

TTC標準
Standard

JT-G872

光伝送網のアーキテクチャ

Architecture of optical transport networks

第2版

2023年5月18日制定

一般社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。

内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

<参考>.....	5
1. 適用範囲.....	6
2. 参考文献.....	6
3. 定義.....	7
3.1 他の標準で定義されている用語.....	7
3.2 この標準で定義されている用語.....	8
4. 略語.....	8
5. 規約.....	9
5.1 表記.....	9
5.2 図式.....	9
6. OTNの機能構造.....	10
7. OTNのデジタル階層.....	11
7.1 光データユニット(ODU)レイヤネットワーク.....	13
7.1.1 ODUkの多重化.....	14
7.1.2 ODUクライアントとサーバ.....	15
7.1.3 ODUトレイル終端.....	17
7.1.4 ODU伝送エンティティ.....	17
7.1.4.1 ODUタンデムコネクション.....	18
7.1.5 ODUトポロジの構成.....	18
7.2 光伝送ユニット(OTN)レイヤネットワーク.....	18
7.2.1 OTUトレイル終端.....	19
7.2.2 OTU伝送エンティティ.....	20
7.2.3 OTU論理コンポーネント.....	20
7.3 クライアント/サーバアソシエーション.....	20
7.3.1 ODU/クライアントアダプテーション.....	20
7.3.2 ODU/ODUアダプテーション.....	20
7.3.3 OTU/ODUアダプテーション.....	21
8. OTNデジタルレイヤをサポートするメディアネットワークのアーキテクチャ.....	22
8.1 メディアコンストラクト.....	22
8.2 メディア要素.....	22
8.3 光トリビュタリ信号(OTSi).....	22
8.3.1 フレキシブルOTNインタフェース.....	24
8.4 光信号の管理.....	25
8.4.1 OMSとOTSiのメディアチャンネルグループ.....	25
8.4.2 OSC.....	26
8.4.3 光信号保守エンティティ(OSMEs).....	26
8.4.4 メディアチャンネルとOSMEs.....	26
8.5 メディアと信号の管理.....	26
8.5.1 メディアチャンネルの管理.....	26
8.5.2 メディアチャンネルへの信号割り当て.....	26
8.5.3 OTSiA接続の管理.....	26
8.6 変調/復調と終端機能.....	26

8.7 クライアント/サーバ 関連付け	26
8.7.1 M-AI/OTU アダプテーション機能	26
8.7.2 OMS-O/OTSiG-O アダプテーション機能	27
8.7.3 OTS-O/OMS-O アダプテーション機能	27
8.7.4 M-AI/OTS-O アダプテーション機能	27
9. メディアネットワークポロジ	27
10. 管理	28
10.1 機能	28
10.1.1 障害、構成とパフォーマンス管理	28
10.1.2 クライアント/サーバ相互作用	28
10.1.3 アダプテーション管理	28
10.1.4 接続とMCG監視	29
10.1.4.1 連続性の監視	29
10.1.4.2 接続性の監視	29
10.1.4.3 保守情報	29
10.1.4.4 サブネットワーク/タンデム/未使用の接続監視	29
10.1.5 接続品質の監視	30
10.1.6 監視制御通信	30
10.1.7 周波数と時間同期	30
10.2 接続監視技術	30
10.3 接続監視アプリケーション	30
10.3.1 未使用接続	30
10.3.2 接続モニタリング	30
11 OTNの可用性の技術	31
付録 I (参考) OChとOTSiの用語の関係	32
付録 II (参考) フレックスイーサネットを運ぶためのOTNの使用法	34
II.1 フレックスイーサネットの概要	34
II.2 FlexE unaware	34
II.3 FlexE aware	34
II.4 FlexE terminating	35
付録 III (参考) ODUレイヤネットワークの考え方の例	36
付録 IV (参考) マルチドメインOTNアプリケーションの例	39
参考文献	41

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告G.872 (12/2019), G.872 Erratum 1 (01/2021), G.872 Amendment 1 (01/2021)に準拠したものである。

2. 上記国際勧告等との相違

2.1 オプション選択項目

なし。

2.2 ナショナルマター項目

なし。

2.3 その他

なし。

3. 改版の履歴

版数	発行日	改版内容
第1版	2007年11月26日	制定
第2版	2023年xx月xx日	改定 (ITU-T G.872(12/2019)、G.872 Err.1(01/2021)、およびG.872 Amd.1(01/2021) 準拠)

4. 工業所有権

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

5. その他

(1) 参照する勧告、標準など

ITU-T 勧告 G.709.2, G.709.3, G.709.4, G.798, G.800, G.807, G.8873.3, G.874, G.875, G.7712

TTC 標準 JT-G694.1, JT-G694.2, JT-G695, JT-G698.1, JT-G698.2, JT-G709, JT-G709.1, JT-G805, JT-G873.1, JT-G873.2, JT-G959

6. 標準作成部門

伝送網・電磁環境専門委員会

JT-G872/光伝送網のアーキテクチャ

1. 適用範囲

この標準は、デジタルレイヤネットワークについては[ITU-T G.800]及び[JT-G805]にて、また光メディアネットワークについては[ITU-T G.807]にて記載されているモデリング方式を用いて、光伝送網(OTN)の機能構造について述べている。OTNの機能はネットワークレベルの観点から説明されている。これは光ネットワークのクライアントの特性情報(CI)、クライアント/サーバレイヤの関連付け、ネットワークトポロジ、光メディアネットワーク構造、そしてデジタルクライアント信号の多重、ルーティング、監視、パフォーマンス評価、ネットワークサバイバリティを提供するレイヤネットワーク機能についても記述されている。OTNのデジタルレイヤは[JT-G709]で定義されているフレーム形式を使用する。ネットワークのメディア部分は、[ITU-T G.807]で説明されているメディア構成、メディア要素、及び光信号保守エンティティの観点から説明されている。

本標準はデジタルクライアント信号をサポートするOTN光伝送路の基本的な記述に限定される。クライアントとしてのアナログ信号のサポートは本標準の範囲外である。

2. 参考文献

以下のITU-T勧告 および規定を含む参考文献がこの標準の規定を構成する。出版時点では記載した版数は有効であるが、全ての標準および他の参考文献は改版される可能性がある。したがって、この標準の全てのユーザは以下に列記される標準や他の参考文献の最新版を適用する可能性について調査することが望ましい。最新のITU-T勧告のリストは定期的には出版されている。この標準内のドキュメントへの参照は、独立したドキュメントとして標準のステータスを示すものではない。

- [JT-G694.1] TTC標準 JT-G694.1 (第2版), 2012/08/30, WDM用途のスペクトル・グリッド : DWDM周波数グリッド
- [JT-G694.2] TTC標準 JT-G694.2 (第1版) 2005/11/24, WDM用途のスペクトル・グリッド : CWDM 波長グリッド
- [JT-G695] TTC標準 JT-G695 (第2版), 2011/02/23, CWDMアプリケーションのための光インタフェース
- [JT-G698.1] TTC標準 JT-G698.1 (第1版), 2022/05/19, シングルチャネル光インタフェースを備えたマルチチャネルDWDMアプリケーション
- [JT-G698.2] TTC標準 JT-G698.2 (第1版), 2020/05/21, 単一チャネル光インタフェースを有する光増幅DWDMアプリケーション
- [JT-G709] TTC標準 JT-G709 (第2.1版), 2011/03/01, 光伝送網のインタフェース
- [JT-G709.1] TTC標準 JT-G709.1 (第1版), 2021/11/11, フレキシブルOTN短距離インタフェース
- [ITU-T G.709.2] ITU-T Recommendation G.709.2/Y.1331.2 (2018), OTU4 long reach interface.
- [ITU-T G.709.3] ITU-T Recommendation G.709.3/Y.1331.3 (2020), Flexible OTN long reach interfaces.
- [ITU-T G.709.4] ITU-T Recommendation G.709.4/Y.1331.4 (2020), OTU25 and OTU50 short-reach interfaces.
- [ITU-T G.798] ITU-T Recommendation G.798 (2017), Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks.
- [ITU-T G.800] ITU T Recommendation G.800 (2016), Unified functional architecture of transport networks.
- [JT-G805] TTC標準 JT-G805 (第1版), 1999/04/22, 伝達ネットワークの一般的アーキテクチャ
- [ITU-T G.807] ITU-T Recommendation G.807 (2020), Generic functional architecture of the optical media network.
- [JT-G873.1] TTC標準 JT-G873.1 (第1版), 2018/11/15, 光トランスポートネットワーク(OTN):リニアプロテクション

- [JT-G873.2] TTC標準 JT-G873.2 (第1版), 2020/05/21, ODUk共有リングプロテクション
- [ITU-T G.873.3] ITU-T Recommendation G.873.3 (2017), Optical transport network – Shared mesh protection.
- [ITU-T G.874] ITU-T Recommendation ITU-T G.874 (2020), Management aspects of optical transport network elements
- [ITU-T G.875] ITU-T Recommendation G.875 (2020), Optical transport network: Protocol neutral management information model for the network element view.
- [JT-G959.1] TTC標準 JT-G959.1 (第3版), 2019/02/21, 光伝送網の物理インタフェース
- [ITU-T G.7712] ITU-T Recommendation G.7712/Y.1703 (2019), Architecture and specification of data communication network.

3. 定義

3.1 他の標準で定義されている用語

本標準は他の標準で定義されている次の用語を使用する。

- 3.1.1 アクセスポイント(access point): [JT-G805]
- 3.1.2 アダプテーション(adaptation): [JT-G805]
- 3.1.3 適応情報(adapted information)(AI): [JT-G805]
- 3.1.4 管理領域(management domain): [JT-G805]
- 3.1.5 特性情報(characteristic information)(CI): [JT-G805]
- 3.1.6 コネクション監視(connection supervision): [JT-G805]
- 3.1.7 コネクション(connection): [JT-G805]
- 3.1.8 転送ポイント(forwarding point): [JT-G805]
- 3.1.9 階層ネットワーク(layer network): [JT-G805]
- 3.1.10 リンク(link): [JT-G805]
- 3.1.11 メディアチャネル(media channel): [ITU-T G.807]
- 3.1.12 メディアチャネルアセンブリ(media channel assembly): [ITU-T G.807]
- 3.1.13 メディアチャネルグループ(media channel group): [ITU-T G.807]
- 3.1.14 メディアサブネットワーク(media subnetwork): [ITU-T G.807]
- 3.1.15 メディアレイヤアクセスポイント(media layer access point)(M-AP): [ITU-T G.807]
- 3.1.16 メディアレイヤ適応情報(media layer adapted information)(M-AI): [ITU-T G.807]
- 3.1.17 ネットワークコネクション(network connection): [JT-G805]
- 3.1.18 ネットワークメディアチャネル(network media channel): [ITU-T G.807]
- 3.1.19 光データユニット(optical data unit)(ODU): [ITU-T G.709]
- 3.1.20 光ペイロードユニット(optical payload unit)(OPU): [ITU-T G.709]
- 3.1.21 光伝送網(optical transport network)(OTN): [ITU-T G.709]
- 3.1.22 光伝送ユニット(optical transport unit)(OTU): [ITU-T G.709]
- 3.1.23 光トリビュタリ信号(optical tributary signal)(OTSi): [JT-G959.1]
- 3.1.24 光トリビュタリ信号アセンブリ(optical tributary signal assembly)(OTSiA): [ITU-T G.807]
- 3.1.25 光トリビュタリ信号グループ(optical tributary signal group)(OTSiG): [ITU-T G.807]
- 3.1.26 光トリビュタリ信号オーバーヘッド(optical tributary signal overhead)(OTSiG-O): [ITU-T G.807]
- 3.1.27 光監視チャネル(optical supervisory channel)(OSC): [ITU-T G.807]
- 3.1.28 サブネットワーク(subnetwork): [JT-G805]
- 3.1.29 トポロジカルコンポーネント(topological component): [JT-G805]

- 3.1.30 トレイル(trail): [JT-G805]
- 3.1.31 過渡リンク(transitional link): [ITU-T G.800]
- 3.1.32 トランスポートエンティティ(transport entity): [ITU-T G.800]
- 3.1.33 トランスポート処理機能(transport processing function): [JT-G805]

3.2 この標準で定義されている用語

なし。

4. 略語

本標準は以下の略語を使用する。

AI	Adapted Information: アダプティッド情報
AP	Access point: アクセスポイント
ASON	Automatically Switched Optical Network: 自動切替光ネットワーク
CI	Characteristic Information: 特性情報
FEC	Forward Error Correction: 前方誤り訂正
FlexE	Flex Ethernet: フレックスイーサネット
FlexO	Flex Optical Transport Network: フレックス光伝送網
FP	Forwarding Point: 転送ポイント
M-AI	Media layer adapted information: メディアレイヤ適応情報
M-AP	Media layer access point: メディアレイヤアクセスポイント
MCG	Media Channel Group: メディアチャンネルグループ
NMCG	Network Media Channel Group: ネットワークメディアチャンネルグループ
OAM	Operation, Administration and Maintenance: 運用管理保守
OCI	Open Connection Indication: オープンコネクション表示
ODU	Optical Data Unit: 光データユニット
OMS	Optical Multiplex Section: 光多重セクション
OMS-O	OMS Overhead: 光多重セクションオーバーヘッド
OPU	Optical Payload Unit: 光ペイロードユニット
OSME	Optical Signal Maintenance Entity: 光信号保守エンティティ
OTN	Optical Transport Network: 光伝送網
OTS	Optical Transmission Section: 光中継セクション
OTS-O	OTS Overhead: 光中継セクションオーバーヘッド
OTSi	Optical Tributary Signal(s): 光トリビュタリ信号
OTSiA	Optical Tributary Signal Assembly: 光トリビュタリ信号アセンブリ
OTSiG	Optical Tributary Signal Group: 光トリビュタリ信号グループ
OTSiG-O	Optical Tributary Signal Group Overhead: 光トリビュタリ信号グループオーバーヘッド
OTU	Optical Transport Unit: 光伝送ユニット
PMI	Payload Missing Indication: ペイロード欠落表示
SDN	Software Defined Network: ソフトウェア・デファインド・ネットワーク
TCM	Tandem Connection Monitoring: タンデムコネクションモニタリング
TS	Tributary Slot: トリビュタリスロット

5. 規約

本標準では、次の表記法を使用する。

5.1 表記

[ITU-T G.800]で定義されている転送ポイント(FP)は、この標準で使用されており、[JT-G709]及び[ITU-T G.798]で使用されている[JIT-G805]で定義されている接続ポイント(CP)と同等である。

変調器/復調器という用語は、ペアで配置された変調/復調の機能から成る、双方向機能を説明する際に使用される。

[ITU-T G.807]で定義されているメディアレイヤアクセスポイント(M-AP)という用語は、この標準では変調/復調機能の間の基準点を識別するために使用される。 [ITU-T G.798]は、この基準点の識別のためにアクセスポイント(AP)という用語を使用している。

接尾辞「-O」は、光信号のグループに対応する、関連付けられていないオーバーヘッドを識別するために使用される。例えば、光トリビュタリ信号グループオーバーヘッド(OTSiG-O)や光多重セクションオーバーヘッド(OMS-O)などがこれに該当する。

光データユニット(ODU)には、次の規則が使用される。

- ODU_kはODU0、ODU1、ODU2、ODU2e、ODU3、ODU4、ODUflex、ODU25u、ODU25、ODU50u、ODU50を示すために使用される。
- $k > j$ の時、ODU_jはODU_kを示すために使用される。この規則は2つのODU情報構造が記述されている場合に使用される。(例えばODU多重化の場合)
 - ODU25u、ODU25、ODU50u、ODU50はODU_kのみ使用される。
- ODU_{Cn}は、ODU_{Cn}を示すために使用される。
 - nは正の整数
- ODUは、ODU_kかODU_{Cn}のどちらかを示すために使用される。

光伝送ユニット(OTU)には、次の規則が使用される。

- OTU_kはOTU1、OTU2、OTU3、OTU4を示すために使用される。
- OTU_{Cn}は、OTU_{Cn}を示すために使用される。
 - nは正の整数
- OTUはOTU_k、OTU25u、OTU25、OTU50u、OTU50、OTU_{Cn}を示すために使用される。

5.2 図式

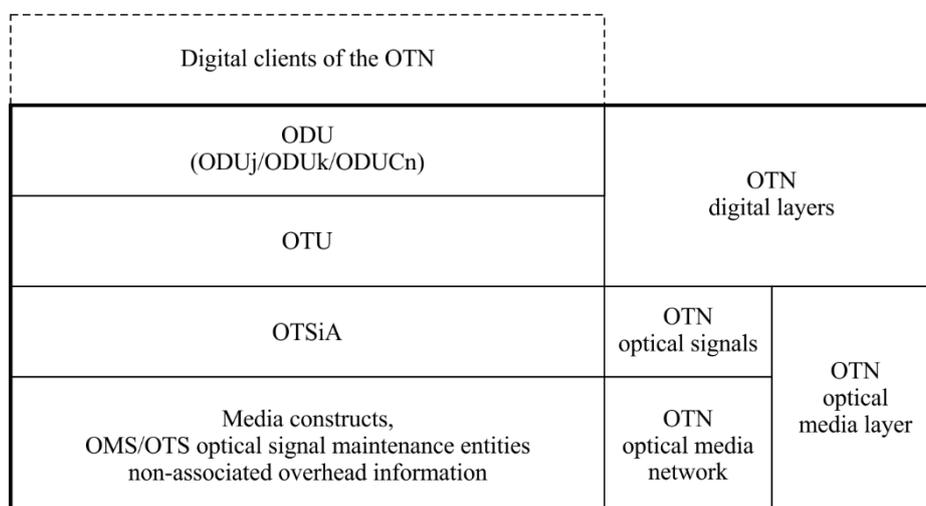
この標準は、[ITU-T G.800]、[JT-G805]、及び[ITU-T G.807]で説明されている図式規則を使用する。

6. OTNの機能構造

光伝送網(OTN)は、デジタル領域で処理され、光メディアを介して伝送されるデジタルクライアントに対して、伝送、集約、ルーティング、監視、および存続可能性を提供する。これらのOTN機能は、デジタルレイヤについては[ITU-T G.800]及び[JT-G805]で、メディアネットワークについては[ITU-T G.807]で定義されている一般原則を使用して、ネットワークレベルの観点から記述される。この標準では、OTNの階層構造、特性情報(CI)、クライアント/サーバ層の関連付け、ネットワークトポロジ、レイヤネットワーク機能、及びメディアに関する特定の側面について説明する。他の多くのITU-T勧告は、OTNの実装に関する詳細情報を提供する。例えば:

- [JT-G709]、[JT-G709.1]、[ITU-T G.709.2]、[ITU-T G.709.3]、[ITU-T G.709.4]では、OTNで使用される信号レートやフォーマットを提供する。
- [ITU-T G.798]では、機器の機能ブロックを提供する。
- [JT-G873.1]、[JT-G873.2]、[ITU-T G.873.3]では、リニア、リング、共有メッシュプロテクションについてはそれぞれ記載している。
- [ITU-T G.874]、[ITU-T G.875]では、管理インタフェースを定義する。
- [JT-G695]、[JT-G698.1]、[JT-G698.2]、[JT-G959.1]では、物理インタフェースを定義する。
- [JT-G694.1]、[JT-G694.2]では、DWDMインタフェースの周波数グリッドとCWDMインタフェースの波長グリッドをそれぞれ定義する。

[JT-G805]及び[ITU-T G.800]に従って、OTNのデジタルレイヤは、そのレイヤネットワークの内部構造を反映する形で、各レイヤネットワークが別々に分割される独立した伝送レイヤネットワークに分解される。OTNは、デジタルレイヤ、光信号、及びメディアネットワークで構成されており、これらは全て単一のマルチレイヤエンティティとして管理されている。OTNの構造を、以下図6-1/JT-G872に示す。



G.872(19)-Amd.1(21)_F6-1

図6-1/JT-G872 OTNの概要
(ITU-T G.872)

OTNのデジタル層(光データユニット(ODU)、光伝送ユニット(OTU))は、デジタルクライアントを多重化および維持する機能を提供する。OTUは1つの光トリビュタリ信号アセンブリ(OTSiA)*¹によってサポートされ、OTSiAは1つのOTUをサポートする。OTSiAは、光トリビュタリ信号グループ(OTSiG)の管理/制御の抽象化とそれに関連しないオーバーヘッド(OTSiG-O)を表す管理/制御の抽象的概念である。 [ITU-T G.807]を参照のこと。OTSiGは、1つ以上の光トリビュタリ信号(OTSi)を表す。

*1 OChの用語とOTSiの用語のマッピングは、付録Iに記載。

OTSiの下には、光メディアネットワークがある。これには、メディアネットワークを介してOTSiをガイドするメディアチャンネルを構成する機能を提供するメディア構造が含まれる。[ITU-T G.807]を参照のこと。

OTSiAは、OTUをサポートする関連メディアチャンネルとともに、OTNの一部として管理できる。[ITU-T G.807]で記述されている光メディア層(OTSiA及びメディアネットワーク)は他のクライアントをサポートする可能性があるが、そのようなクライアントはOTNの一部ではない。あるケースでは、OTSiAは特定の監視機能(パストレースなど)をサポートしていない可能性がある。この場合、OTU監視機能を使用して、OTNの完全な運用、管理、保守(OAM)および障害管理機能を提供できる。

OTSiAをサポートするためのメディアチャンネルの構成とOTSiAの監視については、[ITU-T G.807]に記載されている。

OTNデジタル層は第7章に記載されている。メディア層(OTSiA及びメディアネットワーク)の一般的な側面は[ITU-T G.807]に記載され、メディア層のOTN特有の側面は第8章に記載されている。

7. OTNのデジタル階層

OTNのデジタル層は、OTU層と1つ以上のODU層の階層に分割される。OTU層は、クライアントとして1つのODU層ネットワークをサポートし、OTSiG*2の監視機能を提供する。ODUkとOTUkの関係を図7-1/JT-G872に示す。

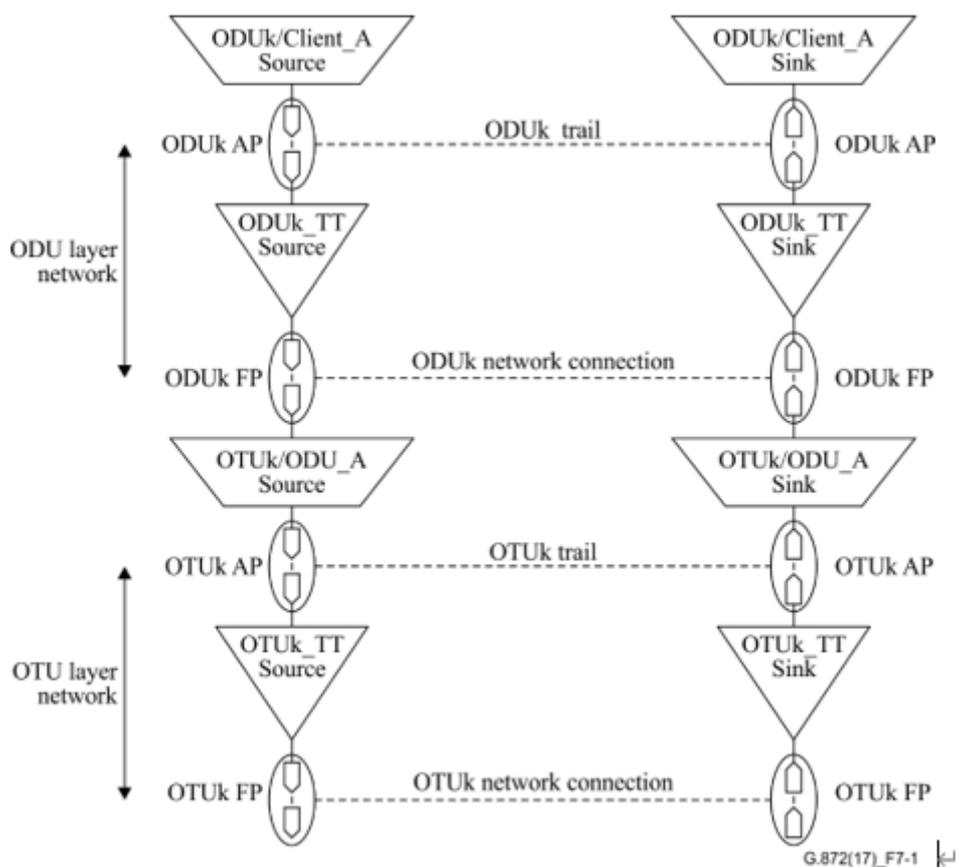


図7-1/JT-G872 ODU多重化無しデジタルOTNレイヤのクライアント/サーバの関連付け (ITU-T G.872)

*2 OTSiGは[ITU-T G.807]に記載されており、OTSiの用語とOChの用語のマッピングは付録Iに記載。

注-5.1節で説明されているように、[ITU-T G.800]で定義されている転送ポイント(FP)は、この標準で使用され、[JT-G805]で定義され、[JT-G709]及び[ITU-T G.798]で使用されている接続ポイント(CP)と同等である。

ODU_kは、図7-1/JT-G872に示すように単一の(非光伝送網)クライアントをサポートする場合がある。ODU(5.1節に記載のODU_kまたはODUC_n)は、図7-2/JT-G872のODU及びODU_jレイヤネットワーク間のアダプテーションにより示されるようにODU_k多重を用いた低レートODU_kクライアントの異種アセンブリをサポートする。ODU_k多重化については、7.1.1節に記載されている。

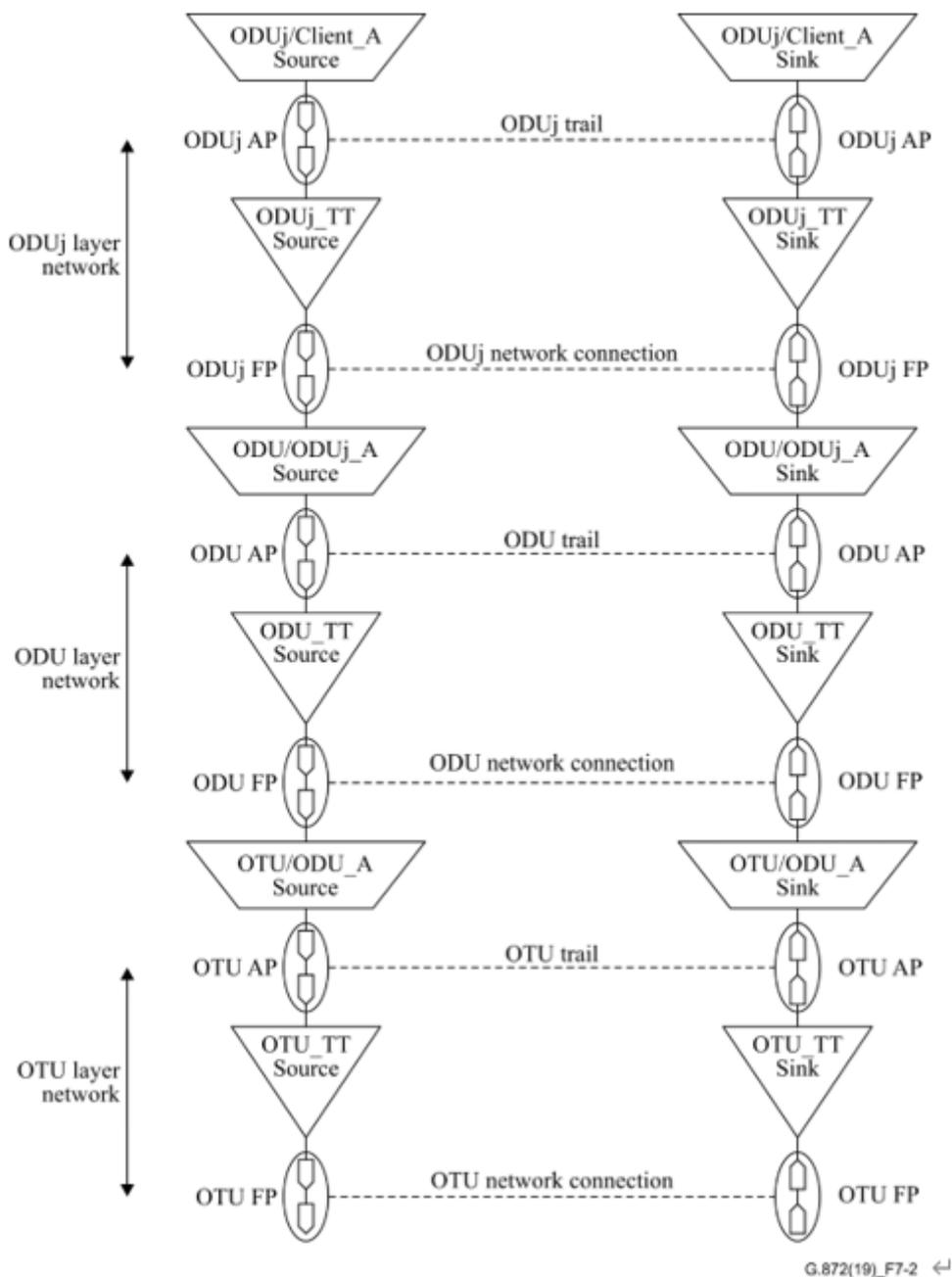


図7-2/JT-G872 ODU多重化有りのデジタルOTNレイヤのクライアント/サーバの関連付け (ITU-T G.872)

現在サポートされているクライアントとサーバのセットは、7.1.2節に記載されている。

7.1 光データユニット(ODU)レイヤネットワーク

光データユニット(ODU)レイヤネットワークは、OTNを介したデジタルクライアント情報のエンドトゥエンドの伝送を提供する。サポートされているクライアントレイヤネットワークの説明はこの標準の範囲外である。フレックスイーサネット(FlexE)を伝送するためのOTNの使用については、付録IIに記載されている。

ODUレイヤネットワークの特性情報(CI)は[JIT-G709]で定義されているフレーム構造の観点から記述されており、次のもので構成される。

- デジタルクライアントへの伝送に使用されるODUのペイロード領域である光ペイロードユニット(OPU)
- 関連するオーバーヘッドを伝送するためのODUおよびOPUオーバーヘッド領域

注—ODUC_nは、単一のOPUC_nペイロード領域とODUCオーバーヘッドおよびOPUCオーバーヘッドのn個のインスタンスをサポートするn個のインターリーブされたODUCフレーム構造で構成される。

フォーマットの詳細は、[JIT-G709]に記載されている。

ODUレイヤネットワークのトポロジ構成は、ODU_kサブネットワークとODUリンクである。リンクはODUトレイルまたはサーバODUトレイルのいずれかによってサポートされる。7.1.1項で説明されているように、ODUサーバはODU_kの異種の組み合わせをサポートする。ODU_kサブネットワークは任意のODU_kにコネクションを提供する。ODUサーバでサポートされるトリビュタリスロット(TS)サイズとクライアントODU_kのビットレートはパラメータとしてモデル化される。これにより、ODUレイヤネットワークは単一のレイヤネットワークとみなすことができる。特定のODU_kのルートを見つけようとする場合、これらのパラメータは*³、そのODU_k*⁴をサポートするために使用できるODUレイヤネットワーク内のトポロジ構成のサブネットを識別するために使用される。これを付録IIIに示す。これらのパラメータにより、ODUがODUリンクコネクション(つまり、サーバのODU内)で占有するトリビュタリスロット(TS)の数を決定することも可能である。各クライアントODUは整数分のサーバODU TS*⁵にマップされる。

エンドトゥエンドのネットワーキングを提供するために、次の機能がODUレイヤネットワークに含まれている。

- 柔軟なネットワークルーティングのためのODU_kコネクションの再配置
- クライアント適応情報(AI)の整合性を検証するためのODUオーバーヘッドプロセス
- ネットワークの持続可能性を含めたODUの運用、管理、および保守機能

ODUレイヤネットワークには次のトポロジ構成、伝送プロセス機能、伝送エンティティが含まれている(ODU_kについては図7-3/JIT-G872および図7-4/JIT-G872を参照)。レイヤ間のアダプテーション機能は7.3項に記載されている。

トポロジ構成：

- ODU_kサブネットワーク
- ODUリンク

伝送プロセス機能：

- ODUトレイル終端ソース

*3 リソース(例えば、2.5Gbit/s TSのリンクはODU₀コネクションをサポートできない)または管理ポリシー(例えば、ODU₄コネクションのみがODUC_nリンクの使用を許可する)に基づく制限がある。

*4 この考えにより、ODU_k固有のレイヤネットワークのトポロジをODUレイヤネットワークのトポロジから生成できる。

*5 これにより、クライアントODUのビットレートがサーバODUのTSのビットレートよりも低い場合は帯域幅の利用効率が低下する可能性がある。(表7-2/JIT-G872および表7-4/JIT-G872参照)

- ODUトレイル終端シンク

伝送エンティティ：

- ODUトレイル
- ODUネットワークコネクション
- ODUリンクコネクション
- ODUkサブネットワークコネクション

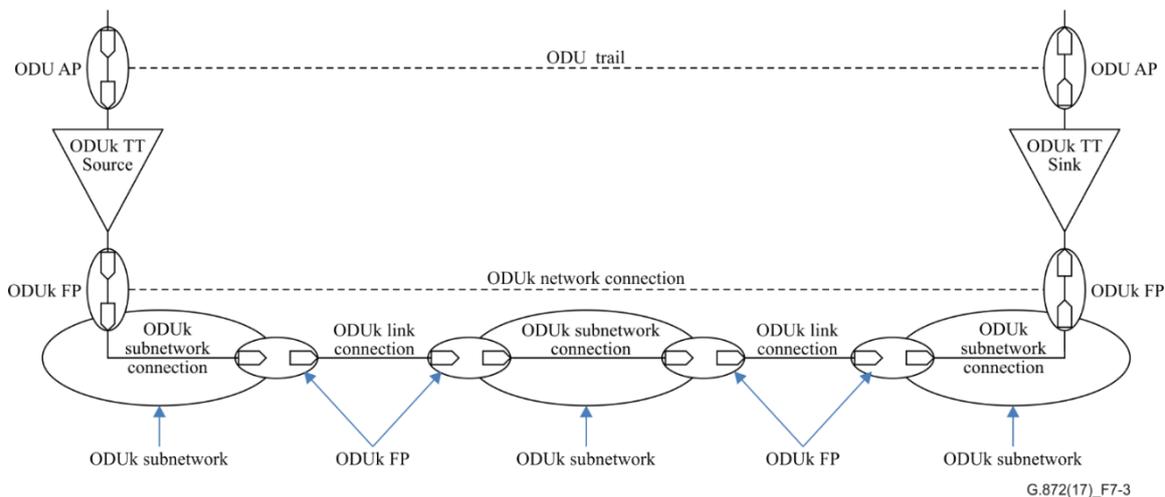


図 7-3/JT-G872 ODUkレイヤネットワーク例 (ITU-T G.872)

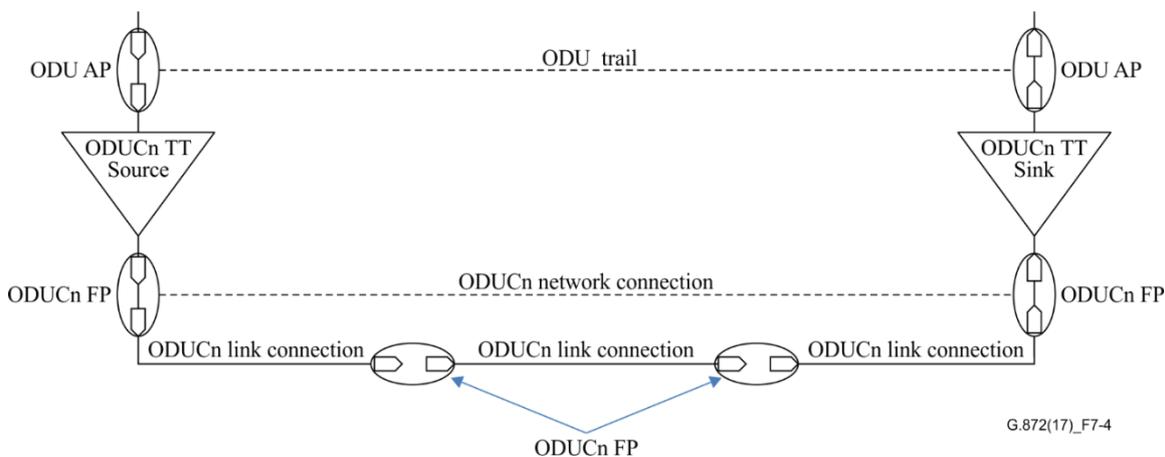


図 7-4/JT-G872 ODUCnレイヤネットワーク例 (ITU-T G.872)

ODUCn転送ポイント(FP)*6は、ODUCn再生成の場所を表し、ODUCnタンデムコネクション監視(TCM)を可能にする。

7.1.1 ODUkの多重化

より高いビットレートのODUサーバ上でいくつかのより低いビットレートのODUクライアントの伝送を可能にするために、ODUkの時分割多重が定義されている。ODUクライアントとサーバは表7-2/G872に記載する。

*6 5.1項で説明の通り[ITU-T G.800]で定義されている転送ポイント(FP)は本標準で使用され、[JT-G805]で定義されているコネクションポイント(CP)と同等に[JT-G709]や[ITU-T G.798]で使用されている。

ODUサーバのTSは、ODUサーバの容量までODUkクライアントの任意の組み合わせに割り当てることができる。

ODUkの異種多重化は、容量の最小化、管理対象エンティティの最小化、キャリアのキャリアシナリオのサポート、ODU0/ODUflexトラフィックがこれらの機能をサポートしていないネットワーク領域を伝送できるように様々なネットワークアーキテクチャをサポートする。キャリアのキャリア(マルチドメイン)アプリケーションは付録IVに記載されている。

7.1.2 ODUクライアントとサーバ

本サブ項目の情報は、本標準の発行時点で正しいものであり、ODU、OTUおよびTSの現在の組み合わせは[JIT-G709]で規定される。

ODUサーバと非OTNクライアントの組み合わせを表7-1に示す。

表 7-1 /JT-G872 ODUサーバと非OTNクライアント
(ITU-T G.872)

ODUサーバ	非OTNクライアント
ODU0	1.25Gbit/sビットレートエリア
ODU1	2.5Gbit/sビットレートエリア
ODU2	10Gbit/sビットレートエリア
ODU2e	10.3125Gbit/sビットレートエリア
ODU25u	無
ODU25	無
ODU3	40Gbit/sビットレートエリア
ODU50u	無
ODU50	無
ODU4	100Gbit/sビットレートエリア
ODUflex	2.5Gbit/sを超えるCBRクライアント、 1.25Gbit/sを超えるGFP-Fマップパケットクライアント IMPマップされた64B/66Bエンコードクライアント
ODUCn	None
注—ODU25u、ODU25、ODU50u、ODU50、ODUCnは[JIT-G709]で定義されているように、限られた非OTNクライアント(NULL、PRBS、専用クライアント)でサポートされる。	

ODUサーバとODUクライアントの組み合わせを表7-2に示す。

表7-2/JT-G872 ODUサーバとODUクライアント
(ITU-T G.872)

ODUサーバ	ODUクライアント
ODU1	ODU0
ODU2	ODU0, ODU1, ODUflex
ODU25	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex
ODU25	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex
ODU3	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex
ODU50u	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex
ODU50	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex
ODU4	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex
ODUCn	ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODU4, ODUflex
注1－ ODU2またはODU3サーバの1.25Gbit/sのTSの場合、ODU2とODU3はODU0およびODUflexのみをサポートする(表7-4/JT-G872参照)	
注2－ ODU0、ODU2eおよびODUflexはサーバとして使用不可。	
注3－ ODUサーバはODU25u、ODU25、ODU50u、ODU50またはODUCnクライアントをサポートしない。	

OTUサーバとODUクライアントの組み合わせを表7-3に示す。

表7-3/JT-G872 OTUサーバとODUクライアント
(ITU-T G.872)

OTUサーバ	ODUクライアント
OTU1	ODU1
OTU2	ODU2
OTU25u	ODU25u
OTU25	ODU25
OTU3	ODU3
OTU50u	ODU50u
OTU50	ODU50
OTU4	ODU4
OTUCn	ODUCn
OTUCn-M	ODUCn
注1－ OTUCn-Mは7.2項に示す。	
注2－ OTUサーバはODU0、ODU2e、またはODUflex用に定義しない。	

サーバODUで使用可能なTSの総数(1つ以上のODU_kクライアントを伝送する場合)を表7-4/JT-G872に示す。

表7-4/JT-G872 各ODUのトリビュタリスロット(TS)数
(ITU-T G.872)

ODU サーバ	Nominal TS 容量		
	1.25 Gbit/s	2.5 Gbit/s	5 Gbit/s
ODU1	2	適用外	適用外
ODU2	8	4	適用外
ODU25u	20	適用外	適用外
ODU25	20	適用外	適用外
ODU3	32	16	適用外
ODU50u	40	適用外	適用外
ODU50	40	適用外	適用外
ODU4	80	適用外	適用外
ODUC _n	適用外	適用外	20×n

注1— ODU_{Cn}は最大10×n ODU_kクライアントをサポートする
注2— ODU₀、ODU_{2e}またはODU_{flex}はODUクライアントをサポートしていないため、トリビュタリスロットをサポートしない。

7.1.3 ODUトレイル終端

次の一般的なプロセスをODUトレイル終端に割り当てることができる。

- 接続性の完全性検証
- 伝送品質の評価
- 伝送障害の検出と表示

これらのプロセスの要件は、第10節に概説されている

3種類のODUトレイル終端がある：

- ODU双方向トレイル終端： 一对の同じ場所に配置されるODUトレイル終端ソース及びシンク機能からなる。
- ODUトレイル終端ソース： その入力としてクライアントレイヤネットワークからの適応情報(AI)を受け取り、分離した別個の論理データストリームとしてODUトレイル終端オーバーヘッドを挿入し、その出力としてODUレイヤネットワークのCIを提供する。
- ODUトレイル終端シンク： その入力としてODUレイヤネットワークのCIを受け取り、ODUトレイル終端オーバーヘッドを含む分離した別個の論理データストリームを抽出し、その出力としてAIを提供する。

7.1.4 ODU伝送エンティティ

ネットワークコネクション、サブネットワークコネクション、リンクコネクション、タンデムコネクション及びトレイルは[ITU-T G.800]に記載される。

7.1.4.1 ODUタンデムコネクション

ODUオーバーヘッドには、エンドトゥエンドのODUトレイルと最大6レベルのタンデムコネクションの監視をサポートするための情報が含まれている。ODUパスのオーバーヘッドは、ODUが組み立ておよび分解される場所で終端される。タンデムコネクションのオーバーヘッドは、各タンデムコネクションの最後で付加及び終端される。

注1— 通常の操作では、監視対象のタンデムコネクションは入れ子、カスケード、またはその両方である可能性がある。テストのために、監視対象のタンデムコネクションが重複する場合がある。重複する監視対象のコネクションは、非侵入モードで操作する必要がある。

7.1.5 ODUトポロジの構成

レイヤネットワーク、サブネットワーク、リンク(過渡リンクを含む)、およびアクセスグループは、[ITU-T G.800]に記載されている通りである。

ODUkサブネットワークは、ODUkレイヤネットワーク内で柔軟性を提供する。ODUk CIは、入力転送ポイント(FP)と出力FPの間でルーティングされる。

ODUレイヤは、ODUCnに柔軟な接続を提供しない。そのため、ODUCnサブネットワークは無い。

7.2 光伝送ユニット(OTN)レイヤネットワーク

OTU層ネットワークは、OTUトレイルを介したODUクライアント信号の転送を提供する。OTUレイヤネットワークのCIは、次のもので構成される。

- クライアントとして単一のODUを送送するOTUペイロード領域
- OTUオーバーヘッド領域

注1— OTUCnは、OTUCオーバーヘッドのn個のインスタンスを送送する。

100Gbit/sの整数倍ではないビットレートのOTUCnは、OTUCn-Mと記述される。OTUCn-Mは、M 5Gbit/s OPUCn TSとともに、OTUCオーバーヘッド、ODUCオーバーヘッド、およびOPUCオーバーヘッドのインスタンスをn個伝送する。ODUCn-MおよびOPUCn-Mは定義されない。OTUCn-Mを使用してODUCn(20n-M)を送送する場合、TSはOPUCn多重構造識別子(MSI)で使用不可としてマークされ、使用可能な帯域幅をOTUCnMでサポートされる帯域幅に制限する。

フォーマットの詳細は[JT-G709]に記載されている。このレイヤネットワークの機能は次の通り。

- クライアントAIの整合性を確認するためのOTUオーバーヘッド処理と、OTSiGを介した転送の調整
- OTUの運用、管理、および保守機能

注2— OTUの柔軟な接続は、第8項で説明されているメディアネットワークによって提供される場合がある。

OTUレイヤネットワークには、次の伝送処理機能と伝送エンティティが含まれている(OTUについては図7-5/JT-G872、OTUCnについては図7-6/JT-G872参照)。レイヤ間のアダプテーション機能は7.3節で記述されている。

伝送処理機能：

- OTUトレイル終端ソース
- OTUトレイル終端シンク

伝送エンティティ：

- OTUトレイル
- OTUネットワーク接続
- OTUCnリンク接続

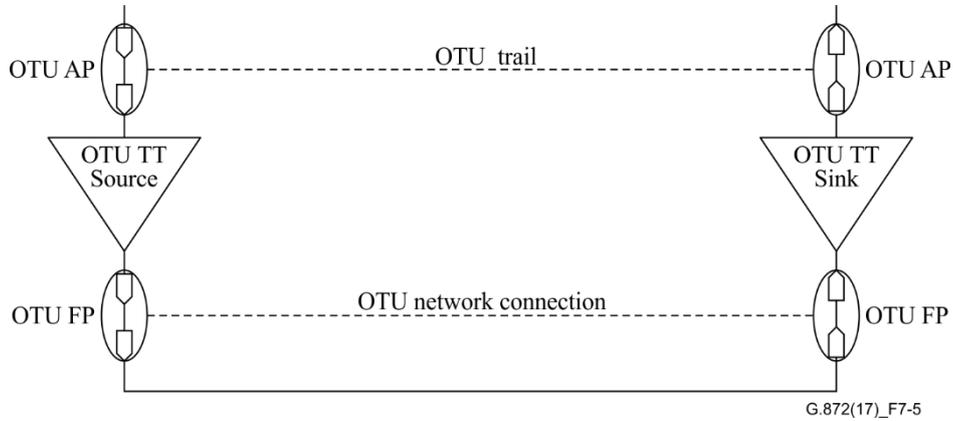


図7-5/JT-G872 OTUレイヤネットワークの例
(ITU-T G.872)

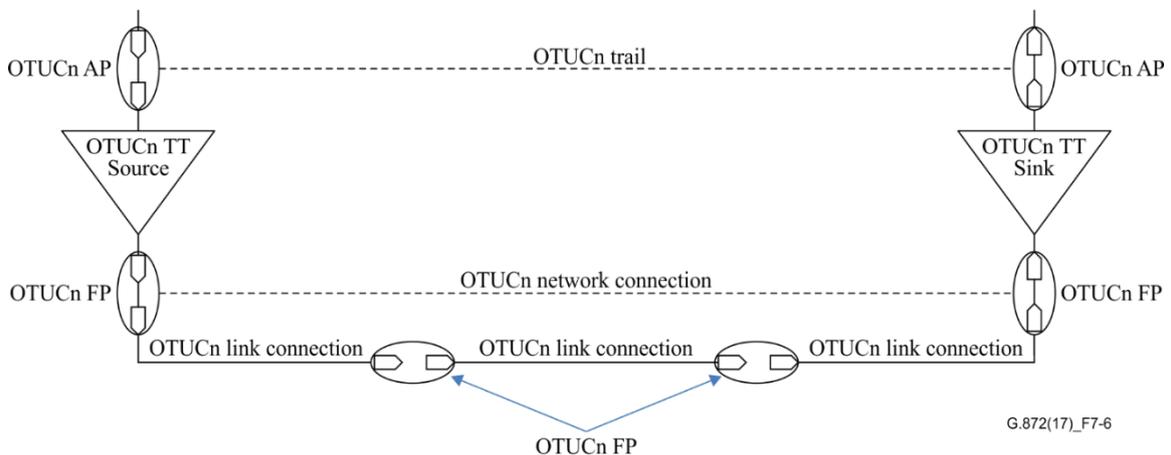


図7-6/JT-G872 OTUCnレイヤネットワークの例
(ITU-T G.872)

図7-6/JT-G872は、OTUCnレイヤで再生成が実行される場合を示している。この場合、ODUCn TCMはサポートされない。

7.2.1 OTUトレイル終端

以下の一般的処理は光中継トレイル終端に割当てられる：

- 接続性の確認
- 伝送品質の評価
- 伝送障害の検出と表示

これらの処理の機能は10章に記載する。

3種のOTUトレイル終端がある。

- OTU双方向トレイル終端： 一对の共存するOTUトレイル終端ソース及びシンク機能により構成される。

- OTUトレイル終端ソース： 入力でODUネットワークからAIを受け、OTUトレイル終端オーバーヘッドを個別の論理データストリームとして挿入し、出力でOTUレイヤネットワークのCIを提示する。
- OTUトレイル終端シンク： 入力でOTUレイヤネットワークのCIを受け、OTUトレイル終端オーバーヘッドを含む個別の論理データストリームを抽出し、出力でAIを提示する。

7.2.2 OTU伝送エンティティ

ネットワークコネクション、リンクコネクションおよびトレイルは[ITU-T G.800]に記述される。

7.2.3 OTU論理コンポーネント

レイヤネットワーク、リンク及びアクセスグループは[ITU-T G.800]に記載されている。

7.3 クライアント/サーバアソシエーション

光伝送網の主な特徴は様々な回線及びクライアントレイヤネットワークをサポートできることである。現在サポートされているクライアントは[ITU-T G.800]に記載されている。

OTNデジタルレイヤネットワークの構造とアダプテーション機能を図7-1/JT-G872と図7-2/JT-G872に示す。説明のために、中間レイヤのアダプテーションはサーバ/クライアントの関係を使用して名前が付けられている。アダプテーション機能の詳細な説明は、[ITU-T G.798]に記載されている。

7.3.1 ODU/クライアントアダプテーション

ODU/クライアントのアダプテーションは、クライアント固有の処理とサーバ固有の処理の2種類の処理で構成されていると見なされる。クライアント固有の処理の記述は、標準範囲外である。ODUサーバは表7-1/JT-G872で定義される。

DUDU標準双方向ODU/クライアントアダプテーションDU機能は共存する一対のソースとシンクODU/クライアントアダプテーション機能により実行される。

ODU/クライアントアダプテーションソースDUはその入出力間で以下の処理を実行する。

- クライアント信号をODUペイロード領域に適合させるために必要なすべての処理。この処理は特定のクライアント信号に依存している。
- 10章に記載されている管理/保守信号の生成と終端。

ODU/クライアントアダプテーションシンクDUはその入出力間で以下の処理を実行する。

- ODUペイロード領域からのクライアント信号のリカバリ。プロセスは、特定のクライアント/サーバ関係に依存している。
- 10章に記載されている管理/保守信号の生成と終端。

詳細は、[ITU-T G.798]に記載されている。

7.3.2 ODU/ODUアダプテーション

双方向ODU/ODUアダプテーション機能は、共存する一対のソースとシンクのODU/ODUアダプテーション機能によって実行される。ODU/ODUアダプテーションは表7-2/JT-G872に定義される。

ODU/ODUアダプテーションソースはその入出力間で以下の処理を実行する。

- ビットレートの高いODUサーバを構成するための低レートODUクライアントの多重化。

- 10章に記載されている管理/保守信号の生成と終端。

ODU/ODUアダプテーションシンクはその入出力間で以下の処理を実行する

- 高レート of ODUサーバから低レート of ODUクライアントへの分離。
- 10章に記載されている管理/保守信号の生成と終端。

詳細は、[ITU T G.798]に記載されている。

7.3.3 OTU/ODUアダプテーション

双方向OTU/ODUアダプテーション機能は共存する一対のソースおよびシンク OTU/ODUアダプテーション機能により実行される。OTUサーバは表7-3/JT-G872で定義される。

OTU/ODUアダプテーションソースはその入出力間で以下処理を実行する

- ODUをOTUペイロード領域にマッピングする。この処理は、クライアント/サーバ関係の特定の実装に依存する。

OTU/ODUアダプテーションシンクはその入出力間で以下の処理を実行する

- OTUペイロード領域からのODU信号のリカバリ。この処理は、クライアント/サーバ関係の特定の実装に依存している。

詳細は、[ITU-T G.798]に記載されている。

8. OTNデジタルレイヤをサポートするメディアネットワークのアーキテクチャ

メディアネットワークのアーキテクチャは、メディア構造(8.1節を参照)を使用して記述され、メディアネットワークに存在するさまざまな機能を表す。メディア構造は、シグナルエンベロープで動作し(たとえば、信号を増幅または減衰する、メディアチャネルを制限または指示するなど)、伝送されている情報を認識しない。メディア構造は信号を変調または復調しないため、信号によって伝送されるデジタル情報を処理しない。メディアネットワークの一般的な機能アーキテクチャの詳細な説明は、[ITU-T G.807]に記載されている。

8.1 メディアコンストラクト

メディアネットワークのアーキテクチャを記述するために使用される下記のメディアコンストラクトは[ITU-T G.807]に記載される。：

- メディアポート;
- メディアチャネル;
- メディアチャネルグループ;
- メディアチャネルアセンブリ;
- メディアサブネットワーク;
- 光増幅器;
- ファイバ;
- 光学パラメータモニター (OPM-x);
- 光信号保守エンティティ(OSME)

8.2 メディア要素

管理と制御の目的で、メディアネットワークは一連のメディア要素によって表される。メディア要素のインスタンスは、1つまたは複数のメディアコンストラクトによって表される機能を含む。

メディア要素は[ITU-T G.807] の節7.2に記載されている。

8.3 光トリビュタリ信号(OTSi)

[ITU-T G.807] の10節で説明されているように、OTUは、関連しないオーバーヘッド(OTSiG-O)とOTSiG管理/制御の抽象的概念によって表される1つ以上のOTSiのセットによってサポートされる。OTSiGとOTSiG-OはOTSiA 管理/制御の抽象的概念によって表される- OTSiAは1つのOTUを伝送する。[ITU-T G.807]10.1節で説明されているように、各一方向OTSiは、変調器のメディアポートと復調器のメディアポートの間の独立したネットワークメディアチャネル(NMC)で伝送される。各OTSiGをサポートするメディアチャネルのセットは、ネットワークメディアチャネルグループ(NMCG)として表せる。

OTUが1つのOTSiで伝送される場合を図8-1/JT-G872に示す。

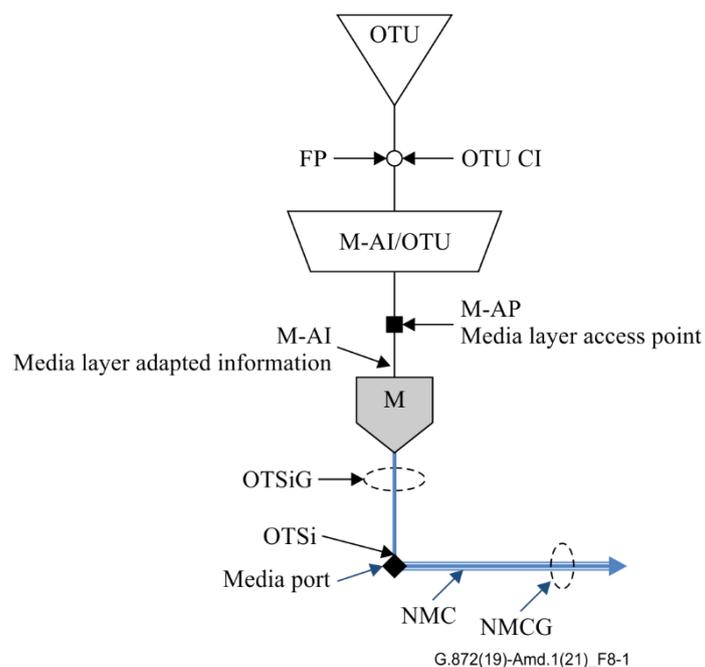


図8-1/JT-G872 1つのOTSiを含むOTSiGへのOTUマッピング (ITU-T G.872)

OTUが1つより多いOTSiによって伝送される場合を図8-2/JT-G872に示す。

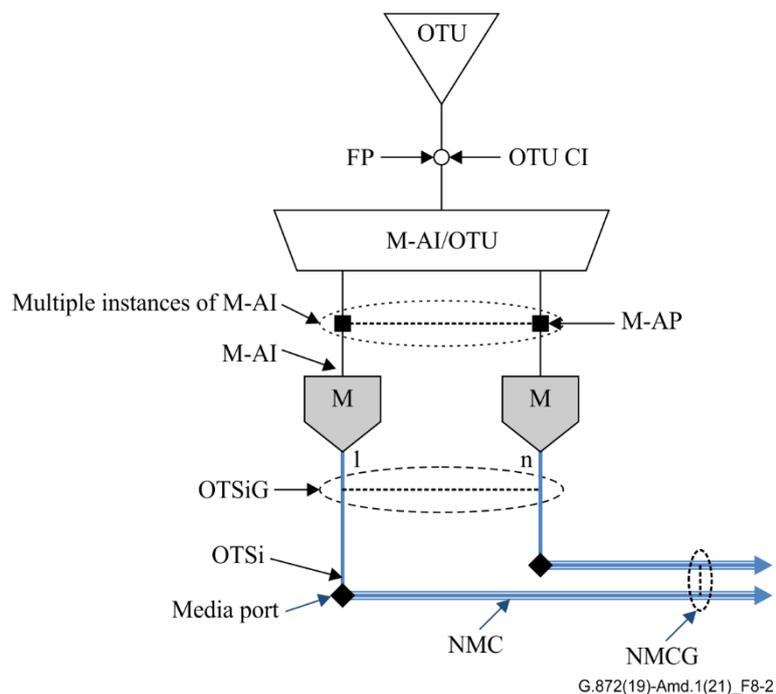


図8-2/JT-G872 1つより多いOTSiを含むOTSiGへのOTUマッピング (ITU-T G.872)

OTSiGは関連しないオーバーヘッド(OTSiG-O)を持つ場合がある。OTSiGとOTSiGOの組み合わせは、OTSiA管理/制御の抽象的概念によって表される(それはメディアネットワークには存在しない)。これを図8-3/JT-G872に示す。

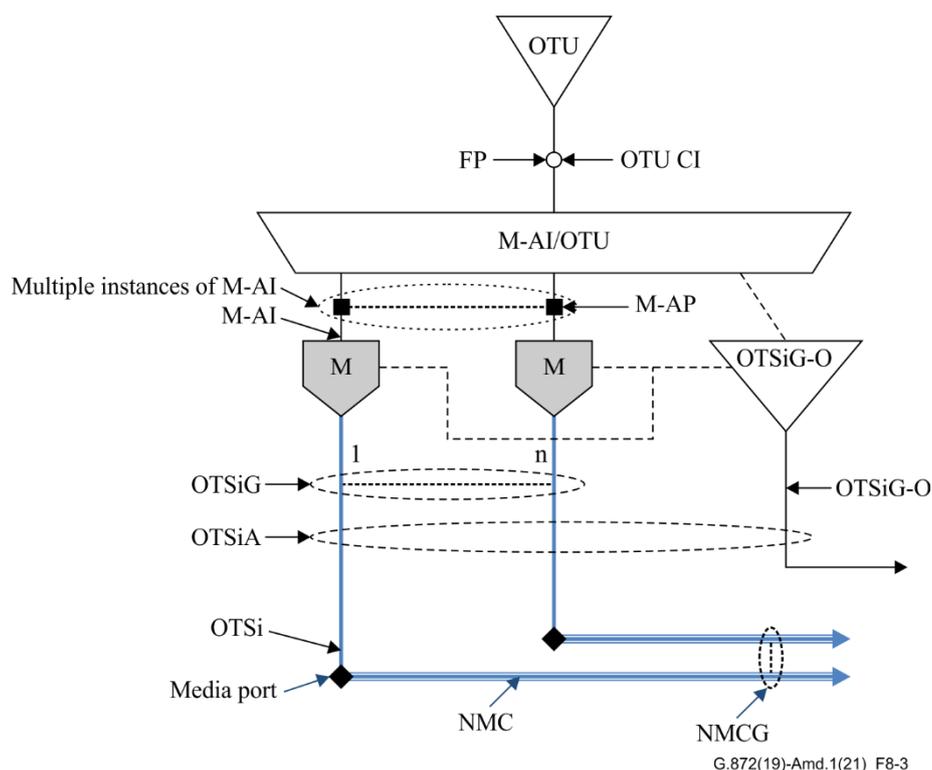


図8-3/JT-G872 関連しないオーバーヘッド(OTSiG-O)含むOTSiAへのOTUマッピング (ITU-T G.872)

OTU終端に関連するデジタルペイロード処理機能、メディアレイヤ適応情報(M-AI)/OTUアダプテーションとOTSiG-O終端は、[ITU-T G.798]と[JT-G709]で定義されたフレームフォーマットを使用する。そのフレームフォーマットと順方向誤り訂正(FEC)は、JT-G709.xシリーズで定義されている。

注一[ITU-T G.807]の10.2.1で説明されているとおり、OTSiは2つの独立したデジタルクライアントをサポートする場合がある、そのうち一つはOTU、もう一方はOTSiG-Oになる。

図8-1/JT-G872、図8-2/JT-G872、および図8-3/JT-G872は、メディアへのインタフェースを提供するペイロード処理機能の概要を示している。OTSiA(OTU)のクライアントは、M-AI/OTUアダプテーション機能に送られる。OTSiは、変調器によってM-AIから生成され、復調器によってM-AIに変換される。OTSiはネットワークメディアチャンネルで伝送される。

OTNは、[JT-G694.1]で定義されている周波数グリッドと[JT-G694.2]で定義されている波長グリッドをメディアチャンネルに使用する。

8.3.1 フレキシブルOTNインタフェース

フレキシブル光伝送ネットワーク(FlexO)インタフェース ([JT-G709.1]および[ITU-T G.709.3]で定義されている)のフレームフォーマットは、図8-4/JT-G872に示されるようにM-AI/OTUCnアダプテーション機能を実装するために使用されるかもしれない。FlexOフレームフォーマットは、1つのFlexO-x-<FEC>-mインタフェースグループによって伝送されるFlexOインスタンスグループ上で1つ以上のOTUCnの多重化をサポートする、ここでxはインタフェースビットレートを100Gで割った正の整数に等しく、mはインタフェースの数となる。そのFlexO-x-<FEC>-mインタフェースグループはm個の標準レートインタフェースを組み合わせることでm×x×100Gの連続的な容量を提供する。

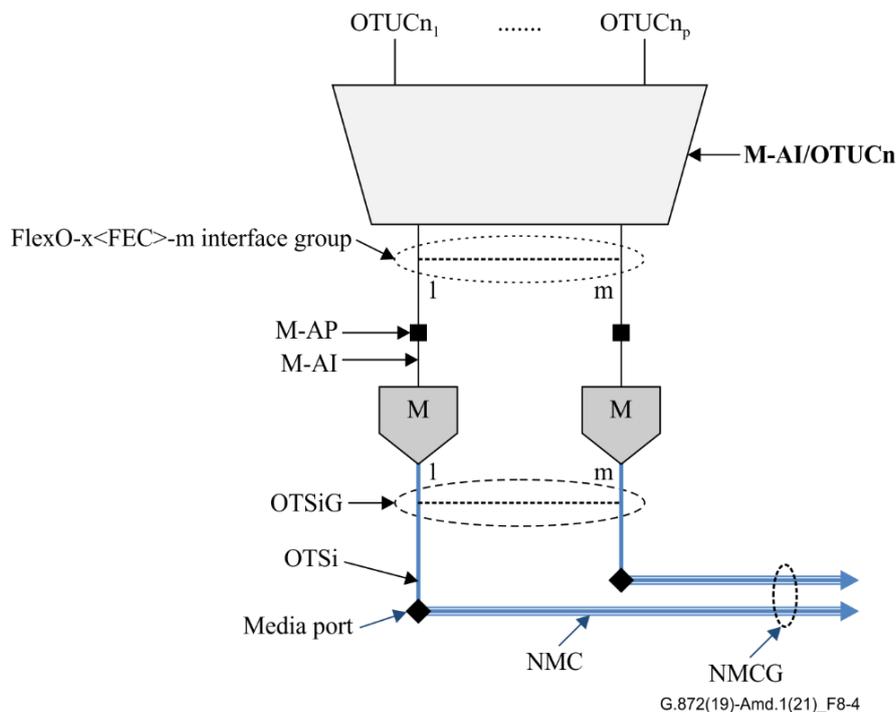


図8-4/JT-G872 Flex-OグループへのOTUCnマッピング
(ここではそれぞれのFlexO-x-<FEC>インタフェースが1つのOTSiによって伝送されている)
(ITU-T G.872)

図8-4/JT-G872は、各FlexO-x-<FEC>インタフェースが単一のOTSiによって伝送される場合を示している。例として、[JT-G698.2]で定義されている光トリビュタリ信号クラスDP-DQPSK100Gが挙げられる。一方、各FlexO-x-<FEC>はy個のOTSi上で逆多重化される。例として、[JT-G695]に定義される4チャンネル NRZ OTL4.4短距離インタフェースが挙げられる。この場合は、FlexO-x-<FEC>-mインタフェースグループは、m×y個のOTSiによって伝送される。

OTUCnクライアントの集約レートをFlexO-x-<FEC>-mインタフェースグループのペイロード容量に合わせるために、各FlexOインスタンス(FlexO-x-<FEC>-mインタフェースグループによって伝送される)は、OTUCnクライアントから1つのOTUCを伝送する場合がある、もしくはそれが割り当てられていない場合がある。FlexOインタフェースの実装に使用されるプロセスの詳細は、[ITU-T G.798]の15節に記載される。

FlexO-x-<FEC>フレームフォーマットを、たとえば[JT-G695]または[JT-G698.2]で定義されるインタフェースのいずれかと組み合わせて使用すると、完全に標準化された光インタフェースを提供できる。

8.4 光信号の管理

8.4.1 OMSとOTSのメディアチャンネルグループ

OTSメディアチャンネルグループ(MCG)およびOMS MCGは、管理制御の目的で使用されるトポロジ構造として[ITU-T G.807]の7.3.3節に記載されている。これらのエンティティの管理と監視は、[ITU-T G.807]の8.2節にも記載されている。

注-この勧告の以前のバージョンで使用されていたOMSメディアリンクおよびOTSメディアリンクという用語は、[ITU-T G.807]でOMSメディアチャンネルグループ(MCG)およびOTS MCGという用語に置き換えられた。

8.4.2 OSC

OSCは[ITU-T G.807]の12節に記載されている。

8.4.3 光信号保守エンティティ(OSMEs)

光信号保守エンティティ(OSMEs)は[ITU-T G.807]の8.2節に記載されている。

8.4.4 メディアチャンネルとOSMEs

メディアチャンネルとOSMEsの関係は[ITU-T G.807]の8.2節に記載されている。

8.5 メディアと信号の管理

8.5.1 メディアチャンネルの管理

メディアチャンネルの管理は[ITU-T G.807]の7.4節に記載されている。

8.5.2 メディアチャンネルへの信号割り当て

メディアチャンネルへの信号割り当ては[ITU-T G.807]の10.1.1節に記載されている。

8.5.3 OTSiA接続の管理

OTSiA接続の管理は[ITU-T G.807]の10.3.1節に記載されている。

8.6 変調/復調と終端機能

メディアネットワーク内の変調/復調と終端機能は[ITU-T G.807]の13節に記載されている。

8.7 クライアント/サーバ 関連付け

8.7.1 M-AI/OTU アダプテーション機能

双方向M-AI/OTUアダプテーション機能は、ソースとシンクのM-AI/OTUアダプテーション機能の一对のペアによって実行される。

M-AI/OTUアダプテーションソースは入出力間で下記の処理を行う。

- OTUトレイル終端の出力を受け入れ、M-AIの1つ以上のインスタンスを生成するために必要な処理を実行する。必要とされる実際の処理はクライアント/サーバの特定の実装に依存する。前方誤り訂正はオプション機能であり、復調器の出力でM-AI内に障害(例えばビットエラー)が存在すると予想される場合に必要とされる。
- 必要とされるOTSiG-Oを生成する。

M-AI/OTUアダプテーションシンクは入出力間で下記処理を実行する。

- 1つまたは複数の復調器からM-AIを受け入れ、OUT CIを回復する。実際の処理はクライアント/サーバ関係の特定の実装に依存する。前方誤り訂正はオプション機能である。*7
- OTSiG-Oトレイル終端機能からのOTSiオーバヘッドを受け入れて処理する。

8.7.2 OMS-O/OTSiG-O アダプテーション機能

OMS-O/OTSiG-Oアダプテーション機能は[ITU-T G.807]の14.2節に記載されている。

8.7.3 OTS-O/OMS-O アダプテーション機能

OTS-O/OMS-Oアダプテーション機能は[ITU-T G.807]の14.3節に記載されている。

8.7.4 M-AI/OTS-O アダプテーション機能

M-AI/OTS-Oアダプテーション機能は[ITU-T G.807]の14.4節に記載されている。

9. メディアネットワークトポロジ

OTNデジタルレイヤは、[JT-G805]に記載されるように、単方向および双方向のポイントツーポイント接続、および単方向のポイントツーマルチポイント接続をサポートする。

メディアは、ポイントツーポイントおよびポイントツーマルチポイントのメディアチャネルを提供するように構成することができる。メディアチャネルは、一方向または両方向の信号の伝播をサポートする場合がある。双方向OTSiは、2つのネットワークメディアチャネル(伝播方向ごとに1つ)によってサポートされる。メディアトポロジは、[ITU-T G.807]の7.3節に記載されている。

*7 これらの処理の一部は、復調器によってOTSiから抽出された情報に依存している場合がある。

10. 管理

この節では、OTNが提供する障害、パフォーマンス、および構成管理機能の概要について記載する。一連の全ての機能は、[JT-G709]および[ITU-T G.798]に記載されている。

OTNデジタルレイヤ(ODU、OTU)は、デジタルオーバーヘッドを使用してOAMを提供する。これは、そのレイヤのステータスをレポートでき、サーバレイヤのステータスを推測するために使用される。

OTNネットワークの一部として展開されるメディアネットワークは、[ITU-T G.807]の15節に記載されている管理機能(メディア監視および関連しないオーバーヘッドを含む)および[ITU-T G.807]の12節に記載されているOSCを使用する。

10.1 機能

10.1.1 障害、構成とパフォーマンス管理

OTNは、管理ドメイン内および管理ドメインの境界間で、障害、構成、およびパフォーマンス管理をエンドツーエンドでサポートする。

OTNは、次の機能を提供する。

- 例えば、FP(互換性のあるCIを使用)や互換性のあるOTSiをサポートするメディアポートなどの参照ポイントを相互接続する。
- 障害を検出して切り分け、該当する場合は回復アクションを開始する。
- シングルエンド保守をサポートする。
- 誤接続を検出して通知する。
- レイヤ内の中断を、そのレイヤのアップストリームエンティティとダウンストリームエンティティに通知する。
- パフォーマンスの低下を検出し、サービス品質を検証する。

10.1.2 クライアント/サーバ相互作用

サーバは、M-AIまたは光信号が存在しないことを検出し、クライアントレイヤに通知する。不必要な、非効率的な、または矛盾する可用性を維持するための動作を回避するために、エスカレーションストラテジ(たとえば、ホールドオフ時間やアラーム抑制方法の導入)が必要になる場合がある。

- レイヤ内
- サーバとクライアントのレイヤ間

10.1.3 アダプテーション管理

アダプテーション管理とは、サーバレイヤネットワークとクライアントレイヤネットワークの間のアダプテーションを管理するための一連の処理を指す。

10.1.4 接続とMCG監視

10.1.4.1 連続性の監視

連続性の監視とは、エンティティの継続性を監視するための一連の処理(接続、トレイル、MCGなど)を指す。

メディアの連続性の監視

これは[ITU-T G.807]の15節に記載されている。

10.1.4.2 接続性の監視

接続性監視とは、MCGのルーティングの整合性、またはソースとシンクのトレイル終端間の接続を監視するための一連のプロセスを指す。

接続性監視は、接続のセットアッププロセス中に、トレイル終端ソースとシンク間の接続が適切にルーティングされていることを確認するために必要となる。さらに、接続性監視は、接続がアクティブである間接続が維持されていることを保証するために必要となる。

MCGの接続性監視については、[ITU-T G.807]の15節に記載される。

トレイルトレース識別子(TTI)は、トレイル終端シンクが受信する信号が、意図したトレイル終端ソースから発信されていることを確認するために必要となる。

- TTIは、適切なOTUレイヤ接続を保証するために、OTUレイヤで提供される。
- TTIは、適切なODUレイヤ接続を保証するために、ODUレイヤで提供される。
- TTIは、OTS MCGの適切な接続性を保証するために、OTSOレイヤで提供される。
- TTIは、NMCGの適切な接続性を保証するために、OTSiG-Oレイヤで提供される。

注- OTSiG-O TTIは、[JT-G709]の5版(またはそれ以前の版数)に準拠する装置ではサポートされない。

10.1.4.3 保守情報

保守情報とは、トレイルの一部である接続の障害を通知するための一連のプロセスを指す。障害の通知は、双方向トレイルの下流方向と上流方向に通知される。

メディアネットワークの保守情報の概要は[ITU-T G.807]の15節に記載されており、詳細情報は[JT-G709]および[ITU-T G.798]に記載されている。

デジタルレイヤの保守情報のプロセスは、次の4つで識別される。

- 前方障害表示
- 後方障害表示
- ペイロード欠落表示(PMI);
- オープン接続表示(OCI)

これらのプロセスにより、障害の特定とシングルエンドのメンテナンスが可能になる。

10.1.4.4 サブネットワーク/タンデム/未使用の接続監視

ODUレイヤには、サブネットワーク接続、タンデム接続、および未使用の接続の監視が必要となる。接続監視の手法とアプリケーションは、10.2節と10.3節に記載されている。

10.1.5 接続品質の監視

接続品質の監視とは、接続の性能を監視するための一連のプロセスを指す。一般的なプロセスには、パラメータの測定、収集、フィルタリング、および処理が含まれる。BIP 8による接続品質の監視は、ODUおよびOTUレイヤネットワークでのみサポートされる。遅延測定は、ODUレイヤでもサポートされている。

10.1.6 監視制御通信

監視制御通信は、[ITU-T G.7712]で指定されているように、組み込み通信チャネル(ECC)を介して転送される。組み込み通信チャネルは、ODUまたはOTU一般通信チャネル(GCC)の1つ、またはOSCによってサポートされる場合がある([ITU-T G.807]の第12節を参照)。

10.1.7 周波数と時間同期

隣接するネットワーク要素間の時間および周波数情報の通信は、OTUk、FlexO、およびOSCによってサポートされている。

10.2 接続監視技術

接続監視は、OTNのデジタルレイヤで特定の接続の整合性を監視するプロセスである。整合性は、特定の接続の接続性と伝送パフォーマンスの障害を検出して報告することで検証できる。[JT-G805]は、接続の4種類の監視技術を定義している。

- 固有の監視
- 非侵入型監視
- 侵入型監視
- サブレイヤの監視

10.3 接続監視アプリケーション

10.3.1 未使用接続

サブネットワーク内のサブネットワーク接続の不注意な開設を検出するために、ODUオーバヘッドには、ODU TSが占有されているかどうかの表示(OPU MSI)が含まれる。詳細については、[ITU-T G.798]を参照。

10.3.2 接続モニタリング

ODU接続監視は以下に適用できる。

- ネットワーク接続
- サブネットワーク接続、サービングオペレーターの管理ドメインタンデム接続の確立
- リンク接続、管理ドメインタンデム接続または保護ドメインタンデム接続を要求するサービスの確立
- ネットワーク保守を目的とした障害およびパフォーマンスの低下を検出するためのリンク接続(OTUによる)

ODU接続の監視は、[JT-G709]で定義されている最大レベルまで、多数のネストされた接続に対して確立できる。ODU接続に関与する各オペレータ/ユーザが使用できる接続監視レベルの数は、これらのオペレータとユーザの間で相互に合意する必要がある。

11 OTNの可用性の技術

可用性の技術は、OTNのODUkレイヤネットワークとメディアでのみ使用されることが期待される。ODUトランスポートエンティティの場合、デジタルオーバーヘッドは障害または性能劣化を検出するために使用され(10節を参照)、これらのイベントは、障害が発生したトランスポートエンティティを予備系のトランスポートエンティティに置き換えることに使用することができる。

メディアネットワークの可用性の技術は、[ITU-T G.807]の第16節に記載されている。

特定の可用性の技術には、プロテクション(ITU-T G.873.xシリーズの勧告で定義される)および自動切り替え光ネットワーク(ASON)またはソフトウェア定義ネットワーク(SDN)による制御などの復旧が含まれる。これらの技術の詳細は、この標準の範囲外となる。

付録 I (参考) OChとOTSiの用語の関係

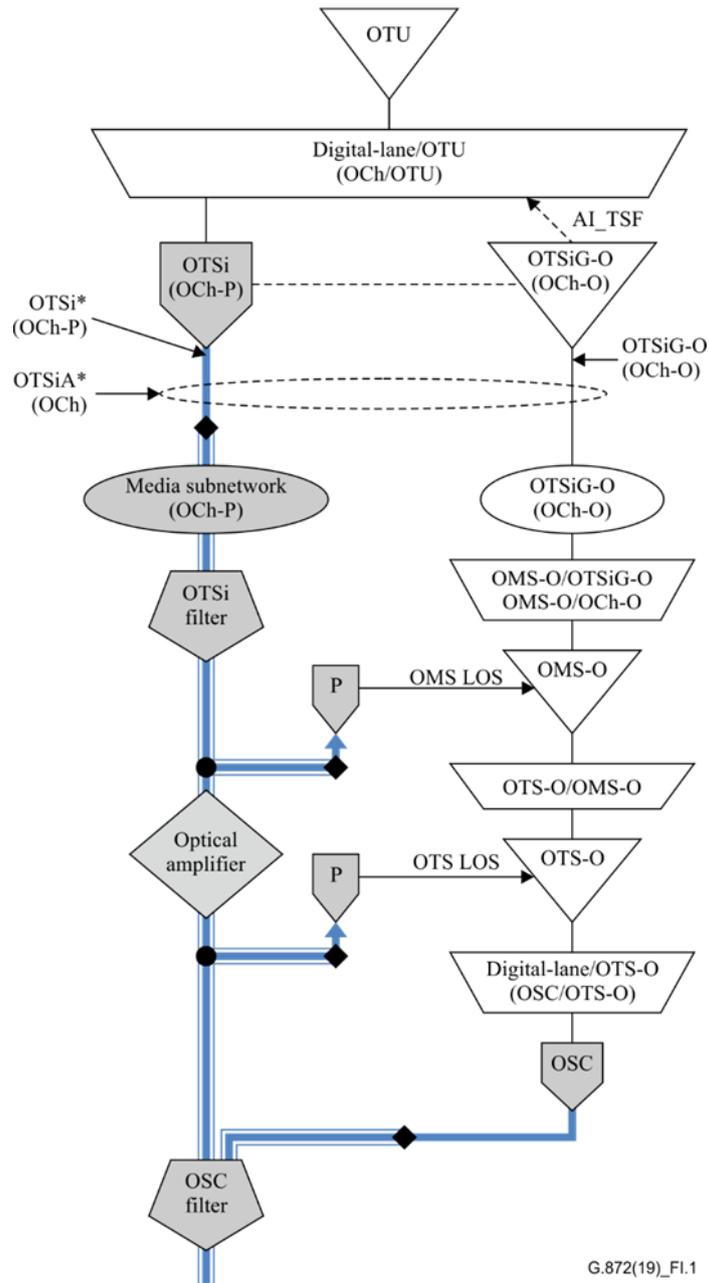
(本付録は本標準の不可欠な部分を形成するものではない。)

OChからOTSiへのマッピングを表 I-1/JT-G872と図 I-1/JT-G872に示す。

表 I-1/JT-G872 OChとOTSiの用語の間のマッピング
(ITU-T G.872)

OCh term	OTSi term	OTSiG内のOTSiの数
OCh-P	OTSi	1
無し	OTSi	>1
OCh-P	OTSiG	1
無し	OTSiG	>1
OCh-O	OTSiG-O	*
OCh	OTSiA	1
無し	OTSiA	>1
OCh-P 接続機能	メディアサブネットワーク	該当無し

注—OCh-OはOTSiG-Oによって与えられる機能のサブセットをサポートする。これらの違いは[JT-G709]に詳細が記載されている。



* NOTE – This figure only applies when the OTSiG contains a single OTSi

図 I-1/JT-G872 OChとOTSiの用語の関係 (ITU-T G.872)

付録 II (参考) フレックスイーサネットを運ぶためのOTNの使用法

(本付録は本標準の不可欠な部分を形成するものではない。)

II.1 フレックスイーサネットの概要

フレックスイーサネット(FlexE)は2つの本質的に独立した機能を提供する。

– ボンディング

既存のイーサネット物理インタフェース(PHY)を束ねる機能によって、例えば、4つの100GBASE-R PHYを束ねることで400G MACをサポートできる。束ねられたPHYの組みはFlexEグループと呼ばれる。

– サブレートクライアントのサポート:

FlexEは10、40、 $m \times 25$ Gbit/sのMACクライアントをサポートするPHYを許容し、これらのMACクライアントのビットレートは既存のイーサネットPHYのレートに対応するように制約されない。PHYの容量の割り当てはカレンダーによって管理される。カレンダーはPHY容量まで、MACクライアントの組み合わせをPHY容量に割り当てることができる。例えば:

- 100GBASE-R PHYは2つの25Gbit/sと5つの10Gbit/sのMACクライアントをサポートできる、または、
- 2つの束ねられた100GBASE-R PHYは1つの150Gbit/s MACクライアントをサポートするために使用できる。(残りのPHYカレンダー Slots は未使用とマークされる)

FlexEの機能は[b-OIF FlexE IA]に定義され、FlexEのODUk(OPUflex経由)へのマッピングは[JT-G709]に定義される。

FlexEに使用されているOTNのイーサネットPHYインタフェースは以下に示す3つのモードのいずれかで動作する。

II.2 FlexE unaware

このケースではOTNはFlexEを認識しない。この場合、例えば、OTU4のみをサポートするOTNネットワークを使用して100Gbit/sを超えるビットレートのFlexEクライアントを運ぶことができる。

各イーサネットPHYからのペイロードはOTUによって運ばれる適切なODUkに(PCSコードワード透過マッピングを使って)独立にマッピングされる(7章参照)。

もし、FlexEグループが1つ以上のOTUで運ばれる場合、FlexEグループのメンバー間の遅延差を制御するため、全てのOTUはメディアネットワークの同じ経路で運ばなければならない。例えば、同じOMS MCG上を運ばれる。

II.3 FlexE aware

このケースではOTNはFlexEを認識するが、FlexEグループは終端されない。この場合、例えば、1つのOTUで運ばれるビットレートがイーサネットPHYのビットレートに一致しない、もしくは、イーサネットPHYのレートの整数倍にはならないアプリケーションをサポートする。

同じFlexEグループの中の1つまたは複数のイーサネットPHYから割り当てられたFlexEインスタンスはODUflexへマッピングされ、「使用不可」であるカレンダー Slots の内容は以下のように廃棄される。

もし、FlexEグループが1つ以上のODUflexにマッピングされる場合(それぞれ1つのOTU上を運ばれる)、FlexEグループのメンバー間の遅延差を制御するため、全てのOTUはメディアネットワークの同じ経路で運ばなければならない。例えば、同じOMS MCG上を運ばれる。

伝送ネットワークは割り当てられていないFlexEインスタンスと使用不可のカレンダー Slots のビットをOTNネットワークの入力点で廃棄する。割り当てられていないFlexEインスタンスと使用不可のカレンダー Slots のビット(入力点で廃棄された)はOTNネットワークの出力点で固定値が再挿入される(元のイーサネットPHYビットレートを復元するため)。

II.4 FlexE terminating

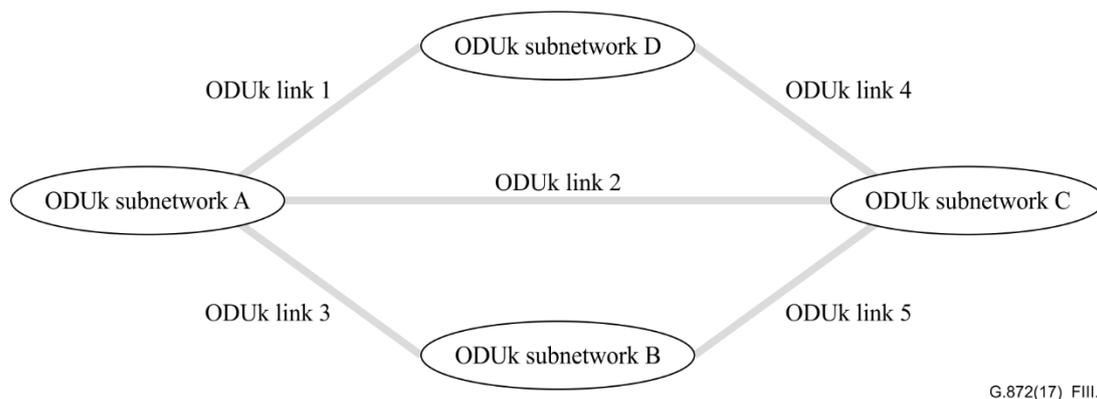
このケースではFlexEは全て終端され、FlexEグループのメンバーは揃えられて(つまり、遅延差は補正される)、FlexEクライアントは抽出される。各FlexEクライアントはODUflexにマッピングされる。各FlexEクライアント(ODUflexで運ばれる)は異なる宛先へルーティングされるかもしれない。

付録 III (参考) ODUレイヤネットワークの考え方の例

(本付録は本標準の不可欠な部分を形成するものではない。)

本付録では、ODUレイヤネットワークのトポロジが、 k と無関係な場合、または、特定の k の値の場合に、どのように考えるのかの例を示す。

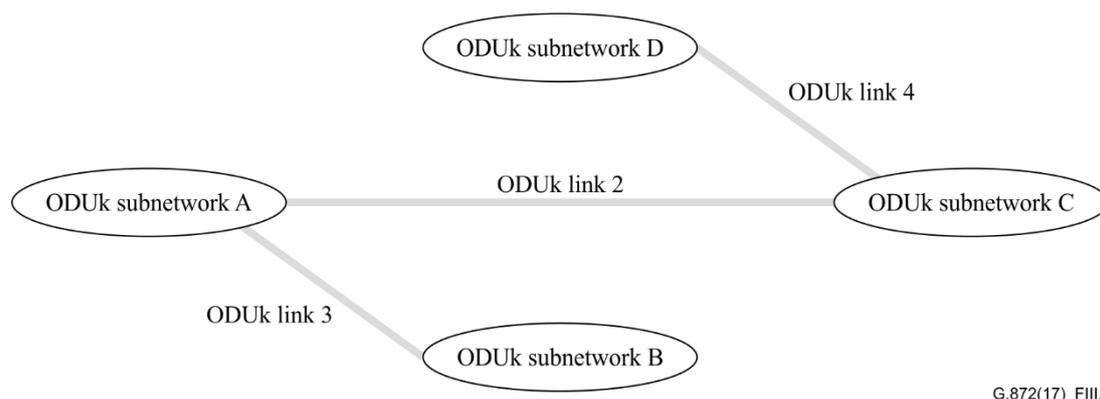
図III-1/JT-G872は単純なODUネットワークのトポロジを示し、この見え方は k の値とは無関係である。



G.872(17)_FIII.1

図III-1/JT-G872 ODUネットワークの例
(ITU-T G.872)

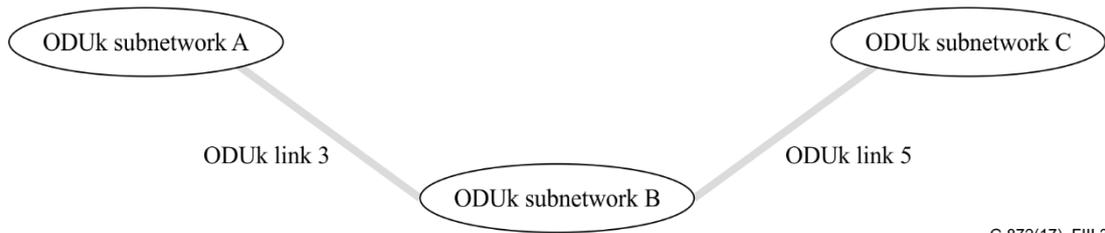
サポートするリソースの制限、または、ネットワークオペレータの判断により、リンクまたはサブネットワークが k の全ての値をサポートできないかもしれない。特定の k の値のこれらの制限のため、いくつかのリンクとサブネットワークはトポロジから除外されるかもしれない。図III-1/JT-G872の例で考えると、もし、リンク1とリンク5がODU4をサポートできず、他の全てのリンクとサブネットワークがODU4をサポートできる場合、ODU4のトポロジは図III-2/JT-G872のように縮小される。



G.872(17)_FIII.2

図III-2/JT-G872 ODU4ネットワークの例
(ITU-T G.872)

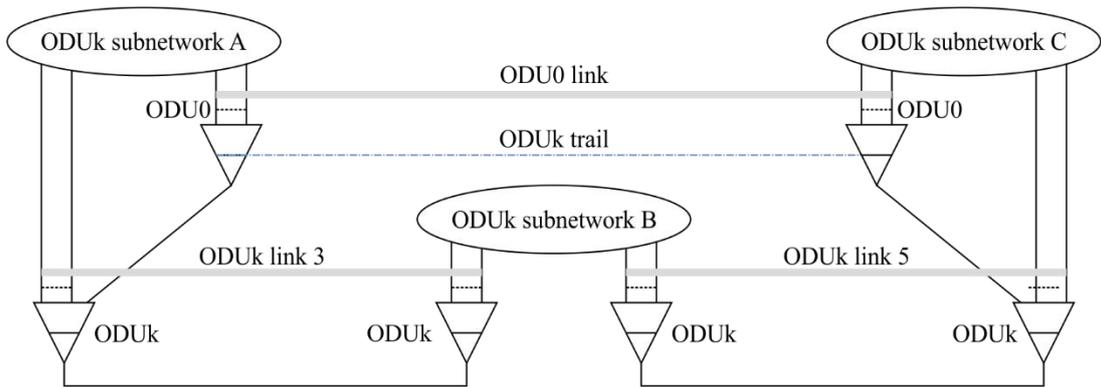
ネットワークのいくつかの領域が特定のODU j 接続をサポートできない場合、例えば、図III-3/JT-G872に示すように、サブネットワークBがODU0接続をサポートできない場合。このトポロジではODU k サブネットワークAとC間のODU0接続をサポートできない。



G.872(17)_FIII.3

図III-3/JT-G872 容量制限のあるODUkネットワーク (ITU-T G.872)

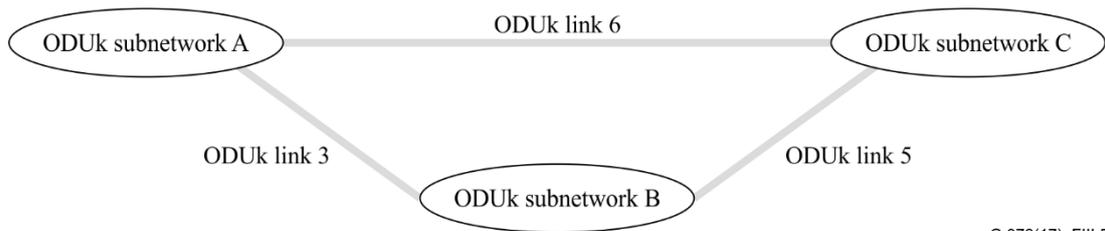
ODUkサブネットワークAとCの間にODU0を送送できるようにするため、図III-4/JT-G872に示すように、ODUk接続を確立することができる。



G.872(17)_FIII.4

図III-4/JT-G872 ODUjリンクの構築 (ITU-T G.872)

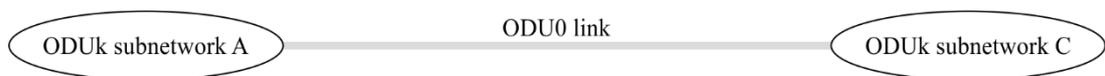
ODUkトレイルは図III-5/JT-G872に示すように、ODUkトポロジに表示されるODU0リンクをサポートする。



G.872(17)_FIII.5

図III.5/JT-G872 変更されたODUkトポロジ (ITU-T G.872)

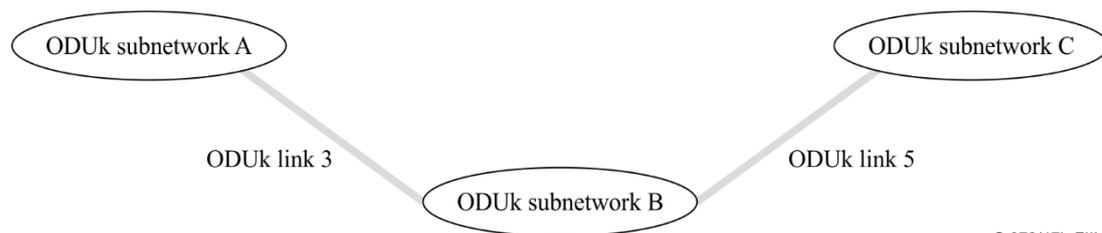
ODU0トポロジでは、ODUkサブネットワークBとODUkリンク3と5が削除され、図III-6/JT-G872に示すODU0トポロジになる。



G.872(17)_FIII.6

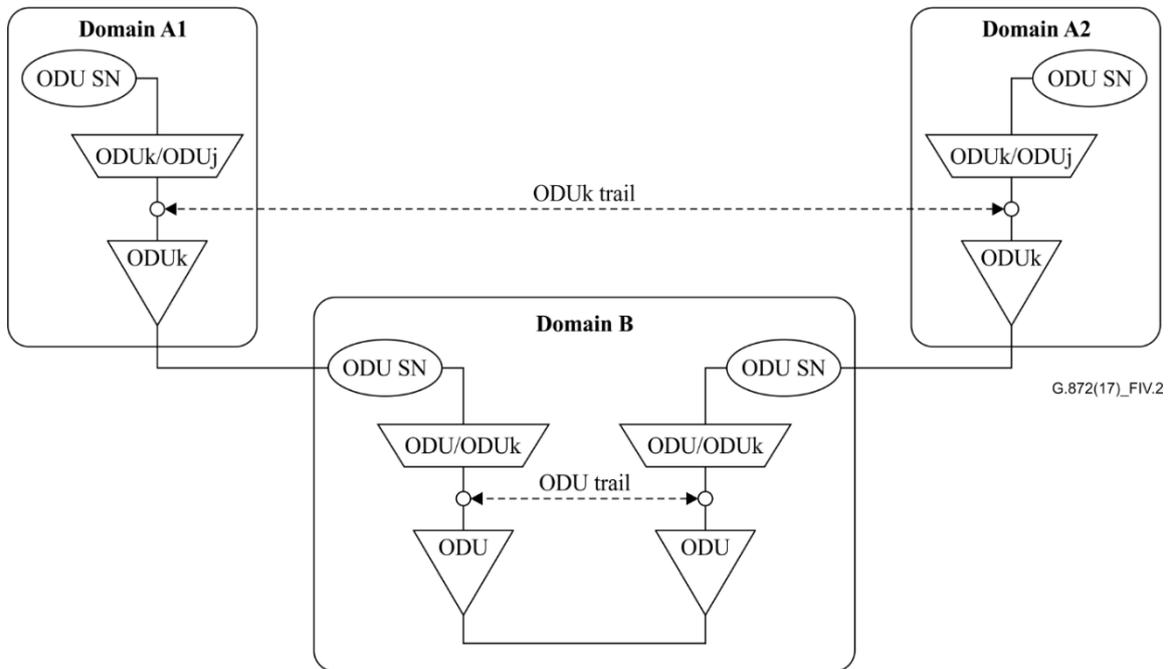
図III-6/JT-G872 ODU0トポロジ (ITU-T G.872)

kが他の値のトポロジを図III-7/JT-G872に示す。ODUkリンク3と5の容量はODU0リンクで使用される容量によって減少する。



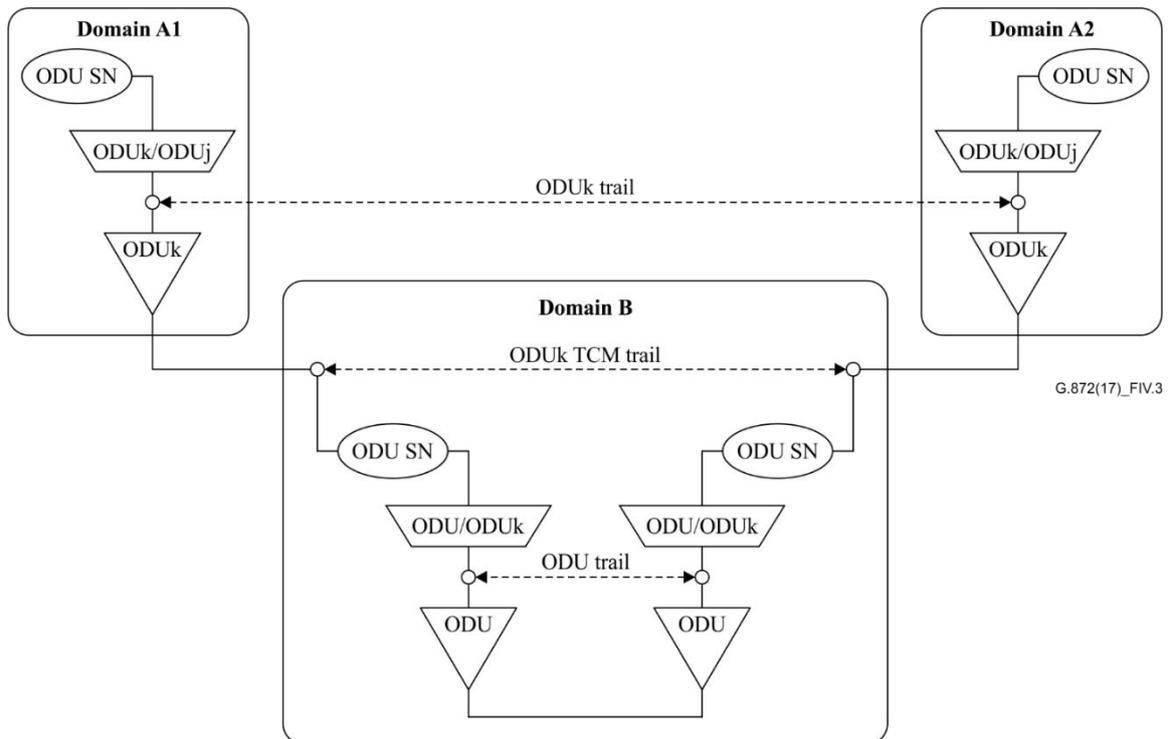
G.872(17)_FIII.7

図III-7/JT-G872 ODUkトポロジ
(ITU-T G.872)



図IV-2/JT-G872 マルチドメインOTN シナリオ2 (ITU-T G.872)

図IV-3/JT-G872はシナリオ2のドメインBにTCMを追加したものである。キャリアBはキャリアAに提供されているサービスを直接、監視できる。



図IV-3/JT-G872 マルチドメインOTN シナリオ3 (ITU-T G.872)

参考文献

[b-OIF FlexE IA] OIF FLEXE 2.1 (2019), *Flex Ethernet 2.1 Implementation Agreement*.