

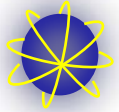


イーサネットOAM技術の概要

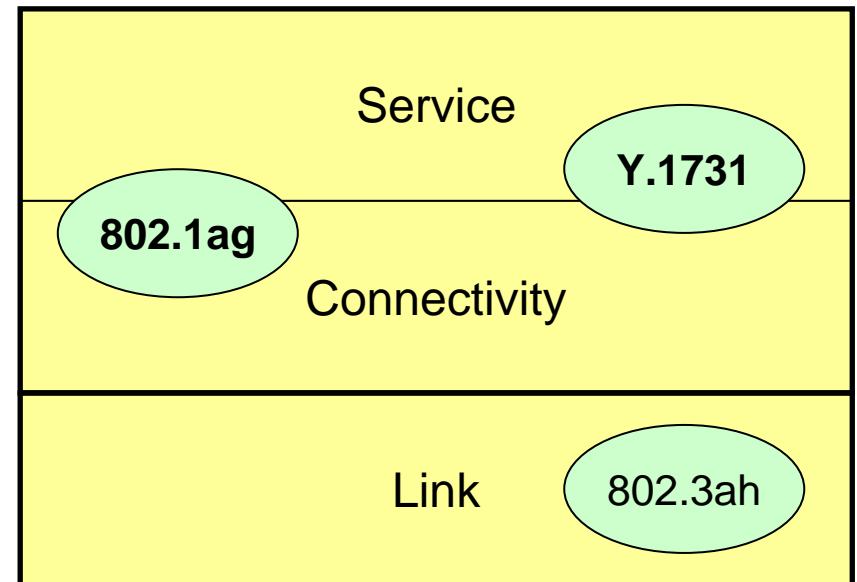
ITU-T Y.1731 と IEEE 802.1ag

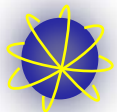
KDDI研究所

光ネットワークアーキテクチャグループ



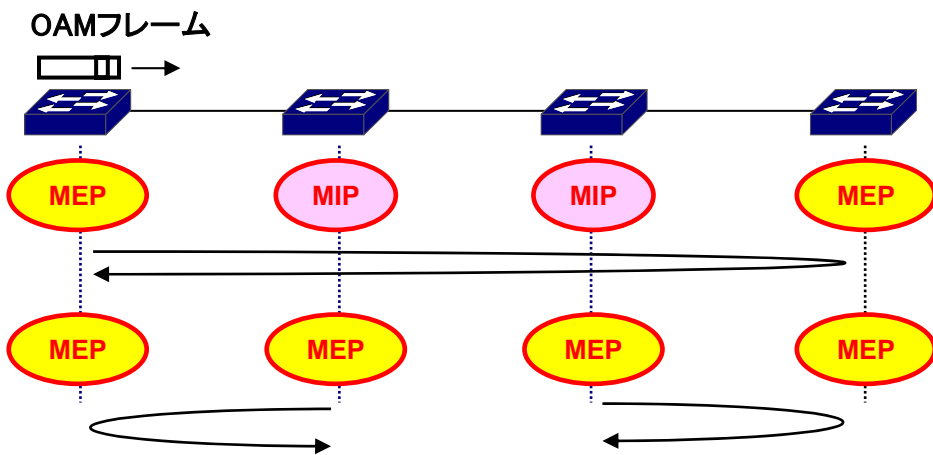
- ITU-T Y.1731 "OAM functions and Mechanisms for Ethernet based Networks"
 - Fault Management
 - Diagnostics
 - Performance Monitoring
 - E-line (Point-to-Point)
- IEEE 802.1ag "Connectivity Fault Management"
 - Fault Management
 - Diagnostics
 - E-line, E-LAN (mp-to-mp)
- IEEE 802.3ah (OAM)
 - Fault Management
 - Diagnostics
 - Point-to-Point (Link OAM)





- ITU-T、IEEE、MEF (Metro Ethernet Forum)等で議論されている
 - 運用管理に求められる機能(ループバック、パフォーマンス測定、リンクトレース、障害通知等)をイーサネットネットワーク上で実現する
 - ITU-T Y.1731 “OAM functions and Mechanisms for Ethernet based Networks”
 - 2006年勧告化済、E-Line (ポイント-ポイント)が対象
 - IEEE 802.1ag “Connectivity Fault Management”
 - 2007年標準化目標で作業中、E-Line, E-LAN (多地点のブリッジ)の両形態が対象

イーサネットスイッチ及び回線の管理イメージ

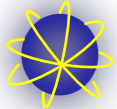


MEP: Maintenance group End Point (管理端点)
 MIP: Maintenance group Intermediate Point (管理中継点)

イーサネットOAMフレームのフォーマット

0		15		31	
Destination MAC Address					
Source MAC Address				*802.1Q EtherType	
*802.1Q tag				EtherType	
MA level	ver	OpCode	Flags	TLV offset	
TLV					
				End TLV	
FCS					

* VLANタグを付ける場合



- 2つの標準に共通の機能
 - CC (Continuity Check): 管理ポイント間の接続性チェック
 - LB (Loop Back): ループバック試験機能 (レイヤ2のping機能)
 - LT (Link Trace): レイヤ2ネットワークの経路探索機能
- Y.1731だけに規定されている機能 (一部802.1agでも議論中)
 - 障害
 - AIS (Alarm Indication Signal)
 - LCK (Lock signal)
 - TST (Test)
 - APS (Automatic Protection Switching)
 - パフォーマンス
 - CCM (CC message with PM)
 - LMM/LMR (Loss Measurement Message/Reply)
 - DMM/DMR (Delay Measurement Message/Reply)
 - その他
 - VSM/VSR (Vendor Specific Message/Reply) etc...



OpCodeフィールド規程

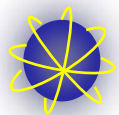
Table 9-1/Y.1731 – OpCode Values

OpCode Value	OAM PDU Type	OpCode Relevance for MEPs/MIPs
OpCodes common with IEEE 802.1		
01	CCM	MEPs
03	LBM	MEPs and MIPs (connectivity verification)
02	LBR	MEPs and MIPs (connectivity verification)
05	LTM	MEPs and MIPs
04	LTR	MEPs and MIPs
00, 06-31, 64-255	Reserved (Note 1)	
OpCodes specific to this Recommendation		
33	AIS	MEPs
35	LCK	MEPs
37	TST	MEPs
39	APS	MEPs
41	MCC	MEPs
43	LMM	MEPs
42	LMR	MEPs
45	1DM	MEPs
47	DMM	MEPs
46	DMR	MEPs
49	EXM	Outside the scope of this Recommendation
48	EXR	Outside the scope of this Recommendation
51	VSM	Outside the scope of this Recommendation
50	VSR	Outside the scope of this Recommendation
32,34,36,38,44,52-63	Reserved (Note 2)	
Note 1 - Reserved for definition by IEEE 802.1		
Note 2 - Reserved for future standardization by ITU-T		

IEEE802.1ag

ITU-T G.1731

イーサネットOAM管理ドメイン

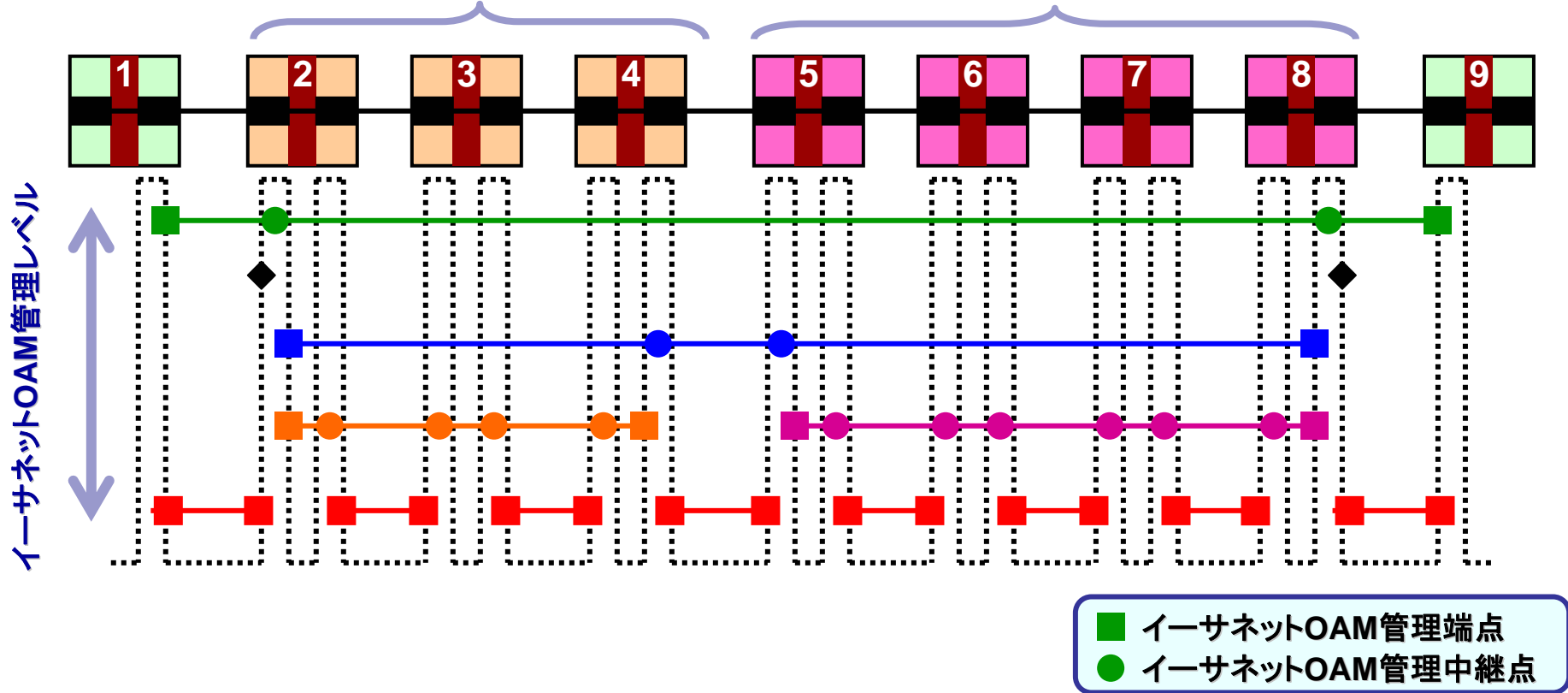


カスタマ装置

オペレータA
ブリッジ

オペレータB
ブリッジ

カスタマ装置

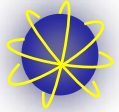


8つのイーサネットOAM管理レベル(MEG Level: Maintenance Entity Group Level)が定義されている。

ETH-CC (Continuity Check)



- ETH-CCにおいて、CCM frameの周期は下記の7種類のどれかを使用する
 - 3.33 ms (300 frame/sec): protection switching application
 - 10 ms (100 frame/sec)
 - 100 ms (10 frame/sec): Error Performance Monitoring apl.
 - 1 s (1 frame/s): Fault Management application
 - 10 s (6 frame/s)
 - 1 min (1 frame /minute)
 - 10 min (6 frame / hour)
- EHT-CCの周期は3ビットで定義され、CCM PDU内のFlag内に記載
- ETH-CC周期の3.5倍以上の時間、ピアMEPからETH-CCを受けなかった場合、“loss of continuity”を発報。
- MEG IDは異なるがMEG Levelが同じCCM frameを受信した場合、“Mismerge”発報。
- MEG ID, MEG Levelが同じで、MEP IDが異なるCCM frameを受信した場合、“Unexpected MEP”を発報。



- Ethernet Loopback function
- ユニキャストタイプと、マルチキャストタイプがある。

<Unicast ETH-LB>

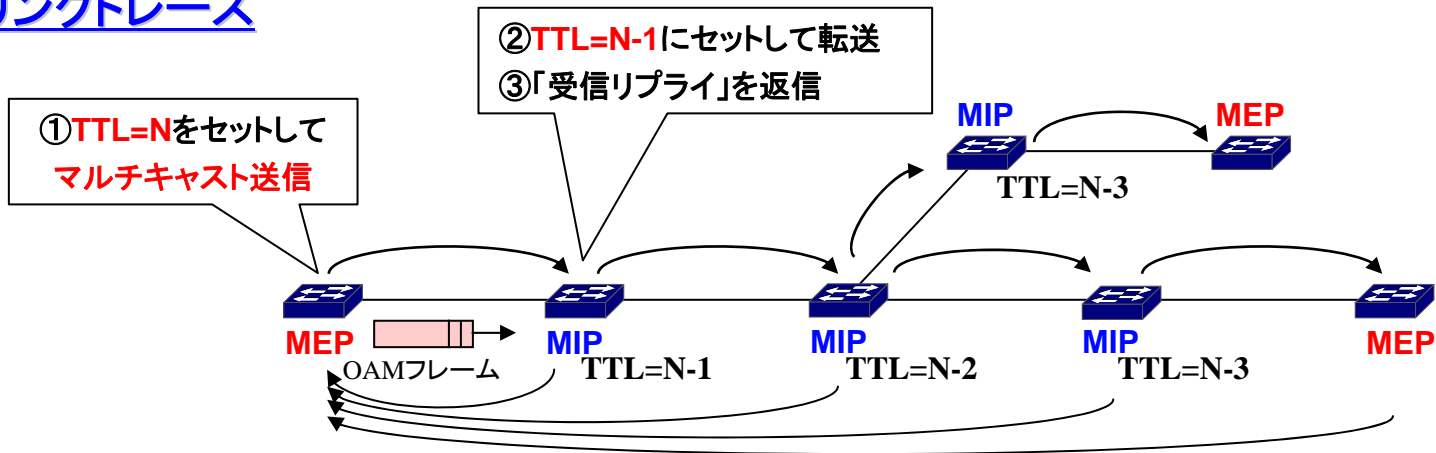
- MEP-MIP間、MEP-MEP間の双方向の接続性確認のため
- ピアMEP間の双方向のパフォーマンス診断テスト (bandwidth, throughputなど)のため
- MACアドレス (DAとして記載) で特定されたピアMEPやMIPに対し、MEPは要求に応じてETH-LBのユニキャストフレームを送信し、5秒以内に受信することを期待している。
- 時間内に受信しない場合は、“loss of connectivity”となる。
- out-of serviceのときに、LBMで診断試験を実施する際は、ETH-LCKフレームをまず転送する。
- Transaction IDは、同じMEP内で1分以内に同じものを使用できない。



- LTMのオリジナルMACを、LTRのDAとする。
- Target MACアドレスが、データのMACアドレスやMIPのMACアドレスであった場合、0～1秒のランダムな時間を経過後、送信元のMEPへ向けてLTRを送信する。
- Target MACアドレスが、MIPのMACアドレスでなく、またTTLが1以上の場合、SAが転送するMIPのものに変更され、TTLが1減少された後、LTMは所望のポートへ転送される。
- TTLは、0～255 (1 octet = 2⁸)、802.1ag D8ではデフォルト値=64
- LTMを最後に受信したMEPは、それ以上転送しない。

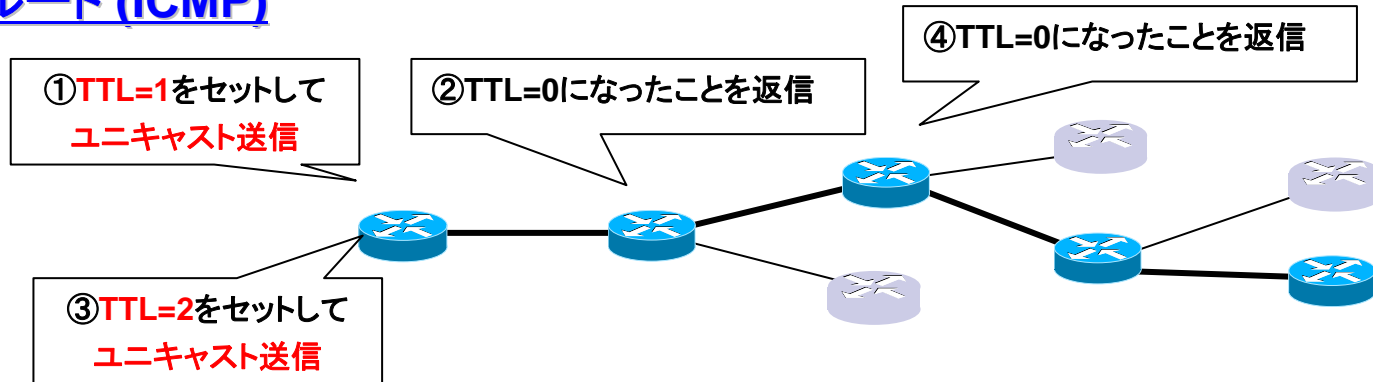
「イーサネット・リンクトレース」と「IP・トレースルート」の違い

イーサネットリンクトレース

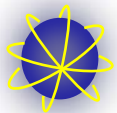


> フレーム転送経路の各スイッチからの応答に加えて、リンクした他経路のスイッチからも応答がある

IPトレースルート (ICMP)

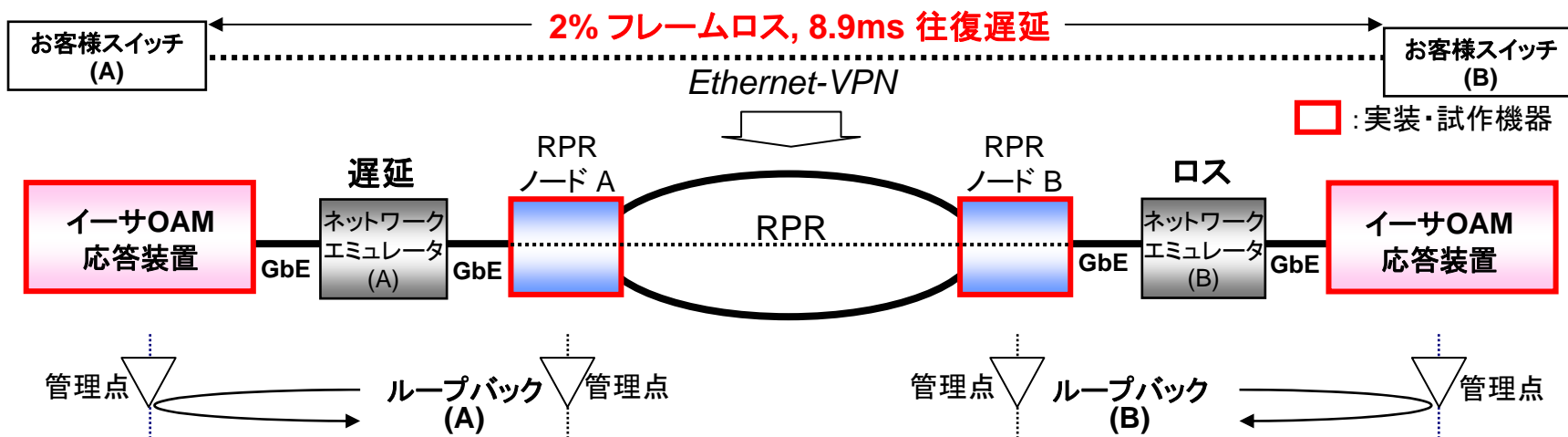


> パケット転送経路の各ルータからのみ応答がある=トポロジーは不明



イーサネットOAMによる障害切り分け評価例

- エンドエンドの測定では「2%フレームロス」「8.9ms往復遅延」しか見えない
- RPRノード(A, B)を起点にして両側の顧客L2スイッチに個別にOAMフレームを送出することにより、左側ドメインでは遅延、右側ドメインではフレームロスが生じていることが判る



ループバック(A)		ループバック(B)
6439 frames	ループバックリクエストフレーム数	6178 frames
6439 frames	ループバックリプライフレーム数	6065 frames
6.6 ms	最小遅延	0 ms
6.8 ms	平均遅延	1.0 ms
7.4 ms	最大遅延	1.6 ms

レイヤ2レベルでのパフォーマンス劣化要因の切り分けが遠隔から可能