

TTC標準
Standard

JT-G709

光伝送網のインタフェース

Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)

第 2.1 版

2011 年 3 月 1 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

<参考>.....	9
要約.....	10
1 適応範囲.....	10
2 参考文献.....	10
3 用語と定義.....	11
4 略語.....	13
5 慣例.....	17
6 光伝送網インタフェース構造.....	17
6.1 基本信号構造.....	18
6.1.1 OChの基礎.....	18
6.1.2 全機能型OTM-n.m (n ≥ 1)の構造.....	19
6.1.3 簡易機能型OTM-nr.m とOTM-0.m の構造.....	19
6.1.4 パラレル OTM-0.mvn 構造.....	19
6.2 OTNインタフェースの情報構造.....	19
7 多重化/マッピング原理およびビットレート.....	24
7.1 マッピング.....	27
7.2 波長分割多重.....	27
7.3 ビットレートおよび容量.....	27
7.4 ODUk時分割多重.....	32
8 光伝送モジュール(OTM-n.m、OTM-nr.m、OTM-0.m、OTM-0.mvn).....	37
8.1 簡易機能型OTM(OTM-0.m、OTM-nr.m、OTM-0.mvn).....	38
8.1.1 OTM-0.m.....	38
8.1.2 OTM-nr.m.....	39
8.1.3 OTM-0.mvn.....	41
8.2 全機能型OTM (OTM-n.m).....	42
9 ONNIの物理的仕様.....	44
9.1 OTM-0.m.....	44
9.2 OTM-nr.m.....	44
9.2.1 OTM-16r.m.....	44
9.2.2 OTM-32r.m.....	44
9.3 OTM-n.m.....	44
9.4 OTM-0.mvn.....	44
10 光チャネル(OCh).....	44
10.1 全機能型OCh(OCh).....	44
10.2 簡易機能型OCh(OChr).....	44
11 光チャネル伝送ユニット(OTU).....	45
11.1 OTUkフレーム構造.....	45
11.2 スクランプリング.....	46
12 光チャネルデータユニット(ODUk).....	46
12.1 ODUkフレーム構造.....	46
12.2 ODUkビットレートおよびビットレート許容偏差.....	47

1 3	光チャネルペイロードユニット(OPUk)	50
1 4	OTMオーバーヘッド信号(OOS)	51
1 5	オーバーヘッドの記述	51
15.1	オーバーヘッドのタイプ	52
15.1.1	光チャネルペイロードユニットオーバーヘッド(OPUk OH)	52
15.1.2	光チャネルデータユニットオーバーヘッド(ODUk OH)	52
15.1.3	光チャネル伝送ユニットオーバーヘッド(OTUk OH)	53
15.1.4	光チャネルアウトバンドオーバーヘッド(OCh OH)	53
15.1.5	光多重セクションオーバーヘッド(OMS OH)	53
15.1.6	光中継セクションオーバーヘッド(OTS OH)	53
15.1.7	一般管理通信オーバーヘッド(COMMS OH)	53
15.2	送信済みトレース識別子とアクセスポイント識別子の定義	53
15.3	OTS OHの記述	55
15.3.1	OTS送信済みトレース識別子(TTI)	55
15.3.2	OTS後方障害表示-ペイロード(BDI-P)	55
15.3.3	OTS後方障害表示-オーバーヘッド(BDI-O)	55
15.3.4	OTSペイロード欠落表示(PMI)	55
15.4	OMS OHの記述	56
15.4.1	OMS前方障害表示-ペイロード(FDI-P)	56
15.4.2	OMS前方障害表示-オーバーヘッド(FDI-O)	56
15.4.3	OMS後方障害表示-ペイロード(BDI-P)	56
15.4.4	OMS後方障害表示-オーバーヘッド(BDI-O)	56
15.4.5	OMSペイロード欠落表示(PMI)	56
15.5	OCh OHの記述	56
15.5.1	OCh前方障害表示-ペイロード(FDI-P)	56
15.5.2	OCh前方障害表示-オーバーヘッド(FDI-O)	56
15.5.3	OChコネクション開放表示(OCI)	57
15.6	OTUk/ODUkフレーム同期OHの記述	57
15.6.1	OTUk/ODUkフレーム同期オーバーヘッドの配置	57
15.6.2	OTUk/ODUkフレーム同期オーバーヘッドの定義	57
15.7	OTUk OHの記述	58
15.7.1	OTUkオーバーヘッドの配置	58
15.7.2	OTUkオーバーヘッドの定義	59
15.7.3	OTUkVオーバーヘッド	61
15.8	ODUk OHの記述	61
15.8.1	ODUk OHの配置	61
15.8.2	ODUkオーバーヘッド定義	63
15.9	OPUk OHの説明	76
15.9.1	OPUk OHの位置	76
15.9.2	OPUk OHの定義	76
1 6	保守信号	78
16.1	OTS保守信号	79
16.1.1	OTSペイロード欠落表示(OTS-PMI)	79

16.2	OMS保守信号	79
16.2.1	OMS前方障害表示-ペイロード(OMS-FDI-P)	79
16.2.2	OMS前方障害表示-オーバーヘッド(OMS-FDI-O)	79
16.2.3	OMSペイロード欠落表示(OMS-PMI)	79
16.3	OCh保守信号	79
16.3.1	OCh前方障害表示-ペイロード(OCh-FDI-P)	79
16.3.2	OCh前方障害表示-オーバーヘッド(OCh-FDI-O)	79
16.3.3	OChコネクション開放表示(OCh-OCI)	79
16.4	OTUk保守信号	80
16.4.1	OTUk警報表示信号(OTUk-AIS)	80
16.4.2	OTLk警報表示信号 (OTUk-AIS)	80
16.5	ODUk保守信号	81
16.5.1	ODUk警報表示信号(ODUk-AIS)	81
16.5.2	ODUk コネクション開放表示(ODUk-OCI)	82
16.5.3	ODUkロック(ODUk-LCK)	82
16.6	クライアント保守信号	83
16.6.1	一定ビットレート信号のための汎用AIS	83
17	クライアント信号のマッピング	83
17.1	OPUk クライアント信号故障(CSF)	84
17.2	CBR2G5、CBR10G、CBR10G3、CBR40G信号のOPUkへのマッピング	84
17.2.1	OPU1 へのCBR2G5 信号(たとえばSTM-16,CMGPON D/CMGPON U2)のマッピング	87
17.2.2	OPU2 へのCBR10G信号(たとえばSTM-64)のマッピング	87
17.2.3	OPU3 へのCBR40G信号(たとえばSTM-256)のマッピング	88
17.2.4	OPU2eへのCBR10G3 信号(たとえば 10GBASE-R)のマッピング	88
17.3	OPUkへのATMセルストリームのマッピング	89
17.4	GFPフレームのOPUkへのマッピング	90
17.4.1	拡張OPU2 ペイロード領域へのGFPフレームマッピング	90
17.5	試験信号のOPUkへのマッピング	91
17.5.1	ヌルクライアントのOPUkへのマッピング	91
17.5.2	PRBS試験信号のOPUkへのマッピング	92
17.6	非特定クライアントビット列のOPUkへのマッピング	92
17.6.1	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	93
17.6.2	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	93
17.7	その他のスタッフ付き固定ビットレート信号のOPUkへのマッピング	93
17.7.1	1.238 Gbit/s CBRクライアント信号のOPU0 へのマッピング	94
17.7.2	supra-1.238、sub-2.488 Gbit/s CBRクライアント信号のOPU1 へのマッピング	96
17.7.3	ビットレート 9.995GのCBRクライアント信号のOPU2 へのマッピング	98
17.7.4	ビットレート 40.149G 近傍のCBRクライアント信号のOPU3 へのマッピング	100
17.7.5	ビットレート 104.134G近傍のCBRクライアント信号のOPU4 へのマッピング	102
17.8	タイミング透過トランスコーディングによる 1000BASE-XとFC-1200 信号のOPUkマッピング	104
17.8.1	1000BASE-X信号のOPU0 へのマッピング	104
17.8.2	FC-1200 信号のOPU2eへのマッピング	104
17.9	supra-2.488 CBR Gbit/s信号のOPUflexへのマッピング	106

18	コンカチネーション	107
18.1	OPUk信号のバーチャルコンカチネーション	107
18.1.1	OPUkバーチャルコンカチネーション(OPUk-Xv, k=1...3, X=1...256)	107
18.1.2	OPUk-Xv OH記述	109
18.2	クライアント信号のマッピング	112
18.2.1	OPUk-4vへのCBR信号(例,STM-64/256)のマッピング	112
18.2.2	OPUk-16vへのCBR信号(例,STM-256)のマッピング	114
18.2.3	OPUk-XvへのATMセル列のマッピング	116
18.2.4	OPUk-XvへのGFPフレームのマッピング	117
18.2.5	OPUk-Xvへの試験信号のマッピング	118
18.2.6	OPUk-Xvへの非特定クライアントビット列のマッピング	120
18.3	バーチャルコンカチネーションにおけるLCAS	121
19	ODTU信号へのODUj信号とHO OPUkトリビュタリスロットへのODTUのマッピング	121
19.1	OPUkトリビュタリスロット割当て	121
19.1.1	OPU2トリビュタリスロットの配置	121
19.1.2	OPU3トリビュタリスロット配置	123
19.1.3	OPU1トリビュタリスロットの割当て	125
19.1.4	OPU4トリビュタリスロットの配置	126
19.2	ODTUの定義	129
19.3	OPUkへのODTU信号の多重	131
19.3.1	1個のOPU2トリビュタリスロットへのODTU12マッピング	132
19.3.2	OPU3トリビュタリスロットへのODTU13のマッピング	133
19.3.3	4個のOPU3トリビュタリスロットへのODTU23のマッピング	134
19.3.4	一つのOPU1 1.25GトリビュタリスロットへのODTU01マッピング	136
19.3.5	ts OPU2 1.25GトリビュタリスロットへのODTU02のマッピング	136
19.3.6	ts OPU3 1.25GトリビュタリスロットへのODTU3.tsのマッピング	137
19.3.7	ts OPU4 1.25GトリビュタリスロットへのODTU4.tsのマッピング	138
19.4	OPUk多重オーバーヘッドとODTUスタッフオーバーヘッド	139
19.4.1	OPUk多重構造拡張子(MSI)	143
19.4.2	OPUkペイロード構造拡張子の予約されたオーバーヘッド (RES)	148
19.4.3	OPUk多重スタッフオーバーヘッド (JOH)	148
19.4.4	OPUマルチフレーム拡張子オーバーヘッド(OMFI)	149
19.5	ODTUjkへのODUjマッピング	149
19.5.1	ODTU12へのODU1マッピング	151
19.5.2	ODTU12へのODU1マッピング	154
19.5.3	ODTU23へのODU2マッピング	157
19.5.4	ODTU01へのODU0のマッピング	160
19.6	ODTUK.tsへのODUjのマッピング	160
19.6.1	ODTU2.MへのODUj多重	161
19.6.2	ODTU3.MへのODUj多重	162
19.6.3	ODTU4.MへのODUj多重	163
付属資料A	16バイトインターリーブRS(255,239)符号を用いた前方誤り訂正	165
付属資料B	64B/66B符号化されたクライアントのトランスコーディングを用いた 513B 符号ブロックへの	

適合.....	167
B.1 伝送順序.....	167
B.2 クライアントフレーム復帰.....	167
B.3 66Bブロックから 513Bブロックへのトランスコーディング.....	168
B.3.1 512B/513Bエンコーダの前で検出される誤り.....	171
B.3.2 512B/513Bデコーダにより検出される誤り.....	171
B.5 リンクフォールトシグナリング.....	172
付属資料C マルチチャンネルパラレルインタフェース上のOTU3 とOTU4 のアダプテーション.....	173
付属資料D 汎用マッピングプロシージャの原理.....	177
D.1 基本原理.....	177
D.2 OTNにおけるGMPの適用.....	180
D.3 $C_m(t)$ の符号化および復号.....	184
D.4 $\Sigma C_{nd}(t)$ 符号化および復号化.....	188
付属資料E OTN伝送網上でのIEEE 10G BASE-R の転送.....	190
E.1 範囲.....	190
E.2 参考文献.....	190
E.3 定義.....	190
E.4 略語.....	190
E.5 慣例.....	191
E.6 標準のマッピング.....	191
E.6.1 STM-64 を介した 10G BASE-W (WAN PHY).....	191
E.6.2 10G BASE-R (LAN PHY) ペイロードのみのOPU2 へのGFP-Fマッピング.....	191
E.7 非標準のマッピング.....	192
E.7.1 10G BASE-R信号のOPU2eへのビット透過マッピング.....	192
E.7.2 10G BASE-R信号のOPU1eへのビット透過マッピング.....	192
E.7.3 G.709 ビットレート準拠のペイロードおよびプリアンブル情報透過伝送.....	193
E.8 各マッピング方式の特長.....	193
E.8.1 G.709 ビットレート準拠.....	195
E.8.2 ドメイン間インタフェース/ドメイン内インタフェース.....	195
E.8.3 タイミング及び同期.....	195
E.8.4 光特性.....	195
E.8.5 多重及びマルチサービス.....	196
E.8.6 透過性.....	196
E.8.7 BER 監視.....	198
E.9 4 個のODU2e信号のODU3eへの多重.....	198
E.9.1 4×ODU2e信号のOPU3e1 への非同期ビット透過マッピング.....	198
E.9.2 4 個のODU2e信号のOPU3e2 への非同期汎用マッピング #.....	207
付録I ビットレート許容偏差±20 ppmを有する CBR2G5, CBR10G, および CBR40GクライアントのOPUkへの非同期マッピングに対するスタップ率の範囲、並びに、ODUj の ODUk (k>j)への非同期多重に対するスタップ率の範囲.....	212
付録II 部分的に標準化されたOTUフレーム構造の例.....	219
付録III ODUk多重化の例.....	223
付録IV 低次ODUk信号の多重化におけるOPUk内の固定スタップの例.....	225

付録V.....	226
付録VI ODUk 多重構造識別子の例	227
付録VII パラレル 64B/66B符号化クライアントの適合.....	231
VII.1 はじめに.....	231
VII.2 クライアント信号フォーマット.....	231
VII.3 クライアントフレーム回復.....	231
VII.3.1 40GBASE-Rクライアントフレーム回復.....	232
VII.3.2 100GBASE-Rクライアントフレーム回復 および BIP-8 操作.....	233
VII.4 パラレル 64B/66Bクライアントのための付属資料Bトランスコーディングへの追加.....	234
VII.4.1 BIP-8 トランスペアレンシ	235
VII.4.2 マッパーにより検出される誤り	236
付録VIII 1027Bコードブロックを用いたOPU3 への 40GBASE-Rマッピングのために改善された構造安定性.....	238
VIII.1 はじめに.....	238
VIII.2 513B符号ブロックフレーミングおよびフラグビットプロテクション.....	238
VIII.3 66Bブロックシーケンス検査.....	239
VIII.3.1 ステートダイアグラム規約.....	239
VIII.3.2 ステート変数.....	240
VIII.3.3 ステートダイアグラム	242
付録IX CRC-8 および CRC-5 の並列論理の実装.....	245
付録X OTL4.10 構造.....	247
付録XI CPRIのLO ODUへのマッピング	248
付録XII CBRクライアント信号のLO OPUへのマッピングタイプの概要	250

<参考>

1. 国際勧告との関係

本標準は、ITU-T 勧告 2009 年 12 月版の G.709 および 2010 年 5 月版の Erratum 1 に準拠したものである。
付属資料 E は ITU-T 勧告 2008 年 12 月版 Supplement 43 に準拠したものである。

2. 上記国際勧告等との相違

2.1 オプション選択項目

なし

2.2 ナショナルマター項目

付属資料 E

2.3 その他

(1) 本標準は ITU-T 勧告 2008 年 12 月版 Supplement 43 から下記の項目を削除している。

(a) E.9.2 節 4 個の ODU2e 信号の OPU3e2 への非同期汎用マッピング

本項目を削除した理由は、該項目が国内の網間接続において当面利用されないことによるものである。

なお、本標準で削除された ITU-T 勧告で規定している事項は、将来の網間接続において利用される可能性、および標準改定時の利便性を鑑み、ITU-T 勧告における種々の規定追加/変更について TTC 標準としてフォローをはかり、本標準の理解を助けるために記載しているものは“#”で表示する。

3. 改版の履歴

版数	発行日	改版内容
第1版	2005年06月02日	制定(ITU-T G.709/Y.1331 (03/03)準拠)
第2版	2010年11月16日	改訂(ITU-T G.709/Y.1331 (12/09)準拠、Erratum 1 (05/10)準拠、G.Sup43(12/08)準拠)
第2.1版	2011年3月1日	誤記訂正(ODU3e1、OPU3e1の値の小数点漏れ修正)

4. 工業所有権

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

5. その他

(1)参照する勧告、標準など

TTC 標準 JT-G693、JT-G694.1、JT-G707、JT-G805、JT-G872、JT-G959.1、JT-G7041、JT-I432.1、JF-IEEE802.3

ITU-T 勧告 G.652、G.653、G.655、G.693、G.694.1、G.696.1、G.707/Y.1322、G.798、G.805、G.806、G.870/Y.1352、G.872、G.873.1、G.959.1、G.984.6、G.7041/Y.1303、G.7042/Y.1305、G.8001、G.8010、G.8011.1/Y.1307.1、G.8012、G.8251、I.4321.1、M.1400、M.3100、O.150

IEEE 標準 802.3-2005

6. 標準作成部門

情報転送専門委員会

要約

本標準は光伝送網の n 次の光伝送モジュール(OTM- n)信号に対する要求条件を以下の点から定義する。

- 光伝送ハイアラキ(OTH)
- 複数波長の光ネットワークをサポートするオーバーヘッドの機能
- フレーム構造
- ビットレート
- クライアント信号へのマッピングのためのフォーマット

1 適応範囲

光伝送ハイアラキ(OTH)は、様々な構成(例えば、ポイント・ポイント、リング、メッシュ構成)の光ネットワークの運用と管理の側面をサポートする。

本標準は光ネットワークのサブネットワーク内やサブネットワーク間で使用される光伝送網のインタフェースを以下の点に関して定義する。

- 光伝送ハイアラキ(OTH)
- 複数波長の光ネットワークをサポートするオーバーヘッドの機能性
- フレーム構造
- ビットレート
- クライアント信号をマッピングするためのフォーマット

本標準で定義するインタフェースは、光伝送網のユーザー・網インタフェース(UNI)や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は光技術に依存しており、技術の進展に伴い変更される可能性がある。それゆえ、光技術に依存する側面については(横断的な互換性のために)これらのインタフェースが技術変化を容認できるように定義していない。光サブネットワークの運用と管理に必要となるオーバーヘッドの機能は定義する。

本標準の第2版では以下を取り入れた。

- 固定ビットレートのクライアント信号の(基本的に無限大の)拡張セットのサポート
- フレキシブル ODUk ; 任意のビットレートと $\pm 100\text{ppm}$ までの許容偏差を持つことができる。
- クライアント/サーバー独立のジェネリックマッピングプロシージャ; クライアント信号を OPUk のペイロードにマッピングする。もしくは OPUk の1以上のトリビュタリスロットのペイロードに ODUj をマッピングする。
- ODUk 遅延測定機能

2 参考文献

以下のITU-T勧告とその他の参考文献はこの文章で参考文献を通して本標準の規定を構築するための規定を含むものである。本標準の出版時に示されている版は有効である。全ての勧告と他の参考文献は改訂されるので、本標準の利用者は以下に列挙される勧告とその他の参考文献の最新版の適用について可能性を調査することが推奨される。現在有効なITU-T勧告のリストは定期的に出版されている。本標準内の文書への参照が、スタンドアロン文章としての参考文献に勧告としてのステータスをあたえるわけではない。

- ITU-T 勧告 G.652 (2003)、シングルモード光ファイバケーブルの特性
- ITU-T 勧告 G.653 (2003)、分散シフトシングルモード光ファイバケーブルの特性
- ITU-T 勧告 G.655 (2003)、ノンゼロ分散シフトシングルモード光ファイバケーブルの特性
- ITU-T 勧告 G.693 (2001)、局内システムのための光インタフェース

- TTC 標準 JT-G693(2008)、局内システムのための光インタフェース
- ITU-T 勧告 G.694.1 (2002)、WDM アプリケーション用のスペクトル・グリッド：DWDM 周波数グリッド
- TTC 標準 JT-G694.1(2005)、WDM 用途のスペクトル・グリッド：DWDM 周波数グリッド
- ITU-T 勧告 G.696.1 (2006)、イントラドメイン DWDM アプリケーションの長手方向互換性
- ITU-T 勧告 G.707/Y.1322 (2003)、同期デジタルハイアラキ(SDH)のための網ノードインタフェース
- TTC 標準 JT-G707(2006)、同期デジタルハイアラキのNNI
- ITU-T 勧告 G.798 (2008)、光伝送網階梯装置機能ブロックの特性
- ITU-T 勧告 G.805 (2000)、伝送網の一般機能構成
- TTC 標準 JT-G805(1999)、伝送ネットワークの一般的アーキテクチャ
- ITU-T 勧告 G.806 (2000)、伝送装置の特性- 記述法と一般的な機能性
- ITU-T 勧告 G.870/Y.1352 (2004)、光伝送網の用語と定義
- ITU-T 勧告 G.872 (2001)、光伝送網の構成
- TTC 標準 JT-G872(2007)、光伝送網のアーキテクチャ
- ITU-T 勧告 G.873.1 (2003)、光伝送網：リニアプロテクション
- ITU-T 勧告 G.959.1 (2003)、光伝送網物理レイヤインタフェース
- TTC 標準 JT-G959.1(2007)、光伝送網の物理インタフェース
- ITU-T 勧告 G.984.6 (2009)、ギガビット可能なパッシブ光ネットワーク(GPON)：距離延伸。
- ITU-T 勧告 G.7041/Y.1303 (2003)、ジェネリックフレーミングプロシージャ (GFP)
- TTC 標準 JT-G7041(2004)、ジェネリックフレーミングプロシージャ(GFP)
- ITU-T 勧告 G.8001 (2006)、伝送網上のイーサネットフレームの用語と定義
- ITU-T 勧告 G.8010 (2006)、イーサネットレイヤーネットワークのアーキテクチャ
- ITU-T 勧告 G.8012 (2006)、イーサネット UNI とイーサネット NNI
- ITU-T 勧告 G.8251 (2001)、光伝送網のジッタ・ワンド管理
- ITU-T 勧告 I.432.1 (1999)、B-ISDN ユーザ・網インタフェース -物理レイヤ規定：一般的な特性
- TTC 標準 JT-I432.1(2000)、広帯域 ISDN ユーザ・網インタフェース物理レイヤ仕様 - 一般的な特性 -
- ITU-T 勧告 M.1400 (2001)、オペレータのネットワーク間の相互接続のための指示
- ITU-T 勧告 M.3100 (1995)/修正 3 (2001)、一般的なネットワーク情報モデル- 修正 3：一般的な警報報告制御(ARC)機能のための管理インタフェースの定義。
- ITU-T 勧告 O.150 (1996)、デジタル伝送装置におけるパフォーマンス測定の手段のための一般的な要件
- ITU-T 勧告 G.7042/Y.1305 (2001)、バーチャルコンカチネーションされた信号のリンク容量調整機構 (LCAS)
- ITU-T 勧告 G.8011.1/Y.1307.1 (2009)、イーサネット専用線サービス
- IEEE 標準 802.3-2005、情報技術- Local and Metropolitan Area Networks -Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications.
- TTC 標準 JF-IEEE802.3(2007)、100BASE-FX/TX、1000BASE-SX/LX 及び 10GBASE-LR/ER/LW/EW インタフェース

3 用語と定義

本標準は、TTC 標準 JT-G707 および、ITU-T 勧告 G.780/Y.1351 で定義される用語を使用する。

- | | | |
|----|-------------|------------------------|
| a) | BIP-X | BIP-X |
| b) | 網ノードインタフェース | Network node interface |

本標準は、TTC 標準 JT-G805 で定義される用語を使用する。

a)	アダプテーション情報	Adapted information (AI)
b)	特徴的情報	Characteristic information (CI)
c)	ネットワーク	Network
d)	サブネットワーク	Subnetwork

本標準は、ITU-T 標準 G.870/Y.1352 で定義される用語を使用する。

a)	ドメイン内インタフェース	Intra-domain interface (IaDI)
b)	ドメイン間インタフェース	Inter-domain interface (IrDI)
c)	光伝送網	Optical transport network (OTN)
d)	光伝送モジュール	optical transport module (OTM n[r].m)
	全機能型 OTM	OTM with full functionality (OTM n.m)
	簡易機能型 OTM	OTM with reduced functionality (OTM-0.m, OTM-nr.m)
e)	光チャネル	optical channel (OCh[r])
	全機能型光チャネル	optical channel with full functionality (OCh)
	簡易機能型光チャネル	optical channel with reduced functionality (OChr)
f)	光チャネル伝送ユニット	optical channel transport unit (OTUk[V])
	完全に標準化された OTUk	completely standardized OTUk (OTUk)
	機能的に標準化された OTUk	functionally standardized OTUk (OTUkV)
g)	光チャネルデータユニット	optical channel data unit (ODUk)
	ODUk パス	ODUk path (ODUkP)
	ODUk TCM	ODUk TCM (ODUkT)
h)	光チャネルペイロードユニット	optical channel payload unit (OPUk)
i)	光チャネル搬送波	optical channel carrier (OCC[r])
	全機能型 OCC	OCC with full functionality (OCC)
	簡易機能型 OCC	OCC with reduced functionality (OCCr)
j)	n 次の光搬送波グループ	optical carrier group of order n (OCG n[r])
	全機能型 OCG	OCG with full functionality (OCG n)
	簡易機能型 OCG	OCG with reduced functionality (OCG nr)
k)	光多重ユニット	optical multiplex unit (OMU n, n ≥ 1)
l)	n 次の光物理セクション	optical physical section of order n (OPSn)
m)	光伝送網ノードインタフェース	optical transport network node interface (ONNI)
n)	OTM オーバーヘッド信号	OTM overhead signal (OOS)
o)	光監視チャネル	optical supervisory channel (OSC)
p)	光伝送ハイアラーキ	optical transport hierarchy (OTH)
q)	OTH 多重化	OTH multiplexing
r)	アウトバンドオーバーヘッド	non associated overhead (naOH)
s)	コネクションモニタの無瞬断起動/停止	hitless activation/deactivation of a connection monitor
t)	CBR2G5	
u)	CBR10G	
v)	CBR40G	
w)	コネクション監視終端点	connection monitoring end point (CMEP)

x) リンク容量調整機構 link capacity adjustment scheme (LCAS)

本標準は、ITU-T 標準 G.870/Y.1352 で定義される表記を使用する。

- a) n
- b) r
- c) m
- d) k

本標準は、ITU-T 標準 G.872 で定義される用語を使用する。

- a) 光多重セクション Optical multiplex section (OMS)
- b) 光中継セクション Optical transmission section (OTS)

4 略語

本標準は以下の略語を用いる。

0xYY	YY は 16 進の表現での値である。	
16FS	16 カラムの固有値	16 columns with Fixed Stuff
3R	等化増幅、識別再生、クロック抽出	Reamplification, Reshaping and Retiming
ACT	起動 (TCM ACT バイトの中)	
AI	アダプテーション情報	Adapted Information
AIS	警報表示信号	Alarm Indication Signal
APS	自動予備切替	Automatic Protection Switching
AMP	非同期マッピング手順	Asynchronous Mapping Procedure
BDI	後方障害表示	Backward Defect Indication
BDI-O	後方障害表示オーバーヘッド	Backward Defect Indication Overhead
BDI-P	後方障害表示ペイロード	Backward Defect Indication Payload
BEI	後方誤り表示	Backward Error Indication
BI	後方表示	Backward Indication
BIAE	後方入力同期誤り	Backward Incoming Alignment Error
BIP	ビットインタリーブドパリティ	Bit Interleaved Parity
BMP	ビット同期マッピング手順	Bit-synchronous Mapping Procedure
C_m	m ビットクライアントデータエンティティ	number of m-bit client data entities
C_n	n ビットクライアントデータエンティティ	number of n-bit client data entities
C_{nD}	C_n と $(m/n \times C_m)$ の違い	difference between C_n and $(m/n \times C_m)$
CAUI	チップ-100Gb/s アタッチメントユニットインタフェース	Chip to 100Gb/s Attachment Unit Interface
CB	コントロールブロック	Control Block
CBR	固定ビットレート	Constant Bit Rate
CI	特徴的情報	Characteristic Information
CM	コネクション監視	Connection Monitoring

CMEP	コネクション監視終端点	Connection Monitoring End Point
CMGPON_D	連続モード GPON ダウンストリーム	Continuous Mode GPON Downstream
CMGPON_U2	連続モード GPON アップストリーム 2	Continuous Mode GPON Upstream 2
CMOH	コネクション監視オーバーヘッド	Connection Monitoring Overhead
CPRI	共通パブリック無線インタフェース	Common Public Radio Interface
CRC	巡回冗長検査	Cyclic Redundancy Check
CS	クライアント独自	Client Specific
CSF	クライアント信号故障	Client Signal Fail
CTRL	ソースからシンクへ送られる制御ワード	Control word sent from source to sink
DAPI	宛先アクセスポイント識別子	Destination Access Point Identifier
DMp	ODUk パスの遅延測定	Delay Measurement of ODUk path
DMti	TCM の遅延測定	Delay Measurement of TCMi
DNU	未使用	Do Not Use
EDC	誤り検出コード	Error Detection Code
EOS	シーケンス終了	End of Sequence
EXP	実験用	Experimental
ExTI	期待されるトレース識別子	Expected Trace Identifier
FAS	フレーム同期信号	Frame Alignment Signal
FC	フラッグ継続	Flag Continuation
FDI	前方障害表示	Forward Defect Indication
FDI-O	前方障害表示オーバーヘッド	Forward Defect Indication Overhead
FDI-P	前方障害表示ペイロード	Forward Defect Indication Payload
FEC	前方誤り訂正	Forward Error Correction
GCC	一般通信チャネル	General Communication Channel
GID	グループ識別子	Group Identification
GMP	汎用マッピング手順	Generic Mapping Procedure
GPON	ギガビット容量のパッシブ光網	Gigabit-capable passive optical networks
IaDI	ドメイン内インタフェース	Intra-Domain Interface
IAE	入力同期誤り	Incoming Alignment Error
IrDI	ドメイン間インタフェース	Inter-Domain Interface
JC	スタッフィングコントロール	Justification Control
JOH	スタッフオーバーヘッド	Justification Overhead
LCAS	リンク容量調整機構	Link Capacity Adjustment Scheme
LF	近端故障	Local Fault
LLM	論理レーンマーカ	Logical Lane Marker
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
MFI	マルチフレーム表示	Multiframe Indicator
MS	保守信号	Maintenance Signal
MSB	最上位ビット	Most Significant Bit
MSI	多重構造識別子	Multiplex Structure Identifier

MST	メンバ状態	Member Status
naOH	アウトバンドオーバーヘッド	non-associated overhead
NNI	網ノードインタフェース	Network Node Interface
NORM	通常運用モード	Normal Operating Mode
NOS	非運用基本列	Not Operational primitive Sequence
OCC	光チャネル搬送波	Optical Channel Carrier
OCCo	光チャネル搬送波－オーバーヘッド	Optical Channel Carrier – overhead
OCCp	光チャネル搬送波－ペイロード	Optical Channel Carrier – payload
OCCr	簡易機能型光チャネル搬送波	Optical Channel Carrier with reduced functionality
OCG	光搬送波グループ	Optical Carrier Group
OCGr	簡易機能型光搬送波グループ	Optical Carrier Group with reduced functionality
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
OCI	コネクション開放表示	Open Connection Indication
ODTUG	光チャネルデータトリビュタリユニットグループ	Optical channel Data Tributary Unit Group
ODTUjk	j 次から k 次への光チャネルデータトリビュタリユニット	Optical channel Data Tributary Unit j into k
ODTuk.ts	ts トリビュタリスロットを伴った光チャネルデータトリビュタリユニット k	Optical channel Data Tributary Unit k with ts tributary slots
ODU	光チャネルデータユニット	Optical Channel Data Unit
ODUk	k 次の光チャネルデータユニット	Optical Channel Data Unit-k
ODUk-Xv	X 個の ODUk バーチャルコンカチネーション	X virtually concatenated ODUks
ODUkP	光チャネルデータユニット k パス監視レベル	Optical Channel Data Unit-k Path Monitoring level
ODUkT	光チャネルデータユニット k タンデムコネクション監視レベル	Optical Channel Data Unit-k Tandem Connection Monitoring level
OH	オーバーヘッド	Overhead
OMFI	OPU マルチフレーム識別子	OPU Multi-Frame Identifier
OMS	光多重セクション	Optical Multiplex Section
OMS-OH	光多重セクションオーバーヘッド	Optical Multiplex Section Overhead
OMU	光多重ユニット	Optical Multiplex Unit
ONNI	光網ノードインタフェース	Optical Network Node Interface
OOS	OTM オーバーヘッド信号	OTM Overhead Signal
OPS	光物理セクション	Optical Physical Section
OPSM	光物理セクションマルチレーン	Optical Physical Section Multilane
OPU	光チャネルペイロードユニット	Optical Channel Payload Unit
OPUk	k 次の光チャネルペイロードユニット	Optical Channel Payload Unit-k
OPUk-Xv	X 個の OPUk バーチャルコンカチネーション	X virtually concatenated OPUks
OSC	光監視チャネル	Optical Supervisory Channel
OTH	光伝送ハイアラキー	Optical Transport Hierarchy

OTL	光チャネル伝送レーン	Optical Channel Transport Lane
OTLC	光伝送レーン搬送波	Optical Transport Lane Carrier
OTLCG	光伝送レーン搬送波グループ	Optical Transport Lane Carrier Group
OTM	光伝送モジュール	Optical Transport Module
OTN	光伝送網	Optical Transport Network
OTS	光中継セクション	Optical Transmission Section
OTS-OH	光中継セクションオーバーヘッド	Optical Transmission Section Overhead
OTU	光チャネル伝送ユニット	Optical Channel Transport Unit
OTUk	k 次の完全に標準化された光チャネル伝送ユニット	completely standardized Optical Channel Transport Unit-k
OTUkV	k 次の機能的に標準化された光チャネル伝送ユニット	functionally standardized Optical Channel Transport Unit-k
OTUk-v	ベンダ独自 OTU FEC 付き光チャネル伝送ユニット k	Optical Channel Transport Unit-k with vendor specific OTU FEC
P-CMEP	パスコネクション監視終端点	Path-Connection Monitoring End Point
PCC	切替通信チャネル	Protection Communication Channel
PCS	物理コーディングサブレイヤ	Physical Coding Sublayer
PLD	ペイロード	Payload
PM	パス監視	Path Monitoring
PMA	物理媒体アタッチメントサブレイヤ	Physical Medium Attachment sublayer
PMI	ペイロード欠落表示	Payload Missing Indication
PMOH	パス監視オーバーヘッド	Path Monitoring OverHead
PN	疑似ランダム数	Pseudo-random Number
POS	ポジションフィールド	Position field
ppm	百万分の一	parts per million
PRBS	疑似ランダムバイナリシーケンス	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	将来の国際標準用に予約された	Reserved for future international standardization
RF	対局故障	Remote Fault
RS	リード・ソロモン	Reed-Solomon
RS-Ack	再シーケンス確認	Re-sequence acknowledge
SAPI	送信元アクセスポイント識別子	Source Access Point Identifier
Sk	シンク	Sink
SM	セクション監視	Section Monitoring
SMOH	セクション監視オーバーヘッド	Section Monitoring OverHead
So	ソース	Source
SNC	サブネットワークコネクション	Subnetwork connection
SNC/I	固有監視を伴うサブネットワークコネクションプロテクション	Subnetwork connection protection with inherent monitoring
SNC/N	非貫入監視を伴うサブネットワークコネクションプロテクション	Subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring
SNC/S	サブレイヤ監視を伴うサブネットワークコネクションプロテクション	

Subnetwork connection protection with sublayer monitoring

SQ	シーケンス表示	Sequence Indicator
TC	タンデムコネクション	Tandem Connection
TC-CMEP	タンデムコネクション監視終点	Tandem Connection-Connection Monitoring End Point
TCM	タンデムコネクション監視	Tandem Connection Monitoring
TCMOH	タンデムコネクション監視オーバーヘッド	Tandem Connection Monitoring OverHead
TS	トリビュタリスロット	Tributary Slot
TSOH	トリビュタリスロットオーバーヘッド	Tributary Slot Overhead
TTT	タイミング透過トランスコーディング	Timing Transparent Transcoding
TxTI	送信済みトレース識別子	Transmitted Trace Identifier
UNI	ユーザー・網インタフェース	User-to-Network Interface
VCG	バーチャルコンカチネーショングループ	Virtual Concatenation Group
VCOH	バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド	Virtual Concatenation Overhead
vcPT	バーチャルコンカチネーションされたペイロードタイプ	virtual concatenated Payload Type

5 慣例

ITU-T 勧告 G.872 で規定されるように光伝送網の機能構成は ONNI を得るために使用される。ONNI は ITU-T 勧告 G.805 で述べられているように、各々のレイヤに存在するアダプテーション情報と特徴的情報に関して規定される。

送信順序：本標準の全ての図にある情報の送信順序は最初に左から右へ、次に上から下となる。各バイト内で最上位ビットが最初に送られる。最上位ビット(ビット 1)は全ての図の左に示される。

予約済みビットの値：予約済みであるか、もしくは将来の国際標準化のために予約されているオーバーヘッドビットの値は「0」に設定しなければならない。

記載元のないビットの値：他で記述されていない限り、任意の記載元のないビットは「0」に設定しなければならない。

OTUk、ODUk、OPUk のオーバーヘッド割当：光チャネル伝送/データ/ペイロードユニット信号における各パートへのオーバーヘッドの割当は図 5-1 に定義される。

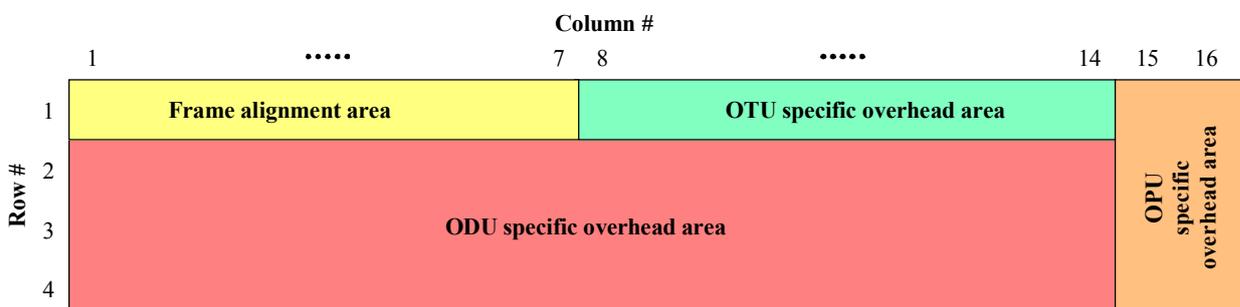


図5-1/JT-G709_OTUk、ODUk、OPUk オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

G.709/Y.1331_F5-1

6 光伝送網インタフェース構造

ITU-T 勧告 G.872 で規定されるように光伝送網は 2 種のインタフェースクラスを定義する。

- ドメイン間インタフェース(IrDI)
- ドメイン内インタフェース(IaDI)

OTN の IrDI インタフェースはインタフェースの各端点で 3R 処理があることで定義される。

n 次の光伝送モジュール(OTM-n)は OTN インタ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 種の OTM-n 構造を定義する。

- 全機能型 OTM インタフェース(OTM-n.m)
- 簡易機能型 OTM インタフェース(OTM-0.m, OTM-nr.m, OTM-0.mvn)

簡易機能型 OTM インタフェースは OTN の IrDI インタフェースクラスをサポートするためにインタフェースの各端点で 3R 処理があることで定義される。

6.1 基本信号構造

基本構造を図 6-1 に示す。

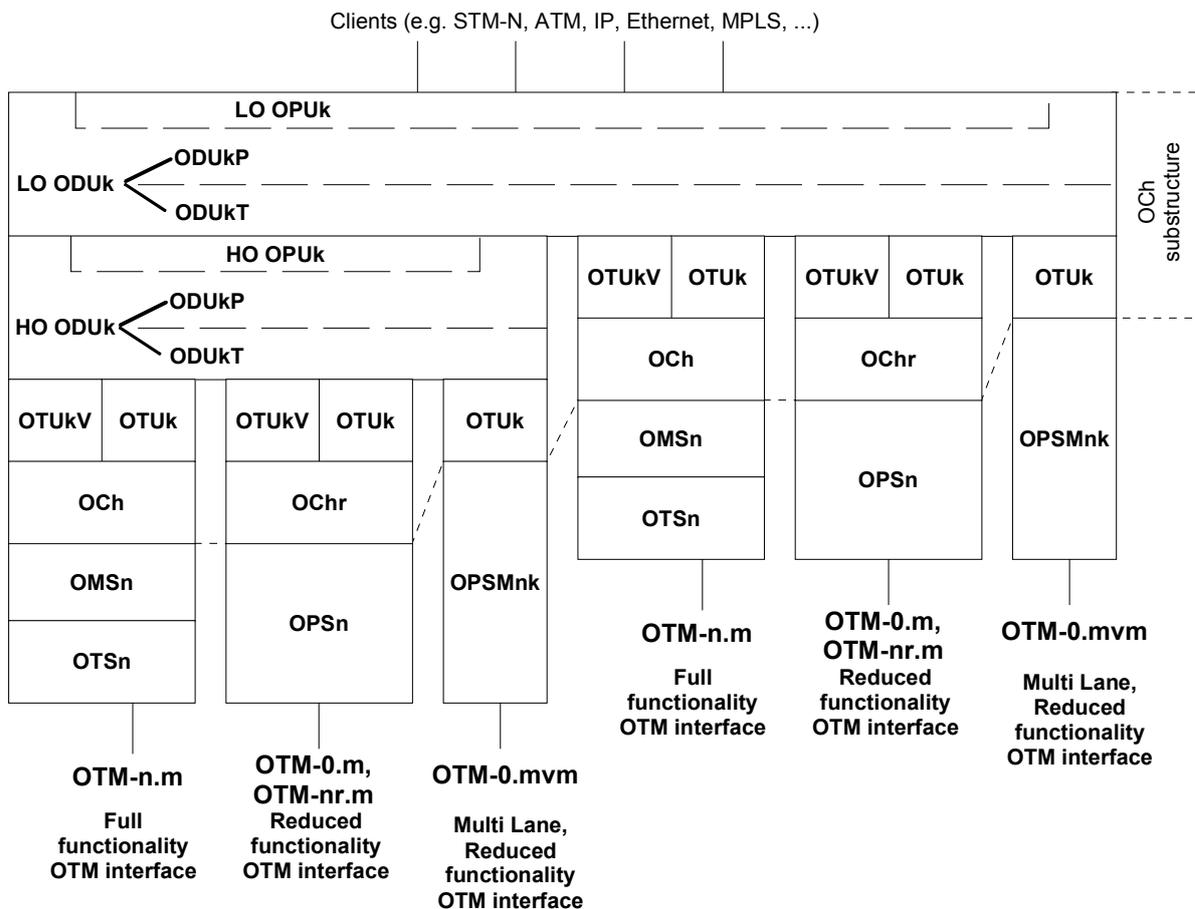


図6-1/JT-G709_OTNインタフェースの構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

6.1.1 OChの基礎

光チャネルレイヤはITU-T 勧告 G.872 で定義されるネットワークの管理機能や監視機能をサポートするた

めに更にレイヤネットワーク構成をとる。

- OTN における 3R 中継点間の透過なネットワークコネクションを提供する全機能型光チャネル(OCh)もしくは簡易機能型光チャネル(OChr)
- OTN における 3R 中継点間の伝送のための監視を提供し、信号を調整する完全に標準化された光チャネル伝送ユニットもしくは機能的に標準化された光チャネル伝送ユニット(OTUk/OTUkV)
- 以下を提供する光チャネルデータユニット(ODUk)
 - タンデムコネクション監視(ODUKT)
 - エンド・エンドパス監視(ODUKP)
 - 光チャネルペイロードユニット(OPUk)経由でのクライアント信号のアダプテーション
 - 光チャネルペイロードユニット(OPUk)経由での OTN ODUk 信号のアダプテーション

6.1.2 全機能型OTM-n.m ($n \geq 1$)の構造

OTM-n.m ($n \geq 1$)は以下のレイヤからなる。

- 光中継セクション(OTS_n)
- 光多重セクション(OMS_n)
- 全機能型光チャネル(OCh)
- 完全に標準化された、もしくは機能的に標準化された光チャネル伝送ユニット(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 とOTM-0.m の構造

OTM-nr.m と OTM-0.m は以下のレイヤからなる。

- 光物理セクション(OPSn)
- 簡易機能型光チャネル(OChr);
- 完全に標準化された、もしくは機能的に標準化された光チャネル伝送ユニット(OTUk/OTUkV)
- 光チャネルデータユニット(ODUk)

6.1.4 パラレル OTM-0.mvn 構造

OTM-0.mvn は、以下のレイヤからなる。

- 光物理セクション optical physical section (OPSMnk);
- 完全に標準化された光チャネル伝送ユニット completely standardized optical channel transport unit (OTUk);
- 光チャネルデータユニット optical channel data unit (ODUk).

6.2 OTNインタフェースの情報構造

OTN インタフェースの情報構造は情報の包含関係とフローで表現される。主要な情報の包含関係は図 6-2、6-3、6-4、6-6 に記述する。情報フローは図 6-5 に示す。

OTN の監視目的で OCh 信号が終端されるたび OTUk/OTUkV 信号も終端される。

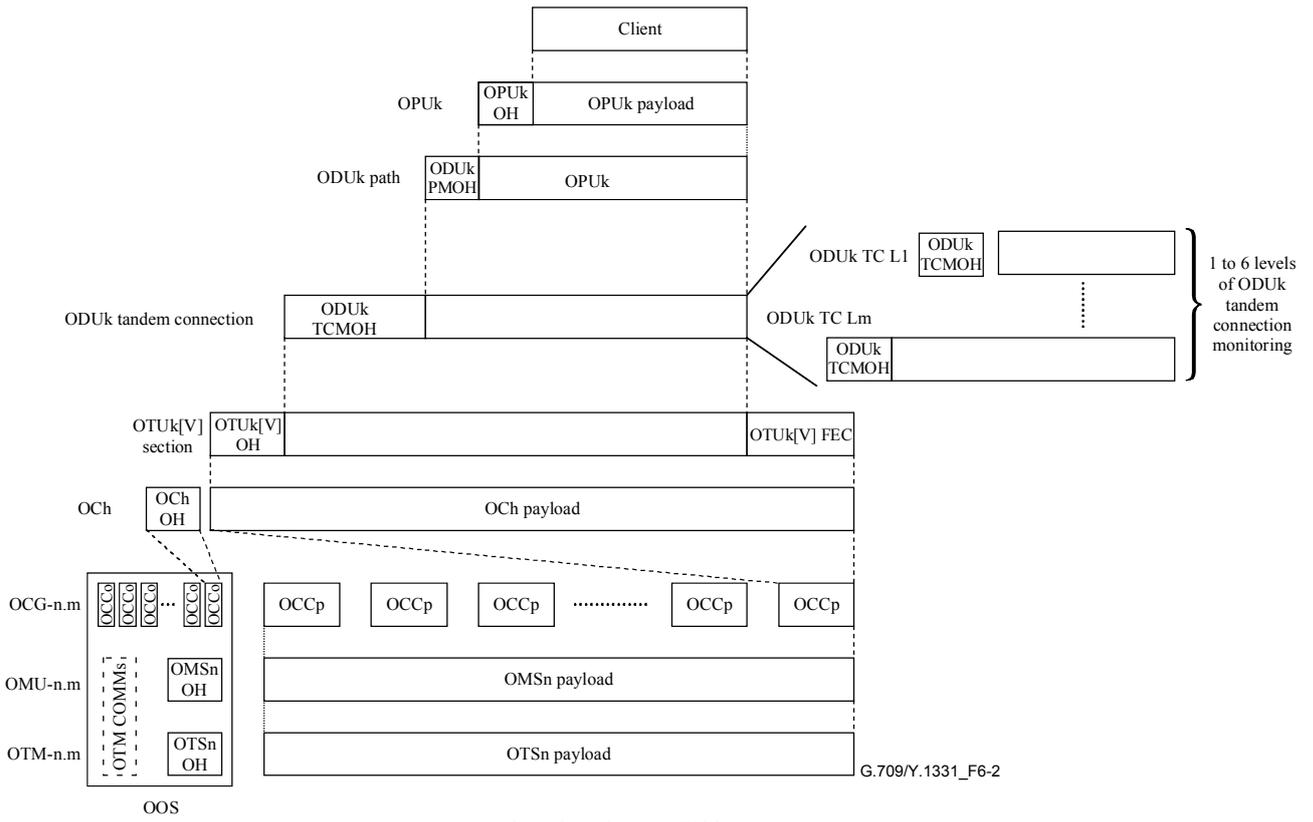


図6-2/JT-G709_OTM-n.m 主要な情報包含関係 (ITU-T G.709/Y.1331)

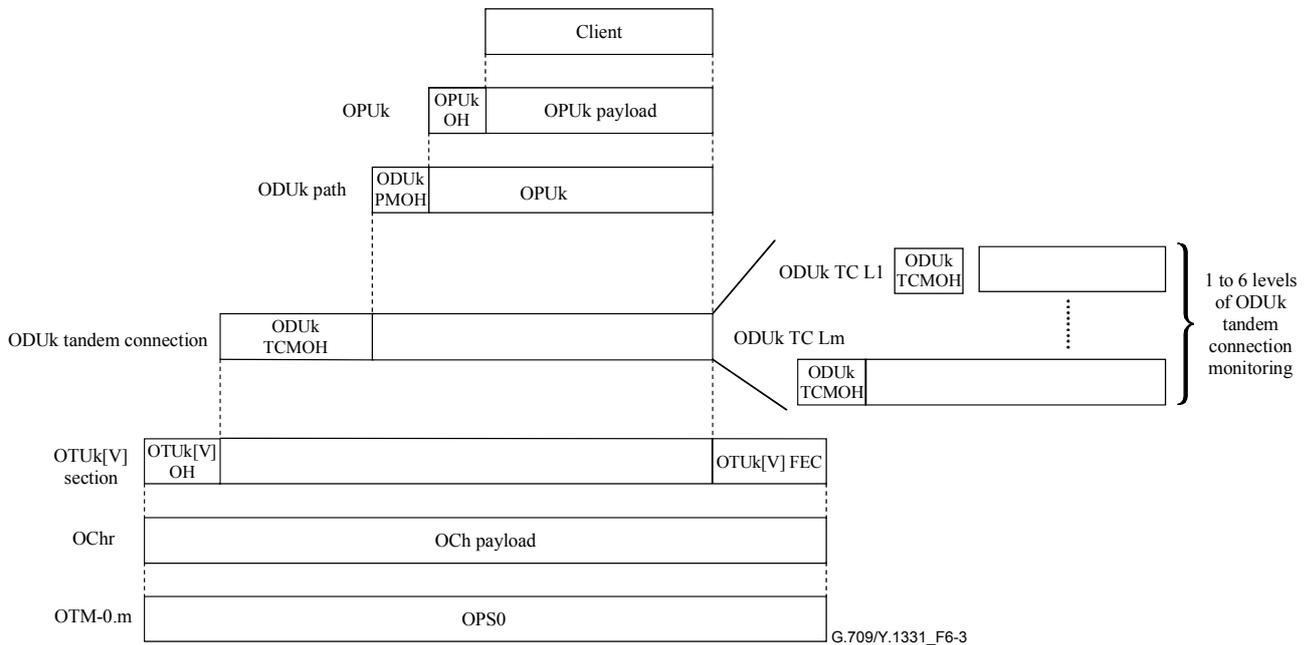


図6-3/JT-G709_OTM-0.m 主要な情報包含関係 (ITU-T G.709/Y.1331)

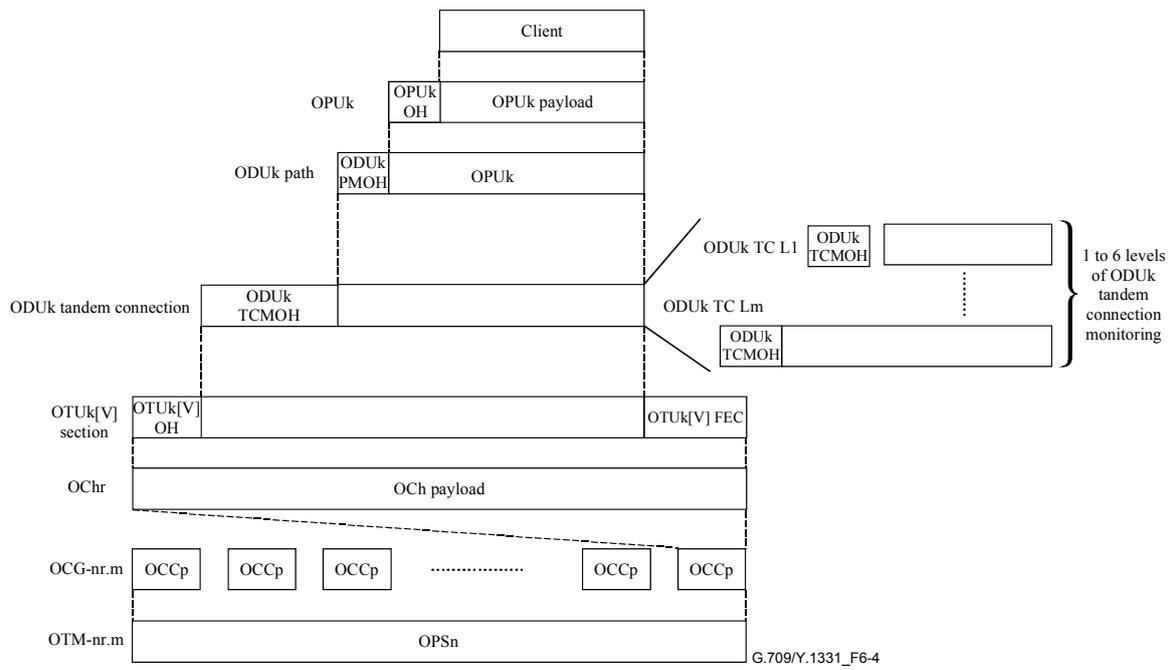


図6-4/JT-G709_OTM-nr.m 主要な情報包含関係 (ITU-T G.709/Y.1331)

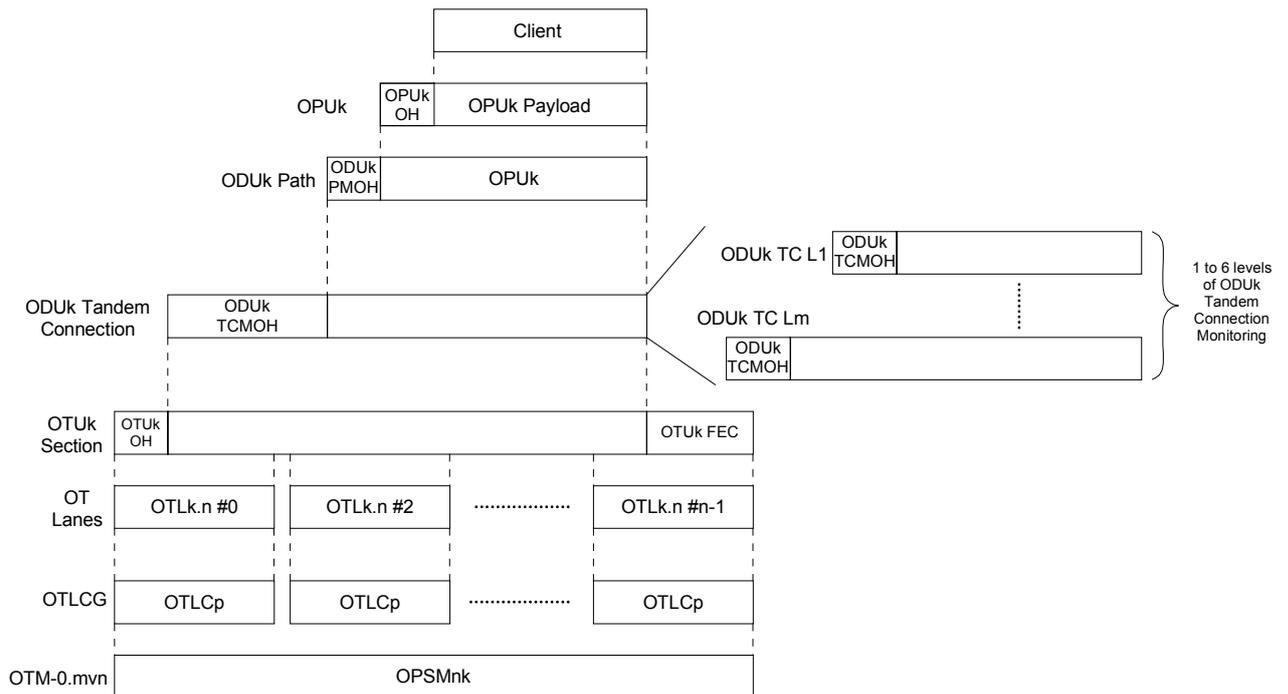
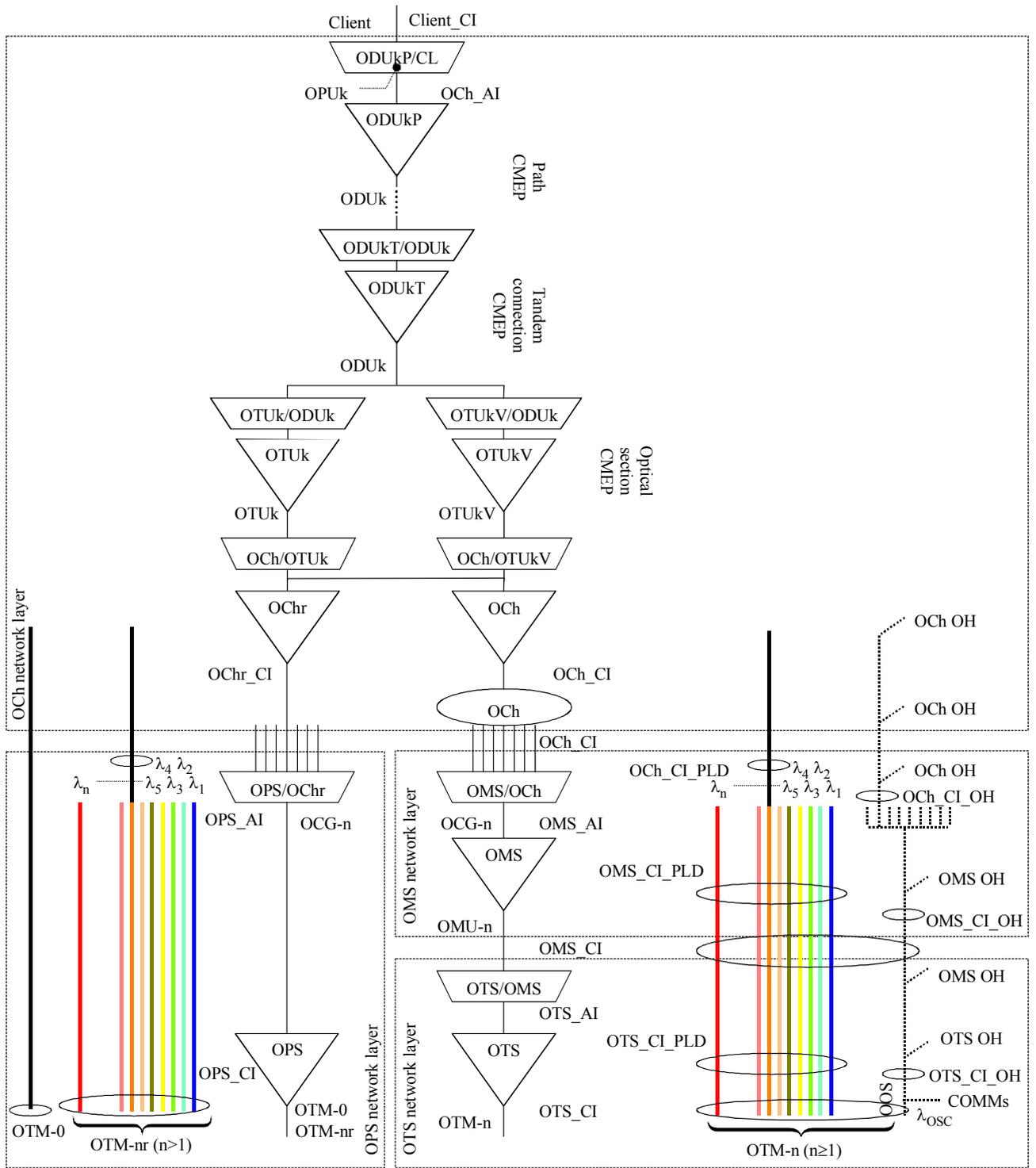


図6-6/JT-G709_OTM-0.mvn 原理の情報包含関係 (ITU-T G.709/Y.1331)



G.709/Y.1331_F6-5

注) : この図におけるモデルは例示目的のためだけのものである。λは光波長を表現する。

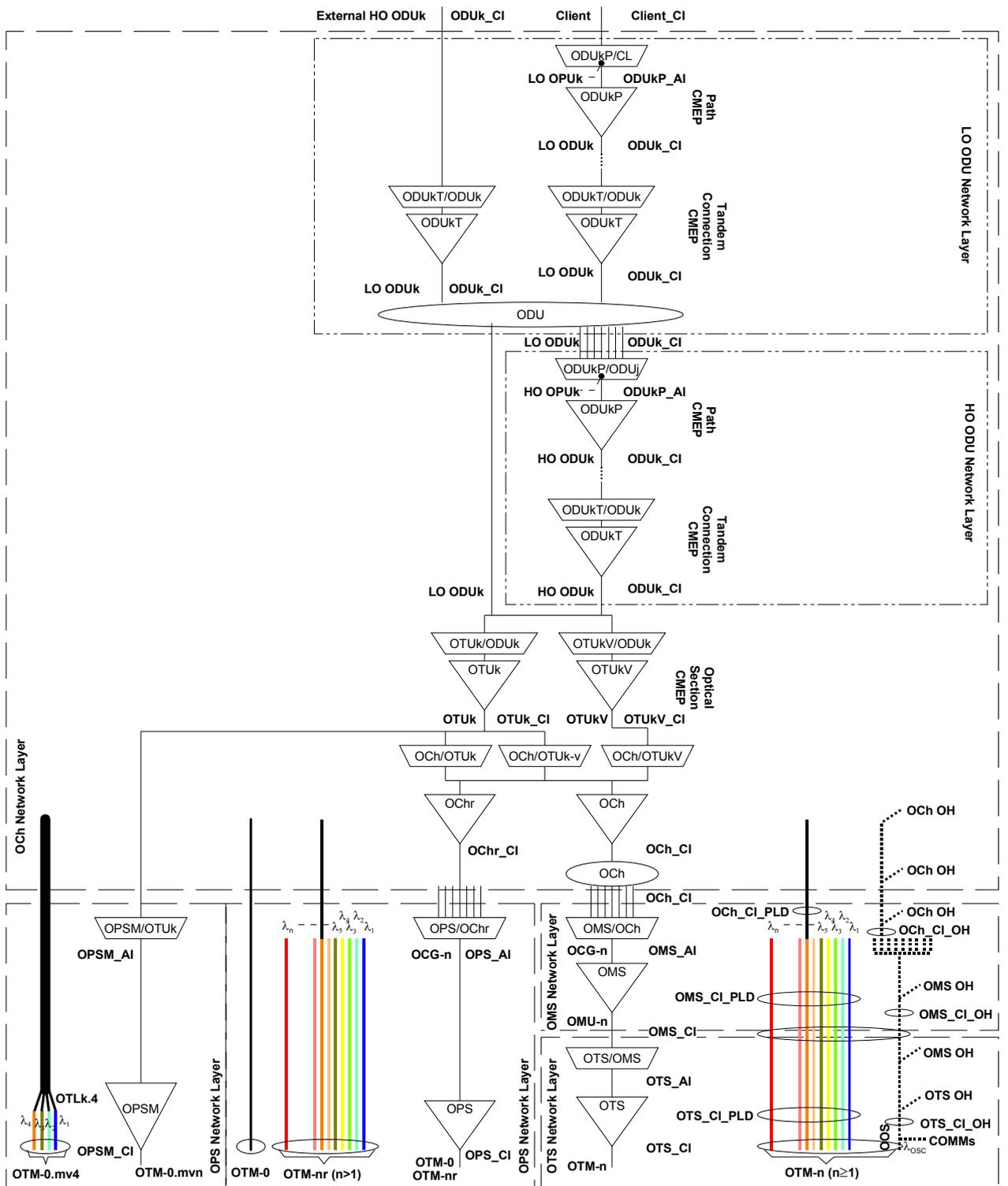


図6-5/JT-G709_情報フロー関係の例 (ITU-T G.709/Y.1331)

7 多重化／マッピング原理およびビットレート

図 7-1A および 7-1B 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(波長分割多重および時分割多重を含む)を図示している。

マルチドメイン OTN では、所定の OTN NNI において ODUk 多重レイヤの任意の組み合わせが存在しうる。装置内またはドメイン内における ODUk 多重レイヤの相互接続および可視性については、本標準の範囲外である。ドメイン内の ODUk レイヤの相互接続および多重化についての詳細は、G.872 参照のこと。

図 7-1A に示すように、(OTN でない) クライアント信号は、「OPU (L)」という低次の OPU へマッピングされる。OPU (L)信号は、「ODU (L)」という関連する低次の ODU へマッピングされる。ODU (L)信号は、関連する OTU[V]信号あるいは ODTU へマッピングされる。ODTU 信号は、ODTU グループ(ODTUG)へ多重される。ODTUG 信号は、「OPU (H)」という高次の OPU へマッピングされる。OPU (H)信号は、「ODU (H)」という関連する高次の ODU へマッピングされる。ODU (H)信号は、関連する OTU[V]へマッピングされる。

OPU (L)と OPU (H)は、クライアント信号が異なること以外は同様の情報構造である。低次および高次 ODU の概念は、ODU が単一ドメイン内で果たす役割特有のものである。

図 7-1B に示すように、OTU[V]信号は、OCh や OChr といった光チャネル信号あるいは OTLk.n へマッピングされる。OCh/OChr 信号は、OCC や OCCr といった光チャネルキャリアへマッピングされる。OCC/OCCr 信号は、OCG-n.m や OCG-nr.m といった OCC グループへ多重される。OCG-n.m 信号は、OMSn へマッピングされる。OMSn 信号は、OTSn へマッピングされる。OTSn 信号は、OTM-n.m インタフェースへ引き渡される。OCG-nr.m 信号は、OPSn へマッピングされる。OPSn 信号は、OTM-nr.m インタフェースへ引き渡される。単一の OCCr 信号は、OPS0 へマッピングされる。OPS0 信号は、OTM-0.m インタフェースへ引き渡される。OTLk.n 信号は、OTLC という光伝送レーン搬送波へマッピングされる。OTLC 信号は、OTLCG という OTLC グループへ多重される。OTLCG 信号は、OPSMnk へマッピングされる。そして OPSMnk 信号は、OTM-0.mvn インタフェースへ引き渡される。

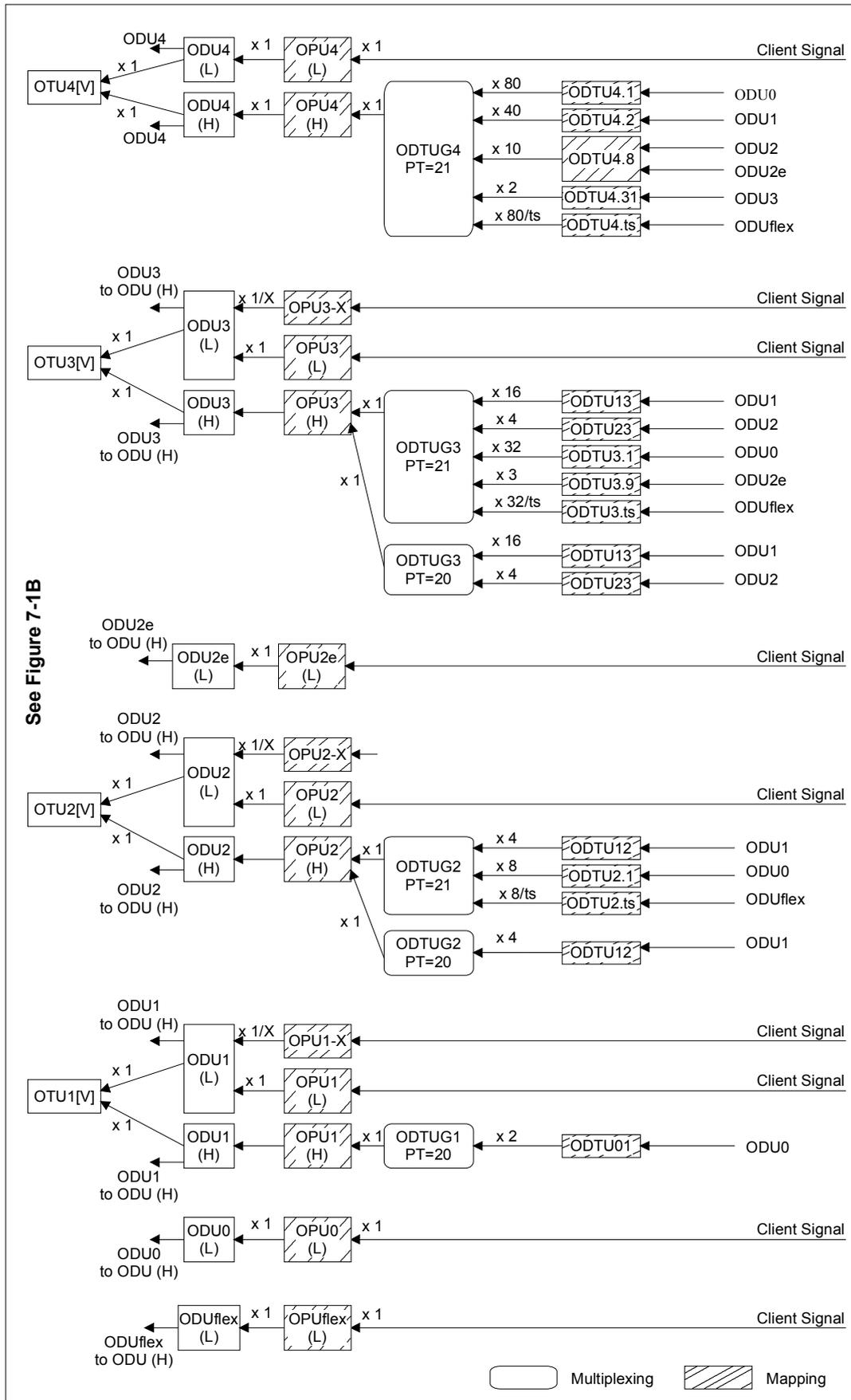
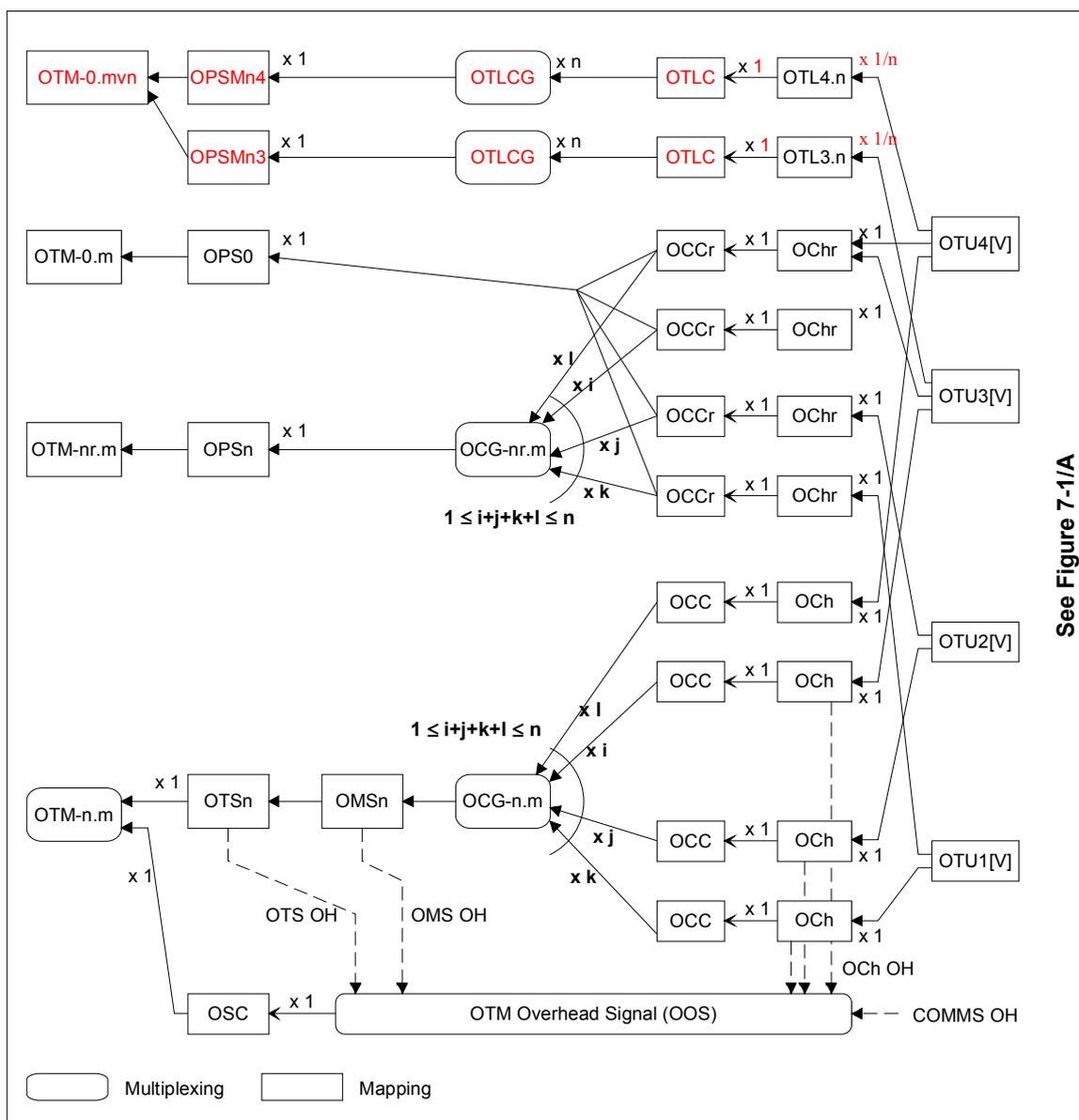


図7-1A/JT-G709_OTM多重化およびマッピング構造 (1) (ITU-T G.709/Y.1331)



See Figure 7-1/A

図7-1B/JT-G709_OTM多重化およびマッピング構造 (2) (ITU-T G.709/Y.1331)

OTS、OMS、Och および COMMS オーバーヘッドは本標準の範囲外のマッピングと多重化技術を使用し、OOS に挿入される。

7.1 マッピング

クライアント信号あるいは光チャネルデータトリビュタリユニットグループ(ODTUGk)は、OPUk にマッピングされる。OPUk は ODUk にマッピングされ、ODUk は OTUk[V]にマッピングされる。OTUk[V]は OCh[r]へマッピングされ、OCh[r] は OCC[r]へ変調される。そして OTUk は nOTLk.n へマッピングされ、OTLk.n は OTLC へ変調される。

7.2 波長分割多重

n(n≧1)までの OCC[r]は波長分割多重を用い OCG-n[r].m に多重化される。OCG-n[r].m の OCC[r]トリビュタリスロットは異なるサイズになり得る。

OCG-n[r].m は OTM-n[r].m によって伝送される。全機能型 OTM-n.m インタフェースの場合、OSC は波長分割多重を用い OTM-n.m に多重化される。

n OTLC は波長分割多重を用いて OTLCG へ多重される。OTLCG は OTM-0.mvn を介して転送される。

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許容偏差を表 7-1 で定義する。

ODUk 信号のビットレートおよび許容偏差を 12.2 節および表 7-2 で定義する。

OPUk および OPUk-Xv ペイロードのビットレートおよび許容偏差を表 7-3 で定義する。

OTUk/ODUk/OPUk/OPUk-Xv フレーム周期を表 7-4 で定義する。

OTLk.n 信号のタイプおよびビットレートを表 7-5 で定義する。

2½G および 1¼G トリビュタリスロットに関連する HO OPUk のマルチフレーム周期を、表 7-6 に定義する。

ODTU のペイロード部の帯域幅を表 7-7 に定義する。帯域幅は、HO OPUk (k=1、2、3、4) のタイプおよび多重化の手段 (AMP または GMP) によって決まる。AMP の帯域幅は、NJO のオーバーヘッドバイトにより規定される帯域幅を含む。GMP は、前記 NJO バイトを除き定義する。

表7-1/JT-G709_OTUタイプおよびビットレート (ITU-T G.709/Y.1331)

OTU タイプ	OTU 公称ビットレート	OTU ビットレート許容偏差
OTU1	255/238×2,488,320 kbit/s	±20ppm
OTU2	255/237×9,953,280 kbit/s	
OTU3	255/236×39,813,120 kbit/s	
OTU4	255/227×99,532,800 kbit/s	
(注1) : 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) 、111,809,973.568 kbit/s (OTU4) である。 (注2) : OTU0、OTU2e および OTUflex は、本標準では規定されていない。ODU0 信号は ODU1、ODU2、ODU3、ODU4 信号上で伝送され、ODU2e 信号は ODU3 および ODU4 信号上で伝送される。また ODUflex 信号は ODU2、ODU3 および ODU4 信号上で伝送される。		

表7-2/JT-G709_ODUタイプおよびビットレート (ITU-T G.709/Y.1331)

ODU タイプ	ODU 公称ビットレート	ODU ビットレート許容偏差
ODU0	1,244,160 kbit/s	±20ppm
ODU1	239/238×2,488,320 kbit/s	
ODU2	239/237×9,953,280 kbit/s	
ODU3	239/236×39,813,120 kbit/s	
ODU4	239/227×99,532,800 kbit/s	
ODU2e	239/237×10,312,500 kbit/s	
CBRクライアント信号用ODUflex	239/238×クライアント信号のビットレート	クライアント信号のビットレート許容偏差であり、最大±100 ppm
GFP-Fマッピングされたクライアント信号用ODUflex	設定されたビットレート (表7-8参照)	±20 ppm

(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)、104,794,445.815 kbit/s (ODU4)、10,399,525.316 kbit/s(ODU2e)である。

表7-3/JT-G709_OPUタイプおよびビットレート (ITU-T G.709/Y.1331)

OPU タイプ	OPU ペイロード公称ビットレート	OPU ビットレート許容偏差
OPU0	238/239×1,244,160 kbit/s	±20ppm
OPU1	2,488,320 kbit/s	
OPU2	238/237×9,953,280 kbit/s	
OPU3	238/236×39,813,120 kbit/s	
OPU4	238/227×99,532,800 kbit/s	
OPU2e	238/237×10,312,500 kbit/s	±100ppm
CBRクライアント信号用OPUflex	クライアント信号のビットレート	クライアント信号のビットレート許容偏差であり、最大±100 ppm
GFP-Fマッピングされたクライアント信号用OPUflex	238/239×ODUflex信号のレート	±20 ppm
OPU1-Xv	X×2,488,320 kbit/s	±20ppm
OPU2-Xv	X×238/237×9,953,280 kbit/s	
OPU3-Xv	X×238/236×39,813,120 kbit/s	
(注) : 公称 OPUk ペイロードレートはほぼ 1,238,954.310 kbit/s(OPU0 ペイロード)、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)、104,355,975.330 kbit/s(OPU4 ペイロード)、10,356,012.658 kbit/s(OPU2e ペイロード)である。OPUk-Xv ペイロードレートはほぼ X×2,488,320.000 kbit/s(OPU1-Xv ペイロード)、X×9,995,276.962 kbit/s(OPU2-Xv ペイロード)、X×40,150,519.322 kbit/s(OPU3-Xv ペイロード)である。		

表7-4/JT-G709_OTUk/ODUk/OPUkフレーム周期 (ITU-T G.709/Y.1331)

OTU/ODU/OPU タイプ	周期(注)
ODU0/OPU0	98.354 μs
OTU1/ODU1/OPU1	48.971 μs
OTU2/ODU2/OPU2	12.191 μs
OTU3/ODU3/OPU3	3.035 μs
OTU4/ODU4/OPU4	1.168 μs
ODU2e/OPU2e	11.767 μs
ODUflex/OPUflex	CBR クライアント信号 : 121856/クライアント信号のビットレート
	GFP-F マッピングされたクライアント信号 : 122368/ODUflex のビットレート
(注) : 周期は近似値であり、小数第3位までの表記である。	

表7-5/JT-G709_OTLタイプおよびビットレート (ITU-T G.709/Y.1331)

OTLタイプ	OTL公称ビットレート	OTLビットレート許容偏差
OTL3.4	255/236×9,953,280 kbit/s	±20ppm
OTL4.4	255/227×24,883,200 kbit/s	
(注)：公称OTLビットレートはほぼ10,754,603.390 kbit/s(OTL3.4)、27,952,493.392 kbit/s(OTL4.4)である。		

表7-6/JT-G709_2.5Gおよび1.25GトリビュタリスロットのHO OPUkマルチフレーム周期 (ITU-T G.709/Y.1331)

OPUタイプ	1.25Gトリビュタリスロットのマルチフレーム周期(注)	2.5Gトリビュタリスロットのマルチフレーム周期(注)
OPU1	97.942 μs	—
OPU2	97.531 μs	48.765 μs
OPU3	97.119 μs	48.560 μs
OPU4	93.416 μs	—
(注)：周期は近似値であり、小数第3位までの表記である。		

表7-7/JT-G709_ODTUペイロード帯域幅 (kbit/s) (ITU-T G.709/Y.1331)

ODTUタイプ	ODTUペイロード公称帯域幅		ODTUビットレート許容偏差
ODTU01	(1904+1/8)/3,824×ODU1ビットレート		±20ppm
ODTU12	(952+1/16)/3,824×ODU2ビットレート		
ODTU13	(238+1/64)/3,824×ODU3ビットレート		
ODTU23	(952+4/64)/3,824×ODU3ビットレート		
ODTU2.ts	ts×476/3,824×ODU2ビットレート		
ODTU3.ts	ts×119/3,824×ODU3ビットレート		
ODTU4.ts	ts×47.5/3,824×ODU4ビットレート		
	最小値	公称値	最大値
ODTU01	1,244,216.796	1,244,241.681	1,244,266.566
ODTU12	2,498,933.311	2,498,983.291	2,499,033.271
ODTU13	2,509,522.012	2,509,572.203	2,509,622.395
ODTU23	10,038,088.048	10,038,288.814	10,038,489.579
ODTU2.ts	ts×1,249,384.632	ts×1,249,409.620	ts×1,249,434.608
ODTU3.ts	ts×1,254,678.635	ts×1,254,703.729	ts×1,254,728.823
ODTU4.ts	ts×1,301,683.217	ts×1,301,709.251	ts×1,301,735.285
(注)：帯域幅は近似値であり、小数第3位までの表記である。			

表7-8/JT-G709_ODUflex(GFP)ビットレート、許容偏差およびC_m (ITU-T G.709/Y.1331)

発信元サーバー タイプ	ODU flex(GFP)ペイロード公称ビットレート(注 1)	デフォルト および最大C _m	ODUflexビット レート許容偏差
HO ODU2	$476/3,824 \times n \times C_m / 15232 \times \text{ODU2}$ ビットレート	15230	±20ppm
HO ODU3	$119/3,824 \times n \times C_m / 15232 \times \text{ODU3}$ ビットレート	15230 15165(注2)	
HO ODU4	$47.5/3,824 \times n \times C_m / 15200 \times \text{ODU4}$ ビットレート	15198 14649(注2) 14587(注2)	
<p>(注1)：値「n」はODU flex(GFP)に占有されるトリビュタリスロット数を示し、C_mは、HO ODUkマルチフレーム毎のMバイトODUflexエンティティ数を示す。</p> <p>(注2)：これらのC_m値は、より低いレートのHO ODUkパス上におけるODUflexの伝送をサポートするために低減された値である。(12.2節参照)</p> <p>(注3)：HO ODUkに基づくローカルクロックのほかに、装置の内部クロックをローカルクロックとする場合がある。その場合も、同様の手法をとることができる。</p>			
	最小値 (kbit/s)	公称値 (kbit/s)	最大値 (kbit/s)
ODU2	ts×1,249,384.632	ts×1,249,409.620	ts×1,249,434.608
ODU3	ts×1,254,678.635	ts×1,254,703.729	ts×1,254,728.823
ODU4	ts×1,301,683.217	ts×1,301,709.251	ts×1,301,735.285
<p>(注4)：帯域幅は近似値であり、小数第3位までの表記である。</p> <p>(注5)：例えば82.024kbit/sは、ODU2ベースクロックを有するODUflexの最小ビットレート相当を提供するnとC_mの値を結合するために用いられる乗数を表わす。-20 ppmの許容差をもった$476/3824 \times 1/15232 \times \text{ODU}$ビットレートにより与えられる。OPU2ペイロードエリアにあるMバイトフィールドのビットレートである。</p>			

表7-9/JT-G709_ODUjからHO OPUkへの所要トリビュタリスロット数 (ITU-T G.709/Y.1331)

LO ODU	# 2.5Gトリビュタリスロット		# 1.25Gトリビュタリスロット			
	OPU2	OPU3	OPU1	OPU2	OPU3	OPU4
ODU0	—	—	1	1	1	1
ODU1	1	1	—	2	2	2
ODU2	—	4	—	—	8	8
ODU2e	—	—	—	—	9	8
ODU3	—	—	—	—	—	31
ODU4	—	—	—	—	—	—
ODUFlex (CBR)	—	—	—	注1	注2	注3
ODUFlex (GFP)	—	—	—	n	n	n

(注1)：トリビュタリスロット数 = Ceiling (ODUFlex(CBR)の公称ビットレート/ODTU2.tsの公称ビットレート×(1+ODUFlex(CBR)の公称ビットレート)/(1-HO OPU2のビットレート許容偏差))

(注2)：トリビュタリスロット数 = Ceiling (ODUFlex(CBR)の公称ビットレート/ODTU3.tsの公称ビットレート×(1+ODUFlex(CBR)の公称ビットレート)/(1-HO OPU3のビットレート許容偏差))

(注3)：トリビュタリスロット数 = Ceiling (ODUFlex(CBR)の公称ビットレート/ODTU4.tsの公称ビットレート×(1+ODUFlex(CBR)の公称ビットレート)/(1-HO OPU4のビットレート許容偏差))

7.4 ODUk時分割多重

図 7-1A は以下で定義される様々な時分割多重要素との関係を示すとともに、適用可能な多重化構造を図示している。表 7-10 は、有効なトリビュタリスロットタイプおよびマッピング手順の選択肢を規定している。

2 系統までの ODU0 信号は時分割多重により ODTUG1 (PT=20) へ多重化される。ODTUG1 (PT=20) は OPU1 にマッピングされる。

4 系統までの ODU1 信号は時分割多重により ODTUG2 (PT=20) へ多重化される。ODTUG2 (PT=20) は OPU2 にマッピングされる。

「p (p ≤ 4)」ODU2 および「q (q ≤ 16)」ODU1 の混在信号は、時分割多重により ODTUG3 (PT=20) に多重化することができる。ODTUG3 (PT=20) は OPU3 にマッピングされる。

「p (p ≤ 8)」ODU0、「q (q ≤ 4)」ODU1 および「r (r ≤ 8/ts)」ODUFlex の混在信号は、時分割多重により ODTUG2 (PT=21) に多重化することができる。ODTUG2 (PT=21) は OPU2 にマッピングされる。

「p (p ≤ 32)」ODU0 と「q (q ≤ 16)」ODU1、「r (r ≤ 4)」ODU2、「s (s ≤ 3)」ODU2e および「t (t ≤ 32/ts)」ODUFlex の混在信号は、時分割多重を使用して ODTUG3 (PT=21) に多重化することができる。ODTUG3 (PT=21) は OPU3 にマッピングされる。

「p (p ≤ 80)」ODU0 と「q (q ≤ 40)」ODU1、「r (r ≤ 10)」ODU2、「s (s ≤ 10)」ODU2e、「t (t ≤ 2)」ODU3 および「u (u ≤ 80/ts)」ODUFlex の混在信号は、時分割多重により ODTUG3 (PT=21) に多重化することができる。ODTUG3 (PT=21) は OPU3 にマッピングされる。

(注)：ODTUGk は論理構造でありそれ以上の定義はない。ODTUjk および ODTUk.ts 信号は、直接高次 OPUk のトリビュタリスロットへ時分割多重される。

表7-10/JT-G709_ODUjからOPUkへのマッピング形式 (ITU-T G.709/Y.1331)

	# 2.5Gトリビュタリスロット		# 1.25Gトリビュタリスロット			
	OPU2	OPU3	OPU1	OPU2	OPU3	OPU4
ODU0	—	—	AMP (PT=20)	GMP (PT=21)	GMP (PT=21)	GMP (PT=21)
ODU1	AMP (PT=20)	AMP (PT=20)	—	AMP (PT=21)	AMP (PT=21)	GMP (PT=21)
ODU2	—	AMP (PT=20)	—	—	AMP (PT=21)	GMP (PT=21)
ODU2e	—	—	—	—	GMP (PT=21)	GMP (PT=21)
ODU3	—	—	—	—	—	GMP (PT=21)
ODUFlex	—	—	—	GMP (PT=21)	GMP (PT=21)	GMP (PT=21)

図 7-2、7-3 および 7-4 は、様々な信号が ODTUG1/2/3 (PT=20) という多重化要素を使用し、どのように多重化されるかを示す。図 7-2 は、4 系統の ODU1 信号の ODTUG2 (PT=20) を用いた OPU2 信号への多重化を示す。ODU1 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) を伴って、光チャネルデータトリビュタリユニット 12 (ODTU12) に非同期にてマッピングされる。

4 系統の ODTU12 信号は、ペイロードタイプ 20 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 2 (ODTUG2) へ時分割多重され、その後に OPU2 へマッピングされる。

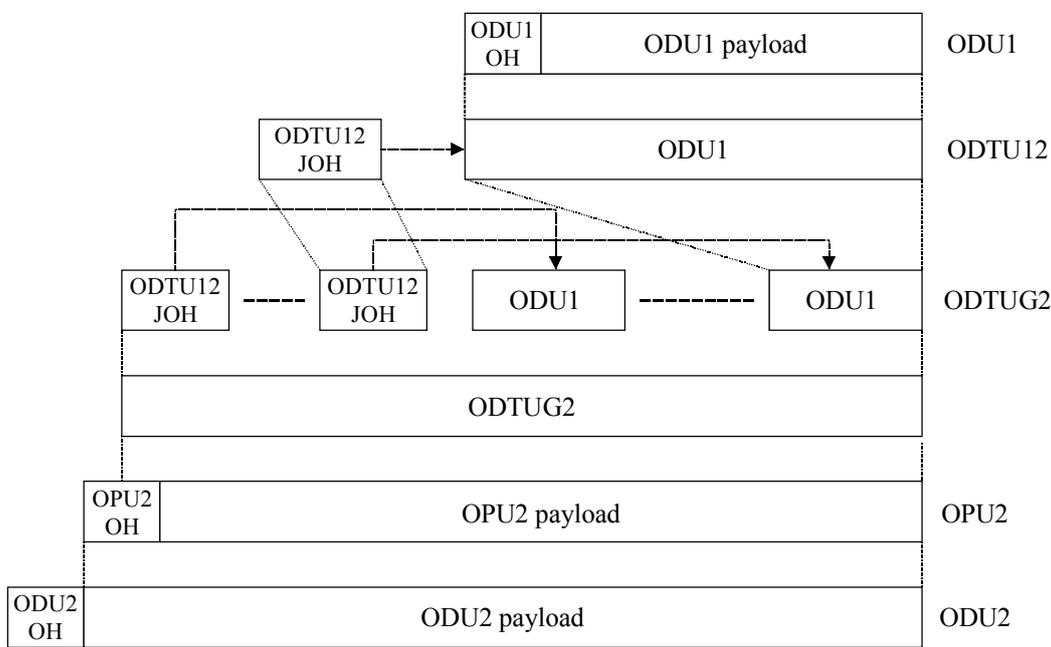


図7-2/JT-G709_ODTUG2 (PT=20) を用いたODU1のODU2への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

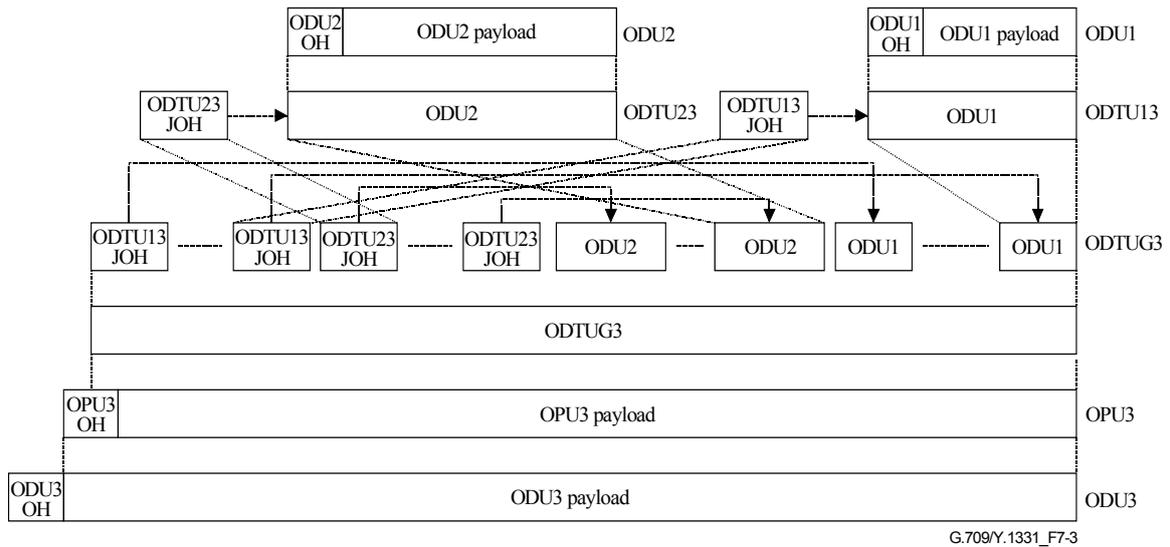


図7-3/JT-G709_ODTUG3 (PT=20) を用いたODU1およびODU2のODU3への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 7-3 は、ODTUG3 (PT=20) を用いた、16 系統までの ODU1 信号および（または）4 系統までの ODU2 信号の OPU3 信号への多重化を示す。ODU1 信号は AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) を使用することで、フレーム同期オーバーヘッドに拡張され、非同期にて光チャネルデータトリビュタリユニット 13 (ODTU13) にマッピングされる。ODU2 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) を伴って、光チャネルデータトリビュタリユニット 23 (ODTU23) に非同期にてマッピングされる。「 $x(0 \leq x \leq 4)$ 」ODTU23 信号および「 $16-4x$ 」ODTU13 信号は、ペイロードタイプ 20 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 3 (ODTUG3) に時分割多重される。その後この信号は OPU3 にマッピングされる。

図 7-4 は、ODTUG1 (PT=20) を用いた、2 系統の ODU0 信号の OPU1 への多重化を示す。ODU0 信号は AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) を使用することで、フレーム同期オーバーヘッドに拡張され、非同期にて光チャネルデータトリビュタリユニット 01 (ODTU01) にマッピングされる。2 系統の ODTU01 信号は、ペイロードタイプ 20 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 1 (ODTUG1) に時分割多重される。その後この信号は OPU1 にマッピングされる。

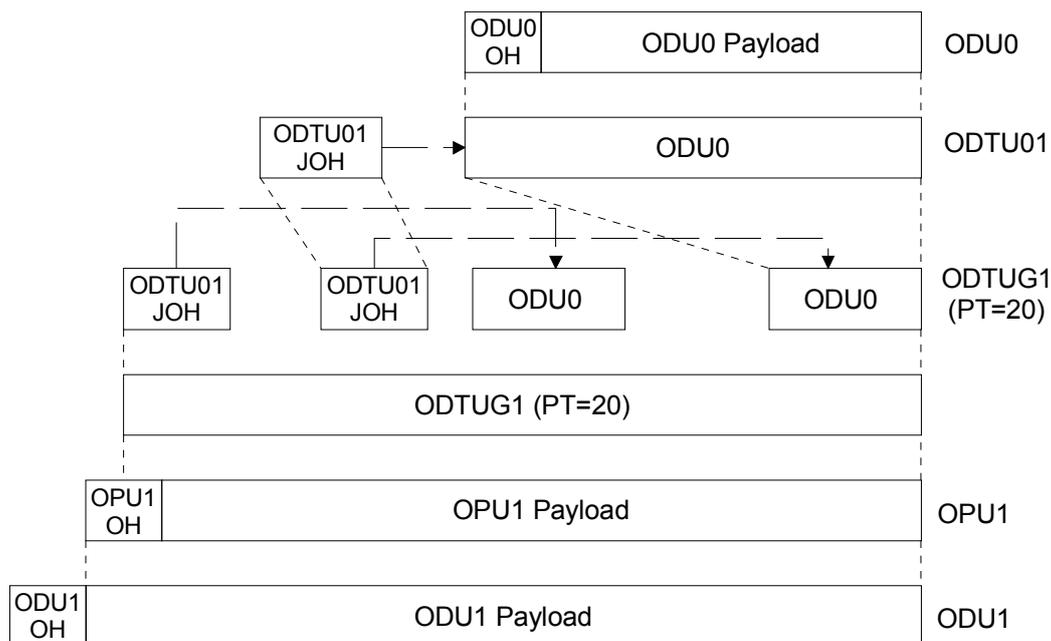


図7-4/JT-G709_ODTUG1 (PT=20) を用いたODU0のODU1への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 7-5、7-6 および 7-7 は、様々な信号が ODTUG2/3/4 (PT=21) という多重化要素を使用して、どのように多重化されるかを示す。

図 7-5 は、8 系統までの ODU0 信号、4 系統までの ODU1 信号および (または) 8 系統までの ODUflex 信号の、ODTUG2 (PT=21) を用いた OPU2 信号への多重化を示す。ODU1 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) を伴って、光チャネルデータトリビュタリユニット 12 (ODTU12) に非同期にてマッピングされる。ODU0 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 2.1 (ODTU2.1) に非同期にてマッピングされる。ODUflex 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 2.ts (ODTU2.ts) に非同期にてマッピングされる。8 系統までの ODTU2.1 信号、4 系統までの ODTU12 信号および 8 系統までの ODTU2.ts 信号は、ペイロードタイプ 21 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 2 (ODTUG2) に時分割多重される。その後この信号は OPU2 にマッピングされる。

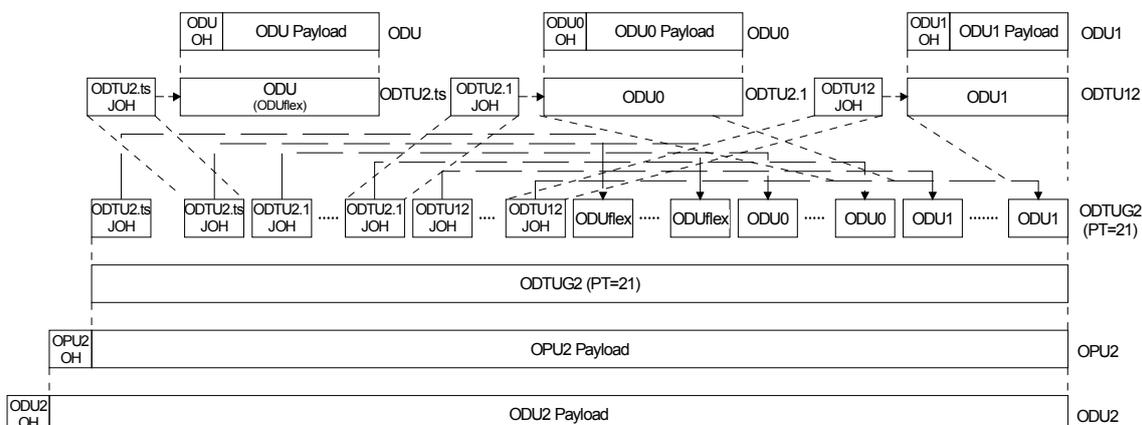


図 7-5/JT-G709_ODTUG2 (PT=21) を用いた ODU0、ODU1 および ODUflex の ODU2 への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 7-6 は、32 系統までの ODU0 信号、16 系統までの ODU1 信号、4 系統までの ODU2 信号、3 系統までの ODU2e 信号および（または）32 系統までの ODUflex 信号の、ODTUG3 (PT=21) を用いた OPU3 信号への多重化を示す。ODU1 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 13 (ODTU13) に非同期にてマッピングされる。ODU2 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、AMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 23 (ODTU23) に非同期にてマッピングされる。ODU0 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 3.1 (ODTU3.1) に非同期にてマッピングされる。ODU2e 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 3.9 (ODTU3.9) に非同期にてマッピングされる。ODUflex 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 3.ts (ODTU3.ts) に非同期にてマッピングされる。32 系統までの ODTU3.1 信号、16 系統までの ODTU13 信号、4 系統までの ODTU23、3 系統までの ODTU3.9 信号および（または）32 系統までの ODTU3.ts 信号は、ペイロードタイプ 21 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 3 (ODTUG3) に時分割多重される。その後この信号は OPU3 にマッピングされる。

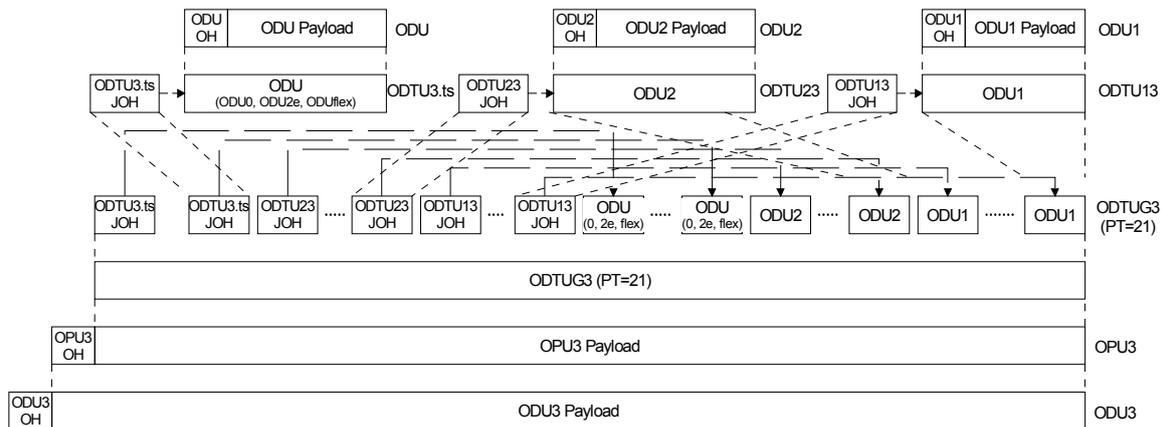


図 7-6/JT-G709_ODTUG3 (PT=21) を用いた ODU0, ODU1, ODU2 および ODUflex の ODU3 への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 7-7 は、80 系統までの ODU0 信号、40 系統までの ODU1 信号、10 系統までの ODU2 信号、10 系統までの ODU2e 信号、3 系統までの ODU3 信号および（または）80 系統までの ODUflex 信号の、ODTUG4 (PT=21) を用いた OPU4 信号への多重化を示す。ODU0 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.1 (ODTU4.1) に非同期にてマッピングされる。ODU1 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.2 (ODTU4.2) に非同期にてマッピングされる。ODU2 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.8 (ODTU4.8) に非同期にてマッピングされる。ODU2e 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.8 (ODTU4.8) に非同期にてマッピングされる。ODU3 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.31 (ODTU4.31) に非同期にてマッピングされる。ODUflex 信号はフレーム同期オーバーヘッドを用いて拡張され、GMP のスタッフオーバーヘッド (JOH) が付加されて、光チャネルデータトリビュタリユニット 4.ts (ODTU4.ts) に非同期にてマッピングされる。80 系統までの ODTU4.1 信号、40 系統までの

ODTU4.2 信号、10 系統までの ODTU4.8 信号、2 系統までの ODTU4.31 信号および（または）80 系統までの ODTU4.ts 信号は、ペイロードタイプ 21 の光チャネルデータトリビュタリユニットグループ 4 (ODTUG4) に時分割多重される。その後この信号は OPU4 にマッピングされる。

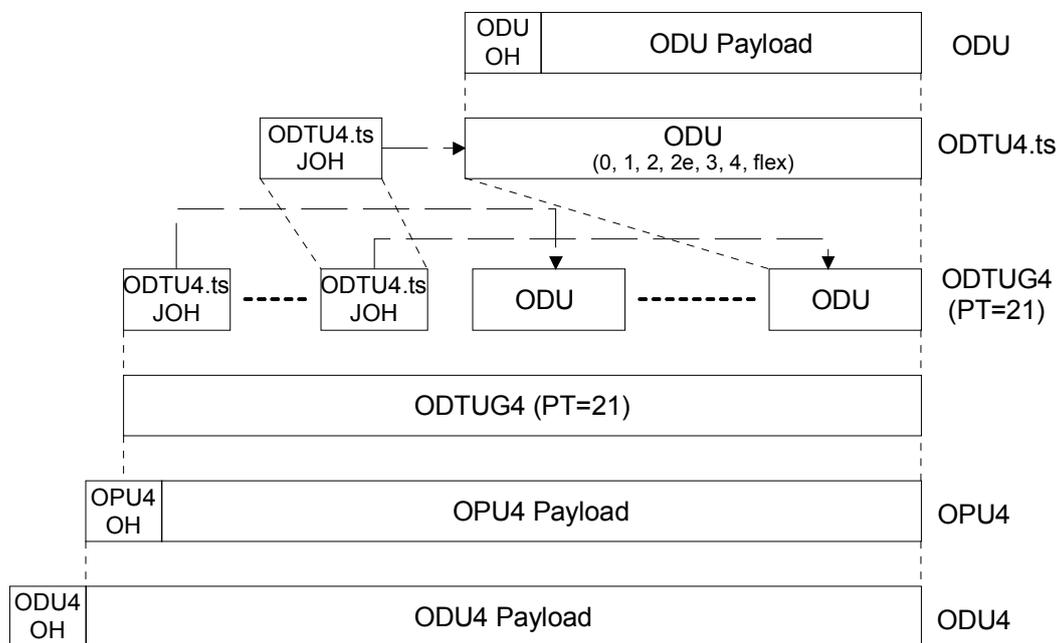


図 7-7/JT-G709__ODTUG4 (PT=21) を用いた ODU0、ODU1、ODU2、ODU2e、ODU3 および ODUflex の ODU4 への多重化方法 (ITU-T G.709/Y.1331)

多重化方法およびマッピングの詳細は第 19 章にて述べる。

4 系統の ODU1 信号を多重化して ODU2 にマッピングする例を付録Ⅲに示す。

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

2 系統の OTM 構造が定義されている。一方は全機能型で、もう一方は簡易機能型である。IrDI については簡易機能型 OTM インタフェースのみ現在定義されている。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。

表 8-1 は本章で規定する OTM 構造における OTU、OTU FEC、OCh/OChr、OPS、OPSM および OMS/OVS といった要素の概要を示す。

表8-1/JT-G709_OTM構造の概要 (ITU-T G.709/Y.1331)

	OTUk frame	OTUkV frame	OTUk FEC	OTUkV FEC	OChr	OCh	OPS	OPSM	OMS OTS	IaDI	IrDI
OTM-n.m	X		X			X			X	X	
OTM-n.m	X			X		X			X	X	
OTM-n.m		X		X		X			X	X	
OTM-16/32r.m	X		X		X		X			X	X
OTM-16/32r.m	X			X	X		X			X	
OTM-16/32r.m		X		X	X		X			X	
OTM-0.m	X		X		X		X			X	X
OTM-0.m	X			X	X		X			X	
OTM-0.mvn	X		X					X		X	X

8.1 簡易機能型OTM(OTM-0.m、OTM-nr.m、OTM-0.mvn)

OTM-n は OTUk[V]の 3R 中継および終端する各端点において、単一光スパン上で n 本の光チャネルをサポートする。3R 中継は OTM-0.m、OTM-nr.m、OTM-0.mvn インタフェースの両側で実行されるとともに、OTUk[V]オーバーヘッドにアクセス可能となる、そしてインタフェースの保守/監視はこのオーバーヘッドにより提供される。したがってアウトバンド OTN オーバーヘッドは OTM-0.m、OTM-nr.m、OTM-0.mvn インタフェースを超えて必要とされず、また OSC/OOS はサポートされない。

OTM-0.m、OTM-nr.m、OTM-0.mvn の 3 種類の簡易機能型 OTM インタフェースクラスが定義されている。他の簡易機能型インタフェースクラスは今後の検討課題である。

8.1.1 OTM-0.m

OTM-0.m は 3R 再生する各端点での単一光スパン上のノンカラー光チャネルをサポートする。

4 系統の OTM-0.m インタフェース信号(図 8-1 参照)は各々定義されており、それぞれ 1 系統の OTUk[V]信号を含む単一光チャネル信号を運ぶ。

- OTM-0.1 (OTU1[V]を運ぶ);
- OTM-0.2 (OTU2[V]を運ぶ);
- OTM-0.3 (OTU3[V]を運ぶ);
- OTM-0.4 (OTU4[V]を運ぶ);

総称 : OTM-0.m

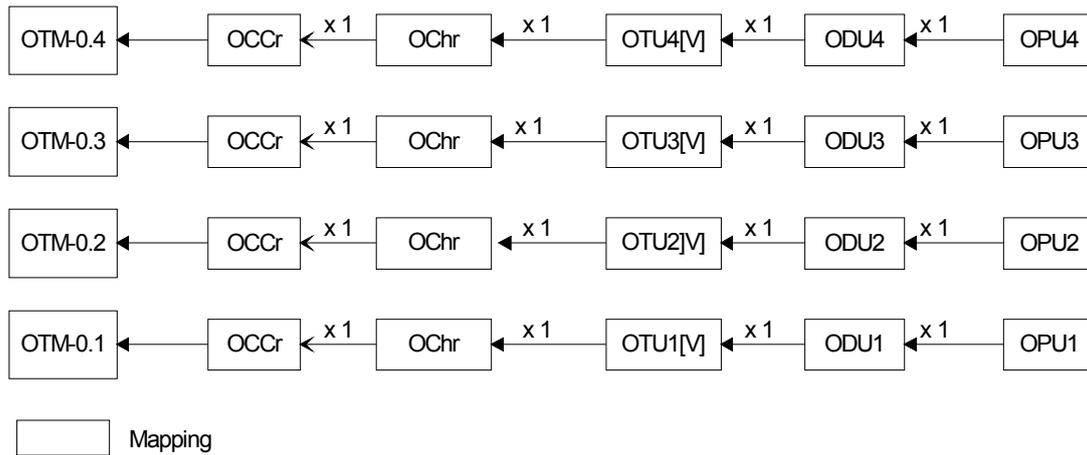


図8-1/JT-G709_OTM-0.m構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 8-1 は以下に定義する様々な情報構造要素の関係を示し、OTM-0.m の可能なマッピングを図示する。
OSC は存在せず、OOS もまた存在しない。

8.1.2 OTM-nr.m

8.1.2.1 OTM-16r.m

OTM-16r.m は 3R 中継する各端点での単一光スパン上の 16 光チャンネルをサポートする。

様々な OTM-16r インタフェース信号を定義している。例えば：

- OTM-16r.1 ($i (i \leq 16)$ OTU1[V]信号を運ぶ);
- OTM-16r.2 ($j (j \leq 16)$ OTU2[V]信号を運ぶ);
- OTM-16r.3 ($k (k \leq 16)$ OTU3[V]信号を運ぶ);
- OTM-16r.4 ($l (l \leq 16)$ OTU4[V]信号を運ぶ);
- OTM-16r.1234 ($i (i \leq 16)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 16)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 16)$ OTU3[V]、 $l (l \leq 16)$ OTU4[V]信号を運ぶ $i+j+k+l \leq 16$);
- OTM-16r.123 ($i (i \leq 16)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 16)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 16)$ OTU3[V]信号を運ぶ $i+j+k \leq 16$);
- OTM-16r.12 ($i (i \leq 16)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 16)$ OTU2[V]信号を運ぶ $i+j \leq 16$);
- OTM-16r.23 ($j (j \leq 16)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 16)$ OTU3[V]信号を運ぶ $j+k \leq 16$);
- OTM-16r.34 ($k (k \leq 16)$ OTU3[V]、 $l (l \leq 16)$ OTU4[V]信号を運ぶ $k+l \leq 16$);

総称：OTM-16r.m

OTM-16r.m 信号は OCCr#0 から OCCr#15 までの番号付けされた 16 本の光チャンネル搬送波 (OCCr) をもつ OTM-nr.m 信号 (図 6-5 参照) である。光監視チャンネルは存在せず、OOS もまた存在しない。

少なくとも 1 本の OCCr は通常運用中にインサービスであり、OTUk[V]を伝送する。

どの OCCr がサービスに取り込まれるかのあらかじめ決められた順序はない。

定義された OTM-16r.m インタフェース信号のいくつかの例と OTM-16r.m 多重化構造を図 8-2 に示す。

(注)：OTM-16r.m OPS オーバーヘッドは定義されていない。そのインタフェースは監視と管理のために、この複数波長インタフェースの中で OTUk[V] SMOH を使用する。OTM-16r.m 接続性(TIM)故障リポートは障害管理中の、個々の OTUk[V]ポートの相互関係から計算される。詳細については装置勧告参照のこと。

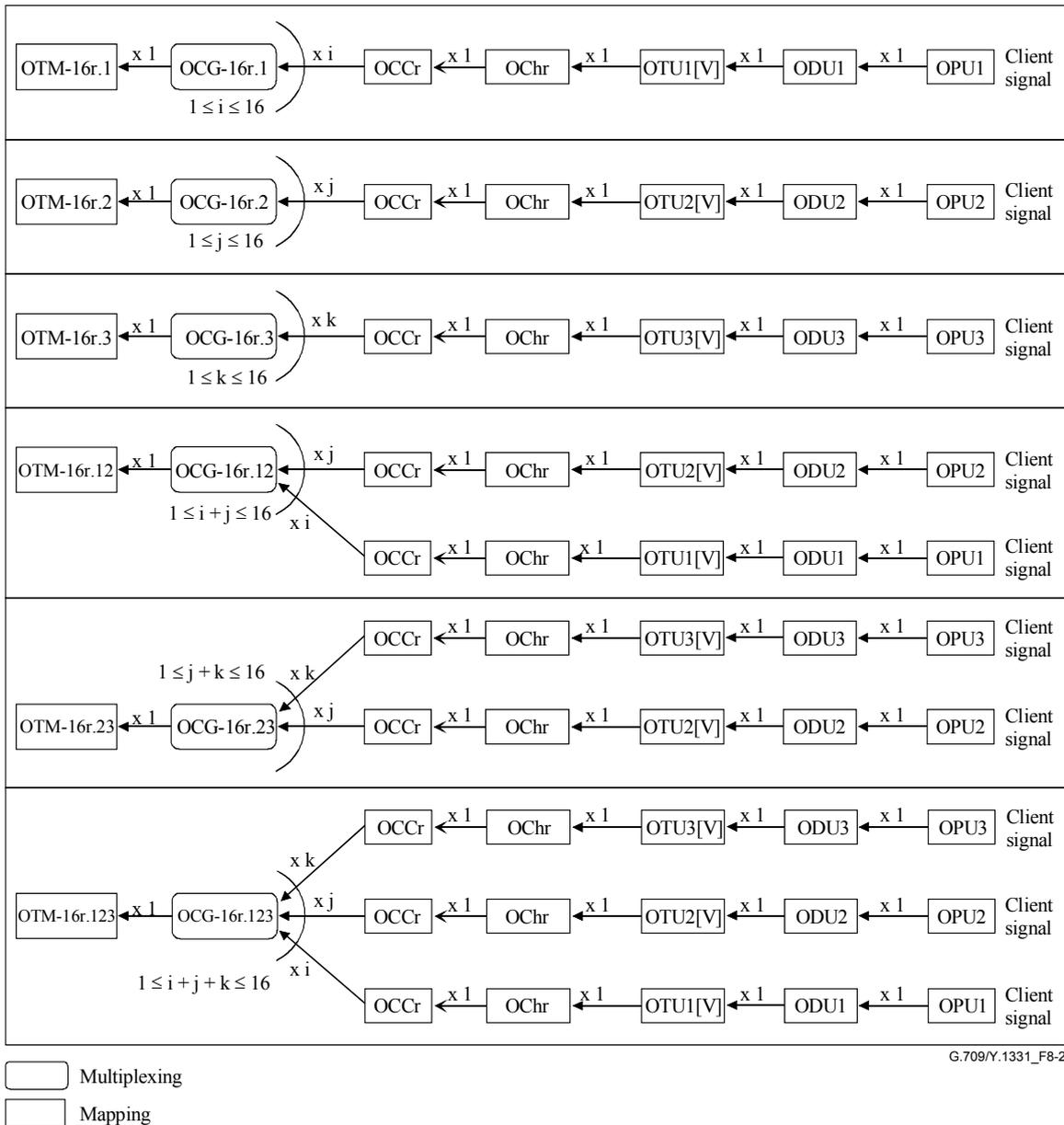


図8-2/JT-G709_OTM-16r.m多重構造例 (ITU-T G.709/Y.1331)

8.1.2.2 OTM-32r.m

OTM-32r.mは3R中継する各端点での単一光スパン上の32光チャネルをサポートする。

様々なOTM-32r インタフェース信号を定義している。例えば：

- OTM-32r.1 ($i (i \leq 32)$ OTU1[V]信号を運ぶ);
- OTM-32r.2 ($j (j \leq 32)$ OTU2[V]信号を運ぶ);
- OTM-32r.3 ($k (k \leq 32)$ OTU3[V]信号を運ぶ);
- OTM-32r.4 ($l (l \leq 32)$ OTU4[V]信号を運ぶ);
- OTM-32r.1234 ($i (i \leq 32)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 32)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 32)$ OTU3[V]、 $l (l \leq 32)$ OTU4[V]信号を運ぶ $i+j+k+l \leq 32$);
- OTM-32r.123 ($i (i \leq 32)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 32)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 32)$ OTU3[V]信号を運ぶ $i+j+k \leq 32$);
- OTM-32r.12 ($i (i \leq 32)$ OTU1[V]、 $j (j \leq 32)$ OTU2[V]信号を運ぶ $i+j \leq 32$);

- OTM-32r.23 ($j (j \leq 32)$ OTU2[V]、 $k (k \leq 32)$ OTU3[V]信号を運ぶ $j+k \leq 32$);
- OTM-16r.34 ($k (k \leq 32)$ OTU3[V]、 $l (l \leq 32)$ OTU4[V]信号を運ぶ $k+l \leq 32$);

総称：OTM-32r.m

OTM-32r.m 信号は OCCr#0 から OCCr#31 までの番号付けされた 32 本の光チャネル搬送波 (OCCr) をもつ OTM-nr.m 信号 (図 6-5 参照) である。光監視チャンネルは存在せず、OOS もまた存在しない。

少なくとも OCCr のひとつは通常運用中にインサースビスであり、OTUk[V]を伝送する。

どの OCCr がサービスに取り込まれるかのあらかじめ決められた順序はない。

(注)：OTM-32r.m OPS オーバーヘッドは定義されていない。そのインタフェースは監視と管理のために、この複数波長インタフェースの中で OTUk[V] SMOH を使用する。OTM-32r.m 接続性(TIM)故障リポートは障害管理中の、個々の OTUk[V]ポートの相互関係から計算される。詳細については装置勧告参照のこと。

8.1.3 OTM-0.mvn

OTM-0.mvn は 3R 中継する各端点での単一光スパン上のマルチレーン光信号をサポートする。

2 系統の OTM-0.mvn インタフェース信号が定義されており、各々 4 レーンの光信号 (1 系統の OTUk 信号を含む) を運ぶ：

- OTM-0.3v4 (OTU3 を運ぶ);
- OTM-0.4v4 (OTU4 を運ぶ);

総称：OTM-0.mvn

光レーンは OTLCx (x は 0 から $n-1$ まで) と番号付けされており、 x は G.959.1 または G.695 のマルチレーンアプリケーションのためのアプリケーションコードに相当する光レーン数を表す。

図 8-4 は、OTM-0.3v4 および OTM-0.4v4 のための様々な情報構造要素の関係を示す。

光監視チャンネルは存在せず、OOS もまた存在しない。

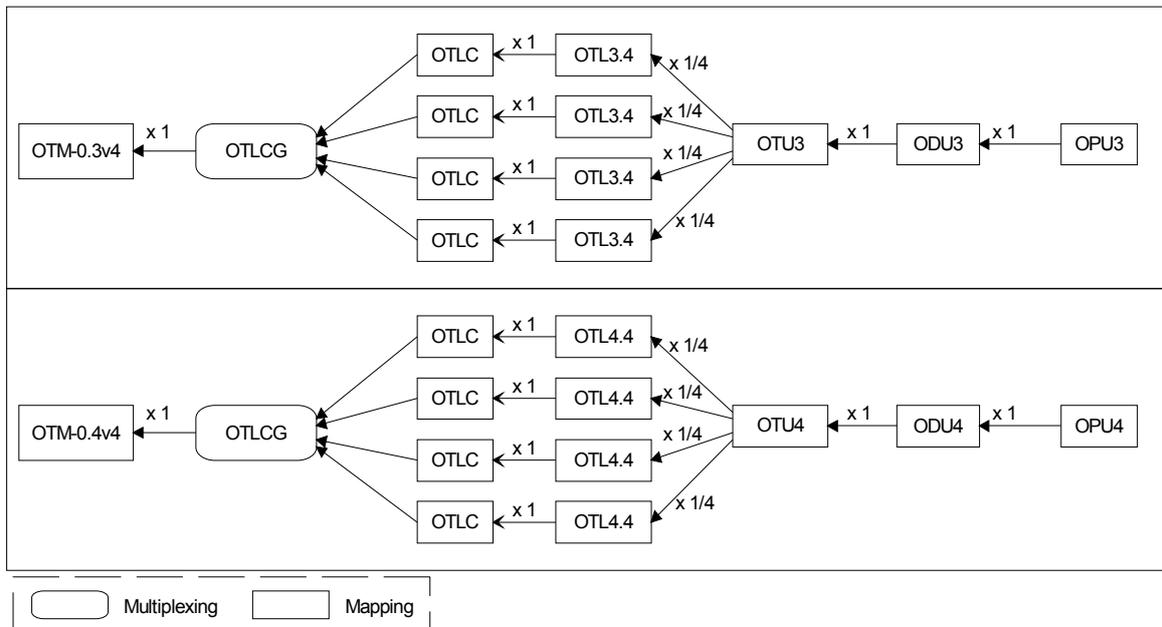


図8-4/JT-G709_OTM-0.3v4およびOTM-0.4v4r.m構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

8.2 全機能型OTM (OTM-n.m)

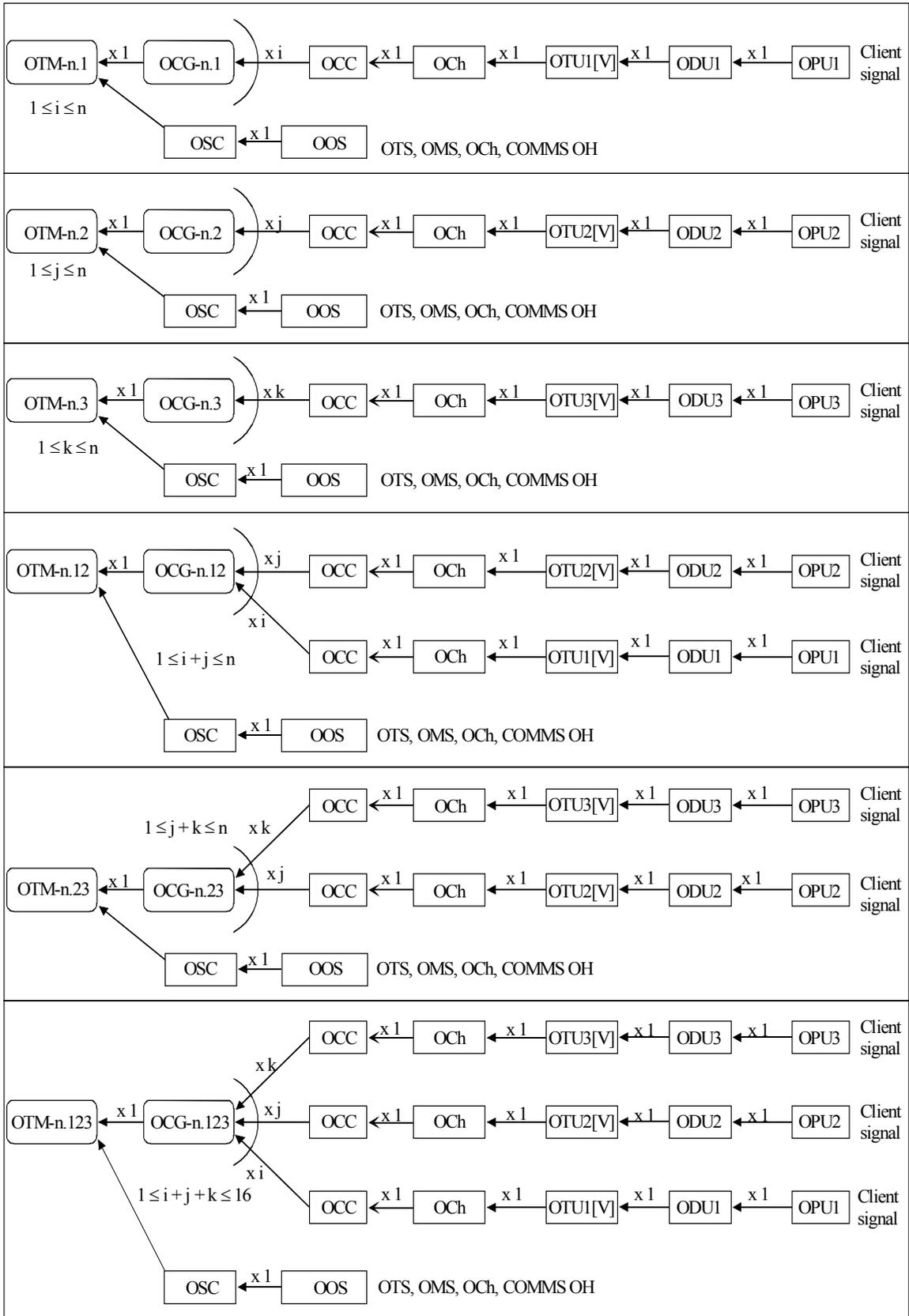
OTM-n.m インタフェースは単一または複数光スパンとして n までの光チャネルをサポートする。3R 中継はこのインタフェースでは必要ない。

様々な OTM-n インタフェース信号を定義している。例えば:

- 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.4 ($l (l \leq n)$ OTU4[V] 信号を運ぶ)
- OTM-n.1234 ($i (i \leq n)$ OTU1[V]、 $j (j \leq n)$ OTU2[V]、 $k (k \leq n)$ OTU3[V]、 $l (l \leq n)$ OTU4[V] 信号を運ぶ $i+j+k+l \leq n$);
- 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 $j+k \leq n$)
- OTM-n.34 ($k (k \leq n)$ OTU3[V]、 $l (l \leq n)$ OTU4[V] 信号を運ぶ $k+l \leq n$)

総称 : OTM-n.m

OTM-n.m インタフェース信号は、 m により表示されサポートされる最低ビットレートに関連付けされる「 n 」までの OCC と OSC を含んでいる(図 8-3 参照)。より高いビットレートを有する OCC の削減をサポートすることができる。「 n 」、 m の値と OSC は本標準では定義しない。



G.709/Y.1331_F8-3

图8-3/JT-G709_OTM-n.m 多重构造例 (ITU-T G.709/Y.1331)

9 ONNIの物理的仕様

9.1 OTM-0.m

OTM-0.1、OTM-0.2 および OTM-0.3 信号の物理的・光学特性の仕様は、ITU-T 勧告 G.959.1 と G.693 に含まれる。
OTM-0.4 の物理的・光学特性の仕様は、今後の検討課題である。

9.2 OTM-nr.m

9.2.1 OTM-16r.m

OTM-16r.1、OTM-16r.2 および OTM-16r.12 信号の物理的・光学特性の仕様は、ITU-T 勧告 G.959.1 に含まれる。
その他の OTM-16r.m の物理的・光学特性の仕様は、今後の検討課題である。

9.2.2 OTM-32r.m

OTM-32r.1、OTM-32r.2、OTM-32r.12 信号の物理的・光学特性の仕様は、ITU-T 勧告 G.959.1 に含まれる。
その他の OTM-32r.m の物理的・光学特性の仕様は、今後の検討課題である。

9.3 OTM-n.m

OTM-n.m の物理的・光学特性の仕様はベンダ固有であり、本標準の範囲外である。

9.4 OTM-0.mvn

OTM-0.3v4、OTM-0.4v4 信号の物理的・光学特性の仕様は、それぞれ ITU-T 勧告 G.695 および G.959.1 で規定されるだろう。

10 光チャネル(OCh)

OCh は 3R 中継ポイント間でデジタルクライアント信号を伝送する。この標準で定義される 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場合がある。

10.1 全機能型OCh(OCh)

全機能型光チャネル(OCh)構造は図 10-1 で概念的に示される。それは OCh オーバーヘッドと OCh ペイロードの 2 個の部位で構成される。

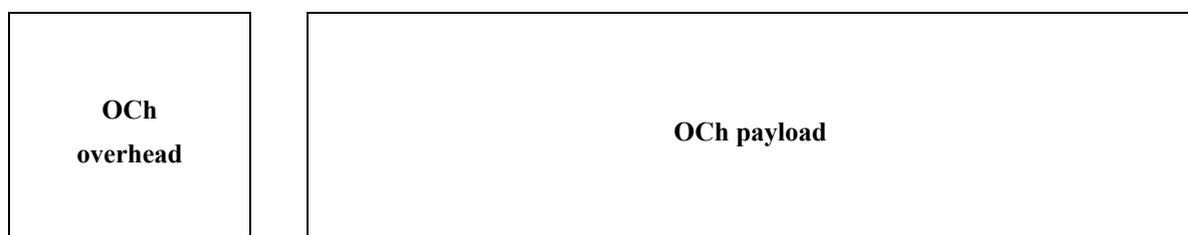


図10-1/JT-G709_OCh情報構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

10.2 簡易機能型OCh(OChr)

簡易機能型光チャネル(OChr)構造は図 10-2 で概念的に示される。そこには OChr ペイロードが含まれる。



図10-2/JT-G709_OCh情報構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

1 1 光チャネル伝送ユニット(OTU)

OTUk[V]は光チャネルネットワーク接続で転送するために ODUk を調節する。OTUk FEC を含め OTUk フレーム構造は完全に標準化されている。OTUkV FEC を含む OTUkV は、機能のみが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規定されている）；付録IIを参照のこと。これらに加えて、完全に標準化されている OTUk フレーム構造と機能的に標準化されている OTUkV FEC を組み合わせた OTUkV がある；付録IIを参照のこと。この組合せは OTUk-v という。

11.1 OTUkフレーム構造

OTUk(k=1, 2, 3, 4)フレーム構造は ODUk フレーム構造を図 11-1 に示すような前方誤り訂正(FEC)により拡張したものである。256列が FEC のために ODUk フレームに加えられるとともに、ODUk オーバーヘッドの1行目の8~14列目に予約されるオーバーヘッドバイトが OTUk の特定のオーバーヘッドとして使用され、結果として4行×4,080列のオクテットに基づくブロックフレーム構造をもたらす。各オクテットのMSBはビット1であり、LSBはビット8である。

(注)：OTUk (k=0, 2e または flex) のフレーム構造は、本標準では定義しない。

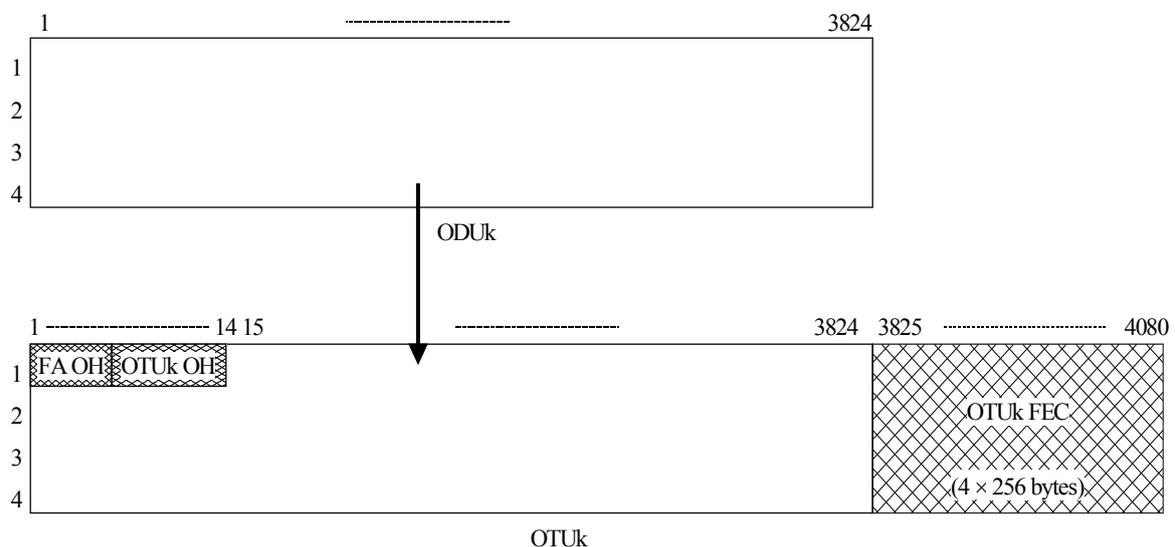


図11-1/JT-G709_OTUkフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

OTUk 信号のビットレートを表 7-1 に定義する。

OTUk(k=1, 2, 3, 4)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。OTUk FEC の送信は、k=4 では必須であり、k=1, 2, 3 では任意である。FEC が送信されない場合、固定スタンプバイト(すべて 0 のパターン)が使用される。

RS(255、239)FEC コードは、付属資料 A で規定する計算をしなければならない。

FEC をサポートする装置と FEC をサポートしない装置(OTUk(k=1,2,3) の FEC 領域に全て 0 の固定スタッフパターンを挿入)との相互接続のため、FEC をサポートする装置は FEC 復号化プロセスを無効にする(OTUk(k=1,2,3) の FEC の内容を無視する)機能をサポートするものとする。

OTUk フレーム中のビットは、左から右へ、上から下へ、MSB から LSB への順に送信される。(図 11-2 参照)

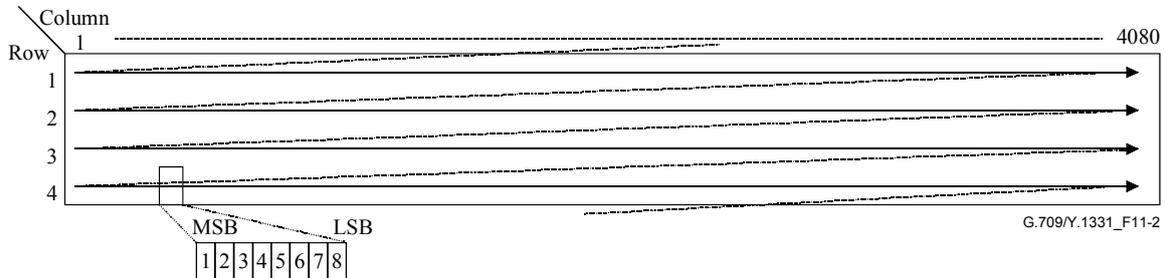


図11-2/JT-G709_OTUkフレームビットの送信順序 (ITU-T G.709/Y.1331)

11.2 スクランプリング

OTUk 信号には ONNI において十分なビットタイミング成分を含んでいなければならない。スクランブラの使用により「0」または「1」の長いシーケンスを防ぎ適当なビットパターンが提供される。

スクランブラの操作は OTUk レートでのシーケンス長 65,535 のフレーム同期型スクランブラと機能的に同一としなければならない。

生成多項式は $1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$ としなければならない。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。

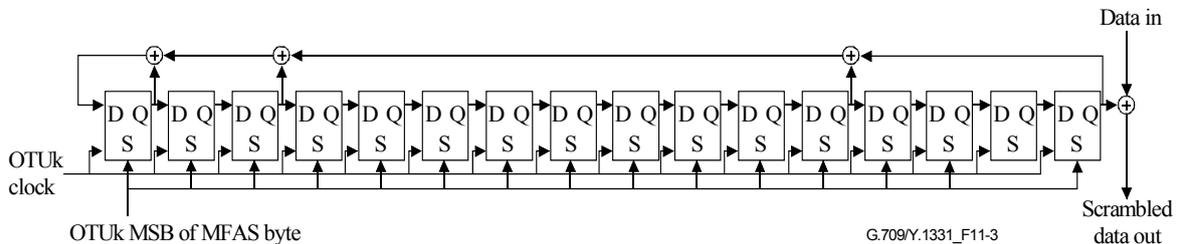


図11-3/JT-G709_フレーム同期型スクランブラ (ITU-T G.709/Y.1331)

スクランブラは、OTUk フレームにおける最後のフレーム同期信号(FAS)に続くバイトの最上位ビット(すなわち、MFAS バイトの MSB)で「FFFF」(16 進数)にリセットされなければならない。このビットとスクランブルされるべきすべてのビットは、スクランブラの X16 位置から出力されるモジュロ 2 に追加されなければならない。スクランブラは完全な OTUk フレームの全体にわたり連続的に走査されなければならない。OTUk オーバーヘッドのフレーム同期信号(FAS)はスクランブルされてはならない。

スクランプリングは FEC の計算と挿入の後に OTUk 信号に実行される。

1 2 光チャネルデータユニット(ODUK)

12.1 ODUkフレーム構造

ODUk(k=0、1、2、2e、3、4、flex)フレーム構造を図 12-1 に示す。それは 4 行×3,824 列のオクテットに基づいたブロックフレーム構造からなる。

ODUk(k=1、2、3)フレーム構造を図 12-1 に示す。それは 4 行×3,824 列のオクテットに基づいたブロックフレーム構造からなる。

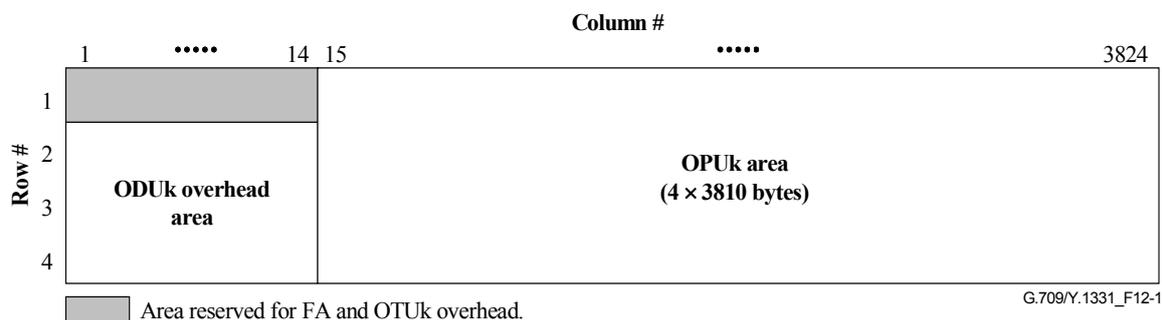


図12-1/JT-G709_ODUkフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

ODUk フレームの 2 個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 列目は ODUk オーバーヘッド領域に割当てられる。

(注) : 1 行目の 1~14 列目はフレーム同期と OTUk の特定のオーバーヘッドで予約される。ODUk の 15~3,824 列は OPUk 領域に割当てられる。

12.2 ODUkビットレートおよびビットレート許容偏差

ODUk 信号は、ローカルクロックもしくはクライアント信号から再生されたクロックを用いて生成される場合がある。後者の場合、ODUk の周波数および周波数許容偏差は、クライアント信号の周波数および周波数偏差となる。前者の場合、ODUk の周波数および周波数許容偏差は、ローカルクロックの周波数および周波数許容偏差となる。OTN では、ローカルクロックの周波数許容偏差は±20ppm までと規定されている。

ODUk の保守信号 (ODUk AIS、OCI、LCK) は、ローカルクロックを用いて生成される。多くの場合、このローカルクロックは高次信号のクロックであり、その高次信号上で ODUk 信号は装置間または装置 (1 以上のトリビュタリスロット) を通過して伝達される。この際、公称スタッフレートは ODUk のビットレート許容偏差の規定に従うようにすべきである。

12.2.1 ODU0、ODU1、ODU2、ODU3、ODU4

ODU0、ODU1、ODU2、ODU3 および ODU4 信号を生成するのに用いられるローカルクロックは、水晶クロックによって生成される。水晶クロックは SDH の STM-N 信号の生成にも用いられているものである。

ODU0 のビットレートは、STM-16 のビットレートの 50% である。

ODU1 のビットレートは、STM-16 のビットレートの 239/238 倍である。

ODU2 のビットレートは、STM-16 のビットレートの 239/237 倍の 4 倍である。

ODU3 のビットレートは、STM-16 のビットレートの 239/236 倍の 16 倍である。

ODU4 のビットレートは、STM-16 のビットレートの 239/227 倍の 40 倍である。

STM-N (N=16、64、256) を運ぶ ODU1、ODU2 および ODU3 信号は、これらクライアント信号のタイミングクロックを用いて生成される場合もある。

公称ビットレートおよびビットレート許容偏差については、表 7-2 を参照のこと。

12.2.2 ODU2e

ODU2e 信号は、クライアント信号のタイミングクロックを用いて生成される。

ODU2e のビットレートは、10GBASE-R クライアントビットレートの $239/237$ 倍である。

公称ビットレートおよびビットレート許容偏差については、表 7-2 を参照のこと。

12.2.3 CBRクライアント信号のためのODUflex

ODUflex (CBR) 信号は、クライアント信号のタイミングクロックを用いて生成される。

ODUflex のビットレートは、CBR クライアントビットレートの $239/238$ 倍である。

クライアント信号は、最大 ± 100 ppm までのビットレート許容偏差をもつ。

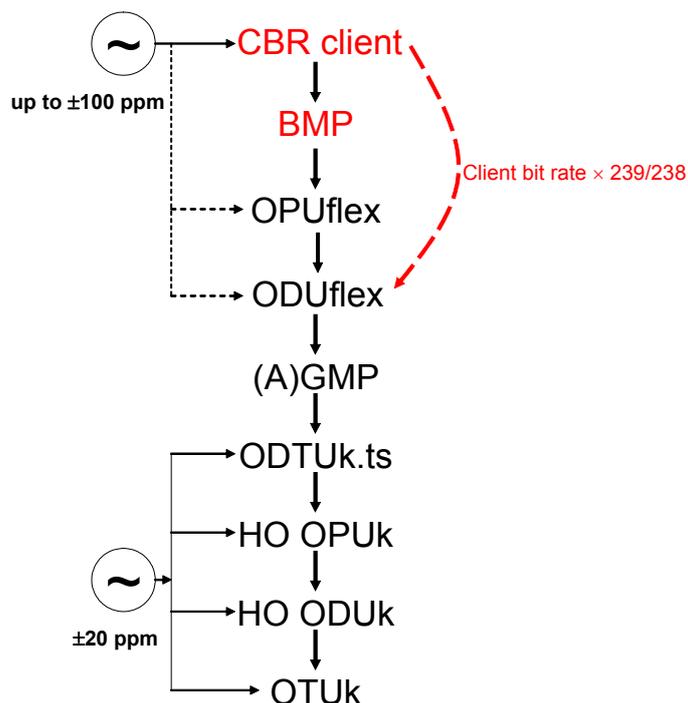


図 12-2/JT-G709_CBR 信号のための ODUflex クロック生成 (ITU-T G.709/Y.1331)

12.2.4 PBRsおよびマルチテスト信号のためのODUflex

ODUflex (CBR) の接続性は、CBR クライアント信号の代わりに PBRs またはマルチテスト信号を用いてテストされる場合がある。その場合、ODUflex (PBRs) または ODUflex (NULL) 信号は、ODUflex (CBR) 信号の許容偏差範囲内の周波数で生成されるべきである。

CBR クライアントクロックが存在する場合、ODUflex (PBRs) または ODUflex (NULL) 信号は、CBR クライアントクロックを用いて生成される場合があり、そうでなければ、ローカルクロックを用いて生成される。

12.2.5 GFP-Fマッピングされたパケットクライアント信号のためのODUflex

ODUflex(GFP)信号は、ローカルクロックを用いて生成される。このクロックは、ローカルの HO ODUk (または OTUk) のクロックである場合と、装置の内部クロック (装置を通して ODUflex を運んでいる信号のクロック) である場合がある。

ODUflex (GFP) 信号は任意のビットレートが可能だが、最大効率とするために、ODUflex (GFP) が一定の ODTUk.ts の

ペイロードバイト(当初の ODTUk.ts における)を占有するように提案されている。

この ODTUk.ts あたりのバイト数は、 C_m 値の設定により制御される(付属資料 D 参照)。 C_m の値は、最悪の条件下 (すなわち ODUflex のビットレートが最大で、HO OPUk のビットレートが最小) でも ODUflex 信号が「n」 OPUk トリビュタリスロットによって伝送され得るように設定されるべきである。ODUflex 信号は、一連の HO ODUk のバス上を伝送される場合がある。例: HO ODU2、HO ODU2-ODU3、HO ODU2-ODU4、HO ODU2-ODU3-ODU4、HO ODU3、HO ODU3-ODU4、HO ODU4

ODUflex(GFP)のビットレート許容偏差は±20ppm である。ODTU2.ts および ODTU3.ts については C_m の最大値は 15,230、ODTU4.ts については C_m の最大値は 15,198 であることが必要とされる。

これらの C_m 値は、ODUflex(GFP)信号が生成されるときに、HO ODUk のクロック等により低減されるが、信号は HO ODUj (j<k) によっても伝送されなければならない。低減係数を表 12-2 に示す。 C_m 値の上位集合には、表 12-2 に示される低減係数が適用されることに注意すること。

表12-1/JT-G709__OPUkトリビュタリスロット(TS)ペイロード帯域幅の比率 (ITU-T G.709/Y.1331)

	OPU2-TS	OPU3-TS	OPU4-TS
OPU2-TS	—	237/236 ≐1.0042	237/227×475/476 ≐1.0419
OPU3-TS	236/237 ≐0.9958	—	236/227×475/476 ≐1.0375
OPU4-TS	227/237×476/475 ≐0.9598	227/236×476/475 ≐0.9639	—

表12-2/JT-G709__Cm低減係数 (ITU-T G.709/Y.1331)

	HO ODU2、3 および 4 を通過	HO ODU3 および 4 を通過	HO ODU4 を通過
ODU2 ベースクロックをもつ ODUflex	—	N/A	N/A
ODU3 ベースクロックをもつ ODUflex	236/237≐0.99578 (15,165 ≤ C_m ≤ 15,230 に適用)	—	N/A
ODU4 ベースクロックをもつ ODUflex	227/237≐0.95781 (14,587 ≤ C_m ≤ 15,198 に適用)	227/236≐0.96186 (14,649 ≤ C_m ≤ 15,198 に適用)	—

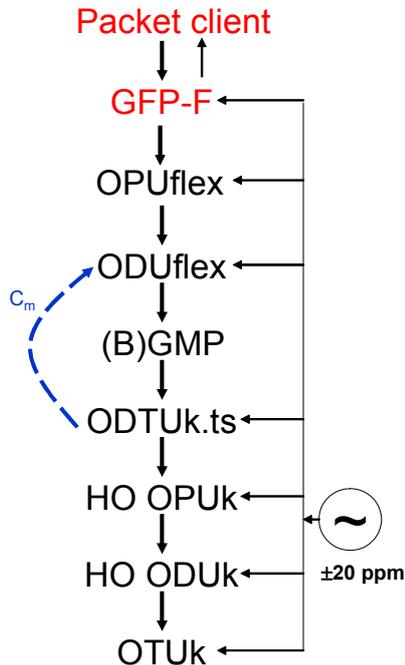
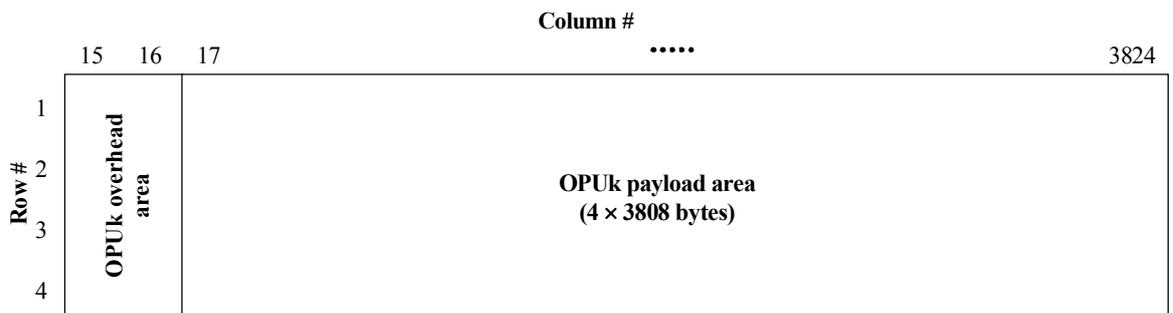


図 12-3/JT-G709_GFP-F マッピングされたパケットクライアント信号のための ODUflex クロック生成 (ITU-T G.709/Y.1331)

1.3 光チャネルペイロードユニット(OPUk)

OPUk(k=0、1、2e、3、4、flex)のフレーム構造を図 13-1 に示す。それは 4 行×3,810 列のオクテットに基づいたブロックフレーム構造からなる。



G.709/Y.1331_F13-1

図13-1/JT-G709_OPUkフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

OPUk フレームの 2 個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 列目は OPUk オーバーヘッド領域に割当てられる。

OPUk の 17~3,824 列目は OPUk ペイロード領域に割当てられる。

(注) : OPUk 列番号は ODUk フレームの中の OPUk 列から得られる。

1 4 OTMオーバーヘッド信号(OOS)

OTM オーバーヘッド信号(OOS)は、OTS、OMS および OCh オーバーヘッドから成る。OOS のフォーマット、構造およびビットレートは、本標準では定義しない。OOS は OSC によって伝送される。

オペレータの論理マネジメントオーバーレイネットワーク設計によっては、一般管理通信が OOS を用いて転送される場合がある。したがってアプリケーション用の OOS もまた一般管理通信を転送することとなる。一般管理通信は、シグナリング、音声/音声帯域通信、ソフトウェアダウンロード、運用者の特殊な通信などを含んでいる場合がある。

1 5 オーバーヘッドの記述

OTS、OMS および OCh オーバーヘッドの概要を図 15-1 に示す。

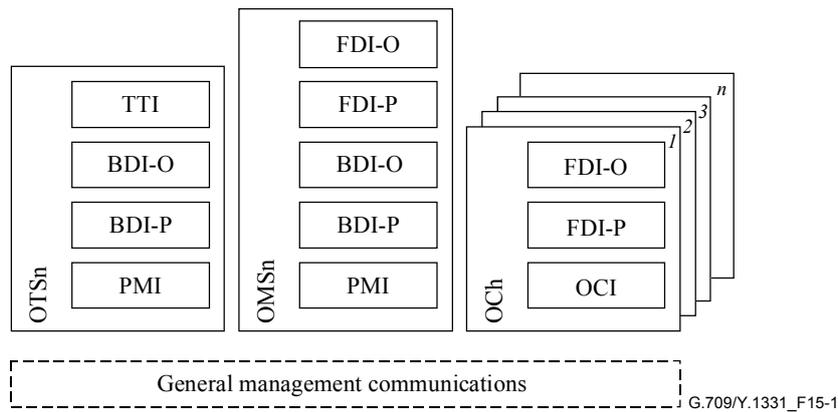


図15-1/JT-G709_OOS内の論理的要素であるOTSn、OMSnおよびOChオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

OTUk、ODUk および OPUk オーバーヘッドの概要を図 15-2 および図 15-3 に示す。

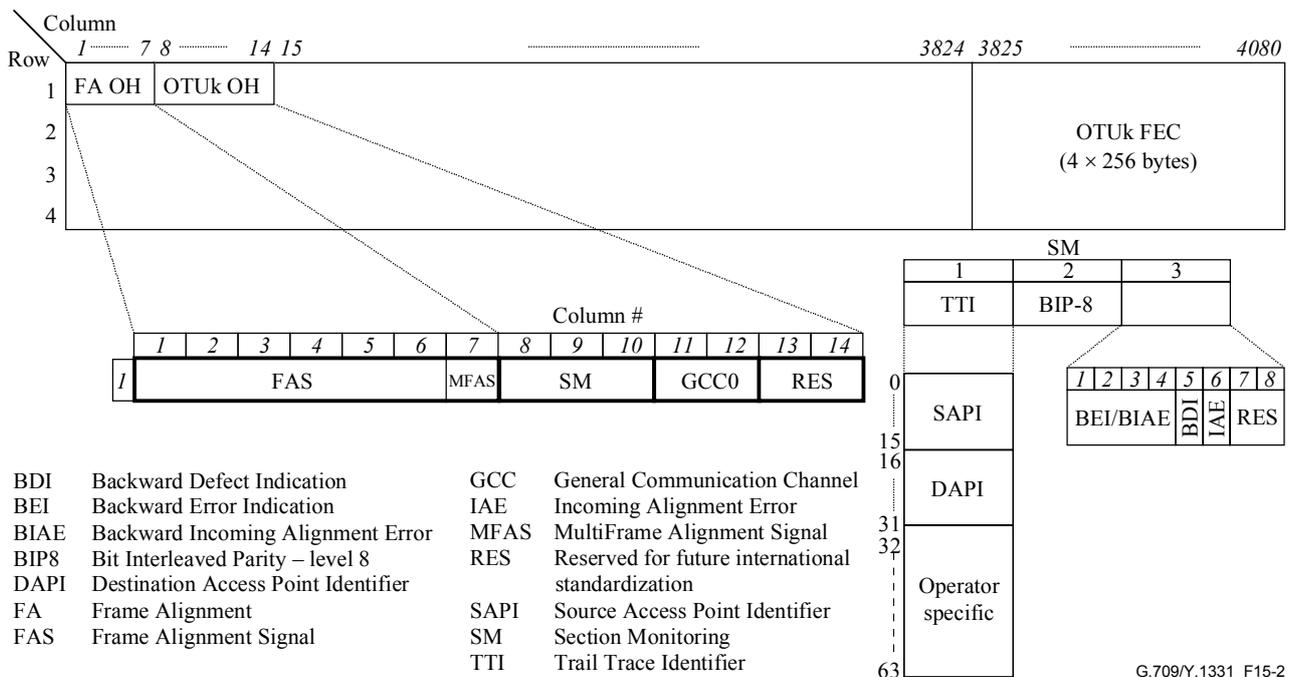
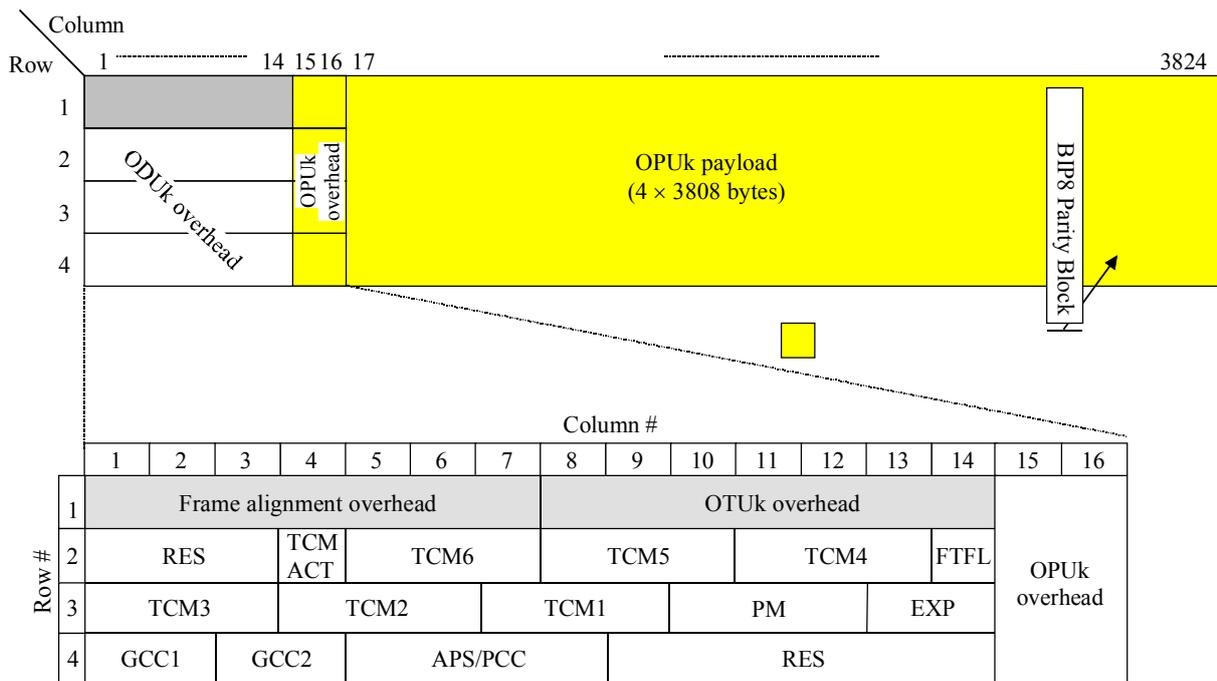
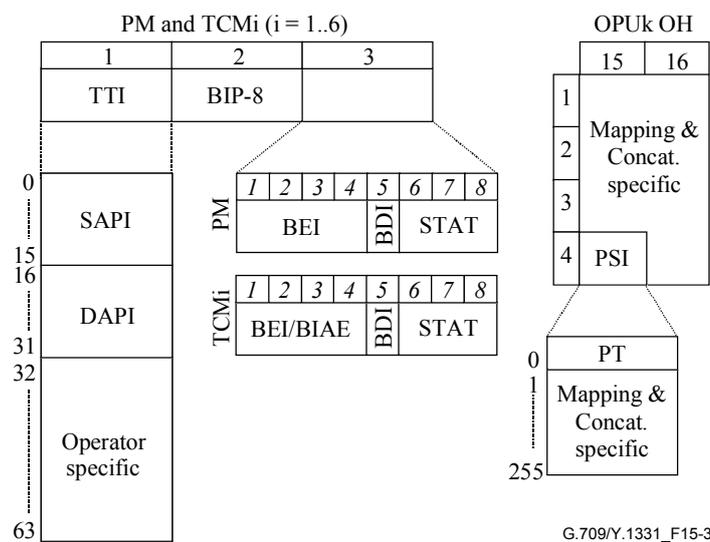


図15-2/JT-G709_OTUkフレーム構造、フレームアラインメントおよびOTUkオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)



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



G.709/Y.1331_F15-3

図15-3/JT-G709_ODUkフレーム構造、ODUkおよびOPUkオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

15.1 オーバーヘッドのタイプ

15.1.1 光チャネルペイロードユニットオーバーヘッド(OPUk OH)

OPUk OH 情報を OPUk 情報ペイロードに付加することで OPUk は生成される。OPUk OH 情報はクライアント信号のアダプテーションをサポートするための情報を含む。OPUk OH は、OPUk が組立や分解をされる所で終端される。特殊な OH フォーマットや符号化は 15.9 節で定義する。

15.1.2 光チャネルデータユニットオーバーヘッド(ODUk OH)

ODUk OH 情報を ODUk 情報ペイロードに付加することで ODUk は生成される。ODUk OH 情報は光チャネルをサポートするための保守や運用機能の情報を含んでいる。ODUk OH は、エンド-エンドの ODUk パスや、タンデムコネクション監視の 6 つのレベルに専用化された部分から構成されている。ODUk パス OH は、ODUk が組立や分解をされる所で終

端される。TC OH は、相当するタンデムコネクションのソースで付加されシンクで終端される。特殊な OH フォーマットや符号化は 15.6 節および 15.8 節で定義する。

15.1.3 光チャネル伝送ユニットオーバーヘッド(OTUk OH)

OTUk OH 情報は OTUk 信号構造の一部である。それは、1 以上の光チャネル接続を経由した伝送をサポートするための運用機能の情報を含む。OTUk OH は OTUk 信号が組立や分解をされる所で終端される。特殊な OH フォーマットや符号化は 15.6 節および 15.7 節で定義する。

規格外の OTUkV OH のための特殊なフレーム構造や符号化は、本標準の範囲外である。ただし、サポートされなければならない必要最低限の機能は 15.7.3 項で定義する。

15.1.4 光チャネルアウトバンドオーバーヘッド(OCh OH)

OCh OH 情報を OTUk に付加することで OCh は生成される。OCh OH 情報は、故障管理をサポートするための保守機能の情報を含んでいる。OCh OH は OCh 信号が組立や分解をされる所で終端される。

OCh OH のための特殊なフレーム構造や符号化は、本標準の範囲外である。ただし、サポートされなければならない必要最低限の機能は 15.5 節で定義する。

15.1.5 光多重セクションオーバーヘッド(OMS OH)

OMS OH 情報を OCG に付加することで OMU は生成される。OMS OH 情報は、光多重セクションをサポートするための保守や運用機能の情報を含む。OMS OH は、OMU が組立や分解をされる所で終端される。

OMS OH のための特殊なフレーム構造や符号化は、本標準の範囲外である。ただし、サポートされなければならない必要最低限の機能は 15.4 節で定義する。

15.1.6 光中継セクションオーバーヘッド(OTS OH)

OTS OH 情報を情報ペイロードに付加することで OTM は生成される。OTS OH 情報は、光中継セクションをサポートするための保守や運用機能の情報を含んでいる。OTS OH は、OTM が組立や分解される所で終端される。

OTS OH のための特殊なフレーム構造や符号化は、本標準の範囲外である。ただし、サポートされなければならない必要最低限の機能は 15.3 節で定義する。

15.1.7 一般管理通信オーバーヘッド(COMMS OH)

COMMS OH 情報を情報ペイロードに付加することで OTM を生成する。COMMS OH 情報は、ネットワークエレメント間の一般管理通信を提供する。COMMS OH のための特殊なフレーム構造や符号化は、本標準の範囲外である。

15.2 送信済みトレース識別子とアクセスポイント識別子の定義

送信済みトレース識別子(TTI)は、以下のような構造の 64 バイト列として定義する(図 15-4 参照)。

- TTI[0]は SAPI[0]文字列を含んでおり、オール 0 で固定である。
- TTI[1]から TTI[15]は、15 文字列の送信元アクセスポイント識別子(SAPI[1]から SAPI[15])を含んでいる。
- TTI[16]は DAPI[0]文字列を含んでおり、オール 0 で固定である。
- TTI[17]から TTI[31]は、15 文字列の宛先アクセスポイント識別子(DAPI[1]から DAPI[15])を含んでいる。
- TTI[32]から TTI[63]はオペレータ独自である。

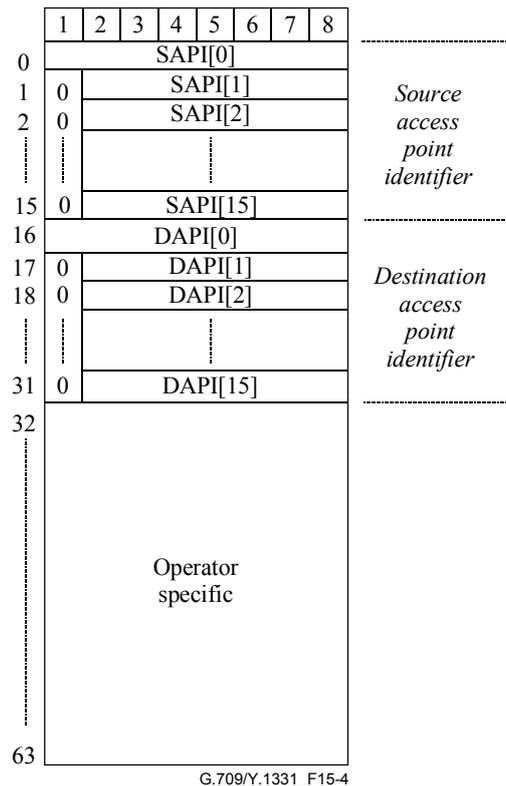


図15-4/JT-G709_TTIの構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

アクセスポイント識別子(API)の特徴は以下のとおりである。

- それぞれのアクセスポイント識別子は、そのレイヤネットワークにおいてグローバルユニークでなければならない。
- アクセスポイントが運用者間の境界をまたいだパスセットアップを要求される場合があると想定される場合、アクセスポイント識別子は他のネットワーク運用者が利用できなければならない。
- アクセスポイント識別子は、そのアクセスポイントが現存している間に変更すべきではない。
- アクセスポイント識別子は、アクセスポイントを行き来するルーティングに責任がある国やネットワークの運用者を識別できるべきである。
- 単一の管理レイヤネットワークに属する全てのアクセスポイント識別子のセットは、単一のアクセスポイント識別子スキームを形成すべきである。
- 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スキームは、どの管理レイヤネットワークのスキームからも独立させることができる。

ODUk、OTUk および OTM はそれぞれ、ルーティング制御探索アルゴリズムをサポートするために、ツリー構造のフォーマットを基本としたアクセスポイント識別子スキームを持つべきである。アクセスポイント識別子は、グローバルに一義であるべきである。

アクセスポイント識別子(SAPI、DAPI)は、3文字の国際セグメントと12文字の国内セグメント(NS)で構成されなければならない(図15-5参照)。これらの文字列はITU-T 勧告 T.50 (International Reference Alphabet – 7-bit coded character set for information exchange)によって符号化されなければならない。

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					

図15-5/JT-G709_アクセスポイント識別子の構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

国際セグメントフィールドには、3文字の ISO 3166 geographic/political country code(G/PCC)を割り付ける。国名コードは3文字の大文字のアルファベットの ISO 3166 国名コード(例えば、JPN、USA、FRA)を基本としなければならない。

国内セグメントフィールドは、ITU キャリア符号(ICC)と、それに続くユニークアクセスポイント符号(UAPC)という2個のサブフィールドから成っている。

ITU キャリア符号は、ネットワーク運用者やサービスプロバイダに割当てられた符号で、ITU-T 勧告 M.1400 により ITU-T 電気通信標準化局(TSB)で整備されている。

ユニークアクセスポイント符号は、国名コードと ITU キャリア符号が割当てられた組織のもので、独自性が保証されなければならない。この符号は、6~11文字から成り、NUL を後付けして、12文字の国内セグメントを完成させなければならない。

15.3 OTS OHの記述

以下に OTM-n OTSn オーバーヘッドを定義する。

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

15.3.1 OTS送信済みトレース識別子(TTI)

OTSn-TTI は、OTSn セクション監視用に、15.2 節に明記した 64 バイト TTI を転送するために定義する。

15.3.2 OTS後方障害表示-ペイロード(BDI-P)

OTSn セクション監視用に、OTSn-BDI-P 信号は、OTSn 終端シンク機能で検知された OTSn ペイロード信号故障状態を上流方向に転送するために定義する。

15.3.3 OTS後方障害表示-オーバーヘッド(BDI-O)

OTSn セクション監視用に、OTSn-BDI-O 信号は、OTSn 終端シンク機能で検知された OTSn オーバーヘッド信号故障状態を上流方向に転送するために定義する。

15.3.4 OTSペイロード欠落表示(PMI)

OTSn PMI は、OTSn 信号の送信元ポイントの上流ではペイロードが付加されないことを通知として下流に送って必然的に生じてしまう信号故障レポートをマスクするために用いられる信号である。

15.4 OMS OHの記述

以下に OTM-n OMSn オーバーヘッドを定義する。

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

15.4.1 OMS前方障害表示-ペイロード(FDI-P)

OMSn セクション監視用に OMSn ペイロード信号状態(正常、故障)を下流方向へ伝達するための OMSn-FDI-P 信号を定義する。

15.4.2 OMS前方障害表示-オーバーヘッド(FDI-O)

OMSn セクション監視用に OMSn オーバーヘッド信号状態(正常、故障)を下流方向へ伝達するための OMSn-FDI-O 信号を定義する。

15.4.3 OMS後方障害表示-ペイロード(BDI-P)

OMSn セクション監視用に OMSn 終端シンク機能で検知された OMSn ペイロード信号故障状態を上流方向に伝達するための OMSn-BDI-P 信号を定義する。

15.4.4 OMS後方障害表示-オーバーヘッド(BDI-O)

OMSn セクション監視用に OMSn 終端シンク機能で検知された OMSn オーバーヘッド信号故障状態を上流方向に伝達するための OMSn-BDI-O 信号を定義する。

15.4.5 OMSペイロード欠落表示(PMI)

OMS PMI は、OMS 信号のソースポイントの上流では OCCp が何も光チャネル信号に含まれていないことを通知として下流に送って、必然的に生じる信号故障のレポートをマスクするために用いられる信号である。

15.5 OCh OHの記述

以下に OTM-n OCh オーバーヘッドを定義する。

- OCh-FDI-P
- OCh-FDI-O
- OCh-OCI

15.5.1 OCh前方障害表示-ペイロード(FDI-P)

OCh トレイル監視用に、OCh ペイロード信号状態(正常、故障)を下流方向へ伝達するために OCh-FDI-P 信号を定義する。

15.5.2 OCh前方障害表示-オーバーヘッド(FDI-O)

OCh トレイル監視用に、OCh オーバーヘッド信号状態(正常、故障)を下流方向へ伝達するために OCh-FDI-O 信号を定義する。

15.5.3 OChコネクション開放表示(OCI)

OCh OCI は、接続機能の上流方向ではマトリックス接続が管理コマンドの結果として開放されていることを通知として下流方向に送る。OCh 終端点における信号条件の OCh 損失の重大な検知は、開放マトリックスとすぐに関連付けることができる。

15.6 OTUK/ODUKフレーム同期OHの記述

15.6.1 OTUK/ODUKフレーム同期オーバーヘッドの配置

OTUK/ODUK フレーム同期オーバーヘッドの配置を図 15-6 に示す。OTUK/ODUK フレーム同期オーバーヘッドは、OTUK と ODUK 信号の両方に適用できる。

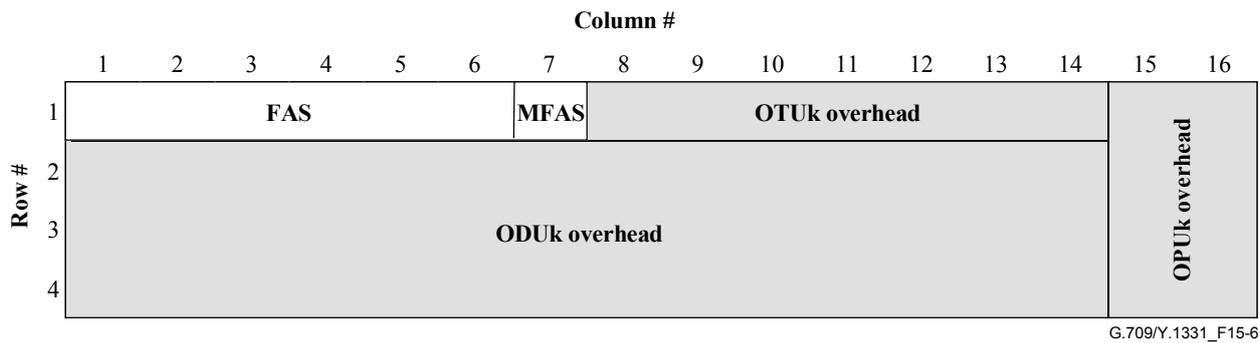


図15-6/JT-G709_OTUK/ODUKフレーム同期オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

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 参照)は、OTUK オーバーヘッドの 1 行目の 1 から 6 列目で定義する。OA1 は「1111 0110」、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	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
OA1		OA1		OA1		OA2		OA2		OA2																					

G.709/Y.1331_F15-7

図15-7/JT-G709_フレーム同期信号オーバーヘッドの構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.6.2.2 マルチフレーム同期信号(MFAS)

OTUK と ODUK オーバーヘッド信号のいくつかは、多重 OTUK/ODUK フレームにわたるであろう。例としては、TTI と TCM-ACT オーバーヘッド信号である。これらと他のマルチフレーム構造の信号は、OTUK/ODUK フレーム同期に加えて、マルチフレーム同期処理が実行されなければならない。

単一マルチフレーム同期信号(MFAS)のバイトは、この目的のために OTUK/ODUK オーバーヘッドの 1 行目の 7 列目で定義されている(図 15-8 参照)。MFAS バイトの値は、それぞれの OTUK/ODUK フレームで増加され、256 フレームのマルチフレームとして提供する。

MFAS OH Byte							
1	2	3	4	5	6	7	8
⋮							
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0
⋮							
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
⋮							

MFAS sequence

G.709/Y.1331_F15-8

図15-8/JT-G709_マルチフレーム同期信号オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

個々の OTUk/ODUk オーバーヘッド信号は、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最も重要なフレームに固定させるために、この主要なマルチフレームを使用してもよい。

15.7 OTUk OHの記述

15.7.1 OTUkオーバーヘッドの配置

OTUk オーバーヘッドの配置を図 15-9 と図 15-10 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							SM		GCC0		RES		OPUk overhead			
	2	ODUk overhead																
	3																	
	4																	

G.709/Y.1331_F15-9

図15-9/JT-G709_OTUkオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

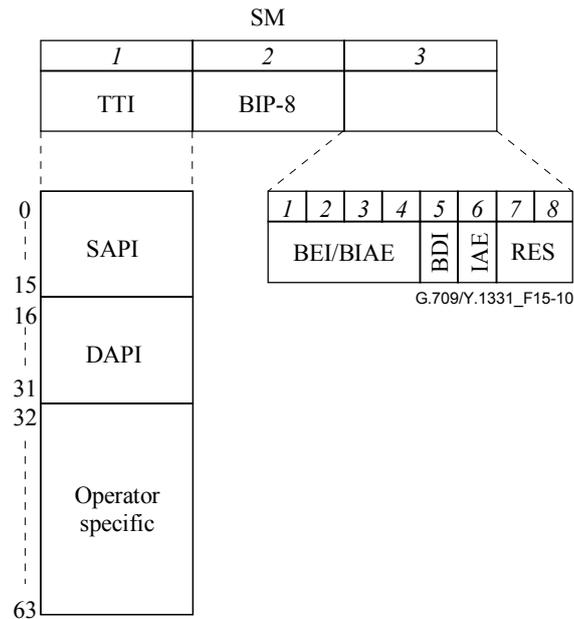


図15-10/JT-G709_OTUkセクション監視オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

15.7.2 OTUkオーバーヘッドの定義

15.7.2.1 OTUkセクション監視(SM)オーバーヘッド

OTUk セクション監視(SM)オーバーヘッドの一つのフィールドは、セクション監視をサポートするために1行目の8から10列目で定義されている。

SM フィールドは、以下のサブフィールドを含んでいる(図 15-10 参照)。

- 送信済みトレース識別子(TTI)
- ビットインタリーブドパリティ(BIP-8)
- 後方障害表示(BDI)
- 後方誤り表示および後方入力同期誤り(BEI/BIAE)
- 入力同期誤り(IAE)
- 将来の国際標準のために予約されたビット(RES)

15.7.2.1.1 OTUk SM送信済みトレース識別子(TTI)

セクション監視用に、1バイトの送信済みトレース識別子(TTI)オーバーヘッドが、15.2節に明記されている64バイトのTTI信号を伝送するために定義されている。

64バイトのTTI信号は、OTUk マルチフレーム(15.6.2.2項参照)と同期され、マルチフレーム毎に4回伝送されなければならない。64バイトのTTI信号のバイト0は、OTUk マルチフレーム位置0000 0000(0x00)、0100 0000(0x40)、1000 0000(0x80)および1100 0000(0xC0)でなければならない。

15.7.2.1.2 OTUk SM誤り検知符号(BIP-8)

セクション監視用に、1バイト誤り検知符号信号が定義されている。このバイトは、ビットインタリーブドパリティ-8(BIP-8)符号を提供する。

(注) : BIP-8の表記は、単にBIPビットの数を指し、EDC(誤り検出コード)使用法を指すものではない(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)。BIP-8の定義については、TTC標準JT-G707およびITU-T勧告G.707

／Y.1322 の BIP-X 定義を参照のこと。

OTUk BIP-8 は、OTUk フレーム i の OPUk 領域(15 から 3,824 列目)におけるビット上で計算され、OTUk フレーム $i+2$ の OTUk BIP-8 オーバーヘッドの位置に挿入される(図 15-11 参照)。

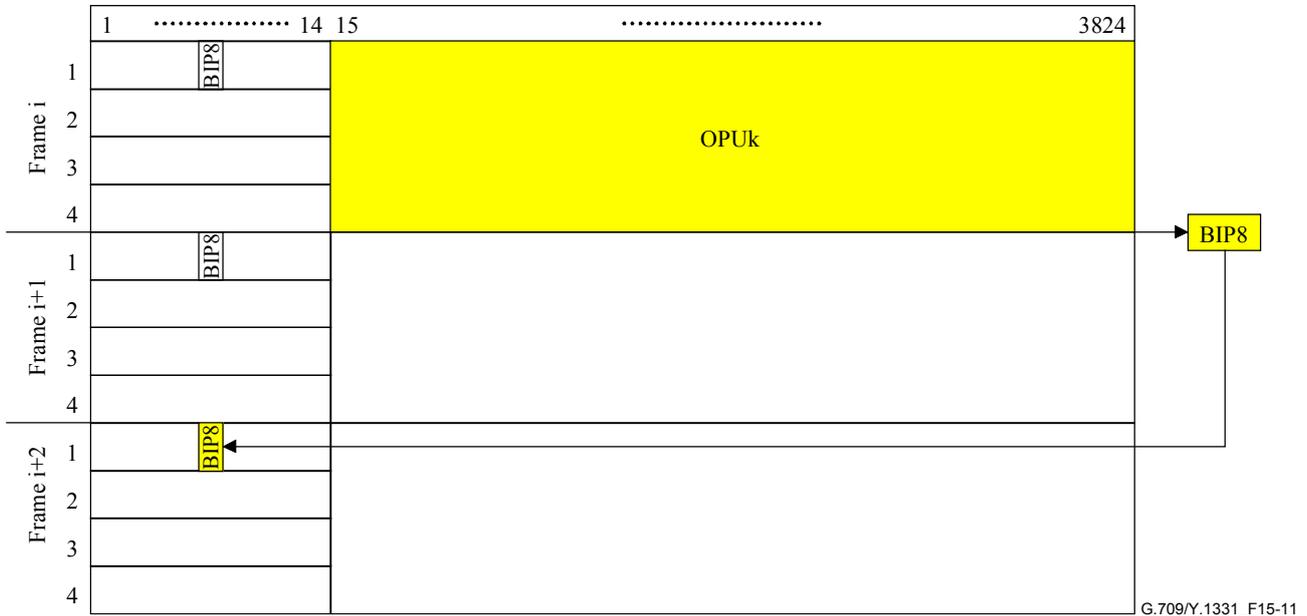


図15-11/JT-G709_OTUk SM BIP-8の計算 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.7.2.1.3 OTUk SM後方障害表示(BDI)

セクション監視用に、単一ビット後方障害表示(BDI)信号が、上流方向のセクション終端シンク機能で検知された信号故障状態を伝達するために定義されている。BDI は、OTUk 後方障害表示を表す場合は「1」に設定され、それ以外の場合は「0」に設定される。

15.7.2.1.4 OTUk SM後方誤り表示と後方入力同期誤り(BEI/BIAE)

セクション監視用に、4ビットの後方誤り表示(BEI)と後方入力同期誤り(BIAE)信号を定義する。この信号は、BIP-8 符号を使用した OTUk セクション監視シンクによって誤りを検出された、上流方向のインタリーブドビットブロックのカウントを伝達するために使われている。それは、上流方向で IAE オーバーヘッドの中で OTUk セクション監視シンクと一致したことを検知した入力側同期はずれ(IAE)状態を伝達するためにも使用される。

IAE 状態の間、符号「1011」が BEI/BIAE フィールドへ挿入され、誤りカウントは無視される。それ以外の場合は、誤りカウント(0-8)が BEI/BIAE フィールドに挿入される。これらの4ビットで表現しうる残りの6値は単に無関係な状態となり、誤り0として解釈されなければならない(表 15-1 参照)、BIAE は有効ではない。

表15-1/JT-G709_OTUk SM BEI/BIAEの解釈法 (ITU-T G.709/Y.1331)

OTUk SM BEI/BIAE ビット 1234	BIAE	BIP 違反
0000	偽	0
0001	偽	1
0010	偽	2
0011	偽	3

0100	偽	4
0101	偽	5
0110	偽	6
0111	偽	7
1000	偽	8
1001,1010	偽	0
1011	真	0
1100 から 1111	偽	0

15.7.2.1.5 OTUk SM入力同期誤りオーバーヘッド(IAE)

単一ビット入力同期誤り(IAE)信号は、S-CMEP 入力側の点が、ピア S-CMEP 出力側の点に、入力信号の同期誤りを検知したことを通知することを可能にするために定義する。

IAE は、フレーム同期はずれを通知する場合は「1」に設定され、それ以外の場合は「0」に設定される。

S-CMEP 出力側の点は、セクションの入力側で OTUk のフレーム位相変化の結果として起こる場合のあるビット誤りのカウントを隠すためにこの情報を使用する場合がある。

15.7.2.1.6 OTUk SM予約オーバーヘッド(RES)

セクション監視用に 2 ビットが将来の国際標準化のために予約されている(RES)。それらは「00」に設定される。

15.7.2.2 OTUk一般通信チャネル 0(GCC0)

OTUk オーバーヘッドで OTUk 終端点間の一般的な通信チャネルをサポートするために 2 バイトが割当てられている。これはクリアチャネルであり、フォーマットの記述は本標準の範囲外である。これらのバイトは OTUk オーバーヘッドの 1 行目の 11 と 12 列目に位置している。

15.7.2.3 OTUk予約オーバーヘッド(RES)

将来の国際標準化のために OTUk オーバーヘッドにある 2 バイトが予約されている。これらのバイトは、1 行目の 13 と 14 列目に位置している。これらのバイトは、全て 0 に設定される。

15.7.3 OTUkVオーバーヘッド

実用的に標準化された OTUkV フレームは、最低限 15.2 節に明記されている送信済みトレース識別子を持った OTUk セクション監視(15.7.2.1 項参照)に匹敵するセクション監視機能をサポートすべきである。それ以上のオーバーヘッドの記述は本標準の範囲外である。

15.8 ODUk OHの記述

15.8.1 ODUk OHの配置

ODUk オーバーヘッドの配置を図 15-12、15-13 および 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									

G.709/Y.1331_F15-12

図15-12/JT-G709_ODUkオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

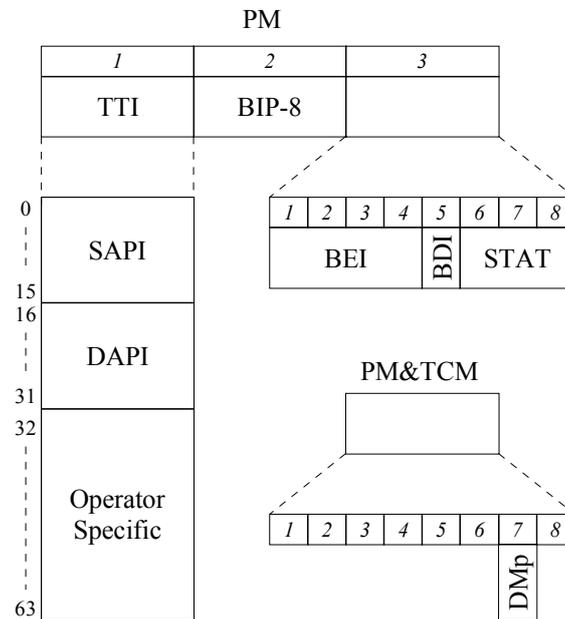


図15-13/JT-G709_ODUkパス監視オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

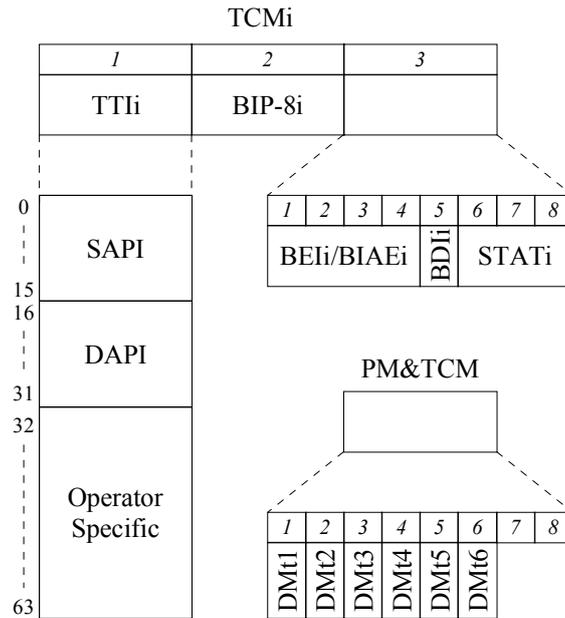


図15-14/JT-G709_ODUkタンデムコネクション監視#iオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2 ODUkオーバーヘッド定義

15.8.2.1 ODUkパス監視(PM)オーバーヘッド

パス監視をサポートするために、ODUk パス監視オーバーヘッド(PM)を3行目の10~12列目に定義し、1個の付加ビットを2行目の3列目のビット7に定義する。

PM フィールドは、次のサブフィールド(図 15-13 参照)を含む：

- 送信済みトレース識別子(TTI)
- ビットインタリーブドパリティ(BIP-8)
- 後方障害表示(BDI)
- 後方誤り表示(BEI)
- 保守信号の存在を示す状態ビット(STAT)

PM&TCM フィールドは、以下の PM サブフィールドを含む(図 15-13 参照)；

- パスの遅延測定(DMp)

STAT サブフィールドを除く PM フィールドの内容は、保守信号(例えば、ODUk-AIS、ODUk-OCI、ODUk-LCK)が存在する間は未定義(パターンは、全て1、0110 0110 又は 0101 0101 の繰り返し)である。保守信号が存在する間の PM&TCM フィールドは未定義(パターンは、全て1、0110 0110 または 0101 0101 の繰り返し)となる。16.5 節を参照のこと。

15.8.2.1.2 ODUk PM誤り検出コード(BIP-8)

パス監視用に1バイトの誤り検出コード信号を定義する。このバイトは、ビットインタリーブドパリティ-8 (BIP-8)コードを提供する。

(注)：BIP-8 表記は、単に BIP ビットの数を指し、EDC(誤り検出コード)使用法を指すものではない(すなわち、カウントされた誤りビット数を示すものではない)。BIP-8 の定義については、TTC 標準 JT-G707 および ITU-T 勧告 G.707/Y.1322 の BIP-X 定義を参照のこと。

ODUk BIP-8 は、ODUk フレーム i の OPUk (15~3,824 列)エリア内の全ビットを演算し、ODUk フレーム $i+2$ (図 15-15 参照)の ODUk PM BIP-8 オーバーヘッド位置に挿入される。

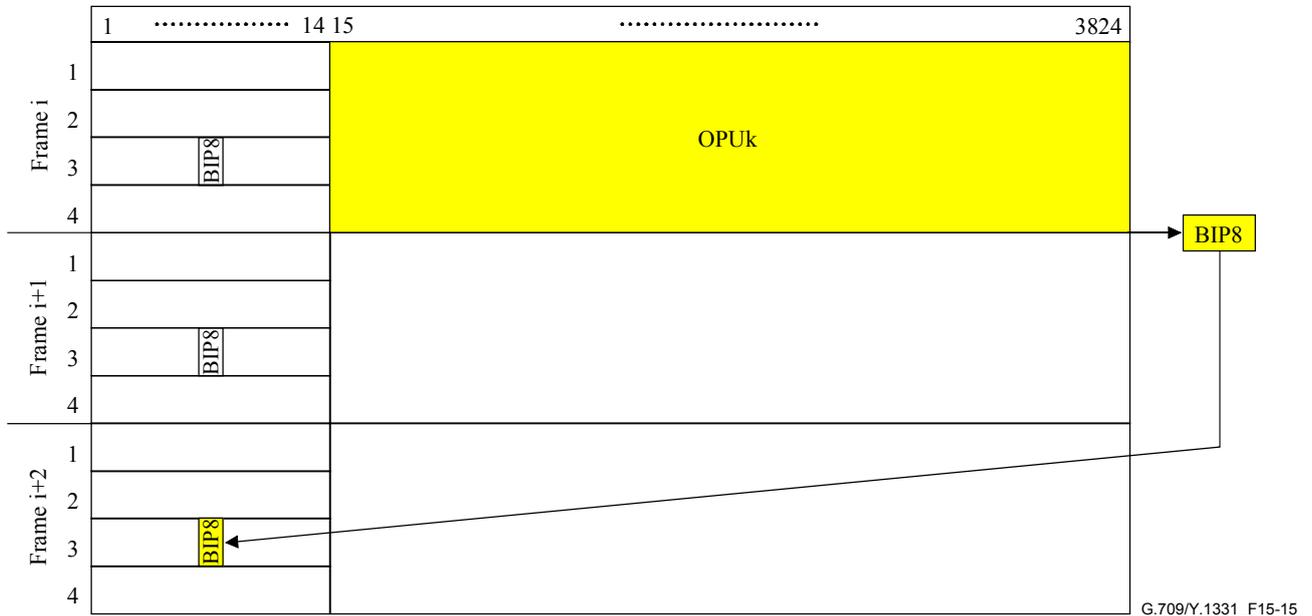


図15-15/JT-G709_ODUk PM BIP-8演算 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2.1.3 ODUk PM後方障害表示(BDI)

上流方向のパス終端シンク機能で検出された信号不良状態を伝達するため、パス監視用に 1 ビットの後方障害表示 (BDI)信号を定義する。

BDI は、ODUk の後方障害表示を示す時「1」に設定され、それ以外の時は「0」に設定される。

15.8.2.1.4 ODUk PM後方誤り表示(BEI)

パス監視用に、4 ビットの後方誤り表示(BEI)信号を定義する。これは上流方向において、関連する ODUk パス監視シンク機能が BIP-8 コードを使って検出した誤りを含むインタリーブドビットブロック数を伝達するために使われる。このカウントには、9つの有効値がある。すなわち 0-8 誤りである。これらの 4 ビットによって表示可能な残りの 7つの値は、誤りとは無関係な状態においてのみ起因することができ、この場合は誤りゼロと解釈しなければならない(表 15-2 参照)。

表15-2/JT-G709_ODUk PM BEI解釈 (ITU-T G.709/Y.1331)

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状態(STAT)

パス監視用に、状態ビット(STAT)として3ビットを定義する。それらは、保守信号(表 15-3 参照)の存在を示す。P-CMEP は、これらのビットを「001」に設定する。

表15-3/JT-G709_ODUk PM状態解釈 (ITU-T G.709/Y.1331)

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

15.8.2.1.6 ODUk PM遅延測定(DMp)

ODUk パス監視には、遅延測定試験の開始を告げるための1ビットパス遅延測定(DMp)信号を定義する。

DMp 信号は、0 または 1 の定数からなり、双方向遅延測定試験(2-way DM)の開始時に反転される。「...0000011111...」のシーケンスにおける0から1への反転、または「...1111100000...」のシーケンスにおける1から0への反転は、パスの遅延測定の開始点を表す。DMp 信号の値は、次の遅延測定試験の開始まで維持される。

DMp の発信元である P-CMEP によって DMp 信号は挿入され、対向の P-CMEP へ送られる。対向の P-CMEP は、DMp 信号を発信元の P-CMEP へループバックする。発信元の P-CMEP は、DMp 信号の値が反転された瞬間から、対向の P-CMEP から戻ってきたこの反転した DMp 信号が受信される瞬間までのフレーム数を測定する。受信機は、遅延測定開始の合図をエミュレートすることとなるビットエラーを許容できるように、受信した DMp 信号の継続的チェックを行うべきであ

る。そのような継続的チェックに使われる付加的なフレームは、遅延フレームカウントに加えるべきでない。ルーピング P-CMEP は、受信した DMp ビットを約 100 μ s 以内にループバックすべきである。

パスの遅延測定プロセスの詳細については G.798 参照のこと。

(注 1) : パスの遅延測定は、瞬時的な双方向の伝送遅延状態を提供するために、オンデマンドで実行できる。また、15 分および 24 時間の双方向の伝送遅延パフォーマンス管理を提供するために、プロアクティブに実行することもできる。

(注 2) : 本 TTC 標準の第 1 版に準じて設計された装置は、このパスの遅延監視機能をサポートできない可能性がある。そのような装置では、DMp ビットは将来の国際標準のために予約されているビットであり、0 に設定される。

(注 3) : このプロセスは、往復遅延を測定する。ODUk パスの送信方向と受信方向の長さが異なる場合(例えば、片方向のプロテクションスイッチを配備したネットワーク)、片道の遅延は往復遅延の半分にはならない場合がある。

15.8.2.2 ODUk タンデムコネクション監視(TCM)オーバーヘッド

ODUk オーバーヘッドの 2 行目 5~13 列目および 3 行目 1~9 列目に、6 フィールドの ODUk タンデムコネクション監視(TCM)オーバーヘッドを定義し、2 行目 3 列目のビット 1 から 6 に、6 つの付加ビットを定義する。TCM は、下記の 1 個以上のネットワークアプリケーション用に、ODUk コネクションの監視をサポートする(ITU-T 勧告 G.805 および G.872 参照) :

- 光UNIからUNIのタンデムコネクション監視 ; 公衆トランスポートネットワークを通してODUkコネクションを監視(公衆ネットワークの入側ネットワーク端点から出側ネットワーク端点まで)
 - 光NNIからNNIのタンデムコネクション監視 ; ネットワークオペレータのネットワークを通して監視(オペレータネットワークの入側ネットワーク端点から出側ネットワーク端点まで)
 - 信号不良および信号劣化状態を確定するための、線形1+1、1:1および1:n光チャネルサブネットワークコネクション予備切替用サブレイヤ監視
 - 信号不良および信号劣化状態を確定するための、光チャネル共有予備リング(SPリング)予備切替用サブレイヤ監視
 - ネットワークの故障および誤り状態の間、コネクションの自動回復を起動するための、スイッチド光チャネルコネクション内での信号不良または信号劣化を検出する目的としての、光チャネルタンデムコネクション監視
 - 光チャネルタンデムコネクションの監視、例えば、故障箇所特定用または引き渡されるサービス品質の証明用 6 個の TCM 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15-14参照) ;
 - 送信済みトレース識別子(TTI)
 - ビットインタリーブパリティ8(BIP-8)
 - 後方障害表示(BDI)
 - 後方誤り表示および後方入力同期誤り(BEI/BIAE)
 - TCM オーバーヘッド、入力同期誤りまたは保守信号(STAT)の存在を示す状態ビット
- PM&TCM フィールドは、以下の TCM サブフィールドを含む(図15-13参照) ;
- タンデムコネクションの遅延測定(DMti、i=1 から 6)

STAT サブフィールドを除いた TCM フィールドの内容は、保守信号(例えば、ODUk-AIS、ODUk-OCI、ODUk-LCK)が存在する間は未定義 (パターンは、全て 1、0110 0110 または 0101 0101 の繰り返し)とする。PM&TCM フィールドの内容は、保守信号が存在する間は未定義 (パターンは、全て 1、0110 0110 または 0101 0101 の繰り返し)とする。16.5 節を参照のこと。

TCM フィールドおよび PM&TCM ビットは、15.8.2.2.6 項で述べられている監視コネクション用に割り当てられる。ODUk トレイルに沿った監視コネクションの数は、0 と 6 の間を変化する場合がある。監視コネクションは、入れ子、オーバーラップおよび(または)カスケード接続とすることができる。入れ子およびカスケード接続を図 15-16 に示す。監視コネクション A1-A2/B1-B2/C1-C2 および A1-A2/B3-B4 は入れ子であり、B1-B2/B3-B4 はカスケード接続である。

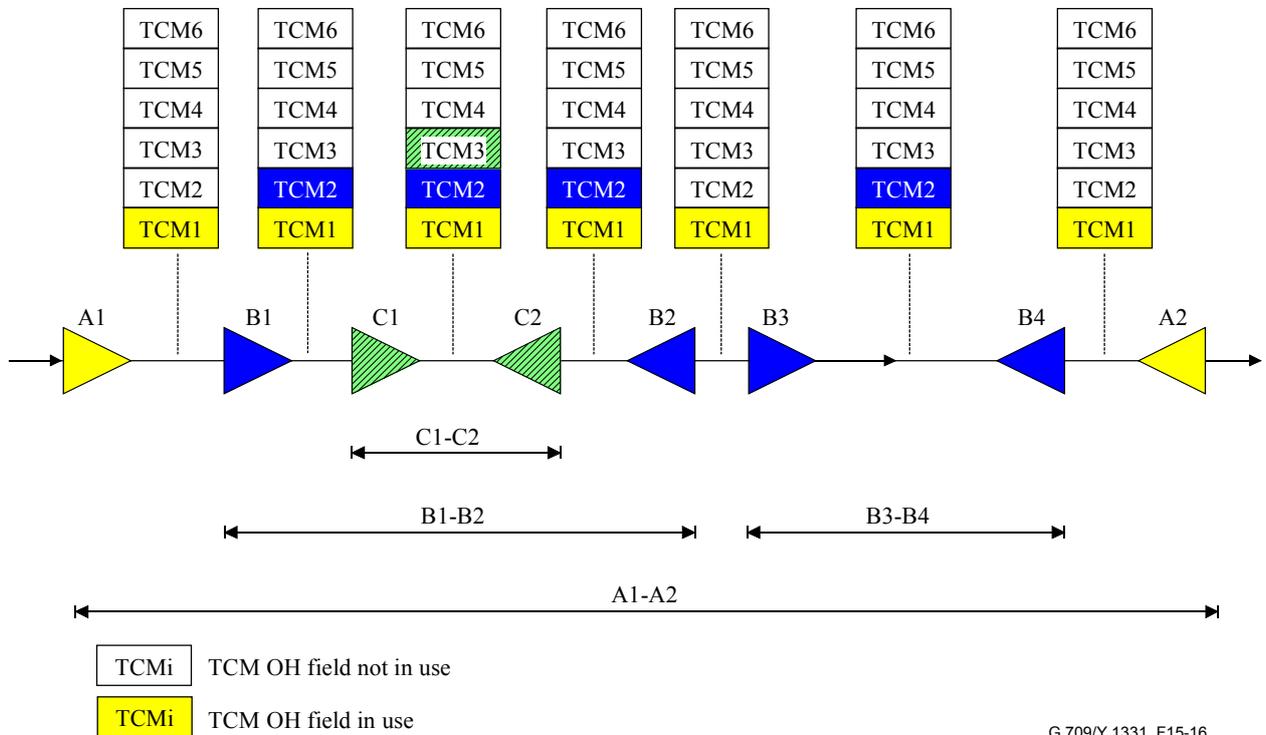


図15-16/JT-G709__入れ子およびカスケードに接続されたODUk監視コネクションの例 (ITU-T G.709/Y.1331)

図 15-17(B1-B2 および C1-C2)に示す、オーバーラップした監視コネクションもサポートされる。

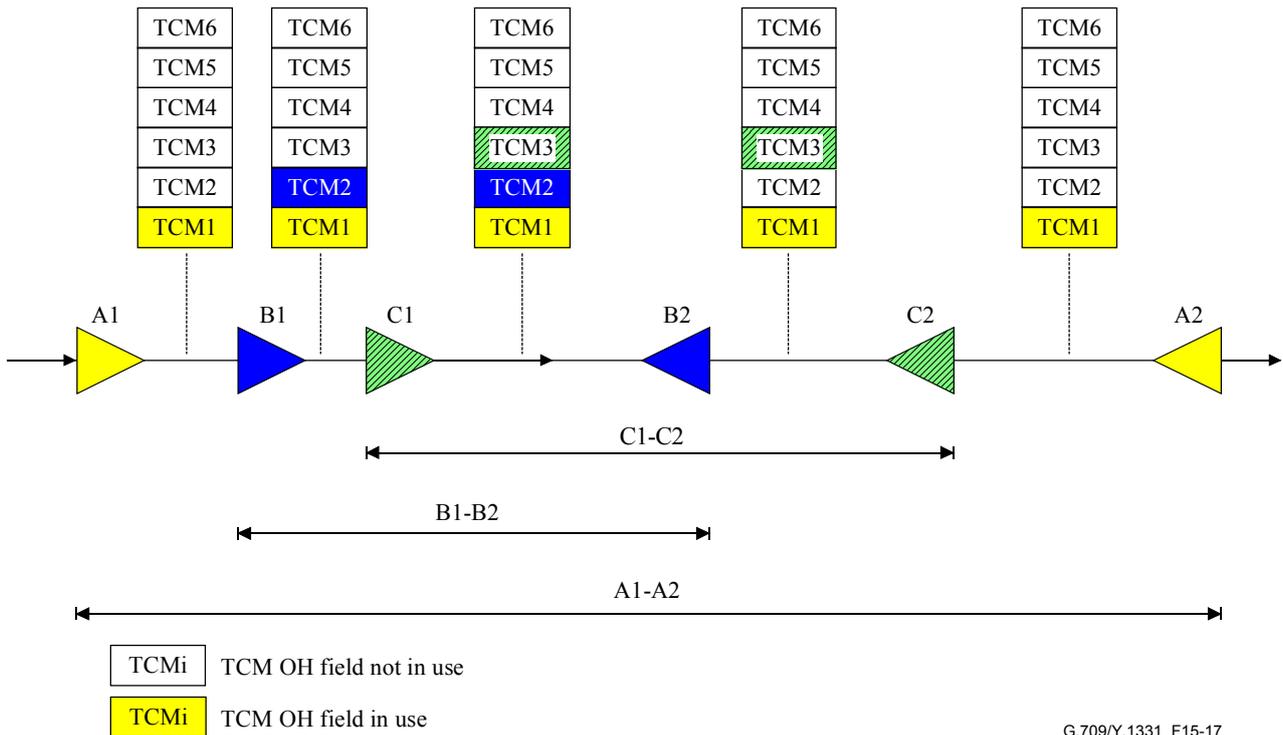


図15-17/JT-G709_オーバーラップしているODUk監視接続の例 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2.2.1 ODUk TCM送信済みトレース識別子(TTI)

各々のタンデム接続監視フィールド用に、15.2 節で詳述された 64 バイト送信済みトレース識別子(TTI)を伝達するための、1 バイトのオーバーヘッドが割当てられる。

64 バイト TTI 信号は、ODUk マルチフレーム(15.6.2.2 項参照)上に配置され、1 マルチフレームに 4 回転送されなければならない。64 バイト TTI 信号のバイト 0 は、ODUk マルチフレーム位置の 0000 0000 (0x00)、0100 0000 (0x40)、1000 0000 (0x80)および 1100 0000 (0xC0)に存在しなければならない。

15.8.2.2.2 ODUk TCM誤り検出コード(BIP-8)

各々のタンデム接続監視フィールド用に、1 バイトの誤り検出コード信号を定義する。このバイトは、ビットインタリーブドパリティ 8(BIP-8)コードを提供する。

(注) : BIP-8 表記は、単に BIP ビットの数を指し、EDC(誤り検出コード)使用法を指すものではない(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)。BIP-8 の定義については、TTC 標準 JT-G707 および ITU-T 勧告 G.707/Y.1322 の BIP-X 定義を参照のこと。

各々の ODUk TCM BIP-8 は、ODUk フレーム i の OPUk(15~3,824 列)エリアの全ビットを計算し、ODUk フレーム $i+2$ (図 15-18)の ODUk TCM BIP-8 オーバーヘッド位置(タンデム接続監視レベルと関連する)に挿入する。

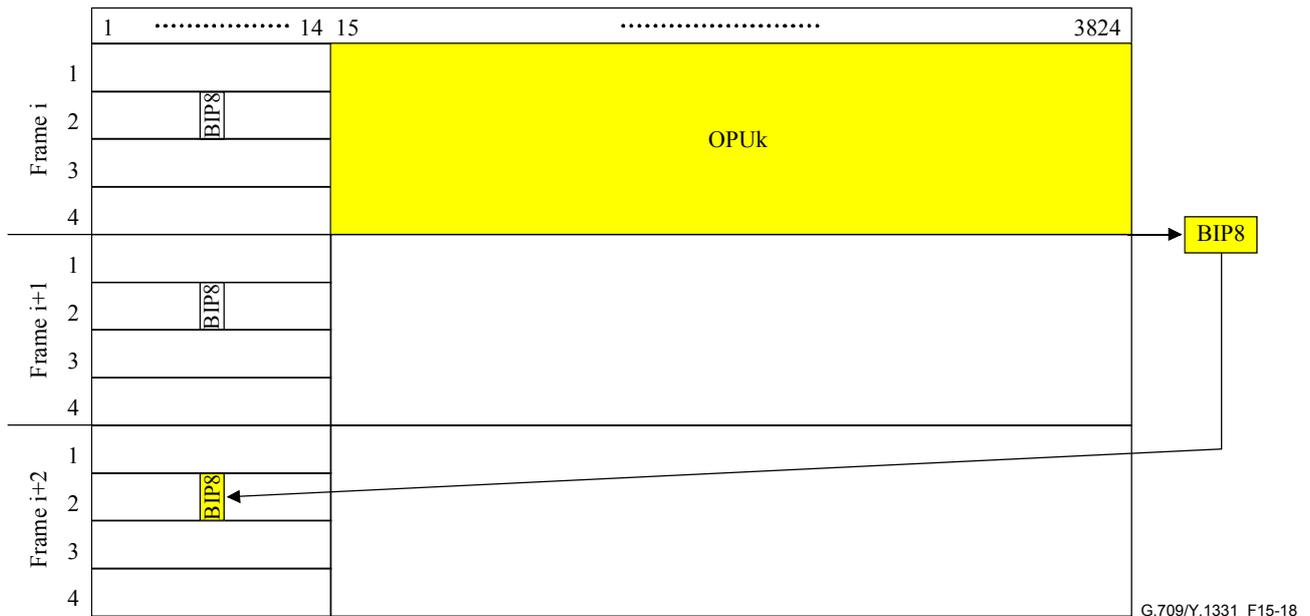


図15-18/JT-G709_ODUk TCM BIP-8 計算 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2.2.3 ODUk TCM 後方障害表示(BDI)

各々のタンデムコネクション監視フィールド用に、上流方向のタンデムコネクション終端シンク機能で検出した信号不良状態を伝達する1ビットの後方障害表示(BDI)信号が定義される。

ODUk 後方障害表示を示すために BDI は「1」に設定され、それ以外の場合には「0」に設定される。

15.8.2.2.4 ODUk TCM 後方誤り表示(BEI)および後方入力同期誤り(BIAE)

各々のタンデムコネクション監視フィールド用に、4ビットの後方誤り表示(BEI)および後方入力同期誤り(BIAE)信号を定義する。この信号は、BIP-8 コードを使った ODUk タンデムコネクション監視シンクによって誤りがあると検出された、上流方向のインタリーブドビットブロックのカウンタを伝達することに使用される。またこの信号は、ODUk タンデムコネクション監視シンクの入力同期誤り(IAE)オーバーヘッドで検出された、上流方向の入力同期誤り状態を伝達することにも使用される。

IAE 状態の時には、コード「1011」が BEI/BIAE フィールドに挿入され、誤りカウンタは無視される。その他の場合、誤りカウンタ(0-8)が BEI/BIAE フィールドに挿入される。これらの4ビットにより表される、残る6個の値は、誤りとは無関係の条件にのみ起因することができ、誤りゼロ(表 15-4 参照)および BIAE 非アクティブと解釈しなければならない。

表15-4/JT-G709_ODUk TCM BEI/BIAEの解釈 (ITU-T G.709/Y.1331)

ODUk TCM BEI/BIAE ビット 1234	BIAE	BIP 符号則違反
0000	偽	0
0001	偽	1
0010	偽	2
0011	偽	3
0100	偽	4
0101	偽	5
0110	偽	6
0111	偽	7
1000	偽	8
1001, 1010	偽	0
1011	真	0
1100 to 1111	偽	0

15.8.2.2.5 ODUk TCM 状態 (STAT)

各々のタンデムコネクション監視フィールド用に、3ビットの状態ビット(STAT)が定義される。ソース TC-CMEP に入力同期誤りがあるか、またはアクティブなソース TC-CMEP がない場合は、STAT は保守信号が存在することを示す(表 15-5 参照)。

表15-5/JT-G709_ODUk TCM状態の解釈 (ITU-T G.709/Y.1331)

TCM バイト 3 ビット 678	状態
000	ソース TC なし
001	IAE なしで使用
010	IAE ありで使用
011	将来の国際標準用に予約
100	将来の国際標準用に予約
101	保守信号：ODUk-LCK
110	保守信号：ODUk-OCI
111	保守信号：ODUk-AIS

P-CMEP はこれらのビットを「000」に設定する。

TC-CMEP 入側点ではこれらのビットを次のいずれかに設定する。入力同期誤り(IAE)なしをピア TC-CMEP の出側点に示すためには「001」、入力同期誤りありを示すためには「010」に設定する。

TC-CMEP 出側点は、タンデムコネクションの入側における ODUk のフレーム位相変化の結果として発生する可能性があるビット誤りのカウントを抑制するために、この情報を使う場合がある。

15.8.2.2.6 TCM オーバーヘッドフィールド割当て

各々の TC-CMEP は、6 個の TCM_i オーバーヘッドフィールドの 1 個および 6 個の DMt_i フィールドの 1 個から TCM オーバーヘッドを挿入/分離する。特定の TCM_i/DMt_i オーバーヘッドフィールドは、ネットワークオペレータ、ネットワーク管理システムまたは切替制御プレーンにより供給される。

ドメインインタフェースでは、ドメインを通過するタンデムコネクションレベルの最大数(0 から 6)を準備することが可能である。デフォルトは 3 である。これらのタンデムコネクションは、より低次の TCM_i/DMt_i オーバーヘッドフィールド $TCM_1/DMt_1, \dots, TCM_{MAX}/DMt_{MAX}$ を使うべきである。最大(TCM_{max+1}/DMt_{MAX+1} およびそれ以上)を超える TCM/ DMt フィールドのオーバーヘッドは、ドメイン内で上書きされる場合がある。

例

ODUk 専用回線の場合、ユーザーは TCM の 1 個のレベルを割当てられ、サービスプロバイダは TCM の 1 個のレベルをまた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 レベルを割当てられる場合がある。ネットワークオペレータが ODUk 接続の部位を、他のネットワークオペレータに下請負する場合、これらの 4 個のレベルは分割される。例えば、2 個のレベルを下請けオペレータ用に割当てるとなど。

これは、以下の TCM OH 割当てに帰着する。

- ユーザー : 2 個のユーザサブネットワーク間の $TCM1/DMt1$ オーバーヘッドフィールド、およびユーザサブネットワーク内の $TCM1/DMt1 \dots TCM6/DMt6$
- サービスプロバイダ(SP) : 2 個の UNI 間の $TCM2/DMt2$ オーバーヘッドフィールド
- サービスプロバイダとの契約があるネットワークオペレータ NO1、NO2、NO3 : $TCM3/DMt3$ 、 $TCM4/DMt4$ 、 $TCM5/DMt5$ 、 $TCM6/DMt6$ 。NO2(下請けしている)は、NO4 のドメインを経由して接続している $TCM5/DMt5$ および $TCM6/DMt6$ を使用することはできないことに注意のこと。
- NO4 (NO2 を下請けしている) : $TCM5/DMt5$ 、 $TCM6/DMt6$

図 15-19 参照

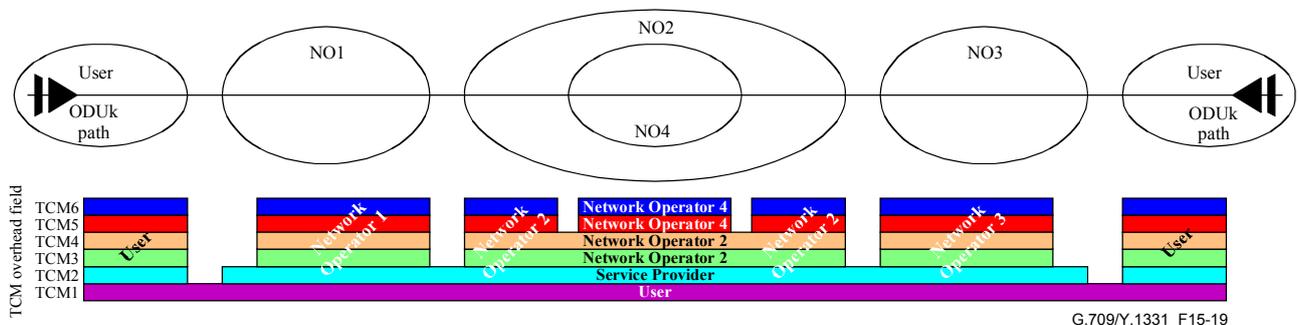


図15-19/JT-G709_TCMオーバーヘッドフィールド割当ての例 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2.2.7 ODUk タンデムコネクション監視起動/停止調整プロトコル

1 バイトの TCM 起動/停止フィールドが、2 行目の 4 列目に配置される。その定義は今後の検討課題である。

15.8.2.2.8 ODUk タンデムコネクション遅延測定(DMt_i, i=1 から 6)

ODUk タンデムコネクション監視には、遅延測定試験の開始を告げるための 1 ビットのタンデムコネクション遅延測定 (DMt_i)信号を定義する。

DMt_i 信号は、0 または 1 の定数からなり、双方向遅延測定試験の開始時に反転される。「...0000011111...」のシーケンスにおける 0 から 1 への反転、または「...1111100000...」のシーケンスにおける 1 から 0 への反転は、パスの遅延測定

の開始点を表す。DMti 信号の値は、次の遅延測定試験の開始まで維持される。

DMti の発信元である TC-CMEP によって DMti 信号は挿入され、対向の TC-CMEP へ送られる。対向の TC-CMEP は、DMti 信号を発信元の TC-CMEP へループバックする。発信元の TC-CMEP は、DMti 信号の値が反転された瞬間から、対向の TC-CMEP から戻ってきたこの反転した DMti 信号が受信される瞬間までのフレーム数を測定する。受信機は、遅延測定開始の指示をエミュレートするビットエラーを許容するために、受信した DMti 信号に対して持続的なチェックを行うべきである。そのような持続的なチェックに使われる付加的なフレームは、遅延フレームカウントに加えるべきでない。ルーピング TC-CMEP は、受信した DMti ビットを約 100 μ s 以内にループバックすべきである。

タンデムコネクションの遅延測定プロセスの詳細については G.798 参照のこと。

(注 1): タンデムコネクションの遅延測定は、瞬時的な双方向の伝送遅延状態を提供するために、オンデマンドで実行できる。また、15 分および 24 時間の双方向の伝送遅延パフォーマンス管理を提供するために、プロアクティブに実行することもできる。

(注 2): 本 TTC 標準の第 1 版に準じて設計された装置は、このタンデムコネクションの遅延監視機能をサポートできない可能性がある。そのような装置では、DMti ビットは将来の国際標準のために予約されているビットである。

(注 3): このプロセスは、往復遅延を測定する。ODUk タンデムコネクションの送信方向と受信方向の長さが異なる場合(例えば、片方向のプロテクションスイッチを配備したネットワーク)、片道の遅延は往復遅延の半分にはならない場合もある。

15.8.2.3 ODUk 汎用通信チャネル(GCC1, GCC2)

ODUk フレーム構造にアクセスする 2 個のネットワーク要素間(すなわち、3R 中継点において)で 2 個の汎用通信チャネルをサポートするために、2 バイトの 2 フィールドが ODUk オーバーヘッドに割当てられる。これらはクリアチャネルであり、フォーマット仕様は本標準の範囲外である。GCC1 用バイトは、4 行目の 1 および 2 列目に配置される。また、GCC2 用バイトは、ODUk オーバーヘッドの 4 行目の 3 および 4 列目に配置される。

15.8.2.4 ODUk 自動予備切替および切替通信チャネル(APS/PCC)

4 バイトの ODUk-APS/PCC 信号が、ODUk オーバーヘッドの 4 行目の 5 から 8 列目に定義される。8 レベルまでの入れ子の APS/PCC 信号がこのフィールドに存在する場合がある。与えられたフレーム中の APS/PCC バイトは、MFAS の値に応じた専用のコネクション監視レベルが割当てられる。

表15-6/JT-G709__各監視レベルに対する個別のAPS/PCCを許可するマルチフレーム (ITU-T G.709/Y.1331)

MFAS ビット 678	コネクション監視レベルに適 用する APS/PCC チャンネル	APS/PCC チャンネルを使った切替 スキーム(注)
000	ODUk パス	ODUk SNC/N
001	ODUk TCM1	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
010	ODUk TCM2	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
011	ODUk TCM3	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
100	ODUk TCM4	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
101	ODUk TCM5	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
110	ODUk TCM6	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
111	OTUk サーバレイヤトレイル (注 2)	ODUk SNC/I

(注 1) : APS チャンネルは、複数の切替スキームおよび(または)切替スキームインスタンスに使用される場合がある。入れ子の切替スキームの場合、ある ODUk 切替が同じコネクション監視レベル上の他の ODUk 切替の APS チャンネル使用に干渉しないよう注意すべきである。例えば、そのレベルの APS チャンネルが使用中でない場合のみ切替が起動できるようにする。

(注2) : ODUkサーバレイヤトレイルの例は、OTUkまたはHO ODUk (例えば、ODU1を転送するODU3) である。

線形切替スキームに関しては、これらのバイトのビット配置およびビットオリエンタなプロトコルが ITU-T 勧告 G.873.1 に与えられている。ビット配置およびリング切替スキームのバイトオリエンタなプロトコルは、今後の検討課題である。

15.8.2.5 ODUk 故障タイプと故障位置通知通信チャンネル(FTFL)

256 バイトの故障タイプおよび故障位置(FTFL)メッセージを伝達するために、1 バイトが ODUk オーバーヘッドに割当てられる。そのバイトは、ODUk オーバーヘッドの 2 行目の 14 列目に配置される。

256 バイト FTFL メッセージは、ODUk マルチフレームにそろえなければならない。(すなわち、256 バイト FTFL メッセージのバイト 0 は、ODUk マルチフレーム位置の 0000 0000 に存在しなければならない、256 バイト FTFL メッセージのバイト 1 は、ODUk マルチフレーム位置の 0000 0001 に存在しなければならない、256 バイト FTFL メッセージのバイト 2 は、ODUk マルチフレーム位置の 0000 0010 に存在しなければならない、等)

256 バイト FTFL メッセージは、図 15-20 に示される 2 個の 128 バイトフィールド(前方および後方フィールド)から構成される。前方フィールドは FTFL メッセージのバイト 0 から 127 が割当てられる。後方フィールドは、FTFL フィールドのバイト 128 から 255 が割当てられる。

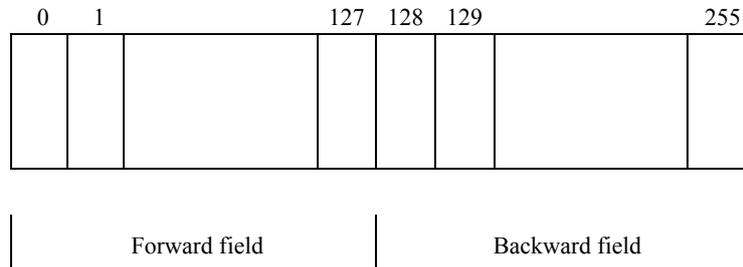


図15-20/JT-G709_FTFMメッセージ構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

前方および後方フィールドは、図 15-21 に示される 3 つのサブフィールド(前方/後方故障タイプ表示フィールド、前方/後方オペレータ識別子フィールドおよび前方/後方オペレータ特定フィールド)にさらに分けられる。

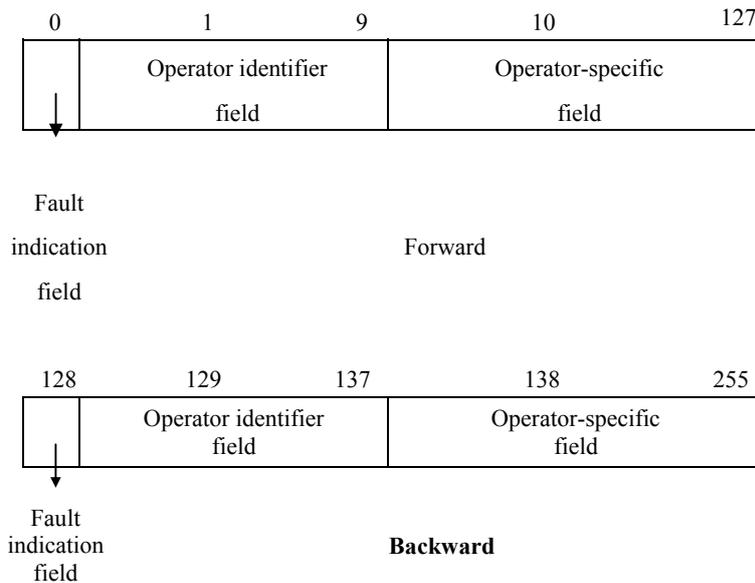


図15-21/JT-G709_前方/後方フィールドの構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

15.8.2.5.1 前方/後方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。FTFM メッセージのバイト 0 は、前方故障タイプ表示フィールド用に割り当てられる。FTFM メッセージのバイト 128 は後方故障タイプ表示フィールド用に割り当てられる。故障タイプ表示フィールドは、表 15-7 に示すようにコード化される。コード 0000 0000 は故障無し、コード 0000 0001 は信号不良、コード 0000 0010 は信号劣化を表示しなければならない。残りのコードは、将来の国際標準のために予約されている。

表15-7/JT-G709_故障表示コード (ITU-T G.709/Y.1331)

故障表示コード	定義
0000 0000	故障なし
0000 0001	信号不良
0000 0010	信号劣化
0000 0011 . . . 1111 1111	将来の国際標準用に予約

15.8.2.5.2 前方/後方オペレータ識別子フィールド

オペレータ識別子フィールドは9バイトである。バイト1から9は、前方オペレータ識別子フィールド用に割当てられる。バイト129から137は、後方オペレータ識別子フィールド用に割当てられる。オペレータ識別子フィールドは、2個のサブフィールド(図15-22に示される国際セグメントフィールドおよび国内セグメントフィールド)から構成される。

Byte allocation in backward field	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Byte allocation in forward field	Country code			National segment code					
	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								

図15-22/JT-G709_オペレータ識別子フィールドの構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

国際セグメントフィールドは、3キャラクターのISO3166地域/国名コード(G/PCC)を与える。9バイトのオペレータ識別子フィールドにおける最初の3バイト(すなわち、前方オペレータ識別子フィールドのバイト1から3および、後方オペレータ識別子フィールドのバイト129から131)は、国際セグメントフィールドのために予約されている。国名コードは、3キャラクターのアルファベット大文字のISO3166国名コードに基づかなければならない。(例えば、JPN、USA、FRA)

国内セグメントフィールドは、1から6キャラクターのITUキャリアコード(ICC)を与える。ICCは、ITU-T通信サービス局(TSB)によってITU-T勧告M.1400で維持管理される。国内セグメントフィールドは6バイトであり、6キャラクタフィールドを満たすための空キャラクターと連結したITUキャリアコード(ICC)を与える。

15.8.2.5.3 前方/後方オペレータ特定フィールド

図15-21に示されるように、前方オペレータ特定フィールド用にバイト10から127が割当てられる。バイト138から255は、後方オペレータ独自フィールド用に割当てられる。オペレータ独自フィールドは、標準化対象ではない。

15.8.2.6 ODUk 実験用オーバーヘッド(EXP)

実験用に使用するために ODUk オーバーヘッドに 2 バイトが割当てられる。これらのバイトは ODUk オーバーヘッドの 3 行目の 13 および 14 列目に配置される。

これらのバイトの使用法は、標準化対象ではなく、本標準の範囲外である。

ベンダおよび(または)ネットワークオペレータが自身の(サブ)ネットワーク内で追加の ODUk オーバーヘッドを要求するアプリケーションをサポートすることを許容するために、実験用オーバーヘッドが ODUk OH 内に用意される。

EXP オーバーヘッドを(サブ)ネットワークを越えて転送することに対する要求事項はない。すなわち、EXP オーバーヘッドの運用スパンは、ベンダ装置の(サブ)ネットワーク、またはオペレータのネットワークに限定される。

15.8.2.7 ODUk 予約オーバーヘッド(RES)

ODUk オーバーヘッドの 8 バイトと 1 ビットは、将来の国際標準用に予約される。これらの 8 バイトは、ODUk オーバーヘッドの 2 行目の 1 から 2 列目、および 4 行目の 9 から 14 列目に配置される。残りの 1bit は ODUk オーバーヘッドの 2 行目の 3 列目ビット 8 に配置される。これらのバイトとビットは、全てゼロに設定される。

15.9 OPUk OHの説明

15.9.1 OPUk OHの位置

OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT) を含むペイロード構造識別子(PSI)、コンカチネーションと関連したオーバーヘッドおよび OPUk ペイロードへのクライアント信号のマッピングと関連したオーバーヘッド(例えば、スタッフ制御および対象ビット)から構成される。

OPUk PSI および PT オーバーヘッドの位置を図 15-23 に示す。

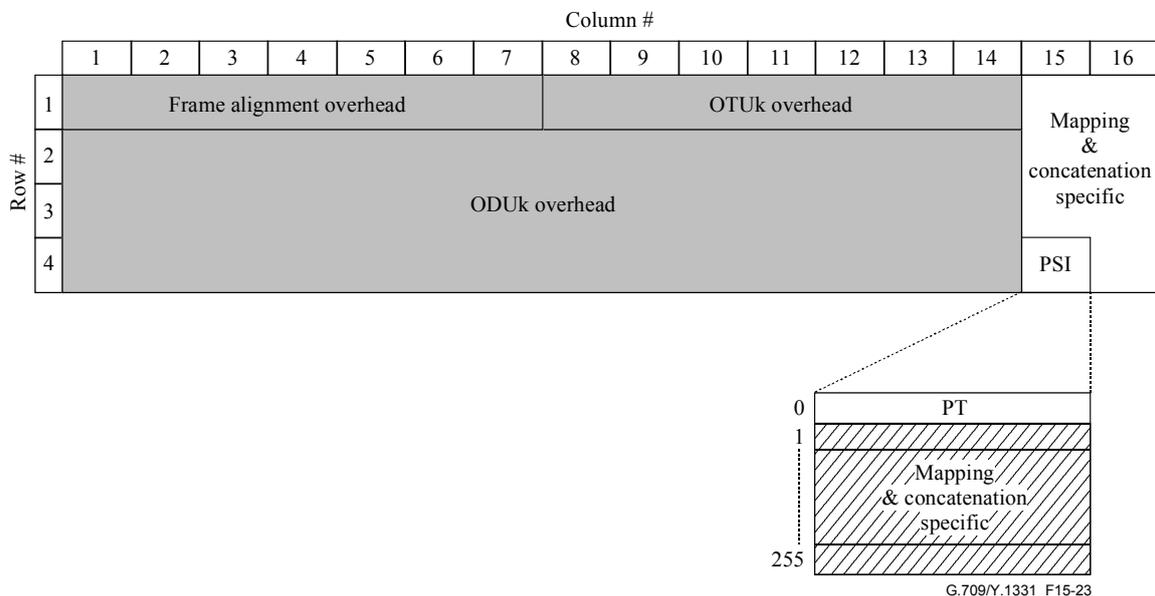


図15-23/JT-G709_OPUkオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

15.9.2 OPUk OHの定義

15.9.2.1 OPUk ペイロード構造識別子(PSI)

256 バイトのペイロード構造識別子(PSI)信号を伝達するために、OPUk オーバーヘッドに 1 バイトが割当てられる。

このバイトは、OPUk オーバーヘッドの4行目の15列目に配置される。

256 バイト PSI 信号は、ODUk マルチフレームにそろえられる。(すなわち、PSI[0]は ODUk マルチフレーム位置 0000 0000 に存在し、PSI[1]は ODUk マルチフレーム位置 0000 0001 に、PSI[2]は ODUk マルチフレーム位置 0000 0010 に、等) 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(実験用マッピング)および PT 0x80~0x8F(占有の使用)を除いて、マッピングおよびコンカチネーションに対して個別に定義される。

15.9.2.1.1 OPUkペイロードタイプ(PT)

OPUk 信号の構成を示すペイロード構造識別子の PSI[0]バイトに、1バイトのペイロードタイプ信号が定義される。このコードポイントを表 15-8 に定義する。

表15-8/JT-G709_ペイロードタイプコードポイント (ITU-T G.709/Y.1331)

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Hex コード (注 1)	解釈
0 0 0 0	0 0 0 1	01	実験用マッピング(注 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	非同期 CBR マッピング、17.2 節参照
0 0 0 0	0 0 1 1	03	ビット同期 CBR マッピング、17.2 節参照
0 0 0 0	0 1 0 0	04	ATM マッピング、17.3 節参照
0 0 0 0	0 1 0 1	05	GFP マッピング、17.4 節参照
0 0 0 0	0 1 1 0	06	バーチャルコンカチネーション信号、18 章参照(注 5)
0 0 0 0	0 1 1 1	07	ODU0 への 1000BASE-X マッピング、17.7.1 項と 17.7.1.1 項参照
0 0 0 0	1 0 0 0	08	ODU2e への FC-1200 マッピング、17.8.2 項参照
0 0 0 0	1 0 0 1	09	拡張 OPU2 ペイロードへの GFP マッピング、17.4.1 参照(注 6)
0 0 0 0	1 0 1 0	0A	ODU0 への STM-1 マッピング、17.7.1 項参照
0 0 0 0	1 0 1 1	0B	ODU0 への STM-4 マッピング、17.7.1 項参照
0 0 0 0	1 1 0 0	0C	ODU0 への FC-100 マッピング、17.7.1 項参照
0 0 0 0	1 1 0 1	0D	ODU1 への FC-200 マッピング、17.7.2 項参照
0 0 0 0	1 1 1 0	0E	ODUflex への FC-400 マッピング、17.9 項参照
0 0 0 0	1 1 1 1	0F	ODUflex への FC-800 マッピング、17.9 項参照
0 0 0 1	0 0 0 0	10	オクテットタイミングマッピングのビットストリーム、17.6.1 項参照
0 0 0 1	0 0 0 1	11	オクテットタイミングマッピングでないビットストリーム、17.6.2 項参照
0 0 1 0	0 0 0 0	20	ODU 多重構造 (ODTUjk のみサポート)、19 章参照(AMP のみ)
0 0 1 0	0 0 0 1	21	ODU 多重構造 (ODTUk.ts または ODTUk.ts と ODTUjk をサポート)、19 章参照(GMP 対応)(注 7)
0 1 0 1	0 1 0 1	55	利用不可(注 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	利用不可(注 2)

1000	x x x x	80 - 8F	占有の使用用途に予約されたコード(注 4)
1111	1101	FD	NULL 試験信号マッピング 17.5.1 項参照
1111	1110	FE	PRBS 試験信号マッピング 17.5.2 項参照
1111	1111	FF	利用不可(注 2)

(注 1) : 将来の国際標準用に残しておく 220 の予備コードがある。これらのコードを新ペイロードタイプ用に獲得する手順は、付属資料 A/G.806 を参照のこと。

(注 2) : 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 保守信号の中に存在する。

(注 3) : 値「01」は、本表の中で定義されない実験用アクティビティの場合にのみ使用される。本コードの使用に関する詳細情報については、G.806 の付属資料 A を参照のこと。

(注 4) : これらの 16 コード値は、将来の標準化対象ではない。これらのコードの使用に関する詳細情報については、G.806 の付属資料 A を参照のこと。

(注 5) : バーチャルコンカチネーション信号のペイロードタイプについては、専用のペイロードタイプオーバーヘッド(vcPT)が使用される。18 章を参照のこと。

(注 6) : このマッピングに関する以前の G.sup43 の記述では、ペイロードタイプ 87 を使用することを推奨していた。

(注 7) : OPU2 または OPU3 のために ODTUk.ts をサポートしている装置は、ODTUjk のみサポートしている装置と後方互換を持たせなければならない。PT=21 を転送する ODTUk.ts 装置は、対向から PT=20 を受信した場合は PT=20 を転送し、ODTUjk のみのモードで動作する。詳細は G.798 参照。

15.9.2.2 OPUkの特定オーバーヘッドへのマッピング

7 バイトがマッピングおよびコンカチネーション特有のオーバーヘッドのために、OPUk オーバーヘッド内に予約されている。これらのバイトは、1 から 3 行目の 15 と 16 列目、および 16 行目の 4 列目に位置する。これらのバイトの使用は、特定のクライアント信号マッピング(第 17 章と第 19 章により定義される)、およびコンカチネーションの使用による。

16 保守信号

警報表示信号(AIS)は、上流方向で検出された欠陥の通知として下流方向へ送信される信号である。

AIS 信号は、アダプテーションシンク機能で生成される。他の観点では、AIS 信号は上流方向の点でもとの信号の伝送が中断された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。

前方障害表示(FDI)は、上流方向で欠陥が検出されたことの通知として下流方向へ送信される信号である。

FDI 信号はアダプテーションシンク機能で生成される。他の観点では、FDI 信号は上流方向でのもの信号の伝送が中断された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。

(注) : AIS と FDI は類似した信号である。AIS は、信号がデジタル領域にある場合の用語として使用される。FDI は信号が光領域にある場合の用語として使用される。FDI は OTM オーバーヘッド信号(OOS)の中のアウトバンドオーバーヘッドにより伝送される。

コネクション開放表示(OCI)は、上流方向で信号がトレイル終端ソースと接続されていないことの通知として下流方向へ送信される信号である。OCI 信号は、コネクション機能で生成され、入力コネクションポイントの 1 個と接続されていない各出力コネクションポイントにおけるコネクション機能により出力される。

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、信号がまったく流れないことの通知として下流方向へ送信される信号である。

ペイロード欠落表示(PMI)は、上流の信号のソースポイントにおいて、光信号のあるトリビュタリスロットがないか、ペイロード信号のない光信号があることの通知として下流方向へ送信される信号である。これは、光トリビュタリ信号の転送が中断させることを示す。

PMI 信号は、アダプテーションソース機能で生成され、この状態の下で発生する LOS を抑圧する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ペイロード欠落表示(OTS-PMI)

OTS-PMI は、OTS ペイロードが光信号を含まないことの通知として生成される。

16.2 OMS保守信号

3つの OMS 保守信号(OMS-FDI-P、OMS-FDI-O および OMS-PMI)を定義する。

16.2.1 OMS前方障害表示-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 サーバレイヤ故障の通知として生成される。

16.2.2 OMS前方障害表示-オーバーヘッド(OMS-FDI-O)

OMS-FDI-O は、OOS の信号故障状態により、OOS の OMS OH を通した伝送が中断される場合の通知として生成される。

16.2.3 OMSペイロード欠落表示(OMS-PMI)

OMS-PMI は、すべての OCCs が光信号を含まない場合の通知として生成される。

16.3 OCh保守信号

3つの OCh 保守信号(OCh-FDI-P、OCh-FDI-O および OCh-OCI)が定義される。

16.3.1 OCh前方障害表示-ペイロード(OCh-FDI-P)

OCh-FDI は、OMS ネットワークレイヤにおける OCh サーバレイヤ故障の通知として生成される。

OTUk を終端する場合、OCh-FDI は、ODUk-AIS 信号として継続させる。

16.3.2 OCh前方障害表示-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 OCh OH を通しての伝送が中断される場合の通知として生成される。

16.3.3 OChコネクション開放表示(OCh-OCI)

OCh-OCI 信号は、OCh コネクションが終端ソース機能と結び付けられないか、(マトリックスコネクションを通して)接続されていないことを下流方向の転送プロセス機能に通知する。

この通知は、光チャネルの誤りが欠陥または(保守コマンドによる結果としての)コネクション開放のいずれによるものを下流で識別するために使用される。

(注) : OCI は、次の下流方向の OTUk トレイル終端装置で検出される。接続が意図的に開放されるなら、このトレイル終端に関連する警報報告は、警報報告制御モードを使用して無効にすべきである。(ITU-T 標準 M.3100/修正 3 を参照)

16.4 OTUk保守信号

16.4.1 OTUk警報表示信号(OTUk-AIS)

OTUk-AIS (図 16-1 参照)は、汎用 AIS 信号(16.6.1 項参照)である。OTUk 容量(130,560 ビット)が PN-11 シーケンス長(2,047 ビット)の整数倍ではないので、PN-11 シーケンスは、OTUk フレーム境界をまたがる場合がある。

(注) : OTUk-AIS は、将来のサーバレイヤアプリケーションをサポートするために定義される。OTN 装置は、そのような信号生成を必要とはしないが、そのような信号の存在を検出可能にすべきである。

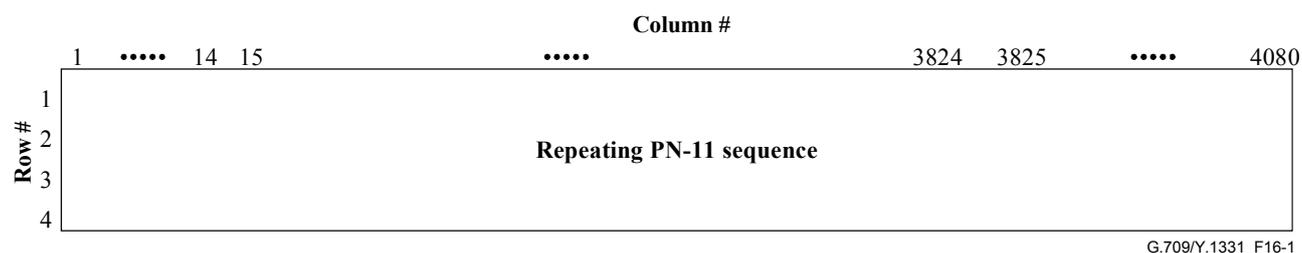


図16-1/JT-G709__OTUk-AIS (ITU-T G.709/Y.1331)

16.4.2 OTLk警報表示信号 (OTUk-AIS)

Framed-OTU3-AIS (図 16-6 上側) は、3つの OA1 バイト、3つの OA2 バイト、値 0xFF の MFAS バイトから成る 7 バイト AIS(マルチ)フレームパターンに拡張されたジェネリック AIS 信号(16.6.1 参照)である。このマルチフレームパターンは 130560 (つまり 4 x 4080 x 8)ビット毎に挿入され、独自の PN-11 bytes に置き換えられる。

Framed-OTU4-AIS (図 16-6 下側参照) は 3つの OA1 バイト、2個の OA2 バイト、値 0xFF の論理レーンマーカースから成る 6 バイト AIS(マルチ)フレームパターンで拡張されたジェネリック AIS 信号(16.6.1 参照)である。

Framed-OTUk-AIS パターンは、付属資料 C で規定されている OTM-0.mvn の n 論理レーン(n = 4 (OTU3), 20 (OTU4))で転送される。光チャネルトランスポートレーン(OTLk) AIS は論理レーン(図 16-7 参照)に現れるパターンである。

OTL3-AIS の存在は OTU3 レーン内の MFAS フィールドをモニタすることによって検出される。OTL4-AIS の存在は OTU4 レーン内の論理レーンマーカースフィールドをモニタすることによって検出される。

1 2 3 4 5 6 7							Column #				
OAI OAI OAI OAI OAI OAI OxFF							.....		4080		
Row #	1	1:16	17:32	33:48	49:64	Repeating PN-11 sequence					4065:4080
2		4081:4096	4097:5012	5013:5028	5029:5044						9145:9160
3		9161:9176	9177:9192	9193:9208	9209:9224						12225:12240
4		12241:12256	12257:12272	12273:12288	12289:13304						16305:16320

Framed-OTU3-AIS

1 2 3 4 5 6						Column #				
OAI OAI OAI OAI OAI OxFF						.....		4080		
Row #	1	1:16	17:32	33:48	49:64	Repeating PN-11 sequence				4065:4080
2		4081:4096	4097:5012	5013:5028	5029:5044					9145:9160
3		9161:9176	9177:9192	9193:9208	9209:9224					12225:12240
4		12241:12256	12257:12272	12273:12288	12289:13304					16305:16320

Framed-OTU4-AIS

図16-6/JT-G709_Framed-OTUk-AIS (ITU-T G.709/Y.1331)

1 2 3 4 5 6 7							Column #			
OAI OAI OAI OAI OAI OAI OxFF							.....		4080	
Row #	1	1:16	65:80	redistributed 25% of repeating PN-11 sequence					16247:16272	
2		49:64	113:128						16305:16320	
3		33:48	97:112						16289:16304	
4		17:32	81:96						16263:16288	

OTL3-AIS

1 2 3 4 5 6						Column #					
OAI OAI OAI OAI OAI OxFF						.....		4080			
Row #	1	1:16	16001:16016	305:320	16305:16320	289:304	16289:16304	273:288	16273:16288	257:272	16257:16272
2		241:256	16241:16256	225:240	16225:16240	209:224	16209:16224	193:208	16193:16208	177:192	16177:16192
3		161:176	16161:16176	145:160	16145:16160	129:144	16129:16144	113:128	16113:16128	97:112	16097:16112
4		81:96	16081:16096	65:80	16065:16080	49:64	16049:16064	33:48	16033:16048	17:32	16017:16032

redistributed 5% of repeating PN-11 sequence

OTL4-AIS

図16-7/JT-G709_OTLk-AIS (ITU-T G.709/Y.1331)

16.5 ODUk保守信号

3つのODUk保守信号(ODUk-AIS、ODUk-OCIおよびODUk-LCK)を定義する。

16.5.1 ODUk警報表示信号(ODUk-AIS)

ODUk-AISは、フレーム同期オーバーヘッド(FA OH)、OTUkオーバーヘッド(OTUk OH)およびODUk FTFLを除く全てのODUk信号において、ODUk信号がすべて「1」と規定される。(図16-2参照)

加えて、ODUk-AIS信号は、OTMインタフェースに存在する前に、ODUkタンデムコネクション、GCC1、GCC2、EXPおよび(または)APS/PCCオーバーヘッドの1個かそれ以上のレベルに拡張される場合もある。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オーバーヘッド領域の中のODUk STATビットを監視することで検出される。

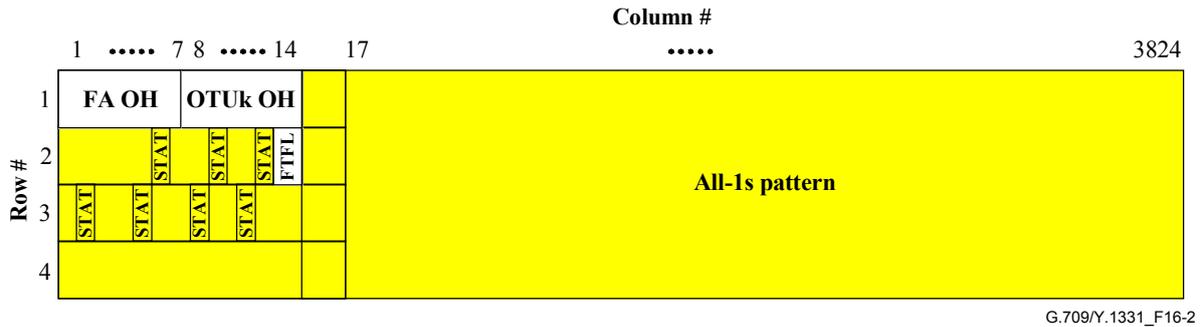


図16-2/JT-709_ODUk-AIS (ITU-T G.709/Y.1331)

16.5.2 ODUk コネクション開放表示(ODUk-OCI)

ODUk-OCI は、フレーム同期オーバーヘッド(FA OH)と OTUk オーバーヘッド(OTUk OH)を除くすべての ODUk 信号において、「0110 0110」パターンの繰り返しと規定される。(図 16-3 参照)

(注)：「0110 0110」パターンの繰り返しは、デフォルトパターンであり、他のパターンもまた、PM や TCMi オーバーヘッド領域の中の STAT ビットが「110」に設定される限り許可される。

加えて、ODUk-OCI 信号は、OTM インタフェースが存在する前に、ODUk タンデムコネクション、GCC1、GCC2、EXP および(または)APS/PCC オーバーヘッドの 1 個かそれ以上のレベルに拡張される場合もある。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 オーバーヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを監視することで検出される。

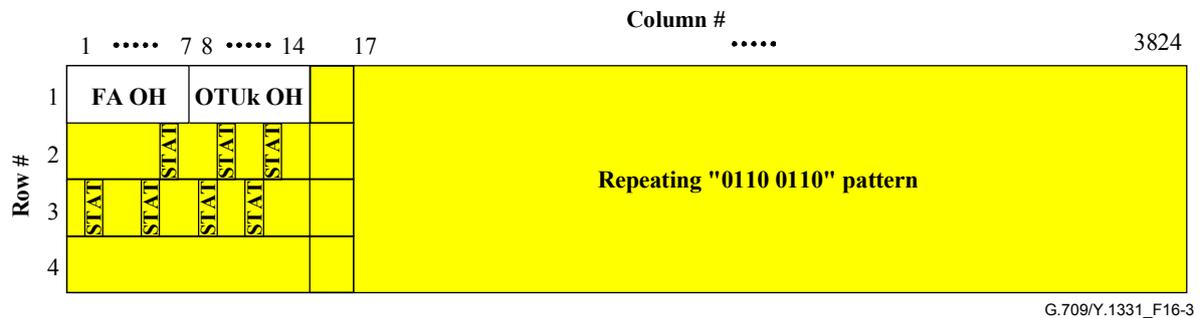


図16-3/JT-G709_ODUk-OCI (ITU-T G.709/Y.1331)

16.5.3 ODUk ロック(ODUk-LCK)

ODUk-LCK は、フレーム同期オーバーヘッド(FA OH)と OTUk オーバーヘッド(OTUk OH)を除くすべての ODUk 信号において、「0101 0101」パターンの繰り返しと規定される。(図 16-4 参照)

(注)：「0101 0101」パターンの繰り返しは、デフォルトパターンであり、他のパターンもまた、PM や TCMi オーバーヘッド領域の中の ODUk STAT ビットが「101」に設定される限り許可される。

加えて、ODUk-LCK 信号は、OTM インタフェースが存在する前に、ODUk タンデムコネクション、GCC1、GCC2、EXP および(または)APS/PCC オーバーヘッドの 1 個かそれ以上のレベルに拡張される場合もある。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 オーバーヘッド領域の中の ODUk STAT ビットを監視することで検出される。

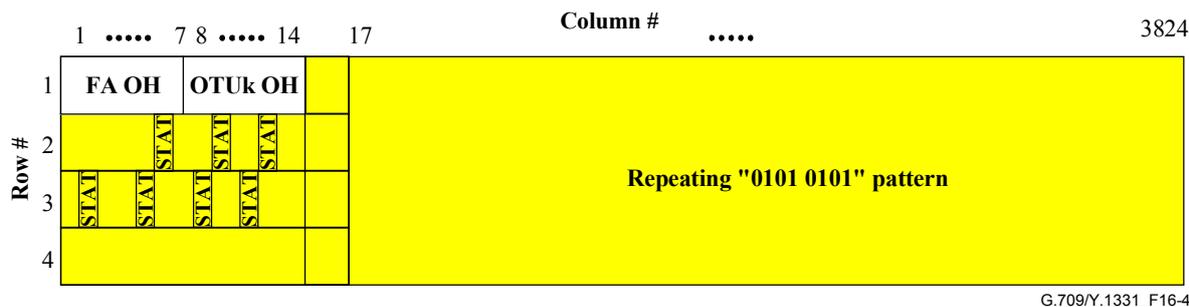


図16-4/JT-G709_ODUk-LCK (ITU-T G.709/Y.1331)

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汎用AIS

汎用 AIS 信号は、2047 ビットの多項式 11(PN-11)の繰り返しシーケンスを持つ信号である。

PN-11 シーケンスは、O.150 の 5.2 節で規定される生成多項式 $1+x^9+x^{11}$ により定義される(図 16-5 参照)。

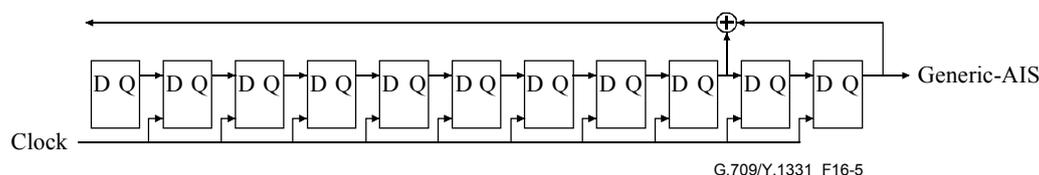


図16-5/JT-G709_汎用AIS生成回路 (ITU-T G.709/Y.1331)

17 クライアント信号のマッピング

この章では以下のマッピングを規定する。

- クライアント/サーバー非同期マッピング手順(AMP)またはクライアント/サーバービット同期マッピング手順(BMP)による、STM-16、STM-64、STM-256固定ビットレートクライアント信号のOPUkへのマッピング。
- クライアント/サーバービット同期マッピング手順(BMP)による、10GBASE-R一定ビットレートクライアント信号のOPU2eへのマッピング。
- クライアント/サーバービット同期マッピング手順(BMP)による、タイミング透過トランスコーディング(TTT)によって50/51レート圧縮を実施した後のFC-1200一定ビットレートクライアント信号のOPU2eへのマッピング。
- OPUkのペイロード帯域に合うように信号のビットレートを減少させたクライアント信号のタイミング透過トランスコーディング(TTT)によって先行されるクライアント不可知汎用マッピング手順による、1.238 Gbit/sまでの一定ビットレートのクライアント信号のOPU0へのマッピングと、2.488 Gbit/s までの固定ビットレートのクライアント信号のOPU1へのマッピング。
- OPUkのペイロード帯域に合うように信号のビットレートを減少させたクライアント信号のタイミング透過トランスコーディング(TTT)によって先行されるクライアント不可知汎用マッピング手順(GMP)により、2.5、10.0、40.1または104.3 Gbit/s近傍の一定ビットレートのクライアント信号のOPU1、OPU2、OPU3またはOPU4 respへのマッピング。
- クライアントアグノースティックビット同期マッピング手順 (BMP) による、その他の固定ビットレートのクライアント信号のOPUflex へのマッピング。
- 非同期転送モード (ATM)のマッピング
- 汎用フレーム化手順(GFP-F)によりカプセル化されたパケットストリーム (例 Ethernet、MPLS、IP) のマッピング。
- テスト信号の OPUk へのマッピング

17.1 OPUk クライアント信号故障(CSF)

ローカルのマネージメントシステムをサポートするために、OTN の入力側で LO OPUk にマッピングされた CBR とイーサネット専用線の信号故障状態を OTN の出力側に伝えるための 1 ビット OPUk クライアント信号故障 (CSF)表示を定義する。 OPUk CSF はペイロード構造識別子の PSI[2]のビット 1 に配置される。 PSI[2]バイトのビット 2~8 は将来の国際標準のために予約されている。 これらのビットは全て 0 となる。 OPUk CSF はクライアント信号故障を示す場合は"1"に設定され、それ以外のときは"0"に設定される。

(注) 本標準の第2版以前に設計された装置はOPUk CSFは"0"が生成され、OPUk CSF のどの値も無視される。

17.2 CBR2G5、CBR10G、CBR10G3、CBR40G信号のOPUkへのマッピング

CBR2G5、CBR10G または CBR40G 信号(ビットレート許容偏差は±20ppm まで)の OPUk(k=1,2,3)へのマッピングは、一般的な OPUk のフレーム構造(図 17-1 参照)に基づくビット同期マッピング手順により実行される。 CBR2G5、CBR10G、または CBR40G 信号(ビットレート許容偏差は±45ppm まで)の OPUk(k=1,2,3)へのマッピングは、非同期マッピング手順によって実行される。 CBR10G3 信号(ビットレート許容偏差は±100ppm まで)の OPUk(k=2e)へのマッピングは、同期マッピング手順によって実行される。

(注 1): CBR2G5、CBR10G、CBR40G 信号の例は STM-16、CMGPON D/U2(ITU-T Rec. G.984.6 参照)、STM-64 および STM-256 である。 CBR10G3 信号の例は 10BASE-R である。

(注 2) : 非同期マッピング方法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最大ビットレート許容偏差は±65ppm である。 OPUk クロックのビットレート許容偏差が±20ppm であれば、クライアント信号のビットレート許容偏差は±45ppm とすることが可能である。

(注 3) : OPUk(k=1,2,3)のクロック許容偏差は±20ppm である。 OPU2e のクロック許容偏差は±100ppm であり、非同期マッピングはスタッフ制御オーバーヘッドをサポートすることができない。

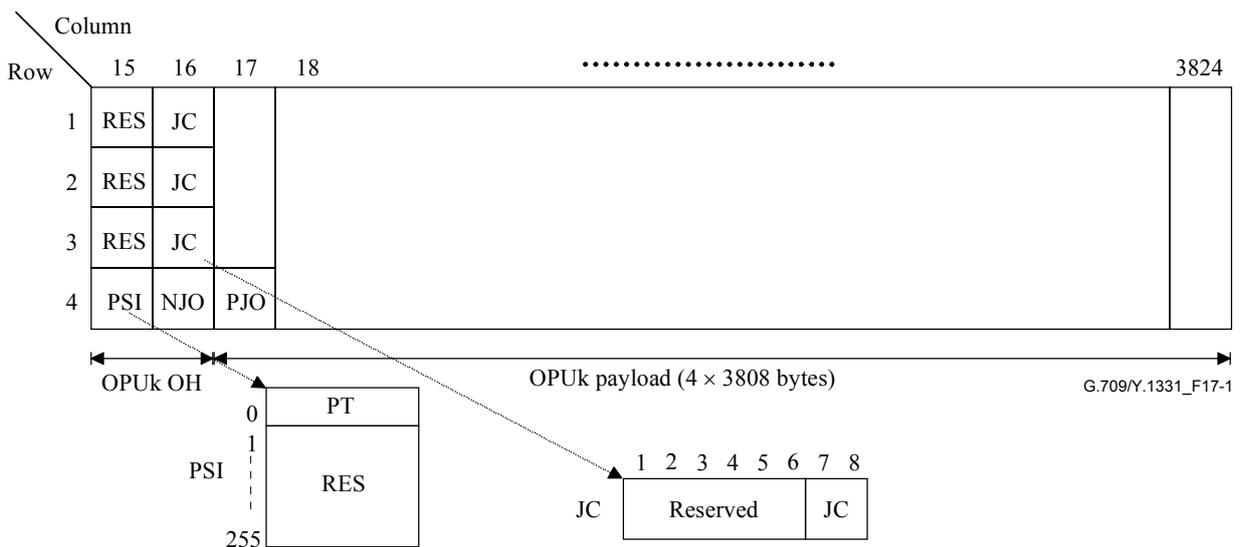


図17-1/JT-G709_CBR2G5,CBR10GまたはCBR40G信号のためのOPUkフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

これらのマッピングのための OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)を含むペイロード構造識別子(PSI)、クライアント信号故障(CSF)識別子、将来の国際標準用に予約された(RES)254 バイトと 7 ビット、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に予約された(RES)3 バイトで構成される。 JC バイトは、スタッフ

制御 2 ビットと、将来の国際標準用のための予約用 6 ビットで構成される。

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 バイトを含み、4×3,808 バイトで構成される。

16 列目の 1、2 および 3 行目のビット 7、8 に位置しているスタッフ制御(JC)信号は、4 行目に続くスタッフ用 2 バイトの NJO および PJO を制御するために使用される。

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 にしたがって、JC、NJO および PJO が生成される。デマッピングの過程で、表 17-3 にしたがって、JC、NJO および PJO が識別される。3 分の 2 の多数決論理は、3 個に 1 個までの JC 信号の誤りによる誤判定を回避するために、デマッピング過程におけるスタッフ制御に用いられる。

表17-1/JT-G709_非同期マッピング過程におけるJC、NJOおよびPJOの生成 (ITU-T G.709/Y.1331)

JC [7,8]	NJO	PJO
00	スタッフバイト	データバイト
01	データバイト	データバイト
10	非生成	
11	スタッフバイト	スタッフバイト

表 17-2/JT-G709_ビット同期マッピング過程におけるJC、NJOおよびPJOの生成 (ITU-T G.709/Y.1331)

JC [7,8]	NJO	PJO
00	スタッフバイト	データバイト
01	非生成	
10		
11		

表17-3/JT-G709_JC、NJOおよびPJOの識別 (ITU-T G.709/Y.1331)

JC [7,8]	NJO	PJO
00	スタッフバイト	データバイト
01	データバイト	データバイト
10 (Note)	スタッフバイト	データバイト
11	スタッフバイト	スタッフバイト
(注)：マッピング回路によりこのコードは発生されない。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場合がある。		

スタッフバイトとして使用される場合、NJO および PJO に含まれる値はすべて 0 である。スタッフバイトとして使われるときは常に、受信側はこれらのバイトに含まれる値を無視されなければならない。

CBR2G5、CBR10G あるいは CBR40G クライアント信号の信号故障状態の間(たとえば入力信号ロスの場合)、この入力信号故障は、16.6.1 項で規定されるように、汎用 AIS 信号に置き替えられた後、OPU_k にマッピングされる。

10GBASE-R タイプの CBR10G3 クライアント信号が信号故障状態の間(たとえば入力信号ロスの場合)、この不良の入力側 10GBASE-R 信号は、各ブロックが 2 個のローカル障害シーケンスオーダーセット(IEEE 802.3 で規定)を運ぶ 66B ブロックのデータ列に置き換えられる。そしてこの置換信号は OPU_{2e} へマッピングされる。

ODU_k/OPU_k 入力側信号が信号故障状態の間(たとえば ODU_k-AIS、ODU_k-LCK および ODU_k-OCI 状態の場合)、16.6.1 項に規定するように、CBR2G5、CBR10G あるいは CBR40G 信号故障時の置き替え信号として、汎用 AIS パターンが生成される。

ODU_{2e}/OPU_{2e} 入力側信号が信号故障状態の間(たとえば ODU_{2e}-AIS、ODU_{2e}-LCK、ODU_{2e}-OCI の場合)、失われた

10BASE-R 信号の置換信号として、各ブロックが 2 個のローカル障害シーケンスセット(IEEE 802.3 で規定)を運ぶ 66B ブロックのデータ列が生成される。

(注 4): ローカル障害シーケンスオーダーセットは/K28.4/D0.0/D0.0/D1.0/である。66B ブロックには以下の値が入る。SH=10
0x55 00 00 01 00 00 00 01

(注 5): 今回の改版以前に作られた装置は、ローカル障害シーケンスオーダーセットと異なる 10GBASE-R 置換信号(たとえば Generic-AIS)を生成する可能性がある。

非同期マッピング

CBR2G5、CBR10G あるいは CBR40G ($4^{(k-1)} \times 2,488,320$ kbit/s ($k=1, 2, 3$))クライアント信号とは無関係に、局所的に生成されたクロックにより(表 7-3 で規定される制限内で)非同期マッピングのための OPUk 信号が生成される。

正、負およびゼロ(pnz)スタフ手法を使って、CBR2G5、CBR10G および CBR40G($4^{(k-1)} \times 2,488,320$ 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、CBR40G または CBR10G3 クライアント信号より抽出される。CBR2G5、CBR10G、CBR40G または CBR10G3 入力側信号の信号故障状態にある間(たとえば入力信号ロスの場合)は、OPUk のペイロード信号のビットレートは、表 7-3 に規定する範囲内でなければならない、周波数の不連続とフレーム位相の不連続はいずれも発生してはならない。CBR2G5、CBR10G、CBR40G または CBR10G3 入力側信号の再同期は、周波数とフレーム位相の不連続が発生しないように実行されなければならない。

CBR2G5、CBR10G、CBR40G または CBR10G3 信号は、OPUk フレーム内のスタフ機能を使用せず、OPUk にマッピングされる。(NJO はスタフバイトを含み、PJO はデータバイトを含み、また JC 信号は 00 に固定される。)

17.2.1 OPU1 への CBR2G5 信号(たとえば STM-16, CMGPON D/CMGPON U2)のマッピング

CBR2G5 信号の連続する 8 ビット列(必ずしもバイトではない)は、OPU1(図 17-2 参照)のデータ(D)バイトにマッピングされる。OPU1 フレーム毎に一回、正か負のスタフ動作を実行することが可能である。

Row #	Column #				3824		
	15	16	17	18			
1	RES	RES	JC	D	D	3805D	D
2	RES	RES	JC	D	D	3805D	D
3	RES	JC	D	D		3805D	D
4	PSI	NJO	PJO	D		3805D	D

G.709/Y.1331_F17-2

図17-2/JT-G709__OPU1へのCBR2G5信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

17.2.2 OPU2 への CBR10G 信号(たとえば STM-64)のマッピング

CBR10G 信号の連続する 8 ビット列(必ずしもバイトではない)は、OPU2 のデータ(D)バイトにマッピングされる。OPU1 フレーム毎に一回、正か負のスタフ機能を実行することが可能である。固定スタフ(FS)64 バイトは、1,905 から 1,920 列目に追加される。OPU2 フレーム毎に一回、正か負のスタフ動作を実行することが可能である。

Row #	Column #			Column #			3824
	15	16	17		1904	1905		
1	RES	RES	JC	118 × 16D	16FS		119 × 16D		
2	RES	RES	JC	118 × 16D	16FS		119 × 16D		
3	RES	JC		118 × 16D	16FS		119 × 16D		
4	PSI	NJO	PJO	15D + 117 × 16D	16FS		119 × 16D		

G.709/Y.1331_F17-3

図17-3/JT-G709__OPU2へのCBR10G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

17.2.3 OPU3 へのCBR40G信号(たとえばSTM-256)のマッピング

CBR40G 信号の連続する 8 ビット列(必ずしもバイトではない)は、OPU3(図 17-4 参照)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、1,265 から 1,280 列目までと、2,545 から 2,560 列目に追加される。OPU3 のフレーム毎に一回、正または負スタッフ動作を実行することが可能である。

Row #	Column #			.....	Column #			.....	3824		
	15	16	17		1264	1265			1280	1281	2544	2545	.....	2560	2561
1	RES	RES	JC	78 × 16D	16FS		79 × 16D	16FS	79 × 16D				
2	RES	RES	JC	78 × 16D	16FS		79 × 16D	16FS	79 × 16D				
3	RES	JC		78 × 16D	16FS		79 × 16D	16FS	79 × 16D				
4	PSI	NJO	PJO	15D + 77 × 16D	16FS		79 × 16D	16FS	79 × 16D				

G.709/Y.1331_F17-4

図17-4/JT-G709__OPU3へのCBR40G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

17.2.4 OPU2eへのCBR10G3 信号(たとえば 10GBASE-R)のマッピング

CBR10G3 信号の連続する 8 ビット列(必ずしもバイトではない)は、OPU2e(図 17-5 参照)のデータ(D)バイトにビット同期でマッピングされる。固定スタッフ(FS)128 バイトは、1,905 から 1,920 列目までに追加される。

(注) NJO バイトは常にスタッフバイトを、PJO バイトは常にデータ(D)バイトを、JC バイトは常に全て"0"のパターンを転送する。

Row #	Column #			Column #			3824
	15	16	17		1904	1905	.....			1920	1921
1	RES	RES	JC	118 × 16D	16FS		119 × 16D		
2	RES	RES	JC	118 × 16D	16FS		119 × 16D		
3	RES	JC		118 × 16D	16FS		119 × 16D		
4	PSI	NJO	PJO	15D + 117 × 16D	16FS		119 × 16D		

G.709/Y.1331_F17-3

図17-5/JT-G709__OPU2eへのCBR10G3信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

17.3 OPUkへのATMセルストリームのマッピング

OPUk ペイロードエリアと同容量で固定ビットレートの ATM セルストリームは、ATM VP 信号群の ATM セルを多重化することにより生成される。レートアダプテーションは、アイドルセルを挿入するかセルを廃棄することによって、このセルストリーム生成の一過程として実行される (TTC 標準 JT-I432.1 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 17-6 参照)に同期する ATM のセルバイトとともに、OPUk のペイロードエリアにマッピングされる。その結果、ATM のセル境界は OPUk ペイロードバイトの境界と同期する。なお、OPUk のペイロード容量(15,232 バイト)が、セル長(53 バイト)の倍数でないので、セルは OPUk のフレーム境界をまたがる場合がある。

ATM のセル情報フィールド(48 バイト)は、OPUk にマッピングされる前にスクランブルされなければならない。デマッピング時は、ATM のセル情報フィールドは OPUk 信号の終端の後、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用されなければならない(TTC 標準 JT-I432.1 により規定)。スクランブラはセル情報フィールドの時間だけ実行される。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持される。受信端のデスクランブラが送信側スクランブラに同期されないので、起動時に送信される最初のセルは誤りとなる。セル情報フィールドのスクランブルは、誤ったセル同期と OTU k および ODUk フレーム同期信号を複製するセル情報フィールドの誤りに対する防衛手段を提供しなければならない。

ODUk の終端の後、OPUk ペイロードエリアから ATM セルストリームを抽出する場合、ATM セルは元に戻されなければならない。ATM セルヘッダはヘッダーエラー制御(HEC)フィールドを含み、それはセル同期を実現するためにフレーム同期ワードと類似した方法で使用される。この HEC の方法は、生成多項式 $g(x)=x^3+x^2+x+1$ による短くした巡回コードで計算されたあとのヘッダに導入される、HEC(32 ビット)により保護されるヘッダビットと 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。

セル同期の性能を改善するために、この多項式からの剰余は固定パターン「01010101」に加算される。この方法は、同期信号が固定されずセルからセルまで可変である場合の、従来のフレーム同期回復と類似している。

HEC のセル同期に関するより多くの情報は、TTC 標準 JT-I432.1 に示される。

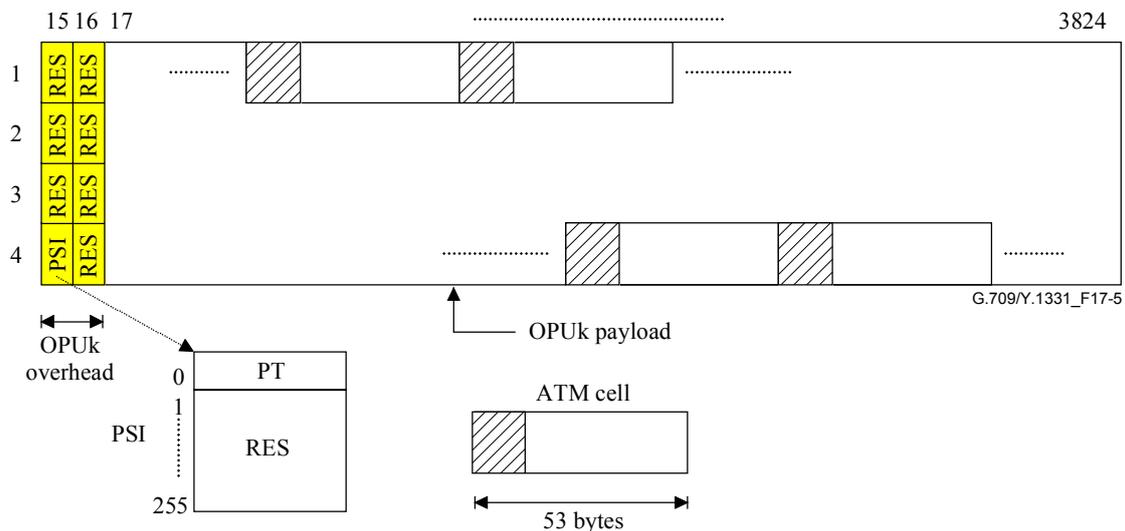


図17-6/JT-G709__OPUkのフレーム構造およびOPUkへのATMのセルのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

ATM マッピングのための OPUk のオーバーヘッドは、ペイロード種類(PT)を含むペイロード構造識別子(PSI)、将来の国際標準用に予約された(RES)255 バイト、および将来の国際標準用のための予約用(RES)7 バイトで構成される。

ATM マッピングのための OPUk のペイロードは、4×3,808 バイトで構成される。

17.4 GFPフレームのOPUkへのマッピング

ジェネリックフレーミングプロシージャ(GFP)フレームのマッピングは、各 GFP フレームのバイト構造を OPUk ペイロードのバイト構造と同期させることにより行われる(図 17-7 参照)。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 個の GFP フレームが OPUk フレームの境界をまたがる場合がある。

GFP フレームは、GFP カプセル化段階で GFP アイドルを挿入することにより、OPUk ペイロードエリアと等しい容量の連続ビット列として伝送される。GFP フレームのデータ列はカプセル化の間スクランブルされる。

(注 1) : マッピングの段階で必要となるレートアダプテーションやスクランプリングはない。これは、GFP カプセル化段階において行われる。

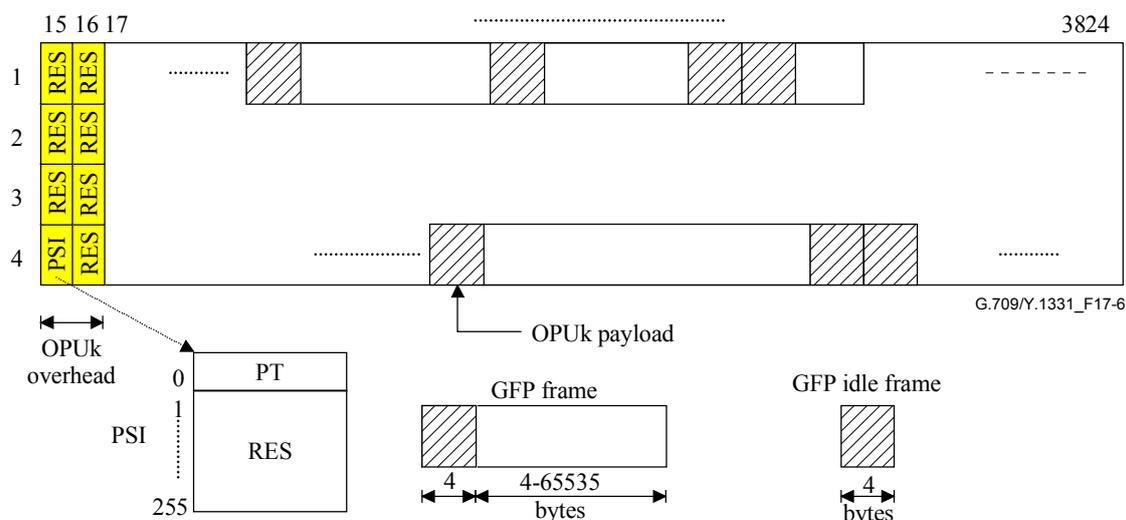


図17-7/JT-G709__OPUkフレーム構造およびGFPフレームのOPUkへのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

GFP マッピングのための OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)を含むペイロード構造識別子(PSI)、クライアント信号故障(CSF)識別子、将来の国際標準用に予約された(RES)254 バイトと 7 ビット、および将来の国際標準用に予約された(RES)7 バイトで構成される。CSF 識別子はイーサ専用線タイプ 1 サービスにのみ使用され、他のパケットクライアントのときは”0”固定となる。

GFP マッピングのための OPUk ペイロードは 4×3,808 バイトから成る。

(注 2) : OPUflex(GFP)ビットレートは、表 7-3 と表 7-8 に示されるいずれかのビットレートとなる。

17.4.1 拡張OPU2 ペイロード領域へのGFPフレームマッピング

拡張 OPU2 ペイロード内の GFP(汎用フレーム化手順)フレームのマッピングは、拡張 OPU2 ペイロード(図 17-8 参照)のバイト構造により各々の GFP フレームのバイト構造を調整することにより

実行される。GFP フレームは可変長(マッピングは最大フレーム長の制限をかけない)なので、OPU2 のフレーム境界をまたぐ場合がある。

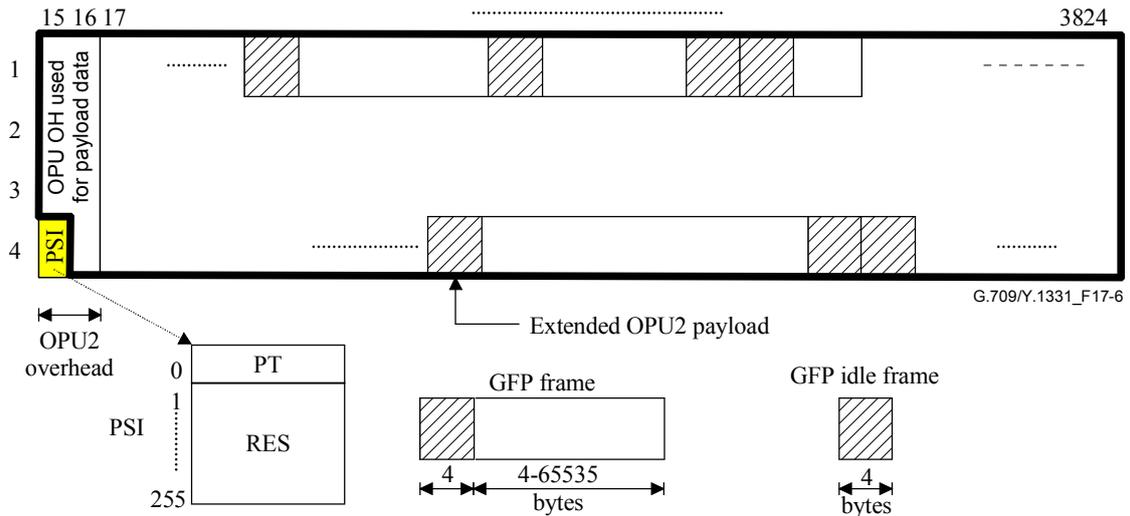


図17-8/JT-G709__OPU2 フレーム構造と拡張OPU2ペイロード領域へのGFPフレームマッピング

GFPフレームは、GFPのカプセル化の段階でGFPアイドルフレームの挿入により、OPU2ペイロード領域で決まる容量を持つ連続ビット列として受信される。GFPフレーム列は、カプセル化の間スクランブルされる。

(注) マッピング段階で要求されるレートアダプテーション、またはスクランブルは無い。これは、GFPカプセル化の段階で実行される。GFPマッピングのためのOPU2オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)、クライアント信号故障(CSF)識別子、および将来の国際標準化用予備の254バイトと7ビットを含むペイロード構造識別子(PSI)から成る。GFPマッピングのための拡張OPU2ペイロードは、 4×3808 バイトから成る。

17.5 試験信号のOPUkへのマッピング

17.5.1 マルチクライアントのOPUkへのマッピング

すべてゼロのパターンを持つOPUkペイロード信号(図17-9参照)は試験目的のために定義される。これはマルチクライアントとして参照される。

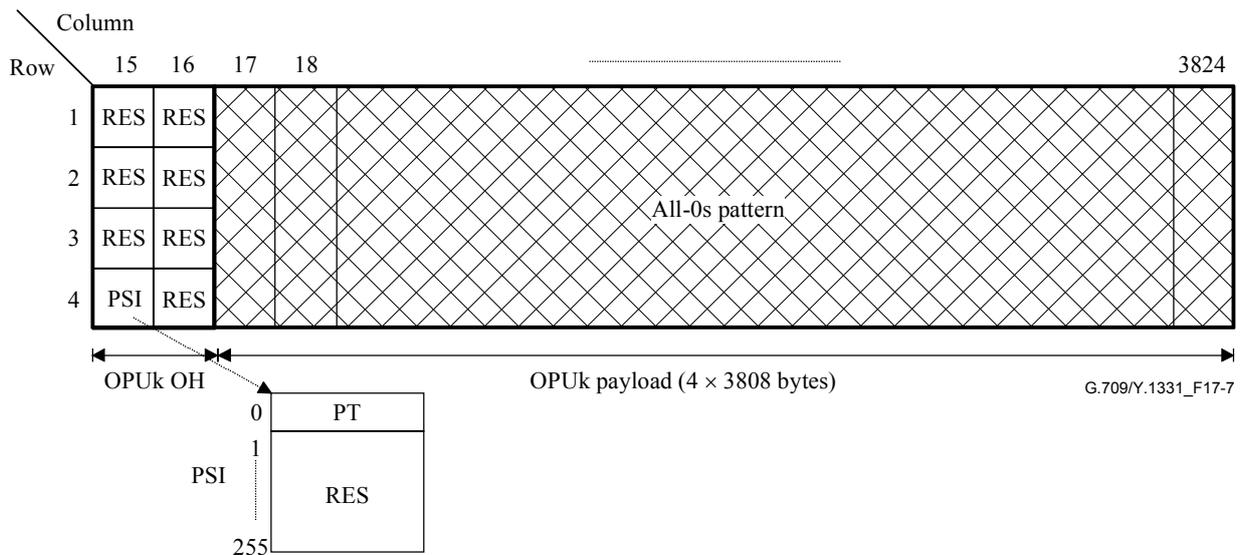


図17-9/JT-G709__OPUkフレーム構造とマルチクライアントのOPUkへのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

ヌルマッピングのための OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)1 バイトと将来の国際標準用に予約された (RES)255 バイトのマルチフレームからなるペイロード構造識別子(PSI)、および将来の国際標準用に予約された(RES)7 バイトで構成される。

ヌルマッピングのための OPUk ペイロードは 4×3,808 バイトで構成される。

17.5.2 PRBS試験信号のOPUkへのマッピング

試験の目的に、O.150/5.8 節で規定される 2,147,483,647 ビットの疑似ランダム試験シーケンス($2^{31}-1$)は、OPUk ペイロードへマッピングされる場合がある。2,147,483,647 ビットの疑似ランダム試験シーケンス信号の連続 8 ビット群は、ODUk 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 17-10 参照)。

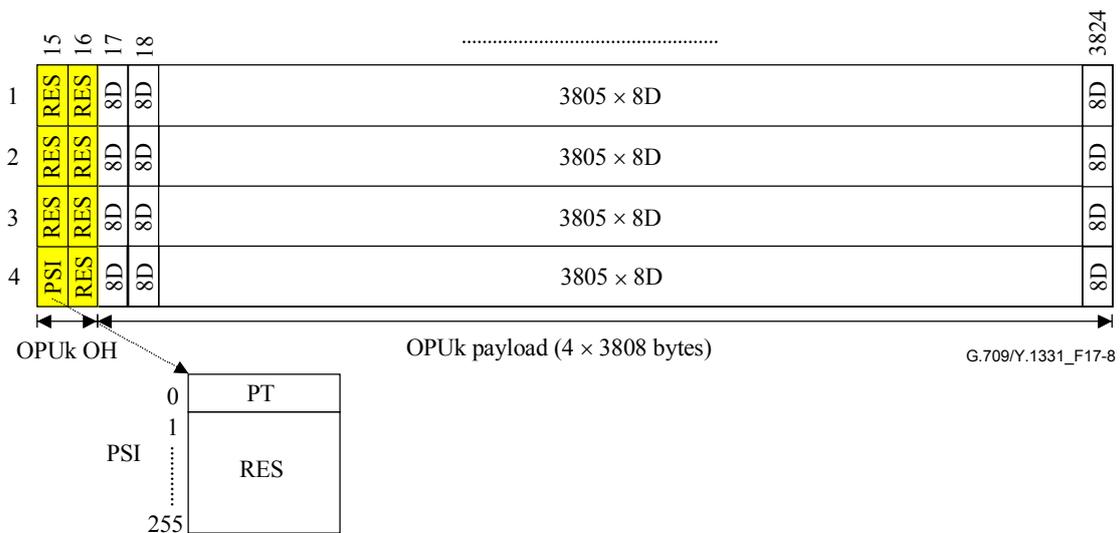


図17-10/JT-G709__OPUkフレーム構造と2,147,483,647ビット疑似ランダム試験パターンのOPUkへのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

PRBS マッピングに対する OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)1 バイトと将来の国際標準用に予約された (RES)255 バイトのマルチフレームからなるペイロード構造識別子(PSI)、および将来の国際標準用に予約された(RES)7 バイトで構成される。

PRBS マッピングに対する OPUk ペイロードは 4×3,808 バイトで構成される。

17.6 非特定クライアントビット列のOPUkへのマッピング

本章の他節で規定されている特定クライアント信号のマッピングに加えて、非特定クライアントの OPUk へのマッピングを規定する。OPUk ペイロードのビットレートで連続ビット列にカプセリングされた後の任意のクライアント信号(群)を OPUk ペイロードへマッピングすることが可能である(図 17-11 参照)。ビット列は OPUk 信号と同期している必要がある。連続ビット列生成過程では、必ずスタッフ制御を行う。連続ビット列は OPUk ペイロードへのマッピングされる前にスクランプリングされる必要がある。

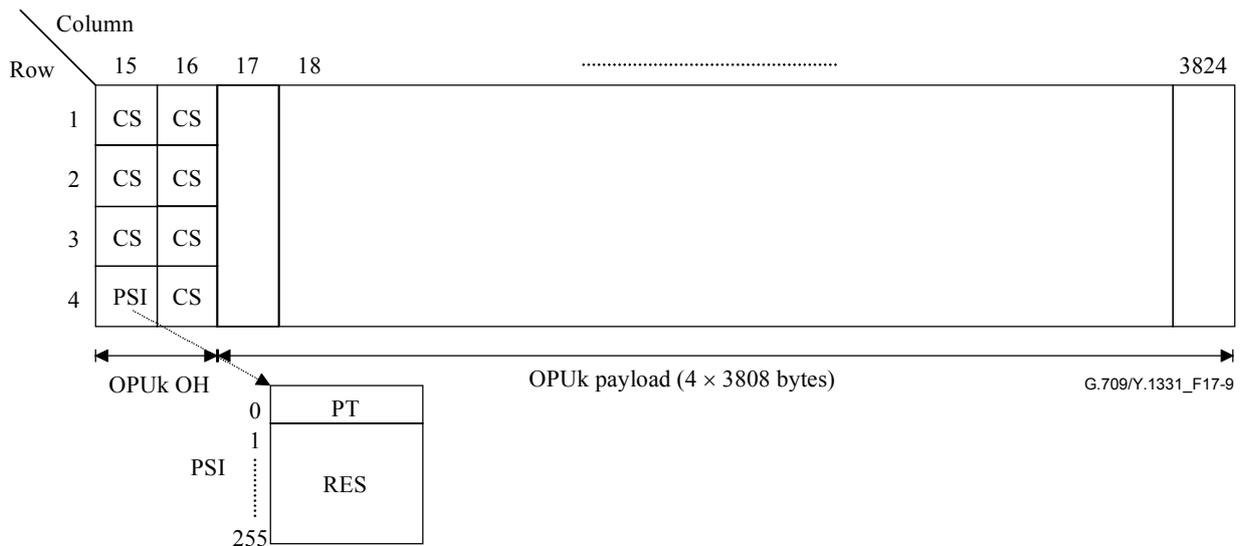


図17-11/JT-G709_連続同期ビット列のマッピングに対するOPUkフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

本マッピングに対する OPUk オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)1 バイトと将来の国際標準用に予約された (RES)255 バイトのマルチフレームからなる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 オーバーヘッドバイトの定義は、フレーム化過程の規定において有効である。

非特定マッピングに対する OPUk ペイロードは 4×3,808 バイトで構成される。

17.6.1 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がある場合、入力側データ列の各オクテットは OPUk ペイロードの 1 個のデータバイト(オクテット)にマッピングされる。

17.6.2 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がない場合、入力側データの連続 8 ビット列(オクテットである必要はない)は OPUk ペイロードの 1 個のデータバイト(オクテット)にマッピングされる。

17.7 その他のスタッフ付き固定ビットレート信号のOPUkへのマッピング

OPUk (k=0, 1, 2, 3, 4)への CBR クライアント信号 (100ppm のビットレート偏差まで) のマッピングは、付属資料 D に規定する汎用マッピング手順によって実行される。

入力 CBR クライアント信号が信号故障状態 (例: 入力信号がロスの場合) の間、この故障入力信号は次章以降で定義する適切な信号に置き換えられる。

入力 ODUk/OPUk 信号が信号故障状態の間 (例: ODUk-AIS, ODUk-LCK, ODUk-OCI 状態の場合)、故障状態のクライアント信号は次章以降で定義する適切な信号に置き換えられる。

このマッピングの OPUk オーバーヘッドは以下から成る。

- 表15-8に規定されているペイロードタイプ(PT)を含むペイロード構造識別子、クライアント信号故障(CSF)、将来の国際標準用に予約された254バイトと7ビット (RES)
- GMPオーバーヘッド C_m の値を転送する3つのスタッフ制御(JC1, JC2, JC3) バイト
- GMPオーバーヘッド ΣC_{nd} の値を転送する3つのスタッフ制御 (JC4, JC5, JC6) バイト
- 将来の国際標準用に予約された1バイト (RES)

JC1、JC2 と JC3 バイトは、14 ビット C_m 領域 (ビット C1, C2, ..., C14)、1 ビットインクリメント表示 (II) 領域、1 ビット

トデクリメント表示(DI) 領域、JC1、JC2、JC3 領域をまたぐエラーチェック符号を含む 8 ビット CRC-8 領域から成る。JC4、JC5、JC6 バイトは、10 ビット ΣC_{nD} 領域(ビット D1, D2, ..., D10)、JC4、JC5、JC6 領域のビット 4 から 8 をまたぐエラーコードを含む 5 ビット CRC-5 領域、将来の国際標準用に予約された 9 ビット (RES)から成る。 ΣC_{nD} の初期値は 8 である。 $n=1$ のサポートはクライアントに依存し、次章以降に規定する。

17.7.1 1.238 Gbit/s CBRクライアント信号のOPU0 へのマッピング

表 17-4A はこの勧告で規定されるクライアントと、これらの $m=8$ (C_8)の GMP C_m の最小、標準、最大のパラメータ値を示している。表 17-4B はこれらのクライアントのための $n=8$ (C_8) または $n=1$ (C_1) の GMP C_n を示している。表 17-5 はこれらのクライアントの置換信号を示している。

1 ビットタイミング情報(C_1)のサポートはクライアント次第である。 $m=8$ の C_m 中の 8 ビットタイミング情報が十分なクライアントは、 ΣC_{1D} を転送する能力は配備されず、JC4/5/6 の値は全て '0' に固定される。

マッピングのための OPU0 ペイロードは、 4×3808 バイトから成る。OPU0 ペイロード領域のバイトは、1~15232 までナンバリングされる。GMP 1 バイト(8 ビット)ブロックのためにナンバリングする OPU0 ペイロードバイトを図 17-17 に示す。OPU0 フレームの 1 行目の中にある最初のバイトは 1 とラベル付けされ、次のバイトは 2 となる。

クライアント信号の 8 連続ビット(バイトである必要は無い)のグループは、GMP データ/スタッフ制御機構のもと、OPU0 ペイロード領域にマッピングされる。OPU0 ペイロード領域内のそれぞれのバイトは、8 クライアントビットか、8 スタッフビットのどちらかで転送される。スタッフビットは 0 に設定される。

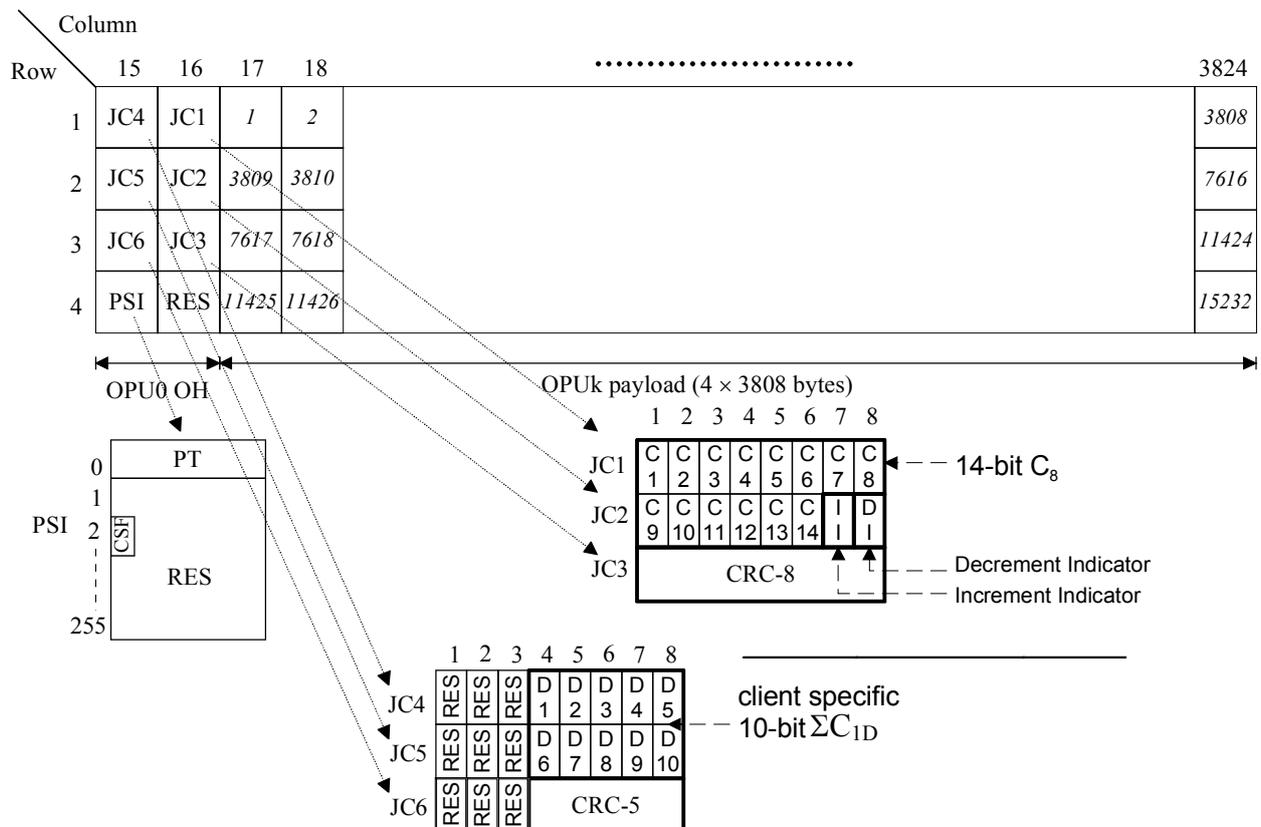


図17-12/JT-G709_sub-1.238Gbit/sクライアント信号マッピングのためのOPU0フレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-4A/JT-G709_sub-1.238GクライアントのOPU0へのマッピングのための C_m (m=8) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称 ビットレート (kbit/s)	ビットレート 許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
トランスコード化 された 1000BASE-X (17.7.1.1 参照)	15/16 × 1 250 000	± 100	14405	14405.582	14407.311	14409.040	14410
STM-1	155 520	± 20	1911	1911.924	1912.000	1912.076	1913
STM-4	622 080	± 20	7647	7647.694	7648.000	7648.306	7649
FC-100	1 062 500	± 100	13061	13061.061	13062.629	13064.196	13065

表17-4B/JT-G709_sub-1.238GクライアントのOPU0へのマッピングのための C_n (n=8または1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称 ビットレート (kbit/s)	ビットレート 許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
トランスコード化 された1000BASE-X (17.7.1.1参照)	15/16 × 1 250 000	± 100	14405	14405.582	14407.311	14409.040	14410
FC-100	1 062 500	± 100	13061	13061.061	13062.629	13064.196	13065

クライアント信号	公称 ビットレート (kbit/s)	ビットレート 許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
STM-1	155 520	± 20	15295	15295.338	15296.000	15296.612	15297
STM-4	622 080	± 20	61181	61181.553	61184.000	61186.447	61187

表17-5/JT-G709_sub-1.238Gクライアントの置換信号(ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート許容偏差 (ppm)
STM-1	ジェネリック AIS	± 20
STM-4	ジェネリック AIS	± 20
1000BASE-X	リンク障害	± 100
FC-100	将来の検討課題	± 100

17.6.1.1 1000BASE-X トランスコーディング

1000BASE-X 信号(8B/10B コード化、公称ビットレート 1 250 000 kbit/s、ビットレート許容偏差 ± 100 ppm まで)は、ビットレート $15/16 \times 1\,250\,000$ kbit/s ± 100 ppm (おおよそ 1 171 875 kbit/s ± 100 ppm)の 75 オクテット GFP-T フレームデータ列に同期マッピングされる。この処理は、“タイミング透過トランスコーディング(TTT)”と称される。 $15/16 \times 1\,250\,000$ kbit/s ± 100 ppm の信号は、このとき、17.7.1 および付属資料 D に記載されている汎用マッピング手順によって OPU0 にマッピングされる。

1000BASE-X クライアントのマッピングには 1 ビットタイミング情報(C₁)は不要で、OPU0 JC4/JC5/JC6 の OH 値は、全て“0”に設定される。

1000BASE-X 信号の GFP-T へのマッピングは、以下のパラメータと G.7041 に従って実行される。

- それぞれの GFP-T フレームは、1 個のスーパーブロックを含む。
- 65B_PAD キャラクターは使用されない。
- GFP アイドルフレームは使用されない。

入力 1000BASE-X クライアント信号が信号故障状態の間 (例：入力が LOS の場合)、

- この故障 1000BASE-X 信号は、 $1\,250\,000$ kbit/s ± 100 ppm のビットレートの 10B ブロックによって置換され、IEEE Std. 802.3 に記載のリンク障害表示をそれぞれ転送する。これらのデータ列は GFP-T マッパーにおいて適用される。または、
- GFP-T 信号は、G.7041 で規定されるビットレート $15/16 \times 1\,250\,000$ kbit/s ± 100 ppm の GFP クライアント信号故障 (CSF) と GFP アイドルフレームによって置換される。
- 入力 ODU0/OPU0 信号が故障状態(例：ODU0-AIS, ODU0-LCK, ODU0-OCI 状態の場合)、または、
- G.7041 で規定される入力 CSF フレーム

GFP-T デマッパー過程では 10B ブロックのデータ列が生成される。各ブロックは、1000BASE-X 信号消失時の置換として IEEE Std. 802.3 で規定されているリンク障害表示を転送する。

(注) – イーサネットリンク障害表示は、/C1/C2/C1/C2/ ... オーダーセットの繰り返しのデータ列となる。ここで、C1 = /K28.5/D21.5/D0.0/D0.0/、また、C2 = /K28.5/D2.2/D0.0/D0.0/である。これらの文字列は、転送用の GFP-T スーパーブロックにマッピングされた受信 8B/10B データ列と同様に、同一規則で GFP-T マッパー過程により処理される。

17.7.2 supra-1.238、sub-2.488 Gbit/s CBR クライアント信号の OPU1 へのマッピング

表 17-6A は本勧告により定義されるクライアント信号とそれらの GMP C_m、m=16 (C₁₆)の最小、公称、最大のパラメータ値を示している。表 17-6B はこれらのクライアントのための GMP C_n、n=8 (C₈) または n=1 (C₁) を示している。表 17-7 はこれらのクライアントのための置換信号を表している。

OPU1 JC4/JC5/JC6 OH 内の 8 ビットタイミング情報 (ΣC_{8D})のサポートが要求される。

OPU1 JC4/JC5/JC6 OH 内の 1 ビットタイミング情報 (ΣC_{1D})のサポートはクライアントに依存する。

このマッピングのための OPU1 ペイロードは 4×3808 バイトから成る。ペイロード領域は、2 バイト毎に 1 から 7616 までナンバリングされる。GMP 2 バイト (16 ビット)ブロックのためにナンバリングされる OPU1 ペイロードバイトは、図 17-13 に示されている。OPU1 フレームの 1 行目の最初の 2 バイトは 1 のラベルが付けられ、次の 2 バイトは 2 となる。

クライアント信号の 16 連続のビット列は、GMP データ/スタッフ制御機構のもとで OPU1 ペイロード領域 2 連続バイト列にマッピングされる。OPU1 ペイロード領域内の各 2 バイト列は、16 クライアントビットか 16 スタッフビットを転送する。スタッフビットは 0 に設定される

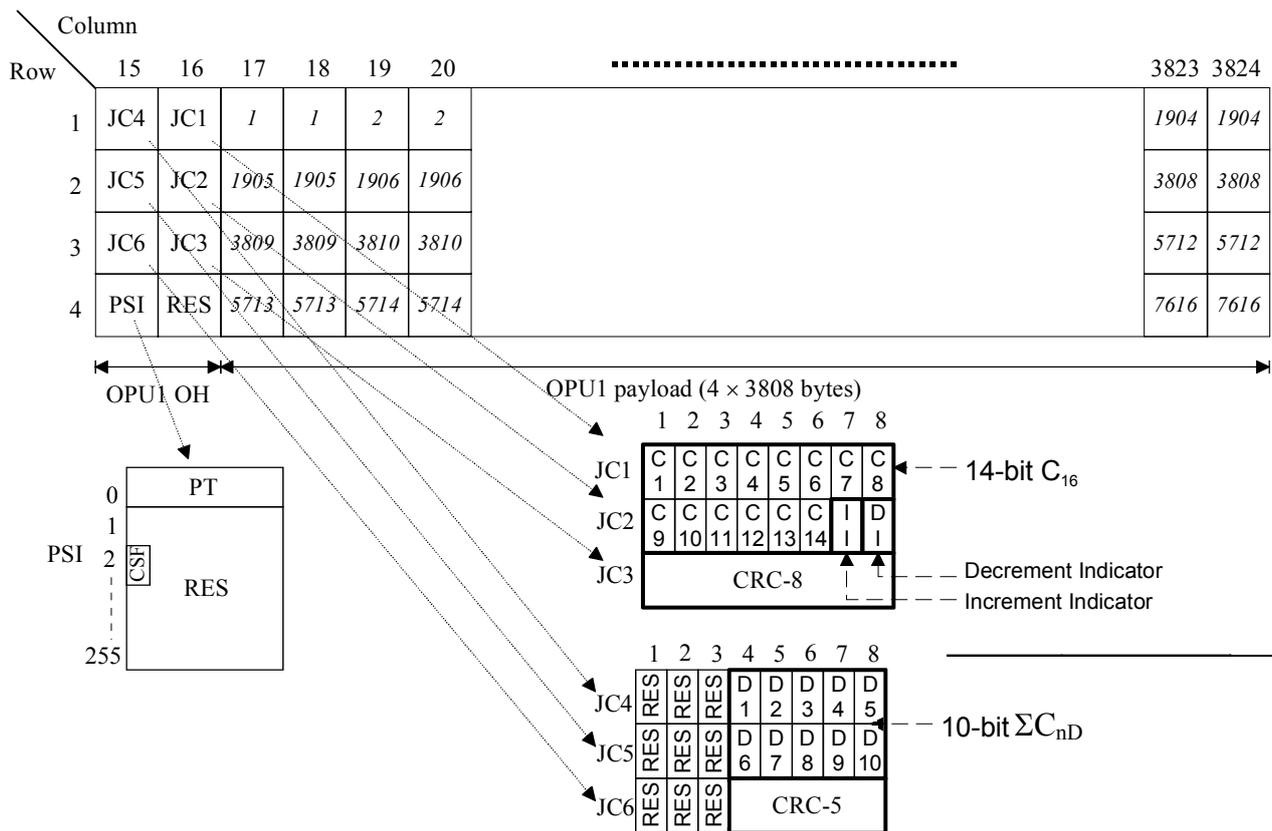


図17-13/JT-G709_supra-1.238、sub-1.238Gbit/sクライアント信号マッピングのためのOPU1フレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-6A/JT-G709_supra-1.238、sub-2.488GクライアントのOPU1へのマッピングのための C_m ($m=16$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公証ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差(ppm)	下限 $C_{16,min}$	最小 C_{16}	公称 C_{16}	再大 C_{16}	上限 $C_{16,max}$
FC-200	2 125 000	± 100	6503	6503.206	6503.987	6504.767	6505

表17-6B/JT-G709_supra-1.238、sub-2.488GクライアントのOPU1へのマッピングのためのC_n (n=8 または1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公証ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差(ppm)	下限 C _{8,min}	最小 C ₈	公称 C ₈	最大 C ₈	上限 C _{8,max}
FC-200	2 125 000	± 100	13006	13006.412	13007.973	13009.534	13010
			下限 C _{1,min}	最小 C ₁	公称 C ₁	最大 C ₁	上限 C _{1,max}
将来の検討課題							

表17-7/JT-G709_supra-1.238、sub-2.488Gクライアントのための置換信号(ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート耐力(ppm)
FC-200	将来の検討課題	± 100

17.7.3 ビットレート 9.995GのCBRクライアント信号のOPU2 へのマッピング

表 17-8A は、本勧告に定義するクライアント信号とそれらの GMP C_m、m=64 (C₆₄) の最小、公称、最大のパラメータ値を示している。表 17-8B はクライアント信号用の GMP C_n、n=8 (C₈) または n=1 (C₁)を示している。表 17-9 はこれらのクライアント信号用の置換信号を表している。

(注) それらの CBR クライアント信号のビットレート範囲は次の式で表される。

$$\left(\frac{7}{8}\right) \times \text{OPU2ペイロードのビットレート(公称値)} \times \left(\frac{238}{239}\right) \times \left(\frac{1-20[\text{ppm}]}{1+|\Delta f|[\text{ppm}]}\right) < \text{CBRクライアントビットレート} \leq \text{OPU2ペイロードビットレート(公称値)} \times \left(\frac{1-20[\text{ppm}]}{1+|\Delta f|[\text{ppm}]}\right)$$

ここで、 Δf は CBR クライアントのビットレート許容偏差である。もし、 $\Delta f = \pm 100$ ppm ならば、CBR クライアント信号のビットレート範囲は、8 708 228.746 to 9 994 077.649 kbit/s となる。

OPU2 JC4/JC5/JC6 OH 内での 8 ビットタイミング情報(ΣC_{8D})のサポートが要求される。

OPU2 JC4/JC5/JC6 OH 内での 1 ビットタイミング情報(ΣC_{1D})のサポートはクライアントに依存する。

このマッピングのための OPU2 ペイロードは 4 × 3808 バイトから成る。OPU2 ペイロード領域は、8 バイト毎に 1 から 1904 までナンバリングされる。GMP 8 バイト(64 ビット)ブロックのためにナンバリングされた OPU2 ペイロードバイトは、図 17-14 に示されている。OPU2 フレームの 1 行目の最初の 8 バイトは 1、次の 8 バイトが 2 となる。

クライアント信号の 64 連続ビット列は、GMP データ/スタッフ制御機構のもとで OPU2 のペイロード領域の 8 連続バイト列にマッピングされる。OPU2 ペイロード領域内の各 8 バイト列は、64 クライアントビットまたは 64 スタッフビットが転送される。スタッフビットは 0 に設定される。

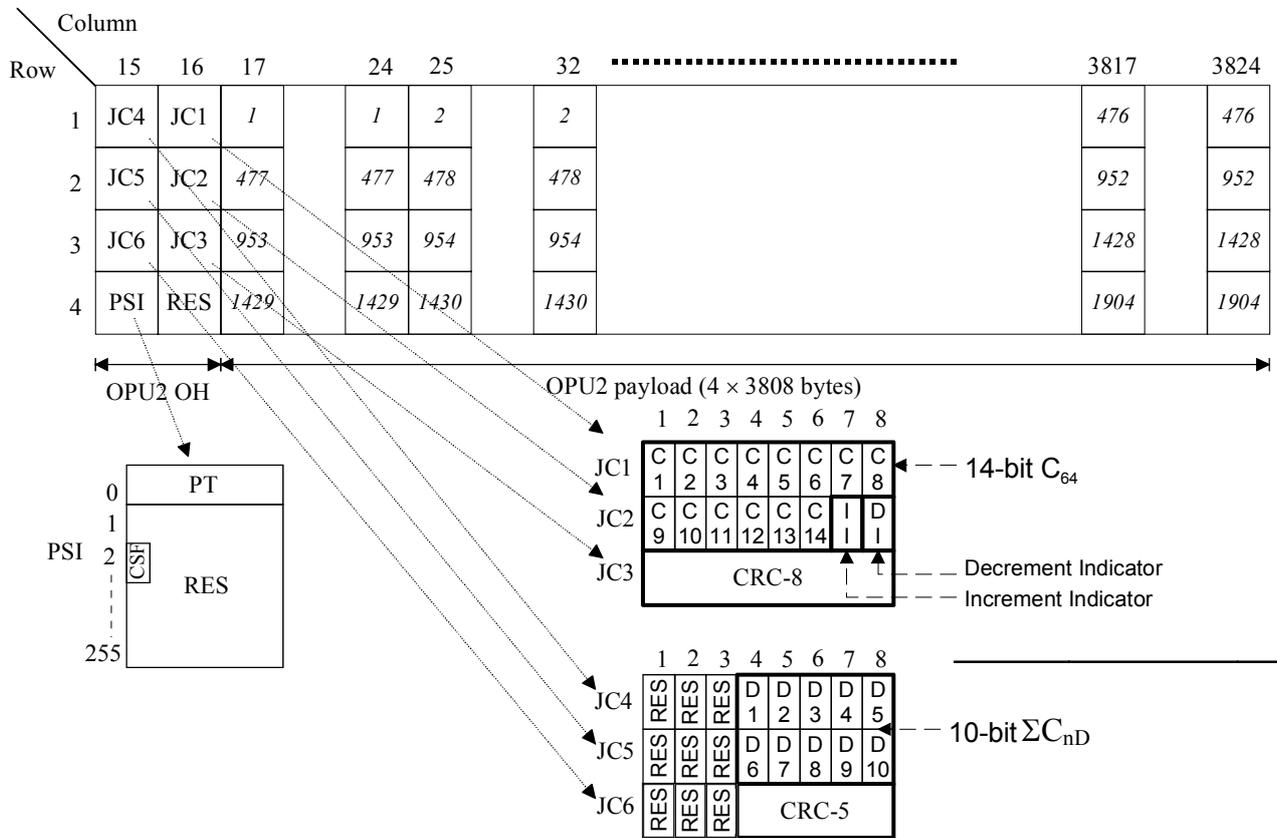


図 17-14/JT-G709_CBR クライアント信号のマッピングのための OPU2 フレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-8A/JT-G709_9.995G近傍のCBRクライアントのOPU2へのマッピングのための C_m ($m=64$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート耐力(ppm)	下限 $C_{64,min}$	最小 C_{64}	公称 C_{64}	最大 C_{64}	上限 $C_{64,max}$
将来の検討課題							

表17-8B/JT-G709_9.995G近傍のCBRクライアントのOPU2へのマッピングのための C_n ($n=8$ or 1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート耐力(ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
将来の検討課題							

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート耐力(ppm)	下限 C _{1,min}	最小 C ₁	公称 C ₁	最大 C ₁	上限 C _{1,max}
将来の検討課題							

表17-9/JT-G709_CBRクライアントのための置換信号 (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート耐力(ppm)
将来の検討課題		

17.7.4 ビットレート 40.149G 近傍のCBRクライアント信号のOPU3 へのマッピング

表 17-10A は本勧告で定義されるクライアント信号と、それらの GMP C_m、m=256 (C₂₅₆)の 最小、公称、最大のパラメータ値を示している。表 17-10B はクライアント信号用の GMP C_n、n=8 (C₈) または n=1 (C₁)を示している。表 17-11 はこれらのクライアント信号用の置換信号を示している。

(注) これらの CBR クライアント信号のビットレート範囲は、次の式で表される。

$$\left(\frac{31}{32}\right) \times \text{OPU3ペイロードのビットレート(公称値)} \times \left(\frac{238}{239}\right) \times \left(\frac{1-20 \text{ [ppm]}}{1+|\Delta f| \text{ [ppm]}}\right) < \text{CBRクライアントビットレート} \leq \text{OPU3ペイロードビットレート(公称値)} \times \left(\frac{1-20 \text{ [ppm]}}{1+|\Delta f| \text{ [ppm]}}\right)$$

ここで、 Δf は CBR クライアントのビットレート許容偏差を表す。もし、 $\Delta f = \pm 100$ ppm, ならば、CBR クライアント信号のビットレート範囲は、38 728 424.091 to 40 145 701.741 kbit/s となる。

OPU3 JC4/JC5/JC6 OH 内の 8 ビットタイミング情報(ΣC_{8D}) のサポートが要求される。

OPU3 JC4/JC5/JC6 OH 内の 1 ビットタイミング情報(ΣC_{1D}) のサポートはクライアントに依存する。

マッピングのための OPU3 ペイロードは、4 × 3808 バイトから成る。OPU3 ペイロード領域は 32 バイト毎に 1 から 476 までナンバリングされる。GMP 32 バイト (256 ビット) ブロックのための OPU3 ペイロードバイトは、図 17-15 に示されている。OPU3 フレームの 1 行目の最初の 32 バイトは 1 となり、次の 32 バイトは 2 となる。

クライアント信号の 256 連続ビット列は、GMP データ/スタッフ制御機構のもとで OPU3 ペイロード領域の 32 連続バイト列にマッピングされる。OPU3 ペイロード領域内の各 32 バイト列は、256 クライアントビットか、256 スタッフビットを転送する。スタッフビットは 0 に設定される。

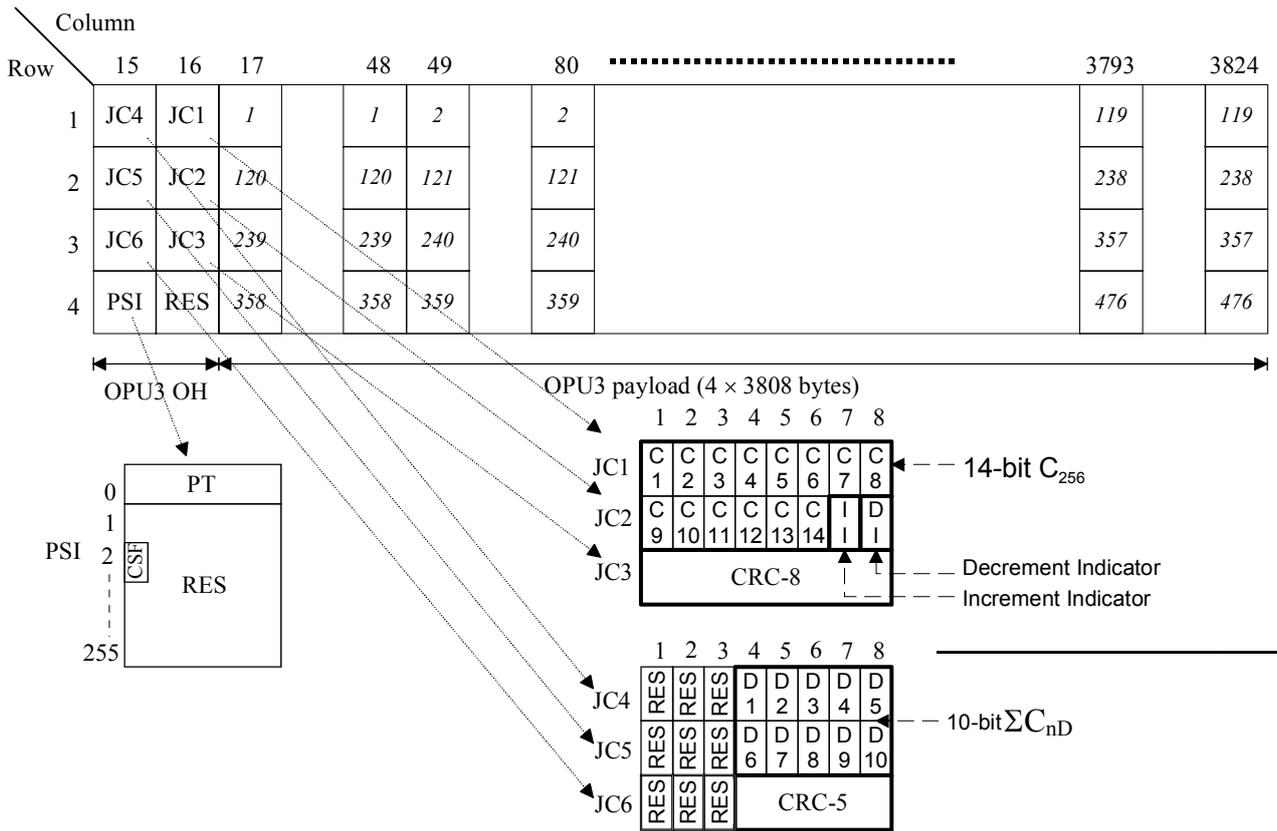


図 17-15/JT-G709_CBR クライアント信号のマッピングのための OPU3 フレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-10A/JT-G709_40.149G近傍のCBRクライアントのOPU3へのマッピングのための C_m ($m=256$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差(ppm)	下限 $C_{256,min}$	最小 C_{256}	公称 C_{256}	最大 C_{256}	上限 $C_{256,max}$
将来の検討課題							

表17-10B/JT-G709_40.149G近傍のCBRクライアントのOPU3へのマッピングのための C_n ($n=8$ または) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差(ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
将来の検討課題							

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差(ppm)	下限 $C_{1,min}$	最小 C_1	公称 C_1	最大 C_1	上限 $C_{1,max}$
将来の検討課題							

表17-11/JT-G709_CBRクライアントのための置換信号(ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート許容偏差(ppm)
将来の検討課題		

17.6.4.1 40GBASE-R トランスコーディング

今後の検討課題。

(注) 詳細は付属資料 B、付録 VII、付録 VIII 参照。

17.7.5 ビットレート 104.134G近傍のCBRクライアント信号のOPU4 へのマッピング

表 17-12A はこの勧告で定義されるクライアント信号と、それらの GMP C_m 、 $m=640$ (C_{640})の最小、公称、最大のパラメータ値を示している。表 17-12B はこれらのクライアント信号用の GMP C_n 、 $n=8$ (C_8) または $n=1$ (C_1)を示している。表 17-13 はこれらのクライアント信号用の置換信号を示している。

(注) CBR クライアント信号のビットレート範囲は以下の式で与えられる。

$$\left\lfloor \frac{79}{80} \right\rfloor \times \text{OPU4ペイロードのビットレート(公称値)} \times \left\lfloor \frac{475}{476} \right\rfloor \times \left\lfloor \frac{238}{239} \right\rfloor \times \left\lfloor \frac{1-20 [\text{ppm}]}{1+|\Delta f| [\text{ppm}]} \right\rfloor < \text{CBRクライアントビットレート} \leq \text{OPU4ペイロードビットレート(公称値)} \times \left\lfloor \frac{475}{476} \right\rfloor \times \left\lfloor \frac{1-20 [\text{ppm}]}{1+|\Delta f| [\text{ppm}]} \right\rfloor$$

ここで、 Δf はCBRクライアントビットレート許容偏差を示す。もし、 $\Delta f = \pm 100$ ppmならば、CBRクライアント信号のビットレート範囲は、102 392 471.399 から104 343 453.866 kbit/sまでとなる。

OPU4 JC4/JC5/JC6 OH 内の 8 ビットタイミング情報 (ΣC_{8D})のサポートが要求される。

OPU4 JC4/JC5/JC6 OH 内の 1 ビットタイミング情報 $T(\Sigma C_{1D})$ はクライアントに依存する。

このマッピングのための OPU4 ペイロードは、クライアントデータの 4×3800 バイトと固定スタッフの 4×8 バイトから成る。OPU4 ペイロード領域は、80 バイト毎に 1~190 までナンバリングされる。GMP 80 バイト(640 ビット)ブロックのためにナンバリングされた OPU4 ペイロードバイトは、図 17-21 に示される。OPU4 フレームの 1 行目の最初の 80 バイトは 1 となり、次の 80 バイトが 2 となる。

クライアント信号の 640 ビット列は、GMP データ/スタッフ制御機構のもとで OPU4 ペイロード領域の 80 連続バイト列にマッピングされる。OPU4 ペイロード領域内の各 80 バイト列は、640 クライアントビット、または 640 スタッフビットを転送する。スタッフビットは 0 に設定される。

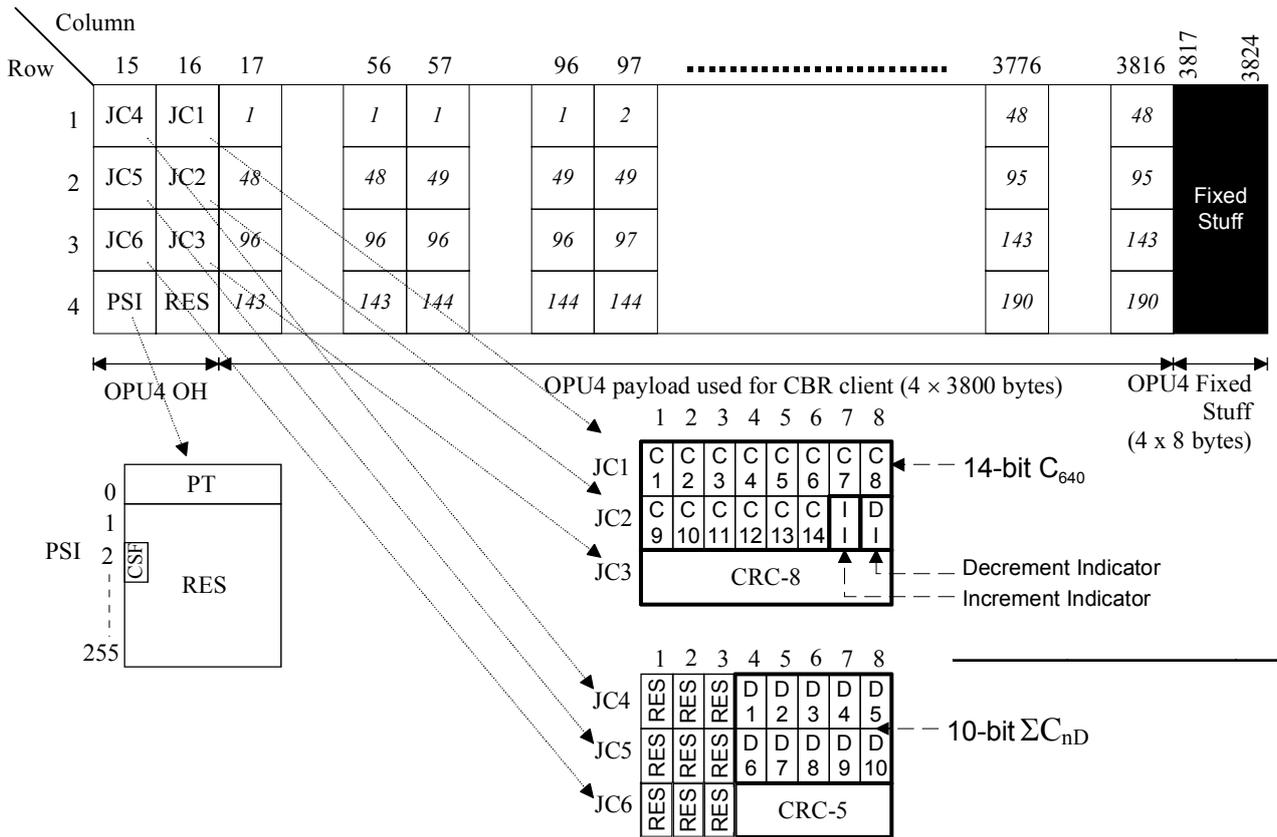


図 17-16/JT-G709_CBR クライアント信号のマッピングのための OPU4 フレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-12A/JT-G709_104.134G近傍のCBRクライアントのOPU4へのマッピングのための C_m ($m=640$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)	下限 $C_{640,min}$	最小 C_{640}	公称 C_{640}	最大 C_{640}	上限 $C_{640,max}$
将来の検討課題							

表17-12B/JT-G709_104.134G近傍のCBRクライアントのOPU4へのマッピングのための C_n ($n=8$ または1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート耐力(ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
将来の検討課題							

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート耐力(ppm)	下限 $C_{1,min}$	最小 C_1	公称 C_1	最大 C_1	上限 $C_{1,max}$
将来の検討課題							

表17-13/JT-G709_CBRクライアントのための置換信号(ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート許容偏差(ppm)
将来の検討課題		

17.8 タイミング透過トランスコーディングによる 1000BASE-XとFC-1200 信号のOPUkマッピング

17.8.1 1000BASE-X信号のOPU0 へのマッピング

トランスコード化された 1000BASE-X 信号のマッピングは 17.7.1 項参照、1000BASE-X 信号のトランスコーディングは 17.7.1.1 項参照。

17.8.2 FC-1200 信号のOPU2eへのマッピング

FC-1200 の公称ラインレートは $10\,518\,750\text{ kbit/s} \pm 100\text{ppm}$ であるため、OPU2e に適したレートに圧縮しなければならない。FC-1200 クライアントにエンコードされた 64B/66B は、8 個の 66B ブロックが 1 個の 513B ブロックに(付属資料 B に記載されるように)トランスコーディング、図 17-18 に示される 8 個の 513B ブロックの 1 個の 516 オクテットスーパーブロック化、および 17 個の 516 オクテットスーパーブロックの 8800 オクテット GFP フレームへのカプセル化が行なわれる。GFP フレームは 1 行あたり 32 ビットの 22 行から構成される。最初の行は GFP コアヘッダ、2 行目は GFP ペイロードヘッダを含む。次の 4 列は将来の国際標準用の予約 16 バイトを含む。次の 17 の 129 列は 17 のスーパーブロック#1~#17 を含む。最後の行は GFP ペイロード FCS を含む。513 ブロック#i ($i=0..7$)のフラグ (F) ビットは、スーパーブロックフラグ領域に位置するフラグ#i ビットにより転送される。スーパーブロックの 8 個の 513B ブロックのそれぞれの残りの 512 ビットは、スーパーブロックデータ領域の 16 列内、つまり、スーパーブロックの最初の 16 列内の 513B ブロック #0 のビットや、次の 16 列のブロック#1 のビットなどで転送される。それぞれの 513B ブロックは、付属資料 B で記載されているように、'j' ($j=0..8$)制御ブロック (CB1 から CBj)と'8-j'全てのデータブロック(DB1..DB8-j)を含む。図 17-18 は 3 つの制御ブロックと 5 つの全てのデータブロックを含む 513B ブロックを表している。513B ブロックは 0 から 8 の制御ブロックを含み、スーパーブロックは 0 から 64 の制御ブロックを含む。

(注) GFP カプセル化の段階では、GFP アイドルフレームは生成しない。そのため、生成された GFP データ列は FC-1200 クライアントデータ列に同期する。アダプテーション処理では 50/51 のレート圧縮を行なうため、GFP データ列の信号は、 $50/51 \times 10.51875\text{Gbit/s} \pm 100\text{ ppm}$ (つまり $10\,312\,500\text{ kbit/s} \pm 100\text{ppm}$)のビットレートとなる。

8800 オクテットの GFP フレームのデータ列は、OPU2e ペイロードのバイト構造(図 17-17 参照)を持つそれぞれの GFP フレームのバイト構造を整列することで、バイト同期で OPU2e へマッピングされる。64 固定スタッフ(FS)バイトは、OPU2e ペイロードの 1905 から 1920 列に追加される。すべての GFP フレームは同一の長さを持つ(8800 オクテット)。GFP フレームは、OPU2e ペイロード構造で整列されず、2 個の OPU2e フレームをまたがる。

入力 FC-1200 信号が信号故障の間 (つまり、入力ロスの場合)、入力 FC-1200 信号は INCITS 364 で規定されるように二つのローカル障害シーケンスオーダーセットを転送するそれぞれのブロックを伴う 66B ブロックのデータ列に置換される。この置換信号にはトランスコーディング処理が適用される。

(注) ローカル障害シーケンスのオーダーセットは、/K28.4/D0.0/D0.0/D1.0/である。66B ブロックは、次の値 SH=10 0x6556 00 00 01 00 00 00 01 を含む。

入力 ODU2e/OPU2e 信号が信号故障状態の場合(つまり、ODU2e-AIS, ODU2e-LCK, ODU2e-OCI 状態の場合)、66B ブロックのデータ列は、失われた FC-1200 信号の置換信号として生成される。各 66B ブロックは INCITS 364 に規定されるように 2 個のローカル障害シーケンスオーダーセットも転送する。

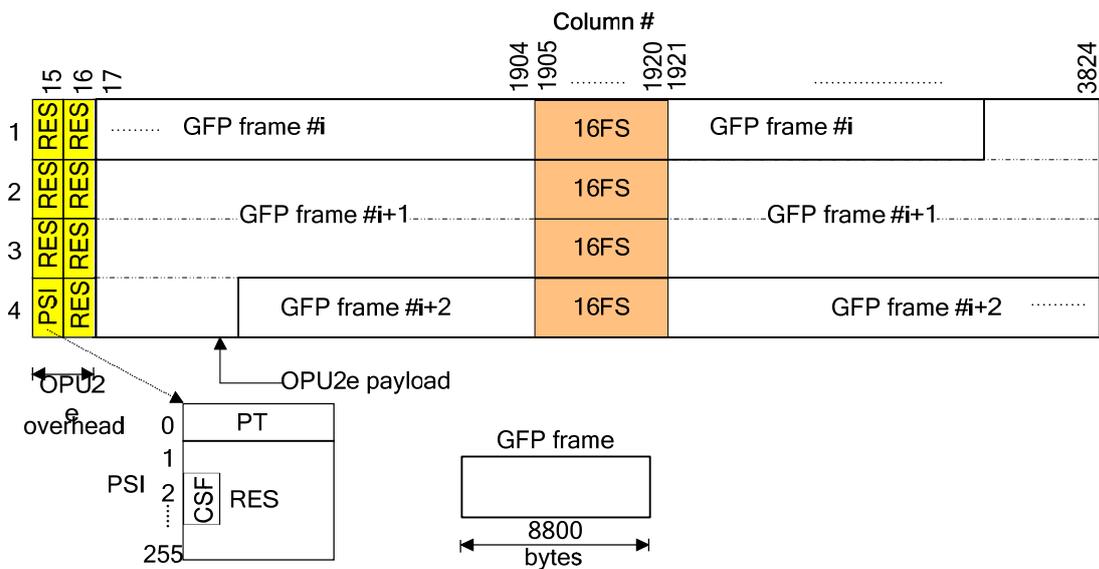


図17-17/JT-G709_トランスコード化されたFC-1200のOPU2eへのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

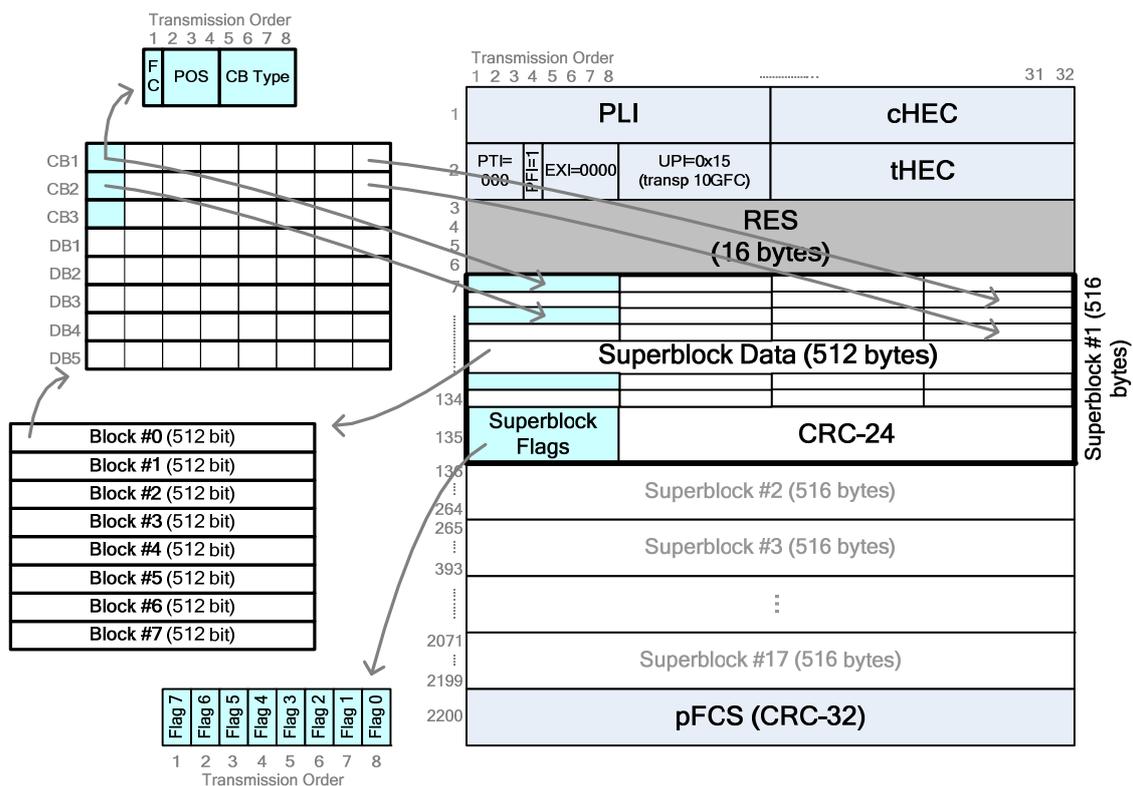


図17-18/JT-G709_FC-1200のGFPフレームフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

GFP フレーム化は受信機によるスーパーブロック構造の区切りを容易にするために使用される。8 個の 513B ブロックのそれぞれのリーディングフラグビットは、513 オクテットスーパーブロックデータ領域(スーパーブロックフラグのラベルが付与される)の最後の 1 単一オクテット内に再配置される。

制御情報(フラグ、FC、POS、CB_Type)の 1~65 オクテット内でのエラーにより、誤った復号が行なわれるリスクを最

小化するため、制御情報を含むそれぞれのスーパーブロックに渡って CRC-24 が計算され、516 オクテットスーパーブロックの形が付加される。CRC-24 の計算が行なわれる 516 オクテットスーパーブロック内の 65 オクテットは、オクテット $(1+8n)$ 、 $n=0.64$ (つまり、オクテット 1, 9, 17, ..., 513) である。CRC-24 の生成多項式は、 $G(x) = x^{24} + x^{21} + x^{20} + x^{17} + x^{15} + x^{11} + x^9 + x^8 + x^6 + x^5 + x + 1$ (初期値は全て 1)、ここで、 x^{24} は MSB、 x^0 は LSB に相当する。このスーパーブロック CRC は次のステップを使って、ソースアダプテーション処理によって生成される。

- 1) 519 段の生成多項式 $M(x)$ の係数を表す 520 ビットのパターンを形成するために、制御情報 (フラグ、POS、CB_Type) の 65 オクテットは、ネットワークオクテット順序 (図 17-18) をとり、MSB が最初のビットとなる。
- 2) $M(x)$ は x^{24} を乗算して $G(x)$ で割り (モジュロ 2)、23 段以下のリマインダ $R(x)$ を生成する。
- 3) $R(x)$ の係数は 24 ビットシーケンスになると考えられる。ここで、 x^{23} は MSB となる。
- 4) 反転した後、この 24 ビットシーケンスが CRC-24 となる。

正確には、これらの 516 オクテットスーパーブロックのうちの 17 は、標準 GFP コア、タイプヘッダ、16 オクテットの予約として先に固定される。GFP フレームあたりの 516 オクテットスーパーブロック数は先に分かるので、このマッピング手順は (ストアアンドフォワードと反対の) カットスルー操作が可能であり、マッピング遅延を最小化することができる。

ペイロード FCS (CRC-32) は、それぞれの GFP フレームの最後に付加され、G.7041 の GFP フレームのペイロード情報領域に渡って計算される。ペイロード FCS の目的は、GFP ペイロード領域内においてビットエラーが発生したかどうかを明らかにすることであり、したがってスーパーブロック CRC-24 (スーパーブロック内の制御オーバーヘッドのみをカバーする) 当りのカバー範囲が増加する。また、ペイロード FCS の目的は静的な収集のみにある。

GFP ペイロード領域内の全てのオクテットは、G.7041 の $X^{43} + 1$ 自己同期スクランブラによりスクランブルされる。

17.9 supra-2.488 CBR Gbit/s 信号の OPUflex へのマッピング

supra-2.488 CBR Gbit/s クライアント信号 (± 100 ppm のビットレート許容偏差まで) の OPUflex へのマッピングは、ビット同期マッピング手順 (BMP) によって実行される。表 17-18 はこの勧告で定義されるクライアントが示されている。

一定ビットレートのクライアント信号を OPUflex にマッピングする機能を有するビット同期マッピング手順は、スタッフ制御信号は生成しない。

ビット同期マッピングの OPUflex クロックはクライアント信号から抽出される。入力クライアント信号が信号故障状態の間 (つまり、入力 LOS の場合)、この故障入力信号は表 17-19 で定義される適切な置換信号に置き換えられる。OPUflex ペイロード信号のビットレートは、表 7-3 に記載されている範囲内にあり、周波数もフレーム位相不連続性などは導入されない。入力信号の再同期は周波数やフレーム位相の不連続性とは関係なく実行される。

入力 ODUflex/OPUflex が信号故障の間 (つまり、ODUflex-AIS、ODUflex-LCK、ODUflex-OCI の状態の場合)、故障クライアント信号は、表 17-19 で定義される適切な置換信号に置き換えられる。

マッピングのための OPUflex オーバーヘッドは以下から成る。

- 表 15-8 で記載されているペイロードタイプ (PT)、クライアント信号故障 (CSF)、将来の国際標準のための 254 バイト + 7 ビットの予約 (RES) からなるペイロード構造識別子 (PSI)
- 将来の国際標準のための 7 バイトの予約 (RES)

このマッピングのための OPUflex ペイロードは、 4×3808 バイトから成る (図 17-19)。クライアント信号の連続 8 ビット列 (必ずしもバイトではない) は、BMP 制御機能の制御のもとで OPUflex ペイロード領域の 1 バイトにマッピングされる。OPUflex ペイロード領域内の各バイトは、8 個のクライアントビットを転送する。

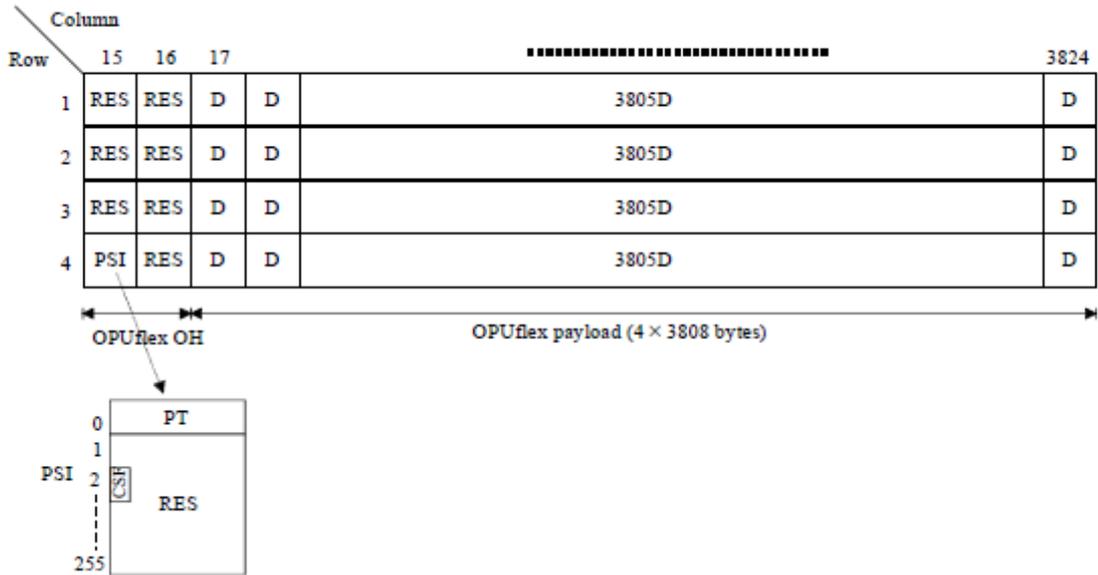


図17-19/JT-G709_supra-2.488 Gbit/s クライアント信号のマッピングのためのOPUflexフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

表17-14/JT-G709_supra-2.488G CBRクライアント信号 (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート(kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)
FC-400	4 250 000	± 100
FC-800	8 500 000	± 100

表17-15/JT-G709_supra-2.488G CBRクライアントのための置換信号 (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート許容偏差 (ppm)
FC-400	今後の検討課題	± 100
FC-800	今後の検討課題	± 100

18 コンカチネーション

OTN におけるコンカチネーションは、OPUk 信号のバーチャルコンカチネーションにより実現される。

18.1 OPUk信号のバーチャルコンカチネーション

18.1.1 OPUkバーチャルコンカチネーション(OPUk-Xv, k=1...3, X=1...256)

OPUk-Xv (k=1,2,3)フレーム構造は図 18-1 に示され、オクテットを基準としたブロックフレームの 4 行の X×3,810 列で構成される

(注) OPUk (k=0,2e,4,flex)のバーチャルコンカチネーションはサポートしない。

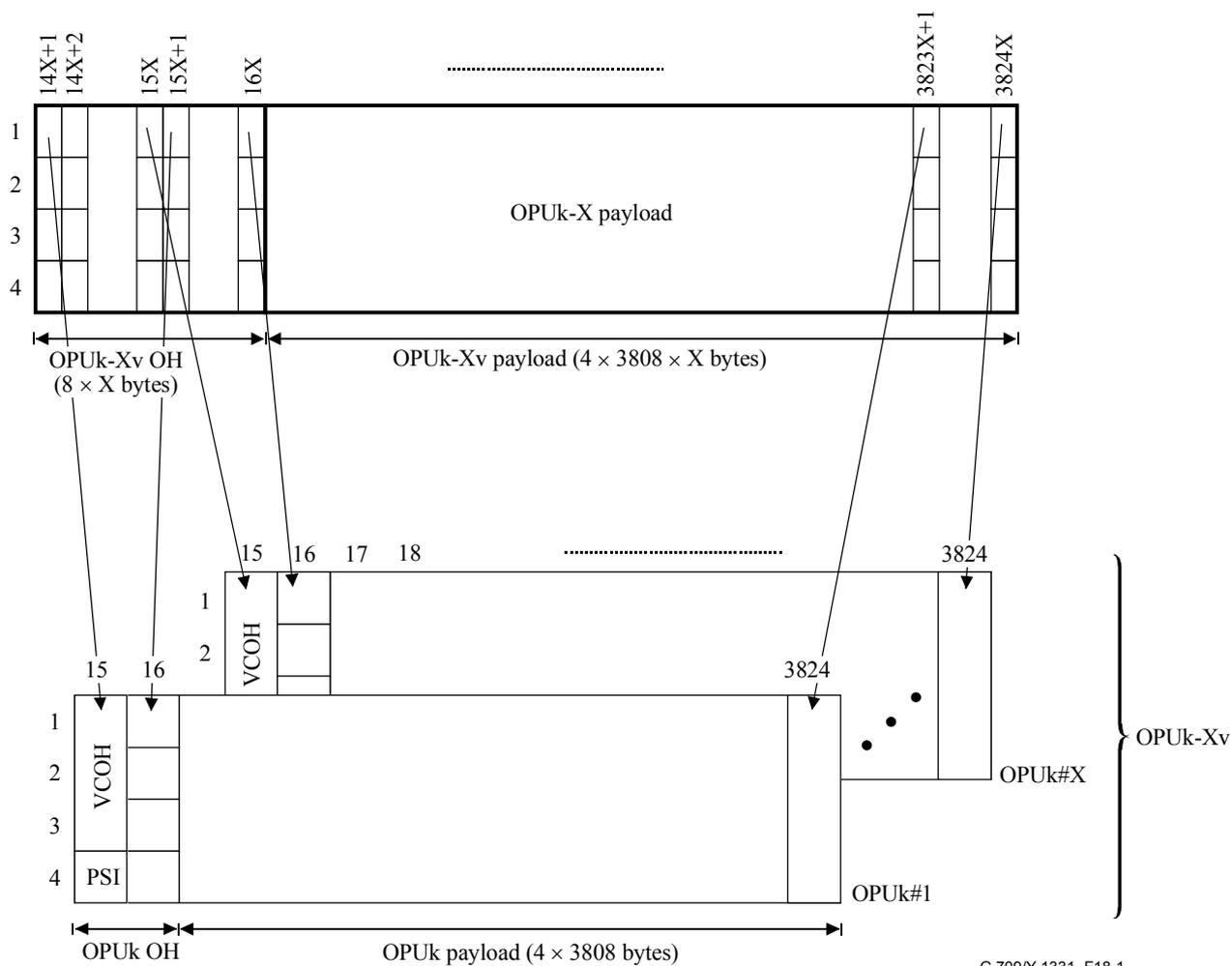


図18-1/JT-G709_ OPUk-Xv構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

OPUk-Xv フレームの 2 個の主要なエリアは、OPUk-Xv オーバーヘッドエリアと OPUk-Xv ペイロードエリアである。OPUk-Xv の 14X+1 から 16X 行目は OPUk-Xv オーバーヘッドエリアを提供し、OPUk-Xv の 16X+1 から 3824X 行目は OPUk-Xv ペイロードエリアを提供する。

(注) : OPUk-Xv の行番号は、ODUk フレームの OPUk 行により導出される。

OPUk-Xv は、図 18-1 で示される $X \times 238 / (239-k) \times 4^{(k-1)} \times 2,488,320 \text{ kbit/s} \pm 20\text{ppm}$ のペイロード帯域を持つ、X 個の OPUk ペイロードエリア(OPUk-X-PLD)で構成された連続ペイロードエリアを提供する。OPUk-X-PLD は、OPUk-Xv を作る X 個の個別 OPUk にマッピングされる。

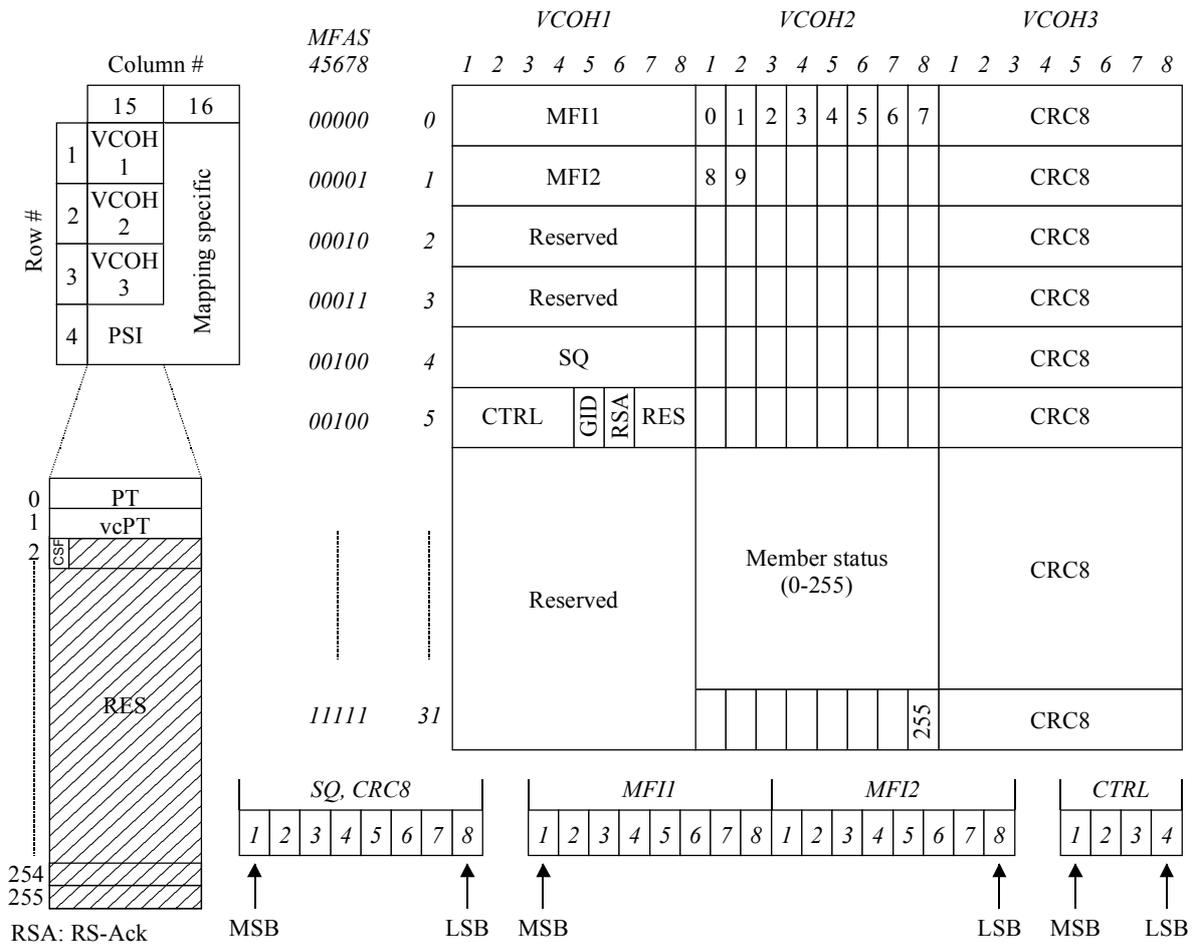
各 OPUk-Xv 内の OPUk は ODUk 内を転送され、X 個の ODUk は ODUk-Xv を作る。各 ODUk-Xv 内の ODUk は各々ネットワーク内を転送される。ODUk の異なる伝送遅延により、各 ODUk と対応する OPUk の間の遅延差が発生する。この遅延差は補償されなければならない、連続ペイロードエリアへのアクセスのため、各 OPUk を再同期する必要がある。

18.1.2 OPUk-Xv OH記述

18.1.2.1 OPUk-Xv OHの配置

OPUk-Xv のオーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とクライアント信号故障(CSF)を含むペイロード構造識別子(PSI)の X 倍、バーチャルコンカチネーションの個別シーケンスとマルチフレームの識別に使用される X 倍のバーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)、図 18-1 に示される OPUk ペイロードへのクライアント信号のマッピングに対応するオーバーヘッド(例: スタッフ制御と機会ビット)から構成される。PSI と VCOH オーバーヘッドは OPUk-Xv の OPUk ごとに特定され、マッピング特定(Mapping specific)オーバーヘッドは連結された信号に関する。

OPUk-Xv の VCOH は OPUk 毎に 3 バイトで構成される。各 OPUk の VCOH バイトは、図 18-2 に定義されるように使用される。



G.709/Y.1331_F18-2

図18-2/JT-G709_OPUk-Xvバーチャルコンカチネーションオーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

18.1.2.2 OPUk-Xv OH定義

18.1.2.2.1 OPUk-Xvペイロード構造識別子(PSI)

15.9.2 項で定義される 256 バイトのペイロード構造識別子(PSI)信号を転送するために、OPUk-Xv の各 OPUk において 1 バイトが 4 行目の 15 列目に割当てられている(図 18-2)。

PSI[1]は、バーチャルコンカチネーション特定ペイロードタイプ識別子(vcPT)として使用される。

PSIの内容は OPUk-Xv の各 OPUk で等しい。

18.1.2.2.1.1 OPUk-Xvペイロードタイプ(vcPT)

OPUk-Xv ペイロードタイプ信号である 1 バイトは、OPUk-Xv 信号の構造を示すためのペイロード構造識別子の PSI[1] バイトとして定義される。コードポイントは、表 18-1 に定義する。

表18-1/JT-G709__バーチャルコンカチネーションOPUk(OPUk-Xv)信号のペイロードタイプ(vcPT)コードポイント (ITU-T G.709/Y.1331)

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	16進コード (注 1)	解釈
0 0 0 0	0 0 0 1	01	実験用マッピング (注 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	非同期 CBR マッピング、18.2.1 項と 18.2.2 項参照
0 0 0 0	0 0 1 1	03	ビット同期 CBR マッピング、18.2.1 項と 18.2.2 項参照
0 0 0 0	0 1 0 0	04	ATM マッピング、18.2.3 項参照
0 0 0 0	0 1 0 1	05	GFP マッピング、18.2.4 項参照
0 0 0 1	0 0 0 0	10	オクテットタイミングのビット列のマッピング、18.2.6 項参照
0 0 0 1	0 0 0 1	11	オクテットタイミングでないビット列のマッピング、18.2.6 項参照
0 1 0 1	0 1 0 1	55	利用不可(注 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	利用不可(注 2)
1 0 0 0	x x x x	80-8F	占有の使用用途に予約されたコード(注 4)
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	NULL 試験信号マッピング、18.2.5.1 項参照
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	PRBS 試験信号マッピング、18.2.5.2 項参照
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	利用不可(注 2)

(注 1) 将来の国際標準用に残しておく 228 の予備コードがある。これらのコードを新ペイロードタイプ用に獲得する手順は、G.806 の付属資料 A を参照のこと。

(注 2) : 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 保守信号の中に存在する。

(注 3) : 値「01」は、本表の中で定義されない試験用アクティビティの場合にのみ使用される。本コードの使用に関する詳細情報については、G.806 の付属資料 A を参照のこと。

(注 4) : これらの 16 コード値は、将来の標準化対象ではない。これらのコードの使用に関する詳細情報については、G.806 の付属資料 A を参照のこと。

18.1.2.2.1.2 OPUk-Xvペイロード構造識別子予約オーバーヘッド(RES)

253 バイトが将来の国際標準化のために OPUk PSI 内に予約されている。これらのバイトは、OPUk オーバーヘッドの PSI[3]から PSI[255]に位置付けられている。これらのバイトには、全て 0 がセットされる。

18.1.2.2.1.3 OPUk-Xvクライアント信号故障(CSF)

ローカルのマネージメントシステムをサポートするため、OTN の入出力において OPUk-Xv 内にマッピングされたクライアント信号の信号故障状態を転送するための単一ビット OPUk-Xv クライアント信号(CSF)識別子を定義する。

OPUk-Xv CSF はペイロード構造識別子の PSI[2]バイトのビット 1 に位置している。PSI[2]バイトのビット 2 と 8 は、将来の国際標準のための予約となる。これらのビットは全て 0 に設定される。

OPUk-Xv CSF は信号故障状態のときは 1 に設定され、それ以外は 0 に設定される。

(注) 本 TTC 標準の第 1 版に準じて設計された装置は、OPUk-Xv CSF は 0 が生成され、OPUk-Xv CSF の値はいずれも無視されることとなる。

18.1.2.2.2 OPUk-Xvバーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH1/2/3)

OPUk-Xv の OPUk 毎に 3 バイトが、バーチャルコンカチネーション特定オーバーヘッドとして 8×3 バイト $\times 32$ フレーム構造一組を伝送するために使用される。これらのバイトは、図 18-2 に示されるように 15 列目の 1、2 および 3 行目に位置している。

その構造は ODUk マルチフレームに同期しており、MFAS の 4、5、6、7 および 8 ビット目にロックしている。

その構造は 256 マルチフレームで 8 回繰り返される。

その構造はマルチフレームシーケンスと LCAS 制御オーバーヘッドを伝送するために使用される。

18.1.2.2.2.1 OPUk-Xvバーチャルコンカチネーションマルチフレーム識別子(MF1、MF2)

2 段階マルチフレームが、遅延差測定(バーチャルコンカチとして扱われるグループ内のメンバ信号の間)と(これらの遅延差の)補正を、受信部内の再同期処理によって実施するよう導入されている。

第 1 段階は、8 ビットのマルチフレーム識別のためにフレーム同期オーバーヘッドの MFAS を使用する。MFAS は ODUk フレームごとにインクリメントされ、0 から 255 までカウントされる。

第 2 段階は VCOH 内の MF1 および MF2 オーバーヘッドバイトに使用する。それらは MF1 の最上位ビットから MF2 の最下位ビットにより 16 ビットのマルチフレームカウンタを形成する。

MF1 は VCOH1[0]に MF2 は VCOH1[1]に位置する。

第 2 段階のマルチフレームカウンタは 0 から 65,535 までカウントし、第 1 個段階の各マルチフレームの最初(MFAS=0)でインクリメントされる。

総合マルチフレーム(1 番目のマルチフレームカウンタと 2 番目のマルチフレームカウンタの結合)は 16,777,216 ODUk フレーム長である。

OPUk-Xv の始まりでは、OPUk-Xv の各 OPUk すべてのマルチフレームシーケンスは等しい。

再同期処理は少なくとも $125 \mu s$ の遅延差を補償出来なければならない。

18.1.2.2.2.2 OPUk-Xvシーケンス識別子(SQ)

シーケンス識別子 SQ は、図 18-1 のように OPUk-Xv の各 OPUk が連続した OPUk-X-PLD を形成するために結合されているシーケンス/次数と等しい。

8 ビットのシーケンス番号 SQ(256 まで X の値をサポート)は VCOH1[4]で伝送される。VCOH1[4]のビット 1 は最上位ビットであり、ビット 8 は最下位ビットである。

OPUk-Xv の各 OPUk は 0 から $(X-1)$ の範囲に固定でユニークなシーケンス番号を持っている。OPUk-Xv の最初のタイムスロットを転送する OPUk は、シーケンス番号 0 を持ち、2 番目のタイムスロットを転送する OPUk はシーケンス番号 1、というようにタイムスロット X を転送する OPUk はシーケンス番号 $(X-1)$ を持つ。

固定された帯域幅を要求するアプリケーションでは、シーケンス番号が固定されて割当てられ、再構成出来ない。このことは、OPUk-Xv の構成が、トレースを使用しないでチェックするか、もしくは ODUk のトレイル終端機能リソースグループの一部であるトレイル終端機能を持つ多数の ODUk 信号を經由して転送させるかのいずれかを許容することである。使用法と運用法については ITU-T 勧告 G.7042/Y1305 を参照。

18.1.2.2.2.3 OPUk-Xv LCAS制御ワード(CTRL)

LCAS 制御ワード(CTRL)は VCOH1[5]のビット 1 から 4 に位置付けられている。VCOH1[5]のビット 1 は最上位ビットであり、ビット 4 は最下位ビットである。

LCAS 制御コマンド、それらの符号化および運用法については ITU-T 勧告 G.7042/Y1305 を参照。

18.1.2.2.2.4 OPUk-XvLCASメンバ状態フィールド(MST)

LCAS メンバ状態フィールド(MST)は、OPUk-Xv の各 OPUk の状態を通知する。シンクからソースまでの状態を通知するため、OPUk 毎に 1 ビットが用いられる。VCOH2[0] から VCOH2[31]は図 18-2 のように使用される。符号化および運用については ITU-T 勧告 G.7042/Y1305 を参照。

全メンバ(256)の状態は $1,567 \mu s(k=1)$ 、 $390 \mu s(k=2)$ および $97 \mu s(k=3)$ で伝送される。

18.1.2.2.2.5 OPUk-Xv LCASグループ識別(GID)

LCAS グループ識別(GID)は、1 個のトランスミッタから生成される全ての到着チャンネルを検証する手段をレシーバーに提供する。符号化および運用については ITU-T 勧告 G.7042/Y1305 を参照。

VCOH1[5]のビット 5 は GID に使用される。

18.1.2.2.2.6 OPUk-Xv LCAS再シーケンス応答(RS-Ack)

再シーケンス応答、シンクからソースへの再シーケンスやシーケンスの増加や減少の識別が検知される。符号化および運用については ITU-T 勧告 G.7042/Y1305 を参照。

VCOH1[5]のビット 6 は RS-Ack に使用される。

18.1.2.2.2.7 OPUk-Xv LCAS巡回冗長検査(CRC)

VirtConc LCAS OH の高速な取り込みのために 8 ビットの CRC チェックが提供されている。CRC-8 はフレーム毎に VCOH1 と VCOH2 にわたり計算され、VCOH3 に挿入される。CRC-8 多項式は $x^8+x^3+x^2+1$ である。運用については ITU-T 勧告.G.7042/Y1305 を参照。

18.1.2.2.2.8 OPUk-Xv VCOH予約オーバーヘッド

予約された VCOH は、全て 0 にセットされる。

18.1.2.2.3 OPUkマッピング特定オーバーヘッド

4 バイトの X 倍がマッピング特定オーバーヘッドとして OPUk オーバーヘッドに予約されている。これらのバイトは列 $15X+1$ から列 $16X$ に位置している。

これらのバイトの使用は特定クライアントの信号マッピングに依存する(18.2 節で定義されている)。

18.2 クライアント信号のマッピング

18.2.1 OPUk-4vへのCBR信号(例,STM-64/256)のマッピング

OPUk-4v への CBR 信号($\pm 20\text{ppm}$ 以上のビットレート許容偏差)のマッピングは、汎用 OPUk-4v フレーム構造に基づいた 2 個の異なるモード(非同期かビット同期)によって行われる場合がある(図 18-3 を参照)。

(注 1) : このような信号の例は STM-64 と STM-256 である。

(注 2) : このマッピング機構で適用出来る OPUk-4v とクライアント信号のクロックとの間の最大ビットレート許容偏差は

±65ppm である。OPUk-4v クロックが±20ppm のビットレート許容偏差とすると、クライアント信号のクロックは ±45ppm とすることが出来る。

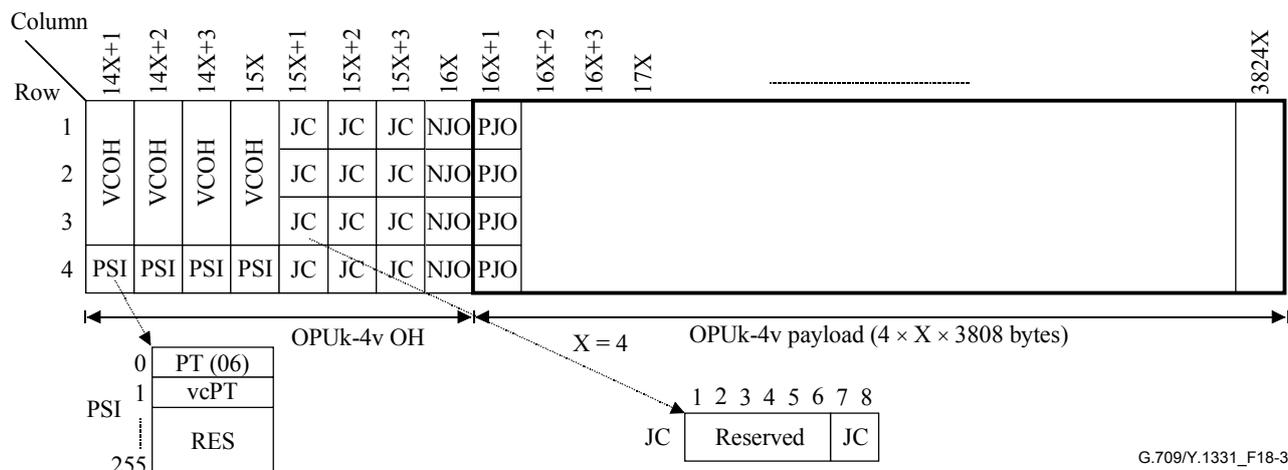


図18-3/JT-G709_CBR10GとCBR40G信号のマッピングにおけるOPUk-4vフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

これらのマッピングにおける OPUk-4v オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含む X(X=4)倍のペイロード構造識別子(PSI)、X 倍のバーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)、行毎に3つのスタッフィングコントロール(JC)バイトおよび1個の負スタッフ用(NJO)バイトからなる。JC バイトはスタッフ制御用に2ビットと、将来の国際標準化用に予約された6ビットからなる。

これらのマッピングにおける OPUk-4v ペイロードは 4×3,808 バイトの X(X=4)倍からなり、行毎に正スタッフ用(PJO) バイトを含んでいる。

各行の 15X+1(61)列目、15X+2(62)列目および 15X+3(63)列目に位置するスタッフ制御(JC)信号のビット7と8は、各行の 16X(64)列目と 16X+1(65)列目の2個のスタッフ用フィールド NJO と PJO を制御するために使用される。

非同期およびビット同期マッピング処理は、表 17-1 と表 17-2 それぞれによると JC、NJO および PJO を生成している。デマッピング処理は、表 17-3 によると JC、NJO および PJO を解釈する。3分の2の多数決論理は3つの JC 信号のうち1個の JC 信号エラーを保護するためのデマッピング処理でスタッフ制御の決定に使用されなければならない。

NJO と PJO に含まれる値は、それらがスタッフバイトとして使用される時には全て0である。レシーバーは、それらがスタッフバイトとして使用される時はいつでも、これらのバイトに含まれる値を無視する必要がある。

入力側 CBR クライアント信号の信号故障状態(例えば、入力信号断の場合)の間、信号は 16.6.1 項で定められるように汎用 AIS 信号に置き換えられ、それから OPUk-4v にマッピングされる。

入力側 ODUk/OPUk-4v 信号の信号故障状態(例えば、ODUk-AIS、ODUk-LCK、ODUk-OCI 状態の場合)の間、16.6.1 項で定められた汎用 AIS パターンは、損失した CBR 信号の代替信号として生成される。

非同期マッピング

非同期マッピングによる OPUk-4v 信号は、(表 7-3 で定められた制約内で)局所的に生成されたクロックから生成され、CBR(すなわち $4^{(k)} \times 2,488,320$ kbit/s)クライアント信号とは独立である。

CBR(すなわち $4^{(k)} \times 2,488,320$ kbit/s)信号は、正/負/ゼロ(pnz)スタッフ法を使用して OPUk-4v 内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による OPUk-4v クロックは、CBR(すなわち $4^{(k)} \times 2,488,320$ kbit/s)クライアント信号より抽出される。入力側 CBR クライアント信号の信号故障状態(例えば、入力信号断の場合)の間、OPUk-4v ペイロード信号のビット

レート許容偏差は表 7-3 に定められる規定内でなければならず、周波数もフレーム位相も不連続性が発生してはならない。入力側 CBR 信号の再同期化は、周波数やフレーム位相不連続性を発生させずに行われなければならない。

CBR(すなわち $4^{(k)} \times 2,488,320$ kbit/s)信号は、OPUk-Xv フレーム内のスタッフ容量を使用せずに OPUk-4v 内にマッピングされる。: NJO は 4 個のスタッフバイトを含み、PJO は 4 個のデータバイトを含み、JC 信号は 00 に固定される。

18.2.1.1 OPU1-4vへのCBR 10G信号(例,STM-64)のマッピング

CBR10G 信号における連続 8 ビット(1 個のバイトである必要はない)のグループが OPU1-4v のデータ(D)バイトにマッピングされる(図 18-4 参照)。OPU1-4v 行毎に 1 回(OPU1-4v フレーム毎に 4 回)、正か負のスタッフ動作のいずれかが実行可能である。

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17v		X = 4	3824X
1	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 3808D - 1	
2	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 3808D - 1	
3	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 3808D - 1	
4	PSI	PSI	PSI	PSI	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 3808D - 1	

図18-4/JT-G709__ OPU1-4vへのCBR10G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

18.2.1.2 OPU2-4vへのCBR 40G信号(例,STM-256)のマッピング

CBR40G 信号における連続する 8 ビット列(1 個のバイトである必要はない)が OPU2-4v のデータ(D)バイトにマッピングされる(図 18-5 参照)。64 固定スタッフ(FS)の X 倍のバイトが 1,904X+1 列目から 1,920X 列目に加えられる。OPU2-Xv 行毎に 1 回(OPU2-4v フレーム毎に 4 回)、正か負のスタッフ動作のいずれかが実行可能である。

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17v	.....	1904X	1904X+1	.....	1920X	1920X + 1	.....	3824X
1	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 118 × 16D - 1	4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
2	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 118 × 16D - 1	4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
3	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 118 × 16D - 1	4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
4	PSI	PSI	PSI	PSI	JC	JC	JC	JC	NJO	NJO	PJO	PJO		4 × 118 × 16D - 1	4 × 16FS		4 × 119 × 16D			

図18-5/JT-G709__ OPU2-4vへのCBR40G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

18.2.2 OPUk-16vへのCBR信号(例,STM-256)のマッピング

OPUk-16v への CBR 信号(± 20 ppm 以上のビットレート許容偏差)のマッピングは、ジェネリックな修正 OPUk-16v フレーム構造に基づく 2 個の異なるモード(非同期かビット同期)により行ってもよい(図 18-6 を参照)。この修正 OPUk-16v フレーム構造は、フレーム全体にわたって分散された OPUk-16v オーバーヘッドの一部を含む;したがって、15X+5 列目から 16X 列目は、OPUk-16v ペイロード領域の中にあることになる。

(注 1): このような信号の例は STM-256 である。

(注 2): このマッピング機構で適用出来る OPUk-16v とクライアント信号のクロックとの間の最大ビットレート許容偏差

は±65ppm である。OPUk-16v クロックに対し±20ppm のビットレート許容偏差とすると、クライアント信号のビットレート許容偏差は±45ppm とすることが出来る。

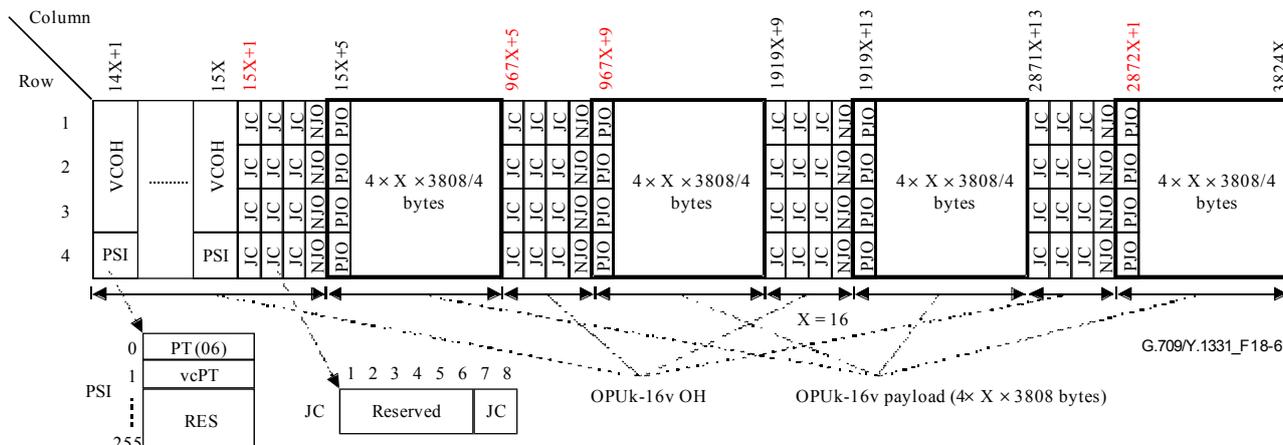


図18-6/JT-G709__OPU2-4vへのCBR40G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

これらのマッピングにおける OPUk-16v オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含む X(X=16)倍のペイロード構造識別子(PSI)、X 倍のバーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)、行毎の 4×3 スタッフイングコントロール(JC)バイトおよび 4×1 負スタッフ用(NJO)バイトからなる。JC バイトはスタッフ制御用の 2 ビットと将来の国際標準化用に予約された 6 ビットからなる。

これらのマッピングにおける OPUk-16v ペイロードは 4×15,232 バイトの 4 ブロックからなり、行毎に 4×1 正スタッフ用(PJO)バイトを含んでいる。

図 18-3 に示されるように位置付けられているスタッフ制御(JC)信号で、ビット 7 と 8 は、各行の 2 列の 2 個のスタッフ用フィールド NJO と PJO を制御するために使用されている。

非同期およびビット同期マッピング処理は、表 17-1 と表 17-2 それぞれによると JC、NJO および PJO を生成している。デマッピング処理は、表 17-3 によると JC、NJO および PJO を解釈する。3 つの JC 信号のうち 1 個の JC 信号のエラーを保護するためのデマッピング処理でスタッフ制御の決定には、3 分の 2 の多数決論理を使用しなければならない。

NJO と PJO に含まれる値は、それらがスタッフバイトとして使用される時には全て 0 である。レシーバーは、それらがスタッフバイトとして使用される時はいつでも、これらのバイトに含まれる値を無視する必要がある。

入力側 CBR クライアント信号の信号故障状態(例えば、入力信号断の場合)の間、信号は 16.6.1 項で定められるように汎用 AIS 信号に置き換えられ、それから OPUk-16v にマッピングされる。

入力側 ODUk/OPUk-16v 信号の信号故障状態(例えば、ODUk-AIS、ODUk-LCK、ODUk-OCI 状態の場合)の間、16.6.1 項で定められた汎用 AIS パターンは、損失した CBR 信号の代替信号として生成される。

非同期マッピング

非同期マッピングによる OPUk-16v 信号は、(表 7-3 で定められた制約内で)局所的に生成されたクロックから生成され、CBR(すなわち $4^{(k+1)} \times 2,488,320$ kbit/s)クライアント信号とは独立である。

CBR(すなわち $4^{(k+1)} \times 2,488,320$ kbit/s)信号は、正/負/ゼロ(pnz)スタッフ法を使用して OPUk-16v 内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による OPUk-16v クロックは、CBR クライアント信号より抽出される。入力側 CBR クライアン

ト信号の信号故障状態(例えば、入力信号断の場合)の間、OPUk-16v ペイロード信号のビットレート許容偏差は、表 7-3 に定める規定内でなければならず、周波数もフレーム位相も不連続性が発生してはならない。入力側 CBR 信号の再同期化は、周波数やフレーム位相の不連続性を発生させずに行われなければならない。

CBR(すなわち $4^{(k+1)} \times 2,488,320$ kbit/s)信号は、OPUk-16v フレーム内のスタッフ容量を使用せずに OPUk-16v 内にマッピングされる。: NJO は 4 個のスタッフバイトを含み、PJO は 4 個のデータバイトを含み、JC 信号は 00 に固定される。

18.2.2.1 OPU1-16vへのCBR 40G信号(例,STM-256)のマッピング

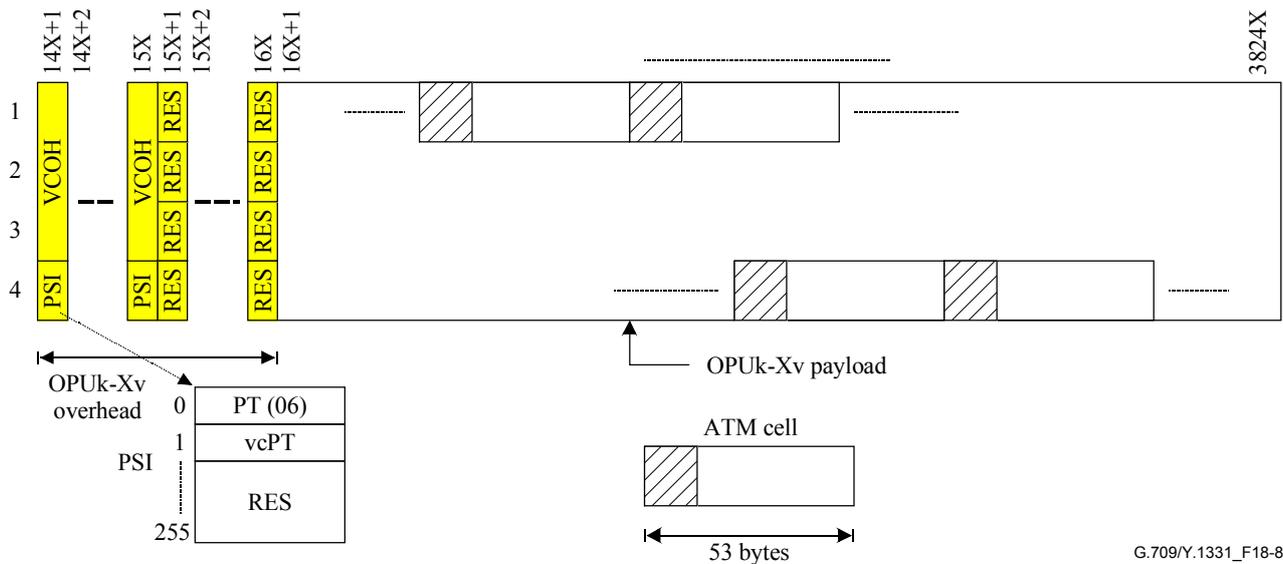
CBR40G 信号における連続する 8 ビット列(1 個のバイトである必要はない)が OPU1-16v のデータ(D)バイトにマッピングされる(図 18-7 参照)。 OPU1-16v 行毎に 1 回(OPU1-16v フレーム毎に 16 回)、正か負のスタッフ動作のいずれかが実行可能である。

Row #		Column #																											
		14X+1	15X	15X+1	15X+5	X = 16	967X+4	968X+9	1919X+9	1919X+13	2871X+13	2871X+18	3824X																
1	VCOH		JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D
2	...	VCOH	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D
3	...	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	
4	PS I	PSI	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D

図18-7/JT-G709_OPU1-16vへのCBR40G信号のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

18.2.3 OPUk-XvへのATMセル列のマッピング

OPUk-Xv ペイロード領域に等しい容量を持つ固定ビットレート許容偏差の ATM セル列は、ATM VP 信号群の ATM セルを多重化することによって生成される。レートアダプテーションは、空セルの挿入もしくはセルの廃棄によるセル列生成処理の一部として実行される(JT-I.432.1 を参照のこと)。ATM セル列は、OPUk-Xv ペイロードバイト構造へ配列された ATM セルバイト構造として OPUk-Xv ペイロード領域にマッピングされる(図 18-8 参照)。 ATM セル境界は OPUk-Xv ペイロードバイト境界に以下のように配列される。 OPUk-Xv ペイロード容量($X \times 15,232$ バイト)はセル長(53 バイト)の整数倍ではないため、セルは OPUk-Xv フレーム境界をまたがる場合がある。



G.709/Y.1331_F18-8

図18-8/JT-G709__OPUk-Xvフレーム構造とOPUk-XvへのATMセルのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

ATMセルの情報フィールド(48バイト)はOPUk-Xvにマッピングされる前にスクランブルされなければならない。逆の手順では、OPUk-Xv信号を終端してから、ATMセルの情報フィールドをATM層に受け渡す前にデスクランブルされる。生成多項式 $x^{43}+1$ の自己同期スクランブラが使用されなければならない(JT-I.432.1に定められているように)。スクランブラは、セルの情報フィールドの継続中に機能する。5バイトのヘッダの間、スクランブラ機能は中断し、スクランブラ状態は保持される。受信側のデスクランブラは送信側スクランブラに始めは同期していないため、起動時伝送された最初のセルは誤ることがある。セルの情報フィールドのスクランブルは、セル同期やOTUkとODUkフレーム同期信号を複製するセル情報フィールドの誤りに対して補正する必要がある。

ODUk終端後にOPUk-Xvペイロード領域からATMセル列を抽出する時、ATMセルは回復されなければならない。ATMセルヘッダにはヘッダ誤り制御(HEC)領域が含まれており、セル同期に到達するためのフレーム同期ワードに類似した方法で使用されることがある。このHEC法は、HECにより保護されるヘッダビット(32ビット)と、生成多項式 $g(x)=x^8+x^2+x+1$ の短くした巡回コードで計算された後にヘッダに挿入されたHECの制御ビット(8ビット)との間の相関を使用する。

この多項式の余剰は、セル同期性能を改良するために固定パターン「01010101」に加算される。この方法は、同期信号が固定でなくセルからセルで変化するような慣例的なフレーム同期回復に類似している。

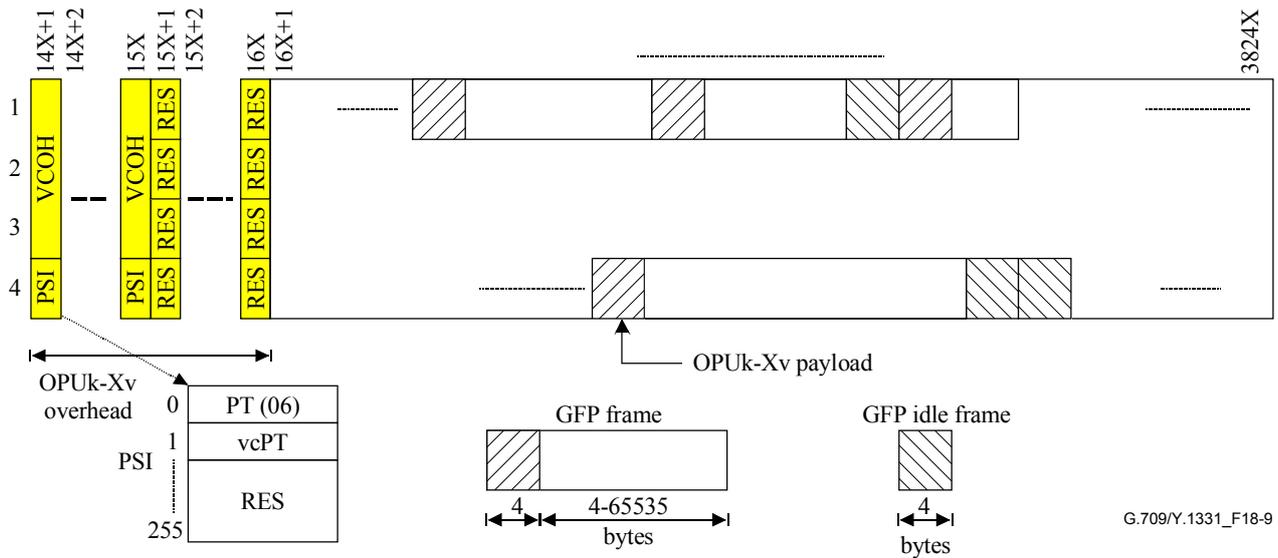
HECセル同期のさらなる情報は、JT-I.432.1で与えられている。

ATMマッピングにおけるOPUk-Xvオーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含むペイロード構造識別子(PSI)のX倍、バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)3バイトのX倍および将来の国際標準化(RES)のために予約された4バイトのX倍からなる。

ATMマッピングにおけるOPUk-Xvペイロードは、 $4X \times 3,808$ バイトからなる。

18.2.4 OPUk-XvへのGFPフレームのマッピング

ジェネリックフレーミングプロシージャ(GFP)のマッピングは、OPUk-Xvペイロードのバイト構造で全てのGFPフレームのバイト構造を同期させることにより実行される(図18-9参照)。GFPフレームは可変長のため(マッピングは最大フレーム長に対してどんな制限も課さない)、GFPフレームはOPUkフレーム境界をまたがる場合がある。GFPフレームはGFPヘッダとGFPペイロード領域からなる。



G.709/Y.1331_F18-9

図18-9/JT-G709_ OPUk-Xvフレーム構造とOPUk-XvへのGFPフレームのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

GFP フレームは、GFP カプセル化段階で GFP アイドルの挿入のため、OPUk-Xv ペイロード領域と等しい容量の連続ビット列として到達する。GFP フレーム列は、カプセル化されている間スクランブルされている。

(注): マッピング段階で必要とされているレートアダプテーションやスクランブルはない; これは GFP カプセル化処理で実行される。

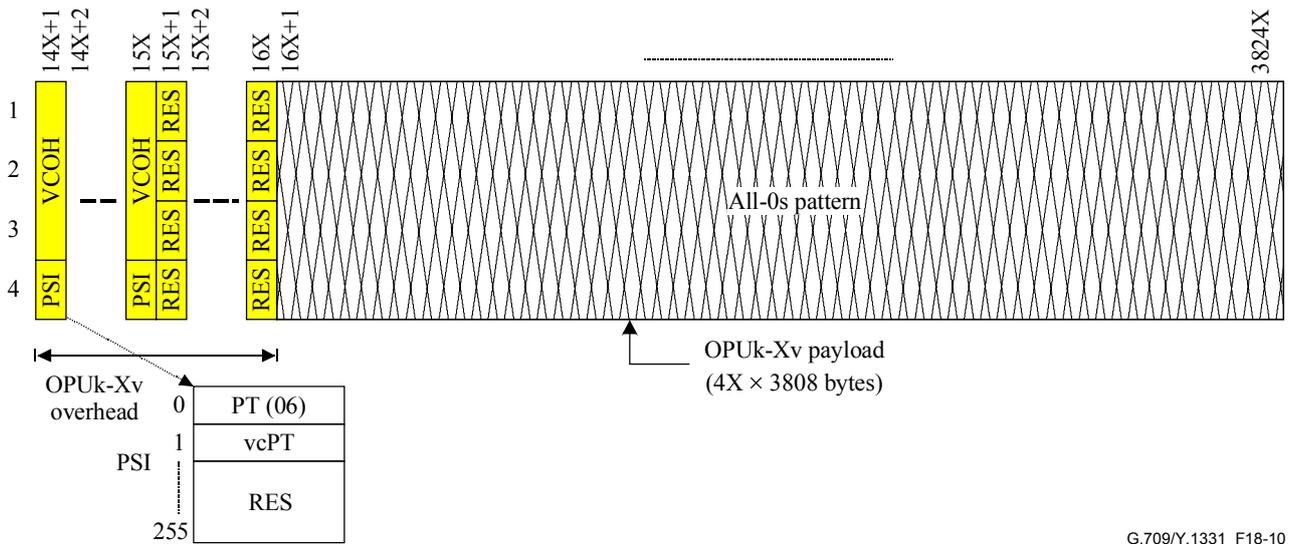
GFP マッピングにおける OPUk-Xv オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含むペイロード構造識別子(PSI)の X 倍、バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)3 バイトの X 倍および将来の国際標準化(RES)のために予約された 4 バイトの X 倍からなる。

GFP のマッピングにおける OPUk-Xv ペイロードは、 $4X \times 3,808$ バイトからなる。

18.2.5 OPUk-Xvへの試験信号のマッピング

18.2.5.1 OPUk-XvへのNULLクライアントのマッピング

全て 0 のパターン(図 18-10 参照)の OPUk-Xv ペイロード信号は試験目的として定義されている。これは NULL クライアントとして参照される。



G.709/Y.1331_F18-10

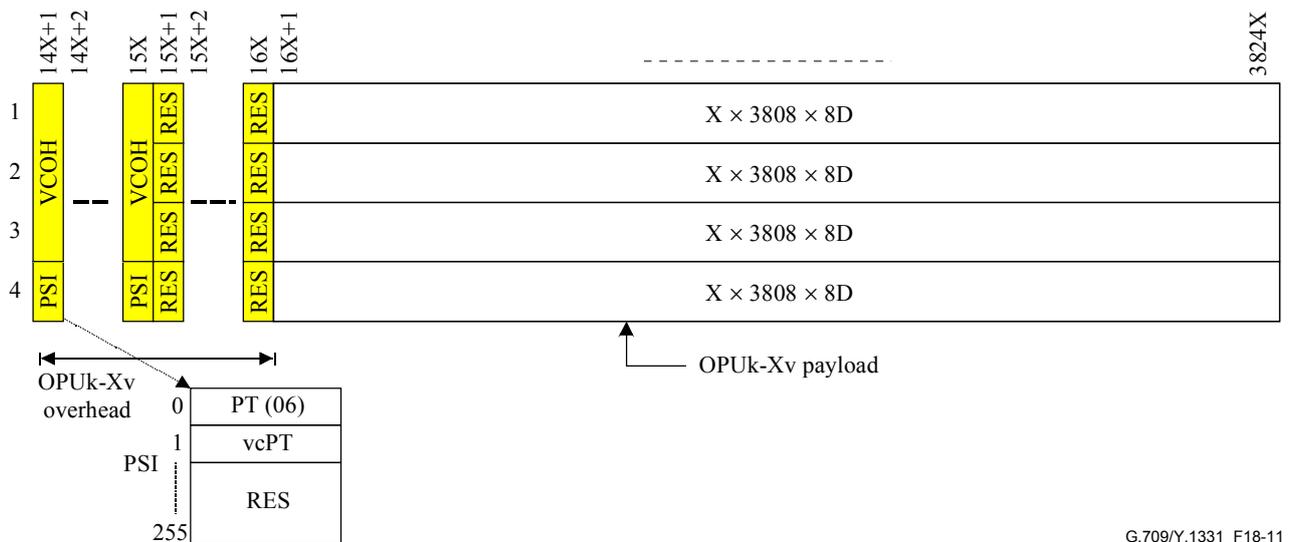
図18-10/JT-G709_ OPUk-Xvフレーム構造とOPUk-XvへのNULLクライアントのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

NULL のマッピングにおける OPUk-Xv オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含むペイロード構造識別子(PSI)の X 倍、バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)3 バイトの X 倍および将来の国際標準化(RES)のために予約された 4 バイトの X 倍からなる。

NULL のマッピングにおける OPUk-Xv ペイロードは、 $4X \times 3,808$ バイトからなる。

18.2.5.2 OPUk-XvへのPRBS試験信号のマッピング

ITU-T 勧告 O.150/5.8 節に定められた 2,147,483,647 ビット擬似ランダム試験シーケンス($2^{31}-1$)を、試験用途に OPUk-Xv ペイロードにマッピングする事が出来る。2,147,483,647 ビット擬似ランダム試験シーケンス信号の連続する 8 ビット列が ODU3 ペイロードの 8 データビット(8D)(すなわち、1 バイト)にマッピングされる(図 18-11 参照)。



G.709/Y.1331_F18-11

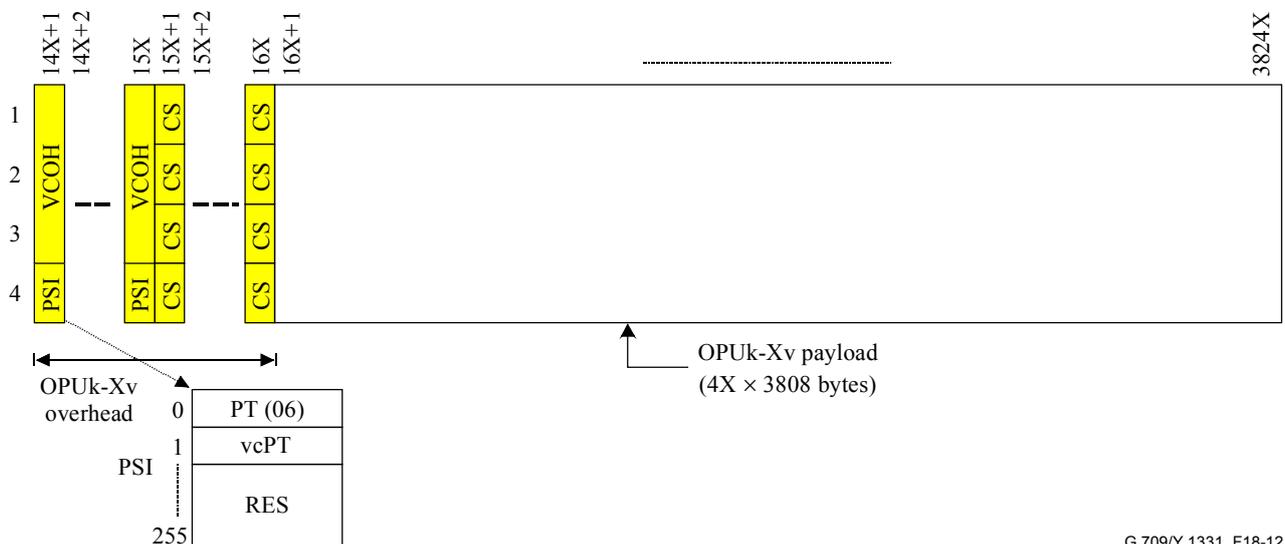
図18-11/JT-G709_ OPUk-Xvフレーム構造とOPUk-Xvへの2,147, 483,647ビット擬似ランダム試験シーケンスのマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

PRBS マッピングにおける OPUk-Xv オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含むペイロード構造識別子(PSI)の X 倍、バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)3 バイトの X 倍および将来の国際標準化(RES)のために予約された 4 バイトの X 倍からなる。

PRBS のマッピングにおける OPUk-Xv ペイロードは、 $4X \times 3,808$ バイトからなる。

18.2.6 OPUk-Xvへの非特定クライアントビット列のマッピング

本節の他項で定めたように、特定クライアント信号のマッピングに加えて、OPUk-Xv への非特定クライアントマッピングを定める。OPUk-Xv ペイロードに等しいビットレートである連続ビット列にカプセル化した後の任意のクライアント信号(群)を、OPUk-Xv ペイロードにマッピングする事が出来る(図 18-12 参照)。ビット列は OPUk-Xv 信号に同期していなければならない。スタッフ制御は同期連続ビット列生成処理に含まれていなければならない。同期連続ビット列は、OPUk-Xv ペイロードへのマッピング前にスクランブルして置かなければならない。



G.709/Y.1331_F18-12

図18-12/JT-G709_同期固定ビット列のマッピングにおけるOPUk-Xvフレーム構造 (ITU-T G.709/Y.1331)

マッピングにおける OPUk-Xv オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)とバーチャルコンカチネーションペイロードタイプ(vcPT)を含むペイロード構造識別子(PSI)の X 倍、バーチャルコンカチネーションオーバーヘッド(VCOH)3 バイトの X 倍およびクライアント特定目的(CS)のための 4 バイトの X 倍からなる。これらの CS オーバーヘッドバイトの定義はカプセル化処理の仕様において有効である。

この非特定マッピングにおける OPUk-Xv ペイロードは、 $4X \times 3,808$ バイトからなる。

18.2.6.1 OPUk-Xvへのオクテットタイミングのビット列のマッピング

オクテットタイミングが利用出来る場合、入力側データ列の各オクテットは OPUk-Xv ペイロードのデータバイト(オクテット)にマッピングされる。

18.2.6.2 OPUk-Xvへのオクテットタイミングなしのビット列のマッピング

オクテットタイミングが利用出来ない場合、入力側データ列の連続する 8 ビット列(1 オクテットの必要はない)は OPUk-Xv ペイロードのデータバイト(オクテット)にマッピングされる。

18.3 バーチャルコンカチネーションにおけるLCAS

ITU-T 勧告.G.7042/Y1305 を参照。

19 ODTU信号へのODUj信号とHO OPUkトリビュタリスロットへのODTUのマッピング

この章は、以下を定義する。

- クライアント/サーバーの具体的な AMP を使用しての HO OPU1 への ODU0、HO OPU2 への ODU1 そして、HO OPU3 への ODU1 の多重

- クライアント不可知汎用マッピング手順 (GMP) を使用しての HO OPUk へその他の ODUj への多重

HO OPUk への ODUj 多重化は次の 2 行程からなる。

1)AMP または GMP を使用してオプティカルチャネルデータトリビュタリユニット (ODTU) への非同期多重

2)1 またはそれ以上の HO OPUk トリビュタリスロットへの ODTU のバイト同期多重

19.1 OPUkトリビュタリスロット割当て

OPUk はいくつかのトリビュタリスロット(TS)に分割され、さらにこれらのトリビュタリスロットは OPUk 内でインターリーブされる。一つのトリビュタリスロットは、OPUk オーバーヘッド領域の一部と OPUk ペイロード領域の一部を含む。ODUj フレームのバイトは、トリビュタリスロットの ODTU ペイロード領域にマッピングされ、そして、ODTU バイトは OPUk トリビュタリスロットまたは複数のスロットにマッピングされる。ODTuk スタッフオーバーヘッドのバイトは OPUk OH 領域にマッピングされる。

トリビュタリスロットには 2 つのタイプがある。

1. 約 2.5Gbit/s の帯域を持つトリビュタリスロット:OPUk は、番号 1 から n の n のトリビュタリスロットに分割される。
2. 約 1.25Gbit/s の帯域を持つトリビュタリスロット: OPUk は、番号 1 から 2n の 2n のトリビュタリスロットに分割される。

1.25Gbit/s のトリビュタリスロットをサポートする HO OPU2 と HO OPU3 インタフェースポートは、また、トリビュタリスロットモードのみをサポートするインタフェースポート(たとえば、本勧告の 2001 年 11 月発行アmendメント 1 に準拠したインタフェースポート)によって、相互接続用の 2.5G トリビュタリスロットモードをサポートしなければならない。2.5G トリビュタリスロットモードで運用した時、1.25G トリビュタリスロット“i”と “i+n” (i は 1 から n、n=4 (OPU2) または n=16 (OPU3))は、合わせて 1 つの 2.5G トリビュタリスロットとして機能する。

19.1.1 OPU2 トリビュタリスロットの配置

図 19-1 は、OPU2 の 2.5G トリビュタリスロットの配置と OPU2 の 1.25G トリビュタリスロットの配置を示す。OPU2 は、1 番から 4 番まで番号を振られた 4 個の 2.5G トリビュタリスロット、または、1 番から 8 番まで番号を振られた 8 個の 1.25G トリビュタリスロットに分割される。

OPU2 の 2.5G トリビュタリスロットは、OPU2 ペイロード領域の 25%を占め、16 (4x4) 行の 952 列 (図 19-1 と図 19-3 参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) で構成される。4 個の OPU2 の TS は、OPU2 ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、4 個の OPU2 の TSOH は、OPU2 オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

OPU2 の 1.25G トリビュタリスロットは、OPU2 ペイロードエリアの 12.5%を占め、32 (8x4) 行の 476 列 (図 19-1 と図 19-3 参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) で構成される。8 個の OPU2 の TS は、OPU2 ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、8 個の OPU2 の TSOH は、OPU2 オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

図 19-1 に説明するように、OPU2 の 2.5G トリビュタリスロット“i”(“i”=1,2,3,4)は 2 個の OPU2 の 1.25G トリビュタリス

ロット”I”と”i+4”によって提供される。

OPU2のトリビュタリスロットのトリビュタリスロットオーバーヘッド(TSOH)は、OPU2フレームの1,2,3行の15,16列と4行の16列に配置される。2.5GトリビュタリスロットのTSOHは4フレーム周期に一度可能となる。この割り当てのときには、4フレームのマルチフレーム構成が使用される。このマルチフレーム構成は、表 19-1 と図 19-1 に示されたMFASバイトのビット7と8に固定される。

1.25GトリビュタリスロットのTSOHは8フレーム周期に一度可能となる。この割り当てのときには、8フレームのマルチフレーム構成が使用される。このマルチフレーム構成は、表 19-1 と図 19-1 で示されたMFASバイトのビット6,7,8に固定される。

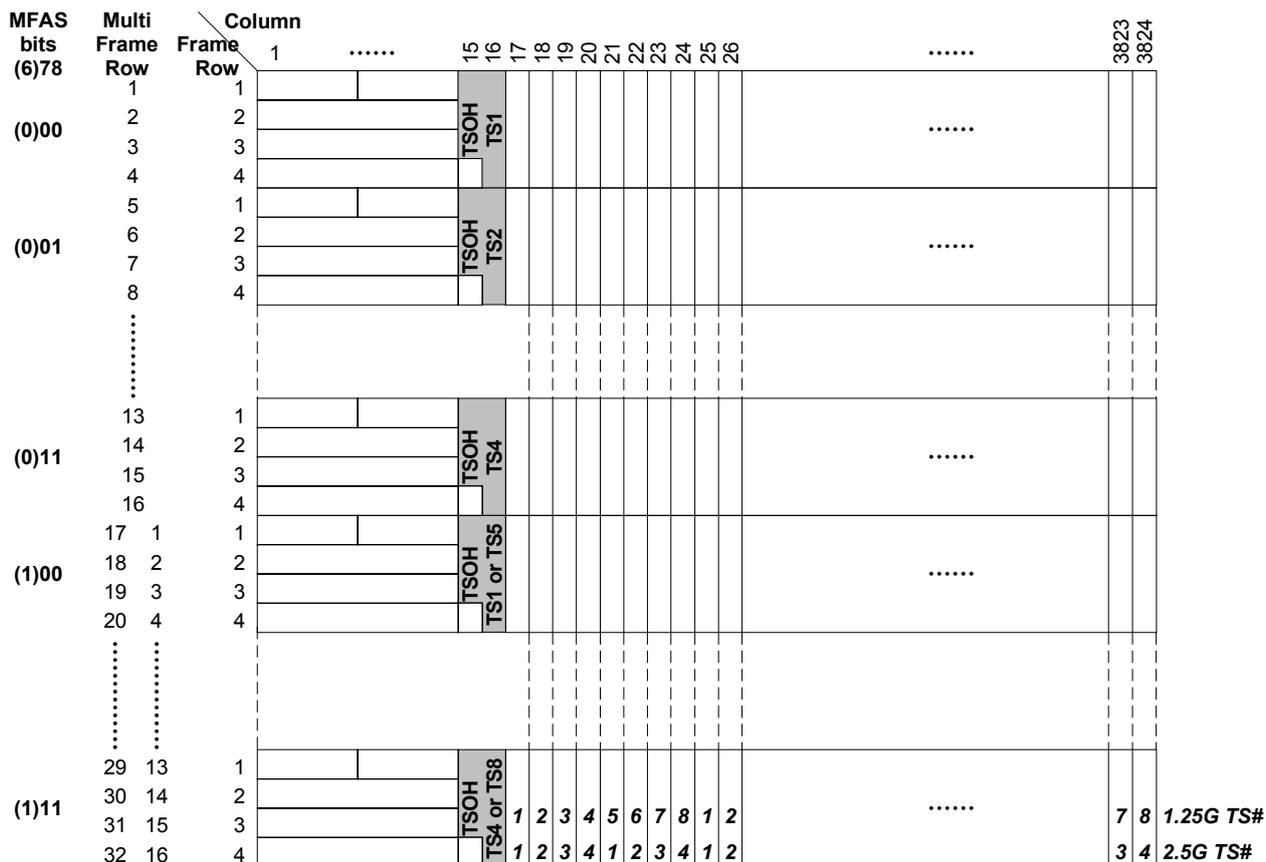


図19-1/JT-G709_OPU2トリビュタリスロット配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-1/JT-G709_OPU2トリビュタリスロット OH配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

MFAS ビット 78	TSOH 2.5G TS	MFAS ビット 678	TSOH 1.25G TS
00	1	000	1
01	2	001	2
10	3	010	3
11	4	011	4
		100	5
		101	6
		110	7
		111	8

19.1.2 OPU3 トリビュタリスロット配置

図 19-2 は、OPU3 の 2.5G トリビュタリスロットの配置と OPU3 の 1.25G トリビュタリスロットの配置を示す。OPU3 は、1 番から 16 番の番号が振られた 16 個の 2.5G トリビュタリスロット、または、1 番から 32 番の番号が振られた 32 個の 1.25G トリビュタリスロットに分割される。

- OPU3 の 2.5G トリビュタリスロットは、OPU3 ペイロード領域の 6.25%を占め、64 (16x4) 行の 238 列 (図 19-2

と図 19-4 参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) で構成される。16 個の OPU3 2.5G の TS は、OPU2 ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、16 個の OPU3 の TSOH は、OPU3 オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

- OPU3 の 1.25G トリビュタリスロットは、OPU3 ペイロードエリアの 3.1255% を占め、128 (32x4) 行の 119 列 (図 19-2 と図 19-4 参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) で構成される。32 個の OPU3 の 1.25G TS は、OPU3 ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、32 個の OPU3 の TSOH は、OPU3 オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

OPU3 の 2.5G トリビュタリスロット”i”(i=1,2,...16)は、図 19-2 に示す通り、2 個の OPU3 の 1.25G トリビュタリスロット”i”と”i+16”で構成される。OPU3 のトリビュタリスロットのトリビュタリスロットオーバーヘッド (TSOH) は、OPU3 フレームの 1,2,3 行の 15,16 列目と 4 行の 16 列目に配置される。2.5G トリビュタリスロットの TSOH は 16 フレーム周期に一度可能となる。この割り当てのときには、16 フレームのマルチフレーム構成を使用する。このマルチフレーム構成は、表 19-2 と図 19-2 で示された MFAS バイトのビット 5,6,7,8 に固定される。1.25G トリビュタリスロットの TSOH は 32 フレーム周期に一度可能となる。この割り当てのときには、32 フレームのマルチフレーム構成を使用する。このマルチフレーム構成は、表 19-2 と図 19-2 で示された MFAS バイトのビット 4,5,6,7,8 に固定される。

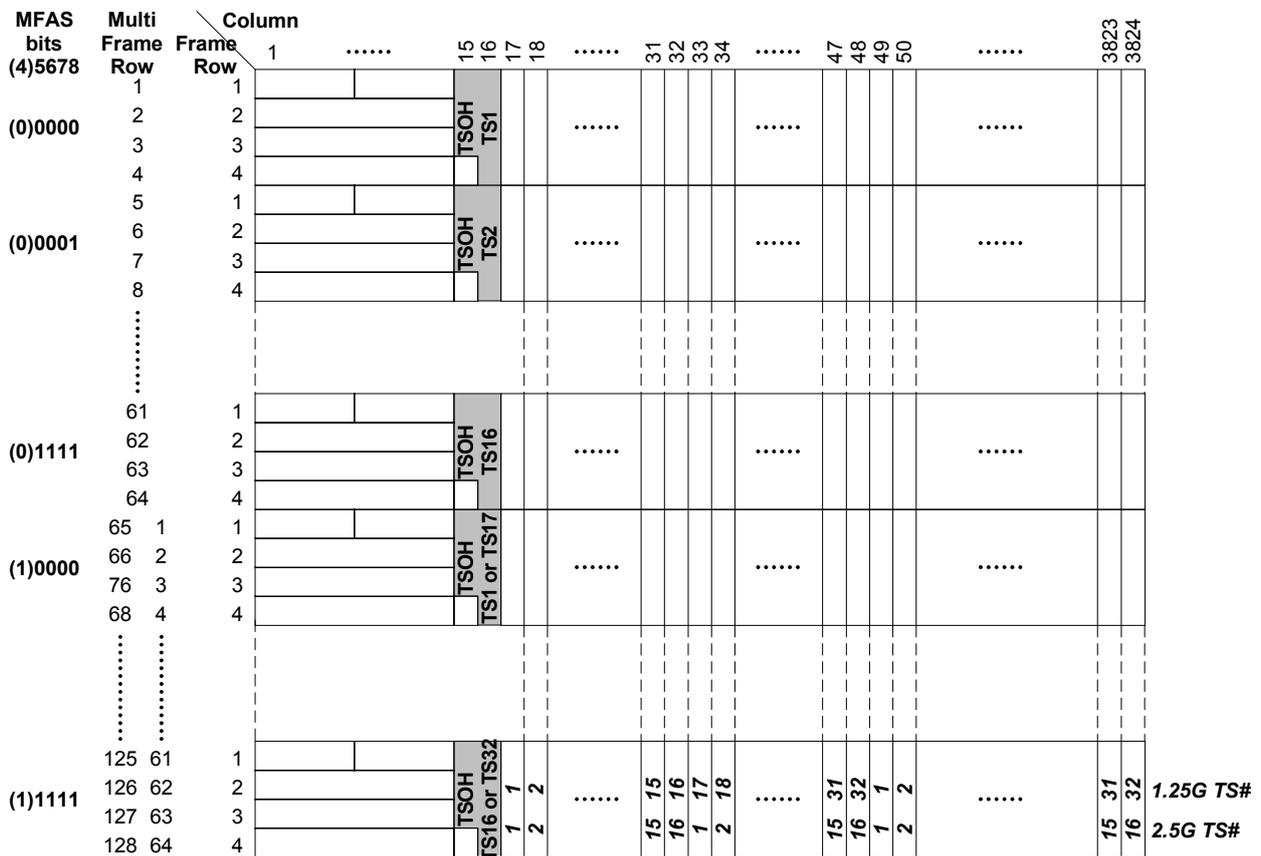


図19-2/JT-G709_OPU3トリビュタリスロット配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-2/JT-G709_OPU3トリビュタリスロット OH配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

MFAS ビット 5 6 7 8	TSOH 2.5G TS	MFAS ビット 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS	MFAS ビット 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS
0 0 0 0	1	0 0 0 0 0	1	1 0 0 0 0	17
0 0 0 1	2	0 0 0 0 1	2	1 0 0 0 1	18
0 0 1 0	3	0 0 0 1 0	3	1 0 0 1 0	19
0 0 1 1	4	0 0 0 1 1	4	1 0 0 1 1	20
0 1 0 0	5	0 0 1 0 0	5	1 0 1 0 0	21
0 1 0 1	6	0 0 1 0 1	6	1 0 1 0 1	22
0 1 1 0	7	0 0 1 1 0	7	1 0 1 1 0	23
0 1 1 1	8	0 0 1 1 1	8	1 0 1 1 1	24
1 0 0 0	9	0 1 0 0 0	9	1 1 0 0 0	25
1 0 0 1	10	0 1 0 0 1	10	1 1 0 0 1	26
1 0 1 0	11	0 1 0 1 0	11	1 1 0 1 0	27
1 0 1 1	12	0 1 0 1 1	12	1 1 0 1 1	28
1 1 0 0	13	0 1 1 0 0	13	1 1 1 0 0	29
1 1 0 1	14	0 1 1 0 1	14	1 1 1 0 1	30
1 1 1 0	15	0 1 1 1 0	15	1 1 1 1 0	31
1 1 1 1	16	0 1 1 1 1	16	1 1 1 1 1	32

19.1.3 OPU1 トリビュタリスロットの割当て

図 19-3 は、OPU1 の 1.25G トリビュタリスロットの配置を示す。OPU1 は、1 番から 2 番の番号が振られた 2 個の 1.25G トリビュタリスロットに分割される。

- OPU1の1.25Gトリビュタリスロットは、OPU1ペイロードエリアの50%を占める。それは、8 (2x4) 行の1904 列 (図19-14参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) の構成である。2個のOPU1の1.25G TSは、OPU1ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、2個のOPU1のTSOHは、OPU1オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

OPU1 トリビュタリスロットのトリビュタリスロットオーバーヘッド(TSOH)は、OPU1 フレームの 1,2,3 行の 15,16 列目と 4 行の 16 列目に配置される。1.25G トリビュタリスロットの TSOH は 2 フレーム周期に一度可能となる。この割り当てのときには、2 フレームのマルチフレーム構成を使用する。このマルチフレーム構成は、表 19-3 と図 19-3 で示された MFAS バイトのビット 8 に固定される。

MFAS bit	Multi Frame Row	Column	1	.....	15	16	17	18	19	20	.....	3823	3824
0	1	Frame Row											
0	2	1			TSOH	TS1					.....	
0	3	2			TSOH	TS1							
0	4	3											
1	5	1											
1	6	2			TSOH	TS2					.....	
1	7	3					1	2	1	2			
1	8	4										1	2

1.25G TS#

図19-3/JT-G709_OPU1トリビュタリスロット配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-3/JT-G709_OPU1トリビュタリスロット OH配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

MFAS bit 8	TSOH 1.25G TS
0	1
1	2

19.1.4 OPU4 トリビュタリスロットの配置

図 19-4A と図 19-4B は、OPU4 の 1.25G トリビュタリスロットの配置を示す。OPU4 は、(1 番から 80 番まで番号を振られた) 80 個の 1.25G トリビュタリスロットに分割され、17 から 3816 列と 3817 から 3824 列に固定スタッフの 8 列が配置される。OPU4 フレームは、320 行、3810 列のフォーマット (図 19-4A) と 160 行、7620 列のフォーマット (図 19-4B) に再配置される。

- OPU4の1.25Gトリビュタリスロットは、OPU4ペイロード領域の1.247%を占める。それは、160 (80x4/2) 行の95列 (図19-4B参照) とトリビュタリスロットのオーバーヘッド (TSOH) の構成である。80個の OPU4 1.25GのTSは、OPU4ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、80個のOPU4のTSOHは、OPU4オーバーヘッド領域にフレームインターリーブされる。

OPU4 のトリビュタリスロットのトリビュタリスロットオーバーヘッド (TSOH) は、OPU4 フレームの 1,2,3 行の 15,16 列と 4 行の 16 列目に配置される。1.25G トリビュタリスロットの TSOH は 80 フレーム周期に一度可能となる。80 フレームのマルチフレーム構成は、この割り当てのために使用される。このマルチフレーム構成は、表 19-4 で示された OMFI バイトのビット 2,3,4,5,6,7,8 に固定される。

表19-4/JT-G709__OPU4トリビュタリスロット OH配置 (ITU-T G.709/Y.1331)

OMFI ビット 2 3 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS	OMFI ビット 2 3 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS	OMFI ビット 2 3 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS	OMFI ビット 2 3 4 5 6 7 8	TSOH 1.25G TS
0000000	1	0010100	21	0101000	41	0111100	61
0000001	2	0010101	22	0101001	42	0111101	62
0000010	3	0010110	23	0101010	43	0111110	63
0000011	4	0010111	24	0101011	44	0111111	64
0000100	5	0011000	25	0101100	45	1000000	65
0000101	6	0011001	26	0101101	46	1000001	66
0000110	7	0011010	27	0101110	47	1000010	67
0000111	8	0011011	28	0101111	48	1000011	68
0001000	9	0011100	29	0110000	49	1000100	69
0001001	10	0011101	30	0110001	50	1010101	70
0001010	11	0011110	31	0110010	51	1000110	71
0001011	12	0011111	32	0110011	52	1000111	72
0001100	13	0110000	33	0110100	53	1001000	73
0001101	14	0100001	34	0110101	54	1001001	74
0001110	15	0100010	35	0110110	55	1001010	75
0001111	16	0100011	36	0110111	56	1001011	76
0010000	17	0100100	37	0111000	57	1001100	77
0010001	18	0100101	38	0111001	58	1001101	78
0010010	19	0100110	39	0111010	59	1001110	79
0010011	20	0100111	40	0111011	60	1001111	80

19.2 ODTUの定義

光チャネルデータトリビュタリユニット (ODTU) は、スタッフ制御されたODU信号を運ぶ。2つのODTUタイプがある。

- 19.5節に定義するAMPを経由してマッピングされたODUj信号のOTUjk は ODTUjk ((j,k) = {(0,1), (1,2), (1,3), (2,3); ODTU01, ODTU12, ODTU13 and ODTU23)である。
- 19.6節に定義する汎用マッピング手順 (GMP) を経由してマッピングされた低次のODU(ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex)信号は、ODTUk.ts ((k,ts) = (2,1..8), (3,1..32), (4,1..80))である。

光チャネル データ トリビュタリ ユニットjk

ODTUjkはODTUjkのペイロード領域とODTUjkのオーバーヘッド領域 (図19-5) で構成される構造である。ODTUjkのペイロード領域は、r行とc列 (表19-5) を持ち、ODTUjkのオーバーヘッドは、ts x 4バイトを持つ。ts x 1バイトは、ペイロードを運ぶ。ODTUjkは、HOのOPUkのtsの1.25Gまたは2.5Gのトリビュタリスロットを運ぶ。

ODTUjkの位置は、OPUk (19.1.1項、19.1.2項、19.1.3項参照) のODTUjk多重時に使用されるOPUkトリビュタリスロットに依存する。ODTUjkのオーバーヘッドは、19.4節で規定されたAMPスタッフオーバーヘッドを運ぶ。

注- ODTU12を運ぶ2個の1.25GのトリビュタリスロットがTSaとTSa+4の時は、1.25Gと2.5GのODTU12のトリビュタリスロットのバージョンは等しい。ODTU12を運ぶ2個の1.25GトリビュタリスロットがTSaとTSa+16の時は、ODTU13の1.25Gと2.5Gのトリビュタリスロットのバージョンは等しい。ODTU23を運ぶ8個の1.25GトリビュタリスロットがTsa,TSb,TSb,TSd,TSa+16,TSb+16,TSb+16,TSd+16の時は、ODTU23の1.25Gと2.5Gのトリビュタリスロットのバージョンは等しい。

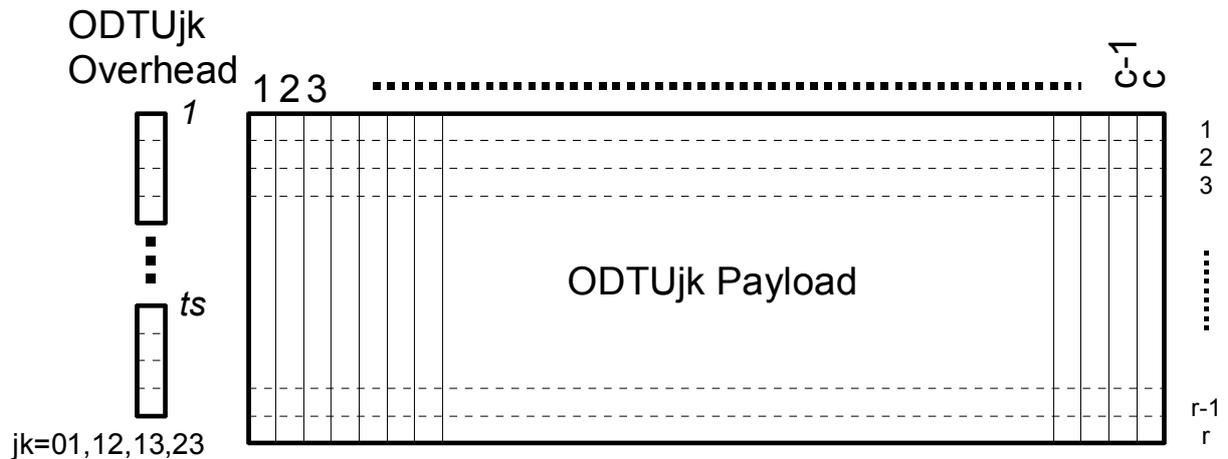


図19-5/JT-G709_ODTUjk フレームフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-5/JT-G709_2.5Gと1.25GトリビュタリスロットのためのODTUjkの特徴 (ITU-T G.709/Y.1331)

2.5G TS	c	r	ts	ODTUjk ペイロードバイト	ODTUjk オーバーヘッドバイト
ODTU12	952	16	1	15232	1 x 4
ODTU13	238	64	1	15232	1 x 4
ODTU23	952	64	4	60928	4 x 4

1.25G TS	c	r	ts	ODTUjk ペイロードバイト	ODTUjk オーバーヘッドバイト
ODTU01	1904	8	1	15232	1 x 4
ODTU12	952	32	2	30464	2 x 4
ODTU13	238	128	2	30464	2 x 4
ODTU23	952	128	8	121856	8 x 4

光チャネル データ トリビュタリ ユニット k,ts

ODTUk.ts は、ODTUk.ts ペイロード領域と ODTUk.ts オーバーヘッド領域（図 19-6）で構成される。ODTUk.ts ペイロード領域は、r 行と j×ts 列（表 19-6 参照）を持ち、ODTUk.ts オーバーヘッド領域は 1 x 6 バイトである。ODTUk.ts は、HO の OPUk の ts の 1.25G トリビュタリスロットを運ぶ。

ODTUk.ts オーバーヘッドの配置は、OPUk（19.1.1 項、19.1.2 項、19.1.4 項参照）の ODTUk.ts に多重時に使用される OPUk トリビュタリスロットに依存する。ODTUk.ts オーバーヘッドの単独インスタンスは、ODTUk.ts に配置された最後の OPUk トリビュタリスロットの OPUk TSOH に位置する。ODTUk.ts のオーバーヘッドは、19.4 節で規定された GMP スタッフオーバーヘッドを運ぶ。

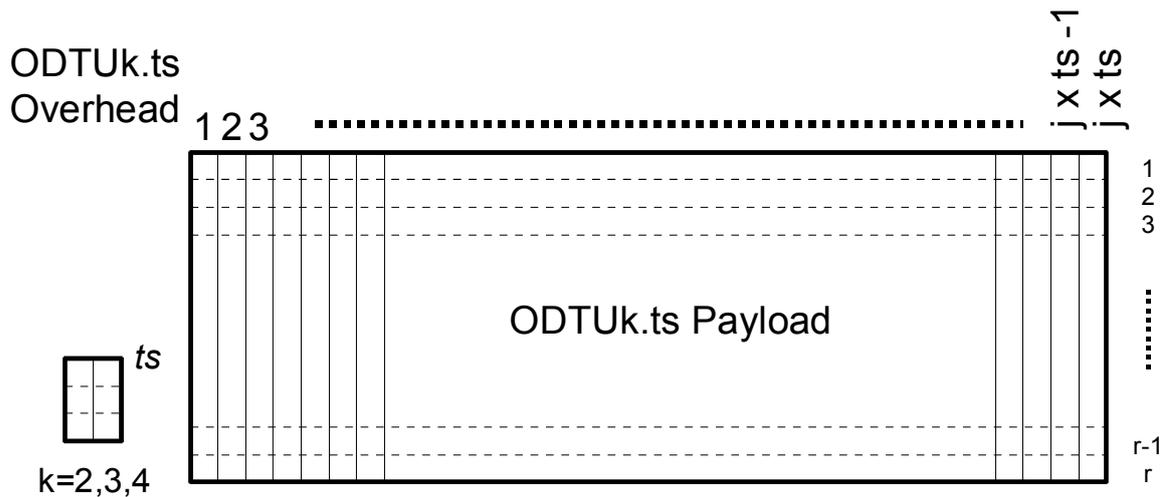


図19-6/JT-G709_ODTUk.ts フレームフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-6/JT-G709_ODTUk.ts特徴 (ITU-T G.709/Y.1331)

	j	r	ts	ODTUk.ts ペイロードバイト	ODTUk.ts オーバーヘッドバイト
ODTU2.ts	476	32	1 to 8	15232 × ts	1 × 6
ODTU3.ts	119	128	1 to 32	15232 × ts	1 × 6
ODTU4.ts	95	160	1 to 80	15200 × ts	1 × 6

19.3 OPUkへのODTU信号の多重

OPU1 への ODTU01 信号の多重は、2 個の OPU1 の 1.25G トリビュタリスロットのうちの 1 個に ODTU01 信号をマッピングすることによって、実現される。

OPU2 への ODTU12 信号の多重は、4 個の OPU2 の 2.5G トリビュタリスロットのうちの 1 個、または、(8 個のうちの) 任意の 2 個の OPU2 の 1.25G トリビュタリスロットにマッピングすることで実現される。OPU2 の TSa と TSb は $1 \leq a < b \leq 8$ である。

OPU3 への ODTU13 信号の多重は、16 個の OPU3 の 2.5G トリビュタリスロットのうちの 1 個または、(32 個のうちの) 任意の 2 個の OPU3 の 1.25G トリビュタリスロットにマッピングすることで実現される。OPU3 の TSa と TSb は $1 \leq a < b \leq 32$ である。

OPU3 への ODTU23 信号の多重は、(16 個のうちの) 任意の 4 個の OPU3 の 2.5G トリビュタリスロットにマッピングすることで実現される。OPU3 TSa, TSb, TSc, TSd, TSe, TSf, TSg と TSh が $1 \leq a < b < c < d < e < f < g < h \leq 32$ である。

注-a,b,c,d,e,f,g,h は、連続 ($a = i, b = i+1, c = i+2, d = i+3, e = i+4, f = i+5, g = i+6, h = i+7$) でなくてもよく、帯域断片化を防止するために任意に選択することが可能である。

OPU2 への ODTU2.ts 信号の多重は、(8 個のうちの) 任意の ts OPU2 1.25G トリビュタリスロットに ODTU2.ts 信号をマッピングすることで実現される。OPU2 の TSa, TSb, .. と TSp は、 $1 \leq a < b < .. < p \leq 8$ である。

OPU3 への ODTU3.ts 信号の多重は、(32 個のうちの) 任意の ts OPU3 の 1.25G トリビュタリスロットに ODTU3.ts 信号をマッピングすることで実現される。OPU3 の TSa, TSb, .. と TSq は、 $1 \leq a < b < .. < q \leq 32$ である。

OPU4 への ODTU4.ts 信号の多重は、(80 個のうちの) 任意の ts OPU4 の 1.25G トリビュタリスロットに ODTU4.ts 信号をマッピングすることで実現される。OPU4 の TSa, TSb, .. と TSr は、 $1 \leq a < b < .. < r \leq 80$ である。

これらの多重信号のための OPUk オーバーヘッドは以下から構成される。ペイロードタイプ (PT)、多重構造拡張子 (MSI)、OPU4 のマルチフレーム拡張子 (k=4)、ODTU オーバーヘッドを運び 1 バイトもしくはそれ以上が将来の国際標準に予約されている ODTU タイプに依存する OPUk トリビュタリスロットのオーバーヘッド

19.3.1 1 個の OPU2 トリビュタリスロットへの ODTU12 マッピング

ODTU12 ペイロード信号のバイトは、図 19-7 (左) に示された OPU2 の 2.5G TS#i (i = 1,2,3,4) のバイトにマッピングされる。ODTU12 オーバーヘッドのバイトは、OPU2 の 2.5G の TS#i の 16 列以内の TS の OH バイトにマッピングされる。

ODTU12 信号のバイトは、図 19-7 (右) に表せられた OPU2 の 1.25G TS#A,B(A,B = 1,2,..,8) ペイロード領域のバイトにマッピングされる。ODTU12 オーバーヘッドのバイトは、OPU2 1.25G TS#a,b の 16 列以内の TSOH バイトにマッピングされる。

15 列の残りの OPU2 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

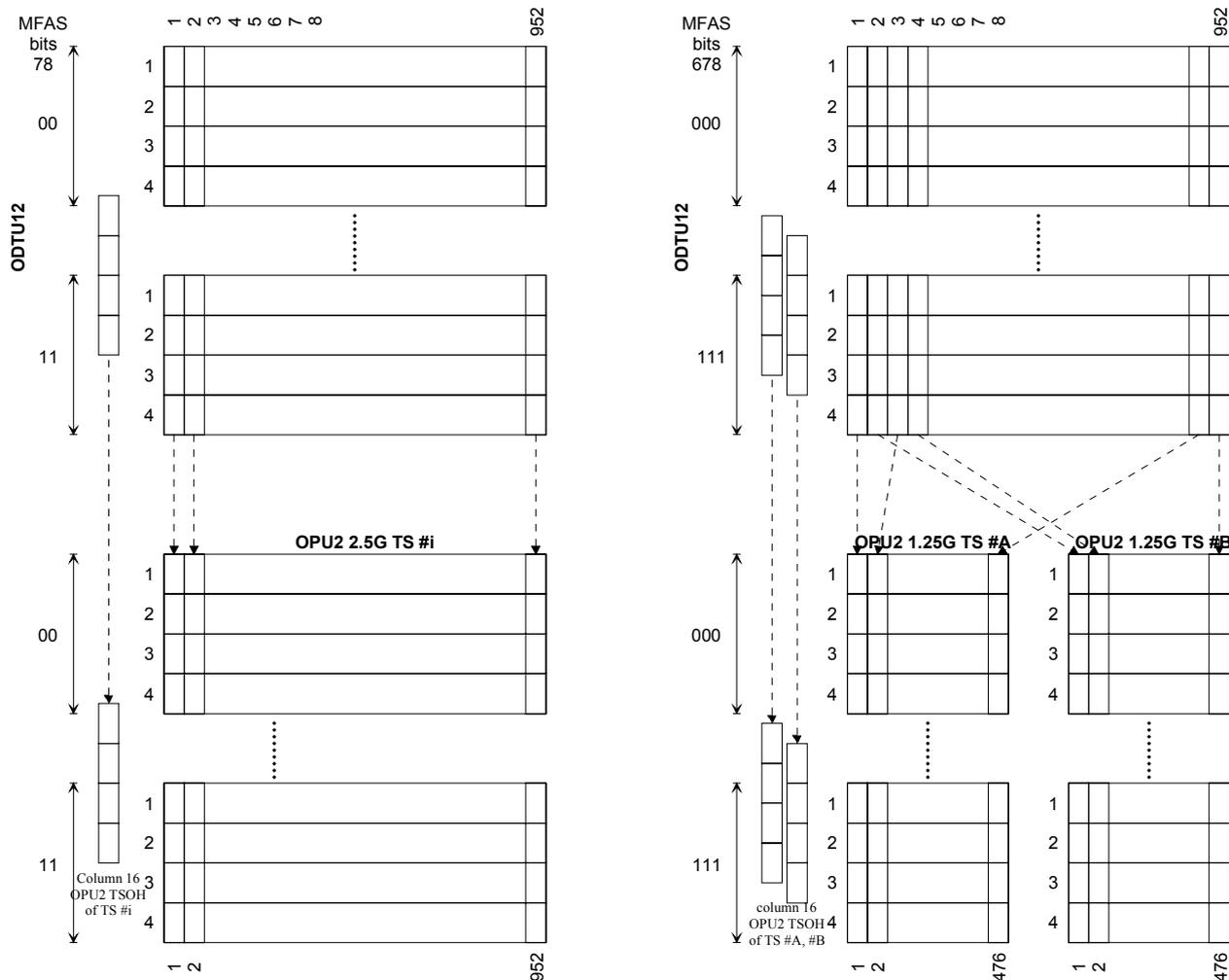


図19-7/JT-G709__OPU2 2.5Gトリビュタリスロット (左) と2個のOPU2 1.25Gトリビュタリスロット (右) への ODTU12のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.2 OPU3 トリビュタリスロットへのODTU13のマッピング

ODTU13 信号のバイトは、図 19-8 (左) に示された OPU3 2.5G TS#i (i = 1,2,...,16)ペイロード領域のバイトにマッピングされる。

ODTU13 オーバーヘッドのバイトは、OPU3 の 2.5G TS#i の 16 列以内に TS の OH バイトにマッピングされる。ODTU13 信号のバイトは、図 19-8 (右) に示された 2 個の OPU3 1.25G TS#A,B(A,B = 1,2,...,32) ペイロード領域のバイトにマッピングされる。ODTU13 オーバーヘッドのバイトは、OPU3 の 1.25G TS#a,b の 16 列以内に TSOH バイトにマッピングされる。

15 列の残りの OPU3 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

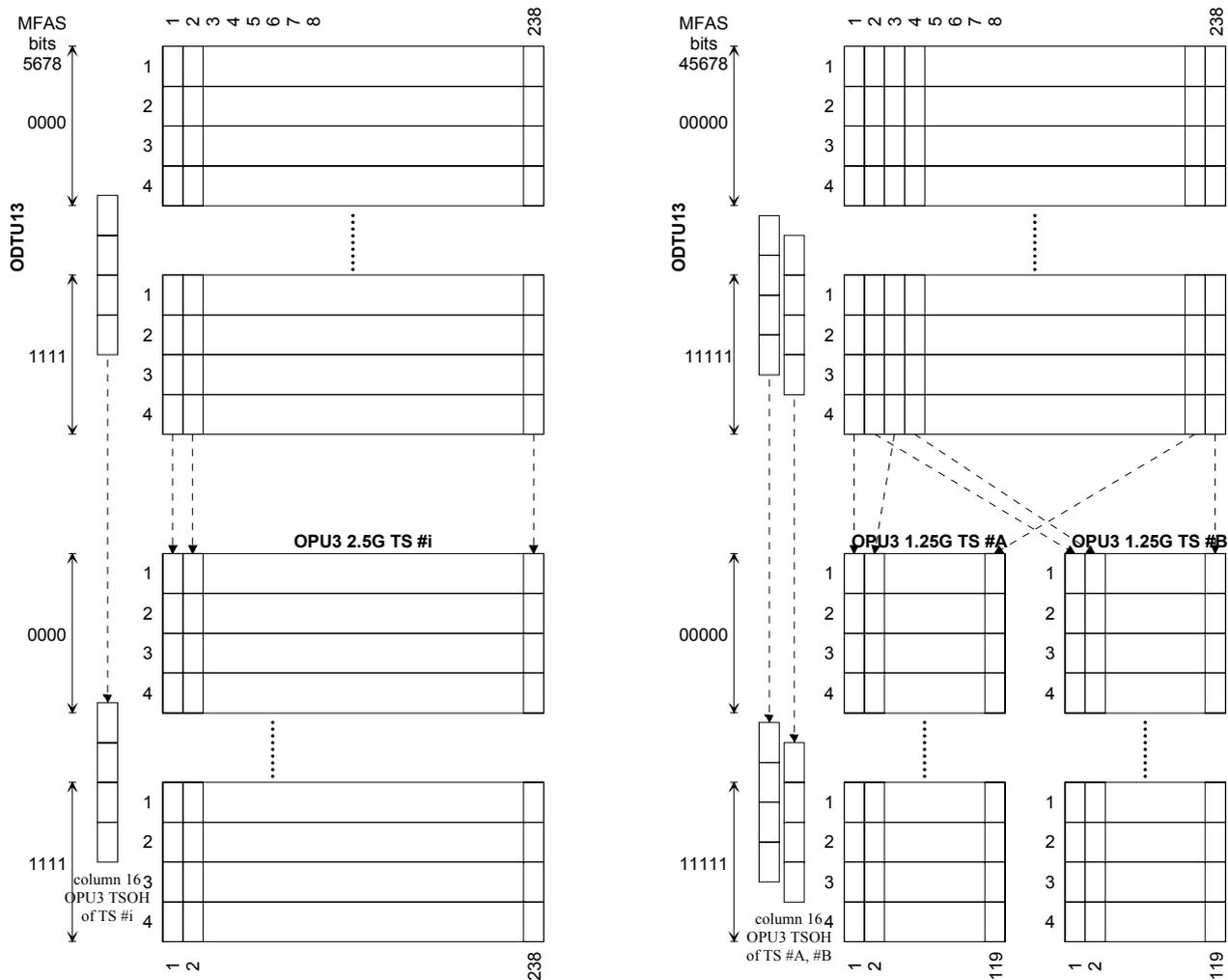


図19-8/JT-G709_1個のOPU3 2.5Gトリビュタリスロット (左) と2個のOPU2 1.25Gトリビュタリスロット (右) へのODTU13のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.3 4個のOPU3トリビュタリスロットへのODTU23のマッピング

ODTU23 信号のバイトは、図 19-9 (上部) に示された OPU3 2.5G TS# A,B,C,D (A,B,C,D = 1,2,...,16)ペイロード領域のバイトにマッピングされる。

ODTU23 オーバーヘッドのバイトは、OPU3 の TS#a,b,c,d の 16 列以内に TSOH バイトにマッピングされる。

ODTU23 信号のバイトは、図 19-9 (下部) に示された 8 個の OPU3 1.25G TS# A, B, C, D, E, F, G, H (A,B,C,D,E,F,G,H = 1,2,...,32)のうちの 1 個のバイトにマッピングされる。ODTU23 オーバーヘッドのバイトは、OPU3 の 1.25G TS#a,b,c,d,e,f,g,h の 16 列以内に TSOH バイトにマッピングされる。

15 列の残りの OPU3 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

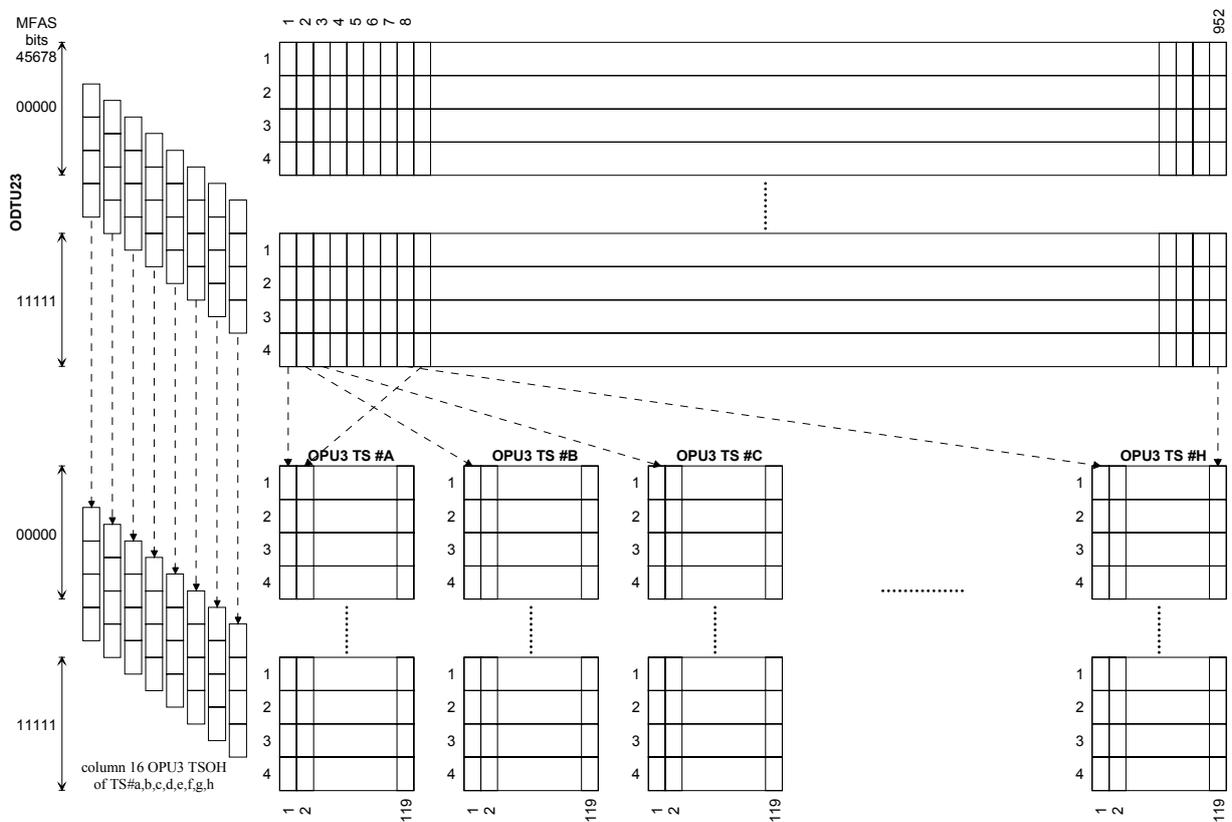
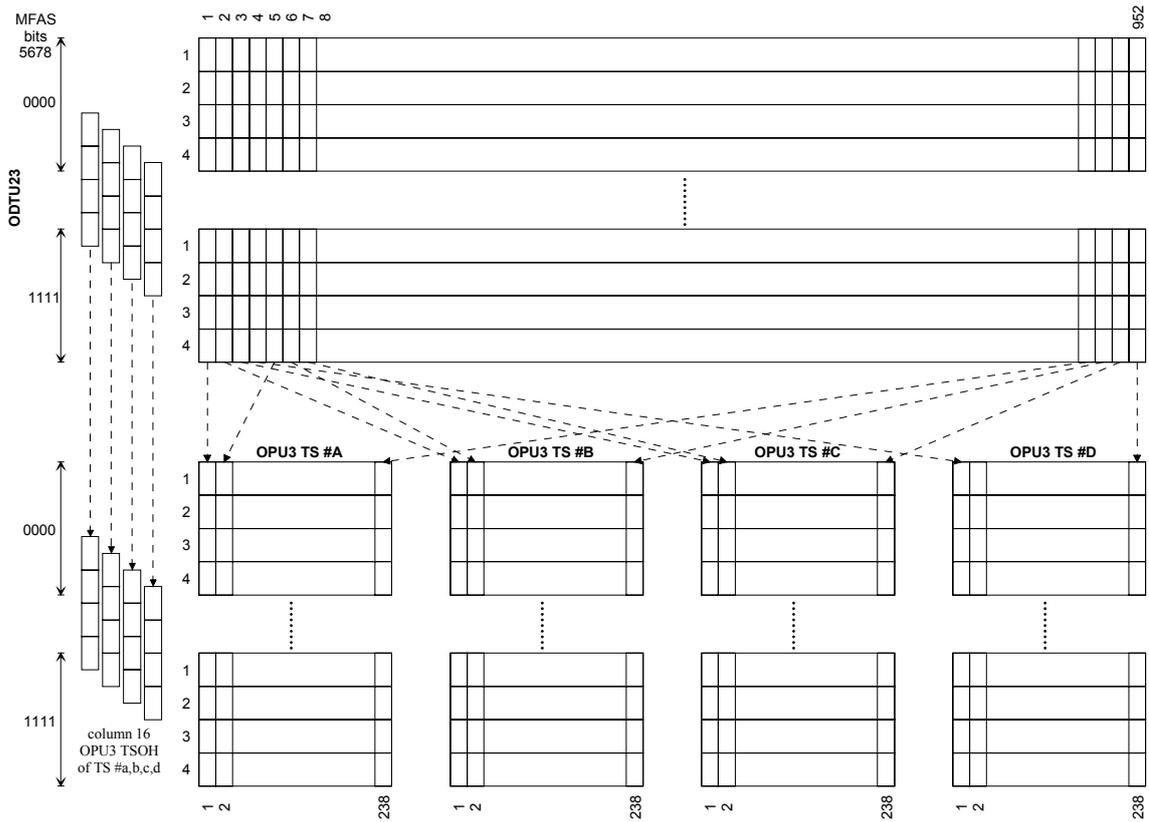


図19-9/JT-G709_4個のOPU3 2.5Gトリビュタリスロット(A<B<C<Dでの#A, #B, #C, #D) (上部)と8個のOPU3 1.25Gトリビュタリスロット (A<B<C<D<E<F<G<Hでの#A, #B, #C, #D, #E, #F, #G, #H) (下部) へのODTU23のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.4 一つのOPU1 1.25GトリビュタリスロットへのODTU01 マッピング

ODTU01 信号のバイトは、図 19-10 の ODTU01 の外側の 4 行に示されるように、OPU1 1.25G TS#i (i = 1,2)のバイトにマッピングされる。ODTU01 の TSOH のバイトは、OPU1 1.25G TS #i の 16 列以内に TSOH バイトにマッピングされる。15 列の残りの OPU1 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

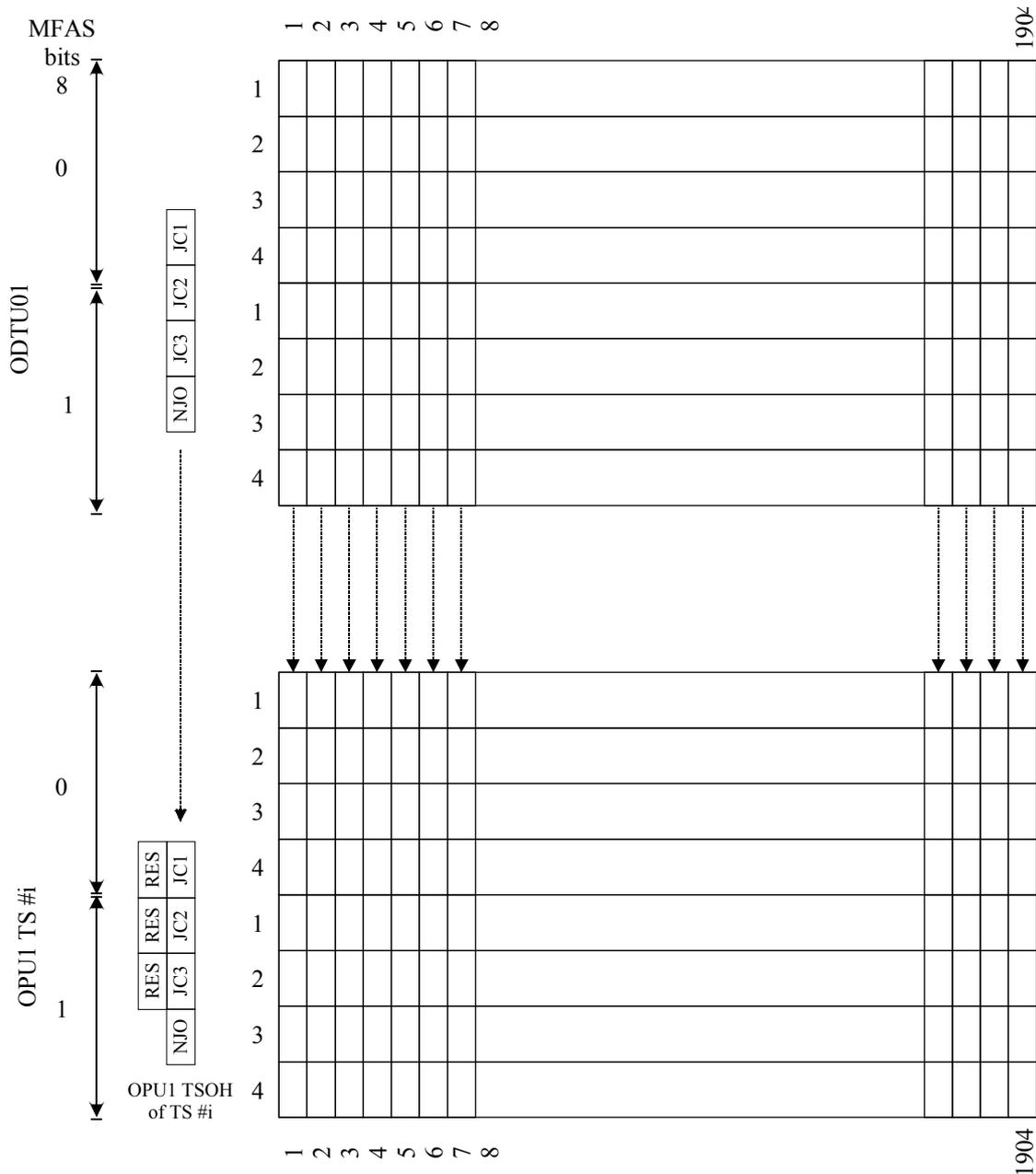


図19-10/JT-G709__OPU1 1.25GトリビュタリスロットへのODTU01 (JOHを含まず) のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.5 ts OPU2 1.25GトリビュタリスロットへのODTU02 のマッピング

ODTU2.ts ペイロード信号のバイトは、図 19-11 に示される OPU2 1.25G TS#i (i = 1,...,ts)ペイロード領域のバイトにマッピングされる。ODTU2.ts オーバーヘッドのバイトは、ODTU2.ts に配置された最後の OPU2 1.25G トリビュタリスロット

の 1 から 3 行の 15,16 列目にある TSOH バイトにマッピングされる。

残りの OPU2 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

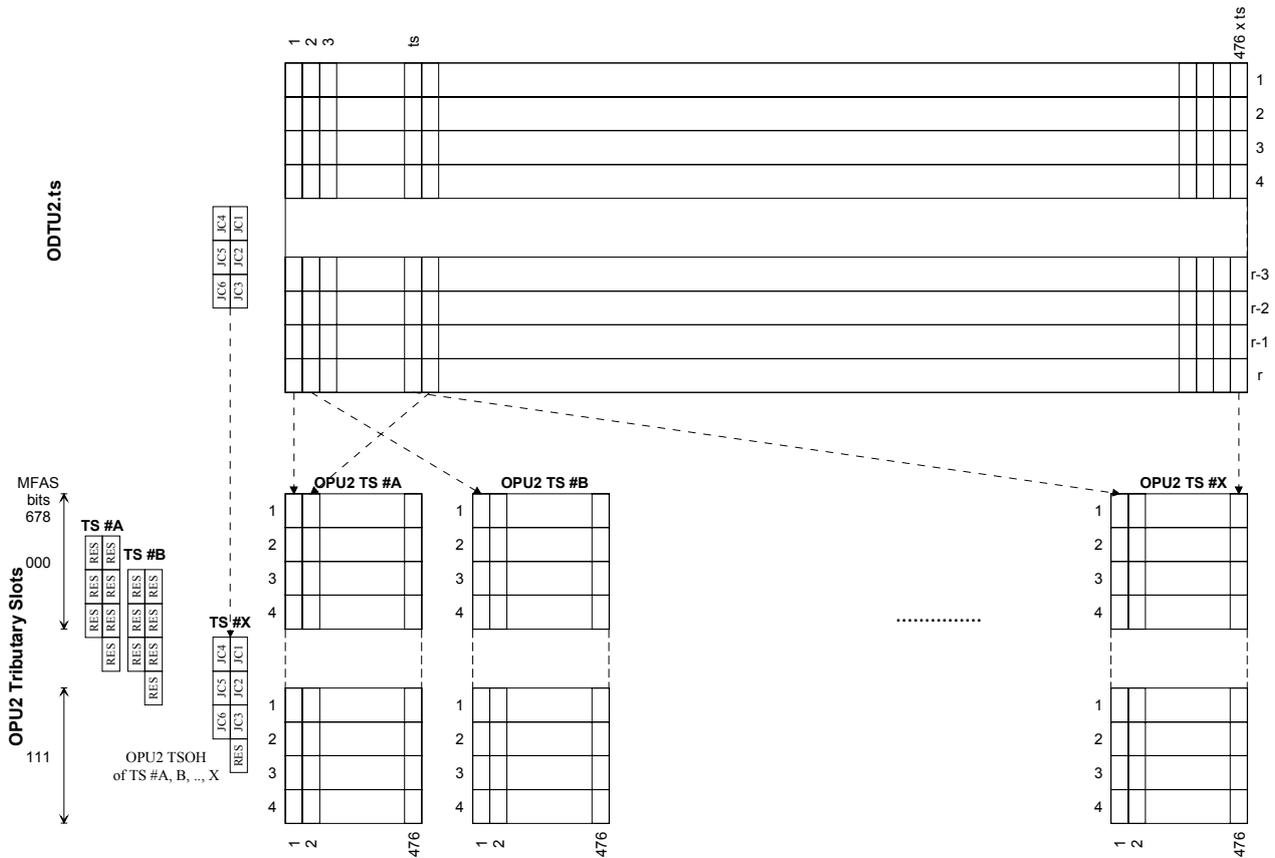


図19-11/JT-G709_‘ts’ OPU2 1.25GトリビュタリスロットへのODTU2のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.6 ts OPU3 1.25GトリビュタリスロットへのODTU3.tsのマッピング

ODTU3.ts ペイロード信号のバイトは、図 19-21 に示された OPU3 1.25G TS#i (i=1,...,ts)ペイロード領域のバイトにマッピングされる。ODTU3.ts オーバーヘッドのバイトは、ODTU3.ts に配置された最後の OPU3 1.25G トリビュタリスロットの 1 から 3 行の 15,16 列目の TSOH バイトにマッピングされる。

残りの OPU3 TSOH バイトは、将来の国際勧告用に予約される。

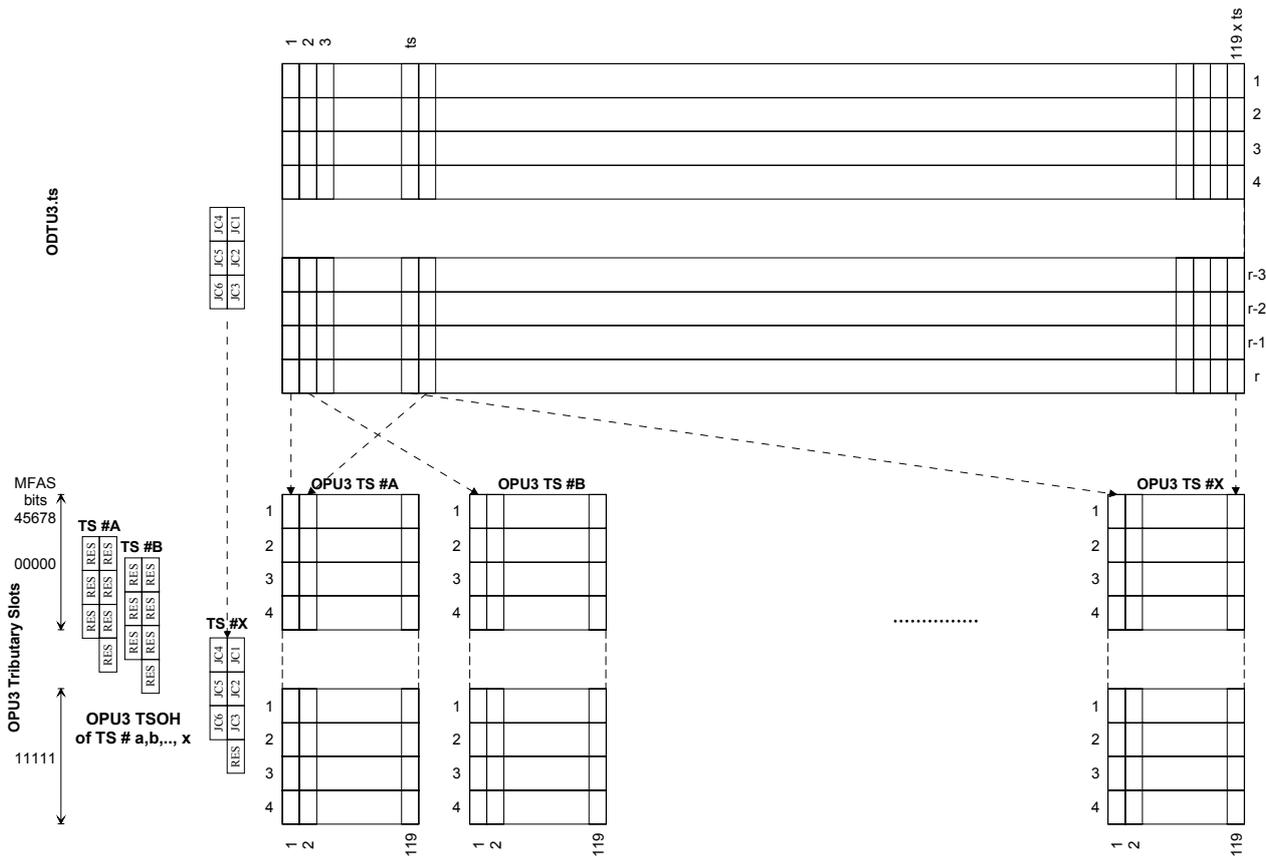


図19-12/JT-G709_‘ts’ OPU3の1.25GトリビュタリスロットへのODTU3のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.3.7 ts OPU4 1.25GトリビュタリスロットへのODTU4.tsのマッピング

ODTU4.ts ペイロード信号のバイトは、図 19-13 に示された OPU4 1.25G TS#i (i = 1,...,ts)ペイロード領域のバイトにマッピングされる。ODTU4.ts オーバーヘッドのバイトは、ODTU4.ts に配置された最後の OPU3 1.25G トリビュタリスロットの 1 から 3 行の 15,16 列目の TSOH バイトにマッピングされる。

残りの OPU4 TSOH バイトは、将来の国際標準用に予約されている。

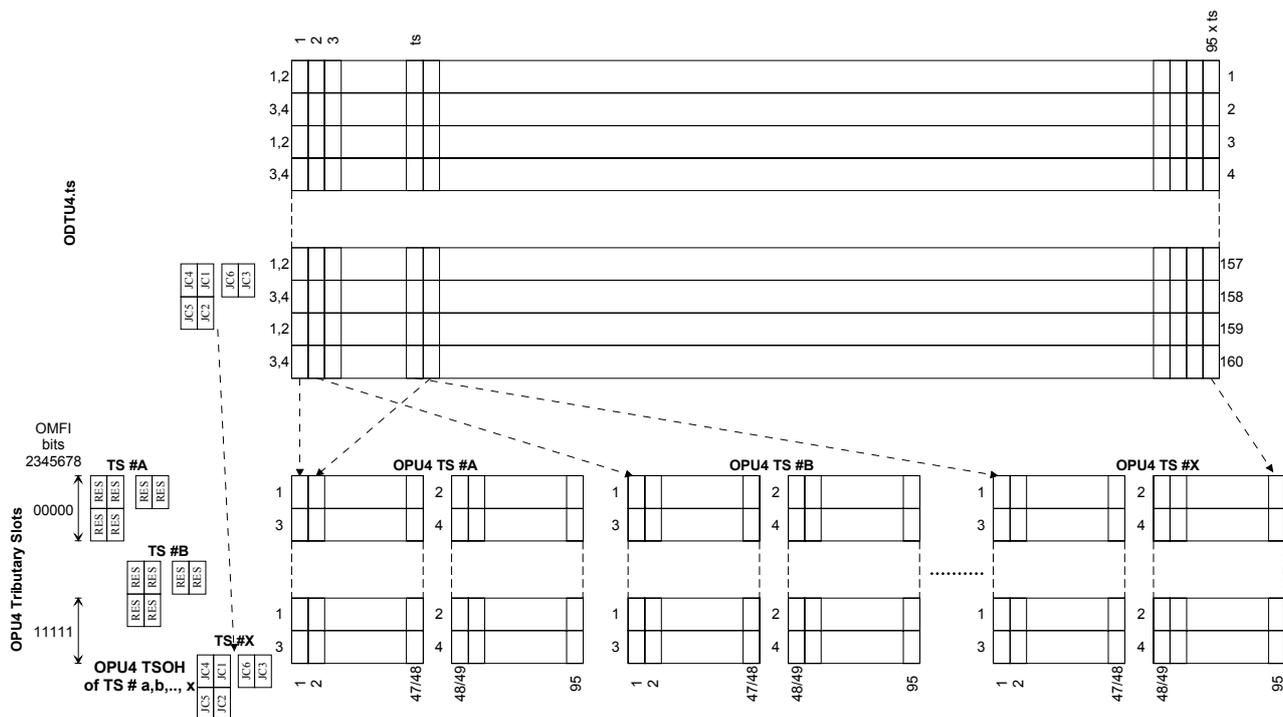


図19-13/JT-G709_‘ts’ OPU4の1.25GトリビュタリスロットへのODTU4のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4 OPUk多重オーバーヘッドとODTUスタッフオーバーヘッド

OPUk(k=1,2,3,4)多重オーバーヘッドは、多重構造拡張子 (MSI) と ODTU オーバーヘッドで構成される。OPUk(k=4)多重オーバーヘッドは、OPU マルチフレーム拡張子 (OMFI) を含む。

OPUk MSI オーバーヘッドの位置は、図 19-14A、19-14B、19-14C で示され、OMFI オーバーヘッドの位置は、図 19-14C に示す。

ODTUjk オーバーヘッド

ODTUjk オーバーヘッドは、1 から 4 行の 16 列の JC と NJO 信号の AMP スタッフオーバーヘッド構成を運ぶ。1,2,3 行の 15 列目の ODTUjk オーバーヘッドバイトは、将来の国際標準用に予約されている。

ODTUjk オーバーヘッドは、JC の 3 バイトと NJO の 1 バイトのオーバーヘッドで構成される。JC と NJO オーバーヘッドの位置を図 19-14A と 19-14B に示す。追加で、2 または、n 回の正スタッフオーバーヘッドバイト(PJ01,PJ02)は、OPU2 または OPU3 2.5G トリビュタリスロット#i (i: 個々の 1..4 または 1..16)の ODU1 のための PJ01 は、OPUk 2.5G トリビュタリスロット#i (OPUk 16+i 列)の最初の列と 4 または 16 フレームのマルチフレームのフレーム#i の OPUk 2.5G トリビュタリスロット#i (OPU2 20+i 列, OPU3 32+i 列)の 2 番目の列に配置される。

例-OPU2 または OPU3 TS(1)の ODU1、16+1=17 列の PJ01 と 20+1=21 列の PJ02。OPU2 TS(4)の ODU1、16+4=20 列の PJ01 と 20+4=24 列の PJ02。OPU3 TS(16)の ODU1、16+16=32 列の PJ01、32+16=48 列の PJ02。

OPU3 2.5G トリビュタリスロット#a,#b,#c,#d の ODU2 のための 4 個の PJ01 は、16 フレームのマルチフレームのフレーム#a,#b,#c,#d の OPU3 2.5G トリビュタリスロット#a (OPU3 16+a 列)の最初の列に配置される。OPU3 2.5G トリビュタリスロット#a,#b,#c,#d の ODU2 のための 4 個の PJ02 は、16 フレームのマルチフレームのフレーム#a,#b,#c,#d の OPU3 2.5G トリビュタリスロット#a (OPU3 16+b 列)の最初の列に配置される。図 19-14A に、2.5G トリビュタリスロット (1,5,9,10), (2,3,11,12), (4,14,15,16) と (6,7,8,13)への OPU3 マッピングの 4 個の ODU2 を例に示す。

例-OPU3 TS(1,2,3,4)の ODU2、16+1=17 列の PJ01、16+2=18 列の PJ02。OPU3 TS(13,14,15,16)の ODU2、16+13=29 列の

PJO1 と $16+14=30$ 列の PJO2。

OPU2 または OPU3 1.25G トリビュタリスロット#a と #b (a: 個々の 1..7 または 1..31, b: 個々の 2..8 または 2..32) の ODU1 のための PJO1 は、OPUk 1.25G トリビュタリスロット#i (OPUk $16+a$ 列) の最初の列と 8 または 32 フレームのマルチフレームのフレーム#a,#b の OPUk 1.25G トリビュタリスロット#i (OPU2 $16+b$ 列, OPU3 $32+b$ 列) の最初の列に配置される。

例-OPU2 または OPU3 TS(1,2) の ODU1、 $16+1=17$ 列の PJO1 と $16+2=18$ 列の PJO2。OPU2 TS(7,8) の ODU1、 $16+7=23$ 列の PJO1 と $16+8=24$ 列の PJO2。OPU3 TS(31,32) の ODU1、 $16+31=47$ 列の PJO1、 $16+32=48$ 列の PJO2。

OPU3 1.25G トリビュタリスロット#a,#b,#c,#d,#e,#f,#g,#h の OPU2 のための 8 個の PJO1 は、32 フレームのマルチフレームのフレーム#a,#b,#c,#d,#e,#f,#g,#h の OPU3 1.25G トリビュタリスロット#a (OPU3 $16+a$ 列) の最初の列に配置される。

OPU3 1.25G トリビュタリスロット#a,#b,#c,#d,#e,#f,#g,#h の OPU2 のための 8 個の PJO2 は、32 フレームのマルチフレームのフレーム#a,#b,#c,#d,#e,#f,#g,#h の OPU3 1.25G トリビュタリスロット#b (OPU3 $16+b$ 列) の最初の列に配置される。

図 19-14B に、1.25G トリビュタリスロット(1,5,9,10,17,19,20,21), (25,26,27,28,29,30,31,32), (2,3) と (4,24) への OPU3 マッピングの 2 個の ODU2 と 2 個の ODU1 を例に示す。

例-OPU3 TS(1,2,3,4,5,6,7,8) の ODU2、 $16+1=17$ 列の PJO1、 $16+2=18$ 列の PJO2。OPU3 TS(25,26,27,28,29,30,31,32) の ODU2、 $16+25=41$ 列の PJO1、 $16+26=42$ 列の PJO2。

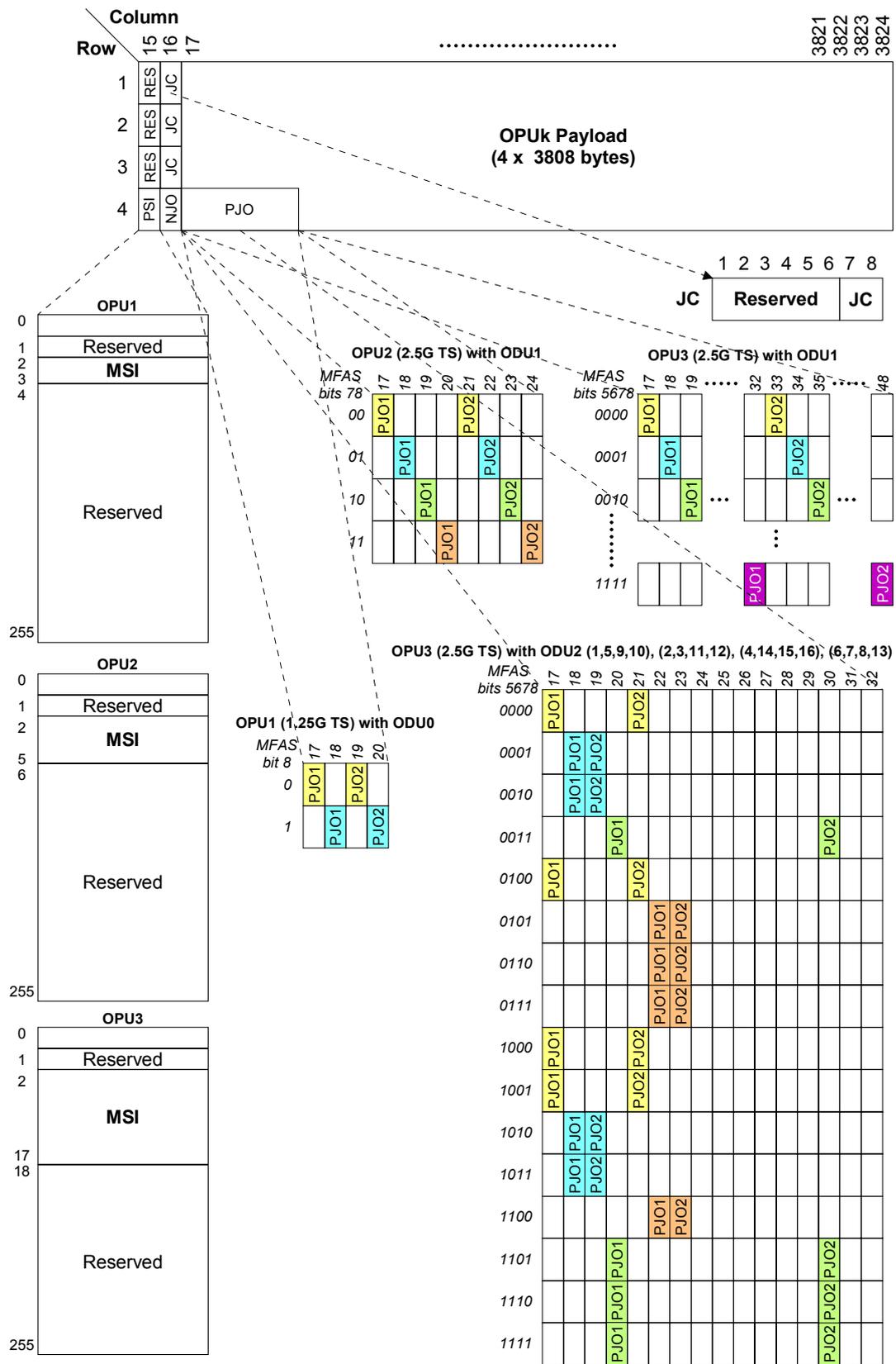


図19-14A/JT-G709_ODTUjkのみ (ペイロードタイプ=20) のOPUk (k=2,3) 多重オーバーヘッド関連 (ITU-T G.709/Y.1331)

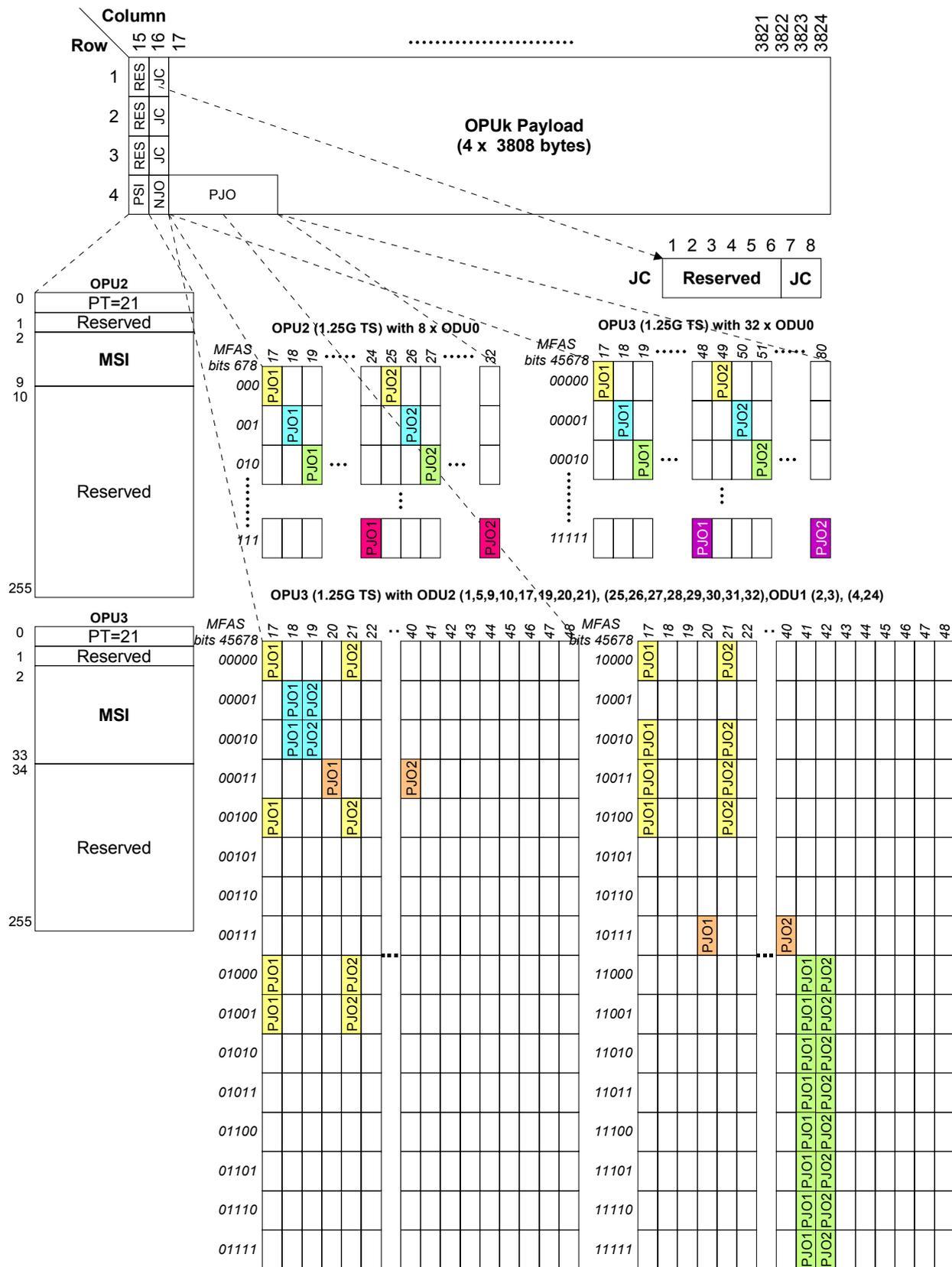


図19-14B/JT-G709_ODTujkのみ (ペイロードタイプ=21) のOPUk (k=2,3) 多重オーバーヘッド関連 (ITU-T G.709/Y.1331)

ODTUK.ts オーバーヘッド

ODTUK.ts オーバーヘッドは、14 ビットの GMP C_m 情報を運ぶスタッフィングコントロール (JC1,JC2,JC3) の3バイトと、10 ビットの GMP ΣC_{8D} 情報を運ぶスタッフィングコントロール (JC4,JC5,JC6) のクライアント/LO ODU 規定の3バイトで構成する GMP スタッフオーバーヘッドを運ぶ。

JC1,JC2,JC3,JC4,JC5 と JC6 のオーバーヘッド位置を図 19-14C に示す。

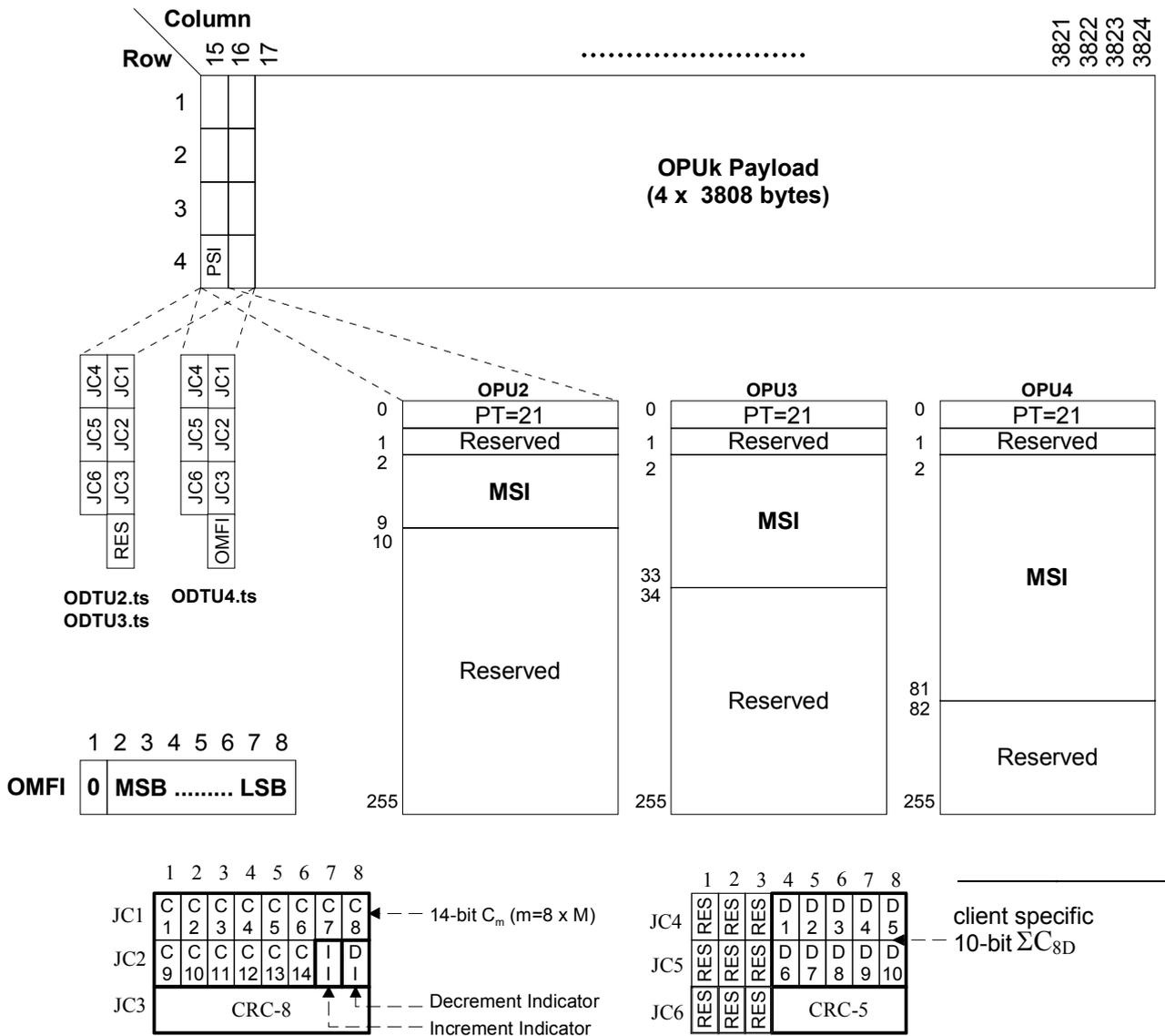


図19-14C/JT-G709_ODTUK.ts (ペイロードタイプ=21) のOPUk (k=2,3,4) 多重オーバーヘッド関連 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1 OPUk多重構造拡張子(MSI)

OPU における ODU の多重化構造を符号化した OPUk(k=1,2,3,4)多重構造識別子オーバーヘッド (MSI) は、PSI 信号のマッピング特定領域(OPU1: PSI[2] .. PSI[3], OPU2: PSI[2] .. PSI[5], OPU3: PSI[2] .. PSI[17])に配置される。MSI は、OPU とトリビュタリスロット (2.5G,1.25G) 規定長(OPU1: 2 バイト、OPU2: 4 または 8 バイト、OPU3: 16 または 32 バイト)を有し、OPU 中のそれぞれのトリビュタリスロット(TS)の ODTU の内容を示す。それぞれの TS に対して1バイトが用いられる。

19.4.1.1 OPU2 多重構造拡張子(MSI)-ペイロードタイプ 20

図 19-14A と 19-15 に示すように、MSI バイトとして 4 個の OPU2 2.5G トリビュタリスロットに対して、4 バイトの PSI (PSI[2] .. PSI[5]) が使用される。

- ODTU タイプは ODTU12 の存在を示すための 00 に固定される
- トリビュタリポート番号は、この 2.5G TS で伝送される ODU1 のポート番号を示す。ポートのトリビュタリスロットへの割当ては固定され、ポート番号はトリビュタリスロット番号に等しい。

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	00				00	0000			<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	00				00	0001			<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	00				00	0010			<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	00				00	0011			<i>TS4</i>

図19-15/JT-G709__OPU2-MSIコード化-ペイロードタイプ20 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1.2 OPU3 多重構造拡張子 (MSI) -ペイロードタイプ 20

図 19-14A と 19-16A、19-16B に示すとおり、16 個の OPU3 2.5G トリビュタリスロットに対して、16 バイトの PSI ((PSI[2] .. PSI[17])) が使用される。MSI は、OPU3 の各トリビュタリスロットの ODTU の内容を示す。

- ビット 1 と 2 の ODTU タイプは OPU3 TS が ODTU13 または ODTU23 のどちらを運ぶかを示す。
デフォルトの ODTU タイプは、ODTU13 であり、以下の場合にデフォルト値となる。トリビュタリスロットが ODTU13 を運ぶ場合、または、ODTU を運ぶためのトリビュタリスロットを配置しない場合。いくつかの例を付録 VI に示す。
- ビット 3 から 8 のトリビュタリポート番号は、この 2.5G TS で運ばれる ODTU13/23 のポート番号を示す。ODTU23 の場合は、トリビュタリポートのトリビュタリスロットへの柔軟な割当てが可能である。ODTU13 の場合は、この割当ては固定され、トリビュタリポート番号はスロット番号に等しい。ODTU23 トリビュタリポートには 1 から 4 の番号が付与される。

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS8</i>
<i>PSI[10]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS9</i>
<i>PSI[11]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS10</i>
<i>PSI[12]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS11</i>
<i>PSI[13]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS12</i>
<i>PSI[14]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS13</i>
<i>PSI[15]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS14</i>
<i>PSI[16]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS15</i>
<i>PSI[17]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS16</i>

図19-16A/JT-G709__OPU3-MSIコード化-ペイロードタイプ20 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[1+i]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS #</i>
	00: ODTU13		00 0000: Tributary Port 1						
	01: ODTU23		00 0001: Tributary Port 2						
	10: Reserved		00 0010: Tributary Port 3						
	11: Reserved		00 0011: Tributary Port 4						
			:						
			00 1111: Tributary Port 16						

図19-16B/JT-G709__OPU3-MSIコード化-ペイロードタイプ20 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1.3 OPU1 多重構造拡張子 (MSI) 0-ペイロードタイプ 20

2個の1.25G OPU2トリビュタリスロットのPSIの2バイトは、図19-14Aと19-17で示されるようなMSIバイトとして (*PSI[2]*, *PSI[3]*) で使用される。MSIは、OPU1の各トリビュタリスロットのODTUの内容を示す。

- ビット1と2のODTUタイプは、ODTU01の存在を示すために11を固定
- ビット3と8のトリビュタリポート#はこの1.25G TSに転送されてきたODTU01のポート番号を指す。トリビュタリスロットへのポートのアサインは固定であり、ポート番号はトリビュタリスロット番号と同じ。

	1	2	3	4	5	6	7	8	1.25G TS
<i>PSI[2]</i>	11		00 0000						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	11		00 0001						<i>TS2</i>

図19-17/JT-G709__OPU1-MSIコード化-ペイロードタイプ20 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1.4 OPU4 多重構造拡張子 (MSI) -ペイロードタイプ 21

80個のOPU4 1.25GトリビュタリスロットのPSIの80バイトは、図19-14Cと19-18A、19-18Bで示されるようなMSIバイトとして (*PSI[2]*から *PSI[81]*) で使用される。MSIは、OPUの各トリビュタリスロットのODTUの内容を示す。1バイトは、各トリビュタリスロットのために使用される。

- TSの従事するビット1は、トリビュタリスロットが配置されるか、否かを示す。

- ビット2から8のトリビュタリポート番号は、このTSで転送されるODTU4.tsのポート番号を指し示す。2もしくはそれ以上のトリビュタリスロットで転送されるODTU4.tsのケースでは、トリビュタリポートのトリビュタリスロットへの自由な割り当てスロットが可能である。ODTU4.tsトリビュタリポートのポート番号は、1から80番である。従事ビットが0の時にその値をオール”0”に設定する。（トリビュタリスロットは未配置）

	1	2	3	4	5	6	7	8	1.25G TS
<i>PSI[2]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS8</i>
:	:	:							:
:	:	:							:
<i>PSI[81]</i>	TS occupied	Tributary Port #							<i>TS80</i>

図19-18A/JT-G709__OPU4 1.25G TS MSIコード化 - ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

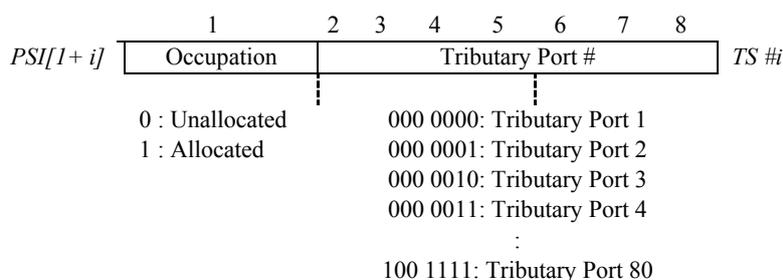


図19-18B/JT-G709__OPU4 MSIコード化 - ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1.5 OPU2 多重構造拡張子 (MSI) -ペイロード 21

8個のOPU4 1.25GトリビュタリスロットのPSIの8バイトは、図19-14Bと19-19A、19-19Bで示されるようなMSIバイトとして (PSI[2]から PSI[9]で) 使用される。MSIは、OPUの各トリビュタリスロットのODTUの内容を示す。1バイトは、各トリビュタリスロットのために使用される。

- ビット1と2のODTUタイプは、OPU 1.25G TSがODTU12またはODTU2.tsに運ぶかを示す。デフォルトのODTUタイプは、11 (未配置) であり、それは、トリビュタリスロットがODTUを運ぶことを配置されない時に表示する。
- ビット3から8のトリビュタリポート番号は、このTSに転送されてきたODTUのポート番号を示す。トリビュタリポートのトリビュタリスロットへの柔軟なアサインが可能で、ODTU12トリビュタリポートは、1番から4番まで、ODTU2.tsトリビュタリポートは1番から8番まで振られる。ODTUタイプ値が11 (トリビュタリスロットが未配置) のとき、それらの値はすべて0に設定される。

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS8</i>

図19-19A/JT-G709__OPU2 MSIコード化-ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[1+i]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS #i</i>
	00: ODTU12		00 0000: Tributary Port 1						
	01: Reserved		00 0001: Tributary Port 2						
	10: ODTU2.ts		00 0010: Tributary Port 3						
	11: Unallocated		00 0011: Tributary Port 4						
			:						
			00 0111: Tributary Port 8						

図19-19B/JT-G709__OPU2 MSIコード化-ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.1.6 1.25Gトリビュタリスロット（ペイロードタイプ21）のOPU3多重化構造拡張子(MSI)

32個のOPU3 1.25GトリビュタリスロットのPSIの32バイトは、図19-14Bと19-20A、19-20Bで示されるようなMSIバイトとして（PSI[2]から PSI[33]で）使用される。MSIは、OPUの各トリビュタリスロットのODTUの内容を示す。1バイトは、各トリビュタリスロットのために使用される。

- ビット1と2のODTUタイプは、OPU3 1.25G TSがODTU13またはODTU23、ODTU3.tsに運ぶかを示す。デフォルトのODTUタイプは、11（未配置）であり、それは、トリビュタリスロットがODTUを運ぶことを配置されない時に表示する。
- ビット3から8のトリビュタリポート番号はこのTSに転送されてきたODTUのポート番号を示す。トリビュタリポートのトリビュタリスロットへの柔軟なアサインが可能で、ODTU13トリビュタリポートは、1番から16番まで番号がふられ、ODTU23トリビュタリポートは1番から4番、ODTU2.tsトリビュタリポートは、1番から32番まで番号がふられる。ODTUタイプ値が11（トリビュタリスロットが未配置）のとき、それらの値はすべて0とされる。

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS5</i>
:	:	:	:						:
:	:	:	:						:
<i>PSI[33]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS32</i>

図19-20A/JT-G709__OPU3 MSIの暗号化-ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[1+ i]</i>	ODTU type		Tributary Port #						<i>TS #i</i>
	00:	ODTU13	00	0000:	Tributary Port 1				
	01:	ODTU23	00	0001:	Tributary Port 2				
	10:	ODTU3.ts	00	0010:	Tributary Port 3				
	11:		00	0011:	Tributary Port 4				
	Unallocated			:					
			01	1111:	Tributary Port 32				

図19-20B/JT-G709__OPU3 MSIの暗号化-ペイロードタイプ21 (ITU-T G.709/Y.1331)

19.4.2 OPUkペイロード構造拡張子の予約されたオーバーヘッド (RES)

将来の国際標準のために OPUk PSI の中に 253 バイト (OPU1)、251 または 247 バイト (OPU2)、239 または 223 バイト(OPU3)、175 バイト(OPU4)が予約されている。これらのバイトは、OPUk オーバーヘッドのうち PSI[1]と PSI[3](OPU1)、PSI[6]または PSI[10](OPU2)、PSI[18]または PSI[34](OPU3)、PSI[82]から PSI[255](OPU4)に位置する。これらのバイトは全て 0 とされる。

19.4.3 OPUk多重スタッフオーバーヘッド (JOH)

この標準では 2 通りのマッピング手順が定義されている。ODUj と OPUk の具体的に固定スタッフと非同期とビット同期多重手順 (AMP,BMP) とスタッフ制御のオポテュニティー定義(ODTUjk)、そして ODUj と OPUk の独立スタッフとスタッフ制御のオポテュニティー定義 (ODTuk.ts) と汎用マッピング手順 (GMP)。ODTuk.ts 内のスタッフの位置は、19.4.3.2 項に規定された式的手段として決定される。

19.4.3.1 非同期とビット同期多重手順 (AMP,BMP)

図 19-14A と 19-14B に示される OPUk(k=1,2,3)の 16 列目に位置するスタッフオーバーヘッド(JOH)は、3 バイトのスタッフコントロール(JC)バイトと 1 バイトの負スタッフ用バイト(NJO)から構成される。3 バイトの JC バイトは、1、2、および 3 行目に位置する。NJO バイトは 4 行目に位置する。

それぞれの JC バイトのビット 7 および 8 は、スタッフ制御に使用される。その他のビットは、将来の国際標準のために予約されている。

19.4.3.2 汎用マッピング手順 (GMP)

汎用マッピング手順のためのスタッフオーバーヘッド (JOH) は、一般的な (JC1,JC2,JC3) とクライアントの LO ODU 定義の (JC4,JC5,JC6) のようなスタッフ制御の 3 バイトの 2 個のグループで構成される。図 19-14C 参照。

JC1,JC2,JC3 バイトは、14 ビットの C_m フィールド (C_1, C_2, \dots, C_{14} ビット)、1 ビットのインクリメント拡張子 (II)、

1 ビットのディクリメント拡張子(DI)フィールドと、J1,J2,J3 フィールド以上の誤り確認コードを含む 8 ビットの CRC-8 フィールドで構成される。

JC4,JC5,JC6 バイトは、10 ビットの ΣC_{nd} フィールド (D1, D2, ..., D10 ビット)、 JC4、JC5、JC6 フィールドのビット 4 から 8 以上の誤り確認コードを含む 5 ビットの CRC-5 フィールド、ビットの将来の国際標準のための予約 (RES) で構成される。

C_m の m の値は $8 \times 'ts'$ である。(トリビュタリスロットの番号は、ODTuk.ts により占められる。) n の値は、GMP の C_n パラメータのタイミング粒度を表わし、さらに ΣC_{nd} で提供される。その n の値は、8 である。 C_m の値は、ts のグループの ODTU.ts ペイロードバイトへの ts の LO ODUj データバイトのグループの分配を制御する。 ΣC_{nd} の値は、付加した n ビットタイミング情報を供給する。これらは LO ODUj 信号に反応するジッタやワンダ性能を制御するために必要である。

C_n の値は、 $C_n(t) = m \times C_m(t) + (\Sigma C_{nd}(t) - \Sigma C_{nd}(t-1))$ で計算される。 C_nD 値は、マッパーの実際のキューでの効果的なデータ量の目安であることを注意し、それは、M バイトワードより少なくなるため、そのマルチフレームの間には送信できない。マルチフレーム't'の ΣC_{nd} の値が破損している場合に、次のマルチフレーム't+1'でこのような誤りから回復することが可能である。

19.4.4 OPUマルチフレーム拡張子オーバーヘッド(OMFI)

OPU4 のマルチフレーム拡張子 (OMFI) バイトは、OPU4 オーバーヘッドの 4 行 16 列に定義される (図 19-21) 。OMFI バイトのビット 2 から 8 の値は、OPU4 への LO ODU 多重化のための 80 フレームのマルチフレームを供給するために、各 ODU4 フレームでインクリメントされる。

(注) 1280 フレームピリオド (少なくとも 80 と 256 共通マルチ) 毎の OMFI=0 ポジションの MFAI=0 ポジションへの調整はオプション

OMFI OH Byte								
1	2	3	4	5	6	7	8	
Fixed to 0				:				
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	0	0	1	0	0
				:				
	1	0	0	1	1	1	1	0
	1	0	0	1	1	1	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	
			:					

OMFI sequence

図19-21/JT-G709__OPU4 マルチフレーム拡張子 (OMFI) オーバーヘッド (ITU-T G.709/Y.1331)

19.5 ODTUjkへのODUjマッピング

ODTUjk 信号((j,k) = {(0,1), (1,2), (1,3), (2,3)})への ODUj 信号(±20 ppm までのビットレート許容偏差を有する)のマッピングは、非同期マッピングとして扱われる。

(注) : OPUk および ODUj 信号間の最大のビットレート許容偏差は、そのマッピング機構に対応しており、-130~+65 ppm

(ODU0 から OPU1 への場合)、 $-113 \sim +83$ ppm (ODU1 から OPU2 への場合)、 $-96 \sim +101$ ppm (ODU1 から OPU3 への場合)、および $-95 \sim +101$ ppm (ODU2 から OPU3 の場合)である。

ODUj 信号は 15.6.2.1 項および 15.6.2.2 項に示したフレーム同期オーバーヘッド、および全て 0 のパターンである OTUj オーバーヘッド領域が付与されて拡張される(図 19-22 参照)。

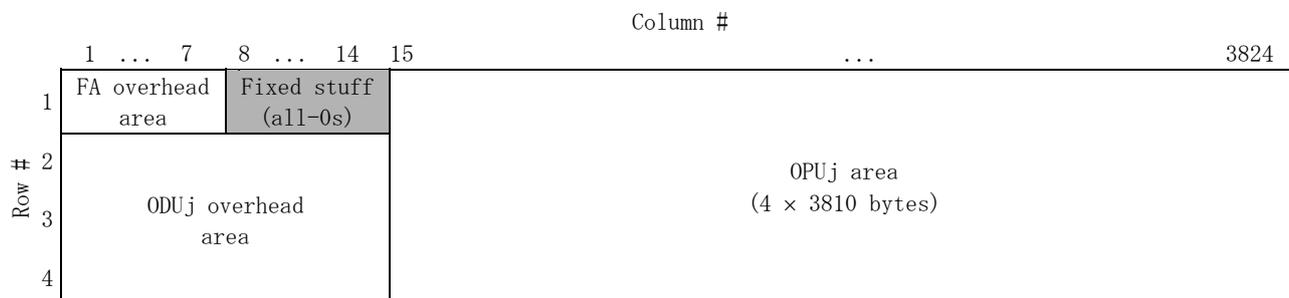


図19-22/JT-G709_広範囲のODUjフレーム構造 (FA OH含まれる、OTUj OH領域は固定スタッフを含む) (ITU-T G.709/Y.1331)

拡張 ODUj 信号は、 $-1/0/+1/+2$ の正/負/ゼロ(pnz) スタッフ機構による非同期マッピングを用いて、局所的に生成された ODUk クロックに対応付けられる。

拡張 ODUj バイトは ODTUjk バイトへマッピングされる。

非同期マッピング処理では、表 19-3 に従い、JC、NJO、PJO1、および PJO2 を生成する。非同期マッピング処理では表 19-7 に従い JC、NJO、PJO1、および PJO2 を識別する。デマッピング処理においてスタッフをするかどうかを判定するには、3 つの JC 信号の 1 つに誤りが発生することに対して保護を採るために、3 分の 2 の多数決論理が用いられる。

表19-7/JT-G709_JC,NJO,PJO1,PJO2生成と識別 (ITU-T G.709/Y.1331)

JC 7 8	NJO	PJO1	PJO2	解説
0 0	スタッフ制御バイト	データバイト	データバイト	スタッフ制御無し (0)
0 1	データバイト	データバイト	データバイト	ネガティブスタッフ制御 (-1)
1 0*	スタッフ制御バイト	スタッフ制御バイト	スタッフ制御バイト	ダブルポジティブスタッフ制御 (+2)
1 1	スタッフ制御バイト	スタッフ制御バイト	データバイト	ポジティブスタッフ制御 (+1)

*)注：この暗号はOPU1へのODU0の場合は使用されない

NJO、PJO1、および PJO2 の値は、それらがスタッフバイトとして使用される場合は全て 0 である。受信側ではこれらのバイトに含まれる値はそれらがスタッフで使用される場合は無視される必要がある。

ODU クライアント信号入力の信号障害状態(例えば OTUj-LOF)の間は、この障害が発生している入力信号は 16.5.1 項に示したように ODUj-AIS を含むことになる。この ODUj-AIS は ODTUjk へマッピングされる。

ファブリックの出力から ODUj を受信する(ODUj コネクション機能)際は、16.5.2 項で示した ODUj-OCI 信号が含まれる場合がある(マトリクスコネクションが開放の場合)。そしてこの ODUj-OCI 信号は ODTUjk へマッピングされる。

(注)：全ての装置が本当のコネクション機能(即ちスイッチファブリック)が実装されているとは限らない。その代わりにトリビュタリインタフェースポートの有無がマトリクスコネクションの有無を意味する。もしそのようなユニットが意図的に存在していない(即ち実装されていない)ならば、その関連する ODTUjk 信号は ODUj-OCI 信号を運ぶべ

きである。もしそのようなユニットが意図的に存在しているが、修復作業の一環として一時的に取り除かれている場合は、その関連する ODTUj 信号は ODUj-AIS を運ぶべきである。

OPUk そして ODTUjk (k=1, 2, 3) 信号は、ODUj (j=0, 1, 2) クライアント信号とは独立した局所的に生成された(表 17-3 に示された範囲内の)クロックより作り出される。

ODUj (j=0, 1, 2) 信号は-1/0/+1/+2 の正/負/ゼロ(pnz)スタフ機構を使用して ODTUjk (k=1, 2, 3)へマッピングされる。

ODUj 信号の ODTUjk 信号(j,k) = {(0,1), (1,2), (1,3), (2,3)}からのデマッピングは、拡張 ODUj 信号を OPUk からスタフオーバーヘッド(JC, NJO, PJO1, PJO2)の制御に従い抽出することにより行われる。

(注) : ODUj 信号が OTUj 信号として出力されるような場合は、抽出された拡張 ODUj 信号のフレーム同期は、ODUj の OTUj へのフレーム同期マッピングを行うことを考慮して再生されるべきである。

入力される ODUk/OPUk 信号の信号障害状態の間(即ち ODUk-AIS、ODUk-LCK、ODUk-OCI 状態の場合)、16.5.1 項で示した ODUj-AIS のパターンが失われた ODUj 信号の代わりの信号として生成される。

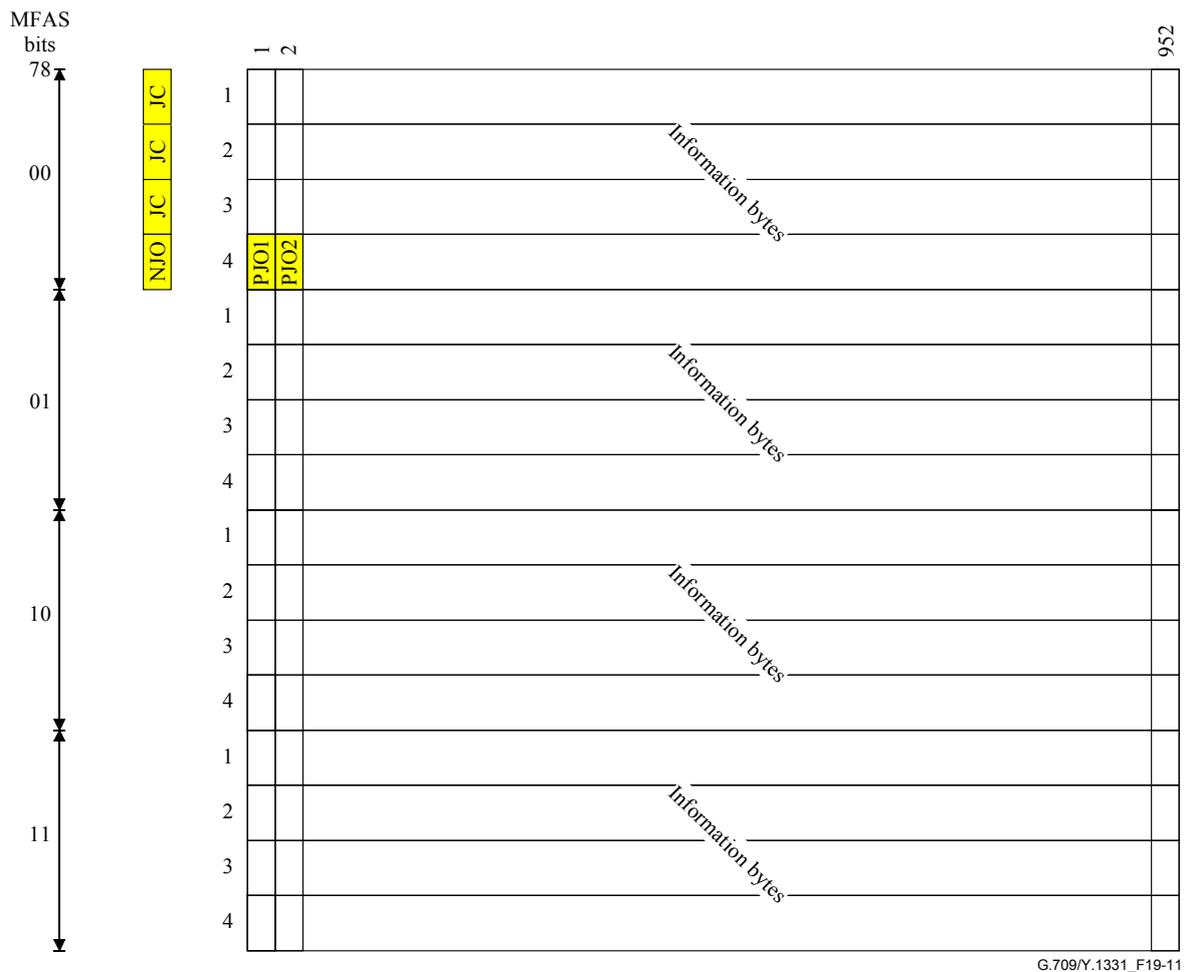
19.5.1 ODTU12 への ODU1 マッピング

ODU1 信号のバイトは、ODTU12(図 19-23A 参照)の情報バイトへマッピングされる。OPU2 の 4 フレームに 1 回、正または負いずれかのスタフ制御を動作させることが可能である。

スタフ動作が可能なフレームは、ODTU12 がマッピングされた OPU2 2.5G TS の TSOH 関係する(図 19-1)。図 19-23A に OPU2 2.5G TS1 へマッピングする場合を示す。

ODU1 信号のバイトは、ODTU12(図 19-23B 参照)の情報バイトへマッピングされる。OPU2 の 8 フレームに 2 回、正または負いずれかのスタフ制御を動作させることが可能である。

スタフ動作が可能なフレームは、ODTU12 がマッピングされた OPU2 1.25G TS の JOH 関係する(図 19-1)。図 19-23B に OPU2 1.25G TS2 と TS4 へマッピングする場合を示す。



G.709/Y.1331_F19-11

図19-23A/JT-G709_ODTU12フレームフォーマットとODU1のマッピング(2.5G TS1へのマッピングの場合) (ITU-T G.709/Y.1331)

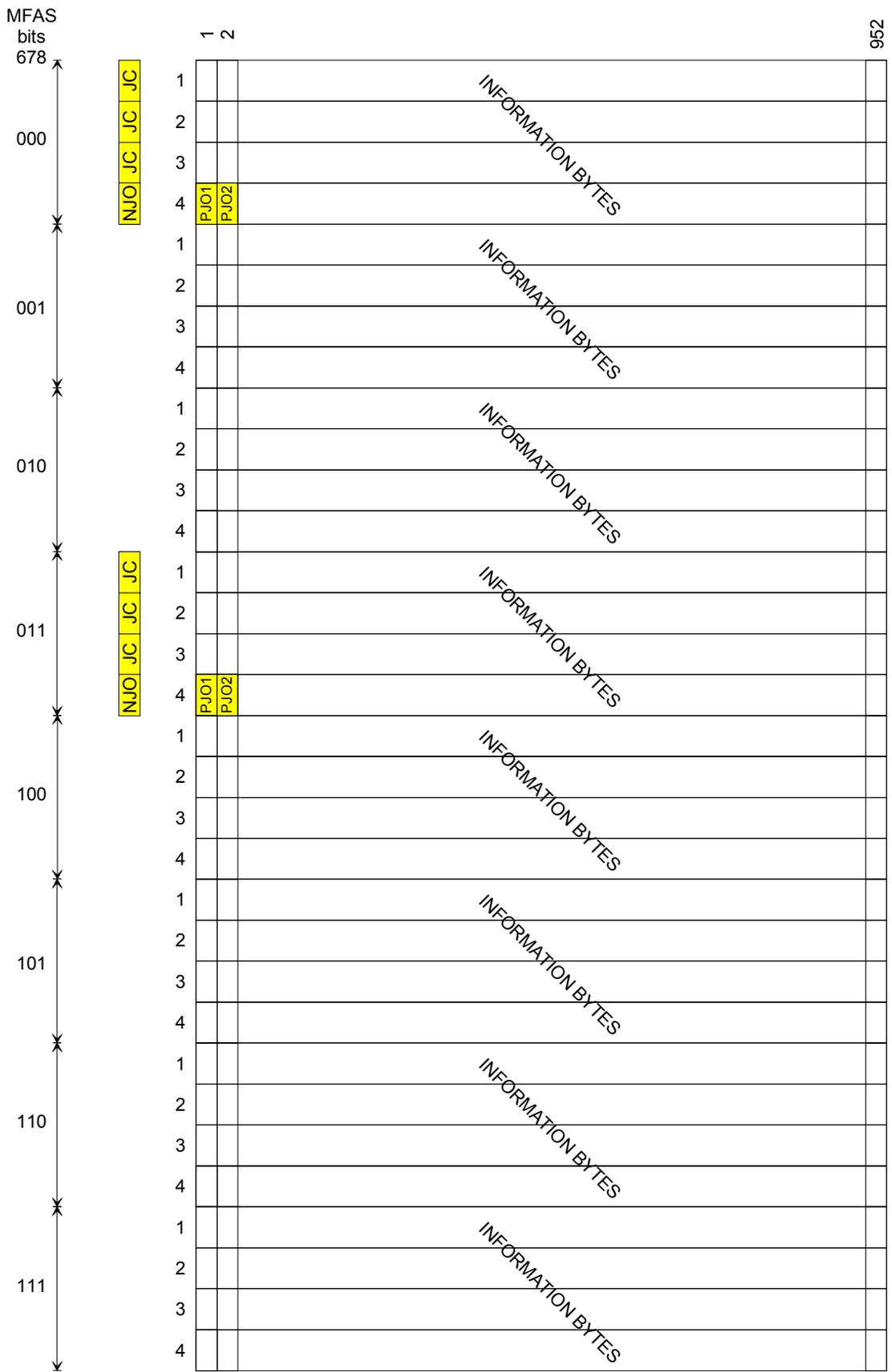


図19-23B/JT-G709_ODTU12フレームフォーマットとODU1のマッピング (1.25G TS1とTS4へのマッピングの場合)
(ITU-T G.709/Y.1331)

19.5.2 ODTU12 へのODU1 マッピング

ODU1 信号のバイトは、ODTU13(図 19-24A 参照)の情報バイトへマッピングされる。ODTU13 の 119 列目は固定スタッフバイトである。固定スタッフバイトには全て 0 のパターンが挿入される。OPU3 の 16 フレームに 1 回、正または負いずれかのスタッフ制御を動作させることが可能である。

スタッフ動作が可能なフレームは、ODTU13 がマッピングされた OPU3 2.5G TS の JOH と関係する(図 19-2)。図 19-24A に OPU3 2.5G TS3 へマッピングする場合を示す。

ODU1 信号のバイトは、ODTU13 (図 19-24B 参照)の情報バイトへマッピングされる。ODTU13 の 119 列目は固定スタッフバイトである。固定スタッフバイトには全て 0 のパターンが挿入される。OPU3 の 32 フレームに 2 回、正または負いずれかのスタッフ制御を動作させることが可能である。

スタッフ動作が可能なフレームは、ODTU13 がマッピングされた OPU3 1.25G TS の JOH と関係する(図 19-2)。図 19-24B に OPU3 1.25G TS2 と TS25 へマッピングする場合を示す。

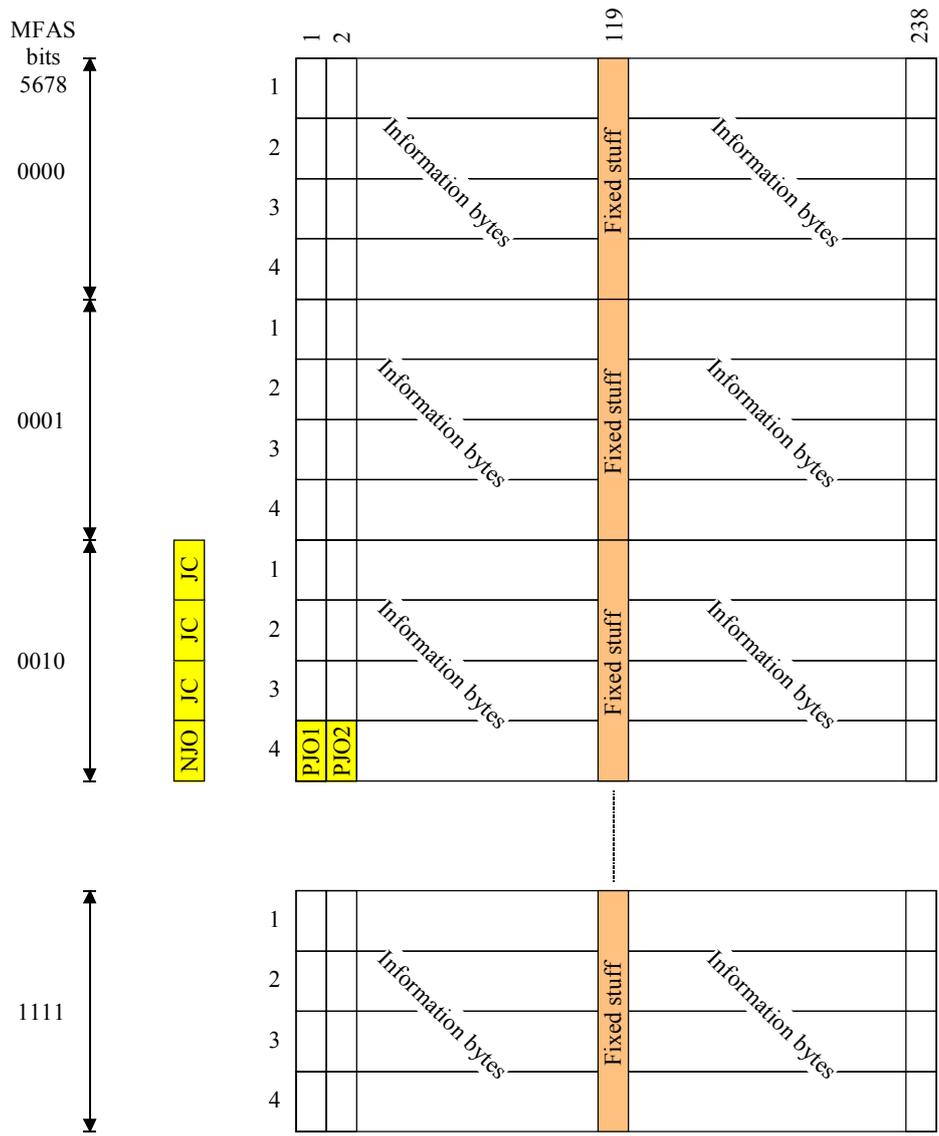


図19-24A/JT-G709_ODTU13フレームフォーマットとODU1のマッピング(2.5G TS3へのマッピングの場合) (ITU-T G.709/Y.1331)

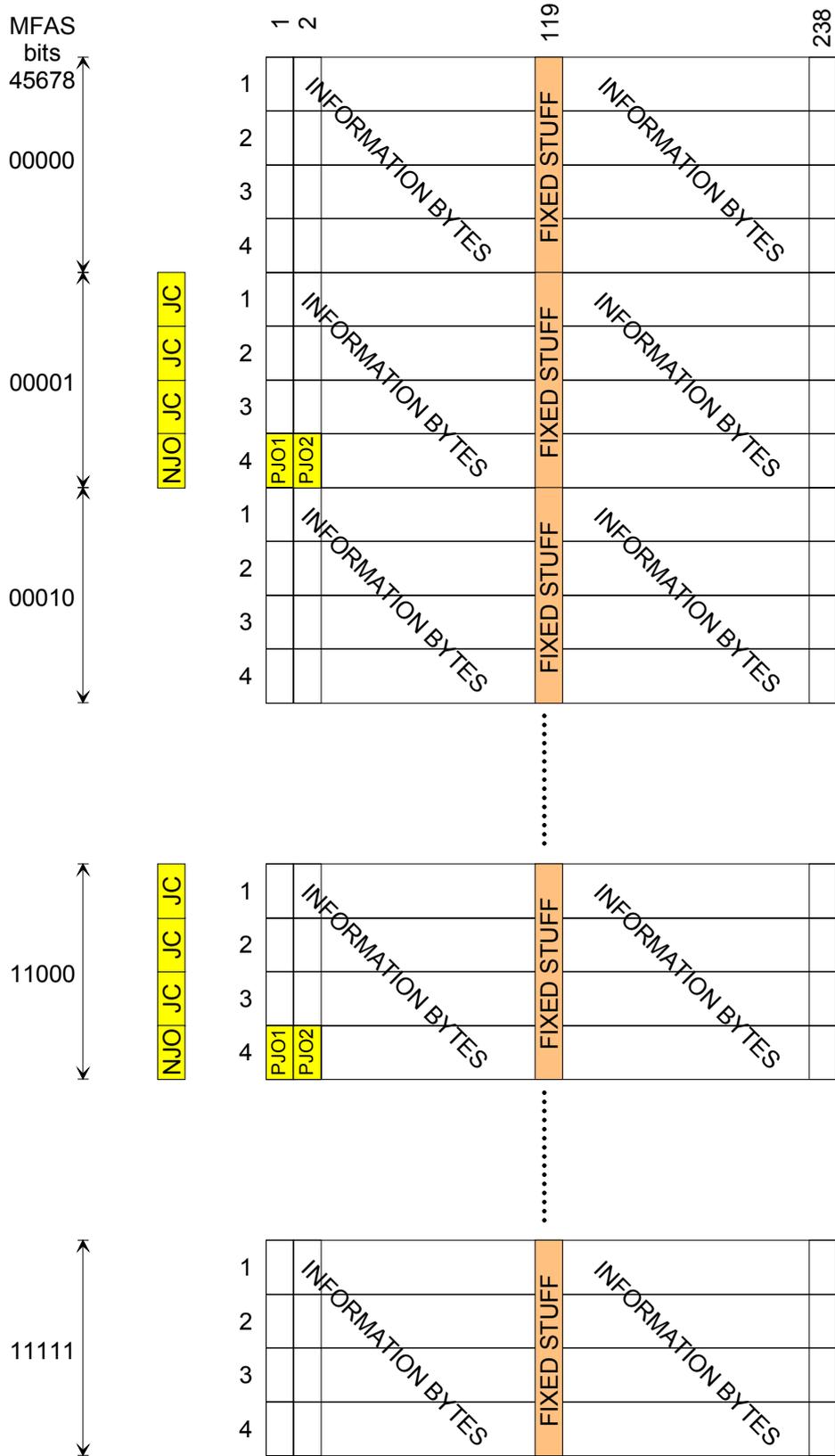


図19-24B/JT-G709_ODTU13フレームフォーマットとODU1のマッピング (1.25G TS2とTS25へのマッピングの場合)
(ITU-T G.709/Y.1331)

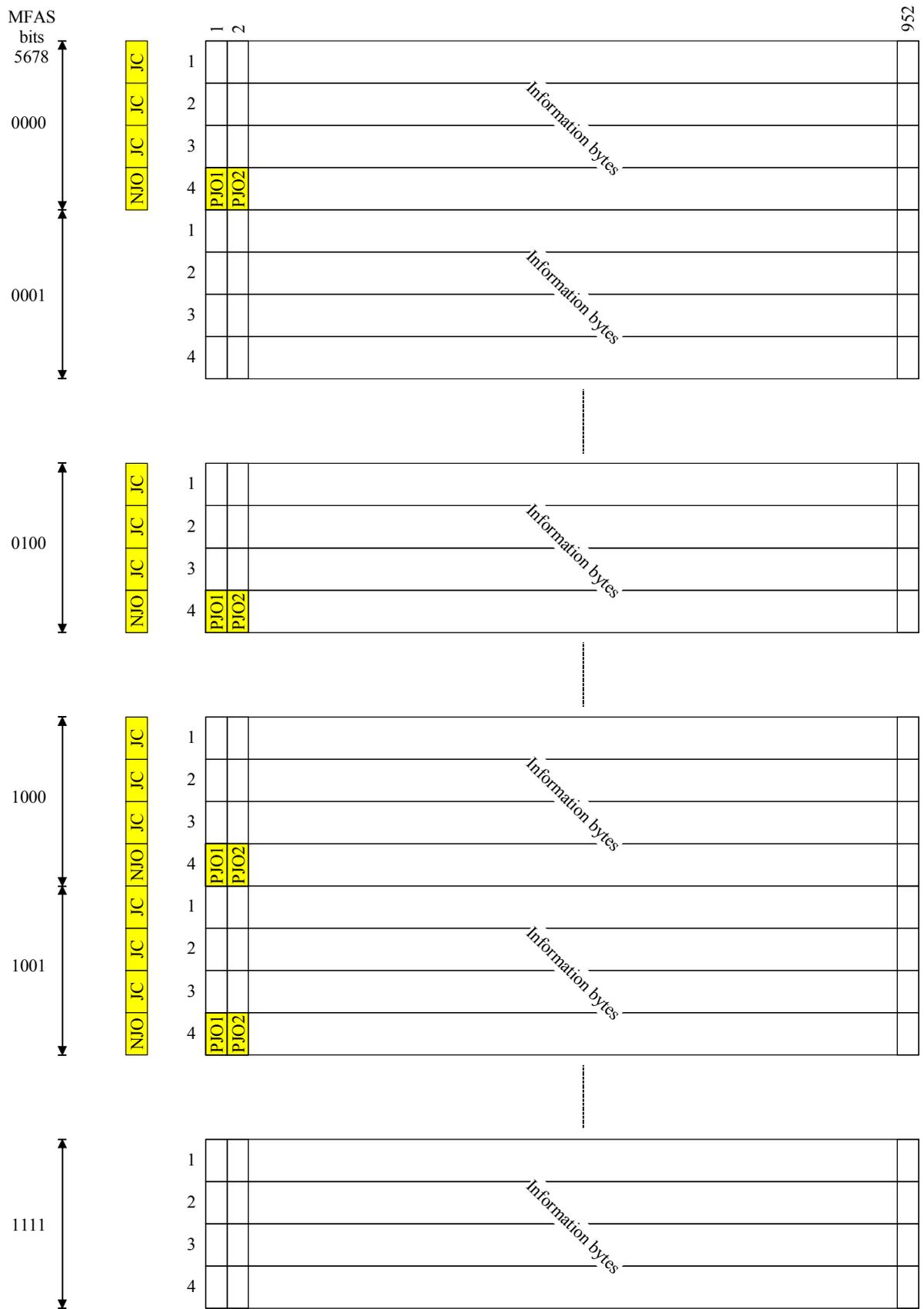
19.5.3 ODTU23 へのODU2 マッピング

ODU2 信号のバイトは、ODTU23(図 19-25A 参照)の情報バイトへマッピングされる。OPU3 の 16 フレームに 4 回、正または負いずれかのスタッフ制御を動作させることが可能である。

スタッフ動作が可能な 4 フレームは、ODTU23 がマッピングされた OPU3 2.5G TS の JOH と関係する(図 19-2)。図 19-25A に OPU3 2.5G TS1、TS5、TS9、および TS10 へマッピングする場合を示す。

ODU2 信号のバイトは、ODTU23(図 19-25B 参照)の情報バイトへマッピングされる。OPU3 の 32 フレームに 8 回、正または負いずれかのスタッフ制御を動作させることが可能である。

スタッフ動作が可能なフレームは、ODTU23 がマッピングされた OPU3 1.25G TS の JOH と関係する(図 19-2)。図 19-25B に OPU3 2.5G TS1,2,5,9,10,25,26,32 へマッピングする場合を示す。



G.709/Y.1331_F19-13

図19-25A/JT-G709_ODTU23フレームフォーマットとODU1のマッピング (2.5G TS1,5,9,10へのマッピングの場合)
(ITU-T G.709/Y.1331)

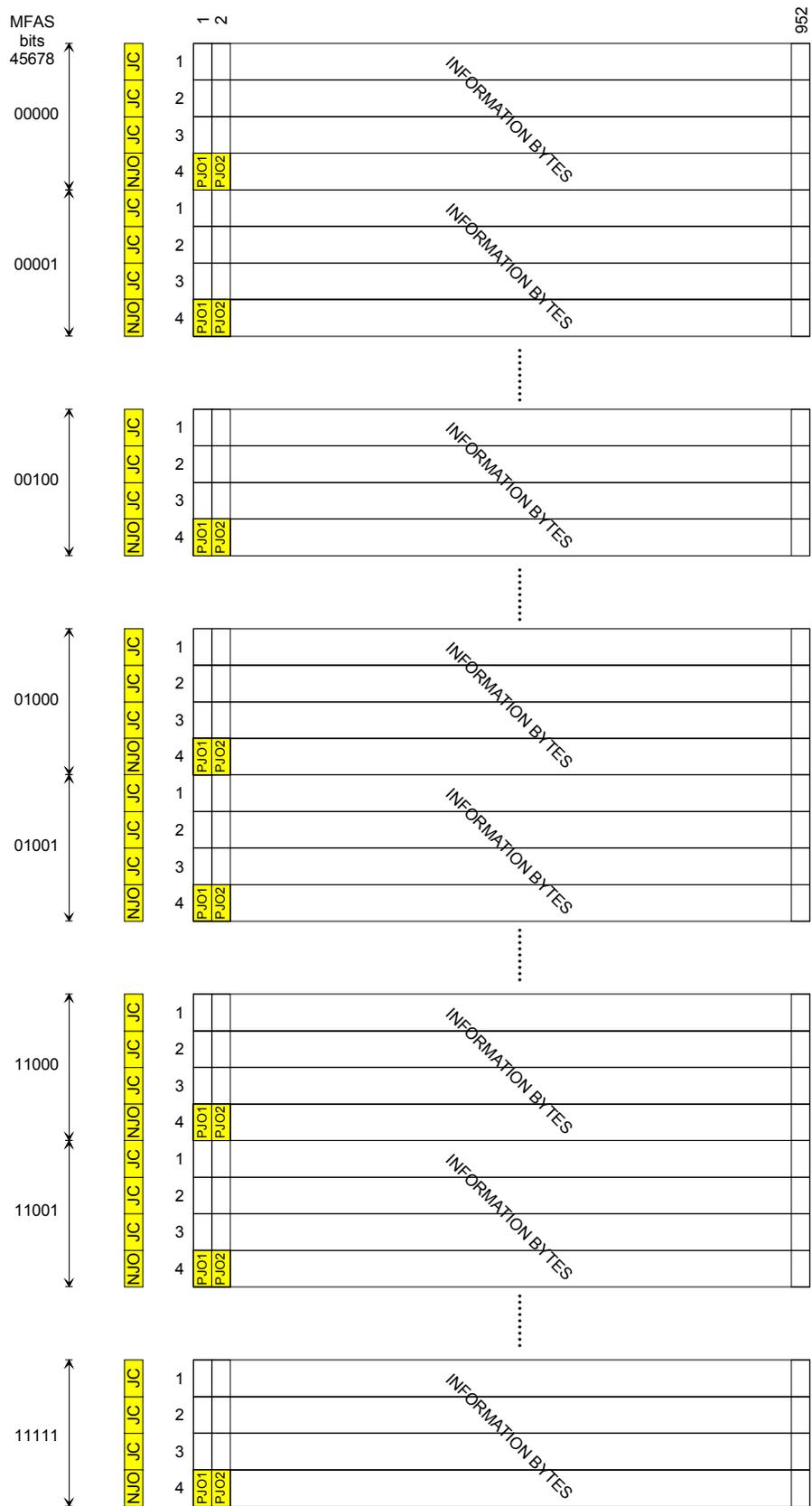


図19-25B/JT-G709_ODTU23フレームフォーマットとODU2のマッピング (1.25G TS1,2,5,9,10,25,26,32へのマッピングの場合) (ITU-T G.709/Y.1331)

19.5.4 ODTU01 へのODU0 のマッピング

ODU0 信号のバイトは ODTU01 の情報バイトに配置される (図 19-3 参照)。2 個の OPU1 フレーム毎に 1 回、正または負のどちらかのスタンプ動作が行なわれることが可能ある。

スタンプ制御動作することができるフレームは ODTU01 がマッピングされている OPU1 TS の TSOH に関係づけられる (図 19-3)。図 19-26 は、OPU1 TS1 にマッピングした場合を示す。

注-PJO2 領域はいかなるときも情報バイトを運ぶ。

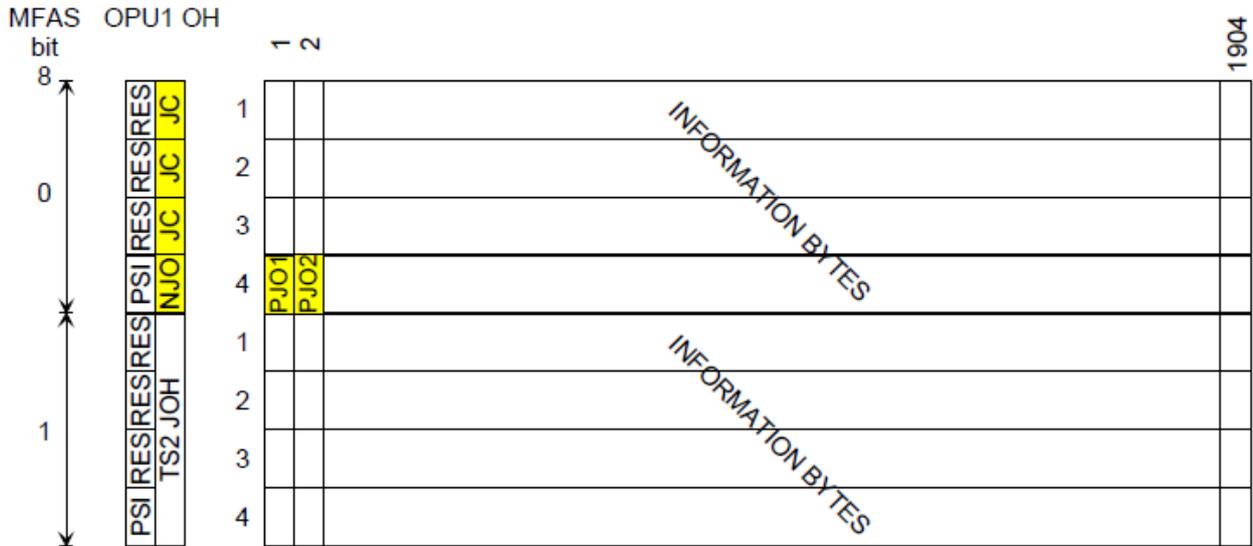


図19-26/JT-G709__OPU1 TS1へのODU0のマッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

19.6 ODTUk.tsへのODUjのマッピング

ODTUk.ts 信号($j=2,3,4,ts=M$)への ODUj 信号($j=0,1,2,2e,3,flex$)(± 100 ppm までのビットレート許容偏差を有する)のマッピングは、付録 D に記載された汎用マッピング手順を用いて実行される。

OPUK と ODTUk.ts($k=2,3,4$)信号は、局所的に生成されたクロック (表 17-3 に記載された制限内) から生成され、ODUj クライアント信号には依存しない。

ODUk 信号は、15.6.2.1 項、15.6.2.2 項と OTUj オーバーヘッドフィールドの全“0”パターン (図 19-22 参照) に定義されたフレームアライメントオーバーヘッドにより拡張される。

拡張された ODUj 信号は、付録 D に定義された汎用マッピング手順 (GMP) を用いて、局所的に生成された OPUK/ODUk.ts クロックに適応させる。 c_n と $C_n(t)$ と $C_{nd}(t)$ の値は、付録 D に定義される。 M の値は、ODUj : ODTUk.ts=ODTUk.M.によって占められたトリビュタリスロットの数である。

ODUj バイトに拡張された“M”連続のグループは、M 連続の ODTUk.M バイトのグループに配置される。

汎用マッピング手順は、ODUj($j=0,1,2,2e,3,flex$)信号の場合、ODTUk.M マルチフレーム毎に 1 回、付録 D に準じた $C_m(t)$ と $C_{nd}(t)$ 情報を生成し、この情報を ODTUk.ts スタッフィングコントロールオーバーヘッド JC1/JC2/JC3 と JC4/JC5/JC6 にエンコードする。そのデマッピング過程は、JC1/JC2/JC3 と JC4/JC5/JC6 から $C_m(t)$ と $C_{nd}(t)$ を復号化し、付録 D に準じた $C_m(t)$ と $C_{nd}(t)$ の意味を読み取る。CRC-8 は JC1,JC2,JC3 信号の誤りに対して防護するために用いるべきである。CRC-5 は、JC4,JC5,JC6 信号の誤りに対して防護するために用いるべきである。

入力する ODUj 信号が信号故障状態のときは、入力信号に 16.5.1 項に規定された ODUj-AIS を含んでいるはずなので、

その場合は、ODUj-AIS は ODTUk.M に多重される。

その ODUj が、ファブリック（ODU 接続機能）の出力から受信される時は、その入力信号には、16.5.2 項に規定された（開放的なマトリクス接続の場合）ODUj-OCI 信号が含まれていることがある。その場合は、ODUj-OCI 信号は ODTUk.M に多重される。

注-全ての装置が実際の接続機能（例えばスイッチファブリック）を実装しているわけではない。その代わりに、トリビュタリインタフェースポートユニットの実装/未実装が、マトリクス接続の実装/未実装を表わす。このようなポートユニットが意図的に未実装（すなわち、インストールされない）のときには、そのポートユニットに関連する ODTUk.M 信号は ODUj-OCI 信号を運ばなくてはならない。もし、このようなポートユニットがインストールされ、一時的に交換作業の一工程として抜去されるときには、そのポートユニットに関連する ODTUk.M 信号は、ODUj-AIS 信号を運ぶべきである。

ODUj バイトに拡張された‘M’連続のグループは、M 連続の ODTUk.M バイトのグループから分離される。

注-ODUj 信号が OTUj 信号として出力される時は、抽出された拡張 ODUj 信号のフレームアライメントは、その OTUj 信号への ODUj フレームの同期マッピングを許容するために再生される。

入力する ODUk/OPUk 信号の信号故障状態（例えば、ODUk-AIS,OTUk-LCK,ODUk-OCI 状態の状態中）中、16.5.1 項に規定される ODUj-AIS パターンは、喪失した ODUj 信号を置き替えるための信号として生成される。

19.6.1 ODTU2.MへのODUj多重

拡張 ODUj(j=0,flex)の M 連続するバイトのグループは、GMP データ/スタンプ制御メカニズムの制御下の ODTU2.M ペイロード領域の M 連続するバイトのグループに多重される。ODTU.2 ペイロード領域の各 M バイトのグループは、M の ODU バイトまたは M のスタンプバイトを運んでもよい。そのスタンプバイトの値は、全部“0”に配置される。

ODTU2.M ペイロード領域の M バイトのグループは、1 から 15232 に番号付けられる。

GMP の M バイト（M ビット）ブロック向けに番号付けした ODTU2.M ペイロードバイトを、図 19-27 に図示する。ODTU2.M マルチフレームの最初の M バイトの 1 列内は 1 にラベル付けされ、次の M バイトは、2 などにラベル付けされる。

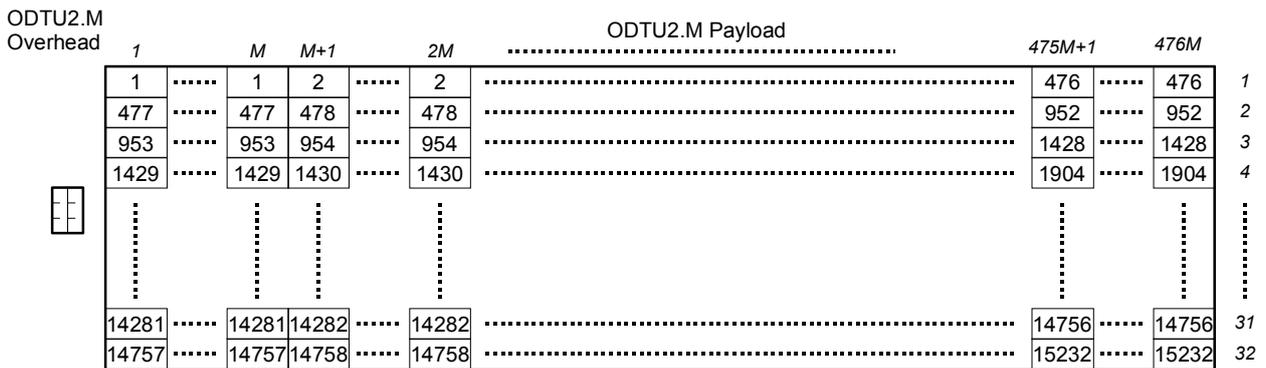


図19-28/JT-G709_ODTU2.MのGMPのバイト番号 (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-8/JT-G709_ODTU2.MへのODUjのためのCm と Cn (n=8) (ITU-T G.709/Y.1331)

ODUj signal	M	m=8×M	フロア C _{m,min}	最小 C _m	通常 C _m	最大 C _m	最高限界 C _{m,max}
ODU0	1	8	15167	15167.393	15168.000	15168.607	15169
ODUflex(GFP), n=1..8	n	8 × n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						
			フロア C _{8,min}	最小 C ₈	通常 C ₈	最大 C ₈	最高限界 C _{8,max}
ODU0	1	8	15167	15167.393	15168.000	15168.607	15169
ODUflex(GFP), n=1..8	n	8 × n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						

19.6.2 ODTU3.MへのODUj多重

拡張 ODUj(j=0,2e,flex)の M 連続するバイトは、GMP データ/スタッフ制御メカニズムの制御下の ODTU3.M ペイロード領域の M 連続するバイトに多重される。ODTU3.M ペイロード領域の各 M バイトは、M の ODU バイトまたは M のスタッフバイトを運んでもよい。そのスタッフバイトの値は、全部“0”に配置される。

ODTU3.M ペイロード領域の M バイトは、1 から 15232 に番号付けられる。

GMP の M バイト (M ビット) ブロック向けに番号付けした ODTU3.M ペイロードバイトを、図 19-28 に図示する。ODTU3.M マルチフレームの最初の M バイトの 1 列内は 1 にラベル付けされ、次の M バイトは、2 などにラベル付けされる。

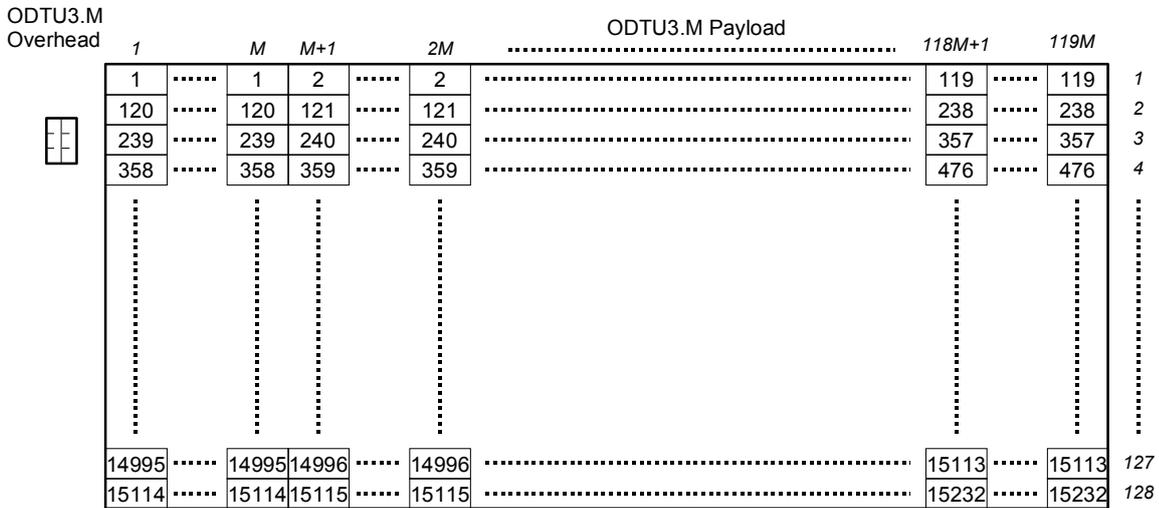


図19-28/JT-G709_ODTU3.MのGMPバイトの番号付け (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-9/JT-G709_ODTU3.MへのODUjのためのCm と Cn (n=8) (ITU-T G.709/Y.1331)

ODUj 信号	M	m=8×M	フロア _{in}	最小 C _m	通常 C _m	最大 C _m	最高限界 C _{m,max}
ODU0	1	8	15103	15103.396	15104.000	15104.604	15105
ODU2e	9	72	14026	14026.026	14027.709	14029.392	14030
ODUflex(GFP), n=1..32	n	8×n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						
			フロア C _{8,min}	最小 C _g	通常 C _g	最大 C _g	最高限界 C _{8,max}
ODU0	1	8	15103	15103.396	15104.000	15104.604	15105
ODU2e	9	72	126234	126234.232	126249.381	126264.532	126265
ODUflex(GFP), n=1..32	n	8×n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						

19.6.3 ODTU4.MへのODUj多重

拡張 ODUj(j=0,1,2,2e,3,flex)の M 連続するバイトは、GMP データ/スタンプ制御メカニズムの制御下の ODTU4.M ペイロード領域の M 連続するバイトに多重される。ODTU4.M ペイロード領域の各 M バイトは、M の ODU バイトまたは M のスタンプバイトを運んでもよい。そのスタンプバイトの値は、全部“0”に配置される。

ODTU4.M ペイロード領域の M バイトは、1 から 15200 に番号付けられる。

GMP の M バイト (M ビット) ブロック向けに番号付けした ODTU4.M ペイロードバイトを、図 19-29 に図示する。ODTU4.M マルチフレームの最初の M バイトの 1 列内は 1 にラベル付けされ、次の M バイトは、2 などにラベル付けされる。

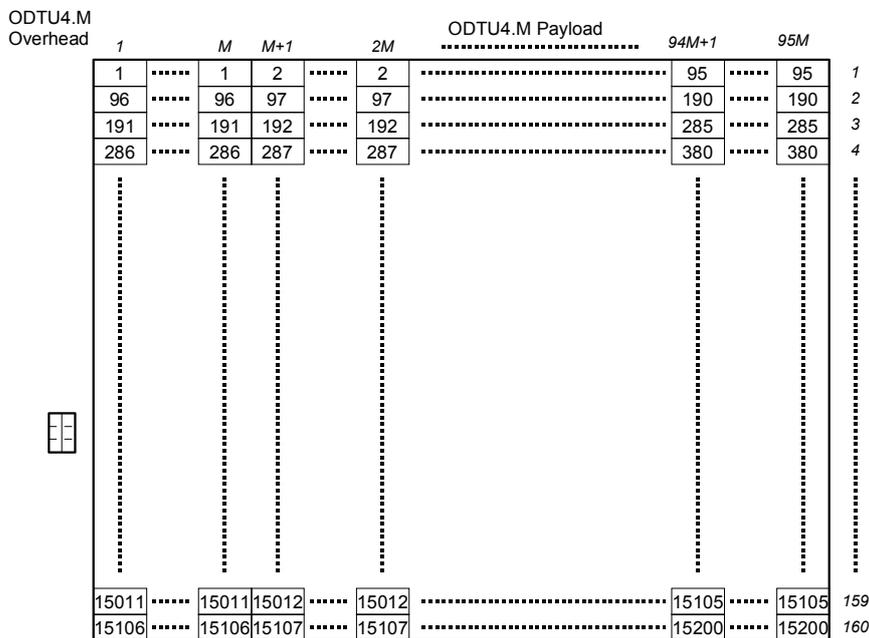


図19-29/JT-G709_ODTU4.MのGMPバイトの番号付け (ITU-T G.709/Y.1331)

表19-10/JT-G709_ODTU4.MへのODUjのためのCm と Cn (n=8) (ITU-T G.709/Y.1331)

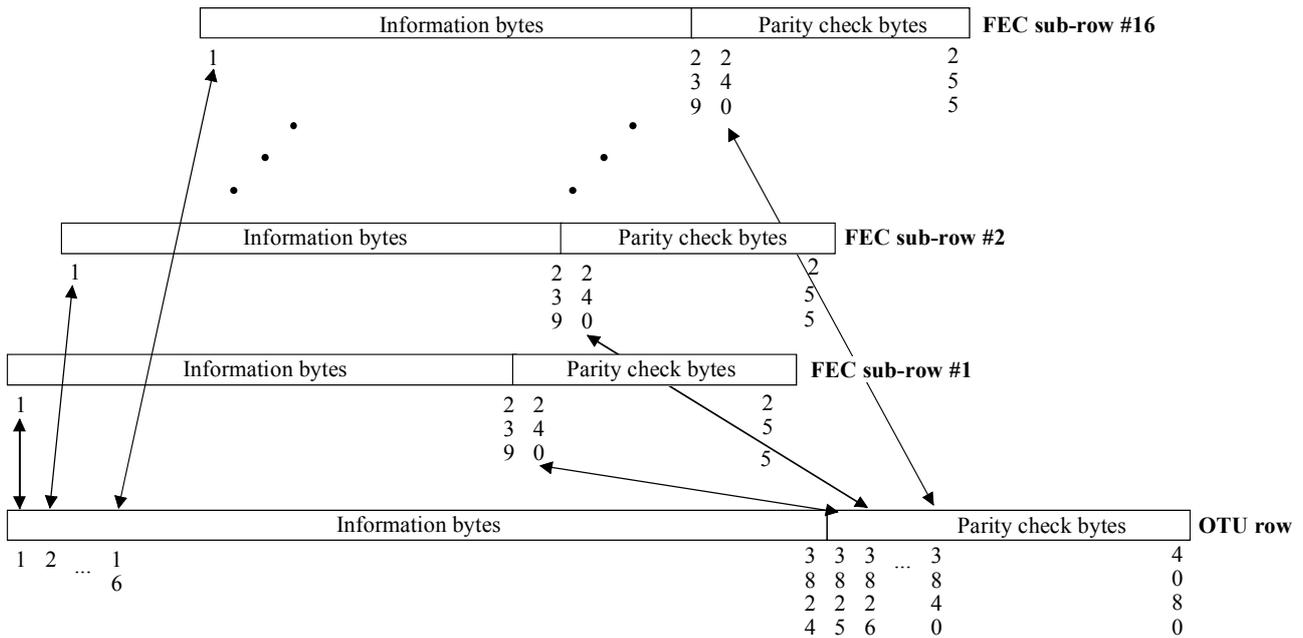
ODUj 信号	M	m=8×M	フロア C _{m,min}	最小 C _m	通常 C _m	最大 C _m	最高限 界 C _{m,max}
ODU0	1	8	14527	14527.419	14528.000	14528.581	14529
ODU1	2	16	14588	14588.458	14589.042	14589.626	14590
ODU2	8	64	14650	14650.013	14650.599	14651.185	14652
ODU2e	8	64	15177	15177.527	15179.348	15181.170	15182
ODU3	31	248	15186	15186.673	15187.280	15187.888	15188
ODUflex(GFP), n=1..80	n	8 × n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						
			フロア C _{8,min}	最小 C ₈	通常 C ₈	最大 C ₈	最高限 界 C _{8,max}
ODU0	1	8	14527	14527.419	14528.000	14528.581	14529
ODU1	2	16	29176	29176.917	29178.084	29179.251	29180
ODU2	8	64	117200	117200.105	117204.793	117209.482	117210
ODU2e	8	64	121420	121420.214	121434.786	121449.359	121450
ODU3	31	248	470786	470786.863	470805.695	470824.528	470825
ODUflex(GFP), n=1..80	n	8 × n	ODUflex(GFP) レート従属				
ODUflex(CBR)	ODUflex(CBR) 従属						

付属資料A

16 バイトインターリーブRS(255,239)符号を用いた前方誤り訂正

OTU-k に対する前方誤り訂正は、リード・ソロモン RS(255,239)符号を使用した 16 バイトインターリーブ符号を使用している。RS(255,239)コードは非 2 進コードであり(FEC アルゴリズムはバイトシンボルに対して作用する)、体系的な線形巡回ブロック符号に属する。

FEC 処理では、OTU の 1 行は、図 A.1 に示されるようにバイトインターリーブしながら 16 行に分割される。それぞれの FEC 符号器、復号器の処理は分割行それぞれに対して行われる。FEC のパリティチェックバイトは、それぞれの分割行の 1 から 239 バイト目の情報バイトに対して演算を行い、同じ分割行の 240 から 255 バイトに挿入され伝送される。



G.709/Y.1331_FA.1

図A.1/JT-G709_FEC分割行 (ITU-T G.709/Y.1331)

FEC 分割行 X に属する OTU のバイトは、 $X + 16 \times (i-1)$ ($i=1 \dots 255$) で定義される。

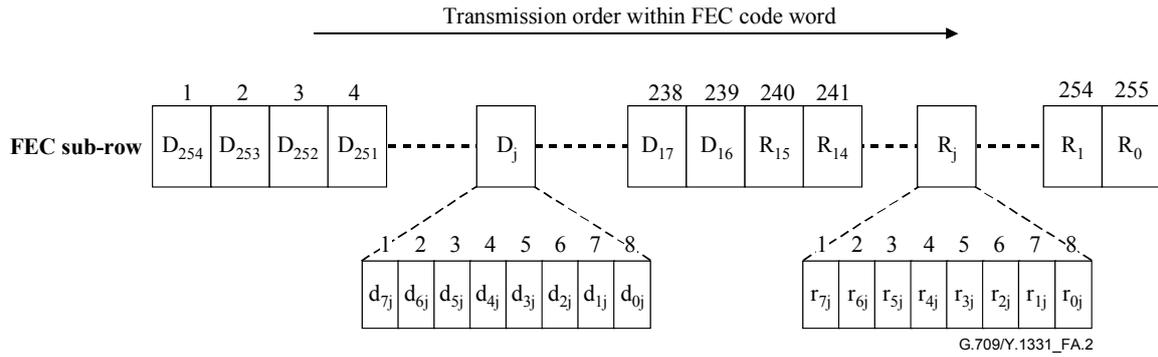
この符号の生成多項式は以下で与えられる。

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

ここで α は 2 進の原始多項式 $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ の根である。

FEC 符号(図 A.2 参照)は、情報バイトとパリティバイト(FEC 冗長データ)とで構成され、以下の多項式により表される。

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



図A.2/JT-G709_FEC符号 (ITU-T G.709/Y.1331)

情報バイトは次のように表される。

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

ここで $D_j(j=16 \sim 254)$ は、GF(256) から生成される元によって表される情報バイトであり、

$$D_j = d_{7j} \cdot \alpha^7 + d_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + d_{1j} \cdot \alpha^1 + d_{0j}$$

情報バイトのビット d_{7j} は MSB でビット d_{0j} は LSB である。

D_{254} は、FEC 分割行のバイト 1 に対応し、 D_{16} がバイト 239 に対応する。

パリティバイトは以下のように表される。

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

ここで $R_j(j=0 \sim 5)$ は GF(256) から生成される元により表されるパリティバイトであり、

$$R_j = r_{7j} \cdot \alpha^7 + r_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + r_{1j} \cdot \alpha^1 + r_{0j}$$

パリティバイトのビット r_{7j} が MSB であり、 r_{0j} が LSB である。

R_{15} は FEC 分割行中のバイト 240 に対応し、 R_0 はバイト 255 に対応する。

$R(z)$ は次式で演算される。

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

ここで「mod」とは、GF(256) から生成される元を用いて符号生成多項式 $G(z)$ に対して行われるモジュロ演算のことである。GF(256) のそれぞれの元は 2 進の原始多項式 $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ で表される。

RS(255,239)符号のハミング距離は $d_{\min} = 17$ である。この符号は誤り訂正に用いられると、FEC 符号における 8 シンボルまでの訂正が可能である。誤り検出機能のみに使用される場合、FEC 符号中の 16 シンボル誤りまで検出可能である。

付属資料B

64B/66B符号化されたクライアントのトランスコーディングを用いた 513B 符号ブロックへの適合

64B/66B 符号を使用しているクライアント信号は、信号伝送に必要なビットレートに減らすために、513B 符号へのトランスコーディングを介して、コードワードおよびタイミング透過マッピングを適用することができる。その 513B ブロックは、クライアントの要求とコンテナの利用できる帯域幅により決まる幾つかの方法でマッピング可能である。このマッピングは、シリアルまたはパラレルのクライアントインターフェースに適用できる。

B.1 伝送順序

この付属資料 B の全ての図中の情報の伝送順序は、最初に左から右へ、そしてトップからボトムである。

B.2 クライアントフレーム復帰

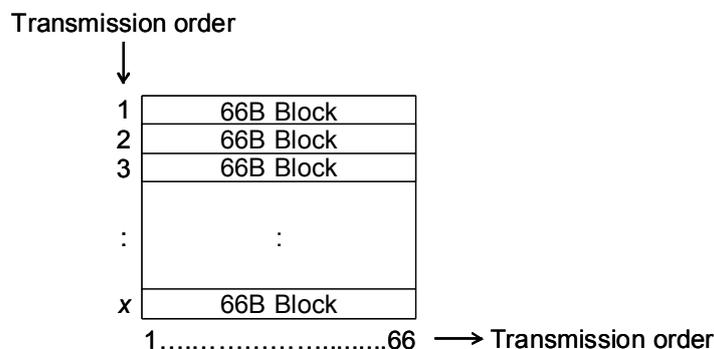
クライアントフレーミング復帰は、図 49-12 [IEEE 802.3] の状態図による 64B/66B ブロックロックの復帰、および図 49-10 [IEEE802.3] に示されるプロセスによるデスクランプリングにより構成される。

各々の 66B コードワード（ブロックロック後）は、以下のうちの 1 個である：

- 「01」の同期ヘッダを伴う 8 個のデータバイトの組;
- 「10」の同期ヘッダから始まる制御ブロック（場合により 7 またはより少ないデータオクテットを含んでいる）;

同期ヘッダに続く 64 ビットは、多項式 $G(x) = 1 + x^{39} + x^{58}$ に従って連続ビットストリーム（同期ヘッダと PCS レーンマーカーをスキップする）としてスクランブルされる。64B/66B PCS 受信プロセスは、(1) 66B データの同期ヘッダと制御ブロック、および (2) PCS レーンマーカー以外のビットをデスクランブルする。

図 B.1 は、インターフェースのための復帰過程完了後、64B/66B 符号ブロックの順序を例示している。



図B.1/JT-G709_トランスコーディングのための64B/66B符号ブロックの流れ (ITU-T G.709/Y.1331)

B.3 66Bブロックから 513Bブロックへのトランスコーディング

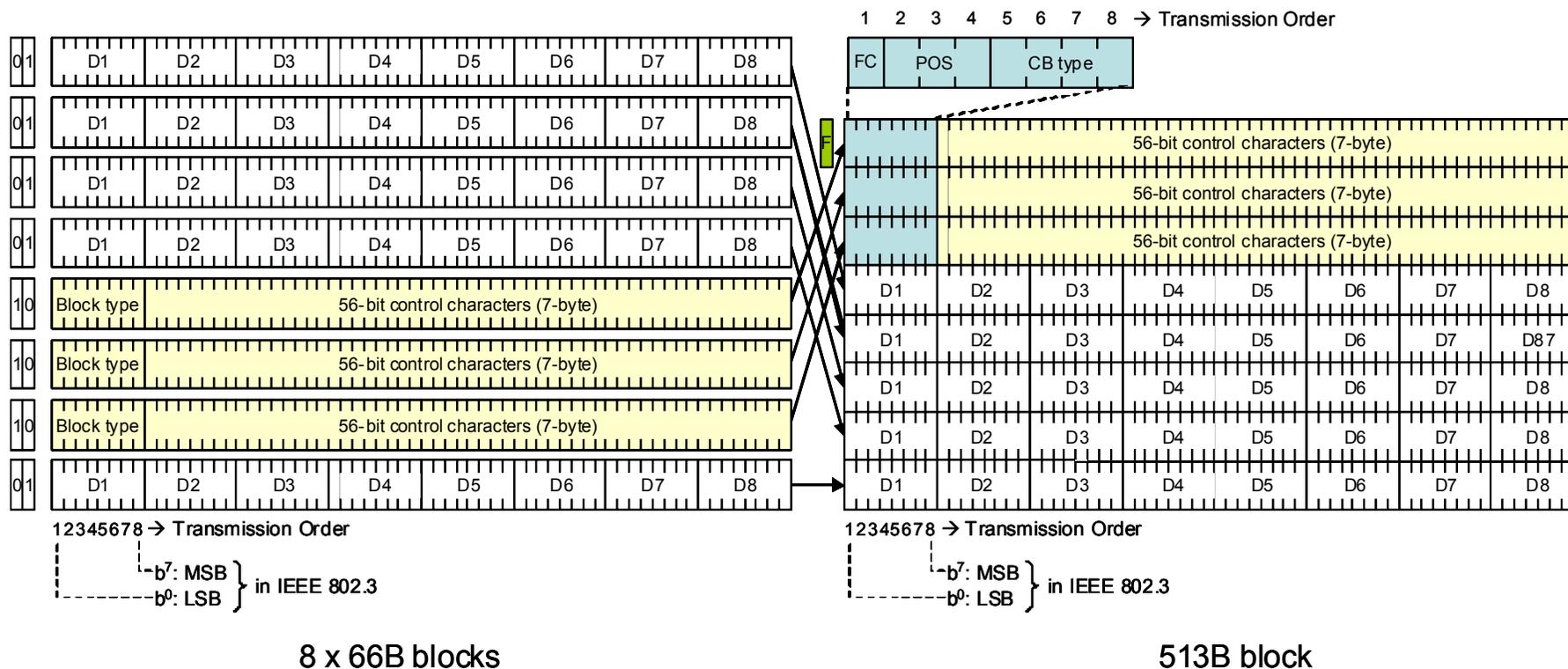
エンコーダのトランスコーディングプロセスは、66B 符号ブロックの入力シーケンスに影響する。

66B 制御ブロック（デスクランブル後）は、図 B.2 に示されるフォーマットに従う：

Input Data	S Y N C	Block Payload																																																																
Bit Position	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Data Block Format	0	1	D0		D1		D2		D3		D4		D5		D6		D7																																																	
Control block formats	Block type field														4-bit code																																																			
C0C1C2C3C4C5C6C7	1	0	0x1e		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	0001																																																					
C0C1C2C3O4D5D6D7	1	0	0x2d		C0	C1	C2	C3	O4	D5	D6	D7	0010																																																					
C0C1C2C3S4D5D6D7	1	0	0x33		C0	C1	C2	C3		D5	D6	D7	0111																																																					
O0D1D2D3S4D5D6D7	1	0	0x66		D1	D2	D3	O0		D5	D6	D7	1011																																																					
O0D1D2D3O4D5D6D7	1	0	0x55		D1	D2	D3	O0	O4	D5	D6	D7	1101																																																					
S0D1D2D3D4D5D6D7	1	0	0x78		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	1110																																																						
O0D1D2D3C4C5C6C7	1	0	0x4b		D1	D2	D3	O0	C4	C5	C6	C7	1000																																																					
T0C1C2C3C4C5C6C7	1	0	0x87			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	0011																																																					
D0T1C2C3C4C5C6C7	1	0	0x99		D0		C2	C3	C4	C5	C6	C7	0101																																																					
D0D1T2C3C4C5C6C7	1	0	0xaa		D0	D1		C3	C4	C5	C6	C7	1001																																																					
D0D1D2T3C4C5C6C7	1	0	0xb4		D0	D1	D2		C4	C5	C6	C7	1010																																																					
D0D1D2D3T4C5C6C7	1	0	0xcc		D0	D1	D2	D3		C5	C6	C7	1100																																																					
D0D1D2D3D4T5C6C7	1	0	0xd2		D0	D1	D2	D3	D4		C6	C7	0110																																																					
D0D1D2D3D4D5T6C7	1	0	0xe1		D0	D1	D2	D3	D4	D5		C7	0000																																																					
D0D1D2D3D4D5D6T7	1	0	0xff		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6		1111																																																					

図B.2/G.709_66B ブロックコーディング (ITU-T G.709/Y.1331)

66B ブロックからなる 8 個のグループは、1 個の 513B ブロックに符号化される。フォーマットは図 B.3 に例示される：

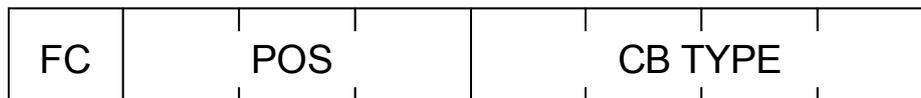


図B.3/JT-G709_513Bブロック符号フォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

66B ブロックの各々は、8 行構造で 8 バイトの行に符号化される。任意の 66B 制御ブロック(CBi)は、受信された順番で構造の最上列に配置され、一方、任意の全データの 66B ブロック(DBi)は受信された順番で構造の最下列に配置される。

513B 構造が少なくとも 1 個の 66B 制御ブロックを含むならば、フラグビット「F」は“1”であり、513B 構造が 8 個の全データの 66B ブロックを含むならば“0”である。66B 制御ブロックは 513B ブロックの最上列に配置されるので、フラグビット「F」が“1”であるならば、最初の行は 66B 制御ブロックのマッピングを含むこととなる。

66B 制御ブロックは、以下の通りに図 B.3 で示される構造の行に符号化される。“10”の同期ヘッダは削除される。ブロックタイプフィールド（図 B.2 参照）を表すバイトは、図 B.4 に示される構造に置き換えられる。



図B.4/JT-G709_513Bブロックの制御ブロックヘッダ (ITU-T G.709/Y.1331)

制御ブロックタイプ（15 の正当な値のうちの 1 個）を示している 1 バイトが、図 B.2 の最も右の列に従って、4 ビットのコードに変換される。3 ビットの POS フィールドは、この制御ブロックが 8 個の 66B ブロックのシーケンスに受領された位置を符号化するのに用いられていた。フラグ継続ビット「FC」は、この 513B ブロックで符号化された最後の 66B 制御ブロックあるいは PCS レーン同期マーカならば“0”にセットされる。または、1 以上の 66B 制御ブロックもしくは PCS レーン同期マーカがこの行に続くならば“1”にセットされる。デコーダにおいては、513B ブロックのためのフラグビットは全体として、その上、66B 制御ブロックまたは PCS レーン同期マーカのマッピングを含んでいる各々の行のフラグ継続ビットは、それらの行の識別を可能とする。また、これらは、POS フィールドに従って、イグレスで任意の全データ 66B ブロックの中で、オリジナルの位置を復元させることができる。その行の残りの 7 バイトは、66B 制御ブロックの最後の 7 バイトで満たされる。

全データの 66B ブロックは、同期ヘッダを落として残りの 8 バイトを複製することによって、513B ブロックの行へ符号化される。513B ブロックの全 8 行が 66B 全データブロックの配置である場合は、フラグビット「F」は“0”となる。513B ブロックの 8 行がすべて 66B 全データブロックの配置でない場合は、それら 66B 全データブロックは末端に登場し、最後の 66B 制御ブロックの配列を含む行は、“0”の値のフラグ継続ビット「FC」を持つこととなる。

デコーダは、66B ブロックのオリジナルの配列を再構築するために、エンコーダとは逆に動作する。フラグビット「F」が“1”ならば、ブロックの最初の行から始まる 66B 制御ブロックは再構築され、POS フィールドにより示される位置に配置される。このプロセスは、一番上の行から下方に動作している制御ブロックの全てを通して継続する。513B ブロックの中に配置された最後の 66B 制御ブロックは、フラグ継続ビット「FC」が“0”であると特定される。

512B/513B 符号ブロックの構造は、図 B.5 に示される。例えば、一つの 64B/66B 制御ブロック CB1 が 512B/513B 符号ブロックにあり、それが当初 64B/66B データブロック DB2 と DB3 の間に配置されていたならば、64B キャラクターの最初のオクテットは、0.010.1101.CB1 を含むことになる。すなわち、“0”の制御オクテットの先頭ビットは、フラグ継続「FC」を示し、この 64B 制御ブロックは、512B/513B 符号ブロックの最後のものであり、010 の値は DB2 と DB3 の間の CB1 位置「POS」を示し、1101 の値は、制御コードのブロックタイプ「CB TYPE」（その 8 ビットオリジナルブロックタイプは 0x55 である）の 4 ビット表現である。

Input client characters	Flag bit	512-bit (64-Octet) field							
All data block	0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
7 data block, 1 control block	1	0 AAA aaaa C1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
6 data block, 2 control block	1	1 AAA aaaa C1	0 BBB bbbb C2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
5 data block, 3 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	0 CCC cccc C3	D1	D2	D3	D4	D5
4 data block, 4 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	1 CCC cccc C3	0 DDD dddd C4	D1	D2	D3	D4
3 data block, 5 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	1 CCC cccc C3	1 DDD dddd C4	0 EEE eeee C5	D1	D2	D3
2 data block, 6 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	1 CCC cccc C3	1 DDD dddd C4	1 EEE eeee C5	0 FFF ffff C6	D1	D2
1 data block, 7 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	1 CCC cccc C3	1 DDD dddd C4	1 EEE eeee C5	1 FFF ffff C6	0 GGG gggg C7	D1
8 control block	1	1 AAA aaaa C1	1 BBB bbbb C2	1 CCC cccc C3	1 DDD dddd C4	1 EEE eeee C5	1 FFF ffff C6	1 GGG gggg C7	0 HHH hhhh C8

-Leading bit in a 66B control block FC = 1 if there are more 66B control block and = 0 if this payload contains the last control block in that 513B block
-AAA = 3-bit representation of the 1 st control code's original position (1 st control code locator: POS)
-BBB = 3-bit representation of the 2 nd control code's original position (2 nd control code locator: POS)
....
-HHH = 3-bit representation of the 8 th control code's original position (8 th control code locator: POS)
-aaaa = 4-bit representation of the 1 st control code's type (1 st control block type: CB TYPE)
-bbbb = 4-bit representation of the 2 nd control code's type (2 nd control block type: CB TYPE)
....
-hhhh = 4-bit representation of the 8 th control code's type (8 th control block type: CB TYPE)
-Ci = 56-bit representation of the i th control code characters
-Di = 64-bit representation of the i th data value in order of transmission

図B.5/JT-G709_513B符号ブロック構成要素 (ITU-T G.709/Y.1331)

B.3.1 512B/513Bエンコーダの前で検出される誤り

適切な警報動作だけでなく、適切な信号を下流に送出しなくてはならない 64B/66B PCS 受信プロセスにおいて、なにかしらの誤りが検出されることがある。

エンコーダの前に直面する誤り、例えばクライアント信号の損失などは、このプロセスに先立ってイーサネットLFシーケンスオーダードセットの挿入という結果になり、その他の制御ブロックとして変換されることになる。同じ動作が、入力信号の 66B ブロックロックの達成を失敗した場合にも行われなければならない。

無効な 66B ブロックは、トランスコーディングの前に誤り制御ブロックに変換される。無効な 66B ブロックは、“01” または“10”の同期ヘッダを持たないか、あるいは、“10”の同期ヘッダと、図 B.2 にない制御ブロックタイプフィールドを持つ。誤り制御ブロックは、“10”の同期ビットと、0x1e のブロックタイプコードと、8 個の 7 ビット/E/誤り制御キャラクターを持つ。これは、イーサネット受信機が、この誤りを含むビット列を有効なパケットと誤認することを防ぐこととなる。

B.3.2 512B/513Bデコーダにより検出される誤り

ビット誤りでデータが破損しているためにデコーダが 64B/66B 符号化データをイグレスで誤って再構築してしまうといった確率を減らすために、いくつかのメカニズムが用いられる。検出可能なデータ破損というのは、通常はデコーダで再構築される 66B ブロックの正しい順序が確実に決定できないということを意味するので、これらのチェックのいずれも失敗するときには、デコーダは 8 個の 66B 誤り制御ブロック (同期=“10”、制御ブロックタイプ=0x1e、8 個の 7 ビット/E/制御文字) を送信することになる。

ロバスト性を改善し、513B ブロックロックするメカニズムは、付録 VII. で議論される。

B.5 リンクフォールトシグナリング

クライアントの 64B/66B 符号インバンドリンクフォールトシグナリング（例えば、ローカルフォルトあるいはリモートフォルトシーケンスオーダーセットが、イーサネット装置間に送信されている場合）は、このトランスコーディングに従って透過的に運ばれる。

付属資料C

マルチチャンネルパラレルインタフェース上のOTU3 とOTU4 のアダプテーション

注 -このメカニズムは、それぞれ、短距離のクライアント側 OTU3 と OTU4 インタフェース向けの IEEE 40GBASE-R と 100GBASE-R 信号用に開発されている光モジュールを使用できるように設計されている。

対応する物理レイヤ仕様は、G.695 と G.959.1 に加えられつつある。

OTU3 信号は、4 レーンから構成されるパラレルインタフェースで運ぶのもよい。

OTU4 信号は、4 または 10 レーンから構成されるパラレルインタフェースで運ぶのもよい。その場合は 20 系統の論理的レーンのビット多重化により形成される。

注 1 -10 レーンの IEEE 100GBASE-R インタフェースは、ITU-T 物理レイヤインタフェース仕様と一致しない。

図 C-1 において図示されるように、OTU3 と OTU4 フレームは、OTUk フレームに沿った 16 バイトの境界で物理的/論理的レーンにわたりインバース多重される。OTUk フレームは 16 バイトの 1020 グループに分割される。

1	4080
1	1:16(FAS) 17:32 33:48 49:64 4065:4080
2	4081:4096 4097:5012 5013:5028 5029:5044 9145:9160
3	9161:9176 9177:9192 9193:9208 9209:9224 12225:12240
4	12241:12256 12257:12272 12273:12288 12289:12304 16305:16320

図C-1/JT-G709_16バイトの境界線で分割されたOTU3とOTU4フレーム (ITU-T G.709/Y.1331)

OTU3 16 バイトインクリメント分配

OTU3 フレームの 16 バイトインクリメント毎が、4 個の物理的レーンの各々へラウンドロビンで分配される。各々の OTU3 フレーム境界で、循環的にレーン割当てがなされる。

OTU3 に対しては、表 C-1 および表 C-2 で記述されるように、レーンのローテーションと割当てが、MFAS の 2 個の LSB により決定され、各々のレーンで送られる OTU3 フレームのバイトの開始グループを示す。

注：MFAS は節 11.1 で定義されるようにスクランブルされる。

パターンは、OTU3 フレームの終わりまで、64 バイト毎に繰り返す。以降の OTU3 フレームは、MFAS に従い異なるレーン割当てを使用することとなる。

表 C-1/JT-G709_OTU3 に対するレーンローテーション割当て (ITU-T G.709/Y.1331)

MFAS 7-8	レーン0	レーン1	レーン2	レーン3
*00	1:16	17:32	33:48	49:64
*01	49:64	1:16	17:32	33:48
*10	33:48	49:64	1:16	17:32
*11	17:32	33:48	49:64	1:16

OTU3 フレームのシーケンスから 16 バイトブロックの分配は、図 C-2 に図示される：

パラレルレーンは、パラレルレーン毎に最初にフレームリカバリされることにより、シンクにおいて再組み立てされることができ、レーン識別子をリカバーし、そして、レーンでスキューを実行する。フレーム同期、レーン識別子リカバリおよびマルチレーン同期は、誤り訂正前のビット誤り率条件 10^{-3} において動作すべきである。特定の処理の詳細に関しては、勧告 G.798 を参照のこと。レーンローテーションメカニズムは、 4080×4 (すなわち、16320) バイト (OTU3 自体と同一)

毎に、各々のレーンで OTU3 フレームの最初の 16 バイトを配置する。MFAS の 2 個の LSB は、特定のレーンでは各々の FAS において同じであり、レーンを特定することができる。MFAS は 256 の異なる値を循環するので、総スキューが 127 の OTU3 フレーム周期 (約 385μs) を越えない限り、レーンはレシーバーによりデスキューされ、再組み立てされることができる。このアプリケーションでは、光モジュールでレーン位置が保たれるわけではないので、レシーバーは各々の受信されたレーンを特定するために MFAS を使用しなければならない。

OTU4 16 バイトインクリメント分配

OTU4 フレームの 16 バイトインクリメント毎が、20 の論理的レーンの各々へラウンドロビンで分配される。各々の OTU4 フレーム境界で、循環的にレーン割当てされる。

20 の論理的レーンへの OTU4 の分配に対しては、MFAS が 20 の倍数ではないため、異なるマーキングメカニズムが用いられなければならない。フレームアラインメント信号が 6 バイト (48 ビット) であり、G.798 によれば 32 ビットのみがフレームアラインメントのために検定されなければならないので、第 3 の OA2 バイト位置は論理的レーンマーカ (LLM) として借りられるであろう。最大スキュー検出範囲のために、レーンマーカの値は、0-239 (8 ビットにおいて表されうる 20 の最大の倍数である 240 値) で連続したフレームにおいて増加することとなる。論理的なレーンマーカ番号は、Modulo 20 オペレーションによりこの値から回復することが可能である。表 C.2 および図 C-3 は、如何に OTU4 のバイトが 20 の論理的レーンにわたって 16 バイトの増加で分配されるかについて図示している。

OTU4 フレームの最後まで、パターンは 320 バイト毎に繰り返す。

以降の OTU4 フレームは、LLM MOD 20 に従って異なるレーン割当てを使用するであろう。

表 C.2/JT-G709_OTU4 OTU4 に対するレーンローテーション割当て (ITU-T G.709/Y.1331)

LLM MOD 20	レーン0	レーン1	.....	レーン18	レーン19
0	1:16	17:32		289:304	305:320
1	305:320	1:16		273:288	289:304
:					
18	33:48	49:64		1:16	17:32
19	17:32	33:48		305:320	1:16

OTU4 フレームのシーケンスからの 16 バイトのブロックの分配は、図 C.3 に示される。

パラレルレーンは、パラレルレーン毎に最初にフレームリカバリされることにより、シンクにおいて再組み立てされることができ、レーン識別子をリカバーし、そして、レーンでスキューを実行する。フレーム同期、レーン識別子リカバリおよびマルチレーン同期は、誤り訂正前のビット誤り率条件 10^{-3} において動作すべきである。特定の処理の詳細に関しては、勧告 G.798 を参照のこと。

レーンローテーションメカニズムは、4080 4 (すなわち 16320) バイト (OTU4 自体と同一) 毎に、各々のレーンで OTU4 フレームの最初の 16 バイトを配置する。“LLM MOD 20” は特定のレーンの上の各々の FAS の中で同一で、そして、それはレーンを特定する。LLM が 240 異なった値を通して循環するので、総スキューが 119 の OTU4 フレーム周期 (およそ 139us) を上回らない限り、レーンはレシーバーによってデスキューされ、再構成されうる。このアプリケーションのために使われる光モジュールによりレーン位置は保存されないかもしれないので、レシーバーは各々の受信レーンを特定するために“LLM MOD 20”を使用しなければならない。

レーンは特定され、デスキューされ、レーンマーカに従いオリジナルの OTU4 フレームに再組み立てされる。MFAS はさらなるスキュー検出範囲を提供するために、レーンマーカと結合することが可能で、最大“LCM (240, 256) /2-1”あるいは 1919 の OTU4 フレーム周期 (約 2.241ms) までとなる。レーンを OTU4 フレームへ戻すマッピングでは、レー

ンの目印とするために置換された各々の OTU4 フレームの 6 バイト目は、OA2 の値に復旧される。

OTM-0.4v4 インタフェースの各々の物理的レーンは、5 つの論理的レーンの単純なビット多重化によって形成される。シンクでは、ビットは各々の物理的レーンから、5 つの論理的レーンにデインタリーブされる。シンクは、LLM バイトにおけるレーンマーカーに従い各々の論理的レーンを特定するであろう。

シンクは、各々の物理レーンにおけるビット多重化の順序が不定なので、任意の物理位置で論理的レーンを受け入れることができなければならない。また、このアプリケーションに使われる光モジュールハードウェアは、物理レーンが各々の論理的レーンの出力について、また各々の物理的出力レーンでの論理的レーンのビット多重化の順序について、完全な柔軟性が認められる。

注 - ITU-T 物理レイヤ仕様ではないが、10 レーン IEEE 100GBASE-R インタフェースが規定される。これらのインタフェースは、OTU4 の 10 レーンインタフェース (2 ビット多重化の論理的レーンで構成された各々のレーン) に互換性を有するかもしれない。付録 XI を参照のこと。

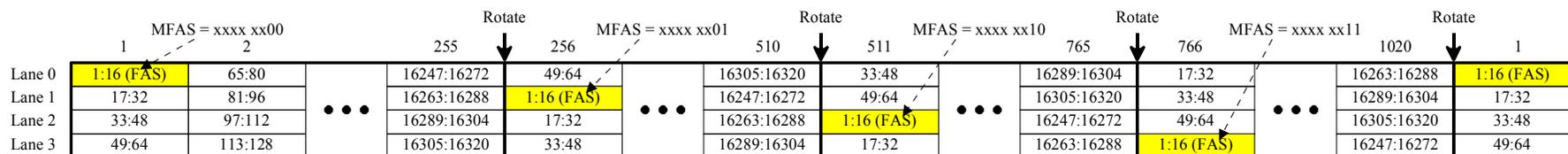


図 C.2/JT-G709_OTU3 からパラレルレーンへのバイトの分配 (ITU-T G.709/Y.1331)

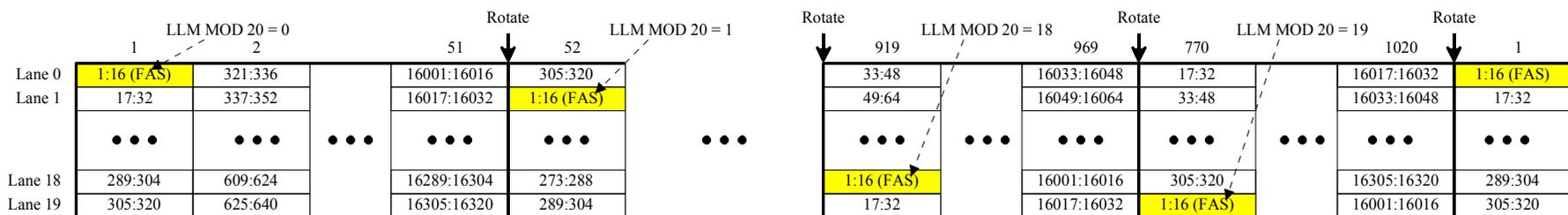


図 C.3/JT-G709_OTU4 からパラレルレーンへのバイトの分配 (ITU-T G.709/Y.1331)

このメカニズムは、任意の標準的にフレーム化された OTU3 または OTU4 シーケンスを処理する。

OTUk AIS の取り扱い

取り扱われる追加のシーケンスは、OTU3-AIS または OTU4-AIS であり、それぞれ、OTU3 または OTU4 レートのフレームのない PN-11 シーケンスである。このアダプテーションのためのソース機能は、PN-11 シーケンスを認識することによって、OTUk-AIS を検出し、16.4.2 項で定義されるように、OTUk AIS ビットストリームにフレームおよびマルチフレームパターンを挿入する。この (マルチ) フレーム OTUk AIS 信号は、任意の非 AIS OTUk 信号として分配される。

シンク機能が、任意のレーンで 0xFF に固定された MFAS(OTU3)または LLM(OTU4)を認識するときは、出力方向に OTUk レートで PN-11 シーケンスを生成する。

付属資料D
汎用マッピングプロシージャの原理

D.1 基本原理

任意の与えられた CBR クライアントに対して、一つのサーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームの間に到着する n ビット（たとえば、 $n = 1/8, 1, 8$ ）データエンティティの数は、次式で定義される。

$$c_n = \left(\frac{f_{client}}{n} \times T_{server} \right) \quad [1]$$

f_{client} : クライアントビットレート

T_{server} : サーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームのフレーム周期

c_n : サーバーフレームあるいはサーバーマルチフレーム当たりのクライアント n ビットデータエンティティの数

N ビットデータエンティティの整数のみ、サーバーフレームあるいはマルチフレーム当たり転送されるときには、整数値 c_n の $C_n(t)$ が使用されるべきである。クライアント情報が失われていないことが要求されるので、整数値への丸め過程は、切り捨て部分を処理する必要があり、例えば、10.25 という値をもつ c_n は、整数のシーケンス 10,10,10,11 により表せられなければならない。

$$C_n(t) = \text{int} \left(\frac{f_{client}}{n} \times T_{server} \right) \quad [2]$$

$C_n(t)$: サーバーフレームあるいはサーバーマルチフレーム t (整数) 当たりのクライアント n ビットデータエンティティの数

c_n が整数ではない場合、 $C_n(t)$ は、

$$C_n(t) = \text{floor} \left(\frac{f_{client}}{n} \times T_{server} \right) \quad [3]$$

および

$$C_n(t) = \text{ceiling} \left(\frac{f_{client}}{n} \times T_{server} \right) = 1 + \text{floor} \left(\frac{f_{client}}{n} \times T_{server} \right). \quad [4]$$

の間で変化する。

サーバーフレームあるいはマルチフレームレートはサーバービットレートと、サーバーフレームあるいはマルチフレーム当たりのビット数により定義される。

$$T_{server} = \frac{B_{server}}{f_{server}} \quad [5]$$

f_{server} : サーバービットレート

B_{server} : サーバーフレームあるいはマルチフレーム当たりのビット

[5]式を[1]式および[2]式と結合すると次式となる。

$$c_n = \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}}{n} \right) \quad [6]$$

$$C_n(t) = \text{int} \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}}{n} \right) \quad [7]$$

クライアントデータは、サーバー信号のペイロード領域に適合する必要があるので、 C_n の最大値とそのような最大クライアントビットレートはサーバーペイロード領域のサイズによって制限される。

$$C_n(t) \leq P_{server} \quad [8]$$

$$f_{client} \leq f_{server} \times \frac{P_{server}}{B_{server}} \times n \quad [9]$$

P_{server} : サーバーペイロード領域における (n ビット) データエンティティの最大数

クライアントとサーバービットレートは、独立している。これは、クライアントビットレートから独立してサーバービットレートを指定することを許容する。さらに、クライアントクロックの故障は、サーバークロックでは見られない。

クライアントまたはサーバー周波数トレランスのために、クライアントまたはサーバービットレートが変化するならば、 c_n と $C_n(t)$ はそれに応じて変化する。特別な手順が、 $C_n(t)$ がスタートアップの間、または、クライアントビットレートにおけるステップの間 (例えば、クライアント信号がその AIS 信号に置き換えられるときや、AIS 信号がクライアント信号に置き換えられるとき)、十分に速く正しい値に変化するよう注意しなければならない。この手順はバッファのオーバー/アンダーフローを防止するように設計される、あるいは、さらなるバッファのオーバー/アンダーフロー防止手法が展開される必要がある。

トランスペアレントなマッピングは、(マルチ) フレームベースにつきサーバー (マルチ) フレーム上で $C_n(t)$ を決定しなければならない。

トランスペアレントなマッピングにおいて、 $C_n(t)$ はサーバー (マルチ) フレームの各々の (マルチ) フレーム毎に基づいて決定されなければならない。

デマッパーにおけるクライアント情報エンティティの数を抽出するためには、 $C_n(t)$ がサーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームのオーバーヘッド領域によりマッパーからデマッパーへ転送されなければならない。

図 D.1 はマッパーおよびデマッパー回路の一般的機能を示している。

マッパーにおいて、 $C_n(t)$ はクライアントおよびサーバーのクロックに基づいて決定される。クライアントデータはバッファメモリに絶えず書き込まれる。読み出しは $C_n(t)$ の値により制御される。

デマッパーにおいてオーバーヘッドより $C_n(t)$ が抽出される。 $C_n(t)$ がこのバッファのライトイネーブル信号を制御する。クライアントクロックはサーバークロックおよび $C_n(t)$ の値により生成される。

図 D.1 に示されるように、 $C_n(t)$ は最初に決定され、オーバーヘッドに挿入されなければならない、その後 $C_n(t)$ 個のクライアントデータエンティティがサーバーのペイロード領域に挿入されなければならない。

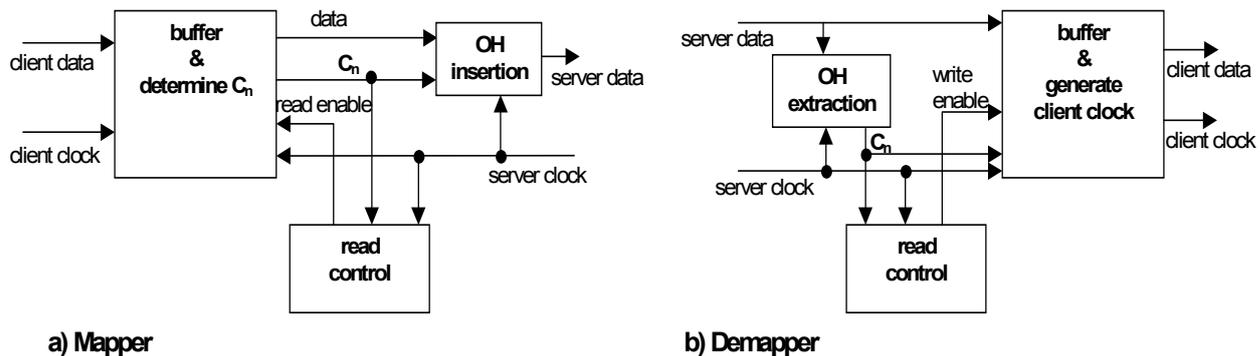


図 D.1/JT-G709_マッパー/デマッパーの一般的機能 (ITU-T G.709/Y.1331)

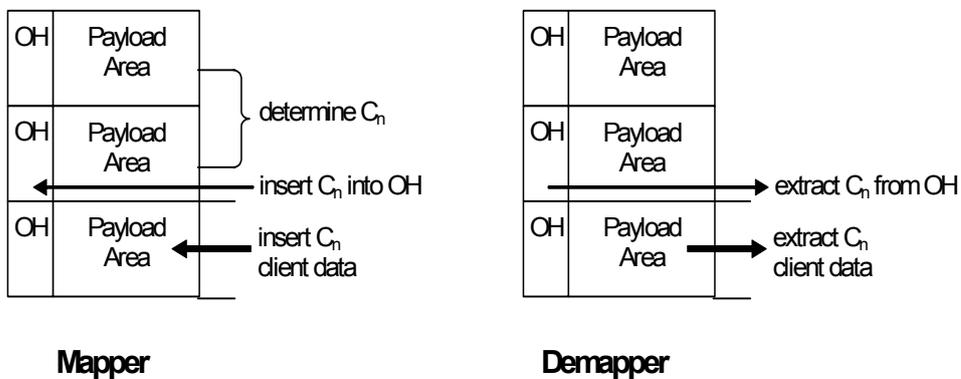


図 D.2/JT-G709_処理フロー (ITU-T G.709/Y.1331)

$C_n(t)$ 個のクライアントデータエンティティは、シグマ/デルタ式データ/スタッフ分散マッピングを用いてサーバーフレームあるいはマルチフレームのペイロード領域にマッピングされる。これにより、図 D.3 で示すように分散されたマッピングが得られる。ペイロード領域 j ($j = 1 \dots P_{server}$) には次の条件式に従いマッピングが行われる。

- client data (D) if $(j \times C_n(t)) \bmod P_{server} < C_n(t)$ [10]

- stuff (S) if $(j \times C_n(t)) \bmod P_{server} \geq C_n(t)$. [11]

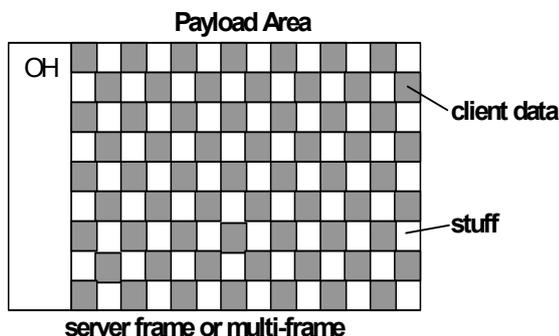


図 D.3/JT-G709_シグマ/デルタ式マッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

$C_n(t)$ 個のクライアントデータエンティティはペイロード領域中の P_{server} 箇所に分散されなければならない。このため、クライアントデータエンティティは $\frac{P_{server}}{C_n(t)}$ の間隔で挿入されなければならない。この値は通常整数値ではないが、図 D.4 で示されるようなオーバーフローアキュムレーターによるシグマデルタ方式を用いた整数演算により同等のを行うことができる。

アキュムレーターメモリはサーバーフレームの開始毎に“0”にリセットされる。すべてのペイロード領域において、 $C_n(t)$ がメモリに加えられ P_{server} と比較される。この値が P_{server} より小さい場合、この値はメモリに書き戻され、このペイロード位置にはクライアントデータは示されない。この値が P_{server} 以上の場合、 P_{server} を減じた値がメモリに書き換えられる。加えてクライアントデータがそのペイロード位置に示される。

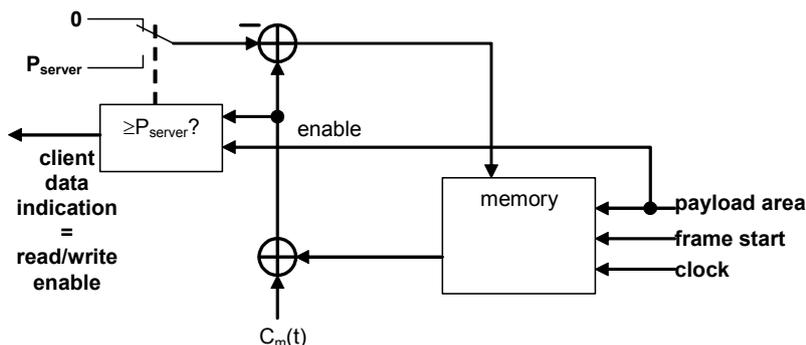


図 D.4/JT-G709_シグマデルタアキュムレーター (ITU-T G.709/Y.1331)

同じ初期値と $C_n(t)$ がマッパーおよびデマッパーで用いられるので、同一の結果が得られ、相互接続性が達成される。

D.2 OTNにおけるGMPの適用

17.6 節と 19.6 節において、CBR クライアント信号の LO OPUk へと LO ODUj 信号の(ODTUk.ts による)HO OPUk への一般的な非同期収容方法として GMP が規定されている。

注—GMP は 17.5 節と 19.5 節で規定されている従来のクライアント/サーバー信号特有の非同期収容方式を補完する。GMP は新しいタイプの CBR クライアント信号の OPUk へのスタッフ制御法を規定することを意図している。

OTN における非同期収容は、8bit のデフォルトのタイミング粒度を持つ。このような 8bit のタイミング粒度は GMP において c_n で $n=8$ (c_8) とすることでサポートされる。OTN クライアント信号のジッタ/ワンダ規定には 8bit のタイミング粒度では十分ではないものがある。そのような場合、1 ビットのタイミング粒度が GMP において c_n で $n=1$ (c_1) とすることによりサポートされる。

17.6 節と 19.6 節において、CBR クライアントビットの LO OPUk ペイロードへの収容および LO ODUj ビットの ODTUk.ts ペイロードへの収容が $8 \times M$ -bit (MByte) の粒度で行われることが規定されている。マッパーにおける CBR クライアントデータの OPUk フレームペイロード領域への挿入、および LO ODUj データの ODTUk.ts マルチフレームペイロード領域への収容は、 $C_m(t)$ と表される M Byte (= m bit, $m=8 \times M$) のデータエンティティにより行われる。残りの $C_{nD}(t)$ のデータエンティティは、スタッフ制御オーバーヘッドにより付加されたタイミング/位相情報として示される。

$$c_m = \left(\frac{n \times c_n}{m} \right) = \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}}{m} \right) = \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}}{8 \times M} \right) = \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}/8}{M} \right) \quad [12]$$

整数の m ビットデータエンティティのみがサーバーフレームあるいはマルチフレームにより伝送できるため、 c_m の整数値 $C_m(t)$ が用いられなければならない。クライアント情報が失われていない必要があるため、整数値への丸め方法は切り捨て部分を考慮しなければならず、例えば 10.25 の値をもつ c_m は整数列 10、10、10、11 により表せられなければならない。

$$C_m(t) = \text{int}(c_m) = \text{int} \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}/8}{M} \right) \quad [13]$$

c_m が整数ではない場合、 $C_m(t)$ は、

$$C_m(t) = \text{floor} \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}/8}{M} \right) \text{ および } C_m(t) = \text{ceiling} \left(\frac{f_{client}}{f_{server}} \times \frac{B_{server}/8}{M} \right) \quad [14]$$

の範囲の値をとる。

c_n の残り $C_m(t)$ は、

$$c_{nD} = c_n - \left(\frac{8 \times M}{n} \times C_m(t) \right) \quad [15]$$

と表される。

整数個の c_{nD} の n ビットデータエンティティのみがサーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームにより伝送できるため、 c_{nD} の整数値 $C_{nD}(t)$ が用いられなければならない。

$$C_{nD}(t) = \text{int}(c_n) - \left(\frac{8 \times M}{n} \times C_m(t) \right) = C_n(t) - \left(\frac{8 \times M}{n} \times C_m(t) \right) \quad [16]$$

$C_{nD}(t)$ は $1-8 \times M/n$ と $8 \times M/n-1$ の間の数値をとる。

クライアントデータは、サーバー信号のペイロード領域に適合していなければならないため、 C_m の最大値と、それによる最大クライアントビットレートはサーバーペイロード領域のサイズにより制限される。

$$C_m(t) \leq P_{m,server} \quad [17]$$

$P_{m,server}$: サーバーペイロード領域における (m ビット) データエンティティの最大値

デマッパーにおいてクライアント情報エンティティの正確な数を抽出するには、 $C_m(t)$ がマッパーからデマッパーへサーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームのオーバーヘッド領域により伝送されなければならない。

マッパーにおいて、 $C_n(t)$ はクライアントとサーバーのクロックに基づいて決定される。クライアントデータはバッファメモリに絶えず書き込まれる。読み出しは $C_m(t)$ の値により制御される。

デマッパーにおいて $C_m(t)$ と $C_{nD}(t)$ がオーバーヘッドより抽出され、 $C_n(t)$ を計算するのに用いられる。 $C_m(t)$ がバッファのライトイネーブル信号を制御する。クライアントクロックはサーバークロックと $C_n(t)$ の値に基づいて生成される。

図 D.5 に示されるように、 $C_n(t)$ が最初に決定され、 $C_m(t)$ と $C_{nD}(t)$ としてオーバーヘッドに挿入された後、 $C_m(t)$ のクライアントデータエンティティがサーバーのペイロード領域に挿入されなければならない。

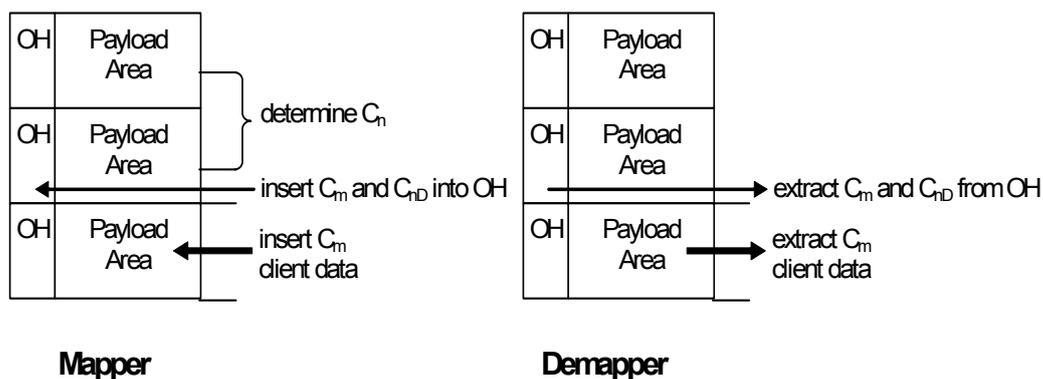


図 D.5/JT-G709_OTN における GMP の処理フロー (ITU-T G.709/Y.1331)

スタートアップの間あるいはクライアントビットレートの変更中には、 $C_n(t)$ の値はマッパーバッファに到達している実際の n ビットクライアントデータエンティティ数と異なり、 $C_n(t)$ の導出過程で実際の到達 n ビットクライアントデータエンティティ数に整合させなければならない。この整合方法は実装による。この不整合期間において、伝送されるより多くの n ビットクライアントデータエンティティがマルチフレーム当たり到達する場合、マッパーバッファ充填率が上昇し、伝送されるより少ない n ビットクライアントデータエンティティがマルチフレーム当たり到達する場合、マッパーバッファの充填率が低下することが

ある。

マッパーのオーバーフローあるいはアンダーフローと、それによるデータ損失を防ぐため、マッパーバッファの充填率が監視されなければならない。m ビットクライアントデータエンティティがバッファにおいて過剰である場合、一時的に m ビットクライアントデータエンティティをサーバー（マルチ）フレームにより多く挿入するようにすることが必要となり、そして、 $C_n(t)$ により要求されることになる。また、m ビットクライアントデータエンティティがバッファにおいて過少である場合、一時的に m ビットクライアントデータエンティティをサーバー（マルチ）フレームにより少なく挿入するようにすることが必要となり、やはり $C_n(t)$ により要求されることになる。この動作は AMP によるものと類似している。

OTN は、伝送遅延（待ち）時間および伝送遅延時間変動がクリティカルなパラメータとなる、多くのクライアント信号タイプをサポートする。これらのクライアント信号タイプにおいて、マッパーとデマッパーのバッファにより生じる伝送遅延と伝送遅延変動を最小化することが求められる。

$C_n(t)$ は、 $C_{n,min}$ から $C_{n,max}$ の範囲の値をとる。

$C_m(t)$ クライアントデータエンティティはサーバーフレームあるいはサーバーマルチフレームのペイロード領域にシグマ/デルタ、データ/スタッフ分散マッピングにより収容される。これにより図 D.2 で示すような分散マッピングが得られる。ペイロード領域 j ($j = 1 .. P_{m,server}$)において、

$$- \text{client data (D)} \quad \text{if } (j \times C_m(t)) \bmod P_{m,server} < C_m(t). \quad [20]$$

$$- \text{stuff (S)} \quad \text{if } (j \times C_m(t)) \bmod P_{m,server} \geq C_m(t). \quad [21]$$

に従いデータおよびスタッフは伝送される。

LO OPU と ODTUk.ts における n、m、M、fclient、fserver、Tserver、Bserver、および Pm,server の値 n、m、M、fclient、fserver、Tserver、Bserver、および Pm,server の値について表 D.1 に規定する。

表 D.1 /JT-G709_LO OPUk と ODTUk.ts の GMP パラメータ値 (ITU-T G.709/Y.1331)

GMPパラメータ	LO OPUkへのCBRクライアント	HO OPUk (ODTUk.ts)へのLO ODUj
n	8 (デフォルト) 1 (クライアント固有)	8
$m = 8 \times M$	OPU0: $8 \times 1 = 8$ OPU1: $8 \times 2 = 16$ OPU2: $8 \times 8 = 64$ OPU3: $8 \times 32 = 256$ OPU4: $8 \times 80 = 640$	ODTU2.ts: $8 \times ts$ ODTU3.ts: $8 \times ts$ ODTU4.ts: $8 \times ts$
f_{client}	CBRクライアントビットレートおよびトレランス	LO ODUjビットレートおよびトレランス (表7-2)
f_{server}	OPUkペイロードビットレートおよびトレランス (表7-3)	ODTUk.tsペイロードビットレートおよびトレランス (表7-7)

T_{server}	ODUk/OPUkフレーム周期 (表7-4)	OPUkマルチフレーム周期 (表7-6)
B_{server}	OPU0: 8 × 15232 OPU1: 8 × 15232 OPU2: 8 × 15232 OPU3: 8 × 15232 OPU4: 8 × 15200	ODTU2.ts: 8 × 8 × 15232 ODTU3.ts: 8 × 32 × 15232 ODTU4.ts: 8 × 80 × 15200
$P_{m,server}$	OPU0: 15232 OPU1: 7616 OPU2: 1904 OPU3: 476 OPU4: 190	ODTU2.ts: 15232 ODTU3.ts: 15232 ODTU4.ts: 15200
ΣC_{8D} レンジ	OPU0: N/A OPU1: 0～+1 OPU2: 0～+7 OPU3: 0～+31 OPU4: 0～+79	ODTUk.1: N/A ODTUk.2: 0～+1 ODTUk.3: 0～+2 ODTUk.4: 0～+3 : ODTUk.8: 0～+7 : ODTUk.32: 0～+31 : ODTUk.79: 0～+78 ODTUk.80: 0～+79
ΣC_{1D} レンジ (選択されたクライアントに対して)	OPU0: 0～+7 OPU1: 0～+15 OPU2: 0～+63 OPU3: 0～+255 OPU4: 0～+639	該当なし

D.3 $C_m(t)$ の符号化および復号

$C_m(t)$ は、19.4節に規定されている ODTUk.ts スタッフ制御バイト JC1、JC2 および JC3 中に符号化される。

$C_m(t)$ はクライアントの m ビットを伝送する LO OPU ペイロードの m ビットグループ数の 2 進法値であり、Floor ($C_{m,min}$) と Ceiling ($C_{m,max}$) の間の、クライアントに応じた値をとる。 C_i ($i=1..14$)ビットは $C_m(t)$ 情報を含み、 $C_m(t)$ 値がその前のフレームの値から増加あるいは減少していることを表すために用いる。表 D.2 に $C_m(t)$ 値の増加あるいは減少を表すための C_i ビットの反転方法を示す。表中の「1」はそのビット

の反転を表す。

このビット反転方法は増加あるいは減少操作に先立ち、 $C_m(t)$ の現在値に適用される。増加あるいは減少させた $C_m(t)$ の値は、次の GMP オーバーヘッド伝送の基準値となる。

- $C_m(t)$ の値が+1または+2だけ増加したときは、表D.2で規定されるように一連の C_i ビットが反転され、増加指示 (II) ビットが“1”にセットされる。
- $C_m(t)$ の値が-1または-2だけ減少したときは、表D.2で規定されるように一連の C_i ビットが反転され、減少指示 (DI) ビットが“1”にセットされる。
- $C_m(t)$ の値が+2または-2を超えて変化したときは、IIビットとDIビットはどちらも“1”にセットされ、 C_i ビットは新しい $C_m(t)$ 値を表す。CRC-8により $C_m(t)$ 値が正しく受信されたか検証され、単一エラーの訂正がオプション機能として用意される。
- $C_m(t)$ の値が不変のとき、IIビットとDIビットはどちらも“0”にセットされる。

表 D.2/JT-G709_ $C_m(t)$ 増減表示方式 (ITU-T G.709/Y.1331)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	II	DI	変化
U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	0	0	0
I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	1	0	+1
U	I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	I	0	1	-1
U	I	I	U	U	I	I	U	U	I	I	U	U	I	1	0	+2
I	U	U	I	I	U	U	I	I	U	U	I	I	U	0	1	-2
2進値														1	1	+2/-2を超える

注

- Iは反転された C_i ビットを示す
- Uは変更なしの C_i ビットを示す

CRC-8はJC3に配置され、JC1ビットとJC2ビットに対して計算される。CRC-8は生成多項式 $g(x) = x^8 + x^3 + x^2 + 1$ を使い、以下のように計算される。

- 1) JC1とJC2オクテットはネットワークオクテット順で取り込まれ、最上位ビットから順に15次の多項式 $M(x)$ の係数を表す16ビット数列となる。
- 2) $M(x)$ は x^8 により乗算され、(モジュロ2を法として) $G(x)$ により除算されることにより、7次以下の剰余式 $R(x)$ を得る。
- 3) $R(x)$ の係数は x^7 を最上位ビットとする8ビット数列であると考えられる。

4) この8ビットシーケンスが x^7 の係数から x^0 の係数の順に送られるCRC-8符合となる。
 デマッパーにおいて、マッパーと同様に 1 から 3 のステップが実行される。ビットエラーがない場合、剰余係数列は“0000 0000”となる。

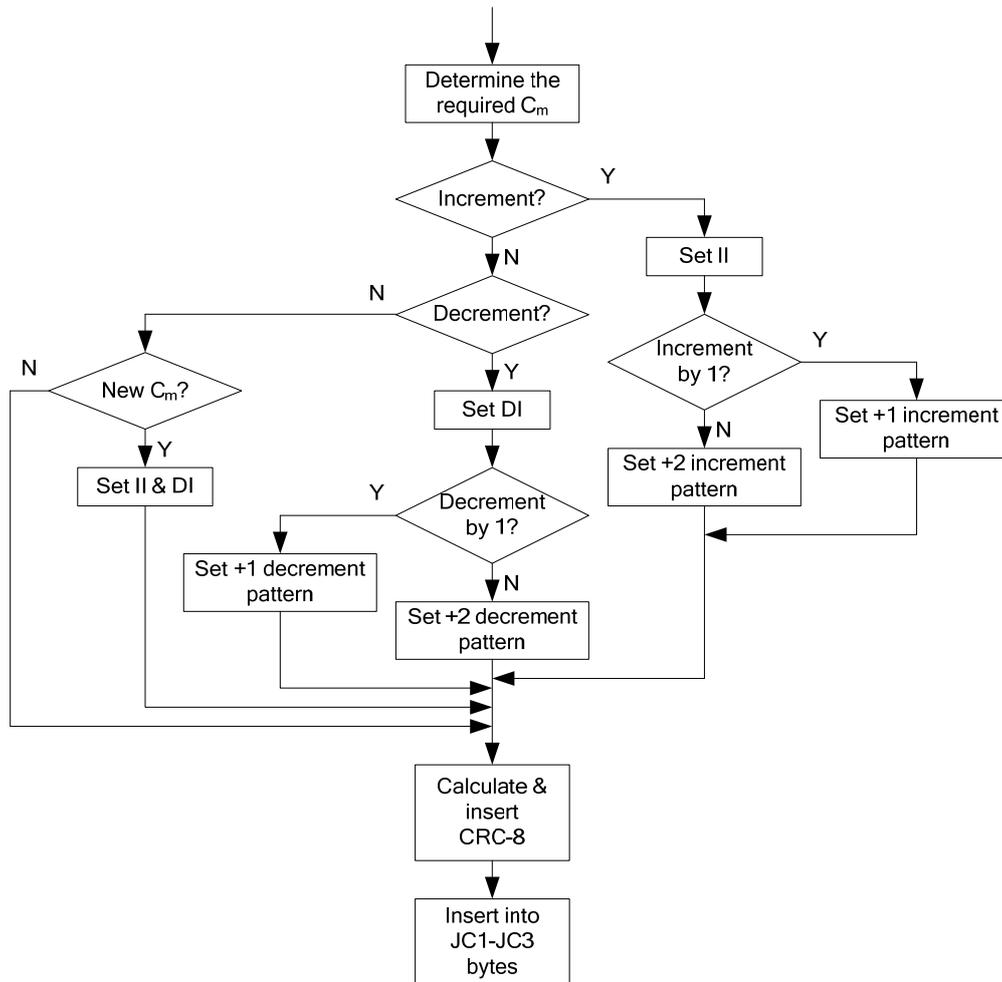


図 D.6/JT-G709_JC1、JC2 および JC3 バイト生成手順 (ITU-T G.709/Y.1331)

CRC-8 符合生成回路の並列化実装法については付録 IX に説明される。

図 D.7 で示される次の手順により、GMP シンクは $C_m(t)$ 値を GMP ソースと同期させる。受信した JC オクテットにおいて $II = DI$ かつ CRC-8 が正常であるとき、GMP シンクは受信した C1 から C14 ビットを次のフレームの $C_m(t)$ の値として取り入れる。この時点で GMP シンクは GMP ソースに同期される。 $II \neq DI$ かつ処理するフレーム (フレーム i) の CRC-8 が正常であるときは、GMP シンクは次のフレーム (フレーム $i+1$) の受信 JC オクテットを検査し、 $C_m(t)$ の同期を行わなければならない。フレーム i において $II \neq DI$ であることはソースで $C_m(t)$ 値の増減操作が行われ、フレーム $i+1$ で送られる $C_m(t)$ 値が更新されることを表す。 $C_m(t)$ の更新は C13、C14 あるいはその両方に作用し、GMP シンクはフレーム i において C13、C14、II および DI をフレーム $i+1$ を受信した際の同期ハント状態 (図 D.5 中 Hunt - A-F) を決定するのに用いる。

フレーム $i+1$ において $II = DI$ であかつ CRC-8 が正常であるときは、受信した C1-C14 を新しい $C_m(t)$ 値とすることにより $C_m(t)$ の同期が直接達成される。フレーム $i+1$ において $II \neq DI$ であかつ CRC-8 が正常であるとき、GMP シンクはこの新しい C13、C14、II および DI の値により GMP ソースが増加あるいは減少のいずれの操作を行っており、その増減がどの程度の値と伝えてきているか判定する。これは、図 D.5 において下段の状態への遷移に対応する。この時点で、GMP シンクはフレーム $i+1$ において伝えられた増減のタイプを同定する。その後、シンクは、表 D.2 より適切なビット反転方法を受信した C1-C14 領域に適用し送られた $C_m(t)$ 値を判定する。ここで、GMP シンクが $C_m(t)$ の現在値とフレーム $i+2$ での期待値を判定できたため同期は達成されたことになる。

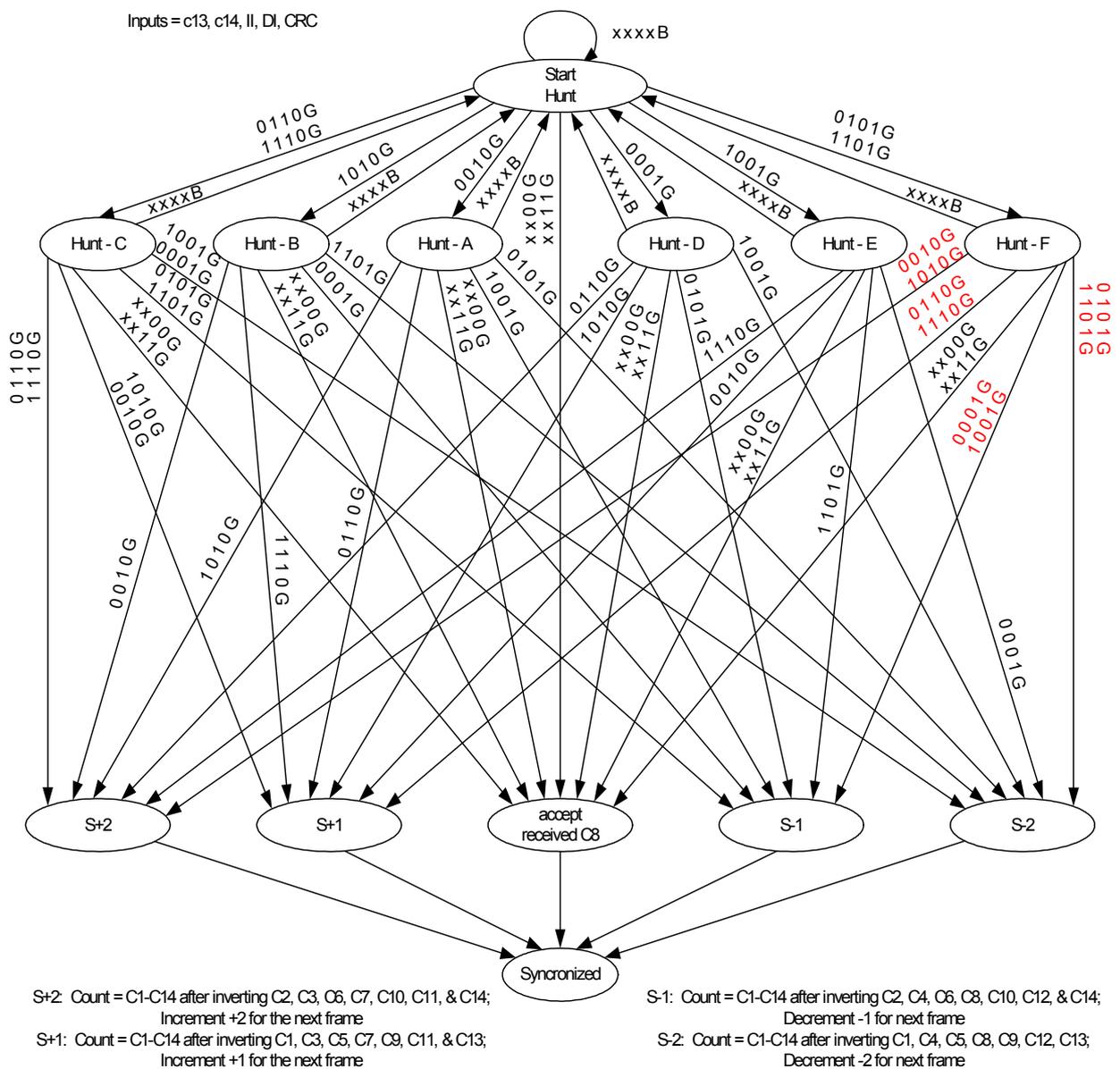


図 D.7/JT-G709_GMP シンクカウント同期処理ダイアグラム (ITU-T G.709/Y.1331)

図 D.5 のステートマシンはオフラインでの同期確認にも使えることに注意すること。

GMP シンクが GMP ソースにその $C_m(t)$ 値を同期させたとき、それは以下の原則に従って JC オクテットを解釈したことになる。

- CRC-8が正常かつII=DIであるとき、GMPシンクは $C_m(t)$ 値を取り入れる。
- CRC-8が正常かつII≠DIであるとき、GMPシンクは受信 $C_m(t)$ 値と期待 $C_m(t)$ 値を比較し、その差を決定する。この差と表D.2のビット反転パターンを比較することにより、ソースにより送られた増加あるいは減少操作を判定し、これに従い $C_m(t)$ を更新する。CRC-8が正常なため、シンクはJC1あるいはJC2をこの比較操作に用いる。
- CRC-8が不正なとき、GMPシンクは受信された $C_m(t)$ 値とその期待値 $C_m(t)$ とを比較する。そしてシンクは、表D.2につき、JC1の有効なビット反転パターン、およびビット反転、JC2のIIとDIパターンに、これらの値との差分を比較する。
 - JC1は有効なパターンを含んでいて、そして、JC2は含んでいないならば、シンクは、JC1から対応する増加または減少指示を受け入れ、その $C_m(t)$ を適宜更新する。
 - JC2は有効なパターンを含んでいて、そして、JC1は含んでいないならば、シンクは、JC2から対応する増加または減少指示を受け入れ、その $C_m(t)$ を適宜更新する。
 - JC1とJC2が同じ増加または減少動作を示している有効なパターンを含むならば、この指示は受け入れられ、そして、シンクは、その $C_m(t)$ を適宜更新する。
 - JC1もJC2も有効なパターンを含まないならば、シンクはその現在のカウンタ値を保って、同期の検索を開始する。

注：JC1とJC2が各々互いと異なる有効なパターンを含むならば、レシーバーは現在の $C_m(t)$ 値を保つことができ、同期検索を開始することができるか、あるいは、JC1かJC2が正しいパターンを含むかどうかについて決定するためのCRC-8を用いることができる。

GMP シンクは、次の LO OPU フレームまたは ODTUk.ts マルチフレームからクライアントデータを抽出するために、更新された $C_m(t)$ 値を使用する。

D.4 $\Sigma C_{nd}(t)$ 符号化および復号化

$C_{nd}(t)$ の累積値($\Sigma C_{nd}(t)$)は、LO OPUk と ODTUk.ts スタッフ制御バイト JC4、JC5 および JC6 のビット 4-8 に、符号化される。JC4 と JC5 のビット D1 からビット D10 は、 $C_{nd}(t)$ の値を運ぶ。ビット D1 は最上位ビットを運び、ビット D10 は最下位ビットを運ぶ。

JC6 に配置される CRC-5 は、JC4 と JC5 内の D1-D10 ビットにわたって計算される。CRC-5 は $g(x) = x^5 + x + 1$ の生成多項式を用い、以下のとおりに計算される：

- 1) JC4のビット4-8とJC5のビット4-8オクテットは、ネットワーク伝送順序において、最上位ビットが先送りで、9次の多項式の $M(x)$ の係数を表している10-ビットパターンから取られる。
- 2) $M(x)$ は x^2 によって乗算され、 $G(x)$ によって割られ(モジュロ2)、そして、次数4以下の余り $R(x)$ を得る。

- 3) $R(x)$ の係数は8ビットのシーケンスであると考えられ、ここでは、 x^4 が最上位ビットである。
- 4) この5ビットのシーケンスは、送られるCRC-5の最初のビットが x^4 の係数であり、送られる最後のビットが x^0 の係数のCRC-5である。

デマッピングプロセスは、マッピングプロセスと同様手法でステップ 1-3 を実行する。ビットエラーがない場合、残りは“00000”となるであろう。

ソース CRC-5 の並列論理実装が、付録 IX で例示される。

付属資料E

OTN伝送網上でのIEEE 10G BASE-R の転送

本付属資料 E は、ITU-T 勧告 Supplement 43 (2008 年 12 月版) に準拠したものである。SDH/OTN 伝送網上での 10G LAN PHY 伝送に関するいくつかのアプローチを記載している。これらのアプローチのいくつかは、ITU-T 勧告では規定されていないレート、フォーマットおよびマッピングを使用している。

E.1 範囲

本補足は ODU2 または(レート、フォーマット、マッピングが ITU-T で規定されていない)非標準の ODU2 を介した OTN 網における 10G Base-R 信号の伝送に関する異なるアプローチを記述する。本補足は非標準の ODU2 相当の構造から、ODU3 相当の信号への多重に関連する記述を含む。それぞれのソリューションの異なる属性は、ネットワークへの適用に関してガイダンスを提供するために記載する。本補足では現状 ITU-T G.709 非標準のマッピングを記載しているが、将来の ITU-T G.709 標準化に対する検討を排除するものではない。

E.2 参考文献

以下の参考文献を本補足は引用している。発行時点において示された版が有効である。全ての勧告と参考文献は改定されることがある。そのため、本補足のユーザーは以下にリストアップした勧告と参考文献の最新版を適用する可能性について調査することを推奨する。現時点で有効な ITU-T 勧告のリストは定期的に発行される。

- ITU-T 勧告 G.694.1 (2002)、WDM アプリケーション用のスペクトル・グリッド：DWDM 周波数グリッド
- ITU-T 勧告 G.696.1 (2006)、イントラドメイン DWDM アプリケーションの長手方向互換性
- ITU-T 勧告 G.707 (2006)、同期デジタルハイアラキー(SDH)のための網ノードインタフェース
- ITU-T 勧告 G.870 (2005)、光伝送網の用語と定義
- ITU-T 勧告 G.872 (2005)、光伝送網の構成
- ITU-T 勧告 G.959.1 (2006)、光伝送網物理レイヤインタフェース
- ITU-T 勧告 G.8001 (2006)、伝送網上のイーサネットフレームの用語と定義
- ITU-T 勧告 G.8010 (2006)、イーサネットレイヤーネットワークのアーキテクチャ
- ITU-T 勧告 G.8012 (2006)、イーサネット UNI とイーサネット NNI
- ITU-T 勧告 G.8251 (2001)、光伝送網のジッタ・ワンダ管理

E.3 定義

なし

E.4 略語

本付属資料Eでは、以下の略語と頭字語を用いる。

CBR10G 9 953 280 kbit/s ± 20 ppmの固定ビットレート信号 (ITU-T G.870参照)

Constant Bit Rate signal of 9 953 280 kbit/s ± 20 ppm (see [ITU-T G.870])

CBR2G5 2 488 320 kbit/s ± 20 ppm の固定ビットレート信号 (ITU-T G.870参照)

Constant Bit Rate signal of 2 488 320 kbit/s ± 20 ppm (see [ITU-T G.870])

FCS	フレームチェックシーケンス	Frame Check Sequence
FEC	前方誤り訂正	Forward Error Correction
GFP	汎用フレーム化手順	Generic Framing Procedure
IPG	パケット間ギャップ	Inter-Packet Gap
MAC	メディアアクセスコントロール	Media Access Control
NJO	負スタップ制御機会	Negative Justification Opportunity
PHY	物理層	Physical layer
PJO	正スタップ制御機会	Positive Justification Opportunity
SDH	同期デジタル階梯	Synchronous Digital Hierarchy
SFD	フレームデリミッタの開始	Start-of-Frame Delimiter
SONET	同期光網	Synchronous Optical Network
WAN	広域エリア網	Wide Area Network

E.5 慣例

伝送順序: 本勧告内のすべての図における情報の伝送順序は、左から右、次に上から下で示されている。これらのバイト列は MSB が最初に転送される。MSB (ビット 1) は全ての図で左側に図示されている。

E.6 標準のマッピング

E.6.1 STM-64 を介した 10G BASE-W (WAN PHY)

IEEE802.3 では SDH/SONET 伝送と互換性のある WAN インタフェースを定義している。イーサネットドメイン内では、このインタフェースは、64B/66B 符号化と SDH/SONET フレームへの挿入に先だって、10 Gbit/s から 9.95328 Gbit/s に XGMII の有効データ信号速度を制限する WAN インタフェース副層 (IEEE802.3 第 50 章) により支えられている。SDH STM-64 (VC4-64c) フレームへのデータのマッピングは、ITU-T G.707 付属資料 F に図示されている。

たとえインタフェースが、SDH のクロック耐力 (± 4.6 ppm) ではなく、802.3 の第 50 章で要求される ± 20 ppm のクロック精度しか提供しない場合でも、第 17.1.2 項に規定されるマッピングに従って ODU2 を介して伝送することができる。

E.6.2 10G BASE-R (LAN PHY) ペイロードのみの OPU2 への GFP-F マッピング

ペイロード情報の透過マッピングは、7.3 節によれば、以下のプロセスに従って行われる。

- IEEE802.3 に従って 64B/66B ライン符号、プリアンブル、SFD、IPG の終端 (シンク) を行う。
- GFP-F フレーム化を適用する。
- 7.3 節に準じた OPU2 への符号化

MAC フレームが IEEE802.3 に規定されている最大サイズ(プリアンブル、SF、IPG を除いた 1518 オクテット)を平均して超過しないことを前提とすると、公称ビットレートから+100ppm の信号に要求されるビットレートは、約 9,922,968.791 kbit/s である。もし、最大サイズのジャンボフレームが使用されるならば、公称ビットレートから+100ppm の信号に要求されるビットレートは、約 9,995,002.399 kbit/s である。

7.3 節に規定される OPUk への GFP フレームマッピングは、9,995,277 kbit/s の OPU2 ペイロード領域全体が利用可能である (つまり、CBR10G マッピングの固定スタッフバイトは存在しない) ことに注意すること。公称値から-20ppm の最低レートで動作している OPU2 に関しては、9,995,077.058 kbit/s に減少する。802.3 標準の終端により、このマッピングは OPU2 上の 10G BASE-R 信号から、すべての ETH_CI トラフィックを完全に伝送できる。表 V.4/G.7041 を参照のこと。ここでは、10G BASE-R 信号の MAC レートスループット(オーバーヘッドをカウントしない)対 GFP マッピングの特性が示されている。10G BASE-R の MAC レートスループットは、最悪ケースの 9618 バイトのジャンボフレームを仮定すると 9 986 502 bits/s となる。ODU2 への同一の MAC フレームの GFP マッピングの MAC レートスループットは 9 986 970 bits/s で、10G BASE-R 信号から MAC ペイロード全体を伝送するために要求される速度よりも大きい。

E.7 非標準のマッピング

これは、レート、フォーマット、マッピングが ITU-T 勧告に完全に準拠していないことを意味する。

E.7.1 10G BASE-R信号のOPU2eへのビット透過マッピング

本マッピングについては 17.4.1 項に移行済みである。本マッピングを用いると、OTU 相当の OTU2e は標準の OTU2 の公称ビットレート 10.709225316 Gbit/s に対して 11.0957 Gbit/s となる。

E.7.2 10G BASE-R信号のOPU1eへのビット透過マッピング

本マッピングは、17.1.1 項で定義されている OPU1 への CBR2G5 信号のマッピング方法を使用する。本マッピングも上記 E.7.1 節と同様の属性を持つが、CBR10G マッピングの固定スタッフバイトがないので、データレートは小さい(11.0957 Gbit/s に対して 11.0491 Gbit/s)。E.7.1 節のオプションのように、クロック耐力は標準の OTU2 信号(± 20 ppm)ではなく、イーサネット信号(± 100 ppm)にもとづいた許容偏差となるので、G.8251 でのジッタおよびワンドの標準的な制御方法は適用されない。

固有のペイロードタイプは、ペイロード構造識別子(PSI)にスペックされなければならない。例えばコード“0x80” (表 15-8 に専用として予約されているコード ペイロードタイプコードポイント) は、使用中である。

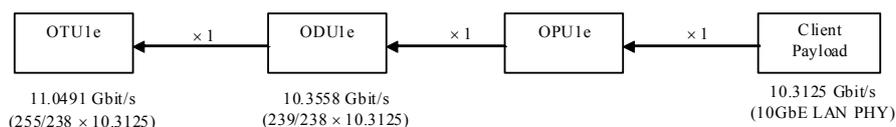


図 E.7-1/JT-G709 固定スタッフ無しのマッピング構造(ITU-T G.Sup43)

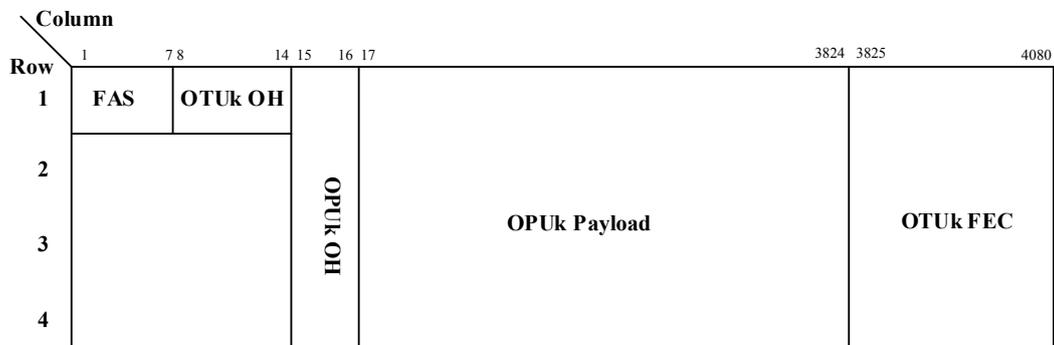


図 E.7-2/JT-G709 固定スタッフバイト無しのマッピングフレーム(ITU-T G.Sup43)

E.7.3 G.709 ビットレート準拠のペイロードおよびプリアンブル情報透過伝送

本標準の第 17.3.1 項と第 7.3 節、および ITU-T G.7041 の第 7.9 節に移行した。

E.8 各マッピング方式の特長

表 8-1 にマッピング方式の適用性と特長をまとめる。各項目の詳細は各節参照のこと。

表 E.8-1/JT-G709: 各マッピング方式の特長(ITU-T G.Sup43)

マッピング (節)	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3
ビットレートの G.709 準拠(8.1)	準拠	準拠	非準拠	非準拠	準拠
IrDI/IaDI 対応(8.2)	両方に対応	両方に対応	IaDI のみ対応	IaDI のみ対応	両方に対応
クライアントイーサネット信号のクロック変動耐力 (8.3)	±20 ppm (注 1)	±100 ppm	±100 ppm	±100 ppm	±100 ppm
ODUxx 信号のクロック変動耐力 (8.3)	±20 ppm	±20 ppm	±100 ppm	±100 ppm	±20 ppm
ジッタ/ワンダの G.8251 準拠 (8.3)	準拠	準拠	非準拠	非準拠	準拠
G.959.1 光トリビュタリクラス (8.4)	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 10G
G.696.1 クライアントクラス (8.4)	10G	10G	40G	40G	10G
40G 多重の G.709 準拠(8.5)	準拠	準拠	非準拠	非準拠	準拠
フルレートのパイロード転送 (8.6)	非対応	対応	対応	対応	対応
転送オーダーセット保持 (8.6)	対応	非対応	対応	対応	対応 (注 3)
フルレートのプリアンブル/パイロード転送 (8.6)	対応	非対応	対応	対応	対応
IPG の転送 (8.6)	対応	非対応	対応	対応	非対応
全ビットの透過性 (8.6)	対応	非対応	対応	対応	非対応
MAC or PCS サブレイヤの特殊使用のサポート (8.6)	対応	非対応	対応	対応	対応 (注 2)
PCS ベースの BER モニタ (8.7)	対応	非対応	対応	対応	非対応

注 1:10G BASE-W のクロック変動耐力は、IEEE802.3 では±20ppm と規定されているのに対し、ITU-T G.707 では SDH ネットワーク上で STM-64 として伝送可能な±4.6ppm で規定されている。

注 2: プリアンブルはサポート。IPG は未サポート。

注 3: オーダーセットが転送される一方で、もしオーダーセットが集中した場合は、全転送、または元の転送シーケンスの維持は保証されない。

E.8.1 G.709 ビットレート準拠

Gbit/s レベルのトランスポート信号に使用される G.709 のビットレートは OPU2 で規定されている。OPU2 のペイロードの公称ビットレートは 9,995,276.962 kbit/s である。クライアント信号は STM-64 または GFP-F マッピングを介して、第 17.1.2 項で規定されている CBR10G マッピングによって伝送される。本標準のビットレートに準拠したマッピングを行うことで、ITU-T G.872 で規定される OTN アーキテクチャに適合した信号となる。

E.8.2 ドメイン間インタフェース/ドメイン内インタフェース

G.872 は、光トランスポートネットワークにおいて用いられる 2 個の異なるインタフェースを規定する。ドメイン間インタフェース (IrDI) は、オペレータ同士の間や、同一のオペレータ環境にある異ベンダ装置間の接続点で用いられる標準インタフェースである。ドメイン内インタフェース (IaDI) は、オペレータ網内のひとつのベンダの領域内で、長距離用伝送システムにおける分散管理などの独自の光技術を用いることを可能とする場合に適用出来る。

E.7.1 節及び E.7.2 節の OPU2e や OPU1e を介した 10GBASE-R 信号のマッピングは、本質的にはドメイン内インタフェースである。それらは、本標準のビットレートの信号ではない。それらは、例えば GFP-F を用いたイーサネットの標準的なマッピングと相互接続することは出来ない。2 個のオーバクロックされた装置同士も相互接続出来ない。その結果として、このような信号は、通常は同一のマッピングを実装している装置間にポイント・トゥ・ポイント形態で導入される。

E.8.3 タイミング及び同期

G.709 におけるタイミング耐力は、 ± 20 ppm である。10GBASE-R イーサネット信号のタイミング耐力は、 ± 100 ppm である。G.709 のようなフレーム (E.7.1 節や E.7.2 節に記載のフレーム) の中にイーサネット信号を単にラッピングしたマッピングは、イーサネット信号からタイミングを抽出しており、そのためタイミング精度は、 ± 100 ppm となる。

タイミング精度が ± 20 ppm である G.709 信号のジッタやワンダ制御については、G.8251 の中で広く分析されている。このような分析は、タイミング精度が ± 100 ppm を有するようなイーサネットをベースにした信号に対しては行われていない。 ± 100 ppm のタイミング精度を有する信号は、通常はポイント・トゥ・ポイント形態でのみ導入されるので、ジッタやワンダの累積は問題とはならない。

E.8.4 光特性

G.959.1 は、2.4 Gbit/s から 10.71 Gbit/s の信号に適用される、10G までの動作における光トリビュタリクラスを規定している。2 個のオーバクロックされたマッピングを含む 10.71 Gbit/s 以上の信号は、9.9 Gbit/s ~ 43.02 Gbit/s の 40G の範囲に収まる。G.696.1 は、10G と 40G のクライアントのクラスにおける、同じく一連の範囲を規定している。E.6.4 節及び E.6.5 節の信号は、10G の範囲を超えるので、そのスペクトル特性は、標準的な 10G チャンネルのスペクトル以上となり、これらの信号を伝送する適切な周波数グリッドを選択する際には、このことを考慮しなくてはならない。

E.8.5 多重及びマルチサービス

本標準では 10 Gbit/s 信号を、ODU2 を介して ODU3 へ多重する方法を提供している。この多重化ハイアラキは、波長単位で最大ビット数を運ぶことにより、ファイバ容量を最適化することを可能にしている。

標準的なビットレートの信号がネットワークで用いられる限りは、第 19 章で規定されているような 40 Gbit/s への多重は単純なものとなる。マルチサービスネットワークも可能となり、必ずしも全ての 10 Gbit/s ODU2 が同じタイプの信号を伝送している必要はない。STM-64 やイーサネットの GFP-F マッピング、或いは 4 個の 2.5 Gbit/s ODU1 多重信号を含めた様々なペイロードを運んでいる ODU2 信号は、同じ 40 Gbit/s の波長の中に混在することが可能である。

しかし、この多重メカニズムは、標準的なビットレート (10,037,273.924 kbit/s) とタイミング耐力 (± 20 ppm) を有する ODU2 信号であることに依存している。この多重メカニズムは、E.7.1 節及び E.7.2 節にそれぞれ記載されている非標準のビットレート (ODU2e (10.3995 Gbit/s)、ODU1e (10.3558 Gbit/s)) の信号に対しては規定されていない。これらの 2 個の非標準のビットレートは、如何なる標準ビットレートの信号や、非標準信号同士で多重することは出来ない。本標準の多重メカニズムのスタップ機会もまた、 ± 20 ppm のタイミング耐力であることを前提に規定されている。

E.8.6 透過性

イーサネットはパケット技術である。G.8010 第 6 章では、ETH_CI トラヒックユニットの非隣接フローであるイーサネットレイヤーネットワークの特徴的情報が定義されており、それぞれ、宛先アドレス、送信元アドレスおよび MAC サービスデータユニットから構成され、リンク特有のヘッダとトレーラにより区切られている。

E.8.6.1 情報の透過性

付属資料 E に記述されているすべてのマッピングは、ETH_CI トラヒックユニットのフロー伝送し、イーサネットレイヤーネットワークの特徴的情報を透過する。

表 E.8-2/JT-G709: 異なるマッピングにおけるETH_CI のヘッダとトレーラ(ITU-T G.Sup43)

マッピング (節)	ヘッダフォーマット	トレーラフォーマット	フレーム間のつなぎ
E6.1	プリアンブル + SFD	MAC FCS	IPG
E6.2	GFP ヘッダ r	MAC FCS	GFP アイドル
E7.1	プリアンブル+ SFD	MAC FCS	IPG
E7.2	プリアンブル + SFD	MAC FCS	IPG
JT-G709 本章と JT-G7041 を参照	GFP ヘッダ + プリアンブル + SFD	MAC FCS	GFP アイドル

E.8.6.2 MAC フレームの透過性

本付属資料 E において記述されたマッピングを使用して運ばれる ETH_CI トラヒックユニットに対して

使われたリンクに特有なヘッダとトレーラは、表 E.8-2 に要約される。

IEEE802.3 標準において、プリアンブル、SFD、オーダーセット、および IPG はペイロードではなく、オーバーヘッドと考えられている。それらは、どのような規格化された全二重イーサネット技術のブリッジまたはリピータでも通過しない。それらは元々、100 Mbit/s およびそれより下のレートで半二重イーサネットインタフェースに対して衝突検出をサポートするためにフレームフォーマットに組み込まれた。これは全二重インタフェースに対しては効果的な「自由なスペース」であるので、非公開の独自目的のデータを送信するために、プリアンブルと IPG が使用される場合があった。

プリアンブルと IPG は、トランスポートネットワーク上でそのまま運ばれるべきである、との要件が表記される場合がある。この非標準のイーサネット転送のための要件を満たすために、時折、トランスポートネットワークにおいて非標準マッピングを使用することが必要である。

E.8.6.3 フルレートでの透過性

上述したように、イーサネットはパケット技術である。イーサネットインタフェースには様々な速度が存在する。インタフェースの多様で異なる速度は、エッジで宛先ヘルレーティングされたパケットフローにより、同一のイーサネットネットワークにおいて利用可能である。

イーサネットは回線技術というよりもパケット技術であるので、任意の特定なリンクに発送されるすべてのパケットを転送するために帯域が十分あるとの保証はない。たとえば、ネットワークで各種のリンクスピードが使われるので、または単にパケットが同じリンクに発送された多くの異なるリンクを介してブリッジに到着して、リンクの容量を越えるから生じる。ブリッジのバッファ容量を越えている場合には、この種の輻輳は結果として、パケット遅延および廃棄を生む。これは正常なイーサネット動作である。

それにもかかわらず、トランスポートネットワークを介して、10G BASE-R イーサネットインタフェースからすべてのパケットを転送することが重要であると考えられている場合がある。

E.6.1 節において記述されたマッピングは、イーサネットブリッジの 10G BASE-W (10G WAN PHY) インタフェースを経て遂行される。正常なイーサネットブリッジ動作では、結果として、このリンクの最大のパケットフローが 10G BASE-R (10G LAN PHY) インタフェースを使うことで可能となる最大のフローよりも約 3% 減少する。

たとえ OPU2 で利用できるシリアルビットレートがより低くても、E.6.2 節において記述されたマッピングは 10G BASE-R インタフェースの完全なパケットレートを転送する性能がある。より低いビットレートの上で同じパケットフローがサポートできるという理由は：

- ・受信信号のフレーミングを行うための必要な遷移を保証するために、64B/66B 符号化よりも OTN スケランブラ (第 11.2 節) を使用。
- ・パケットを区切るために MAC フレーミングよりも GFP を使用。GFP ヘッダはプリアンブルと SFD と同じオクテットを使用する。しかし、MAC フレーミングでは MAC FCS に続いて IPG (最小 12 オクテット) が必要とされる。

非標準マッピング (E.7.1 節及び E.7.2 節) の使用は、プリアンブルと IPG または PCS サブレイヤの非標準使用を許容する完全な 10G BASE-R パケットレートおよび MAC フレームトランスペアレンシ (E.8.6.2 項参照) 双方を達成するためにのみ必要である。

E.8.7 BER 監視

本標準では ODUk フレーム構造において BIP-8 パリティチェックを使用し、送信されたクライアント信号に依存しない BER 監視を提供する。パス (ODUk) とセクション (OTUk) レイヤに加えて、6 レイヤまでのタンデムな接続監視が利用可能である。

さらに、PCS サブレイヤの 64B/66B 符号を転送するマッピングでは、無効な 66B コードワードの検出によりクライアントレイヤ内自体の MAC 終端から MAC 終端までの BER 監視が実行できる。

パケットを送信する前に 64B/66B をデコードするマッピング (例えば、E.6.2 節の GFP-F フレーミングの使用) では、10G BASE-R 物理インタフェースを使用するパスのセグメントを横切ってこの符号を BER モニタリングに利用できるが、パスの OTN セグメントに対する BER を監視するためには、ODU2 オーバーヘッド内の BIP-8 が用いられる。

E.9 4 個の ODU2e 信号の ODU3e への多重

ここでは E.7.1 節(17.1 節に移動)で定義されている 4×ODU2e の多重方法について紹介する。E.9.1 節と E.9.2 節で定義された ODU3e 信号の結果は、ODU3e1 と ODU3e2 として参照される。

E.9.1 4×ODU2e 信号の OPU3e1 への非同期ビット透過マッピング

E.9.1.1 OPU3e1/ODU3e1/OTU3e1 のビットレートと容量

OTU3e1 信号のビットレートと容量は表 E.9-1 で定義される。

ODU3e1 信号のビットレートと容量は表 E.9-2 で定義される。

OPU3e1 信号のビットレートと容量は表 E.9-3 で定義される。

OTU3e1/ODU3e1/OPU3e1 のフレーム間隔は表 E.9-4 で定義される。

表 E.9-1/JT-G709 – OTU3e1 タイプと容量(ITU-T G.Sup43)

OTUタイプ	OTU 公証ビットレート	OTUビットレート耐力
OTU3e1	44 570 974.576 Kbit/s	±20 ppm

表 E.9-2/JT-G709 – ODU3e1 タイプと容量(ITU-T G.Sup43)

ODUタイプ	ODU公証ビットレート	ODUビットレート耐力
ODU3e1	41 774 364.407 Kbit/s	±20 ppm

表 E.9-3/JT-G709 – OPU3e1 タイプと容量(ITU-T G.Sup43)

OPUタイプ	OPUペイロード公証ビットレート	OPUペイロードビットレート耐力
OPU3e1	41 599 576.271 Kbit/s	±20 ppm

表 E.9-4/JT-G709 – OTUk/ODUk/OPUk フレーム容量(ITU-T G.Sup43)

OTU/ODU/OPUタイプ	周期 (注)
OTU3e1/ODU3e1/OPU3e1	2.9292606 μs

E.9.1.2 ODU2e多重

図 E.9-1 は以下に定義される様々な時分割多重要素間の関係、可能な多重構造を示している。時分割多重により、4 個の ODU2e 信号までが ODTUG3e1 に多重される。ODTUG3e1 は OPU3e1 にマッピングされる。

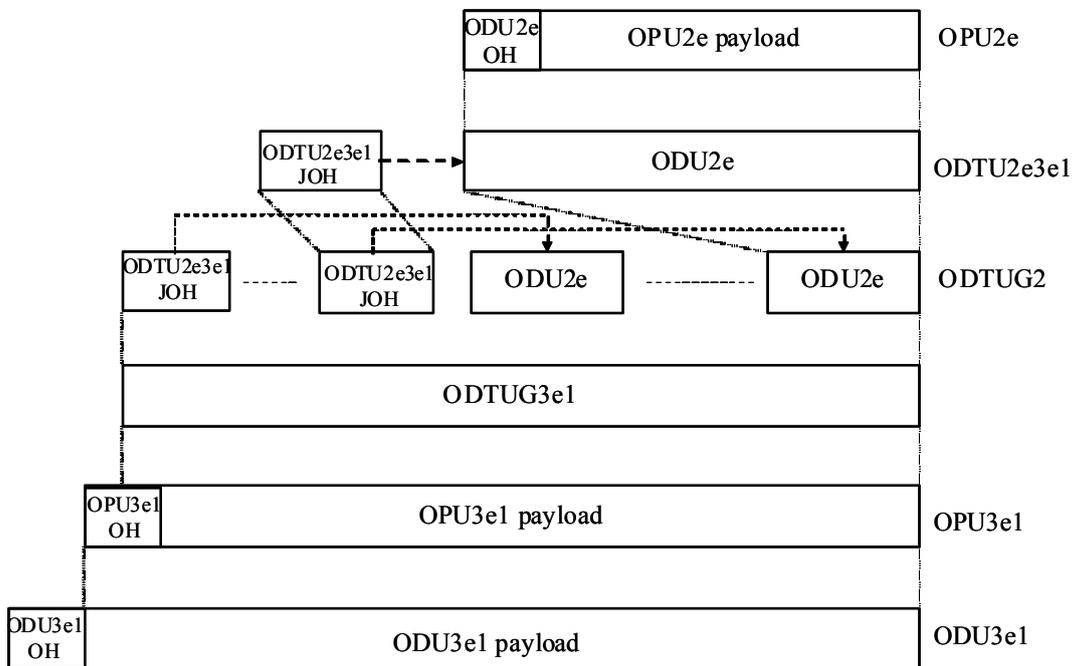


図 E.9-1/JT-G709 – ODU2eのODU3e1への多重方法(ITU-T G.Sup43)

E.9.1.3 ODU3e1 の定義

E.9.1.3.1 OPU3 e1 トリビュタリスロットの定義

OPU3 e1 はトリビュタリスロット(TS)に分割され、これらのトリビュタリスロットは OPU3e1 の中にインタリーブされる。トリビュタリスロットは OPU3e1 のオーバーヘッド領域の一部と OPU3e1 のペイロード領域の一部を含む。ODU2e フレームのバイトはトリビュタリスロットの OPU3e1 ペイロードの領域にマッピングされる。ODTU2e3e1 のスタッフオーバーヘッドは、OPU3y のオーバーヘッド領域にマッピングされる。

E.9.1.3.2 OPU3 e1 トリビュタリスロットの配置

図 E.9-2 は OPU3e1 トリビュタリスロットの配置を表している。OPU3e1 トリビュタリスロットは OPU3y ペイロード領域の 6.25% を占める。238 列×4 行の構造となっている(図 E.9-4 参照)。16 個の OPU3e1 の TS が OPU3y ペイロード領域の中でバイトインターリーブされる。

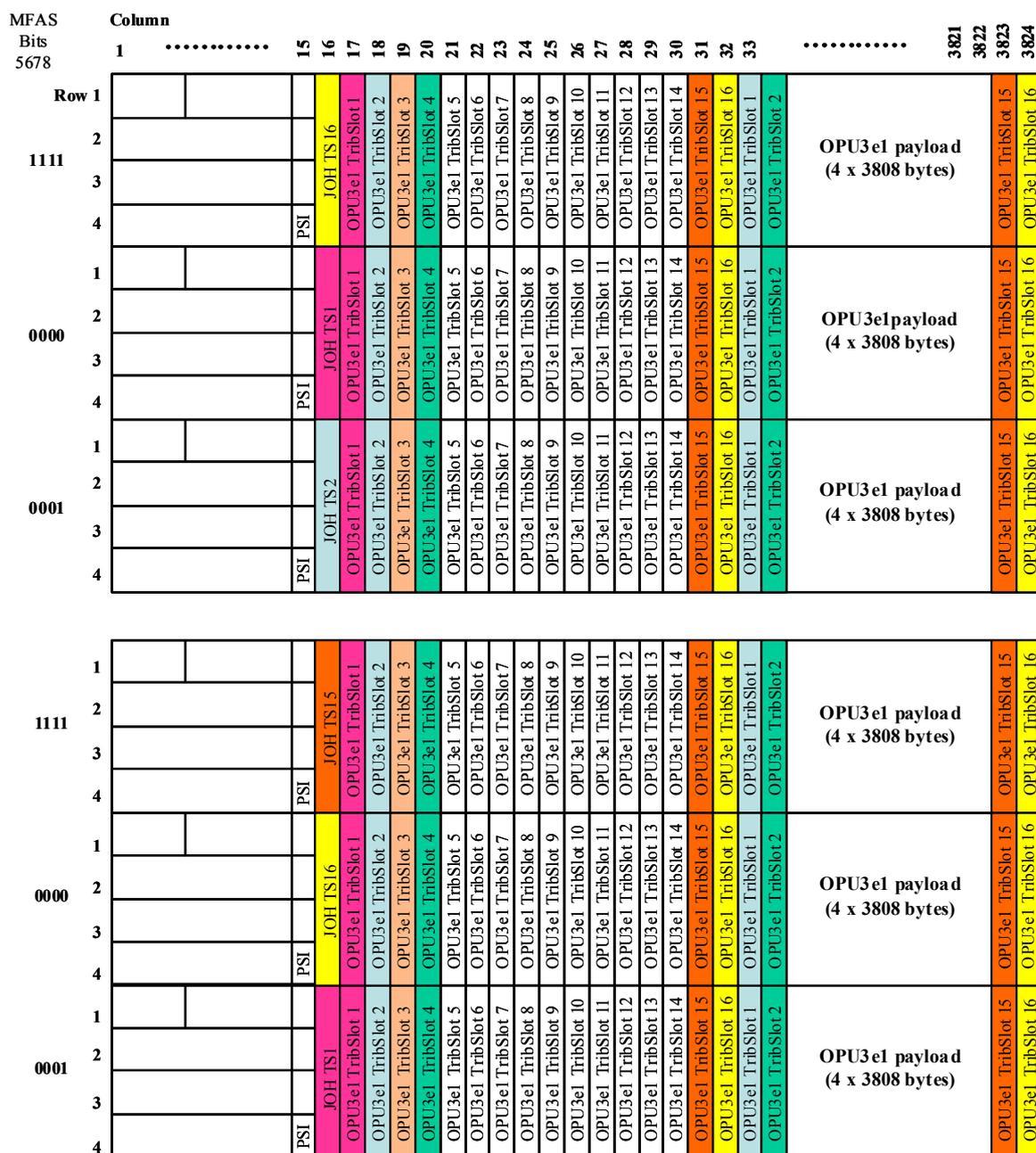


図 E.9-2/JT-G709 – OPU3e1 トリビュタリスロット配置(ITU-T G.Sup43)

加えて、スタッフ制御(JC)、16の OPU3e1 TS の負スタッフ(NJO)信号を含むスタッフオーバーヘッド(JOH)は、1~4 行の 16 列のオーバーヘッド内に配置される。JOH はフレームごとに関係するトリビュタリスロットにアサインされる。

トリビュタリスロットの JOH は 16 フレーム毎に使用可能である。16 マルチフレーム構造は、このアサインのために使用される。このマルチフレーム構造は、表 E.9-5 に示されるように MFAS バイトのビット 5,6,7,8 で固定される。

表 E.9-5/JT-G709 – OPU3e1 スタッフオーバーヘッドトリビュタリスロット(ITU-T G.Sup43)

MFAS ビット 5 6 7 8	JOH タイムスロット	MFAS ビット 5 6 7 8	JOH タイムスロット
0 0 0 0	1	1 0 0 0	9
0 0 0 1	2	1 0 0 1	10
0 0 1 0	3	1 0 1 0	11
0 0 1 1	4	1 0 1 1	12
0 1 0 0	5	1 1 0 0	13
0 1 0 1	6	1 1 0 1	14
0 1 1 0	7	1 1 1 0	15
0 1 1 1	8	1 1 1 1	16

E.9.1.4 ODTU2e3e1 定義

光チャネルデータトリビュタリユニット 2e3e1 (ODTU2e3e1)は、952 列×64 (16×4)行に加え、スタッフオーバーヘッド(JOH)の 4×1 列の構造となっている。これはスタッフされた ODU2e 信号を転送する。ODTU2e3e1 の構造は図 E.9-6 に示されている。JOH 列の配置は、ODTU2e3e1 が OPU3e1 に多重されるときに使用される OPU3e1 トリビュタリスロットに依存する。

E.9.1.5 ODTU2e3e1 の一つの OPU3e1 トリビュタリスロットへのマッピング

ODTU2e3e1 信号の 1 バイトは、図 E.9-3 に示されるように 4 個の OPU3e1 のタイムスロット#A,B,C,D (A,B,C,D = 1,2,...,16)にマッピングされる。

ODTU2e3e1 JOH のバイトは、OPU3e1 TS #A,B,C,D に配置される OPU3e1 のオーバーヘッド内の JOH バイトにマッピングされる。

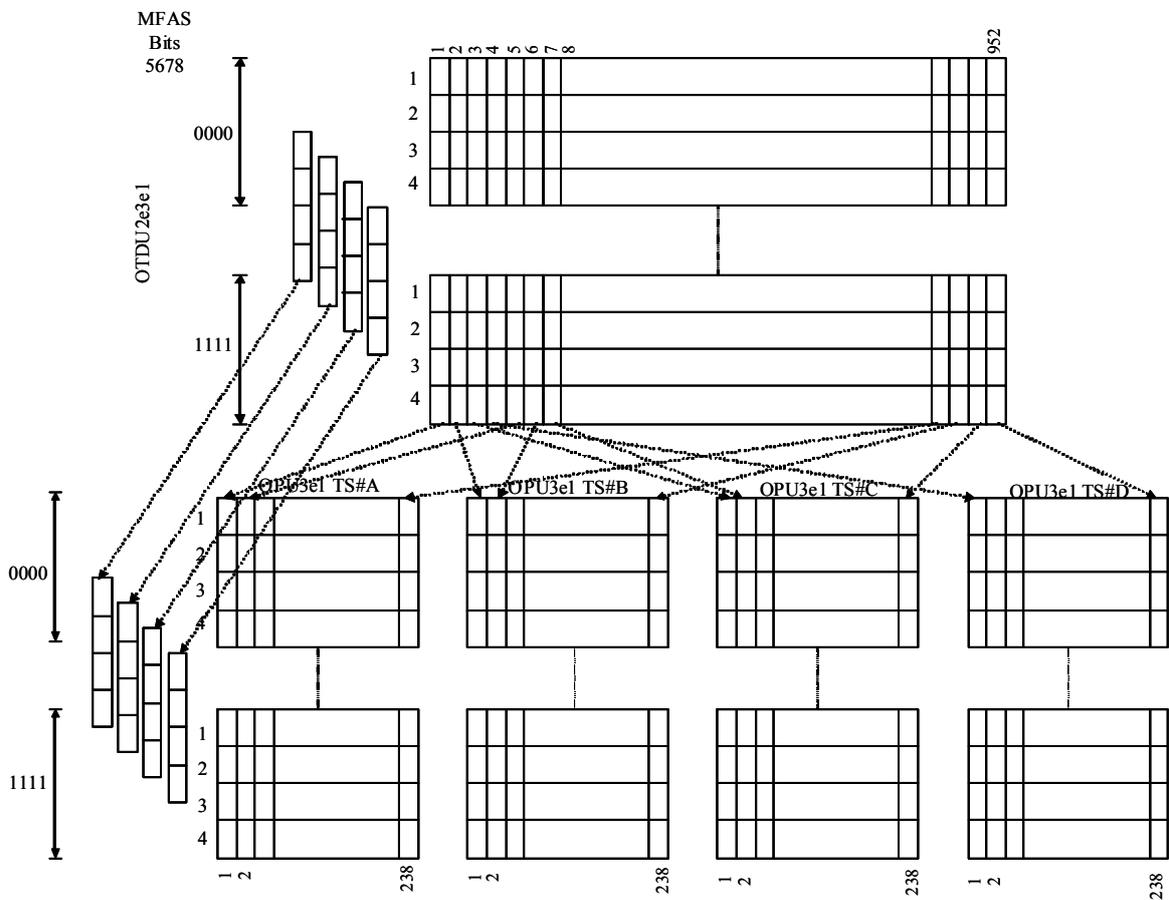
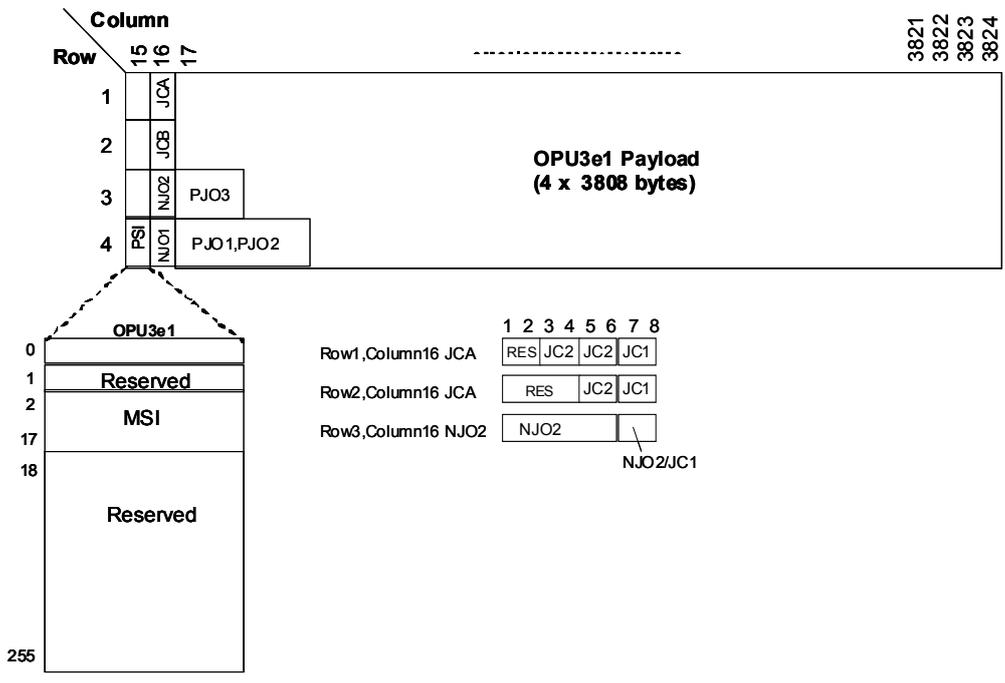


図 E.9-3/JT-G709 – ODU2e3e1 (JOH含)の4 OPU3e1トリビュタリスロット(#A, #B, #C, #D, A<B<C<D)へのマッピング(ITU-T G.Sup43)

E.9.1.6 OPU3e1 多重オーバーヘッド

OPU3e1の多重オーバーヘッドは、多重構造識別子(MSI)、スタッフ制御A(JCA)、スタッフ制御B(JCB)、負スタッフ1(NJO1)、負スタッフ2(NJO2)のオーバーヘッドを含む。OPU3e1のMSI、JC1、JC2、NJO1、NJO2のオーバーヘッド配置は、図E.9-3に示される。加えて正スタッフオーバーヘッドバイトは、OPU3e1のペイロードに配置される。PJOx(x=1,2,3)の配置は、マルチフレーム、ODU2eとOPU3e1のトリビュタリスロットに依存することに注意。



OPU3e1 with ODU2e (1,5,9,10),(2,3,11,12),(4,14,15,16),(6,7,8,13)

Row4, Column17-32

Row3, Column 17-32

MFAS Bits 5678	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0000	P/O1															
0001		P/O1	P/O2													
0010		P/O1	P/O2													
0011				P/O1										P/O2		
0100	P/O1				P/O2											
0101						P/O1	P/O2									
0110						P/O1	P/O2									
0111						P/O1	P/O2									
1000	P/O1				P/O2											
1001	P/O1				P/O2											
1010		P/O1	P/O2													
1011		P/O1	P/O2													
1100					P/O1	P/O2										
1101				P/O1										P/O2		
1110				P/O1										P/O2		
1111				P/O1										P/O2		

MFAS Bits 5678	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0000	P/O3															
0001		P/O3														
0010		P/O3														
0011				P/O3												
0100	P/O3															
0101						P/O3										
0110						P/O3										
0111						P/O3										
1000	P/O3															
1001	P/O3															
1010		P/O3														
1011		P/O3														
1100						P/O3										
1101						P/O3										
1110						P/O3										
1111						P/O3										



E.9.4/JT-G709 – OPU3e1 多重オーバーヘッド(ITU-T G.Sup43)

E.9.1.6.1 OPU3e1 多重構造識別子(MSI)

16 OPU3e1 トリビュタリスロットのために、PSI の 16 バイトは図 E.9-5 のように使用される。

- ビット 1 と 2 は、TS 内で転送される ODU2e タイプを示す。
- トリビュタリポート#は、TS 内で転送される ODU2e のポート番号を示す。ODU2e の場合、トリビュタリスロットに対するトリビュタリポートのアサインは柔軟である。

ODU2e トリビュタリポートは 1~4 でナンバリングされる。

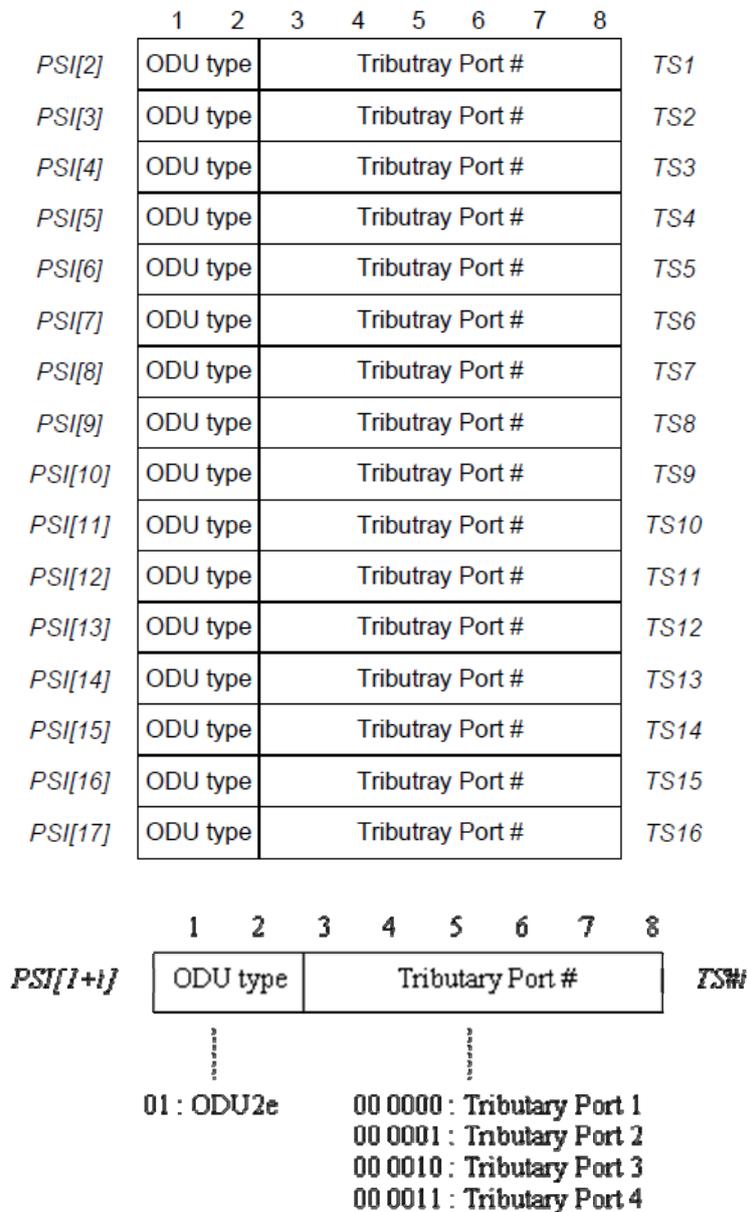


図 E.9-5/JT-G709 ODU3e1のためのMSI符号化(ITU-T G.Sup43)

E.9.1.6.2 OPU3e1 多重スタッフオーバーヘッド(JOH)

OPU3e の 16 列に位置する非同期マッピング手順のためのスタッフオーバーヘッド(JOH)は図 E.9-4 に示されており、二つのスタッフ制御バイト(JCA と JCB)と負スタッフ(NJO1 と NJO2)バイトから構成される。従来のスタッフのために JCA、JCB、NJO2 バイトのビット 7 と 8 は使用される。3 個の JC1 ビットは行 1(ビット 7 と 8)、行 2(ビット 7 と 8)、行 3(ビット 7 と 8)に位置している。収容されているクライアント信号の周波数耐力を高めるために、新しいスタッフ制御ビットが、行 1(ビット 3 と 4)、行 2(ビット 7 と 8)、行 3(ビット 7 と 8)に位置する JC2 ビットとして定義される。NJO1 と NJO2 バイトは列 4 と 3 に位置する。NJO2 バイトのビット 7 と 8 は従来のスタッフ制御のためにスタッフ制御ビットとして使用され、これらのビッ

トは拡張スタフ用に負スタフビットとして使用される。未定義のビットは将来の国際標準のために予約されている。

E.9.1.7 ODU2eのOTU2e3e1へのマッピング

ODU2e 信号の 1 バイトは ODTU2e3e1 の情報バイトにマッピングされる。16 の OPU3e1 フレームにつき 4 回、正または負スタフの両方の動作が可能である。調整動作が可能な 4 個のフレームは、ODTU2e3e1 がマッピングされている OPU3e1 TS の JOH と関係がある。図 E.9-6 は OPU3e1 TS1, TS5, TS9 と TS10 のマッピングを伴うケースを示している。JC1, JC2, NJO2, NJO1, PJO1, PJO2 と PJO3 の生成と解釈は表 E.9-6 に示される。

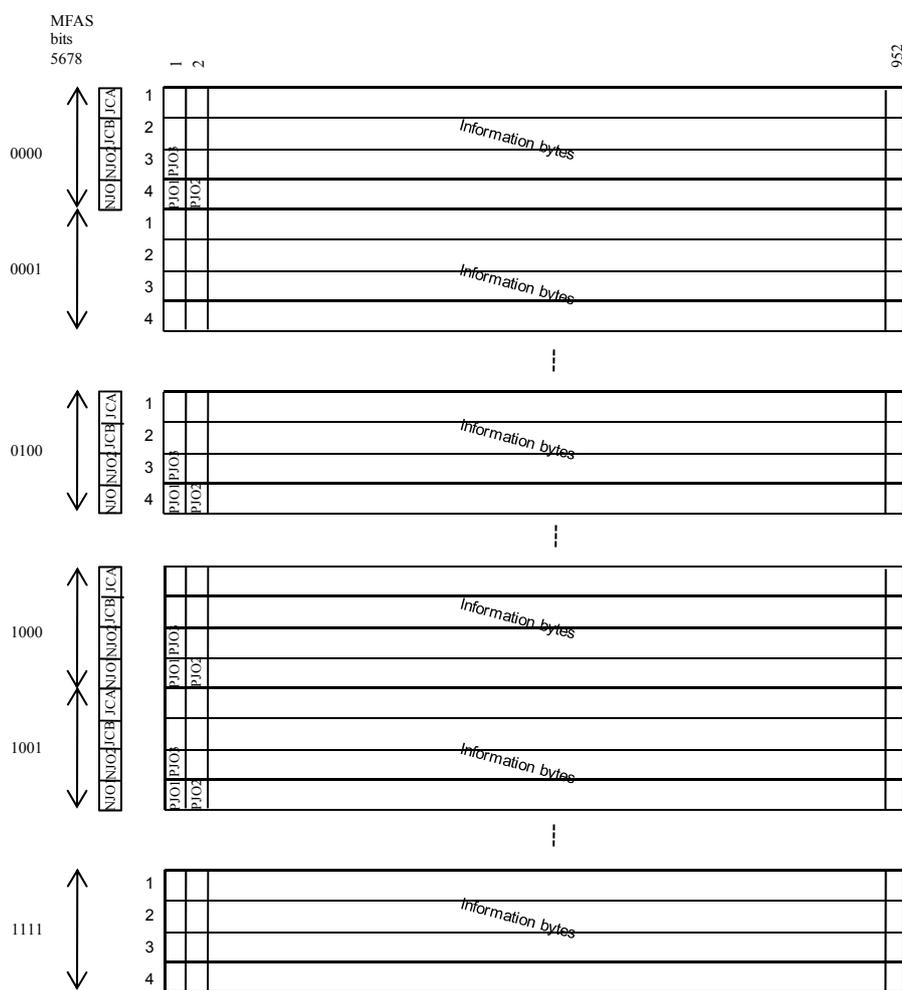


図 E.9-6/JT-G709 – ODTU2e3e1 フレームフォーマットと ODU2e マッピング (ITU-T G.Sup43)

表E.9-6/JT-G709 – JC1, JC2, NJO2, NJO1, PJO1, PJO2とPJO3の生成と解釈(ITU-T G.Sup43)

JC2	JC1	NJO2	NJO1	PJO1	PJO2	PJO3	解釈
00	00	スタッフバイト	スタッフバイト	データバイト	データバイト	データバイト	スタッフなし (0)
00	01	スタッフバイト	データバイト	データバイト	データバイト	データバイト	負スタッフ (-1)
00	10	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	データバイト	二重 正スタッフ (+2)
00	11	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	データバイト	データバイト	正スタッフ (+1)
01	-	データバイト	データバイト	データバイト	データバイト	データバイト	二重 負スタッフ (-2)
11	-	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	スタッフバイト	三重 正スタッフ(+3)

E.9.2 4個のODU2e信号のOPU3e2への非同期汎用マッピング #

E.9.2.1 OPU3e2/ODU3e2/OTU3e2のビットレートと容量 #

OTU3e2/ODU3e2/OPU3e2のレートと容量は表E.9-7に要約される。OTU3e2/ODU3e2/OPU3e2フレームの周期は2.928 μsとなる。 #

表 E.9-7/JT-G709 – OTU3e2/ODU3e2/OPU3e2のレートと容量(ITU-T G.Sup43) #

信号タイプ	公証ビットレート	耐力
OTU3e2	243/217 x 16 x 2.488320Gbit/s	±20 ppm
ODU3e2	239/255 x 243/217 x 16 x 2.488320Gbit/s	±20 ppm
OPU3e2	238/255 x 243/217 x 16 x 2.488320Gbit/s	±20 ppm

注: 公証のOTU3e2、ODU3e2、OPU3e2ペイロードのビットレートは概ね44 583 355.576 kbit/s (OTU3e2)、41 785 968.560 kbit/s (ODU3e2)、41 611 131.871 kbit/s (OPU3e2ペイロード)である。

E.9.2.2 OTU3e2, ODU3e2 とOPU3e2の定義 #

OTU3e2, ODU3e2 とOPU3e2のフレーム構造は、本標準に規定されているOTUk, ODUk とOPUkのフレーム構造と同じ構造である。OPU3e2は1個以上のODUj (j=2e)信号を転送する。OTU3e2のFECは本標準に定義されているOTUk (k=1,2,3)のFECと同一である。 #

E.9.2.2.1 OPU3e2トリビュタリスロット定義 #

OPU3e2は、おおよそ1.25 Gbit/sの32トリビュタリスロット(TS)に分割される。これらのトリビュ #

タリロットは OPU3e2 内でインタリーブされる。トリビュタリロットは OPU3e2 の OH 領域と OPU3e2 のペイロード領域を含む。ODUj フレームのバイトは ODTUj3e2 ペイロード領域にマッピングされ、ODTUj3e2 バイトは OPU3e2 トリビュタリロットにマッピングされる。

E.9.2.2.2 OPU3e2 トリビュタリロット配置 #

図 E.9-7 は OPU3e2 1.25G トリビュタリロット配置を表す。OPU3e2 1.25G トリビュタリロットは、 #
 OPU3e2 ペイロード領域の 3.125% を占め、119 列×4 行の構造となっている。32 個の OPU3e2 トリビ #
 ュタリロットは OPU3e2 ペイロード領域の中でバイトインタリーブされる。 #

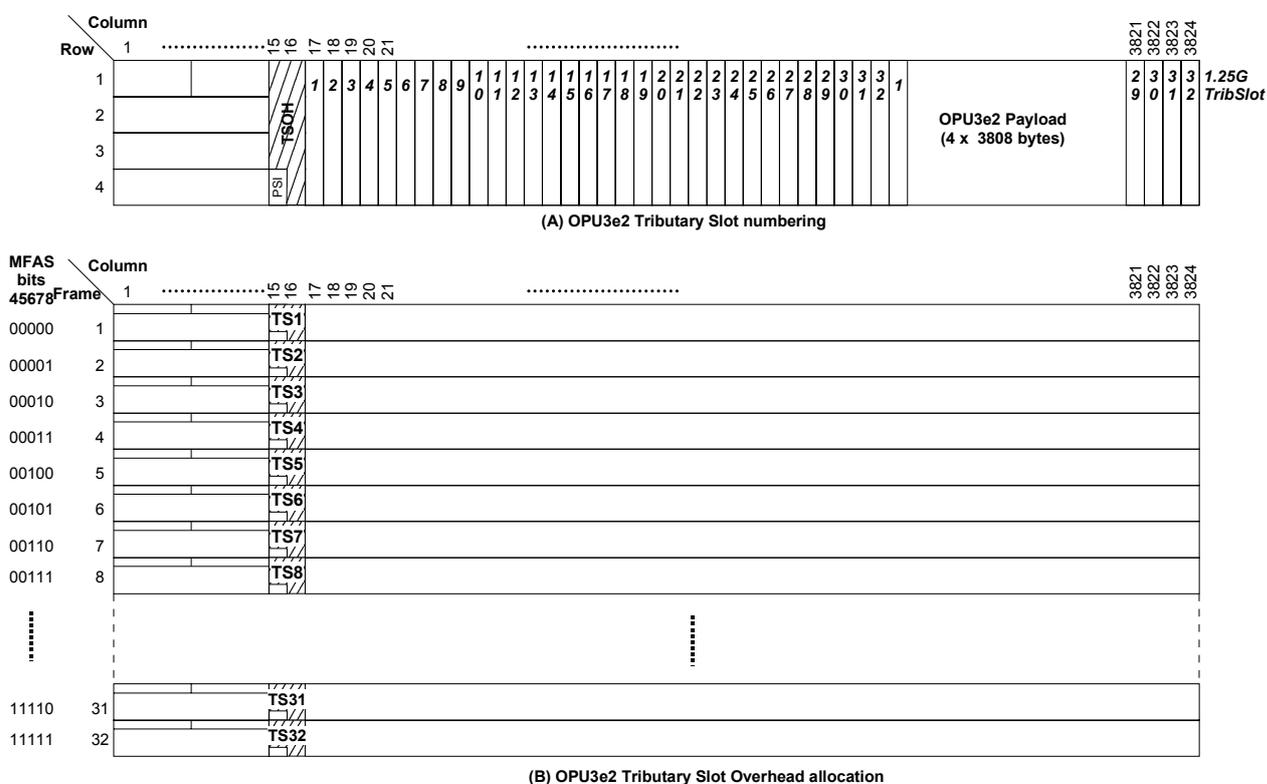


図 E.9-7/JT-G709 – OPU3e2 トリビュタリロット配置(ITU-T G.Sup43) #

加えて、OPU3e2 トリビュタリロットのトリビュタリロットオーバーヘッド(TSOH)は OPU3e2 #
 オーバーヘッド領域、行 1~3 の 15 列と行 1~4 の 16 列に位置する。フレーム単位で TSOH は関連す #
 るトリビュタリロットにアサインされる。 #

1.25G トリビュタリロットのための TSOH は 32 フレームに 1 回使用可能である。32 フレームの #
 マルチフレーム構造は、このためにアサインされる。このマルチフレーム構造は図 E.9-8 に示される #
 #

ように MFAS のビット 4,5,6,7,8 に固定されている。

表 E.9-8/JT-G709 - OPU3e2 トリビュタリスロットに対する OPU3e2 トリビュタリスロットオーバーヘッドの配置 (ITU-T G.Sup43) #

MFASビット 4 5 6 7 8	トリビュタリ スロット t	MFASビット 4 5 6 7 8	トリビュタリ スロット
0 0 0 0 0	1	1 0 0 0 0	17
0 0 0 0 1	2	1 0 0 0 1	18
0 0 0 1 0	3	1 0 0 1 0	19
0 0 0 1 1	4	1 0 0 1 1	20
0 0 1 0 0	5	1 0 1 0 0	21
0 0 1 0 1	6	1 0 1 0 1	22
0 0 1 1 0	7	1 0 1 1 0	23
0 0 1 1 1	8	1 0 1 1 1	24
0 1 0 0 0	9	1 1 0 0 0	25
0 1 0 0 1	10	1 1 0 0 1	26
0 1 0 1 0	11	1 1 0 1 0	27
0 1 0 1 1	12	1 1 0 1 1	28
0 1 1 0 0	13	1 1 1 0 0	29
0 1 1 0 1	14	1 1 1 0 1	30
0 1 1 1 0	15	1 1 1 1 0	31
0 1 1 1 1	16	1 1 1 1 1	32

E.9.2.3 ODTUjkの定義

#

E.9.2.3.1 ODTU2e3e2 の定義

#

光チャネルデータトリビュタリユニット 2e3e2 (ODTU2e3e2)は、128 (32×4)行×952列+OPU3e2 トリビュタリスロットオーバーヘッド(TSOH)の7バイト×8を持つ構造となる。それは、スタック制御された ODU2e 信号を転送する。TSOH の配置は、ODTU2e3e2 を OPU3e2 に多重する際に使用される OPU3e2

#

#

トリビュタリスロットに依存する。それらは等しく分配されるわけではない。

E.9.2.4 ODTU_j信号のOPU_kへの多重

#

E.9.2.4.1 8個のOPU_{3e2}トリビュタリスロットへのODTU_{2e3e2}マッピング

#

ODTU_{2e3e2} 信号の 1 バイトは、図 E.9-8 に示されるように、8 個の OPU_{3e2} TS #A,B,C,D (A,B,C,D,E,F,G,H=1,2,...,32)の 1 バイトにマッピングされる。ODTU_{2e3e2} TSOH の 1 バイトは、OPU_{3e2} TS #A,B,C,D,E,F,G,Hに位置する OPU_{3e2} オーバーヘッド内で、TSOH バイトにマッピングされる。

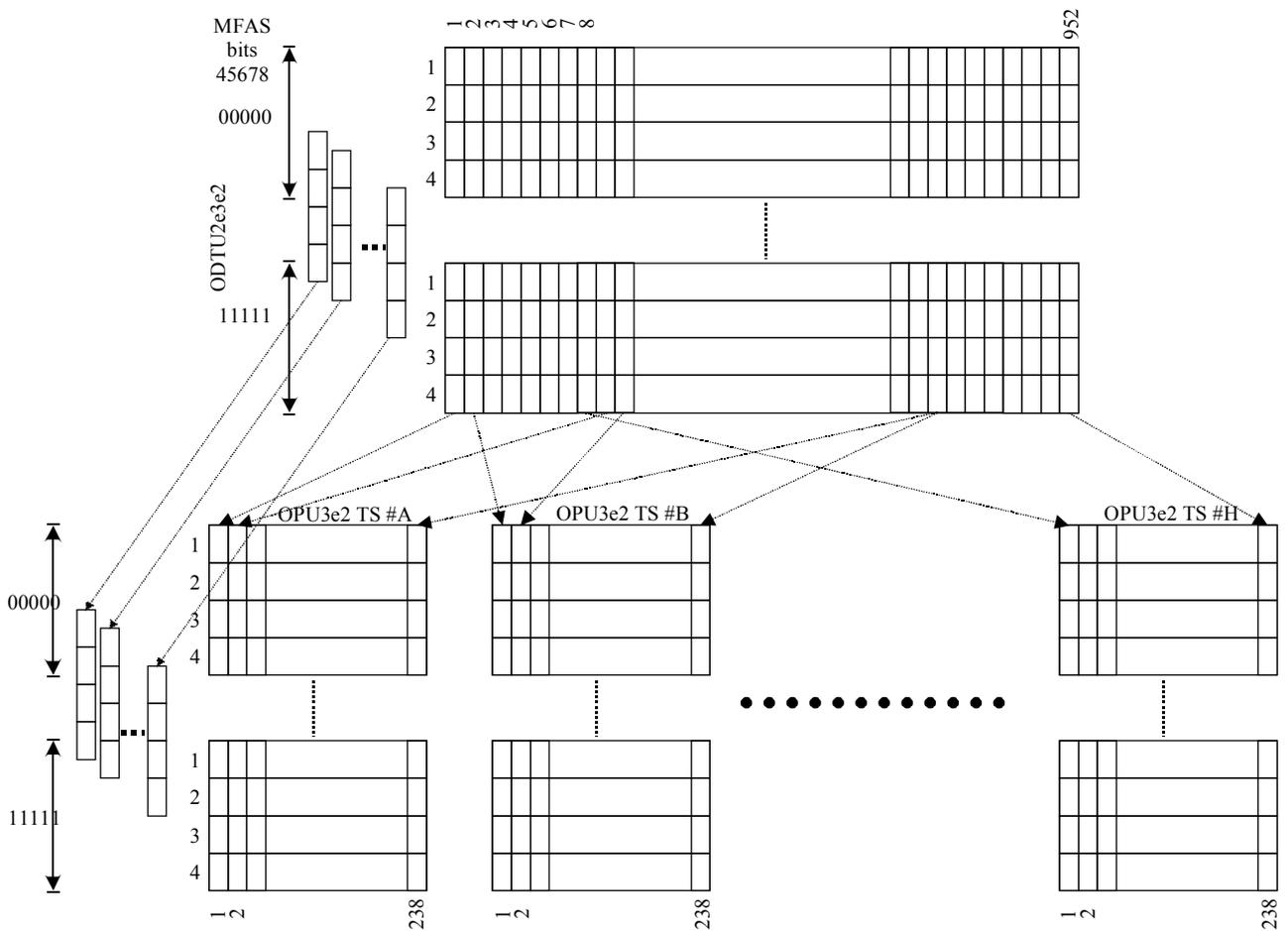


図 E.9-8/JT-G709 – 8個のOPU_{3e2}トリビュタリスロット(#A, #B, #C, #D, #E, #F, #G, #h, A<B<C<D<E<F<G<H)へのODTU_{2e3e2}のマッピング (TSOHを除く)(ITU-T G.Sup43) #

E.9.2.5 OPU3e2 多重オーバーヘッド

OPU3e2 多重オーバーヘッドは、ペイロードタイプ(PT)、多重構造識別子(MSI)、スタッフオーバーヘッドから構成される。PT と MSI オーバーヘッドは PSI マルチフレームに位置している。ODTUj3e2 にマッピングされる ODUj 信号は、ODUj の ODTUj4 へのマッピングのために規定される汎用マッピング手順(GMP)のためにスタッフオーバーヘッドが使用される。1 バイトペイロードタイプが OPU3 信号の構成を示すペイロード構造識別子の PSI[0]バイトに定義されている。ODUj から OPU3e2 への多重のための符号ポイントは、ODUj から OPU4 への多重のものと同じである。 #

E.9.2.6 ODTUj3e2 へのODUjマッピング

E.9.2.6.1 ODTU2e3e2 へのODU2eマッピング

ODTUj3e2 への ODU2e 信号のマッピングは、ODUj 信号の ODTUj4 へのマッピングを規定している非同期汎用マッピング手順によって行われる。 #

付録I

ビットレート許容偏差 ± 20 ppmを有する CBR2G5, CBR10G, および CBR40GクライアントのOPUk への非同期マッピングに対するスタッフ率の範囲、並びに、ODUj の ODUk ($k > j$)への非同期多重に 対するスタッフ率の範囲

17.2 節には、それぞれ、ビットレート許容偏差 ± 20 ppmを有する CBR2G5、CBR10G および CBR40G クライアントの ODU1、2 および 3 への非同期およびビット同期マッピングが記述されている。第 19 章には、ODUj の ODUk ($k > j$)への非同期マッピング(多重化)が記述されている。非同期 CBR クライアントのマッピングについては、クライアントとローカルな OPUk サーバークロック間の周波数偏差を $+1/0/-1$ スタッフ機構により適応させる。ODUj の ODUk ($k > j$)への非同期多重化については、クライアント ODUj とローカルな OPUk サーバークロック間の周波数偏差を $+2/+1/0/-1$ スタッフ機構により適応させる。OPUk ペイロード、ODUk および OTUk のビットレートおよび許容偏差は 7.2 節で与えられる。ODU1、ODU2 および ODU3 ビットレートはそれぞれ 2,488,320kbit/s の 239/238 倍、9,953,280kbit/s の 239/237 倍、および 39,813,120kbit/s の 239/236 倍である。ODUk ビットレートの許容偏差は ± 20 ppm である。本付録では、それぞれのマッピングに対するこれらのビットレートおよび許容偏差を各々のスタッフ機構が適応させることができ、また、各々のマッピングに対するスタッフ率の範囲を導きうることを示す。

17.2 節の $+1/0/-1$ マッピングは、1 個の正スタッフ機会 (PJO) と 1 個の負スタッフ機会 (NJO) を ODUk フレーム毎に提供する。19 節の $+2/+1/0/-1$ マッピングは、ODUk フレーム毎に 2 個の PJO と 1 個の NJO を提供する。ODU 多重化 (すなわち後のケース) のケースに対して、マッピングされた ODUj は、ODUk の全ペイロード容量の一部分のみを得るであろう。一般に、ODUj または CBR クライアントにつき、いくつかの固定スタッフバイトが存在することができる。双方のマッピングケースに対して、1 個のスタッフ機会が ODUk フレーム毎にあることに注意すること。ODUk への CBR クライアントのマッピングでは、CBR クライアントは、すべてスタッフ機会を使用してよい (なぜならば、1 個の CBR クライアント信号のみが ODUk にマッピングされるので)。しかしながら、ODUj の ODUk ($k > j$) へのマッピングでは、ODUj は、スタッフ機会の 1/2 (ODU0 を ODU1 へ)、1/4 (ODU1 を ODU2 へ、あるいは ODU2 を ODU3 へ)、または 1/16 (ODU1 を ODU3 へ) のみ使用することができる。他のスタッフ機会は、ODUk に多重化されている他のクライアントのために必要とされる。

伝統的に、純粋に正スタッフ機構に対するスタッフ率は、スタッフが実行されたスタッフ機会の長期的な平均比率として定義される (すなわち、非常に多くの数のフレームに対し、スタッフ機会の総数とスタッフの数の比率)。 $+1/0/-1$ の機構では、正と負のスタッフは区別されなければならない。これは、正と負のスタッフのために異なる代数符号を用いることにより行われる。この規約に伴い、スタッフ率は、最大で (十分に大きな周波数オフセットに対して) -1 から $+1$ の間を変化できる (スタッフ率が最大で 0 から 1 の間を変化できる純粋な正スタッフ機構と対照的に)。ODUk 多重化の場合、スタッフ率は、問題のクライアントが利用できるスタッフ機会に関連して定義される。そして、スタッフ率は、 1 から $+2$ の間を変化することができる (十分に大きな周波数オフセットに対して) (全てのクライアントに対する全てのスタッフ機会に関連してスタッフ率が定義されたならば、範囲は、ODU0 の ODU1 への多重化に対して $-1/2$ から $+1$ 、ODU1 の ODU2 への多重化と、ODU2 の ODU3 への多重化に対して $-1/4$ から $+1/2$ 、ODU1 の ODU3 への多重化に対して $-1/16$ から $+1/8$ となるであろう。)

スタッフ率を α で表し(CBR クライアントの ODU_k へのマッピングに対しては $-1 \leq \alpha \leq 1$ 、ODU_j の ODU_k ($k > j$) へのマッピングに対しては $-2 \leq \alpha \leq 1$)、正符号の α は負スタッフ、負符号の α は正スタッフへ対応させて使用する(この規約の理由は以下に説明される)。

下記に表記法を定義する(添え字 j はマッピングされている可能な ODU_j クライアントを参照するために使用し、添え字 k は ODU_j あるいは CBR クライアントがマッピングされる ODU_k サーバレイヤを参照するために使用する)。

N = 該当するクライアントに関連した OPU_k ペイロード領域の固定スタッフバイト数(複数のクライアントが多重化されている場合、固定スタッフバイトの総数ではないことに注意)

S = 公称の STM-N あるいは ODU_j クライアントの速度(バイト/秒)

T = 公称の ODU_k フレーム時間(秒)

y_c = クライアント周波数オフセット(比率)

y_s = サーバ周波数オフセット(比率)

p = 該当するクライアントに利用可能な OPU_k ペイロード領域の比率

N_f = 特定の周波数オフセット(多くのフレームにわたり平均化された)に対して、ODU_k 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

これより、 N_f は次式により与えられる。

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s} \quad (I-1)$$

1 に対して周波数オフセットが小さい場合には、次式で近似してもよい。

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta \quad (I-2)$$

$\beta - 1$ はクライアントとサーバとの正味の周波数オフセットである。

ここで、ODU_k フレームへマッピングされたクライアントのバイトの平均数は、このクライアントで利用可能なペイロード領域におけるバイトの総数($4 \times 3,808p = 15,232p$)から、このクライアントに対する固定スタッフバイト数(N)を引き、さらに、非常に多くのフレームにわたってこのクライアントに対してスタッフされたバイトの平均数を加算したものに等しい。後者はスタッフ率 α にこのクライアントのスタッフ機会に相当するフレームの比率 p を掛けたものに等しい。これと式(I-1)により次式が得られる。

$$ST\beta = \alpha p + 15232 p - N \quad (I-3)$$

式(I-3)において、正符号の α は、より多くのクライアント・バイトが平均的に ODU_k へマッピングされることに相当する。上記に示されるように、これは負スタッフに相当する。この符号規約は、 α が式(I-3)に正符号で入れられるよう使用される(便宜上)。

式(I-3)が主要な結果である。STM-N(CBR クライアント)の ODU_k へのマッピングについては、値 p は 1 で

ある。

スタッフ率の範囲は、STM-N あるいは ODU_j クライアントの ODU_k へのマッピングに対して(I-3)式により決定することができる。以下では、 R_{16} を STM-16 速度、すなわち、 $2.48832 \text{ Gbit/s} = 3.1104 \times 10^8 \text{ bytes/s}$ とする。

CBR2G5(2 488 320 kbit/s)信号の ODU1 への非同期マッピング

公称クライアント速度は $S=R_{16}$ 、公称 ODU1 速度は $(239/238)S$ (7.3 節参照)であるが、公称 ODU1 速度は $(4)(3824)/T$ とも等しいことより、

$$ST = (4)(3824) \frac{238}{239} = 15232 \quad (\text{I-4})$$

(I-4)式を(I-3)式に代入し、本マッピングについては $N=0$ (固定スタッフバイト無し)であることから、次式が得られる。

$$\alpha = 15232 (\beta - 1) \quad (\text{I-5})$$

ODU_k およびクライアントの周波数許容偏差は各々 ± 20 ppm であるので、 β は 0.99996 から 1.00004 の範囲となり、(I-5)式より α の範囲が与えられる。

$$-0.60928 \leq \alpha \leq +0.60928 \quad (\text{I-6})$$

CBR10G(9 953 280 kbit/s)信号の ODU2 への非同期マッピング

公称クライアント速度は $S=4R_{16}$ 、公称 ODU2 速度は $(239/237)S$ (7.3 節参照)であるが、公称 ODU2 速度は $(4)(3824)/T$ とも等しいことより、

$$ST = (4)(3824) \frac{237}{239} = 15168 \quad (\text{I-7})$$

(I-7)式を(I-3)式に代入し、本マッピングについては $N=64$ (固定スタッフバイト数)であることから、次式が得られる。

$$\alpha = 15168 \beta + 64 - 15232 = 15168 (\beta - 1) \quad (\text{I-8})$$

前述と同様に、ODU_k およびクライアントの周波数許容偏差は各々 ± 20 ppm であるので、 β は 0.99996 から 1.00004 の範囲となり、(I-8)式より α の範囲が与えられる。

$$-0.60672 \leq \alpha \leq +0.60672 \quad (\text{I-9})$$

CBR40G(39 813 120 kbit/s)信号の ODU3 への非同期マッピング

公称クライアント速度は $S=16R_{16}$ 、公称 ODU3 速度は $(239/236)S$ (7.3 節参照)であるが、公称 ODU3 速度は $(4)(3824)/T$ にも等しいことより、

$$ST = (4)(3824) \frac{236}{239} = 15104 \quad (\text{I-10})$$

(I-10)式を(I-3)式に代入し、本マッピングについては $N=128$ (固定スタッフバイト数)であることから、次式が得られる。

$$\alpha = 15104\beta + 128 - 15232 = 15104(\beta - 1) \quad (\text{I-11})$$

前述と同様に、ODUk およびクライアントの周波数許容偏差は各々 ± 20 ppm であるので、 β は 0.99996 から 1.00004 の範囲となり、(I-11)式より α の範囲が与えられる

$$-0.60416 \leq \alpha \leq +0.60416 \quad (\text{I-12})$$

ODU1 の ODU2 への多重化

ODU1 の公称クライアント速度(7.3 節参照)は、

$$S = \frac{239}{238} R_{16} \quad (\text{I-13})$$

ODU2 の公称フレーム時間は、

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \quad (\text{I-14})$$

比率 p は 0.25 であり、(I-3)式に代入すると次式が導出される。

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (\text{I-15})$$

簡略化し、 α を解いて、次式が導出される。

$$\alpha = \frac{237}{238} (15296)\beta + 4N - 15232 \quad (\text{I-16})$$

ここで、 $\beta = 1 + y$ とする。 y は正味の周波数オフセットである(1 に対してクライアントおよびサーバー周波数のオフセットが小さい場合にはほとんど $y_c - y_s$ に等しい)。これにより次式のようになる。

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{237}{238} (15296) - 15232 + 4N + \frac{237}{238} (15296)y \\ &= 4N - 0.2689076 + 15231.731092y \end{aligned} \quad (\text{I-17})$$

19.5.1 項に与えられるように固定スタッフバイト数 N は零である。7.3 節に与えられるようにクライアントおよびマッパーの周波数オフセットは ± 20 ppm の範囲である。このため、公称周波数オフセット y は ± 40 ppm の範囲となる。これらの値を(I-17)式に代入すると α の範囲が与えられる。

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.340362 && \text{for } y = +40 \text{ ppm} \\ \alpha &= -0.268908 && \text{for } y = 0 \text{ ppm} \\ \alpha &= -0.878177 && \text{for } y = -40 \text{ ppm} \end{aligned} \quad (\text{I-18})$$

さらに、 -113.65 ppm および 83.30 ppm の周波数オフセットに対してそれぞれ-2 および+1 のスタッフ率が得られる。適応できる周波数オフセット範囲は約 197ppm である。これは、+1/0/-1 スタッフ機構(上記参照)により適応できる範囲よりも約 50%大きく、追加の正スタッフバイトによるものである。

ODU2 の ODU3 への多重化

ODU2 の公称クライアント速度(7.3 節参照)は、

$$S = \frac{239}{237}(4R_{16}) \quad (I-19)$$

ODU3 の公称フレーム時間は、

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (I-20)$$

比率 p は 0.25 であり、(I-3)式に代入すると次式が導出される。

$$\frac{239}{237}4R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (I-21)$$

簡略化し、 α を解いて、次式が導出される。

$$\alpha = \frac{236}{237}(15296)\beta + 4N - 15232 \quad (I-22)$$

前述のように $\beta=1+y$ とする。 y は正味のオフセットである(1 に対してクライアントおよびサーバーの周波数オフセットが小さい場合には、ほとんど $y_c - y_s$ に等しい)。これにより次式のようになる。

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{237}(15296) - 15232 + 4N + \frac{236}{237}(15296)y \quad (I-23) \\ &= 4N - 0.5400844 + 15231.459916y \end{aligned}$$

19.5.3 項に与えられるように固定スタッフバイト数 N は零である。7.3 節に与えられるようにクライアントおよびマッパーの周波数オフセットは ± 20 ppm の範囲である。このため、正味の周波数オフセット y は ± 40 ppm の範囲となる。これらの値を(I-23)式に代入すると α の範囲が与えられる。

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.0691740 && \text{for } y = +40 \text{ ppm} \\ \alpha &= -0.5400844 && \text{for } y = 0 \text{ ppm} \\ \alpha &= -1.149343 && \text{for } y = -40 \text{ ppm} \end{aligned} \quad (I-24)$$

さらに、 -95.85 ppm および 101.11 ppm の周波数オフセットに対してそれぞれ -2 および $+1$ のスタッフ率が得られる。上述のように、適応できる周波数オフセット範囲は約 197 ppm である。これは、 $+1/0/-1$ ジャシティフィケーション機構(上記参照)により適応できる範囲よりも約 50% 大きく、追加の正スタッフバイトによるものである。

ODU1 の ODU3 への多重化

ODU1 の公称クライアント速度(7.3 節参照)は、

$$S = \frac{239}{238}(R_{16}) \quad (I-25)$$

ODU3 の公称フレーム時間は、

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (I-26)$$

比率 p は 0.0625 であり、(I-3)式に代入すると次式が導出される。

$$\frac{239}{238}R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{16} + 952 - N \quad (I-27)$$

簡略化し、 α を解いて、次式が導出される。。

$$\alpha = \frac{236}{238}(15296)\beta + 16N - 15232 \quad (I-28)$$

前述のように $\beta = 1 + y$ とする。 y は正味のオフセットである(1 に対してクライアントおよびサーバーの周波数オフセットが小さい場合には、ほとんど $y_c - y_s$ に等しい)。これにより次式のようになる。

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{238}(15296) - 15232 + 16N + \frac{236}{238}(15296)y \quad (I-29) \\ &= 16N - 64.5378151 + 15167.462185y \end{aligned}$$

19.5.2 項に与えられるように、ODU3 ペイロードにおける固定スタッフバイトの総数は 64 であり、ひとつの ODU1 に対する数 N はそれゆえに 4 である。7.3 節に与えられるように、クライアントおよびマッパーの周波数オフセットは ± 20 ppm の範囲である。このため、正味の周波数オフセット y は ± 40 ppm の範囲となる。これらの値を(I-29)式に代入すると α の範囲が与えられる。

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.0688834 && \text{for } y = +40 \text{ ppm} \\ \alpha &= -0.5378151 && \text{for } y = 0 \text{ ppm} \\ \alpha &= -1.144514 && \text{for } y = -40 \text{ ppm} \end{aligned} \quad (I-30)$$

さらに、 -96.40 ppm および 101.39 ppm の周波数オフセットに対してそれぞれ -2 および $+1$ のスタッフ率が得られる。前述のように、適応できる周波数オフセット範囲は約 197 ppm である。これは、 $+1/0/-1$ ジャシティブイケーション機構(上記参照)により適応させうる範囲よりも約 50% 大きく、追加の正スタッフバイトによるものである。

ODU0からODU1への多重化

ODU0 の公称クライアントレートは(7.3 節参照) :

$$S = \frac{1}{2}(R_{16}) \quad (I-31)$$

ODU1 の公称フレーム時間は :

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{238}(R_{16})} \quad (\text{I-32})$$

比率 p は 0.5 である。式 I-3 に代入することで次式を得る：

$$\frac{1}{2}R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{238}(R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{2} + 7616 - N \quad (\text{I-33})$$

α に対して解いて単純化すると次式を得る：

$$\alpha = \frac{238}{239}(15296)\beta + 2N - 15232 \quad (\text{I-34})$$

前述のように、 $\beta = 1 + y$ とする。ここで、 y はネット周波数オフセットである（そして、1 より小さいクライアントとサーバーの周波数オフセットに対しては、 $y_c - y_s$ と殆ど等しい）。そして：

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{238}{239}(15296) - 15232 + 2N + \frac{238}{239}(15296)y \quad (\text{I-35}) \\ &= 2N + 15232y \end{aligned}$$

19.5.4 項で与えられているように、固定スタッフバイト N の総数は零ゼロである。7.3 節で与えられているように、クライアントとマッパーの周波数オフセットは $\pm 20\text{ppm}$ の範囲である。そして、ネット周波数オフセット y は、 $\pm 40\text{ppm}$ の範囲である。これらの値を方程式 I-35 挿入することで、 α の範囲を得る：

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.6092800 && \text{for } y = +40 \text{ ppm} \\ \alpha &= 0.0000000 && \text{for } y = 0 \text{ ppm} \\ \alpha &= -0.6092800 && \text{for } y = -40 \text{ ppm} \end{aligned} \quad (\text{I-36})$$

さらに、-2 と +1 のスタッフ率は、それぞれ -130ppm と 65ppm の周波数オフセットが得られる。上記のように、適応可能な周波数オフセットの範囲は、およそ 195ppm である。

付録II

部分的に標準化されたOTUフレーム構造の例

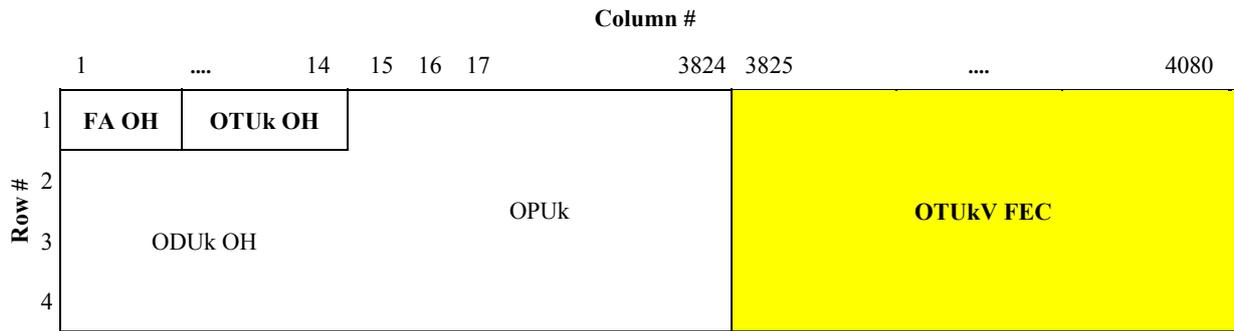
本付録では、部分的に標準化された OTU フレーム構造の例を提供する。これらは実例的な目的のものであり、このような構造の定義を意味するものではない。本標準において定義される完全に標準化された OTUk フレーム構造は図 II.1 に示される。部分的に標準化された OTUkV フレーム構造は、例えば、他の適用されうる FEC をサポートするために必要とされる場合がある。OTUkV フレーム構造の例としては、

図II.2に示すように、OTUkとは同一のオーバーヘッドバイト割当てであるが、他の適用され得る FECを使用しているOTUkV、

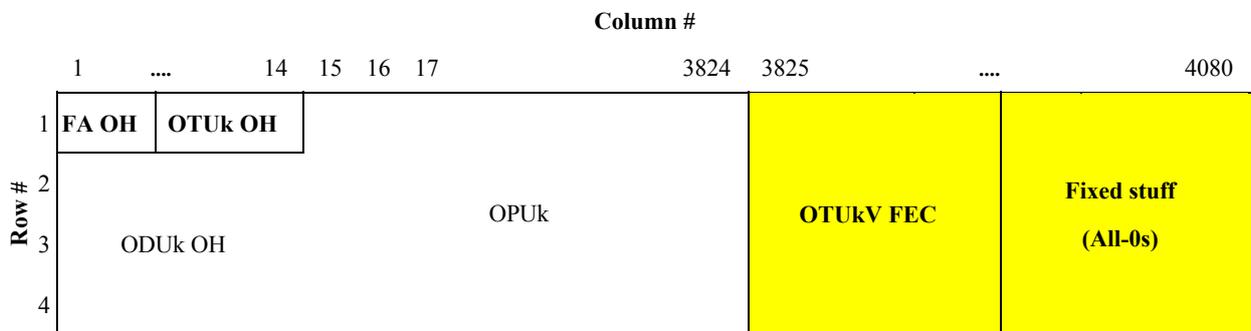
- 図II.3に示すように、OTUkとは同一のオーバーヘッドバイト割当てであるが、他の適用され得るより小さいFEC符号を使用し、OTUkV FECオーバーヘッドの余りを固定スタッフで満たしているOTUkV、
- 図II.4に示すように、OTUkより大きなFECオーバーヘッドバイト割当てで、他の適用され得るFECを使用するOTUkV、
- 図II.5に示すように、FECに対するオーバーヘッドバイト割当てのないOTUkV、
- 図II.6に示すように、OTUkフレーム構造とは異なるフレーム構造で、異なるOTUオーバーヘッド(OTUkVオーバーヘッドおよびOTUkV FEC)をサポートしているOTUkV、
- 図II.7に示すように、OTUkフレーム構造とは異なるフレーム構造で、異なるOTUオーバーヘッド(OTUkVオーバーヘッド)をサポートし、FECに対するオーバーヘッド割当てのないOTUkV、

		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					

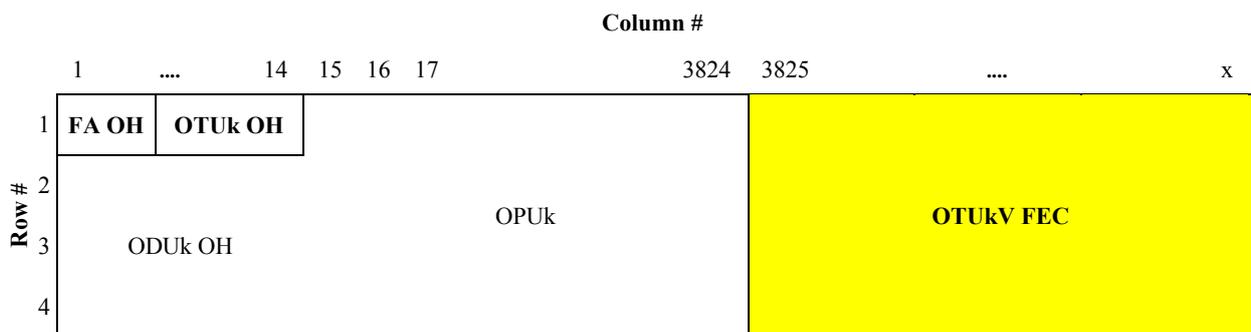
図II.1/JT-G709_RS(255,239) FECによるOTUk (ITU-T G.709/Y.1331)



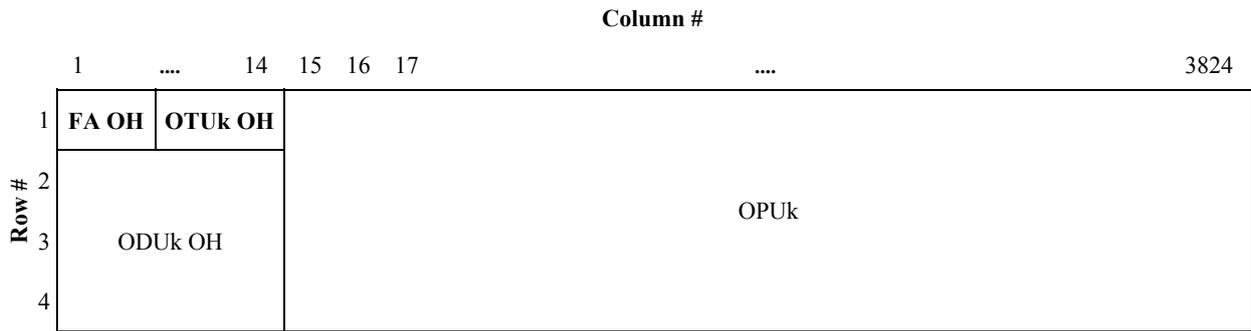
図II.2/JT-G709__他の適用され得るOTUkV FECによるOTUk (OTUk-v) (ITU-T G.709/Y.1331)



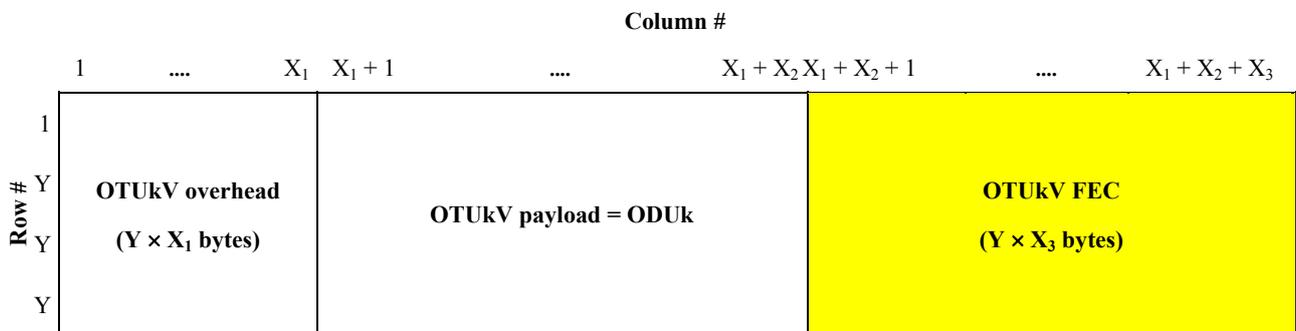
図II.3/JT-G709__より小さなOTUkV FECで、余りを固定スタッフで満たしているOTUk (ITU-T G.709/Y.1331)



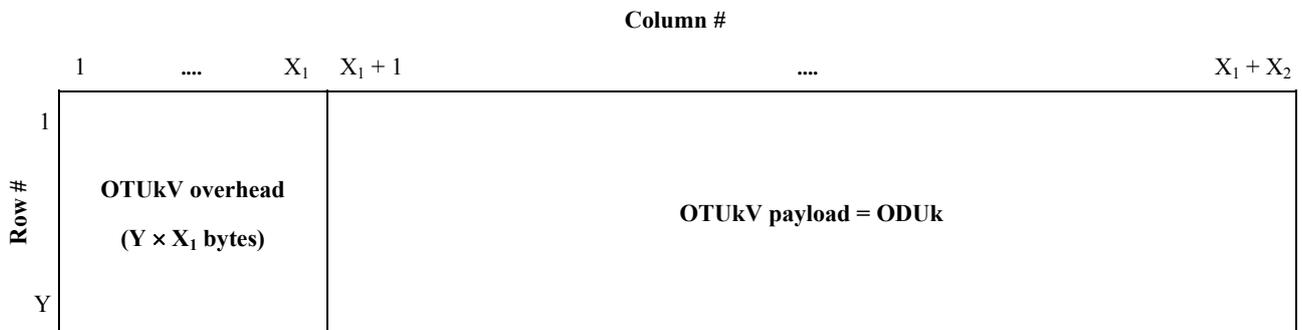
図II.4/JT-G709__より大きなOTUkV FECによるOTUk (ITU-T G.709/Y.1331)



図II.5/JT-G709_OTUkV FEC領域のないOTUk (ITU-T G.709/Y.1331)



図II.6/JT-G709_異なるフレーム構造のOTUkV (ITU-T G.709/Y.1331)



図II.7/JT-G709_異なるフレーム構造で、FEC領域のないOTUkV (ITU-T G.709/Y.1331)

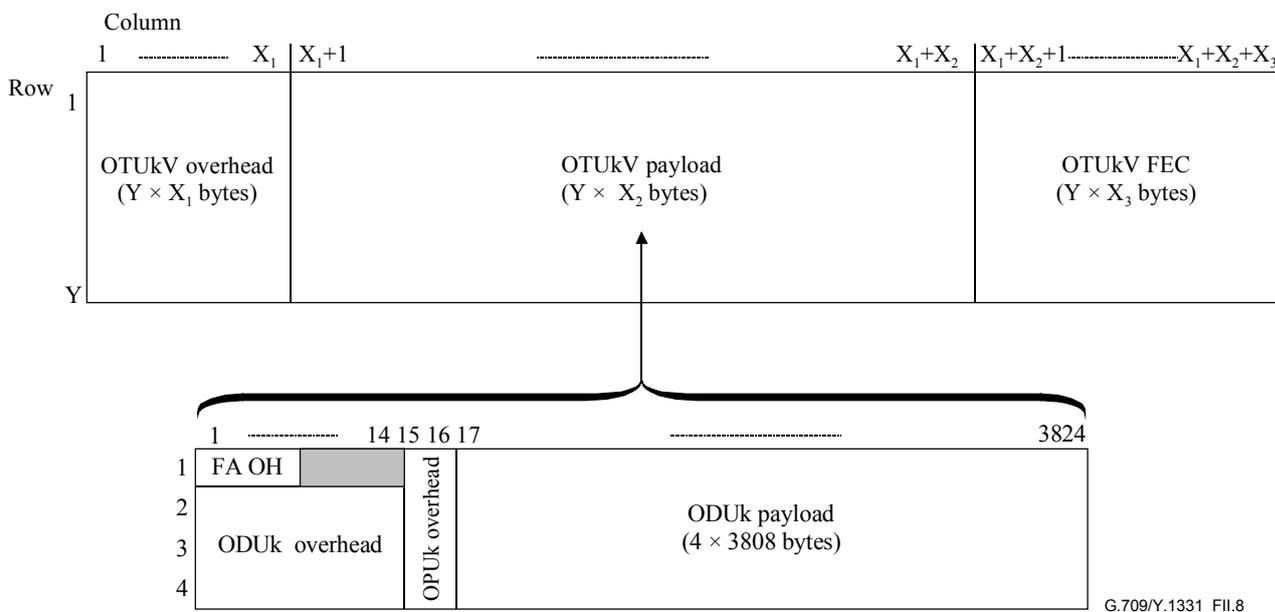
図II.6から図II.7の場合、ODUk信号のマッピングは非同期、ビット同期、あるいはフレーム同期のいずれでも可能である。

非同期マッピングの場合については、ODUk および OTUkV のビットレートでは非同期が可能である。ODUk 信号はスタップ制御技術を用いてビットストリームとして OTUkV ペイロード領域へマッピングされる。

ビット同期マッピングについては、ODUk および OTUkV のビットレートは同期である。ODUk 信号は OTUkV ペイロード領域へスタップ制御なしでマッピングされる。ODUk フレームは OTUkV フレームと

は無関係である。

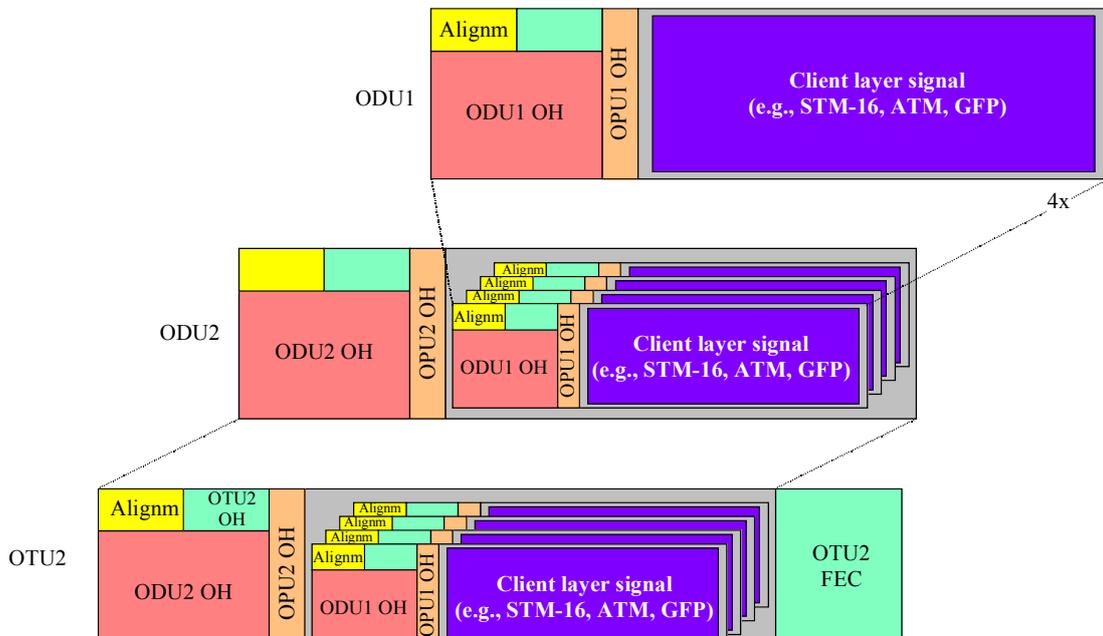
フレーム同期マッピングの場合については、ODUk および OTUkV のビットレートは同期であり、フレーム構造も整合される。ODUk 信号は OTUkV ペイロード領域へスタフ制御なしでマッピングされ、OTUkV フレーム内の ODUk フレームの固定位置にマッピングされる(図 II.8 参照)。



図II.8/JT-G709_ODUkのOTUkVへの非同期(あるいはビット同期)マッピング (ITU-T G.709/Y.1331)

付録III
ODUk多重化の例

図 III.1 は 4 個の ODU1 信号の ODU2 への多重化を示している。フレーム同期オーバーヘッドと OTUk オーバーヘッドの位置に全て 0 のパターンを含む ODU1 信号はスタッフ(非同期マッピング)により ODU2 クロックへ収容される。これらの収容された ODU1 信号は ODU2 ペイロード領域へバイトインターリーブされ、スタッフ制御(JC)およびNJO は OPU2 オーバーヘッド領域へフレームインターリーブされる。ODU2 が OTU2(または OTU2V)にマッピングされた後に ODU オーバーヘッドが付加される。OTU2(または OTU2V)オーバーヘッドとフレーム同期オーバーヘッドが OTM 信号により伝送する信号を完成させるために追加される。



A complete ODU1 frame (15296 bytes) requires the bandwidth of $(15296/3808 =) 4.017$ ODU2 frames. This is not illustrated.

注)：ODU1はOPU2ペイロード領域の1/4に入る。一つのODU1フレームは複数のODU2フレーム境界を横切る。完全なODU1フレーム(15,296バイト)は $(15,296/3,808=)4.017$ ODU2フレームの帯域を必要とする。この図ではそれを表していない。

図III.1/JT-G709_4 ODU1信号のODU2への多重化の例(イメージ図) (ITU-T G.709/Y.1331)

図 III.2 は、2 個の ODU0 信号から ODU1 への多重化を図示している。フレーム同期オーバーヘッドと

OTUk オーバーヘッドが全て"0"のパターンを含んでいる ODU0 信号は、スタッフ（非同期マッピング）を介して、ODU1 クロックへ適合される。これらの適合された ODU0 信号は、OPU1 ペイロードエリアにバイトインターリーブされ、それらのスタッフ制御と機会信号（JC、NJO）は、OPU1 オーバーヘッドエリアへフレームインターリーブされ、ODU1 オーバーヘッドが付加される。

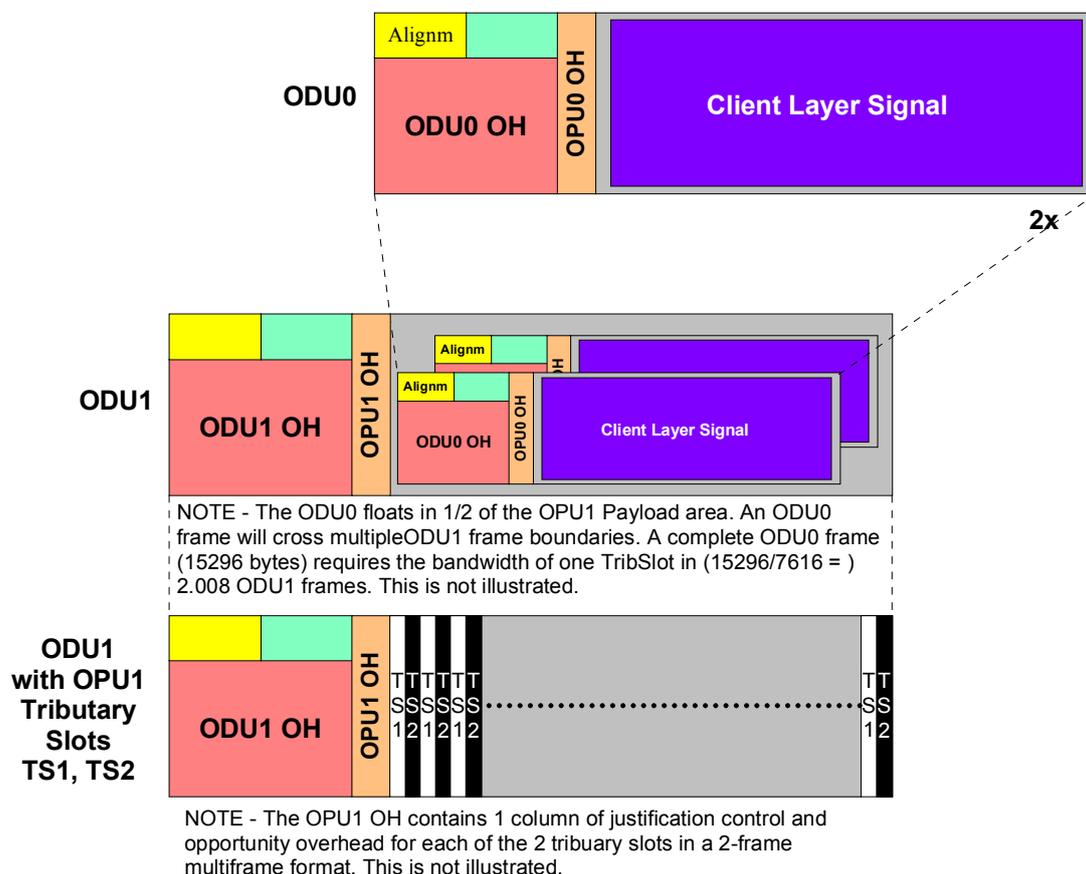


図 III.2/JT-G709_2 個の ODU0 から ODU1 への多重化例（アーティストインプレッション） (ITU-T G.709/Y.1331)

付録IV

低次ODUk信号の多重化におけるOPUk内の固定スタッフの例

OPU3 が 16 個の ODU1 信号を転送する場合、OPU3 の 1905 列から 1920 列は固定スタッフを含み、一つの固定スタッフ列が 16ODU1 信号の各々に対応する。

Column	1	16	17	31	32	33	1904	1905	1919	1920	1921	3808	3809	3823	3824
Row															
1															
2															
3															
4															

Column 17: JOH, OPU3 TribSlot 1
 Column 31: OPU3 TribSlot 15
 Column 32: OPU3 TribSlot 16
 Column 1904-1905: OPU3 TribSlot 1
 Column 1919: OPU3 TribSlot 15
 Column 1920: OPU3 TribSlot 16
 Column 3808: OPU3 TribSlot 1
 Column 3823: OPU3 TribSlot 15
 Column 3824: OPU3 TribSlot 16
 Column 1905-1920: FIXED STAFF
 Column 1904-1905, 1919-1920, 3808-3809, 3823-3824: OPU3 payload transporting 16 × ODU1

G.709/Y.1331_FIV.1

図IV.1/JT-G709_16×ODU1をOPU3へマッピングする場合の固定スタッフ位置 (ITU-T G.709/Y.1331)

付録V

この付録は意図的に空白として残すものである。前版 ITU-T G.709(2003)に存在した付録 V「ODUj の ODUk (k>J)への非同期多重に対するスタップ率の範囲」の内容は付録 I に併合された。

付録VI
ODUK 多重構造識別子の例

OPU3 とそれに関連する MSI 符号化を ODU1 と ODU2 に配送する例を 4 例図示する。

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI</i> [2]	00				000000				<i>TS</i> 1
<i>PSI</i> [3]	00				000001				<i>TS</i> 2
<i>PSI</i> [4]	00				000010				<i>TS</i> 3
<i>PSI</i> [5]	00				000011				<i>TS</i> 4
<i>PSI</i> [6]	00				000100				<i>TS</i> 5
<i>PSI</i> [7]	00				000101				<i>TS</i> 6
<i>PSI</i> [8]	00				000110				<i>TS</i> 7
<i>PSI</i> [9]	00				000111				<i>TS</i> 8
<i>PSI</i> [10]	00				001000				<i>TS</i> 9
<i>PSI</i> [11]	00				001001				<i>TS</i> 10
<i>PSI</i> [12]	00				001010				<i>TS</i> 11
<i>PSI</i> [13]	00				001011				<i>TS</i> 12
<i>PSI</i> [14]	00				001100				<i>TS</i> 13
<i>PSI</i> [15]	00				001101				<i>TS</i> 14
<i>PSI</i> [16]	00				001110				<i>TS</i> 15
<i>PSI</i> [17]	00				001111				<i>TS</i> 16

図VL.1/JT-G709_16組のODU1をOPU3へ配送する場合のOPU3-MSI符号化 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	01		000000						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	01		000001						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	01		000010						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	01		000011						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	01		000000						<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	01		000001						<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	01		000010						<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	01		000011						<i>TS8</i>
<i>PSI[10]</i>	01		000000						<i>TS9</i>
<i>PSI[11]</i>	01		000001						<i>TS10</i>
<i>PSI[12]</i>	01		000010						<i>TS11</i>
<i>PSI[13]</i>	01		000011						<i>TS12</i>
<i>PSI[14]</i>	01		000000						<i>TS13</i>
<i>PSI[15]</i>	01		000001						<i>TS14</i>
<i>PSI[16]</i>	01		000010						<i>TS15</i>
<i>PSI[17]</i>	01		000011						<i>TS16</i>

図VI.2/JT-G709_4組のODU2をOPU3 TS# (1, 5, 9, 13), (2, 6, 10, 14), (3, 7, 11, 15) および (4, 8, 12, 16)へ配
送する場合のOPU3-MSI符号化 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>PSI[2]</i>	01		000000							TS1
<i>PSI[3]</i>	01		000001							TS2
<i>PSI[4]</i>	01		000001							TS3
<i>PSI[5]</i>	01		000010							TS4
<i>PSI[6]</i>	01		000000							TS5
<i>PSI[7]</i>	01		000011							TS6
<i>PSI[8]</i>	01		000011							TS7
<i>PSI[9]</i>	01		000011							TS8
<i>PSI[10]</i>	01		000000							TS9
<i>PSI[11]</i>	01		000000							TS10
<i>PSI[12]</i>	01		000001							TS11
<i>PSI[13]</i>	01		000001							TS12
<i>PSI[14]</i>	01		000011							TS13
<i>PSI[15]</i>	01		000010							TS14
<i>PSI[16]</i>	01		000010							TS15
<i>PSI[17]</i>	01		000010							TS16

図VI.3/JT-G709_4組のODU2をOPU3 TS# (1, 5, 9, 10), (2, 3, 11, 12), (4, 14, 15, 16) および (6, 7, 8, 13)へ
配送する場合のOPU3-MSI符号化 (ITU-T G.709/Y.1331)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	01		000000						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	00		000001						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	00		000010						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	00		000001						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	01		000000						<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	00		000101						<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	00		000110						<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	00		000001						<i>TS8</i>
<i>PSI[10]</i>	01		000000						<i>TS9</i>
<i>PSI[11]</i>	01		000001						<i>TS10</i>
<i>PSI[12]</i>	00		001010						<i>TS11</i>
<i>PSI[13]</i>	00		001011						<i>TS12</i>
<i>PSI[14]</i>	01		000000						<i>TS13</i>
<i>PSI[15]</i>	00		001101						<i>TS14</i>
<i>PSI[16]</i>	00		001110						<i>TS15</i>
<i>PSI[17]</i>	01		000001						<i>TS16</i>

図VI.4/JT-G709_5組のODU1と2組のODU2を、OPU3 TS# (2), (6), (11), (12), (14), (1, 5, 9, 13), (4, 8, 10, 16) および 割り当てられていないOPU3 TS# 3, 7, 15 (デフォルトのODU1)へ配送する場合のOPU3-MSI符号化 (ITU-T G.709/Y.1331)

付録VII

パラレル 64B/66B符号化クライアントの適合

VII.1 はじめに

IEEE P802.3ba タスクフォースにより現在規定されている IEEE 40GBASE-R と 100GBASE-R インタフェースは、イーサネット装置のショートリーチ（40km まで）を対象としたパラレルインタフェースとなるであろう。この付録は、これらのインタフェースのパラレルフォーマットを、OTN 上で運ぶためのシリアルビットストリームに変換するプロセスを記述する。

この付録の全ての図中の情報伝送順序は、最初に左から右、そして、トップからボトムである。

VII.2 クライアント信号フォーマット

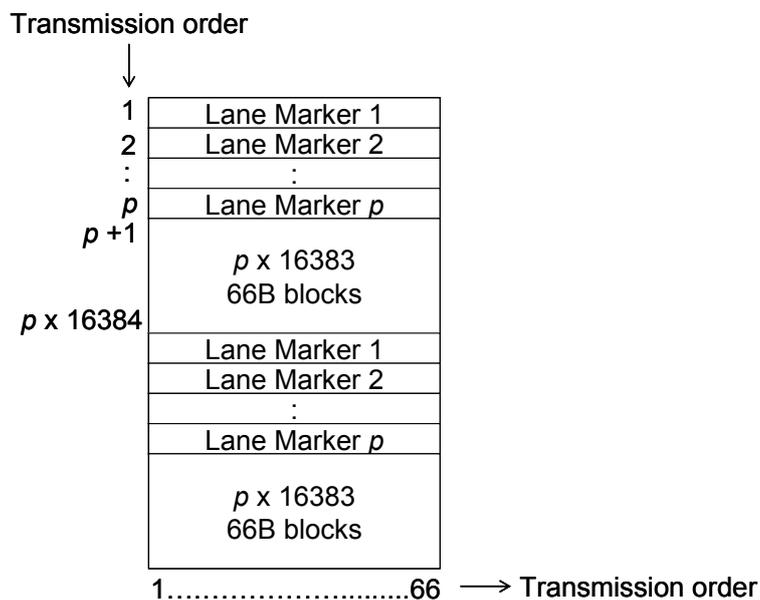
40GBASE-R と 100GBASE-R クライアントは、当初はパラレルインタフェースであるが、将来はシリアルインタフェースかもしれない。これらのインタフェースがパラレルまたはシリアルであるかどうか、あるいは、パラレルインタフェースのレーン数からは独立で、40GBASE-R 信号は 4 本の PCS レーンから構成され、100GBASE-R 信号は 20 本の PCS レーンから構成される。インタフェースの物理的レーン数が、PCS レーン数より少ないならば、適切な数の PCS レーンはインタフェースの各々の物理的レーン上でビット多重化される。各々の PCS レーンは、16384 の 66 ビットブロック毎に、各々のレーンで挿入された PCS レーン同期マーカを伴って 64B/66B 符号化されたデータから構成される。PCS レーン同期マーカ自体は、特別なフォーマットの 66B コードワードである。

OPU3 への 40GBASE-R のためのこの適合の使用も、付属試料 B に現れるトランスコーディング手法と、付録 VIII に現れるフレーミング手法を適用する。この付録のみに記述される適合は、OPU4 への 100GBASE-R の適合のために用いられることができる。

VII.3 クライアントフレーム回復

クライアントフレーミング回復は、以下から構成される：

- 必要に応じてPCSレーンをデインタリーブ。これは、PCSレーン数と物理的レーン数が等しくないときは常に必要であり、それらが等しい（例えば、4レーン40GBASE-Rインタフェース）ときは、必要ではない。
- 図49-12 [IEEE 802.3]（または図82-10 IEEE 802.3ba D2.2）のステートダイアグラムで、64B/66Bブロックロックを回復。
- 図82-11 [IEEE 802.3ba D2.2]のステートダイアグラムで、それぞれのPCSレーン上でフレーミングしているレーン同期マーカを回復
- PCSレーンを66Bブロックの連続ストリームに順序付けとデスキュー（レーン同期マーカを含む）。図VII-11は、 p PCSレーンを伴うインタフェースに対するこのプロセス完了後の66Bブロックの順番を図示している。



図VII-1/JT-G709__ 66Bブロックのデスキュー/連続化 (ITU-T G.709/Y.1331)

各々の 66B コードワードは、以下のうちの 1 つである：

- “01” の同期ヘッダを持つ一組の 8 個のデータバイト；
- “10” の同期ヘッダから始まっている制御ブロック（おそらく、7 またはより少しのデータオクテットを含んでいる）；
- PCS レーン同期マーカで、“10” の同期ヘッダで符号化

全データブロックと制御ブロックに対して、同期ヘッダの後の 64 ビットは、多項式の $G(x) = 1 + x^{39} + x^{58}$ に従って、連続ビットストリーム（同期ヘッダと PCS レーン同期マーカをスキップする）としてスクランブルされる。

図 49-12 [IEEE802.3]（もしくは、図 82-10 IEEE802.3ba D2.2）にある状態図ごとの 64B/66B ブロックロッキングリカバリを実施した後で、これらの 66B ブロックは、出側インタフェースで PCS レーンに再分配される。復号プロセスから生じている 66B ブロック（PCS レーン同期マーカを含む）は、ラウンドロビンで PCS レーンへ分配される。PCS レーン数が、出側インタフェースの物理的レーン数より大きいならば、適切な数の PCS レーンが、出側インタフェースの物理的レーンの上でビット多重化される。[

VII.3.1 40GBASE-Rクライアントフレーム回復

PCS レーン同期マーカは、PCS レーン番号 0-3 を用いる 40GBASE-R 信号に対しては、表 VII-1 に示される値を持つ。一旦それが承認されるならば、これらの値が公表された IEEE 802.3ba アmendメントに合わせられる必要があることに注意すること。

表VII-1/JT-G709__ –40GBASE-Rに対するPCSレーン同期マーカフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

レーン 番号	SH	符号化{ <u>M₀, M₁, M₂, BIP₃, M₄, M₅, M₆, BIP₇</u> }
0	10	0x90, 0x76, 0x47, 0x3e, 0x6f, 0x89, 0xb8, 0xc1
1	10	0xf0, 0xc4, 0xe6, 0x63, 0x0f, 0x3b, 0x19, 0x9c
2	10	0xc5, 0x65, 0x9b, 0x33, 0x3a, 0x9a, 0x64, 0xcc
3	10	0xa2, 0x79, 0x3d, 0xd8, 0x5d, 0x86, 0xc2, 0x27

40GBASE-R クライアント信号が、レート縮小のために 1024B/1027B にトランスコードされなければならないので、イングレスインタフェースにおいて 64B/66B PCS 受信プロセスは、同期ヘッダと PCS レーンマーカをスキップしているビットストリームをさらにデスクランブルし、図 VII-1 で示すように、イグレスインタフェースにおいて 64B/66B PCS 送信プロセスは、同期ヘッダと PCS レーン同期マーカをスキップしているビットストリームを再びスクランブルする。

VII.3.2 100GBASE-Rクライアントフレーム回復 および BIP-8 操作

PCS レーン同期マーカは、PCS レーン番号 0-19 を用いる 100GBASE-R 信号に対して、表 VII-2 で示される値を持つ。一旦それが承認されるならば、これらの値が公表された IEEE 802.3ba アmendメントに合わせられる必要があることに注意すること。

末端間パス監視の場合では、OPU4 にわたって伝送されたレーン同期マーカは、PCS レーンに変更されないで分配される。セクションモニタリングの場合では、レーン同期マーカは IEEE 802.3ba D2.2 の図 82-11 にある状態図で定義されている位置にあり、IEEE 802.3ba D2.2 の 82.2.8 項に定義されているように、BIP-8 はそれぞれの PCS レーン毎に新たに計算される。この値は BIP₃ に上書きされ、補数が BIP₇ に上書きされる。

表VII-2/JT-G709__100GBASE-Rに対するPCSレーン同期マーカフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

レーン 番号	SH	符号化{ <u>M₀, M₁, M₂, BIP₃, M₄, M₅, M₆</u> <u>BIP₇</u> }	レーン 番号	SH	符号化{ <u>M₀, M₁, M₂, BIP₃, M₄, M₅, M₆</u> <u>BIP₇</u> }
0	10	0xc1, 0x68, 0x21, 0xf4, 0x3e, 0x97, 0xde, 0x0b	10	10	0xfd, 0x6c, 0x99, 0xde, 0x02, 0x93, 0x66, 0x2d
1	10	0x9d, 0x71, 0x8e, 0x17, 0x62, 0x8e, 0x71, 0xe8	11	10	0xb9, 0x91, 0x55, 0xb8, 0x46, 0x6e, 0xaa, 0x47
2	10	0x59, 0x4b, 0xe8, 0xb0, 0xa6, 0xb4, 0x17, 0x4f	12	10	0x5c, 0x b9, 0xb2, 0xcd, 0xa3, 0x46, 0x4d, 0x32
3	10	0x4d, 0x95, 0x7b, 0x10, 0xb2, 0x6a, 0x84, 0xef	13	10	0x1a, 0xf8, 0xbd, 0xab, 0xe5, 0x07, 0x42, 0x54
4	10	0xf5, 0x 07, 0x09, 0x0b, 0x0a, 0xf8, 0xf6, 0xf4	14	10	0x83, 0xc7, 0xca, 0xb5, 0x7c, 0x38, 0x35, 0x4a
5	10	0xdd, 0x14, 0xc2, 0x50, 0x22, 0xeb, 0x3d, 0xaf	15	10	0x35, 0x36, 0xcd, 0xeb, 0xca, 0xc9, 0x32, 0x14
6	10	0x9a, 0x4a, 0x26, 0x15, 0x65, 0xb5, 0xd9, 0xea	16	10	0xc4, 0x31, 0x4c, 0x30, 0x3b, 0xce, 0xb3, 0xcf
7	10	0x7b, 0x45, 0x66, 0xfa, 0x84, 0xba, 0x99, 0x05	17	10	0xad, 0xd6, 0xb7, 0x35, 0x52, 0x29, 0x48, 0xca
8	10	0xa0, 0x24, 0x76, 0xdf, 0x5f, 0xdb, 0x89, 0x20	18	10	0x5f, 0x66, 0x2a, 0x6f, 0xa0, 0x99, 0xd5, 0x90
9	10	0x68, 0xc9, 0xfb, 0x38, 0x97, 0x36, 0x04, 0xc7	19	10	0xc0, 0xf0, 0xe5, 0xe9, 0x3f, 0x0f, 0x1a, 0x16

VII.4 パラレル 64B/66Bクライアントのための付属資料Bトランスコーディングへの追加

OPU_k がシリアル化された 66B ブロックストリームに対して十分に大きいときは（例えば、OPU₄ への 100GBASE-R クライアント信号に対して）、回復されたクライアントフレームは、この付録によって直接的に適合される。

付属資料 B（例えば、OPU₃ への 40GBASE-R クライアント信号）で記述される 513B 符号ブロックへのトランスコーディングと組み合わせて用いられる場合、本節は、PCS レーン同期マーカの転送に対する付属資料 B トランスコーディングプロセスへの追加を記述する。

イーサネットパス監視は、イーサネット装置と OTN 装置が異なったドメイン（例えば、顧客とサービスプロバイダ）の場合やイーサネット装置の観点から、望ましい動作の一種である。また、それは、66B ブロックがスキューの管理の後に OPU₄ コンテナの中にマッピングされる 100GBASE-R の現在のマッピングから起因したデフォルトの動作である。また、パスの両端で BIP-8 が動作するという透過性の要求として受け取られているかもしれない。以下で説明される追加機能は、40GBASE-R クライアント信号のための BIP-8 透過性を許容するように組み込まなければならない。

PCS レーン同期マーカは、66B 制御ブロックと共に、図 B-4 で示された 513B 符号ブロックの最上列に、66B 制御ブロックと共に符号化される。513B 構造が少なくとも 1 個の 66B 制御ブロックまたは PCS レーン同期マーカを含むならば、513B 構造のフラグビット「F」は“1”であり、513B 構造が 8 個の全データ 66B ブロックを含むならば“0”である。

512B/513B へのトランスコーディングは、PCS レーン同期マーカを、次のように図 C-4 で示された構造

の行に符号化しなければならない。“10”の同期ヘッダは、削除される。表 VII.1 に示されている受信した PCS 同期マーク符号化の M_0, M_1, M_2 バイトは、レーン番号情報を転送するために用いられる。行の最初のバイトは、“0100”の CB-TYPE フィールドを伴って、図 C-5 で示される構造を含む。POS フィールドは、PCS レーン同期マークが、この 513B ブロックに符号化されている 8 個の 66B コードワードのグループ間で受信された位置を示す。フラグ継続ビット「FC」は、他の任意の 66B 制御ブロックまたは PCS レーン同期マークが、513B ブロックでこの下で行に符号化されるかどうかを示す。この最初のバイトを越えて、行の次の 4 バイトは、エンコーダでの PCS 同期マーク符号の M_0, M_1, M_2 およびイグレス BIP₃ バイトの受信信号として追加される。デコーダにおいて、PCS レーン同期マークは、この 513B ブロックに含まれる任意の 66B 全データブロックの間で POS フィールドにより示される位置に生成され、“10”の同期ヘッダは、受信した M_0, M_1, M_2 バイト、イグレス BIP₃ バイト、デコーダで受信した M_0, M_1, M_2 をビット反転した M_4, M_5, M_6 、イグレス BIP₃ バイトをビット反転したイグレス BIP₇ バイトに続いて生成される。

その時、PCS 同期マーク符号を変更されるかもしれない OTN セクションの中でのビット誤りを扱うことはイーサネット受信器次第であろう(詳細は IEEE802.3ba の 82.2.19.3 節と図 82-11 を参照)。

イグレス BIP₃ とイグレス BIP₇ バイトは、VII.4 第.1 節で示した方法で計算される。

下の図 VII.2 はトランスコード化されたレーンマーカのフォーマットを示している。

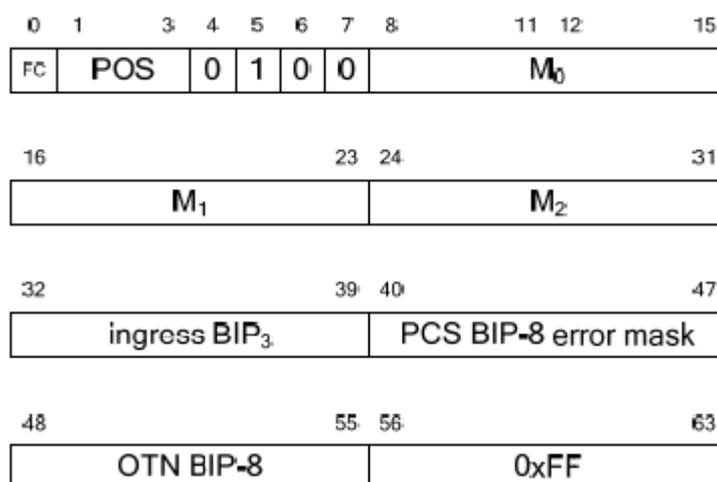


図 VII.2/JT-G709__トランスコード化されたレーンマーカのフォーマット (ITU-T G.709/Y.1331)

VII.4.1 BIP-8 トランスペアレンシ

40GBASE-R に使用されるトランスコーディングは、タイミングと PCS 符号語のトランスペアレンシである。通常運用において、付属資料 B、付録 VII、および付録 VIII で記載された与えられているマッピングを保持しない PCS 符号のビット列の唯一の側面が、スクランブルである。スクランブラが既知の状態を開始されず、複数の異なる符号ビット列が同じ PCS 符号、およびイーサネットパスか、イーサネット送信器と OTN ドメインのイグレス点と間、および OTN ドメイン内で起こる、より正確なビット誤りを表示することができる。以下で示された構成で BIP-8 値を保存することができる。スクランブル自身は、保存されるべき如何なる情報も含まないので、OTN イグレスと OTN イグレスの間でスクランブル状態を同

期させる努力は必要ない。

不運にも、BIP-8 がスクランブルされたビット列を計算しているため、トランスコード化されたレーンマーカを、OTN ドメインを跨いで単純に伝送しても、受信→デスクランブル→トランスコード化→トランスデコード化→再スクランブルという工程の後では、BIP-8 はエラー検出のための意味ある値ではなくなっている。

イーサネット送信器と OTN ドメインのイグレス側の間のビット誤りを保持するために、ビットエラー操作は 2 つの過程に分けられる。OTN イグレス側もしくはエンコーダで行われるものと、OTN イグレス側もしくはデコーダで行われるものである。

OTN イグレスにおいて、8 ビットの誤りマスクはそれぞれの PCS レーンに対する BIP-8 期待値を発生させ、この値と受信した BIP-8 の排他的論理和を取ることで計算される。この誤りマスクは、BIP-8 が期待値と異なっている場合は“1”、正しい場合には“0”となる。この値は PCS BIP-8 誤りマスクとして図 VII.2 に示される。

(誤り訂正により保護されるため、本質的に誤りが無い環境である) OTN を伝送する際にエラーが無い場合、PCS BIP-8 誤りマスクは、イグレスにおいて新たに計算された PCS BIP-8 を調節するために用いられ、全イーサネットパスを伝送する際に、誤りの数の信頼値情報を提供する。もし、OTN を伝送する際にエラーが生じた場合は、この特別な BIP-8 計算アルゴリズムでは、これらのエラーは検出できない。

この状況を克服するため、OTN セクションに対するレーン毎の新しい BIP-8 が導入される。この新しい BIP-8 は OTN BIP-8 と呼ばれ、PCS BIP-8 とは区別される。

OTN BIP-8 は、IEEE 802.3ba D2.2 の 82.2.8 項に記載された PCS BIP-8 と良く似た方法で計算されるが、スクランブルされていない PCS レーンデータ、受信した元のレーン配置マーカ、トランスコーディングの前の状態を用いて計算する点異なる。図 VII.2 はトランスコード化されたレーンマーカの OTN BIP-8 のバイト位置を示している。

付属資料 B で定義されているように、トランスコード化されたレーンマーカは、トランスコード化されたデータブロックと共に OTN セクションを伝送される。OTN イグレスでは、トランスデコード後およびスクランブル前で、 M_0 , M_1 , M_2 および トランスコード化された配置マーカのイグレス配置マーカが再生成され、これらのバイトのビット反転が後に続く。この再生成された配置マーカは、トランスコード化されスクランブル化されていないデータブロックと共に、それぞれの PCS レーン毎の OTN BIP-8 期待値を計算するために使用される(IEEE 802.3ba D2.2 の 82.2.8 項を参照のこと)。この期待値と、受信した OTN BIP-8 との排他的論理和をとる。この誤りマスクは、OTN BIP-8 が期待値と異なっている場合は“1”、正しい場合には“0”となる。

PCS レーン毎のイグレス BIP₃ は、トランスデコード化された配置マーカ(VII.4 節参照)を含む、トランスコード化され、スクランブルされたデータブロックを用いて、IEEE 802.3ba D2.2 の 82.2.8 節に記載された過程により計算される。これは、セクション監視を行う場合に伝送される値である。

エンド-エンドのパスモニタリングに対するプロビジョニングの場合には、イグレス BIP₃ は、最初に PCS BIP-8 エラーマスクとの排他的論理和によって OTN イグレスまでに発生したに対して適合され、そして、OTN BIP-8 エラーマスクとの排他的論理和がとられる。

VII.4.2 マッパーにより検出される誤り

マッパーの前に生じる誤り、例えばインタフェースの任意の物理的レーン上のクライアント信号の損失

は、このプロセスに先立ってイーサネット LF シーケンスオーダーセットの挿入の結果となる。任意の PCS レーンの 66B ブロックロック実施の失敗、各々の PCS レーン上にフレーミングしているレーン同期マーカ実施の失敗や、スキューがデスクューに有効なバッファを越えたために、デスクューを失敗した結果として、同様な動作が取られるべきである。

無効な 66B ブロックは、トランスコーディングまたは直接的な適合の前に、誤り制御ブロックに変換される。無効な 66B ブロックは、“01” または “10” の同期ヘッダを持たないものか、“10” の同期ヘッダと図 C-3 にないない制御ブロックタイプフィールドを持つものである（そして 40GBASE-R および 100GBASE-R に対して、有効でない PCS レーン同期マーカ）。誤り制御ブロックは、“10” の同期ビットと、“0x1e” のブロックタイプコードと、8 個の 7-ビット/E/誤り制御キャラクターを持っている。これは、イーサネット受信器が、この誤りを含むビット列を、有効なパケットと誤認識するのを防ぐ。

付録VIII

1027Bコードブロックを用いたOPU3 への 40GBASE-Rマッピングのために改善された構造安定性

VIII.1 はじめに

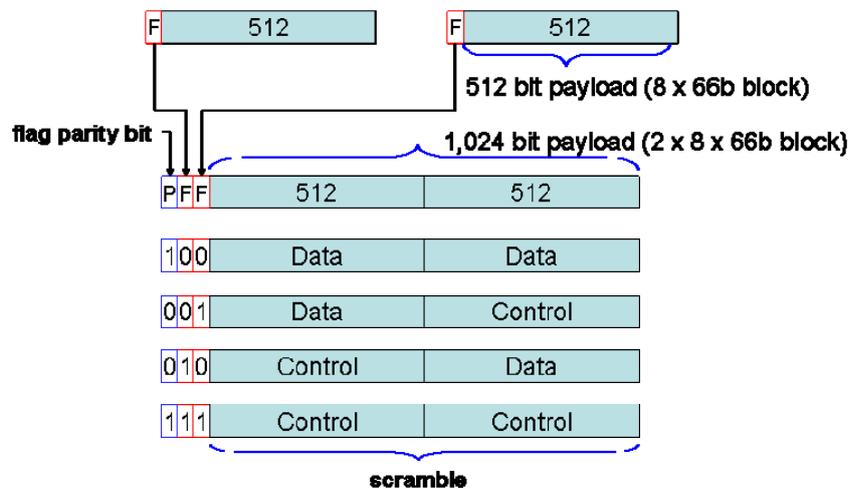
パラレル 40GBASE-R 信号が付属資料 B によりトランスコーディングされ、GFP フレーミングなしで直接 OPU3 にマップされる場合、513B ブロックの開始位置を示し、ビットエラーが誤り率平均間隔 (MTTFPA) の許容できない増加を招くことを防ぐための保護を提供するために、もう一つの方法が必要である。

VIII.2 513B符号ブロックフレーミングおよびフラグビットプロテクション

OPU3 への 513B 符号ブロックのマッピングは、符号ブロックの開始位置を示すためのメカニズムを必要とする。メカニズムは、その破損が制御などで、データが誤って解釈されるかもしれない原因となるフラグビットを保護するためにも必要である。

これらの要求の両方とも、付属資料 B のトランスコーディングから作られる 2 個の 513B ブロックのフラグビットにわたってパリティを提供することにより、対処することができる。

図 VIII-1 は、2 個の 513B ブロックにわたるフラグビットパリティを示す。これは、フラグビットの有効な組合せの間で、最小で 2 ビットのハミング距離をつくる。



図VIII-1/JT-G709_2個の513Bブロック(1027Bコード)上のフラグパリティビット (ITU-T G.709/Y.1331)

フラグビットパリティは、ビットストリームの中で、513B ブロック位置を示すためのフレーミングとして用いられるシーケンスをつくる。IEEE 802.3 の図 49-12 のステートダイアグラムは、1027 ビット毎に現われている 3 ビットパターン (66 ビット毎に現われている 2 ビットパターンよりはむしろ) の位置を示すために適用され、この 3 ビットシーケンスでは、(IEEE 802.3 で使われているような、4 個の 2 ビット値からの 2 個の出力よりはむしろ、) 8 個の 3 ビットのシーケンスからの 4 個の出力がパターンにマッチする。必要な追加的な処置は、これらのビットの法的シーケンスがデータそのもので組織的に模倣されないように、非フラグまたはフラグパリティビットをスクランブルすることである。この目的のために使用されるスクランブラは、多項式 $G(x) = 1 + x^{39} + x^{58}$ を用いるイーサネット自己同期のスクランブラである。

デマッパーでは、無効なフラグビットパリティは、両方の 513B ブロックにわたるフラグビットパリティが 8×2 の 66B 誤り制御ブロックとして復号されるために適用される結果となるであろう（“10”の同期ヘッダ、制御ブロックタイプ 0x1e、8 個の 7 ビット/E/制御キャラクターが後に続く）。

VIII.3 66Bブロックシーケンス検査

位置またはフラグ継続ビットのビット誤り破損は、誤った順序で 513B 符号ブロックからデマップされる 66B ブロックを引き起こすことがありえる。さらなる検査は、これが誤ったパケットデリニエーションの結果となることを防ぐために実行される。検出できる破損は、デコーダで構成するための 66B ブロックの適切な順序が、確実に決定されることができないことを通常意味するので、これらの検査のいずれかが失敗する場合は、デコーダは 8 個の 66B 誤り制御ブロック（同期=“10”、制御ブロックタイプ=0x1e、8 個の 7 ビット/E/制御文字）を送信することとなる。

ビット誤りが、POS フィールドまたはフラグ継続ビット「FC」のどれでも破損させた場合、他の検査が、無効なデータがイグレスに届けられるという可能性を減らすために実行される。

フラグビット「F」が“1”（すなわち、513B ブロックは、少なくとも 1 個の 64B/66B 制御ブロックを含む）であるならば、“0”のフラグ継続ビット（ブロックの最後のもの）を伴うものまでのテーブルの行に対し、その 513B ブロック中の 2 個の 66B 制御ブロックまたはレーン同期マーカは、POS フィールドに同じ値を持たないことが確かめられる。そしてさらに、多重制御またはレーン同期行に対する POS フィールド値は昇順であり、そして、それは常に適切に構成された 513B ブロックのケースである。もしこの検査が失敗するならば、513B ブロックは 8 個の 66B 誤り制御ブロックに復号される。

次の検査は、ブロック配列がうまく形成されたパケットと一致することを保証することである。そして、それは図 VIII-2 と VIII-3 のステートダイアグラムに従い行われることができる。この検査は、66B ブロックがうまく形成されたパケットに一致しない順番ならば決定されるはずである。例えば、IPG の間に、パケットの始まりを示す制御ブロックが最初に確かめられずに、全データの 66B ブロックが検出されるか、パケットの間に、パケットの最後を示す制御ブロックが最初に確かめられずに、制御/アイドルブロックが検出されるならば、制御ブロックが、POS ビットかフラグ継続ビットの破損によって、順序誤りされているようである。この検査の失敗は、513B ブロックに、8 個の 66B 誤り制御ブロックとして復号されることの原因となる。PCS レーン同期マーカは、どちらの状態でも受け入れられ、図 VIII-3 で示すように状態を変えないことに注意すること。

PCS レーン同期マーカのシーケンスは、デコーダでもまた検査される。*p*PCS レーンによるインタフェースに対しては、レーン 0 から *p*-1 レーンに対する PCS レーン同期マーカは、シーケンスに現れ、16383×*p* の非レーンマーカの 66B ブロックが続き、PCS レーン同期マーカのもう一つのグループが続く。レーン同期マーカの次のグループが予想されるときトラックを維持するために、カウンターはデコーダで維持される。513B ブロックからレーン同期マーカを復号するプロセスにおいて、レーン同期マーカが予想されない位置で見つけられるか、またはレーン同期マーカが予想された位置で失われているならば、全 513B ブロックは、図 VIII-2、VIII-3 および VIII-4 で示されるように、8 個の 66B 誤り制御がブロックとして復号される。

VIII.3.1 ステートダイアグラム規約

この節の本文は、変数、定数および機能に関連した定義を含むステートダイアグラムから構成される。

ステートダイアグラムと説明文の間の不一致があるならば、ステートダイアグラムが優先される。

ステートダイアグラムの中で使用される表記法は、21.5 節[IEEE802.3]の規約に従う。ステートダイアグラムタイマーは、[IEEE802.3]の 14.2.3.2 項の規約に従う。カウンターまたは整数変数の後の表記法++は、その値が増加することを示す。

VIII.3.2 ステート変数

VIII.3.2.1 定数

EBLOCK_T<65:0>

すべての 8 個のキャラクターの位置に/E/を含んでいる PCS に送られるための 66 ビットのベクトル Mi<65:0>

i 本目の PCS レーン ($0 < i \leq p$) のトランスコードされた同期マーカを含んでいる 66 ビットのベクトル (40GBASE-R に対して $p=4$ 、100GBASE-R に対して $p=20$)。

VIII.3.2.2 Variables変数

1027B_block_lock

1027B ブロックロックは、[IEEE 802.3]の図 49-12 の状態図が、1027 ビットごとに一度現れる 3 ビットパターンを示すために適用されるとき、ブロックロック変数の状態を示す。64 の隣接する 1027 ビットブロックが有効な 3 ビットパターンと共に受信された場合、真と設定し、64 の有効なブロックの前に、16 の 1027 ビットブロックの無効な 3 ビットパターンが受信された場合は、偽と設定。

1027B_high_ber

[IEEE 802.3]の図 49-13 の状態図が、(125 μ s でなく)最新の 250 μ s の内、(66 ビットブロックの 2 ビット同期ヘッダでなく)1027 ビットブロックの無効な 3 ビット同期ヘッダをカウントするために適用されるブール変数。

Mseq_violation

PCS レーンマーカ位置と順序に基づいた各 PCS レーン同期マーカサイクルで設定されるブール変数。予想外のマーカシーケンスが検出されたならば真であり、そうでなければ偽である。

POS_violation

rx_tcd<65:0>に対する POS フィールド値に基づいた各 rx513_raw527<527:0>で設定されるブール変数。2 個以上が同一の POS 値を持つか、それらが昇順でないならば真、それらの POS 値が昇順であるならば偽である。

reset

PCS のリセットを制御するブール変数。リセットが必要なきはいつでも真であり、リセットが MDIO から初期化される時、電源オンの間、そして MDIO が PCS を低電力モードとするときを含む。

Rx513_coded<512:0>

512B/513B デコーダへの入力を含んでいるベクトル。

rx513_raw<527:0>

8 個の連続した 66 ビットのベクトルを含んでいるベクトル(tx_coded)

rx_tcd<65:0>

図 C-6 で示される規則に従ったがい 513 ビットブロックからトランスコード復号された 66 ビットのベクトル。

seq_violation

rx_tcd<65:0>ストリームのシーケンスチェックに基づいた各 rx513_raw<527:0>で設定されるブル変数。予想外のシーケンスが検出されるならば真、そうでなければ偽である。

VIII.3.2.3 機能

DECODE(rx513_coded<512:0>)

クライアントインタフェースに送られる rx513_raw<527:0>を返している 513 ビットベクトルを復号。

DECODE 機能は、図 VIII-2 で規定されるようにブロックを復号しなければならない。

R_BLOCK_TYPE = {C, S, T, D, E, M}

この機能は、各々の 66 ビット rx_tcd ベクトルを、その内容に依存して 6 つのタイプのうちの 1 個に属していると分類する。

値 : C、S、T と D は、[IEEE802.3]の中の 49.2.13.2.3 項で定義されている。

M ; ベクトルは 10 の同期ヘッダを含み、図 VIII-3 で示されるステートマシンを用いることにより、有効な PCS レーン同期マーカとして認識される。

E ; ベクトルは、他のどんな値の基準も満たさない。

R_TYPE(rx_tcd<65:0>)

rx_tcd<65:0>ビットのベクトルの R_BLOCK_TYPE を返す。

R_TYPE_NEXT

パケット検査機能の予知する終わり。それは、現在の rx_tcd ベクトルに即座に続いて rx_tcd ベクトルの R_BLOCK_TYPE を返す。

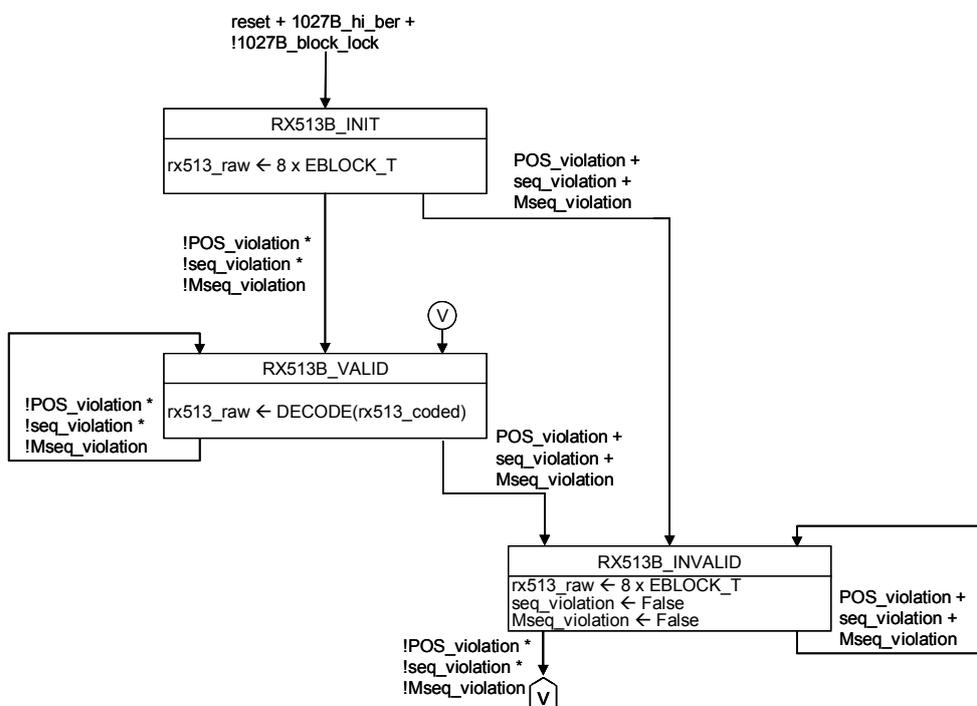
VIII.3.2.4 カウンター

cnt

PCS レーン数の p の最大までカウントアップ。

VIII.3.3 ステートダイアグラム

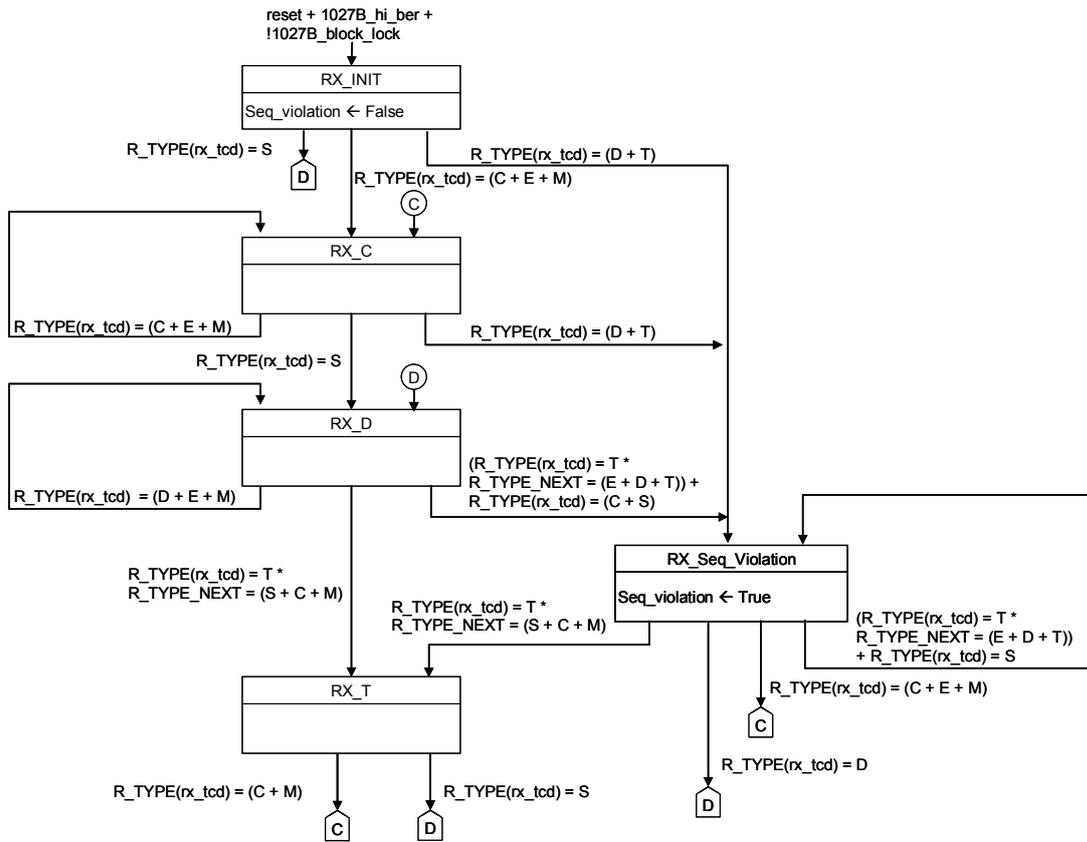
図 VIII-2 で示される一連の 513 ビットブロックに対する受信ステートマシンは、513 ビットブロックが有効な 8 個の 66 ビットブロックを含むか否かを決定する。



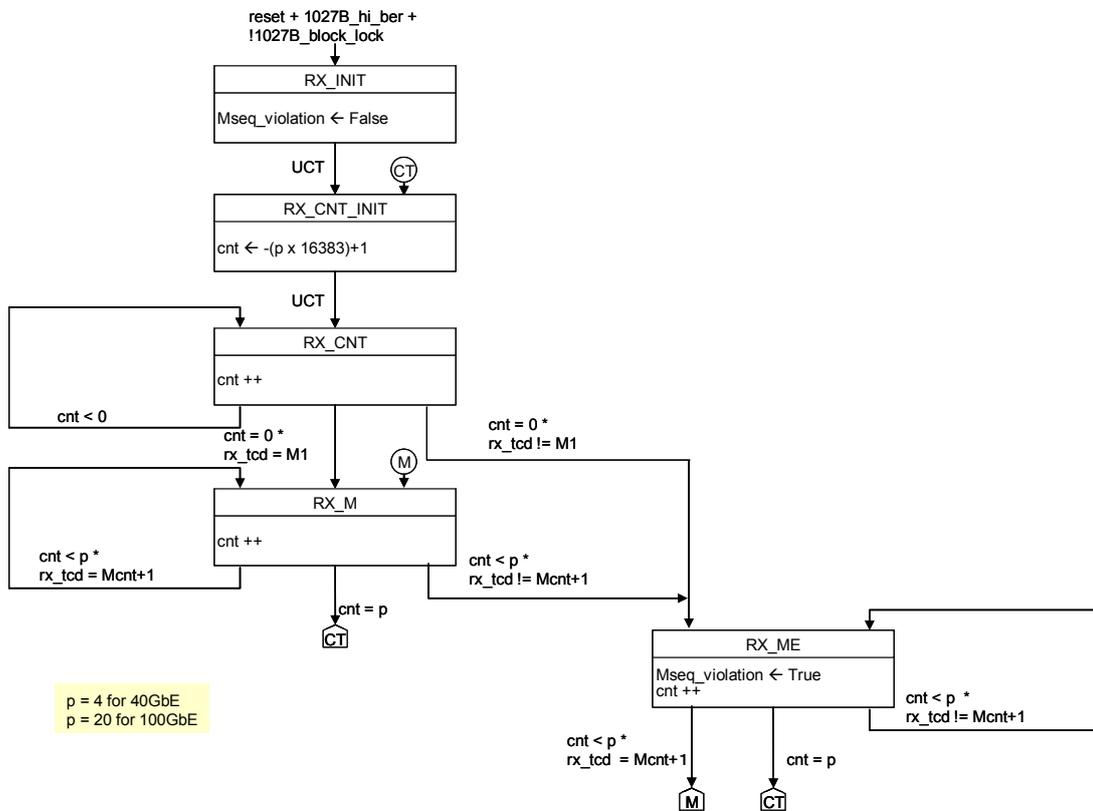
図VIII-2/JT-G709__ -レーン同期マーカを含む512B/513Bコードブロックのための受信ステートマシン (ITU-T G.709/Y.1331)

図 VIII-3 で示される一連の 66 ビットブロックのためのトランスデコードステートマシンは、回復された 66 ビットブロックのブロックタイプシーケンスを検査する。

図 VIII-4 で示される一連の 66 ビットブロックのための PCS レーン同期マーカステートマシンは、 $p \times 16384$ ブロック毎の同期マーカを検出し、マーカが昇順であるかどうかを検査する。



図VIII-3/JT-G709_レーン同期マーカを含む64B/66Bコードブロックのためのトランス-デコードステートマシン (ITU-T G.709/Y.1331)



図VIII-4/JT-G709_レーン同期マーカのための受信ステートマシン (ITU-T G.709/Y.1331)

付録IX

CRC-8 および CRC-5 の並列論理の実装

CRC-8

表 IX.1 は、JC1-JC2 に対して多項式 $g(x)=x^8+x^3+x^2+1$ を用いる CRC-8 の並列実装のための論理方程式を例示している。表の列の「X」は、その行のメッセージビットが、その列の CRC ビットを計算するための排他的な論理和方程式への入力であることを示す。JC1.C1 は、最初のマッピングオーバーヘッドクテット (JC1) の最初のビット (MSB) に相当する ; JC2.C2 は、最初のマッピングオーバーヘッドクテットのビット 2 に相当する。以下同様。計算後、CRC ビット crc1-crc8 は、MSB を占有する crc1 と、オクテットの LSB の crc8 として JC3 オクテットに挿入される。

表 IX.1/JT-G709_CRC-8 実装のための並列論理方程式 (ITU-T G.709/Y.1331)

マッピング オーバーヘッドビ ット	CRCチェックサムビット							
	crc1	crc2	crc3	crc4	crc5	crc6	crc7	crc8
JC1.C1		X				X		X
JC1.C2	X		X			X		
JC1.C3		X		X			X	
JC1.C4			X		X			X
JC1.C5	X			X			X	
JC1.C6		X			X			X
JC1.C7	X		X				X	
JC1.C8		X		X				X
JC2.C9	X		X		X	X	X	
JC2.C10		X		X		X	X	X
JC2.C11	X		X		X	X		X
JC2.C12	X	X		X				
JC2.C13		X	X		X			
JC2.C14			X	X		X		
JC2.II				X	X		X	
JC2.DI					X	X		X

CRC-5

表 IX.2 は、JC4-JC5 に対して多項式 $g(x)=x^5+x+1$ を用いる CRC-5 を並列実装のための論理方程式を例示している。表の列の「X」は、その行のメッセージビットが、その列の CRC ビットを計算するための排他的な論理和方程式への入力であることを示す。JC4.D1 は、最初のマッピングオーバーヘッドクテット (JC1) の最初のビット (MSB) に相当する ; JC4.D2 は、最初のマッピングオーバーヘッドクテットのビット 2 に相当する。以下同様。計算後、CRC ビット crc1-crc5 は、JC6 ビット 4 を占有する crc1 と、JC6 ビット 8 に対する crc5 として JC6 オクテットに挿入される。

表 IX.2/JT-G709_CRC-5 実装のための並列論理方程式 (ITU-T G.709/Y.1331)

マッピング オーバーヘッドビ ット	CRC チェックサムビット				
	crc1	crc2	crc3	crc4	crc5
JC4.D1	X		X	X	
JC4.D2		X		X	X
JC4.D3	X		X		
JC4.D4		X		X	
JC4.D5			X		X
JC5.D6	X			X	X
JC5.D7	X	X			
JC5.D8		X	X		
JC5.D9			X	X	
JC5.D10				X	X

付録X

OTL4.10 構造

8.1.3項で定義されているOTM-0.4v4インタフェースの目的は、100GBASE-LR4または100GBASE-ER4イーサネットインタフェースのために開発されたモジュールの再利用を可能にすることである。これらのモジュールは、[ITU-T G.959.1]で規定されるアプリケーションコード4I1-9D1Fと4L1-9C1F用に規定されている光パラメータを持った OTU4インタフェース相当のインタフェースを有する。これらのモジュールは4レーンのWDMインタフェースでG.652光ファイバの送受ペアを持ち、10レーン電気信号インタフェースを経由してホストボードに接続される。10レーンと4レーン間の変換は、IEEE P802.3ba D2.2 83章で規定されるIEEE 802.3ba PMAサブレイヤで実行される。電気チップからモジュールまでの10レーンのインタフェースの規格(CAUI)は、IEEE P802.3ba D2.2 付属資料83Bに記載されている。OTL4.10インタフェースのアプリケーションは図X.1に示されている。

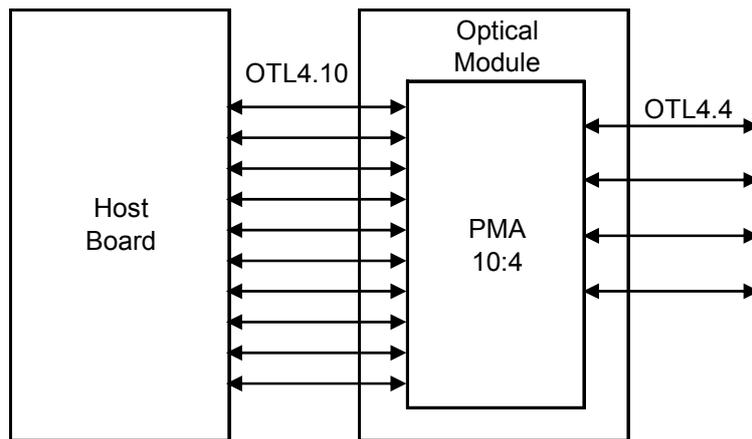


図 X.1/JT-G709_OTL4.10インタフェースのアプリケーション図 (ITU-T G.709/Y.1331)

それぞれの OTL4.10 レーンは付属資料 C に記述されているように、OTU4 の 2 ビット多重論理レーンを転送する。論理レーンのフォーマットは選択されるため、IEEE P802.3ba 10:4 PMA (gearbox)は、OTL4.10 の 10 レーンのフォーマットと OTL4.4 の 4 レーン間で OTU4 信号を変換する。それぞれの OTL4.4 レーンは付属資料 C に記載されるように 5 ビットマルチ論理レーンを転送する。OTL4.10 レーンのビットレートは表 X.1 に示されている。

表X.1/JT-G709_OTLタイプと容量 (ITU-T G.709/Y.1331)

OTL タイプ	OTL公称ビットレート	OTLビットレート許容偏差
OTL4.10	255/227 × 9 953 280 kbit/s	±20 ppm
(注1) 公称OTL4.10レートはおおよそ11 180 997.357 kbit/s		

付録XI
CPRIのLO ODUへのマッピング

CPRI 一定ビットレート信号 (CPRI オプション 1 から 6)は、ODU k コネクションを介して転送される。これらの CBR 信号は、CPRI オプション 1 から 3 のために 17.7 で規定されている汎用マッピング手順と、CPRI オプション 4 から 6 のために 17.9 で規定されているビット同期マッピング手順により、LO OPUk にマッピングされる。

2 個の CPRI 信号 (オプション 1 と 2)は OPU0 を経由して転送され、1 個の CPRI 信号 (オプション 3)は OPU1 経由で転送され、3 つの CPRI 信号 (オプション 4, 5, 6)は OPUflex で転送される。CPRI オプション 1 から 3 の信号に関係している GMP C_m と C_n ($n=8$) の値は、表 XI.1 と XI.2 に示されている。

“試験用マッピング” のペイロードタイプ (code 0x01)の使用が提案されている。

(注) OTN トランスポートを介した CPRI のパフォーマンス評価は進行中であり、全ての CPRI 性能を満たすかどうかは保証が無い。CPRI 置換信号は 17.7.1.1 で定義されるリンク障害信号である。

表XI.1A/JT-G709_sub_1.238GのOPU0へのマッピングのための C_m ($m=8$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
CPRI オプション1	614 400	±0.002	7553	7553.429	7553.580	7553.731	7554
CPRI オプション2	1 228 800	±0.002	15106	15106.858	15107.160	15107.463	15108

表XI.1B/JT-G709_sub_1.238GのOPU0へのマッピングのための C_n ($n=8$ or 1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
CPRI オプション1	614 400	±0.002	7553	7553.429	7553.580	7553.731	7554
CPRI オプション2	1 228 800	±0.002	15106	15106.858	15107.160	15107.463	15108

表XI.2A/JT-G709_supra-1.238からsub_2.488GクライアントのOPU1へのマッピングのための C_m ($m=16$) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)	下限 $C_{16,min}$	最小 C_{16}	公称 C_{16}	最大 C_{16}	上限 $C_{16,max}$

CPRI オプション 3	2 457 600	±0.002	7521	7521.825	7521.975	7522.126	7523
--------------	-----------	--------	------	----------	----------	----------	------

表XI.2B/JT-G709_supra-1.238からsub_2.488GクライアントのOPU1へのマッピングのための C_n (n=8 or 1) (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)	下限 $C_{8,min}$	最小 C_8	公称 C_8	最大 C_8	上限 $C_{8,max}$
CPRI オプション 3	2 457 600	±0.002	15043	15043.650	15043.951	15044.252	15045

表XI.3/JT-G709_supra-2.488G CBRクライアント (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	公称ビットレート (kbit/s)	ビットレート許容偏差 (ppm)
CPRI オプション 4	3 072 000	±0.002
CPRI オプション 5	4 915 200	±0.002
CPRI オプション 6	6 144 000	±0.002

表XI.4/JT-G709_CPRIクライアントのための置換信号 (ITU-T G.709/Y.1331)

クライアント信号	置換信号	ビットレート許容偏差 (ppm)
CPRI オプション 1	リンク障害	±100ppm
CPRI オプション 2	リンク障害	±100ppm
CPRI オプション 3	リンク障害	±100ppm
CPRI オプション 4	リンク障害	±100ppm
CPRI オプション 5	リンク障害	±100ppm
CPRI オプション 6	リンク障害	±100ppm

付録XII

CBRクライアント信号のLO OPUへのマッピングタイプの概要

多くの異なった一定ビットレートクライアント信号および多重マッピング手順が存在する。表 XII.1 はこれらのクライアント信号のために規定されたマッピング手順の概要を示す。

表XII.1/JT-G709_CBRクライアントのLO OPUへのマッピングタイプ概要 (ITU-T G.709/Y.1331)

	OPU0	OPU1	OPU2	OPU2e	OPU3	OPU4	OPUflex
STM-1	GMP with C _{1D}	-	-	-	-	-	-
STM-4	GMP with C _{1D}	-	-	-	-	-	-
STM-16	-	AMP, BMP	-	-	-	-	-
STM-64	-	-	AMP, BMP	-	-	-	-
STM-256	-	-	-	-	AMP,BMP	-	-
1000BASE-X	TTT+GMP no C _{nD}	-	-	-	-	-	-
10GBASE-R	-	-	-	16FS+BMP	-	-	-
FC-100	GMP no C _{nD}	-	-	-	-	-	-
FC-200	-	GMP with C _{8D}	-	-	-	-	-
FC-400	-	-	-	-	-	-	BMP
FC-800	-	-	-	-	-	-	BMP
FC-1200	-	-	-	TTT+16FS+BMP (注1)	-	-	-
CPIR オプション 1	GMP no C _{nD}	-	-	-	-	-	-
CPIR オプション 2	GMP no C _{nD}	-	-	-	-	-	-

CPIR オプション 3	-	GMP with C_{8D}	-	-	-	-	-
CPIR オプション 4	-	-	-	-	-	-	BMP
CPIR オプション 5		-	-	-	-	-	BMP
CPIR オプション 6	-	-	-	-	-	-	BMP
(注1) この詳細ケースに使用されるマッピングはバイト同期である。							