



## Abstract

Repeated large scale failures of IP telephone have disclosed the weak point of the next generation network, and given some alarm to the information society from the second half of 2005. It is a chance now to define the necessary condition of how IP telephone succeeds to the lifeline service fulfilled by fixed telephone for a century. We grasp the different technical characteristics between circuit exchange and packet exchange exactly, and suggest some methods to get the telecommunication infrastructure operation quality respectively toward the lifeline service and the new service that is suitable for the ubiquitous society to come in near future, from the viewpoint of the telecommunication infrastructure operation context conversion.

[ キーワード ]通信インフラ、公衆電気通信網、IP電話網、NGN、マルチコンテキスト転換

# Telecommunication infrastructure context conversion

倉谷 光一（早稲田大学大学院アジア太平洋研究科 博士後期課程）

渡 敏弘（日本コムシス株式会社）

1. はじめに
2. PSTNにおける組織と知の共進化
3. IP網における組織と知の共進化
4. 代表的なIP電話の故障・復旧パターン
5. IP電話における望ましい組織と知の共進化
6. まとめ

## 1 はじめに

2006年、IP電話の故障が、複数の通信事業者において頻繁に発生し大きな社会問題として取り上げられた。公衆電気通信網（以降PSTNと略す）において電話が果たしてきていたライフライン機能と較べれば、故障の頻度や故障時間の長期化は、信頼性の面で確かに「IP電話はトラブルに弱いのか？」と心配されるのも頷ける。安いが売り物のインターネット電話であればともかく、この心配は、固定電話置換サービスとして、IP電話を位置づけた段階に始まったと考えるのが妥当である。

日本だけではない。世界中のキャリアが、その通信インフラを、交換機によるPSTNから、ルータ・スイッチ・サーバによるIP網へ大きく舵を切っている。2004年4月にブリティッシュテレコム[1]（BT）がIP化宣言を世界で最初に発表したところ、軒並み、世界中のキャリアの動きが顕在化した。日本でも同じ年の9月KDDI[2]が、11月NTT[3]が相次いで発表した。その後世界中にこのメガトレンドが波状的に進行している。

PSTNとIP網は、今後数年間は併存し、ゆくゆくは世界規模でPSTNがIP網へ置き換えられていくといわれている。だからここしばらくは、IP電話がトラブルに弱かったとしても、固定電話切替で通信は確保でき、致命的な社会問題となることは避けることができる。しかしながら、日本では21世紀に入り、交換機製造ラインは、メカ工場から消えた。遅くとも、2010年代には、置換時期がくるのは必至である。また、併存期間中であっても、エリアによっては置換が完了し、IP電話のみのエリアがじわじわと浸透していくこととなる。1990年代には、インターネットの利便性を謳歌する傾向が大勢を占めていた。ト

リブルプレイ、クワドロプレイといった様々なサービスが、ユビキタス社会の進展と同時併行で社会を構成するいろいろなセグメントに多面的に普及し、産業革命や生活革命を誘起していくこと自体大いに結構なことであり、国として取り組むべき重要なテーマである。

公文俊平によれば、近代社会の最終局面において出現してくる情報社会においては、軍事化の局面に見られた軍事力、産業化の局面に見られた経済力に対して、『知力の集中的増進が見られる』とい[4]。その過程で、知識や情報の創造と通有の機構としての智業とそのメンバーとしての智民、および智業を要素とする上位のシステムとしての地球智場が共進化していくという。その共進化を支えるライフラインとして、通信インフラの役割を、テロや自然災害時の信頼性を含めて要件定義しておくことが肝要である。IP電話がトラブルに強く、ライフライン機能を担うネットワーク・サービスに育つシナリオを、過去の経験から学び、次世代への仮説をたて検証していくこととする。

新しい技術革新が、クレイトン・クリステンセン[5]のいう破壊的技術革新(disruptive innovation)である場合、えてして、成功産業の恩恵を長期にわたり享受してきた企業ほど、新技術革新に否定的反応をしがちであるという。また、その技術革新が革新的であればあるほど、その影響範囲が広大にわたり用途も多様化していくことから、その未熟点を列挙することは容易で、批判はますます先鋭化し、その成長を妨げる方向に働くといわれている。だからといって、本質的技術革新を阻止することはできず、その妨害行為は自滅する路を進むこととなる。クリステンセンの仮説に準じれば、IP技術を駆使して通信インフラのマルチコンテキスト転換に成功するケースとして、PSTN保有通信事業者が、その成功体験に固執せずに成し遂げるケースと、新規参入企業(NCC)が成し遂げるケースとが考えられる。前者の場合、隔離した環境で成長を促す場を提供することで実現する。後者の場合、NTT発足(1985)時10兆円の固定資産額に相当する通信インフラを新規参入事業者に開放することで競争環境を促した経緯から学ぶ必要がある。日米共に、NCCは相互接続や設備借用に競争力の源泉を求め、結果としてパラサイト現象を誘発しインフラ網の構築競争に結びつかなかった反省がある。米国の場合、1996年改正通信法により、地域電話会社(RBOC)はTELRICと長距離電話料金の下落により設備投資意欲が失われた。新規地域参入企業(CLEC)や長距離電話会社(IXC)は法的な権利主張に熱心なあまり、技術力の強化に疎かになった。その結果、米国の通信インフラ基盤は世界の二流に落ちてしまった[6]。日本でも同様の現象が長く続いたが、NTTグループの持株会社移行により、固定電話会社の減収減益を携帯電話会社の増収増益が賄う形により、致命的な経営投資意欲消滅にまで至らず、厳しい経営状況は続くものの、アクセス網の光化では世界のトップレベルを現時点では何とか維持している。

本論では、成熟した技術的裏付のある固定電話と同じ目線で、IP電話がトラブルに弱いと論じることが本当に正しいかを検討し、IP電話網の課題を抽出し解決する方法があるのであれば、その方法はそのようなものであるかを考えてみることにする。歴史の教訓をグローバル規模で進むIP電話網に活かす事には、大きな意義がある。百年間、固定電話サービスを支えてきたPSTNからそのノウハウを学び、コンテキスト転換をキーワードとして、在るべきシナリオを、組織と知の共進化[7]の観点から考察していくこととしたい。

## 2. PSTNにおける組織と知の共進化

---

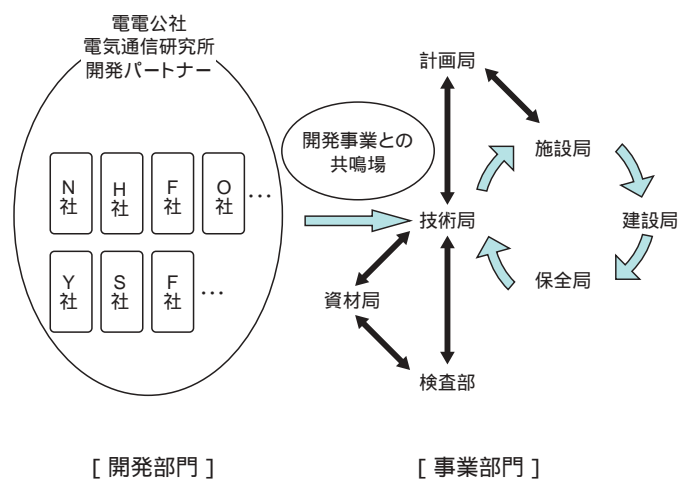
第2次世界大戦後の国土の荒廃や世相の混乱により日本全体が大きく揺れ動いていた中で、GHQ(占領軍総司令部)は、電信電話網の回復がいつころにはかどらず占領政策に支障をきたしていることに業を煮やして、電気通信省(1949年6月発足)に電気通信事業の中核となる実用化研究所を、通信省電気試

験所から分離して設置した。1949年8月2日、通研五反田本部講堂において開所式が行われ、吉田初代所長は、「知の泉を汲んで研究し実用化により世に恵を提供しよう」と研究者たちに語りかけた。この言葉は精神的なバックボーンとして現在も生き続けている。その機構では、

- 基礎研究部門 物理、化学、伝送研究、無線研究、基礎管理の5課
- 方式実用化部門 交換方式課、伝送方式課、無線方式課、線路方式課、伝送課、電波課、方式管理課の7課
- 器材実用化部門 電源課、材料課、電話機課、交換部品課、無線機器課、電子管課、回路部品課、器材管理課の8課

を始め6部門が設けられた[ 8 ]。当初の研究課題は、新型電話機の開発、電信中継の機械化、そして、マイクロ波通信方式の実用化の3課題であった。黎明期の通研に培われその後伝統となったのが、自主開発の精神である。代表例として、4号電話機実用化ではCCS( GHQ民間通信局 )からアメリカ設計電話機実用化の強い圧力を頑としてはねのけ、通研独自の設計と電話機メーカーの協力による国産実用化を実現した。この伝統は国内企業育成政策とも連動し、国産クロスバ交換機、DIPS( 国産コンピュータ )という育成・共鳴場として重要な役割を果たした。さらに日本再生政策の一環として、1952年電電公社が発足した。電電公社発足当時の電話加入台数は、150万台たらずで申し込んでもいつ電話がつくか分からない積滞が約34万件、市外電話はほとんどが待時式であったため、「特急」でも1~2時間待ちが普通という状態であった。このため、全国即時化( すぐつながる電話 ) 積滞解消( すぐつく電話 )の二大目標をもとに、意欲的な設備拡充計画が、相次ぐ5カ年計画、3カ年計画に基づき進められた。市外線路・市内線路の大幅な増設、周波数多重化による伝送・無線方式実用化、局建設と交換機増設が、先進国技術の摂取と国産新技術開発により進められた。前述の育成・共鳴の場がその力をいかに発揮し、さらに、「追いつき追い越せ」から世界をリードする先見性・共鳴の場へと発展していく。1970年代には、光ファイバ通信技術や音声符号化技術などで世界標準を輩出し、特に、光ファイバ、光コネクタ、レーザダイオード等の独自開発技術で世界標準をリードする存在へ発展していった。

当時の組織は、開発部門と事業部門とのゲートウェイ機能を技術局が担い、開発と事業の共進化を促進した。事業のニーズを開発要求として研究者へ伝え、開発成果を事業導入効果に基づき事業へ導入した。この共進化は、研究所という開発の場における研究陣とメーカーチームの共進化とも共鳴し、その成果は、特許やノウハウの形で知的財産権として集積された。通研で開発・実用化した技術を、事業部門と呼ばれた計画局、施設局、建設局、保全局、資材局、検査部が分担して大量架設体制を具現化していた( 図2-1参照 )。各局の役割は明確に区分され、電話網基本計画に基づき、通話品質( 伝送品質、受話品質、送話品質 )を満足するように仕様書で要件



[ 開発部門 ]

[ 事業部門 ]

図2-1 PSTNにおける組織のバリューネットワーク



定義していた。したがって、複数のメーカーが製作した部品であっても、故障時に互換性を有し、オペレーションの効率化に大いに貢献していた。仕様書により電電公社で開発した物品を、年間計画に則り大量購入することで、メーカーの開発・投資力も向上した。大量架設する上での最適形態として、全国同一仕様物品によりその通話品質を担保していたことは、メーカーにとっては製造効率向上となり、建設投資部局にとっては建設効率向上に、保守部局にとっては保守効率向上に、それぞれ大きく寄与した。電電公社時代の年間投資額は、会社へと経営形態が変更される1985年までの直近5年間、1.6兆円から1.8兆円規模で実施され、自己完結型市場を形成していた。

二大目標達成以降の成熟期に、技術開発黄金期を迎え、通信インフラの本体的コンテキスト転換が起こった。すなわち、網をアナログからデジタルへ切り替えることにより、階層型NW(図2-2参照)からメッシュ型NW(図2-3参照)へ転換し、デジタル交換機と光ケーブルの特性を最大限に活かし、無駄なく最適ルートを接続することで、大きな投資削減効果を実現した。これらの開発段階において、多くの学术论文(図2-4参照)が発表され、もの創り産業に広く公開された[9]。ところが電電公社民営化審議に前後して、国際調達問題が提起され、詳細仕様書のあり方が論議の的になった。その結果、オーバーシュート現象による品質過剰・高コスト是正を目的として、メーカー裁量を活かすRFR(Request For Proposal)方式へと、技術開発段階における価値的コンテキスト転換が行われた。これと並行して、開発から設計、建設、保守までの水平分担方式から、一連の投資・運営フローを事業本部制度による垂直統合組織へと、関係的コンテキストへの転換も着手された。

さらに、経営体質強化を謳って保守技術者の大半を子会社へアウトソースし、1300の保守拠点を、80%減の230拠点到集約した。その結果、世界でトップレベルのオペレーション品質(100

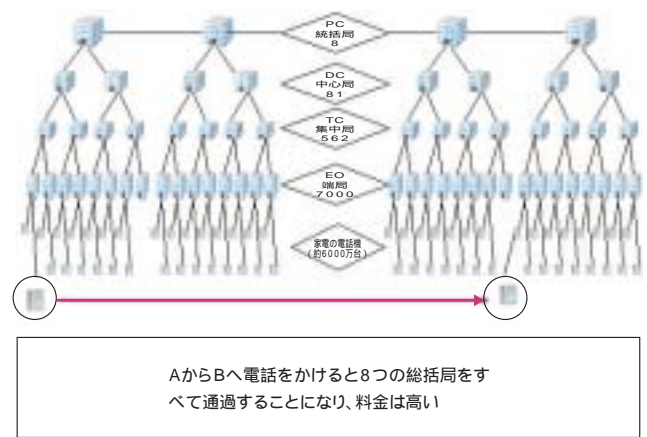


図2-2 電電公社における階層型PSTN

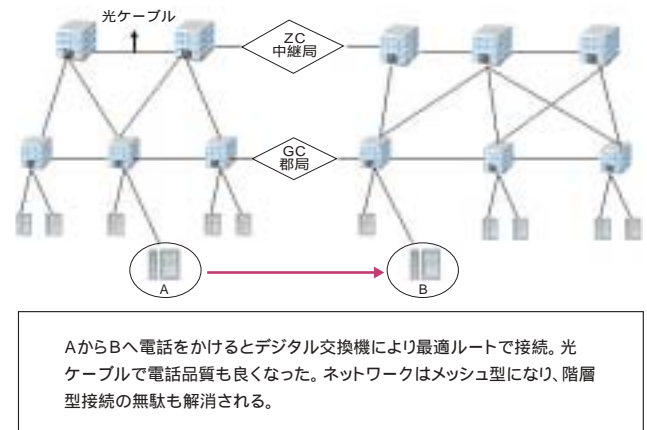
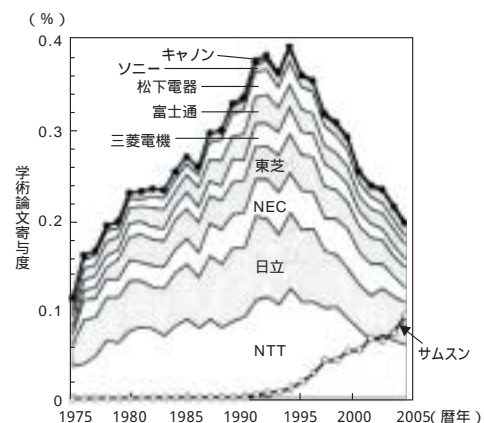


図2-3 メッシュ型ネットワークのイメージ図



日本企業9社(NTT、日立、NEC、東芝、三菱電機、富士通、松下電器、ソニー、キヤノン)について、その学术论文寄与度を積み上げていった値の推移。および韓国サムスン社の学术论文寄与度の推移。ただし、学术论文寄与度とは、学术论文数をその母集団の全数(学术论文数)で割ったもの。(出展=SciSearch+Social SciSearch)

図2-4 企業の学术论文寄与度の推移

加入当りの年間故障発生件数2件( 図2-5参照 ) ) を維持していた保守体制が劣化し、故障時回復遅延につながるような、組織のコンテキスト転換が、すでに進んでいたことに留意しよう。一方、1979年には、ジュネーブのテレコム'79でINS構想を基調講演で発表し、アナログからデジタルへと網が進化することで音声からデータや画像へと情報が広がることを、さらに、1990年にはVI&P構想によりマルチメディア社会の到来を予見して、米国クリントン政権の情報ハイウェイ構想に先んじた。この頃から、電話は音声という単一サービスから脱皮し、マルチメディアとしてデータや映像へとサービス領域を拡げていくという布石が、既に打たれていたと位置づけることができる。

### 3. IP網における組織と知の共進化

情報通信白書[ 10 ]に記載されている電気通信分野における主要事故事例から、ハード故障よりサーバやルータのソフト故障の比率が近年高まっており、また、従来の全国キャリアだけでなく、地域通信事業者の増加に伴い、事故発生事業者数も増加する傾向がみられる( 表3-1参照 )。電話産業の競争環境は、1985年の電電公社民営化に始まり、1999年にはNTTを分割( 持株会社を含めた4社分割 ) することで、他のキャリアとの相対差を政策的に縮めようとした。電気通信技術で世界をリードしてきた通研の主体は持株会社組織となり、その一部は各事業会社開発組織として4分割された( 図3-1参照 )。その一連の経営形態変更の流れの中で、図2-4に示されるように研究成果は減少し、組織と知の共進化プロセスも劣化し、現場力の低下を危惧する声が次第に大きくなってきた。1999年にはフレッツISDN サービス提供の為に、始めて通信インフラにIP機器が導入された。当時のIP網は、メールやHP閲覧を主要なサービス( ベストエフォート ) とした。ルータやスイッチは市販品ゆえにキャリアグレード品質には程遠く故

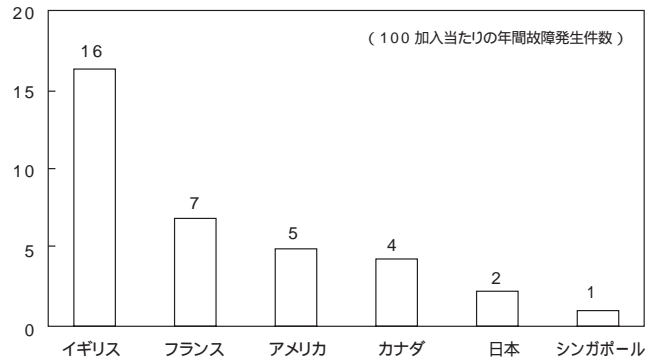


図2-5 世界各国の故障発生件数比較

表3-1 電気通信分野における主要事故事例( 情報通信白書 )

		H11	H12	H13	H14	H15
		12件	11件	9件	11件	7件
Mobile		11	10	8	8	4
Fixed		1	0	1	3	3
NTT ( NTT4社 )		0	1	0	0	0
PSTN	ハード	1	4	5	2	1
	ソフト	2	0	0	1	2
IP	ハード	4	1	1	3	2
	ソフト	5	6	3	5	2

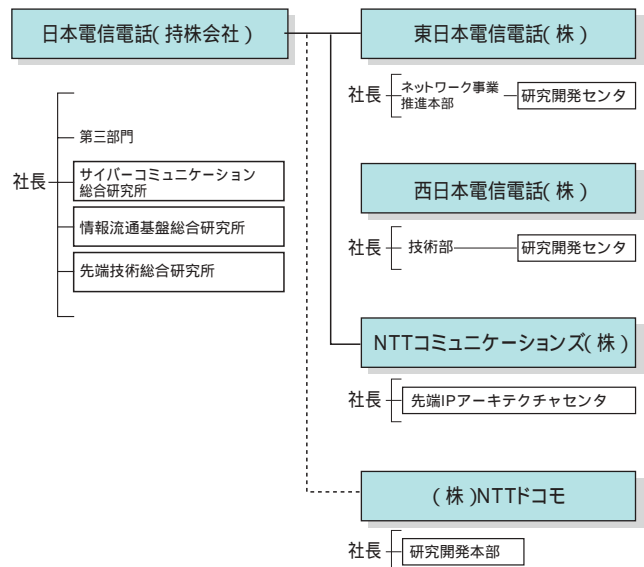


図3-1 NTTグループの研究開発組織

障が続出したが、提供サービスをベストエフォートとして納得して貰った。初期投資は格段に安い、保守面でPSTNに比べ高価で且つ不安定であった。IP技術は、ARPNET(1969~)に始まる米国発の軍事技術として開発されてきた経緯ゆえに、機器開発から方式設計・運用まですべてに対し、PSTNの組織と知の共進化モデルでは対応できず、望ましいIP網技術開発モデルを構築する十分な時間や体制を取れぬままに、サービス開始に至った。今後早期に、通信研究所を共鳴場としてIP網におけるノウハウ蓄積の仕組み創りが望まれる。国の規制が後追いとなる傾向は、古今東西あり得るが、サービス主体の通信事業者が、十分なサービス運営体制を整える前に、サービスを先行していく現状を良く吟味しておくことは、極めて重要である。故障をゼロにすることは非現実的でも、故障の少ない、故障してもすぐに直せるオペレーション品質を確保することは、ライフラインとしては欠かせないものであるからである。

NTT東西におけるIP網を、そのサービス種別により、

- 交換機を經由してIP網に繋がるフレッツISDN(1999 網)
- フレッツADSL(2001) Bフレッツ(2002)を收容しているフレッツ網
- IP電話(2004)を收容しているひかり電話網
- IPv6を活用しているプレミアム網[11](2005)

に分類し、その加入数の増減を図3-2に示す。回線速度64Kb、128KbのフレッツISDNは数MのフレッツADSLサービス出現でピークアウトし、バックアップ回線の役割を果たしている為に淘汰されずに残存している。TELICによるパラサイト現象(表3-2参照)で一時急増したADSLを光サービス:(Bフレッツ)が純増数で上回った(図3-3参照)。光電話サービス(戸建て、2005年)

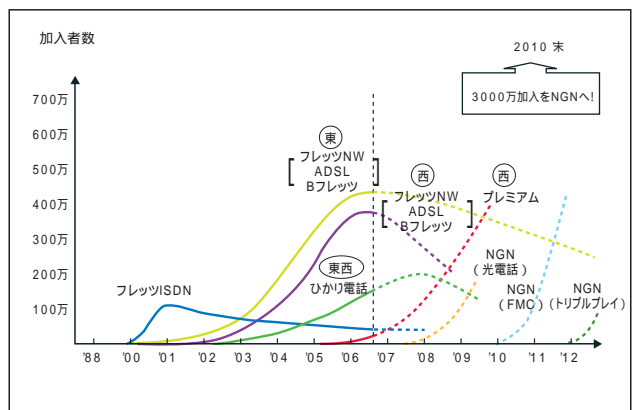


図3-2 各種IP-NW別加入者数

設備投資よりも設備借用の方が有利  
 メタルケーブル(ドライカッパー使用料) 1,205円/月(NTT-E)  
 OFC(加入者線ダークファイバー使用料) 5,537円/月

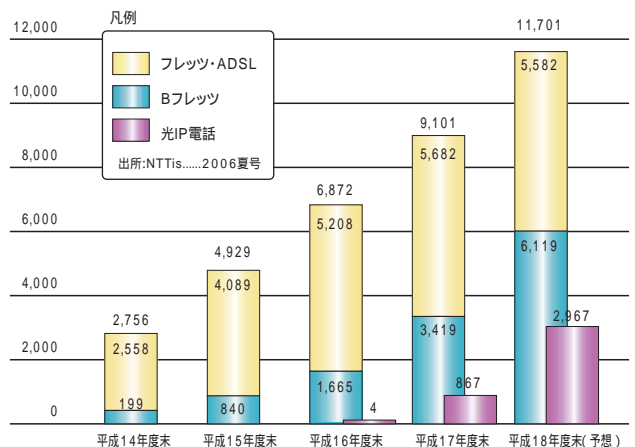


図3-3 ADSLから光BBへのシフト

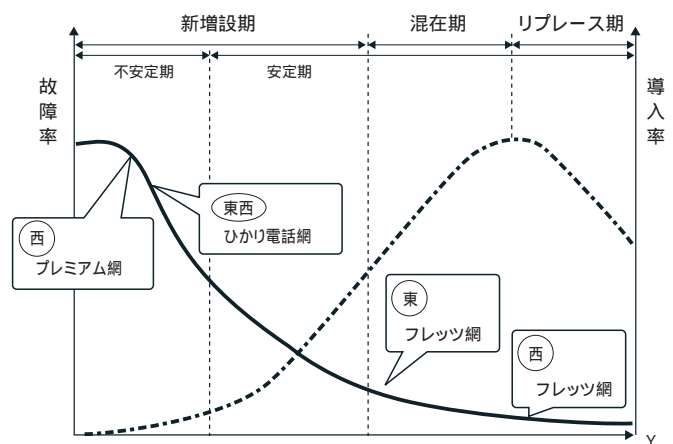


図3-4 故障率の成長曲線による変化

はBフレッツ加入数を押し上げ光化を牽引している。IPv6を世界に先行して商用化したプレミアム網(NTT西日本)では、サービス開始以降フレッツ網がピークアウトを迎え、その顧客がプレミアム網へ流動している。

導入後の故障率変化は、次第に低下し、成長曲線に乗っていくと一般に言われている(図3-4参照)。導入初期段階、不安定期にあるプレミアム網とひかり電話網の故障が多いことが予想される。詳細な故障率は公表されていないが、関係者ヒアリング調査により定性的な傾向をまとめてみたところ、公社時代に保全局が集計していたフィールドデータの収集と分析手法がIP電話網においてますます重要になっていくと認識しているとの意見が多くあった。

#### 4. 代表的なIP電話の故障・復旧パターン

ほぼすべてのキャリアで、大小の別があるものの、IP電話の故障が頻繁に発生している(図4-1参照)。キャリアサイドや大企業ユーザサイドから、その故障原因と対策が公表されている。しかしながら、これらの事象を探求していくとすると、的確に事実確認ができていたものが意外と少ないことに気付かされる。端的に言えば、メーカーやベンダーの言い分をそのまま記載しているケースも少なくない。そこで、故障原因と、復旧プロセスを調査するにあたり、具体的事象と対策を詳細に言及している3月と10月のNTT西日本[12]及び9月のNTT東日本[13]を取り上げることとする。

両社のホームページ(HP)上に掲載されている情報と関係者へのヒアリング調査に基づいた結果、IP電話の故障原因、復旧プロセス、並びに対策の特徴として、以下をあげることができる。

ルータ、スイッチ、サーバというIP電話網を構成している機器のうち、ある特定の機器に発生した故障の原因は、時間が掛かっているものの究明できている。しかし、その故障を直したからといって、直ちにサービスが復旧しているわけではない(図4-2参照)。

に起因する故障が、連鎖現象を誘発し、全エリアのサービスに影響を及ぼしてい

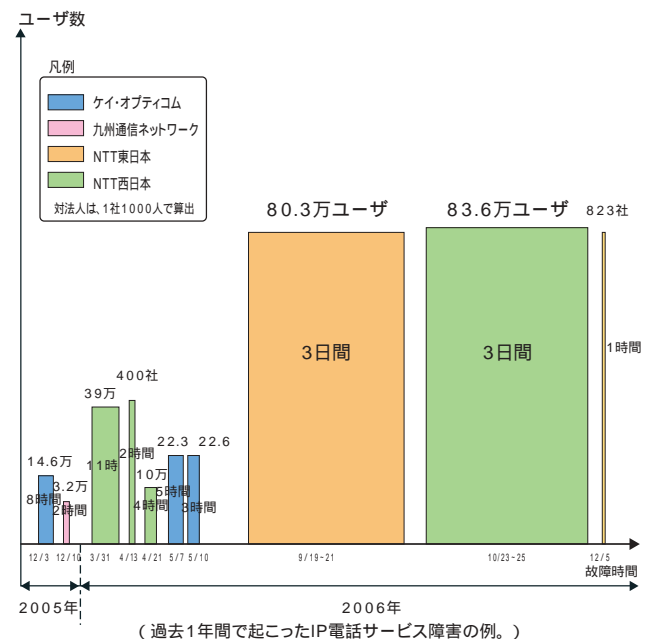


図4-1 頻発するIP電話の障害

故障日時:3/31(金)12時15分~3/31(金)12時38分  
 発生事象:県間伝送路の故障により「ひかり電話」及び「ひかり電話ビジネスタイプ」が発着信不能  
 故障原因:県間伝送路工事時のソフトウェア不具合により、故障発生

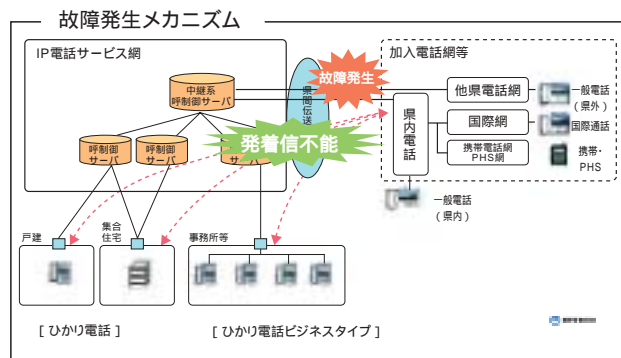


図4-2 ひかり電話、ひかり電話ビジネスタイプの故障(その1)



る。特定のハード故障やソフトバグが無くとも、処理能力を超える呼(トラフィックともいう)が集中した段階で、ある機器が機能不全となり、連鎖現象を誘発していくプロセスに留意しよう(図4-3、図4-4参照)。

回線規制により網内の呼のピークを下げること、徐々にサービス復旧をすすめているが、回線規制を完全に解除するまでの時間が長く、現時点では、復旧プロセス確立段階に達していない(図4-5参照)。故障時の被害を局部に限定する手法としてブロック(都道府県単位)毎にサーバ收容エリアを分散する手法や、ボトルネックを分散しトラフィック効率向上策として図4-6に示す経路の最適化手法[11]を今後検討していくことが有効である。

上記の特徴は、PSTNの場合、網全体を監視・制御できることから、故障箇所の特定が系統的に実行でき、迅速な故障修理ができる。また、故障で一旦停止した網内からは、呼は、交換機の機能として、すべて消滅することを原則としている。一部の電話機が再呼機能として繰り返し発信しても、故障時には直近の交換機がそれを受け付けられないので、網内に呼が残留しない。したがって、通話が繋がるのは、復旧後に、個々の電話機からかけ直した呼を交換機が処理し、網内に通話路(パスともいう)を設定した段階からであり、その時初めて、網内に呼が通り始める。

しかしながら、IP網を構成している機器類は、いわゆるパケットリレー方式で、トラフィックを大量に運ぶ優れた機能を有しているものの、網監視・制御機能に未熟な点がある。その為故障箇所の特定に時間がかかり、たとえ、故障箇所が早期に見つかった場合でも、まだ他に故障があるか否かの判定が難しい。パケットが着いたという返事が戻ってこない限り、トラフィック再送を繰り返すことを原則としていることから、故障時のトラフィックは、平常時に比べ

故障日時:3/31(金)12時38分~3/31(金)21時30分  
 発生事象:中継系呼制御サーバが高負荷状態になり、一部が発着信不能  
 故障原因:故障回復後、加入電話、携帯電話等から一斉呼を受け、中継系呼制御サーバが高負荷状態に至った。

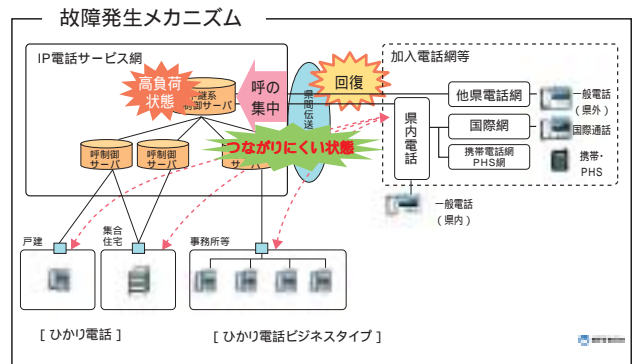


図4-3 ひかり電話、ひかり電話ビジネスタイプの故障(その2)

故障日時:3/31(金)16時00分~3/31(金)23時35分  
 発生事象:一部呼制御サーバの通信が発着信不能  
 故障原因:ひかり電話ユーザからの再発呼およびPSTNからの呼が一気に流入し、呼制御サーバが高負荷状況に至った。

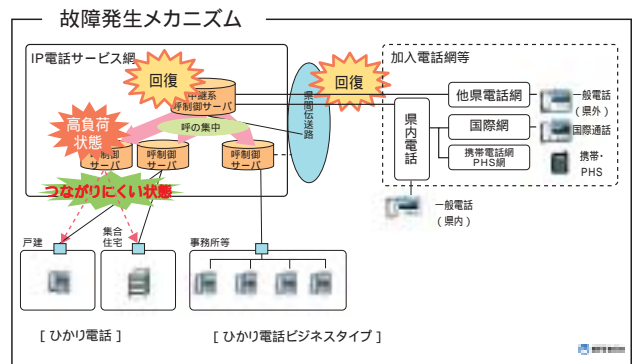


図4-4 ひかり電話、ひかり電話ビジネスタイプの故障(その3)

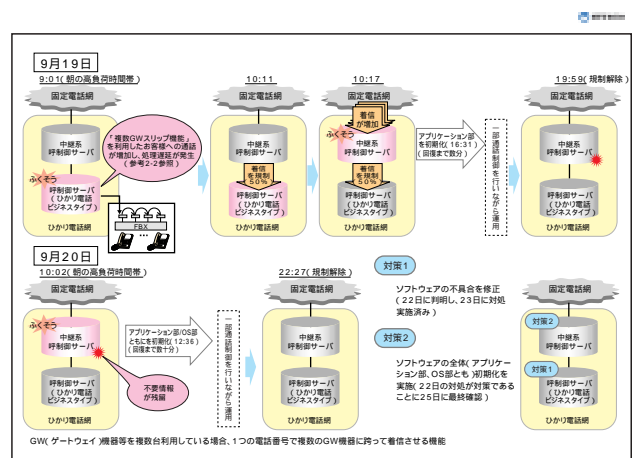


図4-5 ひかり電話復旧プロセス

数倍～数十倍と瞬時に大きくなり、隣接する機器の故障につながる（表4-1参照）。そのため、ある機器の故障で誘発された異常呼が次々と膨れ上がり、呼処理を受け持つサーバをダウンさせる上記の連鎖現象を誘発する。これらの一連のトラフィックフローを監視し、網全体がダウンする前に、回線規制を行う監視・制御機能の開発が望まれる。だが、残念ながら現時点では、完全なレベルにシステムは成熟してはいない。そのために 項に示すサーバにエリア独立分散手法や経路最適化手法を適用することに、当面の現実解を求める通信事業者がみられる。

次に、故障復旧プロセスに入る。故障原因を特定し、その修理を完了した段階で、サービス復旧プロセスを開始する。PSTNでは、容易に復旧できるシステムが従来のノウハウ蓄積により既に確立しているが、IP電話網ではまだ次に述べる課題を解決していくことが必要である。IP網では原理上、網全断又はサーバリブートを選択しない限り、再呼が網内に残留していることから、平常時呼処理能力に比較して、異常時には、数倍から十数倍の呼が発生し、手順を誤るとその呼が次の故障を誘発する危険性を孕んでいる。その為に、一部の機器に処理能力を超えるトラフィックが集中することのないように、呼制御サーバ、中継系呼制御サーバ、ルータ・スイッチ網のバランスをとりながら、徐々に慎重に復旧プロセスを実施している現状である（図4-5参照）。特に回線規制を併用した場合、規制解除時に大量のトラフィックが一気に流れ込むことのないように発信・着信別に順序立てて復旧方法を確立していくことが緊急の課題となる。

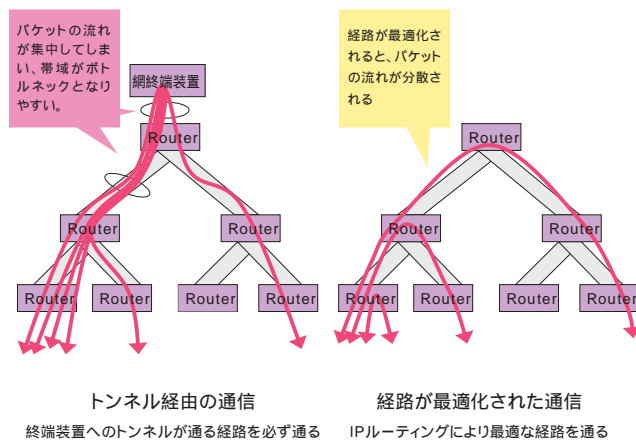


図4-6 経路最適化のメリット

表4-1 PSTNとIP-NWの特徴比較

電話業務	回線交換	パケット交換
(1)方式	回線交換。99.999% (年当り5分間不稼働)	パケット交換
(2)特徴	end-to-endの接続を前提。(2地点間) リアルタイムの完全無欠なやりとりが必須。	接続点はなく、DATAは個別のパケットに分解されてNWのあらゆる方向に送られる。 遅れることも、消滅することもあるがメールであれば問題ない。 メール全文が送られる迄再送を繰り返す。
(3)停電時	電力を供給	UPS対応
(4)輻輳対応	優先制御	基本的に対応困難

## 5. IP電話における望ましい組織と知の共進化

PSTNは、100年間の蓄積プロセスによって、組織と知の共進化プロセスを繰り返してきた。地震、台風等の自然災害、火事、事故等の人為災害の度に、その教訓を通信インフラのオペレーション・ノウハウに反映させ、安全、安心な電話網を進化させてきた。これに対し、キャリア網に使われ始めてまだ数年のIP電話網を、PSTNと単純に比較することには無理がある。むしろ、将来のIP電話品質向上の可能性を示唆するコンテキスト転換の観点から両者を比較して、問題の本質を解明する一助とすべきであろう。

### 5-1 組織の進化とバリューネットワーク

PSTN網における組織のバリューネットワーク(図2-1参照)では、(1)開発は研究所、(2)導入判断・仕様書制定並びにトラブルシューティングは技術局、(3)投資判断及び設計指導(設計標準実施方法を含む)は施設局、(4)建設業界指導及び建設工法策定は建設局、(5)オペレーション体制及びフィールドデータの収集・分析は保全局というように分担しつつ、技術局を「共鳴場」として組織のバリューネットワークを構成してきた。(図2-1参照)IP電話網における組織のバリューネットワークでは、1社体制から、分割された3事業会社がそれぞれにサービス網を構築・運営するという網分断形式へと組織のコンテキスト転換が起こった。分割当初から懸念されていた問題が、時の経過につれて表面化した。しかし現状では、ナショナルミニマムの観点からの一体化論と、競争促進派による再分割論とが併存しているために、今後の展開がどうなるかは予断を許さない状況にある[14]。

IP電話網が強くなるには、通信インフラのオペレーション品質の確保が先決である。自ら開発した機器類は、故障回復手段を含めて、当初から設計思想に盛り込むことができる。電電公社時代は、さらにその検証を、試用試験(調査用仕様書)、商用試験(特別仕様書)として、実フィールドにおいて丹念に行い、万全を期した上で、本格導入へと進めたために、オンサイト技術者育成やトラブルシューティングに必要な知の集積を、組織的・体系的に進めることができた。一方、IP網においては、市販品を購入して拙速に本格導入したことから、建設段階、保守段階への技術移転期間がとれず、大半をアウトソースしたことを反省している意見が多く寄せられている。

2005年後半から2006年にかけて頻発した大規模故障を契機として、PSTN初期と同様に、設計、建設、保守を担当する組織のバリューネットワークを再構築し、クレームからノウハウ蓄積し、次世代開発へと進化できる有機的組織構築の気運の盛り上がりが見られる。ただしPSTNへの単純回帰では答は得られない。これからIP電話網を進める上で、PSTNとの大きな相違として、自主開発した仕様化物品ではなく市販品であることを認識する必要がある。すなわち開発情報がないという意味を十分認識した上で、オペレーションに必要なノウハウをどのように入手していくのかを、新たな施策として検討しなければならない。藤本隆宏[15]によれば、図5-1に示すように、日本企業の強みとしてクローズド・インテグラル領域における匠に相当する擦り合わせを挙げている。また、オープン・インテグラル領域に該当する産業は挙げられていない。図5-2に示すように、PSTNはクローズド・インテグラル領域でまさにこの強みをいかに発揮し、国際調達によるRFP方式に移行した頃からクローズド・モジュラー領域によってきた例といえる。しかしながら、IP電話網は、市販品を用いて擦り合わせる過去の例に無い挑戦的な領域と良く認識しておくことが大切である。そうすれば、自ずとオペレーションに必要なノウハウの入手施策として、マルチベンダー環境におけるNW総合検証の重要性に行き着く。NW総合検証の場(図5-3参照)でバリューネットワークを創造し、高負荷下で商用後想定されるあらゆるトラブル事例に対する検証業務をスパイラルに繰り返すことでIP電話網の諸特性を的確に把握し、ドキュメントにオペレーショ

ン・ノウハウを形式知化・ナレッジ化し、最後にこの形式知をマニュアルに表出化して下流のプロセスへの技術移転を順次進めていくことができる仕組み創(図5-4参照)が肝要となる。

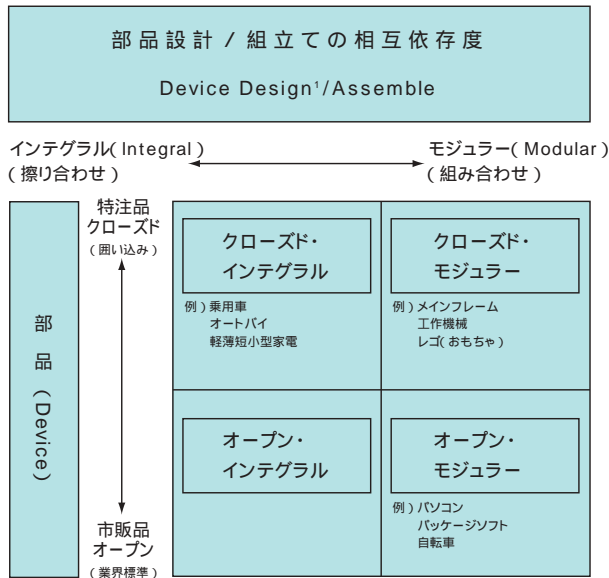


図5-1 擦り合わせと組み合わせ (藤本隆宏)

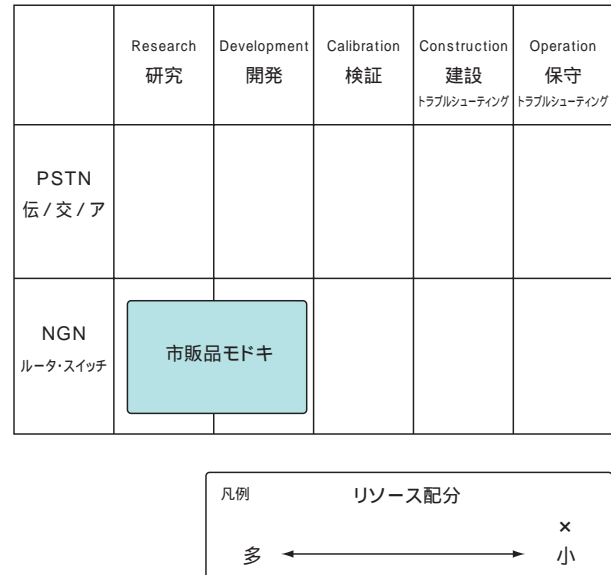


図5-3 検証業務から始まるIP網

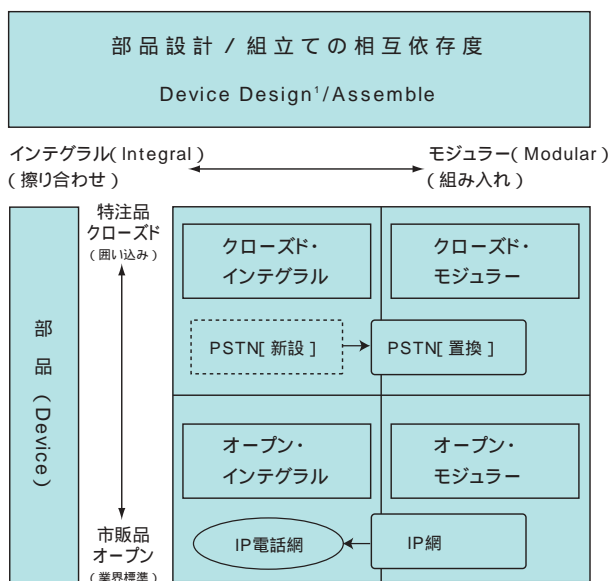


図5-2 擦り合わせと組み入れ

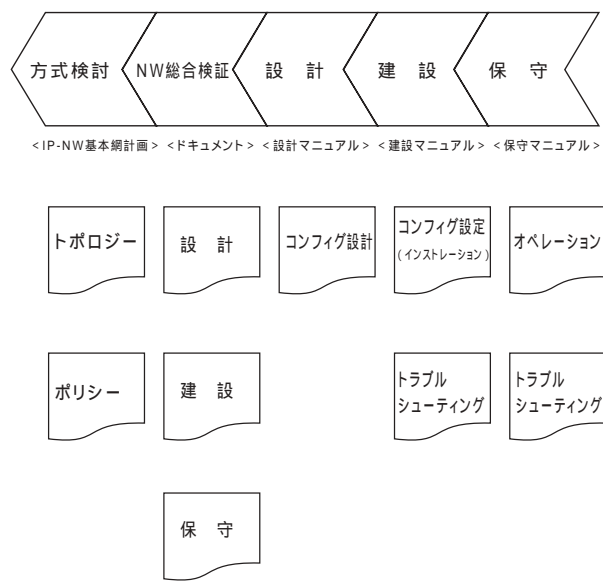


図5-4 下流プロセスへのノウハウ移転



## 5-2 知の進化とバリューネットワーク

PSTNを維持運用していく上では、研究開発段階の予見とフィールドデータとの突合せにより、トラブルシューティングはもとより、新たなアーキテクチャーへの反映が有機的に実施されてきた。フィールドにおける様々なトラブル事例を現場技術者から直接対面調査により収集分析する使命が明確に定義されていたことから、全国の知が体系的に収集され、開発部門、設計部門、建設部門へと、それぞれフィードバックされていた。新技術導入段階において、このバリューネットワークは、開発グループとフィールドグループとの止揚的融合(注1)により、優れた成果を続々と生み出した。しかしながら、PSTN成長期から成熟期に入ると成長曲線に沿って製品安定期に入り故障事例が激減した。カイゼン効果も飽和状態となり、効果が目に見える形で表れないことから現場作業者のカイゼン意欲が減衰するという負のスパイラルに落ち込んだ。すると単にデータ収集作業を毎日繰り返すだけでカイゼンを考えないという現場作業形骸化に陥り、膨大なデータ収集作業自体を問題視する意見も出始めた。この段階で、知の価値的コンテキスト転換が生じ、フィールドデータの定期報告は停止され、故障修理作業が完了しても、それを報告するか否かは現場判断に委ねられた。現場で解決できないトラブルは、当初は開発段階に上げられていたが、その後はメーカーに直接、修理依頼する例もみられた。

このような知の価値的コンテキスト転換により、クレーム情報が現場に閉じて中央へ上がらない知の分断現象を招いた。このような状況下に、IP網におけるサービスが始まったことが重要な示唆となる。IP網初期では、開発サイドは、市販品購入ゆえに、RFPを提示するものの機器の諸特性まで詳細要件定義が及ばず、導入後のトラブルシューティングをベンダー依存でやりくりする状態で始まった。ところが、IP機器の開発は大半がコンピュータ技術者により進められてきたことから、IP網の故障時の対応姿勢にコンピュータ技術者と通信技術者のDNAの違いが顕著にあらわれ、現場の混乱を助長した。コンピュータ技術者は修理時間を日( Day )と時( Hour )で捉え、サーバ故障時に再立上げや全断対応を前提として故障修理作業を実施することを基本としている。通信技術者は、経路分散、機器分散されている前提で、経路切り替え(経路故障の場合)や予備機機器切り替え(機器故障の場合)対応によって、修理時間を分( Minute )と秒( Second )、ミリ秒( MS )で捉えている。このDH-DNA群とMS-DNA群の違いはライフラインとしての通信インフラオペレーション品質を確保する上でのキーファクターとなる。

今後、IP電話網がトラブルに強い知の進化プロセスを獲得する上で、DHからMSへの通信インフラオペレーションの品質向上に向けて、バリューネットワークを新規に構築していくことが重要である。具体的には、

経路分散、機器分散のネットワーク組み入れ

サーバ、ルータ、スイッチ等の構成機器への異常トラフィック集中監視機能

復旧プロセスのマニュアル化と措置手順ノウハウの蓄積

に重点を置いて、取り組んでいくことが肝要であろう

## 6. まとめ

本稿では、PSTNで生じた技術開発バリューネットワークのコンテキスト転換と組織と知の共進化の教訓をIP電話網に活かすことで、トラブルに強いIP電話網の構築シナリオが予測できることを例示した。ただし、回線交換方式の優位領域を模倣するのではなく、パケット方式の優位性である安価・大容量通信特性をオフタイム方式で活かす方向に、固定電話サービスが果たしてきたライフライン機能を、メール・携帯電話・映像等のサービスで代替する新たな要件定義を提案したい。これらを具体的に順次説明する。

緊急電話を緊急メールによって代替（ただし、常時監視体制を維持）

0AB～J番号体系の固定電話番号方式（図6-1参照）を、IPv6固定グローバルアドレス方式によって代替

広域災害時における固定電話番号識別に依拠した発着信規制による輻輳対策を、IPv6固定グローバルアドレス識別（表6-1参照）による優先制御方式を利用した輻輳対策によって代替

電気通信事業法で規定されている通話品質（送話品質、受話品質、伝送品質）をIPルーティング手法の一つであるQoSによって代替（注2）

さらに、組織と知の共進化を促進する共鳴場を、自主開発から自主運用へと移行させることを提言したい。特に、通信インフラオペレーションの品質向上のために、DH-DNAからMS-DNAへのコンテキスト転換を早期に行い、キャリアサイドが果たす役割とメーカサイドの役割を明確に区分したグラウンドデザインを早期に策定すべきである。その際に、IP電話網機能を、ライフライン機能と新サービス機能に二分し、関係者のコンセンサスを得るとともに、知を共有していくことが肝要である。総合的にまとめると、以下になるであろう。

NW総合検証による上流工程と、現場でのフィールドデータ分析による下流工程の止揚的融合を図る（図6-2参照）。

表6-1 IPv4とIPv6のアドレス数

	アドレス総数
IPv4	$4.3 \times 10^9$
IPv6	$3.4 \times 10^{38}$

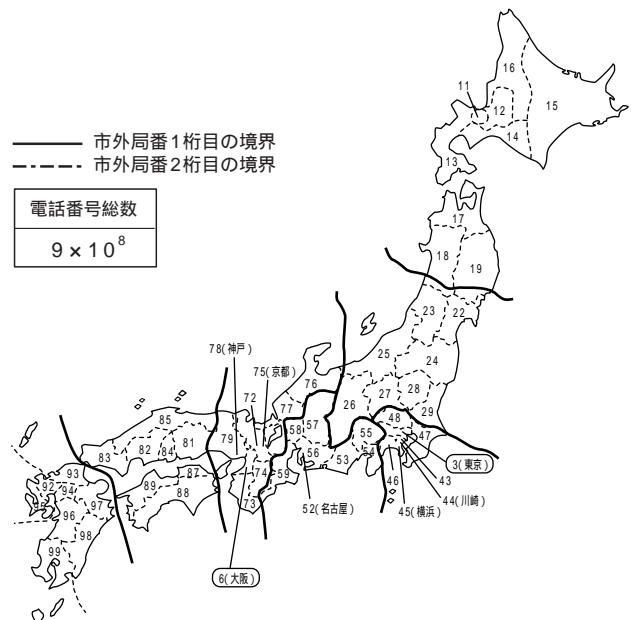


図6-1 0AB～J番号方式

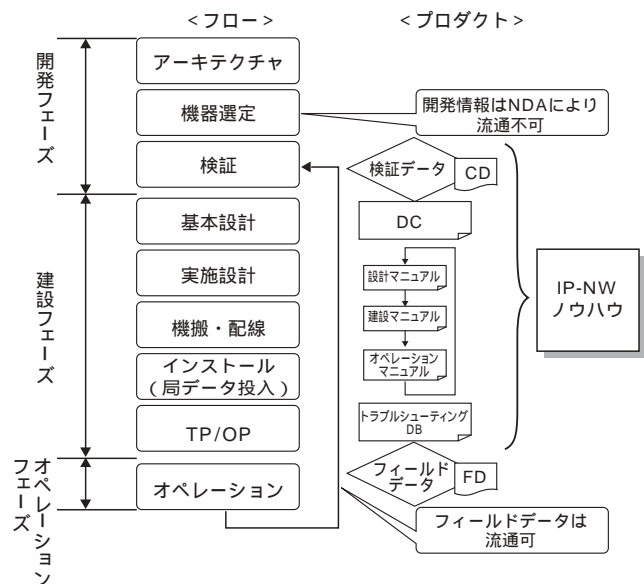


図6-2 NW総合検証とオペレーションとの止揚的融合

ライフラインとしての電話の役割を、国家的見地から再度見直して、IP電話網においてはメール・図・映像で代替する方式を活用して新たな要件定義を行う(図6-3参照)。

固定電話のライフ・ライン機能に追いつく領域とは別に、新たな機能を伸ばす領域を特定し、両者をバランス良く進化させる(図6-3参照)。

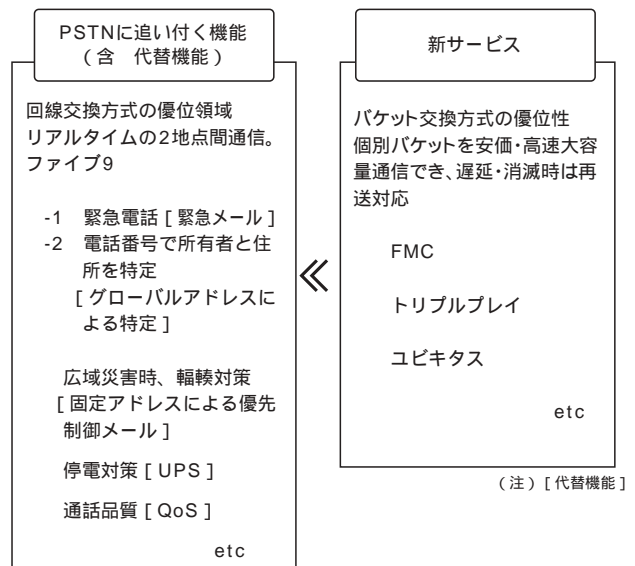


図6-3 PSTNに追いつく機能と新サービス

---

(注1) 止揚的融合

寺本義也によれば、ある組織の参加者であるA氏とB氏が、それぞれ「a」、「b」という異なるコンテキストを有しているケースで、A氏が「b」のコンテキストを共有するのでもなければ、B氏が「a」のコンテキストを共有するのでもなく、新たに「c」というコンテキストを創造することを止揚的融合という。この場合、新たな「c」は、現状では存在しないものから新たな意味や価値を創り出す止揚的融合であり、すぐれて創造に関する行為である。

(注2) QoS

Quality of Service。ネットワーク上で、ある特定の通信のための帯域を予約し、一定の通信速度を保証する技術。さまざまなサービスが混在するインターネット上でQoSを実現するため、トラフィックの特性を考慮し、優先度をつけてデータの扱い方を差別することにより安定したスループットや低遅延を実現する。

---

【参考文献】

- [ 1 ] BT Group plc ニュースリリース 2004.06.09  
<http://www.btplc.com/News/Articles/Showarticle.cfm?ArticleID=500408a0-a768-46e7-9dec-ef4a199be68e>  
(日経コミュニケーション 2005年1月15日号)
- [ 2 ] KDDI ニュースリリース 2004.09.15  
[http://www.kddi.com/corporate/news\\_release/2004/0915/index.html](http://www.kddi.com/corporate/news_release/2004/0915/index.html)  
(日経コミュニケーション 2005年1月15日号)
- [ 3 ] NTT ニュースリリース 2005.11.09  
<http://www.ntt.co.jp/news/news05/0511phqg/051109.html>
- [ 4 ] 公文俊平, 情報社会学序説, NTT出版, 2004, pp.49-73.
- [ 5 ] Clayton M. Christensen, The Innovator's Dilemma - When New Technologies Cause Great Firms to Fail -, Harvard Business School Press, 1997.  
クレイトン・M・クリステンセン(著), 玉俊平太(監), イノベーションのジレンマ, 翔泳社, 2001.
- [ 6 ] クレイトン・M・クリステンセン、スコット・D・アンソニー、エリック・A・ロス, 明日は誰のものか, ランダムハウス講談社, 2005, pp.177-195.
- [ 7 ] 寺本義也, コンテキスト転換のマネジメント, 白桃書房, 2005, pp.343-360.
- [ 8 ] NTT R&Dの系譜, NTTアドバンステクノロジー株式会社, 1999, pp.2-9.
- [ 9 ] 山口栄一, イノベーション 破壊と共鳴, NTT出版, 2006, pp.253-265.
- [ 10 ] 情報通信白書, 総務省
- [ 11 ] 小林清澄, "キャリアIPネットワークの最新動向," 情報処理, vol.47, No.10, 2006.
- [ 12 ] NTT西日本故障情報  
[http://www.ip-nw.com/hikaridenwa/top\\_hikari.html](http://www.ip-nw.com/hikaridenwa/top_hikari.html)
- [ 13 ] NTT東日本故障情報  
<http://www.ntt-east.co.jp/t/support/trou/trou.html>
- [ 14 ] 日経コミュニケーション(編), 2010年NTT解体 知られざる通信戦争の真実, 日経BP社, 2006, pp.78-97.
- [ 15 ] 藤本隆宏, ビジネス アーキテクチャー, 有斐閣, 2001, pp.10-13.