TTC標準
Standard

# JT-G872

# 光伝送網のアーキテクチャ

# Architecture of optical transport networks

第 1 版

2007 年 11 月 26 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、配布を行なうことを禁止します。

目次

<参考> .....6
1. 概要 .....7
2. 参考文献.....7
3. 用語と定義.....8
4. 略語 .....9
5. 光ネットワークの伝送機能構造.....12
5.1 一般的原理.....12
5.2 光伝送網のレイヤ構造.....12
5.3 光チャネルレイヤネットワーク.....14
5.3.1 光チャネルトレイル終端.....15
5.3.2 OCh伝送エンティティ.....16
5.4 光多重セクションレイヤネットワーク.....16
5.4.1 光多重セクショントレイル終端.....18
5.4.2 光多重セクション伝送エンティティ.....18
5.5 光中継セクションレイヤネットワーク.....18
5.5.1 光中継セクショントレイル終端.....19
5.5.2 光中継セクションエンティティ.....19
5.6 クライアント/サーバアソシエーション.....20
5.6.1 OCh/クライアントアダプテーション.....20
5.6.2 OMS/OChアダプテーション.....21
5.6.3 OTS/OMSアダプテーション.....21
5.7 光ネットワークトポロジ.....21
5.7.1 片方向および双方向コネクションおよびトレイル.....21
5.7.2 ポイントツーポイントコネクションおよびトレイル.....22
6. 光ネットワーク管理.....23
6.1 一般的要求.....23
6.1.1 一般的障害、構成、性能管理.....23
6.1.2 一般的管理通信.....23
6.1.3 一般的クライアント/サーバの相互作用管理.....23
6.2 光レイヤネットワークの管理要求.....23
6.2.1 コネクション監視.....24
6.2.2 信号の品質監視.....27
6.2.3 アダプテーション管理.....27
6.2.4 プロテクション制御.....27
6.2.5 サブネットワーク/タンデム/未使用コネクション監視.....28
6.2.6 管理のための通信.....28
6.3 コネクション監視技術.....28
6.3.1 固有モニタ.....28
6.3.2 非割込型モニタ.....29
6.3.3 割込型モニタ.....30
6.3.4 サブレイヤモニタ.....30
6.4 コネクション監視アプリケーション.....31
6.4.1 未使用コネクションモニタ.....31

6.4.2　コネクションモニタ ....31
7. 光ネットワークのサバイバビィリティ技術 ....34
7.1 プロテクション技術 ....34
7.1.1 トレイルプロテクション ....34
7.1.2 サブネットワークコネクションプロテクション ....35
7.1.3 シェアードプロテクションリング ....39
7.2 光伝送網におけるネットワークプロテクション機能 ....39
8. 異なる管理領域間の相互接続と相互作用 ....40
9. 光チャネルのインプリメンテーション様相 ....44
9.1 序論 ....44
9.2 ディジタルOTN の層構成 ....44
9.3 光チャネルレイヤネットワーク(OCh) ....48
9.4 光チャネル伝送ユニット(OTU)レイヤネットワーク ....48
9.4.1 OTUトレイル終端 ....49
9.4.2 OTU伝送主体 ....49
9.5 光チャネルデータユニット(ODU)レイヤネットワーク ....49
9.5.1 ODU トレイル終端 ....50
9.5.2 ODU伝送主体 ....50
9.6 ODU時分割多重 ....51
9.7 クライアント/サーバアソシエーション ....51
9.7.1 ODU/クライアントアダプテーション ....51
9.7.2 ODUk/ODUj アダプテーション ....52
9.7.3 OTU/ODUアダプテーション ....52
9.7.4 OCh/OTU アダプテーション ....52
9.8 OTNの逆多重 ....53
9.9 非OTNレイヤネットワーク上でのOTNエレメントの伝送 ....54
9.10 光レイヤネットワーク管理の要求条件 ....54
9.11 サバイバビリティ手法 ....55
9.12 異なる領域間での相互接続 ....56
10. 光伝送網の細分化 ....62
10.1 領域の細分化 ....62
10.2 3R区間の細分化 ....63
付属資料Ａ　信号劣化の緩和および再生中継 ....64
付録 I (参考)　光ネットワークの機能の例 ....65
I.1 波長変換 ....65
I.2 クロスコネクト ....65
I.3 再生中継 ....67
付録II (参考)　OTNと既存WDMの関係 ....68
付録III (参考)　OTNに基づいた伝送網の導入 ....70
III.1 全般　70
III.2 クライアント信号のタイプ ....71
III.2.1 OTNケース ....71
III.2.2 SDH ケース ....72
III.3 OTNに基づいた設備の最初の導入 ....72
III.4 SDHとOTNに基づいた伝送網間の相互作用 ....73

III.4.1 相互作用レベル .....73
III.4.2 OTN オーバレイ .....73
III.4.3 OTN XCs, ADMsとラインシステム .....74

<参考>

１．国際勧告との関係

本標準は、ITU-T勧告G.872 (11/2001) , G.872Amendment 1 (12/2003) , G.872 Corrigendum 1 (01/2005)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　追加項目

なし。

2.4　削除項目

なし。

2.5　変更項目

なし。

2.6 章立ての相違

なし

2.7 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 |
| | | |

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.652, G.653, G.655, G798, I.326, M.495, M.496

TTC標準　JT-G707, JT-G709, JT-G803, JT-G805, JT-G957

６．標準作成部門

情報転送専門委員会

## 1. 概要

この標準はJT-G805にて記載されているモデリング方式を用いて光伝送網の機能構造について述べている。光伝送網の機能はネットワークレベルの観点から記載されており、光ネットワークレイヤ構造、クライアントの独自の情報、クライアント/サーバレイヤの結合、ネットワークトポロジ、そして光信号の伝送、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ビ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。

本標準はディジタル信号をサポートする光伝送網の基本的な記述に限定される。アナログ信号およびディジタル/アナログ混在についてのサポートは現在の概要の範囲外である。

光ネットワークの設計はネットワーク要素とそれらのトポロジの数により導かれる劣化の蓄積によって課せられる制限に従うことが認識されている。しかしながらこれらの劣化の多くとそれらの効果の大きさは本標準に記述されているアーキテクチャの特定技術の実施に関係があり、それゆえ技術の進歩により変化する。従がってそれらの効果のそのような記述は本標準の概要の範囲外である。

## 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。出版の際は本版は有効であった。すべての勧告および他の参考文献は改版されることがある。それゆえこの勧告のすべてのユーザは以下に列記される勧告や他の参考文献の最新版のアダプテーションの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出版されている。


– ITU-T Recommendation G.652 (2000), *Characteristics of a single-mode optical fibre cable.*

– ITU-T Recommendation G.653 (2000), *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable.*

– ITU-T Recommendation G.655 (2000), *Characteristics of a non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre cable.*

– TTC標準　JT-G707 (第7版) , 2006/11/27, 同期ディジタルハイアラーキのNNI

– TTC標準　JT-G709 (第1版), 2005/06/02, 光伝送網のインタフェース

– ITU-T Recommendation G.798 (2002), *Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks.*

– TTC標準　JT−G803 (第1版), 1999/04/22, SDH伝達ネットワークのアーキテクチャ

– 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

– TTC標準　JT−G957, 2001/04/19, SDH多重系光インタフェース条件

– ITU-T Recommendation I.326 (1995), *Functional architecture of transport networks based on ATM.*

– ITU-T Recommendation M.495 (1988), *Transmission restoration and transmission route diversity: Terminology and general principles.*

– ITU-T Recommendation M.496 (1988), *Functional organization for automatic transmission restoration.*

## 3. 用語と定義

この標準は以下の用語を定義する。

### 3.1 アダプテーション管理 (adaptation management)

クライアントレイヤネットワークのサーバレイヤネットワークへのアダプテーションおよびサーバレイヤネットワークからのアダプテーション管理のためのプロセス群。

### 3.2 管理領域 (administrative domain)

JT-G805参照。

### 3.3 コネクション監視 (connection supervision)

トレイルの一部であるコネクションの完全性の監視のためののプロセス群。このプロセス群は接続性および連続性の監視に関係がある。

### 3.4 接続性監視 (connectivity supervision)

ソースとシンクトレイル終端間のコネクションルーチングの完全性の監視のためのプロセス群。

### 3.5 連続性監視 (continuity supervision)

トレイルの連続性の 完全性の監視のためのプロセス群。

### 3.6 相互領域間インタフェース (inter-domain interface :IrDI)

２つの管理領域間の境界を表す物理的なインタフェース 。

### 3.7 領域内インタフェース (intra-domain interface:IaDI)

管理領域内の物理インタフェース 。

### 3.8 メンテナンス表示 (maintenance indication)

上下方向においてトレイルの一部であるコネクションの中の欠陥を示すためのプロセス群。

### 3.9 管理通信 (management communications)

管理上の通信を供給するプロセス群。

### 3.10 OTN 準拠インタフェース (OTN compliant interface)

本JT-G872で定義されるアーキテクチャを基本とした光伝送網に対するインタフェース 。

### 3.11 OTN 非準拠インタフェース (OTN non-compliant interface)

本JT-G872で定義されるアーキテクチャを基本とした光伝送網に対して定義されるであろうインタフェース勧告には適合しないインタフェース 。

### 3.12 オーバヘッド情報 (overhead information)

6タイプのオーバヘッド情報が定義される。

1) トレイル終端オーバヘッド情報はトレイル終端ソースによって生成され、トレイルを監視するためのトレイル終端シンクにより取り除かれる。このオーバヘッド情報はレイヤネットワークに特定され、ネットワークレイヤ間のいかなるクライアント/サーバ関係から独立している。
2) クライアント特定オーバヘッド情報は特定のクライアント/サーバ関係と関連があり、それゆえ特定のアダプテーション機能により処理される。
3) 予備チャネルオーバヘッド情報は光ネットワークレイヤにより伝送されるが、それは必要によってではなく、特定のコネクションに関連しなければならない。そのような予備チャネルの例は管理エンティティ間の管理データの伝送を目的としたデータ通信チャネルがある。
注－これらの管理エンティティはトレイル終端やアダプテーション機能ではない。
4) 用意されたオーバヘッド情報
5) 未割当オーバヘッド情報。このオーバヘッドは上記で定義されるタイプ1, 2, 3, 4であろう。
6) ネットワークオペレータ特定オーバヘッド情報はサービスの差別化に必要になる独自の光ネットワークをサポートするためにオペレータにより使用されるであろう。

### 3.13 光伝送網 (optical transport network)

光チャネルアクセスポイントに接する伝送網

### 3.14 光監視チャネル (optical supervisory channel :OSC)

光監視チャネルは光伝送セクションエンティティ間のオーバヘッド情報を転送する光キャリアである。

### 3.15 プロテクション制御 (protection control)

この情報はトレイルまたはサブネットワークコネクションのためのプロテクション切替制御を提供するためのプロセス群。

### 3.16 信号品質監視 (signal quality supervision)

トレイルをサポートしているコネクションのパフォーマンスを監視するためのプロセス群。

### 3.17 サブネットワークコネクション監視 (subnetwork connection supervision)

トレイルをサポートしているサブネットワークコネクションのための接続性監視、連続性監視および（または）信号品質監視を提供するプロセス群。

## 4. 略語

本標準は以下の略語を使用する。

| | |
|---|---|
| AP | Access point: アクセスポイント（JT-G805参照） |
| APS | Automatic protection switching: 自動プロテクション切替 |
| ATM | Asynchronous transfer mode: 非同期転送モード（I.326参照） |
| BDI | Backward defect indication: 逆方向欠陥表示 |
| CP | Connection point: コネクションポイント（JT-G805参照） |
| FDI | Forward defect indication: 順方向欠陥表示 |
| IaDI | Intra-Domain Interface: 領域内インタフェース |
| IrDI | Inter-Domain Interface: 相互領域間インタフェース |

LOC　Loss of continuity: 連続性損失

MPCP　Multipoint connection point: マルチポイントコネクションポイント

NE　Network element: ネットワークエレメント

NRZ　Non return to zero:NRZ(NRZ符号形式)

OCh　Optical channel: 光チャネル

OCh/Client_A　Optical channel/Client adaptation: 光チャネル/クライアントアダプテーション

OCh_LC　Optical channel link connection: 光チャネルリンクコネクション

OCh_NC　Optical channel network connection: 光チャネルネットワークコネクション

OCh_SN　Optical channel subnetwork: 光チャネルサブネットワーク

OCh_SNC　Optical channel subnetwork connection: 光チャネルサブネットワークコネクション

OCh_TT　Optical channel trail termination: 光チャネルトレイル終端

ODU　Optical channel data unit: 光チャネルデータユニット

OMS　Optical multiplex section: 光多重セクション

OMSn　Optical multiplex section of order n: ｎ次光多重セクション

OMS/OCh_A　Optical multiplex section/Optical channel adaptation: 光多重セクション/光チャネルアダプテーション

OMS_LC　Optical multiplex section link connection: 光多重セクションリンクコネクション

OMS_NC　Optical multiplex section network connection: 光多重セクションネットワークコネクション

OMS_TT　Optical multiplex section trail termination: 光多重セクショントレイル終端

OSC　Optical supervisory channel: 光監視チャネル

OTM　Optical transport module: 光伝送モジュール

OTMn　Optical transport module of order n: ｎ次光伝送モジュール

OTN　Optical transport network: 光伝送網

OTS　Optical transmission section: 光中継セクション

OTSn　Optical transmission section of order n: ｎ次光中継セクション

OTS/OMS_A　Optical transmission section/Optical multiplex section adaptation: 光中継セクション/光多重セクションアダプテーション

OTS_LC　Optical transmission section link connection: 光中継セクションリンクコネクション

OTS_NC　Optical transmission section network connection: 光中継セクションネットワークコネクション

OTS_SN　Optical transmission section subnetwork: 光中継セクションサブネットワーク

OTS_SNC　Optical transmission section subnetwork connection: 光中継セクションサブネットワークコネクション

OTS_TT　Optical transmission section trail termination: 光中継セクショントレイル終端

OTU　Optical transport unit: 光伝送ユニット

OTUGn　Optical transport unit group of order n: ｎ次光伝送ユニット

PDH　Plesiochronous digital hierarchy: プレジオクロナスディジタルハイアラーキ

PTI　Payload type identifier: ペイロードタイプ識別子

RS　Regenerator section: 中継セクション（JT-G803参照）

SDH　Synchronous digital hierarchy: 同期ディジタルハイアラーキ（JT-G707参照）

SNC　Subnetwork connection: サブネットワークコネクション（JT-G805参照）

SNC/I　Subnetwork connection protection with inherent monitoring: 固有モニタを伴うサブネットワークコネクションプロテクション

SNC/N　Subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring: 非割込みモニタを伴う型サブネットワークコネクションプロテクション

STM-N　Synchronous transport module level N: Ｎ次同期転送モジュール（JT-G707参照）

TCP　Termination connection point: 終端コネクションポイント（JT-G805参照）

TDM　Time division multiplexing: 時分割多重

WDM　Wavelength division multiplexing: 波長分割多重

## 5. 光ネットワークの伝送機能構造

### 5.1 一般的原理

光ネットワークはフォトニック領域で主に処理されるクライアント信号の伝達、多重、ルーティング、監視及びサバイバビリティを提供する機能で構成される。現在の光技術は監視と性能評価の能力に限りがある。したがって、これらの制限を克服するためにディジタル処理が必要とされる。この光ネットワークの機能性はJT-G805に定義される一般的原理を用いて、ネットワークレベルの観点から記述される。光伝送網のレイヤ構造、特性情報、クライアント/サーバレイヤの結合、ネットワークトポロジ及びレイヤネットワーク機能性に関する特別な側面は、本標準で提供される。本標準はJT-G805に定義された用語、機能的なアーキテクチャ及び図表上の慣例を用いる。

JT-G805に従って、光伝送網は、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うる独立した伝送レイヤネットワークに分解される。

次の機能的な記述では、光信号は波長(あるいは中心周波数)により特徴づけられ、波長ごとにもしくはWDMの波長グループとして処理される場合がある。光ネットワークにおける他の光多重技術(例えば、時分割多重(TDM)、光時分割多重(OTDM)、もしくは、光符号分割多重(OCDM)の機能的な記述は、将来の研究課題である。

### 5.2 光伝送網のレイヤ構造

図1で図示されるように、光伝送網のレイヤ構造は光チャネル、光多重セクション及び光中継セクションのレイヤネットワークで構成される。この3レイヤ構造をとる理由は以下の通りである：

*光チャネルレイヤネットワーク*：このレイヤネットワークはフォーマット(例えばSDH STM-N, PDH 565Mbit/s, セルベースのATM等)を変化させるクライアント情報を透過的に伝達するための光チャネルのエンドトゥエンドのネットワーキングを提供する。サポートされるクライアントレイヤネットワークの記述はこの標準の範囲外である。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、以下の能力がレイヤネットワークに含まれる。

– 柔軟なネットワークルーティングのための光チャネルのコネクションの再配列
– 光チャネルのアダプテーション情報の完全性を保証するための光チャネルオーバヘッド処理
– コネクション設定、サービス品質のパラメータ交換及びネットワークサバイバビリティのようなネットワークレベルの運用及び管理機能を可能にするための光チャネルのメンテナンス運用管理(OAM)機能

*光多重セクションレイヤネットワーク*：このレイヤネットワークは複数波長の光信号のネットワーキングのための機能を提供する。「複数波長の」信号はちょうど１波の光チャネルの場合を含むことに注意すること。

このレイヤネットワークの能力は次のものを含む：

– 複数波長の光多重セクションのアダプテーション情報の完全性を保証するための光多重セクションオーバヘッド処理
– 多重セクションサバイバビリティのようなセクションレベルの運用及び管理機能を可能とするための光端局セクションのメンテナンス運用管理(OAM)機能

複数波長の光信号のために実行されるこれらのネットワーキングの能力は光ネットワークの運用及び管理の支援を提供する。

*光中継セクションレイヤネットワーク*：このレイヤネットワークは様々なタイプの光媒体上の(例えば、G.652、G.653及びG.655ファイバ)光信号伝送のための機能を提供する。
このレイヤネットワークの能力は以下のものを含む：

– 光中継セクションのアダプテーション情報の完全性を保証するための光中継セクションオーバヘッド処理
– 中継セクションサバイバビリティのようなセクションレベルの運用及び管理機能を可能とするための光中継セクションのメンテナンス運用管理(OAM)機能

*物理媒体レイヤネットワーク*:光ネットワークにおける物理媒体レイヤネットワークは光ファイバタイプで定義される。この物理媒体レイヤネットワークは光伝送セクションのサーバである。
このレイヤの詳細な記述はこの標準の範囲外である。
光レイヤネットワークの詳細な機能記述は次の副節に述べられる。

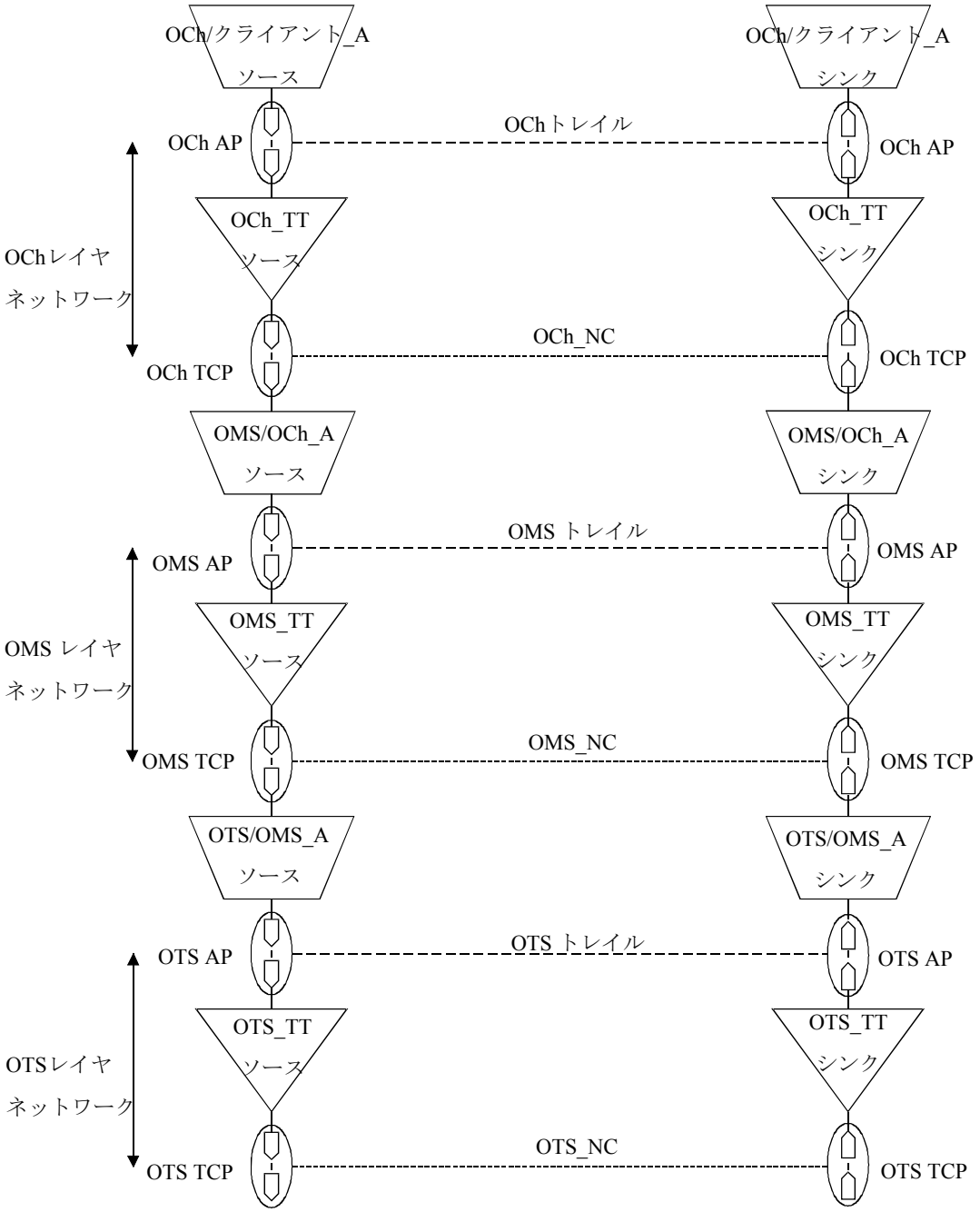



図1/JT-G872　光伝送網におけるクライアントとサーバの関係
(ITU-T G.872)

### 5.3 光チャネルレイヤネットワーク

光チャネルレイヤネットワークはアクセスポイント間の光チャネルトレイルを通じてディジタルクライアント信号の伝送を提供する。光チャネルレイヤネットワークの特性情報は二つに分離された別個の論理信号からなる：

– 光チャネルネットワークコネクションに関連した、定義される最大帯域幅および信号対雑音比の光信号。
– チャネル外オーバヘッドを構成するデータストリーム。

注-特性情報の定義は、次のような情報の形式を反映する。その情報はサーバレイヤに提供される必要があり、また、ネットワークコネクションを横断して伝送される。これはディジタル情報の内容をその下に横たわるサーバから見えないようにする(光チャネルのインプリメンテーションの様相に関する9節を参照)。

光チャネルレイヤネットワークは以下の伝送機能及び伝送エンティティを含む(図2を参照)：

– 光チャネルトレイル
– 光チャネルトレイル終端ソース(OCh_TT_ソース)；
– 光チャネルトレイル終端シンク(OCh_TT_シンク)；
– 光チャネルネットワークコネクション(OCh_NC)；
– 光チャネルリンクコネクション(OCh_LC)；
– 光チャネルサブネットワーク(OCh_SN)；
– 光チャネルサブネットワークコネクション(OCh_SNC)。

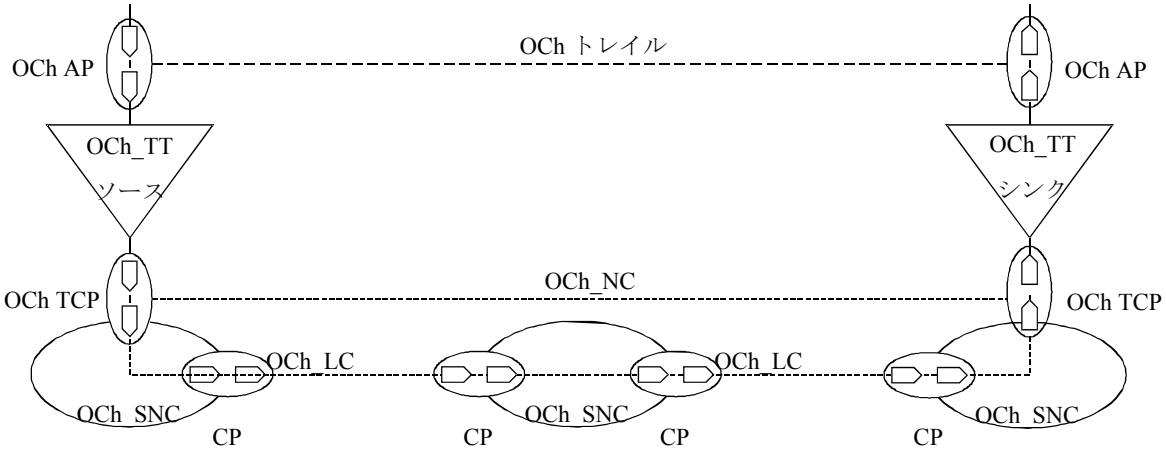



図2/JT-G872　OCh レイヤネットワーク例
(ITU-T G.872)

### 5.3.1 光チャネルトレイル終端

以下の一般的な処理が光チャネルトレイル終端に割当てられる場合がある：

– 接続性の完全性確認
– 伝送品質の評価
– 伝送欠陥の検出と表示

これらの処理に対する要求条件は6.2節に詳細に要点が述べられる。

3種類の光チャネルトレイル終端がある:

– 光チャネル双方向トレイル終端：一対の同じ場所に配置される光チャネルトレイル終端ソース及びシンク機能からなる。
– 光チャネル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アダプテーション情報を受け取り、分離した別個の論理データストリームとして光チャネルトレイル終端オーバヘッドを挿入し、その出力として光チャネルレイヤネットワークの特性情報を提供する。

– 光チャネルトレイル終端シンク：その入力として光チャネルレイヤネットワークの特性情報を受け取り、光チャネルトレイル終端オーバ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、その出力としてアダプテーション情報を提供する。

### 5.3.2 光チャネル伝送エンティティ

ネットワークコネクション、リンクコネクション及びトレイルはJT-G805に記述される。

OChサブネットワーク、OCh_SN、は光チャネルレイヤ内で柔軟性を与える。特性情報は入力（終端）コネクションポイント[(T)CP]と出力(T)CPとの間にルーティングされる。コネクション機能はルーティング、グルーミング、プロテクション及び復旧を提供するために通信事業者で使用される場合がある。

## 5.4 光多重セクションレイヤネットワーク

光多重セクションレイヤネットワークはアクセスポイント間の光多重セクショントレイルを通して光チャネルの伝送を提供する。

光多重セクションレイヤネットワーク特有の情報は２つに分割された個別の論理的信号から構成される。

– 光チャネルレイヤに適応した情報で構成されるデータストリーム。データストリームは定義された全ての光帯域幅を持つn波の光チャネル一式を含む。
– 光多重セクショントレイル終端オーバヘッドを構成するデータストリーム。

各チャネルは定義されたキャリア波長(周波数)と光帯域幅(ソースの安定性を付加し、サポートされた光チャネル帯域幅)を持つ。

多重された個々の光チャネルはインサービスあるいはアウトオブサービスのどちらかであるだろう。

アウトオブサービスチャネルは発光しているまたは発光していないのどちらかである。

光多重セクション特有の情報はn次の光伝送ユニットグループ(OMU-n)である。

光多重セクションレイヤネットワークは以下の伝送機能および伝送エンティティを含んでいる(図3を参照)。

– 光多重セクショントレイル
– 光多重セクショントレイル終端ソース(OMS_TT_ソース)
– 光多重セクショントレイル終端シンク(OMS_TT_シンク)
– 光多重セクションネットワークコネクション(OMS_NC)
– 光多重セクションリンクコネクション(OMS_LC)

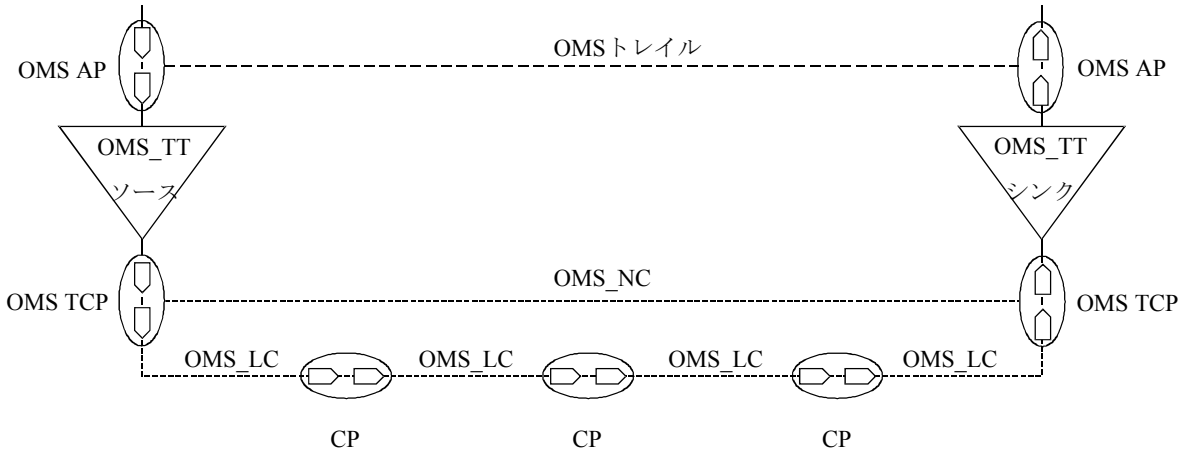



図 3/JT-G872　光多重セクションレイヤネットワーク例
（ITU-T G.872）

### 5.4.1 光多重セクショントレイル終端

以下の一般的な終端処理は光多重セクショントレイル終端に割当てられる。

– 伝送品質の監査。

– 伝送欠陥の発見および表示。

これらの処理に対する要求は6.2章に詳細が略述される。

３種の光チャネルトレイル終端がある。

– 光多重セクション双方向トレイル終端： 一対の共存する光多重セクション終端ソースおよびシンク機能で構成される。

– 光多重セクショントレイル終端ソース： 入力で光チャネルレイヤネットワークから適応した情報を受け取り、出力で分離した別個の論理的データストリームとして光多重セクション終端オーバヘッドを挿入し、光多重セクションレイヤネットワーク特有の情報を与える。

– 光多重セクショントレイル終端シンク： 入力で光多重セクションレイヤネットワークの特徴的な情報を受け取り、出力で光多重セクションオーバヘッドを抽出し適応した情報を提供する。

### 5.4.2 光多重セクション伝送エンティティ

ネットワークコネクション、リンクコネクション及びトレイルは勧告G.805に記述される。このレイヤネットワークには柔軟性が無く、定義される光多重セクションサブネットワークは無い。

## 5.5 光中継セクションレイヤネットワーク

光中継セクションレイヤネットワークはアクセスポイント間の光中継セクショントレイルを通して、光多重セクションの伝送を供給する。n次の光中継セクションは同次の光多重セクションの1つをサポートする。2つのレイヤ間に１対１のマッピングがある。光中継セクションは周波数、出力レベル及び信号対雑音比などの光パラメータにより、物理インタフェースを定義する。光中継セクション特有の情報は2つの分割された個別の論理信号から成る。

– OMSレイヤに適応した情報

– 光中継セクショントレイル終端特性管理/メンテナンスオーバヘッド

物理的には以下を含む。

– n次の光多重

– 光監視チャネル

この特有の情報はn次の光中継モジュール(OTMn)である。

注意－背面接続の光中継セクション終端が無いシステムにおけるOTS-1、またOTN_IrDI(節8参照)として使用したOTS-1に関しては、オーバヘッド情報を伝送するためのOSCの代替について将来研究が必要である。

光中継セクションレイヤネットワークは以下の伝送機能及び伝送エンティティを含む(図4を参照)：

– 光中継セクショントレイル；

– 光中継セクショントレイル終端ソース(OTS_TT_ソース)；

– 光中継セクショントレイル終端リンク(OTS_TT_リンク)；

– 光中継セクションネットワークコネクション(OTS_NC)；

– 光中継セクションリンクコネクション(OTS_LS)；

– 光中継セクションサブネットワーク(OTS_SN)；

– 光中継セクションサブネットワークコネクション(OTS_SNC)。

注意－OTS_SN及びOTS_SNCはOTS１＋１プロテクションの場合においてのみ存在する。

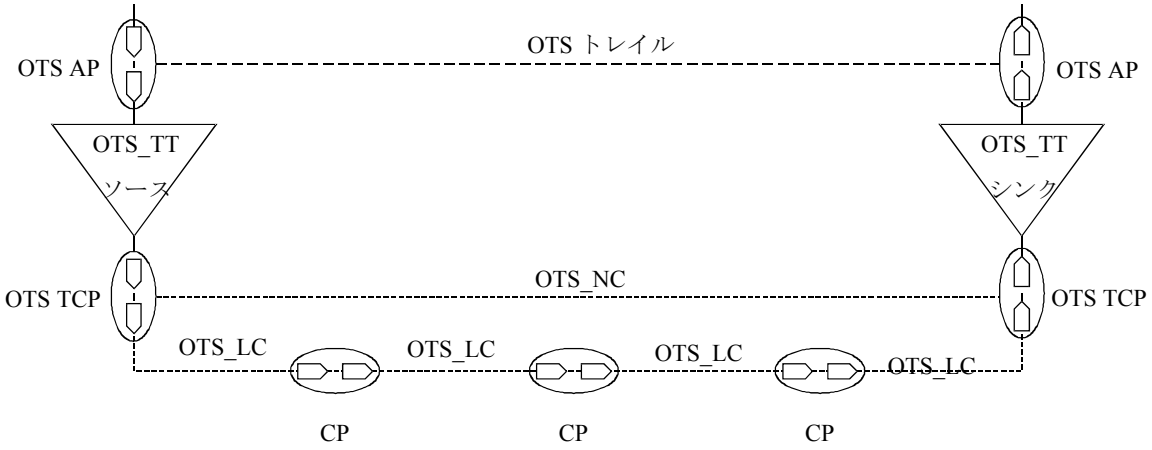



図 4/JT-G872　光中継セクションレイヤネットワーク例
(ITU-T G.872)

### 5.5.1 光中継セクショントレイル終端

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であろう：

– 接続性の確認；

– 中継伝送品質の監査；

– 中継欠陥の発見と表示。

これら処理を供給する手段は6.2章に記述される。

３種の光中継セクショントレイル終端がある：

– 光中継セクション双方向トレイル終端：　一対の共存する光中継セクショントレイル終端ソースとシンク機能を含む。

– 光中継セクショントレイル終端ソース：　入力でクライアントレイヤネットワークからに適応した情報を受け取り、光中継セクショントレイル終端オーバヘッドを付加し、光監視チャネルを発生させ、光監視チャネルを主信号に加える。トレイル終端機能は物理的な媒体を通しての伝送のための情報を調整し、光信号が物理インタフェース条件と合うことを保証する。光中継セクショントレイル終端ソースの出力は光中継セクションレイヤネットワークの特徴的な情報である。この特徴的な情報は1つの光伝送モジュール(OTM)を参照する。

– 光中継セクショントレイル終端シンク：　出力で中継セクションレイヤネットワークの特徴的な情報を受け取り、物理媒体を通しての中継から生じる信号劣化を補償するために情報を修正し、主光信号から光監視チャネルを抽出し、光監視チャネル中に含まれる光中継セクショントレイル終端オーバヘッドを処理し、出力で適応した情報を提供する。

### 5.5.2 光中継セクションエンティティ

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JT-G805に記述される。

光中継セクションサブネットワークOTS_SNは、光中継セクションレイヤ内においてNC予備を提供する。
特有の情報は入力(終端)コネクションポイント〔(T)CPs〕と出力(T)CPs間で交換される。

### 5.6 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多岐にわたるクライアントレイヤネットワークをサポートする可能性である。これらのクライアントレイヤネットワークの例はSDH STM-N,および連続なATMセルストリームを含む。

特殊なクライアントレイヤネットワークを伝送するための光チャネルの能力を制限する制限および規則は将来の研究課題である。
光レイヤネットワークの構造およびアダプテーション機能は図１中に示される。
光伝送網の記述のために、レイヤ間アダプテーションはサーバ/クライアントの関係を利用して指定される。

#### 5.6.1 OCh/クライアントアダプテーション

OCh/クライアントアダプテーション(OCh/クライアント_A)は２つのタイプの処理から成ると考えられる。
クライアント特有の処理とサーバ特有の処理である。
クライアント特有の処理の記述は標準範囲外である。

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

OCh/クライアントアダプテーションソース(OCh/クライアント_A_So)はその入力と出力間の下記の処理を実行する。

– 光周波数キャリア上に変調されうる連続のデータストリームを生成することを要求された全ての処理
  要求された処理は特殊なクライアント/サーバの関係に依存し、無効かも知れない。
  ディジタルクライアントにとってアダプテーションはスクランブリングとチャネルコーディング（例えば、NRZ）のような処理を含むであろう。
  ディジタルマッピングにとって適応された情報は定義されたビット及びコーディング体系の連続なデータストリームである。
– 監視/メンテナンス信号の生成および終端は6.2節に記述される

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

– 連続のデータストリームからのクライアント信号の復旧
  過程は特殊なクライアント/サーバの関係に依存し、無効になりうる。
  ディジタルクライアントにとってアダプテーションはタイミング復元、デコーディングおよびデスクランブリングのような処理を含みうる。
– 監視/メンテナンス信号の生成および終端は6.2節に記述される

### 5.6.2 OMS/OChアダプテーション

双方向OMS/OChアダプテーション(OMS/OCh_A)機能は共存する一対のソースおよびシンクOMS/OChアダプテーション機能により実行される。

OMS/OChアダプテーションソース(OMS/OCh_A_So)はその入出力間で以下の処理を実行する。

– 定義された変調体系による光伝送ユニット信号による光キャリアの変調
– 光キャリアへの波長（あるいは周波数）および出力割付光多重を形成するための光チャネル多重
– 監視/メンテナンス信号の生成と終端は6.2に記述される

注－アダプテーション機能はそれと連携した2つのデータストリーム、第一に主光ペイロード、2番目にOMS_TTにより処理されないオーバヘッドの一部と連携したものを考慮することを持つこととみなされる。これもまたシンクアダプテーション機能としては正しい。

OMS/OChアダプテーションシンク(OMS/OCh_A_Sk)はその入出力間で以下の処理を実行する

– キャリア波長（周波数）による光チャネル分離
– 光キャリアの終端と光伝送ユニットの復元
– 監視/メンテナンス信号の生成と終端は6.2に記述される

### 5.6.3 OTS/OMSアダプテーション

双方向OTS/OMSアダプテーション(OTS/OMS_A)機能は共存する一対のソースおよびシンクOTS/OMSアダプテーション機能により実行される。

OTS/OMSアダプテーションソース(OTS/OMS_A_So)はその入出力間で以下処理を実行する

– 監視/メンテナンス信号の生成と終端は6.2に記述される

注－アダプテーション機能はそれと連携した2つのデータストリーム、第１にメイン光ペイロード、第２にOMS_TTにより処理されないオーバヘッドの一部と連携したものを考慮すること、をもつこととみなされる。これもまたシンクアダプテーション機能としては正しい。

OTS/OMSアダプテーションシンク(OTS/OMS_A_Sk)はその入出力間で以下の処理を実行する

– 監視/メンテナンス信号の生成と終端は6.2に記述される

## 5.7 光ネットワークトポロジ

光ネットワークレイヤ片方向、双方向ポイントツーポイントコネクションおよび片方向ポイントツーポイントコネクションをサポートできる。

### 5.7.1 片方向および双方向コネクションおよびトレイル

サーバレイヤネットワークにおける双方向コネクションは双方向もしくは片方向のクライアントレイヤネットワークコネクションをサポートするであろう。しかし、片方向サーバレイヤネットワークは片方向クライアントのみをサポートするであろう。

双方向光伝送セクションレイヤネットワークコネクションは両方向（単一ファイバワーキング）のための1本の光ファイバによってサポートされるであろう。あるいは、各方向のコネクションは異なるファイバによってサポートされるであろう。

運用、管理およびメンテナンスと単一ファイバワーキングへのオーバヘッド転送は現在この標準では考慮されず、将来の研究課題である。

### 5.7.2 ポイントツーポイントコネクションおよびトレイル

片方向ポイントツーマルチポイントコネクションはソースから相当数のシンクにトラヒックをブロードキャストする。

これはマルチポイントコネクションポイント(MPCP)によって、ポイントツーマルチポイントコネクション光チャネルレイヤ中で供給されることが、図5で例証される。

MPCPは１組のコネクションをつなぐ参照ポイントである。

それはマルチポイントコネクションの根源を表現する。

MPCPを繋ぐことによってもたらされるブロードキャスト機能はそれが存在するサブネットワークに限定される。

それは大きな(含む)サブネットワークの中にマルチキャスト(選択されたブロードキャスト)の一部を形成する。

マルチポイントコネクションは光伝送網において片方向ブロードキャストマルチポイントコネクションに限定される。このタイプのコネクションは光チャネルレイヤネットワークにおいて用いられる。

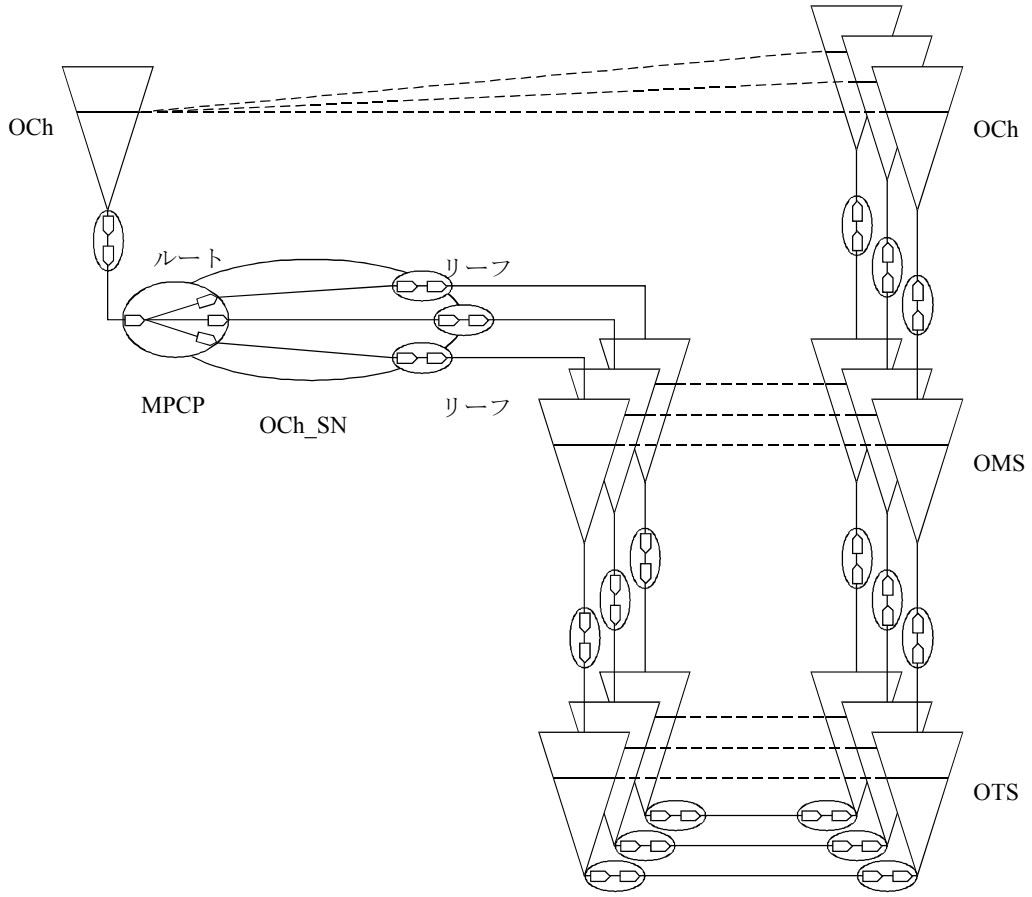



図5/JT-G872 マルチポイント光チャンネルコネクション
(ITU-T G.872)

## 6. 光ネットワーク管理

この節では、光伝送網に対するネットワーク管理について述べる。特に、障害、性能、および構成管理について一般的要求を述べる。管理プロセスは、6.2で概要を述べている各レイヤネットワークが必要であり、表1で要約される。この節では、また、コネクション監視のための方法についても記述する。

### 6.1 一般的要求

#### 6.1.1 一般的障害、構成、性能管理

光伝送網は、障害、故障、およびエンドトゥエンドの性能管理のために、そして、また、管理境界内およびその間でサポートを提供するものとする。
それは、誤接続の場合における検出、および通知の手段を提供するものとする。

光伝送網は、以下のための設備を提供するものとする。

- 互換性適合、または特性情報を持つ伝送網エンティティの相互接続を確実にするため
- 障害の検出、障害の分離および適切なところでの回復行動を始める。光伝送網は、片端メンテナンスのために設備を提供するものとする。

割り込まれるサーバレイヤ内の信号の場合には、サーバレイヤの上流および下流のネットワークエンティティは通知されるものとする。

光伝送網は、障害回避のため性能低下を検出し、また、サービス品質の確認をすることができる。

#### 6.1.2 一般的管理通信

以下の間で光伝送網が通信をサポートする。

- リモートのサイトの要員
- OS、およびリモートNE
- クラフトターミナル、およびローカル、あるいはリモートのNE

また、これらの形式に関する通信は、外部的に光伝送網にサポートされるかもしれない。

#### 6.1.3 一般的クライアント/サーバの相互作用管理

光伝送網は、クライアントレイヤにおける信号が提供されない時、また、OTN内で、サーバレイヤが通常操作している場合でも、検出および表示される。

不必要な、非効率な、あるいは矛盾するサバイバビリティの動作を避けるために、段階的な戦略(例：ホールドオフタイムとアラーム抑圧方法の導入)は、以下で要求される:

- レイヤ内
- サーバとクライアントレイヤ間

### 6.2 光レイヤネットワークの管理要求

光チャネル、光多重セクションおよび光中継セクションレイヤのネットワークに関した管理能力のための要求は、この節で識別される。光レイヤネットワーク管理要求の要約は、表1で与えられ、以下の詳細で議論された。

表 1/JT-G872　光伝送網 –ネットワークレベル管理要求
(ITU-T G.872)

| 管理能力 | プロセス | 機能 | レイヤネットワーク | | | 注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | OCh | OMS | OTS | |
| 連続性監視 | • 連続性損失監視 | TT | R | R | R | 6.2.1参照 |
| 接続性監視 | • トレイルトレース識別 | TT | R [a)] | - | R | 6.2.1参照 |
| メンテナンス情報 | • 順方向欠陥表示<br>• 逆方向欠陥表示<br>• 逆方向品質表示 | TT<br>TT<br>TT | R<br>R<br>FFS | R<br>R<br>FFS | R<br>R<br>FFS | 6.2.1参照 |
| 信号品質監視 | • 性能監視 (パラメータは将来の研究課題) | TT | R | FFS | R | 6.2.2参照 |
| アダプテーション管理 | • ペイロードタイプ識別子 | A | R | FFS | - | 6.2.3参照 |
| プロテクション制御 | • 自動プロテクション切替プロトコル | A | R* | R* | - | 6.2.4参照 |
| コネクション監視 | ・ 固有モニタ<br>・ 非割込型モニタ<br>・ 割込型モニタ<br>・ サブレイヤモニタ | TT | R*<br>R*<br>R*<br>R* | R*<br>–<br>R*<br>- | -<br>-<br>R*<br>– | 6.3参照 |
| 管理通信 | • メッセージ-ベースチャネル<br>• 補助チャネル<br>• オペレータ仕様<br>• ナショナルユース | A<br>A<br>A<br>A | -<br>-<br>-<br>- | FFS<br>-<br>-<br>- | R<br>R*<br>R<br>FFS | 6.2.5参照 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| - | 適用不可 | R | 要求事項 |
| A | アダプテーション機能 | R* | 要求事項(管理能力がサポートされなければならない場合) |
| FFS | 将来課題 | TT = | トレイル終端機能 |
| a) = | 6.2.1で記述されたものを除く | | |

### 6.2.1 コネクション監視

どのようなレイヤネットワークにおいても、トレイルをサポートしているネットワークコネクションの完全性の監視を提供することは管理要求である。サーバレイヤネットワークでサポートされるリンクコネクションは、連続監視によって監視される。サブネットワークにわたる接続ポイントのフレキシブルな連係によって生ずるサブネットワークコネクションは、接続性監視によって監視される。OChソースのグループとOChのグループの間にネットワーク結合を再配列するどんな可能性もない特定のケースにおいて、シンクトレイルの終端の接続性監視は必要でない。

連続性監視

連続性監視は、トレイルの連続性の完全性をモニタリングすることについてプロセス群を参照する。以下のプロセスは、連続性監視のために確認される。

・　連続性損失検出(LOC)

一般に、サーバレイヤのリンクコネクションの障害は、サーバ信号障害表示の何らかのフォームを通してクライアントレイヤに表示される。OTSレイヤ、OTNの最下位レイヤは、光の物理的媒体レイヤによって直接サポートされるネットワークコネクションゆえに特例である。後者は、能動素子を含まないため、OTSトレイル終端シンクは、サーバ障害表示が受信されない。－高次レイヤのトレイル終端についても同様である。－
また、光の物理的媒体レイヤでは、それ自体により障害を検出しなければならない。

光ネットワーク障害は、ファイバ断裂、機器障害を含む。機器障害は、それ相応に検出され、機器のモニタ機能により報告される。

ファイバ断裂の場合は、ネットワークレベルの観点から、考慮するべき最も重要な障害なシナリオである。
ファイバ断裂に続いて、集合信号の損失は、最初の下流のOTSトレイル終端シンクで観測されるかもしれない。集合信号は、多重された波長を伝達するための光チャネルと波長を伝達するための光監視チャネルから構成される。集合信号の損失は、多重された波長の連続性損失および光の監視のチャネルの連続性損失の結果による。その後、集合信号損失の検出は、クライアントレイヤへ向け表示される。光監視チャネルの連続損失自体は、クライアント信号での結果で動作を始めないことに注意すること。一般に、同じような思想は、ペイロードやオーバヘッドが独立した故障メカニズムをもつどのようなレイヤネットワークにおいても採用されるべきである。

OTSレイヤで、光コンポーネント障害は、光チャネルの損失に至るかもしれないが、光監視チャネルの損失には至らないかもしれない。これは、サーバ信号障害表示をOMSレイヤへ発生させ、そしてファイバ断裂の場合と同様な結果動作として、OTSレイヤの中に、前方欠陥表示を発生させる。
OMSトレイル終端シンクによるサーバ信号障害検出は、OChレイヤへ向けサーバ信号障害を順番に通知する。OMSアダプテーションソースでは、サーバ信号障害は、影響を受けた光チャネルの前方欠陥表示で通知される。OMSトレイル終端シンクは、OTSトレイルで検出されている継続的損失なしで、OMSトレイルの継続的損失を検出することが考えられる。結果として生じる動作は、サーバ信号障害の場合に関しては同じである。

OChトレイルターミネーションシンクによって検出されたサーバ信号障害は、クライアントレイヤへサーバ信号障害を次々に通知する。サーバ信号障害のOChアダプテーション情報源の処理は、クライアント独自である。

OChトレイル終端シンクは、OTSまたは、OMSトレイルで検出される継続的な損失なしで、OChトレイルの継続的な損失を検出することが考えられる。結果として生じる動作は、サーバ信号障害の場合に関しては同じである。

OTN内の障害状態および/または、未使用（未発光）の光チャネルレイヤコネクションは、下流のサーバレイヤトレイルに対し、光のペイロード喪失という結果にすることができることに注意すること。
(例：光アンプの入力側のファイバ断裂は、光のラインアンプの出力側でチャネルを喪失という結果にすることができる。)(例えば上記の例の以下のOTSトレイル終端でのチャネルの損失)これは、そのトレイルのた

めの継続的損失の結果にならない。適当なメンテナンス信号を送ることは、これを防止するために使われる。

接続性監視

接続性の監視は、情報源とシンクトレイル終端間の接続のルーティングの完全性のモニタするために、プロセス群を参照する。

接続性の監視は、トレイル終端ソースとコネクションセットアッププロセス間のシンクとの間あるコネクションの適切なルーティングを確認する必要がある。なお、接続性監視は、コネクションがアクティブな間に、接続性が維持されることを確認する必要がある。

以下のプロセスは、接続性監視のために識別される

- *トレイルトレース識別(TTI)*

  トレイルトレース識別は、トレイル終端シンクによって受信した信号が、意図されたトレイル終端･ソースに起因することを保証する必要がある。以下の要求が識別される。

  – トレイルトレース識別は、適切なケーブル接続を確実にするために、OTSレイヤで必要である。
  – OTSおよびOMSのレイヤにおける１対１の関係があるため、トレイルトレース識別は、OMSレイヤで必要とされず、すなわち、OMSレイヤでの接続性は、修正される;それゆえ、OMSコネクションは、OTSトレイルトレース識別によってすでにカバーされる。OMSレイヤでのフレキシブルな接続性は、予測できない。
  – OChレイヤでのトレイルトレース識別は、OChソース/シンクトレイル終端間で、チャネル再整理の可能性があることだけが必要になる。

接続性障害の検出は、特性情報に対する継続的損失の検出より上位に記述されることにより、同じ様な結果の動作に至る。

メンテナンス情報

メンテナンス情報は、トレイルの一部である接続で示している障害に関してプロセス群を参照する。障害表示は、下流および上流にて双方向トレイルの方向で与えられる。

３つのメンテナンス情報プロセスは、識別される。

- 順方向欠陥表示(FDI)
- 逆方向欠陥表示(BDI)
- 逆方向品質表示(BQI)

これらのプロセスは、局部的障害と片端メンテナンスを可能にする。

FDIは、障害状態が上流側で検出したことを下流側に表示するために使用される
これは、障害による余分な障害報告の抑制を許可する。

BDIとBQIは、リモートのトレイル終端シンクへ返すトレイル終端シンクでのトレイルの状態を知らせる。これは、相互領域間インタフェースのメンテナンスするのを援助する。(9節参照)。さらに、BDIとBQIは、双方向の性能監視のリアルタイム要求をサポートする。

一般に、FDI、およびBDIは、サーバ信号障害の活性化に関係がある。個々の層のための詳細な要求は、将来の研究課題である。

FDIとBDIは、OCh、OMSおよびOTSレイヤに適用される。
BQIはOChレイヤに適用され、OMSとOTSレイヤへの適用性は将来の研究課題である。
注：FDI、BDI及びBQIの技術は、障害メンテナンス情報を早まった判断をしないために、従来のAIS、RDI、及びREI技術の代わりに使用され、OTNによる必須機能である。

### 6.2.2 信号の品質監視

信号の品質監視は、トレイルでサポートしているコネクションの性能をモニタすることについて、プロセス群を参照する。

信号の品質監視は、コネクションの性能を確定するために必要である。一般的な処理には、パラメータ測定、収集、フィルタ、および処理が含まれる。
ネットワークレベル管理に関して、信号の品質監視、チャネルと多重チャネルを管理する必要がある。
このように、OChおよびOTSレイヤでモニタするパフォーマンスパラメーターは、要求される。
特定のパラメータの識別は、OChおよびOTSコネクションの品質を将来の研究課題と決めるために、モニタすることを要求した。
逆方向品質表示のための要求は、将来の研究課題である。

OMSレイヤにおけるパラメータのモニタ要求は、将来の研究課題である。

### 6.2.3 アダプテーション管理

アダプテーション管理は、クライアントレイヤネットワークのアダプテーション管理をするため、サーバレイヤネットワークへ/からプロセス群を参照する。

以下のプロセスは、OTNにおけるアダプテーション管理に関して識別される。
・　ペイロードタイプ識別子

この処理は、クライアント層が、適当なソース、およびシンクOCh/クライアントアダプテーションへのコネクションセットアップで割当てられることを確認する必要がある。ソース、あるいはシンクアダプテーションで検出した一つのペイロードタイプ識別子の不整合は、ある不正確な設定、または、変更されたクライアント-OChサーバレイヤアダプテーションを示する。OCh/クライアントアダプテーションは、クライアント仕様の監視プロセスを含むかもしれない。これらのプロセスの定義は、本標準の範囲外である。

OMSレイヤでのPTI処理の応用は、将来の研究課題である。

PTI処理は、OTSレイヤでは、応用出来ない。OTNのクライアントは、このレイヤでは透過である。

### 6.2.4 プロテクション制御

プロテクション制御は、トレイルあるいは、サブネットワークコネクションについて、プロテクション切替を提供している制御に関する情報および一連のプロセスをさす。

プロテクション切替は、トレイル、あるいはサブネットワークのコネクション監視、およびTMN/OSにより生成されるローカルな基準に基づいて制御される。
さらに、自動プロテクション切替プロトコル(APS)を利用した遠隔のネットワーク要素からの制御は、プロテクション切替構成に依存する。

7.1節では、NEのローカル情報により制御される２つのプロテクションアーキテクチャについて述べる。

- NE のローカル情報により制御されるプロテクションアーキテクチャ(例　1+1 単方向トレイルや SNC プロテクションアーキテクチャ)；これらのプロテクションアーキテクチャには自動プロテクション切替(APS)は要求されない。
- プロテクトされたエンティティから遠く離れた末端の NE からの情報によってコントロールされるプロテクション構成要素(例　1:N トレイルプロテクションや共有プロテクションリング)；これらのアーキテクチャは APS 制御を要求する。

#### 6.2.5 サブネットワーク/タンデム/未使用コネクション監視

サブネットワークであり、タンデムあり、未使用であるコネクションを監視することがOChレイヤでは要求されている。また、OMSやOTSレイヤでこのコネクションを監視することは今後の研究課題である。コネクション監視技術、応用は6.3、6.4で一覧されている。

#### 6.2.6 管理のための通信

特定のOTNレイヤに関連しない(例：ASONシグナリング、音声/ 音声帯域通信、ソフトウェアダウンロード、およびオペレータ仕様通信)一般の管理のための通信は、論理的なオーバレイ管理ネットワーク経由で伝達される。論理的なオーバレイ管理ネットワークのオペレータの実装によっては、この論理的なオーバレイ管理ネットワークのリンクコネクションは、ONNIをサポートする設備を共有する場合がある(例　一般的な管理通信はOSC上で伝達される場合がある)。

### 6.3 コネクション監視技術

コネクション監視は、光中継セクション、光多重セクション、また、光チャネルで与えられたコネクションが完全であるかを監視するプロセスである。完全であることは、与えられたコネクションに対し、接続性および伝達特性障害を検出、報告することで確かめられる場合がある。
JT-G805は、コネクションのための４タイプのモニタ技術を定義する。

コネクション監視プロセスはネットワークコネクション、およびコネクションセグメントに適用することが可能である。ここで後者は、任意のサブネットワークコネクション、および一連のリンクコネクションとして定義される。

#### 6.3.1 固有モニタ

サーバレイヤから本来利用可能なデータを使用することにより、また、利用可能なデータからクライアント・コネクションのおおよその状態を計算することにより、固有的にコネクションをモニタする場合がある。

光多重セクションから本来利用可能なデータを使用することにより、また、利用可能なデータから光チャネルコネクションのおおよその状態を計算することにより固有的に光チャネルレイヤコネクションを、監視する場合がある。

光中継セクションから本来利用可能なデータを使用することにより、および利用可能なデータから光多重セクションコネクションのおおよその状態を計算することによって固有的に光多重セクションレイヤコネクションを監視する場合がある。

サーバレイヤが物理媒体であり、かつデータ供給しない場合には、光中継セクションでは固有的モニタは適用できない。

#### 6.3.2 非割込型モニタ

コネクションは、オリジナルデータとオーバヘッドを聞くだけ(非割込型)のモニタの利用により直接モニタされる。
コネクションのおおよその状態は、それぞれのモニターポイントで供給された情報により、決めることができる。

一つのコネクションによって伝送された特徴的な情報の非割込型モニタは、障害を局所に食い止めるために使うことができるアプリケーションである。
もし、トレイル終端シンク機能が状変を検出しても、この状変の起点はすぐには明らかにはならない場合がある。
それゆえに、トレイル終端シンク機能は、ある種類の状変(しかし、それがどこにあるかではない)があることを示す。このような状変の場所を特定するために、トレイルは、一連のリンクコネクションとして調べられる。すべてのリンクコネクションの終点で、非割込型モニタ終端シンク機能(TTm)は、そのポイントでの特徴的な情報をモニタするために使われる場合がある。
TTmは、その出力において、いかなる適用された情報も供給しない。非割込型モニタのアプリケーションの例は、図6で説明される。障害がトレイル終端シンク機能から横断し、かつトレイル終端ソースの方へ向かう場合、上流の機能は状変がないパフォーマンスを報告するが、一方で他方は状変状態を報告する２つの終端シンク機能間に、障害は位置づけられる。

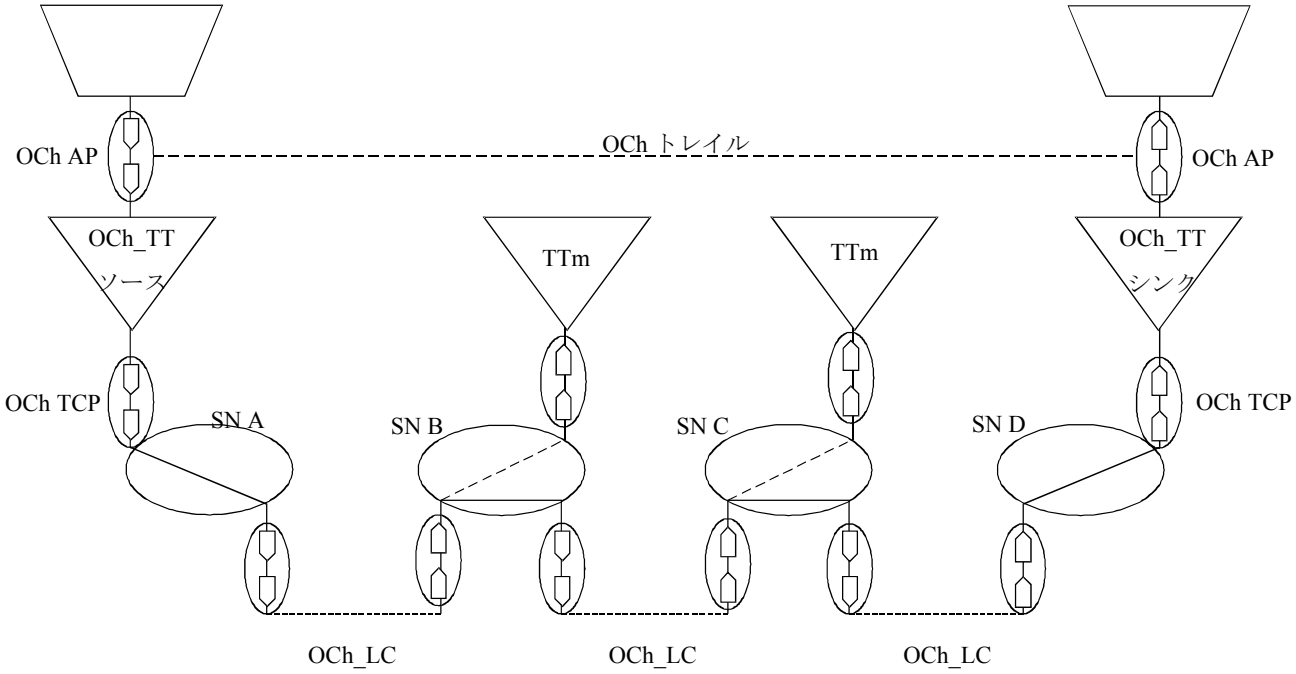



図6/JT-G872　非割込型モニタを用いたサブネットワークコネクション監視の例
(ITU-T G.872)

コネクションは、光多重セクション、および光チャネルレイヤで適切なオーバヘッド情報により直接モニタされ、それぞれのコネクションの終点でモニタされた状態間の違いから、コネクションのおおよその状態を計算する場合がある。OTS-レベルのネットワークコネクションをラインアンプのないシステムで使用していなければ、OTSでは、非割込型モニタは要求されない。

### 6.3.3 割込型モニタ

コネクションは、オリジナルのトレイルを切断し、テストを行なう間、コネクションに張り渡すテスト・トレイルを導入することによって直接に監視される。これは、すべてのパラメータを直接モニタすることを可能にする。しかし、ユーザートレイルは完全ではなく、この技術はトレイルセットアップの開始時や、断続するテストに制限されている。

侵入的モニタは、ファイバの連続試験、および局部的障害のために利用される場合がある。

### 6.3.4 サブレイヤモニタ

元トレイルのオーバヘッド容量のうち何らかの部分が、サブレイヤで作り出されたトレイルによりコネクションの関心のある部分を直接モニタする事ができるように上書きされる。このテクニックで、直接すべてのパラメータをテストすることができる。この仕組みは入れ子されたサブレイヤ・トレイル・モニタ・コネクションに供給することができる。

コネクションの入り口で、コネクションモニタオーバーヘッドを挿入し、コネクションの出口でこのオーバヘッドの抽出や処理をすることにより、光チャネルレイヤ(ネットワーク、サブネットワーク、タンデムリンク、リンク)コネクションは直接モニタされる場合がある。

サブレイヤモニタは光多重セクションと光中継セクションへは利用できない。

## 6.4 コネクション監視アプリケーション

### 6.4.1 未使用コネクションモニタ

光チャネルはインサービスかそうでないか(セクション5.4で説明されるように)のどちらかである。さらに、サービスしていないチャンネルは光っているか光ってないかのどちらかである。
光っていてサービス外のチャンネルは適切なペイロードで有効な光チャネルオーバヘッドを作り出す(例：オール0パターンかPRBSテスト信号を持つ無効のクライアント、ペイロードタイプ識別子)。 そのような信号モニタにおいては、サービス中のチャンネルと同じである。

### 6.4.2　コネクションモニタ

光チャネルコネクションモニタに意図された役割は、光チャネルコネクションの他の部分から独立しているモニタを要求する光チャネルコネクションの一部を表わすことである。

光チャネルコネクションモニタは、以下で適用されることができる:

- ネットワークコネクション、これはレイヤネットワークトレイルを確立する；
- いくつかのサブネットワークコネクション、これらは従事中のオペレータ管理用領域タンデムコネクションを確立する。
- いくつかのタンデムリンクコネクションあるいはリンクコネクション、これらは管理領域タンデムコネクションあるいはプロテクトされた領域タンデムコネクションを要求するサービスを確立する。
- いくつかのリンクコネクション、故障とネットワークメンテナンス目的のためのパフォーマンス劣化検出のため。

光チャネルコネクションモニタは、標準(例えば、JT-G709)によって定義された最大限のレベルまで、多くの入れ子されたコネクションのために確立することがでる。光チャネルコネクションに関わる各オペレータ/ユーザによって使うことができるコネクションモニタの数は、これらのオペレータとユーザの間で相互に同意しなければならない。

一つの例(5つのレベルの入れ子されたコネクションモニタを有する)を図7に示す。ユーザネットワーク1で作り出される光チャネル信号は3人のネットワークオペレータのネットワークを通してユーザネットワーク2に伝送される。両方のユーザネットワークは多重OTNネットワーク構成要素を含んでいる。

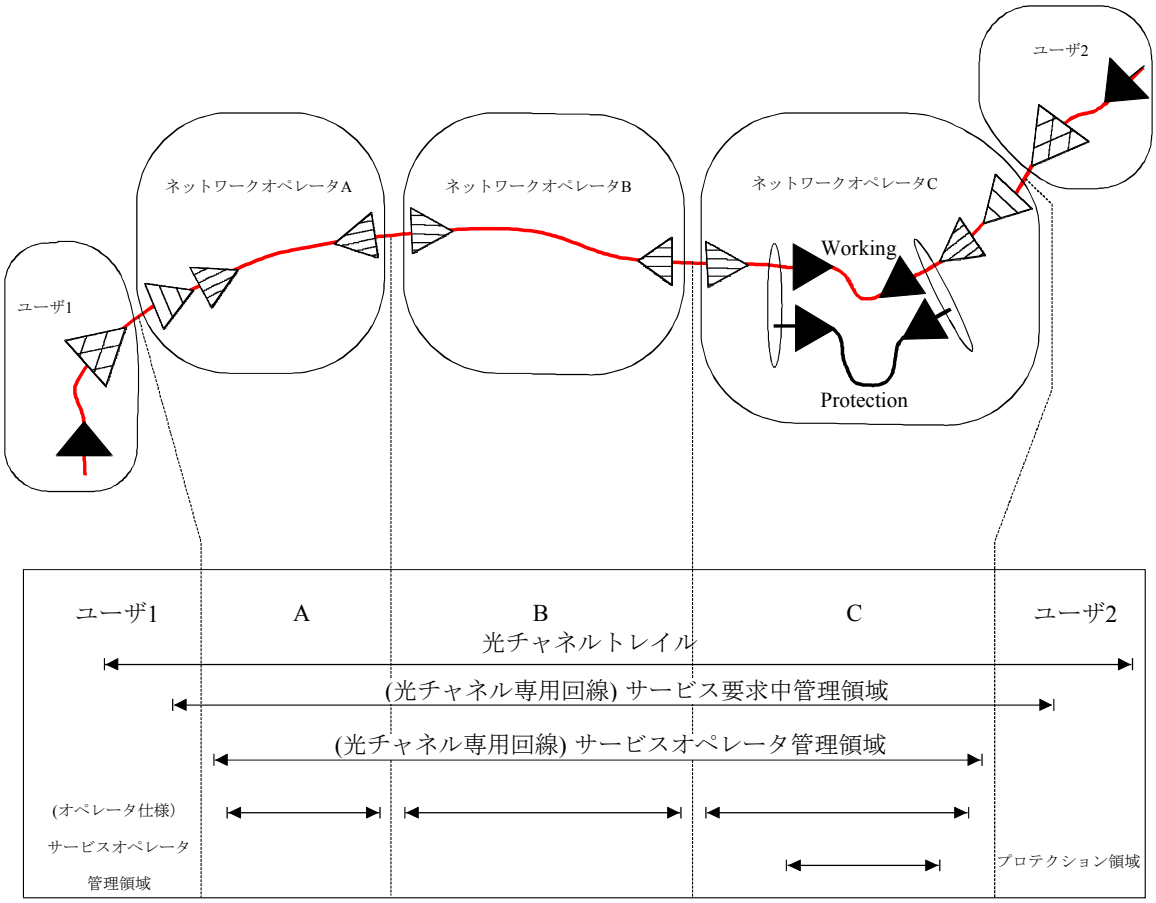



図7/JT-G872 OChコネクションモニタ例
(ITU-T G.872)

3人のネットワークオペレータが光チャネル専用サーキットをユーザネットワークに提供する。ユーザネットワークは、2つのユーザネットワークのエッジ間と、エンドトゥエンドベースの光チャネルのサービス品質をモニタすることができる。
ネットワークオペレータは、連結させて提供された光チャネルの専用回線のサービス品質、それぞれのネットワークオペレータ領域での光チャネルコネクションのサービス品質、ネットワークオペレータCのネットワークにおいてプロテクションされた領域での運用とプロテクションコネクションのサービス品質をモニタする。

相互接続の各端で、追加コネクションモニタの起動によって、どの2つの隣接ネットワーク間(USR1-NO A, NO A-NO B, NO B-NO C, NO C-USR2)でも、相互接続モニタを実行することができる(イラストにはない)。これは、コネクションに空白の場所(非モニタ部分)が存在することを防ぐ。

コネクションモニタは以下の機能を提供する(コネクションの間)

- コネクションの近端障害管理と性能監視(エラーパフォーマンスと故障/アラーム状態)
  - コネクションサーバ信号障害照合(例　FDI/AIS)
  - コネクション連続性性照合(例　接続性損失)
  - コネクション接続性照合(例　トレース)

・　コネクションエラー照合(例　エラー検出コード)

－　コネクションの遠端障害管理と性能監視（エラーパフォーマンスと障害/アラーム状態）

・　コネクション後方検出表示

・　コネクション後方エラー表示

－　入力信号自体の内容/ステータスの独立したコネクションモニタ

トラフィックの割り込みのないコネクションのモニタしているレベルと、(一つの目的として) 他のコネクションのモニタしているレベルにおけるモニタしているエラーの導入なしでの追加もしくはティアリングダウン。

－　特定のコネクション中のどのような中間的ポイントでも、どのようなコネクションモニタレベルでも対応する非侵入的モニタ。

・　後方表示に基づくこのポイントから総コネクションをモニタすること

(注:これは単に双方向のコネクションの場合に可能である)。

・　このポイントでのコネクションのステータス・モニタ。

光チャネルコネクションモニタを単方向、双方向のコネクションに適用することができる。
単方向のコネクションの場合に関しては、遠端の障害管理、および性能監視はサポートされない、また、コネクションモニタレベルの追加もしくはティアリングダウンは、トラフィック割込みが導入される場合がある。

## 7. 光ネットワークのサバイバビィリティ技術

本節ではネットワークリンクおよびノード装置の障害から光伝送網のサバイバビリティを高める為に適用されるネットワーク計画の構造的特徴について述べている。サバイバビリティ技術はプロテクションおよびネットワーク修復能力の両方を含む光伝送網について考慮している。

セルフヒーリングのアーキテクチャを選択するための主なネットワークオブジェクトは以下のものである。

- 速い復旧(SDHリングのオーダ時)
- クライアントレイヤ構成の調和による共存(例えばSDHリング)。例として、光チャンネル基準単位でのOTNプロテクション構成の設定ができること
- 一箇所の故障復旧
- リルーティグ距離の最小化（信号物理レイヤの劣化を避ける）
- 複数の障害の調停
- 障害によるトラヒックの影響の回避
- プロテクションに必要な帯域の最小化
- シグナリングの複雑さ程度の最小化
- 優先パスの確認をサポートする
- OTNリングの相互接続の考慮
- 光チャネルレイヤのメッシュネットワークと相互接続の考慮

### 7.1 プロテクション技術

プロテクション機能はノード間にあらかじめ伝送容量を割当てる。最も単純なアーキテクチャは１個の現用と１個の予備の準備である。(1+1)；最も複雑なアーキテクチャはｎ個の現用とｍ個の予備の準備である。(n：m)

片方向のプロテクションは片方向の障害が発生した場合において、トラヒックの方向のみに作用するプロテクション切替方式として定義される。双方向のプロテクションは片方向の障害が発生した場合において、両方向のトラヒックを切替る。

トレイルプロテクションとサブネットワークコネクションプロテクションとシェアードプロテクションリングの3種類のプロテクション構成が考えられる。

#### 7.1.1 トレイルプロテクション

トレイルプロテクションはエンドトゥエンドプロテクションのための機構で、どのような物理的な構造（メッシュ、リング、またはそれらの混在）にも用いることが出来る。現用トレイルが故障、もしくはパフォーマンスが要求レベルよりも低下した場合に、現用トレイルは予備トレイルに置き換えられる。トレイルプロテクションは片方向、もしくは双方向方式において動作することができる。

トレイルプロテクション1+1では、専用の予備トレイルはプロテクションの目的にのみ使用され、1:Nではエキストラトラヒックを提供することが出来る。

以下のタイプのトレイルプロテクションは光伝送レイヤに用いられる。

・1+1 片方向トレイルプロテクション

このアーキテクチャでは、恒久的なブリッジが伝送の終端に利用される。トレイルの受信端では、プロテクション切替は、ローカルの情報に基づいた信号の1つを選択することによって動作する。このアーキテクチャは図８に示す。自動プロテクション切替無しで用いられる。

・1:Nトレイルプロテクション

このアーキテクチャでは、プロテクションのためのN個の現用トレイルはプロテクション用の付加的なトレイルに用いられる。普通の状態では、このプロテクションの容量は優先度の低い“エキストラトラヒック”を転送するのに使うことができる。このエキストラトラヒックそれ自身はプロテクトされず、障害時には高い優先度のワーキングトラヒックに置き換えられる。このアーキテクチャはAPSプロトコルを必要とし、6.2.4に記載されている。(プロテクション制御)

### 7.1.2 サブネットワークコネクションプロテクション

サブネットワークコネクションプロテクションは、どのような物理的構成(例えば、メッシュ、リングまたはそれらの混在)にも利用することができるプロテクション専用の機構である。ネットワークコネクションの部分的、もしくは全体のプロテクトに用いることができる。固有モニタリング(SNC/I)を用いるサブネットワークコネクションプロテクションは、サーバレイヤの故障と障害からプロテクトすることができる。切替手順と、障害検出の手順は、障害検出手順を提供するサーバレイヤと、サーバレイヤの情報によりプロテクションを実施するクライアントレイヤの隣接した２つのレイヤによって行われる。

ローカルに終端されるサーバレイヤトレイルに関する情報のみが有効な場合、SNC/Iは、通常、シンクとソースのプロテクション切替間の現用と予備のプロテクションに対する１個のサーバレイヤを制限することに注意しなければならない。さらに上位のサーバレイヤトレイルに関する情報は、通常、プロテクション切替スイッチにおいて、有効ではない。

非侵入的監視(SNC/N)を用いるサブネットワークコネクションプロテクションは、クライアントレイヤにおける故障と劣化と、サーバレイヤにおける故障に対してプロテクトするためのクライアントレイヤ情報を用いる。サブレイヤトレイル監視(SNC/S)を用いるサブネットワークコネクションプロテクションは、故障からのプロテクトに、サブレイヤにおいて生成されるトレイルを用いる。元のトレイル容量のポーションは、サブレイヤで生成されるトレイルにより直接監視される興味あるコネクションの部分が上書きされる。

以下のSNCプロテクションアーキテクチャは光ネットワークと区別される。

・１＋１片方向SNC/I、SNC/NとSNC/S

本アーキテクチャでは、恒久的なブリッジが送信端に利用される。受信端では、プロテクション切替は、単純にローカルの情報に基づいた信号の1つを選択することによって動作する。プロテクション切替の判定のために、6.3節で定義されるような固有、非割込型か、またはサブレイヤモニタリングが使用できる。このアーキテクチャは、図9、10と図11に示す。これらは、自動プロテクション切替プロトコルなしに使われる。

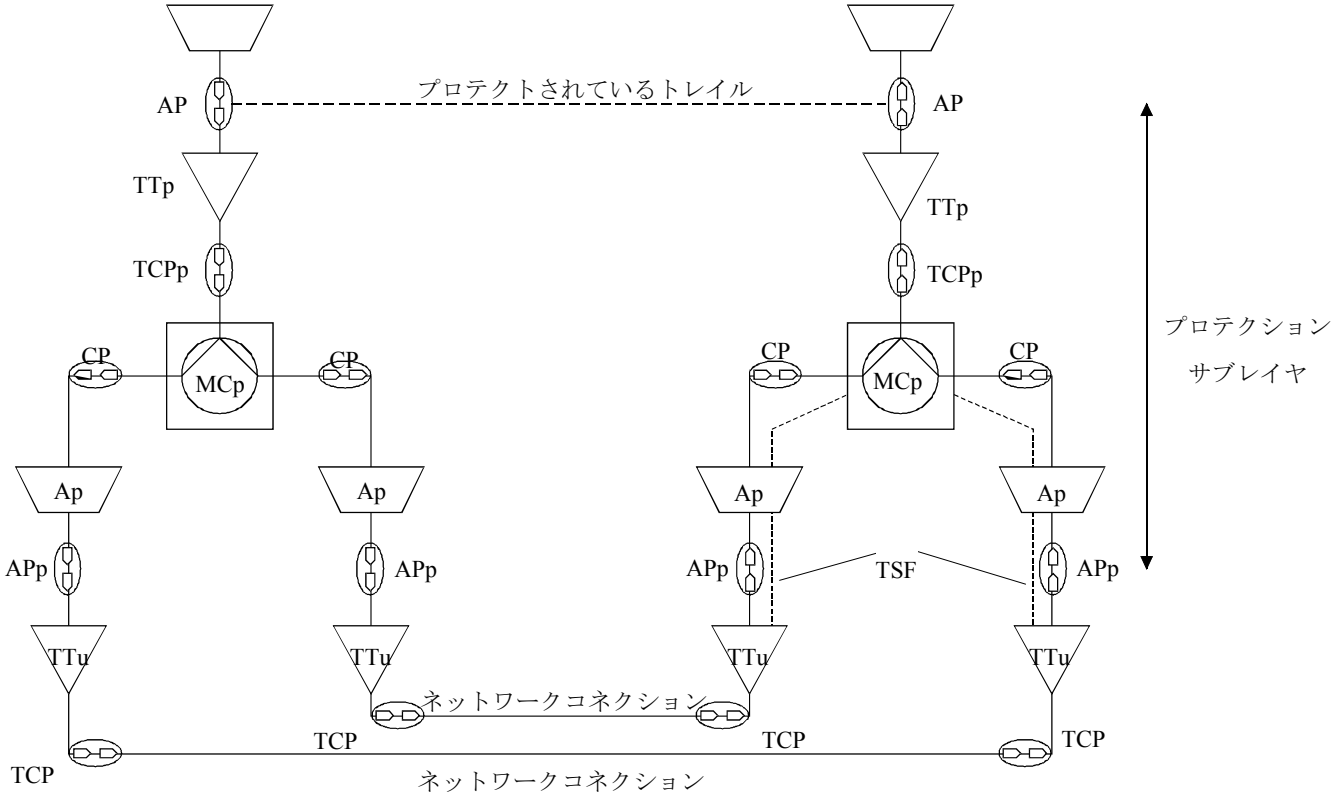
・1:N　SNC/Sプロテクション

このアーキテクチャでは、プロテクションのためのN個の現用サブネットワークコネクションはプロテクション用の付加的なサブネットワークコネクションに用いられる。普通の状態では、このプロテクショ

ンの容量は優先度の低いエキストラトラヒックを転送するのに使うことができる。このエキストラトラヒックそれ自身はプロテクトされず、障害時には高い優先度の現用トラヒックに置き換えられる。このアーキテクチャはAPSプロトコルが適用されることが必要となり、6.2.4節(プロテクション制御)に説明がある。

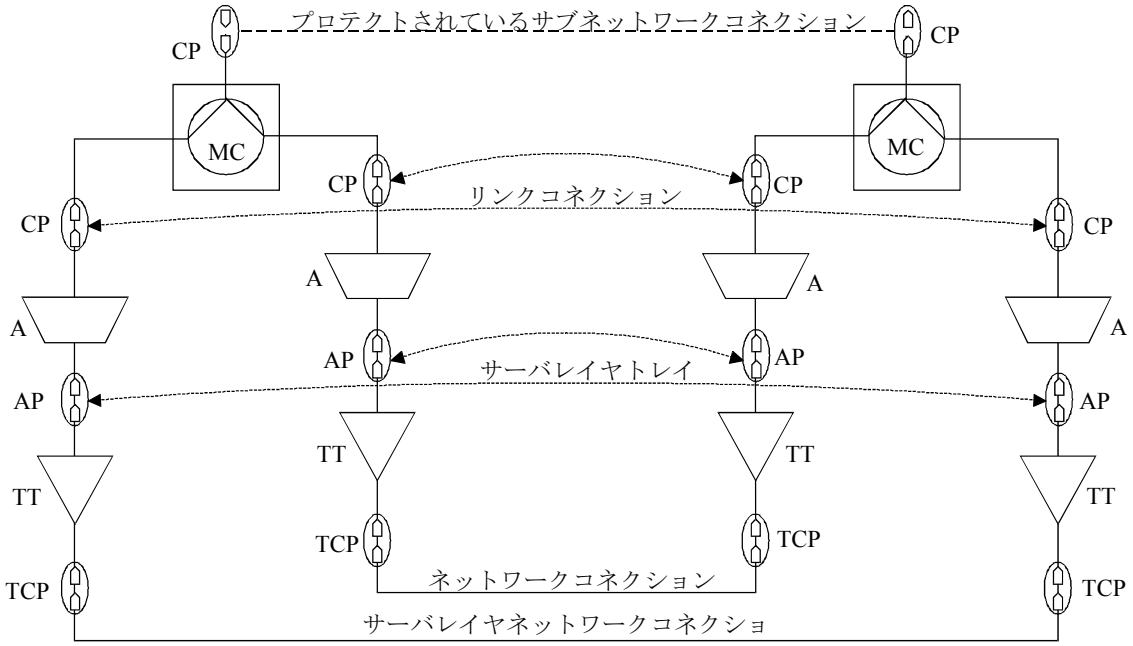
プロテクション切替の判定のために、6.3節で定義されるようなサブレイヤモニタリングが使用できる。

他のアーキテクチャは今後の検討課題である。



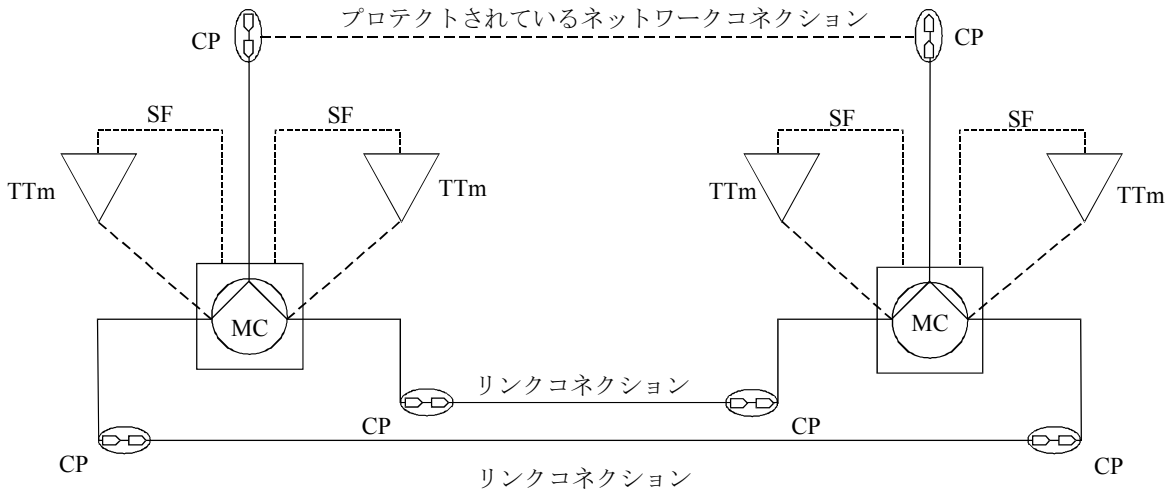

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ap | プロテクションアダプテーション | TSF | トレイルシグナル異常信号障害 |
| APp | プロテクションアクセスポイント | TTp | プロテクトされているトレイル終端 |
| MCp | プロテクションマトリクスコネクション | TTu | プロテクトされていないトレイル終端 |
| TCPp | プロテクションTCP | | |

図8/JT-G872　1+1片方向トレイルプロテクション
(ITU-T G.872)




| | | | |
|---|---|---|---|
| A | アダプテーション | MC | マトリクスコネクション |
| AP | アクセスポイント | TCP | 終端コネクションポイント |
| CP | コネクションポイント | TT | トレイル終端 |

図9/JT-G872　固有監視を用いるサブネットワークコネクションプロテクション
(ITU-T G.872)




AP　アクセスポイント

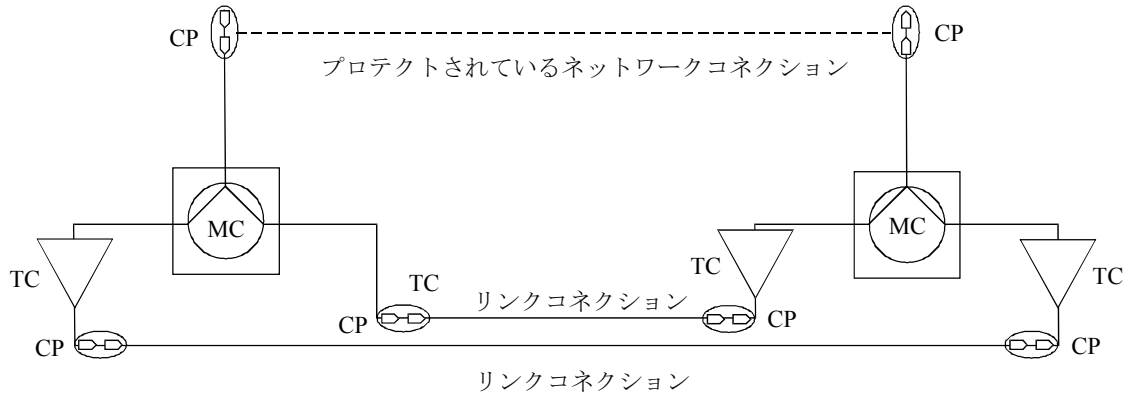
CP　コネクションポイント

MC　マトリクスコネクション

SF　信号障害

TTm　非割込型トレイル終端モニタ

図10/JT-G872　非割込型監視を用いるサブネットワークコネクションプロテクション
(ITU-T G.872)




CP　コネクションポイント

MC　マトリクスコネクション

TC　タンデムコネクション終端

図11/JT-G872　サブレイヤモニタを用いるサブネットワークコネクションプロテクション
(ITU-T G.872)

### 7.1.3 シェアードプロテクションリング

このアーキテクチャは仮想的にそれぞれのコネクションにあらかじめ割当てられた１：１のプロテクションルートと容量を提供する。障害のない状態ではプロテクションコネクションそれ自身は現用コネクションのコピーを運ぶことはない；従って、容量は占有されず、エキストラトラヒックに使用することができる。このプロテクション容量はリンクバイリンクで他のプロテクションコネクションで共有される。ネットワーク障害から復旧するため影響を受けた現用コネクションは割当てられていた波長を使ってエンドトゥエンドで反対方向のルートに切替られる。このアーキテクチャにはAPSプロトコルが要求される。

## 7.2 光伝送網におけるネットワークプロテクション機能

光伝送網において、上記のプロテクション技術は、表２に示すように適用できる。

表2/JT-G782　光伝送網のプロテクション技術
(ITU-T G.782)

| プロテクション技術 | OTS レイヤ | OMS レイヤ | OCh レイヤ |
|---|---|---|---|
| 1+1トレイルプロテクション | NA | A | A |
| 1:Nトレイルプロテクション | NA | A | NA |
| 1+1 SNC/N, SNC/S および SNC/I | NA | NA | A |
| 1:N SNC/S | NA | NA | A |
| シェアードプロテクションリング | NA | A | A |
| NA : 非適合<br>A　: 適合 | | | |

## 7.3 ネットワーク復旧

光ネットワークレ復旧技術は光チャネルのクロスコネクションに基づいている。一般に復旧に用いられるアルゴリズムはリルーティングを伴う。リルーティングの方法は、技術仕様ではなく、このため、この標準の範囲外である。

## 8. 異なる管理領域間の相互接続と相互作用

光ネットワーク技術が発展するにつれ、異なる管理領域間の相互接続と相互作用による方式が発生する。これに関連して、２つの管理領域間の物理インタフェースを述べるために相互作用に言及する。相互作用は領域間の同意されたネットワークレベルに関連して、領域を越えてトランスペアレントに転送される特性情報の点から述べられる。以下のシナリオが予測される。

a）最初に、WDMポイントツーポイント回線システム及びより複雑な光ネットワーク要素が導入された場合、それらは管理領域内に含まれるOTNアイランドとして運用される。既存の伝送ネットワーク(例えばPDHやSDHネットワーク)での相互接続は、これらのネットワークに対して標準化された物理インタフェースの一つである。そのような相互接続は一般的に、SDHベースの伝送網に対するG.957光信号と同様に、領域内インタフェースを越える信号の物理的特性の修正を含んでおり、適合した信号情報はOTN準拠となる。この相互接続の方法は、管理領域AとB間の非OTN領域内インタフェース(non-OTN_IrDI)として図12に示される。領域Bは一つのOTNを含む、一方領域AはOTNを含んだり含まなかったりする。図12ではOTN 相互領域間インタフェース (OTN_IaDI)も示される。

領域内インタフェースの適用に対し、完全な横の互換性のあるインタフェースの標準に対する必要性は現在予測されていない。相互作用はクライアントレイヤの上での同意により行い、その監視はクライアントの特別なメンテナンス信号に基づく。このアプリケーションでは光監視チャネルは必要ない。

b)2番目のステップとして、相互接続に対する容量が増加した場合、OTN準拠のシステムは管理領域を相互接続するために適合する。これは図13に記述される。相互接続点はOTN相互領域間インタフェース(OTN_IrDI)と呼ばれる。このインタフェースはシングルチャネルまたはマルチチャネルである。

この最初のアプリケーションに対して、横の互換性のある短距離(例えば＜40km)の標準化は、最優先事項を持つ。このアプリケーションでは光監視チャネルは必要ない。

第２の優先度はより長距離にわたる横の互換性を持つインタフェースに与えられなければならない。IrDI点と相互作用を提供するネットワーク要素の間に中間ネットワーク要素がない場合、光監視チャネルは必要ない。

明らかにそのようなOTN_IrDIsは、領域内アプリケーション(OTN_IaDI)にもまた適用される。このステップに対し、限定された光チャネルオーバヘッドが適用される。相互作用はケースa)と同様に、同意されたクライアントレイヤに継続して発生する。

c)最後に、オーバヘッドに対する標準が適切であり実行された場合、図14で示すような異なる管理領域間の相互接続点でのOChの継続的な供給が可能である。OTN_IrDIはこの目的で使われるようになる。OTN準拠インタフェースのこの使用は、OChの継続的な供給の必要によって運用される。それゆえ、IrDIはシングルチャネルかマルチチャネルである。IrDI点と相互作用を提供するネットワーク要素の間に中間ネットワーク要素がない場合、OMS/OTSのメンテナンスのために光監視チャネルは必要ない。この場合、OMS/OTS層ネットワークは、単一のOPS層ネットワーク(JT-G709とITU-T勧告G.798を参照する。)へ折りたためる。OSCの利用で必要な新しいアプリケーションについては今後の検討課題である。

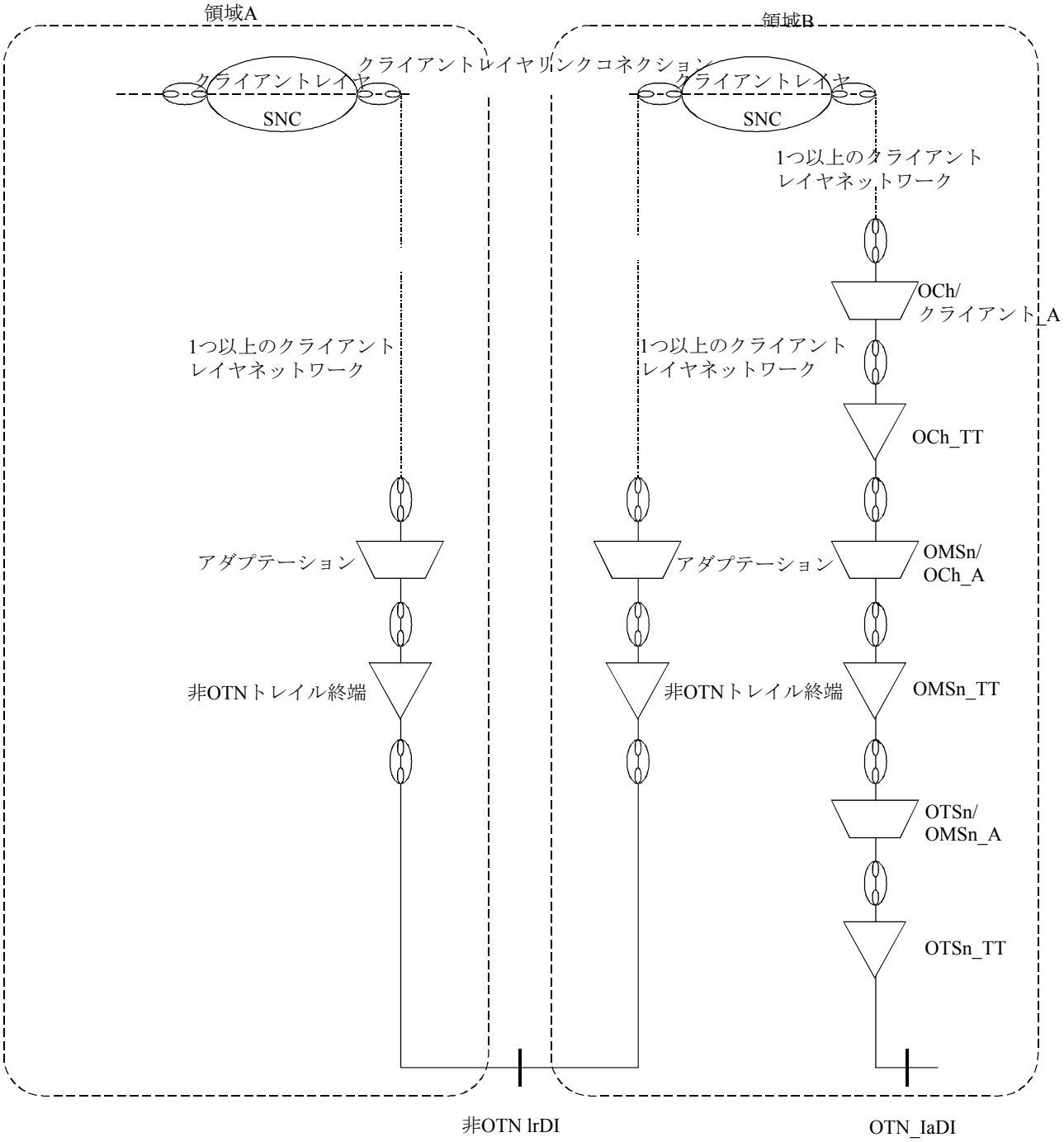



図12/JT-G872　シナリオ1：非OTNインタフェースによる異なる管理領域の相互接続
(ITU-T G.872)

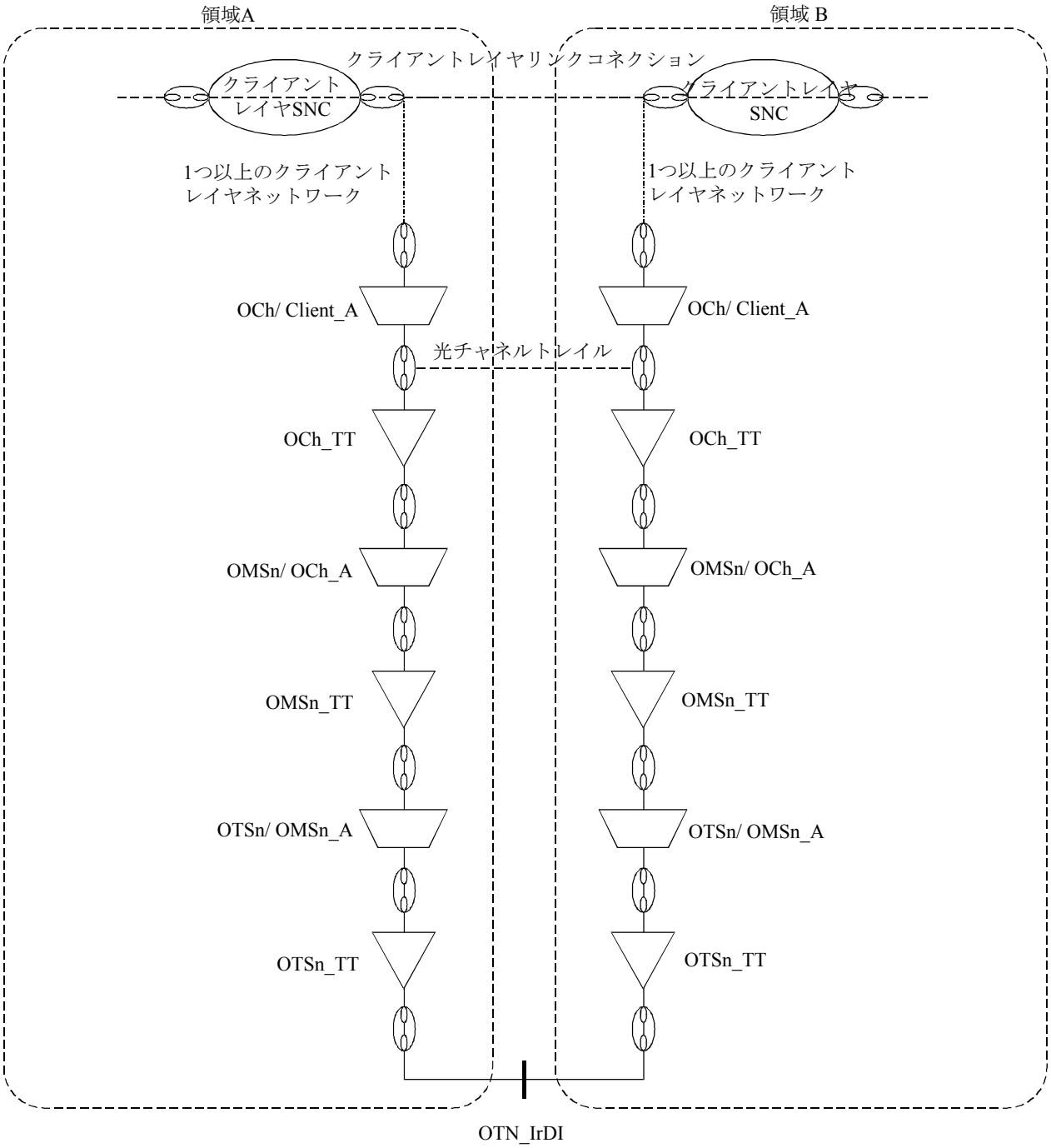



図13/JT-G872　シナリオ2：OTN相互領域間インタフェースの光アイランドによる異なる管理領域の相互
(ITU-T G.872)　　接続

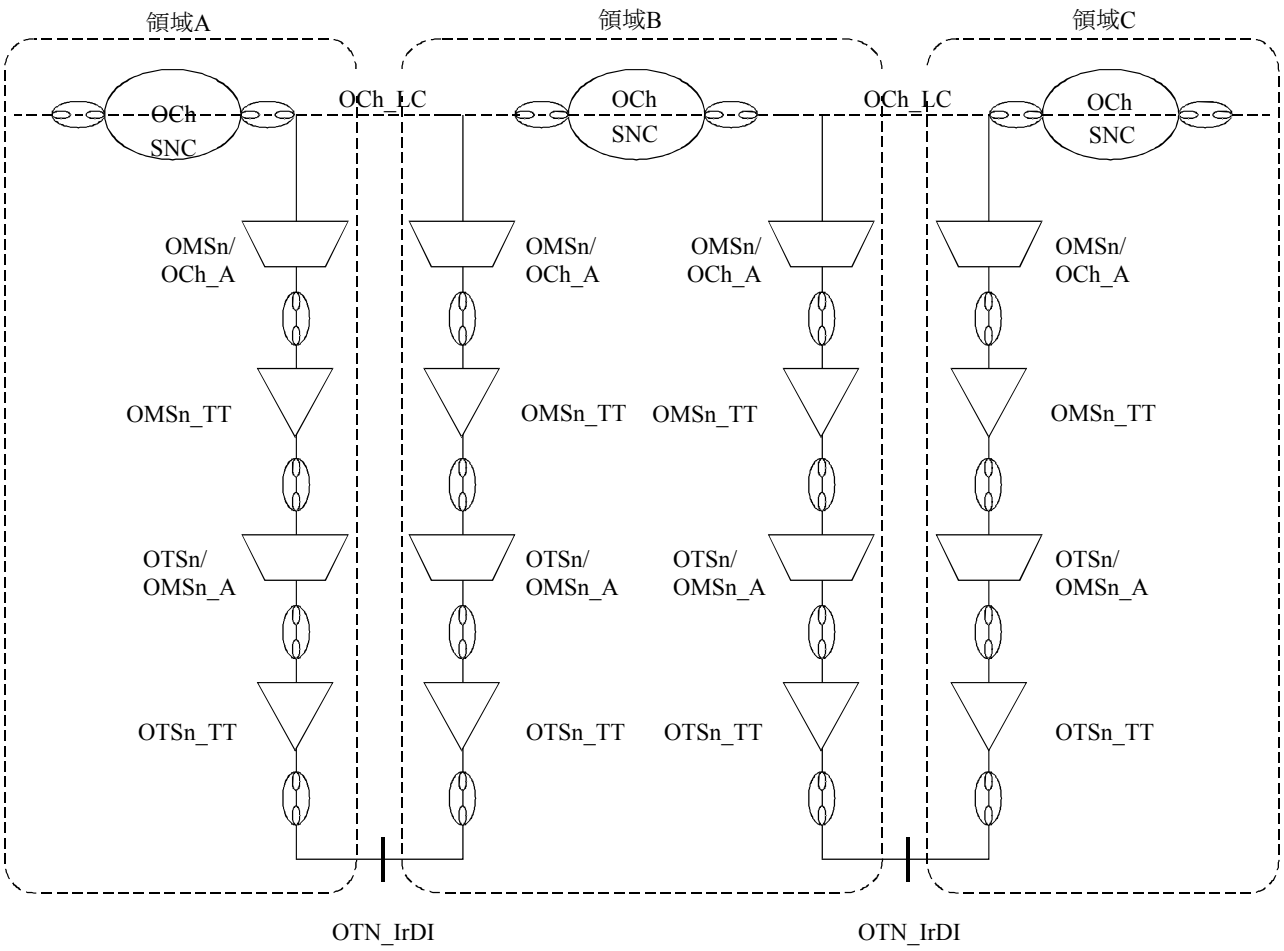



図14/JT-G872　シナリオ3：OCh相互作用をサポートするOTN相互領域間インタフェースによる異なる管理領域内のOTNサブネットワークの相互接続
(ITU-T G.872)

## 9. 光チャンネルのインプリメンテーション様相

### 9.1 序論

表1にOTNの各レイヤ、および特にOChレイヤのメンテナンス要求事項を示す。6.2.1節では信号の継続性および接続管理の要求事項について記述し、6.2.2節では、信号品質管理の要求事項について記述している。要約すると、接続性管理の要求事項は、ペイロードと分離できないオーバヘッドに紐付けられている。

JT-G709（JT-G872の要求事項による光チャネルレイヤの実装）の検討期間中において、OCｈトレースに紐付けられた要求事項および同様にディジタル技術によるクライアント信号の正確な調査方法の提供が、現在適用可能な唯一の技術を用いた実現方法である。JT-G872 のスコープは、ディジタル信号が適用される光伝送網の機能的な記述に制限されることにより、厳格な制限を与えていなないこととなる。

さらに、現状の光技術の制限により世界規模の全光ネットワーク構築は不可能である。ある一定の距離を伝送後、光チャネルの信号は3R再生が必要となり、また、光ネットワークの領域をわたって伝送されるケースにおいては、光信号品質を正確に計測し、光信号の損傷を考慮する必要がある。

これらの理由により、JT-G709において、光チャネル信号におけるOChで光信号のディジタルフレームのオーバヘッドでサポートされる管理要求事項は6項において選択されている。更に光システム上で性能向上のためのフォワードエラー訂正の使用を認めている。以上の結果により、ODUとOTUの二つのディジタルレイヤのネットワークをサポートしている。これは、ODUとOTUのレイヤネットワークを通して全てのクライアント信号は光チャネルにマップされることを意味する。

異なるアプリケーションのためにOTNの最適化を行なうために、ODUとOTN信号では３つのビットレート範囲が定義される。

- ODU1とOTU1用の2.5Gbit/sエリア
- ODU2とOTU2用の10Gbit/sエリア
- ODU3とOTU3用の40Gbit/sエリア

更なる高ビットレートのサポートは将来検討事項である。

さしあたっては、本勧告においてディジタル処理の記述は行なわないこととし、ディジタル処理以外の採用可能な技術において記載する。この目的のために、この標準の光チャネルの要求の効力は残り、OTUをOChのただ別のクライアントと考えることができるかもしれない。
現在、光チャネルのクライアントにおいては、OTUのみサポートされる。他のクライアント機能サポートや標準とは関係なくOCｈに直接マップされる。

### 9.2 ディジタルOTN の層構成

ディジタルOTNレイヤ構造は、ディジタルパスレイヤのネットワーク（ODU）とディジタルセクションネットワーク(OTU)を含む。

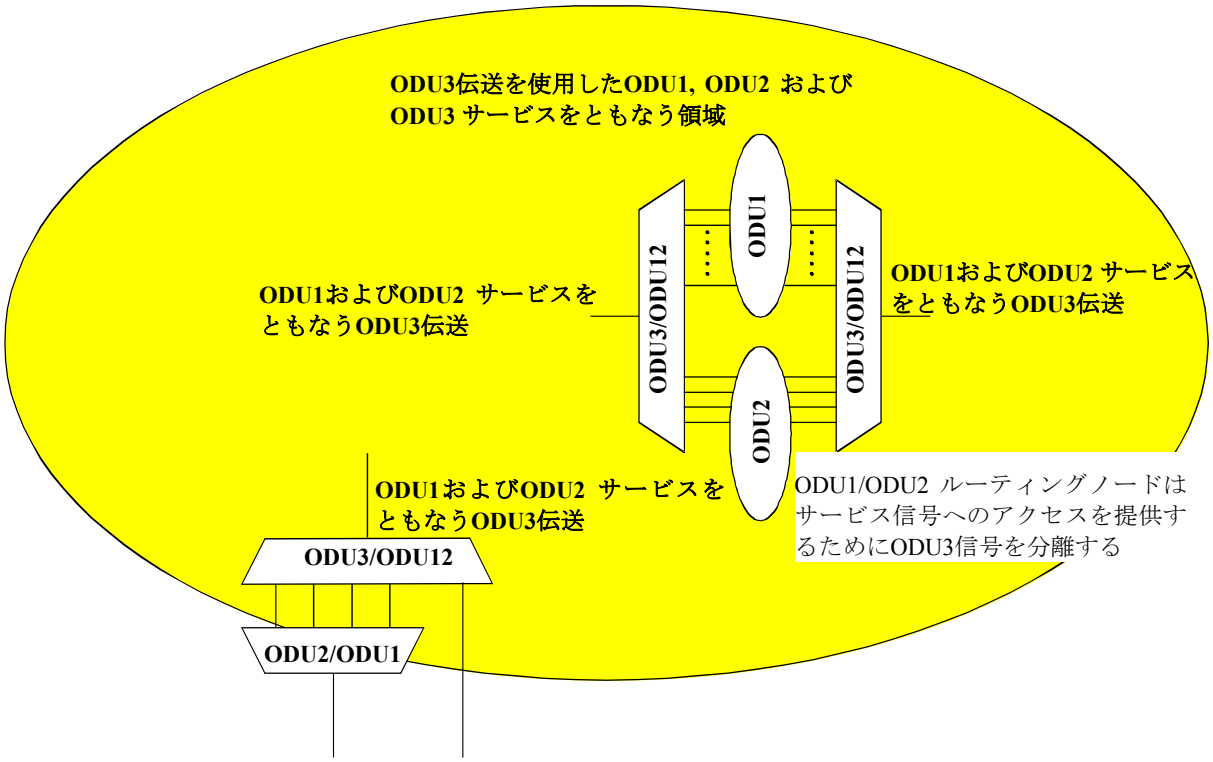
OTUのセクションレイヤはODUのパスレイヤネットワークをクライアントレイヤとしてサポートする。

ODUパスレイヤはいろいろなOTNクライアント信号をサポートする。ODUj (j < k)パスレイヤネットワークはクライアント信号として低ビットレートをサポートする（9.6のODU　TDMを参照）。後者では、２つの

ネットワーク領域からトータルでの煩雑さを低減するためにODUパスレイヤで階層レベルを推奨している。

例えば、(図15参照)： ODU3上のODU1とODU2のサービスをサポートする管理上の領域内では、１段階多重化(ODU1→ODU2)または(ODU1, ODU2→ODU3)が使用される。ODU2とODU1は個別のネットワーク領域で(ODU1 サービス)終端される。ODU1は直接ODU3に含まれ、ODU3として伝送される。ODU3を通してODU2中のODU1の伝送はサポートされない。
注 – この制限は、領域を通って、より高いビットレートODU(例えばODU3)の上に、より低いビットレートODU(例えばODU1)を含むどんな種類の、クライアント信号でも、ODU(例えばODU2サービス)のトランスペアレントな伝送に当てはまらない。より低いビットレートODU(例えばODU1サービス)へのアクセスが領域内に必要な場合のみ、制限は当てはまる。

図16と図17はODUの統合を含む/含まない時のクライアント/サーバの関係を示している。




**1つのODU2に4つのODU1 サービス**

領域(ODU1サービス)の中で個々にネットワーク化されたODU1をともなう1つのODU2は終端され、個々のODU1は直接ODU3に多重されなければならない。

**ODU1に含まれる任意のペイロードをともなうODU2サービス**

領域(ODU2サービス)の中で透過的にネットワーク化された1つのODU2は、たとえ、ODU1を含んでいたとしても、ODU3に直接多重化されなければならない。個々のODU1へのアクセスはその領域の中では見えない。

図15/JT-G872　領域内可視階層的ODUパス層のネットワークレベル
(ITU-T G.872)

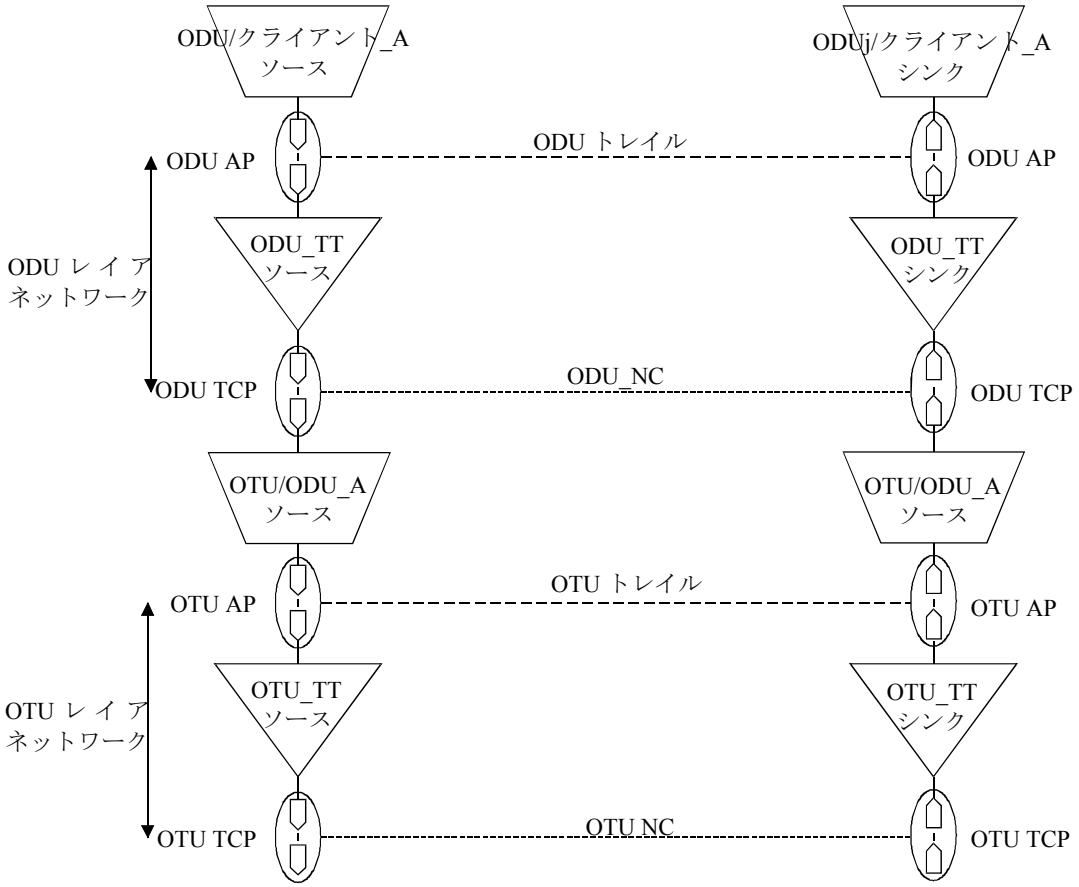



図16/JT-G872　ODU多重のないディジタルOTN層のクライアントサーバ結合
(ITU-T G.872)

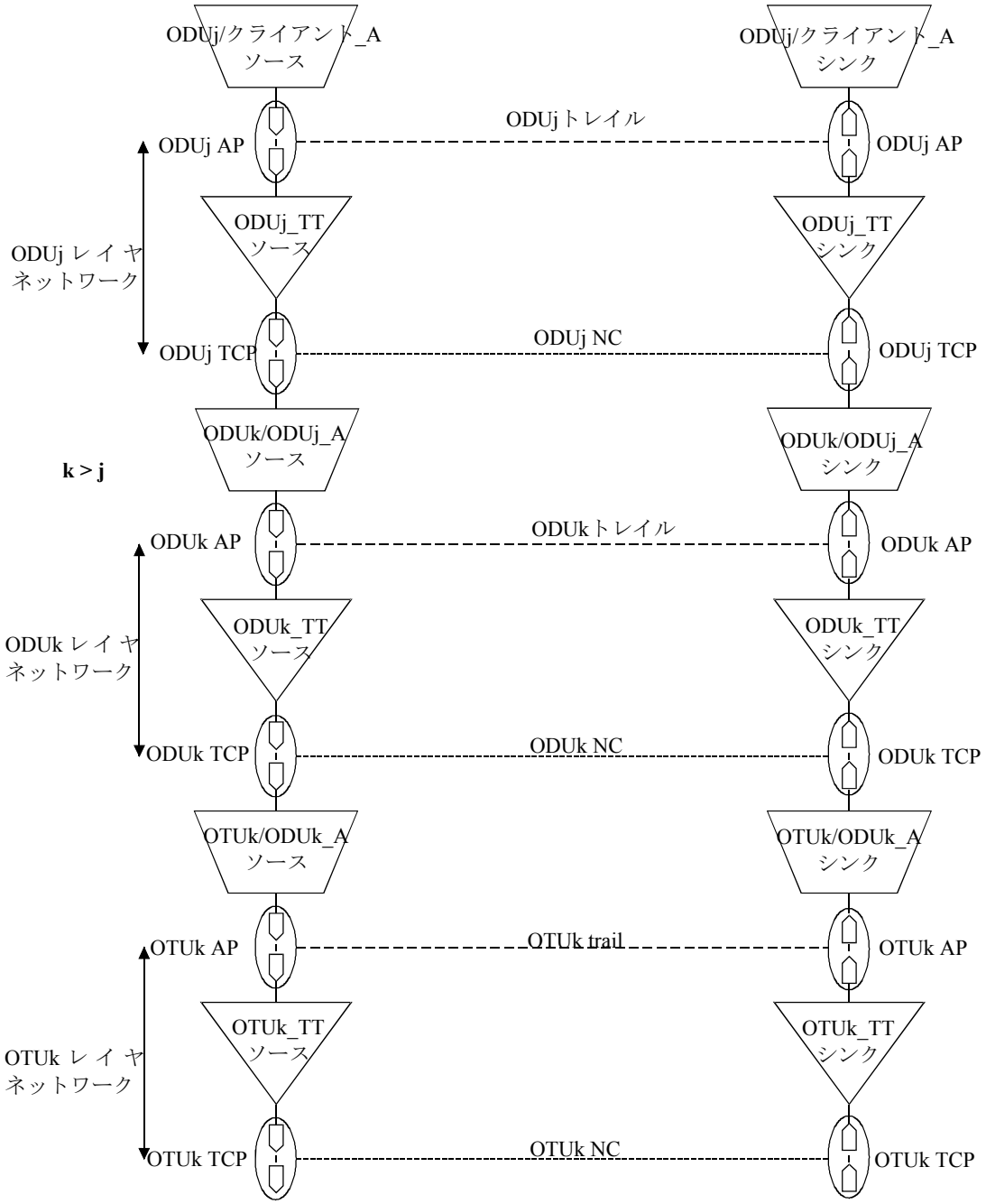



図17/JT-G872 ODU多重のディジタルOTN層のクライアントサーバ結合
(ITU-T G.872)

レイヤ構造の必要性は以下の通り

*ODUレイヤネットワーク*：本レイヤネットワークはディジタル信号伝達をクライアント情報として（例えば、ATM、イーサネット、IP、SDH、ATM、ODUなど）エンドトゥエンドのネットワークとして提供する。クライアントレイヤネットワークのサポートへの記載は本標準のスコープ外である。エンドトゥエンドネットワークの提供は次の項目が含まれている。

- 自由なネットワークルーティングのためのODUコネクションの再設定。
- ODUでの採用情報統合のためのODUオーバヘッドプロセッシング。

- ネットワークレベルでの運用・管理機能（接続実現、サービス品質変更、ネットワーク接続性変更）実現のためのODUの運用、管理、メンテナンス。

*OTUレイヤネットワーク*：本レイヤネットワークは、ディジタルセクション信号を提供する。本ネットワークの能力は以下を含む

- OTUオーバーヘッドプロセスプロセシング、およびOTU適合化情報の完全性保障のための光チャネル情報伝送状態。
- OTUサバイバビリィテのようなセクションレベルのオペレーションと管理機能を可能とするための、OTUオペレーション、管理およびメンテナンス機能。

レイヤネットワークの詳細機能は、次項で記述する。

### 9.3 光チャネルレイヤネットワーク(OCh)

ODUおよびOTUの導入と共に、OChは5.3に記載のとおりOTNの3Rポイント間でのディジタルクライアントペイロード信号のアナログ伝送に限定される。この場合サポートの対象となるのは6項に規定されるOCh管理要件のサブセット(表3参照)のみである。

### 9.4 光チャネル伝送ユニット(OTU)レイヤネットワーク

OTUレイヤネットワークは、OTNの3Rポイント間でOTUトレイルを通しODUクライアント信号の伝送を提供する。これはアナログOChレイヤネットワークに対応するディジタル網である。OTUレイヤネットワークの特性情報は以下の要素から構成される。

– ODUクライアント信号伝送用OTUペイロード領域
– 関連オーバヘッド伝送用OTU オーバヘッド領域

OTUレイヤネットワークには以下の伝送機能および伝送主体が含まれる。(図18参照)

– OTUトレイル
– OTU トレイル終端ソース(OTU_TT_Source);
– トレイル終端シンク(OTU_TT_Sink);
– OTUネットワークコネクション(OTU_NC);
– OTUリンクコネクション(OTU_LC);

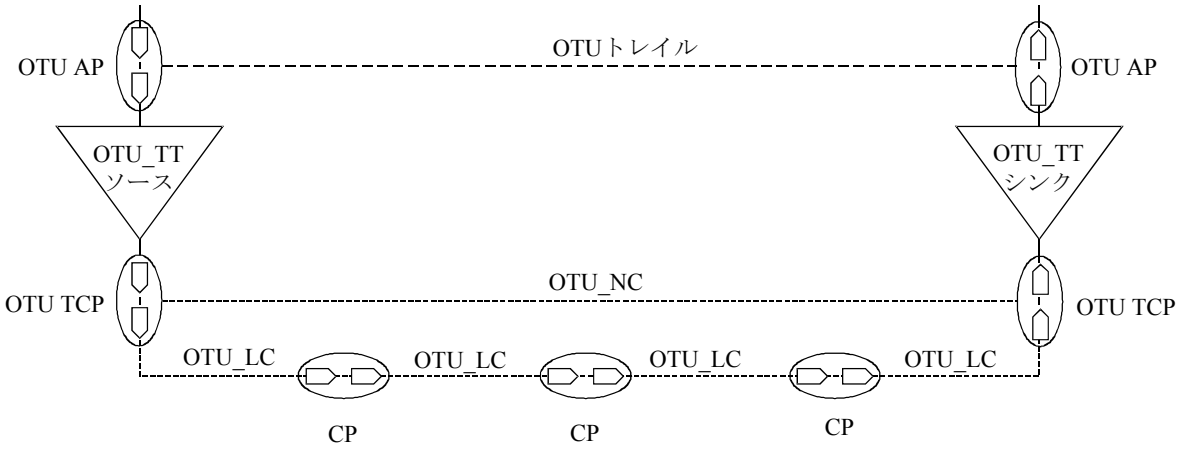



図18/JT-G872　OTUレイヤネットワークの例
(ITU-T G.872)

### 9.4.1 OTUトレイル終端

以下の汎用プロセスをOTUトレイル終端に割当てることができる。

– 接続完全性の検証
– 伝送品質の評価
– 伝送障害の検知および表示

以上のプロセスに対する要件は9.5.で詳細に述べる。

OTUトレイル終端には次の三種類がある。

– OTU双方向トレイル終端: 並置された一対のOTUトレイル終端ソースおよびシンク機能からなる。
– OTUトレイル終端ソース: ODU網から適応化情報を入力部で受け取り、OTUトレイル終端オーバヘッドを別個の論理データストリームとして挿入し、OTUレイヤネットワークの特性情報を出力部から提供する。
– OTUトレイル終端シンク: OTUレイヤネットワークの特性情報を入力部で受け取り、OTUトレイル終端オーバヘッドを含む上述の別個論理データストリームを抽出し、適応化情報を出力部から提供する。

### 9.4.2 OTU伝送主体

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、JT-G805に記載されるとおりである。

## 9.5 光チャネルデータユニット(ODU)レイヤネットワーク

ODUレイヤネットワークはOTNを通しディジタルクライアント信号のエンドトゥエンド伝送を提供する。ODUレイヤネットワークの特性情報は以下の要素から構成される。

– ディジタルクライアント信号伝送用ODUペイロード領域
– 関連オーバヘッド伝送用ODU オーバヘッド領域

ODUレイヤネットワークには以下の伝送機能および伝送主体が含まれる。(図19参照)

– ODUトレイル
– ODU トレイル終端ソース(ODU_TT_Source)

– ODUトレイル終端シンク(ODU_TT _Sink)
– ODUネットワークコネクション(ODU_NC)
– ODUリンクコネクション(ODU_LC)
– ODU サブネットワーク(ODU_SN)
– ODU サブネットワークコネクション(ODU_SNC)

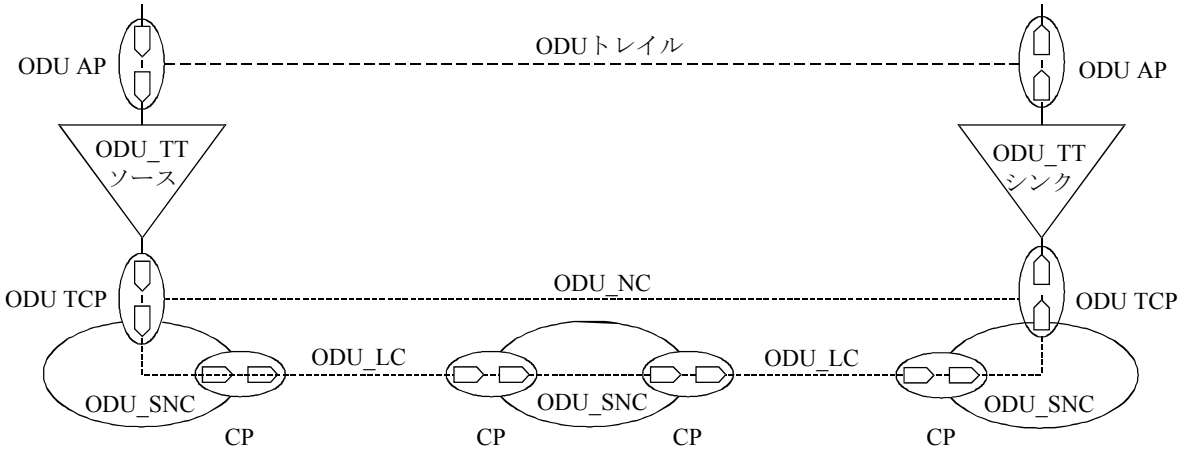



図19/JT-G872　ODUレイヤネットワークの例
(ITU-T G.872)

### 9.5.1 ODU トレイル終端

以下の汎用プロセスをODUトレイル終端に割当てることができる。

– 接続完全性の検証
– 伝送品質の評価
– 伝送障害の検知および表示

以上のプロセスに対する要件は9.5.で詳細に述べる。

ODUトレイル終端には次の３種類がある。

– ODU双方向トレイル終端: 並置された一対のODUトレイル終端ソースおよびシンク機能からなる。
– ODUトレイル終端ソース: クライアントレイヤネットワークから適応化情報を入力部で受け取り、ODUトレイル終端オーバヘッドを別個の論理データストリームとして挿入し、ODUレイヤネットワークの特性情報を出力部から提供する。
– ODUトレイル終端シンク: ODUレイヤネットワークの特性情報を入力部で受け取り、ODUトレイル終端オーバヘッドを含む上述の別個論理データストリームを抽出し、適応化情報を出力部から提供する。

### 9.5.2 ODU伝送主体

ネットワークコネクション、リンクコネクション、タンデム接続、およびトレイルは、JT-G805に記載されるとおりである。

ODUサブネットワークODU_SNは、ODUレイヤ内の柔軟性を提供する。特性情報は入力（終端）接続ポイント[(T)CP]および出力(T)CP間でルーティングされる。網オペレータは接続機能を使い、ルーティング、グルーミング、プロテクト、および復旧を提供することができる。

### 9.6 ODU時分割多重

より高いビットレートの光チャネルによってより低いビットレートの光チャネル信号を伝送するため、そしてこれらのより低いビットレートチャネルのエンドトゥエンドのトレイルを持続するため、ODUの時分割多重が定義される。

より低いビットレートのODUjはより高いビットレートのODUk(k>j)のクライアントになりうる。目下の定義では、ODUkは以下のクライアント/サーバの関係が定義される

– ODU2は4つのODU1を伝達できる。
– ODU3は16のODU1または4つのODU2、またはいくつかのODU1とODU 2を混合したものを限界まで伝達できる、ここでODU2は4つのODU1と等しい

領域内ODUパスレイヤネットワークの可視的な階層レベル数の制限については、9.2節を参照。

### 9.7 クライアント/サーバアソシエーション

光伝達ネットワークの原理的な特徴はクライアントレイヤネットワークの広い多様性をサポートする可能性である。これらのクライアントレイヤネットワークの例はSDH のSTM-N、隣接するATMセルストリームを含む。個々のクライアントレイヤネットワークを移送するOCの能力を制限する制約や規制は今後の課題である。

光レイヤネットワークとアダプテーション機能の構成を図16と図17に示す。光伝送網を記述するために、レイヤ間のアダプテーションはサーバ/クライアント関係を用いて示される。

#### 9.7.1 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 (ODU/クライアントA)は2種のプロセス、クライアント特定プロセスとサーバ特定プロセスで構成されると考えられる。クライアント特定プロセスはこの標準の範囲である。

双方向のODU/クライアントアダプテーション(ODU/クライアントA)機能は並置されたソースとシンクのODU/クライアントアダプテーション機能の対で実現される。

ODU/クライアントアダプテーションソース(ODU/クライアントA_So)は入出力間で以下のプロセスを実行する。

– クライアント信号をODUペイロードエリアへ適用するために要求されるすべてのプロセス。プロセスは個々のクライアント信号に依存する。
– 9.7節に記載された維持/管理信号の生成と終端。

ODU/クライアントアダプテーションシンク(ODU/クライアントA_Sk)は入出力間で以下のプロセスを実行する。

– ODUペイロードエリアからのクライアント信号の再生。プロセスは個々のクライアント/サーバ関係に依存する。
– 9.7節に記載された維持/管理信号の生成と終端。

### 9.7.2 ODUk/ODUj アダプテーション

双方向のODUk/ODUjアダプテーション(ODUk/ODUj_A)機能は並置されたソースとシンクのODUk/ODUjアダプテーション機能の対で実現される。

ODUk/ODUjアダプテーションソース(ODUk/ODUj_A_So)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
– より高いビットレートのODUkを形成するODUj多重。
– 9.7節に記載された維持/管理信号の生成と終端。

ODUk/ODUjアダプテーションシンク(ODUk/ODUj _A_Sk)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
– ODUj 多重分離。
– 9.7節に記載された維持/管理信号の生成と終端。

### 9.7.3 OTU/ODUアダプテーション

双方向のOTU/ODUアダプテーション(OTU/ODU_A)機能は並置されたソースとシンクのODUk/ODUjアダプテーション機能の対で実現される。
OTU/ODUアダプテーションソース(OTU/ODU _A_So)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
– ODU信号をOTUペイロードエリアへ適用するために要求されるすべてのプロセス。プロセスは個々のクライアント/サーバ関係に信号に依存する。

OTU/ODUアダプテーションシンク(OTU/ODU_A_Sk)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
– OTUペイロードエリアからのクライアント信号の再生。プロセスは個々のクライアント/サーバ関係に依存する。

### 9.7.4 OCh/OTU アダプテーション

双方向のOCh/OTUアダプテーション(OCh/OTU_A)機能は並置されたソースとシンクのOCh/OTUアダプテーション機能の対で実現される。

OCh/OTUアダプテーションソース(OCh/OTU _A_So)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
– 光周波数キャリアを変調しうる連続するデータストリームを生成するために要求されるすべてのプロセス。プロセスはクライアント/サーバ関係の個々の実施に依存し、スクランブルやチャネルコーディング（すなわちNRZ）のようなプロセスを含む。誤り訂正符号は選択できる特徴である。

OCh/OTUアダプテーションシンク(OCh/OTU_A_So)は入出力間で以下のプロセスを実行する。
連続するデータストリームからOTU信号の再生。プロセスはクライアント/サーバ関係の個々の実行に依存し、タイミング再生、チャネルデコーディング、フレーミング、デスクランブリングのようなプロセスを含む。誤り率訂正符号は選択できる特徴である。

### 9.8 OTNの逆多重

OTNでの逆多重は、X (X ≤ 2)のODU信号(ODU-Xv)のバーチャルコンカチネーションを使って実行される。ODU-Xv信号は、（例えば、ODU2-4vがSTM-256を伝送するように）クライアント信号を伝送することができる。バーチャルコンカチネートされたODU (ODU-Xv) レイヤネットワークの特性情報は、それ自身の転送遅延を伴って１束のX ODUネットワークコネクションによって送られる。ODU-Xv トレイル終端シンク機能は、その出力において連続性なペイロードを供給するためにこの遅延差を補償しなければならない。

ODU-Xv のために、補償すべき遅延差は少なくともxxxμ秒である。（この値は定義されるべきである）

いくつかのネットワークを渡って拡張されたバーチャルコンカチネートされたODUコネクションにおいて、（例えば、中間ネットワークの１つのプロテクションスイッチ間に）最悪遅延差が選ばれた補償範囲を超えないのを保証するように経路セットアップの間、注意するべきである。

性能監視とプロテクションは、バーチャルコンカチネートされたグループを構成する個別のODU信号上で実行される。エンティティとしてのグループ上の性能監視は今後の研究課題である。
注 – 低レートODU信号のバーチャルコンカチネートされたグループを経由した高レートのODU信号の伝送は可能であるが、最適でない結果をもたらす。

図20は、ODU-Xvの機能的アーキテクチャを示す。

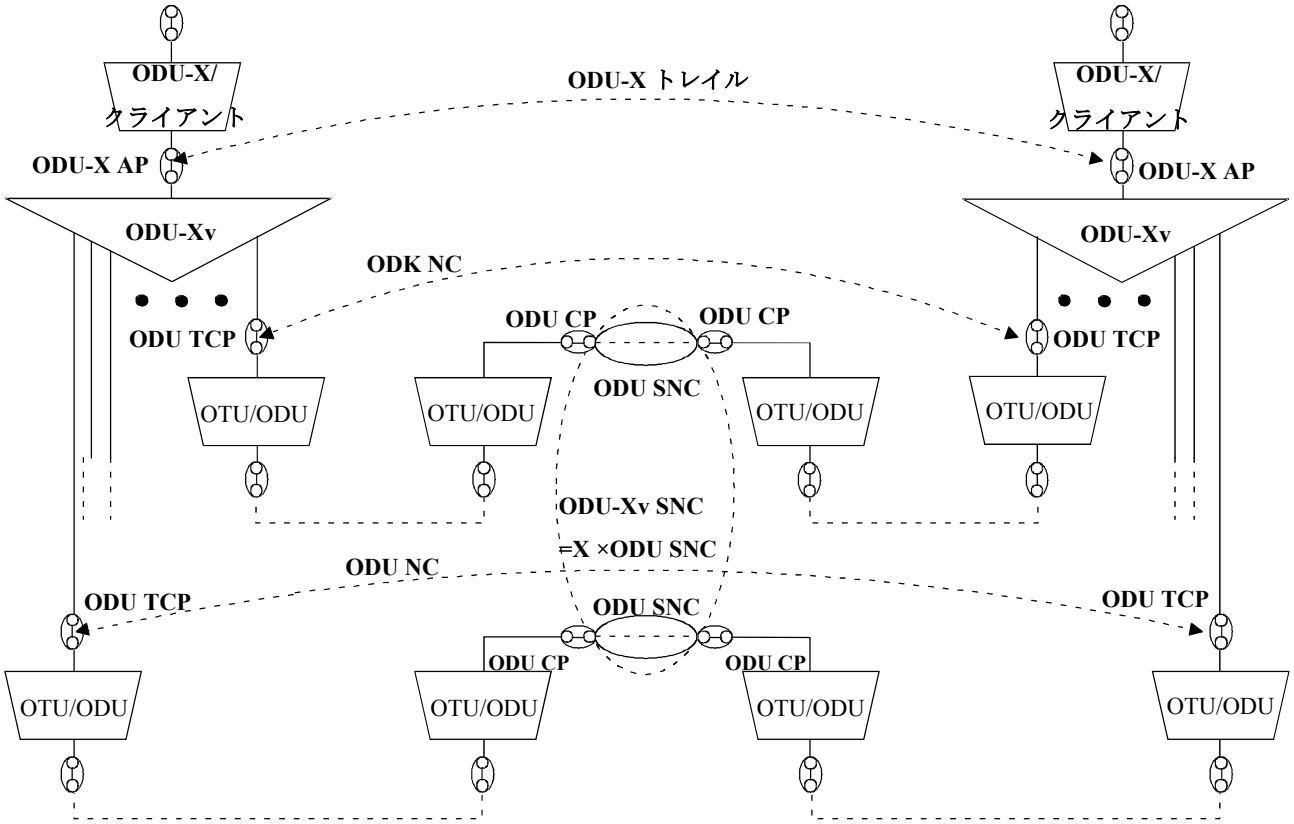



図20/JT-G872　ODUバーチャルコンカチネーションの機能的アーキテクチャ
(ITU-T G.872)

図20で示した複合的機能のODU-Xvは、さらに図21に示されるような、微細な基本的機能から構成される。

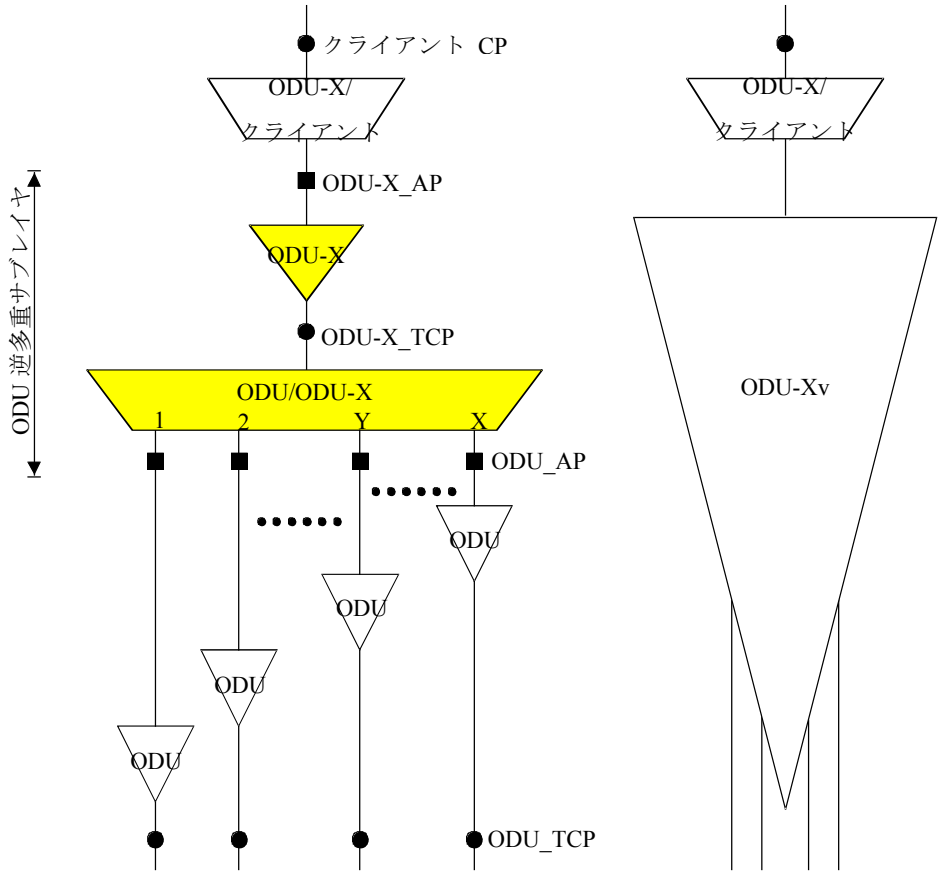



図21/JT-G872　バーチャルコンカチネーションモデル
(ITU-T G.872)

### 9.9 非OTNレイヤネットワーク上でのOTNエレメントの伝送

OTNが導入される場合、ネットワークインフラの一部はODUを運ぶ性能を持たないかもしれない。OTNアイランドの相互接続のために、例えば、SDHの高次VCにODUをマッピングすることによって、それらを既存のレイヤネットワークで伝送する必要がある。追加情報として、Appendix IIIも参照のこと。

### 9.10 光レイヤネットワーク管理の要求条件

OTUとODUレイヤネットワークに関する管理性能のための要求条件は、本節に規定される。光レイヤネットワーク管理要求条件の要約を表３に示す。

表 3/G.872　ITU-T G.709に基づくOCh管理要件事項
（ITU-T G.872）

| 管理機能 | プロセス | 機能 | レイヤネットワーク | | | | コメント |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ODU-Path | ODU-TC | OTU | OCh | |
| 連続性監視 | • 連続性損失検知 | TT | R | R | R | R | 6.2.1.参照 |
| 接続監視 | • トレイルトレース識別 | TT | R | R | R | FFS | 6.2.1.参照 |
| メンテナンス情報 | • 前方欠陥表示[a)] | TT | R | R | R | R | 6.2.1.参照 |
| | • オープン接続表示[a)] | TT | R | R | – | R | |
| | • 後方欠陥表示 | TT | R | R | R | – | |
| | • 後方品質表示 | TT | R | R | R | – | |
| | • 入力アラインメントエラー (IAE) 表示 | TT | – | R | R | – | |
| | • 後方IAE 表示 | TT | – | R | R | – | |
| 信号品質監視 | • BIP計算に基づく性能監視 | TT | R | R | R | – | 6.2.2.参照 |
| | • アナログパラメータに基づく性能監視 | TT | – | – | – | FFS | |
| プロテクション制御 | • 自動プロテクション切替プロトコル | A/T | R* | | R* | R* | 6.2.4.参照 |
| 管理通信 | • メッセージ-ベースチャネル | A | R* | | R* | FFS | 6.2.5.参照 |
| | • オペレータ仕様 | A | R* | | R* | FFS | |

– 非適合　R 必須
A アダプテーション機能　R* 必須 (管理機能のサポートが必要である場合)
FFS 今後の検討事項　TT トレイル終端機能
a) 非対応OCh OH としてOCh-FDI/OCI も使用可

### 9.11 サバイバビリティ手法

7.1節に記述されたプロテクション手法は、OTUとODUレイヤと共に光伝送網のディジタルレイヤ構造にも適用される。表4にOTUとODUレイヤのための異なるプロテクション手法の適用性をまとめる。

表4/JT-G872 ディジタルOTNのためのプロテクション手法
(ITU-T G.872)

| プロテクション手法 | OTUレイヤ | ODUレイヤ |
|---|---|---|
| 1+1トレイルプロテクション | NA(注1) | NA(注2) |
| 1:Nトレイルプロテクション | NA(注1) | NA(注2) |
| 1+1 SNC/N, SNC/S および SNC/I(注3) | NA | A |
| 1:N SNC/SおよびSNC/I(注3) | NA | A |
| シェアードプロテクションリング | NA | A |

A　適合

FFS　今後の課題

NA　非適合

注1－OTUトレイルのペイロードをプロテクトしなければならない場合、ODU SNC/I プロテクションが使用されるべきである。

注2－ODUトレイルのペイロードをプロテクトしなければならない場合、ODU SNC/SあるいはODU SNC/Nプロテクションが使用されるべきである。

注3－ODU SNC/Iプロテクションは一つのOTUkトレイルにサポートされるODUkリンク結合をプロテクトする。ODUkの連続する合成のリンク結合(2本以上のOTUkトレイルにサポートされる) がプロテクトされることになっていれば、ODUk SNC/NあるいはODUk SNC/Sが使用されることになる。単一のODU(j>k)にサポートされたODUkリンク結合がプロテクトされることになっていれば、ODUk SNC/NあるいはODUk SNC/Sプロテクトが推奨される：しかしながら、ODUk SNC/Iは同様に展開することができる。

### 9.12 異なる領域間での相互接続

9.1節に示された考察に従い、異なった領域間の相互接続と相互作用の方法は3R再生（ITU-T Recs. G.709及びG.798参照）を伴う。以下のケースが考えられる：

a)　非OTN領域が、非OTN IrDIを経由してOTN領域と相互接続する (図22)。

b)　２つのOTN領域が、 非OTN IrDIを経由して相互接続する (図23)。

c)　２つのOTN領域が、OTN IrDI を経由して相互接続する(図24)。

d)　非OTN領域が、 OTN IrDIを経由してOTN領域と相互接続する(図25)。

e)　２つのOTN領域が、OTN IrDIを経由し（モデムを実装する）SDHネットワークを経由して相互接続する (図26; 9.9節も参照)。

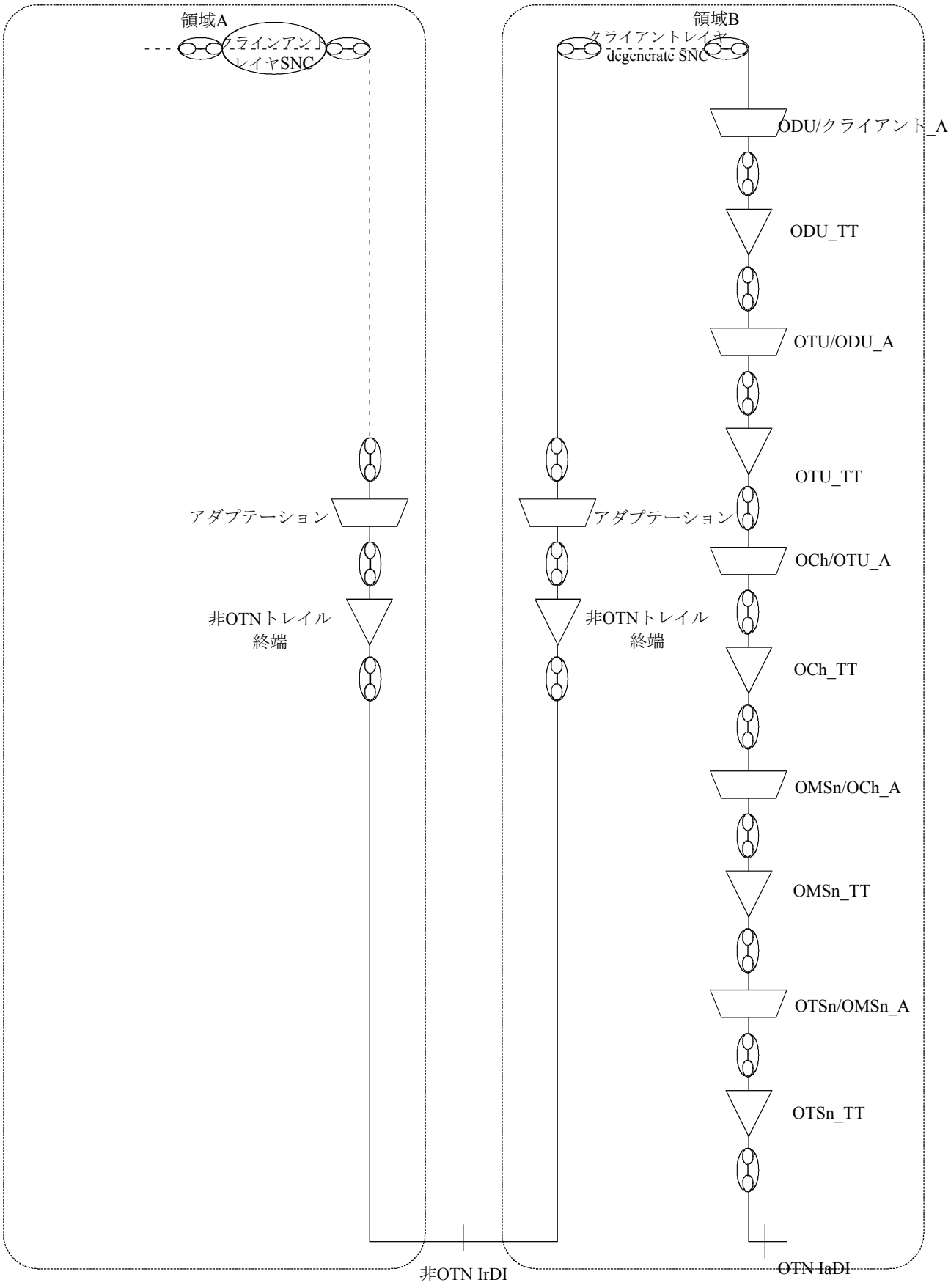



図22/JT-G872　非OTN領域が非OTN IrDIを経由してOTN領域と相互接続
(ITU-T G.872)

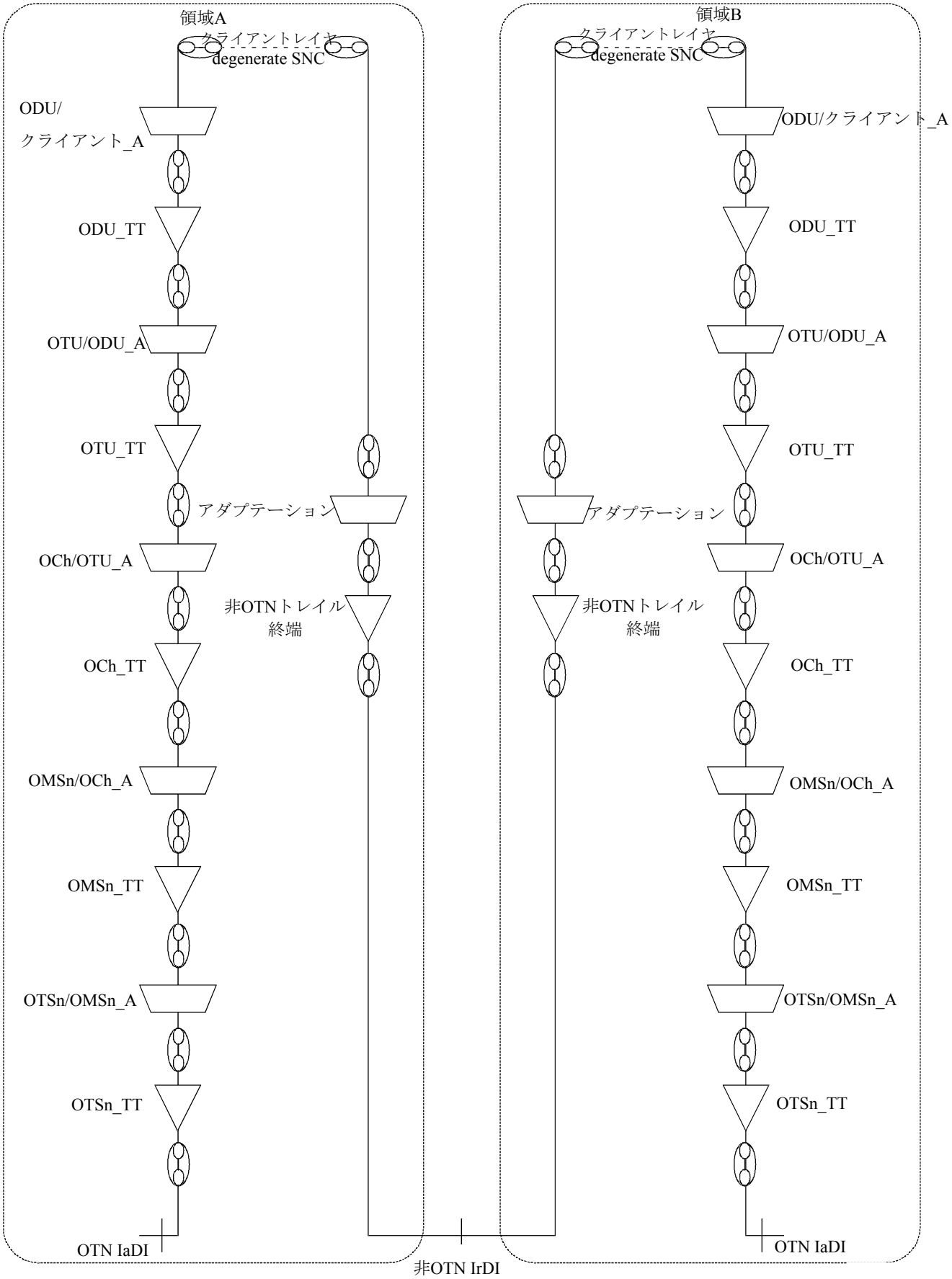
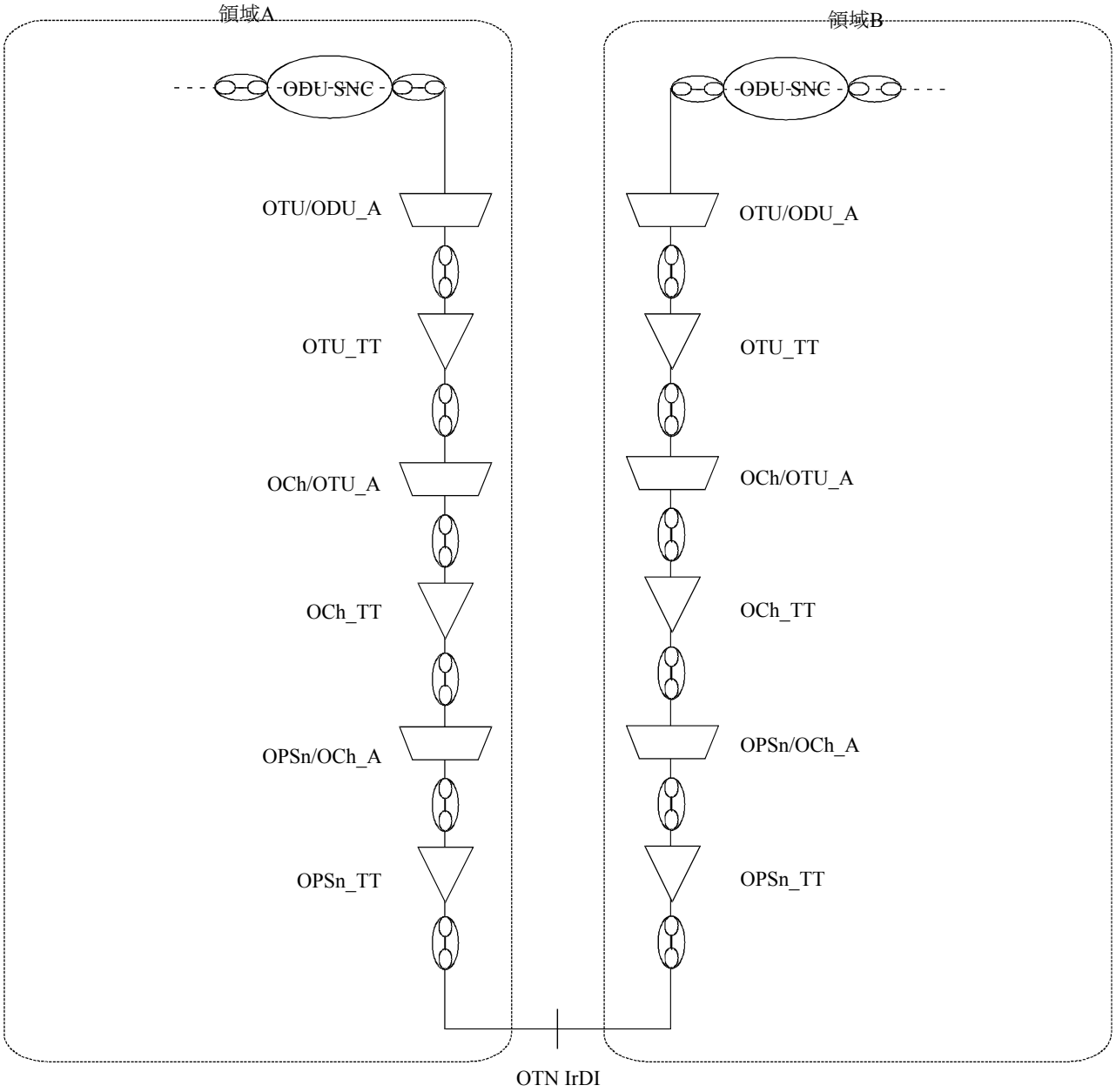
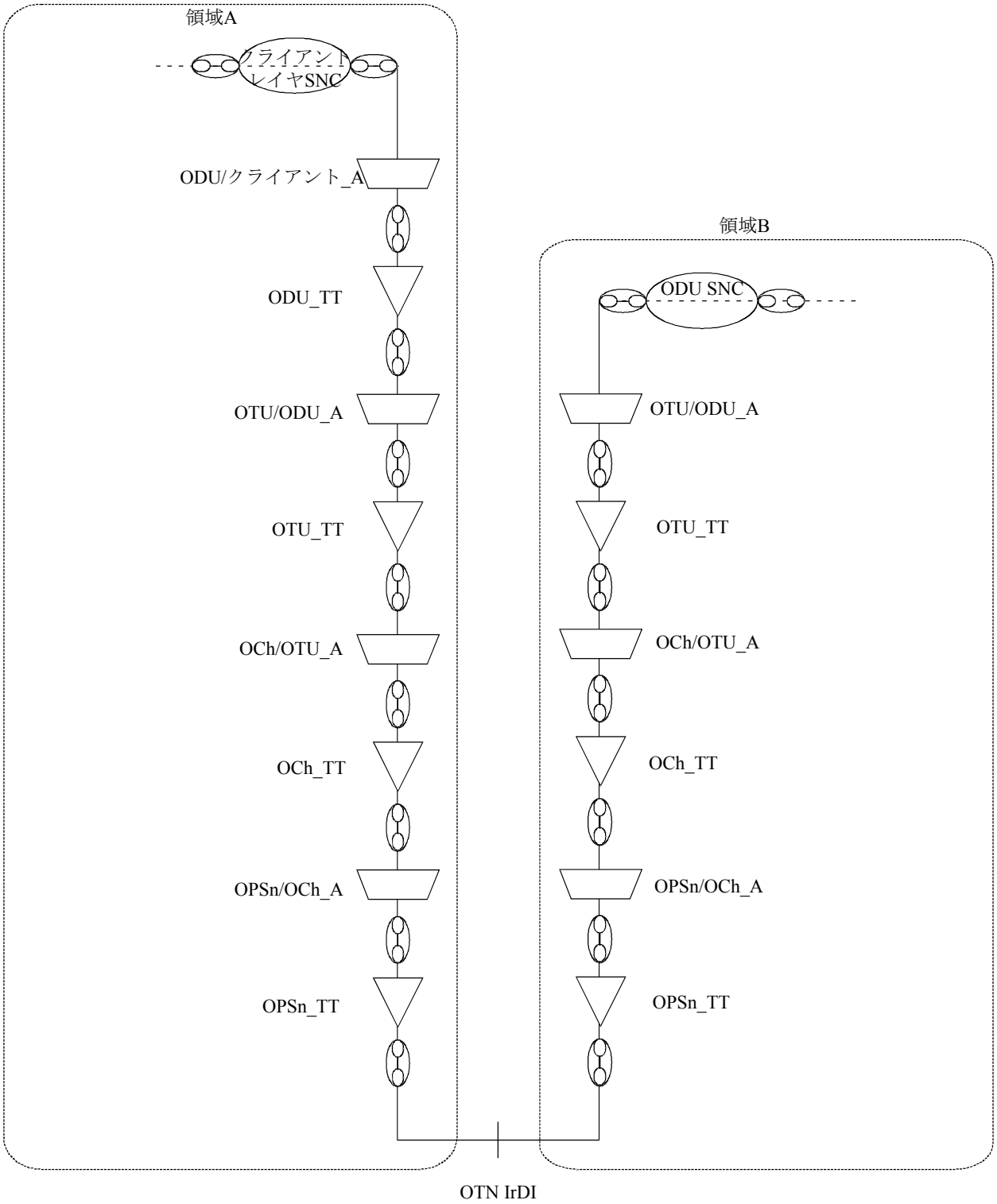



図23/JT-G872　２つのOTN領域内の２つのOTN領域が 非OTN IrDIを経由して相互接続
(ITU-T G.872)



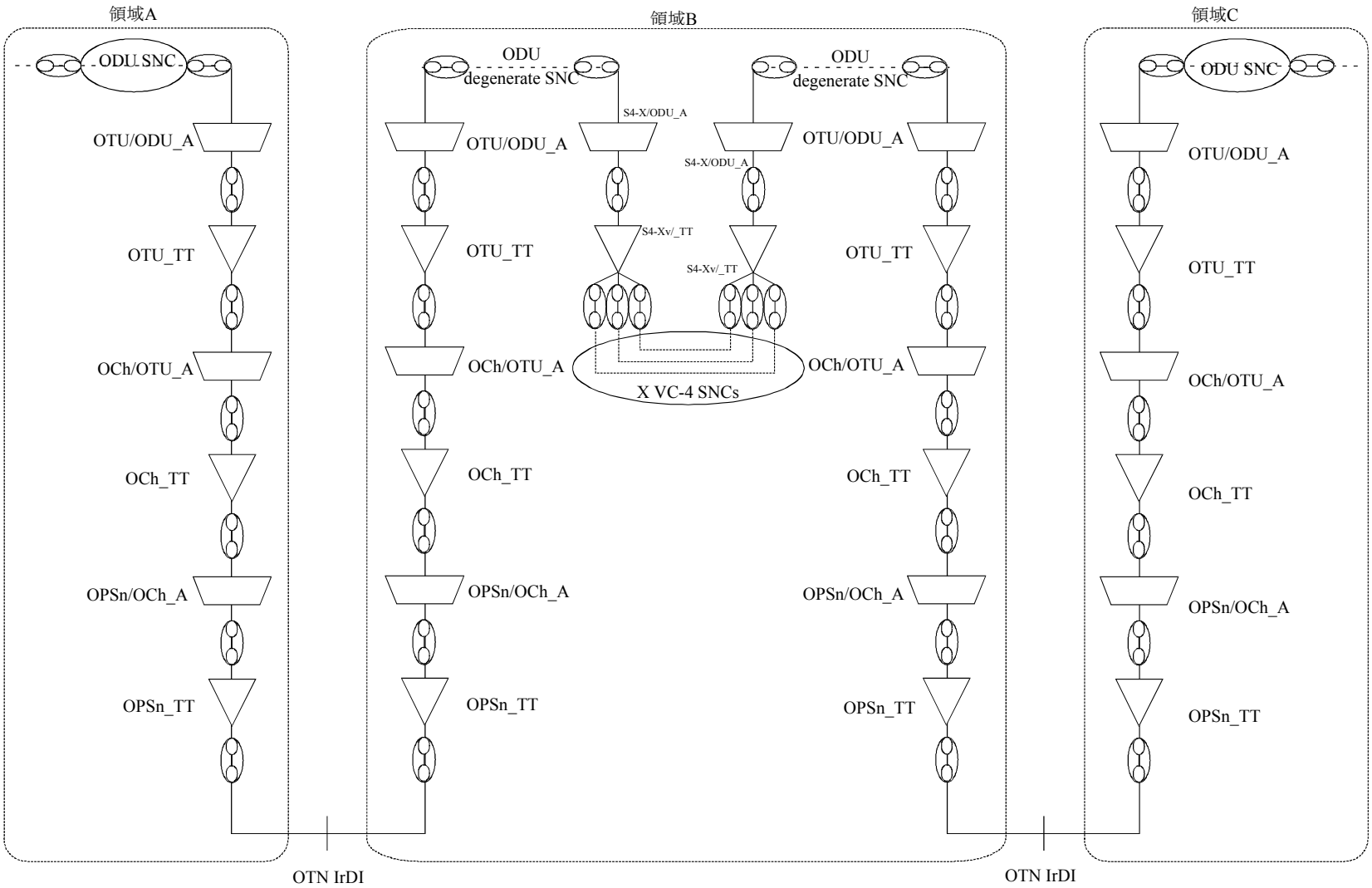

注 – 1つのOPSnレイヤネットワークはOMSs/OTSnレイヤネットワークの縮退版である。縮退は、IrDI点およびインターワーキングを提供するネットワークエレメントの間に、中間のネットワークエレメントがない場合にありうる。そのような場合には、管理はOTUレイヤネットワークによって提供される。

図24/JT-G872　２つのOTN領域がOTN IrDI を経由して相互接続
(ITU-T G.872)




注 – 1つのOPSnレイヤネットワークはOMSs/OTSnレイヤネットワークの縮退版である。縮退は、IrDI点およびインターワーキングを提供するネットワークエレメントの間に、中間ネットワークエレメントがない場合にありうる。そのような場合には、管理はOTUレイヤネットワークによって提供される。

図25/JT-G872　非OTN領域が、 OTN IrDIを経由してOTN領域と相互接続
(ITU-T G.872)




注－1つのOPSnレイヤネットワークはOMSs/OTSnレイヤネットワークの縮退版である。縮退は、IrDI点およびインターワーキングを提供するネットワークエレメントの間に、中間ネットワークエレメントがない場合にありうる。そのような場合には、管理はOTUレイヤネットワークによって提供される。

図26/JT-G872　２つのOTN領域がOTN IrDIを経由し（モデムを実装する）SDHネットワークを経由して相互接続（ITU-T G.872）

## 10. 光伝送網の細分化

OTNは、ベンダ領域等の管理領域に細分化される。領域の相互接続や相互作用については、第8節を参照すること。一つの領域はより小さな部分にさらに細分化されうる。

### 10.1 領域の細分化

領域を跨って伝達されるクライアント信号は、再生される必要がある（3R再生）。OChレイヤネットワークは3R再生中継によって終端される。すなわち、3R再生の過程は、OChクライアントアダプテーションシンクまたはソース機能に含まれる。ディジタルクライアントのレイヤネットワークがさらに終端されるか否かは、ディジタルクライアントのタイプに依存する。

OTUレイヤネットワークは、クライアントがディジタルOTNである時に終端される。OCh とOUTレイヤネットワークは一致する。すなわち、OTUディジタルセクションは、3R区間を構成する。これは、図27に示される。

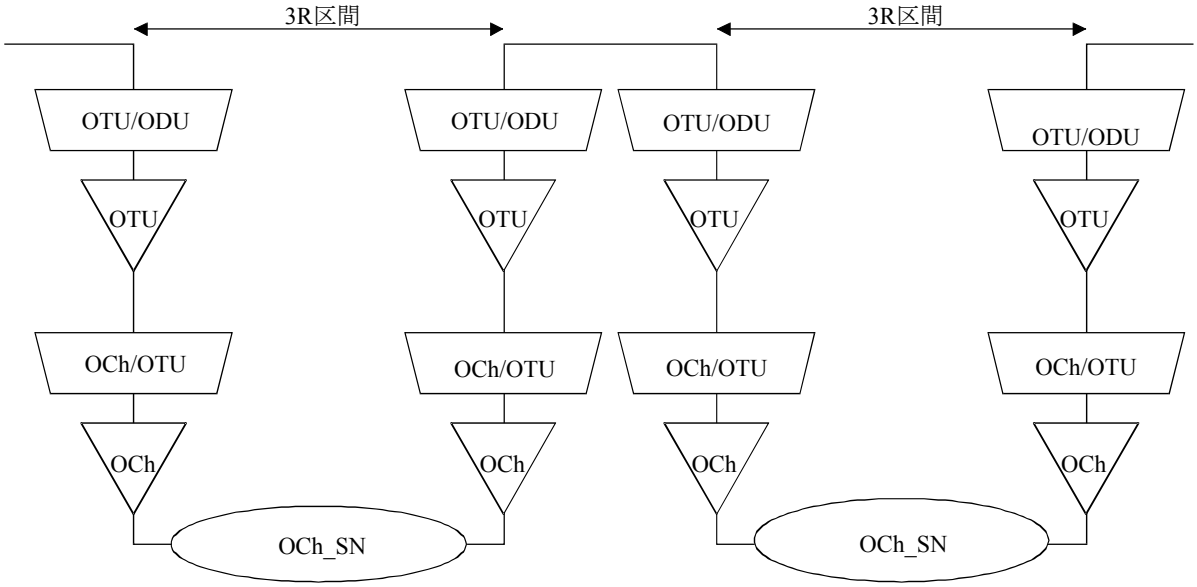



図 27/JT-G872　ディジタルOTNに対する3R区間の例
(ITU-T G.872)

他のディジタルクライアントの場合、ディジタルクライアントを終端することは要求されない。図28は、SDHのようなCBR（定ビットレート）信号に対する3R区間を示している。ここで、3R再生は、SDHレイヤネットワークのさらなる処理なしで実行されている。

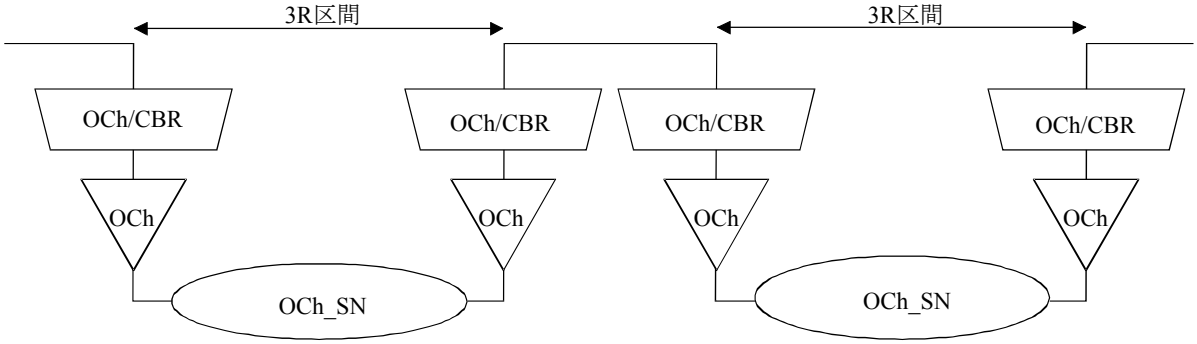



図28/JT-G872　ディジタルOTN以外のクライアントに対する3R区間の例
(ITU-T G.872)

### 10.2 3R区間の細分化

3R区間は、両端の3R再生機能によって特徴づけられる。3R過程は、OCh/クライアントアダプテーション機能に含まれる。3R区間は、より小さな部分に細分化されうる。細分化のためのディメンジョニング則は、本標準の範囲外である。しかしながら、OChレイヤネットワークがルーティングの柔軟性を提供するのであれば、完全なルーティングの柔軟性を保つように細分化されるべきである。

## 付属資料Ａ　信号劣化の緩和および再生中継

（本付属資料は仕様の一部である。）

信号の品質を維持するために緩和すべき信号劣化の蓄積により、光ネットワーク上の情報の伝送は妨げられてしまう。それは、プロセスの点から見て記述されるべきこれらの補償の観点から理解される。特に、いわゆる1R、2Rおよび3Rとして再生中継のプロセスの記述が重要である。伝送の機能は、各レイヤにおける関連したアダプテーション機能と終端機能と関係するプロセスの観点から記述されなければならなく、単純な1R、2R及び3R再生中継の記述では、不十分である。しかしながら、1R、2Rおよび3R再生中継は、一般的に使われる用語なので、以下の分類はそれらの理解に役立てるために記載する。

これらの再生中継の構成は、以下のプロセスの組み合わせにより構成される：

a)増幅帯域幅内でのすべての周波数の平坦な増幅。クライアントレイヤ上に、何の制限もない。

b)増幅帯域内でいろいろな周波数に対して異なる利得で等価増幅。これはシングル・チャンネルおよびマルチ・チャンネルシステムの両方に適用される。

c)分散補償(位相の歪み)。このアナログ処理はシングル・チャンネルかまたは、マルチ・チャンネルシステムに適用できる。

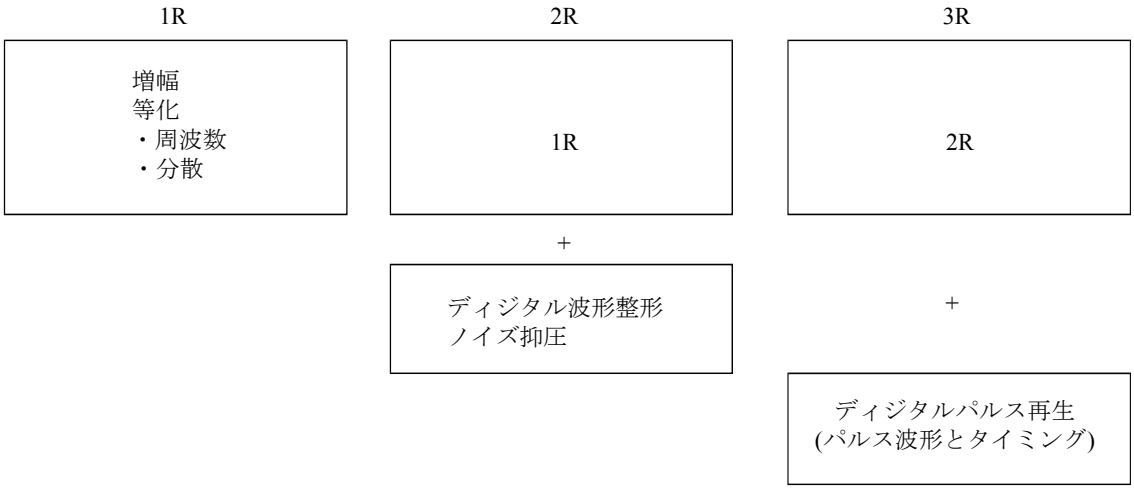
d)ノイズ抑圧

e)ディジタル信号の波形整形(シュミット・トリガー機能)、クロック信号の再生を行なわない。これは個別のチャンネルに適用でき、異なった伝送速度に適用できるが、回線符号に対して透過ではない。

f)要求されるジッタの範囲内で、タイミング信号を再生し、波形整形による完全な再生中継

図A.1に見られるように、1R再生中継は、a)からc)までのプロセスの組み合わせとして記載され、2R再生中継は、d)からe)までのプロセスの組み合わせと1R再生中継として考えられる。一方、3R再生中継は、プロセスf)と2R再生中継として考えられる。

1R再生中継のわかりやすい説明として、1R再生中継は、アナログ技術を基本とするものであり、2R再生中継は、信号レベル上のディジタル処理を必要とし、3R再生中継は、信号タイミングの情報処理上のディジタル処理を必要とする。




図A.1/JT-G872　再生中継の分類
(ITU-T G.872)

## 付録Ｉ (参考)　光ネットワークの機能の例

（本付録は参考情報であり、仕様ではない。）

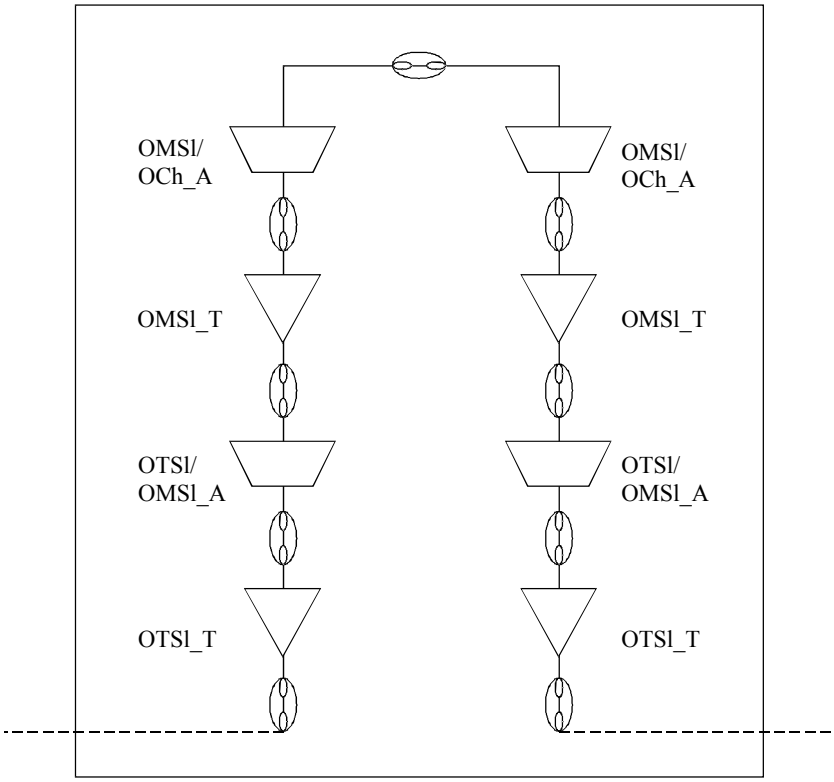
この付録は光ネットワークに適用される機能分類の例を記述する。

### I.1 波長変換

図I.1は、シングル・チャンネル波長変換のための機能のモデルを示す。

OTSおよびOMSのトレイル信号は、終端され、波長変換はOMS/OChのアダプテーション機能によって実行される。

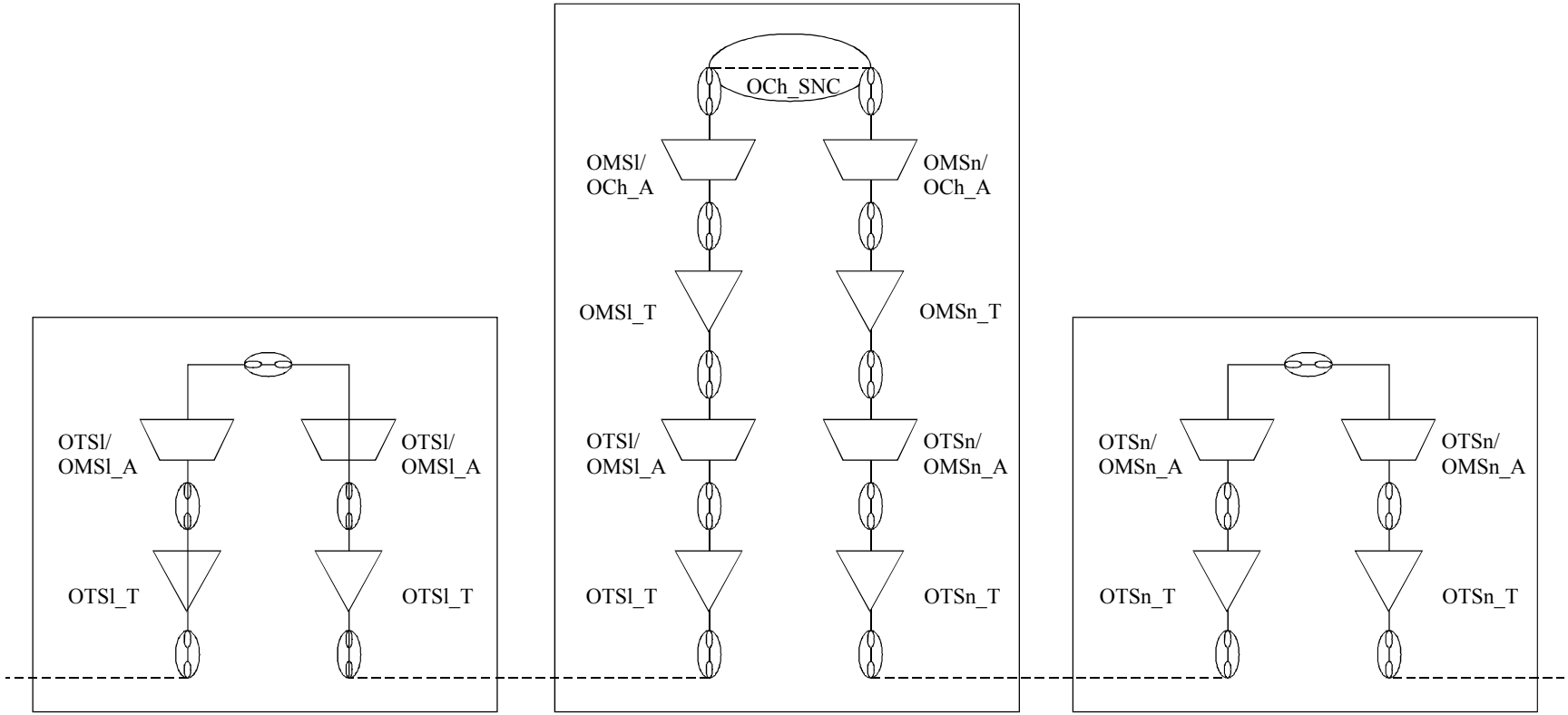
OChのレイヤにおいて、波長は未定義である。OMS/OCh_A Sourceは、仕様化された波長に光チャンネルを設定する。




図I.1/JT-G872　光波長の変換の例
(ITU-T G.872)

### I.2　クロスコネクト

図I.2は、クロスコネクトの機能モデルと、２個の光増幅器、シングル・チャンネルおよびマルチ・チャンネルを示す。OChレイヤの信号は、OTNインタフェース間、あるいは、適当なクライアントレイヤのインタフェースに対して、クロスコネクトすることができる。クロスコネクトは、波長/周波数の変換をも含むことになる。




シングルチャネル 1R　　光チャネルクロスコネクション　　マルチチャネル 1R

注 – 回線終端とトレイル等は単純化のため記載されていない。

図I.2/JT-G872　シングル・マルチチャネル　1R再生中継(増幅)チャネルクロスコネクション機能アーキテクチャの応用例
(ITU-T G.872)

### I.3 再生中継

このプロセスは、付属資料Ａで詳述された1R、2Rおよび3Rの再生中継を必要とする。適切な光伝送網の機能に対するそれらの割当ては本標準の範囲外である。

## 付録II（参考）　OTNと既存WDMの関係

（本付録は参考情報であり、仕様ではない。）

光チャネルは光信号を基本的なOMSレイヤネットワークに提供する。これは、OMSでは重要でない光信号を搬送するためのディジタルフォーマットを隠蔽する。光チャネルは、OTM-n信号によってもたらされる他の光チャネルと周波数分割多重される。

現在の光技術は、ディジタルクライアントレイヤに独立な慣習における光チャネルの管理とメンテナンスに関して要求されている昨日の全てを提供していない。これは、ディジタルクライアントの共通的なカプセル化技術や光チャネルトレイル終端機能で現在サポートされていない管理/メンテナンス情報面をサポートするメカニズムとしてOTUが使用されていることによって圧倒されている。OTUレイヤネットワークは、光チャネルのクライアントレイヤネットワークとして推奨される。しかし、いくつかの制限はあるものの光チャネル上で他のディジタルクライアントを直接伝送することも可能である。

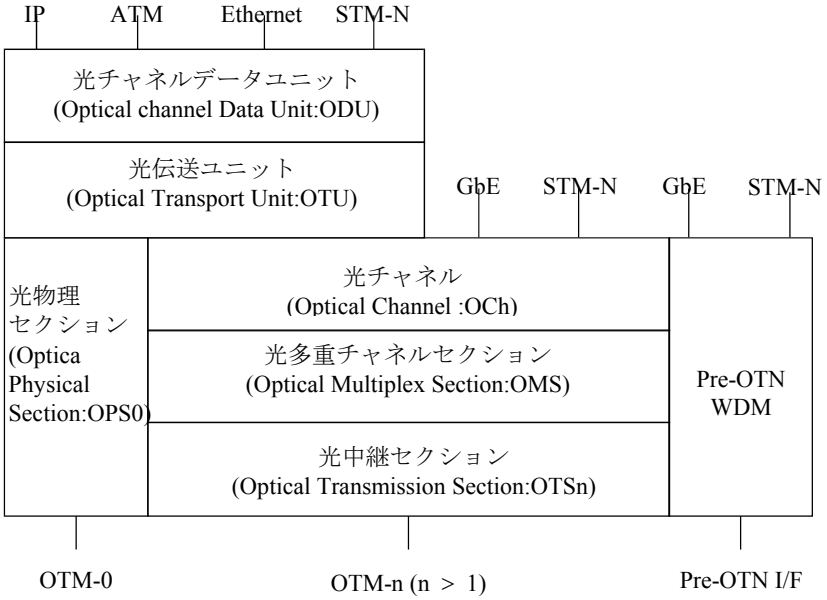
例えば、STM-NとGbEクライアントは、それらのフレームをOTU中にカプセル化することなく光チャネル上を搬送されるだろう。カプセル化を伴わないそのような信号は、光チャネルとしての特性情報の同じ形式を有する。そういったものは、光チャネルコネクションをサポートするクロスコネクトを通過することが可能である。しかし、OTUに関連するOAM機能は提供されない。そのような信号のOTN上の伝送は、ネットワーク管理の制限をもたらすかもしれなく、どのような制限も、技術的な仕様によるものであり、光チャネルクライアントの能力に依存している。光チャネルのために、例えば、STM-Nフレームを論理信号から帯域とSN比で定義される光信号に変換し、シンク方向では、光多重セクションによって伝送されるビットとフレームタイミングを再生するアダプテーションと終端機能を定義することも必要である。
SDHの場合には、光帯域とSN比だけが光学パラメータ群として定義されている状態で、そのような光チャネルは、SDHの光セクションに類似している。この伝送形式のためのクライアントツー光チャネルアダプテーション機能の記述は、この勧告の範囲外であり、OTNの一部でもない。

ファイバ上を1つの光チャネルのみが搬送されているような場合、OMSとOTSは、単一例やネットワーク-光物理セクション(OPS)-を生成するために縮退する。これは、図II.1でOTM-0レベル信号として示される。

既存pre-OTN WDMシステムは、SDHやGbEのようなクライアントを搬送するためにネットワーク内に現在配置されている。これらのシステムも示す。

OTNと既存WDMとpre-OTN WDMインタフェース間の関係を図II.1に示す。

.




図II.1/JT-G872　OTNとWDMの関係
(ITU-T G.872)

## 付録III (参考)　OTNに基づいた伝送網の導入

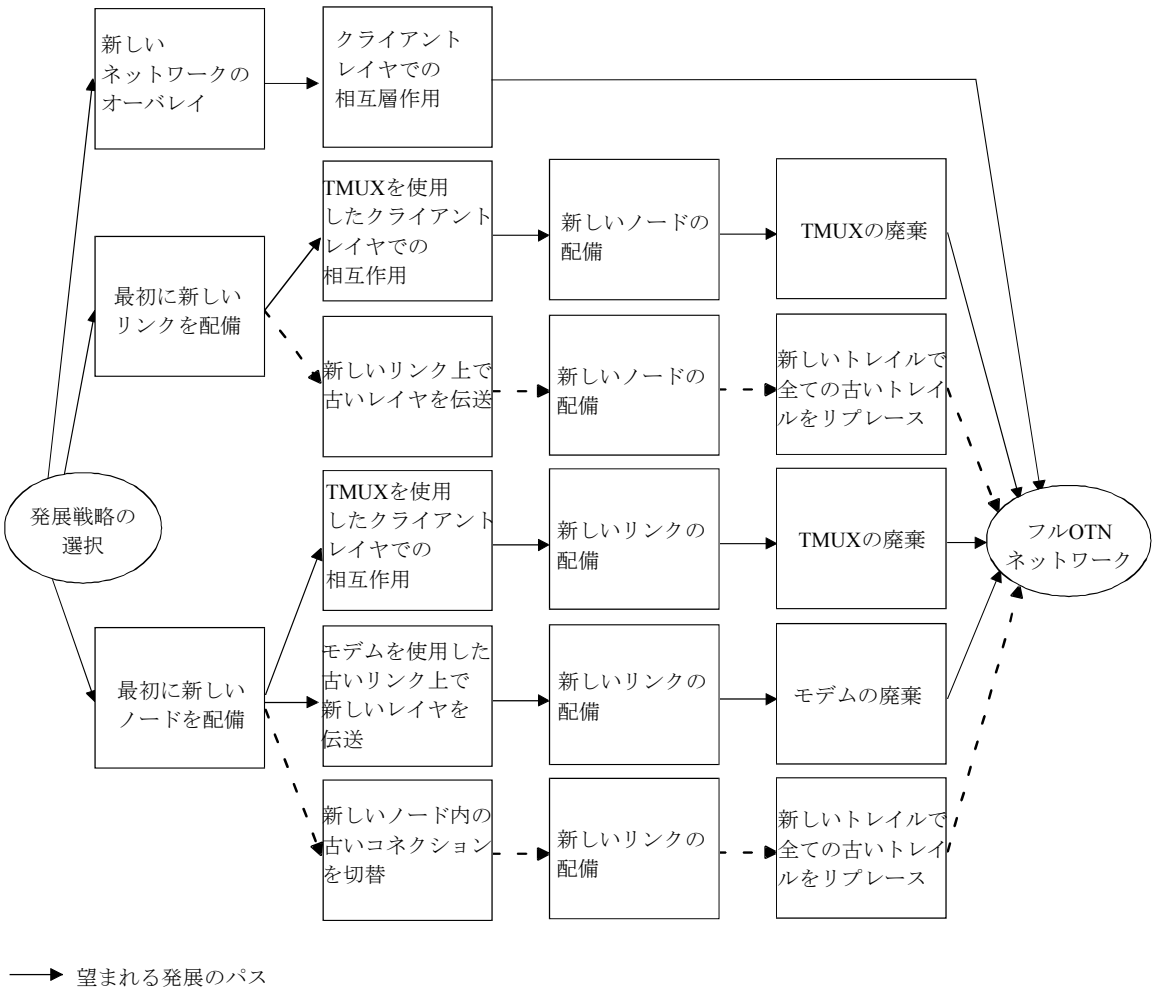
（本付録は参考情報であり、仕様ではない。）

### III.1 全般

この付録は、伝送網がOTNに基づいたものにどのように発展することができたかについての情報を提供する。OTNに基づいた伝送網を導入する場合なされるに違いない多くの選択がある。異なるタイプのOTNに基づいた設備が導入される時間的オーダおよび使用されるマッピングタイプのようなこれらの選択は、OTNに基づいた伝送網への発展の後の段階に影響し、制約を織り込むネットワーキングあるいはSDH/OTNを持ち出してもよい。これらの選択、およびSDHと比較された、OTNに基づいた伝送網あるいは他の伝送網の配備のレベルは、関係のあるネットワークオペレータの扱うべき問題である。この付録は、完全にOTNに基づいた伝送網に移動するのに必要なステップについての議論により、問題を説明するが、完全にOTNに基づいた伝送ネットワーは必ずしもゴールではない。

この付録は、OTNパス上でサポートすることができるクライアント層信号のタイプ、およびSDHパス上でサポートすることができるクライアント層信号のタイプを最初に識別する。その後、それは、OTNに基づいた設備の3つの基礎的な導入のシナリオについて記述する。各タイプのOTNクライアント層信号および導入のシナリオについては、この付録は、ネットワーキング、SDH/OTNを織り込むこと、および後の伝送発展上の結果について記述する。

図III.1は、利用可能な導入のパスを示し、基礎的な選択を説明する。また次の議論の間に参照を提供する。




図Ⅲ.1/JT-G872　OTN発展パス
(ITU-T G.872)

## III.2 クライアント信号のタイプ

### III.2.1 OTNケース

OTNパス層(ODU伝送エンティティ)は、JT-G709の中で定義されたマッピングに従って次のクライアント層信号をサポート支援します。

a) 以下のようなクライアント層信号。

i) コンスタントなビットレートのATMセルストリーム。

ii) 可変長のGeneric Frame Procedure (GFP) フレーム。例えばこれらはIP伝送に使用されるであろう。

iii) 仕様のないクライアントマッピングは連続的なビットストリームへ任意の(セットの) クライアント信号のサポートのために指定される。

b) STMN再生セクション層信号の支援

i) SDHより高いオーダパス層

OTNに基づいた伝送網設備は、クライアント層の接続のコントロールではなくODUパスおよび光学のチャンネルの接続のコントロールに関係がある。したがって、上記のケースb)では、OTNに基づいた設備はb)に

関連したSDHパス層あるいはSDHパス層に関連したクライアント層を個々にネットワークに繋ぐために使用することができない。

この拘束は、OTNに基づいた伝送網が広範囲になる時に重要になる。これがそうかもしれない場合、そのような信号のサポートから最小化されることは勧められる。あるいは、伝送網発展の後の段階中に、ステップは余分のSTMNセクション層信号を最小化するために取られる。

### III.2.2 SDH ケース

この場合、SDHパス層は、JT-G707に定義されたマッピングに従って次のクライアント層信号をサポートする。

a) 以下のようなクライアント層信号。

i) コンスタントなビットレートのATMセルストリーム。

ii) 可変長のGeneric Frame Procedure (GFP) フレーム。例えばこれらはIP伝送に使用されるであろう。

b) OTNパス層信号(ODU1とODU2)はIII.2.1(注を参照)の中で識別されたクライアント層信号をサポートする。

注 – SDHより高いオーダ層信号へのODUパス層のこれらのマッピングは、伝送網発展の可能な推移の段階を概説します。これらのマッピングを提供するのに必要な機能性は「モデム」機能性と呼ばれる（それはモデムが「新しい」ネットワークからの信号が「古い」ネットワーク上に支援されることを可能にしたのと、「古い」アナログネットワークから「新しい」ディジタルネットワークまで推移と類似しているので）。SDHネットワークを使用して、孤立したOTNを相互に連結させるために、光モデムは例に使用されてもよい。

### III.3 OTNに基づいた設備の最初の導入

OTNに基づいた設備を最初に導入する3つの基礎的な方法がある:

a) OTNラインシステムの同時の配備を含むオーバレイネットワークの配備およびODU/OChは、広範囲のパス層接続を提供するために機能性をクロス接続する(注を参照)。さらに、そのようなオーバレイネットワーク中の地域的範囲を増加させると、OTNパス層の中のリンク結合はIII.2の中で言及されるようなモデム機能性を使用して、SDHパスへ適応されるかもしれない。最初に、このオーバレイネットワークは「薄く」、しかし他のサービスを含めるために「厚くなった」、特別のクライアント層タイプのサポートを、その後ターゲットにしてもよい。

注 – ODUおよび(または)OChのクロスコネクト機能は、OTNの中の設備をクロスコネクトおよび（または）add/drop多重装置(ADM)を実現する。そのような機能性は下にXC/ADMと呼ばれる。

b) OTN XC/ADMのみ配備する。サイトの STM-N再生セクションの接続性のコントロールが最初の利益で所望され、これは、におけるクロスコネクトの形をとるであろう。機能的なアーキテクチャの点では、XC/ADMの中のODU/OChパスは、STM-N再生セクション層の中のサブネット接続を提供する。OTNラインシステムはより広範囲のODU接続を提供するために後の段階で展開することができた。同様に、より広範囲のODU接続を提供するのに上記のa)の中で言及されるようにモデム機能性を備えたより高いオーダSDHパスを使用することができるかもしれない。

c) OTNのみ配備する。このようなシステムは、リンク結合のSTM-N再生セクション層をサポートするという点でSDHラインシステム機能に似ている。機能的なアーキテクチャの点では、OTNラインシステムでのODUパスは、SDH STM-N再生セクション中のリンク結合を提供する。OTN XC/ADMはより多くのODU接続を提供するために後日に展開することができた。

各オプションを有効にすることおよび1つ以上のオプションの選択は、ネットワークオペレータの必要条件によって決定される。1人のネットワークオペレータによる1つのオプションの選択が、もう一人のネットワークオペレータの選択に影響する必要はない。3つのオプションは共存することができる。

### III.4 SDHとOTNに基づいた伝送網間の相互作用

#### III.4.1 相互作用レベル

SDHに基づいた伝送網とOTNに基づいた伝送網間に相互に作用することが、次の3レベルのうちの1つで生じる場合がある:

a) III.2.1 a)およびIII.2.2 a)の中で識別された信号のためのクライアント層: 一般に相互に作用するそのようなものは、それぞれのSDHおよびOTNパス、およびそれぞれのパス層とクライアント層の間のアダプテーション機能の終端を要求します。機能のこのコンビネーションはtransmultiplexing(TMUX)と呼ばれる。このアプローチは必ずしも追加の物理的なインタフェースを意味しない。

b) III.2.1 bの中で識別された信号のためのSDH STM-N再生セクションレベル：このように相互に作用することは、JT-G709に記述されたマッピングを使用して、適切なODUパス層の中へのSTM-N再生セクション層信号の適応を要求する。

c) OTNパス・レベルでは、III.2.2 bに記述されたOTNパス層信号がSDHより高いオーダパスへ適応される場合、モデム機能を使用する。

相互作用レベルおよびOTN設備導入シナリオの選択は、下に議論されるような後の伝送網の発展段階に影響を及ぼすであろう。

#### III.4.2 OTN オーバレイ

相互に作用する2つのレベルは以下のように考慮される：

a) クライアントレベルに相互に作用するための必要条件は、III.4.1 a)の中で与えられる。

ODU接続を提供するためにSDHより高いオーダパスが使用される時に、「モデム」機能は、SDHより高いオーダパス層への適応に必要である。

続いて、III.2.1 a)の中で識別されたクライアント層信号を処理するネットワーク要素上でOTUインタフェースが提供される場合は, そのようなネットワークエレメントとOTN伝送網間び相互作用の要求はない。

b) STM-Nレベルに相互作用するための必要条件はIII.4.1 bの中で与えられる。より高いSDH
および(または)低位パス層多重機能性はSDHに基づいた伝送網
の中で要求され続けるであろう。

ODU接続を提供するためにSDHより高いオーダパスが使用される時に、「モデム」機能性は、SDHより高いオーダパス層への適応に必要であろう。

それが続いてクライアントレベルに相互に作用すると望まれる時に、STM-N再生セクションをサポートするOTNパスを止めて、直接クライアント層をサポートする新しいOTNパスを提供することが必要であろう。より低いSDHおよびより高いオーダパス多重機能は必要ではないであろう。

### III.4.3 OTN XCs, ADMsとラインシステム

相互に作用する2つのレベルは以下のように考慮される。

a) クライアントレベルに相互に作用するための必要条件はIII.4.1 a)の中で与えられる。

続いて、より広範囲のOTNパス層機能性が必要なあらゆる時に、OTNラインシステムは展開することができる; 相互作用機能は、XC/ADMとOTNラインシステムの間で必要ではない。III.4.2 a)の中の考察も当てはまる。

b) STMN再生セクションレベルに相互に作用するための必要条件は、III.4.1 b)の中で与えられる。

続いて、より広範囲のOTNパス層機能性が必要なあらゆる時に、OTNラインシステムは展開することができる；相互作用機能は、XC/ADMとOTNラインシステムの間で必要ではない。III.4.2 a)の中の考察も当てはまる。