

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2版

2021年11月11日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人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一般社団法人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>	8
要約	9
1 適応範囲	9
2 参考文献	9
3 定義	11
3.1 他の文書で定義されている用語	11
3.2 本標準で定義されている用語	12
4 略語および頭辞語	13
5 規約	16
5.1 メンテナンスエンティティグループ (MEG)	16
5.2 トラフィック調整ポイント(TrCP)	16
5.3 MEG レベル	16
5.4 OAM 透過性 (Transparency)	17
5.5 オクテットの表記	17
6 OAM の関係	18
6.1 MEs、MEPs、MIPs、TrCPs の関係	18
6.2 MEs、MEG、MEG レベルの関係	18
6.3 MEP、MIP の構成	20
7 故障管理用の OAM 機能	20
7.1 イーサネット導通チェック (ETH-CC)	20
7.1.1 CCM(ETH-CC 情報を含む)の送信	21
7.1.2 CCM(ETH-CC 情報を含む)の受信	21
7.2 イーサネットループバック (ETH-LB)	22
7.2.1 ユニキャスト ETH-LB	22
7.2.2 マルチキャスト ETH-LB	25
7.3 イーサネットリンクトレース(ETH-LT)	26
7.3.1 LTM の送信	28
7.3.2 LTM の受信と転送、および LTR の送信	28
7.3.3 LTR の受信	30
7.4 イーサネット警報表示信号 (ETH-AIS)	30
7.4.1 AIS の送信	31
7.4.2 AIS の受信	31
7.5 イーサネット対局劣化表示 (ETH-RDI)	32
7.5.1 CCM による ETH-RDI の送信	32
7.5.2 CCM による ETH-RDI の受信	33
7.6 イーサネットロック信号(ETH-LCK)	33
7.6.1 LCK の送信	34
7.6.2 LCK の受信	34

7.7	イーサネットテスト信号(ETH-Test)	34
7.7.1	TST の送信	35
7.7.2	TST の受信	36
7.8	イーサネット自動予備切替 (ETH-APS)	36
7.9	イーサネット保守用通信チャネル(ETH-MCC)	36
7.10	イーサネット実験的 OAM(ETH-EXP)	37
7.11	イーサネットベンダー独自 OAM (ETH-VSP)	37
7.12	イーサネットクライアント信号障害 (ETH-CSF)	38
7.12.1	CSF の送信	38
7.14	イーサネット障害予測機能 (ETH-ED)	42
7.14.1	EDM の送信	43
7.14.2	EDM の受信	43
8	パフォーマンス監視のための OAM 機能	44
8.1	フレームロス測定(ETH-LM)	45
8.1.1	デュアルエンド ETH-LM	47
8.1.2	シングルエンド ETH-LM	48
8.2	フレーム遅延測定 (ETH-DM)	49
8.2.1	デュアルエンド ETH-DM	51
8.2.2	シングルエンド ETH-DM	51
8.3	スループット測定	53
8.4	合成ロス測定(ETH-SLM)	53
8.4.1	シングルエンド ETH-SLM	54
8.4.2	デュアルエンド ETH-SLM	55
9	OAM PDU タイプ	56
9.1	共通の OAM 情報エレメント	57
9.1.1	OAM PDU 共通フォーマット	58
9.2	CCM PDU	60
9.2.1	CCM 情報エレメント	60
9.2.2	CCM PDU フォーマット	61
9.3	LBM PDU	63
9.3.1	LBM 情報エレメント	63
9.3.2	LBM PDU フォーマット	65
9.4	LBR PDU	67
9.4.1	LBR 情報エレメント	67
9.4.2	LBR PDU フォーマット	67
9.5	LTM PDU	68
9.5.1	LTM 情報エレメント	68
9.5.2	LTM PDU フォーマット	68
9.6	LTR PDU	70

9.6.1	LTR 情報エレメント	70
9.6.2	LTR PDU フォーマット	70
9.7	AIS PDU	73
9.7.1	AIS 情報エレメント	73
9.7.2	AIS PDU フォーマット	73
9.8	LCK PDU	74
9.8.1	LCK 情報エレメント	74
9.8.2	LCK PDU フォーマット	74
9.9	TST PDU	75
9.9.1	TST 情報エレメント	75
9.9.2	TST PDU フォーマット	75
9.10	APS PDU	76
9.10.1	APS 情報エレメント	76
9.10.2	APS PDU フォーマット	76
9.11	MCC PDU	77
9.11.1	MCC の情報エレメント	77
9.11.2	MCC PDU フォーマット	77
9.12	LMM PDU	78
9.12.1	LMM 情報エレメント	79
9.12.2	LMM PDU フォーマット	79
9.13	LMR PDU	80
9.13.1	LMR 情報エレメント	80
9.13.2	LMR PDU フォーマット	80
9.14	IDM PDU	81
9.14.1	IDM 情報エレメント	81
9.14.2	IDM PDU フォーマット	81
9.15	DMM PDU	82
9.15.1	DMM 情報エレメント	82
9.15.2	DMM PDU フォーマット	83
9.16	DMR PDU	84
9.16.1	DMR 情報エレメント	84
9.16.2	DMR PDU フォーマット	84
9.17	EXM PDU	85
9.17.1	EXM 情報エレメント	85
9.17.2	EXM PDU フォーマット	85
9.18	EXR PDU	86
9.18.1	EXR 情報エレメント	86
9.18.2	EXR PDU フォーマット	86
9.19	VSM PDU	87

9.19.1	VSM 情報エレメント	87
9.19.2	VSM PDU フォーマット	87
9.20	VSR PDU	88
9.20.1	VSR 情報エレメント	88
9.20.2	VSR PDU フォーマット	88
9.21	クライアント信号故障(CSF).....	89
9.22	SLM PDU.....	90
9.22.1	SLM 情報エレメント.....	90
9.22.2	SLM PDU フォーマット.....	91
9.23	SLR PDU.....	91
9.23.1	SLR 情報エレメント.....	91
9.23.2	SLR PDU フォーマット.....	92
9.24	1SL PDU	93
9.24.1	1SL 情報エレメント	93
9.24.2	1SL PDU フォーマット.....	93
9.25	BNM PDU.....	94
9.25.1	BNM 情報エレメント	94
9.25.2	BNM PDU フォーマット	94
9.26	EDM PDU	95
9.26.1	EDM PDU の情報エレメント	95
9.26.2	EDM PDU フォーマット	95
10	OAM フレームアドレス.....	97
10.1	マルチキャスト宛先アドレス	97
10.2	CCM.....	97
10.3	LBM.....	98
10.4	LBR.....	98
10.5	LTM.....	98
10.6	LTR.....	98
10.7	AIS	98
10.8	LCK.....	98
10.9	TST.....	99
10.10	APS.....	99
10.11	MCC.....	99
10.12	LMM	99
10.13	LMR	99
10.14	1DM	99
10.15	DMM.....	99
10.16	DMR.....	99
10.17	EXM.....	99

10.18	EXR.....	99
10.19	VSM.....	100
10.20	VSR.....	100
10.21	CSF.....	100
10.22	SLM.....	100
10.23	SLR.....	100
10.24	1SL.....	100
10.25	BNM.....	100
10.26	EDM.....	100
11	OAM PDU の検証とバージョン.....	102
11.1	OAM PDU の送信.....	102
11.2	受信側の OAM PDU 検証.....	102
11.3	検証後の OAM PDU の受信.....	103
付属資料 A	MEG ID フォーマット.....	105
A.1	ICC ベース MEG ID フォーマット.....	106
A.2	CC および ICC ベースのグローバルな MEG ID フォーマット.....	108
付属資料 B	[ITU-T Y.1731]におけるイーサネットリンクトレース(ETH-LT)の相互接続性に関する考察...	109
付録 I	イーサネットワークのシナリオ.....	111
付録 II	フレームロス測定.....	113
付録 III	ネットワーク OAM 相互作用.....	117
付録 IV	ミスマージ検出の制限.....	118
付録 V	IEEE 802.1Q との用語の整合.....	119
付録 VI	ETH-SLM への精度例.....	120
付録 VII	ETH-LM とリンクアグリゲーション.....	121

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T 勧告 2018 年度版 G.8013/Y.1731 Corrigendum 1 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
第 2 版	2021 年 11 月 11 日	改定

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.8001/Y.1354、G.8010/Y.1306、G.8021/Y.1341、G.8031/Y.1342、G.8032/Y.1344、G.8113.1/Y.1372.1、M.1400、O.150、T.50、Y.1563、Y.1564、Y.1730、Y.1731

IEEE 標準 802-2014、802.1Q-2014、802.3-2012、1588-2002

MEF 標準 MEF 10.3(2013)

IEC 標準 61588 (2009)

ISO 標準 3166-1 (2013)

6. 標準作成部門

第 1 版 情報転送部門委員会

第 2 版 伝送網・電磁環境専門委員会

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ツーマルチポイントおよびルーテッドマルチポイント接続を含むマルチポイントの 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 または OSS を使用している)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 802.1Q 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 (2012) 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 (2012) Common equipment management function requirements
[ITU-T G.8001/Y.1354]	ITU-T Recommendation G.8001/Y.1354 (2016) Terms and definitions for Ethernet frames over transport
[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 (2018) Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks
[ITU-T G.8031/Y.1342]	ITU-T Recommendation G.8031/Y.1342 (2015) Ethernet protection switching
[ITU-T G.8032/Y.1344]	ITU-T Recommendation G.8031/Y.1344 (2015) Ethernet ring protection switching
[ITU-T G.8113.1/Y.1372.1]	ITU-T Recommendation G.8113.1/Y.1372.1 (2016) Operations,administration and maintenance mechanism for MPLS-TP in packet transport networks
[ITU-T M.1400]	ITU-T Recommendation M.1400 (2013) 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.1563]	ITU-T Recommendation Y.1563 (2009) Ethernet frame transfer and availability performance
[ITU-T Y.1564]	ITU-T Recommendation Y.1564 (2011) Ethernet service activation test methodology
[ITU-T Y.1730]	ITU-T Recommendation Y.1730 (2004) Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services
[ITU-T Y.1731]	ITU-T Recommendation Y.1731 (2006) OAM functions and mechanisms for Ethernet based network
[IEC 61588]	IEC 61588 (2009) Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems
[IEEE 802-2014]	IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture
[IEEE 802.1Q-2014]	IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Bridges and Bridged Networks
[IEEE 802.3-2012]	IEEE Standard for Ethernet
[IEEE 1588-2002]	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
ISO 3166-1(2013)	ISO 3166-1 (2013), Codes for the representation of names of countries and their subdivisions – Part 1: Country codes.
MEF 10.3 (2013)	Ethernet Services Attributes Phase 3

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	デュアルエンド	dual-ended:	[ITU-T G.8001]
3.1.8	故障	failure:	[ITU-T G.806]
3.1.9	遠端	far-end:	[ITU-T G.8001]
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	開始 MEP	initiating MEP:	[ITU-T G.8001]
3.1.20	適合	in-profile:	[ITU-T G.8001]
3.1.21	稼働中の OAM	in-service OAM:	[ITU-T G.8001]
3.1.22	レイヤネットワーク	layer network:	[ITU-T G.809]
3.1.23	リンク	link:	[ITU-T G.805]
3.1.24	リンクコネクション	link connection:	[ITU-T G.805]
3.1.25	リンクフロー	link flow:	[ITU-T G.809]
3.1.26	メンテナンスエンティティ	maintenance entity :	[ITU-T G.8001]
3.1.27	メンテナンスエンティティグループ	maintenance entity group:	[ITU-T G.8001]
3.1.28	MEG 終点(MEP)	MEG end-point(MEP):	[ITU-T G.8001]
3.1.29	MEG 中間点(MIP)	MEG intermediate point(MIP):	[ITU-T G.8001]
3.1.30	近端	near-end:	[ITU-T G.8001]
3.1.31	ネットワーク	network:	[ITU-T G.809]
3.1.32	ネットワークコネクション	network connection:	[ITU-T G.805]
3.1.33	オンデマンド OAM	on-demand OAM:	[ITU-T G.8001]
3.1.34	片方向	one-way:	[ITU-T G.8001]
3.1.35	組織的一意識別子	organizationally unique identifier:	[IEEE 802]

3.1.36	非稼働中の OAM	out-of-servie OAM:	[ITU-T G.8001]
3.1.37	ピア MEP	peer MEP:	[ITU-T G.8001]
3.1.38	ポート	port:	[ITU-T G.809]
3.1.39	プロアクティブ OAM	proactive OAM:	[ITU-T G.8001]
3.1.40	受信 MEP	receiving MEP:	[ITU-T G.8001]
3.1.41	参照点	reference point:	[ITU-T G.809]
3.1.42	応答 MEP	responding MEP:	[ITU-T G.8001]
3.1.43	サーバーMEP	server MEP:	[ITU-T G.8001]
3.1.44	シングルエンド	single-ended:	[ITU-T G.8001]
3.1.45	コネクション終端点	termination connection point:	[ITU-T G.805]
3.1.46	フロー終端点	termination flow point:	[ITU-T G.809]
3.1.47	トラフィックユニット	traffic unit:	[ITU-T G.809]
3.1.48	トレイル	trail:	[ITU-T G.805]
3.1.49	トレイル終端	trail termination :	[ITU-T G.805]
3.1.50	トランスポート	transport:	[ITU-T G.809]
3.1.51	トランスポートエンティティ	transport entity:	[ITU-T G.809]
3.1.52	トランスポート処理機能	transport processing function:	[ITU-T G.809]
3.1.53	双方向	two-way:	[ITU-T G.8001]

3.2 本標準で定義されている用語 なし。

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	片方向遅延測定
1SL	One-way Synthetic Loss measurement	片方向合成損失測定
AIS	Alarm Indication Signal	警報表示信号
APS	Automatic Protection Switching	自動予備切替
BNM	Bandwidth Notification Message	帯域通知メッセージ
CCM	Continuity Check Message	導通チェックメッセージ
CoS	Class of Service	サービスクラス
CP	Connection Point	コネクションポイント
CSF	Client Signal Fail	クライアント信号故障
DA	Destination MAC Address	宛先 MAC アドレス
DEI	Drop Eligible Indicator	廃棄適格表示
DMM	Delay Measurement Message	遅延測定メッセージ
DMR	Delay Measurement Reply	遅延測定応答
EDM	Expected Defect Message	故障予測メッセージ
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-BN	Ethernet Bandwidth Notification function	イーサネット帯域通知機能
ETH-CC	Ethernet Continuity Check function	イーサネット導通チェック機能
ETH-CSF	Ethernet Client Signal Fail function	イーサネットクライアント信号故障機能
ETH-DM	Ethernet Delay Measurement function	イーサネット遅延測定機能
ETH-ED	Ethernet Expected Defect function	イーサネット故障予測機能
ETH-EXP	Ethernet Experimental OAM function	イーサネット実験的 OAM 機能
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-SLM	Ethernet Synthetic Loss Measurement function	イーサネット合成損失測定機能
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 OAMMessage	実験的 OAM メッセージ
EXR	Experimental OAMReply	イーサネット OAM 応答
FLR	Frame Loss Ratio	フレーム損失率
FT	Flow Termination	フロー終端
GNM	Generic Notification Message	一般通知メッセージ
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	LoopbackReply	ループバック応答
LCK	Locked	ロック
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
MCC	Maintenance Communication Channel	管理用通信チャネル
ME	Maintenance Entity	メンテナンスエンティティ
MEG	MEGroup	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
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	Operation, 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
PCP	Priority Code Point	優先コードポイント
PDU	Protocol Data Unit	プロトコルデータユニット
PE	Provider Edge	プロバイダエッジ
PHY	Ethernet Physical layer entity consisting of the PCS, the PMA,and,if present,the PMD sublayers PCS, PMA 及び存在する場合は PMD サブレイヤからなるイーサネット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
SLM	Synthetic Loss Message	合成損失メッセージ
SLR	Synthetic Loss Reply	合成損失応答
SRV	Server	サーバー
STP	Spanning Tree Protocol	スパニングツリープロトコル
TCI	Tag Control Information	タグコントロール情報
TLV	Type, Length and Value	タイプ、長さおよび値
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 のカスタマ側
UNI-N	Network side of UNI	UNI のネットワーク側
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ネットワークおよびコネクション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 内の全ての ME は一つの同じ管理境界内に存在する。
- MEG 内の全ての ME は MEG レベル(5.3 節参照)が同じである。
- MEG 内の全ての ME は、同一のポイントツーポイント ETH 接続またはマルチポイント ETH 接続に属する。

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。

5.2 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。

5.3 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、プロバイダ、およびオペレータ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、プロバイダ、およびオペレータの入れ子になった 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、プロバイダ、およびオペレータ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、プロバイダ、および/またはオペレータ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。

5.4 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。

5.3 節で前述したように、MEG レベルをプロバイダおよびオペレータロールと共有しない場合には、カスタマロールは 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、プロバイダおよびオペレータロールと MEG レベルを共有する場合には、プロバイダおよび/またはオペレータの管理ドメインにおけるカスタマ 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、オペレータの管理ドメインにおけるプロバイダ 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。

5.5 オクテットの表記

本標準において、オクテットは IEEE802.1Q 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 5.5-1 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 5.5-1 - 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 I 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 I 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、プロバイダがカスタム MIP を提供することはできない。

6.2 MEs、MEG、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。

イーサネットネットワークにおける ME は、ITU-T G.8010 の図 23 および図 24 にて示され、ITU-T Y.1730 の 9 章にて定義されている。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 6.2-1 は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 の例を示す。

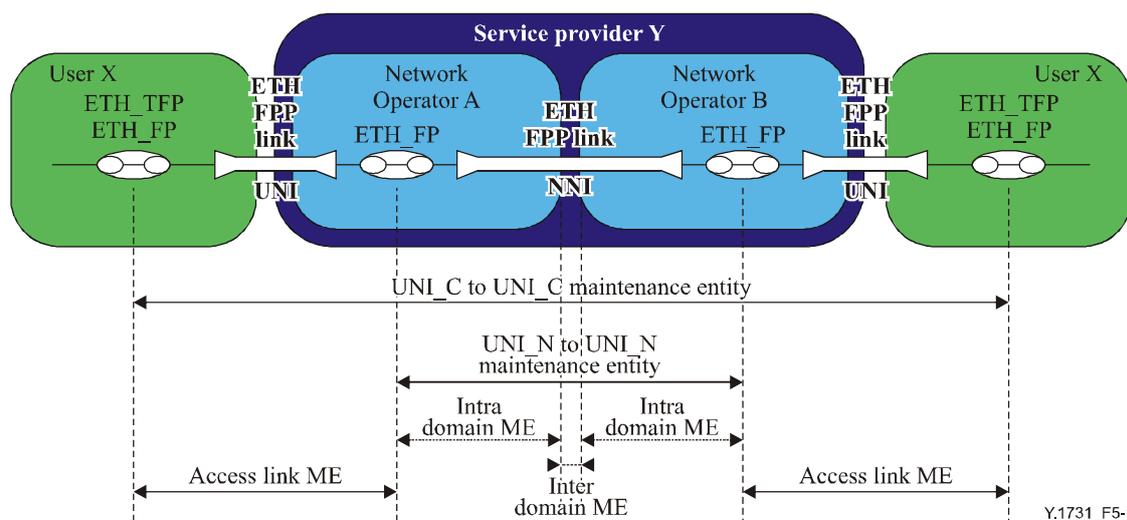


図 6.2-1 - ITU-T G.8010 図 23 に示された管理可能ドメインのポイントツーポイント接続に関連する ME の例

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、プロバイダ、およびオペレータ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

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

5.3 節で前述したように、カスタマ、プロバイダ、およびオペレータの入れ子になった 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、プロバイダ、およびオペレータの入れ子になった 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、カスタマとプロバイダ間の MEG、プロバイダとオペレータ間の MEG、オペレータ間の MEG、プロバイダ間の 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、プロバイダ、およびオペレータ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

ITU-T G.8010 MEG	ITU-T Y.1730 ME	MEG レベル
UNI_C/UNI-C ME	UNI-UNI (カスタマ)	7~1
UNI_N/UNI-N ME	UNI-UNI (プロバイダ)	7~1
ドメイン内 ME	プロバイダ内セグメント(PE-PE)	7~1
ドメイン間 ME	プロバイダ間セグメント(PE-PE) (プロバイダプロバイダ)	0 (デフォルト)
アクセスリンク ME	ETY リンク OAM - UNI (カスタマプロバイダ)	0 (デフォルト)
ドメイン間 ME	ETY リンク OAM - NNI (オペレータオペレータ)	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、プロバイダ、およびオペレータが 8 個の MEG レベルの内いずれにおいても使用することができる。ただし、5.3 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

MEG end-point (MEP) および MEG intermediate points (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。

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 (mismatch) 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 内のピア 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 OAMPDU は、CCM である (9.2 節に記述)。CCMPDU 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 フレームを定期的に送信する。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/分の伝送速度)
- 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、mismatch 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 ユニキャストループバックメッセージ(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 MIP またはピア 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、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、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、開始側の MEP に送信する。MEG レベルが有効で、宛先 MAC アドレスが応答側の 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、応答側 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、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、開始側の 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 とピア 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、開始 MEP からターゲット MIP または MEP までの MIP の順序である。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 の順序が想定されたものと食い違う可能性がある。順序の相違によって、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エレメントが、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：受信側は、ETH-LT 要求情報を含むフレームを終端するかどうかを決めてよい。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 が受信した LTM フレームを処理できるようにするため、MIP または MEP を含む各ネットワークエレメントが、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エレメントに、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 レスポンダー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 egress identifier TLV を含む。

注 - ETH-LT レスポンダーは ITU-T Y.1731 で定義されておらず、イングレスポートとイグレスポートにおける MEP と MIP のみが定義されている。また、LTM egress identifier TLV は、ITU-T Y.1731 にてオプションと見なされている。

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 の受信と転送、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 レスポンダーに転送し、ETH-LT レスポンダー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 フレームに対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 egress identifier 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。ITU-T Y.1731 によって示されている LTM フレームには、LTM egress identifier TLV が含まれていない場合があることに注意する。互換性の維持については付録 B を参照。言い換えれば、LTM egress identifier TLV が無い場合でも、LTM フレームの TLV は MIP または MEP で処理される可能性がある。

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開始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)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 egress identifier TLV。ITU T Y.1731をサポートするMIPは、LTM egress identifier TLVをそのまま転送する可能性があることに注意する。互換性の維持については、付録Bを参照。
- さらに、TargetMACアドレスがMEP自身のアドレスと同じでない場合に、MEPで受信されると、LTMフレームは常にMEPで終端し、MEPはLTRフレームを返送しない。

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 egress identifier TLVを含む。LTR egress identifier 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Last Egress Identifierフィールドを含む。このフィールドは、LTMフレームのLTM egress identifier TLVと同一値を提供する。LTR egress identifier 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Next Egress Identifierフィールドを含み、次のホップに修正されたLTMフレームを中継することを可能とする。

もし、LTM egress identifier TLVがあった場合、このフィールドは、修正して中継されたLTMフレームのLTM egress identifier TLVと同じ値を提供する。

もし、修正されたLTMフレームが中継されない場合、LTMフレームのFlagsフィールドのFwdYesビットはクリアされ、次のイグレス識別子の中身は定まらず、LTRフレームの受信側で無視されなければならない。

加えて、もし、LTMフレームがイングレスポートで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と記述されたreply ingress TLVを含む。

同様に、もし、LTMフレームが、イングレスポートでMEPによって受信されなかったり、イグレスポートがMIPまたはMEPを所持していたりしたら、LTRフレームは、イグレスポートでMIPまたはMEPと記述されたreply egress TLVを含む。

含まれているReply Ingress TLVとReply Egress TLVはどちらもITU-T Y.1731にオプションとして記載されているため、どちらもそのバージョンのLTRフレームに含まれない可能性があることに注意する。互換性の維持については、付録Bを参照。

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(サブ)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(あるいはサーバー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 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-AIS 転送周期 - ETH-AIS 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-Test (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)。LCK PDU を含むフレームを、AIS フレームという。

7.6.1 LCK の送信

(サーバー) MEP は管理上の理由でロックされると、図 7.6-1 に示すように、クライアント (サブ) レイヤ MEG に LCK フレームを送信する。

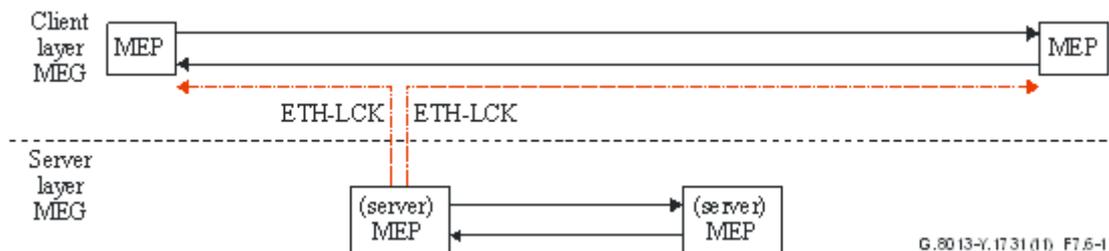


図 7.6-1 - ETH-LCK 送信の例

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制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ブिस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

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 ETH (サブレイヤに 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。

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ータが、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 レベルに、LCK フレームも送信する。

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 および G.8032 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-MCC: 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。ITU-T OUI (00-19-A7) を除く OUI に関する ETH-MCC の具体的な使用法については、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ベンダー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。

ピア 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) は、一時的に管理ドメイン内に提供できる実験的 OAM 機能に使用される。実験的 OAM 機能 (したがって、特定の OUI を含む ETH-EXP の使用) は、異なる管理ドメインでは相互接続性を期待することができない。

注 - 他の異なる目的での使用、例えば、エンベデッド SDO 固有 OUI の処理を要求すること、は望ましくなく推奨しない。

ETH-EXP の具体的な用途については、本標準の範囲外である。

EXMPDU (9.17 節に記述) および EXRPDU (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) は、ベンダーが自社製の機器で提供できるベンダー独自 OAM 機能に使用される。ベンダー独自 OAM (したがって、特定の OUI を含む ETH-VSP の使用) は、異なるベンダー製の機器では相互接続性を期待することができない。

注 - 他の異なる目的での使用、例えば、エンベデッド SDO 固有 OUI の処理を要求すること、は望ましくなく推奨しない。

ETH-VSP の具体的な用途については、本標準の範囲外である。

VSPMDU (9.19 節に記述) および VSRPDU (9.20 節に記述) は、ベンダー独自 OAM に使用することができる。ベンダー独自 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。

7.12 イーサネットクライアント信号障害 (ETH-CSF)

イーサネットクライアント信号障害機能 (ETH-CSF) は、クライアント自身が適切な故障や障害の検出またはETH-CCやETH AISなどの伝播機能をサポートしていない場合に、MEPによってイーサネットクライアント信号における故障や障害のイベントの検出をピアMEPに伝播するために使用される。ETH-CSFメッセージは、故障や障害のイベントを検出する入力クライアントポートに関連するイーサネットMEPからイーサネットピアMEPへの方向に伝播する。

ETH-CSFは、ポイントツーポイントのイーサネットトランスポートアプリケーションにのみ適用できる。特に、[IEEE 802.1Q]またはそれ以外のイーサネットスパンニングツリープロトコル (STP) ベースのネットワーク環境でのETH-CSFの使用は、ポイントツーポイントセグメントのイーサネットフローに厳密に制限される。クライアント障害アプリケーションをサポートするためのクライアント信号障害表示の使用については、[ITU T G.806]の付録 VIIIで説明する。

ETH-CSF 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。

- ・ ローカル MEG レベル - 送信元の MEP が動作する MEG レベル。
- ・ ETH CSF 転送周期 - ETH CSF 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-CSF 情報を含むフレームの優先度を表す。
- ・ 廃棄適格性 - ETH-CSF 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-CSF 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 - 受信側の MEP が動作する MEP レベル。

MIP は ETH-CSF 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-CSF 機能をサポートするための情報は MIP には不要である。

ETH-CSF メッセージは、障害のタイプも表示する。3 つの CSF 障害タイプが現在定義される。

- ・ クライアント信号断 (C-LOS)
- ・ クライアント順方向劣化表示 (C-FDI)
- ・ クライアント対局劣化表示 (C-RDI)

ETH-CSF 情報の伝送に使用される PDU は、9.21 節で説明するように、CSF PDU と呼ばれる。ETH-CSF 表示を送信するフレームは、CSF フレームとも呼ばれる。

7.12.1 CSF の送信

対応する入力クライアントポートからのイーサネット CSF イベントの通知とともに、ETH-CSF 情報を含むフレームは、MEP によって発行される。イーサネット CSF イベントの検出ルールは、イーサネットクライ

アントとアプリケーション固有である。

CSF 情報を含むパケットの送信は、MEP で有効または無効にできる。

入力クライアントポートからイーサネット CSF 通知を受信すると、関連付けられた MEP は、ETH-CSF 情報を含むフレームの定期的な送信をすぐに開始できる。MEP は、イーサネット CSF 表示がソースアダプテーション機能によって削除されるまで、ETH-CSF 情報を含むフレームの定期的な送信を継続する。

イーサネット CSF 状態のクリアは、イーサネットクライアントとアプリケーションの仕様による。ソースアダプテーション機能によるイーサネット CSF 状態の解除は、次の方法でピア MEP に伝達される。

- ・ ETH-CSF 送信の停止、または
- ・ クライアント障害クリア表示 (C-DCI: client defect clear indication) 情報を含む ETH-CSF PDU の転送

7.12.2 CSF の受信

ETH-CSF情報を含むCSFフレームを受信すると、MEPは、[ITU-T G.8021]で説明されているように、受信したETH-CSF情報に応じて、イーサネットリモートCSF状態の開始または終了を宣言し、対応するクライアントポートの出力方向に、このイーサネットクライアントの故障状態を送る。イーサネットMEPは、C-DCI情報を含まないETH-CSF PDUを受信したとき、イーサネットリモートCSF状態を検知する。

イーサネットクライアントによるイーサネットリモート CSF 状態の解除は、次の場合に検出される。

- ・ CSF 送信間隔の N 倍[ms] (N の推奨値は 3.5) の間に ETH-CSF を受信しない、または
- ・ クライアント障害クリア表示(C-DCI)情報を含む ETH-CSF PDU を受信

受信した ETH-CSF 情報をイーサネットクライアントに伝達するための、MEP に関連付けられたシンクアダプテーション機能による結果のアクションは、イーサネットクライアントおよびアプリケーション固有の定義によることに注意すること。

7.13 イーサネット帯域幅通知 (ETH-BN)

イーサネット帯域幅通知機能 (ETH-BN) は、サーバーMEP がクライアントレイヤ MEP に送信方向のサーバーレイヤリンク帯域幅を通知するために使用する。たとえば、サーバーレイヤが大気条件に従った帯域幅を調整する能力を備えるマイクロ波リンク上にある場合である。ETH-BN 情報を含むフレームは、サーバーレイヤリンクの現在および規格上の帯域幅を伝送する。ETH-BN 情報を含むフレームを受信したクライアントレイヤ MEP は、サービスポリシーを調整するために帯域幅情報を使うことができる。例えば、劣化したリンクに向かうトラフィックの速度を減らすためなど。

ETH-BN 情報を含むフレームの送信は、サーバーMEP 上で有効または無効にできる。サーバーMEP のみが ETH-BN 情報を含むフレームを送信可能である。

有効な場合、ETH-BN 情報を含むフレームは、帯域幅の低下状態を検出すると、サーバーMEP がクライアント MEG レベルに送る。サーバーMEP は、全帯域幅が復元されるまで、ETH-BN 情報を含む周期的なフレームを送信し続ける。さらに、ETH-BN 情報を含む周期的なフレームは、劣化がない場合や帯域幅が 0 に低下した場合、オプションで送信できる。

マルチポイントクライアント MEG において、ETH-BN 情報を含むフレームは、ポート識別子 (Port ID) を含み、ETH-BN 情報に関連したポートを特定する必要がある。これは、異なるリンクのサーバーMEP が同じ送信元 MAC アドレスを使っているフレームを送信する場合に必要である。

ETH-BN 情報を含むフレームを受信すると、MEP は、受信情報をマネジメントシステムに渡す。マネジメントシステムは、劣化したリンクに向けられているトラヒックのレートを下げたため、またはリンクのサービスポリシーを調整するために、さらにアクションを実行する場合がある。

注 - プロテクションスイッチへの ETH-BN の使用は今後の検討課題である。

ETH-BN 送信をサポートするためにサーバーMEP が必要とする特定の構成情報は、次のとおり

- ・ クライアント MEG レベル - 最も隣接のクライアントレイヤ MIP や MEP が存在する MEG レベル。
- ・ ETH-BN 送信周期 - ETH BN 情報を含むフレームの送信周期を決定する。
- ・ 保持時間 - 劣化を検出してから、劣化を表示する BNM 情報を含む最初のフレームを送信する時間を決定する。(最大 10 秒)
- ・ 優先度 - ETH-BN 情報を含むフレームの優先度を表す。
- ・ 廃棄適格性 - ETH-BN 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する必要はない。
- ・ ポート識別子 - ポートの 32 ビットのユニークな識別子。これは、マルチポイント MEG において、異なるポートに関する ETH-BN 情報を含むフレームがポート識別子以外に同一の場合に必要な。それ以外の場合はオプションである。その値は、クライアント MEG 内のすべてのサーバーリンクでユニークでなければならない。

MEP が ETH-BN 受信をサポートするために必要な特定の構成情報は、次のとおり:

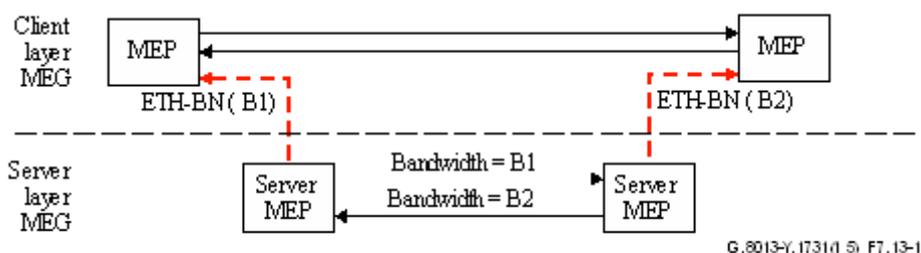
- ・ ローカル MEG レベル - MEP が動作する MEG レベル。

MIP は ETH-BN 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-BN 機能をサポートするための情報は MIP には不要である。

ETH-BN 情報に使用される PDU は、9.25 節で説明されている BNM である。BNM PDU を伝送するフレームは、BNM フレームと呼ばれる。

7.13.1 BNM の送信

サーバーMEP は、送信帯域幅の低下状態を検出すると、ピアサーバーMEP とは反対方向に、現在の帯域幅が規格上の帯域幅より小さいことを表示する、周期的な BNM フレームを送信することができる。BNM フレームの送信を図 7.13-1 に示す。



NOTE -B1 and B2 can be the same or different values

図 7.13-1 – ETH-BN 送信の例

サーバーMEP は、低下がない場合には現在と規格上の帯域幅が同じであることを表示し、ポートの障害を検知した場合には現在の帯域幅が 0 であることを表示する周期的な BNM フレームを送信することもある。

注 1 –ポートが障害を検知した場合、ピアサーバーMEP は AIS フレームも送信する。

送信帯域幅の変更を検知したとき、送信帯域幅変更を検知してから保持時間（最大 10 秒）後、その状態が継続していた場合、新しい帯域幅を表示する最初の BNM フレームは、送信されなければならない。その変更が保持時間より短かった場合、送信帯域幅の変更を表示した BNM フレームは送信されない。

注 2 –BNM 通知は、サーバーレイヤが適応型帯域幅変調を使用したマイクロ波のリンクに使われると想定される。保持時間は、マイクロ波の通り道を何か通過するなど、劣化が非常に短い場合の通知を防ぐために用いられる。他の技術への BNM 通知の応用は、今後の検討課題である。

最初の BNM フレームはすばやく連続して送信されるため、一部の BNM フレームが欠損や破損した場合でも受信側 MEP で確実に高速な動作が可能である。最初の BNM フレームの間隔と数は実装固有である。

BNM フレーム送信の周期性は、設定値に基づいており、これもすべての BNM フレームの Period フィールドを介して通信される。最初の BNM フレーム送信後、全帯域幅の回復やリンク障害を検出した場合、サーバーMEP は周期的な BNM フレームの送信を停止することがある。

周期的な BNM フレームは劣化がない場合、または、全帯域が回復している場合でも、設定によって送信されることがある。周期性は、劣化の周期と同じ設定値を基本とする。

7.13.2 BNM の受信

BNM フレームを受信すると、MEP はその MEG レベルが自分の MEG レベルと同じかどうかを確認するためにその BNM フレームを調査する。Period フィールドは、BNM フレームが予想される周期を示す。送信元 MAC、ポート識別子や帯域幅の情報は、抽出されマネジメントシステムに転送される。その後、受信した最後の BNM フレームに表示された送信間隔の 3.5 倍の間隔内に BNM フレームを受信しない場合（例えば、全帯域が復旧した場合など）、MEP は帯域幅情報がなくなったことをマネジメントシステムに通知する。

7.13.1 項で説明したように、最初の BNM フレームは、送信帯域幅の変化を検出するとすぐに連続して送信される。この場合、帯域幅の変化を検出するために、BNM フレームもすばやく連続して受信される。

7.14 イーサネット障害予測機能 (ETH-ED)

イーサネット障害予測機能 (ETH-ED : Ethernet expected defect function) は、CCM フレーム送信が（データフレームの中断無しに）中断されることを予測し、ピア MEP で導通断障害を抑制すべきであることを MEP からピア MEP に通知するために使用される。ETH-ED 情報が含まれるフレームは、MEP の MEP ID と予想される中断期間を通知する。

ETH-ED 情報を含むフレームの送信は、送信するデータフレームに中断が予想されない場合、CCM フレーム送信の予想される中断の少し前に MEP によって送信される。この例は、稼働中のソフトウェアやファームウェアのアップグレードが実行されるとき、新しい MEP が既存の MEG に追加されるときなどである。ETH-ED 情報を含むフレームを受信すると、MEP は受信情報をエレメント管理機能 (EMF:element management function) に渡す。マネジメントシステムによって有効化されている場合、EMF は CCM の受信を無効にする動作をできるため、そうしない場合に引き起こされる導通断障害を回避することができる。

注 - 予想される障害の通知の使用の詳細や、ピア MEP の EMF で受信した通知の処理に対する考察については、ITU-T G.8021 の付録 IX を参照すること。

ETH-ED をサポートするための MEP が必要とする固有の設定情報は、次の通りである。:

- MEG レベル - MEP が存在する MEG レベル
- MEP ID - MEG 内の MEP の ID
- 予想障害継続期間 - 導通断警報を抑制するためにピア MEP に要求される継続時間
- ETH-ED 送信周期 - ETH-ED を含むフレームの送信周期を決定する。
- 優先度 - ETH-ED 情報を含むフレームの優先度を表す。
- 廃棄適格性 : ETH-ED 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、必ずしも設定する必要はない。

ETH-ED 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-ED 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-ED 機能をサポートするた

めの情報は MIP には不要である。

ETH-ED 情報に使用される PDU は EDM であり、9.26 節で説明する。EDM PDU を伝送するフレームは EDM フレームと呼ばれる。

7.14.1 EDM の送信

MEP は、CCM フレームの予想される中断の直前に、または、CCM フレームの送信が開始されていないときにひとつ以上の周期的な EDM を送信できる。EDM の送信は、一度中断が発生するか、通常の CCM フレームが(再)開始されると終了する。

7.14.2 EDM の受信

EDM フレームを受信すると、MEP は、その MEG レベルが自分の MEG レベルに対応しているか確認するためにその EDM フレームを調査する。送信元 MEP ID や予想期間は抽出されマネジメントシステムに渡される。

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。これらの機能および測定手法は、ポイントツーポイント ETH 接続およびマルチポイント ETH 接続に関して定義されている。

本標準では、MEF 10.3 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 の間に配信されたフレーム数を、そのインターバル中のフレームの総数で割った値であり、ここで配信されなかったフレーム数は、出力 ETH フローポイントに配信されるべきポイントツーポイント ETH 接続またはマルチポイント ETH 接続の入力 ETH フローポイントに到達したフレーム数と、出力 ETH フローポイントまたはマルチポイント ETH 接続に配信されたフレーム数の差である。フレームロス率は単一の CoS に属する、サービスフレームまたは合成フレームのいずれかを使用して測定してもよい。合成フレームの使用はマルチポイント ETH 接続にもまた適用できる。サービスフレームの使用は入力 ETH フローポイントに到達した全てのフレームが出力 ETH フローポイントに配信されるポイントツーポイント ETH 接続にのみ適用できる。
- フレーム遅延：フレーム遅延 (Frame Delay) は片方向遅延として表され、その片方向遅延は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、フレームの最後のビットが同じ宛先ノードで受信されるまでの経過時間として定義される。双方向遅延が測定される場合、ループバックはフレームの宛先ノードで実行され、フレームは元の送信元ノードで受信される。往復の場合、片方向と双方向遅延計算を可能にする利用可能な 4 つのタイムスタンプがある。理想的には、平均片方向フレーム遅延は一連のフレームでアクセスできるべきである。平均片方向フレーム遅延は [ITU-T Y.1563] で定義される。サービスフレームはポイントツーポイント ETH 接続またはマルチポイント ETH 接続の同じ CoS インスタンスに属する。
- フレーム遅延変動：フレーム遅延変動 (Frame Delay Variation) は、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 (フレームはポイントツーポイント ETH 接続またはマルチポイント ETH 接続で同じ CoS インスタンスに属する)。
- 可用性：イーサネットサービスの定義は [ITU-T Y.1563] において定義される。この勧告において定義されるメカニズムは可用性に関する測定に寄与する可能性があるが、この勧告における測定手法の詳細は将来検討が必要である。

フレーム性能パラメータは、合意済みのプライオリティレベル X に適合し、ネットワークによって帯域幅プロファイルの廃棄適格と見なされない (すなわちいわゆるグリーンフレーム) フレームに適用される。そのようなグリーンフレームはまたはインプロファイルと呼ばれる ([ITU-T G.8021] 参照)。サービスフレームは、ポイントツーポイント ETH ネットワーク、タンデムまたはリンク接続の入力 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。

上記に加えて、b-IETF 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：スループットは通信チャネルを通じて成功したトラフィック分配の平均レートである。これは典型的にはテスト条件下で測定される、すなわちサービス外テストであり、テスト下ではイーサネットサービスのサービストラフィックが存在しない。[ITU-T Y.1564]は、サービス外テストを用いて、サービス有効化段階でイーサネットベースサービスをテストする手法を定義している。勧告は帯域プロファイルと他のイーサネットサービス属性を検証するためのサービス構成テストを記述する。イーサネットサービス有効化以外のサービス外テストのために使用される手順もまた[b-IETF RFC 2544]に記載される。サービス内テストのための手順は将来検討が必要である。

8.1 フレームロス測定(ETH-LM)

イーサネットロス測定機能 (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値を収集する。これらのカウンタは、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、これらが組み合わせられて、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。
- 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。

TxFCI および RxFCI カウンタは、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。

注 1-プロアクティブおよびオンデマンド ETH-LM カウント OAM は以下の通りである。

シングルエンド ETH-LM のために、終端機能 (例えば ETH-CC) によって使用されるプロアクティブ機能のためにのみ使用される 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、終端機能によって使用されるプロアクティブ機能のための OAM フレームを測定する必要はない。

両方の場合に：

アダプテーション機能 (例えば、ETH-LB、ETH-LT およびオンデマンド ETH-LM、ETH-DM および ETH-

SLM) によって使用されるプロアクティブ OAM フレームは測定されない。

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起動および受信する MEP の初期カウンタ値の同期障害を解消する。さらに、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値は不正確なものとなる。一方、カウンタ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の詳しい処理については、[ITU-T G.8021]で定義される。

注 5 - インプロファイルフレームは廃棄適格性が”偽”であるいわゆる”グリーンな”フレームと呼ばれる。ネットワークオペレータまたは管理者はグリーンなフレームを識別するための符号化方法を構成できる。例えば、グリーンフレームは DEI フィールドが”偽”のもので、イエローフレームはそれらのフィールドが”真”のものである。PCP または PCP/DEI はこの定義のために使用することができる。

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 が意図されるピア MEP のユニキャスト MAC アドレス。マルチキャストクラス 1 MAC アドレスもまた許容される。
- 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 情報で値を伝送するフレームおよび/またはオクテットカウンタが、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。フレームカウンタのラップ期間の例は、付録 II.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 (8.1.1 節を参照)
- シングルエンド ETH-LM (8.1.2 節を参照)

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に送信し、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 フレームを定期的に送信する。

- TxFCf : TxFCf は CCM フレームの送信時におけるローカルカウンタ TxFCI の値
- RxFCb : RxRCb はピア 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 RxFCI の値
- TxFCb : TxFCb はピア 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 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 RxFCI 値。これらの値は、TxFCf[t_c]、RxFCb[t_c]、TxFCb[t_c]、および RxFCI[t_c]で表される。ここで t_c 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 RxFCI 値。これらの値は、TxFCf[t_p]、RxFCb[t_p]、TxFCb[t_p]、および RxFCI[t_p]で表される。ここで t_p は、直前のフレームの受信時刻である。

$$\text{フレームロス (遠端)} = |\text{TxFCb}[t] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFCb}[t] - \text{RxFCb}[t_p]|$$

$$\text{フレームロス (近端)} = |\text{TxFCf}[t] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

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。

8.1.2 シングルエンド ETH-LM

シングルエンド ETH-LM は、オンデマンドおよびプロアクティブ 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。同じ LMM および LMR フレームフォーマットがプロアクティブおよびオンデマンドシングルエンド ETH-LM のために使用される。オンデマンド LMM/LMR フレームからのプロアクティブ LMM/LMR フレームの判別は LMM/LMR フレーム内のフラグフィールドの値による。

8.1.2.1 LMM の送信

シングルエンドロス測定のために構成された時、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 TxFCI 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、開始 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 RxFCI の値
- TxFCb : LMR フレームの送信時におけるローカルカウンタ TxFCI 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 RxFCI 値。これらの値は、TxFCf[t]、RxFCf[t]、TxFCb[t]、および RxFCI[t] で表される。ここで t、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 RxFCI 値。これらの値は、TxFCf[t]、RxFCf[t]、TxFCb[t]、および RxFCI[t] で表される。ここで t 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) = $|TxFCf[t] - TxFCf[t]| - |RxFCf[t] - RxFCf[t]|$

フレームロス (近端) = $|TxFCb[t] - TxFCb[t]| - |RxFCl[t] - RxFCl[t]|$

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、オンデマンドまたはプロアクティブ 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。プロアクティブ測定セッションおよび/または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
- ETH-DM が意図されるピア MEP のユニキャスト MAC アドレス。マルチキャスト MAC アドレスもまたマルチポイント ETH 接続のため許容される。マルチポイント ETH 接続の場合、MEP は異なるピア MEP に対して同時に複数のモニタを有効化してもよい。この場合、各 MEP はピア MEP 毎を基にモニタ結果を管理する必要がある。
- DM アプリケーション – アプリケーションを識別する、すなわちプロアクティブかオンデマンド遅延測定かを識別する。この情報は操作ごとに設定が可能である。MEP はプロアクティブおよびオンデマンドモニタリングを同時に同じ CoS レベルで同じピア MEP に対して有効化できる。この場合、各 MEP は同じピア MEP ごとにモニタリング結果を管理する必要がある。
- データ – オプションのデータ要素で、MEP でのその長さを変更可能である。DM フレーム内のオプションのデータ要素を含めることで設定可能な DM フレームサイズをサポートする。
- 優先度-ETH-DM 情報を含むフレームの優先度を表す。MEP はプロアクティブおよびオンデマンドモニタリングを同時に異なる CoS レベルで有効化しても良い。この場合、各 MEP は CoS レベル毎にモニタリング結果を管理する必要がある。
- 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。
- テスト ID – もし複数の測定が同時に有効化される場合、各 DM 測定を判別するためにオプションでを使用することができる。MEG および開始 MEP のためのいかなる DM 測定タイプ(シングルエンド/デュアルエンドおよびオンデマンド/プロアクティブ)の状況の中でも、この値は少なくとも一意でなくてはならない。

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 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、開始 MEP と受信側 MEP で時間と位相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、時間と位相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 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。

$$\text{Frame Delay} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

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。

- デュアルエンド ETH-DM (8.2.1 節を参照せよ)
- シングルエンド ETH-DM (8.2.2 節を参照せよ)

注 3 - この勧告の以前の版では、デュアルエンド ETH-DM およびシングルエンド ETH-DM が片方向 ETH-DM および双方向 D-DM としてそれぞれ知られている。

8.2.1 デュアルエンド ETH-DM

この場合、各 MEP はピア MEP に対し、デュアルエンド 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。

デュアルエンド 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。同じ 1DM フレームフォーマットをプロアクティブおよびオンデマンドデュアルエンド ETH-DM のために使用することができる。オンデマンド 1DM フレームとプロアクティブ 1DM フレームの違いは 1DM フレーム内のフラグフィールドの値によるものである。

注 - この勧告の以前の版では、デュアルエンド ETH-DM が片方向 ETH-DM として知られていた。

8.2.1.1 1DM の送信

MEP にデュアルエンド ETH-DM 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。MEP はオプションとして、Test ID TLV および/または Data TLV を使用できる。MEP は設定時 に、複数のテストを同時に実行するために使用される Test ID を含む Test ID TLV を使用する。異なるフレ ームサイズの遅延や遅延変動を使用する時に MEP は Data TLV を使用する。

8.2.1.2 1DM の受信

MEP にデュアルエンド ETH-DM 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。有効 MEG レベルと受信側 MEP の MAC アドレスまたはマルチキャストクラス 1 MAC アドレスに 等しい宛先 MAC アドレスを持つ 1DM フレームは有効 1DM フレームと見なされる。これらの値は片方向 フレーム遅延変動測定への入力として働く。

- 1DM フレームの TxTimeStampf 値
 - RxTimef (1DM フレームを受信した時刻)
- $$\text{Frame Delay}_{\text{one-way}} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

8.2.2 シングルエンド 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。 RxTimeStampf と TxTimeStampb の二つのオプションタイムスタンプがピア MEP でサポートされるなら、 片方向フレーム遅延および片方向フレーム遅延変動測定の結果もまた同じ ETH-DM 要求/応答情報によっ て計算されることができる。

注 - 片方向測定に関連して、もし二つの MEP 間のクロックが同期されるなら、片方向フレーム遅延測定 を実行することができる。もしそうではないなら、片方向フレーム遅延変動測定が実行できる。

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。同じ DMM と DMR フレームフォーマットがプロアクティブおよびオンデマンドシングルエンド ETH-DM のために使用される。オンデマンド DMM/DMR フレームとプロアクティブ DMM/DMR フレームの違いは DMM/DMR フレーム内のフラグフィールドの値によるものである。

注 - この勧告の以前の版では、デュアルエンド ETH-DM およびシングルエンド ETH-DM が片方向 ETH-DM および双方向 D-DM としてそれぞれ知られている。

8.2.2.1 DMM の送信

MEP にシングルエンド ETH-DM 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。MEP はオプションでテスト ID TLV やデータ TLV を使用できる。MEP は構成時に複数のテストを同時に実行するために使用されるテスト ID を含むテスト ID TLV を使用する。異なるフレームサイズの遅延と遅延変動を測定するように構成されている場合、MEP はデータ TLV を使用する。

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、開始 MEP に送信する。MEG レベルが有効で、宛先 MAC アドレスが応答 MEP の MAC またはマルチキャストクラス 1 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 MAC アドレスが宛先 MAC アドレスにコピーされ送信元 MAC アドレスが MEP MAC アドレスで書き換えられる。
- 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、応答 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

$$\text{Frame Delay}_{\text{two-way}} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

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、片方向及び双方向フレーム遅延は次の方法で計算される。

$\text{Frame Delay}_{\text{two-way}} = (\text{RxTimeb} - \text{TxTimeStamptf}) - (\text{TxTimeStamptb} - \text{RxTimeStamptf})$

$\text{Frame Delay}_{\text{two-way far}} = \text{RxTimeStamptf} - \text{TxTimeStamptf}$

$\text{Frame Delay}_{\text{two-way near}} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStamptb}$

8.3 スループット測定

b-IETF-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。

8.4 合成ロス測定(ETH-SLM)

合成ロス測定は、データトラフィックではなく合成フレームを使用してフレームロスを測定するメカニズムである。多数の合成フレームが送受信され、失われたフレームの数が算出される。これは統計的なサンプルとして扱うことができ、データトラフィックのフレームロス率を概算するために使用できる。

ETH-SLM は、一連の MEP 間で送受信された合成フレームの数を維持するためにカウンタを収集する。

ETH-SLM 情報を持つ有限数のフレームを 1 つまたは複数のピア MEP に送信し、同様にピア MEP から ETH-SLM 情報を含むフレームを受信することにより、オンデマンドまたはプロアクティブテストを実行するために ETH-SLM は使用される。その後各 MEP は使用不可時間に寄与するフレームロス測定を実行する。2 つの方向のいずれかが使用不可と宣言された場合、双方向サービスは使用不可と定義されることから、ETH-SLM は、各 MEP が近端および遠端の合成フレームロス測定を実行できるようにしなければならない。各テスト ID と、ロス測定が実行される ME で監視されている各ピア MEP について、MEP は次のローカルカウンタを維持する：

- TxFCI：ピア MEP に向けて送信された合成フレームの数、特定のテスト ID の一部。開始 MEP は、ETH SLM 要求情報を使用して合成フレームの連続送信のためにこの数をインクリメントし、応答 MEP は、ETH-SLM 応答情報を使用して合成フレームを連続的に送信するためにインクリメントする。

- RxFCI：ピア MEP から受信した合成フレームの数と所定のテスト ID の一部。開始 MEP は、ETH-SLM 応答情報を持つ合成フレームを連続して受信するためにこの数をインクリメントし、応答 MEP は、ETH-SLM 要求情報を持つ合成フレームを連続して受信するためにそれをインクリメントする。

8.4.1 節と 8.4.2 節に示すように、ロス測定の方法は ETH-SLM 情報を含む TxFCI の値が増加する一連のフレームを含む。注記 1 – テスト ID は開始 MEP で設定され、応答 MEP は開始 MEP から受信したテスト ID を使用することから、開始 MEP と応答 MEP 間のテスト ID 値の同期は求められない。応答 MEP での各テスト ID に対するローカルカウンタリソースの割り当てと解放は、この勧告の範囲外である。

ETH-SLM をサポートするために MEP が必要とする特定の構成情報は、次の通りとなる。

- MEG レベル – MEP が存在する MEG レベル。

- データ – MEPで構成可能な長さを持つオプションのデータ要素。SLMフレーム内のオプションのデータ要素を含めることで設定可能なSLMフレームサイズをサポートする。
- 宛先 MAC アドレス – ターゲットピアMEPを識別する。
- テスト ID – 所定のCoSとMEPのペアでも複数の測定を同時に有効化できるため、各SL測定を区別するために使用される。これは、少なくともMEGおよび開始MEPのSL測定の状況内で一意でなければならない。
- 優先度 – TH-SLM情報でフレームの優先度を識別する。この情報は、操作ごとに構成可能となる。
- 廃棄適格性 – ETH-SLM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する必要はない。

MIP は ETH-SLM 情報を持つフレームに透過的でありそのため ETH-SLM 機能をサポートするいかなる情報も必要としない。

注記 2 – ETH-SLM はサンプリング技術なので、サービスフレームをカウントするよりも必然的に精度が低くなる。さらに、精度は、使用される SLM フレームの数または SLM フレームの送信周期に依存する。SLM フレームの数または SLM フレームの期間は、この勧告の範囲外であるが、付録 VI の情報には、精度の例がいくつか含まれる。

8.4.1 シングルエンド ETH-SLM

シングルエンド ETH-SLM はプロアクティブまたはオンデマンド OAM のために使用される。それはポイントツーポイント ETH 接続およびマルチポイント ETH 接続の両方に適用できる合成ロス測定を実行する。これにより MEP は、同じ MEG のピア MEP の一つまたはセットに関連付けられた遠端および近端ロス測定を起動し報告することができる。

テストを起動した管理機能によって、オンデマンドまたはプロアクティブの選択が実行されるが、これはローカルの情報であり PDU 内で運ばれる必要はない。

シングルエンド操作では、MEP は合成ロス測定を実行するために、ETH-SLM 要求情報を持つフレームをピア MEP へ送信するそのピア MEP から ETH 返信情報を持つフレームを受信する。

9.2 2 節に記述されるようにシングルエンド ETH-SLM 要求のために使用される PDU は SLM である。9.23 節に記述されるようにシングルエンド ETH-SLM 返信のために使用される PDU は SLR である。SLM PDU を運ぶフレームは SLM フレームと呼ばれる。SLR PDU を運ぶフレームは SLR フレームと呼ばれる。

8.4.1.1 SLM の送信

MEP は周期的に次の情報要素を含む SLM フレームを送信する:

- テスト ID: テスト IDはMEPによって構成される数を含む値であり複数のテストを同時に実行するために使用される。
- 送信元 MEP ID: 送信元 MEP IDはMEG内でのMEP自身の識別子である。
- TxFCf: TxFCfはSLMフレーム伝送時のローカルカウンタTxFCIの値である。
- TxFCb: TxFCbは常に0にセットされる。SLR送信のために予約されている。

8.4.1.2 SLMの受信およびSLR送信

有効な SLM フレームを MEP により受信する時はいつでも、SLR フレームが生成され、起動 MEP へ送信される。有効 MEG レベルと応答 MEP の MAC アドレスまたはマルチキャストクラス 1 MAC アドレスに等しい宛先 MAC アドレスを持つ SLM フレームは、有効 SLM フレームと見なされる。SLM フレームは以下の例外を持つが全てのフィールド SLR フレームにコピーされる:

- 送信元MACアドレスが宛先MACアドレスにコピーされて送信元MACアドレスにMEP MACアドレスが記載される。
- OpCodeがSLMからSLRに変わる。
- 応答 MEP ID: MEG内でのMEP自身の識別子。
- TxFCb: SLRフレーム伝送時のローカルカウンタRxFCIの値。

SLR フレームを受信するときにはいつでも SLR フレームが生成されるように、応答側の RxFCI は受信した SLM 数に等しく、また送信された SLR フレーム数に等しいことに注意する。言い換えると、応答側では RxFCI = TxFCI となる。

8.4.1.3 SLRの受信

SLM フレーム (所定の TxFCf 値を持つ) の送信後、MEP は対応する SLR フレーム (同じ TxTCf 値を持つ) をピア MEP から受信することを期待する。オンデマンドモードでは、[ITU-T G.8021]で規定されるように、SL 測定を終了するコマンドの後に 5 秒を超えて受信した SLR フレームは破棄しなければならない。

SLR フレームに含まれる情報を用いて、MEP は所定の測定期間のフレームロスを決定する。測定期間は、送信される SLM フレームの数が統計的に適切であり、所定の精度で測定を行うことができる時間間隔である。(付録 VI を参照せよ。) MEP は次の値を使用して、測定期間における近端および遠端のフレームロスを決定する:

- 最後に受信したSLRフレームのTxFCfとTxFCbの値、および測定期間の終了時のローカルカウンタRxFCI。これらの値はTxFCf[tc]、TxFCb[tc] およびRxFCI[tc]として表される、ここで[tc]は測定期間の終了時間である。
- テスト期間開始後に最初に受信したSLRフレームのSLRフレームのTxFCfおよびTxFCb値とローカルカウンタRxFCI。これらの値はTxFCf[tp]、TxFCb[tp]およびRxFCI[tp]として表される、ここでtpは測定期間の開始時間である。

$$\text{Frame lossfar-end} = | \text{TxFCf}[\text{tc}] - \text{TxFCf}[\text{tp}] | - | \text{TxFCb}[\text{tc}] - \text{TxFCb}[\text{tp}] |$$

$$\text{Frame lossnear-end} = | \text{TxFCb}[\text{tc}] - \text{TxFCb}[\text{tp}] | - | \text{RxFCI}[\text{tc}] - \text{RxFCI}[\text{tp}] |$$

注記-対応する SLR がタイムアウト期間内に受信されなかった SLM が測定期間の終わりにある場合 (つまり、最後に受信した SLR のシーケンス番号の後にシーケンス番号が付いた SLM)、それらは近端または遠端の方向のどちらかで失われたかどうかを決定できない。

8.4.2 デュアルエンド ETH-SLM

デュアルエンド ETH-SLM はオンデマンドとプロアクティブ OAM に使用することができる。それはポイントツーポイント ETH 接続またはマルチポイント ETH 接続の両方に適用できるロス測定を実行する。それにより MEG 内の MEP がピア MEP でフレームロス測定を促すために ETH-SLM 情報を持つ周期的なデ

デュアルエンドフレームをそのピア MEP に送信することができる。受信側 MEP はデュアルエンドフレームを終端し近端ロス測定を行う。

オンデマンドまたはプロアクティブの選択はテストを起動する管理機能によって実行される、しかしこれはローカル情報であり PDU で伝えられる必要はない。

デュアルエンド ETH-SLM は全ての MEP からそのすべてのピア MEP への単方向 FLR を測定するために要求され役立つ場合に適している(例えば any-to-any 測定)。

デュアルエンド ETH-SLM 情報のために使用される PDU は、9.24 節に記載されるように 1SL である。1SL PDU で運ばれるフレームは 1SL フレームと呼ばれる。

8.4.2.1 1SL の送信

デュアルエンド操作のために構成される場合、MEP は周期的に以下の情報要素を持つ 1SL フレームを送信する:

- テスト ID: Test IDはMEPによって構成される数を含む値であり、複数のテストを同時に実行するために使用される。
- 送信元 MEP ID: 送信元 MEP IDはMEG内のMEP自身の識別子である。
- TxFCf: TxFCfは1SLフレーム転送時のローカルカウンタTxFCIの値である。

1SL PDU は送信 MEP で性能監視アプリケーションのために構成される 1SL 送信周期に等しい周期値で送信される。

8.4.2.2 1SL の受信

片方向合成ロス測定が構成される時、有効な 1SL フレームを受信している MEP は、片方向フレームロス測定を実行するために続く値を使用する。有効な MEG レベルと受信側 MEP の MAC アドレスまたはマルチキャストクラス 1 MAC アドレスと等しい宛先 MAC アドレスを持つ 1SL フレームが有効 1SL フレームとみなされる。

有効 1SL フレームが所定の TxFCf 値を持つ MEP によって受信される時はいつでも、MEP はその後の 1SL フレーム(1 インクリメントされた TxFCf 値)を受信することが期待される。

所定の測定期間で、MEP はその期間の近端フレームロスを決断するために次の値を使用する:

- 最後に受信した1SLフレームのTxFCf値と測定期間の最後のローカルカウンタRxFCI。これらの値はTxFCf[t_c]とRxFCI[t_c]として表される、ここでt_cは測定期間の最終時間である。
- テストを開始した後に最初に受信した1SLの1SLフレームのTxFCf値と測定期間の最初のローカルカウンタRxFCI。これらの値はTxFCf[t_p]とRxFCI[t_p]として表される、ここでt_pは測定期間の開始時間である。

$$\text{Frame loss}_{\text{near-end}} = | \text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p] | - | \text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p] |$$

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。11 章でこのフィールドに関する OAM PDU 検証とバージョン管理の仕様を議論する。
- 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 Offset : 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 内では伝送されないが、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		
32	GNM (注4)	MEPS
33	AIS	MEPS
35	LCK	MEPS
37	TST	MEPS
39	LNEAR APS	[ITU-T G.8031]を参照
40	RING APS	[ITU-T G.8032]を参照
41	MCC	MEPS
43	LMM	MEPS
42	LMR	MEPS
45	IDM	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
52	CSF	MEPS
53	ISL	MEPS
55	SLM	MEPS
54	SLR	MEPS
34, 36, 38, 44, 60-63	予約 (注 2)	
56-59	予約 (注 3)	
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 注 3 – MEF による定義のための予約。定義は本標準の範囲外である。 注 4 – 一般通知メッセージ(GNM) PDU タイプは表 9-1A にあるサブ OPCODE を使用する他の OAM PDU を運ぶために使用される。		

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。

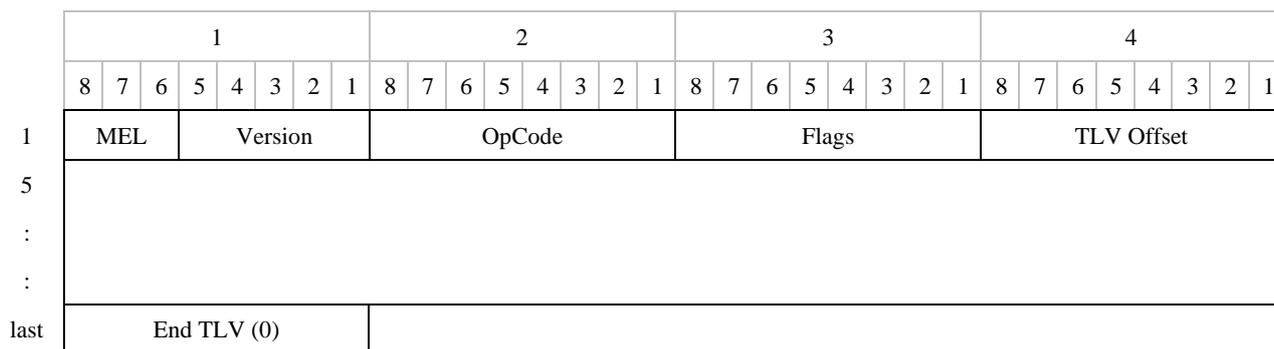


図 9.1-1 - OAM PDU 共通フォーマット

OpCode 32(GNM)が使用された場合、TLV Offset フィールドに続く 1 オクテットのサブ OpCode フィールドが追加される。サブ OpCode 値は Table 9-1a に示される。

表 9-1a – サブOpCode値

Sub-OpCode value	OAM PDU type
1	BNM
0, 2-255	予約 (注)
注 - ITU-Tによる将来の標準化のための予約。	

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。

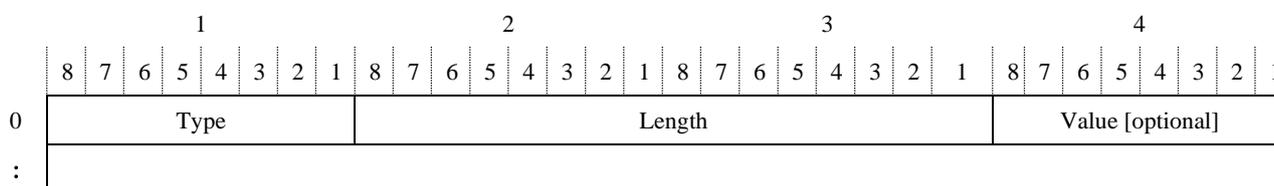


図9.1-2 - TLVの一般フォーマット

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
33-35	予約 (注2)
36	TEST ID TLV
37, 38	予約(注3)
39-63	予約(注4)
注 1 –IEEE 802.1による定義のため予約。 注 2 –[ITU-T G.8113.1]による定義のための予約 注 3 –MEFによる定義のための予約。定義は本標準の範囲外となる。 注 4 –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** : ペリオド (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。ペリオドには、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。付属 A を参照。
- **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 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 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 に送信した適合データフレームの (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 から受信した適合データフレームの (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。

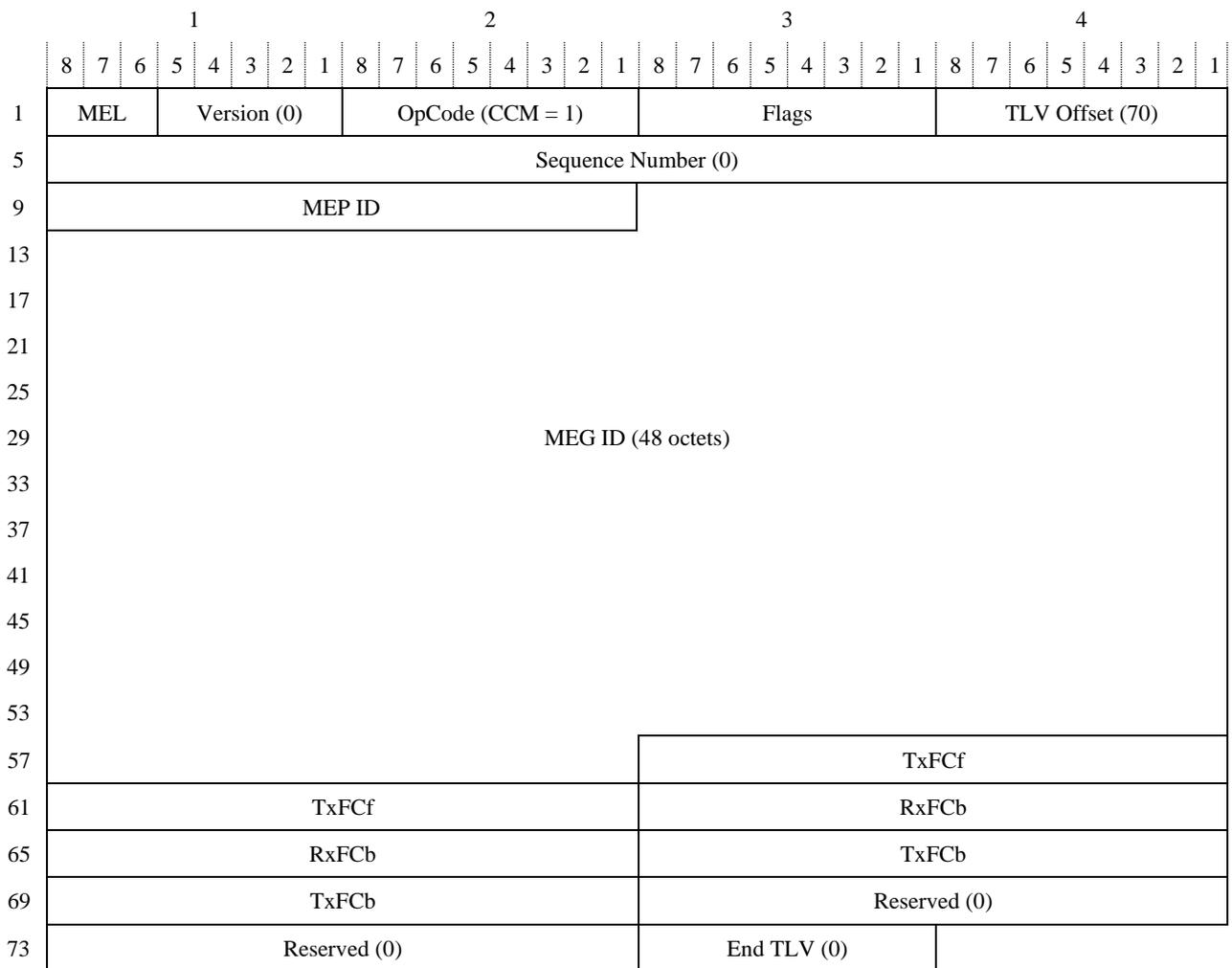


図 9.2-1 – CCM PDU フォーマット

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 (本標準のこの版では値は"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。

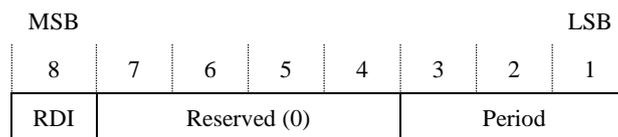


図 9.2-2 – CCM PDU における Flags フォーマット

- 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	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。

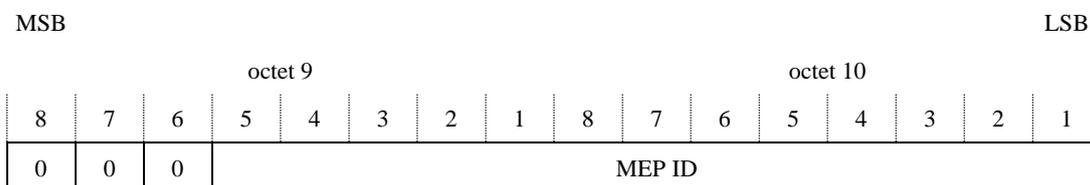


図 9.2-3 - CCM PDU 中の MEP ID フォーマット

- 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付属資料 A を参照
- TxFCf、TxFCb、RxFCb : ラップアラウンドフレームカウンタ (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 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。

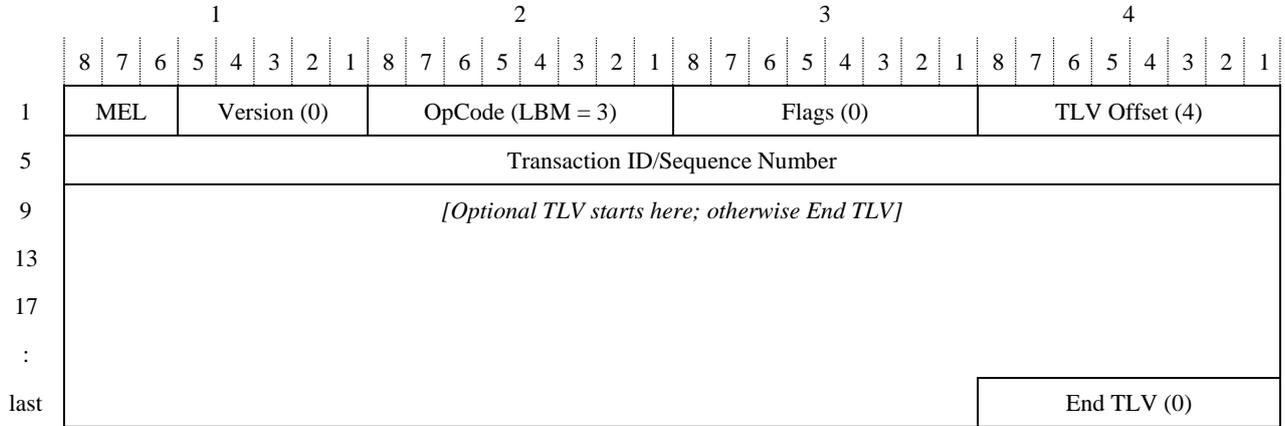


図 9.3-1 – LBM PDU フォーマット

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。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (本標準のこの版では値は”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。

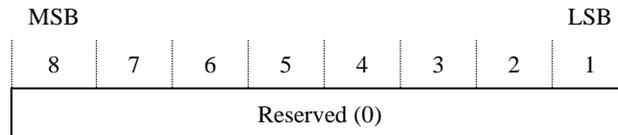


図 9.3-2 – LBM PDU の中のフラグフォーマット

- 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 : Data TLV (図 9.3-3 に記述) または Test TLV (図 9.3-4 に記述) のいずれかが送信 LBM に含まれる。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

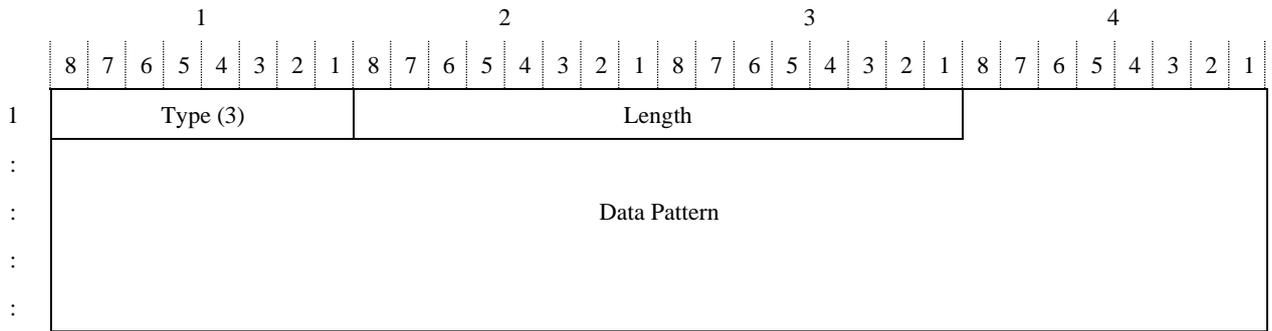


図 9.3-3- データ TLV フォーマット

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(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 オクテッ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。

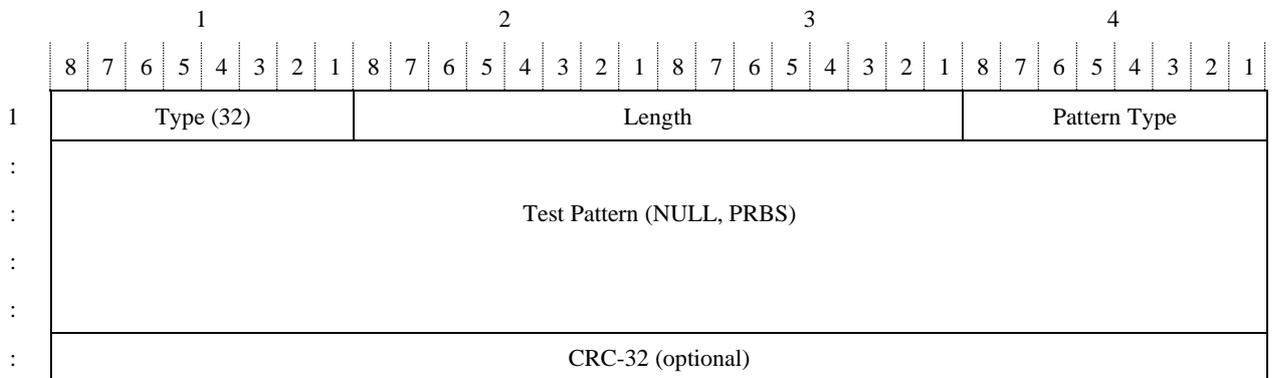


図 9.3-4- テスト TLV フォーマット

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 : パタンタイプ、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 オクテッ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 オクテットが使用されるため、Test Pattern には 1479 オクテッ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 2³¹-1」
 - 3 「CRC-32 のある PRBS 2³¹-1」
 - 4~255 今後の標準化のため予約
- Test Pattern : n オクテット (n ≤ Length)のテストパターン。PRBS 2³¹-1 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 または MIP が使用する LBR PDU フォーマットを、図 9.4-1 に示す。

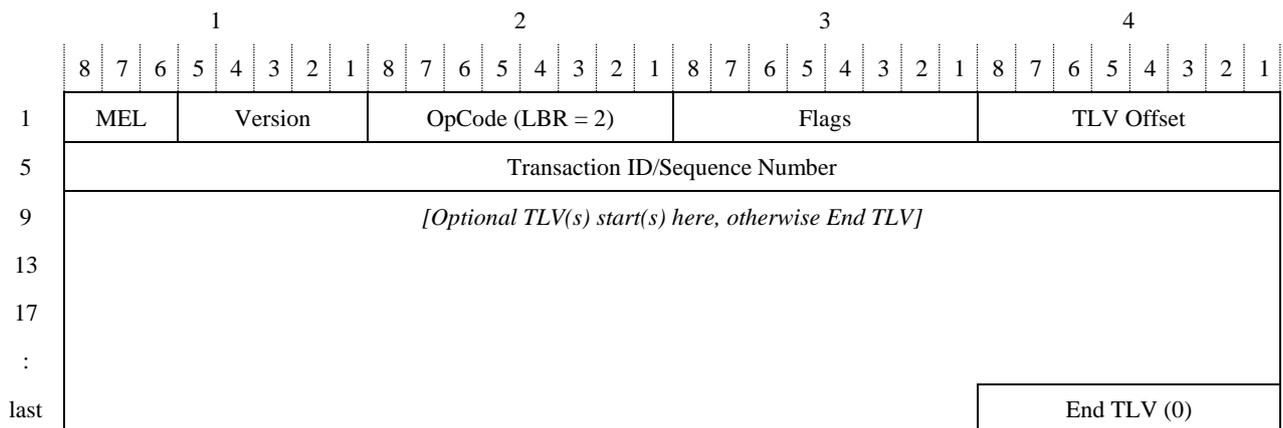


図 9.4-1 – LBR PDU フォーマット

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 LBM PDU から値がコピーされる 3 ビットフィールド
- Version : LBM 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 : LBM PDU から値がコピーされる 1 オクテットフィールド
- TLV offset : LBM 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 : LBM PDU から値がコピーされる 4 オクテットフィールド
- Optional TLV(s) : LBM PDU に存在する場合、LBM PDU からコピーされる
- 注 – [IEEE 802.1Q]により、Data TLV または Test TLV は LBM PDU 内に存在できる唯一の TLV タイプではなく、LBR PDU は追加 TLV を含むことができる。
- End TLV : LBM 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 ID 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 または MIP が LTM 情報の伝送に使用する LTM PDU のフォーマットを示す。

注 –MIP は受信した LTM 情報への応答にのみ LTM 情報を送信する。

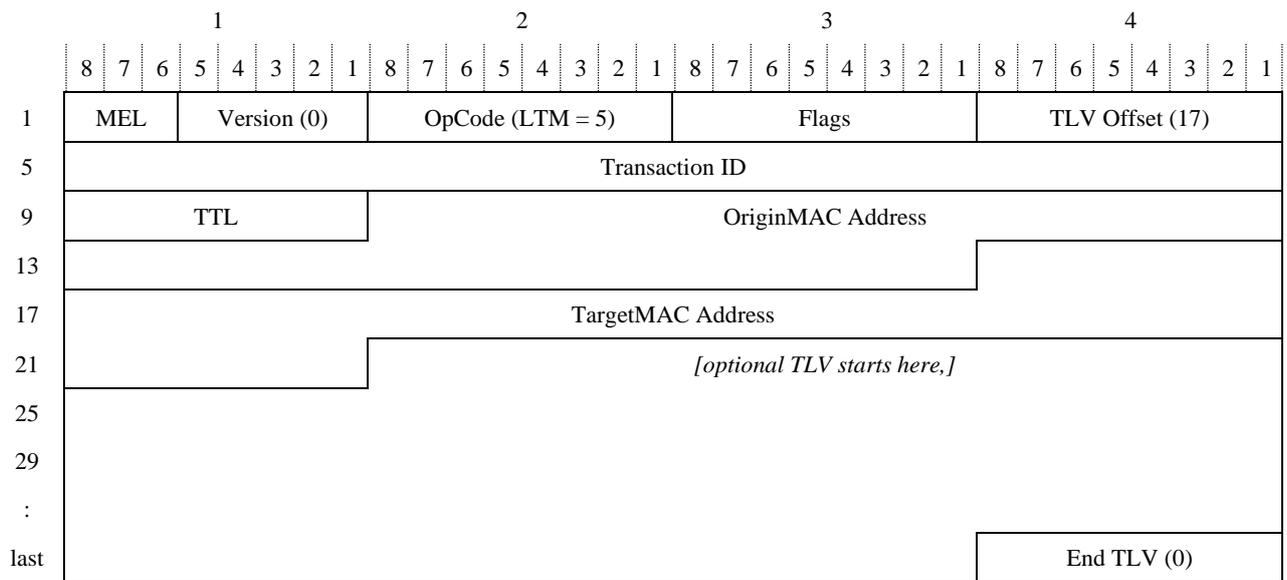


図 9.5-1 – LTM PDU フォーマット

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 (本標準のこの版では値は"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。

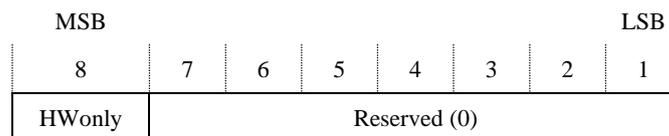


図 9.5-2 –LTM PDU 中のフラグフォーマット

- 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 Egress Identifier TLV
- End TLV : オール"0"のオクテット値

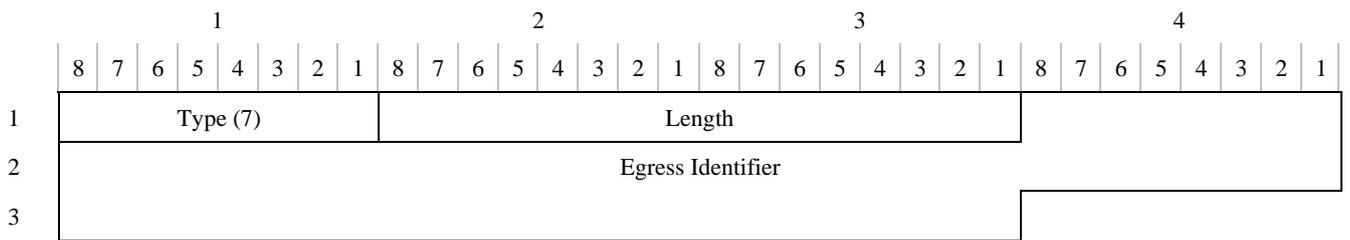


図 9.5-3 – LTM egress identifier TLV フォーマット

LTM egress identifier 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 : Egress Identifier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レスポンスを生成しているMEPを特定する。MEPまたはETH-LTレスポンス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。

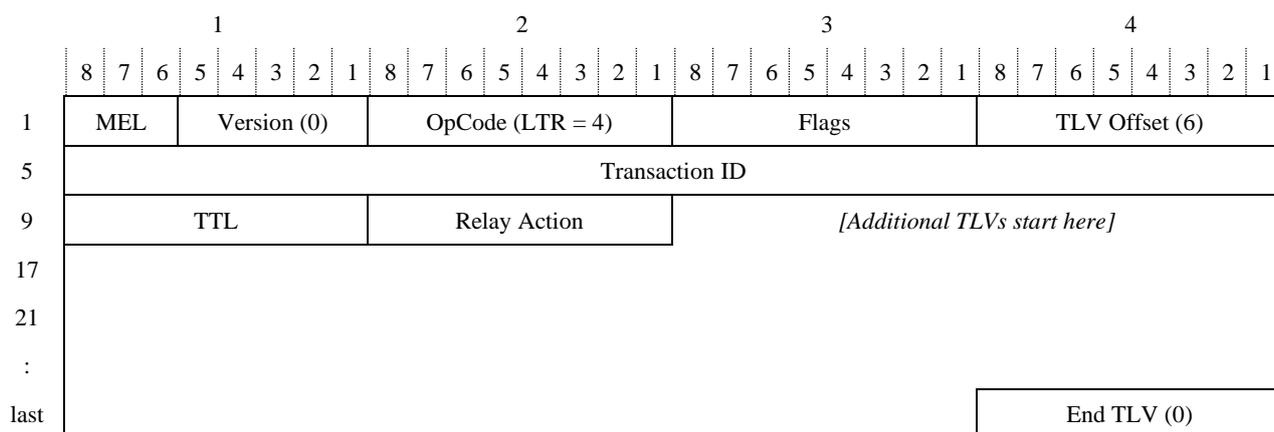


図 9.6-1 – LTR PDU フォーマット

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 (本標準のこの版では値は"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。

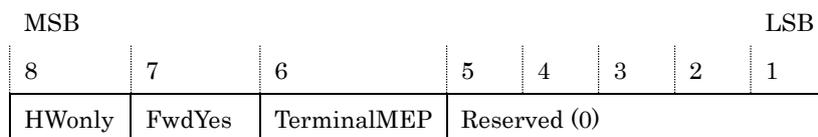


図 9.6-2 – LTR PDU における Flag フォーマット

- 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 : reply egress TLV (あるいは、reply egress TLV が無いならば、reply ingress 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。
- 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 802.1Q] の 21.9.5 項に記載されるように LTM により目標とされたデータフレームが MAC リレーエンティティを通じて出力ブリッジポートへどのように渡されるかを知らせる 1 オクテットのフィールド。[IEEE 802.1Q] の表 21~27 に値が定義される。
 - Additional TLVs : LTR egress identifier TLV、reply ingress TLV および、あるいは、reply egress TLV、それぞれ図 9.6-3、図 9.6-4 および図 9.6-5 に示される。

- 注 - [IEEE 802.1Q]によれば、LTR Egress識別子TLV、Reply Ingress TLVまたはReply Egress TLVがLTM PDUに存在できる唯一のタイプのTLVでないため、LTR PDUはAdditional TLVを含めることができる。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

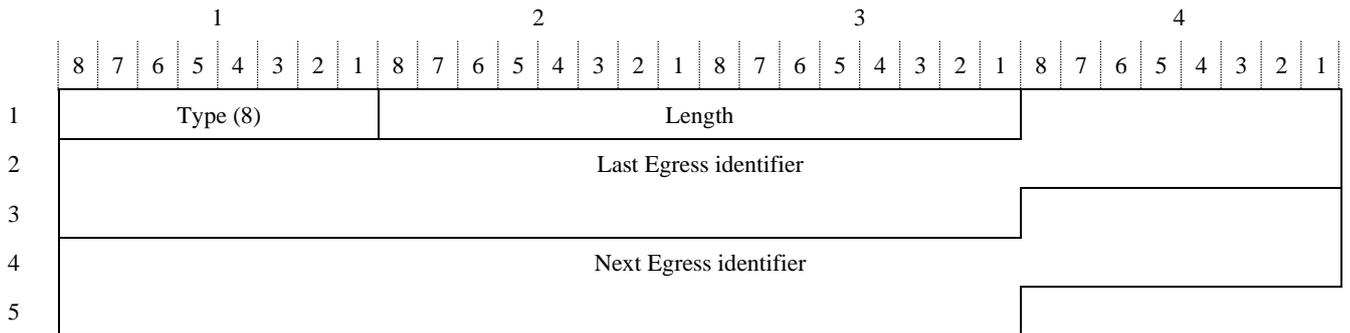


図 9.6-3 – LTR egress identifier TLV フォーマット

LTR egress identifier 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 egress identifier (8)である。
- Length : 最後のegress identifierと次のegress identifier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 egress identifier TLVにおけるegress identifier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。

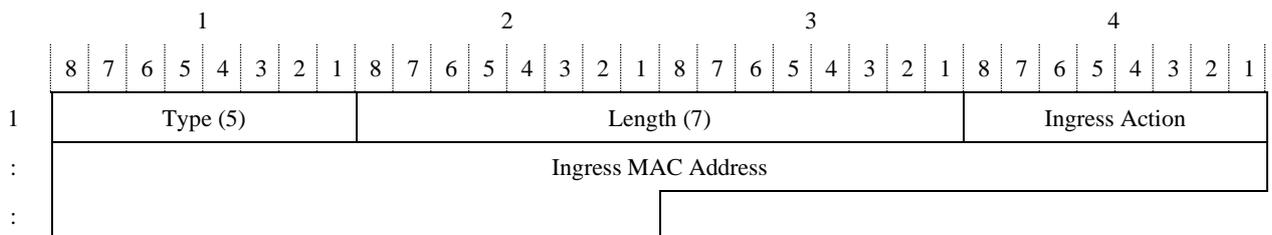


図 9.6-4 – Reply ingress TLV フォーマット

reply ingress 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

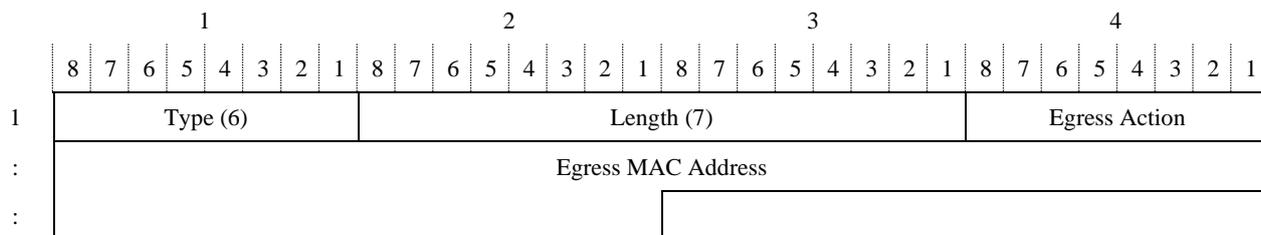


図 9.6-5 – Reply egress TLV フォーマット

reply egress 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。

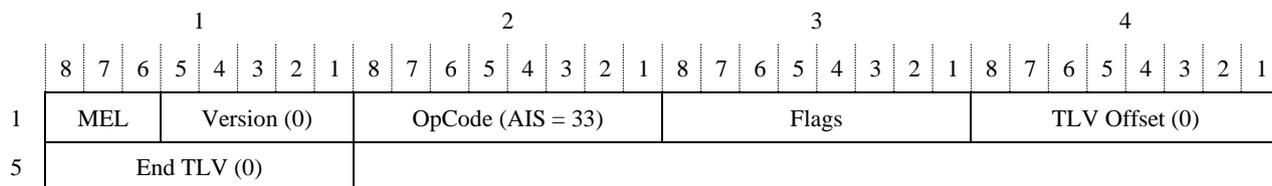


図 9.7-1 – AIS PDU フォーマット

AIS PDU フォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEG Level : 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。本標準のこの版では値は”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

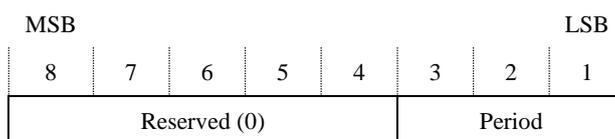


図 9.7-2 – AIS PDU 中のフラグフォーマット

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	1s	1フレーム/秒
101	無効な値	AIS/LCK PDUでは無効な値
110	1min	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。

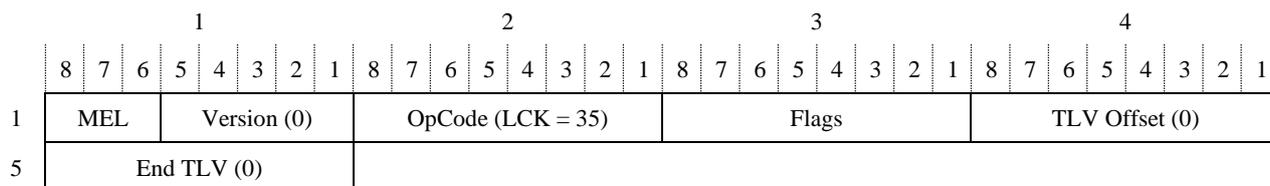


図 9.8-1 – LCK PDU フォーマット

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 (本標準のこの版では値は"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から1は、表9-4に示す送信周期のコードを表す。

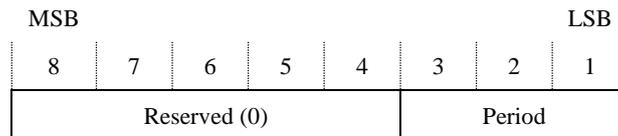


図 9.8-2 – LCK PDU 内の Flags フォーマット

- 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 2³¹-1)、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。

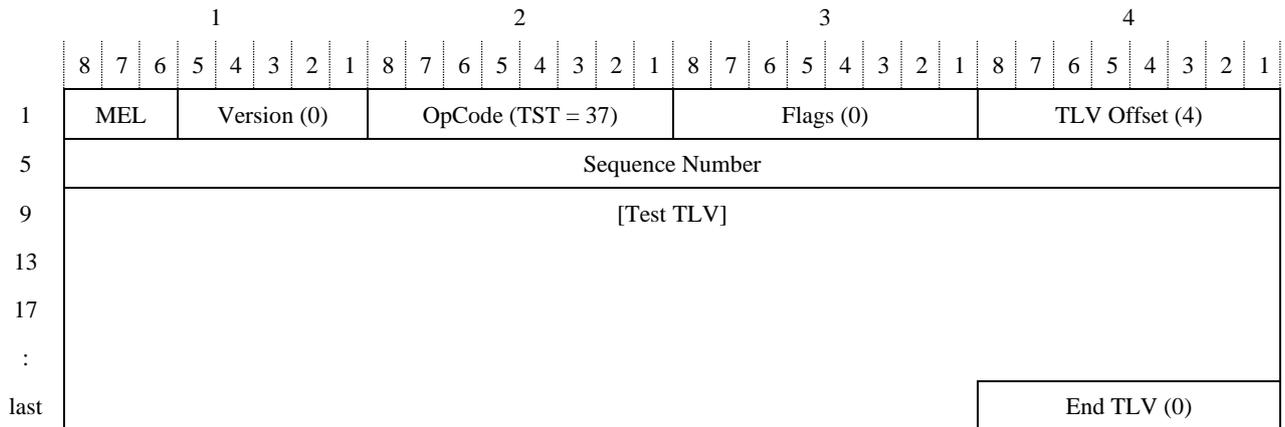


図 9.9-1 - TST PDU フォーマット

TST PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (本標準のこの版では値は"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。

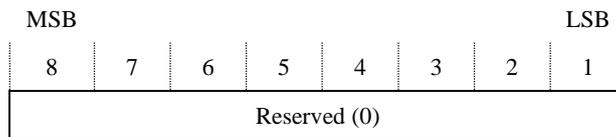


図 9.9-2 - TST PDU 内の Flags のフォーマット

- 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、[ITU-T G.8031]と[ITU-T G.8032]で指定されたエンティティが APS 情報の伝送に使用する APS PDU のフォーマットを示す。

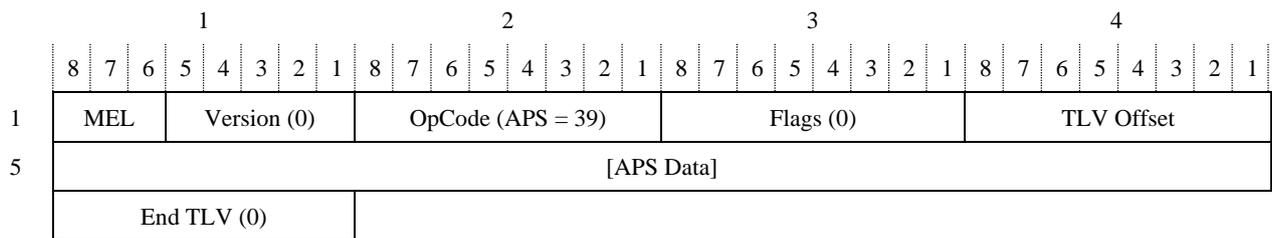


図 9.10-1 - APS PDU フォーマット

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 (値は本標準の範囲外であり、リニア APS の場合は[ITU-T G.8031]、リング APS の場合は[ITU-T G.8032]にて定義されている。)
- 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 : 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。
- 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 : オール”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組織的一意識別子を含む 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 Data : OUI で表される機能およびベンダー固有の SubOpCode に応じて、MCC Data は 1 つ以上の TLV を含む場合がある。MCC Data 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。

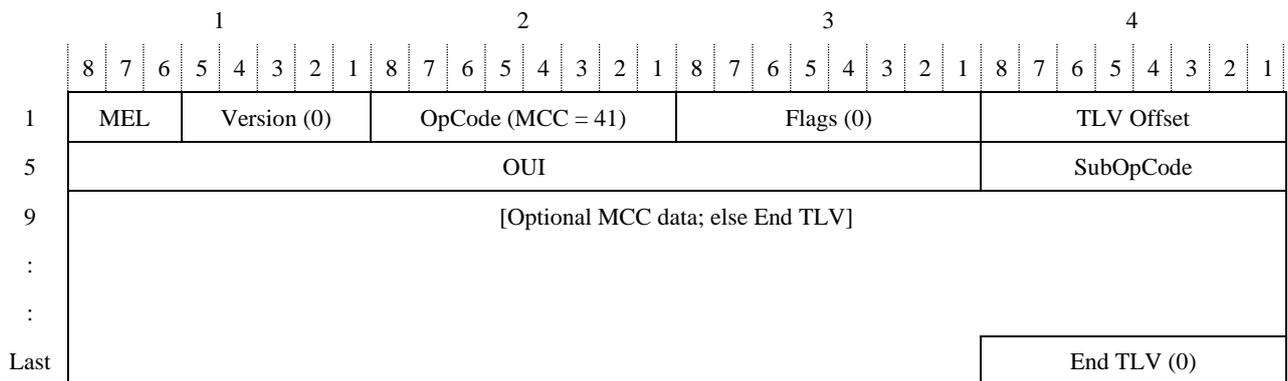


図 9.11-1 - MCC PDU フォーマット

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 : ETH-ED は 9.26 節で説明されているこのフィールドを使用する。このフィールドを使用するその他は本標準の範囲外であるが、9.1 節に準拠しなければならない。
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は TST (41)
- Flags : ETH-ED は 9.26 節で説明されているこのフィールドを使用する。このフィールドを使用するその他は本標準の範囲外であるが、特に指定が無い場合はオール 0 に設定される。

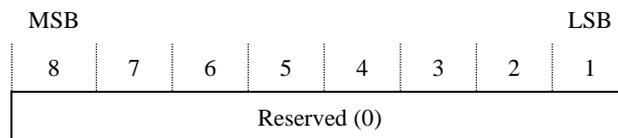


図 9.11-2 - MCC PDU 内の Flags フォーマット

- TLV Offset : 1 オクテットのフィールド。ETH-ED は 9.26 節で説明されているこのフィールドを使用する。このフィールドを使用するその他は本標準の範囲外であるが 9.1 節に準拠しなければならない。
- OUI : MCC Data のフォーマットと SubOpCode の値を定義しているベンダーの組織的一意識別子を含む 3 オクテットのフィールド。
- SubOpCode : 1 オクテットのフィールド。OUI フィールドは ITU-T OUI(00-19-A7)を含んでいる時、ETH-ED は 9.26 節で説明されている SubOpCode(1)を使用し、その他の値は予約されている。別の OUI を使用する場合、SubOpCode の値は本標準の範囲外である。
- MCC Data : ETH-ED は 9.26 節で説明されているこのフィールドを使用する。このフィールドを使用するその他は本標準の範囲外である。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.12 LMM PDU

LMM は、プロアクティブとオンデマンドのシングルエンド 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。

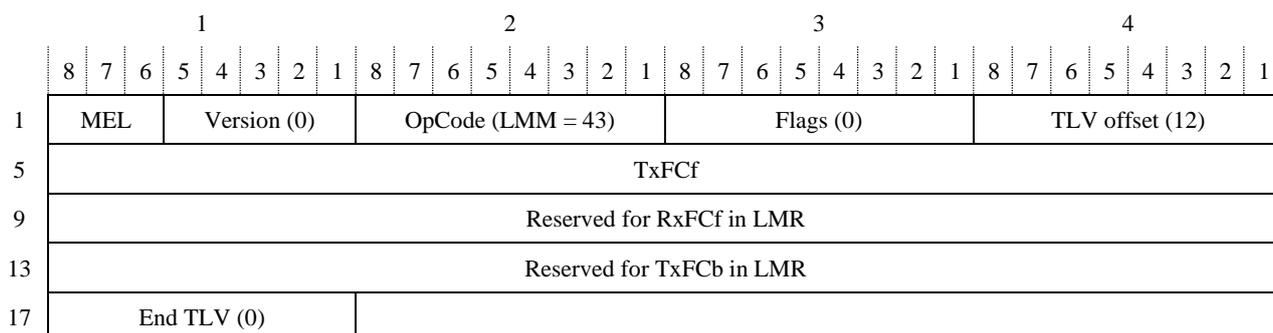


図 9.12-1 - LMM PDU フォーマット

LMM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (本バージョンの LMM PDU の値は”1”)
- OpCode value : この PDU タイプの場合、値は LMM (43)
- Flags : Flag フィールドの 1 つの情報エレメントである LSB ビット (Type) は、次のように LMM 動作の種類を示すために使用される。

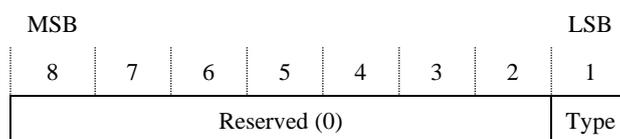


図 9.12-2 - LMM PDU 内の Flags フォーマット

- Type: ビット 1 は、プロアクティブ動作の場合、”1”をセットし、オンデマンド動作の場合、”0”をセットする。
- TLV Offset : “12”に設定する。
- TxFCf : フレームカウンタ (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、プロアクティブとオンデマンドのシングルエンド 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タ値を転送する 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タ値を転送する 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。

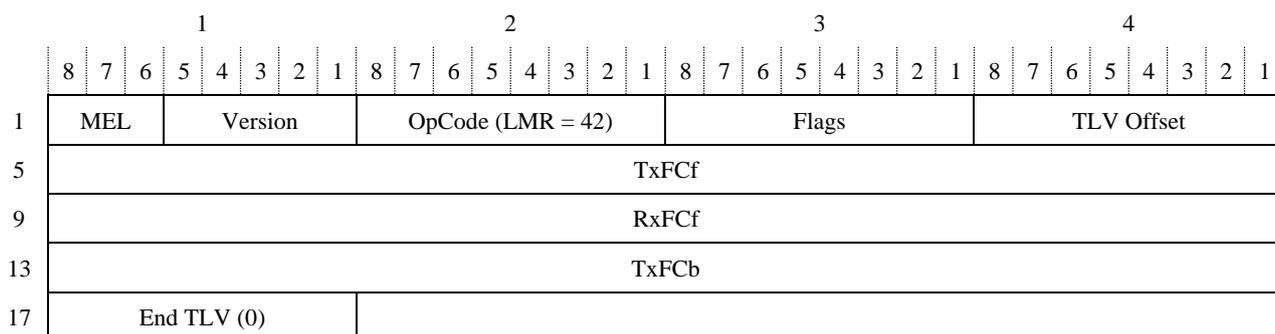


図 9.13-1 - LMR PDU フォーマット

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 LMR (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 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。

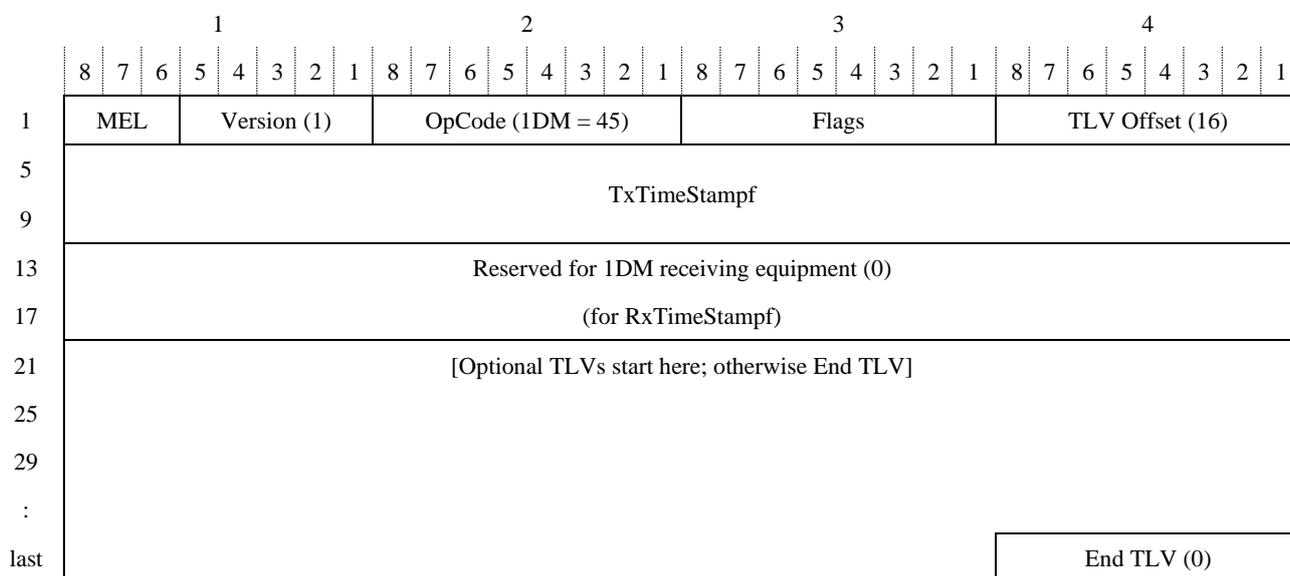


図 9.14-1 - 1DM PDU フォーマット

1DM PDU フォーマットのフィールドは次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照（本バージョンの 1DM PDU の値は”1”）
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は 1DM (45)
- Flags : Flag フィールドの 1 つの情報エレメントである LSB ビット (Type) は、次のように 1DM 動作の種類を示すために使用される。

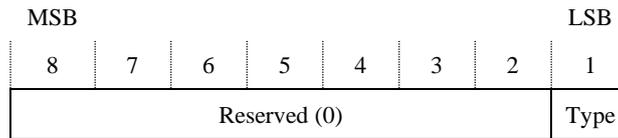


図 9.14-2 - 1DM PDU 内の Flags フォーマット

- Type: ビット 1 は、プロアクティブ動作の場合、”1”をセットし、オンデマンド動作の場合、”0”を設定する。
- TLV Offset : “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 : 8 オクテットの予約フィールドはオール”0”に設定する。
- Optional TLV(s) : 図 9.14-3 で定義される Test ID TLV および/または図 9.3-3 で定義される Data TLV (設定可能なサイズ)は、オクテット単位で設定可能なサイズで送信される 1DM に含まれる場合がある。この領域に Test ID TLV が含まれている場合は、Test ID TLV を最初に (Data-TLV より前に) 配置することを推奨する。ETH-DM の目的のために、Data TLV の Value の部分は未規定である。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

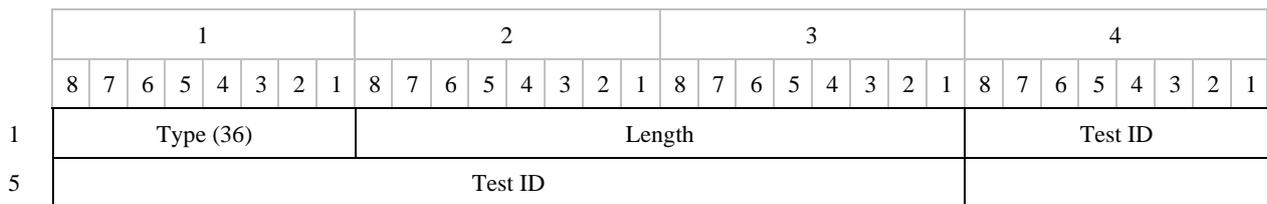


図 9.14-3 – Test-ID TLV のフォーマット

Test ID TLV フォーマットのフィールドは次のとおりである。

- Type : TLV タイプを識別し、Test ID の TLV タイプの値は Test ID (36) である。
- Length : サイズを識別する。32 でなければならない。
- Test ID: Test ID は、MEP 間で複数のテストを同時に実行するために使用される場合、送信 MEP によって設定される 4 オクテットのフィールドである。

9.15 DMM PDU

8.2.2 項で記述されるように、DMM はプロアクティブまたはオンデマンドのシングルエンド 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 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。

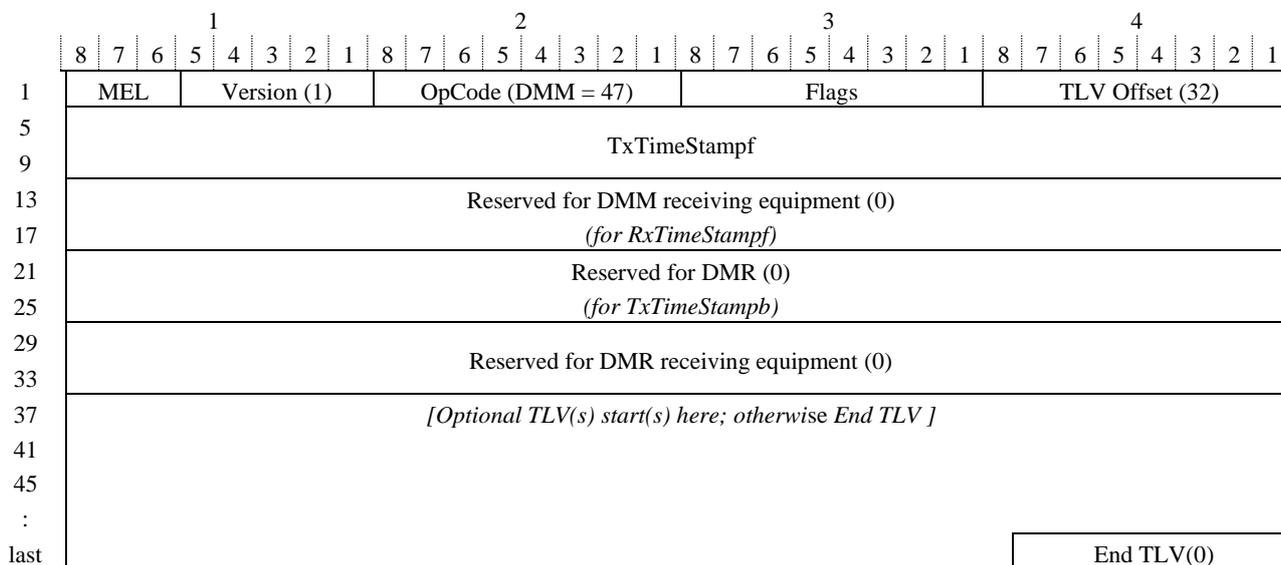


図 9.15-1 - DMM PDU フォーマット

DMM PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEL Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照 (DMM PDU の値は”1”)
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は DMM (47)
- Flags:Flag フィールドの 1 つの情報エレメントである LSB ビット (Type) は、次のように DMM 動作の種類を示すために使用される。

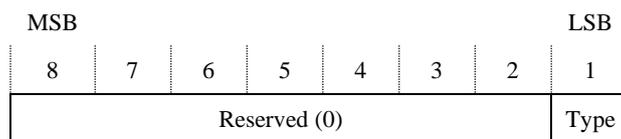


図 9.15-2 - DMM PDU 内の Flags フォーマット

- Type:ビット 1 はプロアクティブ動作の場合、”1”をセットし、オンデマンド動作の場合、”0”をセットする。
- TLV Offset : “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 : 24 オクテットの予約フィールドはオール”0”に設定する。
- Optional TLV : 図 9.14-3 で定義される Test ID TLV、および/または、図 9.3-3 で定義される Data TLV (設定可能なサイズ) は、オクテット単位で設定可能なサイズで送信される DMM に含まれる場合がある。この領域に Test ID TLV が含まれている場合は、Test ID TLV を最初に (Data TLV より前に) 配置することを推奨する。ETH-DM の目的のために、Data TLV の Value の部分は未規定である。

- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.16 DMR PDU

DMR は、シングルエンド 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 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 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。

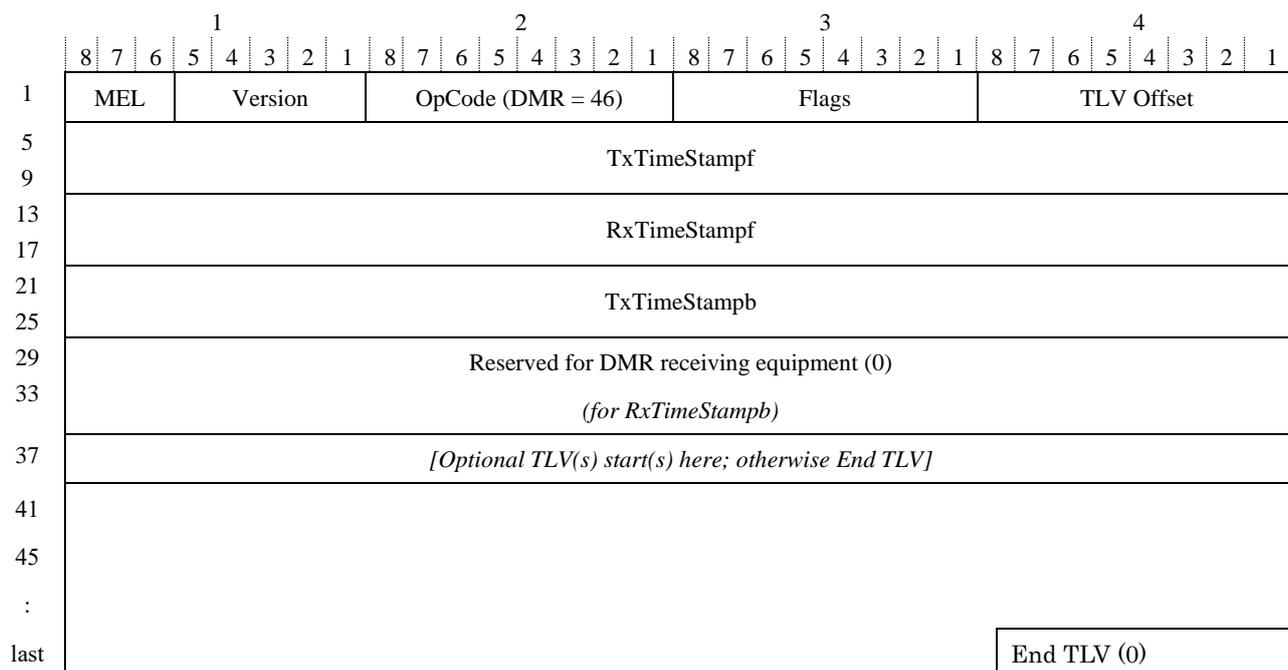


図 9.16-1 - DMR PDU フォーマット

DMR PDU フォーマットの各フィールドは、次のとおりである。

- MEG 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 : 1 オクテットフィールド。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
- EndTLV : オール”0”のオクテット値

9.18 EXR PDU

EXR は実験的 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 を使用するベンダーの組織的一意識別子を含む 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 Data 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。

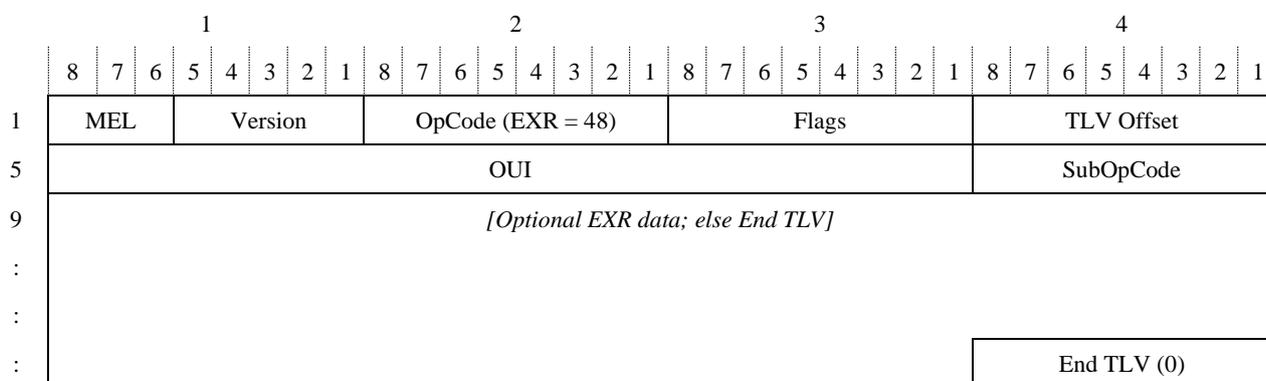


図 9.18-1 – EXR PDU フォーマット

EXR PDU フォーマットの各フィールドは次のとおりである。

- MEG 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 オクテットフィールド。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 : オール”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 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 を使用するベンダーの組織的一意識別子を含む 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 Data 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。

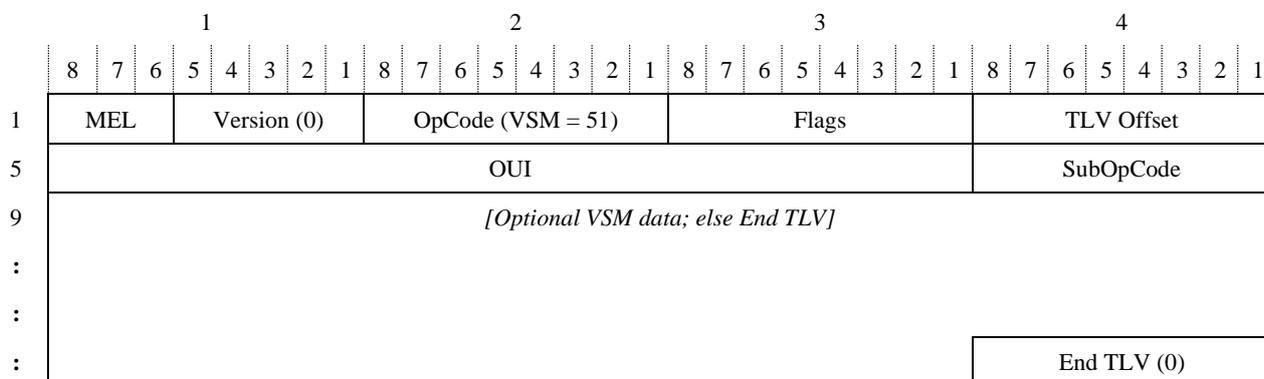


図 9.19-1 - VSM PDU フォーマット

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: 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。
- 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 オクテットフィールド。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 : オール”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、組織的一意識別子を含む 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 Data 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 VSR 情報の伝送に使用する VSR PDU のフォーマットを示す。

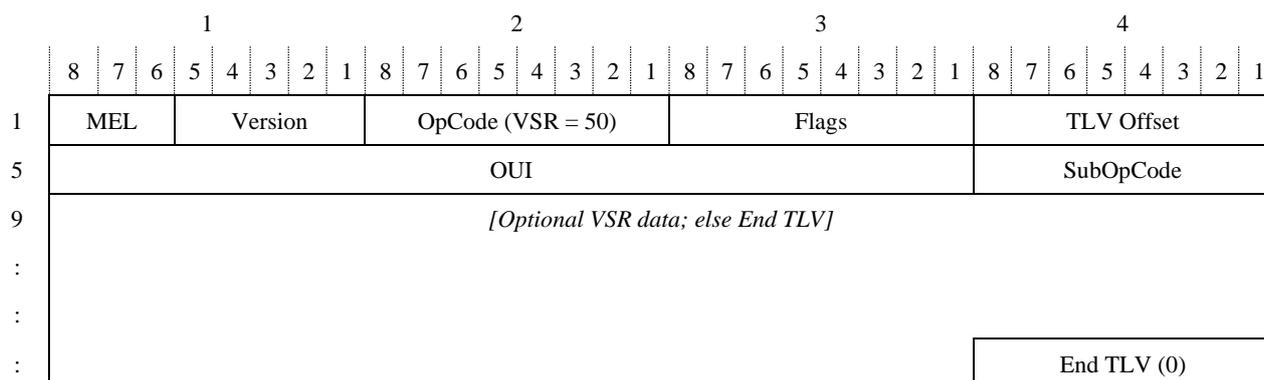


図 9.20-1 - VSR PDU フォーマット

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 オクテットフィールド。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

9.21 クライアント信号故障(CSF)

CSF PDU は 7.12 節で説明されている ETH-CSF 機能をサポートするために使用される。

図 9.21-1 に CSF PDU フォーマットを示す。

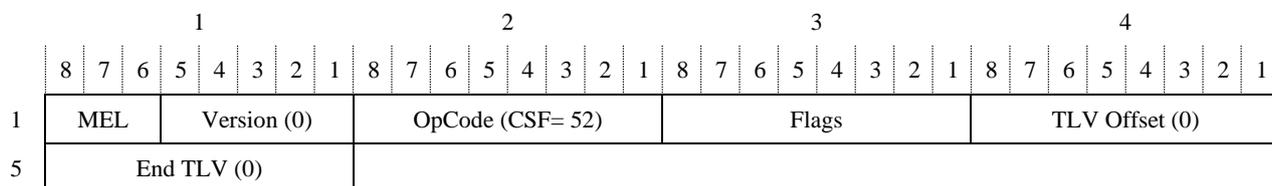


図 9.21-1 – CSF PDU フォーマット

CSF PDU フォーマットのフィールドは次の通りである。

- MEL Level : ローカル MEL レベルを伝達するために使用される 3 ビットフィールド
- Version : 9.1 節を参照。本標準のこの版では値は”0”
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は CSF(52)
- Flags : CSF PDU の Flags フィールドにおける 1 つの情報エレメント。情報エレメントは 3-bit の Type サブエレメントと 3-bit の Period サブエレメントから構成され、次のようにフォーマット化される。

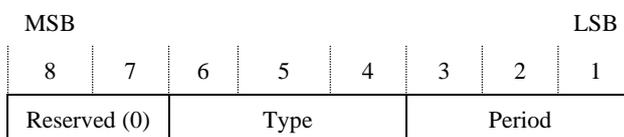


図 9.21-2 – CSF PDU 内の Flags フォーマット

- Type: bit 6から4は表9-5のCSF Typeを示す。

表 9-5 – CSF Typeの値

Flags[6:4]	Type	コメント
000	LOS	クライアントの信号損失
001	FDI/AIS	クライアントの順方向障害表示
010	RDI	クライアントの対局障害表示
011	DCI	クライアントの障害クリア表示

- Period: bit 3から1は表9-6の送信周期 (Period) を示す。

表 9-6 – CSF periodの値

Flags[3:1]	Period	コメント
000	無効値	CSF PDUでは無効値
001	今後の検討課題	今後の検討課題
010	今後の検討課題	今後の検討課題
011	今後の検討課題	今後の検討課題
100	1s	1フレーム/秒
101	今後の検討課題	今後の検討課題
110	1min	1フレーム/分
111	今後の検討課題	今後の検討課題

- TLV Offset : 0 を設定する
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.22 SLM PDU

SLM は 8.4.1 節で説明されているシングルエンド ETH-SLM 要求を行うために使用される。

9.22.1 SLM 情報エレメント

SLM で運ばれる情報エレメントは以下を含む：

- Source MEP ID : Source MEP ID は SLM フレームを送信する MEP を識別するための最下位 13 bit を使用する 2 オクテットフィールド。MEP ID は MEG 内で一意である。
- Test ID : Test ID は送信 MEP によって設定される 4 オクテットのフィールドであり、同時発生しうるオンデマンドテストとプロアクティブテストを含む MEP 間で複数のテストが同時に実行される時、テストを識別するために使用される。
- TxFCf : TxFCf は MEP がピア MEP に向けて送信した SLM フレーム数を運ぶ 4 オクテットフィールド。

9.22.2 SLM PDU フォーマット

SLM 情報を送信するための MEP によって使用される SLM PDU フォーマットを図 9.22-1 に示す。

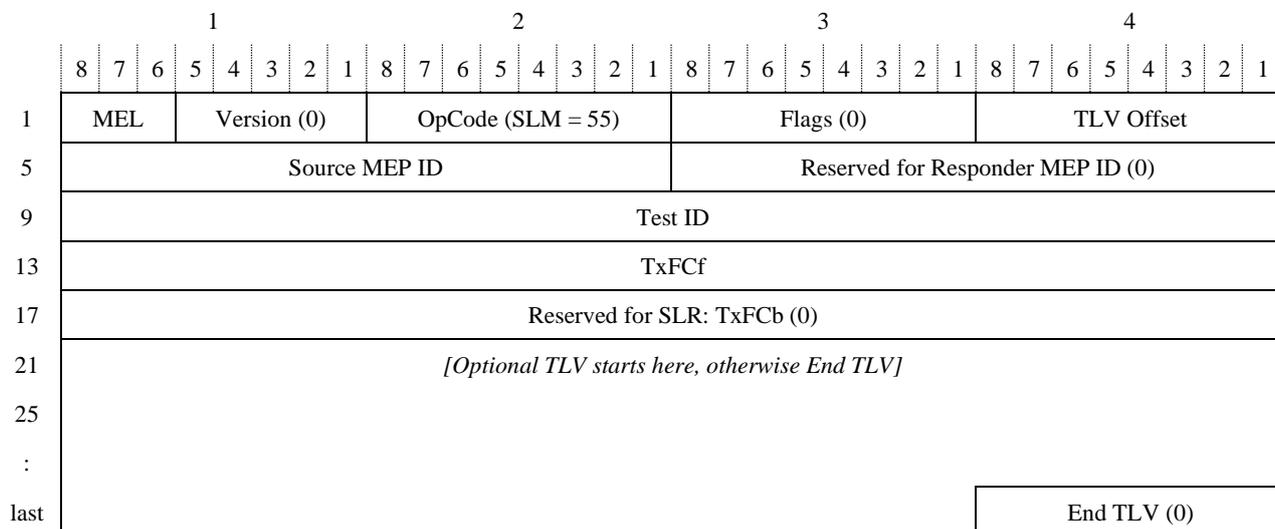


図 9.22-1 – SLM PDU フォーマット

SLM PDU フォーマットのフィールドは次の通りである。

- MEG Level : 9.1 節を参照
- Version : 9.1 節を参照。本標準のこの版では値は”0”
- OpCode : この PDU タイプの場合、値は SLM (55)
- Flags : オール”0”が設定される
- TLV Offset : 16 が設定される
- Reserved : Reserved のフィールドはオール”0”に設定される
- Source MEP ID : 9.22.1 節で指定されているように、SLM フレームを送信する MEP を識別するために使用される 2 オクテットフィールド
- Test ID : 9.22.1 節で指定されているように、MEP 間で一意のテストを識別するために使用される 4 オクテットフィールド
- TxFCf : 9.22.1 節で指定されているように、送信された SLM フレームの数を表す 4 オクテットの整数値
- Optional TLV : 図 9.3-3 で指定されている Data TLV は送信される任意の SLM に含めることができる。ETH-SLM の目的上、Data TLV の値の部分は規定されない。
- End TLV : オール”0”のオクテット値

9.23 SLR PDU

SLR は 8.4.1 節で説明されているシングルエンド ETH-SLM 応答をサポートするために使用される。

9.23.1 SLR 情報エレメント

SLR で運ばれる情報エレメントは以下を含む：

- Source MEP ID : Source MEP ID は受信した SLM の Source MEP ID フィールドのコピーを含む 2 オク

テットフィールド

- Responder MEP ID : Responder MEP ID は SLR フレームを送信する MEP を識別するための最下位 13 bit を使用する 2 オクテットフィールド。MEP ID は MEG 内で一意である。
- Test ID : Test ID は受信 SLM の Test ID フィールドのコピーを含む 4 オクテットのフィールド。
- TxFCf : TxFCf は受信 SLM の TxFCf フィールドのコピーを含む 4 オクテットフィールド。
- TxFCb : TxFCb は MEP がピア MEP に向けて送信した SLR フレーム数を運ぶ 4 オクテットフィールド。

9.23.2 SLR PDU フォーマット

SLR 情報を送信するために MEP によって使用される SLR PDU フォーマットを図 9.23-1 に示す。

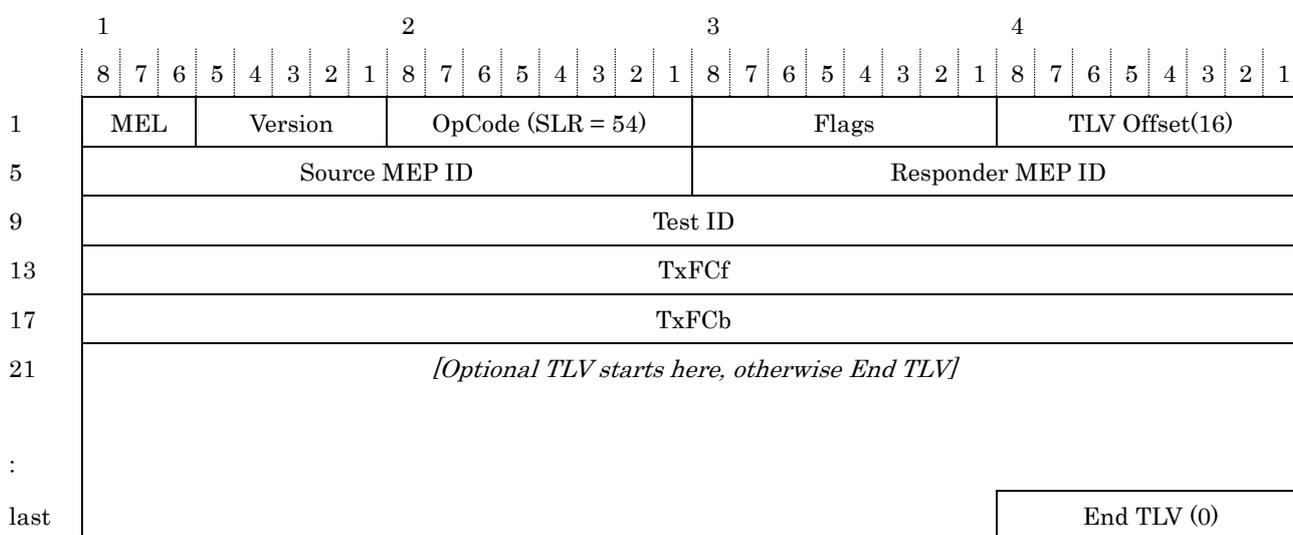


図 9.23-1 – SLR PDU フォーマット

SLR PDU フォーマットのフィールドは次の通りである。

- MEL : 最後に受信した SLM 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 SLM 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 SLR (54)
- Flags : SLM PDU からコピーされる 1 オクテットフィールドの値
- TLV Offset : SLM PDU からコピーされる 1 オクテットフィールドの値
- Reserved : Reserved のフィールドはオール”0”に設定される
- Source MEP ID : SLM PDU からコピーされる 2 オクテットフィールドの値
- Responder MEP ID : 9.23.1 節で指定されているように、SLR フレームを送信する MEP を識別するために使用される 2 オクテットフィールド
- Test ID : SLM PDU からコピーされる 4 オクテットフィールドの値
- TxFCf : SLM PDU からコピーされる 4 オクテットフィールドの値
- TxFCb : 9.23.1 節で指定されているように、送信された SLR フレーム数を表す 4 オクテットの整数値
- Optional TLV : SLM PDU に存在する場合は、SLM PDU からコピーされる
- End TLV : SLM PDU からコピーされる 1 オクテットフィールド値

9.24 1SL PDU

1SL は、8.4.2 節で定義されているプロアクティブとオンデマンドのデュアルエンド ETH-SLM をサポートするために使用される。

9.24.1 1SL 情報エレメント

1SL で運ばれる情報エレメントは以下を含む：

- Source MEP ID : Source MEP ID は、最下位 13 ビットが 1SL フレームを送信する MEP を識別するために使用される 2 オクテットフィールド。MEP ID は、MEG 内で一意。
- Test ID : Test ID は送信 MEP によって設定される 4 オクテットのフィールドであり、同時発生しうるオンデマンドテストとプロアクティブテストを含む MEP 間で複数のテストが同時に実行される時、テストを識別するために使用される。
- TxFCf : TxFCf は、MEP によってピア MEP に向かって送信される 1SL フレーム数を送る 4 オクテットフィールド。

9.24.2 1SL PDU フォーマット

1SL 情報を送信するために MEP によって使用される 1SL PDU フォーマットを図 9.24-1 に示す。

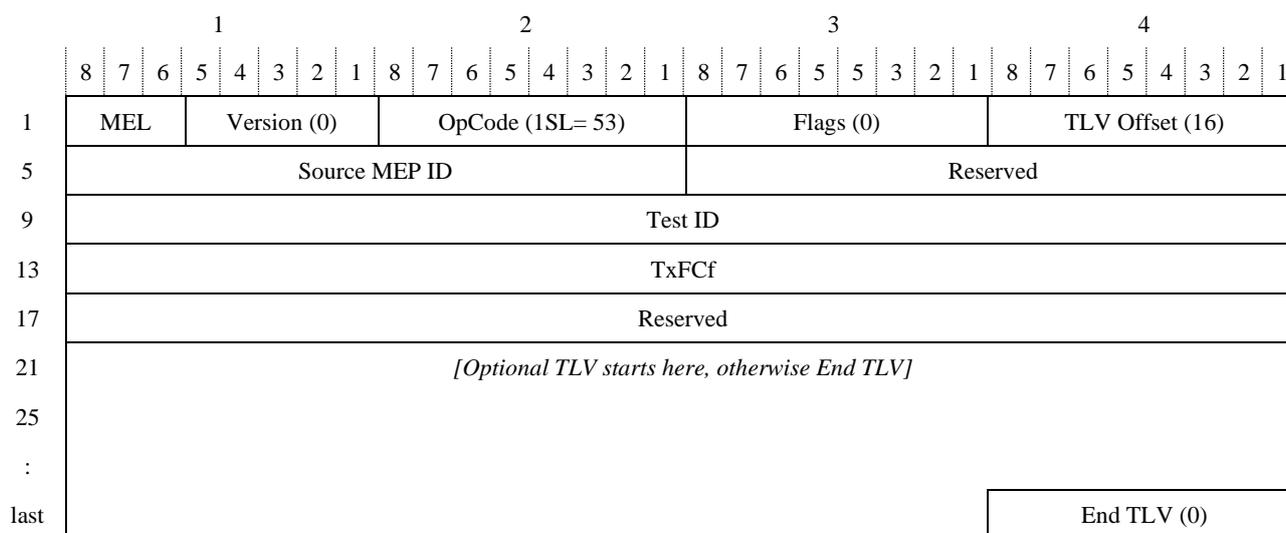


図 9.24-1 – 1SL PDU フォーマット

1SL PDU フォーマットのフィールドは次のとおりである。

- MEG Level : 9.1 項を参照。
- Version : 9.1 項を参照。本標準のこの版では値は”0”。
- OpCode: この PDU タイプの場合、値は 1SL (53)。
- Flags : オール”0”に設定。
- TLV Offset:”16”に設定。
- Reserved: Reserved のフィールドはオール 0 に設定。
- Source MEP ID:9.24.1 節で定義されるように、1SL フレームを送信する MEP を識別するために使用される 2 オクテットのフィールド。

- Test ID:9.24.1 節で定義されるように、MEP 間の一意なテストを識別する 4 オクテットのフィールド。
- TxFCf:9.24.1 節で定義されている 1SL フレームの送信数を表す 4 オクテット整数値。
- Optional TLV:図 9.3-3 に定義されている Data TLV が、送信される任意の 1SL に含まれる場合がある。ETH-SLM の目的上、Data TLV の値部分は未定義。
- END TLV : オール”0”のオクテット値。

9.25 BNM PDU

BNM PDU は、7.13 項で定義されるように ETH-BNM 機能をサポートするために使用される。

9.25.1 BNM 情報エレメント

BNM で運ばれる情報エレメントは次のとおり。

- Period : Period は Flags フィールドの最下位 3 ビットで実行される 3 ビット情報エレメント。Period には BNM 送信周期の値が含まれる。BNM 周期を表 9-7 に示す。
- Nominal Bandwidth: Nominal Bandwidth は、リンクの規格上の最大帯域幅で、整数の Mb/s で表される。
- Current Bandwidth: Current Bandwidth はリンクの現在の帯域幅で、整数の Mb/s で表される。
- Port ID: Port ID は、ポートのゼロ以外の一意の識別子で、この識別子が使用されない場合は”0”。

規格上の最大帯域幅と現在の帯域幅の値は、サーバーレイヤの使用可能な帯域幅を表す。

9.25.2 BNM PDU フォーマット

BNM PDU フォーマットは、図 9.25-1 で示すように、サーバーMEPによって BNM 情報を送信するために使用する。

		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	MEL	Version (0)							OpCode (GNM=32)							Flags							TLV Offset (13)										
5	Sub-OpCode (BNM=1)								Nominal Bandwidth																								
9	Nominal Bandwidth (cont)								Current Bandwidth																								
13	Current Bandwidth (Cont)								Port ID																								
17	Port ID (Cont)								End TLV (0)																								

図 9.25-1 – BNM PDU フォーマット

BNM PDU フォーマットの定義は以下のとおり：

MEG Level: クライアント MEG の MEG レベルを伝送するために使用される 3 ビットフィールド。

Version: 9.1 項を参照。本標準のこの版では値は”0”。

OpCode: この PDU タイプの場合、値は GNM(32)。

Flags : BNM PDU の Flags フィールドの 1 つの情報エレメントであり、Period は次のとおり。

MSB				LSB			
8	7	6	5	4	3	2	1
Reserved (0)					Period		

図 9.25-2 – BNM PDU の Flags フォーマット

- Period : ビット 3 から 1 は、表 9-7 のように、送信周期を示す。

表9-7 – BNM periodの値

Flags[3:1]	Period	コメント
000	無効値	BNM PDU では無効値
001	今後の検討課題	今後の検討課題
010	今後の検討課題	今後の検討課題
011	今後の検討課題	今後の検討課題
100	1s	1 フレーム/秒
101	10s	1 フレーム/10 秒
110	1min	1 フレーム/分
111	無効値	BNM PDU では無効値

- TLV Offset: “13”に設定。
- Sub-OpCode: PDU タイプの値は、BNM (1)。
- Nominal bandwidth: Nominal Bandwidth は、リンクの規格上の最大帯域幅で、整数の Mb/s で表される。
- Current Bandwidth: Current Bandwidth はリンクの現在の帯域幅で、整数の Mb/s で表される。
- Port ID: オプションで使用される、帯域幅情報に関するポートに対する 0 以外の 32 ビットの識別子。値はクライアント MEG 内のすべてのサーバリンクで一意的でなければならない。この識別子を使用しない場合は、値を”0”に設定すべきである。
- End TLV: オール”0”のオクテット値。

9.26 EDM PDU

EDM PDU は、7.14 項で定義されるように ETH-ED 機能をサポートするために使用される。

9.26.1 EDM PDU の情報エレメント

EDM で運ばれる情報エレメントは以下である：

- MEP ID : MEP ID は、最下位 13 ビットが EDM フレームを送信する MEP を識別するために使用される 2 オクテットフィールド。MEP ID は MEG 内で一意。
- Expected Duration : 導通断障害を抑制するためにピア MEP に要求される予想時間。

9.26.2 EDM PDU フォーマット

EDM PDU フォーマットは、図 9.26-1 で示すように、MEP によって EDM 情報を送信するために使用する。

		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		MEL		Version (0)						OpCode (MCC=41)						Flags (0)						TLV Offset (10)											
5		OUI																SubOpCode(EDM=1)															
9		MEP ID												Expected Duration																			
13		Expected Duration (cont)												End TLV (0)																			

図 9.26 – EDM PDU フォーマット

EDM PDU フォーマットのフィールドは次のとおり。

- MEG Level : クライアント MEG の MEG レベルを送信するために使用される 3 ビットフィールド。
- Version : 9.1 項を参照。本標準のこの版では値は”0”。
- OpCode: この PDU タイプの場合、値は MCC(41)。
- Flags : オール”0”に設定。
- TLV Offset:”10”に設定。
- OUI : ITU-T OUI の”00-19-A7”を設定。
- Sub-OpCode : この PDU タイプの場合、値は EDM(1)。
- MEP ID : MEG 内の送信 MEP を識別する 13 ビット整数値。最初のオクテットの 3 つの MSB は使用されず、”0”に設定される。
- Expected Duration:導通断が持続すると予想される期間(秒単位)(最初の EDM が送信された時点から開始)。
- 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、その値は 0x8902 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 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。

注 - イーサネット OAM フレームの MAC DA の選択はアプリケーション固有である。実装では、この標準で規定される全てのアドレスをサポートする必要はないが、[ITU-T G.8021]で規定されるアドレスのサポートは必要である。

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、次のタイプ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 中のすべてのピア 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 およびピア MEP に宛てた OAM フレーム(例えば LTM)。
- リング APS のマルチキャスト DA: イーサネットリングプロテクションで使用される OAM フレーム。

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 の範囲の MEG レベルを表す。

更に、ITU OUI (01-19-A7) を持つ特定の範囲のマルチキャスト DA はリング APS フレームで使用される。より詳細は[ITU-T G.8032]を参照。

10.2 CCM

CCM フレームは、マルチポイント MEG では、のマルチキャスト クラス 1 DA を使用して生成され、以

下に説明する場合を除いて、ポイントツーポイント MEG では通常マルチキャスト DA が生成される。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受信側 MEP のピア 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（ポイントツーポイント接続のプロビジョニング環境のように）には、ピア MEP のユニキャスト DA を使用するように CCM フレームが生成される。

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、マルチポイント MEG では、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成され、以下に説明する場合を除いて、ポイントツーポイント MEG では、通常、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成される。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 で区別できるポイントツーポイント接続のプロビジョニング環境では、下流の MEP のユニキャスト DA を使用する AIS フレームが生成される。

10.8 LCK

LCK フレームは、マルチポイント MEG では、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成され、以下に説明する場合を除いて、ポイントツーポイント MEG では、通常、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成される。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 で区別できるポイントツー

ポイント接続のプロビジョニング環境では、下流の MEP のユニキャスト DA を使用する LCK フレームが生成される。

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

リニア APS は[ITU-T G.8031]を参照。リング APS は[ITU-T G.8032]を参照。

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 IDM

IDM フレームはユニキャスト DA を伴って生成される。IDM 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。

10.21 CSF

CSF フレームはマルチポイント MEG ではマルチキャストクラス 1 DA を使用して生成され、以下に説明する場合を除いて、ポイントツーポイント MEG では、通常、マルチキャストクラス 1 DA で生成される。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 で区別できるポイントツーポイント接続のプロビジョニング環境では、下流の MEP のユニキャスト DA を使用する CSF フレームが生成される。

10.22 SLM

SLM フレームはユニキャスト DA を使用して生成される。SLM フレームは、マルチポイント測定が要求される場合は、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成されてもよい。

10.23 SLR

SLR フレームは常にユニキャスト DA を使用して生成される。

10.24 1SL

1SL フレームはユニキャスト DA を使用して生成される。1SL フレームはマルチポイント測定が要求される場合は、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成されてもよい。

10.25 BNM

BNM フレームは、マルチポイント MEG では、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成され、以下に説明する場合を除き、ポイントツーポイント MEG では、通常、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成される。

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 で区別できるポイントツーポイント接続のプロビジョニング環境では、下流の MEP のユニキャスト DA を使用する BNM フレームが生成される。

10.26 EDM

EDM フレームは、マルチポイント MEG では、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成され、以下に説明する場合を除き、ポイントツーポイント MEG では、通常、マルチキャストクラス 1 DA を使用して生成される。

異なるサービスインスタンスのデータフレームがユニキャスト DA で区別できるポイントツーポイント接続のプロビジョニング環境では、下流の MEP のユニキャスト DA を使用する EDM フレームが生成される。

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
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	[ITU-T G.8031]参照
RING APS	[ITU-T G.8032]参照
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
CSF	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
SLM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
SLR	ユニキャストDA
ISL	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
BNM	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
EDM	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA

11 OAM PDU の検証とバージョン

本章では OAM PDU の検証とバージョンの規則を説明する。これらの規則は、本標準の実装と本標準の将来のバージョンの実装の互換性を保証するために規定される。更に、これらの規則は、本標準の将来のバージョンとの相互接続性を危うくしたり、本標準の将来のバージョンにおける標準機能の拡張性を制限したりしない方法で、プロトコルに独自で非標準の拡張を提供する実装を許容する。

注 1 - ITU-T 勧告の 2006 と 2008 のバージョンの LTM フォーマットの変更では、バージョン番号が変わっていないが、この勧告の将来の改版ではこれらの規則に合わせなければならない。

注 2 - ここで説明されている規則は、異なるバージョンの PDU の解釈の方法にのみ適用される。更に、該当する場合、その後、PDU がどのように処理されるかに関する詳細は、[ITU-T G.8021]および[ITU-T G.8032]のアトミック関数定義に見つかるかもしれない。

注 3 - これらの規則は、ITU-T 勧告で規定されない PDU の一部、例えば、VSM、VSR、EXM、EXR PDU のデータフィールドには適用されない。

11.1 OAM PDU の送信

OAM PDU の送信では、以下の要求を満たす必要がある。

- 固定ヘッダフィールドは本標準で規定されたとおりに正確に送信されなければならない。
- 本標準で“予約”と定義された全てのビットは 0 として送信されなければならない。
- 追加フィールドは本標準で規定された固定ヘッダに追加してはならない。
- 本標準または[IEEE 802.1]で予約されているコードポイントはどの OAM PDU でも送信してはならない。例えば、OpCode の予約値 (表 9-1)、TLV Type フィールド (表 9-2)、MEG ID フォーマットフィールド (表 A.1)。
- 追加フィールドは本標準で規定されたどの TLV にも追加してはならない。

11.2 受信側の OAM PDU 検証

受信した OAM PDU はいくつかの検証テストの対象であり、もし、これらのテストに失敗した場合、それ以降の処理が行われることなく廃棄される。この章はそのようなテストの完全なリストを提供せず、将来の互換性に最も重要な面だけをカバーする。ここで規定されるテストに加えて、もし、特定の OpCode の OAM PDU が 9 章の対応する記載に適合しない場合、テストに失敗することが想定されるかもしれない。最初の検証テストは、OAM PDU が MEG レベルとバージョンのフィールドを格納するのに十分な長さであることを保証する。このテストを失敗した OAM PDU は廃棄される。

続けて、OAM PDU は、1) OAM PDU の Version フィールドか 2) 受信側の実装で認識されている最も大きいバージョン番号のどちらか小さいほうの番号に従って処理される。つまり、バージョン 0 の OAM PDU

を受信したバージョン 1 の実装はバージョン 0 に従って処理し、バージョン 1 の OAM PDU をバージョン 1 に従って処理する。全てのより古いバージョンの実装が受信 OAM PDU を正しく処理できるという本標準の将来のバージョンに対する義務、つまり、本標準のより新しいバージョンで規定された OAM PDU がバージョン 0 に従って処理される場合に有効なままでなければならない点に注意。

次の検証テストは上記で選択されたバージョンに従って使用される。

- TLV Offset フィールドによって決まる固定ヘッダ長が、選択されたバージョンで指定された長さより短くない。
- OAM PDU が、選択されたバージョンで指定された長さの固定ヘッダを含めるのに十分に長い。

もし、OAM PDU が処理に必要な TLV を含む場合、次の検証テストは上記で選択されたバージョンに従って使用される。

- OAM PDU が、TLV Length フィールドで指定された長さの TLV Value フィールドを含めるのに十分に長い。
- TLV Length フィールドが、選択されたバージョンで指定されたその TLV の最小長より短い長さを示さない。

次の基準は受信した OAM PDU の検証に使用されない。

- 固定ヘッダは、選択されたバージョンで指定された長さより長くすることができる。
- Flags フィールドの予約ビットにビットをセットできる。
- TLV は標準の選択されたバージョンで指定されていない Type フィールドを持つことができる。
- TLV の Length フィールドは、標準の選択されたバージョンで指定された値（もしあれば）より大きくできる。
- TLV Offset または OAM PDU の最後の TLV の Length フィールドは、OAM PDU の終わりと一致する最初の（次の）TLV の位置を示すことができる。つまり、end TLV は OAM PDU からなくすることができる。
- TLV は、9 章の記載で特に指定が無い限り、OAM PDU 内に任意の順序で現れるかもしれない。

注 – 受信した OAM PDU の処理に使用されるバージョンの選択は、もし、OAM PDU 応答を生成する必要がある場合、バージョンをコピーする要求に影響を与えない。これは、バージョン 1 の OAM PDU 要求を受信したバージョン 0 の実装はバージョン 0 に従って解釈するが、応答ルールにバージョン依存性が無い限り、応答ルールに応じて応答することを意味する。この場合、バージョン 1 の OAM PDU 応答の受信は、OAM PDU 要求がバージョン 1 に従って処理されたことを示すものとして使用できない。

11.3 検証後の OAM PDU の受信

上記の検証テストをパスした受信 OAM PDU は、次のルールおよび検証テストで選択されたのと同じバー

ジョンに従って処理されなければならない（つまり、OAM PDU の **Version** フィールドのより小さい値の一つと、受信側の実装で認識される最大のバージョン番号）。

- 選択されたバージョンで定義された OAM PDU の固定ヘッダ部分のフィールドだけが処理される。固定ヘッダの余分なオクテットは、選択されたバージョンで指定された長さより長い場合、無視される。
- その OAM PDU が（変更ありまたはなしで）転送または再送信される場合もしくは新しい OAM PDU が受信 OAM PDU に応答して送信される場合を除き、選択されたバージョンで指定されていない **Type** フィールドを持つ TLV は無視され、その TLV は変更なしで転送または再送信される PDU もしくは応答 PDU にコピーされる。
- **end TLV** に続く OAM PDU の部分は無視される（**end TLV** の欠如はエラーではない）。
- もし、TLV の **Length** フィールドが選択されたバージョンで指定された値（もしあれば）より大きい場合、選択されたバージョンで指定されたオクテットに続くオクテットは無視される。
- 本標準で定義されていない全てのビット、例えば、**Flags** フィールドの予約ビット、は無視される。

付属資料 A MEG ID フォーマット

(この付属資料は本標準に不可欠な規定である。)

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。

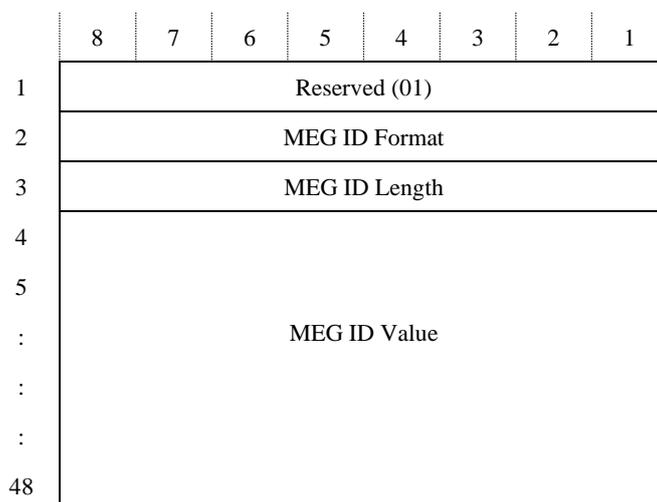


図 A.1 - 汎用 MEG ID フォーマット

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、下記の A.1 項及び A.2 項で説明される。

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, 531, 64-255	予約(注1)
1-4	下記参照(注2)
本標準に対するタイプ詳細	
32	ICCベースフォーマット
33	ICC及びCCベースフォーマット
34-63	予約(注3)
注1 IEEE802.1で定義される予約	
注2 IEEE802.1Qの表21-20で定義された値を使用	
注3 ITU-T標準用の予約	

A.1 ICC ベース MEG ID フォーマット

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電気通信標準化局 (TSB)によって維持され、ネットワークオペレータ、サービスプロバイダに対して付与される。

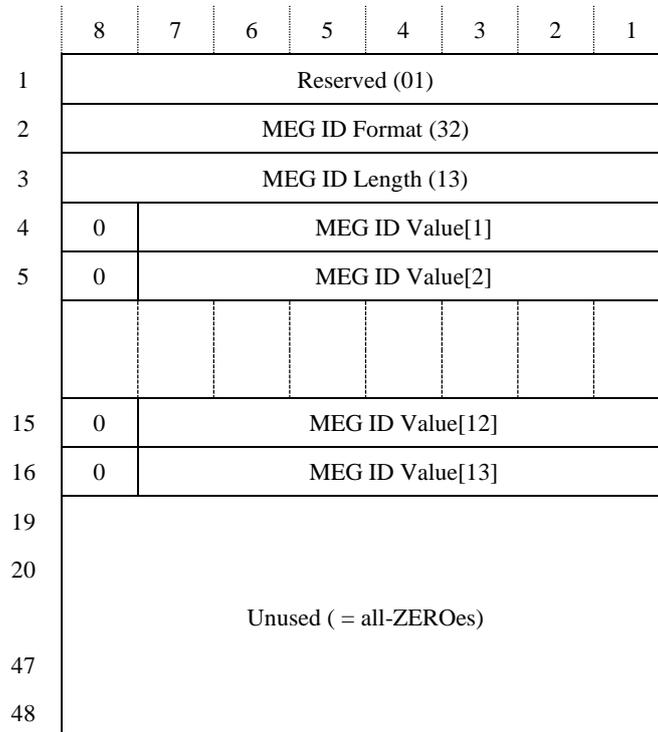


図 A.2 - ICCベースMEG IDフォーマット

タイプ 32 で定義される MEG ID Value は、ITU-T 勧告 T.50 (International Reference Alphabet – 情報交換用に 7bit でコード化された文字セット) に従ってコード化された 13 文字で構成される。

ITU T M.1400 で示されているように、MEG ID タイプ 32 の場合の MEG ID Value はグローバルに一意ではない場合があることに注意する必要がある。同一の ICC が異なる国に存在する可能性がある。したがって、MEG ID タイプ 32 の場合の MEG ID Value は国内でのみ一意となる。

図 A.3 は ICC ベース MEG ID Value の構造を示す。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ICC		UMC										
ICC			UMC									
ICC				UMC								
ICC					UMC							
ICC						UMC						
ICC							UMC					

図 A.3 - ICCベースMEG ID Valueの構造

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、英字 (A-Z) と数字 (0-9) の組み合わせで構成される。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 は国内における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。

A.2 CC および ICC ベースのグローバルな MEG ID フォーマット

図A.4は、国コード (CC) とともにITUキャリアコード (ICC) を使用するフォーマットを示している。

MEG ID Valueはタイプ33で識別され、[ITU-T T.50]に従ってコード化された15文字で構成される。

図A.5は、CCおよびICCによって識別されたMEG ID Valueの構造を示している。これは、国コード (CC)、ITUキャリアコード (ICC)、それに続く一意のMEG IDコード (UMC) の3つのサブフィールドで構成される。国コード (alpha-2) は、大文字 (A-Z) で表される2つのアルファベットの文字列である。国コードフォーマットは[ISO3166-1]で定義されている。ITUキャリアコードは、左揃えされた1~6個の、英字 (A-Z) と数字 (0-9) の組み合わせで構成される。

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15文字のMEG ID Valueが完成される。ICCが6文字未満の場合 (図A.5に示すように)、UMCは文字「/」で始まり、ITUキャリアコードが割り当てられている組織コンテキスト内で一意である必要がある。

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Reserved (01)							
2	MEG ID Format (33)							
3	MEG ID Length (15)							
4	0	MEG ID Value[1]						
5	0	MEG ID Value[2]						
17	0	MEG ID Value[14]						
18	0	MEG ID Value[15]						
19	Unused (= all-ZEROes)							
20								
47								
48								

図 A.4 CCおよびICCベースのグローバルなMEG IDフォーマット

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC		ICC	/	UMC										
CC		ICC		/	UMC									
CC		ICC			/	UMC								
CC		ICC				/	UMC							
CC		ICC					/	UMC						
CC		ICC						UMC						

図 A.5 CCおよびICCベースのグローバルなMEG ID Valueの構造

付属資料 B

[ITU-T Y.1731]におけるイーサネットリンクトレース(ETH-LT)の相互接続性に関する考察

(この付属資料は本標準に不可欠な規定である。)

この付属資料は、さまざまなタイプのイーサネットリンクトレース (ETH-LT) (つまり、[ITU-T Y.1731]で定義されている ETH-LT と、この標準で定義されている ETH-LT) をサポートするイーサネット MEP と MIP の相互関係を説明し、ふたつのタイプの MEP または MIP が存在する ME での相互関係をサポートするための基本要件に関する資料である。

B.1 [ITU-T Y.1731]で定義されるイーサネットリンクトレース(ETH-LT)

[ITU-T Y.1731]で定義される ETH-LT とこの標準での定義は次の点で異なる。

- LTM 送信やその PDU は、[ITU-T Y.1731]の 7.3.1 節や 9.5 節では、LTM egress identifier TLV やそのフォーマットを定義しないとしているが、この標準では必須と定義する。
- LTR 送信やその PDU は、[ITU-T Y.1731]の 7.3.2 節や 9.5 節では、LTR egress identifier TLV やそのフォーマットを定義しないとしているが、この標準では必須と定義する。また、[ITU-T Y.1731]の reply ingress TLV と reply egress TLV はオプションとしたが、この標準では必須と定義する。
- FwdYes や TerminalMEP は、この標準の 9.6.2 節に LTR PDU フォーマットのフィールドの bit7 と bit6 を定義したが、[ITU-T Y.1731]では定義していない。
- MIP において、ETH-LT レスポンダーは定義されておらず、入出力の両方のポートが MIP として v2006 の装置に設定できたが、この標準では、ETH-LT レスポンダーは定義され、装置毎にひとつの MIP だけが存在できる。

B.2 [ITU-T Y.1731]との相互関係

ME が EHT-LTM を送信する v2006 の MEP といくつかの v2008 の MIP で構成される場合、あるいは、ME が ETH-LTM を送信する v2006 の MEP と ETH-LTM を受信するまたは ETH-LTR を送信する v2008 の MEP で構成される場合、LTM egress identifier TLV が欠落しているため、v2008MIP や v2008MEP は v2006MEP からの ETH-LTM を破棄する場合がある。

この場合、相互接続性を維持するために、v2008MIP は ETH-LTM を転送し、TLV を持たない ETH-LTM であることを認識し、v2006 の MIP として動作し、ETH-LTR を送信する場合がある。同様に、v2008MEP は、TLV を持たない ETH-LTM であることを認識し、v2006 MEP として動作し、ETH-LTR を送信する場合がある。図 B.1 を参照。

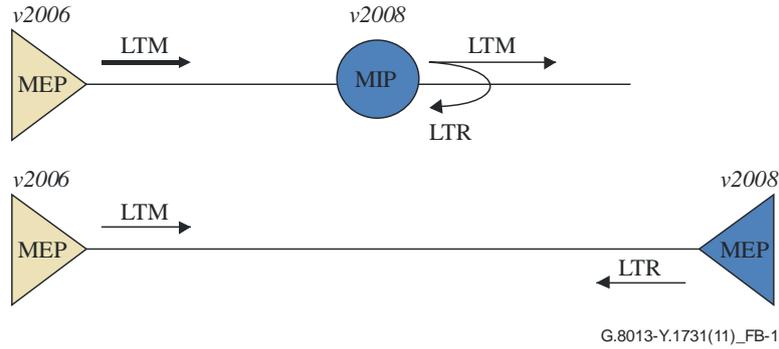


図 B.1-相互運用性 ケース 1

ME が ETH-LTM を送信する v2008 MEP と ETH-LTM を受信し ETH-LTR を送信するいくつかの v2006 MIP およびまたは v2008 MEP で構成される場合、v2008 MEP は LTR egress identifier TLV 無しの ETH-LTR と v2006 MIP や MEP により生成された reply ingress TLV または reply egress TLV 無しの ETH-LTR を受信する。ETH-LTR におけるこれらの TLV の欠落は、v2008 バージョンにおいて無効とみなされる。相互接続性を維持するために、v2008 バージョンでは、この ETH-LTR が有効であると識別するように構成できる。図 B.2 参照。

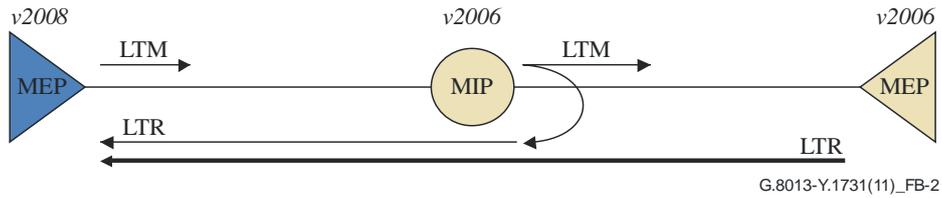


図 B.2 - 相互接続性 ケース 2

ME が ETH-LTM を送信する v2008 MEP と装置の入力と出力の両ポートに置かれたいくつかの v2006 MIP で構成される場合、その装置は v2008 MEP にふたつの ETH-LTR を送信することができる。v2008 MEP での ETH-LTR 受信において、その動作は上記のケース（ケース 2）と同じである。（図 B.3 参照）この動作は、LTM の TTL フィールドを減算する各 MP が LTR も返信する限り、[IEEE 802.1Q] の Annex J.5 による LTR 分析と互換性があることに注意すること。

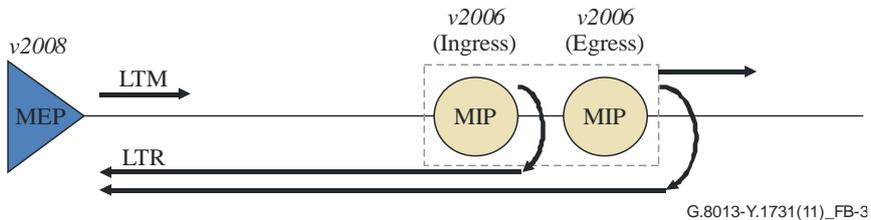


図 B.3 - 相互接続性 ケース 3

付録I 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ではない。)

I.1 共有MEGレベルの例

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

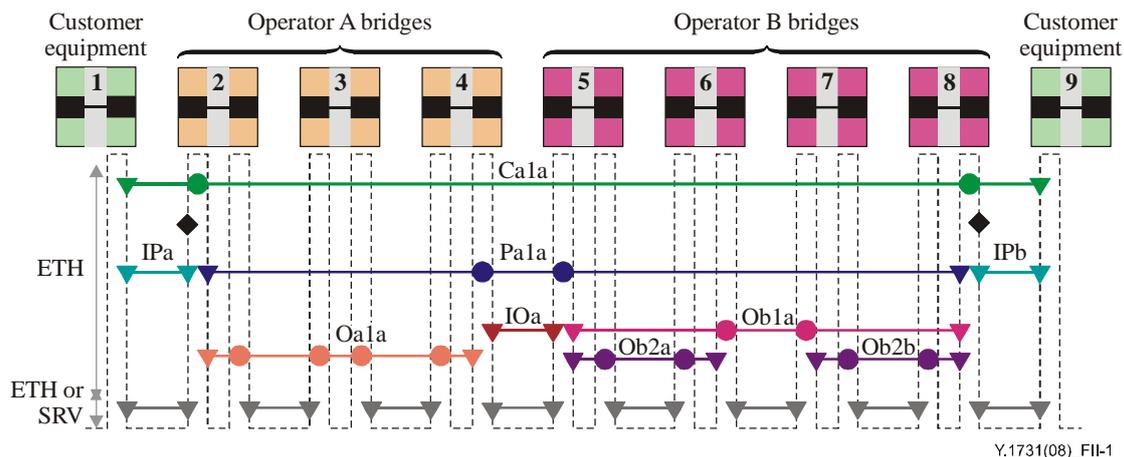


図 I.1 – 共有MEGレベルのMEGレベル割り当て例

- カスタマME (Ca1a) は、カスタマ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MEを作ることができる。
- プロバイダME (Pa1a) は、プロバイダ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MEGレベル (例えば、3) を追加し、そこにさらなるプロバイダMEを作ることができる。
- エンドツーエンドのオペレータ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、各オペレータネットワークに、より下位のオペレータ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MEを作ることができる。
- オペレータBのネットワーク内のオペレータME (Ob2aおよびOb2b) は、オペレータ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。
- カスタマとプロバイダ (IPaおよびIPb) 間のMEは、MEGレベル0に割り当てられる。プロバイダ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MEGレベル7、6および5のみであるので、プロバイダは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。
- オペレータ間のME (IOa) は、MEGレベル0に割り当てられる。オペレータが透過性を提供するよう義務付けられているのは、カスタマおよびプロバイダMEGレベルのみであるので、オペレータは当該のOAMフレームを取り除くことができる。

I.2 独立MEGレベルの例

図II.2は、カスタマとサービスプロバイダが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とオペレータはMEGレベルを共有している。図中の三角形はMEP、円はMIP、ひし形はTrCPを表す。

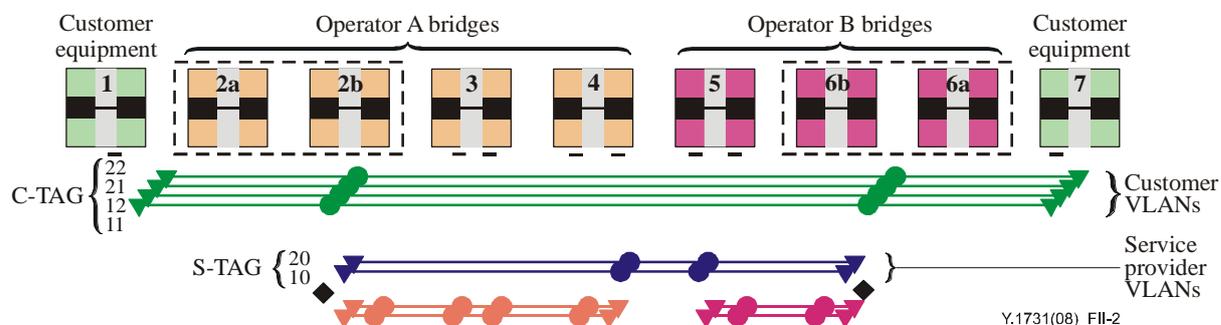


図 I.2 – 独立MEGレベルのMEGレベル割り当て例

- 上記の例において、4つのカスタマVLAN（11、12、21および22）と対応するカスタマMEG（C-TAGと記載の箇所）は、2つのサービスプロバイダVLAN（20および10）と対応するサービスプロバイダMEG（S-TAGと記載の箇所）とは、完全に独立である。
- 上記より、カスタマとサービスプロバイダは独立して、8つのMEGレベルをすべて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とオペレータは、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とオペレータの間で相互に一致させられる。
- 上記の例では、カスタマが独立して8つのMEGレベルを使用するために、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、もしカスタマがタグなしのOAMフレームを使用するならば、MEGレベルは独立ではなくなり、カスタマとサービスプロバイダの間で、カスタマMEGレベルとプロバイダMEGレベルを一致させる必要がある。

付録II フレームロス測定

(この付録は本標準に不可欠な規定ではない。)

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。

- 送信カウンタおよび受信カウンタのどちらもラップアラウンドしない場合。
- 送信カウンタのみがラップアラウンドする場合。
- 受信カウンタのみがラップアラウンドする場合。
- 送信カウンタおよび受信カウンタ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。

- 送信カウンタおよび受信カウンタのどちらもラップアラウンドしない場合

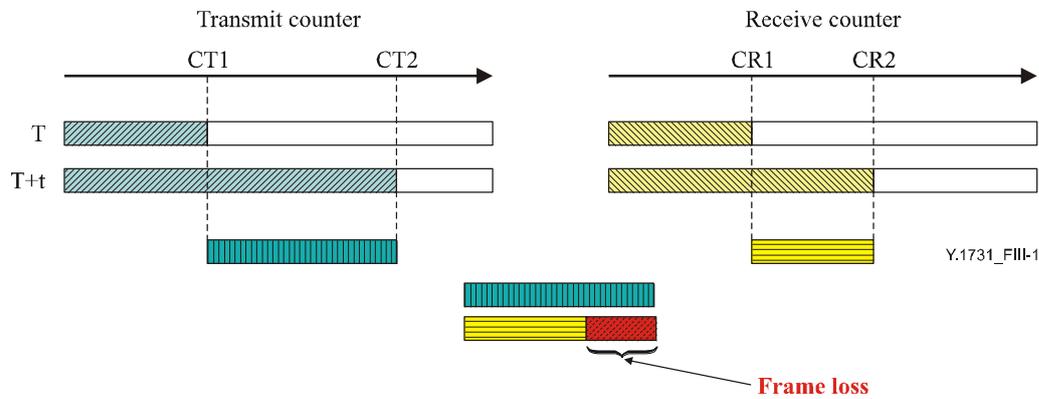


図 II.1- ラップアラウンドしない場合

この場合、フレームロスは単純な式で計算できる。

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

- 送信カウンタのみがラップアラウンドする場合

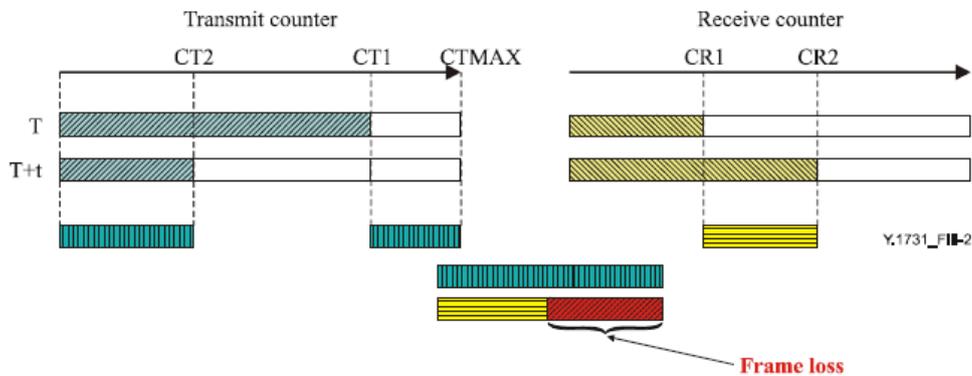


図 II.2-送信カウンタがラップアラウンド

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

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

c) 受信カウンタのみラップアラウンドする場合

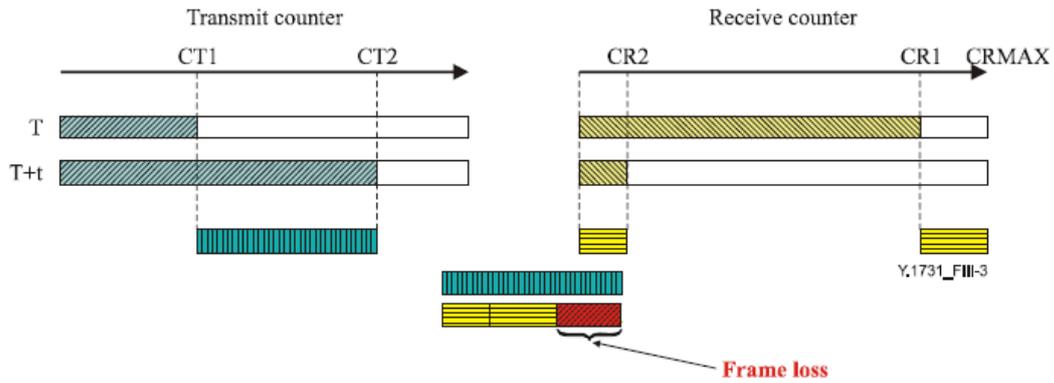


図 II.3-受信カウンタのみラップアラウンドする場合

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

d) 送信カウンタと受信カウンタともに使用する場合

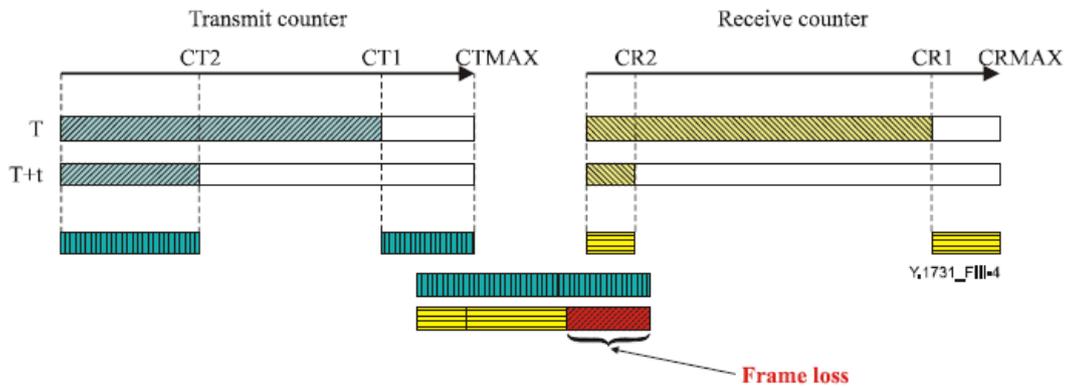


図 II.4-両方のカウンタがラップアラウンドする場合

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

II.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、下記の特性により簡易化できる。：

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

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

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 = $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1)$

b) フレームロス = $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1) + \text{CTMAX}+1$
= $((\text{CT}2 + (\text{CTMAX}+1)) - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1)$
= $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1)$

c) フレームロス = $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1) - (\text{CRM}AX+1)$
= $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - ((\text{CR}2 + \text{CRM}AX+1) - \text{CR}1)$
= $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1)$

d) フレームロス = $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1) + (\text{CTMAX}+1) - (\text{CRM}AX+1)$
= $((\text{CT}2 + (\text{CTMAX}+1)) - \text{CT}1) - ((\text{CR}2 + (\text{CRM}AX+1)) - \text{CR}1)$
= $(\text{CT}2 - \text{CT}1) - (\text{CR}2 - \text{CR}1)$

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。

II.2 フレームカウンタラッピング周期

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のラッピング周期性を示す。インタフェースレートは、1Gbit/s、10Gbit/s、および100Gbit/s、フレームサイズは64オクテット（イーサネットの最小フレームサイズ）および1522オクテット（イーサネットの最大フレームサイズ）とする。

表 II.1-フレームカウンタラッピング周期

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ラッピング周期
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	$(2^{32})/((100*(10^9))/((1522+12)*8))=527$ 秒

付録 III 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ではない。)

階層化されたネットワーク間の相互作用のための要件は下記の通りとなる

- サーバーレイヤでの障害状態の検出では、サーバーレイヤと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を挿入できる必要がある。
 - 挿入されるAISのフォーマットは、クライアントレイヤ固有のものである。
- 一例として、クライアントレイヤがイーサネットの場合、サーバーMEPが使用される。

付録 IV ミスマージ検出の制限

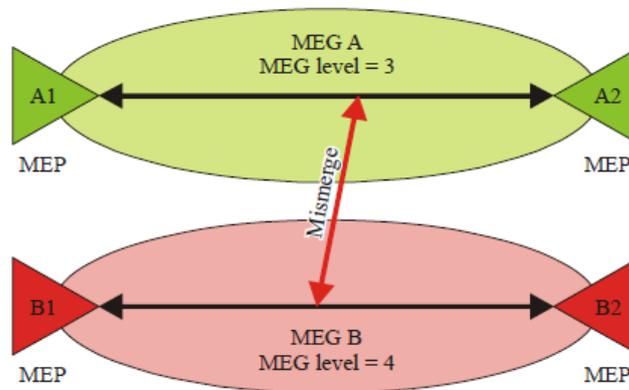
(この付録は本標準に不可欠な規定ではない。)

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IV.1のようなミスマージ検出における制限となる。

異なるMEGレベルのMEG間でのミスマージの場合、上位レベルのMEGからのCCMフレームはMEPによって透過されるため、下位レベルのMEGのMEPはいかなる障害も検出しない、に。上位レベルのMEGのMEPは、UnexpectedMEGレベルを検出する。

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

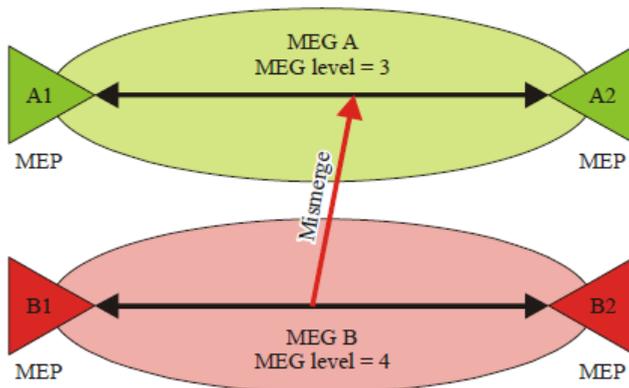
MEG AのMEPはMEGレベル3以下のみ考慮するため、障害を検出しない。



MEG BのMEPにより検出されるUnexpectedMEGレベル

a) 両方向のミスマージ

MEG AのMEPはMEGレベル3以下のみ考慮するため、障害を検出しない。



MEG Bへのミスマージが存在しないため、障害が検出されないb) 片方向のミスマージ

図 IV.1 – ミスマージ検出の制限

付録 V IEEE 802.1Q との用語の整合
(この付録は本標準に不可欠な規定ではない。)

本標準とIEEE802.1Qで使用される用語の関係を下記に示す。

表 V.1 – 用語の対応表

ITU-T G.8013/Y.1731の 用語	IEEE 802.1Qの用語	コメント
MEG	MA	
MEG ID	MAID (ドメイン名+MA名の略)	本標準では、[IEEE 802.1Q]と異なり、MEG IDはドメイン名とMEG名の略を分けない。
MEG level	MD level	

付録 VI ETH-SLM への精度例

(この付録は本標準に不可欠な規定ではない。)

合成ロス測定は、フレーム損失を測定するためのサンプリング手法である。したがって、測定されたFLRは、二項分布に従って実際の損失値の周りに分布される。測定された平均FLRは常に実際のFLRと等しくなるが、標準偏差はサンプル数によって異なる。したがって、標準偏差は、測定されたFLR結果の精度を示すことができる。表VI.1は、さまざまな実際の損失値とサンプル数（つまり、送信されたSLMフレームの数）の標準偏差を示している。ETH-SLMを使用する場合、アクションをトリガーするために使われるFLRしきい値と比較して、標準偏差が小さくなるようにサンプル数を選択する必要がある。これにより、誤検知の可能性が低くなる。

表 VI.1 – さまざまな実際の損失値とサンプル数の標準偏差

実際のFLR	サンプル数	送信間隔	標準偏差 (FLR % ポイント)
50%	10	100 ms	15.81%
50%	100	10 ms	5.00%
50%	1000	1 ms	1.58%
10%	10	100 ms	9.49%
10%	100	10 ms	3.00%
10%	1000	1 ms	0.95%
1%	10	100 ms	3.15%
1%	100	10 ms	0.99%
1%	1000	1 ms	0.31%
0.1%	10	100 ms	1.00%
0.1%	100	10 ms	0.31%
0.1%	1000	1 ms	0.1%

サンプル数を n 倍に増やすと、標準偏差が \sqrt{n} 倍に減少することに注意すること。

付録 VII ETH-LM とリンクアグリゲーション

(この付録は本標準に不可欠な規定ではない。)

[b-IEEE 802.1AX]で規定されるリンクアグリゲーション (LAG) は本標準で規定された OAM メカニズムの有効性および[ITU-T G.8021]、[IEEE 802.1Q]に影響を与える可能性がある。ETH-LM のようなサービスフレームに基づく OAM メカニズムは、フレーム順序の保持を必要とするが、ETH-DM、ETH-SLM (および ETH-CC) のような合成フレームに基づくものは、全ての実行可能な伝送リンク/パスの適切なサンプリングを前提とする。この付録では ETH-LM に焦点を当てるが、他の OAM メカニズムも意図したフローの一部を監視する際に同様の問題が発生する可能性がある。これらの問題は、例えば、LAG が冗長切替に使用される場合 (つまり、2つの集約リンクを持つ LAG において、全てのトラフィックがアクティブなトランスポートエンティティ上を転送される場合) や、LAG がフロー単位のハッシュで使用される場合 (つまり、所定のフロー内のすべてのトラフィックが集約リンク上の同じリンクに配置される場合) は、回避できる。イーサネットフレームロス測定について具体的に考えると、ETH-LM メカニズムは、原則として、2つの終端 MEP 間のポイントツーポイント ETH 接続 (例えば、後述するシナリオを示す図 VII.1 の MEPA と MEP Z) 上で、単一フレームロスイベントを正確に検出することができる。ただし、この精度は ETH 接続上のフレーム順序入れ替えの影響を受ける可能性がある。カウントされるフレームに関連する ETH-LM PDU の順序は重要である。

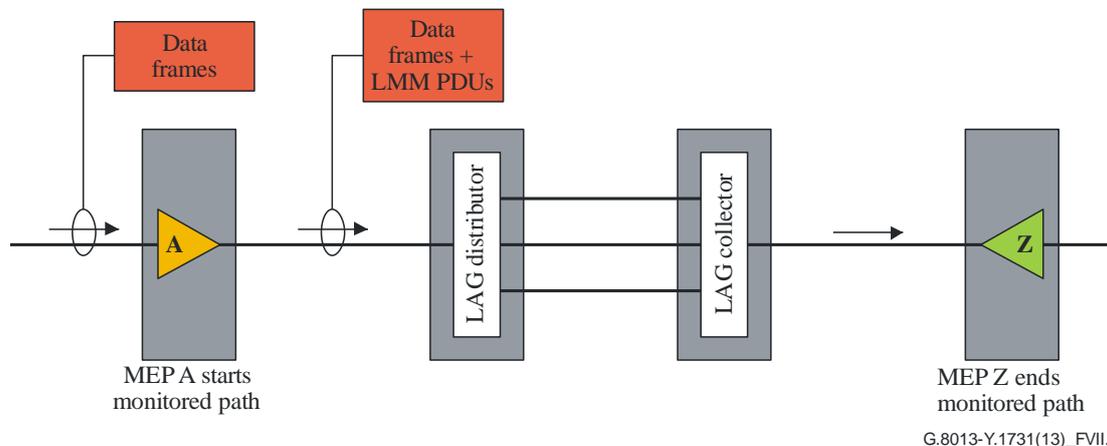


図 VII.1 - 2つの終端 MEP 間のフレーム損失のパス監視

ETH-LM の測定方法は、カウントされるフレームのフローにおける ETH-LM PDU の位置が送信 MEP と受信 MEP の間で同じ位置を維持されるという仮定に基づいている。これにより、リンクの両端にあるカウンタ間で必要な同期が提供される。これは、MAC サービスのフレーム順序を保持するためのイーサネットブリッジにおけるフォワーディングの特徴的な特性である。ただし、リンクアグリゲーション (LAG) の実装によっては、集約された帯域全体に対するフレーム順序の保持が保証されないかもしれない。LAG は所定の“対話”の全てのフレームを集約リンク上の一つのリンクに割り当てることでフレーム順序入れ替えを回避する。これはフレーム順序が各“対話”内で維持されることを保証するが、“対話”間で維持され

ることは必ずしも保証しない。

LAG フレームディストリビュータ機能 ("Distributor") の一般的な実装では、主に自律的に動作し、必ずしも VLAN 識別子 (VID) と交換された ETH-LM PDU の優先度とカウントされたフレームだけでなく、例えば、送信元と宛先の MAC アドレスや IP アドレスのハッシュによって "対話" を検出する。ETH-LM PDU とカウントされるフレームのセットは、一般に、ディストリビュータが割り当てるハッシュ値つまり集約リンクの割り当ての基になる様々な値をフィールドに含む。

LAG 区間/集約リンクが2つの終端 MEP 間のパスに沿うと仮定すると、ETH-LM PDU とカウントされるフレームは、集約リンク上の異なるリンクに転送されるかもしれない。これは、ディストリビュータが集約リンク割り当てを決定するためにより多くのフレームフィールドを考慮する可能性があるため、同じ VID、同じ優先度で全て送信される場合でも発生する。カウントされるフレーム自体は、異なる "対話" に属している場合、集約リンク上の異なるリンクに分散されるかもしれない。順序入れ替えは、LAG 区間のトラフィック量や多様なフレーム長、ディストリビュータが検出できる "対話" の数のような他の要因にも依存するかもしれない。

LAG フレームコレクタ機能 ("Collector") は、("対話" 内の) フレーム順序がディストリビュータに依存するため、ディストリビュータに比べて比較的単純である。そのため、集約リンクから受信したフレームを受信した順に渡すだけである。このため、ディストリビュータによって集約リンク上の異なるリンクに転送された同じ VID、同じ優先度のフレームは、LAG 区間を通過する前と後で異なる順序となる可能性があるが、コレクタによって順序入れ替えされることはない。

受信 MEP は LMM PDU が受信されたときにローカルカウンタを正確に読み取り、この読み取り値と LMM PDU 内のカウンタ値 (送信 MEP から提供される) を比較する。図 VII.2 に示すように、LMM PDU と周囲のフレーム (すなわちカウント対象のフレーム) の位置が相対的にずれた場合、実際のフレーム損失 (または増加) がなくても、そのような比較は、偽りのフレーム損失 (または増加) を示す。これは、このフレームロスの測定方法で獲得できる精度に制限を設ける。

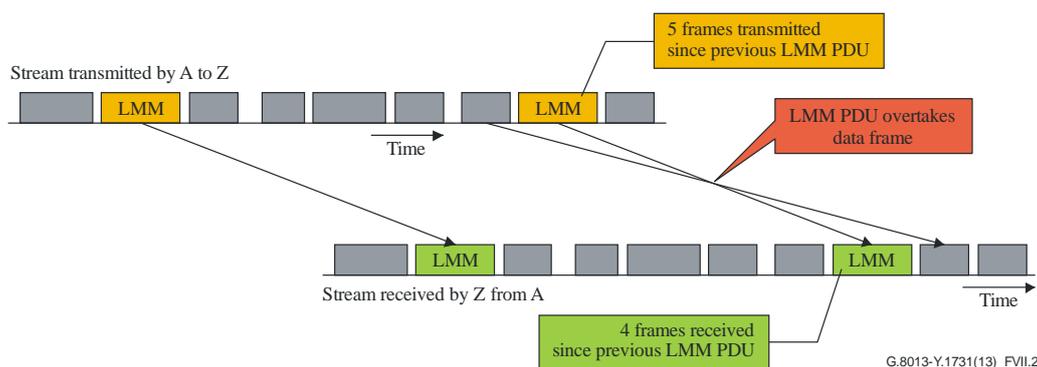


図 VII.2 - LMM PDU がデータフレームを追い越すことによる偽りのフレーム損失 (または増加)

LAG 区間の順序に影響を与える要因が多いため、このような誤差が発生する頻度を予測することは困難である。誤差はプラスマイナス数フレームとなる可能性がある。ETH-LM PDU は短いため、LAG 区間で長い

フレームを追い越す傾向がある。従って、埋め合わせるような偽りのフレーム増加が測定される前に、偽りのフレーム損失が測定されるかもしれない。また、非常に少ないエンドユーザーのトラフィックしかない測定間隔となるかもしれない（例えば、予備系接続）。

このような間隔では、順序入れ替え発生時に報告されるフレーム損失率の（相対的な）誤差が大幅に増加する可能性がある。LAG 区間は通常、ETH-LM で測定するフローよりもはるかに多くのトラフィックを扱うため、順序入れ替えの確率は ETH-LM でモニタするフロー自体のトラフィック量にあまり依存しない場合がある点に注意。

実際にはサービスフレームのカウンタが継続的に動作しているため、偽りのフレーム損失または増加は次の LMR で打ち消されるが、順序入れ替えが継続すると、新しい誤りに置き換わる可能性がある。所定の測定間隔（通常、15 分または 24 時間）で使用される最後の LMM と LMR PDU が両方とも順序入れ替えの対象でない場合、その時点までの誤差は埋め合わせされる。測定間隔が長い場合、誤差はサービスフレームの数に比べて小さい場合がある。ただし、可用性を評価するために使用される短い間隔にサービスフレームが数個しか存在しない場合があるため、順序入れ替え誤りは誤った FLR しきい値超過または FLR しきい値超過の使用不可状態の見逃しを引き起こし、不正確な不稼働時間をもたらす可能性がある。

参考文献

- [b-IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX (2008), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Link Aggregation*.
- [b IETF RFC 2544] IETF RFC 2544 (1999), *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>>