

JT-G982

ISDN一次群または同等速度までの  
サービス提供をする光アクセス網

Optical Access Networks to Support Services  
up to the ISDN Primary Rate or Equivalent Bit Rate

第1版

1997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、配布を行うことを禁止します。

< 参考 >

1 . 国際勧告等との関連

(1) 本標準は、1996年5月のITU-T SG15において承認されたITU-T勧告G.982に準拠したものである。

2 . 上記国際勧告等に対する追加項目等

(1) 本標準は上記ITU-T勧告に対し、下記項目についての記述を修正している。

(a) 5.2節 OAN に関するアーキテクチャ構成 (図5-2) の記述

本項目を修正した理由：プロテクションはプロトコルの誤記

(b) 9.4.2節の「OLTサービスセル」の記述

本項目を修正した理由：TTC標準ではV点の標準がないため。

(c) 13章の「環境条件」の記述

本項目を修正した理由：IEC801-2,3は統合により番号が廃止され、別の番号となったため。

3 . 改版の履歴

版数	制定日	改版内容
第1版	1997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) 以下の項目は、本標準の継続検討課題である。

(a) 将来のサービスに関する1550nm領域の使用法 (7章)

(b) 光分配網の詳細な光インタフェース規定。 (11.2節)

(c) 光パス損失のクラスA~C以外の定義。 (11.3節)

(d) ONUの電気的安全性 (14.1節)

(2) 参照している勧告・標準等

ITU-T勧告：G.652、G.803、G.902、G.955、G.957、G.964、  
G.671、G.653、G.662、M.3010

IEC規格：721-3-1、825-1、825-2、1000-4-2、  
1000-4-3

## 目 次

1. 本標準の適用範囲	1
2. 参照	1
3. 略語	2
4. 用語の定義	2
5. OANの構成	4
5.1 参照構成	4
5.2 機能的構造	4
6. 光ファイバの種類	6
7. 伝送方式	6
8. 波長割り当て	6
8.1 1310nm領域での波長範囲	6
8.2 1550nm領域での波長範囲	6
9. OANシステム仕様	7
9.1 OAN容量とONUクラス	7
9.2 論理的伝送距離制限	7
9.3 ONU機能仕様	8
9.3.1 ONUコアシェル	8
9.3.2 ONUサービスシェル	9
9.3.3 ONU共通シェル	9
9.4 OLT機能仕様	9
9.4.1 OLTコアシェル	10
9.4.2 OLTサービスシェル	10
9.4.3 OLT共通シェル	10
9.5 運用管理保守(OAM)機能	11
10. UNIおよびSNIインタフェース	11
11. ODNの機能要求条件	11
11.1 受動光部品	11
11.2 ODNモデル	12
11.2.1 ODNの損失計算モデル	14
11.2.2 ODNモデルの損失計算方法	15
11.3 光パス損失のクラス分け	16
11.4 ODN内の反射規定	16
11.5 波長分散係数規定	16
12. 最大信号伝搬遅延	16
13. 環境条件	16
14. 安全性	17
14.1 電気的安全性と保護	17
14.2 光学的安全性と保護	17
付録1(参考資料): OAN用の光増幅器	18
付録2(参考資料): インタラクティブサービスのための波長割当ての概要	19
付録3(参考資料) OAM機能	20

3.1	構成管理	20
3.2	性能管理	20
3.3	障害管理	21
3.4	セキュリティ管理	21
付録4	(参考資料) 光損失計算方法	22
4.1	ガウス計算手法	22
4.2	モンテカルロ統計手法	23

## 1. 本標準の適用範囲

本標準は光ファイバ技術を使った柔軟なアクセス網を記述することを意図する。その目的は、今日のサービスまたは将来のサービス要求条件のための基礎を提供することである。

本標準は、UNI-NNI間で64kbit/s単位でのインタラクティブなサービスを運ぶことができる光アクセス網(OAN)の特性について記述している。

本標準は、受動分岐光網を使って、個人ユーザとビジネスユーザにISDN一次群速度サービスまでを提供するOANについて考慮している。(CATVのような分配型のサービスについては、G.PONBの中で考慮されるはずである。)

本標準で述べられるOANはネットワークオペレータに、将来のユーザ要求に合致する柔軟なアップグレードを提供可能でなければならない。特に、光分配網(ODN)の領域でそのことがいえる。ここで考慮しているODNは、ポイント・マルチポイント型のものである。

本標準は、時分割多重アクセス(TDMA)プロトコルに基づいているが、他のプロトコルでも構わない。1本あるいは2本の光ファイバを用いたシステムが記述される。また、いくつかの例が記述してあるが、それらにとらわれて、さらなる技術革新を排除するものでもない。

本標準は、光増幅器の使用を排除してはいない。

## 2. 参照

- [1] ITU勧告G. 652-1993 - "Characteristics of a single-mode optical fibre cable".
- [2] ITU勧告G. 803-1993 - "Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy(SDH)".
- [3] ITU勧告G. 902-1994 - "Framework Recommendation on functional access networks(ANs) architecture and functions, access type, management and service node aspects".
- [4] ITU勧告G. 955-1993 - "Digital line systems based on the 1 544 kbit/s and the 2 048 kbit/s hierarchy on optical fibre cables".
- [5] ITU勧告G. 957-1995 - "Optical interfaces for equipment and systems relating to the synchronous digital hierarchy".
- [6] ITU勧告G. 964-1995 - "V interfaces at the digital local exchange (LE)-V5.1 interfaces (based on 2 048 kbit/s) for the support of access network (AN)".
- [7] ITU勧告G. 671-1996 - "Transmission characteristics of passive optical components".
- [8] ITU勧告M. 3010-1992 - "Principles for the telecommunication management network".
- [9] ITU勧告G. 653-1993 - "Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable".
- [10] ITU勧告G. 662-1993 - "Generic characteristics of optical fibre amplifier devices and subsystems".

### 3. 略語

AF	適応機能
AU	適応ユニット
FTTC	ファイバ ツー ザ カーブ
FTTO	ファイバ ツー ジ オフィス
FTTB	ファイバ ツー ザ ビルディング
FTTH	ファイバ ツー ザ ホーム
ISDN	サービス総合デジタル網
MCS	モンテカルロ・シミュレーション
OA	光増幅器
OAM	運用管理保守
OAN	光アクセス網
ODN	光分配網
OLT	光伝送路終端
ONU	光網終端装置
OS	オペレーティング システム
OTDR	光ファイバ タイム ドメイン リフレクトメータ
SCMA	サブキャリア 多重 アクセス
SCM	サブキャリア 多重
SDH	同期 デジタル ハイアラキー
SDM	空間分割多重
SNI	サービス ノード インタフェース
SPF	サービス ポート 機能
TCM	時分割方向制御
TDMA	時分割多重アクセス
TU	TU (トリビタリ ユニット)
UNI	ユーザ・網インタフェース
UPF	ユーザ ポート 機能
WDM	波長多重

### 4. 用語の定義

受動光アクセスリンク：網・インタフェース（V）とユーザ・インタフェース（T）間の伝送に関わる全てのものをいう。受動光アクセスリンクの概念は、機能的かつ順序的記述、また網の要求条件の定義を可能とするために用いられる。アクセス・リンクのユーザ側と網側は同一ではない。したがって、アクセス・リンクは対象ではない。

適応ユニット(AU)	: AUはONUとユーザ側との間の適合機能を与える。
波長分割全二重伝送	: 1本の光ファイバ上で、それぞれの方向に対する伝送に異なる波長を使う双方向通信。
時分割全二重伝送	: 1本の光ファイバ上で、両方向の伝送に同じ波長を使う双方向通信。
光ファイバ長差	: 最近端のONUと最遠端のONUのOLTからの距離の差。
論理的伝送距離	: 光の損失とは別に、伝送方式によって制限される伝送距離。
信号伝搬遅延	: 参照点VとT間の平均上り／下り方向信号伝搬遅延。往復遅延時間を測定し、2で除算することにより、決められる。

光アクセス網(OAN)	: 同じ網側のインタフェースを持ち、光アクセス伝送方式で提供される複数のアクセスリンク。OANは、同一のOLTに接続される複数のODNを含むこともあり得る。
光分配網(ODN)	: ODNは、OLTとユーザ間の光伝送を可能にする。また、ODNは受動光部品を使う。
光伝送路終端(OLT)	: OANの網側のインタフェースを提供し、1つあるいは複数のODNに接続される。
光網終端装置(ONU)	: OANのユーザ側インタフェースを直接的あるいは間接的に提供し、ODNに接続される。
サービスポート機能(SPF)	: SPFは特定のSNIのために定義された要求条件を共通ベアラ・ハンドリングに適合させ、ANシステム管理機能での操作に関する情報を選択する。
空間分割多重(SDM)	: 上り／下り信号それぞれに異なる光ファイバを使う双方向多重方式。
サブキャリア多重(SCM)	: 複数の周波数の電気信号を、1つの光波長で1本の光ファイバ上に多重化することにより、それぞれの電気信号にマルチポイント・ポイントパスを提供する多重化方式。
サブキャリア多重アクセス(SCMA)	: 同一のキャリア・ペイロード上に複数の周波数を多重化する伝送技術。
半二重伝送	: それぞれの伝送方向に対して異なる光ファイバを用いる通信。
時分割方向制御(TCM)	: 上り／下り信号のそれぞれに対して、異なるタイムスロットを用いる双方向多重化方式。
時分割多重(TDM)	: 固定時間領域に情報を多重化する方式。
時分割多重アクセス(TDMA)	: 同一の時間ペイロードに複数のタイムスロットを多重化する伝送技術。
波長多重(WDM)	: 上り／下り信号のそれぞれに対して、異なる光波長を用いる双方向多重化方式。
トリビタリユニット(TU)	: 1つあるいは複数のSPFを含む。
ユーザポート機能(UPF)	: UPFは、特定のUNI要求条件を、コア機能と管理機能に適合させる。ANは、対応するインタフェース規定およびアクセス伝達能力(すなわち情報転送やプロトコルの伝達)の要求条件に従った特定の機能を要求する多くの異なるアクセスとユーザ・網インタフェースをサポートする。

## 5. OANの構成

### 5.1 参照構成

図5-1/JT-G982は、OANの機能を示す。サービスアプリケーションからは独立でありQ3参照点インタフェースを含む。OANの考えられる適用としては、ファイバ ツー ザ カープ (FTTC)、ファイバ ツー ジ オフィス (FTTO)、ファイバ ツー ザ ビルディング (FTTB)、ファイバ ツー ザ ホーム (FTTH) を含む。

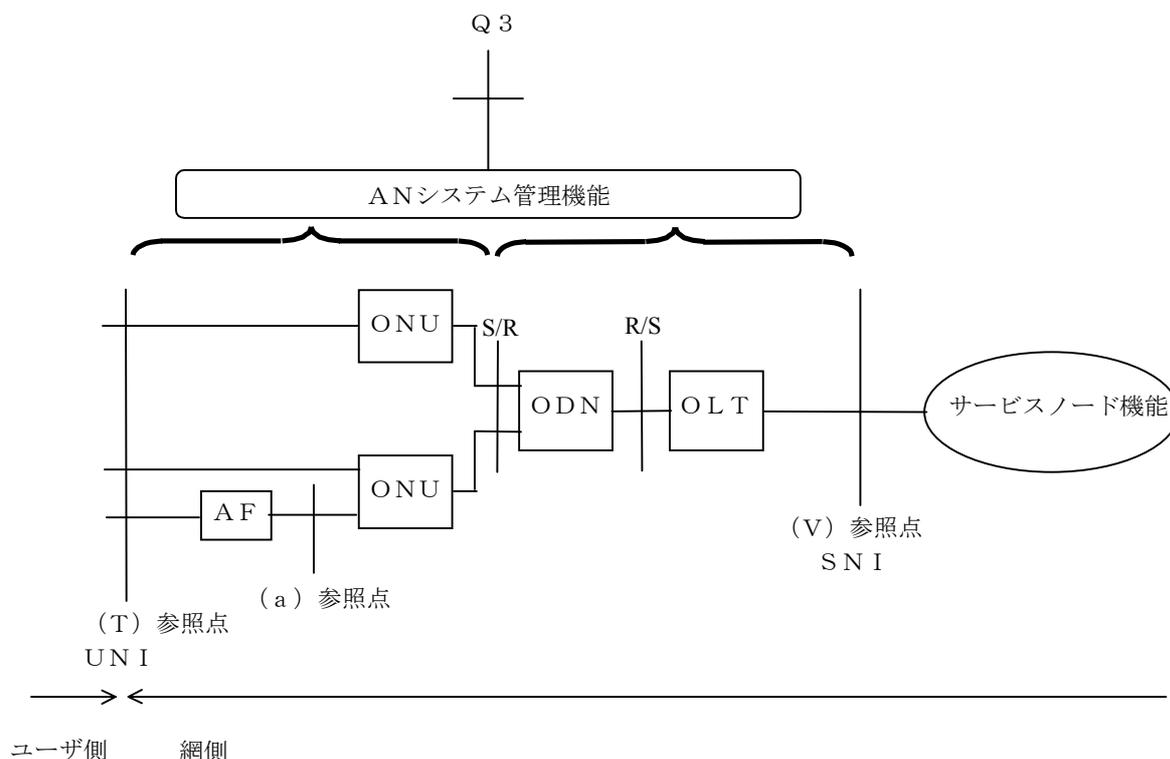


図5-1/JT-G982 OANの参照構成例 (ITU-T G.982)

### 5.2 機能的構造

図5-2/JT-G982は、ITU-T勧告G.803の原理に従ったOAN機能構造例を示す。この例は、ITU-T勧告G.902からのもので、2Mbit/sハイアラキーの場合に対して64kbit/s回線モードを提供する。サービスノード・インタフェース (V5.1インタフェース) と受動光網の機能要求を参照している。

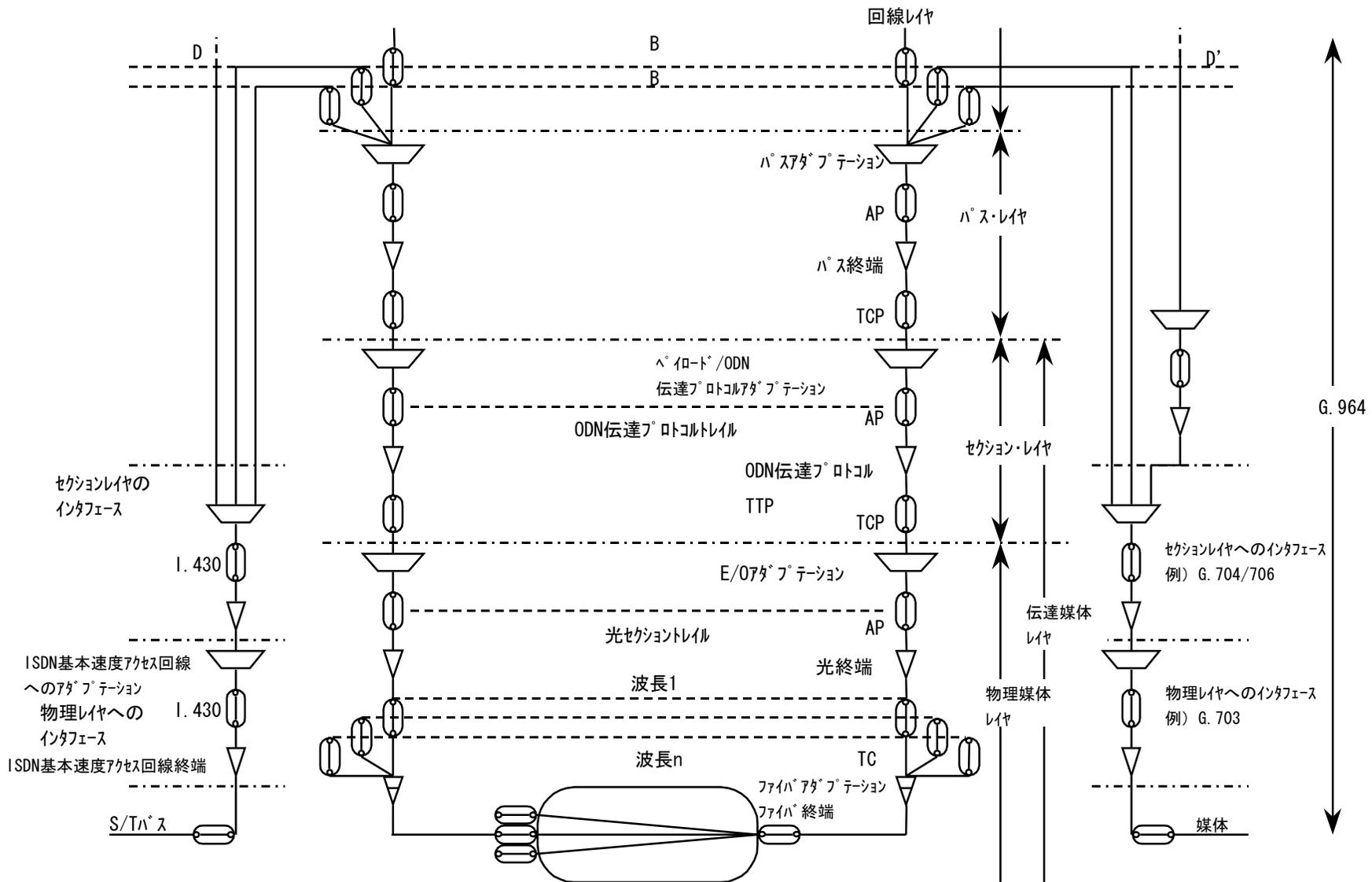


図5-2/JT-G982 (ITU-T G. 982)

OANに関するアーキテクチャ構成 (参照 ITU-T G. 902)

## 6. 光ファイバの種類

ITU-T勧告G. 652に従ったシングルモード光ファイバが使用されなければならない。

## 7. 伝送方式

伝送手段としては、OLTとONU間の接続が、ポイント・マルチポイントのODNやポイント・ポイントのODNであることを許容すべきである。ポイント・ポイントシステムを最も効率化した仕様については、この標準の範囲外である。

多重アクセス方式はTDMA伝送方式に基づいてもよい。その他の伝送方式、例えばサブキャリア多重アクセス（SCMA）なども、除外はされない。双方向の伝送方式は、次のものに基づいてもよい。

－空間分割多重（SDM）（2心光ファイバ、単方向）

使用波長範囲は1310nm領域内

－時分割方向制御（TCM）（単心光ファイバ、半二重）

使用波長範囲は1310nm領域内

－波長分割多重（WDM）（単心光ファイバ、全二重）

上り方向（ONUからOLT）の使用波長範囲は1310nm領域内

下り方向（OLTからONU）の使用波長範囲は1310nm領域内または1550nm領域内

－サブキャリア多重（SCM）（単心光ファイバ）

使用波長範囲は1310nm領域内または1550nm領域内

注－将来のサービスに関する1550nm領域の使用は、継続検討中である。

## 8. 波長割り当て

ODNで使用される波長は、1310nm（第二の）窓と1550nm（第三の）窓にしなければならない。インタラクティブサービスの場合に関する波長割り当てのいくつかの可能性についての調査が付録2で与えられている。

注－他の波長で試験信号や監視信号の伝送が用いられるかもしれないが、これらはこの標準の範囲外として考えられている。

### 8.1 1310nm領域での波長範囲

1310nm波長領域での使用波長範囲は1260nmから1360nmとしなければならない。

注－もし光増幅器が使われるなら、より狭い波長範囲が考えられる。

### 8.2 1550nm領域での波長範囲

1550nm波長領域での使用波長範囲は1480nmから1580nmとしなければならない。

注－もし光増幅器が使われるなら、より狭い波長範囲が考えられる。

## 9. OANシステム仕様

### 9.1 OAN容量とONUクラス

OANとONU容量に関する標準を表9-1/JT-G982に示す。

表9-1/JT-G982 OAN容量とONUクラス  
(ITU-T G.982)

項目	タイプ1 (例 SDMとWDM)	タイプ2 (例 TCM)
OAN容量	合計容量800B以上 (200B以上の容量のODNを 4以上収容)	合計容量800B以上 (100B以上の容量のODNを 4以上収容)
ONUクラス (注)	クラス1: 2B以上 クラス2: 32B以上 クラス3: 64B以上	クラス1: 2B以上 クラス2: 32B以上 クラス3: 64B以上
(注) ネットワークの形態により3タイプのONUが適用される。たとえば、クラス1、クラス2及びクラス3のONUがそれぞれFTTH、FTTC及びFTTO/FTTBに適用される。ONUのクラスはONUのユーザ側で必要とされる最大スループットによって決定され、Bチャンネル(ここでのBは64kbit/sのベアラチャンネルのことである)に換算して決定される。制御信号及びシグナリングチャンネルはベアラチャンネル内で伝達される場合を除いて一般的にはこれに含まれない(例. ISDN PRA)。		

### 9.2 論理的伝送距離制限

20kmを越える論理的伝送距離は本標準の範囲外である。

システムタイプと分岐数によって区分される本標準の論理的伝送距離を表9-2/JT-G982に示す。

表9-2/JT-G982 論理的伝送距離  
(ITU-T G.982)

距離	OANシステムタイプ1	OANシステムタイプ2
20km	16分岐以上	8分岐以上
10km	32分岐以上	16分岐以上

表9-2/JT-G982に示された全ての距離は光ファイバ長を表す。

システム設計にあたってはOLTからONUへの光ファイバ長差を考慮することが必要である。初期システムに柔軟性を提供するものであって将来の技術革新を制限するものではないが、OANシステムは0kmから少なくとも5kmの光ファイバ長差があるODNで運用可能でなければならない。

(注) 光ファイバ長差が4.5kmでONUにサービスを提供できないOANシステムはこの標準には合致していない。しかしながら、光ファイバ長差が5.1km、10kmあるいは20km(5km以上)でONUにサービスを提供できるOANシステムは本標準に合致している。

### 9.3 ONU機能仕様

ONUは1つのODNとの光インタフェースとOANのユーザ側の各種インタフェースを提供する。ONUはユーザ宅内（F T T H, F T T B）や屋外（F T T C）に設置される。ONUはシステムに収容可能な異なったサービスを提供するために必要な機能を具備する。ONUの機能ブロック図を図9-1/J T-G 9 8 2に示す。

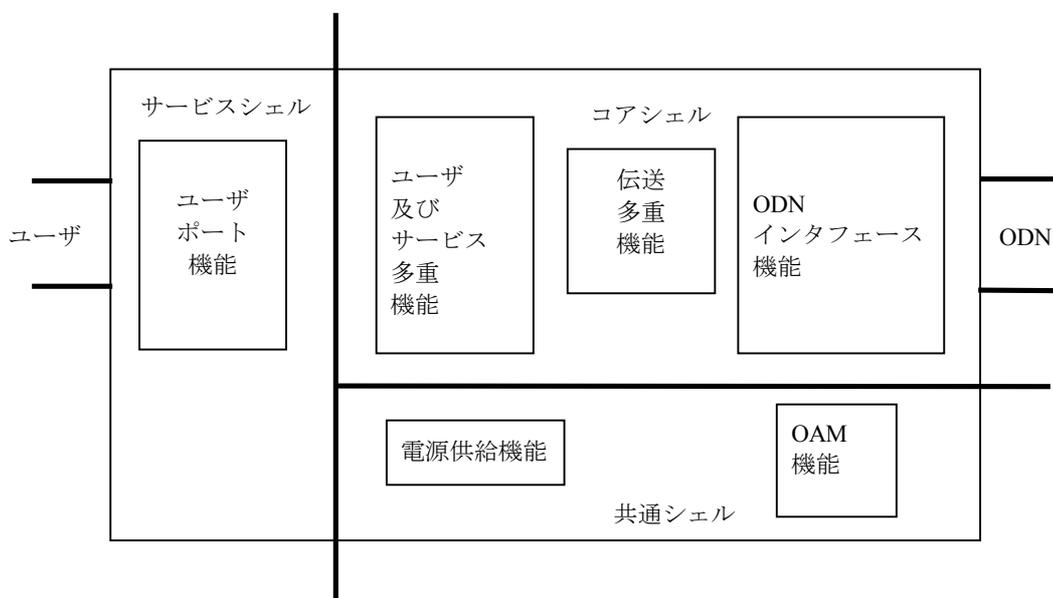


図9-1/J T-G 9 8 2 ONU機能ブロック  
(ITU-T G.982)

ONUはコアシェル、サービスシェル及び共通シェルと定義される3つの部分からなる。これらの機能は次項で定義される。

#### 9.3.1 ONUコアシェル

ONUコアシェルは以下の機能を含む。

- i) ユーザ及びサービス多重機能
- ii) 伝送多重機能
- iii) ODNインタフェース機能

伝送多重機能は、各ONUに対する情報の抽出、挿入を行うODNインタフェース機能との間の入出力信号の品質評価及び配置するのに必要な機能を有する。ユーザ多重及びサービス多重機能は異なる加入者の情報をマッピングし個々のサービスインタフェース機能と接続する機能を有する。ODNインタフェース機能はODNの光ファイバに適応した一群の光物理インタフェースを提供する。ODNインタフェース機能は光/電気変換及び電気/光変換機能を有する。

(注) 例えば、一心片方向通信の場合、一つ以上の光ファイバが一つのONUに使われるなら一つ以上の物理インタフェースを持つことが可能である。

### 9.3.2 ONUサービスシェル

ONUサービスシェルはユーザポート機能を提供する。  
ユーザポート機能は単一ユーザ或いは複数ユーザへの64kbit/s或いは $n \times 64 \text{ kbit/s}$ に対応したサービスインタフェースを提供する。ユーザポート機能は物理インタフェースで決定される信号変換機能を有する(リンギング、シグナリング、A/D変換、D/A変換)。

### 9.3.3 ONU共通シェル

ONU共通シェルは電源供給機能とOAM機能を含む。  
電源供給機能はONUに電力を供給する(例、AC/DC変換もしくはDC/DC変換)。電力はローカル(主電源から)または遠隔で給電される。ONUはバッテリーバックアップでも運用できるべきである。電源供給機能は複数のONUに給電することもありえる。  
OAMはONUの全ての部分の運用や保守を行う機能を有する(例えば、各機能ブロック切り分けのためのループバック制御)

## 9.4 OLT機能仕様

光加入者線終端(OLT)は光分配網(ODN)への光インタフェースを有し、最低一つ以上のOANの網側インタフェースを有する。OLTは加入者交換機設置局所や遠隔局所に設置される。OLTはONUに必要な種々のサービスを提供するのに必要な機能を有する。OLTの機能ブロック図を図9-2/JT-G982に示す。

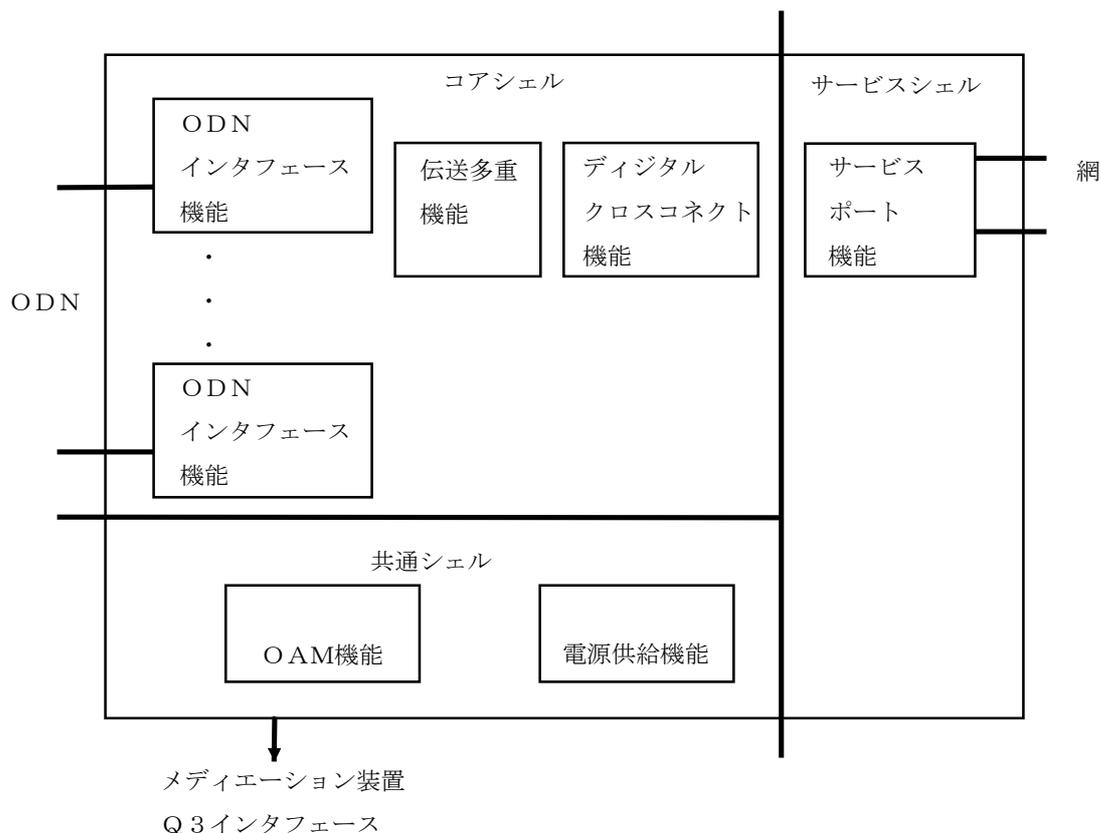


図9-2/JT-G982 OLT機能ブロック  
(ITU-T G.982)

OLTはコアシェル、サービスシェル及び共通シェルとして定義される3つの部分からなる。これらの機能は次項で定義される。

#### 9.4.1 OLTコアシェル

OLTコアシェルは次を含む。

- (1) デジタルクロスコネクト機能
- (2) 伝送多重機能
- (3) ODNインタフェース機能

伝送多重機能はODNの送信または受信サービスにおいて必要な機能を提供する。

デジタルクロスコネクト機能はODN側の有効帯域と網側のサービスシェルの接続性を提供する。

ODNインタフェース機能は関連するODNの光ファイバを終端する一群の物理的な光インタフェース機能を提供する。それは光／電気変換と電気／光変換を含む。

光ファイバの分割が行われるODN内の任意の点までは地理的な冗長ルートによる切替を可能にするため、OANシステムはOLTに2重化されたODNインタフェースをオプションとして装備できる可能性を提供すべきである。

このインタフェースは、通常運用のためにOLTが備えるべきODNの最大数に対応したインタフェース数に加えて装備されるべきである。可能な切替メカニズムについての詳細な特性はこの標準では考慮されない。

注—例えば一心で片方向通信の場合、一つ以上の光ファイバが一つのODNに使われるなら一つ以上の物理インタフェースを持つことが可能である。

#### 9.4.2 OLTサービスシェル

OLTサービスシェルはサービスノードとコアシェルとのインタフェース機能を提供する。

#### 9.4.3 OLT共通シェル

OLT共通シェルは電源供給機能とOAM機能を提供する。

電源供給機能は外部電源を要求されたレベルまで変換する。OAM機能はOLTの全てのブロックに対して運用管理と保守機能を扱えることを提供する。それはまたインタフェース機能を提供する。ローカル制御用のインタフェースは試験を目的として構成され、また、網アクセスのためのQ3インタフェースはメディエーション機能を経由してOSに接続される。

## 9.5 運用管理保守（OAM）機能

フレームワークは2つの軸に分類できるOAM機能から成っている。最初の軸はOAM機能に関するOANの機能サブシステムから成っている。2つめの軸はOAM機能カテゴリである。

次の機能サブシステムはOAM要求を満たす

- 1) 装置（筐体および電源）
- 2) 伝送機能
- 3) 光サブシステム
- 4) サービスサブシステム

機能カテゴリによるOAM要求はITU-T勧告M. 3010に従った5つのカテゴリにより定義できる。

- a) 構成管理
- b) 性能管理
- c) 故障管理
- d) セキュリティ管理
- e) 課金 : 範囲外

受動光アクセスネットワークのこれらのカテゴリは付録3で述べられる。

## 10. UNIおよびSNIインタフェース

この範囲で要求される情報はITU-T勧告G. 902で要約されている。

### 11. ODNの機能要求条件

一般に、光分配網（ODN）は、ONUとOLTを物理的に結ぶ光伝送媒体を提供する。光増幅器を使用することにより、複数のODNを組み合わせ延長してもよい。付録1にODNにおける光増幅器の使用方法を示す。

#### 11.1 受動光部品

ODNは以下の受動光部品より構成される。

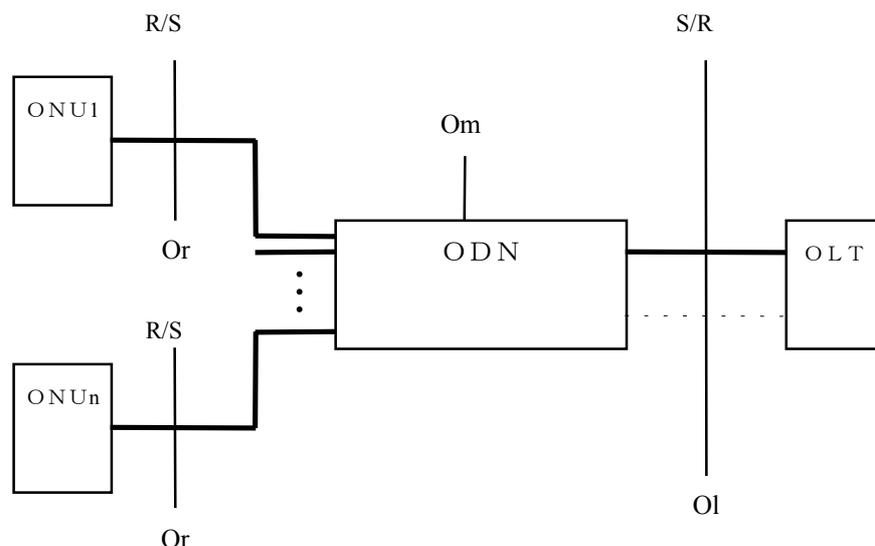
- － シングルモード光ファイバ及び光ケーブル
- － 光リボンファイバ及び光リボンケーブル
- － 光コネクタ
- － 受動分岐回路
- － 受動光減衰器
- － スプライス

受動光回路の特性に関する要求条件は、ITU-T勧告G. 671（G. POC）に準拠する。

光ファイバ及び光ケーブルの特性に関する要求条件は、ITU-T勧告G. 652に準拠する。

## 11.2 ODNモデル

図11-1/JT-G982にODNの一般的な物理構成を示す。



R/S : 参照点

Or, Ol, Om : 光インタフェース

太線は光ファイバを示す。

破線は冗長系光ファイバを示す。

図11-1/JT-G982 光分配網の一般的な物理構成  
(ITU-T G.982)

注一 図11-1/JT-G982において、各2つの光ブロックを結ぶ線は、1本または複数本の光ファイバを表す。

ODNは参照点S及びRで定義される。ITU-T勧告G.955及びG.957の定義に従って、S点及びR点を以下の様に定義する。

- S : OLT [a] またはONU [b] の送信側光接続点 (光コネクタまたは光スプライス) 直後の光ファイバ上の点
- R : ONU [a] またはOLT [b] の受信側光接続点 (光コネクタまたは光スプライス) 直前の光ファイバ上の点

(注) これらの光接続点はODNには含まれない。

[a] はOLTからONUへの光信号の流れを示す。

[b] はONUからOLTへの光信号の流れを示す。

ODNを物理的に実現する場合、S点とR点のODNの端点への配置は、同一の光ファイバ上でも (S/Rは同じ点となる)、別々の光ファイバ上でもよい。

ODNは、OLTと1台以上のONU間の1つ以上の光パスを提供する。各光パスは特定の波長帯において参照点SとRの間で定義される。

物理レイヤでは、インタフェースOrとOlは、伝送方向や信号 (サービス) の種類により分離した複数の光ファイバで実現してもよい。インタフェースOmは、物理的にODN内の複数の点に配置してもよく、専用の光ファイバでも運用回線中の網の光ファイバで実現してもよい。

詳細な光インタフェースの規定は継続検討とする。

ODNの光の特性は、現在予測される各種サービスを追加するのに、ODN自体の拡張を必要としないようにする。この要求は、ODNを構成する受動光部品の特性に影響する。ODNの光特性に直接影響を与える基本的な要求条件を以下に示す。

- － 波長の透過性 : 光分岐回路の様な、波長を選択する機能を必要としない光部品は、1310nm帯と1550nm帯の波長における信号の波長を透過すること。
- － 双方向性 : 入出力を反転しても、顕著な光損失の変化が起きないこと
- － ファイバ適合性 : すべての光部品は、ITU-T勧告G.652で規定されるシングルモード光ファイバに適合すること。

ODN内の光伝送の2つの方向を以下に定義する。

- － 下り方向 OLTからONUへの信号
- － 上り方向 ONUからOLTへの信号

上り方向と下り方向は同一光ファイバ（全二重／半二重伝送）としても、別々の光ファイバ（単方向伝送）としてもよい。

ODNの変更のためにコネクタや他の受動光部品が必要となる場合は、それらはS点とR点の間に配置し、それらの損失は、すべての光パスの損失算出値を満足するようにならなければならない。

### 11.2.1 ODNの損失計算モデル

光パワー損失の許容値の見積もりは、ODNの参照点S/R及びR/S間の損失としてdBで定義される。

これには、光ファイバ長や光分岐回路やスプライス、コネクタ等の受動光部品による損失が含まれる。損失の許容値は下り方向と上り方向は同じ値となる。

以下のパラメータはシステム全体の性能の上で重要である。

- － ODN内光パス間の損失差分の最大値
- － 温度や経年等による変動を含む最悪環境条件下での最小送信出力電力と最大受光感度の差分として定義されるパス損失の最大許容値
- － 最悪環境条件下での最大送信出力電力と最小受信負荷の差分として定義される損失の最小許容値

これらの最大/最小損失は、特定の波長、特定の時間、特定の温度だけで測定するのではなく、要求される環境条件や波長条件の全範囲にわたって定義されなければならない。

これらの定義は、SDH光インタフェースの減衰量を規定したITU-T勧告G.957に従う。

図11-2/JT-G982は、OLTと特定のONU間の下り方向の光パスの構成図を示す。

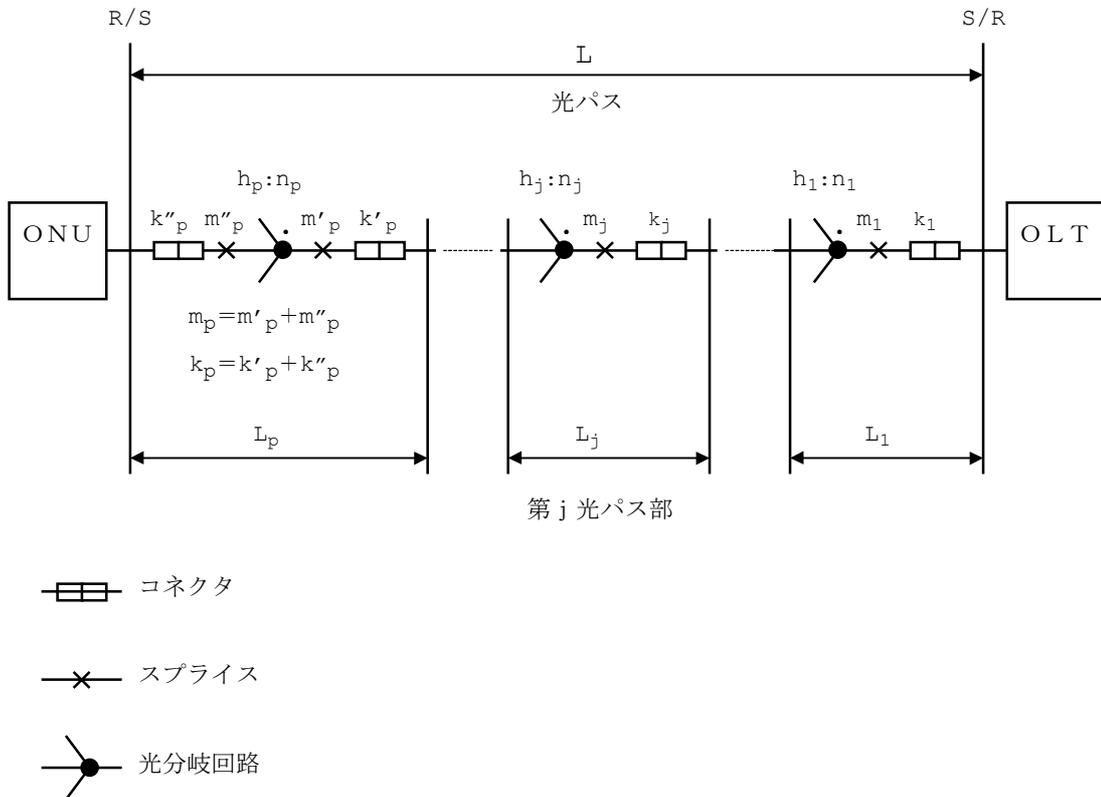


図11-2/JT-G982 OLTとONU間の光パスの構成図  
(ITU-T G.982)

ODNはP個の分岐レベルより構成される、一般的には1もしくは2の分岐レベルが採用される。ODNの中には、いくつかの光パスが存在する。それぞれの光パスは特定のONUとOLTを接続する。OLTとONUの間(もっと一般的には参照点S/RとR/Sの間)の光パスは縦続接続されたP個の光パス部により構成される。P番目の分岐レベルはP個の光パス部の縦続接続として表せる。第(j)番目の光パス部は以下の例外をのぞいて第(j-1)番目の光分岐素子の出口を始点とし、第(j)番目の光分岐素子の出口を終点とする。

- j = 1, 光パス部はS/R参照点を始点とし、第1番目の光分岐素子の出口(P = j = 1の場合はR/S参照点)を終点とする。
- j = P, 光パス部は、最終段の光分岐素子に接続可能なスプライスとコネクタを考慮するために、第(P-1)番目の光分岐素子の出口(P = j = 1の場合はS/R参照点)を始点とし、R/S参照点を終点とする。

第(j)番目の光パス部は光ファイバの距離L<sub>j</sub>と以下の受動光部品(それぞれのパス部での部品の順序は任意である)から構成される。

- 分配比がh<sub>j</sub> : n<sub>j</sub> (h<sub>j</sub> ≥ 1, n<sub>j</sub> ≥ 1)の第(j)番目の光分岐素子;
- K<sub>j</sub>個のコネクタ k<sub>j</sub> ≥ 0;
- m<sub>j</sub>個のスプライス

$$m_j = \bar{m}_{dj}L_j + \bar{m}_{rj}L_j + m_{aj}$$

ここで

- $\bar{m}_{dj}$ は初期導入段階での光ファイバ単位距離あたりの平均スプライス数
- $\bar{m}_{rj}$ は運用段階を見越した光ファイバの単位距離あたりの平均修復スプライス数
- m<sub>aj</sub>は初期導入段階の $\bar{m}_{dj}L_j$ に含まれていない追加予定のスプライス数、m<sub>aj</sub>は光分岐素子の挿入およびODNの終端点(局内での光分岐構造、ONU側の光終端点)での追加スプライスを考慮した値

結果的に光パス全体は距離が  $L = \sum_{j=1}^P L_j$  の光ファイバと以下の受動光部品から構成される。

- P=分配比がh<sub>j</sub> : n<sub>j</sub> (h<sub>j</sub> ≥ 1, n<sub>j</sub> ≥ 1, j = 1, ..., P)の光分岐素子数

$$k = \sum_{j=1}^P k_j \quad \text{コネクタ数}$$

$$m = \sum_{j=1}^P m_j \quad \text{スプライス数}$$

$$\text{光パス全体の分配比は: } n = \prod_{j=1}^P n_j$$

注一 ポイント・ポイント接続のODN構造の場合、光パスの間に光分岐素子はない。したがって、前述の構成は光分岐素子を含まない単純な光パスになる。

### 11.2.2 ODNモデルの損失計算方法

異なる光パスに対して、さまざまな計算方法を用いて適切な光損失の範囲が計算できる。

ODNの光パスの光損失は光パスに接続される全ての光部品の損失を加算することにより得る。ODNの過剰仕様を防ぐ為に、加算に統計的な手法が用いられる。光パス全体の損失量の統計的分布は光パスのさまざまな部品の損失の統計的分布を統合することにより得られる。これには、さまざまな統計技術が用いられ、これらは場合によりその確度が異なる。これらの計算方法を付録4に示す。

### 11.3 光パス損失のクラス分け

光パス損失のクラスを表 1 1 - 1 / J T - G 9 8 2 に示す。

表 1 1 - 1 / J T - G 9 8 2 光パス損失のクラス  
(ITU-T G.982)

	クラスA	クラスB	クラスC
最小損失	5 dB	10 dB	15 dB
最大損失	20 dB	25 dB	30 dB

注一あるシステムタイプの場合は、特定のクラスの要求の実現が厳しくなる場合がある。たとえばTCMシステムの場合、ODNのそれぞれ端点に3 dBの損失を有する1:2の光カプラが必要なため、クラスCの損失範囲は厳しい。

その他のクラスの定義は継続検討中。シングルスター構成の場合、光分岐素子がないため5 dB以下になる場合があり得る。

### 11.4 ODN内の反射規定

ODNの反射量は光パスに接続されている個々の部品のリターンロス特性とODN内のすべての反射点に依存している。

現在および将来のOANアプリケーションのさまざまな要求に適用するために、光分岐素子が未使用のブランチを含むS点とR点の間の全ての離散反射量は-35 dB以下でなければならない。

融解スプライスの最大離散反射量は最大で-50 dBが推奨される。この反射レベルは通常時と保守時に越えてはならない。保守の場合、付加的な反射量制御機能が認められる。

注一一定のパワーレベルの光の場合、シングルモードファイバからの後方散乱による反射量は数kmの距離で-33 dB以下である。数Mbit/s以上のシステムでは後方散乱は位相打ち消し効果により一定パワーレベルの場合と同様に見なせる。

### 11.5 波長分散係数規定

波長分散係数規定はITU-T勧告G.652で波長が1310 nmと1550 nmの標準シングルモードファイバについて規定されている。シングルモードファイバの波長分散限界値は波長分散係数の最大値が適用できる。

## 12. 最大信号伝搬遅延

FTTHのアプリケーションにおける”V点”と”T点”間の信号伝搬遅延は最大1.5 msであることが推奨される。

その他のアプリケーションにおける”V点”と”a点”間の信号伝搬遅延は最大1.5 msであることが推奨される。

光伝搬遅延の近似値は5 ns/m。

## 13. 環境条件

IEC 721-3-1の条件が推奨される。

電磁界適用性としてIEC 1000-4-2と1000-4-3の条件が推奨される。

## 14. 安全性

### 14.1 電氣的安全性と保護

ONUの電氣的安全性については継続検討中。

### 14.2 光学的安全性と保護

IEC 825-1 (1993) では以下の安全クラスを規定しており、これらの条件が推奨される。

- クラス1,本質的に安全とされる。
- クラス3A,視覚上安全である。

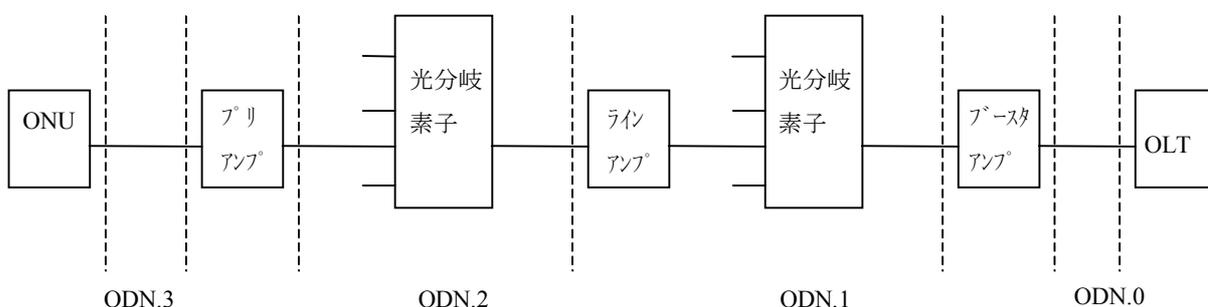
アクセスを制限されていない設置においては、IEC 825-2の規定を越えてはならない。

## 付録 1 (参考資料) : OAN用の光増幅器

(TTC標準JT-G982に対する)

光増幅器は、光パワーを増幅するため、OANに用いられ、ラインアンプとブースタアンプ（ポストアンプまたは、パワーアンプと呼ばれている。）の両方として、そして単独回路または統合されたサブシステムから構成される。一般に経済的ではないが、単独回路または統合されたサブシステムの光増幅器を、ONUの前のプリアンプとして用いることができる。OANに光増幅器回路の導入例を、付図1-1/JT-G982に示す。

注—ここでは、下り信号への光増幅器の導入のみを記載しており、双方向信号への光増幅器の適用は継続検討中。光増幅器自体の記述は、ITU-T勧告G.622及びG.OA3を参照のこと。



付図 1-1/JT-G982 OANに光増幅器回路の導入例  
(ITU-T G.982)

OANへの光増幅器の適用は以下のルールに従うこと。

- ・光増幅器がブースタアンプとして用いられる場合、OLTの1部とみなす。
- ・光増幅器がプリアンプとして用いられる場合、ONUの1部とみなす。
- ・1台の光増幅器（ブースタアンプ、プリアンプまたはラインアンプ）のみが用いられる場合、OLTと光増幅器の間の部分をODN. 0、ONUと光増幅器の間をODN. 1とする。
- ・一般にn台の光増幅器（ブースタアンプ、プリアンプまたはラインアンプ）を縦続接続した場合、OLTと最初の光増幅器の間をODN. 0、i番目と(i+1)番目の光増幅器*i* = 1、2、・・・*n* - 1)の間をODN. *i*、最後の光増幅器とONUの間をODN. *n*とする。（付図1-1/JT-G982は、*n* = 3の場合である。）

参照点R、Sについて

注1—参照点R、Sと光増幅器の光インタフェースに関する追加定義は継続検討中。

注2—本標準の8章の波長では、光増幅器の適用がOANの動作波長幅に影響する可能性がある。

注3—光増幅器適用時のITU-T勧告G.653ファイバの使用については継続検討中。

付録 2 (参考資料) : インタラクティブサービスのための波長割当ての概要

(TTC標準JT-G982に対する)

狭帯域インタラクティブサービスの伝送方式の概要を付表 2-1/JT-G982に示す。

付表 2-1/JT-G982 狭帯域インタラクティブサービス  
(ITU-T G.982)

双方向伝送方式	ファイバ数	波 長	伝送方式	将来の可能性
単方向	2	上り 1310nm 下り 1310nm	SDM	
半二重	1	上り 1310nm 下り 1310nm	TCM	
全二重	1	上り 1310nm 下り 1550nm	WDM	上り 1310 + x nm 下り 1310 - x nm

### 付録3（参考資料）OAM機能

（TTC標準JT-G982に対する）

以下に受動光網のためのOAM機能の詳細を示す。

#### 3.1 構成管理

構成管理はOAN内のリソースの形態およびシステムの詳細構成に関連している。構成管理はシステム内の能力の設定、変更および停止に対して機能する。

構成管理は以下の機能を持つ。

- 1) 装置
  - a) 簡易かつ便利な運用のサポート
  - b) 内部コンポーネントの構成
  - c) 2重化コンポーネントの構成
- 2) 伝送
  - a) OLTとONU間の帯域割り当ての構成
  - b) ONUの初期化
  - c) ONUの登録および状態の保守
  - d) OLTにおけるクロスコネク
  - e) ループバック試験のための再構成
- 3) 光サブシステム
  - a) クリップオン光パワーメータによるOAN識別における可能な支援
  - b) 要求があった場合のOAN間のODTRの切替
- 4) サービスサブシステム
  - a) 線路試験のための設定（注1）
  - b) ループバック試験のための設定
  - c) ONU内のラインカードの表示のための構成
  - d) ONU内のラインカードのアップグレードおよびOLTにおける交換機インタフェースによるアップグレード
  - e) ONU内の予備ライン回路による再設定（注1）

注1－機能 a) および e) はFTTHの場合にはオプションである。

#### 3.2 性能管理

システムの常時監視が要求される場合があり、それには所定のシステム試験が含まれる。システムの受動的な監視は状態情報により警報に補足して動作し、さらに警報を初期化することができる。試験機能は障害位置の検出に用いられ、障害管理に含まれる。

性能管理は以下の機能を持つ。

- 1) 装置
  - a) 電力供給状態の監視
  - b) 環境の監視

- 2) 伝送
  - a) 誤りの監視
  - b) 適用可能な部分での遅延範囲の監視
- 3) 光サブシステム
  - a) OANの劣化の監視
- 4) サービスサブシステム
  - a) OLTにおける交換機インタフェースの監視
  - b) 各ONUにおける線路の監視

### 3.3 障害管理

警報はサービスに影響を及ぼすイベントを通知するために収集される。警報には優先度および緊急度に応じていくつかの段階に定義されている。

警報に対する一般的な対応は、試験機能により障害位置の特定を試みることである。これらの警報は、定期的な予防保全に組み込むことにより重要度の高い警報による危機管理を減らすことができる。

網管理レイヤの機能低下を防ぐため、警報の優先度および警報の遮断については全ての機能サブシステムに適用される。障害管理における他の機能を以下に示す。

- 1) 装置
  - a) コンポーネントの障害位置警報の監視
  - b) 電源障害の監視
  - c) 要求がある場合にはONUにおける環境警報の監視
- 2) 伝送
  - a) ONUとの通信断の監視
  - b) OLTにおける伝送システム障害の監視
  - c) 過度な誤りの監視
  - d) 伝送セクションレイヤの診断試験
- 3) 光サブシステム
  - a) 所定の試験による障害およびOAN劣化の検知
  - b) 試験によるOAN上の障害位置の検出
- 4) サービスサブシステム
  - a) OLTにおける交換機インタフェースの警報の監視
  - b) OLTにおける交換機インタフェースの試験
  - c) 各ONUにおける線路試験
  - d) サービス能力のループバック試験

### 3.4 セキュリティ管理

セキュリティ管理はシステムにおけるデータの正当性とフォールバック契約に関連している。本カテゴリは、誰あるいは何がシステム及びそのリソースにアクセスできるかということにも関連している。本カテゴリは以下の機能を持つ。

- 1) 装置
  - a) 装置への不法なアクセスの防止
- 2) 伝送
  - a) 不法なONUからのシステムへのアクセスの検出
  - b) OLTとONU間の伝送のセキュリティ
- 3) 光サブシステム
  - a) 光信号の不法な傍受の検出

#### 付録4 (参考資料) 光損失計算方法

(TTC標準JT-G982に対する)

##### 4.1 ガウス計算手法

以下の例では単純であるが誤差を計算するガウス統計手法を参照している。  
光パス損失の上限と下限は、この例では個々の分布に平均値を足したり引いたりすることで得られる。そして、その値は標準偏差の3倍に等しい。全構成品の関係する損失にガウス分布近似値が使われた場合、全経路損失の統計分布を計算する必要はなく、それぞれの光パス形態の最大と最小の場合の損失は以下のように直接計算する必要がある。

上限と下限の統計的有効性はガウス分布の $3\sigma$ を使って99%以上である。

上限ロス＝

$$(mS\mu + kC\mu + LF\mu + bB\mu + M\mu) + 3\sqrt{(mS\sigma^2 + kC\sigma^2 + LF\sigma^2 + bB\sigma^2 + M\sigma^2)}$$

下限ロス＝

$$(mS\mu + kC\mu + LF\mu + bB\mu + M\mu) - 3\sqrt{(mS\sigma^2 + kC\sigma^2 + LF\sigma^2 + bB\sigma^2 + M\sigma^2)}$$

$m$ ＝スプライスの個数

$k$ ＝コネクタの個数

$L$ ＝光ファイバの距離 (km)

$b$ ＝光分岐部品の個数

$S\mu$ ＝平均スプライス損失 (dB)

$C\mu$ ＝平均コネクタ損失 (dB)

$F\mu$ ＝平均光ファイバ損失 (dB/km)

$B\mu$ ＝光分岐部品の平均損失 (dB)

$M\mu$ ＝その他部品の平均損失 (dB)

$S\sigma$ ＝スプライス損失の標準偏差 (dB)

$C\sigma$ ＝コネクタ損失の標準偏差 (dB)

$F\sigma$ ＝光ファイバ損失の標準偏差 (dB/√km)

$B\sigma$ ＝光分岐部品損失の標準偏差 (dB)

$M\sigma$ ＝その他部品損失の標準偏差 (dB)

注：構成部品損失へのガウス分布の使用は一般的に全経路の損失計算にわずかな影響を与え差分を生じる。

しかしながらいくつかの構成部品では（例えばスプライスやコネクタ）統計分布はガウス分布ではないのでこの解析方法を使用する際には注意が必要である。融着光ファイバの光分岐部品では大きい損失パスと小さな損失パスの二つの個別の部品として考えることが必要かもしれない。

#### 4.2 モンテカルロ統計手法

ODN の損失を計算する、もう一つの統計手法としてモンテカルロシミュレーション (MCS) が使われる。この手法はシステムの少なくともいくつかの要素の統計分布が利用可能なことが必要である。特定のシステム要素で統計分布が利用できない場合、ガウス分布か、ある固定の最大値を仮定してもよい。MCS 手法はその個々の分布で構成するシステム要素の一つ一つがランダム変化するコンピュータシミュレーションを用いる。ランダムに変化した値の総計はある疑似されたシステムの値となる。多くのシステムで繰り返し適用すれば実際の指標として使うことのできるシステム損失値の分布が得られる。

以下の手順は与えられた分布で表す一つのヒストグラムから乱数を生成する方法を述べる。

- ヒストグラムの累積積分をする。(cdf と呼ぶ)
- 積分値を総和で除算して正規化する。(現在の cdf の値は 0 と 1 の間に入る)
- cdf を確率対損失値の曲線として表す。
- 0 から 1 の間で一様乱数を生成する。
- 生成された確率値での cdf の逆数を求めることによりランダム損失値を決める。

## 第1版作成協力者（1997年9月4日現在）

### 第二部門委員会

部門委員長	岡田 忠信	日本電信電話（株）
副部門委員長	藤岡 雅宣	国際電信電話（株）
副部門委員長	郷原 忍	（株）日立製作所
	小林 昌宏	東京通信ネットワーク（株）
	貝山 明	N T T 移動通信網（株）
	武田 孝明	エヌ・ティ・ティ・データ通信（株）
	萩原 啓司	住友電気工業（株）
	田中 公夫	ノーザンテレコムジャパン（株）
	稲見 任	富士通（株）
	田中 信吾	（財）電気通信端末機器審査協会
	前川 英二	日本電信電話（株）
	加藤 周平	沖電気工業（株）
	飛田 康夫	三菱電機（株）
	竹之内 雅生	国際電信電話（株）
	保村 英幸	日本電信電話（株）
	関谷 邦彦	（株）東芝
	太田 正孝	（株）日立製作所
	杉山 秀紀	日本アイ・ビー・エム（株）
	富久田 孝雄	日本電気（株）
	三浦 章	日本電信電話（株）
	舟田 和司	国際電信電話（株）
	竹内 宏則	松下通信工業（株）
	三宅 功	日本電信電話（株）
	加藤 聰彦	国際電信電話（株）
	川勝 正美	沖電気工業（株）
	原 博之	日本電信電話（株）

第二部門委員会 第一専門委員会

専門委員長	前川 英二	日本電信電話 (株)
副専門委員長	加藤 周平	沖電気工業 (株)
副専門委員長	飛田 康夫	三菱電機 (株)
	船引 裕司	国際電信電話 (株)
	松田 博龍	東京通信ネットワーク (株)
	林 秀樹	日本テレコム (株)
	久保園 浩明	日本電信電話 (株)
特別専門委員	菅野 伸	日本電信電話 (株)
	佐々木 康仁	大阪メディアポート (株)
	論手 素直	アンリツ (株)
	橋 祥啓	岩崎通信機 (株)
	大西 一三	沖電気工業 (株)
	牧野 恒浩	キャノン (株)
	村上 泰典	住友電気工業 (株)
	徳永 和幸	(株) 田村電機製作所
	中尾 雅俊	(株) 東芝
	小川 行雄	東洋通信機 (株)
	丹野 光一郎	日本ルセント・テクノロジー (株)
	永渕 仁士	日本電気 (株)
	佐藤 栄裕	(株) 日立製作所
	高田 邦夫	富士通 (株)
	花田 英司	富士通電装 (株)
	橋本 裕司	松下通信工業 (株)
	牧野 真也	三菱電機 (株)
	山田 裕一	ヤマハ (株)
	大谷 雅人	(株) リコー
	鼻戸 博昭	(株) 東陽テクニカ
	斉藤 保夫	(財) 電気通信端末機器審査協会
事務局	中村 剛万	

J T - G 9 8 2 検討グループ (SWG 1)

リーダー	佐藤 栄裕	(株) 日立製作所
特別専門委員	大久保 好章	国際電信電話 (株)
	船引 裕司	国際電信電話 (株)
	松田 博龍	東京通信ネットワーク (株)
	林 秀樹	日本テレコム (株)
	久保園 浩明	日本電信電話 (株)
	佐々木 康仁	大阪メディアポート (株)
特別専門委員	小松 一俊	沖電気工業 (株)
	中尾 雅俊	(株) 東芝
	小川 行雄	東洋通信機 (株)
	永渕 仁士	日本電気 (株)
	高田 邦夫	富士通 (株)
	橋本 裕司	松下通信工業 (株)
	牧野 真也	三菱電機 (株)
	山田 裕一	ヤマハ (株)
	鼻戸 博昭	(株) 東陽テクニカ