

TR-1054

IP 電話の通話品質測定
ガイドライン

A Speech Quality Measurement Guideline
for IP Telephony

第 3.0 版

2018 年 6 月 1 日制定

一般社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人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一般社団法人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

はじめに	5
第1章 関連する勧告・規定, 用語など	7
1. 1. 関連する勧告・規定	7
1. 2. 用語	8
1. 3. 標準化団体	10
第2章 0AB-J IP 電話およびメタル IP 電話品質測定条件	11
2. 1. 1. 総合品質 (遅延) ・ネットワーク品質	11
2. 1. 2. 接続品質 (呼損率)	12
2. 1. 3. 接続品質 (接続遅延)	13
2. 1. 4. 測定対象日の選定	14
2. 2. 他の通信事業者の提供するベストエフォート回線による 0AB-J IP 電話品質測定条件 ..	15
第3章 FAX の疎通確認・測定	16
3. 1. FAX の疎通確認を行うにあたっての留意事項	16
3. 2. FAX の疎通確認方法に関する考え方	16
3. 3. FAX の疎通確認方法 測定内容	17
3. 4. FAX の疎通確認方法 判定	18
付録 <試験系構成例1 : FAX ソフトを使った場合>	19
付録 <試験系構成例2 : FAX ユーティリティを使った場合>	20
付録 <試験系構成例3 : FAX モニターを使用しない場合>	21
付録 <試験実施に関するメモ1>	22
付録 <試験実施に関するメモ2>	22
付録 <試験実施に関するメモ3>	23
付録 <相談窓口>	24
参考資料集	25
A. 1 IP 電話端末モデル	25
A. 1. 1 揺らぎ吸収バッファモデル	26
A. 1. 2 揺らぎ吸収バッファ処理概要	27
A. 1. 3 コーデックの影響	28
A. 1. 4 端末設定の一例	30
A. 2 測定器の接続方法	32
A. 2. 1 IP 接続	32
A. 2. 2 アナログインタフェース接続	33
A. 3 R 値パラメータの補足説明	34
A. 3. 1 TELR の算出	34
A. 4 TTC 標準 JJ-201.01[1]の要点	34
A. 4. 1 接続パターンと評価パラメータ	34
A. 4. 2 接続パターンごとの測定点	39

A. 4. 3 IP 電話端末の評価	44
A. 4. 4 遅延の測定	46
A. 4. 5 測定器の種類	47
A. 5 測定日, 測定サンプル数に関する標準文書の要点	47
A. 6 95%値の考え方	48
A. 7 代替測定点と IP 相互接続点のモデル値の考え方	50

はじめに

本文書は、TTC 標準 JJ-201.01 で定める IP 電話の通話品質評価法を実際の運用に資する際のガイドラインとして、具体的な品質計測手法や計測条件を統一的にとりまとめたものである。

運用ガイドラインの統一化については、測定条件の揺らぎによって通信事業者毎の測定負荷・測定精度が異なるという課題と、みなし音声を用いる代表的なサービスである FAX サービスの品質を担保できるかという課題に対して、総務省「0AB-J IP 電話の品質要件の在り方に関する研究会」によるパケットロス値の緩和と R 値の廃止を受けて、2014 年 9 月～2015 年 1 月まで総務省、通信事業者、CIAJ、TTC の有識者会合として TTC で開催された、「0ABJ-IP 電話通話品質検討プロジェクト」の成果である。

品質計測手法については、初版で（一社）テレコムサービス協会 VoIP 推進協議会の作成した“第 3 版「IP 電話の通話品質測定ガイドライン」”と同様の内容を記載したが、第 2.0 版では IP 電話の通話品質測定ガイドラインとして有用な情報を参考資料集として残した。

追加・更新の提案については、TTC 網管理専門委員会 事務局までご連絡をいただきたい。

改版の履歴

版 数	作成年月	改版理由
第 1.0 版	2014 年 10 月 30 日	制定
第 1.1 版	2015 年 3 月 11 日	Appendix 追加
第 1.2 版	2015 年 4 月 20 日	“Appendix I I . I I . FAX の疎通確認方法に関する考え方”の記載修正
第 2.0 版	2015 年 8 月 21 日	<ul style="list-style-type: none">・第 1.1 版から Appendix に追加した項目を本 TR の主項目とする修正、及び修正に伴う構成変更・“2. 2. 他の通信事業者の提供するベストエフォート回線による 0AB-J IP 電話品質測定条件”の追加・“3. 2. FAX の疎通確認方法に関する考え方”の文言修正 及び 試験系構成例 3 : FAX モニターを使用しない場合の追加
第 3.0 版	2018 年 6 月 1 日	<ul style="list-style-type: none">・2 章の品質測定条件について、メタル IP 電話や繋ぐ機能 POI ビルを介した相互接続に対応するよう文章を追加

本ガイドラインの目的

本ガイドラインは VoIP ネットワークの運用を進めている事業者を対象に、IP 電話の通話品質を測定する具体的な方法について必要な情報を提供する事を目的に作成されたものである。

IP 電話の通話品質測定については、TTC 標準 JJ-201.01 として規定されているが、具体的にどのような計測器を用いてどのように計測を行うかまでは触れていない。

関連する各勧告の要約，抜粋など，測定に関する一通りの情報を網羅した．

測定対象は，IP-IP 接続と IP-PSTN 接続のネットワーク部分とし，測定が困難な端末に関する品質については，既定値を用いるか，端末モデルにより算出する．

第 1 章 関連する勧告・規定, 用語など

1. 1. 関連する勧告・規定

[1] TTC 標準 JJ-201.01 (2006 年 6 月)

IP 電話の通話品質評価法 第 3 版

[2] TTC 標準 JT-G.107 (2006 年 6 月)

E-Model 伝送計画のための計算モデル 第 2 版

[3] TTC 標準 JT-G.113 (2003 年 4 月)

音声処理による伝送劣化

[4] TTC 標準 JT-862 (2004 年 4 月)

PESQ 狭帯域電話網および符号化方式のエンドーエンド音声品質評価のための客観評価法

[5] TTC 標準 JT-862.1 (2006 年 6 月)

P.862 評価値から MOS-LQO へ変換するマッピング関数

[6] TTC 標準 JT-P862.2 (2006 年 6 月)

P.862, P.862.1, P.862.2 に基づく客観品質測定のためのアプリケーションガイド

[7] ITU-T G.114 (05/2000)

One-way transmission time

[8] ITU-T E.500 (11/1998)

Transmission impairments due to speech processing

[9] ETSI TR 101 329-6 V2.1.1 (02/2002)

End-to-end Quality of service in TIPHON system; Part 6: Actual measurements of network and terminal characteristics and performance parameters in TIPHON networks and their influence on voice quality

[10] ETSI TR 101 329-7 V2.1.1 (02/2002)

End-to-end Quality of service in TIPHON system; Part 7: Design guide for elements of a TIPHON connection from an end-to-end speech transmission performance point of view

[11] ETSI EG 201 769-1 V1.1.1 (04/2000)

QoS parameter definitions and measurements; Part 1: Parameters for voice telephony service required under the ONP Voice Telephony Directive 98/10/EC

[12] IETF RFC 1889(01/1996)

A Transport Protocol for Real-Time Applications

[13] CIAJ 規格 電話機通話品質標準規格「IP 電話端末 (ハンドセット)」CES-Q003-2

1. 2. 用語

IP 事業者網

IP 電話事業者を含む, ISP 事業者の提供するネットワーク.

IP 電話機

IP ネットワークに接続可能な電話端末

IP 電話端末

IP 電話機やアナログ電話機を接続した VoIP-TA などの IP ネットワークに接続可能な電話端末の総称.

MGW (Media Gateway)

PSTN (既存の公衆電話網) と IP ネットワークを接続するためのメディア変換装置

MOS (Mean Opinion Score)

複数の被実験者に試験対象の音声を聞かせ, 5 段階 (5 が非常に良い) のスコアで評価する方式. 人による主観評価法であるため測定ごとに異なる結果が得られる場合があり, 他の試験結果との客観的な比較が難しいといった問題もある.

PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)

ITU-T P.862 で勧告されている音声品質を評価する客観的手法の一つ

PSTN (Public Switched Telephone Network)

既存の公衆電話網

R 値

I P 電話の総合伝送品質を表す数値. ITU-T が G.107 で標準化した.
総務省が I P 電話用の電気通信番号を指定する際の基準に採用されている.

VoIP-TA (Voice over IP Terminal Adaptor)

アナログ電話機を IP ネットワークに接続するための装置

構内 IP 網

企業の拠点内のネットワークや, 加入者宅内のネットワークなどの LAN

背景トラヒック

評価対象とする時間に, 評価対象とするトラヒックのルートと重なって流れ, 評価対象トラヒックの性能. 品質に影響を及ぼすトラヒックを量的, 質的, 方向性などの各種性質を総合的に捉えて「背景トラヒック (background traffic)」と呼ぶ. 背景負荷とも呼ばれる.

IP エンド点

IP 変換装置の IP 網側インタフェース

IP 相互接続点

複数の IP 電話事業者が相互 IP 接続を実現するうえでの相互接続点

IP 変換装置

メタル IP 電話において収容装置と IP 網内の中継ルータとの間にてデジタル音声信号-IP パケットの変換を行う装置

収容装置

メタル IP 電話においてメタル回線を収容し、アナログデジタル変換する装置

1. 3. 標準化団体

[A] TTC The **T**elecommunication **T**echnology **C**ommittee

一般社団法人 情報通信技術委員会

一般社団法人 情報通信技術委員会ホームページ

<http://www.ttc.or.jp/>

[B] CIAJ **C**ommunications and **I**nformation network **A**ssociation of **J**apan

情報通信ネットワーク産業協会

CIAJ ホームページ

<http://www.ciaj.or.jp/>

[C] ITU-T **I**nternational **T**elecommunication **U**nion **T**elecommunication Standardization Sector

国際電気通信連合 電気通信標準化部門

ITU-T ホームページ

<http://www.itu.int/ITU-T/publications/index.html>

[D] ETSI **E**uropean **T**elecommunications **S**tandards **I**nstitute

欧州通信規格協会.

ETSI ホームページ http://www.etsi.org/services_products/freestandard/home.htm

[E] IETF The **I**nternet **E**ngineering **T**ask **F**orce

[F] IEEE the Institute of Electrical and Electronic Engineers

米国電気電子学会

第2章 0AB-J IP 電話およびメタル IP 電話品質測定条件

この章では、0AB-J IP 電話およびメタル IP 電話の測定条件をまとめる。

2. 1. 1. 総合品質（遅延）・ネットワーク品質

項番	項目	測定条件案
1	測定区間 （空間的な要素）	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク品質は距離による影響が支配的であるため、限界系の区間はサービスエリア内での距離的な最遠系とする。なお、距離的な最遠系を定義する際はアクセス区間の距離は加味しないものとする。UNI-UNI 区間を対象とする。またネットワーク品質に関しては他事業者との間に NNI 接続（IP レイヤでの相互接続）がある場合は、UNI-NNI 区間も対象とする。ただし、NNI による測定が困難な場合は、直近の UNI での測定とする。他事業者との間に IP 相互接続点（繋ぐ機能 POI ビル内での相互接続）がある場合は、UNI-IP 相互接続点区間を基本とする。IP 相互接続点による測定が困難な場合は、繋ぐ機能 POI ビルへ接続する自網内 NW 接続点近傍の UNI 相当を代替測定点として測定とする。必要に応じて代替測定点と IP 相互接続点の区間はモデル化し、上記実測値に加算する。モデル値については、当該設備が品質に与える影響を十分に考慮すること。 メタル IP 電話においては、上記の UNI を IP エンド点と読み替える。ただし、IP エンド点による測定が困難な場合は、直近の UNI 相当での測定とする。
2	測定日 （時間的な要素）	<ul style="list-style-type: none"> 事後決定の場合は、告示に従い 24 時間 365 日計測後、30 日を選定 事前決定の場合は、前年度のトラヒックデータ精査し、どのような観点で選んだかを報告するとともに、決定日が報告年度のトラヒックデータと著しく異なることを確認・報告する。
3	測定時間長／ 測定サンプル数（パケット数）	<ul style="list-style-type: none"> 平均保留時間が 2 分から 2 分 30 秒程度であることから、1 回の測定時間長は 2 分 30 秒から 3 分とし、1 時間当たり 5 回測定する。なお、複数の短時間測定を加算して 1 回相当としてもよい。
4	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> アクティブ（試験呼測定）とする。
5	パケット種別	<ul style="list-style-type: none"> 総合品質（遅延）、ネットワーク品質の試験呼には、IP 電話で用いられている RTP パケット（パケット長、パケット間隔は実サービスと同様）を用いる。
6	95%／最悪値の定義	<ul style="list-style-type: none"> 測定対象の全値を用い、品質が悪い 5%を除いた 95%値とする。

7	端末特性	<ul style="list-style-type: none"> 最も端末処理遅延の大きい VoIP-TA を含めた実測を基本とする。メタル IP 電話においては、最も処理遅延の大きい収容装置、IP 変換装置を含めた実測を基本とする。ただし、処理遅延の最大値が ITU-T 勧告のモデル (80ms) 以下の場合には、ネットワーク遅延の実測値にモデル値を加算してもよい。
---	------	--

2. 1. 2. 接続品質 (呼損率)

項番	項目	測定条件
1	測定日	<ul style="list-style-type: none"> 事後決定の場合は、告示に従い 24 時間 365 日計測後、30 日を選定 事前決定の場合は、前年度のトラフィックデータ精査し、どのような観点で選んだかを報告するとともに、決定日が報告年度のトラフィックデータと著しく異なることを確認・報告する。
2	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> パッシブ測定 (CDR 等のサーバログによる全呼測定) を基本とするが、適正な測定ができない場合はアクティブ測定 (試験呼測定) としてもよい。
3	呼損率	<ul style="list-style-type: none"> パッシブ測定の場合は、測定対象日の最繁時の総呼損数 (他網要因は除く) を全呼数で除することで呼損率を算出 アクティブ測定の場合は、測定対象日の最繁時のアクティブ測定における総呼損数を総呼数 (5 回 x 30 日=150) で除することで呼損率を算出
4	測定サンプル数	<ul style="list-style-type: none"> アクティブ測定の場合は、一時間当たり 5 回とする。

2. 1. 3. 接続品質（接続遅延）

項番	項目	測定条件
1	測定区間 （空間的な要素）	<ul style="list-style-type: none"> 接続遅延の空間的な要素は距離による影響が支配的であるため、限界系の区間はサービスエリア内での距離的な最遠系とする。なお、距離的な最遠系を定義する際はアクセス区間の距離は加味しないものとする。UNI-UNI 区間を対象とする。 メタル IP 電話においては、上記の UNI を IP エンド点と読み替える。ただし、IP エンド点による測定が困難な場合は、直近の UNI 相当での測定とする。
2	測定日 （時間的な要素）	<ul style="list-style-type: none"> 事後決定の場合は、告示に従い 24 時間 365 日計測後、30 日を選定 事前決定の場合は、前年度のトラフィックデータ精査し、どのような観点で選んだかを報告するとともに、決定日が報告年度のトラフィックデータと著しく異なることを確認・報告する。
3	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> アクティブ（試験呼測定）あるいはパッシブ測定とする。
4	接続遅延	<ul style="list-style-type: none"> ITU-T 勧告 Y.1530 を準拠し、SIP メッセージシーケンス（INVITE から 180Ringin 応答まで）により測定することを基本とするが、他のプロトコルでも同様のメッセージシーケンスに相当する測定とする。なお、Y.1530 では、着信側端末が呼設定メッセージ受信後、応答メッセージを送出完了するまでの遅延（応答遅延）を減ずることが規定されているが、安全側の評価とするためにこれを含めてもよいこととする。また、RBT 検出するまでの時間を実測する方法も可とする。 測定対象 30 日間の最繁忙時（1 時間）における接続遅延について最悪値を報告する。
5	測定サンプル数	<ul style="list-style-type: none"> アクティブ測定の場合は、一時間当たり 5 回とする。

2. 1. 4. 測定対象日の選定

測定対象日は、原則として呼数及び呼量の多い日から順に 30 日を選定する。ただし、呼数及び呼量で日が一致せず、30 日に満たない場合は、「より品質の劣化が生じると見込まれる日」を選択し、合計で 30 日を選定する。

上記の「より品質の劣化が生じる日」の選択にあたっては、総合品質と NW 品質については呼量で、接続品質は呼数により（30 日に足りない分の）測定日を選定することとし、これによらない場合はその理由も報告する。

品質指標	時間的	空間的	対象の通話	理由
総合品質・ネットワーク品質	呼量	最遠系	試験呼	パケット数がネットワークリソースに影響を与えるため
呼損率 (上段：パッシブ, 下段：アクティブ)	呼数	—	全呼	呼処理を行うサーバのリソースに影響を与えるため
		最繁サーバ ※	試験呼	
接続遅延	呼数	最遠系	試験呼	同上

※サーバリソースと相対的に最繁となるもの。

2. 2. 他の通信事業者の提供するベストエフォート回線による 0AB-J IP 電話品質測定条件

他の通信事業者の提供するベストエフォート回線を用いて、昭和 60 年郵政省告示第 228 号（事業用電気通信設備規則の細目を定める件）第 7 条第 3 号に規定される措置により安定性を確保することにより 0AB-J IP 電話を提供する通信事業者は、上記 2. 1. 1. ～ 2. 1. 4. の条件に基づく品質の測定・報告に加え、以下の条件によって品質の測定・報告を行うものとする。

項番	項目	測定条件
1	測定区間 (空間的な要素)	<ul style="list-style-type: none"> 限界系の区間はサービスエリア内での距離的な最遠系とする。なお、距離的な最遠系を定義する際はアクセス区間の距離は加味しないものとする。UNI-UNI 区間を対象とする。また、ネットワーク品質に関しては他事業者との間に NNI 接続 (IP レイヤでの相互接続) がある場合は、UNI-NNI 区間も対象とする。ただし、NNI による測定が困難な場合は、直近の UNI での測定とする。
2	測定日 (時間的な要素)	<ul style="list-style-type: none"> 24 時間 365 日。
3	測定時間長／測定サンプル数 (パケット数)	<ul style="list-style-type: none"> 1 回の測定時間長は 2 分 30 秒から 3 分とし、1 時間当たり 5 回測定する。なお、複数の短時間測定を加算して 1 回相当としてもよい。
4	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> アクティブ (試験呼測定)。
5	パケット種別	<ul style="list-style-type: none"> 試験呼には、IP 電話で用いられている RTP パケット (パケット長、パケット間隔は実サービスと同様) を用いる。
6	報告する値	<ul style="list-style-type: none"> 測定対象の全値を用い、品質が悪い値から順に 30 個の値を報告。 測定対象の全値を用い、95%最悪値、平均値及び中央値を算出し、報告。
7	端末特性	<ul style="list-style-type: none"> 最も端末処理遅延の大きい VoIP-TA を含めた実測を基本する。ただし、処理遅延の最大値が ITU-T 勧告のモデル (80ms) 以下の場合、ネットワーク遅延の実測値にモデル値を加算してもよい。

第3章 FAXの疎通確認・測定

この章では、FAXの疎通確認と測定の条件をまとめる。

3. 1. FAXの疎通確認を行うにあたっての留意事項

- パケットロス率とFAX通信エラーの厳密な因果関係の把握は困難
 - FAXの伝送制御上でパケットロスが発生すると必ず通信エラーになるタイミングがある
 - パケットロスの発生タイミングをコントロールすることは困難
 - エラー訂正モード（ECM）がない装置は画像欠落が避けられない
 - GW/TAのアナログ部の特性に明確な基準がない
- 利用者がどの程度の通信エラーや画像欠落を許容するか、という標準的なデータは現状無い
 - ユーザークレーム発生時の対処は、たとえ基準内であっても不可避である

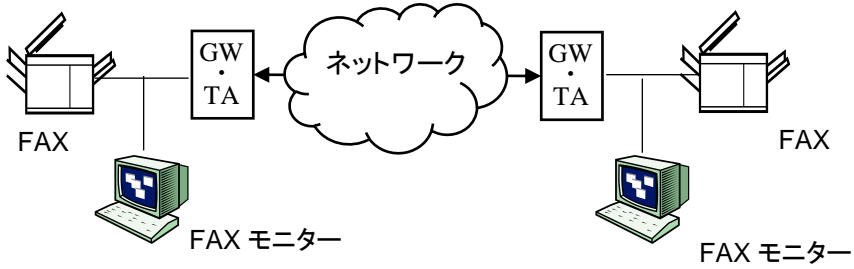
3. 2. FAXの疎通確認方法に関する考え方

- ネットワーク品質上のパラメータでFAXの疎通確認をするのは困難なため、FAX装置（もしくは同等機能をもつ装置）を使った実機による確認が適当であるが、全ての実機による確認は現実的ではない。このため、FAXの疎通確認に当たっては、現行の技術基準上「FAXによる送受信が正常に行えること。」を求めていることから、FAXの疎通確認用のFAX装置としては、一般的に普及しているG3 FAX（非ECM）及びスーパーG3 FAX（ECM）を用いること。ただし、スーパーG3 FAXを品質上保証していない場合には、ECM通信についても、G3 FAXを用いること。また、少なくとも4.8kbps以上の通信速度で確認を行うこと。
- ユーザークレームにつながりやすい以下の3点を指標として測定するのが良い
 - 1) 画像の欠落量
 - 2) 通信エラーの発生量
 - 3) エラー画像の再送回数

3. 3. FAX の疎通確認方法 測定内容

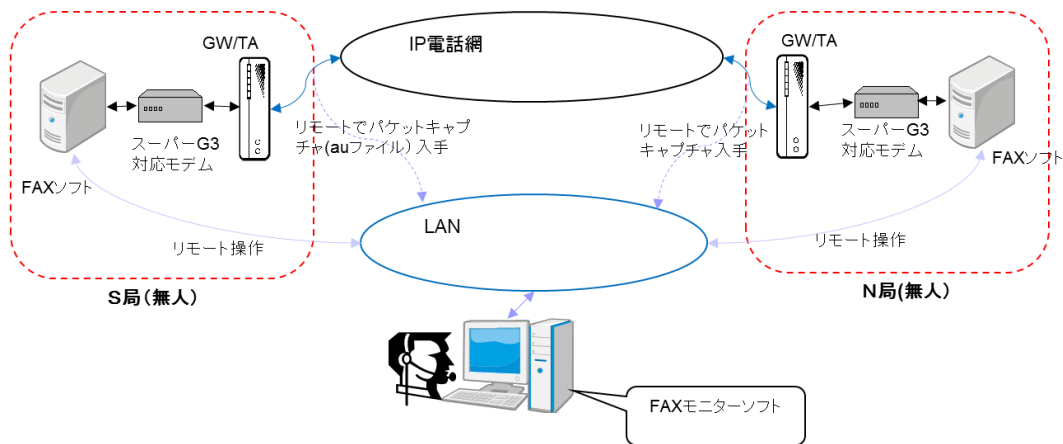
項目	内容
測定区間	ネットワーク品質同様に最遠系で実施
測定日時	最繁の月・曜日・時間の枠を設定し、その月で毎週1回、計4回測定
試験内容	<p>1回の測定で、以下の計12通信を実施する。</p> <p>1) ECM 通信 3通信 x 往復 小計6通信</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スーパーG3 (V.34 モデム) <p>※提供サービスでスーパーG3 を保証していない場合は V.17 モデム/ECM 通信で実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MMR もしくは JBIG <p>2) 非 ECM 通信 3通信 x 往復 小計6通信</p> <ul style="list-style-type: none"> ・G3 (V.17 モデムもしくは V.29 モデム) ・MR もしくは MH <p>使用原稿は ITU-T 勧告 T.24-No.1 を5枚とし、解像度を 200x200dpi (8x7.7本/mm) とする。</p>
不良通信判定	<ul style="list-style-type: none"> ・通信エラー発生 ・送信画像に対し、1ページで14mm以上の画像（ミリ通信時108ライン、インチ通信時110ライン）が欠落した通信 ・PPR（再送要求）が4回以上連続で発生した通信 <p>※スーパーG3 通信における通信レートのフォールバックに関しては規定しない</p>

3. 4. FAX の疎通確認方法 判定

項目	内容
判定基準	不良通信数 1 以下
試験系	<p>・送受信ライン数、PPR 数を確認するために FAX 通信をモニターするツールを用いる</p>  <p>※FAX 装置（もしくは同等機能を持つ装置）は技術基準適合認定を受けているもの</p> <p>※FAX モニターは FAX 通信を解析できるものであって、リアルタイム解析であっても録音した音声ファイル等を通信後に解析できるものであっても良い</p> <p>※FAX モニターを使用して疎通確認を実施した場合と同等の品質の確認ができる場合は、必ずしも FAX モニターは必要ではない</p> <p>その場合は FAX 試験の原稿に ITU-T 勧告 T.24-Fig9 を使用しても良い</p>

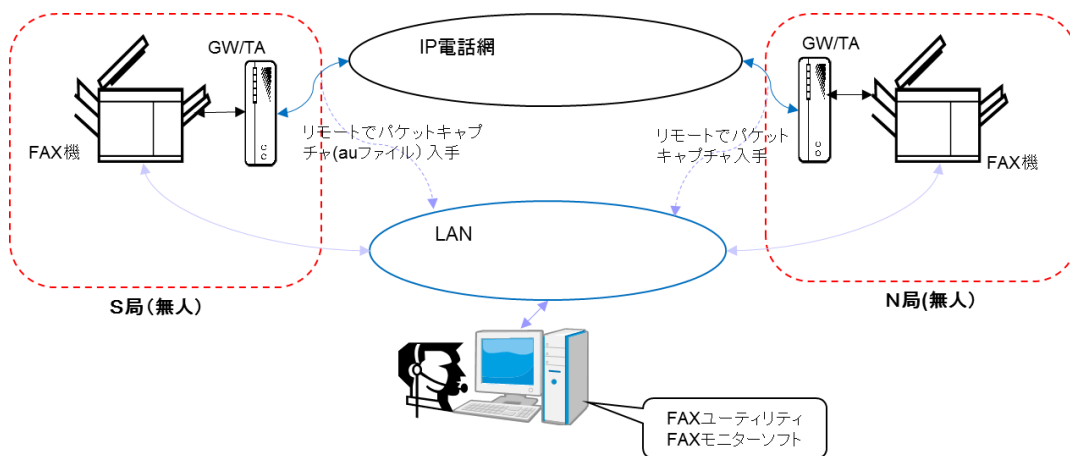
付録 <試験系構成例1：FAXソフトを使った場合>

- 試験局である最遠系の両端は無人で行う
- 試験担当者はネットワーク経由で、試験局にあるPCを操作して対地に送信する
- 両試験局のGW/TAを流れるRTPをキャプチャし au ファイルをネットワーク経由で入手し、FAXモニターソフトで解析を行う
- ECM/非 ECM の切り替えは FAX ソフトのもつ機能を操作して実施する（アドレス帳に設定できるソフトもあり）



付録 <試験系構成例 2 : FAX ユーティリティを使った場合>

- 試験局である最遠系の両端は無人で行う
- 試験担当者はネットワーク経由で、試験局にある FAX 機に FAX ユーティリティで対地へ送信する
- 両試験局の GW/TA を流れる RTP をキャプチャする。その au ファイルをネットワーク経由で入手し、FAX モニターソフトで解析を行う
- ECM/非 ECM の切り替えは FAX 機のアドレス帳に設定して行う（2つの同一宛先のアドレス帳を用意する）



付録 <試験系構成例 3 : FAX モニターを使用しない場合>

- 試験担当者は、FAX 機若しくは FAX ソフトにより対地に送信する
- ECM/非 ECM の切り替えは FAX 機若しくは FAX ソフトのもつ機能を実行して実施する
- 不良通信の判定については以下の通り実施する

項目	判定内容
通信エラー発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ RTP パケットのキャプチャ等によりパケットロスが発生していないことを確認する。 ・ パケットロスが発生している場合は、使用した FAX 機若しくは FAX ソフトのレポート/表示でエラーが示されていないことを確認する。
送信画像の欠落	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通信エラーの発生していない条件において、送信と受信の原稿画像を定量的に比較し不良判定を実施する。 ・ 定量的に比較するにあたり、原稿画像の全体の長さや欠落がわかるように、A4 サイズで長手端に目盛りがあり、斜め線の入った原稿画像を用いる。 ・ 14 mm以上の欠落が発生していないことを確認する。比較方法として以下のいずれかを選択する。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 送受信画像を、FAX 装置若しくは FAX ソフトの機能を使い定形用紙サイズに補正されていない画像ファイルに保存し比較する。 2) 送信 FAX 機、受信 FAX 機を同じ機種で揃え、受信 FAX は自動縮小が生じないよう B4 サイズで印刷し、送信原稿と画像部分を比較する。 3) 送信 FAX 機、受信 FAX 機を同じ機種で揃え、かつ印刷時の縮小機能を禁止できるものを使用する。縮小印刷禁止の設定で試験を行い、送信原稿と受信画の画像部分を比較する。 <p>なお、使用した FAX 装置のスキヤナ、プリンタで画像伸縮が発生していることが明らかの場合は、その比率で欠落量を補正した上で確認する。</p>
再送要求の有無	<ul style="list-style-type: none"> ・ ECM 通信に関する再送については、基準になる通信時間を測定し、その時間から 70 秒以上増加していない事を確認する。 ・ 基準とする ECM 通信については、 <ul style="list-style-type: none"> －パケットロスが無く、 －遅延・ゆらぎについてはネットワーク品質の技術基準値以内とする。

付録 <試験実施に関するメモ1>

- 試験を無人で実施する工夫の一つとして、送信の時刻指定（送信予約）の機能も有効である。FAX 機、FAX ソフトとも機能を持っているものがあるので購入検討時に確認のこと。
- ECM/非 ECM の切り替えを宛先別に行う方法に関して、機能の提供のしかたがメーカーにより異なるため、購入検討時に確認のこと。

付録 <試験実施に関するメモ2>

FAX の通信をネットワークキャプチャで解析する場合、GW/TA で発生する受信パケットの損失は解析結果に反映されない。よって FAX モニター上で異常は無いが FAX/FAX ソフトが通信エラーとなる場合もある。その場合は FAX/FAX ソフトが示す結果を採用する必要がある。

付録 <試験実施に関するメモ3>

調査年月：2015年1月時点

- 通信モードをスーパーG3（ECM、V.34 モデム）と非 ECM の G3（V.17 もしくは V.29 モデム）としている。これは一般的な接続形態なのか確認のため、CIAJ 参加メーカーに装置の工場出荷時の設定をヒアリングした。その結果が以下の表である（回答10社）が、スーパーG3 と非 ECM の V.29/V.17 の設定は一般的に使われるモードであると思われる。

	出荷時設定
A 社	全機種：スーパーG3
B 社	ビジネス機：スーパーG3 家庭用：V.29（非 ECM）
C 社	全機種：スーパーG3
D 社	全機種：スーパーG3
E 社	全機種：スーパーG3
F 社	ビジネス機：スーパーG3 家庭用：V.29（非 ECM）
G 社	スーパーG3、V.17（ECM）が混在
H 社	全機種：スーパーG3
I 社	全機種：スーパーG3
J 社	全機種：スーパーG3

付録 <相談窓口>

- 市場でのトラブル対応において、通信事業者様とファクシミリメーカーで協力してあたらなければならない場合が想定される。そこで、トラブル発生時に通信事業者様がファクシミリメーカーに問い合わせを必要とした場合、またファクシミリメーカーが通信事業者への問い合わせが必要になった場合の対応窓口を開設する。

【CIAJ 窓口】

一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会(C I A J)

〒105-0013 東京都港区浜松町 2-2-12 JEI 浜松町ビル 3F

TEL : 03-5403-9354 FAX : 03-5403-9360

なお、文書全体に対する問い合わせは TTC へお願いしたい。

【TTC 窓口】

一般社団法人 情報通信技術委員会(T T C)

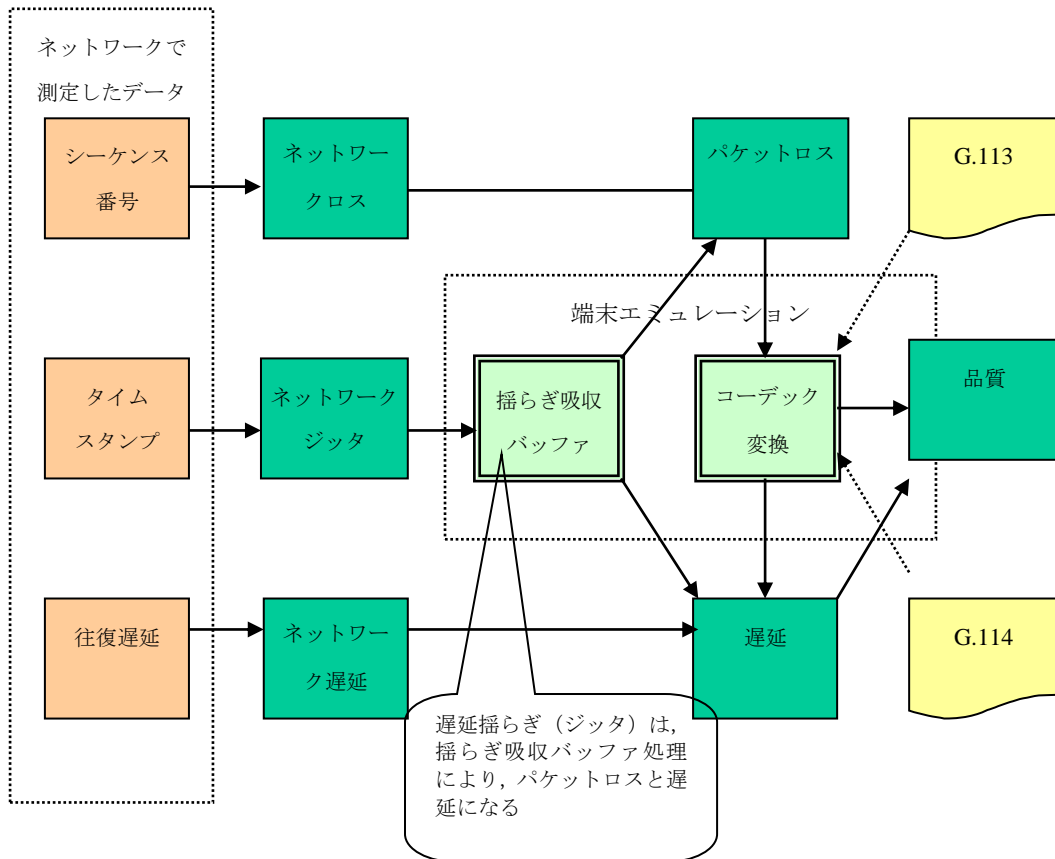
〒105-0011 東京都港区芝公園 1-1-12 芝公園電気ビル

TEL : 03-3432-1551 FAX : 03-3432-1553

参考資料集

A. 1 IP 電話端末モデル

ETSI TR 101 329-7 を基にした IP 電話端末の処理モデル例



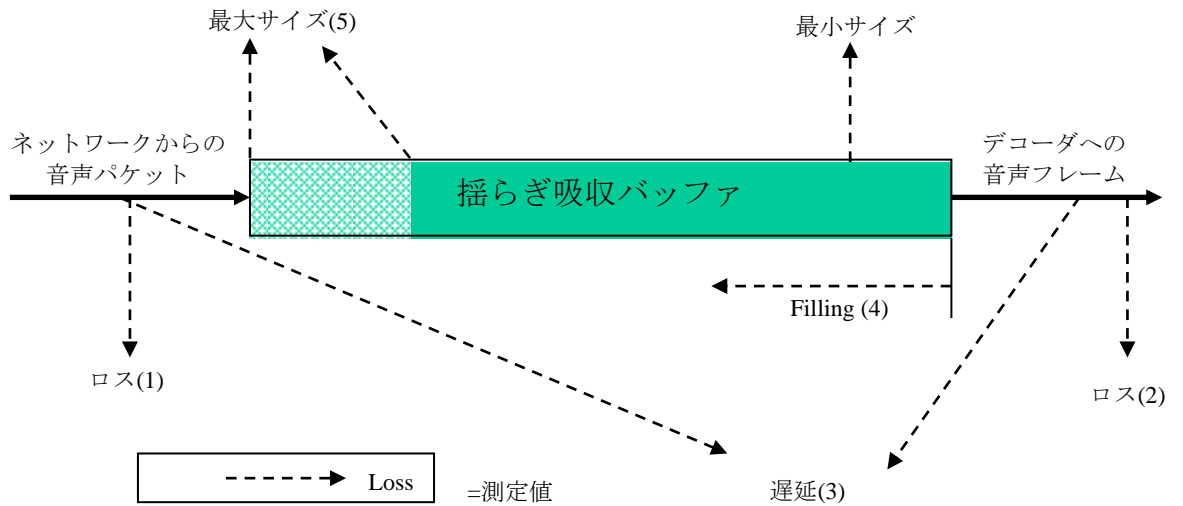
A. 1. 1 揺らぎ吸収バッファモデル

ETSI TR 101 329-7 5.3 章 Delay Jitter の要点

- デコーダの特性
 - 一定のレートで読み込ませる必要がある
- 静的揺らぎ吸収バッファ
 - 固定長のバッファ
 - 常に一定の遅延が発生する
- ダイナミック（動的）揺らぎ吸収バッファ
 - 可変長のバッファ
 - 遅延は可変
- その他
 - 静的揺らぎ吸収バッファの場合に推奨するバッファのサイズは 10～50msec

ETSI TR 101 329-7 5.3.2 章 Jitter buffer monitoring の要点

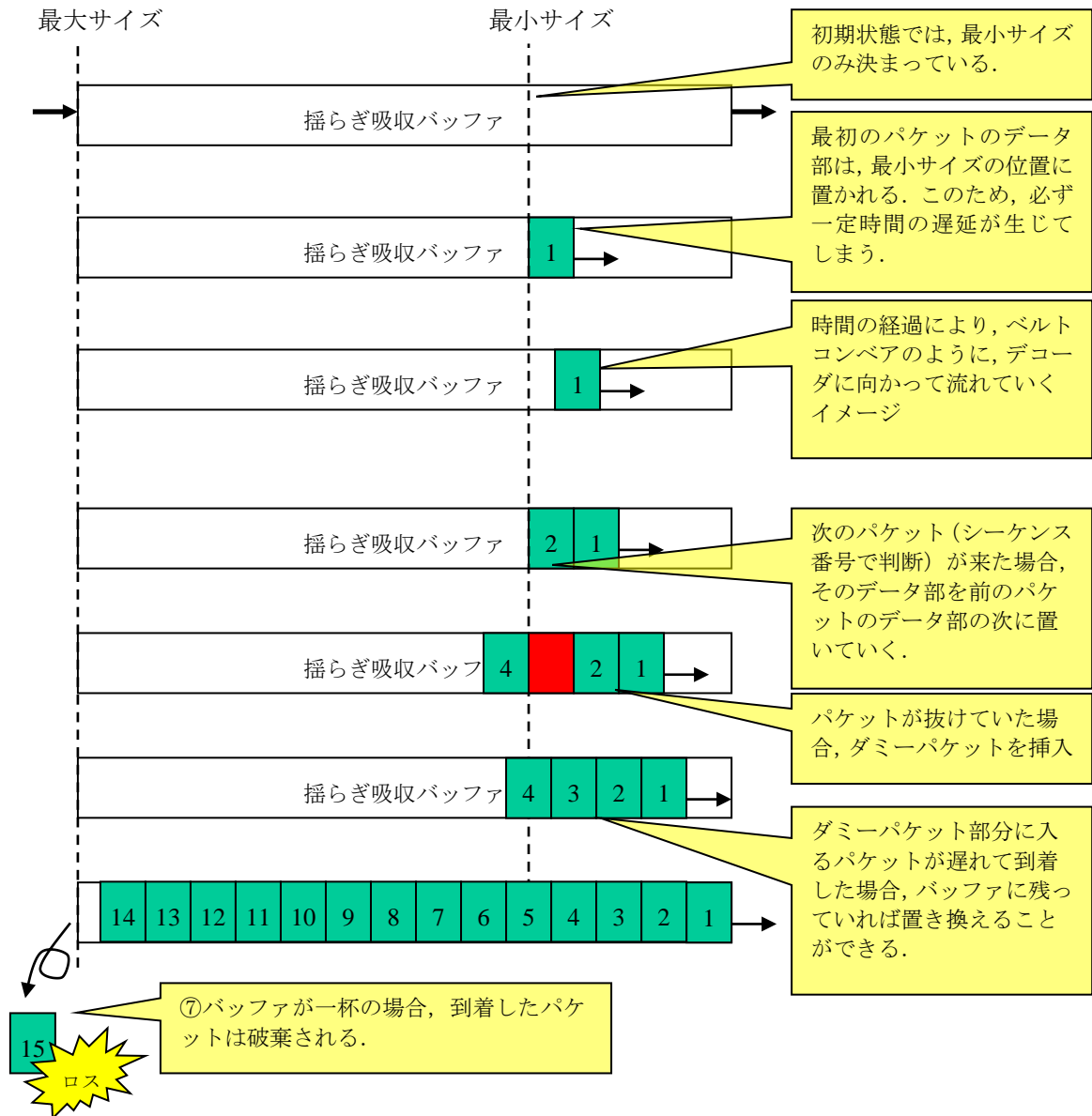
- キーとなるパラメータは次の 5 種類
 1. バッファの前のパケットロス
 2. バッファで付加されたダミーパケット（パケットロスとみなされる）
 3. バッファによって加えられた遅延
 4. バッファの Filling
 5. バッファのパラメータ



A. 1. 2 揺らぎ吸収バッファ処理概要

揺らぎ吸収バッファでの処理は、次のような流れになります。

※考え方を理解していただくための説明であり、現実の処理と異なる部分があります。



A. 1. 3 コーデックの影響

1) Ie 値 (ITU-T 勧告 G.113 Appendix I より一部抜粋)

コーデックタイプ	リファレンス	ビットレート[kbps]	Ie 値
PCM	G.711	64	0
ADPCM	G.726, G.727	40	2
	G.721(1988), G.726, G.727	32	7
	G.726, G.727	24	25
	G.726, G.727	16	50
LD-CELP	G.728	16	7
		12.8	20
CS-ACELP	G.729	8	10
	G.729A + VAD	8	11
VSELP	Japanese PDC	6.7	24
ACELP	G.723.1	5.3	19
MP-MLQ	G.723.1	6.3	15

(注) PCM コーデックの符号化歪は Ie ではなく, PCM 量子化段数 qdu として扱う

2) コーデック遅延 (ITU-T 勧告 G.114 Appendix I より一部抜粋)

コーデックタイプ	リファレンス	ビットレート [kbps]	フレームサイズ [ms]	コーデック遅延 [ms]
PCM	G.711, G.712	64	0.125	0.25 ~ 0.375
ADPCM	G.726, G.727	40	0.125	0.25 ~ 0.375
	G.721(1988), G.726, G.727	32	0.125	0.25 ~ 0.375
	G.726, G.727	24	0.125	0.25 ~ 0.375
	G.726, G.727	16	0.125	0.25 ~ 0.375
LD-CELP	G.728	16	0.625	1.25 ~ 1.875
		12.8	0.675	1.25 ~ 1.875
CS-ACELP	G.729	8	10	25 ~ 35
VSELP	Japanese PDC	6.7	20	45 ~ 65
ACELP	G.723.1	5.3	30	67.5 ~ 97.5
MP-MLQ	G.723.1	6.3	30	67.5 ~ 97.5

(注) 上表は, 1 パケットあたり 1 フレームの場合のコーデック遅延である. 1 パケットあたり複数フレームが含まれる場合のコーデック遅延は G.114 Appendix I を参照する.

3) Bpl 値 (ITU-T 勧告 G.113 Appendix I より一部抜粋)

コーデック	パケットサイズ [ms]	バイト数	Ie 値	Bpl 値
G.723.1 (6.3kbps) + VAD	30	24	15	16.1
G.729A + VAD	20	20	11	19.0
G.711	10	80	0	4.3
G.711 + PLC (App I)	10	80	0	25.1

(注 1) ITU-T 勧告 G.113 Appendix I に提供される Bpl 値は、上表の特定のパケット長を想定して決定されているが、G.723.1 (6.3kbps モード) と G.729A に関しては、TTC 標準 JJ-201.01 付録Ⅲ [1] の根拠に基づき、G.723.1 (6.3kbps モード) では 24~96 バイト、G.729A では 20~100 バイトの範囲で適用可能とする。

(注 2) G.711 および G.711PLC については、異なるパケット長への適用の妥当性は確認されていないが、極端に長い (例えば 400 バイト) パケット長でない場合には、暫定的に上表の値を異なるパケット長のシステムの評価にも適用することとする (TTC 標準 JJ-201.01 6.2.1 項 [1]) 。

A. 1. 4 端末設定の一例

ネットワークのパケットロスおよび遅延とジッタを測定し、端末は仮想端末としてR値の計算を行う際の端末の遅延時間と揺らぎ吸収バッファの扱いについて一例を述べる。

1) 端末の設定値の考え方

- ① 端末の遅延と揺らぎ吸収バッファ以外はデフォルト値を使用する。
- ② 端末コーデックは G.711 Appendix I とする
- ③ 揺らぎ吸収バッファでネットワークの遅延揺らぎはすべて吸収する。
端末ではパケットロスは発生しない。
ネットワークのジッタは端末で遅延となる。
- ④ ネットワークの遅延とジッタは統計量として扱う。
 - ・パケットの入れ替わりにも対応する
 - ・揺らぎ吸収バッファは動的に適用する

2) 揺らぎ吸収バッファの動作

この例ではネットワークのジッタを統計量として扱う。ジッタの分布を

- ① 平均遅延時間
- ② 最大遅延揺らぎ時間

でとらえる。

ネットワークのジッタが小さいときは固定揺らぎ吸収バッファ、ジッタが大きいときはダイナミック揺らぎ吸収バッファで動作することとする。

固定揺らぎ吸収バッファの時は揺らぎ吸収バッファによる端末遅延は一定値になるとし、ダイナミック揺らぎ吸収バッファの時は揺らぎ吸収バッファによる端末遅延は最大揺らぎ時間と同じになるとする。

3) 送話遅延時間

送話遅延時間は端末の一例として 25msec とする。

4) 受話遅延時間

揺らぎ吸収バッファ以外の端末の固定的な遅延時間は 15msec とする。

A. ネットワークの最大揺らぎ時間が 30msec 以下の場合

固定揺らぎ吸収バッファとする。揺らぎ吸収バッファによる遅延を

30msec

とする。

端末の受話遅延時間は

揺らぎ吸収バッファによる遅延+固定的な受話遅延=45msec

とする。

B. ネットワークの最大揺らぎ時間が 30msec 以上の場合

ダイナミック揺らぎ吸収バッファとする。揺らぎ吸収バッファによる遅延は最大揺らぎ時間と同

じになるとする。

端末の受話遅延時間は同じく

揺らぎ吸収バッファによる遅延+固定的な受話遅延

=最大揺らぎ時間+15msec

となる。

5) エンドエンド遅延時間

ネットワークと端末を合わせたエンドエンド遅延は次のように出す。

A. ネットワークの最大揺らぎ時間が 30msec 以下の場合

エンドエンド遅延時間

=ネットワークの平均遅延時間+端末の送話遅延時間+受話遅延時間

=ネットワークの平均遅延時間+70msec

となる。

B. ネットワークの最大揺らぎ時間が 30msec 以上の場合

エンドエンド遅延時間

=ネットワークの平均遅延時間+端末の送話遅延時間+受話遅延時間

=ネットワークの平均遅延時間+40msec+最大揺らぎ時間

となる。

※本項の記述に当たり、次の文献を参考にした

ITU-T 勧告草案 P.VoIP (05/2002)

ITU-T 勧告 Y.1541

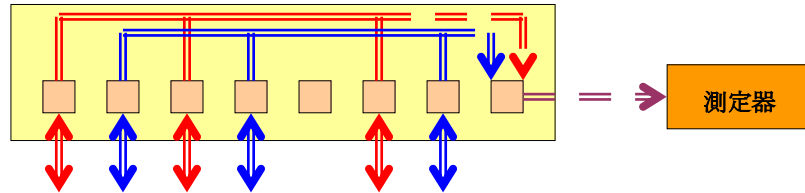
A. 2 測定器の接続方法

A. 2. 1 IP 接続

測定器を IP インタフェースに接続する方法として次の 3 種類がある

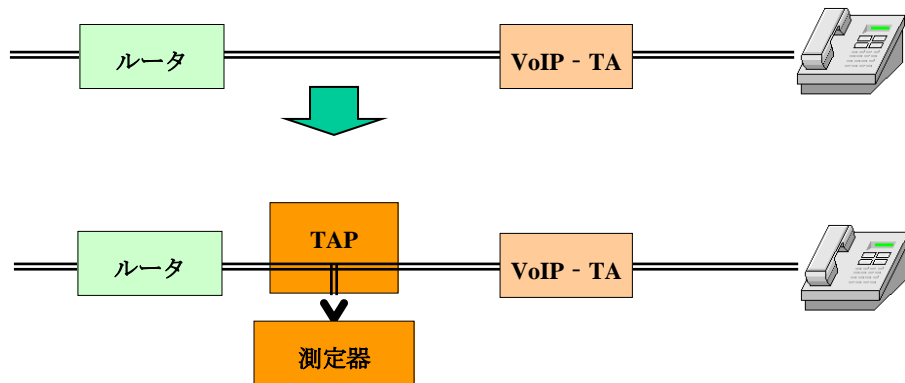
1) HUB のミラーポートを使用 (パッシブ系)

ネットワーク上にあるスイッチング HUB のミラーポート機能でトラフィックのコピーを作成する。



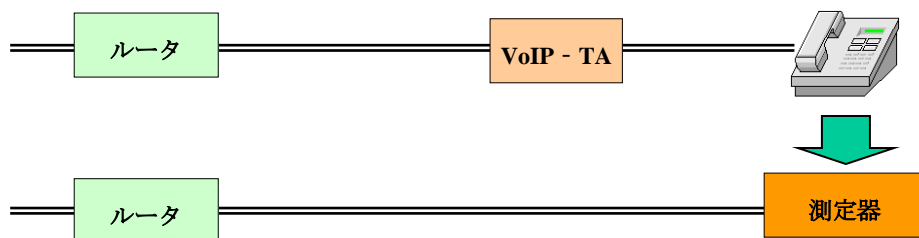
2) TAP (分岐装置) を使用 (パッシブ系)

TAP (分岐装置) と呼ばれる装置を使用して、トラフィックのコピーを作成し、それを測定する。



3) 端末のかわりに接続 (アクティブ系)

測定器自体が端末として機能するもの



A. 2. 2. アナログインタフェース接続

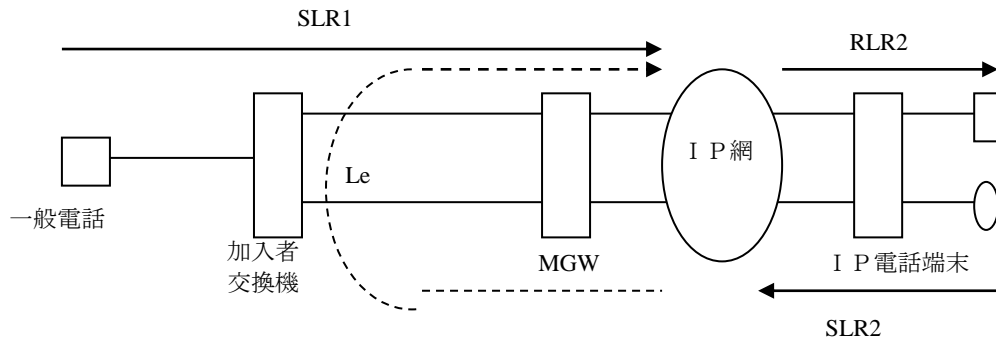
- 1) アナログインタフェース接続の測定では、次の接続形態がある
 - ① GW の FXS インタフェース (2W) に接続
 - ② IP 電話機のハンドセットインタフェースに変換器を繋いで E&M (T1) で接続
 - ③ GW の E&M (T1) インタフェースに接続
- 2) 2W については、JATE (電気通信端末機器審査協会) の規格があるが、4W には明確な規格が無いため、2W での接続を推奨する。

A. 3 R 値パラメータの補足説明

A. 3. 1 TELR の算出

ネットワークに 4 線 2 線変換がある場合は、エコーの評価が必要である。

IP と PSTN (アナログ) を接続するような非対称のネットワークでのエコーラウドネス定格 (TELR) の算出について TTC 標準 JJ-201.01 6.2.項[1]に従い述べる。



IP 電話端末側の R 値を算出する場合、使用するラウドネス定格は PSTN 側の SLR1 と IP 側の RLR2 を適用する。

IP 電話端末側の TELR の算出には、IP 側の RLR2 と SLR2 および PSTN 側のエコーリターンロス Le を使用して

$$TELR = SLR2 + RLR2 + Le$$

より求める。 Le は IP インタフェース測定点から測定し、MGW (メディアゲートウエイ) のエコーキャンセラを含んで評価する必要がある。

A. 4 TTC 標準 JJ-201.01[1]の要点

ここでは測定の計画を立てるために必要な情報や、TTC 標準 JJ-201.01[1]の内容の要点をまとめる。

A. 4. 1 接続パターンと評価パラメータ

TTC 標準 JJ-201.01[1]で規定されている接続パターン

TTC 標準 JJ-201.01 4.2 節[1]では、IP 電話の接続パターンを次の 5 種類に分類している。

IP 電話端末 - IP 網 - IP 電話端末

IP 電話端末 - IP 網 - PSTN 網 - 一般電話

一般電話 - PSTN 網 - IP 網 - IP 電話端末

一般電話 - PSTN 網 - IP 網 - PSTN 網 - 一般電話

IP 電話端末 - IP 網 - PSTN 網 - IP 網 - IP 電話端末

左の端末から発話して右の端末で聞いた場合の R 値を測定する。

R 値パラメータ

TTC 標準 JJ-201.01 6.1 項[1]で評価が必要とされているパラメータを図 A.4-1 および表 A.4-1 に示す。R 値を計算するための 21 個のパラメータのうち、「評価が必要」とされているものは、次のパラメータである。

T, Tr, Ta, qdu, Ie, Bpl, Ppl

また、PSTN 接続の場合、次のパラメータも評価が必要である。

TELR

評価が必要な R 値パラメータと、測定項目との関係は次の通りである：

Ppl

パケットロス

T, Tr, Ta

遅延

qdu

ネットワーク構成から算出する

Ie, Bpl

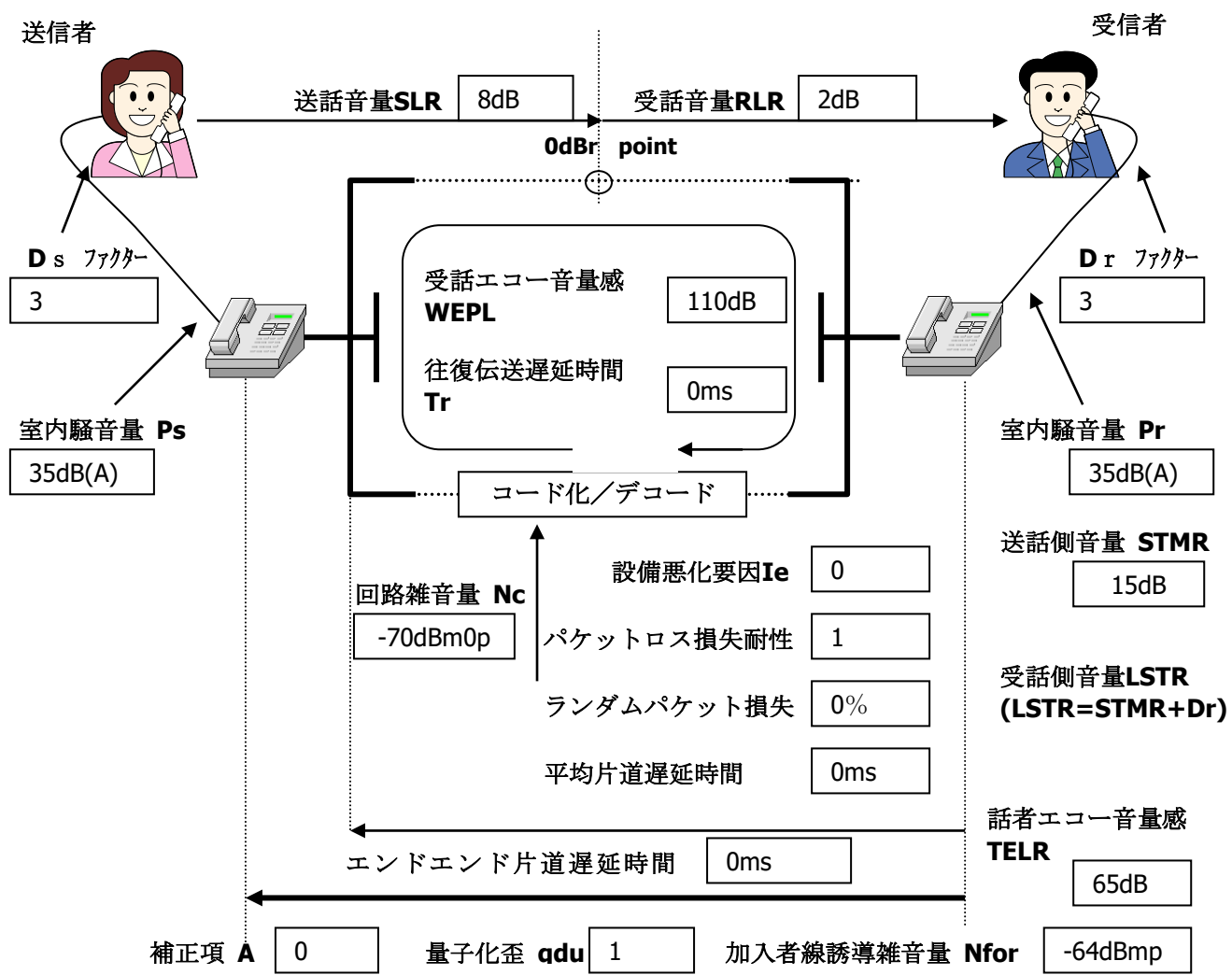
コーデック種別

TELR

エコー

R 値を補完するパラメータ

TTC 標準 JJ-201.01 8 項 [1]に従い、R 値を補完するパラメータとして、「遅延」，「エコー」，「音質（受聴 MOS または PESQ）」の測定を行うことが望ましい。



図A. 4-1. E-model 構成要素 (G.107より参照)

表A. 4-1. TTC 標準 JJ-201.01 5項で規定されている R 値パラメータ

略語	概要	単位	範囲 (デフォルト)	分類
SLR	電話機を含めた送話ラウドネス	dB	0...+18 (+8)	D
RLR	電話機を含めた受話ラウドネス	dB	-5...+14 (+2)	D
STMR	電話機の送話側音量	dB	10...20 (+15)	D
LSTR	電話機の受話側音量	dB	13...23 (+18)	D
Ds	送信側電話機の受話側音と送話側音の感度差	-	-3...+3 (+3)	D
Dr	受信側電話機の受話側音と送話側音の感度差	-	-3...+3 (+3)	D
TELR	送話者エコー経路のラウドネス	dB	5...65 (+65)	D, E ^{注)}
WEPL	受話者エコー経路のラウドネス	dB	5...110 (+110)	A
T	エコー経路の平均片道遅延	msec	0...500 (0)	E
Tr	4線ループ区間の往復伝送遅延	msec	0...1000 (0)	E
Ta	エンドエンドの遅延	msec	0...500 (0)	E
qdu	PCM系コーデックの量子化した回数	-	1...14 (+1)	E
Ie	符号化歪主観品質劣化 (符号化, パケットロス)	-	0...40 (0)	E
Bpl	コーデックのパケット損失耐性	-	1...40 (+1)	E
Ppl	ランダムパケット損失率	%	0...20 (0)	E
BurstR	パケット損失パターンのバースト性	-	1...2 (1)	B
Nc	回線雑音量	dBm0p	-80...-40 (-70)	A
Nfor	加入線への誘導雑音量 (無通話時の雑音)	dBmp	- (-64)	A
Ps	送話側の室内騒音量	dB(A)	35...85 (+35)	C
Pr	受話側の室内騒音量	dB(A)	35...85 (+35)	C
A	利便性などのプラス要因	-	0...20 (0)	B

【分類】 A：現在は影響が無い B：適用せず C：特定の環境を想定 D：標準的特定を想定
E：評価が必要 (E以外はデフォルト値または固定値で計算)

注) TELRは、IP-PSTN 接続の場合はE、IP-IP 接続の場合はDとなる。

測定項目

パケットロス

パケットロスの発生要素は、以下の2つであり、両方でのパケットロスを考慮し評価する必要がある。

ネットワークでのパケットロス

揺らぎ吸収バッファでのパケットロス

パケットロスの測定は、ネットワークでのパケットロスの測定を行い、揺らぎ吸収バッファでのパケットロスは、実際の端末の測定値を使用するか、端末モデルにより評価する必要がある。（詳細は本ガイドライン 2.4.項を参照）

遅延

遅延の発生要素は、大きく分け、以下の2つがあり、両方の遅延を考慮して評価する必要がある。

端末で発生する遅延（コーデック遅延、パケット化遅延、揺らぎ吸収遅延など）

ネットワークで発生する遅延（転送遅延、伝播遅延など）

遅延の測定は、以下の2つの方法がある。

IP インタフェースでのエンドエンドの遅延

ネットワークで発生する遅延を測定する。

端末で発生する遅延は、実際の端末の測定値を使用するか、端末モデルにより評価する。（詳細は本ガイドライン 2.4.項を参照）

アナログインタフェースでのエンドエンドの遅延

端末で発生する遅延とネットワークで発生する遅延の両方を含む遅延を測定する。

エコー

端末のエコーは、影響が小さいため測定対象としない。

IP-IP 接続の場合はデフォルト値を使用する。

IP-PSTN 網が接続されている場合、測定が必要。

PSTN 側のエコー特性と MGW のエコーキャンセラ特性を加味した結果となる。

（注）遅延揺らぎ（ジッタ）について

音声品質に影響のある「遅延揺らぎ」または「ジッタ」と呼ばれる遅延の変動の評価については、本ガイドライン A.4-4 項を参照。

A. 4. 2 接続パターンごとの測定点

測定点

IP 事業者網に構内 IP 網が接続されたような場合の責任分解点をはっきりさせるために、接続パターンで分類されているネットワークを実際の管理単位である次の要素に分け、それぞれの接続点を測定点として規定する。

測定点を規定するために、IP 網を「構内 IP 網」と、「IP 事業者網」に分ける。

端末 (IP 電話端末, 一般電話)

構内 IP 網

IP 事業者網

PSTN 網

測定点のインタフェースには、IP インタフェースとアナログインタフェースがある。アナログインタフェースは、FXS や E&M のような電話インタフェース、ハンドセット電気インタフェース、ハンドセット音響インタフェース等がある。

PSTN 側は、遅延、エコー測定のためにアナログインタフェース部分を測定点とする。

R 値の測定のためには、パケットロス、ジッタなどは受話側、エコーについては送話側、遅延については受話側と送話側のエンド点での測定が必要となる。

端末のエコーは影響が少ないため測定対象とせずデフォルト値を使用する。

その他の測定点は、問題の切り分けや、責任分解点としての測定に有効である。

A.4.1.1.～A.4.1.5.の図中では、エンド・エンドの R 値算出などのための測定点を「測定点」、問題の切り分けや、責任分解点のための測定点を「参考測定点」として記述する。

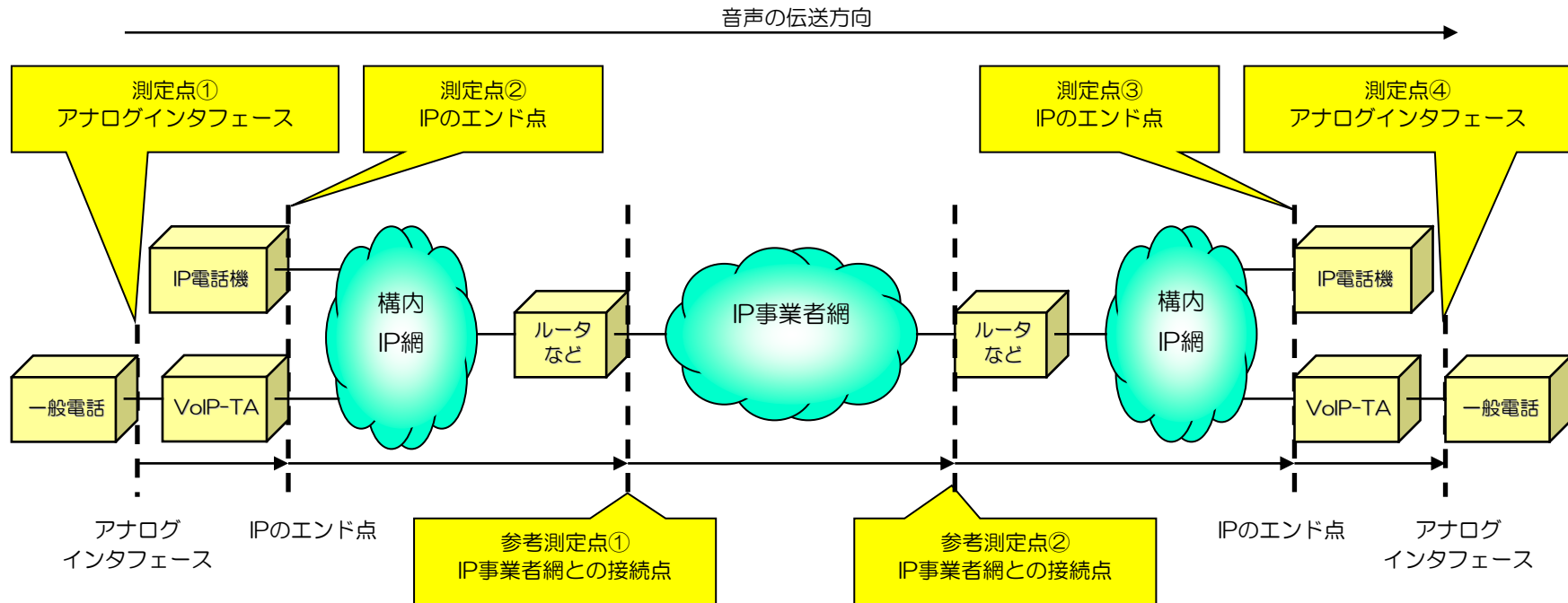
それ以外の接続パターン

実際のネットワークの接続形態は、5 種類の接続パターンに当てはまらないものも存在する。ここに示した接続パターン以外については、本章の考え方を参考に接続パターン、測定点の定義を行っていただきたい。

A. 4. 2. 1. IP 電話端末 - IP 網 - IP 電話端末

ネットワークが対称形であるため、どちらの IP 電話機が発側になっても同じ考え方となる。

測定点① アナログインタフェース	測定点①⇔測定点④間の遅延
測定点② IP のエンド点	パケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
測定点③ IP のエンド点	測定点②→測定点③間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
測定点④ アナログインタフェース	測定点①⇔測定点④間の遅延
参考測定点① IP 事業者網との接続点	測定点②→参考測定点①間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
参考測定点② IP 事業者網との接続点	測定点③→参考測定点②間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延



A. 4. 2. 2. IP 電話端末 - IP 網 - PSTN 網 - 一般電話

「A.4.1.2.」と「A.4.1.3.」は同一であるが、ネットワークが対称形では無いため、方向別に規定する。

右側の一般電話で聞いた場合の R 値を求めるので、PSTN のエコーの影響は少ない。

測定点① アナログインタフェース

測定点①⇔測定点③間の遅延

測定点② IP のエンド点

パケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 部分の遅延

測定点③ アナログインタフェース

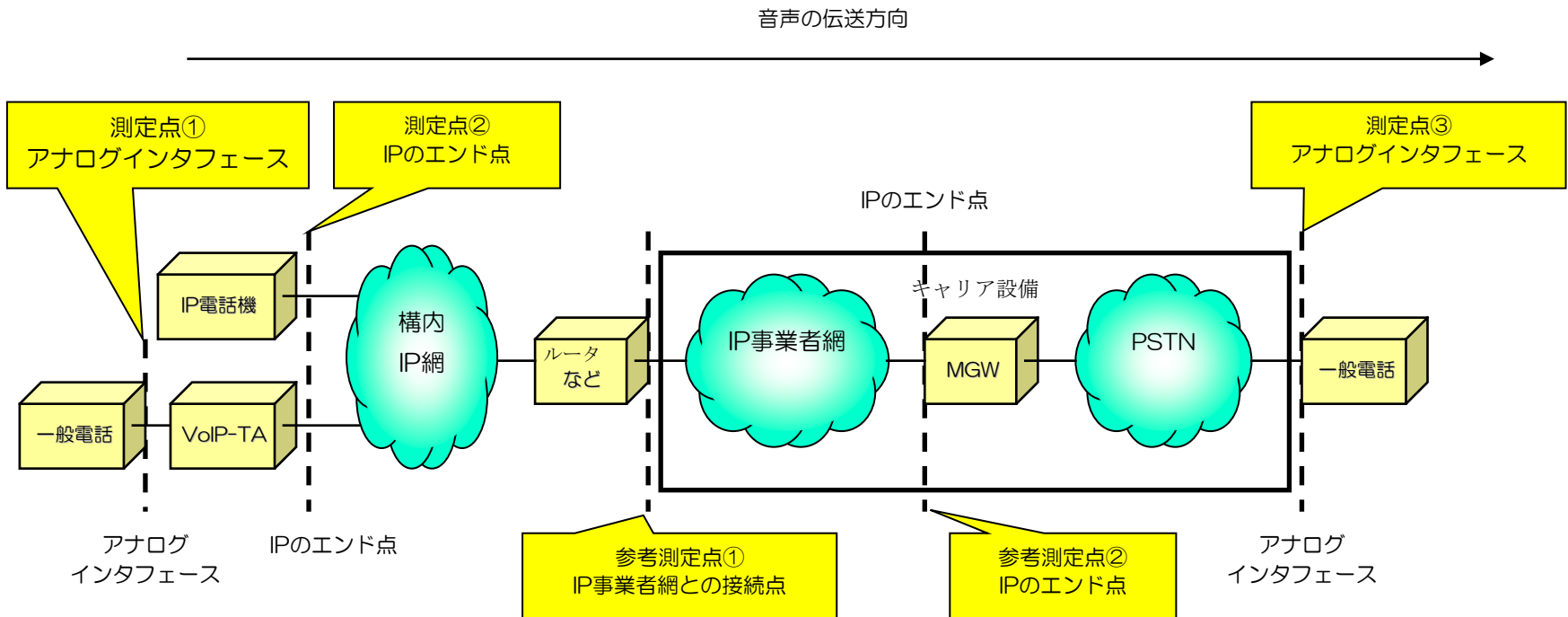
測定点①⇔測定点③間の遅延

参考測定点① IP 事業者網との接続点

測定点②→参考測定点①間で発生したパケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 部分の遅延

参考測定点② IP のエンド点

測定点②→参考測定点②間で発生したパケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 部分の遅延



A. 4. 2. 3. 一般電話 - PSTN 網 - IP 網 - IP 電話端末

「A.4.1.2.」と「A.4.1.3.」は同一であるが、ネットワークが対称形では無いため、方向別に規定する。

右側の IP 電話端末で聞いた場合のエコーは PSTN 網で発生する。エコーの測定は参考測定①より右側の測定点で行う。

測定点① アナログインタフェース

測定点①⇔測定点②間の遅延

測定点② IP のエンド点

参考測定点①→測定点②間で発生したパケットロス，遅延揺らぎ（ジッタ），IP 部分の遅延

PSTNのエコーはMGWのエコーキャンセラ等を含めた形で測定する

測定点③ アナログインタフェース

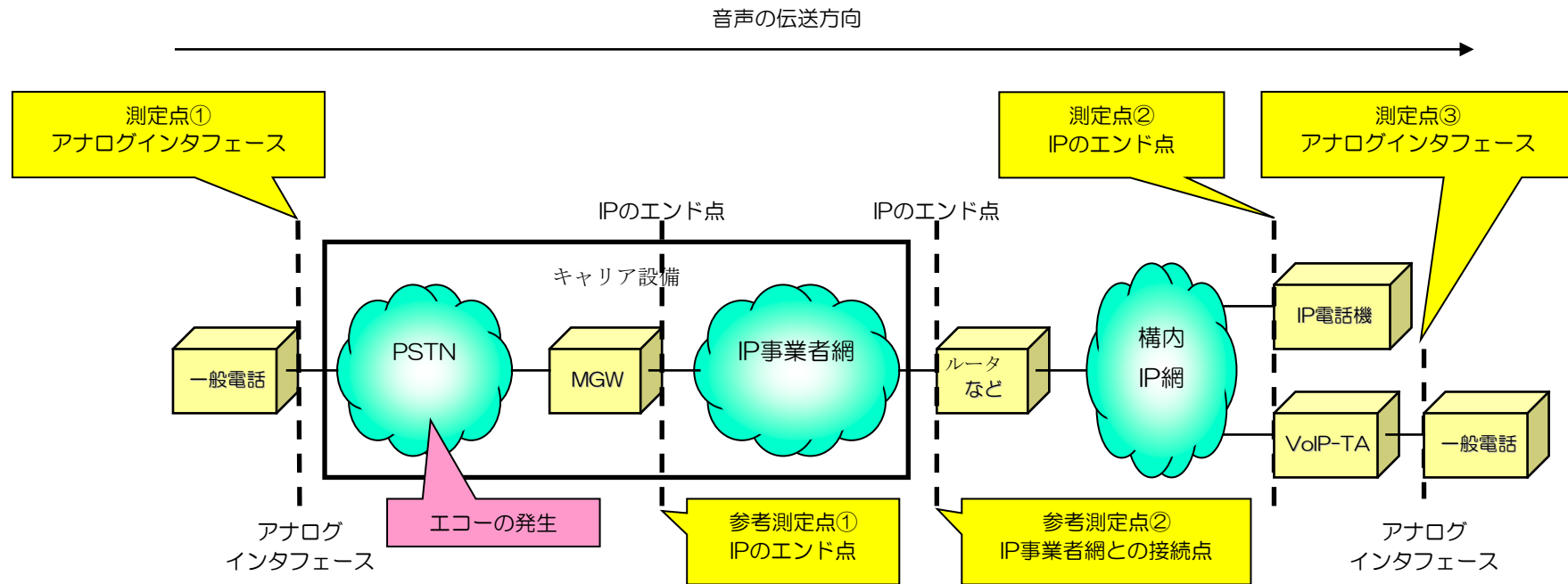
測定点①⇔測定点③間の遅延

参考測定点① IP のエンド点

パケットロス，遅延揺らぎ（ジッタ），IP 部分の遅延

参考測定点② IP 事業者網との接続点

参考測定点①→参考測定点②間で発生したパケットロス，遅延揺らぎ（ジッタ），IP 部分の遅延



A. 4. 2. 4. 一般電話 - PSTN 網 - IP 網 - PSTN 網 - 一般電話

ネットワークが対称形であるため、どちらの IP 電話機が発側になっても同じ考え方となる。

右側の一般電話で聞いた場合のエコーは PSTN1 で発生し PSTN2 でのエコーの影響は小さい。エコーの測定は参考測定点①より右側の測定点で行う。

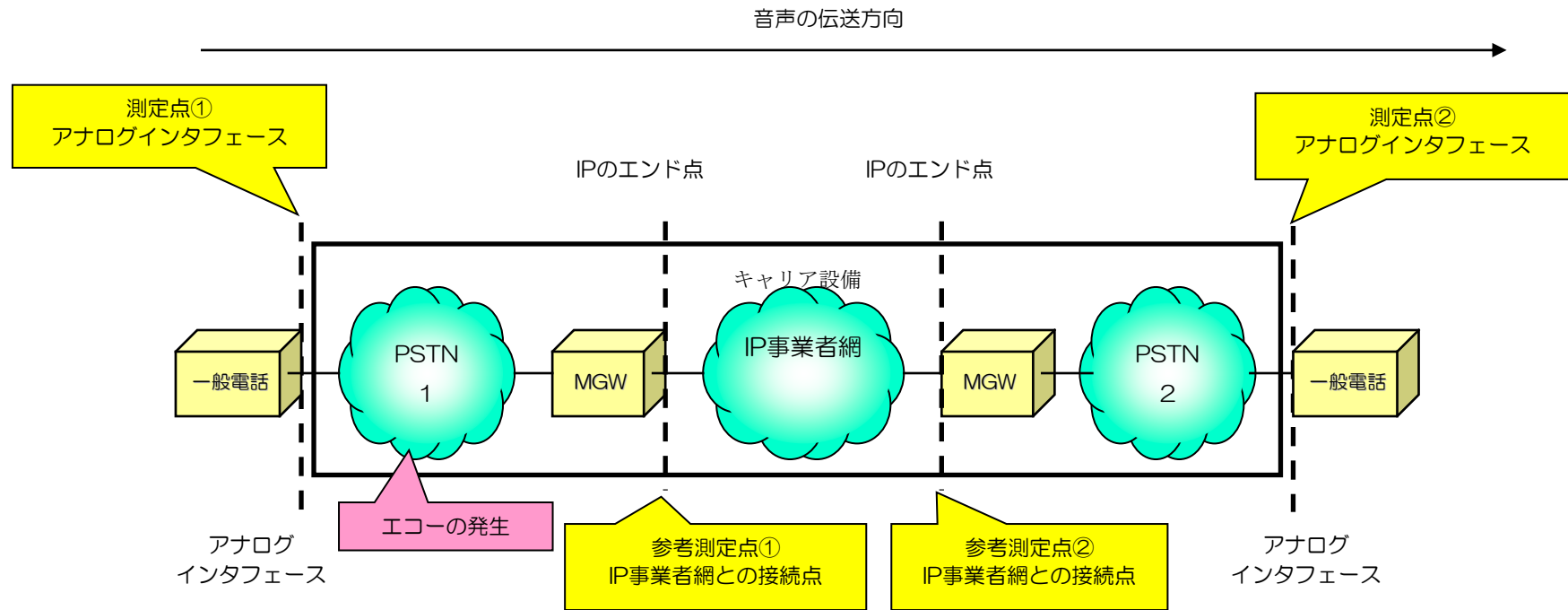
測定点① アナログインタフェース 測定点①⇔測定点②間の遅延

測定点② アナログインタフェース 測定点①⇔測定点②間の遅延

参考測定点① IP 事業者網との接続点 パケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 部分の遅延

PSTN1 のエコーは MGW1 のエコーキャンセラ等を含めた形で測定する

参考測定点② IP 事業者網との接続点 参考測定点①→参考測定点②間で発生したパケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 部分の遅延



A. 4. 2. 5. IP 電話端末 - IP 網 - PSTN 網 - IP 網 - IP 電話端末

ネットワークが対称形であるため、どちらの IP 電話機が発側になっても同じ考え方となる。

この場合の PSTN はデジタル網とし、エコーの影響は少ない。

測定点① アナログインタフェース	測定点①⇔測定点④間の遅延
測定点② IP のエンド点	パケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
測定点③ IP のエンド点	測定点②→測定点③間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
測定点④ アナログインタフェース	測定点①⇔測定点④間の遅延
参考測定点① IP 事業者網との接続点	測定点①→参考測定点①間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
参考測定点② PSTN 網との接続点	測定点①→参考測定点②間で発生したパケットロス, 遅延揺らぎ (ジッタ), IP 部分の遅延
参考測定点③ PSTN 網との接続点	測定点①→参考測定点③間で発生した遅延
参考測定点④ PSTN 網との接続点	測定点①→参考測定点④間で発生した遅延

音声の伝送方向

A. 4. 3 IP 電話端末の評価

IP 電話端末部分に関する各パラメータについては、端末での実測値や、端末モデルによる計算値で求めることができる。

端末部分を実測可能な場合は測定値を使用する。

実際の端末を使って測定する場合

使用した測定値は明記する。測定値以外に使用した既定値 (デフォルト値) は明記する。(ラウドネス等) コーデックの種類は明記する。

端末部分で発生した遅延およびパケットロスの測定値 (実測した場合) は明記する。

端末モデルで評価する場合

端末モデルを用いる場合は、実際に使用する端末の特性を反映させ、次の要素を考慮する必要がある。

コーデックの影響

ITU-T 勧告 G.113 Appendix I[6], G.114 Appendix I[7]にあるコーデック種別ごとの I_e , B_{pl} , 遅延値を使用する。

揺らぎ吸収バッファモデル

使用する揺らぎ吸収バッファモデルの方式を明記する。

固定バッファ, ダイナミックバッファの種別および, 初期バッファサイズ, 最大バッファサイズなどのパラメータ値を明記する。

揺らぎ吸収バッファで発生した遅延とパケットロスを明記する。

パケットロスはネットワークのパケットロスと端末の揺らぎ吸収バッファで発生したパケットロスを合わせた値とする。

端末遅延

使用する端末モデルの送話受話遅延の設定値を明記する。

受話遅延は端末モデルの固定値と揺らぎ吸収バッファで発生した遅延を合わせた値を明記する。

端末遅延は送話遅延と受話遅延を合わせた値とする。

ただし、端末モデルを使用した場合の結果は、実端末を使用した測定値と必ずしも一致しないので、端末モデルによる評価を行う場合は十分に注意する必要がある。

IP 電話端末モデル，揺らぎ吸収バッファモデルについては，参考資料集の「A.1 IP 電話端末モデル」を参照のこと。

A. 4. 4 遅延の測定

遅延の測定方法は、実測可能な範囲によって以下のように決定する。

端末部分まで含めて実測可能な場合端末部分の遅延を明記するのが望ましい。

揺らぎ吸収バッファの方式および揺らぎ吸収バッファにて発生した遅延を明記するのが望ましい。

端末部分はモデルを使用し、ネットワークを実測する場合使用する端末モデルは、本ガイドライン A.4.4. 項 による。

遅延測定の留意事項

遅延揺らぎ時間が端末の揺らぎ吸収バッファでいくらの遅延とパケットロスになるかを明記するのが望ましい。（一般的に IP 接続の測定器では、本機能を有する）

片側遅延の測定

東京-大阪間など、距離が離れている場合に片側遅延を測定するには、GPS などを用いて時刻同期を行った 2 台の測定器を用いる。

片側遅延値が計測できない場合、R 値の計算上、片側遅延値が必要な場合には往復遅延値の 1/2 とし、以下の式で定義することとする。 $T = Tr/2 = Ta$

（TTC 標準 JJ-201.01 6.2.3 項による）

A. 4. 5 測定器の種類

接続するポイントにより、次の2種類に分けることができる。

1点測定（パッシブ測定）：IP インタフェース接続

実際の端末が送受信する音声パケットのパケット間隔、シーケンス番号の抜けなどを測定する。

測定項目：パケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 上での遅延

端末モデルにより、端末の評価が行えるものがある。

2点測定（アクティブ測定）

IP インタフェースに接続するもの

送信側より測定用の音声パケットを送出し、受信側でパケット間隔、シーケンス番号の抜けなどを測定する。

測定項目：パケットロス、遅延揺らぎ（ジッタ）、IP 上での遅延

端末モデルにより、端末の評価が行えるものがある。

アナログインタフェースに接続するもの

測定用の音声を送出し、送信側と受信側での違いを比較する。

測定項目：エコー、アナログインタフェースのエンドエンドでの遅延、PESQ

実際の端末を測定する。

A. 5 測定日、測定サンプル数に関する標準文書の要点

TTC 標準 JJ-201.01 5.3.1 項[1]で測定日選定の参考としてあげている、ITU-T 勧告 E.500（6.3 章）[8]の要点を以下にまとめる。

ITU-T E.500 6.3 章の要点：

時間間隔は1カ月で、その月の中から特別な日を除く数日を選択する。

週末のトラヒック強度が平日より低いことがわかっているならば、仕事日（営業日）のみから選択しても良い。

標準系負荷強度

選択した日を、日ごとのピークトラヒック強度測定値の低いものから高いものまで並べる。

測定値の4番目に高いものを選択し、標準負荷トラヒックとして定義。

限界系負荷強度

測定値の2番目に高いものを選択し、限界負荷トラヒックとして定義。

標準系、限界系の定義はネットワークごとに行う

測定時間帯

TTC 標準 JJ-201.01 5.1.3 項[1]に従い、24 時間に渡った代表値を測定するための、測定時間帯を決定する。

（設定例）

最もトラヒックが多い時間帯

10 分単位の全呼数データを基にトラヒック平均・最大・最小の3つの時間帯

評価サンプル数の決定

評価サンプル数は、事前にサンプル数決定のための測定を行い、値のばらつきによって決める。

TTC 標準 JJ-201.01 5.3.3.項[1]でサンプル数決定の参考としてあげている、ETSI EG 201 769-1 Annex D [11]の要点を以下にまとめる。

この方法は、値のばらつきがある場合に評価すべきサンプル数を求めるための統計的手法であり、ここでは call setup time のサンプル数を例に説明されている。

ETSI EG 201 769-1 Annex D [11]要約：

サンプル数 n は、測定値のばらつきに依存し、次式で計算できる。

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2}{a^2} \times \left(\frac{s}{\text{mean}(x)} \right)^2$$

$z_{1-\alpha/2}$: 標準正規分布の $(1-\alpha/2)$ パーセント点

s : call setup time の標準偏差（事前の測定より算出）

Mean(x) : call setup time の平均値（事前の測定より算出）

a : 相対的な精度

標準偏差を提供するための要件が無くても、この式を使用することでサンプル数の見積もりが可能である。次のテーブルは z と a を以下の値とする場合の結果である。

$z_{1-\alpha/2} = 1.96$ (95 パーセント点)

$a = 0.02$ (2%)

S/mean(x)	サンプル数
< 0.1	100
0.1 - 0.3	1000
>0.3 - 0.5	2500
>0.5 - 0.7	5000
>0.7 - 0.9	7500
>0.9	10000

call setup time (ETSI EG 201 769-1 本文抜粋の要約)

call setup time は、呼の発信に必要なアドレス情報がネットワーク側で受信された時間から、着信側のビジートーンまたはリングトーンまたは応答信号が発呼側で受信されるまでの時間。

A. 6 95%値の考え方

TTC 標準 JJ-201.01[1]で、95%値の考え方として挙げている、ETSI EG201 769-1 Annex B [11]の記述を参考にすると、次のようになる。

X%番目を小数点以下切り捨てで求め、 n とし、小さい方から n 番目を全数の中の $x\%$ とする

95%値とは、結果のうちの 95%が入る閾値をいい、全サンプル数の 95%となる値を計算し、これを切り捨

てで n とし小さい方から n 番目の値を 95%値とする.

たとえば, 1-99 までの 99 個の測定結果があるような場合, 全サンプル数が 99 なので,

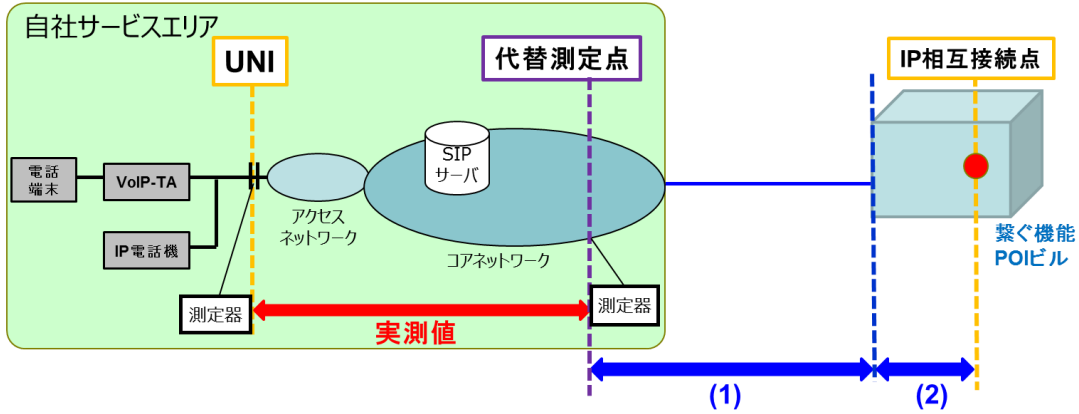
$$99 * 0.95 = 94.05$$

94.05 を切り捨て, 94 番目のサンプルの値を 95%値とするため, 95%値は 94 となる.

以上の考え方に沿って, R 値測定の場合は「測定値の大きい方から n 番目」, 遅延時間測定の場合は「測定値の小さい方から n 番目」を全数の中の $x\%$ とする.

A. 7 代替測定点と IP 相互接続点のモデル値の考え方

代替測定点と IP 相互接続点との間の区間について、(1)代替測定点から繋ぐ機能 POI ビルまでの伝送区間と (2)繋ぐ機能 POI ビル内の NW 設備に起因する処理遅延についてそれぞれモデル値の考え方を示す。



1) 代替測定点から繋ぐ機能 POI ビルまでの伝送区間

代替測定点と繋ぐ機能 POI ビルを接続する伝送区間について専用線、広域イーサネット、IP-VPN 等を用いる場合は、例えば以下のようにモデル値を算出する。

a) 代替測定点から POI ビルまでの距離および伝送路特性に基づく算出値を適用

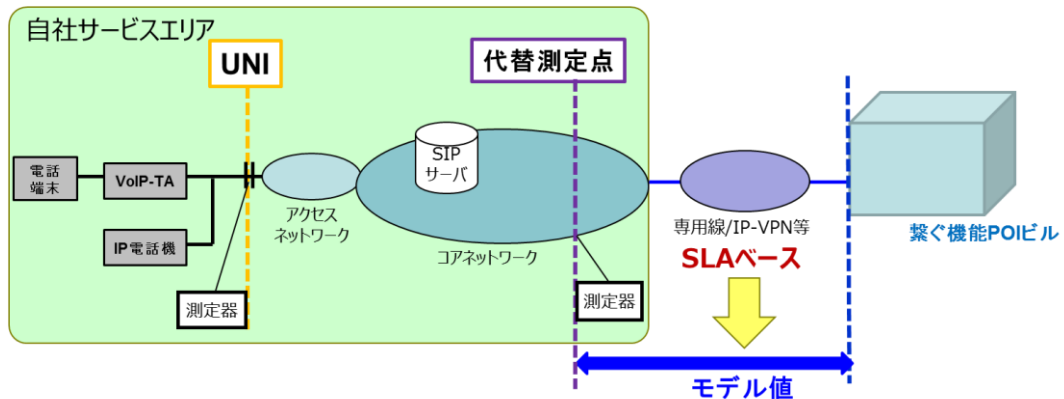
(ただし、想定される最大同時接続呼数等から想定される総トラフィック量に対して、十分な帯域が確保されている根拠を示すこと。)

以下は遅延時間の例であり、損失率や揺らぎについても考慮が必要である。

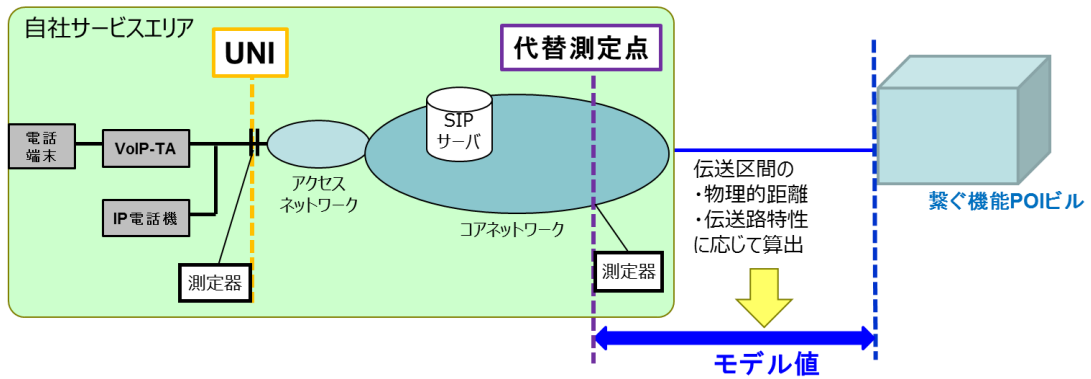
代替測定点から POI ビルまでの距離： X km の場合

- ・空間距離とケーブル長の係数： $\alpha = 1.5$ (1000km 未満), 1.25 (1200km 以上)【ITU-T G.826】
- ・光ファイバーの伝搬遅延時間モデル： $5 \mu \text{ s/km}$ 【ITU-T G.114】

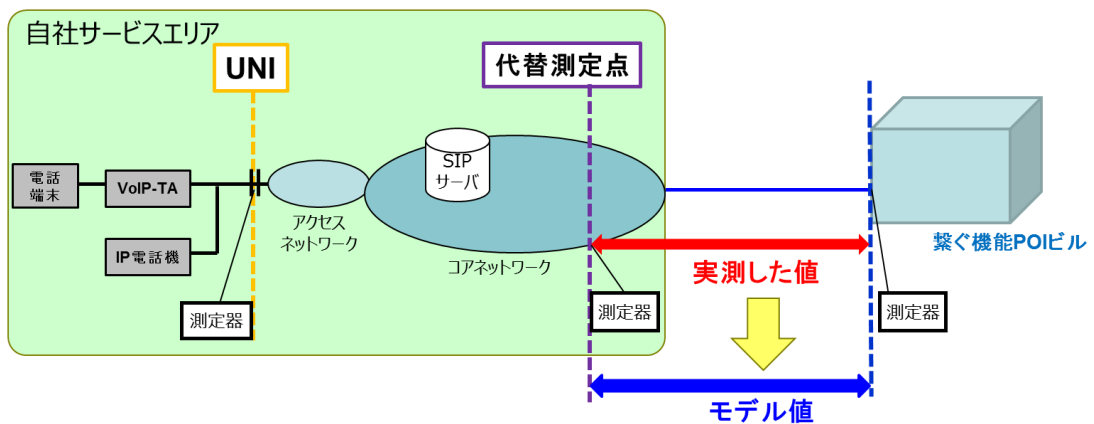
X=500 の場合、 $500\text{km} \times 1.5 \times 5 \mu \text{ s/km} = 3.75\text{ms}$



- b) 利用する専用線等のサービスが公開する実測値もしくは SLA の値を適用
 (ただし、想定される最大同時接続呼数から想定されるトラヒック量に対して、十分な帯域が確保されている根拠を示すこと。)



- c) 代替測定点から POI ビルまで区間において、サービス開始前の実測値を適用
 (該当区間においてネットワーク品質の実測値に影響する要因をふまえて設定した前提条件 (例えば、想定する最大同時接続呼数等の設計値) に従って RTP パケット伝送を実施し、実測した遅延時間、揺らぎ、損失率値を適用する。このとき、サービス提供中にも先の前提条件を満たしていることを確認し示すこと。)

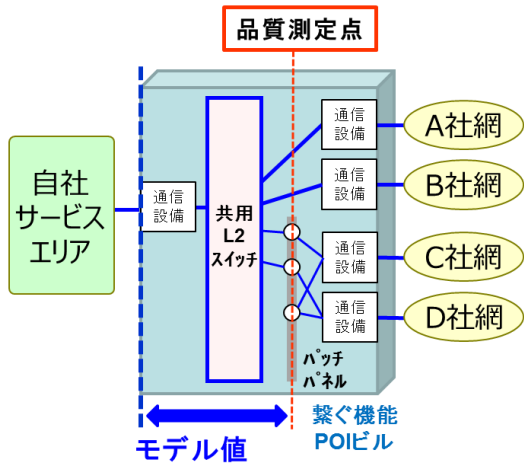


2) 繋ぐ機能 POI ビル内の NW 設備に起因する処理遅延

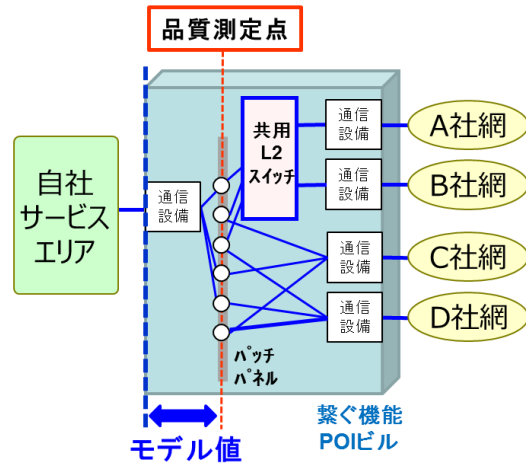
繋ぐ機能 POI ビル内の NW 設備に起因する処理遅延やその配分については、図にある品質測定点までを構成する通信設備の処理遅延に基づき、例えば以下のようにモデル値を算出する。

- ・各設備(スイッチングハブ(L2 スイッチ)等)の製品スペックに従う。
- ・事業者間で共用する設備については, 安全側に評価するように本設備の処理遅延もモデル値に加算する。
- ・ビル内の伝送距離は短いことから伝送遅延は無視できるものとする。

① 共用L2スイッチを利用する事業者



② 共用L2スイッチを利用しない事業者



おわりに

初版で参照した，“第3版「IP電話の通話品質測定ガイドライン」”作成者に敬意を表するとともに，本ガイドラインを多くの方々に利用していただき，IP電話の普及に少しでも役立てる事ができれば喜びを多とするところである．