

電子・通信工学研究連絡委員会報告

「グローバル化時代の科学技術立国」
－電子・通信産業の立場から－

平成9年6月20日

日本学術会議
電子・通信工学研究連絡委員会

この報告は、第16期日本学術会議電子・通信工学研究連絡委員会の審議結果をとりまとめて発表するものである。

【電子・通信工学研究連絡委員会】

委員長	戸田	巖	(日本学術会議第5部会員、富士通常務取締役)
幹事	青木	利晴	(NTT常務取締役 研究開発本部長)
	伊賀	健一	(東京工業大学 精密工学研究所長 教授)
委員	岩崎	俊一	(日本学術会議第5部会員、東北工業大学長)
	西澤	潤一	(日本学術会議第5部会員、東北大学名誉教授)
	関根	泰次	(日本学術会議第5部会員、東京理科大学工学部教授)
	萩原	宏	(日本学術会議第5部会員、京都コンピュータ学院院長)
	堀内	和夫	(日本学術会議第5部会員、早稲田大学教授)
	池田	博昌	(大阪大学工学部教授)
	石黒	辰雄	(日本電気取締役 支配人)
	小野	雅敏	(工業技術院 東北工業技術研究所長)
	斉藤	忠夫	(東京大学工学部教授)
	下村	尚久	(東芝常務取締役)
	武田	康嗣	(日立製作所専務取締役)
	多田	邦雄	(東京大学工学部教授)
	西原	浩	(大阪大学工学部教授)
	古濱	洋治	(郵政省 通信総合研究所長)
	村谷	拓郎	(KDD取締役副社長)
	森	真作	(慶応大学理工学部教授)

(目次)

『グローバル化時代の科学技術立国』
－電子・通信産業の立場－

1. はじめに
2. 半導体・コンピュータ産業のグローバル化の調査
 - 2.1 製造部門の海外進出
 - 2.2 研究開発の海外進出
3. グローバル化の問題認識
 - 3.1 研究開発グローバル化の問題認識
 - 3.2 国内技術者雇用確保の量的問題認識
 - 3.3 日本の研究開発の質的問題認識
 - 3.4 グローバル化時代において国内研究開発ポテンシャルを維持・向上させるための課題
4. 情報通信産業の発展と研究開発
 - 4.1 マルチメディア産業育成
 - 4.2 情報通信産業の雇用規模
 - 4.3 リソースの拡大と集中
5. 世界的競争力を実現するための研究戦略
 - 5.1 非言語技術に焦点を当てた戦略的研究開発
 - 5.2 研究情報ネットワーク整備
6. 教育／大学の改革
7. 社会の変革
 - 7.1 規制撤廃（緩和）
 - 7.2 雇用流動化の促進と活用
8. まとめ

1.はじめに

世界の産業活動のグローバル化、ボーダレス化の影響を受けて、日本の製造業の海外進出が活発となり、国内生産が海外生産に振り変わる産業空洞化現象が顕在化しつつある。このような背景の中で製造部門に引き続き研究開発の海外進出も積極的に進められており、研究開発分野にもボーダレス化の波が押し寄せ始めている。第16期電子・通信工学研連では、研究開発の海外進出が研究開発の空洞化に結び付き、日本の将来の科学技術の基盤に重大な影響を与えるのではないかという危機感から、「グローバル化時代の科学技術立国」を今期のテーマとして取り上げ検討を行った。

具体的な問題へのアプローチの方法として、第1ステップとして、全産業を対象に研究開発拠点の海外進出現象を分析して、その全体像の把握につとめた¹⁾。第2ステップとして、本研連に関連する「半導体・コンピュータ産業」を取り上げ、アンケート調査をベースに、「グローバル化時代の科学技術立国」の問題点を整理し、その課題として、①日本国内技術者の雇用確保、②日本国内での研究開発環境整備を取り上げた。さらに、この課題に対する検討プロセスの中で、その基本的考え方は、①国際的な競争力を有する産業の育成、②国際的に魅力ある研究開発環境の整備との2点であるとの認識に達した。

本報告は、上記の基本的な考え方の具体化を試みたもので、電子・通信産業分野の立場から、世界的な競争力を有する産業として「マルチメディア産業」を選定し、本産業がメガコンペティションに生き残るための技術として「非言語技術に焦点をあてた研究開発戦略」の提案を示している。さらに、研究開発環境の国際化に関連しては、「研究情報ネットワーク整備」、「人材育成の観点からの教育改革」、海外に比較して魅力ある条件の整備の観点から「規制撤廃（緩和）等を考慮した社会の変革」について提案している。

上記に示すように、「グローバル化時代の科学技術立国」のテーマは、電子・通信工学の技術論では収まらず、日本の産業、社会構造、教育問題、規制等に関連する社会変革にまで波及し、本研連の専門領域を大幅に越えたものとなった。このため、現在までの検討結果を一試案の形で提言をまとめることにした。我々としてはこの試案を踏台とした、この問題に対する検討のさらなる展開を期待するものである。

2.半導体・コンピュータ産業のグローバル化の調査

電子・通信産業のグローバル化の基本的な傾向を明らかにするために、日本の電子・通信産業/技術を牽引しているコンピュータ・半導体会社の主要10社および主要10大学に、日本工学アカデミーの協力を得てアンケート調査を実施した。以下に電子・通信工学分野の特徴を示す。

2.1 製造部門の海外進出

・半導体及びコンピュータ産業の海外生産比率の平均値は約25%であり、この値は全製造業平均の約2倍であり、グローバル化がより進展していることがわかる（図1）。

・半導体産業については製造は国内、海外に分布しており、半導体の海外生産はMOSメモリーやMOSマイクロにおいて顕著であり海外生産比率50%以上に達する社もある。また、コンピュータ産業では、在来製品であるメインフレームは生産も研究開発も殆ど国内で行われているが、パソコンについては海外生産比率が50%に達する企業もある。

2.2 研究開発の海外進出

・半導体及びコンピュータ産業の研究開発の海外進出比率（要員または研究開発費）は現状（96年度）で平均値は約5%、5年後の2000年にはほぼ倍増の9%になると予想されている（図2）。（「平成7年度 民間企業の研究活動に関する調査」²⁾によれば、全産業の研究開発拠点の海外進出比率（企業数）は、全産業の平均は約18%であるが、電子・通信分野では約31%となり、研究開発拠点についても、平均以上にグローバル化していることがわかる（図3）。）

・半導体産業の製造に関わる事業活動は国内、海外に分布しており、これを現場で支援する生産密着型の技術開発は事業所に付随する形で現地化している。また、ASIC用CAD（自動設計）に代表され

る研究開発のニーズに密着した部分（上流工程）を海外に進出させる動きが生じている。

・コンピュータ産業は、在来製品であるメインフレームは生産と同様に研究開発も殆どが国内で行われているが、パソコンについては、研究開発の海外進出率が50%に達する例もある。

・新技術分野（新デバイス開発、認識技術、情報圧縮技術等）については、製造が開始されていないにも関わらず、現在10%程度の研究開発が海外で実施されており、5年後には20%程度の倍増が見込まれている。

・マルチメディアについては研究開発の海外進出意欲は高く、特に米国進出にはきわめて積極的であり、ソフト研究開発の海外展開の指向が強い。

・参考のために各企業の将来予測を示すが、国内外とも繁栄するという楽観的な予測も示されている（図4）。

・グローバル化の調査から得られる電子・通信産業の特徴的な状況として以下の2点が示される。

- (1) 他産業に比較して、製造および研究開発部門の海外進出がより進んでいる。
- (2) 研究開発の上流工程およびソフトウェアの研究開発の海外進出が進められている。

3. グローバル化の問題認識

3.1 研究開発グローバル化の問題認識

研究開発グローバル化の基本的な問題認識には、製造のグローバル化が国内研究開発ポテンシャルに与えるインパクトを明らかにすることが必要であり、研究開発の海外進出の理由を探ることが重要である。今回の海外進出理由の調査結果の中で、回答の多かった順を示すと以下ようになる（図5）。

- (1) 市場ニーズや現地の生産体制などへの対応に有利である
- (2) 日本とは異なる発想を持つ人材とコミュニティがある
- (3) 人件費が安い
- (4) 情報インフラが整備されている
- (5) 建設費が安い、部品、材料が入手しやすい
- (6) 法的規制や手続き上の問題が少ない

以上から、研究開発グローバル化には、以下に示すように、製造部門と一体となって研究開発部門が海外進出し国内研究開発技術者の雇用が減少する量的問題と、研究開発の上流工程の海外進出にみられるように、研究開発部門が海外進出し日本が研究ポテンシャル失ってゆく質的問題の2つが存在することが分かる。

3.2 国内技術者雇用確保の量的問題認識

進出理由の(1)は製造の海外進出に伴い当然のことであるが、研究／技術開発の海外進出が国内技術者の雇用の機会を奪う可能性、すなわち量的問題を示唆している。特に、2章の調査結果の中には、海外生産比率が50%を越える産業分野も存在し、この量的な問題が浮き上がってきている。現在、大企業では製造から他部門への要員シフト等の企業努力で雇用を確保しているが、通産省の予測¹⁾によれば、産業構造の転換がすすまず「産業空洞化」が進行すれば、1995年から2000年までに製造業の雇用減120万人という衝撃的な分析例も示されている²⁾。この減少数は製造業全体の雇用者数(1360万人³⁾)の約9%にあたり、これに比例して研究開発技術者数が減少すると仮定すると、(製造業関連の研究開発技術者が約35万人なので⁴⁾)約3.2万人の研究開発技術者の雇用が減少することになる。この雇用規模は、大学院の理工関係の年間の卒業生とほぼ同程度の大きさである。

電子・通信分野の技術者の雇用についても、新規産業への構造変換が全く行われぬ最悪の場合を想定すると、電子・通信関連の卒業生の約半数程度が就職できなくなる可能性もある。

- ・具体的な課題としては、国内技術者の雇用確保のためには、高い研究開発ポテンシャルに裏打ちされた、世界的な競争力を有する成長産業を育成する必要がある。

3.3 日本の研究開発の質的問題認識

進出理由の(2)以降は日本の研究開発環境の質的問題に対応した理由と考えられ、グローバル化時代の研究開発について重要な示唆を与える。すなわち、質的問題が国内の技術革新力の喪失にむすびつくと、世界の「デ・ファクト・スタンダード」を国内から生み出すことができず、収益の悪化、国内研究開発への投資減少、国内の技術力および産業のさらなる衰退と悪循環のループに入ることになる。さらに、進出理由の(3)、(5)、(6)は、日本の社会構造とも密接に関連しており、規制および慣習に囚われた閉鎖的な社会構造が日本の「高コスト社会」を生み出したことに起因している。

また、先進国の産業にイノベーションを与えてきたのは「ベンチャービジネス」であるが、日本にはこの風土および社会的な枠組みが欠けている。日本の産業構造に新たなダイナミズムを与えるためには、社会構造の変革が最も重要であり、さらには「ベンチャー」にチャレンジする人材の育成も重要となってくる。このように、世界的なグローバル化の中で日本が質的問題を克服し生き延びるためには、もはや技術/産業論のみでは解決できず、教育および社会改革まで含めたトータルな処方が必要なことがわかる。

以上示したように、グローバル化時代に世界で通用する研究開発を進めるには、日本の国内の人的、社会的な研究開発環境を国際的に見て魅力あるものとする必要がある。

- ・具体的な課題としては、研究の上流工程およびソフトウェア研究開発を日本国内で活性化するため、研究環境の整備、人材育成に関連する問題、法的規制等の社会構造の問題を克服する必要がある。

3.4 グローバル化時代において国内研究開発ポテンシャルを維持・向上させるための課題

研究開発のグローバル化の問題認識で示された量的および質的問題を克服し、日本国内の研究開発ポテンシャルを維持・向上させるための課題を以下に示す。

(a) 国内技術者の雇用確保

- ・雇用確保のために育成すべき産業の選定
- ・世界的な競争力を実現するための研究戦略

(b) 国内研究開発環境の整備

- ・高度情報インフラの整備等の国際的に見て魅力ある研究環境の整備
- ・人材育成に関連する問題
- ・法的規制等の社会構造の問題

4. 情報通信産業の発展と研究開発

日本の情報通信産業は、我々のアンケート結果に示すように、今後の日本産業を牽引することを期待されている¹¹⁾(図6)。国内技術者の雇用確保に向けても、今後電子・通信・情報分野で世界的競争力を有する成長産業を産み出す必要がある。

4.1 マルチメディア産業の育成

本分野の成長産業として、表1の予想市場規模に示すように「雇用確保に十分な産業規模」を有し、さらに「日本の産業構造変化」「社会ニーズとの合致」およびその社会への影響度を勘案すると、マルチメディア産業が最も有望である。

また、マルチメディア産業は、「二次産業」から「三次産業」への日本の産業構造変化¹²⁾に適合し、人間の価値観の多様化に対応したサービスを実現できるので社会ニーズとも合致している。さらに、本技術はネットワーク社会を構築する情報インフラとして、他産業の活性化、ベンチャー育成等に適した柔軟な社会構造の実現等、今後の社会の発展に貢献できる観点からも大きな可能性を有している。

4.2 情報通信産業の雇用規模

通信白書⁹⁾によれば、既存の情報通信分野の1994年の国内生産額は88兆円、雇用者数は401万人であり、その成長率は過去5年平均でそれぞれ2.3%と0.6%である。この成長率が2000年まで続くと仮定すると、増加分として12兆円と14万人、つまり2000年の国内生産額は約100兆円、雇用者数は415万人と推定される。通信白書のデータは既存の情報通信分野についてであり、今後期待されるいわゆるマルチメディア産業分は含まれていない。

一方今後期待されるマルチメディア産業について、マルチメディア白書¹⁰⁾によって将来を推定する。マルチメディア産業は、白書によれば94年は1.8兆円、95年は2.6兆円、96年は3.8兆円で年率40%の成長率であり、このまま成長すれば2000年には12兆円の規模となる。これを新産業分野の平均生産性2200万円/人で割り算するとすると、54万人の雇用が新たに創出されることとなる。

これに前記の既存の情報通信分野の雇用者数増を加えあわせると、新規雇用増は68万人となり、マルチメディア産業の成長率が控えめに20%であったとしても、新規雇用増は36万人となる。

4.3 リソースの拡大と集中

世界のメガコンペティションに勝ち残る産業を育成するためには、研究開発投資の拡大と集中を行い、人的資産及び資金の効率的な運用を図るべきである。その基本的な考え方は、成熟分野からの資金および人的資産の政策的移行である。研究開発投資と研究開発技術者数の観点から分析を行う。

既存の情報通信分野および新規マルチメディア産業の生産額の2000年までの増加分は上記の推定で24兆円となり、これを生むための新たな研究開発投資は、現在の電子・通信分野の研究開発投資売り上げ高比6%を用いると¹¹⁾、年1.4兆円となる。現在の情報通信分野の我が国の研究開発投資額は年2兆円強であり、5割以上の増加が必要である。国際的競争力のある産業を育成するためにも、国による減税・融資等の民間企業の研究開発に対する積極的な誘導が望まれる。

一方通信白書によれば、情報通信分野では全従業員に対する研究開発者の比は19%であり、前記68万人の新規雇用を創出するために13万人控えめにみても7万人の新たな研究開発者の増加が必要であり、現在のこの分野の研究開発者数を倍増させなければならない。退職者数を考慮すれば、電子・通信関連の大学卒業生約3万人、大学院卒業生5千人のうち1/3以上が新たに研究開発に従事しなければ、これを達成できないことになる。産業界のニーズに応えるには、大学における新たな研究分野の開拓と、専門毎の定員の再配分及び学生数の増員が必須である。

以上、量的な観点から議論を進めてきたが、雇用の確保を維持してゆくためには、あくまでマルチメディア産業が世界的な競争力を維持していることが前提であり、そのためには、研究開発技術者の質の向上も不可欠であり、8章でこの議論を行う。

5. 世界的競争力を実現するための研究戦略

マルチメディア産業が全ての分野で世界レベルを維持することは不可能であり、メガコンペティションに勝ち残るための技術分野の選定必要となる。世界と対等に競争できる分野で技術の拡大を図るためには、以下に述べる理由から、まず非言語技術を中心とした研究開発から出発することを提案する。

5.1 非言語技術に焦点を当てた研究開発

技術戦略を考えるに当たっては、日本の技術ポテンシャルの現状を評価しておく必要がある。比較的高い競争力を有しているのは先端ハードウェア技術、例えば半導体、光通信/無線技術、記憶装置(メモリ)、液晶等であり、テレビ、VTR等の民生用電子機器は競争力をなくし始めている¹²⁾¹³⁾。また、ソフトウェア関連では、米国に劣っている分野が多いが¹⁴⁾(表1)、アニメーションおよびゲーム等のエンターテインメント分野で世界に通用する技術を有している。世界に通用する技術は日本語とは直接の関連のない分野である。

このような状況にあるので、技術メガコンペティションに勝ちのこるためには、さしむき日本の強みである半導体、光通信部品および液晶等のハードウェア部分の競争力のさらなる向上と周辺技術領域での競争力の確立、ソフトウェアについては日本語との関連の薄い非言語技術としてネットワーク用ソフトウェア技術、画像コンテンツの作成及び処理技術のさらなる強化を図ることが得策であろう。

さらには、このような研究開発を進めるに当たっては、日本の産業界のみならず、日本の大学がこの技術に関する世界のセンター・オブ・エクサレンス（CEO）になり、海外から多数の研究者が訪問するような魅力ある研究開発環境作りを目指すべきであろう。

今後、重点的に取り組む研究開発分野の一例として、以下の研究開発項目等が考えられる。

- ・ “超”デバイスおよびメモリ技術：半導体産業の競争力およびマルチメディア産業を支える半導体に関する基盤技術を手中に収めるため、量子効果デバイスおよび単電子効果デバイス等を用いた次世代の超高速、超集積度、極超低消費電力の新機能通信デバイスの開発を行う。また、メモリ技術においては、光ディスク等の超大容量化を行い日本のさらなる向上を目指す。
- ・ 光テラビットネットワーク・システム技術：光の特徴を活かした非常に大容量のネットワークを実現させることにより、光通信技術のさらなる向上を図る。さらには、本技術は研究開発環境を向上させる研究情報ネットワークのキー技術とする。
- ・ メディアフリー・ネットワークング・コンピューティング技術：日本の強みであるネットワーク・ハードウェア技術に加えて、メディアフリーのマルチメディア・プラットフォーム（情報コンセント等）を実現させるネットワーク用ソフトウェア技術（メディア変換／処理／符号化技術、高速通信用ソフト、DB技術、セキュリティ等）の競争力の拡大を目指す。また、コンピュータ分野においては、アーキテクチャー技術に重点を置いて、技術力の向上を図る。
- ・ サイバー・スペース用多次元メディア技術：日本が現在競争力を有しているマルチメディア関連表示技術（液晶技術、大画面・薄型・超高精細ディスプレイ等）を、サイバー・スペース用の立体・臨場感ディスプレイさらには接触感、体温等の体感用ディスプレイ等に発展させる。
- ・ サイバー・スペース（イメージ）・シミュレータ技術：マルチメディアのコンテンツ／ソフトウェア分野で今後競争力を向上させるべき技術として画像イメージ処理技術がある。この分野と科学技術の融合領域にサイバー・シミュレータ技術（バーチャル・エンバイオロメント等とも呼ばれている）がある。この技術は、最近では医学手術のシミュレータ技術にみられるように、科学技術の進歩に大きなインパクトを与え始めている。さらに、このシミュレーション技術とCG（コンピュータ・グラフィックス）技術の融合により、映画等のエンターテインメント分野でもコンテンツ作成に威力を発揮することが期待できる。
- ・ ビジュアルオブジェクト指向型ソフトウェア技術：上記のシミュレータおよびCG技術に加えて、操作性を徹底的に向上させるビジュアルオブジェクト指向型ソフトウェア技術が必要である。この技術と上記シミュレータ技術を軸に、マルチメディアの大マーケットとして期待されているコンテンツ分野での日本の基盤を築く。

5.2 研究情報ネットワーク整備と活用

世界的な競争力を有する産業／技術の育成をバックアップするためには、国際的に魅力ある研究環境を実現する必要がある。この環境を実現するためには、低廉な料金で使用できる高速高機能な国内の研究情報ネットワークの整備が先決である。さらに、世界のネットワークと容易に接続することを可能とし、このネットワークを国外にも張り出してグローバルネットワークを構成することが必須である。その構築に当たっては、競争、機動性、技術変化の激しさ等から民間主導とし、前記の研究開発で得られた技術成果をタイムリーに導入しながら、低廉で高速・高機能な研究情報ネットワークの早期構築を図る。米国のNII構想と同様に国の公的支援（低金利融資、税制優遇等）の対象とする。さらに、大学等に対しては、国がネットワークの運用費等の国家予算等を用いた公的支援を行い、研究者が低廉な価格で使用可能な研究環境を実現させる。

本ネットワークをベースにして、世界をまたにかけたマルチメディアのテスト・ベッドを構築し、

国、大学および民間は共同して、以下に示すサービス関連の研究開発を推進する。

- ・ ネットワーク応用の先導：国および公共団体は、この研究情報ネットワークの技術をベースにして、先導的に行政マルチメディアネットワーク、教育ネットワーク、防災ネットワーク、公的データベース等の構築する。これにより研究情報ネットワーク開発投資回収の支援、ならびにネットワーク機能の向上を援助する。
- ・ ネットワーク社会の基本問題：国はセキュリティ等のネットワーク社会の基本的な問題の研究等を支援する。
- ・ 国際実験の展開：民間および大学は研究情報ネットワークを用いて国際バーチャルラボの設立を行い、外国人の異なる発想を取り込んだ共同研究の実現の「場」を実現する。当面は研究情報ネットワークを介して規制の少ない外国での国際実験の積極的な展開をすすめ、研究環境の拡大さらには日本のコンテンツおよびハードウェアのデファクト標準化推進の足がかりとする。
- ・ 社会実験の場の構築：将来的には、本ネットワークをベースに、外国からのマルチメディア技術が日本に集まる社会実験の場を構築し、世界の技術およびサービスの融合の「場」を作り、サービスに関連した研究開発の芽が育成できる環境を日本国内に実現する。

6. 教育／大学の改革

研究開発のグローバル化に対応するためには、技術戦略のみならず、その技術を担いかつ国際的に通用する人材の育成が重要である。特に、マルチメディア技術開発においては、今回の大学の委託研究の調査結果（図7）に示されるように、外国の大学に期待している異なった発想の人材、さらには日本人が不得意とする新たな研究テーマを発見する問題発掘型の人材、『創造性』が豊かで強烈な『個性』を有しかつ『異なる価値観』を許容できる人材の育成が重要になってくる。このような人材育成は、初等・中等教育から視野にいれて、各個人の多様な能力を充分に開花させるような柔軟な教育システムが必要となる。以下に人材育成の観点から必要とされる項目を示す。

・ 問題発掘型の人材の育成：これからの研究開発においては、従来の研究開発パターンである外国から与えられた先行指標を他より早く実現する研究開発ではもはや通用しない。今後は、多様な視点から問題の本質を見極める能力を有する問題発掘型の人材が強くもとめられている。このため問題解決型人材を育成してきた偏差値一辺倒の入試制度を改め、広く多様な人材発掘をめざす入試制度の見直し等が求められる。

・ 情報発信型の人材の育成：ネットワーク社会の進展により、個人は直接的に社会に働きかけることができ、そこに活躍の場を見出すことが可能となる。この時、独創性のあるアイデアの主張、共感を引き出すデバートおよびプレゼンテーション能力を有する情報発信型の人材が求められる。このため、初等・中等教育の段階から個性の育成を目指し、幅広い観点から個人の発表の「場」を提供し、コミュニケーション能力の向上を図る。

・ （人文／社会科学まで考慮した）専門領域の融合と多角化：マルチメディアに必要な技術は多様化しており、従来の自然科学を超えて社会／人文および芸術分野にまで広がっている。このため、従来の専門領域をスクラップ・アンド・ビルドし、マルチメディアに適した新たな領域を確立することが必要となる。またマルチメディア技術の基礎技術を有する人材の育成が重要となる。前記見直しが進まなければ、マルチメディア産業が研究開発技術者を求めて海外進出する現象の加速化が危惧される。

・ 人的交流の促進（異スペクトルの導入）：外国の大学へ期待されている異なった発想、多様な価値観を日本の大学で実現するためには、異スペクトルを持った人材の登用が必須である。このため、外国人教員のさらなる登用、産業界との積極的な人的交流が重要である。特に、社会ニーズに合致した最先端カリキュラム教育の充実のためには、実社会を経験した人材の登用を図る必要がある。さらに、海外大学との単位の相互認定等を進めて、教育システムの国際化も必要と考えられる。

・ 産業界との連携強化と研究成果の評価の確立：産業界は大学に社会ニーズを提供し、大学はその研究成果を産業界へ積極的移転を行う等、大学と産業界との協調関係は、両者の刺激のみならず産学間のリソースの効率的運用が図れる。さらには、学生に実践的プロジェクトを経験させることにより、

学生にベンチャーマインドを育成し、新ビジネスを興せる人材育成も図れる。また、研究成果の公正かつ厳正な評価法の確立も必要であり、これによりタイムリーな研究テーマの選定とリソースの投入を行うことができる。

・「倫理」「哲学」教育の充実：「ネットワーク社会」では、個人情報の流布、ボルノ、パスワードの不正使用等の新たな問題が出現しており、今後、新たな視野からの「倫理」教育の充実が必要となる。また、「哲学」は、技術と社会がますます融合する中で、人間および社会の問題の本質を考える力を養成するために、特に、技術者にとって必要な教育となっていくであろう。

・基盤技術教育の重視：マルチメディア技術は自然科学の領域を越えて発展しようとしており、教育も最先端技術に注目が移り、古典的な基盤技術が忘れさられかねない。しかし、基盤技術教育の見直しを行い、新たな先端技術の創出の観点から基盤技術教育をより充実させることが、日本の技術ポテンシャルを維持する上で重要である。

最後に、国内研究開発環境を国際的に通用するものに変革するためには、国内学会の国際化、国際的にコミュニケーションを図れる実践的英語教育等の視点も重要である。

7.社会の変革

技術のメガコンペティションを勝ち抜くためには、技術戦略、人材の育成のみではなく、日本の産業に活発なダイナミズムを与える社会の変革が望まれる。「産業／研究開発のグローバル化」の背景にあるのは日本社会の「閉鎖性」であり、その打破のためには、規制撤廃等を進めて日本の研究開発環境を海外に比較して魅力あるものにする国際化の視点が重要である。本章ではマルチメディアに関連した議論に限定して、ネットワーク社会を実現する観点からの規制撤廃、社会の変革性をより引き出すための雇用流動化について提言を行う。

7.1 規制撤廃（緩和）

マルチメディア技術が活かされない規制の一例を以下に示す。ただし、現在、これらの規制も順次見直しも進められている。

(a) 対面必要の規制（マルチメディアの距離の克服が活かされない例）

遠隔医療（医師法等）、遠隔義務教育（学校教育法等）、民事訴訟等のオンライン裁判（民事訴訟法等）、テレビ会議を利用した企業内の取締役会（商法等）、テレコミュティング（在宅勤務）の実現（労働基準法等）、商取り引きや官庁の申請における本人の確認（対面説明の要求）のマルチメディア化、・医療品、酒のオンライン販売（薬事法等の店舗販売の原則）、不動産および航空券等のオンライン販売（宅地建物取引業法等の取引条件の対面説明）

(b) 電子情報の法的有効化規制（電子化文書が活かされない例）

自治体の各種申請のオンライン化または電子的文書の採用（自治省通達等）、経理システムの完全なオンライン化（商法等）、公文書の電子的保存、電子化された処方箋の交付（医師法等）、商取り引きにおける電子化されたデータの有効化（訪問販売法等）、電子取引（EDI）の拡大普及（会計法等）

(c) 広告・宣伝の規制（ネットワーク技術が活かされない例）

インターネットによる通販の広告（誇大広告の禁止、訪問販売法）、インターネットによる医薬品、化粧品などの広告（内容のチェック、薬事法）、インターネットによる懸賞広告（額の制限、景表法／独占禁止法）

(d) 多様なコンテンツの流通の促進に関する著作権について

DB等の著作権適用の見直し、映像ソフト等の二次利用の権利処理体制確立

日本の閉鎖性の改善には、上記の法的規制の撤廃のみならず、既得権益に固執する業界体質の打破の双方が必要である。ネットワーク社会の情報公開機能を活用して、この暗黙の規制システムにメスをいれることも重要である。

7.2 雇用流動化の促進と活用

ベンチャー企業の育成、チャレンジングな人材の育成、多彩な人材の育成観点から、上記の規制のみならず人材の流動化の施策も重要である。

- ・ フレキシブルな雇用制度：企業において、人材の流動性を促進するための退職金制度等の見直しを始め、任期制、通年採用制、年俸制等のフレキシブルな雇用制度を採用する。
- ・ 雇用流動化を促進する新規産業の育成制度：新産業の温床となるベンチャー企業育成のため上場規制の緩和、ストックオプション制度、ベンチャー企業に対する優遇施策を促進し、技術イノベーションおよび雇用制度の変革を推進する。
- ・ 海外交流の促進：異なる発想の人材をより多く日本へ導入する観点から、訪日外国人研究者の優遇施策（大学・国研等の外国研究者の待遇改善）を行う。また日本人研究者の海外潜在を容易にする人事制度、海外派遣制度等の整備を行う。

最後に、社会の変革に重要な事は、法律的な枠組み、人的な枠組みの変革に続いて、社会を構成している人間の価値観（意識）の変革である。社会を変革する全く異なった発想の出現を期待するためには、現在のように構成員がいつも他人と同質であることに安心感を得る社会ではなく、あらゆるスペクトルの情報に対しても耳を閉ざすことなく受け入れることが必要である。すなわち、『異端を許容出来る社会』に変革し、その中で『ディベート』をとうしてあらゆる観点から議論し、自らの手でグローバル化時代の未来を構築することが重要である。

8.まとめ

当初、「研究開発空洞化」の問題意識からスタートしたが、その検討途上において世界および日本の経済状態は激しく変化し、本問題は、「グローバル化時代の科学技術立国」のあり方として本格的に取り組む必要があるとの認識に大きく変貌した。

本報告では、これらの意識の変化を背景に、「グローバル化時代の科学技術立国」の問題点を整理し、その課題として、①日本国内技術者の雇用確保、②日本国内での研究開発環境整備を取り上げ、その課題に対する対策を示した。さらに、この課題の検討プロセスの中で「グローバル化時代の科学技術立国」の基本的考え方は、①国際的な競争力を有する産業の育成、②国内研究開発環境を国際的に魅力あるものに変革することことであるとの認識に達した。

具体的対策として、産業規模、日本の産業の方向性、社会ニーズとの合致等の観点から、「マルチメディア産業」を育成し、「国内の技術者の雇用創出」を目指すことを提案した。さらに、世界的な競争力を有する産業とするために、研究開発グローバル化の問題点である「研究開発のニーズに密着した部分（上流工程）およびソフトウェア研究開発」を日本国内に呼び戻し、メガコンペティションに生き残るための技術戦略として「非言語技術に焦点を当てた研究開発」を試案として示した。また、国際的に魅力ある研究開発環境の整備の論点として、世界的なマルチメディア・サービスのテストベッドを目指した「研究情報ネットワーク整備」、人材育成の観点から「教育の改革」、規制撤廃（緩和）等の「社会の変革」の提言も行った。

本報告では、現在の電子・通信工学の牽引車である半導体産業に対する提言は言及しなかったが、半導体産業は、物理屋が主導権を握っていたハード面の進化から、機能や応用面を重視してより高い付加価値を得るためのパラダイム転換が起きようとしている。このアナロジーは、書物の出版にあって、印刷技術の時代から、本そのものの出版企画・編集という付加価値にポイントが移行したことになぞらえられる。これは、ハードウェアからコンテンツへというマルチメディアの進化形態と同一のものである。半導体産業もハードからアプリケーションに移行しつつあるので、本報告の提言が基本概念として流用できるであろう。

グローバル化時代の研究開発の検討を進めてきたが、この議論は、最終的には社会全体の国際化に到達する。すなわち、研究開発を活性化するためには、価値観の多様化、個人の影響力の拡大、異文化流入の促進等の社会変革を行い、ヒューマンスティックでかつ合理的な社会を実現することが必要である。これは、外国人が日本に住みたいと思える環境と、また若い人が国際人として活躍できる環境の実現することであり、日本の社会自体を国際化し、国際的に受け入れられる社会を築くことである。国際化こそ今後のグローバル化時代の中で日本が生き延びてゆくために必須な条件であろう。

(参考文献)

- [1]日本学術会議 電子・通信工学研連中間報告「研究開発空洞化現象は起きるか？」(1996)
- [2]科学技術庁 科学政策局「平成7年度 民間企業の研究活動に関する調査」(1996)
- [3]通産省 産業政策局「海外展開戦略に係わる企業調査報告」(1996/11/3)
- [4]科学技術庁「科学技術白書 平成8年版」(1996)
- [5]郵政省「通信白書 平成8年版」(1996)
- [6]通産省「通商白書 平成8年版」(1996)
- [7]平野「マルチメディアの未来市場予測」DIAMONDハーバード・ビジネス9月号(1994)
- [8]日経エレクトロニクス「低成長時代に入った国内電子産業、新たな牽引役の模索続く」No.675(1996)
- [9]科学技術庁「先端科学技術研究者に対する調査」(1995)
- [10]日経エレクトロニクス「機能の取り込みで先行し、技術を盾に逃げ来る」No.660(1996)
- [11]Council on Competiveness:"Critical Technology Updates"(1994)
- [12]三菱総研資料「米国における情報通信分野の研究推進状況に関する調査」(1996/6/4)
- [13]電波新聞社「電子工業年鑑」(1996)
- [14]電気通信審議会「21世紀の知的社会への改革に向けて」(1993/5)
- [15]マルチメディア振興協会「マルチメディア白書」(1996)

海外生産比率

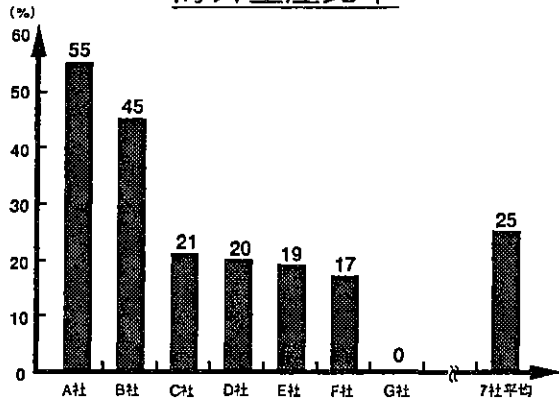


図1 半導体・コンピュータ分野の海外生産比率

研究開発海外展開比率

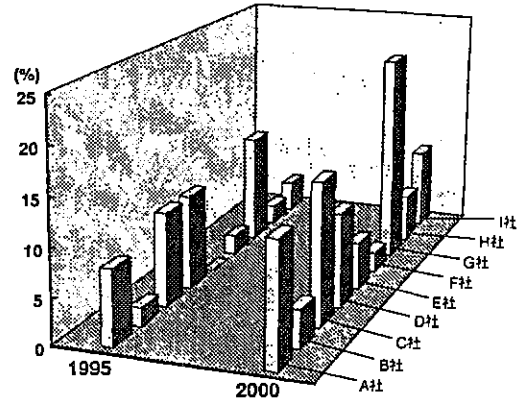
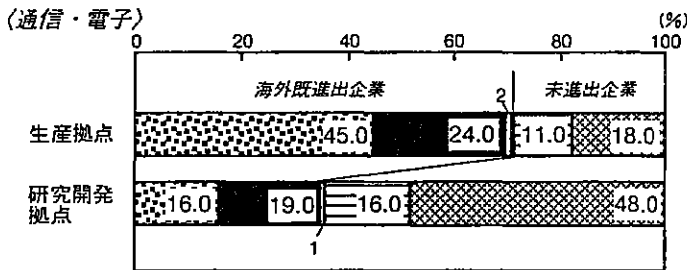
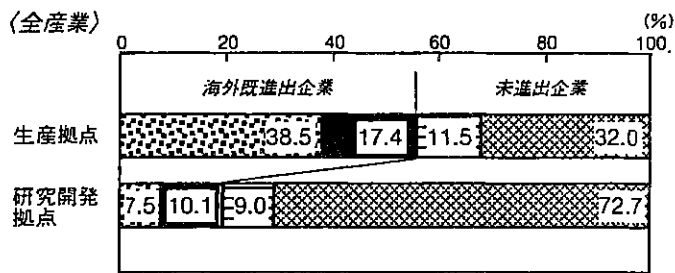


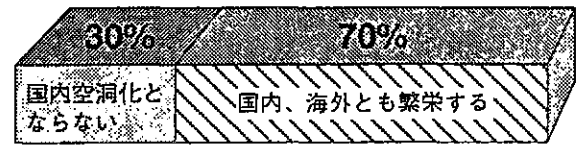
図2 研究開発海外展開比率



拡大する
 現状維持
 縮小する
 今後進出予定
 今後とも進出しない

図3 全産業と電子・通信分野の比較

研究開発の海外展開が将来国内の空洞化をもたらすか



(“国内空洞化を引き起こす”との回答はゼロ)

図4 研究開発の海外展開に対する見解

海外で研究開発を行う理由

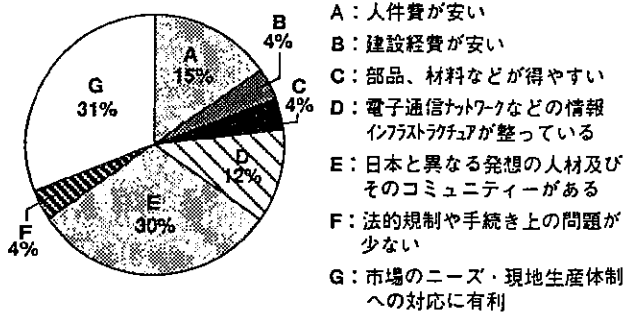


図5 海外で研究開発を行う理由

【新規・成長市場の重要分野】

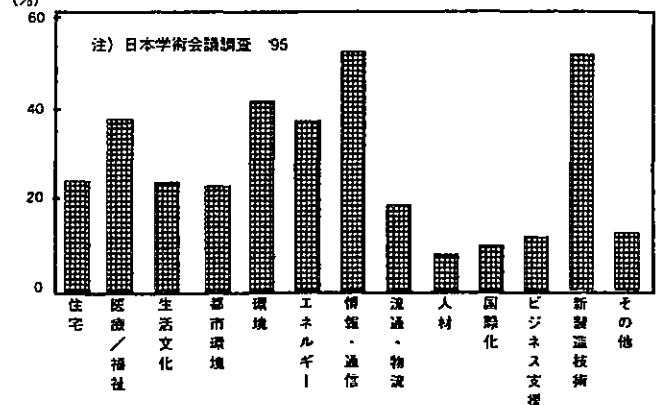
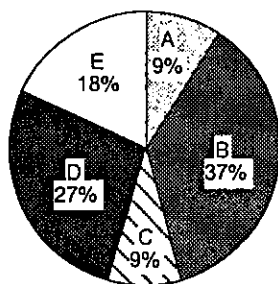


図6 新規成長分野の予測

海外大学への委託理由



- A: 人件費が安い
- B: 日本と異なる発想の人材及びそのコミュニティがある
- C: 市場のニーズ・現地生産体制への対応に有利
- D: 余人に代えがたい高い研究能力
- E: 大学の技術レベルを見込んで

図7 海外大学への研究委託理由

《 マルチメディア市場の予測例 》

予測主体	予測範囲	予測対象		予測年次	市場規模
		サービス	機器		
IBM (92年)	世界		○	1995	190億ドル
アップル・コンピュータ (92年)	世界		○	2000	3.3兆ドル
データクエスト (92年)	世界		○	1996	60億ドル
マッキンゼー & カンパニー (92年)	日本		○	2000	14.4兆円
ニューメディア開発協会 (92年)	日本	○	○	2000	15.3兆円
日本電子機械工業会 (92年)	日本	○	○	2000	57.9兆円
通産省 (新規市場創造707'94) (94年)	日本	○	○	2000	61~70兆円
日本電子機械工業会 (家庭用マルチメディア市場) (94年)	日本	○	○	2015	17.7兆円
新映像情報産業懇話会 (94年)	日本	○	○	2000	25.4兆円
	日本	○	○	2015	71.0兆円
郵政省 (94年)	日本	○	○	2010	123兆円

出所：94年版 情報通信ハンドブック
(情報通信総合研究所) のデータの一部追加

表1 マルチメディア市場の予測例

分野	評価結果
ソフトウェア	・全ての分野で米国が優位
コンピュータ	・ハードウェア製造は競争状態 ・その他の分野は全て米国が優位
ヒューマンインターフェース	・全ての分野で米国が優位
データベース	・全ての分野で米国が優位
通信・ネットワーク	・広帯域交換機、デジタルシステム、光ファイバシステムは、競争状態にあるが米国優位に移りつつある ・多重伝送は競争状態
移動端末・システム	・DSP (Digital Signal Processor) は競争状態にあるが米国優位に移りつつある ・周波数利用技術は競争状態 ・送・受信機技術は米国優位にあるが競争状態に移りつつある

出典：Council on Competitiveness (1994)

表2 米国産業の情報通信分野に関する技術評価

【付記】

本報告の作成に当たっては、下記の方々の御協力を得た。ここに感謝する次第である。

所 真理雄 (ソニーコンピュータサイエンス研究所 取締役所長)
香 田 正 人 (日本IBM アジアパシフィックサービス クロスインダストリー プ
ログラム・マネジャー)
石 本 光 (ソニー 中研 材料物性部門課長)
有 信 睦 弘 (東芝 システム・ソフトウェア生産技術研究所長)
伊 藤 清 男 (日立製作所 中研 主幹研究長)
古 屋 一 仁 (東京工業大学工学部教授)
長 野 敷 利 (松下電器産業 経営企画室 参事)
久 門 耕 一 (富士通研究所 システム研究部 主任研究員)
吉 村 猛 (日本電気 C&C研究所 担当部長)
唐 津 治 夢 (国際電気通信基礎技術研究所 経営企画部長)
坂 内 正 夫 (東京大学生産技術研究所教授)
持 田 侑 宏 (富士通研究所 取締役 マルチメディアシステム研究所長)
大 島 正 晃 (松下電器産業 東京通信システム研究所企画室室長)
藤 沢 秀 隆 (カシオ計算機 通信技術研究所開発部次長)
柳 町 昭 夫 (NHK放送技術研究所 研究主幹)
上 田 繁 (シャープ 通信技術研究所 部長)
藪 田 哲 郎 (NTT アクセス網研究所 研究部長)