

2024年度3Q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

2024年12月6日

1. 組織図
2. 標準化対象
3. TTC標準草案
(JT-G709.1「フレキシブルOTN共通要素」)

組織図

伝送網・電磁環境専門委員会

装置機能・管理SWG

JT-G709.1 (改定)
フレキシブルOTN共通要素

多重分離インタフェースと網同期SWG

情報通信装置のEMC・ソフトエラー SWG

標準化対象

【新規：0件，改定：1件，廃止：0件】

TTC標準	対応する国際標準
JT-G709.1 (改定)	ITU-T G.709.1(03/2024)

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共通要素
(Flexible OTN common elements)
第2版

標準案概要

JT-G709.1改定の背景

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。

世界的に普及が進んでいるITU-T G.709 OTNインター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2017年に制定された。

2024年に、**ITU-T G.709.1における短距離インターフェースに関する記述が[ITU-T G.709.5]に移行されたため、この勧告が改定され、共通のFlexible OTN要素について記述された版がリリースされた。**

上記を考慮して、TTCにおいてもJT-G709.1を改定すべきと判断した。

JT-G709.1 第2版標準案

【JT-G709.1第2版での規定事項】

JT-G709.1第2版では、相互接続アプリケーションで使用される様々なタイプの**FlexOインターフェースに共通する要素と信号構造を規定**している。

これには、**FlexOフレーム、FlexOインスタンスのインターリーブ、FlexO-n(e)へのマッピング手順、およびFlexOオーバーヘッド**が含まれる。FlexOインターフェースは、複数のインターフェースを結合（グルーピング）することをサポートしており、一つ以上のクライアント信号（例えば、OTUCnやイーサネット）を一つ以上の光トリビュタリ信号（OTSi）を通じて転送可能である。

なお、**JT-G709.1第1版において記載されていた100G/200G/400G FlexOインタフェースの規定については、ITU-T G.709.xシリーズに移管**されたため、JT-G709.1第2版には含まれていない。

JT-G709.1第2版目次構成

JT-G709.1目次構成		(参考) ITU-T G.709.1 Table of contents (03/2024)	
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フレームとメンテナンス	8	FlexO frame and maintenance
9	オーバーヘッド	9	Overhead
10	FlexOマッピング手順	10	FlexO mapping procedures
付属資料A	FlexOsec暗号化と認証	Annex A	FlexOsec encryption and authentication
付属資料B	FlexO-n(e)における汎用マッピング手順の原則の適用	Annex B	Applying generic mapping procedure principles in a FlexO-n(e)
付属資料C	イーサネットクライアントのトランスポートおよび再生におけるローカル劣化とリモート劣化	Annex C	Transporting Ethernet client and Regen Local Degrade and Remote Degrade
付録I	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	Appendix I	Example short-reach applications
付録II	アプリケーション例	Appendix II	Example long-reach applications

(参考) JT-G709.1第1版目次構成

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(e)-<int>-mインタフェースグループに関する機能を規定

- フレキシブルOTNインターフェースグループ (FlexO-x(e)-<int>-m) は、様々なアプリケーション向けに定義されている。
- フレキシブルOTNインターフェースグループは、[ITU-T G.709]を補完し、OTUCnトランスポート用のインターフェースと、イーサネットに最適化されたトランスポート用のインターフェースを提供する。
- **FlexO-x-<int>-mインターフェースグループは、標準レートのインターフェース（例えば100Gや400G）を結合することでモジュラリティを実現し、OTUCnクライアントを適応させて多重化する。**
- FlexO-xe-<int>-mインターフェースグループは、イーサネットクライアントを適応させて多重化することに最適化されている。
- インタフェース種別として、FlexO短距離インターフェース、およびFlexO長距離インターフェースがある。

7章：構造とプロセス

- FlexO-x(e)-<int>-mインターフェースグループに関連する機能について紹介
- FlexO共通要素に関連する基本的な信号構造、プロセス、およびアトミックファンクションを紹介

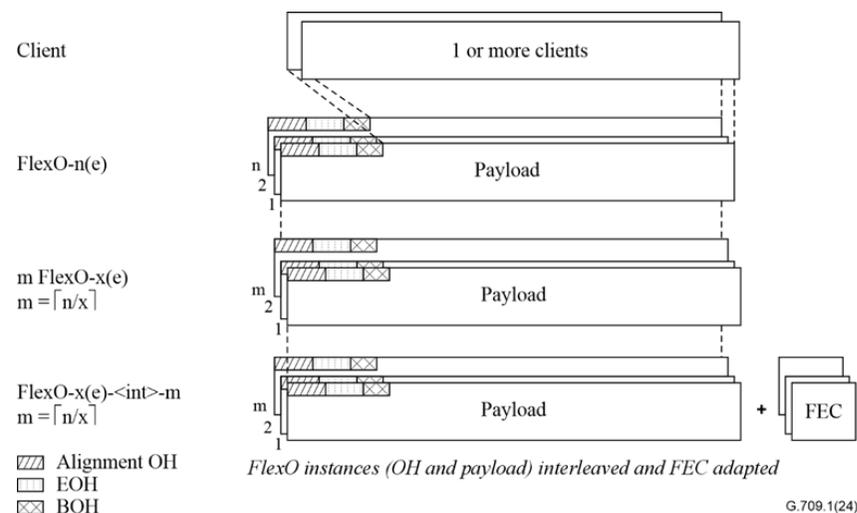


図7-1 FlexOインタフェースにおける情報収容の関係

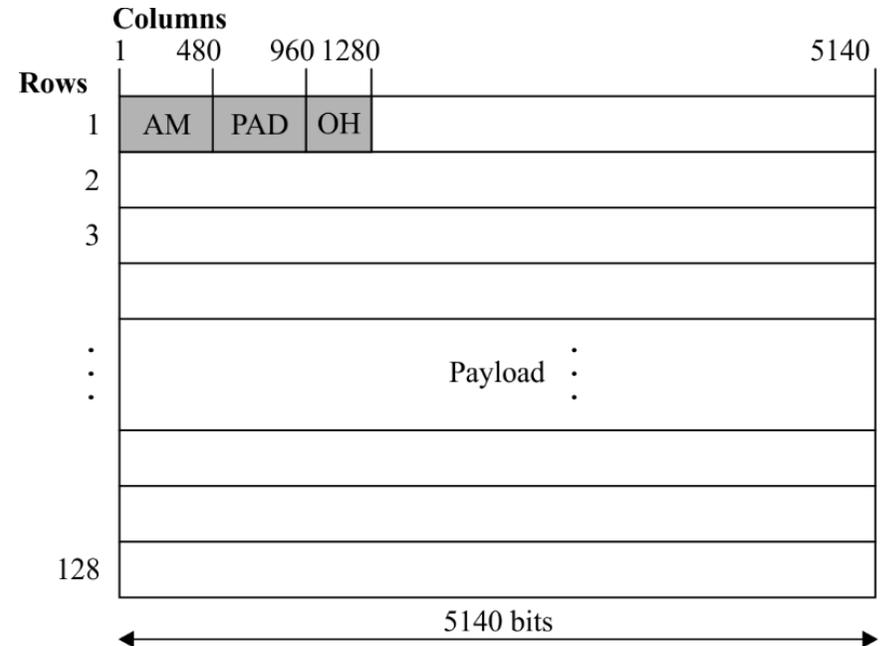
□ 基本的な信号構造

1. クライアント信号がn個のFlexO信号にマッピング
2. n個のFlexOインスタンスは、m ($m \leq n$)個のFlexO-x(e)インタフェースにマッピング
3. 各FlexO-x(e)<int>-m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

8章 : FlexOフレームとメンテナンス

□ 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 ($128 \times 5140 - 1280 = 656640$ ビット)は、ペイロード領域



G.709.1-Y.1331.1(18)_F8-1

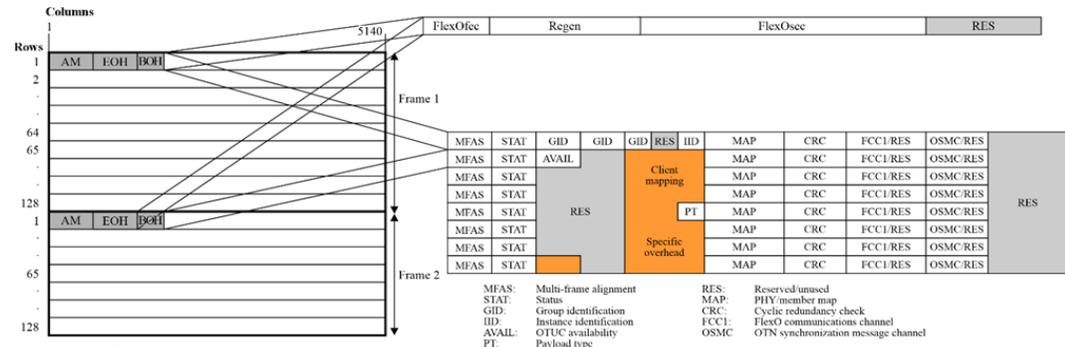
- マルチフレーム構造の場合、8フレーム FlexOマルチフレーム構造が定義される。
- メンテナンス状態は、オーバーヘッドによって示される。

図8-1-FlexOフレーム構造

9章：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等が含まれる。

- **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ンネル (FCC)**
FlexO-x-RSインタフェースごとに約17.98 Mbit/sの通信チャンネルを提供
- **OTN同期メッセージチャンネル (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ンネル
- **将来の国際標準用に予約されたビット(RES)**



G.709.1(24)

図9-1-オーバーヘッドの概要

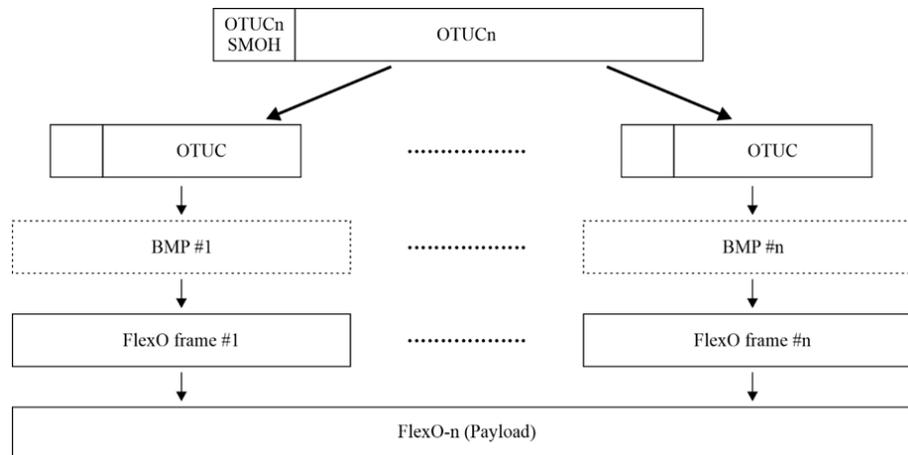
10章 : FlexOマッピング手順

□ FlexOとOTUCnの対応関係

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構成される。それぞれのOTUCインスタンスは1つのFlexOインスタンスに收容される (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(24)

図10-1 OTUCnがFlexO-nに分配される様子

付属資料A : FlexOsec暗号化と認証

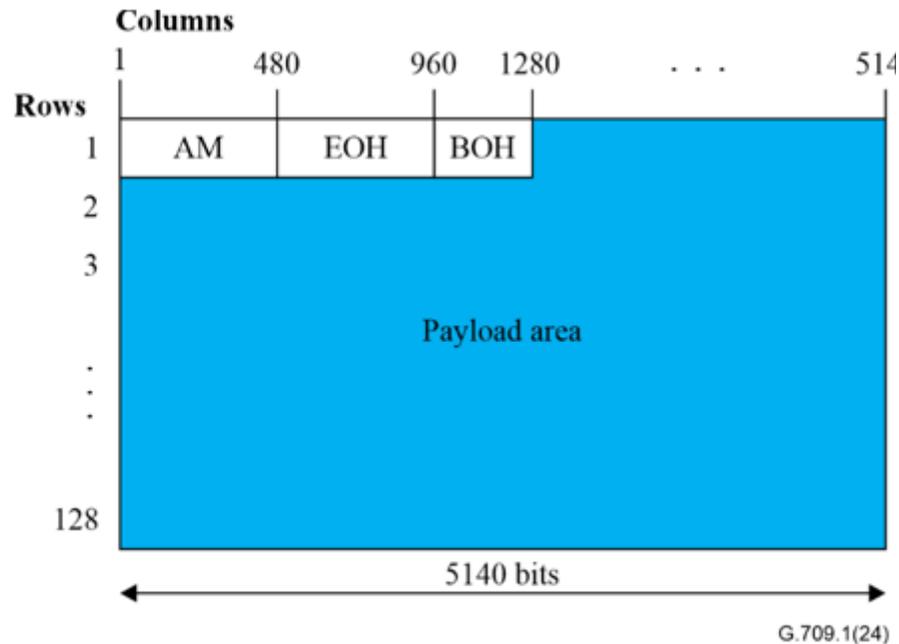


Figure A.1 – FlexO frame encryption

図A-1-flexOフレーム暗号化

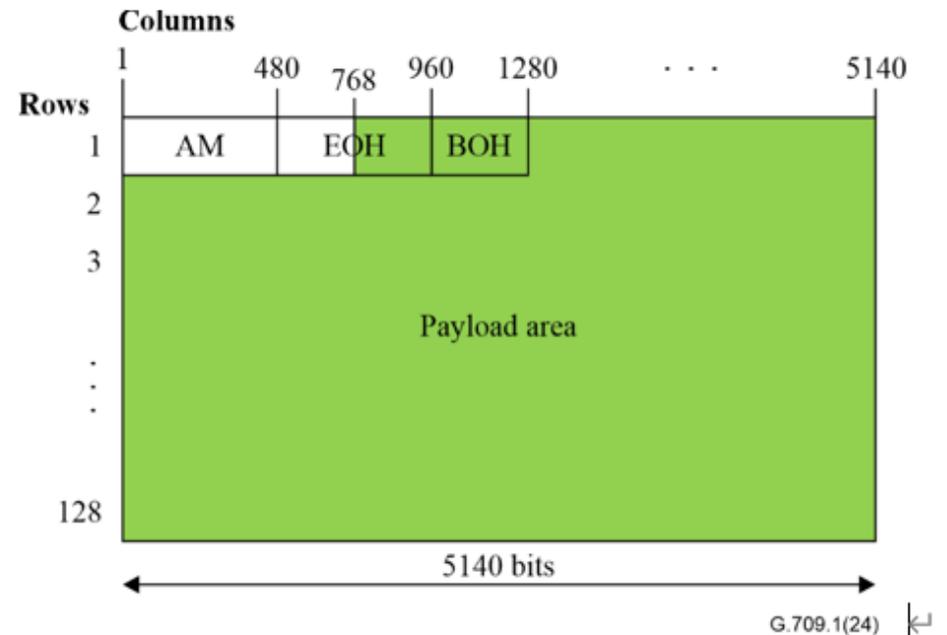


Figure A.3 – FlexO frame authentication

図A-3 FlexOフレーム認証

FlexOsecフレーム暗号化

FlexOフレームペイロード領域のビットは送信前に暗号化される。これらのビットはFlexOフレームペイロード領域に対応しており、AM、EOH、BOHフィールドは含まれていない。

FlexOsecフレーム認証

認証はEOH内の769ビット目（7番目の128ビットワードに相当）から始まり、フレームの最後まで続く。

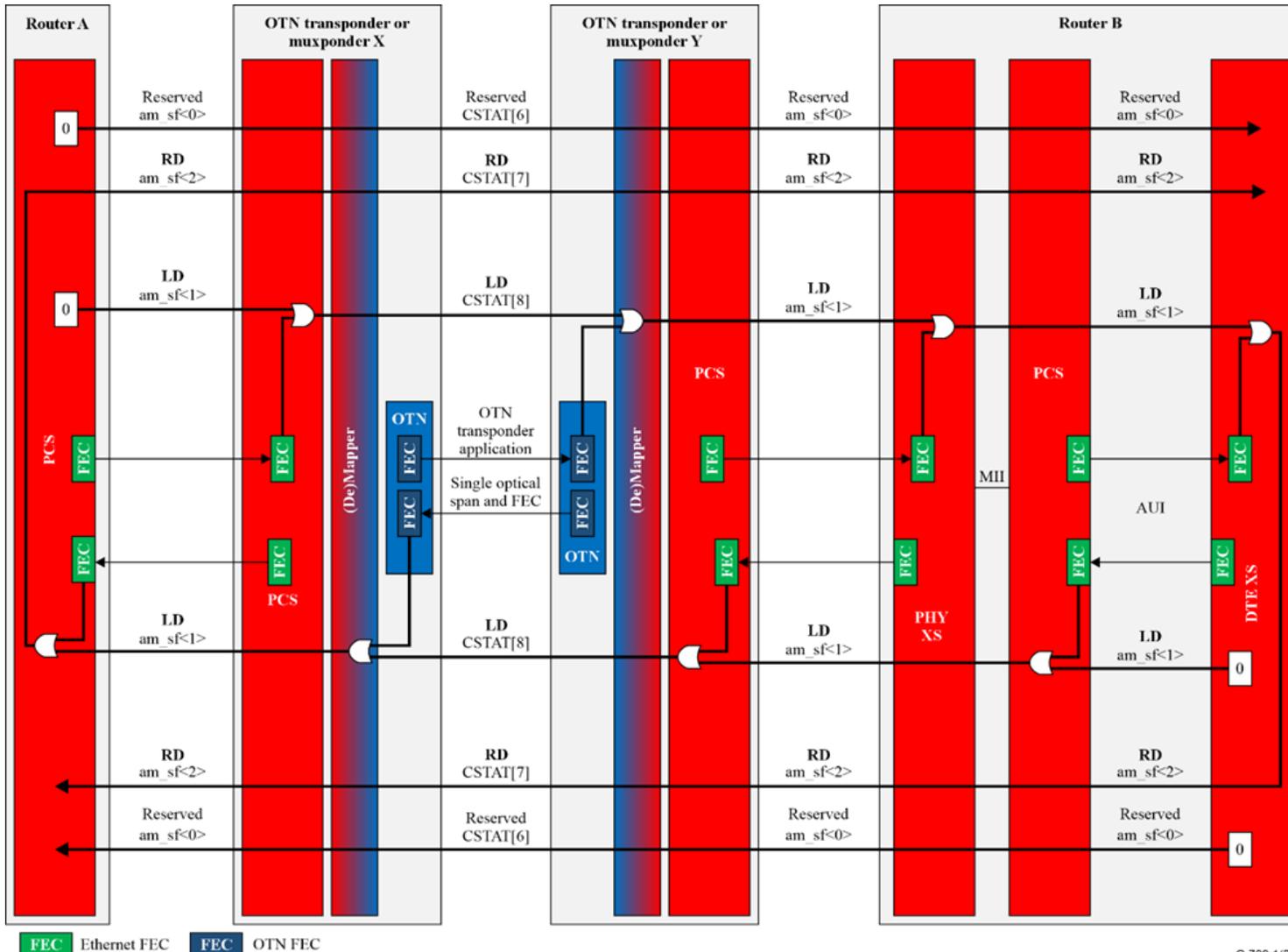
付属资料B : FlexO-n(e)における汎用マッピング 手順の原則の適用

- ここでは、クライアントがFlexO-n(e)ペイロードにマッピングされる場合のFlexOケース内でのGMP（汎用マッピング手順）の適用原則を示している。

表B.1-FlexO-n(e) GMPパラメータの一部

GMP parameter [↵]	Equations [↵]	y00GBASE-R into y FlexO payload instances of a FlexO-ne [↵]	OTUC into FlexO instance payload [↵]
$c_{m,nom}$ [↵]	$c_{m,nom} = \left(\frac{f_{client,nom} \times P_{m,server}}{fp_{server,nom}} \right)$ [↵]	100GBASE-R: 10 215.785 [↵] y00GBASE-R: 10 215.910 (y = 2,4,8) [↵]	10242.5 [↵]
$c_{m,min}$ [↵] (注) [↵]	$c_{m,min} = c_{m,nom} \times \left(\frac{1 - f_{client,tolerance}}{1 + fp_{server,tolerance}} \right)$ [↵] $c_{m,min} = \lfloor c_{m,min} \rfloor$ [↵]	100GBASE-R: 10 214.559 [↵] y00GBASE-R: 10 214.684 (y = 2,4) [↵] 800GBASE-R: 10 215.195 [↵]	10 242.090 [↵]
$c_{m,max}$ [↵] (注) [↵]	$c_{m,max} = c_{m,nom} \times \left(\frac{1 + f_{client,tolerance}}{1 - fp_{server,tolerance}} \right)$ [↵] $c_{m,max} = \lceil c_{m,max} \rceil$ [↵]	100GBASE-R: 10 217.011 [↵] y00GBASE-R: 10 217.136 (y = 2,4) [↵] 800GBASE-R: 10 216.625 [↵]	10 242.910 [↵]
$c_{n,nom}$ [↵] [↵]	$c_{n,nom} = \left(\frac{f_{client,nom} \times P_{n,server}}{fp_{server,nom}} \right)$ [↵]	100GBASE-R: 326 905.139 [↵] y00GBASE-R: 326 909.130 (y = 2,4,8) [↵]	327 760 [↵]
$c_{n,min}$ [↵] (注) [↵]	$c_{n,min} = c_{n,nom} \times \left(\frac{1 - f_{client,tolerance}}{1 + fp_{server,tolerance}} \right)$ [↵] $c_{n,min} = \lfloor c_{n,min} \rfloor$ [↵]	100GBASE-R: 326 865.9111 [↵] y00GBASE-R: 326 869.902 (y = 2,4) [↵] 800GBASE-R: 326 886.247 [↵]	327 746.890 [↵]
$c_{n,max}$ [↵] (注) [↵]	$c_{n,max} = c_{n,nom} \times \left(\frac{1 + f_{client,tolerance}}{1 - fp_{server,tolerance}} \right)$ [↵] $c_{n,max} = \lceil c_{n,max} \rceil$ [↵]	100GBASE-R: 326 944.368 [↵] y00GBASE-R: 326 948.360 (y = 2,4) [↵] 800GBASE-R: 327 773.111 [↵]	327 773.111 [↵]

付属資料C：イーサネットクライアントのトランスポート および再生におけるローカル劣化とリモート劣化

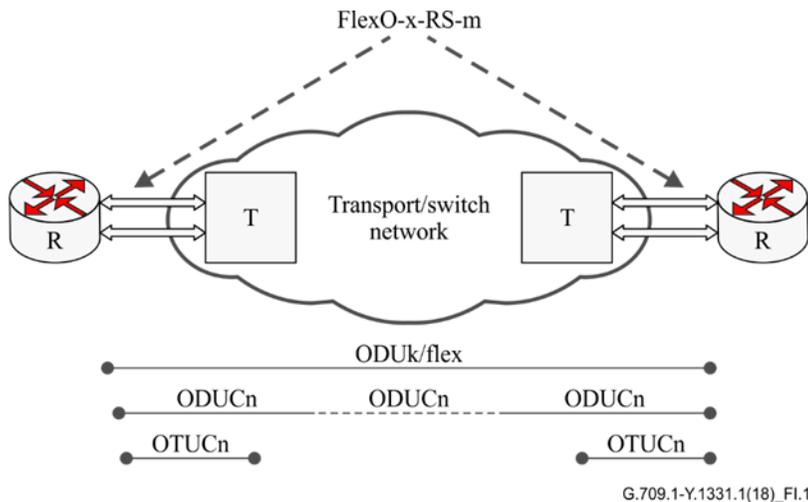


図C.1-200G/400G Ethernet用ルーターとOTNマルチポンダー/トランスポンダー間のローカル/リモート劣化のインターワーク

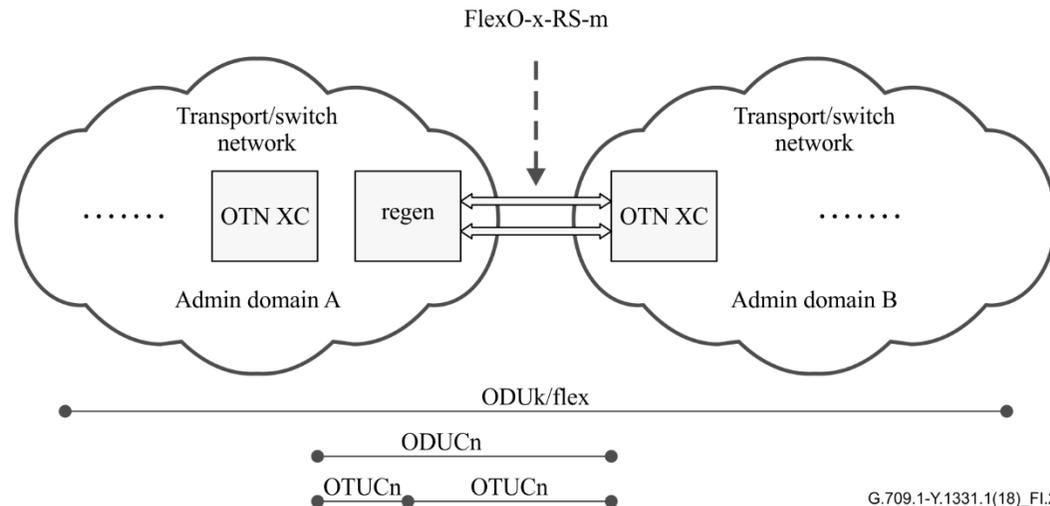
付録I : アプリケーション例

□ 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

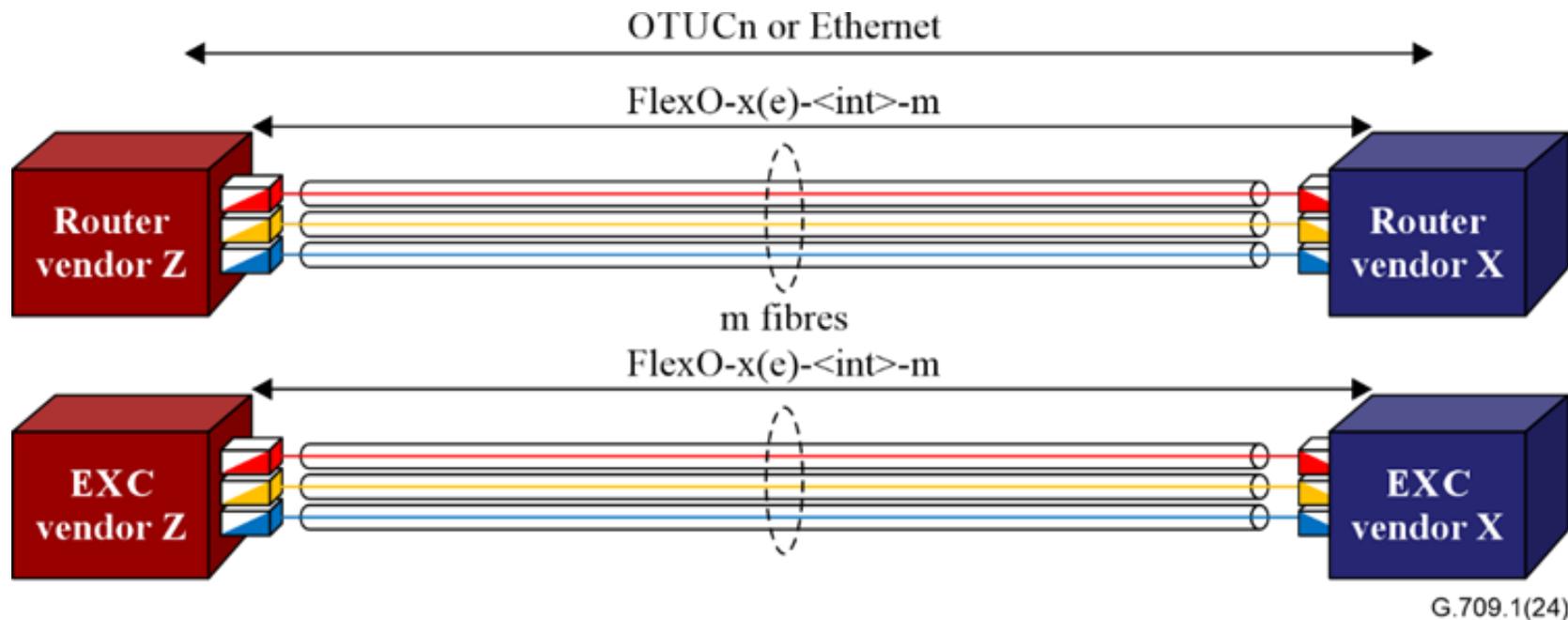


図I.2-FlexO-x-RSドメイン間ハンドオフの例

付録II：アプリケーション例

□ アプリケーション例

m本のポイントツーポイントファイバーを通じてOTNクロスコネクトノードまたはルーターノードを相互接続し、ドメイン間グループインターフェース接続等が想定される。



図II.1-FlexO-x-RS-mがサポートする距離を超えるドメイン間グループインターフェースを確立するFlexO-x(e)-<int>-mの配置