

TTC標準
Standard

JT-G8131

**MPLS伝送プロファイルにおける
リニアプロテクション切替**

〔 Linear protection switching for MPLS Transport
Profile 〕

第1版

2016年5月26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 -
1 適用範囲.....	- 6 -
2 参考文献.....	- 6 -
3 定義.....	- 7 -
3.1 他で定義された用語.....	- 7 -
3.2 本標準で定義される用語.....	- 8 -
4 略語.....	- 8 -
5 慣例.....	- 9 -
6 プロテクションアーキテクチャおよび特性.....	- 9 -
6.1 MPLS-TP SNCプロテクション.....	- 9 -
6.2 切替形式.....	- 10 -
6.3 動作形式.....	- 10 -
6.4 プロテクション切替トリガメカニズム.....	- 11 -
6.5 プロビジョニング不整合.....	- 11 -
7. プロテクションコマンド群と状態.....	- 12 -
7.1. エンドツーエンドコマンド.....	- 12 -
7.2. ローカルコマンド.....	- 12 -
7.3. 状態.....	- 12 -
8. 自動プロテクション調整プロトコル.....	- 13 -
8.1. 自動プロテクション調整 固有情報構造.....	- 13 -
8.2. ローカル及びリモート要求の優先度.....	- 16 -
8.3. APC開始契機.....	- 17 -
8.4. APCプロトコル形式.....	- 17 -
8.5. APCメッセージの送受信.....	- 18 -
8.6. 1-位相APCプロトコル.....	- 18 -
8.7. 同一優先度要求.....	- 20 -
8.8. ブリッジの制御.....	- 20 -
8.9. セレクタの制御.....	- 21 -
8.10. ローカル要求の受理と保持.....	- 21 -
8.11. ホールドオフタイマ.....	- 21 -
8.12. 復旧待ちタイマ.....	- 22 -
8.13. 試験動作.....	- 22 -
8.14. 信号劣化処理.....	- 22 -
8.15. プロトコル異常の故障.....	- 23 -
9 アプリケーションアーキテクチャ.....	- 23 -
9.1 片方向1+1 SNC/Sプロテクション切替.....	- 23 -
9.2 双方向1+1 SNC/Sプロテクション切替.....	- 25 -
9.3 双方向 1:1 SNC/S プロテクション切替.....	- 26 -
9.4 ITU-T G.8131 (2007) との関係.....	- 28 -
10 セキュリティ面.....	- 28 -
付属資料A プロテクション切替の状態遷移表.....	- 29 -
付属資料B ITU-T G.8131 (2007) をベースとしたMPLS-TPネットワークにおけるリニアプロテクション.....	- 31 -
B.1 適用範囲.....	- 32 -
B.2 参考文献.....	- 32 -
B.3 定義.....	- 32 -
B.4 略語.....	- 33 -
B.5 慣例.....	- 34 -

B.6	ネットワーク方針	- 34 -
B.7	アーキテクチャ形式	- 35 -
B.7.1	MPLS-TPトレイルプロテクション	- 35 -
B.7.2	MPLS-TP SNCプロテクション	- 35 -
B.8	プロテクションコマンド群と状態	- 36 -
B.8.1	外部からの開始コマンド	- 36 -
B.8.2	ローカルコマンド	- 36 -
B.8.3	状態	- 36 -
B.9	自動非運用系切替 (APS) プロトコル	- 36 -
B.9.1	APS情報構造	- 37 -
B.9.2	APSプロトコルタイプ	- 38 -
B.9.3	APSの送受信	- 39 -
B.9.4	1-位相APCプロトコル	- 39 -
B.9.5	要求タイプ	- 41 -
B.9.6	プロテクションタイプ	- 41 -
B.9.7	要求信号	- 41 -
B.9.8	ブリッジ信号	- 42 -
B.9.9	ブリッジの制御	- 42 -
B.9.10	セレクトアの制御	- 42 -
B.9.11	非運用系トランスポートエンティティの信号故障	- 42 -
B.9.12	同一優先度要求	- 42 -
B.9.13	コマンドの受理と保持	- 42 -
B.9.14	ホールドオフタイマ	- 43 -
B.9.15	復旧待ちタイマ	- 43 -
B.9.16	試験動作	- 43 -
B.9.17	プロトコル異常の故障	- 44 -
B.9.18	信号劣化プロセス	- 44 -
B.10	適用アーキテクチャ	- 44 -
B.10.1	片方向1+1トレイルプロテクション切替	- 44 -
B.10.2	双方向1:1トレイルプロテクション切替	- 45 -
B.10.3	片方向1+1 SNC/S プロテクション切替	- 46 -
B.10.4	双方向1:1 SNC/Sプロテクション切替	- 47 -
B.11	セキュリティ面	- 47 -
B.付属資料A	プロテクション切替の状態遷移表	- 48 -
B.A.1	切り戻しモードの1:1双方向切替の状態遷移	- 48 -
B.A.2	切り戻しモードでの1+1片方向切替における状態遷移	- 48 -
B.A.3	非切り戻しモードでの1+1片方向切替における状態遷移	- 48 -
B.付録 I	セレクトアタイプ	- 53 -
B.I.1	選択的セレクトア	- 53 -
B.I.2	併合セレクトア	- 53 -
B.付録 II	1-位相APSプロトコルの動作例	- 54 -
B.II.1	イントロダクション	- 54 -
付録 I	MPLS-TPリニアプロテクションプロトコルの動作例	- 55 -

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告2014年7月版のG.8131および2007年2月版のG.8131および2007年9月版のAmendment1に準拠したものである。第1章～第10章、付属資料Aおよび付録Iに2014年版を記載し、付属資料Bに2007年版を記載する。

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

国内ではITU-T勧告2014年版 G.8131、2007年版 G.8131のどちらに準拠しても良いこととする。

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	2016年5月26日	初版制定。

4. 工業所有権

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

5. その他

(1)参照する勧告、標準など

TTC 標準	JT-G8110.1、JT-G707、JT-G709、
ITU-T 勧告	G.704、G.707、G.709、G.832、G.7041、G.7043、G.7712、G.8001、G.8012、 G.8040、G.8101、G.8110.1、G.8112、G.8131、G.8151、Y.1415、Y.1711
IETF RFC	RFC3031、RFC3032、RFC5586、RFC5921、RFC5960、RFC6215
ANSI	T1.107
IEEE	IEEE802.3-2012

6. 標準作成部門

情報転送専門委員会

MPLS伝送プロファイルにおけるリニアプロテクション切替

1 適用範囲

本標準は、MPLS伝送プロファイル (MPLS-TP) ネットワークにおけるリニアプロテクション切替のアーキテクチャおよびメカニズムを提供する。

自動プロテクション調整プロトコル、1+1および1:1プロテクションアーキテクチャが本標準にて定義される。その他の形式のプロテクションアーキテクチャは、将来の検討課題である。

本標準は、[IETF RFC 7271]において定義された自動プロテクション切替 (APS) を用いるp2pコネクションに対して、プロテクション切替機能を記述している。

本標準は、他のトランスポート技術(例えば、同期のデジタルハイアラキー (SDH)、光伝送網 (OTN) およびイーサネット)に対して使用された方法論を用いるMPLS-TP技術の表現を提供する。

2 参考文献

以下に列挙するITU-T勧告その他の参考文献には、本標準の本文内で参照されることにより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、本標準が公開される時点で有効であった版数を表す。勧告その他参考文献は、いずれも変更される可能性があり、本標準を使用する際には、それぞれ最新版が発行されていないか確認すべきである。なお、有効なITU-T勧告の一覧は定期的に公開されている。なお、本標準において特定の文書を参照する場合であっても、その文書を単独で勧告として取り扱うものではないことに留意しなければならない。

[ITU-T G.780]	Recommendation ITU-T G.780/Y.1351 (2010), <i>Terms and definitions for synchronous digital hierarchy (SDH) networks.</i>
[ITU-T G.805]	Recommendation ITU-T G.805 (2000), <i>Generic functional architecture of transport networks.</i>
[ITU-T G.806]	Recommendation ITU-T G.806 (2012), <i>Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality.</i>
[ITU-T G.808.1]	Recommendation ITU-T G.808.1 (2014), <i>Generic protection switching – Linear trail and subnetwork protection.</i>
[ITU-T G.870]	Recommendation ITU-T G.870/Y.1352 (2012), <i>Terms and definitions for optical transport networks.</i>
[ITU-T G.8031]	Recommendation ITU-T G.8031/Y.1342 (2011), <i>Ethernet linear protection switching.</i>
[ITU-T G.8110.1]	Recommendation ITU-T G.8110.1/Y.1370.1 (2011), <i>Architecture of the Multi-Protocol Label Switching transport profile layer network.</i>
[ITU-T G.8121]	Recommendation ITU-T G.8121/Y.1381 (2013), <i>Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks.</i>
[TTC JT-G780]	TTC標準JT-G780 (2002)、同期デジタルハイアラキーの用語
[TTC JT-G805]	TTC標準JT-G805 (1999)、伝達ネットワークの一般的アーキテクチャ
[TTC JT-G8031]	TTC標準JT-G8031 (2011)、イーサネットリニアプロテクション切替
[TTC JT-G8110.1]	TTC標準JT-G8110.1(2013)、MPLS-TPレイヤネットワークのアーキテクチャ
[TTC JT-G8113.1]	TTC標準JT-G8113.1 (2014)、パケットトランスポートネットワーク (PTN) におけるMPLS-TPに対するOAMのメカニズム
[IETF RFC 5586]	IETF RFC 5586 (2009), <i>MPLS Generic Associated Channel</i>
[IETF RFC 6378]	IETF RFC 6378 (2011), <i>MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Linear Protection.</i>

3 定義

3.1 他で定義された用語

本標準は他で定義された以下の用語を利用する。

- 3.1.1 1+1 protection architecture 1+1プロテクションアーキテクチャ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.2 1:n protection architecture 1:nプロテクションアーキテクチャ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.3 1-phase 1-位相 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.4 2-phase 2-位相 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.5 3-phase 3-位相 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.6 active transport entity アクティブトランスポートエンティティ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.7 APS protocol APSプロトコル [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.8 architecture アーキテクチャ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.9 bidirectional protection switching 双方向プロテクション切替 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.10 bridge ブリッジ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.11 defect 異常 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.12 failure 故障 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.13 forced switch 強制切替 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.14 hold-off time ホールドオフ時間 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.15 manual switch 手動切替 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.16 non-revertive (protection) operation 非切り戻し (プロテクション) 動作 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.17 normal traffic signal 通常トラヒック信号 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.18 permanent bridge パーマネントブリッジ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.19 protected domain 保護ドメイン [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.20 protection プロテクション [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.21 protection group プロテクショングループ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.22 protection transport entity 非運用系トランスポートエンティティ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.23 revertive (protection) operation 切り戻し (プロテクション) 動作 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.24 selector セレクタ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.25 selector bridge セレクタブリッジ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.26 signal 信号 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.27 signal degrade (SD) 信号劣化 (SD) [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.28 signal fail (SF) 信号故障 (SF) [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.29 standby transport entity スタンバイトランスポートエンティティ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.30 subnetwork connection protection サブネットワーク接続プロテクション [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.31 switch 切替 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.32 traffic signal トラヒック信号 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.33 trail トレイル [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.34 trail protection トレイルプロテクション [ITU-T G.870] 参照

- 3.1.35 transport entities トランスポートエンティティ [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.36 unidirectional protection switching 片方向プロテクション切替 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.37 wait-to-restore time 復旧待ち時間 [ITU-T G.870] 参照
- 3.1.38 working transport entity 運用系トランスポートエンティティ [ITU-T G.870] 参照

3.2 本標準で定義される用語

本標準では以下の用語を定義する。

3.2.1 PSCプロトコル： [IETF RFC 6378] で定義されるように、一回のメッセージの交換により保護ドメインの2つの端を調整する手段。

4 略語

本標準では、以下の略語を使用する。

ACH	Associated Channel Header	随伴チャンネルヘッダ
APC	Automatic Protection Coordination	自動プロテクション調整
APS	Automatic Protection Switching	自動プロテクション切替
dFOP	Failure of Protocol defect	プロトコル異常の故障
DNR	Do-not-Revert	切り戻し無
DPath	Data Path	データパス
EXER	Exercise	試験
FPath	Fault Path	フォルトパス
FS	Forced Switch	強制切替
G-ACh	Generic Associated Channel	一般随伴チャンネル
LO	Lockout of protection	プロテクションロックアウト
LSP	Label Switched Path	ラベルスイッチパス
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	MPLS伝送プロファイル
MS	Manual Switch	手動切替
MS-P	Manual Switch to Protection transport entity	非運用系トランスポートエンティティへの手動切替
MS-W	Manual Switch to Working transport entity	運用系トランスポートエンティティへの手動切替
MT_C	MPLS-TP Connection	MPLS-TPコネクション
MT_CP	MPLS-TP Connection Point	MPLS-TPコネクション点
MT_TT_Sk	MPLS-TP Trail Termination Sink	MPLS-TPトレイル終端シンク
NR	No Request	要求無
OAM	Operations, Administration and Maintenance	運用、管理、保守
OC	Operator Clear	オペレータクリア
OTN	Optical Transport Network	光伝送網
PDU	Protocol Data Unit	プロトコルデータユニット
PSC	Protection State Coordination	プロテクション状態調整
PT	Protection Type	プロテクションタイプ
RR	Reverse Request	切り戻し要求
SD	Signal Degrade	信号劣化
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同期デジタルハイアラーキ

SD-P	Signal Degrade on Protection transport entity	非運用系トランスポートエンティティ上の信号劣化
SD-W	Signal Degrade on Working transport entity	運用系トランスポートエンティティ上の信号劣化
SF	Signal Fail	信号故障
SF-P	Signal Fail on Protection transport entity	非運用系トランスポートエンティティ上の信号故障
SF-W	Signal Fail on Working transport entity	運用系トランスポートエンティティ上の信号故障
SNC	Subnetwork Connection	サブネットワークコネクション
SNCP	Subnetwork Connection Protection	サブネットワークコネクションプロテクション
SNC/S	SNCP with Sublayer monitoring	サブレイヤモニタリングによるSNCP
TLV	Type Length Value	タイプ、長さ、値
WTR	Wait-to-Restore	復旧待ち

5 慣例

本標準において、自動プロテクション調整 (APC) プロトコルは、一回のメッセージの交換により保護ドメインの2つの端を調整する手法を記述するために使用され、[IETF RFC 7271] で定義されるように、自動プロテクション切替 (APS) モードにおけるプロテクション状態調整 (PSC) を表わしている。このプロトコルは、[IETF RFC 6378]で定義されるようにPSCプロトコルを修正および強化することにより、APSプロトコルの同一のオペレータ制御とスキームを提供するために開発された。

6 プロテクションアーキテクチャおよび特性

プロテクション切替は、任意のトポロジーにおいて使用されうる完全に割り当てられたプロテクションメカニズムである。選択された運用系コネクションに対して、プロテクションコネクションの経路と帯域幅が予約されているという意味で、完全に割り当てられている。しかし、運用系コネクションの全ての起こりうる故障下で効果的であるためには、プロテクションコネクションは、全ての一般的故障モードに亘って、完全な物理的ダイバシティを有することが、知られていなければならない。これは必ずしも可能でない場合がある。また、これは、最短パスを辿らない運用系コネクションを要求するかもしれない。

MPLS-TPリニアプロテクション切替アーキテクチャは、[ITU T G.808.1]で定義されるように、サブレイヤモニタリング(SNC/S) プロテクションを伴うサブレイヤコネクションプロテクションである、MPLS-TPトレイルプロテクションもサポートされるが、機能的モデルは今後の検討課題である。その他の形式は今後の検討課題である。

6.1 MPLS-TP SNCプロテクション

MPLS-TPサブネットワークコネクションプロテクション (SNCP) は、オペレータのネットワークまたは複数のオペレータネットワーク内でコネクションのセクション (例えば、2本の別々のルートが利用できるセクション) を保護するために用いられる。2つの独立したサブネットワークコネクションが存在し、それは(保護された) 通常トラフィック信号に対して、運用系および非運用系トランスポートエンティティとして動作する。

6.1.1 SNC/Sプロテクション

MPLS-TPサブレイヤトレイル終端機能 (すなわち、タンデムコネクション終端機能) は、運用系および非運用系MPLS-TPサブレイヤトレイルの状態を決定するために、MPLS-TPの運用、管理、保守 (OAM) 情報を生

成／挿入およびモニタ／抽出する。[ITU-T G.8110.1]も参照のこと。自動プロテクション調整 (APC) プロトコル情報はプロテクションサブネットワークコネクション (SNC) に渡って転送される。1+1片方向プロテクションはAPCプロトコルの有無に関わらず動作可能である。

6.2 切替形式

プロテクション切替形式は、片方向切替形式あるいは双方向切替形式が可能である。

6.2.1 片方向切替形式

片方向切替において、影響を受けた方向のコネクションのみが非運用系に切替わる。すなわち、各端のセレクタは独立である。この形式は、1+1 MPLS-TP SNC/Sプロテクションに適用できる。片方向切替は、異なるエンティティ上の反対方向において、2つの片方向故障または劣化を保護することができる。

6.2.2 双方向切替形式

双方向切替において、影響を受けた方向と受けていない方向を含むコネクションの双方が、非運用系に切り替わる。双方向切替のために、APCプロトコルは、2つ端点を調整することが要求される。

6.3 動作形式

プロテクション動作形式は、非切り戻し動作の形式あるいは切り戻し動作の形式が可能である。

プロテクションがいずれの場合でも完全に占有されるように、1+1プロテクションは非切り戻し動作として多くの場合に設定され、これは通常トラヒック信号への2回目の「作動」を回避する。しかし、切り戻し動作に設定される理由がありうる (例えば、故障状態の間を除いて、通常のトラヒック信号が最短パスを用いることができるように。特定のオペレータポリシーは1+1に対してさえも切り戻し動作を指示する)。

1:1プロテクションは、通常、切り戻し動作である。切り戻し動作において、非運用系トランスポートエンティティは、通常の動作の間、エキストラトラヒックのために使用することが可能である。1:1のプロテクションに対する非切り戻し動作を許容する方法のプロトコルを定義することも可能であるが、運用系トランスポートエンティティは、一般的に、非運用系トランスポートエンティティよりも更に最適化されているので (すなわち、遅延およびリソースの観点から)、運用系トランスポートエンティティが復旧したときには、通常トラヒック信号へ切り戻した方がよい。

一般に、切り戻し／非切り戻し動作の選択は、プロテクショングループの両端で同一である。しかし、このパラメータの不適切な組合せは、相互接続を妨げるものではない。すなわち、片側は、この側から始動された切替をクリアするための復旧待ち (WTR) となり、一方、他の側は、その切替に対して切り戻し無 (DNR) 状態となる特異な状態となる。

6.3.1 非切り戻し動作

非切り戻し型においては、切替要求が終了しても、サービスは運用系エンティティへ切り戻されない。

非切り戻し型においては、切替要因がクリアされても、通常トラヒック信号が非運用系トランスポートエンティティ上に残るのを許される。これは、これまでの切替要求を低優先のDNR要求に置き換えることにより達成される。

6.3.2 切り戻し動作

切り戻し型においては、切替要求が終了すると、サービスは常に運用系トランスポートエンティティに戻る (または残る)。コマンド (例えば、強制切替 (FS)) をクリアした場合には、上記動作は直ちに発生する。

異常をクリアした場合には、通常、WTRタイマの満了後に発生する。WTRタイマは、断続的な異常の場合にセクタがばたつくのを避けるために用いられる。

切り戻し動作においては、通常トラヒック信号が非運用系トランスポートエンティティを介して送られている状況下で、運用系トランスポートエンティティが復旧した時、ローカルプロテクション切替要求が以前作動中で、今は非作動となった場合に、WTR状態となる。WTRタイマが満了した後、この状態は通常タイムアウトして正常状態となる。そして、運用系トランスポートエンティティを選択する復帰が発生する。WTRタイマは、高優先のいずれかのローカルあるいはリモート要求がこの状態に取って代わった場合、動作を停止する。

6.4 プロテクション切替トリガメカニズム

プロテクション切替動作は、次の場合において実行される。

- ・ 有効である高優先の切替要求がない状態では、オペレータ制御（例えば、手動切替 (MS)、強制切替 (FS) およびプロテクションロックアウト (LO)) により開始；
- ・ 信号故障 (SF) または信号劣化 (SD) がアクティブトランスポートエンティティ上で検知され、ホールドオフタイマが満了され、そして、いかなるより高優先の切替要求も有効ではない状態；
- ・ 有効である高優先の切替要求がない状態で、WTRタイマが満了 (切り戻し動作において)； または、
- ・ 双方向1+1および1:1アーキテクチャにおいて、受信された自動プロテクション調整プロトコルが切替を要求し、他のいずれのローカル要求よりもこれが高優先。

6.4.1 手動制御

プロテクション切替機能の手動制御は、装置またはネットワーク管理システムから伝達されうる。

6.4.2 信号故障あるいは信号劣化の宣言状態

プロテクション切替は、保護ドメイン内のトランスポートエンティティ(運用系および非運用系)上での特定の異常の検出に基づき発生する。これらの異常が検出される方法は、[ITU-T G.8121]の主題である。プロテクション切替過程の目的に対して、保護ドメイン内のトランスポートエンティティは、OK、故障 (信号故障 (SF))、あるいは、劣化(信号劣化 (SD))の状態を持つ。

SNC/Sプロテクション切替において：

保護ドメインのMPLS-TPトレイル終端シンク (MT_TT_Sk) 機能が、[ITU-T G.8121]において定義されるようにトレイル信号故障を検出するとき、信号故障 (SF) が検知される。

保護ドメインのMT_TT_Sk機能が、[ITU-T G.8121]において定義されるようにトレイル信号劣化を検出するとき、信号劣化 (SD) が検知される。

6.5 プロビジョニング不整合

プロテクショングループのプロビジョニングに対するオプションの全てで、プロビジョニングの2つの端点間で不適当な組合せとなる状況がある。これらのプロビジョニング不整合はいくつかの形の1つをとる：

- ・ 適切な動作が不可能となる不整合。
- ・ 不適当な組合せにも係わらず、ある程度の相互接続を提供するための動作へ、一方または両側を適応させることができる不整合。
- ・ 相互接続を阻まない不整合。例としては、6.3節および8.1.3項で議論される切り戻し/非切り戻しの不適当な組合せ。
- ・ プロビジョニング不整合およびそれらが取り扱われる方法については、[IETF RFC 7271] 第12章を参照。

7. プロテクションコマンド群と状態

7.1. エンドツーエンドコマンド

これらのコマンドは全体としてプロテクショングループに適用される。非運用系切替プロトコルが存在する時、クリアを除くこれらのコマンドはコネクションの遠端に通知される。片方向切替ではこれらのコマンドは両端のブリッジ及びセレクトタに影響を及ぼす。

非選択系のロックアウト (LO)：運用系エンティティにセレクトタを固定する。このコマンドは運用系エンティティが選択されている時に、セレクトタが非運用系エンティティに切り替わることを防ぐ。このコマンドは非選択系コネクションが選択されている時に、セレクトタを運用系エンティティから非運用系エンティティに切り替える。

強制切替 (FS)：より高い優先度の切替リクエスト (即ちLO, SF-P) が有効にならない限り、セレクトタを運用系エンティティから非運用系エンティティに切り替える。

非運用系への手動切替 (MS-P)：等しい、またはより高い優先度の切替リクエスト (即ち、LO, SF-P, FS, SF-W, SD-W, SD-P, または MS-W) が有効にならない限り、セレクトタを運用系エンティティから非運用系エンティティに切り替える。

運用系への手動切替 (MS-W)：等しい、またはより高い優先度の切替リクエスト (即ち、LO, SF-P, FS, SF-W, SD-W, SD-P, または MS-P) が有効にならない限り、セレクトタを非運用系エンティティから運用系エンティティに切り替える。

試験：プロテクション切替プロトコルを試験する。この信号は、切替プロトコルセレクトタやブリッジを修正しないように選択される。

クリア：WTR状態、及び上記に挙げたエンドツーエンド切替コマンドの全てをクリアする。このコマンドはAPCプロトコルによって他のエンドポイントへ送信される要求ではない。

7.2. ローカルコマンド

これらのコマンドはプロテクショングループの近端にのみ適用される。非運用系切替プロトコルがサポートされている場合であっても、これらは遠端へ通知されない。

フリーズ：プロテクショングループの状態を凍結する。フリーズコマンドが解除されない限り、追加の近端コマンドを拒絶する。条件変更及び受信したプロテクション切替情報は無視される。フリーズコマンドがクリアされた時、プロテクショングループの状態は、条件に基づいて再計算、及びプロテクション切替情報を受信する。フリーズコマンドはローカルなため、一つの端点のみに発行された場合は、任意のオペレータコマンドまたは故障状態を受け入れる為に他の端点が解放されているようなプロトコルの障害が発生する可能性がある。

フリーズのクリア：ローカルフリーズコマンドをクリアする。

7.3. 状態

保護ドメインの状態に関する情報は、保護ドメイン内の各ネットワーク要素によって維持される。その状態情報は、保護ドメインの現在の状態、現在の状態に関する要因の指標、その状態がリモートまたはローカルの状態と関係しているかどうかの指標を含む。

保護ドメイン状態は以下に示される

- ・ 通常状態：非運用系、運用系エンティティ両方が完全に配分され、かつ有効。通常トラヒック信号は運用系エンティティを経由して伝送(または選択)され、トリガイイベントがドメイン内で報告されない。

- ・ 使用不可状態：非運用系エンティティが使用不可の状態—非運用系エンティティにおいてLOコマンド、障害、状態劣化いずれかの結果として検出される。
- ・ プロテクション障害状態：運用系エンティティが障害もしくは状態劣化を通知している、かつ通常トラフィック信号が非運用系エンティティで伝送(または選択)されている。
- ・ 管理切替状態：オペレータが通常トラフィック信号を切り換えるために非運用系エンティティ (FS,MS-P) もしくは運用系エンティティ (MS-W) に対してコマンドを発行している。
- ・ 試験状態：オペレータが、プロトコル通信が正しく動作しているかどうかを試験するために試験コマンドを発行している。
- ・ 復旧待ち状態 (WTR)：保護ドメインがWTRタイマによってコントロールされている運用系エンティティ上のSF、SD状態から回復している。
- ・ 切り戻し無状態 (DNR)：保護されたドメインがSF,SD状態から回復しているが、オペレータが回復時にドメインを自動的に通常状態に戻さないように設定している。この状態は運用系エンティティにおける故障状態がクリアされた時だけでなく、FSやMS-Pのような切替要求のオペレータコマンドがクリアされたときにも導入される。保護ドメインはオペレータのMS-Wコマンド発行に続いて通常状態へ切り戻す為のクリアコマンド、もしくは別の状態へ切り替わる新しいトリガがあるまでこの状態を維持する。

現在の状態に関する原因、根本原因(ローカルまたはリモート)だけでなく、現在のプロテクションドメイン状態(例えば、ローカルLOコマンドによる利用不可、リモートFSによる管理切替等)の状態情報の拡張形式は付属資料Aに示される。

7.3.1. ローカル、リモート状態

端点は、ローカル要求の結果として、または遠端からAPC情報を受信した結果として与えられた状態であってもよい。状態が、ローカル要求の結果として導入された場合、状態はローカル状態と見なされる。状態が同等、もしくは高優先度をもつローカル要求の欠如の中リモートメッセージの結果として導入された場合、そのとき状態はリモート状態と見なされる。

端点が、保護ドメインに同一状態を導入するローカル要求とリモート要求両者をもついずれの場合においても、指標が処理される順序に関わらず、その状態はローカル状態であると見なされる。

しかし、端点が、例えば運用系におけるSF、リモートLOメッセージのような異なる状態を保護ドメインに導入するローカル、リモート指標を持つ場合、高優先の要求(8.2節参照)が決定的要因となり、指標の出し元がローカルかリモートか決められる。

与えられた例において、結果は、運用系エンティティにおけるSF状態、及び非運用系エンティティが保護されたトラフィックを伝送するために用いられていないことを示すリモート利用不可状態送信プロトコルメッセージとなる。

8. 自動プロテクション調整プロトコル

APCプロトコルを必要としない唯一の切替タイプは1+1の片方向切替である。送信端でパーマネントブリッジを有することと、両端のセレクトタ位置を整合させる必要なく、受信端のセレクトタは受信端セレクトタでの異常やコマンド受信によって完全に動作する。

双方向切替は常に APC プロトコルを必要とする。

8.1. 自動プロテクション調整 固有情報構造

APC固有情報は [IETF RFC 5586] で記述される全体的な一般随伴チャンネル (G-Ach) で伝送される。

4オクテットの随伴チャンネルヘッダ (ACH) 上のAPC固有の情報フォーマットは [IETF RFC 6378] の図2で示される。全てのリザーブビットは'0'で送信され、受信時は無視される。[IETF RFC 7271] の9.1章で定義されるTLV機能は任意のタイプ長値 (TLV) 領域で運ばなければならない。TLV機能は全ての5つの機能が使用されるべきであることを示すために設定されなければならない。

表 8-1 で APC 固有情報に関するコードポイント及び値を示す。

表 8-1 – APC固有情報におけるフィールド値

Field	Value	Description
Version (V)	1	プロトコルバージョン。この勧告では、値は1である。
	Others	将来使用のため
Request	14	非運用系ロックアウト (LO)
	12	強制切替 (FS)
	10	運用系信号故障 (SF)
	7	信号劣化 (SD)
	5	手動切替 (MS)
	4	復旧待ち (WTR)
	3	演習 (EXER)
	2	切り戻し要求 (RR)
	1	切り戻し禁止 (DNR)
	0	要求無し (NR)
Others	将来使用、および無視された受理のため	
Protection type (PT)	3	パーマネントブリッジによる双方向切替
	2	非パーマネントブリッジによる双方向切替
	1	パーマネントブリッジによる片方向切替
	0	将来使用のため
Revertive (R)	0	切り戻し無し動作
	1	切り戻し動作
Fault path (FPath)	0	非運用系トランスポートエンティティが、異常な状態、管理コマンドによって影響を受けたこと、または、両方のトランスポートエンティティにおいて、異常、コマンドが有効でないことを示す。
	1	運用系トランスポートエンティティが異常な状態であること、または管理コマンドによって影響を受けたことを示す。
	2-255	将来の拡張、および無視された受理のため
Data path (DPath)	0	非運用系トランスポートエンティティがユーザデータを送信していない (1:1アーキテクチャ)、または、冗長系のユーザデータを送信している (1:1アーキテクチャ、かつSD-P状態、または1+1アーキテクチャ)であることを示す。
	1	非運用系トランスポートエンティティが運用系トランスポートエンティティの代わりにユーザトラフィックを送信していることを示す。
	2-255	将来の拡張、および無視された受理のため

APC 固有情報の内、“Request”、“FPath”、“DPath” の値は異常やオペレータコマンドに対する非運用系切替

を提供するために変更することが可能。全ての他の値はオペレータによって設定されたものとして同じ値のままである。

APC 固有情報内の残りの領域は、TLV 機能情報を示すためのものである。TLV 機能上の記述は [IETF RFC 7271] の 9 章に記載されている。TLV 機能情報の本領域は以下のように設定される。

- TLV 長：この領域は TLV 機能情報に含まれるバイト数を示す。この値は '8' にセットされるべきである。
- TLV 機能タイプ：この領域の値は TBD である。
- TLV 機能長：この領域の値はオクテットで Flag 領域の長さである。この値は '4' に設定されるべきである。
- Flag：この値は "0xF8000000" にセットされるべきである。この領域の異なる値は、この勧告ではサポートされていない。

受信した APC メッセージの中の TLV 機能情報が、つい最近送信したメッセージのものとは異なる場合、これは TLV 機能の不一致を示す。これが起きた時、ノードはオペレータに警告し、オペレータが TLV 機能情報における不一致を解決するまでいかなる非運用系への切替を実施するべきではない。

8.1.1. 要求

要求は、保護ドメインの2端点間に信号を送る。近端において最も高優先の条件、コマンド、状態は常に送信プロトコルメッセージの要求領域に反映される。近端は、遠端からの試験コマンドに応じて、切り戻し要求 (RR) のみを送信する。

8.1.2. プロテクション形式

プロテクション形式 (PT) 領域は現在設定されているプロテクションアーキテクチャ形式を示す。2ビットはパーマネント/セレクトブリッジ形式と、片/双方向切替形式を示す。

片側のPT領域の値が'2'であり(即ちセレクトブリッジ)、反対側のPT領域の値が'1'または'3'(即ちパーマネントブリッジ)である場合、そのときこれは異常をもたらす。

ブリッジタイプは一致しているが、切替が不一致、即ち片側のPTが'1'(片方向切替)である一方、反対側のPTが'2'または'3'(双方向)の場合、そのとき双方向として設定されたノードは、相互作用を許可するために片方向切替として機能するべきである。

8.1.3. 切り戻し

切り戻し (R) 領域は送信端点に切り戻し有りまたは無しで動作するかを設定する。R情報が不一致であった場合は、片側は明らかにWTR、反対側はDNRへ切り替わる。2端点が相互作用し、トラヒックが付属資料Aで与えられる状態遷移定義によって保護される。

8.1.3.1. 切り戻し動作

通常トラヒック信号が非運用系エンティティを経由して受信されている状況における、片方向非運用系切替の切り戻し動作において、ローカル非運用系切替要求が以前有効かつ現在は無効の場合、WTR状態となり、送信される要求情報に格納され、切替を維持する。

双方向の非運用系切替の場合、WTR状態は、遠端から受信したWTR要求よりも高優先要求が存在していない時のみ導入される。

この状態は通常タイムアウトし、WTRタイマが満了した後通常状態になる。いずれかの高優先ローカル要求がこの状態に取って代わった場合、WTRタイマが先に無効化される。

非運用系エンティティへの切替はWTR状態または要求情報を通じてリモート要求 (WTRもしくは別のもの) によって維持される。それゆえに、運用系エンティティに関する片方向故障が発生している、かつその後修復が行われた場合において、運用系エンティティへの双方向切り戻しは両端のWTRタイマが満了するまで実施されない。

8.1.3.2. 切り戻し無し動作

通常トラフィック信号が非運用系エンティティを経由して受信されている状況における、片方向非運用系切替の切り戻し無し動作において、ローカル非運用系切替要求が以前有効かつ現在は無効の場合、DNR状態となり、送信された要求情報に格納され、切替を維持される。したがって要求が無い状況下での切り戻し無し動作は、ブリッジ/セクタ位置が解放される切り戻しを防ぐ。

双方向の非運用系切替の場合、DNR状態は、遠端から受信したWTR要求よりも高優先要求が存在していない時のみ導入される。

8.1.4. フォルトパス

フォルトパス (FPath) 領域は、障害、またはコマンドが有効であることが要求領域によって示された時、伝送エンティティ (即ち運用系もしくは非運用系) が異常な状態、もしくは管理コマンドによって影響を受けたことが確認されたことを示す。ローカルノードが両伝送エンティティにおいてローカル障害、ローカルコマンドどちらも有していない時、ローカルノードはこの値を '0' にセットする。

8.1.5. データパス

データパス (DPath) 領域は、データが非運用系エンティティで伝送されていることを示す。通常条件下では非運用系エンティティ (特に1:1、1:nアーキテクチャ) において、いかなるユーザデータトラフィックも伝送される必要はない。運用系エンティティにおいて故障や劣化条件がある場合、そのとき運用系エンティティのデータトラフィックは非運用系エンティティを通して伝送される。

この領域はセクタとブリッジの両方の位置を指示することに注意すること。

8.2. ローカル及びリモート要求の優先度

ローカル及びリモート要求に関するリクエストの優先度は以下に高優先から低優先の順で示す。

- ・ クリア (ローカルのみ)
- ・ 非運用系のロックアウト (ローカル及びリモート)
- ・ 信号故障もしくは劣化のクリア (ローカルのみ)
- ・ 非運用系における信号故障 (ローカル及びリモート)
- ・ 強制切替 (ローカル及びリモート)
- ・ 運用系における信号故障 (ローカル及びリモート)
- ・ 非運用系もしくは運用系どちらか一方における信号劣化 (ローカル及びリモート)
- ・ 非運用系もしくは運用系どちらか一方への手動切替 (ローカル及びリモート)
- ・ WTRタイマ満了 (ローカルのみ)
- ・ WTR (リモートのみ)
- ・ 試験 (ローカル及びリモート)
- ・ 切り戻し要求 (リモートのみ)
- ・ 切り戻し無 (リモートのみ)
- ・ 要求無 (リモート及びローカル)

“ローカルのみ”の要求が遠端に通知されないことに注意すること。同様に、“リモートのみ”の要求はローカル入力としてのローカル要求ロジック (8.6節参照) に存在しない。例えばWTRの優先度は遠端から生成された受信WTRメッセージにのみ適用される。WTR状態のWTRタイマが実行されている遠端にはローカル要求がない。

運用系もしくは非運用系どちらか一方のリモートSF及びSD、どちらか一方へのリモートMSは、APC固有情報のFPath及び要求の値によって示される。

遠端からのリモート要求優先度は、要求無 (NR) を除く同じローカル要求、及びSDやMSのような同様の優先度を持つ要求のちょうど下に割り当てられる。未処理のローカル要求が無い場合には、受信したNRメッセージは状態遷移テーブル検索に用いられる必要があるため、受信したリモートNR要求はローカルNR要求より優先度が高い。同一の優先度要求については、8.7節参照。

8.2.1. 非運用系エンティティの信号故障

非運用系エンティティにおける信号故障 (SF) は、通常トラヒック信号が非選択系を選択するいかなる異常よりも高い優先度を有する。1-位相プロテクションプロトコルにおいて、非選択系エンティティにおけるSF (プロトコルメッセージが送られる) はFSより優先度が高い。LO コマンドはSF-P (故障条件中、ロックアウト状態は運用系を維持する) より優先度が高い。

8.3. APC開始契機

次の切替開始契機が存在する：

- 1) 外部からの開始コマンド (クリア、非運用系ロックアウト、強制切替、手動切替、試験)
- 2) 非運用系ドメインに関連している自動開始コマンド (信号異常、信号劣化)
- 3) 非運用系切替機能の状態 (WTR, RR, DNR)
- 4) 内部的な開始要求 (WTR タイマ満了)

8.4. APCプロトコル形式

非運用系切替プロトコルについて二つの基本的な前提条件がある。

- 1) 誤接続の防止
- 2) 非運用系切替時間を最小にするための、冗長区間A点、Z点間の通信サイクル数最小化。通信は1回 (Z→A) でも2回 (Z→A, A→Z) でも、3回 (Z→A, A→Z, Z→A) であっても良い。これは1-位相、2-位相、3-位相プロトコルと呼ばれる。

動作時間の削減と、プロトコルの複雑さの低減による適用の容易化とのバランスを維持するために、プロテクション機構ごとに推奨されるプロトコル形式を表8-2に示す。

表 8-2 プロトコル形式とプロテクション機構の関係

プロトコルタイプ	プロテクションアーキテクチャ
プロトコル無	1+1 片方向
1-位相 APS	1:1 双方向

注釈 – “1-位相”プロトコルの使用は、“ラベル分配則”が適用されるパス毎の固有ラベルによって、異なるLSPの同じラベルを有する非運用系リソースへの接続を (一過性でさえも) 回避することを示す。パス毎の固有ラベルが誤接続を回避する。

MPLS-TPリニアプロテクションについてのプロトコルは1-位相として定義され、その詳細は8.6節に示す。

8.5. APCメッセージの送受信

APCメッセージは非運用系エンティティにのみ、非運用系ドメインの送信端より挿入され、非運用系ドメインの受信端によって抽出される。

送信状態に変化が起きた時に、新しいAPCメッセージが即座に送信されなければならない。

最初の3つのAPC信号は、1つまたは2つのAPCメッセージが損失または破損している場合であっても、迅速な非運用系への切り替えが可能ないように、送信されている非運用系切替信号情報が変化した場合においてのみ、出来る限り早く送信されるべきである。50ms以内の迅速な非運用系への切替のため、最初の3つの自動的な非運用系調整メッセージの信号間隔は長くても3.3msであるべきである。最初の3つの後のAPCメッセージは5秒のデフォルト間隔で送信されるべきである。

APC固有の情報が受信されない場合、最後に受信した情報は非運用系エンティティにおけるSF条件の場合を除いて適用された状態を保つ。

非運用系のエンドポイントが運用系エンティティからAPCメッセージを受信した場合、この情報を無視し、ローカルネットワーク要素(8.15節参照)に関するプロトコル異常の障害を検出するべきである。

8.6 1-位相APCプロトコル

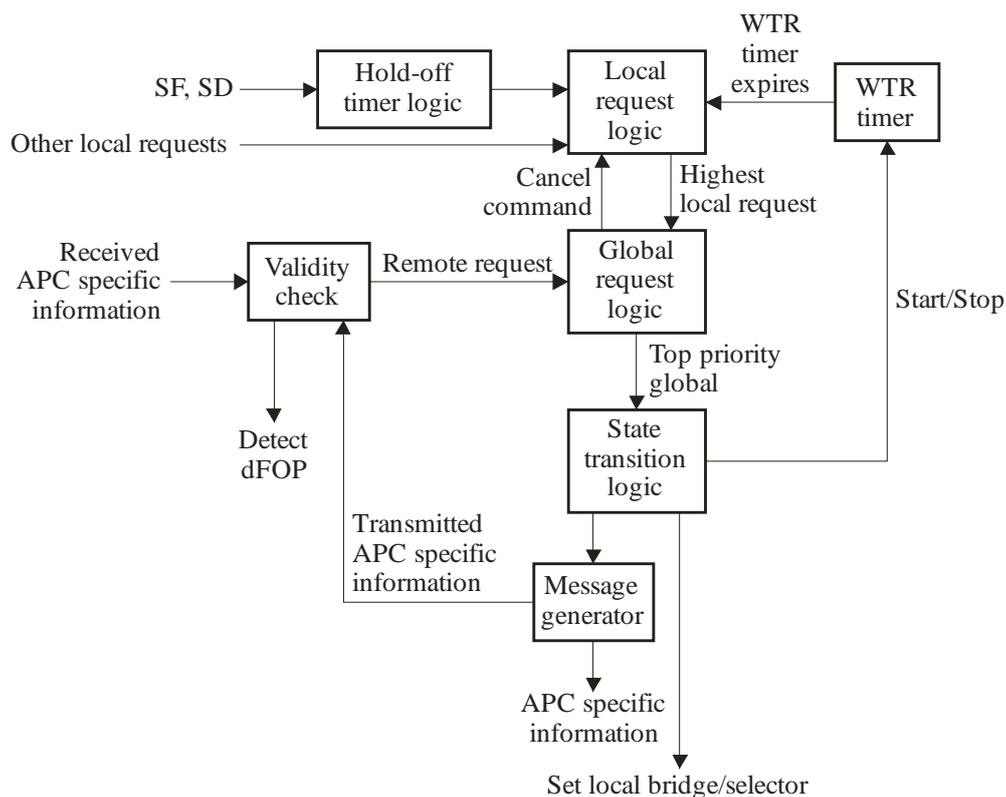
8.6.1 動作原則

図8-1はMPLS-TPリニアプロテクション切替アルゴリズムの原理を図示している。

このアルゴリズムは保護ドメインの両方の終端にあるネットワーク要素で実行される。

双方向切替は、プロテクション切替情報の要求を、要求フィールドとフォールトパスフィールドによって、遠端に送信することにより、実行される。(表8-1参照)

送信されたプロテクション切替情報の四番目のオクテットに記載されているデータパスには、ローカルブリッジ/セレクタのステータス情報が含まれる；両終端の断続的なミスマッチは検出され、警報につながる。



G.8131-Y.1382(14)_F8-1

図8-1 MPLS-TPリニアプロテクション切替アルゴリズムの原理

機能の詳細は、以下の通りである。(図8-1参照)

ローカルネットワーク要素では、一つもしくは、複数のローカル切替要求 (8.2節に記載) を有効にしている。

"local request logic" はこれらの要求からどれが最優先かを、8.2節の優先順位により決定する。

この最も優先度の高いローカル要求 (以下、最優先ローカル要求と呼ぶ) は、"global request logic" に渡され、最優先ローカル要求と最新のリモート要求のどちらを優先するかを決定する。

リモート要求が"Global request logic"へ渡されると、このリモート要求と現在の最優先ローカル要求でどちらが最優先グローバル要求であるかを決定する。

優先度評価に関する詳細な記述は、8.2節、8.7節を参照すること。

最優先グローバル要求は、付属資料Aで述べられる状態遷移を決定するために、用いられる

もし供給されたホールドオフタイマの値が0でなければ、"hold-off timer logic"が新しいSF/SDを受けとつても、即座には、この情報を"local request logic"に通知しない。

代わりに、ホールドオフタイマがスタートする。(8.11節参照)

ローカルネットワーク要素は、プロトコルメッセージにより、遠端のネットワーク要素から情報を受け取る。

受け取られたプロトコルメッセージは 妥当性チェックを受ける。(8.15節参照)

状態遷移は、"state transition logic"で、最優先グローバル要求と、以下に示す付属資料Aで定義される状態遷移表に基づき、計算される。

- a) もし状態遷移を決める最優先グローバル要求が、最優先ローカル要求である場合、次の状態はローカルの状態遷移表によって決まる。そうでなければ、リモート状態遷移表が使われる。
- b) リモート状態の場合、最優先ローカル異常状態(SF-P,SF-W,SD-P、またはSD-W)はRequestフィールド、FPathフィールドの中に常に反映されるべきである。
- c) 現在の終端のローカル状態のため、最優先グローバル要求が、次の状態がNormal, WTR, DNRになる原因であるならば、すべてのローカル、リモート要求は、最後の状態が決まる前に、ノードが、状態遷移表の補足に規定された状態となるように、再評価されるべきである。
- d) アクティブな要求が無い場合、終端は、状態遷移表の脚注に規定された状態となる。この再評価は、ローカルノードでのみの運用であり、プロトコルメッセージは最終状態にしたがって、生成される。ローカル故障、もしくは劣化から回復したノードがWTR状態に入る場合のみ、WTRタイマは、スタートする。リモートWTRメッセージによりWTR状態に入ったノードはWTRタイマをスタートしない。任意のローカル、またはリモート要求がWTR状態からの状態変更を引き起こしたとき、WTRタイマは停止する。

受信されたプロテクション切替情報は、片方向プロテクション切替の動作に影響を与えるべきではないため、最優先グローバル要求は、片方向プロテクション切替の場合の最優先ローカル要求と全く同じとなる。

"message generator" は、8.5節、および付属資料Aで述べるAPC固有情報を生成する。

ローカルネットワーク要素のブリッジ/セクタ位置は "state transition logic" で計算された最終状態により決定される。

ブリッジとセクタの制御については8.8節、8.9節を参照すること。

ここで留意すべきことは、リニアプロテクション切替は入力信号の内ひとつでも (図8-1参照) 変わるとすぐに開始されることである。すなわちどんなローカル要求の状態が変わった場合でも、もしくは異なるAPC固有情報を、遠端から受信した場合でもである。

アルゴリズムの当然の動作も、即座に開始される、すなわち、8.15節で定められている期間内にプロテクション切替が完了しない場合、ローカルブリッジ/セクタ位置の変更 (必要ならば) や、新しいAPC固有情報の送信や、プロトコル異常による切断の検知をする。

8.7 同一優先度要求

8.2節で述べられたように、遠端からのリモート要求の優先度は、ローカル要求のすぐ下である。

しかし、SDやMSのような同一優先度要求のために、本節に述べられるように、優先度は評価される。

同一優先度要求のために、先着順ルールが適用される。

一旦ローカル要求が "local request logic" に現れると、異なる動作を要求されている後続の同一優先ローカル要求、すなわち、同じ要求値を持つが、異なるFPath値につながる動作は、優先度が下がる。

さらに、MSコマンドの場合、次の異なる動作を要求するローカルMSコマンドは、キャンセルされる。

最優先ローカル要求とリモート要求の優先度を "global request logic" で評価するとき、以下の同一優先度解決ルールが定義されている。

- a) もし両方が同一動作を要求している場合、すなわち、同一要求、FPath 値の場合、ローカル要求をリモート要求よりも、高優先度とする。
- b) 最優先ローカル要求が "global request logic" に到着すると、もし、異なる動作を要求する最優先ローカル要求が存在するならば、最優先ローカル要求は無視され、リモート要求が最優先グローバル要求のままとなる。MS コマンドの場合、異なる動作を要求するローカル手動切り替えコマンドはキャンセルされる。
- c) リモート要求が "global request logic" に到着した時、もし異なる動作を要求する最優先ローカル要求がすでに存在するならば、最優先グローバル要求は以下のルールに従い決定される。
 - ・ 手動切替要求のため、MS-W要求は、MS-P要求よりも高優先度とみなされる。MS-W要求を持つ終端は、ローカルMS-W要求を最優先グローバル要求として維持するが、ローカルMS-P要求を持つ別の終端は、MS-Pコマンドをクリアし、内部に "Clear" 要求を生成する。
 - ・ SD要求のために、スタンバイトランスポートエンティティ (セクタがユーザデータトラフィックを選択しないトランスポートエンティティ) 上のSDは、発端 (ローカルや、リモートメッセージ) にかかわらず、アクティブトランスポートエンティティ (セクタがユーザデータトラフィックを選択したトランスポートエンティティ) よりも高優先度とする。スタンバイトランスポートエンティティ上のSDを持つ終端は、スタンバイトランスポートエンティティ要求を再優先グローバル要求として維持する。アクティブトランスポートエンティティ上のローカルSDを持つ他端は、状態遷移表を参照するために、スタンバイトランスポートエンティティ上のリモートSDを最優先グローバル要求として利用する。アクティブとスタンバイトランスポートエンティティの区別は、各終端がローカルSDを検知した時にユーザトラフィックのために、どのトランスポートエンティティを選択したかに基づいている。

8.8 ブリッジの制御

1+1アーキテクチャでは、通常トラフィック信号は恒久的にプロテクショントランスポートエンティティにブリッジされる。

DPathフィールドは、非運用系トランスポートエンティティが、運用系トランスポートエンティティ (DPath=1) の代わりにユーザトラフィックを送信しているか、非運用系トランスポートエンティティが、冗長系のユーザデータトラフィック (DPath=0) を送信しているかを示している。

1:1アーキテクチャでは、通常トラフィック信号は、運用系 もしくは 非運用系トランスポートエンティティにブリッジされる。

SD状態下では、通常トラフィック信号は、複製され、運用系、非運用系の両方に供給される。

ローカル、もしくはリモートSDが、運用系トランスポートエンティティか、非運用系トランスポートエンティティで発生すると、終端は、ユーザデータトラフィックを複製し、運用系、非運用系トランスポートエンティティの両方に供給する。

パケット複製は、非運用系ドメインで、SD状態が発生している限り続く。

パケット複製は、切り戻し操作のWTR状態の間続き、WTR状態が終わるときに停止する。

非切り戻し操作では、SD状態がクリアされた時に、パケット複製は停止する。

8.9 セレクタの制御

1+1片方向アーキテクチャでは、セレクタは、最優先ローカル要求に完全に従い、セットされる。

1+1、および1:1双方向アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティが、運用系トランスポートエンティティの代わりにユーザトラフィックを送信していることをDpathフィールドが示すとき (すなわち、DPath=1のとき)、通常トラフィック信号プロテクションエンティティから選択される。

もしDPath=0ならば、通常トラフィック信号は運用系トランスポートエンティティから選択される。

8.10 ローカル要求の受理と保持

ローカル要求は、SF-P,SF-W、SD-P、SD-Wのような故障を示しており、故障状態が存在する限り、"local request logic" に受諾され、維持されるべきである。

もし、ローカル故障入力よりも高優先度なローカル要求がある場合、より高優先度なローカル要求は、最優先ローカル要求として、"global logic" に渡されるが、ローカル異常入力は、廃棄されず、"local request logic" に残る。

より高優先度なローカル要求が消えると、ローカル故障は、まだ存在していれば、最優先ローカル要求となる。

Clearコマンド、SFやSDの除去、および要求を廃棄するWTRタイマは、持続しない。

一旦それらが "local request logic" に現れ、動作が完了すると、それらは消滅する。

LO, FS, MS および EXER コマンドは、より高優先度のローカル要求が存在する場合、拒否される。

もし、新しい高優先ローカル要求 (オペレータコマンドを含む) が受諾された場合、いかなる前の優先度の低いローカルオペレータコマンドも、キャンセルされるべきである。

あらゆる高優先リモート要求を受信した場合にも、低優先ローカルオペレータコマンドはキャンセルされるべきである。

キャンセルされたオペレータコマンドはオペレータがコマンドを再投入しない限り、廃棄され、戻らない。

8.11 ホールドオフタイマ

マルチレイヤや、カスケードされた保護ドメイン間でのプロテクション切替のタイミングを合わせるため、ホールドオフタイマは要求される。

目的は、クライアントレイヤでの切替前に問題を修正する機会をサーバレイヤプロテクション切替が持つことや、プロテクションアップストリームドメインにダウンストリームドメインより前に切替ることを許可することである。

それぞれの終端は、供給可能なホールドオフタイマをもつべきである。

ホールドオフタイマの推奨レンジは0~10秒で、100ms刻みである。

アクティブなトランスポートエンティティにおいて、新たな故障や、より重大な故障が発生するとしても、もし、供給されたホールドタイマの値が0でなければ、このイベントはプロテクション切替にはすぐには通知されない。

代わりに、ホールドオフタイマがスタートする。

ホールドオフタイマが時間切れになると、タイマがスタートしたトレイル上に、まだ故障が存在するかを確認される。

もし、故障が存在する場合、プロテクション切替に通知される。

通知される故障は、タイマが開始した故障と同じである必要はない。

8.12 復旧待ちタイマ

切り戻し動作では、断続的な故障によるプロテクション切替の頻繁な動作を避けるため、運用系トランスポートエンティティの故障は、正常にならなければならない。

故障した運用系トランスポートエンティティがこの契機を満たした後、通常トラヒック信号が運用系トランスポートエンティティを再使用する前に、一定の時間が経過する。

この一定の時間は、復旧待ち時間と呼ばれ、オペレータは5～12分で1分刻みに設定できる；デフォルト値は5分である。

SF、またはSD状態はWTRを無効にする。

切り戻し動作では、保護が要求されなくなると、すなわち故障した運用系オペレーショントランスポートエンティティがSF、またはSD状態でなくなる（そして、その他のトランスポートエンティティの要求が無いとする）と、WTR状態となり、WTRタイマがスタートする。

この状態は、要求フィールドにWTRとして示され、ローカル端では、プロテクショントランスポートエンティティの通常トラヒック信号を維持する。

この状態は、通常タイムアウトし、通常状態となる。

WTRタイマは、より高優先の任意の要求がこの状態をさけるならば、タイムアウト前に停止する。

8.13 試験動作

EXERはプロテクション切替プロトコル通信が正しく動作するかをテストするコマンドである。

これは、実際のスイッチのいかなる要求よりも、優先度が低い。

これは応答を探すことによる有意義なテストができる唯一の手段であるため、双方向切替において実際に有効な試験である。

EXERコマンドは、NR,RR,DNR要求のFPath、DPathと同じ値が与えられ、置き換えられる。

有効な応答は、対応するFPathとDPathの値を持つ、RRとなる。

EXERコマンドが両端に入力されると、EXERはRRの代わりに、両端から送信される。

EXERコマンドがクリアされる時、DPath値が0ならば、NRやRRで置き換えられ、DNR,RRのDPath値が1ならば、DNRやRRで置き換えられる。

8.14 信号劣化処理

プロテクション切替コントローラは、保護ドメインの中でトランスポートエンティティのための情報が得られている限りは、どのモニタリング方法が用いられているかを確認しない。

いくつかのモニタやネットワークレイヤでは、SD検知方法を持ってない。

この場合、異なるプロテクション切替プロトコルが使われる必要はない；SDが装置から発生しないという問題は、簡単におこり得る

プロテクションプロトコルが使われる場合、近端のモニタでSDを検知できなくても、プロテクションプロトコルを介したSDの宣言から遠端を対象から外すべきではない

非運用系トランスポートエンティティのSDは、運用系トランスポートエンティティのSDと同じ優先度を持つ。

結果として、SD状態は両方のトランスポートエンティティに影響与える場合、最初に検知されたSDは、二番目に検知されたSDにキャンセルされない。

運用系トランスポートエンティティ、と非運用系トランスポートエンティティのローカル、または遠端の要求としてSDが同時に検知された場合、スタンバイトランスポートエンティティのSDがアクティブ状態のトランスポートエンティティのSDよりも高優先とされ、通常トラヒック信号はアクティブ状態のトランスポートエンティティから選択され続ける(すなわち、不要なプロテクション切替は実行されない)。

プロテクション切替処理への同時の入力時、またはSD要求が双方向プロテクション切替のリモート端で確認されない限り、前の段落の、"同時に"は、スタンバイトランスポートエンティティにおけるSDの発生に関連がある。

送信されたSDメッセージを受信したローカルノードが、送信されたDPath値と異なるDPath値を示した場合、ローカルとリモートのSD要求は同時に起きたとみなされる。

注目すべきは、8.6節、8.7節のglobal priority logicと付属資料Aの状態遷移ロジックに関する記述は、すでに、前項で述べられていた信号劣化処理を含んでいることである。

8.15 プロトコル異常の故障

プロテクションプロトコルを要求するプロテクションタイプのための、プロトコルの失敗という状況は以下の通りである。

- まったく互換性のない設備 (8.1.2節で述べられたブリッジタイプの不一致、8.1節で述べられた機能TLVの不一致)
- 運用系/非運用系機器構成の不一致 (8.5節で述べられている)
- 双方向切替の場合の、50ms以上の間のブリッジへの無応答 (すなわち送信したデータパスと受信したDpathの不一致)
- メッセージインターバルの3.5倍以上 (少なくとも17.5秒以上) の間、非運用系トランスポートエンティティにおいてプロトコルメッセージが受信されず、かつトランスポートエンティティの異常がない。

全く互換性のない設備、および運用系/非運用系の機器構成の不一致は、たったひとつの自動プロテクション調整フレームを受信することにより検知される

異常の除去はITU-T G.8121で定義されている。

もし、不明な要求または、無効なデータ/誤ったパス番号の要求を受信した場合は、無視される。

9 アプリケーションアーキテクチャ

9.1 片方向1+1 SNC/Sプロテクション切替

片方向1+1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャは図9-1に示される。ここに示される片方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、単にローカル情報に基づいてプロテクションドメインの受信側(ノードZ)のセクタによって行われる。運用系トラヒックはプロテクションドメインの送信側(ノードA)で運用系と非運用系コネクション(トランスポートエンティティ)へ恒久的にブリッジされている。サーバ/サブレイヤのトレイル終端とアダプテーション機能は、運用系と非運用コネクションの状態を監視および断定するために用いられる。

片方向1+1 SNC/Sプロテクションは、切り戻し動作もしくは非切り戻し動作にもなり得る。

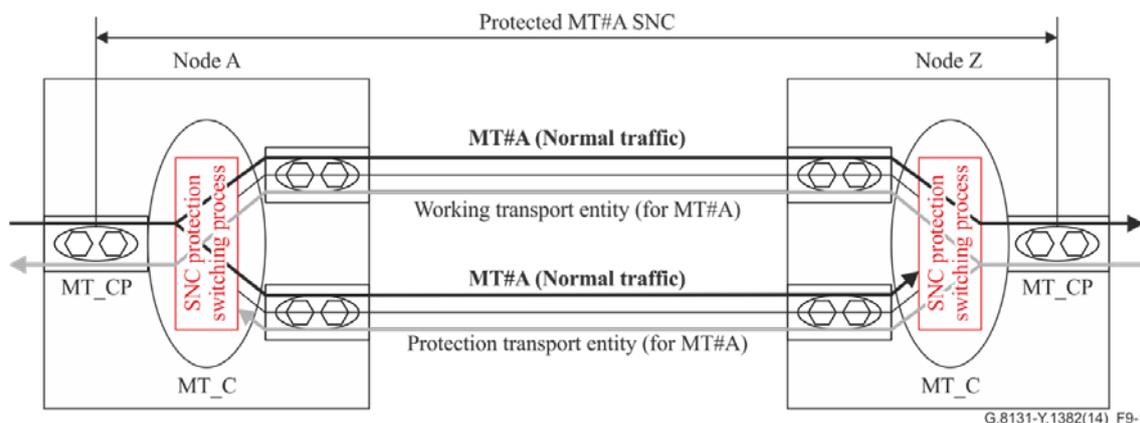


図9-1 片方向1+1 SNC/S プロテクション切替アーキテクチャ

例えば、(ノードZからノードAの転送方向に) 片方向異常が図9-2に示されるように運用系トランスポートエンティティに対して発生した場合、この異常はノードZのプロテクションドメインのシンク側で検出され、ノードZのセレクタは非運用系トランスポートエンティティに切り替える。そして、ノードZからノードAへの保護トラヒックは非運用トランスポートエンティティを流れ、ノードAからノードZへの保護トラヒックはそのまま運用系トランスポートエンティティを流れる。

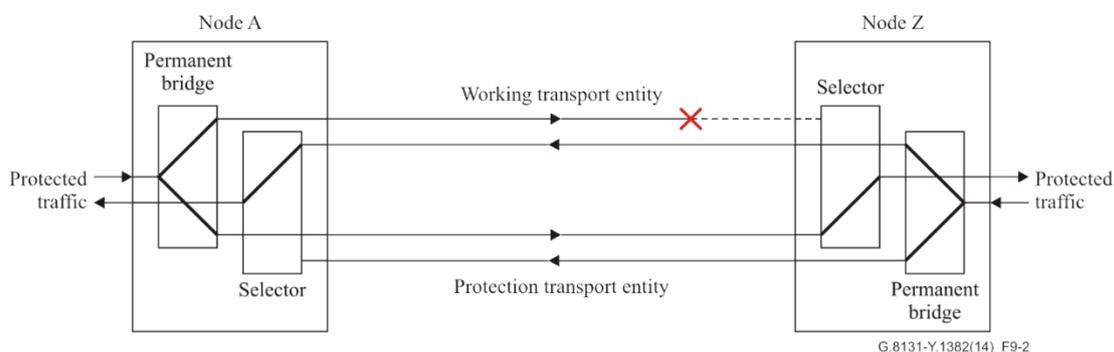


図9-2 片方向1+1 SNC/S プロテクション切替における運用系トランスポートエンティティ故障

図9-3は運用系トランスポートエンティティがA-to-Z方向で故障が発生し、且つ非運用系トランスポートエンティティがZ-to-A方向で故障が発生した場合を示す。片方向プロテクション切替は、このような2重故障の場合でも保護することができる。

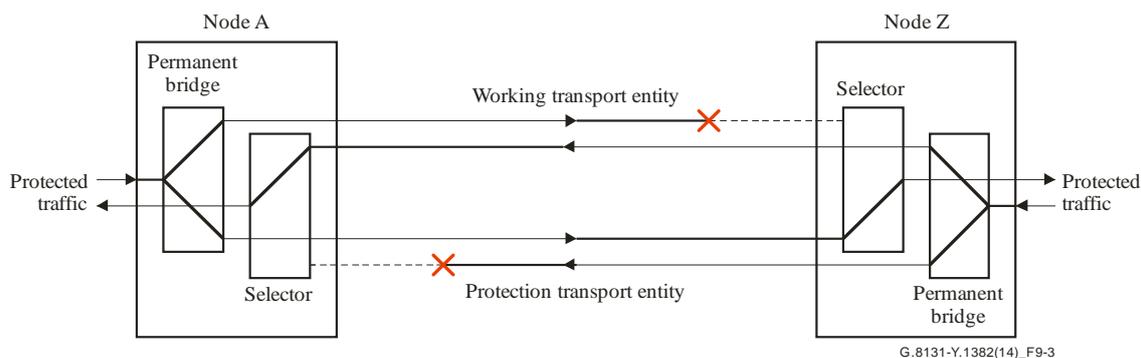


図9-3 片方向1+1 SNC/S プロテクション切替における運用系および非運用系接続の反対方向の故障

9.2 双方向1+1 SNC/Sプロテクション切替

双方向1+1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャは図9-4に示される。ここに示される双方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、ローカルあるいは近端情報および他方もしくは遠端からの自動プロテクション調整プロトコルの情報に基づいて、プロテクションドメインの両側にあるセレクタで行われる。通常のトラフィック信号はプロテクションドメインのソース側(ノードA)で運用系と非運用系へ恒久的にブリッジされている。サーバ/サブレイヤのトレイル終端とアダプテーション機能は、運用系と非運用系の状態を監視および断定するために用いられる。

双方向1+1 SNC/Sプロテクションは、切り戻し動作もしくは非切り戻し動作にもなりえる。

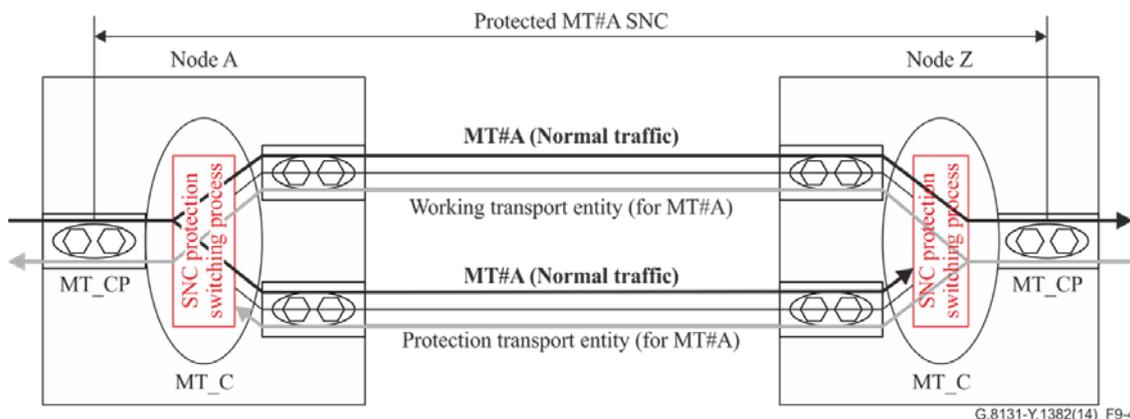


図9-4 双方向1+1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャ

例えば、図9-5に示されるように、(ノードAからノードZの転送方向に)片方向異常が運用系トランスポートエンティティに発生した場合、この異常はノードZで検出される。APCプロトコルが起動されて、そのプロトコルは以下の通りである。

- ・ ノードZが異常を検出する
- ・ ノードZのセレクタがプロテクショントランスポートエンティティA-to-Zに切替える。
- ・ ノードZからノードAに送られるAPCメッセージがプロテクション切替を要求する。
- ・ ノードAがプロテクション切替要求の優先度を確認した後、ノードAのセレクタはプロテクショントランスポートエンティティZ-to-Aへ切替えられる。
- ・ そのあと、ノードAからノードZへ送られたAPCメッセージは、切替についてノードZ通知するために用いられる。
- ・ そして、トラフィックはプロテクショントランスポートエンティティの双方向に (A-to-ZおよびZ-to-A) 流れる

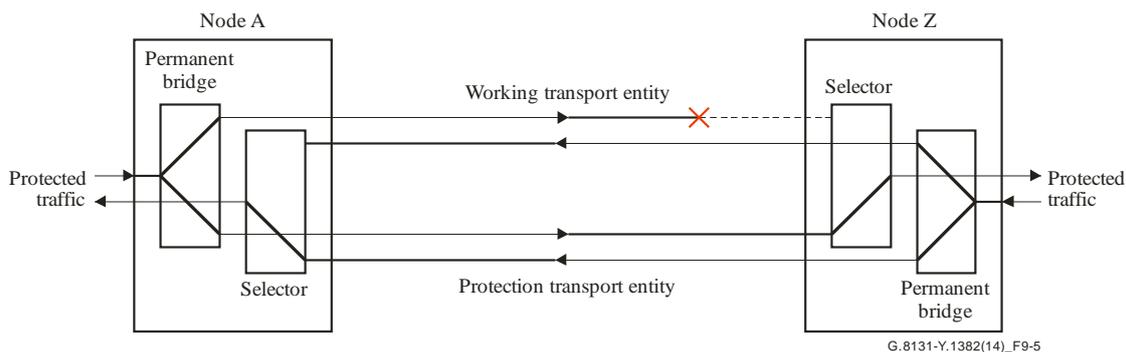


図9-5 双方向1+1 SNC/Sプロテクション切替における運用系コネクションA-to-Zの故障

9.3 双方向 1:1 SNC/S プロテクション切替

双方向1:1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャは図9-6に示される。ここに示される双方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、ローカルもしくは近端情報および他方もしくは遠端からのAPCプロトコル情報に基づいて、プロテクションドメインのソース側セクタブリッジとソース側セクタの両方によって行われる。サーバ/サブレイヤのトレイル終端とアダプテーション機能は、運用系と非運用系接続の状態を監視および断定するために用いられる。

双方向1:1SNC/Sプロテクション切替は、切り戻し動作もしくは非切り戻し動作となり得る。

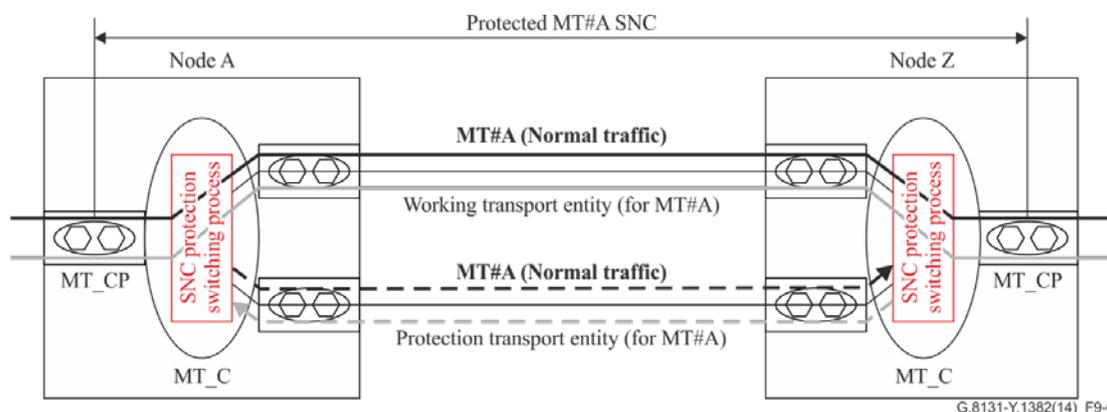


図9-6 双方向1:1 SNC/S プロテクション切替アーキテクチャ

例えば、図9-7に示されるように、ノードZからノードAの伝送方向にSFが、運用系エンティティZ-to-Aに対して発生した場合、この異常はノードAで検出される。APCプロトコルが起動されて、そのプロトコルは以下の通りである。

- ・ ノードAがSF異常を検出する。
- ・ ノードAのセクタブリッジは、非運用系トランスポートエンティティA-to-Zに切替えられる (すなわち、A-to-Z方向において通常トラフィック信号は非運用系トランスポートエンティティA-to-Zで送られる)、そしてノードAのセクタは非運用系トランスポートエンティティZ-to-Aに切替える。
- ・ ノードAからノードZに送られたAPCメッセージはプロテクション切替を要求する
- ・ ノードZがプロテクション切替要求の優先度を確認した後、ノードZのセクタは非運用系トランスポートエンティティA-to-Zに切替えられ、ノードZのセクタブリッジは非運用系トランスポートエンティティZ-to-Aに切替えられる (すなわち、Z-to-A方向において通常トラフィック信号は非運用系トランスポートエンティティZ-to-Aに送られる)
- ・ そのあと、ノードZからノードAに送られたAPCメッセージは、切替についてノードAに通知するために用いられる。
- ・ そして、トラフィックは非運用系接続を流れる。

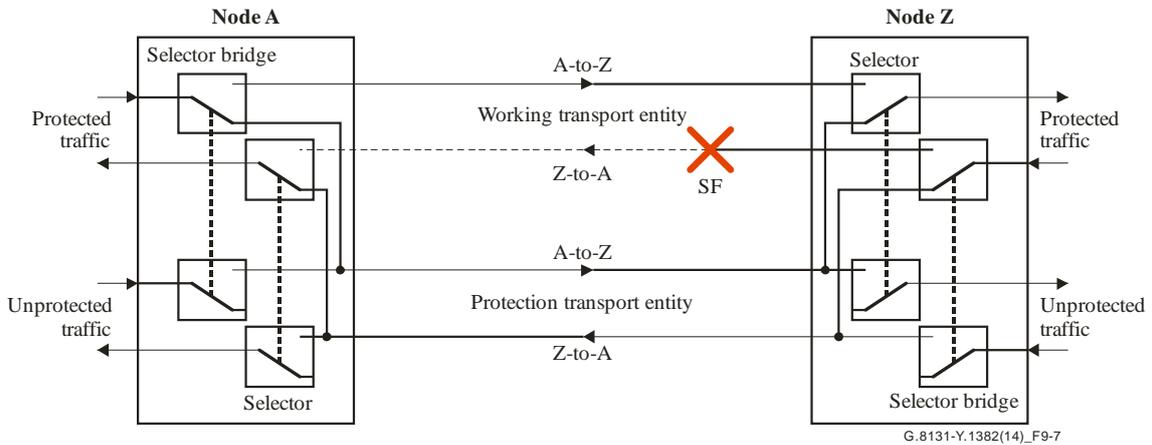


図9-7 双方向1:1SNC/Sプロテクション切替における運用系コネクションZ-to-Aの故障

プロテクション切替がSDによって始動される場合、それぞれのエンドノードにあるセクタブリッジは、運用系トランスポートエンティティにおいてSD状態を持続的に検出できる間は、プロテクショントラヒックを非運用系トランスポートエンティティから選択できるように、保護トラヒックを運用系および非運用系トランスポートエンティティの双方に複製する。この複製動作は、エンドノードで異常状態が解除されるのを確認されるまで継続する。例えば、ノードZからノードAの伝送方向でSDが、図9-8に示されるように運用系トランスポートエンティティZ-to-Aに発生した場合、この異常はノードAで検出される。APCプロトコルが起動されて、そのプロトコルは以下の通りである。

- ・ ノードAはSD異常を検出する。
- ・ ノードAのセクタブリッジは保護トラヒックを運用系と非運用系のトランスポートエンティティA-to-Zに複製し、ノードAのセクタは非運用系トランスポートエンティティZ-to-Aに切替える。
- ・ ノードAからノードZに送られたAPCメッセージはプロテクション切替を要求する。
- ・ ノードZがプロテクション切替要求の優先度を確認した後、ノードZのセクタは非運用系トランスポートエンティティA-to-Zに切替えられる。ノードZのセクタブリッジは保護トラヒックを運用系と非運用系トランスポートエンティティのZtoAの双方に複製する。
- ・ そのあと、ノードZからノードAに送られたAPCメッセージは、切替についてノードAに通知するために用いられる。
- ・ そして、トラヒックは非運用系トランスポートエンティティを流れる。

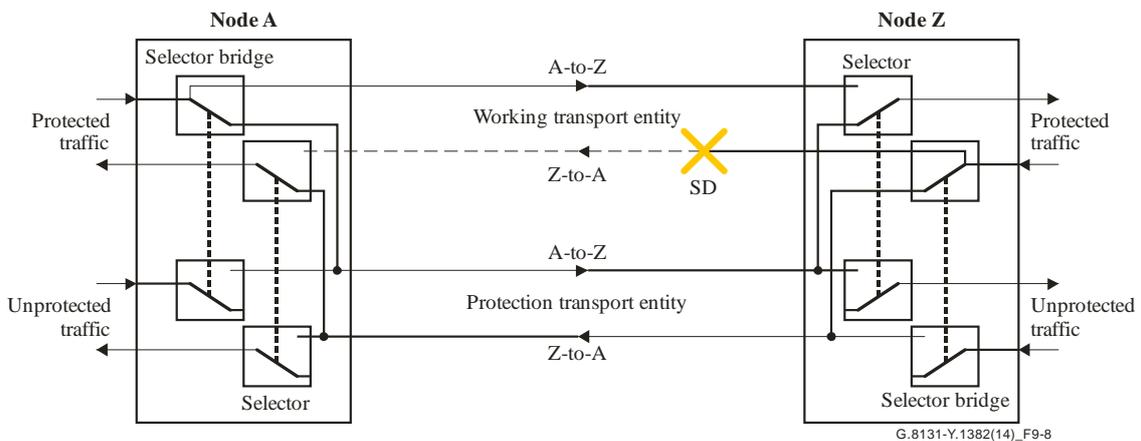


図9-8 双方向1:1 SNC/Sプロテクション切替における運用系トランスポートエンティティZ-to-Aの劣化

図9-8におけるノードAで検出されたSDが解除された場合、保護ドメインは動作タイプに依存してWTRもしくはDNR状態のいずれかに遷移する。保護ドメインが切り戻し動作に設定された場合は、図9-8におけるノードAとノードZのセレクトブリッジは、状態がWTRからNormalに変化するまで、保護トラフィックを運用系と非運用系のトランスポートエンティティの双方に複製し続ける。保護ドメインが非切り戻し動作に設定された場合は、保護ドメインの状態はDNRとなり、ノードAとノードZのセレクトブリッジは図9-9に示されるように非運用系トランスポートエンティティにのみ接続される。

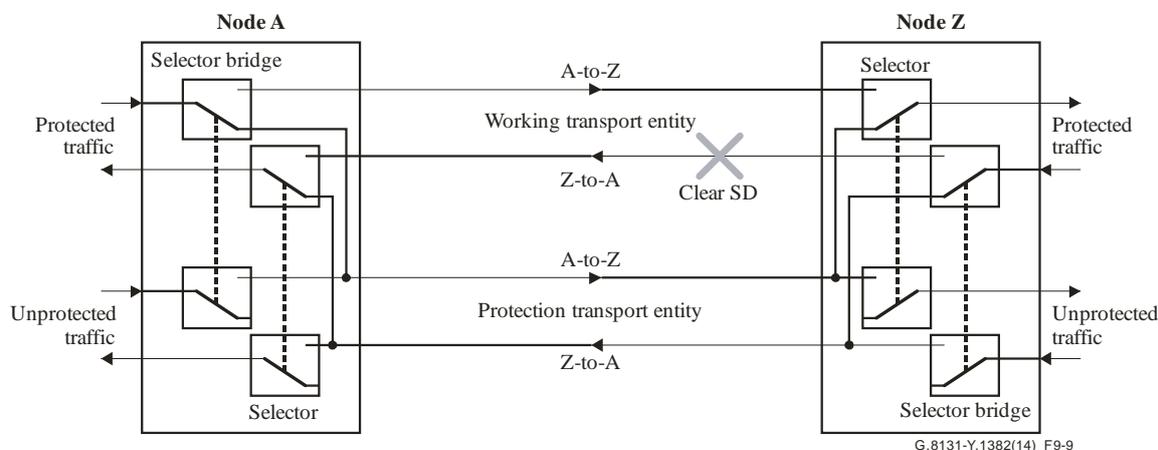


図9-9 双方向1:1 SNC/S プロテクション切替における運用系トランスポートエンティティZ-to-Aの劣化からの回復(非切り戻し動作)。

9.4 ITU-T G.8131 (2007) との関係

本標準は、G.8131 (2007) に定義される振る舞い (これは、ITU-T G.8031 (2006) の振る舞いと整合) に、MS-W、SD、EXER機能 (これは、ITU-T G.8031の振る舞いと整合している) のサポートを追加することにより強化したものである。ITU-T G.8131 (2007) に使われているAPS固有の情報のフォーマットは、予約フィールドのバイト4の1-8ビット (すなわち1ビット "T" フィールドが未使用) を除いて、ITU-T G.8031の11.1節、図11.2で定義されるAPS固有情報のフォーマットと同じである。本標準のPDUフォーマットとITU-T G.8131 (2007) のPDUフォーマットがオペレータネットワークに混在する場合、これらのPDUフォーマットは、任意のネットワーク誤設定を検出するように十分異なっている。

10 セキュリティ面

本標準は、MPLS-TPアーキテクチャあるいはそのクライアント層プロトコルアーキテクチャのいずれにも既存していないいかなるセキュリティ議論を取り扱わない。

プロテクション切替は、他のコネクシオンに誤ってブランチされたか誤設定されたかもしれない異常なコネクシオンから、適切な運用系コネクシオンへ自動的にトラフィックを切替えるので、MPLS-TPネットワークのセキュリティを向上させることがあり得る。これは顧客のトラフィックが他の顧客に露見されるのを防ぐ。

付属資料A

プロテクション切替の状態遷移表

(この付属資料は本標準の完全な要素を形成する)

状態遷移表を明確にするために、7.3節に挙げられた状態は、表A.1にあるように拡張される。それぞれの状態はRequest, FPath, DPath 値の特定セットの伝送に相当する。表A.1はそれぞれの特定状態で一般的に送られるメッセージについてもまとめている。特定の状態で送られるメッセージが以下の表から逸脱する場合は、状態遷移表 (IETF RFC7271参照) の注釈に示されている。

表A.1 拡張状態とその状態で送られるプロトコルメッセージ

状態	Description	要求 (FP, P)
N	通常状態	NR (0, 0)
UA:LO:L	ローカルLOコマンドにより使用不能状態	LO (0, 0)
UA:P:L	ローカルSF-Pにより使用不能状態	SF (0, 0)
UA:DP:L	ローカルSD-Pにより使用不能状態	SD (0, 0)
UA:LO:R	リモートLOメッセージにより使用不能状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 0)
UA:P:R	リモートSF-Pメッセージにより使用不能状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 0)
UA:DP:R	リモートSD-Pメッセージにより使用不能状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 0)
PF:W:L	ローカルSF-Wによりプロテクション故障状態	SF (1,1)
PF:DW:L	ローカルSD-Wによりプロテクション故障状態	SD (1,1)
PF:W:R	リモートSF-Wによりプロテクション故障状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 1)
PF:DW:R	リモートSD-Wによりプロテクション故障状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 1)
SA:F:L	ローカルFSコマンドにより管理切替状態	FS (1, 1)
SA:MW:L	ローカルMS-Wコマンドにより管理切替状態	MS (0, 0)
SA:MP:L	ローカルMS-Pコマンドにより管理切替状態	MS (1, 1)
SA:F:R	リモートFSメッセージにより管理切替状態	最も高優先なローカル要求 (ローカル FPath, 1)
SA:MW:R	リモートMS-Wメッセージにより管理切替状態	NR (0, 0)
SA:MP:R	リモートMS-Pメッセージにより管理切替状態	NR (0, 1)
WTR	復旧待ち状態	WTR (0, 1)
DNR	切り戻し禁止状態	DNR(0, 1)
E::L	ローカルEXERコマンドにより試験状態	EXER (0, x)、ここで、xは、試験コマンドが発行されたときに存在しているDPath値である。
E::R	リモートEXERメッセージにより試験状態	RR (0, x)、ここで、xはRRメッセージが生成されたときに存在しているDPath値である。

注) FP = Fault Path, P = Path

IETF RFC7271から状態遷移表をここに示すにあたって、起こりえる誤りを避けるために表の掲載は本標準では省略されている。

ローカル要求による状態遷移については11.1節を、IETF RFC 7271における遠端要求による状態遷移については11.2節を参照すること。1+1の片方向切替については、IETF RFC7271の11.3節を参照すること。

IETF RFC 7271の状態遷移表で使われているOCは本標準のClearコマンドと同じものであることに注意すること。

付属資料B

ITU-T G.8131 (2007) をベースとしたMPLS-TPネットワークにおけるリニアプロテクション

本付属資料は、2007年版のITU-T G.8131に準拠した標準をまとめたものである。

はじめに

本付属資料に規定の標準は、G.8110.1/Y.1370.1で定められたMPLS-TPレイヤネットワークに適用されるリニアプロテクション切替メカニズムを規定する。プロテクション切替は、完全に割り当てられたサバイバビリティメカニズムである。非運用系エンティティの経路と帯域幅は選択された運用系エンティティのために予約されるという点で、それは完全に割り当てられる。それは、高速で単純なサバイバビリティメカニズムを提供する。ネットワークオペレータがプロテクション切替を持つネットワーク(例えば、アクティブなネットワークトポロジ)の状態を把握することは、他のサバイバビリティメカニズムを有するものよりも容易である。

本標準は、1+1アーキテクチャと1:1アーキテクチャを規定する。1+1アーキテクチャは、片方向切替で動作する。1:1アーキテクチャは、双方向切替で動作する。

1+1アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは、各々の運用系トランスポートエンティティを使用する。通常トラヒックは複製されて、保護ドメインのソースで永続的なブリッジのもとに、運用系および非運用系トランスポートエンティティへ供給される。運用系および非運用系トランスポートエンティティのトラヒックは同時に保護ドメインのシンクへ送信され、運用系と非運用系トランスポートエンティティとの選択は、若干の既定契機、例えば、サーバ異常表示などに基づき行われる。

1:1アーキテクチャでは、非運用系トランスポートエンティティは、運用系トランスポートエンティティの専用となる。しかし、通常トラヒックは、保護ドメインのソースにおいてセレクトブリッジを用いて、運用系トランスポートエンティティ上、または、非運用系トランスポートエンティティ上で伝送される。保護ドメインのシンクのセクタは、通常トラヒックを運んでいるエンティティを選択する。ソースのセレクトブリッジとシンクのセクタが同一のエンティティを選択することを確実にするために、ソースとシンクは調整される必要があるので、APSプロトコルが必要である。

B.1 適用範囲

本標準は、MPLS伝送プロファイル (MPLS-TP) ネットワークに関するトレイルおよびSNC/Sプロテクション切替のためのアーキテクチャおよびメカニズムを提供する。

APSプロトコル、1+1および1:1トレイルプロテクションアーキテクチャ並びにSNC/Sプロテクションアーキテクチャが本版にて定義される。その他の形式のプロテクションアーキテクチャは、将来の検討課題である。

本標準はp-to-pコネクションに対するプロテクション切替機能を記述する。

無瞬断プロテクション切替は本標準の範囲外である。

B.2 参考文献

以下に列挙するITU-T勧告その他の参考文献には、本標準の本文内で参照されることにより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、本標準が公開される時点で有効であった版数を表す。勧告その他参考文献は、いずれも変更される可能性があり、本標準を使用する際には、それぞれ最新版が発行されていないか確認すべきである。なお、有効なITU-T勧告の一覧は定期的に公開されている。なお、本標準において特定の文書を参照する場合であっても、その文書を単独で勧告として取り扱うものではないことに留意しなければならない。

[ITU-T G.805] ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.

[ITU-T G.808.1] ITU-T Recommendation G.808.1 (2006), *Generic protection switching – Linear trail and subnetwork protection*.

[ITU-T G.841] ITU-T Recommendation G.841 (1998), *Types and characteristics of SDH network protection architectures*.

B.3 定義

本標準はITU-T G.780/Y.1351で定義された以下の用語を利用する。

B.3.1 bidirectional protection switching 双方向プロテクション切替

B.3.2 unidirectional protection switching 片方向プロテクション切替

本標準はITU-T G.805で定義された以下の用語を利用する。

B.3.3 signal degrade (SD) 信号劣化 (SD)

B.3.4 signal fail (SF) 信号故障 (SF)

B.3.5 trail トレイル

本標準はITU-T G.806で定義された以下の用語を利用する。

B.3.6 defect 異常

B.3.7 failure 故障

本標準はITU-T G.807/Y.1352で定義された以下の用語を利用する。

B.3.8 APS protocol APSプロトコル

B.3.8.1 1-phase 1-位相

B.3.8.2 2-phase 2-位相

B.3.9 Protection class プロテクションクラス

B.3.9.1 individual 個

B.3.9.2 group protection グループプロテクション

B.3.9.3 trail protection トレイルプロテクション

B.3.10 Switch 切替

B.3.10.1	forced switch	強制切替
B.3.10.2	manual switch	手動切替
B.3.11	Component	構成要素
B.3.11.1	protected domain	保護ドメイン
B.3.11.2	bridge	ブリッジ
B.3.11.2.1	permanent bridge	パーマネントブリッジ
B.3.11.2.2	selector bridge	セレクタブリッジ
B.3.11.3	selector	セレクタ
B.3.11.3.1	selective selector	セレクトティブセレクタ
B.3.11.3.2	merging selector	マーキングセレクタ
B.3.11.4	sink node	シンクノード
B.3.11.5	source node	ソースノード
B.3.12	Architecture	アーキテクチャ
B.3.12.1	1+1 protection architecture	1+1プロテクションアーキテクチャ
B.3.12.2	1:n protection architecture	1:nプロテクションアーキテクチャ
B.3.12.3	(1:1) ⁿ protection architecture	(1:1) ⁿ プロテクションアーキテクチャ
B.3.12.4	non-revertive (protection) operation	非切り戻し(プロテクション)動作
B.3.12.5	revertive (protection) operation	切り戻し(プロテクション)動作
B.3.13	Signal	信号
B.3.13.1	traffic signal	トラヒック信号
B.3.13.2	normal traffic signal	通常トラヒック信号
B.3.13.3	unprotected traffic signal	保護されていないトラヒック信号
B.3.13.4	null signal	ヌル信号
B.3.14	timers	タイマ
B.3.14.1	hold-off time	ホールドオフ時間
B.3.14.2	wait-to-restore time	復旧待ち時間
B.3.15	transport entities	トランスポートエンティティ
B.3.15.1	protection transport entity	非運用系トランスポートエンティティ
B.3.15.2	working transport entity	運用系トランスポートエンティティ

B.4 略語

本標準では、以下の略語を使用する。

APS	Automatic Protection Switching	自動プロテクション切替
DNR	Do Not Revert	切り戻し無
EXER	Exercise	試験
FDI	Forward Defect Indication	前方異常表示
FS	Forced Switch	強制切替
LP	Lockout of Protection	プロテクションロックアウト
MPLS	Multiprotocol Label Switching	マルチプロトコルラベルスイッチング
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	MPLS伝送プロファイル
MS	Manual Switch	手動切替
NR	No Request	要求無

OAM	Operation, Administration and Maintenance 運用、管理、保守
PS	Protection Switching プロテクション切替
RR	Reverse Request 切り戻し要求
SD	Signal Degrade 信号劣化
SDH	Synchronous Digital Hierarchy 同期デジタルハイアラーキ
SF	Signal Fail 信号故障
SF-P	Signal Fail for Protection 非運用系に対する信号故障
TTSI	Trail Termination Source Identifier トレイル終端ソース識別子
WTR	Wait to Restore 復旧待ち

B.5 慣例

なし

B.6 ネットワーク方針

以下のネットワーク方針が適用される。：

- 1) スイッチ時間—トレイルおよびSNCプロテクションのためのAPSアルゴリズムは、可能な限り高速に動作しなければならない。50msの値が目標時間として提案されている。プロテクション切替完了時間は、プロテクション切替を起動するための検出時間と、ホールドオフ時間を除外する。
- 2) 伝送遅延—伝送遅延はトレイル内のトレイルの物理的長さと処理機能に依存する。専用の保護されたスキームの最大伝送遅延は将来の検討課題である。双方向プロテクション切替動作に対して目標スイッチ完了時間が満足されるべき場合には、伝送遅延に対する制限が課されるかもしれない。1+1片方向プロテクション切替は、APSシグナリングを必要としない。従って、シグナリングの伝送遅延は存在しない。
- 3) ホールドオフ時間—ホールドオフ時間はプロテクションスキームの相互接続に対して有用である。この目的は、これらの時間が個々の保護されたトレイルあるいはSNCの基盤上で供給できなければならないということである。異常状態が検知されたときホールドオフタイムは起動され、100msステップで0から10秒まで予め設定可能なりセット不可の期間に対してこのタイムが進む。タイムが満了になるとき、異常状態がまだこの点で存在するならば、プロテクション切替が始動される。異常状態はホールドオフ期間に完全に持続する必要がないことに注意すべきである。すなわち、ホールドオフタイムの満了時の状態にのみ関係する。さらにまた、ホールドオフタイムを起動させる異常が、ホールドオフタイムの満了時のものと同じタイプである必要はない。
- 4) プロテクションの範囲—トレイルおよびSNCプロテクションは、トレイルまたはSNCプロテクションスキームの一部をなすように指定されたリンクコネクションの故障により遮断された全てのトラヒックを復旧しなければならない。故障したノードで終端されているトラヒックは破壊されるかもしれないが、他のノードを介しているトラヒックはプロテクショントレイルまたはSNCに切り替えることにより存続することができる。
- 5) 切替形式—1+1トレイルおよびSNCプロテクションは片方向切替をサポートすべきである。1:1トレイルおよびSNCトレイルプロテクションは、双方向プロテクション切替をサポートすべきである。
- 6) APSプロトコルとアルゴリズム—トレイルおよびSNCプロテクションAPSプロトコルは、全てのネットワークアプリケーションで同一でなければならない。APSは双方向切替に対してのみ必要とされる。
- 7) 動作モード—1+1片方向プロテクション切替は、切り戻し動作、非切り戻し動作、あるいは双方をサポートしなければならない。1:1の双方向プロテクション切替は、切り戻しでなければならない。

- 8) 手動制御 – 外部起動コマンドが、オペレーションシステムあるいはクラフト端末によるプロテクション切替の手動制御のために用意されているかもしれない。以下の外部起動コマンドがサポートされなければならない：クリア、プロテクションロックアウト、強制切替、手動切替、試験。
- 9) 切替起動契機 – トレイルプロテクションの切替起動契機は、対応するSNC/Sプロテクションのためのものと同一でなければならない。以下の自動起動コマンドがサポートされる：信号故障 – 運用系、信号故障 – 非運用系、信号劣化 – 運用系、信号劣化 – 非運用系、切り戻し要求、復旧待ち、および要求無。信号故障 (SF) や信号劣化 (SD) に対する契機は、ITU-T勧告G.8121/Y.1381で使用される定義と整合していなければならない。

B.7 アーキテクチャ形式

プロテクション切替は、任意のトポロジーにおいて使用されうる完全に割り当てられたプロテクションメカニズムである。選択された運用系コネクションに対して、プロテクションコネクションの経路と帯域幅が予約されているという意味で、完全に割り当てられている。しかし、運用系コネクションの全ての起こりうる故障下で効果的であるためには、プロテクションコネクションは、全ての一般的故障モードに亘って、完全な物理的ダイバシティを有することが、知られていなければならない。これは必ずしも可能でない場合がある。また、これは、最短パスを辿らない運用系コネクションを要求するかもしれない。

MPLS-TPプロテクション切替アーキテクチャは、[ITU-T G.808.1] で定義されるようにトレイルプロテクションおよびSNC/Sプロテクションでありうる、他の形式は将来の検討課題である。

B.7.1 MPLS-TPトレイルプロテクション

MPLS-TPトレイルプロテクションはMPLS-TPコネクションを保護するために用いられる。それはエンドエンドのプロテクションアーキテクチャであり、メッシュネットワーク、リング等、異なるネットワーク構成において使用されうる。

B.7.1.1 1+1トレイルプロテクション

1+1アーキテクチャ形式では、非運用系コネクションは、保護ドメインにおいて非運用系コネクション上にブリッジされた運用系コネクションを伴い、各々の運用系コネクションを使用する。運用系および非運用系コネクション上のトラヒックは、保護ドメインのシンクに同時に送信され、故障表示のようななんらかの予め定められた契機に基づいて、運用系および非運用系コネクション間で経路選択が行われる。

注 – 一か所の故障によるトラヒック障害を避けるために、運用系コネクションと非運用系コネクションは、共通の要素をもたない経路に沿って設定される。

B.7.1.2 1:1トレイルプロテクション

1:1アーキテクチャ形式において、非運用系コネクションは各々の運用系コネクションを使用する。非運用系あるいは運用系トラヒックは、運用系あるいは非運用系コネクションのいずれか一方により送信される。運用系および非運用系コネクション間の切替方法はメカニズムに依存する。

注 – 一か所の故障によるトラヒック障害を避けるために、運用系コネクションと非運用系コネクションは、共通の要素をもたない経路に沿って設定される。

B.7.2 MPLS-TP SNCプロテクション

本標準6章1節を参照のこと。

B.7.2.1 SNC/Sプロテクション

本標準6章1節1項を参照のこと (APCをAPSと読み替えること)。

B.8 プロテクションコマンド群と状態

B.8.1 外部からの開始コマンド

外部からの開始コマンドを優先度順に以下に列挙する。各々の機能性も以下に記述する。

クリア：このコマンドは以下に列挙する全ての外部からの切替開始コマンドをクリアする。

非運用系ロックアウト (LP)：運用系にセクタを固定する。運用系が選択されている場合に、セクタが非運用系へ切り替わることを防ぐ。非運用系が選択されている場合に、セクタを非運用系から運用系に切り替える。

運用系の強制切替 (FS)：より高い優先度の切替リクエスト (即ちLP) が有効にならない限り、セクタを運用系から非運用系に切り替える。

運用系の手動切替 (MS)：等しい、またはより高い優先度の切替リクエスト (即ち、LP,FS,SF,またはMS) が有効にならない限り、セクタを運用系から非運用系に切り替える。

非運用系の手動切替 (MS)：等しい、またはより高い優先度の切替リクエスト (即ち、LP,FS,SF,またはMS) が有効にならない限り、セクタを非運用系から運用系に切り替える。

B.8.2 ローカルコマンド

これらのコマンドはプロテクショングループの近端にのみ適用される。APS プロトコルがサポートされている場合であっても、これらは遠端へ通知されない。

非運用系から通常トラヒックをロックアウト：通常トラヒック信号が非運用系エンティティの中から選択されることを防ぐ。通常トラヒック信号へのコマンドは拒否される。通常トラヒックの場合、SF (または、該当する場合は SD) は無視される。双方向切替の場合、通常トラヒックへのリモートブリッジ要求はプロトコル失敗を防ぐために受け取られる。その結果として、いずれか一方の端点でのコマンドまたは障害の結果として非運用系トランスポートエンティティから選択されることを防ぐために、通常トラヒック信号は両端の非運用系トランスポートエンティティからロックアウトされなければならない。

“非運用系から通常トラヒックをロックアウト”状態をクリア

B.8.3 状態

復旧待ち (WTR)：この状態は切り戻しモードにのみ適用可能であり、かつ運用系に適用される。この状態は、ローカルな非選択系切替リクエストが以前まで有効かつ今は無効となっている時、非運用系接続で運用系トラヒックを受信している状況下のローカルな非選択系切替機能によって導入される。これはWTRタイマが満了するまでに運用系選択へ戻ることを防ぐ。WTR時間は5分～12分の間の1分刻みで保守者から設定される。初期値は5分である。SFまたはSDはWTRより優先される。

要求無 (NR)：ローカルな非運用系切替要求(WTR を含む)が有効でない全ての状態において、ローカルな非運用系切替機能により、この状態となる。

B.9 自動非運用系切替 (APS) プロトコル

APSプロトコルを必要としない唯一の切替タイプは1+1の片方向切替である。送信端でパーマネントブリッジを有することと、両端のセクタ位置を整合させる必要なく、受信端のセクタは受信端セクタでの異常やコマンド受信によって完全に動作する。

双方向切替は常に APS プロトコルを必要とする。

B.9.1 APS情報構造

APS固有の情報は [b-ITU-T G.8114] で定義されるMPLS-TP OAM PDUsの一部であるAPS PDUの固有フィールドで伝送される。

APS 固有フィールドを図 B.9-1 で定義する。

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
Request/ state				Protection type				Requested Signal				Bridged Signal				Reserved							
				A	B	D	R																

図 B.9.1 – APS オクテットペイロード構造

表 B.9-1 に APS 固有情報に関するコードポイント及び値を示す。

表 B.9.1 – APS チャンネルのフィールド値

Field	Value	Description	Priority
Request/State	1111	非運用系ロックアウト (LO)	高優先
	1110	非運用系信号故障 (SF-P)	↑
	1101	強制切替 (FS)	
	1011	運用系信号故障 (SF)	
	1001	信号劣化 (SD) – (注1)	
	0111	手動切替 (MS)	
	0101	復旧待ち (WTR)	
	0100	演習 (EXER) – (注2)	
	0010	切り戻し要求 (RR) – (注3)	
	0001	切り戻し禁止 (DNR)	↓
	0000	要求無し (NR)	低優先
	Others	(将来国際標準化のための予備)	
Protection Type	A	0	APSチャンネル無し
		1	APSチャンネル
	B	0	1+1 (パーマネントブリッジ)
		1	1:1 (非パーマネントブリッジ)
	D	0	片方向切替
		1	双方向切替
	R	0	切り戻し無し動作
		1	切り戻し動作
Requested Signal	0	無効信号	
	1	通常トラヒック信号	
	2-255	(将来使用のための予備)	
Bridged Signal	0	無効信号	
	1	通常トラヒック信号	
	2-255	(将来使用のための予備)	
注1 – SDは将来の検討課題			
注2 – EXERは将来の検討課題			
注3 – RRは将来の検討課題			

B.9.1.1 APS切替開始契機

次の切替開始契機が存在する：

- 1) 外部からの開始コマンド (クリア、非運用系ロックアウト、強制切替、手動切替、試験)
- 2) 非運用系ドメインに関連している自動開始コマンド (信号異常、信号劣化)
- 3) 非運用系切替機能の状態 (復旧待ち、切り戻し要求、切り戻し無、要求無)

B.9.2 APSプロトコルタイプ

本標準 8 章 4 節を参照のこと (APC を APS と読み替えること。)

1-位相 APS プロトコルの詳細は付属資料 B.9.4 節に示す。

B.9.3 APSの送受信

本標準 8 章 5 節を参照のこと (APC を APS と読み替えること。)

B.9.4 1-位相APCプロトコル

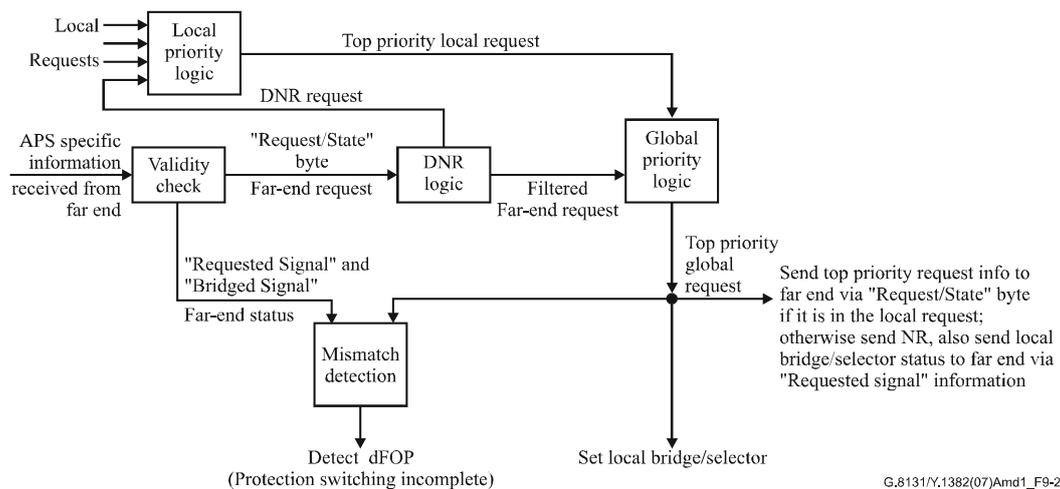
B.9.4.1 動作原理

図B.9-2はMPLS-TPリニアプロテクションスイッチングの原理を図示している。

このアルゴリズムは保護ドメインの両方の終端にあるネットワーク要素で実行される。

双方向切替は、プロテクション切替情報の要求を、APS固有情報の第一オクテットの要求/状態によって、遠端に送信されることにより、実行される。(表B.9-1参照)

APS固有情報の第二、第三オクテットの送信された "要求された信号" と "ブリッジされた信号" は、ローカルブリッジ/セレクタのステータス情報が含まれる；両終端の断続的なミスマッチは検出され、アラームにつながる。



図B.9-2 MPLS-TPリニアプロテクションスイッチングアルゴリズムの原理

機能の詳細は、以下の通りである。(図B.9-2参照)

ローカルネットワーク要素では、一つもしくは複数の(B.8.1節、 B.8.2節にあげられている) ローカルスイッチング要求を有効にしてよい。

"local priority logic" は、これらの要求からどれが最優先かを、表B.9-1の優先順位により決定する。この最優先ローカル要求情報は "global priority logic" を通過する。

ローカルネットワーク要素はAPS固有情報により遠端のネットワーク要素から情報を受け取る。

受信されたAPS固有情報は、妥当性チェックをうける (B.9.3節参照)。

受信された "要求/状態" の情報 (遠端からの最優先ローカルリクエスト) は、"DNR logic" に渡される。

もし、"要求/状態" の情報がDNRであるならば、それは "DNR logic" で抽出される。

受信された "要求/状態" の情報が、DNRであるならば、"DNR logic" は、DNR要求を生成する。

発生したローカル要求は、"local priority logic" に渡される。

もし、受信した "要求/状態" 情報が、DNRでなければ、単に "global priority logic" に渡す。

"global priority logic" は、最優先ローカル要求と、受信した "要求/状態" 情報の要求を比較し、最優先グローバル要求を決定する。

もし、最優先グローバル要求が、ローカル要求の場合は、それは、"要求/状態" フィールドに示され、そうでなければ "NR" が示される。

受信された”要求/状態”情報は、片方向プロテクション切替の動作に影響を与えるべきではないため、最優先グローバル要求は、片方向プロテクション切替の場合の最優先ローカル要求と全く同じとなる。

この要求は、ローカルネットワーク要素のブリッジ/セクタの位置(または状態)を以下のように決める。

1+1アーキテクチャのためには、セクタの位置のみを制御する。

1:1アーキテクチャのためには、ブリッジとセクタの両方の位置が、同じ位置を選択するために維持される

もし、最優先グローバル要求が運用系エンティティの要求である場合、関連する運用系トラヒックは、非運用系エンティティへブリッジ、または、非運用系エンティティからスイッチされる、すなわち関連するローカルネットワーク要素のブリッジ/セクタは運用系エンティティを選択する。

運用系エンティティのための切替要求は、運用系エンティティから非運用系エンティティへの切替の要求を意味する。

ブリッジ/セクタの状態は要求信号、ブリッジされた信号により、遠端に送信される。(表B.9-1で述べられているコーディングを用いて)

受信した要求信号とブリッジ信号により示されるように、それは、遠端のブリッジ/セクタの状態とも比較される。

ここで留意すべきことは、リニアプロテクションスイッチングは入力信号の内ひとつでも(図B.9-2参照)変わるとすぐに開始されることである、すなわちどんなローカル要求の状態がかわった場合でも、もしくは異なるAPCの固有情報を、遠端から受信した場合でもである。

アルゴリズムの当然の動作も、即座に開始される、すなわち、B.9.17節で定められている期間内にプロテクションスイッチングが完了しない場合、ローカルブリッジ/セクタ位置の変更(必要ならば)や、新しいAPC固有情報の送信や、プロトコル異常による切断の検知をする。

B.9.4.2 切り戻しモード

1-位相APSでの片方向プロテクション切替動作の切り戻しモードでは、運用系トラヒックがプロテクションエンティティより受信されている状態において、もしローカルプロテクションスイッチ要求(図B.9-2参照)が予めアクティブであり、非アクティブになるならば、ローカル復旧待ち(WTR)状態に入る。

この状態は今最優先ローカル要求を表しているため、送信した”Request/State”情報に示され、スイッチを維持する。

双方向プロテクション切替の場合では、WTR状態の優先度より、高い優先度の要求を遠端より受信しないときのみ、ローカルWTR状態に入る。

この状態は、通常タイムアウトし、WTRタイマが時間切れになった後に、NRの状態となる。

もし何らかより高優先度のローカル要求がこの状態を防ぐならば、WTRタイマは、より早く停止する。

非運用系エンティティへの切替は、ローカルWTR状態または、”Request/State”情報により受信したリモート要求(WTR、またはその他)により維持される。

そのため、運用系エンティティの双方向の故障が発生し、次の修理が開始された場合、両端のWTRタイマが時間切れになるまで、双方向の運用系エンティティへの切り戻しは、実施されない。

B.9.4.3 非切り戻しモード

1-位相APSの片方向プロテクション切替動作の非切り戻しモードでは、運用系トラヒックがプロテクションエンティティより送信されている状態において、もしローカルプロテクション切替要求(図B.9-2参照)が予めアクティブであり、非アクティブになるならば、ローカル復旧しない状態となる。

この状態は、今最優先ローカル要求を表しているため、送信した "Request/State" 情報に示され、スイッチを維持する、したがって、要求がない状態での非切り戻しモードでは、知らされたブリッジ/セクタの位置への切り戻しを妨げる。

双方向プロテクション切替の場合では、ローカル復旧しない状態の優先度より、高い優先度の要求を遠端より受信しないときのみ、ローカル復旧しない状態に入る。

双方向プロテクション切替の場合では、復旧待ち状態の優先度より、高い優先度の要求を遠端より受信しないときのみ、ローカル復旧待ち状態に入る。

B.9.5 要求タイプ

これらの要求は、高優先の条件、コマンド、状態を反映する。

片方向切替の場合、これは近端だけから決められた最優先値である。

双方向切替では、ローカル要求は、APS通信を介し、遠端から受信した要求と同じか、高い優先度の場合にのみ示され、そうでない場合はNRを示す。

1-位相APSプロトコルでは、たとえ遠端の要求が最優先であったとしても、近端は切り戻し要求をしない。

B.9.6 プロテクションタイプ

有効なプロテクションタイプ (ABDR bit標記) は、以下の通りである。

000x 1+1片方向、APS通信なし

1111 1:1双方向、APS通信あり、切り戻しあり

値は、デフォルト値 (すべて0) が、APSなし (1+1 片方向) で動作できる最適なプロテクションタイプと一致するように選ばれる。

もしB ビットが一致しなければ、セクタは 1:1と1+1に互換性がないため、切り離される。これは異常となる。

もしB ビットが一致するならば、

A ビットは、暗黙のうちに、一致しない。

D ビットは、暗黙のうちに、一致しない。

B ビットが一致し、Bが0 (1+1) のとき、xが示すように、片端の切り戻しが可能となり、もう一端では、非切り戻し (R ビットの不一致) となる。

B ビットが一致し、Bが1 (1:1) のとき、切り戻し切替のみがサポートされ、そのため R ビットは暗黙のうちに、一致しなくなる。

B.9.7 要求信号

これは、近端の要求がプロテクションパスを介して運ばれる信号を示す。

NRの間、遠端が通常トラフィックを非運用系エンティティにブリッジしていないときは、これは空信号となる。

遠端が通常トラフィックを非運用系エンティティにブリッジしているときは、NRの間、要求信号は通常トラフィック信号となる。

SF(またはもし該当するならSD) の間、要求信号は、通常トラフィックとなるか、プロテクションが失敗、または劣化していることを示すために、空信号となる。

その他すべての要求の間、要求信号は非運用系トランスポートエンティティに伝送されることを要求される通常トラフィック信号となる。

B.9.8 ブリッジ信号

ブリッジ信号は、信号がプロテクションパスへブリッジされることを示している。

1+1 プロテクションにおいては、ブリッジ信号はパーマネントブリッジを正確に反映している通常トラヒックをいつも示すべきである。

1:1プロテクションにおいては、ブリッジ信号は何が実際の非運用系エンティティ (空信号、または通常トラヒック信号)にブリッジされているかを示す。

これは、通常、遠端により要求されたブリッジとなる。

B.9.9 ブリッジの制御

1+1アーキテクチャでは、通常トラヒック信号は恒久的に非運用系へブリッジされる。

通常トラヒック信号は、いつもAPS情報のブリッジ信号フィールドに示される。

1:1アーキテクチャでは、ブリッジは、受け取ったAPS情報の要求信号により示されたブリッジにセットされる。

一旦ブリッジが構成されると、これは送信されるAPS情報のブリッジ信号フィールドに示される。

B.9.10 セレクタの制御

1+1片方向アーキテクチャ (APS通信を持つ、または持たない) では、セレクタは最優先ローカル要求に完全に従い、セットされる。

1:1双方向アーキテクチャでは、送信されるRequested Signal内に数字が現れたときに、通常トラヒック信号が非運用系エンティティから選択される。

B.9.11 非運用系トランスポートエンティティの信号故障

非運用系トランスポートエンティティの信号故障は、非運用系トランスポートエンティティから選択された通常トラヒックに起きるいかなる異常よりも高優先度である。

1-位相APSでは、(APS信号が伝送される) 非運用系トランスポートエンティティのSF-Pは強制切り替えより優先される。

ロックアウトコマンドは、SF-Pより高い優先度を持つ：故障状態の間、ロックアウト状態はアクティブのままとなる。

B.9.12 同一優先度要求

一般に、ひとたび要求によって切替がなされると、その要求が同一優先度の他の要求によって無効にされることはない(先着順動作)。

双方向プロテクショングループの両端からの同一優先要求はどちらも有効と考えられる。

B.9.13 コマンドの受理と保持

CLEAR, LO, FS, MS, EXERコマンドは、前のコマンド、プロテクショングループでの運用系、非運用系エンティティの状態、(双方向スイッチングでのみ) 受信したAPS情報に、受よって、受理されるか、または拒否される。

近端のLO, FS, MS またはEXERが有効であるとき、またはWTR状態が近端に存在する場合にのみ、CLEARコマンドは有効であり、そうでない場合はキャンセルされる。

このコマンドは、近端のコマンド、またはWTR状態を排除し、次の低優先の条件や (双方向切替における) アクティブなAPS要求を許可する。

その他のコマンドは、以前に存在するコマンド、条件、または(双方向切替)のAPS要求よりも高優先でなければ、キャンセルされる。

もし新しいコマンドが受理されれば、キャンセルされた前の低優先コマンドは廃棄される。

もし、より高優先のコマンドが、低優先の状態、または、(双方向切替での)APS要求をキャンセルした場合、もしコマンドがクリアされたときにまだその他の要求が存在していれば、それがアクティブとなる。

もし、コマンドが条件や(双方向切替の)APS要求によりキャンセルされるならば、そのコマンドは廃棄される。

B.9.14 ホールドオフタイマ

マルチレイヤや、カスケードされた保護ドメイン間でのプロテクション切替のタイミングを合わせるため、ホールドオフタイマは要求される。

目的は、クライアントレイヤでの切替前に問題を修正する機会をサーバレイヤプロテクション切替が持つことや、保護アップストリームドメインにダウンストリームドメインより前に切替えることを許可することである。(たとえば、同一リング内の切替が起きないように、デュアルノード相互接続構成のダウンストリームリングよりも前に、アップストリームリングに切り替えることを許可する。)

それぞれのプロテクショングループは供給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の推奨レンジは0~10秒で、100ms刻みである。

新しい異常、またはより深刻な異常が発生すると(新しいSFまたは該当するならばSD)、もし、供給されたホールドオフタイマの値が0でなければ、このイベントはプロテクション切替にはすぐには通知されない。

代わりに、ホールドオフタイマがスタートする。

ホールドオフタイマがタイムアウトすると、故障がまだ存在するかをタイマの開始を追跡し、確認されるもし、故障が存在する場合、故障がプロテクション切替に通知される。

通知される故障は、タイマを開始した故障と同じである必要はない。

B.9.15 復旧待ちタイマ

切り戻しモードの動作では、断続的な故障によるプロテクション切替の頻繁な切り返しを避けるため、運用トランスポートエンティティの故障は、正常にならなければならない。

故障した運用トランスポートエンティティがこの契機を満たした後、ノーマルトラヒック信号が再使用される前に、一定の時間が経過する。

この一定の時間は、復旧待ち時間と呼ばれ、オペレータは0~12分で1分刻みに設定できる；、デフォルト値は5分である。

SF、(または該当するならばSD)状態は、WTRを無効にする。

切り戻しモード動作では、プロテクションが要求されなくなると、すなわち故障した運用オペレーショントランスポートエンティティがSF(または該当するならばSD)状態でなくなる(そして、その他のトランスポートエンティティの要求が無いとする)と、WTR状態となり、WTRタイマがスタートする。

この状態は、最優先となるため、APS信号(該当するならば)により示され、非運用系トランスポートエンティティ上で、前の故障した運用系トランスポートエンティティの通常トラヒック信号からの通常トラヒックを維持する。

この状態は、通常タイムアウトし、通常状態となる。

WTRタイマは、より高優先の任意の要求がこの状態をさけるならば、タイムアウト前に停止する。

B.9.16 試験動作

試験動作は、将来の検討課題である。

B.9.17 プロトコル異常の故障

APSが要求されるプロテクションタイプのための、プロトコルの失敗という状況は以下の通りである。

- まったく互換性のない設備 (B.9.6節で述べたように”B”ビットが一致しない)
- 運用 / 非運用系機器構成の不一致 (B.9.3節で述べた)
- 双方向スイッチングの場合の、50ms以上の間のブリッジへの無応答 (すなわち送信した要求信号と受信した要求信号の不一致)

全く互換性のない設備、および運用系、非運用系の機器構成の不一致は、たったひとつのAPSフレームを受信することにより検知される

プロトコルの失敗の検知、クリアは、ITU-T Rec. G8121/Y.1382で定義されている。

もし、不明な要求または、無効な信号番号を受信した場合は、無視される。

B.9.18 信号劣化プロセス

プロテクションスイッチコントローラは、保護ドメインの中でトランスポートエンティティのための情報が得られている限り(OK,SF,SD,該当すれば)は、どのモニタリング方法が用いられているかを確認しない。

いくつかのモニタやネットワークでは、SD検知方法を持ってない。

この場合、異なるプロテクション切替プロトコルが使われる必要はない；SDが装置から発生しないという問題は、簡単におこり得る

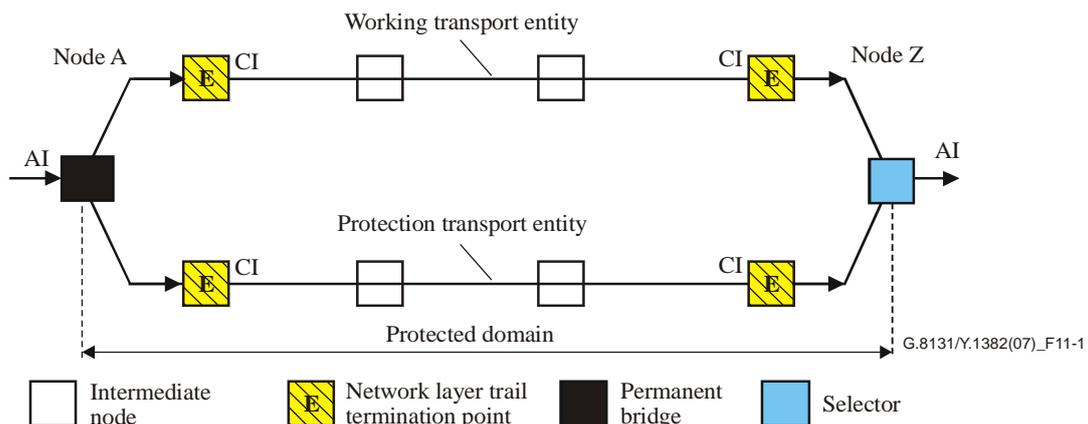
APSプロトコルが使われる場合、近端のモニタでSDを検知できなくても、APSプロトコルを介したSDの宣言から遠端を対象から外すべきではない

B.10 適用アーキテクチャ

B.10.1 片方向1+1トレイルプロテクション切替

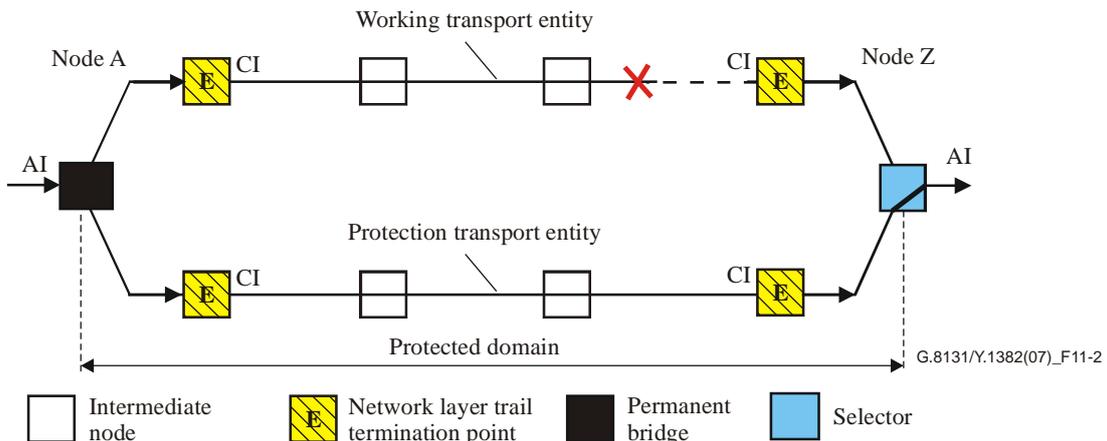
1+1トレイルプロテクション切替アーキテクチャは図B.10-1に示される。ここに示される片方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替はローカル情報にのみ基づいて保護ドメインの受信側にあるセクタによって行われる。運用トラヒックは、保護ドメインの送信元で運用系と非運用系 (トランスポートエンティティ)へ恒久的にブリッジされている。連続接続性チェックOAMパケットが運用系と非運用系接続の障害検出に用いられる場合、そのOAMパケットは運用系と非運用系の両面の保護ドメインのソース側で挿入され、保護ドメインのシンク側で検出・抽出される。また、OAMパケットは接続がセクタによって選択されているかそうでないかによらず送信されることに注意すべきである。

片方向1+1トレイルプロテクションは、切り戻し動作も非切り戻し動作にもなり得る。



図B.10-1 - 片方向1+1トレイルプロテクション切替アーキテクチャ

例えば、図B.10-2で片方向の異常（ノードAからノードZへの伝送方向で）が運用系コネクション（トランスポートエンティティ）において発生した場合、この異常はノードZの保護ドメインのシンク側で検出されて、ノードZのセレクタは非運用系コネクションに切替える。



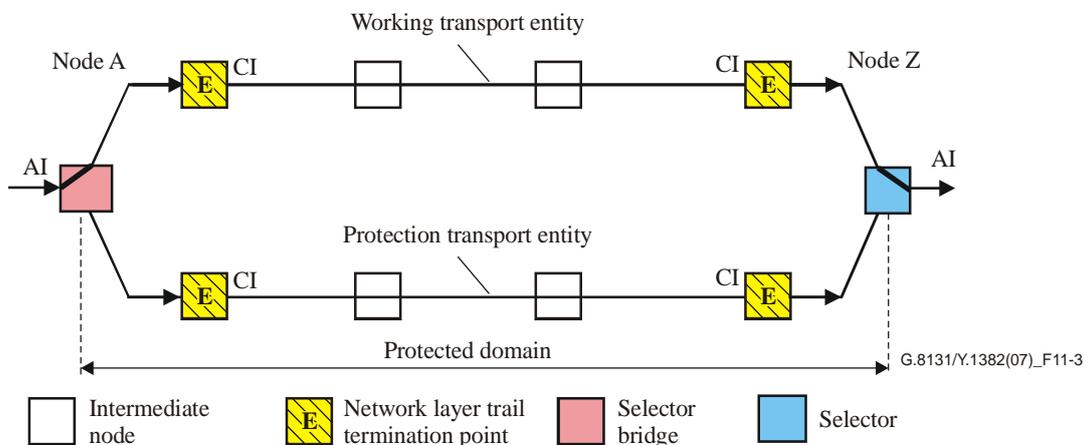
図B.10-2 片方向1+1トレイルプロテクション切り替えにおける運用系コネクション故障

B.10.2 双方向1:1トレイルプロテクション切替

1:1トレイルプロテクション切替アーキテクチャは図B.10-3に示される。ここに示される双方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、ソース側のセレクタブリッジとローカルもしくは近端の情報と他方もしくは遠端からのAPSプロトコル情報に基づいて、保護ドメインのシンク側にあるセレクタの両方によって行われる。

連続性および接続性チェックOAMパケットが運用系と非運用系の障害検出に用いられる場合、そのOAMパケットは運用系と非運用系の両方で挿入される。また、OAMパケットは、コネクションがセレクタによって選択されているかそうでないかによらず送信されることに注意すべきである。

双方向1:1トレイルプロテクションは切り戻し動作であるべきである。

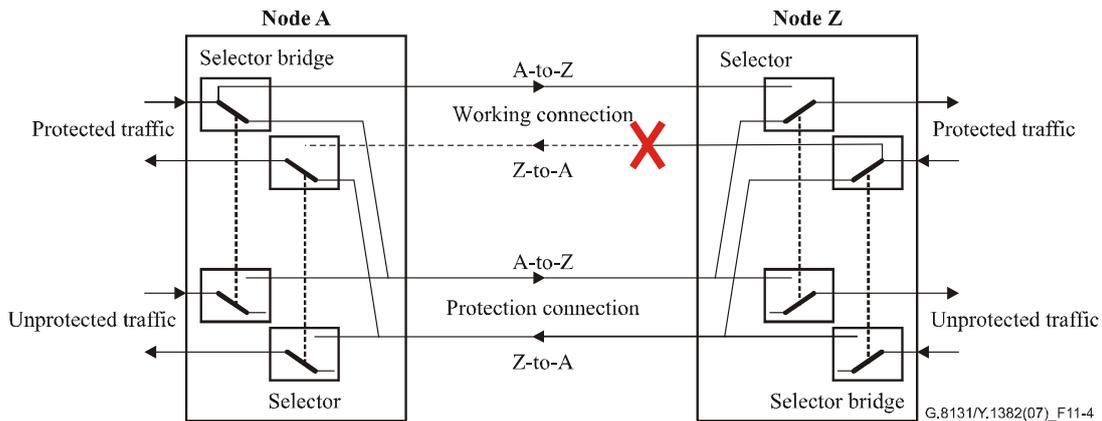


図B.10-3 双方向1:1トレイルプロテクション切替アーキテクチャにおける片方向表現

例えば、図B.10-4に示されるように、ノードZからノードAの伝送方向に異常がZ-to-Aの運用系コネクションに対して発生した場合、この異常はノードAで検出される。APSプロトコルがプロテクション切替を起動し、1-位相APSプロトコルが使用され、それは以下の通りである。

- ・ ノードAが異常を検出する

- ・ ノードAのセレクトブリッジが非運用系コネクションA-to-Zに切替えられ (すなわち、A-to-Z方向の運用系トラヒックは非運用系コネクションA-to-Zで送られている)、ノードAにあるセクタは非運用系コネクションZ-to-Aに切替える。
- ・ ノードAからノードZへ送られたAPSコマンドはプロテクション切替を要求する。
- ・ ノードZがプロテクション切替要求の優先度を確認した後、ノードAのセクタは非運用系コネクションA-to-Zに切替えられ、ノードZのセレクトブリッジは非運用系Z-to-Aに切替えられる (すなわち、Z-to-A方向で運用系トラヒックは、コネクションZ-to-Aと非運用系コネクションZ-to-Aで送られる)。
- ・ その次に、ノードZからノードAへ送られたAPSコマンドは、切替についてノードAに通知するために使用される。
- ・ そして、トラヒックは非運用系を流れる。



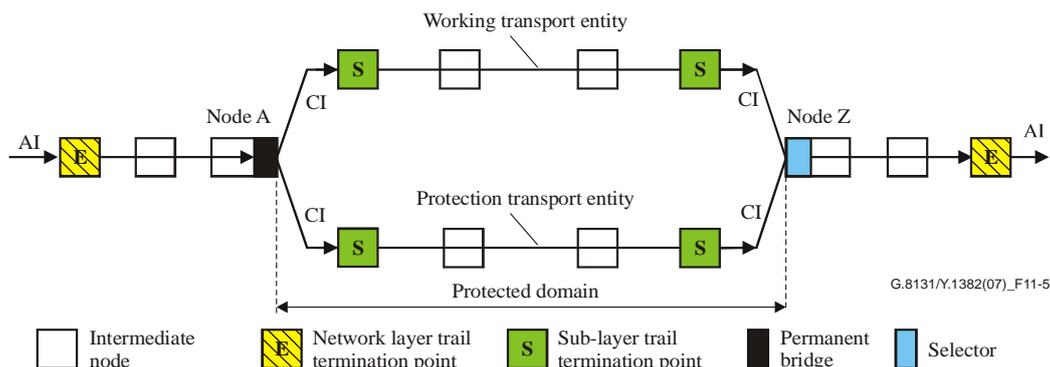
図B.10-4 双方向1:1トレイルプロテクション切替における 運用系コネクションZ-to-Aの故障

B.10.3 片方向1+1 SNC/S プロテクション切替

片方向1+1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャは図B.10-5に示される。ここに示される片方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、単にローカル情報に基づいて保護ドメインのシンク側 (ノードZ) のセクタによって行われる。運用系トラヒックは保護ドメインのソース側 (ノードA) で運用系と非運用系コネクション (トランスポートエンティティ) へ恒久的にブリッジされている。サーバ/サブレイヤのトレイル終端とアダプテーション機能は、運用系と非運用系コネクションの状態を監視および断定するために用いられる。詳細なプロテクション切替機構については、B.10.1節の片方向1+1トレイルプロテクションを参照すること。

片方向1+1 SNC/Sプロテクションは、切り戻し動作もしくは非切り戻し動作にもなり得る。

動作例の追加説明について、本標準9章1節を参照のこと。



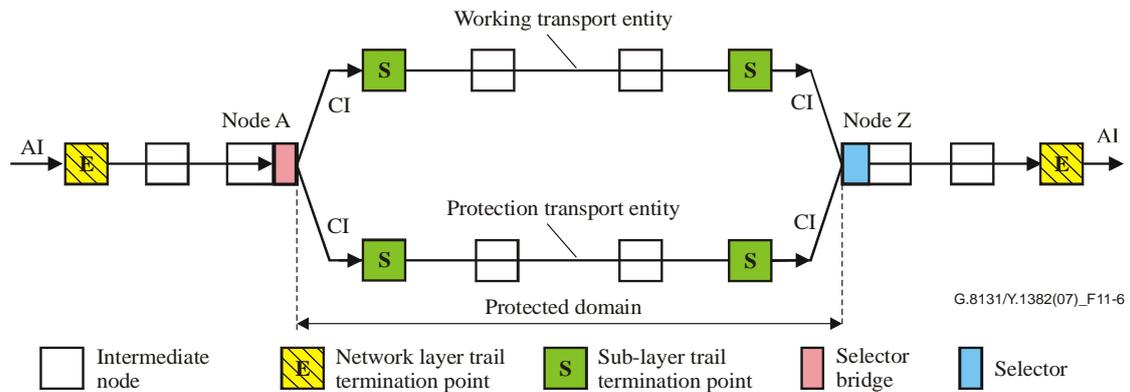
図B.10-5 片方向1+1 SNC/S プロテクション切替アーキテクチャ

B.10.4 双方向1:1 SNC/Sプロテクション切替

双方向1:1 SNC/Sプロテクション切替アーキテクチャは図B.10-6に示される。ここに示される双方向プロテクション切替動作の場合、プロテクション切替は、ローカルもしくは近端の情報および他の側もしくは遠端からのAPSプロトコル情報に基づいて、保護ドメインのソース側セレクタブリッジとシンク側セレクタの両方によって行われる。サーバ/サブレイヤのトレイル終端とアダプテーション機能は、運用系と非運用系接続の状態を監視および断定するために用いられる。詳細なプロテクション切替機構については、B.10.2節の双方向1:1トレイルプロテクションを参照すること。

双方向1:1 SNC/S プロテクションは切り戻し動作であるべきである。

動作例の追加説明について、本標準9章3節を参照のこと。



図B.10-6 双方向1:1 SNC/S プロテクション切替アーキテクチャの片方向表現

B.11 セキュリティ面

本標準10章を参照のこと。

B.付属資料A

プロテクション切替の状態遷移表

(この付属資料は本標準に不可欠な要素を形成する)

本付属資料では、以下のプロテクション切替構成における状態遷移表が示される。

- 1:1 双方向 (切り戻しモード)
- 1+1 片方向 (切り戻しモード、非切り戻しモード)

注)SD状態、EXER要求およびRRは将来の検討課題である。これは、以下の表では、TBDとしてハイライトしたセルにより示される。

B.A.1 切り戻しモードの1:1双方向切替の状態遷移

B.A.1.1 ローカル要求

表B.A.1は切り戻しモードの1:1プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

B.A.1.2 遠端要求

表B.A.2は切り戻しモードの1:1双方向プロテクション切替におけるAPSにより受信された遠端要求による状態遷移を示す。

B.A.2 切り戻しモードでの1+1片方向切替における状態遷移

B.A.2.1 ローカル要求

表B.A.3は、切り戻しモードの1+1片方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

B.A.3 非切り戻しモードでの1+1片方向切替における状態遷移

B.A.3.1 ローカル要求

表B.A.4は、非切り戻しモードの1+1片方向プロテクション切替におけるローカル要求による状態遷移を示す。

表B.A.1 ローカル要求による状態遷移 (1:1、双方向、切り戻しモード)

State			Local request													
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
			Lockout	Forced switch	SF on working	Working recovers from SF	SF on protection	Protection recovers from SF	SD on working	Working recovers from SD	SD on protection	Protection recovers from SD	Manual switch	Clear	Exercise	WTR timer expires
A	No Request Working/Active Protection/Standby	NR [r/b=null]	→C	→D	→E ^{a)}	N/A	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→I	O	TBD	N/A
B	No Request Working/Standby Protection/Active	NR [r/b=normal]	→C	→D	(→B) ^{b)} or →E	O	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→I	O	TBD	N/A
C	Lockout Working/Active Protection/Standby	LO [r/b=null]	O	O	O	O	O	O	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A or →E ^{c)} →F ^{d)}	TBD	N/A
D	Forced Switch Working/Standby Protection/Active	FS [r/b=normal]	→C	O	O	O	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A or →E ^{c)}	TBD	N/A
E	Signal Fail (W) Working/Standby Protection/Active	SF [r/b=normal]	→C	→D	N/A	→J	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD	N/A
F	Signal Fail (P) Working/Active Protection/Standby	SF-P [r/b=null]	→C	O	O	O	N/A	→A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD	N/A
G	Signal Degrade (W) Working/Standby Protection/Active	SD [r/b=normal]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
H	Signal Degrade (P) Working/Active Protection/Standby	SD [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
I	Manual Switch Working/Standby Protection/Active	MS [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A	TBD	N/A
J	Wait-to-Restore Working/Standby Protection/Active	WTR [r/b=normal]	→C	→D	→E	N/A	→F	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→I	→A	TBD	→A
K	Exercise Working/Active Protection/Standby	EXER [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
L	Reverse Request Working/Active Protection/Standby	RR [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

注1: "N/A" は、イベントが状態に対して発生することを期待していないことを意味する。しかしながら、それが発生した場合には、そのイベントは無視されるべきである。
 注2: "O" は、その要求が同じ化低い優先度であるために、現在の状態が優先されることを意味する。
 注3: "(→X)" は、状態が変化せず同じ状態に留まることを表している。
 a) ホールドオフタイム満了後、信号故障が存在しているならば、状態Eへ遷移する。b) 遠端から受信したAPSにおいてFSが指示された場合。c) SFが再度アサートされた場合。d) SF-Pが再度アサートされた場合。

表B.A.2 遠端要求による状態遷移 (1:1、双方向、切り戻しモード)

State		Signalled APS	Received far end request											
			o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
			LO [r/b=null]	SF-P [r/b=null]	FS [r/b=normal]	SF [r/b=normal]	SD [r/b=null]	SD [r/b=normal]	MS [r/b=normal]	WTR [r/b=normal]	EXER [r/b=null]	RR [r/b=null]	NR [r/b=null]	NR [r/b=normal]
A	No Request Working/Active Protection/Standby	NR [r/b=null]	(→A)	(→A)	→B	→B	TBD	TBD	→B	N/A	TBD	TBD	(→A) or →E ^{a)} or →F ^{b)}	(→A)
B	No Request Working/Standby Protection/Active	NR [r/b=normal]	→A	→A	(→B)	(→B)	TBD	TBD	(→B)	(→B)	TBD	TBD	→A or →E ^{a)}	→A
C	Lockout Working/Active Protection/Standby	LO [r/b=null]	(→C)	O	O	O	TBD	TBD	O	O	TBD	TBD	O	O
D	Forced Switch Working/Standby Protection/Active	FS [r/b=normal]	→A	→A	(→D)	O	TBD	TBD	O	O	TBD	TBD	O	O
E	Signal Fail (W) Working/Standby Protection/Active	SF [r/b=normal]	→A	→A	→B	(→E)	TBD	TBD	O	O	TBD	TBD	O	O
F	Signal Fail (P) Working/Active Protection/Standby	SF-P [r/b=null]	→A	(→F)	O	O	TBD	TBD	O	O	TBD	TBD	O	O
G	Signal Degrade (W) Working/Standby Protection/Active	SD [r/b=normal]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
H	Signal Degrade (P) Working/Active Protection/Standby	SD [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
I	Manual Switch Working/Standby Protection/Active	MS [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	TBD	TBD	(→I)	O	TBD	TBD	O	O
J	Wait-to-Restore Working/Standby Protection/Active	WTR [r/b=normal]	→A	→A	→B	→B	TBD	TBD	→B	(→J)	TBD	TBD	N/A	O
K	Exercise Working/Active Protection/Standby	EXER [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
L	Reverse Request Working/Active Protection/Standby	RR [r/b=null]	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

注1: "N/A" は、イベントが状態に対して発生することを期待していないことを意味する。しかしながら、それが発生した場合には、そのイベントは無視されるべきである。
注2: "O" は、その要求が同じ化低い優先度であるために、現在の状態が優先されることを意味する。
注3: "(→X)" は、状態が変化せずに同じ状態に留まることを表している。
a) SFが再度アサートされた場合。 b) SF-Pが再度アサートされた場合。

表B.A.3 ローカル要求による状態遷移 (1+1、片方向、切り戻しモード)

State		Local request													
		a	b	c	d	e	f	G	h	i	j	k	l	m	n
		Lockout	Forced switch	SF on working	Working recovers from SF	SF on protection	Protection recovers from SF	SD on working	Working recovers from SD	SD on protection	Protection recovers from SD	Manual switch	Clear	Exercise	WTR timer expired
A	No Request Working/Active Protection/Standby	→B	→C	→D ^{a)}	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→H	O	TBD	N/A
B	Lockout Working/Active Protection/Standby	O	O	O	O	O	O	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A or →D ^{b)} →E ^{c)}	TBD	N/A
C	Forced Switch Working/Standby Protection/Active	→B	O	O	O	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A or →D ^{c)}	TBD	N/A
D	Signal Fail (W) Working/Standby Protection/Active	→B	→C	N/A	→I	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD	N/A
E	Signal Fail (P) Working/Active Protection/Standby	→B	O	O	O	N/A	→A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD	N/A
F	Signal Degrade (W) Working/Standby Protection/Active	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
G	Signal Degrade (P) Working/Active Protection/Standby	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
H	Manual Switch Working/Standby Protection/Active	→B	→C	→D	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A	TBD	N/A
I	Wait-to-Restore Working/Standby Protection/Active	→B	→C	→D	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→H	→A	TBD	→A

注1：“N/A”は、イベントが状態に対して発生することを期待していないことを意味する。しかしながら、それが発生した場合には、そのイベントは無視されるべきである。
注2：“O”は、その要求が同じ化低い優先度であるために、現在の状態が優先されることを意味する。
a) ホールドオフタイム満了後、信号故障が存在しているならば、状態Dへ遷移する。b) SFが再度アサートされた場合。c) SF-Pが再度アサートされた場合。

表B.A.4 ローカル要求による状態遷移 (1+1、片方向、非切り戻しモード)

State		Local request												
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
		Lockout	Forced switch	SF on working	Working recovers from SF	SF on protection	Protection recovers from SF	SD on working	Working recovers from SD	SD on protection	Protection recovers from SD	Manual switch	Clear	Exercise
A	No Request Working/Active Protection/Standby	→B	→C	→D ^{a)}	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→H	O	TBD
B	Lockout Working/Active Protection/Standby	O	O	O	O	O	O	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→A or →D ^{b)} →E ^{c)}	TBD
C	Forced Switch Working/Standby Protection/Active	→B	O	O	O	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→I or →D ^{b)}	TBD
D	Signal Fail (W) Working/Standby Protection/Active	→B	→C	N/A	→I	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD
E	Signal Fail (P) Working/Active Protection/Standby	→B	O	O	O	N/A	→A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	O	TBD
F	Signal Degrade (W) Working/Standby Protection/Active	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
G	Signal Degrade (P) Working/Active Protection/Standby	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
H	Manual Switch Working/Standby Protection/Active	→B	→C	→D	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	O	→I	TBD
I	Do Not Revert Working/Standby Protection/Active	→B	→C	→D	N/A	→E	N/A	TBD	TBD	TBD	TBD	→H	O	TBD

注1：“N/A”は、イベントが状態に対して発生することを期待していないことを意味する。しかしながら、それが発生した場合には、そのイベントは無視されるべきである。

注2：“O”は、その要求が同じ化低い優先度であるために、現在の状態が優先されることを意味する。

a) ホールドオフタイム満了後、信号故障が存在しているならば、状態Dへ遷移する。b) SFが再度アサートされた場合。c) SF-Pが再度アサートされた場合。

B.付録 I セクタタイプ

(この付録は本標準に不可欠な要素を形成しない)

セクタについては、選択的セクタと併合セクタ、二つの実装方法が考えられる。双方は同じ振る舞いを提供する。

B.I.1 選択的セクタ

今後の検討課題である。

B.I.2 併合セクタ

今後の検討課題である。

B.付録Ⅱ

1-位相APSプロトコルの動作例

(この付録は本標準に不可欠な要素を形成しない)

B.Ⅱ.1 イン트로ダクション

1-位相APSプロトコル (1:1 切り戻しモードおよび非切り戻しモード) の動作例は、TTC JT- G8031の付録 I に示される。これらの例はプロトコルには依存せず、MPLS-TPリニアプロテクション切替にも同様に適用する

付録 I

MPLS-TPリニアプロテクションプロトコルの動作例

(この付録は本標準に不可欠な部分を形成しない)

MPLS-TPリニアプロテクションの動作例は、IETF RFC7271の付録Dに示されている。例は以下のシナリオで示される。

- (1) 1:1双方向プロテクション切替(切り戻し動作) – 片方向SFケース
- (2) 1:1双方向プロテクション切替(切り戻し動作) – 双方向SFケース – 矛盾したWTRタイマ
- (3) 1:1双方向プロテクション切替 – R ビット不整合