

2009 年度卒業論文

山田正雄ゼミナール

NGN における IP 電話の活用
～企業への導入と将来の展望～

日本大学法学部 新聞学科 4 年

学籍番号 : 0630083

柳田 大地

はじめに

どうしてIP電話は通話料無料で利用できるのか、研究を始めるきっかけは単純な疑問からである。現在使われている電話は主に各家庭に置かれている固定電話と、今では一人一台持っているといっても過言ではない携帯電話とがある。この二つの電話とIP電話との違いはどこにあるのだろうか。

固定電話の利用者、加入者は確実に減っているという。私の考えでは、それまでの電話網というのは閉鎖的なものであり、現在のユビキタス社会という世の中の流れからは後れを取っている状況にある。長い間不変なものとしてあった電話網も、通信網の発達で必ずしも必要なものではなくなっている。特に近年の高速通信の発達により家庭レベルでも高度で快適な情報通信を行うことができる。それらの要因からかIP電話の利用者は増加傾向にある。特にビジネスの場面でIP電話を利用する会社が増えてきている。

こうした通信網の発達、発展によるサービス、コミュニケーションの変化は企業にどのような影響を与えるのか。IP電話の将来の展望とともに論じていく。

はじめに

目次

1	NGN時代の幕開け	4
1.1	電話と通信の歴史	4
1.1.1	日本における電話発展の歴史	4
1.1.2	電話網の仕組み	5
1.1.3	インターネットの発展の歴史	6
1.1.4	通信網の仕組み	7
1.2	IP電話の誕生	7
1.2.1	IP電話の誕生の歴史	8
1.2.2	IP電話普及の背景	9
1.3	NGN	10
1.3.1	NGNによる3つの融合	11
1.3.2	ITU-TによるNGNの特徴	12
1.3.3	NGN普及によるサービスの発展	13
2	IP電話の基本情報	14
2.1	IP電話の定義	14
2.2	IP電話の特徴	14
2.2.1	IP電話のメリット	14
2.2.2	IP電話のデメリット	15
2.3	IP電話の仕組み	16
2.3.1	VoIP	16
2.3.1.1	デジタル化	16
2.3.1.2	圧縮	17
2.3.1.3	フレーム化	17
2.3.1.4	パケット化	18
2.3.2	音声符号化(コーデック)	19
2.3.3	呼制御プロトコル	20
3	IP電話の現状、課題	21
3.1	IP電話利用者統計	21
3.1.1	個人利用者統計	22
3.1.2	企業利用統計	22
3.2	課題	23
3.2.1	音声品質の劣化	23
3.2.1.1	遅延	24
3.2.1.2	ジッタ	25

3.2.1.3	パケットロス	26
3.2.1.4	エコー	26
3.2.2	音声品質の確保	27
3.2.2.1	QoS制御	27
3.2.2.2	評価基準	27
3.2.2.3	クラス分類	28
3.3	VoIPセキュリティ	29
4	企業への導入	30
4.1	企業におけるIP電話の変遷	31
4.1.1	IP電話導入前の企業ネットワーク	31
4.1.2	VoIPゲートウェイによる拠点間IP化	32
4.1.3	拠点設置型IP-PBXとIP電話機による構内IP化	33
4.1.4	企業内システムのIPセントレックス化	33
4.2	企業におけるIP電話機導入の効果	34
4.2.1	経費面	34
4.2.2	組織面	36
4.2.3	業務効率面	37
4.2.3.1	TV会議	37
4.2.3.2	テレワーク	38
4.3	導入した企業の例	38
4.3.1	東京ガス	38
4.4	導入による効果が見込める企業の特徴	39
5	展望	41
5.1	Skype	41
5.1.1	Skypeとは	41
5.1.2	P2P	43
5.2	IP電話の発展を促す技術	44
5.2.1	WiMAX	44
5.3	モバイルセントレックス時代へ突入	45

おわりに

参考文献

1 NGN時代の幕開け

1章ではIP (Internet Protocol) 電話の歴史、背景について述べる。近年における通信の新たな可能性やIP電話出現の経緯を事実、データから読み解き全体をとらえる。

1.1 電話と通信の歴史

はじめに「電話」の歴史と「電話網」の仕組み、「インターネット」の歴史とそれを用いた「通信網」の仕組みについて述べていく。いずれも「IP電話」の歴史と仕組みを知るために重要な技術を用いている。

1.1.1 日本における電話発展の歴史

「電話」がいつ頃、どのように日本でこれほどまで普及するようになったのか。

1885年に逓信省(通信および交通運輸の行政を総轄)が設立され、1890年(明治23年)より国営事業としてすすめられた。1900年には公衆電話が設置されたが高価であるため利用者はごくわずかであった。1923年(大正12年)関東大震災で電話網は大打撃を受けたが、この復旧作業にて交換機の自動化が行われた。1939年(昭和14年)の第二次世界大戦、1941年(昭和16年)の太平洋戦争勃発を経て、1945年(昭和20年)の終戦時には電話網は再び大きな痛手を負うことになった。

戦後の不況の中、電話網の復旧は進まなかった。1949年(昭和24年)7月、政府は電話復旧のための電信電話復興審議会(注1)を設置。経営主体を十分な自主性と機動性を兼ね備えた企業体に改め、最も能率的な運営を行う必要があるとの結論に達し、復興を効率よく行なうための公共企業体の設立をすることになった。その結果、国家財政の枠を脱した拡充資金の調達を図り、合理的かつ企業的に経営することを理念として、1952年(昭和27年)8月に日本電信電話公社が設立された。日本の電信電話事業は創業以来63年の国営事業を脱して、公共企業体による自主経営へと移行した。1984年(昭和59年)12月、電気通信事業法をはじめとするいわゆる電気通信改革三法(注2)が国会を通過。1985年(昭和60年)4月に電電公社はNTTとなり民営化された。電気通信事業の独占に終止符が打たれ、複数の事業体が競争原理にもとづく市場に自由に参加して、通信サービスが営めるようになった。民営化を契機に、これまでの「公衆電気通信法」は「電気通信事業法」に改正され、電話機や回線利用制度が自由化された。

そのNTTが1987年に携帯電話サービスを開始した。自動車の電話サービスは1979年、ショルダーホンと呼ばれる肩掛け型の電話無線電話サービスは1985年からあったが、現在のケータイと呼ばれるものは1987年から普及した。ショルダーホンでは3kgあった重さが、750gまでに軽量化が成功したことが普及の要因といえる。それと同時期(1987年)にインターネットが多くの人に利用できるようになった。それまでは大学や研究所での接続のみであったが一般の人もつながるようになった。インターネットの発展の歴史についてはのちほど述べる。

参考に、現在の電話の加入者が減っているというデータを乗せる。徐々にではあるが加入電話の加入者数は確実に減っている。(図1)

表1：戦後日本における電話事業の主な出来事年表

1949年	昭和24年	電信電話復興審議会
1952年	昭和27年	日本電信電話公社設立
1984年	昭和59年	電気通信改革三法が国会を通過
1985年	昭和60年	日本電信電話株式会社(NTT)設立
1987年	昭和62年	NTTが携帯電話サービスを開始
1995年	平成7年	PHSサービス開始
1997年	平成9年	携帯ショートメールサービス開始
1999年	平成11年	i-MODEサービス開始

図1：加入電話の加入契約数推移



出展：『東日本電信電話(株)』及び『西日本電信電話(株)』ホームページより著者作成

1.1.2 電話網の仕組み

では電話網はどのようなシステム、仕組みで動いているのか。

電話で自分（発信者）と相手（着信者）と話をするためには、相手と直接通信回線をつなぐ必要がある。しかし、各家庭の電話機を直接全部つなげてしまうのは無理な話である。そこで、電話機同士の間を取り持つ「交換局」という仕組みが生まれた。

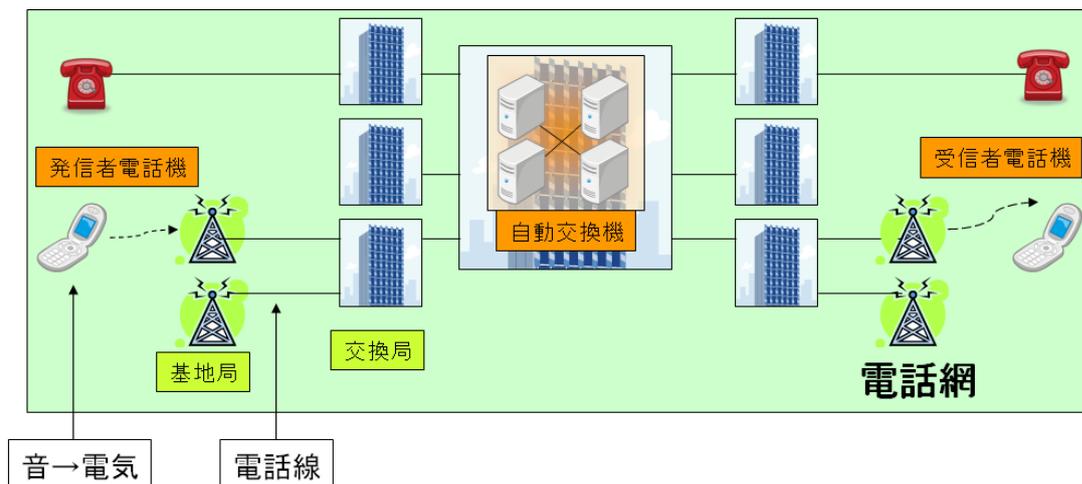
初期の電話は、加入している人が少ないため、電話同士を接続する役割を「交換手」と呼ばれる人間が行っていた。初期の黒電話と呼ばれる電話機には、ダイヤルが無く受話器を取り上げると交換局に直接つながり、交換手に相手の名前などを言うとつながる仕組みであった。その後加入者が増え、1か所の交換局ですべての接続をまかなうことはできな

くなってきた。地域ごとに複数の交換局を置き、交換局同士をつなげてリレーのように処理して効率を良くした。地域ごとに置かれた交換局を電話局と呼び、交換局同士をつなげたネットワークが「電話網」(図2)である。

さらに電話機の加入者数が増えてくると、人力による接続では効率が悪くなってくる。そこで登場したのが発信側の電話機の発信音でどの着信側電話機に接続したいかを判断し、どういったルートでつなぐかを決める能力を持つ自動交換機である。

しかし現在の電話網の状況は変わりつつある。NTTは、2002年4月、電話交換機への新規の投資を原則停止すると発表した。これが何を意味するかわかるだろうか。現在の固定電話は、全国隅々まで張り巡らされた伝送路と交換機で成り立っており、電話サービスは、ライフラインとして不可欠な全国均一のサービス、いわゆる「ユニバーサルサービス」として提供されている。今使われている交換機が寿命を迎えた時、これまでのような固定電話網はその役割を終えることになる。なぜこのような決断をしたのか。それはインターネットの誕生で音声通信よりデータ通信の時代へと変化しているからである。次節でインターネットの誕生の歴史を述べる。

図2：電話網概念図



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者作成

1.1.3 インターネットの発展の歴史

「インターネット」は、前節まで解説してきた電話網の代わりとなる情報網の形成が必要となり考え出されたのがきっかけで作られた。そのきっかけとなった出来事、考えとはどのようなものであったのだろうか。

1961年、アメリカで3つの電話中継基地が爆破され、同時に国防回線も一時的に完全停止したことがあった。アメリカ国防総省は従来の電話網ではいざという時にはまったく役に立たない事を危惧し、核戦争にも耐えうる通信システムの研究を開始した。1964年、

アメリカの情報工学者であるポール・バラン氏は情報をパケット化する事で、いくつかの中継所が遮断されても情報を迂回させ目的地まで伝達されるシステムの研究報告書「分散型通信について」を提出。この考えをもとに、ARPA（国防総省高等研究計画局）のラリー・ロバーツ氏が指揮し、ARPANETが誕生した。これがインターネットの元となった。アメリカ国防総省が、ARPANETの通信プロトコルとして「TCP/IP」(注3)を採用し、現在のインターネットの標準プロトコルの原型となった。

1990年頃までにはアメリカ国内のネットワークが相互接続されてインターネットの通信網が形成されるまでに至り、商用サービスも開始された。

1995年、Microsoft社は「Internet Explorer」を開発し「Windows95」と共に無料配布。このことにより、インターネットの人口は増え、日本でもブームとなり、現在では全世界にインターネットは普及している。次節でそのインターネットを形成する「通信網」について述べていく。

1.1.4 通信網の仕組み

通信網を説明する前に、前節で触れた「パケット通信」について解説する。

パケットとは、データ通信において、細かく分割されたデータのことである。データを細分化して送ることによって、ネットワーク回線が占有されてしまうことがなくなり、またデータの一部が欠損した場合、データ全部を再送しなくてもよく、再送が容易であるというメリットを持っている。データをパケットの形式に分割して通信を行う形態は、パケット通信と呼ばれる。

簡単にいうとインターネットの通信網は、このパケット通信を使用し、世界中のパソコンとパソコンをつなぎ、中継し、どこかで通信できない状況になっても別のルートを通じてパケット通信する仕組みのことを指す。IP電話は主にこのパケット通信により相互接続されている。電話交換機の代わりにルータと呼ばれる伝送機を介して送受信がおこなわれる。

これまで述べてきた「電話」と「インターネット」両方の仕組みを利用した「IP電話」の誕生とその歴史について次節で述べる。

1.2 IP電話の誕生

IP電話は、さまざまな経緯と技術が重なり合った上で実現しているため、どの技術が元祖であるか、最初のIP電話はどれか、誰が生みの親といえるかは言い切れないのが現状である。それを踏まえて述べていく。

1.2.1 IP電話の誕生の歴史

現在のIP電話に比較的近い形となるのは1995年（平成7年）頃である。一番現在のIP電話に近い技術と言えるのが、インスタント・メッセージソフトを利用した「ボイスチャット」である。ボイスチャットは、同じインスタント・メッセージに接続した会員同士が音声を使ってチャットできる技術で、現在でもさまざまな用途で活用されている。1996年（平成8年）に登場したインスタント・メッセージ「ICQ」(注4)に搭載されたのが、ボイスチャットが普及するきっかけになったといわれている。

VoIPを利用した代表的なソフトウェアとしては、Windows 95の改良バージョンであるWindows 95 OSR2(1996年(平成8年)発売)に搭載されたビデオ会議システム「Microsoft NetMeeting」(注5)である。NetMeetingは、現在のIP電話で実用されている技術の多くを備えており、現在でも一部で活用されている。

「ICQ」や「NetMeeting」での通話は電話機ではなく、パソコンのスピーカとマイク、マイク付きのヘッドセットを使って行なう。当時の通信技術では、音声の途切れや遅延が発生、音質の点でも加入者電話には遠く及ばないものであった。こうした、パソコンにソフトウェアをインストールする方式の電話を「ソフトフォン」、IP電話機のように専用のハードウェアだけで通話できるものを「ハードウェアフォン」と呼ぶ。この当時でも、北米などの一部では、電話機に通話できるサービスが行なわれていたが、上記の品質などの事情からあまり普及しなかった。

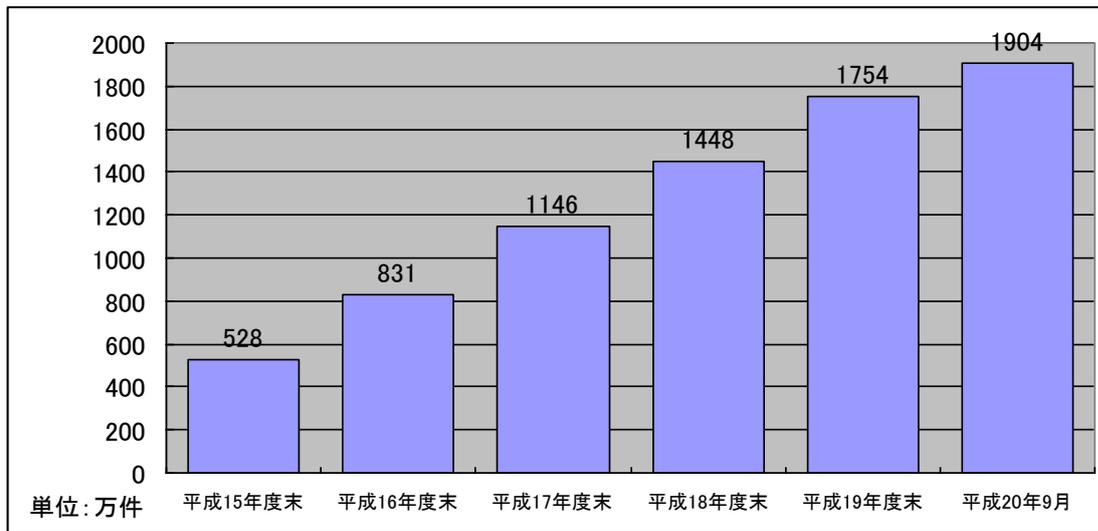
IP電話が本格的に普及していくのは、ブロードバンドと呼ばれる高速回線が普及した2000年（平成12年）になってからのこと。国内では、2001年（平成13年）以降にさまざまなIP電話サービスが登場し、知名度も高まっていった。

そして、2002年（平成14年）9月には加入者電話からIP電話に電話をかけるための電話番号の事業者申請受け付けが開始され、2003年（平成15年）からIP電話への電話番号割り当てサービスが本格的に開始する。IP電話の利用者数(図3)が、2005年（平成17年）には1000万件を突破し、2008年（平成20年）9月時点では1904万7000件となり、新しいサービスへのプラットフォームとして大きく普及していくこととなる。

表2：IP電話の歴史年表

1995年	平成7年	ボイスチャット
1996年	平成8年	インターネット・メッセージソフト「ICQ」
1996年	平成8年	Microsoft Net Meeting
2000年	平成12年	ブロードバンドの普及
2002年	平成14年	電話番号の事業者申請受付が開始
2005年	平成17年	利用者数1000万件を突破
2008年	平成20年	9月時点で1904万7000件

図3：IP電話利用者数推移統計



出展：『総務省 平成20年度情報通信に関する現状報告』より著者編集・作成

1.2.2 IP電話普及の背景

ではなぜIP電話がこれほどまで普及、支持されるまでに至ったのか。ここでは大きく5つの要因を挙げる。そしてNGNによるIP電話の普及についても触れる。

①通信機器に関する技術の発展

後述するが、IP電話の問題点であった遅延や揺らぎ、パケットロス、エコーなどの音声品質を下げる現象が、音声帯域幅の圧縮、音声パケットの優先制御、エコーキャンセラおよびQoS等の技術により改善されてきている。VoIPの普及を支える技術の発展要素としてはネットワークインフラとしてのLAN/WAN/無線LANの高速化、信頼性の向上、セキュリティ強化などがあげられる。

②インターネットの急速な発展

今ではインターネットの利用が日常的になりパソコンを使った電子メールや、さまざまなサイトのホームページを閲覧したりしている。e-Japan戦略やu-Japan政策(注6)などの総務省の取り組みもある。さらにインターネットの活用が今までの情報収集からWeb2.0(注7)といわれるようなブログ、SNS等多くのユーザが参加、投稿できる双方向サービスが普及してきた。またインターネットへの接続が移動端末でも行うことができるようになり、高速化も進んでいる。

③ネットワークの広帯域化

通信事業者は収益基盤を、IP網を利用した通信事業へと移行してネットワークの広帯域化してきた。そして仮想的自営網として使えるWANサービスを提供するようになりVoIP技術の利用拡大に大きく寄与してきた。

アクセス網の広帯域化も進展し、固定網の光アクセスネットワークでは100Mbps超、

3.5 世代の携帯電話は10Mbps超の通信速度が可能になってきた。

④制度面の変化

総務省は2002年よりIP電話向けに050で始まる電話番号を通信事業者に付与する制度を発足した。この制度によりIP電話と従来の固定電話、携帯電話との発着信が可能となり、利用者の増加につながった。

また電気通信事業の規制緩和により自由競争が広まり、通信料金の低価格化が進んだことも挙げられる。

さらに、2003年10月からは通常の番号と同等な通話品質、安定性、信頼性、緊急通話が可能であるという条件で固定電話番号体系の0AB～J番号(注8)をIP電話番号として使用可能になった。

⑤業務効率向上への期待

IPネットワーク上で利用されていた各種業務アプリケーションと音声通話(電話)とを連携させ、業務効率の向上につなげるソリューションが提供されている。たとえば、Web画面で電話帳の検索を行い、表示された検索結果をクリックする事で電話の発信ができるシステムなどがある。ほかにも、通信相手のプレゼンス(在席状態)を確認してから電話の発信ができるシステムや、電話をかけてきた顧客の様々な情報を表示させることができるシステム、企業の経営資源の統合管理システムなどの連携ソリューションも提供されている。

⑥NGNの構築

固定電話網はIPベースのNGNを代表とするIPネットワークへ移行する計画が進んでいる。音声とデータの統合網が広まることでVoIP技術を用いたIP電話の利用拡大はさらに加速するであろう。次節でくわしく述べる。

1.3 NGN

これまで述べてきたように、電話網においては回線交換が使用され、それに対してデータ通信を主な目的とするインターネットにおいてはパケット交換が使用されてきた。

2000年頃までは音声通信の需要がデータ通信より優勢だった。しかし、2000年代よりデータ通信の需要の増加・音声通信減少・パケット通信網でリアルタイム通信をおこなう技術の開発により、回線交換網の機器を新規開発し維持するよりも全てをパケット通信網でまかなうことが費用の面でも有利となり、インターネットを使用して音声通信をおこなうインターネット電話がひろく使用されるようになってきた。

しかし、インターネットは電話網に比べると利用者による設定の簡便性やセキュリティにおいて弱点がある。そこで、IPネットワークの長所をとりいれて再構築しようとしている次世代の通信網がNGN(Next Generation Network)である。いいかえれば、NGNは電話網とインターネットとの融合という課題に対する電話の側からの解である。

NGNの具体的な特徴として次のようなものが挙げられる。

- ・有線系および無線系の様々なアクセス網を収容する UNI (User-Network Interface) (注9) を備えている。
- ・既存公衆電話網、移動体通信網、国際通信網等の各種ネットワークと接続する NNI (Network-Network Interface) (注10) を備えている。
- ・ネットワークの機能として、品質制御、セキュリティ、信頼性を確保している。
- ・アプリケーションプラットフォームとしてオープンな ANI (Application-Network Interface) (注11) を備えている。

これまで別々に運用されてきた通信サービスやアプリケーションが IP によって容易に融合できるようになってきた。この融合には次の3つが挙げられる。

1.3.1 NGNの3つの融合

①情報と通信の融合

VoIP技術の普及でIPネットワーク上でも電話や映像会議などのリアルタイム性を持った通信サービスの実現が可能となった。これにより電話、データ、映像の融合が実現されている。さらにNGNでは移動体網も融合されることで携帯型端末も加わり発展している。

②通信と放送の融合

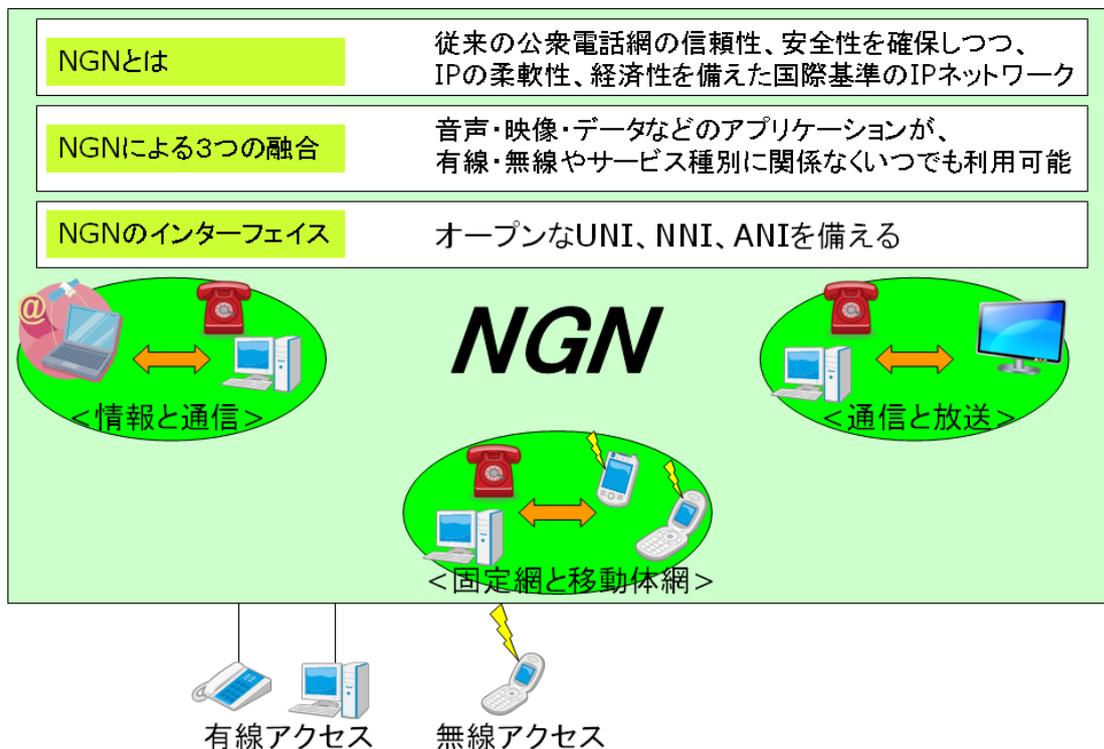
放送サービス、いわゆるテレビやラジオは基本的には決められた時間に一方向にコンテンツを配信するサービスだったが、近年のデジタルコンテンツ化によりIP網を使った放送コンテンツの配信(IPTV)サービスの実現が容易になった。その結果ユーザは、都合の良い時間にコンテンツを視聴したり、外出先でモバイル機器を利用してコンテンツを視聴したり、あるいはコンテンツに関する情報の発信、入手といったことが可能となってきた。今後は双方向なインタラクティブサービスや視聴者間の情報交換など、ライフスタイルの変化に合わせた新しいデジタルコンテンツの利用も普及すると考えられている。

③固定網と移動体網の融合

従来は固定網と移動体網はそれぞれ別なネットワーク、別な端末で実現されていた。しかし、それぞれのIP化が進むことで相互利用ができるようになってきた。さらにNGNの普及で、1台の端末、1つの電話番号によるワンフォンサービスが実現されるようになる。屋外では携帯電話端末として、企業内では内線電話として、宅内では無線アクセスポイントとブロードバンド回線を経由して固定端末としてシームレスに利用できるようになる利用形態も始まる。

NGNはこのように融合したサービスを通信事業者が一定の品質、信頼性、相互接続性を保ちながら効果的に提供していくための共通的な基盤となり、これからの融合を実現する中核的な役目を果たす。(図4)

図4：NGN概念図



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者作成

1.3.2 ITU-T による NGN の特徴

2006年にはITU-T（注12）においてNGNに関する勧告が制定されている。それによるとNGNは次のような特徴を持っている。

- ①網としてIPネットワーク、通信プロトコルとしてSIPを使用する。
- ②FMC（Fixed Mobile Convergence）（注13）と呼ばれる固定・移動体通信を意識せずに使用できる統合されたサービスを実現する。
- ③データ通信と音声・動画などのリアルタイム通信とストリーミングなどの放送を統合したトリプルプレイのマルチメディアサービスを提供する。
- ④第三代携帯電話に関する標準化団体である3GPP（Third Generation Partnership Project）規定のIMS（IPマルチメディアサブシステム）を基本構造として使用する。
- ⑤エンド・ツー・エンドでQoS制御を行い、高速データ通信とリアルタイム通信を同一のネットワークで両立可能とする。

日本ではNTTグループがフレッツ光ネクストとして2008年3月から商用サービスを開始している。

1.3.3 NGN普及によるサービスの発展

ユーザから見ても、NGNは従来の通信網やインターネットとは異なる新しい利用価値が考えられる。次にあげるようなネットワークサービスが期待できる。

- ・信頼性の高いネットワークを安心して利用できること。
- ・エンド・ツー・エンド(注14)でQoS管理されたマルチメディアブロードバンド通信が利用できること。
- ・普遍的なモビリティにより端末やアクセス網をまたがってサービスを利用できること。
- ・ネットワーク内のセキュリティが確保されていること。
- ・オープン・インターフェイスを利用して、ユーザから一定の制御ができること。

従来であればこのようなネットワークサービスを実現しようとするとは自前で行わなければならない、経費や知識が必要であった。しかし上記のようなNGNサービスが利用できればその必要はなくなる。

このようなNGNの高品質なサービスと、インターネットの多様なサービスは併用されていくと考えられ、両者を企業や家庭など様々なロケーションから容易に利用できるプラットフォームが形成されてゆくだらう。これが社会インフラとして利用可能になると、いつでもどこでも誰とでも好きなサービスを望む形で利用できる「ユビキタスサービス」が一般化しICTシステム構築の枠組みが変わる。

NTTは、次の一步をどこへ踏み出そうとしているのか。その答えがNGNによって構築されるフルIPネットワークであることは間違いない。従来の固定電話網と同等レベルの品質や信頼性を併せ持った、NGNをどのように実現していくのか。音声通信が社会を変えてきたように、新たな通信インフラが社会をどのように変えていくのだろうか。そんな中で、IP電話がもたらすものは大きいといえる。

〈1 NGN時代の幕開け—注釈〉

(注1) 電信電話復興審議会：電信電話の復旧・復興、改善に関する重要事項を調査・審議する議会。

(注2) 電気通信改革三法：電気通信事業法、日本電信電話株式会社法案、日本電信電話株式会社法案、及び電気通信事業法の施行に伴う関係法律の整備等に関する法律案

(注3) TCP/IP：(Transmission Control Protocol IP) インターネットおよび大多数の商用ネットワークで稼動する通信規約のこと。

(注4) ICQ：イスラエルMirabilis社開発。インスタント・メッセージの草分け的存在。

(注5) Microsoft NetMeeting：ホワイトボード機能、アプリケーション共有、デスクトップ共有、ファイル転送などを用いたデータ会議を多地点で開催可能であり、別的手段による多地点の電話会議と組み合わせる事で多地点の遠隔会議を実現することができる。

- (注 6) e-Japan 戦略や u-Japan 政策：e-Japan 戦略は、2001年から2005年まで総務省が日本を世界の最先端のIT国家とするために行ってきた取り組みのこと。u-Japan 政策は2006年から2010年までの間、ユビキタスネットワーク社会実現へ向けた取り組みのこと。
- (注 7) Web2.0：ティム・オライリーによって提唱された概念。誰でもウェブを通して情報を発信できるように変化したwebの利用状態のこと。
- (注 8) 0AB～J 番号：一般の固定電話と同じ市外局番から始まる番号のこと。
- (注 9) UNI：ユーザ側とネットワーク設備を接続するインターフェース仕様のこと。
- (注 10) NNI：ネットワーク同士を接続するためのインターフェース仕様のこと。
- (注 11) ANI：サーバ等のアプリケーション提供側とネットワークの間のインターフェース仕様のこと。
- (注 12) ITU-T：国際電気通信連合 電気通信標準化部門のこと。ITU-T 勧告とは国際規格のこと。
- (注 13) FMC：固定網と移動体網の融合。
- (注 14) エンド・ツー・エンド：送信元と受信先を結ぶ通信区間すべてのこと。1社の通信事業者が送信から着信まで一貫してサービスを提供する場合に「エンド・ツー・エンドのサービス」と言う。

2章 IP電話の基本情報

2章ではIP電話の基本情報として仕組み、ほかの電話との違い、メリット、デメリット、IP電話の例を述べ、その基礎を解説していく。

2.1 IP電話の定義

広義のIP電話とはIPネットワーク技術を使った電話サービスのことである。狭義のIP電話は専用IP網によるVoIP技術を用いた電話サービスを指す。

2.2 IP電話の特徴

IP電話の特徴として、個人と企業という二つの視点からメリットとデメリットを見ていく。

2.2.1 IP電話のメリット

企業、個人の利用に共通して言えるIP電話の最大のメリットとされるものは通話料が格安であるという点である。具体的に一般の固定電話と比べた場合、固定電話では距離や時間に応じて通話料も変化するが、IP電話では日本全国どこに電話しても一律料金である。さらにIP電話を提供しているISP (Internet Service Provider) が提携グループ同士

であれば無料で電話ができる。たとえばOCNのIP電話サービス（OCNドットフォン）では296事業者間との通話が無料である（平成21年6月30日現在）。海外への通話も格安でできる。こうした通信料の安さが最大の魅力でありメリットとされている。（表3）遠くに住んでいる人と頻繁に電話する人はその恩恵を最大限に受けられるだろう。

さらに固定電話でかかっていた電話会社との契約料金や回線使用料などもIP電話であればIP電話の基本料金だけを払えば簡単に利用できる。インターネット契約を結ぶ必要があるが、いまや電話よりインターネットのほうが、利用方法が豊富で利用価値が高いのは言うまでもない事実である。

企業におけるメリットとして挙げられるものは大きく分けて3点ある。1点目は、先ほど述べた通信コストやインフラコストの削減などの経費面。2点目は通信の一元管理による組織の効率的運用などの組織面。3点目はアプリケーション連携によるワークスタイルの改革などの業務効率面。具体的な話は4章で述べる。

表3：IP電話と固定電話の料金比較表

	IP電話(OCN)	固定電話(NTT)
月額基本料	210円	1680円
加入電話同一市内通話料	8.4円/3分	8.5円/3分
加入電話同一県内市外通話料(隣接~20km)	8.4円/3分	20円/3分
加入電話県外通話料(100km以上)	8.4円/3分	84円/3分
携帯電話への通話料	16.8円/1分	17円/1分
他社IP電話への通話料	8.4円/3分	10.5円/3分
国際通話(アメリカ)への通話料	9円/1分	60円/1分

出展：「OCN」「NTT」ホームページより著者作成

2.2.2 IP電話のデメリット

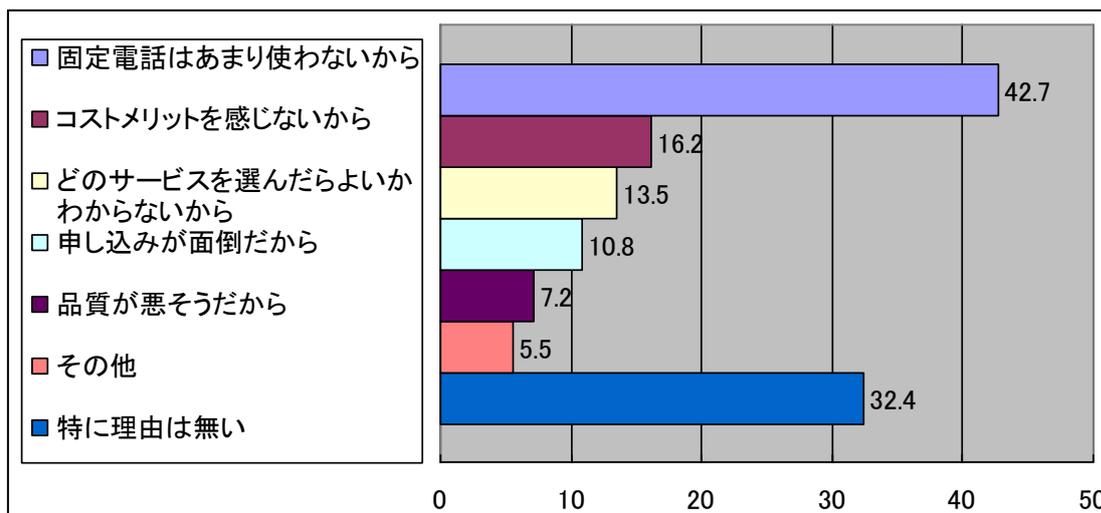
IP電話を利用する際に注意しなければならないのが、発信制限があるということだ。110番、119番は一般通信網を使用し、0120から始まるフリーダイヤルや104（番号案内）などのNTTの付加サービスへの通話ができない場合がある。これについては現在一部のプロバイダでは対応しており、将来的には改善されていく予定である。

回線の状況によっては不具合が発生する（遅延、揺らぎなど）。これについては3章でくわしく述べる。

核家族や一人暮らしが増えている昨今では固定電話の契約をしない人が多く、先の図1を見てもわかるように固定電話の加入者数は落ちてきている。ということは家の電話を使わない人が増えているということだ。携帯電話の普及もその一因である。Softbankのホワイトプラン加入者同士の通話量無料（時間帯に制限あり）サービスなどの影響もあり、携帯電話事業者各社通話料定額制も検討しているという。またそれら影響からか、IP電話のコストメリットを感じないと思う人が多くいるのも事実であり、通話料金が安いというメリットがメリットでなくなりつつある。（図5）

企業でのデメリットとしてあげられるのは初期投資にお金がかかるという点だ。拠点が増えれば増えるほど固定電話のIP化にはその台数分の費用がかかる。しかしそのイニシャルコストばかりを見ると高いと感じるかもしれないが、長期的にみたランニングコストとしての通話料、管理費は固定電話と比べた場合安くなるということは容易に想像できる。

図5：IP電話非利用者の理由



出展：「インターネット白書 2009」(c)impress R&D,2009 より著者作成

2.3 IP電話の仕組み

IP電話を支える技術について詳しく見ていく。ここでは音声信号をデジタル信号に変換しIP網へ乗せるVoIPについて、さらにそれらのプロトコルについてみていく。

2.3.1 VoIP

VoIP(Voice Over IP)とは音声のパケット化し、IP網を利用して音声を伝送する技術のことを指す。音声信号をパケットに変換することで、ファイルや電子メールの送受信、ホームページの閲覧などに利用されてきたデータ伝送と同様に音声をIP網で伝送できるようにする。近年NGNのように電話網のIP化が進み、VoIPの活用領域は広がっている。

IP網における通信はIPパケットという単位で行われる。そのため音声(アナログ信号)をIPパケット(デジタル信号)化しなければならない。その音声信号がパケット化されるまでの流れは①アナログ音声②デジタル化③圧縮④フレーム化⑤パケット化の手順で行われる。

2.3.1.1 デジタル化

電話での音声信号は通常4kHz帯域といわれる。人間の声は4kHz以下の周波数にエネルギーが集中していること、聴覚が4kHz以下の音に良く反応すること、および通信に不

要な帯域を削除したいということから電話では0.3~3.4kHzの帯域となっている。

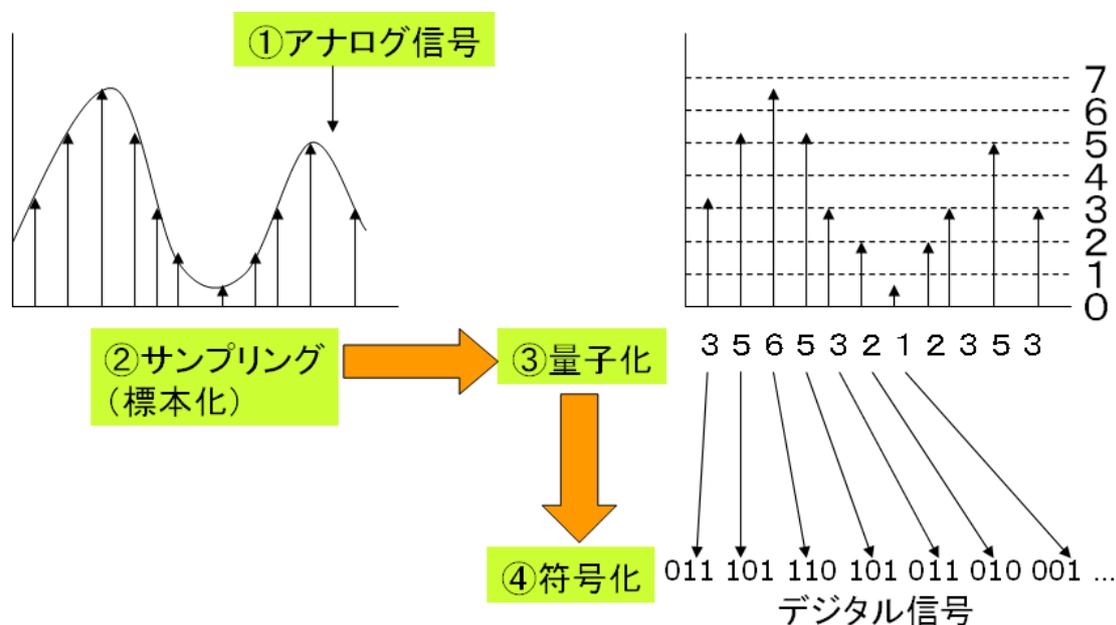
時間的に連続している音声のアナログ信号波形から、その振れ幅をある一定の間隔で採取していく。この操作を標本化（サンプリング）という。

標本化で得られた標本値はある数値に近似される。これを量子化という。1秒間に約8000回この作業が行われる。

量子化により区切られた値を二進数に変換する。これを符号化という。

この一連の流れを音声符号化（コーデック）という。代表的な方式については後に述べる。

図6：コーデック概念図



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者作成

2.3.1.2 圧縮

こうしてデジタル化された音声は次に圧縮の工程に至る。無音部分において音声パケットを伝送しない方式がある。これを無音圧縮といい、使用帯域を小さくすることができる。また、無音時の違和感を減らすためにあえて雑音を挿入することもできる。無音圧縮を行う場合、会話の最初と最後の部分が途切れることがあり、音声品質の劣化の原因となることがある。また圧縮は様々な場所で行われる。

2.3.1.3 フレーム化

デジタル化による符号の羅列だけでは音声信号を相手に送ることができない。そこで一定の長さの単位（フレーム）にまとめて転送する。G.729 という符号化方式では1フレー

ムを10ミリ秒と規定している。G.711ではフレーム化の規定がない。

2.3.1.4 パケット化

フレーム化のままではどこに届けばいいのかわからない。そこでどこからどこに転送するかを示すためにヘッダをつける。ヘッダがあることによりネットワーク上での伝送が可能になる。ヘッダの種類にはIPヘッダ、UDPヘッダ、RTPヘッダがある(表4)。ヘッダ圧縮を行うことで4バイトに圧縮することができる。各ヘッダの容量、役割を次に示す。

表4:ヘッダの容量、役割

名称	容量	役割
IPヘッダ	20バイト	送信先IPアドレス、送信元IPアドレス、伝送されるデータのサービス(音声)、タイプ(ToS)、フラグメント情報、プロトコル番号などがある。
UDPヘッダ	8バイト	送信元、送信先でデータを受信するアプリケーションを識別するためのポート番号、UDPヘッダを含めたメッセージ長、伝送エラーのチェックを行うためのチェックサムの情報がある。
RTPヘッダ	12バイト	音声部(ペイロード)に対する付加情報を与える役割を果たす。以下その一部。 <ul style="list-style-type: none"> シーケンス番号:送信先の装置でパケットロスの検出やパケットの順序の認識を行うための順序番号。 ペイロードタイプ:G.711やG.729a等の音声部のコーデックを表す値 情報ソース識別子:ある通話データが他の通話と識別できるように同一通話に対して付与する同一の番号。

出展:『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

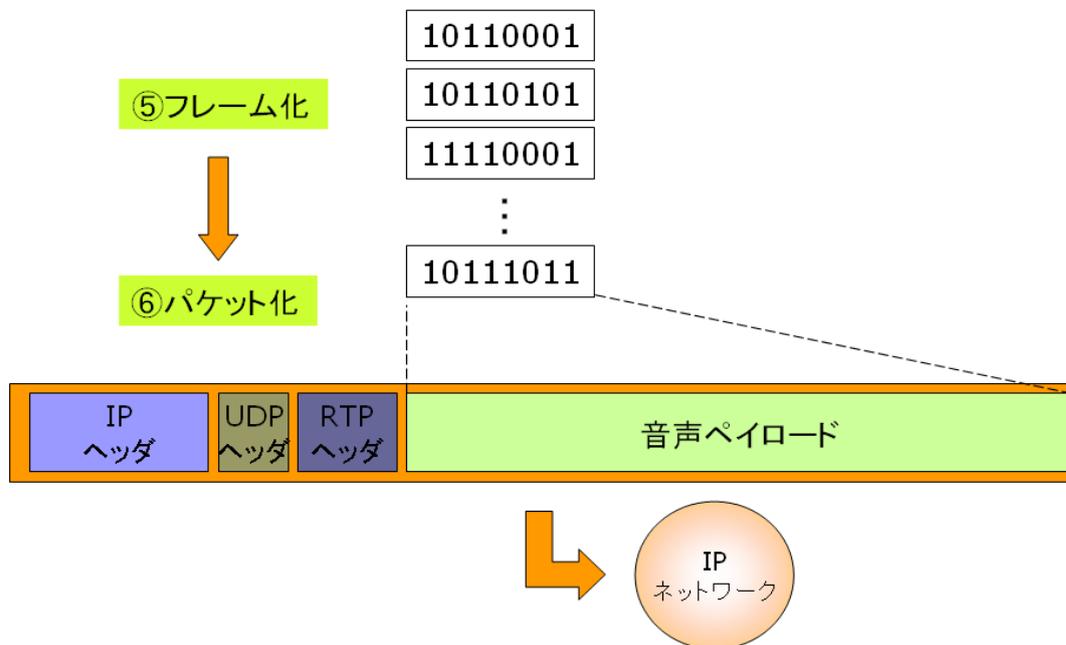
ToS (Type of Service) …伝送されているIPパケットのサービス品質。

フラグメント情報…長いIPパケットを複数の短いIPパケットに作り直して中継するとき
に用いる。その情報。

ポート番号…IPアドレスの下位に設けられたサブアドレスと呼ばれる識別番号のこと。

住所で例えれば、マンションの所在地がIPアドレスにあたり、部屋番号がポート番号に対応する。

図7：パケット化までの流れ



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

2.3.2 音声符号化（コーデック）

先ほど述べたように VoIP 技術のデジタル化には音声の符号化がおこなわれる。ITU-T で勧告された符号化方式の、現在の VoIP で採用されている代表的な 3 つを見ていく。

・ G.711

波形符号化方式で、64kbps の伝送速度を持つ PCM（Pulse Code Modulation:パルス符号変調）による符号化方式であり ISDN（注1）等の従来の固定電話においてもこの符号化が用いられている。

・ G.722

SB-ADPCM と呼ばれる符号化方式が採用されている。PCM と同様の波形符号化方式で、情報量を圧縮するために過去の信号から次の信号を予測し、実際の信号との差分を送る方式である。伝送速度は 64、56、48kbps の 3 種類がある。そして、50Hz～7000Hz の周波数の音声を伝えることができる。広帯域化により通常の人間の声をほぼそのまま伝えることができ、高音質の VoIP 通信を行うことができる。

・ G.729

CS-ACELP と呼ばれるハイブリット符号化方式が採用されており、前の 2 つとは少し違う。この方式は実際の声を伝送するのではなく、コードブックに登録された波形パターンの番号と、過去に入力された音声信号から予測される音響特性を伝送する方式である。コードブックにはいくつかのパターンが登録されている。伝送される信号はこのコードブ

ックから選択された波形パターン番号、実音声を持つ固有の音響特性で構成される。

元の音声を伝送するものではないので音声品質は若干落ちるものの、伝送速度は8kbpsとなり、回線を効率よく利用する事が出来る。

表5：音声符号化方式

ITU-T勧告番号	符号化方式	伝送速度	動作原理	概要
G.711	PCM	64kbps	波形符号化	従来の固定電話で利用。
G.722	SB-ADPCM	64/56/48kbps	波形符号化	高品質に圧縮。
G.729a	CS-ACELP	8kbps	ハイブリット符号化	携帯電話、インターネット電話などに利用。音声品質は若干劣化するが、回線を効率よく利用できる。

出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

2.3.3 呼制御プロトコル

呼制御プロトコルとは、電話の通話の開始から終了までの通話相手を探したり、端末同士の情報交換したり通話を接続、切断したりという手順を定めるものである。代表的な呼制御プロトコル2つを見ていく。(表6)

・H.323

最初の国際標準は1996年11月にITU-Tで勧告化されたH.323である。本来はLANやインターネット等のパケットベースのネットワーク上で音声や画像などのマルチメディア通信を行うことを目的に開発されたものである。主に初期の企業電話システムに採用されていた。

・SIP (Session Initiation Protocol)

またIETF(注2)では1998年ごろからもう一つのVoIPプロトコルとしてSIPの検討が進められ、1999年に標準化された。SIPはHTTP(注3)などと同様にテキストベースの手順が用いられたクライアント/サーバモデルに基づいた通信プロトコルである。したがってWebとの親和性が高く、拡張性が高いといえる。携帯電話のVoIPプロトコルにも採用され、さらにNGNにも採用された。現在IP電話では企業向け、キャリア規模の双方向において最も主流となっているプロトコルでもある。

表6：VoIPのプロトコル

プロトコル名	標準化団体	特徴
H.323	ITU-T	VoIPプロトコル最初の国際標準で、初期の企業IP電話システムに利用されていた。
SIP	IETF	テキストベースでパラメータを追加できるため、拡張性に優れ、インターネットや携帯電話などとの親和性が高い。現在もっとも使用されている。

出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

〈2章 IP電話の基本情報－注釈〉

(注1) ISDN：(Integrated Services Digital Network) 総合サービスデジタル通信網と訳し、音声、画像、その他のデータ全てをデジタル信号化し、1本の光ファイバーケーブル回線で配信。

(注2) IETF：インターネット関係の標準勧告策定機関。ITU-Tは電話関係の標準勧告策定機関。

(注3) HTTP：(Hyper Text Transfer Protocol) ハイパーテキストを転送するために作られたプロトコル。

3 IP電話の現状、課題

3章では、1章、2章で見てきたIP電話がどのくらい世の中に普及しているか、また実際に使用した際におこる問題、課題とその対策を考えていく。

3.1 IP電話利用者統計

はじめに個人におけるIP電話利用者を接続回線別に見ていく。次に、企業の利用状況を従業員数別で見えていく。

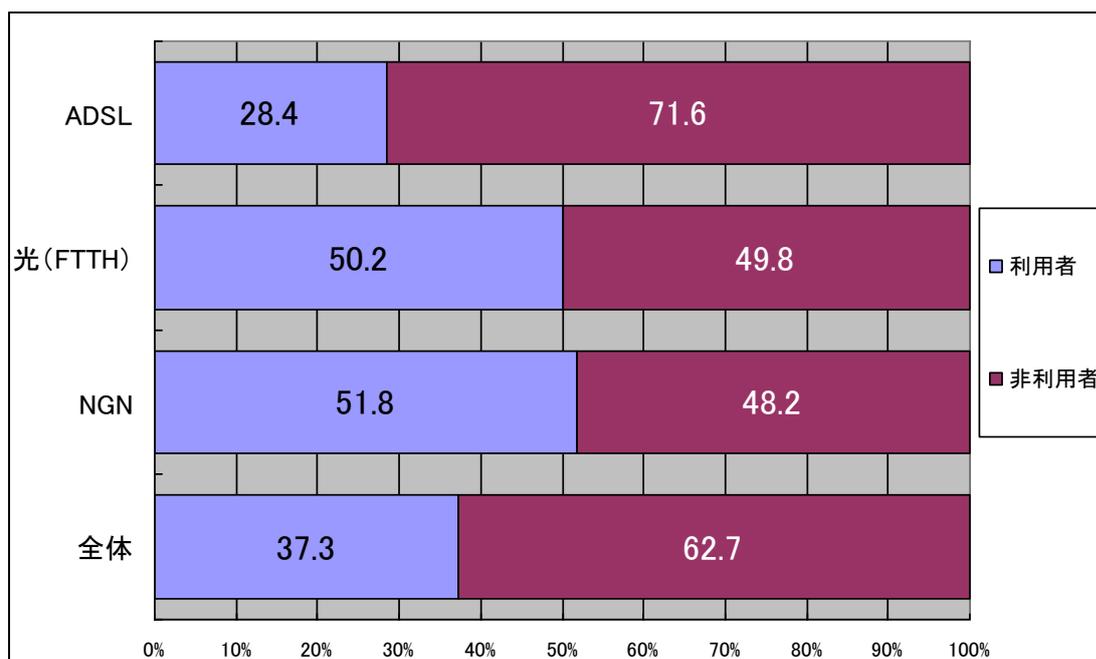
3.1.1 個人利用者統計

IP電話の個人利用者数の推移は先ほど1章の図1で見たように、2009年に2000万人近くの人が利用、かつ毎年確実に増えていることが分かっている。

個人利用者は、全体をみると2009年では約4割の人がIP電話を利用していることが分かる。(図8) 残りの6割の人たちのIP電話非利用理由は2章の図5で述べたとおりコストメリットを感じない人という理由の人が多い。

接続回線別にみると、ADSL(注1)では28.4%なのに対し、光(FTTH(注2))は50.2%、NGN利用者は51.8%もの人がIP電話を利用している。IP電話を「電話」と考えるのではなく、高速回線でできる「サービスの1つ」と考えている傾向があるともとらえられる。このデータを見てわかることは、今後NGNが普及すれば同時に電話のIP化も進むということがわかる。そもそもNGNは電話網のIP化であるため、それによってIP電話の注目度はさらに上がることだろう。

図8：接続回線別個人におけるIP電話利用者統計

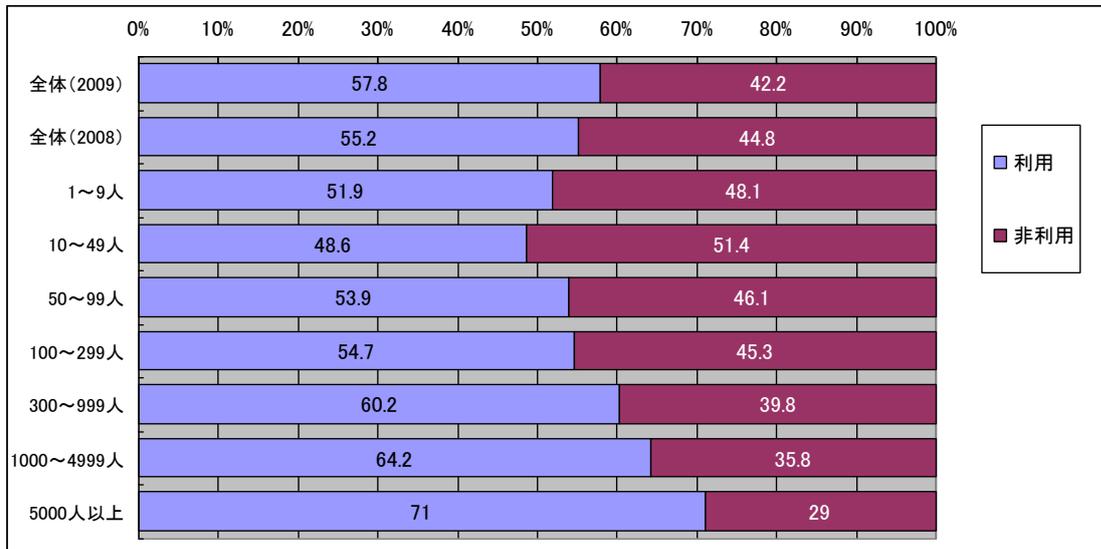


出展：「インターネット白書2009」(c)impress R&D,2009 より著者作成

3.1.2 企業利用統計

全体でみると約6割近くの企業がIP電話を利用しているという。注目すべきところは、従業員数が増えれば増えるほどIP電話の利用率が高まっているところである。拠点間での連絡を行う必要性が出てくる大企業(ここでは従業員の数が5000人以上の企業)は約70%以上の利用率となっており、通信費の削減に活用されていることがわかる。

図9：IP電話の企業利用統計（従業員規模別）



出展：「インターネット白書 2009」(c)impress R&D,2009 より著者作成

3.2 課題

これまで2章でも述べてきたようにIP電話では固定電話とは違いIP網を使うため、今までとは異なる課題が生まれる。そのため、IP電話で発生する様々な音声品質の劣化要因を取り除く必要がある。特に挙げられることが多い通話における音声品質の劣化に関する事を中心に述べていく。

今節ではそういったIP電話の音声品質の劣化要因、課題とそれらの対策についてまとめる。

3.2.1 音声品質の劣化

従来の固定電話においても音声品質の劣化は見られた。たとえば、札幌と沖縄で通話すると最大28msの遅延、東京と大阪でも16msの遅延が確認されている。普通に会話をするだけではわからない、逆を言えば支障のない遅延が起こっているのだ。IP電話においては、それ以上の遅延が起こる可能性がある。それはなぜなのか、原因を探り、対策を考えていく。

他にも音声品質の劣化としては、音声途切れてしまったり、エコーがかかってしまったりといったことがみられるが、これらの原因と対策もまとめる。

NGN時代のIP電話では、これからあげる課題は徐々に解決、もしくは緩和されている。とはいえ、インフラとしてIP電話が普及するには固定電話と同程度までの音声品質の向上は必要である。その審査基準については次節以降で述べていく。

なお、これ以降VoIPゲートウェイ(注3)を例に説明していく場合があるが、IP電話機やソフトフォンを使用した場合も同様である。

3.2.1.1 遅延

音声相手が遅れて届くことを「遅延」という。遅延が起こると衛星回線を経由した電話のようにタイムラグが発生しスムーズな通話が不可能になる。従来の固定電話ではほとんどなかったが、IP電話では音声のデジタル化、パケット化をするために大きな遅延が発生する可能性がある。遅延の発生箇所は「送信側VoIPゲートウェイ」、「IP網内」、「受信側VoIPゲートウェイ内」の3箇所が発生する。(図10)

①「送信側VoIPゲートウェイ」では音声のデジタル化、圧縮、パケット化を行うが、その過程で圧縮遅延、パケット化遅延および処理遅延が発生する。

圧縮遅延は、1フレーム分のデータがそろえるのを待つ時間(たとえばG.729aなら10ms)と解析処理時間が遅延となる。パケット化遅延は圧縮した音声データをIPパケット化する際に生じる遅延である。処理遅延とは機器の処理能力による遅延であり、パケットが通過する全ての機器で発生する。

②「IP網内」では様々な箇所で遅延が発生する。発生要因により伝送待ち遅延、伝送遅延、ノード内遅延および伝播遅延に分類される。

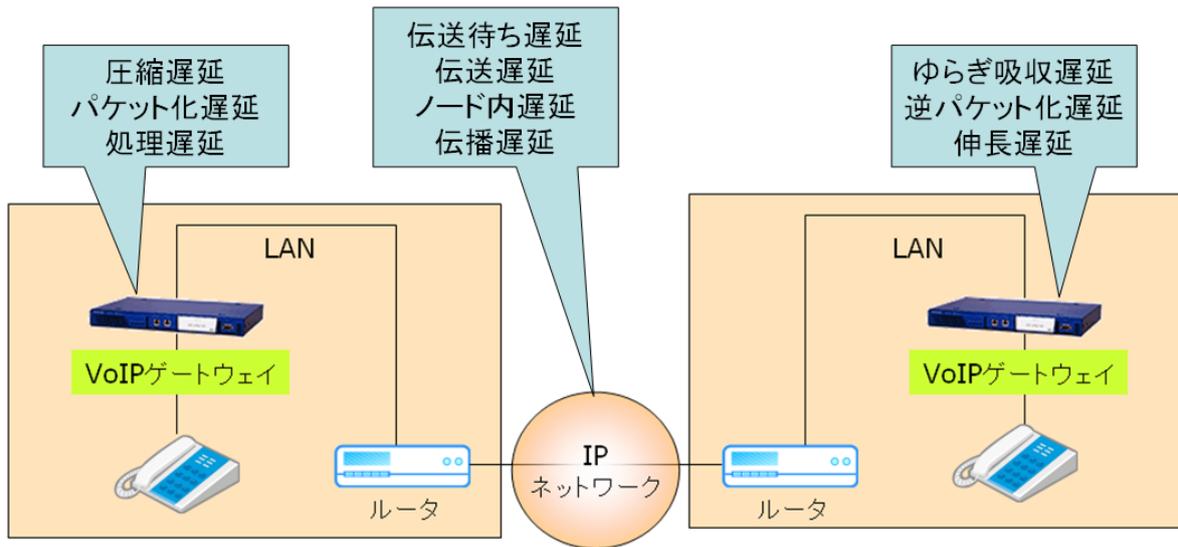
伝送待ち遅延は、ゲートウェイやIP網内のルータで送信バッファ(注4)に送られた音声パケットが伝送路に送出されるまでに待たされる時間のことである。伝送路が混雑している場合遅延時間が大きくなる。伝送遅延は、送信バッファに送られた音声パケットを2進数のビット列として送出するまでにかかる時間によっておこる遅延である。ノード内遅延はルータがパケットを受信してからキューイング(注5)のためにそのパケットを内部の送信バッファに格納するまでにかかる時間である。この遅延時間はルータ等の装置のデータ処理能力で決まるといえる。伝播遅延はネットワークが信号を相手まで伝送するのにかかる時間でおこる遅延で、伝播距離が長くなるほど、あるいは通過する装置が多いほど大きくなる。一般に企業内のネットワーク等では無視することができるほど短い遅延時間であるが、海外の拠点間や衛星回線を経由した通信では数十～数百msの伝播遅延が発生する可能性がある。

③「受信側VoIPゲートウェイ」では受け取ったパケットから音声データを取り出して伸張し、アナログの音声へ変換する。この過程で揺らぎ吸収遅延、逆パケット化遅延、伸張遅延、処理遅延がある。

ゆらぎ吸収遅延はゆらぎ吸収バッファ(次節参照)で発生し、待ち時間分の遅延が発生する。逆パケット化遅延は、受信したパケットから音声データを取り出すのにかかる時間分の遅延のことである。伸張遅延とは圧縮された音声データを伸張するのにかかる時間である。

これらの遅延は高性能のハードウェアの採用やソフトウェアの実装方法の改善によって遅延時間を短くすることができる。

図 10：遅延発生箇所



出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

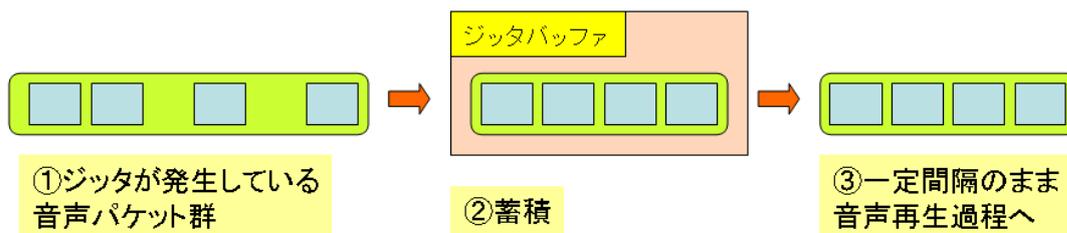
3.2.1.2 ジッタ

VoIP 技術では、音声をパケット化し一定時間ごとに送信するが、IP 網を経由すると、パケット到着間隔にずれが発生することがある。これをゆらぎ（ジッタ）という。ジッタが大きくなると音声の途切れや音声の詰まりが発生する。

ジッタの発生箇所として、ほとんどが IP 網上で発生する。また送信側の電話端末の処理能力が低い場合（PC や PDA で CPU 負荷が高い時にソフトフォンを使った場合など）には、端末からの送信時にジッタが発生する場合がある。

この対策として、受信側 VoIP ゲートウェイでは、ゆらぎ吸収バッファを実装し、ジッタによる音声品質の劣化を抑えている。このバッファは受信した音声パケットを一時的に格納し、パケット間隔を一定化してから音声の再生過程へ送出する機能をもつ。ただし遅延の原因ともなるため（前節参照）使用する回線速度等に応じて調節する必要がある。それらを自動調整し、遅延を自動的に回復させる VoIP ゲートウェイもある。

図 11：ゆらぎ吸収バッファ



出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

3.2.1.3 パケットロス

VoIP 技術では、アナログの音声をデジタル化した後細かく分割してパケット化し、IP 網で伝送する。IP 網の経路上で音声パケットの損失があると、受信側ではその部分の音声を再生できず、音声途切れる。このような現象をパケットロスという。

発生箇所はIP 網の経路上、および受信側ゲートウェイ内の2箇所が発生する。IP 網の経路上で起こる原因としては、ルータの過負荷によるバッファオーバーフローによるもの、ノイズによるビット誤りのためにパケットが破棄されることが考えられる。受信側 VoIP ゲートウェイ内では、ゆらぎ吸収バッファで音声パケットのロスが発生する場合がある。VoIP ゲートウェイに搭載されているゆらぎ吸収バッファのサイズよりも大きいジッタが発生し、それ以上のパケットを格納できなくなると音声パケットは破棄され、パケットロスとなる。

対策として、同じような波形が連続する音声信号の性質を利用して音声の途切れを補完する機能が一般的に使用される。この機能はPCL (Packet Loss Concealment) と呼ばれる。音声データが失われた場合に、前後のデータから失われた部分を作り出すのである。いわゆるコピーにて補完するのだ。IP 電話では経路上で発生するパケットロスの発生は防ぐことはできない。PLC を使用することで、人の耳で検知できないように補完することができる。

3.2.1.4 エコー

音声ネットワークにおいて、通話の際自分の発生が遅れて聞こえてくることがある。この現象をエコー (こだま) という。遅延が小さい従来の回線交換網でもエコーの発生はあったが、VoIP 音声ネットワークにおいてはパケット化による遅延が大きいため、エコーによる音声品質の劣化の影響がさらに大きくなっている。エコーにはハイブリッドエコーとアコースティックエコーの2種類がある。

ハイブリッドエコーとは何か。家庭から電話局に行く電話線は2線式 (2W=1回線) で、そこに通話の上り下りの音声を通る。デジタル信号を送受信する中継線においては、1回線を送受信に兼用する事が困難であり、一般に4線式 (4W=2回線) のものが使用される。この4線式の中継線を2線に変換、集約する回路をハイブリット回路という。この変換過程において音の回り込みが発生し、送信側にエコーが届いてしまう。

アコースティックエコーとは、話し手の声が聞き手の電話機のスピーカで再生され、その音声が電話のマイクから回り込み、話し手に聞こえることである。ハンズフリー通話やテレビ会議などで、拡声してスピーカから音声を出力する場合は特にエコーの影響が大きくなる。

エコー対策として、エコーキャンセラというエコー除去機能を搭載した VoIP ゲートウェイを利用することで劣化の影響を抑えることができる。受信側 VoIP ゲートウェイのエコーキャンセラは、音声遅延を予測し、内部で疑似エコーを発生させ、発生したエコーと

相殺させることでエコーを打ち消す。

3.2.2 音声品質の確保

IP電話において快適な通話を実現するために、音声品質の確保は必要不可欠な要素である。その手法について述べる。

3.2.2.1 QoS制御

QoS (Quality of Service) とはネットワークにおける通信のサービス品質のことである。そして、音声品質の劣化を防ぎ、音声品質を確保するための手法は、QoS制御と呼ばれる。VoIPにおいてより快適な通話を実現するためには、このQoS制御をいかに有効に適用するかがカギとなる。

IP電話のQoS制御は大きく4つに分類できる。①ネットワーク②ルータ③LANスイッチ④VoIPゲートウェイによる音声品質確保である。それぞれの場所で音声品質確保のために様々な技術が用いられている。

①ネットワークでは輻輳（パケットがスムーズに流れなくなる現象）が発生する。これはネットワークの負荷が高くなるために起こる。そのため適切な回線帯域の確保を行わなければならない。トラフィック量に見合った回線帯域にすることによりスムーズに流すことができる。

②ルータでは優先制御がおこなわれる。これはキューイングでキューに優先度をつけることができることを利用し、音声パケットを優先的に送信する事をさす。ただし全てのルータがこの優先制御機能を持っているわけではないので、機器の選定の際には注意が必要である。

③LANスイッチは、導入することでネットワークの負荷低減につながる。

④VoIPゲートウェイではほとんどの場合が先ほど述べたゆらぎ吸収バッファを搭載している。また、2章で説明したIPパケットヘッダ内のToSでは優先度、遅延、信頼性などのサービスに関する情報を設定するフィールドがあったことは覚えているだろうか。これをToSフィールドと呼び、優先情報を付加することで、優先制御や帯域保障を可能とするネットワークにおいては、音声品質の確保が可能となる。

3.2.2.2 評価基準

IP電話の音声品質を評価する主な方法は「主観評価」「客観評価」「総合音声伝送品質」があげられる。しかし、現在のところ100%満足できる評価基準はない。したがって、各々の基準の長所、短所、また何を評価できて、何が評価できないかをきちんと把握し、評価する必要がある。以下にその評価基準の詳細を説明する。

「主観評価」(MOS : Mean Opinion Score) は人間の感覚的な判断に基づいて行う評価を指す。この方法は多くの被験者の通話品質の評価を平均し計算する方法をとっている。

長所は音声品質に影響を与える様々な要因を、同一の基準で統合的に扱うことができる点と、実際に通信システムを使用する人の評価を、直接得ることができる点があげられる。短所は試験環境を整備するための設備、専門の試験員や多くの被験者が必要な点があげられる。

「客観評価」(PSQM: Perceptual Speech Quality Measurement)は装置により客観的に測定するものである。基準となる4つの音声ファイルがVoIPで処理された後、それを音質評価装置で元の音声ファイルと比較し、その平均値で定義する。

「統合音声伝送品質」はR値(Rating factor)ともいわれ、ITU-T勧告G.107で規定されているE-model(R値算出のための考え方の概念)より算出される。E-modelは、通話品質に影響を与える符号化ひずみなどの雑音と、会話のしやすさに影響を与える遅延、エコー等の要因を考慮したモデルである。21個のパラメータからなる。

表7: 主な評価基準の特徴

評価方式		主観評価	客観音質評価	総合音声伝送品質評価
		会話MOS	PSQM	R値
評価方法		複数の異なった聞き手の評価の平均をとる	音質評価装置を用い、音声サンプルファイルの原音と被評価システム通過後の劣化した音と比較	21個のパラメータから計算式に基づいて値を計算する
数値結果に反映できる要素	音声品質	○	○	○
	遅延	○	×	○
	エコー	○	×	○
	環境雑音	○	×	○

出展:『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

3.2.2.3 クラス分類

日本の総務省が定めたIP電話の音声品質クラス分けがある。総務省は2001年6月から12月の時限研究会として「IPネットワーク技術に関する研究会」を発足し、2002年2月に報告書を公表した。同報告書では「IP電話の品質は、ユーザが品質を理解し、適切なサービスの選択を可能とするため、端末を含めたエンド・ツー・エンドの品質で考える必要がある。」(注6)と提言し、品質クラス分類等を提案した。

それによると「050」で始まる番号IP電話専用の電話番号を使用するためには総合品質がクラスC以上であること、「0AB~J」番号を用いる場合は総合伝送品質80以上でEnd to End遅延150ms未満を満たすことが条件で、その品質の維持管理する事が義務づけられている。

音声品質クラス分類の目的をまとめると、①ユーザが適切なIP電話サービスを選択するため②事業者が相互接続を他事業者の網に求めるため③ユーザに適切なIP電話サービスを提供するため、以上の3点がある。

IP電話としてクラスCに満たないものについては、ユーザが電話サービスとして利用することが困難な品質と考えられ、他の電話網と相互接続して音声通話を行うサービスとしては、クラスC以上の品質が求められる。

表8：IP電話の音声品質クラス分類

	クラスA(固定電話並み)	クラスB(携帯電話並み)	クラスC
総合伝送品質率	>80	>70	>50
エンドツーエンド遅延	<100ms	<150ms	<400ms
呼損率(接続品質)	≤0.15	≤0.15	≤0.15

総務省：「IPネットワーク技術に関する研究会」報告書より著者作成

3.3 VoIPセキュリティ

電話サービスは極めて重要なライフラインの1つであるため、IP電話も同様に常に「安心・安全」である必要がある。

また、VoIPにはVoIP特有のセキュリティ技術が必要になってくる。米国商務省のレポートでは次のような対策の必要性について勧告している。一例をあげると、呼制御プロトコルであるSIPの強度の高いユーザ認証や暗号化、音声プロトコルの暗号化、緊急通報対応や電源遮断時の対応、などがある。このようなセキュリティ対策に努力する必要があるべきである。

IP電話システムには次にあげる4つの特有の脆弱性がある。

- ①オープンなプロトコル環境：用いられる通信プロトコルのスペックの大部分が公開されたものである。SIPもオープンかつ、テキストベースのプロトコルであるためSIPパケットがキャプチャされ分析されると、端末情報や通話記録が盗聴されてしまう。
- ②音声のリアルタイム性：ウイルスの侵入によって通常のネットワーク回線容量をはるかに超える負荷がかかってしまった場合、ノイズや音の途切れが発生したり、通話が途中で切断されてしまうことがある。
- ③IP電話端末の認証：IP電話とPCの共有するLANに接続するためには認証が必要である。そこでたとえば、IP電話端末に内蔵されている証明書、IDやパスワード等が盗まれると不正使用されることもありうる。
- ④音声とデータの統合：PC事態にウイルスなど攻撃を受けるとPCをソフトフォンとして利用していた場合そこからSIPサーバが攻撃を受ける可能性がある。

企業内ネットワークのセキュリティ対策は、既存のデータネットワークにおけるセキュリティ対策を踏まえて音声ネットワークのセキュリティ対策を実施する必要がある。IP電話の普及が進めば進むほど各種攻撃によるシステム停止などのような社会的影響が大きくなり、セキュリティ対策への重要性が認識されてきている。

以下にIP電話システムに対する脅威の種類を表にして示す。(表9) なお、IP電話と銘打ってはいるが、これらは一般のIP網においてのデータのやり取りでも起こりうる問題で

あり、細かい点は本論と離れるため割愛する。

表9：IP電話システムに対する脅威の種類

脅威の種類	内容
不正侵入、不正アクセス	IP電話システムの機密性に対する脅威。内部ネットワークや外部ネットワークから、呼制御サーバ等のサービスへの不正に侵入する。あるいは不正にアクセスする。
不正使用、不正課金	IP電話システムの機密性と完全性に対する脅威。呼制御サーバとネットワークのリソースを不正に使用し、対価を払わずにIP電話サービスを使用したり、IP電話ユーザに迷惑な呼をかけた、あるいは正常なIP電話サービスを脅かすような行為をする。
情報漏洩、情報改ざん	IP電話システムの機密性と完全性に対する脅威。通話内容の盗聴・改ざん、通話先情報の盗聴・改ざん、あるいは通話記録の盗聴・改ざんを行う。
呼の妨害切断	IP電話システムの完全性に対する脅威。IP電話端末間の接続呼を切断し通話を妨害する。
サービス妨害	IP電話システムの可能性に対する脅威。呼制御サーバやネットワーク機器の処理能力をはるかに超えた大量なパケットを送りつけ、サーバやネットワークのリソースを消耗させて、IP電話システムの正常なサービス提供を妨害する。

出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

〈3 IP電話の現状、課題－注釈〉

(注1) ADSL…1組のメタリックケーブル（電話の銅線）を使った非対称デジタル加入者線。複数の方式が標準化されており、異なる通信事業者間では互換性がない。光ネットワークまでのつなぎの技術として利用されている。

(注2) FTTH…一般の家庭まで光ファイバー回線を敷設したもの。

(注3) VoIP ゲートウェイ…アナログ音声とIPパケットの相互接続を行う機器。

(注4) バッファ…コンピュータと周辺機器がやり取りする際に、データなどを一時的に保存する装置。

(注5) キューイング…処理待ちのためにルータ内のバッファにパケットを格納すること。

(注6) 「IPネットワーク技術に関する研究会 報告書」 総務省 2002年2月22日

4 企業への導入

4章ではIP電話を実際に企業に導入した際の例や効果的な導入を探る。そのため、これまでの企業内における電話網とIP網はどのような形態で使用されてきたか知る。

4.1 企業におけるIP電話の変遷

企業向けシステムは、1997年ごろからVoIPゲートウェイによる拠点間IP化が始まり、2000年ごろから企業構内にIP-PBXを設置し、IP化を図ってきた。2004年ごろからは呼制御（SIP）サーバによる企業内のIPセントレックス化、モバイルセントレックス化へ発展し、音声通信と業務アプリケーションの連携も行われるようになってきた。これより、企業向けシステムにおけるIP電話導入の形態の具体的な内容について説明する。年代を追って見ていくので、それぞれ見比べてもらいたい。

表 10：企業におけるIP電話システムの変遷

	1997	2000	2002	2003	2004	2006	2008
制度動向			「050」番号受付開始		「0AB～J」番号サービス開始 電気通信事業法改正	NGNフィールドトライアル開始	NGN商用サービス開始
企業向けシステム	企業拠点間へのVoIPゲートウェイを適用	企業構内へのIP-PBXを適用			SIPサーバによる企業内IPセントレックス・モバイルセントレックス・アプリケーション連携		
通信事業者の			IP電話サービス「050」番号	IPセントレックスサービス	IP電話サービス「0AB～J」番号	モバイルセントレックスサービス	

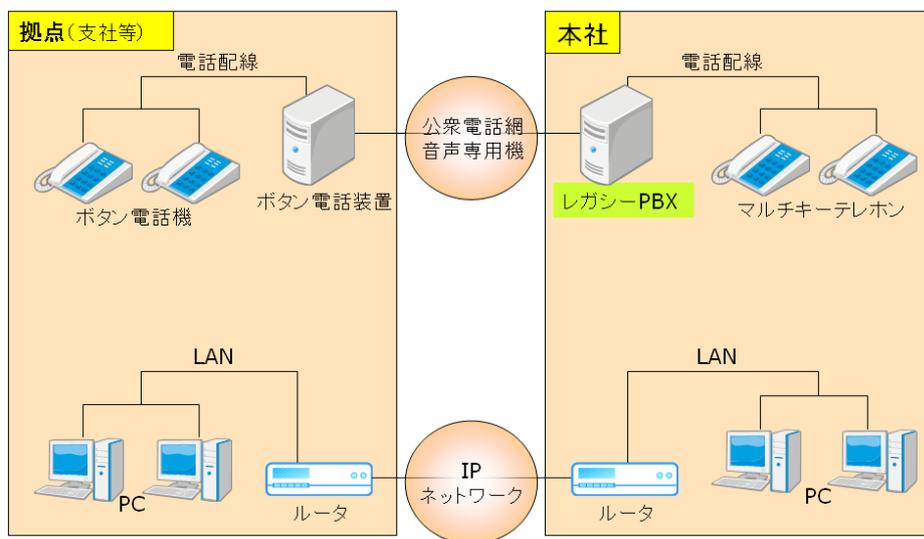
出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

4.1.1 IP電話導入前の企業ネットワーク

IP電話導入前の企業のネットワークの構成（図12）は、音声系とデータ系のネットワークが完全に分離された形態で、音声系ネットワークはレガシーPBX（注1）、ボタン電話装置（注2）を中心に構成されて、拠点間は公衆電話網、音声専用線により接続されていた。

データ系は構内LANで構成され、拠点間はIPネットワーク（WAN回線）で接続されていた。また音声系ネットワーク（電話配線）とデータ系ネットワークは別々に運用管理されてきた。音声系は主に総務部門が管理、データ系は主に情報システム部門が管理していた。

図 12 : IP 電話導入前の企業ネットワーク

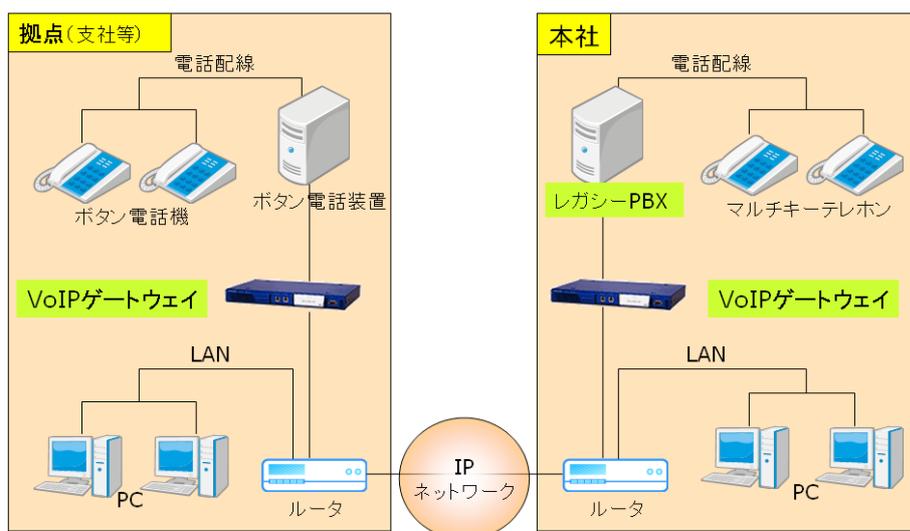


出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

4.1.2 VoIP ゲートウェイによる拠点間 IP 化

1997 年頃から拠点間の IP 化 (図 13) が進んだ。構内は電話配線、拠点間は音声専用線に接続されるレガシーPBX に対して、VoIP ゲートウェイを設置し、拠点間の音声通信路を IP ネットワークと統合することでデータ回線と別に契約している音声専用線を削減する事ができ、これにより、拠点間にかかる音声通信コストを削減することができるようになった。

図 13 : VoIP ゲートウェイによる拠点間 IP 化



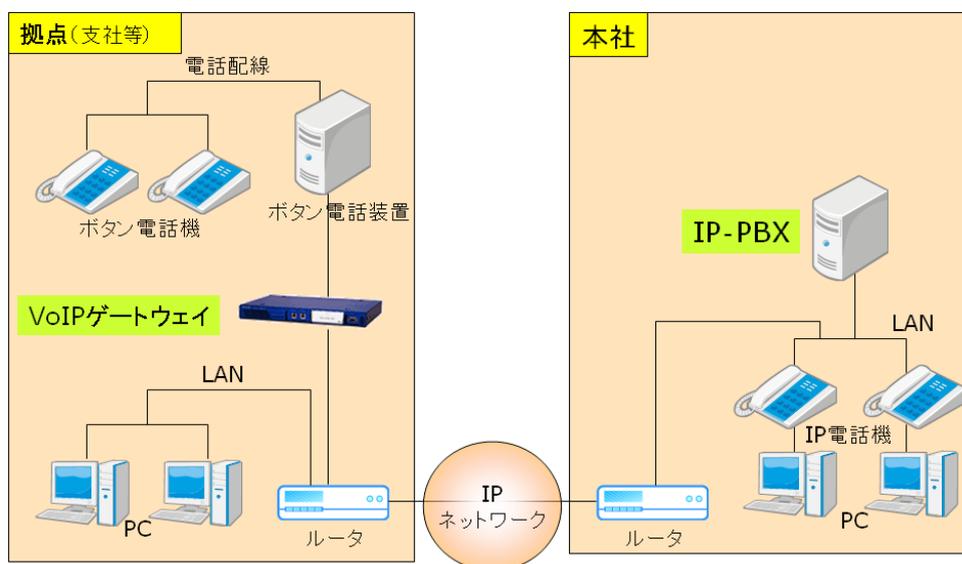
出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

4.1.3 拠点設置型 IP-PBX と IP 電話機による構内 IP 化

2000年頃からはレガシーPBXの代わりにIP-PBXを拠点内に設置することで、構内のネットワークをLANに統合する事ができるようになった。これにより構内の電話配線が不要になり、費用の削減や運用管理の一元化が可能になった。IP電話機をLANに接続するのは簡単のため、オフィスのレイアウトも柔軟に変えることができる。

音声、データをIPネットワークに統合したことでコンピュータと電話を統合したアプリケーション連携機能を導入しやすくなった。具体的にはWeb電話帳、FAXやメールを連動させるユニファイドメッセージ等のアプリケーションが導入しやすくなった。

図14：拠点設置型 IP-PBX と IP 電話機による構内 IP 化



出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

4.1.4 企業内システムのIPセントレックス化

IPセントレックスとは企業のビルにPBXを設置する必要の無い電話システムで、通信事業者がIP網経由でPBX機能を提供するサービスのことをいう。日本では「ビル電話」という名前でNTTが提供を始めたのが最初である。

2004年頃から本社等のセンタに呼制御サーバを集中設置することで、各拠点にはPBXを設置することなく、端末を構内LANに直接收容することでPBX機能を提供できるようになり、設備コスト、運用コストの大幅削減が図れるようになった。逆説的にいえば機能や信頼度にはある程度我慢して、経済性のみを追求するならPBXを不要にできるといえる。導入事例で述べる東京ガスではPBXと併用している。現状ではこのように併用する企業が多い。

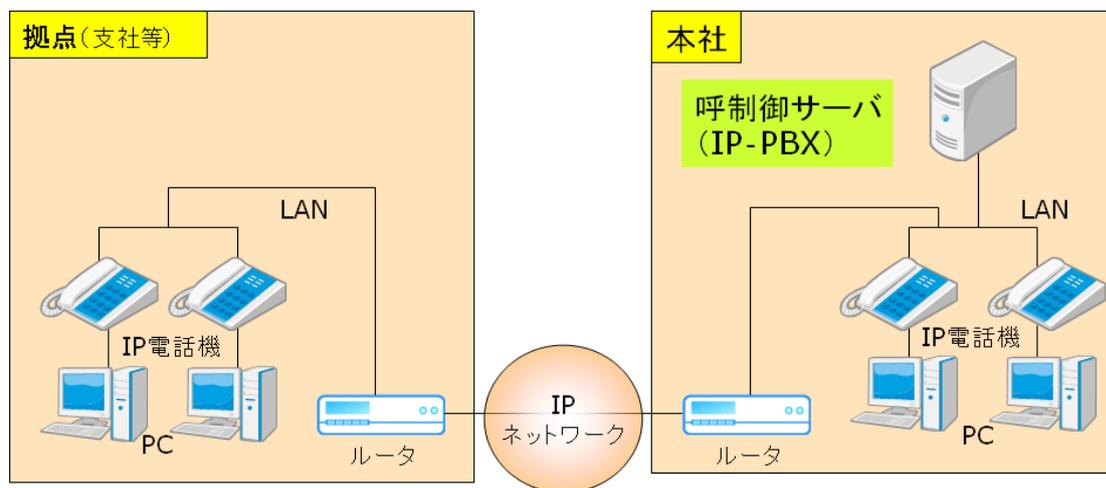
IPセントレックスの経済性は、IP電話での通話料削減や、PBXを不要にできる場合の初期経費、保守料の削減などで実現するもので逆に機能面や信頼度には多少の難があると

一般的に考えられている。

しかし最近のIPセントレックスは、普及率が伸び悩んでいるという。その理由は(1) 経済性でメリットがあるのは「小規模と大規模」である(これをバスタブ曲線と言い、小規模の場合はPBXを不要にできることで保守費用の削減、大企業では通話料削減や、PBXの保守費用の削減などで実現するため)(2) 全て(機能や信頼度など)をIP事業者のサーバに依存する(3) 既存の電話機をIP電話機に変えることへの抵抗(価格、使い勝手)(4) 機能と信頼度に不安が上げられている。以上4点があげられる。

今後は携帯電話で内線電話が受けられるようになるという。これをモバイルセントレックスという。詳しくは5章の展望で述べる。

図15：企業内システムのIPセントレックス化



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

4.2 企業におけるIP電話機導入の効果

IP電話システムの導入に際しては、それぞれの企業の利用形態や目的に応じて比較検討しながら導入するのがよい。コスト面での課題解決だけでなく、新たなコミュニケーション形態への変革の可能性もあり、企業戦略に大きく影響するものとなる。この節ではIP電話システムの各構築形態を様々な面から比較していく。

4.2.1 経費面

企業においてIP電話導入の効果として最初にあげられることが多い経費面から見ていく。企業における従業員数別に通信費を見ると(図16)、5000人以上の企業では14.4%

もの企業が1億円以上かかっている。これだけ見ても、いかに企業において通信費用がかかっているかが分かる。その削減を目指す企業ではすでにIP電話が用いられているケースが多い。導入事例で述べる「東京ガス」でも経費削減を目標に導入し、そして成功している。それを考えると、これからはIP電話が企業のインフラとなるかもしれない。その可能性は大いにある。

・経費削減へつながる場合

IP網を利用した音声通信を行うことで、現在契約している外線数を大幅に縮小する事が出来る。つまりその分の基本料を含む通信費の削減が可能。特に国際通信や長距離電話において著しい効果が得られる。これは2章のメリットでも述べた通りである。

内線をLANに統合することで内線電話用の配線が必要無くなり、その分経費削減になる。電話回線工事費も同様である。

企業内IPセントレックス化では呼制御サーバをセンタに集中して設置することにより、設備面、運用面の経費削減が可能になる。また、呼制御サーバを通信事業者に借りる、共有利用する場合には、初期投資額が軽減され、サーバの管理、運用も委託できるメリットがある。

・費用がかかる場合

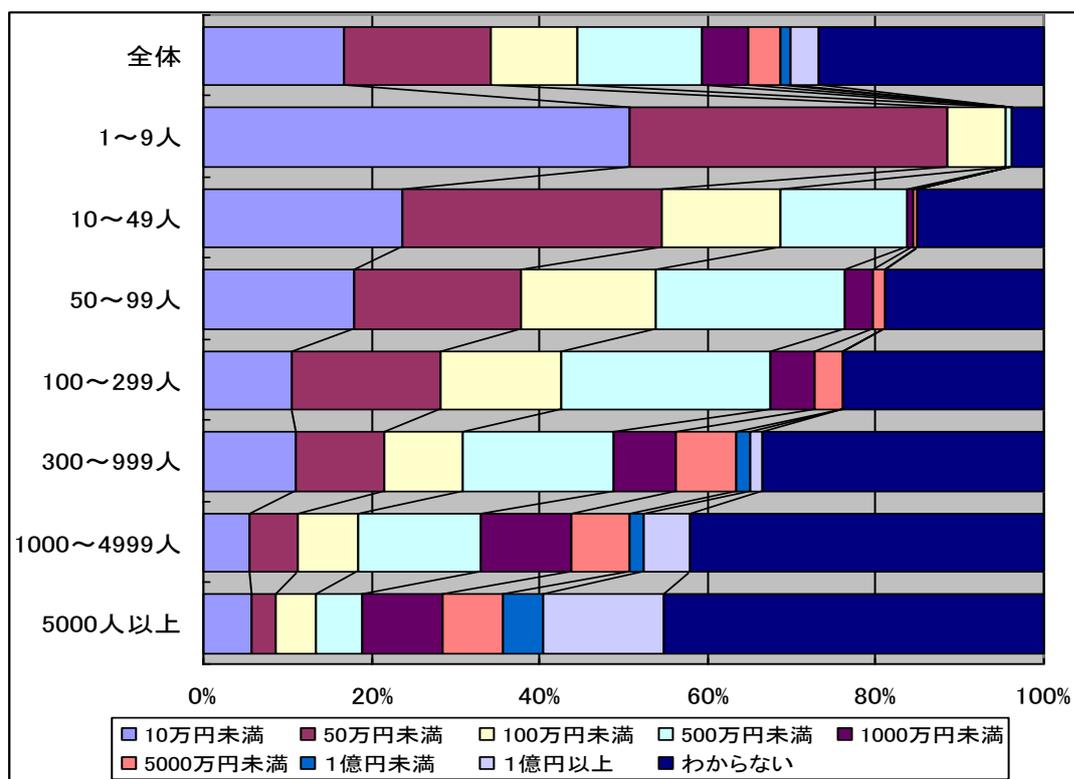
交換設備関連の機器費についてはIP-PBXやIP電話機がユーザ側の設備となるため初期導入費用がかかる。初期導入費用がかかるが、長期的に見た際のランニングコストを比較したり、システムのアウトソーシングができるサービスもあつたりと、一概にコストだけを比較する事は難しいのが現状である。

既存設備の流用は比較的容易である。現在使用しているPBXをそのまま使用する場合は、そのPBXとIPセントレックス側とで機能分担や、将来PBXが老朽化した場合の代替手段などを、通信事業者や機器ベンダに確認する必要がある。

さらに、新たに加わる音声トラフィック用に帯域の強化が必要な場合があり、そこで費用が必要になる可能性がある。

VoIPゲートウェイを用いてIP電話システムを構成する際にはPBXをそのまま使うことになるため、設備費の削減にはならない。ただ、今まで述べてきたように、PBXの老朽化によるIP-PBXへの交換を見越しての導入であれば問題は無く、長期的な視点に立てばあせらずとも効果は出てくるものである。企業に導入する際はその点も注意すべきである。

図 16：企業における通信費（従業員数別）



出展：「インターネット白書 2009」(c)impress R&D,2009 より著者作成

表 11：企業における通信費（従業員数別）数値（単位＝％）

	10万円未満	50万円未満	100万円未満	500万円未満	1000万円未満	5000万円未満	1億円未満	1億円以上	わからない
5000人以上	5.7	2.9	4.7	5.5	9.7	7.3	4.7	14.4	45.2
1000~4999人	5.6	5.6	7.2	14.6	10.7	6.9	1.8	5.4	42.2
300~999人	11	10.5	9.4	18	7.3	7.3	1.6	1.3	33.6
100~299人	10.6	17.6	14.2	24.9	5.3	3.3	0	0	23.9
50~99人	17.9	20	15.9	22.5	3.3	1.6	0	0	18.8
10~49人	23.6	30.9	14.2	15	0.8	0.6	0	0	15
1~9人	50.8	37.7	6.9	0.8	0	0	0	0	3.8
全体	16.7	17.5	10.4	14.7	5.5	4	1.2	3.2	26.9

出展：「インターネット白書 2009」(c)impress R&D,2009 より著者作成

4.2.2 組織面

企業内の通信インフラを IP ネットワークに統合するということは、通信インフラの運用管理の一元化にもつながる。つまり音声系、電話回線は主に総務部門が管理、データ系、LAN 及び WAN は主に情報システム部門が管理していたものが、1つに統合されることに

なる。これにより、企業内の組織の統合化や人員の有効活用として中、長期的に企業にメリットをもたらす。

4.2.3 業務効率面

IP電話システム導入においてどのように利用、応用できるかも重要である。そのため実際に業務を行う面でのメリットについても見ていく。

IP電話を導入することで、固定的な作業場所に縛られることなく、移動が容易な作業環境が得られる効果がある。また、各種アプリケーションと連携することにより、さまざまな業務を行う人たちにとって、社内、社外を問わず多彩なコミュニケーションをもたらす、業務効率を向上させることが可能となる。

その結果、オフィス環境として、フリーアドレス・オフィス(注3)の環境が構築できる。また、テレワークやTV会議が実現可能となる。このような作業環境の変化によりワークスタイルの改革が期待される。

さらに、音声とデータネットワークの統合による電話、FAX、メールの一元管理や、いつ、どこからでも必要な情報に即座にアクセスできること等により、リアルタイムでの情報の共有化が可能となり、組織間の連携が円滑かつ迅速化される。次節ではIP電話システムを用いたTV会議、テレワークについて詳しく見ていく。

4.2.3.1 TV会議

組織のコミュニケーションの基本はFace to Faceによる社員と社員の共感、共鳴によるところが最も重要な要素となる。いわゆるノンバーバルコミュニケーション(注4)といわれるものである。言葉や文字だけでは伝えづらいものがある。電子メールや通常の音声による電話以外の新たなコミュニケーションツールとして、またそれらを補完するツールとしてTV電話会議システム(ビジュアル・コミュニケーション)が注目されている。

これまでもTV会議システムは存在していた。従来のTV会議システムでは、ISDN回線やTV会議用の高速ネットワークや専用のTV会議端末機器・多地点会議サーバ等の高価な設備が必要であったり、専用のPC同士でしかデータ共有ができなかったりと、数多くの制限があった。企業としては手軽に導入できる実践的なツールではなかった。

一方、IP電話会議システムでは、オフィスで使用中の自分のPCにソフトフォンをインストールして利用することにより、手軽に利用する事が出来る。また、オフィスで利用しているIPネットワークインフラ上で運用可能であり、各種データ共有も可能で、専用端末や多地点会議サーバ等の高価な設備は不要である。

ノートPCにソフトフォンを導入すれば自宅やホテルなどインターネットに接続できる環境であれば場所を選ばずTV会議への参加が可能である。もちろん海外も同様に可能である。リアルタイムでデータを共有できるため、実際の会議よりもスムーズに行える可能性もある。また、「Web会議」と呼ばれるものも、TV会議と同様のものを指す。

4.2.3.2 テレワーク

社団法人日本テレワーク協会の定義は「情報通信技術を活用した場所や時間にとらわれない柔軟な働き方」をテレワークと指す。

テレワークを導入することで様々なメリットが得られると考えられている。経営者にとっては地域を超えた優秀な人材の確保、オフィスコストの削減といった効果が期待できる。働く側、就業者にとっては、時間的、場所的な制約に柔軟性が生まれることから、仕事の生産性、効率性の向上、通勤負担の減少、家庭内でのコミュニケーション良好化、自由に使える時間の増加などが期待できる。

社会的な観点からみると、都市問題（渋滞、大気汚染、オフィスコストの高騰など）の緩和や地域活性化につながる。また、地域、年齢、性別を超えた雇用の創出、地球環境負荷の軽減などの効果が期待されている。

NGNの普及によりネットワークのQoSやセキュリティが保障されるため、IP電話での音声や映像を用いた通信がテレワークの一環として期待されている。

4.3 導入した企業の例

通信コスト削減に直結するIP電話に注目する企業が増えている。では実際にIP電話を導入した企業はどのくらいの効果が見られたのであろうか。

これまではIP電話は通話品質やサービスの多様性に欠けるといった見方が強かったが、東京ガスではビジネスでも使えると判断し、全社規模のIP電話導入を決めた。東京ガスのIP電話導入プロジェクトは「IP電話導入で年間10億円の通信コストを5億円で半減」と2002年末に報道され、当時「東京ガス・ショック」と呼ばれ、これを機に企業でIP電話が注目を集めるようになった。東京ガスがIP電話の導入に至った経緯、その後の取り組みと結果を見ていく。

4.3.1 東京ガス

東京ガスは首都圏を中心とした都市ガス供給会社で、1000万件以上の顧客をもち、世界有数の都市ガス供給会社である。従業員数は7579人（平成21年3月31日現在）で、もちろん大企業といわれる企業のうちのひとつである。

〈IP電話導入目的〉

東京ガスのIP電話導入の目的は、通信費の削減だけではなく、第一に考えたのが設備コストの削減であった。PBXを買うよりIPセントレックスサービスとIP電話機を使ったほうが安い、そういった理由である。

〈現状〉

それまで東京ガスでは、PBXだけで3億5000万円。そのほかに、約80拠点2万台の内線電話とデータ通信で使うWANサービスが5億円、WAN接続用機器が1億5000万円かかっていた。

〈導入計画〉

当初は2003年6月から1年間で全拠点のPBXを一掃し、約2万台のIP電話機を一挙に導入する計画だった。しかし、各拠点にある100台近いPBXを廃棄した場合の償却費を調べたときに、全PBXを一斉に撤去するのはコスト面から得策ではないと判断した。PBXの使用年数などに応じて、拠点ごとに随時PBXを撤廃していく方向へと変換した。

〈導入結果〉

2005年までに撤去したPBXは20台弱で、大規模拠点で10年以上使用したものであった。東京ガスは同時にFTTH（光回線）を導入した。

結果、2005年には通信コストは約40%削減し、年間6億円程度に抑えることができた。今後はPBXの利用年数を見ながら遅くとも5年以内には導入を完了するとしている。

しかし、現在（2009年）までにはそういったIP電話についての情報や報道は無く、どの程度進んでいるかは分からない状況にある。

4.4 導入による効果が見込める企業の特徴

これまで述べてきて、どういった企業にIP電話を導入するのが効果的かわかったと思う。それをまとめたものが下記の表だ。（表11）やはり通信費とPBXのIP-PBXへの変換による経費削減効果が目立つ。

IP電話が企業の通信インフラである以上基本的にどのような業種、業態でも導入の可能性がある。企業規模の大小により導入の傾向は異なることはこれまでも述べてきたが、2つ以上の拠点をもつ企業であればコスト削減等、単独拠点でも業務効率化等のメリットがある。業積向上段階、悪化段階両方でメリットを明確に示すことができれば導入の価値はある。

表 12 : IP 電話導入効果が見られる企業の特徴

キーワード	検討のきっかけ	企業・法人の特徴
設備追加更新	これを契機にIP電話を検討し、メリットがあるのであれば導入したい。	事業所や支店を増設する。または現事業所を統廃合により移転する計画がある。 既設通信設備(PBX、ボタン電話装置など)が老朽化している。あるいはリース期間・長期レンタルが満了している。
経費削減	変更のたびに発生している配線工事費や、PBX本体に関わる定常的なコストを削減したい。また、組織改革に伴う社内ネットワークの変化に柔軟に対応できるようにしたい。	組織変更を頻繁に繰り返しており、人事異動やレイアウト変更が多い。 業績が急成長しており人員増や業務拡大による、拠点の新設が多い。 業績が悪化しており、拠点の統廃合や固定費削減が急務になっている。 トラフィック量の増加に伴い社内ネットワークを強化した、または計画中である。
業務効率化	革新性のあるIP電話システムを自社変換のツールとして活用したい。 拠点ごとに通信設備を配線するより、センタに集中化できる仕組みはないか模索している。 通信端末のモバイル化により、従業員とのコミュニケーションロスをなくしたい。	業務革新に取り組んでおり、仕事のプロセスを変えることにより、業績向上を目指し、先進的な活動を社会に広げている。 拠点数が多く本社以外は規模も中小拠点多い。本店～拠点間の通信および移動が多い。 社内より外出が多い、自席だけでなく拠点内の移動も多い、拠点間の移動が多い、という業務上の特徴をもった社員が多い。

出展：『IP 電話 標準テキスト』より著者編集、作成

〈4 企業への導入ー注釈〉

(注 1) レガシーPBX…IP化されていない従来型のPBX。

(注 2) ボタン電話装置…簡易電話交換装置のことで、中小企業などで主に利用する内線電話システムであり、主装置と専用電話機端末で構成される。

(注 3) フリーアドレス・オフィス…固定的な座席を持たないで自由な座席で業務ができるオフィス環境。

(注 4) ノンバーバルコミュニケーション…顔の表情や声の大きさ、視線、身振り手振り、ジェスチャー等の非言語的コミュニケーションのこと。コミュニケーションの約 65%がこれにあるとされている。

5 展望

最後にIP電話の今後の可能性、展望について考えていく。SkypeやWiMAXといった新たな技術がIP電話に与える影響やについて、また今後、企業における標準のIP電話システムとなりうる可能性を持ったモバイルセントレックスについて展望を含め解説していく。

5.1 Skype

Skypeを利用すると誰でも簡単に無料で通話できる。このソフトを利用すればIP電話の代わりになるのではないか。しかし、IP電話とは確実に利用目的が違っている。Skypeで使われている技術や、特徴について解説していく。

5.1.1 Skypeとは

SkypeとはSkype Technologies社(ルクセンブルク)が開発、無償公開しているVoIPソフトウェアである。2003年に登場し無料で音声通話が可能ということから、公開当初からユーザ数を確実に伸ばし、公開から2年で1億5000万ダウンロードを超えた。現在では5億2000万人のユーザがいる(2009年末)。Skype Technologies社によると個人7割、企業3割の割合で利用されているという。

無料通話だけが注目されることの多いSkypeだが、他にもさまざまな機能を持っている。以下にその一例を載せる。

〈無料〉

- ・Skype同士の音声通話(1対1から5人までの複数会議通話も可能。)
- ・チャット機能
- ・ファイル転送機能
- ・ビデオ通話(Webカメラを使い、相手を見ながら通話できる。全画面表示も可能。)

〈有料〉

- ・Skype Out (Skypeから固定電話、携帯電話に格安で発信可能。国内固定電話1分2.6円、携帯電話1分17.5円、アメリカ1分2.38円。)
- ・Skype In (050番号が付与され、固定・携帯電話からの着信が可能なサービス。3カ月1500円、12カ月4000円。)
- ・通話転送機能
- ・Skypeボイスメール
- ・SkypeSMS

また、Skypeの音声通話は一般電話よりも高音質であり、特別な設定をしなくてもファイアウォール(注1)やNAT(注2)を越えて通話が可能である。有料サービスを利用しなく

でも、無料の機能を使うだけでも便利なソフトであることは間違いない。

しかし、Skypeにも欠点はある。それは、パソコンとソフトを両方起動しておく必要があるのだ。インフラとなる可能性は低い。

既存の通信キャリアに影響を与えると危惧されていた当初に比べ、現在はその影響はほとんどないとさえ言われている。Sten Tamkivi氏（Skype Technologies社）は2009年10月にアムステルダムでの講演でこう語っている。「Skypeでの通話は年間、1000億分とも言われているが、そのほとんどがSkypeでなければ通話する必要のない、生まれなかったものである。現在、3分の1がビデオ通話で、コンタクトリストが1桁の人がほとんどである。これは、親密なコミュニケーションを行うためのツールとして利用されていることを示している。」

Skypeで使われている細かな設定やコーデックなどは明らかになっていない点が多い。ゆらぎ吸収バッファはIP電話では管理者がそのバッファサイズを調節しなければならなかったが、Skypeは自動で設定してくれるが、その詳細は公表されていない。

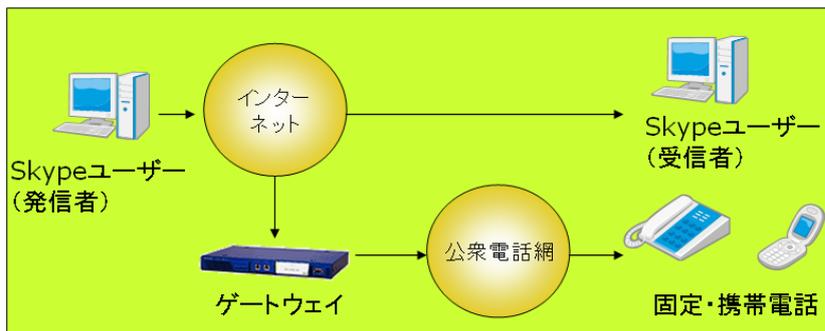
他にもコーデックについても詳細は公表されていない。NTTの固定電話ではPCMが使われていたが、Skypeでは3つのコーデックを使っている。「iSAC（注3）」「iLBC（注4）」と2つは公表されているが、あと1つは公表されていない。この3つのコーデックをパソコンの性能と回線速度によって自動で使い分けているのである。

このように、ユーザの環境に最適な設定を、その場その場で自動に設定することで、快適に利用できる。これがSkypeの強みである。最初に触れた高音質というものもこういったところにその要因がある。

現在、iPhoneでもSkypeを使うことができる。アプリを起動していなくても着信ができるため、今後の利用形態の一つの手段になる可能性がある。着信転送機能や、Skype Inと組み合わせての利用が好まれる。そうすることで、パソコンで着信があった場合もiPhoneで着信する事も可能である。

とはいえ、音声通信のバリエーションの一つと考えたほうがよい。なぜなら、現在の無線LAN環境の整備が電話網より進んでいないからだ。今後、高速ワイヤレスネットワークの整備とSkypeの利用が可能なモバイル端末の開発が進めば、よりSkypeの有用性は増すことだろう。しかし、今の固定電話のようにビジネスで使うにはさらに時間がかかることは間違いないだろう。

図 17 : Skype 接続例、概念図



5.1.2 P2P

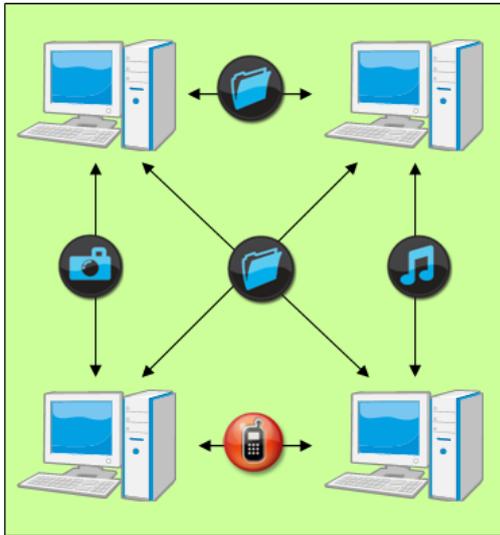
Skype のネットワークは「P2P (Peer to Peer)」と呼ばれる分散型の構成を採用している。これはユーザ同士を直接つないで通信する方式だ。ICQ (1章参照) は実は P2P の初期型である。

従来の完全集中型では全処理をサーバが行っていた。これを「クライアント・サーバ型」と呼ぶ。ユーザが増えれば増えるほどサーバに負荷がかかり、不安定になってしまうという課題があった。これを改善する形で出てきたのが「ハイブリット型」である。SIPはその代表的な例で、現在の IP 電話の主流のプロトコルとなっている。最初に IP アドレスの返答だけをサーバが行い、音声データのやり取りはサーバを通さず、直接行うことでサーバへの負荷を軽減している。

Skype では電話をつなぐために相手を探す処理は、サーバではなく Skype のユーザ同士が行う。音声データのやり取りももちろん Skype ユーザ同士が行う。よってサーバのダウンによって通話ができないということは避けられる。しかし、多くのユーザとの連携が必要となり、複雑な処理が必要となる。ファイル交換ソフトとして有名な「Winny」が問題なのはこの仕組みを利用し、ユーザ同士が直接、著作権のある音楽ファイルや動画を違法にやり取りしているからである。サーバを通さずにデータのやり取りができるために、ファイルが違法であるにもかかわらず管理する事が出来ない状況にあったために起こったのである。

ただ、この P2P のすごいところは、インターネットが誕生した時のコンセプト (1章参照) と同じ技術であるという点である。一部のユーザのパソコンや回線がダウンしても、他の大部分のユーザには影響がない。まさに初期のインターネットのコンセプトそのものであるといえる。

図 18 : P2P 概念図



5.2 IP 電話の発展を促す技術

これから述べる技術は IP 電話の発展以前にユビキタス社会の実現へ向けた新たな可能性の一つとして見る事ができる。なぜならユビキタス社会の実現は同時に NGN の構築、IP 電話の普及の可能性を持っているからである。

5.2.1 WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) とは、IEEE (電気電子学会) 標準規格 802.16e をもとに規格化された高速ワイヤレスインターネットの愛称である。主に UQ コミュニケーションズ株式会社のサービスのことを指す。主な特徴を以下に示す。

- ①利用するにはデータ通信カードをパソコンに差し込んで簡単な設定をするだけで利用可能。WiMAX 搭載パソコンではもっと便利に利用可能。料金も選べてリーズナブル。
(「UQ Step」: 基本使用料 380 円/月～上限額 4980 円/月)
- ②高速モバイル通信を実現。下り最大 40Mbps、上り最大 10Mbps (他社製品では下り 7.2Mbps)。
- ③人口カバー率も拡大中。2009 年 2 月には首都圏、年度末には政令指定都市を中心に約 55% をカバー。2012 年には 90% に向けて順次拡大中。
- ④移動中でも高速モバイル通信が可能。ひとつの基地局でカバーできる範囲が、無線 LAN とは比較にならないほど広範囲で、技術的には最大半径 3km までアクセス可能である。今まで、無線 LAN 環境がある場所を探して使用する必要のあったモバイルデータ通信の利便性が格段に向上する。いつでも、どこでも、つながるブロードバンドが実現する。

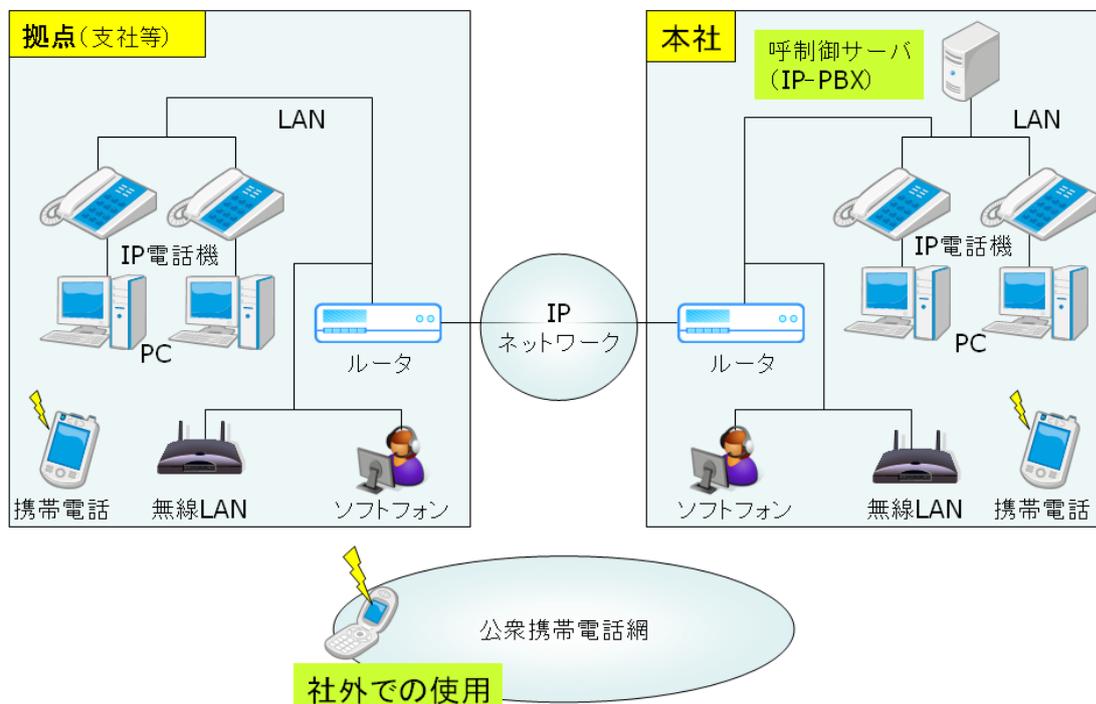
⑤世界各国でWiMAXの普及が進み、世界標準規格として注目の次世代通信技術となっている。2006年に韓国、2008年にアメリカでサービスが開始されている。

次節で述べるモバイルセントレックスでは、こういった高速ワイヤレスインターネットの普及、発展が必要不可欠であり、今後NGN時代のIP電話では必要なインフラではないだろうか。

5.3 モバイルセントレックス時代へ突入

内線電話に無線IP電話を使用することで、固定的な場所にとらわれることなく、自由に通信できるようになる。これをモバイルセントレックスと呼ぶ。無線LAN機能を有する携帯電話端末を導入することで、社内の内線通話と外出先から社内への通話、社内から外出先の通話、外出先での社外通話等を1台の端末で実現できる。今後、携帯電話端末の性能上昇がさらに進めばストレスなくさまざまな機能を利用可能になる。

企業のIP電話は、音声・データ統合からアプリケーション連携による業務効率化、さらに電話サービスのみにとどまらないコミュニケーションの高度化の方向へ発達していくだろう。



出展：『IP電話 標準テキスト』より著者編集、作成

〈5 展望—注釈〉

(注1) ファイアウォール…セキュリティ機能の一つ。

(注2) NAT…IPアドレス変換機能。

(注3) iSAC…高性能のパソコンで使用され、デジタル化している周波数の範囲が広い
ため、高音質のコーデック。

(注4) iLBC…SIP方式のIP電話でも使われているコーデック。固定電話と同等の音質。

おわりに

今やIP電話のメリットはあるものではなく、作られるものとの認識を持たなければならなくなった。IP電話を導入し大きなメリットを得るためには、本質的には導入する企業のアイデア次第であるということだ。近い将来変化するコミュニケーションのあり方に関して、企業の電話はどうあるべきかをよく考える必要がある。

IP電話がこれほど日本で注目されるのは、従来の電話サービスが高価で硬直的だった証拠といえる。また、IP電話を価格競争に終始させてはならない。IP電話の高度な利用を促進させ、市場を拡大しなければIP電話ビジネスは発展しない。企業も消費者も価格だけでなく、IP電話の高度な利用にも積極的に目を向けなければならない。電話会社の危機はアナログ型のビジネスモデルにある。電話会社は、コスト破壊に耐えるだけの廉価で大容量のネットワーク構築を進めなければならない。その一つにNGNがある。

IP電話は配信コスト破壊の先鋒に過ぎない。放送、通信、出版などの情報配信産業は、コスト破壊に立ち向かうためにデジタル型のビジネスモデルに脱却しなければならない。

NGN時代の企業向けのIP電話システムは、NGNをベースにした高品質で高機能、定額で、必要な帯域、品質が提供されれば、企業のネットワークはIP電話以外の面でも価値のあるネットワークとなるだろう。

最後になるが、この論文を書くにあたって山田正雄師、そして山田正雄ゼミナールの同期に感謝を申し上げ、結びの言葉としたい。

参考文献・URL

IP電話普及推進センタ編著『IP電話 標準テキスト』リックテレコム 2009年
池嶋俊著『Skypeの仕組み』日経BP社 2005年
秀和システム第一出版編集部編著『標準パソコン用語辞典』秀和システム 2009年
門川雄馬著『通信業界の変貌～電話網からIP網へのシフト～』
沖中秀夫他著『NGN教科書』インプレス R&D 2008年
日本データ通信協会 IP電話研究会著『失敗しないIP電話導入ガイド 導入目的に合わせた最新構築ノウハウ』日本データ通信協会 IP電話研究会 2006年
米田正明著『電話はなぜつながるのか』日経BP社 2006年
財団法人インターネット協会編著『インターネット白書2009』インプレス R&D 2009年

「IP電話普及推進センタ」 <http://certification.iptpc.com/index.html>

「しくみから料金比較まで①IP電話」 <http://www.ipden.jp/index.html>

「電信・電話の歴史年表」 [http://park.org/Japan/NTT/MUSEUM/html ht/HT_idx_j.html](http://park.org/Japan/NTT/MUSEUM/html_ht/HT_idx_j.html)

「Skype」 <http://www.skype.com/intl/ja/>

「UQコミュニケーションズ株式会社」 <http://www.uqwimax.jp/>

「日立コミュニケーションネットワークス」 <http://www.hitachi-comnet.co.jp/>

「国立国会図書館-National Diet Library」 <http://www.ndl.go.jp/>

「IPネットワーク技術に関する研究会」 報告書

http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/258151/www.soumu.go.jp/s-news/2002/020222_3.html#02