

## 通信インフラ網の技術開発における知の進化について

A Model of Knowledge Evolution  
in Technology Development of Telecommunication Infrastructure Networks

倉谷 光一 (くらたに こういち・Koichi Kuratani)<sup>1</sup>

平井 正活 (ひらい まさかつ・Masakatsu Hirai)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学大学院アジア太平洋研究科博士後期課程 <sup>2</sup>日本コムシス株式会社

### [Abstract]

Although the world's major telecommunication carriers' announced their communications infrastructure migration to the IP network in 2004, they have not yet shown substantial progress. This is because the knowledge of the Internet and the IP telephone network is totally different from the knowledge accumulated with PSTN (Public Switched Telecommunication Network) over the past 100 years; hence they are struggling to overcome the barrier of technology. Now, in the 21st century, the communications infrastructure is shifting irreversibly from PSTN (circuit switching) to an IP telephone network (packet switching) on a global scale as legacy switch makers discontinued their switch production lines all together. However, there is no sign of decrease of large-scale accidents\* in the communications infrastructure network facilities. In this thesis, a model of knowledge evolution in the technological development of telecommunications infrastructure networks is examined for the purpose of contributing to the development of the NGN (Next Generation Network), the full-scale service started by NTT East and West in March 2008.

\* Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC) defines large-scale accidents as "The trouble that makes more than 30,000 subscribers unable to communicate for more than two hours."

キーワード：知の進化、公衆電気通信網、インターネット網、IP電話網、自主開発/自主運用

### 1. はじめに

ジョージ・ギルダー：George Gilder (2001) は、著書 “テレコズム (Telecosm)” でコンピュータとマイクロチップが極めて有力なテクノロジとして進化すると同時に、コンピュータの情報処理、情報創造能力を凌駕しうる一つの技術力として、コミュニケーション力の登場をあげている。ニコラス・G・カ－：Nicholas G Carr (2008) は、“クラウド化する世界 (The BIG SWITCH)”<sup>[1]</sup>で、各企業が所有している IT 資産がユーティリティサービスへと変容し、企業が IT 資産に捉われずに自社の生産活動に純粹に打ち込めるようになるという。アンドロイド等のオープンなビジネスモデルが社会構造を根本から変容させ、企業中心から個人チャネルへといろいろな局面でビジネスが展開していくと予見している。公文俊平は、近代化の三局面として、出現局面（国家化局面）、突破局面（産業化局面）、成熟局面（情報化局面）を定義し、成熟局面で知力が集中的に増進すると述べている。その過程で、『この新しいパワーの獲得と発揮に専念する新しい種類の社会集団やそのメンバたち、及び新しいパワーの獲得と発揮の場として機能する新しい社会システムが共進化していく』としている。

コミュニケーション力がコンピュータの情報処理、情報創造能力を凌駕することで、情報化局面に新しいパワーの獲得と発揮の場として機能する新しい社会システムが共進化していく。SaaS(Software as a Service), PaaS(Platform as a Service), クラウドビジネスなど新たなビジネスモデルが次から次へと未曾有の速さで生起している。このメガトレンドは20世紀産業化社会とは全く異質の社会へと変容していくことを示唆している。通信インフラ網が果たす役割は、クラウドビジネスが情報化局面をリードすると仮説をたてれば、現在のメガ・

ギガの常時接続サービスから、テラ・ペタという人類がまだ到達していない社会環境・通信インフラ環境が要請されその役割がますます重要となっていくと考えられる。

2004 年に世界の通信事業者が競って通信インフラ網の IP (Internet Protocol) 化を発表したものの「IP 技術の壁」を克服するのに苦戦している。突然変異で IP 電話網の「知」が従来の PSTN の「知」と全く異なるためである。21 世紀に入り、交換機メーカーは揃って交換機製造ラインを撤去したために、PSTN (回線交換方式) から IP 電話網 (パケット交換方式) への転換

は、地球規模で不可逆的に進行している。日本では、IP 技術 (パケット交換方式) の得意技である高速広帯域伝送を活かして一般加入者常時接続サービスとして 100Mbps、1Gbps のサービスを世界一安価に提供している。ところが大規模な設備事故 (総務省発表: 3 万加入者数以上の顧客が 2 時間以上故障で通信ができない故障) の件数が減る気配がない(図 1 参照)。本論では 2008 年 3 月に NTT 東日本、NTT 西日本が本格サービスを開始した NGN に寄与することを目的として通信インフラ網の技術開発における知の進化について考察を加える。

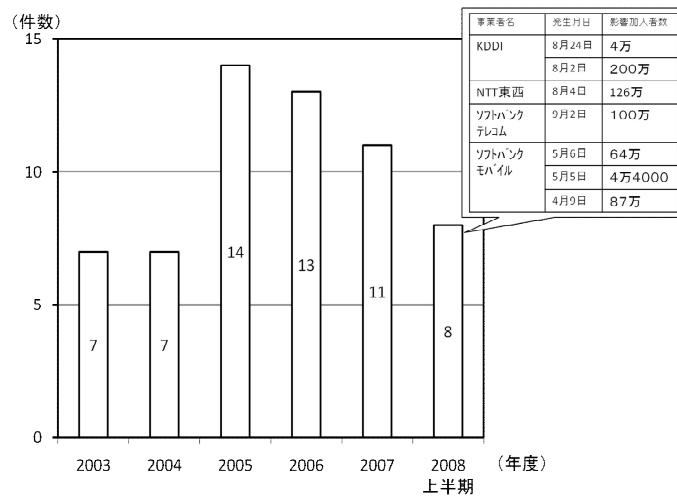


図 1 重大な事故件数 (総務省)

## 2. 先行研究

### 2. 1 知の進化

2001 年ノーベル化学賞を受賞した野依良次教授は、「実は情報は力でなくて、知識が力なのです。先生の教えるところは情報です。それを自分のものとして力 (知識) にする。情報は人のもの。知識は自分のものであることを銘記すべきです。したがって、知識に対して実践、実習、復習を能動的にしないと自分のものに定着しない。これは、鉄則です。」と述べている。野中・竹内<sup>[2]</sup>は、頭でわかるだけでなく、身体でわかる状態になっていることである。「知識は身体化されることで具体的な行為を促す。知識とは、論理のみならず信念 (価値) や身体化されたスキルを包含した全人的なものである。」という。進化とは、「世代を通じて受け継がれていく生物の性質が変化していくこと」であると河田<sup>[3]</sup>は定義している。

技術開発における知は、「心を動かし、自主的に深く掘り下げ、多面的に考察し、実践することで身体に取り込んだ状態。」と定義する。

### 2. 2 フロー理論

持続的イノベーションでは先輩から後輩への技術移転できるが、破壊的イノベーションでは（先達がおらず）ゼロから創造していくなければならない。特に技術開発においては試行錯誤を繰り返し「技術の壁」を克服することが重要である。チクセント・ミハイアはフロー理論により「フロー状態にはいると普段發揮できない力をはつきする。」という。東京通信工業（ソニーの前身）の設立趣意書<sup>(\*)1</sup>を引用して技術集団がフロー状態に入る環境を、「自由豁達にして愉快なる」職場環境と例示している<sup>(\*)2</sup>。天外伺郎は、ソニー社にて CD、NEWS、AIBO の技術開発に携わった経験を基に、難解な問題が偶然のひらめきや実験により運よく解決できたことから、「燃える集団」となった段階が運を呼び込むという。E. デシの実験(1975 年)で「外発的動機」が「内発的動機」を抑圧してしまうことが証明されている<sup>(\*)3</sup>。スポーツをするとき、「試合に勝たねばならない」外発的動機は、内発的動機である「楽しみ」を奪う恐れが強い。練習でも試合でもスポーツに夢中になる（ほかのことを忘れて没頭する）ことを楽しんでいる。これを内発的動機という。ティモシー・ガルウェイ<sup>[4]</sup>は、「インナーワーク理論」に

より、一人の人間を「セルフ1（指示を出し評価する自分）」と「セルフ2（セルフ1に話しかけられる自分）」の2通りに定義し、（セルフ2がセルフ1に指示されずに）先入観なしに感じ、行動し、内面で意識することを重視することで多くの会社の業績を伸ばしている。

結果を出すことに「恐怖感」や「迷い」を感じるのではなく、学び取ることを第一義として行動する点は、技術開発の「知の進化」を考察する上で貴重な示唆として留意しておきたい。

### 3. 方式知とプロセス知

通信インフラ網の技術開発のフローを、図2に示すように方式知<sup>[5]</sup>とプロセス知<sup>[6]</sup>に区分し、方式知はコンポーネント（機器）知とネットワーク（網構成）知から成り立つと定義する。コンポーネント知は通信機器の開発者が、機器を通信インフラ網に組み入れるネットワーク知は通信事業者がそれぞれ保有する。

日本の主要3通信事業者は、日本全国津々浦々に広がる巨大な通信インフラ網を構築・運用するために中長期的な展望に基づいた

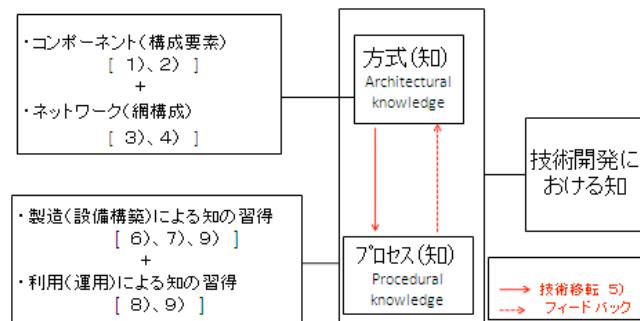
『通信インフラ網基本計画』を策定する。既存網を新しい通信インフラ網にマイグレーションするか、独立網として新しい通信インフラ網を構築するかは大切な選択である。設備の資本回転率が重要な経営課題となるからである。もちろんサービス寿命が長いPSTNサービスの通信インフラ網基本計画策定パターンとサービス寿命が短いインターネット網やIP電話網の通信インフラ網基本計画策定パターンとは全く異なる。2~3年と短寿命の場合には設備を需要に応じて頻繁に設備転用しなければならない。

「コンポーネント知」と「ネットワーク知」

との融合で「方式知」を獲得することができる（図3参照）。ネットワーク（網構成）の革新とコンポーネント（機器、部材・部品）の革新とでは、技術開発のアプローチ手法が異なることが分る<sup>[7]</sup>。家電製品や乗用車のような工業製品を商品として消費者に届けるビジネスモデルと異なり、通信サービスを「安全・安心」に提供する通信インフラ網では、社会性・公共性責務が格段に大きく、全国津々浦々に均質なサービス提供を法的に義務付けられていることから、固定資産設備の回転率が低く設備産業の中でも特異な特質を有している。通信インフラ網の技術開発では、「故障をすぐに直せる」「故障しにくい設備を創る」ためには、設計段階ですべての要件定義が難しいことから、本社と現場との境界・範囲は互いに補完関係にあり、これらが有機的に協働していく仕組みが必須となる。電話サービスだけを例にあげても、PSTNではライフルインサービスとして、地震・台風などの天災や火災・ケーブル切断事故などの人災に対してその一つ一つを通信サービス維持の教訓として積み重ね100年間「知」の蓄積を行った。IP電話網ではサービス内容が電話だけでなくデータ、音楽、映像、Web2.0<sup>[8]</sup>、クラウドコンピューティングなどブロードバンドサービスへとより一層複雑化している点に留意したい。PSTNの「知」を良く理解し精査した上で、IP電話網の技術開発に継承し進化させていくことが重要である。



図2 技術開発のフロー



[Ulrich,K. (The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm) [Research Policy] Vol.24, pp419-440]

図3 技術開発における方式知とプロセス知

#### 4. 知の進化パターン

##### 4. 1 自主開発の知の進化パターン：[PSTN]

図4に自主開発の知の進化パターンを示す。通信事業者自らが技術開発をリードしたことから「コンポーネント知」「ネットワーク知」共に通信事業者が保有できたことから、そのメリット（詳細仕様を規定できる技術力）を大いに活用し、  
 • 部品の共通化による調達コスト削減と在庫管理コスト、故障機器材料コストの削減  
 • 建設工事マニュアルの共通化と建設品質向上及び建設コスト削減  
 • オペレーションマニュアルの共通化と保守品質向上及び保守コスト削減  
 • 知的財産権活用による世界の通信事業者やメーカーとの技術提携

に関して大きな成果をあげた。

###### ネットワーク知とコンポーネント知

を融合し方式知として技術移転を行う。最初のフィードバックとして技術移転チームが研究所チームと協働する。次に設計段階でプロセス知 $\alpha_i$ と、建設段階でプロセス知 $\beta_i$ と、保守段階で $\gamma_i$ とそれぞれ協働し知の進化を促進していく。通信インフラ網に本格導入する前に、試用試験、商用試験を行い5年～8年かけて順次現場環境により異なる機能を包含しながら「知の進化」をすすめる。特に試用試験では研究者が現場に泊り込んで立ち上げることもある。ラボでは正常に動作したシステムが現場では予期できなかった要因でトラブルが頻繁にあるケースは、技術開発者にとっては現場の知を体得できる場を、現場技術者にとっては、新技術の知を習得できる場を提供した。そのトラブル頻度が多い程苦労するものの確実にノウハウ蓄積が進み、本格導入前のバグ取りと本格導入後のトラブルシューティングに大いに貢献した。

また、ユーザニーズは、当初申し込んでもすぐには電話が使えなかった経緯から、『すぐつく電話』『すぐつながる電話』の2大目標達成に向けて邁進した。10～30年という長期にわたり利用する顧客が大半で、コア技術開発に中長期に亘り専念でき世界トップレベルの品質を誇った。その実績を「ジャパンブランド」として世界市場に展開し国際協力強化に大いに貢献した。

##### 4. 2 アウトソースの知の進化パターン：[PSTN] → [インターネット網]

1990年後半に突然変異のように出現したインターネット網においても当初は電話交換技術と同様に外国技術の国産化を試行したが未達に終わった。市販汎用機器を組入れた通信インフラ網構築へ転換した。新規参入したベンダー（代理店）の「知の外部化」により本社開発チームと現場チームとの間で図5に示す「知の断絶」が生じた。開発と現場でのトラブルが、すべてベンダーへ集約されていった点に留意したい。そのため、メンテナンスコストが急増し経営上

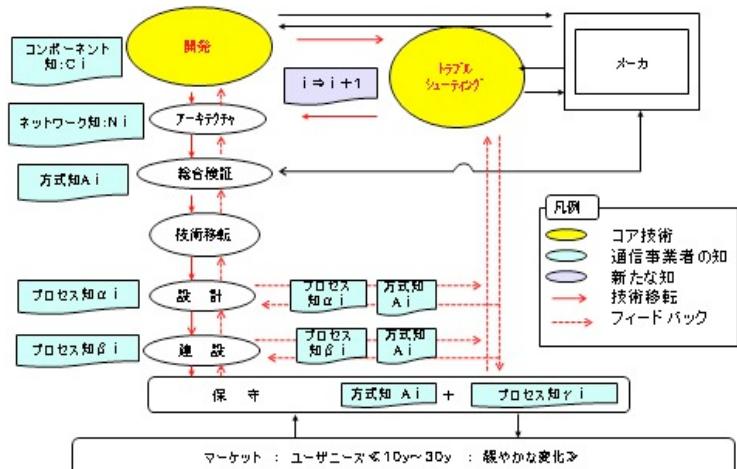


図4 PSTN成長期：自主開発における知の進化パターン

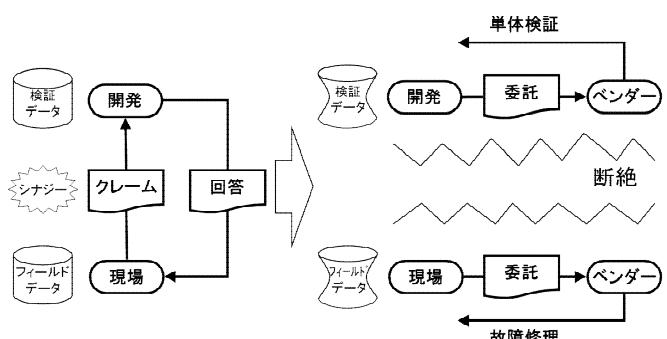


図5 知の断絶

の重要な課題となつた。

図6に示すようにシスコ社のビジネスモデルは、販売は販売代理店に、新技術移転は教育パートナー会社へそれぞれ委託する。このような知の技術移転方法は、日本の商慣習とは全く異なることから、PSTN期に築かれた組織ネットワークとインターネット網に相応しい組織ネットワークとは整合せず、PSTN期の組織はインターネット網の「知の進化」を阻害した。通信事業者はPSTN期のような圧倒的優位を保てない社会、或いはグランズウェル<sup>[9]</sup>で主張している企業からコミュニティへと主権がシフトしている社会では、コミュニティとの協働モデルへ早く変容しなければならない。

通信インフラ網の設計・建設・保守の「プロセス知」を習得するには、

- ①メーカーの「コンポーネント知」技術移転対象であるベンダー資格を取得し内部化する。
- ②対価を支払いバーゲニング・パワー（大量購買力）と併せてメーカーに外部化する。

の二者択一となる。USAメーカーは、評価基準をオープンとし公平性を担保した上でパートナーとのコラボレーションを前提としてグローバルビジネスを展開している。この背景を良く認識できればビジネスのベースが成立する。当初、事例研究対象の通信事業者が従来の資材調達方式によりメーカー購入原則を主張しても、USAメーカーは日本の代理店からの調達を主張し入り口から論議が噛み合わなかつた。「コンポーネント知」の開示無しでは、ある個別機器の故障が網全体に及ぶような大規模故障が発生しても、通信事業者にはその対応方法が全く分らなかつた。万一開示があったとしてもメーカーには、通信インフラ網の深い技術経験がないため解決できない。

このような事情を熟知する間もなく導入を急いだことはPSTN期に育った技術者にとっては不幸であった。日本の通信事業者としては初めての選択である[機器調達・設計・建設・保守]の知を外部化した例がある。これを一旦選ぶと関連する知がすべてベンダーに蓄積され、通信事業者には残らないことに留意したい。通信事業者の「技術の空洞化（Technology Drain）」を助長する。内部化（自主運用）を試みようとしてもデータ蓄積無しでは不可という道：“戻れない道”を歩むこととなる。

検証には、単体検証と総合検証の2通りがある。企業のプライベート網：VPN（Virtual Private Network）では単体検証が一般的である。特に中小企業では、IP技術の専門技術者が社内にいない例が多く、必然的にメーカーや代理店へすべて外部化するケースが多くなる。一方、通信事業者や大手企業では社内に高度IP技術者を抱え、リスクヘッジ（メーカー1社依存では安定購入に不安）と経済性（複数メーカーを競わせ価格低減を狙う）から、单一メーカー機器でなく複数メーカー機器を網に組入れている場合が多い。そのため、複数機器を相互に接続し、事前に安定性・高速性・操作性（異常時の措置手順）などを総合検証にて確認する必要がある。なぜならば、異なるメーカーの機器を、当事者であるメーカーが検証することはNDA（Non Disclosure Agreement）により互いに禁じているからである。

#### 4. 3 自主運用の知の進化パターン：[インターネット網] → [IP網] → [NGN]

図7にIP電話網の自主運用における知の進化パターンを示す。ルータやスイッチ等の通信インフラ網を構成する主要な機器を購入するだけではそのコンポーネント知を通信事業者は入手できない。そのため、総合検証にて複数の機器をラボ内にシミュレートした総合検証網にそれぞれの機器を組み入れて、独自に開発したレイヤ

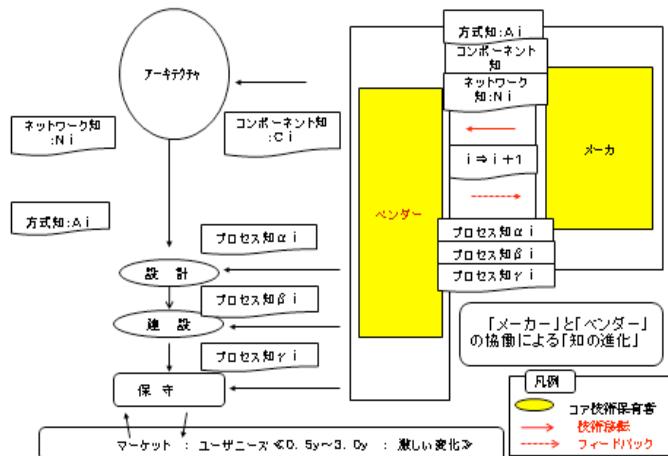


図6 インターネット網（外部化）の  
「知の進化パターン（空洞化）」

一やアナライザ等による様々な過負荷試験によりその特性を明らかとすることが重要となる。当初 IP 機器の操作方法熟知者がいない手探り状態が続いたが高度 IP 技術者計画的育成により、プレミアム網構築時（2004 年後半から 2005 年にかけて）初めて総合検証を実践した。総合検証にてコンポーネント知とネットワーク知と融合した。単体検証で得るコンポーネント知だけでは通信インフラ網性能を把握することは極めて難しい。単体検証時に表出しなかった多くのトラブルを総合検証では表してくるからである。個々のトラブルを分析し、課題をメーカーのコンポーネント知へとフィードバックすることでメーカーとの協働形態が大きく変容した。トラブル事象把握が曖昧で再現性の乏しいトラブル事例に対してはメーカーの反応は鈍く回答のない状態が続いたが、

総合検証にて定量化した事例に対しては即応体制を整備する事例が増えた。メーカーの改良機器を総合検証設備にて改良効果検証を繰り返していくという「プラスのスパイラル」へと発展していく。その結果、プレミアム網では、（主要ベンダーに一切依頼することなく）総合検証・技術移転・設計・建設・保守までの一連のオペレーションを実現した。設備建設面・設備運用面共に大きな成果が得られ、知の進化パターンの貴重な実証事例として広く関係者に認識された。USA メーカーは主として企業用途経験が多く通信事業者用途（キャリアグレード）経験が少ないことからプレミアム網の総合検証から導かれた通信事業者からの明確な要件定義に対して最初に戸惑いつつも米国本社との連携を真剣に検討するように変容していった。

総合検証で獲得した「方式知」と現場の「プロセス知」の融合をトラブルシューティングにより繰り返すことで「知の進化」が促進される。なぜならば、通信インフラ網は「方式知」と「プロセス知」との協働で進化する特質を有しているからである。

経験豊富な現場技術者からの助言は「知の進化」に貢献する。技術移転後に、設計段階でプロセス知 $\alpha_i$ と、建設段階で $\beta_i$ と、保守段階で $\gamma_i$ とそれぞれ協働して行うことが望ましい。トラブル発生毎にトラブルシューティングを愚直に繰り返しそのノウハウを蓄積していくことで「方式知」は更なる進化を遂げる。ユーザニーズが 2, 3 年で激しく変化する場合には開発期間が十分に取れないことも多々あり、市場投入時期を優先して「見守り発車」で本格導入される例が多い。この場合には本来総合検証時に解決すべきトラブルを内在したまま機器がリリースされるために、サービス開始後もトラブルリスクを内在している。これらを総合的に勘案したオペレーション体制が必要である。オンサイト、センター、バックヤードのエスカレーション体制を整え、迅速なトラブルシューティングを実現することが必要である。通信事業者自らが所

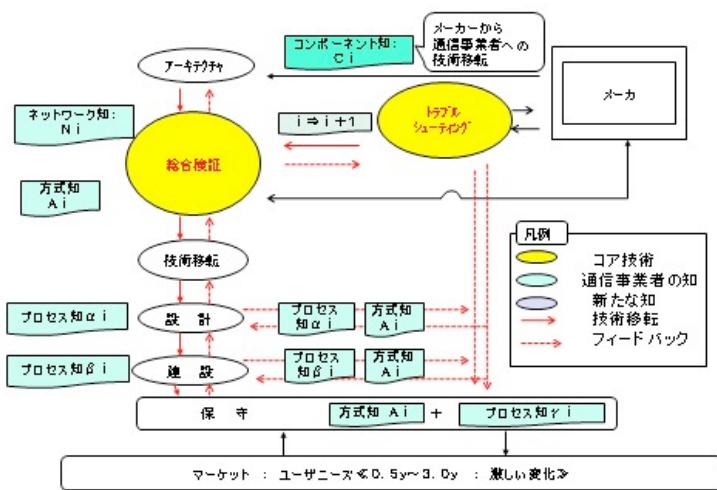


図7 IP電話網の「知の進化パターン（自主運用）」

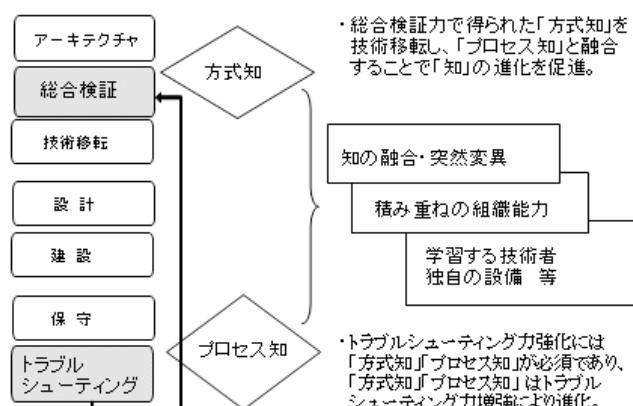


図8 知の進化モデル：自主運用

要の高度 IP 技術者を育成・配置することで本来業務であるオペレーション品質を保証でき、自主運用体制を NTT グループ内部化の知で構築できる。フィールドデータ（トラブルシューティング事例）を次的方式知を創造する素材と位置付けて分析・蓄積し、より高度な「方式知」へと進化させる「積み重ねの組織能力」を強化することが望ましい。

図 8 に示す「知の進化モデル」により自主運用を具現化し、CS 向上と委託費削減が期待できる。さらに「方式知」と「プロセス知」のナレッジデータベースを構築することで「知」がより一層進化する。知が進化すればするほどにオペレーション品質が向上していく「プラスのスパイラル」へと繋がる特質に留意したい。

## 5. 自主運用の研究事例

通信事業者自らが、自主開発機器でなく市販汎用機器にて自主運営を行うことを目的としていくつかの事例研究を紹介する。CCIE (Cisco Certified Internetwork Expert) 取得技術者 100 名を目標として、グループワイドに取り組んだ結果、(販売代理店参加無しで) NTT グループ技術者の総力により①IPv6-光プレミアム網の設備構築・設備運用、②プライベート網のトラブルシューティングに優れた成果を上げた事例である。

### 5. 1 IPv6-光プレミアム網

NTT 西日本では、フレッツ ISDN、フレッツ ADSL、B フレッツに続く「フレッツ光プレミアム」サービスを 2005 年 3 月に開始した。B フレッツユーザの移行と併せて 2008 年 9 月には光ユーザは 400 万加入を超えていた。図 9 に示すようにアクセス区間には当時としては先駆的にギガ・イーサネット (Gigabit Ethernet) をベースとした装置 (GE-PON) を採用し、100Mbps、1Gbps の加入者常時接続サービスが特徴として挙げられる。従来の B フレッツサービスと比較して、光プレミアム・サービスの特徴は

- ・マルチキャスト：「v6 マルチキャスト」の名称で契約する配信用インターフェースから複数の拠点に映像などの配信ができる。
- ・セキュリティ対策アプリケーションのバンドル提供：Windows にインストールする IPv4、IPv6 両対応のセキュリティ対策アプリケーションを回線ごとに 1 ライセンスをバンドル提供。常時接続では、ウイルスに感染する確率が高いので水際で防ぐためにセキュリティ機能を標準セットとして組み込んでいる。
- ・高品質テレビ電話：最大 VGA (Video Graphic Array、640X480 ドットの解像度)、30fps (フレーム/秒) の高精細テレビ電話ができる。

が挙げられる。

光プレミアム網は、それまでの B フレッツまでに提供していたサービスの維持を前提として通信インフラ網のアーキテクチャーを一新し、機能や仕様の拡張を図ったことに特徴がある。ベースプロトコルは IPv6 だが、IPv4 ベースのサービスインターフェースを維持しており、IPv6 による end to end のシンプルかつ広帯域な通信インフラ網を、IPv4 と共に存しやすい網として構成している。B フレッツまでの通信インフラ網は PPP (Point to Point Protocol) ベースのアーキテクチャーを採用していたが、PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet) と PPP を運ぶ IP 上のトンネル・プロトコルを組み合わせて実現するために 2 つの中継装置である BAS (Broadband

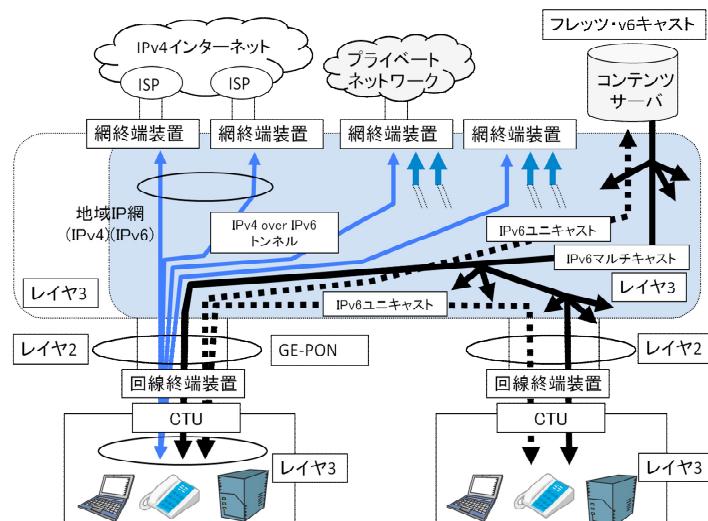


図 9 IPv6-光プレミアム網

Remote Access Server) あるいはBRAS(Broadband Remote Access Server)が必要となる。光プレミアム網では、従来のトンネリング方式についてはPPPを中継する方式から回線ごとに宅内設置したCTU(Customer Terminal Unit, 加入者網終端装置)とNTE(Network Terminal Equipment, 網終端装置)の間で、IPv6によりダイレクトにIP v4のトンネリングを張る方式へと変更し、コスト削減を行っている。

## 5. 2 トラブルシューティング事例

IP電話網のオペレーションにおいては、頻繁に起こる現場のトラブルに如何に迅速に回答を返すか?その組織能力を「プロセス知」を素にして分析する。オペレーション体制はオンサイト、センター、バックヤードの3部門で構成する方法が良い。次に有機的に連携する3部門の役割をエスカレーションルールとして関係者一同が理解でき迅速に対応できるようにマニュアルにて明示しておく。その骨格として

- ・オンサイトはセンターの修理指示を遵守する機能として、現地切り分け・故障部品の取替を実施する。
- ・センターは既知故障を分析し修理指示する機能として、遠隔監視・制御、回線切り分け、診断コマンドによる故障個所の特定、故障修理方法のオンサイトへの指示を実施する。
- ・バックヤードは未知故障の解析機能として、トラブルシューティングを行い、その結果を故障事例分析手法としてパターン化、シスログ解析集への反映、ナレッジデータベースの更新を行う。

をそれぞれ分担していくと良い。これらの作業を図示しその手順を図10に示す番号で表す。

- ① センターで故障を検知し、パターン判別により修理方法を検索する。検索できた場合は②へ進む。検索できない場合は④へエスカレーション。
- ② センターからパートナー会社へ故障修理方法を指示する。
- ③ オンサイト技術者は、現地に修理予備品を持って駆けつけ、現地修理を実施する。このフローで通常故障業務の85%~95%は解決できるように目標設定を行うと良い。
- ④ 解決不能な未知の故障の場合は、バックヤードへエスカレーションする。バックヤードは、トラブルシューティング結果をセンターへ回答すると共に、故障修理DBをナッジ・システムへ投入する。

このようにしてフィールドにおけるトラブルを迅速に解決することに集中して作業を完了させる。トラブルシューティングにて「新たな方式知」を積み重ねていくことにより「知の進化」が促進される。バックヤードにおいては、高度IP技術を有する「学習する技術者」と「独自の検証設備」とが必須である。IP機器では、PSTN機器に比べ頻繁に故障が発生することから、これらの機能が自主運営体制を維持する上で重要なポイントとなる。このエスカレーションルールはIBMにて2001年調査した結果を素に組み立てているが、日本シスコ社にて2006年調査した結果も同様の機能が担保されていた。

さらに、PSTN時代に通信事業者が得意技とした予防保全がある。IP電話網の歴史が浅い為に、未だフィールド・データを用いた予防保全に到達している通信事業者はいないが、通信インフラ特性を軽度な故障「リブート」段階でその履歴を統計処理し重大故障となる前に予防措置として取り替える方法である。予備機配備と組み合わせることで相乗効果が期待できる。予備機配備基準として、年間の故障頻度:NF, 1機種1箇所当たり設備量:Nと予備機配備外部化コスト:C1, 予備機内部化コスト:C2との比較を下記の算定式にて行うと良い。

$$10 \times NF \leq N \quad \& \quad NF \times C1 > NF \times C2$$

筆者の経験則では外部化より内部化が有利となる分界点となるケースとして、N値10が一般的である。それ以

上大きくなればなる程有利性は高まる。経済性だけではなく、知の集積効果により、故障にタフな設備運用力が顧客満足度向上に繋がることの効果が期待できる点に留意したい。

予防保全により経営品質が更に向かし、顧客満足度（CS）向上と共に、稼動平準化によるオンライン・保守費削減が期待できる。

## 6. まとめ

NTTが発表した2008年経営計画<sup>[10]</sup>によれば2010年度末に2000万加入を光アクセスによりNGNにてサービスしていくことを目標に掲げている。世界に先駆けて光フルIPによるNGNを完成すれば日本の国際競争力強化への貢献が大いに期待できる。自主開発機器であれば「方式知」「プロセス知」を所有できたが、市販汎用機器購入では「コンポーネント知」が保有できずに「知の断絶」が起こりその継承が難しくなった。そのためNGNに相応しい「知の進化モデル」を早急に構築していく必要がある。それには、①総合検証設備の整備と総合検証力の強化・充実、②トラブルシューティング設備とトラブルシューティング力の強化・充実、③積み重ねの組織能力を愚直に磨くこと、④方式知とプロセス知の融合により「知の進化」<sup>[11][12]</sup>を促進することが重要である。IP v6-光プレミアム網とトラブルシューティングの事例研究をもとに、通信事業者の本来業務である『基本網計画策定』と設備構築の実践、『設備運用品質の保証』とトラブルシューティングの実践の結果から、『学習する（高度IP）技術者』を通信事業者自らがグループワイドに育成することでノウハウ蓄積とコスト削減を同時に実施できることを提案したい。

PSTN時代に世界をリードする数々のサービスや方式を輩出した黄金期を自主開発のバリューネットワークにより確立し、PSTNの「知の進化」を促進した。NGNへの大転換に直面し、自主開発から自主運営へと早期にバリューネットワークを転換すべき正念場にいる。『自主運用』のバリューネットワークを提案する。「知の進化モデル」により、通信事業者のコア技術基盤として、総合検証と現場トラブルシューティングに関するナレッジデータベースを検証段階・フィールド段階の双方で構築し、これらを共進化する仕組みを構築できる。

このフローを具現化するバリューネットワークの要に研究所（共鳴場）<sup>[13]</sup>を位置づける手法の更なる研究を今後の課題としたい。

### [注釈]

（\*1）1946年（昭和21年）1月、ソニーの創業者のひとり、井深 大（いぶか まさる）が起草した「東京通信工業株式会社設立趣意書」は次のとおりである。

“眞面目ナル技術者ノ技能ヲ最高度ニ發揮セシムベキ自由闊達ニシテ愉快ナル理想工場ノ建設”

（\*2）フロー状態に入るための主要な必要条件：

1. 目標と能力が、ほど良くあっている。
2. 状況を自分自身で完全にコントロールできる。
3. 行為に対する明確ですばやいフィードバックがある。
4. 内発的動機にもとづいて行動している。

（\*3）とても面白いパズルを、被験者に解いてもらうと、当然休憩時間も熱中して取り組むのが普通だが、1問解けるごとに1ドルの報酬を与えたとたんに、休憩時間に皆が休むようになった。このことから、外発的動機（1ドルの報酬を稼ぐ）が、内発的動機（パズルを解く楽しみ）を抑制していることが解かる。

### [参考文献]

- [1] ニコラス・G・カー、村上彩訳『クラウド化する世界』、翔泳社（2008）
- [2] 野中郁次郎・竹内弘高『知識創造企業』、東洋経済新報社、pp162（1996）
- [3] 河田雅圭『進化論の見方』、紀伊国屋書店、pp15（1989）
- [4] W・ティモシー・ガルウェイ、後藤新弥訳『インナーワーク』、日刊スポーツ、pp299-345（2003）
- [5] Ulrich, K. “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm” Research Policy, Vol. 24, pp419-440（1995）

- [6] 柴田友厚「分断における学習の概念化へ向けて—NC アーキテクチャーの進化事例」、『組織科学』Vol134, No1, pp76–94 (2006)
- [7] Leonard-Barton, D. “Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development” Strategic Management Journal vol. 13. Issue S1, pp111–125 (1992)
- [8] 梅田望夫『ウエブ進化論』ちくま書房、pp70–75 (2006)
- [9] Li, C. and J. Bernoff “Groundswell: winning in a world transformed by social technologies” Harvard Business School Press (2008) (伊東奈美子訳『グランズウェル—ソーシャルテクノロジーによる企業戦略』、翔泳社 (2008))
- [10] NTT: 「サービス創造を目指して～ブロードバンド・ユビキタスサービスの本格展開～」(2008)  
2008年12月24日アクセス [http://www.ntt.co.jp/news/news08/0805qsvh/1jzn080513d\\_01.html](http://www.ntt.co.jp/news/news08/0805qsvh/1jzn080513d_01.html)
- [11] 寺本義也『コンテクスト転換のマネジメント』白桃書房、 pp. 343–360 (2005)
- [12] 寺本義也『無形資産価値経営』生産性出版、 pp. 48–66 (2006)
- [13] 山口栄一『イノベーション 破壊と共鳴』NTT 出版、 pp. 253–265 (2006)

## 情報通信基盤としての高品質日本語オープンフォントに関する検討

Examination of high-quality Japanese open font as Information Infrastructure

池田 佳代 (いけだ かよ・Kayo IKEDA)<sup>1</sup>・沼田 秀穂 (ぬまた ひでほ・Hideho NUMATA)<sup>2</sup>

兼子 正勝 (かねこ まさかつ・Masakatsu KANEKO)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>電気通信大学大学院・情報処理振興機構 研究員・<sup>2</sup>情報処理振興機構 研究員

<sup>3</sup>電気通信大学電気通信学部教授

### [Abstract]

Although Japanese fonts are essential for Information Infrastructure, little is known about the problems surrounding high-quality Japanese fonts and the process of their development. As there is a lack of Japanese fonts, which can be freely used in Open Source Software (hereafter, OSS) environments and multiple operating systems, IPA (Information-Technology Promotion Agency, Japan) provides the IPA fonts as Japanese open fonts for the purpose of solving this problem. This study examines the development process of the IPA fonts and their social meaning in the context of the industrial policies of the Japanese Government (regarding the promotion of OSS). It further discusses the measures necessary for their effective utilization. The conclusion is that the IPA fonts are open modules that serve as a core of the advancement of OSS. Furthermore, through the spread of the fonts and the establishment of the font development environment, it is possible to build software development environments with high interoperability.

### [キーワード]

日本語フォント、オープンソースソフトウェア、情報通信基盤、相互運用性、情報産業

## 1. はじめに

### 1. 1 背景

情報通信基盤として、文字を表示するための「フォント」は欠かせない存在である。ソフトウェアにおける日本語環境の整備を論じる際、日本語フォントが当然あるものとして展開されるが、実際には多大なコストをかけて開発された日本語フォントが無ければ日本語環境は成立しない。

フォントとは英単語の「font」または「fount」のことで、金属活字時代にはあるデザインで統一された1つのサイズで統一された活字ひと揃いという意味であったが、現在ではコンピュータ上で利用するためのデジタルフォントのことを指すことが一般的となっており（小林、2005:23）、本稿でもデジタルフォントのことを「フォント」と称する。

コンピュータ上で扱う日本語フォントには、1万字以上という字形<sup>(1)</sup>集合の大きさ、文字コード、異体字・外字処理、知的財産権、可読性などのクオリティ維持のためには多大な開発コストが必要などといった多くの課題を抱えている。

IT産業の歴史の中で、情報通信基盤となる日本語フォントは有償でサービスを提供するOSベンダやSIベンダが独自に調達することで、各OSやSIベンダの提供するクローズドな日本語環境での整合性をとってきた。しかし、インターネットが普及し、オープンソースソフトウェア（以下OSS）における開発が推進される中、フォントについてもオープンであることが求められるようになってきた。

一方、日本政府がOSS普及推進を進める中、OSSにおける開発環境、異なるOS間におけるマルチOS環境で自由に利用できる日本語フォントがないという問題が明らかとなった。OSS活動さらには日本のソフトウェア産業の活性化において、オープンな日本語フォントの不在が大きな障壁となっていた。この問題を解決するため、独立行政法人 情報処理振興機構（以下IPA）は、2003年より「IPAフォント」を提供している。IPAフォントは、商用フォントと同等レベルの字形集合を保持し印刷にも対応できる可読性を追求した高品質フォントである。