

TTC標準
Standard

JT-G8032

**イーサネットリングプロテクション
切替**

Ethernet Ring Protection Switching

第2版

2020年11月12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>.....	5
要約.....	6
1 適応範囲.....	6
2 参考文献.....	6
3 定義.....	7
3.1 他の文書で定義される用語.....	7
3.2 本標準で定義される用語.....	8
4 略語と頭字語.....	8
5 記法.....	9
6 イントロダクション.....	10
7 リングプロテクションの特性.....	11
7.1 監視手法と条件.....	11
7.2 イーサネットトラフィックと帯域の検討.....	11
7.3 イーサネットリングプロテクションの切替性能.....	11
8 リングプロテクション条件とコマンド.....	12
9 リングプロテクションの設計思想.....	13
9.1 切戻し切替と非切戻し切替.....	13
9.2 プロテクション切替トリガ.....	13
9.2.1 信号故障検出条件.....	13
9.3 単一イーサネットリングにおけるプロテクション切替モデル.....	13
9.4 トラフィックチャンネル閉塞.....	18
9.5 R-APS チャンネル閉塞.....	18
9.6 フィルタリングデータベースフラッシュ.....	18
9.7 網間接続におけるイーサネットリングプロテクション切替モデル.....	19
9.7.1 R-APS 仮想チャンネルを有するリング網間接続モデル.....	22
9.7.2 R-APS 仮想チャンネルを有しないリング網間接続モデル.....	24
9.7.3 R-APS 仮想チャンネルを有する場合と有しない場合のリング網間接続モデル適用に関するガイドライン.....	26
10 プロテクション制御プロトコル.....	29
10.1 動作の原理.....	29
10.1.1 優先順位ロジック.....	31
10.1.2 R-APS 要求プロセス.....	32
10.1.3 R-APS メッセージ転送.....	38
10.1.4 遅延タイマ.....	38
10.1.5 ガードタイマ.....	39
10.1.6 妥当性検証部.....	39
10.1.7 ローカル故障ロジック.....	40
10.1.8 ホールドオフタイマ.....	40
10.1.9 ローカル優先順位.....	40
10.1.10 フラッシュロジック.....	40
10.1.11 網間接続のフラッシュロジック.....	41

10.1.12	トポロジ変化の伝播	41
10.1.13	後方互換ロジック	41
10.1.14	R-APS 閉塞ロジック	42
10.2	プロテクション切替の挙動.....	43
10.2.1	プロテクション切替-リンク信号故障の場合.....	43
10.2.2	プロテクション切替-リンクの信号劣化の場合.....	43
10.2.3	プロテクション切替-故障回復の場合.....	44
10.2.4	プロテクション切替-手動切替の場合.....	45
10.2.5	プロテクション切替 - 強制切替.....	46
10.3	R-APS フォーマット	49
10.4	プロトコル欠損障害.....	50
付録I	リングプロテクションネットワークの基本方針.....	52
付録 II	イーサネットリングネットワークの基本方針.....	54
付録 III	リングプロテクションのシナリオ	56
付録 IV	いくつかのタイマについての検討.....	69
IV.1	タイマを持つ状態機械の利用.....	69
IV.2	期限切れの R-APS メッセージを閉塞するためのガードタイマの利用.....	70
付録 V	.....	71
付録 VI	.....	71
付録 VII	.....	71
付録 VIII	- フラッシュの最適化.....	72
VIII.1	FDB のフラッシュに関する考察	72
VIII.2	不必要な FDB のフラッシュが発生するシナリオ	72
VIII.3	FDB のフラッシュ最適化の例.....	72
VIII.4	ERP コントロールプロセスモデルと状態機械に関する追加定義.....	74
VIII.5	DNF 状態.....	76
付録 IX	.....	77
付録 X	.....	77
付録 XI	.....	77
参考文献	.....	77

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T 勧告 2015 年 8 月版の G.8032、2016 年 11 月版の G.8032 Amd.1 および 2017 年 8 月版の G.8032 Cor.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	2012 年 2 月 23 日	制定 (ITU-T G.8032 (2010) 準拠、G.8032 Amendment 1(06/10) 準拠、Corrigendum 1 (10/10) 準拠、G.Imp8032(06/10) 準拠)
第 2 版	2020 年 11 月 12 日	改定 (ITU-T G.8032 (08/2015) 準拠、G.8032 Amd.1 (11/2016) 準拠、G.8032 Cor.1 (08/2017) 準拠)

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

2 章の参考文献を参照

6. 標準作成部門

伝送網・電磁環境専門委員会

要約

この標準は、イーサネットレイヤネットワーク（ETH）リングトポロジにおける自動プロテクション切替（APS）プロトコルおよびプロテクション切替メカニズムについて定義したものである。本標準には、イーサネットリングプロテクションの特性、アーキテクチャ、リング APS(R-APS)プロトコルについての詳細が含まれる。

改正 1 は、イーサネットリングノードのノード状態と、イーサネットリングノードのポートの管理情報通知をサポートする。また、参照文献を ITU-T G.870/Y.1352 から ITU-T G.808 へアップデートする。

補正 1 は、項 10.1.10、フラッシュロジックを明確化する。

1 適応範囲

この標準は、イーサネットレイヤネットワーク（ETH）リングトポロジにおける自動プロテクション切替（APS）プロトコルおよびプロテクション切替メカニズムについて定義したものである。本標準で定義されるプロテクションプロトコルにより、リングネットワークおよび所謂マルチリング若しくはラダーネットワークトポロジと呼ばれる網間接続されたリングにおいて、ポイントトゥポイント、ポイントトゥマルチポイント、もしくはマルチポイントトゥマルチポイントの接続におけるプロテクションが可能になる。

ETH のリングは、物理レイヤにおけるリング構造に対応する。

イーサネット物理レイヤネットワーク（ETY）を含む他のレイヤにおけるプロテクション方式は本標準の適用範囲外である。

2 参考文献

以下の ITU-T 勧告、TTC 標準およびその他の参考文献には、この文章による参照を通じて、本標準における規定を構成するために必要な規定が含まれる。本標準が発行された時点において指定された版を有効とする。全ての勧告およびその他の参考文献は改訂の対象となり得るため、本標準の利用者には、以下に列挙する勧告とその他の参考文献のうち最新版の適用可能性について調査することを推奨する。なお、有効な ITU-T 勧告のリストは定期的に更新されている。本標準からの参照は、参考文献に対して、独立した勧告としての地位をあたえるものではない。

[JT-G805]	TTC 標準 JT-G805, “伝達ネットワークの一般的アーキテクチャ”
[ITU-T G.806]	Recommendation ITU-T G.806 (2012), Characteristics of transport equipment -Description methodology and generic functionality.
[ITU-T G.808]	Recommendation ITU-T G.808 (2016), Terms and definitions for network protection and restoration.
[ITU-T G.808.1]	Recommendation ITU-T G.808.1 (2014), Generic protection switching –Linear trail and subnetwork protection.
[ITU-T G.809]	Recommendation ITU-T G.809 (2003), Functional architecture of connectionless layer networks.
[ITU-T G.8001]	Recommendation ITU-T G.8001/Y.1354 (2016), Terms and definitions for Ethernet frames over transport.
[ITU-T G.8010]	Recommendation ITU-T G.8010/Y.1306 (2004), Architecture of Ethernet layer networks.
[TTC TR-G8010]	TTC 技術レポート TR-G8010 (2009), イーサネットレイヤネットワークのアーキテクチャに関する技術レポート
[TTC JT-Y1731]	TTC 標準 JT-Y1731 (2010), イーサネットの OAM 機能とメカニズム
[ITU-T G.8021]	ITU-T 勧告 G.8021/Y.1341 (2016), イーサネットトランスポート設備における機能ブロックの特性

3 定義

3.1 他の文書で定義される用語

本標準では以下の他の勧告で定義された以下の用語を用いる

3.1.1	adaptation: [ITU-T G.809]	アダプテーション
3.1.2	adapted information: [ITU-T G.805]	アダプテーション情報
3.1.3	characteristic information: [ITU-T G.805]	特性情報
3.1.4	defect: [ITU-T G.806]	障害
3.1.5	ERP instance: [ITU-T G.8001]	ERP インスタンス
3.1.6	Ethernet ring node: [ITU-T G.8001]	イーサネットリングノード
3.1.7	Ethernet ring: [ITU-T G.8001]	イーサネットリング
3.1.8	failure: [ITU-T G.806]	故障
3.1.9	flow: [ITU-T G.809]	フロー
3.1.10	hold-off time: [ITU-T G.808]	ホールドオフ時間
3.1.11	interconnection node: [ITU-T G.8001]	網間接続ノード
3.1.12	layer network: [ITU-T G.809]	レイヤネットワーク
3.1.13	link: [ITU-T G.805]	リンク
3.1.14	maintenance entity (ME): [ITU-T G.8001]	メンテナンスエンティティ
3.1.15	maintenance entity group (MEG): [ITU-T G.8001]	メンテナンスエンティティグループ
3.1.16	major ring: [ITU-T G.8001]	メジャーリング
3.1.17	MEG end point (MEP): [ITU-T G.8001]	MEG エンドポイント
3.1.18	network: [ITU-T G.809]	ネットワーク
3.1.19	non-revertive (protection) operation: [ITU-T G.808]	非切戻し (プロテクション) 動作
3.1.20	port: [ITU-T G.809]	ポート
3.1.21	protected domain: [ITU-T G.808]	プロテクションドメイン
3.1.22	protection transport entity: [ITU-T G.808]	非運用系トランスポートエンティティ
3.1.23	protection: [ITU-T G.808]	プロテクション
3.1.24	R-APS virtual channel: [ITU-T G.8001]	R-APS 仮想チャネル
3.1.25	revertive (protection) operation: [ITU-T G.808]	切戻し (プロテクション) 動作
3.1.26	ring MEL: [ITU-T G.8001]	リング MEL
3.1.27	ring protection link (RPL): [ITU-T G.8001]	リングプロテクションリンク (RPL)
3.1.28	RPL neighbour node: [ITU-T G.8001]	RPL 隣接ノード
3.1.29	RPL owner node: [ITU-T G.8001]	RPL オーナーノード
3.1.30	server signal fail (SSF): [ITU-T G.806]	サーバ信号故障
3.1.31	signal degrade (SD): [ITU-T G.806]	信号劣化
3.1.32	signal fail (SF): [ITU-T G.806]	信号故障
3.1.33	signal: [ITU-T G.808]	信号
3.1.34	sub-ring link: [ITU-T G.8001]	サブリングリンク
3.1.35	sub-ring: [ITU-T G.8001]	サブリング
3.1.36	switch: [ITU-T G.808]	切替
3.1.37	switching time: [ITU-T G.808]	切替時間
3.1.38	tandem connection: [ITU-T G.805]	タンデムコネクション

3.1.39	trail signal fail (TSF): [ITU-T G.806]	トレイル信号故障
3.1.40	trail: [ITU-T G.805]	トレイル
3.1.41	transfer time (Tt): [ITU-T G.808.1]	転送時間
3.1.42	transport entity: [ITU-T G.809]	トランスポートエンティティ
3.1.43	transport: [ITU-T G.809]	トランスポート
3.1.44	wait to block timer: [ITU-T G.8001]	閉塞待ちタイマ
3.1.45	wait-to-restore time: [ITU-T G.808]	復旧待ち時間
3.1.46	working transport entity: [ITU-T G.808]	運用系トランスポートエンティティ

3.2 本標準で定義される用語

無

4 略語と頭字語

この勧告では、以下の略語と頭字語を使用する。

AI	Adapted Information	アダプテーション情報
APS	Automatic Protection Switching	自動プロテクション切替
BPR	Blocked Port Reference	閉塞ポート参照
CCM	Continuity Check Message	接続性チェックメッセージ
CI	Characteristic Information	特性情報
DNF	Do Not Flush	フラッシュ禁止
E-LAN	Ethernet LAN	イーサネット LAN
EPL	Ethernet Private Line	イーサネットプライベートライン
ERP	Ethernet Ring Protection	イーサネットリングプロテクション
ETH	Ethernet layer network	イーサネットレイヤネットワーク
ETHDi	Ethernet MAC layer network Diagnostic function within MIP	MIP内でのイーサネットMACレイヤネットワーク診断機能
ETY	Ethernet physical layer network	イーサネット物理レイヤネットワーク
EVPL	Ethernet Virtual Private Line	イーサネット仮想プライベートライン
FDB	Filtering Database	フィルタリングデータベース
FF	Flow Forwarding	フロー転送
FOP-PM	Failure Of Protocol - Provisioning Mismatch	プロトコル故障—設定不一致
FOP-TO	Failure Of Protocol - Time Out	プロトコル故障—タイムアウト
FP	Flow Point	フローポイント
FS	Forced Switch	強制切替
GFP	Generic Framing Procedure	ジェネリックフレーミングプロシージャ
ID	Identification	識別符号
MAC	Media Access Control	メディアアクセス制御
MEG	Maintenance Entity Group	メンテナンスエンティティグループ
MEL	Maintenance Entity Group Level	メンテナンスエンティティグループレベル
MEP	Maintenance Entity Group End Point	メンテナンスエンティティグループエンドポイント
MI	Management Information	管理情報
MPLS	Multiprotocol Label Switching	マルチプロトコルラベルスイッチング
MS	Manual Switch	手動切替
NR	No Request	要求無し

OAM	Operations, Administration and Maintenance	運用、管理及び維持
PDU	Protocol Data Unit	プロトコルデータユニット
R-APS	Ring APS	リング APS
RB	RPL Blocked	閉塞 RPL
RPL	Ring Protection Link	リングプロテクションリンク
SD	Signal Degrade	信号劣化
SDH VC	Synchronous Digital Hierarchy Virtual Circuit	同期デジタルハイアラキー仮想回線
SF	Signal Fail	信号故障
SSF	Server Signal Fail	サーバー信号故障
STP	Spanning Tree Protocol	スパニングツリープロトコル
TCM	Tandem Connection Monitoring	タンデムコネクション監視
TLV	Type, Length and Value	タイプ、長さ、値
Tx	Transmit	送信
VID	VLAN Identifier	VLAN 識別子
VLAN	Virtual Local Area Network	仮想ローカルエリアネットワーク
VPLS	Virtual Private Local Area Network Service	仮想閉域ローカルエリアネットワークサービス
WTB	Wait TO Block	閉塞待ち
WTR	Wait TO Restore	復旧待ち

5 記法

オクテットは[ITU-T G.8013]による定義に基づき表記している。

連続的なオクテットでバイナリー値を表現する際は、最低位のオクテット番号は最も大きな桁の値を担う。オクテット内のビットには 1 から 8 までの番号が割り当てられ、第 1 ビットは最低位ビットで第 8 ビットは最上位ビットである。

6 インTRODクシヨN

本標準は、プロテクシヨN切替メカニズムと、イーサネットレイヤネットワーク (ETH) リングのためのプロトコルについて規定する。イーサネットリングでは、リンク数が削減できることによって、より経済的に広域のマルチポイント接続性を提供できる。本標準で定義されるメカニズムとプロトコルは、高信頼で高安定なプロテクシヨNを提供する。つまり、ネットワーク動作とサービス有効性に致命的に影響を及ぼすような閉路になることは絶対でない。

各々のイーサネットリングノードは、独立した2つのリンク介して、同じイーサネットリングの隣接するイーサネットリングノードと接続している。リングリンクは2つの隣接するイーサネットリングノードをその両端に持ち、このリングリンクのポートをリングポートという。イーサネットリングにおけるイーサネットリングノード数は最小2である。

このリングプロテクシヨN切替アーキテクチャの基礎は、以下の通りである。

- a) 閉路回避の原則
- b) イーサネットフロー転送機能 (ETH_FF[ITU-T G.8021]) で定義された学習、転送、そしてフィルタリングデータベース(FDB)メカニズムの利用

イーサネットリングの閉路回避機能は、如何なる時でもある1つのリングリンク上をトラフィックが流れないことを保証することによって実現される。この特別なリンクをリングプロテクシヨNリンク(RPL)と呼ぶ。正常条件下では、このリングリンクは閉塞され、すなわちサービストラフィックのためには使用されないこととなる。ある指定されたイーサネットリングノード(RPL オーナーノード)は、RPLの片端で、トラフィックを閉塞する。イーサネットリングが故障している場合には、RPL オーナーノードはRPL自身が故障していない限り、RPLがトラフィックのために使用されることを許容し、RPLのその端点を閉塞解除する。RPLに隣接する他のイーサネットリングノード(RPL 隣接ノード)も、RPL端点の閉塞や閉塞解除にかかわる場合もある。

イーサネットリング故障のイベントは、トラフィックのプロテクシヨN切替に帰着する。これは、すべてのイーサネットリングノードにおけるETH_FF機能の制御下で達成される。

APSプロトコルは、リング上でプロテクシヨN動作を連携するために用いられる。

イーサネットリングは、1つかそれ以上の網間接続点により接続したイーサネットリングからなるマルチリング若しくはラダーネットワークをサポートすることができ、以下の原則を遵守する限り、本標準で定義されるプロテクシヨN切替メカニズムとプロトコルはマルチリングおよびラダーネットワークに適用できる。:

- 1) R-APSチャンネルは、イーサネットリングの網間接続を越えて共有されない
- 2) 各々のリングポートで、各トラフィックチャンネルと各R-APSチャンネルは、1つのイーサネットリングにおけるイーサネットリングプロテクシヨN制御プロセス(ERP制御プロセス)により、(閉塞やフラッシュなどの)制御がなされる
- 3) 各メジャーリングやサブリングは、それ自身のRPLを持たなければならない。

7 リングプロテクションの特性

7.1 監視手法と条件

リングプロテクション切替は、各リングリンクのトランスポートエンティティ上での障害検出に基づいて発生する。障害は、装置の標準[ITU-T G.8021]で定義される。プロテクション切替プロセスで使用するために、保護ドメインの中で、トランスポートエンティティは故障(すなわち信号故障(SF))若しくは無故障(OK)のいずれかの状態を持つ。

ERP は、以下のモニタリング方法のいずれかを採用する場合がある。

固有型 – 各リングリンク接続の欠陥状態は、下層のサーバレイヤトレイルの状態に起因する。

サブレイヤ型 – 各リングリンクは、タンデムコネクション監視 (TCM) を使ってモニタされる。

テストトレイル型 – 障害は別途のテストトレイルを使って検出される、すなわち、別途のテストトレイルは各リングリンクに従って組み立てられる。

プロテクション切替は、各リングリンクのトランスポートエンティティに関して (OK または SF の) 情報が与えられる限り、使用するモニタリング方法に依存しない。

7.2 イーサネットトラフィックと帯域の検討

リングプロテクション切替状態に関係なく、リング帯域幅はプロテクトされているすべてのトラフィックを収容出来るだけ必要とされる。リニアプロテクションと異なり、ERP は運用系と非運用系のトランスポートエンティティを分離せず、プロテクション切替の時にトランスポートエンティティを再設定する。したがって、リングリンクは、プロテクション切替の後にもプロテクションされたすべての R-APS とサービストラフィックを維持し続けることができるだけ帯域を有するように注意を払うべきである。

7.3 イーサネットリングプロテクションの切替性能

リング長 1200km 未満かつノード数 16 以下のイーサネットリングは、負荷が無く、全てのイーサネットリングノードがアイドル状態 (すなわち、故障は検出されず、アクティブな自動若しくは外部からのコマンドは存在せず、「NR、RB」の R-APS メッセージのみ受信している状態) では、ある 1 つのリングリンク上の故障による切替完了時間 ([ITU-T G.808.1]で定義される切替時間) は、50 ミリ秒未満である。他の条件下では、併存する APS 要求を調整し処理するために時間がかかるために、切替完了時間は 50 ミリ秒を上回るかもしれない (明確な乖離は将来課題である)。もし、R-APS 仮想チャネルを介してサブリングがメジャーリングに網間接続している場合には、R-APS 仮想チャネルに挿入されるサブリングの R-APS メッセージは、リングリンクとそれに網間接続したイーサネットリングを横切るイーサネットリングノードの性能特性 (たとえば遅延、ジッター、パケットドロップの可能性) に依存する。この場合、R-APS チャネルと R-APS 仮想チャネルが、上記で定義されるイーサネットリングのノード数、あるいは、リング長を上回る場合、サブリングのプロテクション切替は、50 ミリ秒を上回るかもしれない。

注: 切替時間内に FDB フラッシュ動作も完了するかは、将来課題である。

8 リングプロテクション条件とコマンド

この標準は、イーサネットリングの以下の条件をサポートする：

信号故障 (SF) – SF 条件がリングリンクで見つけられ、そして、「定常的な」故障であると判断されるとき、故障したリングリンクに隣接したイーサネットリングノードは、本標準に記載のプロテクション切替メカニズムを起動する。

要求無し (NR) – ローカルのプロテクション切替要求がないときは、この条件がアクティブである。

また、ETH_C_MI_RAPS_ExtCMD の取り得る値として、次の管理コマンドがサポートされている：

強制切替 (FS) – このコマンドは、コマンドが発行されたリングポートを、強制的に閉塞する。

手動切替 (MS) – 故障も FS もない場合に限り、このコマンドは、コマンドが発行されたリングポートを、閉塞する。

クリア – イーサネットリングノードに対するクリアコマンドは、以下の動作のために使われる。

- a) アクティブ且つローカル側の管理コマンド（たとえば強制切替や手動切替）をクリアする。
- b) 切戻し動作の場合、WTR または WTB タイマが満了する前に切戻しを起動する。
- c) 非切戻し動作の場合、切戻しを起動する。

以下のコマンドは、将来課題である：

ロックアウトプロテクション – このコマンドは、プロテクショングループを無効とする。

RPL 交換 – このコマンドは、この RPL 以外のリングリンクを閉塞し、この RPL を恒久的に閉塞解除することによって、RPL となるべきリングリンクを変更する。

試験信号 – R-APS プロトコルを試験する。この信号は、閉塞されたリングポートの位置を変更しない。

9 リングプロテクションの設計思想

本標準で定義するリングプロテクションアーキテクチャでは、プロテクション切替は、すべてのイーサネットリングノードで実行される。

リングプロテクションアーキテクチャには、イーサネットリング中でリングプロテクション動作を調整するAPS プロトコルの存在が必須である。

9.1 切戻し切替と非切戻し切替

切戻し動作において、切替のクリアを引き起す様な条件が発生した後、トラフィックチャネルは運用系トランスポートエンティティに戻される、すなわち、RPL 上で閉塞される。もし、障害がクリアされるのであれば、トラフィックチャネルは WTR タイマ (10.1.4 項参照) 完了後に切戻る。これは断続的な障害の場合にプロテクション状態がばたつくの避けるのに用いられる。

非切戻し動作において、切替条件がクリアになったあとも、新たに故障が発生しなければ、トラフィックチャネルはその RPL を使い続ける。

ERP では、運用系トランスポートエンティティのリソースの方が最適化されている場合があるので、すべてのリングリンクが利用できるようになった後は運用系トランスポートエンティティに切戻ることが望ましい場合がある。ただし、この切戻しには、もう一度トラフィック瞬断を生じさせることとなる。

また、即座に運用系トランスポートエンティティに切戻ることに利点がない場合もある。これは、切戻しを行わないことにより 2 度目のトラフィック瞬断回避できることである。

9.2 プロテクション切替トリガ

プロテクション切替は、以下の場合に実行される：

- a) リングリンクの 1 つで SF が宣言され、検出されたその SF 条件が他のローカル要求若しくはリモート要求より高い優先順位を持つ場合
- b) 受信 R-APS メッセージが切替を要求するものであって、その要求が他のローカル要求よりも高い優先順位を持つ場合
- c) オペレータの制御 (たとえば FS、MS) によって起動されるものであって、その制御が他のローカル要求若しくはリモート要求より高い優先順位を持つ場合

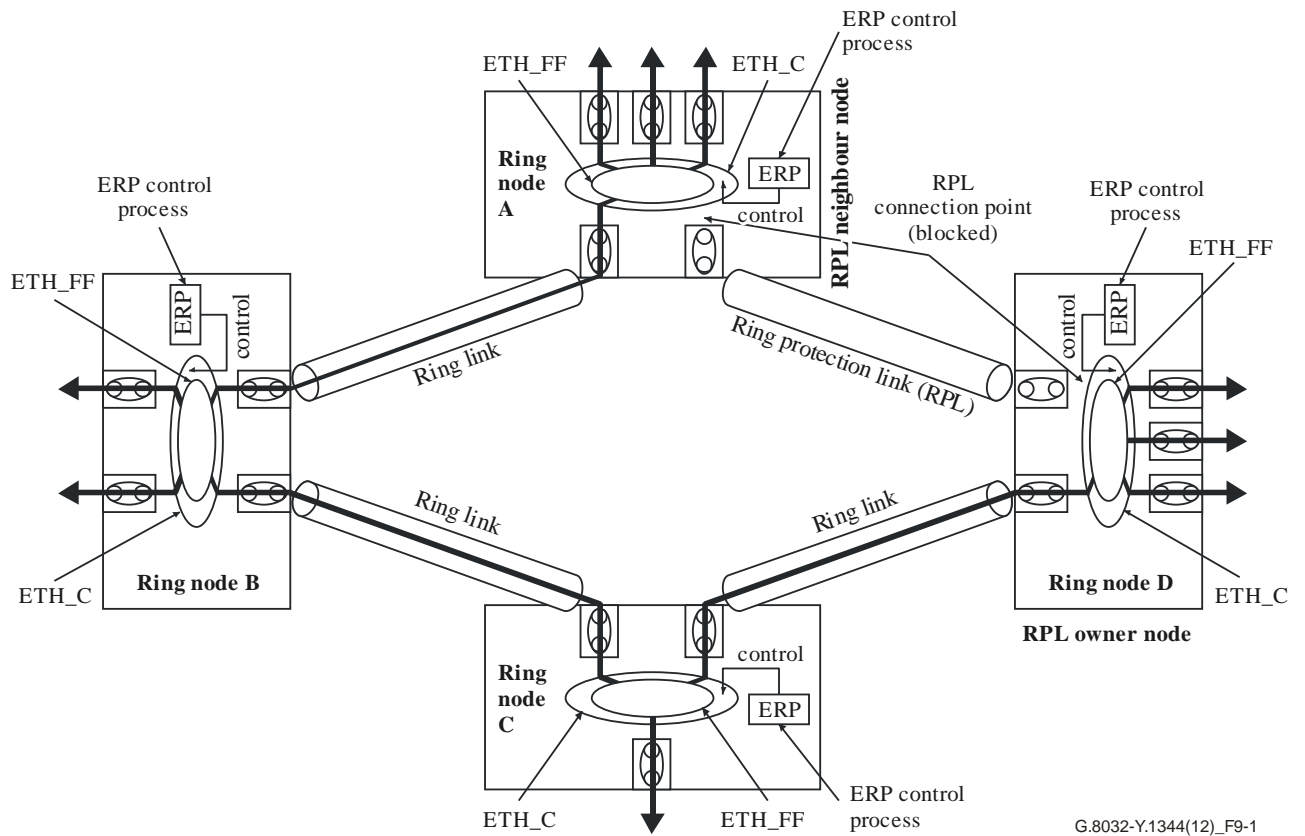
9.2.1 信号故障検出条件

ETH トレイル SF 条件が検出されたとき、SF が宣言される。ETH トレイル SF は、[ITU-T G.8021]に規定される。

9.3 単イーサネットリングにおけるプロテクション切替モデル

図 9-1 に、本標準で定義された ERP 切替モデルを例示する。他のネットワークシナリオも許される。この例では、4 ノードの場合を考える。

イーサネットリングが通常状態である時、RPL の両端のイーサネットリングノードのうち一方は RPL オーナーノードとして構成され、他方は、この例では、RPL 隣接ノードとして構成される。RPL の両端ノードは、イーサネットリングが NR 状態であるとき、RPL 上のトラフィックの送信と受信を閉塞する役割を果たす。図 9-1 では、イーサネットリングノード D は RPL オーナーノードであり、イーサネットリングノード A は RPL 隣接ノードである。この 2 つのイーサネットリングノードは、RPL 上でトラフィックチャネルを閉塞する役割を果たす。図 9-1 はどのリングリンクにも故障が存在しない場合を表している。このとき、イーサネット特性情報 (ETH_CI [ITU-T G.8010]) トラフィックは、イーサネットリングノード上の閉塞された RPL を除き、任意のイーサネットリングノードの両方のリングリンク間で転送されている。図 9-1 において、トラフィックチャネルはリングリンクを通っている矢印として示される。図 9-1 から図 9-3 では、一つの仮想 LAN (VLAN) のための ETH_FF のみを表示することとする。

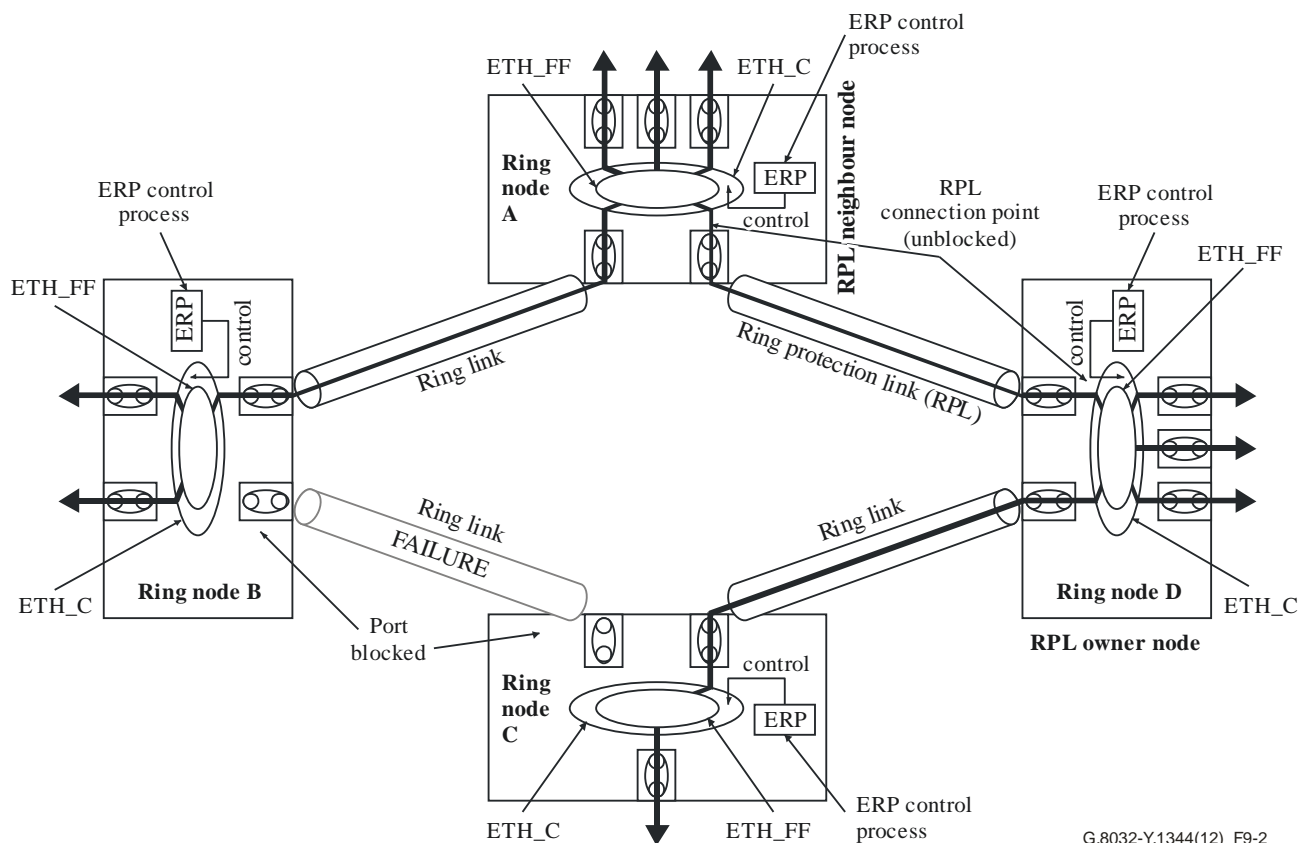


G.8032-Y.1344(12)_F9-1

図 9-1/JT-G8032 – イーサネットリングプロテクション切替アーキテクチャ
 – 正常状態 (単一のイーサネットリング) (ITU-T G.8032/Y.1344)

図 9-2 に、1つのリングリンクで SF 状態が生じたため、プロテクション切替が発生した場合を示す。この場合では、トラフィックチャネルは故障が検出されたポートにおいて双方向で閉塞され、RPL 接続ポイントにおいて双方向で閉塞解除される。

切戻し動作では、故障が回復した場合、回復したされたリングリンクは、RPL 上でトラフィックチャネルが閉塞された後に限り、トラフィックチャネルによる使用が再開されることとなる。一方、非切戻し動作では、たとえ故障が回復した場合であっても、トラフィックチャネルは障害から回復したリングリンクでは閉塞されつづけ、RPL では閉塞解除されつづける。



G.8032-Y.1344(12)_F9-2

図 9-2/JT-G8032 – イーサネットリングプロテクション切替アーキテクチャ
- 1つのリングリンクにおける信号故障状態(単一のイーサネットリング) (ITU-T G.8032/Y.1344)

イーサネットリングノードの機能モデルを、図 9-3 と図 9-4 に示す。

イーサネットリング上で通常のトラフィックをプロテクションするための ERP 制御プロセスを図示する。例中の各 ETH_FF は、ETH_CI が転送されるべき特定の出力イーサネットフローポイント (ETH_FP [ITU-T G.8010]) を決定する。ETH_CI は、リングリンクもしくは非リングリンクに対応する ETH_FP に転送されるだろう。

ERP 制御プロセスは、閉塞されたリングリンクに対応する ETH_FP 上の転送を無効化したり、FDB をフラッシュしたりする動作を行うために、ETH_FF 機能を制御する。

たとえば、各イーサネットリングノードのリングリンクは、図 9-3 に示す MEG エンドポイント (MEPs) 間で、[ITU-T G.8013] に規定する接続性チェックメッセージ (CCMs) を個々に交換することにより、監視されるだろう。

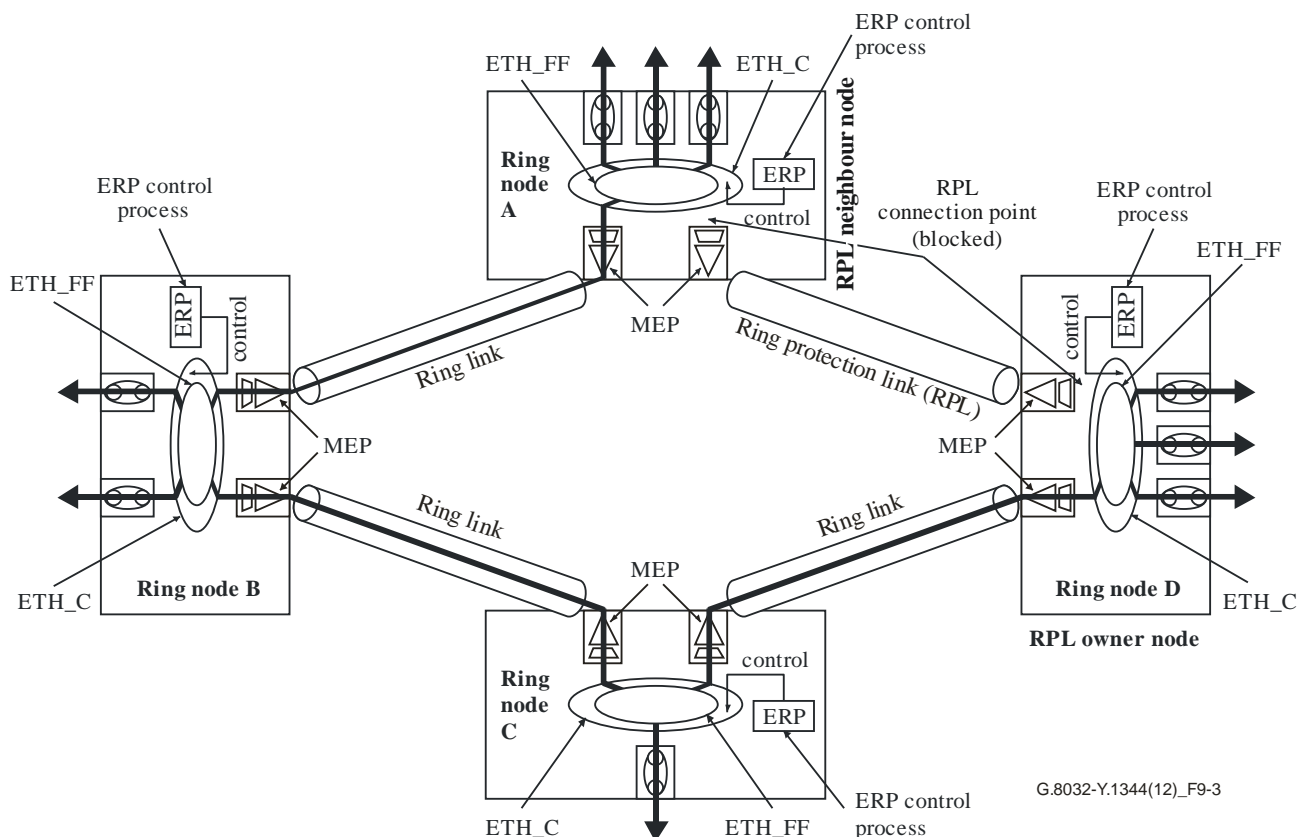


図 9-3/JT-G8032 – イーサネットリングプロテクション切替アーキテクチャの MEP (ITU-T G.8032/Y.1344)

図 9-4 に、イーサネットリングノードのモデルを表す。各リングポートに表された MEP は、リングリンクの監視に用いられる。

MEP は、SF 検出条件につながる故障を検出したとき、故障条件が検出されたことを ERP 制御プロセスに通知する。ERP 制御機能部は、リングリンクの SF 条件をアサートするために、ETHx/ETH-m_A_Sk から転送されたイーサネット MAC 特性情報サーバ信号故障 (ETH_CI_SSF [ITU-T G.8021]) 情報を使用する。

ERP 切替メカニズムは、R-APS プロトコルがすべてのイーサネットリングノードで切替動作を調整することを要請する。R-APS プロトコル通信は、R-APS メッセージを用いて行われる。R-APS メッセージは、ERP 制御プロセスの間、送受信される。[ITU-T G.8021] の ETHDi/ETH アダプテーション機能 (ETHDi/ETH_A [ITU-T G.8021]) の機能部は、受信した R-APS メッセージから ETH_CI_RAPS 情報を抽出し、ERP 制御プロセスへ送信する。受信した R-APS メッセージは、ETH_FF にも転送される。ETHDi/ETH_A 機能部もまた、ERP 制御プロセスから受信した ETH_CI_RAPS 情報を用いて、R-APS メッセージを生成する。

R-APS メッセージは、図 9-4 で R-APS_FF として表される R-APS トラフィックのための ETH_FF 機能を用いて転送される。R-APS トラフィック以外のトラフィックは、サービスフロー転送機能 (Service_FF) として表される別の ETH_FF 機能の使用を用いて転送される。R-APS メッセージは、専用の VLAN を使う。図 9-4 では、1 つのトラフィック VLAN のみを表示している。複数のトラフィック VLAN があれば、複数の Service_FFs を用いることとなる。

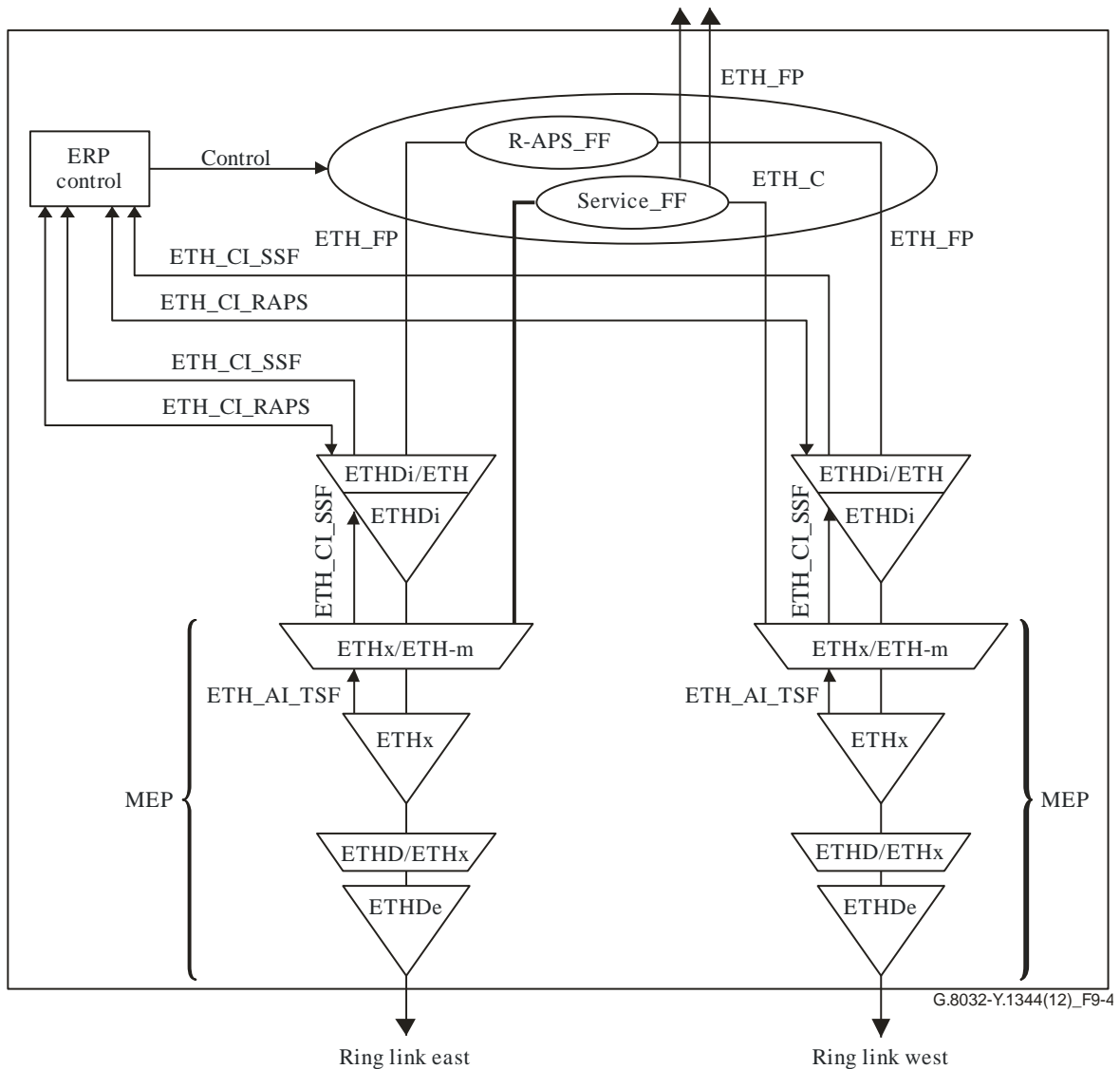


図 9-4/JT-G8032 – イーサネットリングノードの MEP と R-APS 挿入機能
(正常なイーサネットリングノード) (ITU-T G.8032/Y.1344)

9.4 トラフィックチャンネル閉塞

トラフィックを閉塞することは、ERP インスタンスに制御されたトラフィックチャンネルの 1 以上の VLAN 識別子 (VIDs) に対する ETH_FF 機能から、接続ポイントを除外することで行われる。[IEEE 802.1Q]の 8.13.10 節に定義されるように、これは VID フィルタリングに等しい。結果として、あるリングポートでトラフィックの送信と受信とを閉塞することとなる。各 ERP インスタンスは、その ERP インスタンスがプロテクションすべきと指定する VLAN のトラフィックチャンネルの VID のみを、閉塞もしくは閉塞解除する。

9.5 R-APS チャンネル閉塞

R-APS 仮想チャンネルを有しないサブリング (9.7.2 項参照) 以外では、R-APS チャンネルの VLAN トラフィック転送は、常に、トラフィックチャンネルが閉塞されるのと同じリングポートで閉塞される。これは R-APS トラフィックの VID に対応する ETH_FF 機能から、接続ポイントを除外することによって行われ、[IEEE 802.1Q]の 8.13.10 節で定義される VID フィルタリングすることと等価である。すなわち以下の通りとなる。

- a) あるリングポートで受信された R-APS メッセージが他のリングポートに転送されることを阻止することのみを行う
- b) ローカル側の ERP 制御プロセスで生成された R-APS メッセージが、両方のリングポートに送出されることを阻害しない
- c) 各リングポートで受信した R-APS メッセージが、ERP 制御プロセスに伝達されることを許容する。ERP 制御プロセスは現在の ERP インスタンスに設定されたリング ID と一致しないリング ID の全ての受信 R-APS メッセージを廃棄する。

各 ERP インスタンスは、その R-APS チャンネルの閉塞若しくは閉塞解除のみを行う。これは、R-APS トラフィックの VID に対応する ETH_FF から接続ポイントを除外することにより保証され、[IEEE 802.1Q]で定義されるグループアドレスのフィルタリングと等価である。

R-APS 仮想チャンネルを有しないサブリングでは、R-APS チャンネルは如何なるサブリングノード上でも決して閉塞されない。しかしながら、この場合であっても R-APS チャンネルは網間接続ノードで終端される。

9.6 フィルタリングデータベースフラッシュ

FDB フラッシュとは、イーサネットリングノードの FDB から、プロテクションされたイーサネットリングのリングポートで学習された MAC アドレスを取り除くことである。

各 ERP インスタンスは、プロテクションすべきと指定された VLAN のトラフィックチャンネルの VID に対応する FDB のみをフラッシュすることになるだろう。

9.7 網間接続におけるイーサネットリングプロテクション切替モデル

網間接続における ERP 切替モデルでは、付録 II で例示されるようなマルチリング若しくはラダートポロジをサポートする。

図 9-5 に本標準で定義されるマルチリング若しくはラダーネットワーク上のモデル例を表す。マルチリング若しくはラダーネットワークが通常状態にあるとき、各イーサネットリングの RPL オーナーノードは、そのイーサネットリングの RPL 上のトラフィックの送受信を閉塞する。図 9-5 は、いずれのリングリンク上にも故障が存在しない場合の構成を示す。

図 9-5 では、2 つの網間接続されたイーサネットリングを表している。イーサネットリング ERP1 は、イーサネットリングノード A、B、C、D と、これらのイーサネットリングノード間のリングリンクから成る。イーサネットリング ERP2 は、イーサネットリングノード C、D、E、F と、リングリンク C-F、F-E、E-D から成る。リングリンク D-C は、イーサネットリング ERP1 と ERP2 のトラフィックに使用される。ERP2 のリングリンク自体では、閉路を構成しない。閉路は、ERP2 のリングリンクと ERP1 に制御される網間接続ノード間のリングリンクとによって構成されるといえる。すなわち、ERP2 はサブリングである。イーサネットリングノード A は、ERP1 の RPL オーナーノードである。イーサネットリングノード E は、ERP2 の RPL オーナーノードである。これらのイーサネットリングノード (A、E) は、それぞれ ERP1 と ERP2 の RPL でトラフィックチャネルを閉塞する役割を果たす。RPL としてセットされるイーサネットリングのリングリンクには制限がない。たとえば、ERP1 の RPL は、イーサネットリングノード C と D 間のリンクであることも可能である。

ERP1 と ERP2 に共通であるイーサネットリングノード C と D は、網間接続ノードと呼ばれている。網間接続ノード間のリングリンクは、それが属しているイーサネットリングによって制御され、プロテクションされている。図 9-5 の例では、イーサネットリングノード C と D のリングリンクは、ERP1 の一部で、それ自体が ERP1 によって制御され、プロテクションされている。トラフィックチャネルに対応する ETH_CI トラフィックは、網間接続ノード C と D を介して ERP1 と ERP2 に対して共通のイーサネット接続機能 (ETH_C[ITU-T G.8021])から転送される。網間接続ノード C と D は、イーサネットリングごとに別々の ERP 制御プロセスを持つ。

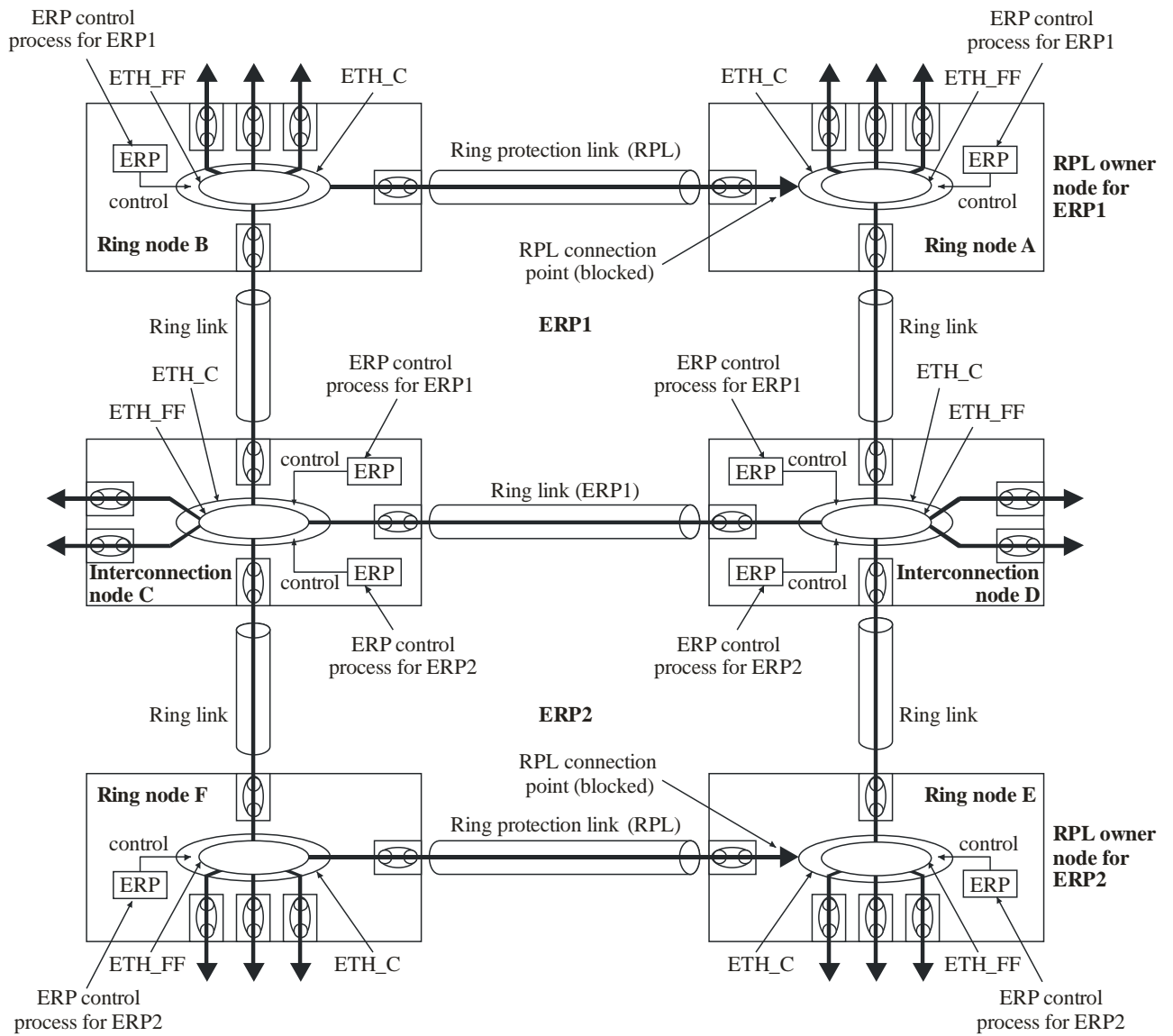


図 9-5/JT-G8032 – イーサネットリング網間接続アーキテクチャ
 – 正常状態 (マルチリング/ラダーネットワーク) (ITU-T G.8032/Y.1344)

図 9-6 に、プロテクション切替が、網間接続ノード C と D 間のリングリンク上での SF 条件によりプロテクション切替が発生した場合を示す。このリングリンクの故障は、そのリングリンクが属するイーサネットリング(この場合は ERP1)上の切替のみを引き起こす。トラフィックと R-APS チャンネルは、故障が検出されたポートでは双方向とも閉塞され、ERP1 の RPL 接続ポイントでは双方向とも閉塞解除される。ERP2 の RPL 接続ポイントでは、トラフィックチャンネルは双方向とも閉塞されるままである。これにより、閉路が形成されることを防止する。

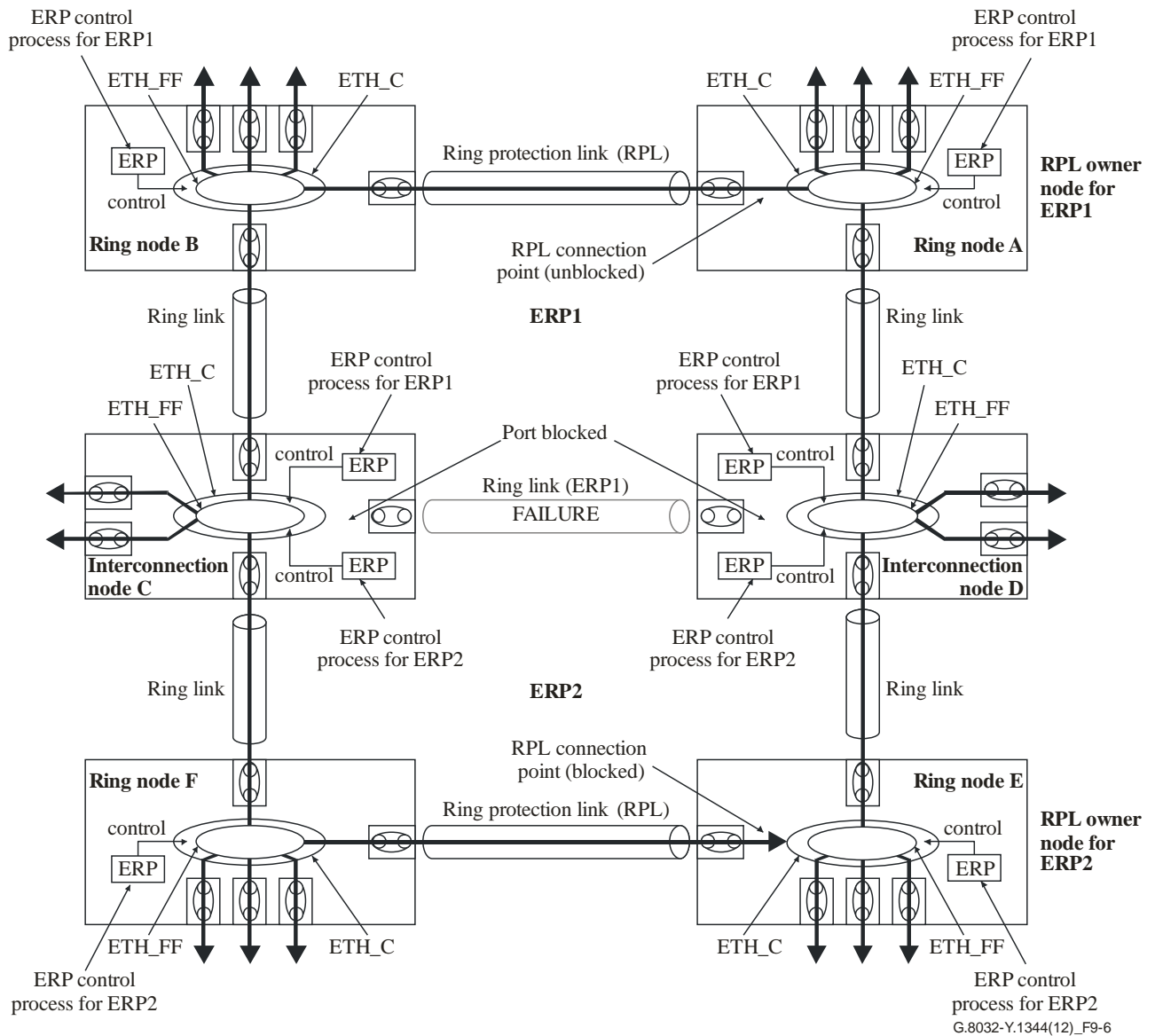


図 9-6/JT-G8032 – イーサネットリング網間接続アーキテクチャ

- 網間接続ノード間のリンクにおける単一故障(マルチリング/ラダーネットワーク) (ITU-T G.8032/Y.1344)

網間接続ノードは、2つのイーサネットリングをサポートする機能を含む。網間接続ノード C と D は、イーサネットリング ERP1 をサポートするために、図 9-4 と類似する機能群を持つ。これらの網間接続ノード上のサブリング ERP2 は一つのリングポートを制御してプロテクションするだけである。このために、以下の節で示す様に、これらの網間接続ノード上のサブリング ERP2 をサポートすることを要求されるモデルが存在する。9.7.1 項では R-APS 仮想チャネルを有するモデルを示し、そして、9.7.2 項では R-APS 仮想チャネルなしのモデルを示す。

9.7.1 R-APS 仮想チャンネルを有するリング網間接続モデル

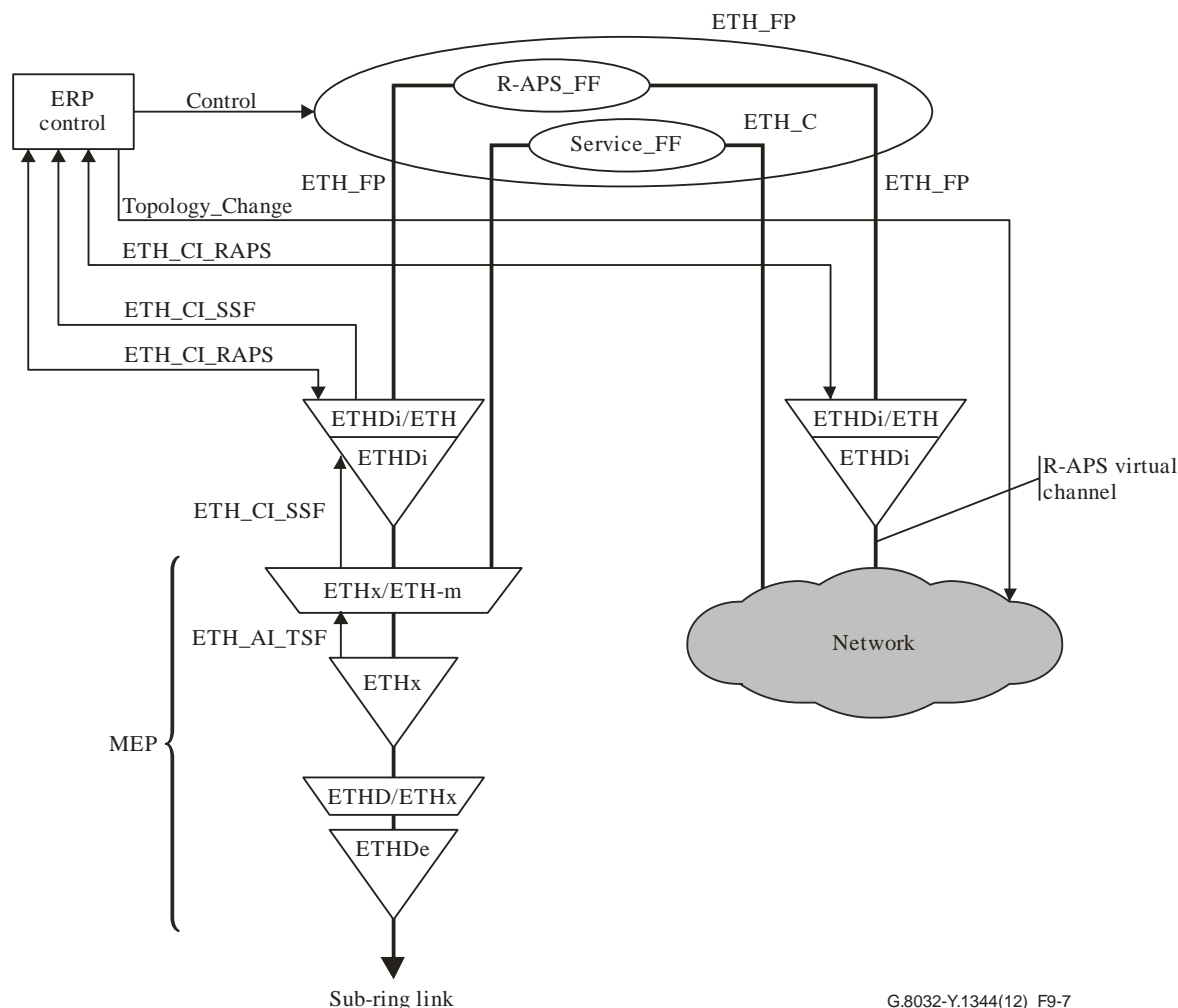


図 9-7/JT-G8032 – 網間接続ノードの MEP および R-APS 挿入機能
(他のネットワークに接続したサブリング向け) (ITU-T G.8032/Y.1344)

G.8032-Y.1344(12)_F9-7

サブリングでは、網間接続ノードの接続性は、サブリングと他のネットワークのドメインとの間に提供される。図 9-5 の例では、当該他のネットワークはイーサネットリング ERP1 に対応する。R-APS 仮想チャンネルは、当該他のネットワークを越えて、この網間接続ノードと、同じサブリングのもう一つの網間接続ノードの間で R-APS 接続性を提供する。

R-APS 仮想チャンネルを用いるサブリングの、網間接続ノードの機能モデル例を、図 9-7 に示す。

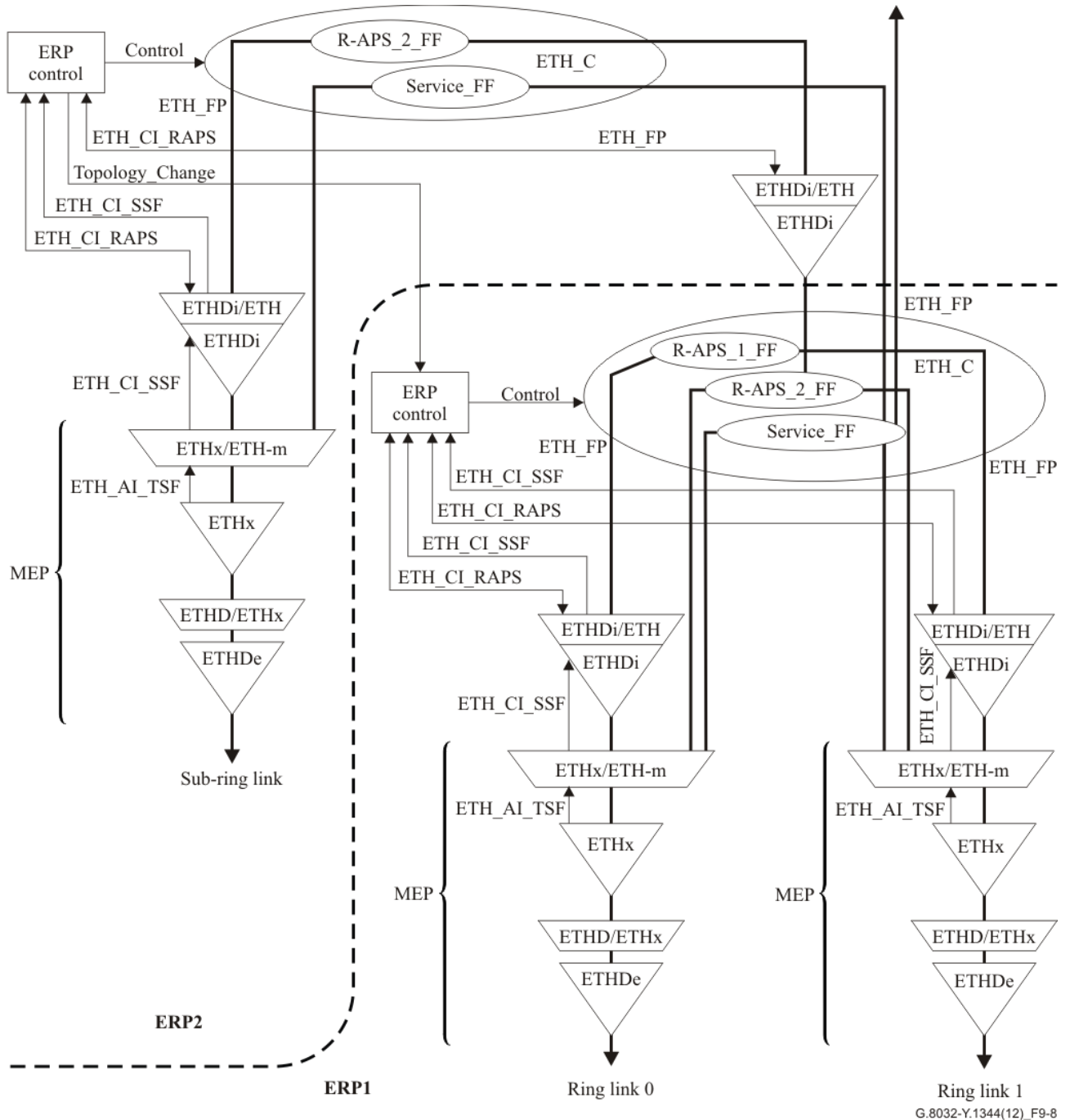
R-APS 仮想チャンネルは、当該他のネットワークを通過するトラフィックチャンネルと同じ経路をたどらる。サブリングの ERP 制御プロセスは、R-APS 仮想チャンネル上に R-APS メッセージを受信し、挿入することが可能である。

R-APS 仮想チャンネル上を転送されるサブリングの R-APS メッセージは、網間接続された当該他のネットワークにおいてブロードキャストまたはマルチキャストされる。このため、R-APS 仮想チャンネルのブロードキャスト若しくはマルチキャストドメインは、必要なリンクとノードに限ることができる。たとえば、R-APS 仮想チャンネルは、このサブリングの R-APS メッセージを転送するために必要な網間接続されるイーサネットリングまたはサブリングのみに展開することが出来る。網間接続された当該他のネットワークの中の R-APS 仮想チャンネル上を転送されるサブリングのローカル R-APS メッセージは、他の網間接続したリング R-APS メッセージとから、明確に区別できなければならないことに注意しなければならない。たとえば、これは異なるサブリングの R-APS 仮想チャンネルのための別々の VID を使うことにより達成される。

トポロジ変化イベントが Topology_Change 信号を用いて当該他のネットワークドメインに通知されるように、

サブリングのトポロジ変化は、網間接続した当該他のネットワークドメイン上を転送されるフローにインパクトを与えるだろう。他のテクノロジー（たとえば、スパニングツリープロトコル(STP)または仮想閉域 LAN サービス(VPLS))による Topology_Change 信号の使用を定義することは、この標準の対象外とする。

図 9-8 に、2つのイーサネットリングをサポートする機能を有する網間接続ノードのモデルを示す。



G.8032-Y.1344(12)_F9-8

図 9-8/JT-G8032 – R-APS 仮想チャネルを有する網間接続ノードの MEP および R-APS 挿入機能 (相異なる R-APS VID) (ITU-T G.8032/Y.1344)

リングリンク 0 および 1 の MEP は、ERP1 のリングリンクをモニタするために用いられる。サブリングリンクの MEP は、サブリング (ERP2) のリングリンクをモニタする。この図 9-8 のモデルでは、R-APS チャネルは、相異なる R-APS VID を用いることで ERP1 の中で切り離されている。ERP1 の R-APS メッセージはリングリンク 0 若しくは 1 で受信され、ETH から ETH への多重アダプテーション機能 (ETHx/ETH-m_A [ITU-T G.8021]) の機能部で R-APS_1 フローのために使用される VID に基づいて切り離される。ETHDi/ETH_A 機能は、受信された R-APS メッセージから ETH_CI_RAPS 情報を抽出し、ERP1 の ERP 制御プロセスに

ETH_CI_RAPS 情報を転送する。リングリンク 0 およびリングリンク 1 で受信したサブリングの R-APS メッセージは、ETHx/ETH-m_A 機能で R-APS_2 フローのために使用される VID に基づいて切り離され、その後、R-APS_2_FF 機能により、受信 R-APS メッセージから ETH_CI_RAPS 情報を抽出し ERP2 の ERP 制御プロセスに ETH_CI_RAPS 情報を転送することとなる ETHDi/ETH_A 機能に転送される。ERP2 の ETH_C 機能で閉塞されていないならば、これらのメッセージはそれからさらにサブリングポートへ送出される。

ERP2 の R-APS VID は、当該イーサネットリングのリングリンク上のトラフィックチャネルを閉塞する機能と同一の機能により ERP1 のリングリンク上で閉塞されており、ERP1 のすべてのリングリンクにわたっているプロテクトされたトラフィックと考えられるだろう。図 9-8 は単なる 1 つの例であり、R-APS 仮想チャネルの形成のためには他のオプションが使われる場合もある。

注: R-APS 仮想チャネルの形成のための他のソリューションは、将来課題である。

サービストラフィックは、3 つのリングポートもしくはそれ以外のポート間ですら転送されることがあるかもしれない。この転送は、それぞれの ERP 制御プロセスによって定義されるようにイーサネットリングポートおよびサブリングポートの閉塞状態に支配されている。

サブリング ERP2 が結果としてトポロジ変化を引き起こすようなプロテクト切替を実行するときは常に、ERP2 から ERP1 制御プロセスに対して、Topology_Change 信号が生成される。このことは FDB フラッシュが ERP2 の網間接続ノードで生成されるときに発生する。構成に依存するものの、この信号は、ERP1 の ERP 制御プロセスにより、イーサネットリング ERP1 のイーサネットリングノード上でトポロジのアップデートトリガともなる動作を開始させるために、使用されるだろう。

9.7.2 R-APS 仮想チャネルを有しないリング網間接続モデル

別のネットワークシナリオでは、他のネットワークドメイン上でサブリングの R-APS 仮想チャネルが使用されないことが、望ましい場合もある。

R-APS 仮想チャネルを使用しないサブリングの網間接続ノードの機能モデル例を、図 9-9 に示す。

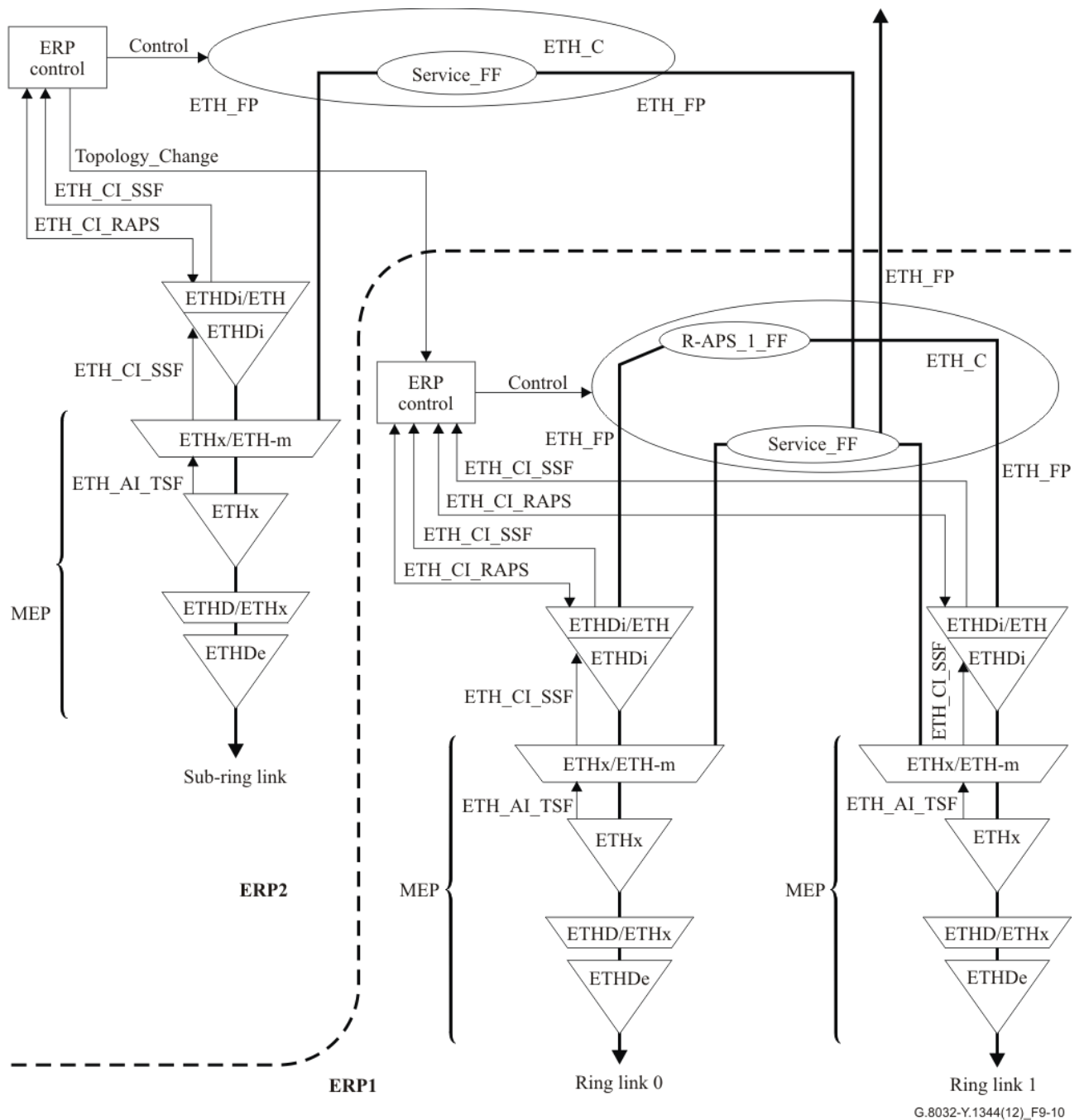


図 9-10/JT-G8032 – R-APS 仮想チャネルを有しないサブリング網間接続ノードの MEP および R-APS 挿入機能 (メジャーリングに接続したサブリング向け) (ITU-T G.8032/Y.1344)

9.7.3 R-APS 仮想チャネルを有する場合と有しない場合のリング網間接続モデル適用に関するガイドライン

図 9-11 で示すように、本標準は、イーサネットリングの網間接続に関する 2 種のオプションを定義する。

- 1) サブリングが R-APS 仮想チャネルを有する場合: このオプションでは、一方の網間接続ノードから他方の網間接続ノードへ R-APS メッセージをトンネルさせるための仮想チャネルを確立する。
- 2) サブリングが R-APS 仮想チャネルを有しない場合: このオプションでは、R-APS チャネルは網間接続ノードで終端され、R-APS メッセージは網間接続ノード間でトンネルされない。

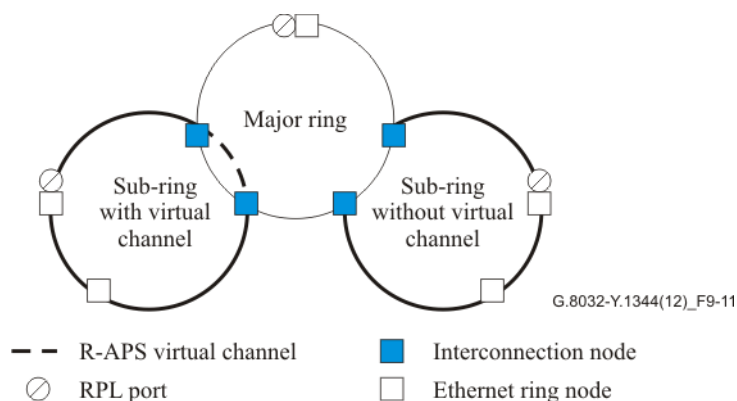


図 9-11/JT - G8032-リング網間接続のオプション (ITU-T G.8032/Y.1344)

オプション 1 では、9.5 節で定義されるように、R-APS チャンネルの閉塞メカニズムは、シングルリングとマルチリングで同一である。加えて、このオプションでは、オペレータが複数のイーサネットリング（若しくは G.8032 ではないネットワーク）を（ERP 制御プロセスと R-APS チャンネルブロッキングメカニズムを有する）サブリングとして、メジャーリングを変更する必要なしで、網間接続することができる。図 9-12 の例では、メジャーリング 1 と 2 は、2 つの R-APS 仮想チャンネルを有する、新しく構成されたサブリング 3 を通して網間接続することができる。しかし、サブリングが接続することになる網間接続されたイーサネットリング（またはネットワーク）では、R-APS メッセージを転送するために、一定の帯域が必要となることに留意しなければならない。また、網間接続されたネットワーク全体で、各 R-APS チャンネルを識別するために、相異なる VID を割り当てる必要がある。サブリングのプロテクション切替時間は、R-APS メッセージが R-APS 仮想チャンネル上を長距離伝搬する場合にはその距離に影響を受ける場合があることに留意しなければならない。メジャーリング 1 は、メジャーリング 2 のプロテクション切替に起因してはフラッシュされない場合があり、逆もまたしかり。また、メジャーリング 1 および 2 は、サブリング 3 のプロテクション切替のためにフラッシュされる場合がある。

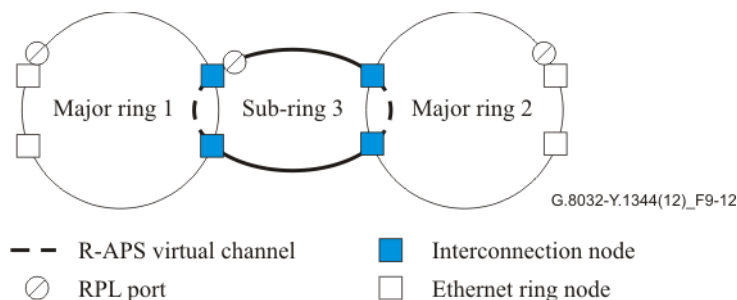


図 9-12/JT-G8032-2 つのイーサネットリングの網間接続のオプション 1 (ITU-T G.8032/Y.1344)

オプション 2 では、サブリング接続する網間接続ノードでは、もう一方のイーサネットリング[またはサブリング]によって如何なる R-APS メッセージも、挿入されることはなく、抽出されることもない。それゆえに、イーサネットリングの網間接続のために、追加の帯域幅、や別途の VID が必要となることはない。さらに、サブリングのプロテクション切替時間は、網間接続されたイーサネットリングの構成に依存しない。加えて、このオプションでは、網間接続の構成に関わらず、網間接続されたネットワークのトポロジは、必ず木となる。これは、網間接続されたネットワーク全体に潜在的には存在しうる閉路を形成しないために、予防措置をとる必要がないことを意味する。しかし、10.1.14 節で述べるように、R-APS チャンネルの閉塞メカニズムは単一のイーサネットリングのものとは異なる。そのうえ、2 つのイーサネットリングを、サブリングを用いて網間接続する場合には、イーサネットリングの一方の属性をサブリングとして再定義する必要があるだろう。たとえば、図 9-12 のメジャーリング 2 は、網間接続のためにサブリング（すなわち図 9-13 のサブリング

ング 2) に変更される。結果として、この再構成の間にサービス中断が発生するかもしれないし、メジャーリング 1 はサブリング 2 または 3 のプロテクション切替によって FDB フラッシュを実行するかもしれない。

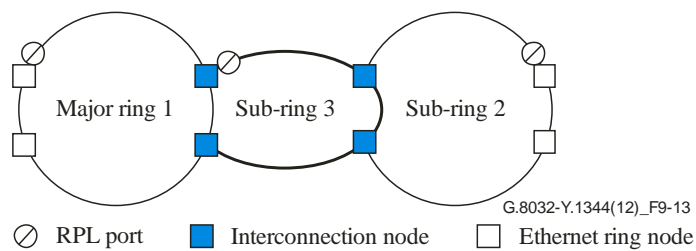


図 9-13/JT-G8032-2つのイーサネットリングの網間接続のオプション 2 (ITU-T G.8032/Y.1344)

10 プロテクション制御プロトコル

リングプロテクションは、閉路回避機能をベースとしている。これは、如何なる時でも、全てのリングリンクのうち少なくとも1つのリングリンクにはトラフィックが流れないことを保障することで実現される。この原理により、プロトコルに対して以下のルールが導かれる。

イーサリング内に少なくとも一つの他の閉塞されたリングポートが残っていることがわかっている場合に限り、リングポートが閉塞されていれはすぐに、その他のリングポートは閉塞解除されるだろう。このルールは、全イーサリングノード間に配信すべき情報を定義し、イーサリング内でトラフィックチャネル閉塞解除の全動作を制御するための基礎となる。

10.1 動作の原理

図 10-1 に、ERP 制御プロセスの詳細を示す。このプロセスは、全イーサリングノードで実行される。プロテクションアルゴリズムは、R-APS 特定情報を介した全てのイーサネットリングノードへのローカル切替要求とローカル状態の送信を基礎としている。R-APS メッセージのフォーマットとその内容は、10.3 節に記載する。

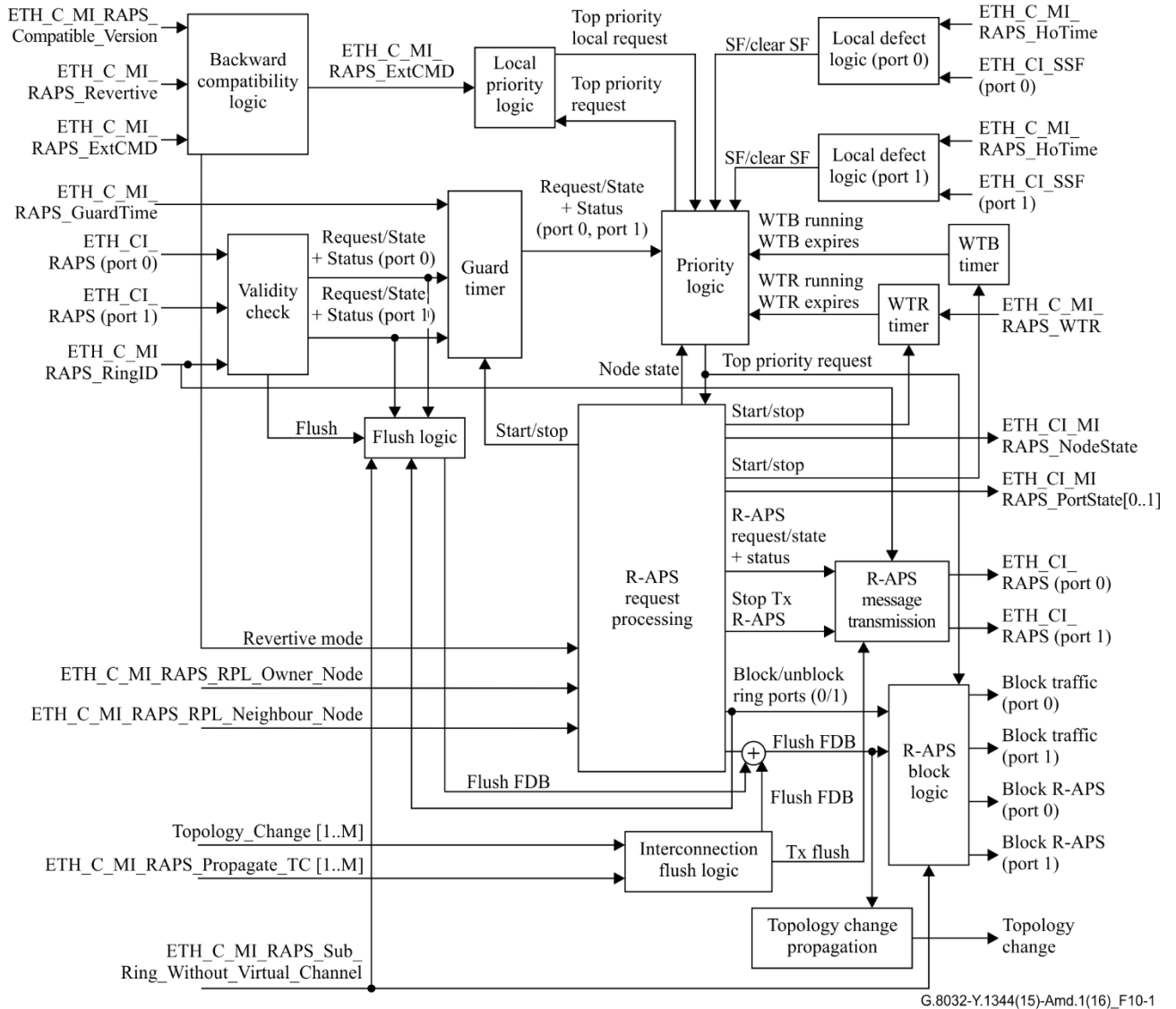


図 10-1/JT-G8032 – ERP 制御プロセスの詳細 (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下に ERP 制御プロセスの概要を示す。各々のサブプロセスの挙動は、10.1.1 から 10.1.14 節で詳述する。イーサリングノードで、1つ以上のローカル側のプロテクション切替要求が有効である場合がある。ローカ

ル優先順位ロジックは表 10-1 で与えられる優先順位を用いて、どの要求が最優先かを決定する。この最優先のローカル要求情報は優先順位ロジックへ渡される。

ローカル側のイーサリングノードのリングポートの状態は、9.2.1 節で定義される方法に応じて評価される。この情報は、イーサリングノードの各ポートにおけるローカル障害ロジックへ渡される。ローカル障害ロジックはこれらの信号を評価し、ホールドオフタイムを処理し、それらを優先順位ロジックへ渡す。網間接続ノードでサブリングの ERP 制御プロセスでは、イーサネットリングノードのサブリングへ割り当てられたローカル障害ロジックプロセスが 1 つだけ存在する。ローカル側のイーサネットリングノードは、他のイーサネットリングノードから R-APS メッセージを介して情報を受け取る。10.1.6 節で記載されるように、妥当性チェック部は、R-APS メッセージが正確に構築されていることを確認する。(最優先要求と他のイーサネットリングノードのステータスを示す)受信された要求/状態とステータス情報は、ガードタイム部へ渡される。網間接続ノードでは、R-APS メッセージは R-APS 仮想チャネルを通して受信するかもしれない。

ガードタイム部の機能性は 10.1.5 節で詳述される。ガードタイムが動作している場合は、受信された R-APS 要求/状態とステータス情報は優先順位ロジックへ転送されない。ガードタイムが動作していない場合には、R-APS 要求/状態とステータス情報は、優先順位ロジックへ転送される。

WTR タイマ部の機能性は 10.1.4 節で詳述される。WTR タイマが動作している場合は、WTR 動作信号が優先順位ロジックへ入力される。WTR タイマが満了したことは WTR 満了信号によって示され、優先順位ロジックへ渡される。

R-APS メッセージは、妥当性チェック部を通過した場合に受領するものとして定義され、ガードタイムによって優先順位ロジックに渡され、R-APS 要求プロセスロジックへ伝達された現時点での最優先要求として識別される。

優先順位ロジックは、(a) (妥当性チェック部とガードタイム部によってスクリーニングされた) R-APS 要求/状態、ステータス情報、(b)WTR タイマからのステータスとイベント、(c)WTB タイマからのステータスとイベント、(d)ローカル側のイーサネットリングノードにおけるリングポートの状態、(e) (ローカル優先順位ロジックからの) 最優先のローカル要求、(f)R-APS 要求プロセスからの現時点でのノード状態を受領する。最優先の信号を決定するために、表 10-1 に応じて優先処理する。

ETH_C_MI_RAPS_RPL_Owner_Node は、ローカル側のイーサネットリングノードが RPL オーナーノードであるかを表す管理情報(MI)を表し、もしそうであれば、RPL に関連づけられたリングポートを特定する。

ETH_C_MI_RAPS_RPL_Neighbour_Node は、このイーサネットリングノードが RPL 隣接ノードかを表す MI を提供し、もしそうであれば RPL に関連づけられたリングポートを特定する。

ETH_C_MI_RAPS_RPL_Neighbour_Node の既定値は、RPL 隣接ノードでない状態を表すものとする。

ETH_C_MI_RAPS_RPL_Owner_Node および ETH_C_MI_RAPS_RPL_Neighbour_Node は、単一の ERP インスタンスに対して、同一のイーサネットリングノードで有効にすることはできない。

注: もしリング上の全てのイーサリングノードでも ETH_C_MI_RAPS_RPL_Neighbour_Node が設定されていないなら、RPL の片端 (すなわち、RPL オーナーノード側だけ) が閉塞される。

R-APS 要求プロセスは、現時点での最優先要求を受信し、ローカル側のイーサネットリングノードの状態に基づいて必要な処理を規定する。この処理には、R-APS メッセージの送信、リングポートの閉塞または閉塞解除、FDB フラッシュ、タイマの開始または停止を含むだろう。R-APS 要求プロセスの決定ロジックは、10.1.2 節で定義され、10.2 節で ERP の動作を表す。

ERP 切替のアルゴリズムは、入力信号(図 10-1)の変化により、すなわちいずれかのローカル要求の変化した場合や異なる R-APS メッセージを受信した場合には、即座に始動する。

フラッシュロジックは、10.1.10 節に詳述され、リングポートからの R-APS 要求を入力として受信する。この情報に基づいて、イーサネットリングの論理トポロジが変更されたか否かを推測し、もしそうならローカル FDB のフラッシュを起動する。

トポロジ変化の伝播プロセスは、10.1.12 節に詳述され、サブリングのトポロジ変更について他のネットワークドメインのエンティティを通知するための信号を生成する。このプロセスは、サブリングの網間接続ノードの ERP 制御プロセスにのみ存在する。

網間接続フラッシュロジックは、10.1.11 節に詳述される。サブリング ERP 制御プロセスや ETH_C_MI_RAPS_Propagate_TC MI 同様、他の接続されたエンティティからトポロジ変更通知情報を受け取る。この情報に基づいて、ローカル側リングポートの FDB フラッシュを起動したり、両方のリングポートへ R-APS イベント要求の送信を起動したりするだろう。このロジックは、サブリングが接続されたイーサネットリングの網間接続ノードにおける ERP 制御プロセスに含まれているが、網間接続ノードではないイーサネットリングノードには存在しない。

後方互換ロジックは、10.1.13 節で詳述され、イーサネットリングノードが前版の[ITU-T G.8032]に従って実装されたイーサネットリングノードからなるイーサネットリングの一部である場合には、この標準の設定と要求をフィルタリングする。

R-APS 閉塞ロジックは 10.1.14 節に詳述され、R-APS 要求プロセスからのリングポート (0/1) の閉塞若しくは閉塞解除閉塞解除、優先順位ロジックから最優先要求、および ETH_C_MI_RAPS_Sub_Ring_Without_Virtual_Channel 信号を受信する。これらの入力に基づいて、リングポート 0 と 1 上のトラフィックチャンネルか R-APS チャンネルの閉塞・閉塞解除を決定する。このロジックはサブリングノードの ERP 制御プロセスにのみ存在する。

10.1.1 優先順位ロジック

この処理は、複数の要求元から呼び出される。表 10-1 に従って最も高優先の要求が、最優先要求となる。イーサネットリングノード状態が FS 状態である場合、ローカル SF 要求は無視される。最優先要求の評価は、ローカル要求の変更または、R-APS メッセージを受け取るたびに繰り返される。

リングプロテクションの要求、コマンド、R-APS 信号は表 10-1 の優先順位を持つ。

表 10-1/JT-G8032 – 要求/状態 優先順位 (ITU-T G.8032/Y.1344)

要求 / 状態とステータス	タイプ	優先順位
クリア	ローカル	最高
FS	ローカル	|
R-APS (FS)	リモート	|
ローカルSF ^{a)}	ローカル	|
ローカルクリア SF	ローカル	|
R-APS (SF)	リモート	|
R-APS (MS)	リモート	|
MS	ローカル	|
WTR 完了	ローカル	|
WTR 動作中	ローカル	|
WTB 完了	ローカル	|
WTB 動作中	ローカル	|
R-APS (NR, RB)	リモート	|
R-APS (NR)	リモート	最低
a) イーサネットリングノードがFS状態である場合、ローカルSFは無視される。		

このプロセスの結果として、SF 状態若しくはオペレータコマンド (FS、MS 等) が一方のリングポートで一旦発行されると、新たな高優先の要求若しくは適切なクリアメッセージ(すなわち、FS、MS に対するクリア、SF に対するローカルクリア SF)が伝達されるまで、優先順位ロジックは現在の状態要求を最優先要求のまま保持する。ローカル側のクリア SF 状態は、最高優先の要求が存在する場合に、最優先要求として伝達されるのみであり、他のリングポート上での(ローカル SF やローカル側の FS などの) 高優先の要求は継続したままである。

受信 R-APS 要求/状態とステータスは、このプロセスで保存されない。結果としてローカル要求の変化後は、それ以前の受信 R-APS 要求/状態とステータスは、新たな最優先要求の指定には影響しない。

ノード ID フィールド値がローカルノード ID に対応する R-APS メッセージは、このプロセスでは無視される。

範囲[1, ..., 239]のリング ID は各 ERP インスタンスによって構成される。このリング ID はこの ERP 制御処理によって生成される R-APS プロトコルデータユニット(PDU)の MAC 宛て先アドレスフィールドの最後のオクテット値を決定するために R-APS メッセージ伝送機能にて使用される。それはまたこの ERP によって受信された不適合なリング ID を持つ R-APS PDU を廃棄するために妥当性検証機能によっても使用される。リング ID の構成に関して、以下のルールが適用される。

1. 全ての ERP 制御処理は相互接続されたメジャーリングおよびサブリングで構成される ERP 保護ネットワーク内で起動される。
2. 全ての ERP 制御処理は、同じ物理的なメジャーリングまたはサブリングトポロジー上で実態化される。
3. 異なる物理的なメジャーリングまたはサブリングトポロジー上で実態化される ERP 制御処理は異なるリング ID を使用しても良く、その場合 R-APS VID は異なる必要はない。

10.1.2 R-APS 要求プロセス

R-APS 要求プロセスロジックは、現時点での最優先要求を受信し、ローカル側のイーサネットノードの状態を元に、行うべき処理を決定する。R-APS 要求プロセスロジックは、状態機械として規定される。表 10-2 は、次の欄を持つ。

- 1) ノード状態 - 現時点でのイーサネットリングノードの状態。この状態は ETH_C_MI_RAPS_NodeState 信号による読み取り可能である。ETH_C_MI_RAPS_NodeState は"-","アイドル","プロテクション","手動切り替え","強制切り替え"または"ペンディング"の値を取る。
- 2) 最優先要求 - 10.1.1 節で指定された現時点での最優先要求。可能な各トリガは、それぞれ別の行に示す。
- 3) 処理 - 遂行順中のプロテクション切替動作のリスト。
- 4) 次のノード状態 - 状態機械が遷移した後の状態

表 10-2/JT-G8032 – R-APS 要求の処理ロジックに対する状態マシン表示(ITU-T G.8032/Y.1344)

	入力		出力	
ノード状態	最優先要求	行	処理	次のノード状態
-	状態機械初期化	1	Stop guard timer Stop WTR timer Stop WTB timer If RPL Owner Node: Block RPL port Unblock non-RPL port Tx R-APS (NR) If revertive: Start WTR timer Else if RPL neighbour node: Block RPL Port Unblock non-RPL port Tx R-APS (NR) Else: Block one ring port Unblock other ring port Tx R-APS (NR)	E
A (アイドル)	Clear	2	No action	A
	FS	3	If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (FS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (FS) Unblock non-requested ring port Flush FDB	D
	R-APS (FS)	4	Unblock ring ports Stop Tx R-APS	D
	local SF	5	If failed ring port is already blocked: Tx R-APS (SF, DNF) Unblock non-failed ring port Else: Block failed ring port Tx R-APS (SF) Unblock non-failed ring port Flush FDB	B
	local clear SF	6	No action	A
	R-APS (SF)	7	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS	B
	R-APS (MS)	8	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS	C
	MS	9	If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (MS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (MS) Unblock non-requested ring port Flush FDB	C
	WTR Expires	10	No action	A
	WTR Running	11	No action	A
	WTB Expires	12	No action	A
	WTB Running	13	No action	A
	R-APS (NR, RB)	14	Unblock non-RPL port If Not RPL Owner Node: Stop Tx R-APS	A
R-APS (NR)	15	If neither RPL Owner Node nor RPL Neighbour Node, and remote Node ID is higher than own Node ID: Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS	A	
B	Clear	16	No action	B

(Protection)	FS	17	If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (FS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (FS) Unblock non-requested ring port Flush FDB	D
	R-APS (FS)	18	Unblock ring ports Stop Tx R-APS	D
	local SF	19	If failed ring port is already blocked: Tx R-APS (SF, DNF) Unblock non-failed ring port Else: Block failed ring port Tx R-APS (SF) Unblock non-failed ring port Flush FDB	B
	local clear SF	20	Start guard timer Tx R-APS (NR) If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTR	E
	R-APS (SF)	21	No action	B
	R-APS (MS)	22	No action	B
	MS	23	No action	B
	WTR Expires	24	No action	B
	WTR Running	25	No action	B
	WTB Expires	26	No action	B
	WTB Running	27	No action	B
	R-APS (NR, RB)	28	No action	E
	R-APS (NR)	29	If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTR	E
	C (手動切替)	Clear	30	If any ring port blocked: Start guard timer Tx R-APS (NR) If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTB	E
FS		31	If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (FS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (FS) Unblock non-requested ring port Flush FDB	D
R-APS (FS)		32	Unblock ring ports Stop Tx R-APS	D
local SF		33	If failed ring port is already blocked: Tx R-APS (SF, DNF) Unblock non-failed ring port Else: Block failed ring port Tx R-APS (SF) Unblock non-failed ring port Flush FDB	B
local clear SF		34	No action	C
R-APS (SF)		35	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS	B
R-APS (MS)		36	If any ring port blocked: Start guard timer Tx R-APS (NR) If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTB	E ^{a)}
MS		37	No action	C
WTR Expires		38	No action	C
WTR Running		39	No action	C
WTB Expires		40	No action	C
WTB Running		41	No action	C

	R-APS (NR, RB)	42	No action	E
	R-APS (NR)	43	If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTB	E
D (強制切替)	Clear	44	If any ring port blocked: Start guard timer Tx R-APS (NR) If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTB	E
	FS	45	Block requested ring port Tx R-APS (FS) Flush FDB	D
	R-APS (FS)	46	No action	D
	local SF	47	No action	D
	local clear SF	48	No action	D
	R-APS (SF)	49	No action	D
	R-APS (MS)	50	No action	D
	MS	51	No action	D
	WTR Expires	52	No action	D
	WTR Running	53	No action	D
	WTB Expires	54	No action	D
	WTB Running	55	No action	D
	R-APS (NR, RB)	56	No action	E
	R-APS (NR)	57	If RPL Owner Node and revertive mode: Start WTB	E
E (ペンディング)	Clear	58	If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB If RPL port is blocked: Tx R-APS (NR, RB, DNF) Unblock non-RPL port Else: Block RPL port Tx R-APS (NR, RB) Unblock non-RPL port Flush FDB	A
	FS	59	If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (FS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (FS) Unblock non-requested ring port Flush FDB If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB	D
	R-APS (FS)	60	Unblock ring ports Stop Tx R-APS If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB	D
	local SF	61	If failed ring port is already blocked: Tx R-APS (SF, DNF) Unblock non-failed ring port Else: Block failed ring port Tx R-APS (SF) Unblock non-failed ring port Flush FDB If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB	B
	local clear SF	62	No action	E
	R-APS (SF)	63	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB	B

R-APS (MS)	64	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB	C
MS	65	If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB If requested ring port is already blocked: Tx R-APS (MS, DNF) Unblock non-requested ring port Else: Block requested ring port Tx R-APS (MS) Unblock non-requested ring port Flush FDB	C
WTR Expires	66	If RPL Owner Node: Stop WTB If RPL port is blocked: Tx R-APS (NR, RB, DNF) Unblock non-RPL port Else : Block RPL port Tx R-APS (NR, RB) Unblock non-RPL port Flush FDB	A
WTR Running	67	No action	E
WTB Expires	68	If RPL Owner Node: Stop WTR If RPL port is blocked: Tx R-APS (NR, RB, DNF) Unblock non-RPL port Else: Block RPL port Tx R-APS (NR, RB) Unblock non-RPL port Flush FDB	A
WTB Running	69	No action	E
R-APS (NR, RB)	70	If RPL Owner Node: Stop WTR Stop WTB If neither RPL Owner Node nor RPL neighbour Node: Unblock ring ports Stop Tx R-APS If RPL neighbour node: Block RPL port Unblock non-RPL port Stop Tx R-APS	A
R-APS (NR)	71	If remote Node ID is higher than own Node ID: Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS	E

a)*:両方のリングポートが閉塞解除された場合、次のノード状態はCになる

注 1: 表 10-2 は、優先順位ロジックを含む ERP 制御プロセスの他のサブプロセスと切り離して理解されるべきでは無い。

注 2: R-APS(msgtype、ステータスビット)内で、” msgtype” はリクエスト要求を示して” ステータスビット” は RB または DNF 状態ビットが 1 であることを示す。もし” ステータスビット” が 0 であるなら、R-APS(msgtype、ステータスビット)には含まれない。これらのフィールドおよび取りうる値は 10.3 節に定義される。

1 行目は、状態機械の初期化時の動作を示す。それらの動作が一旦実行されれば、状態機械は状態 E に遷移し、ネットワークが安定したときに状態 A に遷移する。

動作の列に列挙されたこのプロセスによって起動されうる処理は以下の通りである。

- a) **Block requested ring port** (要求リングポートの閉塞) –オペレータコマンドが発行されたリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネル(10.1.14節で記載されるプロセスと一致)を閉塞する。リングポートが既に閉塞されている場合には、閉塞を維持する。
- b) **Unblock non-requested ring port** (非要求リングポートの閉塞解除) –オペレータコマンドが発行されていないリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネルを閉塞解除する。リングポートが既に閉塞解除されている場合、閉塞解除を維持する。
- c) **Block failed ring port** (障害リングポートの閉塞) –SF状態であるリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネル(10.1.14節で記載されるプロセスと一致)を閉塞する。リングポートが既に閉塞されている場合、閉塞を維持する。
- d) **Unblock non-failed ring port** (非障害リングポートの閉塞解除) –SF状態でないとき、一方のリングポートのトラフィックチャネルおよびR-PASチャネルを閉塞解除する。リングポートが既に閉塞解除されている場合、閉塞解除を維持する。サブリングの網間接続ノードの場合には、この動作はサブリングポートのみに適用される。
- e) **Block RPL port** (RPLポートの閉塞) –RPLに接続されたリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネル(10.1.14節で記載されるプロセスと一致)を閉塞する。RPLに接続されたリングポートが既に閉塞されている場合、閉塞を維持する。
- f) **Unblock non-RPL port** (非RPLポートの閉塞解除) –RPLポートでないとき、リングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネルを閉塞解除する。リングポートが既に閉塞解除されている場合には、閉塞解除を維持する。サブリングの網間接続ノードの場合には、この動作はサブリングポートのみに適用される。
- g) **Block one ring port** (一方のリングポートの閉塞) –一方のリングポートのトラフィックチャネルおよびR-APSチャネル(10.1.14節で記載されるプロセスと一致する)を閉塞する。
- h) **Unblock other ring port** (他方のリングポートの閉塞解除) –閉塞解除されていない他方のリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネルを閉塞解除する。サブリングの網間接続ノードの場合には、この動作は適用されない。
- i) **Unblock ring ports** (リングポートの閉塞解除) –両方のリングポート上のトラフィックチャネルおよびR-APSチャネルを閉塞解除する。リングポートが既に閉塞解除されている場合には、閉塞解除を維持する。サブリングの網間接続ノードの場合には、この動作はサブリングポートのみに適用される。
- j) **Start WTR (WTR 開始)** –WTRタイマが停止状態の場合、WTRタイマを開始する。WTRタイマが既に動作中の場合、何も動作しない。
- k) **Stop WTR (WTR 停止)** –WTRタイマが動作中の場合、WTRタイマを停止する。
- l) **Start WTB (WTB 開始)** –WTBタイマが停止状態の場合、WTBタイマを開始する。WTBタイマが既に起動中の場合、何も動作しない。
- m) **Stop WTB (WTB 停止)** –WTBタイマが動作中の場合、WTBタイマを停止する。
- n) **Start guard timer (ガードタイマ開始)** –ガードタイマを開始する。
- o) **Stop guard timer (ガードタイマ停止)** –ガードタイマが動作中の場合、ガードタイマを停止する。
- p) **Stop Tx R-APS (R-APS 送信停止)** –どんなR-APSメッセージの送信も停止する。
- q) **Tx R-APS (msgtype, status_bits) (R-APS(msgtype, status_bits)送信)** –10.1.3節に記載されるように両方のリングポートでR-APSメッセージの連続送信を開始する。
- r) **Flush FDB (FDB フラッシュ)** –9.6節に記載されるようにFDBフラッシュを起動する。

マルチリング/ラダーネットワークでは、網間接続ノードに接したリングリンクの障害は、その一部として設

定されたイーサネットリングにおいてのみ、前述の動作を起動する。あるサブリングリンクのリンク故障は、当該サブリングにおいてのみ、前述の動作を起動する。

a)から i)へのアクションはリングポートを閉塞または閉塞解除された転送状態のいずれかにさせる。転送状態は ETH_C_MI_RAPS_PortState[0..1]信号により所定(0/1)のリングポートのために読み込み可能である。ETH_C_MI_RAPS_PortState は"閉塞"または"閉塞解除"の値を取る。ETH_C_MI_RAPS_PortIds[0..1]信号は所定のリングポート(0/1)を ERP 制御処理により制御された ETH_FF 機能内の ETH フローポイントに関連付けられる。ETH_C_MI_RAPS_PortId は ERP 構成に基づいた EMF によって設定され、装置管理インタフェースの構成パラメータとしてオペレータにはさらされない。

10.1.3 R-APS メッセージ転送

R-APS メッセージは、MAC 宛先アドレスに符号化された(ETH_C_MI_RAPS_RingID により構成された)リング ID を持ち、R-APS 要求プロセスで指定された要求/状態とステータス情報と共に送信される。

Tx R-APS (msgtype, status_bits)動作は、要求/状態フィールドが msgtype によって指定される値に設定され、状態ビットは status_bits が 1、他のビットが 0 と設定された R-APS message を送信開始する。R-APS メッセージは両方のリングポートから送信される。これは、後述する”イベント”メッセージを例外として、他の如何なるメッセージの連続送信も停止させる。

Stop TX R-APS 動作は、いかなる R-APS メッセージの送信も停止する。

R-APS メッセージは、R-APS の特定の VLAN を通して転送される。

新しい R-APS メッセージは、表 10-2 の出力動作として要求された場合には、すぐに送信されるべきである。送信されるべき R-APS 情報が変更された場合、可能な限り迅速に 3 個の R-APS メッセージがバースト的に送信される。これは仮に 1 個若しくは 2 個の R-APS メッセージが喪失若しくは破損した場合であっても、迅速なプロテクション切替が可能であることを保証する。50 ミリ秒以内のプロテクション切替のために、最初の 3 個の R-APS メッセージの間隔は 3.33 ミリ秒以上であるべきでは無い。これは、CCM メッセージの高速検知のために必要な間隔と同一である。“イベント”メッセージ以外のメッセージに対しては、最初の 3 個のメッセージが送信された後、5 秒毎に 1 個のメッセージ周期で、R-APS メッセージは送信され続ける。特に指定のない限り、全ての R-APS 情報は両方のリングポートから送信される。もしサブリングの網間接続ノードが R-APS 仮想チャネルを持つなら、R-APS メッセージは常にサブリングリンクと R-APS 仮想チャネルから送信される。R-APS 仮想チャネルを持たないサブリングの網間接続ノードの場合には、サブリング R-APS メッセージは、サブリングポートからだけ送信される。一般に、これは、送信メッセージが”両方のリングポート”に対して実行することが指示されている様な場合にも適用される。

R-APS”イベント”メッセージの送信は、3 個の R-APS メッセージのシングルバーストとしてのみ実行される。すなわち、このバースト以降は、反復継続することはない。他のメッセージとは対照的に、この R-APS メッセージの送信は、他の既存の送信処理と並行して実行される。すなわち、他のメッセージ送信を中断させることはなく、他のメッセージ送信により中断させられることもない。フラッシュメッセージは、値が“0000”のサブコードフィールド(10.3 節参照)と、値が”00000000”のステータスフィールド(10.3 節参照)を用いて送信される R-APS”イベント”メッセージである。

10.1.4 遅延タイマ

RPL オーナーノードは、切戻し動作モードのオペレーション、すなわちオペレータコマンドをクリアした後アイドル状態に戻る場合に、RPL 閉塞を始動する前に遅延タイマを用いる。切戻しモードの場合には、WTR により、断続的に発生する SF による頻繁なプロテクション切替動作が防止される。WTB は FS や MS コマンドをクリアするときに利用される。複数の FS コマンドがイーサネットリングに同時に存在することができるため、WTB タイマは FS のクリアが RPL を再度閉塞させないことを保証する。MS コマンドをクリアしたときには、WTB タイマは RPL オーナーノードが故障回復の過程で無効になったリモート MS 要求を受信

してしまうというタイミング不整合によって閉路が形成されることを防止する。

- a) SF から回復する際、遅延タイムはネットワークが安定するように十分に長くなければならない。WTR タイマと呼ばれるこの遅延タイムは、デフォルトを 5 分として、オペレータにより (ETH_C_MI_RAPS_WTR を介して)1 分間隔で 1 分から 12 分の間に設定されるものであろう。
- b) オペレータコマンド(すなわち FS や MS)から回復する際、遅延タイムは潜在的なりモート側のいかなる FS、SF、MS をも受信できるように十分長くなければならない。この遅延タイムは WTB タイマと呼ばれ、ガードタイムより長い 5 秒と規定されている。これは送信する側のイーサネットリングノードが 2 つの R-APS メッセージを送信でき、イーサネットリングとして潜在的な状態を同定することができる十分な時間である。

この遅延タイムは RPL オーナーノードで有効となる。有効な遅延タイムが満了すると RPL オーナーノードが R-APS(NR,RB)メッセージを送信することによって切戻し処理を開始する。遅延タイム(すなわち WTR や WTB)は、任意の高優先要求がこの遅延タイムを先取りしたときに無効になる。

遅延タイム(すなわち WTR と WTB)はスタートしたり、停止したりする。遅延タイムをスタートする要求は遅延タイムを再開させない。遅延タイムをとめるという要求が、遅延タイムを停止させ、その値をリセットする。クリアコマンドが遅延タイムを止めるために使われることもある。

遅延タイムが動作している間、適切な WTR もしくは WTB 動作信号が継続して生成される。遅延タイムが満了した後は、WTR もしくは WTB 動作信号は停止されて、WTR もしくは WTB 満了信号がそれぞれ生成される。遅延タイムがクリアコマンドによって止められると、WTR もしくは WTB 満了信号は生成されなくなる。

10.1.5 ガードタイム

10.1.3 節で定義されるように R-APS メッセージが送信される。R-APS メッセージをコピーしすべてのイーサネットリングノードに転送するこの転送方法は、もはや有効ではない古い要求に一致したメッセージを配信してしまうことがある。古い R-APS メッセージを受信することによって、リングが異常な状態に陥ってしまうかもしれない。ガードタイムは、イーサネットリングノードが無効となった R-APS メッセージに基づいて動作すること、閉ループを構成してしまうことを防止するために利用される。

イーサネットリングノードがローカル切替要求をクリアした(すなわちローカルクリア SF、クリア)を受信したならば、ガードタイムが起動する。ガードタイムの周期は、デフォルト 500 ミリ秒として、オペレータにより (ETH_C_MI_RAPS_GuardTime を介して)10 ミリ秒間隔で 10 ミリ秒から 2 秒までの間に設定されるだろう。このタイム周期は R-APS メッセージがすべてのリングを横断するときに予測される最大の転送遅延よりも大きくなければならない。ガードタイムの周期を長くすればするほどイーサネットリングノードが他のイーサネットリングノードから転送された新しいもしくは既存の関連する要求を長くに渡って認識できなくなり、それゆえ要求に反応できなくなる。

イーサネットリングノードはすべてガードタイムを用いる。ガードタイムがスタート後は、自動的に満了する。ガードタイムが動作している間、10.1.6 節に示される要求/状態フィールドが 1110 をもつ R-APS メッセージを除いた、どんな R-APS 要求/状態またはステータス情報は閉塞され、優先ロジックに転送されない。ガードタイムが動作していないときは、R-APS 要求/状態またはステータス情報はそのまま転送される。

10.1.6 妥当性検証部

妥当性検証部は受信した R-APS メッセージの要求/状態フィールドが表 10-3 に定義された要求/状態のひとつに合致することを検証する。”将来的な国際規格のための予約”として記載されている要求/状態フィールドをもつ R-APS メッセージはここで取り除かれることとなる。要求/状態フィールドに 1110 を持つ R-APS メッセージを受信し、かつサブコードフィールドが 0000、状態フィールドが 00000000 である場合には、フラッシュロジックにフラッシュ指示が発行される。フラッシュ指示信号は 10 ミリ秒後に無効となる。要求/状態

フィールドが 1110 をもつ R-APS メッセージはガードタイマの影響を受けない。

さらに、妥当性検証部は受信 R-APS メッセージのリング ID が ERP インスタンスのリング ID と合致することを検証する。リング ID が一致しない R-APS メッセージは取り除かれる。

10.1.7 ローカル故障ロジック

ローカル故障ロジックは、受信した ETH-CL-SSF 情報と、ホールドオフタイマプロセスに基づいて、リングリンクの SF 状態を発出する。ホールドオフタイマ処理の後、EHT-CL-SSF がクリアされない限りは、ETH-CL-SSF を受けることによって継続的に SF を発することになる。

EHT-CL-SSF のクリアにより SF クリアの信号が生成される。

10.1.8 ホールドオフタイマ

複数レイヤでのプロテクション切替のタイミングを調整するために、ホールドオフタイマが必要となる場合がある。例えば、クライアントレイヤの切替をする前にサーバレイヤのプロテクション切替により問題を解決するチャンスを与えることなどが目的となる。

それぞれの ERP 制御プロセスは(ETH-C-MI-RAPS-HoTime を介して設定可能な)ホールドオフタイマを持つべきである。ホールドオフタイマ設定値の推奨範囲は 100 ミリ秒単位で 0 秒から 10 秒の範囲であり、その精度は±5 ミリ秒である。デフォルトは 0 秒である。

新しい障害もしくはより重大な障害が発生しても、ホールドオフタイマ値がゼロでないならば、直ちにプロテクション切替がおこるわけでない。代わりにホールドタイマが始動する。ホールドオフタイマが満了すると、タイマを始動したトレイルは障害がまだ存在しているかどうか検証される。もしそうであれば、その障害はプロテクション切替に報告される。報告された障害はタイマを始動させたものと同じである必要ない。

10.1.9 ローカル優先順位

ローカル優先ロジックは、現在の最優先の要求に従い(ETH-C-MI-RAPS-ExtCMD の)ローカルオペレータコマンドを評価する。オペレータからのクリア、MS、FS のコマンドは優先ロジックに転送される。

クリアコマンドは以下の場合に限り有効である。

- a) ローカル FS もしくは MS コマンドが実施されている場合[8 節に示されるクリア操作 a)]
- b) イーサネットリングノードが RPL オーナーノードであって、最優先の要求が R-APS(FS)か R-APS(MS)のどちらでもない場合[8 節に示されるクリア操作 b) または c)]

ローカルコマンドは、優先順位の高い最優先要求、つまりローカル状態、ローカルコマンドもしくは R-APS 要求により上書きされてしまった場合、そのコマンドは無効になる。例えば、高優先の最優先要求を受信した場合、いかなる既存の MS や FS も排除され、以前のコマンドはもはや最優先のローカル要求を意味することはない。この場合は、コマンドは自動的に優先ロジックにあるクリアコマンドを転送することなく削除される。

10.1.10 フラッシュロジック

フラッシュロジックは、それぞれのリングポートに対して、そのリングポート上で受信した最新の R-APS メッセージのノード ID 情報と閉塞ポート参照(BPR)を保持する。ERP 制御プロセスの初期化の一環として、この 2 つの情報は両方のリングポートにおいて次の値にリセットされる。

- ・ Node ID: 00:00:00:00:00:00 Node ID: 00:00:00:00:00:00
- ・ BPR: 0 BPR: 0.

リングポート上で R-APS メッセージを新たに受信した場合、フラッシュロジックは(Node ID, BPR)の組を抽出し、そのリングポートに保持されている(Node ID, BPR)の組と比較する。もしも、新しい情報が以前のペアと異なる場合、以前のペアは消去され、新たに受信した(Node ID, BPR)がそのリングポートに保存される。

更に、もしそれがまた他のリングポートに保存されている(Node ID, BPR)と異なっている場合には、新たな R-APS メッセージが DNF もしくは受信しているイーサネットリングノードの ID を持っている場合を除いて、フラッシュ FDB 動作が起動される。このプロセスにて受信した R-APS(NR)メッセージによっては、FDB フラッシュは引き起こされない、しかし、受信リングポートの現在の(Node ID, BPR)を削除することとなる。それにもかかわらず、受信した(Node ID, BPR)は保存されない。リングポートが閉塞に変化したとき、すなわち閉塞/非閉塞を示すリングポートの状態信号が示されたとき、フラッシュロジックは両方のリングポートで、現在の(Node ID, BPR)を削除する。

仮想チャネルモデルを用いずに動作しているサブリングに対しては、以下の手続きに従うべきである。1 つのリングポート上で R-APS メッセージを新たに受信した場合、(Node ID, BPR)を抽出し、そのリングポートに保持されている前値の(Node ID, BPR)と比較する。もしも、新しい情報が以前のペアと異なる場合、以前のペアは消去され、新たに受信した(Node ID, BPR)がそのリングポートに保存される。更に、新たな R-APS メッセージが DNF である場合を除き、フラッシュ FDB 動作が起動される。加えて、他のリングポートが保持する(Node ID, BPR)は削除される。このプロセスにて受信した R-APS(NR)メッセージによっては、FDB フラッシュは引き起こされない、しかし、受信リングポートの現在の(Node ID, BPR)を削除することとなる。それにもかかわらず、受信した(Node ID, BPR)は保存されない。リングポートが閉塞に変化したとき、すなわち閉塞/非閉塞を示すリングポートの状態信号が示されたとき、フラッシュロジックは両方のリングポートで、現在の(Node ID, BPR)を削除する。

フラッシュロジックは、妥当性検証部からフラッシュ指示を受けたときに、フラッシュ FDB 動作を起動する。

10.1.11 網間接続のフラッシュロジック

2つのリングポート(すなわち、対象とする ERP インスタンス)を制御する ERP 制御プロセスの網間接続フラッシュロジックは、入力として、同じ網間接続ノードに配置されたサブリングにおけるすべての ERP 制御プロセスからトポロジ変化信号 Topology_Change[1..M]を受信する。加えて、それぞれの Topology_Change [1..M] 信号に対して、対応する MI ETH_C_MI_RAPS_Propagate_TC[1..M]信号が存在する。これらのトポロジ変化信号の一つが無効から有効に切り替わると、フラッシュ FDB 動作が対象とする ERP インスタンスのリングポートにおいて起動される。Topology_Change 信号に加えて、対応する ETH_C_MI_RAPS_Propagate_TC MI が有効である場合には、R-APS “イベント”メッセージがターゲット ERP インスタンスの R-APS チャネル上に3連続で送信される。

ETH_C_MI_RAPS_Propagate_TC は値として有効若しくは無効をとることができ、デフォルトは無効である。

10.1.12 トポロジ変化の伝播

サブリングの ERP インスタンスの ERP 制御プロセスによってフラッシュ FDB 動作が引き起こされたとき、トポロジの変化が伝搬することで Topology_Change 信号が有効になる。Topology_Change 信号は 10 ミリ秒後に無効になる。

10.1.13 後方互換ロジック

後方互換ロジックは、入力として、ETH_C_MI_RAPS-Compatible_Version, ETH_C_MI_RAPS_Revertive および、ETH_C_MI_RAPS_ExtCMD を受付ける、すなわち、本標準の本バージョンに規定されたものである。もし、ETH_C_MI_RAPS-Compatible_Version が本標準の本バージョン番号を示すものであるならば、その入力とコマンドは透過的に転送される。ETH_C_MI_RAPS-Compatible_Version が本標準のバージョン番号よりも前のバージョン番号を示すもの、若しくは対応する ITU 勧告の前の版を示すものに設定されるなら、特定の入力とコマンドは転送されない場合がある。ETH_C_MI_RAPS_Revertive のデフォルト値は真でなくてはならない。もし ETH_C_MI_RAPS_Revertive が偽にセットされるとイーサネットリングは非切戻しモードで動

作する。

- a) ETH_C_MI_RAPS_Compatible_Version が 1 にセットされた場合、
 - 1) ETH_C_MI_RAPS_ExtCMD の MS と FS のオペレータコマンドは取除かれ、ローカル優先ロジックに渡されない。
 - 2) 切戻しモードは真にセットされる。
- b) ETH_C_MI_RAPS_Compatible_Version が 2 にセットされた場合
 - 1) ETH_C_MI_RAPS_ExtCMD の MS と FS のオペレータコマンドはローカル優先ロジックに転送される。
 - 2) 切戻しモードは入力された ETH_C_MI_RAPS_Revertive と同じ値にセットされる
- c) ETH_C_MI_RAPS_Compatible_Version は 1 と 2 を許容し、デフォルト値は 2 としなくてはならない。ITU-T G.8032(2008)および ITU-T G.8032 Amd.1(2009)に規定される機能だけを想定したイーサネットリングノードが同じイーサネットリングに存在する場合には、ETH_C_MI_RAPS_Compatible_Version は 1 にセットされる。

10.1.14 R-APS 閉塞ロジック

R-APS 閉塞ロジックは R-APS 要求プロセスからの閉塞／閉塞解除リングポート信号、優先ロジックからの最優先要求、ETH_C_MI_RAPS_Sub_Ring_Without_Virtual_Channel 信号を受信する。

ETH_C_MI_RAPS_Sub_Ring_Without_Virtual_Channel が無効、すなわちサブリングが R-APS 仮想チャネル有りで動作するように設定されている場合には、リングポートを閉塞する必要性が指示されたとき、トラフィックトラフィックチャネルと R-APS チャネルは閉塞される。

ETH_C_MI_RAPS_Sub_Ring_Without_Virtual_Channel が有効、すなわちサブリングが R-APS 仮想チャネル無しで動作するように設定され、かつ最優先要求がローカル SF でもローカル FS 要求でもない場合には、閉塞／閉塞解除リングポート信号に基づきリングポートのトラフィックチャネルが閉塞される。しかし、R-APS チャネルは閉塞されない。もし最優先要求がローカル SF かローカル FS のどちらかである場合には、閉塞／閉塞解除リングポート信号の値によって、トラフィックチャネルと R-APS チャネルの両方が閉塞される。

ETH_C_MI_RAPS_Sub_Ring_Without_Virtual_Channel のデフォルト値は無効でなければならない。

10.2 プロテクション切替の挙動

本節では、故障や回復時のプロテクション切替の挙動について記述する。

注: プロテクション切替におけるイベントのシーケンスシナリオは付録Ⅲに図示する。

10.2.1 プロテクション切替-リンク信号故障の場合

SF 要求のないイーサネットリングは、RPL で閉塞され、他のすべてのリングリンクで閉塞されていないトラフィックチャネルを有する論理トポロジをもつ。この場合、リンクリンクで SF 状態を検出することによって、以下のようなプロテクション切替が発生する。

- a) もし他の高優先要求が存在しない場合、リングポートの一つに SF 状態を検出しているイーサネットリングノードは、障害のあるリングポートのトラフィックチャネルと R-APS チャネルを閉塞する。
- b) もし他の高優先要求が存在しない場合、SF 状態を検出しているイーサネットリングノードはリングポート上の SF を示す R-APS メッセージを送信する。R-APS(SF)メッセージは他のイーサネットリングノードに SF 状態であることと、トラフィックチャネルと R-APS チャネルが閉塞されているという事実を通知する。R-APS(SF)メッセージは、SF 状態が続く限り、継続的に SF 状態を検出しているイーサネットリングノードによって送信されなければならない。サブリングの網間接続ノードにおいては、R-APS(SF)メッセージはサブリングポートの R-APS チャネルに送信される
- c) もし他の高優先要求が存在せず、イーサネットリングのノードが SF 状態になる前はアイドル状態であった場合には、この SF 状態を検出したときにイーサネットリングノードがローカル FDB フラッシュを引き起こす。
- d) もし他の高位のローカル優先要求が無い場合には、R-APS(SF)メッセージを受付けているイーサネットリングノードは、SF 状態にない閉塞されたリングポートを閉塞解除する。この動作により、RPL のトラフィックチャネルが閉塞解除される。
- e) もし他の高位のローカル優先要求が無い場合には、R-APS(SF)メッセージを受付けているイーサネットリングノードは、他の R-APS メッセージの送信を停止する。
- f) DNF 指示がない場合には、R-APS(SF)メッセージを受付けているイーサネットリングノードは、従属節 10.1.10 に記載されるメカニズムに従ってフラッシュ FDB 動作を行う。

上述の動作がそれぞれのイーサネットリングノードで実行されるとプロテクション切替が完了する。この時点で、イーサネットリング内で新たなトラフィックの流れが形成される。

マルチリング / ラダーネットワークでは、サブリングの網間接続ノード間のリングリンクで障害が発生すると、前述動作はサブリングが接続しているイーサネットリングにおいてのみ実行される。一方、他のリングリンクで障害が発生した場合には、そのリングリンクが属するイーサネットリングで前述動作が発生する。双方向リンク故障はそのリングリンクに隣接する 2 つのイーサネットリングノードによって検出される。これらの 2 つのイーサネットリングノードはプロテクション切替を発動し、トラフィックチャネルを障害のあるリングリンクの両端で閉塞する。単方向リンク故障はリングリンクに隣接するイーサネットノードの一方のみによって検出される。このイーサネットリングノードはプロテクション切替を起動する唯一のノードであり、障害のあるリングリンクのその端でトラフィックチャネルを閉塞する。これらリングポート閉塞の挙動は、リンク故障回復時に閉路を形成しない用にするために必須である。ノード故障の場合には、そのノードの 2 つのリングリンクが故障した場合と同様に扱われる。その故障ノードに隣接するイーサネットリングノードがリングリンクの SF 状態を検出し、プロテクション切替を引き起こすこととなる。

10.2.2 プロテクション切替-リンクの信号劣化の場合

信号劣化の場合のプロテクション切替は将来課題である。

10.2.3 プロテクション切替-故障回復の場合

SF 状態のクリアを検出することとなる SF 状態にある一つもしくはそれ以上のリングポートを持つイーサネットリングノードは、ERP 切戻しの結果、RPL が閉塞されるまで、もしくはイーサネットリング上で他の高優先要求(例えば、SF 状態)が発生するまで、少なくとも 1 つのリングポートでトラフィックチャネルおよび R-APS チャネルを閉塞したままに保つ。

イーサネットリングノードは、あるリングポートが SF 状態に有り、その SF 状態のクリアを検出した場合、両方のリングポートに優先情報として自分自身のノード ID を含み、イーサネットリングノードに NR であり、10.1.5 節に記述されるガードタイマを初期化する R-APS(NR)メッセージを連続的に送信する。リンクが閉塞したままとなっている他の回復したイーサネットリングノードは、受信したノード ID と自身のノード ID とを比較する。受信した R-APS(NR)メッセージが高優先である場合には、イーサネットリングノードはそのリングポートを閉塞解除する。それ以外の場合には、閉塞したままとする。これにより、片端で閉塞されたリンクはただ 1 つのみ存在することとなる。

イーサネットリングノードは R-APS(NR, RB)を受信した時、または他の高優先要求を受信した時に、R-APS(NR)メッセージの送信を停止する。

10.2.3.1 切戻し時の振舞い

すべてのリングリンクとイーサネットリングノードが回復し、外部からの要求がない場合は、切戻しが行われる。切戻しは以下のように行われる。

- a) R-APS(NR)メッセージを受けると RPL オーナーノードは WTR タイマをスタートする。
- b) WTR 実行中に、NR よりも高い優先要求が RPL オーナーノードで受け付けた場合もしくは発生した場合には、WTR タイマはキャンセルされる。
- c) 他の高優先要求がなく WTR タイマが満了した時には、RPL オーナーノードは RPL のトラフィックチャネルを閉塞し、次に R-APS(NR, RB)メッセージを両方のリングポートに送信し、RPL が閉塞されたことをイーサネットリングに通知して、最後にフラッシュ FDB 動作をすることで、切戻しを行う。
- d) R-APS(NR, RB)メッセージを受信すると、すべてのイーサネットリングノードは、RPL 以外の SF 状態ではない閉塞リングリンクを閉塞解除する。もし、DNF 指示のない R-APS メッセージならば、すべてのイーサネットリングノードは 10.1.10 節に記載されたメカニズムによって必要なフラッシュ FDB 動作を実施する。

10.2.3.2 非切戻し時の振舞い

非切戻し動作では、すべてのリングリンクとイーサネットリングノードが回復し、外部からの要求がない場合であっても、イーサネットリングは自動的に切戻らない。

- a) RPL オーナーノード R-APS(NR)メッセージの受信に対して応答しない。
- b) 他の異常のないイーサネットリングノードが NR(ノード ID)メッセージを受信しても何の動作も取らない。
- c) オペレータが RPL オーナーノードで非切戻しモードのクリアコマンドを発行したとき、非切戻し動作がクリアされる。RPL オーナーノードはその RPL ポートを閉塞して、R-APS(NR, RB)メッセージを双方向に繰り返し送信する。
- d) R-APS(NR, RB)メッセージを受信すると、閉塞を実施していたすべてのイーサネットリングノードはその障害のないリングポートを閉塞解除する。もし R-APS(NR, RB)メッセージに DNF 通知がないならば、すべてのイーサネットリングノードは 10.1.10 節に示されるメカニズムを行うことによって必要なフラッシュ FDB を実行する。

10.2.4 プロテクション切替-手動切替の場合

NR 状態のイーサネットリングは、トラフィックチャネルが RPL で閉塞され、他のすべてのリングリンクで閉塞解除されている論理トポロジを持つ。この状況下で、オペレータによる MS コマンドは、以下のようにプロテクション切替を動作させる。

- a) 他の高優先のコマンドが存在しない場合には、手動切替コマンドが発行されたイーサネットリングノードは手動切替コマンドが発行されたリングポートにおいてトラフィックチャネルと R-APS チャネルを閉塞する。イーサネットリングノードは他のリングポートを閉塞解除するべきである。
- b) 他の高優先のコマンドが存在しない場合には、手動切替コマンドが発行されたイーサネットリングノードは両方のリングポートから MS を示した R-APS メッセージを送信する。R-APS(MS)メッセージは、ローカル MS コマンドが発行されたイーサネットリングノードの最優先コマンドである間、このイーサネットリングノードから送信されつづける。R-APS(MS)メッセージは他のイーサネットリングノードに MS コマンドを通知し、トラフィックチャネルがそのリングポートで閉塞されていることを通知する。
- c) 他の高優先のコマンドが存在せず、手動切替コマンドが発行される前にイーサネットリングノードがアイドル状態であるなら、手動切替コマンドによってイーサネットリングノードはローカル FDB フラッシュ動作を行う。
- d) R-APS(MS)メッセージを受信していて、ローカルに高優先のコマンドが存在しない場合には、イーサネットリングノードは、SF 状態にない閉塞リングポートを閉塞解除する。この動作により RPL 上のトラフィックチャネルが閉塞解除される。
- e) R-APS(MS)メッセージを受信していて、ローカルに高優先のコマンドが存在しない場合には、イーサネットリングノードは、R-APS メッセージの送信を停止する。
- f) R-APS(MS)メッセージを受信しているイーサネットリングノードは 10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ FDB 動作を実施する。

MS 要求に基づくプロテクション切替は、上記の動作が各イーサネットリングノードに実行されることで完了する。この時点で、イーサネットリング上で新たなトラフィックの流れが形成される。この時点から、さらなる MS コマンドの処理に関して以下のルールが適用される。

- 1) 既存の MS の要求が発行されたイーサネットリングノードで拒絶され、新しい MS 要求を受け付けられなかったことオペレータに知らせる通知が生成される。
- 2) ローカル MS コマンドで異なるノード ID を持つ R-APS(MS)メッセージを受信したイーサネットリングノードはその MS の要求をクリアしなければならない。そして R-APS(NR)メッセージを送信開始する。イーサネットリングノードは、リングポートを以前の MS コマンドによる閉塞状態のままに保たなくてはならない。
- 3) ローカル MS コマンドと同時に、R-APS メッセージ、もしくは R-APS(MS)より高優先のローカル要求を受けたイーサネットリングは、その MS 要求をクリアしなければならない。それから、イーサネットリングノードは新しい高優先の要求を処理する。

10.2.4.1 手動切替 - クリア

MS コマンドは、オペレータが MS にあるイーサネットリングノードへクリアコマンドを発行することによって取り除かれる。クリアコマンドは既存のローカルのオペレータコマンドをクリアし、イーサネットリングが切戻し動作モードの場合は切戻しを生じさせる。

MS がクリアされたイーサネットリングノードは、リングポートのトラフィックチャネルと R-APS チャネル (10.1.14 節に記述される) を以前の MS コマンドに因る閉塞状態のままにしておかなければならない。ERP 切戻しの結果 RPL が閉塞されるまで、もしくは他の高優先の要求 (例えば SF 状態) が生じるまで閉塞のま

まに保たなくてはならない。

MS がクリアされたイーサネットリングは、イーサネットリングノードが NR であるという情報を持つ R-APS(NR)メッセージを両方のリングポートから継続的に送信する。イーサネットリングノードが R-APS(NR, RB)メッセージを受け付けるか、他の高優先の要求を受信したときには、R-APS(NR)メッセージの送信を止める。

もし、MS がクリアされたイーサネットリングノードが、自身のノード ID よりも高いノード ID をもつ R-APS(NR)メッセージを受けた時、イーサネットリングノードは SF 状態にないリングポート閉塞解除し、両方のリングポートで R-APS(NR)メッセージの送信を停止する。

切戻し動作

切戻しの方法は以下の通り。

- a) R-APS(NR)メッセージの受信と他に高優先の要求がない場合、RPL オーナーノードは WTB タイマをスタートさせ、タイマの満了を待ちます。WTB タイマが動作している間は潜在的な R-ASP(MS)メッセージは、WTB 動作信号のほうが高優先であるために、無視されます。
- b) WTB タイマが満了したとき、RPL オーナーノードは WTB 満了信号を生成する。WTB 満了信号を受信した RPL オーナーノードは、RPL 上のトラフィックチャネルを閉塞することによって切戻しを起し、両方のリングポートに R-APS(NR, RB)メッセージを送信して、RPL が閉塞され、フラッシュ FDB 動作が行われていることをイーサネットリングに通知する。
- c) R-APS(NR, RB)メッセージを受信することによって、イーサネットリングノードは、RPL 以外の SF 状態にない閉塞リングリンクを閉塞解除する。もし R-APS(NR, RB)メッセージが DNF 通知をもたないならば、すべてのイーサネットリングノードは 10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ FDB 動作を実行します。この動作は、オペレータコマンドの結果として閉塞リングポートを閉塞解除する。

非切戻し動作

非切戻し動作の方法は以下の通りである。

- a) RPL オーナーノードは、R-APS(NR)メッセージを受信して、また他の高優先要求がない状態では、何の動作も行わない。
- b) そのとき、オペレータが RPL オーナーノードでクリアコマンドを発行した後、このイーサネットリングノードは RPL に接しているリングポートを閉塞し、R-APS(NR, RB)メッセージを両方のリングポート上に送信し、RPL が閉塞されていることをイーサネットリングに通知して、フラッシュ FDB 動作を行う。
- c) R-APS(NR, RB)メッセージを受信すると、すべてのイーサネットリングノードは RPL 以外の SF 状態ではない閉塞リングリンクを閉塞解除する。R-APS(NR, RB)メッセージが DNF 通知を持たない場合は、すべてのイーサネットリングノードは 10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ FDB 動作を行う。

10.2.5 プロテクション切替 – 強制切替

NR 状態のイーサネットリングは、トラフィックチャネルが RPL で閉塞され、他のリングリンクでは閉塞解除されている論理トポロジを持っている。この状況で、オペレータが FS コマンドを起動したとすると、以下のようなプロテクション切替が行われる。

- a) FS コマンドが発行されたイーサネットリングノードは、FS コマンドが発行されたリングポート上でトラフィックチャネルと R-APS チャネルを閉塞する(10.1.14 章参照)。イーサネットリングノードはその他のリングポートを閉塞解除するべきである。

- b) FS コマンドが発行されたイーサネットリングノードは、両方のリングポートに FS を示す R-APS メッセージを送信する。R-APS(FS)メッセージは、ローカル FS コマンドが発行されたイーサネットリングノードの最優先のコマンドである間、このイーサネットリングノードによって継続的に送信される。R-APS(FS)メッセージは、他のイーサネットリングノードに FS コマンドを通知し、トラフィックチャネルが特定のリングポートで閉塞されているという事実を示す。
- c) ローカルで高優先要求が存在しない場合には、R-APS(FS)メッセージを受付けたイーサネットリングノードは閉塞リングポートを閉塞解除する。この動作により RPL 上のトラフィックチャネルは閉塞解除される。
- d) ローカルで高優先要求が存在しない場合には、R-ASP(FS)メッセージを受付けたイーサネットリングノードは、R-APS メッセージの送信を停止する。
- e) R-APS(FS)メッセージを受信したイーサネットリングノードは、10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ FDB 動作を実行する。

FS 要求に基づくプロテクション切替は、上記の動作が各イーサネットリングノードに実行されることで完了する。この時点で、イーサネットリング上で新たなトラフィックの流れが形成される。この時点から、さらなる FS コマンドの処理に関して以下のルールが適用される。

- 1) 既存の FS 要求が発行されたイーサネットリングノードに直前のローカル FS の要求が残存している場合を除き、新しい FS 要求が受けられる。新たな FS コマンドが発行されたイーサネットリングノードは、直前の FS が発行されたリングポートのトラフィックチャネルと R-APS チャネルを閉塞すべきである。FS コマンドを発行したイーサネットリングノードは両方のリングポートに FS を示す R-APS メッセージを送信する。R-APS(FS)メッセージは、ローカル FS コマンドが発行されたイーサネットリングノードで最優先である間は、イーサネットリングノードによって継続的に送信される。そのような 2 つあるいはそれ以上の FS がイーサネットリング上で許される。これは、イーサネットリングの分断をもたらすかもしれない。これが希望に沿わないなら、オペレータはネットワークの分断をさけるように配慮することが求められる。

10.2.5.1 強制切替 – クリア

FS コマンドは、オペレータが、FS が発行されたのと同じイーサネットリングノードに対してクリアコマンドを発行することによってクリアされる。クリアコマンドは現行のローカルオペレータコマンドをクリアし、もしイーサネットリングが切戻し動作モードなら切戻しを起動する。

FS がクリアされたイーサネットリングノードはトラフィックチャネルと R-APS チャネルに対して(10.1.14 節に示すように)リングポートを、その FS コマンドの結果として生じた閉塞のままにしなければならない。このリングポートは、ERP の切戻しの結果として RPL が閉塞されるまで、もしくはイーサネットリングにおける他の高優先の要求(例えば、SF 状態)が生じるまで閉塞されたままである。

FS がクリアされたイーサネットリングノードは、両方のリングポートに NR であるという情報を持つ R-APS(NR)メッセージを継続的に送信通する。イーサネットリングノードは、R-APS(NR, RB)メッセージを受信したとき、もしくは他の高優先な要求を受信したときに R-APS(NR)メッセージの送信を停止する。

もし、FS がクリアされたイーサネットリングノードが自身のノード ID よりも大きなノード ID を持つ R-APS(NR)メッセージを受信したとき、イーサネットリングノードは SF 状態にないリングポートを閉塞解除し、両方のリングポートの R-APS(NR)メッセージの送信を停止する。

切戻し動作

切戻し動作の方法は以下の通りである。

- a) R-APS(NR)メッセージの受信によって、RPL オーナーノードは WTB タイマを開始する。

- b) **WTB** が満了するまでの間に、**NR** よりも高優先の要求が **RPL** オーナーノードによって受信されるか、**RPL** オーナーノードで発生した場合には、**WTB** タイマはキャンセルされる。
- c) 他の高優先な要求がなく、**WTB** タイマが満了した時、**RPL** オーナーノードは **RPL** 上のトラフィックチャンネルを閉塞することによって切戻しを開始し、両方のリングポートに **R-APS(NR, RB)**メッセージを送信し、イーサネットリングに **RPL** が閉塞されたことを通知し、フラッシュ **FDB** 動作を行う。
- d) **R-APS(NR, RB)**メッセージの受信後、すべてのイーサネットリングノードは、**RPL** 以外の **SF** 状態の閉塞リングリンクを閉塞解除する。もし、**R-APS(NR, RB)**メッセージに **DNF** 通知がない場合、すべてのイーサネットリングノードは、10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ **FDB** 動作を行う。オペレータコマンドの結果、以上の動作により閉塞リングポートが閉塞解除されることとなる。

非切戻し動作

非切戻し動作は以下の通りである。

- a) **R-APS(NR)**メッセージの受信、他の高優先の要求がない場合は、**RPL** オーナーノードはいかなる動作も行わない。
- b) オペレータが **RPL** オーナーノードでクリアコマンドを発行した後、このイーサネットリングノードは **RPL** に接したリングポートを閉塞し、**R-APS(NR, RB)**メッセージを両方のリングポートに送信し、**RPL** が閉塞されていることをイーサネットリングに通知して、フラッシュ **FDB** 動作を行う。
- c) **R-APS(NR, RB)**メッセージを受信することによって、すべてのイーサネットリングノードは、**RPL** 以外の **SF** 状態にない閉塞リングリンクを閉塞解除する。**R-APS(NR, RB)**メッセージに **DNF** 通知がない場合は、すべてのイーサネットリングノードは 10.1.10 節に示されるメカニズムに従って必要なフラッシュ **FDB** 動作を行う。オペレータコマンドの結果、以上の動作により閉塞リングポートが閉塞解除されることとなる。

10.3 R-APS フォーマット

R-APS 情報は、イーサネット OAM メッセージの一種である R-APS PDU により運搬される。各種イーサネット OAM 操作における OAM PDU フォーマットは、[ITU-T G.8013]に定義されている。R-APS 特定情報は、R-APS PDU の特定のフィールドで送信される。R-APS PDU は、イーサネット OAM の OpCode 40 として特定される。

R-APS メッセージは、ITU 管理組織識別子(OUI)で[ITU-T G.8032]の R-APS 通信用に割り当てられた MAC アドレス領域を使用する。MAC アドレスの最後のオクテットは、リング ID として規定されている (01-19-A7-00-00-[Ring ID])。規定値のリング ID は 01 とする。

図 10-2 に示すように、本標準では、R-APS 特定情報を運ぶために R-APS メッセージの 32 オクテットを使用する。さらに、TLV オフセットフィールドを 32 に設定する必要がある。

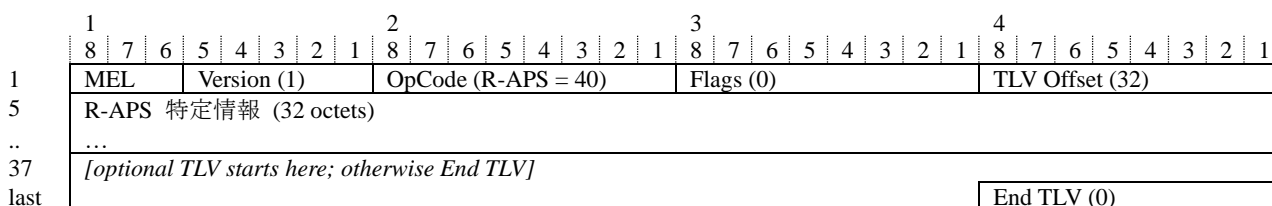


図 10-2/JT-G8032 – R-APS PDU フォーマット (ITU-T G.8032/Y.1344)

Version、OpCode、Flags、End TLV など他のフィールドは、 [ITU-T G.8013]で定義されているように、以下の値が使用される。

- a) **Version:** 本標準では、0x01 が送信される。
- b) **OpCode:** [ITU-T G.8013]で定義されているように、40 が送信される。
- c) **Flags:** 本標準では、0x00 が送信される。このフィールドは受信時に無視される。
- d) **TLV Offset:** 0x20 (=32) が送信される。
- e) **End TLV:** 0x00 が送信される。

本標準では、いかなる R-APS の特定 TLV も定義しない。

MEL フィールドは、R-APS PDU が存在する([ITU-T G.8010]に記載される)MEL が書き込まれる。

R-APS PDU 内の R-APS 特定情報のフォーマットは、図 10-3 のように、定義される。

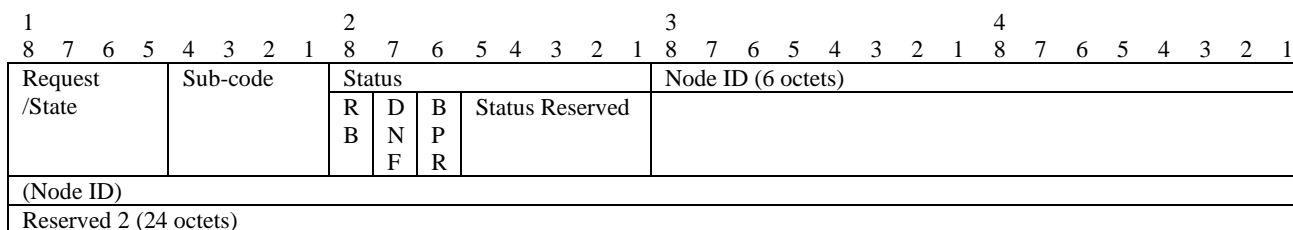


図 10-3/JT-G8032 – R-APS 特定情報フォーマット (ITU-T G.8032/Y.1344)

R-APS 特定情報のフィールドは、以下のとおりである。

- f) **Request/State (4 ビット)** - このフィールドは要求/状態を表し、表 10-3 で定義されているように符号化される

表 10-3/JT-G8032 – 要求/状態 values (ITU-T G.8032/Y.1344)

フィールド	値	記述
Request/State	1101	強制切替
	1110	イベント

	1011	信号故障 (SF)
	0111	手動切替 (MS)
	0000	要求なし (NR)
	Other	将来の国際標準のために予約

- g) Sub-code - request/state フィールドで定義されている要求/状態のサブコードのための符号
- 1) Request/State フィールドが “1110” イベントの場合
 - I. Sub-code が “0000” - Flush 要求
 - II. 他の値は、将来のために予約
 - 2) 他の request/state フィールドコードに対して、サブコードは “0000” として送信され、受信時には無視される。
- h) Status フィールド - 以下のステータス情報を格納する
- 1) RB - RPL 閉塞
 - I. RB = 1 - RPL が閉塞されていることを示す。
 - II. RB = 0 - RPL が閉塞解除されていることを示す。
RPL オーナーノードでないノードから送信される時、このビットは、0 となる。
 - 2) DNF - Do Not Flush
 - I. DNF = 1 - このメッセージの受信により FDB Flush が起動されないことを表す。
 - II. DNF = 0 - このメッセージの受信により FDB Flush が動作する可能性があることを表す。
 - 3) BPR - 閉塞ポート参照
 - I. BPR = 0 - リングリンク 0 が閉塞されていることを示す。
 - II. BPR = 1 - リングリンク 1 が閉塞されていることを示す。
サブリングのイーサネットリングノードにおける網間接続ノードから送信されたメッセージでは、このビットは 0 に設定される。
2つのリングリンクが閉塞されている場合、値は 0 か 1 のどちらでもよい。
 - 4) Status Reserved (5 ビット) - 将来の仕様のためのビットである。このフィールドはすべて 0 として送信され、受信時には無視される
- i) Node ID (6 オクテット) - イーサネットリングノード固有の MAC アドレス
- j) Reserved 2 (24 オクテット) - このフィールドは、将来の R-APS プロトコルの拡張のために予約されている。本標準のこの版では、このフィールドはすべて 0 として送信され、受信時には無視される。

10.4 プロトコル欠損障害

プロビジョニング中のエラーによっては、ERP 制御プロセスが、通常発生しえない状態の組合せを検出する可能性がある。そのような事態をオペレータに警告するために、プロトコル障害-プロビジョニングミスマッチ(FOP-PM)が定義されている。RB 状態フラグが設定された NR R-APS メッセージ(NR, RB)であって、ノード ID が自身のもとは異なっているものを RPL オーナーノードが 1 以上受信した場合には、FOP-PM が検出される。ERP 制御プロセスは、そのような故障状態を検出したとき、装置故障管理プロセスを通知しなければならない、可能な限り上手に運用継続しなければならない。これは故障状態の概要に過ぎず、関連する障害およびその詳細については、[ITU-T G.8021]で定義されている。

もし[ITU-T G.8021]に記述されるように K 回のメッセージサイクルを超える期間のリングポート上で R-APS メッセージの受信に失敗したら、ERP 制御処理は故障プロトコル([ITU-T G.8021]で定義される)タイムアウト(dFOP-TO)欠陥信号を用いて、装置故障管理処理に通知しなければならない。リングポートがリンクレベル故障(操作が不能である)を報告している、または管理上でのロックしているか R-APS メッセージ受信から

ブロックされている場合に、欠陥信号は報告されるべきである。これらについてのいくつかの例外は以下の通りである。

- ・ このリングポートで SF が報告される
- ・ 仮想チャネルモデルなしで実行するときのサブリングポート
- ・ 両端が RB の場合。

ERP 制御処理は可能な限り動作を続けるべきである。

これはただ故障条件の観点となる。dFOP-TO の検出と解除のメカニズムは[ITU-T G.8021]に定義される。そのような通知はオペレータがいくらかの適切な是正処置をとることを可能とする。そのような是正処置は、例えば、ERP 制御プロセスを再起動するためにイーサネットリングノードをリセットすることができるよう MS を実施することも含まれる。

付録 I リングプロテクションネットワークの基本方針

以下は、イーサネットリングプロテクションの基本方針である。

1. ERP のメカニズムは、あらゆる状況下（ネットワーク始動時、故障時、切替時）でイーサネットリングトポロジの開路の発生を防がなければならない。
2. リングリンクの ETH レイヤにおける接続性は、周期的に監視されなければならない。
3. リングリンクの ETH レイヤ監視機能は、ERP メカニズムに SF や SD の状態（例えば、リンク帯域の減少や誤りの増加）を通知しなければならない。
4. サーバレイヤの SF および SD 状態は、ERP メカニズムに送信されなければならない。

サービス復旧

5. ERP は、サーバレイヤのプロテクションメカニズムと競合してはならない。

通則

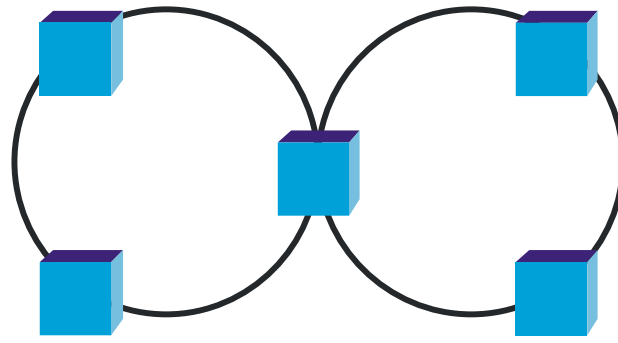
6. リングは、単一リングリンクの障害時に、マルチポイントの接続性を回復しなければならない。
7. リングは、単一ノード障害時に、当該のイーサネットリングノードにおけるトラフィック以外のマルチポイントの接続性を回復しなければならない。
8. 複数の故障が発生した場合、各セグメント内の接続性が完全に確保されたリング網分断とならなければならない。
9. ERP は、ネットワークに負荷がかかった状態でも動作しなければならない。
10. ERP は、サーバレイヤの容量とは無関係でなければならない。
11. ERP は、マルチリングやラダーネットワークでのプロテクションをサポートしなければならない。
 - a) プロテクション機構は、1 つまたは 2 つのイーサネットリングノードを用いたリング同士の網間接続を可能にしなければならない。プロテクションメカニズムは、網間接続されたリングを横断するサービスをプロテクションしなければならない。また、2 つのイーサネットリングノードを用いて網間接続されたリングである場合には、網間接続ノード間のリングリンクに故障があっても、大閉路が形成されないことを保証しなければならない。
12. ERP 制御通信は、[IEEE 802.3802.1]で標準化されたイーサネットメッセージを用いて実行されなければならない。ERP メカニズムの制御メッセージは、[ITU-T G.8013] で定義された OAM メッセージのフォーマットを用いなければならない。[ITU-T G.8013] で定義された OAM メッセージは、プロテクション制御メッセージをサポートするように拡張される可能性がある。
13. プロテクションプロセスは、決定論的でなければならない。イーサネットリング内のすべてのイーサネットリングノードは、プロテクションの状態について同様の解釈をしなければならない。
14. プロテクションメカニズムによって消費される帯域幅は、全利用可能帯域幅のごく一部でなければならない。網内で扱われているトラフィックとは独立していなければならない。
15. プロテクションメカニズムは、イーサネットのリレー機能やフィルタリング機能にいかなる制限や要求も与えてはならない。
16. メカニズムは、イーサネットリングを構成するイーサネットリングノードの数に制限を与えてはならない。運用の観点から、サポートするイーサネットリングノードの最大数は 16 から 255 の範囲内であるべきである。
17. 管理上、切替を発生させる可能性がある。
18. 切戻しモードがサポートされなければならない。
19. 非切戻しモードがサポートされなければならない。
20. イーサネットリングノードまたはリンクの単一障害において、ERP は 50 ミリ秒以下のプロテクション切替時間（すなわち[ITU-T G.808.1] 第 13 章の T_t) をサポートしなければならない。
21. ERP は、切替動作が起こる前に設定可能なホールドオフ時間をサポートするかもしれない。

22. ERP は、設定可能な回復待機時間をサポートするかもしれない。
23. ERP は、復旧時に 50 ミリ秒以下の切戻し切替時間(すなわち、[ITU-T G.808.1] 第 13 章の T_t)をサポートしなければならない。
24. ERP は、管理上、切替を発生させた場合には 50 ミリ秒以下の切替時間(すなわち、[ITU-T G.808.1] 第 13 章の T_t)をサポートしなければならない。
25. 網間接続したイーサネットリングに適応したソリューションは、イーサネットリングで扱われているサービスを廃止することなく、一方のイーサネットリングを、他方のイーサネットリングに網間接続されたサブリングに変更できるようにしなければならない。この動作は、イーサネットリングの再設定によって生じるプロテクション切替によりトラフィック断が起こる可能性を許容する。また、操作の間に発生したリンク故障により正しい切替が行われない可能性を許容する。

付録Ⅱ イーサネットリングネットワークの基本方針

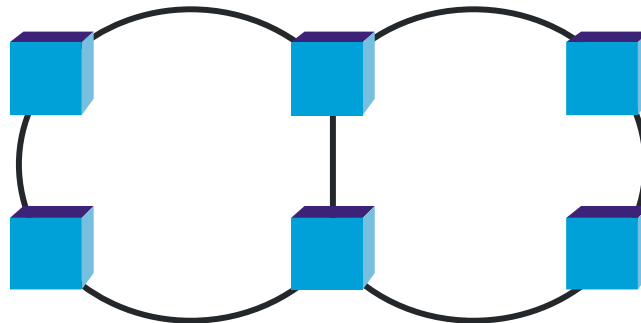
以下は、イーサネットリングネットワークの基本方針である。

1. イーサネットリングは、3.2.1 節で定義されているように、リングトポロジを構成するイーサネットリングノードの集合により構築される。
2. イーサネットリング内および非リングポートとリングポート間のトラフィック転送は、[b-IEEE 802.1] 規格で定義されているフォワーディングルールに完全に準拠していなければならない。
3. 各イーサネットリングノードは、論理リングごとに2つのリングポートを有する。
 4. イーサネットリングノードは、閉路で接続されなければならない。
5. イーサネットリングは、イーサネットリング内のすべてのイーサネットリングノード間に直接通信もしくは非直接通信を提供しなければならない。
6. イーサネットリングトポロジでは、802.3 MAC ベースのリングポートを用いて、各イーサネットリングノードは2つの他のイーサネットリングノードに接続される。
7. イーサネット MAC は、如何なるサーバレイヤ上をも転送される可能性がある。
8. イーサネットリングは、トランスポート技術(例えば、GenericFramingProcedure(GFP)マッピングを用いた Synchronous Digital Hierarchy Virtual Circuits(SDH VC)、イーサネット物理レイヤインタフェース ETY、MultiProtocolLabelSwitching(MPLS) ETH スードワイヤ、[b-IEEE 802.3]のイーサネットリンクアグリゲーション)の使用を妨げてはならない。
9. リング内の各スパン(リンク)容量は、使用されるトランスポート技術に依存する。すべてのリングリンクが同等の容量を提供する必要はない。
10. イーサネットリングの定義は、物理的なリングトポロジおよび論理的なリングトポロジのどちらにも適用できる。これらは独立していないことに注意する。
11. 同時送信、空間再利用を介して帯域幅の使用率を向上させなければならない。
12. [ITU-T G.8013], [IEEE 802.1Q]を使用する。また、他のイーサネット OAM 規格を使用する可能性もある。
13. 各イーサネットリングノードは、MAC サービスおよび IEEE 802.1Q による QoS をサポートする。各リングリンクでのイーサネットリングリソースの使用は、同じルールで制御されなければならない。
14. イーサネットリングは[b-ITU-T G.8011.1] の(EthernetPrivateLine(EPL)および[b-ITU-T G.8011.2] の EVPL))を含む E-Line、EthernetLocalAreaNetwork(E-LAN)および E-Tree のサービスをサポートしなければならない。
15. イーサネットリングトポロジは、ユニキャスト、マルチキャストおよびブロードキャストのすべてをサポートしなければならない。
16. (プロテクションを除く)通常時のイーサネットリングの動作は、転送されるクライアントメッセージの順序間違いもしくは複製を防止する。
17. エンドトゥエンドのサービスは、複数の網間接続されたリングを横断する可能性がある。
18. 複数のイーサネットリングは、図 II-1 に示すように網間接続点を介して網間接続されるか、図 II-2 に示すようにリングリンクを有する2つの網間接続ノードを介して網間接続される、もしくは図 II-3 で示すように結合されたイーサネットリングからなるマルチリングやラダーネットワークによって相互接続される可能性がある。
19. 管理上の目的で、論理リングは識別できるようになっている必要がある。



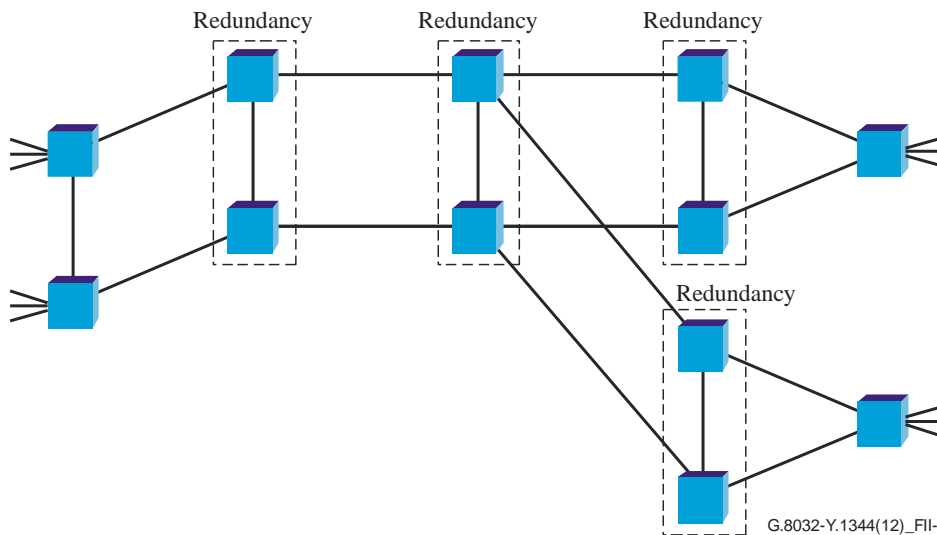
G.8032-Y.1344(12)_FI-1

図 II-1/JT-G8032 – 網間接続ノードを介したイーサネットリングの網間接続 (ITU-T G.8032/Y.1344)



G.8032-Y.1344(12)_FI-2

図 II-2/JT-G8032 – リングリンクを有する2つのイーサネットリングノードを介したイーサネットリングの網間接続 (ITU-T G.8032/Y.1344)



G.8032-Y.1344(12)_FI-3

図 II-3/JT-G8032 – マルチリング/ラダーネットワークの例 (ITU-T G.8032/Y.1344)

付録 III リングプロテクションのシナリオ

以下のシナリオは、7つのイーサネットリングノードからなるイーサネットリングについて記載している。RPLは、イーサネットリングノードAとGの間のリングリンクである。このシナリオでは、両端のRPLは閉塞されている。イーサネットリングノードGはRPLオーナーノードであり、イーサネットリングノードAはRPL隣接ノードである。

注1: ITU-T G.8032 (2008)標準に記載のシナリオは、この標準によってすべてサポートされている。前版に記載の機能を拡張する以下のシナリオは、本標準によってサポートされている。

注2: 以下の全てのシナリオにおいて、<ノードID、BPR>と表記した場合のノードIDは実際のノードIDにマッピングされる論理IDとみなすものとする。

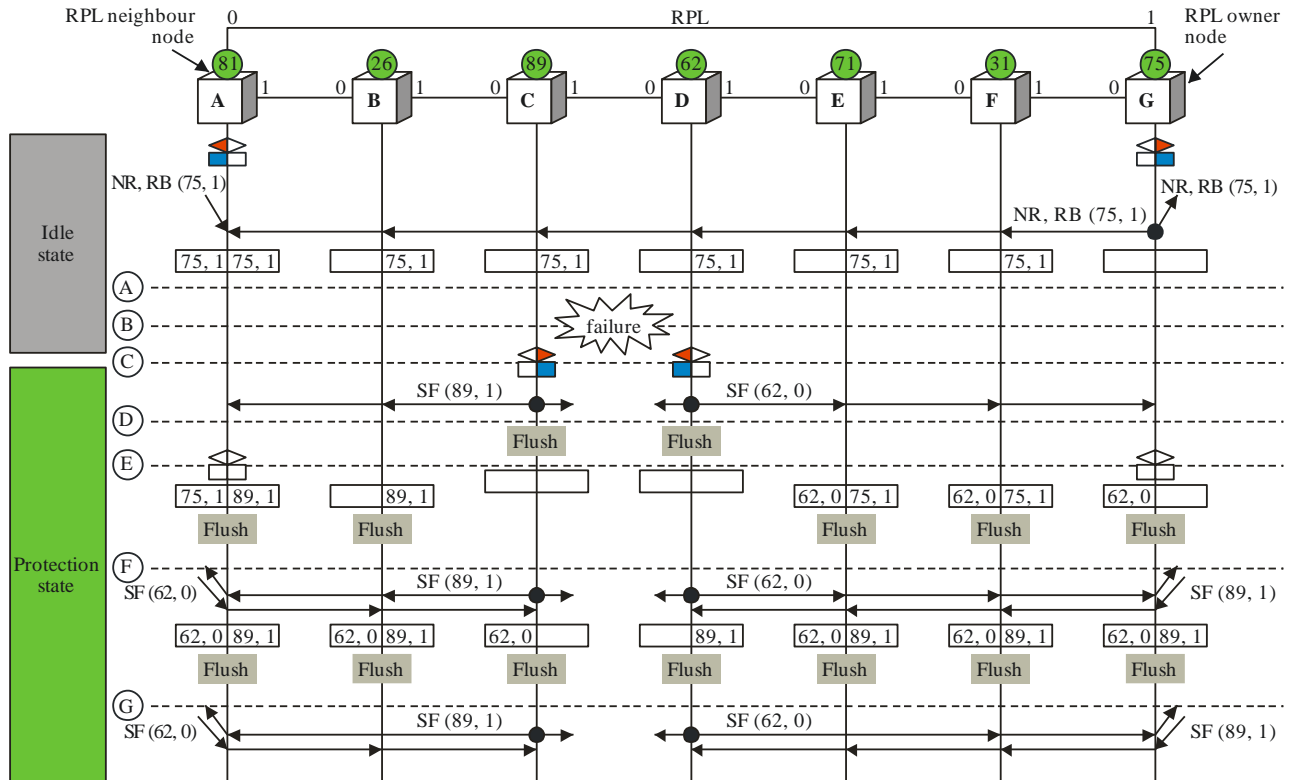
以下のシンボルを使用する。

- Message source
- ▶ R-APS channel blocking
- Client channel blocking
- Ⓜ Node ID

G.8032-Y.1344(12)_FIII.0

シナリオ A – 単一リンク故障

図 III.1 は、単一リンク障害時のプロテクション切替を示す。



G.8032-Y.1344(12)_Fill.1

図 III-1/JT-G8032 – 単一リンク故障 (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下のシナリオシーケンスは、図 III.1 の各ステップを示す：

- A. 通常状態
- B. 故障発生
- C. イーサネットリングノード C および D がローカル SF 状態を検知し、ホールドオフ時間の経過後に、故障したリングポートを閉塞し FDB フラッシュを実行する。
- D. イーサネットリングノード C および D は、SF 状態が継続している間、両方のリングポートで(Node ID, BPR)ペアを有する R-APS (SF)メッセージを定期的を送信する。
- E. R-APS (SF)メッセージを受信したすべてのイーサネットリングノードは FDB フラッシュを実行する。RPL オーナーノード G および RPL 隣接ノード A が R-APS (SF)メッセージを受信した場合には、ノード G および A はそれぞれの RPL 端点を閉塞解除し、FDB フラッシュを実行する。
- F. 第 2 の R-APS (SF)メッセージを受信したすべてのイーサネットリングノードは、ノード ID と BPR ベースのメカニズムによって再度 FDB フラッシュを実行する。
- G. 定常的な SF 状態 - R-APS (SF)メッセージがイーサネットリング上にあるとき、それ以上の R-APS (SF)メッセージは何も起こさない。

図 III.2 は、単一リンク故障の復旧を示す。

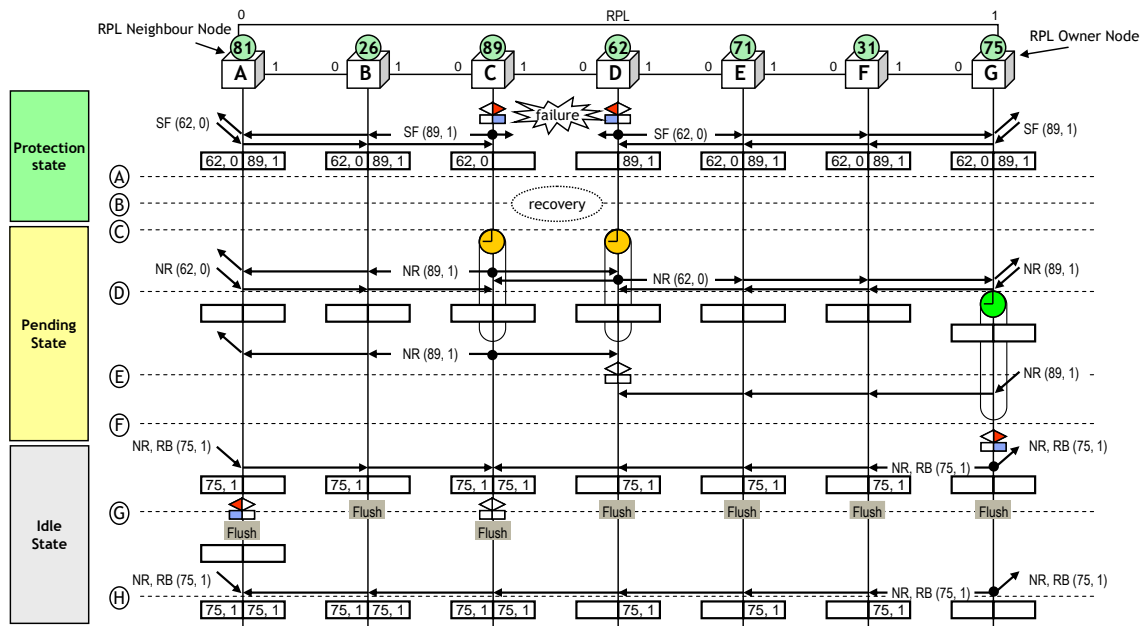
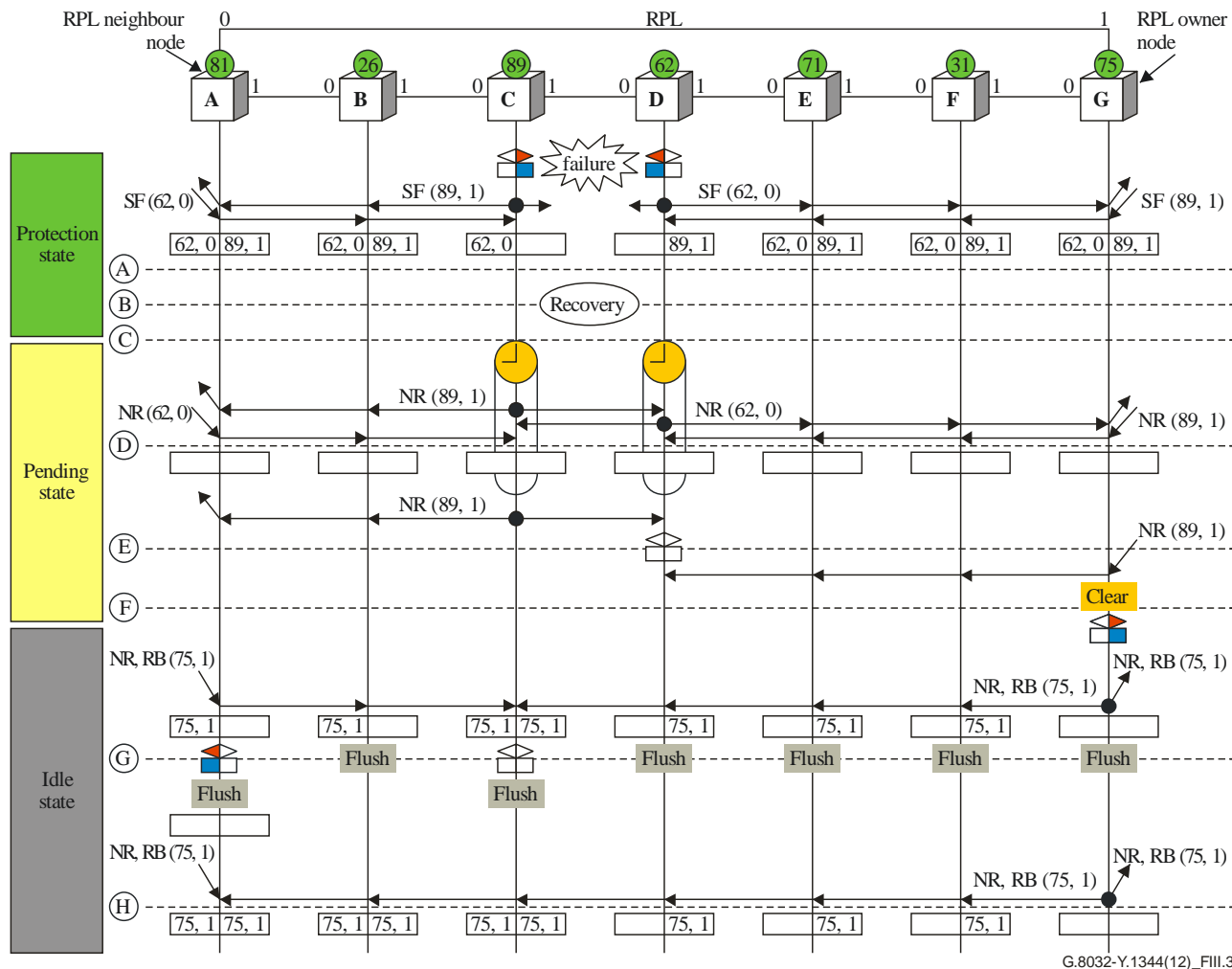


図 III-2/JT-G8032 – 単一リンク故障の回復 (切戻しモード) (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下のシーケンスは、図 III.2 の各ステップを示す：

- A. 定常的な SF 状態
- B. リンク故障の回復
- C. イーサネットリングノード C および D が SF 状態のクリアを検知すると、ガードタイマをスタートさせ、双方のリングポートで定期的に R-APS (NR) メッセージの送信を開始する。(ガードタイマは、R-APS メッセージの受信を防止する。)
- D. イーサネットリングノードは R-APS (NR) メッセージを受信すると、受信したリングポートの(Node ID, BPR)ペアを削除し、RPL オーナーノードは WTR タイマをスタートさせる。
- E. イーサネットリングノード C および D は、ガードタイマが満了すると新しい R-APS メッセージを受信できるようになる。イーサネットリングノード D はイーサネットリングノード C から高位のノード ID を有する R-APS (NR) メッセージを受信し、故障していないリングポートを閉塞解除する。
- F. WTR タイマを完了すると、RPL オーナーノードは自身の RPL 端点を閉塞し、(Node ID, BPR) ペアを有する R-APS(NR, RB) メッセージを送信し、FDB フラッシュを実行する。
- G. イーサネットリングノード C が R-APS(NR, RB) メッセージを受信すると、ノード C は閉塞されたリングポートを閉塞解除し、R-APS(NR) メッセージの送信を停止する。一方、RPL 隣接ノード A が R-APS(NR, RB) メッセージを受信すると、ノード A は自身の RPL 端点を閉塞する。それに加えて、イーサネットリングノード A から F は、R-APS(NR, RB) メッセージを受信すると、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB フラッシュを実行する。

図 III.3 は、単一リンク障害時の非切戻し動作を示す。



G.8032-Y.1344(12)_Fill.3

図 III-3/JT-G8032 - 単一リンク故障の回復(非切戻しモード) (ITU-T G.8032/Y.1344)

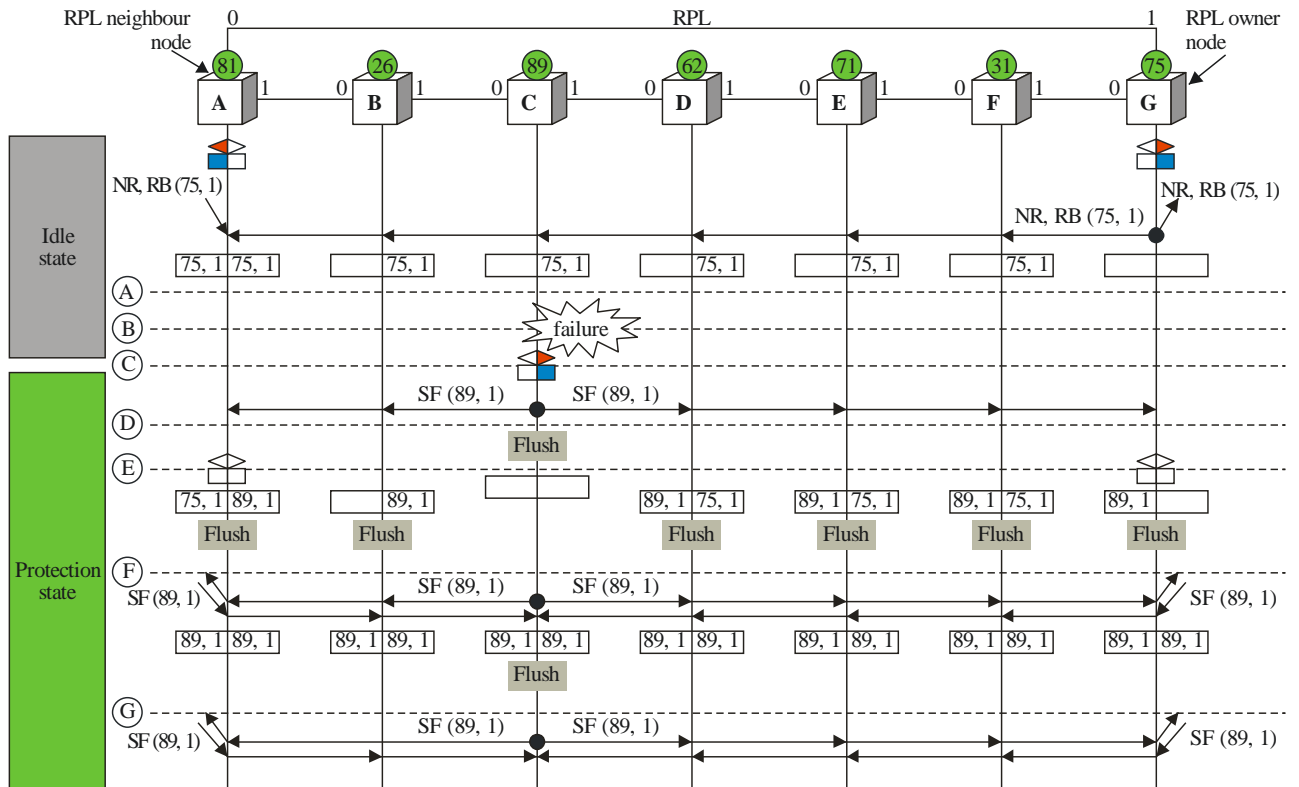
以下のシーケンスは、図 III.3 の各ステップを示す:

- A. 定常的な SF 状態
- B. リンク故障の回復
- C. イーサネットリングノード C および D が SF 状態のクリアを検知すると、ガードタイマがスタートし、双方のリングポートから周期的に R-APS(NR)メッセージの送信を開始する。(ガードタイマは、R-APS メッセージの受信を防止する。)
- D. イーサネットリングノードが R-APS(NR)メッセージを受信した時、受信されたリングポートの(Node ID, BPR)ペアは削除されるが、RPL オーナーノードは WTR タイマをスタートさせない。
- E. イーサネットリングノード C および D でガードタイマが完了した時、ノード C および D は新しい R-APS メッセージを受信するようになる。イーサネットリングノード D は、イーサネットリングノード C から高位のノード ID をもつ R-APS (NR)メッセージを受信すると、ノード D の故障していないリングポートを閉塞解除する。
- F. RPL オーナーノードがクリアコマンドを実行すると、RPL オーナーノードは自身の RPL 端点を閉塞し、(Node ID, BPR)ペアを有する R-APS(NR, RB)メッセージを送信し、FDB フラッシュを実行する。
- G. イーサネットリングノード C が R-APS(NR, RB)メッセージを受信すると、自身の閉塞リングポートを閉塞解除し、R-APS(NR)メッセージを送信停止する。一方、RPL 隣接ノード A は R-APS (NR, RB) メッ

セージを受信すると、自身の RPL 端点を閉塞する。加えて、イーサネットリングノード A から F が R-APS(NR, RB)メッセージを受信すると、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB フラッシュを実行する。

シナリオ B – 単一片方向リンク故障

図 III.4 は図 III.1 と似ており、異なるのはリンク故障が片方向であることである。



G.8032-Y.1344(12)_FIII.4

図 III-4/JT-G8032 – 単一片方向リンク故障 (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下のシーケンスは、図 III.4 の各ステップを示す：

- A. 通常状態
- B. D から C の方向で故障発生。C から D の方向は影響を受けていない。
- C. イーサネットリングノード C がローカル信号故障状態を検知すると、ホールドオフ時間を経過した後に、故障したリングポートを閉塞し FDB フラッシュを実行する。(イーサネットリングノード D は何もしない。)
- D. イーサネットリングノード C は SF 状態が継続している間、両方のリングポートに(Node ID, BPR)ペアを有する R-APS (SF) メッセージを送信する。
- E. R-APS(SF)メッセージを受信したすべてのイーサネットリングノードは FDB フラッシュを実行する。RPL オーナーノード G および RPL 隣接ノード A は、R-APS(SF)メッセージを受信したとき、それぞれの RPL 端点を閉塞解除し、FDB フラッシュを実行する。
- F. 2 つめの R-APS(SF)メッセージを受信したイーサネットリングノード C は、ノード ID と BPR ベースのメカニズムによって再度 FDB フラッシュを実行する。
- G. 定常的な SF 状態 – R-APS(SF)メッセージがイーサネットリング上にあるとき、さらなる R-APS (SF)メッセージは何も起こさない。

以下の図III.5 は、片方向故障の場合の復旧を示す。

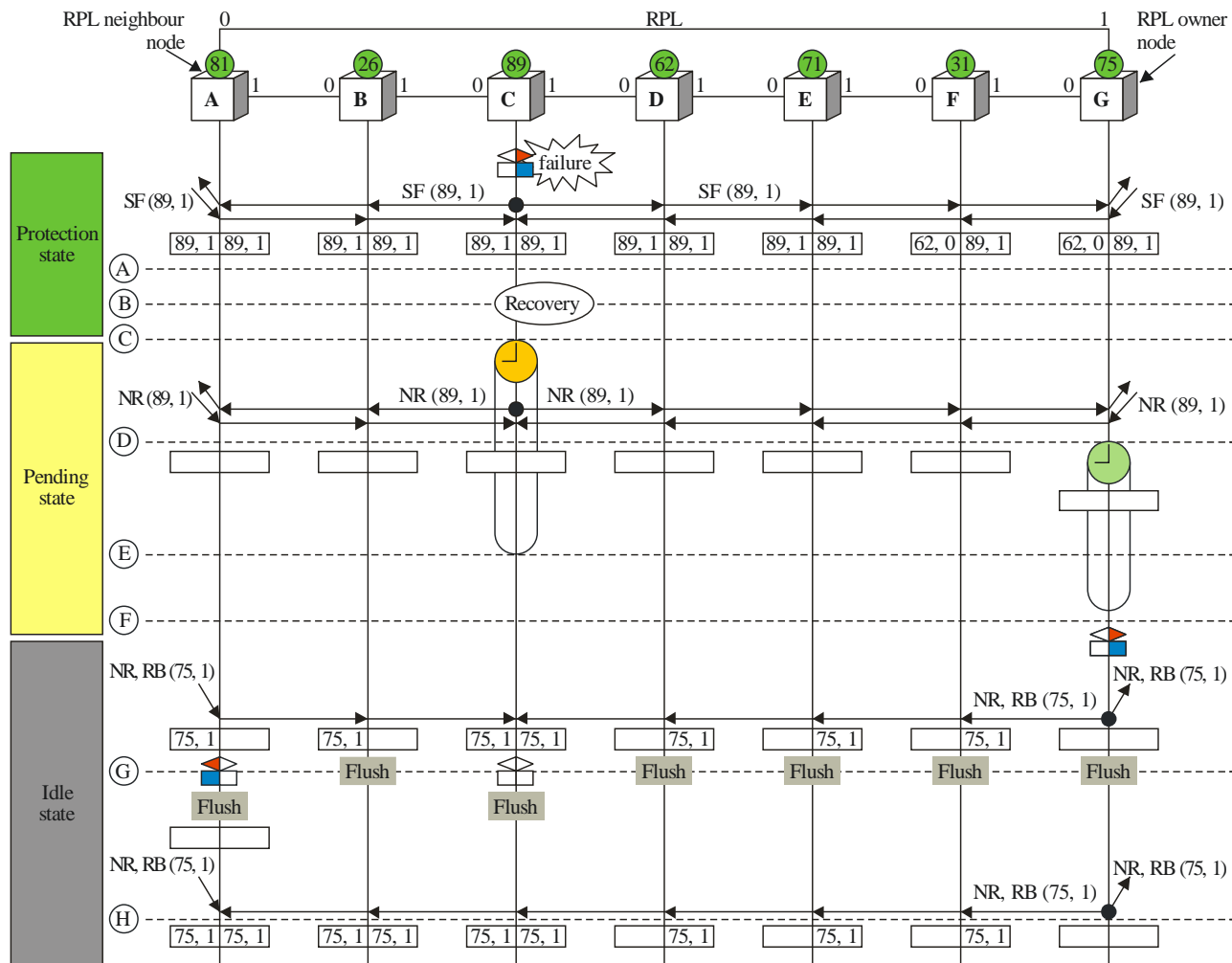


図 III-5/JT-G8032 – 単一片方向リンク故障の回復(ITU-T G.8032/Y.1344)

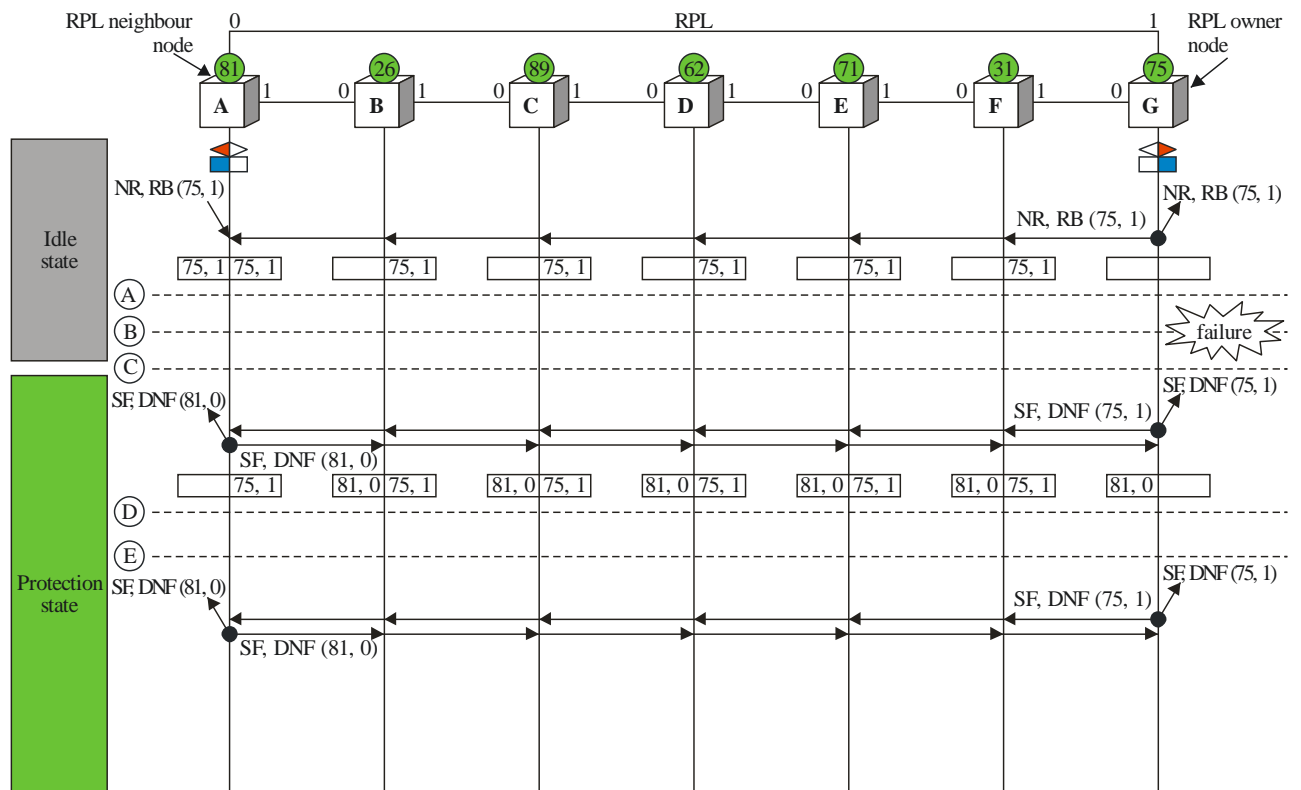
以下のシーケンスは、図 III.5 の各ステップを示す：

- A. 定常的な SF 状態
- B. リンク故障の回復
- C. イーサネットリングノード C が SF 状態のクリアを検知すると、ガードタイマをスタートさせ、双方のリングポートで周期的な R-APS(NR)メッセージを送信開始する。(ガードタイマは、R-APS メッセージの受信を防止する。)
- D. イーサネットリングノードが R-APS (NR) メッセージを受信すると、受信しているリングポートの(Node ID, BPR)ペアを削除し、RPL オーナーノードは WTR タイマをスタートさせる。
- E. イーサネットリングノード C は、ガードタイマが満了すると、新しい R-APS メッセージを受信するようになる。
- F. WTR タイマが完了すると、RPL オーナーノードは自身の RPL 端点を閉塞し、(Node ID, BPR)ペアを有する R-APS(NR, RB)メッセージを送信し、FDB フラッシュを実行する。
- G. イーサネットリングノード C は R-APS (NR, RB) メッセージを受信すると、自身の閉塞リングポートを閉塞解除し、R-APS (NR) メッセージを送信停止する。一方、RPL 隣接ノード A は R-APS (NR, RB) メッセージを受信すると、自身の RPL 端点を閉塞する。加えて、イーサネットリングノード A から F が R-APS (NR, RB) メッセージを受信すると、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB

フラッシュを実行する。

シナリオ C - RPL 故障

図 III.6 は RPL 故障時の動作を表し、DNF ステータスビットの使用例を示す。



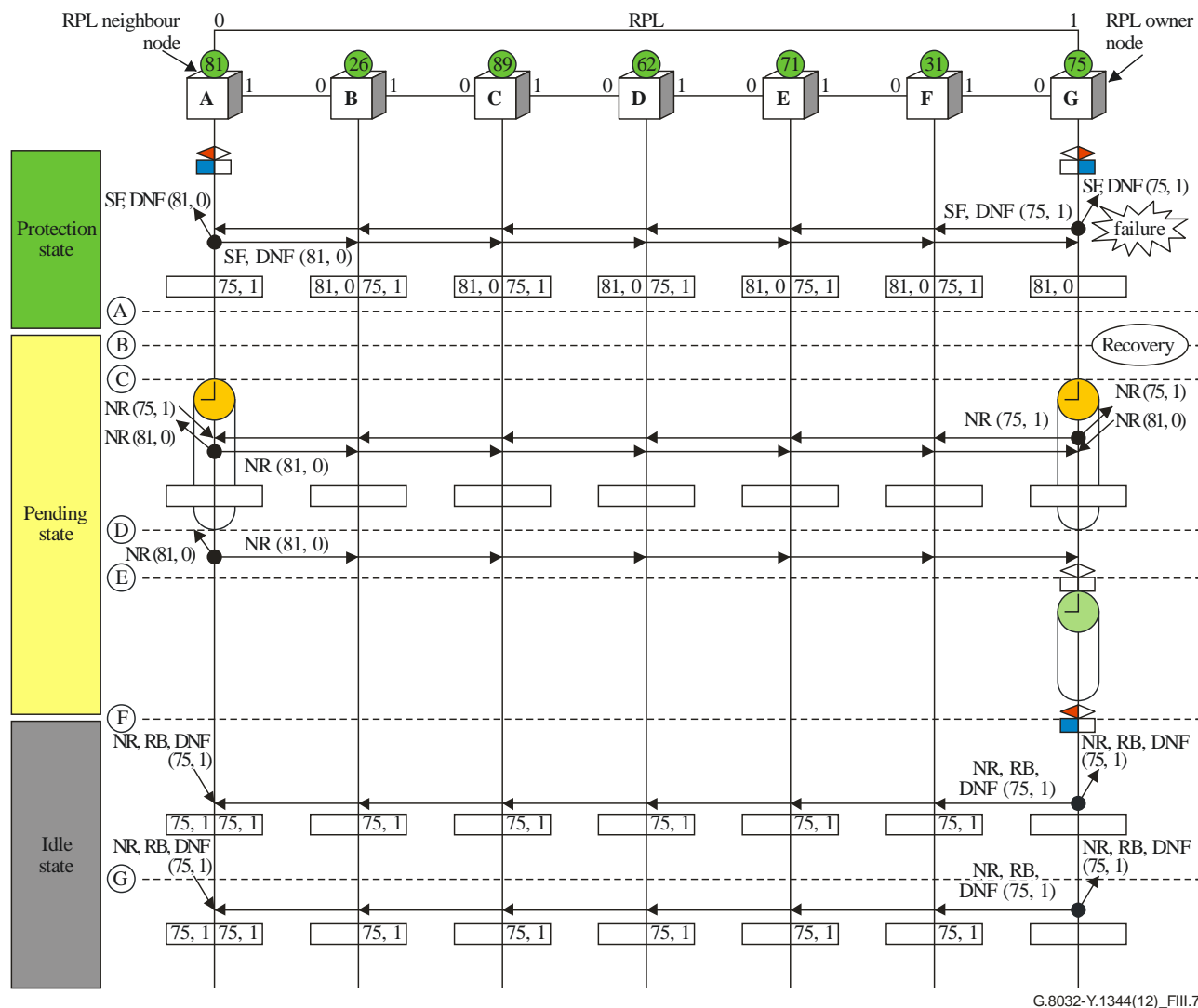
G.8032-Y.1344(12)_F.6

図 III-6/JT-G8032 – RPL 故障 (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下のシーケンスは、図 III.6 の各ステップを示す。

- A. 通常状態
- B. 故障発生
- C. イーサネットリングノード A および G がローカル SF 状態を検知すると、SF 状態が継続している間、両方のリングポートで(Node ID, BPR)ペアを有する R-APS (SF) メッセージを周期的に送信する。R-APS (SF) メッセージは“Do Not Flush” (DNF) という指示を含んでおり、アイドル状態からプロテクション状態に遷移するにもかかわらず、すべてのイーサネットリングノードで FDB フラッシュ実行を阻止する。
- D. RPL オーナーノードは R-APS (SF) メッセージを受信するが、ローカル側に高位の優先要求 (Local SF) があるため、無視される (状態遷移なし)。FDB フラッシュなしにアイドルからプロテクション状態への遷移にもかかわらず、他のすべてのイーサネットリングノードは DNF の指示を含む (フラッシュが実行されない) R-APS (SF) メッセージを受信している。
- E. 定常的な SF 状態 - DNF の指示を含む R-APS (SF) メッセージがイーサネットリング上にあるとき、さらなる R-APS (SF) メッセージは何も起こさない。

RPL 修復後の動作を以下の図に示す。



G.8032-Y.1344(12)_F.11.7

図 III-7/JT-G8032 – RPL 故障の回復 (ITU-T G.8032/Y.1344)

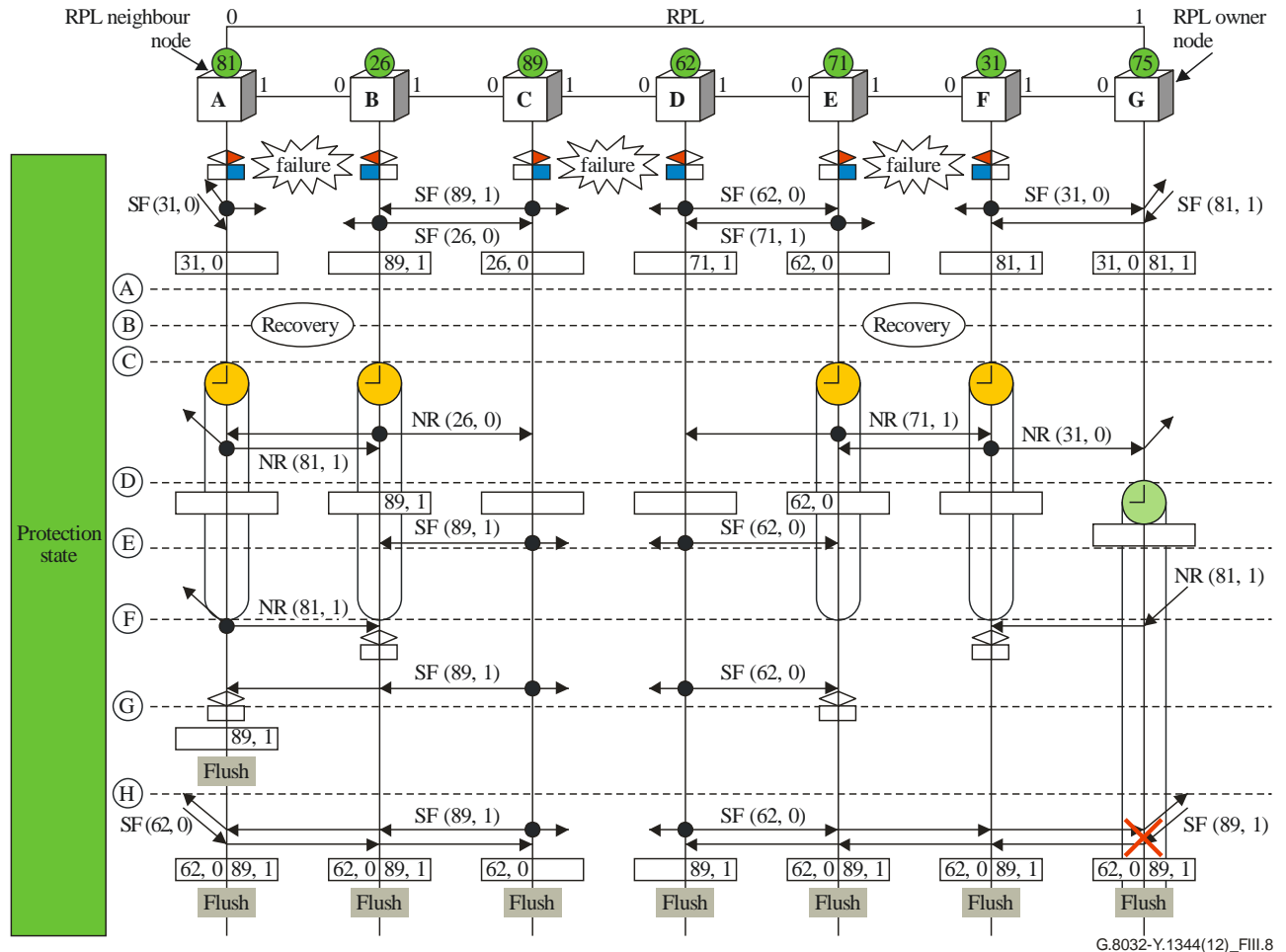
以下のシーケンスは、図 III.7 の各ステップを示す。

- A. 定常的な SF 状態
- B. リンク故障の回復
- C. イーサネットリングノード A および G が SF 状態のクリアを検知すると、ガードタイマをスタートさせ、双方のリングポートで周期的に R-APS (NR) メッセージを送信開始する。(ガードタイマは、R-APS メッセージの受信を防止する。)
- D. イーサネットリングノード A および G は、ガードタイマを完了すると、新しい R-APS メッセージを受信できるようになる。
- E. RPL オーナーノードが高位のノード ID をもつ NR メッセージを受信すると、故障していないポートを閉塞解除し、WTR タイマをスタートさせる。
- F. WTR タイマが完了すると、RPL オーナーノードは既に閉塞されている自身の RPL 端点を再開塞し、R-APS (NR, RB) メッセージを送信する。このメッセージは DNF の指示を含んでおり、ペンディング状態からアイドル状態に移移するにもかかわらず、すべてのイーサネットリングノードで FDB フラッシュを阻止する。

- G. イーサネットリングノード A が R-APS (NR, RB) メッセージを受信すると、ノード A は自身の RPL ポートを閉塞し続け、R-APS (NR) メッセージを送信停止する。このメッセージを受信しているすべてのイーサネットリングノードは、FDB のフラッシュなしにペンディングからアイドル状態へ遷移するにもかかわらず、R-APS (NR, RB) メッセージが DNF の指示を含んでいることによって、FDB フラッシュを実行しない。

シナリオ D- 多重故障の場合 - 復旧

図 III.8 は、多重故障から連続的に復旧する場合を示す。この場合、イーサネットリングノード A と B との間の故障、および E と F との間の故障がほぼ同時に復旧する。イーサネットリングノード C と D の間のリングリンクにおいて、SF 状態が継続している。



G.8032-Y.1344(12)_FIII.8

図 III-8/JT-G8032 - 多重リンク故障の回復 (ITU-T G.8032/Y.1344)

以下のシーケンスは、図 III.8 の各ステップを示す。

- A. 定常的な SF 状態
- B. リンク故障の復旧
- C. イーサネットリングノード A、B、E および F が SF 状態のクリアを検知すると、ガードタイマおよび双方のリングポートにおける定期的な R-APS (NR) メッセージの送信を開始する。ガードタイマは、R-APS メッセージの受信を防ぐ。この場合、イーサネットリングノード C および D によって送信された R-APS (SF) メッセージが、イーサネットリングノード B および E に無視される。
- D. イーサネットリングノードが R-APS (NR) メッセージを受信すると、受信しているリングポートのノード ID と BPR のペアが削除され、RPL オーナーノードが WTR タイマをスタートさせる。
- E. R-APS (SF) メッセージを受信しているイーサネットリングノード B および E は、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB フラッシュを実行しない。
- F. イーサネットリングノード A、B、E および F においてガードタイマを満了すると、それらのノードは新しい R-APS メッセージを受け入れるようになる。より高いノード ID をもつ R-APS (NR) メッセージを受信することが、閉塞リングポートを閉塞解除し、イーサネットリングノード B および F における

R-APS (NR) メッセージの送信を停止させる。

- G. R-APS (SF) メッセージの受信が、閉塞されたリングポートの閉塞解除を引き起こし、イーサリングノード A および E における R-APS (NR) メッセージの送信を停止させる。R-APS (SF) メッセージを受信しているイーサネットリングノード A は、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB フラッシュを実行する。
- H. R-APS (SF) メッセージを受信しているすべてのイーサネットリングノードが、ノード ID および BPR ベースのメカニズムによって FDB フラッシュを実行する。R-APS (SF) メッセージの受信は、イーサネットリング上にまだエラーが存在することを、RPL オーナーノードに知らせる。これによって WTR タイマが停止されることになる。

注 - RPL ノードに隣接するリンクが関与し回復する稀なケースでは、シナリオの復帰プロセスにより、WTR/WTB タイマーの実行中にリングのセグメント化が継続される場合があることに注意する

付録 IV いくつかのタイマについての検討

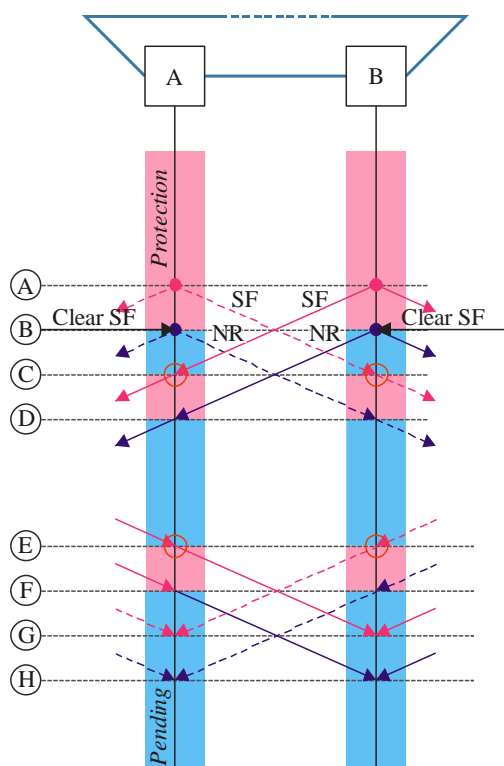
IV.1 タイマを持つ状態機械の利用

本標準には、ホールドオフタイマ、ガードタイマ、回復待ち（WTR）タイマおよび閉塞待ち（WTB）タイマという 4 つのタイマがある。これらのタイマは、それぞれ 10.1.8 節、10.1.5 節、10.1.4 節および 10.1.4 節に記載されている。表 10-2 によると、ホールドオフタイマ以外のタイマは、以下の状況でアクセスされる：

- a) 初期化中（1 行目） – すべてのタイマはクリーンな状況を確認するため停止されている。
- b) 初期化中（2 行目） – 切戻しモードの RPL オーナーによって、アイドル状態になる前にノードが安定化されていることを確認するために、WTR タイマが使用される。
- c) SF 状態から復旧中にイーサネットリングノードは、ガードタイマをスタートさせる（20 行目）。
- d) SF 状態から復旧中に RPL オーナーノードは、WTR タイマをスタートさせる（20 および 29 行目）。 – アイドル状態に戻す前に、回復した SF が安定化されていることを確認するために使用される。
- e) R-APS（NR）メッセージ受信後にペンディング状態に入ろうとしている RPL オーナーノードは、WTR タイマをスタートさせる（43 および 57 行目）。 – RPL オーナーノードがイーサネットリング内にさらなる切替トリガ（例えば、2 つのアクティブな FS 状態）が存在しないことを確認する間、ペンディング状態をタイムアウトさせるために使用される。
- f)（FS または MS の）クリアコマンドを受信したイーサネットリングノードは、ガードタイマをスタートさせる（30 および 44 行目）。 – ペンディング状態に入る前、古い R-APS メッセージから保護するために使用される。
- g) MS コマンドを持っており、かつイーサネットリング内の他のイーサネットリングノードから R-APS（MS）メッセージを受信したイーサネットリングノード（36 行目）は、ペンディング状態に入る前にガードタイマをスタートさせる。
- h) MS コマンドを持っており、かつイーサネットリング内の他のイーサネットリングノードからクリアコマンドまたは R-APS（MS）メッセージを受信している RPL オーナーノード（30 および 36 行目）は、ペンディング状態に入る前に WTR タイマをスタートさせる。
- i) RPL オーナーノードは、ペンディング状態から移行するとき、WTR タイマと WTB タイマを停止する（58、59、60、61、63、64、65、66、68 および 70 行目）。

IV.2 期限切れの R-APS メッセージを閉塞するためのガードタイマの利用

2つのイーサネットリングノードが同時に R-APS メッセージを送信することもあり得る。この場合、イーサネットリングノードが新しい R-APS メッセージを受信して状態を書き換えるまでの間、これらのイーサネットリングノードから古い R-APS メッセージが送信される。例えば、図 IV-1 でイーサネットリングノード A および B が同時にローカルの SF の復旧を検出すると、R-APS (NR) メッセージを送信し始め、ペンディング状態[シーケンス B]に推移する。しかし、A や B はすぐに互いの R-APS (SF) メッセージを受信して、復旧されたリングポートを閉塞解除するかもしれないシーケンス C。両方のイーサネットリングノードでの、故障していないリングポートの閉塞解除は、閉路の形成を引き起こす可能性がある。これを防ぐため、イーサネットリングノード A および B は、しばらくの間、受信された R-APS メッセージを廃棄する必要がある。その期間の後、もし A および B がまだ同じ R-APS (SF) メッセージを受信していた場合、最新の SF 状態を正しく確認することができる。このように、閉路の形成を防ぐために、ガードタイマが義務付けられている。
(行 20、30、36、44)



G.8032-Y.1344(12)_FIV.1

図 IV-1/JT-G8032 – 複数イーサネットリングノードからの同時要求(ITU-T G.8032/Y.1344)

付録 V

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

付録 VI

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

付録 VII

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

付録 VIII – フラッシュの最適化

VIII.1 FDB のフラッシュに関する考察

ERP メカニズムは、プロテクション切替が実行された時、正しいフィルタリングエントリを再学習するために FDB のフラッシュを要求する。しかし、故障、回復、管理上のオペレーションによりクライアントチャネルの論理トポロジが変化しないケースでは、FDB フラッシュは必要ではない。フラッシュ操作は、イーサネットリング上でのトラフィック溢れの原因となり、過渡なブロードキャストストームを引き起こす結果となる。従って、不必要な FDB フラッシュを避けることにより、ブロードキャストストームの発生を低減することが可能である。

VIII.2 不必要な FDB のフラッシュが発生するシナリオ

FDB フラッシュが必要ではないプロテクション切替のシナリオを以下に示す。これらのシナリオでは、閉塞リングポートは全て閉塞状態を継続し、クライアントチャネルの論理トポロジは変化しない。

- RPL 故障 もしくは回復時の DNF。
- RPL オーナーノード若しくは RPL 隣接ノードの故障 若しくは回復時の DNF。
- 非切戻しモードにおいて、現時点で閉塞されたリングポートの故障若しくは回復時の DNF。
- 閉塞済みリングリンクに対する閉塞要求が発行されたとき(例えば RPL オーナーノードでの MS など)の DNF。

シナリオの後半 2 個は、本標準の本文に記載されたシナリオを超えて拡張するものである。これらは、FDB フラッシュを除去できる場合を示している。

VIII.3 FDB のフラッシュ最適化の例

FDB フラッシュ最適化のルールを以下に示す。RPL オーナーノード若しくは RPL 隣接ノードに接続されたイーサネットリングノードは、RPL 次隣接ノードとしての設定が必要である。RPL オーナーノード 若しくは RPL 隣接ノードに接続されたリングポートは、RPL 次隣接ポイントと呼ぶこととする。

ルール 1: idle state で RPL リンク故障を検出したとき、R-APS(SF, DNF)を送信する

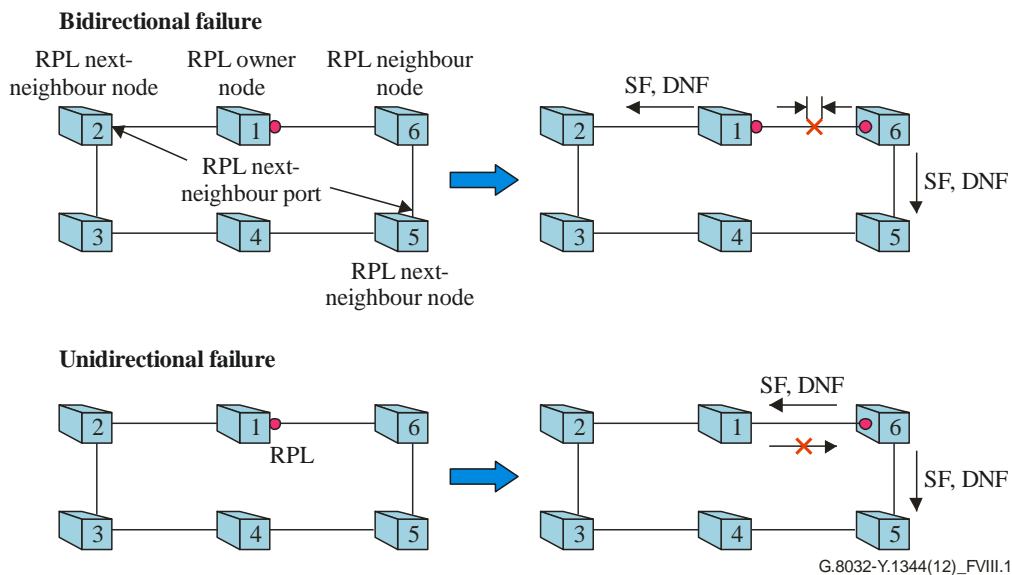


図 VIII-1/JT-G8032 – RPL 故障の場合(ITU-T G.8032/Y.1344)

ルール 2: idle state で、RPL 次隣接ノードから故障を検出したとき、RPL 次隣接ポートのみに R-APS(SF)メッセージを送信し、他リングポートには R-APS メッセージを送信しない。

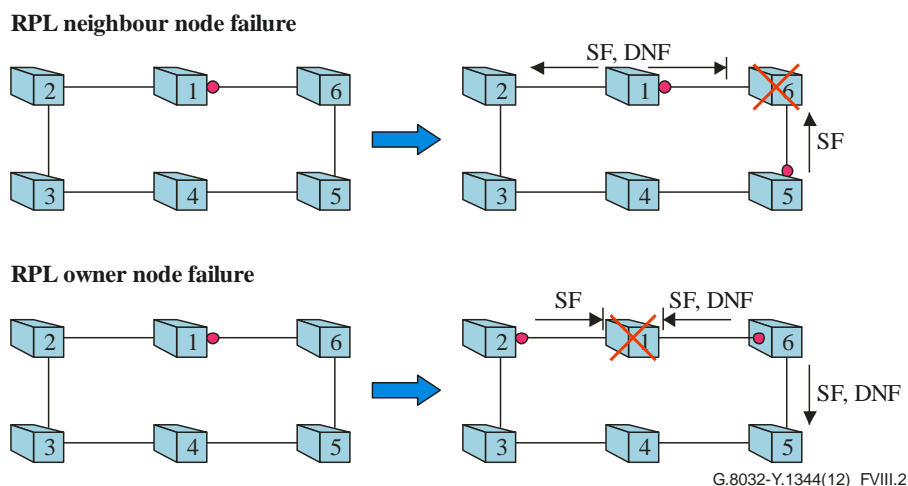


図 VIII-2/JT-G8032 – RPL オーナーノード若しくは RPL 隣接ノード故障の場合(ITU-T G.8032/Y.1344)

ルール 3: RPL が復旧したとき、WTR タイマ完了後に RPL オーナーノードから R-APS(NR, RB, DNF)メッセージを送信する。

ルール 4: R-APS(SF, DNF)条件において RPL オーナーノードがリング復旧検出したとき、WTR タイマ満了後に R-APS(NR, RB, DNF)メッセージを送信する。

Bidirectional failure

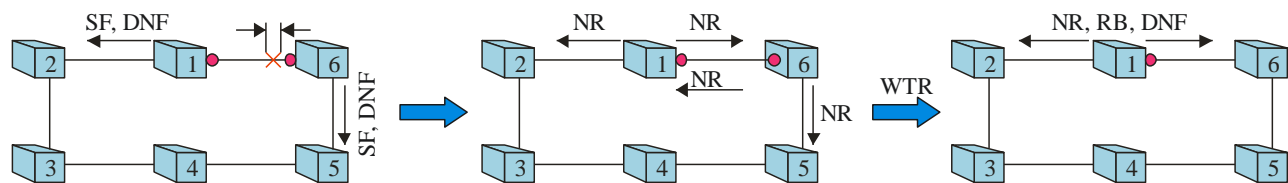


図 VIII-3/JT-G8032 – RPL 回復の場合(ITU-T G.8032/Y.1344)

VIII.4 ERP コントロールプロセスモデルと状態機械に関する追加定義

前節で言及したルール 2、4 では、ERP 制御プロセスのモデルにおける機能の追加と状態機械に対する変更が必要となる。ルール 1、3 は本勧告で説明された基本機能で扱われることに留意するべきである。特にルール 4 では、図 VIII-4 に示す通り、ERP 制御プロセスに対して、DNF の「履歴」を保持し、「DNF 状態の蓄積/クリア」機構が必要となることを意味する。

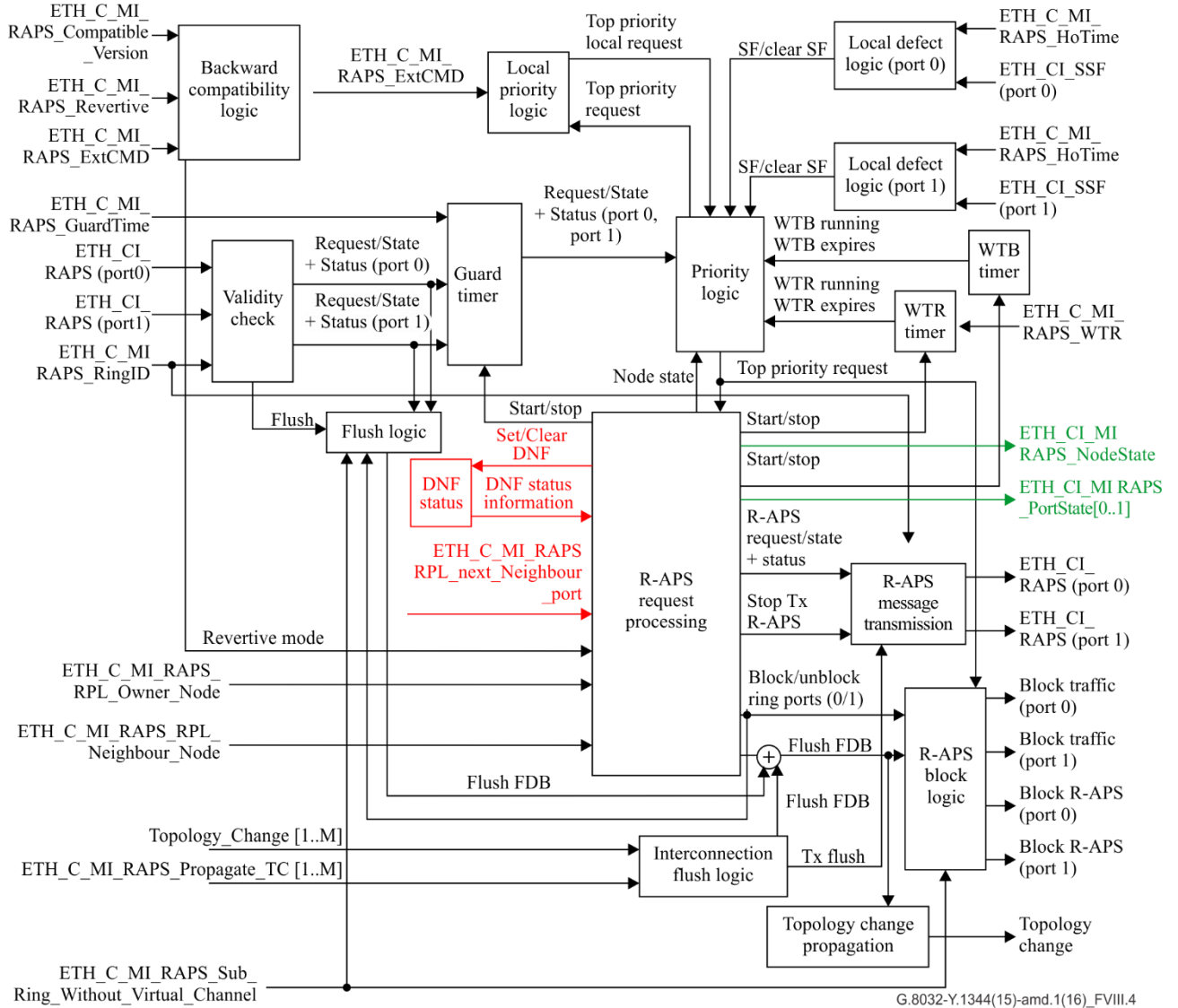


図 VIII-4/JT-G8032 - フラッシュに最適化した ERP 制御プロセスのモデル (ITU-T G.8032/Y.1344)

10 章で既に定義された要素に加え、フラッシュ最適化を特別にサポートした場合を紹介する。

DNF 状態の機能性は VII.5 章に規定されており、プロテクション切替がフラッシュ最適化付きで実行されたか否かの情報を保持するメモリ要素を示す。

ETH_C_MI_RAPS_RPL_next_Neighbour_port は、RPL 隣接ノード若しくは RPL オーナーノードに対して、どのリングポートが接続しているかを示す管理情報を表す。省略された場合には、どちらのリングポートも RPL 次隣接ノードポートではないとする。一方のリングポートが RPL 次隣接ポートであれば、ETH_C_MI_RAPS_RPL_next_Neighbour_port は、どちらのリングポートが RPL 次隣接ポートであるのかに関する情報を保持する。

状態遷移(表 10.2)を上記ルールに準拠させるための変更を下表 VIII.1 に示す。

表 VIII.1/JT-G8032 - 修正された状態マシン (ITU-T G.8032/Y.1344)

Node state	Top priority request	Actions	Next node state
-	State machine initialization	Stop guard timer Stop WTR timer Stop WTB timer Clear DNF If RPL owner node: Block RPL port Unblock non-RPL port Tx R-APS (NR) If revertive: Start WTB timer Else if RPL neighbour node: Block RPL Port unblock non-RPL port Tx R-APS (NR) Else: Block one ring port unblock other ring port Tx R-APS (NR)	E (Pending) 未決
A (idle)	local SF	If failed ring port is RPL port: Block failed ring port Tx R-APS (SF, DNF) Unblock non-failed ring port Set DNF status Else if failed ring port is RPL next-neighbour port: Block failed ring port Tx R-APS (SF) from failed ring port Unblock non-failed ring port Else: Block failed ring port Tx R-APS (SF) Unblock non-failed ring port Flush FDB	B (Protection) プロテク ション
A (idle)	R-APS (SF)	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS If not DNF flush FDB If RPL next-neighbour node Tx three R-APS (SF) message If RPL owner node Tx three R-APS (SF) message clear DNF status Else: If RPL owner node set DNF status	B (Protection) プロテク ション
E	WTR Expires	If RPL owner node:	A

Node state	Top priority request	Actions	Next node state
(Pending)		Stop WTB If RPL port is blocked: Tx R-APS (NR, RB, DNF) Unblock non-RPL port Else: Block RPL port If DNF status Tx R-APS (NR, RB, DNF) Else: Tx R-APS (NR, RB) Flush FDB Unblock non-RPL port clear DNF status	(idle) 待ち
E (Pending)	R-APS (SF)	Unblock non-failed ring port Stop Tx R-APS If RPL owner node and not DNF clear DNF status If RPL owner node: Stop WTR Stop WTB	B (Protection) プロテ ク シ ョ ン

注: 表 10.2 から、アクションが変更となった点のみを表 VIII.1 に示す。

フラッシュ最適化をサポートするために、このプロセスにより起動される以下のアクションを導入する。

- a) Clear DNF status - DNF Status の “clear DNF” アクションを起動する
- b) Set DNF status - DNF Status の “set DNF” アクションを起動する
- c) Transmit three R-APS (msgtype, status bits) messages - 10.1.3 節に記載した 2 つのリングポートに対する 3 個の R-APS メッセージの初期バースト送信を起動する
- d) Transmit R-APS (msgtype, status bits) from failed ring ports - 10.1.3 節に記載した、故障リングポート上での R-APS メッセージの連続送信を起動する。

VIII.5 DNF 状態

DNF status は、例えばプロテクション切戻しオペレーションの間、フラッシュ最適化をサポートするために DNF 条件での情報を保持する。DNF Status 情報は、真偽値” True” 若しくは” False” をとる。

DNF Status はセット若しくはクリアされる。セットされた場合、R-APS 要求プロセスへの DNF Status 情報入力として、真偽値” True” をとる。クリアの場合は、R-APS 要求プロセスへの DNF Status 情報入力として、真偽値” False” をとる。

付録 IX

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

付録 X

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

付録 XI

本付録は[b-ITU-T G.Sup52]に移動した。

参考文献

- [b-ITU-T G.8011.1] Recommendation ITU-T G.8011.1/Y.1307.1 (2013), *Ethernet private line service*.
- [b-ITU-T G.8011.2] Recommendation ITU-T G.8011.2/Y.1307.2 (2013), *Ethernet virtual private line service*.
- [b-ITU-T G.Sup52] series Recommendations – Supplement 52 (2012) *Ethernet ring protection switching*.
- [b-IEEE 802.3] IEEE Std 802.3-2008– *IEEE standard for information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*.