

平成 15 年 2 月 10 日

次世代の情報処理・通信システムの方向性について（議論の叩き台）

## 1．情報処理・通信システムの急速な普及

最近 10 年間で、コンピュータとネットワークは、我々の経済・社会だけでなく個人の生活にとっても欠くことのできない存在となっているが、これらが急速に普及した背景には、様々な情報通信技術の急速な発展による高機能化と、機器及びサービスの大幅な低コスト化がある。

LSI（大規模集積回路）の集積度がムーアの法則に従い飛躍的に向上したことや、ハードディスクなどの記録装置の大容量化が大きく進展したこと、液晶などの平面ディスプレイやリチウム電池等による機器の小型化などにより、コンピュータの急速なダウンサイジングと高性能化が進んだ。こうした技術の進展により、過去において大型コンピュータをビジネスや科学研究において多数の人が共同で利用する時代から、多数のサーバーやパソコンが LAN で結ばれ、一人一人がコンピュータを自由に使える状況となった。また、ビジネスや科学技術の場のみならず家庭にも浸透し、一家に一台、一人一台のコンピュータを保有する時代となり、さらに携帯電話や家電などコンピュータを組み込んだ機器を考えれば、既に一人で多数のコンピュータを利用していることになる。

同時に、光ファイバと光波長多重技術、高速ルーターなどのインターネット用の通信機器、ADSL（既存の電話線を用いた高速通信技術）などにより通信の高速化と同時に通信コストの低下が急激に進展するとともに、通信サービスとしても価格競争による低価格化や定額制の普及が進んでいる。また、携帯電話や無線 LAN などのモバイル通信も急速に普及している。

これらの技術及びサービスの環境変化により、インターネットは予想をはるかに越えて急速に普及した（注1）。個人や企業にとって電子メールは不可欠な通信手段であり、ウェブは世界の知識データベースとして百科事典のような情報や最新情報を入手するとともに、電子商取引やPR・広告の場としても有力な手段となっている。さらに、企業や個人の電話についても、従来の交換機に代わるインターネット技術を用いた電話（IP電話）が導入されることによる価格破壊が進もうとしており、ブロードバンドを活用したインターネット放送も普及しつつある。動画付きメールマガジンなど、ブロードバンドを利用した動画ネット広告市場も、2006年には1,265億円と5年で百倍以上に増大するとの予測（IDC予測）もある。

このようなコンピュータやそれを結ぶインターネットの進展は、個人や企業、公的機関に、時間的効率性の向上、利便性、経済的な豊かさ、知的・文化的、精神的な満足感を与え得るものであり、今後も企業、公的サービス、電子商取引など様々な用途に普及していくと思われる（参考1）。

また、機器の価格についてみると、数万円の低価格パソコンが販売されているようにコモディティ化した最低限の機能をもつ機器の低価格化が年々進展している反面、大画面平面ディスプレイのように、利用者のニーズに的確に対応した高付加価値な機器は、高価格帯であっても市場を伸ばしている（注2）。ただし、このような高付加価値の製品であっても、市場を早急に立ち上げ我が国がリーダーシップを取りつづけるには、適切な技術開発の推進などにより価格対性能比で常にリーダーとなることが重要である。

（注1）固定回線を用いたインターネット接続の加入数は、2002年12月で約2,900万、うちADSL等のブロードバンド接続は約780万に上る。また、携帯電話インターネットの加入数は約5,950万に達した（総務省資料）。

(注2) 映像関係の家電製品では、一般のカラーテレビは急速に価格低下が進んでいる一方で、2002年夏のサッカーの世界カップを契機に、高額のパズマ方式や液晶方式の大画面高画質の平面ディスプレイなどの市場が立ち上がり始め、2002年の国内出荷台数で見ると、パズマテレビは19.1万台で前年比177%増、液晶テレビは100.9万台で前年比48.4%増と急増した。また、BSデジタルテレビは、45万台で前年比60.2%増、DVDプレーヤーも、337.9万台で前年比97.7%増と大幅に増加している(電子情報技術産業協会(JEITA)資料より)。

## 2. 情報通信の利用

### (1) 家庭でのインターネット利用

パソコン等を端末としたインターネットは、電子メールやホームページの閲覧が中心と考えられるが、具体的なビジネスとして市場が確立しているのは電子商取引である。2001年の消費者向け電子商取引は1兆4,840億円と、前年比約80%増となった(注1)。電子商取引は、一般的な商品の販売だけでなく、チケットの販売、ホテルの予約、ネットによるオークションまで多種多様なものがビジネスとして取り組まれており、本格的な普及の時期を迎えており、今後も一層の市場規模拡大が期待される。

将来におけるその他の需要動向については、自宅で受けたい情報通信サービスの調査結果を見ると、図1のように遠隔医療、ビデオオンデマンド、TV電話、授業や趣味講座、スポーツ中継など、動画像を用いたサービスへの関心が高いことが分かる(注2)。

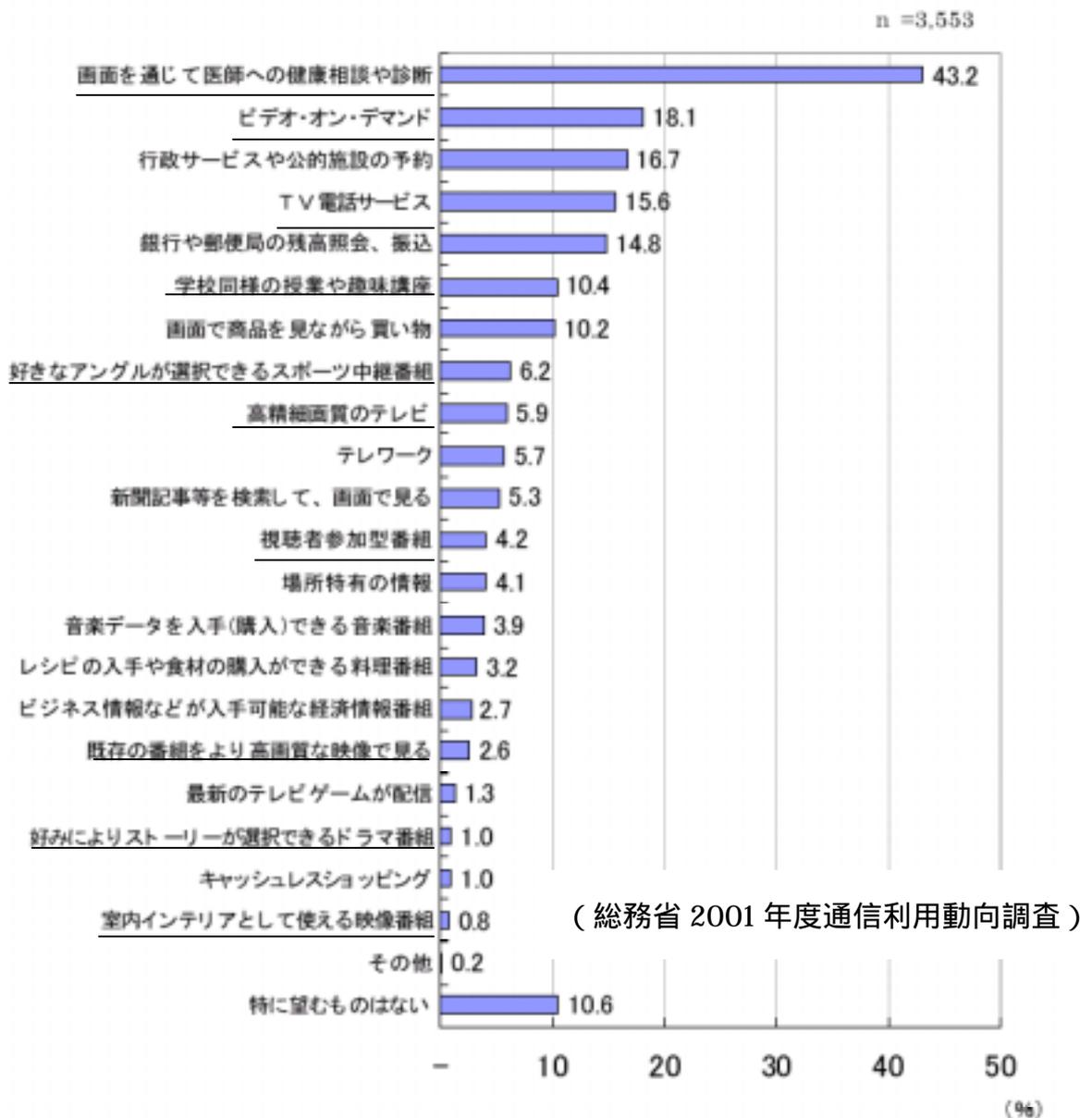
また、米国では通信の形態も大きく変化し、ピア・ツー・ピア(P2P)

といわれる個人間の通信が急速に増大しているといわれる。

(注1) 経済産業省、NTTデータ経営研究所等「電子商取引に関する市場規模実態調査」

(注2) 韓国では、オンラインゲーム市場が急成長している。

図1 将来、自宅で受けたい情報通信サービス



## (2) 外出先での利用

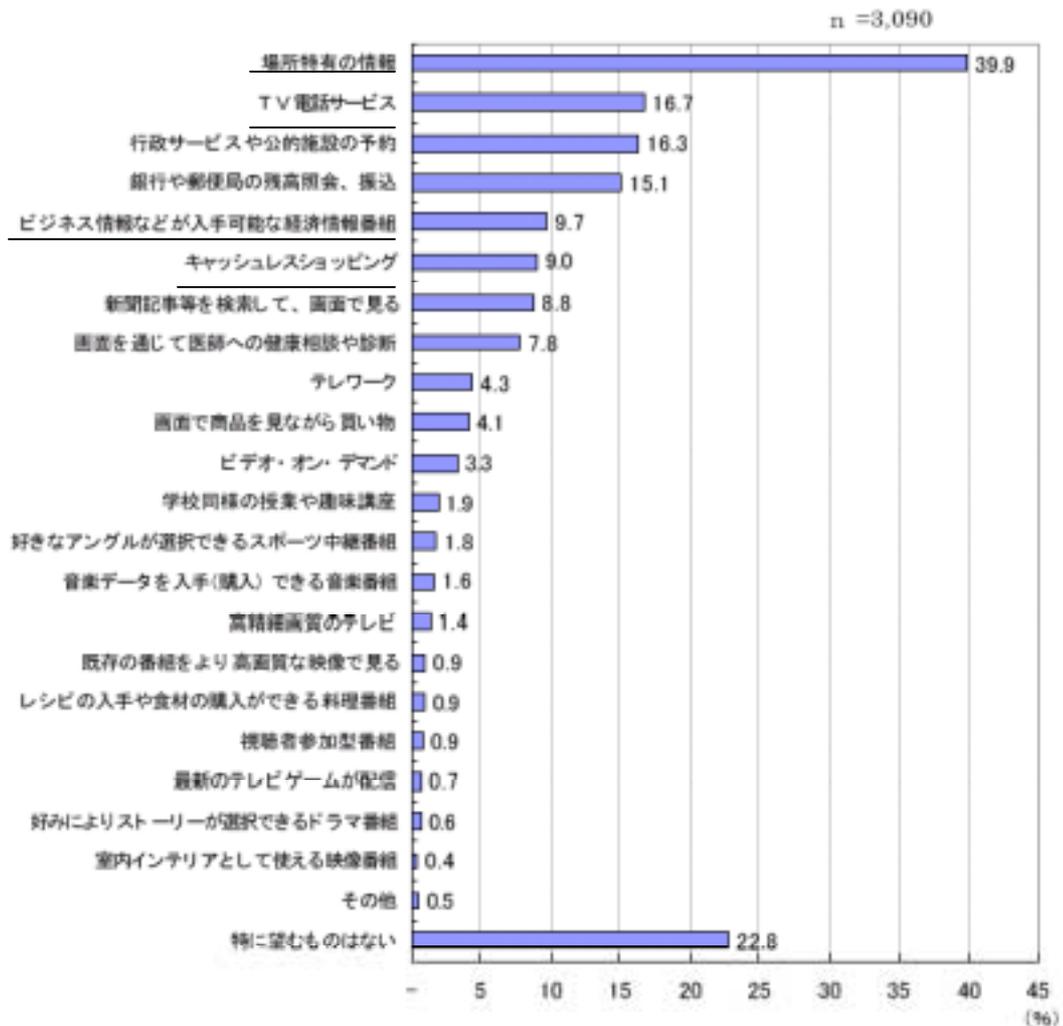
近年、携帯電話でのインターネット接続が急成長したが、その主な利用は文字メールの他、写真や動画付きのメール、着メロとゲームといった娯楽分野が多い。最近では、交通機関の時刻、パーソナルナビゲーションなど実用的な新しい利用に加え、携帯電話を用いた電子商取引も急速に普及（注 1）している。一方、将来的には、外出先で場所特有の情報の入手、TV 電話、ビジネス情報、キャッシュレスショッピング、TV 視聴などの需要が拡大していくものと思われる（注 2、3）。

（注 1）市場規模は 2001 年に 1,205 億円にのぼり、2002 年には、NTT ドコモの公式サイトだけでも約 2 千億円に倍増したといわれる。

（注 2）外出先で受けたい情報通信サービスのアンケート結果は図 2 のとおり。なお、一般の TV 放送については、携帯端末で見たい視聴者は 86.6% に上り、予想視聴時間は平日で平均 65.3 分と 1 時間を越えている（2002.10、TBS、博報堂、松下電器の調査）。

（注 3）この他、セキュリティなどの生活関連システムも大きな需要が期待されている。例えば、インターネットに接続可能なデジタルカメラで撮影した留守宅の映像をハードディスクに記録し、家に異常があれば携帯電話に送信することも技術的には可能である。

図2 将来、外出先で受けたい情報通信サービス



### (3) 社会・産業での利用

#### 企業の情報化

企業における業務のIT化について、工場の自動化や、個別の業務をメインフレームやオフィスコンピュータに乗せかえる段階では、日本企業は比較的進んでいた。金融関連でも、企業間の決算を始めとしてIT化が進んでいる。

パソコンとインターネットの普及により、企業にとって電子メールのやりとりやホームページによる情報発信は当たり前となっている。

また、データセンターなどのアウトソーシングビジネスも進展している。さらに、企業間の電子商取引については、2001年で34兆円（注1）規模に上っている。この傾向は今後とも継続し、市場は急速に拡大していくものと思われる。

しかしながら、導入したコンピュータシステムを使いこなして業務の効率化や業績向上につなげることについては、十分ではないとの指摘がある。例えばインターネットをベースとして様々な業務を統合するサプライ・チェーン・マネジメント（SCM）やエンタープライズ・リソース・プランニング（EPR）など、ビジネスと直結したソリューションを活用する面では、欧米に遅れている（注2）。

他方、携帯電話やインターネットの普及に伴い、出先や家庭で業務を行なうことが普及しつつある。例えば営業や修理サービスなどで、音声や電子メール、イントラネットなどを用いてリアルタイムの報告を行い、必ずしも出勤を要しない体制の企業も現れている。さらに今後、家庭への光ファイバの普及に伴い、SOHOの普及も期待される。

（注1）経済産業省、NTT データ経営研究所等「電子商取引に関する市場規模実態調査」

（注2）利用側に仕様作成能力が不足し勝ちなために組織内の実際の需要に十分適合したITシステムの構築が行なわれにくいこと、ITを前提とした業務のあり方についての変革が円滑に進んでいないこと、コアコンピタンスに関わらない業務までパッケージソフトを使わずカスタム化するためコスト上昇と効率化の阻害を招いていること、などが指摘されている。

## 公共分野

行政においても、2003年度までに電子政府を構築することとされているが、IT技術者の人材不足もあり、自治体を含めて全般的にIT化が十分進んでいるとはいえない。また、医療・交通・教育・防災・環境・科学技術等の公共分野におけるIT活用は、主に実験や普及の拡大を図っている段階である。

## 流通をはじめとする実生活の改革

インターネットには、パソコンや携帯端末、情報家電だけでなく、商品を始めとする様々なものにICチップ（無線タグを含む）が付けられ、物流管理などに活用されようとしている。これにより、個別商品や顧客の詳細な動きまで把握することが可能となり、またチケット（注1）や有価証券の偽造防止、広範な環境の測定などへの利用が検討されている。バーコードなどと無線タグ導入に伴うコストが低下するにつれ、普及が期待される（注2）。

（注1）愛知万博の入場券にはICチップが組み込まれ、偽造防止のほかに、パビリオンや催事の事前予約にも利用される予定。

（注2）我が国においても、これらICチップのIDを管理する体制の構築が進みつつある。

## （4）情報通信機器 ～パソコンから非パソコン（情報家電等）へ～

平成13年の我が国におけるパソコンの世帯保有率は58%に達している。また、デジタルビデオディスク（DVD）、デジタルカメラ、ビデオカメラ、大画面高画質テレビなど、デジタル技術を用いた放送や映像関連機器の普及も進んでいる。

一方、携帯型の機器については、世帯保有率が78%に達した携帯電話・PHSのほかに、いわゆるホットスポットの無線機能（無線LAN等）、カメ

ラ、GPS、メモリーカード、オーディオプレーヤ、TV チューナ等、新しい機能を搭載した複合モバイル機器も登場し、時間・場所に拘束されない IT 利用により、個人の活動範囲やアクセスできる情報の質が大きく向上しつつある。

次に、インターネット利用のための端末についてみると、2001 年末のインターネット利用経験者 5,593 万人のうち、パソコンからの利用者 4,890 万人、携帯電話等からの利用者 2,504 万人、ゲーム機、テレビ等からの利用者 307 万人と推定されており（注）パソコンが中心的に用いられている。

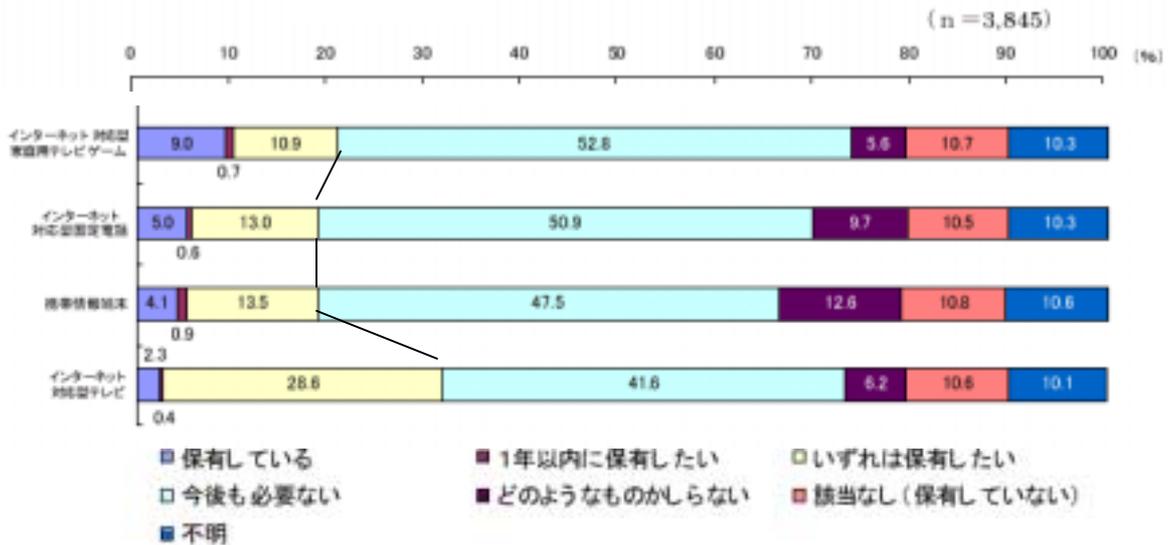
（注）総務省 2001 年度通信利用動向調査の推定値。複数機器の重複利用があるため、各数字の合計は 5,593 万人と一致しない。

#### 家庭用の端末

インターネットに接続可能な将来の家庭用機器の可能性を探るために、パソコンと携帯電話を除くインターネット機器について保有の状況と意向（図 3）をみると、現実には保有しているのはインターネット対応型テレビゲーム機が多いが、まだゲームの補完としての双方向通信という特定用途に用いられていることが多い。一方、将来的に保有したいと思っているのは、インターネット対応型テレビである。インターネットの一層の普及拡大のためには、テレビのように高画質で使いやすい情報通信機器が必要と考えられる。ただ、インターネットはテレビと異なり、家庭全体よりも一人一人でする形態が多いため、単に電話線を用いてテレビをインターネットに繋ぐ従来型のインターネットテレビではなく、個人の利用を中心としつつ、必要に応じて高画質の大画面テレビにも接続できる端末、あるいは家庭内ネットワークで接続して個人でも大画面でも自由に使える形など、しっかりしたマ

ーケティングを行うことが重要であろう。

図3 情報通信機器の保有率と保有意向



### 携帯型の端末

インターネットに接続できる携帯型の端末としては、現在、ノートパソコンと携帯電話が中心となっているが、ニーズの多様性に合わせて、人々が持ち歩く端末は、以下のような様々な種類に分化すると考えられる。

なお、個人のプライバシーや情報セキュリティを確保するため、オープンな情報については、街角の情報キオスクやネットワーク等を用いて入手し、個人的で機微な情報については、自分の端末か記憶装置に入れて持ち歩くか、あるいは、仮想プライベート網（VPN）など十分にプライバシーや情報セキュリティが守られる接続技術・サービスを利用する必要がある。

また、有料コンテンツなどについては、家庭で視聴するのと同じレベルで著作権管理を行なえる機能を実現することが必要である。

### 高機能機器

ノートパソコンや DVD プレーヤーのように、持運びは可能だが、比較的画面も大型で、ビデオ鑑賞等のために高画質を追求する端末や、文書やデータを処理する端末などの高機能な機器

#### 小型機器

携帯電話（注 1）や PDA（携帯情報端末、注 2）、デジタルカメラ（注 3）のように小型化・軽量化を追求しつつ、可能な範囲で映像などの機能を要求するもの。

#### 腕時計のように身につける超小型の機器

携帯型の機器としては、非常に軽量で持ち歩くことを意識しないで済むことは、理想である。しかし、小型化すればするほど、画面やボタンなどの大きさが大きく制限され、入出力が難しくなる（注 4、5）。

様々な場所に設置された機器を利用する形態。

- 自分の所有する情報を利用する場合
  - ・必要な情報を記憶したメモリやハードディスクだけを持ち歩き、その場所に設置されている機器を利用
  - ・自分の機器の利用環境を設定する僅かな情報（最小の形では、本人の秘密鍵のみ）を入れた IC カードを持ち歩き、必要な情報はネットワーク経由で呼び出す（注 6）。ただし、超高速ネットワークが常時、低コストで利用可能なことが前提となる。
- 地域の情報などのオープンな情報を入手する。
  - ・情報キオスクを利用
  - ・入手した情報を携帯型の機器に蓄積して利用する形も想定される。

（注 1）携帯電話は、通信速度の高速化に加えて、カメラや GPS の内蔵、PDA 並の QVGA（240×320 で約 8 万画素）ディスプレイ、擬似的な 3 次元立体ディスプレイ、文字やバーコード

を内蔵カメラで読み取るものなど、機能が多様化している。

(注2) PDAは、2002年の世界出荷台数が1,206万台で前年比9.1%減(ガートナー社データクエスト部門調査)と減少しており、ノートパソコンの小型化と、携帯電話の高機能化の間で、どのように独自性を出していくかが問われており、VoIPと無線LANを組合わせた安価な音声通信サービスの試み等も行なわれている。

(注3) デジタルカメラやビデオカメラもネットワークに接続できるものが出てきた。

(注4) 例えば眼鏡型のディスプレイは、特定の場所での利用には効果的だが、日常の装着にはまだ違和感がある。

(注5) 音声等を用いた入出力などを始めとするヒューマンインターフェース技術については、別途議論する。

(注6) この利用形態では、どの端末を利用しても利用者が戸惑わないように、端末のインターフェース(操作方法)の標準化を図るとともに、プライバシーやセキュリティの確保とその信頼性が極めて重要となる。

#### (5) 家庭のネットワーク化

最近では、ハードディスクの急速な大容量化と画像信号圧縮技術の高度化により、テレビ番組等をハードディスクに録画し、テレビとネットワークで接続することにより、テレビからの簡単な操作で様々なコンテンツを大画面高画質のテレビで視聴できる機器が現れ普及し始めた。

パソコンも、従来は文章作成や電子メール、ホームページの閲覧に用いられてきたが、最近ではテレビ機能が付加されたり、デジタルカメラやビデオカメラと接続できるようになり、パソコンのハードディスクを活用するオーディオビジュアルシステムも普及しつつある(注)。

このように、必要に応じてコンテンツを大画面高画質のテレビで視聴する需要が増大すると、複数の人間が一緒に楽しんだり、別の部屋で一人で楽しんだりするために、部屋ごとに設置されたディスプレイや、ポータブルなディスプレイをネットワークで繋ぐ必要が生じ、家庭のネットワーク化が進展すると考えられる。

(注) パソコンの画面をテレビ受像機に表示する装置(スキャンコンバータ)が月数千台と10倍近く、また外付けの大容量ハードディスクが5割増と売れ始めたが、これは、パソコンにテレビ番組などのコンテンツを保存し、それを大画面のテレビ受像機で視聴する習慣が定着し始めたためと見られている。(日経ビジネス)

### 3 . 技術開発の課題

前述したような、需要動向の変化に伴い、今後の様々なサービスを実現するための技術として、以下のような領域で研究開発が進められている。

(注1)

携帯型機器及び平面ディスプレイ

ネットワークの高速化、シームレス化など

コンピュータの高速化等とコンピュータ間の連携

(注) 関連する半導体デバイスについては、別途議論する。

これらの多様な技術開発は、情報通信機器のもたらす利便性やサービスの利用範囲を格段に向上させ、さらにそれを利用した新たなサービスとビジネスモデルを創出することに繋がるのが重要である。この際、これらのサービスがビジネスとして大きく育つには、単に利便性があがるだけではなく、それが利用者の支払うべき対価と見合うものになることが大きなポイントとなる。

#### (1) 携帯型機器及び平面ディスプレイ

##### 携帯型機器

携帯型機器で処理する情報量の増大に伴い、その消費電力の増大が大きな問題となる。このため、LSI やディスプレイなど個別のデバイス及びシステム全体の省エネルギーを進めるための技術、高密度な電力源としての小型燃料電池などの研究開発が進められている。また、機器の小型化・高性能化を促進するため、多層の電子基板技術や、電子部品の実装技術などの開発も進められている(注1)。

携帯電話やPDA、カーナビゲーションなど、極度の小型化を要求される携帯型の機器では、メモリなどハードウェアの容量、画面の大き

さ、電池容量などに大きな制限があり、図や表などを表示できない、画面の一部しか表示できないなどの問題がある。このため、通常のウェブページをモバイル機器の種類等に合わせて表示できるように自動的に変換・選択する技術の開発が進められている。将来的にこれを端末側で行なうのか、ネットワーク側で行なうのか、あるいはある程度分担するのか、方向性を見定め、必要な技術開発を進める必要がある（注2）。

（注1）携帯型機器のように容量やリアルタイム性などの面で厳しい条件が求められる領域では、組込ソフトウェアも重要な技術であるが、これについては、別途議論する。

（注2）小型化による入出力の制限（画面やボタンの大きさなど）を克服するため、ヒューマンインターフェースが大きな課題となるが、これについては、別途議論する。

## 平面ディスプレイ

携帯型機器及び家庭用の大画面ディスプレイとして、液晶やプラズマディスプレイなどの平面ディスプレイが実用化されている。

このうち大画面テレビ用のディスプレイは、まだ高価であり、大画面の平面テレビを本格的に家庭に普及させて市場拡大を加速すると同時に国際的な技術競争力を強化するために、大幅なコスト低減技術等の開発が進展している（注1）。

また、次世代の平面ディスプレイとして、有機EL（エレクトロルミネッセンス）（注2）やFED（フィールドエミッションディスプレイ）などの研究開発も進められている。

（注1）液晶ディスプレイについて、より大画面で低コストを実現する研究開発プロジェクトを2003年度までに開発する予定。またプラズマディスプレイについて、2005年度までに消費電

力を低下させると同時に、製造工程の簡略化で大幅なコスト低減等を実現するための技術開発を行なう予定。

(注2)有機ELについては、2006年度までに大画面化するための製造技術などに着手しており、さらに2007年度までに寿命が長く発光効率も高い発光材料の開発を強化する予定である。

## (2) ネットワークの高速化、シームレス化など

IPv6の普及促進(参考3、4)に加え、動画を中心とした高品質なブロードバンドネットワーク、どこでも繋がるシームレスな通信環境、ICチップなどによるユビキタスネットワークを実現するために、ネットワークの機能を一層高度化するための研究開発が行なわれている。

情報家電などの家庭内ネットワークについては、様々な規格案が各国で提案されている状況であり、市場性のある利用分野を核にしつつ、家庭外のインターネットとの親和性を考慮して、国際的な標準化(デファクトを含む)を進める必要がある。

### ネットワークの高速化

最近、通信量が都市部を中心に増大しており、これに対応した大容量通信技術(MAN:メトロポリタン・エリア・ネットワーク)に対する需要が高まると考えられる。また、FTTHの普及などにより、いわゆるラストワンマイルで取り扱う情報量も今後飛躍的に増加することが予想されるが、その結果、インターネットのバックボーンの容量も、大きく拡充する必要が生じると考えられる。

現在、信号を途中で電気信号に変換せず光のままに超高速に伝送し通信経路を切り替える技術(注1)ラストワンマイルの光ファイバを多数の利用者で共用しつつ超高速の通信を実現する技術などの開発が行われている。

無線通信においても、無線 LAN が普及しつつある一方で、第 3 世代携帯電話が実用化され、さらに第 4 世代移動通信の研究開発（注 2）が開始されており、高速化が進展しつつある。また、宇宙通信においても超高速のインターネット通信技術の開発が行なわれている。

（注 1）平成 17 年度までに 1000 波の波長多重や 10 テラビット / 秒の光ルータなどの要素技術と、テラビット級のネットワーク制御・管理技術を実現することを目標としている。

（注 2）平成 17 年度までに、100 メガビット / 秒の移動通信技術、ソフトウェア無線技術を開発することを目標としている。

#### インターネットにおける通信品質の確保と自律化のバランス

インターネットは本来、従来型の電話網やコンピュータ通信のような管理されたネットワークとは異なり、全体を管理する特別な機構を持たずにネットワークの各部が自律した状態で相互に繋がり、通信の速度を保障しない代わりに、災害等によってネットワークの一部が障害になっても、柔軟に他の経路を自動的に探し何らかの経路で通信相手に情報を伝える、自律分散型のネットワークである。

しかしながら、コンピュータだけでなく、あらゆる多様な端末が ADSL や光ファイバなどブロードバンドのインターネットに接続される時代において、従来は想定されていなかった動画や音楽などの大量のデータを高品質で伝送し始めると、これら動画や音楽などのトラヒックと通信品質（QoS、注 1）を管理するという本来のインターネットと逆の方向のニーズが高まっている。IPv6 を用いれば通信品質を確保しやすくなるが、より根本的な解決策の一つとして、インターネットにネットワーク監視・制御のための回線を整備することも検討されている（注 2）。

一方で、地震などの災害時においては、インターネットといえども必要な通信を確保することが極めて難しいということが明らかになり、災害時の通信を確保するための自律分散機能の強化が求められている。今後のネットワークにおいては、通信品質確保等のためのネットワークの管理・制御と、ネットワークの一層の自律化という相反した側面のバランスをとっていく必要がある。

(注1) QoS については、Diff-serve や Int-serve 方式などが研究されている。また、インターネット放送などの普及に伴い、IP マルチキャスト技術が重要になっている。

(注2) 通信品質と同時に、情報セキュリティの確保が重要であるが、これについては、別の場で議論する。

### シームレスな通信接続とサービス発見

インターネットに接続する手段として、従来の電話線に加えて、携帯電話、無線 LAN、CATV、光ファイバなど多様化が進んでいる。また、最近では、ウルトラワイドバンド (UWB) といった新しい通信技術も登場しつつある (注1)。場所や利用形態に応じて最適なネットワークが異なるため、今後、多様なネットワークと端末の相互接続、相互認証などを推進し、機器間、ネットワーク間での融合を促進することによって、利用者がネットワークの違いを意識することなく簡単に利用できる環境を実現する必要がある。このためには、極めて小型・低消費電力で十分に素早く切り替えられるソフトウェア無線技術や複数の無線回路を混載した LSI、異なる種類のネットワーク間の超高速な切替技術 (注2) を実現する必要がある。

また、基地局を経由せず端末を次々に接続していくアドホックネットワークの技術により、基地局のエリア外や災害等で基地局の機能が失われた場合の緊急通信や、近くに通信したい相手がいる場合に、基地局を介さないで行う直接通信などを可能とするための技術開発が行なわれている。この場合、周囲の無関係な利用者の端末を経由して通信を行うため、端末間の厳密なセキュリティ確保技術や、必要なサービスをそのネットワーク環境において「最適なサービス品質」で提供できる動的な自己組織型ネットワーク技術などの技術開発のほかに、運用上の体制整備も重要である（注3）。

さらに、外出先では場所特有の情報に対する需要が最も大きいが、提供されるサービスの種類が膨大になってくると、ある場所に来たときにそこでどのような情報やサービスが受けられるかを探す「サービス発見機能」が必要となる。

（注1）米 XtremeSpectrum 社が 100 メガビット / 秒のシステムをデモを実施したが、標準化は、これから始まる所。我が国でも産学官の研究開発プロジェクトが開始された。

（注2）ネットワーク間の切替技術については、平成 19 年度の実現を目指し、平成 15 年度から研究開発を開始する予定。

（注3）消費電力、処理速度、回線容量等に十分余裕を持つ端末が普及し、利用者がそれらを他人の用に提供するためのインセンティブの実現。例えば、運用上、端末の相互利用を前提とした何らかのコミュニティを形成するか、緊急時の特別な通信モードを設定するなど、利用者が納得できる体制・システムの整備が必要。

## 家庭内ネットワークとインターネット

### 標準化

家庭内ネットワークでは、様々な新しいサービスを実現するため、オーディオビジュアル系の高速な通信（注）も白物家電等の遠隔制御も可能で、かつ電灯線、無線など多様な接続方法に対応する必要がある。このため、物理的な接続方法については、80年代後半から国際標準化を目的とした規格の提案が始まり、その統一のための模索が続けられており、また、各機器とコントローラーやパソコンなどが通信するためのソフトウェア的なインターフェース（API）についても、国際標準化を目指した活動が行われている。しかしながら、現在のところ、いずれも現実的な統一規格の実現には至っていない（参考5）。最近では、統一規格での主導権を握るための梃子として、住宅用ゲートウェイの国際標準化を目指した活動が活発化している状況である。

家庭内ネットワークは、多様な機器をネットワークに繋げていくユビキタスネットワークの一部を構成するものである。例えばICチップ（無線タグを含む）の利用は、流通を始めとして社会全体に急速に広がろうとしており、家庭内での利用も当然考えられる。また、人が持ち歩く携帯端末は、家庭内のネットワークにもインターネットにもシームレスに繋がる必要がある。このため、今後は、家庭内ネットワークの標準化とインターネットにおける標準化について、連携し融合していく必要がある。

（注）最近では、パソコンとテレビを結ぶスキャンコンバータのように、（有線及び無線の）LANでインターネット接続されるものが実用化され、普及しつつある。また、ルータの進化型やハードディスクレコーダ進化型、パソコンのホーム

サーバも製品化されている。

## 技術開発

ネットワークの標準化のほかに、家庭用ネットワークの中では、複数のデジタル家電が1台の機器のように振舞う環境などを実現することも検討されており、以下のような技術が開発されつつある。

- ・各機器のもつハードディスクや光ディスクなど複数の記憶装置を一つの記憶装置に見せる「ディスク共有技術」(注1)、プラグアンドプレイ(注2)、各機器の機能、プロセッサの処理能力を共有し合う「機能共有」の分散コンピューティング技術
- ・ミラーリングなどによりコンテンツの消失を防止する技術、著作権保護に対応するためのコピー禁止技術(注1)
- ・各機器に分散して記録されたファイルの中から、メタデータやP2P接続を用いて必要なコンテンツを探し出す「コンテンツ検索技術」(注3)
- ・クライアント・プル型を始めとする通信品質(QoS)確保技術
- ・従来のAV機器と同じ操作感を実現する技術

(注1) 例えば米 Mediabolic 社のファイル共有技術 Mediaspace をミドルウェア M1 に搭載。またこの M1 を用いれば、自動的にコンテンツを暗号化して他の機器にバックアップすることが可能。コピーしたコンテンツはバックアップ以外に使えない。

(注2) 特別な知識がなくとも機器をネットワークに接続するだけで、アプリケーションレベルまで全ての設定が自動的に行われ、円滑な動作を可能とするプラグアンドプレイ技術については、平成15年度から研究開発を開始予定である。

(注3) 例えばソニーが EPG (電子番組ガイド) からメタデータ

を作成する技術を実用化。NTT 未来ねっと研究所は、家庭内に限らない技術として、P2P 接続した機器の間で意味情報ルータ技術、意味情報スイッチ技術を開発中。

### (3) コンピュータの高速化等とコンピュータ間の連携

コンピュータの高速化、省電力化等に加え、インターネットに接続された膨大な数のコンピュータやウェブ上のサービスを連携させるため、ウェブサービス及びグリッドコンピューティングの技術開発や標準化が進みつつある。また、これを更に使いやすくするために、情報のもつ意味をコンピュータでどのように取扱うか、が課題となっている。

#### コンピューティング技術

コンピューティング分野では、CPU 単体として計算速度を向上させるだけではなく、CPU の複数化や、パソコンやサーバを多数並列に接続して計算を行うクラスタ化（注1）ハードとソフトの役割分担の見直しなどによる高速化や、急増する電力消費を低減するための省電力化、コンピュータの信頼性向上のために CPU の動作が不調となった場合に瞬時に切り替える技術、などの開発が行なわれている。

また、大量の情報を蓄積するためのストレージ技術として、ハードディスクや光ディスク等の高密度化、複数の記憶装置を接続してストレージシステムの高信頼化等を図る技術（注2）への取組みも行なわれている。

さらに、複数のコンピュータや記憶装置があたかも一つのコンピュータのように相互に協調連携して一つの処理を分担して実施するグリッドコンピューティング技術が開発されている（注3）。このためには、ネットワークの通信速度が確保されること、通信の秘密が保証されることが必要となる。本技術の基本的な部分については既に国際的な標

準化が進んでおり、各国はその上で科学技術計算用の超高速化、ビジネス用の高信頼・高セキュリティ技術の開発で競争している（注3）。

（注1）信頼性や処理を分散させるためのオーバーヘッドを考慮して、用途に応じてCPUの能力と並列化の最適なバランスが重要となる。

（注2）RAIDシステムやSANなど

（注3）コンピュータネットワークの自律分散化を目指すもの。これにより、ネットワークに繋がったコンピュータの能力を必要とときに必要な量だけ利用する計算能力のスケーラビリティの実現や、障害対応、負荷分散などの信頼性、システム拡張性を向上させることが可能になる。またこの技術は、ウェブサービスを支える基盤としても期待されている。

（注3）我が国は、平成15年度から、科学技術計算用及びビジネス用の両方で、本格的な研究開発プロジェクトを開始する予定。

## ウェブ技術

### ウェブサービス

ウェブサービスでは、コンピュータ同士が様々な形式の情報をやりとりできるため、多様なサービスを連携させることが可能となる。このため、現在マイクロソフトやIBMが中心となって、その実現に必要なSOAP（Simple Object Access Protocol、注1）やUDDI（Universal Description, Discovery and Integration、注2）などの基盤的な技術について、国際的な標準化が行なわれている。

一方、多様で膨大なウェブの世界における情報やサービスの内容と表現については、様々な技術と標準の提案が行なわれており、ビ

ビジネス用途に限定しても、自動的にサービスを連携させるのは容易ではない(注3、4)。各提案の間の相互接続性を確保するため、国際的なコンソーシアムであるWS-I (Web Service Interoperability Organization) で、ガイドライン、サービス定義書、ツール等の開発や検証テストの実施などが行なわれている(注5)。

このうち基盤的技術についても、ウェブサービスを実現するためのSOAPやUDDIなどのシステムは、機能が低い代わりに処理速度が低下するという側面があり、複雑な処理を連携させるためには、速度向上を図る必要がある。ICチップや機器に埋め込まれた超小型の装置が相互に連携する際にも、このような高度なやりとりをどのように実現するかを検討が必要となる。また、UDDIにおいて、効率的に目的のサービスを検索する技術が、ウェブサービスの有効性を決定付けることになる。

さらに、セキュリティ、接続時の信用の確認方法、取引上のトラブルの保障などについても、一部WS-IセキュリティやWWWコンソーシアム(W3C)でも検討されているが、早急に実用レベルにしていく必要がある。

(注1) XML文書を送受信するための通信プロトコル

(注2) ウェブサービスの電話帳

(注3) ビジネス用に用途を限定し、サービスとその表現(取引相手を探すデータベース、システム構成の交渉、通信プロトコルなど)を標準化し早急に実用レベルにするために、国連のUN/CEFACT及び業界標準化組織のOASIS(IBM、サンマイクロシステムズ、オラクルなど)が事務局となり、「eb-XML」の

開発・標準化を進めており、流通、自動車、金融等の多くの業界が、この標準を基礎に標準化を行なうことを表明している。

(注4) ビジネスドキュメントに関しては、ローカルな企業グループの多様な規格が乱立しており、その他、業界内リーディング企業によるデファクト規格、業界の標準化先行規格などもあり、これから標準化(淘汰/収束)が始まる段階である。

また、標準化で先行する電子部品業界の RosettaNet も、仕様の不備、国毎の商習慣や会社毎の業務形態の違い等のため、そのまま問題なく使える状況ではない。

(注5) 日本では、XMLコンソーシアムのウェブサービス推進委員会がインターオペラビリティの確保を目標とした活動を行っており、また、分散オブジェクト推進協議会がウェブサービス接続検証のオープンハウス実験を開始した。

## セマンティックウェブ

現在のウェブでは、文章の多様な表現に対し、その内容が厳密に記述されていないため、検索エンジンでも有効な情報を効率的に探すことができない(注1)。

一方、XMLを基本とする次世代のウェブブラウザでは、文章の内容をタグとして自由に定義することができる(注2)。これを活用してコンピュータが情報の意味を理解し検索できるようにするため、ウェブの国際的な標準化団体である W3C を中心に、セマンティックウェブの研究・標準化が行われている(注3)。

業務用の e マーケットプレイスでは、前述の eb XML をベースに業界毎の標準化が進められており、タグの意味等の標準化についても、業界毎に進められている。

しかし、その他の分野においては、今後、このようなメタデータを誰が付けるのか、そのインセンティブをどのように実現するのか、さらに、付けられたメタデータが信頼できることをどのように確保するのか、また、メタデータをどの程度公開すべきか（公開しても安全か）といった実現性についても十分に検討し、実用的なメタデータの運営システムを構築する必要がある。

このため実際には、W3Cのような標準化活動だけが先行するのではなく、それと併行して様々なアプリケーションにおいて小規模であっても現実に利用できるシステムを実験的に複数推進し、標準化活動へ反映していくようなサイクルを構築していく必要がある。

（注 1）例えば「水曜日に診察している最も近い歯医者」を探し出し、自動的に予約することは、現時点では不可能である。

（注 2）メタデータを使うことによって、ドキュメントの署名、ドキュメント内容に関するデータ（たとえばレイティング）、個人情報やり取りに関する自動化も可能となる。現在、ウェブで電子商取引を行う場合には、名前やクレジットの情報を入力する必要があるが、ブラウザがこれらの情報を記憶し、サーバとのネゴシエーションによりユーザが開示しても良いと考えるプライバシー情報を自動的にサーバに送ることができる。

（注 3）タグの意味の異なる複数の文書（XML データ）を結合して一つのドキュメントに変換し、ブラウザに渡すために、複数の XML データを混合して取り扱える機能を実現する技術の開発等が行われている。

ここで、文書について XML で記述された RDF（Resource

Description Framework)メタデータを読み込み、ユーザの指定により処理を行うことになる。例えば、インターネットコンテンツの利用制限なども、RDFにより実現できる。

#### (4) 研究開発環境の整備

将来の情報処理・通信システム実現のための研究開発課題は、非常に多岐にわたるため、情報通信ネットワーク等を活用した研究機関相互の連携を強化しつつ、効率的な研究開発を行なうことが必要である。

また、国際標準化活動を始め、技術者の交流の促進等を通じ、国際的な視点と戦略をもった研究開発の推進を図ることが必要である。

さらに、ネットワークなどの技術開発を促進し実用に結びつけるため、総合的なテストベッドの整備を図る必要がある。

例えば、更なる超高速ネットワーク技術に関する先行的な実験を促進するため、バックボーンから有線・無線のアクセス系までのネットワークの実利用環境を想定した研究開発環境を整備する必要がある(注1、2)。

(注1) 物理層からアプリケーション層にわたるネットワーク技術とその応用を含む実践的で柔軟な研究開発を行なうためのネットワークと、科学技術全体の研究開発活動を支援するための研究情報ネットワークとの性質の違いを認識した上で、既存の研究開発ネットワークとの連携を考慮するべきである。

(注2) 研究開発ネットワークの整備にあたっては、国際的な標準化などの世界的な戦略も考慮し、研究開発段階から国際的な相互運用性・相互接続性の確保にも配慮し、客観的な評価・方式改善のためのフィードバックを可能とする実証環境の整備、海外の研究開発ネットワークとの接続や共同実験等の実施も視野に入れる必要がある。

(参考1) 将来実現される社会像(ライフスタイルの姿)

「情報家電・ブロードバンド・IT」産業発掘戦略より

活動空間		将来実現される社会像 (新たに創造されるライフスタイル)の例
家庭	ショッピング	個々の家庭や個人の多様な嗜好に応じた取引や手続が電子的に実現。
	学習・趣味・娯楽	知的、文化的創造力の向上と満足感が得られる学習等の環境が実現。
	就労	通勤等から解放されたワークスタイルの選択が実現。仕事と家庭が両立したライフスタイルが実現。
	衣食住	多様な目的が電子的に可能となる、安全で、豊かな、かつ快適な住環境が実現。
モバイル		いつでもどこでもネットワークを意識せずに容易に高品質で多様な情報入手・発信が可能となり、空間的制約から解放された個人の情報利用が実現。
オフィス		空間、時間、言語等の制約から解放され、かつ極めて安全性の高いビジネス環境が実現。 ITを活用したグローバルなかつ高度なビジネス環境や、経営、組織、業務改革が実現。
コミュニティ	医療・福祉	患者側の自由な選択による質の高い医療と、在宅・テイラーメイド医療、地理的条件に制約されない医療が実現。
	交通	車と家庭の情報空間がシームレスに連結した環境の中で同じ情報が共有できるとともに、渋滞や事故の少ない安全・快適で環境にやさしい移動が実現。
	農業	ITを活用した消費者ニーズを踏まえた高付加価値型の農業スタイルや、都市と農山漁村を双方向で行き交うライフスタイル(デュアルライフ)が実現。
	環境	個人が身の回りの環境の状況を簡単に知ることが可能となり、地球環境保全に向けた意識の向上とライフスタイルの転換が実現。
	防災	火災や災害の状況を容易に入手することが可能となり、より安全、安心な暮らしが実現。

(注) 上記のライフスタイルはあるべき姿としての社会像であり、3～5年後という比較的短期の姿ではなく、10年後を視野に入れた中長期の姿である。また、ライフスタイルはITを使った多様なサービスが創造されることを通して実現される可能性を示したものであり、必ずしも固定的に考えられるべきものではない。

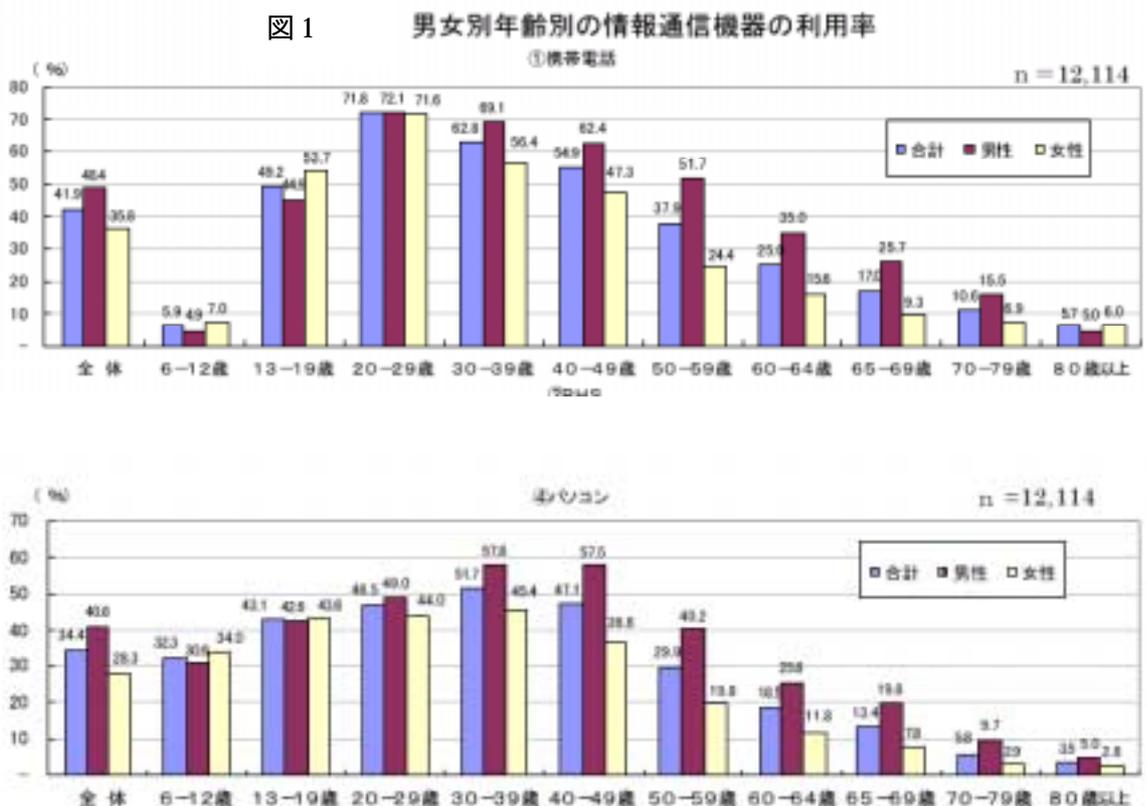
(参考2) 情報通信機器の使い易さについて

情報通信機器の使いやすさを考えるために、一般に使いにくいといわれるパソコンと、基本機能は簡単で家電的な機器である携帯電話とを例に、男女別年齢別の利用率(図1)を比較すると、全体的にパソコンの方が利用率が低いことや、利用のピークが携帯電話では20代、パソコンでは30代にあることを除けば、それほど大きな分布の違いは見られない(注)。

したがって、高齢者にとっては、「新しい情報通信機器」そのものが受け入れにくい、あるいは必要性が実感しにくいものであり、使いやすさだけの問題ではないように思われる。高齢者の実際のニーズを十分把握したサービス等の開発に取り組む必要がある。

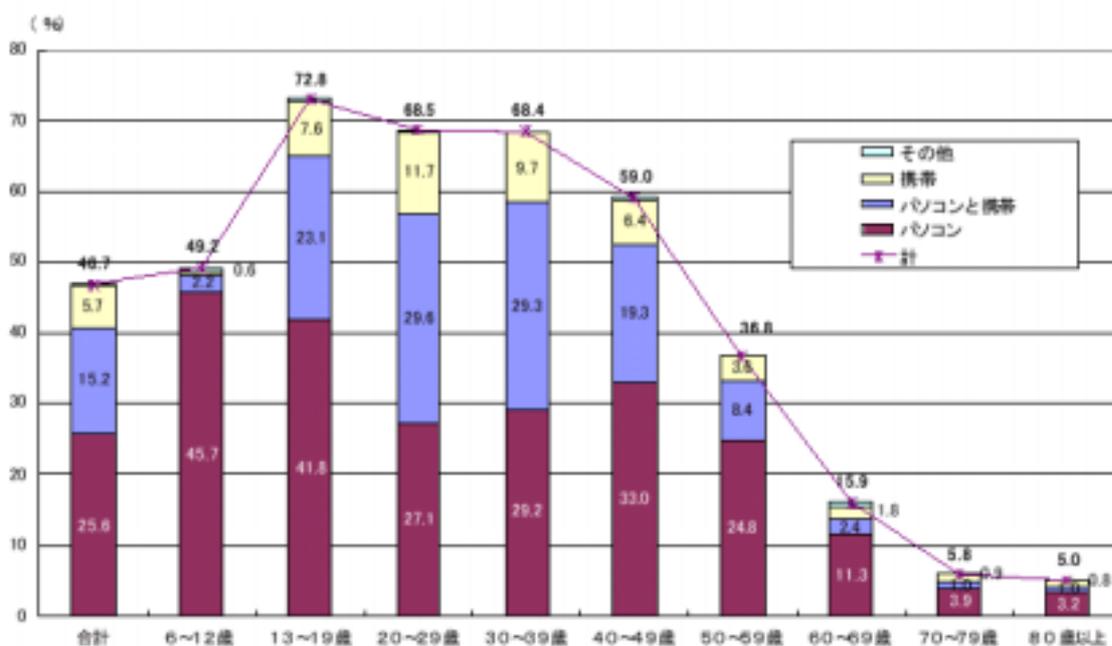
なお、「高齢者向けの製品」と銘打ったものはかえって高齢者に受け入れられにくいこともあり、パソコンなどについても高齢者向けの特別なものではなく、誰にでも使いやすい情報通信機器を目指す必要がある。

(注) 6~12歳には、親が携帯電話を持たせていないと考えられる。



高齢者においては、前述のように携帯電話とパソコンの利用率は大きく変わらないが、インターネットの端末としてみた場合（図 2）には、携帯電話よりもパソコンが使われている。これには、高齢者にとって、外出先での情報収集・メールのやりとりなどのニーズの有無や、パソコンにおけるキーボードの使いにくさよりも、携帯電話の画面やボタンの小ささが影響しているものと想像される。

図 2 使用機器別のインターネット利用率



(注) 「携帯」は携帯電話・PHS及び携帯情報端末の略  
(注) 「パソコン」は「パソコンのみ」及び「パソコンとゲームテレビ機等の合計の値」  
(注) 「パソコンと携帯」は「パソコンと携帯」及び「パソコンと携帯とゲームテレビ機等」の合計の値  
(注) 「携帯」は「携帯のみ」及び「携帯とゲームテレビ機等」の合計の値  
(注) 「その他」は「ゲームテレビ機等のみ」の値

### (参考3) IPv6 への移行促進

コンピュータ以外の様々な機器がインターネットに接続されるユビキタスネットワーク社会を実現するためには、アドレス数を大幅に増大させるとともに、情報セキュリティを保護する機能、プラグアンドプレイなどの簡単な接続機能もネットワークにおいて標準的に装備することが望まれる。

これらのニーズに対応する技術が、IPv6 である。

これについては、日本が先導して国際的な標準化を進め、また実用化も先行しており、このような IPv6 における、研究開発、標準化、実用化での我が国のアドバンテージを活用し、インターネットでのリーダーシップを狙うことが可能と考えられる。今後は、我が国が中国（注）等と連携しつつ世界に先駆けて現在の IPv4 から IPv6 にネットワークを切り替えていく必要があり、移行方法の確立などを推進する必要がある。

このため、平成 17 年度までに IPv6 化の技術基盤を構築することを目指して、既に情報家電の IPv6 化の技術開発を推進中であり、さらに平成 15 年度より、IPv6 への移行技術の検証、衛星通信回線の IPv6 化の技術開発等を開始する予定である。

（注）中国では、IPv4 のアドレス配分が少ない一方、急速にインターネットが普及したため、アドレスの枯渇が目前の問題となっている。

IPv6 を用いれば、サーバーを介さずに端末同士が直接自由に通信するいわゆる P2P（ピアトゥーピア）の通信が容易に行えるようになる。

端末がどこに移動してもネットワークが自動的に認証してくれるモバイル IP を実現するためには、IPv6 が使われることになる。

#### (参考4) 科学技術・実証ネットワークにおける IPv6 化の動向

全国の大学、国立研究所等を接続し遠隔共同研究等を実現する学術情報ネットワーク SINET (最大 10Gbps) においては、平成 14 年 9 月から加入機関向けに IPv6 サービスが開始された。また、米国の Abilene 経由で国際的な IPv6 のテストネットワークである 6bone と接続されており、大学等における IPv6 を活用した研究開発が可能になっている。

また、ネットワーク技術やその利用技術の研究開発を行なうことを目的としたギガビットネットワーク (JGN) では、平成 12 年度補正予算で IPv6 機能が追加され、平成 14 年度から IPv6 に関係した実験を開始した。

一方、米国の次世代インターネット研究開発コンソーシアム「Internet2」は、2002 年 8 月 5 日、バックボーンネットワーク「Abilene」においてネイティブな IPv6 サービスを提供すると発表した。これにより、Internet2 に参加する 200 以上の機関や、Abilene に接続する数千もの研究 / 教育機関が、IPv6 サービスを利用可能になる。これは、米国において初の大規模な IPv6 サービスの展開となる。

この他、米国の「ESnet」やフランスの「Renater」、オランダの「SURFnet」など、世界の研究 / 教育機関は既に IPv6 を導入している。

## (参考5) 家庭内ネットワークの標準化の動向

現在検討されている家庭内ネットワークの物理的な接続方法としては、我が国では電力線、各種無線などを用いるエコネット(バージョン 3.00)や IEEE1394 を用いる HAVi(Home Audio/Video Interoperability)が開発されている。これに対し、米国では低速の CEBus(Consumer Electronics Bus、注1)や高速の LonWorks(注2)、欧州では電力線、赤外線、無線に対応する EHS(ヨーロッパ・ホーム・システムズ、注3)といった規格が開発されている。80年代後半から国際標準化を目的としてこれらの規格の提案が始まり、その統一が模索されてきたが、現実的な統一規格の実現には至らなかった。

一方で、パソコンとテレビを結ぶスキャンコンバータのように、(有線及び無線の)LANでインターネット接続されるものが実用化され、普及しつつある。また、ルータの進化型やハードディスクレコーダの進化型、パソコンのホームサーバも製品化されている。

(注1) CEBus: 米国電子工業会(EIA)が設計した、家庭内ネットワーク向けの標準。伝送速度 6 ~ 10 Kbps。

(注2) LonWorks: ホームオートメーション、ビル全体の管理、ファクトリー・オートメーション(FA)などに利用されており、米規格協会(ANSI)などで標準化されている。LON(Local Operation Network)と呼ばれるネットワークと独自の制御システムで、分散制御ネットワークを構築する。オープンプラネット(OpenPLANET)も、家庭内の制御には LonWorks を採用している。伝送速度は最大 2.5 Mbps である。

(注3) EHS: オープン・スタンダード・インターコネクション(OSI)方式に準拠。欧州の主要な家電製品メーカーやガス・電気会社から

なるヨーロッパ・ホーム・システムズ・アソシエーション(EHSA)が推進している。

サン・マイクロシステムズは、コンピューターや携帯通信機器関連大手と提携し、Java をベースにした家庭向けインターネット・サービスの標準仕様「オープン・サービス・ゲートウェイ (OSG)」を策定中である。OSG では家庭やSOHOにインターネットへのゲートウェイサーバーを置くことで、多様な機器をインターネットに接続できるようにするもの。

マイクロソフトはこれに対抗し、ウィンドウズパソコンのプラグアンドプレイ (PnP) 機能を家庭内ネットワーク機器にまで広げる UPnP (Universal Plug and Play) 規格の開発を進めている。UPnP はインターネットで実績のある XML や SOAP などの技術を AV 家電向けに応用した、ウェブサービスに類似の家庭内ネットワーク方式である。さらに UPnP に対応するミドルウェアも開発されている(注:米 Mediabolic 社の M1 など)。

#### ホーム PnP (Plug & Play)

CEBus を標準化した米国電子工業会 (EIA) が推進している規格。CEBus の制御用言語「CAL (Common Application Language)」を用い、CEBus に限らず IEEE1394 など他の接続方法でも機器を簡単に認識し接続する。

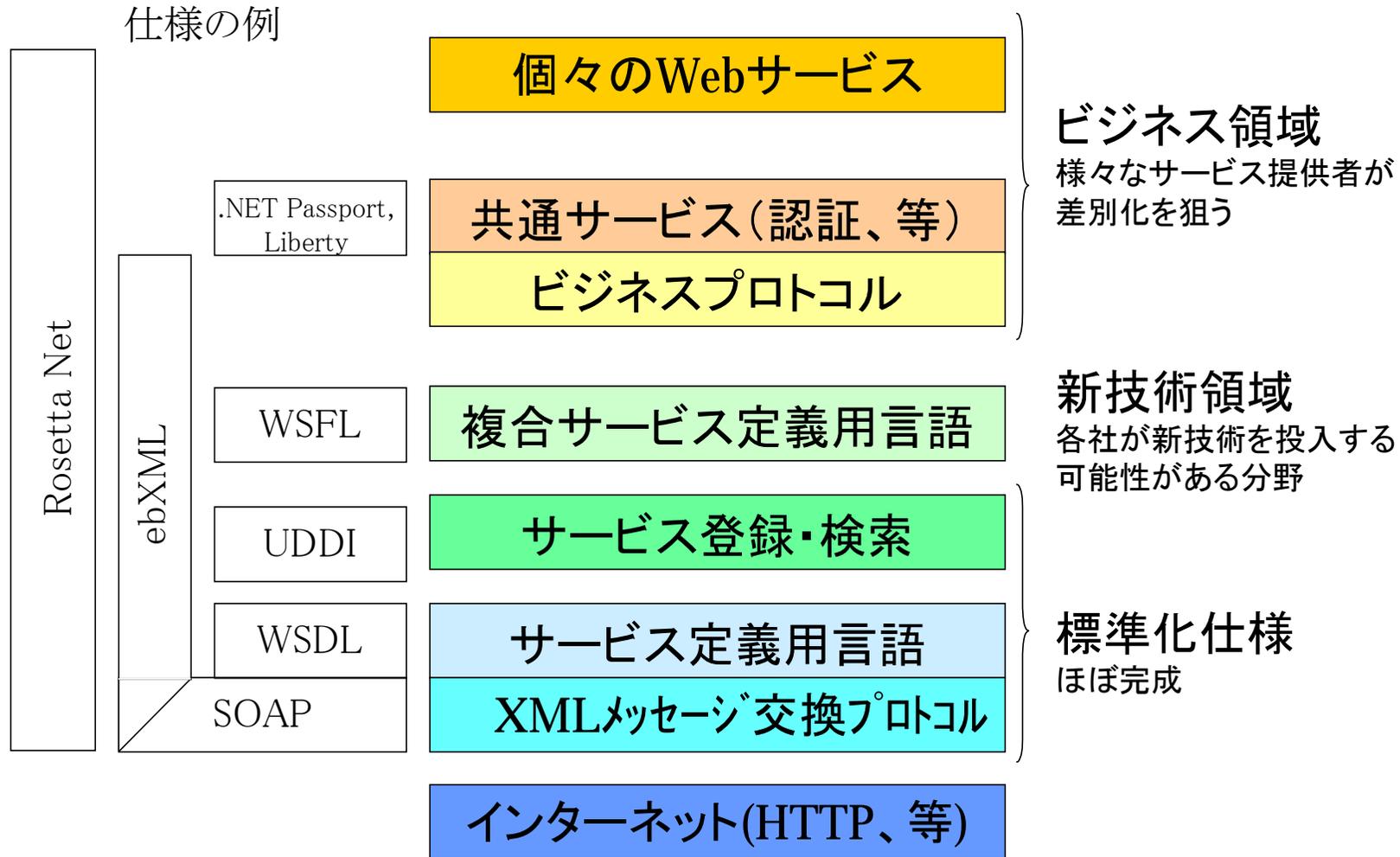
#### ホーム API

マイクロソフトやインテル、三菱電機など、パソコン業界が中心となったワーキンググループで、ウィンドウズベースのパソコンなどから、AV 機器、照明器具、ホーム・セキュリティ機器、エアコンなどを制御しようとするもの。CEBus や LonWorks、HomeRF、HAVi といった様々な家庭内ネットワークに共通の API を実現する。

#### Jini

米サン・マイクロシステムズが、Java をベースに家庭内機器などを接続するために提唱している規格。Java のクロスプラットフォーム性を拡張し、OS やネットワークプロトコルにかかわらず、各機器が相互の機能を簡単に利用できる。

# (参考6) Webサービスの構造例



(<http://www.mtl.t.u-tokyo.ac.jp/~sakai/toku1/JEITA020527.pdf>を参考に、加筆変更)

# 個々のWebサービスの仕様化動向

## ■ 金融

IFX, OFX, FIXML, FpML,  
FSML, ACORD, iLINGO,  
FinML, XBRL

## ■ コンピュータ・電子部品

RosettaNet, ECIX

## ■ 自動車

SAE XML J2008

## ■ 建築・土木・建設

aecXML

## ■ 流通

VICS/CPFR, GCI

## ■ 放送・通信

BHTML, BML, SMIL,  
WAP/WML

## ■ 印刷出版

NAA, Open eBook, JapaX

## ■ 科学

CML, MathML, MoDL,  
BSML, BIOML, OMF

## ■ 医療

HL7, MML

(<http://www6.airnet.ne.jp/scmbm/20010224/XML-B2B-20010224-okabe.pdf> を参考に、加筆変更)