

TR-G7041

**Generic Framing Procedure (GFP)  
に関する技術レポート**

Technical Report on Generic Framing Procedure  
(GFP)

第 1 版

2003 年 1 月 29 日制定

社団法人  
**情報通信技術委員会**

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

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

## 目 次

1 . はじめに.....	3
2 . 調査勧告の概要.....	3
3 . 国内の状況.....	4
4 . 今後の国内標準化.....	4
5 . おわりに.....	4
付録 ITU-T 勧告 G.7041/Y.1303 和訳.....	5
付録 I GFP アプリケーションにおける機能モデル例.....	48
付録 II GFP ペイロードタイプの例.....	51
付録 III 伝送オーダを表示した GFP フレーム例及び CRC 計算.....	53
付録 IV 透明な GFP の中で使用されるスーパーブロック数.....	57

## 1 . はじめに

ITU-Tにおいては、Generic Framing Procedure に関する研究・審議がさかんに行われている。また、近年、IP系インタフェースを用いた事業者間接続の要求が高まって来ている背景により、IP系フレームを既存のSDHフレームにマッピングすることのできるGFPに関する国内標準の整備が必要となって来ている。TTCでは、以上の動向を踏まえ、GFPに関連するITU-T勧告であるG.7041/Y.1303の調査を実施した。

本報告書は調査結果をまとめたものであり、以下の内容を記述している。

- ・ 調査勧告の概要
- ・ 国内の状況
- ・ 今後の国内の標準化
- ・ 調査勧告の要約

## 2 . 調査勧告の概要

今年度の調査勧告は、GFPに関する勧告であるG.7041/Y.1303である。

G.7041/Y.1303 (2002.5 Editor's Draft)

ITU-T G.7041/Y.1303は、後続マッピングの高位レベルのクライアント信号からITU-T G.707およびG.709に定義されたようなオクテット同期のパスへのオクテット系可変長ペイロードの輪郭を描くための、ジェネリックフレーミングプロシジャール(GFP)を定義する。上記勧告には以下の内容が含まれている。

- GFP開始点および終端点の間で転送された、プロトコルデータユニット(PDU)のフレームフォーマット
- クライアント信号のGFPへのマッピング方法

GFPは、高位レイヤのクライアント信号からトランスポートネットワークに渡って、トラヒックを適応させるための汎用メカニズムを提供する。GFPには、クライアント信号アダプテーションについて以下の2つのモードが定義されている。

- フレームマップドGFP(GFP-F)と呼ばれるPDUオリエンテッドなアダプテーションモード
- トランスペアレントGFP(GFP-T)と呼ばれるブロックコードオリエンテッドなアダプテーションモード

### 3 . 国内の状況

IP 系フレーム等の高位レイヤのクライアント信号を SDH パスにマッピングする、GFP にみられるような仕組みに関する国内の標準は、現状存在していない。しかしながら、近年、ITU-T G.7041/Y.1303 で規定された GFP の機能について商用化を目指した研究・開発が急速に進展しつつあり、GFP を搭載した市場製品がリンク網内に組み込まれ始めている。GFP をもちいた異ベンダ間接続および他事業者間接続を実施しているケースは、現在のところ報告されていないが、TTC サブワーキング活動、専門委員会での活動を通じて、異ベンダ間接続および他事業者間接続を求める将来の要望が想定される。

### 4 . 今後の国内標準化

ITU-T G.7041/Y.1303 の内容、及び上記我が国の現状を考慮すると、来年度以降の T T C での標準化が必要であると判断する。

今年度の技術調査を実施にあたり、まず、GFP のフレーム構成等の定義が行われている国際勧告である ITU-T G.7041/Y.1303 の内容理解に務めた（本調査報告書の付録を参照のこと）。次に、最新の ITU 勧告化動向（SG15）の把握を実施した。

ITU-T G.7041/Y.1303 の技術調査によれば、異ベンダ・異キャリア対向での GFP フレームの実装について、大きな技術的課題は存在しないことが判明した。まず、論理的なパラメータ定義およびパラメータ値について、実装可能なレベルであることを会員間で確認した。次に、物理的パラメータについては、GFP が既存の SDH 装置上で動作することを考慮すれば、既存の TTC 標準（JT-G.707）を満足すれば十分である。

次に、国内の状況を顧みると、TTC サブワーキング活動、専門委員会での活動を通じて、異ベンダ間接続および他事業者間接続を求める将来の要望が想定される。

最後に、ITU-T 勧告化の動向については、2002 年前半で ITU-T G.7041/Y.1303 の主文については完成しており、ANNEX や APPENDIX の若干の修正がみられる程度である。来年度以降、大幅な修正はないと考えることができる。

以上のような我が国の現状を考慮すると、来年度以降での T T C での標準化が必要であると考え。今後、T T C としては、国内における GFP に関する標準化要求や I T U - T の動向を継続的に調査し、来年度以降の国内標準化に向けて、活発な活動を展開していく必要があると考える。

### 5 . おわりに

Generic Framing Procedure(GFP)に関する I T U - T 勧告(ITU-T G.7041/Y.1303)の技術調査を行った。ITU-T 勧告の調査に基づき、国内の状況を踏まえて、今後の国内標準化についての考え方をまとめた。本報告書が、今後の T T C 標準化活動の一助となれば幸いである。

## ITU-勧告 G.7041/Y.1303 ジェネリックフレーミングプロシジャー (GFP)

### 要約

本勧告は、後続マッピングの高位レベルのクライアント信号から ITU-T G.707 および G.709 に定義されたようなオクテット同期のパスへのオクテット系可変長ペイロードの輪郭を描くための、ジェネリックフレーミングプロシジャー (GFP) を定義する。本勧告の定義は以下を含む。

- GFP 開始点および終端点の間で転送された、プロトコルデータユニット(PDU)のフレームフォーマット
- クライアント信号の GFP へのマッピング方法

### キーワード

光トランスポートネットワーク、同期デジタルハイアラーキ、ジェネリックフレーミングプロシジャー

### 導入

GFP は、高位レイヤのクライアント信号からトランスポートネットワークに渡って、トラフィックを適応させるための汎用メカニズムを提供する。クライアント信号は、PDU オリエンテッドな (IP/PPP あるいはイーサネット MAC のように)、ブロックコードオリエンテッドな固定ビットレートストリーム (ファイバーチャネルあるいは ESCON/SBCON のような) かもしれない。

GFP の仕様は、共通のおよびクライアントに特有な側面の両方から成る。GFP の共通的な側面は、全ての GFP に適応されたトラフィックに当てはまり、それらは 6 節で規定される。GFP のクライアントに特有な側面は 7 節および 8 節で規定される。現在、クライアント信号アダプテーションの 2 つのモードが GFP に定義されている。

フレームマップド GFP (GFP-F) と呼ばれる PDU オリエンテッドなアダプテーションモードは、7 節で規定される。

トランスペアレント GFP (GFP-T) と呼ばれるブロックコードオリエンテッドなアダプテーションモードは、8 節で規定される。

図 1 は、高位レイヤのクライアント信号と GFP およびそのトランスポートパスの関係を示す。

<b>Ethernet</b>	<b>IP/PPP</b>	<b>Other Client Signals</b>
<b>GFP – Client Specific Aspects</b> (Payload Dependent)		
<b>GFP – Common Aspects</b> (Payload Independent)		
<b>SDH VC-<i>n</i> Path</b>	<b>Other octet-synchronous paths</b>	<b>OTN ODUk Path</b>

図 1/G.7041/Y.1303

クライアント信号およびトランスポートパスとの GFP 関係

図 2 は、GFP が作動する環境を示す。

フレームマップアダプテーションモードにおいて、クライアント/GFP アダプテーション機能は、クライアント信号のデータリンク層（または高位レイヤ）で作動してもよい。クライアント PDU の視認性が要求される。この視認性は、クライアント PDU がデータリンクネットワーク（例えば IP ルーターファブリックまたはイーサネットスイッチファブリック（図 2 の中の C/C'））、または例えばトランスポートネットワークエレメント（TNE）のブリッジ、スイッチあるいはルーター機能から受信した場合に得られる。後者の場合では、例えばイーサネットインターフェース（図 2 の中の A/A'）を経由してクライアント PDU が受信される。

トランスペアレントアダプテーションモードについては、クライアント/GFP アダプテーション機能は、入力クライアント PDU 上ではなく、符号化キャラクタストリーム上で動作する。従って、クライアント信号のための入力符号語スペースの処理が要求される（図 2 の中の B/B'）。

典型的には、相互接続はポート A と A'、B と B'、C と C'、A と C および C と A'の間でセットアップすることができる。物理ポートのタイプ A と A'が異なっている可能性がある一方、相互接続を提供するためには物理ポートのタイプ B と B'が同一でなければならないことに注意すること。

上記の GFP 処理に関連したいくつかの高位機能モデルを付録 I に添付する。

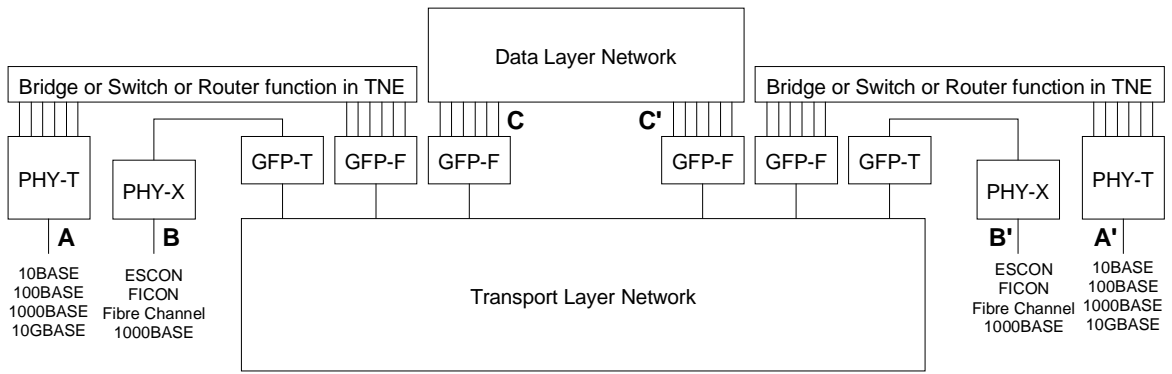


図2/G.7041/Y.1303  
GFP 機能モデル (単一クライアント)



## ジェネリックフレーミングプロシジャー

### 1 . 適応範囲

本勧告は、ITU-T G.707 および G.709 に定義されるような後続の SDH および OTN ネットワーク上でのトランスポートに対する、様々なクライアント信号の可変長ペイロードをカプセル化するためのジェネリックフレーミングプロシジャー (GFP) を定義する。本勧告の定義は以下を含む。

- GFP 開始点および終端点の間で転送された、プロトコルデータユニット(PDU)のフレームフォーマット
- クライアント信号の GFP へのマッピング方法

本勧告に記述されたフレーミングプロシジャーは、単一クライアントフレームが単一 GFP フレームにマッピングされる全てのクライアントフレーム( フレームマップド GFP )、および多数のクライアントデータキャラクタが、GFP フレームで伝達するための効率的なブロックコードにマッピングされるキャラクターマップドトランスポート (トランスペアレント GFP) の両方のカプセル化に適用することができる。

### 2 . 参考文献

次の I T U - T 勧告、そして他の参照物は、検討中のものを含んでおり、それらは、この文書内の参照を通して、この勧告の検討中のものを構成する。出版の時点で、提示される版は有効であったが、すべての勧告とその他の参考文献は改版されることになる。それゆえ、この勧告の利用者は、下にリストされる勧告とその他の参考文献のもっとも新しい版を適用する可能性の調査が奨励される。現在有効な I T U - T 勧告のリストは、定期的に刊行される。

- ITU-T G.707 - Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy.
- ITU-T G.709 - Network Node Interface for the Optical Transport Network (OTN)
- ITU-T I.432 - B-ISDN user-network interface - Physical layer specification: General characteristics
- ITU-T G.783 - Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH)\_ equipment functional blocks
- ITU-T G.798 - Characteristics of Optical Transport Networks (OTN) equipment functional blocks
- ISO/IEC 3309:1993, *Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - High-level Data Link Control (HDLC) Procedures - Frame Structure*
- IEEE 802.3-1998, Part 3: *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.,.
- ANSI X3.230-1994, *Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)*
- ANSI X3.296-1997, *Information Technology--Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture*
- IETF RFC 1661, *The Point to Point Protocol (PPP)*, July 1994
- IETF RFC 1662, *PPP in HDLC-like Framing*, July 1994
- ETSI (CENELEC): EN 50083-9: *Cable distribution systems for television, sound signals and interactive multimedia signals; Part 9: Interfaces for CATV/SMATV Headends and Similar Professional Equipment for DVB/MPEG-2 transport streams (DVB Blue Book A010), Annex B, Asynchronous Serial Interface*, 1998

### 3 . 用語と定義

本勧告は、次の用語を定義する。

3.1 フレームマップド GFP : クライアント信号フレームが、全体として 1 つの GFP フレームへ受信されマッピングされる一種の GFP マッピング。

3.2 チャンネル ID： CID は、GFP 開始/終端点で 256 の通信チャンネルのうちの 1 つを示すために使われる、8 ビットの二進数である。

3.3 クライアントデータフレーム： クライアントデータフレームは、クライアント信号からのペイロードデータを含む GFP フレームである。

3.4 クライアント管理フレーム： クライアント管理フレームは、GFP ソースと GFP シンク間の GFP コネクションの管理に関連する情報を含む GFP フレームである。

3.5 コントロールフレーム： コントロールフレームは、GFP コネクションを制御するために使用される GFP フレームである。現在定義されている唯一の制御は、アイドルフレームである。

3.6 最大伝送単位 (MTU)： オクテットでの GFP ペイロードエリアの最大のサイズ。

3.7 ランニングディスパリティ： 8B/10B のようなブロックラインコードで使われる方法であり、送信時間上で 1 と 0 の数の合計が平衡を保つようにしたもの。ラインコードサブブロックの最後のランニングディスパリティは、0 よりも 1 の方が多くその時点で送信されたときには正、1 よりも 0 の方が多く送信されたときには負である。エンコーダは、1 および 0 の送信数の平衡を保つために、次のキャラクタマッピングで 2 つの可能なコードのどちらを送信するかを決めるためにランニングディスパリティの値を使用する。

3.8 発信元/着信先ポート (SP/DP)： 物理インターフェース上の論理的なアドレスで呼び出し可能なエンティティ。

3.9 スーパーブロック： スーパーブロックは、ペイロードオクテット配列、およびスーパーブロック中のビットに対するエラー制御を提供することを目的として、CRC-16 と共に多数の 64B/65B コードを組み合わせるトランスペアレント GFP 構造を参照する。図 8-3 参照。

3.10 トランスペアレント GFP： ブロックコード化されたクライアントキャラクタが復号され次に、固定長 GFP フレームへマッピングされ、クライアントデータフレーム全体の受信を待たずに直ちに送信されてもよい、一種の GFP マッピング。

#### 4 . 略語

本勧告では、次の略語を使用する。

ANSI	アメリカ規格協会	American National Standards Institute
ASI	DVB 非同期インタフェース	Asynchronous Interface for DVB
ATM	非同期転送モード	Asynchronous Transfer Mode
cHEC	コア HEC	Core HEC
CID	チャンネル ID	Channel ID
CoS	サービスのクラス	Class of Service
CRC	巡回冗長検査	Cyclic Redundancy Check
CSF	クライアント信号障害	Client Signal Fail
DE	廃棄可能	Discard Eligibility
DP	着信先ポート	Destination Port

DST	着信先	Destination
DVB	デジタルビデオ放送	Digital Video Broadcast
eHEC	拡張 HEC	Extension HEC
EOF	フレーム終了	End of Frame
ESCON	企業システムコネクション	Enterprise Systems Connection
EXI	拡張ヘッダ識別子	Extension Header Identifier
FC	ファイバチャネル	Fibre Channel
FCS	フレームチェックシーケンス	Frame Check Sequence
FICON	ファイバコネクション	Fibre Connection
GFP	ジェネリックフレーミングプロシジャー	Generic Framing Procedure
GFP-F	フレームマップド GFP	Frame mapped GFP
GFP-T	トランスペアレント GFP	Transparent GFP
HDLC	ハイレベルデータリンク制御	High-level Data Link Control
HEC	ヘッダ誤り検査	Header Error Check
IEEE	米国電気電子学会	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	インターネットプロトコル	Internet Protocol
IFG	フレーム間ギャップ	Inter-Frame Gap
IPG	パケット間ギャップ	Inter-Packet Gap
ISDN	サービス総合デジタル網	Integrated Services Digital Network
ISO	国際標準化機構	International Standards Organization
ITU-T	国際電気通信連合電気通信標準化部門	International Telecommunication Union
	Telecommunication Standardization Sector	
LCC	最終制御キャラクタ	Last Control Character
LSB	最下位ビット	Least Significant Bit
LOL	光断	Loss of Light
LOS	入力断	Loss if Signal
MAC	媒体アクセス制御	Media Access Control
MAPOS	SONET/SDH 複数アクセスプロトコル	Multiple Access Protocol Over SONET/SDH
MSB	最上位ビット	Most Significant Bit
MTU	最大伝送単位	Maximum Transmission Unit
NE	ネットワークエレメント	Network Element
OA&M	保守運用管理	Operations, Administration & Maintenance
ODU	光データユニット	Optical Data Unit
OTN	光トランスポートユニット	Optical Transport Network
PDU	プロトコルデータユニット	Protocol Data Unit
PFI	ペイロード FCS 識別子	Payload FCS Identifier
PLI	ペイロード長表示	Payload Length Indicator
PTI	ペイロードタイプ識別子	Payload Type Identifier
PPP	ポイントツーポイントプロトコル	Point-to-Point Protocol
RD	ランニングディスパリティ	Running Disparity
SBCON	単一バイトコマンド群コネクション	Single-Byte Command Code Sets Connection
SDH	同期デジタルハイアラキー	Synchronous Digital Hierarchy
SSF	サーバ信号故障	Server Signal Failure

SOF	フレーム開始	Start of Frame
SONET	光同期伝送網	Synchronous Optical Network
SP	発信元ポート	Source Port
SPE	同期ペイロードエンベロープ	Synchronous Payload Envelop
SRC	発信元	Source
STS	同期トランスポート信号	Synchronous Transport Signal
tHEC	タイプ HEC	Type HEC
TSF	トレイル信号故障	Trail Signal Fail
TTL	タイムツーライブ	Time-to-Live
UPI	ユーザーペイロード識別子	User Payload Identifier

## 5 . 慣例

伝送順序： 本勧告の全ての図の情報伝送順序は、まず左から右へ、そして上から下へ伝送される。各々のバイトの中の最上位ビットは最初に送信される。最上位ビットは全ての図の左に例示されている。

未定義フィールドの値： 他の方法で明示されていない場合には、全ての未定義ヘッダフィールドのデフォルト値は0とする。

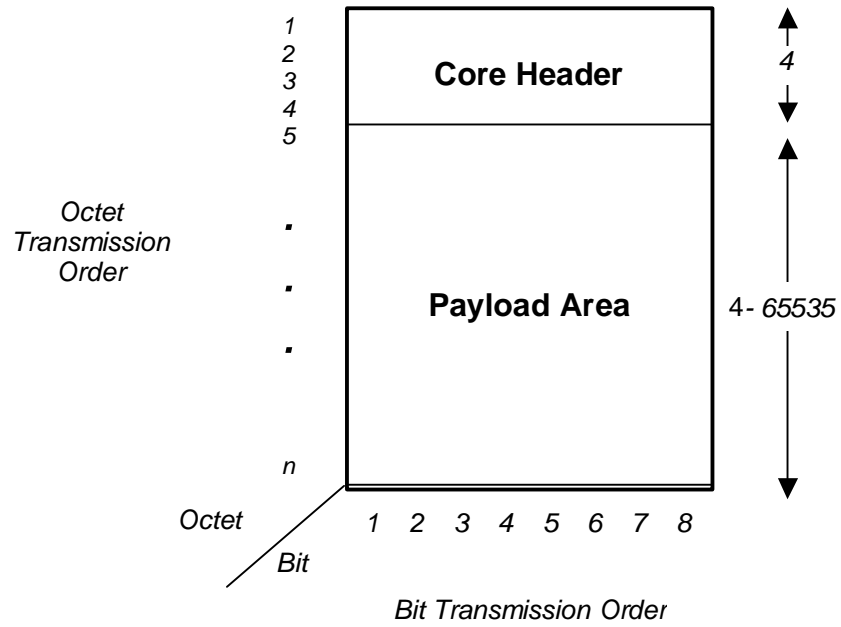
## 6 . GFP の概要

本節では、オクテット配列のペイロード用 GFP の共通的な(プロトコル非依存の)外観について議論する。フレーム化されたペイロードの SDH VC-n へのマッピングは、ITU-T 勧告 G.707 で規定される。フレーム化されたペイロードの OTN ODUk ペイロードへのマッピングは、ITU-T 勧告 G.709 で規定される。

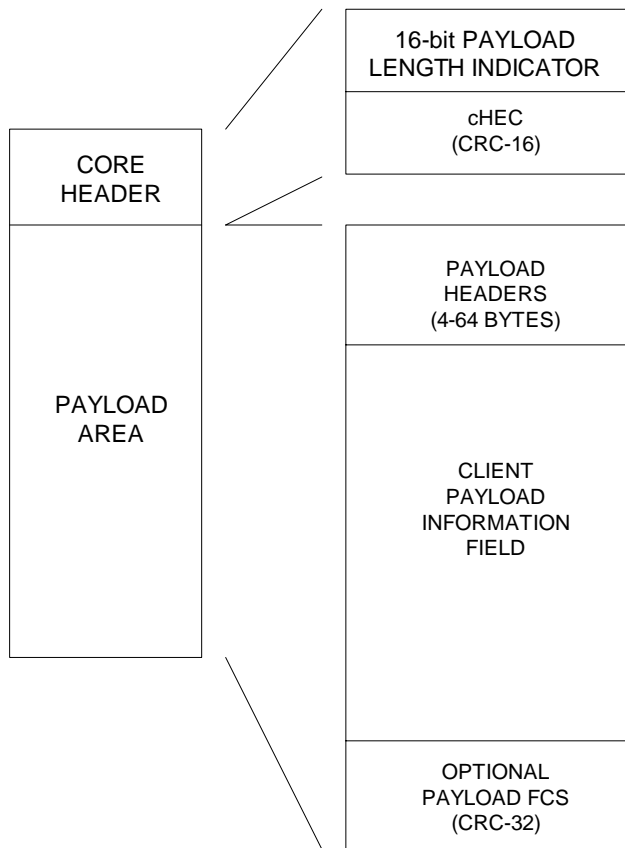
GFP は、非同期転送モード (ATM) (ITU-T 勧告 I.432.1 を参照) 用に定義された、HEC ベースのフレーム抽出メカニズムの変形を使用する。GFP フレームとしては、以下の2種類が定義される：GFP クライアントフレームおよび GFP 制御フレーム。GFP クライアントおよび制御フレーム用フレーム構造は節 6.1 および 6.2 に定義される。GFP は、種々のトランスポートメカニズムを備えた使用のため、GFP のアダプテーションを容易にするために、さらに柔軟な (ペイロード) ヘッダ拡張メカニズムをサポートする。現在定義されたペイロード拡張ヘッダタイプは、節 6.1.2.3 の中で規定される。

### 6.1 GFP クライアントフレームの基本信号構造

GFP フレームフォーマットを図 6-1 に示す。GFP フレームはオクテット配列であり、GFP コアヘッダおよび、GFP アイドルフレームを除き、GFP ペイロードエリアから成る。



a) フレームサイズおよび伝送順序



b) GFP クライアントフレームのフィールド構成

図 6-1/G.7041/Y.1303

GFP クライアントフレーム構造

### 6.1.1 GFP コアヘッダ

GFP コアヘッダ構造を図 6-2 に示す。GFP コアヘッダの 4 オクテットは、16 ビットの PDU 長表示フィールドおよび 16 ビットのコアヘッダエラーチェック (cHEC) フィールドから成る。このヘッダは、高位レイヤ PDU の内容と無関係の GFP フレーム抽出を許可する。

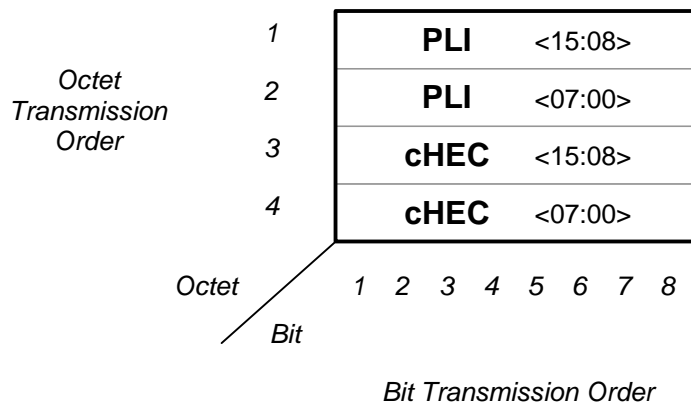


図 6-2/G.7041/Y.1303

GFP コアヘッダ構造

#### 6.1.1.1 PDU 長表示 (PLI) フィールド

2 オクテットの PLI フィールドは、GFP ペイロードエリアでオクテット数を表わす二進数を含んでいる。GFP クライアントフレーム中の PLI フィールドの絶対最小値は、4 オクテットである。PLI 値 0-3 は、GFP 制御フレーム用に予約されている (節 6.2 を参照)。

#### 6.1.1.2 コア HEC (cHEC) フィールド

2 オクテットのコアヘッダ誤り制御フィールドは、単一ビット誤り訂正およびマルチビット誤り検出の両方を可能にすることにより、コアヘッダの内容の完全性を保護する、CRC-16 エラー制御符号を含んでいる。cHEC シーケンスは、節 6.1.1.2.1 に定義されるようなコアヘッダのオクテットに渡って計算される。

##### 6.1.1.2.1 HEC 処理

HEC の生成多項式は、 $G(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$ 、初期値は 0 であり、 $x^{16}$  が MSB に相当し、 $x^0$  が LSB に相当する。

cHEC フィールドは、次のステップを使用して、ソースアダプテーションプロセスにより生成される (ITU-T 勧告 V.41、付録 I を参照) :

1. GFP フレームの最初の 2 オクテットは、最上位ビットを最初として、15 次の多項式  $M(x)$  の係数を表わす 16 ビットのパターンを形成するために、ネットワークオクテット順に得られる。
2.  $M(x)$  に  $x^{16}$  を掛け算して、 $G(x)$  で割り算し (モジュロ 2)、15 次以下の残り  $R(x)$  を生成する。
3.  $R(x)$  の係数は、 $x^{15}$  を最上位ビットとして、16 ビットのシーケンスであると考えられる。
4. この 16 ビットのシーケンスは、送信される CRC-16 の第 1 のビットが  $x^{15}$  の係数であり、送信される最後のビットが  $x^0$  の係数である、CRC-16 です。

シンクアダプテーションプロセスは、ソースアダプテーションプロセスと同じ方法でステップ 1-3 を実行する。ビット誤りがない状態で、余りは 0000 0000 0000 0000 である。

この単一のエラー訂正は、コアヘッダ上で実行されるものとする。マルチビット誤りが検出される場合、GFP シンクアダプテーションプロセスは、それらの GFP フレームのうちの何かを廃棄するものとする。シンクアダプテーションプロセスは、さらに性能監視目的のための全ての関連するシステムレコードも更新する。

#### 6.1.1.3 コアヘッダスクランプリング

コアヘッダは、16 進数 B6AB31E0 での排他的論理和オペレーション (モジュロ 2 の加算) により、DC バランスをとるためにスクランブルする。この数は最大遷移、最小サイドローブの長さ 32 のパーカー型シーケンスである。GFP コアヘッダのスクランプリングは、GFP フレーム抽出手順の強健さを改善し、アイドル送信期間に 0-1 および 1-0 の遷移の十分な数を提供する。

#### 6.1.2 GFP ペイロードエリア

GFP コアヘッダの後の GFP フレーム中の全てのオクテットから成る GFP ペイロードエリアは、高位レイヤ特有のプロトコル情報を伝えるために使用される。この可変長エリアは、4~65 535 オクテットを含んでいる。図 6-3 で示されるように、GFP ペイロードエリアはペイロードヘッダおよびペイロード情報フィールドの 2 つの共通の要素から成る。オプションのペイロード FCS (pFCS) フィールドもサポートされる。

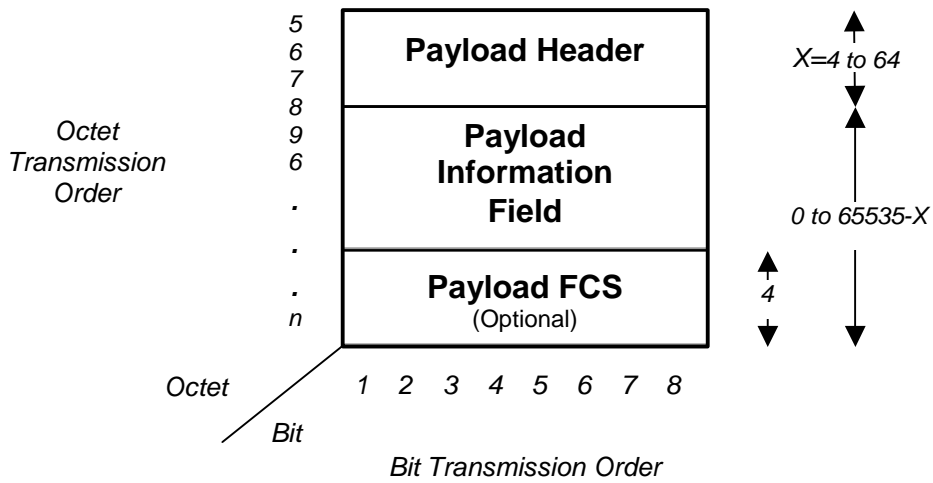


図 6-3/G.7041/Y.1303

GFP ペイロードエリア構造

GFP ペイロードエリアの現実的な GFP MTU サイズは、アプリケーションに特有である。実装は、少なくとも 1600 オクテットの GFP ペイロードエリアを備えた GFP フレームの送信および受信をサポートすべきである。事前の取り決めによって、同意している GFP 実装では、他の MTU 値を使用してもよい。



### 6.1.2.1 ペイロードヘッダ

コアヘッダは 4 から 64 オクテットの可変長エリアであり、高位レベルクライアント信号に特有のデータリンク管理をサポートすることを目的とする。GFP ペイロードヘッダの構造を図 6-4 に示す。エリアは、タイプと tHEC フィールドという 2 つの必須フィールドと、可変数の追加ペイロードヘッダフィールドで構成される。この追加ペイロードヘッダフィールドグループは拡張ヘッダとして参照される。拡張ヘッダの存在、そのフォーマット、およびオプションのペイロード FCS の存在はタイプフィールドにより規定される。tHEC はタイプフィールドの完全性を保証する。

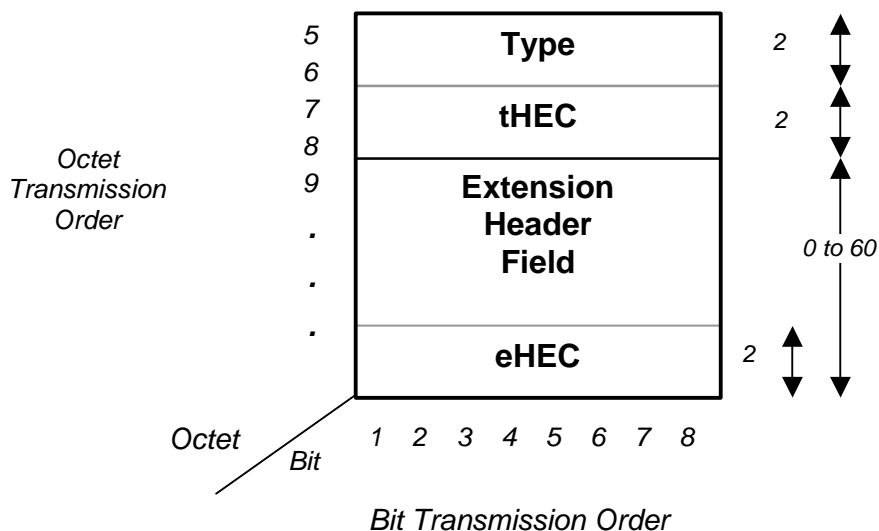


図 6-4/G.7041/Y.1303 GFP ペイロードヘッダフォーマット

実装では、4 から 64 オクテットの範囲の如何なる長さに対しても、ペイロードヘッダとともに GFP フレームの受信をサポートするべきである。

#### 6.1.2.1.1 GFP タイプフィールド

GFP タイプフィールドはペイロードヘッダのうち、2 オクテットの必須フィールドであり、GFP ペイロード情報フィールド(節 6.1.2.2 参照)の内容およびフォーマットを表す。タイプフィールドは GFP フレームやマルチサービス環境での異なるサービスを区別する。図 6-5 に示すように、タイプフィールドはペイロードタイプ識別子(PTI)、ペイロード FCS 識別子(PFI)、拡張ヘッダ識別子(EXI)、およびユーザペイロード識別子(UPI)で構成される。

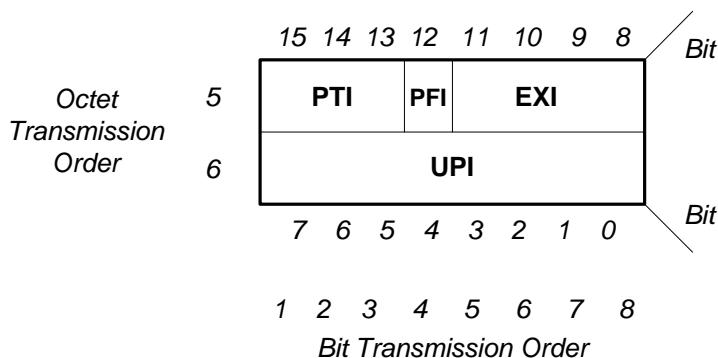


図 6-5/G.7041/Y.1303 GFP タイプフィールドフォーマット

PTI が 000 や 100 と異なる場合に対する UPI の解釈は将来の課題である。タイプフィールド値の例を付録 2 に示す。

#### 6.1.2.1.1.1 ペイロードタイプ識別子(PTI)

タイプフィールドの中で、GFP クライアントフレームのタイプを表す 3 ビットのサブフィールド。現在、ユーザデータフレーム(PTI = 000)、およびクライアントマネージメントフレーム(PTI = 100)、という 2 種類のクライアントフレームが定義されている。PTI コードポイントは表 6-1 で与えられる。

表 6-1/G.7041/Y.1303 – GFP ペイロードタイプ識別子

Payload Type Identifiers Type Bits <15:13>	Usage
000	Client Data
100	Client Management
Others	Reserved

#### 6.1.2.1.1.2 ペイロード FCS 識別子(PFI)

タイプフィールドの中で、ペイロード FCS フィールドの有り(PFI = 1)、あるいは無し(PFI = 0)を表す 1 ビットのサブフィールド。

#### 6.1.2.1.1.3 拡張ヘッダ識別子(EXI)

タイプフィールドの中で、拡張ヘッダ GFP のタイプを表す 4 ビットのサブフィールド。現在、ヌル拡張ヘッダ、リニア拡張ヘッダおよびリング拡張ヘッダ、という 3 種類の拡張ヘッダが定義されている。EXI コードポイントは表 6-2 で与えられる。

表 6-2/G.7041/Y.1303 – GFP 拡張ヘッダ識別子

Extension Header Identifiers Type Bits <11:8>	Usage
0000	Null Extension Header
0001	Linear Frame
0010	Ring Frame
Others	Reserved

#### 6.1.2.1.1.4 ユーザペイロード識別子(UPI)

GFP ペイロード情報フィールドで伝達されるペイロードのタイプを表す 8 ビットのフィールド。UPI フィールドの解釈は PTI サブフィールドで表されるような GFP クライアントフレームのタイプと関連している。クライアントデータフレームに対する UPI 値は 6.1.3.1 で規定され、クライアントマネージメントフレームに対

する UPI 値は 6.1.3.2 で規定される。

#### 6.1.2.1.2 タイプ HEC(tHEC)フィールド

2 オクテットのタイプヘッダ誤り検査フィールドは、単一ビット誤り訂正および複数ビット誤り検出によりタイプフィールドの内容の完全性を保証する、CRC-16 誤り検査コードで構成される。

tHEC フィールドの内容は以下の点を除いて cHEC(6.1.1.2.1 参照)と同様の手順を用いて生成される。

- tHEC において、手順 a)は、 $M(x)$  がタイプフィールドのうち tHEC フィールド自身を除く全てのオクテットから形成される、のように変更される。

GFP シンクアダプテーションプロセスは、tHEC フィールドにより保護される全てのフィールド上で、単一ビット誤り訂正を実施してもよい。この単一誤り訂正はタイプヘッダに対して実施される。GFP シンクアダプテーションプロセスは、複数ビット誤りが検出されるか単一誤り訂正を用いないヘッダフィールドで誤りが発生する如何なる GFP フレームも破棄するべきである。GFP シンクアダプテーションプロセスはまた、性能監視の目的で如何なる関連するシステム記録も更新する。

#### 6.1.2.1.3 GFP 拡張ヘッダ

ペイロード拡張ヘッダは 0 から 60 オクテットの拡張フィールドであり、仮想リンク識別子、送信元・宛先アドレス、ポート番号、サービスの品質、拡張ヘッダ誤り検査等のようなデータリンクヘッダ固有の技術をサポートする。拡張ヘッダのタイプはペイロードヘッダのタイプフィールドのうち EXI ビットの内容により表される。

3 つの拡張ヘッダの種類は、現在、論理リング構成あるいは論理ポイントツーポイント(リニア)構成上のクライアント個別データをサポートするよう定義されている。

本節では各拡張ヘッダの様々なフィールドを説明する。如何なる未定義フィールドのデフォルト値も他の言及がない限り 0 である。

##### 6.1.2.1.3.1 ヌル拡張ヘッダ

ヌル拡張ヘッダを有するフレームのペイロードヘッダを図 6-6 に示す。この拡張ヘッダは論理ポイントツーポイント構成に適用される。伝送経路が 1 つのクライアント信号に集中するシナリオを目的としている。

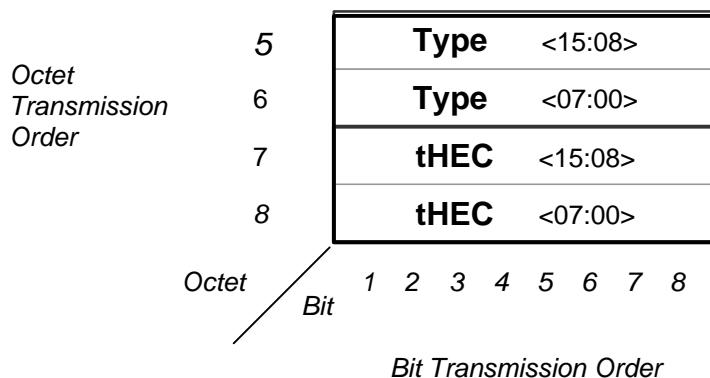


図 6-6/G.7041/Y.1303      ヌル拡張ヘッダを有する GFP フレームのペイロードヘッダ

##### 6.1.2.1.3.2 リニアフレームの拡張ヘッダ

拡張ヘッダを有するリニア(ポイントツーポイント)フレームのペイロードヘッダを図 6-7 に示す。いくつかの独立したリンクがあり、単一伝送経路へ多重することを必要とするシナリオを目的としている。

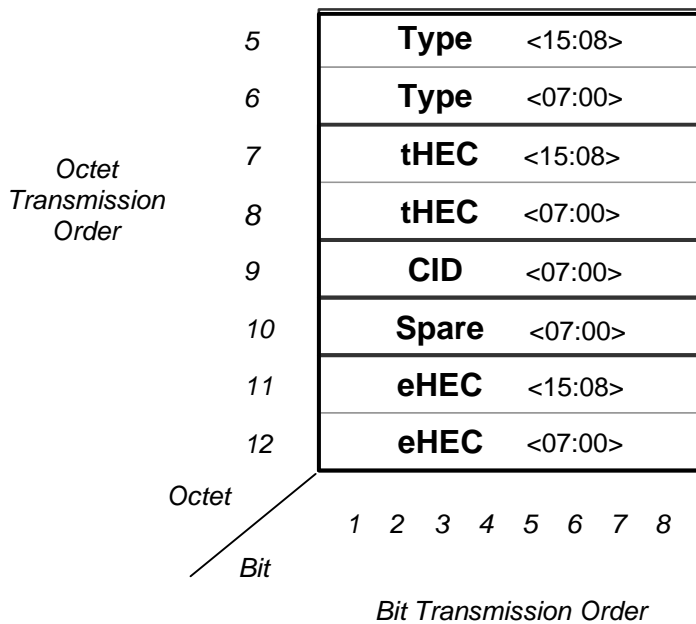


図 6-7/G.7041/Y.1303 拡張ヘッダを含むリニア(ポイントツーポイント)のペイロードヘッダ

#### 6.1.2.1.3.2.1 チャンネル ID(CID)フィールド

CID は 8 ビット 2 進数字であり、GFP 終端点で 256 通信チャンネルの 1 つを表すために用いられる。

#### 6.1.2.1.3.2.2 スペアフィールド

8 ビットのスペアフィールドは将来の用途のために予約されている。

#### 6.1.2.1.3.2.3 拡張 HEC(eHEC)フィールド

6.1.2.1.4 参照。

#### 6.1.2.1.3.3.2 リングフレームの拡張ヘッダ

将来の課題である。

#### 6.1.2.1.4 拡張 HEC(eHEC)フィールド

2 オクテットの拡張ヘッダ誤り検査フィールドは、単一ビット誤り訂正(オプション)および複数ビット誤り検出の両方を可能とすることで、拡張ヘッダの内容の完全性を保証する、CRC-16 誤り検査コードで構成される。

eHEC フィールドの内容は以下の点を除いて cHEC(6.1.1.2.1 参照)と同様の手順を用いて生成される。

- eHEC において、手順 a)は、 $M(x)$  がタイプフィールドのうち eHEC フィールド自身を除く全てのオクテットから形成される、のように変更される。

GFP シンクアダプテーションプロセスは、tHEC フィールドにより保護される全てのフィールド上で単一ビット誤り訂正を実施してもよい。単一誤り訂正は拡張ヘッダのオプションである。GFP シンクアダプテーションプロセスは、複数ビット誤りが検出されるか単一誤り訂正を用いないヘッダフィールドで誤りが発生する如何なる GFP フレームも破棄するべきである。GFP シンクアダプテーションプロセスはまた、性能監視目的で、如何なる関連するシステム記録も更新する。

### 6.1.2.2 ペイロード情報フィールド

ペイロード情報フィールドはフレームマップド GFP の為のフレーム PDU で構成される、あるいはトランスパレント GFP の場合には、多数のクライアント信号キャラクタで構成される。この可変長フィールドは 0 から  $65,535-X$  オクテットを含んでもよい。ここで  $X$  はペイロードヘッダのサイズである。このフィールドはオプションペイロード FCS フィールドを含んでもよい。クライアント PDU/信号は常にオクテットアラインドパッケージストリームとして GFP ペイロード情報フィールドに転送される。

#### 6.1.2.2.1 ペイロードフレームチェックシーケンス(pFCS)フィールド

GFP ペイロード FCS は図 6-8 に示され、4 オクテット長のオプションフレームチェックシーケンスである。それは、GFP ペイロード情報フィールドの内容を保護する CRC-32 シーケンスを含む。FCS 生成過程は 6.1.2.2.1.1 で定義される。タイプフィールド内の PFI ビットの値 1 はペイロード FCS フィールドの存在を表す。

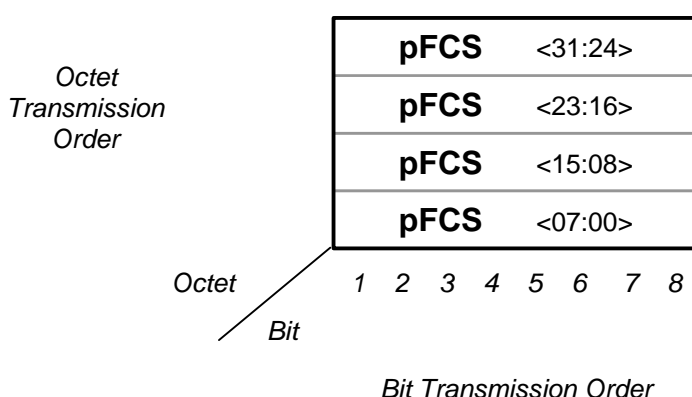


図 6-8/G.7041/Y.1303 GFP ペイロードフレームチェックシーケンスフォーマット

#### 6.1.2.2.1.1 ペイロード FCS 生成

ペイロード FCS は CRC-32 生成多項式(ISO 3309)

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$$

を用いて、生成される。ただし、 $x^{32}$  は MSB に相当し、 $x^0$  は LSB に相当する。

ペイロード FCS フィールドは次の手順を用いて生成される。

1. FCS を除く GFP ペイロード情報フィールドから  $N$  オクテットは、ネットワークオクテット順序で最上位ビットとして扱い、 $8N-1$  次の多項式  $M'(x)$  の係数を表す  $8N$  ビットパターンが形成される。
2.  $M'(x)$  に  $x^{32}$  を掛け、「オール 1」の多項式
 
$$U(x) = 1 + x^1 + x^2 + \dots + x^{31}$$
 を加えたものを  $G(x)$  で割り(モジュロ 2)、31 次以下の余り  $R(x)$  を得る。  
 注意:  $x^{8N} [1 + x^1 + x^2 + \dots + x^{31}]$  の付加は、プリセットを用いた典型的なシフトレジスタ実装に対して、シフトレジスタを全て 1 にプリセットすることに相当する。
3.  $R(x)$  の係数は 32 ビットの列と考えられる。ここで  $x^{31}$  は最上位ビットである。
4. この 32 ビットの列の全数が CRC-32 となる。

シンクアダプテーションプロセスでは、ソースアダプテーションプロセスと同様の方法により手順 1 から 3 を実施する。誤りがない場合、 $x^{31}$  から  $x^0$  の次数において、余りは 11000111\_00000100\_11011101\_01111011 となるべきである。

### 6.1.2.3 ペイロードエリアスクランプリング

GFP ペイロードエリアのスクランプリングは、SDH の RS 層や OTN の OPUk チャンネルで用いられるような、フレーム同期スクランブラーからスクランプリング(あるいはデスクランプリング)言語を返すペイロード情報に対して、セキュリティーを提供することが必要とされる。図 6-9 にスクランブラおよびデスクランブラの過程を示す。

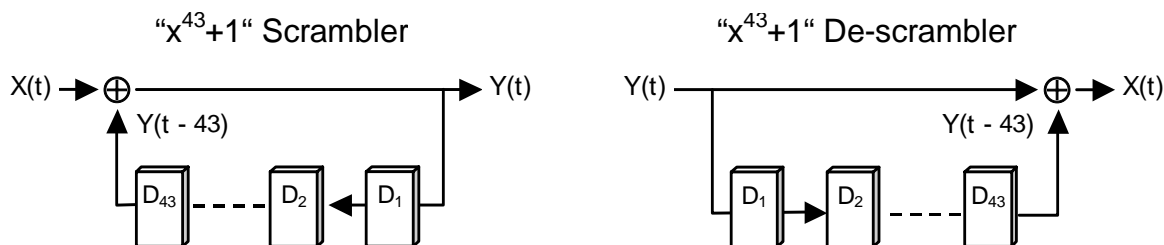


図 6-9/G.7041/Y.1303 GFP に対する  $X^{43}+1$  スクランブラおよびデスクランブラの過程

GFP ペイロードエリアの全てのオクテットは  $1 + x^{43}$  自己同期スクランブラを用いてスクランプリングされる。スクランプリングはネットワークビット順序で実施される。

ソースアダプテーションプロセスにおいて、スクランブルは、cHEC フィールドに続く最初の送信オクテットの開始するときにイネーブルとし、GFP フレームにおける最終送信オクテットの終了によりディスエーブルとする。スクランブラやデスクランブラがディスエーブルのときは、その状態が維持される。その結果、GFP フレームペイロードエリアの開始時のスクランブラおよびデスクランブラの状態は、現在の GFP フレームよりすぐ前のチャンネルで送信される GFP フレームの最後の 43 ペイロードエリアビットとなる。

シンクアダプテーションプロセスのデスクランブラの起動もまた cHEC 検査アルゴリズムの現在の状態に依存する。

- HUNT もしくは PRESYNC 状態では、デスクランブラはディスエーブルとする。
- SYNC 状態では、デスクランブラは候補 GFP フレームの cHEC フィールドから終わりまでの間のオクテットに対してのみイネーブルとする。

注意：GFP シンクアダプテーションプロセスは、シンクアダプテーションプロセスが SYNC 状態にある場合にのみ、GFP フレームを確実に高次レイヤエンティティへ転送する。

### 6.1.3 GFP クライアントフレーム

現在、クライアントデータおよびクライアントマネージメントという 2 種類の GFP クライアントフレームが定義されている。GFP クライアントデータフレームはクライアント信号からのデータを転送するのに用いられる。GFP クライアントマネージメントフレームはクライアント信号や GFP 接続の管理に関連した情報を転送するのに用いられる。

#### 6.1.3.1 クライアントデータフレーム

クライアントデータはクライアントデータフレームを使用する GFP 上で転送される。クライアントデータフレームはコアヘッダとペイロードエリアにより構成される GFP クライアントフレームである。クライアントデータフレームのタイプフィールドでは以下のタイプサブフィールド値を用いる。

- PTI = 000
- PFI = ペイロード固有

- ・ EXI = ペイロード固有
- ・ UPI = ペイロード固有

ペイロード FCS 識別子(PFI)は、FCS がイネーブルかディスエーブルかにより必要に応じて設定されるべきである。拡張ヘッダ識別子(EXI)は、フレーム多重化や GFP 接続に対するトポロジーの要求、FCS がイネーブルかディスエーブルかにより必要に応じて設定されるべきである。ユーザペイロード識別子は転送されるクライアント信号のタイプによって設定されるべきである。クライアントデータフレームに対して定義された UPI 値は表 6-3 で与えられる。

表 6-3/G.7041/Y.1303 – GFP クライアントフレームのためのユーザペイロード識別子

PTI = 000	
User Payload Identifier (binary) TYPE Bits <7:0>	GFP Frame Payload Area
0000 0000 1111 1111	Reserved and not available
0000 0001	Frame-Mapped Ethernet
0000 0010	Frame-Mapped PPP
0000 0011	Transparent Fiber Channel
0000 0100	Transparent FICON
0000 0101	Transparent ESCON
0000 0110	Transparent Gb Ethernet
0000 0111	Reserved for future
0000 1000	Frame-Mapped Multiple Access Protocol over SDH (MAPOS)
0000 1001	<u>Transparent DVB ASI</u>
0000 10011010 through 1110 1111	Reserved for future standardization
1111 0000 through 1111 1110	Reserved for proprietary use

#### 6.1.3.2 GFP クライアントマネージメントフレーム

クライアントマネージメントフレームは、GFP クライアント固有のソースアダプテーションプロセスがオプションでクライアントマネージメントフレームを GFP クライアント固有のシンクアダプテーションプロセスに送る一般的機構を提供します。図 6-10 に示されるように、クライアントマネージメントフレームは、コアヘッダとペイロードエリアで構成される GFP クライアントフレームである。クライアントデータフレームのタイプフィールドでは以下のタイプサブフィールド値を用いる。

- ・ PTI = 100
- ・ PFI = ペイロード固有
- ・ EXI = ペイロード固有
- ・ UPI = ペイロード固有

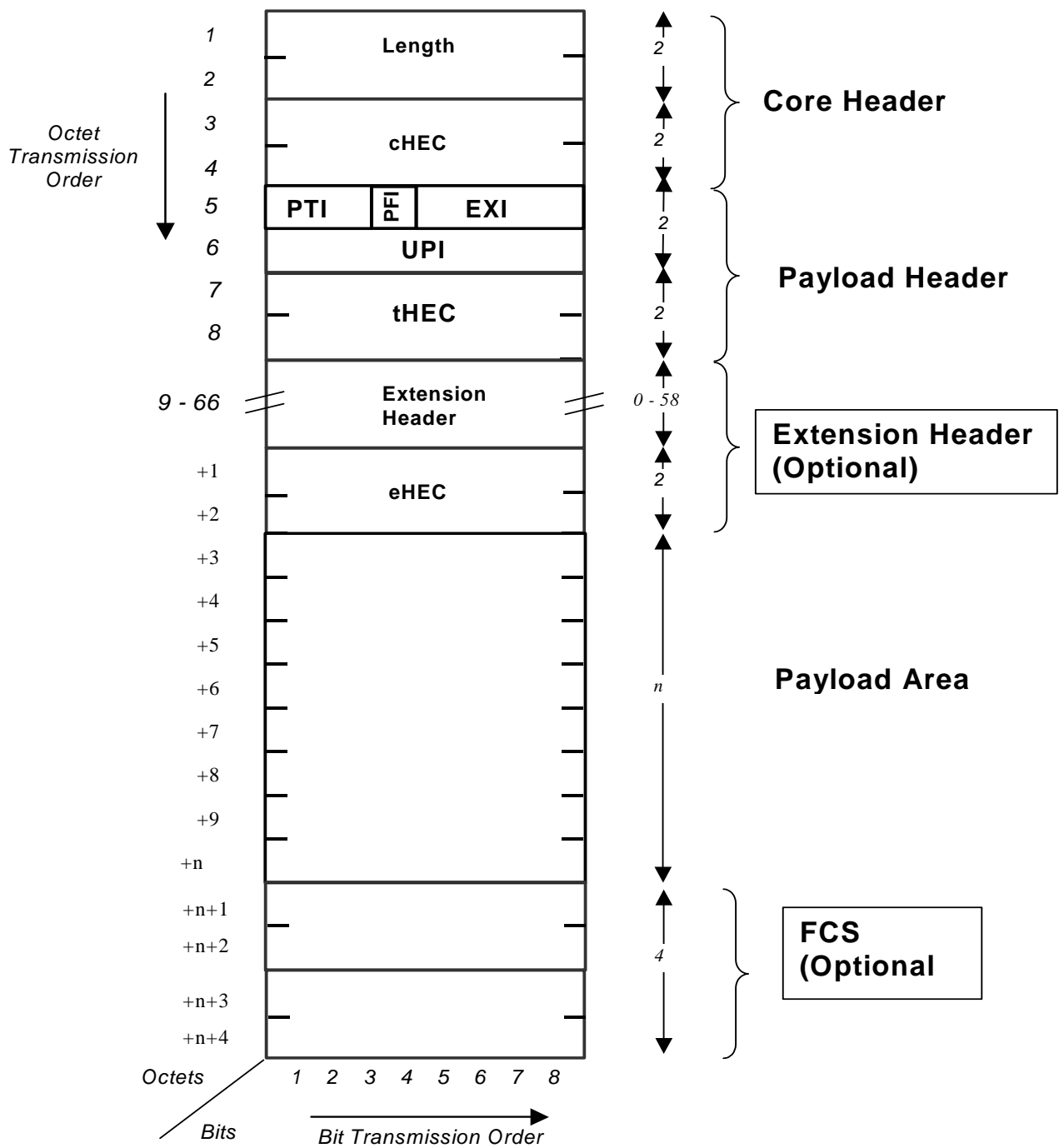


図 6-10/G.7041/Y.1303 GFP クライアントマネージメントフレーム

GFP クライアントマネージメントフレームとしての用途の為に、ペイロード FCS 識別子(PFI)は、FCS がイネーブルかディスエーブルかにより必要に応じて設定されるべきである(GFP クライアントマネージメントフレームにおいて、FCS を使用すれば、そのようなフレームが使用する可能性のある「予備」帯域の量が削減されることに注意する)。拡張ヘッダ識別子(EXI)は、拡張ヘッダがイネーブルかディスエーブルかにより必要に応じて設定されるべきである(GFP クライアントマネージメントフレームにおいて、拡張ヘッダを使用すれば、そのようなフレームが使用する可能性のある「予備」帯域の量が大幅に削減されることに注意する)。UPI により GFP クライアントマネージメントフレームの使用法が定義される。このように GFP クラ



クライアントマネジメントフレームは多目的に利用されてもよい。表 6-4 により、GFP クライアントマネジメントフレームペイロードの使用法が定義される。

表 6-4/G.7041/Y.1303 - GFP クライアントマネジメントフレームユーザペイロード識別子

PTI = 100	
UPI value	Usage
0000 0000 and 1111 1111	Reserved
0000 0001	Client Signal Fail (Loss of Client Signal)
0000 0010	Client Signal Fail (Loss of Character Synchronization)
0000 0011 thru 1111 1110	Reserved for future use

## 6.2 GFP 制御フレーム

GFP 制御フレームは GFP 接続の管理において用いられる。ここで規定される制御フレームは GFP アイドルフレームのみである。

### 6.2.1 GFP アイドルフレーム

GFP アイドルフレームは 4 オクテットの特別な GFP 制御フレームであり、0 に設定された PLI および cHEC フィールドを持ちペイロードエリアを持たない GFP コアヘッダのみで構成される。アイドルフレームはフィラーフレームとして用いられる。その目的は、ソースアダプテーションプロセスにより、クライアント信号が必要とされるよりも大きな容量を持つ如何なる伝送媒体に対しても、GFP オクテットストリームの伝送媒体チャンネルが容易に適用されることにある。GFP アイドルフレームフォーマットは図 6-11 で示され、括弧内の値はバーカ型スクランプリングが実施された後の値を示す。

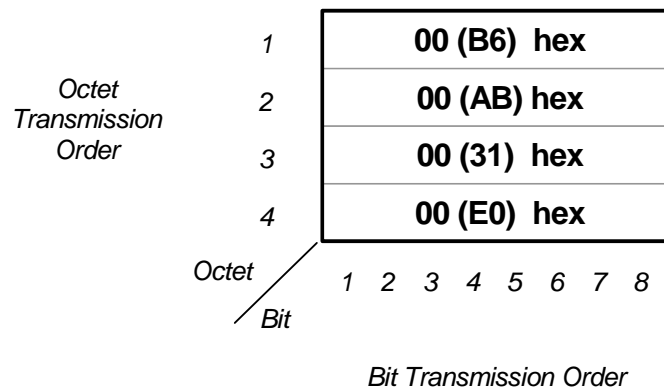


図 6-1011/G.7041/Y.1303 GFP アイドルフレーム(バーカ型スクランブルドフレーム)

### 6.2.2 その他の制御フレーム

PLI = 1, 2 あるいは 3 となる制御フレームについては、将来の課題とする。

### 6.3 GFP フレームレベル機能

本節では、GFP ごとに組み立てられる全てのペイロードに共通的なフレームレベルプロセスについて議論する。7 節、8 節では詳細なペイロードに特有なプロセスについて議論する。図 6-12 は、これらのプロセス中の関係を示す。

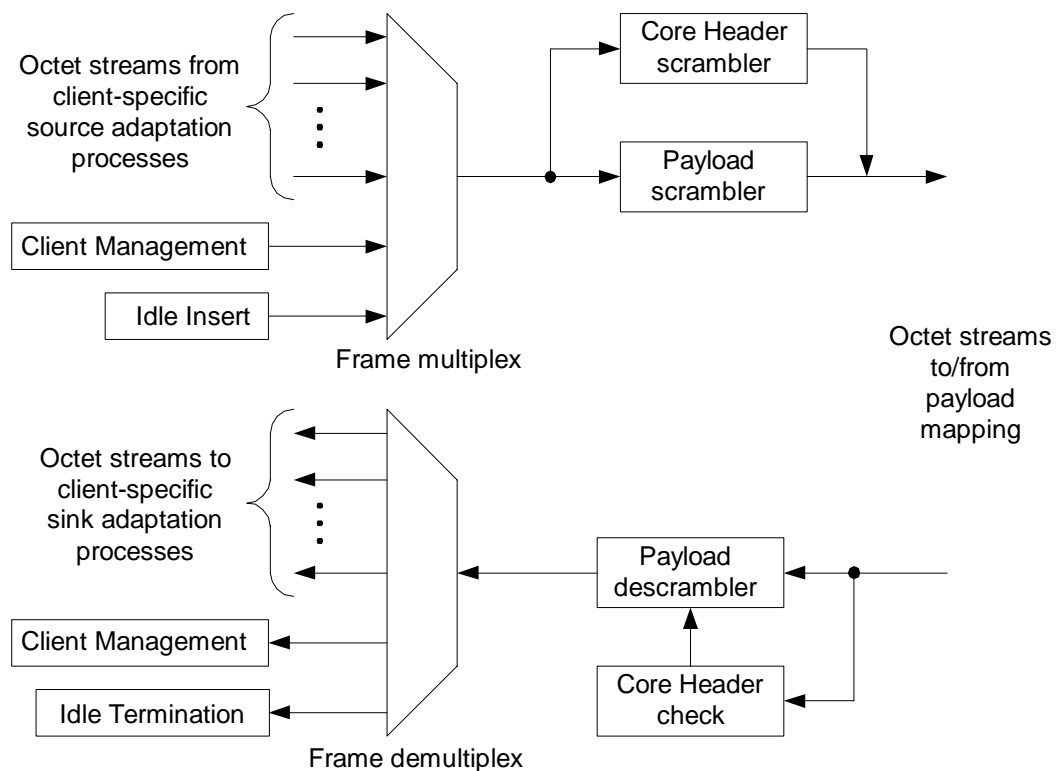


図 6-12/G.7041/Y.1303 GFP の共通的な (プロトコル非依存の) 手順

### 6.3.1 GFP フレーム抽出アルゴリズム

GFP は、GFP フレーム抽出を提供する ITU-T I.432 の 4.5.1.1 節で明記された HEC チェックアルゴリズムの修正バージョンを使用する。GFP で使用するフレーム抽出アルゴリズムは、ITU-T I.432 の 2 つの基本的な方法と相違する。

- a) そのアルゴリズムは、GFP フレームの終わりを見つけるために GFP コアヘッダの PDU 長表示フィールドを使用する。そして、
- b) HEC フィールド計算は 16 ビット多項式を使い、その結果として 2 オクテットの cHEC フィールドを生成する。

GFP フレーム抽出は、GFP フィールドの初めの 2 オクテットと埋め込まれた 2 オクテットの cHEC フィールド間の相関関係に基づいて実行される。

状態遷移図の流れ：

- 1) この HUNT 状態では、GFP プロセスはオクテット対オクテットで正確に組み立てられたコアヘッダが 4 オクテット連続を越えて受信したことを検索することによってフレーム抽出を実行する。この状態の間は、コアヘッダ単一エラー訂正はできない。1 つ正しい cHEC に匹敵する PLI と cHEC フィールドの候補を検出し、GFP フィールドの候補と確認されると受信プロセスは PRESYNC 状態に遷移する。
- 2) この PRESYNC 状態では、GFP プロセスはフレーム対フレームで次の GFP フレームの候補と仮定されたコアヘッダ内に正しい cHEC と一致するかをチェックすることによりフレーム抽出を実行する。前の GFP フレームのコアヘッダ内の PLI フィールドは、次の GFP フレーム候補の開始を見つけるために使われる。この状態の間、コアヘッダ単一エラー訂正を継続できない。その処理は、DELTA 連続する正しい cHEC が確認されるまで繰り返し、SYNC 状態に遷移する。もし、不正な cHEC が検出された場合、そのプロセスは HUNT 状態に戻る。正しい cHEC が連続する総数は、HUNT 状態から SYNC 状態へ遷移した結果、DELTA + 1 する必要がある。
- 3) この SYNC 状態では、GFP プロセスは次の GFP フレーム候補上の正しい cHEC に匹敵するかどうかチェックすることによってフレーム抽出を実行する。前の GFP のコアヘッダ内の PLI フィールドは、次の GFP フレームの候補の始めを見つけるために使われる。この状態の間は、単一ビットコアヘッダエラー訂正が可能である。cHEC によってコアヘッダ内で複数ビットエラーを検出された場合は、フレーム抽出は失敗する。この場合、フレーム抽出イベントは、GFP 損失と表わせられ、フレーミングプロセスは HUNT 状態へ戻り、クライアントサーバ信号故障 (SSF) はクライアントアダプテーションプロセスが表示される。
- 4) GFP アイドルフレームは、抽出プロセス内で加わり、そして廃棄される。

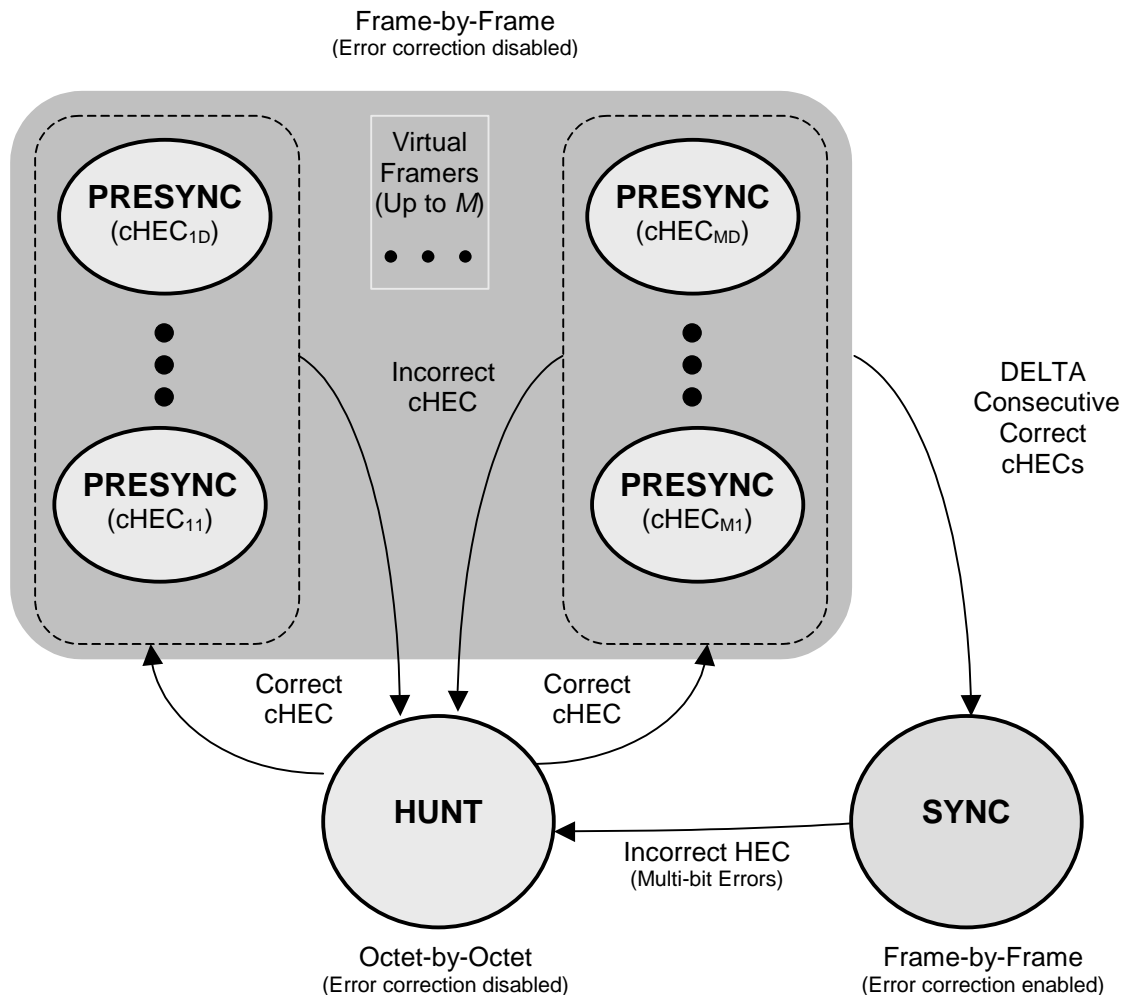


図 6-13/G.7041/Y.1303 GFP フレーム抽出状態図

DELTA 値により、再同期プロセスはロバストネスに反して誤った抽出をする。DELTA=1 の値が示される。図 6-13 に示すフレーム抽出取得速度は、複数“仮想フレーム”の手段により改善可能で、それにより GFP プロセスは HUNT 状態に留まり、そして 2 つに分けた PRESYNC サブ状態は入力オクテットストリーム内で検出される各 GFP フレーム候補を大量に発生させる。

### 6.3.2 フレーム多重

複数ポートと複数クライアントタイプから成る GFP フレームは、フレーム対フレーム単位で多重される。スケジューリングアルゴリズムの選定は、本文献の対象外である。伝送に利用可能な他の GFP フレームがないとき、GFP アイドルフレームが挿入され、連続的なフレームストリームをオクテット配列した物理レイヤへマッピングすることを供給する。

### 6.3.3 クライアント信号誤り表示

GFP は、GFP クライアントに特有なソースアダプテーションプロセスがクライアント信号障害(CSF)表示を遠端の GFP クライアントに特有なシンクアダプテーションプロセスへ伝達し、受信クライアント信号の障害を検出する一般的なメカニズムを提供する。

クライアント信号故障イベントの検出規定は、クライアントに特有な定義による（7 節と 8 節を参照）。検出に基づき、GFP ソースアダプテーションプロセスはクライアントマネージメントフレーム(PTI=100)を生

成するだろう。GFP サブフィールドは、0(ペイロード情報フィールド以外の FCS)を設定し、EXI サブフィールドは適切な拡張ヘッダタイプを設定する。2 つの CSF タイプは、以下の UPI フィールド値を使用する：

-クライアント信号断(UPI=0000 0001)

-クライアント信号キャラクタ同期(UPI=0000 0010)

G.7041/Y.1303 の CSF 状態の検出に基づき、GFP クライアントに特有なソースアダプテーションプロセスは遠端の GFP クライアントに特有なシンクアダプテーションプロセスへ次の GFP フレームが開始するまで 100ms T 1000ms 周期で CSF 表示を送信するだろう。しばらくの間のフレームは GFP アイドルフレームである。

CSF 表示の受信に基づき、GFP クライアントに特有なシンクアダプテーションプロセスは、シンククライアント信号故障と表す。検出処理について、6.3.4 節で議論される。

GFP クライアントに特有なシンクアダプテーションプロセスは、どちらか一方を検出した時にクリアされるだろう。

1.  $N \times 1000\text{ms}$  内に  $N$  個の CSF 表示の受信に失敗した後

または、

2. 正しい GFP クライアントデータフレームを受信したとき

CSF イベント開始時の不完全な GFP フレーム処理は、7.3 節のフレームマップド GFP と 8.5 節のトランスペアレントマップド GFP で示すエラー処理手順と一致するだろう。

### 6.3.4 GFP の障害処理

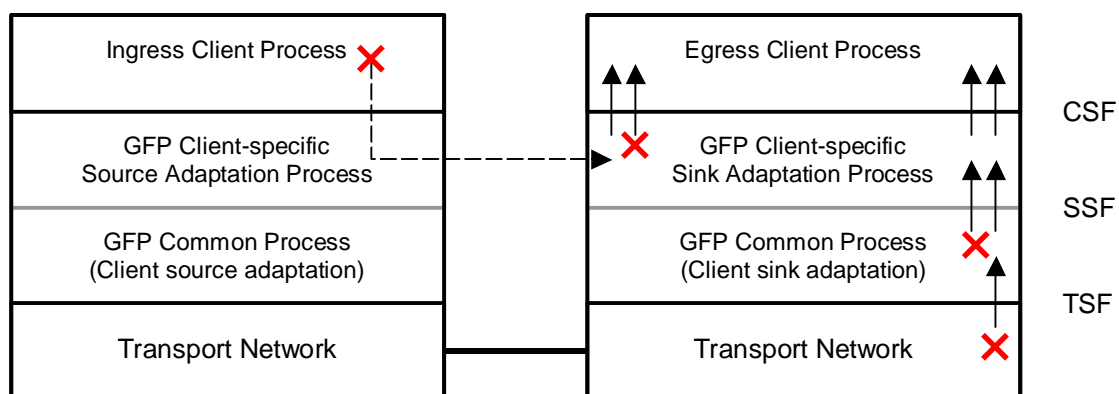


図 6-14/G.7041/Y.1303 GFP の欠落信号伝達

図 6-14 は、GFP 処理により様々な障害を検出、または表示間の因果関係を示す。トレイル信号故障(TSF) イベントは、G.783 と G.798 で定義される SDH または OTN トランスポートネットワークで検出される故障 イベントによる。GFP サーバ信号故障イベントは、GFP ステートマシーン(6.3.1 節)で定義される GFP ロス オブフレーム抽出イベントのまたは、TSF イベントが GFP クライアントへ伝播することによる。故障イベントを参照した CSF イベントは、入力(CSF クライアントマネージメントフレームによって遠端に伝達される) または、出力(クライアント特有なマッピングはペイロードエラーとして欠落する (7 節、8 節を参照) のクライアント信号かを検出する。

TSF イベントまたは GFP ロスオブフレーム抽出イベントの探索に基づき、GFP シンクアダプテーション プロセスは GFP SSF 表示を生成し、クライアント特有なシンクアダプテーションプロセスとなる。これらの故障イベントは、GFP プロセスがリンク同期へ復旧すると直ぐにクリアされる。

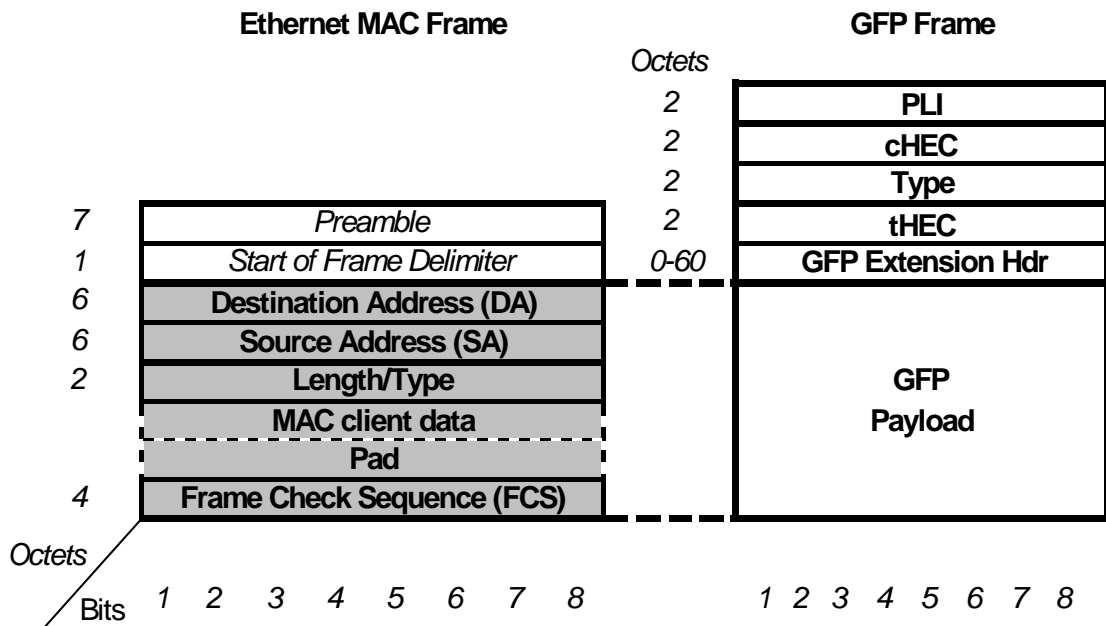
CSF イベントの探索よりほかの遠端の CSF 表示、GFP クライアントに特有なシンクアダプテーション プロセスは、これらの故障イベントを扱うためにクライアントに特有(サーバ特有に劣らない)動作をするだろう。

## 7. ペイロードに特有な面からのフレームマップド GFP

この節は、GFP 内ヘクライアントペイロードをフレーム対フレームでマッピングするのに使用するクライアント信号の適合に特有な一般的なカプセル化の面で記述する。

### 7.1 イーサネット MAC ペイロード

イーサネット MAC フレームのフォーマットは、IEEE802.3 の 3.1 節で定義される。これらは、高位レイヤの PDU と GFP PDU 間を 1 対 1 でマッピングする。特に、GFP PDU の境界は、高位レイヤの PDU で構成さ



れた境界に配列させる。イーサネット MAC フレームと GFP フレーム間の関係を図 7-1 で説明する。

図 7-1/G.7041/Y.1303 イーサネットと GFP フレームの関係

#### 7.1.1 イーサネット MAC カプセル化

イーサネット MAC オクテットは、ディスティネーションアドレスからフレームチェックシーケンスまでを含めた GFP ペイロード情報フィールド内に位置する。オクテット列は連続しオクテットが連続されている間、ビット一致する。特に、オクテット対オクテットを基本とし、IEEE802.3 1998 3 節のビット 0 と 7 はこの GFP 仕様書のビット 8 と 1 がそれぞれ一致する。

#### 7.1.2 イーサネットパケット間ギャップ (IPG) 削除と復元

クライアントが本来のフレームマップド GFP クライアントでないとき、イーサネット IPG の削除と復元を以下の規則で実行する：

1. IPG は、GFP ソースアダプテーションプロセスによって処理される前にイーサネット MAC フレームは削除され、GFP シンクアダプテーションプロセスによって処理された後に GFP フレームは復元される。
2. IPG は、イーサネット MAC フレームがクライアントビットストリームから抜き取られ削除される。抜き取られた(デ符号された)イーサネット MAC フレームは、GFP フレーム中の次のカプセル化のために GFP ソースアダプテーションプロセスへ転送される。
3. IPG は、GFP 終端装置によって GFP フレームから抜き取られた後のイーサネット MAC フレームを復元する。抜き取られた(非符号化された)イーサネット MAC フレームは、次の処理のためにクライアントレイヤへ転送される。 IPG は、最小受信 IFG 必要条件を満たすイーサネット MAC フレームを連続受

信している間、00hex があるアイドルパターンを含むオクテットが十分に保証されることにより復元される。最小受信 IFG 必要条件は、IEEE802.3 の 4.4 節に述べられている。

## 7.2 IP/PPP ペイロード

IP/PPP ペイロードは、最初に HDLC と同等なフレームにカプセル化される。その PPP フレームフォーマットは、IETF RFC 1661 の 2 節で定義される。その HDLC と同等なフレームフォーマットは、IETF RFC 1662 の 3 節で定義される。RFC 1662 と等しくなくオクテットスタッフィングでない手順は、フラグまたはコントロールエスケープキャラクタ上で実行される。それらは高位レイヤ PPP/HDLC PDU と GFP PDU 間を 1 対 1 にマッピングする。特に、GFP PDU の境界は、高位レイヤ PPP/HDLC PDU を構成する境界で配列させる。PPP/HDLC フレームと GFP フレーム間の関係は、図 7-2 に描写される。

類似したクライアントは、MAPOS のような同じ方法で PPP フレームにマッピングされる。

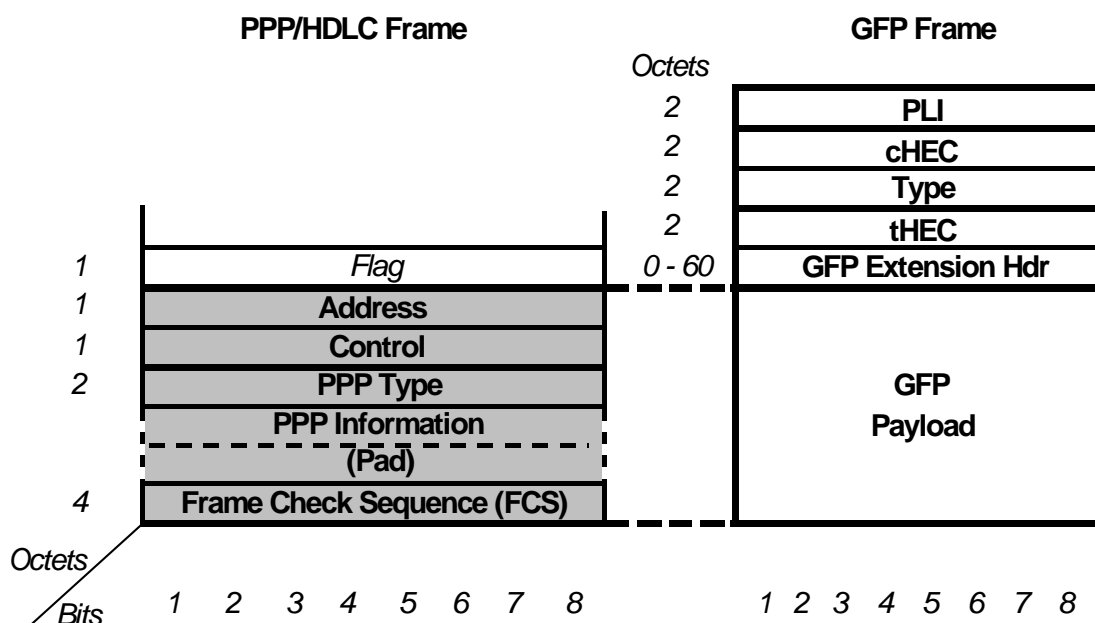


図 7-2/G.7041/Y.1303 PPP/HDLC と GFP フレームの関係

### 7.2.1 PPP フレームカプセル化

オプションの PPP 情報パディングを含む PPP/HDLC フレームの全オクテットは、GFP フレームのペイロード情報フィールドに位置する。オクテット列は継続し、オクテット内でのビット一致もまた継続する。

### 7.2.2 GFP/HDLC 抽出内部動作

GFP はフレーム抽出目的のため、フラグキャラクタを信頼せず、コントロールエスケープオクテットと連携する。GFP/HDLC 内部動作機能によってオクテット同期した HDLC フレームの処理は以下の規則で実行する。：

1. フラグとコントロールエスケープオクテット連携は、入力クライアントオクテットストリームから抜き取られた PPP/HDLC フレームとして取り除かれる (RFC 1662 の 4.2 節)。抜き取られた (デコード) PPP/HDLC フレームは、それから、次の GFP フレーム内にカプセル化のために GFP ソースアダプテーションプロセスへ転送される。
2. GFP 抜き取りは、GFP フレームから PPP/HDLC フレームを抜き取る。抜き取られた (非符号) PPP/HDLC フレームは、それから、次の処理のためにクライアントレイヤへ転送される。フラグとコントロールエ



エスケープキャラクタは、それから、IETF RFC 1662 の 4 節で定義される挿入フラグキャラクタ(例えば、16 進数 0x7e) とエスケープコントロールキャラクタ(例えば、16 進数 0x7d) によって復元される。

### 7.2.3 PPP ペイロードコンフィグレーションオプション

PPP/HDLC と同等なフレームフォーマットの修正は、IETF RFC 1661 の 6 節で定義されたリンクコンフィギュレーションプロトコル (LCP) コンフィギュレーションオプション手順を取り決めるために使われるかもしれない。図 7-3 は、例えば、アドレスとコントロールフィールド圧縮 (ACFC) コンフィグレーションオプションが成功したネゴシエーション後の GFP フレームフォーマットを説明する。そのコンフィギュレーション手順は、特定のクライアントと GFP プロセスのためにトランスペアレントする。

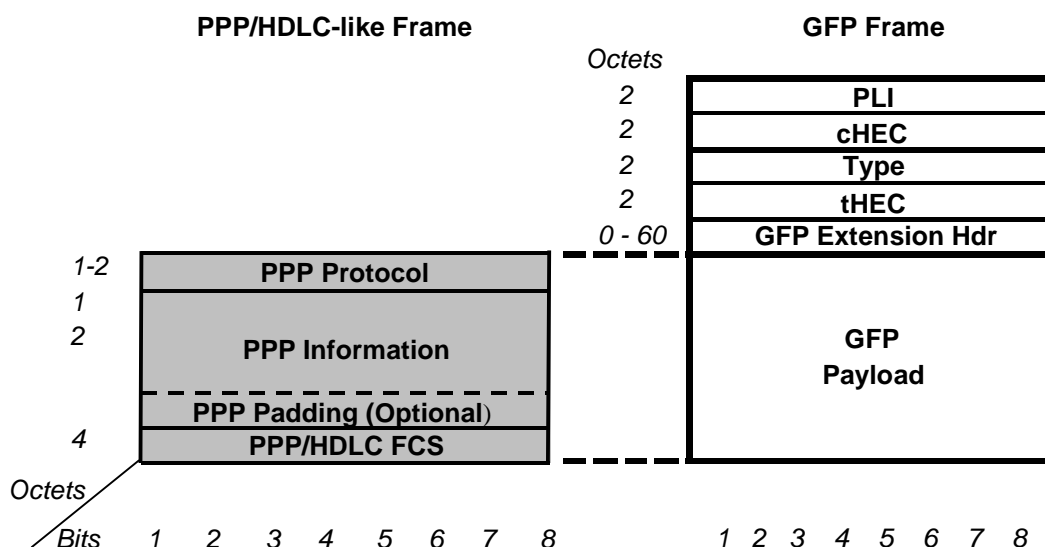


図 7-3/G.7041/Y.1303 PPP/HDLC と GFP フレームの関係  
(PPP の ACFC コンフィギュレーションオプション)

### 7.3 フレームマップド GFP 内のエラーハンドリング

入り口で、PDU はクライアントソースアダプテーションプロセスにより伝達前にエラーを検出し廃棄するだろう。クライアントソースアダプテーションプロセスにより伝達中にエラーが検出された PDU は、全てビット連で埋められるだろう、そして、全 32 ビットが補足されたペイロード FCS と一緒に転送され提供する。GFP プロセスの終了または、クライアント端でエラーした PDU をドロップしてこれらの動作を保証する。

## 8 . GFP 内へ 8B/10B クライアントをトランスペアレントマッピングするためのペイロード特有な面

GFP 内への 8B/10B ペイロードのトランスペアレントマッピングは、とても低い伝送遅延に必要なシナシオのための 8B/10B ブロック符号化されたクライアント信号の伝送を容易にするだろう。例えば、ファイバチャンネル、ESCON、FICON とギガイーサネットを含むクライアント信号のようなものである。GFP フレーム自身内のクライアントデータの入力フレームをバッファリングするよりも、クライアント信号の個々のキャラクタがクライアントブロック符号からデマップされ、それから周期的な固定長 GFP フレームにマップされる。クライアントキャラクタが、データかまたはコントロールキャラクタかにかかわらず、クライアント 8B/10B コントロール符号を保存するようにマッピングする。フレーム多重は、トランスペアレント GFP にとって不可能ではない。

要求されたペイロードヘッダも含むトランスペアレント GFP フレームは、フレームマップド GFP と同様に同じフレーム構成を使用する。ペイロード FCS はオプションである。トランスペアレント GFP フレームフォーマットは、図 8-1 で描写される。

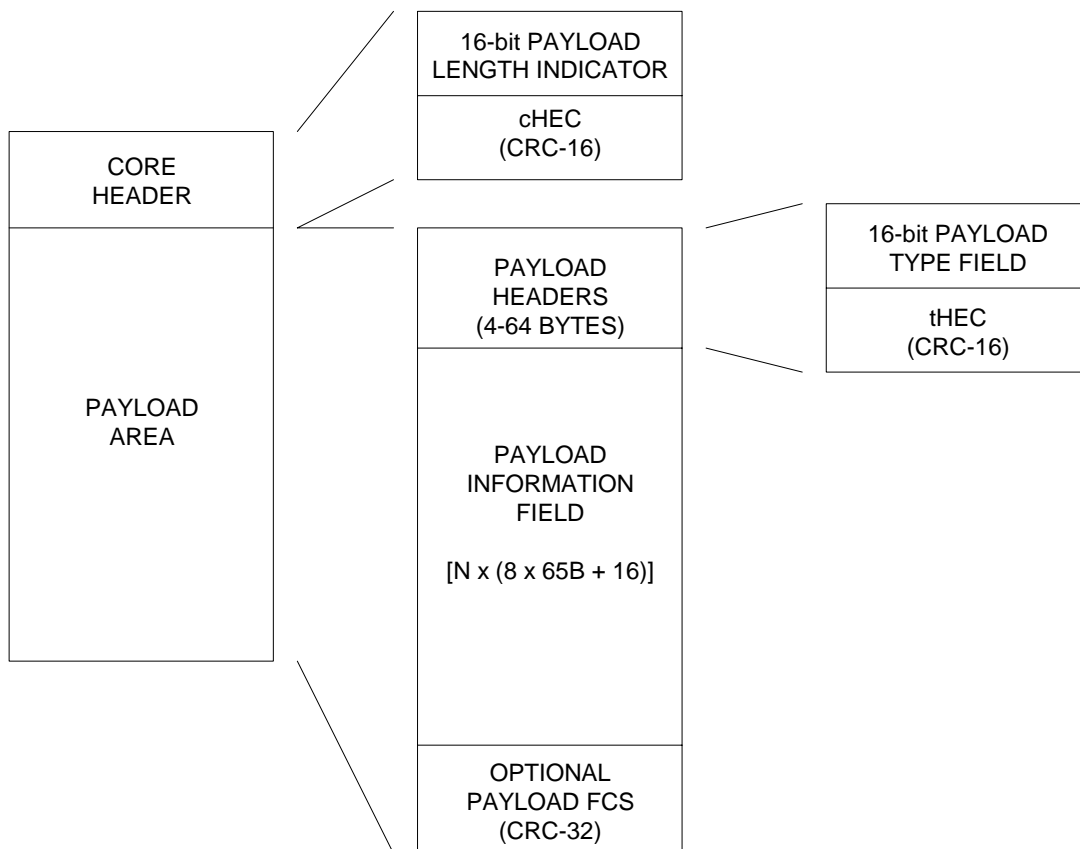


図 8-1/G.7041/Y.1303 トランスペアレント GFP フレームフォーマット

### 8.1 64B/65B ブロック符号毎の 8B/10B クライアント信号アダプティング

図 2 に機能モデルを示すように、クライアントアダプテーションプロセスの最初のステップはクライアント信号の物理レイヤをデコードする。8B/10B ライン符号については、もしそれが 8B/10B データ符号語である場合、または、それがコントロールキャラクタ内に 8B/10B 符号語があった場合は受信した 10 ビットキャラクタはオリジナル 8 ビット値内でデコードされる。8B/10B コントロール符号語は、16 通りの中の 1 つにマップされ、8 ビットコントロールキャラクタで 4 ビットコントロール符号表示を可能し、トランスペアレント GFP に利用する。(表 8-1 参照。)

表 8-1/G.7041/Y.1303 –8B/10B コントロールキャラクタと 64B/65B コントロール符号表示間のマッピング

NAME	Octet Value	10B Codeword (RD-) abcdei fghj	10B Codeword (RD+) abcdei fghj	64B/65B 4-bit Mapping
/K28.0/	1C	001111 0100	110000 1011	0000
/K28.1/	3C	001111 1001	110000 0110	0001
/K28.2/	5C	001111 0101	110000 1010	0010
/K28.3/	7C	001111 0011	110000 1100	0011
/K28.4/	9C	001111 0010	110000 1101	0100
/K28.5/	BC	001111 1010	110000 0101	0101
/K28.6/	DC	001111 0110	110000 1001	0110
/K28.7/	FC	001111 1000	110000 0111	0111
/K23.7/	F7	111010 1000	000101 0111	1000
/K27.7/	FB	110110 1000	001001 0111	1001
/K29.7/	FD	101110 1000	010001 0111	1010
/K30.7/	FE	011110 1000	100001 0111	1011
10B_ERR	N/A	Unrecognized RD-	Unrecognized RD+	1100
65B_PAD	N/A	N/A	N/A	1101
Spare	N/A	N/A	N/A	1110
Spare	N/A	N/A	N/A	1111

注 1-256 のデータキャラクタをすべてサポートしていなければならない一方、12 の特別の 8B/10B コントロール符号語だけが、ギガビットイーサネット、ファイバーチャンネル、FICON および ESCON 中の 64B/65B コントロールキャラクタのために認識され使用される。従って、クライアント信号を制限せず、かつ、8B/10B コントロール符号語のプロトコルに特有の取り扱いを提供せずに、4 ビットの値の中への特別の 8B/10B コントロール符号語の圧縮は可能である。

注 2-再コード化するプロセスは、コントロール語あるいは規則正しいセットの意味に完全に気づかない。それは、単に一般の 65B ブロックヘータとコントロール語を再コード化する。フレームのスタートについて情報はなく、フレームの終了、エラー、アイドル、コントロールコード、規則正しいセットなどは要求される。

デコードされた 8B/10B キャラクタは、それから 64 ビット/65 ビット(64B/65B)ブロック符号内にマッピングされる。その 64B/65B ブロック符号構成を図 8-2 に示す。64B/65B 8 ビットデータキャラクタのみ含むブロックか、またはコントロールキャラクタがそのブロックにもあるかは 65 ビットブロックの先頭ビット、フラグビットとして表示する。(フラグビット=0 はデータオクテットのみ示し、フラグビット=1 はブロック内に少なくとも 1 つのコントロールオクテットを示す)。8 ビット 64B/65B コントロールキャラクタ内にマップされたクライアントコントロールキャラクタは、もしそれらがそのブロック内にあるならば、64 ビットブロックペイロードの開始の位置を示す。64B/65B コントロールキャラクタの初めのビットは、このコントロールキャラクタがこのブロック(LCC=0)中の最後のものか、次のオクテット(LCC=1)に別のコントロールキャラクタがあるかどうかを示す最終コントロールキャラクタ(LCC)フラグビットを含んでいる。次の 3 ビットは、このブロックに含まれていた 8 つのクライアントキャラクタのシーケンス内の 8B/10B コントロール符号キャラクタのオリジナルの位置を示すコントロール符号ロケータを含んでいる。最後の 4 ビットはコントロール符号識別子として、8B/10B コントロール符号キャラクタの 4 ビットで表現する。4 ビットのコントロール符号中の 8B/10B コントロール符号キャラクタの明示的なマッピングは、表 8-1 で定義される。コン

トロール符号は、それらが受信された順に、64B/65B 符号のペイロードバイトへマッピングされる。その結果、図 8-2 の中のコントロール符号アドレス aaa-hhh が順に上がるということに注意する。

Input Client Characters	Flag Bit	64-Bit (8-Octet) Field							
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
All data	0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
7 data, 1 control	1	0 aaa C1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
6 data, 2 control	1	1 aaa C1	0 bbb C2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
5 data, 3 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	0 ccc C3	D1	D2	D3	D4	D5
4 data, 4 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	0 ddd C4	D1	D2	D3	D4
3 data, 5 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	0 eee C5	D1	D2	D3
2 data, 6 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	0 fff C6	D1	D2
1 data, 7 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	0 ggg C7	D1
8 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	1 ggg C7	0 hhh C8

凡例:  
 -コントロールオクテット(LCC)=1 の主要なビット、このペイロードオクテットがそのブロックに最後のコントロールオクテットを含んでいる場合、さらに多くのコントロールオクテットおよび=0 がある場合  
 -aaa=第 1 のコントロールコードのオリジナルの位置(第 1 のコントロールコードロケータ)の 3 ビットの表現  
 -bbb=第 2 のコントロールコードのオリジナルの位置(第 2 のコントロールコードロケータ)の 3 ビットの表現  
 ...  
 -hhh=第 8 のコントロールコードのオリジナルの位置(第 8 のコントロールコードロケータ)の 3 ビットの表現  
 -Ci=第 i のコントロールコード(コントロールコード識別子)の 4 ビットの表現  
 -Di=送信の順序での第 i のデータ値の 8 ビットの表現

図 8-2/G.7041/Y.1303 トランスペアレント GFP 64B/65B 符号構成  
 (図 8.3 のスーパーブロック構造を参照)

例えば、もしブロックに単一の 64B/65B コントロールキャラクタがあり、それがもとは 8B/10B データ符号語 D2 と D3 の間で位置した場合、64B/65B ブロックの初めのオクテットは 0.010.C1 を含むだろう。LCC 値が 0 を示す 64B/65B コントロールキャラクタは、ブロックの最後のコントロールキャラクタであることを示し、aaa=010 の値は C1 の位置が D2 と D3 の間であることを示す。デマップで、64B/65B データキャラクタは、8 ビットデータオクテットとして再マップされ、次に、8B/10B データ符号語に符号化されて戻される。64B/65B コントロールキャラクタについて、オリジナルのキャラクタストリームが 3 ビットのコントロール符号ロケータに基づいて復元される状態の間、4 ビットのコントロール符号識別子は適切な 8B/10B コントロール符号語へ再マップされる。

### 8.1.1 10B\_ERR 符号

あるクライアント信号障害は、64B/65B アダプテーションプロセス(例えばクライアント信号故障、不正な 8/10B 符号語または正当な符号語は、不等なエラーと共に処理している。8.3 節を参照。)によって認識することができず、GFP ソースアダプテーションプロセスへ入力し 8B/10B 符号語を生成するかもしれない。特別な 64B/65B コントロールキャラクタの 10B\_ERR 符号は、そのような“未承認の 8B/10B 符号語”クライアント信号障害を伝送するために提供される。

伝送ネットワークから出て行くクライアント信号を復元する場合、受信した 10B\_ERR 符号はランニングディスペリティ(他のクライアントに特有なランニングディスペリティ処理の詳細については 8.3 節を参照)を実行することにより、デマップに 0011110001(RD-)か 1100001110(RD+) (ニュートラルランニングディスペリティを備えた修正された不正 8B/10B 符号語)のどちらか一方が入ることによって典型的に再符号化される。未承認の 8B/10B 符号語の現在の値は保持されないが、クライアント信号障害の発生および位置が保存される。

### 8.1.2 65B\_PAD 符号挿入と GFP クライアントマネージメントフレーム

利用可能なパス(チャンネル)容量が少なくともクライアント信号ベース(プレエンコーディング)データレートのトランスペアレント GFP アダプテーションを必要とする間、マップの受信(入力)バッファは定期的にアンダフローに近づくだろう。レートアダプテーションのための提案、もしトランスペアレント GFP フレームが現在ある場合、現在送信され、また、もしトランスペアレント GFP の送信の準備ができていないクライアントキャラクタがない場合、マップは 65B\_PAD パディングキャラクタを挿入する。パッドキャラクタは、コントロールキャラクタと同じ方法で GFP フレームへマップされ、GFP デマップによって認識され削除される。クライアントに特有な 65B\_PAD 符号の取り扱いは、8.4 節で検討されている。

クライアントデータフレームはクライアントマネージメントフレームに対する優先度で送信される。GFP クライアントマネージメントフレームが送信することができ、受信バッファがほとんど空である場合(例えば 65B\_PAD キャラクタが現在のクライアントデータフレーム中に送られた場合)、クライアントマネージメントフレームは現在のクライアントデータフレームの後に送られるかもしれない。低い伝送遅延を維持するために、正しいサイズのチャンネルについては、単一のクライアントマネージメントフレームだけがクライアントデータフレーム間で送られることを推奨する。8 バイトあるいはより少ない数のペイロード情報フィールドに制限されたトランスペアレント GFP でクライアントマネージメントフレームが使用されることを推奨する。追加のクライアントマネージメントフレームの交換を許可するためにチャンネルサイズを増加させることにより、低い伝送遅延も維持されるかもしれないことに注意する。

## 8.2 GFP への 64B/65B コードブロック適応

伝送用 SDH/ODUk フレームに対して、GFP 信号のオクテット整列を保存するために、アダプテーションプロセスの第一段階は、図 8-3 で示されるようなスーパーブロックへ 8 つの 64B/65B コードをグループ化することである。8 つの 64B/65B コードの各々のリーディングビット（フラグ）は、後に続く最初のオクテットへひとまとめにされる。最後の続く 2 オクテットの 16 ビットは、このスーパーブロックのビットの CRC-16 エラーチェック用に使用される。

Octet 1, 1							
Octet 1, 2							
Octet 1, 3							
.							
.							
.							
Octet 8, 7							
Octet 8, 8							
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
CRC1	CRC2	CRC3	CRC4	CRC5	CRC6	CRC7	CRC8
CRC9	CRC10	CRC11	CRC12	CRC13	CRC14	CRC15	CRC16

判例：Octet j,k は j 番目のスーパーブロックの 64B/65B 符号の k 番目のオクテットである。

Lj は j 番目のスーパーブロックの 64B/65B 符号のリーディングビット（フラグ）である。

CRCi は i 番目のエラー制御ビットである。CRC1 は CRC の MSB である。

図 8-3/G.7041/Y.1303 – GFP フレームへの 64B/65B 符号コンポーネントのマッピングのためのスーパーブロック構造

G.7041/Y.1303

注意 - 最低限の遅延として、トランスペアレント GFP マッパーは形成されたスーパーブロック全体を待つことより早く、形成されたグループ中の最初の 64B/65B コードとしてデータを送信し始めるが出来る。

ペイロードの FCS が無い、またはヌル拡張ヘッダだったと仮定した場合、GFP フレームは  $[(N \times (65 \times 8) + 16) + (8 \times 8)]$  ビット長である。この際の N は GFP フレーム中のスーパーブロックの数である。N の値は符号化される前のクライアント信号の基本レート、及び伝送チャネル容量に依存する。提案されている SDH 仮想コンカチネイトチャネル容量と関連付けられた N の最小値は付録 IV で示される。その他の伝送パス用の提案されているチャネル容量は今後の検討とする。

付録 IV の中で示されるように、N の最小値はクライアント信号のデータレート、GFP フレームのオーバーヘッドオクテットの数(例えばオプションのペイロード FCS が無い場合、及びヌル拡張ヘッダの場合の 8)、およびペイロードエンベロープの大きさに依存する。具体的には、N の最小値は最も速いクライアントクロックレート許容値、または最も遅い SDH/OTN クロックレート許容値から選ばなければならない。N × 8 × 8 のクライアントキャラクタを含んでいる GFP フレームを送信要求時間は GFP マッパーにクライアントがこれらの N × 8 × 8 のキャラクタを伝達する時間より小さい。

クライアント管理フレーム伝送のための予備の帯域幅要求によって N はオプションとして構成可能であろう。付録 IV を参照のこと。

### 8.2.1 トランスペアレント GFP での誤り制御

スーパーブロック(図 8-3 を参照)中の 16 個のエラーコントロールビットには、そのスーパーブロックの 536 ビットの CRC-16 エラーチェックコードを含んでいる。デマッパーがエラーを検知した場合、そのスーパーブロックに含まれていたクライアントキャラクタのすべての場所に 10B エラーキャラクタあるいは未定義の 10B キャラクタのいずれかを出力するべきである。10B エラー及び未定義のキャラクタは、クライアント特有の局面(8.4 節を参照)におけるディスパリティエラーとして記述される。この置換は、クライアントレシーバーがエラーの存在を検知することができることを保証する。

CRC-16 のための生成多項式は  $G(x)=x^{16}+x^{15}+x^{12}+x^{10}+x^4+x^3+x^2+x+1$  であり、初期値は 0 であり、 $x^{16}$  が MSB、 $x^0$  が LSB に相当する。スーパーブロック CRC は以下に示すステップによりソースアダプテーションプロセスにより生成される。

スーパーブロックの最初の 65 オクテットはネットワークオクテット順(図 8-3 参照)最上位ビット順で、519 次の多項式  $M(x)$  で表現される 520 ビットパターン形式に扱われる。

$M(x)$  は  $x^{16}$  で乗算され、 $G(x)$  (モジュロ 2) で除算され、15 次以下の余式  $R(x)$  を生じる。

$R(x)$  の多項式は  $x^{15}$  が最上位ビットである 16 ビット列であると見なされる。

この 16 ビット列が CRC-16 である。

注意 - 単一誤り訂正はこの CRC-16 で可能でもある。しかしながら、シンクアダプテーションプロセスはペイロードのデスクランブル実行後に CRC-16 を実施しているため、エラー訂正回路はデスクランブラから出力される 43 ビットの距離を離れた 2 個のエラーと同程度に単一誤り訂正の計算ができるであろう。

シンクアダプテーションプロセスはソースアダプテーションプロセスと同じ方法にてステップ 1-3 を実施する。ビットエラーが無い場合、除算余りは 0000 0000 0000 0000 でなければならない。

### 8.3 64B/65B 符号でのランニングディスパリティ

8B/10B 符号語は、DC バランスを維持し、クロックリカバリーのための有効変動と 1 または 0 の連続伝送長制限を提供し、エラーの無い送信を促進することを目的に設計されている。DC のバランスは“ランニングディスパリティ”を追いかけ続ける原則により、符号語毎に判断される。ランニングディスパリティは正(0 送信より 1 送信が多い場合)、あるいは負(1 送信より 0 送信が多い場合)のどちらかである。

8B/10B 符号語での DC バランス維持のため、それぞれの 8 ビットデータキャラクタとそれぞれ 12 個定義された“特殊制御キャラクタ”には 2 種類の 10 ビット符号化がある。現在のランニングディスパリティに依存して、8B/10B 符号器はランニングディスパリティを反転させるか、現在のランニングディスパリティを保持するかのどちらかのために、次のデータを送信するか、制御キャラクタを送信するかの 2 種類の符号化から選択するであろう。特に、新しい符号語は 1 送信より 0 送信が多い場合は負より正へ、0 送信より 1 送信が多い場合は正より負へのランニングディスパリティを行い、または 1 と 0 の数が同じ場合はランニングディスパリティを維持する。

送信ビットエラーは、不適切なディスパリティのある受信 8B/10B 符号語を現在の開始ランニングディスパリティの状態にするであろう。この場合、ランニングディスパリティエラーが検出される。受信キャラクタの有効性とは無関係に受信した送信キャラクタはランニングディスパリティの新しい値で計算されなければならない。その新しい値は次の受信した送信キャラクタのため、受信器の現在のランニングディスパリティとして使用されなければならない。

注意 - 送信ビットエラーは結果的に、正しいディスパリティで受信したエラーのある符号語と間違っただけ、しかしながらランニングディスパリティエラーを検出したことで結果的に遅延したエラーの無い符号語になる正規の 8B/10B 符号語になるであろう。いくつかのケースでは、プロトコル特有のランニングディスパリティ規則は、定義されたディスパリティによってデータパケットの中にエラーを増やさないように、それぞれのデータパケットの初め、または終わりを保証している。

### 8.3.1 入り側におけるランニングディスパリティの扱い

入り側において、電源投入、リセット、入力断からの遷移、または符号語同期外れからの遷移の初期のランニングディスパリティは正か負のどちらかであると予想される。

現在の開始ランニングディスパリティに依存して、受信 10B キャラクタの一致は 8B/10B の有効な符号語一覧の適切な RD+または RD-の列より検索される。

もし見つからなかったら、不正規符号語、またはランニングディスパリティエラーの伴った正規符号語のどちらかが検出される。両方とも 8B/10B コードバイオレーションとして扱われ、64B/65B マッピングプロセスでは 10B\_ERR コードに置き換えられる。

### 8.3.2 出側におけるランニングディスパリティの扱い

出側において、電源投入、リセット、入力断からの遷移、または符号語同期外れからの遷移の初期のランニングディスパリティは負と仮定される必要がある。

トランスペアレントな伝送実装はどんな適用可能なプロトコル特有の規則でも正確なランニングディスパリティを生成しなければならない。それぞれの現在適用可能なプロトコルでのランニングディスパリティ規則を定義する標準への参照は 8.3.3 節で提供される。10B\_ERR コードは 8.3.3 節に記述されるように、プロトコルに依存して、有効なランニングディスパリティの未定義の符号語として、あるいはプロトコル特有のエラーとしてクライアント信号へ再コード化される。

### 8.3.3 クライアント特有のランニングディスパリティ局面

この節は、それぞれに識別され、サポートされた 8B/10B クライアントプロトコルでのクライアント特有のランニングディスパリティ規則について記述する。

#### 8.3.3.1 ファイバチャネルペイロード

ファイバチャネルのためのランニングディスパリティ規則は ANSI X3.230-1994、Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)、Rev4.3、11 節にある。加えて、11.2 節に示される“一般的”ランニングディスパリティ規則、11.4 節のファイバチャネルの特有の規則により、それぞれ EOF オーダセットの 2 つのバージョンを提供し、EOF オーダセットの最終キャラクタ処理の結果として負のランニングディスパリティ確保を必要としている。

オーダセットはプリミティブ信号を定義し、プリミティブシーケンスはこの負のディスパリティの保持、及び SOF 区切りで関連付けられたオーダセット、プリミティブ信号の確保を行い、プリミティブ信号は常に負の開始ランニングディスパリティで送信される。この制限事項ではファイバチャネルのアイドル符号の削除、または新たなランニングディスパリティ開始無しに一度ビットストリームの一語を符号化の追加を許可する。

無効を宣言されている状態から次に続く有効ファイバチャネルフレームが起きないようにするため、EOF を除いたすべてのオーダセットで関連付けられた K28.5 キャラクタは予想される負のランニングディスパリティを生成することが推奨される。現在のランニングディスパリティのための不正規 EOF を結果とした先の送信エラーのイベントでは、次のオーダセットは、強制的に負にするための終了ランニングディスパ



リティにする RD-K28.5 を生成するだろう。結果として、送信エラーはフレームを跨いで伝達されるランニングディスパリティエラーを生じさせない。

ファイバチャネルペイロードの“トランスペアレント伝送”のため、10B\_ERR は以下に示す未定義な 10B の中立なディスパリティ符号語の一つへ再コード化されなければならない。それは開始ランニングディスパリティに依存する：001111 0001(RD-)あるいは 110000 1110(RD+)

### 8.3.3.2 ESCON ペイロード

ESCON のためのランニングディスパリティ規則の実行は ANSI X3.296-1997、Information Technology--Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture、6.2.2 節に示される。ESCON では出側においてコードバイオレーションの代用としてのエラーコードを定義していないので、10B\_ERR は以下に示す未定義な 10B の中立なディスパリティ符号語の一つに再コード化されなければならない。それは開始ランニングディスパリティに依存する。：001111 0001(RD-)あるいは 110000 1110(RD+)

### 8.3.3.3 FICON ペイロード

トランスペアレントな GFP へのマッピング用途のため、FICON におけるランニングディスパリティ規則は ANSI X3.230-1994,rev4.3 のファイバチャネルのために指定されたものと同一である。

### 8.3.3.4 ギガビットイーサネットペイロード

ギガビットイーサネットのランニングディスパリティ規則は IEEE 802.3-1998 の 36.2.4 章に示される。/I1/と/I2/として表示される 2 つのアイドル符号化が提供される。パケット、またはコンフィグレーションオーダドセットに続く初めの/I1/は現在のランニングディスパリティを負の値に戻す。最後の/I1/は負の最終ランニングディスパリティを保障する/I2/である。この制限では、挿入、または削除された/I2/へのコードグループに関連付けられた開始ランニングディスパリティへの変化無しに、速度整合のための挿入、削除のための単一の/I2/を認めている。

それぞれの SOF のための負の開始ランニングディスパリティを保障するために、次のアイドル、または SOF のための負の開始ランニングディスパリティを保障する RD-K28.5 によりすべての/I2/アイドルは生成されることが推奨される。

IEEE 802.3-1998 の 36.2.4.16 節ではランニングディスパリティエラーは入り側で検出され(そして 64B/65B 符号化プロセスで 10B\_ERR 符号語と置き換えられる)、出側での正しいディスパリティを持つ/V/符号語(K30.7)に置き換えられることが推奨される。オプションとして、受信した 10B\_ERR を以下に示す未定義な 10B の中立なディスパリティ符号語の一つへ再コード化することが許容される。それは開始ランニングディスパリティに依存する：001111 0001 (RD-) または 110000 1110 (RD+)

### 8.3.3.5 DVB ASI ペイロード

GFP における DVB ASI マッピングのランニングディスパリティの側面は、ANSI X3.230-1994 に示されるファイバチャネル標準、Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH) Rev4.3、11 章と同じでなければならない。出側において、10B\_ERR は以下に示す未定義な 10B の中立なディスパリティ符号語のうちの一つに再コード化されなければならない。それは開始ランニングディスパリティに依存する：001111 0001 (RD-) または 110000 1110 (RD+)

## 8.4 64B/65B 符号での速度整合

入り側において、64B/65B 符号化プロセスへの出力ペイロードデータレートへの速度整合が発生する。

64B/65B ブロックコードへの復号化のためのマッピングが8B/10B 符号語で不可能であれば、マッパーは8.1.2 節に記述される 65B\_PAD を挿入する。本質的に 65B\_PAD は速度整合目的に 64B/65B ブロックに詰めるために使用される非クライアントアイドルである。出側において、デマッパーは非クライアントアイドル信号を削除する。固定長 GFP フレーム使用、及び速度整合のための 65B\_PAD を詰められたと思われるフレームにおいては、出力される伝送信号のペイロードへの挿入に先立って GFP フレーム全体をバッファする必要はない。

#### 8.4.1 出側速度整合手順

GFP クライアント特有のシンクアダプテーションプロセスでクライアント出側データインタフェースクロックを生成する二つのアプローチがある。一方のアプローチは GFP シンクアダプテーションプロセスへの局所的クロック源にクライアント信号を適応させるものである。

もう一方のアプローチは受信 GFP 信号と伝送クロックから抽出されたクライアント信号出側ブロックを生成することである。

入り側クライアント信号、または SDH/OTN 伝送間のいずれかで故障が発生した場合、失敗したクライアントへ置き換えたクライアントレートリンク故障信号をクライアントが想定しているなら、プロトコル特有のローカルリファレンスクロックがクライアントデータ出側点が必要である。

##### 8.4.1.1 ローカルリファレンスクロックへの速度整合

現在サポートされている 8B/10B クライアント信号は、SDH、または OTN と比較して著しく緩やかな  $\pm 100\text{ppm}$  から  $\pm 200\text{ppm}$  へのクロックオフセット要求で運用される周波数を指定する。これらのクライアント信号はそれぞれ、クライアントアイドル（または埋め尽くした符号）の挿入または削除を介して、中継器または遠端のいずれかにおいてローカルリファレンスクロックへの速度整合を許容されるように設計されている。この速度整合のために、そのクライアント信号のそれぞれは、データパケット間に挿入されるべきアイドル符号語の最小値を指定する最小パケット間ギャップ（IPG）規則を規定する。そのクライアント信号それぞれは最大データパケットサイズも指定している。速い入力クロックと遅い出力クロックで削除されるいくつかの IPG アイドルを要求されるような最悪条件状態の下でさえ、クライアントフレーム規定の成功のためパケット間に十分な IPG が残るように要求されるローカルクロックへの速度整合への保障を最小 IPG 規定は確立されている。

出側においてトランスペアレントマッピングされたクライアントデータを再構築する際、この方式は同じぐらいよく使用される。このアプローチではローカルリファレンスクロックが GFP シンクアダプテーションプロセスに供給される。クライアントデータが GFP フレームからデマッピングされ、8B/10B 符号語へ復号化されるとき、アイドルの挿入/削除を介してローカルリファレンスクロックへレートを適合させる。クライアント特有のプロセスはアイドル符号語の挿入/削除の規則上の機会の認識、適切なアイドルコードの生成、及び出側ビットストリームにおけるそれらのコードの挿入を要求される。クライアント特有のパラメータの例としては挿入、または削除の認められるアイドルの最小値と最大値がある。

カスケードされた中継器を介してタイミングオフセットの総計は最悪ケースのクロックオフセット要求を超えることはできないため、複数の中継器を含むリンクでさえ、すべての「ローカル」クロックは特定のプロトコルにおいて正確さが要求される場合、アイドル挿入、削除の十分な機会が発生する。

このアプローチでは、再構築されたクライアント信号のジッタとワンダのようなタイミング特性はローカ

ルリファレンスクロックの品質に第一に依存する。ローカルリファレンスクロックはプロトコルレート特有である。(例えば、ギガビットイーサ、ファイバチャネル、及び ESCON は共通の周波数を持たない。)

#### 8.4.1.2 伝送クライアント信号からの速度整合

クライアント信号は入り側におけるスムーズなプロトコル特有なクロックレートを提供される。クライアントデータパケット自身とギャップがあるかもしれない場合は、固定クロックレートでパケット間ギャップ(IPG)で満たす。64B/65B 使用による再コーディング中(クライアント側の入力断、同期符号断発生の無いことが仮定して)、トランスペアレントマッピングはクライアントデータ、制御、及び IPG 情報のすべてを保存する。しかしながら、再コード化されたデータは高次の帯域幅の伝送ペイロードチャネルへ速度整合するための 65B\_PAD のスタッフィングをしている GFP フレームへマッピングされる。GFP クライアント管理、または制御フレームは GFP クライアントデータフレーム間に定期的に、またはその都度挿入されてもよい。伝送フレームにはそれ自身のオーバーヘッドが追加される。(SDH の場合、セクション、及びパスオーバーヘッドに固定スタッフバイトを追加する。)クライアントデータ間の配列、スタッフバイト、またはブロック、GFP フレーム、伝送オーバーヘッドは保守されていない。

出側において、クロック抽出は FIFO、同期分離回路、PLL、フィルタを必要とすると予想される。この時、同期分離回路はリファレンスクロックを必要とするであろう。抽出されたクロックタイミングは FIFO の埋まり具合でいくつかのフィルタバージョンに依存する。FIFO それ自身はセクション/伝送オーバーヘッド、GFP フレームオーバーヘッド、及び GFP クライアント管理フレームの大きなブロックが発生する通常運用条件の下のレベルでのかなりのダイナミックな変動を対象としている。最悪条件の下では、クライアントデータの“ギャッピング”機構のすべてにより、一つの連続する“非クライアントデータ”ブロックへ配列することが可能である。関連した大きなクライアントデータのソースクロック周波数許容値に結合したギャップのいくつかの関連した不規則な特性は FIFO と PLL の設計を複雑にしている。

この同期分離回路によるアプローチの利点は出側でのクライアントクロック抽出にプロトコル特有の知識を必要としないところである。クライアント信号の再構築でのジッタ、及びワンダタイミング特性は第一にクロック抽出システムの設計に依存する。より複雑な設計で、広範囲のクライアントレートは単一の設計でサポートされるかもしれない。

#### 8.4.2 クライアント特有の速度整合局面

出側において、トランスペアレント伝送クライアント信号は、それぞれのプロトコルの物理インタフェース要求特性で準拠した方式で、再構築され、そして出力されなければならない。選択されたクライアント出側タイミングアプローチにかかわらず、それぞれのクライアントプロトコルの適用可能な標準で定義されるように、プロトコル特有のタイミング要求は満たされなければならない。以下の節は重要な適用可能必要条件を確認する。しかし他のプロトコル特有必要条件でも適用できるかもしれない。

##### 8.4.2.1 ファイバチャネルペイロード

ANSI X3.230-1994、Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)、Rev 4.3、5.1 節で指定されるように、(8B/10B 符号化後の)データレートを出力するファイバチャネルの最大レートは  $1062.5\text{Mb/s} \pm 100\text{ppm}$  でなければならない。出力信号タイミング必要条件はさらに ANSI X3.230、6.1.1 節 (Single-mode optical output interface)、6.2.1 節 (Multi-mode optical output interface)、及び 7 節 (Electrical cable interface) で指定される。ANSI X3.230、17.1 節で指定されるように、出力信号は通常、フレーム間に最小 6 個のプリミティブ信号 (アイドルと R\_RDY) で生成される。もし、速度整合がファイバ

チャンネルのアイドル挿入/削除の使用実施による場合、ANSI X3.230、17.1 節で指定されるように、速度整合は各フレームに先行する最低 2 個のアイドルの受信先での受信に適用されなければならない。

X3.230-1994 の表 26 で定義されるプリミティブシーケンスには、ファイバチャンネルのプリミティブシーケンスの継続的ストリームが受信されるとき、速度整合が要求されるかもしれない。シーケンスが認識される前 (X3.230 の 16.4.1 節) に、最低同一であると識別される 3 個のプリミティブシーケンスが受信に必要とされるので、受信した 4 個のキャラクタシーケンスのうち 1 個複製挿入による、または受信したシーケンスの削除による速度整合は、受信、及び再送信される同一であると識別される 3 個のシーケンスの後に発生しなければならない。

実装によっては、出側において 10B\_ERR の中立なディスペリティキャラクタの継続的ストリームは生成出来るかもしれない。しかしながら、速度整合はここでも必要となるかもしれない。この場合、受信、及び再送信される 12 個連続の 10B\_ERR キャラクタの後に 10B\_ERR の中立なディスペリティキャラクタの削除、または挿入による速度整合が形成されてもよい。

#### 8.4.2.2 ESCON ペイロード

ANSI X3.296-1996、Information Technology--Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture、5.1.2 節で指定されるように、(8B/10B 符号化後の) ESCON の出力データレートは  $200\text{Mb/s} \pm 0.04\text{Mb/s}$  でなければならない。出力信号タイミング必要条件はさらに ANSI X3.296、5.2.1 節 (Multi-mode output interface)、5.3.1 節 (Single-mode output interface) で指定される。ANSI X3.296、6.3 節で指定されるように、出力信号は通常、データフレーム間に最小 4 個のアイドルキャラクタ (K28.5) で生成される。もし、速度整合が ESCON のアイドル挿入/削除の使用実施による場合、ANSI X3.296、7.2 節の規定に準ずるように、フレーム間に 1 個、または 2 個、いずれかのアイドルキャラクタの追加、または削除が行われてもよい。

X3.296 の表 15 で定義されるオーダドセットシーケンスには、オーダドセットシーケンスの継続的ストリームが受信されるとき、速度整合が要求されてもよい。シーケンスが認識される前 (X3.296 の 6.3 節) に、最低同一であると識別される 8 個のプリミティブシーケンスが受信に必要とされるので、受信した 2 個のキャラクタシーケンスのうち、1 個複製挿入による、または受信したシーケンスの削除による速度整合は、受信、及び再送信される同一であると識別される 8 個のシーケンスの後に発生しなければならない。

実装によっては、出側において 10B\_ERR の中立なディスペリティキャラクタの継続的ストリームは生成出来るかもしれない。しかしながら、速度整合はここでも必要となるかもしれない。この場合、受信、及び再送信される 12 個連続の 10B\_ERR キャラクタの後に 10B\_ERR の中立なディスペリティキャラクタの削除、または挿入による速度整合が形成されてもよい。

#### 8.4.2.3 FICON ペイロード

FICON のためのタイミング必要条件は ANSI X3.230-1994、rev4.3 でファイバチャンネルのために規定したのと同じである。

#### 8.4.2.4 全 2 重ギガビットイーサネットペイロード

IEEE802.3-1998 で指定されるように、(8B/10B 符号化後の) ギガビットイーサネット (GbE) の出力データレートは  $1250\text{Mb/s} \pm 100\text{ppm}$  でなければならない。出力信号タイミング必要条件はさらに IEEE802.3-1998、

38.5 節、及び 38.6 節 (1000BASE-LX optical fiber interfaces)、39.3.1 節、及び 39.3.3 節 (1000BASE-CX short-haul copper interface) で指定される。IEEE802.3-1998、4.4.2.3 節で指定されるように、出力信号は通常、12 オクテットの最小 IPG で生成される。IEEE802.3-1998、36.2.4.12 節で定義されるように、GbE アイドルキャラクタは 2 オクテットである。もし、速度整合が全 2 重 GbE のアイドル挿入/削除の使用実施による場合、IEEE802.3-1998、図 36-7a、及び図 36-7b に準ずる成功フレーム規定のため、単一の /I2/ だけが IPG からの削除を行われるべきである。そしてそれ自身の削除が結果として、/I/ が無くならなければならない、またはフレーム間に残った /T/、/R/、及び /I/ を含む 8 オクテット以下にならない。

8 キャラクタのコンフィグレーションオーダーセット (/C1/C2/以外に存在する)の継続的ストリームが受信されるとき、速度整合が必要となるのはオプションである。コンフィグレーションセットが認識される前に、最低同一であると識別される 3 個の /C1/C2/ コンフィグレーションオーダーセットの受信が必要とされるので、受信した /C1/C2/ シーケンスの 1 個の複製挿入による、または受信した /C1/C2/ シーケンスの削除による速度整合は、受信、及び再送信される同一であると識別される 3 個の /C1/C2/ シーケンスの後に発生しなければならない。

実装によっては、出側において 10B\_ERR の中立なディスパリティキャラクタの継続的ストリーム、または送信エラー (/V/) キャラクタは生成出来るかもしれない。しかしながら、速度整合はここでも必要となるかもしれない。この場合、受信、及び再送信される 12 個連続の 10B\_ERR キャラクタ、または /V/ キャラクタの後に 10B\_ERR の中立なディスパリティキャラクタ、または /V/ キャラクタの削除、または挿入による速度整合が形成されてもよい。

#### 8.4.2.5 DVB ASI ペイロード

EN50083-9 Appendix B で指定されるように、(8B/10B 符号化後の) DVB ASI 出力データレートは 270Mb/s ±100ppm でなければならない。出力信号タイミング必要条件はさらに X3.230-1994 で指定される。

最低 2 つの /K28.5/ キャラクタが MPEG パケット間に発生しなければならない。付加的な速度整合する /K28.5/ キャラクタはパケットの中、またはその間に発生してもよい。もし、速度整合が /K28.5/ キャラクタの削除の使用実施による場合、EN59983-9 Appendix B に準じて、それぞれのフレームに先行する最低 2 個の /K28.5/ キャラクタを受信先が受信することを速度整合は適用しなければならない。もし、速度整合が /K28.5/ キャラクタの挿入が必要であれば、それらは MPEG パケットの間、またその中のいずれかに挿入してもよい。

実装によっては、出側において 10B\_ERR の中立なディスパリティキャラクタの継続的ストリームは生成出来るかもしれない(例えば、クライアント信号障害受信の応答のなかで)。この場合、受信、及び再送信される 12 個連続の 10B\_ERR キャラクタの後に 10B\_ERR の中立なディスパリティキャラクタ削除、または挿入による速度整合が形成されてもよい。

#### 8.5 クライアント特有の信号障害局面

トランスペアレント GFP マッピングが入り側においてクライアント信号障害を検出したとき、6.3.3 節に記載される“クライアント信号障害”表示を送出してもよい。最低限、クライアント信号障害条件は 8B/10B 同期外れ、及び幾つかのケースでの信号故障を含む。その他の実装に依存したクライアント信号の障害表示(例えば IC 間のインタフェースからのクロック断)はクライアント信号障害として符号化されてもよい。

10 ビットキャラクタの連続的シリアルストリームとしてクライアント信号が提供されるため、符号語配列を見つける必要がある。“カンマ”区切りを含む特殊キャラクタが符号語の成立、維持に必要な情報として提供されている。すべての 8B/10B クライアント信号が同一ビット配列手法に使用される間、8B/10B 同期外れの検出と解除条件はプロトコル特有であり、以下のプロトコル特有の章で識別される。

GFP プロセス自身での、64B/65B アダプテーションプロセスでの、または伝送網中でのサーバー層障害はクライアントアダプテーションプロセスへ CSF 表示を誘導してもよい。

もし GFP クライアントデータフレームにおいて CSF の始まりが存在した場合、その GFP フレームの 64B/65B ブロックの残りは 10B\_ERR コードで埋め尽くされなければならない。遠端ではそれらをエラーとして復号化しなければならない。

伝送網の遠端において、トランスペアレント伝送のクライアント信号はそれぞれのプロトコルの物理、及び符号化インタフェース必要条件特性に準じた規則で再構築、及び出力されなければならない。以下のクライアント特有の章ではクライアント信号出側部において、遠端のクライアント信号障害表示の受信応答の取り扱い動作、幾つかのアダプテーション、またはクライアント信号抽出を不可能にしている伝送故障を定義している。

#### 8.5.1 ファイバチャネルパイロード

##### 8.5.1.1 ファイバチャネル光断 (LOL)

ファイバチャネル入力断は実装に依存しないオプションである。サポートする際、適切な光断と信号検出条件は 5.6 節、6.2.3.2 節、そして ANSI X3.230-1994 の H.10、Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH), Rev 4.3 で見れる。

他の実装に依存した障害を起こしているクライアント信号の表示（例えば SerDes からのクロック断）はクライアント信号障害として符号化されてもよい。

##### 8.5.1.2 ファイバチャネル 8B/10B 同期外れ

8B/10B 符号語同期の入出力宣言のためのファイバチャネルは ANSI X3.230-1994 の 12.1 節に指定されている。

##### 8.5.1.3 ファイバチャネル入り側または伝送信号故障のための出力

トランスペアレント GFP マッピングの目的はクライアント信号を出来る限りトランスペアレントに伝送することであるため、クライアント信号障害、または伝送障害のため、出側においてリンク初期化、またはリンク回復シーケンスを開始することは適切ではない。同期外れ検出及びファイバチャネル受信器のダウンストリームでの関連した動作の強制により、10B\_ERR に復号化した中立なディスパリティを出側ファイバチャネル送信器が継続的に出力することを推奨している。その他としては、出側送信器は X3.230-1994 の 16.4.2 節の非動作プリミティブを生成してもよい。

CSF 条件が持続する場合、LOS 検出、及びファイバチャネル受信器のダウンストリームでの関連した動作の強制により、クライアントアダプテーションプロセスは何も送信しなくてもよい。

#### 8.5.2 ESCON パイロード

##### 8.5.2.1 ESCON 入力断(LOS)

光入力断検出必要条件は ANSI X3.296-1997、Information Technology--Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture、マルチモードとシングルモードインタフェースの 5.2 節、及び 5.3 節にてそれぞれ、指定されている。

#### 8.5.2.2 ESCON 8B/10B 同期外れ

8B/10B 符号語同期の入出力宣言のための ESCON は ANSI X3.296-1997 の 7.1 節に指定されている。

#### 8.5.2.3 ESCON 入り側または伝送信号故障のための出力

トランスペアレント GFP マッピングの目的はクライアント信号を出来る限りトランスペアレントに伝送することであるため、クライアント信号障害、または伝送障害のため、出側においてリンク初期化、またはリンク回復シーケンスを開始することは適切ではない。同期外れ検出及び ESCON 受信器のダウンストリームでの関連した動作の強制により、10B\_ERR に復号化した中立的なディスパリティを出側 ESCON 送信器が継続的に出力することを推奨している。その他としては、出側送信器は X3.296-1997 の 7.4.2 節の非動作プリミティブを生成してもよい。

CSF 条件が持続する場合、LOS 検出、及び ESCON 受信器のダウンストリームでの関連した動作の強制により、クライアントアダプテーションプロセスは何も送信しなくてもよい。

### 8.5.3 FICON ペイロード

FICON に関する CSF ハンドリング要求は、ANSI X3.230-1994, rev 4.3. に定義されるようなファイバチャネルに関する要求と同一である。

### 8.5.4 全二重ギガビットイーサネットペイロード

#### 8.5.4.1 ギガビットイーサネット入力断

ギガビットイーサネットの PMD の信号検出(SD)要求は、それぞれ光 / 銅線インタフェース IEEE802.3-1998 の 38.2.4 章、39.2.3 章に定義されている。

#### 8.5.4.2 ギガビットイーサネット 8B/10B 同期はずれ

8B/10B 符号語同期の状態遷移については、IEEE802.3-1998 の 36.2.5.2.6 章及び図 36-9 に定義されている。

#### 8.5.4.3 入側或いは SF 伝送によるギガビットイーサネット出力

トランスペアレント GFP マッピングの目的は、できるだけトランスペアレントにクライアント信号を伝送することなので、信号障害または伝送障害が原因による出力点のリンク初期化またはリンク復旧手順を実施することは適当ではない。推奨するのは、IEEE802.3-1998 の 36.2.4.16 章毎に出力点の GbE 送信器が連続的に /V/ オーダーセットを出力し、下流の GbE 受信器に Los Of Sync(同期はずれ)検出と関連する動作を強制的に実行することである。

もし、CSF 状態が続いていれば、クライアント・アダプテーション手順は何も送信せず、下流の GbE 受信器に LOS 検出と関連する動作を強制的に実行することである。

### 8.5.5 DVB ASI ペイロード

#### 8.5.5.1 DVB ASI Loss of Light (LOL)

ファイバチャネル標準によれば、DVB ASI 信号断は、実装に依存するオプションである。サポートする場合は、適切な LOL と信号検出(SD)に関する要求は、5.6 章、6.2.3.2 章と ANSI X3.230-1994 の H.10、Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH) Rev4.3. に記載されている。(SerDes からのクロック断のような)障害の生じたクライアント信号の他の実装に依存する表示は、CSF としてエンコードされる。

#### 8.5.5.2 DVB ASI 8B/10B 同期はずれ

EN50083-9 Appendix B によれば、DVB ASI 符号語同期は 5 連続の受信データ内に 2 つの /K28.5/ を探すことにより実施される。EN50083-9 は、符号語同期はずれの基準を定義するものではない。ファイバチャネルの基準は適用されない。それは 4 キャラクタ伝送ワードベースというよりはむしろ DVB ASI 符号語同期及び伝送がキャラクタベースであることによる。EN50083-9 のガイダンスがない場合は、ESCON/SBCON キャラクタベース符号語の同期はずれの基準は ANSI X3.296-1997 の 7.1 章に定義されている。

#### 8.5.5.3 入側或いは SF 伝送による DVB ASI 出力

出力点の DVB ASI 送信器は、連続的に 10B\_ERR のデコードにより中立ディスパリティを出力し、同期はずれ検出と全ての関連する動作を下流の DVB ASI 受信器に強制的に実行すべきである。もし、CSF 状態が続いていれば、クライアント・アダプテーション手順は何も送信せず、下流の DVB ASI 受信器に LOS 検出と関連する動作を強制的に実行することである。



付録 I GFP アプリケーションにおける機能モデル例

(本付録は本標準の欠くことのできない部分を形成するものではない。)

本付録は、GFP アプリケーションにおけるいくつかの機能モデルの例について示す。(IP, Ethernet のような)データレイヤネットワークにおける階層ネットワーク構造がない場合は、モデルは図示目的のみである。GFP は、(SDH のような)伝送ネットワーク機器及び(IP, Ethernet のような)データネットワーク機器上に配置される。

前者のケースでは、物理データインタフェース(Ethernet 又は ストレージエリアネットワークタイプ)は、伝送ネットワーク機器上のトリビュタリインタフェースポートとして供給される。物理データ信号が 8B/10B 符号化された信号であるような場所のケースでは、信号は伝送ネットワークを通過して GFP-T マッピング(図 I-1)を使用したトランスペアレント信号として伝送される。物理インタフェース帯域の一部だけがオンライン中であり、このトラフィックが伝送ネットワークを通過して伝送される場合にのみ物理データインタフェース信号は終端され、データ PDU は分離され、GFP-F マッピングを経由して VC-m-Xv, VC-n, VC-n-Xc, or VC-n-Xv へ転送される。(図 I-2)

後者のケースでは、GFP 処理は IP ルータ(Ethernet スイッチ)構成と STM-N インタフェースポート機能の中間で実行される。(図 I-3,I-4)

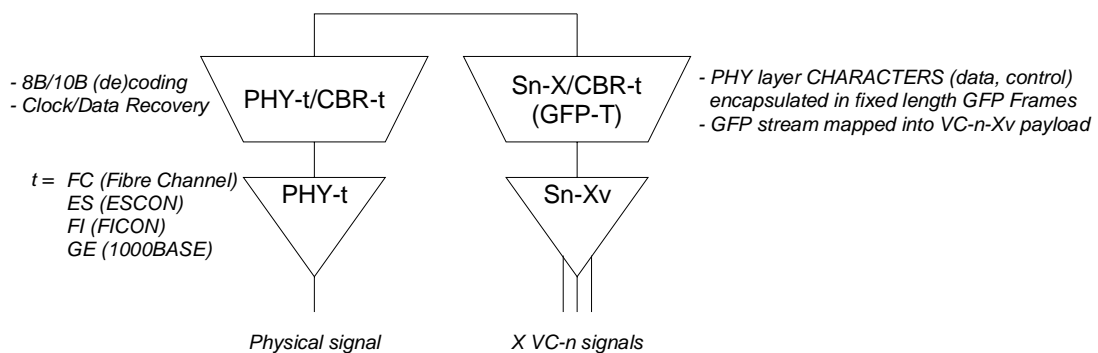


Figure I-1/G.7041/Y.1303 - SDH ネットワーク機器内の GFP-T マッピングを用いた FC/ES/FI/GE トリビュタリインタフェースポート

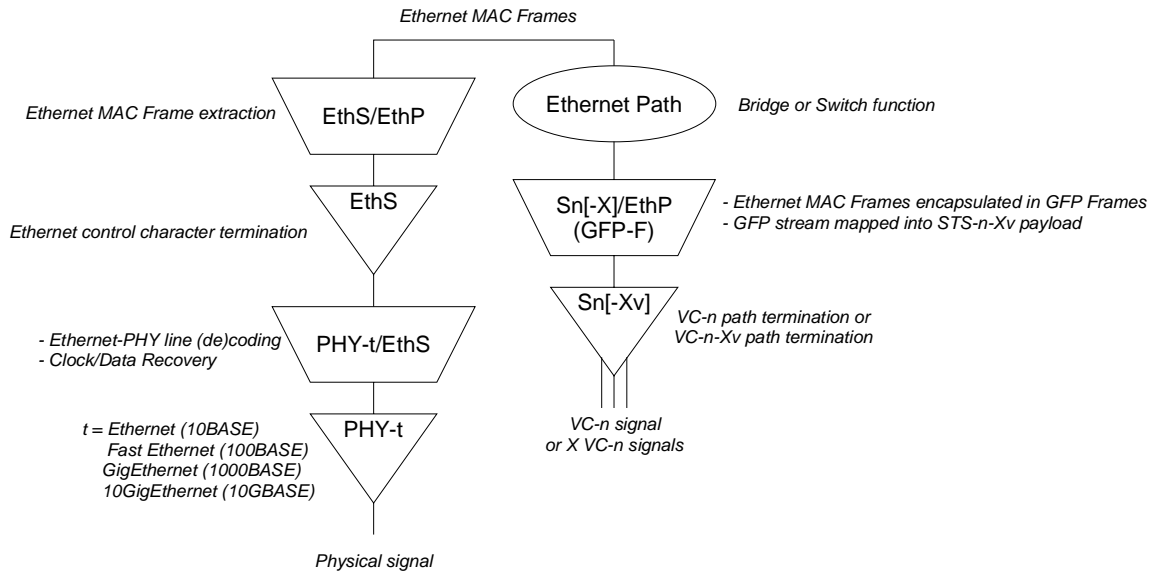


Figure I-2/G.7041/Y.1303 - SDH ネットワーク機器内の GFP-F マッピングを用いた Ethernet トリビュタリインタフェースポート

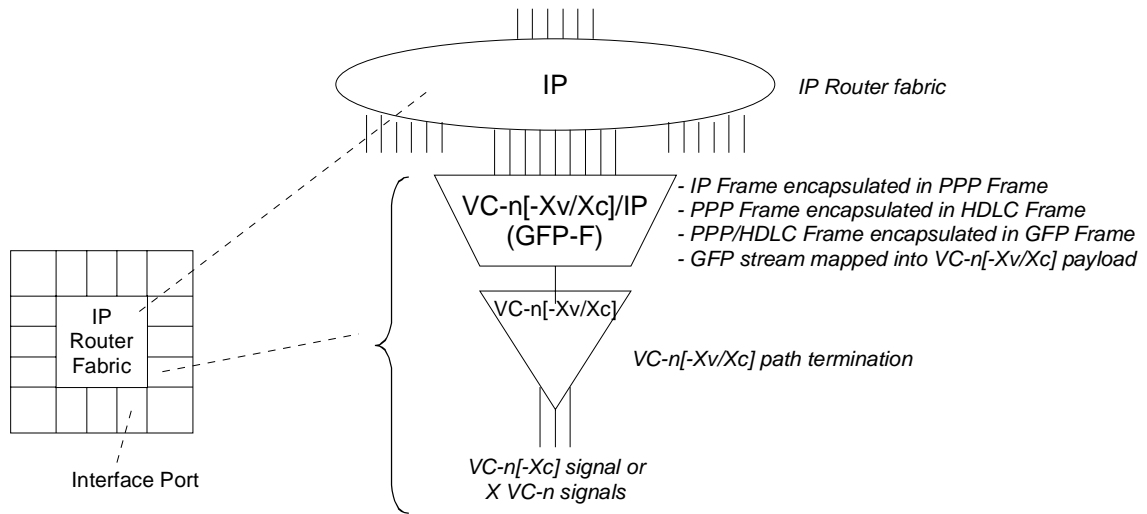


Figure I-3/G.7041/Y.1303 - IP ルータ上の VC-n/VC-n-Xv/VC-n-Xc 又はハイブリッド SDH/IP 装置内に内蔵された IP ルータ機能

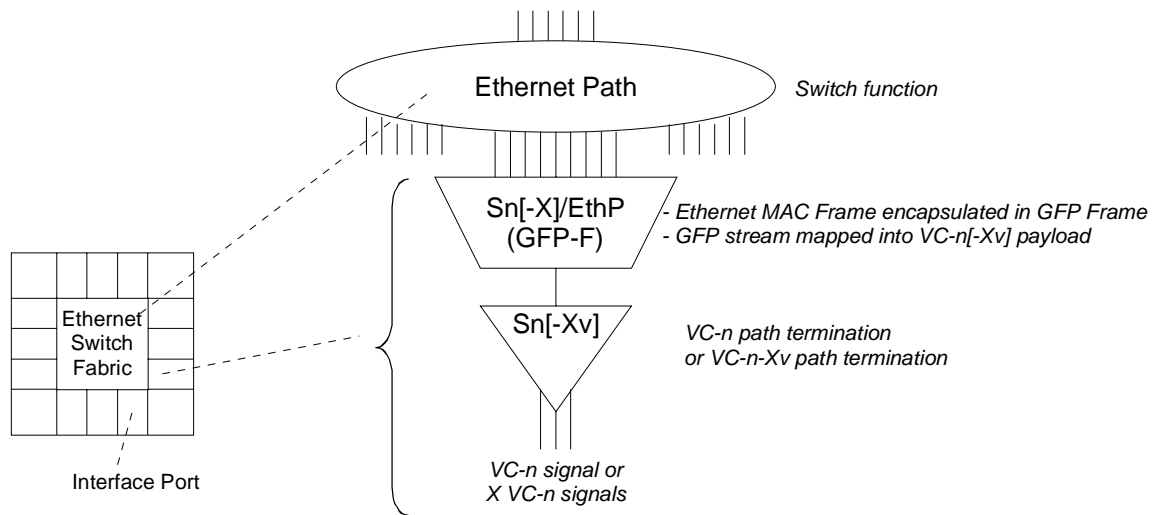


Figure I-4/G.7041/Y.1303 - Ethernet スイッチ上の VC-n-Xv ポート又はハイブリッド SDH/IP 装置内に内蔵された Ethernet スイッチ機能

付録 II GFP ペイロードタイプの例

(本付録は本標準の欠くことのできない部分を形成するものではない。)

Table II.1 – GFP ペイロードタイプ

Payload Type Identifier (BIN) TYPE Bits <15:13>	Payload FCS Identifier (BIN) TYPE Bit <12>	Extension Header Identifier (BIN) TYPE Bits <11:8>	User Payload Identifier (BIN) TYPE Bits <7:0>	TYPE (HEX)	GFP Frame Payload Area	Length of Extension Headers (# Octets)
000	0	xxxx	0000 0000	0x00	Reserved	
000	1	xxxx	0000 0000	1x00	Reserved	
000	0	0000	0000 0001	0001	Ethernet with Null Extension Header & no Payload FCS	0
000	0	0000	0000 0010	0002	PPP with Null Extension Header & no Payload FCS	0
000	0	0001	0000 0001	0101	Ethernet with Linear Extension Header & no Payload FCS	4
000	0	0001	0000 0010	0102	PPP with Linear Extension Header & no Payload FCS	4
000	0	0010	0000 0001	0201	Ethernet with Ring Extension Header & no Payload FCS	18
000	0	0010	0000 0010	0202	PPP with Ring Extension Header & no Payload FCS	18
000	0	0000	0000 0011	0003	Transparent Fiber Channel with Null Extension Header & no Payload FCS	0
000	0	0000	0000 0100	0004	Transparent FICON with Null Extension Header & no Payload FCS	0
000	0	0000	0000 0101	0005	Transparent ESCON with Null Extension Header & no Payload FCS	0

Table II.1 – concluded

000	0	0000	0000 0110	0006	Transparent Gb Ethernet with Null Extension Header & no Payload FCS	0
1xx	x	xxxx	xxxx xxxx	-	Reserved	-
x1x	x	xxxx	xxxx xxxx	-	Reserved	-
xx1	x	xxxx	xxxx xxxx	-	Reserved	-

付録 III 伝送オーダを表示した GFP フレーム例及び CRC 計算  
 (本付録は本標準の欠くことのできない部分を形成するものではない。)

動作例

送信:

ユーザデータ→GFP\_ソースアダプテーション→スクランブルと DC バランス→SDH

受信:

SDH→ 逆 DC バランスとアンスクランブル→ GFP\_シンク逆カプセル化→クライアントデータ

下記の動作例は DC バランシング及び自己同期スクランブル前のリニアヘッダと FCS のある 64 バイトの Ethernet フレームのカプセル化を示したものである。Ethernet データオクテットは伝送ビットオーダによる GFP オクテットにマッピングされる。(伝送ビットオーダ : IEEE802.3 1998 3 章の bit 0 は GFP オクテットの bit 8 に、IEEE802.3 1998 3 章の bit 7 は GFP オクテットの bit 1 に対応する。)

ByteField Value(hex) Comment

1	PLI[15:8]	00;	PLI = Length { Payload Header + Payload Information Field + Payload FCS } ; = 8 + 64 + 4 = 76 bytes
2	PLI[7:0]	4C	
3	cHEC[15:8]	89 ;	
4	cHEC[7:0]	48 ;	
5	TYPE[15:8]	11 ; [15:13]='000'	(client data)
6	TYPE[7:0]	01 ; [12] = '1'	(payload FCS enabled)
7	tHEC[15:8]	20 ; [11:8]='0001'	(linear header)
8	tHEC[7:0]	63 ; [7:0] = '00000001'	(Ethernet)
9	EHDR[15:8]	80 ; CID[07:00]=0x8000	the value is just an example
10	EHDR[7:0]	00 ; SPARE[7:0]	
11	eHEC[15:8]	1B ; eHEC calculated over CID,SPARE	
12	eHEC[7:0]	98; End extension header	
13	DATA	FF; 1d Ethernet DA=0xFFFFFFFFFFFF	
14	DATA	FF; 2d	
15	DATA	FF; 3d	
16	DATA	FF; 4d	
17	DATA	FF; 5d	
18	DATA	FF; 6d	
19	DATA	06; 7d Ethernet SA=0x060504030201	
20	DATA	05; 8d	
21	DATA	04; 9d	
22	DATA	03; 10d	
23	DATA	02; 11d	
24	DATA	01; 12d	

25	DATA	00; 13d Ethernet TYPE/LENGTH
26	DATA	2E; 14d
27	DATA	00; 15d Ethernet payload
28	DATA	01; 16d
29	DATA	02; 17d
30	DATA	03; 18d
31	DATA	04; 19d
32	DATA	05; 20d
33	DATA	06; 21d
34	DATA	07; 22d
35	DATA	08; 23d
36	DATA	09; 24d
37	DATA	0A; 25d
38	DATA	0B; 26d
39	DATA	0C; 27d
40	DATA	0D; 28d
41	DATA	0E; 29d
42	DATA	0F; 30d
43	DATA	10; 31d
44	DATA	11; 32d
45	DATA	12; 33d
46	DATA	13; 34d
47	DATA	14; 35d
48	DATA	15; 36d
49	DATA	16; 37d
50	DATA	17; 38d
51	DATA	18; 39d
52	DATA	19; 40d
53	DATA	1A; 41d
54	DATA	1B; 42d
55	DATA	1C; 43d
56	DATA	1D; 44d
57	DATA	1E; 45d
58	DATA	1F; 46d
59	DATA	20; 47d
60	DATA	21; 48d
61	DATA	22; 49d
62	DATA	23; 50d
63	DATA	24; 51d
64	DATA	25; 52d
65	DATA	26; 53d
66	DATA	27; 54d
67	DATA	28; 55d

68	DATA	29; 56d
69	DATA	2A; 57d
70	DATA	2B; 58d
71	DATA	2C; 59d
72	DATA	2D; 60d
73	DATA	DE; 61d Ethernet FCS computed over 60 bytes.
74	DATA	E1; 62d
75	DATA	90; 63d
76	DATA	D0; 64d
77	FCS[31:24]	56; First byte of optional GFP payload FCS.
78	FCS[23:16]	CF; Covers only payload information field, excludes
79	FCS[15:8]	2B; the extension header (i.e. 64 bytes)
80	FCS[7:0]	B0; Last byte of optional GFP FCS.

コアヘッダは DC Baker コードに XOR され、残りの GFP フレームは不変である。

ByteField Value(hex) Comment

1	PLI[15:8]	B6 ; 00 xor B6
2	PLI[7:0]	E7 ; 4C xor AB
3	cHEC[15:8]	B8 ; 89 xor 31
4	cHEC[7:0]	A8 ; 48 xor E0
5	...	

下記の例は PLI[15:0]=0x004C の cHEC のカプセル化を示している。生成多項式は  $G(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$ 。PLI は PLI[15:8]から最初に CRC-16 計算器にシフトされ、次に PLI[7:0]がシフトされる。各オクテットの最初の MSB から入力される。(MSB ファースト)

```

x15 ... x0
0000000000000000 <- CRC-16 initial state
Input bit 10001000000100001 <- CRC-16 after input bit
          00010000001000010
          00100000010000100
          11001000100101001
          10010001001010010
          00100010010100100
          01000100101001000

```

X15 から開始した CRC-16 送信は GFP オクテット cHEC[15:0]=0x8948 を与える。

GFP フレームはネットワークビットオーダ(MSB ファースト)で x43+1 スクランプラに入力される。開始は TYPE Field の最初のバイトからとなる。(コアヘッダはスクランブルされない)

Bit #1 TYPE[15]  
 Bit #2 TYPE[14]



Bit #3 TYPE[13]

...

付録 IV トランスペアレントな GFP の中で使用されるスーパーブロック数  
(本付録は本標準の欠くことのできない部分を形成するものではない。)

A. 序章

GFP-T では、クライアント・データ・フレーム中に 536 ビットのスーパーブロックの整数(N)が存在する。GFP フレーム・オーバーヘッド・ビットに関するクライアント・データビットの能力が十分な帯域幅がクライアント・データ信号を伝送することを可能になるように、N の値が選ばれるに違いない。クライアント管理フレーム(CMF)の伝送のためのチャンネルの十分な付加的な「予備の」帯域幅を許可するために、N の値は選ぶことができる。N の最小値は、様々なオーバーヘッド・ビット、および連続的な GFP-T クライアント・データ・フレーム間で送信されることを許されるクライアント管理フレーム(CMF)の数の機能としてここに示される。

B. 「予備」帯域幅の計算

GFP-T チャンネル中の「予備の」帯域幅は下記のように定義される：

$$SBW = (\text{チャンネル内のクライアント・ビットを伝送する最小ビットレート}) - (\text{クライアント・データ・ビットレート}) \\ = (\text{最小のチャンネル・ビットレート}) \times (\text{ビット合計に対するクライアント・データ・ビットの比率}) \\ - (\text{クライアント・データ・ビットレート})$$

説明:クライアント・データ・ビットレートは、ブロックライン・コード (例えば 8B/10B)をデコードした後のデータレートである。また、チャンネルのビット総数はすべての GFP-T オーバヘッド・ビットを加えたクライアント・データ・ビットである。

N の関数とした SBW は、次式のとおり。

$$SBW(N) = (\text{Min.Chan.rate}) \left( \frac{\text{client data bits / GFP-T frame}}{\text{total bits / GFP-T frame}} \right) - (\text{Max. client data rate})$$

$$SBW(N) = \frac{(512)(N)(ChBW_{\min})}{GFPOH + (536)(N)} - CSBW_{\max}$$

説明：ChBW<sub>min</sub>=伝送クロックトレランスの最も遅い終了の伝送チャンネル帯域幅。

CSBW<sub>max</sub>=クライアント・クロック・トレランスの最も速い終了のクライアント信号データレート。

GFPOH=GFP オーバヘッド・ビットの数。

N の最小値は SBW(0)>0 となる最も小さな N である。

$$N_{\min} = \left\lceil \frac{(CSBW_{\max})(GFPOH)}{(512)(ChBW_{\min}) - (536)(CSBW_{\max})} \right\rceil$$

記法[x]は、x 以上である最も小さな整数を表わす。

関連する Nmin 値を備えた最小の VC パス・サイズは表 IV-1 に示す。

### C. CMF の有効帯域の計算

CMF のために使用することができる帯域幅は、2 つのクライアント・データ・フレーム間で送信することができる CMF 数に対する制約に従う予備の帯域幅である。もし送信することができた CMF 数に対する制限がなければ、N の最大の許容値は CMF に利用可能な最大量の帯域幅を与えるでしょう。

$$\begin{aligned} N_{\max} &= (65536 - GFPOH) / 67 \\ &= \text{拡張ヘッダーかペイロード FCS のない 978、および} \\ &= \text{拡張ヘッダーおよび(または)ペイロード FCS を備えた 977} \end{aligned}$$

GFP-T ソース適応プロセスへの入側に関連した遅延およびバッファリング要求を最小限にするために、クライアント・データ・フレーム間にはたった 1 つの CMF しか送らないことが望ましい。より長いクライアント・データ・フレームはそうであり、より少数の毎秒ごとの機会は CMF(つまり、より少数の相互クライアント・データ・フレーム・ギャップは CMF を送るために存在します)の送信のために存在する。その結果、N が増加すると、CMF 送信機会の数は減少し、従って利用可能な CMF 帯域幅は減少する。この制限で、N の最適値はクライアント・データ・フレーム当たりちょうど 1 つの CMF で全帯域幅を満たすものである。N のより小さな値は、各クライアント・データ・フレーム間の CMF を許可することが適切でないような予備の帯域幅を縮小するでしょう。N のより大きな値はより少数の 1 秒毎の CMF に帰着するでしょう。一般に、m CMF がクライアント・データ・フレーム間で送信されることを許される場合、利用可能な CMF 帯域幅は次のとおり:

$$CMFBW(N, m) = (CMF/\text{second})(\text{bits}/CMF)$$

$$CMFBW(N, m) = \frac{(ChBW_{\min})(CMFL)(m)}{(m)(CMFL) + GFPOH + (536)(N)}$$

説明: CMFL = CMF フレーム長

m = クライアント・データ・フレーム間で送信することができる CMF の数。

m には制限があり、それは下記のとおり。

$$\frac{(512)(N)(ChBW_{\min})}{GFPOH + (536)(N) + (m)(CMFL)} \geq CSBW_{max}$$

クライアント管理フレームの実際のペイロード帯域幅は CMF ペイロード・エリアと CMF フレーム長さの合計の比率である。

$$CMPLBW = (CMFBW(N, m)) \left( \frac{CMFPAL}{CMFL} \right)$$

説明：CMPLBW=CMF が使用可能なペイロード帯域幅。

CMFPAL=CMF ペイロードのために使用された CMF ペイロード・エリアのビット数。

(つまりそれが使用される場合、pFCS を引いたペイロード・エリア)

m の与えられた値については、最も使用可能な CMF 帯域幅を与える N の値が次のものに近い整数になるでしょう：

$$N_{opt} = \frac{(CSBW_{max})[GFPOH + (m)(CMFL)]}{(512)(ChBW_{\min}) - (536)(CSBW_{max})}$$

この付録は、スーパーブロックの最少数を選ぶことが、トランスペアレントな GFP フレーム(Nmin)の中で使用されるように、ガイダンスを提供するように意図される。それらの最小サイズの SDH チャンネル内にあるいくつかの既知クライアント・ビットレートのための N の最小値は、表 IV-1 で与えられる。Nmin を決定する定式は以下のとおり:説明：CSBW<sub>max</sub>=最悪ケースのクライアント信号帯域幅(つまり最も速いクロックトレランス)。

GFPOH=GFP フレーム中のオーバーヘッド・ビット数。

CMFBW はクライアント管理フレームを送るための利用可能な帯域幅である。

ChRmin は最悪ケースのチャンネル割合(つまり最も遅いチャンネルクロックトレランス)。

クライアント・データ・フレーム長=(GFP オーバヘッド)+(N)(536 ビット)

Table IV-1/G.7041/Y.1303 - SDH パス容量及びトランスペアレント GFP 当りのスーパーブロック数

Client un-encoded data rate	Example client signal	VC Path Size	Min. number of 65B blocks/GFP frame
160 Mbit/s	ESCON	VC-3-4v	1
<u>216 Mbit/s</u>	<u>DVB ASI</u>	<u>VC-4-2V</u>	<u>1</u>
425 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-3v	13
850 Mbit/s	Fibre Channel / FICON	VC-4-6v	13
1000 Mbit/s	Gbit Ethernet	VC-4-7v	95
1700 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-12v	13
NOTE The minimum number of superblocks shown here assumes a Null Extension Header and no optional payload FCS.			

注：ここに示されたスーパーブロックの最小値は無効の拡張ヘッダーを仮定し、オプションのペイロード FCS はない。