

J J - 1 0 0 . 0 1

**メタリック加入者線伝送システムの
スペクトル管理**

[Spectrum Management for Metallic Transmission Systems]

第 3.0 版

2005 年 xx 月 xx 日制定

社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

<参考>

1. 国際勧告等との関連

本 TTC 標準に対応する ITU 勧告はなし。

2. 改版の履歴

版数	発行日	改版内容
第1版	2001年11月27日	制定
第2版	2003年11月27日	スペクトル管理手法の改訂 スペクトル適合性確認実施結果の反映
第3版	2005年xx月xx日	

3. その他

3. 1 他の TTC 標準との関係

本文中にある ITU-T 勧告と TTC 標準との関係は以下の通りである。

G.961	JT-G961(2001年4月 第5版制定)
G.992.1	JT-G992.1(2002年4月 制定)
G.992.2	JT-G992.2(2001年11月 制定)
G.996.1	JT-G996.1(2002年4月 第2版制定)

(編集者注：最新の状況を反映必要)

3. 2 参照している勧告・標準等

ITU-T 勧告 G.961, G.991.2, G.992.1, G.992.2, G.996.1

4. 標準作成部門

DSL 専門委員会 スペクトル管理サブワーキンググループ

1. 範囲

この標準は、メタリック加入者回線を利用する伝送システム及びその伝送システムを利用してサービスを提供する事業者に対して、スペクトル管理をおこなう上での客観的な判断基準を規定するものである。スペクトル管理は、スペクトル適合性を確保するために、行なわれるものである。

スペクトルの適合性を確認する方法として、2通りの方法を規定する。

- (1) 信号電力の制限による方法（下記の数値が、いずれかの適合性確認済みシステムの規定値を満足する場合に適用）
 - ・総送信電力
 - ・送信電力スペクトル密度（PSD）
 - ・時間域波形（パルスマスク、バースト送信波形等の規定がある場合）
- (2) 適合性の計算による方法（適合性確認済みシステムの信号電力規定値を満足しない場合に適用）

この標準で規定されるスペクトル管理の適用範囲の前提は、同一収容局とユーザ終端装置間である。よって、収容局とユーザ終端装置との中間地点に TU-C を設置するアプリケーションまたリピータを使用するアプリケーションについては、想定していない。

また、電磁波適合性(Electromagnetic Compatibility)は、この標準の範囲外である。

さらに、私設ケーブル及び屋内配線ケーブルのスペクトル管理は、この標準の規定範囲外であるが、それらの管理を行なうための有効な参考情報として、利用できる可能性はある。

なお、私設ケーブル及び屋内配線ケーブルから公衆網へ発生する漏洩の影響については、今後の検討が必要となる課題である。

通常、ネットワーク及びユーザ終端装置に流れる信号は、下記の2通りがある。

- (1) 通常の通信伝送システムの電圧/電流
- (2) メンテナンス作業のための電圧/電流

この標準の範囲となるのは、(1) 通常の通信伝送システムの電圧/電流であり、(2) ネットワークのメンテナンス作業のための電圧/電流、また自然災害が原因(例えば、雷等)となった異常な電圧/電流は、この標準の範疇ではない。

2. 用語の定義、略語

2.1. 定義

下り：	TU-C から TU-R 方向へのデータ転送
上り：	TU-R から TU-C 方向へのデータ転送
音声帯サービス：	電話サービス、及び一般専用線(帯域品目：3.4kHz、3.4 kHz (S)、音声伝送、音楽放送、AM 放送、FM 放送) ¹

¹ ①電話サービス

スペクトル適合性： 同一ケーブル内で、二つ以上の伝送システムが互いに満足できる伝送特性を維持しながら共存できること。

スペクトル管理： 電話ケーブル内のDSL回線間の相互干渉が発生する可能性を最小化し、周波数スペクトルを有効に利用すること。

2.2. 略語

ADSL	非対称デジタル加入者線
ATU	ADSL 送受信機ユニット
ATU-C	局の ATU
ATU-R	加入者宅側の ATU
dBm	基準パワー1 ピコワット(-90dBm と等価)に対する、パワーレベルの割合(デシベル単位)
DMT	離散マルチトーン
DSL	デジタル加入者線の一般総称
FDM	周波数分割多重
ISDN	サービス総合デジタル網
OL	周波数オーバーラップ
PE	ポリエチレン
POTS	アナログ電話サービス
PSD	電力スペクトル密度
SDSL(2B1Q)	変調方式に 2B1Q を用いた対称型デジタル加入者線
SHDSL	変調方式に 16PAM(コーディッド)を用いた対称型デジタル加入者線
SNR	信号対雑音比(S/N 比)
sOL	シェイピングを施した PSD を有する周波数オーバーラップ
SSDSL	変調方式に DMT を用いた同期式対称型デジタル加入者線
TTR	TCM-ISDN タイミング基準
TTR _C	ATU-C で使われるタイミング基準
TTR _R	ATU-R で使われるタイミング基準
TU	DSL 送受信機ユニット
TU-C	局の TU
TU-R	加入者宅側の TU
UI	TCM-ISDN ユニットインターバル

NTT 電話サービスのインタフェース技術参考資料 [第 5 版] 1998 年 9 月

②一般専用線（帯域品目：3.4kHz、3.4 kHz (S)、音声伝送、音楽放送、AM 放送、FM 放送）

NTT 東日本 一般専用サービスの技術参考資料 [第 7 版] 2001 年 4 月

・第 II 編 帯域品目 (P7~41)

NTT 西日本 一般専用サービスの技術参考資料 [第 7 版] 2001 年 9 月

・第 II 編 帯域品目 (P7~41)

2.3. 参照

ITU-T 勧告 G.961－ISDN 基本速度アクセス用のメタリック市内回線上でのデジタル伝送システム

ITU-T 勧告 G.991.2－単一の対線による高速デジタル加入者線(SHDSL)送受信機

ITU-T 勧告 G.992.1－非対称デジタル加入者線(ADSL)送受信機

ITU-T 勧告 G.992.2－スプッタレス非対称デジタル加入者線(ADSL)送受信機

ITU-T 勧告 G.994.1－デジタル加入者線(DSL)送受信機のためのハンドシェイク手順

ITU-T 勧告 G.996.1－デジタル加入者線(DSL)送受信機のための試験手順

3. 標準の目的

この標準の目的は、メタリック加入者回線の同一ケーブル上で、複数伝送システムが共存出来るよう、伝送システム相互間の漏話の許容範囲を定めることにより、合理的なスペクトルの利用環境を保証するとともにメタリック加入者回線を有効に利用することにある。

1 通信事業者のみが、メタリック加入者回線の伝送システム技術を利用しサービスを行なう場合であれば、単独でスペクトル適合性に対する責任を持つことで充分であり、適合性をもつ伝送システム技術の任意のコンビネーションを選択することが出来る。しかしながら、メタリック加入者回線は、日本においても既に複数の通信事業者が利用して数種のサービスを提供出来るようルール化されており、スペクトル管理のための標準が定められない環境下においては、伝送システム間の漏話による相互干渉のため、サービスに悪影響を及ぼし利用者への不利益につながる事が考えられる。

そのため、この標準は、メタリック加入者回線を共用する全ての通信事業者が、スペクトル適合性に対する責任を共有することを期待し作成している。

この標準では、伝送システムを共存させるための有効な情報を得るために、伝送システム間同士で、相互干渉のシミュレーションを行っている。

なお、この標準で示されるシミュレーションをおこなうための計算手法、及びシミュレーション結果は、伝送システムのスペクトル適合性の評価のために使用するためのものであり、機器の期待性能や運用基準を得るためのものではない。

今後、新しい伝送システムもしくは伝送サービスをこの標準中に規定することが必要となる場合並びに、この標準が実フィールド上のスペクトル管理状況と乖離したもしくは乖離することが明らかになった場合など、必要に応じて検討をおこない、改版する。

4. 参照モデル

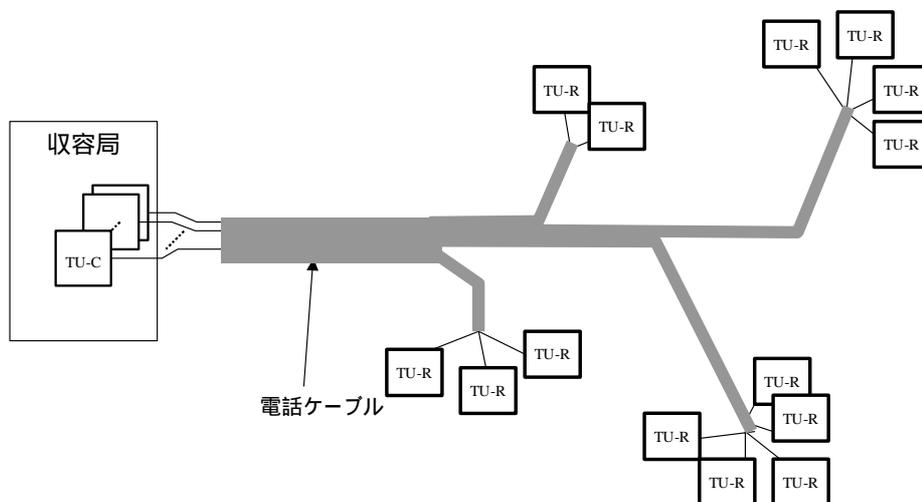


図 4.1 参照モデル

本標準においては、同一收容局とユーザ終端装置間のスペクトル管理を取り扱っている。同一收容局とユーザ終端装置との中間地点に TU-C を置くアプリケーションまたはリピータを使用するアプリケーションについては、想定していない。

5. スペクトル管理手法の概要

スペクトル管理は、電話ケーブル内に存在する複数のメタリック加入者回線間で発生する漏話の許容範囲を明確にし、メタリック電話線という資産を有効利用することを目的としている。

本章では、まず、スペクトル適合性の違いにより伝送システムを分類するためのクラス分けに関して説明し、次に、新しい伝送システムからクラスAの伝送特性に与える影響を確認する手法を説明する。

5.1. 伝送システムのクラス分け

伝送システムを、保護判定基準の有無、及び利用制限の有無から、表 5.1 の 4 つのクラスに分類する。

1

表 5.1 伝送システムのクラス分け

区分	保護判定基準あり	保護判定基準なし
利用制限なし	クラス A	クラス B
利用制限あり	クラス A'	クラス C

クラス A：クラス A に属する伝送システムは、スペクトル適合性を保証するためにケーブル内の収容及び線路長に特段の制限を必要としないものであり、音声帯サービスも含んでいる。音声帯サービスについては、いかなる伝送システムによっても、干渉による品質劣化の影響を受けてはいけない。音声帯サービス以外のクラス A に属する伝送システムは、D 章に示されており、他の伝送システムからの干渉の許容限界を表すものとして、保護判定基準値が規定される²。保護判定基準値の詳細に関しては、6 章で規定されている。なお、音声帯サービスの保護規定については、本標準の範囲外である。

クラス A'：クラス A' に属する伝送システムは、以下に挙げる利用制限の少なくとも一つが適用されることによりスペクトル適合性が保証される。具体的な利用制限は、伝送システム毎に異なる。

- (1) ケーブル内で収容制限を設ける
- (2) 使用可能な線路長の制限(限界線路長)を設ける

クラス A' に属する伝送システムは、D 章に示されており、他の伝送システムからの干渉の許容限界を表すものとして、クラス A と同様に保護判定基準値が規定される。ただし、線路長制限が設けられる場合はその線路長制限内において保護判定基準値が規定される。

¹各伝送システムは、5.2 で規定する方法でスペクトル適合性の確認を行い、表 5.1 の定義に従った分類を行うことを原則とするが、注記を加えた上で特例扱いをする場合がある。

² 伝送方式をグルーピング化して保護判定基準値を設定する場合もある。例えば、オーバラップ方式の ADSL に関する保護判定基準値は、FDM 方式の ADSL で代表させている(6 章参照)。

クラス B：クラス B に属する伝送システムは、スペクトル適合性を保証するためにケーブル内の収容及び線路長に特段の条件を設けない。クラス B のシステムに関しては保護判定基準値が規定されない。

クラス C：クラス C に属する伝送システムは、以下に挙げる利用制限の少なくとも一つが適用されることによりスペクトル適合性が保証される。具体的な利用制限は、伝送システム毎に異なる。

- (1) ケーブル内で収容制限を設ける
 - (2) 使用可能な線路長に制限(限界線路長)を設ける
- クラス C のシステムに関しては保護判定基準値が規定されない。

スペクトル適合性が確認済みの伝送システムの中で、ITU 勧告、あるいはその他の標準化団体において仕様が規定されているものは、D 章に示されており、上記の分類に従ったクラス分けがされている。

隣接しているメタリック加入者回線同士は、通常は同一エリアで使用されており、線路長が大きく異なることを前提にすると、限界線路長によってクラス A' やクラス C の伝送システムの使用範囲に制限を設けることによりスペクトル適合性を保証することには妥当性がある。

本標準のクラス A 及びクラス A' に入っていない伝送システムは、その技術仕様を明確化し、クラス A 及びクラス A' の各システムに対して影響を与えないかどうか、5.2 で述べる手法を用いて技術的確認を行い、クラス B かクラス C かを判断する。

本標準では、クラス A、クラス A' を保護される伝送システムと分類し、クラス B、クラス C を保護されない伝送システムと分類する。

5.2. スペクトル適合性の確認手法

同一電話ケーブル内の隣接するメタリック加入者回線において信号の伝送が行われているとき、一方の加入者回線を伝搬する信号は、他方の加入者回線に漏話雑音として侵入する。一般に、漏話による  レベルの増大は、受信機における信号対雑音比(SNR)を低下させる要因となる。二つの伝送システムが、十分な伝送特性を維持して同一ケーブル内で存在できるとき、これらの伝送システムの間には、スペクトル適合性があるとする。

新しい伝送システムのスペクトル適合性を確認する方法として、信号電力の制限による方法と適合性の計算による方法の 2 つがある。これらの方法に従って、新しい伝送システムをクラス B かクラス C に分類する。以下に、それぞれの方法について説明する。なお、スペクトル適合性を確認する手続きについては E 章を参照のこと。

5.2.1. 信号電力の制限による方法

D 章に示されている、既にスペクトル適合性が確認された伝送システムの送信電力規定を利用して、新しい伝送システムのスペクトル適合性の確認を行う。

以下のような信号電力に関する電気特性が、隣接回線に与える漏話雑音の大きさに影響する。

- 総送信電力
- 送信電力スペクトル密度(PSD)
- 縦出力電圧
- 不平衡減衰量
- 時間域波形 (パルスマスク、バースト送信波形等の規定がある場合のみ)

各伝送システムに対して、スペクトル適合性の判断を行う上で、総送信電力、及び送信電力スペクトル密度は必須の項目であり、D章に規定されている。また、他の3つの電気特性に関しても、各伝送システムに対して、可能な限りD章において規定されている。

新しい伝送システムの総送信電力、及び送信電力スペクトル密度が、既にスペクトル適合性の確認されたD章のいずれかの伝送システム(但し特例が適用されているシステムを除く)の規定を満足する場合、そのスペクトル適合性確認済みのシステムのクラスに対応して、クラスBまたはクラスCに分類される。

クラスB：参照する適合性確認済みシステムがクラスA、あるいはクラスBの場合

クラスC：参照する適合性確認済みシステムがクラスA'、あるいはクラスCの場合

5.2.2. 適合性の計算による方法

A章に示された計算方法に従い、6章に示されたスペクトル適合性判断基準を満足するかどうか判定する。

新しい伝送システムからの漏話雑音によって、クラスA及びクラスA'のシステムの伝送性能(伝送速度、伝送距離)が6章に示された保護判定基準値を完全に満足する場合、その伝送システムは本標準に従いスペクトル適合性があると判定し、クラスBに分類される。

また、新しい伝送システムからの漏話雑音によって、クラスA及びクラスA'のシステムの伝送性能が保護判定基準値を完全に満足しない場合でも、6章の手順に従って求めた収容条件と限界線路長の制限の下でスペクトル適合性を保証することが可能である。この場合、この新しい伝送システムは、クラスCに分類される。

(編集者メモ: 次節の内容について。適合性確認手法としては、「5.2.1 信号電力の制限による方法」にマージし、適合性判断基準としてのPSDマスクを「6.4 スペクトル適合性の判断基準」に追加してはどうか?)

5.2.3. バンドプランによる方法

上りと下りの専用の周波数帯域を分けたバンドプランを設け、同時にPSDを規定することでスペクトル適合性を保証する方法である。この方法は、1.1MHz以上の帯域に対して適用する。

- ・ 1.1MHz以上12MHz以下の帯域について

バンドプランはG.993.1 Annex Aに従う。PSDはANSI T1.424 FTTEEx用Mask2を許容する。詳細については以下に示す

- G.993.1 Annex A

表1にG.993.1 Annex Aのバンドプランで使用する周波数を示す。図1にその模式図を示す。

表 5.2 G.993.1- Annex A

	Frequency [MHz]	Direction
$f_0 - f_1$	0.025 – 0.138	Usage and Directional are optional
$f_1 - f_2$	0.138 – 3.75	Downstream
$f_2 - f_3$	3.75 – 5.2	Upstream
$f_3 - f_4$	5.2 – 8.5	Downstream
$f_4 - f_5$	8.5 – 12	Upstream

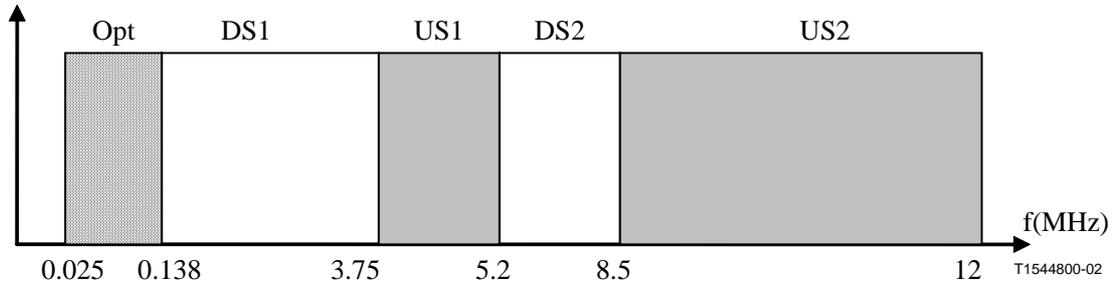


图 5.1 G.993.1 – Bandplan A

- ANSI T1.424 FTTE_x 用 Mask2

表 5.3 VDSL downstream PSD templates – CO case

Frequency [kHz]	PSD [dBm/Hz]	
	Mask1	Mask2
0 – 4	-101	-101
25	-40	-40
1104	-40	-40
1622	-60	-50
3750	-60	-53.5
3750 – 5200	Out of band PSD	
5200	-60	-55
8500	-60	-55
8500 – 12000	Out of band PSD	

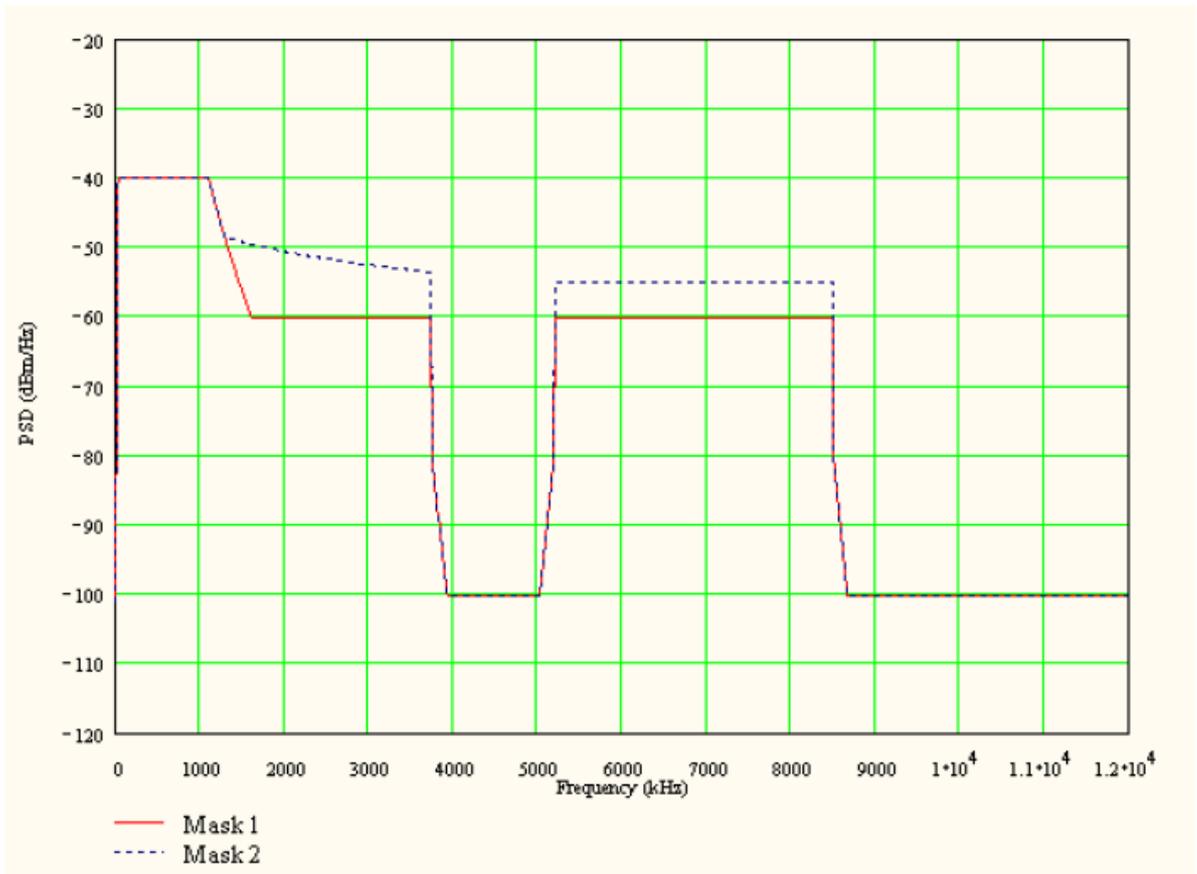


图 5.2 VDSL downstream PSD templates for CO case

表 5.4 VDSL upstream PSD templates – CO case

Frequency [kHz]	PSD [dBm/Hz]	
	Mask1	Mask2
0 – 4	-101	-101
25	-38	-38
138	-38	-38
138 - 3750	Out of band PSD	
3750	-60	-53
5200	-60	-53
5200 – 8500	Out of band PSD	
8500	-60	-54
12000	-60	-54

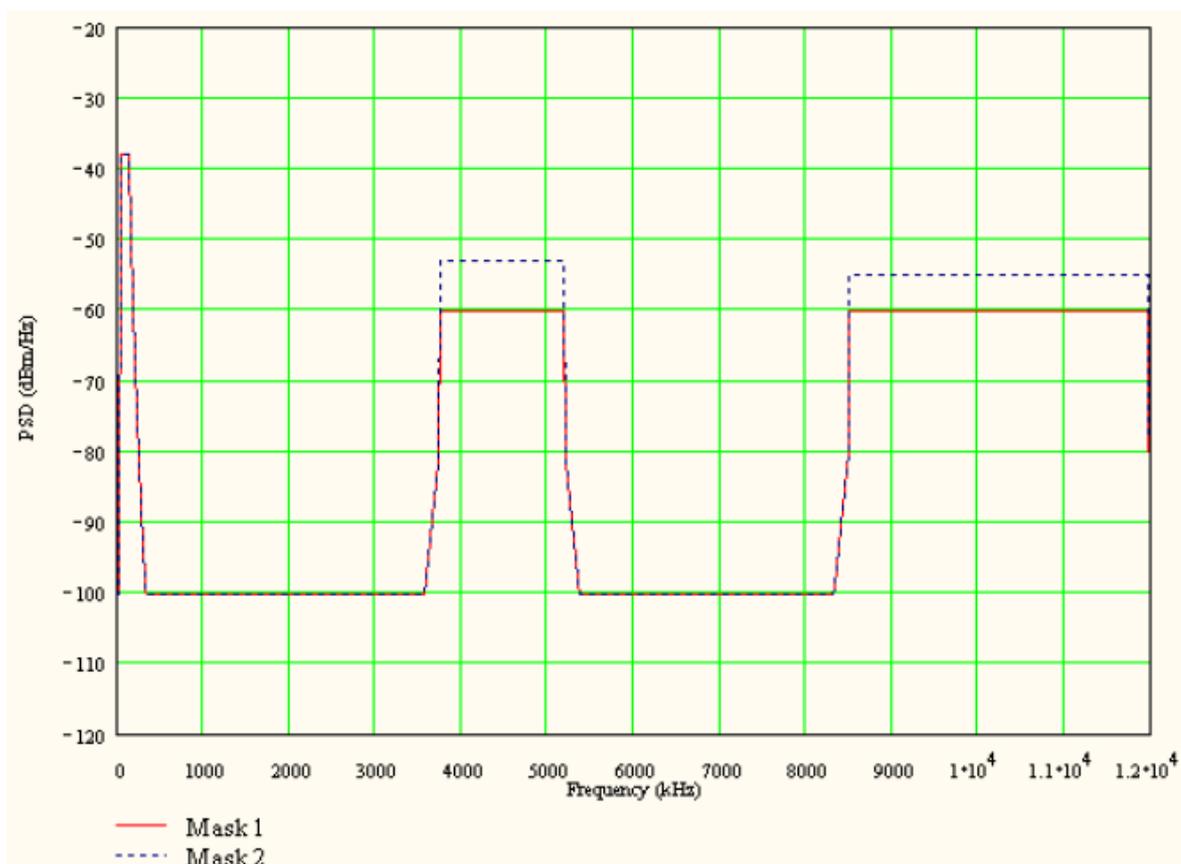


図 5.3 VDSL upstream PSD templates for CO case

- ・ 12MHz 以上の帯域について
将来 ITU-T で勧告化される VDSL2 のバンドプランに従う。

5.3. クラスの変更

本項では、伝送システムのクラス変更の考え方について規定する。なお、クラス変更の具体的な手続きについては F 章を参照のこと。

5.3.1. 保護されないシステムから保護されるシステムへのクラス変更

既にクラス B に分類されている伝送システムをクラス A に、もしくは、既にクラス C に分類されている伝送システムをクラス A' に変更する際には、以下の条件を適用する。

- ITU 勧告、あるいはその他の標準化団体において仕様が規定されている。
- (a) に該当しないシステムであるが、仕様が確定し広く認知されていることに加え、スペクトル適合性を判断するために必要な項目(送信信号電力、変調方式、符号形式、ビットレート、初期化手順、特定の基準線路と雑音の組合せで確保すべきマージン、など)が全て仕様化されている。
- 日本の加入者線において、広く普及が見込まれる。(目安として 100 万加入が見込まれる、もしくは利用者保護の観点から追加が望ましいと判断される。)

上記の各条件の中で、(a)～(c)に関しては、((a) or (b)) and (c) を満足しなければならない。なお、クラス A あるいは、クラス A' に追加されることによって、従来の保護判定基準値に影響を及ぼさないことが好ましい。

5.3.2. 保護されるシステムから保護されないシステムへのクラス変更

既にクラス A に分類されている伝送システムをクラス B に、もしくは、既にクラス A' に分類されている伝送システムをクラス C に変更する際には、以下の条件を適用する。

- (a)クラス変更の提案時点において、該当伝送システムが提供されていない、もしくはその提供数がわずかであり該当伝送システムの将来的な利用が予定されていない。
- (b)代替可能な技術が存在している。
- (c)事後措置の有無も含め、該当伝送システムを提供している事業者間の合意が存在する。（事業者間合意は提案のあった事業者が関係する事業者を対象に合意形成を行うものとする。）

上記の(a)～(c)に関しては、全てを満足しなければならない。

5.3.3. 利用制限を受けるシステムから利用制限を受けないシステムへのクラス変更

クラス A' から A もしくは、クラス C から A、B へのクラス変更に必要な条件に関しては、今後の検討課題とする。

5.4. 線路長の定義

本標準において、線路長は全て分岐(ブリッジタップ)のない 0.4mmPE 絶縁ケーブルの長さで与えられている。160kHz における伝送損失が等しくなるように線路長を変換することで、本標準において示された線路長を他のケーブルを使用した場合にも利用できる。限界線路長も、この方法で異なる線径、材質を使用した場合に換算可能である。電話ケーブルの伝送損失に関しては、G.996.1 6.1.3 および B 章を参照のこと。また、本標準では 5km までの線路長におけるスペクトル適合性の判断を行う基準を規定している。

6. 計算によるスペクトル適合性の判断基準

6.1. 目的

本章では、伝送システムのスペクトル適合性の有無を計算により判断するための基準について規定している。下記の通り、A章にて規定されるクラスA、A'の伝送システムへの影響を評価するための計算式を用いて伝送性能を求め、保護判定基準値との比較を行なうことにより、利用制限のないクラスBか、あるいは利用制限のあるクラスCかの判断を行う。

6.2. クラス A、A'伝送システム

クラスAの伝送システムには、以下のような種類がある。

- 1) 音声帯サービス
- 2) ISDN (G.961 Appendix III、JT-G961)
- 3) ADSL
 - 3-1) G.992.1 Annex A (FDM)
 - 3-2) G.992.1 Annex C DBM (FDM)
 - 3-3) G.992.2 Annex A (FDM)
 - 3-4) G.992.2 Annex C DBM (FDM)
 - 3-5) G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD)
 - 3-6) G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 6 (XOL)
 - 3-7) G.992.1 Annex A (sOL) クラス A 仕様

これらの中で、音声帯サービスに対するスペクトル適合性の判断は、本標準の範囲外である。

第2版において特例によりクラスAシステムであった、G.992.1 Annex C DBM(OL) クラスA仕様は、クラスCシステム G.992.1 Annex C DBM(OL) と仕様が同じであり、且つ、利用制限に差分がないためクラスCの同システムへ統合する。

(編集者メモ: 「G.992.1 Annex A (sOL) クラスA仕様」の取扱は、第2版通りで良いか? 課題表 C.1.6 では、「ITU やTTC で標準化されているシステムに限定」することを合意している)

クラスA'に属する伝送システムは現在規定されていない。

6.3. スペクトル適合性判定のためのクラスA、A'のグルーピング

クラスA、A'の伝送システムの中で、同様な伝送方式を用いるシステムについてはグルーピングを行い、保護判定基準値算出や新システムのスペクトル適合性計算のための代表システムを規定する。表6.1にグルーピングの結果と代表システムを示す。

表 6.1 各システムのグルーピングと代表システム

No.	同じグループ内の各システム	代表システム
1	・ ISDN (G.961 Appendix III、JT-G961)	ISDN (G.961 Appendix III、JT-G961)
2	・ G.992.1 Annex A (FDM) ・ G.992.1 Annex A (sOL) クラス A 仕様	G.992.1 Annex A (FDM)
3	・ G.992.1 Annex C DBM (FDM) ・ G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD) ・ G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 6 (XOL)	G.992.1 Annex C DBM (FDM)
4	・ G.992.2 Annex A (FDM)	G.992.2 Annex A (FDM)
5	・ G.992.2 Annex C DBM (FDM)	G.992.2 Annex C DBM (FDM)

6.4. スペクトル適合性の判断基準

A 章に示す計算方法を用いて、新システムを同一カッドを含む 5 回線に与干渉源として収容した時のクラス A、A' の代表システム(6.3 参照)の伝送性能が、表 6.2 に示す保護判定基準値より低下しない場合、新システムは本標準に従いクラス B としてスペクトル適合性があると判断する。

また、表 6.2 に示す保護判定基準値を下回る場合でも、6.4.2 に示す手法を使用して求めた収容制限と限界線路長の制限の下で、クラス C としてスペクトル適合性があると判断する。

6.4.1. 保護判定基準値 (クラス A、A' システムへの干渉許容限界)

保護判定基準値は、クラス A、A' のシステムが相互に干渉した場合の最悪ケースを想定して算出している。具体的には、クラス A、A' の各代表システムに関して、クラス A、A' の各代表システムが同一カッドを含む 5 回線と干渉源とした時の伝送性能を A 章に示す手法を用いて線路長 0.5km から 5km まで(クラス A' については 0.5km から限界線路長まで)0.25km 刻みで求め、各距離においての最小値を保護判定基準値とする。クラス A' については、限界線路長を超える保護判定基準値は定義されない。

表 6.2 保護判定基準値 [単位: kbit/s]

距離	ISDN		G.992.1 AnnexA (FDM)		G.992.2 AnnexA		G.992.1 AnnexC (FDM)		G.992.2 AnnexC (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DBM		DBM	
							DS	US	DS	US
0.5	144	144	7104	832	3008	832	7104	832	3008	832
0.75	144	144	6784	832	2944	832	6912	832	2944	832
1	144	144	5952	832	2624	832	6368	832	2752	832
1.25	144	144	4896	800	2272	800	5696	800	2528	800
1.5	144	144	3840	768	1824	768	5024	800	2272	800
1.75	144	144	2496	736	1440	736	4192	768	2016	768
2	144	144	1696	704	960	704	3680	736	1696	736
2.25	144	144	1088	640	640	640	3296	704	1504	704
2.5	144	144	704	576	352	576	3008	672	1312	672
2.75	144	144	480	512	160	512	2720	640	1216	640
3	144	144	320	448	96	448	2368	576	1184	576
3.25	144	144	224	352	64	352	1984	512	1152	512
3.5	144	0	128	288	32	288	1632	480	1120	480
3.75	0	0	64	224	32	224	1344	448	1088	448
4	0	0	32	192	0	192	1088	416	1024	416
4.25	0	0	0	160	0	160	928	416	928	416
4.5	0	0	0	128	0	128	768	384	832	384
4.75	0	0	0	96	0	96	608	352	704	352
5	0	0	0	64	0	64	416	352	544	352

注：ISDN は速度固定のシステムである。A 章に示す手法で距離をパラメータに S/N 比を計算し、これが 26.46dB(マージン 6dB を含む)を満たしていれば 144kbit/s の速度を満足することとする。この場合の保護判定基準値は、ISDN の伝送可能最大距離である。

表 6.3 主たる与干渉源

代表システム	主たる与干渉源	
	DS	US
ISDN(G.961 Appendix III、 JT-G961)	G.992.1 Annex A, G.992.1 Annex C DBM	G.992.1 Annex A, G.992.1 Annex C DBM
G.992.1 Annex A (FDM)	ISDN	ISDN
G.992.2 Annex A (FDM)	ISDN	ISDN
G.992.1 Annex C DBM(FDM)	ISDN (~4.75km), G.992.1 Annex A, G.992.1 Annex C DBM (5km)	ISDN
G.992.2 Annex C DBM(FDM)	ISDN (~4.75km), G.992.1 Annex A, G.992.1 Annex C DBM (5km)	ISDN

6.4.2. 新システムの限界線路長

新システムが表 6.2 に示す保護判定基準値の一部を劣化させる場合、下記の手順に従って求めた限界線路長以内において使用する場合に限り、当該システムはスペクトル適合性を満足する。限界線路長は、すべての距離でクラス A、A' のシステムとのスペクトル適合性を満足できないシステムに関して、クラス A、A' の伝送速度を大きく劣化させない範囲で利用可能とすることを目的として設定している。以下に、新システムの限界線路長の算出手順を示す。

手順 1) 新システムの回線が 6.4.3 のケーブル内収容条件に従った与干渉源となる時の、あるクラス A、A' の代表システムの伝送速度を A 章に基づいて計算し、表 6.1 に示す保護判定基準値を下回らない最大線路長を求める。ただし、最大線路長は 0.5km から 5km までの間とし、0.25km 単位に切り捨てる。
 手順 2) 表 6.2 に示すクラス A、A' の代表システム (5 システム) の上り/下りすべてについて手順 1 の最大線路長を求め、これらの最小値を新システムの限界線路長とする。

6.4.3. ケーブル内収容条件

ケーブル内収容条件として規定されているものは下記の通りである。

- a) 同一カッドを含めてケーブル内のあらゆる位置に収容できる。6.4.2 手順 1 の計算では同一カッドを含む 5 回線(同一カッド 1 回線+隣接カッド 4 回線)を想定する
- b) 同一カッド内にはクラス A、クラス A' のシステムと共存できない。同一カッドを除くケーブル内のあらゆる位置には収容できる。6.4.2 手順 1 の計算では同一カッドを除く 4 回線(隣接カッド 4 回線)を想定する

ケーブル構造に関しては、B 章に示されている。

A. 新システムからクラスA、A'伝送システムへの干渉の評価

A.1. 評価の目的・適用範囲

新たな伝送システムのスペクトル適合性を解析する目的は、下記の2点である。

- a) 新技術が広く普及しているクラスA、A'伝送システムに大きく影響を及ぼさないことを確認するため
- b) メタリック加入者線における新伝送技術の刷新を行なう基盤をつくるため

これらを目的として新システムからクラスA、A'伝送システムへのスペクトル適合性をシミュレーションする計算手法を本章にて示す。

5.2で述べられているように、送信 PSD や送信電力、時間領域波形などに注目して信号電力の制限によってスペクトル適合性を判断する手法もあるが、適合性確認済みシステムの信号電力規定値を満足しない新システムが登場することも十分考えられる。本章では、これら新システムからクラスA、A'伝送システムへの影響を評価し、スペクトル適合性を確認するための計算式について説明している。また、クラス変更を行ってクラスA、A'に伝送システムを加える際にも、保護判定基準値の算出に本手法が用いられる。

本手法から導かれる S/N 比や伝送速度は、新システムのクラスA、A'伝送システムへのスペクトル適合性の評価や解析のみに利用されるべきである。実際の機器のフィルタやイコライザ特性、DMT フレームのオーバーヘッド等は考慮しない理想的な状況を仮定しているため、本手法の結果は、実際の機器の期待性能を表しているわけではない。また、本手法は、新システムからクラスA、A'伝送システムへの影響を検討するものであり、新システムへの影響についての評価は適用範囲外である。

A.2. 解析方法

新システムからクラスA、A'伝送システムへのスペクトル適合性の評価方法について述べる。新システムが登場した場合、すべてのクラスA、A'のシステムへの影響を評価する必要がある。また、上りと下りでスペクトルが異なる伝送システムがあるので、上りと下りの両方について適合性の検討を行なう必要がある。

A.2.1. S/N 比、伝送速度計算方法

本節ではスペクトル適合性の計算方法として、リニアイコライザによる計算方法、DMT による計算方法の2種類を挙げる。

速度固定のシステム(ISDN)に使用するリニアイコライザは換算線路長対 S/N 比によって、速度可変の DMT 方式 ADSL は換算線路長対伝送速度によって評価を行なう。

A.2.1.1. リニアイコライザ(ISDN)

ISDN が被干渉時の最大伝送距離は、以下の計算式により表される。

$$\frac{\frac{ds^2}{R}}{\int_0^\infty N(f) \times (E_0(f))^2 df} \geq 10^{(SNR/10)}$$

ただし、SNR[**dB**]は ISDN 所要 S/N 比 (A.4 参照)、ISDN 送信電圧 $ds=6[V_{OP}]$ 、ISDN 終端インピーダンス $R=110[\Omega]$ 、 $N(f)$ は ISDN 受信入力点での漏話雑音電力と背景雑音電力を電力加算した片側雑音片側電力スペクトル密度(A.2.2, A.4 参照)であり、 $E_0(f)$ は以下の計算式で表される

$$E_0(f) = \frac{filter(f)}{S_0(f) \times |H(f)|}$$

$$S_0(f) = \frac{1}{2 \times f_{sym}} \times \frac{\sin(\pi \times \frac{f}{2 \times f_{sym}})}{\pi \times \frac{f}{2 \times f_{sym}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}}$$

ただし、ISDN シンボルレート $f_{sym} = 320 \times 10^3$ [baud] は ~~シンボルレート~~、 $f_{3dB} = 2 \times f_{sym}$ 、 $S_0(f)$ は ISDN 送信信号孤立電圧波形（矩形波）の電圧電力スペクトル密度、 $H(f)$ は線路（電圧）伝達特性(A.3参照)をあらわす。また、 $filter(f)$ は次の式を満たすコサインロールオフフィルタである。

$$\begin{cases} filter(f) = \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{1 + \cos(\pi \times f / f_{sym})}{2} & (|f| \leq f_{sym}) \\ filter(f) = 0 & (|f| > f_{sym}) \end{cases}$$

A.2.1.2. DMT

速度可変な DMT 方式 ADSL では、次の式に基づいて m 番目から n 番目までの各サブキャリアに搭載できるビット数の総和 b を求めた上で、伝送速度を導き出す手法を取る。

$$b = \sum_{i=m}^n \log_2 \left(1 + \frac{S(f_i) \cdot |H(f_i)|^2}{N(f_i) \cdot 10^{\Gamma/10}} \right)$$

$S(f_i)$ は i 番目のサブキャリアの送信電力スペクトル密度、 $N(f_i)$ は i 番目のサブキャリア周波数での雑音電力スペクトル密度(A.2.2 参照)、 $H(f_i)$ は i 番目のサブキャリア周波数での線路（電圧）伝達特性(A.3 参照)、 Γ は実効 SNR ギャップで、次の式により導き出される。

$$\Gamma = 9.75 - C + M$$

ただし、 C はコーディングゲイン、 M はノイズマージン(いずれも A.5 参照)を表す。

A.2.2. 漏話雑音計算方法

A.2.2.1. 近端漏話雑音

近端漏話雑音の送信電力スペクトル密度は次の式で表される。

$$NEXT(f) = S(f) \cdot (R_{signal} / R_{disturber}) \cdot \left(10^{\frac{NPSL}{10}} \cdot f_{NXT}^{-\frac{3}{2}} \right) \cdot f^{\frac{3}{2}}$$

ただし、 $S(f)$ は与干渉源の送信電力スペクトル密度、 R_{signal} は被干渉回線の装置終端インピーダンス、 $R_{disturber}$ は与干渉回線の装置終端インピーダンスを表す。また、 $f_{NXT} = 160 \times 10^3$ [Hz]、NPSL は dB 単位で示された多重近端漏話減衰量である(表 B.1 参照)。

A.2.2.2. 遠端漏話雑音

遠端漏話雑音の電力スペクトル密度は次の式で表される。

$$FEXT(f) = S(f) \cdot (R_{signal} / R_{disturber}) \cdot |H(f)|^2 \cdot \left(10^{\frac{FPSL}{10}} \cdot d_{FXT}^{-1} \cdot f_{FXT}^{-2} \right) \cdot d \cdot f^2$$

ただし、 $S(f)$ は与干渉源の送信電力スペクトル密度、 R_{signal} は被干渉回線の装置終端インピーダンス、 $R_{disturber}$ は干渉回線の装置終端インピーダンスを表す。また、 $H(f)$ は線路（電圧）伝達特性(A.3参照)をあらわす。 $f_{FXT} = 160 \times 10^3$ [Hz]、 $d_{FXT} = 1.0 \times 10^3$ [m]、FPSL は dB 単位で示された多重遠端漏話減衰量である(表 B.1 参照)。

A.3. 線路伝達特性

0.4mmPE(ポリエチレン)絶縁ケーブルの伝達特性を使用する。電圧の伝達特性 $H(f)$ は、以下で与えられる。

$$H(f) = e^{-\gamma(f) \times d}$$

ただし、 $\gamma(f)$ は伝播定数、 d は線路長 (=換算線路長) である。

$\gamma(f)$ は、線路の一次定数 $R(f)$, $L(f)$, $C(f)$, $G(f)$ から求められ、ITU-T 勧告 G.996.1 Annex B に定められている数値を用いる（付録 B.3 参照）。

なお、 $-20 \times \log_{10} [|H(f)|]$ [dB] を線路減衰量と呼び、1km の時の計算結果を、図 A.1 に示す。

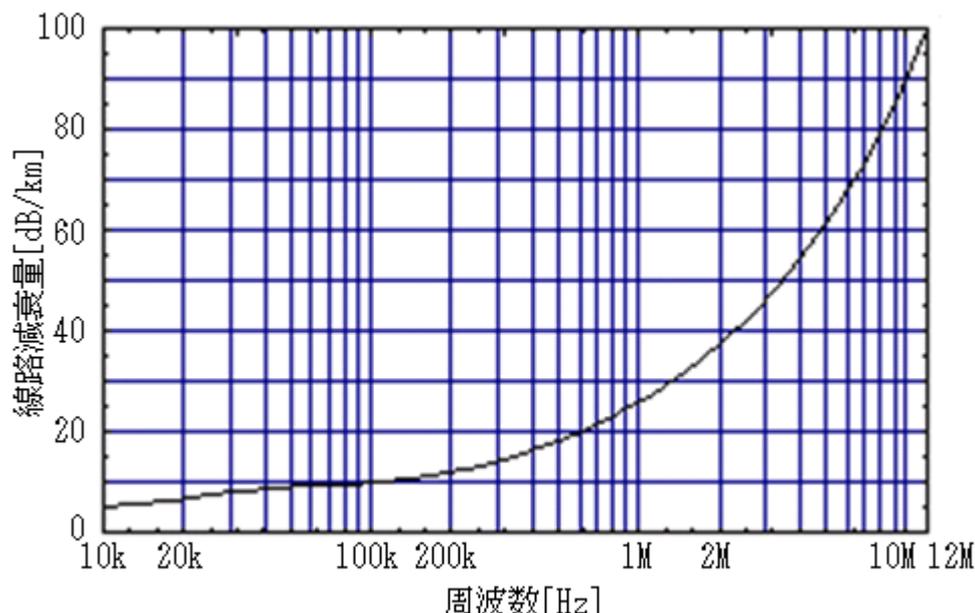


図 A.1 0.4mm PE 絶縁ケーブルの 1km あたりの線路減衰量

~~線路伝達関数は、減衰量の周波数特性と換算線路の長さに依存する。~~

~~0.4mmポリエチレン絶縁ケーブル1kmあたりの減衰量の周波数特性を $K_{LOOP}(f)$ [dB/km]、5.4で定義する換算線路長を d [km]とすると、線路伝達特性 $|H(f)|^2$ は次のようになる。~~

$$|H(f)|^2 = 10^{-\frac{K_{LOOP}(f) \cdot d}{10}}$$

~~減衰量の周波数特性 $K_{LOOP}(f)$ を求めるための一次定数はITU-T勧告G.996.1 Annex B に定められている数値を用いる。参考のため、0.4mm PE 絶縁ケーブルの減衰量の周波数特性 $K_{LOOP}(f)$ をエラー！参照元が見つかりません。に示す。~~

A.4. ISDN に対するスペクトル適合性の計算

ISDN に対するスペクトル適合性は、与干渉回線が存在する場合のISDN のS/N比 を決定することで確認する。ISDN のS/N比 は、リニアイコライザで計算する。

雑音としては-140dBm/Hz の背景雑音と遠端漏話雑音と近端漏話雑音の総和を使用する。~~尚、FDM ADSLからの影響であっても、送信スペクトル帯域外の（下り→上り）および（上り→下り）の近端漏話雑音の影響を考慮する。~~

$$N(f) = NEXT(f) + FEXT(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

ただし、ISDNやISDN と同期して伝送するシステムからの影響は背景雑音と遠端漏話雑音の和を使用する。

$$N(f) = FEXT(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

また、ISDN と同期はしないが時分割で伝送するシステムからの影響は、遠端漏話と近端漏話を比較し大きい方と、背景雑音の和を使用する。

$$N(f) = \text{Max}(NEXT(f), FEXT(f)) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

計算時の周波数の解像度 $f_{\text{delta}} \leq 4312.5\text{Hz}$ を ISDN の S/N 比 計算に使用する。 $BER=10^{-7}$ を満足するために必要な S/N 比 は 26.46dB (マージン 6dB を含む) である。

A.5. ADSL に対するスペクトル適合性の計算

A.5.1. G.992.1/G.992.2 Annex A(FDM)への影響

G.992.1/G.992.2 Annex A への影響は、A.2.1.2 の伝送速度計算で評価される。

雑音としては -140dBm/Hz の背景雑音と遠端漏話雑音と近端漏話雑音の総和を使用する。尚、FDM-ADSL 相互間の干渉からの影響であっても、ADSL 送信スペクトル帯域外の(下り→上り)および(上り→下り)への近端漏話雑音の影響をも考慮する。

$$N(f) = \text{NEXT}(f) + \text{FEXT}(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

ただし、時分割で伝送するシステムからの影響は遠端漏話と近端漏話をサブキャリアごとに比較し大きい方と、背景雑音の和を用いる。

$$N(f) = \text{Max}(\text{NEXT}(f), \text{FEXT}(f)) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

その他のパラメータについては、表 A.1の通りである。

表 A.1 G.992.1/G.992.2 Annex A(FDM)の伝送特性を評価するための各パラメータの値

項目	記号	G.992.1		G.992.2		単位
		上り	下り	上り	下り	
線路終端	R	100				Ω
送信 PSD	S(f)	-38	-40	-38	-40	dBm/Hz
コーディングゲイン	C	3				dB
マージン	M	4	6	4		dB
周波数解像度	f_{delta}	4312.5				Hz
使用サブキャリア上限	N	31	255	31	127	
使用サブキャリア下限	M	6	33	6	33	

NOTE1:i 番目のサブキャリアの周波数 f と f_{delta} とは、 $f = f_{\text{delta}} \times i$ ($=fi$) の関係がある。

NOTE2:下り方向における 64 番目のキャリア ($i=64$) はパイロットトーンであるため使用しない。

キャリアあたりのビット数は整数に切り捨てられる。さらに、ビット数は各キャリアで最大 8 に切り捨てられ、ビット数が 2 未満である場合は 0 に切り捨てられる。その後、すべてのキャリアのビット数は合計され、バイト単位 (8bit の倍数) に切り捨てられた後、計算された伝送速度を求めるために総計ビット数[bit]に $4000[1/s]$ を乗算する (4000 は 4kHz のシンボルレートを表わす、 $\text{Hz}=1/s$)。ここでの伝送速度は、U 点伝送速度(ラインレート) [bit/s] を表す。

A.5.2. G.992.1/G.992.2 Annex C(FDM)への影響

雑音としては -140dBm/Hz の背景雑音と遠端漏話雑音と近端漏話雑音の総和を使用する。尚、FDM-ADSL 相互間の干渉からの影響であっても、ADSL 送信スペクトル帯域外の(下り→上り)および(上り→下り)への近端漏話雑音の影響をも考慮する。

$$N(f) = \text{NEXT}(f) + \text{FEXT}(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

ただし、ISDN や ISDN と同期して伝送するシステムからの影響は FEXT シンボルには背景雑音と遠端漏話の和を、NEXT シンボルには背景雑音と近端漏話の和を使用する。

$$N_{\text{FEXT}}(f) = \text{FEXT}(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

$$N_{\text{NEXT}}(f) = \text{NEXT}(f) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

また、ISDN と同期はしないが時分割で伝送するシステムからの影響は、遠端漏話と近端漏話をサブキャリアごとに比較し大きい方と、背景雑音の和を使用する。

$$N(f) = \text{Max}(\text{NEXT}(f), \text{FEXT}(f)) + 10^{-17} \text{ [W/Hz]}$$

G.992.1/G.992.2 Annex C の伝送特性を評価するための各パラメータは表 A.1と同じである。~~キャリアあたりのビット数は整数に切り捨てられる。さらに、ビット数は各キャリアで最大8に切り捨てられ、ビット数が2未満である場合は0に切り捨てられる。~~

Annex C では NEXT ビットマップと FEXT ビットマップの 2 種類のビットマップが使用される。これら 2 種類のビットマップに対して独立にサブキャリアあたりのビット数を計算し、整数に切り捨てられる。さらに、このビット数は各キャリアで最大 8 に切り捨てられ、ビット数が 2 未満である場合は 0 に切り捨てられる。その後、すべてのサブキャリアのビット数は、NEXT ビットマップと FEXT ビットマップごとに独立に合計された後、NEXT ビットマップの割合である 214/340、及び FEXT ビットマップの割合である 126/340 を、それぞれ乗算し、その後、NEXT ビットマップと FEXT ビットマップごとに独立にバイト単位 (8bit の整数倍) に切り捨てた後 (筆者注: これで OK?)、これら二つのビット数の和を求める。なお、Annex C には DBM と FBM の 2 種類の方式があるが FBM の場合は NEXT ビットマップに配置されるビット数は 0bit~~4~~となる。これらは次の式のようになる。

$$b_{DBM} = b_{NEXT} \times \frac{214}{340} + b_{FEXT} \times \frac{126}{340}$$

$$b_{FBM} = b_{FEXT} \times \frac{126}{340}$$

~~これら割合を考慮した値をバイト単位に切り捨て、~~最後に、伝送速度を求めるために、 $b_{DBM}[\text{bit}]$ および $b_{FBM}[\text{bit}]$ に、 $4000[1/\text{s}]$ を乗算する(4000 は 4kHz のシンボルレートを表わす、 $\text{Hz}=1/\text{s}$)。ここでの伝送速度は、U 点伝送速度(ラインレート) $[\text{bit}/\text{s}]$ を表す。

B. メタリック線路特性

B.1. 序

本章では、第A章での干渉の評価に適用する多重漏話減衰量設計値と線路伝達特性について述べる。対象は、0.4mm PE 絶縁ケーブルとし、B.2 節に多重漏話減衰量設計値とその導出根拠、B.3 節に線路（電圧）伝達特性を述べる。

B.2. 多重漏話減衰量設計値

干渉の評価に適用する多重漏話減衰量設計値を表B.1 に示す。

表B.1 多重漏話減衰量設計値（PE 絶縁ケーブル）

収容条件	漏話種別	多重漏話減衰量設計値	条件	算出法
収容制限なし (注1)	近端漏話減衰量 (NPSL)	50.0 dB	160 kHz点	表B.4 参照
	遠端漏話減衰量 (FPSL)	51.5 dB	160 kHz・1 km点	表B.5 参照
収容制限あり (注2)	近端漏話減衰量 (NPSL)	55.0 dB	160 kHz点	表B.6 参照
	遠端漏話減衰量 (FPSL)	52.0 dB	160 kHz・1 km点	表B.7 参照

注1：与干渉源は、カッド内1対と隣接カッド4対。

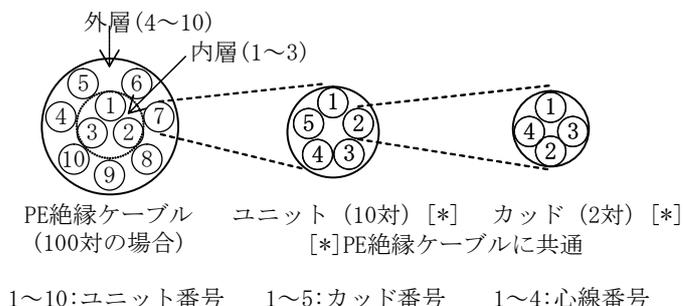
注2：与干渉源は、隣接カッド4対（与干渉源の同一カッド内への収容禁止）。

（脚注）1回線は、1対を使用する。

以下に、表B.1 記載の値の導出における前提と算出法を説明する。

（1）PE 絶縁ケーブルを対象とする。但し、対象とする PE 絶縁ケーブルは、架空ケーブルとして用いられている CCP ケーブルである。同ケーブルの構造を、図B.1 に示す。同図の如く、カッド構成（2対）を基本とするユニット構造（10対）である。

（注）本標準では、心線径 0.4mm を対象とするが、漏話減衰量については、心線径に関わらず、CCP ケーブルに共通である。



図B.1 PE 絶縁ケーブル（CCP ケーブル）の構造

(2) ユニット内の任意の2対間(1:1)の漏話減衰量(近端漏話と遠端漏話)の平均値と標準偏差を,表B.2に示す.これらの値は,文献(1)による.

ここで, k はユニット内の2対間位置関係の識別子である.漏話減衰量の平均値 $m_k[\text{dB}]$ と標準偏差 $\sigma_k[\text{dB}]$ は,2対間位置関係 k によって異なる値をとる.尚,漏話減衰量は,dB表示の値 $X[\text{dB}]$ で正規分布をなすと仮定し,また, $X[\text{dB}]$ の最大/最小値は有限と仮定する(振幅有界対数正規分布).振幅有界点は99.95%点($=3.5\sigma_k$ 点)とする.

表B.2 2対間(1:1)漏話減衰量(PE絶縁ケーブル)

2対間位置関係	項番(k)	近端漏話減衰量 (160 kHz 点)		遠端漏話減衰量 (160 kHz 点・1 km)	
		平均値 (m_k)	標準偏差 (σ_k)	平均値 (m_k)	標準偏差 (σ_k)
同一カッド内	01	64.0 dB	5.88 dB	69.2 dB	6.56 dB
隣接カッド間	02	72.9 dB	6.25 dB	74.2 dB	8.15 dB

(3) 収容制限なし/収容制限ありの2つの分類を設け,与干渉源の条件を,表B.3とする.また,干渉の評価には,漏話減衰量として99%累積値(1%危険率)を適用するが,詳細は,表B.3のとおり.

表B.3 収容条件分類と条件

収容条件	与干渉源の位置	与干渉源の数	累積率	多重漏話減衰量設計値
収容制限なし	同一カッド	1対	99%累積値	2つの電力和 (真数での電力和のdB表示)
	隣接カッド	4対	95%累積値(注)	
収容制限あり	同一カッド	0対(収容禁止)	—	—
	隣接カッド	4対	99%累積値	左記そのもの

(注) 2対間位置関係 k に対応する多重漏話減衰量 $X_k[\text{dB}]$ のすべての k において,99%累積値を適用することは,複数の母集団(すべての k)を合わせた全体で99%累積値であることを保証する充分条件であるが,必要条件ではない.すなわち,累積99%以上であることを,確実に保証する条件であって,累積99%以上であることを統計確率的に期待する条件ではない.この複数母集団全体における累積値の各母集団での統計的分布解析は今後の課題である.この点を勘案し,検討課題を含みつつも,この値を設定している.

(4) 隣接カッドの4対の多重漏話減衰量の算出には,式(B.1)を適用する.これは,文献(2)による.

以上の前提に基づく算出過程を,表B.4, B.5, B.6, B.7に示す.

$$XT_i = -10 \log_{10} \left[\sum_k 10^{-X_k/10} \right]$$

但し

$$X_k = M_k - \rho_k S_k$$

$$M_k = m_k - D_k$$

$$D_k = 5 \log_{10} \left[\frac{T^2(\sigma_k) n_k^3 e^{h^2 \sigma_k^2}}{\frac{T(2\sigma_k)}{T^2(\sigma_k)} e^{h^2 \sigma_k^2} + n_k - 1} \right]$$

$$S_k = 6.593 \sqrt{\log_{10} \left[\frac{T(2\sigma_k)}{T^2(\sigma_k)} e^{h^2 \sigma_k^2} + n_k - 1 \right] - \log_{10}(n_k)}$$

$$h = \frac{1}{10 \log_{10}(e)}$$

$$T(x) = \frac{\operatorname{erf}\left(\frac{\lambda + hx}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\lambda - hx}{\sqrt{2}}\right)}{2 \operatorname{erf}\left(\frac{\lambda}{\sqrt{2}}\right)}$$

$$\operatorname{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-y^2} dy$$

(B.1)

k : 2対間位置関係

m_k : 2対間位置関係 k における漏話減衰量の平均値[dB]

σ_k : 2対間位置関係 k における漏話減衰量の標準偏差[dB]

n_k : 2対間位置関係 k における与干渉源の数 ($n_k \geq 2$)

M_k : 2対間位置関係 k における与干渉源数 n_k の時の多重漏話減衰量の平均値[dB]

S_k : 2対間位置関係 k における与干渉源数 n_k の時の多重漏話減衰量の標準偏差[dB]

X_k : 2対間位置関係 k における多重(n_k)漏話減衰量[dB]

XT_i : ケーブル内収容位置 (i) における複数の2対間位置関係 (\sum_k) の電力和からなる多重($\sum_k n_k$)漏話減衰量[dB]

ρ_k : 累積率係数 (ex.2.33)

λ : 振幅有界対数正規分布の振幅有界点 ($\lambda = 3.5$ [99.95%累積点])

表 B.4 近端漏話・多重漏話減衰量(収容制限なし)

条件		近端漏話	与干渉源総数 5	収容制限なし	PE 絶縁ケーブル	
与干渉源の収容位置 (*1) $X_k = M_k \cdot \rho_k \cdot S_k$ $\rho_1 = 2.33$ (99%値) $\rho_2 = 1.65$ (95%値)	項番 (k)	ユニット内被干渉源の収容位置 (i)				
		内層(i=0)		外層(i=1)		
		割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	
同一カッド	01	1	64.0 dB 5.88 dB 50.3 dB	内層と同一	内層と同一	
隣接カッド	02	4	64.2 dB 3.93 dB 57.7 dB	内層と同一	内層と同一	
多重漏話減衰量 (*2) X_k の電力和 (*3) X_k の最小値	層別値 XT_i (*2)	5	49.6 dB	内層と同一	内層と同一	
	最終設計値 XT (*3) (注) 丸め数を採用	5	50.0 dB	——	——	

表 B.5 遠端漏話・多重漏話減衰量(収容制限なし)

条件		遠端漏話	与干渉源総数 5	収容制限なし	PE 絶縁ケーブル	
与干渉源の収容位置 (*1) $X_k = M_k \cdot \rho_k \cdot S_k$ $\rho_1 = 2.33$ (99%値) $\rho_2 = 1.65$ (95%値)	項番 (k)	ユニット内被干渉源の収容位置 (i)				
		内層(i=0)		外層(i=1)		
		割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	
同一カッド	01	1	69.2 dB 6.56 dB 53.9 dB	内層と同一	内層と同一	
隣接カッド	02	4	64.0 dB 5.33 dB 55.2 dB	内層と同一	内層と同一	
多重漏話減衰量 (*2) X_k の電力和 (*3) X_k の最小値	層別値 XT_i (*2)	5	51.5 dB	内層と同一	内層と同一	
	最終設計値 XT (*3) (注) 丸め数を採用	5	51.5 dB	——	——	

表 B.6 近端漏話・多重漏話減衰量(収容制限あり)

条件		近端漏話 与干渉源総数 4		収容制限あり (隣接カッド収容)		PE 絶縁ケーブル	
与干渉源の収容位置 (*1) $X_k = M_k - \rho_k S_k$ $\rho_2 = 2.33$ (99%値)		項番 (k)		ユニット内被干渉源の収容位置 (i)			
				内層(i=0)		外層(i=1)	
				割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)
同一カッド		01	0	0	—	内層と同一	内層と同一
隣接カッド		02	4	4	64.2 dB 3.93 dB 55.0 dB	内層と同一	内層と同一
多重漏話減衰量 (*2) X_k の電力和 (*3) X_k の最小値	層別値 XT_i (*2)		4	4	55.0 dB	内層と同一	内層と同一
	最終設計値 XT (*3) (注) 丸め数を採用		4	4	55.0 dB	—	—

表 B.7 遠端漏話・多重漏話減衰量(収容制限あり)

条件		遠端漏話 与干渉源総数 4		収容制限あり (隣接カッド収容)		PE 絶縁ケーブル	
与干渉源の収容位置 (*1) $X_k = M_k - \rho_k S_k$ $\rho_2 = 2.33$ (99%値)		項番 (k)		ユニット内被干渉源の収容位置 (i)			
				内層(i=0)		外層(i=1)	
				割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)	割当数	上段: M_k 中段: S_k 下段: X_k (*1)
同一カッド		01	0	0	—	内層と同一	内層と同一
隣接カッド		02	4	4	64.0 dB 5.33 dB 51.6 dB	内層と同一	内層と同一
多重漏話減衰量 (*2) X_k の電力和 (*3) X_k の最小値	層別値 XT_i (*2)		4	4	51.6 dB	内層と同一	内層と同一
	最終設計値 XT (*3) (注) 丸め数を採用		4	4	52.0 dB	—	—

B.3. 線路伝達特性

線路の両端が、特性インピーダンス Z_0 によって終端された場合の線路の電圧伝達特性は、映像伝達特性と呼ばれ、式 (B.2) で表される。ここで、 $-20\log_{10}(|H(f)|)$ [dB] は、映像減衰量と呼ばれる。第A章での干渉の評価には、この映像伝達特性を適用する。

(注) DSL通信系においては、送信端および受信端ともに終端抵抗 R_0 [Ω] によって終端されている。この場合の送信端—受信端間の減衰量は、動作減衰量と呼ばれ、線路の4端子行列 (Fパラメータ) を用いて解かれる。動作減衰量は、 Z_0 , R_0 間のインピーダンス不整合によって、映像減衰量と比較して、低周波数域での減衰が若干増加する。本標準では、25 kHz以上を計算範囲としているため、この減衰増加は小さく、映像減衰量を適用し、計算の簡易化を図ることとした。

$$H(f) = e^{-\gamma(f)d} \quad (\text{B.2})$$

$$\text{但し, 伝搬定数: } \gamma(f) = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (\text{B.3})$$

$$= \alpha(f) + j\beta(f) \quad (\alpha [\text{nep/m}] : \text{減衰定数} \quad \beta [\text{rad/m}] : \text{位相定数})$$

線路距離 : d [m]

周波数 : f [Hz]

$$\text{特性インピーダンス: } Z_0(f) = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

角周波数 : $\omega = 2\pi f$ [rad/s]

式 (B.3) の伝播定数の計算に必要な1次定数 R , L , C , G の計算式を、式 (B.4) 示す。また、同計算式に適用する0.4mmPE絶縁ケーブル (CCPケーブル) のパラメータを表B.8に、これを用いた式 (B.2) による映像減衰量の計算例(1 kmの場合)を、表B.9に参考として示す。尚、他の心線径および心線絶縁材料による線路の映像減衰量を、160 kHzの場合について、表B.10 に示しておく。これらは、G.996.1 Annex Bによる。

表B.8 0.4mmPE絶縁ケーブルのパラメータ

記号	r_i [m]	CO_i [m]	ge	$\tan \delta$	C_i [F/m]	σ_i [mho/m]	μ_0 [H/m]	μ_r
値	0.2×10^{-3}	0.13×10^{-3}	1.16	5.0×10^{-4}	50×10^{-12}	5.8×10^{-7}	$4\pi \times 10^{-7}$	1

表B.9 0.4mmPE 絶縁ケーブルの映像減衰量 (1 km)

周波数[kHz]	25.875	40	138	160	300	512	1104	1622	2208
減衰量[dB/km]	7.50	8.47	10.9	11.3	14.1	18.2	27.3	33.4	39.3

表B.10 各種ケーブルの映像減衰量 (160 kHz 点・1 km)

項目	0.32 mm	0.4 mm	0.5 mm	0.65 mm	0.9 mm
紙絶縁	——	12.6 dB/km	9.63 dB/km	7.16 dB/km	5.36 dB/km
PE 絶縁	17.4 dB/km (*1)	11.3 dB/km (*2)	8.47 dB/km (*2)	6.27 dB/km (*2)	4.60 dB/km (*2)

* 1 : 0.32mm 市内 PEF 絶縁ケーブル

* 2 : CCP ケーブル

$$\begin{aligned}
R &= 2(R_i + R_n + R_{ns}) && [\text{ohm/m}] \\
L &= 2(L_a + L_i + L_n + L_{ns}) && [\text{H/m}] \\
C &= C_i && [\text{F/m}] \\
G &= 2\pi f^{ge} C \tan \delta && [\text{mho/m}]
\end{aligned}$$

$$R_i = \frac{1}{\pi r_i^2 \sigma_i} \text{Re} \left[\frac{\lambda J_0(\lambda)}{2 J_1(\lambda)} \right] : \text{表皮効果}$$

$$R_n = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} \text{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{対内渦流効果}$$

$$R_{ns} = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} 4 \text{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{カッド内渦流効果}$$

$$L_a = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{d_i}{r_i} \right) : \text{外部インダクタンス}$$

$$L_i = \frac{\mu_i}{2\pi} \text{Re} \left[-\frac{1}{\lambda} \frac{J_0(\lambda)}{J_1(\lambda)} \right] : \text{表皮効果}$$

$$L_n = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i} \right)^2 \text{Re} \left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{対内渦流効果}$$

$$L_{ns} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i} \right)^2 4 \text{Re} \left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{カッド内渦流効果}$$

(B.4)

J_0, J_1, J_2 : 0次, 1次, 2次のベッセル関数

$\text{Re}[\]$: []内の実部

$$\lambda \equiv (1+j) \frac{r_i}{\delta_i}$$

r_i : 心線導体半径 [m]

$$\delta_i = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma_i \mu_i}} : \text{表皮厚[m]}$$

σ_i : 心線導体 (銅) の導電率 [mho/m]

$\mu_i = \mu_r \mu_0$: 心線導体 (銅) の透磁率 [H/m]

μ_r : 心線導体 (銅) の比透磁率 [1]

μ_0 : 真空の透磁率 [H/m]

ω : 角周波数 [rad/m]

$d_i = 2\sqrt{2}(r_i + CO_i)$: 対間距離 (1対をなす心線導体の中心間距離) [m]

CO_i : 心線絶縁体厚 [m]

C. 保護判定基準値算出根拠

表 6.2 の保護判定基準値算出根拠を以下にグラフで示す。なお、ISDN の保護判定基準値は表 6.2 において伝送可能最大距離で与えられているが、これは各与干渉源からの漏話雑音に基づいて、距離をパラメータに計算した S/N 比が、所要 S/N 比である 26.46dB 以上となる最大距離を示している。

図 C.1 ISDN 下り保護判定基準値

図 C.2 ISDN 上り保護判定基準値

図 C.3 G.992.1 Annex A(FDM) 下り保護判定基準値

図 C.4 G.992.1 Annex A(FDM) 上り保護判定基準値

図 C.5 G.992.1 Annex C DBM(FDM) 下り保護判定基準値

図 C.6 G.992.1 Annex C DBM(FDM) 上り保護判定基準値

図 C.7 G.992.2 Annex A(FDM) 下り保護判定基準値

図 C.8 G.992.2 Annex A(FDM) 上り保護判定基準値

図 C.9 G.992.2 Annex C DBM(FDM) 下り保護判定基準値

図 C.10 G.992.2 Annex C DBM(FDM) 上り保護判定基準値

D. スペクトル適合性確認を実施したシステム

D.1. スペクトル適合性確認システム一覧

表 D.1.1 スペクトル適合性確認システム一覧

伝送システム	クラス	利用制限 ¹	保護判定基準	注記	詳細説明
G.961 Appendix III : TCM-ISDN	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	表 6.2 に規定		D.2
G.992.1 Annex A (FDM)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	表 6.2 に規定		D.3
G.992.2 Annex A (FDM)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	表 6.2 に規定		D.3
G.992.1 Annex C DBM (FDM)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	表 6.2 に規定	・ 1999 年 7 月制定の G.992.1、 2003 年 3 月制定の G.992.1 Amendment 1 に適用	D.3
G.992.2 Annex C DBM (FDM)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	表 6.2 に規定	・ 1999 年 7 月制定の G.992.2、 2003 年 3 月制定の G.992.2 Amendment 1 に適用	D.3
G.991.2 : SHDSL	C	・収容制限あり ・線路長制限あり 限界線路長 2.5km (1536kbit/s < rate 2304kbit/s) 限界線路長 3.75km (768kbit/s < rate 1536kbit/s) 限界線路長 4.0km (rate 768kbit/s)	なし		D.4
G.992.1 Annex H : SDSL	C	・収容制限あり ・線路長制限なし[特例]	なし	・ 少数であり、JJ-100.01 第 1 版との整合性のため、特例 として線路長制限なし。	D.5
G.992.1 Annex C DBM (OL)	C	・収容制限なし ・線路長制限あり 限界線路長 2.5km	なし	・ 1999 年 7 月制定の G.992.1、 2003 年 3 月制定の G.992.1 Amendment 1 に適用	D.6
G.992.1 Annex C FBM (FDM)	B	・収容制限なし ・線路長制限なし	なし	・ 電力制限による方法で確認 ・ 1999 年 7 月制定の G.992.1、 2003 年 3 月制定の G.992.1 Amendment 1 に適用	D.7
G.992.2 Annex C FBM (FDM)	B	・収容制限なし ・線路長制限なし	なし	・ 電力制限による方法で確認 ・ 1999 年 7 月制定の G.992.1、 2003 年 3 月制定の G.992.1 Amendment 1 に適用	D.8
G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	G.992.1 Annex C DBM (FDM) に同じ		D.9
G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 6 (XOL)	A	・収容制限なし ・線路長制限なし	G.992.1 Annex C DBM (FDM) に同じ		D.10
G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 3 (FBMsOL)	B	・収容制限なし ・線路長制限なし	なし		D.11

¹ 新たな基準ができるまでは、5km を超える線路に対して利用制限を加えない

(1.1MHz 以上のスペクトル管理方法が決まり次第消去→)また、1.1MHz を超える帯域を使用する伝送システムに関しては、1.1MHz を越える帯域における新たな基準ができるまでは、1.1MHz 以下でのスペクトル適合性のみを判断する。

T1 TR-59 : CAP ADSL (FDM)	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限なし 	なし	電力制限による方法で確認	D.12
G.992.1 Annex I DBM (FDM)	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限なし 	なし		D.13
G.992.1 Annex I DBM (OL)	C	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限あり 限界線路長 2.5km	なし		D.14
G.992.5 Annex A (FDM)	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限なし 	なし		D.15
G.992.5 Annex A (OL)	C	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限あり 限界線路長 2.5km	なし		D.16
G.961 Appendix II : 2B1Q ISDN	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収容制限なし ・ 線路長制限なし[特例] 	なし	予定導入回線数が少ない（10万加入以下）こと、及び問題が発生した場合には見直しを行うことを前提に、特例として線路長制限なし。	D.17

D.2. ISDN (G.961 Appendix III、JT-G961)

D.2.1. 送信電力

D.2.1.1. 総送信電力

送信信号の総合電力（時間平均）は、 110Ω の終端抵抗に対し、 $14.5\text{dBm}\sim 16.0\text{dBm}$ の間とする。

D.2.1.2. 送信電力スペクトル密度

上り/下りの送信電力スペクトル密度は、図 D.2.1 のテンプレート以内であること。

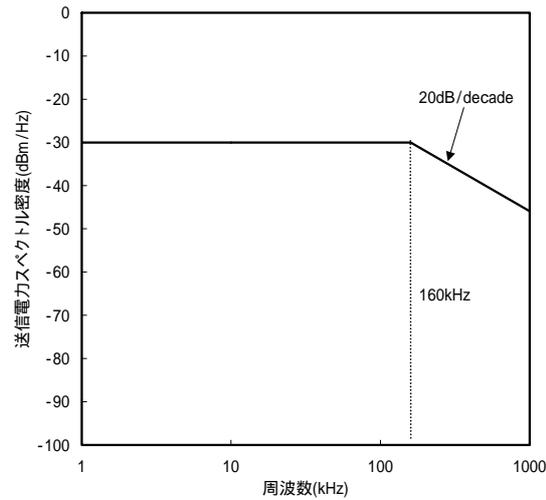


図 D.2.1 上り/下り送信電力スペクトル密度

送信電力スペクトル密度 $PSD_{ISDN-Disturber}(f)$ [W/Hz] は下式で表わされる。

$$PSD_{ISDN, Disturber}(f) = K \frac{2}{f_0} \left[\sin\left(\pi \frac{f}{f_0}\right) \right]^2 \left[\frac{\sin\left(\pi \frac{f}{2f_0}\right)}{\pi \frac{f}{2f_0}} \right]^2 \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4} \text{ [W / Hz]} \quad (0 \leq f < \infty)$$

但し、 f [Hz], $f_0 = 320 \times 10^3$ [Hz], $f_{3dB} = 2f_0$ [Hz], $K = \frac{V_{0P}^2}{4R}$ [W], $V_{0P} = 6$ [V_{0P}], $R = 110$ [Ω]

送信電力スペクトル密度 $10 \times \log[1000 \times PSD_{ISDN, Disturber}(f)]$ [dBm/Hz] の計算結果を図 D.2.2 に示す。

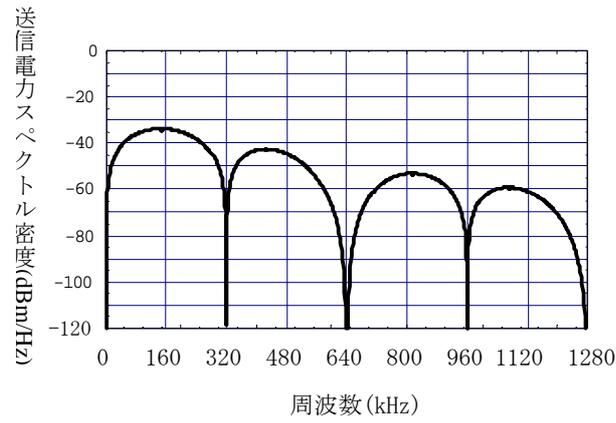


図 D.2.2 上り/下り送信電力スペクトル密度 (与干渉時に適用)

D.2.1.3. 縦出力電圧

規定無し.

D.2.1.4. 不平衡減衰量

図 D.2.3 のテンプレート以上であること.

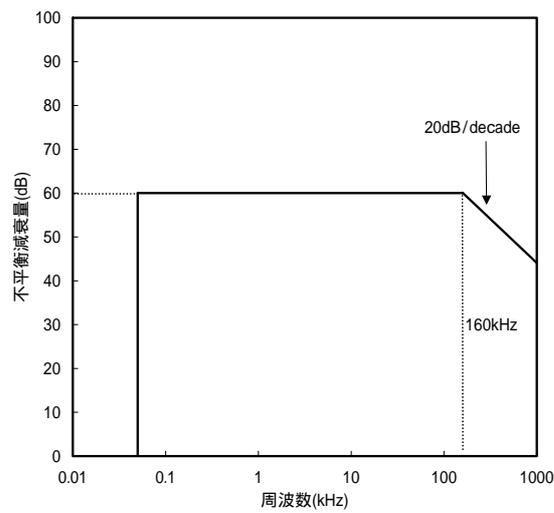


図 D.2.3 不平衡減衰量

D.2.1.5. 時間領域波形

送信パルス振幅は、 110Ω の終端抵抗に対し、 $6V_{OP}$ (+20%・-10%) とし、図 D.2.4 のパルスマスク以内であること。また、バースト状送信は、図 D.2.5 であること。

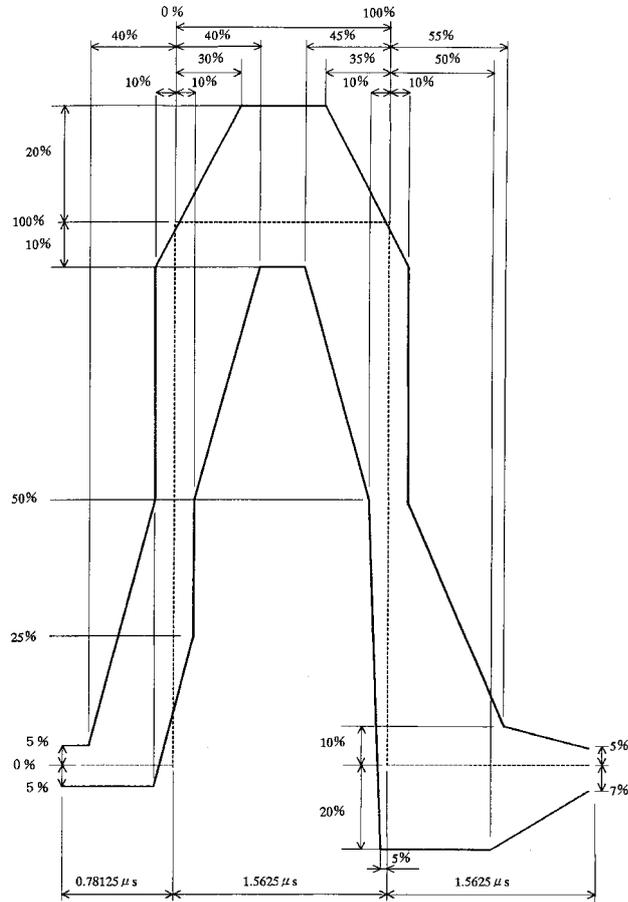


図 D.2.4 パルスマスク

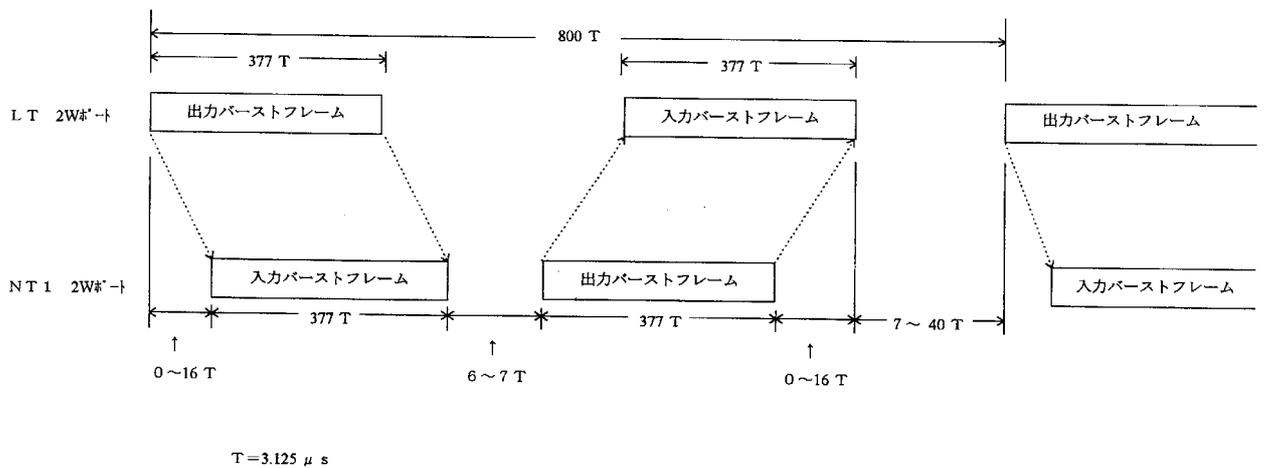


図 D.2.5 バースト送信法

D.2.2. スペクトル適合性

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：A

<特記事項>

なし

D.3. FDM-ADSL (G.992.1, G.992.2, JT-G992.1, JT-G992.2)

FDM-ADSL には以下の伝送システムを含んでいる。

G.992.1 Annex A (FDM)

G.992.2 Annex A (FDM)

G.992.1 Annex C DBM (FDM)

G.992.2 Annex C DBM (FDM)

G.992.1 において、Annex A (FDM)と Annex C (FDM)の送信電力の規定値は同じである。また、G.992.2 において、Annex A (FDM)と Annex C (FDM) の送信電力の規定値は同じである。信号電力の制限による確認には、G.992.1 Annex A (FDM)及び Annex C (FDM)に適用する信号電力規定を用いる。

D.3.1. 送信電力

D.3.1.1. 総送信電力

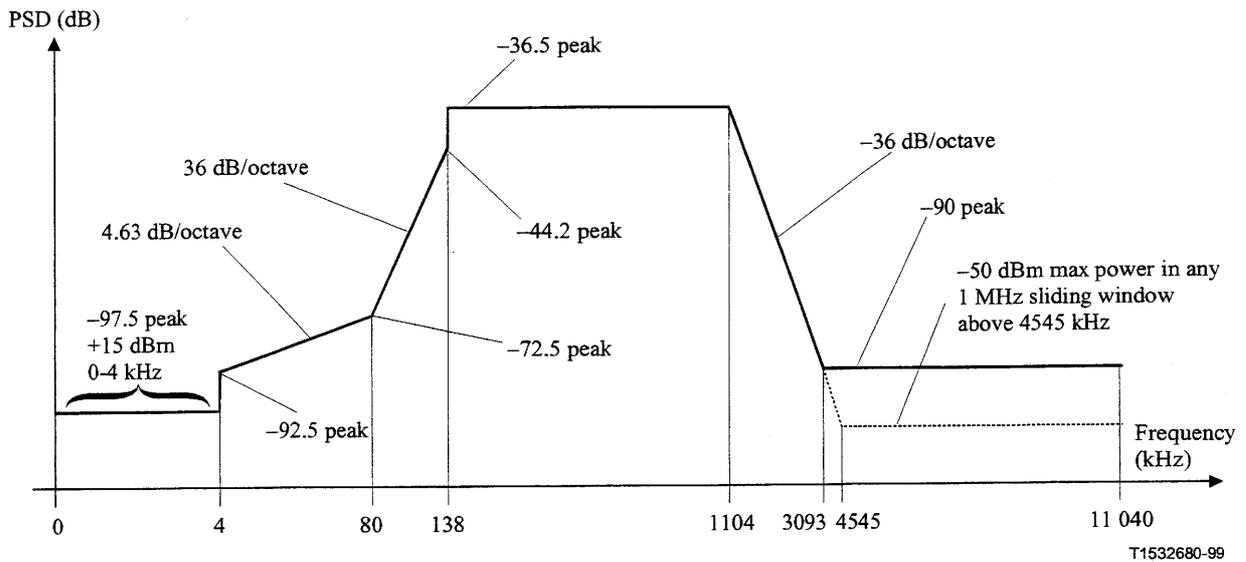
ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと(平均送信電力スペクトル密度は、-38dBm/Hz を超えないこと)。

ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、19.8dBm(平均送信電力スペクトル密度は、-40dBm/Hz を超えないこと)を超えないこと。

D.3.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.3.1(G.992.1 の場合)、図 D.3.3(G.992.2 の場合)の規定値を超えないこと。

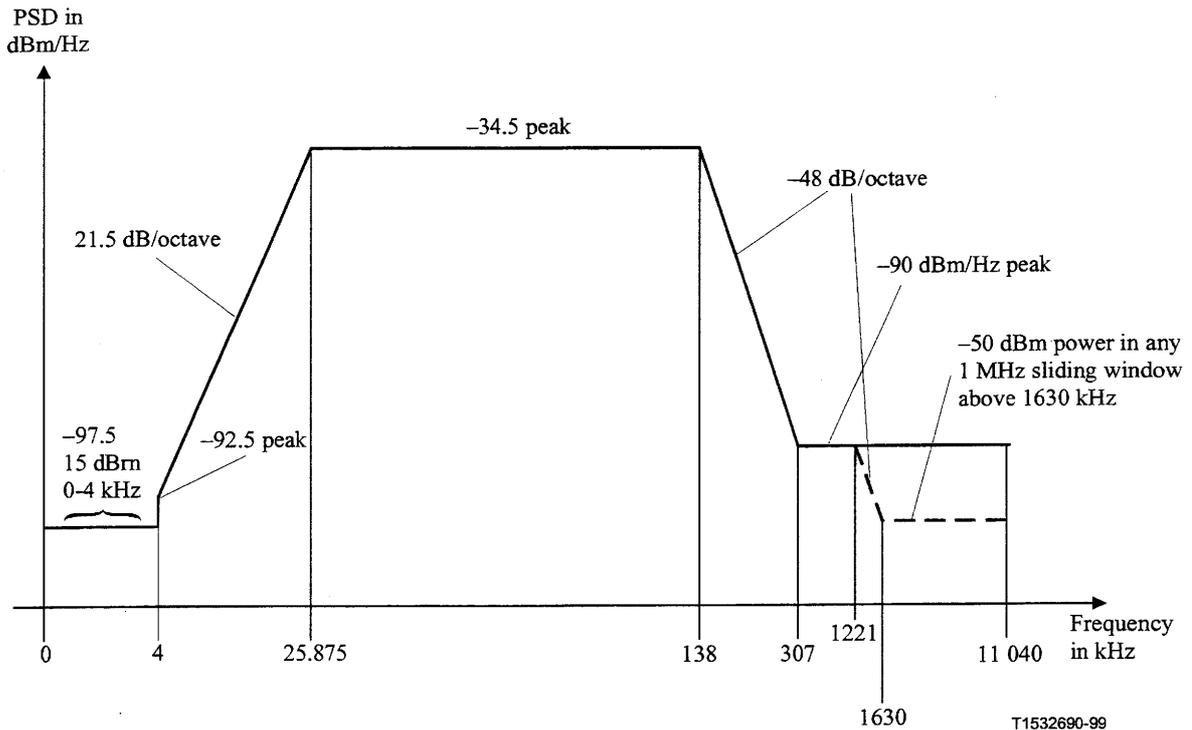
ATU-R の上り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.3.2 の規定値を超えないこと。



周波数 f (kHz)	PSDマスク式 (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm
$4 < f < 80$	$-92.5 + 4.63 \times \log_2 (f/4)$
$80 < f < 138$	$-72.5 + 36 \times \log_2 (f/80)$
$138 < f < 1104$	-36.5
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$4545 < f < 11040$	-110 (1MHz 帯域幅での規定値より)

NOTE 1 – PSD は全て 100Ω 終端で測定; POTS 帯域の総合電力は 600Ω 終端で測定.
 NOTE 2 – 周波数の変化点は正確; 表示の傾きは近似.
 NOTE 3 – 25.875 kHz 以上では, PSD のピーク値は 10kHz の分解能帯域幅で測定すること.
 NOTE 4 – 1MHz 幅の窓でスライドさせる電力は, 1MHz 幅で測定し, 測定周波数から開始する.
 NOTE 5 – 4 kHz での PSD の段差は V.90 の性能を保護するためである. 本来, 4kHz 以下の PSD マスクは 21 dB/octave の傾きで, 3400Hz で -97.5dBm/Hz になるまで連続である. これは V.90 の性能に影響を与えるかもしれないため, 4kHz まで -97.5dBm/Hz という値が上げられた.
 NOTE 6 – 全ての PSD および電力は U-C インタフェースで測定される(G.992.1 図 1-1 参照).

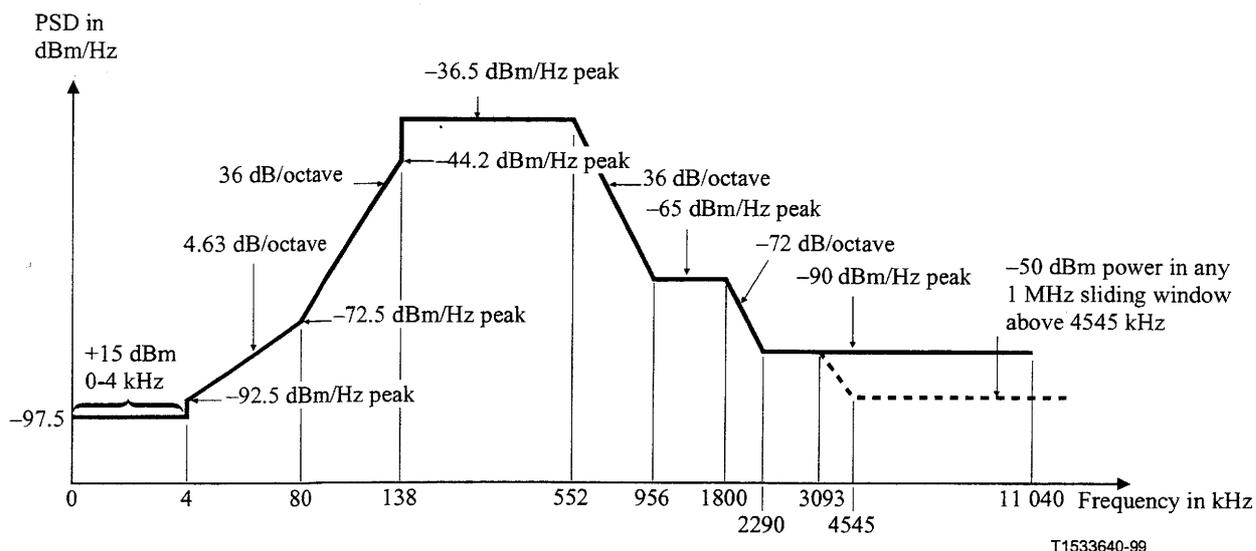
図 D.3.1 FDM-ADSL 下り PSD Mask



周波数 f (kHz)	PSDマスク式 (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm
$4 < f < 25.875$	$-92.5 + 21.5 \times \log_2 (f/4)$
$25.875 < f < 138$	-34.5
$138 < f < 307$	$-34.5 - 48 \times \log_2 (f/138)$
$307 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	$-90 - 48 \times \log_2 (f/1221)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$1630 < f < 11040$	-110 (1MHz 帯域幅での規定値より)

NOTE 1 – PSD は全て 100Ω終端で測定; POTS 帯域の総合電力は 600Ω終端で測定。
 NOTE 2 – 周波数の変化点は正確; 表示の傾きは近似。
 NOTE 3 – 25.875 kHz 以上では, PSD のピーク値は 10kHz の分解能帯域幅で測定すること。
 NOTE 4 – 1MHz 幅の窓でスライドさせる電力は、1MHz 幅で測定し、測定周波数から開始する。
 NOTE 5 – 4 kHz での PSD の段差は V.90 の性能を保護するためである。本来、4kHz 以下の PSD マスクは 21 dB/octave の傾きで、3400Hz で -97.5dBm/Hz になるまで連続である。これは V.90 の性能に影響を与えるかもしれないため、4kHz まで -97.5dBm/Hz という値が上げられた。
 NOTE 6 – 全ての PSD および電力は U-C インタフェースで測定される(G.992.1 図 1-1 参照)。

図 D.3.2 FDM-ADSL 上り PSD Mask



周波数 f (kHz)	PSDマスク式 (dBm/Hz)	インピーダンス (Ohm)	分解能帯域幅 (kHz)
$0 < f < 4$	-97.5	100	
	0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm	600	4
$4 < f < 80$	$-92.5 + 4.63 \times \log_2(f/4)$	100	
$80 < f < 138$	$-72.5 + 36 \times \log_2(f/80)$	100	10
$138 < f < 552$	-36.5	100	10
$552 < f < 956$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/552)$	100	10
$956 < f < 1800$	-65	100	10
$1800 < f < 2290$	$-65 - 72 \times \log_2(f/1800)$	100	10
$2290 < f < 3093$	-90	100	10
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)	100	1000
$4545 < f < 11040$	-110 (1MHz 帯域幅での規定値より)	100	1000

図 D.3.3 ADSL 下り PSD Mask (G.992.2)

また与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたもの、すなわち、以下に示す式で表される PSD を用いること。

$$PSD_{ADSL,Disturber}(f) = 10^{\{psdmask(f)-3.5\}/10-3} \quad (0 \leq f < \infty) \quad [W/Hz]$$

但し、 $psdmask(f)$ は、送信電力スペクトル密度を規定する PSD マスク式[dBm/Hz]である。なお、ADSL 帯域外で、10kHz 帯域幅と 1MHz 帯域幅の両方での PSD マスクが規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。

D.3.1.3. 縦出力電圧

規定無し。

D.3.1.4. 不平衡減衰量

ADSL U-C または U-R インターフェースの不平衡減衰量は G. 992. 1 D. 4. 3. 1 章に示される方法に基づいて測定され、30kHz~1104kHz の周波数範囲において 40dB 以上であること。

D.3.2. スペクトル適合性

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：A

<特記事項>

なし

D.4. G.991.2 : SHDSL

D.4.1. 送信電力

D.4.1.1. 総送信電力

SHDSL TU-C または TU-R によって送信される f_{sym} 以下の 135Ω における総送信電力は、14dBm を超えてはならない。ここで f_{sym} は表 D.4.1 で定義される値である。

表 D.4.1 SHDSL 送信 PSD パラメータ

Payload Data Rate R (kbit/s)	K_{SHDSL}	f_{sym} (ksymbol/s)	f_{3dB}
$R \neq 1536$ or 1544	7.86	$(R + 8) / 3$	$1.0 \times f_{sym} / 2$
$R = 1536$ or 1544	8.32	$(R + 8) / 3$	$0.9 \times f_{sym} / 2$

D.4.1.2. 送信電力スペクトル密度

SHDSL TU-C または TU-R の送信電力スペクトル密度の測定値は、以下に示す PSD マスク

($PSD_{SHDSL,Mask}(f)$)を超えないこと。

$$PSD_{SHDSL,Mask}(f) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{12}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetB(f)}{10}}, \quad f < f_{int} \\ 0.5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, \quad f_{int} \leq f \leq 1.1MHz \end{array} \right\}$$

ここで $MaskOffsetB(f)$ は以下のとおり定義され、

$$MaskOffsetB(f) = \begin{cases} 1 + 0.4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

f_{int} は $PSD_{SHDSL,Mask}(f)$ を定義する 2 つの関数が 0 から f_{sym} の範囲で交差する周波数である。 K_{SHDSL} 、

f_{sym} および f_{3dB} は表 D.4.1 で定義される。 R はペイロードデータレート (伝送速度) である。

SHDSL の送信電力スペクトル密度は 135Ω 終端で測定される。

ペイロードデータレートが 256、512、768、1536、2048 および 2304kbit/s の時の PSD マスクを図 D.4.1 に示す。

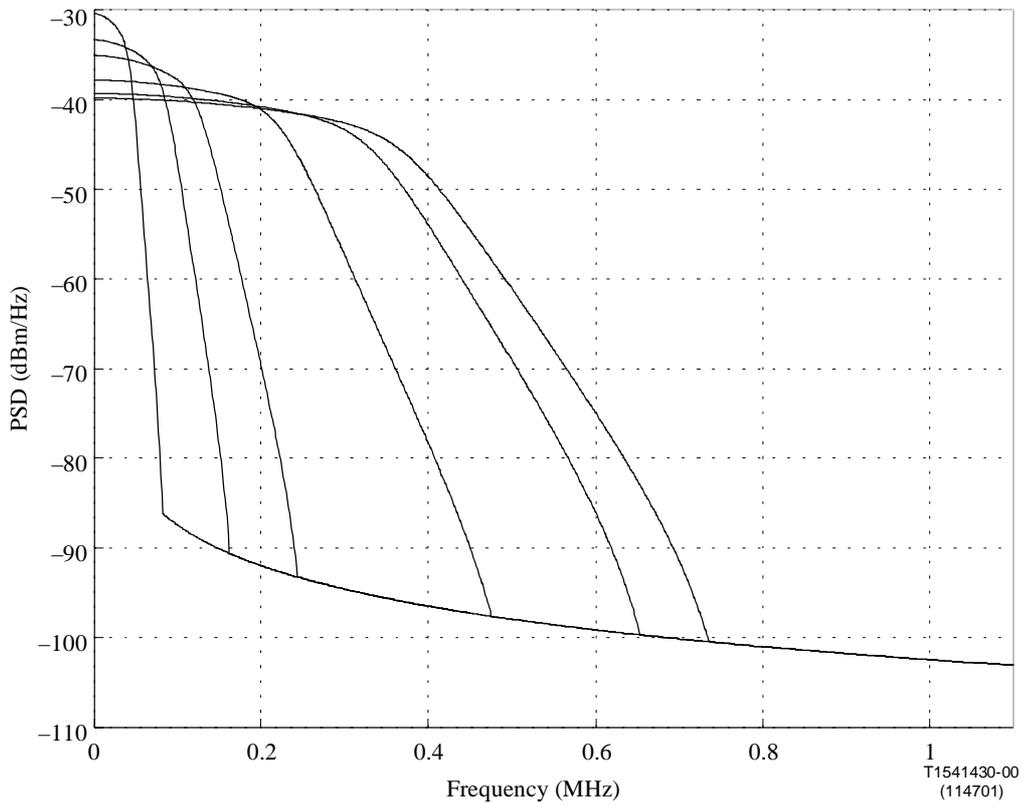


図 D.4.1 SHDSL 上り/下り送信 PSD マスク

また与干渉源として計算に用いる上り/下り送信電力スペクトル密度は、以下に示す式を用いること。

$$PSD_{SHDSL,Disturber}(f) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{12}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, \quad f < f_{int} \\ 0.5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, \quad f_{int} \leq f \leq 1.1MHz \end{array} \right\}$$

f_{int} は $PSD_{SHDSL,Disturber}(f)$ を定義する 2つの関数が 0 から f_{sym} の範囲で交差する周波数である。

K_{SHDSL} 、 f_{sym} および f_{3dB} は表 D.4.1 で定義される。 R はペイロードデータレート (伝送速度) である。 f_c はトランスのカットオフ周波数で、5kHz とすること。

D.4.2. スペクトル適合性

表 D.4.2 SHDSL(rate≤768kbit/s)のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド外収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

表 D.4.3 SHDSL(768kbit/s<rate≤1536kbit/s)のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド外収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

表 D.4.4 SHDSL(1536kbit/s<rate≤2304kbit/s)のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド外収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：クラスAのシステムと同一カッド内に収容不可

線路長制限：限界線路長を表 D.4.5 に示す。

表 D.4.5 SHDSL の限界線路長)

伝送システム	限界線路長
SHDSL 2.3Mbit/s (1536kbit/s<rate≤2304kbit/s)	2.5km
SHDSL 1.5Mbit/s (768kbit/s<rate≤1536kbit/s)	3.75km
SHDSL 768kbit/s (rate≤768kbit/s)	4.0km

クラス：C

<特記事項>

なし

D.5. G.992.1 Annex H : SDSL

D.5.1. 送信電力

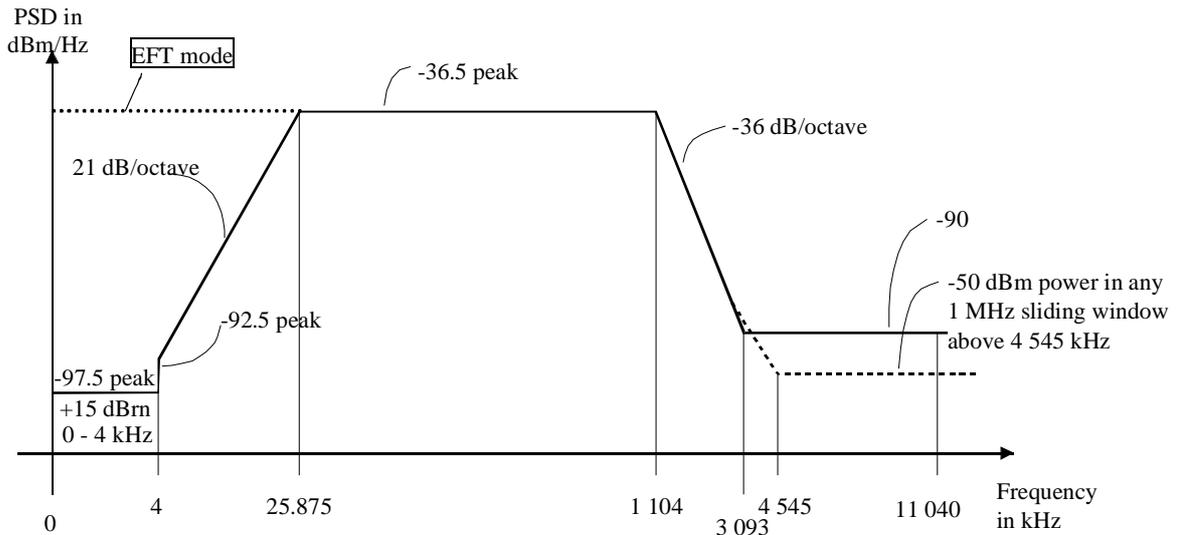
D.5.1.1. 総送信電力

SSDSL TU-C または TU-R から時分割で送信される 25 kHz から 1104 kHz までの 100 Ω における総送信電力は、16.3dBm を超えないこと。

D.5.1.2. 送信電力スペクトル密度

SSDSL TU-C または TU-R の送信電力スペクトル密度の測定値は、図 D.5.1 に示す PSD マスクを超えないこと。なお、この PSD マスクは、時分割ではなく連続して送信される場合のものである。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数 f (kHz)	PSDマスク式(dBm/Hz)	
	AFT モード	EFT モード
$0 < f < 4$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm	-36.5
$4 < f < 25.875$	$-92.5 + 21 \times \log_2(f/4)$	-36.5
$25.875 < f < 1104$	-36.5	
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$	
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)	
$4545 < f < 11040$	-110dBm (1MHz 帯域幅での規定値より)	

NOTE 1 - PSD は全て 100Ω 終端で測定; POTS 帯域の総合電力は 600Ω 終端で測定.
 NOTE 2 - 周波数の変化点は正確; 表示の傾きは近似.
 NOTE 3 - 25.875 kHz 以上では, PSD のピーク値は 10kHz の分解能帯域幅で測定すること.
 NOTE 4 - 1MHz 幅の窓でスライドさせる電力は, 1MHz 幅で測定し, 測定周波数から開始する.
 NOTE 5 - 4 kHz での PSD の段差は V.90 の性能を保護するためである. 本来, 4kHz 以下の PSD マスクは 21 dB/octave の傾きで, 3400Hz で -97.5dBm/Hz になるまで連続である. これは V.90 の性能に影響を与えるかもしれないため, 4kHz まで -97.5dBm/Hz という値が広げられた.
 NOTE 6 - 全ての PSD および電力は U-C インタフェースで測定される(G.992.1 図 1-1 参照).

図 D.5.1 SSDSL 上り/下り送信 PSD マスク

SSDSL から送信される信号を図 D.5.2 に示す。

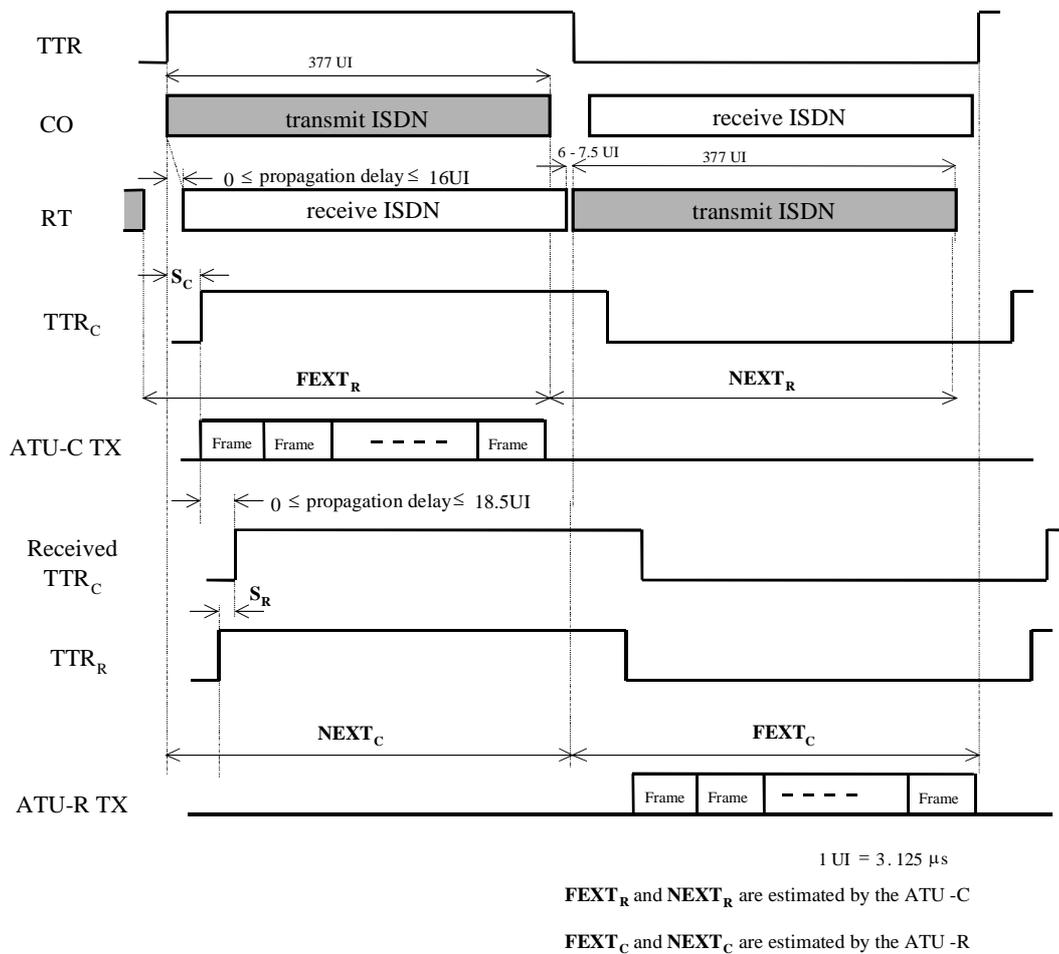


図 D.5.2 SSDSL 送信信号タイミング

図 D.5.2 中、

TTR TCM-ISDN タイミング基準信号

TTR_C ATU-C タイミング基準信号

Received TTR_C ATU-R 側 受信 TTR_C

TTR_R ATU-R タイミング基準信号

S_C 55 × 0.9058 μs: TTR から TTR_C への時間差

S_R -42 × 0.9058 μs: Received TTR_C から TTR_R への時間差

であり、FEXT 区間中のフレーム(FEXT シンボル)のみが送出される。FEXT シンボルの定義は、G.992.1 の H.5.3、H.6.3、および H.8.1 に示される。

D.5.2. スペクトル適合性

表 D.5.1 SSDSL のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド外収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：クラス A のシステムと同一カッド内に収容不可

線路長制限：なし [特例扱い]

クラス：C

<特記事項>

少数であるが既存ユーザが存在すること、また JJ-100.01 第 1 版において線路長制限がなかったことから、特例として線路長制限なしとする。

D.6. G.992.1 Annex C DBM (OL)

1999年7月に制定された初版、及び2003年3月に制定された Amendment 1 の両方に適用する。

D.6.1. 送信電力

D.6.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

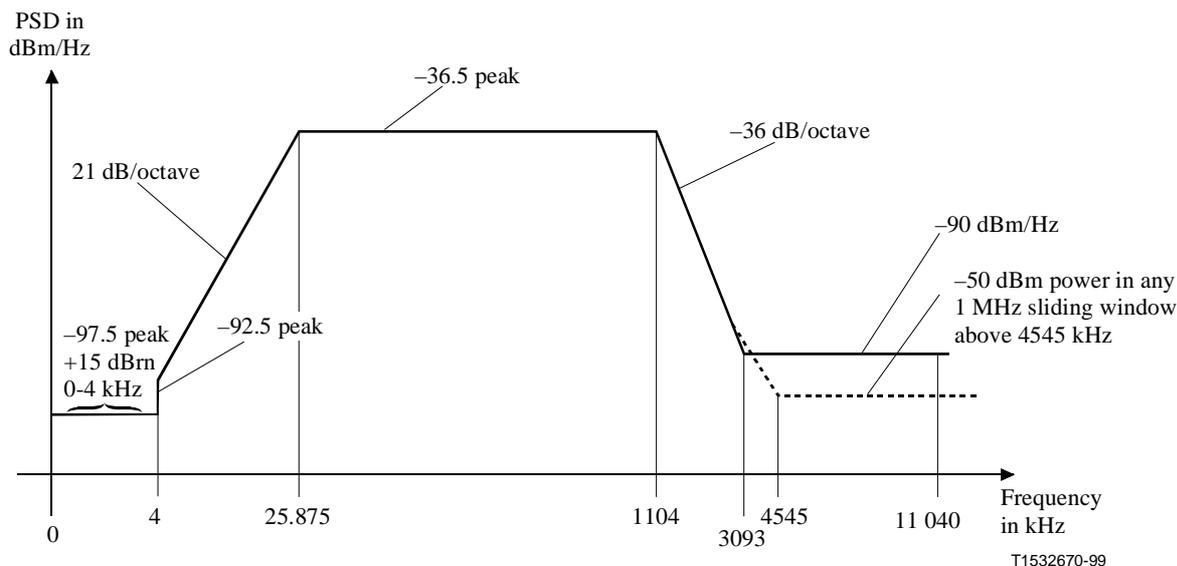
ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.6.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.6.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数 f (kHz)	PSDマスク式 (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm
$4 < f < 25.875$	$-92.5 + 21 \times \log_2 (f/4)$
$25.875 < f < 1104$	-36.5
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$4545 < f < 11040$	-110dBm/Hz (1MHz 帯域幅での規定値より)

NOTE 1 – PSD は全て 100Ω終端で測定; POTS 帯域の総合電力は 600Ω終端で測定。
 NOTE 2 – 周波数の変化点は正確; 表示の傾きは近似。
 NOTE 3 – 25.875 kHz 以上では, PSD のピーク値は 10kHz の分解能帯域幅で測定すること。
 NOTE 4 – 1MHz 幅の窓でスライドさせる電力は, 1MHz 幅で測定し, 測定周波数から開始する。
 NOTE 5 – 4 kHz での PSD の段差は V.90 の性能を保護するためである。本来, 4kHz 以下の PSD マスクは 21 dB/octave の傾きで, 3400Hz で -97.5dBm/Hz になるまで連続である。これは V.90 の性能に影響を与えるかもしれないため, 4kHz まで -97.5dBm/Hz という値が上げられた。
 NOTE 6 – 全ての PSD および電力は U-C インタフェースで測定される(G.992.1 図 1-1 参照)。

図 D. 6. 1 G.992.1 Annex C DBM (OL)下り PSD マスク

D.6.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.6.2. スペクトル適合性

表 D.6.1 G.992.1 Annex C DBM (OL)のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：限界線路長 2.5km

クラス：C

<特記事項>

なし

D.7. G.992.1 Annex C FBM (FDM)

1999年7月に制定された初版、及び2003年3月に制定された Amendment 1 の両方に適用する。

D.7.1. 送信電力

D.7.1.1. 総送信電力

D.3.1.1 の総送信電力規定を満足すること。

D.7.1.2. 送信電力スペクトル密度

D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

D.7.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.7.2. スペクトル適合性

FDM-ADSL の送出電力規定を満足しているので、クラスAのシステムに対してスペクトル適合性を確保している。収容制限及び線路長制限のないクラスBに分類される。

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.8. G.992.2 Annex C FBM (FDM)

1999年7月に制定された初版、及び2003年3月に制定された Amendment 1 の両方に適用する。

D.8.1. 送信電力

D.8.1.1. 総送信電力

D.3.1.1 の総送信電力規定を満足すること。

D.8.1.2. 送信電力スペクトル密度

D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

D.8.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.8.2. スペクトル適合性

FDM-ADSL の送出電力規定を満足しているので、クラスAのシステムに対してスペクトル適合性を確保している。収容制限及び線路長制限のないクラスBに分類される。

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.9. G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD)

D.9.1. 送信電力

D.9.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

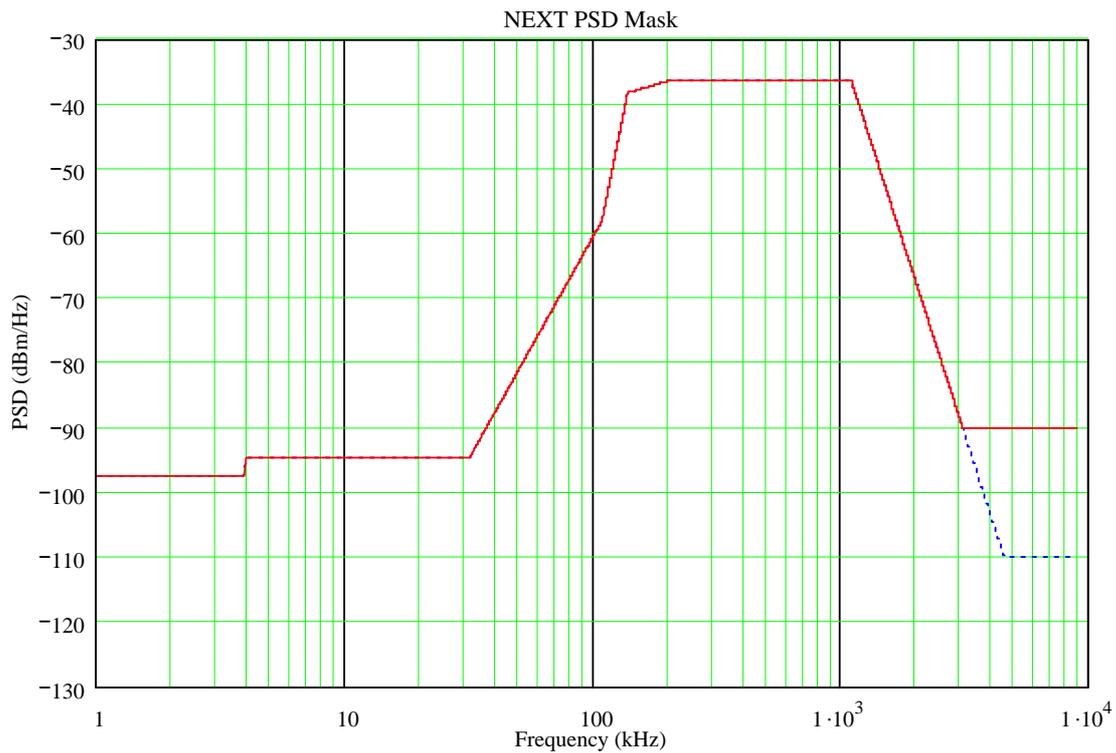
D.9.1.2. 送信電力スペクトル密度

G.992.1 Amendment 1 Annex C において Profile 5 として定義された、オーバーラップ方式である。

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度は、G992.1 Appendix V.1 記載のシェイピングされた PSD を使用しており、Bitmap- N_R では図 D.9.1 の規定値を、Bitmap- F_R では図 D.9.2 の規定値を超えないこと。

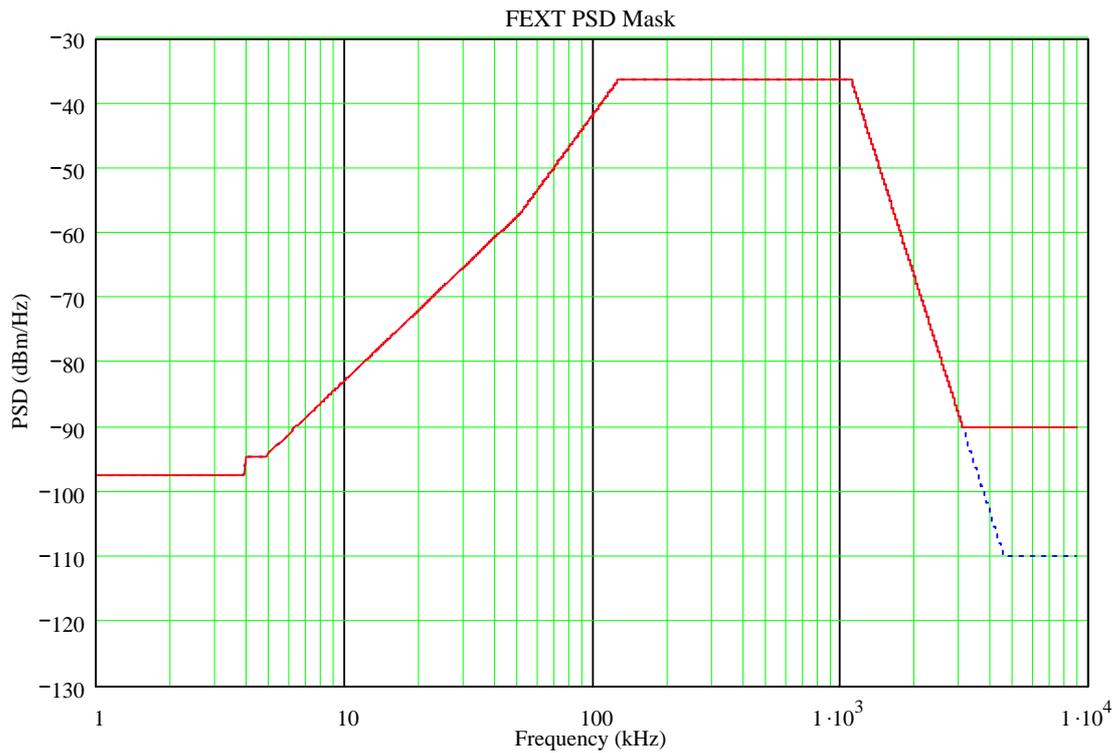
ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、Bitmap- F_C のみを使用し、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数 f (kHz)	PSDマスク式(dBm/Hz)
$0 < f < 10$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm
$4 < f < 32$	-94.5
$32 < f < 109$	$-94.5 + 20.65 \log_2(f/32)$
$109 < f < 138$	$-58 + 58 \log_2(f/109)$
$138 < f < 200$	$-38.3 + 3.36 \log_2(f/138)$
$200 < f < 1104$	-36.5
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$4545 < f < 11\ 040$	-110dBm/Hz (1MHz 帯域幅での規定値より)

図 D.9.1 G.992.1 Appendix V.1 PSD マスク (Bitmap- N_R)



周波数 f (kHz)	PSDマスク式(dBm/Hz)
$0 < f < 10$	-97.5, および 0-4 kHz 幅の電力最大値が +15 dBm
$4 < f < 4.8$	-94.5
$4.8 < f < 50$	$-94.5 + 11.0 \log_2(f/4.8)$
$50 < f < 126$	$-57.5 + 15.7 \log_2(f/50)$
$126 < f < 1104$	-36.5
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$4545 < f < 11\ 040$	-110dBm/Hz (1MHz 帯域幅での規定値より)

図 D.9.2 G.992.1 Appendix V.1 PSD マスク (Bitmap-F_R)

D.9.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.9.2. スペクトル適合性

表 D.9.1 G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD)のスペクトル適合性

(クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：A

<特記事項>

本システムをクラス A として保護するための判定基準値は、G.992.1 Annex C DBM (FDM) に同じである。

D.10. G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 6 (XOL)

D.10.1. 送信電力

D.10.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.10.1.2. 送信電力スペクトル密度

G.992.1 Amendment 1 Annex C において Profile 6 として定義された、オーバーラップ方式である。

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度は、G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 5 (XDD)と同じく G.992.1 Appendix V.1 記載のシェイピングされた PSD を使用しており、Bitmap-N_R では図 D.9.1 の規定値を、Bitmap-F_R では図 D.9.2 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、Bitmap-F_C と Bitmap-N_C で同じ PSD を使用し、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。

D.10.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.10.2. スペクトル適合性

表 D.10.1 G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 6 (XOL)のスペクトル適合性
(クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：A

<特記事項>

本システムをクラス A として保護するための判定基準値は、G.992.1 Annex C DBM (FDM) に同じである。

D.11. G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 3 (FBMsOL)

D.11.1. 送信電力

D.11.1.1. 総送信電力

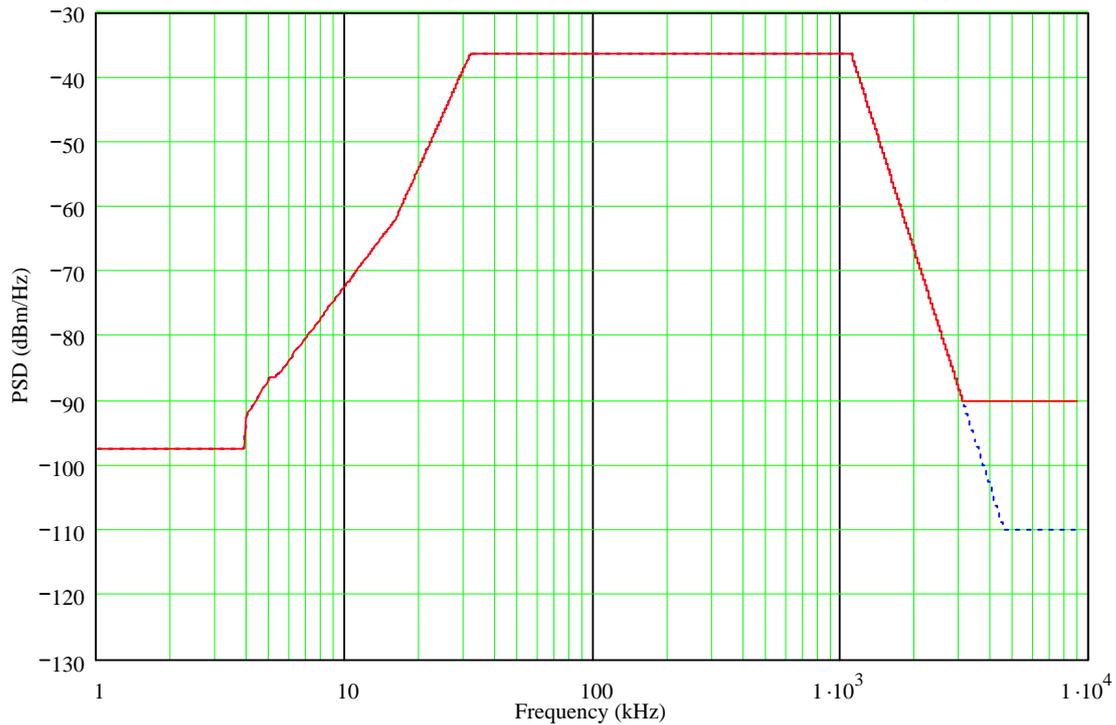
ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.11.1.2. 送信電力スペクトル密度

G.992.1 Amendment 1 Annex C において Profile3 として定義された、オーバラップ方式の FBM である。ATU-C の下り送信電力スペクトル密度は、G992.1 Appendix V.2 記載のシェイピングされた PSD を使用しており、図 D.11.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数 f (kHz)	PSDマスク式(dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97.5, with max power in the in 0-4 kHz band of +15 dBm
$4 < f < 5$	$-92.5 + 18.64 \log_2(f/4)$
$5 < f < 5.25$	-86.5
$5.25 < f < 16$	$-86.5 + 15.25 \log_2(f/5.25)$
$16 < f < 32$	$-62 + 25.5 \log_2(f/16)$
$32 < f < 1104$	-36.5
$1104 < f < 3093$	$-36.5 - 36 \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	$-36.5 - 36 \times \log_2(f/1104)$ (1MHz 帯域幅での規定値より)
$4545 < f < 11\ 040$	-110dBm/Hz (1MHz 帯域幅での規定値より)

図 D.11.1 G992.1 Appendix V.2 PSD マスク

D.11.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.11.2. スペクトル適合性

表 D.11.1 G.992.1 Amendment 1 Annex C profile 3 (FBMsOL)のスペクトル適合性
(クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.12. T1 TR-59 : CAP ADSL(FDM)

D.12.1. 送信電力

D.12.1.1. 総送信電力

D.3.1.1 の総送信電力規定を満足すること。

D.12.1.2. 送信電力スペクトル密度

D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度を満足すること。

D.12.1.3. 不平衡減衰量

D.3.1.4 の不平衡減衰量規定を満足すること。

D.12.2. スペクトル適合性

FDM-ADSL の送出電力規定を満足しているので、クラスAのシステムに対してスペクトル適合性を確保している。収容制限及び線路長制限のないクラスBに分類される。

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.13. G.992.1 Annex I DBM (FDM)

D.13.1. 送信電力

D.13.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

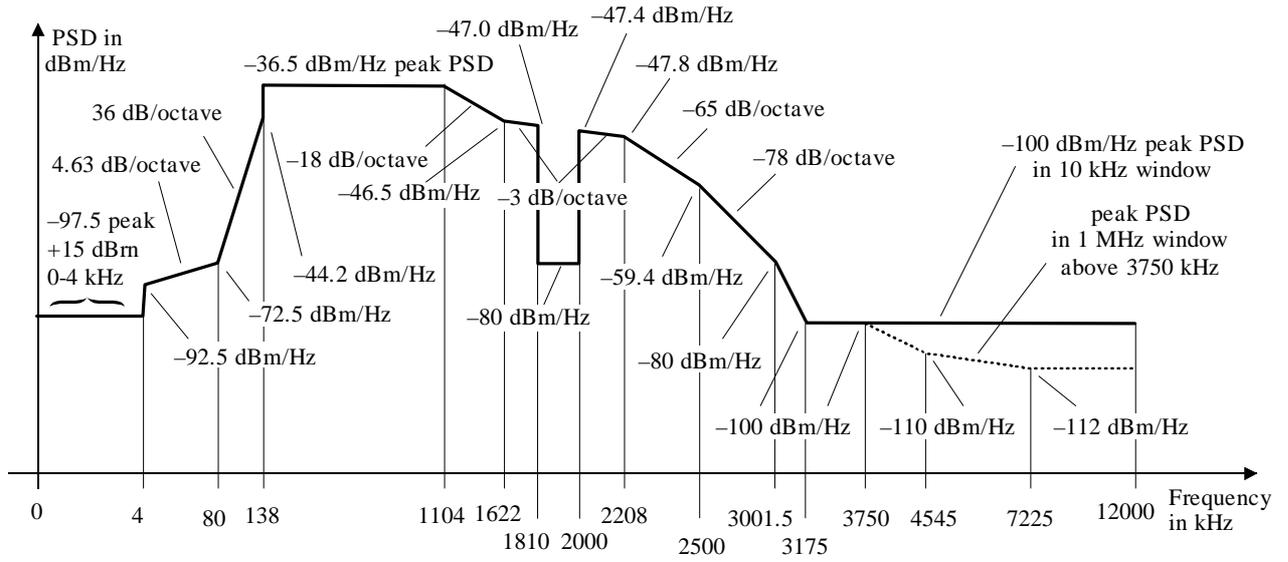
ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.13.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.13.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数(kHz)	PSD(dBm/Hz)	測定帯域幅
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
80	-72.5	10 kHz
138	-44.2	10 kHz
138	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
1810	-47.0	10 kHz
1810	-80.0	10 kHz
2000	-80.0	10 kHz
2000	-47.4	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

図 D.13.1 G.992.1 Annex I DBM (FDM)の下り PSD マスク

D.13.2. スペクトル適合性

表 D.13.1 G.992.1 Annex I DBM (FDM) のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.14. G.992.1 Annex I DBM (OL)

D.14.1. 送信電力

D.14.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

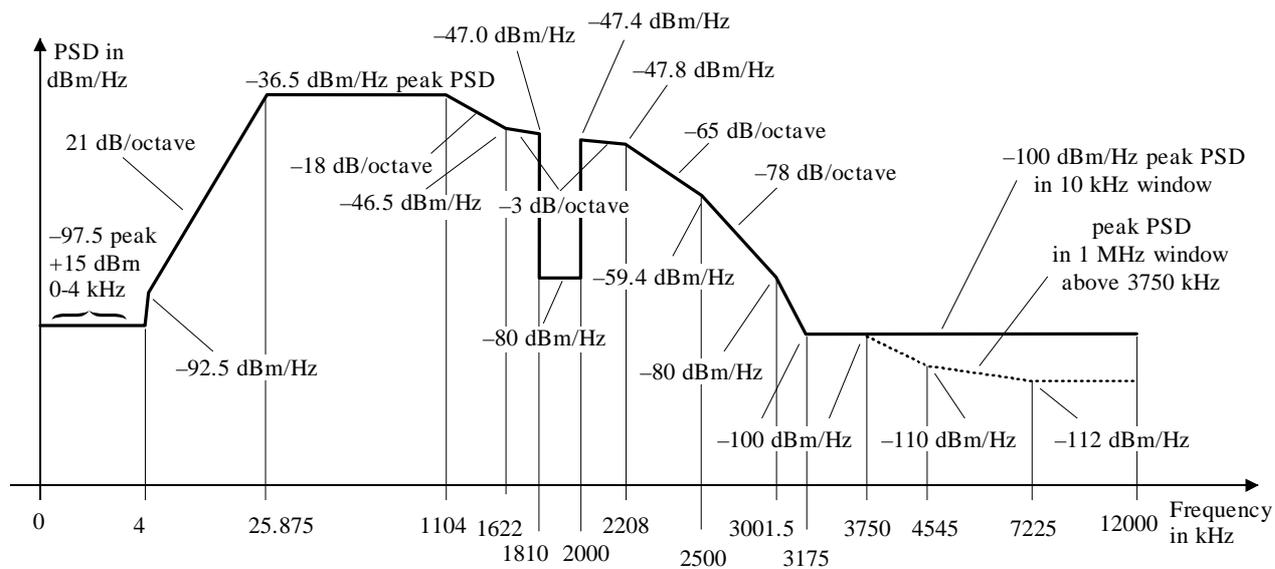
ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.14.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.14.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度は、D.3.1.2 の送信電力スペクトル密度規定を満足すること。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数(kHz)	PSD(dBm/Hz)	測定帯域幅
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
25.875	-36.5	10 kHz
1104	-36.5	10 kHz
1622	-46.5	10 kHz
1810	-47.0	10 kHz
1810	-80.0	10 kHz
2000	-80.0	10 kHz
2000	-47.4	10 kHz
2208	-47.8	10 kHz
2500	-59.4	10 kHz
3001.5	-80	10 kHz
3175	-100	10 kHz
3750	-100	1 MHz
4545	-110	1 MHz
7225	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

図 D.14.1 G.992.1 Annex I DBM (OL)の下り PSD マスク

D.14.2. スペクトル適合性

表 D.14.1 G.992.1 Annex I DBM (OL) のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：限界線路長 2.5km

クラス：C

<特記事項>

なし

D.15. G.992.5 Annex A (FDM)

D.15.1. 送信電力

D.15.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

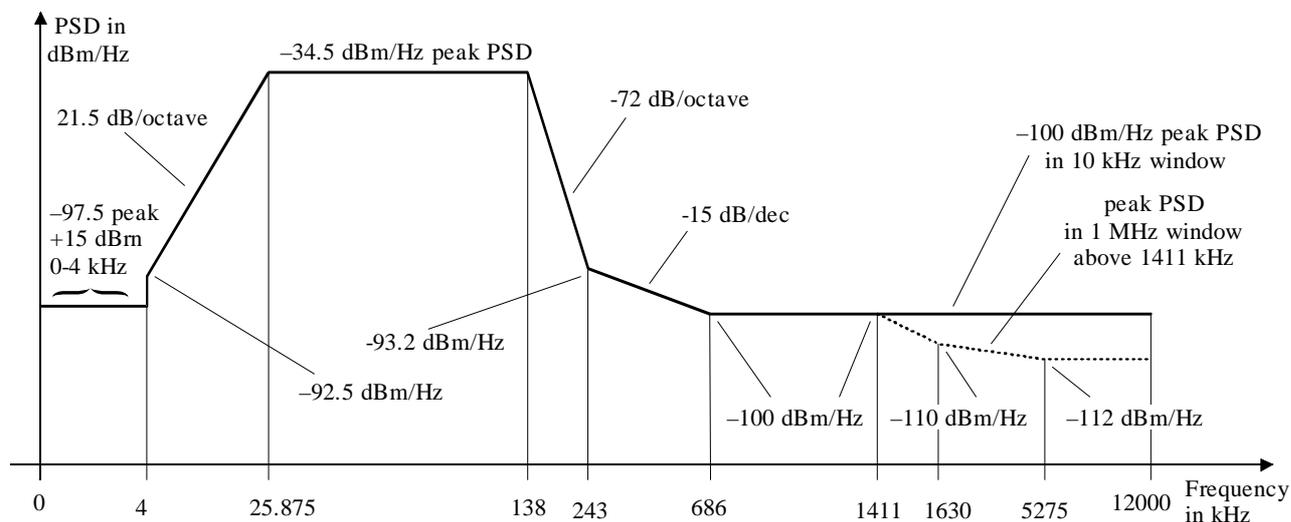
ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100 Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.15.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.13.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.15.1 の規定値を超えないこと。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1 MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。



周波数(kHz)	PSD(dBm/Hz)	測定帯域幅
0	-97.5	100 Hz
4	-97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	Interpolated	10 kHz
25.875	-34.5	10 kHz
138	-34.5	10 kHz
243	-93.2	10 kHz
686	-100	10 kHz
1411	-100	1 MHz
1630	-110	1 MHz
5275	-112	1 MHz
12000	-112	1 MHz

図 D.15.1 G.992.5 Annex A の上り PSD マスク

D.15.2. スペクトル適合性

表 D.15.1 G.992.5 Annex A (FDM) のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし

クラス：B

<特記事項>

なし

D.16. G.992.5 Annex A (OL)

D.16.1. 送信電力

D.16.1.1. 総送信電力

ATU-R によって送信される上り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、12.5dBm を超えないこと。

ATU-C によって送信される下り総送信電力は、100Ω 終端で測定され、20.0dBm を超えないこと。

D.16.1.2. 送信電力スペクトル密度

ATU-C の下り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.14.1 の規定値を超えないこと。

ATU-R の上り送信電力スペクトル密度の測定値は図 D.15.1 の規定値を超えないこと。

与干渉源 PSD としては、PSD マスクから 3.5dB 減じたものを使用すること。また、ADSL 帯域外は、10kHz 帯域幅と 1MHz 帯域幅の両方が規定されている場合、1MHz 帯域幅での PSD マスクから 3.5dB 減じたものを与干渉源 PSD とすること。

D.16.2. スペクトル適合性

表 D.16.1 G.992.5 Annex A (OL) のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：限界線路長 2.5km

クラス：C

<特記事項>

なし

D.17. G.961 Appendix II : 2B1Q ISDN

D.17.1. 送信電力

D.17.1.1. 総送信電力

総送信電力は、13.0dBm から 14.0dBm の間とする。

D.17.1.2. 送信電力スペクトル密度

2B1Q ISDN の上り/下り送信電力スペクトル密度は、135Ω 終端で測定され図 D. 17. 1 に示す PSD マスクの規定を超えないこと。

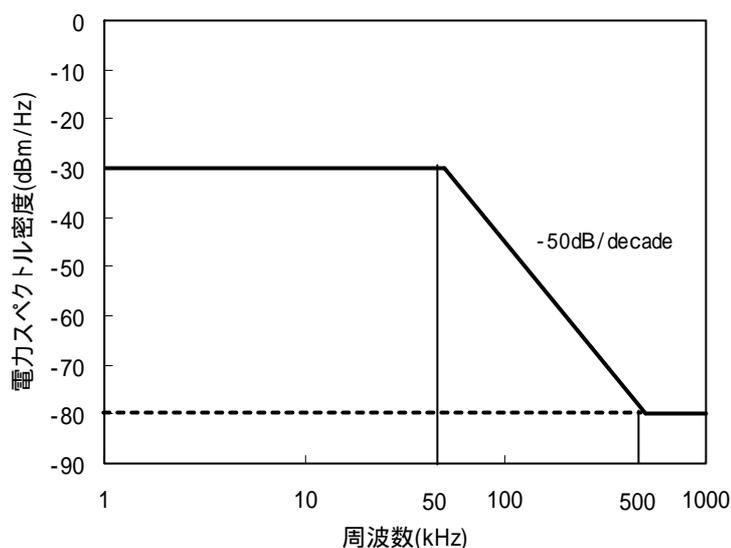


図 D.17.1 2B1Q ISDN の上り/下り PSD マスク

また与干渉源として計算に用いる上り/下り送信電力スペクトル密度は、以下に示す式を用いること。

$$PSD_{DSL-Disturber} = K_{DSL} \times \frac{2}{f_0} \times \frac{\left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}, \quad f_{3dB} = 80 \text{ kHz}, 0 \leq f < \infty$$

ここで、 $f_0 = 80 \text{ kHz}$, $K_{DSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}$, $V_p = 2.50 \text{ volts}$ and $R = 135 \text{ ohms}$ である。

D.17.2. スペクトル適合性

表 D.17.1 2B1Q ISDN (G.961 Appendix II)のスペクトル適合性 (クラス A とはカッド内収容)

斜体字は保護判定基準値を満足していない

換算 線路長 [km]	ISDN		G.992.1 Annex A (FDM)		G.992.2 Annex A		G.992.1 Annex C DBM (FDM)		G.992.2 Annex C DBM (FDM)	
	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US	DS	US
0.5										
0.75										
1.0										
1.25										
1.5										
1.75										
2.0										
2.25										
2.5										
2.75										
3.0										
3.25										
3.5										
3.75										
4.0										
4.25										
4.5										
4.75										
5.0										

<利用制限及びクラス>

収容制限：なし

線路長制限：なし [特例扱い]

クラス：B

<特記事項>

予定導入回線数が少ない（10万加入以下）こと、及び問題が発生した場合には見直しを行うことを前提に、特例として線路長制限なしとする。

E. 新システム検討手順

新しい伝送システムのスペクトル適合性を確認するためには、その技術仕様を明確化し、クラスAないしはクラスA・の各システムに対し影響を与えないかどうか、5.2 で述べる手法を用いて技術的な確認を行った上で、フィールドへの導入が検討されるべきである。

本項では、新しい伝送システムの導入を検討する手順を規定する。

- (1) 新システムを提案する企業は、TTC DSL 専門委員会スペクトル管理サブワーキンググループ(以下、スペクトル管理 SWG)に寄書を提出する。
- (2) スペクトル管理 SWG は、提出された寄書に従い、スペクトル適合性の検討を開始する。
- (3) スペクトル管理 SWG は、新システムのクラス A 及び A'に対する与干渉規定としてのスペクトル適合性を確認し、クラス B かクラス C を判断する。
 - ・ ケーブル内収容及び線路長の制約条件なしで使用可能 (クラス B 相当)
 - ・ 制約条件下で使用可能 (クラス C 相当)
 - ・ その他 (より厳しい制限、導入不可など)
- (4) スペクトル管理 SWG は、検討結果を寄書として DSL 専門委員会に提出し、標準化手続きをおこなう。
 - ・ 新しい伝送システムのクラス分け、制約条件などの検討結果を「スペクトル適合性確認システム一覧」に追加する。

JJ-100.01 の「スペクトル適合性確認システム一覧」への掲載は、ITUやTTCで標準化されているシステムに限定し、非標準のシステムはスペクトル適合性確認結果報告書に記載し、TTCのホームページで公開する。

(編集者メモ：上記は、D 章の冒頭に移してはどうか?)

F. クラス変更手順

本章では、クラス変更についての手順を規定する。

F.1. 保護されないクラスから保護されるクラス（クラス A、A'）への変更

- (1) クラス変更を提案する企業は、スペクトル管理 SWG に寄書を提出する。対象となる伝送システムは、既にスペクトル管理 SWG にてクラス B もしくは C に分類されていること。
- (2) スペクトル管理 SWG は、本標準 5.3 で規定されたクラス変更の考え方にに基づき、当該伝送システムをクラス A またはクラス A' に追加するかどうかを判断する。
- (3) クラス A またはクラス A' に当該システムを追加する場合は、スペクトル管理 SWG は、当該伝送システムを含めた全てのクラス A 及びクラス A' に属する伝送システム相互の影響を考慮して保護判定基準値を決定し、「メタリック加入者線伝送システムのスペクトル管理」の必要箇所の改訂案を作成する。（事業者間合意は提案のあった事業者が関係する事業者を対象に合意形成を行うものとする。）
- (4) 当該伝送システムが広く普及する見込みが高いにもかかわらず、クラス A やクラス A' の要件を満足しない場合には、スペクトル管理 SWG は、仕様、標準に関わる検討を DSL 専門委員会に依頼する。
- (5) スペクトル管理 SWG は、検討結果を寄書として DSL 専門委員会に提出する。

F.2. 保護されるクラス（A、A'）から保護されないクラスへの変更

- (1) クラス変更を提案する企業は、スペクトル管理 SWG に寄書を提出する。
- (2) スペクトル管理 SWG は、本標準 5.3 で規定されたクラス変更の考え方にに基づき、当該伝送システムをクラス A またはクラス A' から削除するかどうかを判断する。
- (3) クラス A またはクラス A' から当該システムを削除する場合は、スペクトル管理 SWG は、当該伝送システムを削除後の全てのクラス A 及びクラス A' に属する伝送システム相互の影響を考慮して保護判定基準値を決定し、「メタリック加入者線伝送システムのスペクトル管理」の必要箇所の改訂案を作成する。
- (4) スペクトル管理 SWG は、検討結果を寄書として DSL 専門委員会に提出する。

**G. ユーザビル設置 VDSL と局設置 ADSL/VDSL の相互干渉の緩和手段について
(参考情報)**

(編集者メモ：アドホックからのドラフト挿入)

H. 文献

- (1)小嶋他, “既存市内ケーブルの漏話特性と伝送特性”, 研実報, 第20巻, 第7号, 1971.
- (2)S.D.Bradley, “Crosstalk consideration for a 48 channel PCM repeaterd line”, IEEE Trans. Commun., Vol.23, no.7, pp.722-728, July 1975.