

## 推進戦略のあり方についての意見

# 情報通信分野におけるボトルネックの解消について

平成13年5月15日

日本原子力研究所 浅井 清

## 1. 官民の役割分担について

情報通信産業技術戦略検討会の「主要技術のロードマップ」の から の技術開発分野は、製造業から縦割りの視点で見た個別的技術開発項目である。これら個々の技術の開発は、よほどリスクが高いものでない限り、企業に任せるべきものである。

## 2. 縦割り型研究開発の回避

本プロジェクト第1回で提案された「情報通信分野における推進戦略の考え方(案)」において、21世紀の目指すべき国の姿を支える情報通信分野の重点領域として、ネットワーク高度化技術、ヒューマンインターフェース技術、高度コンピューティング技術の3分野が挙げられている。国の施策では、これらの3分野を縦割りの視点で議論することの無いよう、また、縦割りの資金投入が行われないよう留意すべきである。

## 3. ボトルネックとグリッド問題

現在日本が比較優位にある技術は、既に企業化されているものである。それらの技術分野については、国の資金を投入することではなく、当該技術分野の更なる発展を妨げている規制の緩和や制度の改善案を検討すべきである。

今後は、日本の発展のボトルネックとなっている縦割り型の研究開発、組織運営などの縛りを緩和する技術と利用手法の開発に人材と資金を投入すべきである。それらは、情報通信分野においては「グリッド問題」として捉えることができる。

米アルゴンヌ国立研究所の Ian Foster 氏によれば、グリッド問題とは、「資源、機関、個人の動的な集まりの間での柔軟、安全かつ整合性ある資源の共有。これを仮想組織と呼ぶ。仮想組織については、認証、許可、資源へのアクセスと回復、その他の問題に遭遇する。」と定義される。

「情報通信分野における推進戦略の考え方(案)」に謳われている「ストレスなくいつでもどこでも安全に利用できる」、「複雑な操作やストレスなしで、だれでも IT 社会の恩恵を受けられる」、「膨大な情報を高速に分析、処理、蓄積、検索できる」などの特性は、情報へのシームレスなアクセスと利用を意味し、それは必然的に「グリッド問題」に行き着く。

## 4. ボトルネック解消の一手段としての ITBL

このグリッド問題を科学技術の研究開発の視点で眺めると、IT 技術を利用した仮想研究所 ITBL(IT Based Laboratory)の概念となる。ITBL の技術と体制は、分野横断的、組織横断的な研究開発を可能とし、縦割り型の研究開発スタイルから分野横断的研究開発スタイル

ルへの変換を促す道具となる。研究開発を一般の企業活動や市場における情報商品利用網に読み替えることも可能である。

ITBL のインフラは、情報通信分野の多くの技術の統合的利用を必要とし、情報通信産業技術戦略検討会の「主要技術のロードマップ」にある から の個目のうちの 11 項目のインフラ技術を必要とする。これらの項目のうち、プロトコル、ソフトウェア、セキュリティには従来の応用とは異なる新たな要素技術の開発が必要となる。ITBL 型システムの構築の試みは、米国、英国、独国、日本で始まっているが、今のところ萌芽的技術 (Emerging Technology) である。

#### 5 . グリッド問題解決の障害

資源の共有・利用に関する一般的ルールが存在しないために、この種のグリッド・システムの普及は、インターネットよりも困難である。この困難への対応は、まずは、このような形で IT 技術の利用を希望する研究機関、大学、病院等での相互取り決めによるテストベッド化への国の資金投入が必要である。次には、国の施策レベルで全国共通のグリッド・クーポン制度などが検討されるべきものとする。公的機関で成功すれば最終的には民間への制度移転が可能となろう。また、プロトコル及び基盤的技術の調整を行う委員会設置などについて政府レベルによる世界的な働きかけが望ましい。

## 情報通信分野の推進戦略

通信総合研究所 理事長 飯田 尚志

### 1. 基本的研究開発戦略

- (1)e-Japan 重点計画 (日本政府 2001.1.6)
- (2)我が国の国際競争力強化を目指した、海外との連携、海外開発拠点の構築。優秀な研究者の招聘、人材育成。将来を見据え、特にアジア太平洋地域との連携。
- (3)国際標準を目指した、国際的な視点からのユーザ指向の戦略的研究開発。

### 2. 重点領域、技術課題、推進体制

#### 2.1 重点領域

- (1)第4世代、第5世代移動通信システム
- (2)次世代光通信システム
- (3)安全で、人にやさしい通信システム

#### 2.2 技術課題

重点領域(1)に関連する技術課題

- 広帯域高速移動通信技術
- マルチメディア無線通信ネットワーク技術
- 超高速衛星通信技術
- モバイル IP 通信技術

重点領域(2)に関連する技術課題

- ナノテクノロジー、量子情報技術による新しい通信素子
- ペタビット級フォトニックネットワーク技術

重点領域(3)に関連する技術課題

- ヒューマンコミュニケーション技術
- 情報通信危機管理技術
- 時空標準技術 (電子時刻認証等)

#### 2.3 推進体制

- (1)知的所有権 ( I P R ) と責任分担を明確にした産学官連携
- (2)国内外の標準化機関との連携
- (3)海外の大学、研究機関との共同研究などの連携強化、将来を見据え、特にアジア太平洋地域との連携
- (4)現実社会への適応実証を含む包括的プログラム

### 3. 科学技術システム

- (1)国家戦略に基づいた研究開発費の重点配分
- (2)研究支援システムの充実
  - 弾力的な給与システムによる優秀な人材の確保
  - 人材育成のため大学等への奨学金、寄付金等の税制優遇
  - 官 (資金、基礎研究～応用研究) 大学 (基礎研究、人材供給源) 産業 (応用研究) を隣接設置したリサーチパークの充実強化
- (3)アジア太平洋諸国の大学、研究機関への財政および人的支援
- (4)省庁の壁を越えた総合的な推進体制の構築
- (5)定量的な研究評価の指標策定  
入力：投資した予算、人員、期間、出力：学術論文、特許、技術移転、報道発表、その他社会へのインパクト等のパラメタからなる評価指標

## 次世代ネットワークの構築

### 基本的考え方

- ・ 情報社会、ネットワーク社会の発展には、国の経済・社会インフラとして、将来の新情報流通に対応し、且つ、安全性の高いネットワーク基盤の確立が必須である。
- ・ e-Japan 基本計画で掲げられた超高速ネットワークの展開は、日本が選択すべき中長期戦略であり、基幹、アクセス、ホームの網全体を視野に入れた最先端の開発が必要である。
- ・ 重要なことは、国際競争力のある十分に低いコストで構築できることである。そのため、次世代網のデザイン、それを実現するネットワークデバイスの開発が重要課題である。
- ・ ブロードバンドネットワークを活かす応用ソフト、コンテンツの開発促進も重要である。公共的な教育、医療の質的向上に役立つコンテンツは国としての推進が必要である。

### 必要な方策

#### （1）国としてのあるべきネットワークのビジョン、デザイン。

爆発的に増大する情報量に柔軟に対応できるネットワークの姿、アーキテクチャを描く（世界最先端の性能を最低コストで実現）。その具体的イメージを共有し、全光網などの研究開発すべき将来技術の明確化や、アクセス系では通信・放送融合／共用のインフラ構築の促進を図る。推進のための産学官共同プロジェクト等の設定が必要である。

#### （2）ネットワークデバイスの基盤技術開発強化。

全光ネットワーク（Tbps, Pbps）、ワイヤレスリンク（100M - 1Gbps）などの実現には新デバイスの開発（大規模光スイッチ、フォトニック結晶光集積デバイス、超 100Gbps デバイス・回路等）が必須である。光・無線デバイスの世界市場規模は数兆円／年と予測され、日本が世界をリードする分野として期待される。

#### （3）大規模（1万加入規模）の光アクセスネットワーク実用トライアルの実施。

既に、数百加入規模のトライアルは数多く行われてきており、また、10M、100Mbps クラスの光アクセスの実用サービスが開始あるいは計画されている。しかし、5年10年後の本格的な展開を目指した普及を加速するために、クリティカルマスを超える規模で実用サービスを試行するプログラムの立案・実行が必要不可欠である。

#### （4）情報通信分野に関連する人材育成のために：ソフト・コンテンツ開発促進策

小中高校における理科、自然科学、情報通信に関する基礎教育、大学における情報通信技術者の育成、生涯教育の支援等、情報通信の発展を支える人材強化を図る良質の教育プログラム（ソフト・コンテンツ）を開発する仕組み創り、そのための投資が必要である。

## 1. 重点領域

量子情報処理(量子暗号・量子多者間プロトコル・量子コンピューティング)

- ・量子暗号については、国(防衛庁でも外務省でも総務省でも何でもよい)が自らユーザーとして使用する意向を示し、導入計画を立てる。可能な ならば複数企業を競争させる。5年をメドに10km規模の光ファイバーによる専用暗号回線を実際の使用に耐えるレベルで実現する。また衛星通信をめざす実験研究を(当面は地上の空間伝搬実験からスタートし)10年で基礎実験を行う規模の研究を国指導の研究体制でスタートする。
- ・量子多者間プロトコルについては当面自由研究に任せ、研究助成を整備する。その際、研究交流や人件費の自由度を増やすことに留意する。(次項2「科学技術システム」参照)
- ・量子コンピューティングは長期研究であり、いまだにどのハードが本命か決める段階からほど遠い。そこで特定のハードに資金を集中せず、手を挙げるそれぞれのハード研究者にまんべんなく研究助成を行う。ただしまんべんなくというのはハードを選ばずという意味で、人は選ぶ必要がある。理論研究については前項と同じく研究交流に重点を置いた助成を行い自由に研究させる。

## 2. 科学技術システム

科学技術における次世代の人材育成を考えると、まず我が国の若者と我が国の若者と外国(主に欧米の、ただし人種的に白人に限るわけではない)を比較して大いに感ずる点がある。それは英語力だけではない。英語でのコミュニケーションは不足とはいえ、急速にその力をつけて来ており、今後もそうなるであろう。それより施策として考慮すべきは次の点である。

彼我を比較するとき、彼らは圧倒的に「複数領域に精通する」であるとか「純粋科学者魂と起業家魂を併せ持つ」特質に優れることに気づく。この特質を身につけるようになった重要な背景として流動性が高いことが挙げられる。流動性が高いと

- (1) 長期にわたって環境に縛られることがないため、複数分野が身に付き発想が自由となる。ここでいう環境とは大学では講座、一般には組織あるいはローカルコミュニティである。
- (2) 他との相互作用に基づく自己責任の世界であるため、普遍的価値観と良質の社会的商魂の両方が身に付く。経験に照らしても、外国滞在経験あるいは外国から来た科学技術者との交流が「複数領域に精通する」や「純粋科学者魂と起業家魂を併せ持つ」に有効であることは論を待たない。

そこで科学技術システムの方策として流動性を、それも長期・中期・短期的流動性を上げることが必須と考えられる。またこれには我が国の若者の流動性を上げるだけでなく、外国の科学技術者を来やすくすることも含まれる。具体的には、短期的流動性として外国出張・外国からの招聘、中期的なものとして外国留学・外国からの滞在研究者招聘、長期的なものとして外国への就職支援・外国人教授や研究者の受け入れを促進するシステムを整備して行く必要がある。

以上

# 情報通信分野におけるわが国の産業競争力強化策

## 大方針

現在わが国が強い競争力を持つ産業分野を徹底的に強化しながら周辺分野の底上げを図る（例：デジタルネットワーク情報家電・モバイル個人情報端末、半導体、平板ディスプレイ、その他）

グローバルネットワーク時代の中枢に位置するもっとも重要な技術にわが国の覇権を確立する{例：ブロードバンドネットワークの要となる超高速・超高性能ルータ、柔軟なハードウェア（フレキシブルプロセッサ）とソフトウェア短時間開発システム（ソフトウェアアクセラレータ）の組み合わせによる重厚長大 OS の不要なシステムへ、その他}

ソフトウェア・ハードウェア（ソフトウェア・半導体・平板ディスプレイ・部品・材料）を融合一体化してトータルシステム性能の徹底的向上と徹底的低価格化の推進により世界との差別化を押し進める

わが国から誕生した新技術、新概念、新しい着想を、世界に先駆けてわが国が真っ先に産業に活用するシステムの確立

グローバルネットワーク時代のわが国の国益を確保する独自のセキュリティ技術を確立する

時代が進んで技術が高度化すればするほど才能豊かな人材育成が重要

わが国から新産業が創出されるシステムを確立する（健康・環境・国家セキュリティに関連する規制だけを残し他の規制は撤廃、情報開示透明性確保の徹底、新規挑戦者の市場参入阻害要因の撤廃、出る杭を支援するシステムの確立、わが国が生んだ新技術を世界に先駆けてわが国で真っ先に使うシステムの確立、理工系学生へのビジネスマインドを持たせる大学教育）

## わが国が強い産業分野(例)

### ① デジタルネットワーク情報家電・モバイル個人情報端末

顧客の好みの変化極めて激しい 顧客ニーズ瞬時製品化技術

### ② 半導体：誤作動をしない信頼性十分な大規模集積システム

理論限界ぎりぎりに設計される超 LSI の変動、揺らぎ、バラツキをいっさい伴わない新しい設計・生産方式の創出

### ③ 超低消費電力大画面高精細デジタル平板ディスプレイ

エンタテインメントにも使え、目が疲れない 30 インチ(Q×GA：2048×1536)以上の大平面デジタルディスプレイ

情報通信プロジェクトへの提言

笠見 昭信

日本の産業競争力を強化し世界に発信していくためには、新しいシステム(含むサービス)とデバイスがリンクした型で将来の日本のコアとなる産業を人材育成も含め戦略的に推進していく必要があると考えます。

このような視点でモバイル&サービス(含むブロードバンドインターネット)は日本にとって大きなチャンスとなる産業です。そしてそのようなシステムを可能にする半導体技術も日本の競争力の源と位置付けられます。さらに将来産業の芽という意味でナノ・テクノロジーを戦略的に研究推進することが重要です。もう一つのキーは人材の育成確保であり“新しい時代を拓く産学協働”で若い人達のエネルギーを集結する必要があります。

(重点領域)

21世紀の社会と産業に大きな影響を与えるブロードバンドの整備のほかに、下記領域が重要と考える

1. モバイル&サービス(含むブロードバンドインターネット)

- ・次世代モバイル技術  
30-100Mbps 技術、ソフト無線、低消費電力 SoC とディスプレイ
- ・超高速ネットワーク技術  
高速サーバ、ネットワークノードデバイス、モバイル IP、無線 LAN
- ・ネットワークセキュリティー技術

開発された成果をスピーディーに事業化していく仕組みも重要

2. 半導体技術

- ・最先端LSI製造技術の確保(含む製造装置)
- ・System on Chip(SoC)技術

3. ナノ・テクノロジー

- ・応用分野(材料、マイクロエレ、メカ、バイオ)が多岐にわたるだけに将来の産業競争力を見すえた戦略的選択と重点化が重要

(科学技術システム)

1. 新しい時代の産学協働

- ・情報通信産業においては、グローバルな視野で活躍できる優秀な人材の確保がキーであり、大学院生がもっと産業界とのインターラクションにより世界との競争を意識し熱気をもって研究できる新しい時代の産学協働の仕組み作りが大切である。

2. 個性が輝き競争力のある大学

- ・世界との競争がベースとなる非公務員型の大学運営と人材の流動が鍵。

以上

## 情報通信分野の推進戦略

上林弥彦 京都大学 13.5.14

### 1. 重点領域

**基礎研究** インターネットの利用の基盤技術としてデータベースは非常に重要である。アメリカでは電子図書館プロジェクトとなっているが、内容的にはウェブとデータベースの複合技術の研究開発が行われており波及効果は非常に大きい。競争的国家プロジェクトを作るべきである。情報検索やウェブマイニング、コミュニティ形成といった従来の課題の他、たとえば

インターネットにおける効率的処理を実現するシステム的な方式の開発 現在ネット上のデータは年に4倍程度の速度で増加しつつあり、さらに利用範囲の拡大に伴ってデータ量の増加速度はさらに大きくなると考えられる。このためコンピュータの並列化やネットワーク速度の改良だけでなく、システム的な方法でも扱う必要がある。

仮想組織などの実現のための高度機能の導入 我々の日常活動をネットワーク上で実現することを目的にした場合のウェブを基盤としたシステムの持つ問題を解決するため、信頼性の向上、能動機能、セキュリティ機能の強化、プライバシー保護などの高度機能を実現する。

仮想組織実現および電子商取引システム 電子商取引は、ウェブ上の仮想組織の種々の側面を持っているため、一般的な仮想組織実現の研究としても重要である。いつでもどこでもを実現する使いやすいモバイルシステムは重要である。

放送などへの利用 出版、放送などがネット上で可能となる。著作権も含めたシステムの研究開発が重要である。

目的指向のプロジェクト 基礎研究とならんで NASA のような目的指向のプロジェクトも重要コミュニティ活動のネット化（デジタルシティ、デジタルアース）

Association of Pacific Rim Universities, APRU（環太平洋大学協会）のすすめようとしているメンバー大学のネット化による電子図書館の共有や授業交換プロジェクト支援

### 2. 科学技術システム

人材育成

・大学のIT臨時増募（京都大学の情報工学科は30年前に1学年40人で発足し現在50人、この間アジア諸国で急増、シンガポール大学 計算機関係の学科 ことしは700人（来年は増える）ナンヤン工科大学 500人、中国武漢大学 学部全部で3000人大学院1500人、インドはインド工科大学の他にインド情報工科大学を設立、韓国の通信大学院でも修士 毎年150人、数ではなく質の確保、日本には本当の情報の学科でない情報系学科が多い！）

・国立（？）研究機関による研究者確保：いままでNTTの研究所は国立研究所的な役割を果たしていたが今後は無理である。

・上をのばす 外国人の登用も含めてトップをのばすことが重要である。アジアウィークの評価では日本の工科大学の評価が低い、ア krediteーションもやるが予算もかけるべき。

・女性の登用 1つのポストで女性なら2人雇えるくらいにするべき。

産学官連携など

・我が国が強い技術の継続は重要である。しかし、ほとんどが実用性が動機になっており、その成果を基礎研究にフィードバックしたり基礎研究を役立てる機構がうまく働いていない。戦略研究課題についてはネットを活用した仮想研究所を作り成果をだせるようにするべきである。

・ その場合に競争と交流を行うことが重要

・ 大学への個人または企業の寄付に対し同・額を政府が補助する。

・大学活動の自由化（任期付き教授、助教授を外部の資金があれば大学で自由に雇える 国立大学が自由に臨時に建物を借りられるようにする 学内に外部資金の建物も建つなど）

東京工科大学メディア学部 清原 慶子

## 1. 重点領域を検討するための視点

- ・情報通信技術が社会生活や文化に与えるプラス面・マイナス面の両面に配慮する必要性
- ・情報通信技術の積極的な側面での利用を促進する戦略を持つべき
- ・情報通信技術の革新にそって、日本は、特に世界の中で先端的な実験市場、臨床的実験の場（適切なテストベッドの保障）として機能することを計画するべき
- ・実証的検証を踏まえた、国際標準化に貢献することをめざすべき
- ・日本文化、日本のコミュニケーションの長所を踏まえた提案をすべき
- ・世界でも有数の、しかも先端的に少子高齢社会の段階に突入している日本として、要素技術のみならず、特に、高齢者・障害者へのアクセシビリティを保障するヒューマンインタフェース技術、アプリケーション技術にも、力点をおくべき
- ・人々の政治参加、社会参加を促進する情報通信技術の視点の強化 ・デジタルディバイド重視から、デジタルオポチュニティ重視の方針の明確化が緊要

## 2. 重点領域についての具体的検討に関するコメント

### 具体的な技術課題

すでに先行している携帯端末及びモバイルコンピューティング、モバイルネットワーク技術について、生活の視点、利用者の視点から有用な先端的利用技術の開発

### 情報通信セキュリティシステム

- ・利用者が安心して情報通信技術を利用するためには不可欠かつ社会全体の安全保障の観点から重点とすべき  
一般的な情報バリアフリーな、アクセシビリティを促進する技術（ユニバーサルデザインを求めつつ、個人的なニーズに簡易に適合できるあり方の研究・たとえばリハビリテーション工学の活性化）
- ・高齢者、障害者を含め、情報通信のメリットが最も生かされる対象にとって、利用しやすい利用技術の研究  
推進体制
- ・柔軟な人材育成体制 明確な目的と動機付けをもって研究に携われるようなしくみ
- ・企業から研究協力者として出向等した場合に、適正な評価がなされ、キャリアパスとして有意義な位置付けが得られること

### 情報通信技術による社会的影響等について研究調査の提案

- ・各省庁で実施している情報通信技術の社会的影響に関する調査を、全体として把握する必要性
- ・調査結果に即して、段階的な研究開発計画を設定すべき
- ・たとえば、総務省IT推進有識者会議が、2000年1月より「デジタル・ディバイド解消」をテーマに検討しているが、その検討過程で、次のことが明らかになった。

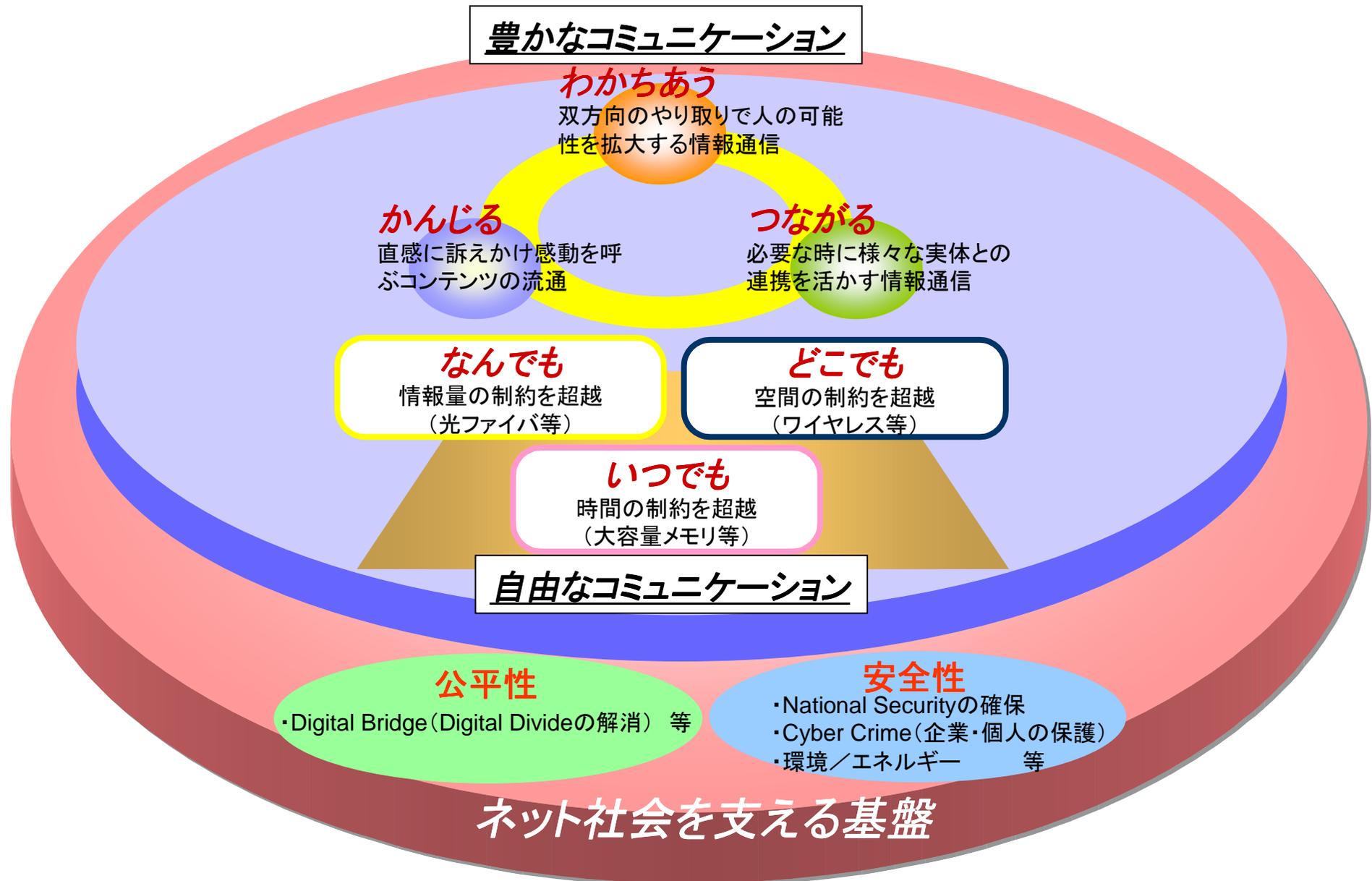
#### 地域間・自治体間に情報格差が存在する

個人間の情報格差是正のために、経済産業省・総務省関連で既に作成されている「アクセシビリティ」の基準やガイドラインが十分に生かされていない

国による技術開発補助を受けている研究でも、実証フィールド不足や実用化に向けての支援不足  
省庁横断型の総合的開発と実用化支援への取り組み重視の提案

- ・各省庁個別に推進してきている技術開発の総合化への整理
- ・産官学による技術開発の場合、開発支援のみならず、実用化支援に向けてのコーディネート機能が不可欠
- ・たとえば電子政府推進での取り組みにおいて、税の申告、納税、選挙運動、投票行為など、具体的な人々と政府とのやりとりに情報通信が生かされるための、利用技術の革新と実験的取り組みと検証は特に有意義と考える。

# 情報通信分野への期待



# 重点領域 -その1-

## ○ネット社会を支える基盤(公平性、安全性などの確保)

分野	技術課題	達成目標	
		2005年	2010年
ナノテクノロジー	大規模量子コンピュータ	・量子もつれ状態の実現とその制御法の確立	・小規模(10量子ビット程度)量子計算機プロトタイプ
	自己組織化を用いた新デバイス	・自己組織化を用いた任意配線技術の確立(材料毎に異なる手法が必要)	・回路構成法の確立(材料毎に異なる手法が必要)
	単電子トランジスタ回路	・室温動作ICの実現	・室温動作LSIの実現
	体内器官と外部ネットワークとのインターフェイス技術	・体内双発信機の実現	・生体情報処理のプロトコル解明
暗号技術	高速暗号技術	・高速ハッシュ関数等のアルゴリズムにより、現在の主流となっているアルゴリズムの数倍以上の処理速度	
	量子原理を用いた暗号技術	・量子暗号の実用化、量子公開鍵暗号のアルゴリズム開発、実用化	
	新原理に基づく公開鍵暗号技術	・組合せ論や新しい数学原理を用いた公開鍵暗号アルゴリズム開発、実用化	
認証技術	バイOMETRICSによる本人認証技術	・マルチバイOMETRICSによる認証精度および対応率の向上 ・指紋入力センサと認証処理部の一体化による携帯電話やICカードへの指紋認証機能搭載	・人がネットワークやシステムにアクセスするだけでなく、ネットワークの方から人に歩み寄ってくれる、人に優しい情報社会の実現
環境/エネルギー	環境負荷測定システム	・高感度(10億分の1レベル)で安価なセンサの開発、衛星や電波利用の環境負荷測定原理確認	・超高感度(1兆分の1レベル)で安価なセンサの開発、衛星や電波利用の環境負荷測定法開発
	携帯端末向け小型クリーンエネルギー源	・クリーンエネルギー源の原理・動作確認	・1Wの発電機プロトタイプ
	バックアップ用高エネルギー密度二次電池	・100kWh以上のシステム容量 ○リチウムイオン→寿命:10年 エネルギー密度:240Wh/l  ○ニッケル水素→寿命:15年 エネルギー密度:200Wh/l	・100kWh以上のシステム容量 ○リチウムイオン→寿命:15年 エネルギー密度:300Wh/l

# 重点領域 -その2-

## ○自由なコミュニケーション(情報量、空間、時間の制約を超越)

分野	技術課題	達成目標	
		2005年	2010年
光デバイス	光メモリ・光RAM	・可変遅延回路等、メモリ時間を可変可能な技術	・パケット信号の処理が可能な光論理回路
	大規模・超高速光スイッチ	・大規模化(1000×1000程度の光路切替スイッチ) ・超高速化(nsレベル)	・超高速化(psレベル)
	光集積回路技術	・中小規模集積(数十素子/チップ)	・1Tb/s～10Tb/s(数百素子/チップ)
フットニックNW	スーパーDWDMにおける革新的技術	・数100～1,000波を越えるWDM伝送技術	・数1,000波のWDM伝送技術
	超テラビットフットニックルータ	・10Tb/sクラスのストリームタイプのフットニックルータ	・100Tb/sクラスの光バースト/ブロック/パケットタイプのフットニックルータ  (ルータに必要とされる機能) スループット: 数100Tb/s～数Pb/s パケット処理能力: 数G～数100Gパケット/秒 ラベルエントリ数: 数k～数10k
大容量メモリ	センタ系メモリ性能の大容量化、高速転送	・メモリ容量: 100TB ・記録密度: 100Gb/inch <sup>2</sup> (15.5Gb/cm <sup>2</sup> ) ・転送速度: 50Gbps以上	・メモリ容量: 1PB ・記録密度: 1Tb/inch <sup>2</sup> (155Gb/cm <sup>2</sup> ) ・転送速度: 1Tbps
	端末系メモリ性能の大容量化、高速転送	・メモリ容量: 100GB ・記録密度: 100Gb/inch <sup>2</sup> (15.5Gb/cm <sup>2</sup> ) ・転送速度: 100Mbps以上	・メモリ容量: 1TB ・記録密度: 1Tb/inch <sup>2</sup> (155Gb/cm <sup>2</sup> ) ・転送速度: 10Gbps
ワイヤレス	ワイヤレスホームネットワーク技術	・100Mb/s以上のワイヤレスホームネットワークの実現 ・準ミリ波帯やミリ波帯等の新しい周波数帯の利用技術の開発 ・各種情報家電と通信機器の自由な接続とネットワークへの接続技術の開発・標準化	・1Gb/s程度のワイヤレスホームネットワーク及びワイヤレスアクセスの実現 ・光無線等の周波数資源の有効利用技術の開発 ・家の中と外でのシームレスな情報環境の実現
	高速・低コストワイヤレスアクセス技術	・100Mb/s以上の低価格ワイヤレスアクセスの実現 ・準ミリ波帯やミリ波帯等の新しい周波数帯の利用技術の開発	
	将来のモバイル通信技術	・20Mb/s程度のモバイル通信(第4世代)の商用開始	・ユビキタス通信、非常に多数の物と物の通信の実現 ・家の中と外でのシームレスな情報環境の実現

# 重点領域 -その3-

## ○豊かなコミュニケーション(つながる、かんじる、わかちあう)

分野	技術課題	達成目標	
		2005年	2010年
ヒューマノイド	脳の情動機構の解明と人工情動技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>人と動物の情動処理メカニズムの違い理解</li> <li>人工情動の要素技術</li> <li>機能的磁気共鳴画像装置の時空間分解能の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脳の情動処理メカニズムの計算論的理解</li> <li>メディアアセスメント技術(価値判断技術)</li> <li>感情を扱えるコンピュータ技術</li> <li>非言語ヒューマンインタフェース技術</li> </ul>
	総合的な人間感覚行動計測技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェアラブル生理指標センサの要素技術</li> <li>非拘束で脳活動を計測する要素技術</li> <li>ストレスを定量的に測定する技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人間活動をモニタする技術の開発</li> <li>自分のメンタルな状態を把握する技術</li> </ul>
	五感情報通信技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>触覚、味覚、嗅覚の伝送技術</li> <li>複数のメディアの適性配分・時間配置技術</li> <li>五感情報受容特性の個人差に関するDB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報受容特性の多様性の評価技術</li> <li>メディアアメニティ技術</li> <li>メディア安全規格の制定指針</li> </ul>
音声翻訳	大規模言語知識の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模な言語データ(音声対話言語データ、日英中韓等の多国言語対訳データ含む)ベース構築による文法、翻訳ルール、多言語辞書の自動構築</li> <li>※言語データベース→目標:30億語</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>言語データの言換え表現を100億~1000億語規模で構築し、様々な人々の発話に対して、解析や翻訳ルールを自動学習</li> </ul>
	日常環境における自由な音声対話技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICA(独立成分分析)法と認知心理学的手法を融合した遠隔発話認識技術の確立(5メートル発話、位置固定、音響条件固定条件で認識可能とする)</li> <li>未知語検出率90%達成</li> <li>文法にほぼ準拠した音声発話からの文法自動獲得技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICA法と認知心理学的手法を融合した遠隔発話認識技術の確立(5メートル発話、位置変動、音響条件可変条件で認識可能とする)</li> <li>未知語検出率97%達成</li> <li>自由対話からの文法自動獲得技術の確立</li> </ul>
	肉声と遜色のない音声合成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>人間の肉声に遜色のない音声合成音(タスク限定)</li> <li>ヒューマンインタフェースとしての音声応答文生成法(タスク限定の簡単な応答)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人間の肉声に遜色のない音声合成音(タスク非限定)</li> <li>ヒューマンインタフェースとしての音声応答文生成法(日常生活の基本的内容)</li> </ul>
情報検索	高速・高精度検索技術		
	感性や言葉の意味、内容に基づく検索技術		

# 人材育成及び産学官連携について

## 1. 国の内外を問わず、活発な人材の交流・育成を進めるための仕組みづくり

- (1) 国の持続的発展のためには、知的人口が激減する将来を見据え、現在の国の枠を越えて英知を結集する必要がある。国籍を問わず、R&D人材の積極的な雇用を促進するための方策が必要（法制度・処遇面の改善 等）
- (2) 産官学の活発な人材交流を促進するために、例えば任期付き任用制度を活用した大学と国研間の人材交流が、個人の重要なキャリアパスとなるような仕組みを構築する等、具体的な実績を積み上げて行くことが先決
- (3) 優秀な理工系学生の育成とそのための奨学金制度の充実（リサーチアシスタント制等）

## 2. 民間企業からの委託研究、共同研究を通じた産学官連携強化

- (1) 民間企業からの委託研究、民間企業と大学・国研との共同研究に関する窓口の明確化
- (2) 事業化を図る民間企業との橋渡し機能を担う専門部署の設置  
（但し、専門家を大学・国研に抱えるのではなく、アウトソーシングも考慮すべき）
- (3) 大学・国研自ら“売りとなる技術”を明確化し積極的に発信することにより、産学官連携の機会を創り出すことが重要

## 3. 事業化（技術移転）の展開促進

- (1) 埋もれている研究成果も積極的に公開し、民間が事業化する機会を与える工夫・研究成果のオープンハウス化（例：Webを利用したバーチャルショールーム）
- (2) 成果普及を図る専門部署の設置

## 1. 重点領域について

- ・ 情報通信分野では、総合科学技術会議として設定する重点領域は、社会に対する効果が理解されやすくするためにも、大括りにまとめた領域設定が望ましい。(研究開発現場では技術分野の細分化と深化が進む傾向を持つことも考慮に入れるべき。)
- ・ ニーズの面から、情報ネットワークが実社会のインフラストラクチャーとして利用され始めたことにより、信頼性を確保する技術開発が急務。
- ・ 同時に、情報通信技術が他分野と融合し新たな応用や新たな技術領域に発展する可能性を大きく有することから、新しいシーズを創出するための研究投資戦略が不可欠。
- ・ 重点領域の例:
  - 1) 次世代ネットワーク技術  
(超高速ネットワーク技術、セキュア・ネットワーク技術、モバイル・ネットワーク技術)
  - 2) ハイパフォーマンスコンピューティング技術  
(ポストクラスタ技術、広域分散コンピューティング技術、大容量データ処理技術、デペンダブルシステム技術)
  - 3) ヒューマンインタフェース技術  
(ユビキタス・インテリジェントセンサー技術、ウェアラブル・システム技術、多言語情報処理環境技術)
  - 4) 新規領域発掘

## 2. 科学技術システムについて

### (1) 人材育成

- ・ マネージャクラスの人材育成のための戦略の検討が必要  
情報通信技術の適所への活用や要素技術を統合したシステム技術に精通したマネージャ人材が決定的に不足。

### (2) 科学技術システム関連

- ・ 総合科学技術会議の戦略性を効果的に発揮するシステムの検討が必要  
プリンチパル・コーディネータ(仮称)による技術の効果的な総合化の実現:総合科学技術会議が目指す研究開発の戦略性を、研究現場でより効果的に発揮する仕組みの検討が必要。  
予算制度の制約等で結果的に分担研究を推進していることとなる複数の研究グループ(所属府省も予算制度もそれぞれ別な研究グループ)の研究を、プリンチパル・コーディネータ(仮称)が統括し、総合科学技術会議が設定する重点領域の趣旨に合った研究推進を可能とする。  
研究開発現場では技術分野の細分化に深化が進む傾向を持つことが避けられないが、この仕組みを機能させることで、技術が広い範囲で総合化され応用可能性が高まると同時に、個別の研究成果の位置付けならびに効果もわかりやすくなる。

以上

[1] 重点領域

A デペンダブルシステム技術

1 デペンダビリティ高度化技術

単独性能向上技術（信頼性、継続性、安全性、連続性、拡張性、などそれぞれに対して）

信頼性と安全性の統合技術

統合デペンダブル技術

2 高信頼大規模システム技術

高信頼デバイス技術

単一システム信頼化技術

マルチベンダ間信頼化技術

ネットワーク結合システム信頼化技術

3 情報の長期保存技術----- これはB-2- に含めている。

4 安全性技術

暗号化技術

システム安全性技術

5 要素組み合わせに適したシステム構成技術（レゴ技術）

インタフェース記述技術

システム分割技術

デペンダブルインタフェース技術

デペンダブルシステム分割技術

B 情報社会における個人支援技術

1 人にやさしいヒューマンインタフェース技術

2 一生涯情報化支援技術

情報の長期保存技術

a 安定デバイス技術

b デバイス非依存情報保存方式技術

マルチメディア情報のタグ付け技術

「目的」とビジネスモデル

デペンダブルな機器、システムなどは、今後の情報化社会のキーである。世界中の人々が求めるものであり、その意味するところは広い。一般ユーザは、信頼性、安全性、継続性などを個別に求めている訳ではない。単純に「気楽に使えて頼れる」機器やシステムを

求めているのである。そのような考え方をいち早く世界に提唱し、それを満たす機器やシステムを次々と世界に提供してゆくことこそ、わが国の世界に対する「システム提案」となる。

この技術は高度なものであって、利用者、システム経験などの長期に渉るノウハウの蓄積が必要であり、単なる機器技術ではない。これをいち早く開始し、従来のSI経験を元に世界をリードしてゆけば、PCのような二の舞を踏むことはない。デペンダブルをわが国のブランドとするのである。わが国の提唱した（デペンダブルインタフェースを設けている）機器相互間なら、容易に総合システムのデペンダビリティを保つことができ、拡張性や、将来に対する「デペンダビリティ」を維持することが容易となる。

## [2] 関連科学技術システム

産学官連携の「デペンダブルシステム コンソーシアム」を作り、この考え実現のための具体的な要素技術、マイルストーンを規定し、世界に発表する。その規定のもと、各社が次々と独自に製品を作る計画を立てて、実行する。製品には、このコンソーシアムの規定を準拠していることを明示する。同時に、この規定を時代に合わせて、次々と高度化してゆく。当初から、このコンソーシアムは、世界の企業をターゲットとする。

以上

## 情報通信分野の国家戦略について

慶應義塾大学理工学部 土居範久

[1] 情報通信を扱う学問分野は、そこで確立された情報技術が、われわれの日常生活、経済活動、産業をはじめ人文・社会科学から自然科学にわたるあらゆる学問分野の幅広い学術研究・教育の基礎となっている学問分野である。つまり、情報通信に係る学問分野は高度情報社会の中核を支える学問分野である。

[2] にもかかわらず、我が国では情報通信の研究を推進するのに必要な研究者の数が極めて少ないだけでなく、研究費も著しく少なく、研究施設等にも問題があることなどから、国の内外の期待にこたえるだけの十分な貢献を果たしているとは言えない状況にある。

[3] そこで、目先のことも大事であるが、2010年から2015年に世界制覇をするという目標を持って、戦略を立てる必要がある。敵は世界である。穏当な表現をすれば、2010年から2015年に、世界に指導力を発揮するために、国益を確保し、国力をつけるための戦略である。

[4] そのような国力つまり基礎体力をつけなければ、バイオ、ナノテクノロジー、環境といったような分野でも遅れをとることは必至である。欧米の輸入技術だけに頼っているのでは、これらの分野でも独創性は発揮できないからである。我が国の情報通信技術を育て、それとともにこれらの分野を発展させることにより、はじめて、これらの分野でも独創的な研究開発ができるのである。欧米発のコンピュータを使い、欧米発のソフトウェア・アルゴリズムを使つての研究は、それを超えることができないからである。

[5] つまり、“日本発”のコンセプト、“日本発”のソフト、“日本発”の世界標準を作れる国力をつけることが重要なのであり、その必要があるのである。

[6] そうすることにより、産業も活性化され、国民の生活も豊かになるというものである(もっと謳い上げたい)。

[7] こうして、はじめて、国際貢献ができ産業の創出ができる。基礎体力がない国に国際貢献などできるはずがない。

[8] そのために第一にしなければならないことは、人材の育成と確保である。どのレベルをとっても、層が薄いという現象があるが、とりわけトップクラスの層が薄すぎるという現

状がある。

[9] そのために、当面すぐ始めなければならないこととしては、少なくとも以下のことがある。このくらいの意気込みを持って事にあたらなければ、世界に遅れをとることは必至である。

( 1 ) 研究者・教育者・研究補助者・研究支援者の層を厚くする。

( 2 ) 大学は、国公私立を問わず分野ごとに研究大学と教育大学とに分け、内外の研究者をその分野の研究大学に重点的に配置する。研究大学の研究者の数を両 3 年で少なくとも倍増から 3 倍増するとともに、研究補助者・研究支援者の数を研究者の数と同じかまたはそれ以上にする。さしあたっては、旧帝国大学、東工大、早慶大を重点化することを来年度からはじめる。教員の国籍は問わない。

( 3 ) 博士課程の授業料を免除し、生活費としての奨学金を付与する。

( 4 ) 情報通信の個別分野の研究の中核となる、世界に開かれた研究者が ' 8 ~ 20 ' 人規模の国立研究所を個別分野ごとに早急に立ち上げる。所員の 3 分の 1 程度は外国人にし、所長も外国人であってもよいようにする。

( 5 ) 米国の、FFRDC ( Federally Funded Research and Development Center ) の連邦政府が所有し民間が運営する GOCO ( Government Owned Contractor Operated ) および民間が所有し民間が運営する COCO ( Contractor Owned Contractor Operated ) といった制度を導入する。

( 6 ) 国立研究所は、大学で生まれた技術を民間に移転することを目的とする。

( 7 ) 現在の COE 制度をさらに進め、トップファイブ、トップテンといった概念を導入し、研究の拠点化をはかる。

( 8 ) 縦割り行政の壁を取った、産官学の協力体制を敷くためにも、我が国の国家戦略が立てられる仕組みを作る。そのためには、総合科学技術会議および文部科学省に IT 革命を“戦略的に”推進するためのコーディネーション機能を持たせる。そして、国益を確保した上で国力をつけるための戦略的な政策を立案する。

( 9 ) 内閣総理大臣主導型日本版 HPCC を立ち上げ、国家主導で研究分野を誘導するとともに、プログラムディレクター制度を確立する。

( 10 ) 研究は「俯瞰型研究」とし、俯瞰型の審議・評価を行う機関として日本学術会議を活用する。日本学術会議のスタッフとして専門家を米国の NRC 並の数だけ雇用する。

( 11 ) 国費を IT の研究開発に有効に活用する。アメリカを見習い、多額の国費を“戦略的に”、IT 分野の研究開発に投入する。

( 12 ) 学習指導要領は早急に、専門家を中心として、見直しに取り掛かる。

## 1. 「バージョン・アップ可能」な「標準化」と「物造り」

コンピュータ、就中、「PCの進歩」には目覚しいものがある。「バージョンアップ」されたOSやソフト、それを実行するハードも次々に新しいものが登場し進歩している。

PCに限らず、「携帯電話」に於けるiモード、Ezウェブ、スカイメールや「インターネット」に於けるセキュリティホールのパッチ、IPv6の登場にもそのことが言える。「BSデジタル放送に於けるエンジニアリングチャンネルを用いるソフトのデバッグやバージョンアップが可能であることが注目される。

ソフトウェアにより通信方式を制御・変更するソフトウェア無線も注目される。

フロッピーディスクやメモリースティック、あるいは通信・放送伝送によるソフトの「バージョンアップ」とそれを可能とする「物造り」が注目される。

「考えてから走る」時代から「考えながら走る」時代になったといえよう。

## 2. 「技術のすばらしさ」と「知的所有権に対する対価」

「標準化」にあたって、あるいは「方式の実用化」にあたって、「技術のすばらしさに対する評価」とその技術に関わる「知的所有権に対して幾らの対価を支払うか」、あるいは「知的所有権を公開しない」という強い選択の可能性もある。

「特許料」や「ロイヤルティー」を支払うメーカやオペレータの「コスト・パフォーマンス」的判断に関わる。そして、製品を使用するユーザが支払う「コスト・パフォーマンス」に関わる。「標準化」の土俵にのせないことを選択し、「知的所有権の非公開」により大きな利益を追求するメーカの選択もある。

コンセンサスのルール作りも重要である。「特許料やロイヤルティーのプール」による一括管理や、「クロスライセンス」による相殺、「裁判による解決」等種々の方法がとられるが、成熟したコンセンサス作りが「標準化」や「実用化」をスムーズに推進することとなる。

「メーカ」、ないしは「オペレーター」が所有する「特許料」や「ロイヤルティー」等の「知的所有権」に対しては、相互に一定の力関係が働く。「大学」や「国」「製品部門を持たない研究機関」が所有する「知的所有権」について、その一定の力関係が働き難い点を解決する必要がある。

「標準化」や「実用化」の判断を行うにあたって、利害関係にとらわれない公平な判断を行うことのできる「識者」の存在が望まれる。「すばらしい技術」を発明できる「狭いが極めて深い識見」を持つ専門家も重要であるが、「技術のすばらしさ」と「知的所有権に対する対価」を判断できる「広くて十分深い識見」を持った「識者」が望まれる。

情報通信プロジェクト第2回会合 提出資料  
(総合科学技術会議専門分野推進戦略専門調査会)  
2001.5.13 松下電器 三木 弼一

#### 情報通信分野の重点推進戦略

資料1-7の推進戦略の考え方については、大変よくまとまっており、全面的に賛同いたします。重点領域の考え方や日本の強みを梃子にした技術競争力向上の考え方に共感を覚えます。特に5つの重点領域の設定は大変良く、この考え方に基づいて包括的プロジェクトをつくり、推進すれば良いのではないかと思います。

具体的な目標設定は 国として例示をし、ガイドラインを設定し、この包括的プロジェクトリーダーに任せられた方が効果的であると考えます。

以下に、推進の考え方として補足意見を述べさせていただきます。

これら各プロジェクトの中に技術のシナジー効果と新サービスモデルの考え方を採り入れていただければ幸いです。

デジタル家電は広く考えますと 個人個人の情報のポータルネット端末に変質しつつあります。われわれは 6種のデジタルネット家電端末(TモードデジタルTV, LモードFaxtel、白物くらし端末、インターネットPC, Iモード携帯、Iモード車端末)を想定しております。いずれも新しい情報通信サービス、新しいサービスプラットフォーム、新しいサービスフォーマット技術の開発により、飛躍的な発展が期待されます。

たとえば 各種の公共サービス、医療サービス、介護サービス、教育サービスや、各種の蓄積放送サービス、電子配信サービスなどはこれから有益なサービスが期待されます。

サービスオンデマンドが家電のような製造業をも牽引すると思えます。

明治以来の伝統的技術シナジーモデル(欧米追いつき型産業振興モデル)は、欧米の進んだ科学技術原理を取り入れて、日本流に改善改良し、日本の製造業を勃興させ、欧米の特にアメリカンライフスタイルのサービスモデルを目指して、輸出し、その代金で日本のサービス業を支えたと思えます。今このシステムが行き詰まっております。日本のサービス業と製造業はこれまで強い技術のシナジー効果を持ち得ませんでした。

新しい日本のサービス業と製造業の連結モデルが必要です。

これら質の高い生活のサービスモデルまたはコンテンツサービスモデルを日本発で発信できれば、従来の強いデバイス製造業と併せて 先進的科学技術立国が可能となると考えます。

以上。

# 情報通信分野の推進戦略

平成13年5月14日  
東京大学 安田 浩

## 1. 検討に当たって

IT基本法を遵守する

- ① 知の創造と活用により世界に貢献できる国
- ② 国際競争力があり持続的発展ができる国
- ③ 安心・安全で快適な生活のできる国

展望が必要

国際社会の中での日本地域の将来をどのようにとらえるか

日本地域の役割と位置付けが何かの分析が必要

- ・過去における日本の役割とIT普及後の環境変化の分析が欲しい)
- ・大規模集中・重厚長大→小規模分散・軽薄短小の変化が加速されているか、戻れないか

もう一つの前提: 日本地域は今とかわらず政治・経済的に独立単位である。

誰も助けてくれないし、またその他の地域と一緒にして面倒を見ることもない

現在の地域の中でIT基本法を精神を実現する必要がある。

## 2. もっとも重要な前提

日本地域を一つの単位(つまり会社等)と見なせば、いかに収入を得るか、いかに支出を減らすかの両方の観点から検討する必要がある。故に下記の面で両方の側面を検討すべき。

社会生活	ユビキタス&ブロードバンド+セキュリティ
産業	生産活動による立国から知的付加価値による立国
文化	特異文化、特異言語の維持

日本地域(人)の特異性はホモジニアス環境と自然の豊かさといえる。この特長を維持する中で収入増と支出減を検討すべきである。これを欧米のヘテロジニアス環境へと同化させることは、基本的に困難であろうし、経営的にみても正しいこととは思われない。ホモジニアス環境と自然の豊かさのもとで文化発展を堅持し世界のなかでユニークさを堅持することが経営的成功であり、世界発展への貢献であろう。

現在のITはヘテロジニアス環境下での最低限の相互意思疎通ツールという位置付けが基本であり、日本地域のように日本語環境のみで相互意思疎通が円滑な場所では本来不用な技術である。しかしながら社会生活の効率化・電子行政のようなコスト低減(つまり支出減)のためには情報通信技術の導入は必要である。この場合日本地域においてはその環境・性向から、もっと顔2顔な手段すなわち、「IT: Information technology」ではなく「CT: Communication Technology」を開発・提供しなければその効果はあがらない。

産業的(つまり収入増)には、天然リソースがなく人的リソースに優れた特長から、量産から高付加価値少量生産、大規模集中生産から小規模分散生産に適する産業・生産を日本は受け持つ(あるいは特化)べき(そうならざるを得ない)である。技術性の高い、アイデアの優れた、あるいは人間を感動させる手作りコンテンツなどがその候補となろう。日本地域住む人々の豊かな暮らしを支えるためには支出減ではなく収入増をどこに求めるかが指針決定が急務である。

### 3. 重点領域について

#### 研究開発

支出減、社会活動活性化(ネットワーク整備)

- ・CTの研究開発: 具体的には五感情報通信技術(人間の感性測定に基づくもっとも満足度の高い通信技術・端末)の研究開発(心理学、脳科学分野と通信分野の融合研究立ち上げ)
- ・CT配備にともなうセキュリティの確保: 具体的には認証技術(暗号などの技術も重要であるが最終的には認証が鍵となる)。心理学まで加味した認証技術システムの開発が鍵である(例えば日本人固有のDNAなどに基づく認証方式の知的財産権を外部に押さえられれば悲劇であろう)。
- ・ネットワーク・セキュリティソフトを自己生産できる体制の確保(日本地域に対し愛着心を根底に持った人々が優れたネットワーク・セキュリティソフトを生産ないし管理し続けられない限り、ネットワークへの信頼度はゼロであろう。少なくとも私は重要なことには使わない)。

#### 収入増

- ・小規模コンテンツ生産環境の整備: 具体的には誰でも作品ができるようシナリオさえ作ば自動的に作品化される技術・環境を研究開発(高速ネットワーク、CG技術、自動編集技術ならびにCG技術・コンテンツ評価環境の整備)

#### その他(環境整備)

- ・すべての研究開発の促進のためにユビキタス&ブロードバンド環境の整備: 具体的には100Mb/s 通信の電話料金化(通信ビットインフラは水・空気と同じ存在とする: 通信APIはのぞく)

### 4. 科学技術システムを改革するための具体的な方策

- ・環境整備
- ・個性教育の強化(評価の変更)
- ・ソフトウェア開発能力教育の強化(評価の強化)
- ・日本語、日本文化教育の強化(発信の強化)

以上