

**TTC標準**  
Standard

J T - I 4 3 2 . 5

広帯域 I S D N ユーザ・網インタ  
フェース 25600kbit/s 物理レイヤ  
仕様

( B-ISDN User-Network Interface - Physical Layer  
Specification for 25600kbit/s )

第 1.1 版

2002 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 > .....	3
1 . はじめに .....	4
1.1 適用範囲 .....	4
1.2 参照構成 .....	4
2 . 2 5 6 0 0 kbit/s 物理レイヤインタフェースの S <sub>B</sub> 参照点における物理媒体特性 .....	4
2.1 伝送リンクについての要求事項 .....	4
2.1.1 ラインレートおよびビットレート .....	4
2.1.2 ビットレート対称性 .....	5
2.1.3 ビットエラー率 (BER) .....	5
2.1.4 伝送リンクタイミング .....	5
2.1.5 フリーランタイミング方法 .....	6
2.2 送信器に対する要求事項 .....	7
2.2.1 送信ゼロクロス歪み .....	7
2.2.2 送信波形 .....	7
2.2.3 送信振幅 .....	8
2.2.4 送信リターンロス .....	8
2.3 受信器に対する要求事項 .....	14
2.3.1 受信器の捕捉時間 .....	14
2.3.2 受信器のリターンロス .....	14
2.4 銅線リンク・セグメントの特性 .....	14
2.4.1 1 0 0 オーム リンク・セグメント .....	14
2.4.2 1 2 0 オーム リンク・セグメント .....	17
2.4.3 1 5 0 オーム リンク・セグメント .....	18
3 . 伝送コンバージェンスサブレイヤにおける機能 .....	20
3.1 セルのスクランブルおよびデスクランブル .....	21
3.1.1 P R N G シーケンス .....	23
3.2 4 B 5 B ブロック符号化・復号化 .....	23
3.2.1 シンボルペアレベルの符号構造 .....	24
3.2.2 セル同期 .....	25
3.2.3 タイミング信号のサポート .....	25
3.3 N R Z I 符号化・復号化 .....	26
3.4 H E C の生成 / 確認 .....	26
付録 T T C 標準用語対照表 .....	28

## < 参考 >

### 1．国際勧告等との関連

本標準は、1997年2月の国際電気通信連合電気通信標準化部門（ITU-T）SG13第1回全体会合において勧告化手続きにかけられたITU-T勧告草案I.432.5に準拠している。

### 2．上記国際勧告等に対する追加項目等

なし。

### 3．改版の履歴

版数	制定日	改版内容
第1版	1997年 4月23日	制定
第1.1版	2002年 3月 1日	表2-5、表3-1の誤記修正

### 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) ビットエラー率の運用状態での測定（2.1.3節）は本標準の継続検討課題である。

(2) 参照している勧告・標準等

TTC標準 : JT-I413、JT-I432.1、JT-I432.2

ITU-T勧告 : I.113、I.414

ISO/IEC : 11801

IEC : 603-7

EIA/TIA : 568

### 6．標準作成部門

第二部門委員会 第五専門委員会

## 1. はじめに

### 1.1 適用範囲

本標準は、B-ISDNのユーザ・網インタフェース(UNI)のS<sub>B</sub>参照点において、100オームの非シールドツイストペア(UTP)ケーブル、120オームおよび150オームのシールドツイストペア(STP)ケーブルにより、公称ビットレート25600kbit/sで非同期転送モード(ATM)セルを送送するための物理レイヤ特性を規定する。伝送の最大距離は約100mである。本標準は既存の構内配線を利用するために用いることができる。

物理レイヤ機能は物理媒体(PMD)サブレイヤと伝送コンバージェンス(TC)サブレイヤに分かれる。PMDサブレイヤは送信器、受信器、タイミング再生、伝送媒体インタフェースコネクタおよび伝送媒体について定義するものである。TCサブレイヤは伝送路符号化、スクランプリング、データフレーミングおよび同期方法について定義する(表1-1/JT-I432.5を参照)。

表1-1/JT-I432.5 TCおよびPMDサブレイヤの機能  
(ITU-TI.432.5)

伝送コンバージェンス(TC)サブレイヤ	ヘッダ誤り制御(HEC)生成/確認 セルスクランプリング/デスクランプリング 伝送路符号化/復号化 セル同期 セルレート変換
物理媒体(PMD)サブレイヤ	ビットタイミング 物理媒体 コネクタ

本標準で用いるビットレートという単語は伝送路符号化前の論理的な情報速度を指す。伝送路符号化後の速度を指す時は、ラインシンボルレートという単語を用いる(ビットレート25600kbit/sは4B5B符号化後にラインシンボルレート3.2Mbaudとなる)。

### 1.2 参照構成

B-ISDNのユーザアクセスのS<sub>B</sub>参照点はTTC標準JT-I413、ITU-T勧告I.414、およびJT-I432.1で定義される。

## 2. 25600kbit/s物理レイヤインタフェースのS<sub>B</sub>参照点における物理媒体特性

### 2.1 伝送リンクについての要求事項

#### 2.1.1 ラインレートおよびビットレート

公称ラインシンボルレートは3.2Mbaudである。4B5Bブロックコードを用いるため、ビットレートは25600kbit/sである。

ユーザ側の送信器は許容偏差±100ppmの公称ビットレートで動作するフリーラン送信クロックを用いなければならない。

### 2.1.2 ビットレート対称性

インタフェースは対称である。即ち、送信方向と受信方向でビットレートは同じである。

### 2.1.3 ビットエラー率 (BER)

動作中の入力インタフェースは、2.2 節で記述される送信器と対向し、かつ 2.4 節で記述される最悪ケースのクロストークノイズが存在するチャンネル参照モデルを通して伝送するとき、 $10^{-10}$  を越えない BER で動作しなければならない。

BER の測定は通常、非運用状態で行なわれる。ブロックエラー、バックグラウンドブロックエラーなどの異なるパラメータに基づく運用状態での測定は今後の検討課題である。

### 2.1.4 伝送リンクタイミング

図 2 - 1 / JT - I 4 3 2 . 5 は TC / PMD およびタイミング源の概念上の構成要素を示す。

TC / PMD は、ローカル水晶発振器を用いる、または公称伝送レート 2 5 6 0 0 kbit/s を満たす低ジッタタイミング参照クロックを分配され用いる。

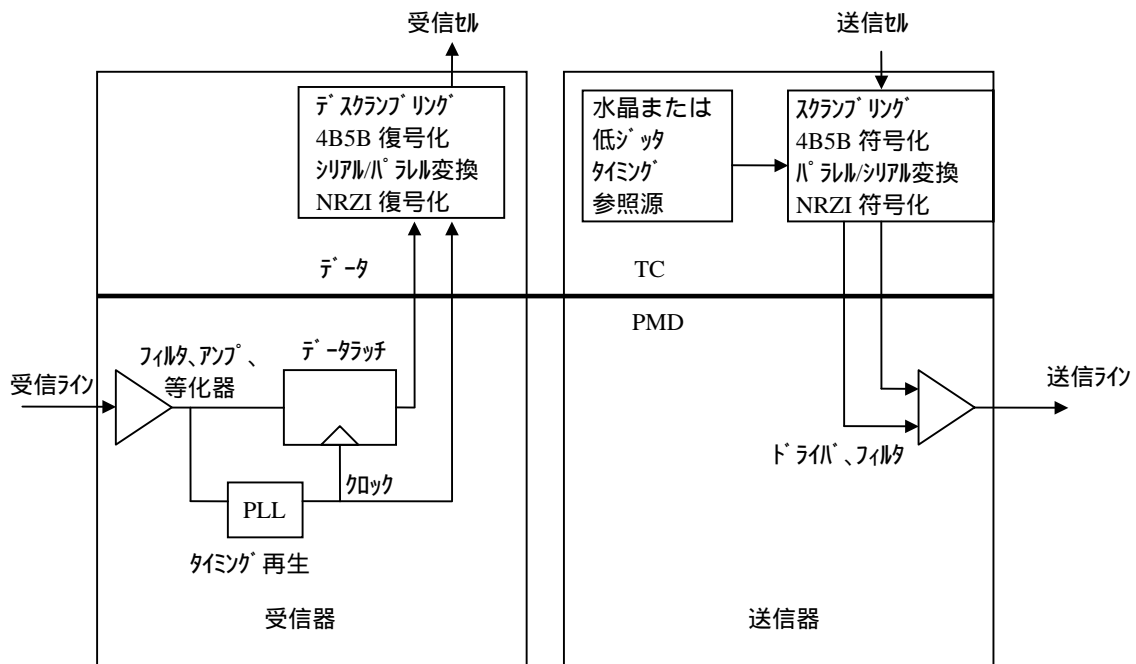


図 2 - 1 / JT - I 4 3 2 . 5 TC / PMD 構成要素と送信器タイミングの例 (ITU-T I.432.5)

### 2.1.5 フリーランタイミング方法

図2 - 2 / JT - I 4 3 2 . 5 に示すように、リンクの各終端点で伝送クロックが独立であるポイント・ポイントタイミング方法を用いることが推奨される。この条件のもとで、各リンクで許容できるパルス波形を規定するのが2.2.2 節のパルス波形テンプレートである。

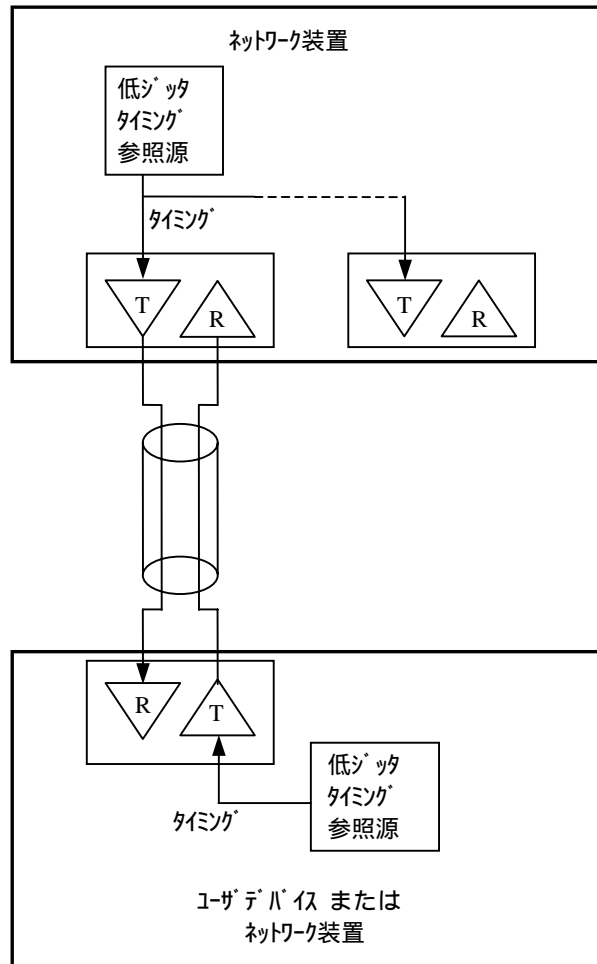


図2 - 2 / JT - I 4 3 2 . 5 ユーザデバイス - ネットワーク装置のタイミング方法  
(ITU-T I.432.5)

## 2.2 送信器に対する要求事項

本節では送信信号についての要求事項を規定する。パラメータの測定には、送信回路を通したラインシンボルレートにおいて、スクランブルも符号化もされていないデータを送信する手段が要求される。

全ての送信器の測定法において、100オームのUTPに対しては送信器は100オームの抵抗負荷で終端されるべきである。

150オームのSTPに対しては送信器は150オームの抵抗負荷で終端されるべきである。

120オームのSTPに対しては送信器は120オームの抵抗負荷で終端されるべきである。

特に断らない限り、以下に示すパラメータは、100、120、及び150オームの全ての測定に適用される。

### 2.2.1 送信ゼロクロス歪み

デューティサイクル歪みは、非対称の遅延、また、送信ロジックの立ち上がり/立ち下がり時間の違い、又は、不平衡データから平衡データに変換される時に一般に引き起こされる、データエッジがゼロをクロスする時のスタティックかつ、データに依存しない歪みとして計測される。

エッジジッタは、送信器フィルタと送信回路の内外からのノイズによって一般的に引き起こされる、データエッジがゼロをクロスする時のダイナミックかつ、データに依存した歪みとして計測される。

#### 2.2.1.1 デューティサイクル歪み

デューティサイクル歪みは以下に与えられる送信データに適用され、交流結合された送信波形の正負パルス幅の差の半分と定義される。

注：以下に与えられる波形は送出振幅を測定する目的のテスト波形であり、物理レイヤでの通常の動作中に見られる波形として解釈すべきではない。

送信デューティサイクル歪み(TDCD)は、出力がローカルクロックに同期している時、最大で1.5ns以下とすべきである。

二つのテスト波形(ラインシンボルレートでの符号要素)は“00110011...”と“01010101...”として定義される。これらはテストパターンとしてのみ適用され、スクランブルや符号化されてはならない。

#### 2.2.1.2 エッジジッタ

エッジジッタは、3章に記述されるスクランブルと符号化に適合した、いかなる波形にも適用される。送信クロックに対するデータの立ち上がりエッジのピーク偏差と立ち下がりエッジのピーク偏差の内、大きい方をエッジジッタと定義する。

送信エッジジッタ(TEJ)は出力がローカルクロックに同期している時、ピーク・ツー・ピークで4nsより小さくなければならない。

## 2.2.2 送信波形

送信波形は以下の表2-1/JT-I432.5から表2-5/JT-I432.5に定義される波形テンプレートに一致すべきである。これに加えて送信出力の低域の3dBコーナー周波数の最悪値は12kHz以下でなければならない。



以下に示す図2 - 3 / JT - I 4 3 2 . 5から図2 - 7 / JT - I 4 3 2 . 5、および、これに相当する表2 - 1 / JT - I 4 3 2 . 5から表2 - 5 / JT - I 4 3 2 . 5は、パルス・テンプレートを定義するデータポイントを表、あるいは図にしたものである。

注：振幅は各々のグラフにおいてシングル符号要素における基本周波数の振幅が“1”になる様に正規化されたものとして表現される。時間は測定されたパルス幅の%で表現される。32 Mbaud のラインシンボルレートにおいては、公称ラインシンボルの幅は、31.25 nsである。(それゆえ、たとえば5シンボル要素の公称時間(100%マークに相当する)は156.25 nsとなる。)

### 2.2.3 送信振幅

送信振幅(TLA)は以下に示される送信データに適用され、送信された波形のピーク・ツー・ピークの振幅として定義される。

TLAは以下に示す値の範囲になければならない。テスト波形(ラインシンボルレートにおける符号要素)は、“01010101”と定義される。

- ・100オーム(UTP) :  $2.7 < TLA < 3.4 V_{P-P}$
- ・150オーム(STP) :  $3.3 < TLA < 4.2 V_{P-P}$
- ・120オーム :  $2.95 < TLA < 3.75 V_{P-P}$

### 2.2.4 送信リターンロス

送信リターンロス(TRL)は3章に記述されるスクランブルと符号化に適合した波形を送信する送信器に適用する。

TRLは特性インピーダンス(媒体に依存する)の全許容範囲において表2 - 6 / JT - I 4 3 2 . 5に示される値よりも大きくなければならない。

表2 - 6 / JT - I 4 3 2 . 5 送信リターンロス  
(ITU-TI.432.5)

周波数範囲	リターンロス
1 - 6 MHz	14 dB
6 - 17 MHz	12 dB
17 - 25 MHz	8 dB

表 2 - 1 / J T - 4 3 2 . 5 5 シンボル波形におけるテンプレート  
(ITU-T I.432.5)

ポイント	上位時間(%)	上位振幅	下位時間(%)	下位振幅
A	-0.3	0	0.3	0
B	6.3	1.20	10.5	0.90
C	14	1.20	23.0	0.50
D	23	1.05	36.0	0.75
E	34	1.20	53.0	0.60
F	56	0.95	87.0	0.60
G	95	0.92	99.7	0
H	100.3	0	-	-

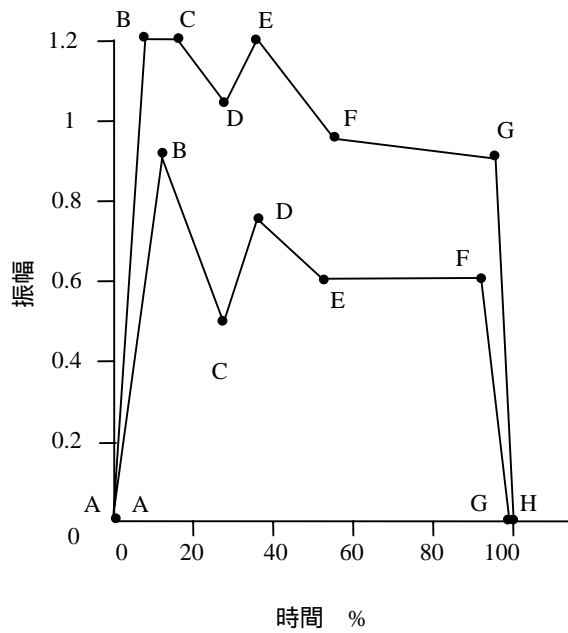


図 2 - 3 / J T - 4 3 2 . 5 5 シンボル波形におけるパルステンプレート  
(ITU-T I.432.5)

表 2 - 2 / J T - 4 3 2 . 5 4 シンボル波形におけるテンプレート  
(ITU-T I.432.5)

ポイント	上位時間(%)	上位振幅	下位時間(%)	下位振幅
A	-0.4	0	0.4	0
B	7.9	1.20	13.1	0.90
C	17	1.20	28.0	0.50
D	29	1.05	45.0	0.75
E	43	1.20	66.0	0.60
F	70	0.95	84.0	0.60
G	93.5	0.92	99.6	0
H	100.4	0	-	-

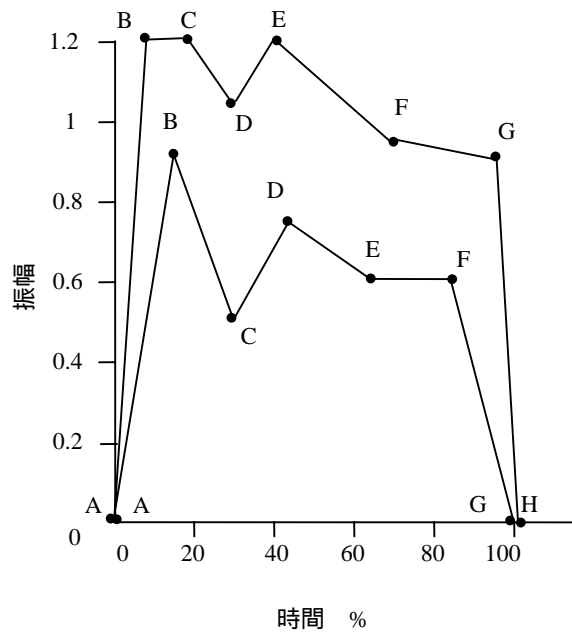


図 2 - 4 / J T - 4 3 2 . 5 4 シンボル波形におけるパルステンプレート  
(ITU-T I.432.5)

表 2 - 3 / J T - 4 3 2 . 5 3 シンボル波形におけるテンプレート  
(ITU-T I.432.5)

ポイント	上位時間(%)	上位振幅	下位時間(%)	下位振幅
A	-0.5	0	0.5	0
B	10.5	1.20	17.5	0.90
C	23.0	1.20	37.5	0.50
D	38.0	1.05	59.5	0.75
E	57.0	1.20	87.5	0.6
F	93.0	0.95	99.5	0
G	100.5	0	-	-

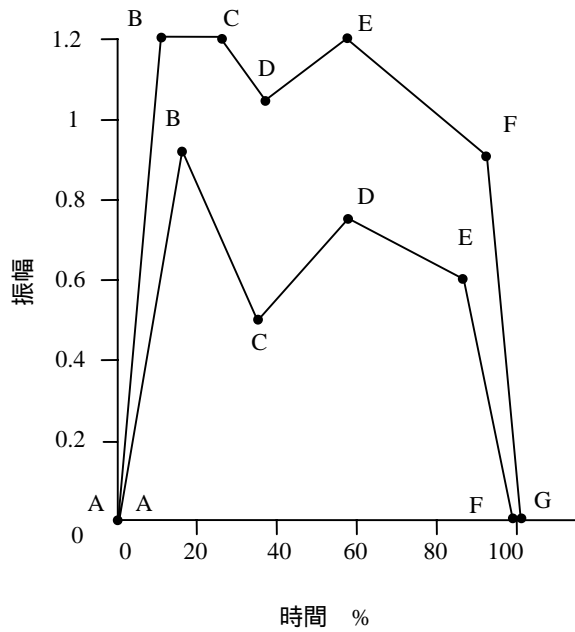


図 2 - 5 / J T - 4 3 2 . 5 3 シンボル波形におけるパルステンプレート  
(ITU-T I.432.5)

表 2 - 4 / J T - 4 3 2 . 5 2 シンボル波形におけるテンプレート  
(ITU-T I.432.5)

ポイント	上位時間(%)	上位振幅	下位時間(%)	下位振幅
A	-1.0	0	1.0	0
B	15.5	1.20	26.0	0.90
C	34.5	1.20	57.0	0.50
D	56.5	1.05	81.5	0.65
E	85.0	1.20	99.0	0
F	101.0	0	-	-

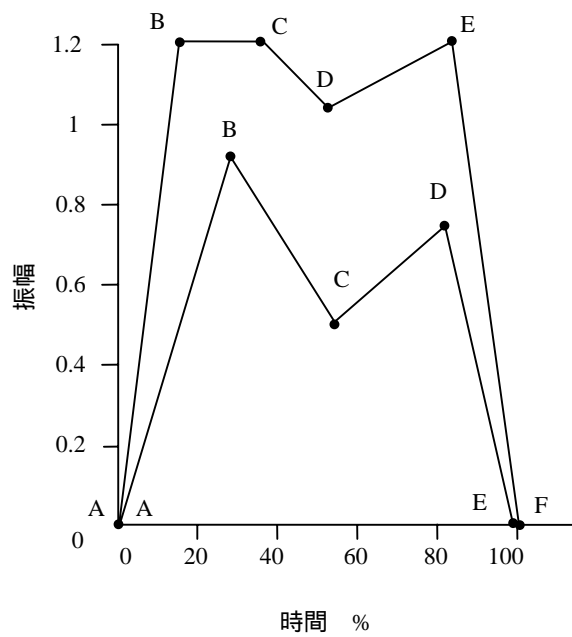


図 2 - 6 / J T - 4 3 2 . 5 2 シンボル波形におけるパルステンプレート  
(ITU-T I.432.5)

表 2 - 5 / J T - 4 3 2 . 5 1 シンボル波形におけるテンプレート  
(ITU-T I.432.5)

ポイント	上位時間(%)	上位振幅	下位時間(%)	下位振幅
A	-1.5	0	1.5	0
B	23.5	0.83	26.0	0.55
C	48.5	1.15	51.5	0.95
D	80.0	0.86	77.5	0.52
E	101.5	0	98.5	0

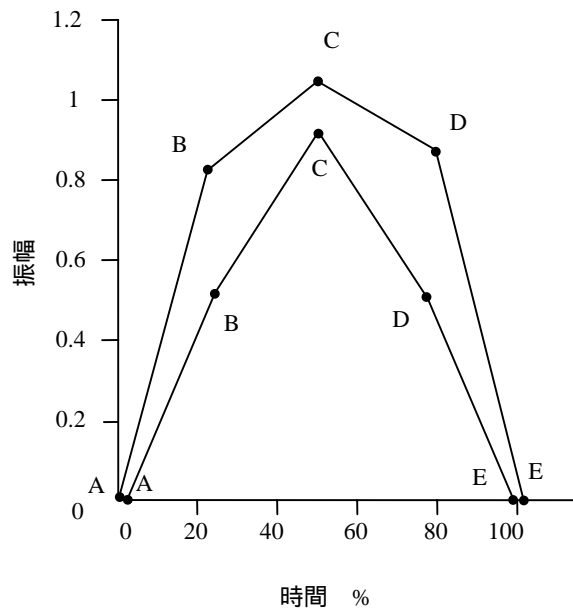


図 2 - 7 / J T - 4 3 2 . 5 1 シンボル波形におけるパルステンプレート  
(ITU-T I.432.5)

## 2.3 受信器に対する要求事項

### 2.3.1 受信器の捕捉時間

受信器は正常信号を受信しているときにBERが $10^{-10}$ 以下の状態において、受信器捕捉時間(RAT)が50ms以内となるように位相同期を確立しなければならない。

正常信号とは、2.2節に従った送信器から、3章の定義に従ってスクランブルと符号化され、2.4節に従ったチャンネルを介して送信された信号と定義する。

### 2.3.2 受信器のリターンロス

受信器のリターンロス(RRL)は、特性インピーダンス(媒体に依存する)の許容範囲内の全ての範囲で表2-6/JT-I432.5に示された値以上でなければならない。

表2-6/JT-I432.5 受信器のリターンロス  
(ITU-TI.432.5)

周波数範囲	リターンロス
1-17MHz	15dB
17-25MHz	8dB

## 2.4 銅線リンク・セグメントの特性

銅線リンク・セグメントは、2または4ペアのペア線ケーブルの1または複数セクションと、セクション同士を接続するコネクタとからなり、両端を推奨された電気特性を持つコネクタで終端されている。そのケーブルは相互接続され、両端のインタフェースポートに接続される2つの連続的な電気的パスを提供する。送信器と受信器に対する要求事項は、以降に定義される媒体と整合する。リンク・セグメントは、100オームUTPと120オームと150オームSTPのケーブルリング・システムに対して定義される。

### 2.4.1 100オーム リンク・セグメント

本節は100オームのケーブル/コネクタ・システムが敷設されたときのケーブル配線とコネクタに関する要求事項を定義する。これらの要求事項は、システムに対する最小限の要件を定義する。ただし100オームの部品が一貫して使用される場合に限り、シールドされていないケーブルとコネクタのカテゴリ3仕様は、上位カテゴリ(即ち、カテゴリ4やカテゴリ5)の部品のオプション使用と、ケーブルと(または)コネクタのシールドのオプション使用を許容する。

#### 2.4.1.1 100オーム UTPリンク・セグメント

リンクの性能に対して重要な電気的パラメータは、減衰量と近端クロストーク・ロス(NEXTロス)と特性インピーダンスと構造上のリターンロス(SRL)である。

リンク・セグメントを構成する全ての部品は、EIA/TIA 568 A95とISO/IEC 11801:1995に規定されたカテゴリ3の要求事項に合うか、またはそれよりも優っていなければならない。

合成されたチャンネルの減衰量は、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eに定義されたカテゴリ3の減衰量の制限値に合うか、またはそれよりも優っていなければならない。

合成されたチャネルのNEXTロスは、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eに定義されたカテゴリ3のNEXTロスの制限値に合うか、またはそれよりも優っていなければならない。

#### 2.4.1.2 100オーム UTPシステムの参照モデルの構成

カテゴリ3 UTPシステムの参照モデルは、90mのカテゴリ3のUTPケーブルと合計10mのカテゴリ3のフレキシブルコードとリンク内に4個のカテゴリ3のコネクタからなるリンクと定義される。

#### 2.4.1.3 100オーム UTPに準拠したチャネルの例

2.4.1.1 節の減衰量とNEXTロスに対するリンク・セグメントの要求事項は、2.4.1.2 節で示されたものと同様なチャネルの参照モデルの電気的性能から得ているので、2.4.1.2 節のチャネルの参照モデルは準拠したリンクの例である。さらに90m以下のカテゴリ3 UTPケーブルと10m以下のカテゴリ3のフレキシブルコードと4個以下のカテゴリ3のコネクタからなるリンク・セグメントは準拠したリンクの例である。

しかしながら、カテゴリ3の部品で構成され、リンクの減衰量とNEXTロスに関する 2.4.1.1 節の要求事項を満足するようなどのリンクも許容される。

また多くの状況では、NEXTロスと減衰量をトレードオフすることにより、チャネルの参照モデルとはトポロジーが異なるが許容できる性能を持つリンクを得ることも可能である。潜在するトレードオフの数はとても多く、この問題は本標準の範囲を越えている。

#### 2.4.1.4 100オーム UTP減衰量

減衰量は、ケーブルやコードの様な均質の媒体で信号を伝える際の信号レベルの損失を示す。

リンクを構成する際に使用されるケーブルは、EIA/TIA 568 A95の10章とISO/IEC 11801:1995の8章の水平なカテゴリ3 UTPケーブルの減衰量に関する要求事項に合うか、またはそれよりも優っていなければならない

フレキシブルコードやパッチケーブルを構成するのに使用されるコード類は、EIA/TIA 568 A95の10章のカテゴリ3のフレキシブルコード類に対する減衰量の要求事項に合うか、またはそれよりも優っていなければならない。

一般的に、コード類に対する単位長当たりの減衰量は、水平なケーブルよりも20%大きい。

#### 2.4.1.5 100オーム UTP NEXTロス

NEXTロスは、マルチペアケーブル個々のペア間の不要な信号結合の総和と定義される。それはケーブルを構成するさまざまな導体間に寄生する容量的、誘導的な結合の結果である。

リンクを構成する際に使用されるケーブルとコード類は EIA/TIA A95の10章とISO/IEC 11801:1995の8章の水平なカテゴリ3の UTPケーブルのNEXTロスの要求事項に合うか、またはそれよりも優っていなければならない。



#### 2.4.1.6 特性インピーダンスと構造的リターンロス

特性インピーダンスとは、均質な伝送路の片方向の波形伝送における電圧値を電流値で割った値である。構成上、伝送路が完全に均質でない場合には、特性インピーダンスは線路長の関数としてわずかな変化を示す。この変化は、SRLとして定義された品質によって計測される。それは完全に均質ではない伝送路における特性インピーダンスの標準値からの偏差の計測である。

リンクを構成するのに用いられるケーブルやコードの特性インピーダンスとSRLは、EIA/TIA 568 A95の10章とISO/IEC 11801:1995の8章の100オーム カテゴリ3に規定された要求事項に合っていないなければならない。

#### 2.4.1.7 100オーム 接続ハードウェア

接続ハードウェアの電気的性能は、伝送チャンネル全体としての性能に対して、影響することがある。一般的に、接続ハードウェアの電気的パラメータは減衰量とNEXTロスとリターンロスである。このPMDチャンネル（コンセント、変換コネクタ、接続パネル、クロスコネクタ部分）において用いられる全ての接続ハードウェアは、EIA/TIA 568 A95の10章とISO/IEC 11801:1995の8章に定義された減衰量とNEXTロスとリターンロスに対するカテゴリ3の電気的な要求事項に合うか、またはそれよりも優っていないなければならない。

接続ハードウェアの全ての測定は、EIA/TIA 568のAnnex BとISO/IEC 11801:1995のAnnex A.2に記述された手順にしたがって行われなければならない。これらの要求事項は、接続パネル、変換コネクタ、クロスコネクタ部分、通信用コンセントを含む全ての個々のUTPコネクタに適用される。

EIA/TIA 568 A95の10章に記述された、コネクタ終端の実施方法とUTPケーブルの実施方法に従わなければならない。

#### 2.4.1.8 UTP物理媒体インタフェース・コネクタ

カテゴリ3のUTPリンクの構成部分の両端は、IEC 603-7（一般にRJ-45と呼ばれる）に規定された物理媒体インタフェース・コネクタ（MIC）で終端されなければならない。このコネクタは、8接点のモジュラー・ソケット/プラグである。そしてその対になった結合は、2.4.1.7節の要求事項を満足しなければならない。

ケーブル完成品はリンクの両端でプラグの対応する接点を接続しなければならない。（すなわち1番ピンを1番ピンへ、2番ピンを2番ピンへなど）

このことはケーブル完成品が、（交差していない）ストレートケーブルであることと、完成品の極性が保持されていることを保証する。

UTP-MICはISO/IEC 603-7に規定されている8接点ソケットでなければならない。そしてそれはATM加入者機器とATMネットワーク装置に取り付けられる。

UTP-MICソケットの接点の配置を表2-7/JT-I432.5に示す。

表 2 - 7 / J T - I 4 3 2 . 5 U T P - M I Cソケットの接点の配置  
(ITU-T I.432.5)

接点	A T M加入者機器の信号	A T Mネットワーク装置の信号
1	Transmit+	Receive+
2	Transmit-	Receive-
3	未使用	未使用
4	未使用	未使用
5	未使用	未使用
6	未使用	未使用
7	Receive+	Transmit+
8	Receive-	Transmit-

#### 2.4.2 120オーム リンク・セグメント

本節は120オーム ケーブル/コネクタ・システムが敷設されたときのケーブル配線とコネクタに関する要求事項を定義する。これらの要求事項は、システムに対する最小限の要件を定義する。ただし120オームの部品が一貫して使用される場合に限り、シールドされていないケーブルとコネクタのカテゴリ4仕様は、上位カテゴリ（即ち、カテゴリ5）の部品のオプション使用と、ケーブルと（または）コネクタのシールドのオプション使用を許容する。

注：したがって、120オームのシールドされたカテゴリ5のツイスト・ペアを用いる、一般にFTP（ホイルド・ツイストペア）と呼ばれるシステムは、通常は本節の要求事項と一致する。

120オーム ケーブル・システムは、リンク・セグメントの片端の送信器ともう片端の受信器とを接続する。そのケーブル・システムは、2ペアのペア線ケーブルの1または複数のセクションと、セクション同士を接続するコネクタとからなる。MICは、固定配線の終端に用いられる。ケーブルは終端点において送信器と受信器との間に2本の連続的な電気的パスを提供するために接続される。

##### 2.4.2.1 120オーム リンク・セグメント

本節は、このシステムの性能要求条件に合うISO/IEC 11801:1995に定義された120オーム カテゴリ4ケーブルを使用している120オーム リンクに対するリンク・セグメントの特性を定義する。チャンネル・リンクについての要求事項はケーブルの種類には依存せず、カテゴリ4ケーブルの減衰量とNEXTロスに対する要求事項を用いて定義される。ケーブル・システムの許容される最大長は、ケーブルと接続コードの品質によって異なってくる。

120オーム リンクの合成チャンネル減衰量は、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eにおいてカテゴリ4のケーブルに対して定義された減衰量の制限値に合っていなければならない。

120オーム リンクの合成チャンネルNEXTロスは、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eにおいてカテゴリ4のケーブルに対して定義されたNEXTロスの制限値に合っていなければならない。

これらの状況下で、リンクを構成する際に用いられるケーブルとコードに関する特性インピーダンスおよびSRLは、EIA/TIA 568 A95の10章とISO/IEC 11801:1995の8章の120オーム カテゴリ4に対する要求事項に合っていないなければならない。

#### 2.4.2.2 120オーム システムに対する参照モデル構成

典型的なケーブルシステムは、MICで終端された固定ケーブルと両端に接続ケーブルがあるものである。一般に接続ケーブルの単位長当たりの減衰量は、固定ケーブルの減衰量の150%までが許容される。詳細は、ISO/IEC 11801:1995の6章に述べている。

120オーム システムの参照モデルは、90mの120オームケーブルと、合計10mの120オーム接続コードと、リンク内に4個のカテゴリ4のコネクタからなるリンクと定義される。

#### 2.4.2.3 120オーム に準拠したチャネルの例

2.4.2.1 節の減衰量とNEXTロスに対するリンク・セグメントの要求事項は、2.4.2.2 節で示されたものと同様なチャネルの参照モデルの電気的性能から得ているので、2.4.2.2 節のチャネルの参照モデルは準拠したリンクの例である。さらに90m以下の120オーム・ケーブルと10m以下の120オーム接続コードと4個以下のカテゴリ4のコネクタからなるリンク・セグメントは準拠したリンクの例である。しかしながら、カテゴリ4の部品で構成され、リンクの減衰量とNEXTロスに関する 2.4.2.1 節の要求事項を満足するようなどのリンクも許容される。

また多くの状況では、NEXTロスと減衰量をトレードオフすることにより、チャネルの参照モデルとはトポロジーが異なるが許容できる性能を持つリンクを得ることも可能である。潜在するトレードオフの数はとても多く、この問題は本標準の範囲を越えている。

#### 2.4.2.4 120オーム 接続ハードウェアと物理媒体インタフェース・コネクタ

カテゴリ3を参照している全ての部分がカテゴリ4に置き換えられることを除き、100オーム リンク・セグメントに対して定義された接続ハードウェアとMICが、120オーム システムにも適用される。

#### 2.4.3 150オーム リンク・セグメント

150オーム ケーブル・システムは、リンク・セグメントの片端の送信器ともう片端の受信器とを接続する。そのケーブル・システムは、2ペアのシールドツイストペア線ケーブルの1または複数のセクションと、セクション同士を接続するコネクタとから成る。MICは、固定配線の終端に用いられる。ケーブルは終端点において送信器と受信器との間に2本の連続的な電気的パスを提供するために接続される。

##### 2.4.3.1 150オーム STPリンク・セグメント

システムは多くの種類のSTPケーブル上で作動することができる。EIA/TIA 568 A95とISO/IEC 11801:1995は、このシステムの性能要求条件に合うSTPケーブルを定義している。チャネル・リンクについての要求事項はケーブルの種類には依存せず、カテゴリ3のUTPケーブルの減衰量とNEXTロスに対する要求事項を用いて定義される。ケーブル・システムの許容される最大長は、STPケーブルと接続コードの品質によって異なってくる。

150オーム STPリンクの合成チャネル減衰量は、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eにおいてカテゴリ3のUTPケーブルに対して定義された減衰量の制限値に合っていないなければならない。

150オーム STPリンクの合成チャネルNEXTロスは、EIA/TIA 568 A95のAnnex Eにおいてカテゴリ3のUTPケーブルに対して定義されたNEXTロスの制限値に合っていないなければならない。

これらの状況下で、リンクを構成する際に用いられるケーブルとコードに関する特性インピーダンスおよびSRLは、EIA/TIA 568 A95の10章の150オーム STPに対する要求事項に合っていないなければならない。

#### 2.4.3.2 150オーム STPシステムに対する参照モデル構成

典型的なケーブルシステムは、MICで終端された固定ケーブルと両端に接続ケーブルがあるものである。一般に接続ケーブルの単位長当たりの減衰量は、固定ケーブルの減衰量の150%までが許容される。詳細は、ISO/IEC 11801:1995の6章に述べている。

STPシステムの参照モデルは、90mのSTP-Aケーブルと合計10mのSTP-A接続コードとリンク内に4個のSTP-Aコネクタから成るリンクと定義される。

#### 2.4.3.3 150オーム STPに準拠したチャネルの例

2.4.3.1節の減衰量とNEXTロスに対するリンクの要求事項は、2.4.3.2節で示されたものと同様なチャネルの参照モデルの電気的性能から得ているので、2.4.3.2節のチャネルの参照モデルは準拠したリンクの例である。さらに90m以下のSTP-Aケーブルと10m以下のSTP-A接続コードとリンク内に4個以下のSTP-Aコネクタから成るリンクは、準拠したリンクの例である。しかしながら、STPの部品で構成され、リンクの減衰量とNEXTロスに関する2.4.3.1節の要求事項を満足するようなリンクも許容される。

また多くの状況では、NEXTロスと減衰量をトレードオフすることにより、チャネルの参照モデルとはトポロジーが異なるが許容できる性能を持つリンクを得ることも可能である。潜在するトレードオフの数はとても多く、この問題は本標準の範囲を超えている。

#### 2.4.3.4 STP物理媒体インタフェース・コネクタ

固定ケーブルの両端はSTP-MICで終端されなければならない。

STP-MICは、EIA/TIA 568 A95の11章に定義されている通信用コネクタの全ての要求事項に合っていないなければならない。

STP-MICの接点の配置を表2-8/JT-I432.5に示す。

表 2 - 8 / J T - I 4 3 2 . 5 S T P - M I C の接点の配置  
(ITU-T I.432.5)

接点	A T M 加入者機器の信号	A T M ネットワーク装置の信号
B	Transmit +	Receive +
R	Receive +	Transmit +
G	Receive -	Transmit -
O	Transmit -	Receive -

S<sub>B</sub> 参照点の物理レベルでは、ビットレートは 2 5 6 0 0 kbit/s である。セルの開始コマンドを除くユーザセル、シグナリングセル、A T M レイヤおよび上位レイヤの O A M セルに対して可能な最大ビットレートは 2 5 1 2 5 kbit/s である。

### 3 . 伝送コンバージェンスサブレイヤにおける機能

伝送コンバージェンス ( T C ) サブレイヤの機能は以下の通りである。

- ・ スクランプリングおよびデスクランンプリング
- ・ 以下の手段を提供する 4 B 5 B ( 4 ビット / 5 ビット ) ブロック符号化および復号化 ( コマンドコードを含む )
  - セル同期とスクランブラ / デスクランブラリセット
  - 等時間隔サービスのための周期タイミング信号のサポート
- ・ ノン・リターン・ゼロ・インパース ( N R Z I ) 符号化および復号化
- ・ H E C 生成および確認
- ・ セルレート調整

図 3 - 1 / J T - I 4 3 2 . 5 は T C サブレイヤのブロック図の例であり、上記の機能とデータフローの関係を表す。

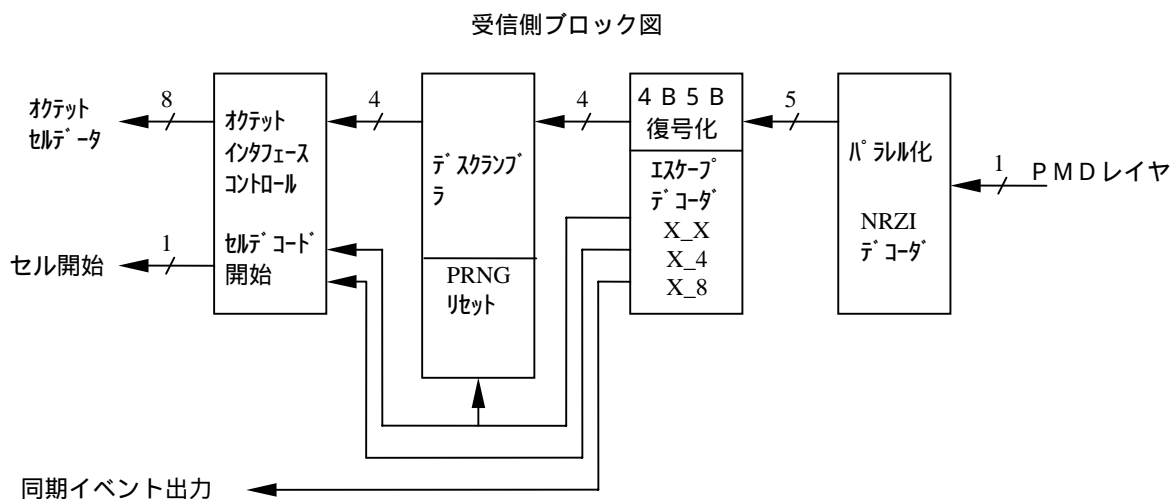
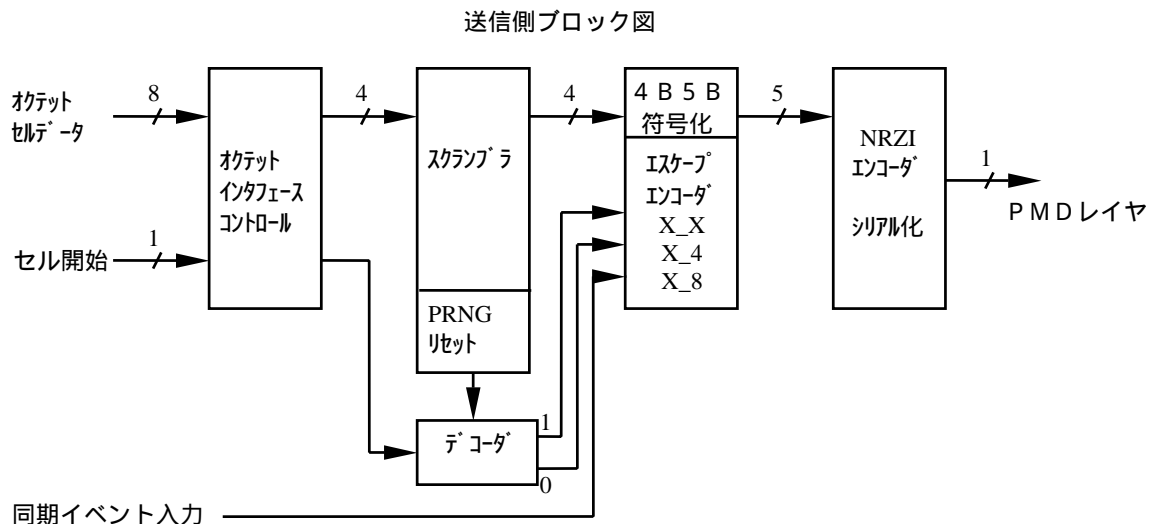


図 3 - 1 / J T - I 4 3 2 . 5 T C サブレイヤのブロック図の例  
(ITU-T I.432.5)

### 3.1 セルのスクランブルおよびデスクランブル

伝送路を通る電気信号の適切な周波数分布を提供するために、データオクテットは図 3 - 2 / J T - I 4 3 2 . 5 に例示したように送信前にスクランブルされなければならない。

A T Mセルの全 5 3 オクテットが、送信前にスクランブルおよび符号化されなければならない。

スクランブラおよびデスクランブラは、各々 1 0 ビットの擬似乱数生成回路 ( P R N G ) から成る。P R N G は次の多項式に基づいている。

$$x^{10} + x^7 + 1$$

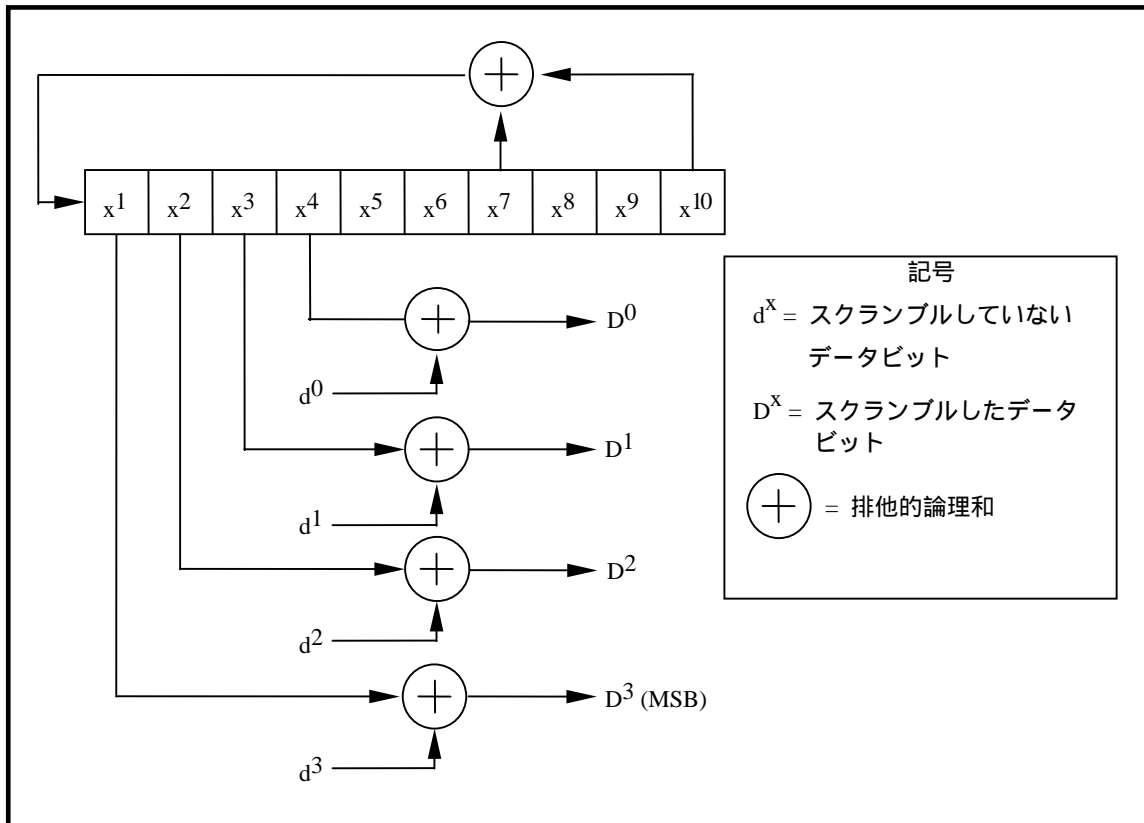


図3 - 2 / JT - I 4 3 2 . 5 擬似乱数生成回路のブロック図の例  
(ITU-T I.432.5)

コマンドオクテット、有効データまたは無効データが伝送されているかどうかに関わりなく、PRNGは各ニブル（4ビット）毎に4回クロックされる。コマンドオクテットはスクランブルされてはならない。

スクランブラ/デスクランブラは、連続したニブルデータ（上位ニブルの上位ビットを始めとする）がPRNG（上図に記された  $x^1$   $x^2$   $x^3$   $x^4$ ）の対応する4ビットと各ニブル毎（4 × ビットサイクル時間毎）に排他的論理和をとるように実行される。

PRNGは、そのエスケープニブル（'X'）がオクテット列（例えば、セル開始のX\_Xシーケンスをなす）であるかどうかに関係なく、2回連続したエスケープニブルを検出する毎に初期状態（3FFH）にリセットされる。2回連続したエスケープニブルの後の最初のニブルは、もしそれがスクランブルされないコマンドオクテットの一部でなければ、スクランブラシーケンスの初期値'F'との排他的論理和をとらなければならない。またPRNGは、そのニブルがスクランブルされたかどうかに関わらず、全てのニブル（無効データとコマンドデータを含む）の後に、リセットまたはクロック（新しいPRNG 4ビットを生成）されなければならない。

注：図3 - 3 / JT - I 4 3 2 . 5は、X\_Xの直後にX\_8のような別のコマンドオクテットがくる事例を示している。このような事例は通常動作中に起こりうる。この事例では、2つ連続したXシンボルを2回検出した結果、2回目のリセットが発生している。

シンボル - ペア	X	X	X	8	1	2	3	4	5	6
PRNG リセット			▲	▲						
PRNG クロック	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
PRNG ニブル	?	?	F	F	0	8	3	C	F	E
スクランブル	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y

図 3 - 3 / J T - I 4 3 2 . 5 セル開始のシンボル - ペア  
(ITU-T I.432.5)

この PRNG をランダムソースに近づけるために、PRNG リセット用タイマの値は 100 μs 以上にすることが推奨される。また、2 つのエンドステーションがスクランブルシーケンス中に同期はずれになる時間を制限するために、PRNG リセット用タイマの値は 500 ms 以下にすることが推奨される。実際の PRNG リセットは、リセット用タイマ超過後の最初のセルの先頭において行われる。

### 3.1.1 PRNG シーケンス

各ニブル（リセット状態から始まる）についての PRNG シーケンスを以下に示す。

F,0,8,3,C,F,E,8,C,7,C,C,7,D,4,3,9,4,0,0,1,8,4,4,0,3,9,5,8,4,5,8,7,D,5,B,D,0,0,3,8,D...

### 3.2 4 B 5 B ブロック符号化・復号化

4 B 5 B 符号化 / 復号化は回線上の適切な変化の発生を保証するために利用される。この符号には以下のような特徴がある。

- ・平均して 5 ビット中 3 つ以上の変化点が存在する
- ・ランレングスは 5 以下に制限される
- ・短期間の DC レベルの変動から免れる

各シンボルは 5 ビットで構成される。32 個の可能なシンボルのうち、17 個が有効である。

17 個の有効なシンボルは、16 個の 4 ビットデータニブル（16 進の「0」から「F」）の表現と 1 つのエスケープコードを提供する。このエスケープシンボルは、有効なシンボルの組み合わせ中唯一の「コンマ」の意味を持つ。

表 3 - 1 / J T - I 4 3 2 . 5 に、有効な 4 ビットデータを示す 5 ビットのシンボルへの変換を示す。

表 3 - 1 / J T - I 4 3 2 . 5 は送信するデータニブルの符号化と、受信した 5 ビットシンボルの復号化に使用されなければならない。本表にない全てのシンボルは無効である。



表3 - 1 / J T - I 4 3 2 . 5 4ビットコマンド/データ - 5ビットシンボル 変換テーブル  
(ITU-T I.432.5)

データ	シンボル	データ	シンボル	データ	シンボル	データ	シンボル
0000	10101	0001	01001	0010	01010	0011	01011
0100	00111	0101	01101	0110	01110	0111	01111
1000	10010	1001	11001	1010	11010	1011	11011
1100	10111	1101	11101	1110	11110	1111	11111
エスケープ ( X )	00010						

注：表中の2進の4ビットデータニブルと5ビット符号シンボルはMSBファースト（左側がMSB）で記載されている

各ATMセルのプロセスにおいて、内部データは送信される前に、スクランブル、符号化してNRZI符号に変換される。同様に受信器においても、セルスタートコマンドを検出すると、シリアルデータはNRZI復号化され、その結果得られた5ビットのシンボルからデータを得る。このニブルはさらにデスクランブルされ、ATMセルに組み立て直される。

### 3.2.1 シンボルペアレベルの符号構造

5ビットの符号化されたシンボルは組み合わせられて使用される。2種類のシンボルペアが定義され、

- ・コマンド
- ・データ列

を示す。

コマンドは、エスケープシンボルに引き続く、16個のデータシンボルまたはエスケープシンボルから構成される。この17種のコマンドのうち、3つが定義され有効となっている。これら3つの有効なコマンドと14個の無効（将来のため予約）なコマンドを以下に示す。

- ・ X\_\_X = セルスタートコマンド（スクランブラリセット）
- ・ X\_\_0 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_1 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_2 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_3 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_4 = セルスタートコマンド（スクランブラをリセットしない）
- ・ X\_\_5 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_6 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_7 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_8 = 同期イベントコマンド
- ・ X\_\_9 = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_A = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_B = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_C = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_D = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_E = 無効（将来のため予約）
- ・ X\_\_F = 無効（将来のため予約）

これらすべてのコマンドシンボルペアの組み合わせ（X\_\_X，X\_\_4とX\_\_8）は、シンボルペアの境界で送信される。シンボルペア列の境界は、最初のコマンドシンボルペアの出現により定義される。その後のコマンドシンボルペアも最初のコマンドシンボルペアとともに、シンボルペアの境界で送信される。

全ての5ビット符号化されたシンボルは、上位ビット（MSB）からシリアルに送出される。

### 3.2.2 セル同期

セル同期は、送出される前の各ATMセルに対する2つの有効なコマンドのどちらかをプリフィックスとすることにより行われる。ここで言う2つの有効なセルスタートコマンドを以下に示す。

- ・ X\_\_X = セルスタートコマンド（スクランブラリセット）
- ・ X\_\_4 = セルスタートコマンド（スクランブラをリセットしない）

### 3.2.3 タイミング信号のサポート

「ネットワーク・クロック」を必要とするアプリケーションにとって、この定義は必要である。等時間隔の通信をサポートするためのタイミング同期パルスの伝送を設けることがあり得る。特別な同期イベントのコマンドシンボル「X\_\_8」は、あらゆるシンボルペア列の境界に挿入される可能性がある。

これは、他のタイミングを参照するために用いられるが、8kHzのタイミング信号を伝送するために用いられることを想定している。

同期イベントコマンドは、同期イベントの入力を検出したあとに引き続く次オクテットに生成される。同期イベントシンボルペアは、回線上のいかなるシンボルペア（データまたはコマンドシンボルペア）より高いプライオリティを持ち、同期イベントの入力が検出された次のコマンドシンボルペアとして送信される。セル送信中にこれが起こった場合には、データ送信は、引き続くシンボルペアの送信時に一時的に中断され、X\_\_8コマンドシンボルペアが挿入される。この状況は、54個のシンボルペア（1つのコマンドシンボルペアと53個のデータシンボルペア）の連続する送信途中に、唯一割り込むことが許容される場合である。

オプションとして、受信器（ATMユーザ装置）で同期イベントコマンドを検出した場合には、その同期イベントコマンドは折り返され、上りパス（ATM網装置）に送信されることもできる。

図3-4/JT-I432.5に、スクランブラのリセットを伴う場合と伴わない場合のセルスタートコマンドのセル構造と、同期イベントコマンドがセルN+1に割り込んだ時のフローを示す。

図3-4/JT-I432.5の例に示すように、N番目のATMセルはX\_\_Xセルスタートコマンドに引き続く。これは、スクランブラとデスクランブラの両方において、疑似乱数生成回路をイニシャルステートへリセットするために行われる。N+1番目のセルは、単純に、スクランブラ/デスクランブラのリセットを行わないX\_\_4セルスタートコマンドに引き続く。また、N+1番目のセルにおいては、タイミング同期パルスが、X\_\_8タイミングマーカコマンドで記される。

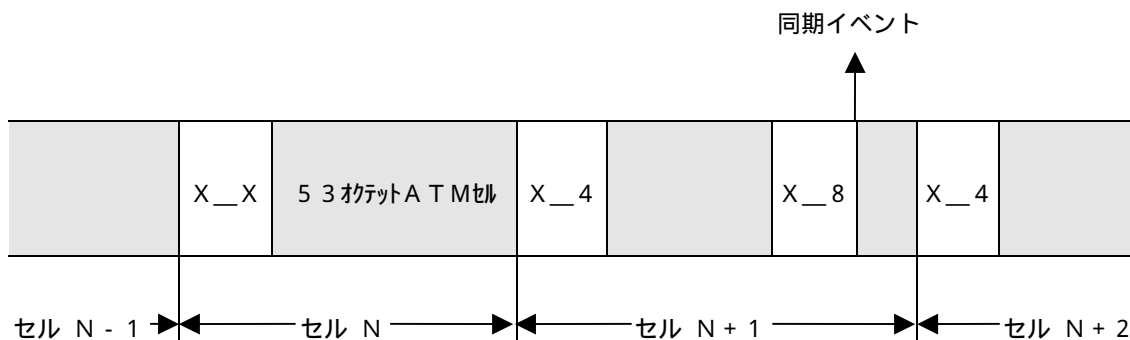


図 3 - 4 / J T - I 4 3 2 . 5 セル同期と同期イベントコマンドの使用例  
(ITU-T I.432.5)

5 3 オクテットの A T M セルに含まれる X\_\_X、X\_\_4、X\_\_8 以外のコマンドの受信についてはエラーとみなされ、セルを廃棄する場合がある。5 3 オクテットの A T M セルに含まれる X\_\_X、X\_\_4 コマンドの受信については、それまでに受信されたセルのオクテットを廃棄し、新しいセルの受信が開始されたことを示す。

受信器においては、デコーダは受信したシンボルが同期イベントコマンド ( X\_\_8 ) かセルスタートコマンド ( X\_\_X または X\_\_4 ) かを判定する。セルスタートコマンドを検出した場合はいつでも、受信した次の 5 3 オクテットは、復号化されデスクランブラに転送される。

アイドルステート ( コマンドもデータも送信されていない状態 ) においては、回線への伝送は続けられる。この、エスケープシンボル X を除いた任意のデータは、受信 P L L の同期を維持するために、符号化とスクランブルされ続ける。有効なセルの送信を開始する際には、コマンドシンボルペアは直ちに初期化される。( 4 B 5 B 符号は 5 ビットの最大ランレングスを保証することに注意する。これは、制御されない全てのオクテットがスクランブルされているのに加えて、アイドルステートにおけるビット同期を維持するために十分な変化点を提供する。 )

T C サブレイヤは完全な 5 3 オクテットの A T M セルを A T M レイヤとの間でやりとりをする。

### 3.3 N R Z I 符号化・復号化

送信中における 2 進 “ 1 ” または “ 0 ” のランレングスを制限するために、エンコーダからのデータシンボルは、P M D サブレイヤに送信される前に、シリアル化され、N R Z I 符号化されるべきである。

各シンボルは M S B を先頭にして並べられ、N R Z I 符号化される。

P M D サブレイヤから受信されたシリアルデータは、シンボルの境界が検出される前に、N R Z I 復号化される。

### 3.4 H E C の生成 / 確認

H E C は、セルヘッダ全体を対象とする。本標準ではビットエラーの検出だけが記述される。H E C フィールドによるビットエラーの検出のサポートが用いられる。

送信器はセルヘッダの最初の4オクテットからH E Cの値を算出し、H E Cフィールド(A T Mセルヘッダの最終オクテット)にその結果を挿入する。H E Cフィールドは8ビットシーケンスである。H E Cフィールドの値は、 $X^8$ にH E Cフィールドを除いたヘッダの中身をかけた値を多項式( $X^8 + X^2 + X + 1$ )で割った余りと、2進“01010101”というパターンの排他的論理和をとったものである。

本U N Iをサポートする装置は、T T C標準J T - I 4 3 2 . 1で定義されるH E Cのエラー検出と、H E Cのオクテット生成を実装しなければならない。生成多項式とコセットの使用はT T C標準J T - I 4 3 2 . 1に従わなければならない。

図3 - 5 / J T - I 4 3 2 . 5に受信器におけるH E Cの確認フローを示す。T Cサブレイヤは、誤ったH E Cを持ったいかなるA T MセルもA T Mレイヤに転送しない。

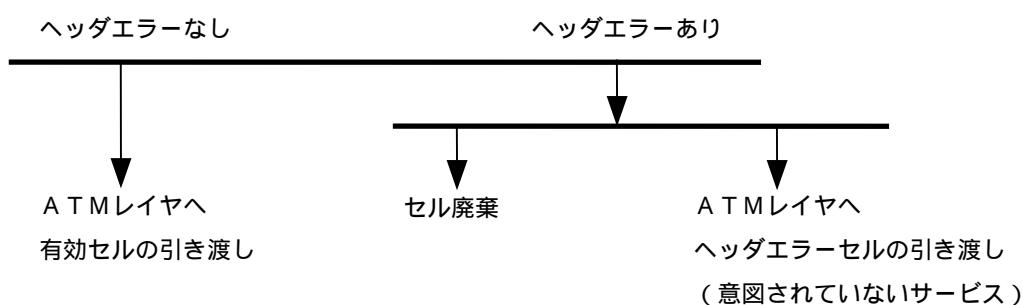


図3 - 5 / J T - I 4 3 2 . 5 H E C確認フロー  
(ITU-TI.432.5)

T T C標準J T - I 4 3 2 . 1に定義されているように、H E C方式は1つおよび複数のビットエラーの検出が可能である。このU N Iで使用される4 B 5 Bブロック符号は、ビット落ちによって複数のビットエラーが発生するので、H E Cによるエラーの訂正モードは使用しない。受信したセルにヘッダのエラーが検出されたならば、そのセルは廃棄されなければならないのでH E Cによるエラーの検出は必要である。

付録 T T C 標準用語対照表

英 語	T T C 標準用語
asynchronous transfer mode (ATM)	非同期転送モード
bit error ratio (BER)	ビットエラー率
broadband aspects of integrated services digital network (B-ISDN)	広帯域 I S D N
cell delineation	セル同期
cell header	セルヘッダ
foiled twisted pair (FTP)	ホイルドツイストペア
header error control (HEC)	ヘッダ誤り制御
media interface connector (MIC)	物理媒体インタフェースコネクタ
near end crosstalk (NEXT)	近端クロストーク
non return to zero invert (NRZI)	ノン・リターン・ゼロ・インバート
phase lock loop (PLL)	フェイズ・ロック・ループ
physical media dependent (PMD)	物理媒体依存
pseudo random number generator (PRNG)	疑似乱数生成回路
receiver acquisition time (RAT)	受信器捕捉時間
receiver return loss (RRL)	受信器リターンロス
structural return loss (SRL)	構造的リターンロス
shielded twisted pair (STP)	シールドツイストペア
transmission convergence (TC)	伝送コンバージェンス
transmitter duty cycle distortion (TDCD)	送信デューティサイクル歪み
transmitter edge jitter (TEJ)	送信エッジジッタ
transmitter launch amplitude (TLA)	送信振幅
transmitter return loss (TRL)	送信器リターンロス
user network interface (UNI)	ユーザ・網インタフェース
unshielded twisted pair (UTP)	非シールドツイストペア
4 bit / 5 bit line coding mechanism	4 ビット / 5 ビット回線符号化方式