ICTの進化と将来社会への展望

講演日：2008年5月26日（月）

場所：機械振興会館

(正会員) 矢 野 薫[†]

1. ま え が き

ここのところ、前会長が最後の特別講演をするというのが慣例になりつつあるようですので、私の場合はふさわしい話ができるかどうか、心もとないのですが、1時間ですから、我慢して聞いていただけたらと思います。

私は、1966年にNECに入社し、もう42年になります。この40年を振り返ると、最初の1/4は技術開発、次の1/4は若い人の世話役のようなマネジメント、その次の1/4はどちらかというと事業的なこと、最後の1/4はコーポレートマネジメントとして会社全体のことをやってきました。今考えてみると、「デジタル」が私の人生にずっとついて回ったという感じがしております。

したがって、専門性では学会に相応しくはないかもしれませんが、技術者としてやっていた30年以上前の話も含めてご紹介いたします。

コンピュータは割りと早くデジタル化されましたが、通信・放送の世界は割りと遅く、それでも私が入社した前年に、NTTでデジタルの通信装置が初めて商用になりました。入社時の希望はデジタル通信であったので、それ以来、デジタル通信をやってきました。しかし、放送は実はとても難しく、地上波デジタルで、アナログ停波が2011年ということですから、どうやら通信と放送の世界におけるデジタル化の最初からほぼ最後までつき合ったのが私の人生だったかなという感じがしております。

その中で、最初にできたデジタルの通信装置は、実はトランジスタ式であり、ICはまったく載っていなかった。私の入社当時、まだLSIというものはなかったですから、こういう通信装置をICを使って作ってくれというのが、私が会社に入ったときのミッションでございました。

もちろん、私も中学生のころはいわゆるラジオ少年ですから、真空管をいじっていたわけで、まったくのアナログです。それが大学ではトランジスタを勉強し、会社に入ったらICだったということで、私にとってデジタルとは、LSIとほとんど表裏一体に結びついているようなイメージ

があります。

ですから、デジタル化が進んでくる過程には、LSI化の技術が表裏一体で進んできたから、デジタルの通信・放送ができてきたということです。

ただ、その中で、もう一つは、デジタルシグナルプロセッサの進歩があって、それはソフトウェアが非常に進化したということで、今の時代が来ていると思います。

2. ICTの進化

20世紀になった年、1901年に報知新聞が、20世紀に何が実現されると思うかを評価したものが 있습니다。その中で、ICTに関係あるものでは、無線電や電話、および写真電話の実現、買い物が便利になるとか、人の声がそのまま遠くまで伝わるというようなことが予測されています。これらは20世紀の間に間違いなく実現されており、特に最近の携帯電話では、このようなことが皆一気に実現される時代になっています。

一方、暴風雨を防ぐ、人と獣が自由に会話する、蚊や蚤の滅亡などいわゆる自然環境のコントロールのようなことは実現できなかった。しかし、われわれがやっているような分野は、すごく予測が当たって、進歩したということです。

経済の成長は単調な直線ではなく、新しい成長の源泉やそれを支える技術が出現して、それに適応した社会経済システムが構築されることによって、また新たな成長の段階に入り、当初は急速に成長してやがて緩やかになります。

社会経済の構造が大きく転換して、次の時代の経済成長へと移行していくわけです。

それで、経済成長を歴史的に振り返って見ると、農業が急激に発展して、それから軽工業、重工業と発展して、今は情報・知識の時代になっています。まさに21世紀は情報・知識の時代であり、このような時代に、映像情報メディア学会始め、このような分野に携わっている人は非常に社会的にも期待されているし、できることも多いのです。

さらに、情報・知識の時代の裏にあるのがICTのテクノロジーであり、インターネットや携帯電話を使うことによって、情報・知識を、いつでも、だれでも、どこでも、得ることができる時代になっています。

裏返して言うと、少し前の工業の時代は、資本・設備だったわけですが、これらは、いつでも、どこでも、だれで

[†] NEC 代表取締役執行役員社長

"Evolution of Information and Communication Technology (ICT) and Prospects to Society in the Future" by Kaoru Yano (President, NEC Corporation, Tokyo)

も手に入れられるものではなかったわけですが、情報・知識の時代は、だれでも経済の成長あるいは繁栄のための資源を手に入れられる時代になったということが、それまでの時代と大きく変わっております。そのような意味では、今、世界中が、途上国とか、本当にまだまだ発展できていないところすら、これから経済が大きく発展できる、そういう基盤が作られつつある、ということだと思います。

2006年の統計では、インターネット利用者が11億、携帯電話の加入者が26億、今日あたりの新聞だと30億とありますが、普及率で見ても、携帯電話が40%を超えて、インターネットも20%近くになっており、世界中が新たな経済成長に参画できる時代になってきたということです。

その中で、インターネットやブロードバンドの進化は、特に日本では非常に早く、トラフィックがどんどん増えています。ブロードバンド利用者の一人ひとりが2日に一遍CD-ROM相当の情報量をダウンロードしているということで、日本でのインターネットのトラフィックは700Gbpsに達しており、ものすごい勢いで増え続けています。

したがって、これだけの情報が世の中を行き来しているのですから、ちょっと企業家精神、アントレプレナーシップがある人であれば、それを経済的価値に転換できるということだと思います。

それで、国内の携帯電話もいよいよ1億台を超えましたが、実は日本の携帯電話というのは電話ではなくて、「携帯コンピュータ」と言った方が良く、インターネットへのアクセスも、メールもその他いろいろなことがで

きるようになっていきます。

もちろん、日本の場合にはeコマースが、パソコンから買う量よりは携帯から買っている金額の方が大きいのであり、日本の場合にはもう「携帯コンピュータ」になっている。そして、いよいよワンセグも入ってきて、本当にテレビの代わりにもなる。

ワンセグの携帯の画面は小さいですが、最近の若い人は、自分の部屋でこの小さい画面を見るのだそうです。

ですから、今、アメリカや日本、中国でも大型テレビが売れないのです。昔、テレビは大勢で見るものでしたが、最近では一人で見るものになって、あの携帯電話の小さい画面でも見るという時代が変わってきているようです。

そのような人間の行動パターンも、ICTが進歩すると、変わっていくということです。

インターネットや携帯電話の普及はものすごい勢いで伸びていますが、今まで私どもが経験した中で、家電製品に関して最も急速に普及して100%まで達したのはカラーテレビなのです。図1のように、普及率はほとんど垂直に立ち上がっています。それだけ、カラーテレビのインパクトは大きかったということが、このデータからも実証されているわけです。映像のメディア、特にそれがカラー化されているということのインパクトの大きさは、本当に前代未聞、空前絶後というものであり、カラーテレビが普及してから何十年も経った現在でも、カラーテレビを超えるようなインパクトのあるメディアは出ていないということだと思います。

図1 主要耐久消費財の世帯普及率の推移

図2 伝送通信/放送の進歩

それで、地上波デジタルも、今、普及がどんどん進み、2011年にはいよいよアナログ停波となりますが、放送のデジタル化は、CS、BSから始まり、地上波デジタル、そしてワンセグと来たわけです。この辺の技術は、その裏にはいろいろな努力があってここに至っていることだと思います。

私は、40年前に会社に入りましたが、通信のデジタル化をやっていました。当時は、結局は電話をいかに遠くに飛ばすかという話で電話音声というアナログ信号をデジタルに変えることが一番難しく、その次が、そのデジタルに変えたものを遠くに飛ばすのがまた難しいことでした。

それをLSIでやることになりましたが、私が入社したところから、音声でさえ難しいのに、1960年代からテレビ信号のデジタル化を一生懸命研究している人がすぐそばにいました。そのころから見ると、少なくとも30年ぐらいは、ずっと技術を開発して、ようやくCSでデジタル放送が実用になったということです。かなり大きな変革をもたらす技術開発は、30年ぐらいかかるということを心しておかないと、なかなか短期的な視点だけではできないことだと思います。

地デジも、これからまだまだ普及が進まなければならないのですが、デジタルの効用は、一旦デジタルのテレビを見たら、もうアナログは見る気はしないというのが一般的だと思いますから、必ず普及してくると期待しています。

3. 具体的な取組み

ここまでは一般論でしたが、次にNECという観点で、私

がやってきたことを少し申し上げたいと思います。実は私も、図2にある電話機をつくるために創立された会社であり、1899年、アメリカの会社の子会社として作られました。ですから、日本電気といういかにも日本らしい名前を最初から付けていますが、実は日本最初の外資系企業です。現在の外資法のような法律が変わり、合併会社を初めて作ることができるという法律が制定された年に作られたのが日本電気であり、外資系企業とは全然思えないような会社ですが、外資系企業だったのです。

その後だんだん、アメリカとの政治的対立が深まってくる中で、自分で技術開発を行わなければならないということになり、1928年には、いわゆるファクシミリの原形を自主開発しました。

これが欧米のファクシミリに比べたら、断然良い性能だったので、当時、昭和天皇が京都で御大典という即位の式を行ったときに新聞社の写真電送に使われ、新聞に印刷されました。NECは、その頃から自主技術の開発をずっと進めてきたという歴史をもっています。

その中で、私は、1965年に商用化された音声伝送のデジタル化、PCM24の開発に携わりました。その頃は、それまでのアナログ伝送方式に近いようなことを、ものすごく苦勞して実現したという時代でした。私は、LSIでアナログをデジタルに変換するコーデック、あるいはデジタルをアナログに戻すものを会社に入ってから10年ぐらやっていました。世界でもつば競り合いをしていましたので、何とも言えませんが、トップでやっていたと思います。毎日毎日、残業の連続でやっていたことを、今になって思い

図3 動画画像符号化の標準化

出します。また、この頃から画像のデジタル化も研究開発を進めており、1973年にフレームシンクロナイザとして商用化されました。

動画画については、H.261という64kbpsでも送れるようなテレビ電話用のコーデックの標準ができたり、あるいはMPEGができて、初めて実用化が始まりました。単にテレビの信号をデジタルにただけでは、ものすごいビットレートになりますが、それを、DSPでいかに帯域圧縮するか、ビットレートの圧縮をするかという技術が、ここでどんどん進化してきました。MPEGで見れば、図3のように30Mbpsぐらいのものを1.5Mbpsに圧縮したのがMPEG-1、100Mbps程度のものを4MbpsにしたのがMPEG-2、あるいは4.6Mbpsぐらいを384kbpsにしたものがMPEG-4で、帯域圧縮、あるいはビットレートの圧縮技術の進歩だったわけです。

それで、MPEGに代表される圧縮技術は、結局は標準化をしないと、エンコーダとデコーダのミスマッチングが起きてしまいますから、まずは標準化が第一に必要で、しかも、それを厳密に標準化していかないといけないということです。そのためには、基本的にはデジタルでやるということにせざるを得ません。

しかも、構成要素は、符号化処理そのものに加え、それを制御するメカニズム、あるいは前処理するメカニズムなどが必要となります。このようなものはLSIで実現しなければ、とても実用にならないわけですが、第1のポイントは、演算量を1/20に削減してLSI実装を可能にしたことです。これは、動きの探索方式として、マルチセグメントの動きの探索、ひし形の間引き探索、探索ウィンドウ適応シフトなどの技術で可能にしました。また、画質許容限以下の期間を削減することで、民生的な機器の実用的画質を達成したり、電力消費を減らす努力もされました。

結局は、圧縮するためには、生のデータを全部送るのではなく、その次に来るものの多くを予測していくというような符号化が必要となります。1960年代に私がやっていたころは、音声はいわゆるPCM符号化で、ストレートに符号化したわけですが、当時は、デルタ変調というのがありました。これは、1ビットの符号化で、前のデータに比べて正

図4 動き探索方式の効率化技術

方向か負方向かという増減だけを1ビットで変換するという方式です。この方式は、過去の履歴に基づいて次を予測する、あるいは次の符号化をするという技術でした。少々極論すれば、1ビットで符号化していたものを、ずっと高度にしたのが、フレーム間予測、あるいはブロックマッチングなどであり、どんどん高度になってきました。

このような技術には、図4のように水平間引、ひし形探索、適応シフトなどがあり、長い30年の歴史の中で、いろいろな技術が開発されて、良いものだけが残って纏まってできたのがMPEGであり、結果的に1/20までビットレートを圧縮できたということです。

図5にMPEG-2エンコーダの製品化例を示します。チップ

面積が、実用化版では100mm²、つまり、10mm角を切るような中に、複雑な予測符号化などの数多くの技術が組込まれています。それで、このようなものを私どもで作りDVDレコーダ、あるいはD-VHSレコーダ等々に標準的にたくさんご採用いただきました。

ところが、従来のMPEG-2に比べて、地上波デジタルは若干ハードルが高く、もう少し良い画質のものを、11～14Mbps程度のビットレートで送る必要があります。従来のBSデジタルに比べると、これは相当厳しい圧縮が必要となりました。

定性的には、ビットレートが14Mbpsより下がると、急激に主観画質が劣化するということがあり、BSデジタルは18～20bps程度、地上波デジタルは10～14bps程度ですから、地上波デジタルは画質を保つことが相当厳しかったという

図5 MPEG-2エンコーダLSIの製品化例

ことです。実は、実時間固定レート符号化方式には限界がありますが、これを克服することによって初めて地上波デジタルの符号化ができたわけです。

それらの技術が、図6のような事前解析型符号化、およびツープラス符号化です。従来は、雑音除去程度の前処理の後で符号化を行っており、符号化のアルゴリズムは、符号化制御部で制御していました。地デジでは、事前解析部で少し先まで見て、どのような信号が来ているかを解析した上で、それを用いて符号化のアルゴリズムを決定していきます。そのために、そもそもビットストリームを生み出すところの信号に遅延を持たせ、遅延の間に解析してアルゴリズムを決めます。加えて適応前処理では、画像の特性も改善し、これらの技術の組合せでビットレートを大幅に圧縮できました。その結果、急激に絵が変わるようなシーンチェンジのときにも対応できるし、一瞬、パッと光るようなフラッシュ発光部分にも対応できるような符号化方式ができたということです(図7)。

図7 事前解析型3次元符号化制御

図6 事前解析型符号化方式

4. 映像があふれる将来社会への展望

このようなことで、デジタルの映像ができてきましたが、これからどんなふうにアプリケーションにいくのかということについて、コンピュータとか通信がどのように進化しているかということを図8に示します。

特に2005年から2020年の間は、いろいろな分野で技術開発が目白押しに進んでいます。エンタテインメント、ヒューマンインタフェース、知識処理というようなことで、本当にいろいろ変わっていくわけですが、コンピュータとコ

ンピュータの関係、あるいはヒューマンとヒューマンの関係がどんどん変わっていき、だんだんと人間とコンピュータが会話する時代に入ってくると思います。

現在の2008年から10年先の予測を図9に示します。ネットワークが高度化していき、次世代ネットワークができれば、超臨場感の通信、パーソナルエージェント、あるいはITS、自動車関係がもっと進化していきます。このような技術がどんどん進化しますが、それはコンピュータと人間が共生する、共存する、という社会になってくるだろうということです。

図8 コンピュータと通信の進化

図9 ライフスタイルに新たな革命をもたらす10年後の社会

パーソナルエージェントは、まさにコンピュータに人間が助けってもらうことで、生活を楽にしようということです。そのような時代が来ることを予測しています。

例えば、私どもでパーソナルロボットPaPeRoを研究しております。最初は漠然とロボットの研究を行っていましたが、そのうち、だんだんと、私どもが研究するのだから自動車屋さんが研究するロボットとは当然違うところの、どちらかというと知識や情報に特化したロボットを作ろうということで取組んできました。そういう意味で、一つにはコミュニケーション能力、すなわち聞く力と話す力を強化しています。さらに音声だけではなくて、画像を捉えることによって相手の状態を認識するセンシング機能をさらに強化しています。

それで、パーソナルエージェントというのは、できれば人間の五感に近いようなセンサを置くことにより、いろいろな意味で人の生活を助けることができないかということを考えています。例えば何かわからないことがあればPaPeRoに聞くと答えを得られるかもしれませんが、あるいは、車に乗っているときに居眠りをすると、PaPeRoが「寝ちゃだめ」というようなことをだんだんできる時代になるということです。

近い将来、リアルなロボットに対話形式でスケジュールを登録しておく、カーナビに連動して行先を案内し、さらに持ち運びできる携帯端末にバーチャルに移動していきながら人間をサポートするというようなことができるようになるのです。

次のアプリケーションの事例は、車の自動化です。車載で画像認識のメカニズムを入れて、いろいろな認識対象を自動で認識されたら、運転がずいぶん楽になるわけです。

例えば、図10のように歩行者、横断歩道や道路案内標識

の認識などを含めて、カーナビと連動することによって、このようなものが実現できることが期待されています。

地図のデータベースと現状のライブ情報を融合したナビゲーションができるようになります。現状のカーナビは、赤信号は教えてくれませんがそれをきちっと認識して、「赤信号だから止まりなさい」とか、「子供が飛び出しそうだよ。気をつけて」ということを言ってもらえたり、また、前の車がブレーキを踏んだことも認識できるようになります。このような、映像を認識する技術がどんどん進歩してくると、いろいろな意味で人間への負荷を軽減させることができ、場合によっては、障害がある方等々へのサポートにもなるということだろうと思います。

ところが、物体は、影や歪、ノイズなどの影響で見え方はさまざまであり、また、高速道路や交差点、バックするとき、あるいは天気などでも異なるため、車載の画像認識はとても難しいものになります。

したがって、画像処理プロセッサには高い処理性能が求められます。このため、LSIの進歩が必須となりますが、コスト面での最適化が必要で、制御回路と演算回路の割合、すなわち柔軟性と性能についてのトレードオフを考えねばなりません。最近、衝突防止のためのIMAPCAR[®]と呼ぶ動画像認識用プロセッサを開発しました。これは専用LSIと汎用のプロセッサで対比すると、かなり専用に近いデバイスとなりますが、現在では、画像認識用は専用の部分が多くならざるを得ない状況です。

この動画像認識用プロセッサは、非常に高度な処理を迅速にできるように構成されており、例えば8ビット換算で100GOPs (Giga Operation/Seconds) という超高速演算性能を実現しています。このために、メモリーと128個のプロセッサを並列に配置し、それらをコントロールユニットで制

図10 車載画像認識対象の要求と実現手法

(1) 構成的特徴

- ・SIMD型の128個の8ビット4way VLIWプロセッサ (PE)を集積
- ・グローバル処理用に16ビットRISC型制御プロセッサ (CP)を搭載
- ・PE毎に個別アドレスでアクセス可能な内部画像メモリ

(2) 性能

- ・最大8ビット換算100GOPS(100MHz)
- ・<2W
- ・-40℃~+85℃
- ・車載可能品質管理

図11 動画像認識用プロセッサIMAPCAR®の構成

御し、外部インタフェースユニットを経由して外部システムとデータのやりとりを行う構成にしています(図11)。そして、この高速処理能力にもかかわらず、消費電力は2W以下に抑えられており、冷却装置なしに通常パッケージのまま、システムに自由に組込むことができます。

動画像認識用プロセッサは、ぶつからない車の実現に貢献すると同時に、車載用の枠を超え、セキュリティ、ロボット、エンタテインメントの分野など、多彩な画像認識処理システムへの展開が可能だと考えています。

このように、画像の応用は、今、どんどん広がってきていて、人間の目に対応するような機能が期待されていますが、そのようなものがどんどん進歩するにしたがって、本当に人と機械がいろいろな意味で対等に会話できる時代が来ると予測されます。

これは一見、怖い時代が来るような気もするわけですが、われわれ、技術開発をするためには、人を中心に据えて、人という観点から見たら、どういう技術開発があったら、もっともっと人間が人間らしく生活できるのかを考える必要があると思います。

例えば、高齢者介護の問題が顕著になっている中、高齢者を前述のPaPeRoが見守るということができれば、相当良くなってきます。お年寄りから見たとき、PaPeRoという無機質なものが、本当に気持ちよく対応してもらうにはどう変えていったらいいだろうかという、本当に人間系のところが、今後一番重要な開発アイテムに、なってくると思います(図12)。

そういう意味で、まだまだイノベーションの種は尽きませんが、いろいろな意味のインフォメーションテクノロジー、セミコンダクタテクノロジー、ネットワークテクノロジーが相互にクロスオーバーすることによって、このような

図12 シンビオティックイノベーション

課題を解決していくのではないかと期待しています(図13)。

その一例として、放送やインターネットを通じて提供されるさまざまなサービスをすっきりと豊かに使えるシステムを考えています。それは、すべての機能やコンテンツをサーバに一元管理し、いつでもどこからでも欲しい情報にアクセスできるシステム、ユーザに最適な情報を検索したり、リコmendしてくれるサービス、だれでも簡単に使いこなせるユーザインタフェース、これらの要素を駆使して、新たな利用シーンやライフスタイルの提案、感動を与えることを実現するパーソナルソリューションです。

要は、映像というもののインパクトだとか、その今後の新しいアプリケーションの広がりが、いろいろな可能性としてこれから出てきている、そういう時代になっているわけです。それを裏づけているのが、LSIのテクノロジーであり、ソフトウェアであるわけですが、そういうテクノロジーの水準がいろいろなアプリケーションを開花させるのに十分なレベルにどんどん近づいてきたということです。

図13 新たな生活スタイルの創出

そういう意味で、本当に長い間掛かって、そのような道のりを今克服して、この映像技術の世界が新しいステージに入ってきているのではないかと考えております。

5. む す び

このような中で、われわれは、サイエンスに根差したテクノロジーをベースにした製品を作っていくことによって、日本の製造業がさらに大きく発展でき、また、そうして社会にお役に立てるのではないかと考えています。そして、サイエンスに根差したテクノロジーをつくる場としては、この学会という場が非常に良い場であると思っております。また、日本が国際競争力を維持し、強化していくためには、ぜひともこの学会という場を、われわれはもっともっと使っていかなくてはならないし、どちらかというと労働力の流動性のない日本の社会で、学会は非常に良い仕組みになっていると思っております。

私も、今後ともぜひ学会の発展に向けて、いろいろな場で発言していかなくてはならないと思うし、それができれば、日本の将来は非常に明るいのではないかと、考えておりますので、ぜひ引き続き皆さんといろいろ意見交換をさせていただきながら、そのようなことを実現してまいりたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

長時間にわたりご清聴いただきましてありがとうございました。
(2008年9月25日受付)

矢野 薫 やの かほ 東京大学工学部電子工学科卒業。スタンフォード大学電気工学科修士課程修了。1966年、日本電気(株)入社。1994年、伝送事業本部長。1998年、NEC USA inc. President。1999年、常務取締役。2002年、取締役専務。2004年、代表取締役副社長を経て、2006年、代表取締役執行役員社長となり、現在に至る。正会員。