイダーエッジ
PHY	Ethernet PHYsical layer entity	イーサネット PHY (物理) レイヤ エンティティ
PRBS	Pseudo-Random Bit Sequence	疑似ランダムビットシーケンス
RDI	Remote Defect Indication	対局劣化表示
SA	Source MAC Address	送信元 MAC アドレス
SES	Severely Errored Seconds	重大エラー秒数
SLA	Service level Agreement	サービスレベル合意
SRV	Server	サーバー
STP	Spanning Tree Protocol	スパニングツリープロトコル
TC	Traffic Conditioning	トラフィック状態
TCI	Tag Control Information	タグコントロール情報
TFP	Termination Flow Point	フロー終端ポイント
TFPP	Termination Flow Point Pool	フロー終端ポイントプール
TLV	Type, Length, Value	タイプ、長さ、値
TrCP	Traffic Conditioning Point	トラフィック調整ポイント
TST	Test PDU	テスト PDU
TTL	Time To Live	生存時間
UMC	Unique MEG ID Code	一意 MEG ID コード
UNI	User Network Interface	ユーザーネットワークインタフェース
UNI-C	Customer side of UNI	UNI のカスタマー側
UNI-N	Network side of UNI	UNI のネットワーク側
VID	VLAN Identifier	VLAN 識別子
VLAN	Virtual LAN	仮想 LAN
VSM	Vendor-Specific OAM Message	ベンダー独自 OAM メッセージ
VSR	Vendor-Specific OAM Reply	ベンダー独自 OAM 応答

5 規約

本標準で記述するコネクショントラフィックレイヤネットワークおよびコネクショントラフィックレスレイヤネットワークの図に関する規約は、ITU-T 勧告 G.805、G.809、および G.8010 の規約と同じである。

本標準では、次の OAM 用語および図に関する規約を定義する。

5.1 メンテナンスエンティティ (ME)

メンテナンスエンティティ (ME) は管理を必要とするエンティティであり、2 つの ME グループのエンドポイント (5.3 章参照) 間の関係である。イーサネットワークにおける ME は ITU-T G.8010 の図 23 (図 5-1 参照)、G.8010 の図 24 および Y.1730 の 9 章に記述されている。ME は入れ子にすることができるが、オーバーラップすることはできない。

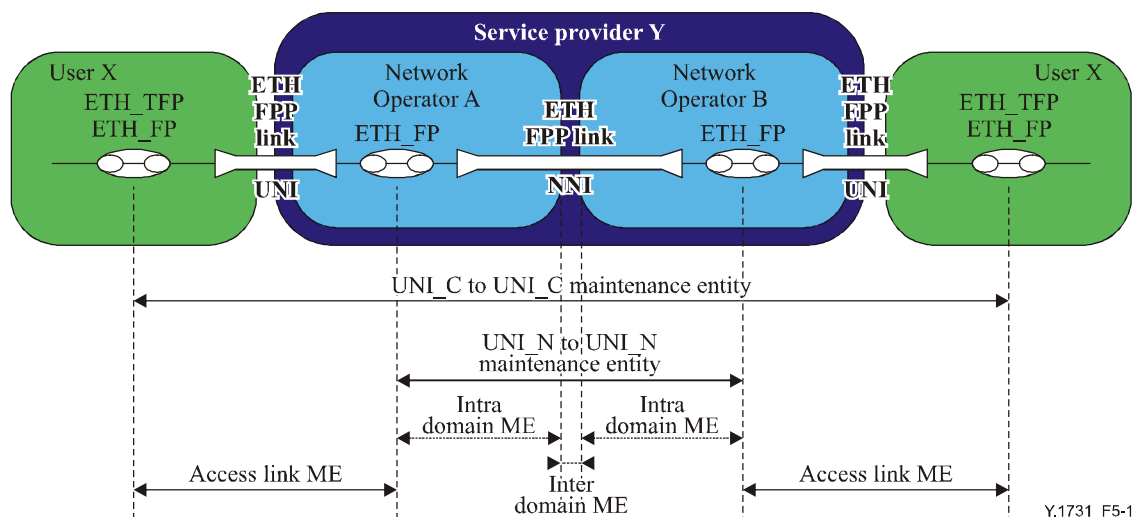


図 5-1 - ITU-T G.8010 図23に示された管理可能ドメインのポイントツーポイント接続に関連するMEの例

ITU-T G.8010 および Y.1730 で定義されているように ME のマッピングは表 5-1 で示される。

表 5-1 - ITU-T 勧告 G.8010 および Y.1730 で定義されている ME

G.8010/Y.1306 ME	ME Y.1730 ME
UNI_C/UNI_C ME	UNI-UNI (カスタマー)
UNI_N/UNI_N ME	UNI-UNI (プロバイダー)
ドメイン内 ME	プロバイダー内セグメント (PE-PE)
ドメイン間 ME	プロバイダー間セグメント (PE-PE) (プロバイダー-プロバイダー)
アクセスリンク ME	ETY リンク OAM - UNI (カスタマー-プロバイダー)
ドメイン間 ME	ETY リンク OAM - NNI (オペレーター-オペレーター)

5.2 メンテナンスエンティティグループ (MEG)

ME グループ (MEG) は、次の条件を満たすさまざまな ME が含まれる。

- MEG 内の ME は同じ管理境界内に存在する。なおかつ
- MEG 内の ME は MEG レベル (5.6 節参照) が同じである。なおかつ

- MEG 内の ME は、同一のエンドツーエンド ETH 接続（コネクション）またはマルチポイント ETH 接続（コネクション）に属する。

ポイントツーポイント ETH 接続の場合、MEG には 1 個の ME が含まれる。n 個のエンドポイントを含むマルチポイント ETH 接続の場合、MEG には $n*(n-1)/2$ 個の ME が含まれる。

5.3 MEGエンドポイント(MEP)

MEG エンドポイント（MEP）は、障害管理およびパフォーマンス監視のための OAM フレームの生成と終端が可能な ETH MEG のエンドポイントをマークする。OAM フレームは、トランジット ETH フローとは区別される。OAM フレームは、トランジット ETH フローの集合に追加され、転送に関して監視対象のトランジット ETH フローと同じ取り扱いを受けるものと見なされる。MEP は、トランジット ETH フローに新しい転送識別子を追加しない。MEP は、トランジット ETH フローを終端しないが、フローを観察することはできる（フレームのカウントなど）。

MEP は、ITU-T 勧告 G.8021 に規定されるとおりアトミック関数を使って記述可能であるが、この点については本標準の範囲外である。

5.3.1 サーバー-MEP

サーバー-MEP は、サーバーレイヤ終端機能とサーバー/ETH アダプテーション機能の複合機能を表し、サーバーレイヤ終端機能またはサーバー/ETH アダプテーション機能によって障害が検出された際の、ETH レイヤ MEP への通知に使用する。この場合は、サーバーレイヤ終端機能がサーバーレイヤ固有の OAM メカニズムを実行することが要求される。

注 - サーバー-MEP は ETH-AIS 機能（7.4 節に記述）をサポートする必要がある。サーバーレイヤ終端および/またはアダプテーション機能によってサーバーレイヤの障害が検出されたときに、ETH-AIS 情報を含むフレームを生成するために、サーバー-MEP はサーバー/ETH アダプテーション機能が必要である。

サーバー-MEP は、ITU-T 勧告 G.8021 に規定されるとおりアトミック関数を使って記述可能であるが、この点については本標準の範囲外である。

5.4 MEG中間ポイント(MIP)

MEG 中間ポイント（MIP）は、ある種の OAM フレームに反応することのできる MEG 内の中間点である。MIP は OAM フレームを生成しない。MIP はトランジット ETH フローに対して何のアクションも実行しない。

MIP は、ITU-T 勧告 G.8021 に規定されるとおりアトミック関数を使って記述可能であるが、この点については本標準の範囲外である。

5.5 トラフィック調整ポイント(TrCP)

トラフィック調整ポイント（TrCP）は、ITU-T 勧告 G.8010 で規定される ETH トラフィック調整機能を実

行できる ETH フローポイントである。

5.6 MEGレベル

MEG を入れ子にする場合、各 MEG の OAM フローは明確に識別可能でなければならず、他の MEG の OAM フローと切り離されている必要がある。OAM フローが ETH レイヤカプセル化に基づいて区別できない場合、OAM フレーム内の MEG レベルによって、入れ子になった MEG の OAM フロー同士が区別される。

さまざまなネットワーク導入シナリオに対応するため、8 個の MEG レベルを使用することができる。

カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターのデータパスフローを、ETH レイヤカプセル化に基づいて区別することができない場合、これらの中で 8 個の MEG レベルを共有し、カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターの入れ子になった MEG に属する OAM フレーム同士を区別することができる。カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターロール間でのデフォルトの MEG レベル割り当ては、次のとおりである。

カスタマーロールには、3 個の MEG レベル (7、6、5) が割り当てられる。

プロバイダーロールには、2 個の MEG レベル (4、3) が割り当てられる。

オペレーターロールには、3 個の MEG レベル (2、1、0) が割り当てられる。

カスタマー、プロバイダー、および/またはオペレーターロール間での相互同意により、デフォルトの MEG レベル割り当てを変更することができる。

8 個の MEG レベルがあるが、全部の MEG レベルを使用できるわけではない。8 個の MEG レベル全部を使用しない場合、MEG レベルの連続性については制限がない (例、MEG レベル 7、5、2、0 を使用することができる)。使用する MEG レベルの数は、ETH レイヤカプセル化によって区別不可能な、OAM フローの入れ子になった ME 数によって異なる。

特定の環境におけるロール別の MEG レベルの具体的な割り当ては、本標準の範囲外である。ITU-T 勧告 G.8010 に、いくつかの例が記載されている。

5.7 OAM透過性 (Transparency)

OAM の透過性とは、MEG が入れ子の場合に、上位レベルの MEG に属する OAM フレームが他の下位レベルの MEG を介して透過的に転送されることを可能にする能力のことを言う。

管理ドメインに属する OAM フレームは、その管理ドメインの境界に存在する MEP で生成および終端される。管理ドメイン内の MEG に対応する OAM フレームは、その管理ドメインから外部への漏出が MEP によって防止される。ただし、MEP が存在しない場合や故障している場合には、対応する OAM フレームが管理ドメインから外部に出る可能性がある。

同様に、管理ドメインの境界に存在する MEP は、他の管理ドメインに属する OAM フレームから管理ドメ

インを保護する。MEP は、上位レベルの ME に属する外の管理ドメインからの OAM フレームが透過的に通過させることができる。しかるに、同じレベルまたはより下位レベルの ME に属する、外部の管理ドメインからの OAM フレームは MEP によってブロックする。

5.6 節で前述したように、MEG レベルをプロバイダーおよびオペレーターロールと共有しない場合には、カスタマーロールは 8 個の MEG レベルのうち任意のレベルを使用できる。ただし、プロバイダーおよびオペレーターロールと MEG レベルを共有する場合には、プロバイダーおよびまたはオペレーターの管理ドメインにおけるカスタマー OAM フレームの透過性は、相互に同意した MEG レベル（例、デフォルトの MEG レベル 7、6、5）についてのみ保証される。同様に、MEG レベルを共有する場合、オペレーターの管理ドメインにおけるプロバイダー OAM フレームの透過性は、相互に同意した MEG レベル（例、デフォルトの MEG レベル 4 および 3）について保証され、オペレーターロールはデフォルトの MEG レベル 2、1、0 を使用することができる。

MEP アトミック関数で OAM フィルタリングプロセスを実装することにより、OAM フレームの漏出を防止することができる。

5.8 オクテットの表記

本標準において、オクテットは IEEE802.1D で定義された方法で表記する。

連続的なオクテットを使用して 2 進数を表記する場合、下位のオクテット値が最上位値となる。たとえば、図 5-2 の Octet1 および Octet2 が 2 進数を表す場合、Octet1 が最上位値である。

オクテットの中のビットは 1 から 8 の番号で表され、ビット 1 が最下位ビット (LSB) で、ビット 8 が最上位ビット (MSB) である。

	1	2	3	4
	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1
1	Octet1	Octet2	Octet3	Octet4
5	Octet5	Octet6	Octet7	Octet8
9	Octet9	Octet10	Octet11	Octet12
:				

図5-2 - PDUフォーマットの例

6 OAMの関係

6.1 Mes、MEPs、MIPs、TrCPsの関係

付録 II に、MEG、MEP、および MIP をさまざまな MEG レベルで導入する方法と、TrCP が配置される可能性のある場所を示すさまざまなネットワークシナリオを提供している。

注 - 付録 II に記載されたネットワークシナリオ例は、すべての MEG および対応する MEP と MIP を網羅するわけではない。たとえば、プロバイダーがカスタマー MIP を提供することはできない。

6.2 MEGとMEGレベルの関係

管理ドメインに対応付けられた MEP は、割り当て済みの MEG レベルで動作する。2つの管理ドメイン間の MEG に対応付けられたドメイン間 MEP は、対応するドメイン間 OAM フローがどちらの管理ドメインにも漏出しないよう、2つの管理ドメイン間で同意された MEG レベルで動作することができる。ドメイン間 OAM フローのデフォルトの MEG レベルは 0 である。

表 6-1 は、ITU-T G.8010 および Y.1730 に従って MEG レベルを共有するカスタマー、プロバイダー、およびオペレーター管理ドメインのコンテキストでの、MEG に対して割り当て可能な MEG レベルを示す。

表 6-1 - 共有 MEG レベルに対応する MEG レベル割り当ての例

G.8010/Y.1306 MEG	Y.1730 ME	MEG レベル
UNI_C/UNI-C ME	UNI-UNI (カスタマー)	7、6、または5
UNI_N/UNI-N ME	UNI-UNI (プロバイダー)	4 または 3
ドメイン内 ME	プロバイダー内セグメント(PE-PE)	4 または 3
ドメイン間 ME	プロバイダー間セグメント(PE-PE) (プロバイダープロバイダー)	0 (デフォルト)
アクセスリンク ME	ETY リンク OAM - UNI (カスタマープロバイダー)	0 (デフォルト)
Inter-Domain ME (ドメイン間 ME)	ETY リンク OAM - NNI (オペレーターオペレーター)	0 (デフォルト)

5.6 節で前述したように、カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターの入れ子になった MEG の OAM フローが ETH レイヤカプセル化に基づいて区別できない場合、MEG レベルが共有される。ただし、カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターの入れ子になった MEG の OAM フローが ETH レイヤカプセル化に基づいて区別できる場合には、ドメイン間 MEG を例外として、MEG レベルは共有されない (例、カスタマーとプロバイダー間の MEG、プロバイダーとオペレーター間の MEG、オペレーター間の MEG、プロバイダー間の ME など)。

表 6-2 は、MEG レベルを共有しないドメイン間 ME を必要とするカスタマー、プロバイダー、およびオペレーター管理ドメインのコンテキストでの、ME に対して割り当て可能な MEG レベルを示す。

表 6-2 - 独立した MEG レベルに対応する MEG レベル割り当ての例

G.8010/Y.1306 MEG	Y.1730 ME	MEG レベル
UNI_C/UNI-C ME	UNI-UNI (カスタマー)	7~1
UNI_N/UNI-N ME	UNI-UNI (プロバイダー)	7~1
ドメイン内 ME	プロバイダー内セグメント(PE-PE)	7~1
ドメイン間 ME	プロバイダー間セグメント(PE-PE) (プロバイダープロバイダー)	0 (デフォルト)
アクセスリンク ME	ETY リンク OAM - UNI (カスタマープロバイダー)	0 (デフォルト)
ドメイン間 ME	ETY リンク OAM - NNI (オペレーターオペレーター)	0 (デフォルト)

さらに、ドメイン間 ME が不要な場合、各カスタマー、プロバイダー、およびオペレーターが 8 個の MEG レベル全部を使用することができる。ただし、5.6 節で前述したように、すべての MEG レベルが使用可能というわけではない。

6.3 MEP、MIPの構成

MEP および MIP は、マネジメントプレーンおよび/またはコントロールプレーンを介して設定する。マネジメントプレーンの設定は、各デバイスの手動でのローカル管理、またはネットワーク管理システム(NMS)を使用して実行することができる。

この設定については、本標準の範囲外である。

7 故障管理用のOAM機能

故障管理用の OAM 機能は、種々の障害状態の検出、検査、位置確認および通知を可能にする。

付録 I に、OAM 機能を使用して検出できる種々の障害状態の概要を示す。

7.1 イーサネット導通チェック (ETH-CC)

イーサネット導通チェック機能(ETH-CC: Ethernet Continuity Check)は、プロアクティブ OAM に使用する。この機能は、MEG 内の任意の MEP ペア間での導通断 (LOC:Loss of Continuity) を検出する。ETH-CC を使用すると、2 つの MEG 間での想定外の接続 (Mismerge) や、予期されない MEP による MEG 内での想定外の接続 (Unexpected MEP)、およびその他の障害条件の検出も可能になる (例、Unexpected MEG Level、Unexpected Period など)。ETH-CC は、障害管理、パフォーマンス監視、または予備切替アプリケーションに適用可能である。

MEP は、予期されない ETH-CC 情報を含むフレームの受信を常にレポートする必要がある。MEG 内で ETH-CC 伝送を有効または無効にすることができる。MEG で ETH-CC 伝送が有効な場合、すべての MEP が MEG 内の他のすべての MEP に、ETH-CC 情報を含むフレームを定期的送信することができる。ETH-CC 転送周期は、MEG 内のすべての MEP で同じである。MEP が ETH-CC 情報を含むフレームを生成可能な場合、その MEP は、MEG 内のピア MEP から ETH-CC 情報を含むフレームを受信することを想定する。

MEG で ETH-CC 伝送が無効な場合、どの MEP も ETH-CC 情報を含むフレームを送信できない。

各 MEP で ETH-CC をサポートするために必要な設定情報は、次のとおりである。

MEG ID : MEP が属する MEG を識別する。

MEP ID : MEG における MEP 固有のアイデンティティ

ピア MEP ID のリスト : MEG 内のピア MEP のリスト。1 つの ME を使用するポイントツーポイント MEG の場合、このリストはピア用の 1 つの MEP ID で構成される。

MEG レベル : MEP が存在する MEG レベル

ETH-CC 転送周期 : 用途によって異なる。ETH-CC には次の 3 種類の用途がある (用途別にデフォルトの転送周期が指定される)。

- 障害管理 : デフォルトの転送周期は 1 秒 (すなわち、1 フレーム/秒の伝送速度)
- パフォーマンス監視 : デフォルトの転送周期は 100 ミリ秒 (すなわち、10 フレーム/秒の伝送速度)
- 切替 : デフォルトの転送周期は 3.33 ミリ秒 (すなわち、300 フレーム/秒の伝送速度)

優先度：ETH-CC 情報を含むフレームの優先度を表す。デフォルトでは、ETH-CC 情報を含むフレームは、そのデータトラフィックで使用可能な最高の優先度で伝送される。この優先度は設定可能である。

廃棄適格性：ETH-CC 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。廃棄適格性は必ずしも設定されるとは限らない。

MIP は ETH-CC 情報に対して透過的であるため、ETH-CC をサポートするための設定情報は不要である。

MEP が ETH-CC 転送周期の 3.5 倍相当のインターバルにわたって (ピア MEP リストに含まれる) ピア MEP から ETH-CC 情報を受信しなかった場合、そのピア MEP との LOC を検出する。このインターバルは、ピア MEP からの ETH-CC 情報を含むフレームが 3 個連続して失われたことに相当する。ETH-CC は、7.1.2 項で説明するその他の障害条件も検出可能である。

ETH-CC 情報に使用される OAM PDU は、CCM である (9.2 節に記述)。CCM PDU を含むフレームを CCM フレームという。

7.1.1 CCM(ETH-CC情報を含む)の送信

ETH-CC が有効な場合、MEP は設定された転送周期に基づき CCM フレームを定期的を送信する。転送周期は、次の 7 通りの値のいずれかに設定できる。

- 3.33 ミリ秒：予備切替アプリケーション用のデフォルトの転送周期 (300 フレーム/秒の伝送速度)
- 10 ミリ秒：(100 フレーム/秒の伝送速度)
- 100 ミリ秒：パフォーマンス監視アプリケーション用のデフォルトの転送周期 (10 フレーム/秒の伝送速度)
- 1 秒：障害管理アプリケーション用のデフォルトの伝送機関 (1 フレーム/秒の伝送速度)
- 10 秒：(6 フレーム/分の伝送速度)
- 1 分：(1 フレーム/秒の伝送速度)
- 10 分：(6 フレーム/時間の伝送速度)

注 - 転送周期には 7 通りの値があるが、ETH-CC のアプリケーション分野に基づくデフォルト値を使用することを推奨する。アプリケーション分野のデフォルト値以外の転送周期を使用する場合、目的とするアプリケーションの動作は保証されない。

CCM のピリオド (period) フィールドは、送信側の MEP で設定された転送周期の値で送信されるので、送信側 MEP と受信側 MEP で転送周期が一致しない場合、受信側の MEP が Unexpected Period を検出する可能性がある。

7.1.2 CCM(ETH-CC情報を含む)の受信

MEP は CCM フレームを受信すると、フレームを検証して、そのフレームの MEG ID が受信側 MEP の MEG ID と一致するかどうか、および CCM フレーム内の MEP ID が設定されているピア MEP ID リストのいずれ

れかの MEP ID と一致するかどうかを確認する。CCM フレーム内の情報が受信側 MEP でカタログ化される。

CCM フレームによって、さまざまな障害条件の検出が可能になる。具体的には次のとおりである。

- 受信側 MEP の CCM 転送周期の 3.5 倍相当のインターバルにわたってピア MEP から CCM フレームを受信しなかった場合、ピア MEP との LOC を検出する。
- 受信側 MEP の MEG レベルより低い MEG レベルの CCM を受信した場合、Unexpected MEG Level を検出する。
- 受信側 MEP と MEG レベルが同じでも、受信側 MEP の MEG ID と異なる MEG ID を含む CCM フレームを受信した場合、Mismmerge を検出する。
- 同じ MEG レベル、正しい MEG ID を含んでいても、不正な MEP ID（受信側 MEP 自身の MEP ID など）を含む CCM フレームを受信した場合、Unexpected MEP を検出する。
- 正しい MEG レベル、MEG ID、および正しい MEP ID を含んでいても、受信側 MEP の CCM 転送周期とは異なる period フィールド値を含む CCM フレームを受信した場合、Unexpected Period を検出する。

受信側 MEP は、上記の障害条件を検出した場合、機器の障害管理プロセスに通知する必要がある。

7.2 イーサネットループバック (ETH-LB)

イーサネットループバック機能 (ETH-LB: Ethernet Loopback) は、MEP と MIP またはピア MEP との接続を確認する。次の 2 つの ETH-LB タイプがある。

- ユニキャスト ETH-LB
- マルチキャスト ETH-LB

7.2.1 ユニキャストETH-LB

ユニキャスト ETH-LB は、次の用途に使用できるオンデマンド OAM 機能である。

- MEP と MIP またはピア MEP との双方向接続の確認
- ピア MEP のペア間での双方向インサービスまたはアウトオブサービス診断テストの実行。これには帯域幅スループットの確認、ビットエラーの検出などが含まれる。

ユニキャスト ETH-LB 情報を含むフレームは、オンデマンドコマンドのタイプに応じて、1 回限りの送信、反復的な送信など、いくつかの方法で伝送することができる。個々のオンデマンドコマンドのタイプについては、本標準の範囲外である。

双方向接続を確認する場合は、MEP は ETH-LB 要求情報を含むユニキャストフレームを送信し、MIP またはピア MEP から、一定時間内に ETH-LB 応答情報を含むユニキャストフレームを受信するものとする。MIP またはピア MEP の識別は、MAC アドレスによる。この MAC アドレスがユニキャスト要求フレームの DA にエンコードされる。MEP が一定時間内に ETH-LB 応答情報を含むユニキャストフレームを受信できなかった場合、MIP またはピア MEP との接続が失われているものと見なされる。ユニキャスト ETH-LB を使用して、MEP と MIP またはピア MEP との間でさまざまなフレームサイズでの双方向接続をテストすることも可能である。

双方向診断テストを実行する場合、MEP はピア MEP に対して ETH-LB 要求情報を含むユニキャストフレームを送信する。この ETH-LB 要求情報には、テストパターンが含まれる。アウトオブサービス診断テストを実行する場合、診断対象の ME のどちらにも、データトラフィックは配信されない。その代わりに、MEP は ME のいずれかの側の直接的な MEG レベルで、ETH-LCK 情報（7.6 節に記述）を含むフレームを送信するように設定される。

注 1 - ユニキャスト ETH-LB を使用して実行できるのは、どのような場合も 2 つの用途のうち一方のみである。一方の用途（接続の確認または診断テスト）に関連する未処理のオンデマンドコマンドが終了しない限り、もう一方の用途で新しいオンデマンドコマンドを処理することはできない。

注 2 - データトラフィックに悪影響を及ぼさずに、インサービスでの双方向接続の確認またはインサービスでの双方向診断テストのため、ユニキャスト ETH-LB 情報を含むフレームを送信できる最大の速度については、本標準の範囲外である。この問題は、ユニキャスト ETH-LB のユーザーとサービスのユーザーとの相互間の同意による。

ユニキャスト ETH-LB をサポートするために MEP に必要な設定情報は、次のとおりである。

- MEG レベル：MEP が存在する MEG レベル
- ETH-LB の送信先となるリモート MIP または MEP のユニキャスト MAC アドレス。この情報は設定変更可能である。

- データ：任意指定の要素。データの長さおよび内容は MEP で設定可能である。内容としては、テストパターンや任意指定のチェックサムを使用できる。テストパターンの例としては、ITU-T O.150 の 5.8 節で指定される擬似ランダムビットシーケンス (PRBS) (2³¹-1)、オール”0”のパターンなどがある。双方向診断テストを実行する場合は、MEP に対応するテスト信号ジェネレータおよびテスト信号ディテクタの設定が必要である。
- 優先度：ユニキャスト ETH-LB 情報を含むフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性：輻輳発生時におけるユニキャスト ETH-LB 情報を含むフレームの廃棄に関する適格性を表す。

注 3 - 反復的な送信を行う場合、反復速度、反復の合計インターバルなど、追加的な設定情報が必要な場合がある。これらの追加的な設定情報については、本標準の範囲外である。

リモート MIP または MEP は、自分自身にアドレス指定された ETH-LB 要求情報を含むユニキャストフレームを受信すると、ETH-LB 応答情報を含むユニキャストフレームで応答する。

ユニキャスト ETH-LB をサポートするために MIP に必要な設定情報は、次のとおりである。

- MEG レベル：MIP が存在する MEG レベル

ユニキャスト LB 要求情報に使用する OAM PDU は、LBM である (9.3 節に記述)。ユニキャスト LB 応答情報に使用する OAM PDU は、LBR である (9.4 節に記述)。LBM PDU を含むユニキャストフレームを、ユニキャスト LBM フレームという。LBR PDU を含むユニキャストフレームを、ユニキャスト LBR フレームという。

7.2.1.1 ユニキャストルーブバックメッセージ(LBM)転送

ユニキャスト LBM フレームは、MEP によってオンデマンドベースで送信される。双方向接続を確認する場合、MEP はリモート MIP またはリモートピア MEP を宛先とし、Transaction ID/Sequence Number フィールドに特定のトランザクション ID を挿入したユニキャスト LBM フレームを送信する。ユニキャスト LBM フレームの送信後、MEP は 5 秒以内にユニキャスト LBR フレームを受信することを想定する。したがって、送信されたトランザクション ID は、ユニキャスト LBM フレームの送信後、最低 5 秒間にわたって保持される。ユニキャスト LBM フレームごとに異なるトランザクション ID を使用する必要がある。また、同じ MEP から同じトランザクション ID を、1 分以内に繰り返し使用することはできない。

MEP は任意にデータ TLV またはテスト TLV を使用することができる。さまざまなフレームサイズが正常に送信されるかどうかをチェックする目的で設定する場合、MEP はデータ TLV を使用する。ただし、診断テストの目的で使用する場合には、MEP はテスト TLV を使用して、リモートピア MEP 宛のユニキャスト LBM フレームを送信する。テスト TLV は、MEP に対応するテスト信号ジェネレータによって生成されたテストパターンを伝送する。MEP がアウトオブサービス診断テスト用に設定されている場合、MEP はクライアント MEG レベルで、LBM フレームを発行する方向とは逆方向に、LCK フレーム (7.6 節に記述) も

生成する。

7.2.1.2 ユニキャストLBMの受信およびLBRの送信

MIP または MEP が有効なユニキャスト LBM フレームを受信すると、LBR フレームを生成し、要求側の MEP に送信する。MEG レベルが有効で、宛先 MAC アドレスが受信側の MIP または MEP の MAC アドレスと等しいユニキャスト LBM フレームが、有効な LBM フレームと見なされる。次の例外を除いて、ユニキャスト LBM フレームのすべてのフィールドが、LBR フレームにコピーされる。

- 送信元および宛先 MAC アドレスが入れ替えられる。
- OpCode フィールドが LBM から LBR に変更される。

さらに、受信側 MEP がアウトオブサービス診断テスト用に設定されている場合、MEP はクライアント MEG レベルで、LBR フレームを発行する方向とは逆方向に、LCK フレーム（7.6 節に記述）も生成する。

7.2.1.3 LBRの受信

接続確認用に設定された MEP が、ユニキャスト LBM フレームの送信後 5 秒以内に、自分自身と同じ MEG レベルを持ち、想定どおりのトランザクション ID を含む自分宛の LBR フレームを受信した場合、その LBR フレームは有効である。そうでない場合、MEP は自分宛の LBR フレームを無効と見なし廃棄する。

診断テスト用に設定された MEP が、自分自身の MEG レベルと同じ MEG レベルを持つ自分宛の LBR フレームを受信した場合、その LBR フレームは有効である。MEP に対応するテスト信号レシーバも、受信したシーケンス番号を想定されるシーケンス番号と照合して有効性を確認することができる。

MIP が自分宛の LBR フレームを受信した場合、このような LBR フレームは無効であり、MIP はこれを廃棄する必要がある。

7.2.2 マルチキャストETH-LB

マルチキャスト ETH-LB 機能は、MEP とそのピア MEP の双方向接続を確認する。マルチキャスト ETH-LB は、オンデマンド OAM 機能である。特定の MEP に関してマルチキャスト ETH-LB 機能を実行すると、その MEP はマルチキャスト ETH-LB の発信元に対し、双方向接続が検出されたピア MEP のリストを返す。

MEP に関してマルチキャスト LB を起動すると、ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームが、MEP から同じ MEG 内の他のピア MEP に送信される。MEP は一定時間内に、ピア MEP から ETH-LB 応答情報を含むユニキャストフレームを受信することを想定する。受信側の MEP は、ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームを受信すると、その ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームの有効性を確認し、0~1 秒のランダムな遅延時間後、ETH-LB 応答情報を含むユニキャストフレームを送信する。

マルチキャスト ETH-LB をサポートするために各 MEP に必要な設定情報は、次のとおりである。

- MEG レベル：MEP が存在する MEG レベル
- 優先度：ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性：ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。

MIP は、ETH-LB 要求情報を含むマルチキャストフレームに対して透過的である。したがって、マルチキャスト ETH-LB をサポートするための情報は MIP には不要である。

マルチキャスト ETH-LB 要求情報に使用する OAM PDU は、LBM である (9.3 節に記述)。ETH-LB 応答に使用する OAM PDU は、LBR である (9.4 節に記述)。LBM PDU を含むマルチキャストフレームをマルチキャスト LBM フレームという。

7.2.2.1 マルチキャストLBMの送信

マルチキャスト LBM フレームは、MEP によってオンデマンドベースで送信される。MEP は特定のトランザクション ID を含むマルチキャスト LBM フレームの送信後、5 秒以内に LBR フレームを受信することを想定する。したがって、送信されたトランザクション ID は、マルチキャスト LBM フレームの送信後、最低 5 秒間保持される。マルチキャスト LBM フレームごとに異なるトランザクション ID を使用する必要がある。また、同じ MEP から同じトランザクション ID を、1 分以内に繰り返し使用することはできない。

7.2.2.2 マルチキャストLBMの受信およびLBRの送信

MEP は有効なマルチキャスト LBM フレームを受信すると、0~1 秒のランダムな遅延時間後、LBR フレームを生成し、要求側の MEP に送信する。マルチキャスト LBM フレームの有効性は、適正な MEG レベルに基づいて判別される。

次の例外を除いて、マルチキャスト LBM フレームのすべてのフィールドが、LBR フレームにコピーされる。

- LBR フレームの送信元 MAC アドレスは、応答側の MEP のユニキャスト MAC アドレスである。LBR フレームの宛先 MAC アドレスは、マルチキャスト LBM フレームの送信元 MAC アドレスからコピーされる (ユニキャストアドレスでなければならない)。
- OpCode フィールドが LBM から LBR に変更される。

7.2.2.3 LBRの受信

MEP がマルチキャスト LBM フレームの送信後 5 秒以内に、想定されるトランザクション ID を含む LBR フレームを受信した場合、その LBR フレームは有効である。MEP が保守するトランザクション ID のリストにないトランザクション ID を含む LBR フレームを受信した場合、その LBR フレームは無効であり、廃棄される。

MIP が自分宛の LBR フレームを受信した場合、このような LBR フレームは無効であり、MIP はこれを廃

棄する必要がある。

7.3 イーサネットリンクトレース(ETH-LT)

イーサネットリンクトレース機能 (ETH-LT: Ethernet Link Trace) は、次の2つの目的で使用できるオンデマンドOAM機能である。

- 隣接関係の取得：ETH-LT機能を使用して、MEPとリモートMEPまたはMIPの隣接関係を取得することができる。ETH-LT機能の実行結果は、ソースMEPからターゲットMIPまたはMEPまでのMIPシーケンスである。各MIPおよび/またはMEPは、MACアドレスによって識別される。
- 故障点評定：ETH-LT機能を使用して、故障点評定することができる。障害（例、リンク障害、デバイス障害など）が発生したり、フォワーディングプレーンループが発生したりした場合、MIPおよび/またはMEPのシーケンスが想定されたものと食い違う可能性がある。シーケンスの相違によって、障害箇所についての情報が提供される。

ETH-LT要求情報は、MEPによってオンデマンドベースで送信される。MEPはETH-LT要求情報を含むフレームの送信後、一定の時間内にETH-LT応答情報を含むフレームを受信することを想定する。ETH-LT要求情報を含むフレームを受信したMIPおよびMEPは、ETH-LT応答情報を含むフレームを使用して、選択的に応答する。

ETH-LT要求情報を含む有効なフレームを受信したMIPまたはMEPは、次の場合にのみ、ETH-LT応答情報を含むフレームで応答する。

- MIPまたはMEPが存在するネットワーク要素が、ETH-LT要求情報に含まれるTargetMACアドレスを認識し、そのアドレスを1つのイグレスポートに対応付ける（このイグレスポートは、ETH-LT要求情報を受信したポートとは異なる）。または
- TargetMACアドレスが、MIPと同じアドレスまたはMEP自身のMACアドレスと同じである。

MIPは、ETH-LT要求情報を含むフレームをリレーすることもできる（7.3.2項に記述）。

ETH-LTをサポートするためにMEPに必要な設定情報は、次のとおりである。

- MEGレベル：MEPが存在するMEGレベル。
- 優先度：ETH-LT要求情報を含むフレームの優先度を表す。この情報はオペレーション毎に設定される。
- 廃棄適格性：ETH-LT情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。この情報は必ずしも設定されない。
- ETH-LTの目的となるターゲットMACアドレス（通常、MEGのMIPまたはMEPであるが、これに限定されない。）
- TTL：受信者はETH-LT要求情報が終端されるフレームかどうかを決定してよい。TTLは、ETH-LT要求情報のフレームが中継される毎に、減少される。TTLが1以下のETH-LT要求情報のフレームは、

中継されない。

ETH-LT をサポートするための MIP によって要求される特定の設定情報は以下のとおりである。

- MEG レベル : MIP が存在する MEG レベル

ETH-LT 要求情報のために用いられる PDU は、9.5 節に記述されているように、LTM である。ETH-LT 応答情報のために用いられる PDU は、9.6 節に記述されているように、LTR である。LTM PDU を運ぶフレームは LTM フレームと呼ぶ。LTR PDU を運ぶフレームは LTR フレームと呼ぶ。

注 1 - MIP または MEP が応答するためには、MIP または MEP を含む各ネットワーク要素が、受信した LTM フレーム内の TargetMAC アドレスを認識している必要がある。そのため、MEP は LTM フレームを送信する前に、TargetMAC アドレスへのユニキャスト ETH-LB を実行することができる。これにより、同じ MEG 内で TargetMAC が到達可能な場合、TargetMAC アドレスへのパス上に存在するネットワーク要素に、TargetMAC アドレスへのルートに関する情報が確保される。

注 2 - 障害条件が発生すると、TargetMAC アドレスへのルートに関する情報は、一定時間後に期限切れになる可能性がある。ルートに関する情報を提供するためには、期限切れになる前に ETH-LT 機能を実行する必要がある。

7.3.1 LTMの送信

LTMフレームはオンデマンド方式のMEPによって送信される。もしMEPがイングレスポート上に存在する場合、LTMフレームは、ネットワークエレメント自身のETH-LTレスポonderに向けて転送される。また一方で、MEPがイグレスポートにある場合は、LTMフレームはそのイグレスポートから送信される。

LTMフレームは、LTMフレームを生成するネットワークエレメントを識別するためのLTMイグレス識別子のTLVを含む。

MEP が特定のトランザクション番号を持つ LTM フレームを送信後、5 秒以内に LTR フレームを受信することを想定している。したがって、送信された各 LTM フレームのトランザクション番号は、LTM フレーム送信後、少なくとも 5 秒間保持される。すべての LTM フレームは異なるトランザクション番号を使用しなければならない。また、同じ MEP から同じトランザクション ID を、1 分以内に繰り返し使用することはできない。

7.3.2 LTMの受信、転送、およびLTRの送信

MEP または MIP が LTM フレームを受信すると、LTM フレームをネットワークエレメントの ETH-LT レスポonderに転送し、ETH-LT レスポonderは以下の有効性確認を実行する。

- 受信した MEP または MIP 自身の MEG レベルと同じ MEG レベルを有する LTM フレームにたいして

のみ以下の有効性確認を実行する。

- まず、LTM フレームの TTL フィールド値がチェックされる。TTL フィールド値が”0”のときは、LTM フレームは廃棄される。（“0”の TTL フィールド値は無効の値である。）
- さらに、LTM イグレス拡張子の TLV の有無がチェックされ、含まれていなければその LTM フレームは廃棄される。

LTM フレームが有効な場合、ETH-LT レスポンダーは下記を行う：

- 受信した LTM フレームが持つ OriginMAC アドレスから、LTR フレーム用の宛先アドレスを決定する。
- ネットワークエレメントが、LTM フレームの TargetMAC アドレスをある単一の（イグレスポートが イングレスポートと同一でない）イグレスポートに関係づける場合、あるいは LTM フレームが MIP または MEP で終端される場合(TargetMAC アドレスが MIP または MEP 自身の MAC アドレスである場合は、LTR フレームは、0～1 秒の範囲のランダムな時間間隔で元の MEP に返送される。
- さらに、上記の条件が当てはまり、LTM フレームは MIP または MEP で終端しない場合(すなわち MIP で受信された時は、TargetMAC アドレスが MIP 自身のアドレスと同じでない場合、あるいは MEP で受信された場合)で、かつ LTM フレーム中の TTL フィールドは 1 以上である場合、LTM フレームはその単一のイグレスポートに転送される。中継される LTM フレームのフィールドは、次の 3 点を除いてオリジナルの LTM フレームと同じである。1 だけ減らされる TTC と、MIP 自身の MAC アドレスになるソースアドレスと、修正された LTM フレームを中継しているネットワークエレメントを識別する LTM イグレス識別子の TLV。

LTR フレームは、この LTR の送信の契機を与えた LTM の送信元と宛先を識別する LTR イグレス拡張子の TLV を含む。LTR のイグレス拡張子の TLV は、LTR フレームが反応するために生成、もしくは転送される LTM フレームのネットワークエレメントを識別する最新のイグレス識別子を含む。

このフィールドは、LTM フレームの LTM イグレス識別子の TLV として同一値を提供する。LTR イグレス識別子の TLV は、送信されたこの LTR フレームのネットワークエレメントを識別する次のイグレス識別子フィールドを含む。そして、次のホップに修正された LTM フレームを中継する。

たとえあったとしても、このフィールドは、中継されて修正された LTM フレームの LTM イグレス識別子として同じ値を提供する。

修正されない LTM フレームは、交換され、LTM フレームのフラグフィールドの FwdYes ビットは明確であり、次のイグレス識別子の中身は、未定義であり、LTR フレームの受信側で無視されることとなる。加えて、もし、イングレスポートで LTM フレームが MIP または MEP によって受信されたならば、LTR フレームは、イングレスポートで MIP または MEP で記述された中継入力 TLV を含む。

同様に、もし、イングレスポートで LTM フレームが、MEP によって受信されなかったり、イングレスポートが MIP または MEP を所持していたりしたら、LTR フレームは、イングレスポートで MIP または MEP を述べる中継出力 TLV を含む。

7.3.3 LTRの受信

LTM フレーム送信後 5 秒以内に予期されたトランザクション番号の LTR フレームを MEP が受信した場合は、その LTR フレームは有効である。MEP が持つ送信済みトランザクション番号のリストに載っていないトランザクション番号を持つ LTR フレームを MEP が受け取った場合は、その LTR フレームは無効である。MIP がそのような LTR フレームを受け取った場合は、その LTR フレームは無効である。また、MIP はそれを廃棄しなければならない。

7.4 イーサネット警報表示信号 (ETH-AIS)

イーサネットの警報表示信号機能(ETH-AIS: Ethernet Alarm Indication Signal Function)は、サーバー(sub)レイヤの異常状態の検知に付随する波及警報を抑制するのに用いる。スパニングツリープロトコル(STP)環境内には独自の回復能力が提供されているので、ETH-AIS の STP 環境内への適用は期待されていない。

ETH-AIS 情報用フレームの送信は、MEP(あるいは Server MEP)において有効または無効に設定することができる。

異常状態を検出した時、ETH-AIS 情報を備えたフレームは、(サーバーMEPを含む) MEP にてクライアント MEG レベルで生成することができる。ここで言う異常状態には、例えば以下を含んでいる。

- ETH-CC 起動中の信号故障
- ETH-CC は停止中の AIS 状態あるいは LCK 状態

注 – サーバーMEP は ETH-CC を実行しないので、サーバーMEP は、あらゆる信号故障状態を検知した時、ETH-AIS 情報を備えたフレームを送信することができる。

マルチポイント ETH 接続の場合、ETH-AIS 情報を含むフレームを受け取っても、MEP は異常状態に陥ったサーバー(sub)レイヤエンティティを特定することができない。より重要なことには、受け取った ETH-AIS 情報にその情報が含まれていないので、そのピア MEP に関連して警報抑止しなくてはならないサブセットを確定することができない。したがって ETH-AIS 情報を備えたフレームを受信した時に、その MEP は、接続されているかどうかに関わらず、全ピア MEP に対する警報を抑止することとなる。

しかしながら、ポイントツーポイント ETH 接続 (コネクション) においては、MEP は単一ピア MEP のみを持っている。したがって、ETH-AIS 情報を受信した時に警報を抑止すべきであるピア MEP の特定に関して、曖昧さはない。

ETH-AIS 情報を含むフレームを発行するように設定するのは、MEP (サーバーMEPを含む) のみである。MEP は障害条件を検出するとすぐ、設定済みのクライアント MEG レベルで、ETH-AIS を含むフレームの定期的な送信を開始することができる。MEP は障害条件が取り除かれるまで、ETH-AIS を含むフレームの定期的な送信を続ける。ETH-AIS 情報を含むフレームを受信すると、MEP は AIS 条件を検出し、すべてのピア MEP に対応付けられた LOC 警報を抑止する。AIS 条件がないときは、MEP は LOC 障害条件を検出した時点で、LOC 警報の生成を再開する。

ETH-AIS の送信をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- クライアント MEG レベル：最も近いクライアントレイヤ MIP および MEP が存在する MEG レベル
- ETH-LCK 転送周期 - ETH-LCK 情報を含むフレームを送信する周期を決定する。
- 優先度：ETH-AIS 情報を含むフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性：ETH-AIS 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。

ETH-AIS の受信をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- ローカル MEG レベル - MEP が動作する MEG レベル

MIP は ETH-AIS 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-AIS 機能をサポートするための情報は MIP には不要である。

ETH-AIS 情報を伝送する PDU は AIS である (9.7 節に記述)。AIS PDU を含むフレームを、AIS フレームという。

7.4.1 AIS の送信

MEP は障害条件を検出すると、ピア MEP と逆方向に AIS フレームを送信することができる。AIS フレーム送信の周期は、AIS 転送周期に基づく。1 秒の AIS 転送周期を推奨する。最初の AIS フレームは常に、障害条件を検出した直後に送信する必要がある。

クライアント (サブ) レイヤは、サーバー (サブ) レイヤ MEP が検出した障害条件に起因するアラームを抑止するよう通知する必要がある、複数の MEG で構成されている場合がある。サーバー (サブ) レイヤ MEP は、信号障害条件を検出すると、これらの各クライアント (サブ) レイヤ MEG に AIS フレームを送信する必要がある。この場合、すべてのクライアント (サブ) レイヤ MEG への最初の AIS フレームを、障害条件から 1 秒以内に送信する必要がある。

注 - ETH-AIS をサポートする場合、潜在的に 4094 個の VLAN 全部に 1 秒ごとに AIS フレームを発行することで、現在の機器にストレスがかかる可能性があるため、1 分の AIS 転送周期もサポートされている。AIS フレームは、使用する AIS 転送周期を Period フィールドで伝達する。

7.4.2 AIS の受信

MEP は AIS フレームを受信すると、フレームの MEG レベルが自分自身の MEG レベルと一致しているかどうかを検証する。Period フィールドにより、AIS フレームが送信される周期が示される。MEP は AIS フレームを受信した時点で、AIS 障害条件を検出する。

AIS 障害条件を検出した後、AIS 転送周期の 3.5 倍に相当するインターバルにわたって AIS フレームを受信しなかった場合、MEP は AIS 障害条件をクリアする。

7.5 イーサネット対局劣化表示 (ETH-RDI)

イーサネット対局劣化表示機能 (ETH-RDI: Ethernet Remote Defect Indication function) は、MEP がピア MEP に対し障害条件の発生を伝えるために使用できる。ETH-RDI は、ETH-CC 伝送が有効な場合にのみ使用する。

ETH-RDI には次の 2 種類の用途がある。

- シングルエンド障害の管理: 受信側の MEP が RDI 障害条件を検出すると、その障害条件は MEP 内のその他の障害条件と相関付けられ、障害原因になる可能性がある。1 つの MEP で ETH-RDI 情報を受信していない場合、MEG 全体で障害がないことを表す。
- 遠端パフォーマンス監視への貢献: 遠端 (far-end) で障害条件が発生したことを反映する。この条件はパフォーマンス監視プロセスへの入力として使用される。

障害条件下にある MEP は、ETH-RDI 情報を含むフレームを送信する。ETH-RDI 情報を含むフレームを受信した MEP は、ピア MEP で障害条件が発生したと判断する。ただし、マルチポイント ETH 接続の場合、ETH-RDI 情報を含むフレームを受信した MEP は、RDI 情報を送信した MEP 自身が障害条件のあるピア MEP のサブセットに関する情報を常に持っているとは限らないため、この情報を判別することができない。

ETH-RDI 機能をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- MEG レベル - MEP が存在する MEG レベル
- ETH-RDI 転送周期 - アプリケーションによって異なり、ETH-CC 転送周期と同じ値に設定する。
- 優先度 - ETH-RDI 情報を含むフレームの優先度を表す。ETH-CC Priority と同じプライオリティである。
- 廃棄適格性 - ETH-RDI 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。

MIP は ETH-RDI 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-RDI 機能をサポートするための情報は MIP には不要である。

ETH-RDI 情報を伝送する PDU は、CCM である (9.2 節に記述)。

7.5.1 CCMによるETH-RDIの送信

MEP はピア MEP から障害条件を検出すると、その障害条件が続く間、CCM フレームの RDI フィールドをセットする。MEP で CCM フレーム送信が有効な場合、CCM フレーム (7.1.1 節に記述) は CCM 転送周期に基づいて定期的に送信される。障害条件が解消されると、MEP はその後で送信する CCM フレームの RDI フィールドをクリアする。

7.5.2 CCMによるETH-RDIの受信

MEPはCCMフレームを受信すると、フレームのMEGレベルが自分自身に設定されたMEGレベルと一致するかどうかを確認し、RDIフィールドがセットされている場合、RDI条件を検出する。ポイントツーポイントETH接続の場合、MEPはピアMEPからRDIフィールドがクリアされた最初のCCMフレームを受信した時点で、RDI条件をクリアすることができる。マルチポイントETH接続の場合、MEPはすべてのピアMEPからRDIフィールドがクリアされたCCMフレームを受信した時点で、RDI条件をクリアすることができる。

7.6 イーサネットロック信号(ETH-LCK)

イーサネットロック信号機能(Ethernet Locked Signal、ETH-LCK)は、サーバー(サブ)レイヤMEPの管理上のロックと、その結果としてのデータトラフィック転送の中断を、そのトラフィックを待機しているMEPに伝達する。この機能によって、ETH-LCK情報を含むフレームを受信したMEPは、サーバー(サブ)レイヤMEPでの障害条件と管理ロック動作を区別することができる。MEPの管理上のロックを必要とする状況の例としては、アウトオブサービスETHテスト(7.7節に記述)がある。

MEPは管理/診断条件が解除されるまで、設定済みのクライアントMEGレベルで、ETH-LCK情報を含むフレームを定期的送信する。

MEPはETH-LCK情報を含むフレームを自分自身のMEGレベルで抽出し、MEPの信号障害条件の原因となっているLCK条件を検出する。この信号障害条件によって、クライアントMEPにAISフレームが送信される場合がある。

ETH-LCKの送信をサポートするために、MEPに必要な設定情報は次のとおりである。

- クライアントMEGレベル - 最も近いクライアントレイヤMIPおよびMEPが存在するMEGレベル。
- ETH-LCK転送周期 - ETH-LCK情報を含むフレームを送信する周期を決定する。
- プライオリティ - ETH-LCK情報を含むフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性 - ETH-LCK情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。廃棄適格性は必ずしも設定されとは限らない。

ETH-LCKの受信をサポートするために、MEPに必要な設定情報は次のとおりである。

- ローカルMEGレベル - MEPが動作するMEGレベル。

MIPはETH-LCK情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-LCK機能をサポートするための情報はMIPには不要である。

ETH-LCK情報を伝送するPDUは、LCKである(9.8節に記述)。LCKPDUを含むフレームを、AISフレームという。

7.6.1 LCKの送信

MEP は管理上の理由でロックされると、ピア MEP と逆方向に LCK フレームを送信する。LCK フレーム送信の周期は、LCK 転送周期に基づく。LCK 転送周期は、AIS 転送周期と同じである。最初の LCK フレームは常に、管理/診断動作の直後に送信する必要がある。

クライアント (サブ) レイヤは、サーバー (サブ) レイヤ MEP での設定に関連する意図的な保守/診断によるアラームを抑止するよう通知する必要がある、複数の MEG で構成されている場合がある。サーバー (サブ) レイヤ MEP は、管理上の理由でロックされると、各クライアント (サブ) レイヤ MEG に LCK フレームを送信する必要がある。この場合、すべてのクライアント (サブ) レイヤ MEG への最初の LCK フレームを、障害条件から 1 秒以内に送信する必要がある。

7.6.2 LCKの受信

MEP は LCK フレームを受信すると、フレームの MEG レベルが自分自身の MEG レベルと一致しているかどうかを検証する。Period フィールドにより、LCK フレームが送信される周期が示される。MEP は LCK フレームを受信した時点で、LCK 条件を検出する。

LCK 条件を検出した後、直前に受信した LCK フレーム内に示されている LCK 転送周期の 3.5 倍に相当するインターバルにわたって次の LCK フレームを受信しなかった場合、MEP は LCK 条件をクリアする。

7.7 イーサネットテスト信号(ETH-Test)

イーサネットテスト信号機能 (ETH-Test: Ethernet Test Signal function) は、1 ウェイのオンデマンドによるインサービスまたはアウトオブサービス診断テストを実行する。これには、帯域幅スループット、フレームロス、ビットエラーなどの確認が含まれる。

このようなテストの実行を設定すると、MEP は指定されたスループット、フレームサイズ、および送信パターンを使用し、ETH-Test 情報を含むフレームを挿入する。

アウトオブサービス ETH-Test 機能を実行する場合、診断対象のエンティティでクライアントデータトラフィックが中断される。アウトオブサービステストを設定された MEP は、直接のクライアント (サブ) レイヤで LCK フレーム (7.6 節に記述) を送信する。

インサービス ETH-Test 機能を実行する場合、データトラフィックは中断されず、ETH-Test 情報を含むフレームは、サービス帯域幅の一部しか使用しないように伝送される。ETH-Test 情報を含むフレームの伝送速度は、インサービス ETH-Test 機能に関してあらかじめ決定されている。

注 1 - データトラフィックに悪影響を及ぼさずに、インサービスでの ETH-Test のため、ETH-Test 情報を含むフレームを送信できる最大の速度については、本標準の範囲外である。この問題は、ETH-Test のユーザーとサービスのユーザーとの相互間の同意による。

ETH-Test をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- MEG レベル - MEP が存在する MEG レベル。
- ETH-Test の対象となるピア MEP のユニキャスト MAC アドレス。この情報はオペレーションごとに設定可能である。
- データ - 任意指定の要素。データの長さおよび内容は MEP で設定可能である。内容としては、テストパターンや任意指定のチェックサムを使用できる。テストパターンの例としては、O.150 の 5.8 節で指定される擬似ランダムビットシーケンス (PRBS) ($2^{31}-1$)、オール” 0” のパターンなどがある。送信側の MEP では、MEP に対応するテスト信号ジェネレータの設定が必要である。受信側の MEP では、MEP に対応するテスト信号ディテクタの設定が必要である。
- 優先度 - ETH-Test 情報を含むフレームの優先度を表す。この情報はオペレーションごとに設定可能である。
- 廃棄適格性 - 輻輳発生時における ETH-Test 情報を含むフレームの廃棄に関する適格性を表す。

注 2 - ETH-Test テスト情報の伝送速度、ETH-Test の合計インターバルなど、追加的な設定情報が必要な場合がある。これらの追加的な設定情報については、本標準の範囲外である。

MIP は ETH-Test 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-Test 機能をサポートするための設定情報は MIP には不要である。

MEP は ETH-Test 情報を含むフレームを、ターゲットとするピア MEP に向けて送信する。受信側の MEP が ETH-Test 情報を含むフレームを検出すると、目的とする測定が実行される。

ETH-Test 情報に使用される PDU は、TST である (9.9 節に記述)。TST PDU を含むフレームを、TST フレームという。

7.7.1 TST の送信

MEP に対応付けられたテスト信号ジェネレータは、テスト信号ジェネレータに設定された頻度で TST フレームを送信することができる。送信される各 TST フレームにはそれぞれ固有のシーケンス番号がある。TST フレームごとに異なるシーケンス番号を使用する必要がある。また、同じ MEP から同じシーケンス番号を、1 分以内に繰り返し使用することはできない。

MEP にアウトオブサービステストを設定した場合、その MEP は直接のクライアント MEG レベルで、TST フレームの送信と同じ方向に LCK フレームも送信する。

7.7.2 TST の受信

MEP は TST フレームを受信すると、MEG レベルが自分自身の MEG レベルと一致しているかどうかを検証する。受信側の MEP に ETH-TST 機能が設定されている場合、その MEP に対応付けられたテスト信号デ

イテクタが、受信した TST フレームの擬似ランダムビットシーケンスからビットエラーを検出し、エラーを報告する。また、受信側の MEP にアウトオブサービステストが設定されている場合、MEP はクライアント MEG レベルで、TST フレームを受信した方向で LCK フレームも生成する。

7.8 イーサネット自動予備切替 (ETH-APS)

イーサネット自動予備切替機能 (Ethernet Automatic Protection Switching、ETH-APS) は、信頼性を高める目的で予備切替動作を制御する。予備切替動作についての詳細は、本標準の範囲外である。

ETH-APS に使用される OAM フレームタイプは、APS フレームである (9.10 節に記述)。

ETH-APS メカニズムの用途については、ITU-T 勧告 G.8031 で定義されている。

7.9 イーサネット保守用通信チャネル(ETH-MCC)

イーサネット保守用通信チャネル機能 (ETH-MM: Ethernet Maintenance Communication Channel) は、MEP のペア間における保守用の通信チャネルを提供する。ETH-MCC を使用して、リモート管理を実行することができる。ETH-MCC の具体的な使用方法については、本標準の範囲外である。

MEP はピア MEP に対し、リモート保守要求、リモート保守応答、通知などの ETH-MCC 情報を含むフレームを送信することができる。

ETH-MCC をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- MEG レベル : MEP が存在する MEG レベル
- ETH-MCC の対象となるリモート MEP のユニキャスト MAC アドレス
- OUI : 組織的一意識別子 (OUI: Organizationally Unique Identifier)。ETH-MCC の独自フォーマットおよび意図を定義している組織を識別するために用いられる。
- データ : ETH-MCC の用途によって必要になる可能性のある追加的な情報。アプリケーション固有の情報については、本標準の範囲外である。
- 優先度 : ETH-MCC 情報を含むフレームの優先度を表す。この情報はオペレーションごとに設定可能である。
- 廃棄適格性 : ETH-MCC 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。この情報はオペレーションごとに設定可能である。

リモート MEP は、ETH-MCC 情報を含む正しい MEG レベルのフレームを受信すると、その ETH-MCC 情報を管理エージェントに渡す。その管理エージェントが応答することができる。

MIP は ETH-MCC 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-MCC 機能をサポートするための設定情報は MIP には不要である。

ETH-MCC 情報に使用される PDU は、MCC である (9.11 節に記述)。MCC PDU を含むフレームを、MCC

フレームという。

7.10 イーサネット実験的OAM(ETH-EXP)

イーサネット実験的 OAM 機能 (ETH-EXP:Ethernet Experimental OAM funcion) は、管理ドメイン内で一時的に使用できる実験的 OAM 機能に使用する。実験的 OAM は、異なる管理ドメインでは相互運用性を期待することができない。

ETH-EXP の具体的な用途については、本標準の範囲外である。

EXM PDU (9.17 節に記述) および EXR PDU (9.18 節に記述) は、実験的 OAM に使用することができる。実験的 OAM の詳しいメカニズムについては、本標準の範囲外である。

7.11 イーサネットベンダー独自OAM (ETH-VSP)

イーサネットベンダー独自 OAM 機能 (ETH-VSP: Ethernet Vendor Specific OAM function) は、ベンダーが自社製の機器で使用できるベンダー独自 OAM 機能に使用する。ベンダー独自 OAM は、異なるベンダー製の機器では相互運用性を期待することができない。

ETH-VSP の具体的な用途については、本標準の範囲外である。

VSM PDU (9.19 節に記述) および VSR PDU (9.20 節に記述) は、ベンダー固有 OAM に使用することができる。ベンダー固有 OAM の詳しいメカニズムについては、本標準の範囲外である。

8 パフォーマンス監視のためのOAM 機能

パフォーマンス監視用の OAM 機能によって、さまざまな性能パラメータを測定することができる。これらの性能パラメータは、ポイントツーポイント ETH 接続に関して定義されている。マルチポイント ETH 接続の性能パラメータおよび機能は、今後の検討対象である。

本標準では、MEF 10 に基づく次の性能パラメータを取り扱う。

- フレームロス率：フレームロス率 (Frame Loss Ratio) は、パーセンテージで表される比率であり、インターバル T の間に配信されたサービスフレーム数を、そのインターバル中のサービスフレームの総数で割った値である。配信されなかったサービスフレーム数は、ポイントツーポイント ETH 接続の入力 ETH フローポイントに到達したサービスフレーム数と、出力 ETH フローポイントに配信されたサービスフレーム数の差である。
- フレーム遅延：フレーム遅延 (Frame Delay) は、フレームの往復遅延であり、フレームの宛先ノードでループバックが実行される場合、送信元ノードでフレームの最初のビットの送信が開始されてから、ループバックされたフレームの最後のビットが同じ送信元ノードで受信されるまでの経過時間として定義される。
- フレーム遅延変動：フレーム遅延変動 (Frame Delay Variation) は、サービスフレームのペア間でのフレーム遅延の変動を測定した値である (サービスフレームはポイントツーポイント ETH 接続で同じ CoS インスタンスに属する)。

性能パラメータは、サービスフレームに適用される。サービスフレームとは、合意済みのレベルの帯域幅プロファイルに適合するフレームである。サービスフレームは、ポイントツーポイント ETH 接続の入力 ETH フローポイントで受け付けられ、出力 ETH フローポイントで配信される必要がある。帯域幅プロファイル適合性の規定については、本標準の範囲外である。

上記に加えて、RFC 2544 に従ってもう 1 つの性能パラメータが識別される。

- スループット：スループット (Throughput) は、フレームが廃棄されない最大速度であり、一般にテスト条件下で測定される。

注 - 可用性 (Availability) の定義は、本標準の範囲外である。ただし、本標準で定義する各種メカニズムは、可用性に関連する測定に貢献する可能性がある。

8.1 フレームロス測定(ETH-LM)

フレームロス測定 (ETH-MM: Frame Loss Measurement) は、入力および出力サービスフレームに該当するカウンター値を収集する。これらのカウンターは、MEP ペア間で送受信されたフレーム数を維持する。ETH-LM は、ETH-LM 情報を含むフレームをピア MEP に送信し、同じように ETH-LM 情報を含むフレームをピア MEP から受信することによって実行する。各 MEP がフレームロスの測定を実行し、そのために使用不能時間が発生する。双方向サービスは、2 つの方向のどちらかが使用不能と宣言された場合に使用

不能と定義されているので、ETH-LM は各 MEP が近端 (near-end) および遠端 (far-end) フレームロス測定を容易に実行できるようにする必要がある。

MEP の場合、近端フレームロスは入力データフレームに関連するフレームロスを表し、遠端フレームロスは出力データフレームに関連するフレームロスを表す。近端および遠端フレームロス測定は、それぞれ近端重大エラー秒数 (Near-End SES) および遠端重大エラー秒数 (Far-End SES) を発生させ、これらが組み合わされて、ITU-T 勧告 G.826 および G.7710 に類似した方法で使用不能時間を発生させる。

MEP は、ポイントツーポイント ME でロス測定を実行する監視対象のピア MEP および優先度クラスごとに、次の 2 つのローカルカウンターを維持する。

- TxFCI：ピア MEP に向けて送信されたインプロファイルデータフレームのカウンター。
- RxFCI：ピア MEP から受信されたインプロファイルデータフレームのカウンター。

TxFci および RxFci カウンターは、MEP の MEG レベルで MEP が送受信する OAM フレームについては状況によってはカウントしない (注を参照)。ただし、データフレームと同様に MEP を通過する上位 MEG レベルの OAM フレームについてはカウントする。

ETH-LM 情報を含む連続的フレームのペアが関与するロス測定的方式 (8.1.1.2 項および 8.1.2.3 項に記述) によって、送信側および受信側 MEP での初期カウンター値の同期の欠如が軽減される。さらに、MEP が Loss-of-Continuity 障害条件を検出した場合、MEP は障害条件時のロス測定値を無視し、100%ロスと見なす。

注 1-シングルエンド ETH-LM のために、両方のカウンターは、ETH-LB、ETH-LT、ETH-LM、ETH-DM、ETH-Test のためのオンデマンド OAM フレームを測定する必要はない。その代わりに、ETH-CC と ETH-APS のプロアクティブ OAM フレームは測定されるべきである。デュアルエンドの ETH-LM のために、カウンターは、ETH-LB、ETH-LT、ETH-LM、ETH-DM、ETH-Test、ETH-CC のためのプロアクティブ OAM フレームのオンデマンド OAM フレームを測定する必要はない。しかしながら、ETH-APS のプロアクティブ OAM フレームは測定が必要である。

注 2- ETH-AIS と ETH-LCK 用 OAM フレームは、障害測定結果が無効である異常状態時のみに送信されるので、これらのフレームを測定する必要はない。8.1.1.2 項と 8.1.2.3 項に示される ETH-LM 情報の連続するフレームを用いた障害測定方法により送受信する MEP の初期カウンター値の同期障害を解消する。また、MEP は、ロス継続の障害状態を検出している間は障害測定を無視し 100%ロスとみなす。

注 3 - ロス測定値の正確性は、ETH-LM 情報にカウンター値をコピーした後、ETH-LM 情報を含むフレームをデータストリームにどのように追加するかによって左右される。たとえば、カウンター値を読み取ってから ETH-LM 情報を含むフレームをデータストリームに追加するまでの間に、余分なデータフレームが送受信された場合には、ETH-LM 情報にコピーされるカウンター値は不正確なものとなる。一方、カウンター値を読み取った直後に ETH-LM 情報を含むフレームをデータストリームに追加できるハードウェアベースの実装では、高度な正確性が提供される。

注 4 - 送受信したデータフレームのカウンターの詳しい処理については、本標準の範囲外である。

ETH-LM をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- MEG レベル : MEP が存在する MEG レベル
- ETH-LM 転送周期: デフォルトの転送周期は 100 ミリ秒である (すなわち 10 フレーム/秒の伝送速度)。ETH-LM 転送周期は、ETH-LM 情報で値を送信するフレームおよび/またはオクテットカウンターが、ETH-LM フレームがロスした場合にも同じ値にラップアラウンドしないような期間でなければならない。これは主に、低い優先度レベルでのフレームロス測定で問題となる。フレームカウンターのラップ期間の例は、付録 III.2 を参照すること。
- 優先度 : ETH-LM 情報を含むフレームの優先度を表す。この情報はオペレーションごとに設定可能である。
- 廃棄適格性 : ETH-LM 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。この情報は必ずしも設定される必要はない

MIP は ETH-LM 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-LM 機能をサポートするための設定情報は MIP には不要である。

ETH-LM は次の 2 通りの方法で実行することができる。

- デュアルエンド ETH-LM
- シングルエンド ETH-LM

8.1.1 デュアルエンドETH-LM

デュアルエンド ETH-LM は、パフォーマンス監視の目的でプロアクティブ OAM として使用し、障害管理に適用可能である。この場合、各 MEP がポイントツーポイント ME のピア MEP に対し、ETH-LM 情報を含むデュアルエンドフレームを定期的を送信し、ピア MEP でのフレームロス測定を容易化する。各 MEP が ETH-LM 情報を含むデュアルエンドフレームを終端し、近端および遠端ロス測定を行う。この機能は、パフォーマンス監視のため ETH-CC と同じ優先度レベルで使用する。

デュアルエンド ETH-LM 情報に使用される PDU は、CCM である (9.2 節に記述)。

8.1.1.1 CCMによるデュアルエンドETH-LMの送信

MEP にプロアクティブなロス測定を設定した場合、MEP は次の情報エレメントを含む CCM フレームを定期的を送信する。

- TxFCf : CCM フレームの送信時におけるローカルカウンターTxFCI の値
- RxFCb : ピア MEP からの最後の CCM フレームの受信時におけるローカルカウンターRxFCI の値
- TxFCb : ピア MEP から最後に受信した CCM 内の TxFCf 値

CCM PDU の Period 値は、送信側 MEP のパフォーマンス監視アプリケーションで設定された CCM 転送周期に等しい値に設定される。CCM 転送周期が設定された値と異なる場合、受信側の MEP は想定外の Period エラー条件を検出する。

8.1.1.2 CCMによるデュアルエンドETH-LM フレームの受信

MEP にプロアクティブなロス測定を設定した場合、MEP は CCM フレームを受信すると、次の値を使用して、近端および遠端ロス測定を行う。

- 受信した CCM フレームの TxFCf、RxFcb、および TxFCb 値と、CCM フレームを受信した時点でのローカルカウンタ-RxFCl 値。これらの値は、TxFCf[tc]、RxFcb[tc]、TxFCb[tc]、および RxFCl[tc]で表される。ここで tc は、現在のフレームの受信時刻である。
- 直前の CCM フレームの TxFCf、RxFcb、および TxFCb 値と、直前の CCM フレームを受信した時点でのローカルカウンタ-RxFCl 値。これらの値は、TxFCf[tp]、RxFcb[tp]、TxFCb[tp]、および RxFCl[tp]で表される。ここで tp は、直前のフレームの受信時刻である。

フレームロス (遠端) = |TxFCb[tc] - TxFCb[tp]| - |RxFcb[tc] - RxFcb[tp]|

フレームロス (近端) = |TxFCf[tc] - TxFCf[tp]| - |RxFCl[tc] - RxFCl[tp]|

受信した CCM フレームの Period フィールド値が、MEP 自身に設定されている CCM 転送周期と異なる場合、MEP は想定外の Period エラー条件を検出する。その場合、フレームロス測定は実行されない。

8.1.2 シングルエンドETH-LM

シングルエンド ETH-LM は、オンデマンド OAM で使用する。この場合、MEP は ETH-LM 要求情報を含むフレームをピア MEP に送信し、ETH-LM 応答情報を含むフレームをピア MEP から受信して、ロス測定を実行する。

シングルエンド ETH-LM 要求に使用される PDU は、LMM である (9.12 節に記述)。シングルエンド ETH-LM 応答に使用される PDU は、LMR である (9.13 節に記述)。LMM PDU 含むフレームを、LMM フレームという。LMR PDU 含むフレームを、LMR フレームという。

8.1.2.1 LMMの送信

オンデマンドでのロス測定では、MEP は次の情報エレメントを含む LMM フレームを定期的に送信する。

- TxFCf: LMM フレームの送信時におけるローカルカウンタ-TxFCl の値

8.1.2.2 LMMの受信とLMRの送信

MEP が有効な LMM フレームを受信すると、LMR フレームを生成し、要求側の MEP に送信する。MEG レベルが有効で、宛先 MAC アドレスが受信側 MEP の MAC アドレスと等しい LMM フレームが、有効な LMM

フレームと見なされる。LMR フレームには次の値が含まれる。

- TxFCf : LMM フレームからコピーした TxFCf 値
- RxFCf : LMM フレームの受信時におけるローカルカウンターRxFCf の値
- TxFCb : LMR フレームの送信時におけるローカルカウンターTxFCf の値

8.1.2.3 LMRの受信

MEP は LMR フレームを受信すると、次の値を使用して近端および遠端ロス測定を行う。

- 受信した LMR フレームの TxFCf、RxFCf、および TxFCb 値と、LMR フレームを受信した時点でのローカルカウンターRxFCf 値。これらの値は、TxFCf[tc]、RxFCf[tc]、TxFCb[tc]、および RxFCf[tc]で表される。ここで tc は、現在の応答フレームの受信時刻である。
- 直前の LMR フレームの TxFCf、RxFCf、および TxFCb 値と、直前の LMR フレームを受信した時点でのローカルカウンターRxFCf 値。これらの値は、TxFCf[tp]、RxFCf[tp]、TxFCb[tp]、および RxFCf[tp]で表される。ここで tp は、直前の応答フレームの受信時刻である。

フレームロス (遠端) = |TxFCf[tc] - TxFCf[tp]| - |RxFCf[tc] - RxFCf[tp]|

フレームロス (近端) = |TxFCb[tc] - TxFCb[tp]| - |RxFCf[tc] - RxFCf[tp]|

8.2 フレーム遅延測定 (ETH-DM)

フレーム遅延測定 (ETH-DM:Frame Delay Measurement) は、オンデマンド OAM でフレーム遅延およびフレーム遅延変動の測定に使用する。診断インターバル中に ETH-DM 情報を含むフレームをピア MEP に定期的に送信し、ETH-DM 情報を含むフレームをピア MEP から受信することによって、フレーム遅延およびフレーム遅延変動の測定を実行する。各 MEP がフレーム遅延およびフレーム遅延変動の測定を実行できる。MEP で ETH-DM 情報を含むフレームの生成が有効な場合、MEP は ETH-DM 情報を含むフレームを同じ ME 内のピア MEP に定期的に送信する。MEP で ETH-DM 情報を含むフレームの生成が有効な場合、MEP は同じ ME 内のピア MEP から ETH-DM 情報を含むフレームを受信することを想定する。

ETH-DM をサポートするために、MEP に必要な設定情報は次のとおりである。

- MEG レベル : MEP が存在する MEG レベル
- 優先度 : ETH-DM 情報を含むフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性 : ETH-DM 情報を含むフレームは、常に廃棄不適格としてマークされる。

注 1 - ETH-DM 情報の伝送速度、ETH-DM の合計インターバルなど、追加的な設定情報が必要な場合がある。これらの追加的な設定情報については、本標準の範囲外である。

MIP は ETH-DM 情報を含むフレームに対して透過的である。したがって、ETH-DM 機能をサポートするための設定情報は MIP には不要である。

MEP は、次の情報エレメントのある ETH-DM 情報を含むフレームを送信する。

- TxTimeStampf : ETH-DM フレームを送信した時点のタイムスタンプ

受信側の MEP は、この値を RxTimef (ETH-DM フレームの受信時刻) と比較し、次の方法で 1 ウェイのフレーム遅延を計算することができる。

$$\text{フレーム遅延} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

ただし、1 ウェイのフレーム遅延を測定するには、送信側 MEP と受信側 MEP でクロックを同期化する必要がある。フレーム遅延変動（後続のフレーム遅延測定値との差に基づく）を測定する場合は、フェーズ外の期間を除外できるので、クロック同期の必要性は緩和される。

クロックを同期するのが実用的でない場合がほとんどであると思われるが、その場合、フレーム遅延については 2 ウェイの測定のみを行えばよい。すなわち、MEP が ETH-DM 要求情報を含むフレーム (TxTimeStampf 付き) を送信し、受信側の MEP は ETH-DM 応答情報を含むフレーム (ETH-DM 要求情報からコピーした TxTimeStampf 付き) を応答する。ETH-DM 応答情報を含むフレームを受信した MEP は、TxTimeStampf を RxTimeb (ETH-DM 応答情報を含むフレームの受信時刻) と比較し、2 ウェイのフレーム遅延を次の方法で計算する。

$$\text{フレーム遅延} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

MEP は 2 回の 2 ウェイ遅延測定値の差を計算できるので、これを利用して 2 ウェイのフレーム遅延変動を測定することも可能である。

注 2 - 2 ウェイのフレーム遅延をより正確に測定するには、MEP が ETH-DM 要求情報を含むフレームに回答するとき、ETH-DM 応答情報に、RxTimeStampf (ETH-DM 要求情報を含むフレームを受信した時点でのタイムスタンプ) および TxTimeStampb (ETH-DM 応答情報を含むフレームを送信した時点でのタイムスタンプ) の 2 つのタイムスタンプを追加すればよい。

ETH-DM は次の 2 通りの方法で実行できる。

- 1 ウェイ ETH-DM
- 2 ウェイ ETH-DM

8.2.1 1-ウェイETH-DM

この場合、各 MEP はポイントツーポイント ME のピア MEP に対し、1 ウェイ ETH-DM 情報を含むフレームを送信し、ピア MEP での 1 ウェイフレーム遅延および/または 1 ウェイフレーム遅延変動の測定を容易

化する。

注 - 2つの MEP 間でクロックが同期されている場合、1 ウェイのフレーム遅延測定を実行できる。そうでない場合、1 ウェイのフレーム遅延変動測定のみを実行できる。

1 ウェイ ETH-DM に使用される PDU は、1DM である (9.14 節に記述)。1DM PDU を含むフレームを、1DM フレームという。

8.2.1.1 1DMの送信

MEP に 1 ウェイの遅延測定を設定した場合、MEP は TxTimeStampf 値を含む 1DM フレームを定期的に送信する。

8.2.1.2 1DMの受信

MEP に 1 ウェイの遅延測定を設定した場合、MEP は 1DM フレームを受信すると、次の値を使用して 1 ウェイのフレーム遅延測定を行う。この値は 1 ウェイのフレーム遅延変動測定への入力としての役割を果たす。

- 1DM フレームの TxTimeStampf 値
- RxTimef (1DM フレームを受信した時刻)

$$\text{フレーム遅延} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

8.2.2 2-ウェイETH-DM

MEP は ETH-DM 要求情報を含むフレームをピア MEP に送信し、ETH-DM 応答情報を含むフレームをピア MEP から受信して、2 ウェイフレーム遅延および 2 ウェイフレーム遅延変動の測定を実行する。

ETH-DM 要求に使用する PDU は、DMM である (9.15 節に記述)。ETH-DM 応答に使用する PDU は、DMR である (9.16 節に記述)。DMM PDU を含むフレームを、DMM フレームという。DMR PDU を含むフレームを、DMR フレームという。

8.2.2.1 DMMの送信

MEP に 2 ウェイの遅延測定を設定した場合、MEP は TxTimeStampf 値を含む DMM フレームを定期的に送信する。

8.2.2.2 DMMの受信とDMRの送信

MEP が有効な DMM フレームを受信すると、DMR フレームを生成し、要求側の MEP に送信する。MEG レベルが有効で、宛先 MAC アドレスが受信側 MEP の MAC アドレスと等しい DMM フレームが、有効な DMM フレームと見なされる。次の例外を除いて、DMM フレームのすべてのフィールドが、DMR フレームにコピーされる。

- 送信元および宛先 MAC アドレスが入れ替えられる。
- OpCode フィールドが DMM から DMR に変更される。

注 - オプションとして、リモート MEP での処理時間を考慮し、DMR フレームで RxTimeStampf (DMM フレームを受信した時点でのタイムスタンプ) および TxTimeStampb (DMR フレームを送信した時点でのタイムスタンプ) の 2 つの追加的なタイムスタンプを使用することができる。

8.2.2.3 DMRの受信

MEP は DMR フレームを受信すると、次の値を使用して 2 ウェイのフレーム遅延を計算する。この値は 2 ウェイのフレーム遅延変動測定への入力としての役割を果たす。

- DMR フレームの TxTimeStampf 値
- RxTimeb - DMR フレームを受信した時刻

$$\text{フレーム遅延} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

DMR フレームに追加的なタイムスタンプ (ゼロ以外の RxTimeStampf および TxTimeStampb フィールド値) が含まれる場合、フレーム遅延は次の方法で計算される。

$$\text{フレーム遅延} = (\text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}) - (\text{TxTimeStampb} - \text{RxTimeStampf})$$

8.3 スループット測定

b-RFC 2544 では、フレーム送信速度を (理論上の最大値まで) 上げていき、フレーム受信率をグラフ化し、フレームが廃棄され始める速度をレポートするという方法によるスループット測定を規定している。一般に、この速度はフレームサイズによって決定される。

本標準で規定する、ユニキャスト ETH-LB (例、Data フィールドを含む LBM および LBR フレーム) および ETH-Test (例、Data フィールドを含む TST フレーム) などのメカニズムを使用して、スループット測定を実行できる。設定済みのサイズ、パターンなどを含む TST フレームまたは LBM フレームを、MEP が一定の速度で挿入し、スループットを調べて、1 ウェイまたは 2 ウェイの測定を行うことができる。

9 OAM PDUタイプ

この項では、7 章および 8 章で記述した OAM 機能の要件を満たす、各種 OAM PDU タイプの情報エレメントおよびフォーマットについて記述する。

注 - 以下の各節では、OAM PDU フィールドの値が固定されている場合、該当する OAM PDU フォーマットでそれらのフィールドを括弧付きで示す。

9.1 共通のOAM情報エレメント

ある種の情報エレメントは、本標準で識別する各 OAM PDU に共通である。これらの情報エレメントは次のとおりである。

- MEG Level : MEG Level は 3 ビットフィールドである。このフィールドには、OAM PDU の MEG レベルを表す整数値が含まれる。値の範囲は”0”～ ”7”である。
- Version : バージョン (Version) は 5 ビットフィールドである。このフィールドには、OAM プロトコルバージョンを表す整数値が含まれる。本標準で規定される OAM 機能をサポートするには、バージョンは常に”0”である。
- OpCode : OpCode は 1 オクテットフィールドである。このフィールドには、OAM PDU タイプを表す OpCode が含まれる。OpCode は、OAM PDU の残りの内容を表す。この情報フィールドの値は、表 9-1 に示すとおりである。
- Flags : フラグ(Flags)は 8 ビットフィールドである。このフィールドのビットの使用法は、OAM PDU タイプによって異なる。
- TLV Offse : TLV オフセット(TLV Offset)は 1 オクテットフィールドである。このフィールドには、OAM PDU 内で最初の TLV への TLV Offset フィールドに相対するオフセットが含まれる。このフィールドの値は OAM PDU タイプに対応付けられる。TLV Offset が”0”である場合、この値は Offset フィールドの後ろの最初のオクテットをポイントする。

OAM PDU には存在せず、OAM PDU を含むフレームで伝送される、その他の情報エレメントは次のとおりである。

- 優先度 : 優先度(Priority)は特定の OAM フレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性 : 廃棄適格性 (Drop Eligibility) は特定の OAM フレームの廃棄 (ドロップ) に関する適格性を表す。

表 9-1 – OpCode値

OpCode値	OAM PDUタイプ	MEPs/MIPs に対するOpCode関連性
IEEE 802.1と共通のOpCodes		
1	CCM	MEPs
3	LBM	MEPs およびMIPs (接続性検証)
2	LBR	MEPsおよびMIPs (接続性検証)
5	LTM	MEPsおよびMIPs
4	LTR	MEPsおよび MIPs
0, 6-31, 64-255	予約(注1)	
本標準に固有のOpCodes		
33	AIS	MEPs
35	LCK	MEPs
37	TST	MEPs
39	Lnear APS	MEPs
40	Ring APS	MEPs
41	MCC	MEPs
43	LMM	MEPs
42	LMR	MEPs
45	1DM	MEPs
47	DMM	MEPs
46	DMR	MEPs
49	EXM	本標準の範囲外
48	EXR	本標準の範囲外
51	VSM	本標準の範囲外
50	VSR	本標準の範囲外
32, 34, 36, 38, 44, 52-63	予約 (注 2)	
注 1 – IEEE 802.1による定義のため予約		
注 2 – ITU-Tによる将来の標準化のため予約		

9.1.1 OAM PDU共通フォーマット

図 9.1-1 に、すべての OAM PDU で使用される共通のフォーマットを示す。

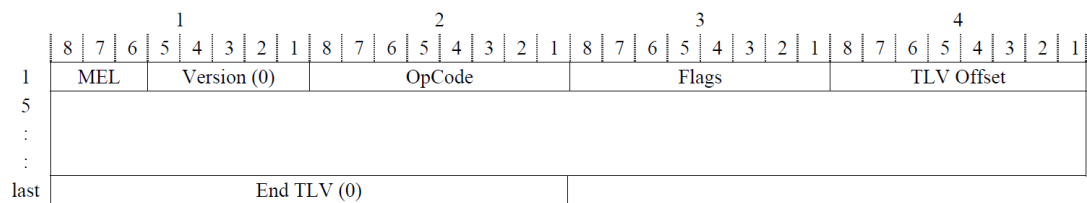


図 9.1-1 - OAM PDU 共通フォーマット

図 9.1-2 に、TLV の一般的なフォーマットを示す。表 9-2 に、Type 値を示す。

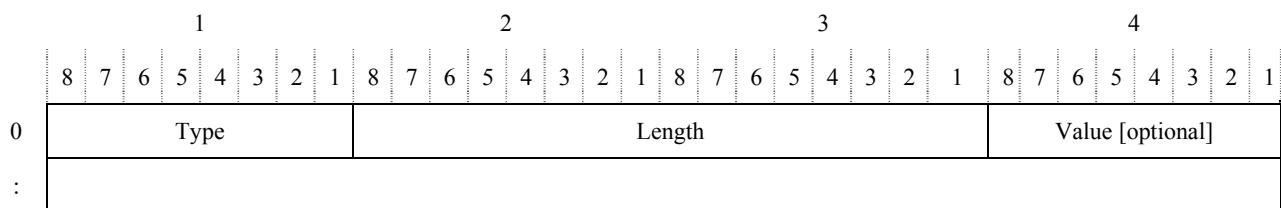


図9.1-2 - TLVの一般フォーマット

注 - End TLV では、Type = 0 であり、Length および Value フィールドは使用しない。

表 9-2 – タイプ値

Type 値	TLV 名
IEEE 802.1と共通のタイプ	
0	End TLV
3	Data TLV
5	Reply ingress TLV
6	Reply egress TLV
7	LTM egress identifier TLV
8	LTR egress identifier TLV
2, 4, 9-31, 64-255	予約(注1)
本標準に特有のタイプ	
32	Test TLV
33-63	予約 (注2)
注 1 –IEEE 802.1による定義のため予約.	
注 2 –ITU-Tによる将来の標準化のため予約	

9.2 CCM PDU

CCM は、ETH-CC 機能（7.1 節に記述）、ETH-RDI 機能（7.5 節に記述）、およびデュアルエンド ETH-LM 機能（8.1.1 項に記述）のサポートに使用する。

9.2.1 CCM情報エレメント

ETH-CC をサポートする CCM の情報エレメントは、次のとおりである。

- **Period** : ピリオド (Period) は、フラッグ (Flags) フィールドの最下位 3 ビットに含まれる 3 ビットの情報エレメントである。ピリオドには、CCM の送信元で設定された CCM 転送周期の値が含まれる。表 9-3 に、CCM の Period 値を示す。
- **MEG ID** : CCM フレームを送信した MEP が属する MEG の MEG ID を含む、48 オクテットフィールド
- **MEP ID** : CCM フレームを送信した MEP を下位の 13 ビットで表す、2 オクテットフィールド。MEP ID は、MEG 内で一意である。

ETH-RDI をサポートする CCM の情報エレメントは、次のとおりである。

- **RDI** : Flags フィールドの最上位ビットで伝送される、1 ビットの情報エレメント。RDI ビットが 1 である場合、送信側の MEP によって障害が検出されたことを示す。RDI ビットが 0 である場合、送信側の MEP は障害表示を伝達していない。

デュアルエンド ETH-LM をサポートする CCM の情報エレメントは、次のとおりである。

- TxFCf: MEP がピア MEP に送信したインプロファイルデータフレームの (CCM フレームが送信された時点での) カウンター値を含む 4 オクテットフィールド。
- RxFCb: MEP がピア MEP から受信したインプロファイルデータフレームの (そのピア MEP から最後の CCM フレームを受信した時点での) カウンター値を含む 4 オクテットフィールド。
- TxFCb: MEP がピア MEP から最後に受信した CCM フレームの TxFCf フィールド値を含む 4 オクテットフィールド。

9.2.2 CCM PDUフォーマット

図 9.2-1 に、MEP が CCM 情報の伝送に使用する CCM PDU のフォーマットを示す。

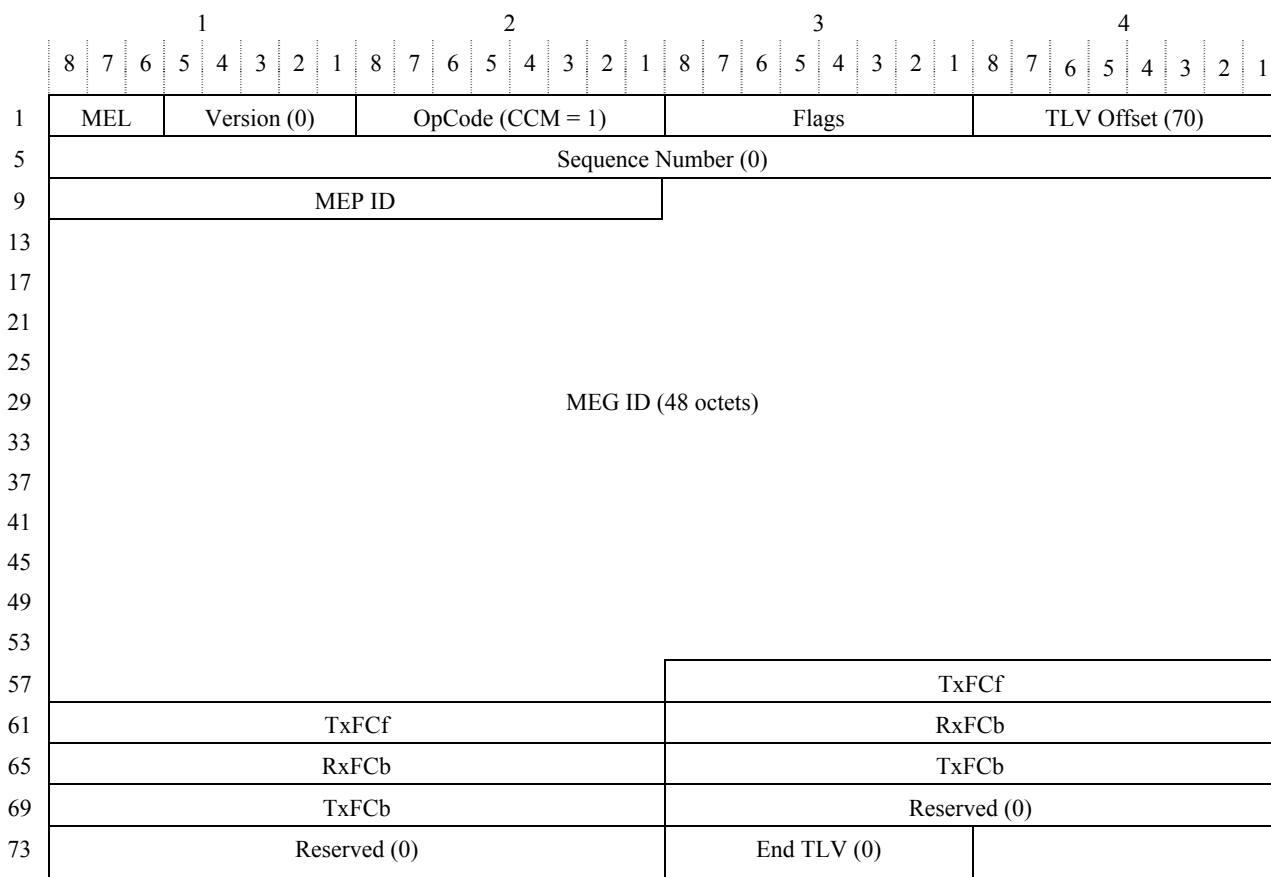


図 9.2-1 – CCM PDUフォーマット

CCM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)

- OpCode : この PDU タイプの場合、値は CCM (1)
- Flags : CCM PDU の Flags フィールドには 2 つの情報エレメント (RDI および Period) が含まれる。

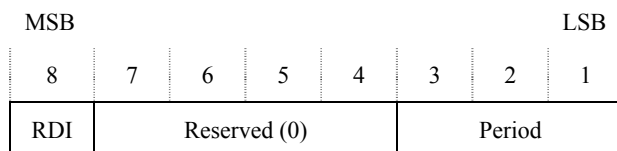


図 9.2-2 - CCM PDUにおけるFlagsフォーマット

- RDI : ビット 8 が 1 に設定されている場合、RDI を表す。それ以外の場合、このビットは”0”に設定される。
- Period : ビット 3~1 は、表 9-3 に示す転送周期のコードを表す。

表 9-3 - CCM における周期値

Flags[3:1]	周期値	コメント
000	無効値	Invalid value for CCM PDUsに対する無効値
001	3.33 ms	300フレーム/秒
010	10 ms	100フレーム/秒
011	100 ms	10フレーム/秒
100	1 s	1フレーム/秒
101	10 s	6フレーム/分
110	1 min	1フレーム/分
111	10 min	6フレーム/時間

- TLV Offset : ”70”に設定される。
- Sequence Number : 本標準では、このフィールドはオール”0”に設定する。
- MEP ID : 送信側 MEP を MEG 内で識別する 13 ビット整数値。最初のオクテットの 3 つの MSB は使用せず、”0”に設定する。

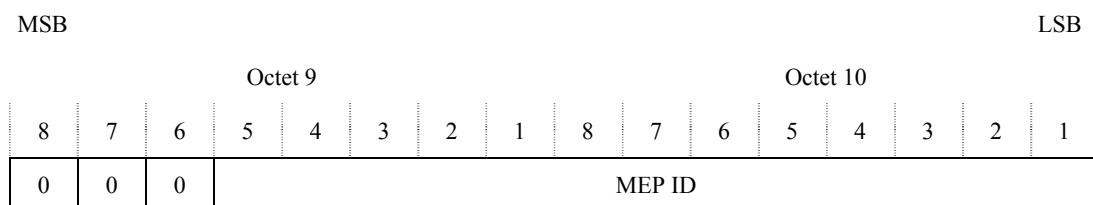


図 9.2-3 - CCM PDUの中のMEP IDフォーマット

- MEG ID : 48 オクテットフィールド。MEG ID フィールドのフォーマットについては Annex A を参照
- TxFCf、TxFCb、RxFCb : ラップアラウンドフレームカウンター (9.2.1 項に記述) のサンプルを含む、4 オクテットの整数値。これらのフィールドは、使用しない場合はオール”0”に設定する。
- Reserved : Reserved フィールドはオール”0”に設定する。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.3 LBM PDU

LBM は、ETH-LB 要求のサポートに使用する (7.2 節に記述)。

9.3.1 LBM情報エレメント

LBM の情報エレメントは、次のとおりである。

- Transaction ID/Sequence Number : LBM のトランザクション ID/シーケンス番号を含む 4 オクテットフィールド。受信側は LBR PDU に含まれる Transaction ID/Sequence Number をコピーすることを想定する (9.4 節に記述)。
- Data/Test Pattern : Data は任意指定のフィールドであり、長さおよび内容は送信側の MEP で決定される。Data フィールドの内容としては、テストパターン (任意にチェックサムを追加可能) を使用できる。このテストパターンには、O.150 の 5.8 節で指定される擬似ランダムビットシーケンス (PRBS $2^{31}-1$)、オール”0”のパターンなどを使用できる。

9.3.2 LBM PDUフォーマット

図 9.3-1 に、MEP が LBM 情報の伝送に使用する LBM PDU フォーマットを示す。

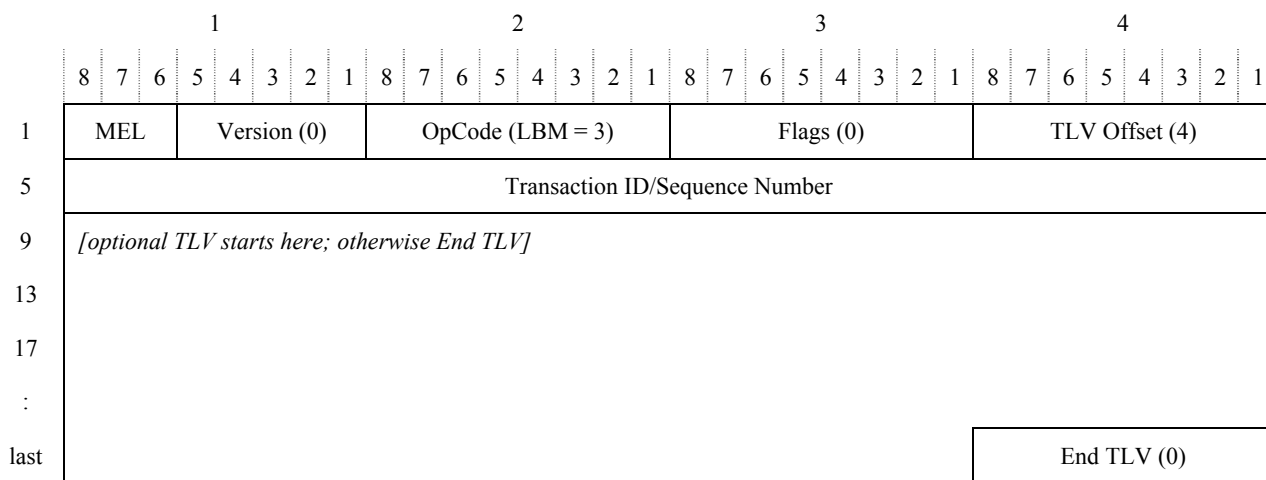


図 9.3-1 – LBM PDUフォーマット

LBM PDU のフォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LBM (3)
- Flags : オール”0”に設定する。

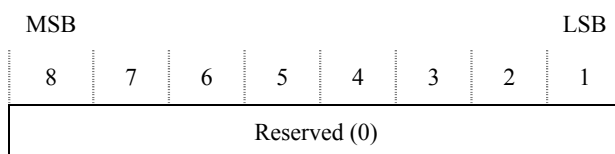


図 9.3-2 – LBM PDUの中のフラグフォーマット

- TLV offset : 4 に設定する。
- Transaction ID/Sequence Number : テストパターンのない LBM PDU のトランザクション番号、またはテストパターンのある LBM PDU ごとに増分されるシーケンス番号を含む 4 オクテット値
- Optional TLV : 指定する場合、Data TLV (図 9.3-3 に記述) または Test TLV (図 9.3-4 に記述) のいずれか
- End TLV : オール”0”のオクテット値

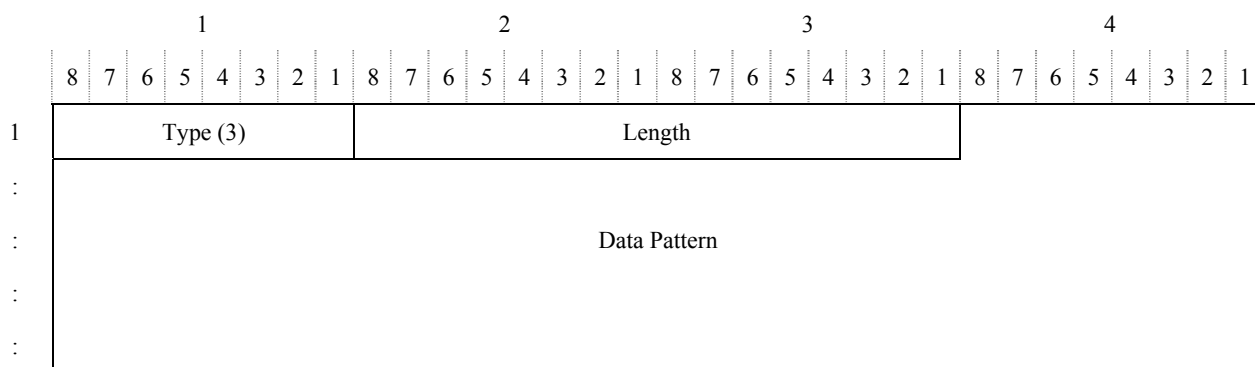


図 9.3-3 – データTLVフォーマット

Data TLV フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- Type : TLV タイプを表す。この TLV タイプの値は Data Signal (3)である。
- Length : Data Pattern を含む Value フィールドのサイズ (オクテット単位) を表す。PDU が 1492 オクテットに制限されたフレームの場合、Length の最大値は 1480 である (LBM PDU オーバーヘッド用の 8 オクテット、Data TLV オーバーヘッド用の 3 オクテット、および End TLV 用の 1 オクテットで、12 バイトが必要であるため)。LBM にその他の TLV が存在する場合、Length の最大値は 1480 よりもさらに小さくなる。
- Data Pattern : n オクテット (n = Length) の任意のビットパターン。受信側はこれを無視する必要がある。

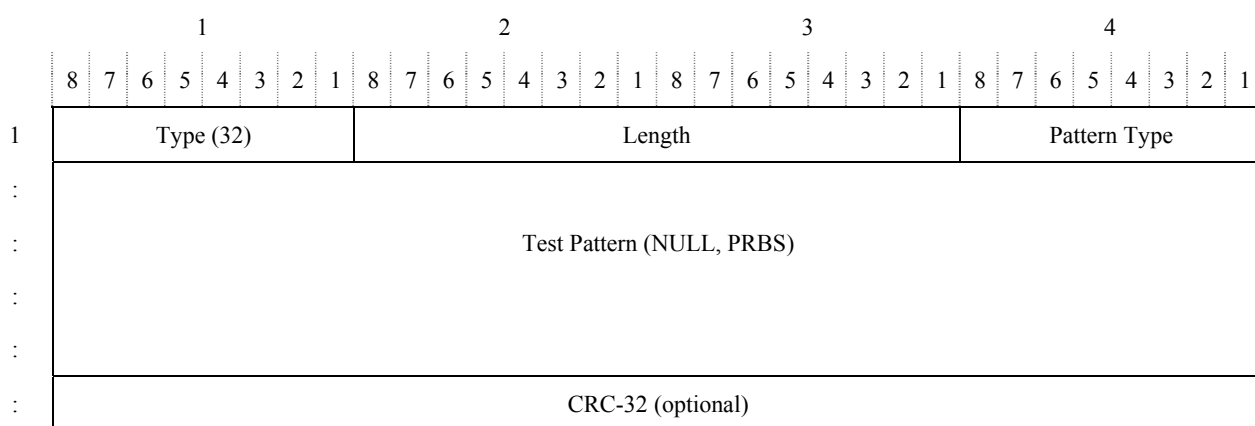


図 9.3-4 – テストTLVフォーマット

Test TLV フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- Type : TLV タイプを表す。この TLV タイプの値は Test signal (32)である。

- Length : Test Pattern および CRC-32 を含む Value フィールドのサイズ (オクテット単位) を表す。PDU が 1492 オクテットに制限されたフレームの場合、Length の最大値は 1480 オクテットである (LBM PDU オーバーヘッド用の 8 オクテット、Data TLV オーバーヘッド用の 3 オクテット、および End TLV 用の 1 オクテットで、12 バイトが必要であるため)。LBM にその他の TLV が存在する場合、Length の最大値は 1480 よりもさらに小さくなる (Pattern Type に 1 バイトが使用されるため、Test Pattern には 1479 バイトが使用可能である)。
- Pattern Type : テストパターンのタイプを表す。値は次のとおりである。
 - 0 「CRC-32 のないヌル信号」
 - 1 「CRC-32 のあるヌル信号」
 - 2 「CRC-32 のない PRBS $2^{31}-1$ 」
 - 3 「CRC-32 のある PRBS $2^{31}-1$ 」
 - 4~255 今後の標準化のため予約
- Test Pattern : n オクテット ($n \leq \text{Length}$) のテストパターン。PRBS $2^{31}-1$ またはヌル (オール"0") のパターン。
- CRC-32 : すべてのフィールドを対象とする (Type から CRC-32 の直前のオクテットまで)。

9.4 LBR PDU

LBR は、ETH-LB 応答のサポートに使用する (7.2 節に記述)。

9.4.1 LBR情報エレメント

LBR の情報エレメントは次のとおりである。

- Transaction ID/Sequence Number : LBM の Transaction ID/Sequence Number フィールドからコピーされる、4 オクテットフィールド。
- Data : LBM の Data フィールドからコピーされるフィールド。

9.4.2 LBR PDUフォーマット

MEP が使用する LBR PDU フォーマットを、図 9.4-1 に示す。

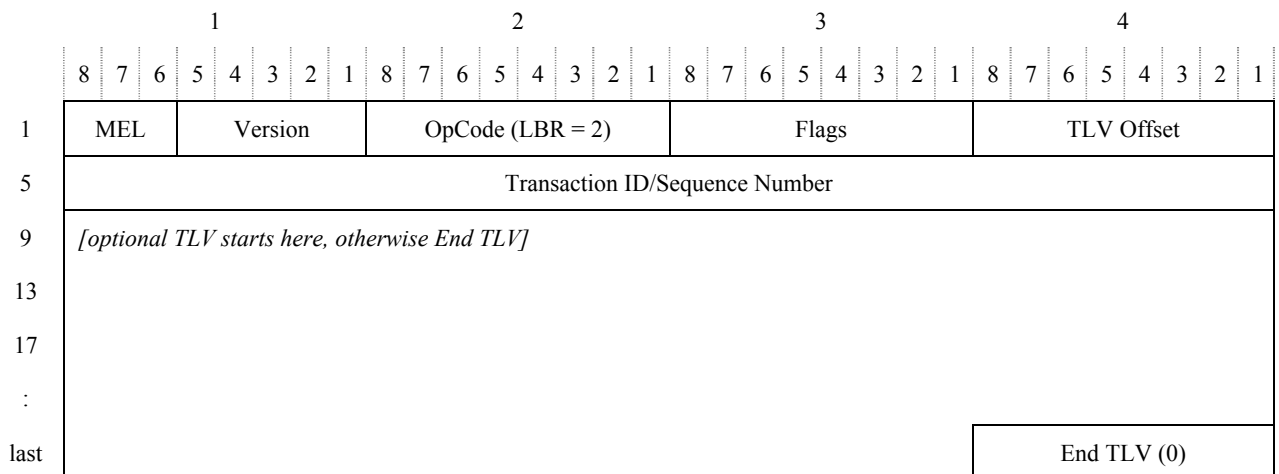


図 9.4-1 – LBR PDUフォーマット

LBR PDUフォーマットのためのフィールドは以下のとおりである。

- MEL Level : 受信した LBR PDU から値がコピーされる 3 ビットフィールド
- Version : LBR PDU から値がコピーされる 5 ビットフィールド
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LBR (2)
- Flags : LBR PDU から値がコピーされる 1 オクテットフィールド
- TLV offset : LBR PDU から値がコピーされる 1 オクテットフィールド
- Transaction ID/Sequence Number : LBR PDU から値がコピーされる 4 オクテットフィールド
- Optional TLV : LBR PDU に存在する場合、LBR PDU からコピーされる
- End TLV : LBR PDU から値がコピーされる 1 オクテットフィールド

9.5 LTM PDU

LTM は、ETH-LT 要求のサポートに使用する (7.3 節に記述)。

9.5.1 LTM情報エレメント

LTM の情報エレメントは、次のとおりである。

- Transaction : LTM のトランザクション番号を含む 4 オクテットフィールド。受信側は LTR PDU の Transaction Number をコピーすることを想定する (9.6 節に記述)。
- TTL : LTM を受信側で終端するかどうかを表す、1 オクテットフィールド。MIP が TTL=1 の LTM を受信すると、その LTM はリレーされない。LTM を受信したネットワーク要素は、受信した TTL 値を 1 だけ減分し、その値を LTR PDU の TTL フィールドにコピーし (9.6 節に記述)、ネクストホップに転送する LTM にもコピーする。
- TargetMAC : ターゲットとするエンドポイントの MAC アドレスを含む 6 オクテットフィールド。中間 MIP は、ネクストホップに転送する LTM に、このフィールドをコピーする。
- OriginMAC : 発信元 MEP の MAC アドレスを含む 6 オクテットフィールド。中間 MIP は、ネクスト

ホップに転送する LTM に、このフィールドをコピーする。

9.5.2 LTM PDUフォーマット

図 9.5-1 に、MEP が LTM 情報の伝送に使用する LTM PDU のフォーマットを示す。

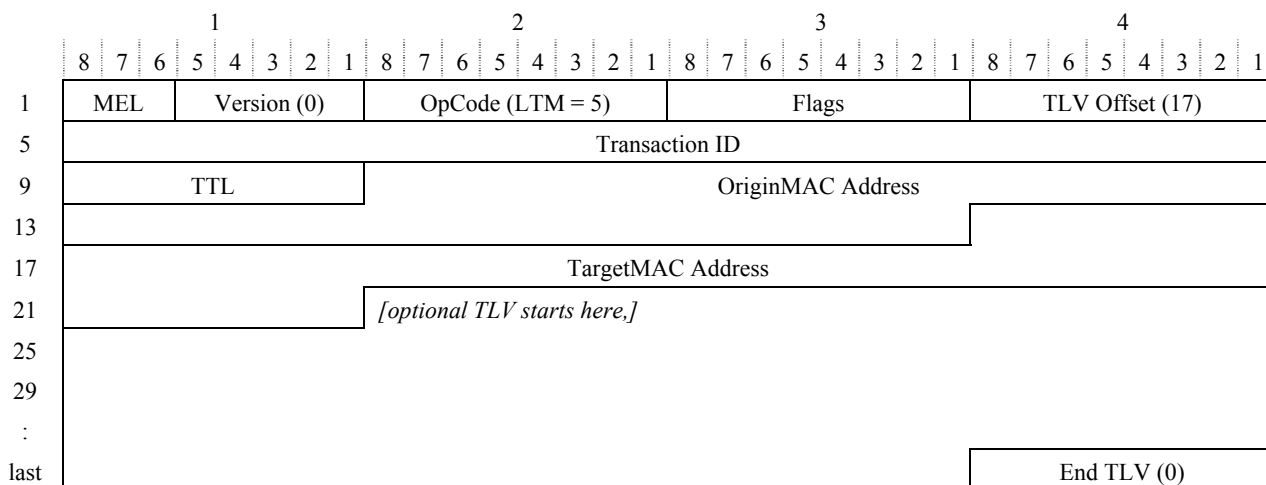


図 9.5-1 – LTM PDUフォーマット

LTM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LTM (5)
- Flags : 図 9.5-2 にフォーマットを示す。
 - HWOnly : ビット 8 を 1 に設定する。値が 1 の場合、ブリッジのアクティブなデータ転送テーブルで学習した MAC アドレスのみを使用して、ネクストホップに LTM を転送することを表す。受信した LTM を転送する場合、着信した LTM 値から HWOnly がコピーされる。

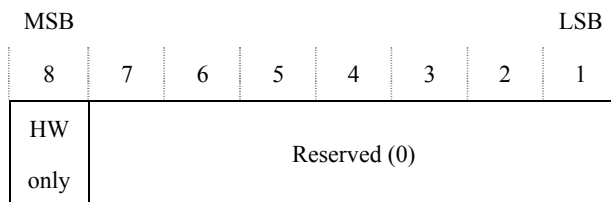


図 9.5-2 –LTM PDUの中のフラグフォーマット

- TLV offset : “17”に設定する
- Transaction ID : LTM PDU のトランザクション ID を含む 4 オクテット値
- TTL : TTL 値 (9.5.1 項に記述) を含む 1 オクテットフィールド

- OriginMAC Address : 6 オクテットの OriginMAC (9.5.1 項に記述)
- TargetMAC Address : 6 オクテットの TargetMAC (9.5.1 項に記述)
- Additional TLV : 図 9.5-3 にて定義される LTM イグレス識別子 TLV(LTM egress identifier TLV)
- End TLV : オール”0”のオクテット値

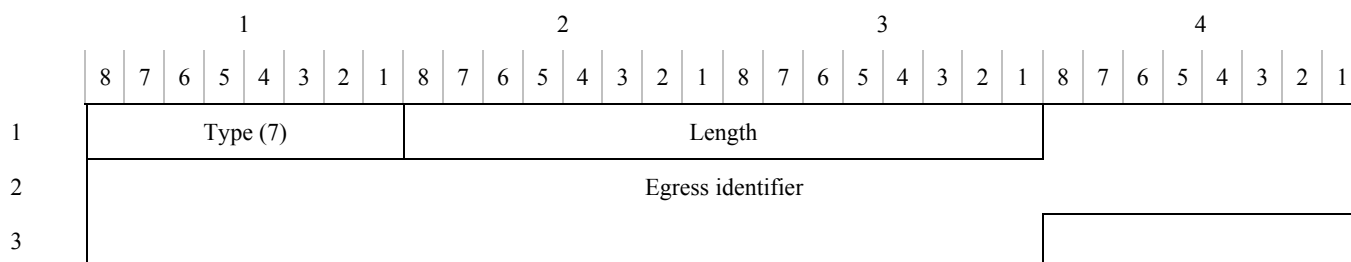


図 9.5-3 – LTM egress identifier TLV フォーマット

The fields of the LTM egress identifier TLV format are as follows :

LTM イグレス識別子 TLV フォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- Type : TLVタイプを識別。このTLVタイプに対する値はLTM egress identifier (7)
- Length : イグレス識別子を含んでいる値フィールドのオクテットにおけるサイズ。これは”8”に設定される。
- Egress identifier: 修正されたLTMフレームを中継しているLTMフレームまたはETH-LTレスポンドーを生成しているMEPを特定する。MEPまたはETH-LTレスポンドーが存在しているネットワークエレメントに特有の48ビットIEEE MACアドレスが、6つのオクテット (6-11) に含まれている状態では、オクテット4と5は”0”である。

9.6 LTR PDU

LTR は、ETH-LT 応答のサポートに使用する (7.3 節に記述)。

9.6.1 LTR情報エレメント

LTR の情報エレメントは次のとおりである。

- Transaction ID : LTM の Transaction ID フィールドからコピーされる 4 オクテットフィールド。
- TTL : LTR の送信対象となった LTM から 1 だけ減分された TTL フィールド値を含む、1 オクテットフィールド。

9.6.2 LTR PDUフォーマット

図 9.6-1 に、MEP または MIP が LTR 情報の伝送に使用する LTR PDU フォーマットを示す。

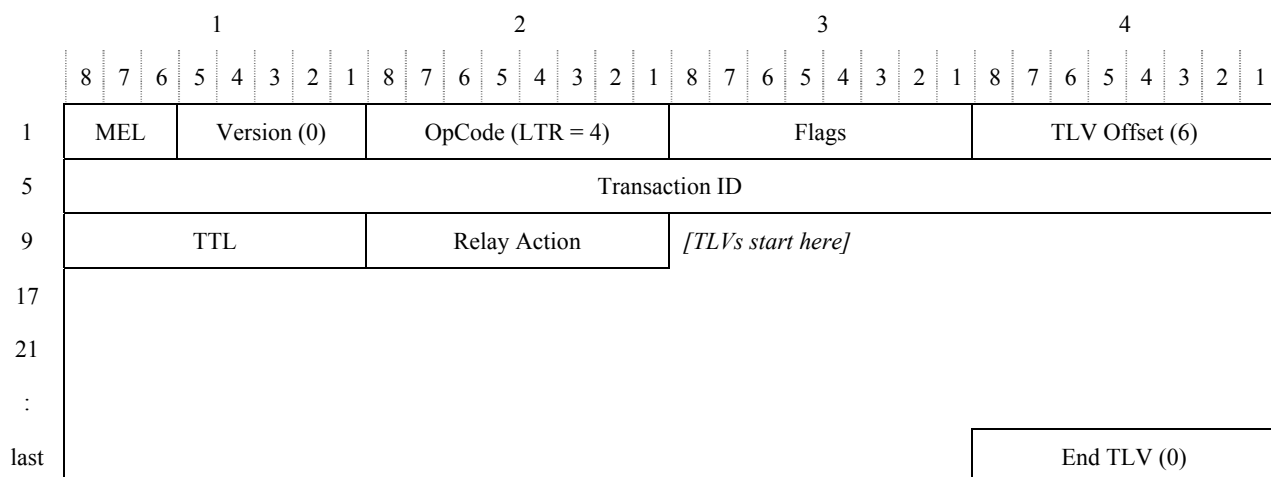


図 9.6-1 – LTR PDUフォーマット

LTR PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEL Level : 受信した LTM PDU から値がコピーされる 3 ビットフィールド
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LTR (4)
- Flags : 図 9.6-2 にフォーマットを示す。
 - HWOnly : ビット 8(HWOnly)は入力されてくる LTM 値からコピーされる。
 - FwdYes : 修正された LTM フレームを中継するときはビット 7 は”1”に設定する。または、LTM フレームが中継されないときは”0”に設定される。
 - TerminalMEP : 応答イグレス TLV (あるいは、応答イグレス TLV が無いならば、応答イングレス TLV) が MEP ならば、ビット 6 は”1”に設定される。あるいは、それ以外は”0”に設定される。

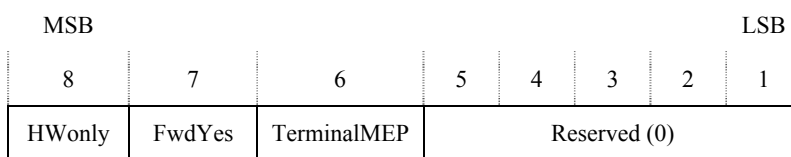


図 9.6-2 – LTR PDUにおけるFlagフォーマット

- TLVオフセット : ”6”に設定
- Transaction ID : 4オクテットのフィールドであり、その値はLTM PDUからコピーされる。
- TTL : 1オクテットのフィールドであり、その値は、LTM PDUのTTL値を1だけ減らしてから、LTM PDUからコピーされる。
- Relay Action : IEEE 802.1による使用のために予約される、1オクテットのフィールド
- TLVs : LTRイグレス識別子TLV、応答イングレスTLVおよび、あるいは、応答イグレスTLVは、それぞれ図9.6-3、図9.6-4および図9.6-5に示される。

- End TLV : オール”0”のオクテット値

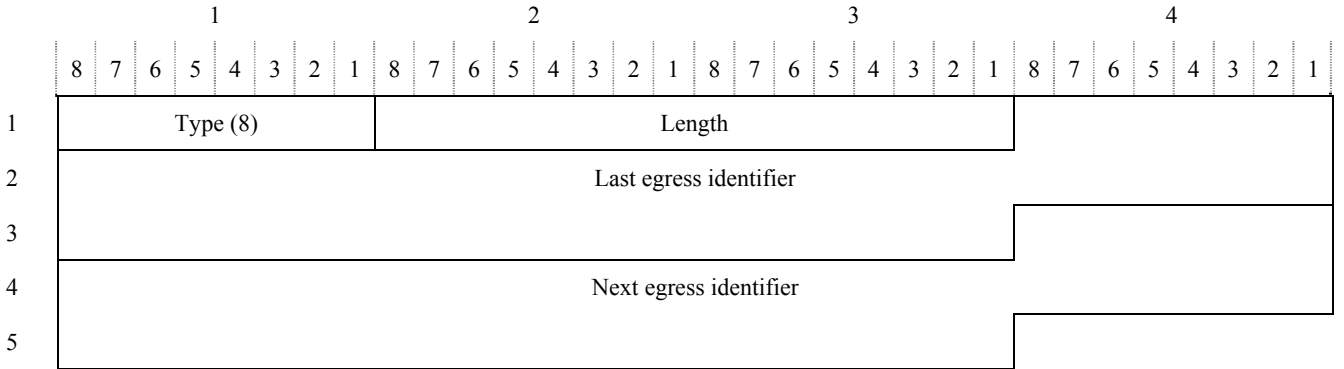


図 9.6-3 – LTRイグレス識別子TLVフォーマット

LTR イグレス識別子 TLV フォーマットの各フィールドは以下のとおりである。

- Type : TLVタイプを識別。このTLVタイプに対する値はLTRイグレス識別子(8)である。
- Length : 最後のイグレス識別子と次のイグレス識別子を含んでいる値フィールドのオクテットにおけるサイズ
- Last egress identifier : 起動したMEP、またはこのLTRフレームが反応するLTMフレームを中継したETH-LTレスポンドを識別する。このフィールドは、入力してくるLTMフレームのLTMイグレス識別子TLVにおけるイグレス識別子と同じである。
- Next egress identifier : このLTRフレームを送信し、そして、次のホップに修正されたLTMフレームを中継することができるETH-LTレスポンドを識別する。FlagsフィールドのFwdYesビットが”0”であるならば、このフィールドの内容は未定義で、LTRフレームレシーバによって無視される。未定義ではないとき、MEPまたはETH-LTレスポンドが存在しているネットワークエレメントに特有の48ビットIEEE MACアドレスが、6つのオクテット (14 -19) に含まれている状態では、オクテット12と13は”0”である。

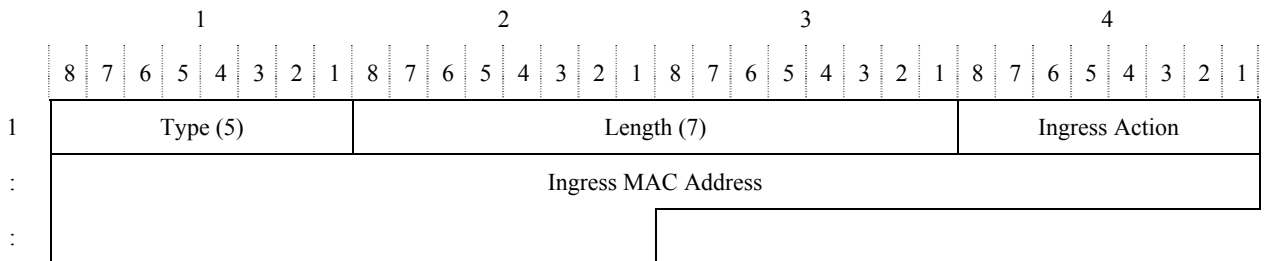


図 9.6-4/Y.1731 – 応答イングレスTLVフォーマット

応答イングレス TLV フォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- Type : TLVタイプを識別する; このTLVタイプの値は入力Reply(5)である。
- Length : 値フィールドのサイズをオクテットで識別する。これは”7”にセットされる。
- Ingress Action : IEEE 802.1によって定義のために予約される、1オクテットのフィールド
- Ingress MAC Address : IEEE 802.1による定義のために予約される、6オクテットのフィールド

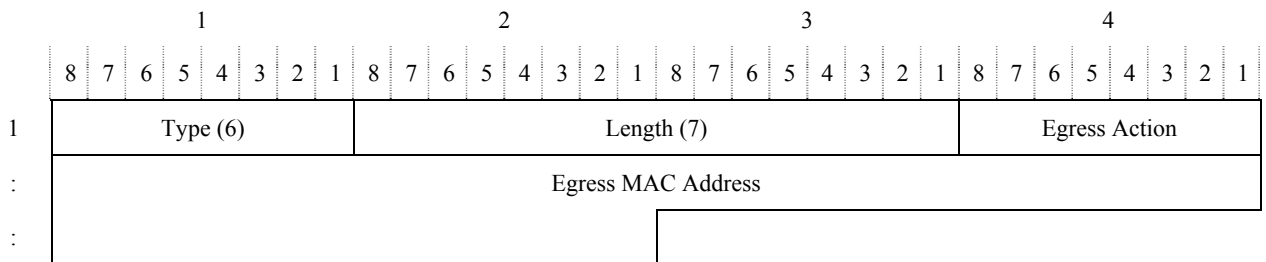


図 9.6-5 – 応答イグレスTLVフォーマット

応答イグレスTLVフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- Type : TLVタイプを識別する; このTLVタイプの値は出力Reply (6)である。
- Length : 値フィールドのサイズをオクテットで識別する。これは”7”にセットされる。
- Egress Action : IEEE 802.1による定義のために予約される、1オクテットのフィールド
- Egress MAC Address : IEEE 802.1による定義のために予約される、6オクテットのフィールド

9.7 AIS PDU

7.4 節に記述されるように、AIS PDU は ETH-AIS 機能をサポートするために使用される。

9.7.1 AIS情報エレメント

AIS で運ばれる情報エレメントは次のとおりである。

- Period : ペリオド(Period)はフラグフィールドの3つの最下位ビット中で運ばれる3ビットの情報エレメントである。ペリオドは、AIS送信周期の値を含んでいる。AIS周期の値は表9-4中で定義される。

9.7.2 AIS PDUフォーマット

AIS 情報を送信するために MEP によって使用される AIS PDU フォーマットは、図 9.7-1 に示される。

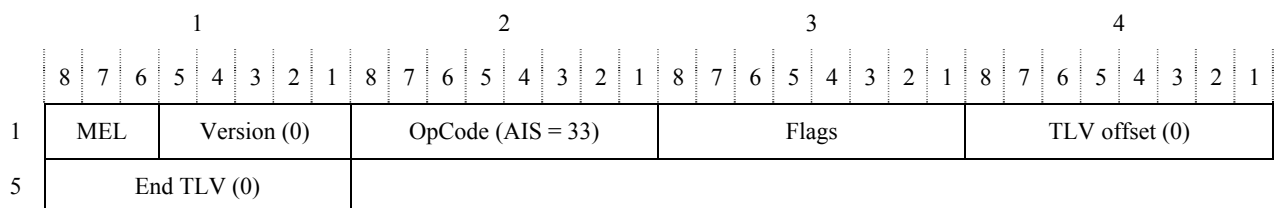


図 9.7-1 – AIS PDUフォーマット

AIS PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEGLevel : クライアントMEGのMEGレベルを運ぶために使用される、3ビットのフィールド。
- Version : 9.1節参照。値は常に”0”である。
- OpCode : このPDUタイプの値はAIS(33)である。
- Flags : AIS PDUのフラグフィールドにおける1つの情報エレメント。ピリオドは以下のとおりである。
 - Period : ビット3から1は、表9-4における符号化された送信ピリオドを示す。
- TLV offset : ”0”を設定する。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

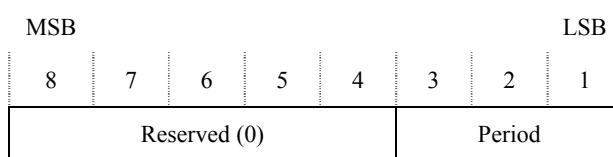


図 9.7-2 – AIS PDUの中のフラグフォーマット

表 9-4 –AIS/LCK周期の値

Flags[3:1]	周期値	コメント
000-011	無効な値	AIS/LCK PDUでは無効な値
100	1 s	1フレーム/秒
101	無効な値	AIS/LCK PDUでは無効な値
110	1 min	1フレーム/分
111	無効な値	AIS/LCK PDUでは無効な値

9.8 LCK PDU

LCK PDU は ETH-LCK 機能のサポートに使用する (7.6 節に記述)。

9.8.1 LCK情報エレメント

LCK の情報エレメントは次のとおりである。

- Period : Flagsフィールドの最下位3ビットに含まれる3ビットの情報エレメント。PeriodにはLCK送信の周期を表す値が含まれる。LCKのPeriod値については、表9-4に記述されている。

9.8.2 LCK PDUフォーマット

MEP が LCK 情報の伝送に使用する LCK PDU フォーマットを、図 9.8-1 に示す。

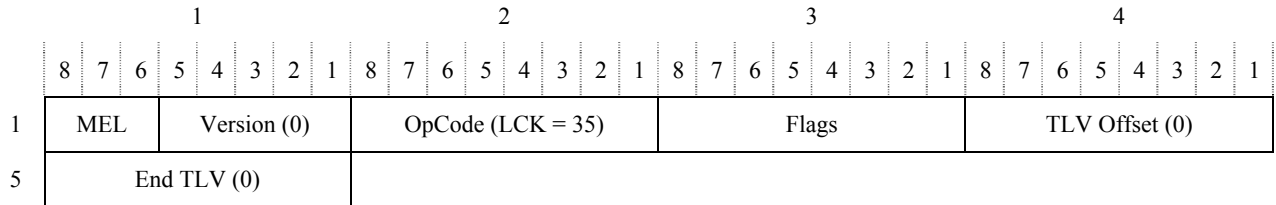


図 9.8-1 – LCK PDUフォーマット

LCK PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEG Level : クライアント MEG の MEG レベルを表す 3 ビットフィールド
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LCK (35)
- Flags : LCK PDU の Flags フィールドに含まれる 1 つの情報エレメント。Period は次のとおりである。
 - Period : ビット3~1は、表9-4に示す送信周期のコードを表す。

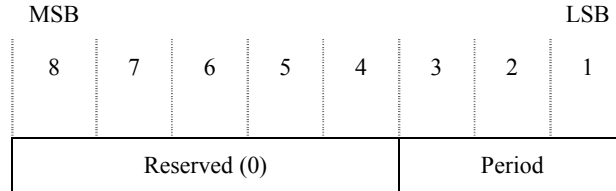


図 9.8-2 – LCK PDUの中のフラグフォーマット

- TLV offset : ”0”に設定
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.9 TST PDU

TST PDU は、単一方向 ETH-Test 機能のサポートに使用する (7.7 節に記述)。

9.9.1 TST情報エレメント

TST の情報エレメントは、次のとおりである。

- Sequence Number : TST フレームのシーケンス番号を含む 4 オクテットフィールド
- Test : Test は任意指定のフィールドであり、長さおよび内容は送信側の MEP で決定される。Test フィールドの内容としては、テストパターン (任意にチェックサムを追加可能) を使用できる。このテス

トパターンには、O.150 の 5.8 節に指定されている擬似ランダムビットシーケンス (PRBS $2^{31}-1$)、オール”0”のパターンなどを使用できる。

9.9.2 TST PDUフォーマット

図 9.9-1 に、MEP が TST 情報の伝送に使用する TST PDU のフォーマットを示す。

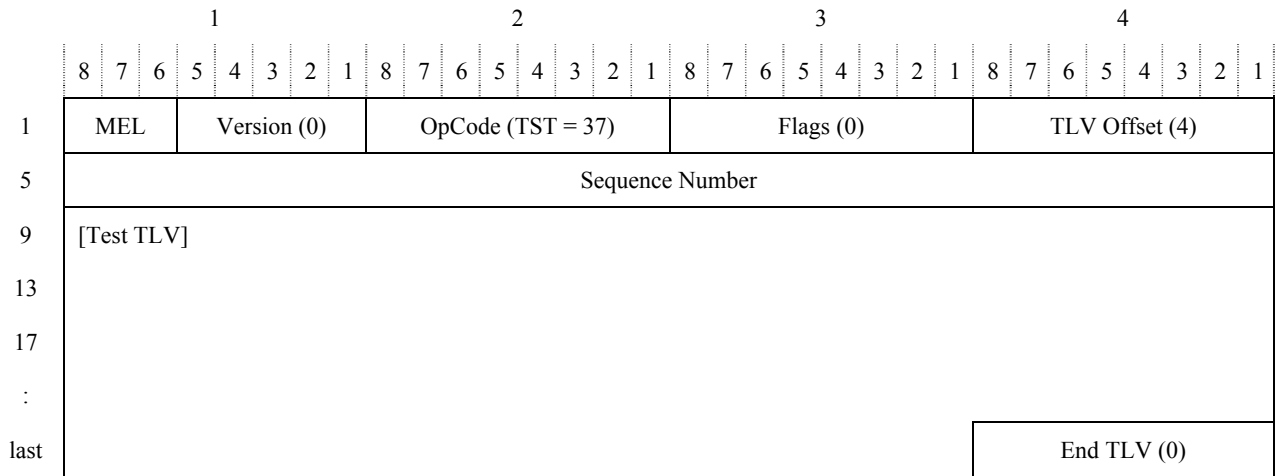


図 9.9-1 - TST PDUフォーマット

TST PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は TST (37)
- Flags : オール”0”に設定する。

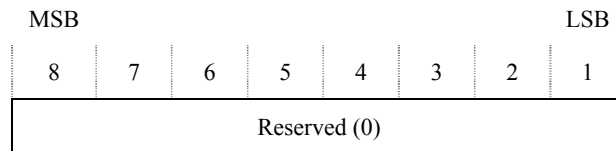


図 9.9-2 - TST PDU における Flags のフォーマット

- TLV offset : “4”に設定する。
- Sequence Number : 連続する TST PDU ごとに増分されるシーケンス番号を含む 4 オクテット値
- Test TLV : 図 9.3-4 に示す Test TLV
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.10 APS PDU

APS は ETH-APS 機能のサポートに使用する (7.8 節に記述)。

9.10.1 APS情報エレメント

APS の情報エレメントは本標準の範囲外である。

9.10.2 APS PDUフォーマット

図 9.10-1 に、MEP が APS 情報の伝送に使用する APS PDU のフォーマットを示す。

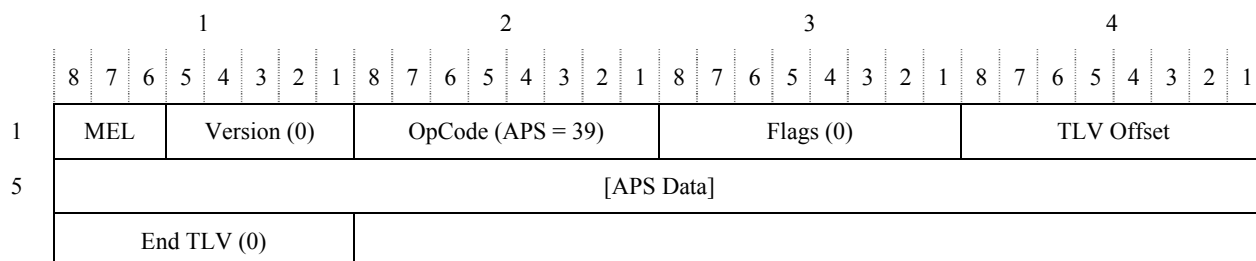


図 9.10-1 - APS PDUフォーマット

APS PDU フォーマットのフィールドは以下のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に"0")
- OpCode: この PDU タイプの値はリニア APS の場合は APS(39)、リング APS の場合は APS(40)である。
- Flags : オール"0"に設定する。

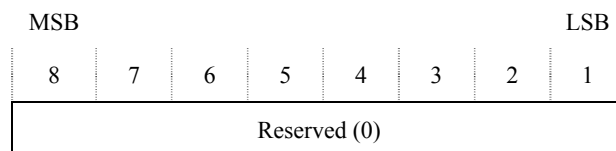


図 9.10-2 - APS PDUの中のFlagsフォーマット

- TLV offset: 1 オクテットのフィールド。APS における具体的な値については本標準の範囲外である。
- APS Data : このフィールドのフォーマットおよび長さについては、本標準の範囲外である。
- End TLV : 全て"0"のオクテット値

9.11 MCC PDU

MCC PDU は、ETH-MCC のサポートに使用する (7.9 節に記述)。

9.11.1 MCCの情報エレメント

MCC の情報エレメントは、次のとおりである。

- OUI : MCC Data のフォーマットおよび値 SubOpCode を定義したベンダーの Organizationally Unique Identifier (OUI : ベンダー識別子) を含む 3 オクテットフィールド。
- SubOpCode : MCC PDU の残りのフィールドを解釈するために使用する 1 オクテットフィールド。
- MCC データ : OUI で表される機能およびベンダー固有の SubOpCode に応じて、MCC は 1 つ以上の

TLV を含む場合がある。MCC データについては本標準の範囲外である。

9.11.2 MCC PDUフォーマット

図 9.11-1 に、MEP が MCC 情報の伝送に使用する MCC PDU のフォーマットを示す。

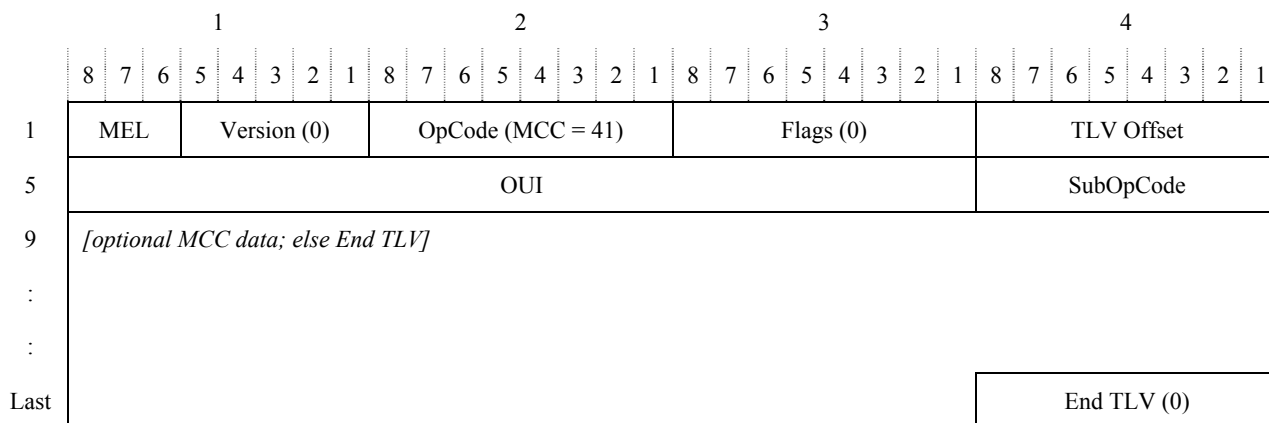


図 9.11-1 - MCC PDUフォーマット

MCC PDUフォーマットのフィールドは以下のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に"0")
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は TST (41)
- Flags : オール"0"に設定する。

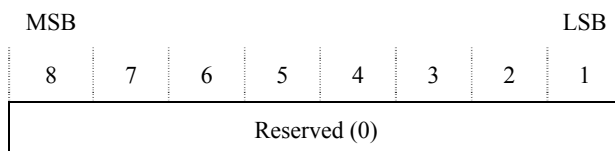


図 9.11-2/Y.1731 MCCのPDUの中のFlagsフォーマット

- TLV offset : 1 オクテットのフィールド。MCC に対するその値は本標準の範囲外である。
- OUI : 3 オクテットのフィールド。値は本標準の範囲外である。
- SubOpCode : 1 オクテットのフィールド。値は本標準の範囲外である。
- MCC Data : このフィールドのフォーマットおよび長さは本標準の範囲外である。
- End TLV : 全て"0"のオクテット値

9.12 LMM PDU

LMM は、シングルエンド ETH-LM 要求のサポートに使用する (8.1.2 項に記述)。

9.12.1 LMM 情報エレメント

LMM の情報エレメントは次のとおりである。

- TxFCf: MEP がピア MEP に送信したインプロファイルデータフレーム数を表す、LMM フレームの送信時点でのカウンター値を含む 4 オクテットフィールド

9.12.2 LMM PDUフォーマット

図 9.12-1 に、MEP が LMM 情報の伝送に使用する LMM PDU フォーマットを示す。

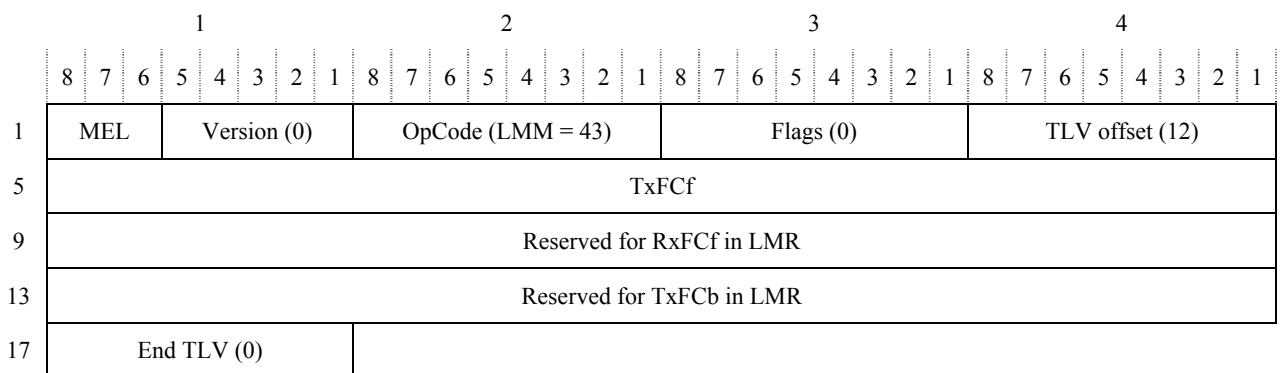


図 9.12-1 - LMM PDU フォーマット

LMM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に”0”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は LMM (43)
- Flags : オール”0”に設定する。

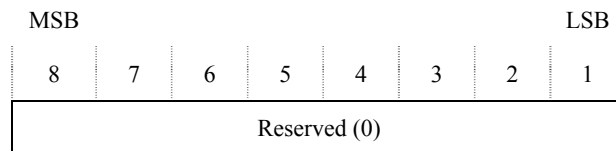


図 9.12-2 - LMM PDU 内の Flags フォーマット

- TLV オフセット : “12”に設定する。
- TxFCf : フレームカウンター (9.12.1 項に記述) のサンプルを含む、4 オクテットの整数値
- Reserved : 予約フィールドはオール”0”に設定する。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.13 LMR PDU

LMR PDU は、シングルエンド ETH-LM 応答のサポートに使用する（8.1.2 項に記述）。

9.13.1 LMR情報エレメント

LMR で転送される情報エレメントは次のとおりである。

- TxFCf: TxFCf は、MEP で受信したピア MEP からの最後の LMM PDU 内の TcFCf フィールドの値を転送する 4 オクテットのフィールドである。
- TxFCb: TxFCb は、LMR フレーム送信の時に、MEP からピア MEP へ送信されたインプロファイルデータのカウント値を転送する 4 オクテットのフィールドである。
- RxFCf: RxFCf は、ピア MEP から最後の LMM フレームを受信するときに、MEP で受信したピア MEP からのインプロファイルデータフレームのカウント値を転送する 4 オクテットフィールドである。

9.13.2 LMR PDUフォーマット

図 9.13-1 に、MEP が LMR 情報の伝送に使用する LMR PDU フォーマットを示す。

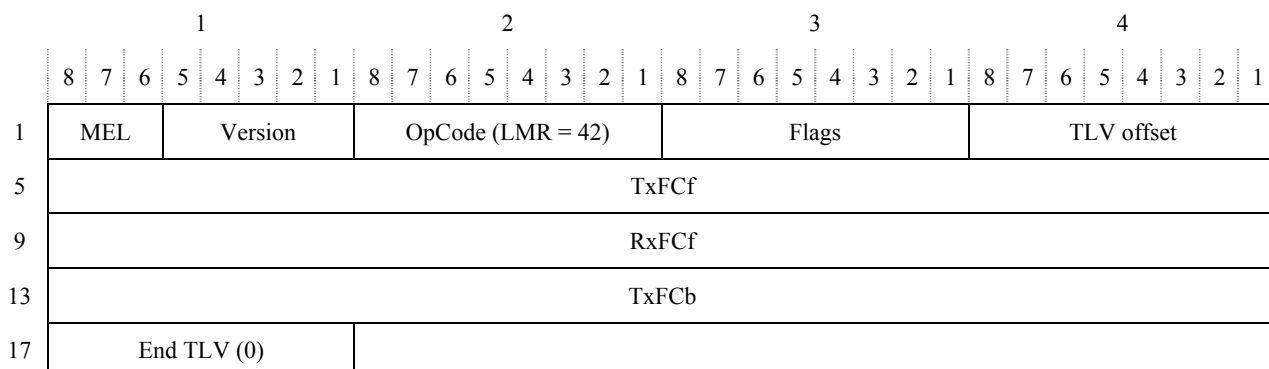


図 9.13-1 - LMR PDU フォーマット

LMR PDU フォーマットのフィールドは次のとおりである。

- MEL Level: 最後に受信した LMM PDU からコピーされる 3 ビットのフィールド
- Version: 最後に受信した LMM PDU からコピーされる 5 ビットのフィールド
- OpCode: この PDU タイプの場合、値は LMM (42)
- Flags: 最後に受信した LMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド
- TLV offset: 最後に受信した LMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド
- TxFCf: 最後に受信した LMM PDU からコピーされる 4 オクテットのフィールド
- RxFCf: フレームカウンターのサンプルの 4 オクテットの整数値。9.13.1 項で規定される。
- TxFCb: フレームカウンターのサンプルの 4 オクテットの整数値。9.13.1 項で規定される。
- End TLV: LMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド

9.14 1DM PDU

1DM PDU は、1 ウェイ ETH-DM のサポートに使用する（8.2.1 項に記述）。

9.14.1 1DM情報エレメント

1DM の情報エレメントは、次のとおりである。

- TxTimeStampf : 1DM の送信時刻のタイムスタンプを含む 8 オクテットフィールド。TxTimeStampf のフォーマットは、IEEE 1588-2002 における TimeRepresentation のフォーマットと同じである。

9.14.2 1DM PDU フォーマット

図 9.14-1 に、MEP が 1DM 情報の伝送に使用する 1DM PDU のフォーマットを示す。

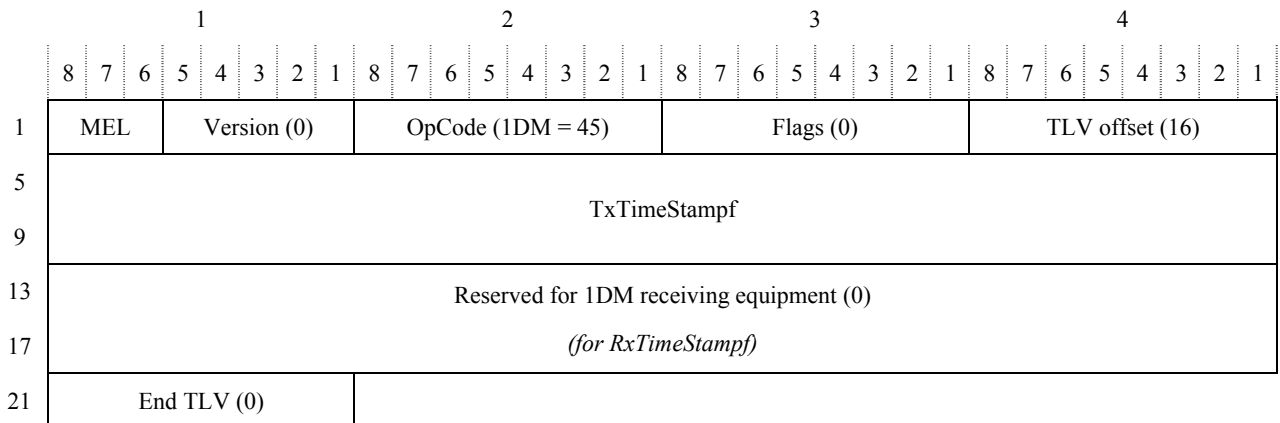


図 9.14-1 - 1DM PDU フォーマット

1DM PDU フォーマットのフィールドは次のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照（値は常に”0”）
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は 1DM (45)
- Flags : オール”0”に設定する。

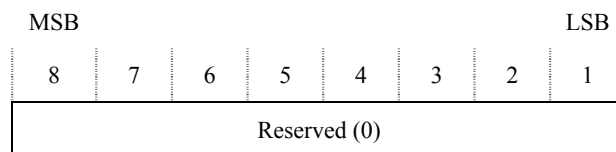


図 9.14-2 - 1DM PDU 内の Flags フォーマット

- TLV オフセット : “16”に設定する。
- TxTimeStampf : 9.14.1 項で記述されるように、8 オクテットの送信タイムスタンプフィールド
- Reserved : 予約フィールドはオール”0”に設定する。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.15 DMM PDU

8.2.2 項で記述されるように、DMM は双方向の ETH-DM リクエストをサポートするために用いられる。

9.15.1 DMM情報エレメント

DMM の情報エレメントは、次のとおりである。

- TxTimeStampf : DMM の送信時刻のタイムスタンプを含む 8 オクテットフィールド。TxTimeStampf のフォーマットは、IEEE 1588-2002 における TimeRepresentation のフォーマットと同じである。

9.15.2 DMM PDU フォーマット

図 9.15-1 に、MEP が DMM 情報の伝送に使用する DMM PDU のフォーマットを示す。

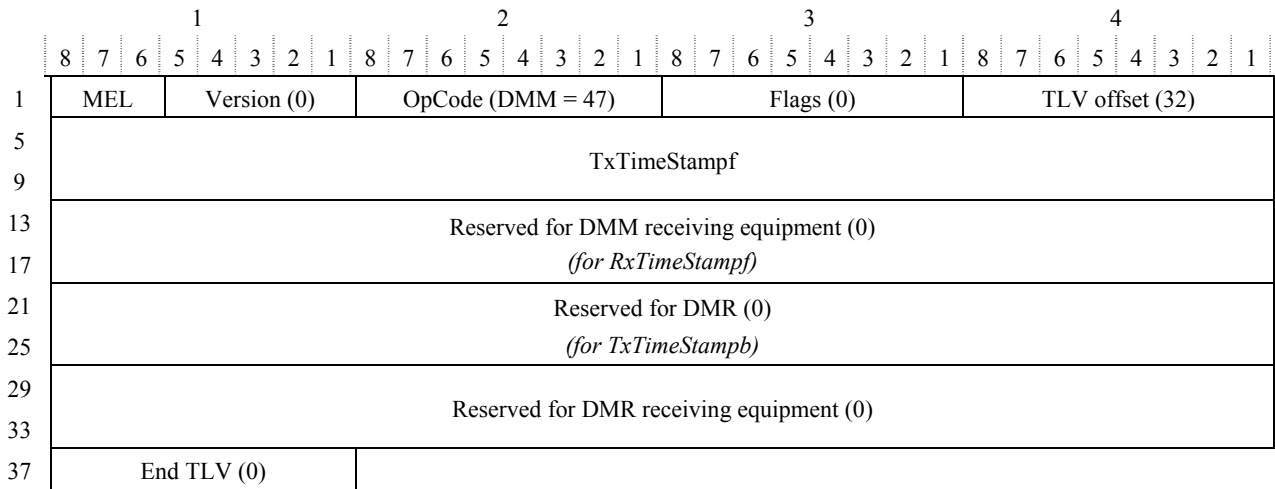


図 9.15-1 - DMM PDU フォーマット

DMM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (値は常に"0")
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は DMM (47)
- Flags : オール"0"に設定する。
-

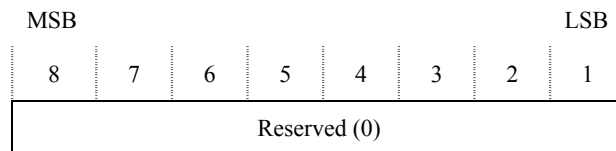


図 9.15-2 - DMM PDU 内の Flags フォーマット

- TLV オフセット : "32"に設定する。
- TxTimeStampf : 8 オクテットの送信タイムスタンプフィールド (9.15.1 項に記述)
- Reserved : 予約フィールドはオール"0"に設定する。
- End TLV : オール"0"のオクテット値

9.16 DMR PDU

DMR は、2 ウェイ ETH-DM 応答のサポートに使用する (8.2.2 項に記述)。

9.16.1 DMR情報エレメント

DMR の情報エレメントは、次のとおりである。

- TxTimeStampf:受信した DMM の TxTimeStampf フィールドのコピーを含む 8 オクテットフィールド。
- RxTimeStampf: DMM を受信した時刻のタイムスタンプを含む、任意指定の 8 オクテットフィールド。

RxTimeStampfのフォーマットは、IEEE 1588-2002における TimeRepresentation のフォーマットと同じである。このフィールドを使用しない場合、オール”0”の値を使用する。

- TxTimeStampb: DMR を送信した時刻のタイムスタンプを含む、任意指定の 8 オクテットフィールド。TxTimeStampb のフォーマットは、IEEE 1588-2002 における TimeRepresentation のフォーマットと同じである。このフィールドを使用しない場合、オール”0”の値を使用する。

9.16.2 DMR PDUフォーマット

図 9.16-1 に、MEP が DMR 情報の伝送に使用する DMR PDU フォーマットを示す。

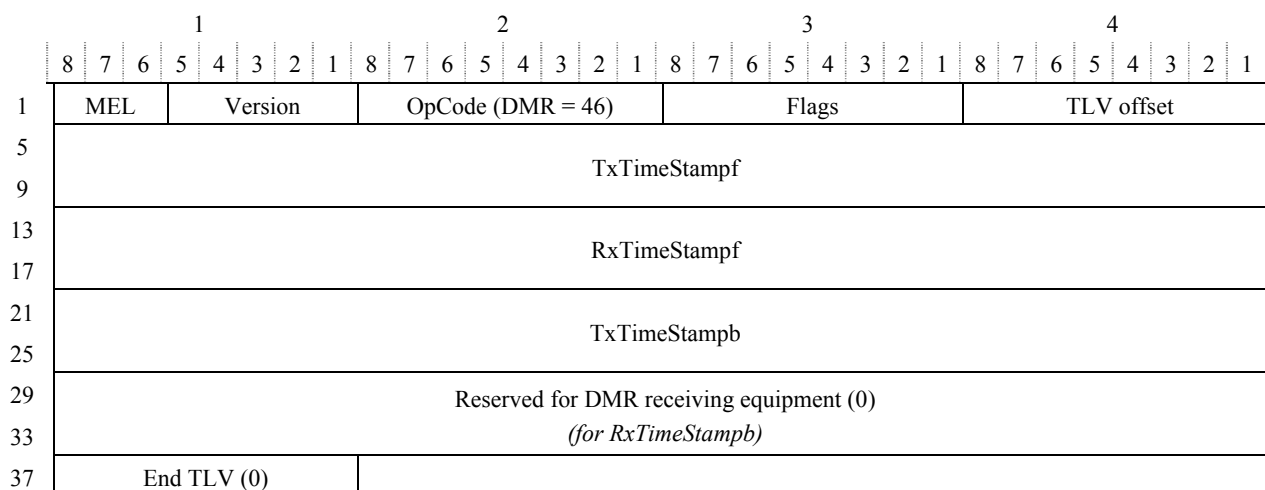


図 9.16-1 - DMR PDU フォーマット

DMR PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEL Level : 最後の受信 DMM PDU からコピーされる 3 ビットのフィールド
- Version : 最後の受信 DMM PDU からコピーされる 5 ビットのフィールド
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は DMR (46)
- Flags : 最後の受信 DMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド
- TLV offset : 最後の受信 DMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド
- TxTimeStampf : 最後の受信 DMM PDU からコピーされる 8 オクテットのフィールド
- RxTimeStampf : 9.16.1 項に記述されるような 8 オクテットの送信タイムスタンプ
- TxTimeStampb : 9.16.1 項に記述されるような 8 オクテットの送信タイムスタンプ
- Reserved : 予備(Reserved)のフィールドは、全て”0”がセットされる
- End TLV : 値が DMM PDU からコピーされる 1 オクテットのフィールド

9.17 EXM PDU

EXM は試験 OAM 要求の PDU として使用する。

9.17.1 EXM PDU情報エレメント

EXMの情報エレメントは次の通りである。

- OUI : EXM を使用するベンダーの Organizationally Unique Identifier (ベンダー識別子) を含む 3 オクテットフィールド。
- SubOpCode : EXM フレームの残りのフィールドの解釈に使用する 1 オクテットフィールド。
- EXM Data : OUI およびベンダー固有の SubOpCode で示される機能性に応じて、EXM は 1 つ以上の TLV を含む場合がある。EXM Data については本標準の範囲外である。

9.17.2 EXM PDUフォーマット

図 9.17-1 に、MEP が EXM 情報の伝送に使用する EXM PDU フォーマットを示す。

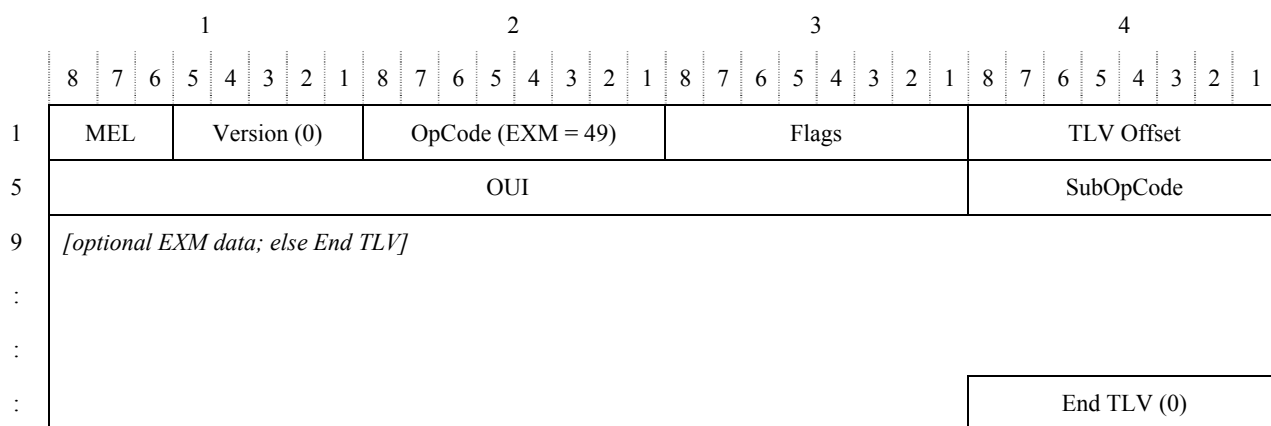


図 9.17-1 – EXM PDUフォーマット

EXM PDUフォーマットのフィールドは次のとおりである。

- MEL Level : MEL レベル (Level) は 9.1 節を参照
- Version : バージョン (Version) は 9.1 節を参照。値は常に”0”である。
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は EXM (49)
- Flags : 本標準の範囲外
- TLV offset : TLV オフセット (offset) は 1 バイトフィールド。EXM における具体的な値については本標準の範囲外であるが、9.1 節に準拠する必要がある。
- OUI : 本標準の範囲外。3 オクテットフィールドの値
- SubOpCode : 本標準の範囲外。1 オクテットフィールドの値
- EXM Data : このフィールドのフォーマットと長さは本標準の範囲外
- エンド TLV : エンド TLV (End TLV) は全て”0”のオクテット値

9.18 EXR PDU

EXR は試験 OAM 応答 PDU として使用する。

9.18.1 EXR情報エレメント

EXRで転送される情報エレメントは次のとおりである。

- OUI : OUI は EXR を使用することでベンダー固有の識別子を含む 3 オクテットのフィールドである。
- SubOpCode : SubOpCode は EXR フレームに残っているフィールドを解釈するために使用する 1 オクテットのフィールドである。
- EXR Data: OUI およびベンダー固有の SubOpCode で示される機能性に応じて、EXR は 1 つ以上の TLV を含む場合がある。EXR Data については、本標準の範囲外である。

9.18.2 EXR PDUフォーマット

EXR 情報を転送するために MEP によって使用される EXR PDU フォーマットを図 9.18-1 に示す。

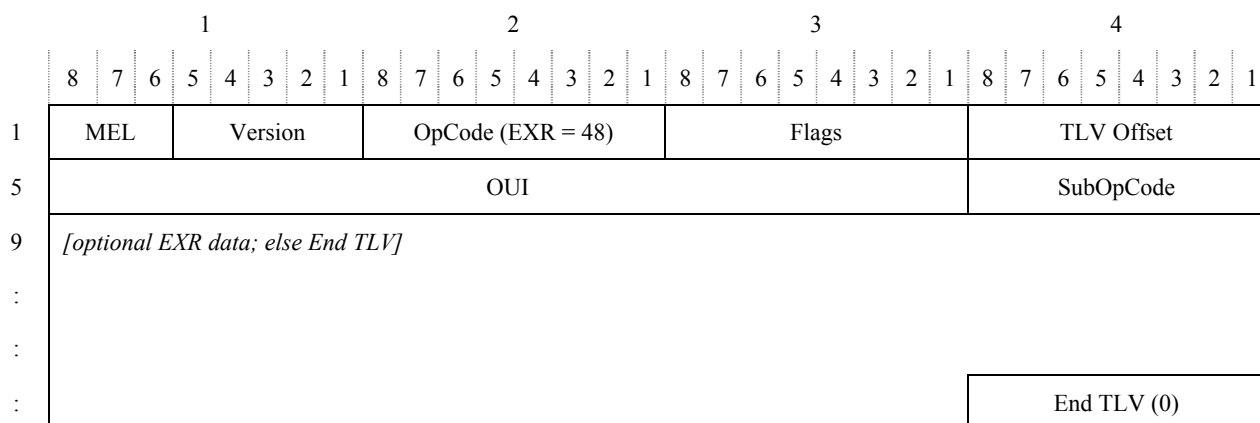


図 9.18-1 – EXR PDUフォーマット

EXR PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEL Level : 最後に受信した EXM PDU からコピーされる 3 ビットフィールドの値
- Version : 最後に受信した EXM PDU からコピーされる 5 ビットフィールドの値
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は EXR (48)
- Flags : 本標準の範囲外
- TLV offset : 1 バイトフィールド。EXR のための特定の値は本標準の範囲外であるが、9.1 節に従わなければならない。
- OUI : 最後に受信された EXM PDU からコピーされる 3 オクテットフィールドの値
- SubOpCode : 本標準の範囲外の 1 オクテットフィールドの値
- EXR Data : このフィールドのフォーマットと長さは本標準の範囲外
- End TLV : 全て”0”のオクテット値

9.19 VSM PDU

VSM は、ベンダー固有の OAM 要求 PDU として使用する。

9.19.1 VSM PDU情報エレメント

VSMの情報エレメントは次のとおりである。

- OUI : OUI は VSM を使用することで組織固有の識別子を含む 3 オクテットのフィールドである。
- SubOpCode : SubOpCode は VSM フレームに残っているフィールドを解釈するために使用する 1 オクテットのフィールドである。
- VSM データ : OUI およびベンダー固有の SubOpCode で示される機能性に応じて、VSM は 1 つ以上の TLV を含む場合がある。VSM Data については、本標準の範囲外である。

9.19.2 VSM PDUフォーマット

図 9.19-1 に、MEP が VSM 情報の伝送に使用する VSM PDU フォーマットを示す。

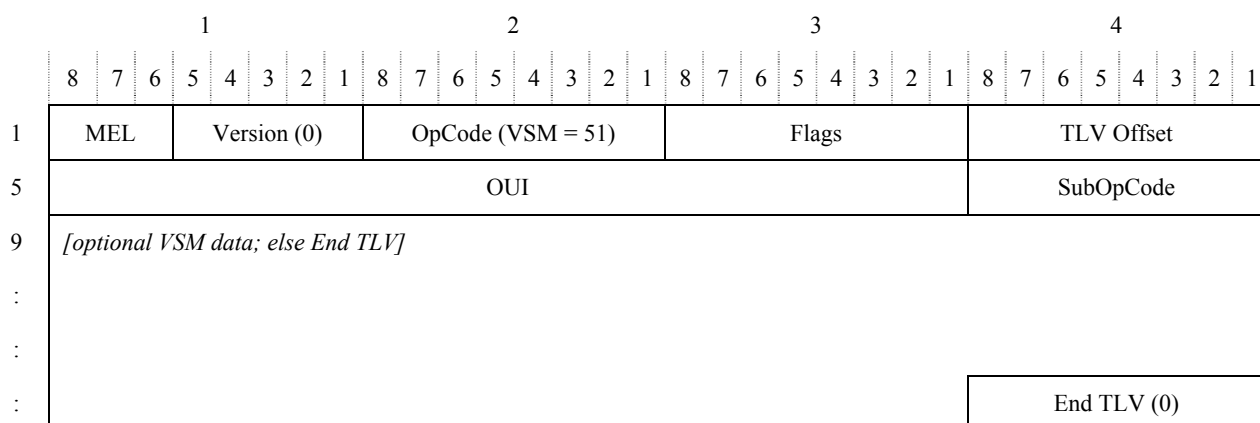


図 9.19-1 - VSM PDUフォーマット

VSM PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照。値は常に”0”である。
- OpCode : 本 PDU タイプのための値は VSM(51)である。
- Flags : 本標準の範囲外
- TLV offset : 1 バイトフィールド。VSM における具体的な値については本標準の範囲外であるが、9.1 節に準拠する必要がある。
- OUI : 本標準の範囲外。3 オクテットフィールドの値。
- SubOpCode : 本標準の範囲外。1 オクテットフィールドの値。
- VSM Data : このフィールドのフォーマットと長さは本標準の範囲外。
- End TLV : 全て”0”のオクテット値。

9.20 VSR PDU

VSR はベンダー固有の OAM 応答 PDU として使用する。

9.20.1 VSR情報エレメント

VSRで転送される情報エレメントは次のとおりである。

- OUI : OUI は VSR を使用することで、組織固有の識別子を含む 3 オクテットのフィールドである。
- SubOpCode : SubOpCode は VSR フレームの残りのフィールドを解釈するために使用する 1 オクテットフィールドである。
- VSR Data : OUI およびベンダー固有の SubOpCode で示される機能性に応じて、VSR は 1 つ以上の TLV を含む場合がある。VSR Data については、本標準の範囲外である。

9.20.2 VSR PDUフォーマット

図 9.20-1 に MEP が VSR 情報の伝送に使用する VSR PDU のフォーマットを示す。

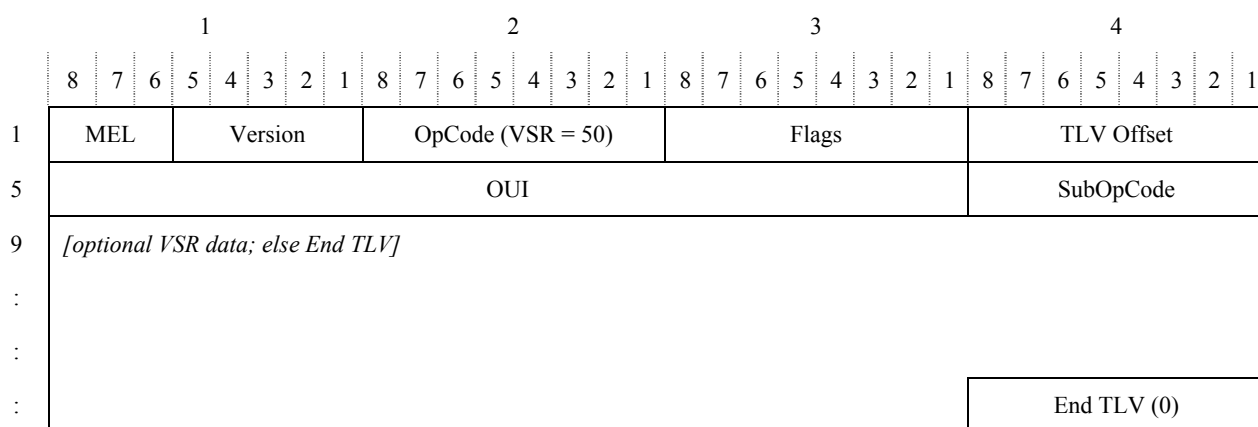


図 9.20-1 - VSR PDUフォーマット

VSR PDUフォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEL Level : 最後に受信した VSM PDU から値をコピーする 3 ビットフィールド
- Version : 最後に受信した VSM PDU から値をコピーする 5 ビットフィールド
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は VSR (50)
- Flags : 本標準の範囲外である。
- TLV offset : 1 バイトフィールド。VSR における具体的な値については本標準の範囲外であるが、9.1 節に準拠する必要がある。
- OUI : 最後に受信した VSM PDU から値をコピーする 3 オクテットフィールド
- SubOpCode : 1 オクテットフィールド。値については、本標準の範囲外である。
- VSR Data : このフィールドのフォーマットおよび長さについては、本標準の範囲外である。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

10 OAMフレームアドレス

OAM フレームは、一意の EtherType によって識別される。EtherType の値については、本標準の範囲外である。MEP における OAM フレームの処理およびフィルタリングは、ユニキャスト DA およびマルチキャスト

ト DA のどちらでも、OAM の EtherType および MEG Level フィールドに基づく。

7 章および 8 章で記述したように、OAM フレーム内の DA は、その OAM の機能性に応じてマルチキャストの場合とユニキャストの場合がある。OAM フレーム内の SA は、常にユニキャストである。

この項では、特定の OAM 機能における DA の選択について、さらに詳しく記述する。表 10-1 に、さまざまな OAM タイプに適用可能な DA を要約する。

10.1 マルチキャスト宛先アドレス

OAM 機能のタイプに応じて、次の 2 種類のマルチキャストアドレスが必要である。

- ・マルチキャスト DA クラス 1：ある MEG 中のすべての MEP に宛てた OAM フレーム(例えば CCM、マルチキャスト LBM、AIS など)。
- ・マルチキャスト DA クラス 2：ある MEG に関連したすべての MIP および MEP に宛てた OAM フレーム(例えば LTM)。

通常、1 つのマルチキャスト DA クラス 1 アドレスと、1 つのマルチキャスト DA クラス 2 アドレスで十分である。ただし、現在のイーサネット機器でイーサネット OAM を短期的に導入する場合、マルチキャスト DA も暗黙的に MEG レベルを伝送する可能性がある。その場合、8 個の MEG レベルに対応するマルチキャスト DA クラス 1 および 2 のそれぞれに、8 個のアドレスが個別に必要となる。

クラス 1 のための 8 つのマルチキャストアドレスと、クラス 2 のための 8 つのマルチキャストアドレスは、01-80-C2-00-00-3x と 01-80-C2-00-00-3y である。x は 0~7 の範囲の MEG レベルを表し、y は 8~F の範囲を表す。

10.2 CCM

固有のマルチキャスト クラス 1 DA またはユニキャスト DA を使用して CCM フレームを生成することができる。

マルチキャスト DA を使用する場合、CCM フレームを使用して MEP に対応付けられた MAC アドレスの検出を行うことができる。マルチキャスト DA を使用すると、フロードメインのフラグメント間での誤接続の検出も可能である。誤接続の検出については、7.1 節に記述されている。

上記のような条件を検出することが重要である場合、CCM フレームにマルチキャスト DA を使用する必要がある。上記のような条件が想定されないか、または検出する必要がなく、なおかつ異なるサービスインスタンスのデータフレームをユニキャスト DA で区別できる場合には、ユニキャスト DA を使用するよう CCM フレームをプロビジョニングすることができる。

10.3 LBM

LBM フレームは、ユニキャストまたはマルチキャスト クラス 1 DA を使用して（それぞれユニキャスト ETH-LB またはマルチキャスト ETH-LB 機能を使用）生成することができる。

10.4 LBR

LBR フレームの生成には、常にユニキャスト DA が使用される。

10.5 LTM

LTM フレームは、マルチキャスト クラス 2 DA を使用して生成する。LTM フレームには、ユニキャスト DA の代わりにマルチキャスト DA を使用する。なぜなら、現在のブリッジでは MIP が自分自身のアドレスでないユニキャスト DA を指定されたフレームを代行受信することができないからである。したがって、MIP はユニキャスト DA を指定された LTM フレームに応答することができず、単に転送するだけである。現時点でポートは、DA を確認する前に EtherType を確認しないという制約がある。

10.6 LTR

LTR フレームの生成には、常にユニキャスト DA を使用する。

10.7 AIS

AIS フレームは、特にマルチポイント MEG で生成される場合には、マルチキャスト クラス 1 DA を使用することができる。ユニキャスト DA は、ポイントツーポイント接続の環境の中で使用されるかもしれない。しかしながらこの場合には、AIS を送信する MEP に対して、下流の MEP のユニキャスト DA を設定しなければならない。

10.8 LCK

LCK フレームは、特にマルチポイント MEG で生成される場合には、マルチキャスト クラス 1 DA を使用することができる。ユニキャスト DA はポイントツーポイント接続の環境では、使用することができる。ただしその場合、LCK を送信する MEP に、下流の MEP のユニキャスト DA が設定されている必要がある。

10.9 TST

TST フレームは、ユニキャスト DA を使用して生成する。マルチポイント診断が必要な場合には、マルチキャスト クラス 1 DA を使用して TST フレームを生成することができる。

10.10 APS

APS フレームは、固有のマルチキャスト クラス 1 DA またはユニキャスト DA を使用して生成することができる。

10.11 MCC

MCC フレームは、ユニキャスト DA を使用して生成する。ポイントツーポイント LAN を使用している場合には、マルチキャスト クラス 1 DA を使用することができる。

10.12 LMM

LMM フレームは、ユニキャスト DA を使用して生成する。マルチポイント測定が必要な場合には、マルチキャスト クラス 1 DA を使用して LMM フレームを生成することができる。

10.13 LMR

LMR フレームは、常にユニキャスト DA を使用して生成する。

10.14 1DM

1DM フレームはユニキャスト DA を伴って生成される。1DM フレームは、もしマルチポイント測定が要求されるならば、マルチキャスト クラス 1 DA を伴って生成されてもよい。

10.15 DMM

DMM フレームはユニキャスト DA を伴って生成される。DMM フレームは、もしマルチポイント測定が要求されるならば、マルチキャスト クラス 1 DA を伴って生成されてもよい。

10.16 DMR

DMR フレームは、常にユニキャスト DA を使用して生成する。

10.17 EXM

EXM フレーム DA は本標準の範囲外である。

10.18 EXR

EXR フレーム DA は本標準の範囲外である。

10.19 VSM

VSM フレーム DA は本標準の範囲外である。

10.20 VSR

VSR フレーム DA は本標準の範囲外である。

表 10-1 - OAMフレームDA

OAMタイプ	OAM PDUフレームのDA
CCM	マルチキャスト クラス1 DA、あるいはユニキャストDA
LBM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
LBR	ユニキャストDA
LTM	マルチキャスト クラス2 DA

表 10-1 - OAMフレームDA

OAMタイプ	OAM PDUフレームのDA
LTR	ユニキャスト DA
AIS	マルチキャスト クラス1 DA、あるいはユニキャストDA
LCK	マルチキャスト クラス1 DA、あるいはユニキャストDA
TST	ユニキャストDA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
Linear APS	マルチキャスト クラス1 DA、あるいはユニキャストDA
Ring APS	マルチキャスト クラス1 DA、あるいはユニキャストDA
MCC	ユニキャストDA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
LMM	ユニキャスト DA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
LMR	ユニキャストDA
IDM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
DMM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャスト クラス1 DA
DMR	ユニキャストDA
EXM, EXR, VSM, VSR	本標準の対象外

付属資料 A MEG IDフォーマット

メンテナンスエンティティグループ識別子 (MEG ID) の特徴は次のとおりである。

- 各 MEG ID はグローバルで一意でなければならない。
- オペレーター間の境界を超えるパスをセットアップするために、MEG が必要になる可能性がある場合、他のネットワークオペレーターも MEG ID を使用可能でなければならない。
- MEG が存在している限り、MEG ID を変更してはならない。
- MEG に関する責任を負うネットワークオペレーターを、MEG ID によって識別可能でなければならない。

図 A.1 に、本標準における MEG ID の一般的なフォーマットを示す。

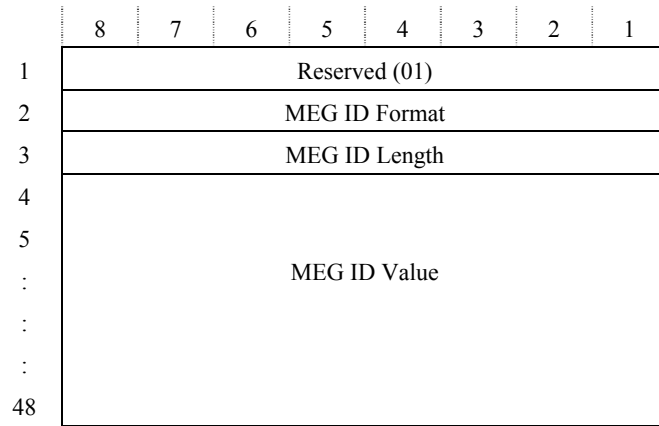


図 A.1 - 汎用 MEG IDフォーマット

MEG IDフォーマットタイプはMEG IDフォーマットフィールドによって識別される。MEG IDフォーマットタイプの詳細な値は表A.1で定義される。

表 A.1 - MEG ID フォーマットタイプ

MEG IDフォーマットタイプ値	TLV名
00-31, 64-255	予約(注1)
本標準に対するタイプ詳細	
32	ICCベースフォーマット
33-63	予約(注2)
注1 IEEE802.1で定義される予約	
注2 ITU-T標準用の予約	

図 A.2はITUキャリアコード (ICC) で使用されるフォーマットを示す。ICCはITU-T電気通信標準化局 (TSB)によって維持されているネットワークオペレータ、サービスプロバイダーに対して付与される。

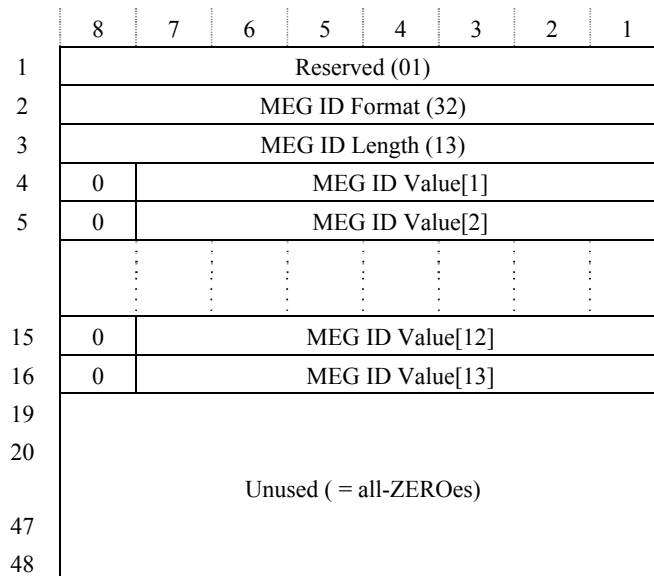


図 A.2 - ICCベースMEG IDフォーマット

図 A.2 に示す MEG ID Value は、ITU-T 勧告 T.50 (International Reference Alphabet - 7-bit coded character set for information exchange) に従ってコード化された 13 文字で構成される。このフィールドは、ITU キャリアコード (ICC) およびその後ろのユニーク MEG ID コード (UMC) の 2 つのサブフィールドで構成される。ITU キャリアコードは、左揃えされた 1~6 個の文字、英字、または先行英字および後続数字で構成される。UMC コードは ICC の直後に続く 7~12 文字 (後続 NULL 付き) であり、これによって 13 文字の MEG ID Value が完成される。UMC は一意性を保証する限り、ICC を割り当てられたベンダーが任意に決定できる。

付録 I 障害状態

(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

I.1 導通断 (LOC)状態

MEP はピア MEP からの CCM フレーム受信が停止した場合に、そのピア MEP との LOC を検出する。この種の障害の原因としては、ハード障害（例、リンク障害、デバイス障害など）またはソフト障害（例、メモリの破損、誤設定など）がある。

表 I.1-1 - LOC 検出/解除条件

LOC(i)	
検出条件	MEPがCCM転送周期の3.5倍に相当するインターバルにわたってピアMEP (MEP ID = i) からCCMフレームを受信しなかった場合
解除条件	CCM転送周期の3.5倍に相当するインターバル内に、MEPがそのピアMEP (MEP ID = i) からn個のCCMフレームを受信した場合。ただし $3 \leq n$ 。

I.2 ミスマージ(Mismerge)状態

MEG レベルは正しい（すなわち受信側 MEP と同じ MEG レベル）けれども、MEG ID が不正な（MEP 自身の MEG ID で表されるサービスインスタンスと異なるサービスインスタンスからのフレームが結合されたことを表す） CCM フレームを受信した場合、MEP は Mismerge を検出する。この種の障害条件の原因として最も多いのは誤設定であるが、ネットワーク上のハードウェア/ソフトウェア障害に起因する場合もある。

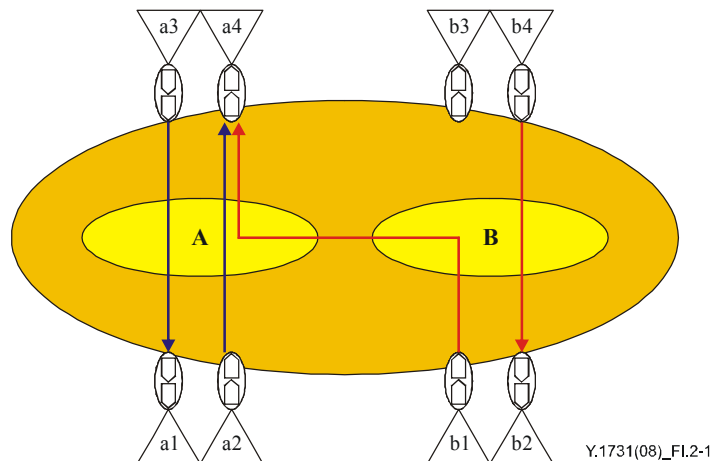


図 I2-1 Mismerge状態

表 I.2-1 - Mismatch検出/解除条件

Mismatch	
検出条件	MEGレベルは正しいけれども、MEG IDが不正なCCMフレームをMEPが受信した場合
解除条件	CCM転送周期の3.5倍に相当するインターバル内に、MEG IDが不正なCCMフレームをMEPが受信しなかった場合

MEP で Mismatch と同時に LOC が検出された場合、その Mismatch 条件は、ネットワーク接続の観点から有効な MEP が無効な(別の MEG に属する)MEP と取り替えられる可能性のある不一致条件を示している。Mismatch 検出の制約事項については、付録 V を参照すること。

I.3 想定外MEP (UnexpectedMEP) 状態

MEGレベル (すなわち、MEP自身のMEGレベルと同じMEGレベル) およびMEG IDは正しいけれども、想定外のMEP ID (MEP自身のMEP IDを含む) のCCMフレームを受信した場合、MEPはUnexpectedMEPを検出する。MEPがピアMEP IDのリストを維持している場合に、想定外のMEP IDの判別が可能になる。各MEPをプロビジョニングする際、ピアMEP IDのリストを設定する必要がある。この種の障害条件の原因として最も多いのは誤設定である。

表 I.3-1 - UnexpectedMEPの検出/解除

UnexpectedMEP	
検出条件	MEGレベル、MEG IDは正しいけれども、想定外のMEP IDを含むCCMフレームをMEPが受信した場合
解除条件	CCM転送周期の3.5倍に相当するインターバル内に、想定外のMEP IDを含むCCMフレームをMEPが受信しなかった場合

I.4 想定外MEGレベル (UnexpectedMEGLevel) 状態

不正な MEG レベルを含む CCM フレームを受信した場合、MEP は UnexpectedMEGLevel を検出する。不正な MEG レベルとは、MEP 自身の MEG レベルより低いレベルである。この種の障害条件の原因として最も多いのは、誤設定 (例、不適切な MEG レベルの設定、MEP の不在など) である。

表 I.4-1 - UnexpectedMEGLevelの検出/解除条件

UnexpectedMEGLevel	
検出条件	MEPが不正なMEGレベルを伴うCCMフレームを受信した場合。
解除条件	CCM転送周期の3.5倍に相当するインターバル内に、不正なMEGレベルを含むCCMフレームをMEPが受信しなかった場合

1.5 想定外ピリオド (UnexpectedPeriod) 状態

MEG レベル (すなわち、MEP 自身の MEG レベルと同じ MEG レベル)、MEG ID、および MEP ID は正しいけれども、MEP 自身の CCM 転送周期とは異なる Period 値を含む CCM フレームを受信した場合、MEP は想定外ピリオド (UnexpectedPeriod) を検出する。この種の障害条件の原因として最も多いのは誤設定である。

表 1.5-1 - UnexpectedPeriodの検出/解除条件

UnexpectedPeriod	
検出条件	MEGレベル、MEG ID、およびMEP IDは正しいけれども、MEP自身のCCM転送周期とは異なるPeriodフィールド値を含むCCMフレームをMEPが受信した場合)
解除条件	MEPで生成されるCCM転送周期の3.5倍と等しい時間の間、MEPが不正な周期フィールド値を伴うCCMフレームを受信しない場合。

1.6 信号故障(SignalFail)状態

LOC、ミスマージ(Mismerge)、想定外 MEP (Unexpected MEP)、想定外 MEG レベル (Unexpected MEG Level) などの障害条件を検出した場合、MEP は Signal Fail 条件を検出する。

Signal Fail 条件は、サーバーレイヤ終端機能がサーバー/ETH アダプテーション機能 (例、サーバーMEP) に対し、サーバーレイヤ内の障害条件について通知するために宣言する場合もある。

1.7 AIS状態

MEP は AIS フレームを受信した場合に AIS を検出する。この種の障害は、サーバーレイヤで Signal Fail 条件を検出した場合、またはサーバー (サブ) レイヤ MEP で AIS を受信した場合 (MEP が ETH-CC 機能を使用しないとき) に発生する。

表 1.7-1 - AIS 検出/解除条件

AIS	
検出条件	MEPがAISフレームを受信した場合。
解除条件	AIS転送周期の3.5倍に相当するインターバル内にMEPがAISフレームを受信しなかった場合、または (ETH-CCを使用するとき) MEPでLOC障害がクリアされた場合

MEP は AIS を検出すると、データフレームをブロックするかどうかを判断する。この判断に影響する要件は、不正なデータフレームをダウンストリームに転送する可能性を排除しながら、できる限り多くのデータフレームを転送すべきであるという原則である。表 1.7-2 に、いくつかの例を示す。データのブロック

に関する詳細は、ITU-T 勧告 G.8021 の修正条項 1 で記述する。

表 I.7-2 - AISでのデータブロックの例

AISが生成された状況	データフレームをブロックするかどうかの判断
LOC、UnexpectedPeriod検出	ブロックしない
AISフレーム受信	ブロックしない
Mismerge、UnexpectedMEP検出	ブロックする
UnexpectedMEGLevel検出	ブロックする

I.8 RDI状態

RDIフィールドが設定されているCCMフレームを受信したとき、MEPはRDIを検出する。

表 I.8-1 - RDI検出/解除条件

RDI	
検出条件	RDIフィールドが設定されているCCMフレームをMEPが受信した場合
解除条件	RDIフィールドが解除されているCCMフレームをMEPが受信した場合

I.9 LCK状態

MEPはLCKフレームを受信したときLCKを検出する。この障害はサーバー（サブ）レイヤMEPにおける意図的な管理/診断のための操作の結果、クライアントデータのトラフィックが妨害されている場合に発生する。

表 I.9-1 - RDI検出/解除条件

LCK	
検出条件	MEPがLCKフレームを受信した場合
解除条件	LCK転送周期の3.5倍に相当するインターバル内に、MEPがLCKフレームを受信しなかった場合

付録 II イーサネットワークのシナリオ

(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

II.1 共有MEGレベルの例

図II.1は、カスタマー、プロバイダーおよびオペレーターがMEGレベルを共有する際の、MEGレベルのデフォルト割り当て例を示している。図中の三角はMEP、円はMIP、ひし形はTrCPを表す。

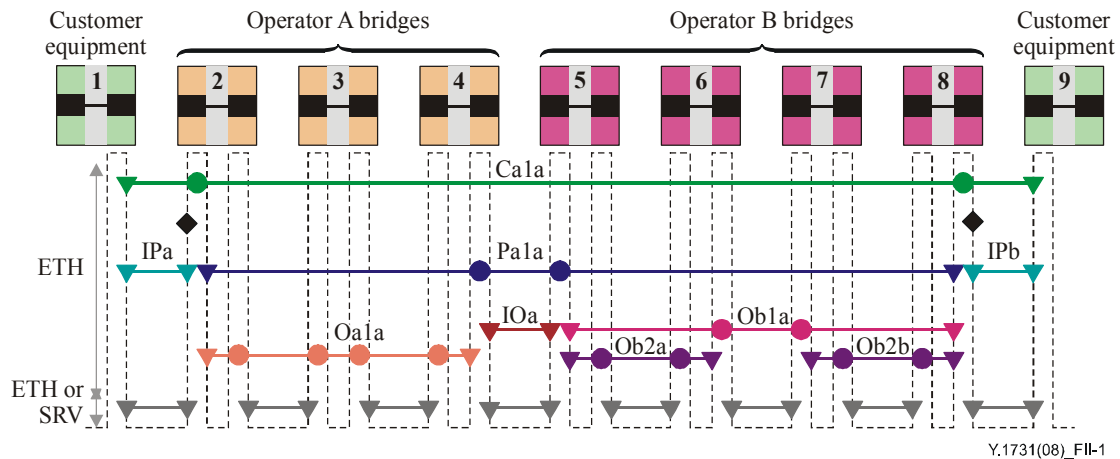


図 II.1 – 共有MEGレベルのMEGレベル割り当て例

- UNI_CからUNI_Cのカスタマー-ME (Ca1a) は、カスタマー-MEGレベル5に割り当てられる。必要であれば、より上位のカスタマー-MEGレベル (例えば、6や7) を追加し、そこにさらなるカスタマー-MEを作ることができる。
- UNI_NからUNI_Nのプロバイダー-ME (Pa1a) は、プロバイダー-MEGレベル4に割り当てられる。必要であれば、より下位のプロバイダー-MEGレベル (例えば、3) を追加し、そこにさらなるプロバイダー-MEを作ることができる。
- エンドツーエンドのオペレーター-ME (Oa1aおよびOb1a) は、MEGレベル2に割り当てられる。必要であれば、各オペレーターネットワークに、より下位のオペレーター-MEGレベル (例えば、1や0) を追加し、そこにさらなるオペレーター-MEを作ることができる。
- オペレーターBのネットワーク内のオペレーター-ME (Ob2aおよびOb2b) は、オペレーターBが必要とするならば、より下位のMEGレベル (例えば、1) に割り当てることができる。
- カスタマーとプロバイダー間のUNI_CからUNI_NのME (IPaおよびIPb) は、MEGレベル0に割り当てられる。プロバイダーが透過性を提供するよう義務付けられているのは、カスタマー-MEGレベル7、6および5のみであるので、プロバイダーはUNI_Nにおいて当該のOAMフレームを取り除くことができる。
- オペレーター間のME (IOa) は、MEGレベル0に割り当てられる。オペレーターが透過性を提供するよう義務付けられているのは、カスタマーおよびプロバイダー-MEGレベルのみであるので、オペレーターは当該のOAMフレームを取り除くことができる。

II.2 独立MEGレベルの例

図II.2は、カスタマーとサービスプロバイダーがMEGレベルを共有しない場合の例を示している。ただし、サービスプロバイダーとオペレーターはMEGレベルを共有している。図中の三角はMEP、円はMIP、ひし形はTrCPを表す。

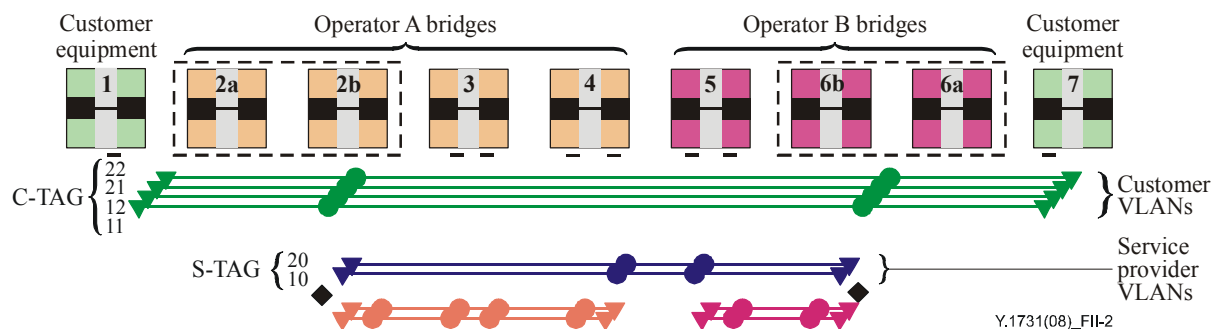


図 II.1 – 独立MEGレベルのMEGレベル割り当て例

- 上記の例において、4つのカスタマーVLAN（11、12、21および22）と対応するカスタマーMEG（緑で示されている）は、2つのサービスプロバイダーVLAN（20および10）と対応するサービスプロバイダーMEG（青で示されている）とは、完全に独立である。
- 上記より、カスタマーとサービスプロバイダーは、8つすべてのMEGレベルを独立に使用することができる。
- しかしながら、サービスプロバイダーとオペレーターは、図II.1と同様にMEGレベル空間を共有する。この場合、8つのMEGレベルはサービスプロバイダーとオペレーターの間で相互に一致させられる。
- 上記の例では、カスタマーは、全8つのMEGレベルを独立に使用するために、VLANタグフレームもしくはプライオリティタグフレームとして、OAMフレームを送らなければならない。しかし、もしカスタマーがタグなしのOAMフレームを使用するならば、MEGレベルはもはや独立ではなくなり、カスタマーとサービスプロバイダーの間で、カスタマーMEGレベルおよびプロバイダーMEGレベルについて相互に合意させる必要がある。

付録 III フレームロス測定

(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

III.1 フレームロス計算

フレームロスの計算を行うには、次の4つのケースを考慮に入れる必要がある。

- 送信カウンターおよび受信カウンターのどちらもラップアラウンドしない場合。
- 送信カウンターのみがラップアラウンドする場合。
- 受信カウンターのみがラップアラウンドする場合。
- 送信カウンターおよび受信カウンターが両方ともラップアラウンドする場合。

各ケースについて、次の方法でフレームロスを計算することができる。

- 送信カウンターおよび受信カウンターのどちらもラップアラウンドしない場合 (図 III.1 を参照)

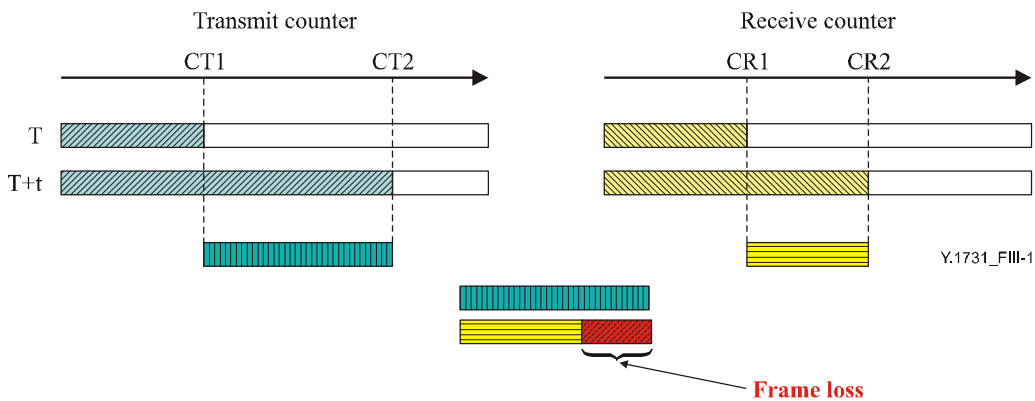


図 III.1- ラップアラウンドしない場合

この場合、フレームロスは単純な式で計算できる。

$$\text{フレームロス} = (\text{CT2} - \text{CT1}) - (\text{CR2} - \text{CR1})$$

- 送信カウンターのみがラップアラウンドする場合 (図III.2参照) :

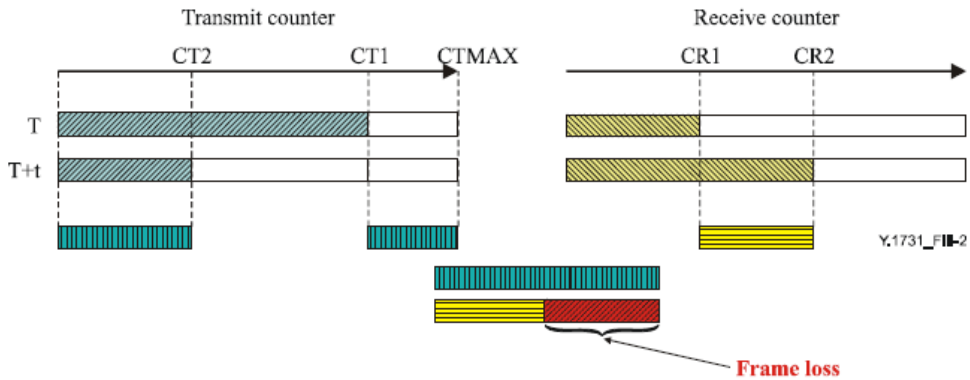


図 III.2-送信カウンターがラップアラウンド

この場合、項目aで説明したように、フレームロス下記の方程式により計算できる。

$$\begin{aligned} \text{フレームロス} &= ((\text{CTMAX}-\text{CT1})+\text{CT2}+1)-(\text{CR2}-\text{CR1}) \\ &= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})+(\text{CTMAX}+1) \end{aligned}$$

c) 受信カウンターのみラップアラウンドする場合 (図III.3参照) :

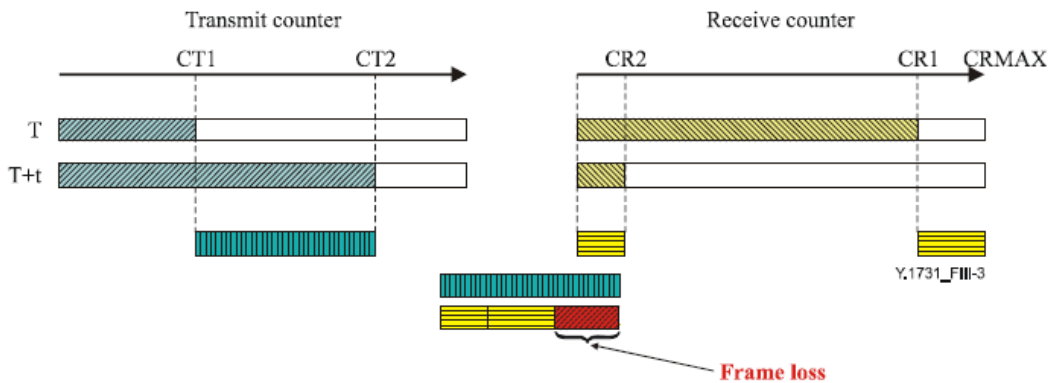


図 III.3-受信カウンターのみラップアラウンドする場合

$$\begin{aligned} \text{フレームロス} &= (\text{CT1}-\text{CT2})-(\text{CRMAX}-\text{CR1})-\text{CR2}+1) \\ &= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})-(\text{CRMAX}+1) \end{aligned}$$

d) 送信カウンターと受信カウンターともに使用する場合 (図III.4参照) :

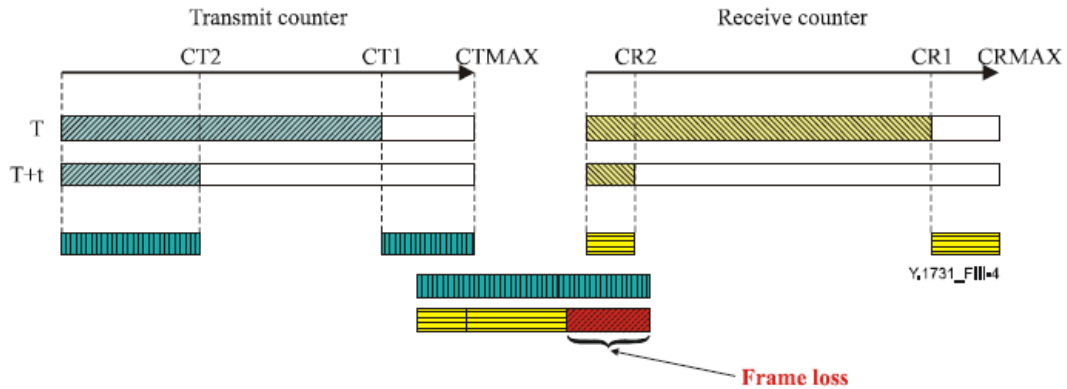


図 III.4-両方のカウンターを使用する場合

$$\begin{aligned} \text{フレームロス} &= ((\text{CTMAX}-\text{CT1})+\text{CT2}+1)-((\text{CRMAX}-\text{CR1})+\text{CR2}+1) \\ &= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})+(\text{CTMAX}+1)-(\text{CRMAX}+1) \end{aligned}$$

III.1.1 フレームロスの簡易計算

計算が符号なしの数式で実行されるならば、フレームロスの計算式は、下記の方程式で簡易化できる。：

$$N + (\text{MAX}+1) \equiv N \pmod{\text{MAX}+1}$$

$$N - (\text{MAX}+1) \equiv N \pmod{\text{MAX}+1}$$

それゆえ、8.1.1節および8.2.2節に記載されているフレームロスの計算式は、下記のように変形できる。

- a) フレームロス = $(\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})$
- b) フレームロス = $(\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})+\text{CTMAX}+1$
 $= ((\text{CT2}+(\text{CTMAX}+1))-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})$
 $= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})$
- c) フレームロス = $(\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})-(\text{CRMAX}+1)$
 $= (\text{CT2}-\text{CT1})-((\text{CR2}+\text{CRMAX}+1)-\text{CR1})$
 $= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})$
- d) フレームロス = $(\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})+(\text{CTMAX}+1)-(\text{CRMAX}+1)$
 $= ((\text{CT2}+(\text{CTMAX}+1))-\text{CT1})-((\text{CR2}+(\text{CRMAX}+1))-\text{CR1})$
 $= (\text{CT2}-\text{CT1})-(\text{CR2}-\text{CR1})$

上記のように、フレームロスが符号なしの数式で計算されるならば、どのケースにおいても単一の計算式で計算できる。

III.1.2 フレームカウンター完了の周期性

本節では、異なるインタフェースレートおよび異なるフレームサイズにおける、4オクテットのフレームカウンターの完了周期性を示す。

表 III.1-フレームカウンター完了周期

インタフェースレート	フレームサイズ	4オクテットフレームカウンター完了周期
1 Gbit/s	64オクテット	$(2^{32})/((10^9)/((64+12)*8)) = 2611$ 秒
1 Gbit/s	1522オクテット	$(2^{32})/((10^9)/((1522+12)*8)) = 52707$ 秒
10 Gbit/s	64オクテット	$(2^{32})/((10*(10^9)/((64+12)*8)) = 261$ 秒
10 Gbit/s	1522オクテット	$(2^{32})/((10*(10^9)/((1522+12)*8)) = 5270$ 秒
100 Gbit/s	64オクテット	$(2^{32})/((100*(10^9)/((64+12)*8)) = 26$ 秒
100 Gbit/s	1522オクテット	$(2^{32})/((100*(10^9)/((1522+12)*8))$ 秒

付録 IV ネットワークOAM相互作用

(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

階層間ネットワーク間の相互作用のための要求条件は下記の通り：

- サーバーレイヤにおける欠陥状態の検出にもとづき、サーバーレイヤ・クライアントレイヤ間のアダプテーション機能は、クライアントレイヤでAISを挿入できるようにすべきである。
 - 挿入されるAISのフォーマットは、クライアントレイヤに特有のものである。
- 一例として、クライアントレイヤがイーサネットの場合、5.3.1項のサーバーMEPが使用される。

付録 V ミスマージ検出の限界

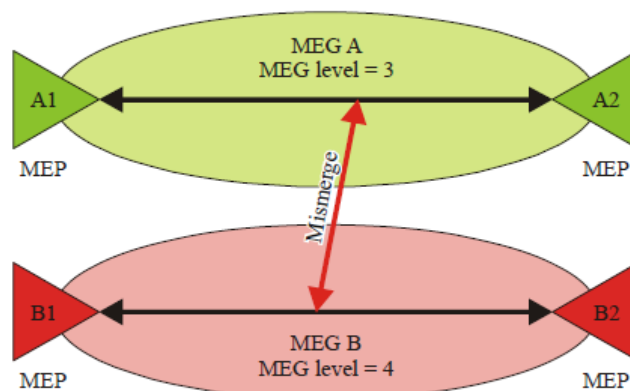
(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

MEPは、障害検出において自身のMEGレベル、もしくは下位のMEGレベルのCCMフレームのみ考慮する。5.7節で定義されているように、OAMの透過性を提供するために、上位のMEGレベルのCCMフレームは透過させる。このふるまいは、下記の図V.1のようなミスマージ検出における限界となる。

異なるMEGレベルのMEG間でのミスマージの場合、下位レベルのMEGのMEPは、いかなる欠陥も検出せず、上位レベルのMEGからのCCMフレームとして、MEPにより透過される。上位レベルのMEGのMEPは、I.4で定義されているように、UnexpectedMEGレベルを検出する。

下位レベルから上位レベルのMEGへの片方向のミスマージの場合、障害は検出されない。

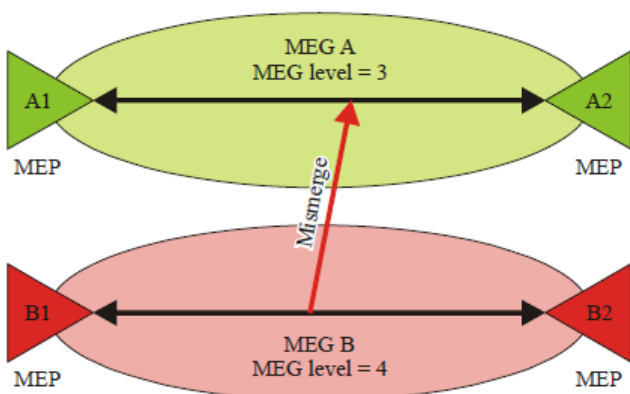
MEGレベル3以下のみ、MEG AのMEPによる障害検出は考慮されない。



MEG BのMEPによるUnexpectedMEGレベルの検出

a) 両方向のミスマージ

MEGレベル3以下のみ、MEG AのMEPによる障害検出は考慮されない。



障害が検出されず、MEG Bにミスマージが存在しないこととなる。

b) 片方向のミスマージ

図 V.1 – ミスマージ検出の限界

付録 VI IEEE 802.1agとの用語の整合

(この付録は本標準に不可欠な規定というわけではない。)

本標準とIEEE802.1agで使用される用語の関係を下記に示す。

表 VI.1 – 用語の対応表

Y.1731の用語	802.1agの用語	注釈
MEG	MA	
MEG ID	MAID (ドメイン名+MA名の略)	本標準では、802.1agと異なり、MEG IDはドメイン名と MEG名の略を分けない。
MEG level	MA level	