

TR - 1003

Optical Transport Network (OTN) の  
インタフェースに関する技術レポート

第1版

2002年2月20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。

## 目 次

1. はじめに.....	5
2. 調査勧告の概要.....	5
3. 国内の状況.....	6
4. 今後の国内標準化 (G.709) .....	6
5. おわりに.....	7
付録 ITU-T G.709 和訳.....	8
1. 適応範囲.....	8
2. 参考文献.....	8
3. 用語と定義.....	8
4. 略語.....	12
5. 慣例.....	15
6. 光伝送ネットワークインターフェース構造.....	15
6.1 基本信号構造 .....	15
6.1.1 OCh 構造 .....	16
6.1.2 全機能型 OTM-n.m(n-1)構造 .....	16
6.1.3 簡易機能型 OTM-nr.m および OTM-0.m 構造 .....	16
6.2 OTN インターフェースに対する情報構造.....	17
7. 多重化/マッピング原理およびビットレート .....	20
7.1 マッピング .....	20
7.2 波長分割多重 .....	21
7.3 ビットレートおよび容量.....	21
8. 光伝送モジュール(OTM-n.m,OTM-nr.m,OTM-0.m).....	23
8.1 簡易機能型 OTM(OTM-0.m,OTM-nr.m) .....	23
8.1.1 OTM-0.m .....	23
8.1.2 OTM-16r.m.....	23
8.2 全機能型 OTM (OTM-n.m).....	26
9. ONNI の物理的な仕様 .....	28
9.1 OTM-0.m.....	28
9.2 OTM-16r.m.....	28
9.3 OTM-n.m.....	28
10. 光チャネル(OCh).....	28
10.1 全機能型 OCh(OCh).....	28
10.2 簡易機能型 OCh(OChr) .....	29
11. 光チャネルトランスポートユニット(OTU).....	29
11.1 OTUk フレーム構造 .....	29
11.2 スクランプリング .....	31
12. 光チャネルデータユニット(ODUk).....	31
12.1 ODUk フレーム構造 .....	31
13. 光チャネルペイロードユニット(OPUk).....	32
14. OTM オーバーヘッドシグナル(OOS).....	32
15. オーバヘッドの機能.....	33

15.1	オーバーヘッドの種類	33
15.1.1	光チャネルペイロードユニットのオーバーヘッド (OPUk OH)	33
15.1.2	光チャネルデータユニットのオーバーヘッド (ODUk OH)	33
15.1.3	光チャネルトランスポートユニットのオーバーヘッド (OTUk OH)	33
15.1.4	光チャネルに関連しないオーバーヘッド (Och OH)	33
15.1.5	光端局セクションのオーバーヘッド (OMS OH)	33
15.1.6	光伝送セクションのオーバーヘッド (OTS OH)	33
15.1.7	一般的な管理通信のオーバーヘッド (COMMS OH)	34
15.2	トレイルトレース識別子とアクセスポイント識別子の定義	37
15.3	OTS OH の機能	39
15.3.1	OTS のトレイルトレース識別子 (TTI)	39
15.3.2	OTS の逆方向欠陥表示ペイロード (BDI-P)	39
15.3.3	OTS の逆方向欠陥表示オーバーヘッド (BDI-O)	39
15.3.4	OTS ペイロードミッシング表示 (PMI)	40
15.4	OMS OH の機能	40
15.4.1	OMS の順方向欠陥表示ペイロード (FDI-P)	40
15.4.2	OMS の順方向欠陥表示オーバーヘッド (FDI-O)	40
15.4.3	OMS の逆方向欠陥表示ペイロード (BDI-P)	40
15.4.4	OMS の逆方向欠陥表示オーバーヘッド (BDI-O)	40
15.4.5	OMS ペイロードミッシング表示 (PMI)	40
15.5	Och OH の機能	40
15.5.1	Och の順方向欠陥表示ペイロード (FDI-P)	40
15.5.2	Och の順方向欠陥表示オーバーヘッド (FDI-O)	41
15.5.3	Och のオープンコネクション表示 (OCI)	41
15.6	OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの説明	42
15.6.1	OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの位置	42
15.6.2	OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの定義	42
15.7	OTUk オーバヘッド説明	43
15.7.1	OTUk オーバヘッド位置	43
15.7.2	OTUk オーバヘッドの定義	44
15.7.3	OTUkV オーバヘッド	46
15.8	ODUk オーバヘッドの説明	47
15.8.1	ODUk オーバヘッド位置	47
15.8.2	ODUk オーバヘッド定義	48
15.9	OPUk オーバヘッドの説明	61
15.9.1	OPUk オーバヘッドの位置	61
15.9.2	OPUk オーバヘッドの定義	61
15.9.2.1	OPUk ペイロード構造識別子 (PSI)	61
16.	保守信号	64
16.1	OTS 保守信号	64
16.2	OMS 保守信号	64
16.2.1	OMS 順方向欠陥表示-ペイロード (OMS-FDI-P)	65
16.2.2	OMS 順方向欠陥表示-オーバーヘッド (OMS-FDI-O)	65

16.2.3	OCh ペイロードミッシング表示(OCh-PMI).....	65
16.3	OCh 保守信号.....	65
16.3.1	OCh 順方向欠陥表示-ペイロード(OCh-FDI-P).....	65
16.3.2	OCh 順方向欠陥表示-オーバーヘッド(OCh-FDI-O).....	65
16.3.3	OCh オープンコネクション表示(OCh-OCI).....	65
16.4	OTUk 保守信号.....	65
16.4.1	OTUk 警報表示信号(OTUk-AIS).....	65
16.5	ODUk 保守信号.....	66
16.5.1	ODUk 警報表示信号(ODUk-AIS).....	66
16.5.2	ODUk オープン接続表示(ODUk-OCI).....	67
16.5.3	ODUk ロック(ODUk LCK).....	67
16.6	クライアント保守信号.....	68
16.6.1	一定ビットレート信号のための一般的な AIS.....	68
17.	クライアント信号のマッピング.....	68
17.1	OPUk への、CBR 2 G 5、CBR 1 0 G、CBR 4 0 G 信号 (例えば STM - 1 6 / 6 4 / 2 5 6 ) のマッピング.....	68
17.1.1	OPU 1 への CBR 2 G 5 信号 (例えば、STM - 1 6 ) のマッピング.....	71
17.1.2	OPU 2 への CBR 1 0 G 信号 (例えば、STM - 6 4 ) のマッピング.....	71
17.1.3	OPU 3 への CBR 4 0 G 信号 (例えば、STM - 2 5 6 ) のマッピング.....	72
17.2	OPUk への ATM セルストリームのマッピング.....	73
17.3	GFP フレームの OPUk へのマッピング.....	74
17.4	試験信号の OPUk へのマッピング.....	75
17.4.1	マルチクライアントの OPUk へのマッピング.....	75
17.4.2	PRBS 試験信号の OPUk へのマッピング.....	75
17.5	非特定クライアントビット列の OPUk へのマッピング.....	76
17.5.1	オクテットタイミングのあるビット列の OPUk へのマッピング.....	77
17.5.2	オクテットタイミングのないビット列の OPUk へのマッピング.....	77
17.6	その他のスタッフ付き定ビットレート信号の OPUk へのマッピング.....	77
付属資料 A	16 バイトのインタリーブ RS ( 255,239 ) コーデックを用いた前方誤り訂正 ( FEC ).....	78
付録 I	±20 ppm ビットレート許容偏差による CBR2G5、CBR10G、CBR40G クライアントの光チャネルペイロードユニット k への非同期マッピングに対するスタッフ率の範囲.....	80
付録 II	機能的に標準化された光チャネルトランスポートユニットのフレーム構造の例.....	82

## 1. はじめに

ITU-Tにおいては、Optical Transport Network(OTN)に関する研究・審議がさかんに行われている。また、近年、WDMシステムによる超大容量伝送ネットワークシステムの要求が高まって来ている背景により、OTNに関する国内標準の整備が必要となって来ている。TTCでは、以上の動向を踏まえ、OTNインタフェースに関連するITU-T勧告であるG.709の調査を実施した。

本報告書は調査結果をまとめたものであり、以下の内容を記述している。

- ・調査勧告の概要
- ・国内の状況
- ・今後の国内の標準化(G.709)
- ・調査勧告の要約

## 2. 調査勧告の概要

今年度の調査勧告は、Optical Transport Network(OTN)における論理インタフェースに関する以下の勧告である。

OTNのインタフェース - G.709/Y.1331 (2001.2: Prepublished)

ITU-T G.709は、光ネットワークのサブネットワーク内及びサブネットワーク間で使用されるOTNのインタフェースに関する勧告であり、主な勧告内容は以下のとおりである。

- 光トランスポートハイアラキー(OTH)
- 多波長光ネットワークに対応するオーバーヘッドの機能性
- フレーム構成
- ビットレート
- 信号をマッピングする為のフォーマット

この勧告に含まれるインタフェースは、光トランスポートネットワークにおけるユーザ網インタフェース(UNI)そして、網ノードインタフェース(NNI)である。具体的には、光サブネットワークの運用と管理に必要なオーバーヘッドの機能が、この勧告に含まれる。

### 3 . 国内の状況

光トランスポートネットワークのオーバ・ヘッド等に関する国内の標準は、現状存在していない。我が国では、ITU-T G.709 で規定された一部の OTN レイヤインタフェースおよび機能について、商用化を目指した研究・開発が実施されているが、それらの異ベンダ間接続および他事業者間接続を実施しているケースは、現在のところ報告されていない。加えて、TTC サブワーキング活動、専門委員会での活動を通じて、異ベンダ間接続および他事業者間接続を求める要望も少なかった。

### 4 . 今後の国内標準化 ( G.709 )

ITU-T G.709 の内容、及び上記我が国の現状を考慮すると、現時点で T T C での標準化は時期尚早と判断する。

今年度の技術調査を実施にあたり、まず、OTN のオーバヘッド等の定義が行われている国際勧告である ITU-T G.709 の内容理解に務めた ( 本技術レポートの付録を参照のこと ) 。次に、最新の ITU 勧告化動向 ( SG15 ) のヒアリングを実施した。

その結果、第一に、ITU-T G.709 記載の光チャネルデータユニット ( ODUk ) について、今後の ITU 標準化活動を通じて機能拡張 ( specific extensions ) される可能性があることが判明した ( 2001 年 2 月現在、ITU-T SG15 において、機能拡張の議論は継続中 ) 。具体的には、OPUk ( 光チャネルペイロードユニット ) ODUk

OTUk ( 光チャネルトランスポートユニット ) のマッピング構造が現行の ITU-T G.709 から大きく拡張され、最終的には ODUk 時分割多重方式が追加される見通しである。今回の機能拡張の主な背景として、大容量の OTUk セクションの帯域の有効利用が可能な OTN ネットワークを求める世界のベンダ・キャリアが増えていることがあげられる。従って、我が国においても、ODUk レイヤ機能がどのような形でインフラ装置に適用されるか非常に不透明であるため、現段階で ITU-T G.709 記載の OTN レイヤ ( ODUk レイヤを含む ) を標準化することは時期尚早であると考え。

第二に、2001 年 12 月に実施した会員アンケートの結果、ベンダ・キャリアの OTN 接続に対する会員要望がないことを考慮すると、国内網間接続を可能とする OTN インタフェースを確立することは、現段階では容易とは言いがたい。

このような我が国の現状を考慮し、現時点で T T C での標準化は時期尚早と判断するが、今後、T T C としては、国内における OTN に関する標準化要求や I T U - T の動向を継続的に調査し、将来の国内標準化に向けて、活発な活動を展開していく必要があると考える。

## 5 . おわりに

Optical Transport Network( O T N )のインタフェースに関する I T U - T 勧告(G.709)の技術調査を行った。  
ITU-T 勧告の調査に基づき、国内の状況を踏まえて、今後の国内標準化についての考え方をまとめた。  
本報告書が、今後の T T C 標準化活動の一助となれば幸いである。

## 1. 適応範囲

光トランスポートハイアラキーは、さまざまな構成、例えば1対1、リングそしてメッシュ構成の光ネットワークの運用と管理の局面をサポートする。

この勧告は、光ネットワークのサブネットワーク内及び間で使用される光伝送ネットワークのインタフェースを以下に関して規定する。

- 光トランスポートハイアラキー (OTH)
- 多波長光ネットワークに対応するオーバーヘッドの機能性
- フレーム構成
- ビットレート
- 信号をマッピングする為のフォーマット

この勧告にて規定されるインタフェースは、光トランスポートネットワークにおけるユーザ網インタフェース (UNI) として、網ノードインタフェース (NNI) に適用される。光サブネットワーク内で使用されるインタフェースに対して、インタフェースの局面は、光技術に依存し、技術進歩として変更されることが認識される。それゆえ、光技術に依存する局面 (トランスパース・コンパティビリティに対して) は、技術変化を考慮する為これらのインタフェースに対しては規定されないが、光サブネットワークの運用と管理に必要なオーバーヘッドの機能については規定される。

## 2. 参考文献

次のITU-T勧告、そして他の参照物は、検討中のものを含んでおり、それらは、この文書内の参照を通して、この勧告の検討中のものを構成する。出版の時点で、提示される版は有効であったが、すべての勧告とその他の参考文献は改版されることになる。それゆえ、この勧告の利用者は、下にリストされる勧告とその他の参考文献のもっとも新しい版を適用する可能性の調査が奨励される。現在有効なITU-T勧告のリストは、定期的に刊行される。

- ITU-T G.652 - Characteristics of a single-mode optical fibre cable
- ITU-T G.653 - Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable
- ITU-T G.655 - Characteristics of a non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre cable
- ITU-T G.707 - Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy.
- ITU-T G.798 - Characteristics of Optical Transport Networks (OTN) Hierarchy Equipment Functional Blocks.
- ITU-T G.805 - Generic Functional Architecture of Transport Networks.
- ITU-T G.872 - Architecture of Optical Transport Networks.
- ITU-T G.959.1 - Optical Transport Network Physical Layer Interfaces.
- ITU-T I.432.1 - B-ISDN user-network interface - Physical layer specification: General
- ITU-T M.1400 - Designations for inter-operator networks
- ITU-T M.3100 Amendment 3 - Definition of The Management Interface for a Generic Alarm Reporting Control (ARC) Feature
- ITU-T O.150 - General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment.

## 3. 用語と定義

この勧告は、勧告 G.707 に定義された用語を使用する。

- 3.1 BIP-X (ビットインターリーブパリティ X)
- 3.2 Network Node Interface (網ノードインタフェース)

この勧告は、勧告 G.805 に定義された用語を使用する。

- 3.3 Adapted information (AI) (アダプテーション情報)
- 3.4 Characteristic information (CI) (特徴的情報)
- 3.5 Network (ネットワーク)
- 3.6 Subnetwork (サブネットワーク)

この勧告は、勧告 G.872 に定義された用語を使用する。

- 3.7 Intra Domain Interface (IaDI) (ドメイン内インタフェース)
- 3.8 Inter Domain Interface (IrDI) (ドメイン間インタフェース)
- 3.9 Optical transport network (OTN) (光トランスポートネットワーク)
- 3.10 Optical Multiplex Section (OMS) (光端局セクション)
- 3.11 Optical Transmission Section (OTS) (光伝送セクション)

この勧告は、次の用語を定義する。

3.12 光トランスポートモジュール (OTM- $n[r].m$ ) : OTMは、ONNIを横切って伝送される情報構造である。 $n$ と $m$ は、支持される波長数と下に定義される様にインタフェースでのビットレートとして定義される。2つOTM構造が定義される。

3.12.1 全機能型 OTM (OTM- $n.m$ ) : OTM- $n.m$ は、 $n$ 多重の光チャネルとノンアソシエイティッドオーバーヘッドを支持するためのOTMオーバーヘッド信号から成る。それは、OTNにおいて、光伝送セクション (OTS) 層の接続を支持するために使用される情報構造である。光伝送セクション層の特徴的情報 (OTS\_CI) は、情報ペイロード (OTS\_CI\_PLD) と光伝送セクションオーバーヘッド情報領域 (OTS\_CI\_OH) から成る。光伝送セクションオーバーヘッド (OTS\_OH) 情報は、OTMオーバーヘッド信号 (OOS) 情報構造の中に含まれる。OTM- $n$ の順序は、それを支持するOMU- $n$ の順序によって定義される。

3.12.2 簡易機能型 OTM (OTM- $0.m, OTM-nr.m$ ) : OTM- $0$ は、割り当てられた特定の波長を持たない光チャネル信号から成る。OTM- $nr.m$ は、 $n$ までの多重光チャネルから成る。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されていない。OTM- $nr.m$ /OTM- $0$ は、OTNにおいて、光物理セクション (OPS) 層接続を支持する為に使用される。光物理セクション (OPS\_CI) の特徴的情報は、情報ペイロード (OPS\_CI\_PLD) から成る。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されない。OTM- $nr$ の順序は、それを支持するOCG- $nr$ の順序により定義される。  
注) G.709の初期バージョンに対して標準化されたIrDIは、すべて簡易機能型である。OTM- $0$ 及びOTM- $16r$ が定義される。

3.13  $n$  : 指標“ $n$ ”はOTM、OTS、OMS、OPS、OCG、OMUの順序を表すのに使用される。 $n$ は、波長上で支持されるビットレートで支持される波長の最大数を表す。 $n=0$ は、チャネルへの特定の色が割り付け無しの信号チャネルの場合を表す。

3.14  $r$  : 指標“ $r$ ”は、もし存在するなら、簡易機能型OTM、OCG、OCC、そしてOCh (ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されない)を示すのに使用される。注)  $n=0$ に対して、指標 $r$ は、要求されない。それは、暗に簡易機能型を意味するからである。

3.15  $m$  : 指標“ $m$ ”は、インタフェースにて、支持される、ビットレート又はビットレートの組を表すのに使用される。これは1又はそれ以上の桁 $k$ 、各々の $k$ は特定のビットレートを表す。 $m$ に対する有効な

値は、( 1、2、3、12、123、23 )である。

- 3.16 k : 指標 "k" は、支持されるビットレートそして OPUk、ODUk、OTUk の異なるバージョンを表すのに使用される。k = 1 は、2.5 Gbit/s のおよそのビットレートを表し、k = 2 は、10 Gbit/s、そして k = 3 は、40 Gbit/s のおよそのビットレートを表す。
- 3.17 光チャネル (Och[r]) : Och は、Ochトレイルを支持するので使用される情報構造である。2つのOch構造が定義される。この勧告内で定義されるOchクライアント信号は、OTUk信号である。他のデジタルクライアント信号(例えば、STM-NやGbE)は、OTMによって支持されるであろう。注)更なるOchの特徴は、ひとつのOch信号(例えばOTU1を運んでいるもの)を他のOch信号(たとえば、OTU2もしくはGbEを運んでいるもの)から区別することが要求されるであろう。これは、今後の検討課題である。
- 3.17.1 全機能型光チャネル (Och) : Och は、ある帯域をもつ情報ペイロード (Och\_PLD) と光チャネルの管理に使用されるノンアソシエイティッドオーバーヘッド (Och\_OH) から成る情報構造である。
- 3.17.2 簡易機能型光チャネル (Ochr) : Ochr は、ある帯域をもつ情報ペイロード (Och\_PLD) から成る情報構造である。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されない。
- 3.18 光チャネルトランスポートユニット (OTUk[V]) : OTUk は、1ないし複数の光チャネル接続上のODUk伝送に使用される情報構造である。それは、光チャネルデータユニットとオーバーヘッド(FECそして光チャネル接続の管理用オーバーヘッド)に関連するOTUkから成り、そのフレーム構造、ビットレートそして帯域によって特徴付けられる。OTUkの容量、k = 1、k = 2、k = 3は定義される。
- 3.18.1 完全に標準化された OTUk (OTUk) : OTUk は、完全に標準化されている。そして、それはフレーム構造、オーバーヘッド位置、オーバーヘッド符号化、FEC符号化を含む。
- 3.18.2 部分的に標準化された OTUk (OTUkV) : OTUkV に対しては、光サブネットワークの運用と管理に必要なオーバーヘッド機能のみを定義する。特定のフレーム構造、オーバーヘッド位置、オーバーヘッド符号化、そしてFECの様な他の可能な機能は定義されない。これらは、ベンダの特定なソリューションに対して開放されている。
- 3.19 光チャネルデータユニット (ODUk) : ODUk は、情報ペイロード (OPUk) とオーバーヘッドに関連するODUkから成る情報構造である。ODUkの容量、k = 1、k = 2、k = 3は定義される。
- 3.19.1 ODUk パス (ODUkP) : 光チャネルデータユニットkパス (ODUkP) は、エンド-エンドのODUkトレイルを支持するために使用される情報構造である。
- 3.19.2 ODUk TCM (ODUkT) : 光チャネルデータユニットkTCM (ODUkT) は、TCMトレイルを支持するために使用される情報構造である。6TCMサブレイヤまでの支持される。
- 3.20 光チャネルペイロードユニット (OPUk) : OPUk は、光チャネル上の伝送の為にクライアント情報を適合させる為に使用される情報構造である。それは、クライアント信号レートとOPUkペイロードレートの間でレート適応を行う為に必要とされるいかなるオーバーヘッドと共にあるクライアント情報とクライアント信号伝送を支持している他のOPUkオーバーヘッドを含む。このオーバーヘッドは適応が特定のである。OPUk容量、k = 1、k = 2、k = 3は定義される。
- 3.21 光チャネルキャリア (OCC[r]) : 光チャネルキャリアは、OTM-n内のトリビュタリスロットを表す。2つのOCC構造が定義される。注)更なるOCCの特徴は、ひとつのOCCトリビュタリスロット(例えばOTU1を運ぶことができるもの)を他のOCCトリビュタリスロット(たとえば、OTU3を運ぶことができるもの)から区別することが要求されるであろう。これは、今後の検討課題である。
- 3.21.1 全機能型 OCC (OCC) : OCC は、OCCペイロード (OCCp) とOCCオーバーヘッド (OCCo) から成る。OCCpはOch\_CI\_PLDを運び、そしてWDMグループの波長/周波数スロットに割り当てられる。OCCoは、Och\_CI\_OHを運び、そしてOOS情報構造内に伝送される。

- 3.21.2 簡易機能型 OCC (OCCr) : OCCは、OCCペイロード (OCCp) から成る。OCCpはOCh\_C I\_P L Dを運び、そしてWDMグループの波長/周波数スロットに割り当てられる。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されない。
- 3.22 順位nの光チャネルキャリア (OCG-n[r]) : OTMペイロードの中の固定され、定義された位置を占有するn個の光チャネルキャリアは、光キャリアグループと呼ばれる。2つのOCG構造が定義される。
- 3.22.1 全機能型 OCG (OCG-n) : OCG - nは、n個までのOCCペイロード (OCCp) とOCCオーバーヘッド (OCCo) から成る。
- 3.22.2 簡易機能型 OCG (OCG-nr) : OCG - nrは、n個までのOCCペイロード (OCCp) からなる。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは支持されない。
- 3.23 光端局ユニット (OMU-n, n>=1) : OMU - nは、OTN内の光多重セクション (OMS) 層接続を支持する為に使用される情報構造である。光多重セクション層 (OMS\_C I) の特徴的情報は、情報ペイロード (OMS\_C I\_P L D) と光多重セクションオーバーヘッド情報領域 (OMS\_C I\_O H) から成る。OMS\_C I\_P L Dは、OCG - nペイロードから成る。OMS\_C I\_O Hは、OCG - nオーバーヘッドとOMS特定オーバーヘッドから成り、そしてOSS情報構造内に伝送される。OMUの順序は、それを支持するOCGの順序により定義される。
- 3.24 順位nの光物理セクション (OPSn) : 層状のネットワーク、それは、種々のタイプ (例えば G.652,G.653,G.655 ファイバ) の光媒体上の多波長光信号伝送に対して機能性を与える。注) 多波長信号は、1光チャネルだけの場合を含む。それは、監視情報の無しにOMSの伝送機能性とOTS層ネットワークとを結合する。OPSn容量、n = 0、n = 16は定義される。
- 3.25 光トランスポート網ノードインタフェース (ONNI) : 他の光伝送ネットワークノードと相互接続するのに使用される光伝送ノードのインタフェース。
- 3.26 OTM オーバヘッド信号 (OOS) : OOSは、光監視チャンネルを介したOTMノンアソシエイティッドオーバーヘッドの伝送に対して使用される情報構造である。ノンアソシエイティッドオーバーヘッドは、光伝送セクションオーバーヘッド、光多重セクションオーバーヘッドそして光チャネルノンアソシエイティッドオーバーヘッドから成る。それは、そのフレーム構造、ビットレートそして帯域から特徴付けられる。
- 3.27 光監視用チャンネル (OSC) : OTMオーバーヘッド信号の伝送を提供する増幅帯域の外にある物理キャリア。
- 3.28 光トランスポートハイアラキー(OTH) : OTHは、デジタル伝送構造の階梯群である、それは光伝送ネットワークで適切に適応されるペイロードの伝送に関して標準化される。
- 3.29 OTH 多重 : 光チャネルが多重される手段 (方法)
- 3.30 ノンアソシエイティッドオーバーヘッド(naOH) : OOS内で伝送される監視情報。
- 3.31 コネクションモニタの瞬断無し実行/解除 : これは、TC - CMEPsに適應される。その意味は、2つのTC - CMEPsの間のCMは、ペイロードデータ又はいかなる関連しないOH情報に対して影響を与えることなしに、設定又は解除される。それゆえ、関連の無い監視機能もまた影響を受けない。より明確には、前に設定したCMは、新/旧CMの実行/解除の直接の結果として過渡のエラー状態又は統計に反映されない。
- 3.32 CBR25G : 2488320kbit/s ± 20ppm の定ビットレート。この様な信号の例は、STM-16 信号。
- 3.33 CBR10G : 9953280kbit/s ± 20ppm の定ビットレート。この様な信号の例は、STM-64 信号。
- 3.34 CBR40G : 39813129kbit/s ± 20ppm の定ビットレート。この様な信号の例は、STM-256 信号。
- 3.35 コネクションモニタ終点 (CMEP) : コネクションモニタ終点は、トレイルの終点を示し、トレイル終端機能にあるものに相当する。コネクションモニタオーバーヘッド (CMOH) はCMEPsで挿入され実行される。OChに対して、CMEPsは以下の3つの場合に分類される。
- OCh光セクションCMEP (OS - CMEP)、これはOTUkトレイルの終端を表す。SMオー

バヘッド領域 (図 15-9 そして図 15-14 を参照) は、関連する CMOH を含む。

- OCh タンデム接続 CMEP (TC - CMEP)、これは ODUk T トレイルの終点を表す。TCM 1 ~ 6 にオーバーヘッド領域 (図 15-12 そして図 15-14 を参照) は、関連する CMOH を含む。
- OCh パス CMEP (P - CMEP)、これは、ODUk P トレイルの終点を表す。PM オーバヘッド領域 (図 15-12 そして図 15-13 参照) は、関連する CMOH を含む。

#### 4. 略語

この勧告では、下記の略語を使用する。

0xYY	YY は 16 進数表記の値	YY is a value in hexadecimal presentation
3R	再増幅、再形成そして再同期	Reamplification, Reshaping and Retiming
ACT	アクティベーション	Activation (in the TCM ACT byte)
AI	アダプテーション情報	Adapted information
AIS	警報表示信号	Alarm Indication Signal
APS	自動切替	Automatic Protection Switching
BDI	逆方向欠陥表示	Backward Defect Indication
BDI-O	逆方向欠陥表示オーバーヘッド	Backward Defect Indication Overhead
BDI-P	逆方向欠陥表示ペイロード	Backward Defect Indication Payload
BEI	逆方向誤り表示	Backward Error Indication
BI	逆方向表示	Backward Indication
BIP	ビットインターリーブドパリティ	Bit Interleaved Parity
CBR	定ビットレート	Constant Bit Rate
CI	特徴的情報	Characteristic information
CM	コネクションモニタ	Connection Monitoring
CMEP	コネクションモニタ終点	Connection Monitoring End Point
CMOH	コネクションモニタオーバーヘッド	Connection Monitoring overhead
DAPI	デスティネーションアクセス点識別子	Destination Access Point Identifier
EDC	誤り検出コード	Error Detection Code
EXP	実験用の	Experimental
ExTI	期待されたトレース識別子	Expected Trace Identifier
FAS	フレーム同期信号	Frame Alignment Signal
FDI	順方向欠陥表示	Forward Defect Indication
FDI-O	順方向欠陥表示オーバーヘッド	Forward Defect Indication Overhead
FDI-P	順方向欠陥表示ペイロード	Forward Defect Indication Payload
FEC	順方向誤り訂正	Forward error correction
GCC	汎用通信チャネル	General Communication Channel
IaDI	ドメイン内インタフェース	Intra-Domain Interface
IAE	入側同期誤り	Incoming Alignment Error
IrDI	ドメイン間インタフェース	Inter-Domain Interface
LSB	最下位ビット	Least Significant Bit
MFAS	マルチフレーム同期信号	MultiFrame Alignment Signal
MS	保守信号	Maintenance Signal
MSB	最上位ビット	Most Significant Bit

naOH	ノンアソシエイティッドオーバーヘッド	non-associated overhead
NNI	網ノードインタフェース	Network node interface
OCC	光チャネルキャリア	Optical Channel Carrier
OCCo	光チャネルキャリアオーバーヘッド	Optical Channel Carrier - overhead
OCCp	光チャネルキャリアペイロード	Optical Channel Carrier - payload
OCCr	簡易機能型光チャネルキャリア	Optical Channel Carrier with reduced functionality
OCG	光キャリアグループ	Optical Carrier Group
OCGr	簡易機能型光チャネルキャリアグループ	Optical Carrier Group with reduced functionality
OCI	オープンコネクション表示	Open Connection Indication
OCh	全機能型光チャネル	Optical channel with full functionality
OChr	簡易機能型光チャネル	Optical channel with reduced functionality
ODU	光チャネルデータユニット	Optical Channel Data Unit
ODUk	光チャネルデータユニットk	Optical Channel Data Unit-k
OH	オーバーヘッド	Overhead
OMS	光端局セクション	Optical multiplex section
OMS-OH	光端局セクションオーバーヘッド	Optical multiplex section overhead
OMU	光端局ユニット	Optical Multiplex Unit
ONNI	光網ノードインタフェース	Optical network node interface
OOS	OTM オーバヘッド信号	OTM Overhead Signal
OPS	光物理セクション	Optical Physical Section
OPU	光チャネルペイロードユニット	Optical Channel Payload Unit
OPUk	光チャネルペイロードユニットk	Optical Channel Payload Unit-k
OSC	光監視用チャネル	Optical Supervisory Channel
OTH	光トランスポートハイアラキー	Optical transport hierarchy
OTM	光トランスポートモジュール	Optical transport module
OTN	光トランスポートネットワーク	Optical transport network
OTS	光伝送セクション	Optical transmission section
OTS-OH	光伝送セクションオーバーヘッド	Optical transmission section overhead
OTU	光チャネルトランスポートユニット	Optical Channel Transport Unit
OTUk	完全に標準化された光チャネルトランスポートユニットk	completely standardized Optical Channel Transport Unit-k
OTUkV	部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニットk	functionally standardized Optical Channel Transport Unit-k
PCC	プロテクションコミュニケーションチャネル	Protection Communication Channel
PLD	ペイロード	Payload
PM	パスモニタ	Path Monitoring
PMI	ペイロードミッシング表示	Payload Missing Indication
PMOH	パスモニタ用オーバーヘッド	Path Monitoring OverHead
ppm	百万分率	parts per million
PRBS	疑似ランダムパターン	Pseudo Random Binary Sequence
PSI	ペイロード構造識別子	Payload Structure Identifier
PT	ペイロードタイプ	Payload Type
RES	国際標準用に予約	Reserved for future international standardisation

RS	リードソロモン	Reed-Solomon
SAPI	ソースアクセス点識別子	Source Access Point Identifier
Sk	シンク	Sink
SM	セクションモニタ	Section Monitoring
SMOH	セクションモニタ用オーバーヘッド	Section Monitoring OverHead
So	ソース	Source
TC	タンデムコネクション	Tandem Connection
TCM	タンデムコネクションモニタ	Tandem Connection Monitoring
TCMOH	タンデムコネクションモニタ用オーバーヘッド	Tandem Connection Monitoring OverHead
TxTI	送信トレース識別子	Transmitted Trace Identifier
UNI	ユーザ網インタフェース	User to Network Interface

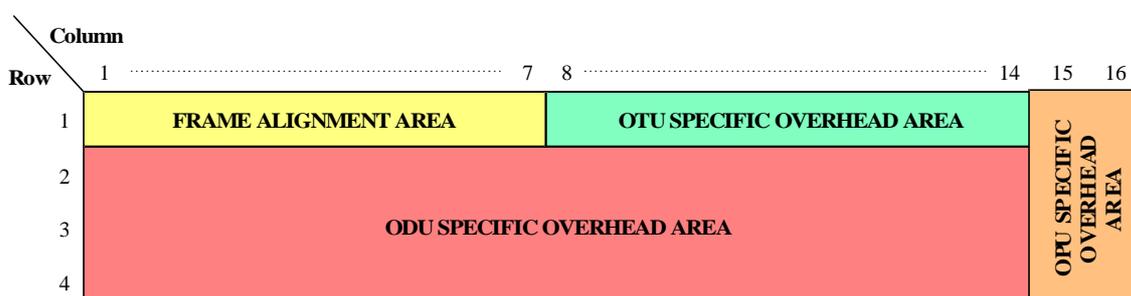
## 5. 慣例

ITU-T 勧告 G.872 で規定されている光伝送ネットワークの機能上のアーキテクチャーは ONNI を引き出すために用いられる。ONNI は ITU-T 勧告 G.805 で記述されている各々のレイヤの中にある特徴的情報を応用して記されている。

**トランスミッションオーダー**：本勧告のすべての図の情報トランスミッションオーダーはまず左から右へ、そして上から下へ伝わる。各々のバイトの中の最上位ビットは最初に伝達される。最上位ビット(ビット1)はすべての図の左に例示されている。

**予約ビット値**：予約された、または将来の国際標準化のために予約されたオーバーヘッド値は“0”に設定されるだろう。

**その他のビット値**：他で述べられていなければ、どんなその他のビット値も“0”に設定されるだろう。



T1542280-00  
(114739)

図 5-1/G.709

OTUk, ODUk および OPuk オーバヘッド

## 6. 光伝送ネットワークインターフェース構造

ITU-T 勧告 G.872 で規定される光伝送ネットワークは2つの階層のインターフェースを定義する。

- ・ドメイン間インターフェース
- ・ドメイン内インターフェース

OTN IrDI インターフェースはインターフェースの各々のエンドにおける 3R 処理とともに定義される。

光伝送モジュール  $n$ (OTM- $n$ )は OTN インターフェースをサポートするために使用される情報構造である。2つの OTM- $n$  構造は以下のように定義される。

- ・全機能型 OTM インターフェース(OTM- $n.m$ )
- ・簡易機能型 OTM インターフェース(OTM-0. $m$ , OTM- $nr.m$ )

簡易機能型 OTM インターフェースは OTN IrDI インターフェース階層をサポートするためのインターフェースの各々のエンドにおける 3R 処理とともに定義される。

### 6.1 基本信号構造

基本構造は図 6-1 に示されている。

### 6.1.1 OCh構造

G.872 に定義されているように光チャネルレイヤは G.872 で定義されているネットワークマネジメントおよび管理をサポートするためのレイヤネットワークの中でさらにまた構造化される。

全機能型光チャネル(OCh)または簡易機能型光チャネル(OChr)は OTN の中の 3R 中継点間でトランスパアレントネットワークコネクションを提供する。

完全に、または部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット(OTUk/OTUkV)は OTN の中の 3R 中継点間で伝送についての管理および信号の状態を提供する。

光チャネルデータユニット(ODUk)は

タンデムコネクションモニタリング(ODUKT)

エンドトゥエンドパス管理(ODUKP)および

光チャネルペイロードユニット(OPUk)経由のクライアント信号アダプテーションを提供する。

### 6.1.2 全機能型 OTM-n.m(n-1)構造

OTM-n.m(n-1)は以下のレイヤから成る。

- ・光伝送セクション(OTS<sub>n</sub>)
- ・光端局セクション(OMS<sub>n</sub>)
- ・全機能型光チャネル(OCh)
- ・完全な、または部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット(OTUk/OTUkV)
- ・光チャネルデータユニット(ODUk)

### 6.1.3 簡易機能型 OTM-nr.m および OTM-0.m 構造

OTM-nr.m および OTM-0.m は以下のレイヤから成る。

- ・光物理セクション(OPS<sub>n</sub>)
- ・簡易機能型光チャネル(OChr)
- ・完全な、または部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット(OTUk/OTUkV)
- ・光チャネルデータユニット(ODUk)

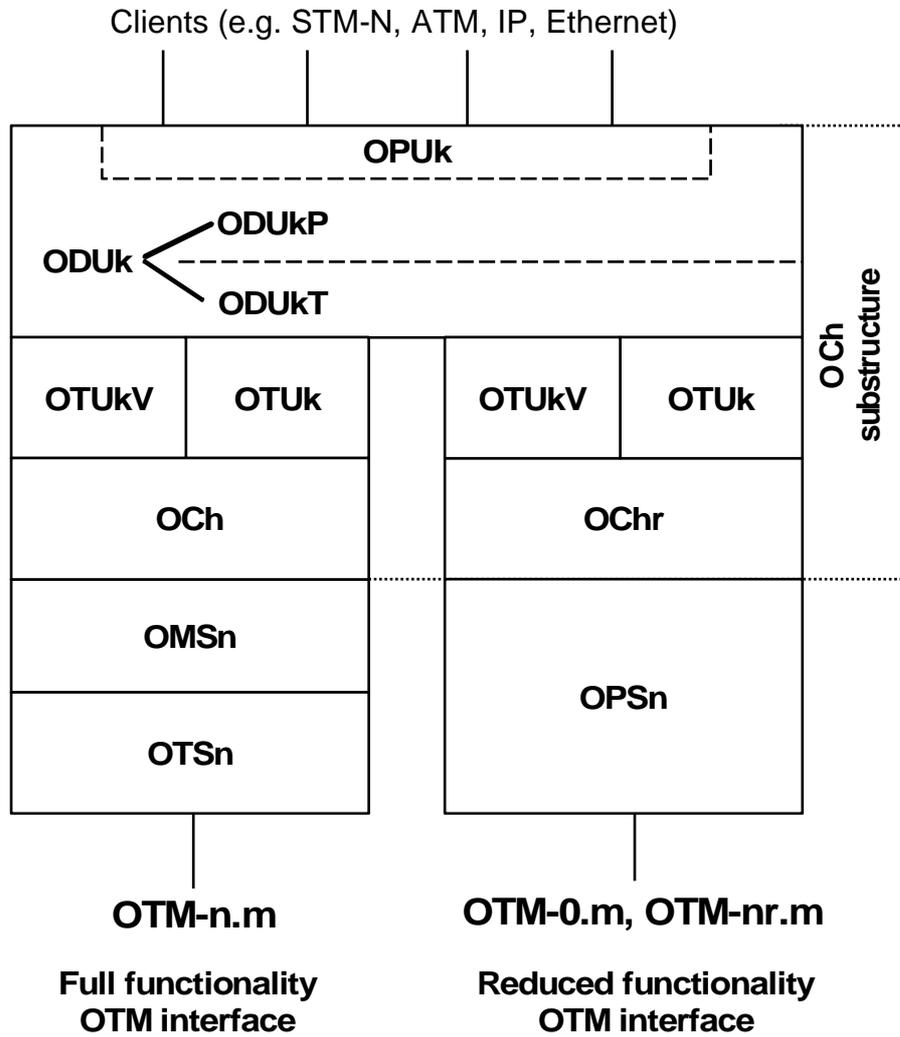


図 6-1/G.709

OTN インターフェースの構造

## 6.2 OTN インターフェースに対する情報構造

OTN インターフェースに対する情報構造は情報抑制関係とフローにより表される。主要な情報抑制関係は図 6-2, 図 6-3, 図 6-4 に記述されている。情報フローは図 6-5 に例示される。OTN の管理のために、OCh 信号が終端される時は必ず OTUk/OTUkV 信号は終端される。

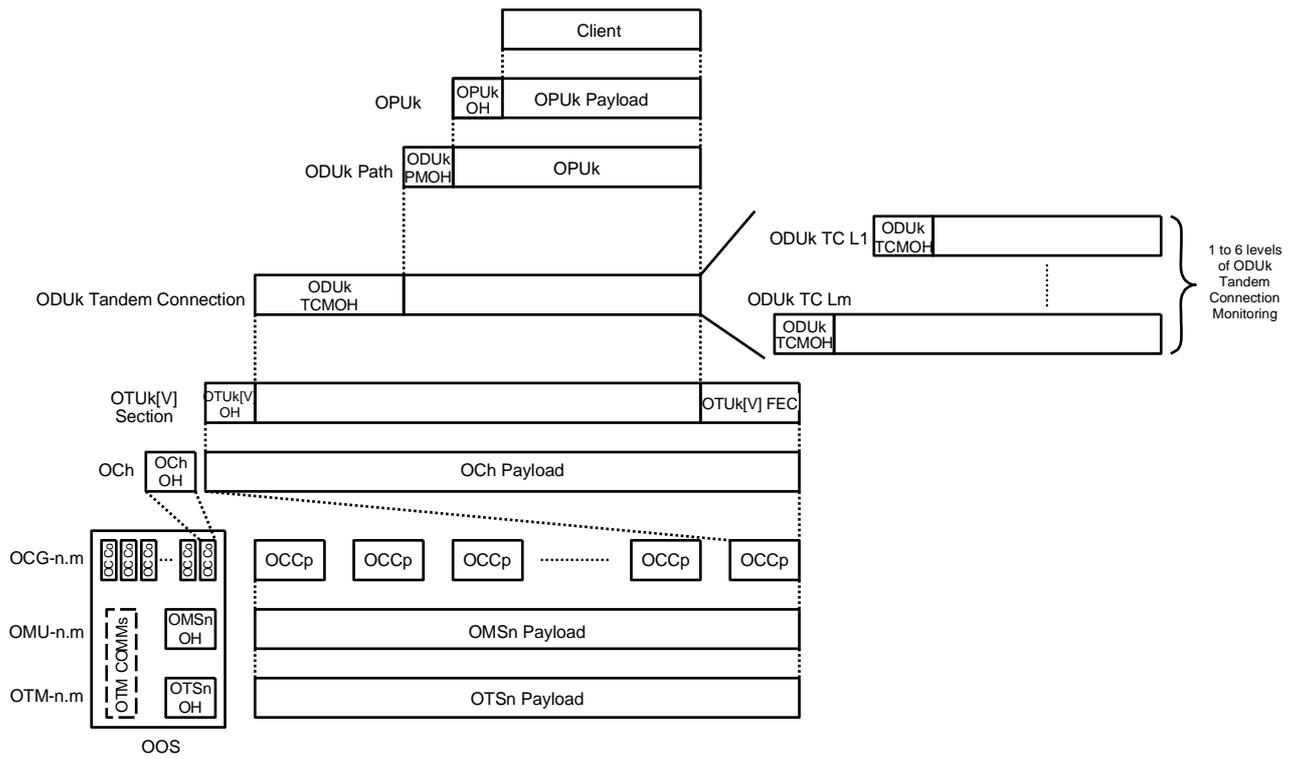


図 6-2/G.709

OTM-n.m 主要情報抑制関係

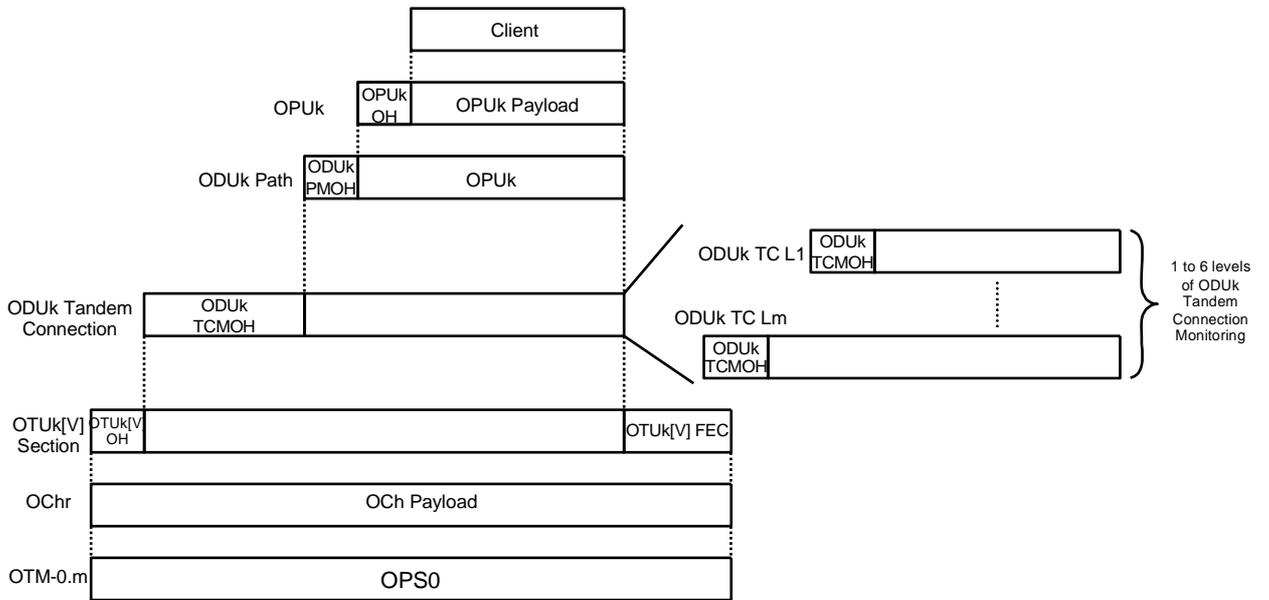


図 6-3/G.709

OTM-0.m 主要情報抑制関係

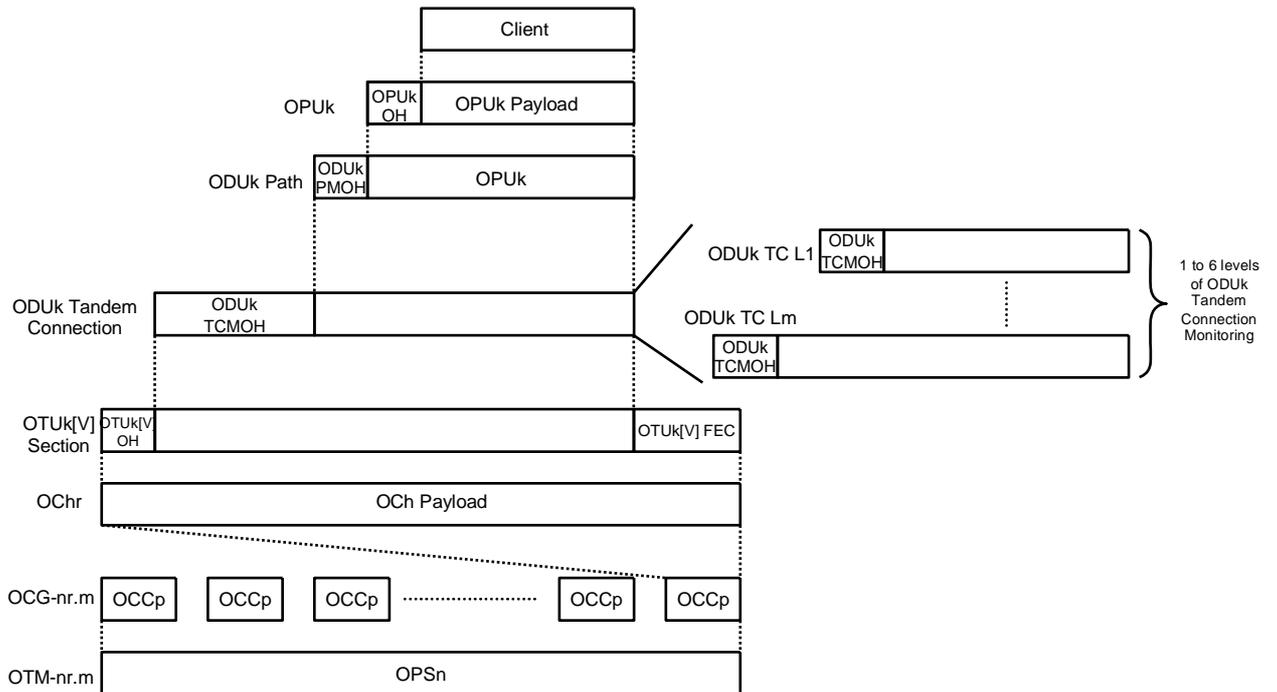


図 6-4/G.709

OTM-nr.m 主要情報抑制関係

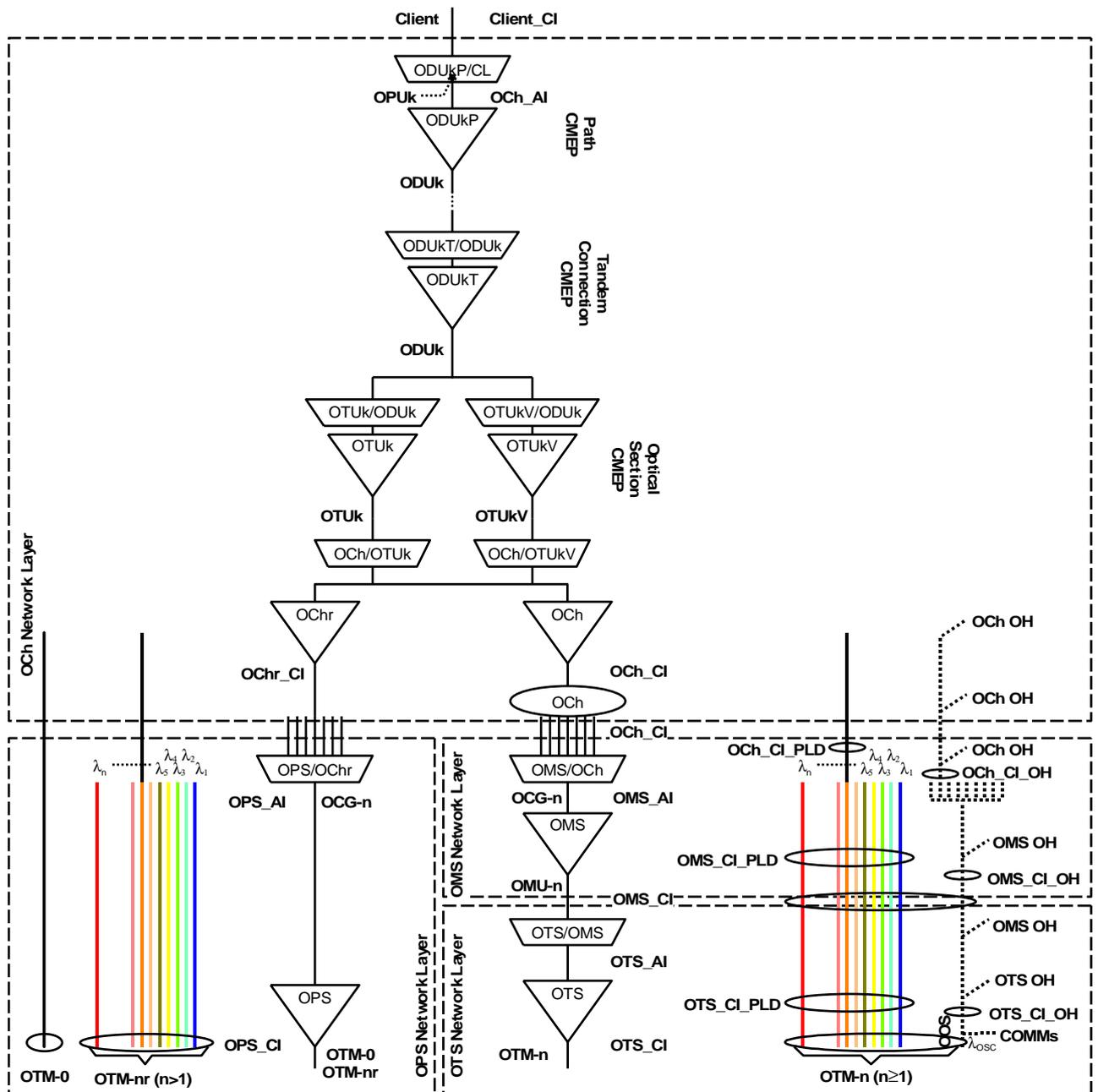


図 6-5/G.709

情報フロー関係の例

## 7. 多重化/マッピング原理およびビットレート

図 7-1 は様々な情報構造要素間の関係を示し、OTM-n に対する多重化構造とマッピングを例示する。OTS, OMS, OCh および COMMs オーバヘッドは本勧告の範囲外で OOS 使用マッピングと多重化技術に挿入される。

### 7.1 マッピング

クライアント信号は OPUk にマップされる。OPUk はひとつの ODUk にマップされ ODUk はひとつの

OTUk[V]にマップされる。OTUk[V]はひとつの OCh[r]にマップされ、そして OCh[r]はひとつの OCC[r]の上に変調される。

### 7.2 波長分割多重

$n-1$ までの OCC[r]は波長分割多重を用い OCG-n[r].m に多重される。OCG-n[r].m の OCC[r]トリビュタリースロットは異なるサイズとなることができる。OCG-n[r].m は OTM-n[r].m 経由で伝送される。全機能型 OTM-n.m インターフェイスの場合は、OSC は波長分割多重を用い OTM-n.m に多重される。

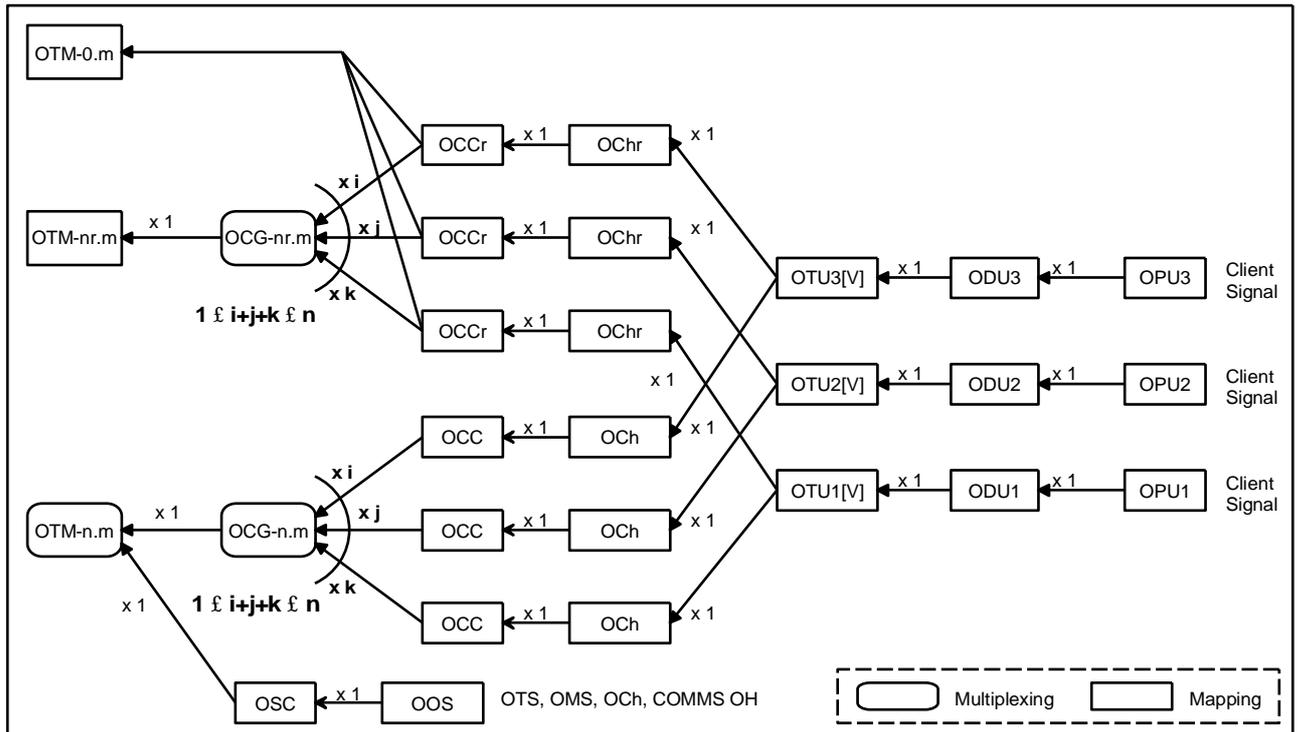


図 7-1/G.709

OTM 多重およびマッピング構造

### 7.3 ビットレートおよび容量

OTUk 信号のビットレートおよび容量は表 7-1 に定義されている。  
 ODUk 信号のビットレートおよび容量は表 7-2 に定義されている。  
 OPUk 信号のビットレートおよび容量は表 7-3 に定義されている。  
 OTUk/ODUk/OPUk フレーム周期は表 7-4 に定義されている。

表 7-1/G.709  
OTU タイプおよび容量

OTU タイプ	OTU 公称ビットレート	OTU ビットレート許容誤差
OTU1	255/238*2 488 320kbit/s	± 20ppm
OTU2	255/237*9 953 280kbit/s	
OTU3	255/236*39 813 120kbit/s	
注-公称 OTU ビットレートはほぼ 2 666 057.143 kbit/s(OTU1),10 709 225.316 kbit/s(OTU2),43 018 413.559 kbit/s(OTU3)である。		

表 7-2/G.709  
ODU タイプおよび容量

ODU タイプ	ODU 公称ビットレート	ODU ビットレート許容誤差
ODU1	239/238*2 488 320kbit/s	± 20ppm
ODU2	239/237*9 953 280kbit/s	
ODU3	239/236*39 813 120kbit/s	
注-公称 ODU ビットレートはほぼ 2 498 775.126 kbit/s(ODU1),10 037 273.924 kbit/s(ODU2),40 319 218.983 kbit/s(ODU3)である。		

表 7-3/G.709  
OPU タイプおよび容量

OPU タイプ	OPU 公称ビットレート	OPU ビットレート許容誤差
OPU1	2 488 320kbit/s	± 20ppm
OPU2	238/237*9 953 280kbit/s	
OPU3	238/236*39 813 120kbit/s	
注-公称 OPUk ペイロードはほぼ 2 488 320.000 kbit/s(OPU1 ペイロード),9 995 276.962 kbit/s(OPU2 ペイロード),40 150 519.322 kbit/s(OPU3 ペイロード)である。		

表 7-4/G.709  
OTUk/ODUk/OPUk フレーム周期

OTU/ODU/OPU タイプ	周期 (注)
OTU1/ODU1/OPU1 タイプ	48.971 μs
OTU2/ODU2/OPU2 タイプ	12.191 μs
OTU3/ODU3/OPU3 タイプ	3.035 μs
注-周期は近似値であり、少数第三位までの表記にしてある。	

## 8. 光伝送モジュール(OTM-n,m,OTM-nr,m,OTM-0,m)

2つの OTM 構造が定義されている、ひとつは全機能型で、もうひとつは簡易機能型である。IrDI については現在簡易機能型 OTM インターフェースのみ定義されている。他の全機能型または簡易機能型 OTM IrDI は今後の検討課題である。

### 8.1 簡易機能型 OTM(OTM-0,m,OTM-nr,m)

OTM-n は 3R 中継を伴うひとつの光スパンの n 個の光チャネルをサポートし、各々のエンドで OTU<sub>k</sub> を終端する。3R 中継は OTU<sub>k</sub>[V]オーバーヘッドにアクセスする OTM-0,m と OTM-nr,m インターフェースの両側で実行される。またインターフェースのメンテナンスと管理はこのオーバーヘッド経由で提供される。

それゆえ関連のない OTM オーバヘッドは OTM-0,m と OTM-nr,m インターフェースを超えて必要とはされず、OSC/OOS はサポートされない。簡易機能型の二種類の OTM インターフェースが定義されており、OTM-0,m と OTM-16r,m がある。他の種類の簡易機能型インターフェースは今後の検討課題である。

#### 8.1.1 OTM-0,m

OTM-0,m は各々のエンドで 3R 中継を伴うひとつの光スパンのひとつのノンカラー光チャネルをサポートする。3つの OTM-0,m インターフェース信号(図 8-1)が定義されており、それぞれひとつの OTU<sub>k</sub> 信号を含むひとつの光チャネル信号を運んでいる。

OTM-0.1(ひとつの OTU1[V]を運ぶ);

OTM-0.2(ひとつの OTU2[V]を運ぶ);

OTM-0.3(ひとつの OTU3[V]を運ぶ);

総称的用語：OTM-0,m

図 8-1 は下記に定義される様々な情報構造要素間の関係を示し、OTM-0,m に対し可能なマッピングを例示している。OSC は現在は存在せず、OOS もまた存在しない。

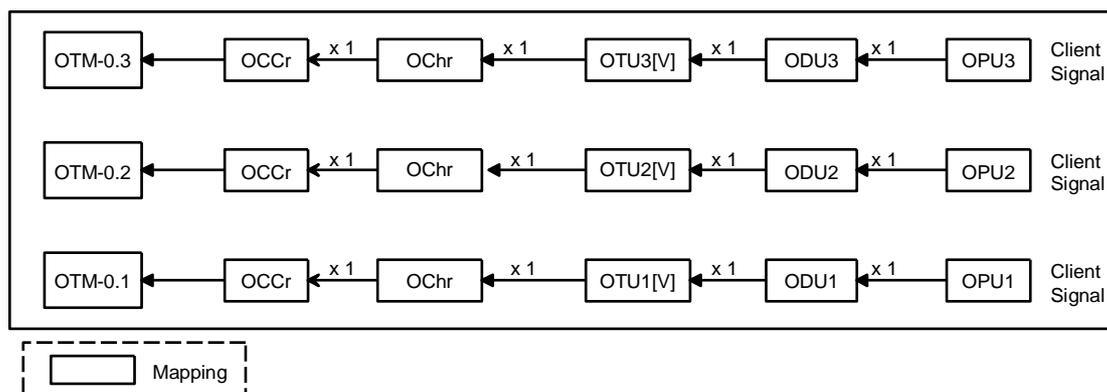


図 8-1/G.709

OTM-0,m 構造

#### 8.1.2 OTM-16r,m

OTM-16r,m は各々のエンドで 3R 中継を伴うひとつの光スパンの 16 の光チャネルをサポートする。6つの OTM-16r,m インターフェース信号が定義されている：

OTM-16r.1(i(i 16)OTU1[V]信号を運ぶ);

OTM-16r.2(j(j 16)OTU2[V]信号を運ぶ);

OTM-16r.3(k(k-16)OTU3[V]信号を運ぶ);

OTM-16r.123(i(i-16)OTU1[V],j(j-16)OTU2[V],k(k-16)OTU3[V]信号を運ぶ i+j+k-16);

OTM-16r.12(i(i-16)OTU1[V],j(j-16)OTU2[V]信号を運ぶ i+j-16);

OTM-16r.23(j(j-16)OTU2[V],k(k-16)OTU3[V]信号を運ぶ j+k-16);

総称的用語は OTM-16r.m と確認される。

OTM-16r.m 信号は OCCr#0 から OCCr#15(図 6-5)までの番号が付けられた 16 の光チャネルキャリアをもつひとつの OTM-nr.m 信号である。光監視用チャネルは現在存在せず、OOS もまた存在しない。

少なくとも OCCrs のうちのひとつは通常運用中インサービスであり、OTUk[V]を伝送する。どの OCCrs がサービスに取り込まれるかのあらかじめ決められている順位はない。6つの定義された OTM-16r.m インターフェース信号と OTM-16r.m 多重化構造は図 8-2 に示される。

注 OTM-16r.m OPS オーバヘッドは定義されていない。そのインターフェースは監視とマネージメントのために、このマルチ波長インターフェースの中の OTUk[V] SMOH を使用するだろう。OTM-16r.m コネクティビティ(TIM)故障リポートは故障マネージメントの中のコリレーション故障を用いて個々の OTUk[V]リポートから計算される。

詳細については装置勧告参照。

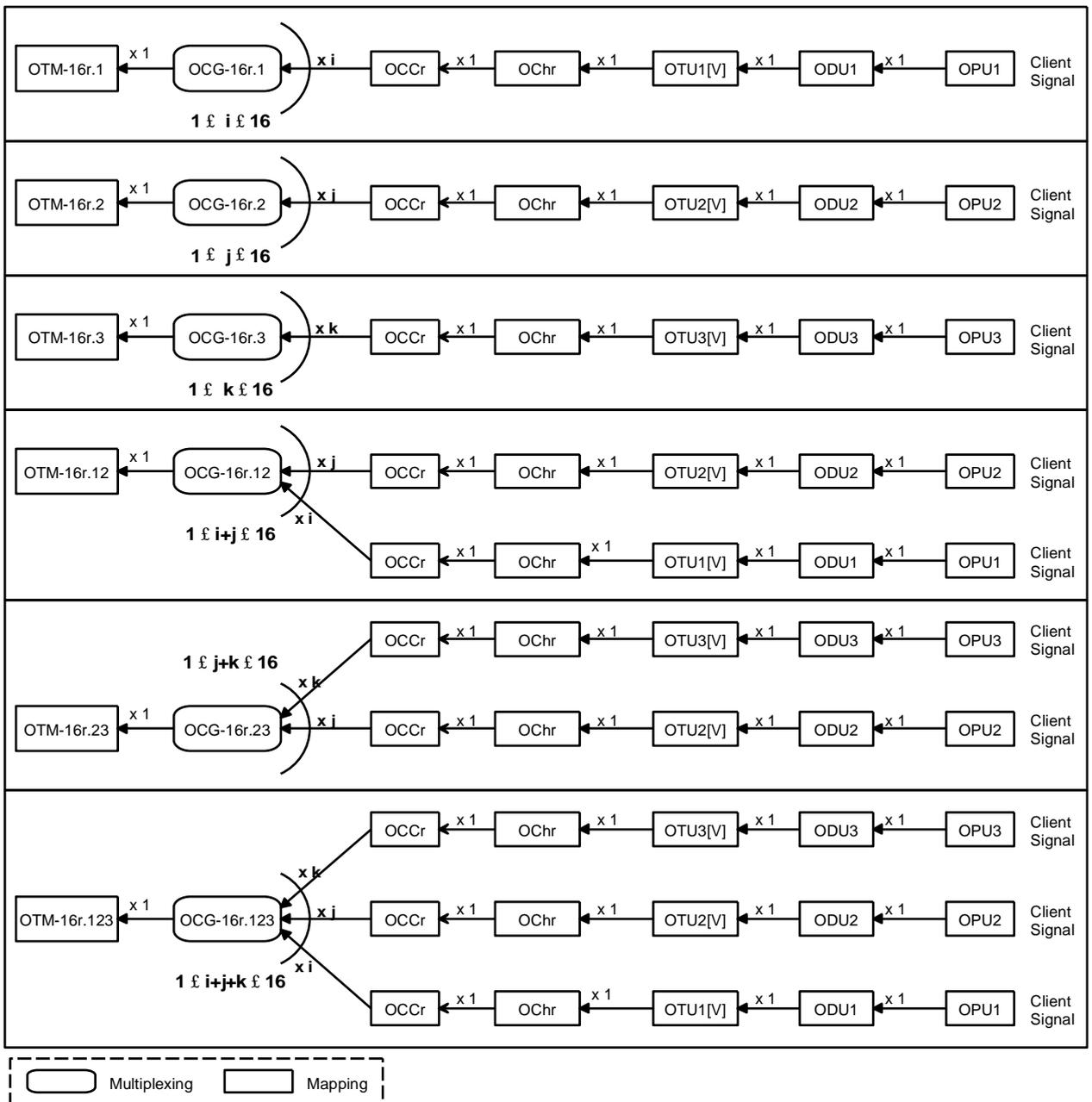


图 8-2/G.709

OTM-16r.m 多重构造

## 8.2 全機能型 OTM (OTM-n.m)

OTM-n.m インタフェースはシングル又はマルチプル光区間のための光チャネルをサポートする。3R 再生はこのインタフェースでは必要ない。

6 つの OTM-n インタフェース信号が定義される:

- OTM-n.1 ( $i (i \leq n)$  OTU1[V] 信号を運ぶ)
- OTM-n.2 ( $j (j \leq n)$  OTU2[V] 信号を運ぶ)
- OTM-n.3. ( $k (k \leq n)$  OTU3[V] 信号を運ぶ)
- OTM-n.123 ( $i (i \leq n)$  OTU1[V],  $j (j \leq n)$  OTU2[V],  $k (k \leq n)$  OTU3[V] 信号を運ぶ  $i + j + k \leq n$ )
- OTM-n.12 ( $i (i \leq n)$  OTU1[V],  $j (j \leq n)$  OTU2[V] 信号を運ぶ  $i + j \leq n$ )
- OTM-n.23 ( $j (j \leq n)$  OTU2[V]  $k (k \leq n)$  OTU3[V] 信号を運ぶ  $j + k \leq n$ )

一般的な記述は OTM-n.m とする。

OTM-n.m インタフェース信号は、 $m$  と OSC(図 8-3)により示されるビットレートにより、 $n$ 個の OCC を含む。“ $n$ ”, “ $m$ ”の値と OSC はこの勧告では定義しない。

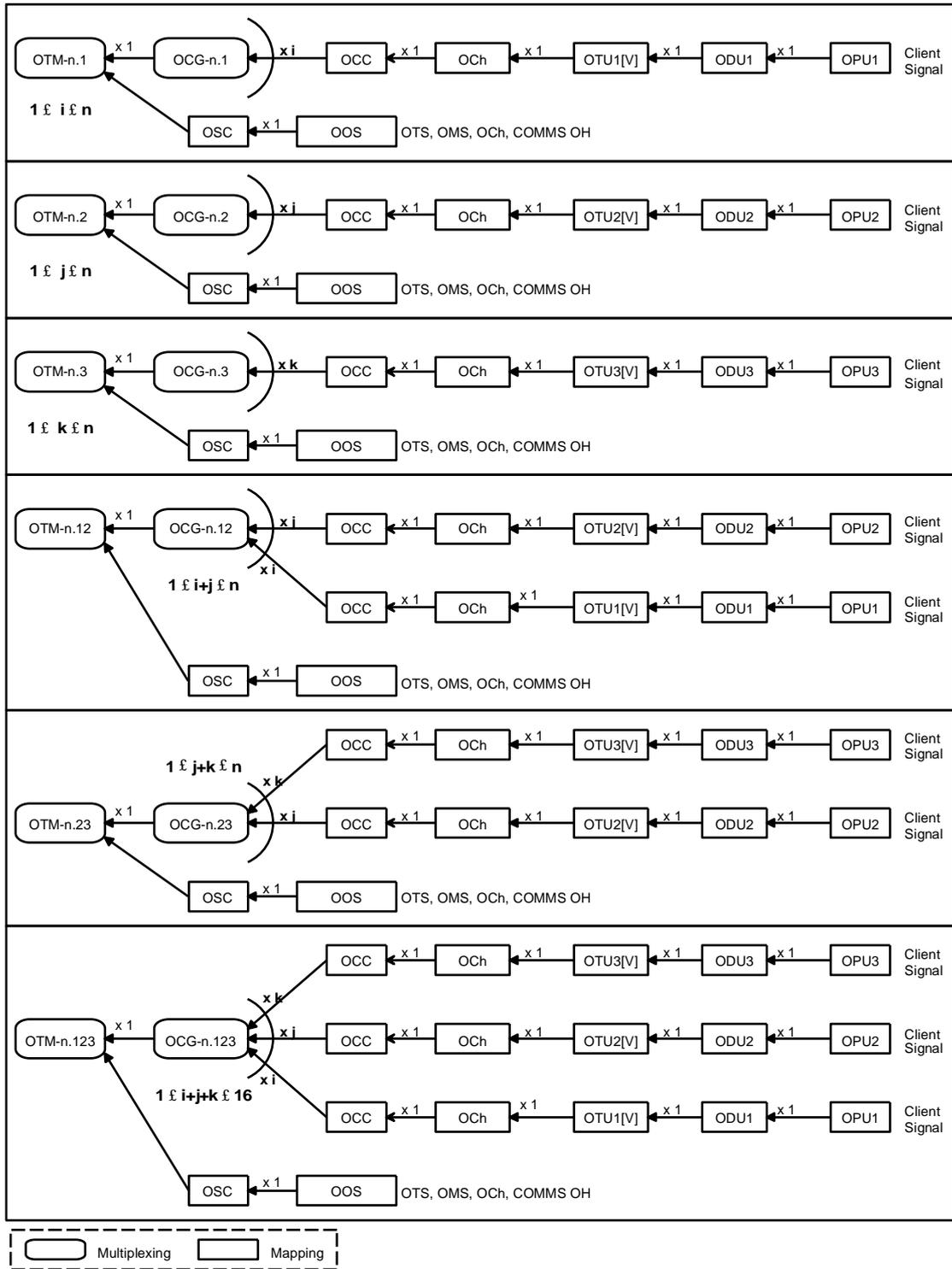


图 8-3/G.709

OTM-n.m 多重構造

## 9. ONNI の物理的な仕様

### 9.1 OTM-0.m

OTM-0.1 と OTM-0.2 信号の物理的・光学的特性の仕様は勧告 G.959.1 に含まれる。

OTM-0.3 の物理的・光学的特性の仕様は今後の検討課題。

### 9.2 OTM-16r.m

OTM-16r.1、OTM-16r.2、および OTM-16r.12 信号の物理的・光学的特性の仕様は勧告 G.959.1 に含まれる。

OTM-16r.3、OTM-16r.23、および OTM-16r.123 の仕様は今後の検討課題。

### 9.3 OTM-n.m

OTM-n.m の物理的・光学的特性の仕様はベンダー固有であり、この勧告の範囲外である。

## 10. 光チャネル(OCh)

OCh は 3R 再生ポイント間でデジタルクライアント信号を伝送する。この勧告で定義される OCh クライアント信号は OTUk 信号である。他のデジタルクライアント信号(例えば、STM-N、GbE)は OTM によってサポートされるかもしれない。

### 10.1 全機能型 OCh(OCh)

全機能型光チャネル(OCh)の構造を図 10-1 で概念的に示す。それは 2 つのパーツで構成される:OCh オーバーヘッドと OCh ペイロード。

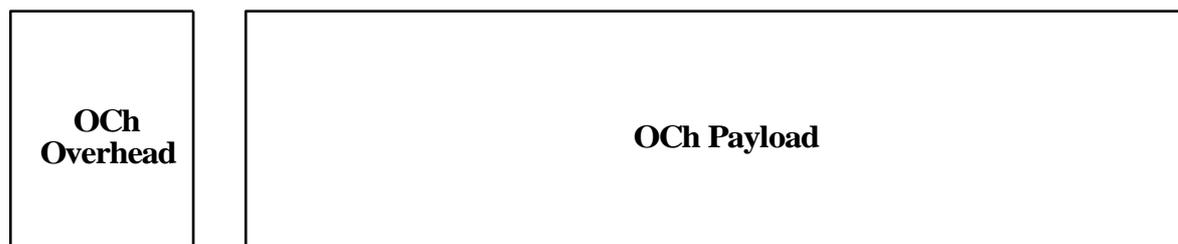


図 10-1/G.709

OCh 情報構造

## 10.2 簡易機能型 OCh(OChr)

簡易機能型光チャネル(OChr)の構造を図 10-2 で概念的に示す。それは Ochr ペイロードで構成される。

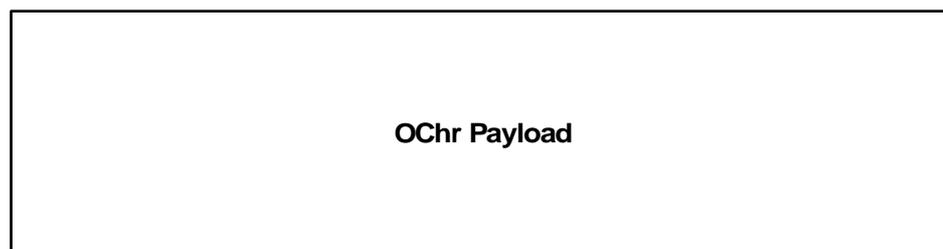


図 10-2/G.709  
Ochr 情報構造

## 11. 光チャネルトランスポートユニット(OTU)

OTU<sub>k</sub> V は光チャネルネットワーク接続上の伝送のための ODU<sub>k</sub> を制約する。OTU<sub>k</sub> フレーム構造は完全に標準化されている。OTU<sub>k</sub>V は、機能上だけ標準化されているフレーム構造である(すなわち、必要な機能性だけが指定される);付録 II を参照。

### 11.1 OTU<sub>k</sub> フレーム構造

OTU<sub>k</sub>、(k=1,2,3)フレーム構造はODU<sub>k</sub> フレーム構造に基づいており、図 11-1 で示される前方誤り訂正(FEC)を付加する。256 列が FEC のために ODU<sub>k</sub> フレームに加えられ、1 行目にオーバーヘッドバイトが予約される、ODU<sub>k</sub> オーバーヘッドの 9~14 列は OTU<sub>k</sub> の特定のオーバーヘッドに使用される、その結果、オクテットベースでは 4 行 4080 列のブロックフレーム構造となる。各オクテットの最上位ビットはビット 1、最下位ビットはビット 8 である。

OTU<sub>k</sub> 信号のビットレートは Table 7-1 で定義される。

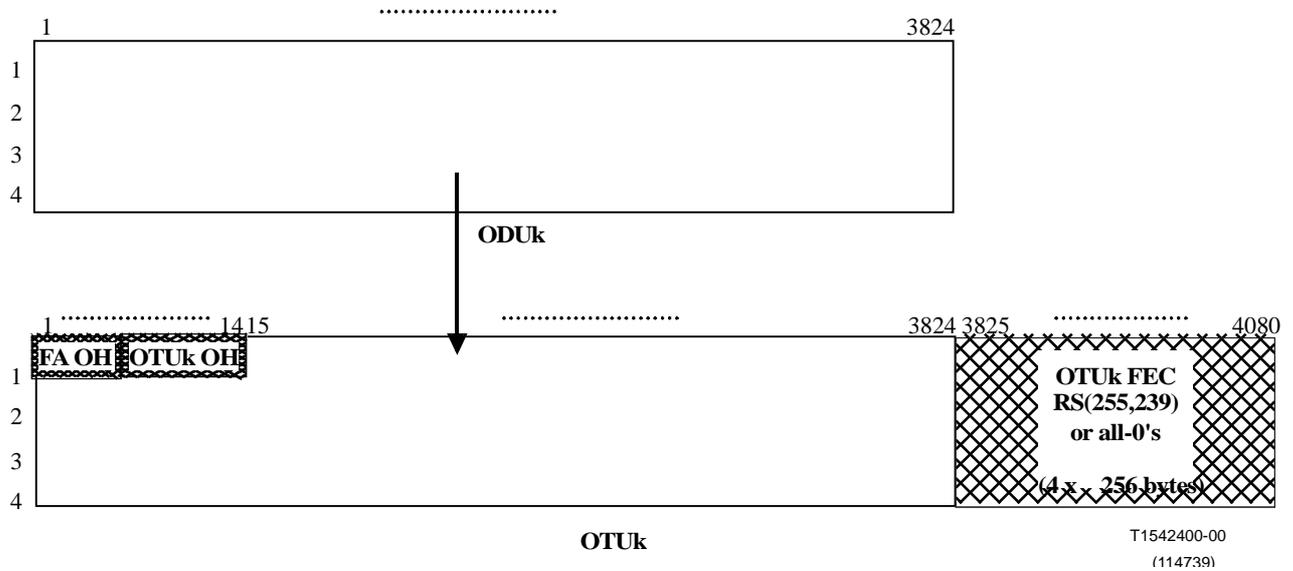


図 111/G.709  
OTUk フレーム構造

OTUk 前方誤り訂正(FEC)はリード-ソロモン RS(255,239) FEC コードを含んでいる。FEC が使用されないならば、固定スタンプバイト(all-0 パターン)が使用される。

RS(255,239) FEC コードは付属資料 A/G.709 で規定されるように計算すること。

FEC をサポートする設備と、FEC をサポートしない設備とのインタワーキングのために、FEC をサポートする設備は FEC 解読過程を無効にする能力を持つこと(OTUk FEC の内容を無視する)。

OTUk フレームのビットの伝送順序は、左から右へ、上から下へ、最上位ビットから最下位ビットへ(図 11-2) 伝わる。

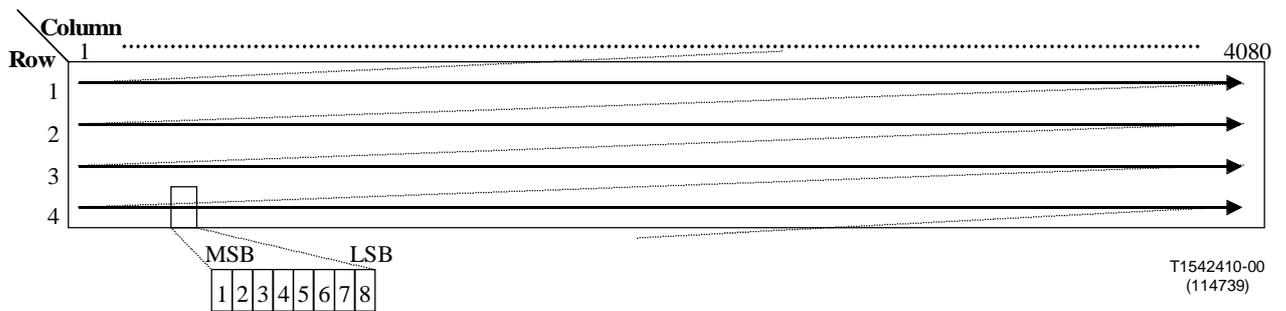


図 112/G.709  
OTUk フレームビットの伝送順序

## 11.2 スクランプリング

OTUk 信号には ONNI において十分なタイミング成分を含んでいる必要がある。スクランブラの使用により"0"または"1"の連続を防ぎ適当なビットパターンが与えられる。

スクランブラの動作は OTUk レートでのシーケンス長 65535 のフレーム同期型スクランブラと機能的に同一のもの。

生成多項式は  $1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$  とする。図 11-3 にフレーム同期型スクランブラの機能ダイアグラムを示す。スクランブラは、OTUk フレームの最後のフレーミングバイトに続くバイトの第 1 ビット目で "FFFF"(HEX)に初期化される、例えば MFAS バイトの最上位ビット。このビットとスクランブルされるすべて連続するビットは、スクランブラの  $x^{16}$  項と排他的論理和をとり出力される。スクランブルは全ての OTUk フレームに対して動作するが、フレーム同期エリアのフレーミングバイト(FAS)はスクランブルされてはならない。

FEC 計算の後に OTUk 信号にスクランブルをかける。

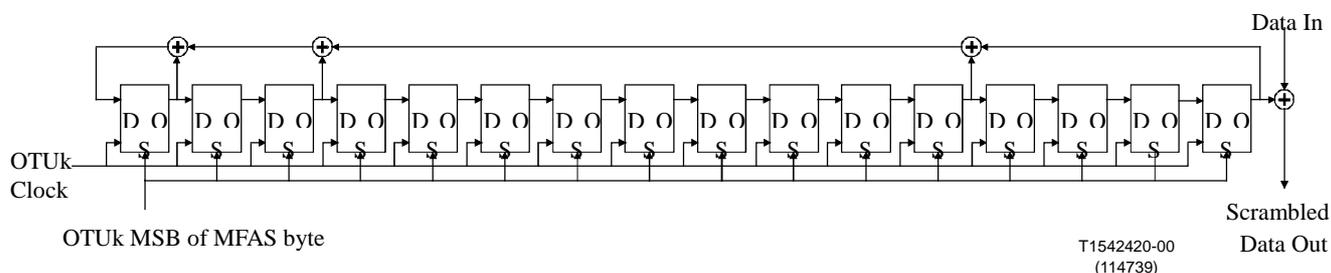


図 11-3/G.709

### フレーム同期型スクランブラ

## 12. 光チャネルデータユニット(ODUk)

### 12.1 ODUk フレーム構造

ODUk、(k=1,2,3)フレーム構造を図 12-1 に示す。それはオクテットベースで 4 行 3824 列のブロックフレーム構造からなる。

ODUk フレームの 2 つの主な領域は以下の通りである。

- ・ ODUk オーバーヘッド領域;
- ・ OPUk 領域。

ODUk の 1~14 列は ODUk オーバーヘッド領域に当てられる。

注意-1 行目の 1~14 列はフレーム同期と OTUk の特定のオーバーヘッドで予約される。

ODUk の 15~3824 列は OPUk 領域に当てられる。

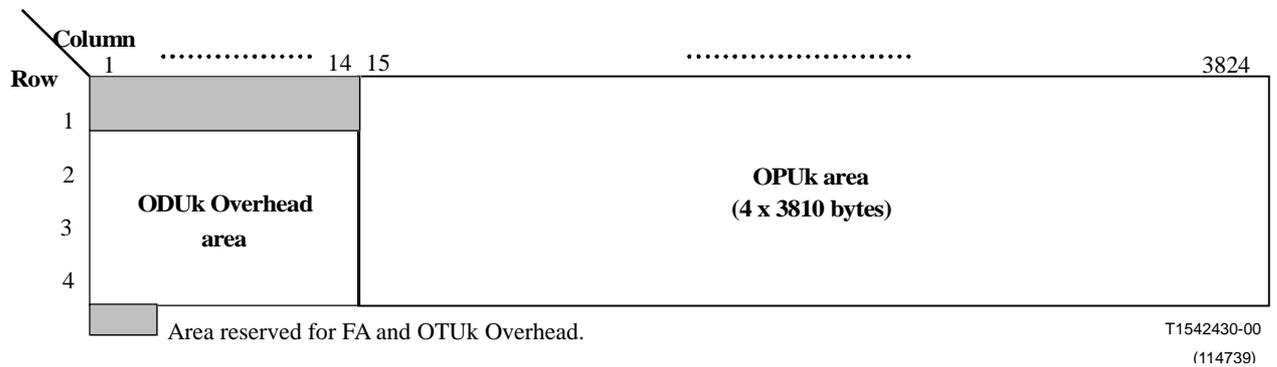


図 121/G.709  
ODUk フレーム構造

### 13. 光チャネルペイロードユニット(OPUk)

OPUk、(k=1,2,3)のフレーム構造を図 13-1 に示す。それはオクテットベースで、4 行 3810 列のブロックフレーム構造からなる。

OPUk フレームの 2 つの主な領域は以下の通りである。

- ・ OPUk オーバーヘッド領域;
- ・ OPUk ペイロード領域。

OPUk の 15 ~ 16 列は OPUk オーバーヘッド領域に当てられる。

OPUk の 17 ~ 3824 列は OPUk ペイロード領域に当てられる。

注意-OPUk 列番号は ODUk フレームの中の OPUk 列から得られる。

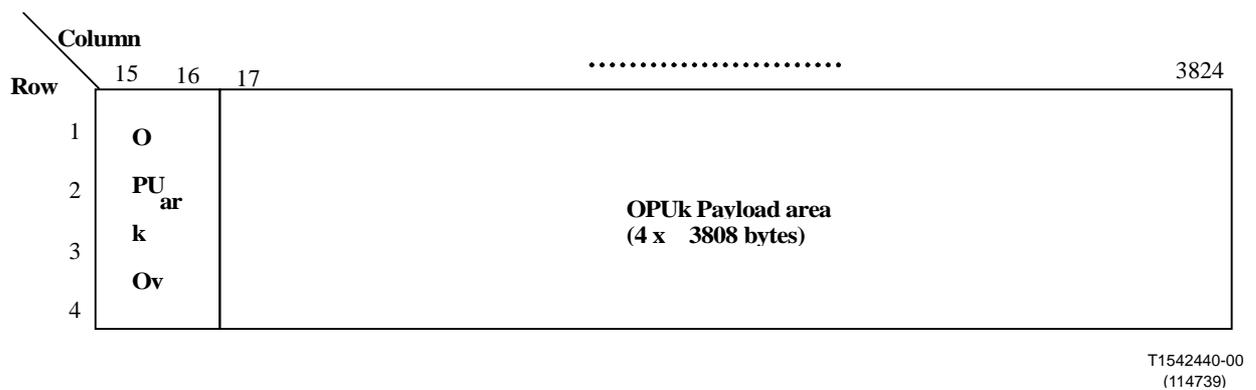


図 131/G.709  
OPUk フレーム構造

### 14. OTM オーバーヘッドシグナル(OOS)

OTM オーバーヘッドシグナル(OOS)は OTS、OMS、および OCh オーバーヘッドから成る。OOS の形式、構造、およびビットレートはこの勧告では定義されない。OOS は OSC を通して伝送される。

ネットワークデザイン上のオペレータの論理マネジメントにより、一般的な管理通信は OOS の中で伝送されるかもしれない。したがって、いくつかのアプリケーションのための OOS は一般的な管理通信を伝送するかもしれない。一般的な管理通信はシグナリング、音声/音声帯域信号、ソフトダウンロード、オペレータの特定通信などを含むかもしれない。

## 15. オーバヘッドの機能

OTS、OMS、Och オーバヘッドの概要を図 15-1 に示す。

OTUk、ODUk、OPUk オーバヘッドの概要を図 15-2、15-3 に示す。

### 15.1 オーバヘッドの種類

#### 15.1.1 光チャネルペイロードユニットのオーバヘッド (OPUk OH)

OPUk OH は、OPUk を構成する OPUk ペイロードに付加される。それは、クライアント信号の適応をサポートする情報を含んでいる。OPUk OH は、OPUk の組立、分解部で、終端される。具体的な OH のフォーマットや信号は 15.9 で定義される。

#### 15.1.2 光チャネルデータユニットのオーバヘッド (ODUk OH)

ODUk OH は、ODUk を構成する ODUk ペイロードに付加される。それは、光チャネルをサポートする保守や運用の機能に関する情報を含んでいる。ODUk OH は、end-to-end の ODUk パスやタンデムコネクションモニタの 6 のレベルから構成されている。ODUk パスの OH は ODUk の組立、分解部で終端される。TC OH はそれぞれ、タンデムコネクションに相当するソースやシンクで追加され、終端される。具体的な OH のフォーマットや信号は 15.6 と 15.8 で定義される。

#### 15.1.3 光チャネルトランスポートユニットのオーバヘッド (OTUk OH)

OTUk OH は、OTUk 信号構造の一部です。それは、一つ以上の光チャネル接続を経て転送をサポートする運用機能のための情報を含んでいる。OTUk OH は OTUk 信号の組立、分解部で終端される。詳細な OH のフォーマットと信号は 15.6 と 15.7 で定義される。

標準化されていない OTUkV OH の詳細なフレーム構造と符号は、この勧告の範囲外とする。サポートされなければならない要求される基本機能だけは、15.7.3 に定義される。

#### 15.1.4 光チャネルに関連しないオーバヘッド (Och OH)

Och OH は、Och を構成する OTUk に付加される。それは、障害管理をサポートする保守機能に関する情報を含んでいる。Och OH は Och 信号の組立、分解部で終端される。

Och OH の詳細なフレーム構造と符号は、この勧告の範囲外とする。サポートされなければならない要求される基本機能だけは、15.5 に定義される。

#### 15.1.5 光端局セクションのオーバヘッド (OMS OH)

OMS OH は、OMU を構成する OCG に付加される。それは、光端局セクションをサポートする保守、運用機能に関する情報を含んでいる。OMS OH は OMU の組立、分解部で終端される。

OMS OH の詳細なフレーム構造と符号は、この勧告の範囲外とする。サポートされなければならない要求される基本機能だけは、15.4 に定義される。

#### 15.1.6 光伝送セクションのオーバヘッド (OTS OH)

OTS OH は、OTM を構成する情報ペイロードに付加される。それは、光伝送セクションをサポートする保

守、運用機能に関する情報を含んでいる。OTS OH は OTM の組立、分解部で終端される。

OTS OH の詳細なフレーム構造と符号は、この勧告の範囲外とする。サポートされなければならない要求される基本機能だけは、15.3 に定義される。

#### 15.1.7 一般的な管理通信のオーバーヘッド (COMMS OH)

COMMS OH は、OTM を構成する情報ペイロードに付加される。それは、ネットワーク要素間の一般的な管理通信を提供する。COMMS OH の詳細なフレーム構造と符号は、この勧告の範囲外とする。

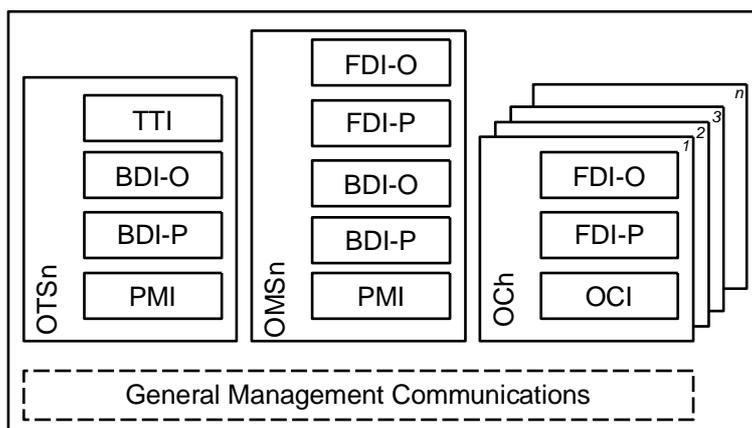
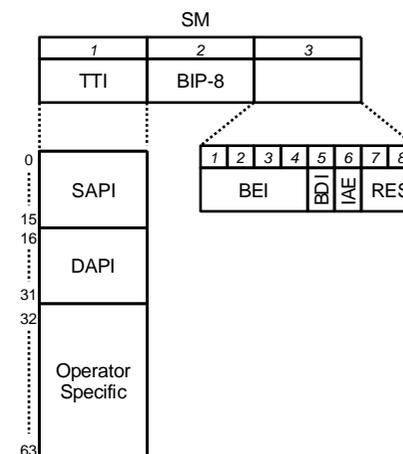
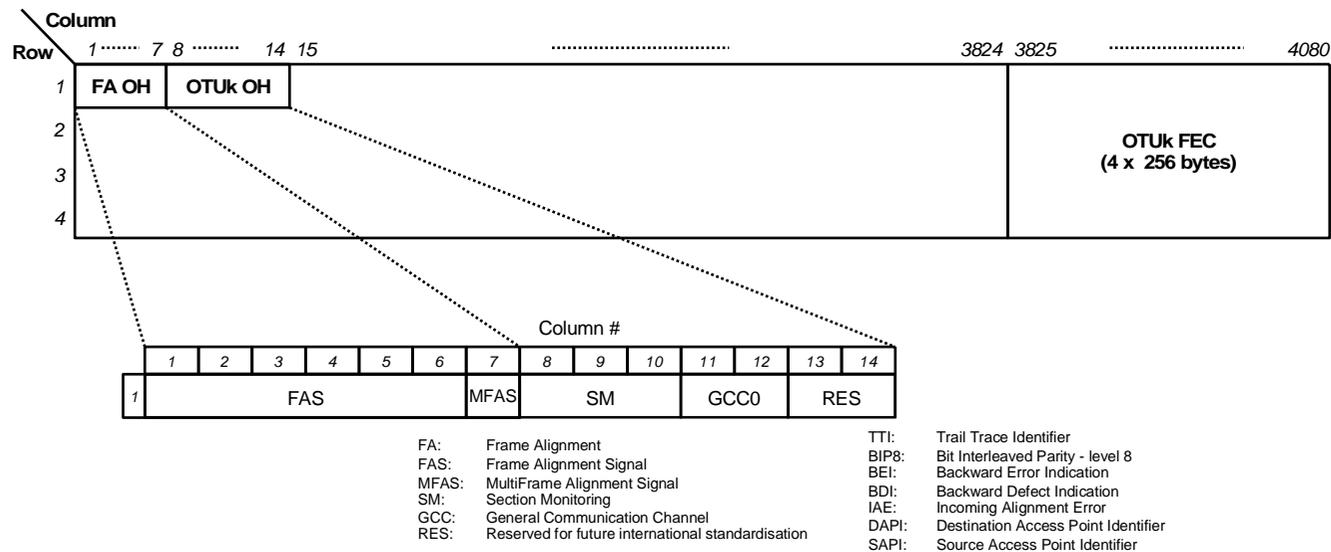


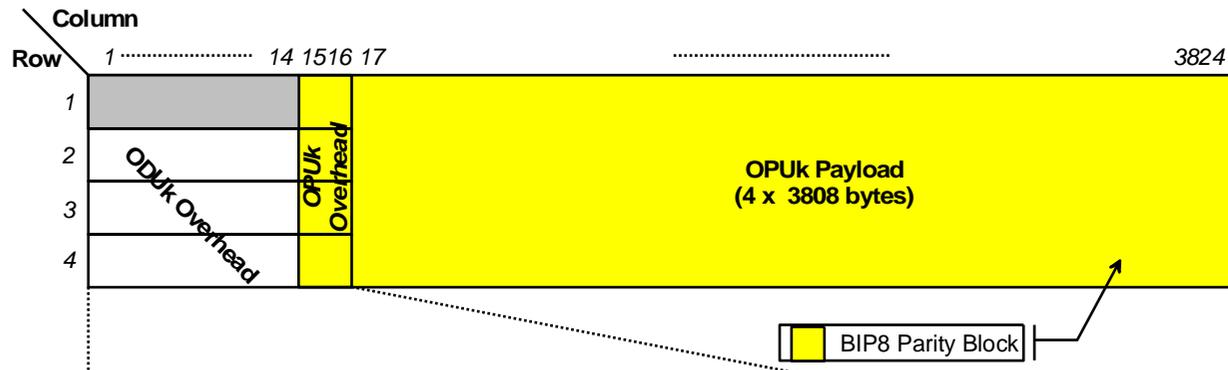
図 15-1/G.709

OOS 内の論理的要素の OTS<sub>n</sub>、OMS<sub>n</sub>、Och のオーバーヘッド



☒ 15-2/G.709

OTUk のフレーム構造、フレーム同期と OTUk のオーバーヘッド



		Column #																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Row#	1	Frame Alignment overhead							OTUk overhead									OPUk overhead
	2	RES		TCM ACT	TCM6		TCM5		TCM4		FTFL							
	3	TCM3		TCM2		TCM1		PM		EXP								
	4	GCC1	GCC2	APS/PCC			RES											

- PM: Path Monitoring
- TCM: Tandem Connection Monitoring
- SAPI: Source Access Point Identifier
- DAPI: Destination Access Point Identifier
- RES: Reserved for future international standardisation
- ACT: Activation/deactivation control channel
- FTFL: Fault Type & Fault Location reporting channel
- EXP: Experimental
- GCC: General Communication Channel
- APS: Automatic Protection Switching coordination channel
- PCC: Protection Communication Control channel
- TTI: Trail Trace Identifier
- BIP8: Bit Interleaved Parity - level 8
- BEI: Backward Error Indication
- BDI: Backward Defect Indication
- STAT: Status
- PSI: Payload Structure Identifier
- PT: Payload Type

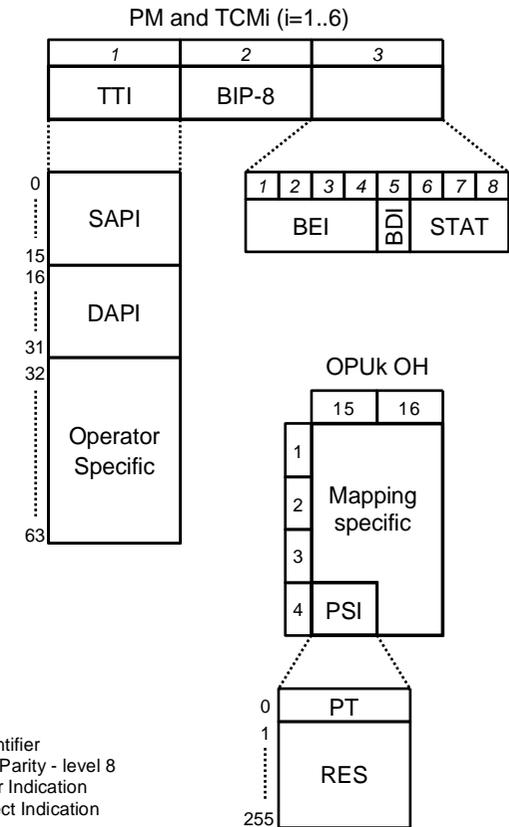


図 15-3/G.709

ODUk のフレーム構造、ODUk と OPUk のオーバーヘッド

## 15.2 トレイルトレース識別子とアクセスポイント識別子の定義

TTI は以下の構造 ( 図 15-4 ) の 64 バイト配列で定義される。

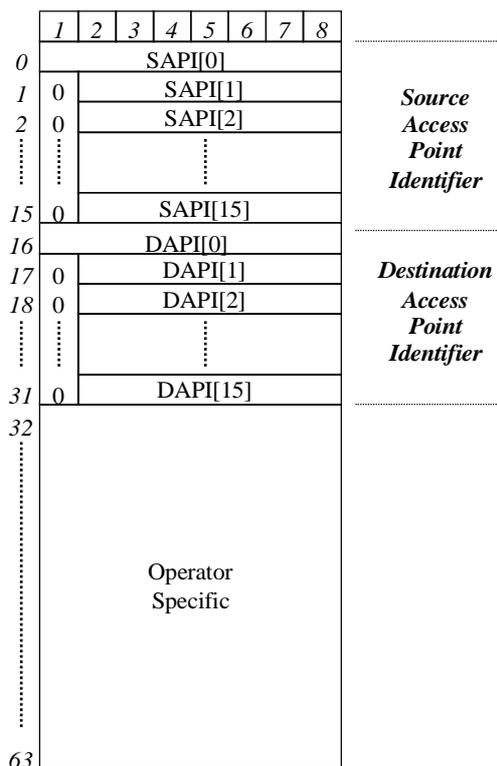
- TTI[0]はすべて 0 で固定される SAPI[0]符号を含む
- TTI[1]から TTI[15]は送信元のアクセスポイント識別子の 15 の符号を含む。

( SAPI[1]から SAPI[15] )

- TTI[16]はすべて 0 で固定される DAPI[0]符号を含む
- TTI[17]から TTI[31]は送信先のアクセスポイント識別子の 15 の符号を含む。

( DAPI[1]から DAPI[15] )

- TTI[32]から TTI[63]は管理者用である。



T1542480-00  
(114739)

図 15-4/G.709

TTI の構造

アクセスポイント識別子 ( APIs ) の特徴は、

- それぞれのアクセスポイント識別子は、そのレイヤのネットワークにおいては、全体として独立していなければならない

- 管理者間の境界をまたがるパスの構築のために、アクセスポイントが要求されるかもしれないところで、アクセスポイント識別子は他のネットワーク管理者に手に入らなければならない。

- アクセスポイント識別子は、アクセスポイントが存在する間、変更すべきでない。

- アクセスポイント識別子は、アクセスポイントからアクセスポイントまでのルーティングに責任を持つ国とネットワーク管理者を識別できるべきである。

- 一つの管理レイヤのネットワークに属している、すべてのアクセスポイント識別子は、一つのアクセスポイント識別子計画を構成すべきである。

- それぞれの管理レイヤネットワークのアクセスポイント識別子の計画は、他の管理レイヤネットワークの計画から独立することができる。

ODUk、OTUk、OTM はそれぞれ、アルゴリズムを検索するルーチング制御を援助するツリー構造を基本とするアクセスポイント識別子計画を持つべきと勧告されている。アクセスポイント識別子は、世界的に明瞭であるべきである。

アクセスポイント識別子 (SAPI、DAPI) は、3 つの符号の国際区分と、12 の符号の国家区分 (NS) から構成される。(図 15-5) 3 つの符号は、勧告 T.50 (国際参考バージョン 情報交換の 7 ビット符号化キャラクタ) に従って符号化される。

IS character #			NS character #											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC			ICC	UAPC										
CC			ICC		UAPC									
CC			ICC			UAPC								
CC			ICC				UAPC							
CC			ICC					UAPC						
CC			ICC						UAPC					

T1542490-00  
(114739)

図 15-5/G.709  
アクセスポイント識別子の構造

国際区分の部分は、3つのキャラクタ ISO3166 地理/政治 国コード (G/PCC) を提供する。国符号は、3つの大文字アルファベットのキャラクタ ISO3166 国符号 (USA、FRA 等) を基本とする。

国家区分の部分は、独立したアクセスポイント符号 (UAPC) によって従えられる ITU キャリア符号 (ICC) の2つのサブ区分から構成される。

ITU のキャリア符号は、ネットワーク管理者やサービス提供者に割り当てられる符号で、勧告 M.1400 に関連する ITU-T 通信サービス局によって維持される。この符号は、1~6 の left-justified なキャラクタ、アルファベット、数字をたどる主要なアルファベットから構成される。

独立したアクセスポイント符号は、国符号や ITU キャリア符号が、独特性が保証されるよう割り当てられ、提供される組織が重要である。この符号は、12 のキャラクタの国区分を完成させる、0 からの 6~11 のキャラクタから構成される。

### 15.3 OTS OH の機能

OTM-n の OTSn は以下のように、定義される。

- OTSn-TTI
- OTSn-BDI-P
- OTSn-BDI-O
- OTSn-PMI

#### 15.3.1 OTS のトレイルトレース識別子 (TTI)

OTSn-TTI は OTSn セクションモニタのための 15.2 に明記される 64 バイトの TTI を転送するように定義されている。

#### 15.3.2 OTS の逆方向欠陥表示ペイロード (BDI-P)

OTSn セクションモニタでは、OTSn-BDI-P 信号は、OTSn の終端機能で発見される OTSn のペイロード信号の故障状態を、上流方向に運ぶように定義される。

#### 15.3.3 OTS の逆方向欠陥表示オーバーヘッド (BDI-O)

OTSn セクションモニタでは、OTSn-BDIO 信号は、OTSn の終端機能で発見される OTSn のオーバーヘッド信号の故障状態を、上流方向に運ぶように定義される。

#### 15.3.4 OTS ペイロードミッシング表示 (PMI)

OTS PMI は、重要な信号喪失状態のレポートを隠すために、OTS 信号の送出ポイントの上流はペイロードが付加されない表示として、下流へ送られる信号です。

#### 15.4 OMS OH の機能

OTM-n の OMSn は以下のように、定義される。

- OMSn-FDI-P
- OMSn-FDI-O
- OMSn-BDI-P
- OMSn-BDI-O
- OMSn-PMI

##### 15.4.1 OMS の順方向欠陥表示ペイロード (FDI-P)

OMSn セクションモニタでは、OMSn-FDI-P 信号は、OMSn のペイロード信号の状態 (正常か故障) を、下流方向に運ぶように定義される。

##### 15.4.2 OMS の順方向欠陥表示オーバーヘッド (FDI-O)

OMSn セクションモニタでは、OMSn-FDI-O 信号は、OMSn のオーバーヘッド信号の状態 (正常か故障) を、下流方向に運ぶように定義される。

##### 15.4.3 OMS の逆方向欠陥表示ペイロード (BDI-P)

OMSn セクションモニタでは、OMSn-BDI-P 信号は、OMSn の終端機能で発見される OMSn のペイロード信号の故障状態を、上流方向に運ぶように定義される。

##### 15.4.4 OMS の逆方向欠陥表示オーバーヘッド (BDI-O)

OMSn セクションモニタでは、OMSn-BDI-O 信号は、OMSn の終端機能で発見される OMSn のオーバーヘッド信号の故障状態を、上流方向に運ぶように定義される。

##### 15.4.5 OMS ペイロードミッシング表示 (PMI)

OMS の PMI は、重要な信号喪失状態のレポートを隠すために、OMS 信号の送出ポイントの上流は、OCCp が光チャンネル信号を含んでいない表示として、下流へ送られる信号です。

#### 15.5 Och OH の機能

OTM-n の Och は以下のように、定義される。

- Och-FDI-P
- Och-FDI-O
- Och-OCI

##### 15.5.1 Och の順方向欠陥表示ペイロード (FDI-P)

Och トレイルモニタでは、Och-FDI-P 信号は、Och のペイロード信号の状態 (正常か故障) を、下流方向に運ぶように定義される。

#### 15.5.2 Och の順方向欠陥表示オーバーヘッド (FDI-O)

Och トレイルモニタでは、Och-FDI-O 信号は、Och のオーバーヘッド信号の状態 (正常か故障) を、下流方向に運ぶように定義される。

#### 15.5.3 Och のオープンコネクション表示 (OCI)

Och の OCI は、コネクション機能の上流のマトリックスコネクションが、管理コマンドの結果としてオープンの表示として下流に送られる信号です。Och 終端点での信号状態の Och 損失の重大な検知は、オープンマトリックスに関係することができる。

15.6 OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの説明

15.6.1 OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの位置

OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッド位置は、図 15-6 に示される。OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドは、OTUk と ODUk 信号の両方に適用される。

		Column #																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Row #	1	FAS						MFAS	OTUk Overhead									OPUk Overhead
	2	ODUk Overhead																
	3																	
	4																	

T1542500-00  
(114739)

図 15-6/G.709

OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッド

15.6.2 OTUk/ODUk フレーム同期オーバーヘッドの定義

15.6.2.1 フレーム同期信号(FAS)

6 バイトの OTUk-FAS 信号(図 15-7)は、OTUk オーバヘッドの 1 行目、1~6 列に定義される。OA1 は、「1111 0110」である。OA2 は、「0010 1000」である。

FAS OH Byte 1		FAS OH Byte 2		FAS OH Byte 3		FAS OH Byte 4		FAS OH Byte 5		FAS OH Byte 6																									
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
OA1		OA1		OA1		OA2		OA2		OA2																									

T1542510-00  
(114739)

図 15-7/G.709

フレーム同期信号オーバーヘッド構造

15.6.2.2 マルチフレーム同期信号(MFAS)

OTUk、ODUk オーバヘッド信号のいくつかは、多重された OTUk/ODUk フレームにまたがる。例として、TTI と PSI オーバヘッド信号がある。これらと他のマルチフレーム構造のオーバーヘッド信号は、OTUk/ODUk フレーム同期に加えて、マルチフレーム同期処理を行う。

マルチフレーム同期信号(MFAS) 1 バイトは、OTUk/ODUk オーバヘッドの 1 行 7 列に定義される。(図 15-8) MFAS バイトの値は、各 OTUk/ODUk フレーム毎にインクリメントされ、256 フレームマルチフレームとして供給する。

個々の OTUk/ODUk オーバヘッド信号は、それらの 2 フレーム、4 フレーム、8 フレーム、16 フレーム、32 フレームなどのマルチフレームを、主要なフレームへロックさせる目的で、この中心のマルチフレームを使う。

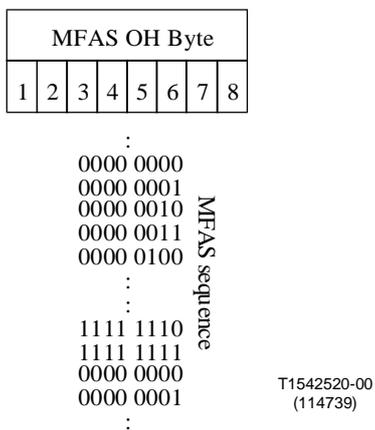


図 15-8/G.709  
マルチフレーム同期信号オーバーヘッド

15.7 OTUk オーバヘッド説明

15.7.1 OTUk オーバヘッド位置

OTUk オーバヘッドの位置は、図 15-9、図 15-10 に示される。

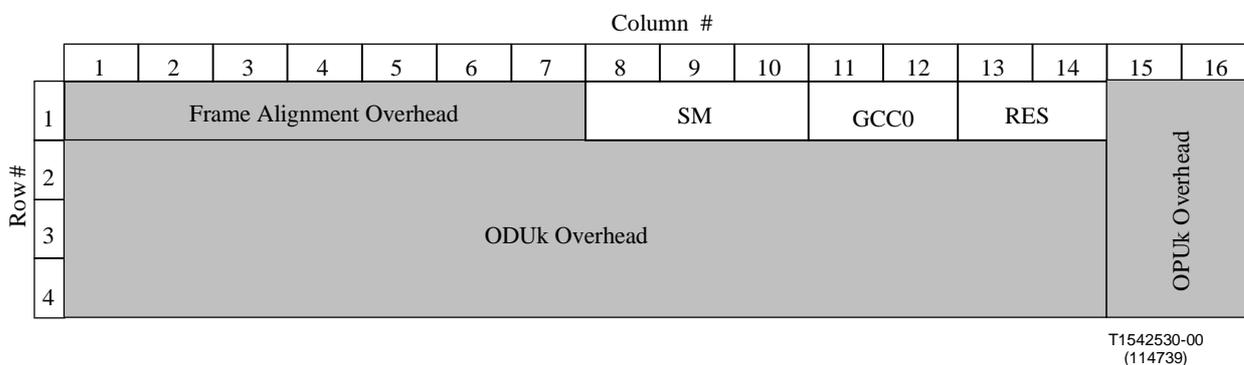


図 15-9/G.709  
OTUk オーバヘッド

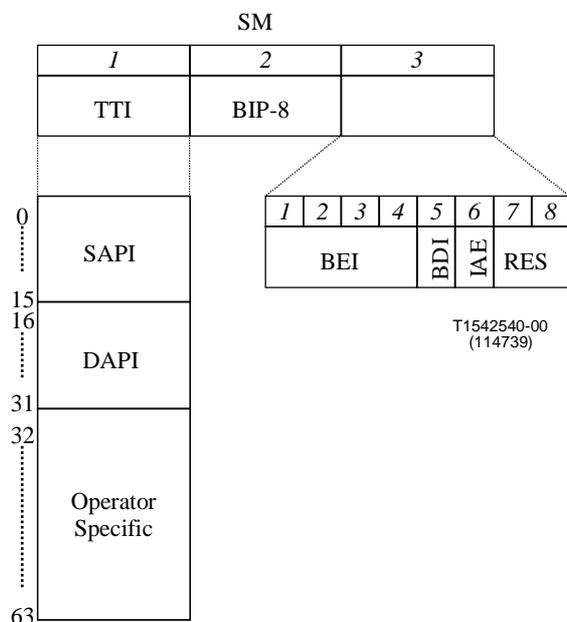


図 15-10/G.709  
OTUk セクションモニタオーバーヘッド

## 15.7.2 OTUk オーバヘッドの定義

### 15.7.2.1 OTUk セクションモニタ (SM) オーバヘッド

OTUk セクションモニタ(SM) オーバヘッドの1つのフィールドは、1行目8～10列に定義され、セクションモニタをサポートする。

SM フィールドは、次のサブ フィールド(図 15-10)を含む:

- トレイルトレース識別子(TTI) ;
- ビットインターリーブドパリティ(BIP-8) ;
- 逆方向欠陥表示(BDI) ;
- 逆方向誤り表示(BEI) ;
- 入側同期誤り(IAE) ;
- 国際標準用に予約されたビット(RES)

#### 15.7.2.1.1 OTUk SM トレイルトレース識別子(TTI)

セクションモニタ用に1バイトのトレイルトレース識別子(TTI)が、15.2項に規定された64バイトTTI信号を伝送するために、定義される。

64バイトTTI信号は、OTUk マルチフレーム(15.6.2.2参照)に同期化され、マルチフレームにつき4回送信される。64バイトTTI信号のバイト0は、OTUk マルチフレーム位相0000 0000(0x00)、0100 0000(0x40)、1000 0000(0x80)、及び、1100 0000(0xC0)を示す。

#### 15.7.2.1.2 OTUk SM 誤り検出コード(BIP-8)

セクションモニタ用に1バイトの誤り検出コード信号が定義される。このバイトは、ビットインターリーブドパリティ 8(BIP-8)コードを提供する。

注 . BIP-8 表記は、BIP ビットの番号を指し、誤り検出コード用途ではない。

(すなわち、カウントされた量がいくらかを示すものではない。)

OTUk BIP-8 は、OTUk フレーム  $i$  内の OPUk (15 ~ 3824 列) エリアの全ビットを演算し、OTUk フレーム  $i+2$  (図 15-11) の OTUk BIP-8 オーバヘッド位置に挿入される。

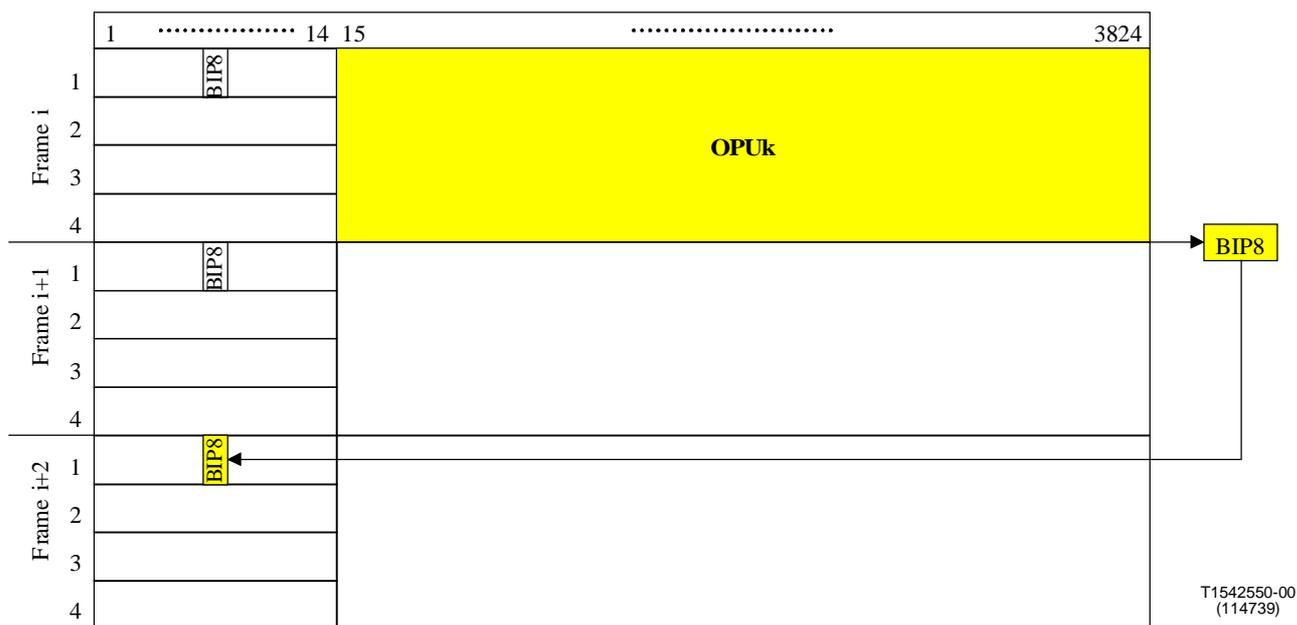


図 15-11/G.709  
OTUk SM BIP-8 演算

#### 15.7.2.1.3 OTUk SM 逆方向欠陥表示( BDI )

セクションモニタ用に 1 つのビット、逆方向欠陥表示( BDI )信号は、上流方向のセクションターミネーションシンク機能で検出された信号故障ステータスを伝達するために、定義される。

BDI は、OTUk の逆方向欠陥表示を示す時 “ 1 ” にセットされ、それは以外の時は、 “ 0 ”。

#### 15.7.2.1.4 OTUk SM 逆方向誤り表示( BEI )

セクションモニタ用に、4 ビットの逆方向誤り表示( BEI )信号が定義される。これは上流方向において、関連する OTUk セクションモニタシンク機能が BIP-8 コードを使って誤りとして検出したインターリーブされたビットブロック数を伝達するために使われる。このカウントは、9 つの有効値、すなわち 0-8 誤りを持っている。これらの 4 ビットによって示される残り 7 つの表示可能な値は、いくつかの無関係な状態にのみ起因するので、誤り無しと解釈される。(表 15-1)

表 15-1/G.709  
OTUk SM BEI 解釈

OTUk SM BEI ビット 1234	BIP 違反
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 ~ 1111	0

#### 15.7.2.1.5 OTUk SM 入側同期誤りオーバーヘッド ( I A E )

入側同期誤り ( IAE ) 信号として 1 ビットが定義され、入側で同期誤りが検出された事を、S-CMEP 入力点  
が対となる S-CMEP 出力点に通知する。

IAE は、フレーム同期誤りを示すために “ 1 ” にセットされ、それ以外で “ 0 ” にセットされる。

S-CMEP 出力点はこの情報を元に、セクションの入力点で OTUk のフレーム位相変化の結果として生じる  
であろうビット誤りの計算を禁止する。

#### 15.7.2.1.6 OTUk SM 予約オーバーヘッド ( R E S )

セクションモニタ用に、2 ビットは、国際標準用に予約される。( RES ) それらは、“ 00 ” にセットされる。

#### 15.7.2.2 OTUk 汎用通信チャンネル 0 ( GCC0 )

OTUk オーバヘッドに配置される 2 byte は、OTUk 終端点間の汎用通信チャンネルに使われる。これはクリ  
アチャンネルであり、いかなるフォーマット仕様であろうが、本勧告の範囲外である。これらのバイトは、OTUk  
オーバーヘッドの 1 行 11 列及び、12 列に位置する。

#### 15.7.2.3 OTUk 予約オーバーヘッド ( R E S )

OTUk オーバヘッドの 2 バイトは、国際標準用に予約される。これらのバイトは、1 行 13 列及び、14 列  
に位置する。これらのバイトは、全て “ 0 ” にセットされる。

#### 15.7.3 OTUkV オーバヘッド

部分的に標準化された OTUkV フレームは、最低限の能力として 15.2 項で規定されたトレイルトレース識  
別子を持つ OTUk セクションモニタ ( 15.7.2.1 ) と実用上同等なセクションモニタをもつ事が要求される。こ  
のオーバーヘッドの更なる仕様は、本勧告の範囲外である。

15.8 ODUk オーバヘッドの説明

15.8.1 ODUk オーバヘッド位置

ODUk オーバヘッドの位置を、図 15-12、図 15-13、図 15-14 に示す。

		Column #															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Row#	1	Frame Alignment overhead							OTUk overhead							OPUk overhead	
	2	RES			TCM ACT	TCM6			TCM5			TCM4			FTFL		
	3	TCM3			TCM2			TCM1			PM			EXP			
	4	GCC1		GCC2		APS/PCC				RES							

図 15-12/G.709  
ODUk オーバヘッド

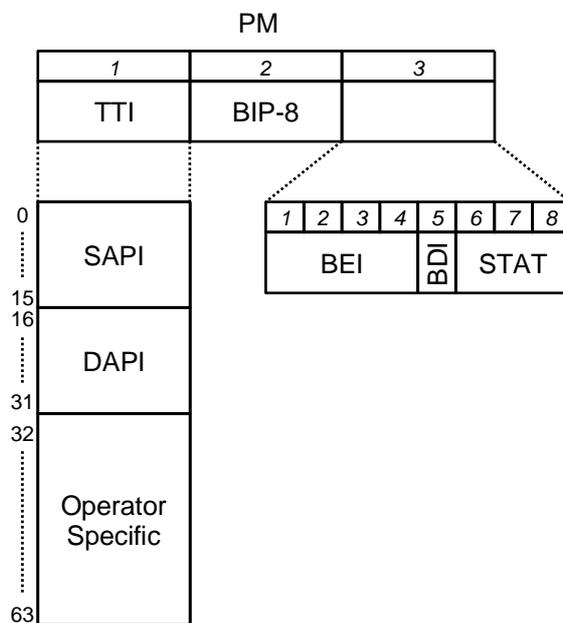


図 15-13/G.709  
ODUk パス モニタ オーバヘッド

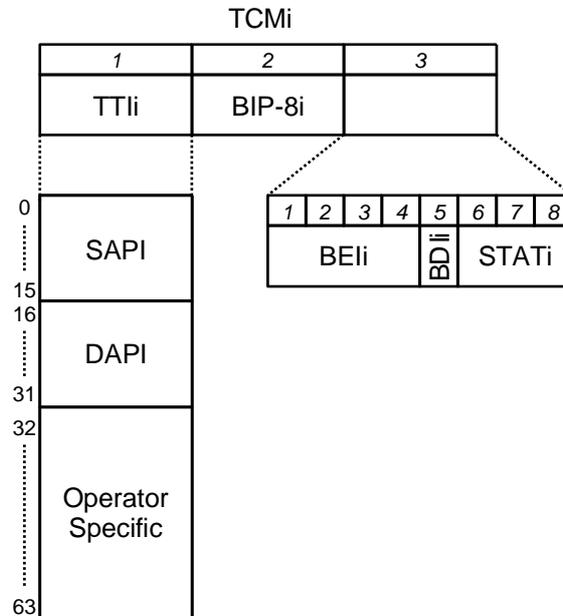


図 15-14/G.709

ODUk タンデムコネクションモニタ#i オーバヘッド

## 15.8.2 ODUk オーバヘッド定義

### 15.8.2.1 ODUk パスモニタ (PM) オーバヘッド

パスモニタ用に、ODUk パスモニタオーバヘッド (PM)が、3行10列～12列に定義される。

PM フィールドは、次のサブ フィールド(図 15-13)を含む:

- トレイルトレース識別子(TTI);
- ビットインターリーブドパリティ(BIP-8);
- 逆方向欠陥表示(BDI);
- 逆方向誤り表示(BEI);
- 保守信号の存在を示すステータスビット(STAT)。

PM フィールドの内容は、STAT サブフィールドを除いて保守信号(例、ODUk-AIS、ODUk-OCI、ODUk-LCK)が存在する間は定義されない。(パターンは all-1、0110 0110、又は 0101 0101 の繰り返し)。16.5 項参照。

#### 15.8.2.1.1 ODUk PM トレイルトレース識別子(TTI)

パスモニタ用に、15.2 項で指定された 64 バイト TTI 信号を伝送する為に、1 バイトのトレイルトレース識別子 (TTI) オーバヘッドが定義される。

64 バイト TTI 信号は、OTUk マルチフレーム( 15.6.2.2 参照)に同期化され、マルチフレームにつき 4 回送信される。64 バイト TTI 信号のバイト 0 は、OTUk マルチフレーム位相 0000 0000 (0x00)、0100 0000 (0x40)、1000 0000 (0x80)、及び、1100 0000 (0xC0)を示す。

#### 15.8.2.1.2 ODUk PM 誤り検出コード(BIP-8)

パスモニタ用に 1 バイトの誤り検出コード信号が定義される。このバイトは、ビットインターリーブドパリティ 8 (BIP-8)コードを提供する。

注 . BIP-8 表記は、BIP ビットの番号を指し、誤り検出コード用途ではない。

(すなわち、カウントされた量がいくらかを示すものではない。)

ODUk BIP-8 は、ODUk フレーム  $i$  内の OPUk (15 ~ 3824 列) エリアの全ビットを演算し、ODUk フレーム  $i+2$  (図 15-15) の ODUk BIP-8 オーバヘッド位置に挿入される。

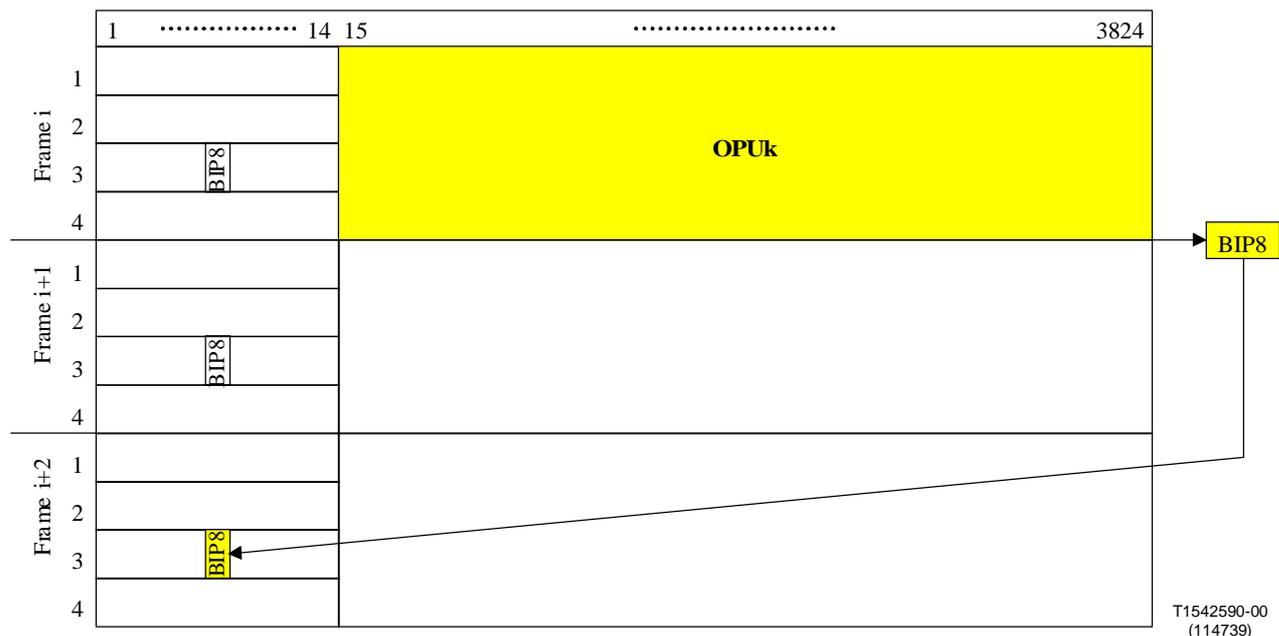


図 15-15/G.709  
ODUk PM BIP-8 演算

#### 15.8.2.1.3 ODUk PM 逆方向欠陥表示(BDI)

パスモニタ用に 1 つのビット、逆方向欠陥表示(BDI)信号は、上流方向のパスターミネーションシンク機能で検出された信号故障ステータスを伝達するために、定義される。

BDI は、ODUk の逆方向欠陥表示を示す時 “1” にセットされ、それは以外の時は、“0”。

#### 15.8.2.1.4 ODUk PM 逆方向誤り表示(BEI)

パスモニタ用に、4 ビットの逆方向誤り表示(BEI)信号が定義される。これは上流方向において、関連する ODUk パスモニタシンク機能が BIP-8 コードを使って誤りとして検出したインターリーブされたビットブロック数を伝達するために使われる。このカウントは、9 つの有効値、すなわち 0-8 誤りを持っている。これらの 4 ビットによって示される残りの 7 つの表示可能な値は、いくつかの無関係な状態にのみ起因しうるので、誤り無しと解釈される。(表 15-2)

表 15-2/G.709  
ODUk PM BEI 解釈

ODUk PM BEI ビット 1234	BIP 違反
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 ~ 1111	0

15.8.2.1.5 ODUk PM ステータス( STAT )

パスモニタのために、3 ビットはステータスビット( STAT )と定義される。それらは、保守信号(表 15-3 )の存在を示す。

P-CMEP は、これらのビットを “ 001 ” にセットする。

表 15-3/G.709  
ODUk PM ステータス解釈

PM バイト 3 ビット 678	ステータス
000	国際標準用に予約
001	正常なパス信号
010	国際標準用に予約
011	国際標準用に予約
100	国際標準用に予約
101	保守信号: ODUk-LCK
110	保守信号: ODUk-OCI
111	保守信号: ODUk-AIS

### 15.8.2.2 ODUk タンデムコネクションモニタリング (TCM) オーバヘッド

ODUk タンデムコネクションモニタリング (tcm) オーバヘッドの6個のフィールドは、ODUk オーバヘッドの2行目の5～13列と3行目の1～9列で定義される。TCMは以下のネットワークアプリケーションの1つかより多くのODUkコネクションのモニタリングをサポートする。(勧告G.805とG.872を参照)

- 光UNIとUNIタンデムコネクションモニタリング;公的なトランスポートネットワークを経由してODUkコネクションをモニタリング(公的な入口ネットワーク終端から出口ネットワーク終端へ)
  - 光NNIとNNIタンデムコネクションモニタリング;ネットワークオペレータのネットワークを経由してモニタリング(オペレータネットワークの入口ネットワーク終端から、出口ネットワーク終端へ)
  - 信号故障、信号劣化状態を決めるための、線形1+1、1:1、と1:n光チャネルサブネットワーク接続切替サブレイヤモニタリング
  - 信号故障、信号劣化状態を決めるための、光チャネルシフト切替リング(SPリング)切替、サブレイヤモニタリング
  - ネットワークの故障とエラー状態の間接続の自動回復をはじめめるための、切り替えられる光チャネルの信号故障か信号劣化を見つける目的の光チャネルタンデムコネクション
  - 光チャネルタンデムコネクションのためのモニタリング、言い換えれば、故障場所がサービスの運ばれる品質を証明
- 6個のフィールドは、TCM1、TCM2.....,TCM6と番号を付ける。

各々のTCMフィールドは以下のサブフィールドを含む。(図15-14)

- トレルトレース識別子(TTI);
- ビットインターリーブパリティ8(BIP-8);
- 逆方向欠陥表示(BDI);
- 逆方向誤り表示(BEI);
- 入側同期誤りかメンテナンス信号(STAT)TCMオーバヘッドの存在を表示する状態ビット

STATサブフィールドを除いたTCMフィールドの内容は、メンテナンス信号が存在する間、定義されないだろう。(パターンは011、01100110か01010101の繰り返し)(例:ODUk-AIS, ODUk-OCI, ODUk-LCK)16.5を参照のこと。

TCMフィールドは、15.8.2.2.6に詳述されているモニタされる接続のために割り当てられる。モニタされた接続の数は、ODUkトレイルにそって、0と6の間を変化する。モニタされた接続は、入れ子が、オーバーラップするか直列に接続できる。入れ子と直列は図15-16に示す。モニタされた接続A1-A2/B1-B2/C1-C2とA1-A2/B3-B4は入れ子である。一方B1-B2/B3-B4は直列接続である。

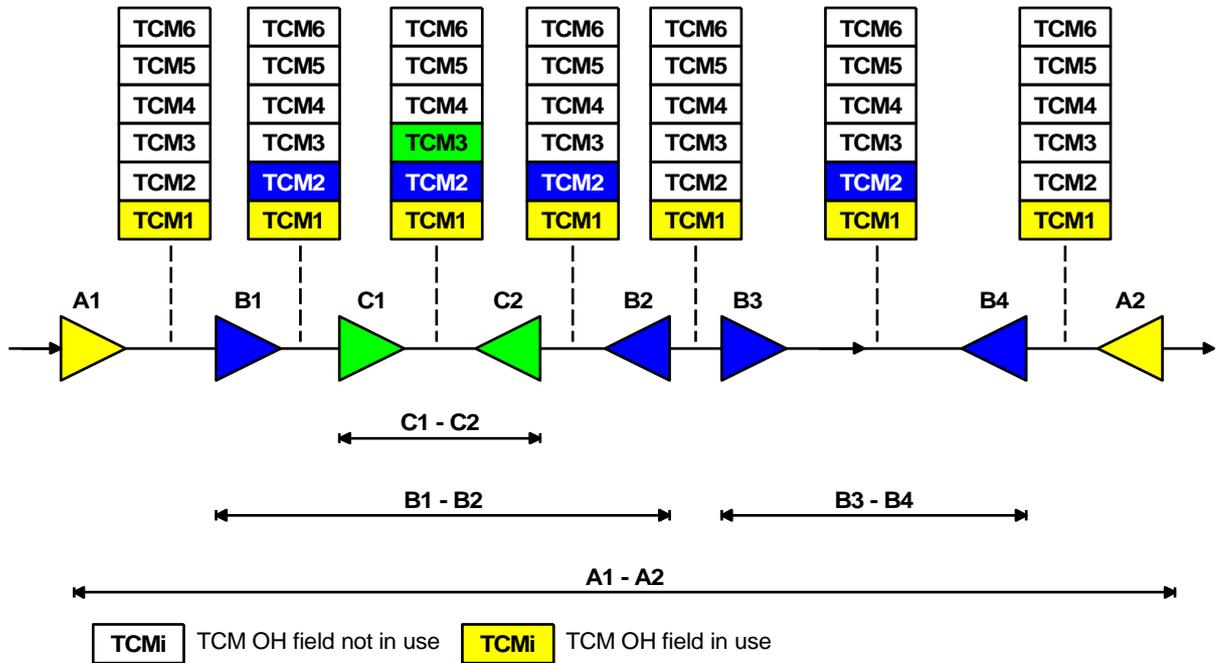


Figure 15-16/G.709

入れ子と直列にされた ODUk のモタされた接続の例

図 15-17 に示されたオーバーラップしたモタされた接続(B1-B2 and C1-C2)もモタトされる。

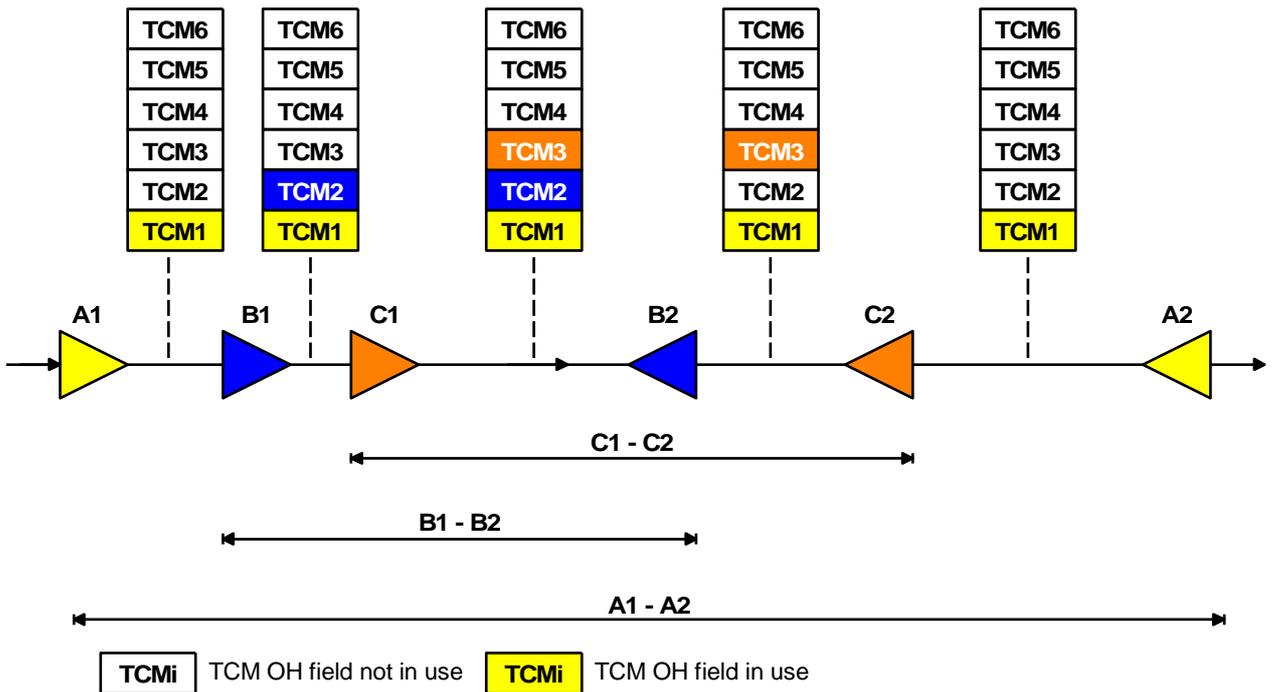


Figure 15-17/G.709

オーバーラップしている ODUk モタされた接続の例

### 15.8.2.2.1 ODUk TCM トリプル識別子 (TTI)

各々のタネムネコネクショントラックフィールドのためのオパヘット の1ビットは、15.2 章で詳述された 64 ビットトリプル識別子 (TTI) の転送のために割り当てられる。

64 ビット TTI 信号は、ODUk マルチフレームに並べられるべきである。(15.6.2.2 参照)そしてマルチフレーム1回に4回転送されるべきである。64 ビット TTI 信号のビット0はODUk マルチフレームシグニフィカント0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) and 1100 0000 (0xC0)で存在する。

### 15.8.2.2.2 ODUk TCM エラ検出コード (BIP-8)

各々のタネムネコネクショントラックフィールドのためのエラー検出コード 1ビットは、定義される。このビットは、ビットインターリーブパリティ8 (BIP-8) コードで与えられる。

注 - BIP-8 表記は、BIPビットの数を参照している。そしてEDC 使用法ではない。(言い換えれば、カットされたのがいくつかということを行っている。

各々の ODUk BIP-8 は、ODUk フレーム I の OPUk (15 ~ 3824 列) エリアのビットを計算する。そして ODUkTCMBIP-8 オパヘット 部分に挿入される (タネムネコネクショントラックレベルを連合させる) ODUk フレーム I + 2 (図 15-18)

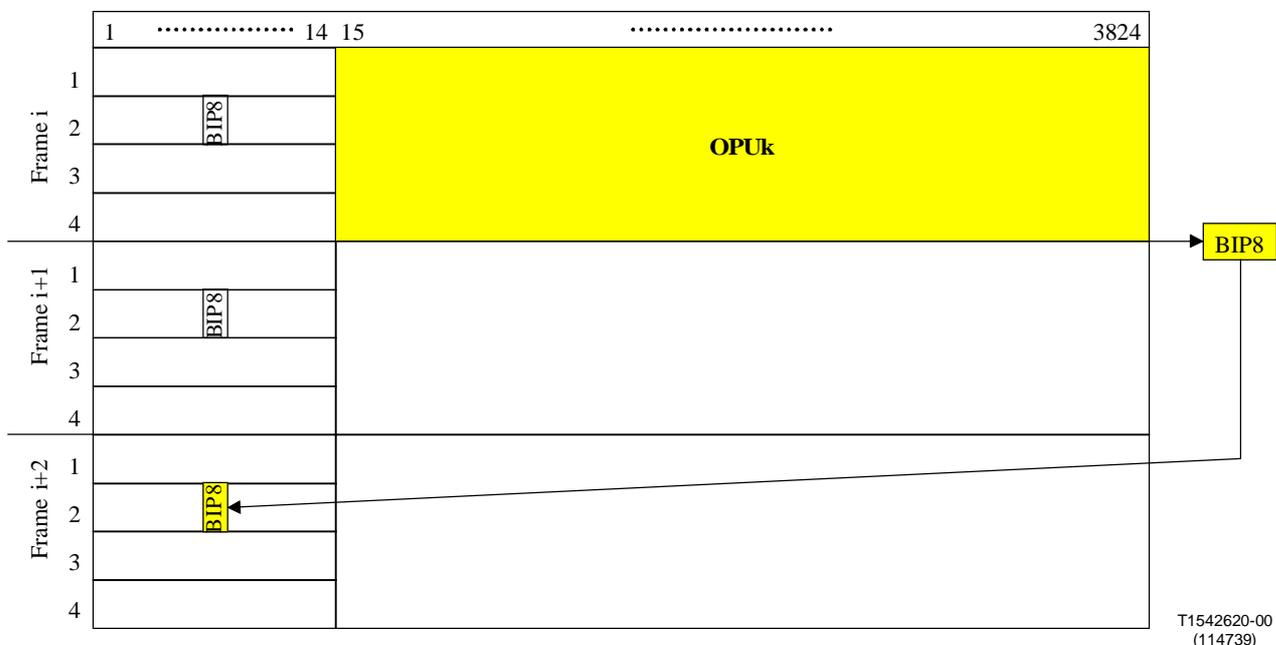


Figure 15-18/G.709  
ODUk TCM BIP-8 計算

### 15.8.2.2.3 ODUk TCM 逆方向欠陥表示(BDI)

各々のタネムネコネクショントラックフィールドのための逆方向欠陥表示 (BDI) 信号のビットは、アップストリーム方向のタネムネコネクショントラック機能の発見された信号故障状態を運ぶために定義される。

BDI は、ODUk 逆方向欠陥表示を表示のために 1 に設定される。そうでない場合は、0 である。

### 15.8.2.2.4 ODUk TCM 逆方向誤り表示 (BEI)

各々のタネムネコネクショントラックフィールドのための4ビットの逆方向誤り表示 (BEI) 信号は、相当する ODUk タネムネコネクショントラックシグナルによってエラーを発見された BIP-8 コードを使った、アップストリーム方向のインターリーブビットロックのカットを運ぶために定義される。このカットは、9 個正当な値を持つ。すなわち 0 から 8 エラである。この4個のビット

トにより表現され、残っている7個の可能な値は、いくつかの関係の無い状態からのみ結果として残る。そして、ビットとして説明されるだろう。(表 15-4)

Table 15-4/G.709  
ODUk TCM BEI 説明

ODUk TCM BEI bits 1234	BIP violations
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 to 1111	0

#### 15.8.2.2.5 ODUk TCM 状態 (STAT)

各々のタプル接続モニタリングフィールドの3ビットは、状態ビット (STAT) として定義される。それらは、もし、ソース TC-CMEP での入側同期誤りか、ソースなしで TC-CMEP 有効ならば、モニタリング信号の存在を表示する。(表 15-5)

1つの P-CMEP はこれらのビットを"000"にセットする。

一つの TC-CMEP 入力点は入力信号 IAE (IAE) なしを TC-CMEP の出口で表示するための"001"か IAE ありを表示する"010"のどちらかをセットする。

TC-CMEP 出力点は、タプル接続の入力点で ODUk のフレーム位相変化の結果として起こるかもしれないビットエラーの検出を抑制するためにこの情報を使ってよい。

Table 15-5/G.709  
ODUk TCM Status 説明

TCM byte 3, bits 678	Status
000	no source TC
001	in use without IAE
010	in use with IAE
011	reserved for future international standardisation
100	reserved for future international standardisation
101	maintenance signal: ODUk-LCK
110	maintenance signal: ODUk-OCI
111	maintenance signal: ODUk-AIS

#### 15.8.2.2.6 TCM オバヘッドフィールド 割付

互いの TC-CMEP は、6 個の TCM<sub>j</sub> の 1 つから TCM オバヘッドへ挿入 / 分離する。特定の TCM<sub>j</sub> オバヘッドフィールドは、ネットワークオペレータ、ネットワークマネジメントシステムか、切替制御プレーンにより供給される。

ドメインタフェースで、それは、ドメインを経由するだろうタゲムコネクションレベルの最大番号 ( 0 ~ 6 ) を準備することが可能である。デフォルトは 3 である。これらのタゲムコネクションは、低い TCM<sub>i</sub> オバヘッドフィールドを使うべきである。( TCM<sub>1</sub>..TCM<sub>MAX</sub> ) 最大 ( TCM<sub>max+1</sub> とそれ以上 ) 以上の TCM フィールドのオバヘッドは、ドメインに上書きされるべきである。

例 - ODUk 専用線のケースのためユーザは、TCM の 1 つのレベルを割り当てられるかも知れない。サービスプロバイダは TCM の 1 つのレベルを割り付けられ、そして、各々のネットワークオペレータ ( サービスプロバイダと契約している ) は、TCM の 4 レベルを割り付けられる。他のネットワークオペレータとの ODUk 接続の部分をネットワークオペレータのサブコントラクトするケースのために、これらの 4 つのレベルは分けられる。言い換えれば、2 レベルをサブコントラクトオペレータのために。

これは、以下の TCMOH 割り当ての結果であろう。

- ユーザ : 2 つのユーザサブネットワークとサブネットワーク自身の範囲内の TCM<sub>1</sub>..TCM<sub>6</sub> の TCM<sub>1</sub> オバヘッドフィールド
- サービスプロバイダ ( SP ) : 2 つの UNI 間の TCM<sub>2</sub> オバヘッドフィールド
- ネットワークオペレータ NO1, NO2, NO3 サービスプロバイダと契約をしている。: TCM<sub>3</sub>, TCM<sub>4</sub>, TCM<sub>5</sub>, TCM<sub>6</sub>; 注、NO2 ( サブコントラクトしている ) は、NO4 のドメインを経由して接続している TCM<sub>5</sub>, TCM<sub>6</sub> を使用することはできない。
- NO4 ( NO2 をサブコントラクトしている ) : TCM<sub>5</sub>, TCM<sub>6</sub>.

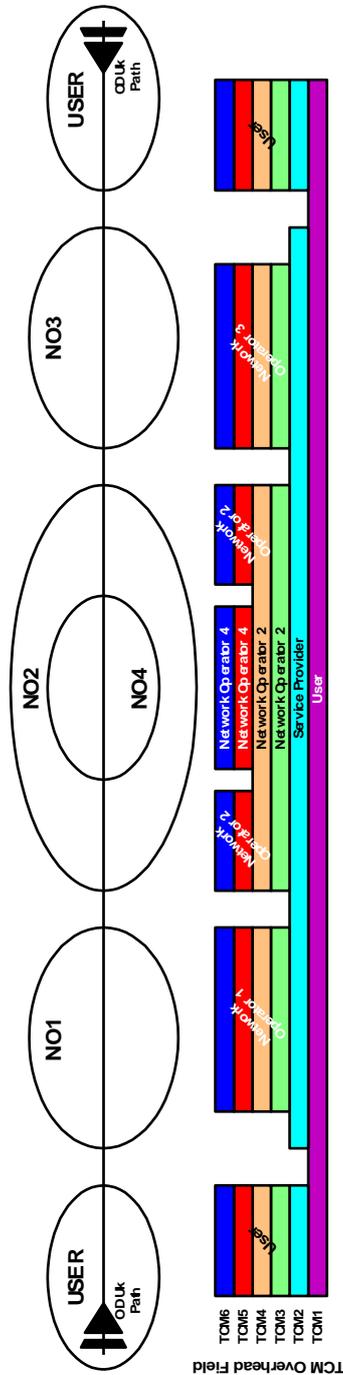


Figure 15-19/G.709  
TCM オバ'ヘッド'フィールド' 割付'の例

15.8.2.2.7 ODUk タンテ'ムコネクション'エンタリ'ング' アクテイ'ブ'イソ'ン'テ'ィ'アクテイ'ブ'イソ'ン'同調'プロ'トコ'ル

TCM アクテイ'ブ'イソ'ン'テ'ィ'アクテイ'ブ'イソ'ン'フィールド'の1パ'イ'トは、2行、4列目にある。その定義は今後の検討課題とする。

15.8.2.3 ODUk 汎用通信チャネル (GCC1, GCC2)

2 バイトの 2 フィールドは、2 つの ODUk フレーム構造にアクセスする 2 つのネットワーク要素の間の 2 つの汎用通信チャネルをサポートするために ODUk オペレーティング内に配置される。(言い換えれば、3-R 中継点で) これらは、クリアチャネルである。そして、どのフォーマット仕様もこの勧告の範囲外である。GCC1 のためのバイトは、4 行、1 と 2 列目に配置される。そして、GCC2 のためのバイトは、ODUk オペレーティングの 4 行、3 と 4 列に配置される。

15.8.2.4 ODUk 自動切替と切替通信チャネル(APS/PCC)

4 バイトの ODUk-APS/PCC 信号は、ODUk オペレーティングの 4 行、5 から 8 列目に定義されている。入れ子にされた 1 かそれ以上のレベルの APS/PCC 信号は、このフィールドに定義されるかも知れない。これは今後の検討課題とする。

15.8.2.5 ODUk 故障タイプと故障箇所レポート通信チャネル (FIFL)

1 バイトは、256 バイトの故障タイプと故障場所 (FIFL) メッセージを転送するために ODUk オペレーティングに割り当てられている。そのバイトは、ODUk オペレーティングの行 2、列 14 に割り当てられている。

256 バイト FTFL メッセージは、ODUk マルチフレームに配列されるべきである。(言い換えれば、256 バイト FTFL メッセージのバイト 0 は、ODUk マルチフレームセッションの 00000000 で示すべきである。256 バイト FTFL メッセージのバイト 1 は、ODUk マルチフレームセッションの 00000001 で示すべきである。256 バイト FTFL メッセージのバイト 2 は、ODUk マルチフレームセッションの 00000010 で示すべきである。等)

256 バイト FTFL メッセージは、図 15-29 に示される 2 つの 128 バイトフィールドの中にある。: 順方向と逆方向フィールド。順方向フィールドは FTFL メッセージのバイト 0 から 127 が配置される。逆方向フィールドは、FTFL フィールドのバイト 128 から 255 が配置される。

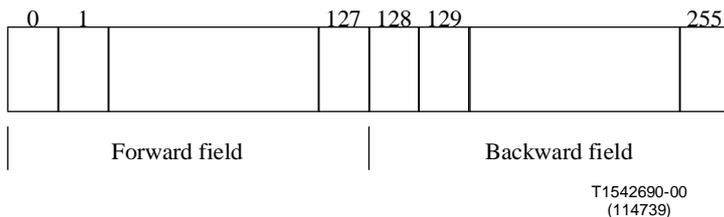


Figure 15-20/G.709  
FTFL メッセージ構造

順方向と逆方向フィールドは、図 15-21 に示される 3 つのサブフィールドにさらに分けられる。: 順方向/逆方向故障タイプ表示フィールド、順方向/逆方向パレータ識別子フィールド、そして順方向/逆方向パレータ特定フィールド

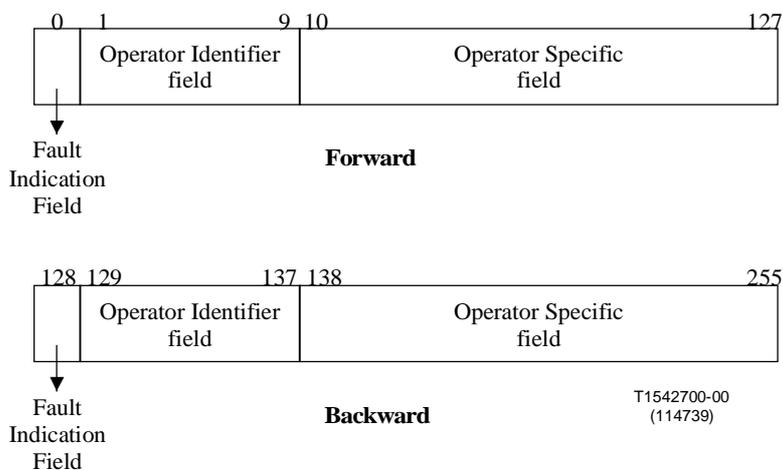


Figure 15-21/G.709

順方向/逆方向フィールド構造

15.8.2.5.1 順方向/逆方向故障タイプ表示フィールド

故障タイプ表示フィールドは、故障状態を与える。FTFL メッセージのビット0は、順方向故障タイプ表示フィールドのために配置される。FTFL メッセージのビット128は、逆方向故障タイプ表示フィールドのために配置される。故障タイプ表示フィールドは、表 15-6 に示されるコード化される。コード 0000 0000 は故障無しを表示するべきである。コード 0000 0001 は、信号故障を表示するべきである。コード 00000010 は信号劣化を表示するべきである。残りのコードは、今後の国際標準のために予約されている。

Table 15-6/G.709

## 故障表示コード

Fault Indication Code	Definition
0000 0000	No Fault
0000 0001	Signal Fail
0000 0010	Signal Degrade
0000 0011 . . . 1111 1111	Reserved for Future International Standardisation

## 15.8.2.5.2 順方向/逆方向パレータ識別子フィールド

パレータ識別子フィールドは、9ビットである。ビット1から9は、順方向パレータ識別子フィールドのために配置される。ビット129から137は、逆方向パレータ識別子フィールドのために配置される。パレータ識別子は、2つのサブフレームの中にある。：図 15-22 に示されるインターナショナルゲントフィールドと、ナショナルゲントフィールド。

インターナショナルゲントフィールドは、ISO3166 の地理的/政治的国コード (G/PCC) の3つのキャラクタにより与えられる。9ビットパレータ識別子フィールドの最初の3ビット (言い換えれば、順方向パレータ識別子フィールドのビット1から9と逆方向パレータ識別子フィールドのビット129から131) は、インターナショナルゲントフィールドのために予約されている。国コードは、大文字のアルファベットの3つのキャラクタである。ISO3166 の国コードをへ-スにするべきである。(たとえば、USA、FRA)

ナショナルゲントフィールドは、ITU キャリアコード (ICC) の1～6キャラクタで与えられる。ICC は、ITU-T 勧告 M.1400 での会合で ITU-T 通信サービス局で維持管理される。ナショナルゲントフィールドは6ビットである。そして、6キャラクタフィールドを完成させるために空キャラクタと一緒に ITU キャリアコード (ICC) で与えられる。

Byte Allocation in Backward Field	129	130	131	132	133	134	135	136	137
Byte allocation in Forward Field	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Country Code</b>				<b>National Segment Code</b>					
G/PCC			ICC	NUL Padding					
G/PCC			ICC		NUL Padding				
G/PCC			ICC			NUL Padding			
G/PCC			ICC				NUL Padding		
G/PCC			ICC					NUL Padding	
G/PCC			ICC						NUL Padding
G/PCC			ICC						NUL

T1542710-00  
(114739)

Figure 15-22/G.709

オペレータ識別子フィールド構造

15.8.2.6.3 順方向/逆方向オペレータ特定フィールド

バイト10から127は、図15-12に示される、順方向オペレータ特定フィールドのために配置される。バイト138から255は、逆方向オペレータ特定フィールドのために配置される。オペレータ特定フィールドは、標準化されていない。

15.8.2.6 ODUk 実験用オーバーヘッド (EXP)

2バイトが実験用に使うためにODUkオーバーヘッド内に配置されている。これらのバイトは、ODUkオーバーヘッドの3行13, 14列に配置されている。

これらのバイトの使用は、標準化されていない。そして、この勧告の範囲外である。

実験用オーバーヘッドは、ODUkオーバーヘッドに追加の要求をするアプリケーションをサポートするためにそれら自身の(サブ)ネットワークの範囲内で、ネットワークオペレータおよびベンダーのいずれかが考慮に入れるためにODUkOH内で与えられる。(サブ)ネットワークを越えて、EXPオーバーヘッドを順方向へ転送するための要求事項はない。言い換えれば、EXPオーバーヘッドのオペレーションは、ベンダーの装置がネットワークのオペレータにより(サブ)ネットワークのための限界とされる。

15.8.2.7 ODUk 予約オーバーヘッド (RES)

9バイトは、今後の国際標準のためのODUkオーバーヘッドに予約されている。これらのバイトは、ODUkオーバーヘッドの2行、1~3列と、4行、9から14列に配置されている。これらのバイトは、すべてゼロにセットされる。

## 15.9 OPUk オーバヘッドの説明

### 15.9.1 OPUk オーバヘッドの位置

OPUk オーバヘッドは、ペイロードタイプを含むペイロード構造識別子や OPUk ペイロードの中のクライアント信号の位置を関連付けるオーバヘッド(たとえば、スタッフ制御やスタッフビット)から構成される。OPUk PSI や PT オーバヘッドの位置を図 15-23 に示す。

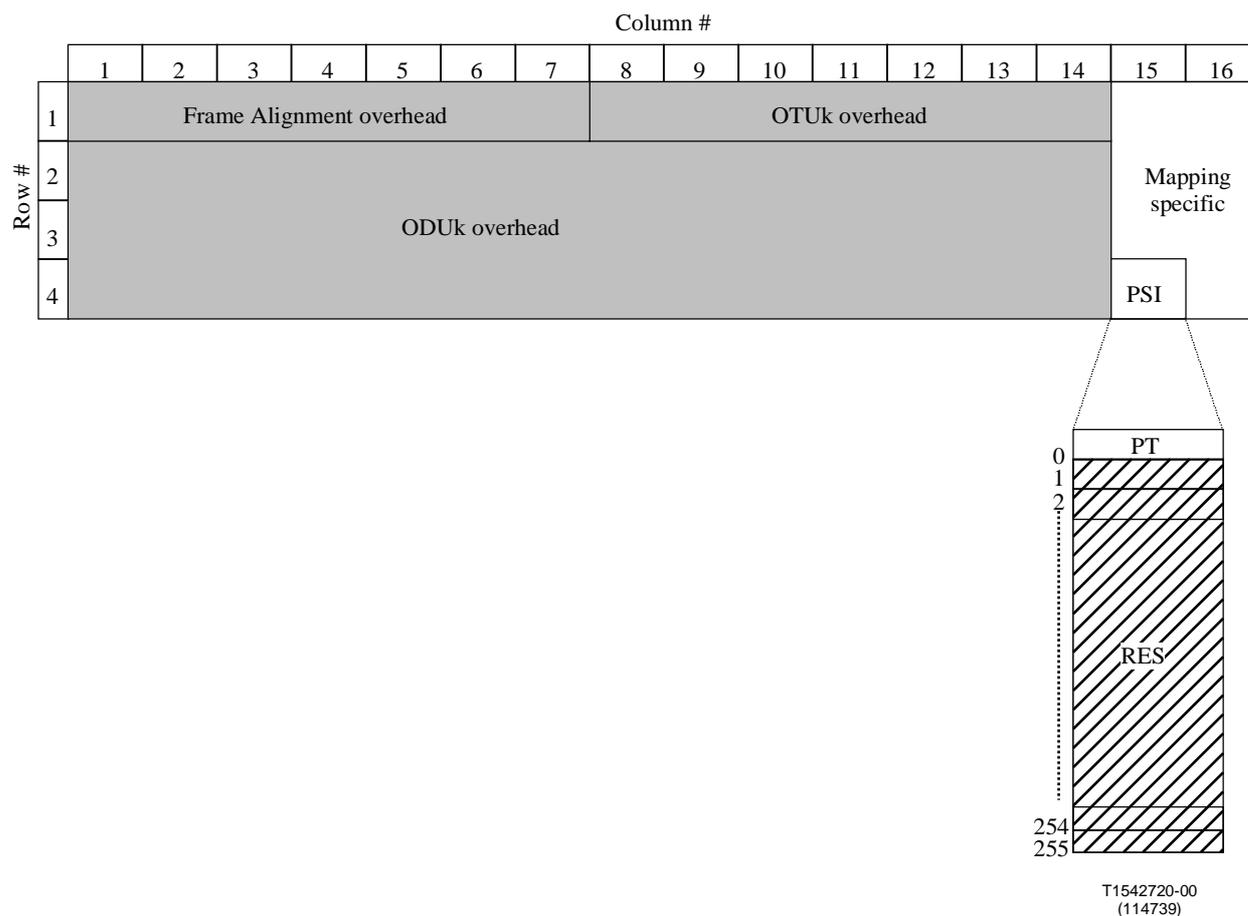


図 15-23/G.709  
OPUk オーバヘッド

### 15.9.2 OPUk オーバヘッドの定義

#### 15.9.2.1 OPUk ペイロード構造識別子(PSI)

1 バイトが OPUk ペイロードの中から割り当てられる  
256 バイトのペイロード構造識別子(PSI)信号が転送される。  
このバイトは、OPUk オーバヘッドの 4 行、15 列に配置される。

256 バイト PSI 信号は、ODUk マルチフレームの整列を行う。  
(すなわち、PSI[0]は ODU k マルチフレーム位置 0000 0000 を表す、PSI[1]は ODU k マルチフレーム位置 0000 0001 を表す、PSI[2]は ODU k マルチフレーム位置 0000 0010 を表す、・・・)

PSI[0]は、ペイロードタイプの1バイトを含む。

PSI[1]から PSI[255]は、PT 0x01(実験用の配置)や PTs 80-0x8F(占有の使用)を除いて、将来の国際標準のために取っておく。

#### 15.9.2.1.1 OPUk ペイロードタイプ(PT)

1 バイトのペイロードタイプ信号は、OPUk 信号の構成を示すペイロード構造識別子の PSI[0]バイトで定義される。

このコードは、表 15-7 で定義される。

表 15-7/G.709  
ペイロードタイプコード

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Hex code (NOTE 1)	Interpretation
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Experimental mapping (NOTE 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	asynchronous CBR mapping, see 17.1
0 0 0 0	0 0 1 1	03	bit synchronous CBR mapping, see 17.1
0 0 0 0	0 1 0 0	04	ATM mapping, see 17.2
0 0 0 0	0 1 0 1	05	GFP mapping, see 17.3
0 0 0 1	0 0 0 0	10	bit stream with octet timing mapping, see 17.5.1
0 0 0 1	0 0 0 1	11	bit stream without octet timing mapping, see 17.5.2
		12 - 54	reserved for future international standardisation
0 1 0 1	0 1 0 1	55	Not available (NOTE 2)
		56 - 65	reserved for future international standardisation
0 1 1 0	0 1 1 0	66	Not available (NOTE 2)
		67 - 7F	reserved for future international standardisation
1 0 0 0	x x x x	80 - 8F	reserved codes for proprietary use (NOTE 4)
		90 - FC	reserved for future international standardisation
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	NULL test signal mapping, see 17.4.1
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	PRBS test signal mapping, see 17.4.2
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	Not available (NOTE 2)

NOTE1- 将来の国際標準のために残しておく 228 の予備コードがある。

NOTE2- これらの値は、有効コードの設定から除外する。これらのビットパターンは、ODUk 保守信号の中に現れる。

NOTE3-値"01"は、上記表の中で定義されない場合にのみ使用される。

このコードは、OTN ネットワークに障害を与えない開発（実験用の）活動に使用される。

特定のペイロードタイプを割り当てた後では、以前との互換性はない。新たなコードを割り当てたときには、このコードを使用する装置は、新たなコードを使用するために変更すべきである。

NOTE4- これらの 16 コード値は、標準化の題目でない。

#### 15.9.2.1.2 OPUk ペイロード構造識別子の予約オーバーヘッド (RES)

255 バイトは、PT コード 0x01,0x80-0x8F の場合を除いて、将来の国際標準のために OPUk PSI の中に予約される。

これらのバイトは、OPUk オーバヘッドの PSI[1]から PSI[255]の中に配置される。

これらのバイトは、全てゼロに設定される。

#### 15.9.2.2 OPUk 具体的なオーバーヘッド配置

7 バイトが具体的なオーバーヘッド配置のために、OPUk オーバヘッドの中に予約されている。

これらのバイトは、1 行から 3 行の 15 列、16 列と 16 行 4 列に配置される。

これらのバイトの使用は、具体的なクライアント信号配置による。(17 章で定義)

### 16. 保守信号

警報表示信号(AIS)は、上流で欠陥を検出したことを表示するために、下流へ送る信号である。

AIS 信号は、アダプテーションシンク機能で生成される。AIS 信号は、上流での原信号の転送中断の結果として検出される、欠陥や故障を抑圧するために、トレイル終端シンク機能で検出される。

順方向欠陥表示 (FDI)は、上流で欠陥を検出したことを表示するために、下流へ送る信号である。

FDI 信号は、アダプテーションシンク機能で生成される。FDI 信号は、上流での原信号の転送中断の結果として検出される、欠陥や故障を抑圧するために、トレイル終端シンク機能で検出される。

NOTE - AIS と FDI は、似た信号である。AIS は、デジタル領域における信号を終端する時に使用される。

FDI は、光領域における信号を終端する時に使用される。FDI は、OTM オーバヘッド信号(OOS)のなかのノンアソシエイティッドオーバーヘッドにより転送される。

オープンコネクション表示(OCI)は、上流信号がトレイル終端ソースと接続されていないことを表示するために下流へ送る信号である。OCI 信号は、コネクション機能で生成される。

入力接続ポイントと接続されていないそれぞれの出力接続ポイントのコネクション機能より出力される。OCI 信号は、トレイル終端シンク機能で検出される。

ロック(LCK)は、上流で接続が "ロック" され、信号が流れないことを示すため、に下流へ送る信号である。

ペイロードミッシング表示(PMI)は、上流での信号のソースポイントにおいて、トリビュタリスロットのない光信号かまたは、光信号にペイロードがないことを表示するために下流へ送る信号である。

この表示は、光のトリビュタリ信号の転送を中断させる。

PMI 信号は、アダプテーションソース機能で生成される。

この状態の下で LOS が発生することを抑圧するために、トレイル終端シンク機能で検出される。

#### 16.1 OTS 保守信号

##### 16.1.1 OTS ペイロードミッシング表示(OTS-PMI)

OTS-PMI は、OTS ペイロードが光信号を含まないことの表示により生成される。

#### 16.2 OMS 保守信号

3 つの OMS 保守信号が定義される : OMS-FDI-P, OMS-FDI-O と OMS-PMI

#### 16.2.1 OMS 順方向欠陥表示-ペイロード(OMS-FDI-P)

OMS-FDI-P は、OTS ネットワークレイヤにおける OMS サーバレイヤの故障の表示により生成される。

#### 16.2.2 OMS 順方向欠陥表示-オーバーヘッド(OMS-FDI-O)

OMS-FDI-O は、OOS の信号故障状態による OOS の中断を OMS OH を通して転送するときの表示により生成される。

#### 16.2.3 OMS ペイロードミッシング表示(OMS-PMI)

OMS-PMI は、OCCs のいずれも光信号を含まない時の表示により生成される。

### 16.3 OCh 保守信号

3 つの OCh 保守信号が定義される：OCh-FDI-P、OCh-FDI-O と OCh-OCI

#### 16.3.1 OCh 順方向欠陥表示-ペイロード(OCh-FDI-P)

OCh-FDI-P は、OMS ネットワークレイヤにおける OCh サーバレイヤの故障の表示により生成される。  
OTUk を終端する時、OCh-FDI は、ODUk-AIS 信号を継続させる。

#### 16.3.2 OCh 順方向欠陥表示-オーバーヘッド(OCh-FDI-O)

OCh-FDI-O は、OOS の信号故障状態による OOS の中断を OCh OH を通して転送するときの表示により生成される。

#### 16.3.3 OCh オープンコネクション表示(OCh-OCI)

OCh-OCI 信号は、終端ソース機能と OCh 接続が結び付けられないか、(マトリックス接続を通して)未接続であることを下流への転送プロセス機能で表示する

この表示は、光チャンネルの誤りまたは、オープンコネクション(保守コマンドによる結果)を下流で識別するために使用される。

NOTE OCI は、次の下流 OTUk トレイル終端装置で検出される。接続が意図的なオープンなら、トレイル終端からの関係する警報報告は、警報報告制御モードを使用して無効にすべきである。(参照 M.3100 修正 3)

### 16.4 OTUk 保守信号

#### 16.4.1 OTUk 警報表示信号(OTUk-AIS)

OTUk-AIS(図 16-1)は、一般的な AIS 信号(16.6.1)である。OTUk 容量(130560bit)

PN-11 シーケンス長(2047bit)の整数倍ではない。

PN-11 シーケンスは、OTUk フレーム境界を交差してもよい。

NOTE OTUk-AIS は、将来のサーバレイヤアプリケーションを支えるために定義される。

OTN 装置は、そのような信号生成を要求するはしないが、そのような信号の存在を検出可能にすべきである。

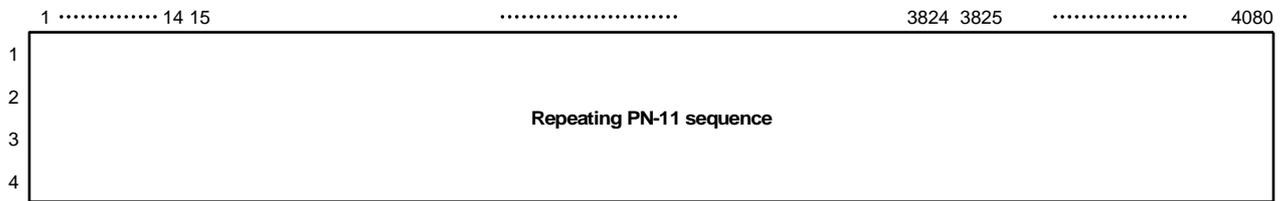


図 16-1/G.709  
OTUk-AIS

16.5 ODUk 保守信号

3つのODUk保守信号が定義される：ODUk-AIS, ODUk-OCI と ODUk-LCK

16.5.1 ODUk 警報表示信号(ODUk-AIS)

ODUk-AIS は、フレーム整合オーバーヘッド(FA OH), OTUk オーバヘッド(OTUk OH)と ODUk FTFL を除く、全部の ODUk 信号が all"1"で表示する。(図 16-2)

加えて、ODUk-AIS 信号は、OTM インタフェースを提供する以前の ODUk タンデムコネクション、GCC1, GCC2, EXP およびまたは APS/PCC オーバヘッドの1つかそれ以上のレベルに拡張してもよい。これは、ODUk-AIS 挿入点と OTM インタフェースとの間の機能による。

ODUk-AIS の存在は、PM や TCMi オーバヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを監視することで検出される。

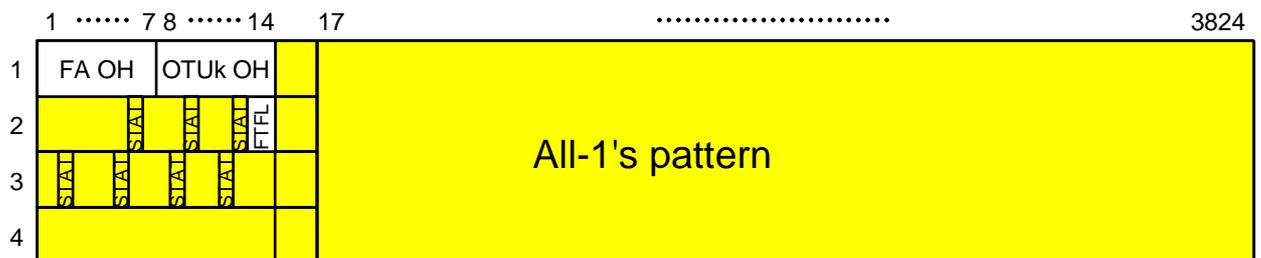


図 16-2/G.709  
ODUk-AIS

### 16.5.2 ODUk オープン接続表示(ODUk-OCI)

ODUk-OCI は、フレーム整合オーバーヘッド(FA OH),OTUk オーバヘッド(OTUk OH)と ODUk FTFL を除く、ODUk 信号全部を"0110 0110"パタンの繰り返しで表示する。(図 16-3)

NOTE "0110 0110"パタンの繰り返しは、デフォルトパタンである。他のパタンも、PM や TCMi オーバヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを"110"に設定する限り許可する

加えて、ODUk-OCI 信号は、OTM インタフェースを提供する以前の ODUk タンデムコネクション、GCC1,GCC2,EXP およびまたは APS/PCC オーバヘッドの 1 つかそれ以上のレベルに拡張してもよい。これは、ODUk-OCI 挿入点と OTM インタフェースとの間の機能による。

ODUk-OCI の存在は、PM や TCMi オーバヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを監視することで検出される

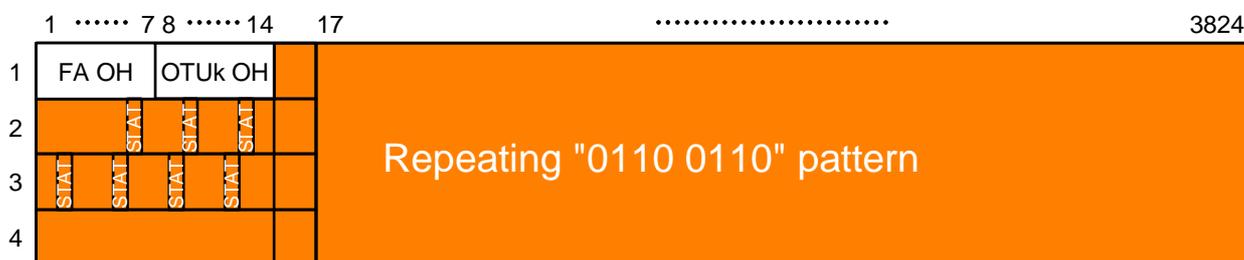


図 16-3/G.709  
ODUk-OCI

### 16.5.3 ODUk ロック(ODUk LCK)

ODUk-LCK は、フレーム整合オーバーヘッド(FA OH),OTUk オーバヘッド(OTUk OH)と ODUk FTFL を除く、ODUk 信号全部を"0101 0101"パタンの繰り返しで表示する。(図 16-4)

NOTE "0101 0101"パタンの繰り返しは、デフォルトパタンである。他のパタンも、PM や TCMi オーバヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを"101"に設定する限り許可する

加えて、ODUk-LCK 信号は、OTM インタフェースを提供する以前の ODUk タンデムコネクション、GCC1,GCC2,EXP およびまたは APS/PCC オーバヘッドの 1 つかそれ以上のレベルに拡張してもよい。これは、ODUk-LCK 挿入点と OTM インタフェースとの間の機能による。

ODUk-LCK の存在は、PM や TCMi オーバヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを監視することで検出される

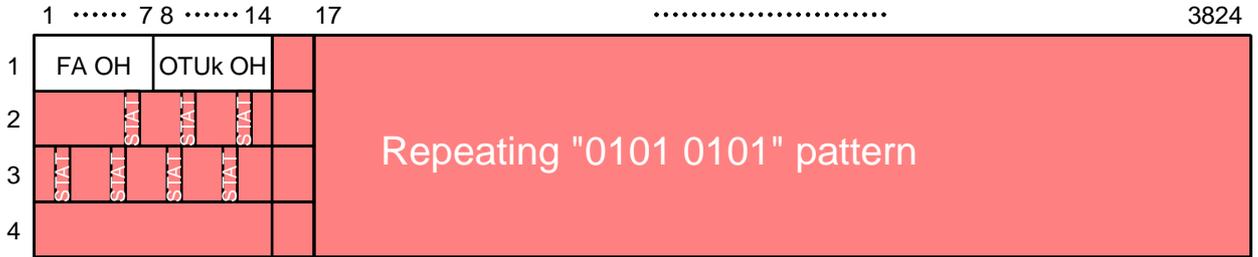


図 16-4/G.709  
ODUk-LCK

## 16.6 クライアント保守信号

### 16.6.1 一定ビットレート信号のための一般的な AIS

一般的な AIS 信号は、2047 ビットの多項式 11 の繰り返しシーケンスによる信号で表される。

PN-11 シーケンスは、5.2/O.150 で明記されている多項式  $1 + x^9 + x^{11}$  の生成で定義される。

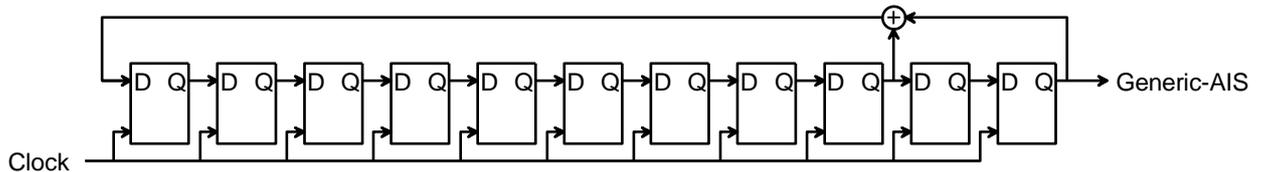


図 16-5/G.709  
一般的な AIS 生成回路

## 17. クライアント信号のマッピング

### 17.1 OPUkへの、CBR 2 G 5、CBR 1 0 G、CBR 4 0 G信号（例えばSTM - 1 6 / 6 4 / 2 5 6）のマッピング

CBR 2 G 5、CBR 1 0 Gあるいは、CBR 4 0 Gの信号（ビットレート許容範囲は $\pm 20$  ppmまで）のOPUk（ $k = 1, 2, 3$ ）へのマッピングは、1個の一般的なOPUkのフレーム構造（図17-1）に基づく2個の異なるモード（非同期とビット同期）により実行される。

注1 - そのような信号の例はSTM - 1 6、STM - 6 4およびSTM - 2 5 6である。

注2 - このマッピングの計画によって対応できるOPUkとクライアント信号クロック間のビットレート最大許容範囲は、 $\pm 65$  ppmである。OPUkクロックの許容範囲はビットレートの $\pm 20$  ppmで、クライアント信号のビットレート許容範囲は、 $\pm 45$  ppmであり得る。

これらのマッピングのためのOPUkオーバーヘッドは、ペイロード種類（PT）を含むペイロード構造識別子（PSI）、スタッフ制御（JC）3バイト、負スタッフ用（NJO）1バイトおよび、将来の国際標準用（RES）に予約された3バイトから構成される。JCバイトは、スタッフ制御の2ビットと、将来の国際標準用に予約されたスタッフ制御の6ビットから構成される。

これらのマッピングのためのOPUkペイロードは、正スタッフ用(PJO)1バイトを含んで、4x3808バイトで構成される。

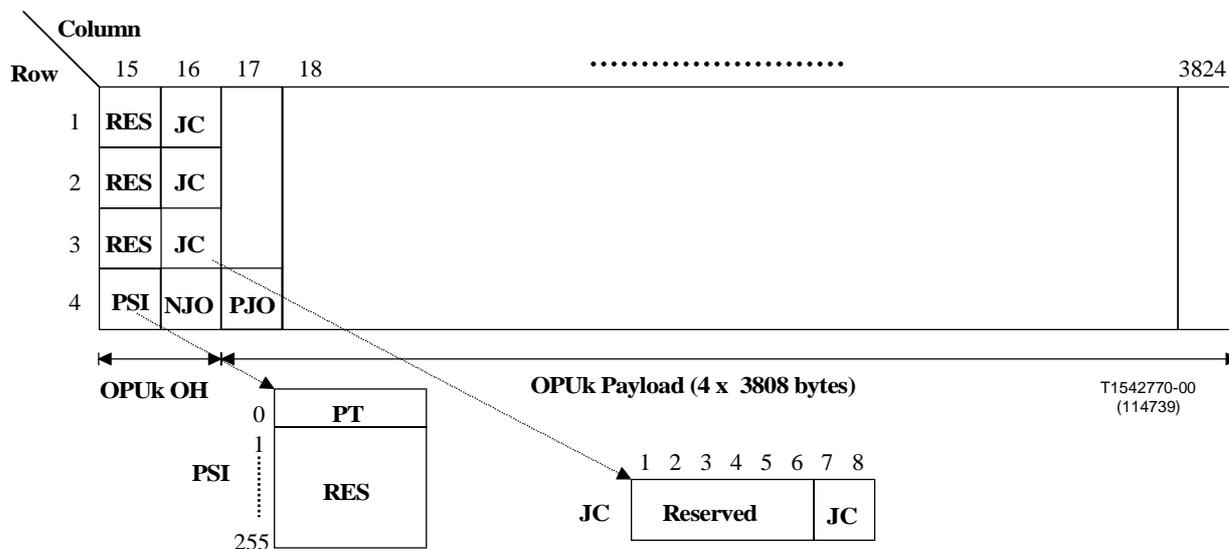


図 17-1/G.709

CBR2G5、CBR10G、あるいは、CBR40G信号のマッピングに対するOPUkフレーム構造

列16の行1、2および3のビット7、8に位置しているスタッフ制御(JC)信号は、行4に続く2個の正スタッフ用バイトNJOおよびPJOを制御するために使われる。

非同期とビット同期マッピングの過程で、それぞれ、表17-1および表17-2に示すように、JC、NJOおよびPJOを生成する。デマッピングの過程は、表17-3によりJC、NJOおよびPJOを解釈する。多数決論理(2に対する3)は、JC信号の3個に対する1個のエラーに対して保護するために、デマッピングの過程でスタッフ制御の決定を行うために使われる。

表 17-1/G.709

非同期マッピングでのJC、NJOとPJOの生成過程

JC [7,8]	NJO	PJO
00	Justification byte	data byte
01	data byte	data byte
10	not generated	
11	Justification byte	justification byte

表 17-2/G.709

## 非同期マッピングでのJC、NJOとPJOの生成過程

JC [7,8]	NJO	PJO
00	Justification byte	data byte
01	not generated	
10		
11		

表 17-3/G.709

## JC、NJOとPJOの解釈

JC [7,8]	NJO	PJO
00	Justification byte	data byte
01	data byte	data byte
10 (Note)	Justification byte	data byte
11	Justification byte	justification byte
注 - マッピング回路は、このコードを発生させない。ビットエラーによって、デマッピング回路は、このコードを受信するかも知れない。		

スタッフとして使われるとき、NJOおよびPJOに含まれる値は、すべて0である。それらがスタッフバイトとして使われるときはいつも、受信側はこれらのバイトに含まれる値を無視するように要求される。受信されるCBR2G5、CBR10G、あるいは、CBR40Gクライアント信号（例えば、入力信号ポートの場合）の信号異常状態の間、この入力異常信号は、節16.6.1に明記されるように、通常のAIS信号に置き換えられて、OPUkにマッピングされる。

受信されるODUk/OPUk信号（例えば、ODUk-AIS、ODUk-LCKとODUk-OCIの状態の場合）の信号異常状態の間、節16.6.1に明記されるように、失われたCBR2G5、CBR10GかCBR40G信号の置き換え信号として、通常のAISパターンが生成される。

## 非同期マッピング

CBR2G5、CBR10G、あるいは、CBR40G ( $4^{(k-1)} \times 2488320 \text{ kbit/s}$ 、( $k = 1, 2, 3$ )) クライアント信号から独立して、局所的に生成されたクロック（表7-3で明記された制限内で）から、非同期マッピングのOPUk信号は、生成される。

正/負/零の(pnz)スタッフ構成を使って、CBR2G5、CBR10G、CBR40G ( $4^{(k-1)} \times 2488320 \text{ kbit/s}$ 、( $k = 1, 2, 3$ )) 信号が、OPUkにマッピングされる。

## ビット同期マッピング

ビット同期マッピングのためのOPUkのクロックは、CBR2G5、CBR10G、あるいは、CBR



	15	16	17	.....	1904	1905	.....	1920	1921	.....	3824
1	RES	RES	JC		118 x 16D	16FS		119 x 16D			
2	RES	RES	JC		118 x 16D	16FS		119 x 16D			
3	RES	JC			118 x 16D	16FS		119 x 16D			
4	PSI	NJO	PIO		15D + 117 x 16D	16FS		119 x 16D			

T1542790-00  
(114739)

図 17-3/G.709

OPU2へのCBR10G信号のマッピング

17.1.3 OPU3へのCBR40G信号(例えば、STM-256)のマッピング

CBR40G信号の8個の連続的ビット(必ずしもバイトではない)のグループは、OPU3(図17-4)のデータ(D)バイトにマッピングされる。固定スタッフ(FS)128バイトは、列1265から1280までと、列2545から2560に追加される。OPU3のフレームに一回、正または負スタッフ動作を実行することが可能である。

	15	16	17	.....	1264	1265	.....	1280	1281	.....	2544	2545	.....	2560	2561	.....	3824
1	RES	RES	JC		78 x 16D	16FS		79 x 16D	16FS		79 x 16D			79 x 16D			
2	RES	RES	JC		78 x 16D	16FS		79 x 16D	16FS		79 x 16D			79 x 16D			
3	RES	JC			78 x 16D	16FS		79 x 16D	16FS		79 x 16D			79 x 16D			
4	PSI	NJO	PIO		15D + 77 x 16D	16FS		79 x 16D	16FS		79 x 16D			79 x 16D			

T1542800-00  
(114739)

図 17-4/G.709

OPU3へのCBR40G信号のマッピング

## 17.2 OPUkへのATMセルストリームのマッピング

OPUkペイロード領域と同一で、ある容量の固定ビットレートのATMセルストリームは、ATM V P信号のセットのATMセルを多重化することにより、生成される。アイドルセルを挿入するか、あるいは、セルを廃棄することによって、セルストリーム生成過程の一部として、レートアダプテーションが実行される。I.432.1を参照。ATMのセルストリームは、ODUkペイロードバイト構造(図17-5)に整列されるATMのセルバイトとともに、OPUkのペイロードの領域にマッピングされる。OPUkのペイロードバイトの境界とともに、ATMのセル境界は、このように整列させられる。OPUkのペイロード容量(15232バイト)が、セル長(53バイト)整数の倍数でないので、セルはOPUkのフレームの境界をまたがる。

OPUkにマッピングされる前に、ATMのセル情報フィールド(48バイト)は、スクランブルされる。逆の操作では、以下のOPUk信号の終端で、ATMのセル情報フィールドは、ATM層に渡される前に、デスクランブルされる。生成多項式( $x^{43} + 1$ )による自己同期スクランブラが使われる(勧告I.432.1の中に示されるように)。スクランブラはセル情報フィールドについて継続的に実行される。ヘッダ5バイトの間、スクランブル操作は中断され、スクランブル状態は、保留される。起動時には、受信端においてデスクランブラが送信側のスクランブラに同期されないで、送信される最初のセルは欠落する。セル情報フィールドのスクランブルは、異常セルのデリニエーションと、OTUkおよびODUkフレームの同期信号を複製するセル情報フィールドに対して、保証するように要求される。

ODUkの終端の後、OPUkペイロード領域からATMセルストリームを抽出する場合、ATMのセルは復旧されなければならない。ATMのセルヘッダは、セルデリニエーションを実現するためにフレーム同期ワードと同様に使われるヘッダエラー制御(HEC)フィールドを含む。このHECの方法は、HEC(32ビット)により保護されるヘッダビットと、生成多項式( $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$ )による短くした巡回符号で計算されたあとのヘッダにおけるHEC(8ビット)の制御ビットとの間の相関関係を利用している。

セルデリニエーション性能を改善するために、この多項式からの剰余は、そのとき固定パターン「01010101」に加算される。この方法は、同期信号が固定されなくて、セルからセルまで可変であるが、従来のフレーム同期復旧と同様である。

HECのセルデリニエーションに関する多くの情報は、勧告I.432.1の中に示される。

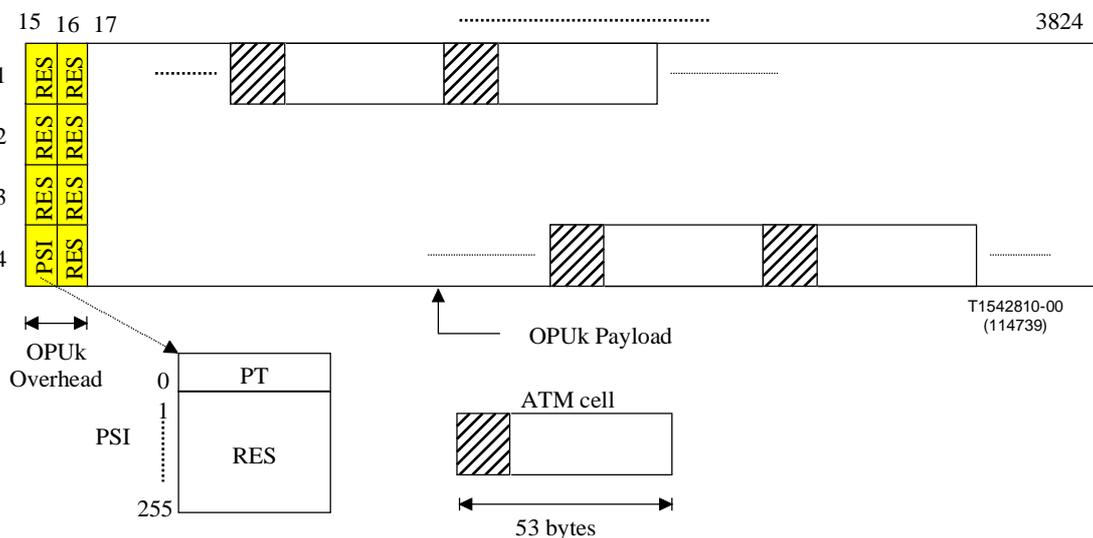


図 17-5/G.709

OPUkのフレーム構造、および、OPUkへのATMのセルのマッピング

ATMマッピングのためのOPUkのオーバーヘッドは、将来の国際標準用（RES）に予約された7バイトとペイロード種類（PT）を含むペイロード構造識別子（PSI）から構成される。

ATMマッピングのためのOPUkのペイロードは、4 × 3808バイトから構成される。

### 17.3 GFP フレームの OPUk へのマッピング

汎用フレーム化手順（GFP）フレームのマッピングは、各 GFP フレームを OPUk ペイロードのバイト構造と連結することにより行われる（図 17-6）。GFP フレームが可変長である（マッピングにおいていかなる最大フレーム長の制限も課されない）ために、1つの GFP フレームが OPUk フレームの境界を越える場合がある。1つの GFP フレームは1つの GFP ヘッドと1つの GFP ペイロード領域で構成される。

GFP フレームは、GFP フレーム化の際に GFP アイドルを挿入することにより、OPUk ペイロード領域と等しい容量の連続ビット列として伝送される。

注意 - マッピング過程において必要となる（GFP フレーム化過程において行われる）速度整合やスクランプリングはない。

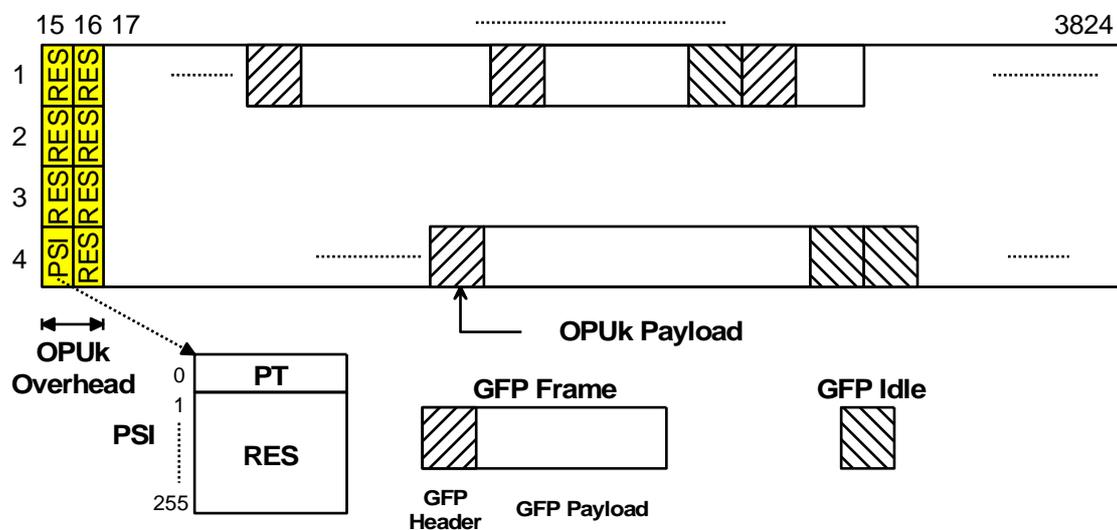


図 17-6/G.709

#### OPUk フレーム構造および GFP フレームの OPUk へのマッピング

GFP マッピングにおける OPUk オーバヘッドは、ペイロードタイプ（PT）を含むペイロード構造識別子（PSI）および国際標準用に予約（RES）の7バイトで構成される。

GFP マッピングにおける OPUk ペイロードは 4 × 3808 バイトから成る。

## 17.4 試験信号の OPUk へのマッピング

### 17.4.1 ヌルクライアントの OPUk へのマッピング

オールゼロパターンの OPUk ペイロード信号 (図 17-7) は試験目的に定義される。これはヌルクライアントとして参照される。

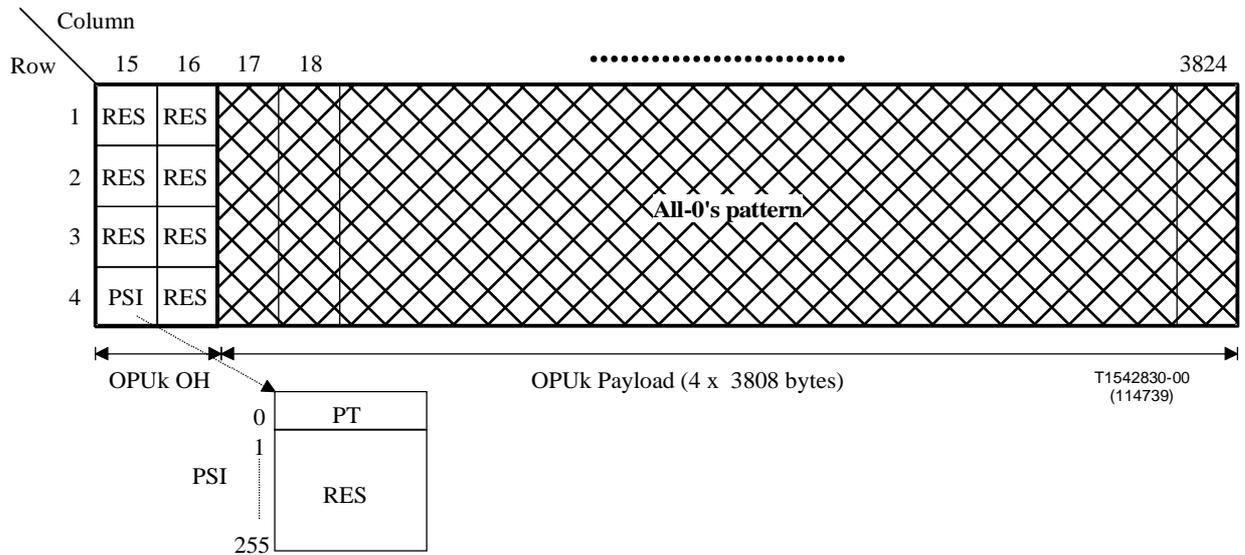


図 17-7/G.709

### OPUk フレーム構造とヌルクライアントの OPUk へのマッピング

ヌルマッピングに対する OPUk オーバヘッドは、ペイロードタイプ (PT) を含むペイロード構造識別子 (PSI) および国際標準用に予約 (RES) の 7 バイトで構成される。

ヌルマッピングにおける OPUk ペイロードは 4 x 3808 バイトから成る。

### 17.4.2 PRBS 試験信号の OPUk へのマッピング

試験の目的に、0.150/5.8 で規定される 2,147,483,647 ビットの疑似ランダム試験パターン ( $2^{31}-1$ ) は OPUk ペイロードへマッピングされる。2,147,483,647 ビットの疑似ランダム試験パターン信号の連続 8 ビット群が、ODU3 ペイロードの 8 データビット (8D) (つまり 1 バイト) にマッピングされる (図 17-8)。

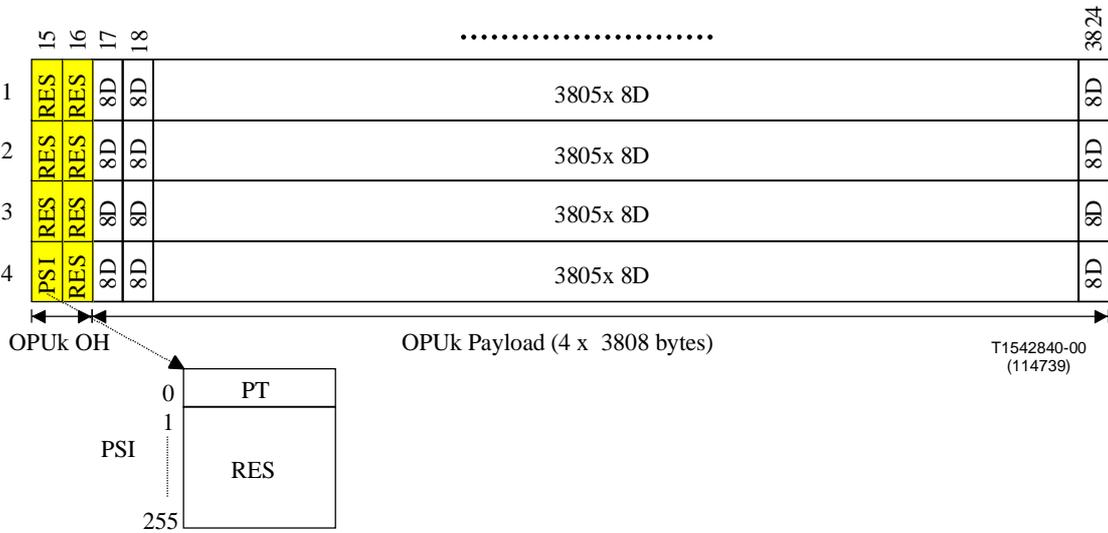


図 17-8/G.709

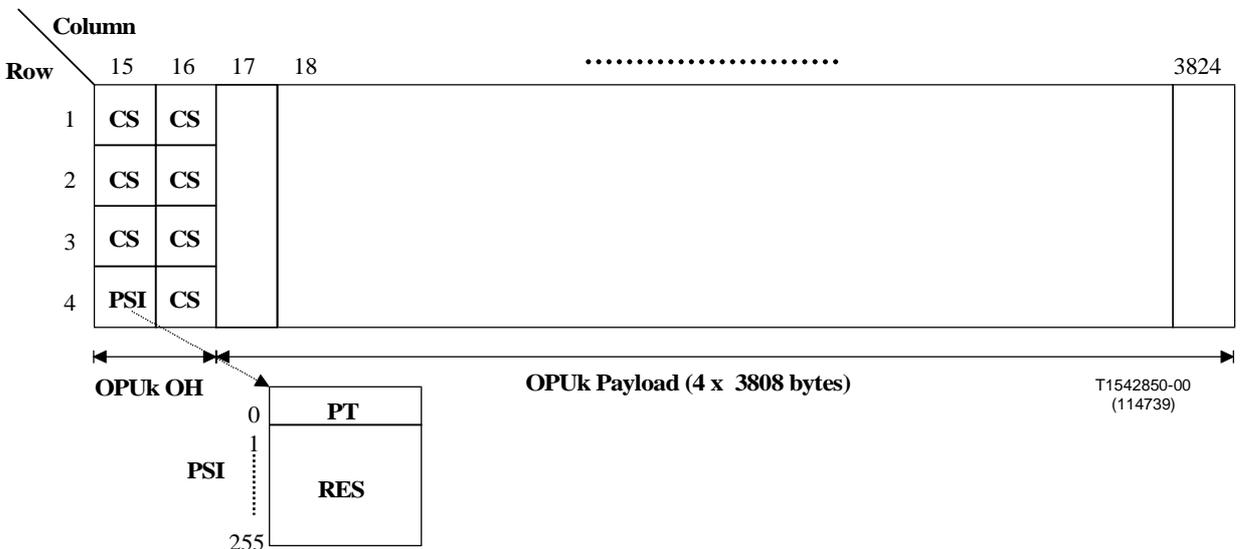
OPUk フレーム構造と 2,147,483,647 ビット疑似ランダム試験パターンの OPUk へのマッピング

PRBS マッピングに対する OPUk オーバヘッドは、ペイロードタイプ (PT) を含むペイロード構造識別子 (PSI) および国際標準用に予約 (RES) の 7 バイトで構成される。

PRBS マッピングにおける OPUk ペイロードは 4 x 3808 バイトから成る。

17.5 非特定クライアントビット列の OPUk へのマッピング

本章の他の副章で規定される特定クライアント信号のマッピングに加えて、OPUk の非特定クライアントマッピングが規定される。連続ビット列へ OPUk ペイロードのビットレートでフレーム化された、いかなるクライアント信号 (群) も OPUk ペイロードへマッピングされることが可能である (図 17-9)。ビット列は OPUk 信号と同期している必要がある。いかなるスタッフも連続ビット列生成過程に含まれる必要がある。連続ビット列は OPUk ペイロードへのマッピング以前にスクランプリングを行う必要がある。



## 同期定ビット列のマッピングに対する OPUk フレーム構造

本マッピングに対する OPUk オーバヘッドは、ペイロードタイプ (PT) を含むペイロード構造識別子 (PSI) およびクライアント特定目的 (CS) 用 7 バイトで構成される。この CS オーバヘッドバイトの定義はフレーム化過程の規定の中で行われる。

非特定マッピングにおける OPUk ペイロードは  $4 \times 3808$  バイトから成る。

### 17.5.1 オクテットタイミングのあるビット列の OPUk へのマッピング

オクテットタイミングのある場合、入側データ列の各オクテットは OPUk ペイロードの 1 つのデータバイト (オクテット) にマッピングされる。

### 17.5.2 オクテットタイミングのないビット列の OPUk へのマッピング

オクテットタイミングのない場合、入側データ列の連続 8 バイト群 (オクテットである必要はない) は OPUk ペイロードの 1 つのデータバイト (オクテット) にマッピングされる。

### 17.6 その他のスタッフ付き定ビットレート信号の OPUk へのマッピング

検討中

付属資料 A 16 バイトのインタリーブ RS (255,239) コーデックを用いた前方誤り訂正 (FEC)

OTU-k に対する前方誤り訂正 (FEC) は、リードソロモン RS (255,239) コードを用いた 16 バイトインタリーブコーデックを使用する。RS (255,239) コードはノンバイナリコードであり (FEC アルゴリズムはバイトコードに作用する)、線形巡回ブロックコード群に属する。

FEC 処理において、OTU フレームは図 A.1. に示されるバイトインタリーブを用いた 16 個のサブフレームに分けられる。FEC パリティ検査バイトは各サブフレームの 1 から 239 の情報バイトに渡って計算され、同サブフレームの 240 から 255 バイトに伝達される。

FEC サブフレームに属する 1 つの OTU フレーム内のバイトは、 $X+16 \cdot (i-1)$  ( $i=1 \dots 255$ ) で定義される。

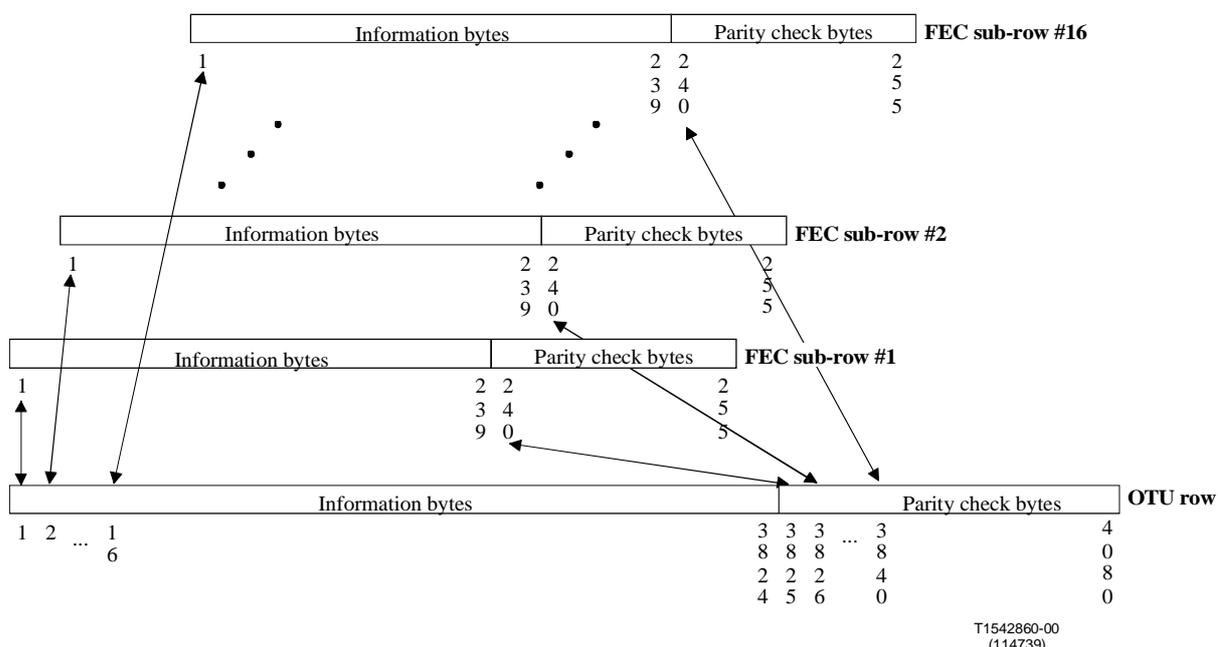


図 A.1/G.709

FEC サブフレーム

本コードの生成多項式は、

$$G(z) = \prod_{i=0}^{15} (z - \alpha^i)$$

で得られる。ここで、 $\alpha$  はバイナリプリミティブ多項式  $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  の平方根である。

FEC コードワード (図 A.2) は情報バイトとパリティバイト (FEC 冗長) で構成され、多項式

$$C(z) = I(z) + R(z)$$

で表される。

情報バイトは

$$I(z) = D_{254} \times z^{254} + D_{253} \times z^{253} + \dots + D_{16} \times z^{16}$$

で表される。ここで  $D_j$  ( $j=16 \dots 254$ ) は  $GF(256)$  以外の要素である

$$D_j = d_{7j} \times a^7 + d_{6j} \times a^6 + \dots + d_{1j} \times a^1 + d_{0j}$$

で表される情報バイトである。ビット  $d_{7j}$  は情報バイトの最上位ビット、ビット  $d_{0j}$  は情報バイトの最下位ビット

トである。

$D_{254}$  は FEC サブフレームのバイト 1 に相当し、 $D_{16}$  はバイト 239 に相当する。

パリティバイトは

$$R(z) = R_{15} \times z^{15} + R_{14} \times z^{14} + \dots + R_1 \times z^1 + R_0$$

で表される。ここで  $R_j (j=0 \dots 15)$  は  $GF(256)$  以外の要素である

$$R_j = r_{7j} \times a^7 + r_{6j} \times a^6 + \dots + r_{1j} \times a^1 + r_{0j}$$

で表されるパリティバイトである。ビット  $r_{7j}$  はパリティバイトの最上位ビット、ビット  $r_{0j}$  はパリティバイトの最下位ビットである。

$R_{15}$  は FEC サブフレームのバイト 240 に相当し、 $R_0$  はバイト 255 に相当する。

$R(z)$  は

$$R(z) = I(z) \bmod G(z)$$

で計算される。ここで「mod」は  $GF(256)$  以外の要素を用いたコード生成多項式  $G(z)$  のモジュロ計算である。

$GF(256)$  の各要素はバイナリプリミティブ多項式

$$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1.$$

で表される。

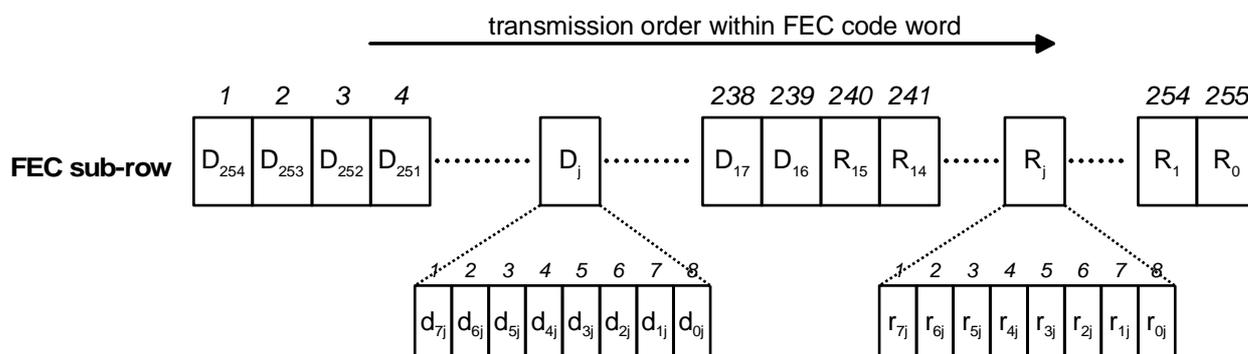


図 A.2/G.709

FEC コードワード

RS(255,239)コードのハミング距離は  $d_{min}=17$  である。本コードを誤り訂正に用いれば、1つの FEC コードワードに対し 8 符号誤りまでを回復させることができる。誤り検出能力のみに用いれば 1つの FEC コードワードに対し 16 符号誤りまでを検出することができる。

付録 I ±20 ppm ビットレート許容偏差による CBR2G5、CBR10G、CBR40G クライアントの光チャネルペイロードユニット k への非同期マッピングに対するスタッフ率の範囲

(この付録は、本勧告の不可欠な部分を構成するものではない)

17.1 節は、±20 ppm ビットレート許容偏差で CBR2G5、CBR10G、CBR40G クライアントを光チャネルペイロードユニット 1、2、3 それぞれに非同期およびビット同期でマッピングすることを説明する。非同期マッピングでは、クライアントとローカル光チャネルペイロードユニット k のクロックの間の周波数差異は、正/負/ゼロ(pnz)のスタッフ機能で処理される。

光チャネルペイロードユニット k のペイロード、光チャネルデータユニット k、および完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のビットレートならびに許容偏差を 7.2 節に示す。光チャネルデータユニット 1、光チャネルデータユニット 2、および光チャネルデータユニット 3 レートは 239/238、239/237、および 239/236 に、それぞれ 2 488 320 kbit/s、9 953 280 kbit/s、および 39 813 120 kbit/s を乗じたものである。光チャネルデータユニット k ビットレート許容偏差は ±20 ppm である。この付録では、pnz スタッフ機能でこれらのビットレートを処理でき、またマッピングごとのスタッフ率の範囲を得られることを示している。

17.1 節の pnz マッピングは、光チャネルデータユニット k のフレームごとに正スタッフ (PJO) および負スタッフ (NJO) をそれぞれ 1 回設ける。純粋に正スタッフ機能については従来のスタッフ率はスタッフバイトに対して実際にスタッフのあった回数の長期的な平均の分数として定義されている (すなわち、非常に大きなフレーム数に対してのスタッフバイト総数に対するスタッフ回数比)。pnz 機能では正および負のスタッフは区別されなければならない。これは正および負のスタッフそれぞれに異なる代数記号を用いることで行える。この規約により、(十分に大きな周波数オフセットに対して)スタッフ率は(スタッフ率が最大 0 から 1 まで可変する純粋正スタッフ機能に対して)最大 -1 から +1 まで可変である。α をスタッフ率 (-1 ≤ α ≤ 1) であるとし、正の α が負スタッフに対応し、負の α が正スタッフに対応するという更なる規約を用いるとする (この規約の理由は以下に説明する)。

下記の記号を定義する。

$N$	=	光チャネルペイロードユニット k のペイロードエリアの固定スタッフバイト数
$S$	=	公称クライアントレート(バイト数/秒)
$T$	=	公称 光チャネルデータユニット k フレーム時間(秒)
$\beta$	=	光チャネルデータユニット k の周波数とクライアント周波数の実際の周波数差異率、およびその差異の公称値 (公称値は光チャネルデータユニット k とクライアントの周波数の両方が公称値である場合の、周波数の差異である)。
$N_f$	=	特定周波数オフセットに関する、光チャネルデータユニット k のフレームにマッピングされた平均クライアントバイト数(多数のフレーム数での平均)。

$N_f$  は次により与えられる:

$$N_f = S\beta T \quad (1)$$

ただし、光チャネルデータユニット k のフレームにマッピングされるクライアントバイトの平均数は、ペイロードエリアの合計バイト数((4)(3808) = 15232)、から固定スタッフバイト数 ( $N$ ) を差し引き、非常に大きなフレーム数にスタッフされた平均バイト数を加えたものに等しい。後者はスタッフ率 α に等しい。これを式(1)と組合せると、下記が生じる:

$$S\beta T = 15232 - N + a \quad (2)$$

式(2)では、正の $\alpha$ は平均的に 光チャネルデータユニット  $k$  にマッピングされるより多くのクライアントバイトに対応する。ただしこれは負スタッフに対応することもある。この記号規約を用いて、(便宜上) $\alpha$ がプラス符号で式 (2)に代入される。

上記により、クライアントごとのマッピングにおける $\alpha$ の範囲を決定できる。3つのケースで、 $\alpha$ が  $[-1, 1]$ の範囲に入ることを知ることができる。

CBR2G5 (2 488 320 kbit/s)信号の光チャネルペイロードユニット 1 への非同期マッピング

光チャネルデータユニット 1 の公称レートは  $(239/238)S$  である。しかし光チャネルデータユニット 1 の公称レートも  $(4)(3824)/T$  に等しい。したがって、

$$ST = (4)(3824) \frac{238}{239} = 15232 \quad (3)$$

これを式(2)に挿入し、このマッピング手順に  $N=0$  (固定スタッフバイトなし)を用いれば、下記が生じる:

$$a = 15232(b - 1) \quad (4)$$

光チャネルデータユニット  $k$  およびクライアント周波数許容偏差が、それぞれ  $\pm 20$  ppm であるため、 $\beta$ の範囲は 0.99996 から 1.00004 になる。これを式(4)に用いれば、 $\alpha$ の範囲は次のようになる:

$$-0.60928 \leq a \leq +0.60928 \quad (5)$$

CBR10G (9 953 280 kbit/s) 信号の光チャネルペイロードユニット 2 への非同期マッピング

光チャネルデータユニット 2 の公称レートは  $(239/237)S$  である。ただし光チャネルデータユニット 2 の公称レートも  $(4)(3824)/T$  に等しい。したがって、

$$ST = (4)(3824) \frac{237}{239} = 15168 \quad (6)$$

これを式 (2)に挿入し、このマッピングのために、 $N=64$  (固定スタッフバイト数)を用いれば、下記が生じる:

$$a = 15168b + 64 - 15232 = 15168(b - 1) \quad (7)$$

前記のように 光チャネルデータユニット  $k$  およびクライアント周波数許容偏差は  $\pm 20$  ppm であり、 $\beta$ の範囲は 0.99996 から 1.00004 である。これを式(7)に用いれば、 $\alpha$ の範囲は次のとおりになる:

$$-0.60672 \leq a \leq +0.60672 \quad (8)$$

CBR40G (39 813 120 kbit/s) 信号の光チャネルペイロードユニット 3 への非同期マッピング

光チャネルデータユニットの公称 3 レートは  $(239/236)S$  である。しかし光チャネルデータユニット 3 の公称レートも  $(4)(3824)/T$  に等しい。したがって:

$$ST = (4)(3824) \frac{236}{239} = 15104 \quad (9)$$

これを式(2)に挿入し、このマッピングに、 $N=128$  (固定スタッフバイト数)を用いれば、下記が生じる:

$$a = 15104b + 128 - 15232 = 15104(b - 1) \quad (10)$$

前述のように 光チャネルデータユニット  $k$  およびクライアント周波数許容偏差は $\pm 20$  ppm であり、 $\beta$ の範囲は 0.99996 から 1.00004 である。これを式(7)に挿入すれば、 $\alpha$ の範囲は次のとおりになる:

$$-0.60416 \leq a \leq +0.60416 \quad (11)$$

付録 II 機能的に標準化された光チャネルトランスポートユニットのフレーム構造の例

この付録は、機能的に標準化された光チャネルトランスポートユニットのフレーム構造の例を示すものである。これらの例は、説明の目的のためであり、いかなる意味によっても、それらの構造を定義するものではない。本勧告で定義された、完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のフレーム構造を 図 II.1 に示す。機能的に標準化された部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のフレーム構造は、例えば、代替前方誤り訂正をサポートするために必要になる。部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のフレーム構造の例は次のようなものである。

- 完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k と同じオーバーヘッドバイト割当の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k であるが、図 II.2 に示すような代替前方誤り訂正を用いるもの。
- 完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k と同じオーバーヘッドバイト割当の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k であるが、より小さい代替前方誤り訂正コードを用い、部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k 前方誤り訂正オーバーヘッドエリアの残部が 図 II.3 に示すように、固定スタッフで満たされているもの。
- 完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k より大きな前方誤り訂正オーバーヘッドバイト割当てであり、図 II.4 に示すような代替前方誤り訂正を用いる部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k。
- 図 II.5 に示すように、前方誤り訂正にオーバーヘッドバイト割当てがされていない部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k。
- 図 II.6 に示すように、異なる光チャネルトランスポートユニットのオーバーヘッド（部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のオーバーヘッドおよび部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k の前方誤り訂正）をサポートする、完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k フレーム構造と異なるフレーム構造の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k。
- 図 II.7 に示すように、異なる光チャネルトランスポートユニットのオーバーヘッド（部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のオーバーヘッド）をサポートし、前方誤り訂正にオーバーヘッドバイト割当てのない部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k。

Column	1	.....	14	15	16	17	.....	3824	3825	.....	4080
Row	1	FA OH	OTUk OH	OTUk Payload =ODUk							Row 1 RS(255,239) FEC redundancy
2											Row 2 RS(255,239) FEC redundancy
3											Row 3 RS(255,239) FEC redundancy
4											Row 4 RS(255,239) FEC redundancy

図 II.1/G.709

完全に標準化された光チャネルトランスポートユニット k (RS(255,239) 前方誤り訂正による)

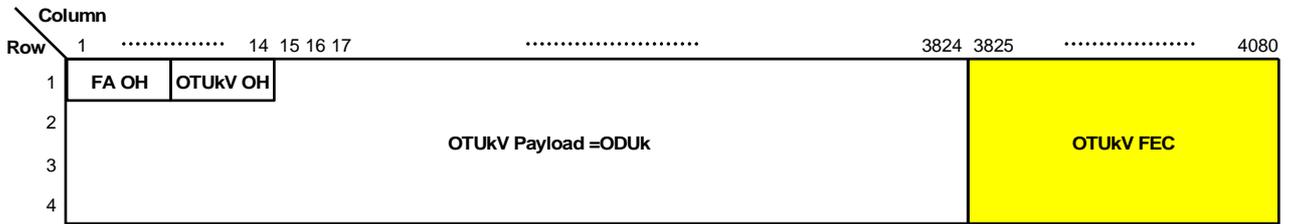


図 II.2/G.709

代替前方誤り訂正を伴う部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

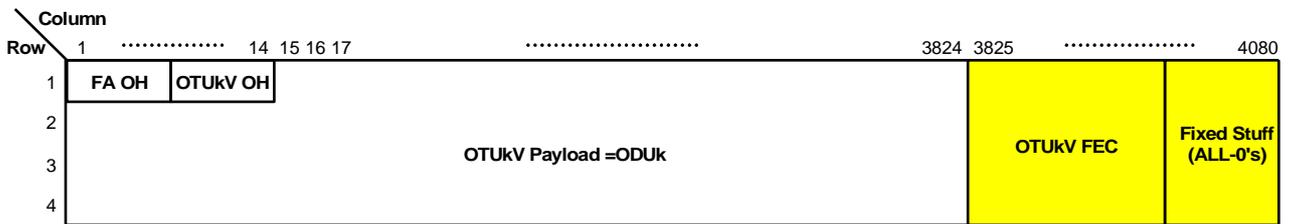


図 II.3/G.709

より小さい前方誤り訂正を伴い、前方誤り訂正の残部が固定スタッフで満たされている部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

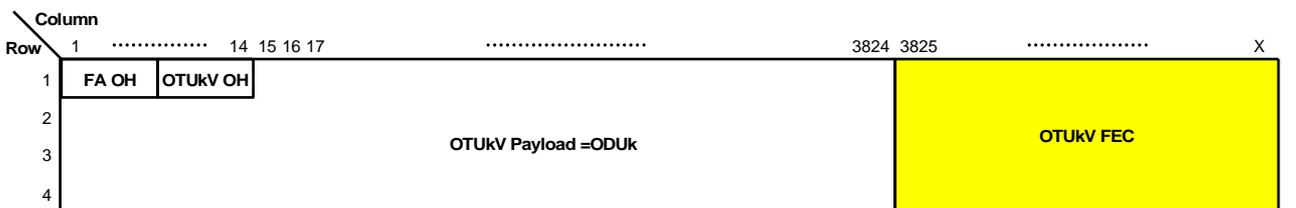


図 II.4/G.709

より大きな前方誤り訂正の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

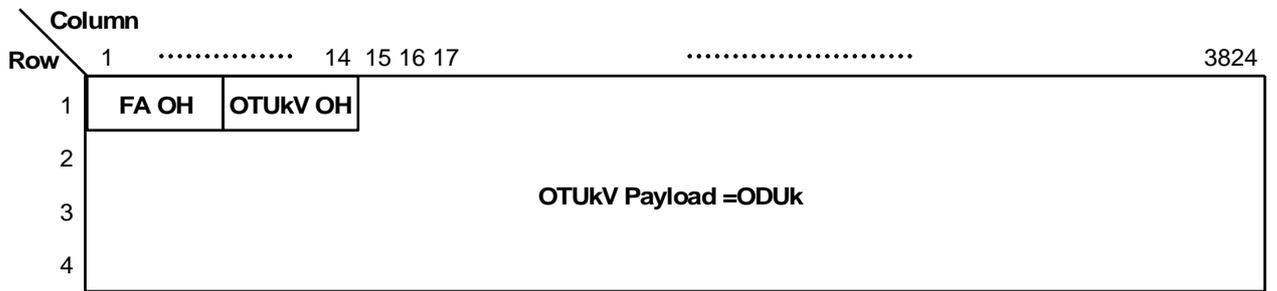


図 II.5/G.709

前方誤り訂正エリアのない部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

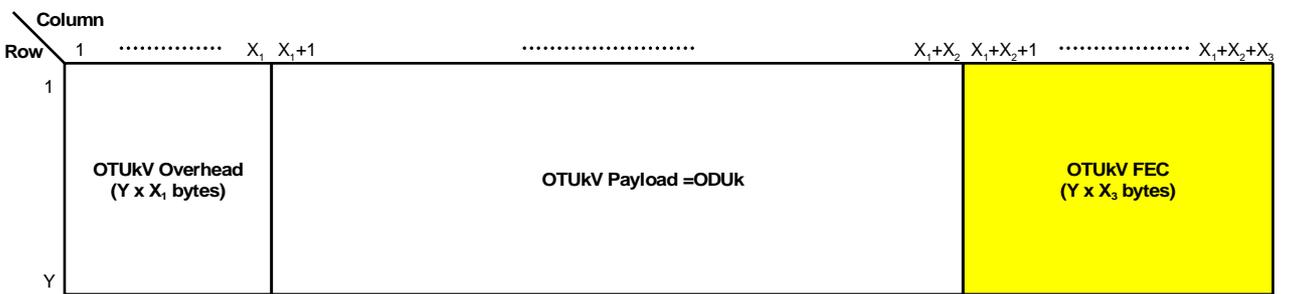


図 II.6/G.709

異なるフレーム構造の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

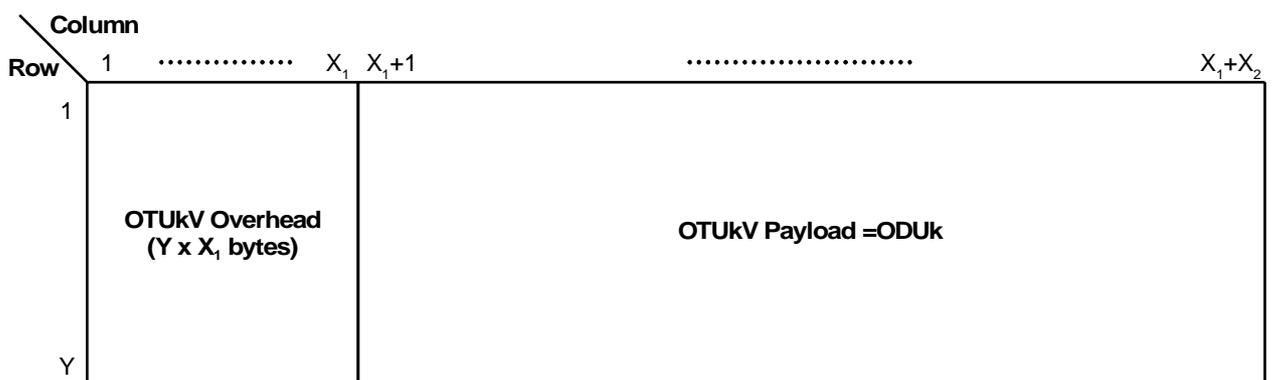


図 II.7/G.709

フレーム構造が異なり、前方誤り訂正エリアのない部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k

光チャネルデータユニット k 信号の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k へのマッピングは、図 II.1 ~ 図 II.5 により、フレーム同期、非同期、またはビット同期になる。図 II.6 および図 II.7 の場合には、光チャネルデータユニット k 信号のマッピングは、非同期、またはビット同期のいずれかになる。

非同期マッピングの場合には、光チャネルデータユニット k および部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のビットレートは、非同期になることがある。光チャネルデータユニット k 信号は、スタッフィング技法を用いて、ビットストリームとして、部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のペイロードエリアにマッピングされる。

ビット同期マッピングの場合には、光チャネルデータユニット k および部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のビットレートは同期である。光チャネルデータユニット k 信号は、スタッフィングなしで、部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のペイロードエリアにマッピングされる。光チャネルデータユニット k のフレームは、部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のフレームに関係付けられない。

フレーム同期マッピングの場合には、光チャネルデータユニット k および部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のビットレートは、同期であり、フレーム構造はアライン[整列]されている。光チャネルデータユニット k 信号は、スタッフィングなしで、また部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のフレーム内部での固定位置で部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k のペイロードエリアにマッピングされる。

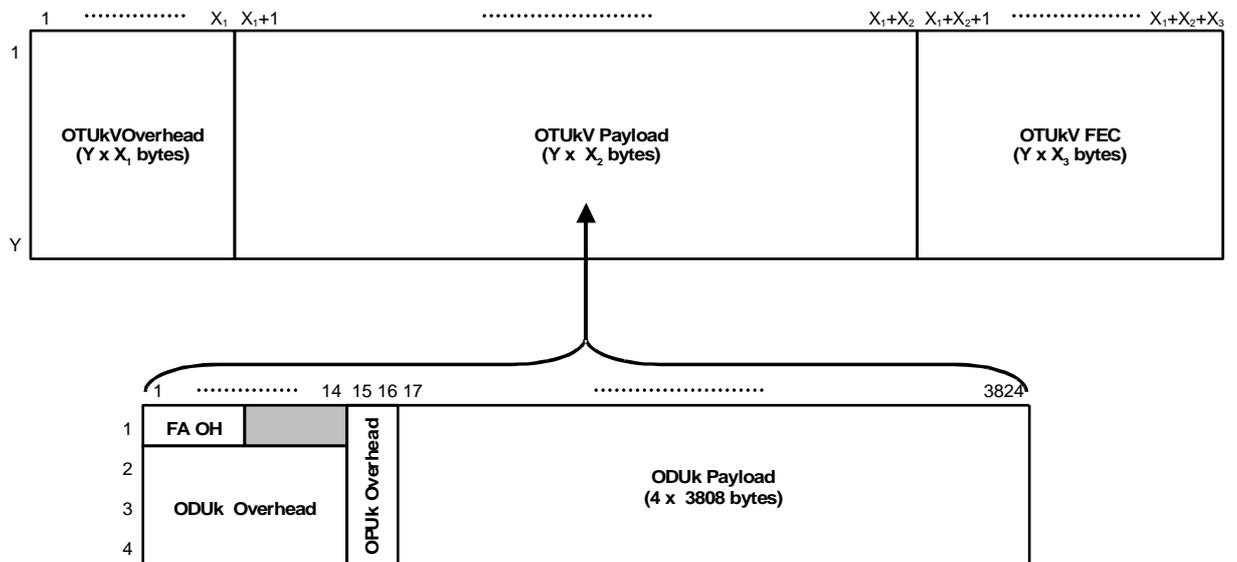


図 II.8/G.709

光チャネルデータユニット k の部分的に標準化された光チャネルトランスポートユニット k への非同期 (またはビット同期) マッピング