

2021年度2Q技術標準案

一般社団法人情報通信技術委員会（TTC） 伝送網・電磁環境専門委員会

2021年9月10日

組織図

伝送網・電磁環境専門委員会

装置機能・管理SWG

→JT-Y1731 (改定)
イーサネットのOAM機能とメカニズム

多重分離インタフェースと網同期SWG

→JT-G709.1 (新規)
フレキシブルOTN短距離インタフェース

情報通信装置のEMC・ソフトウェア SWG

標準化対象

【新規：1件，改定：1件，廃止：0件】

TTC標準	対応する国際標準
JT-Y1731 (改定制定 第2版)	ITU-T G.8013/Y.1731
JT-G709.1 (新規制定)	ITU-T G.709.1

TTC標準草案

(Draft TTC Standard)

**伝送網・電磁環境専門委員会
装置機能・管理SWG**

標準案概要 (1版からの主な変更箇所)

JT-Y1731制定の背景

グローバルで普及が進んでいるEthernet技術のOAM機能について、2010年にTTC標準(JT-Y1731 1版)を実施していた。

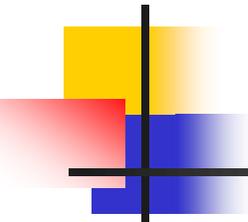
1版制定から11年が経過し、ITU-TにおいてもG.8013/Y.1731の改定が行われていることから、TTC標準においても改定するべきと判断した。

TTC標準番号	タイトル	TTC標準制定日	TTC標準が準拠しているITU-T勧告(今回制定)	最新ITU-T勧告
JT-Y1731	イーサネットのOAM機能とメカニズム Operation, administration and maintenance (OAM) functions and mechanisms for Ethernet-based	2010/2/24(前回制定時)	2018/3(5版Cor1)	2019/3(5版Cor2)

JT-Y1731 2版標準案

【JT-Y1731での規定事項】

ETHレイヤのネットワークおよびサービスを運用、維持するのに必要なメカニズムについて規定する。また、イーサネットOAMフレームフォーマットおよびOAMフレームフィールドの構文と意味を規定する。



主な変更点

2版では、主に以下を新たに規定している。

7章 故障管理用のOAM機能

- ・イーサネットクライアント信号障害(ETH-CSF)
- ・イーサネット帯域幅通知(ETH-BN)
- ・イーサネット障害予測機能(ETH-ED)

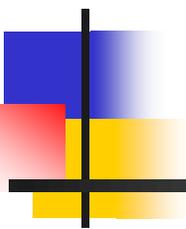
8章 パフォーマンス監視のためのOAM機能

- ・合成ロス測定(ETH-SLM)

【参考】

9章 OAM PDUタイプ

7章、8章にて追加されたOAM機能のOAM PDUタイプを規定



故障管理用のOAM機能(7章)

イーサネットクライアント信号障害

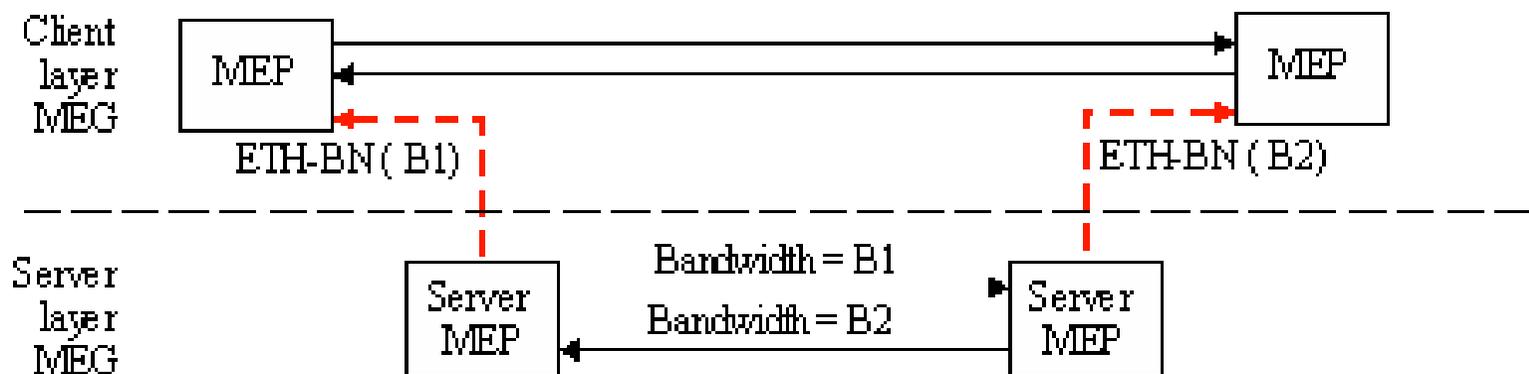
イーサネットクライアント信号障害機能 (ETH-CSF) は、クライアント自身が適切な故障や障害の検出またはETH-CCやETH AISなどの伝播機能をサポートしていない場合に、MEPによってイーサネットクライアント信号における故障や障害のイベントの検出をピアMEPに伝播するために使用される。ETH-CSFメッセージは、故障や障害のイベントを検出する入力クライアントポートに関連するイーサネットMEPからイーサネットピアMEPへの方向に伝播する。

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

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

イーサネット帯域幅通知 (ETH-BN)

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



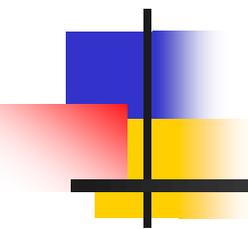
G.8013-Y.1731(1) S_F7.13-1

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

図7.13-1 - ETH-BN送信の例

イーサネット障害予測機能 (ETH-ED)

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



パフォーマンス監視のためのOAM機能(8章)

合成損失測定(ETH-SLM)

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

シングルエンドETH-SLM

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

デュアルエンドETH-SLM

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

【参考】PDUフォーマット (9章)

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL		Version (0)						OpCode (CSF= 52)						Flags						TLV Offset (0)											
5	End TLV (0)																															

図9.21-1 CSF PDUフォーマット

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL		Version (0)						OpCode (SLM = 55)						Flags (0)						TLV Offset											
5	Source MEP ID												Reserved for Responder MEP ID (0)																			
9	Test ID																															
13	TxFCf																															
17	Reserved for SLR: TxFCb (0)																															
21	<i>[Optional TLV starts here, otherwise End TLV]</i>																															
25																																
:																																
last	End TLV (0)																															

図9.22-1 SLM PDUフォーマット

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL		Version (0)						OpCode (GNM=32)						Flags						TLV Offset (13)											
5	Sub-OpCode (BNM=1)																															
9	Nominal Bandwidth (cont)								Current Bandwidth																							
13	Current Bandwidth (Cont)								Port ID																							
17	Port ID (Cont)								End TLV (0)																							

図9.25-1 BNM PDUフォーマット

【参考】OAMフレームアドレス（10章）

表 10-1 - OAMフレームDA

OAMタイプ	OAM PDUフレームのDA
CCM	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
LBM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
LBR	ユニキャストDA
LTM	マルチキャストクラス2 DA
LTR	ユニキャストDA
AIS	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
LCK	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
TST	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
LINEAR APS	[ITU-T G.8031]参照
RING APS	[ITU-T G.8032]参照
MCC	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
LMM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
LMR	ユニキャストDA
IDM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
DMM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
DMR	ユニキャストDA
EXM, EXR, VSM, VSR	本標準の対象外
CSF	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
SLM	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
SLR	ユニキャストDA
ISL	ユニキャストDA、あるいはマルチキャストクラス1 DA
BNM	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA
EDM	マルチキャストクラス1 DA、あるいはユニキャストDA

TTC標準草案

(Draft TTC Standard)

**伝送網・電磁環境専門委員会
多重分離インタフェースと網同期SWG**

JT-G709.1

フレキシブルOTN短距離インタフェース (Flexible OTN short-reach interfaces) 第1版

標準案概要

JT-G709.1制定の背景

光通信ネットワーク技術の進展に伴い、高速・大容量通信技術に関する標準化が進展している。

グローバルで普及が進んでいるITU-T G.709 OTNインタフェースについても、高速・大容量化に対応するために、従来のシリアル伝送を想定したフレーム構造からパラレル伝送を考慮したフレーム構造への転換がなされ、ITU-T G.709.1 (Flexible OTN Interface) が制定された。

そこで、TTCにおいても新規にJT-G709.1を制定すべきと判断した。

JT-G709.1 第1版標準案

【JT-G709.1での規定事項】

Flexible-bandwidth Interoperable Short-Reach Optical Transport Network (OTN) インタフェースのセット、つまりFlexO-x-RS-mインタフェースグループを規定している。

このインタフェースグループでは、結合したFlexO (Flexible OTN) 短距離インタフェースを使用してOTUCn ($n \geq 1$)を転送可能である。

JT-G709.1 目次構成

JT-G709.1目次構成		(参考) ITU-T G.709.1/Y.1331.1 Table of contents (05/2020)	
章	タイトル	Clause	Title
1	適用範囲	1	Scope
2	参考文献	2	References
3	定義	3	Definitions
4	略語と頭字語	4	Abbreviations and acronyms
5	表記規則	5	Conventions
6	概要とアプリケーション	6	Introduction and applications
7	構造とプロセス	7	Structure and processes
8	FlexOフレーム	8	FlexO frame
9	アライメントマーカとオーバーヘッド	9	Alignment markers and overhead
10	OTUCnシグナルのn個のFlexOインスタンスへのマッピング	10	Mapping of OTUCn signal into n FlexO instances
11	100G FlexO-1-RSインタフェース	11	100G FlexO-1-RS interface
12	200G FlexO-2-RSインタフェース	12	200G FlexO-2-RS interface
13	400G FlexO-4-RSインタフェース	13	400G FlexO-4-RS interface
付属書A	FlexO-x-RS(x=2,4の場合)で10ビットインターリーブRS(544, 514) コーデックを使用した前方誤り訂正	Annex A	Forward error correction for FlexO-x-RS (x = 2,4) using 10-bit interleaved RS(544,514) codecs
付録I	アプリケーション例	Appendix I	Example applications

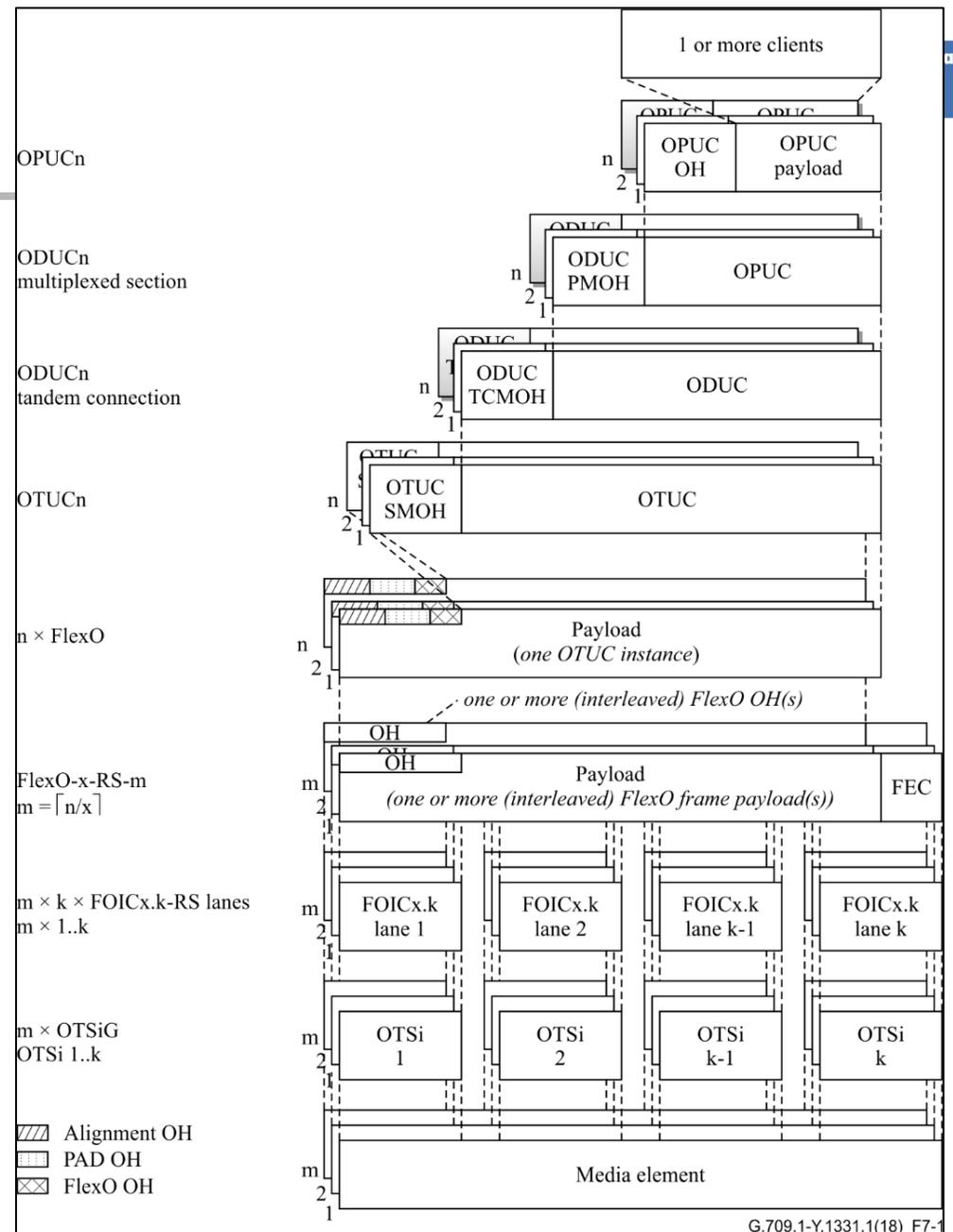
6章：概要とアプリケーション

- FlexO-x-RS-mインタフェースグループに関する機能を規定
 - OTUCn信号用の相互接続可能なインタフェースを提供する。
 - m個の標準レートインタフェースを結合することにより、ODUflexおよびOTUCnの大容量化を可能にする。
 - インタフェースレートのモジュラリティと柔軟性を提供する。
 - OTUCn信号に関連しない機能、例えば、フレーム、アライメント、デスキュー、グループ管理、管理通信チャネル等を提供する。
 - [ITU-T G.709]で指定されているOTU4にインタフェースレートを一致させることによって100Gモジュール(例:CFP 2、QSFP 28)を再利用する。
 - 本勧告で指定されているレート固有のFlexO-x-RSインタフェースは、システム外部の参照ポイントとなる。

7章：構造とプロセス

□ 基本的な信号構造

1. OTUCn信号がn個のFlexO信号にマッピング
2. 各FlexO信号は1つのOTUCインスタンスを包含
3. n個のFlexOインスタンスは、m ($m \leq n$)個のFlexO-x-RSインタフェースにマッピング
4. 各FlexO-x-RSインタフェースには、単一のFlexOインスタンスまたはインターリーブされた複数のFlexOインスタンスとFECを包含
5. 各FlexO-x-RSインタフェースは、k個のFlexO-x-RSレーン信号に分割
6. 各レーン信号は1つのOTSi上に変調され、k個のOTSiは1つの媒体要素（例：光ファイバ）を經由して OTSiGとして転送



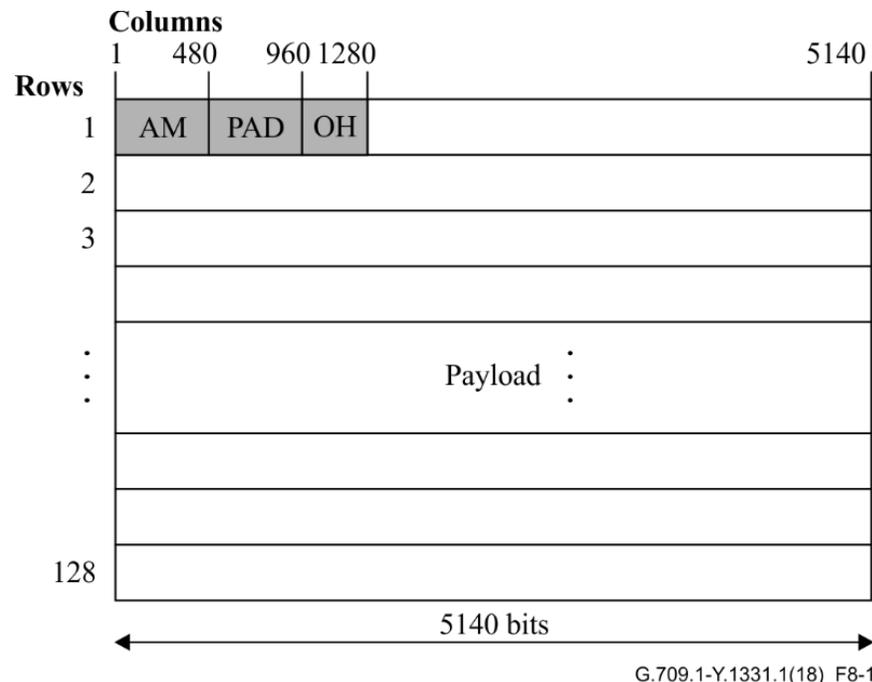
G.709.1-Y.1331.1(18) F7-1

図7-1-FlexO-x-RS-mインタフェースグループ主要情報の関係
 伝送網・電磁環境専門委員会資料 24

8章 : FlexOフレーム

□ フレーム構造

- 本フレームは、128行 × 5140列のフレーム構造
- 1行目の1列目から480列目はアライメントマーカークラスタ領域 (AM)
- 1行目の481列目から960列目はパッド領域 (PAD)
- 1行目の961列目から1280列目はオーバーヘッド領域 (OH)
- フレームの残りの部分 (128×5140-1280=656640ビット)は、ペイロード領域



- マルチフレーム構造の場合、8フレームFlexOマルチフレーム構造が定義される。

図8-1-FlexOフレーム構造

9章 : アライメントマーカとオーバーヘッド

FlexOフレームには下記のアライメントマーカやオーバーヘッドが含まれる

- **レーンアライメントマーカ(AM)**
レーンのアライメント、順序付け、レーン間のスキュー調整に利用されるレーンごとに固有のビットパターン
- **パッド(PAD)**
すべて「0」の値を持つ領域
- **マルチフレーム同期信号 (MFAS)**
マルチフレーム構造を提供するために、FlexOフレームごとにインクリメントされる領域
- **ステータス (STAT)**
汎用的に用いられるステータス表示
- **グループ識別子 (GID)**
インタフェースが同一のFlexOグループに属していることを確認するための識別子
- **FlexOインスタンス識別子 (IID)**
m個のFlexO-x-RSインタフェースの間で固有の値をもつ識別子
- **FlexOマップフィールド (MAP)**
インスタンスがグループに属する場合、該当するビットを「1」に設定
- **OTUCの可用性 (AVAIL)**
FlexO-1-RS(100G)インタフェースの場合に値を「1」に設定
- **巡回冗長検査 (CRC)**
FAS/OSMC/FCC以外のOH領域の整合性を確認するためのCRC-16
- **FlexOコミュニケーションチャネル (FCC)**
FlexO-x-RSインタフェースごとに約17.98 Mbit/sの通信チャネルを提供
- **OTN同期メッセージチャネル (OSMC)**
同期ステータスメッセージ (SSM) および PTP メッセージを転送するためのチャネル
- **将来の国際標準用に予約されたビット(RES)**

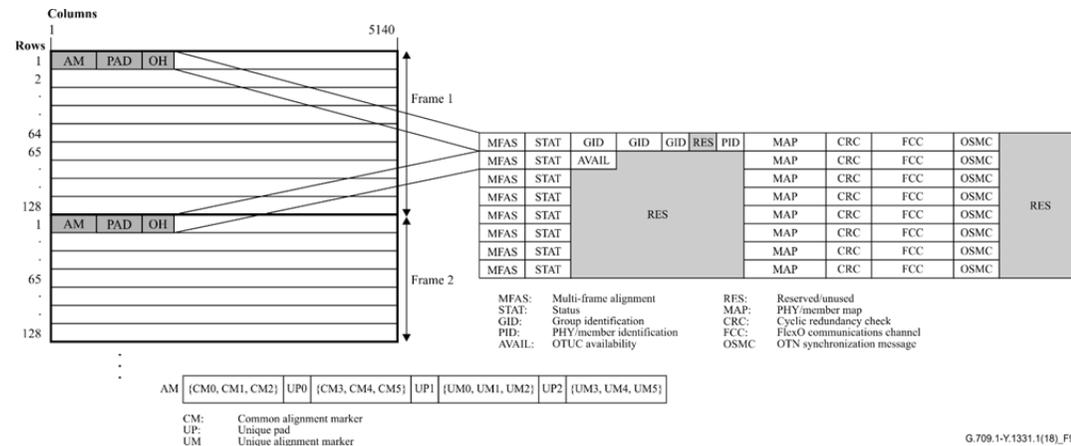


図9-1-オーバーヘッドの概要

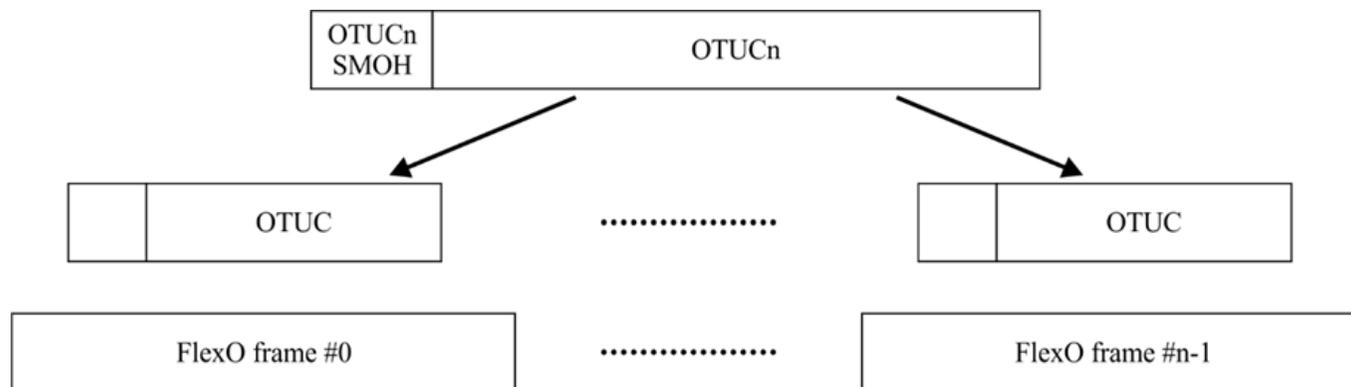
10章：OTUCnシグナルのn個のFlexO インスタンスへのマッピング

□ FlexOとOTUCnの対応

OTUCnフレームはn個の同期されたOTUCフレームインスタンスからなる。それぞれのOTUCインスタンスは1つのFlexOインスタンスに収容される(図10-1)。FlexOインスタンスはインタフェースの帯域幅に応じてm個のFlexOインスタンスを結合し、FlexO-x-RSインタフェースを構成する。

□ FlexOフレームへのOTUCのマッピング

OTUC信号のマッピングの際、FlexOフレームのペイロード領域は128ビットのブロックに分割される。OTUC信号の128ビットのグループは、ビット同期手順(BMP)によりFlexOフレームのペイロード領域へマッピングされる



G.709.1-Y.1331.1(18)-Cor.1(20)_F10-1

図10-1-n*FlexOフレームインスタンスに分散されたOTUCn

11章 : 100G FlexO-1-RSインタフェース

□ FlexO-1-RSフレーム構造

FlexO-1-RSフレームは、1から5140列がペイロードエリア、5,141から5,440列がFECパリティ領域からなる128行×5,440ビット列で構成される。(図11-1)

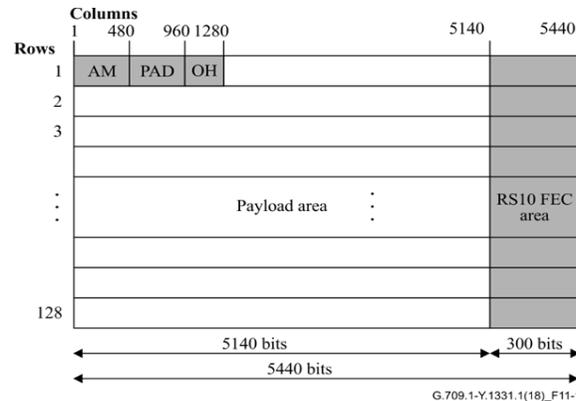


図11-1-100G FlexO-1-RSフレーム構造

□ ビットレート

FlexO-1-RS信号のビットレートは約111809474.446 kbit/sとなる。(表11-1)

表11-1-100G FlexO-1-RSタイプとビットレート

100G FlexO-1-RS公称ビットレート。	ビットレート許容偏差。
30592/27233×99 532 800 kbit/s。	±20 ppm。
注1:100G FlexO-1-RSの公称ビットレートは約111 809 474.446 kbit/sとなる。 注2:100G FlexO-1-RSビットレートは、次のようにOTUCビットレートを基準にすることができる。256/241×OTUCビットレート=256/241×239/226×99 532 800 kbit/s。 注3:結果として100G FlexO-1-RSビットレートは、OTU4公称ビットレートの-4.46 ppmオフセット以内となる。	

11章 : 100G FlexO-1-RSインタフェース

□ FOIC1.4-RSインタフェース

FOIC1.4-RSインタフェースは、28Gbit/sの4つの物理インタフェースを使用して、マルチチャネルパラレルインタフェースで構成される。

FEC符号化後、データおよびパリティビットは、最小レーンから最大レーンまでのラウンドロビン方式で、4つの論理FOIC1.4レーンに10ビットのグループで分配される。(表11-3)

表11-3-4つのFOIC1.4-RSレーンでのAMビット分布

AMビット	レーン0 AM 0の10ビットシンボル	レーン1 AM 1の10ビットシンボル	レーン2 AM 2の10ビットシンボル	レーン3 AM 3の10ビットシンボル
1-40	0101100101	0101100101	0101100101	0101100101
41-80	0100100110	0100100110	0100100110	0100100110
81-120	0100011011	0100001000	0100011000	0100010110
121-160	0110100110	0010100110	1010100110	1010100110
161-200	1010110110	1010110110	1010110110	1010110110
201-240	0110111001	0110111110	0110110111	0110110010
241-280	1011100000	0110010110	1111011111	0001011000
281-320	0010001110	1001111011	0011001111	0100000001
321-360	1100111101	0111111000	0110101010	0000101111
361-400	1001000111	0110011010	0000001000	0111101001
401-440	1111011100	0101100001	0011001100	1110111111
441-480	0100110000	0010000001	0010010101	1011110100

注:各10ビットワードの送信順序は左から右となる(MSBが最初)。FlexOフレーム内の転送順序は、行を左から右に横切り、テーブルを下にする。各レーンの送信順序は、ワード単位でテーブルの下方向となる。

12章 : 200G FlexO-2-RSインタフェース

□ FlexO-2-RSフレーム構造

FlexO-2-RSフレームは、2つの10ビットインターリーブされた100G FlexOフレームから構成される。(図12-2)

m×200G FlexO-2-RSグループがn<2mのOTUCnを伝送する場合は、n個のOTUC nが#1,#2,#3…の順で100G FlexOフレームに収容される。OTUCが収容されないFlexOフレームのGIDフィールドはすべて0に設定される。(図12-1)

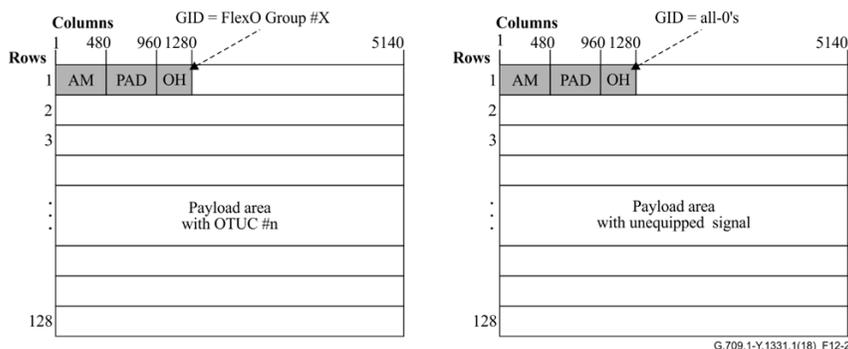


図12-1-部分補填の場合の200G FlexO-2-RS#m信号内の100G FlexOフレーム

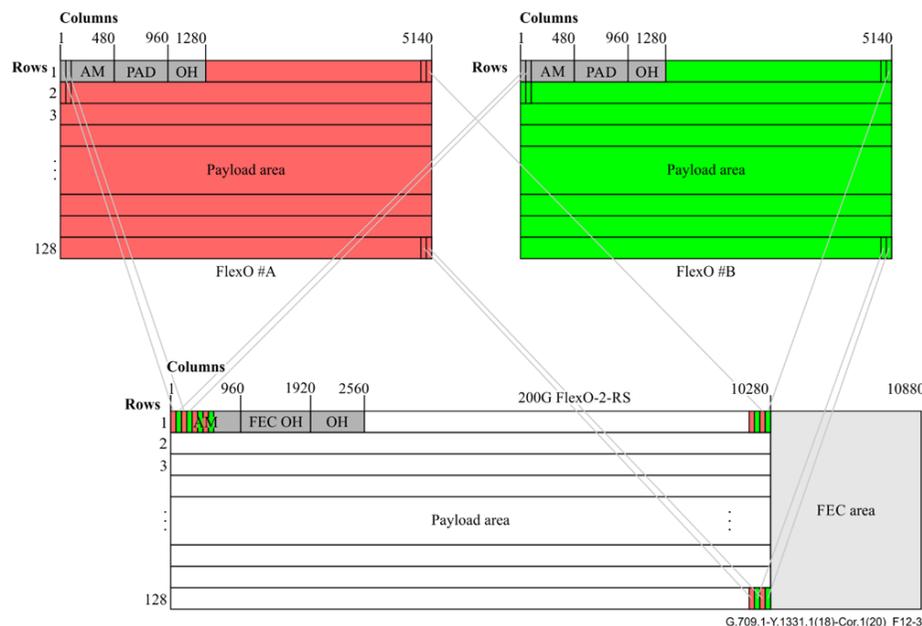


図12-2-200G FlexO-2-RSフレーム構造へのFlexOインスタンスのマッピング

12章 : 200G FlexO-2-RSインタフェース

FOIC2.4-RSインタフェース

FOIC2.4-RSインタフェースは、56Gbit/sの4つの物理インタフェースを使用して、マルチチャネルパラレルインタフェースで構成される。

FOIC2.4-RSインタフェースプロセス

200G FlexO-2-RSプロセス(図12-5) は、大きく以下の3つのプロセスで分けられる。

①OTUCをFlexOフレームに収容

(100G FlexOのプロセスを再利用)

②スクランブラで、AMとFECを除いた箇所がスクランブルされ、その後にAM挿入

③FECエンコード後、2つのFECコードワードの各セットは、10ビットベースでインターリーブされ、最小番号から最大番号のレーンまでラウンドロビン方式で8つの論理レーンに分配

(IEEE 802.3 200GE PCS下部とFECプロセスを再利用)

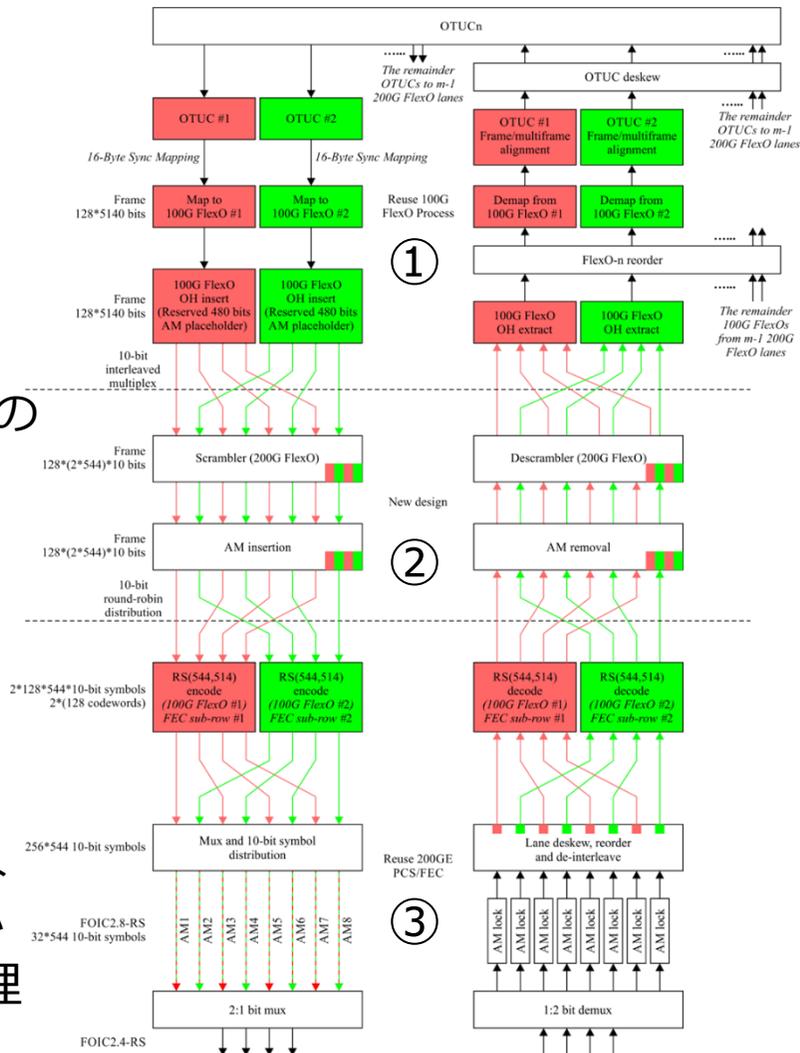


図12-5-200G FlexO-2-RSプロセス

13章 : 400G FlexO-4-RSインタフェース

□ FlexO-4-RSフレーム構造

4つのFlexOフレームが10bitインタリーブされてFlexO-4-RSフレームが構成される。
(図13-2)

m×400G FlexO-4-RSグループがn<4 mのOTUCnを伝送する場合は、n個のOTUC nが#1,#2,#3…の順でFlexOフレームに收容される。OTUCが收容されないFlexOフレームのGIDフィールドはすべて0に設定されOTUCが收容されていないことを示す。
(図13-1)

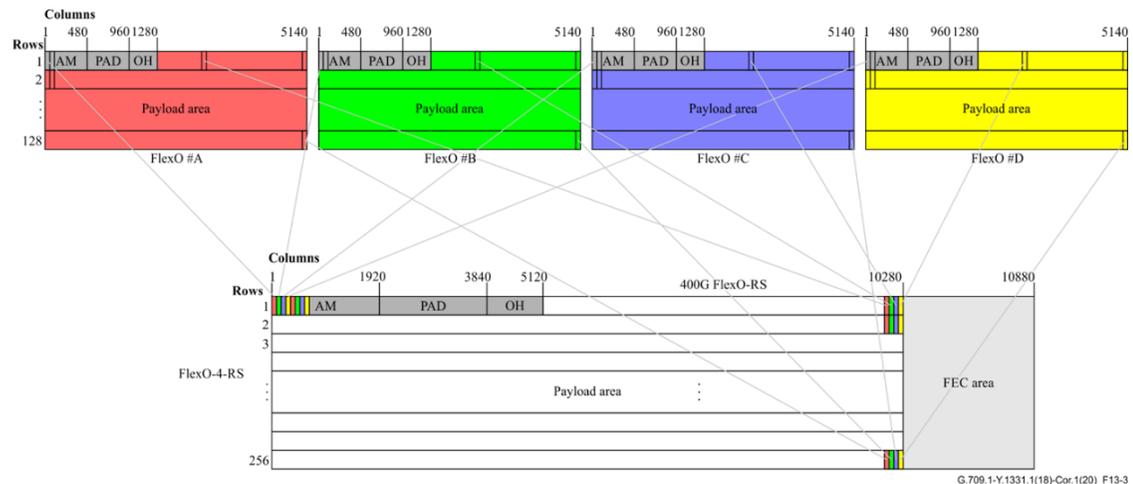
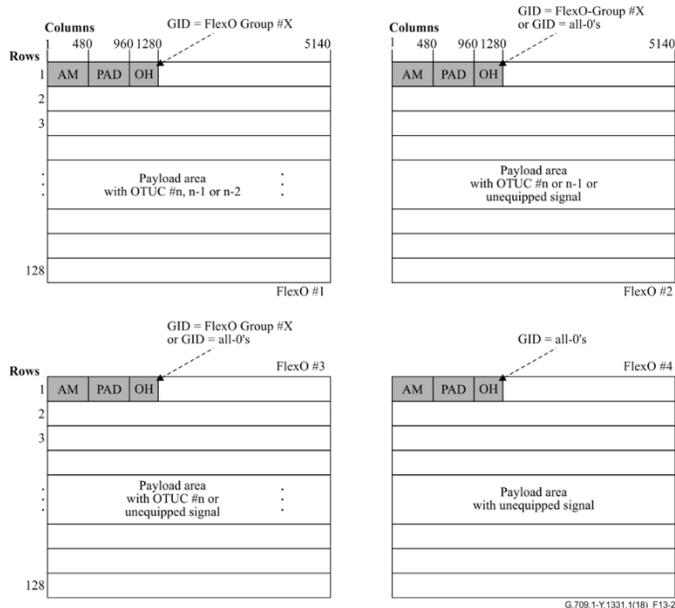


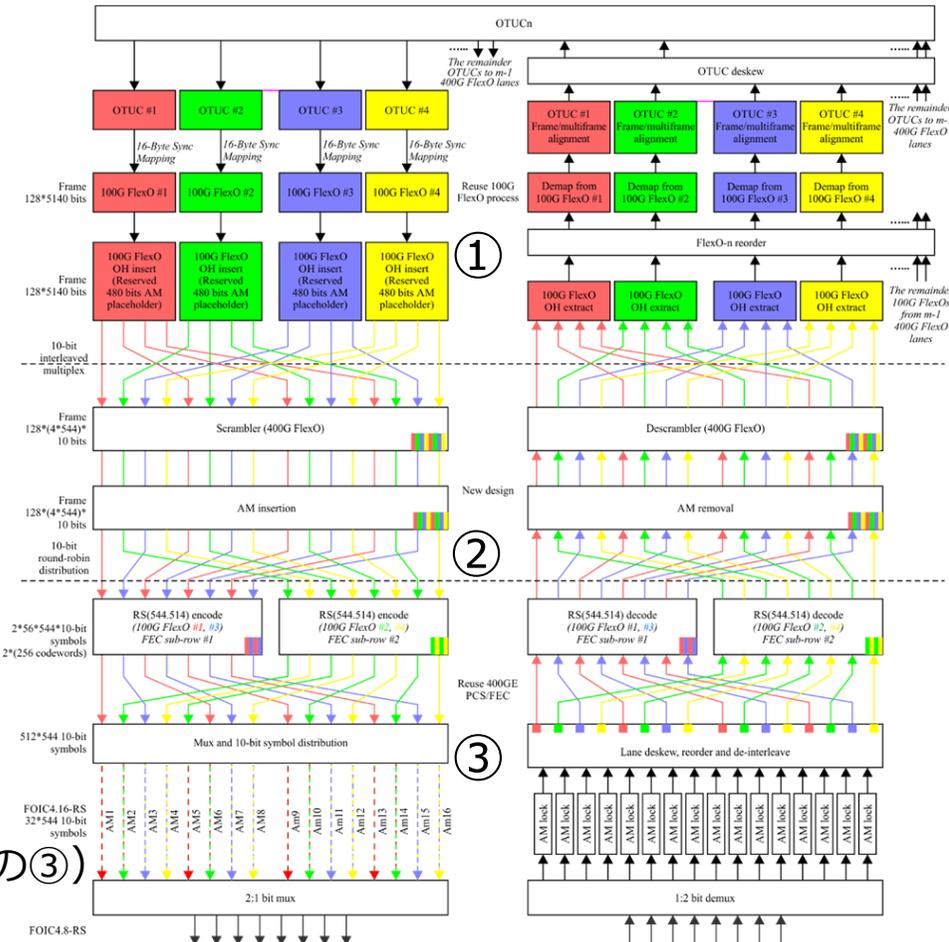
図13-1-部分充填の場合の400G FlexO-4-RS#m信号内の100G FlexOフレーム

図13-2-400G FlexO-4-RSフレーム構造へのFlexOインスタンスのマッピング

13章 : 400G FlexO-4-RSインタフェース

□ FlexO-4-RSインターフェースプロセス
プロセスは下記三つに分けられる。

- 100G FlexO 再利用部分 (図13-5の①)
100G FlexOへのOTUCのインスタンスプロセスを再利用している。
- 400G FlexO-4-RS新規部分 (図13-5の②)
スクランブラ/デスクランブラ、AM挿入/除去のプロセスは新規に設計されている。
スクランブラ/デスクランブラは400G FlexO-4-RSフレーム先頭で初期化される。
AMとFECのパリティシンボル領域はスクランブルされずAMフィールドの値はDCバランスが取れたユニークな値が挿入されFECパリティシンボル領域はFECで付加される。
- IEEE 802.3 400GE PCS/FEC 再利用部分 (図13-5の③)
400GEのPCS下部とFECプロセスを再利用している



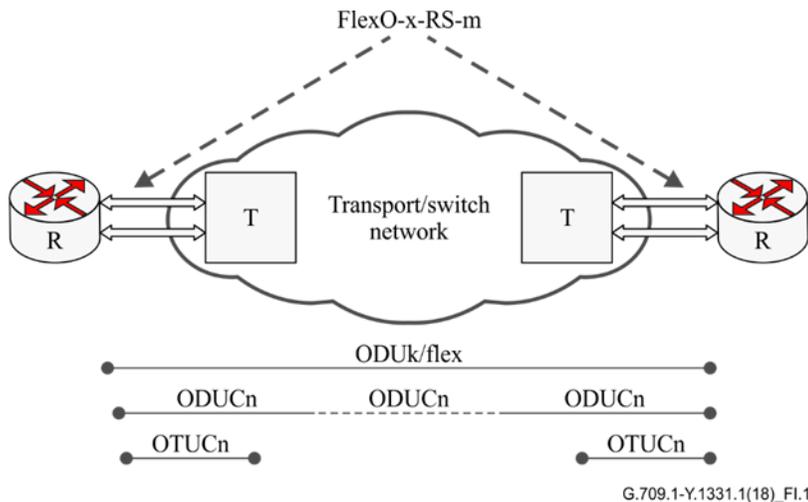
G.709.1-Y.1331.1(18)-Amd.1(19)_F13-6

図13-5-400G FlexO-4-RSプロセス

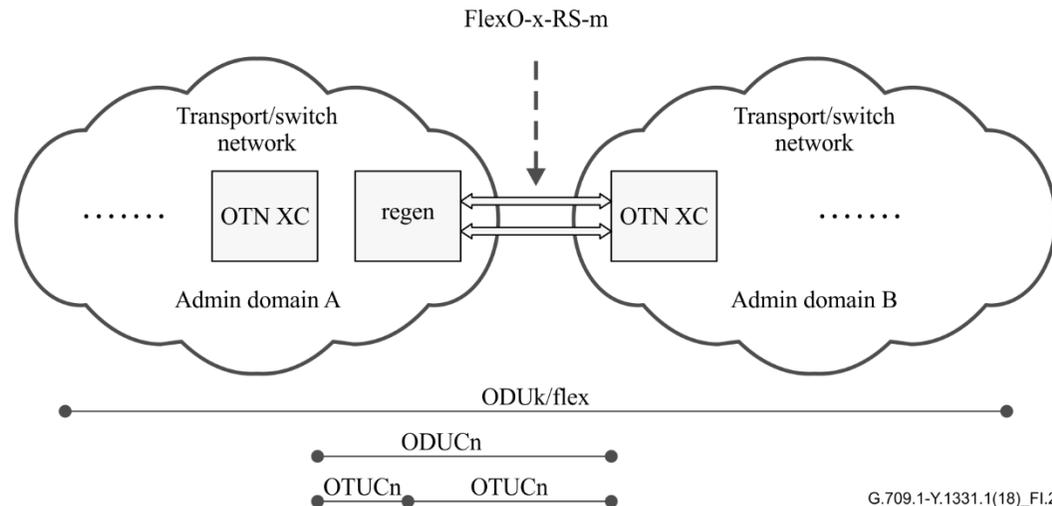
付録：アプリケーション例

□ アプリケーション例

FlexO-x-RSインタフェースのアプリケーション例は図I.1および図I.2のようなルータ (R) ノードとトランスポート (T) ノード間のOTNハンドオフや、異なる管理ドメイン間のハンドオフなどが想定される。



図I.1-FlexO-x-RSハンドオフルータ転送の例



図I.2-FlexO-x-RSドメイン間ハンドオフの例