

# IP 電話サービスの品質を維持する

## VoIP ネットワーク監視ソリューション

小林 敦\*                      石塚 秀樹\*\*\*  
(Atsushi Kobayashi) (Hideki Ishizuka)  
友枝 憲彦\*\*                曾根 太郎\*\*\*  
(Norihiko Tomoeda)    (Taro Sone)  
小杉 英司\*\*                岩谷 朗好\*\*\*  
(Eiji Kosugi)                (Akiyoshi Iwatani)

VoIP Network Monitoring Solution for IP Telephony Service as Public Communication Infrastructure

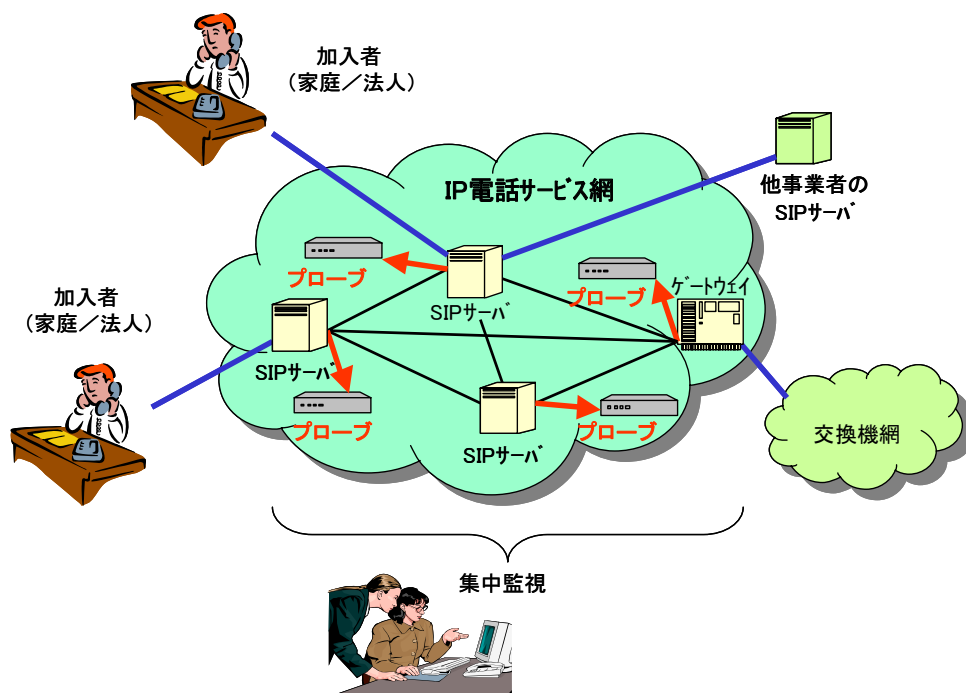
### 要 旨

従来の交換機による固定電話に代わって、社会の通信インフラとして IP (Internet Protocol) 電話が定着しつつある中で、そのサービス品質の向上・維持は急務となっている。世界に先駆けて固定電話網のオール IP 化に取り組んでいる KDDI(株)では、2005 年 2 月の“KDDI メタルプラス”のサービス開始に合わせて、IP 電話網の接続品質を 24 時間 365 日常時監視する VoIP (Voice over Internet Protocol) 信号監視システムを導入し、ネットワークオペレーションセンター及びカスタマーサポート部門での供用を開始した。

システムの機能としては、まず IP 電話の接続制御を行う SIP (Session Initiation Protocol) の呼処理シーケンスを常時収集し、蓄積する。そして、コール数や呼損率、完了率、平均通話時間といった統計値における異常の検出や、

特定電話番号へのコールの集中などサービス網全体の不自然な動作を検知し、オペレータに自動通報する。ここでは、従来の交換機網の運用監視の概念を IP 電話網に持ち込んでいる。さらに、オペレータの対話操作により、システムが蓄積している多量の呼処理シーケンスの中から問題箇所を速やかに特定・抽出し、それをビジュアルに図表表示して問題解決を支援する。

システムの実装においては、ユニバーサルサービスを担う大規模で冗長化されたサービス網に対応し、信頼性と拡張性を考慮した設計とした。また、多量の呼処理シーケンスを対話的に高速検索する処理上の工夫を施した。さらに、多様なサービス機器間の SIP のプロトコルの差異を運用監視業務の現場で意識させないように考慮した。



### IP 電話サービス網における接続品質の監視

ダイヤル時の接続処理を担う数十台の SIP サーバ装置間のシーケンス<sup>(1)</sup>を、プローブにより全てキャプチャし精査し続けることで、その接続品質を監視する。ここでは、個々の SIP サーバ装置単体の動作状況よりも、SIP サーバ装置間の呼処理シーケンスに着目して、異常検出を行っている。呼処理シーケンスは、KDDI 自営のサービス網の範囲に留まらず、他の通信事業者の IP 電話網や従来の交換機網との間にまたがる場合もある。

\* 三菱電機(株) インフォメーションシステム事業推進本部  
\*\* 三菱電機インフォメーションシステムズ(株)  
\*\*\* KDDI(株)

## 1. ま え が き

交換機による固定電話から IP 電話への移行は“100 年に一度のパラダイムシフト”と言われる<sup>(2)</sup>。KDDI は 2007 年度中に音声網の IP 化を完了させることを宣言し、世界で最も早く IP 化を進めている通信事業者の一つである。

KDDI メタルプラスは、2004 年 2 月にサービスを開始した、いわゆる直取電話サービス<sup>(3)</sup>であり、帯域保証型 IP ネットワークと局舎内用アナログ～IP 変換ゲートウェイ装置を組み合わせることで、VoIP 技術により固定電話網の IP 化を実現した。従来、インターネットサービスプロバイダや CATV 事業者などが“自社サービス加入者同士の通話料無料”などとして提供してきた IP 電話は、いわゆるベストエフォート型で、通話品質や接続性の保証がなかったのに対して、KDDI メタルプラスではこれまでの固定電話と変わらない通話品質と確実な接続性を確保している。

ここで紹介する VoIP 信号監視システムは、IP 電話の発展を担うものとして、KDDI メタルプラスのサービス開始に合わせて三菱電機(株)及び三菱電機インフォメーションシステムズ(株) (MDIS) が開発した、IP 電話網の運用監視システムである。

## 2. IP電話における品質監視の必要性

### (1) IP電話に求められる品質

KDDI では、帯域保証型 IP ネットワークを使用し、これまでの固定電話と同じ電話番号（いわゆる 0AB～J 番号）を持つメタルプラスなどの電話サービスの以前から、ベストエフォート型 IP ネットワークを使用し、IP 電話専用の電話番号（いわゆる 050 番号）を持つ電話サービスも提供している<sup>(4)</sup>。今回開発した VoIP 信号監視システムは、これらの全ての IP 電話サービスを監視対象として収容した。

IP 電話の品質には、音声通話品質、接続品質（呼処理品質）及び安定品質の指標があり、総務省は品質条件を定めた上で、電話番号の付与を行っている<sup>(5)</sup>。KDDI が提供する上記の IP 電話サービスでは、電話網トラフィックモデルに準拠した通信ネットワーク設計をしており、また IP ネットワークレベルの監視やメンテナンスが十分に行われているため、音声通話品質と安定品質に関しては、信頼できるものであった。一方、接続品質については、これまでのサービス運営の状況から、問題の発生箇所が端末（電話機）からバックボーンネットワークまで広範囲に渡るため、問題の発生状況が把握しにくい状況にあった。そこで、メタルプラスのサービス開始に合わせて今回、IP 電話の品質を確保・向上するアクティビティとして、その接続品質を的

確かつタイムリーに把握する（知る）ために、24時間365日の常時有人監視を行うことにした。

### (2) TCSと監視システム

電話の品質は TCS (Total Customer Satisfaction) と直結している。KDDI では、お客様満足度の向上に取り組む TCS を全社活動として展開しており、VoIP 信号監視システムの導入もまた、快適な IP 電話サービスを提供することにより、TCS を高めることが最終目的である。

VoIP 信号監視システムの導入に際して期待されたことは、まず第一に、KDDI の NOC (Network Operation Center) においてサービス網全体の稼働状態を常に把握・監視することで、非定常的な状態に向かっていることを早期に検知して、加入者がサービス上で不都合を感じる前に、コアネットワーク側で速やかな措置をとれること。第二に、サービスエリアの拡大や新規局舎の開設など開通作業時の問題解決を支援することにより、開通期間を短縮すること。第三として KDDI のカスタマーサポート部門において、加入者からの申告（問題調査の依頼や苦情など）を受けた場合に、呼処理シーケンスデータの蓄積によって過去に遡っての問題調査・解決を速やかに行えることであった。

## 3. 運用に即した監視システム

### (1) NOCの運用の支援

KDDI の監視拠点である NOC では、IP 電話サービスの監視と従来の固定電話の監視を同時に行っていることもあり、VoIP 信号監視システムにおいては、従来の交換機による固定電話サービスと同じ監視パラメータを使用した。具体的には、完了率（＝完了呼数/発呼要求数）、平均通話時間（＝完了呼の総通話時間/完了呼数）、呼損率（＝出呼数/入呼数）などである。

サービス網の稼働状態が非定常的な状態に向かっているような場合には、オペレータは都度要因を特定し、発信規制や閉塞などの措置をとる。

例えば、地震発生や大規模なイベントの開催などの場合には、輻輳を抑制するために当該エリアへの発信規制を入れる必要がある。このような状況を検知するために常に注意すべきは完了率の低下である。

また、平均通話時間が低下した場合には、通話途中で接続断が発生している恐れがある。IP ネットワークを構成しているサービス機器の故障の有無を調査する。

他の通信事業者との間の接続において呼損率が高い場合には、先方のサービス機器に問題が発生している恐れがある。多くの通信事業者との相互接続によってサービスが

成立しているIP電話においては、問題の発生原因が自社側にあるのか、それとも先方にあるのかの切り分けを急ぎ、先方に原因がある場合には、速やかに先方のオペレータに通報する必要がある。

VoIP信号監視システムでは、以上のようなNOCの現場でのオペレーションを想定した。

#### (2) カスタマーサポート部門の運用の支援

KDDIの加入者対応窓口であるカスタマーサポート部門においては、従来は専門の技術者がEthereal<sup>(6)</sup>などの解析ツールを都度サービス網に接続して実施していたような詳細な追跡調査を、オペレータだけで完結できるようにした。そのために、電話番号等馴染みのある検索キーを利用した呼処理シーケンス検索機能や、ラダーチャート表示など、従来の交換機網の信号リレーション (No.7共通線信号方式<sup>(7)</sup>) の解析と同様の運用操作性を実現した。

#### (3) 既設の監視システムとの統合

KDDIのNOCで従来から使用されてきた交換機設備監視システム (1998年より三菱電機が納入・更新) を上位の監視マネージャーシステムと位置付け、VoIP信号監視システムにおいて問題を検知すると、交換機設備監視システム側にアラームを通知するようにした。また、運用画面のデザインや操作性を交換機設備監視システムと統一し、オペレータが違和感なく利用できるようにした。

### 4. システムの機能

市販のVoIP関連のテストツールや測定器などのパッケージ製品では、専門の技術者が都度のトラブルシューティングを行うような用途を想定した製品が大半を占めている。これに対して、本VoIP信号監視システムでは大規模なサービス網を24時間365日常時監視できること、またカスタマーサポート部門のオペレータにも容易なユーザーインターフェースを提供することを念頭に機能設計し、市販のパッケージ製品にはない連続安定性や操作性、データ蓄積容量を備えた。機能としては以下の3つに大別できる。

#### (1) モニタ機能 (プローブ機能)

全国に分散配備された数十台のSIPサーバ装置からの呼処理シーケンスを収集する機能である。SIPサーバ装置に接続されたL2/L3スイッチ装置のモニタポートを通じてSIPパケットをキャプチャし、トレース表示用データと通話履歴 (CDR: Call Detail Record = 発信元、受信先、接続時間、完了/完了、障害原因などの呼情報のこと) を作成・蓄積する。

モニタ性能としてはBHCA (Busy Hour Call Attempt = 1日の中で呼数が最大となる連続1時間の呼数) としてSIPサーバ装置1台当たり42万コール/Hr以上がキャプチャ可能である。

#### (2) 網監視機能

モニタ機能により作成した通話履歴をもとに、サービス網全体や、特定の監視ポイント毎 (任意のIPアドレス、電話番号や各種サービス機器など) のトラフィックの推移を監視して、あらかじめ設定した閾値を超過した場合にはアラームを発生する機能である。また、同様にして特定の電話番号への大量呼の集中 (マスコール) も監視する。更に過去の集計結果をデータベースに蓄積しておき、トラフィックの長期傾向分析や過去の特異日 (例えば年末年始など) との比較分析を可能とする。

#### (3) パケットトレース機能

モニタ機能により作成したトレース表示用データを用いて、複数のSIPサーバ装置などのサービス機器をまたがって流れる呼処理シーケンスを一括で検索し、ラダーチャート表示する機能である。トレース表示用データは一箇所に集積し、24TBもの大容量ストレージに一定期間保持しており、加入者からの問合せ等に応じて、様々な検索条件指定により、コール毎の呼処理シーケンスと各イベントの詳細情報を抽出する。その際、複数ポイントでモニタした呼処理シーケンスを、Call-IDをキーに関連付け (コリレーション) して同一呼とすることにより、エンドツーエンドの呼処理シーケンスを一括で表示する。

### 5. システム実装上の工夫

全国規模で均質な電話サービス (いわゆるユニバーサルサービス) を担う大規模で冗長化されたネットワークを収容し、また高性能、高信頼性及び拡張性、即ちキャリアグレードへの対応のために、以下のような設計とした。

#### (1) 拡張性を考慮した3階層サーバ構成 (図1)

KDDIメタルプラスでは、提供エリアの拡大や加入者数の増加により、監視対象となるサービス網の規模は急速に拡大すると予想された。そのため、モニタポイントの増加や、SIPサーバ装置の増加に対しても柔軟に対応すべく、VoIP信号監視システムは3階層サーバ構成とした。

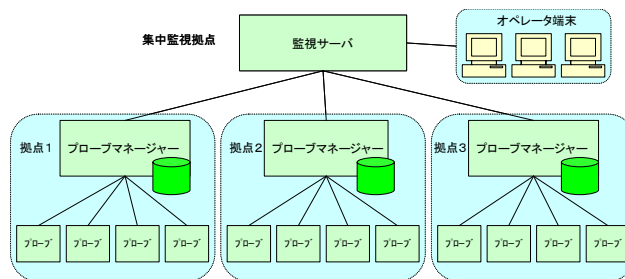


図1. 拡張性を考慮した3階層サーバ構成

(a)最下位層=プローブ: SIPサーバ装置からの呼処理シーケンスをキャプチャするためのフロントエンドプロセッサであり、SIPサーバ装置に近接して全国に50台

以上を配備した。(株)アルチザネットワークスのプローブソフトウェア VoIP QoS Probe をベースとしながら、独自処理を組み込んでいる。

(b)中間層=プローブマネージャー： SIP サーバ装置が設置されている拠点における集約サーバである。複数のプローブからモニタ結果を収集して、トレース表示用データの蓄積及び SIP サーバ装置毎のトラフィックデータの集計と異常検知を行う。KDDI ではトラフィック状況に応じて、本サーバ1式当り 10~20 式のプローブを収容している。

(c)最上位層=監視サーバ： 集中監視拠点に設置され、複数のプローブマネージャーを収容し、サービス網全体のトラフィックデータの集計と異常検知を行う。

この構成において、SIP サーバ装置の設置拠点の増加時にはプローブマネージャーとプローブを分散配備することにより、多量のトレース表示用データの転送を伴うプローブマネージャー~プローブ間の通信を拠点内に留め、幹線ネットワークの使用帯域を抑えるようにした。

#### (2) 操作性の向上とトレースデータ検索の高速化

オペレータ画面上での呼処理シーケンスの検索・表示機能は、(株)アルチザネットワークスのトレース表示ソフトウェア VoIP Call Tracer をベースとし、発信者電話番号、着信者電話番号、IP アドレス等をキーとして検索するユーザーインタフェースを開発し、加入者から申告された情報を基に目的の呼処理シーケンスが検索できるようにした。

また、数千万レコードのトレース表示用データが常時保存されているため、プローブマネージャーはトレース表示用データを蓄積するタイミングで、検索キーのみを切り出したインデックスファイルを予め作成しておき、検索時にはインデックスファイルを走査する方法により検索処理の高速化を図った。

#### (3) キャリアネットワークに対応したモニタリング

KDDI の IP ネットワークでは、L2/L3 スイッチ装置の冗長化によってサービス網の可用性と信頼性を確保している。VoIP 信号監視システムでは、動的な経路制御が行われている IP ネットワークにおいて、パケットがどのような経路を通った場合でも確実にキャプチャする必要があった。そこで、プローブは冗長化された二つ以上のモニタポイント (L2/L3 スイッチ装置のモニタポート) から同時にキャプチャすることにより、サービス機器の故障等による経路変更が発生した場合でも、モニタ用の LAN(Local Area Network)ケーブルの繋ぎ替え等の煩雑なオペレータ介入作業を不要とした。

#### (4) SIP プロトコルの取り扱い

SIP のメッセージはテキスト形式で記述されており、柔軟性、拡張性が高い一方、フィールドの記載方法やシーケ

ンスなどが様々に存在するため、No.7 共通線信号方式などの既存電話網プロトコルから比較すると機器によるプロトコルの表現の違いが多い。KDDI の IP 電話サービス網は、SIP サーバ装置だけではなくメディアゲートウェイ、VPN(Virtual Private Network)サーバ、メディアサーバ及び SBC(Session Border Controller)等の多様なサービスノードで構成しており、また端末 (電話機) も含めて多くのベンダの製品を採用しているため、プロトコルの表現の違いによる監視上の問題が出ないように考慮した。また、プロトコルの拡張により KDDI のサービス網にも新たな SIP のメッセージやフィールドが使用されるようになった場合でも、監視上には影響が出ないように、網監視アルゴリズムにおいては注意を払った。

さらに、どのフィールドをどのように扱うのかについても、十分に考慮した。例えば SIP のどのフィールドを発番号や着番号と扱うのか、またそれらフォーマットはどのような形式となるのが、網一網、網一端末それぞれのモニタポイントによって差異があるため、それら差異を吸収して監視するようにした。

## 6. むすび

VoIP 信号監視システムは、KDDI と三菱電機・MDIS が一体となって仕様検討~導入試験までを実施し、わずか4ヶ月で構築した。供用開始後は、運用部門で所定通りの効力を上げている。今後は、接続品質監視にとどまらず、パケットロス、ジッタといった音声品質監視への取り組みを行い、より高品質で安定した IP 電話サービスの提供・維持に努めていく所存である。

また、SPIT(Spam over Internet Telephony)の出現など、IP 電話のセキュリティが社会問題となっているのに対しても、ネットワークオペレータとシステムインテグレータの英知を結集して、加入者がより安心して利用できる IP 電話サービスを追求していきたいと考えている。

## 参考文献

- (1) 澤田拓也、ほか：実践 SIP 詳解テキスト、(株)リックテレコム、48 (2005)
- (2) 谷脇康彦：テレコミュニケーション 2005 年 10 月号、(株)リックテレコム、29(2005)
- (3) (株)情報通信総合研究所編：情報通信アウトック 2005 ~IT 大競争時代を迎えて、NTT 出版、124 & 230 (2004)
- (4) 固定電話網の IP 化推進について、KDDI(株)、[http://www.kddi.com/corporate/news\\_release/2004/0915/pdf/p\\_index\\_01.pdf](http://www.kddi.com/corporate/news_release/2004/0915/pdf/p_index_01.pdf) (2004)
- (5) IP 電話の品質、総務省、[http://www.soumu.go.jp/s-news/2001/011226\\_3\\_e.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2001/011226_3_e.html)
- (6) Ethereal: A Network Protocol Analyzer (2001)、<http://www.ethereal.com/>
- (7) 飯塚久夫、石川秀樹：続・やさしい共通線信号方式、電気通信協会 (1992)