

**TTC標準**  
Standard

J T - Y 1 5 4 1

IPベースサービスにおけるネット  
ワーク性能目標

Network performance objectives for IP-Based  
services

第2版

2002年11月28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>.....	4
1. 適用範囲.....	6
2. 参照.....	6
3. 略号.....	7
4. 転送能力、容量の合意、およびQoSクラスの適用性.....	9
5. ネットワーク性能目標.....	9
5.1 QoSの一般的な議論.....	10
5.2 UNI間QoSのための参照パス.....	10
5.3 ネットワークQoSクラス.....	12
5.3.1 ネットワーク性能目標の本質.....	12
5.3.2 評価期間と報告に関する要求.....	12
5.3.3 評価のためのパケットサイズ.....	13
5.3.4 限界値のない（未規定の）性能.....	13
5.3.5 IPTD目標値に関する議論.....	15
5.3.6 クラス使用についてのガイダンス.....	15
6. 可用性目標値.....	17
7. 性能目標値の達成方法.....	17
付録 I IP QoSサポートのためのATMネットワークQoS.....	18
付録 II IP遅延変動パラメータの定義に関する考察.....	19
付録 III IP性能目標値を検証するための仮想参照パス例.....	21
III.1 HRPにおけるIPノード数.....	21
III.2 エンド・エンドのクラス0とクラス1の遅延をサポートするための計算例.....	23
III.3 エンド・エンドのクラス1の遅延演算例.....	26
III.4 エンド・エンドのクラス4の遅延をサポートするための計算例.....	28
III.5 HRP内での負荷.....	28
III.6 HRP内の静止衛星.....	28
付録 IV IPパケット遅延変動の計算例.....	30
IV.1 IPパケット遅延変動の要因.....	30
IV.2 IPDVの上限を確立するためのモデルと計算方法.....	31
IV.2.1 ルーチングルックアップに起因する遅延変動.....	31
IV.2.2 遅延変動センシティブパケットに起因する遅延変動.....	31
IV.2.3 遅延変動インセンシティブなパケットに起因する遅延変動.....	32
IV.2.4 遅延変動センシティブなパケットの総遅延変動.....	33
IV.3 計算例.....	33
IV.3.1 STM-1リンクの例.....	33
IV.3.2 E3接続リンクの例.....	34
IV.3.3 低速アクセスリンクの例.....	34
IV.3.4 計算例のまとめと結論.....	35
付録 V IP性能測定方法に関する資料.....	36
付録 VI IETF差異化サービス（DiffServ）のIP QoSクラスへの適用可能性.....	37
付録 VII ユーザが知覚するエンド・エンド通話転送性能へのネットワークQoSの影響.....	38

付録 VIII 参考文献.....	39
付録 IX IPネットワーク上での放送品質デジタルビデオに関する議論 .....	40

## < 参考 >

### 1 . 国際勧告との関連

本標準は、国際電気通信連合電気通信標準化部門（ITU-T）勧告 Y. 1541 "Network performance objectives for IP-Based services"(May, 2002)に準拠し、それに基づき作成されている。

### 2 . 上記国際勧告などに対する追加項目等

#### 2.1 オプション項目

国際勧告のオプション項目に対する選択に関し、該当する項目はない。

#### 2.2 ナショナルマター項目

国際標準にあり国内標準として決定を委ねられている項目はない。

#### 2.3 上記国際勧告を変更した項目

特になし。

#### 2.4 その他

特になし。

### 3 . 改版の履歴

改版	発行日	改版内容
第1版	2002年 5月30	制定
第2版	2002年11月28日	規定範囲の明確化 E-Model の記述に関する改訂

### 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

JT-Y1541が参照している勧告・標準等

TTC標準：

JT-Y1540、JT-I356、JT-G711

ITU-T勧告：

G. 114、G. 109、G. 826、I. 113、I. 350、Y. 1231、E. 651、  
E. 736、G. 177、X. 146、Y. 1221、P. 911

IETF RFC：

RFC768、RFC791、RFC792、RFC793、RFC919、RFC922、  
RFC950、RFC959、RFC1305、RFC1786、RFC1812、RFC2018、

RFC2330、RFC2474、RFC2475、RFC2597、RFC2598、  
RFC2679、RFC2680、RFC2681、RFC3086

## 6．標準作成部門

第二部門委員会 第五専門委員会

## 1. 適用範囲

本標準は、TTC標準J T-Y 1 5 4 0で定義された各性能パラメータに対して国際間で達成されるべきIP性能値を規定する。そのいくつかの値は、エンドユーザおよびネットワークプロバイダが合意したネットワークサービス品質(QoS)クラスに依存する。本標準は6つの異なるネットワークQoSクラスを定義する。本標準は、国際IPネットワークのエンド・エンドパスに適用される。ここで定義されるネットワークQoSクラスはエンドユーザとネットワークサービスプロバイダ間、およびサービスプロバイダ間の合意の基準となることを想定している。これらのQoSクラスは、QoS規定プロトコルによって実現される動的な要求が静的な合意にとって代わった場合でも、引き続いて用いられるべきである。

ここで定義されるQoSクラスのいくつかは、リアルタイム電話、マルチメディア会議、およびインタラクティブなデータ転送を含む、幅広いアプリケーションをサポートする。これらのアプリケーションの性能に対する要求は大抵のアプリケーションに対する要求より強いが、新しいあるいは改訂したクラスを要求する他のアプリケーションが存在するかもしれない。新しいクラスに対する要求は、実装の容易さに対する要求と釣り合いがとれる必要があり、クラス数はグローバルなネットワークにおいても実装できるように、小さくすべきである。

QoSの目標値は、アクセスリンクの速度がT1あるいはE1以上のとき適用可能である。

本標準は、ユーザオリエンテッドなQoSのカテゴリをサポートするために必要な、ネットワークQoSクラスを提供する。従って、本標準はITU-T勧告G. 1000の通信サービスのQoSを規定するための一般的なフレームワーク、および、ITU-T勧告G. 1010で与えられるユーザアプリケーションをサポートするために必要なエンドユーザのマルチメディアQoSのカテゴリと整合がとれている。

注1—本標準は、IPv4を用いて提供されるIPサービスの特性を示すために使用可能な、TTC標準J T-Y 1 5 4 0で定義されたパラメータを用いる。他のプロトコル(IPv6など)への適用可能性、あるいは拡張性は今後の検討課題である。

## 2. 参照

以下のTTC標準とその他の参考文献は、本標準で参照されることにより本標準の規定を構成する。全ての参考文献は改訂されうる。そのため、本標準の利用者は、以下に示した参考文献の最新版を参照すべきである。

現在の有効なTTC標準およびITU-T勧告のリストは正式に発行されている。

- [1] ITU-T勧告G. 114, *One-way transmission time.*
- [2] ITU-T勧告G. 109, *Definition of categories of speech transmission quality.*
- [3] ITU-T勧告G. 826, *Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths at or above the primary rate.*
- [4] ITU-T勧告I. 113, *Vocabulary of terms for broadband aspects of ISDN.*
- [5] ITU-T勧告I. 350, *General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs.*
- [6] TTC標準J T-Y 1 5 4 0 インターネットプロトコルデータ通信サービス—IPパケット転送性能と可用性パラメータ
- [7] RFC 791 (STD-5) - *Internet Protocol (IP), DARPA Internet program protocol specification, September 1981.*
- [8] ITU-T勧告Y. 1231, *Internet protocol aspects – Architecture, access, network capabilities and resource management, IP Access Network Architecture, 2001.*
- [9] ITU-T勧告E. 651, *Reference Connections for Traffic Engineering of IP Access Networks,*

- [10] I T U - T 勧告 G . 1 0 0 0 , *Communications Quality of Service: A Framework and Definitions, Dakar, 2001*
- [11] I T U - T 勧告 G . 1 0 1 0 , *End-user multimedia QoS categories, Dakar, 2001*
- [12] I T U - T 勧告 Y . 1 2 2 1 , *Traffic Control and Congestion in IP-based Networks, 2002*
- [13] I T U - T 勧告 G . 1 0 7 , *The E-Model, a computational model for use in transmission planning*
- [14] I T U - T 勧告 G . 1 0 8 , *Application of the E-model: A planning guide*
- [15] *Implementers' Guides No.1 and No.2 for Recommendation G.114*

### 3 . 略号

本標準では以下の略号が使用される。

A T M	asynchronous transfer mode	非同期転送モード
A F	assured forwarding	保証型フォワーディング
C B R	constant bit rate	固定ビットレート
C D V	cell delay variation	セル遅延変動
C E R	cell error ratio	セルエラー率
C L R	cell loss ratio	セル損失率
C S	circuit section	回線セクション
D S	differentiated services	差異化サービス
D S T	destination host	着信先ホスト
E 1	Digital Hierarchy Transmission at 2.048 Mbps	2.048Mbit/s のデジタルハイアラキー転送
E 3	Digital Hierarchy Transmission at 34 Mbps	34Mbit/s のデジタルハイアラキー転送
E F	expedited forwarding	優先型フォワーディング
F I F O	first-in, first-out	ファーストイン、ファーストアウト
F T P	file transfer protocol	ファイル転送プロトコル
G W	gateway router	ゲートウェイルーター
H R E	hypothetical reference endpoint	仮想参照エンドポイント
H R P	hypothetical reference path	仮想参照パス
H T T P	hypertext transfer protocol	ハイパーテキスト転送プロトコル
I E T F	Internet Engineering Task Force	インターネットエンジニアリングタスクフォース
I P	Internet protocol	インターネットプロトコル
I P D V	IP packet delay variation	I P パケット遅延変動
I P E R	IP packet error ratio	I P パケットエラー率
I P L R	IP packet loss ratio	I P パケット損失率
I P R E	IP packet transfer reference event	I P パケット転送参照イベント
I P O T	octet based IP packet throughput	オクテットベース I P パケットスループット
I P P T	IP packet throughput	I P パケットスループット
I P T D	IP packet transfer delay	I P パケット転送遅延
I S P	Internet service provider	インターネットサービスプロバイダ
I T U - T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector	国際電気通信連合 - 電気通信標準化部門
L L	lower layers, protocols and technology supporting the IP layer	下位レイヤ ( I P レイヤを支えるプロトコルや技術)

M <sub>av</sub>	the minimum number of packets recommended for assessing the availability state	可用性を評価するために推奨される最小パケット数
MP	measurement point	測定ポイント
MPLS	multi-protocol label switching	マルチプロトコルラベルスイッチング
MTBISO	mean time between IP service outages	IPサービス平均停止間隔
MTTISR	mean time to IP service restoral	IPサービス平均復旧時間
N	the number of packets in a throughput probe of size N	サイズNのスループットプローブにおけるパケット数
NS	network section	ネットワークセクション
NSE	network section ensemble	ネットワークセクション全体
NSP	network service provider	ネットワークサービスプロバイダ
OSPF	open shortest path first	オープンショーテストパスファースト
PDB	per domain behavior	ドメイン毎ビヘイビア
PDH	plesiosynchronous digital hierarchy	独立同期デジタルハイアラーキ
PHB	per hop behavior	ホップ毎ビヘイビア
PIA	percent IP service availability	IPサービス可用性パーセント
PIU	percent IP service unavailability	IPサービス不可用性パーセント
Pkt	IP datagram (IP packet)	IPパケット
QoS	quality of service	サービス品質
R	router	ルーター
RFC	Request for Comment	RFC
RSVP	resource reservation protocol	資源予約プロトコル
RTP	real-time transport protocol	リアルタイム転送プロトコル
SDH	synchronous digital hierarchy	同期デジタルハイアラーキ
SPR	spurious packet ratio	混入パケット率
SRC	source host	発信元ホスト
STD	standard	標準
T1	Digital Hierarchy Transmission at 1.544 Mbps	1.544Mbit/sのデジタルハイアラーキ転送
T3	Digital Hierarchy Transmission at 45 Mbps	45Mbit/sのデジタルハイアラーキ転送
T <sub>max</sub>	maximum IP packet delay beyond which the packet is declared to be lost	パケットが損失したと宣言されるIPパケットの最大遅延
T <sub>av</sub>	minimum length of time of IP availability; minimum length of time of IP unavailability	IP可用性のための時間の長さの最小値; IP不可用性のための時間の長さの最小値
TBD	to be determined	後日決定される
TCP	transmission control protocol	転送制御プロトコル
TDMA	time division multiple access	時分割多重アクセス
TOS	type of service	サービスタイプ
TTL	time to live	パケット生存時間
UDP	user datagram protocol	ユーザデータグラムプロトコル
UNI	user network interface	ユーザー網インタフェース

#### 4 . 転送能力、容量の合意、およびQoSクラスの適用性

本章では、ネットワーク転送容量（ある時間間隔に渡ってフローに配送される実効ビットレート）に関する話題、およびネットワーク転送容量とTTC標準JTY1540において定義されるパケット転送のサービス品質（QoS）パラメータ、および本標準で定義される目標値との関係について議論する。

転送容量とは、エンドユーザが知覚する性能に対して直接影響を及ぼす、基本的なQoSパラメータである。多くのユーザアプリケーションは最低容量に関する要求値を持つ。つまりこれらの要求値はサービス合意に達する時に考慮されるべきである。TTC標準JTY1540は容量に関するパラメータを定義していない。しかしパケット損失パラメータに関しては定義している。損失ビットや損失オクテットは、あらかじめネットワーク容量を決定する目的のために、総送出力から差し引かれる。容量に関する個別の定義は今後の課題である。

ユーザとネットワークプロバイダーは、1本あるいはそれ以上のある特定のQoSクラスのパケットフローが利用可能な最大容量に関して合意したものと仮定する。パケットフローとは、同じ発信元ホスト（SRC）、着信先ホスト（DST）、サービスクラス、セッションIDを持ち、あるコネクション、あるいはコネクションレスストリームに関連付けられたトラヒックである。他の文章ではこの単位で分類したトラヒックストリームに言及する際、マイクロフローという単語を使うかもしれない。初期状態では、合意を行う契約者はその適用と検証の両方を許す限りにおいて、契約者が考える適切でないかなる容量に関する仕様をも使用するかもしれない。例えば、ピークビットレート（下位レイヤのオーバーヘッドを含む）で十分かもしれない。ネットワークプロバイダーは、合意したQoSクラスに関連付けられたある特定の容量についてパケットの転送を合意する。

動的な要求をサポートするプロトコルおよびシステムが利用可能な場合、そのユーザはトラヒック契約の交渉を行う。このような契約により、1つあるいはそれ以上のトラヒックパラメータ（例えばITU-T勧告Y.1221[12]やRSVPにおいて定義されるパラメータがある）やQoSクラスを規定しそれを特定のフローに適用する。

ネットワーク性能目標値は、合意した容量やあるいは交渉したトラヒック契約以上で送出されるパケットがある場合には、もはや適用されないかもしれない。もし超過パケットが観測されたならば、ネットワークは超過パケット分と等しい数のパケットを廃棄することが許される。このような破棄パケットは、ネットワークのIPLR性能を評価する際の廃棄パケットとしては計上されない。

超過パケットを持つフローに対する対応を定義することはネットワークの特権である。そのような対応は恐らく観測される超過パケット数に基づく。あるフローが超過パケットを含む場合、ネットワーク性能に関するいかなる契約も守られる必要がない。しかしネットワークはネットワーク性能契約を修正するかもしれない。

#### 5 . ネットワーク性能目標

本章では公衆IPサービスにおけるユーザ情報転送性能の目標値を検討する。これらの目標値はTTC標準JTY1540に定義されるIPレイヤ性能パラメータに関連付けて述べる。目標値を表5-1/JTY1541にまとめ、それらに関連する注記を記す。表5-1/JTY1541の全ての値は暫定的であり、実運用に基づいて（上方か下方へ）修正されるまで、それらはネットワークによって満たされる必要がない。

注記：ユーザの観点から見ると、ネットワークQoSクラスは、ユーザによって知覚されるエンド-エンドの通話の転送性能（つまり mouth-to-ear 品質）のうちの、一部分を形成しているにすぎない。付録VIIにおいて、まさにこの点に関して適切な標準に関する指針を示している。

## 5.1 QoSの一般的な議論

表5-1/JT-Y1541におけるQoSクラス定義はUNI間のネットワーク性能の限界値を示す。ユーザ（および個々のネットワーク）が合意した容量規定あるいはトラフィック契約を超過せず、さらに（TTC標準JT-Y1540で定義される）パスが使用可能である限り、ネットワークプロバイダーはこれらのUNI間限界値をフローの継続時間に渡って、協調してサポートすべきである。

あるフローの実際のネットワークQoSは、そのパスの距離と複雑性に依存する。それはしばしば表5-1/JT-Y1541のQoSクラス定義に規定される限界値よりもよい値であろう。

静的QoSクラス契約はパケットマーキング（例えばTOS優先ビット、あるいはDSCコードポイント）を特定のクラスと結びつけることによって実装することができる。

ユーザーネットワークプロバイダ間およびネットワークプロバイダ間における動的QoS要求をサポートするプロトコルは検討中である。これらのプロトコルとそれをサポートするシステムが実装されたとき、ユーザやネットワークはフロー単位で異なるQoSクラスの要求や受け付けを行うかもしれない。このような方法により、異なるサービスやアプリケーションに対する個別の性能のニーズが伝わり、評価され、さらに認識され得る（あるいは拒絶、修正される）。

## 5.2 UNI間QoSのための参照パス

フローにおける各々のパケットはある特定のパス上を流れる。この章の性能目標を満足するフロー（あるパス上に1つあるいはそれ以上のパケットを持つ）はどれでもTTC標準JT-Y1541の標準の基準を順守していると見なし得る（注記：本標準での「エンド・エンド」という言葉は、ユーザQoSクラスに関する標準とは異なる意味を持っており、ここではエンド・エンドは「口から耳まで（from mouth to ear）」の意味である。しかしながら、本標準の文脈内ではエンド・エンドとは「UNIからUNIまで」として理解されなければならない）。

UNI間性能目標はIPパケット転送参照イベント（IPRE）に対応するIP性能パラメータに対して定義される。UNI間IP性能目標値は、図5-1/JT-Y1541におけるユーザネットワークインタフェースからユーザネットワークインタフェースの間に適用される。UNI間IPネットワークパスは、ネットワークセクション（NS）と、SRC側のUNIからDST側のUNIへと送られるIPパケットの転送を提供するネットワーク間リンクから構成される。つまりIPレイヤを含む下位のプロトコル（レイヤ1からレイヤ3）もまた、IPネットワークの一部と考えられるかもしれない。NSはオペレータ領域と同義であり、これはITU-T勧告E.651やITU-T勧告Y.1231において記述されているIPアクセスネットワークアーキテクチャを包含するかもしれない。この参照パスはTTC標準JT-Y1540性能モデルの一適用例である。

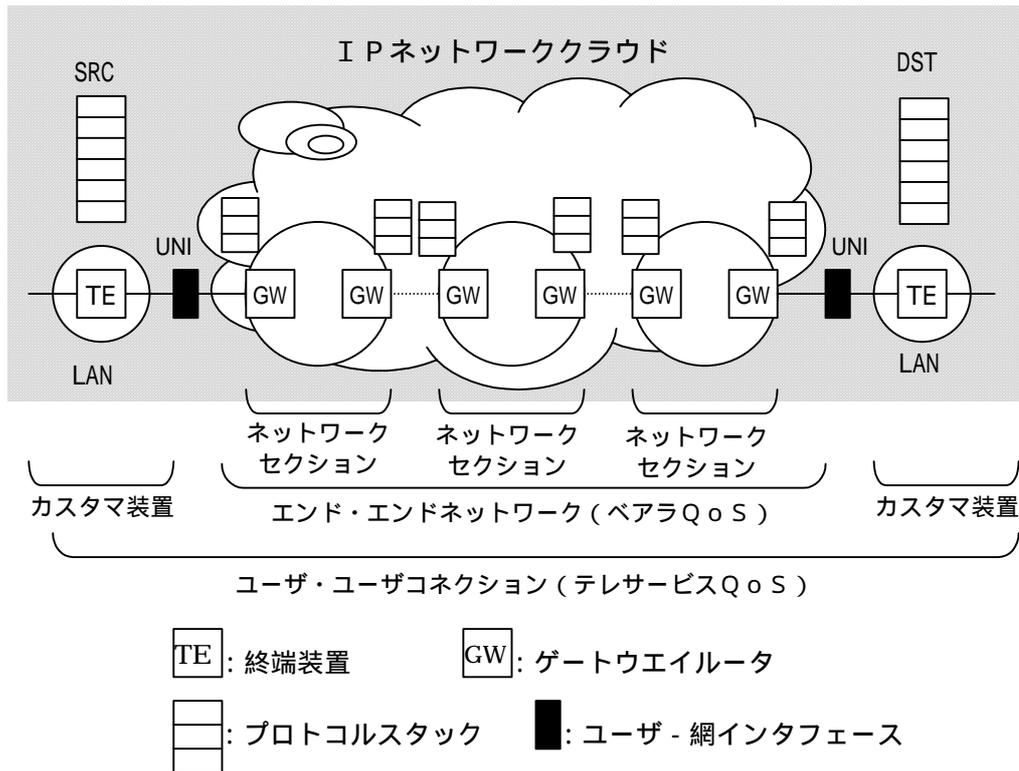


図5-1/J T-Y 1 5 4 1 ネットワークQoS目標値のためのUNI間参照パス (ITU-T Y.1541)

図5-1/J T-Y 1 5 4 1に関する注記：カスタマ装置（斜線領域）は図示の目的のためだけに示している。

カスタマ装置は、ホストや（存在するのであれば）ルータあるいはLANなどの全ての終端装置（TE）を含んでいる。いくつかのアプリケーションに対してただ一人のユーザがいる。重要なことであるが、TEおよびユーザ・ユーザコネクションに関する仕様は本標準の適用範囲外である。また、終端装置と接続するゲートウェイはアクセスゲートウェイとも呼ばれるかもしれない。

参照パスは以下の性質を持つ。

1. IPクラウドはユーザ・ユーザコネクション、ユーザ・ホストコネクションおよびその他のエンドポイントのバリエーションをサポートするかもしれない。
2. ネットワークセクションは、そのエッジにおけるゲートウェイルーターや様々な役割を持ついくつかの内部ルーターから構成されるクラウドとして表現されるかもしれない。
3. あるパスにおけるネットワークセクションの数は、提供されるサービスクラス、経路の複雑性そして各ネットワークセクションの地理的距離に依存するかもしれない。
4. 本標準は一つのパスについて一つあるいはそれ以上のネットワークセクションを含むことを許容する。
5. あるフローにおいてパケットをサポートするネットワークセクションはその継続時間中に変化するかもしれない。
6. IP接続性は国際間にも渡っているが、回線交換の習慣には従わない。（例えば、もし境界の両側で同じネットワークセクションが使用されると、国際間の境界において識別可能なゲートウェイは無いかもしれない。）

### 5.3 ネットワークQoSクラス

本節は現在定義されているネットワークQoSクラスを説明している。各ネットワークQoSクラスは性能値の限界のある決まった組み合わせを作る。本節は、各ネットワークQoSクラスが使用されるが、特定の状況において特定のネットワークQoSクラスの使用が必須でない場合についてのガイダンスが含まれている。

#### 5.3.1 ネットワーク性能目標の本質

表5-1/JT-Y1541の目標値は、公衆IPネットワーク、すなわちエンド・エンドIPネットワークの範囲を定めるMP間に適用される。目標値は一般的なIPネットワークへの実装に際して実現可能であると考えられている。

表5-1/JT-Y1541左側部分は続く列に現れる性能目標値の統計的性質を表している。

IPパケット転送遅延のための性能目標値は、フローのIPTDの平均に対する上限値である。個々のパケットの多くがこの上限を超える転送遅延を持っているかもしれないが、フローの継続時間についての平均IPTD（統計的な平均値の推定方法とみなす）は標準的に表5-1/JT-Y1541で適用される上限よりも短くなるべきである。

2ポイントIPパケット遅延変動の性能目標値は、フローのIPTD分布の $1-10^{-3}$ 分位点の上限値に基づいている。 $1-10^{-3}$ 分位点は短い評価期間を許容する。（例えば、1000パケットからなる1本のフローからのサンプルはこの限界を評価するために最低限必要である。）またこの分位点を用いることにより、遅延ゆらぎ吸収バッファやルーターのキュー長設計において、全体で $10^{-3}$ オーダーのIPLR目標値を達成しなければならないような場合に、ネットワーク設計をより柔軟に行うことができる。低い分位点を使用することでジッター除去バッファサイズを低く見積もることになり、実際のパケット損失が全体のIPLR目標値を越えてしまうかもしれない。（例えばIPLR= $10^{-3}$ に対して $1-10^{-2}$ の上限分位点を用いることで、全体のパケット損失が1.1%となるかもしれない。）IPDVのための他の統計手法と定義は付録IIに記述されるように現在検討中である。また付録IVではIPDV性能評価を推定している。

IPパケット損失率の性能目標値はフローのIPパケット損失の上限である。複数のパケットが損失するかもしれないが、個々のパケットがフローの間に損失する確率は、表5-1/JT-Y1541から適用される限界値より低くあるべきである。

あまり一般的でないパケット転送に関する目標値、およびそれらに関連する、TTC標準JT-Y1540において定義されているSPRなどのパラメータは今後の検討課題である。

#### 5.3.2 評価期間と報告に関する要求

表5-1/JT-Y1541の目標値を瞬時に評価することはできない。評価期間は（TTC標準JT-Y1541に定義される）対象となるパケット母集団の部分集合を作り出す。理想的にはこれらの間隔は、

- ・ 規定された率や分位点を考慮して、必要とされるフローの不足のないパケットを含むことができるように十分に長い。
- ・ 典型的な利用期間（フローの継続時間）、あるいはユーザ評価を反映することができるように十分に長い。
- ・ 各評価期間を通して満足できる性能のバランスを保証することができるように十分に短い。（性能劣化期間は識別されるべきであり、非常に長い評価期間のなかに隠されるべきではない）
- ・ 現実の測定状況を考慮することができるように十分に短い。

音声に関連した評価のためには、典型的なパケットレート（50～100パケット/秒）でおよそ10秒から20秒の最小評価期間が必要とされ、評価期間の上限は分のオーダーであるべきである。暫定的に1分とい

う値が示されているが、いかなる場合でも使用した値と共に、条件や信頼区間を含めて報告しなければならない。最低限許容しうる評価方法は、本標準の将来の改版において示される予定である。目標値の達成度を検証する手法に関しては今後の検討課題である。

### 5.3.3 評価のためのパケットサイズ

パケットサイズは大多数の性能パラメータの結果に影響を与える。多くのフローが存在する場合には、パケットサイズにかなりのバリエーションがあることから、パケットサイズに幅を持たせることは適切であるかもしれない。しかし I P D V 評価時、あるいは評価が固定ビットレートソースをサポートするフローを対象とする時には、評価は単一のパケットサイズで単純化されるため、固定情報フィールドサイズの使用が推奨される。160 オクテットあるいは1500 オクテットの情報フィールドを使用することが提案されており、使用したフィールドサイズは報告されなければならない。また1500 オクテットの情報フィールドは、例えばビットエラー測定のような低位レイヤテストの際の I P パラメータ性能評価に推奨されている。

### 5.3.4 限界値のない(未規定の)性能

幾つかのネットワーク Q o S クラスに関して性能パラメータの値が"U"と指定されるものがある。このような場合、T T C 標準はこれらパラメータに関して目標値を設定しない。ネットワークオペレータはそれらの未規定のパラメータに対してある最小品質レベルを保証することを一方的に選択するかもしれないが、T T C 標準ではそのような最小値に関していかなる値も推奨しない。

Q o S クラスのユーザは未規定パラメータの性能がしばしば任意に劣化することがあり得ることに留意すべきである。しかしながら一般的には平均 I P T D が1秒を超えないことが期待できる。

注記一「未規定」という単語は B - I S D N シグナリングに関する標準とは異なる意味を持つかもしれない。

表5-1/J T-Y 1 5 4 1 暫定的なIPネットワーク QoSクラスの定義およびネットワーク性能目標値

(ITU-T Y.1541)

ネットワーク性能パラメータ	ネットワーク性能目標の性質	QoSクラス					
		クラス0	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5 未規定
IPTD	IPTDの平均に対する上限値(注1)	100ミリ秒	400ミリ秒	100ミリ秒	400ミリ秒	1秒	U
IPDV	(IPTDの1-10 <sup>-3</sup> 分位点-IPTDの最小値)に対する上限値(注2)	50ミリ秒(注3)	50ミリ秒(注3)	U	U	U	U
IPLR	パケット損失率に対する上限値	1*10 <sup>-3</sup> (注4)	1*10 <sup>-3</sup> (注4)	1*10 <sup>-3</sup>	1*10 <sup>-3</sup>	1*10 <sup>-3</sup>	U
IPER	パケットエラー率に対する上限値	1*10 <sup>-4</sup> (注5)					U

注記:

この目標値は公衆IPネットワークに適用される。この目標値は一般的なIPネットワークの実装の上で実現可能であると考えられる。ユーザに対するネットワークプロバイダのコミットメントは、適切な目標値の各々を達成できる方法でパケットを転送するように試みることである。TTC標準J T-Y 1 5 4 1に適合していることを宣伝しているIPパスの大部分は、これらの目標値を満足するべきである。いくつかのパラメータに関しては、より短いあるいは複雑でないパス上における性能は著しく良いかもしれない。

IPTD、IPDV、IPLRに対する評価期間として1分という値が暫定的に提案されており、全ての場合においてその期間は報告されなければならない。

個々のネットワークプロバイダは、割り当てられた目標値よりも良い性能に対するコミットメントを提供することを選択してもよい。

“U”は“未規定”あるいは“限界値のない”ことを意味する。ある特定のパラメータに関する性能が“U”であるとするとき、TTC標準はこのパラメータに対して何の目標値も設定せず、TTC標準J T-Y 1 5 4 1における目標値のデフォルト値は無視できる。あるパラメータに対する目標値が“U”と設定されているとき、このパラメータに関する性能はしばしば任意に劣化しているかもしれない。

全ての値は暫定的であり、実運用に基づいて(上方か下方へ)修正されるまで、それらはネットワークによって満たされる必要がない。

注1 – 非常に長い伝播遅延は、低いエンド・エンド遅延目標値を達成することを妨げるであろう。このようなあるいは他の状況下においては、クラス0および2におけるIPTD目標値は必ずしも達成可能ではないかもしれない。各ネットワークプロバイダはこのような状況に遭遇するかもしれない。その場合には、表5-1/JT-Y1541のIPTD目標値の範囲が達成可能なQoSクラスを代わりに提供する。あるクラスの遅延目標値によって、ネットワークプロバイダがより短い遅延コミットメントを持つサービスを提供することが妨げられるわけではない。JT-Y1540におけるIPTDの定義によれば、パケット挿入時間はIPTD目標値に含まれている。本標準は、これら目標値の評価のためには1500バイトというパケット情報フィールドの最大サイズを推奨する。

注2 – IPDV目標値の定義および性質は検討中である。詳細は付録IIを参照。また $1-10^{-3}$ 分位点は99.9%パーセンタイル値と等価である。

注3 – この値はネットワーク間のリンク容量に依存する。全ての容量が初期のレート(T1やE1)より速い場合、あるいはパケット情報フィールドサイズが1500バイトより小さい場合には、より小さい変動値が可能である(付録IV参照)。

注4 – IPLRに対するクラス0と1の目標値は、高品質音声アプリケーションと音声符号化が本質的に $10^{-3}$ のIPLRによって影響されないという検討に一部基づいている。

注5 – この値は、パケット損失が上位レイヤに与える性能劣化の支配的な要因であることを保証し、ATM上のIP転送によって実現可能である。

### 5.3.5 IPTD目標値に関する議論

非常に長い伝播遅延は、少ないUNI間遅延目標値を達成することを妨げるであろう。たとえば地理的に非常に長い距離であったり、静止衛星を用いているようなケースである。このようなあるいは他の状況下においては、クラス0および2におけるIPTD目標値は必ずしも達成可能ではないかもしれない。あるクラスの遅延目標値によって、ネットワークプロバイダがより短い遅延コミットメントを持つサービスを提供することが妨げられるわけではない、ということに注意すべきである。そのようなコミットメントはいずれも明示的に述べられるべきである。付録IIIにおけるグローバルな経路上でのIPTD計算例を参照のこと。各ネットワークプロバイダは(単一のネットワークの場合、あるいはUNI間のパスを提供するために他のネットワークと連携する場合のいずれかの場合において)低いIPTD目標値を達成できない状況に遭遇するかもしれない。その場合には、表5-1/JT-Y1541のIPTD目標値の範囲が達成可能なネットワークQoSクラスを代わりに提供する。異なるルーティングや距離への考慮にもかかわらず、関連するクラス(例えばクラス0や1)は同じノードメカニズムを用いて実装されるだろう。

JT-Y1540におけるIPTDの定義によれば、パケット挿入時間はIPTD目標値に含まれている。本標準は、これら目標値の評価のためには1500バイトというパケット情報フィールドの最大サイズを推奨する。

### 5.3.6 クラス使用についてのガイダンス

表5-2/JT-Y1541はネットワークQoSクラスの適用や運用に関するいくつかのガイダンスを与える。

表5-2/JT-Y1541 IPQoSクラスに対するガイダンス  
(ITU-T Y.1541)

QoS クラス	アプリケーション (例)	ノードメカニズム	ネットワーク技術
0	リアルタイム、 ジッタセンシティブ、 高インタラクション (例、VoIP、ビデオ会 議)	優先処理および多重分離機能 を持つ分離キュー	ルーティングおよび距離の制約
1	リアルタイム、 ジッタセンシティブ、 インタラクティブ (例、VoIP、ビデオ会 議)		ルーティングおよび距離の緩い 制約
2	トランザクションデータ、 高インタラクティブ (例、シグナリング)	分離キュー、 廃棄優先度	ルーティングおよび距離の制約
3	トランザクションデータ、 インタラクティブ		ルーティングおよび距離の緩い 制約
4	低損失のみ (例、短いトランザクシ ョン、バルクデータ、 ビデオストリーミング)	長いキュー、 廃棄優先度	任意の経路/パス
5	デフォルトIPネットワーク における従来のアプリケーシ ョン	分離キュー (最低優先度)	任意の経路/パス

トラフィックポリシングおよび、あるいはシェーピングもまたネットワークノードに適用してもよい。  
IP上での放送品質テレビジョン転送については付録IXで議論される。

## 6．可用性目標値

本章は、TTC標準J T-Y 1 5 4 0で定義された可用性パラメータに基づいた可用性目標値に関する情報を含む。基本的なネットワーク設計の選択肢が急速に変化しているので、この目標値は更なる検討を要する。

## 7．性能目標値の達成方法

複数のネットワークプロバイダが関係するときの性能目標値の達成方法を決定するためには、更なる検討を要する。

## 付録 IP QoSサポートのためのATMネットワークQoS

(参考情報)

本付録は、IP性能パラメータの、TTC標準JT-I356で規定されたATM QoSクラス目標値に対してのマッピングを分析する。この分析の目的は、下位の転送にATMを用いた場合に得られるIPレベルの性能を推定することである。この分析ではルーターの存在は考慮されていないので、ここで示すIP性能の数値は期待される最良の値である。中間にルーターが存在するシナリオにおいては、IP性能は悪くなるだろう。

付表I-1/JT-Y1541 ATM QoSクラス1および2に対応するIPパケット損失率  
(ITU-TY.1541) (IPLR)の値 (IPパケットサイズ=40バイト、  
誤りのあるパケットは全て失われると仮定)

ATM QoSクラス	転送されたATM CER	転送されたATM CLR	結果となる IPLR
1	$4.00 \times 10^{-3}$	$3.00 \times 10^{-7}$	$4.30 \times 10^{-6}$
2		$1.00 \times 10^{-5}$	$1.40 \times 10^{-5}$

付表I-2/JT-Y1541 国内区間上のフローおよびエンド・エンドフローに対する  
(ITU-TY.1541) IPパケット転送遅延 (IPTD)の値

ネットワーク区間	ATM QoSクラス1を用いた場合 のIPTD (IPルーターでの遅延なし)
国内区間	~27.4 ミリ秒
エンド・エンド	400 ミリ秒

クラス0と2の平均IPTDは、TTC標準JT-I356の27,500 km参照コネクション上においては達成することができないことに注意すべきである。

ここでのATMクラスにおけるセル誤り率 (CER) は $4 \times 10^{-6}$ である。もしIPパケットが長く (1500バイト)、かつ誤りのあるセルが誤りのあるパケットを引き起こすならば、IPパケット誤り率は約 $10^{-4}$ となるだろう。

セル誤挿入率 (CMR) は今のところ1/日で規定されている。CMRのSPRへの関連は更なる検討を要する。

## 付録 I P遅延変動 パラメータの定義に関する考察

(参考情報)

本付録は I P D V の定義、および I P D V 目標値に関する幾つかの統計的手法の使用について議論する。  
エッジ装置のジッタバッファ設計者に指針を与えるために、ジッタバッファのパラメータには I P D V に与える以下の影響を盛り込んでおく必要がある。

- ネットワークにおける定期的な輻輳（高頻度の I P T D 変動）
- T C P ウィンドウ動作（低頻度の I P T D 変動）
- 平均ネットワーク負荷に関する、周期的、非周期的変動（低頻度の I P T D 変動）
- ルーチングの更新による I P T D への影響（瞬間的な（そして恐らく大きい） I P T D の変化）

現在の I P 遅延変動の定義は以下の式で表される。

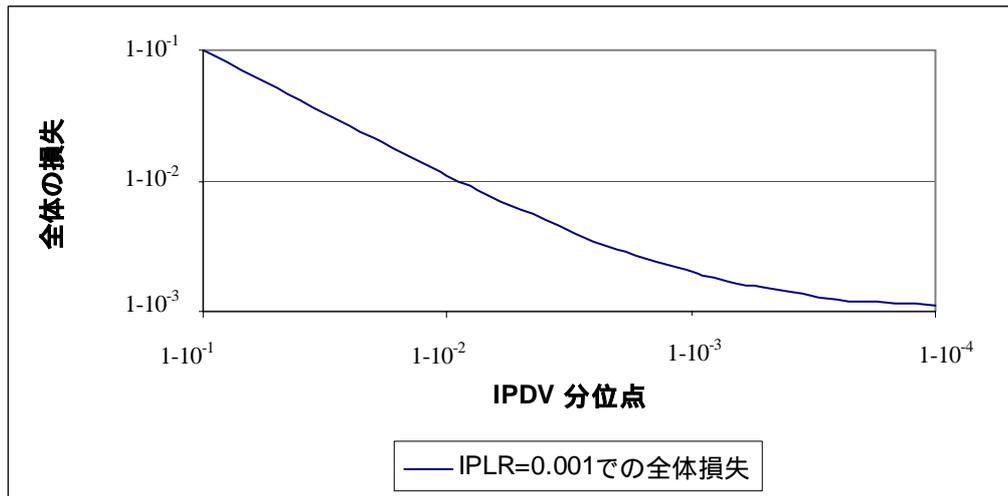
$$IPDV = IPTD_{upper} - IPTD_{min}$$

ここで

- $IPTD_{upper}$  は評価期間における I P T D の  $1 - 10^{-3}$  分位点
- $IPTD_{min}$  は評価期間における最小 I P T D

I P D V の定義は付録 II / J T - Y 1 5 4 0 で与えられている参照イベントに基づいている。ここでは、名目上の遅延は（最初のパケットに関する遅延、あるいは全パケットの平均遅延の変わりに）片方向最小遅延を持つパケットに基づいている。

$1 - 10^{-3}$  分位点（99.9%と同じ）という規定は、1 分の測定期間内のサンプルパケットのサイズや I P L R 目標値（ $\leq 10^{-3}$ ）の影響を受けるが、結果的に全体の損失率目標値は約  $10^{-3}$  になる。下図のように、分位点が小さければ小さいほど全体の損失は増加する。



付図 - 1 / J T - Y 1 5 4 1 I P L R = 0 . 0 0 1 の場合の異なる I P D V 値の全体損失への影響  
(ITU-T Y.1541)

ここで別の I P 遅延変動の定義例を与える。 I P 遅延変動はある短い測定期間中に最大 I P T D - 最小 I P T D で定義してもよい。

$$IPDV = IPTD_{max} - IPTD_{min}$$

ここで

- $IPTD_{max}$  は測定期間中に記録される最大 I P T D
- $IPTD_{min}$  は測定期間中に記録される最小 I P T D

多くの I P D V の値は長期間に渡って測定される。またその測定期間は幾つかの短い測定期間から構成される。これらの I P D V の 9 5 % 分位点が、所望の目標値を満足することが期待される。これは I P D V をリアルタイムで計算するのに、簡単でかなり正確な方法である。測定期間の実際の値はさらなる検討が必要である。測定期間は、測定値が低い頻度または高頻度の I P パケット遅延変動を反映する能力に影響を及ぼす。

## 付録 I IP性能目標値を検証するための仮想参照パス例

(参考情報)

本付録は、第5章で示されているエンド・エンド性能目標に対する実現性の検証を考慮した仮想参照パスを示す。これらの仮想参照パス（HRP）は例に過ぎない。本付録中の内容は規範的なものでなく、特定のパスアーキテクチャを推奨、主張するものではない。

フローにおける各々のパケットは特定のパス上を流れる。この章の性能目標を満足するフロー（あるパス上に1つあるいはそれ以上のパケットを持つ）はどれでもTTC標準JTY1541の標準の基準を順守していると見なし得る。

エンド・エンド性能目標はIPパケット転送参照イベント（IPRE）に対応するIP性能パラメータに対して定義される。エンド・エンドIPネットワークパス（図5-1/JTY1541におけるネットワークインタフェース・ネットワークインタフェース間）は、SRCからDSTへと送られるIPパケットの転送を提供するIPパケットのネットワークセクション（NS）とネットワーク内リンクの組を含んでいる。つまりSRCとDSTの中のIPレイヤを含む下位のプロトコル（レイヤ1からレイヤ3）もまた、IPネットワークの一部と考えられるかもしれない。

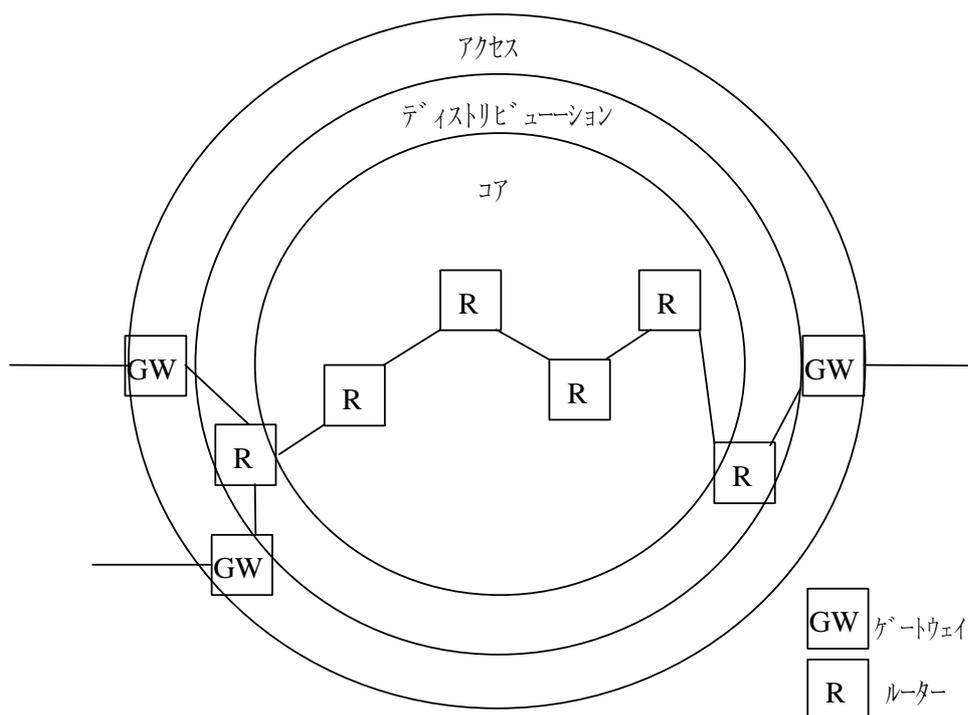
注記：ここで提示される仮想参照パスによって与えられる遅延の値が、ユーザが知覚するエンド・エンド品質へ与える影響については付録VIIを参照のこと。

### 1.1 HRPにおけるIPノード数

HRPsは5章の参照パスと似た属性をもっている。

ネットワークセクションは、そのエッジにおけるゲートウェイルーターや様々な役割を持ついくつかの内部ルーターから構成されるクラウドとして表現されるかもしれない。この場合、HRPはRFC2330の「パスタイジエスト」と同等である。

以下に図示されるように、各NSは、それぞれアクセス、ディストリビューション、コアの役割をもつIPノードから構成される。



付図Ⅲ－１／J T－Y 1 5 4 1 ネットワークセクションにおけるIPノードの役割  
(ITU-T Y.1541)

それぞれの役割を果たすために、1つ以上のルーターが必要なことに注意すべきである。そして図示されているパスのコア部分は直列に並んだ4ルーターを持つ。この例では、NSを通過するパスは少なくとも3台、多くて8台のルーターと出会う。

ルーターによる様々なパラメータへの影響は、その役割によって変わるかもしれない。

付表Ⅲ－１／J T－Y 1 5 4 1 ルーターの役割による遅延への典型的な影響の例  
(ITU-T Y.1541)

役割	平均の全遅延 (キューイング遅延と処理遅延の合計)	遅延変動
アクセスゲートウェイ	10 ミリ秒	16 ミリ秒
インターネットワーキングゲートウェイ	3 ミリ秒	3 ミリ秒
ディストリビューション	3 ミリ秒	3 ミリ秒
コア	2 ミリ秒	3 ミリ秒

注：インターネットワーキングゲートウェイは典型的にアクセスゲートウェイと異なる性能特性を持つ。

本標準が重要となるアプリケーションの一つとしてVoice over IPの提供がある。例えば、電話という媒体における仮想参照端点（HRE）は下のように示されるかもしれない。情報は送話者から左側のプロトコルスタックを下に通じ、HRPを横切り、右側のプロトコルスタックを上がって受話者へ流れる（片方向の送信の方向のみ示されている）。

発話者		受話者
JT-G711 符号化		JT-G711 複合化, 付録 I によるパケット損失補償
RTP 20 ミリ秒ペイロードサイズ		60 ミリ秒ジッタバッファ
UDP		UDP
IP		IP
	(下位レイヤ)	

付図Ⅲ－２／J T－Y 1 5 4 1 仮想参照端点の例  
(ITU-T Y.1541)

## 経路長計算

もし、距離ベースの要素が実際の地球上の距離に比例しているならば、物理経路と実際の距離の比率に比例した典型的な値を加算する。ここで使われている経路長計算は、ITU-T勧告G.826をベースにしており、ここで考慮される長距離用としてのみ使用される。もし、 $D_{km}$ がその区間の境界となる2つのMP間の空路距離であるならば、経路長計算は次のようになる。

- $if D_{km} > 1200, R_{km} = 1.25 \times D_{km}$

ただし、その区間が衛星を経由する部分を含むとき、上記は適用されない。

## 2 エンド・エンドのクラス0とクラス1の遅延をサポートするための計算例

クラスXのネットワーク遅延の計算 (X=0から4まで)

この節では、QoSクラスXのフローをサポートするパス区間のためのIPTDを計算する。フロー区間が衛星を経由する部分を含まないとき、その計算されたIPTDは次のようになる。(ITU-T勧告G.114で与えられる光伝送に対する遅延を用いる。)

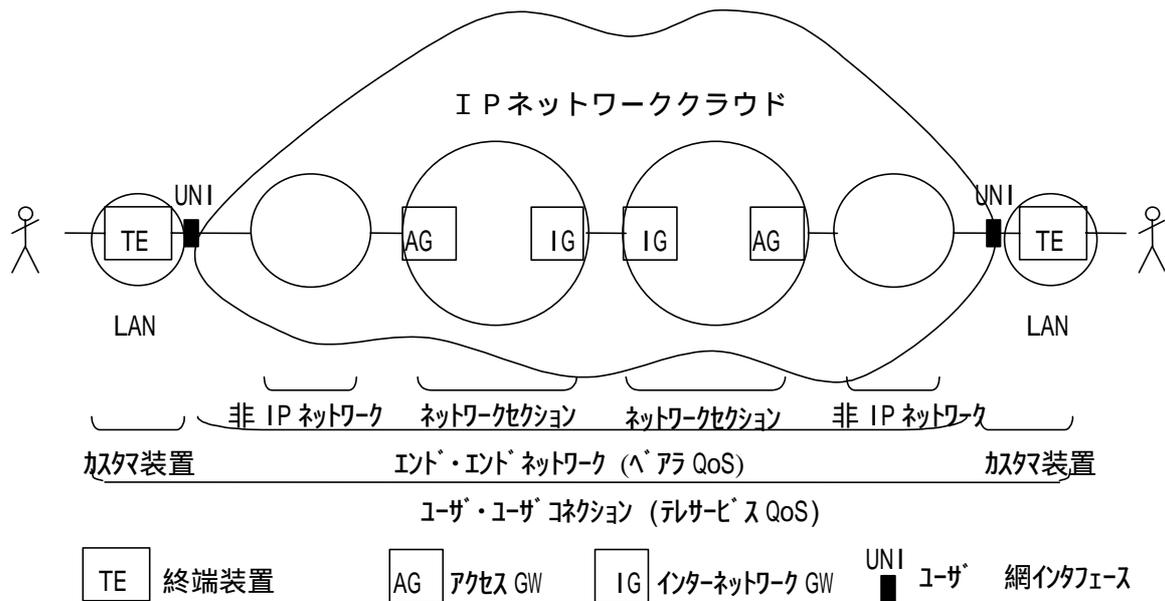
$$IPTD \text{ (マイクロ秒)} \leq (R_{km} \times 5) + (N_A * D_A) + (N_D * D_D) + (N_C * D_C) + (N_I * D_I)$$

この式において、

- $R_{km}$ は、上記で計算された仮の経路長を表している。
- $(R_{km} \times 5)$ は、その区間内の“距離”から導かれるIPTDの許容値である。
- $N_A$ 、 $N_D$ 、 $N_C$ 及び $N_I$ は、それぞれIPアクセスゲートウェイ、ディストリビューションノード、コアノード及びインターネットワークゲートウェイノードの数を表す。これらは付図III-1/JT-Y1541のネットワークセクションの例に一致している。
- $D_A$ 、 $D_D$ 、 $D_C$ 及び $D_I$ は、それぞれIPアクセスゲートウェイ、ディストリビューションノード、コアノードおよびインターネットワークゲートウェイノードの遅延を表す。これらはクラスXに対する値に対応している。(例えば、表III-1/JT-Y1541)

最大IPDVも同様に計算されるかもしれない。

この計算例として、次のHRPについて考える。このパスはIPネットワークの最少数(2)とインターネットワーキングポイントを含んでいる。



付図Ⅲ-3 / JT-Y1541 QoSクラス0のための仮想参照パス (ITU-T Y.1541)

内部ルーターのコンフィグレーションは、付図Ⅲ-3 / JT-Y1541の仮想参照パス (HRP) には示されていない。コアとディストリビューションルーターの数は、付表Ⅲ-2 / JT-Y1541に示されている。

【仮定】

1. 使用された距離は、おおよそデイトナビーチとシアトルの間隔である。(合衆国大陸部の対角線距離であり、リスボンとモスクワよりも長い。)
2. アクセスリンクの容量はT1であり、その他はT1よりも大きい。(例えばOC-3)
3. 最も大きいパケットサイズは1500バイトであり、VoIPのパケットサイズは200バイトである。
4. 非IPネットワークがNIとアクセスGWの間に必要とされる。

付表Ⅲ－２／ＪＴ－Ｙ１５４１ クラス０パスの分析例  
(ITU-T Y.1541)

要素			平均 IPTD			最大 IPDV
距離	4070km					
経路	5087.5km		25			
挿入時間	200 バイト		(注 1) 1			
非 IP ネットワーク 1			15			0
IP ネットワーク 1	個数	各 IPTD			各 Var	
アクセス, $N_A$	1	10	10		16	16
ディストリビューション, $N_D$	1	3	3		3	3
コア, $N_C$	2	2	(注 2) 4		3	(注 3) 6
インターネットワークゲート ウェイ, $N_I$	1	3	3		3	3
IP ネットワーク 2	個数	各 IPTD			各 Var	
アクセス, $N_A$	1	10	10		16	16
ディストリビューション, $N_D$	1	3	3		3	3
コア, $N_C$	4	2	8		3	12
インターネットワークゲート ウェイ, $N_I$	1	3	3		3	3
非 IP ネットワーク 2			15			0
合計, ミリ秒			<b>100</b>			<b>62</b>

(注 1) 1500 バイトの場合は 8 ミリ秒として計算する。

(注 2)  $4$  (平均 IPTD) =  $2$  (個数)  $\times$   $2$  (各 IPTD)  
各ノードの平均 IPTD は上記のように計算する。

(注 3)  $6$  (最大 IPDV) =  $2$  (個数)  $\times$   $3$  (各 Var)  
各ノードの最大 IPDV は上記のように計算する。

付表Ⅲ－２／ＪＴ－Ｙ１５４１は、ルーターの数及びタイプに関する HRP の構成、距離、さらに全ての HRP 要素による、遅延 (IPTD) やゆらぎ (IPDV) への影響を示している。ただし、ここでの最大 IPDV の計算は非常に悲観的 (全てのノードの最悪ケースでの加算と仮定) なものであり、それ故本標準の本文における IPDV の規定値よりも大きくなっていることに注意すべきである。

付図Ⅲ-2/JT-Y1541の仮想参照エンドポイントを使用することにより、エンドポイントの遅延は以下ようになる。

付表Ⅲ-3/JT-Y1541 エンドポイント遅延分析  
(ITU-T Y.1541)

	遅延, ミリ秒	備考
パケット生成	40	2フレームサイズに加えて0前方分
ジッタバッファ, 平均	30	60ミリ秒バッファの半分
パケット損失補償	10	パケット損失補償 "フレーム" 1個分
合計, ミリ秒	80	

4070kmのユーザ・ユーザ間パスにおける平均遅延の合計は $100 + 80 = 180$ ミリ秒となる。

50ミリ秒のカスタム設備（片方向送受信）は、10ミリ秒のパケット組立て時間と50ミリ秒のジッタ除去バッファの時間を保持し得る。クラス0パスのIPTDとカスタム設備の遅延は、150ミリ秒の片方向の送話から受話までの伝送時間となり、（G.114のような）ほとんどのアプリケーションの要求を満足する。

	遅延, ミリ秒	備考
パケット生成	20	2フレームサイズに加えて0前方分
ジッタ除去バッファ, 平均	25	50ミリ秒バッファの半分
パケット損失補償	0	“前方反復”は付加遅延を要求しない
他の設備	5	
合計, ミリ秒	50	

送話から受話までの遅延に対するジッタ除去バッファの寄与は、パケットがそのバッファで費やす平均時間に基づくものであり、ピークのバッファサイズにおけるものではないことに注意しなければならない。最小転送遅延で到着したパケットは、同期ストリームとして再生される前にジッタ除去バッファで最大時間待たされるだろう。一方で、その逆の最大転送遅延で到着したパケット（これらのパケットはジッタ除去バッファで最小時間費やす。）も同様な結果になる。このように、ジッタ除去バッファは転送遅延ゆらぎを補正し、パケットが同期再生クロックに従って取出されることを保証する。

### 3 エンド・エンドのクラス1の遅延演算例

クラス1は、より長いパス長や複雑なネットワークパスをサポートするために利用される。上記の付表Ⅲ-3/JT-Y1541や付表Ⅲ-4/JT-Y1541で示した同じ仮定を用いると、12000kmの距離ではあるが、平均IPTDは150ミリ秒になり、おおよそR値=83になる。

2つ目の例では、中継IPネットワークセクションを1つ加えて合計3つのNSとする。

付表Ⅲ－４／ＪＴ－Ｙ１５４１ クラス１パスの計算例

(ITU-T Y.1541)

要素			平均 IPTD			最大 IPDV
距離						
経路	27500 km		138			
挿入時間	200 バイト		(注 1) 1			
非 IP ネットワーク 1			15			0
IP ネットワーク 1	個数	各 IPTD			各 Var	
アクセス, $N_A$	1	10	10		16	16
ディストリビューション, $N_D$	1	3	3		3	3
コア, $N_C$	2	2	(注 2) 4		3	(注 3) 6
インターネットワーク G W, $N_I$	1	3	3		3	3
IP ネットワーク 2	個数	各 IPTD			各 Var	
ディストリビューション, $N_D$	2	3	6		3	6
コア, $N_C$	4	2	8		3	12
インターネットワーク G W, $N_I$	2	3	6		3	6
IP ネットワーク 3	個数	各 IPTD			各 Var	
アクセス, $N_A$	1	10	10		16	16
ディストリビューション, $N_D$	1	3	3		3	3
コア, $N_C$	4	2	8		3	12
インターネットワーク G W, $N_I$	1	3	3		3	3
非 IP ネットワーク 2			15			0
合計, ミリ秒			233			86

(注 1) 1500 バイトの場合は 8 ミリ秒として計算する。

(注 2)  $4$  (平均 IPTD) =  $2$  (個数)  $\times$   $2$  (各 IPTD)  
各ノードの平均 IPTD は上記のように計算する。(注 3)  $6$  (最大 IPDV) =  $2$  (個数)  $\times$   $3$  (各 Var)  
各ノードの最大 IPDV は上記のように計算する。

付表Ⅲ-4/JTY1541は、ルーターの数及びタイプに関するHRPの構成、距離、さらに全てのHRP要素による、遅延（IPTD）やゆらぎ（IPDV）への影響を示している。付表Ⅲ-3/JTY1541の同じ仮定と仮想参照パスエンドポイントを用いると、27500kmのユーザ・ユーザ間パスにおける平均遅延の合計は、 $233+80=313$ ミリ秒となる。

#### 4 エンド・エンドのクラス4の遅延をサポートするための計算例

上記の計算の形式に従って、付表Ⅲ-1/JTY1541で与えられる遅延の寄与を持つNSの数を拡張する。あるいは、以下のように個々の遅延寄与分を拡張することもできる。

付表Ⅲ-5/JTY1541 ルーターの役割によるクラス4遅延寄与  
(ITU-TY.1541)

役割	合計遅延の平均 (キューイング遅延と処理遅延の合計)
アクセスゲートウェイ	200 ミリ秒
インターネットワーキングゲートウェイ	64 ミリ秒
ディストリビューション	64 ミリ秒
コア	3 ミリ秒

上の表の値を使うと、27,500kmのルート長では、平均の片道遅延は884ミリ秒になるだろう。（付表Ⅲ-2/JTY1541に記述されるようなノード構成でHRPを使用した場合）

#### 5 HRP内での負荷

各転送リンクがアクティブなパケットによって占められる割合はHRPにおいて考慮されるべき要素のうちの1つである。ネットワークが連続的に運用されている時の負荷レベルは別の要素である。

#### 6 HRP内の静止衛星

静止衛星の使用に関しては、HRPの検討中にも考慮された。非常に長い地上距離、複数のIPノード、中継ネットワークセクションのいくつかと置き換わるという仮定のもとにおいて、単一の静止衛星がHRP内で使用されたとしても、エンド・エンド目標を達成することができる。

低軌道および中軌道衛星の使用は、これらのHRPに関連しては考慮されなかった。

パスが衛星を経由している場合、地上局から衛星への仰角が低い場合の影響、低レートでのTDMAシステムの影響、あるいはその両方を考慮するために、この部分に関して320ミリ秒のIPTDを必要とする。オンボード処理能力を持つ衛星の場合には、オンボード処理とパケットキューイングの遅延を考慮するために330ミリ秒のIPTDを必要とする。

静止衛星を含んでいる大部分のHRPが400ミリ秒未満のIPTDを達成することが期待される。しかしながら、ある場合には400ミリ秒を超過するかもしれない。対向エリアへ向かう非常に長いパスについては、

ネットワークプロバイダは、400 ミリ秒の目標を達成する可能性を改善するために追加的に相互合意を行う必要があるかもしれない。

## 付録 IP パケット遅延変動の計算例

(参考情報)

本付録は、IPDVに対してより厳密な値が規定される場合（つまりIP QoS クラス0とクラス1）に、それらのIP QoSクラスに対してIPパケット遅延変動（IPDV）を簡単に計算するための資料を提供する。

ここでの計算では、ネットワーク運用者が、IPDV目標が規定されないQoSクラスも含めて、異なるIP QoSクラスを提供することを仮定している。このQoSクラスの混在は、遅延変動センシティブフロー（例えばQoSクラス0とクラス1）と遅延変動インセンシティブフロー（例えばクラス2, 3, 4, 5）という概念の動機づけとなる。さらに、そのようなQoSクラスの混在を提供する運用者は、遅延変動インセンシティブフローと遅延変動センシティブフローを分けるために合理的な努力を行うことを仮定している。そのような努力における重要な要素とは、パケットスケジューリング方針、および付加的なトラフィックコントロール方式である。この付録中の計算については、遅延変動センシティブフローのパケットは、遅延変動インセンシティブフローからのパケットに対して非割り込み優先でスケジューリングされ、これら2つのカテゴリそれぞれの中でのスケジューリングはFIFOであることを仮定している。

注：この単純な仮定は、単に「計算可能な」モデルに到達するためのものである。他のパケットスケジューリング方針（重み付け公平キューイングのような）あるいはトラフィックコントロール方式が除外されることはない。さらに、他のアプローチの性能がこれらの計算のために使用されたアプローチの性能と比較してより良いか、もしくはあまり悪くは無いことを仮定している。

### 1 IPパケット遅延変動の要因

下記の要素は遅延変動センシティブなパケットに対して、IPパケット遅延変動（IPDV）へ影響を与える最も重要な要因として考慮に入れられる。

- ・パケット転送の決定（ルーチングルックアップ）のための処理遅延が単一の固定値ではなく、パケット毎に変化するかもしれないということによる、変動遅延。
- ・パケットが、先に到着した他の遅延変動センシティブなパケットの後ろで待たなければならないということによる、変動遅延。
- ・パケットが、先に到着してすでに処理中の遅延変動インセンシティブなパケットの処理完了を待たなければならないということによる、変動遅延。

## 2 IPDVの上限を確立するためのモデルと計算方法

### 2.1 ルーチングルックアップに起因する遅延変動

到着するパケットについて、ルーターはIPアドレスに基づいてパケットが転送する出力ポートを確立する必要がある。この転送の決定のために必要な時間は、パケット毎に変化するかもしれない。

高性能ルーターは、後続のパケットに関するこの処理のスピードアップのために、最近使用されたIPアドレスをキャッシュするかもしれない。その後、フローの全てのパケットは（最初のパケットを除いて）、ルックアップ遅延が短くなり、またそれらパケット間は非常に小さな遅延変動となると予想される。厳密には、最初のパケットに関する長い遅延時間がIPDVに影響するが、この最初のパケットの例外的遅延は、それが「1回だけ」のイベントであることと、相対的に長い期間のフロー（例えばVoIPフロー）の中でその影響は消えてしまうため、これらの計算の中で無視される。

ルーチングルックアップ遅延におけるパケット毎の変動は、各ルーターにおいて数十マイクロ秒以下であることが予想される。計算については、変動は1つのルーターあたり30マイクロ秒未満であると仮定している。

この遅延要素の分布に関して利用可能な情報はほとんどないので、直列された複数ルーター全体の変動は、個々の変動の合計と定められる。つまり、統計的影響はこのIPDV構成要素に対しては考慮されない。

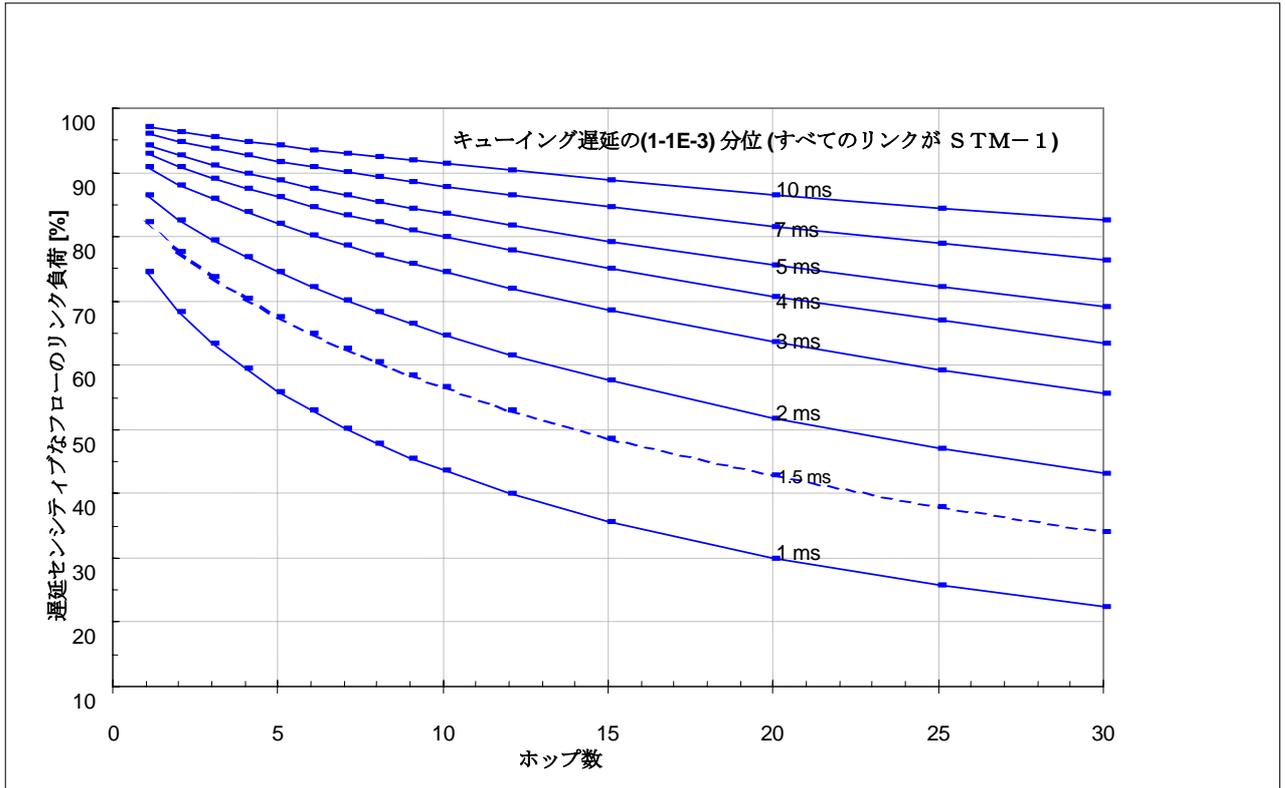
### 2.2 遅延変動センシティブパケットに起因する遅延変動

遅延変動センシティブパケットは、以前に到着した他の遅延変動センシティブパケットが処理されるのを待たなければならないだろう（FIFO規律）。個々の遅延変動センシティブフローは、無視できる1ポイントIPパケット遅延変動を持つパケットの連続フローとしてモデル化される。この、無視できる1ポイントIPパケット遅延変動は、ATMセルのCBRストリームに対して使用される「無視できるCDV」の概念と同等である。（ITU-T勧告E.736を参照）

この計算に対しては、全ての遅延変動センシティブなパケットが1500バイトの固定サイズであることも仮定している。これは、パケット遅延変動においてこの構成要素の計算のために、良く知られたM/D/1待ち行列モデル（ITU-T勧告E.736を参照）を適用することを可能にする。固定処理時間は、仮定した固定パケットサイズ（1500バイト）およびルーターの出力リンクレートによって決定される。（例えばSTM-1リンクであれば80.13マイクロ秒）

直列された複数のルーターにまたがる全体の遅延変動の計算方法は、適用可能な場合には異なる出力リンクレートを考慮に入れて、適切な遅延分布の畳み込みが使用される。下限分位点は0であると仮定し、上限（ $1 - 10^{-3}$ ）分位点は大偏差原理（特に文献「IFIP」において検討されているようなBahadur-Rao見積もり）を使用して正確に近似することができる。

付図IV-1/JTY1541は、そのような計算の結果を例示する。この図は、遅延変動センシティブトラフィックの異なる負荷レベルおよび直列ルーターの経由数に対して、遅延変動センシティブトラフィックの干渉のみを考えた場合の全体の遅延変動量をいくつかの異なる（ $1 - 10^{-3}$ ）分位点について示したものである。



付図IV-1 / JT-Y1541 遅延変動センシティブトラフィックの異なる負荷レベル、および直列ルーターの経由数に関して、遅延変動センシティブトラフィックの影響のみによる全体の遅延変動量をいくつかの異なる (1-10<sup>-3</sup>) 分位点について示した図

付図IV-1 / JT-Y1541では、ネットワーク内のすべてのリンクがSTM-1であり、すべてのリンクにおいて遅延変動センシティブなフローの負荷レベルが同じであることを想定している。STM-1より高い伝送能力を持つリンクが1つ以上存在する場合は、発生するエンド・エンドの遅延はより小さくなり、より低い伝送能力を持つリンクが1つ以上存在する場合は、発生するエンド・エンドの遅延はより大きくなる。これらの影響を計算することはできるが(付録IV. 2. 4を参照)、付図IV-1 / JT-Y1541に反映するのは容易ではない。

遅延変動センシティブなトラフィックと遅延変動インセンシティブなトラフィックの双方が存在するネットワーク内では、リンク上での遅延変動センシティブなトラフィックの負荷が50%を超えないことを想定している。これは、「音声よりデータが増える」という傾向を反映したものである。このような条件であると付図IV-1 / JT-Y1541から、パス上のIPDVに対するこの遅延要素の影響は、パスが25台という非常に多くのSTM-1ルーターを経由しても、2.48ミリ秒を超えない程度に留まることがわかる。

### 2.3 遅延変動インセンシティブなパケットに起因する遅延変動

到着した遅延変動センシティブなパケットが、先に到着した遅延変動インセンシティブなパケットの処理に割り込むことはない。したがって、遅延変動センシティブなパケットには、遅延変動インセンシティブなパケットの処理が終わるまで、各ルーターのキューで待たされる可能性がある。

ここでの計算のために、個々の遅延変動センシティブなパケットは、遅延変動インセンシティブなパケットに起因するランダムな遅延に遭遇する。この遅延は、対象となる出力リンクレートにおいて、遅延変動インセ

ンシティブなパケットが0から最大サイズ（1500バイト）の処理時間の一樣分布に従うと仮定する。STM-1出力リンクにおいて、これは、各ルーター内で0～80.13マイクロ秒の一樣分布に従う遅延に相当する。

必要に応じて出力リンクレート相違を考慮しながら、直列した複数ルーターの全体の遅延変動の集計に、適切な遅延分布の畳込みが使用できる。下限分位点を0と仮定し、上限分位点（ $1 - 10^{-3}$ ）を正確に計算できる。ほとんどの場合、正規（ガウス）分布によってよい概算を得ることができるが、最悪のケースではいずれの分位点も最小値になる。（ $1 - 10^{-3}$ ）の分位点は（ $\mu + 3.72\sigma$ ）にある。

## 2.4 遅延変動センシティブなパケットの総遅延変動

HRP上のIPDVに対する上限は、付録IV. 2. 1～付録IV. 2. 3の3つの要素の各計算値を合計することで得られる。

注: このような方法で計算された値は、実際のネットワークでの値より高いことが予想される。以下の要因に注意する必要がある。

- 3つの分位点の合計値は、実際の遅延分位点より高くなる。
- 遅延変動センシティブなパケット（VoIPパケットなど）の実際のサイズは、想定した1500バイトよりもはるかに小さいことが予想される。さらに大半のリンクで、遅延変動センシティブなトラフィックの負荷は、想定値の50%より小さいことが予想される。したがって、遅延変動センシティブなトラフィックの干渉に起因する実際のキューの遅延は計算値より小さいことが予測される。
- 遅延変動インセンシティブなパケット（たとえばTCPack）の実際の分布もまた、想定サイズの1500バイトよりもはるかに小さいパケットを含むことが予想される。さらに、大半のリンク上で合計負荷（遅延変動インセンシティブなトラフィックと遅延変動センシティブなトラフィックの負荷）は通常、想定値の100%より小さいことが予測される。したがって、遅延変動インセンシティブなトラフィックの干渉に起因する実際のキューイング遅延は計算値より小さいことが予測される。

## 3 計算例

以下の3つの例は、ユーザ対ユーザのHRPに発生するIPDVの計算を示している（図5-1/JTY 1541を参照）。

- すべてのリンクが比較的高速な例（STM-1レベルかそれ以上）。
- 顧客とネットワーク間のリンク、およびネットワークセクション間のリンクが比較的低速な例（E3またはT3）。
- 顧客とネットワーク間のリンクが低速な例（例えば1.544メガビット/秒のT1）。

### 3.1 STM-1リンクの例

この例では、すべてのリンクがSTM-1であることを仮定している。IPネットワーククラウド（付図III-1/JTY 1541を参照）のネットワークインタフェース間のHRPには、12の経由ルーターが存在する。したがって、このパスのIPDVに影響する要素を以下のように計算できる。

- ルーチングルックアップ遅延変動(付録IV. 2. 1を参照)： $12 \times 30$ マイクロ秒=0.36ミリ秒
- 遅延変動センシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動（50%の負荷と12ホップのSTM-1の例については付図IV-1/JTY 1541を参照）： $\approx 1.36$ ミリ秒
- 遅延変動インセンシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動（付録IV. 2. 3参照）： $\approx 9.$

$0.1 \times 80.13 \text{ マイクロ秒} = 0.72 \text{ ミリ秒}$

したがって、この高速リンクパス上のIPDVは、2.44ミリ秒未満であることが予想される。

### 3.2 E3接続リンクの例

この例では、ユーザーネットワーク間リンクと、ネットワークセクション間のリンクがE3（34メガビット/秒）であることを除いて、他のすべてのリンクがSTM-1であることを仮定している。IPネットワーククラウドのネットワークインタフェース間のHRP（付図III-1/JTY1541を参照）には、12の経由ルーターが存在し、そのうち2つのホップが低速なE3ビットレートの伝送を行う。したがって、このパスのIPDVに影響する要素を以下のように計算できる。

- ・ ルーチングルックアップ遅延変動(付録IV. 2. 1を参照)： $12 \times 30 \text{ マイクロ秒} = 0.36 \text{ ミリ秒}$
- ・ 遅延変動センシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動(50%の負荷と10ホップのSTM-1、2ホップのE3)： $\approx 2.92 \text{ ミリ秒}$
- ・ 遅延変動インセンシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動(10ホップのSTM-1、2ホップのE3)： $\approx 1.19 \text{ ミリ秒}$

したがって、この異なるリンクレートが混在したパス上のIPDVは、4.47ミリ秒未満であることが予想される。

### 3.3 低速アクセスリンクの例

この例では、ユーザーネットワーク間リンクが約1.5メガビット/秒のT1であることを除いて、他のすべてのリンクがSTM-1であることを仮定している。IPネットワーククラウドのネットワークインタフェース間のHRP（付図III-1/JTY1541を参照）には、12のルーターホップが存在し、そのうち1つのホップが低速なビットレート伝送を行う。この場合、アクセスリンクの影響を個別に計算する。このパスの高速リンクのIPDVに影響する要素を以下のように計算できる。

- ・ ルーチングルックアップ遅延変動（付録IV. 2. 1を参照）： $12 \times 30 \text{ マイクロ秒} = 0.36 \text{ ミリ秒}$
- ・ 遅延変動センシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動（50%の負荷と11ホップのSTM-1）： $\approx 1.29 \text{ ミリ秒}$
- ・ 遅延変動インセンシティブなトラフィックに起因するキューイング遅延変動（11ホップのSTM-1）： $\approx 8.364 \times 80.13 \text{ マイクロ秒} = 0.67 \text{ ミリ秒}$

したがって、このパスのコア部分の高速リンクに対するIPDVは、2.32ミリ秒未満であることが予想される。

アクセスリンクにおける、遅延変動インセンシティブなパケットの干渉に起因する遅延の影響は、遅延変動センシティブなパケットの処理に先立って2つの1500バイトパケットが処理されている場合に最大で15.6ミリ秒になる（2つのパケットのうちの1つは、遅延変動センシティブなパケットフローの一部であることも考えられる）。その他の遅延変動センシティブなパケットフローの干渉に起因するIPDVへの影響は、そのフローの数と実際に使用されるパケット長に大きく依存する。

低速アクセスリンク上の遅延変動センシティブなフローの数とそのフローに関連するパケット長は、エンドユーザの選択するアプリケーションによって左右されることに注意する必要がある。低速アクセスリンクが存

在する状態では、何らかの影響を受けずにネットワークオペレータが、ネットワーク性能の目標に達する厳密な I P D V 値を保証することが困難になる場合もある。

遅延変動センシティブなトラヒックの packets 長が一定であり（各 packets は 20 ミリ秒の T T C 標準 J T - G 7 1 1 符号化音声（付録Ⅲ / J T - Y 1 5 4 1 の記述に対応する）を含む）、遅延変動センシティブなトラヒックのアクセスリンク占有率が 50% 以内の場合、以下のように遅延を計算できる。毎秒 50 packets の 9 つの音声フローであり、各 packets のペイロードは 160 バイト、さらに 40 バイトの R T P、U D P、I P のヘッダ（各合計毎秒 80 キロビット）が追加されるとする。

- ・ 遅延変動センシティブなトラヒック（負荷が 46.9%、1 ホップの T 1 が存在する場合）に起因するキューイング遅延変動は、M/D/1 キューイングモデルを用いると、アクセスリンク上において比較的小さい遅延変動センシティブな packets に起因する遅延への影響が 5.12 ミリ秒であることを示す。
- ・ 遅延変動インセンシティブなトラヒックに起因するキューイングの遅延変動（1 ホップの T 1）：7.81 ミリ秒

したがって、アクセスリンク上の遅延変動への影響は計 12.93 ミリ秒であり、すべてを合計すると 15.25 ミリ秒に達する。この場合、アクセスリンクの影響が I P D V の支配要因である。

### 3.4 計算例のまとめと結論

上記の計算例では、ネットワークオペレータが遅延変動センシティブなトラヒックと遅延変動インセンシティブなトラヒックの双方をサポートするために適度に努力する場合に、すべてのリンクが十分に高速（たとえば、S T M - 1 および E 3 / T 3 の混成、またはそれ以上）である長い H R P において、I P D V に対する比較的厳密な値を保証できることを示している。10 ミリ秒程度の I P D V 値を保証する場合、より低速な（E 3 / T 3）リンクやネットワークセクションを追加できる余地が残ることになる。

低速リンク（1.5 メガビット/秒の T 1 または E 1）が存在する場合は、低い I P D V 値を保証することは困難になる。ネットワークオペレータは、遅延変動センシティブなフローの実際の数および遅延変動インセンシティブな packets の実際の packets 長について、ほとんどあるいは、まったく制御できない。したがってこのケースの場合、ネットワークでなされた I P D V の保証は、アクセスリンクによって大きく左右される。そして、付表Ⅲ - 1 / J T - Y 1 5 4 1 に示すように、10 ミリ秒よりも相当に大きいことが必要である。アクセスリンクでは、遅延変動センシティブなクラスとして指定されたフローの数と種類がエンドユーザに影響されるので、結果として得られる I P D V はエンドユーザの影響を受けることになる。アクセスリンクにかかる遅延変動センシティブなトラヒックの負荷があまり大きくならず（50% 以下）、その大半の packets 長が 1500 バイト（最大サイズ）と比較して小さいという仮定の下で、1 つの低速アクセスリンクにつきさらに 20 ミリ秒を容認することで十分であろう。

## 付録 I P性能測定方法に関する資料

(参考情報)

本付録では、今後の検討課題である、I P性能測定方式の開発において考慮すべき重要な問題について述べる。また、測定性能に関する、トラヒック考慮事項など、被試験セクションの外部条件の影響について記述する。

I P性能測定中は、以下の条件を指定し、制御を行う。

(1) 測定対象となるセクション

- ・ エンド・エンドの測定のためのSRCおよびDST
- ・ 測定するNSEの境界となるMP

注 性能を表すために、すべてのMP-MP間またはすべてのSRC-DST間を測定する必要はない。

(2) 測定期間

- ・ 標本を収集する期間
- ・ 測定実施時期

(3) 正確なトラヒック特性

- ・ SRCからトラヒックの提供されるレート
- ・ SRCのトラヒックパターン
- ・ SRCおよびDSTで競合するトラヒック
- ・ I Pパケットサイズ

(4) 測定のタイプ

- ・ サービス中またはサービス停止中
- ・ 能動的または受動的

(5) 測定データの要約

- ・ 平均値、最悪例、経験変位値
- ・ 要約期間
  - 短期 (例: 1分)
  - 長期 (例: 1時間、1日、1週、1月)

付録 I E T F 差異化サービス ( D i f f s e r v ) の I P Q o S クラスへの適用可能性  
(参考情報)

本付録は、定義された I P Q o S クラスに対して、 I E T F によって定義されたような差異化サービス ( D i f f s e r v ) の適用可能性について議論する。この I E T F サービスにおいて、いかなる Q o S 目標値も規定されない。しかし、このサービスモデルは、このサービスユーザが特定の Q o S 特性に期待することができるということは規定している。

図5-1 / J T - Y 1 5 4 1 の I P ネットワーククラウドが、 D i f f - s e r v ( D S ) 地域 [ R F C 2 4 7 4 ] である場合、 Q o S クラスは、その地域のエンド・エンド性能目標を規定する。 D S 地域は、1つもしくはそれ以上の D S ドメイン ( ネットワークセクション ) を含み、測定可能なエッジ・エッジサービスレベル規定をもつドメイン毎ビヘイビア ( P D B ) [ R F C 3 0 8 6 ] に適合するかもしれない。 P D B 規定は、現在検討中である。ドメイン毎ビヘイビアを構築するために、1つあるいはそれ以上のホップ毎ビヘイビア ( P H B ) が、他の D i f f - s e r v ツール ( 例えばトラヒックコンディショナー ) と組み合わされるかもしれない。現在、定義されている差異化サービスの P H B は、確実型フォワーディング ( A F ) [ R F C 2 5 9 7 ] と急行型フォワーディング ( E F ) [ R F C 2 5 9 8 ] である。 A F 規定は、独立して扱うべき4つの A F クラスのグループを定義している。以下の付表 V I - 1 / J T - Y 1 5 4 1 は、 J T - Y 1 5 4 1 Q o S クラスの関連を示したものである。

この表は、 I P パケット流に対してトラヒックプロファイルが規定されている場合に、全ての I P パケットが、そのプロファイルに属していることを仮定している。

付表 V I - 1 / J T - Y 1 5 4 1 J T - Y 1 5 4 1 Q o S クラスと  
( I T U - T Y . 1 5 4 1 ) 差異化サービスの関連付け

I P 転送サービス	I P Q o S クラス	備考
ベストエフォート P D B	クラス5 ( U クラス )	低負荷のネットワークで運用されるレガシー I P サービスは、よい I P Q o S のレベルが得られるかもしれない。
保証型フォワーディング に基づいた P D B	クラス2、3、4	I P L R の目標値は、各 A F クラスの第一優先レベルの I P パケットにのみ適用される。 I P T D と I P D V は、全てのパケットに適用される。
優先型フォワーディング に基づいた P D B	クラス0およびクラス1	

## 付録 VII ユーザが知覚するエンド・エンド通話転送性能へのネットワークQoSの影響

(参考情報)

本標準では、提示している目標値によって、実際にユーザが知覚するエンド・エンド通話転送性能については、高い値が達成可能と想定しているが、一方、ITU-T勧告G. 100シリーズで示されている内容も考慮すべきである。

ITU-T勧告G. 107、G. 108、G. 113、および2つの実装ガイドが付随しているG. 114は、mouth-to-ear 通話品質の推定値を導くために必要となる重要なドキュメントである。これらの推定値は、対応するネットワークQoSクラスの値によって達成される。

勧告G. 114は、遅延のエンド・エンド限界値と平均片方向の割当を与えており、他の伝送劣化要因とは独立している。全体の伝送品質に対する、全ての劣化要因が合わさった影響を考慮する必要性は勧告G. 107、つまりエンド・エンドの伝送計画におけるITU-Tの推奨方式であり、ITU-T伝送評価モデルであるE-Modelによって議論されている。勧告G. 108は、遅延など様々な劣化要因を含むコネクションの伝送性能の評価のためモデルの使用に関する詳細例を示している。また勧告G. 109は、そのモデルの伝送評価予測を通話伝送品質のカテゴリに割り当てる。したがって勧告G. 114が平均片方向遅延に関する有益な情報をそれ自身で一パラメータとして与えるに対して、一方のG. 107（および関連するG. 108 to G. 109）は、他の劣化要因（例えば音声処理による歪みなど）と結合した遅延の影響を評価するために使用されるべきである。

また、勧告G. 101（ITU-T伝送計画）と関連する勧告が現在、基本的な改訂を行っている。

## 付録 VIII 参考文献

(参考情報)

- RFC 768 (STD-6) - *User Datagram Protocol (UDP)*
- RFC 792 (STD-5) - *Internet Control Message Protocol (ICMP)*
- RFC 793 (STD-7) - *Transmission Control Protocol (TCP)*
- RFC 919 (STD-5) - *Broadcasting Internet datagrams*
- RFC 922 (STD-5) - *Broadcasting Internet datagrams in the presence of subnets*
- RFC 959 (STD-9) - *File Transfer Protocol (FTP)*
- RFC 950 - *Internet Standard Subnetting Procedure* (updates RFC 792)
- RFC 1305 - *Network Time Protocol (v3)*
- RFC1786 - *Representation of IP Routing Policies in a Routing Registry*
- RFC 1812 - *Requirements for IP Version 4 Routers*
- RFC 2018 - *TCP selective acknowledgment options*
- RFC 2330 - *Framework for IP performance metrics*
- RFC 2474 - *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*
- RFC 2475 - *An Architecture for Differentiated Services*
- RFC 2597 - *Assured Forwarding PHB Group*
- RFC 2598 - *An Expedited Forwarding PHB*
- RFC 2679 - *A One-way Delay Metric for IPPM*
- RFC 2680 - *A One-way Packet Loss Metric for IPPM*
- RFC 2681 - *A Round-trip Delay Metric for IPPM*
- RFC 3086 - *Definition of Differentiated Services Per Domain Behaviors and Rules for their Specification*
- ETSI TIPHON TR 101 329 - Part 2, *Quality of Service (QoS) Classes*
- ITU-T Recommendation P.911, *Subjective audiovisual quality assessment methods for multimedia applications, (12/98)*.
- Study Group 12 Delayed Contribution D15, *The effect of Packet Losses on Speech Quality*, C. Karlsson, Telia AB, Feb 2001.
- Study Group 12 Delayed Contribution D22, *A Framework for Setting Packet Loss Objectives for VoIP*, J. Rosenbluth, AT&T, Oct 2001.
- T1 Standard T1.522-2000, *Quality of Service for Business Multimedia Conferencing*.
- [IFIP] Michel Mandjes, Kees van der Wal, Rob Kooij, Harrie Bastiaansen, *End-to-end delay models for interactive services on a large-scale IP network*; Seventh IFIP workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks: IFIP ATM'99; Antwerp, Belgium; June 28-30, 1999. Paper 42. Proceedings edited by Guido H. Petit.
- J. Padhye, V. Firoiu, D. Towsley, J. Kurose, "Modeling TCP Reno Performance: A Simple Model and its Empirical Validation," IEANEP, vol. 8, no. 2, pp. 133--145, Apr. 2000

## 付録 I Pネットワーク上での放送品質デジタルビデオに関する議論

(参考情報)

表5-1/JT-Y1541に示されているクラスは、転送に関する要求事項が既知のアプリケーションについて広く網羅することを意図している。これらのクラスによってカバーされないアプリケーションの例は、放送型ビデオ配信、プログラム音声、デジタルシネマ、そして圧縮HDTV伝送などがあり、これらは非常に低い損失率、また恐らく低ネットワーク遅延が要求されるかもしれない。

発行に当たっては、極端に要求度が高いユーザコミュニティのために非常に高い転送レートでデジタルビデオ転送を行うための、パケット転送性能に関する要求事項を定義するために、さらなる検討が必要である。その際には性能劣化に対して低い耐性を持つアプリケーションを使用する必要がある。

ビデオサービスフォーラム(VSF)ではすでにビデオ転送アプリケーションにおけるテレビジョン品質に関する要望を収集し始めている。ITU-T勧告P.911の付録Bでは、テレビジョンとマルチメディア転送品質レベルの例が一連の表に与えられている。VSFの活動では、TV1とTV2のカテゴリに関して、幾つかの特定の例に発展させている。