

情報通信機器の現状と今後の技術開発

10

古川一夫 ● (株)日立製作所

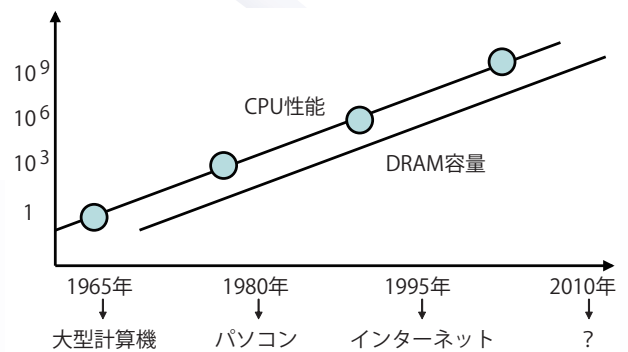
ものづくり産業と企業経営

情報通信の歴史

ICT (Information and Communication Technology) やエレクトロニクスの世界は3年で4倍、30年で 10^6 倍変化するダイナミックな世界である。15年でCPUの性能、メモリ容量がともに 10^3 倍向上することにより、実社会とのバランスが崩れ大変革が起こってきた。図-1の通り1965年の大型計算機、1980年ごろのパソコン、1995年のインターネットの大変革が起こっている。次は2010年に変革が起こると予想されるが、その変革とはいかなるものであろうか。これを予想する前に、まず、近年の変革であるインターネットに貢献した情報通信およびその機器の歴史について述べてみたい。

現在、情報通信は、あらゆる人、モノ、サービスを繋ぎ、時間や場所を問わないサービスを提供し、我々の生活を豊かにしている。情報通信の歴史は1970年に全米大学のコンピュータ同士を接続したIMP (Interface Message Processor) と呼ばれる世界最初のパケット交換機に遡る。このパケット交換機の利用により従来孤立していたコンピュータの情報が共有され、コンピュータの利用がより高度なものへと発展していくこととなる。その10年後、汎用的なプロトコルであるIPによる商用のパケット交換機であるルータが登場する。当時120Mbps程度の性能であったが、1993年にパケットの転送処理をASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェアにより実施するルータが登場すると、半導体技術の進展を背景にルータは急速に高速化していく。現在では、インターネットの普及を背景に、数Tbpsの製品が登場している。

ルータの高速化で鍵となったのが、ハードウェア化技術である。この技術の特徴は、IPアドレスと転送先の対応関係を記載した経路表の作成といった複雑な処理をCPUで実施し、比較的単純なパケットの転送処理をASICなどの高速なハードウェアで分離して実施することである。性能が必要となる転送処理を高速なハードウ



エアが実施することで、高速パケット転送が実現される。一方で、我が国では、携帯電話によるデータ通信が、その利便性から急速に普及し、高速化していった。携帯電話がデータ通信に利用され始めた1993年当初の第一世代携帯電話では、データ通信速度は2.4kbpsであったが、デジタル方式が導入された第二世代携帯電話では、9.6kbps (1995年)、28.8kbps (1996年)と大幅に向上する。さらなる高速化に向けた第三世代携帯では、デジタル方式であるCDMA (Code Division Multiple Access) を広帯域化したW-CDMAにより384kbps (2001年)、EVDO (Evolution Data Optimized)により2.4Mbps (2003年)、3.1Mbps (2006年)に向上した。

この高速化は、より多くの周波数帯域の活用により実現されてきたが、データ通信量の増大に伴い、有限の資源である周波数の逼迫が問題となってきた。このため、周波数帯域を増やすことなく、高速化可能なMIMO (Multiple Input Multiple Output) が注目/開発され、近年の半導体技術を背景に無線LANにて実用化されている。MIMO技術を携帯電話のデータ通信に活用したLTE (Long Term Evolution) は、100Mbps以上の通信速度を達成する。

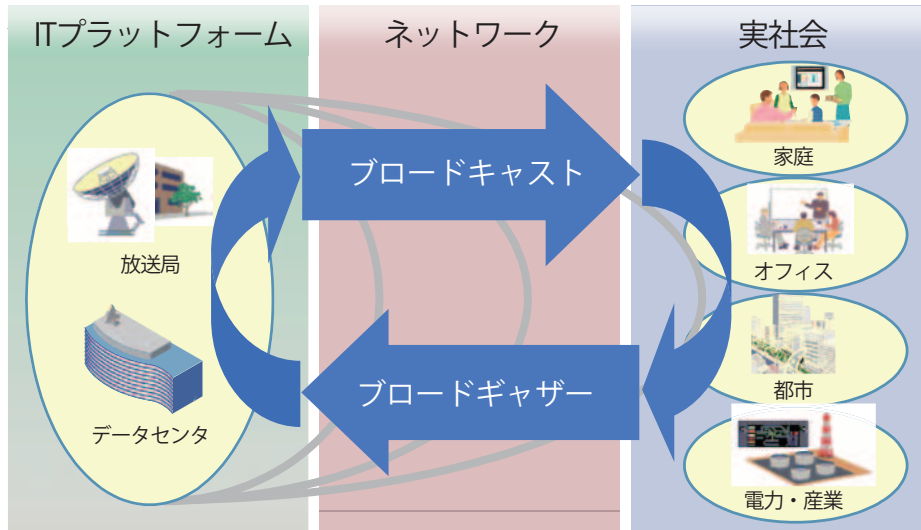


図-2 今後の情報通信プラットフォーム

今後の情報通信

15年周期の節目にあたる2010年に花開く情報通信プラットフォームはいかなるものであろうか。前章に記載した情報通信の高速化、発展は、ネットワークを介して実社会の人・モノに対して大量の情報をあまねく配布するブロードキャストの世界を実現してきた。今後は、実社会の大量データの収集（ブロードギャザー）がさらに進展し、ITプラットフォーム（データセンタ）に蓄積された情報を解析することで得られる高度な知識情報が再びネットワークを介して実社会の人・モノ・サービスに戻され（ブロードキャスト）、今まで実現し得なかった循環型価値再生産が実現されると仮説を立てた（図-2）。

この情報通信プラットフォームでは、今までは考えられなかった情報量であるギガやテラといった情報が一瞬のうちに集められるといった情報量の桁が変化する「情報爆発」が起り、情報の処理形態が大変革する。

情報通信の果たす役割も大きく変化する。半世紀に及ぶ情報通信プラットフォームの進展は、これまで我々の利便性向上に貢献してきたが、現在も我々は資源・環境問題をはじめ、少子高齢化、医療、食料問題といったさまざまな課題に直面している。今後の情報通信プラットフォームは、これらの課題に対応する我々の生活を支える社会基盤となる必要がある。

世界が直面するこれら課題の多くは日本が正に直面している課題であり、日本が世界の先頭に立ち研究開発を推進し、前東大総長の小宮山氏の指針¹⁾にもある通り、課題先進国から課題解決先進国へ変革することが必要である。そうすることで、情報通信分野での世界の主導権を握り、情報通信が産業復興の成長ドライブとなる。

では、この情報通信プラットフォームにおいては、どのような世界が実現されるのであろう。たとえば、カメラや各種センサにより高齢者を見守り緊急時に通報するサービス、食料品に付与したRFID（Radio Frequency Identification）による生産者、流通経路を消費者に提供するトレーサビリティ、プラントに設置された各種センサによるプラント監視、電力網の高機能化により省電力を実現するスマートグリッドなどが挙げられる。

また、人の生活や組織を可視化することで我々の生活を豊かにするサービスも考えられる。すでに取り組みが始まっている生活のリズムを可視化する「ライフ顕微鏡」では、腕時計型センサノードにより、人の行動にかかわる情報を記録・解析し、可視化することで、我々に気づきを与える（図-3）。情報通信プラットフォームは、このような新たな価値をブロードギャザー、ブロードキャストといった循環型価値再生産プロセスにおいて、我々に提供することとなる。

今後の技術開発

本章では、情報通信プラットフォームおよびプラットフォームを構成する情報通信機器が前述のさまざまな課題に対応する社会基盤たる要件とその技術開発の方向性について述べる。

要件としては、まず、前述した「情報爆発」への対応が挙げられる。今後、無数のセンサが情報通信プラットフォームに接続され、大量な情報が収集される。次に、情報通信プラットフォーム自体の省電力化である。情報通信機器等のICT機器の消費する電力は、2025年には国内の電力消費量の20%程度を占めるとの予測もあり、

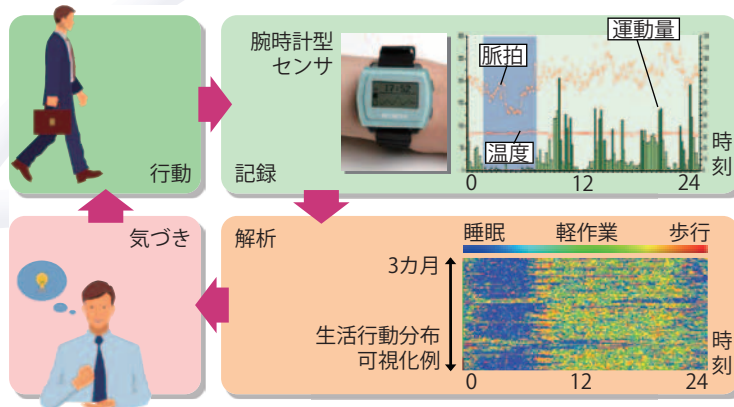


図-3 センサネットを用いた「ライフ顕微鏡」

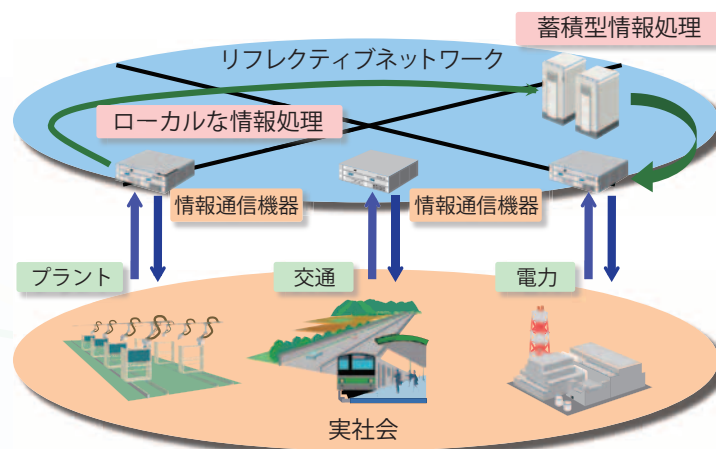


図-4 リフレクティブネットワーク

ものづくり産業と企業経営

情報通信機器の省電力化が急務である。また、24時間、365日、常に稼働し、品質を確保した情報通信を実現する信頼性も必須である。前述のプラント監視、スマートグリッドなどにおいては、特にこの信頼性が要求される。

そのほかにも、安心安全に利用できるセキュリティの担保、利便性の向上などが挙げられる。以下では、特に「情報爆発」への対応、省電力化、高信頼化技術に関してその技術開発の方向性を述べる。

■「情報爆発」への対応

「情報爆発」に対応するため、集中配置するデータセンタと情報伝達するネットワークといった従来の情報通信プラットフォームが、新概念の「リフレクティブネットワーク」に移行する必要があると考える(図-4)。従来では、すべての情報をデータセンタに送信するため、「情報爆発」により、情報通信機器の電力急増やネットワーク帯域の枯渇による通信品質の低下といった課題が発生する。

リフレクティブネットワークにおいては、情報処理機能が、蓄積型情報処理機能と、ローカルかつリアルタイム

な分散情報処理機能の2つに分類される。蓄積型情報処理機能は、従来通りデータセンタに配置され、データベースの高信頼管理やデータマイニングのようなデータを蓄積処理する機能を受け持つ。一方、社会基盤アプリケーションが求める高速応答が必要なリアルタイム処理や、センサ情報や画像情報などの大容量情報処理は、データセンタに集中配備せず、ネットワーク上での分散処理機能により実現する。このリフレクティブネットワークにおける分散情報処理機能により、従来の情報通信プラットフォームでは実現し得ない高速応答、高信頼、省電力化が達成可能となる。

このプラットフォームにおける無線データ通信では、「情報爆発」に対応し、限りある周波数資源を有効活用しつつ、高速なブロードギャザラ、ブロードキャストを実現する技術が必要である。現状では、通信方式(EVDOなど)ごとに運用周波数が割り当てられている。ある場所、時間に注目すると、その周波数に空きが存在する状況が発生するため、周波数資源の利用効率の向上が期待されている。

今後、多種の通信方式の中から最適な方式を選択する

技術開発により、周波数資源を有効利用することが求められる。たとえば、端末や基地局が周囲の電波状況を認知し、最適な周波数や通信方式を選択するコグニティブ無線などが候補となる。

■省電力技術

情報通信プラットフォームにおいて、その流通するデータ量はプラットフォームの性能以下であることが一般的である。たとえば、企業 LAN においては 1% 程度のデータしか流通していないとのデータもある。このため、無駄な性能を低減して省電力化を実現する情報通信機器の動的性能制御技術が省電力化の鍵となる。たとえば、ルータでは、パケット処理用の LSI を複数備え、動作する LSI 数を、入力するデータ量に応じて動的に変更して省電力化するという技術開発が、急速に進展する。

さらに、光技術の適用も進む。これまで、伝送装置などの情報通信機器や情報通信機器間のインタフェースとして光技術が適用されてきた。今後は、さらに適用範囲が拡大し、情報通信機器のバックプレーンと呼ばれる部分や LSI チップ間の伝送に光技術が適用される。さらに、実現が難しいと言われる光メモリが実現され、光ルータが登場する可能性がある。

■高信頼化技術

ネットワークの通信品質の確保や障害時に短時間で通信を復旧する技術の開発が必要となる。従来のインターネットでは、ルータがお互いに交換した経路情報により自律分散的に情報伝達の経路を決定していた。通信品質の確保には、経路を固定して回線帯域とその回線を通過するデータ量を管理・制御することが必要であり、障害対応には明示的な冗長経路設定が不可欠である。

現在、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) や IETF (Internet Engineering Task Force) では、明示的な経路を割り当てる枠組みである MPLS-TP (MultiProtocol Label Switching-Transport Profile) の検討が進んでいる。情報通信機器にお

いては、この枠組みに準拠しつつ、ネットワーク規模に対するスケーラビリティを確保した経路や帯域資源を集中管理する技術が重要となる。

無線データ通信においては、切れない(通信断のない)通信を実現することが必要となる。無線通信では、雑音や干渉、伝搬路の変動に起因するデータの欠落/遅延により、有線通信と比べ安定的なデータ通信が難しいといった課題がある。誤り訂正技術と再送制御技術を組み合わせた Hybrid-ARQ (Automatic Repeat Quest) 技術が活用されているが、さらなる品質の向上により有線通信と同等の信頼性を確保する技術開発が必要となる。

まとめ

今後の情報通信プラットフォームは、実社会から収集した大量データに基づき、高度な知識情報を実社会の人・モノ・サービスに戻すことで、循環型価値再生産を実現すると仮説を立てている。この価値生産のプロセスにおいて、情報通信プラットフォーム情報通信機器は、従来の利便性の向上に加え、世界が直面する少子高齢化、医療、食料問題、「情報爆発」といったさまざまな問題に貢献することが求められる。これらの課題の解決に向けた情報通信機器の技術開発が今後、重要となる。

参考文献

1) 日経サイエンス 2007 年 4 月号。

(平成 21 年 12 月 7 日受付)

古川 一夫 (正会員)

kazuo.furukawa.mz@hitachi.com

1971 年東京大学工学部修士課程卒業。同年(株)日立製作所入社。戸塚工場、日立テレコム USA、情報通信事業部等にて主に情報通信関連機器の開発、事業推進に従事。2006 年に執行役社長に就任、2009 年より現職。電子情報通信学会会員。

