

資 料

わが国が行う情報技術研究開発のあり方
に関する調査研究（その6）

平成 14 年 3 月

財団法人 日本情報処理開発協会
先端情報技術研究所

KEIRIN

00

この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

13 年度 情報産業の研究開発体制のあり方 に関する検討作業委員会

(敬称略／順不同)

委員長	後藤 滋樹	早稲田大学理工学部情報学科 教授
委員	大島 信幸	(株)日立製作所 情報・通信プラットフォームグループ 事業企画本部 シニアプランニングマネージャ
委員	斉木 吉彦	(株)日立製作所 中央研究所 情報システム研究センタ センタ長
委員	後藤 敏	日本電気(株) NEC ラボラトリーズ 支配人
委員	笠原 裕	日本電気(株) インターネット基盤開発本部 本部長
委員	林 弘	(株)富士通研究所 常務取締役
委員	松村 直己	富士通(株) 情報処理事業推進本部 事業戦略室 担当部長
委員	小野 修一	三菱電機 (株) 情報技術総合研究所 所長
委員	南 正名	(株)東芝 e-ソリューション社 理事
委員	津村 和政	沖ソフトウェア(株) 常務取締役
委員	小林 慎一	(株)三菱総合研究所 情報環境研究本部 本部長

事務局

内田 俊一	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所長
山次 和男	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所 技術調査部長
佐藤 博	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所 技術調査課長
牧村 信之	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所 技術調査部 主任研究員
石井 英志	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所 技術調査部 主任研究員
中村 貞子	(財)日本情報処理開発協会	先端情報技術研究所 技術調査部

わが国が行う情報技術研究開発のあり方 に関する調査研究（その6）

目 次

第1編 国が支援する情報技術研究開発のあり方

まえがき	1
------	---

第1章 調査研究の概要と提言

1.1 調査の経緯	5
1.2 調査課題とその背景	7
1.3 ヒヤリング調査の概要	26
1.4 IT立国実現に向けての提言	37

第2章 IT研究開発拠点の国内立地とその条件

（ヒヤリング調査まとめ）

2.1 質問項目について	43
2.2 技術貿易時代への対応	45
2.3 研究開発のフロントランナーとなるべきか	52
2.4 国全体のIT投資のあるべき姿	56
2.5 IT研究開発拠点の国外流出の是非	62
2.6 わが国の研究開発支援構造に欠けるもの	74
2.7 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性	85
2.8 国研の不在をどう補完するか	93

第2編 先端情報技術の研究開発動向と諸外国の情報化政策

まえがき	97
------	----

第1章 先端情報技術の研究開発動向

1.1 ハイエンドコンピューティング技術の研究開発動向	99
1.2 人間主体の知的情報システム技術の研究開発動向	115

第2章 諸外国の情報技術開発、および情報化政策動向

2.1 米国における情報関連分野の重点的研究開発計画調査	129
2.2 IT政策・研究開発に関する諸外国動向調査	144

第 1 編 国が支援する情報技術研究開発のあり方

まえがき

情報革命もその第一の山を越え、第二の山に向かっていると言われる。第一の山は、インターネットを中核とする世界に広がるコンピュータ網の構築と、それを一般市民や企業の道具としたことであろう。インターネットは今やわれわれの社会における不可欠の道具となり、その利用範囲は日々拡大を続けている。第二の山は、ネットワークの広帯域化（ブロードバンド化）やインターネットの網の目の緻密化（ユビキタスコンピューティング）、その一部を切り出して超分散システムとして使う（グリッドコンピューティング）ような新しいプラットフォーム技術の実用化などであろう。その上にどのような新しい応用が出現するのかは第二の山を越えたとき見えてくるのであろう。

インターネットは、人間社会のもっとも基本的な機能の一つである情報伝達手段に革新的な新手法をつけ加えた。その手法はきわめて融通性に富み、これまでの情報伝達手段であった、出版、電話、放送などをも飲み込む能力を有している。さらに、その高速化、利用料金の低廉化が、その利用範囲を広げ、企業構造やわれわれの社会構造までを変革するものとなった。まさに、IT革命という名前にふさわしい技術革新である。

このような新しいテクノロジーの登場は、人類の歴史上何度か現れ、革命を起こしてきた。そしていつも、この革命に効果的に対応し発展した国と衰亡した国が存在してきた。明治維新においては、わが国は欧米の新技术を取り入れ、さらに政治や行政、教育、企業構造、その他の社会制度までも新規に構築したり入れ替えてしまうという荒療治を施した。かなりの混乱や抵抗はあったものの国をまるごと作り変えるような革命は成功し、それが今日の繁栄につながっている。

今回の情報革命も、本来は、明治維新に匹敵する政治、企業、社会などの革命的改革を前提として臨むべきものであり、多くの日本人がそれに気付きはじめている。しかし、幸か不幸か、今日の日本は明治の日本に比べはるかに豊かであり、危機感に乏しく、それが大胆な国の構造改革を阻んでいる。

その間にもインターネットは、情報を求めて地球上を渡り歩く時間と距離を無くし、世界を一つの市場に統合し、グローバルマーケットを作り出した。多くのビジネスは世界相手のものとなり、日本企業は、米国のみならず、労働コストが極端に低く、ハングリー精神旺盛な人々にあふれた中国やインドなどの諸国との競争を余儀なくされている。

このような状況の中で、GDP 世界2位の大国は情報革命の時代に向けた構造改革の実施につまずき、バブルの時代の後遺症を背負い、その経済は低迷し、新規技術開発やインフラ投資もままならない状態である。日本のお家芸であった製造産業は、グローバルマーケットにおけるコスト削減競争に耐え切れず、国外脱出に活路を求めている。その結果、国内の産業空洞化の進行と雇用機会の喪失、失業率の上昇が急速に進行している。

また、わが国の繁栄の要ともいえるべき製造産業は、産業のIT化、ソフトウェア産業の

強化、および技術（ライセンス）貿易時代に向けての対応、知的財産権（IPR）の生産と蓄積に向けた構造改革に大きな遅れをとり、依然として箱物作り時代の構造から抜け出せないでいる。国の研究開発や調達制度もまたしかりである。

米国では、マイクロソフトやオラクルなどソフトウェア企業の発展とともに、IT を利用した新産業が続々と誕生し、従来の産業の IT 化も進み、GDP の 3 分の 1 を稼ぎ出している。これに対して、わが国のソフトウェア産業には米国のような爆発的発展は無く、わが国が輸出する IT 産業の主力製品は、依然として、携帯電話などの IT 機器の部品など、ハードウェアが中心であり、ソフトウェアの輸出は微々たるものである。ほかの産業の IT 化もこれからというところが多く、わが国は米国で達成された IT 産業のソフト化が、まだ達成されていない状況にある。すなわち、IT 革命の第一の山を越えていないのである。

「わが国が行う情報技術研究開発のあり方に関する調査研究」は、平成 8 年より本格的な調査を開始した。当初は、わが国の「国の行う情報技術、特にソフトウェア技術の研究開発や産業育成への投資効率が悪い」ことについて、その原因を突き止め改革提言を行うことを目指した。

このため、情報先進国であり、IT 革命を先導していた米国の連邦政府の支援する IT 研究開発計画、新産業育成の仕組み、法制度を綿密に調査し、その結果をわが国の仕組み、法制度と比較し、わが国の研究開発の仕組み、法制度が抱える問題点の明確化と改革提言を行ってきた。これらの調査報告は、わが国の情報革命を推進しようとしていた経済産業省（通商産業省）を始めとする省庁や大学、研究機関、民間企業の関係者に広く利用された。特に、経済産業省の IT 関連の政策立案者、総合科学技術会議や学術会議などの関係者には、国の研究開発の仕組み、法制度の改革提案作成の基礎データとして有効に使って頂けたのではないかと考えている。

調査のスコープも、当初の国内のソフトウェア研究開発の仕組み、法制度の改革提言から徐々に拡大し、IT 革命に対するわが国の対応が遅れ、米欧はおろかアジア諸国にまで追撃されている要因の解明や、技術貿易時代への対応策を提言するまでになっている。平成 12 年度は、「21 世紀は技術貿易の時代」といわれる中で、着々とそれに向けてプロパテント政策を強化し基礎研究投資を増額している米国と、それに対抗すべきフロントランナーとしての研究開発の仕組みを構築できないでいる日本の姿を比較分析して示した。

米国は、基礎研究成果の IPR 化に有利なルールを設定し、同時に、NITRD 計画の継続、バイオテクノロジーやナノテクノロジーなどの新分野への基礎研究投資の追加を行い、IT のみならず、21 世紀に花開くであろう先端技術の IPR の先行取得を進め、同時に新技術を商品化するベンチャー企業育成に毎年 1,000 億円以上を投資し、主要分野における市場の覇者となるための地盤を着々と固めている。

一方、わが国の研究開発の仕組み、法制度を日米比較の観点から分析すると、研究開発の上流段階においてアイデアを組織的な研究開発活動へ成長させる芽出し段階を担当すべき大学、国研が弱体であり、わが国の IT 化の大きな阻害要因となっている。また、成長

した研究開発成果を商品化して市場参入を促進する起業支援や、新技術を抱えて市場参入を果たしたベンチャーや中小企業を育成する支援体制がほとんどない。平成12年度調査では、わが国の仕組み、法制度における問題点として、これら2点を指摘した。

米国は、国全体を、先端技術開発と成果の商品化、およびその商品を携えて市場参入する新規企業を育成し市場創成まで、すなわち、アイデア誕生から、その市場作りまでをシームレスに支援する国の仕組み、法制度を完成させている。これが有効に機能し、その結果として、常に新製品を産み、産業の新陳代謝を進め、世界の先端産業のリーダーの地位を確固たるものになっている。

国の研究開発予算の配分機関についても、上流段階のアイデアから基礎研究に至る過程を担当するNSFやNIH、その後、成功裏に上流段階を乗り切ったものの研究開発規模の拡大を支援するNASA、DOE、商品化や起業段階を支援するNISTやDOEなど、さらに超革新的な基礎研究から、軍事利用を含め高度な応用研究を支援するDARPAなどが、優れた研究成果を求めて競い合っている。これらの機関の支援対象の重なりと有望なテーマの発掘競争が、小さな研究の芽を巨木へと成長させるファンディングのリレーを実現している。さらに、大統領直下において、ファンディングする研究テーマの省庁横断的な調整を行うOSTPやNSTCのような組織、国全体の情報技術の将来ビジョンと研究開発政策を見守り、大統領に的確なアドバイスを送るPITACなどの仕組みがあり、省庁縦割りの弊害を防いでいる。

このような仕組みの中に、多くの研究者が活躍の場を得ており、大学においては約27,000人、国研においては、約30,000人を擁している。これは、わが国の大学の研究者約2,600人、国研の研究者約1,000人を大きく引き離している。同様に、プロジェクト予算については、日本に比べ、米国の大学への投資は約10倍（\$26,400M）、産業への投資は約5倍（\$22,100M）となっている。

また、これら大学、国研で生まれた技術シーズを商品化し、企業を起こし市場形成を行うために、SBIRなどのベンチャー育成支援を行い、2000年度では、年間約11億ドルの投資を、5,000件近い中小企業のプロジェクトに対して実施した。

我々はこのような米国全体を新技術開発に向けて連携して動かす仕組みをフロントランナー構造と呼んでいる。わが国においては、このようなフロントランナー構造の構築が遅々として進まない中で、先端産業の製造拠点や、その技術シーズ創成に重要な役割を演ずる企業の研究機関の海外移転が相次いでいる。当然、その帰結は、わが国の産業の空洞化であり、国家目標とした日本のIT先進国化、技術立国の達成が危うくなることを意味している。

そこで、平成13年度は、このような現実注目し、「IT研究開発拠点の国内立地とその発展のための条件」との調査テーマのもとに、IT立国実現の道を探ることを目指した。かつて米国は、現在の日本と同様、日本やドイツの追い上げにより、自動車産業を始めとする主要産業が国際競争力を失った。その後に、国を挙げて産業の競争力強化に取り組み、

プロパテント政策を実施し、同時に情報技術への重点投資とフロントランナー構造の強化に取り組んだ。

現在、米国は、フロントランナー構造を駆使し、IPR などのライセンスの先行取得を行う新技術の研究開発拠点となり、さらにソフトウェアやネットワーク技術に関する先端技術を用いた高付加価値製品の製造拠点として繁栄している。先端技術を利用した製品は、アジア諸国などでは容易に真似のできない高度なものであり、また、そのような先端技術の国外流出を防ぐ IPR の防護壁を築いている。このような仕組み、法制度を基に、米国内での先端産業の立地を確保している。

本年度の調査では、わが国においても、IT 研究開発拠点を国内に持ち、その成果を生かした先端技術応用製品の製造拠点を国内に展開するという米国に類したアプローチが可能かという質問と、わが国が置かれている現状説明を準備し、わが国産業界において、IT の研究開発に従事している有識者のヒヤリング調査を行うこととした。

調査における主な質問、および分析項目は以下のようなものであった。

- (1) わが国は研究開発のフロントランナーとなるべきか
- (2) 国全体の IT 投資のあるべき姿
- (3) IT 研究開発拠点の国外流出の是非
- (4) わが国の研究開発支援構造への提言
- (5) 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性

これらについて、多岐にわたる回答が得られた。それらを一言でまとめると、「わが国は、多くの困難な問題を解決して、フロントランナーとなり、世界に先駆けた技術開発、商品開発を行えるようにならねばならず、それ以外に繁栄を持続する道は無い」というものであった。大学の強化などはその問題の一つであり、これら解決すべき問題の明確化とその解決策についての意見と提言をまとめている。

これらの意見や提言が、わが国の IT 立国の論議を活発化し、その実現のために行うべき改革は何かを明確化し、国民的コンセンサスの構築にいくばくかの貢献ができることを切に願うものである。

第1章 調査研究の概要と提言

1.1 調査の経緯

「わが国が行う情報技術研究開発のあり方に関する調査研究」は、平成8年度より本格的に開始した。当初は、米国を中心とする情報先進国の先端 IT 技術、特にソフトウェア技術の研究開発に対する国の支援の仕組み、法制度と、研究開発の重点投資分野やテーマについて調査を行った。

仕組み、法制度についての日米比較を行った結果、わが国の、国の情報技術研究開発支援の仕組みは、研究環境の変化に迅速に対応できない箱物作りの時代のまま放置され、ドッグイヤーで進む現代 IT 社会の研究開発のスピードに追従できていないことが明らかとなった。すなわち、わが国の研究者、企業は、きわめて不利な条件下での競争を余儀なくされていることが明確となったわけである。

たとえば、米国では、研究開発目標や内容の変更、これに伴う予算費目などの変更、成果の扱い、人の雇用などの権限の多くが現場のプログラマネージャに移管され、競争相手や市場の動向に迅速に対応できるものとなっている。ともかく、市場価値の高い技術を目指し、産業への技術移転や商品化を迅速に行え、かつ、計画変更や会計処理などのオーバーヘッドを最小にするよう、仕組み、法制度が常に改良されていくような法的整備が行われているのである。

特に国のビジョン、予算、重点投資分野、研究目標や方針、会計処理などの研究開発の重要な条件決定の組織の要所要所に情報技術の専門家が配置されており、これは日本とは際立った違いとなっている。これが素早く的確な判断を可能とし、日米の研究投資のリターンに大きな較差を生じさせている。国のビジョンを決定する米国の大統領情報技術諮問委員会（PITAC）はその代表的なものである。現役の情報関連企業の CEO や大学の情報を専門とする教授が米国や世界の研究動向を分析し、その先手を取る戦略を立て、それに沿って省庁横断的に合理的な研究開発活動が実施されていく。

その研究開発の担い手は、優秀な人材で溢れた大学や国研であり、企業は、そこで生まれ蓄積された技術シーズを技術移転し商品化する。大学や国研での研究開発は国の予算で実施され、企業はその成果の消費者的立場に立っている。研究開発という成功率の低い作業が大学・国研で行われ、かつその費用は国の負担である。企業はその成果を買ったり、成果をもとに大学からスピンオフしたベンチャー企業を M&A することで、自身の新陳代謝が可能である。また、鍛えられた研究者や学生と技術を一まとめにして買い取ることもできるという、わが国企業にとってはうらやましい限りの仕組みが存在している。

また、大学で生まれた技術をもとにベンチャー企業を起こそうとする研究者へ国が投資する中小企業革新的研究プログラム（SBIR）や中小企業技術移転プログラム（STTR）、

新規市場参入企業に対して、連邦政府調達の 30%を振り分ける優先枠の存在など、市場におけるベンチャー育成策なども整っている。このような仕組みは同時に世界中から第 2 のビルゲイツを夢見る研究者を引き付けている。

このような制度の存在する根本には、「全ての大企業もかつてはベンチャーであった」という、ベンチャー企業こそが新しい技術を市場にもたらし産業全体の新陳代謝と継続的繁栄を可能とする存在という米国らしいコンセンサスが存在している。

このようなアイデアの誕生、そのゆりかごとなる大学、ベンチャー企業の誕生と成長、新規産業分野の創成、国の産業の継続的发展という一連の仕組みを、われわれは「フロントランナーの持つシームレスな研究開発支援構造、または、短く、フロントランナー構造」と呼ぶこととする。

米国はよく知られるように国の費用で開発されたものは公開するのが原則であった。「Publish or Perish (公開せよ！ さもなければ滅びるのみ)」というわけである。しかし、寛容に技術シーズを公開したことで、発明した米国に先んじて商品化する国が現れ、米国産業は国際競争力を失った。

この結果、米国は 1970 年代の後半からプロパテント政策を取り、研究成果、すなわち技術シーズの特許化などライセンスの管理を強化した。同時にコンピュータを中心とする情報技術に集中的投資を行った。1990 年代にその投資は開花し、情報技術を中心とする IT 革命を起こし、米国の IT 企業の世界制覇を達成し、同時に IT により国内産業の新陳代謝をも成功させた。IT 産業やバイオテクノロジーなどの、高付加価値産業への改革を達成したのである。

従来の家電などの産業は、人件費の安い他の諸国に移転したが、それに代わる新産業を興し、国の繁栄を持続させることに成功したのは、フロントランナー構造があったからともいえる。そして、技術シーズの流出には知的財産権による権利強化策で、強力な防御態勢をしいている。米国は、基礎研究投資を強化し、研究開発成果を IPR 化し、ライセンス貿易によって利益をあげ、かつ、マイクロプロセッサや基本ソフトウェア (OS) などの先端技術の製造拠点としての地位を確固たるものとしている。

現在、わが国は、かつての米国のような状態にある。先端技術については、米国などに先を越され、従来産業の多くは、中国などアジア諸国の追撃にあっている。かつて世界一を誇った製造業の多くは、人件費やインフラコストの安い、アジア諸国へその製造拠点を移し、国内の空洞化が進み、雇用機会が失われている。日本経済は大きな岐路に立たされている。

日本の進むべき方向は、かつての米国が行ったような新産業を育成しての第 2 の技術立国の実現である。このためには、自らアイデアを育て、技術シーズを生み出すフロントランナー構造が必要である。また、新技術を抱えた多くのベンチャー企業を産み出すような市場構造の改革も必要である。

「わが国が行う情報技術研究開発のあり方に関する調査研究」も、平成 14 年度末の当研

研究所の廃止を控え、平成 13 年度が最後となる。このような背景もあり、今年度の調査研究のテーマを「IT 研究開発の国内立地とその発展のための条件」とした。わが国が自ら技術シーズを生み出し、新産業を創成し新技術をもとに高付加価値の商品開発拠点を復活して、空洞化を克服できるか否か、もしできるとすればその条件は何かという、日本産業復活の可否を調査テーマとして選んだわけである。

そして、アイデアから技術シーズを研究開発し、商品化し、新市場を産み出すフロントランナー構造を作りあげる道を模索してみようというわけである。このために、米国の持つフロントランナー構造と現在の日本の研究開発構造を比較し、それを材料に我々は何をなすべきか問うことにした。ヒヤリング調査は、現在の日本の企業を実質的に支えている人々に対して行うこととした。このような現在の日本を支えている人達でさえ、一気に問題を解決する策があるわけではない。しかし、進むべき方向は、多くの人について一致している。後は、IT 革命のもたらす新陳代謝についての国民的コンセンサスを作りながら、この調査で指摘された多くの問題を粘り強くひとつひとつ解決していくことが日本産業再興への道でなのであろう。

1.2 調査課題とその背景

1.2.1 調査課題設定の背景

調査課題は、国の研究開発の仕組みや法制度の抱える問題点を総合的に提示することを意図し、「IT 研究開発拠点の国内立地とその発展のための条件は何か？」というものとした。この課題設定の第一の動機は、わが国を世界一流の IT 技術の研究開発拠点とし、それと同時に高付加価値製品の製造拠点とするためには、どのような改革が必要かを示唆しようとしたことである。

また、この課題設定は、米国が 1970 年代に日本やドイツの追い上げに遭い、国内産業が競争力を失ったとき産業競争力再生のためにとったアプローチが、わが国にとっても可能か否かを検討することにもなる。

1980 年代に、米国は国を挙げて産業の強化に向けた政策の実施や産業の新陳代謝に向けた投資を行った。その特徴は、コンピュータやネットワーク技術など IT への重点投資とプロパテント政策の実施であった。IT への重点投資は、従来からの産業に取って代わるものとして、IT に関する新技術開発、新産業育成を狙ったものであった。その結果、米国は世界一の IT 研究開発拠点となり、特許などの IPR やライセンスを産み出した。また、IT 関連の新しいソフトウェアやハードウェア技術など、基礎研究から積み上げた技術を生かし、ライセンスで防御して、後発諸国が容易に真似のできない先端的、かつ高付加価値技術を有する商品の製造拠点を作り上げた。

代表例は、インテルのマイクロプロセッサチップ、マイクロソフトの Windows、Cisco

のルータなどである。このほかにも世界を制覇する商品を次々と産み出した。その中でも、インターネットは単なる商品ではなく、世界共通インフラとなり、アメリカンスタンダードを世界のスタンダードに拡大し、米国産業の世界市場への進出を支援した。米国製の数々のビジネスモデルは、インターネットに乗って世界に広まった。

IT 革命は、見方によっては、従来の EC やアジア経済圏などアメリカ経済圏と一線を画していた地域に強引にアメリカ的手法を持ち込み、アメリカ企業の市場拡大を支援する一面があったと言える。これは、インターネット上の応用ソフトウェアなどには、先行者の総取り (Winner takes all) と言われる性質があることにもよっている。

以上、述べたような戦略が成功し、米国は IT 市場のリーダーとなった。NITRD 計画の進捗報告書ともいえる Bluebook 2001 は、その冒頭で、1995 年以降の米国の経済発展の 1/3 以上を IT が稼ぎ出し、1,300 万人以上の雇用を生み出したと高らかに勝利宣言を行っている。

グローバルマーケットにおける競争は激しく、わが国は、次々と新しい技術や製品、サービスを提供してくる米国と、安い人件費を武器に後から追い上げてくるアジア諸国に挟み撃ちされている。わが国産業は、製造拠点の国外脱出や、海外からの技術シーズの輸入などで凌いでいる。しかし、このような状況は望ましいものではない。やはり、米国のような IT 研究拠点や高付加価値の製造拠点を国内に確保し、容易に真似ができない技術、製品、サービスを生み出して行くことが望まれる。

以下、米国が産業再生を目指して新産業の創成と従来産業の新陳代謝のためにとった手法は、わが国についても適用できる部分があるのではないかとという観点から、「IT 研究開発拠点の国内立地」をいかにして達成するか、そのために何をなすべきかを検討することを試みる。

1.2.2 米国の連邦政府の研究開発支援構造とその背景

米国の研究者は従来から、オリジナリティを研究における重要な条件と考えてきた。また、同時に税金を用いた研究開発では、その情報公開を研究者の納税者への義務または、モラルのように考えてきた。戦後、ヨーロッパや日本が焼け野原となった中で、国内産業を無傷で残した米国は、世界の富と技術を集め、寛容なフロントランナーとなり、広く科学技術や宇宙、国防などの分野に研究開発投資を行った。その研究成果は、税金を用いた研究成果は公開するという原則もあって、基礎研究の成果については、戦後復興に力を注ぐ日本の研究者などにも寛容に公開された。

米国の民間産業も、特に国の支援を必要としないほどの余力をもち、Made in USA は世界を席巻していた。プロパテント政策が敷かれる時代以前には、米国の国、大学、民間企業は、現在ほどに連携してはいなかった。

このような米国にとってよき時代は、日本やドイツの製造業が復興し、輸出競争力をつけ、米国市場に進出を始めるにつれて終焉を迎える。これが、1970 年代になるとさらに明

確となり、繊維、家電、鉄鋼、そして DRAM に至るまで、米国産業は次々と市場を失っていった。多くの産業が、安い労働力を求めて中南米やアジア諸国へ製造拠点を移し、国内は空洞化し雇用が失われた。まさに、現在の日本が直面している状況である。

米国は、国を挙げて産業構造の変革と競争力の回復を目指す政策をとった。まず、日本やドイツについての徹底した調査が行われ、日本産業の強さの秘密が分析され、対抗策が検討された。その報告書の中でも有名なものが、大統領産業競争力協議会が作成し 1985 年に発表されたヤングレポートである。このレポートは、科学技術立国とプロパテント政策を骨子とし、国の産業投資や官産学の一体化を進めるという基本方針を打ち出した。

重点分野をコンピュータと通信（ネットワーク）、ソフトウェア技術の基礎研究に絞り、この分野を米国の新たな中核産業とすることとした。同時に基礎研究成果を商品化する段階の支援強化と、成果の権利化（IPR 化）を徹底して、競争相手国への安易な技術移転を阻止する戦略を立て実行に移した。この戦略を具体化するために専門家が総動員され、産業と政府の関係は強化された。

現在の日本との違いは、その政策や戦略立案の速さと、それを素早くやってみるという思い切りの良さである。また、国際競争力を失いつつある産業への投資は減らし、もっぱら将来の発展が期待できる分野へ投資を集中させている点も、日本との違いであろう。

国の研究開発の仕組み、法制度も次々と改革し、国の政策や戦略決定に専門家を総動員した。政府の研究投資や産業戦略に関する政策立案や政策評価を実施する部門へ IT 専門家を取り込み、研究の方向や内容の判断はもちろん、予算の使途、人の雇用などを研究の現場へ権限委譲し、官僚的支配や形式的事務処理を排除し、市場価値の生産を第一とし、研究者に研究者を管理させ、競争原理によりその効率を担保するという実利的な研究管理体制を作っていた。

研究開発や産業育成の仕組み、法制度は、ソフトウェアや IPR を産み出すことに適したものへと改革し、上は大統領情報技術諮問委員会から、下は各省庁のプログラムマネージャによる管理、特許審査、会計検査院の検査などを、ソフトウェアや IPR など無形の知識や技術の中身を評価できるものへと改革していった。この「知識創成の時代」に向けた構造改革にすでに 10 年以上の時間をかけており、現在もさらに改革中である。

IT 革命達成のための重点投資分野の切り替えについての、トップレベルの意思決定に長時間を費やしているわが国とは比較できないほどの短時間で、調達規則などの法制度までも改革してしまったことは大きな脅威である。

わが国は、現在においても、IT への真水の投資は、数千億円規模であり、道路建設投資 2 兆円の 1-2 割に留まっている。国の研究開発の仕組み、法制度も相変わらず、箱物作りの時代のままであり、研究開発予算の執行の細部まで、依然として財務省や各省庁の行政官が管理権限を握っており、IT の専門家が政府の重要ポストに就くこともなく、プログラムマネージャも不在である。米国が、国全体の構造を IT 革命に向けて改革し、国の組織全体をあたかも一つの新技术開発とそれに基づく新市場創生を行うマシンに変革してしま

ったのとは大きな違いである。

とはいえ、わが国でも、省庁間の上に首相直轄の、IT 戦略本部や総合科学技術会議が作られ、国を挙げての改革に立ち上がった。大学改革に向けて学術会議などでも活発な議論が展開されるようになった。これら会議の事務局は、当研究所の米国の仕組み、法制度や研究開発動向についての報告書や調査資料のユーザでもあり、米国を競争相手として意識した改革提言が表立って議論され、一部は実現に向けて動き出している。

総合科学技術会議が打ち出した、非公務員型の独立法人化や、国のプロジェクト予算による人の雇用の規制解除は、我々を大いに元気づけるものである。今後、このような改革論議がどのように展開し、実現していくのかを、まずは、IT の関係者が注意深く見守っていくことが重要である。

1.2.3 米国の R & D 計画立案から市場創成段階までのシームレスな構造

(フロントランナー構造)

米国は、研究開発に関しては、官産学や省庁間の壁を取り除き、指揮・調整系統を一体化して、「フロントランナー構造」を作り上げた。そして、この構造が、米国産業の再生・発展のエンジンとなったと考えることができる。この構造は、わが国の IT 産業の強化、育成や他産業の IT 化の遅れを取り戻し、新産業を育成し産業の空洞化の進行を食い止めるための、構造改革の目標でもある。

よって、今後の議論や提言の土台となることから、ここで、わが国の現状との比較を行いながら、この構造の主要部分を説明する。

この構造の要点を図示すると、その全体は図 1.1 のようになる。

いかにして、アイデアを新技術研究開発に結びつけ、新商品を生み出し、企業を育成し、新市場を形成し、税収を増やし、国を富ませるかが、ポイントである。

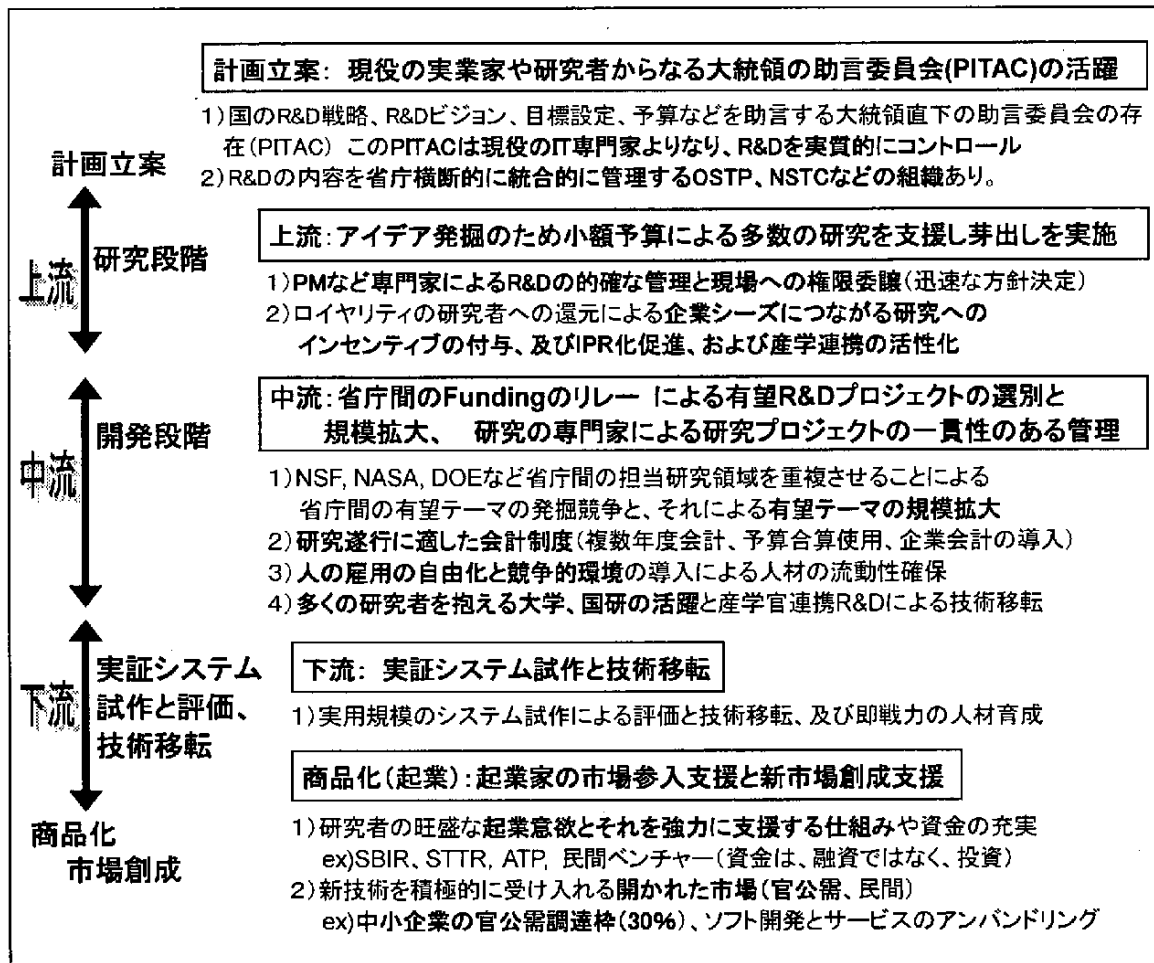


図 1.1 米国の R&D 計画立案から市場創成段階までのシームレスな支援構造
(フロントランナー構造)

(1) R&D 計画全体の方向付けと個々のプロジェクトの省庁横断的管理

図の一番上には、大統領情報技術諮問委員会 (PITAC)、国家科学技術政策局 (OSTP)、国家科学技術会議 (NSTC) など、R&D 計画 (連邦政府の R&D Initiative) の立案や国全体の研究開発戦略立案・実行管理、省庁横断的に研究開発の重複部分の統合や、重要分野の追加などの調整を行う組織の存在が示されている。

R&D 計画の全体的目標やビジョン、技術分野の追加や削除、予算の追加などは、主に大統領情報技術諮問委員会 (PITAC) が行う。PITAC は、現役の IT 関係の実業家や大学の教授クラスよりなり、米国が IT 研究開発に関してどのような目標やビジョンを持ち、どのような分野の研究開発を強化すべきかなどを具体的に提言し、各分野に割り当てられるべき予算額までも含む勧告を行ってきた。わが国の R&D は、とかく目標が不明確でビジョンが無いと言われるが、それは、このような IT の現役専門家よりなる、十分な権限と実行能力を与えられた組織を作らないことによるのではないだろうか。

OSTP や NSTC は、わが国でよく指摘される省庁間縦割りの研究開発体制を解消する役割を持っている。R&D 計画に対して、個々の省庁はそのミッションに沿った多くの R&D プロジェクトを提案し、予算を得て実行しようとする。この時、各省庁のミッションの境界は重複しているから、重要課題に関するプロジェクトはいくつもの省庁から重複して提案されてくる。

OSTP は、個々のプロジェクトの内容を精査し、類似プロジェクトはグループ化し、一人のプログラママネージャの管理下にまとめてしまう。また、一つのプロジェクトが複数の省庁から予算を獲得する場合もあり、このときもプログラママネージャを一人に絞り、予算も一本化する。

このような省庁横断的なプロジェクトの統合や切り捨て、管理の一本化を行い、省庁間の壁で仕切られ、類似プロジェクトが独立に走るような無駄を省く。このような荒業により、類似プロジェクトは、競争関係や協力関係を持つように再配置される。このような調整は、省庁の権益や研究者の立場を超え、競争原理が効果的に働くように、また、ひたすら、優れた市場価値の高い成果を得ることを目指して、計画の途中でもしばしば行われる。この結果、優れたプロジェクトは複数の省庁からファンディングされ拡大してゆく。わが国と異なり複数のソースから予算をもらっても合算使用が可能で、プログラママネージャも代表 1 人にしぼられ、成果も複数のソースに切り分けて納入するような余計な作業は無い。研究者の事務的負担を減らし、研究に没頭させようとの明確な意識が存在する。

(2) 研究開発における各省庁の役割と優れたプロジェクトの発掘と拡大の仕組み

図の 2 番目から下に、研究開発の上流、中流、下流段階の特徴が示されている。

① 上流段階

上流段階の役割は、R&D 計画の目標、もしくは、範囲（アンブレラ）の中で、できるだけ多くの優れたアイデアを発掘し、組織的研究開発を開始させることである。とはいっても、アイデア段階とは、まだ、種から芽が出る以前の段階であり、どのような芽が出るのかは、実際に研究を進めてみないとわからない。従って、この段階を主に担当する NSF や NIH は、グラントと呼ばれる予算を持ち、ピアレビューにより提案を選択し、小額の予算を多数の研究者個人や、研究者グループへ与える戦略をとっている。

NSF のグラントを例にとると、個人や少人数のプロジェクトを対象とする「ティピカルグラント」では、平均予算は年間 7.5 万ドル、期間は最長 3 年である。多くの研究員よりなるグループプロジェクトを対象とする「主要プロジェクトイニシアティブ」は、グラントの規模は通常年間 100 万ドル以上で、期間は最高 5 年間である。このグラントの受給者の選択は、「ティピカルグラント」よりも厳しいものとなっている。

グラントの成果は、原則「知識」であり、具体的には、技術論文が中心で、そのほか、プログラム、特許などである。成果には、パイドール法が適用される。

このポケットマネーと呼ばれる小額だが極めて多くの極小プロジェクトを支援する仕組みが、米国の大学や国研、その他の非営利の研究機関に多くの研究者（NSFの支援で2万人弱）を生息させ、アイデアという卵を生ませることを可能としている。研究者の抽象的アイデアを、より明確に記述された知識にまとめ発表させて、多くの研究者にその知識を共有させ、多様な発展へと導くことを意図した仕組みである。優れたものは、継続的に支援し、システム開発へと発展させる。これらの競争の中から、中流段階へ進むものが出てくる。

② 中流段階

NSFやNIHの予算で育ち、しっかり芽を出した研究開発は、より規模の大きな予算を持つNASAやDOE、DODなどの省庁の支援対象となる。このような省庁のプログラマネージャは、その省庁のミッションに沿った分野に関係する優れた研究を取り込むための競争を繰り広げている。

一つのプロジェクトが複数の省庁から予算を獲得することも多く、そのような場合はOSTPが予算を一まとめにして管理するプログラマネージャの代表を決め、プロジェクトのディレクターが複数の省庁のプログラマネージャと交渉するオーバヘッドを生じないようにする。

中流段階では、プロジェクトは数十人以上に拡大し、国研や企業と連携するものも多々出てくる。予算額も数億円以上となり、通常はコントラクトの形式をとる。成果としてはシステムが求められ、省庁による管理、監督も厳しいものとなる。

IT分野は、現在、ソフトウェアが中心的成果であり、多くの研究者や研究補助者がプロジェクトディレクターの判断で雇われ、大きなプロジェクトチームが形成される。ハードウェアを含む開発も行われ、そのためのエンジニアも雇用される。

バイオテクノロジーのプロジェクトでは、生物学者がたんぱく質の機能解析プログラムやデータベース開発のためにIT研究者を雇用し、自然と学際的研究が実施される。バイオテクノロジーの研究は当初から、NIH、NSF、DOEなどで行われた。各省庁とも、そのミッションとの関係とは裏腹に、将来、大きく発展しそうな分野を先行して取り込むことを第一に考え、ファンディングを行う。わが国のように、萌芽的研究段階から絞り込むことはせず、有望テーマほど大勢に激しく競争させることを基本としている。

現場のプロジェクトディレクターは、プロジェクト予算により、異なる分野の研究者や研究補助者をほとんど自由に雇用できる。これは学際的分野の発展とその分野の研究者の育成が自然発生的に行われることを意味している。産学連携も、米国では、大学や国研と企業という組織間の関係ができるより先に、このような個人ベースの流動が起こる。この人の流動は、研究現場のニーズに基づくため、極めて迅速に発生し、大学と企業の組織間の交渉などで時間を浪費したり、研究開発の進捗を遅らせることもない。

このような米国の仕組みに対して、わが国では、大学・国研におけるプロジェクト予算

による人の雇用は、極度に制限されている。(幸い、この規制が平成 15 年度から解除されるようである。総合科学技術会議提言) このため、大学院へ進学しても、その先にリサーチアシスタントのようなポジションが存在しないため、進学意欲を低下させたり、企業から一時的に大学院に戻り新しい知識を身につけようとしても適当なポジションが無いなど、大学に研究者が居られないという不思議な仕組みとなっており、長年続いたこの仕組みがわが国の人材不足を作り出した第一の原因となっている。

また、学際的研究の実施において、異なる分野の研究者の雇用が必要な場合でも、上記の米国のような人集めは困難である。当然、学際的研究開発において不利になり、また、学際的分野の人材育成の大きな障害となっている。現在、国立大学の独立行政法人化が計画されており、非公務員型の雇用形態が検討されている。個人レベルの流動化を自由にし、組織管理面での縛りを弱めるような仕組みに改革し、迅速な人の流動化を促進し、研究開発競争力を強化する改革が望まれる。

③ 下流段階

下流段階では、商品化を展望した実証システム試作が中心的課題となる。アイデアから開始された研究開発は、この段階にたどり着くまでに厳しく絞り込まれ、市場で競争していける可能性を持つものが残ることになる。当然、この段階以前で、研究成果は、商品化されたり、特許などの形で企業に買い取られることも多い。

新しい研究開発成果は、多くの場合、より大きなシステムの一部を占めるに過ぎない。そのため、新たに開発した試作部分を実際に稼働させ評価できるためには、その周辺に相当量のハードウェア、もしくはソフトウェアを作り、まとまりのある機能を持つシステム、もしくは部分システムとして組み上げる必要がある。この周辺部分の規模は、新規に開発したものより多くなることさえある。

このような実証システムを試作することで、市場にある商品との比較評価が可能となる。米国政府は、実証システム試作は多くの資金や人が必要であるにも拘わらず、推奨している。このような評価によって、新たに開発された技術の客観的、かつ信頼性の高い評価が可能となるからである。そして、このような評価によって新しい開発物の市場価値も明確化する。さらに、当初の機能や性能が達成できなかった場合でも、その原因追求が可能となり、研究開発への再挑戦を可能とする。また、成功した場合は、商品化に向けての次の第一歩を踏み出すことになる。

一般に、新技術開発の成功は、必ずしも商品化の成功を意味しない。技術的に優れたものが、市場に受け入れられるとは限らないからである。市場参入に先立ち、市場調査を行い、販売戦略を練り、宣伝を行うなど、次なるリスクへの挑戦が控えている。

下流段階での実証システム試作は、米国では、大学や国研、企業が単独で行う場合、およびこれら組織の共同プロジェクトとして行われる場合がある。米国の大学は、プロジェクト予算により必要な人の雇用やスペースの確保が可能であるから、大学においても、商

品レベルの試作が可能である。

よって、実証システムの試作を通して、即戦力となる学生が育成される。また、大学から直接スピノフしてベンチャー企業を起こすことも容易となる。企業への技術移転も、大学において、商品一步手前までの実証システム試作と評価が行われるため、企業としては、技術移転のリスクが少なく、追加研究投資も少ないことになる。

この下流段階を大学において実施できることが、日米の大きな較差を生んでいる。わが国では、大学の教職員は学生定員に応じて人数が決まっており、研究費による研究者や研究補助者の雇用は制約が多く、物作りの戦力は大学院の学生が頼りである。よって、論文執筆のための、動作確認を主目的とする局所的なソフトウェアやハードウェアの試作にとどまらざるをえない状況にある。これは、同時に米国のような即戦力の物作り経験のある学生や研究者を育成したり、ベンチャー企業を起こすに足る技術レベルまで研究成果の完成度を上げることが難しいことを意味している。

このような状況から抜け出せない原因として、従来から大学の論文至上主義などが挙げられてきた。しかし、大学への投資が少なく、設備も買えず、人も雇えない状況が物作りをしない大学を作り出したとも考えられる。米国のフロンランナー構造などを研究し、大学、国研における産業の技術シーズにつながる基礎研究の早急な強化が望まれる。

米国のフロンランナー構造においては、「税金を用いて行った研究開発成果は、商品化して市場に出し、納税者の手に触れるようにすることにより、はじめて納税者への利益還元が達成される」との国民的コンセンサスに裏打ちされており、研究開発の下流段階の後にさらなる支援が続く。

この支援の仕組みが、企業規模を問わず支援する先端技術開発プログラム (Advanced Technology Program, ATP)、従業員 500 人以下の中小企業やベンチャー企業を支援する中小企業革新的研究プログラム (Small Business Innovative Research Program, SBIR)、中小企業技術移転プログラム (Small Business Technology Transfer Program, STTR) である。

ATP、SBIR、STTR などの、強力な支援の仕組みをみると、米国がつぎつぎと新技術を持って市場参入を行うベンチャー企業を増やそうと、いかに努力しているかを実感する。その徹底ぶりを見ると、わが国のこの種の支援の仕組みは、ほとんど無きに等しいと思われるほど格差は大きい。これらの支援のうち、特に注目すべきものは、SBIR と STTR であり、これらについては、次節で説明する。

ATP は、企業における新技術開発を支援することを目的としており、商品化のための開発は支援しない。よって、下流段階に属するものである。ATP は商務省に属する NIST が担当しており、企業規模によらず、企業の新技術の研究開発を支援する。商品開発段階は含まない。個々の企業への投資額は、原則 \$2,000,000 までで、10% 程度の自己負担を求めている。また、期間は 3 年となっている。

FY2001 における ATP の実績は、支援件数 59 件、1 件あたりの支援金額の平均は、\$2.8M

で、ATP ファンドの全体額は、\$164M であった。ATP は、補助金であり、直接費のみが支援対象である。中小企業としては SBIR の方が使い勝手がよく、また、大企業支援は国民の支持が得にくいとのことで、予算総額は減少傾向にある。

(3) 商品化、起業段階、および市場創成段階の国の支援

研究開発が実証システムの試作、評価をもって下流段階を終了した後に、この段階が存在するのが、米国と日本を大きな違いの一つである。日本において、日本版 SBIR などと呼ばれる仕組みが準備されるようになってきたが、概して短命であり、予算規模も小さい。ここでは、米国の SBIR、STTR などの支援以外の、間接的な中小企業（従業員 500 人以下）支援について説明する。これらは、わが国では見られないものであり、なおかつ、わが国での実現が難しいと思われるものである。（以下、米国のいう Small Business を、わが国で聞きなれた、中小、ベンチャー企業と訳す）

- ① SBIR、STTR のような中小企業向けの国の投資（これについては次節で詳述）
- ② 連邦政府調達 30% を中小、ベンチャー企業への優先調達枠として提供している。企業の経営者が女性であったり、マイノリティであったりすると、さらに高い優先度が与えられる。（30% を達成できなかった省庁は、不足分が翌年に繰り越され、期限内に達成できない場合は罰金が課せられる）
- ③ 国や公共機関は、アーリーアダプターとして、率先して新技術を抱えて市場参入してきた中小、ベンチャー企業の商品や新技術を採用することが推奨されている。
- ④ 国や公共機関の調達するソフトウェア開発などにおいては、当初の開発とその後のサービスがアンバンドリングされている。また、ハードウェアとソフトウェアを一括発注せず、ハードウェアとソフトウェアを分割して発注するなどして、中小、ベンチャー企業が、国や公共機関の調達に参加しやすいようにしている。

これらのうち、②、③、④は、支援というより、中小、ベンチャー企業の育成に対する米国流の考え方、もしくは風土という方が適当であろう。米国では、市場において、中小、ベンチャー企業を、営業や宣伝などの機能の整った大手企業と競わせることはフェアではないと考えており、5 年程度の猶予期間を与え、ベンチャー企業の足腰がしっかりするまで一定の優遇処置を設けるとの考えがある。

これはまた、高付加価値の新しい商品の製造拠点であり続けるためには、市場に継続的に新しい技術に基づく商品を生産するメカニズムがなければならず、中小、ベンチャー企業はその役割を担うものであるとの合理的な考えでもある。

このような中小、ベンチャー企業の育成は、国の産業の継続的な繁栄の維持に不可欠の仕組みであるとの考え方は、米国以外には、あまり見られないものであろう。わが国においては、官公需の調達の 80% 近くが、少数の大手企業によって受注されていると言われる。

また、発注する官公庁側に専門家がいなかったことから、いろいろな設備を含め、ハードウェアとソフトウェアは一括して発注されることが多く、中小、ベンチャー企業は、調達に参加できないことも多い。

さらに、このようにして調達されたシステムの保守や拡張などは、当初に調達した企業に継続的に発注され、米国のようにソフトウェアの保守のみ分割して発注されることも少ないため、中小、ベンチャー企業が、その後、参入することができない構造となっている。このような構造が、わが国では、流通系のベンチャーは成功例が多いのに対して、技術系ベンチャーは成功例が少ないという現象となって現れている。

IT革命がおこり、インターネットがグローバルマーケットを形成し、中小の部品製造企業までもが、世界中の企業との競争にさらされることとなった。既存の業種は、インドや中国などの追撃を受け、コスト低減競争に耐えられない企業は市場からの撤退を余儀なくされている。国の繁栄を保ちたければ、競争力を失った企業を容赦なく市場から撤退させ、それに代わる新しい業種へと投資先を切り替えねばならない。そして、IT革命とインターネットは、この変革の速度をドッグイヤーに短縮してしまった。

このような状況においては、「全ての大企業もかつてはベンチャーであった」という国民的コンセンサスのもとに、上記のように国を挙げて新興の中小、ベンチャー企業を育成し、競争力を失った企業と差し替えて行く構造を確立している米国は、きわめて有利といえる。これに対して、わが国は、国も国民も、このような境地に至っておらず、日米格差は、表面に見える以上に大きなものがあるように思われる。

1.2.4 フロントランナー構造と比較してみるわが国研究開発構造の問題点

フロントランナー構造を、いくつかの段階にわけて、その特徴を紹介し、併せてわが国の状況も、一部付け加えた。

ここでは、この米国のフロントランナー構造と比較しつつ、わが国の研究開発構造を検証してみる。その背景には、日本が、世界をリードするような研究開発拠点を国内に作り、そこから生み出される産業の技術シーズをもとに新産業、新市場を育成するためには、このフロントランナー構造を、日本国内に構築できるか否かがその鍵を握るのではないかと考えるわけである。

全般的にわが国の研究開発の構造を米国のフロントランナー構造と比較してみると、次のような相違点が明らかとなる。

- ① これまで、わが国には、各省庁の上に立ち、プロジェクトのテーマや予算などに関する調整権限を持つ組織はなかった。現在、予算に関して影響力を行使できる総合科学技術会議ができ、重点分野などの選定を行っているが、個々のプロジェクトの研究内容まで追跡して省庁間の壁を越えて、類似テーマを持つプロジェクトの統合を行うまでの調整能力を持つまでには至っていない。よって、依然として省庁縦割りの弊害は

解決されていない。総合科学技術会議の権限を拡大し、事務局を強化するなどして、より強力な調整を行えるようにすることが望まれる。

- ② 研究開発の実施段階における大きな問題は、その中流、下流段階が欠落していることにある。その原因は、わが国の大学、国研に係わる問題であり、次節以下に、少し詳しく述べる。この問題は、経済産業省が打ち出している、大学からベンチャー企業を1,000社起業させようとの計画の達成の困難さを示唆する。
- ③ 次の問題は、新技術の商品化、および新技術を抱えたベンチャー企業育成の段階であり、その支援の構造である。この問題は、IT戦略会議が目標としている2005年までに海外よりIT研究者3万人導入計画の実現が困難な理由も示唆する。

上記の3つの問題が、わが国がフロントランナー構造を構築する上で、特に解決が難しいと思われるものである。しかし、①については、構造改革にかかわる問題であり、関係者の現状認識が深まれば、徐々に組織が作り上げられると思われる。しかし、②と③に関しては、いくつもの問題が絡みあっており、国を挙げての解決が不可欠の問題と考えられる。

1.2.5 わが国の研究開発段階の抱える問題点

この問題のマクロな比較は、その段階に投資されている予算と人を見ることで可能である。研究段階の実施機関は、大学と国研であるから、それら機関の予算比較を示すと、図1.2のようになる。

この図に示すように、米国では、国（政府）から、大学や企業へプロジェクト予算の形で投資される資金が多く、日本と比較すると、大学に対しては10倍以上、企業に対しては5倍以上となっている。

日本の大学は、プロジェクト予算ではなく、大学運営上の人件費や事務費などの固定費として国から資金の多くを得ていることがわかる。この中から、ITの研究費に当てられる割合は少なく、プロジェクト予算のような競争的資金の比率は極めて低いと言われている。米国では、固定的経費は少なく、多くは競争的なプロジェクト予算に頼っている。一部の事務的経費もプロジェクト予算でまかなわれており、相対的に事務的経費は低く抑えられている。

政府から企業への研究開発資金提供は、米国は日本の5倍以上
政府から大学への競争的研究開発資金は、米国は日本の10倍以

			資金使用者			
			企業	政府	大学	合計
資金 負担 者	企業	米国	165,955		3,357	169,312
		日本(*1)	108,973	269	761	110,002
	政府	米国	22,103	17,362	26,388	65,853
		日本	4,218	14,545(*3)	2,773	21,538
	大学	米国(*2)			11,835	11,835
		日本	7	4	28,557(*4)	28,567
	合計	米国	188,058	17,362	41,580	247,000
		日本	113,198	14,817	32,091	160,106

単位: 米国 M\$
日本億円

米国出典: AAAS Report XXV: Research and Development FY 2001
(<http://www.aaas.org/spp/dspp/rd/contents.htm>)

日本出典: 平成12年科学技術研究調査
(<http://www.stat.go.jp/data/kagaku/>)

*1外国からの資金を含む
*2非営利研究機関を含む
*3特殊法人分6738億円を含む
*4人件費を含む

図1.2 日米の研究開発投資の比較

この図に示された予算は、全分野についての比較であるが、米国の大学、国研では、プロジェクト予算が日本の10倍以上多く、さらに研究開発分野を柔軟に変更できるものとなっている。また、プロジェクト予算は、研究者や、研究や事務の補助者の雇用にも使うことができ、大学でも大きな研究開発チームを構成可能となっている。

次に、大学、国研の抱えている研究者や、大学院学生に数についての比較を示すと、表1.1のような。

表 1.1 情報分野の大学、国研の研究者数、大学院学生数の比較（単位：人）

		米国（注1）	日本（注2）
教員/研究者数		27,000	2,600
国研研究者数		約 30,000	約 1,000
学位取得者数	修士	21,000	2,500
	博士	5,000	350

注1：US Dept of Education, National Center for Education NSOPF 1999

フル・タイム＋パート・タイムの雇用者数、コンピュータ科学学部のみ

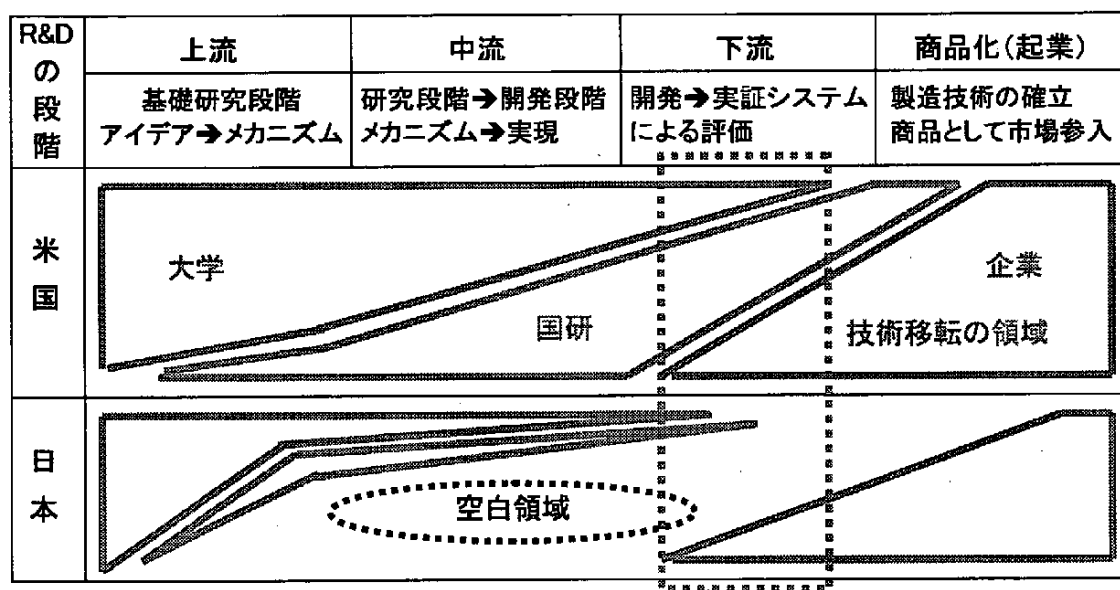
注2：総合科学技術会議 重点分野推進戦略調査会 第一回会合資料 情1-6

わが国には、米国のコンピュータ科学学部のようなカリキュラム上で区別した情報学部・学科の区別はない。公表された統計では、食品情報や流通情報学部なども情報系学部として含まれる。この値は学術会議がアンケート調査などで、米国のコンピュータ科学学部相当と判定した学部・学科の人数

このように、大学、国研において、研究開発に従事する研究者数、および大学院の学生数についても、米国は日本の10倍以上の人数を抱えている。このような統計には表れないが、このような研究者のほかに、米国の有名大学や、国研には海外からの客員研究員が、世界中から集まっている。その規模は、DOEの研究所やNIHでは、1～2千人規模（全分野）と言われている。IT産業における技術者数は、米国が209万人に対して、日本が51万人（後藤：第64回情報処理学会全国大会 e-Japan タウンミーティング講演資料）といわれており、日本のIT技術者不足の深刻さが裏付けられている。

このような研究開発段階を担う研究者の不足が、米国のような、商品化を展望した完成度の高い実証システム試作や、大規模な実験を困難としている。このため、産業界は、大学に研究開発のアウトソーシングができず、特に、IT分野では、その傾向が顕著である。

現在の産学連携研究や、大学、国研から企業への技術移転の状況を図示すると、図1.3のようになる。



- 1)米国：技術移転は商品化を展望した実証システムの開発段階で行われる。企業も評価が明確となり移転が容易。大学からの起業も成功率が高い。
- 2)日本：大学の成果は基礎研究段階が中心。企業は移転後もさらなる研究投資とリスクが伴う。

図1.3 技術移転と産学連携研究における日米格差 (IT革命以降の構図)

IT革命以前は、日本のIT企業の代表であるコンピュータメーカーは、中研や基礎研を持ち、将来の産業の技術シーズを自己負担で産み出していた。また、まだ外国への技術流出に関して寛容であった米国等からの導入によって技術シーズを得ていた。

従って、大学はポテンシャルを持つ人材の供給源であればよかった。すなわち、図1.3における企業のカバーする領域(右側の台形)が、R&Dの中流から上流にかけてせり出していた。

しかし、グローバルコンペティションの開始とともに、わが国企業も、米国企業との競争に巻き込まれることとなった。その結果、米国企業が、技術シーズを大学、国研より安価に入手できるのに対して、わが国企業は、自前で作り出すか、高価なライセンス料を支払って購入せざるを得ない状況に置かれることとなった。研究開発は、ビジネスとしてみると、最も収率の悪い事業であり、この部分が国費負担の米国企業と自前の日本企業では、明らかに競争上不利となっている。

わが国の大学や国研は人不足が深刻で、米国企業が享受しているような完成度の高い技術シーズ、もしくは商品化一步手前の試作品を得ることはもちろん、即戦力の学生も得ることができない状況におかれることとなった。わが国の大学は、図1.3に見るように、研究開発の中流や下流までをカバーできず、さらに、企業もかつてのように、この分野まで自前でカバーする経済的余裕はなくなり、ここに大きな空白領域が生じることとなった。

わが国が、研究開発の拠点を国内に持ったための、ひとつの条件は、この空白領域を埋める方策を立てることである。これが調査テーマの背後に横たわる大きな問題の一つである。

1.2.6 米国の商品化段階と起業段階における支援

研究開発の最終段階は、開発成果の商品化である。開発者が自らベンチャー企業を起こす場合、起業、商品化、販売などのための資金が必要となる。このための資金の支援の仕組みが SBIR と STTR である。

(1) SBIR

SBIR は、1982 年に、Small Business Research and Development Act に基づき開始され、2000 年 9 月に 2008 年 9 月まで延長する法律が成立している。その目的は新技術を抱えたベンチャー企業を市場に送り出すことで、大学での研究成果の商品化と新産業創成を意図したものである。その支援方法は、図 1.4 に示すように、3 つのフェーズに分かれている。

1982 年度に、フェーズ-I の支援 686 件、金額にして\$44.5M で開始された SBIR は、1997 年度には、フェーズ-I の支援 3,371 件、フェーズ-II の支援 1,404 件、金額にして\$1.1B (約 1,300 億円)と、爆発的拡大を遂げた。その開始からの投資額の累積は、\$10B (1 兆円) を超えている。

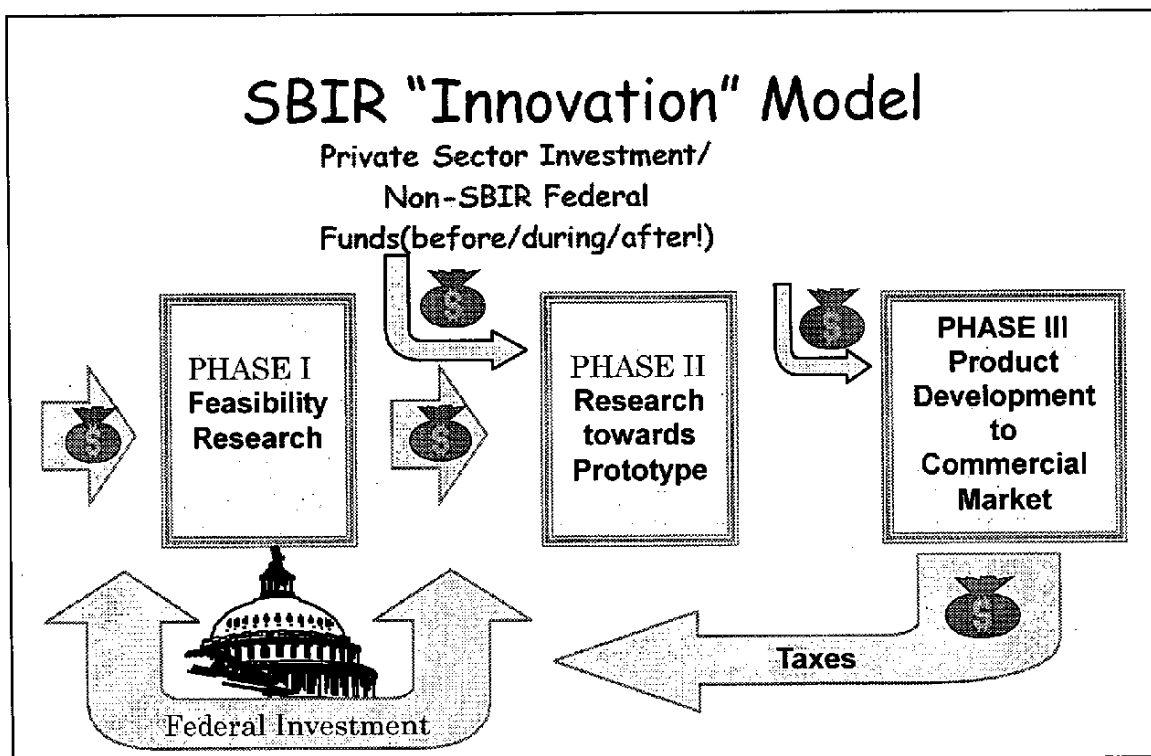


図 1.4 SBIR の支援の 3 つのフェーズ
フェーズ-I, II は、連邦政府の投資、また、フェーズ-II, III では、民間資金や SBIR 以外の連邦政府資金を集めて合算使用してよい。

SBIRでの支援は、フェーズ-Iは、金額が\$100,000（約1300万円）で、期間が6ヵ月である。このフェーズの目標は、提案された研究開発の内容の商品としての利点や実現可能性を確実にすることである。フェーズ-Iで評価/競争に耐える成果を出すとフェーズ-IIへ進む資格が得られる。

フェーズ-IIは、金額が\$750,000（約1億円弱）で、期間が2年である。このフェーズでは、図に示すように、SBIR以外の連邦政府資金や民間ベンチャー資金の合算が認められる。このフェーズでの作業は、フェーズ-Iの成果をさらに発展させることである。フェーズ-IIIでは、もはやSBIR資金は与えられず、SBIR以外の連邦政府のファンドや民間資金を獲得して、商品開発や市場開拓を行い、ビジネスを開始することを目指す。

SBIRの予算は、連邦政府機関の外部調達予算の2.5%を別枠として分離して、SBIR事業に当てることで構成される。対象となる連邦政府機関とは、外部調達の研究開発予算が、\$100M（約130億円）以上の省庁である。現在、図1.5に示す10の省庁がSBIRに参加している。

SBIRでは、図1.5に示すように、各省庁の投資分野や金額が、その省庁のミッションによって異なっており、投資分野は、将来の米国産業を背負うような分野に限定されている。このように、新しい市場創成にチャレンジするようなベンチャー企業を続々と市場へ送り込み、その一部が大きく成長し、新市場を形成するとともに、競争力を失いつつある既存企業と交代して市場規模を確保し、産業全体の新陳代謝を実現するというシナリオを



“Show Me the Money!”

TECH	Computer Information Processing Analysis	Electronics	Materials	Mechanical Performance Of Vehicles, Weapons, Facilities	Energy Conversion And Use	Environment and Natural Resources	Life Sciences
Agencies							
DOD							
DOE							
NASA							
HHS							
NSF							
DOT							
EPA							
DOEd							
USDA							
DOC							

図1.5 SBIRに参加している10省庁とその投資分野

ここにも見る事ができる。

1983 年度から、1998 年度までの、分野別の投資額を、図 1.6 に示す。この図によると、米国は 80 年代より、未来志向のベンチャーを育成していたことがわかる。

IT 投資も、「コンピュータによる情報処理と解析」の部分と「電子工学」が分離されている。前者は、ソフトウェア、後者は、ハードウェア、半導体などが対応すると思われる。この期間に投資した SBIR 資金の総額は、約\$10B（1 兆 3 千億円）とのことであるから、その 15%、すなわち、おおまかではあるが、\$1.5B（2 千億円弱）がソフトウェアベンチャー育成に投資されたと推測できる。

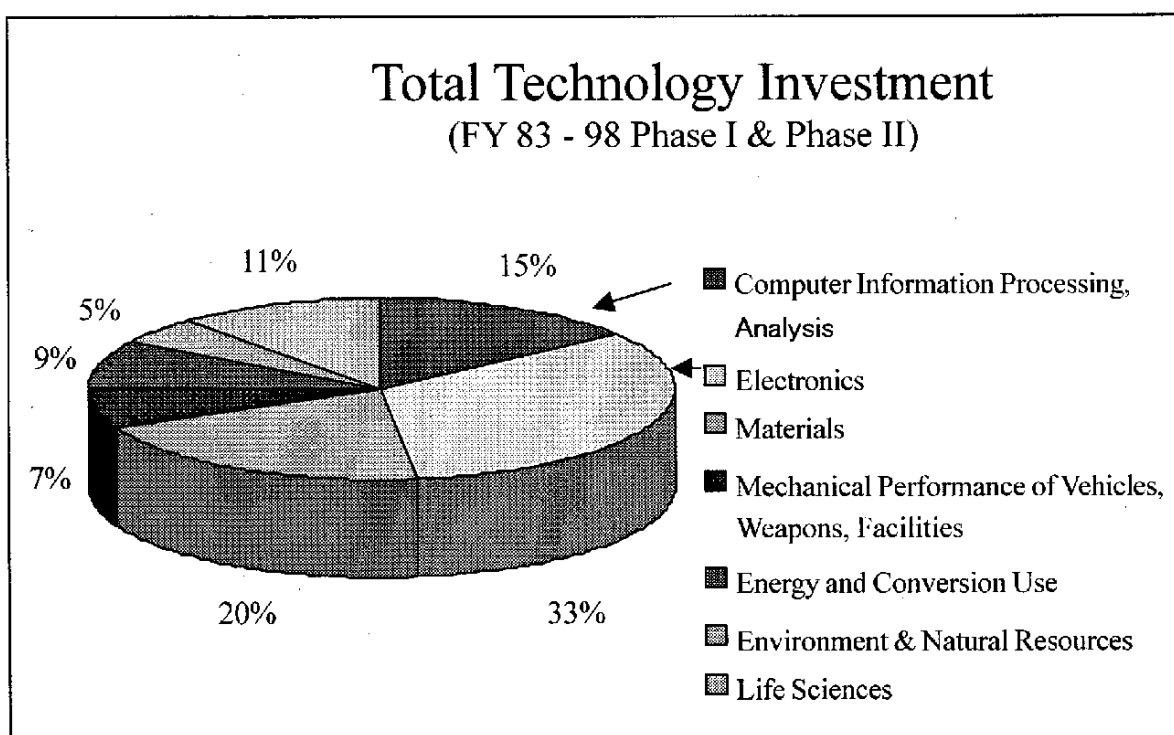


図 1.6 SBIR 開始から現在までの、SBIR 資金の投資分野

総額が約\$10B であることから、ソフトウェア分野のベンチャー育成投資は、15%、約\$1.5B と推測できる。

わが国においては、研究開発投資においてさえ、未だに IT 投資のほとんどは、半導体などの電子工学やハードウェア分野に対して行われており、ソフトウェア分野への投資はきわめてわずかである。ベンチャー育成の支援について、このような、分野を未来志向に限定するような配慮にまでは、考えがおよばない状況にある。総合科学技術会議の選択した重点分野などを基準として、研究開発投資のみならず、ベンチャー育成投資なども、重点分野投資と一貫性を持たせるよう整理していくことが今後の課題であろう。

(2) STTR

SBIR は、大学の研究開発成果の商品化、または、大学発のベンチャー企業育成に大きな成功を収めた。STTR は、この成功が動機になったと推測される、大学の研究成果をさらに木目細かに市場に吸い出すことを意図した支援の仕組みと考えられる。

STTR は、1992年に成立した Small business Technology Transfer Act に基づき、3年間のパイロットプロジェクトとして開始された。その後、1997年にこの法律は延長され、2009年の9月まで継続することが認められている。

STTR の資金は、SBIR と同様に、外注の R & D 予算が \$1B 以上の連邦政府機関が、年間予算の 0.15% (2004 年度より 0.3%) を、分離して STTR 事業に振り向けることで確保されている。2004 年度では、DOD、DOE、DHHS (NIH)、NASA、NSF の 5 つの省庁が実施している。1998 年度では、フェーズ-I が 208 件、フェーズ-II が 109 件で、投資金額は \$64.7M (約 84 億円) となっている。

投資分野については、SBIR と同様の先端的分野となっている。投資金額や期間は、フェーズ-I が \$100,000 で期間は 1 年間、フェーズ-II は \$500,000 で 2 年間である。

STTR は、次の 2 つの点で、SBIR と異なっており、大学の研究者等が、より手軽に利用して起業できるような配慮がなされている。

- ① SBIR においては、その代表研究者 (Principal Investigator) は、資金の支援を受ける時、およびプロジェクトの実施期間に先立って、そのビジネスに従事する人を雇用していなければならない。これに対して、STTR は、この人の雇用が支援の条件として要求されない。要するに前もって人を雇わず、個人として応募できるという、より使いやすい仕組みとなっている。
- ② STTR では、そのビジネスに関して正式な協力関係を結んだ、大学や非営利研究機関に所属する共同研究者 (Research Partner) を持つことが求められる。

米国では、大学の研究者 (職員) が会社を持つことができ、公的休暇 (Official Leave) の期間内では、SBIR や STTR を受け取る代表研究者になることもできる。よって、一人の大学の研究者が、自分の会社と自分の大学の間を行き来して、ビジネスを実行することも可能となる。大学の研究者が、そのポジションを確保したまま、STTR を利用して起業し、自分の研究成果を商品化することができるわけである。

以上、大学等の研究者に、その研究成果をもとにベンチャー企業を設立させ、商品化させるための仕組みを紹介した。特に、大学のポジションを確保したまま、国の投資を受けて起業し、自分の研究成果の商品化を行えば、失敗しても職を失うことを恐れる必要は無い。投資された資金も、得た利益も、一切、国に返却することは無い。使う人の身になって仕組み、法制度が作られているといえよう。

SBIR も STTR も、大統領直下の技術局 (Office of Technology) 所属の中小企業管理局

(Small Business Administration, SBA) によって、一括管理されている。実際に実施する機関は、いくつもの省庁にわたっているが、その仕組み、法制度が SBA により、一括管理されているので、わかりやすく使いやすい。このような制度であるからこそ、爆発的に利用が増え、仕組みも長続きしているのであろう。SBIR や STTR の競争率は、8-10 倍と高率である。

わが国のベンチャー支援の仕組みは、米国のこのような仕組みと比較すると、各省庁はおろか、一つの省庁においても、いろいろな政策と絡んでおり、応募の条件、金額や期間、収益の一部返納などの有無、成果の権利の帰属、公的な支援の合算使用の禁止など、条件に一貫性がなく、その上、一つの制度が概して短命である。

米国のように、使い勝手をよくすると同時に、投資分野を将来の産業の中心となると予測される分野に限定するなどの戦略を重ねた支援へと改革していくことが急務であろう。

また、このような仕組み、法制度は、大学から産業界へ研究成果を流すルートを提供することであり、このようなチャンスの存在が、海外から優秀な学生を集めるインセンティブともなっている。近年、わが国の大学へのアジア諸国からの留学生が減少し、また、卒業後もわが国で就職せず、米国やアジア諸国へ去ってしまうのは、このようなルートが他国に比べ劣っているためと思われる。

IT 革命によって起こったグローバルな競争は、市場における新技術開発や新商品開発競争のみならず、国が提供する人材の育成や起業支援の仕組み、法制度についての競争をも引き起こしている。わが国が、国内に研究開発拠点を構築し、高付加価値の商品の製造拠点を持つためには、海外よりの人材の吸引力が重要であり、この方面での、より多くの投資と改革も急務となっている。

1.3 ヒヤリング調査の概要

1.3.1 質問項目について

1.2 節で述べたような背景と問題提起に基づき、「IT 研究開発拠点の国内立地とその発展のための条件」という調査課題で、わが国の IT 産業界において研究開発に従事している有識者に対するヒヤリング調査を実施した。

この課題は、わが国の産業の空洞化をいかに防ぐか、すなわち、研究開発拠点や製造拠点の国内立地を可能とする条件は何か、現在の日本には何が欠けているのか、改革すべき仕組み、法制度は何かなどを調査することを意図しており、ヒヤリングは、調査課題に係わる、以下の7つの項目についておこなった。本節では、それぞれのヒヤリング項目に対する回答者の意見の要約を記載している。

【質問項目】

- 技術貿易時代への対応 (1.3.2 項)
 - －わが国は米国のようなライセンス貿易を目指すのか。
 - －IT、特にソフトウェア産業や関連する先端産業の進むべき方向は何か？
- 研究開発のフロントランナーとなるべきか (1.3.3 項)
 - －IT の中長期研究テーマをわが国がフロントランナーになり、自力で行うことの是非。
 - －フロントランナーとなるために必要な条件は何か。
- 国全体の IT 投資のあるべき姿 (1.3.4 項)
 - －IT を一種の公共投資と考え、米国のように将来の技術シーズは国の役割として、税金でまかなうべきか。
 - －国はどのような研究開発投資を行うべきか。
- IT 研究開発拠点の国外流出の是非 (1.3.5 項)
 - －製造拠点の海外流出と同様の認識で、研究開発拠点が海外に流出することを是認出来るか。
 - －どのような条件がそろったら、国内に研究開発拠点を置くか。
- わが国の研究開発支援構造に欠けるもの (1.3.6 項)
 - －米国のようなシームレスな研究開発支援構造、またはフロントランナー構造が必要だとしたとき、わが国では何があり、何が欠けているのか。
- 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性 (1.3.7 項)
 - －わが国の研究開発力、産業競争力を高めるためには、大学をどう充実させるべきか。
 - －現在、大学改革が進行中だが、どのような部分の改革を優先すべきか。
- 国研の不在をどう補完するか (1.3.8 項)
 - －わが国には規模の大きな IT の研究を実施する国研が無いに等しい (国研の IT 研究者の数は、米国の約 30 分の 1)。これを大学、民間でどう補完できるか。

1.3.2 技術貿易時代への対応

■先回りして技術シーズを開発するための方法論と、そのための制度、組織を作れ。

技術貿易時代に対応するためには将来を見越した技術シーズの開発が必要であり、そのためには、先回りターゲットの提案が出来るような方法論を考え、そのための制度、組織を作るべきである。さらに、弱い物いじめではなく、先回り開発による待ち伏せが当たった人を奨励してやるようなプロパテント政策を期待する。

■ボーダレスな経済の下で戦っていくためには IPR 戦略をより重視せざるをえない。

ここ 10 年程の間に、主に米国からもたらされたモデルは、IPR でガードが掛けられて、従来のキャッチアップ戦略がとれないものになってきたため、日本の IT 企業は一斉にソリューションビジネス指向に傾きつつある。これからは経済がボーダレスになるため、IPR をより重視して、今までにない多くの価値を生み出して行くことが、海外で戦っていくための条件となる。

■企業の IPR 戦略の転換と同時に、国としても IPR 重視の政策を打ち出すべし。

日本企業は特許出願件数は多いものの、防衛的な特許が多く、ライセンスがビジネスの主力となることはなかったが、今後は変わってくる。日本が IPR の使用目的を防御から攻撃に転換していく際には、特許出願件数の多さは有利な材料である。しかし、企業が IPR 重視の戦略に転換していくのと同時に、国としても IPR 重視の政策を打ち出し、国全体の意識改革を進めていくことが必要である。

■企業はソリューションビジネスを指向しているが、融合領域への対応に不安がある。

多くの企業は、ソリューションビジネスが一番儲かると思って、ソリューションに焦点を合わせているので、基盤部分を自分で開発しようという発想は無く、むしろどれだけ有利なアライアンスを組めるかが問題になっている。しかし、ソリューションも今後は融合分野に広がっていくと予測されており、この新しい分野のソリューションも米国に押さえられる危険がある。日本でも、総合科学技術会議では融合領域は大事であるとの認識があり、大学に期待が集まるが、融合領域に踏み出せるか不安がある。

■IPR、ソフト、ハード、ソリューションの最適なミックスを見つけるのが重要である。

技術貿易の時代とは言っても、基本となるのは物作りであり、工場集約や製造の海外移転は、競争していくためには必要なことである。国内で生き残っていく方法としてソリューションビジネスへのシフトが進んで行くが、それだけでは駄目で、IPR、ソフト、ハード開発・製造およびソリューションの最適なミックスを見つけて利益を出すようにしなければならない。特に上流と下流に知恵を出すことが利益を上げるためには必要である。

■当面は現在の日本の強みを活かした方向性を探り、長期的には国際化に合わせて諸制度を改革すべし。

制度を変えるのは簡単ではないので、ここ 2、3 年を考えた時には、米国を理想としてそれに追いつこうとする発想ではなく、「日本の強みを活かした方向性」を探るアプローチを選択すべき。ただし、長期的には英国のサッチャー政権のように、さまざまな改革を行って日本の諸制度を国際化していくことが必要である。

1.3.3 研究開発のフロントランナーとなるべきか

■国はフロントランナーとなるための研究開発のアウトソーシング市場を作れ。

IT 時代は先手必勝で、フロントランナーにならないといけない。日本の企業は中長期テーマの研究が出来る実力を持っているが、現在の経済環境では目先のビジネスに向けた研究しか行えない。国が研究開発のアウトソーシング市場の形成を支援し、基礎研究がビジネスになることを可能にする仕組みを考えるべきである。

■ITの研究開発のアウトソーシング先は企業で良い。

半導体、デバイス、IT 等の研究開発の特性によって、適切な研究開発のアウトソーシング先は異なる。IT の研究開発のアウトソーシング先としては企業で良いと考える。問題は、国の研究開発戦略を決定する人が半導体、デバイスとソフトウェアを主とした IT との違いをよく分かっていないことであり、改善されてきてはいるものの、いまだに米国と比べると非常に大きな格差がある。

■フロントランナーを目指さざるをえないが、そのための改革は困難なものとなる。

日本はもはやコストで勝負できなくなっており、フロントランナーを目指さなければ潰れる。米国に対抗してフロントランナーとなるには、従来の小規模かつ平準的な研究支援や、失敗もしないが大きな成功もないベンチャー投資などを見直す必要がある。さらに、中庸の重視や、既得権保護といった日本特有の文化を含めて、グローバルな戦いに対応出来るよう変革することが要求され、困難な改革となるだろう。

■重点テーマの羅列のみでなく、具体的目標を設定し、実行組織を整えよ。

総合科学技術会議における重点テーマのように、ただ項目を並べるだけでは駄目である。個別の項目について、具体的かつ数値的な目標を定める必要がある。国が明確なビジョンを国民に示し、これに沿って大学や研究所が研究テーマを設定するというやり方が望ましい。あわせて米国の PITAC のような組織を作り、そこにはメーカからも人材を投入して、産業のためになるテーマを具体的に創出し、実施させるような制度が必要である。

■フロントランナーとなるべき分野を絞って日米の共存共栄を図るべし。

日本はフロントランナーとしてやって行けるし、やって行かないといけないが、すべての分野を等しい重要度で扱うことはできない。現状はあまりに総花的である。力を入れる分野、そこそこ頑張る分野、調達と割り切る分野などに色分けすべきである。米国を単に競争相手としてだけで捉えるのではなく、米国のパートナーとして共存共栄を図るという観点も重要である。

1.3.4 国全体の IT 投資のあるべき姿

■シナリオ作りの機関を創設し、出された提案を迅速に実行に移す行政を。

国の研究開発支援を得るには、待ち伏せのシナリオを作ることが一番重要である。そのためには、一番上のターゲットの検討を普段から行っているようなシナリオ作りの機関を創設し、その機関から出された提案を短いリードタイムで実行に移す、より「経営の価値観を持った」行政を実施すべきである。

■国はインフラ投資の方向を研究開発に向けよ。

研究開発のインフラ投資は国で負担すべきである。運用費用は受益者負担でよい。日本は、外国からは非常にキャパシティの高い国と見られている。田舎にいけば田んぼの中の道まできれいに舗装されているが、これはインフラ整備の方向が間違っていた。

■IT が重要という認識を予算に反映させ、省庁横断で実行面の議論を行うべし。

国としての IT の重要性は認識されているものの、IT 関連予算の金額が少なく、研究者や IT 産業にとって魅力が無い。大事な IT ならば、別のところを削ってでも予算を突出させるといった総合判断が必要である。総合科学技術会議はトップダウンで検討する仕組みを作った。後は省庁横断で実行面の議論を行えるようにすべきである。

■国の研究開発投資は応用分野に拡大し、実証フェーズまで及ぶべき。

今後の国の研究開発投資は、「国民に快適な生活環境を提供する」および「産業を創出し、雇用を創出する」という、国民の恩恵により主眼を置いた応用分野に拡大していくべきであり、投資の範囲は基礎研究だけではなく、事業化や国による調達を念頭に置いた実証フェーズにまで及ぶべきである。

■何を研究するかを考えることに、もっとも力を入れるべし。

今や、研究のやり方よりも、何をやるかのほうが重要である。何をやるかを考える研究にこそ一番力を入れなければならない。そうしないと、今自分に出来ることだけを研究することになりがちである。

■プラットフォームのアーキテクチャの研究開発に国の資金を投入すべし。

プラットフォームのアーキテクチャこそ国の金を掛けてやるべき研究ではないか。ターゲットをはっきりと決め、必要な資金が投入されれば勝つことは可能である。いい勝負が出来るかどうかは掛ける金額にかかっている。特にソフトウェアは金を掛ければ勝てる領域なのに、金を掛けないために負け続け、日本は自信をなくしている。

■全産業の共通基盤としての IT には、従来の公共投資に劣らぬレベルの投資をすべし。

全産業の共通基盤としての IT の重要性を考えると、従来の公共投資、道路につぎ込んできたレベルに劣らない投資をすべきである。IT は縦割りの考え方ではうまく行かない。横串という位置づけで投資していくべきである。

■ソフトウェア分野への研究開発投資をもっと増やすべし。

米国と競争していくには、ソフトウェア分野への国の研究開発支出は少ない。むしろ、だんだん絞られて、大きなソフトウェア研究開発プロジェクトはほとんど無くなってしまったと言っていい。日本では、IT 投資というと、どうしてもハードウェアになってしまう。ソフトウェアの研究開発への投資をもっと増やすべきである。

1.3.5 IT 研究開発拠点の国外流出の是非

■IT産業を国内立地するには空洞化の原因の大元を断つしかない。

IT産業の国内立地が困難になった理由として、給与水準と物価水準がグローバルスタンダードになっていないということと、日本ではキャッチアップモデル（セカンドランナーモデル）がいまだに続いており、クリエイティブな仕事が出来ず、自前で研究ターゲットを創出していないということが挙げられる。

この対策としては、①給与水準と物価水準とをシンクロナイズして下げる、②日本流の新たなキャリアデベロップモデルを考える、③研究ターゲットを開発するための専門研究所を作る、④研究開発に更なる競争原理を導入する、などが考えられる。

■国により研究開発の人材をプールする仕組みを作り、海外からの研究者を含めた人材を確保することを考えるべし。

ITの研究開発における最も大きな問題は人材の不足であり、研究開発拠点を海外に求める大きな理由が人材の確保である。日本には、米国のように国のプロジェクトや資金によって大学や国研に研究開発の人材をプールし、維持する仕組みが存在しない。これが、特に基礎研究におけるIT研究開発者の層の薄さや、海外の研究者から見て、日本が魅力に乏しいと言われる大きな理由となっている。

■国の主導により、テーマ毎に適切な形態の研究開発拠点を設置することを提案する。

海外に研究所を置いても実際に成果を出すのは難しいし、自分自身の技術の低下を招く恐れがあるほか、技術の輸出規制という阻害要因もある。研究開発部分は日本国内で実施していくべきである。研究開発拠点の国内立地に関しては、国はテーマを掲げるだけでなく、国の方針を具体的に示して、テーマ毎に適切な形態を持った研究開発拠点を設置することを提案する。

■ハードやソフトの製造の海外流出は、必ずしも国内の空洞化には繋がらない。

製造は、企業であれば一番コストの低い場所を探すだけであり、海外への流出は自然の流れである。ただし、ハイテク領域や高付加価値の分野では、日本での開発/製造が今後も続くし、このような領域は相当残っている。ソフトウェアの海外発注も単純作業が多いので、それによって自社の技術力が低下するとは思っていない。

■頭の部分が日本にあれば研究開発を行うのは海外であっても良い。

IT研究開発拠点の国内立地というのは、ある意味でどうでも良いことで、何を作るかを決める頭の部分が日本にあれば、それを実現するのは海外であっても良い。ただし、日本国内に立地した方が良い面も多分にあるので、国内で人を集めることを考えないといけないが、これはいろいろな問題があつてかなり大変である。

■日本からの技術流出を阻止する方策を考えるべし。

米国は、国策として国内産業の競争力強化を考え、実行してきたが、日本にはそれに対抗しようとする意思が感じられない。一方で、日本は強みとしていた半導体技術や製造技術が無原則に世界にばらまいてしまった。米国は国の宝になりうるという見通しの中で、黒を白と言ってでもコントロールするというようなところがあり、日本も参考にすべきである。

1.3.6 わが国の研究開発支援構造に欠けるもの

■「民が主体」、「実業モデル尊重」の発想が欠如し、民にとって邪魔な省庁間の壁。

日本株式会社で良かった時代は官が主体という発想でもうまく行っていたが、今は民が主体という発想へ転換し、クリエイティブな構造を生み出すことが必要である。官には実業のモデルを尊重する発想が欠けていて、実際のビジネスではあり得ないような制度が存在する。また、省庁間の壁は邪魔な存在以外の何物でもないが、これを排除したり無くそうとする発想がない。

■省庁間を跨って予算等を議論できる機構を早急に整えるべし。

ITのような新しい分野の政策を実行するには、「情報省」のような新しい組織を新設するぐらいのことをすべきである。総合科学技術会議を主催する内閣府は、プランニングはするが、省庁間の予算の調整をする権限も陣容もない。日本も米国のように省庁間を纏める部署を作り、そこに権限を与えることを早急に考えないといけない。

■ベンチャー向けに、米国並の支援の仕組みを作るべし。

新しいビジネスは当初は小規模なのは仕方がないが、その代わり、大企業だと端金でもベンチャーにとっては十分な資金の支援を政府で行うことができる。米国並のベンチャー支援の仕組みを作る必要がある。

■省庁間の縦割り構造を超えた効果的な役割分担を望む。

日本の研究開発プロジェクトでは、それぞれの省庁の役割がはっきりしない。縦割りになっていて、どの省庁も同じような結果を要求し、同じような企業に落ちてくる。企業を維持、発展させるための政策なのか、国の基礎研究をレベルアップさせるための政策なのかという区別が非常に分かりにくくなっている。縦割りで互いに喧嘩しているようにすら見える。これを何とかして欲しい。

■ベンチャーが生み出す新しいマーケットを育てる、国の支援制度が必要。

日本はユーザや企業が保守的で、新しい技術を持ったベンチャーが出て来ても、なかなかマーケットが育たない。米国でも新しいマーケットを育てるにはリスクを伴うが、国の資金でビジネスになるかどうかの実験をしたり、官公庁が自ら調達を行うなどの制度を設けてベンチャーを育成している。日本にもこうした制度が必要ではないか。

■基礎研究を事業化、産業競争力強化にまで結びつける一貫した国の仕組みが必要。

国全体として、産業競争力を強化するための先行的な技術開発が出来る仕組みとなっておらず、大学や国研では基礎研究を事業化に結びつけるインセンティブに欠けている。また、せっかく国の支援で開発した技術も、国が率先して活用する努力を行わなければ、無駄になることが多い。基礎研究を事業化、産業競争力強化にまで結びつける一貫した国の仕組みが必要である。

■研究開発支援においては、継続的視点を持つべし。

日本では人が代わることにより、研究開発支援に関する政策がうまく繋がらなくなる場合が多い。全体からの視点、あるいは継続的な視点が欠けているのではないか。

■人材育成は金を出すだけでなく、その人の進路に応じたサポートの仕組みを。

研究者を育てるには金を掛ける以外に、その先、その人がどう育って欲しいのかを考えて、それをサポートする仕掛けを作る必要がある。起業家としてやっていく人に対しては、(融資でなく)投資がすぐに出来る仕組み、その人がもっと研究したい場合には、それに対して補助する仕組み等、その人がどう育つか、どう育って欲しいかによって、それぞれの道をサポートする仕組みがあると良い。

■企業が苦しい今こそ、国は基礎研究分野をおろそかにすべきではない。

今や、企業は経営が苦しくて基礎研究への投資が困難になっているが、産総研など国研が独法化により独立採算的なことばかりを求められると、基礎研究がさらに弱体化していくのではないかと懸念がある。国は基礎研究をおろそかにすべきではない。

■全体のグランドデザインに基づいた国の仕組み・施策が必要。

全体的視点に立って国の方針を考えないと、ベクトルが合わないし、継続性がなくなる。国としてのグランドデザインに基づく仕組み、施策が必要である。個別の制度、仕組みは徐々に改善されつつあるが、実質的な戦略立案部門というのがほとんど無いため、個別には部分的な解決がされても、全体としては解決されない。一番欠けているのは全体的視野に立った政策や戦略であり、国としての明確な大きな目標から、戦略、具体策へときっちり落としていく組織と仕組みが必要である。

■制約を最大限に取り払った国家プロジェクトを試行せよ。

通常のプロジェクトでは、諸々の課題や制度など、足枷がいろいろあるが、適当な規模のプロジェクトを、可能な限りの枠を全部取り払って試行してはどうか。プロジェクトの進捗に伴って、いろいろな課題が出てくるし、解決策も見つかるのではないかな。IPAの未踏ソフトウェア創造事業はこれに近い発想と思われるが、対象が個人レベルで予算規模も小さいので、効果が限られる。

■ソフトウェアの研究開発の特性に適合した予算化と実施制度を。

ソフトウェア分野への国の投資はほとんどが補正予算で実施される。補正予算での研究開発では、短期間な割に規模が大きいものが要求されるため、中途半端な結果となってしまう。ソフトウェアの特性に適合した予算化と実施制度が必要である。

■日本の文化に合ったやり方を追求すべし。

欧州や米国の仕組みは、各国の社会的、地理的要因によって決まってきた面がある。その仕組みを日本に部分的に持ってきて、どこまで機能するかは疑問がある。今の日本のやり方は、過去において我々がやってきた訳だから、それを簡単に捨てる必要はないし、捨てようがない。日本なりのやり方があるのではないかな。

■国のプロジェクトの成果をより実質的に評価し、良いものには継続的支援を。

日本の形式的なプロジェクトの評価に比べて、EUでの評価は実質的であり、審査はオープンな環境で行われる。そして、成果が良と判定されると次のプロジェクトに予算が付けられる。日本にも、もっと成果を実質的に評価して、優秀な研究については継続して支援を行えるような仕組みが必要である。

1.3.7 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性

■研究機能と教育機能との分離、産官学間の流動化が必須である。

研究機能と教育機能との分離、及び、産官学間の流動化が必須である。産官学の流動化が行われていないために、研究者は象牙の塔にいて、ビジネスを考えるのは卑しいと思う風潮が残っている。流動化がうまくいけば、ものつくりの場と教育の最前線の距離が短縮されて、情報科学系の大学教育にニーズ発想のすすめが可能になる。

■大学の制度改革には、キャリアデベロップメントモデルの作り直しが必要。

大学が独法化しても、職員は公務員並で、定年制があるといった既得権が残ってしまうが、グローバルスタンダードの中では、それは通用しない。キャリアデベロップメントモデルをもう一度作り直す必要がある。抵抗が起こっても突破するしかない。

■大学は自らが意識を持って変革すべし。

大学の改革は自らが行わないと結局は無理である。今一番必要なのは、人材確保のための大学院の充実である。また、大学院生への奨学金、マネジメントスタッフの充実、大学教員の論文至上主義の是正と、特許取得意識、事業化意識の向上が必要である。

■研究と同時に教育のレベルアップも必要。

文科省の方針だと大学は研究で評価されるが、主な仕事は教育で、予算もほとんどが教育予算である。しかし、大学の先生になる人のうちで、「教育」そのものについて教育された先生はほとんどなく、資格も不要である。大学のレベルを上げるためには研究と同時に教育のレベルアップも必要である。

■情報系教育やベンチャー起業サポート等の教育の充実が急務である。

日本の大学ではプログラミング・テクニクのような実務的な教育は軽視される傾向にあり、結果として日米の学生のプログラミング能力の差となって現れている。この差が米国との間のソフトウェア産業の差になっているのかも知れない。また、米国ではベンチャー起業サポートの教育にも力を入れており、実際にベンチャー関係者を外部講師として招いて教育を行っている。日本でも、こうした実務的な教育の充実が急務である。

■技術者の採用および評価基準に対する企業側の意識改革が必要。

日本企業の多くは社員採用時に専門性を重視せず、入社後の教育で専門性を身に付けさせる。この方針は専門性を重視する米国と比べて、教育期間分の遅れや、教育資金などの負担を企業に課し、国際競争の激しい今では不利な面が多い。さらに社員採用時の専門性の軽視により、大学卒と大学院卒の待遇は年齢による差とあまり変わらないレベルであり、これが大学院への進学意欲を失わせる大きな要因となっている。

例えば、プログラムテクニクなども採用基準とはならないし、専門能力としての評価は低い。プログラミング作業のレベルは下に見られていて、正社員にはやらせず、外注に出されたりしている。ソフトウェア技術者の評価が低いことが日本の情報関係における一番の問題かも知れない。

■ソリューションビジネスが育ちやすい教育環境の整備を。

米国には各分野の専門家の中でコンピュータを使いこなせる人材が桁違いに多く、これらの豊富な人材からソリューションがどんどん出てくる。この背景には、米国との教育制度の差がある。日本でも複数専攻（経済学と情報工学等）を容易にするなど、学際的な人材を育成する環境を整備することが必要である。

■大学に優秀な人材が残れるようもっと資金投入を。

日本の大学は、欧米と比較して人材が不足しており、優秀な人材を大学にもっと残すようにすべきだ。研究室を見れば、大学が貧乏であると分かる。もっと資金を投入して設備を充実させ、人も抱えられるようにしないと、企業にとっても大学を活用することが出来ない。大学に優秀な人が残って欲しいのは、良い成果を出して欲しいからである。

■カリキュラムの改革、大学間の講座共有などの思い切った施策を行うべし。

情報系教育が重要なのは明らかであるから、他の講座をつぶしてでも、情報系の講座を増やす、理論に偏った旧態依然のカリキュラムをビジネス志向に改革する、e-Learningを活用して大学間で講座を共有するなどの思い切った施策が必要である。

■産業界と連携するための組織や制度を整備すべし。

大学院では、産業界と事業化までを含めた共同研究を行うために、TLOや人員雇用などの制度の改革が必要である。大学のなかで事業化につなげたり、成果を産業界というビジネスの世界に移転したりするために、仕組みや制度を改革すべきである。

■企業は大学での研究成果を雇用時の待遇に反映させるべし。

企業側も、優秀な成果を出した大学院生は、高待遇で雇用する必要がある。大学でいくらい研究をしてもビジネスの世界で評価されないとすると、大学の研究からビジネスへという道は廃れてしまう。人材の金銭的な評価において、その人にしか出来ない技量があるにも関わらず、単なる工数として値段を計算するのは大きな問題である。

■大学間・産学の連携を志向した研究開発拠点作りを。

これまで「大学の中でいろいろな知識が渦巻いていて、そこで新しい知識も生まれる」という考えに基づいて、学内での共同研究に期待してきた。しかし、実際には大学は学科や学部の縦割りが激しくて学内の共同研究がほとんど無く、多くは大学外のメーカーや、他の大学の同じ分野の先生との共同研究である。こうした現状から、今はネットワークを介して大学・企業間を連携した分散型の研究開発拠点を志向するのが良い。

■日本は大学の研究者から企業への積極的なアプローチが少ない。

欧州の大学の先生は、企業へのアプローチに関して日本の先生よりはるかにアグレッシブである。産学協同に対して何の躊躇もなく、積極的にアピールして企業から金をもらってきて、大々的に成果を発表したり、その企業に学生を送り込むことも行っている。

英国の場合、大学の先生が学校で仕事をしながら、大学との契約以外の空いた時間を使って会社を起こし、そこで仕事をするというケースが多く、そういう先生が実質的な研究活動を展開している例をいくつか見ている。

1.3.8 国研の不在をどう補完するか

■民間の研究管理力を取り込んだ、流動性の高いプロジェクト組織を作るべし。

国研よりは、むしろ流動性の高いプロジェクト組織を必要に応じて作って、そこで規模の大きな研究をすればよい。米国の国研の多くは所有者は国だが、運用は大学や民間企業に任されている。目的意識をはっきりさせ、評価をはっきりさせるために、民間の研究管理力を活用すべきである。そして、その組織は、産官学の流動性の中できちんと運用すべきである。

■日本の国研の状態は非常に深刻である。

日本の国研といえば産総研であるが、情報系はわずか3部署、5%の100人にも満たない規模で、これで米国に勝てと言われても無理である。大学よりひどい状態になっており、今後は更に弱体化していくのではないかという懸念がある。

企業も国研も、ソリューションビジネスに引っ張られて、基礎研究が少なくなっている。文科省関係はよりサイエンス寄り、経産省関係はより実用的になって、真ん中のフェーズが抜けている。国研がこの状態だと、大学に頑張ってもらうしかない。

■企業と国との方向性が合えば、国家支援の中長期の研究開発は是非やりたい。

国研が不在だからといって、企業の研究所が、新規分野の研究から製品化における真ん中のステージを担当することは、金儲けを目的としている以上難しい。事業としての将来を見越して中長期の研究は続けていくが、国から支援される研究開発も国と企業の方角が合わないと言っていけない。国との方向性が合えば、委託としての研究費補助は大歓迎である。米国ATPのような公募型の研究であればどんどん応募していきたい。

■基礎研究から実証実験、事業化までを通し、産学が連携できる仕組みが必要である。

日本では、研究の上流工程と下流工程の間にギャップが出来ている。米国では国研がここを埋めているが、日本には国研がほとんど無い。このことから、基礎研究から実証実験、事業化までをとおした産学連携の仕組みが重要である。シーズ型の基礎研究については、大学、国研がリードして企業は参加するスタイルとし、一方、ニーズにあった事業化フェーズの研究については企業がリードし、大学が参加するスタイルとするのが良いと思われる。

1.4 IT 立国実現に向けての提言

1.4.1 調査のまとめ方

ヒヤリング調査のそもそもの質問は、「IT 研究開発拠点の国内立地とその条件」を問う、簡単に回答することが難しいものである。そこで、これを7つの細かな項目に分解して尋ねた。各項目は、いずれも、わが国の IT 研究開発とその仕組み、法制度、実施体制をどのように改革すべきかを問うものである。これらの項目については、1.3 節に示すように、多岐にわたる回答が出された。（個々の回答者の意見を、質問項目ごとに分離せず示したものは、2 章に示した）

また、米国のフロントランナー構造の調査、特に、米国の大学の果たしている役割や、SBIR や STTR という新分野に限定したベンチャー企業の支援制度も、わが国が新分野の研究開発拠点や高付加価値を持つ新商品の製造拠点を持つための方法について、重要な示唆を与えてくれる。

ここでは、ヒヤリング調査と米国のフロントランナー構造の調査の、両方の結果をもととして、いくつかの提言を行うこととする。

1.4.2 調査研究の結論

ヒヤリング調査で得られた意見を、わが国の IT 分野を始めとする中核的産業の空洞化の防止という観点からまとめなおしてみると、次のような研究開発機構の構造改革の重点目標が明確化してくる。

- (1) わが国が繁栄を維持するためには、フロントランナーとならなければならない。
 - 国も企業も IPR やライセンスを重視し、これらを生み出すような政策、仕組み、研究開発投資を行うことが必要。
 - 国はフロントランナーとなるための技術シーズのアウトソーシング市場を作る必要がある。
- (2) 国全体の IT 投資を公共投資のレベルまで大幅に増額すべきである。
 - IT は全産業の共通基盤であるから、従来の公共投資に劣らぬ投資を行うべき分野である。
- (3) IT 研究開発拠点の国外流出が不必要となるくらい国内の環境条件を充実させるべきである。
 - IT 研究開発拠点作りの最大の問題は人材不足。米国の大学、国研のように、国の投資により、国内、国外の研究者をプールする仕組みを作ることが必要。
 - 人材を集め、インフラを整備して、国内の研究開発環境を充実させるべきである。

－製造拠点の海外流出に関しては、コスト低減を目指した企業活動としては必然。ソフトウェアの海外発注も単純作業が多い。ハイテクや高付加価値の分野の開発や製造が残っていればよい。

(4) わが国の研究開発支援構造の欠落部分を補い、シームレスな構造を構築することが重要。

－ビジョンや政策立案から、プロジェクト管理まで、IT 専門家を動員した機構を整備する。(米国の PITAC やプログラムマネージャ制度に対応するもの)

－省庁間の縦割り構造の上に立って、省庁横断的な研究開発予算やプロジェクトの統合、整理する強力な組織を作る。(米国の OSTP、NSTC に対応するもの)

－基礎研究を発展させ、事業化や産業競争力強化に結びつける一貫した国の仕組みを作る。

－研究開発支援における評価を実質的なものとし、よいものを継続的に支援する。

－米国のようなベンチャー創成と育成の仕組みを作る。

(米国の SBIR や STTR のような仕組み)

－新技術を持って市場参入した中小、ベンチャー企業を優遇するような市場構造の改革。

－人材育成だけでなく、その人の進路やその後の起業支援など一貫性のある仕組みを作る。

(5) 研究開発の重要部分を占めるべき大学を改革強化し、産業との連携を密接化すべきである。

－大学に優秀な人材が残り、研究開発のリーダーとなり、大きな研究チームを構成できる仕組みを作る。

－カリキュラム改革や、大学間の講座共有などによる大学間の連携を強化する。

－情報系の教育、研究の定員増加や、大学に技術シーズを蓄積しベンチャーの起業の拠点とする。

(6) IT 研究を行う国研が極めて弱体であり、その強化が急務。国研を補う機関として、企業の中研や基礎研が国の研究開発を請け負うことも検討すべきである。

－米国と比較し IT 関係の国研は比較にならないほど弱体。基礎研究分野の担い手として充実させることが必要。

これまでのわが国の研究開発の構造は、産業の将来ビジョンや研究開発戦略が、諸外国との競争を前提として作られたものではなかった。オリジナルなアイデアから産業の技術シーズを生み出し、グローバルコンペティションに勝ち残るために、産官学の連携や省庁

間の競争・協力関係を築くことや、大学が産業の技術シーズの創成と蓄積の要となる時代の来ることも予想外であったと言えよう。このため、国全体としてみると、競争より協力、変化より安定を指向してきた。

このような状況の転換点は、1980年代の米国の産業再生を賭けたプロパテント政策とITへの重点投資の開始である。この結果としてIT革命がおこり、従来の産業の戦略や、国の研究開発のあり方を変えてしまった。

ITを含めほとんどすべての産業は、進化を継続することが不可欠となった。立ち止まっていることは、追撃してくる諸国に追いつかれることを意味する。製造拠点を海外へ移し、その研究開発拠点まで移した企業は、やがてその国に飲み込まれ、日本からその存在を消していくことになる。その結果、国内の空洞化が進行する。

空洞化を防ぐためには、追撃してくる諸国に真似のできないオリジナルな新技術開発とそれに基づく付加価値の高い新商品を製造し、新市場を創成することである。しかし、そのような新技術や新商品も、遠からず追撃する諸国へ技術移転され、国外へ出ていってしまう。継続的な国の繁栄を目指すためには、常に新産業を起こし、競争力を失った産業に置き換える新陳代謝を継続させることが不可欠となった。

このような状況の中では、国全体の研究開発のリソースを増やすことと、それらのリソースを効率的に配置して、新技術開発と新産業育成を、競争相手国より少しでも能率よく実行できる構造を作り上げることが、勝者となるための条件となる。

フロントランナー構造の整っている国では、研究者は、より多くの起業のチャンスと成功への期待を持つ事ができる。これは、国外から優秀な研究者を集め、リスクの大きな研究開発の初期段階を充実させ得ることを意味する。

わが国は、また、米国のようなフロントランナー構造が形をなしていない。ITは、バイオ、機械製造、環境などの他分野を発展させる基盤的技術（インフラ）となるから、IT研究開発のためのフロントランナー構造の構築は急務である。

このような観点から、わが国がまず改革すべき点をいくつか取り上げ、提言として次項に挙げる。

1.4.3 IT立国実現に向けての提言

フロントランナー構造を構築する上で重要であるにも拘わらず、わが国においては弱体であるか欠けている仕組み、法制度がいくつか存在する。ここでは、そのようなものを指摘し、その改革を提言する。

- (1) 国のIT研究開発プロジェクト全体を省庁横断的に監視し、指導する継続的な組織を置く。メンバーは、現役のIT研究者や企業家で、研究開発の実施内容、進捗について強力な指導力を有すると同時に、その結果に責任を持つ組織。

(米国のPITAC相当。日本のこの種の会議は、現役のIT専門家、企業家がメンバ

一となっていることが少なく、重要分野であるはずのソフトウェアや先端 IT の専門家がほとんど見当たらないことが多い)

- (2) 省庁間の壁を越えて、類似プロジェクトの運営管理の統合や、管理するプログラムマネージャの一本化などの調整を行い、競争や協力関係を作り出す調整組織を設置する(米国の OSTP 相当)。同時に、国研等の独立行政法人化や、今後の国立大学の独立行政法人化に向けた、会計制度改革の実施。具体的には、これまで国立大学を悩ませてきた、国の予算による人の雇用の自由化(これは、最近の総合科学技術会議で認める方向が打ち出され一歩前進。)、複数年会計、複数のソースからの予算の合算使用の導入などの、予算の使用に関する種々の制約の解除(米国の研究予算並みの使い勝手の実現)など現場への予算管理権限の委譲促進。
- (3) 研究開発段階の中核となるべき大学に係わる種々の規制解除。これから改革が進むと思われる、プロジェクト予算による人の雇用の規制解除によって大学に多くの研究者のポジションを作ること、および流動化を促進すること。また、大学において、商品化を展望した実証システムを試作できるだけの投資や設備整備を行うことなど、米国の大学のような機能を持たせること。
- (4) 大学の充実に時間がかかると思われること、およびわが国は、IT 研究を実施している国研が少ないことから、これを補うために、大手企業の基礎研や中研などを、米国の国研と同様の大規模システム試作など、国のプロジェクト実施機関として活用すること。
- (5) 大学や研究機関からのベンチャーの起業支援に係わる投資を大幅に増額すること。現在、ベンチャー支援は、各省庁や傘下の団体が実施しているが、その応募条件、金額、期間などがバラバラで、分かり難いものとなっている。米国の SBIR や STTR のような分かり易く使い易い仕組みに統合する。
- (6) 産学連携の促進策として、STTR のような個人レベルで使える仕組みを設ける。また、大学と企業間での産学連携予算において、間接経費のプロジェクト予算への算入を認め、中小やベンチャー企業の参加を促進させる。
- (7) 米国の SBIR や STTR に見られるように、新分野開拓を目指すベンチャー企業を対象に、官公需における優先枠の設置や、国の機関などにアーリーアダプターとしての役割を義務づけるなど、市場における育成策を整備する。また、ハードウェアとソフトウェア、サービスの分割発注など、ベンチャーの育ち易い市場へと改革する。

以上、米国のフロントランナー構造とわが国の研究開発構造の比較において、わが国の弱点となっている2つの段階の強化策に重点を置いて提言した。

弱点の一つである大学の強化については、最近は大学の独立行政法人化や非公務員型の雇用形態の提案、プロジェクト予算による人の雇用の規制解除など、大学の研究開発における最大の問題であった研究者の増員を可能とする改革が前進している。

しかし、研究開発投資は増額されつつあるが、国として重点分野に取り上げているソフトウェア分野への投資が少ないなど、一貫性に欠ける部分が残されている。

2つめの弱点であるITベンチャーの起業支援については、上で述べたように米国のSBIRやSTTRのように、仕組みが明確で使い易い形に統合されておらず、利用者の立場にたった改善が望まれる。

わが国の場合、米欧やアジアの情報先進国と比べ、大学における研究開発の充実度に大きな較差があり、ベンチャーを多数生み出すほどに技術シーズが蓄積するまでには、まだ時間が必要である。しかし、STTRのような使い易い仕組みを整備することで、大学の研究者の起業インセンティブを向上させ、大学における研究開発のレベルアップと人材育成を加速することが重要である。

そのほか、直接空洞化防止につながる支援として、大学発のベンチャー支援と同等以上に、既存の中小ソフトウェア企業の新技術開発を支援し、市場における競争力強化と事業拡大を促進することが重要である。わが国のソフトウェア企業の多くは中小企業であり、その競争力強化は、自前では困難な状況にある。今後、中国などアジアのソフトウェア企業の日本市場への進出と競争の激化が予想され、これに対処するための新技術開発や新商品開発の支援も急務といえよう。わが国のIT立国の鍵を握っているのは、ソフトウェア産業であり、この分野への投資は国家戦略上これまで以上に重視されねばならないと考えられる。

第2章 IT研究開発拠点の国内立地とその条件 (ヒヤリング調査まとめ)

2.1 質問項目について

第1章で述べたような背景と問題提起に基づき、「IT研究開発拠点の国内立地とその発展のための条件」というテーマで、わが国のIT産業界において研究開発に従事している有識者に対するヒヤリング調査を実施した。本章では、そのヒヤリング調査の結果をまとめている。

ヒヤリングは、具体的には以下の7項目についておこなった。本章では、それぞれのヒヤリング項目に対する回答者の意見を、匿名で個人別に掲載した。また、各項目(2.2節～2.8節)の先頭には意見の要約を掲載した。

【質問項目】

- 技術貿易時代への対応 (2.2 節)
 - －わが国は米国のようなライセンス貿易を目指すのか。
 - －IT、特にソフトウェア産業はどういう方向へ進もうとしているのか。
- 研究開発のフロンとランナーとなるべきか (2.3 節)
 - －ITの中長期研究テーマをわが国がフロントランナーになり、自力で行うことの是非。
 - －フロントランナーとなるために必要な条件は何か。
- 国全体のIT投資のあるべき姿 (2.4 節)
 - －ITを一種の公共投資と考え、米国のように将来の技術シーズは国の役割として、税金でまかなうべきか。
 - －国にどういう研究開発投資を期待するか。
- IT研究開発拠点の国外流出の是非 (2.5 節)
 - －製造拠点の海外流出と同様の認識で、研究開発拠点が海外に流出することを是認出来るか。
 - －どのような条件がそろったら、国内に研究開発拠点を置くか。
- わが国の研究開発支援構造に欠けるもの (2.6 節)
 - －米国のようなシームレスな研究開発支援構造、または同等の構造が必要だとしたとき、わが国では何があり、何が欠けているのか。
- 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性 (2.7 節)
 - －わが国の研究開発力、産業競争力を高めるためには、大学をどう充実させるべきか。
 - －現在、大学改革が進行中だが、どのような部分の改革を優先すべきか。

- 国研の不在をどう補完するか（2.8 節）

—わが国には規模の大きな IT の研究を実施する国研が無いに等しい（国研の IT 研究者の数は、米国の約 30 分の 1）。これを大学、民間でどう補完できるか。

2.2 技術貿易時代への対応

■先回りして技術シーズを開発するための方法論と、そのための制度、組織を作れ。

技術貿易時代に対応するためには将来を見越した技術シーズの開発が必要であり、そのためには、先回りターゲットの提案が出来るような方法論を考え、そのための制度、組織を作るべきである。さらに、弱い物いじめではなく、先回り開発による待ち伏せが当たった人を奨励してやるようなプロパテント政策を期待する。

■ボーダレスな経済の下で戦っていくためには IPR 戦略をより重視せざるをえない。

ここ 10 年程の間に、主に米国からもたらされたモデルは、IPR でガードが掛けられて、従来のキャッチアップ戦略がとれないものになってきたため、日本の IT 企業は一斉にソリューションビジネス指向に傾きつつある。これからは経済がボーダレスになるため、IPR をより重視して、今までにない多くの価値を生み出して行くことが、海外で戦っていくための条件となる。

■企業の IPR 戦略の転換と同時に、国としても IPR 重視の政策を打ち出すべし。

日本企業は特許出願件数は多いものの、防衛的な特許が多く、ライセンスがビジネスの主力となることはなかったが、今後は変わってくる。日本が IPR の使用目的を防御から攻撃に転換していく際には、特許出願件数の多さは有利な材料である。しかし、企業が IPR 重視の戦略に転換していくのと同時に、国としても IPR 重視の政策を打ち出し、国全体の意識改革を進めていくことが必要である。

■企業はソリューションビジネスを指向しているが、融合領域への対応に不安がある。

多くの企業は、ソリューションビジネスが一番儲かると思って、ソリューションに焦点を合わせているので、基盤部分を自分で開発しようという発想は無く、むしろどれだけ有利なアライアンスを組めるかが問題になっている。しかし、ソリューションも今後は融合分野に広がっていくと予測されており、この新しい分野のソリューションも米国に押さえられる危険がある。日本でも、総合科学技術会議では融合領域は大事であるとの認識があり、大学に期待が集まるが、融合領域に踏み出せるか不安がある。

■IPR、ソフト、ハード、ソリューションの最適なミックスを見つけるのが重要である。

技術貿易の時代とは言っても、基本となるのは物作りであり、工場集約や製造の海外移転は、競争していくためには必要なことである。国内で生き残っていく方法としてソリューションビジネスへのシフトが進んで行くが、それだけでは駄目で、IPR、ソフト、ハード開発・製造およびソリューションの最適なミックスを見つけて利益を出すようにしなければならない。特に上流と下流に知恵を出すことが利益を上げるためには必要である。

■当面は現在の日本の強みを活かした方向性を探り、長期的には国際化に合わせて諸制度を改革すべし。

制度を変えるのは簡単ではないので、ここ 2、3 年を考えた時には、米国を理想としてそれに追いつこうとする発想ではなく、「日本の強みを活かした方向性」を探るアプローチを選択すべき。ただし、長期的には英国のサッチャー政権のように、さまざまな改革を行って日本の諸制度を国際化していくことが必要である。

2.2.1 A氏意見

(1) 技術シーズの先回り開発をせよ

技術貿易時代に対応するには、先回り開発しかない。先回りターゲットの提案が出来るような方法論を考えて、そのための制度、組織を作るしかない。シーズ開発が新規の付加価値を生むものであるから、シーズ開発をやるべきである。この際、慣例的なルールを見直す必要がある。

中国も含むアジアが興隆してくると、昔の日本が欧米に安値攻勢をかけたのと同じことが起こる。そうすると、かつて 1980 年代に、デトロイトがつぶれてしまうとして米国が行ったプロパテント政策を実施するようになる。しかし、弱い者いじめのプロパテント政策には賛成しかねる。むしろ、待ち伏せが当たった人を奨励してやるようなプロパテント政策なら、待ち伏せをするための努力につながるので賛成である。米国は意地悪のように見えるけれども、多様性があるので、DNA の配列を見つけたらすべて特許を認めてしまうというようなことを行くと、自己矛盾を起こしてしまい、その結果、特許を認めなくする方向に向かう。そして、最終的には米国の中で新たな知恵を出して、生産性が上がり、新産業が出来る方向に向けていくから、それがグローバルモデルになる。

2.2.2 B氏意見

(1) キャッチアップ時代と IPR に縛られる現在ではモデルを変える必要がある

昭和 30 年代、40 年代は米国のモデルをキャッチアップすれば良く、IPR も厳しくなかったから、それをまねて品質、性能を良くすれば成功した。しかしこの 10 年でいうと、米国は新しいモデルを自分でどんどん作って、日本は輸入するだけとなった。日本は、米国が始めたモデルをかみ砕いてものにすることが出来なかった。特にソフトウェア産業とシステム産業はこの傾向が著しい。さらに米国も IPR でガードをかけて簡単にはモデルを導入させなくなってきた。

日本もそのころ目覚めて、IPR 対策に早く手を打っていれば良かったが、反対に半導体の分野では無分別にアジア諸国にコア技術を渡してしまっている。IPR でガードをかけることをしなかったのが、今や窮地に陥っている。米国のように外には出すが、そこはきっちと IPR でガードをかけることが必要だ。

(2) 今はソリューションビジネスの方が得

今は、Microsoft とか Oracle が成功したモデルがあるから、これをまねしてやろうとしても良いはずだが、日本の企業はどこもやっていない。同じものを作って、品質が良いとか性能が良いとかで勝負しても良いはずだがやっていない。それは、彼らがソースコードをオープンにしていないし、IPR でも守っているのも同じものを作るのは今や難しいからである。もはや昔のようにはいかない、ものすごいガードがかかっている。

日本企業は、データベースで Oracle と同じものを作るより、その上に何かを作るソリ

ューションビジネスをしたほうが得だと思っている。

(3) 経済のボーダレス化が IPR の重要性を高めている

日本もコンシューマ系の SONY とか Canon は、IPR では世界を舞台に良く戦っている。ただ、インフラ系である大企業電機メーカーは主に国内の争いをしていたので、海外で戦うにはライセンスが重要だということをあまり理解していなかった。だがこれからは、経済がボーダレスになるので、そうはいかなくなる。

IPR は今までにない多くの価値を生み出して、会社の見えない価値のかかなりの部分に貢献するようになるのは間違いない。

(4) 攻撃的な特許出願へのシフトが重要

米国の特許トップ 10 に日本の企業はたくさん入っており、特許の数だけが多い。ただしお金を生み出しているのは少ない。日本では自社のビジネスが成り立てば良いという防衛的な考えが強く、クロスライセンスで済ますことが多かった。それで裁判沙汰になることが少なく、裁判にも慣れていない。今後、ライセンスを主力にビジネスをするには裁判も覚悟しなければならないだろう。その文化的バックグラウンドでは欧米とアジアで大きな差があり、まだまだ時間は掛かるだろう。

米国も日本の特許が多いのを警戒はしている。特許の数は多いので、この勢いで防衛から攻撃に転換していけば道は開けてくる。

(5) 国策としての IPR 保護は米国と 10 年から 20 年の差

米国はバイオの新しい所とかソフトウェア等の大事なノウハウ、自分の存在意義に関わる所では、IPR で押さえて技術を外に出さなくなってきた。これを 15 年ぐらい前からやってきていて、いま芽として出始めている。新しい分野も特許を取ってしまう。これがだんだんシステムティックになってきていて、ノウハウとして社会の中に溜まりだした。

日本の IPR 重視については、企業は企業として変わらなければならないが、国としても IPR を重視した政策を打ち出し、国全体の意識改革を進めることも必要である。

(6) ソリューションビジネスは有利なアライアンスを組めるかが重要

多くの企業はソリューションビジネスが一番儲かっていると思っている。パッケージは「Best of Breed」と言って世界で一番優れているものを導入品として揃える。ソリューションに焦点が合っているので、基盤部分を自分で開発しようという発想は無くなっている。むしろどれだけ有利なアライアンスを組めるかが問題になっている。

将来的にも、基盤部分は自前で開発することにはならないだろう。投資効率を考えると出来合いの基盤の上にソリューションを構築した方がいい。

ソリューションは付加価値も付けやすく、海外まで進出して米国が部品屋になるストー

りも考えられなくはない。ただソリューションは地場産業だから輸出は難しいが。

(7) ソリューションも今後は融合領域が焦点

ソリューションも今後は融合分野に広がっていくと米国も予測しているが、この新しい分野のソリューションも米国に押さえられる危険がある。米国もここは人材 (New Generation of Researcher) が不足しているらしい。

日本でも総合科学技術会議では融合領域は大事であるとの認識があり、大学に期待が集まるが、融合領域に踏み出せるか心配である。

ソリューションについても米国に変革を突き付けられており、日本も変革を進めるしかない。

2.2.3 D氏意見

(1) 21 世紀においては、IT のなかでもソフトウェア関連の分野が主戦場となる

ひと口に IT といっても、大きく 3 種類の分野に区分される。1 番目は、半導体、液晶ディスプレイといった、電子部品やデバイスの分野である。2 番目は、コンピュータ、ストレージ、IP ルータ、情報家電といった、ハードウェア装置やシステム装置の分野である。3 番目は、ソフトウェア、サービス、ソリューションといった、ソフトウェア関連の分野である。21 世紀においては、3 番目の分野が主戦場となる。

収益性も、3 番目の分野がもっとも高い。企業の決算で見ても、ハードウェアは価格の低下が早く、特に、薄利多売のパソコン等のコモディティ製品は利益率が低く苦しい。一方、システムソリューションは順調に立ち上がっている。1 番目、2 番目の分野もシェアが高ければ高収益が得られるが、世界で第 1 位や第 2 位になるのはなかなか難しい。もっとも、パソコンの場合はベスト 10 に入れば勝負出来る。ただし、コモディティ化するまでの時間が短く、それまでの勝負となる。

(2) OS など、基盤ソフトウェアの領域で勝つことは、かなり大変である

3 番目のソフトウェア関連分野は、現在のところ完全に米国に牛耳られている。この分野では、製品がデファクトスタンダードにならないと利益が生まれない。特に、OS、データベース管理システムといった基盤ソフトウェアの領域では、世界で第 1 位か第 2 位のシェアをとる必要がある。Microsoft、IBM、Sun Microsystems、Hewlett-Packard などが今後も勝ち残るかどうかは Linux の出現もあって予測出来ないが、これらの会社の間に食い込むことは、かなり大変である。

Microsoft に勝つためには主戦場を変える必要がある。パソコンの次の主戦場はどこにあるだろうか。ひとつは、Intel と Windows の組みあわせを破壊することである。Intel よりもコストパフォーマンスが 10 倍高い新しいアーキテクチャを作れば、あらためて OS を主戦場と出来る。もうひとつは、ミドルウェアでの勝負である。Microsoft もすべてが

強いわけではない。データベース管理システムでは、SQL Server よりも、Oracle など、独立系ソフトウェアベンダ (ISV) の製品の方がはるかに強い。そういうミドルウェアで、デファクトスタンダードをとることは可能だ。

デファクトスタンダードの代替を狙った OS を開発しても、機能的には同じようなものになるだろう。ビジネスとして成功するためには、むしろ、事業の戦略が問題となる。デファクトスタンダードを覆すような事業のやり方が、今から可能だろうか。Linux は Windows とは異なる戦略をとっているので可能性が 0 ではないが、まだまだである。ソフトウェアにはレイヤがいろいろとあるから、下位の OS をとられても上位の別のレイヤを全部とってしまうことが可能である。これが主戦場を変えるひとつの方法である。ただし、あるレイヤをとっても、Microsoft が下位から順にとっていって、最後には全部とってしまう危険はある。例えば、データベースのレイヤを Oracle が押さえていても、SQL Server を OS にバンドルして出せば、Microsoft がとってしまう可能性も大きい。事業の戦略は、製品の善し悪しと同じくらい、ビジネスの勝敗に影響する。

(3) アプリケーションやソリューションの領域では十分勝機がある

OS の優秀性だけでなく、OS の上に載るアプリケーションも問題となる。Microsoft の勝因は、アプリケーションを取り込んだからである。IBM の OS2 は、製品の優秀さでは Windows を凌いでいたかもしれない。しかし、独立系ソフトウェアベンダのとりこみが弱かったため、アプリケーションが載らなかった。現在も、アプリケーションは機能が優れているかどうかに関係なく、シェアの高い OS に移植される。逆に、独立系ソフトウェアベンダのアプリケーションが載っているから、その OS が選択されるというサイクルになり、ますます強いところに集中する。ソフトウェアの事業では、製品の善し悪しは成功における 3 分の 1 程度の影響しかない。残りの 3 分の 1 は販売網、あとの 3 分の 1 はパートナーシップが確立出来るかどうかにかかっている。

より上位のミドルウェアやアプリケーションパッケージにおいては、勝負の余地が十分に残っている。最近では、インターネットやブロードバンドネットワークの普及によって、ビジネスの領域が上位にシフトしている。OS はハードウェアにバンドルされ、ユーザに対してはハードウェアとインテグレーションして販売される形態がほとんどである。つまり、OS の上のミドルウェア、アプリケーションで勝負出来る時代がきている。

例えば、Grid は OS ではなく、もう一つ上位のミドルウェアである。これは、一つのコンピュータではなく、地理的に分散した多数のコンピュータの上で計算を実行するネットワークモビールである。このようなネットワークコンピューティングの領域では、サービスプロバイダからブロードバンドネットワークを介して全世界に発信して、ヘテロジーニアスな環境でもっとも性能を出すためにはどうすればよいかなど、競争出来るポイントが相当ある。

(4) チャレンジャブルな企業ではソリューションへの投資が増加

日経新聞の9月の調査が何かで、ITへの投資額を業種別に比較すると、自動車と薬品がいちばん多いという記事があった。薬品とは、すなわちバイオテクノロジーである。チャレンジャブルな企業は、バイオテクノロジーを使った新しい製薬の技術に投資している。IT投資には2種類ある。一つは、バイオテクノロジー、エネルギー、環境といった、公共的な領域の技術に対する投資、もう一つは、インターネットを利用してリアルとバーチャルを融合させ、新しいビジネスをシーズベースでやっていこうという動きである。いろいろな企業活動を、すべてインターネットでバーチャルにやるのではなく、ある部分はインターネットで、ある部分は現行のリアルビジネスでやる。大企業だけでなく、中堅企業も、新しい、チャレンジングなビジネスに取り組んでいる。

2.2.4 E氏意見

(1) 技術貿易時代になっても物作りが基本

技術貿易の時代とは言っても、ある程度自分のところで物づくりをやってみないと、机上の空論になりかねない。メーカーとしては、やはり物作りが基本である。全体のバリューチェーンを考えたときに、一部は、たとえば中国などで作ってもらうのも一つの手段であるが、やはり自分のところでやっていると言える形にしたい。そのような中で良いものを見つけライセンスしていく。

(2) IPR、ソフト、ハード、ソリューションの最適なミックスを見つけることが重要

工場集約や製造の海外移転は、ある程度やらないと競争していけなくなっている。では何で生き残っていくかという、一言で言えばソリューションビジネスへのシフトである。しかし、ソリューションだけで良いわけではない。いわゆるIPRから、ソフト、ハードの開発・製造、それとソリューション、これらのミックスだと思う。どれか一つだけやっていけばいいというものではない。その比重は、製品ごとに異なるバリューチェーンがあるため、製品に応じて決める必要がある。一番いいミックスを早く見つけて利益を出すようにしなければならない。

(3) 上流と下流に知恵を出して利益を上げる

一般には、上流と下流に利益が出て、中流のところは利益が出ない構造になって来ている。特に、上流と下流に知恵を出して、そこで利益を上げていく必要がある。

2.2.5 F氏意見

(1) 日本の強みを活かしたアプローチを考える（当面の課題）

「理想としての米国」と「それに追いつけない日本」という発想が一般的にあるが、そうではなく「日本の強みを活かした方向性」を探るアプローチへの転換が必要と考える。

それでは「日本の強みを活かしたアプローチ」とは何かということになるが、あまりよくわからないのが問題。ただ、米国と同じことをやろうとしても、諸条件が違うのでうまくいかないだろうから、実際に何かをやろうとすると、厳然と存在する日本的諸条件や諸制度を考慮せざるを得ないことは確かである。

自動車産業は、コンピュータ産業と違って日本がかなり強い産業である。日米の自動車産業を比較してみると、この分野の識者の考えでは、日本は濃密なコミュニケーションによって統合能力を発揮するというようなパターンが得意で、部品設計や開発・生産の相互調整のようなところに非常に力を発揮する。一方、米国はオープン型・モジュラー型であるとして、インターフェイスを標準化してその組み合わせの妙で力を発揮するのが得意で、パソコン、インターネット系などに典型的に現れているとしている。

自動車産業がこういう擦り合わせ型でいけるのは、一種の成熟産業で、あまり変える余地がないからである。一方、ソフトウェアは成長的な分野だから、まずアーキテクチャを決めようとなるが、日本人はこれが苦手である。20～30年経つとソフトウェアが成熟して、インターフェイスはもう変わらないとなると、こんどは擦り合わせ型が生きてくる時代がくる可能性があるのではないか。

(2) 日本的諸制度の国際化を（長期的課題）

ただ、「日本の独自性」をあまり強調しすぎると、「ボーダレスな国際社会の中でも独自の制度を固持すべし」と言っているような印象を与えるが、決してそうではない。なかなか制度は変わらないから、ここ2、3年のことを考える時は、現実的には現状の諸制度を前提に考えざるを得ないという立場である。

英国のサッチャー政権(1979年～1990年)はいろいろ改革を進めたが、政権後半の1988年に行政執行部門のエージェンシー化を行うことができた。またOECD諸国では1990年代後半から、複数年会計とか業績結果法のようにインプットコントロールからアウトプットコントロールへといった改革が盛んに行われた。改革には結構時間が掛かっている。日本は15年遅れで、エージェンシー（独立行政法人）化の段階である。これからが大きな制度改革の時期であり、日本的諸制度の国際化を期待したい。

2.3 研究開発のフロントランナーとなるべきか

■国はフロントランナーとなる為の研究開発のアウトソーシング市場を作れ。

IT 時代は先手必勝で、フロントランナーにならないといけない。日本の企業は中長期テーマの研究が出来る実力を持っているが、現在の経済環境では目先のビジネスに向けた研究しか行えない。国が研究開発のアウトソーシング市場の形成を支援し、基礎研究がビジネスになることを可能にする仕組みを考えるべきである。

■IT の研究開発のアウトソーシング先は企業で良い。

半導体、デバイス、IT 等の研究開発の特性によって、適切な研究開発のアウトソーシング先は異なる。IT の研究開発のアウトソーシング先としては企業で良いと考える。問題は、国の研究開発戦略を決定する人が半導体、デバイスとソフトウェアを主とした IT との違いをよく分かっていないことであり、改善されてきてはいるものの、いまだに米国と比べると非常に大きな格差がある。

■フロントランナーを目指さざるをえないが、そのための改革は困難なものとなる。

日本はもはやコストで勝負できなくなっており、フロントランナーを目指さなければ潰れる。米国に対抗してフロントランナーとなるには、従来の小規模かつ平準的な研究支援や、失敗もしないが大きな成功もないベンチャー投資などを見直す必要がある。さらに、中庸の重視や、既得権保護といった日本特有の文化を含めて、グローバルな戦いに対応出来るよう変革することが要求され、困難な改革となるだろう。

■重点テーマの羅列のみでなく、具体的目標を設定し、実行組織を整えよ。

総合科学技術会議における重点テーマのように、ただ項目を並べるだけでは駄目である。個別の項目について、具体的かつ数値的な目標を定める必要がある。国が明確なビジョンを国民に示し、これに沿って大学や研究所が研究テーマを設定するというやり方が望ましい。あわせて米国の PITAC のような組織を作り、そこにはメーカからも人材を投入して、産業のためになるテーマを具体的に創出し、実施させるような制度が必要である。

■フロントランナーとなるべき分野を絞って日米の共存共栄を図るべし。

日本はフロントランナーとしてやって行けるし、やって行かないといけませんが、すべての分野を等しい重要度で扱うことはできない。現状はあまりに総花的である。力を入れる分野、そこそこ頑張る分野、調達と割り切る分野などに色分けすべきである。米国を単に競争相手としてだけで捉えるのではなく、米国のパートナーとして共存共栄を図るという観点も重要である。

2.3.1 A氏意見

(1) フロントランナーになるために、研究開発のアウトソーシング市場を形成せよ

IT 時代は先手必勝で、フロントランナーにならないといけない。儲け方は儲ける種が出来てから考えればいいことであって、最初から儲け方を考えて研究開発をやるかやらない

いかを決めるのは、順序が逆である。ただし、日本の国力では研究開発を全面展開するのは難しいが、企業の研究所は現在その企業の目の前のビジネスに向けた研究しかしていないので、国が分相応の規模でITの研究開発を行う必要がある。MPEGとか半導体とかはうまくいった例で、共同研究のお墨付きさえもらえれば、日本の企業には中長期のテーマを研究出来る実力がある。むしろ、それをどのように行うべきか、手段を考えるべきである。

国が中長期テーマを支援するようになった時、国は研究開発を企業にアウトソーシングすることになるが、研究開発のアウトソーシング市場のようなものを国が奨励して作っていないのが問題である。基礎研究を私のところでやらせて下さいと多くの企業が手を上げられる環境が出来ていれば、いくらでも選べるようになる。そのために、基礎研究だけでビジネスになるようなことを可能にするための仕組みを考えなければならない。

米国では、研究プロジェクトの中から必要に応じて人件費を確保出来る。しかし、日本は裸の人件費（直接費）しか認めていないから、もともと仕組み自身がおかしい。科学研究費は間接費を30%認め、増やす動きがやっと出てきた。そして、その人件費が何倍かの利益を生むような仕組みさえ作ってくれば、アウトソーシング市場も出来るのではないか。大元の仕組みが裸の人件費ではいい人が集まらず、クリエイティブな研究が出来ないようになっている。

(2) 研究開発のアウトソーシング先は企業で良い

裸の人件費のみならず、間接費も支払われるような仕組みは、今後がんばって直していくとして、次はアウトソーシング先が問題になってくる。米国では、アウトソーシング先は主に大学であるが、日本では大学でなくて、企業でいいと考える。国研にいたってはほとんどゼロで、アウトソーシング先として見たときには無いに等しい。また、あまりにも国研ということで甘えすぎている。ITは極端に大きな設備は必要でなく、国研でないと出来ないということはない。ほとんど人件費ディペンデントな分野で、人さえいればいい。独立法人化以降は、国研と民間研究所は段々区別が無くなっていくであろう。ただし、半導体やデバイスは設備ディペンデントで、かなり大きな投資をしなければならないから、それは国研、大学が適しているかも知れない。

このような、半導体やデバイスとITとの違いが分かってももらえない。そういう分野の人が判断する立場に立っていない。そこが問題である。政府の中枢にそういう人を送り込む仕組みが米国には出来ている。国としてのポリシー、戦略の決定を総合科学技術会議でやっているが、IT分野の代表メンバーがエネルギー専門の人ではどうしようもない。そこには、米国のPITACと比べてどうしようもない格差がある。それでも、この会議がなかった時代よりはましになっているが。

2.3.2 B氏意見

(1) これからの企業はフロントランナーを目指さざるを得ない

今や日本は世界一賃金の高い国なので、コストではもはや世界に対抗出来無い。間違いなくフロントランナーを目指さざるを得ず、これが出来なければ潰れるしかないだろう。

フロントランナーになるにはそれに見合う研究開発は必須である。今までは 5000 万円で 20 件やるとか、平準的な研究がたくさん走ることが多かった。しかし、今後は省庁間に跨る大規模な研究開発プロジェクトの実施が米国に対抗するには必須である。

ベンチャーに対する投資にしても、日本は失敗もしないが大きな成功も無いということが多く、フロントランナーになり得ていない。米国並の、失敗してもまたやればいいというダイナミズムが必要となるだろう。

(2) 国、企業ともに変化に強い体質への転換が重要

日本は既得権を守る意識が強く、変化を嫌う体質があるので、新しいことをやる場合でも組織も中身も変えずやろうとし、うまくいっていない。片や米国は組織まで変えてトップダウンに、更に市場原理に任せてやるのでうまくいっている。事業を切り捨てる話とか継続する話をメリハリを付けて実行することが重要である。

日本は中庸を重視したり既得権を守る意識が強く、改革等も中途半端になり易い。更に、長老が引退した後も後ろに控えているような世界であることも多い。米国は多民族国家であるし、このような束縛はない。グローバルな米国と戦うには、企業の文化も米国に合わせて戦っていかなければ生きていけない。日本だけで通用する企業では、戦いに参加も出来なくなる。

この変革には日本の文化を含む変革を要求されており、困難なものになるだろう。例えば、年功序列の弊害は観念では分かっているが、企業内での実践は難しいのが現実である。役割に対してお金を払う風にはしてきているが、それを運用する人の意識がそこまでついてきていない。最後は年齢を考慮して操作してしまうことが多い。

2.3.3 D氏意見

(1) 目標を具体的に設定し、それに沿って研究をすすめる必要がある

総合科学技術会議において、重点テーマの 8 項目があげられているが、項目を並べるだけではだめである。個別の項目について、具体的に、いつまでに何を実現するといった数値的な目標を定める必要がある。国が「この分野の IT はフロントランナーになる」といった明確なビジョンを国民に示し、これに沿って大学や研究所が研究テーマを設定するというやり方が望ましい。

(2) 目標を具体的に設定するため、米国の PITAC に相当する組織と制度が必要である

米国の PITAC は具体的な目標を掲げ、それを達成するために何をやるかという、次の

目標にブレークダウンする。日本も重点8項目を並べるだけでなく、例えば、寿命を120歳にするとといったような具体的な目標を掲げないといけない。あわせて PITAC のような組織を作り、そこにはメーカーからも人材を投入して、産業のためになるテーマを具体的に創出し、実施させる。以前から主張しているように、そういう制度が必要である。

2.3.4 E氏意見

(1) フロントランナーにならないと生き残れない

ライセンスの問題を別にしても、1位にならないと生き残れなくなってきた。フロントランナーでないとやって行けない時代になっている。2番手、3番手では、結局、利益の出る上流部分の比率が非常に少なくなる。

2.3.5 F氏意見

(1) フロントランナーとなるべき分野を絞って日米の共存共栄を図る

日本はフロントランナーとして勿論やっていけるし、やっていかないといけない。ただ、すべての分野を等しい重要度で扱うことはできない。現状はあまりに総花的である。力を入れる分野、そこそこ頑張る分野、調達と割り切る分野と色分けしないといけない。PC世界ではニッチな領域（日本語、メディア処理など）しか対象にならない。ポスト PC で日本の特徴を活かす道を考える。米国を単に競争相手としてだけで捉えるのではなく、米国のパートナーとして共存共栄を図るという観点も重要。米国から見ると技術のポテンシャルは日本が一番高く、米国には、日本が基礎科学にもっと投資するように仕向けて、米国のより良いパートナーにしようという発想もある。

2.4 国全体の IT 投資のあるべき姿

■シナリオ作りの機関を創設し、出された提案を迅速に実行に移す行政を。

国の研究開発支援を得るには、待ち伏せのシナリオを作ることが一番重要である。そのためには、一番上のターゲットの検討を普段から行っているようなシナリオ作りの機関を創設し、その機関から出された提案を短いリードタイムで実行に移す、より「経営の価値観を持った」行政を実施すべきである。

■国はインフラ投資の方向を研究開発に向けよ。

研究開発のインフラ投資は国で負担すべきである。運用費用は受益者負担でよい。日本は、外国からは非常にキャパシティの高い国と見られている。田舎にいけば田んぼの中の道まできれいに舗装されているが、これはインフラ整備の方向が間違っていた。

■IT が重要という認識を予算に反映させ、省庁横断で実行面の議論を行うべし。

国としての IT の重要性は認識されているものの、IT 関連予算の金額が少なく、研究者や IT 産業にとって魅力が無い。大事な IT ならば、別のところを削ってでも予算を突出させるといった総合判断が必要である。総合科学技術会議はトップダウンで検討する仕組みを作った。後は省庁横断で実行面の議論を行えるようにすべきである。

■国の研究開発投資は応用分野に拡大し、実証フェーズまで及ぶべき。

今後の国の研究開発投資は、「国民に快適な生活環境を提供する」および「産業を創出し、雇用を創出する」という、国民の恩恵により主眼を置いた応用分野に拡大していくべきであり、投資の範囲は基礎研究だけではなく、事業化や国による調達を念頭に置いた実証フェーズにまで及ぶべきである。

■何を研究するかを考えることに、もっとも力を入れるべし。

今や、研究のやり方よりも、何をやるかのほうが重要である。何をやるかを考える研究にこそ一番力を入れなければならない。そうしないと、今自分に出来ることだけを研究することになりがちである。

■プラットフォームのアーキテクチャの研究開発に国の資金を投入すべし。

プラットフォームのアーキテクチャこそ国の金を掛けてやるべき研究ではないか。ターゲットをはっきりと決め、必要な資金が投入されれば勝つことは可能である。いい勝負が出来るかどうかは掛ける金額にかかっている。特にソフトウェアは金を掛ければ勝てる領域なのに、金を掛けないために負け続け、日本は自信をなくしている。

■全産業の共通基盤としての IT には、従来の公共投資に劣らぬレベルの投資をすべし。

全産業の共通基盤としての IT の重要性を考えると、従来の公共投資、道路につぎ込んできたレベルに劣らない投資をすべきである。IT は縦割りの考え方ではうまく行かない。横串という位置づけで投資していくべきである。

■ソフトウェア分野への研究開発投資をもっと増やすべし。

米国と競争していくには、ソフトウェア分野への国の研究開発支出は少ない。むしろ、だんだん絞られて、大きなソフトウェア研究開発プロジェクトはほとんど無くなってしまったと言ってもいい。日本では、IT 投資というと、どうしてもハードウェアになってしまう。ソフトウェアの研究開発への投資をもっと増やすべきである。

2.4.1 A氏意見

(1) 国の研究開発支援を得るには、待ち伏せのシナリオ作りを常に行う機関が必要

日本は団体主義であるが故に、半導体はチーム構成、シナリオ作りがよく出来ているように見えて、役人に安心感を与え、政府支援の研究開発費の多くを獲得している。結局、国の研究開発支援を得るには、待ち伏せのシナリオ作りが一番重要なのである。一番上のターゲットの検討を普段行っていれば、素材を集めてきてシナリオをすぐ作れる。だから、ソフトウェアも、シナリオ作りを行う機関を作る必要がある。

アメリカ人はそれがうまい。米国では、PITAC が、ソフトウェアデベロップメントデザインとか、インターネット上のソフトとか、超並列マシンのソフトとかが苦しくなりそうだと言うと、すぐ次年度に400億円位の金がついてしまう。すなわち、提案から実行までのリードタイムが短い。リードタイムを短くすることは、今の経営者にとって一番に考えなければならないことであるが、それが官では一番上位の概念ではない。行政にももっと経営の価値観を持ってこないといけないのである。PITAC のレポートを出すのに、PITAC の後ろにNCO という組織があり、IT だけに関して十何人かのスタッフを抱えている。それはターゲットクリエーションにお金を払っているのである。日本のソフト産業はそのようなクリエーションにお金を払っていないからいけない。

(2) インフラ投資は国が負担すべし

インフラ投資は国費で負担すべきである。運用費用は受益者負担でよい。ただし、IT 分野の特徴として、ボーダレスにインフラを使われる可能性があるので、そのただ乗りを排除する技術開発を並行して行わなければいけない。もしくは、ボーダレスに対応した受益者負担になる仕組みを考える必要がある。

(3) 日本はインフラ整備の方向が間違っていた

日本は、社会保障がすごく充実していて、社会的には安定性をもたらしている。しかし、貿易収支は黒字どころか、赤字論議が出ている。おのずと、赤字の方向にいくと、にんじんとかねぎとかが買えなくなる。従って、国という概念がどれくらい続くのか、軍備がない国は滅びるのか、食料に対していざという時の備えが必要なのか、そういったことを並行して考えないといけない。

シンガポールぐらい小さければ、自分のところで閉じられると思わないから、当然、オープンになって、農業をやらないとか電気を買ってしまうなどを実施し、都市国家になる。しかし、外から見ると日本のキャパシティはすごく高い評価で、潜在能力が高いと見られている。それなりの力があり、日本は一国でキャパシティを持っている。米国では首都圏でも道は穴だらけだが、日本では田舎に行っても田んぼの中の道まできれいに舗装されている。それは、インフラの整備の方向が間違っていたのである。

(4) 今の国の研究開発は企業にとって支出の多い慈善事業

補正予算は、使いにくくてどうしようもない。人件費に経費を全然認めてくれない。それがネックで、実質4分の1しか払ってくれない。これでは、みんなやりたくない方向に行ってしまう。企業にとって国の研究開発は支出の多い慈善事業であり、特に今の企業の体力では、やっていられない。

2.4.2 B氏意見

(1) ITが重要だという認識を予算に反映すべし

IT不況といわれるが、ITにも不況ITと好況ITがあり、国として伸びそうなIT分野をどうするか、将来を見据えて推進しないといけない。

今はまだ国のIT関連予算の金額が少なく、研究者やIT産業にとっては魅力が無いので、今後何をすべきかとの深い議論にならない。将来大事なITだから、予算もこれだけ突出するいう風になって欲しい。財源が余分に有るわけではないのでどこかを削らなくてはならない。道路からとか、誰かが全体的に見て難しい総合判断をする必要がある。

(2) 総合科学技術会議が全体を見てIT予算まで決められる体制にせよ

総合科学技術会議はトップダウンで検討をする仕組みを作ったが、まだ本来の役目を果たし切れていない。テーマの重要性は議論し、抽象論では非常に良いことを言っているが、誰がやるかとか、成果は何が見込めるかというような実行面の議論が深まっていない。内閣府のフィロソフィーまで練れる人材が必要かもしれない。やり方もまだ従来の枠に縛られ、最後は省庁に下りている。省庁横断で検討するようになって欲しい。少なくとも米国は省庁間に跨る組織で議論出来、予算を決定出来る体制になっている。

2.4.3 D氏意見

(1) 投資の対象を、国民の恩恵という観点から応用分野に拡大していくべき

国のIT研究開発投資は、これまで、高性能コンピューティングといった、ハードウェアに近い技術開発に偏っていた。今後は、国民の恩恵という観点から、応用分野に拡大していくべきである。

(2) 快適な生活環境を実現するためには、多くの技術的課題を解決しなければならない

国民の恩恵には2種類ある。一つは、国民に快適な生活環境を提供することである。日本が迎える高齢化社会に対応するための、デジタルデバイドの解消、医療、バイオテクノロジー、高度道路交通システム(ITS)、地域コミュニケーションといった、公共のためのさまざまな施策は、技術的な課題をたくさんかかえている。地球温暖化への対策としては、新しいエネルギーの開発が必要である。リサイクルやグリーンPCも大事であり、環境破壊防止も重要である。新エネルギー開発の分野でも、スーパーコンピュータで計算するアプ

リケーションが、相当に存在するはずである。つまり、こういった応用分野の研究開発をかなりやる必要がある。

(3) 国家が支援する研究開発によって、新しい産業を創出し、雇用を確保する

もう一つの国民の恩恵は、産業を創出し、雇用を創出することである。国の IT 投資の範囲は、基礎研究だけでなく実証フェーズにまで及ぶべきである。新しい産業を創出したり、ある産業で欧米に対して競争力が増したりすることは、公共分野への投資と同じく、国民に恩恵を与えるので、税金を使う価値がある。そのような産業の領域で、日本が世界のフロントランナーになるという旗印を掲げ、国が技術開発を支援する必要がある。

(4) 何を研究するかを考えることこそ、もっとも重要な研究テーマ

いまや、研究のやり方よりも、何をやるかのほうが重要である。何をやるかを考える研究にこそ、ほかの研究と同じどころか、一番力を入れなければならない。そうしないと、今自分に出来ることだけを研究することになりがちである。大学においても同様であろう。その道の大家になるほど自分の専門領域だけの研究を進めることとなり、新しい領域には取り組まない。新しい研究をやるのはちょっと跳ね上がった先生ということになる。何を研究するかという点では、大学も大きく変わる必要がある。

(5) 国家による IT 投資の範囲には、基礎研究のみならず実用化も含めるべし

これまでは、企業の研究所においてさえ、研究のテーマを選ぶときに事業化をそれほど念頭におかないケースもあった。技術志向でやり、あとから事業に結びつける方法を考えてことが、仕方がないというよりも、望ましいこととされていた。企業の立場としては、遅まきながら大いに反省している。しかし、企業だけでなく、国のレベルでもはっきり事業化の目的を定めて研究しないと効率が悪い。米国では、最後には事業として具体的な成果が出てくる。日本でも事業化を考えてテーマを選び、研究を進めていく必要がある。研究の最終目的は事業化であり、その道筋を考えることも研究者の仕事であると広く合意を得る必要がある。

過去の米国では、スーパーコンピュータなどのようにハードウェアに近いほうの技術は、軍事用途として中長期的に研究し、その結果をベースに商用化している。欧州では、通信分野におけるモバイルの標準などのように、デファクトスタンダードをとり、世界標準にしようという方針でやっている。応用分野といっても、バイオロジーや新エネルギーなど、相当に高度な技術が必要になる。応用分野においても企業の競争にまかせるのではなく、日本がフロントランナーになれるよう、国がリードすべきである。最終的に製品となって調達出来るくらいでないと成果とはいえない。最初の基礎研究から試作して実証するフェーズまでを、国の IT 投資としてリーダーシップをとってリードして頂きたい。

(6) 基礎研究ではプラットフォームのアーキテクチャに国家の資金を投入すべし

日本はこれまで、プラットフォームのアーキテクチャを制覇したことがない。これこそ、国の金をかけてやるべき研究ではないか。

過去においては、OS などソフトウェアでデファクトスタンダードを取れなかったが、やれば出来ると思う。相手と同じことをやれば、かならず勝てる。例えば、メインフレームの時代に、日本企業は 20 年ほどの時間をかけ、技術的に追いついた。ところが、追いついたときにはメインフレームの時代ではなくなっていた。そして、IBM は他の企業により作られたオープンな世界において、日本企業がやったような、技術的に追いつくという道を歩んだ。

日本がターゲットをはっきりと決め、同じ金額を投資すれば、ちゃんとした勝負になる。しかし、いい勝負が出来るかどうかは掛ける金額にかかっている。特に、企業がソフトウェアにかけられる金額は、ハードウェアに比べると使いたい金額よりも不足している。このことは日本全体についても言える。国レベルの IT 投資においても、望ましい投資額の 2 分の 1、3 分の 1 どころか、10 分の 1、数十分の 1 でしかない。ソフトウェアは、金をかければ勝てる領域なのに、金をかけないために負け続け、日本は自信をなくしている。

(7) ソフトウェアの重要性を認識し、ソフトウェアへの研究開発投資をもっと増やすべし

プロジェクトの提案において、ソフトウェアは定量的にメリット、効果の説明が難しいが、ソフトウェアの IT 産業の中での重要性を認識し、ソフトウェアへの研究開発への投資をもっと増やすべきである。

2.4.4 E 氏意見

(1) IT 投資を充実すべし

IT 投資は、公共投資とか新社会資本とかいろいろ言われてきたが、全産業に共通の基盤として IT が果たす重要性を考えたら、従来の公共投資、道路につぎ込んできたレベルに劣らない投資をやるべきだと思うし、やって欲しい。

(2) 情報はあらゆるものの横串－縦割りでは駄目

常に問題なのは縦割りの部分。今まで日本が伸びてくるのにこういう制度が役に立ったであろうが、IT に関しては縦割りの考え方ではうまく行かない。例えば学会の例で言えば、情報処理学会というのが単独であるが、ほとんどどの分野も情報技術がベースにないと駄目なわけで、情報処理学会というのは横串の働きをする必要がある。従って、そういう観点で、公共投資のようなものも、それが何であって横串という位置づけで情報技術に金を出していかないといけない。

2.4.5 F氏意見

(1) ソフトウェアの研究開発への支出を増やすのが第一歩

米国と競争していくには、ソフトウェア分野への国の研究開発支出は喧伝されているほど多くはないというのが実態である。むしろ、だんだん絞られて、大きなソフトウェア研究開発プロジェクトはほとんど無くなってしまったと言っていい。日本では、IT投資というと、どうしても通信回線や装置などのハードウェアになってしまう。新しいソフトウェアの研究開発への投資をなんとかしなければならない。

2.5 IT 研究開発拠点の国外流出の是非

■IT 産業を国内立地するには空洞化の原因の大元を断つしかない。

IT 産業の国内立地が困難になった理由として、給与水準と物価水準がグローバルスタンダードになっていないということと、日本ではキャッチアップモデル（セカンドランナーモデル）がいまだに続いており、クリエイティブな仕事が出来ず、自前で研究ターゲットを創出していないということが挙げられる。

この対策としては、①給与水準と物価水準とをシンクロナイズして下げる、②日本流の新たなキャリアデベロップモデルを考える、③研究ターゲットを開発するための専門研究所を作る、④研究開発に更なる競争原理を導入する、などが考えられる。

■国により研究開発の人材をプールする仕組みを作り、海外からの研究者を含めた人材を確保することを考えるべし。

IT の研究開発における最も大きな問題は人材の不足であり、研究開発拠点を海外に求める大きな理由が人材の確保である。日本には、米国のように国のプロジェクトや資金によって大学や国研に研究開発の人材をプールし、維持する仕組みが存在しない。これが、特に基礎研究における IT 研究開発者の層の薄さや、海外の研究者から見て、日本が魅力に乏しいと言われる大きな理由となっている。

■国の主導により、テーマ毎に適切な形態の研究開発拠点を設置することを提案する。

海外に研究所を置いても実際に成果を出すのは難しいし、自分自身の技術の低下を招く恐れがあるほか、技術の輸出規制という阻害要因もある。研究開発部分は日本国内で実施していくべきである。研究開発拠点の国内立地に関しては、国はテーマを掲げるだけでなく、国の方針を具体的に示して、テーマ毎に適切な形態を持った研究開発拠点を設置することを提案する。

■ハードやソフトの製造の海外流出は、必ずしも国内の空洞化には繋がらない。

製造は、企業であれば一番コストの低い場所を探すだけであり、海外への流出は自然の流れである。ただし、ハイテク領域や高付加価値の分野では、日本での開発／製造が今後も続くし、このような領域は相当残っている。ソフトウェアの海外発注も単純作業が多いので、それによって自社の技術力が低下するとは思っていない。

■頭の部分が日本にあれば研究開発を行うのは海外であっても良い。

IT 研究開発拠点の国内立地というのは、ある意味でどうでも良いことで、何を作るかを決める頭の部分が日本にあれば、それを実現するのは海外であっても良い。ただし、日本国内に立地した方が良い面も多分にあるので、国内で人を集めることを考えないといけないが、これはいろいろな問題があつてかなり大変である。

■日本からの技術流出を阻止する方策を考えるべし。

米国は、国策として国内産業の競争力強化を考え、実行してきたが、日本にはそれに対抗しようとする意思が感じられない。一方で、日本は強みとしていた半導体技術や製造技術を無原則に世界にばらまいてしまった。米国は国の宝になりうるという見通しの中で、黒を白と言ってでもコントロールするというようなところがあり、日本も参考にすべきである。

2.5.1 A氏意見

(1) IT産業を国内立地するには、空洞化の原因の大元を断て

IT産業を国内立地するとすれば、なぜ空洞化が起こったかの大元の原因を断たないと、絶対に国内立地出来ない。なぜ日本に優秀な外国研究者が来たがらないのか、その根本に戻らないと米国並みのクリエイティブな力が出てこない。

国内立地論に関して言えば、立地しない理由が二つある。一つは、給与水準と物価水準がグローバルスタンダードになっていないということが大元にある。国内立地しないもう一つの理由は、クリエイティブな仕事出来る場所になっていない、自前で研究ターゲットを創出していないということである。

(2) 国内立地しない理由①

・保護された農水産業で決まる高い物価水準、給与水準の日本

バブル前から、農業、水産業については保護政策がずっと続いていた結果、グローバルスタンダードの物価の水準からずっと離れて並み外れて高くなっていた。一方、エレクトロニクスなど、自動車も含めて製造業はグローバル競争の波にさらされて、そこでも戦える価格レベルにならざるを得なかった。このような状況で、給与水準は農業、水産業から決まってくる生活費によって決まる。日常食っていけるかどうか、電力費、水道費がいくら位かによって、給与がいくらかが決まってしまう。日本は、農業、水産業の保護政策で、日常の食物が結構高い。それに合わせて、他の日常品の価格、電気、水道の値段といったインフラコストが決まってしまう。庇護されていると「もやし」になるし、国際競争にもまれると強くなるということの長年にわたる積み重ねの結果が、給与は国際水準並み、物価だけ極端に高いという日本の状況である。研究開発部門のスタッフにとって、そこで生活するのは心地良くなく、長期間止まるサイトとしての魅力を持たない。

・日本企業の海外展開は必然

日本の企業は、世界のトップ技術を海外に移転し、空洞化を招いている。経営者の経営ロジックからいったら、海外展開すれば得られる製品の原価が全然違うので、海外に持ち出すのが必然である。単純に目先の利益を追って、本来は守るべき技術を外に出してしまったわけではない。生活費等のバランスを根本的に変えない限り、外に出すのは必然である。企業としてはその方が儲かる。ノウハウを出さないと、安いアジアコストを享受出来ない。アジアコストがなぜ安いかというと、アジアの生活費が安くて、それに見合った給与を出していればよいからである。

すべての議論は、物価水準、給与水準がグローバルスタンダードになっていないことから始まり、全面的なグローバル化が遅れているからこそ、海外展開せざるを得ないのである。

(3) 国内立地しない理由②

・キャッチアップモデルでターゲット設定力なくクリエイティブな仕事が出来ない

日本では、海外の論文を勉強して研究をやったというたぐいが多い。最初のニーズ指向のターゲット設定というところは技術者が軽んじて、そんなマーケティングとか営業とかには熱心に取り組まなかった。独自研究を展開するノウハウが日本には余りにも少なすぎるのである。もともと日本が持っていたキャッチアップモデルがいまだに続いている。一部は、政府の指導を仰がなかった Sony とか、Honda とかは、それを脱していたけれども、それが続くかどうか怪しい。独自研究を展開するノウハウを持っていない研究指導者がリーダー層になってきたので、下にも繋がらなくなった。それは、教育のせいというよりも経営の効率化を言い過ぎるあまりかもしれない。明日、明後日の飯より今日の夕飯を用意しろという時代になりつつあるからである。これが独創力ある研究者が育ちにくいという状況を作り出している。先端の IT 研究は収穫逡増モデルが成り立つ分野で、優秀なターゲット設定力を持っている研究所にはたくさんの優秀な研究者が集まりやすく、そうでないところには集まらないという、一人勝ちのモデルが成り立つフィールドである。後追いの研究機関では魅力がないし、短期視野の研究ターゲット設定にも魅力が感じられないというのが二番目の理由である。

この二つの理由から、IT を国内立地すると言っても、その根本が直らない限り、どんな施策をやっても変わらない。クリエイティブな仕事は、米国だったら NSF が萌芽的研究をサポートしている。そういう国全体の中で萌芽的研究をサポートするメカニズムがあるから、次に続けることが出来る。

・セカンドランナーモデルから脱却出来ていない

松下のセカンドランナーモデルが 1980 年代の成功のモデルだった。その頃、米国は今のようにより IPR を徹底的に保護してなるべく外に出さないという状況よりはるかにおろからであったから、このモデルが成り立った。米国は、やられたときに、日本に限らず、後から追いかけてくるドイツなどを徹底的に分析してクリエイティブな研究体制を作り、プロパテント政策でともかく先取りし、すべてを取ってしまう Winner-take-all の世界にしようとし、それを実現しつつある。日本はセカンドランナーで頑張っていて、最後に勝つのだという戦略では勝てなくなり出した。ライセンスがあつて、いざ製造にかかったら儲けのほとんどを持っていかれてしまった。

米国では、クリエイティブな研究体制として NSF あたりがグラントを出し、かなり国の費用を投資している。日本の政府はそれを安上がりで済ませてきた。研究開発は後追い研究で、技術導入の窓口だった。それはキャッチアップであるから、その時代のモデルとしては効率が良かった。

今後は、時代が変わったので、そこを組替えていかない限り駄目である。後追いを研究と定義する国の考え方が間違っていることを説明し、そういう基本的なところを国民のコ

ンセンサスにしないといけない。それが政府の役目である。だが、政府はそれを理解する人がトップにいないため、そう考えてはいない。

米国では、SRI とかランドといった研究所が、米国が世界の中でどういう科学戦略をとるのがいいのかを常に考えている。アフガニスタンを攻めることも考えていたかもしれない。彼らは、ビジョンとか、モデルとか、コンセプトとかを考えるのが好きである。日本人は、どちらかというそれが得意ではない。コンセプトを考える方向へ持っていくことを次に考えないといけない。

(4) 国内立地の解決策① (国内立地しない理由①に対して)

・物価、給与を下げる

国内立地させる方法は、まず、グローバルスタンダードからの物価水準、給与水準のずれに関して言えば、物価も給与も下げるとするのが解決策の一つである。

給与水準と物価水準とをシンクロナイズして下げる施策が必要である。庇護、保護を受けている産業の自立化を推進する施策をやらないと、IT 産業も、製造業も立ち上がらない。物価を抑えるために、規制をはずすとか、戦後の焼け野原になるというショック療法などといった方法以外に、もっといい方法があると考ええる。

今、デフレになっているが、根本に戻って、何のためにデフレを解消しなければならないのか、デフレをさらに続けるべきかを議論しなければならない。要するに国の構造モデルを変えるという大元に戻らないといけない。苦しいからデフレを止めてモグラたたきをやれば、別の苦しさが出て来るはずである。物価をどんどん上げれば空洞化は進む。

中国でも、生活水準が上がれば人件費が上がる。台湾から、半導体とかパソコンの組立ラインが中国に移ってきている。経済原理で移るだけであるから、その時にどれだけグローバルスタンダードをうまく取りこめるかである。

米国では、国内においては、R&D と極めて高級なものに特化している。しかし、彼らは或る程度の物価の安さは保てた。安価な労働力のスペイン系移民を使って、大規模製造業を行い、日本にも進出してきている。GE は白物家電は止めて、より付加価値の高いものに寄せている。しかし、いずれ追いつかれるから、やはり新しいものを作っていかなければならない。

歴史的に見ると、第二次世界大戦で日本がやられたから、なにか手段を考えた。その後、日本とドイツが成長を遂げて、大英帝国が沈んでしまった。戦争に勝ったけれども、沈んでしまったのは、技術革新、社会構造の変革があったからである。結局、イギリスが変わったのは、サッチャーによってであった。小泉首相がサッチャーになれるかどうかの問題だ。

(5) 国内立地の解決策② (国内立地しない理由①に対して)

・日本流の新たなキャリアデベロップモデルを考える

解決策の二つ目は、日本流の新たなキャリアデベロップモデルを考えろということである。

ベンチャービジネスモデルというのは、モデル自身は既に米国の二番煎じである。米国がうまくいっていれば、日本でもうまくいくだろうと考え勝ちであるが、持ってきたところでうまくいかない。米国と質的に違うところは、日本では、その日暮らしで食っていけるベンチャーは出来るけれども、大きな成長力や速い立ち上げ力など、質の高さを兼ね備えたベンチャーが育ちにくいことである。従って、米国流のベンチャービジネス+オプション株による出世物語みたいなモデルの代わりに、日本流の新たなキャリアデベロップモデルを考えなければならない。転職によるサラリーアップモデル、特許成金モデル、中村さんがやられたような事業成果フィードバックモデルといったネーミングのモデルを考えないと日本のこの分野での将来がない。

米国は、研究開発の成果を国が取り上げてロイヤリティを取るといったケチなことをしないで、どんどんメーカーに商売の種を与えて税金で回収しているが、日本にその米国のモデルを持ってくる際には、競争ということが活力を生むという本質を踏まえた上で、取り込まないといけない。持ってくるにしても、年功序列とか既得権とかいった日本の仕組みを考えた上でしっかりと持ってこない、いろいろなところで問題が出来て、スッポリはまらなくなる。良いところを部分的に持ってくるモグラたたきの持ってきた方ではなく、もう少しシナリオを持って持ってくるべきである。つまり、元気の出るような生涯ライフプランを立てられるようなモデルをクリエイトすべきである。経済産業省がすべきことは、こういうモデルを提案することである。米国のベンチャー制度がいいからそれを持ってくるというのはお手軽すぎる。

・日本でクリエイトする人材を蓄積するには欧米で勉強させる

セカンドランナーモデルから脱却するには、クリエイティブな人をもっと増やさなければならない。それは簡単で、受け入れられる限り先進国である欧米に IT 人口を送り込めばいい。そこで勉強させて日本に戻せばよい。

IT 先進国に勉強に行けということは、技術者はグローバルスタンダードなところでやらないとどうしようもないという意味合いである。中国は、キャリアデベロップメントのモデルがそうになっている。MIT に行くために、MIT の予備校の清華大学に行くモデルが確立している。そのモデルが日本ではまだ確立していない。

米国は、IT 労働者 500 万人のうち、100 万人は外国からの労働者で、シリコンバレーの 30%はインドからの労働者である。そして、インド人が結構ベンチャーを起こしたりしている。

今は価値観の変化時期である。失業して、日本にジョブがないとすると移民に行ってしまう。

まう。魅力がなければ、日本の大学で学ぶことは不利になり、4年間を無駄に過ごすことになる。日本にいてもしょうがなくなる。この魅力のなさが存在する限り、日本には人材はこない。その魅力のなさの大元は、サラリーと生活費にある。

(6) 国内立地の解決策③ (国内立地しない理由②に対して)

・研究ターゲットを開発する専門研究所を作る

二番目の、自前のターゲットを出していない点に対する解決策は二つある。一つは、研究ターゲットを開発するための専門研究所を作ることである。経済シンクタンクはたくさんあるが、科学研究シンクタンクはあまりにも少ない。先端情報技術研究所はそれに近いが、今は必ずしもそうではない。テーマ発掘プロジェクトにお金をつけて、この専門のシンクタンクが事務局ではなく、主役として働くべきである。技術進化のシナリオ作りと、それを待ち伏せ研究に結び付けることがミッションの研究所にする。

IT分野の技術戦略は、結局、待ち伏せ戦略である。大概の人がほとんど同じような技術を手にして、同じようなアイデアを最終的に手に入れる分野であるから、時間軸でどれだけ早く実現したかで勝負がつく。待ち伏せ戦略を実行するということは、皆が後に付いて来る共通の王道ターゲットを早く見つけるということであり、それは難しいことである。やっと、先のターゲットを見つけたと思っても、後ろを見たら誰もついて来なかったら、それは「インチキターゲット」である。

そういうシナリオ作りと皆がついて来るテーマ設定が出来れば、プロパテント戦略も楽に出来る。プロパテント戦略で注意すべき点は、本来の権利を主張するのではなくて、屁理屈で権利を主張することがある点である。Qualcommのように製造部門は全部売ってしまっただけで商売していると、いくらでも値を吊り上げて、相手を饅頭の薄皮ぐらいは食える程度まで追い詰めることが出来る。そういうのが金儲けとしては効率がいいから、誉めそやす技術マスコミがいる。そういうやり方は長続きしないはずであるが、短期的には一つのプロパテント成功例とも言える。

日本はそういうところにパテントやライセンスを取られているので、もっぱら Microsoft といったところにお金を貢ぐモデルになっている。これは、自前でターゲット設定をすることをしなかったからである。日本は製造で生きられればいいと、国のお金で 10 ミクロンオーダーの製造技術の研究などを行っている。しかし、製造技術でも、徐々にモデル特許とかアルゴリズム特許とかいったソフトウェアが入ってきており、日本は製造でも弱くなる。すなわち、成熟し、技術自身が古くなってくると、価値が低くなることを認識して、常にブラッシュアップする努力をしないといけないということである。その技術の新しい方の一つがソフトウェア指向である。

日米の大きな差はクリエイティブなターゲット設定力にある。クリエイティブなターゲット設定力を持つためには、研究の意義を理解し、過去のプロジェクトの良いところ、悪いところを含めて深掘りし、分析することが一つの方法である。日本では第5世代コンピ

ュータの研究でやっていたことだが、今頃になってインテリジェントエージェント等が話題に上がってきている。日本はこれをばっさりと切ってしまったが、米国では、細々と続けている研究者がいた。米国は、失敗かも知れないプロジェクトでも終ったものについての評価をきっちり行っていて、その中で価値を認めたものに対しては、細々とではあるが継続してファンディングをおこなっている。

米国は、幾つかツールとか方法論を持っている。方法論を重視する米国は、その方法論が次に継承されて新しい場面でまた適用される。今日の夕飯のことばかり考え、方法論を持たない日本は伝えようがないから、後の人はその時々々の価値観でターゲットを設定し、結局、クリエイティブなターゲット設定が出来ない。

・ターゲット設定には先行待ち伏せ戦略を効率よく行う方法論が必要

日本では、E コマースをやりたいということで新日鉄が頑張ったが、鉄屋さんどころか、新日鉄傘下のグループ企業、下請け企業さえも徹底出来なかった。その理由は、E コマースのようなものは、やはりカルチャーまで変える必要があるということ。そのカルチャーが定着するには、諸々の生活習慣を含めていろいろなことに時間が掛かる。それが待てないので無理だということになる。従来からあるところを変えるような形で電子化しようとしても、あまり成功しない。やはり、新しいビジネスが起きつつ、その中で取り込まれる形で E コマースを発展させていかないと、産業構造全体への展開に至らない。例えば、JR の Suica は、今までの磁気カードをただ単に無線化しただけではなくて、Suica カードで通ることによって、今までと違う情報、例えば、キセル防止なども取り込めるようになっている。このようなものが生まれる背景には、シーズが先にあるわけではなく、シーズをしっかり研究して、クリエイティブなターゲットを見つけ出す努力が不可欠である。日本の電子政府のような、総務省からいきなり請負発注という形では出てこない。

結局、最終的には先行待ち伏せ戦略が必要である。先行し、待ち伏せして、ターゲットを的中させなければいけない。ターゲットを間違えてはいけない。従って、ターゲット設定のための研究が、これからの日本にとっては命綱になる。

数打てば当たる的なターゲット設定方法もあり得る。例えば、米国の NSF は、グラントで 2000 万円、3000 万円のポケットマネーをばらまいている。しかし、日本の経済力では、それをやっている余裕はない。ターゲット設定を効率良く行って、ようやく日本が勝てる。そして、米国も反省して日本を学ぶというサイクルが次に来て、そこでやった競争が前進を生む。

先がどうなるか分からないときには、或る程度数打たなければだめか、それとも方法論が別にあるかは、研究所を作って、然るべき人が運営して初めて判る。どこの森がいいのか、森を当てることと、森がわかったら、森のどの木がいいのかを当てることの両方をやらなければいけない。森の木を全て一本づつ調べだしたら、これは相当体力がないと出来ない。ここら辺という能力をつける方法論を持たないといけない。米国は、日本と比べる

とそれをうまくやっていることは確かである。体力のない日本がうまくやらなければ負けるのは当たり前で、もっとそこに力を入れるべきだと主張したい。

しかし、誰がやるのかも問題である。大学の先生は、閉じこもっている方が楽である。この楽がグローバルスタンダードからはずれていくことになる。個人として既得権にすがって楽をすることは、全体を駄目にするものであり、それを無くさないといけない。幸い、現在、無くなりつつあるが、それでも30年ほどかかると言われている。それを、今回の議論を通じて、提案して仕掛け、速めるしかない。しかし、提案しても、現場における経営とか、技術自身の問題に帰着する前に、政治的に動く人によって政治的判断をされてしまうこともある。従って、間違ったときに対する突っ込みが出来る仕組みを考えておかねばならない。隠したら進化はない。米国はオープンにし、駄目なら裁判にする。そして、その反省がすばらしい。痛い目に合わせればいつかは直るけれども、それを能動的に自ら変えていくようにしなくてははいけない。だからこそ、それを考える研究所を作ることを提案したい。その研究所では、実際に研究して商品を出すことを通じてターゲット設定するしかないが、今の日本のIT産業の規模でいうと、日本に1ヶ所作って、その成果を全ての企業が共有し、その中で具体的な製品を作る競争をすれば良い。

(7) 国内立地の解決策④ (国内立地しない理由②に対して)

・研究開発に競争原理を導入する

自前のターゲットを出していないという問題の二つ目の解決策は、研究開発への競争原理の導入である。日本における研究開発の問題の一つに、競争がまだ甘いということが挙げられる。アイデア提言に対して、建築分野のコンテストのようなものがない。

研究成果の評価をオープン化するのが甘い。もっと可視化し、極端に増幅して見えるようにしなければならない。失敗プロジェクトの原因追求も徹底して行い、新しい提案をつけて出し直すところまでを義務付けるといったことも必要であろう。今は、失敗したか失敗しなかったかさえも分からないような格好で終わっている。結局、あまり使われなく、使われない理由もはっきりしないまま終わっている。その原因追求の過程で、新しいクリエイティブなターゲットが生まれるのではないか。

研究開発の競争原理導入に向けて、オープン化と共にグローバル化が必要である。

海外の人が日本の大学に来て何を期待しているのかといえば、大学で自分が研究した成果を日本のマーケットに出して、そこでビジネスが出来るということである。しかし、日本のITビジネスは非常にローカライズされていて、グローバルなITビジネスは日本にはない。非常に日本的な慣習をいかにITで実現するかというビジネスはたくさんある。しかし、グローバルなものは世界のスタンダードの中で作らなくてはならず、世界市場に向かわなければいけないのに、日本ではそれが無い。従って、海外の人が日本にくるメリットは少ない。

グローバル化に向けては、鹿島アントラーズにジーコを呼んできて何億円かの価値を生

んだように、NSF の元プログラムディレクター等呼んで来て、プログラママネージャをお願いするのも一案である。それにより、モデルを変えろとか、発想転換が生まれろとかの価値を生むことが期待される。モグラたたきをするために呼んで来ては駄目である。グローバルになったから、過去のを壊し、その選手のその時の能力がお金になるように値段をつける仕組みを作らないといけない。

いくつかの分野は既にグローバルになっている。ゲームソフトの世界がいつまでもバイタリティを失わない理由は、そういうところにある。強い分野は、これぞグローバルだという世界に持っていける。フォローばかり行っていた分野は、いくらグローバルだといっても、方法論を知らないのだからやりようがなく、それこそ留学するしかない。

2.5.2 C氏意見

(1) 日本には研究開発の人材をプールし、維持していく仕組みが不足

IT の研究開発において最も大きな問題は、人材の不足ということに尽きる。IT 関係の基礎研究を行う研究者の数は、IT が重点分野の一つになっている現在においても農業関係の研究者に比べてはるかに少ない。米国は最近になって IT やバイオで特に強くなったように思われがちだが、実は米国にはそういう人材が昔から多くいて、たまたまそれが最近脚光をあびるような世の中の流れや技術の流れになってきたということに過ぎない。

米国では国のプロジェクトや資金によって大学や国研に研究開発の人材をプールし、維持する仕組みが出来ており、それが国のプロジェクトにおける大きな使命の一つとなっている。そして、そこに維持されている人材が、基礎研究を行っていく上での大きな推進力となっている。日本にはこのような人材プールの仕組みが存在しないため、人材のプールを企業に依存する割合が高く、必然的に基礎研究を行う人材が少なくなる。特に IT 関係における研究開発の人材の層は、米国に比べて非常に薄い。

特に、国が実施する研究開発プロジェクトにおいて、研究費を使用して研究者側が自由に人を雇用出来ないという問題が、研究開発の人材を維持していくための大きな障害となっている。

(2) 海外からの研究者を引きつけるための仕組みの変更を

米国ではシリコンバレーにアジア系人種が目立つように、IT や半導体などの製造業においては海外の人を大量に受け入れて優秀な研究開発の人材を確保している。これに対して、日本は海外の研究者から見ると魅力に乏しく、海外研究者の数が少ないため、国内で研究開発の人材をまかなうことになり、人のレベルが必ずしも維持出来ない状況にある。

海外、特にアジアから日本に来る研究者は、大学、大学院等で技術を身につけた後にすぐに帰国するか、米国へ渡るケースが多い。これは大学、大学院等で技術習得後に起業する、いわゆる米国型ビジネスモデルを頭に描いて来日しても、日本では研究者を維持したり、ベンチャー企業を支援し育成する国の仕組みが極めて未完成なため、日本での自己の

キャリアアップが困難であると判断したことが大きな理由であると思われる。海外からの研究者を増加させるためには、国の資金で研究者を維持し、さらにベンチャー企業を支援、育成する有効な仕組みが必要である。

2.5.3 D氏意見

(1) 研究開発は国内で実施すべき、国主導によりテーマに合った研究開発拠点の設置を

研究開発拠点を海外に設置しようとするとき、二つの目的が考えられる。一つは、製造と同じく、市場がそこにあるからそこに行って研究する、というものである。もうひとつは、その国にすごく優秀な研究者がいるから共同で研究しよう、というものである。

しかし、海外に研究所を置いても、アンテナショップとしての役割は果たせるかもしれないが、実際に成果を出すのは難しい。また、研究開発拠点まで海外に立地すると、使う技術ばかりになって、自分でやることをしないことになり、使う技術すら落ちてくる。研究およびその開発部分は、日本国内で十分に実施していくべきである。

米国同時多発テロによって、最近は輸出規制がかなり厳しくなっている。いままでも厳しかったが、ある軍事分野とか、限られた技術領域だけとか、特定の地域とかに限られていた。それが、アフガニスタンの問題で、スーパーコンピュータなど、特定の領域だけでなく、全領域に規制がかかるようになってきている。海外での研究開発には、技術の移転という面から、輸出規制を受けるという阻害要因もある。

ひとつの企業がどこに研究拠点を置くかという議論とは別に、日本に研究拠点を置いたとき、海外の優秀な研究者が、欧米とのベンチマークで、日本にはなかなか来たがらないという問題もある。

国はテーマを掲げるだけでなく、国の方針を具体的に示して、世界のフロントランナーを目指すべきである。産業界と大学のトップが共同で、公募制でテーマを選定し、国に提案して予算化する。分散研と集中研のどちらにするかは、テーマごとに決める。基本的には、少数の企業と大学が連携し、分散研の形態でやる。分散研のほうが、意思決定をスピーディに行えるメリットがある。

ニースの Eurecom 大学院大学に研究者を送りこんで、モバイルコンピューティングの共同研究をしている。あるテーマのもとに集まって研究をやるのは効果があると実感している。欧州でも米国でも、広い場所だから、集まるのが良いのかもしれない。同じことを国内で出来ないかと考えたが、日本では電車に乗ればすぐに会える。わざわざ特定の場所に集まってやる必要はなく、連絡をとりあって十分顔をつき合わせられる。それぞれが自分の住みやすい環境にいたまま、テーマさえ共通にやればよい。

Grid のような、金の掛かる大きなテーマについては、必要なインフラストラクチャに個々の企業や大学が投資出来ないので、テストベッドを備えた研究開発拠点を作る。いろいろな研究を集中研でやれたり、インフラストラクチャをオープンに利用出来たりする仕組みを作る。テーマの実施については、企業と同じように途中で見直しをかけ、中止した

り増強したりといった、ダイナミックなプロジェクトマネジメントをおこなう。

(2) 製造拠点は多くが海外に移行するが、ハイテクノロジーの領域は国内に残る

電子部品やデバイスの分野とハードウェア装置やシステム装置の分野については、製品を製造する場合、低廉な人件費を求めて中国などのアジアで生産する領域もある。あるいは、ターゲット市場で現地生産するために、ノックダウンと呼ばれる日本から部品を持って行って現地で組み立てる方法がとられる領域もある。企業はコスト競争にさらされており、かなりの領域でこのような形態を取り入れなければならない。製造は、企業であれば当然一番コストの低い場所を探すだけである。高いのに無理して日本で製造するようなことは、競争力が落ちるから絶対にやらない。日本国内で安く出来るという道を作って、その上で、日本も使うということはあるだろうが、それを目標にするわけではない。

ただし、LSI、光技術、ストレージといった、核となるハイテクノロジーの領域は、日本での開発と製造が今後も続く。このような領域は相当残っている。日本が得意とする情報家電、応用機器といった応用技術では世界をリードしており、かなりの領域で勝つことが出来ると考えている。また、インターネットやブロードバンドネットワークの時代には、ただ単に装置をシステムとしてインテグレーションするだけでなく、性能を出したり、信頼性を高めたりする、ハードウェアとソフトウェアの両面からの高付加価値インフラストラクチャソリューションが求められる。これを、プラットフォームソリューションと呼んでおり、大きなビジネス領域になってきている。

(3) ソフトウェアの製造を海外に発注しても国内の技術が空洞化する心配はない

インドにかなりの量のソフトウェアを発注している。当初は、製造単価が国内の 10 分の 1 であった。発注内容を説明したり、完成品を検収したりという、前後の工程をすべて含めた費用では、3 分の 1 ぐらいになる。発注する内容は単純作業だけである。今のところ、発注する側の技術力は落ちてはいない。インドにおける単価が上昇し、中国に変えたとしても、同じことである。要は使い方であり、発注する側の気の持ちよう、覚悟のしようではないかと考える。

Hewlett-Packard は、完全にインドで作らせている。それが出来るのは、同じ英語を使っているからであろう。そうすると、技術力の落ちる心配が場合によっては出てくるかも知れない。しかし、Hewlett-Packard の技術力が、それによって低下しているようには見えない。

したがって、空洞化の心配はない。受注する側が何から何までやって、発注する側は、こういうことが出来るものを作ってくれ、お金はこれだけ、というだけで、技術的に何もわからない人、というわけではない。発注するからには、相手以上にわかる人が必要である。ただし、わかる人の数が減少する心配はあるかもしれない。

2.5.4 E氏意見

(1) 場所にはこだわらないがいろいろな要因があり、難しいテーマ

IT研究開発拠点の国内立地というのは、ある意味でどうでも良いことである。別に、場所が日本かどうかはあまり重要ではない。「何を作ればいいか」という頭の部分が日本にあれば、それを実現するのはどこであってでもいいと思う。

しかし、日本に有った方が良い面はもちろんある。頭以外もやはり日本にも少しは無いと困るだろう。では、どうやって人を集めるかと考え出すと、問題が広がり、大変なテーマとなる。

2.5.5 G氏意見

(1) 研究開発拠点を積極的に海外に移すことは考えていない

我々が海外に研究所を作ったのは、「いいところ取り、つまみ食い」をしてみようか、というのがベースにあって、本格的に海外に研究所を作って日本の研究所をクローズしようとは思っていない。

会社としては、日本の研究所が海外の研究所からの刺激を受けて成果を出して欲しいと思っているが、現実はそうになっていない。今のところ、それぞれの研究所がライバルである。海外の研究所は基本的には日本に成果を持って帰ることを目的にしている。

(2) 日本からの技術流出を阻止する方策を考えるべき

ヤングレポートからプロパテント政策に至る米国の戦略は、世界を自分の都合の良いように持っていこうとしている訳だが、日本にはそれに対応しようとする意思が感じられない。セカンドランナーをやって成功していたから、ITについても成功するだろうと思っていたが、真似させてくれなくて、ライセンス料ばかり取られる。パソコンなどは丸裸にされてしまった。半導体なども技術を仕分けしないで台湾に持って行ってしまったから、それがそのまま中国に行ってしまった。DRAMも12インチウエハーのように韓国に一步先を越されてしまった。日本は持っている技術を分類整理して、自分の付加価値をリファインすることの努力が足りない。自分が何を持っているかわからないまま、技術を移転してしまう。イギリス人は、アングロサクソン全般に言えるかも知れないが、何でもきちんと分類する性向があるが、日本人にはない。

かつて米国は、トロンへの圧力とか、プロパテントとかに見られるように、かなり国策としてきちんと考えていた。日本は強みとしていた半導体技術や製造技術が無原則に世界にばらまいてしまったが、米国だったらやらない。国の宝になりうるという見通しの中で、黒を白と言ってでもコントロールするというようなところがある。そこは日本も考えるべきところである。

2.6 わが国の研究開発支援構造に欠けるもの

■「民が主体」、「実業モデル尊重」の発想が欠如し、民にとって邪魔な省庁間の壁。

日本株式会社で良かった時代は官が主体という発想でもうまく行っていたが、今は民が主体という発想へ転換し、クリエイティブな構造を生み出すことが必要である。官には実業のモデルを尊重する発想が欠けていて、実際のビジネスではあり得ないような制度が存在する。また、省庁間の壁は邪魔な存在以外の何物でもないが、これを排除したり無くそうとする発想がない。

■省庁間を跨って予算等を議論できる機構を早急に整えるべし。

ITのような新しい分野の政策を実行するには、「情報省」のような新しい組織を新設するぐらいのことをすべきである。総合科学技術会議を主催する内閣府は、プランニングはするが、省庁間の予算の調整をする権限も陣容もない。日本も米国のように省庁間を纏める部署を作り、そこに権限を与えることを早急に考えないといけない。

■ベンチャー向けに、米国並の支援の仕組みを作るべし。

新しいビジネスは当初は小規模なのは仕方がないが、その代わり、大企業だと端金でもベンチャーにとっては十分な資金の支援を政府で行うことができる。米国並のベンチャー支援の仕組みを作る必要がある。

■省庁間の縦割り構造を超えた効果的な役割分担を望む。

日本の研究開発プロジェクトでは、それぞれの省庁の役割がはっきりしない。縦割りになっていて、どの省庁も同じような結果を要求し、同じような企業に落ちてくる。企業を維持、発展させるための政策なのか、国の基礎研究をレベルアップさせるための政策なのかという区別が非常に分りにくくなっている。縦割りで互いに喧嘩しているようにすら見える。これを何とかして欲しい。

■ベンチャーが生み出す新しいマーケットを育てる、国の支援制度が必要。

日本はユーザや企業が保守的で、新しい技術を持ったベンチャーが出て来ても、なかなかマーケットが育たない。米国でも新しいマーケットを育てるにはリスクを伴うが、国の資金でビジネスになるかどうかの実験をしたり、官公庁が自ら調達を行うなどの制度を設けてベンチャーを育成している。日本にもこうした制度が必要ではないか。

■基礎研究を事業化、産業競争力強化にまで結びつける一貫した国の仕組みが必要。

国全体として、産業競争力を強化するための先行的な技術開発が出来る仕組みとなっておらず、大学や国研では基礎研究を事業化に結びつけるインセンティブに欠けている。また、せっかく国の支援で開発した技術も、国が率先して活用する努力を行わなければ、無駄になることが多い。基礎研究を事業化、産業競争力強化にまで結びつける一貫した国の仕組みが必要である。

■研究開発支援においては、継続的視点を持つべし。

日本では人が代わることにより、研究開発支援に関する政策がうまく繋がらなくなる場合が多い。全体からの視点、あるいは継続的な視点が欠けているのではないか。

■人材育成は金を出すだけでなく、その人の進路に応じたサポートの仕組みを。

研究者を育てるには金を掛ける以外に、その先、その人がどう育って欲しいのかを考えて、それをサポートする仕掛けを作る必要がある。起業家としてやっていく人に対しては、(融資でなく)投資がすぐに出来る仕組み、その人がもっと研究したい場合には、それに対して補助する仕組み等、その人がどう育つか、どう育って欲しいかによって、それぞれの道をサポートする仕組みがあると良い。

■企業が苦しい今こそ、国は基礎研究分野をおろそかにすべきではない。

今や、企業は経営が苦しくて基礎研究への投資が困難になっているが、産総研など国研が独法化により独立採算的なことばかりを求められると、基礎研究がさらに弱体化していくのではないかと懸念がある。国は基礎研究をおろそかにすべきではない。

■全体のグランドデザインに基づいた国の仕組み・施策が必要。

全体的視点に立って国の方針を考えないと、ベクトルが合わないし、継続性がなくなる。国としてのグランドデザインに基づく仕組み、施策が必要である。個別の制度、仕組みは徐々に改善されつつあるが、実質的な戦略立案部門というのがほとんど無いため、個別には部分的な解決がされても、全体としては解決されない。一番欠けているのは全体的視野に立った政策や戦略であり、国としての明確な大きな目標から、戦略、具体策へときっちり落としていく組織と仕組みが必要である。

■制約を最大限に取り払った国家プロジェクトを試行せよ。

通常のプロジェクトでは、諸々の課題や制度など、足枷がいろいろあるが、適当な規模のプロジェクトを、可能な限りの枠を全部取り払って試行してはどうか。プロジェクトの進捗に伴って、いろいろな課題が出てくるし、解決策も見つかるのではないか。IPAの未踏ソフトウェア創造事業はこれに近い発想と思われるが、対象が個人レベルで予算規模も小さいので、効果が限られる。

■ソフトウェアの研究開発の特性に適合した予算化と実施制度を。

ソフトウェア分野への国の投資はほとんどが補正予算で実施される。補正予算での研究開発では、短期間な割に規模が大きいものが要求されるため、中途半端な結果となってしまう。ソフトウェアの特性に適合した予算化と実施制度が必要である。

■日本の文化に合ったやり方を追求すべし。

欧州や米国の仕組みは、各国の社会的、地理的要因によって決まってきた面がある。その仕組みを日本に部分的に持ってきて、どこまで機能するかは疑問がある。今の日本のやり方は、過去において我々がやってきた訳だから、それを簡単に捨てる必要はないし、捨てようがない。日本なりのやり方があるのではないか。

■国のプロジェクトの成果をより実質的に評価し、良いものには継続的支援を。

日本の形式的なプロジェクトの評価に比べて、EUでの評価は実質的であり、審査はオープンな環境で行われる。そして、成果が良と判定されると次のプロジェクトに予算が付けられる。日本にも、もっと成果を実質的に評価して、優秀な研究については継続して支援を行えるような仕組みが必要である。

2.6.1 A氏意見

(1) 「民が主体」、「実業モデル尊重」の発想が欠如、邪魔な省庁間の壁

日本では天下りという言葉はあるが、官下りという言葉はない。ということは、官が主体で民がそれに仕えるという根本思想であって、民が主体で、官が仕えるという発想はない。基本的に考え方が間違っている。

官が主体でも、つい最近までは日本株式会社で結構うまくいっていた。しかし、日本が世界のトップに近くなったため、変えなければいけなくなった。自身がクリエイトしていく主体でなかった後追い時代には、官が主体で良かった。今のアジア諸国がそうである。アジアが IT で日本より上だというけれど、結局は後追いモデルである。国際会議などに行っておもしろくないと思うのは、クリエイティブな提案が出てこなくて、ここまで出ていますという発表ばかりだからである。

日本は、クリエイティブな方法論が少なすぎる。みんなで縄張りをはって、その中で平和に暮らす方向が、国家全体のコンセンサスとして国民が共有出来るような考え方になっている。それは正解ではなくて駄目だとわかってきたけれども、それがどうしても残っている。それが間違いだということを、国民のコンセンサスにしなければいけない。そのためには、モデル自身を変えなければならない。クリエイティブな構造を作るには、待ち伏せ研究を行わなければならない。当然、待ち伏せ研究は無駄もあるだろうけれども、当たったら大きい。

二番目の問題は、前述の「裸の人件費」に見られるように、官には実業をやっているというモデルを尊重する発想が欠けすぎていることである。研究開発における人件費が給与相当で、間接的経費が無視されるというようなことは、実際のビジネスではあり得ない。国の研究開発の補助金の人件費設定を給与相当に置くことは、官が民の実業モデルを尊重していないということを意味している。

三番目の問題は、省庁間の壁がありすぎて、主役の民にとって邪魔な存在になっていることである。しかも、これを排除するとか、無くそうとかする発想がない。もし民が主体であれば、庇護する対象としての民ではなくて、活躍する主体としての民に何をすべきかという発想から、「庇護なしにたくましく成長する活力をどうやって作るか」が行政の目標となるべきである。

2.6.2 B氏意見

(1) 省庁間を跨って予算等を議論出来る機構が無い

今予算は省庁縦割りの構造になっているが、IT のような新しいことをやるなら情報省を新設するぐらいでないとうまくいかない。少なくとも現状では省庁がジョイントしようという話が出てこない。

総合科学技術会議、内閣府がやるべきことかもしれないが、手を付けられていない。内閣府は、プランニングはするが、省庁間の予算の調整をする権限も陣容もない。米国は長

官クラスの人が集まって横刺しで予算を見る機構があり、うまく機能している。日本も特定の省庁が見るとか、省庁間を纏める部署を作って、そこに権限を与える機構を早急に考えなくてはいけない。

(2) 激動のこの10年間には新しいIT企業が生まれず、また生まれにくい構造があった

今まで日本は企業が自分の中で変革してきた。通信や半導体といった新しい分野に乗り出すことにも成功した。逆に米国の企業はそれが出来ずに新しい企業に変わっていった。しかしこの激動の10年間に日本ではそのような会社がITの世界で出てきていない。出ないのは既得権とかで縛りの構造になってしまったためだろう。

(3) ベンチャー向けに米国並の支援が必要

新しいビジネスは当初は小規模なのは仕方がなく、大企業だと20億円は端金かもしれないが、ベンチャーにとっては1億円でも十分である。そこを政府が支援する、米国並の仕組みを作る必要が有る。

2.6.3 C氏意見

(1) 省庁間の縦割り構造を超えた効果的な役割分担を

日本の研究開発プロジェクトは文科省、経産省、総務省といった省庁の役割がはっきりしない。縦割りになっており、どの省庁も同じような結果を要求し、同じような企業におちてくる。企業を維持、発展させるための政策なのか、国の基礎研究をレベルアップさせるための政策なのかという区別をもっと明確にする必要があるが、今は非常に分かりにくくなっている。

日本の省庁の場合、縦割りで互いに喧嘩しているようにすら見える。これを何とかして欲しい。

(2) 日本のユーザや企業の保守性を考慮したベンチャー支援の仕組みが必要

ニッチでもいいが、従来なかったような新しい技術やサービスを持つベンチャーに資金を回すことが重要である。従来のビジネスモデルではなく、新しい産業になりうる可能性のあるところを見つけ出し、そこに資金を回すことがベンチャー創出のためにもっとも必要なことである。

ところが、新しい技術を持ったベンチャーを作っても、日本ではユーザや企業が保守的でなかなか製品を買ってもらえなかったり、M&Aによる事業の拡大があまり一般的でない等により、なかなかマーケットが育たない。米国でも新しいマーケットを育てるのは容易ではなく、育つかどうかの判断は困難なため、国の資金でビジネスになるかどうかの実験をしたり、官公庁が自ら調達を行う（設立5年以内のベンチャーに対する30%の調達枠等）などのベンチャー育成の仕組みを設けている。日本にもこのような仕組みが必要では

ないか。

米国では、商売出来るかどうかを国の金を使って実験出来る。例えば電子政府をとってみても、将来の電子政府の形を見込んだ実験的な要素があるはずであるが、日本の電子政府の開発は調達方式であるため、リスクのある先進的な提案は出て来にくく、現在のシステムを電子化するだけといった保守的なものになりがちであり、新しい技術やサービスの出現に役立っていない。

(3) 現在の産官学連携の議論で欠けている視点は大学改革

総合科学技術会議における産官学連携の議論は、今の大学に人材が十分あるということ为前提にしている、単に産官学連携を押し進めればうまくいくと考えている様にとれる。実際には、米国のような産官学連携を行うためには、人材や教育の問題を含めた大学の改革をセットで考えていくことが必要である。

2.6.4 D氏意見

(1) 基礎研究を事業化に結びつける仕組みが出来ていない

国全体として、産業競争力を強化するための先行的な技術開発が出来る仕組みとなっていない。今日の企業は、収益優先のため、中長期的研究に掛ける資金が減少している。基礎研究を大学や国研に期待したいが、これらの組織は、事業化に結びつく研究へのインセンティブに欠けている。これを解決するためには、大学、企業の改革と、両者の連携の強化が必要である。

(2) IT 産業の競争力強化には国のリードが必要

国全体の IT 投資のありかたとしては、科学技術の強化とともに産業競争力の強化にも軸足を置き、①IT 技術貿易のインバランスを改善する、②新産業の芽を創出する、③雇用の拡大を目指すといった点で、国のリードが必要である。

(3) 国は開発した技術をもっと率先して活用すべし

国の支援で開発した技術は、作りっぱなしにしておくのではなく、国による率先活用が必要である。とくに、コミュニティや電子政府といった公共分野において、国は活用までをリードすべきである。活用を阻害する要因として、例えば、有料道路自動料金収受システム (ETC) は、せっかくシステムが出来ているのに、端末が 4 万円と高いため誰も利用しない。国の政策として、端末をサービスにバンドルし、無料で配るといったような政治的な努力が必要ではないか。

2.6.5 E氏意見

(1) 研究開発支援における継続的視点の欠如

米国は、例えば HPC ACT みたいな時限立法ができて、それに応じて動きが起こり、それが次に続いて流れがうまく繋がっている。日本では人が代わると断片ができる。かといって同じ組織が継続して担当すれば良いかということそうでもない。例えば(旧)電子協的なところが継続的に同じ視点で動けるかということ、必ずしもそうではない。やはり諮問委員会とか、それ自身の視点でのアウトプットが出てくる。全体を見た、あるいは継続的な視点が欠けているのではないか。

(2) 人材育成は金だけでなく、モチベーションと育成後のサポートも重要

「研究者を育てるのに、年間、仮に 1000 万円で 1000 人育てるとしても 100 億円。これが 2 年間かかるなら 200 億円。つまり毎年 200 億円をかければ 1000 人ずつ育っていく。」という話を以前にした。しかし、金だけではないのではないか。

例えばコンピュータサイエンスをやったとして、米国では、最後にはベンチャーを作って儲けようとする人が多く出てくるが、日本ではそうはなっていない。そういった夢、サクセスストーリーが描けないので、「一生懸命がんばっても・・・」ということになる。そちらの方が問題だ。

人材育成に金を掛けるのは重要だが、それだけでは駄目で、その先、その人がどう育て欲しいのかを考えて、それをサポートする仕掛けを作る必要がある。一つは、起業家としてやっていく人に対しては、(融資でなく)投資がすぐに出来る仕組み。もう一つは、その人がもっと研究したい場合に、それに対する補助。その人がどう育つか、逆にどう育て欲しいかによって、それぞれの道をサポートしてあげる仕組みがあるとよい。

ではどういう方法があるかということ、実は今までの本委員会のレポートに大体は出ているので、それを実施することが重要となる。

(3) ベンチャー支援は融資でなく投資で

今までのベンチャーへの資金援助の方法はほとんどが融資だが、そうではなくて投資の位置づけにしないと駄目である。元々が税金だということから危険の多い投資を避け、融資がメインになっている。融資ではハイリスク・ハイリターンのビジネスは生まれない。

(4) 企業が苦しい今こそ、国は基礎研究分野の支援を

産総研のオープンハウスを見学して、今度の制度(独立行政法人化)に良い面と悪い面があると感じた。独立採算のため「我々と何か一緒にできませんか？」との言葉が結構多かった。企業が金を出しやすい研究だけでなく、やはり、もう少し基礎的なこともきっちりやって欲しい。今、企業はだんだん儲からなくなってきたおり、基礎研究分野に金が付けられなくなっている。だから、そういうところを是非、国が進めて欲しい。勿論それを

企業サイドに委託してもかまわないし、もう少し大学と企業が一緒になってやろうという形でもいい。

このような研究所にあまり独立採算的なことばかりを求めると、基礎研究分野がおろそかになっていくのではないか。遊びばかりで研究されても困るが、遊んでもらわないと困るところもある。

(5) 断片的でなく、全体のグランドデザインに基づいた仕組み・施策が必要

本委員会が一番最初の時に作ったグランドデザインのコンセプト（平成 9 年度報告書、第 4 章参照）が気に入っている。縦割り行政のところをこういう形でやろうとか、政策、戦略、戦術、そこでは何をするとか、今実際ある組織に対して R&D センターを作ろうとか、そういう絵があったが、やはりその発想が重要だと思う。

国としても、そういう仕掛けを作っておくことでベクトルが合ってくる。ベクトルが合わないと、金をつぎ込んでも全然役に立たない。例えば、ある人が担当の課長になると、その人の意向であるテーマに補正予算が付いたりするが、人が代わると継続されず別のテーマが採択され、常に途切れてしまうことになる。

本委員会のレポートがあちこちに配布されて、それなりに評価され、部分的には結構吸い上げられていると思う。この点は良かったとは思いますがやはり部分的だ。全体的視点に立って国の方針を考えないと、何時までたっても負け犬ということになるのではないか。

(6) 単発的な個別対応の施策では全体としての問題は解決されない

個別の制度の問題とか、仕掛け、仕組みは確かに問題はあるが徐々に良くなってきている。全体的なベクトルが合っていないところに本質的な問題がある。たとえば会計制度が良くないと言った場合には、関連した部分の施策が個別に実施されているため、全体としての繋がりが無くなっているところに本当の問題点がある。戦略立案部門のようなところに入って行かないので、個別には部分的な解決がされても、全体としては解決されていない。実質的な戦略立案部門というのがほとんど無いのだと思う。したがって、まだまだ時間がかかるというのが今の日本の実状だと思う。

委員会や検討会のようなものはいろいろあるが、結局ばらばらに見える。ほんとうにこれでいいのかと思う。

(7) 実質的な戦略立案組織が必要

PITAC のようなものを絶対に作って頂きたい。そこが一番の原点だ。個別の施策は日本もそれなりだと思う。制度の問題やその他いろいろあるけれども、なんだかんだ言いながらも、徐々に変わりはある。しかし、一番欠けているのは全体的視野に立った政策や戦略だ。

国としての明確な大きな目標から、戦略、具体策へと徐々にきっちりと落としていく仕

組みが必要である。

(8) 制約を最大限に取り払った国家プロジェクトを試行せよ

通常のプロジェクトでは、もろもろの課題や制度など、足枷もいろいろある。これを、「全面的に国が面倒を見るから、やってみろ」ということで、適当な規模のプロジェクトで、ある意味では可能な限りの枠を全部取り払ってやらせてみてはどうか。プロジェクトの進捗に伴って、いろいろなところでいろいろな課題が出てくるはずだ。一気通貫で課題が見えるし、そこをどう乗り越えればいいのか、制度としてどう変えていけばいいか、解決策も見つかるのではないかな。

IPAの未踏ソフトウェア創造事業のプロジェクトは、これに近い発想といえるかもしれない。プログラム・マネージャ制を初めて取り入れ、実力のある大学の先生やベンチャーキャピタリストにプログラム・マネージャになってもらい、「スーパークリエイター」を発掘しようという目的を持って行われた。

しかしこれは、ベンチャーの種を見つけるという観点ではおもしろいと思うが、対象を個人から数名のグループだけに絞った予算規模も小さい実験的なものであり、単発のものなので効果の程度は限られていると思う。

2.6.6 F氏意見

(1) ソフトウェアの研究開発の特性に適合した予算化と実施制度を

ソフトウェアの研究開発は、いくつかのフェーズに分けられる。日本の投資は、従来は研究開発部分にのみ向けられ、普及フェーズへの支援はほとんどなかったが、最近では実証実験の部分への支援も行われるようになり、この点では評価できる。

ただ、この分野への政府投資のほとんどが補正予算により実施されることが多く、実質1年程度の短期間で研究開発部分に投入される。補正予算で研究開発を行うと、新規性が必要で、短期間で、かつ規模が大きいものが要求される。この結果、得られたソフトウェアは実用システムとしては完成度が不足し、研究的意義の面でも時間的な制約がありすぎて不十分であり、中途半端な結果になってしまうという研究開発と制度との不整合が発生する。

補正予算は景気対策が狙いなので、ソフトウェア分野で予算化する対象は研究的要素を含まない大規模システム開発あるいはインフラ整備に振り向けられるべきである。

ソフトウェア技術の成熟に要する期間は、Redwineらの論文にも見られるように、数十年単位のかかなりの長期間を必要とするのが一般的であり、研究開発にしても、戦略的な方向性をもって数年継続して実施することが重要になる。

ソフトウェア技術の成熟に要する期間

(出典：1985 年 ICSE で Redwine らが発表した論文から)

C: Concept Exploration (コンセプトの提示)	4 年～10 年
D: Development & Extension (開発されて拡張される)	6 年～14 年
Ei: Enhancement & Exploration(internal) (内部で使用される)	9 年～18.5 年
Ee: Enhancement & Exploration(external) (外部でも使用される)	11 年～23 年

(2) 技術の発展は、計画ではなく、競争原理の中での選択・継承からもたらされる

図 2.1 は、重要な技術が国のプロジェクトと民間の活動によって商用化までどのような課程を辿ったかという議論で、よく引き合いに出されるが、それぞれの技術は計画的に連携し意図してこのように商品化できた訳ではない。この図は、それぞれ技術の流れを無理やり結びつけた感じがしないでもないが、例えば、マルチタスクと云ったら、今や各種のワークステーションやマイクロソフトの Windows でもやっているわけだが、ルーツは米国政府支援の CTSS(タイムシェアリング)だったということは既に記憶から消えている。

発展しつつ継承されていくというのは、競争原理の中で、一番良いと思う技術を種に使ったということであり、そういう発想を誰かがガイドした(計画した)ということではない。競争の中で選ばれつつ、発展していったということである。また、ファンディングの中でも勝利していき、最後にはこういう図になったということで、最初からこの図が意図されていた訳ではない。

(3) プロジェクト間での技術の継承が必要—このためには情報公開が重要

ソフトウェアの普及発展にしても、途中の継承関係というのは、まさに競争環境の中で自然発生的に起こったものである。この意味からすると、わが国の補正予算などによる研究開発についても、単年度とはいえ次々に打ち出され、そこで情報公開とかソースの公開とかがなされれば、良い技術は次のプロジェクトに継承されて生き延び、広く使われる可能性がある。研究開発では、このようなプロジェクト間で継承されうるような技術の情報公開が非常に重要なことになる。

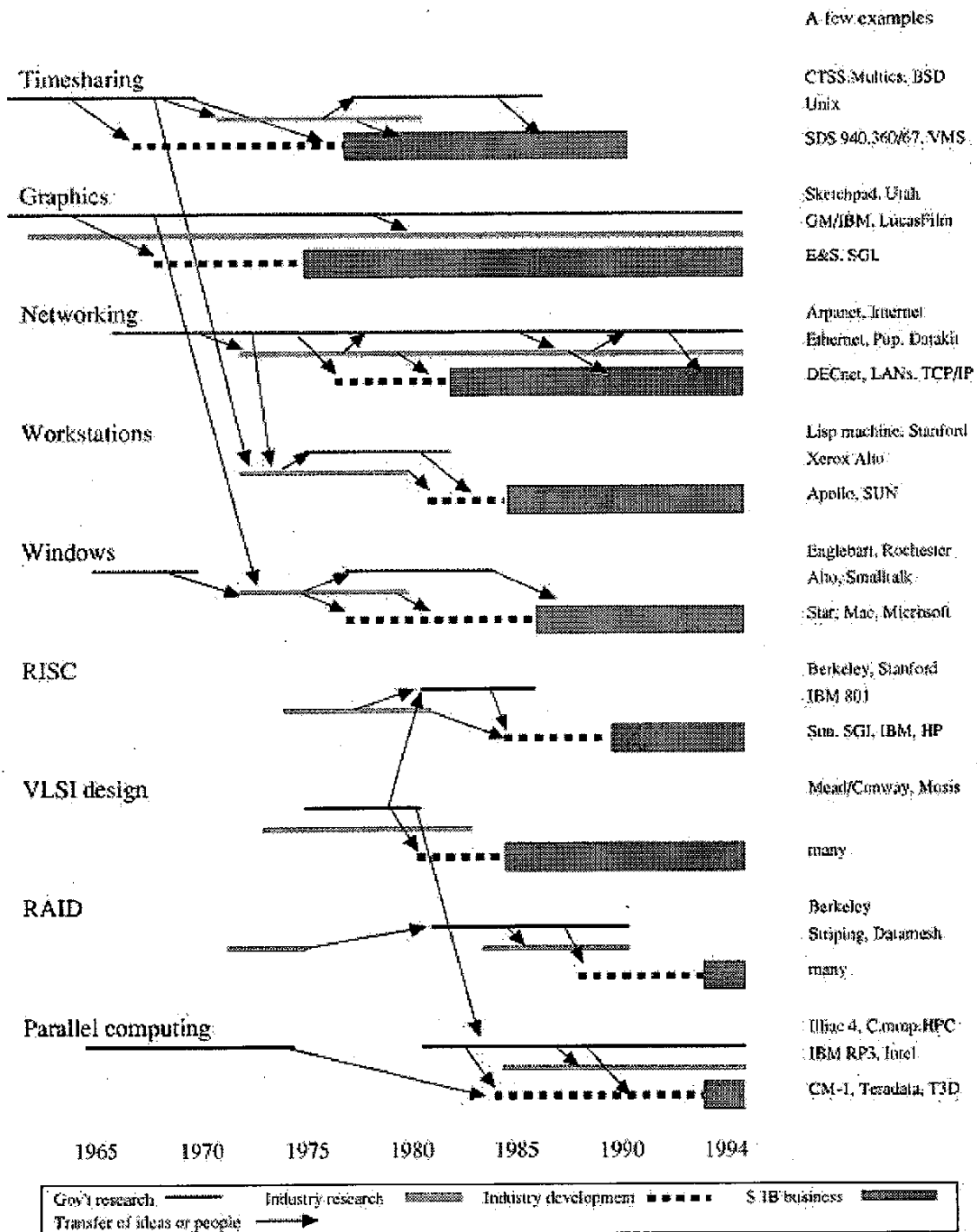


FIGURE ES.1 Government-sponsored computing research and development stimulates creation of innovative ideas and industries. Dates apply to horizontal bars, but not to arrows showing transfer of ideas and people.

図2.1 米国連邦政府支援の研究開発プログラムと民間の活動の結び付き

(出典: CSTB レポート)

2.6.7 G氏意見

(1) 日本の文化に合ったやり方を

ヨーロッパ流、米国流のやり方をすれば、日本が生き残るとか、改善していくとは必ずしも思っていない。それぞれの国では、契約社会だとか、個人主義とか、国の豊かさとか、横に人間がいない自由に動ける国土の広さとか、そのような要素を含めた上でのそれぞれの仕組みになっているはずである。仕組みの部分取りがどこまで機能するか疑問に思う。慎重に考えてやっていかないといけない。日本なりの、横を見ながら、責任を曖昧にしながらも、集団で最後にものを創生していくという文化は、やり方とターゲットの狙い方によっては成果が出てくると思う。過去において我々がやってきた訳だから、それを簡単に捨てる必要はないし、捨てようがないのではないかな。

ただ、日本が今のままで良いとは少しも思っていない。特に大学の受け皿とか、活性化に問題がある。日本なりの答えの出し方があるのではないかな。

(2) プロジェクトの実質的な評価と優れた研究に対する継続的支援を

日本のプロジェクトが、とにかくあるストーリーがあって、成果報告書にある程度の厚さがあって、一応説明がつけばそれで終わり、というのに対して、例えばEUのプロジェクトの評価はもっと実質的でダイナミックである。審査もオープンな環境で行われ、域内からそのプロジェクトの成果を評価する識者を集めて、その識者に成果はどうかを評価させて、最終的に良否を判定するという仕組みである。そして、成果が良と判定されると次のプロジェクトに予算が付けられる。

日本には、もっと成果を実質的に評価して、優秀な研究については継続して支援を行えるような仕組みが必要である。

2.7 研究のゆりかごとなる大学の充実の必要性

■研究機能と教育機能との分離、産官学間の流動化が必須である。

研究機能と教育機能との分離、及び、産官学間の流動化が必須である。産官学の流動化が行われていないために、研究者は象牙の塔にいて、ビジネスを考えるのは卑しいと思う風潮が残っている。流動化がうまくいけば、ものづくりの場と教育の最前線の距離が短縮されて、情報科学系の大学教育にニーズ発想のすすめが可能になる。

■大学の制度改革には、キャリアデベロップメントモデルの作り直しが必要。

大学が独法化しても、職員は公務員並で、定年制があるといった既得権が残ってしまうが、グローバルスタンダードの中では、それは通用しない。キャリアデベロップメントモデルをもう一度作り直す必要がある。抵抗が起こっても突破するしかない。

■大学は自らが意識を持って変革すべし。

大学の改革は自らが行わないと結局は無理である。今一番必要なのは、人材確保のための大学院の充実である。また、大学院生への奨学金、マネジメントスタッフの充実、大学教員の論文至上主義の是正と、特許取得意識、事業化意識の向上が必要である。

■研究と同時に教育のレベルアップも必要。

文科省の方針だと大学は研究で評価されるが、主な仕事は教育で、予算もほとんどが教育予算である。しかし、大学の先生になる人のうちで、「教育」そのものについて教育された先生はほとんどなく、資格も不要である。大学のレベルを上げるためには研究と同時に教育のレベルアップも必要である。

■情報系教育やベンチャー起業サポート等の教育の充実が急務である。

日本の大学ではプログラミング・テクニクのような実務的な教育は軽視される傾向にあり、結果として日米の学生のプログラミング能力の差となって現れている。この差が米国との間のソフトウェア産業の差になっているのかも知れない。また、米国ではベンチャー起業サポートの教育にも力を入れており、実際にベンチャー関係者を外部講師として招いて教育を行っている。日本でも、こうした実務的な教育の充実が急務である。

■技術者の採用および評価基準に対する企業側の意識改革が必要。

日本企業の多くは社員採用時に専門性を重視せず、入社後の教育で専門性を身に付けさせる。この方針は専門性を重視する米国と比べて、教育期間分の遅れや、教育資金などの負担を企業に課し、国際競争の激しい今では不利な面が多い。さらに社員採用時の専門性の軽視により、大学卒と大学院卒の待遇は年齢による差とあまり変わらないレベルであり、これが大学院への進学意欲を失わせる大きな要因となっている。

例えば、プログラムテクニクなども採用基準とはならないし、専門能力としての評価は低い。プログラミング作業のレベルは下に見られていて、正社員にはやらせず、外注に出されたりしている。ソフトウェア技術者の評価が低いことが日本の情報関係における一番の問題かも知れない。

■ソリューションビジネスが育ちやすい教育環境の整備を。

米国には各分野の専門家の中でコンピュータを使いこなせる人材が桁違いに多く、これらの豊富な人材からソリューションがどんどん出てくる。この背景には、米国との教育制度の差がある。日本でも複数専攻（経済学と情報工学等）を容易にするなど、学際的な人材を育成する環境を整備することが必要である。

■大学に優秀な人材が残れるようもっと資金投入を。

日本の大学は、欧米と比較して人材が不足しており、優秀な人材を大学にもっと残すようにすべきだ。研究室を見れば、大学が貧乏であると分かる。もっと資金を投入して設備を充実させ、人も抱えられるようにしないと、企業にとっても大学を活用することが出来ない。大学に優秀な人が残って欲しいのは、良い成果を出して欲しいからである。

■カリキュラムの改革、大学間の講座共有などの思い切った施策を行うべし。

情報系教育が重要なのは明らかであるから、他の講座をつぶしてでも、情報系の講座を増やす、理論に偏った旧態依然のカリキュラムをビジネス志向に改革する、e-Learningを活用して大学間で講座を共有するなどの思い切った施策が必要である。

■産業界と連携するための組織や制度を整備すべし。

大学院では、産業界と事業化までを含めた共同研究を行うために、TLOや人員雇用などの制度の改革が必要である。大学のなかで事業化につなげたり、成果を産業界というビジネスの世界に移転したりするために、仕組みや制度を改革すべきである。

■企業は大学での研究成果を雇用時の待遇に反映させるべし。

企業側も、優秀な成果を出した大学院生は、高待遇で雇用する必要がある。大学でいくらい研究をしてもビジネスの世界で評価されないとすると、大学の研究からビジネスへという道は廃れてしまう。人材の金銭的な評価において、その人にしか出来ない技量があるにも関わらず、単なる工数として値段を計算するのは大きな問題である。

■大学間・産学の連携を志向した研究開発拠点作りを。

これまで「大学の中でいろいろな知識が渦巻いていて、そこで新しい知識も生まれる」という考えに基づいて、学内での共同研究に期待してきた。しかし、実際には大学は学科や学部縦割りが激しくて学内の共同研究がほとんど無く、多くは大学外のメーカーや、他の大学の同じ分野の先生との共同研究である。こうした現状から、今はネットワークを介して大学・企業間を連携した分散型の研究開発拠点を志向するのが良い。

■日本は大学の研究者から企業への積極的なアプローチが少ない。

欧州の大学の先生は、企業へのアプローチに関して日本の先生よりはるかにアグレッシブである。産学協同に対して何の躊躇もなく、積極的にアピールして企業から金をもらってきて、大々的に成果を発表したり、その企業に学生を送り込むことも行っている。

英国の場合、大学の先生が学校で仕事をしながら、大学との契約以外の空いた時間を使って会社を起こし、そこで仕事をするというケースが多く、そういう先生が実質的な研究活動を展開している例をいくつか見ている。

2.7.1 A氏意見

(1) 研究機能と教育機能との分離、産官学間の流動化が必須

当然、大学の充実が必要である。ただし、研究機能と教育機能との分離、及び、産官学の三つの間の流動化が必須である。これが行われていないために、研究者は象牙の塔で、ビジネスを考えるのは卑しいと思う風潮が残っている。それは、産官学間の流動化が出来れば、解決する問題かも知れない。始まったばかりの民間経営手法の導入による研究成果の評価とその処遇への反映は、もっとすべきである。それが出来て初めて大学の充実がある。研究者のキャリアデベロップモデルに産官学間の流動化を組み込むような社会的なコンセンサス作りも必要である。例えば、大学には生涯で3回以上関係するということにすれば、それが新しいヒューマンネットワークを作って、クリエイティブな種を発想するチャンスを増やす。その流動化がうまくいけば、ものつくりの場と教育の最前線の距離が短縮されて、情報科学系大学教育にニーズ発想のすすめが可能になる。今は、ニーズ発想をしないで、シーズを詰め込むだけだから、ターゲットクリエイションの教育はほとんど行われていない。しかし、その方法論の教育が始まり出した。

大学の充実化の判定基準の一つとして、グローバル化が進んでいるか否かがある。国内のお山の大将だけでは充実しているとは言えない。世界的に見てトップレベルにいるかどうか、充実しているかどうかの判定基準である。そこが出来上がるまでは、充実化の努力をしなければならない。お金をつぎ込むことや建物を立派にすることが充実ではない。

とにかく、クリエイティブな研究テーマを発想する役割を大学が担うとすれば、ここを充実させることは必須である。必要ですかという感性の問題ではなくて、どんなミッションを与えて必要としますかという議論をしなくてはいけない。そのミッションを明確に意識してミッション毎にどんなアウトプットを出すか、といった民間の経営手法でその目的を果たすということがまだ行われていない。それは30年たっても無理だという先生もいるが、米国を負かすという目的を持つなら、やらなければならない。

(2) 大学の制度改革には、キャリアデベロップメントモデルを作り直せ

大学が独立法人化しても、職員は公務員並で、定年制があるといった既得権が残ってしまう。日本はあまりにも既得権に寛容である。グローバルスタンダードの中では、そのようなロジックはない。だから、切り替えをいろいろ考えなければいけない。そこで、キャリアデベロップメントモデルをもう一度作り直さないといけない。将来に対する希望が持てる提案をするしかない。提案するということは、そのビジョンを実現する施策を実施するということであるが、それが今なさ過ぎる。例えば、小泉首相が特殊法人改革を行うと、なにか抵抗が起こる。起こっても突破するしかない。突破しないと前と同じであり、段々日本の国力が落ちる。国力をキープしようとしてもそんな仕組みは破壊していく。

2.7.2 B氏意見

(1) 大学は自らが意識を持って変革すべき

よく企業側から大学を変えられないかという話がある。いろいろやっているがこれは不可能に近い。企業も週何日かは、大学の教職を兼務出来るようになり交流はしているが、企業が大学を変革することは出来ない。大学自らが変わらないと結局は無理である。

(2) 大学院の充実が急務

今一番必要なのは大学院の充実であろう。現在のように日本の大学の修士や博士が圧倒的に少ない陣容では、米国に対抗しようとしても全く無理な話である。

大学でも自身で変えようと議論はし出して来ている。お金を大学院生にスカラシップとして与え、マネジメントスタッフも充実させないと変革は難しい。情報と名の付いた大学は多いが、実際に研究出来る大学を作り上げ、金を投資することが非常に重要である。

更に、大学の先生がこんな良い研究をしたので事業化してくれと企業に言い出すようになるぐらいの事業家意識を持つことが課題である。

(3) 大学における特許に対する意識改革が必要

米国は大学、研究機関、中小企業が特許を多く取得しているが、日本では特許は大企業が主体で取得している。米国では大学の教授になるときも特許を持っていることがかなり評価されるが、日本ではほとんど評価されず、未だに論文至上主義である。よって大学では特許を取ろうという意志も極めて弱いといえる。

申請、メンテナンスにもかなりのお金がかかるので、国の費用で面倒を見る必要がある。大学の中でも、比較的意識の高い企業出身の先生や米国の大学を経験した先生を中心に改革を行うことが急務である。

2.7.3 C氏意見

(1) ベンチャー起業をサポートする大学教育が不足

米国の大学ではベンチャー起業をサポートする教育に力を入れており、実際にベンチャー関係者を外部講師として招いて教育を行っている。日本ではベンチャーの創出が重点課題に挙げられてはいるが、現状では大学におけるこうした教育が不足している。

(2) 大学における研究と同時に教育のレベルアップも必要

文科省の方針だと大学は研究で評価されるが、主な仕事は教育で、予算もほとんどが教育予算である。しかし、大学の先生になる人のうちで、「教育」そのものについて教育された先生はほとんどなく、資格も不要である。大学のレベルを上げるためには研究と同時に教育のレベルアップも必要である。

大学の評価項目の一つとして、いかに良い卒業生を出したかというのも入れるべきでは

ないか。

(3) 大学における情報系教育の充実が急務

日本と米国の学生の間でプログラミング・テクニックを比較してみると、全体では圧倒的に米国の学生の方が高い。米国の大学では授業によりプログラミング・テクニックをみっちり教育しているが、日本の大学ではこうした実務的な教育は軽視される傾向にあるため、それが上記の比較結果につながっているものと思われる。場合によってはこの差が米国との間のソフトウェア産業の差になっているのかも知れない。

現在、大学のカリキュラムとして何を教育するかというのが改めて議論されている。情報と名の付いた大学や学部、学科が増えているが、適切な情報教育がなされているかという目で見たとときには大きな疑問がある。情報という名前だけを冠しても先生は変わらず、実態は昔のままで何も変わっていない。

(4) 企業が人を採用する際の専門性の軽視

これは企業側の問題だが、一般的に、日本企業は人を採用する際には専門性を重視せず、入社後の教育により社員に専門性を身に付けさせるやり方をとってきた。しかし、このやり方だと専門性を重視する米国と比べて、社員を採用した時点ですでに半年なり1年なりの教育期間分の遅れがあるし、教育のための余分な資金が必要になる。現在のように競争の激しい時代にあっては、もはやこのやり方が有効ではなくなっている。

日本企業が社員の採用に際して専門性を重視しない方針できたことにより、大学卒と大学院（修士、博士）卒の初任給の差は年齢による差とあまり変わらないレベルである。つまり、余分な学費を出して大学院で学んでも、企業に入社したら待遇は大学卒とあまり変わらないということで、これが大学院への進学意欲を失わせる大きな要因となっており、結果として日本の産業競争力低下に結びついている。

(5) 企業におけるソフトウェア技術者に対する低い評価

日本の企業では、概してプログラムテクニックが人を採用する場合の評価基準とはならない。出来上がったソフトウェアの機能としての評価はされるが、それをいかに短いプログラムで早く作ったかという評価のされ方はしない。プログラムテクニックが評価されないから、プログラミング作業のレベルが下に見られていて、正社員にはやらせず、外注に出されたりしている。ソフトウェア技術者の評価が低いことが日本の情報関係における一番の問題かも知れない。

(6) ソリューションビジネスが育ちやすい教育環境の整備を

ソリューションビジネスを行うためには、本質的にユーザの業種に関する専門知識を必要とする。日本と米国を比較したときにもっとも大きな相違は、ユーザがコンピュ

ータを使いこなす能力（コンピュータリテラシー）である。米国には各分野の専門家の中でコンピュータを使いこなせる人材が桁違いに多く、これらの豊富な人材からソリューションがどんどん出てくる。

米国でソリューションビジネスに適した人材が多数輩出する背景には、大学における教育が大きく関係していると思われる。日本では2つ以上の学部を卒業した人は非常に少ないが、米国では例えばコンピュータと経済学の学位を持っていても、それほど珍しいことではない。これは、米国との教育制度の差が大きな理由であり、複数専攻を容易にする等、学際的な人材を育成する環境を整備することが必要である。

2.7.4 D氏意見

(1) 大学に優秀な人材が残れるようもっと資金投入を

日本の大学は、欧米と比較して人材が不足している。優秀な人材を大学にもっと残すようにしないといけない。博士課程を修了すると、優秀な人でもどこかに行かざるを得ないのはもったいない。研究室をみれば、大学が貧乏であるがよくわかる。もっと資金を投入して設備を充実させ、人もかかえられるようにする。そうしないと、企業にとっても大学を活用することが出来ない。

情報系の修士は多いが、さらに大学の博士課程に残るか、企業に就職するかという選択になると、企業の方が居心地が良いと考えるようである。しかし、本当に研究をやろうという人がいるなら、もっと大学でどんどんやって欲しい。研究が面白いからというインセンティブは、物理学にはあって情報学にはないということではない。設備が充実しているから企業を選ぶということであれば、大学にも資金を投入し、整備させるべきではないか。大学に優秀な人が残っていて欲しいのは、いい成果を出して欲しいからである。

(2) 情報系の講座数を増やす

日本の大学では、情報系の講座の数が少ない。一気に資金を投入してIT産業を振興しようとしても無理である。産業界に投入するのと同じくらい大学にも投入し、少し長い目で人材を育成しなければならない。情報系の講座を増やすために他をつぶさなければならないとすると、なかなか進まない。情報系だけは純増でもいいというような、思い切った施策が必要である。

(3) カリキュラムや制度を改革し、もっとビジネスを志向する

即戦力という意味では大学院生に期待が掛かるが、即戦力のIT技術者の養成という観点で、学部のカリキュラムにも問題があるし、仕組みが遅れている。大学は理論や基礎研究を志向しており、研究者の評価においては新規性や論文が重視されるといわれている。評価の観点では、他でやっていない目新しい事というのが非常に強く、事業化に繋げる事というのは非常に弱いと見受けられる。

改革案として、まず人材育成のためのカリキュラム改革があげられる。大学のカリキュラムは、もっとビジネス志向にしなければならない。電子情報技術産業協会（JEITA）に企業と大学における人材育成のための改革を検討する分科会があり、アンケート調査を行った。その結果によると、大学は旧態依然として理論に偏っており、カリキュラムのビジネス志向が非常に弱い。

(4) e-Learning を活用し、大学間で先進的な講座を共有する

先進的な教育という観点では、もっと e-Learning を活用すべきである。ある分野で先進的な講座があれば、いろいろな大学の間で共用する。早稲田大学や慶應義塾大学では、e-Learning が導入されるようである。これを、より広く展開していくべきである。

(5) 産業界と連携するための組織や制度を整備する

大学院では、産業界と事業化までを含めた共同研究を行うために、TLO や人員雇用などの制度の改革が必要である。大学のなかで事業化につなげたり、成果を産業界というビジネスの世界に移転したりするために、仕組みや制度を改革する。

(6) 企業側は大学での成果を評価し、雇用するときの待遇に反映させる

企業側も、優秀な成果を出した大学院生は、高待遇で雇用する必要がある。大学でいくらい研究をしてもビジネスの世界で評価されないとなると、大学の研究からビジネスへという道は、廃れてしまう。企業のなかでは、成果をあげると「フェロー」といったような制度によって給料が社長よりも上がり、高待遇になる。大学での成果も同じように扱う必要がある。

人材の金銭的な評価において、その人にしか出来ない技量があるにもかかわらず、並みの単価に時間をかけて値段を計算していることは、大きな問題である。

2.7.5 F氏意見

(1) 大学間・産学の連携を志向した研究開発拠点作りを

研究施設を作る際に、集中型なのか分散型なのか、つまり、大きな規模のものを一ヶ所に作るのか、小規模のものを分散的にあちこちに作るのかといったことは結構大きな意味を持っている。ハードと連携するようなところに日本の強みがあると考え、一ヶ所に集中させるのではなく、いろいろな分野との交流をやりやすくするために、分散的に拠点を幾つか作っていくと言うやり方が、より日本に合っていると思う。一ヶ所に集めるほどの人材が、日本の中にいるのかということもあるので、分散型の拠点作りのアプローチが今は良さそうに思える。

「大学の中でいろいろな知識が渦巻いていて、そこで新しい知識も生まれる」という考えで、これまで学内ネットは非常に高速なものを作り、学外へはそこそこの速さのものを

作ってきた。大学内部の多くの先生は「この考えは正しくなく、大学というところは、学科とか学部とかの縦割りが激しくて、学内の共同研究というのはほとんど起きないので、多くは大学外のメーカとか、他の大学の同じ分野の先生と共同研究をやっており、実は、学内に速いネットワークは今のところ必要がなく、トラフィックは学外との方が多い」と言われる。その意味でも分散型の研究拠点という考え方が現実的だと思う。

2.7.6 G氏意見

(1) 大学の研究者から企業への積極的なアプローチを望む

日本の大学では、一般的に先生は非常に保守的で、何らかの予算を取ってくることは非常に一生懸命だが、その成果を出すことには消極的という意見をよく聞く。それに比べて、ヨーロッパの大学の先生は、はるかにアグレッシブである。産学協同に対して何の躊躇もなく、むしろ積極的にアピールして企業から金をもらってきて、大々的に成果を発表する。場合によっては、その企業に学生を送り込むことも行っている。

イギリスの場合は、大学の先生が学校で仕事をしながら、大学との契約以外の空いた時間を使って会社を起こし、そこで仕事をするというケースが多い。そういう先生が実質的な研究活動を展開している例をいくつか見ており、我々も研究委託の格好で仕事をお願いしている。

(2) 即戦力となる人を生み出す教育を

ヨーロッパでは学生は日本よりはるかによく勉強し、卒業するとすぐにそれなりのことができる。日本では、職場で手とり足とり時間をかけて教育し、その中から抜きん出てきたものだけが使い物になる。教育でしっかり基礎をたたき込む必要があるのだが、日本ではそれが出来ていない。教育を変えていく必要があると思う。

ヨーロッパでは質の高い人を雇いやすい。ヨーロッパは、大学教育がきちんとしていてポテンシャルのある人たちが多く、産業がそれほどなくその人たちの働く場があまりないということから、企業にとって採用は日本よりも易しい。もちろん市場の流動性があるから、雇ってもすぐにいなくなる危険性はある。

2.8 国研の不在をどう補完するか

■民間の研究管理力を取り込んだ、流動性の高いプロジェクト組織を作るべし。

国研よりは、むしろ流動性の高いプロジェクト組織を必要に応じて作って、そこで規模の大きな研究をすればよい。米国の国研の多くは所有者は国だが、運用は大学や民間企業に任されている。目的意識をはっきりさせ、評価をはっきりさせるために、民間の研究管理力を活用すべきである。そして、その組織は、産官学の流動性の中できちんと運用すべきである。

■日本の国研の状態は非常に深刻である。

日本の国研といえば産総研であるが、情報系はわずか3部署、5%の100人にも満たない規模で、これで米国に勝てと言われても無理である。大学よりひどい状態になっており、今後は更に弱体化していくのではないかという懸念がある。

企業も国研も、ソリューションビジネスに引っ張られて、基礎研究が少なくなっている。文科省関係はよりサイエンス寄り、経産省関係はより実用的になって、真ん中のフェーズが抜けている。国研がこの状態だと、大学に頑張ってもらうしかない。

■企業と国との方向性が合えば、国家支援の中長期の研究開発は是非やりたい。

国研が不在だからといって、企業の研究所が、新規分野の研究から製品化における真ん中のステージを担当することは、金儲けを目的としている以上難しい。事業としての将来を見越して中長期の研究は続けていくが、国から支援される研究開発も国と企業の方が合わないややっていけない。国との方向性が合えば、委託としての研究費補助は大歓迎である。米国 ATP のような公募型の研究であればどんどん応募していきたい。

■基礎研究から実証実験、事業化までを通し、産学が連携できる仕組みが必要である。

日本では、研究の上流工程と下流工程の間にギャップが出来ている。米国では国研がここを埋めているが、日本には国研がほとんど無い。このことから、基礎研究から実証実験、事業化までをとおした産学連携の仕組みが重要である。シーズ型の基礎研究については、大学、国研がリードして企業は参加するスタイルとし、一方、ニーズにあった事業化フェーズの研究については企業がリードし、大学が参加するスタイルとするのが良いと思われる。

2.8.1 A氏意見

(1) 流動性の高いプロジェクト組織を作れ

国研はなくてもいい。むしろ、流動性の高いプロジェクト組織を必要に応じて作って、そこで規模の大きな研究をすればよい。民間の研究管理力を活用すべきである。目的意識がはっきりするし、評価がはっきりする。そして、その組織は、産官学の流動性の中できちんと運用すべきである。

米国の国研だって、国研の所有者は国だけれど、運用は大学に任されている。軍事研究は Lockheed Martine といった民間が行っている。官の研究所は価値観が少し違う。産総研にいれば、国のために研究するのであって、メーカーのために研究するのではない。しかし、民間の研究管理は、ターゲットを決め、期間を決めて、いついつまでにこれをやると、アウトプットが出たときに競争力があるかどうか、利益を生むかどうかという発想をする。

昔は、産総研（電総研）だって競争が激しかった。敗れた人は通常は外に出た。それが、いつのまにか、定年制の通常のサラリーマン社会へと変貌を遂げてしまった。これも米国のプロパテント政策で技術の流出を極めて絞ったから、本当に研究所が種をクリエイトしなくなればならなかったが、途端に何をやればよいかわからなくなった。以前は、留学して、それを噛み砕いて、追試験して、出来れば米国のオリジナルよりもクオリティとか機能の面でプラスアルファがあるようなものを作ることで良かった。

2.8.2 B氏意見

(1) 日本の国研の状態は非常に深刻

日本の国研といえば産総研であり、全体で 2000 人規模のすごい研究所に見えるが、情報系はわずか 3 部署、5%の 100 人にも満たない規模である。情報の研究と言う意味で大変難しい状況になってきている。これで米国に勝てと言われても無理である。極めてまずい。大学よりひどい状態になっている。

IT 関連が大事だということになれば、内部で研究内容を見直すなどの構造改革は是非とも必要である。現状では、縦割りになってしまっていてうまく変革出来ていない。今後、産総研には情報系の良い人が集まらなくなるかもしれない。これが心配である。

メーカーでも今や OS やアーキテクチャ系の研究者がいなくなっている。企業はみんなソリューションに引っ張られてしまった。産総研自体も独立法人化して研究費を調達しなければならず、ソリューションビジネスに引っ張られており、基礎研究は少なくなっている。文部科学省関係はよりサイエンス寄りであり、経済産業省関係はよりプラクティカルになって、真ん中のフェーズが抜けている。国研がこの状態だと、ここは大学に頑張って頂くしかない。

(2) 企業と国との方向性が合うなら、国家支援の中長期の研究開発は是非やりたい

事業としての将来を見越して中長期の研究は続けていく。国から支援される研究開発も

国と企業の方向が合わないとやっていけない。国研が不在だからといって、企業の基礎研、中研が、新規分野の研究から製品化における真ん中のステージを担当することは、金儲けを目的としている以上難しい。

ただ企業と国の方向性が合えば、委託としての研究費補助は大歓迎である。米国 ATP のような公募型の研究であればどんどん応募していきたい

2.8.3 D氏意見

(1) 基礎研究から実証実験、事業化までを通し、産学が連携できる仕組みが必要

企業の研究所においては、学問的かどうかは問題ではなくて、事業にするための種を作るというように、研究の方針が転換されている。例えば、スーパーコンピュータのエンジニアが、アプリケーションとして、金融工学のソリューションを研究している。研究所に業務の専門家がいないので、銀行の人と組んでやっている。パッケージの開発までおこない、複数の銀行に販売した実績がある。

日本においては、研究の上流工程と下流工程の間にギャップが出来ている。米国では国研がここを埋めているが、日本には国研がほとんど無い。このことから、基礎研究から実証実験、事業化までをとおした、産学連携の仕組みが重要である。シーズ型の基礎研究については、大学、国研がリードし、企業は参加するスタイルとする。企業の研究所では、直近の事業に役立つ研究が中心となっており、基礎研究でのリードは経営的に苦しい。一方、ニーズにあった事業化フェーズの研究については企業がリードし、大学が参加するスタイルとする。インフラストラクチャの整備が必要な研究は、共同開発拠点にテストベッドを用意し、そこで共同研究のできる仕組みを整備する。

第2編 先端情報技術の研究開発動向と 諸外国の情報化政策

まえがき

第2編は、以下のように構成されている。

第1章 先端情報技術の研究開発動向

1.1 ハイエンドコンピューティング技術の研究開発動向

1.2 人間主体の知的情報システム技術の研究開発動向

第2章 諸外国の情報技術開発、および情報化政策動向

2.1 米国における情報関連分野の重点的研究開発計画調査

2.2 IT政策・研究開発に関する諸外国動向調査

1.1 では、米国のハイエンドコンピューティングの研究開発動向と、平成11年度に当研究所内に設置され、継続して議論を行ってきた「ハイエンドコンピューティング技術調査ワーキンググループ」の各委員から提出された、平成13年度の報告の概要をまとめている。

1.2 では、米国政府が支援する情報技術研究開発の動向と、平成9年度に当研究所内に設置され、継続して議論を行ってきた「人間主体の知的情報技術調査ワーキンググループ」の各委員から提出された、平成13年度の報告の概要をまとめている。

2.1 では、米国の重点的研究開発プログラムの中から、ITの応用分野である、電子図書館、電子政府、バイオテクノロジー、インフラストラクチャに着目し、米国NSFの元プログラムマネージャが実施した、各プログラムの進展状況の調査や、各プログラムの分析の概要をまとめている。

2.2 では、平成12年度に報告した「情報先進国の情報化政策の動向」で調査対象とした、アメリカ、EU、スウェーデン、シンガポール、マレーシア、オーストラリア、インド、韓国について、調査概要を更新し、最近の動向やトピックスを盛り込むとともに、新たな調査対象として、イギリス、フランス、ドイツ、フィンランド、中国を追加している。

なお、それぞれの報告の詳細は、別途調査資料として用意されているので、必要に応じて参照されたい。

第1章 先端情報技術の研究開発動向

1.1 ハイエンドコンピューティング技術の研究開発動向

1.1.1 米国のハイエンドコンピューティング研究開発動向

(1) FY2002 Bluebook にみる政府支援のIT研究開発

a) 推進体制

ブッシュ政権初の FY2002 Bluebook は、2001 年 8 月に開示された。政権が民主党から共和党に交代しての最初であり、内容に期待したが、FY2001 Bluebook と比較して、1/4 の 50 ページと簡素化されている。

内容は、具体的な研究内容の紹介が多かった FY2001 とは異なり、どのような目的でどのようなブレークスルーを目指すかといった一般受けのする表現に変わっている。基本的な枠組みは共和党になったからといって大きくは変わらず、従来の枠組みを踏襲している。従来の省庁間をまたがる推進体制と、6 つの PCA(Program Component Area) 自体も変化していない。全体の推進体制を図 1.1 に示す。

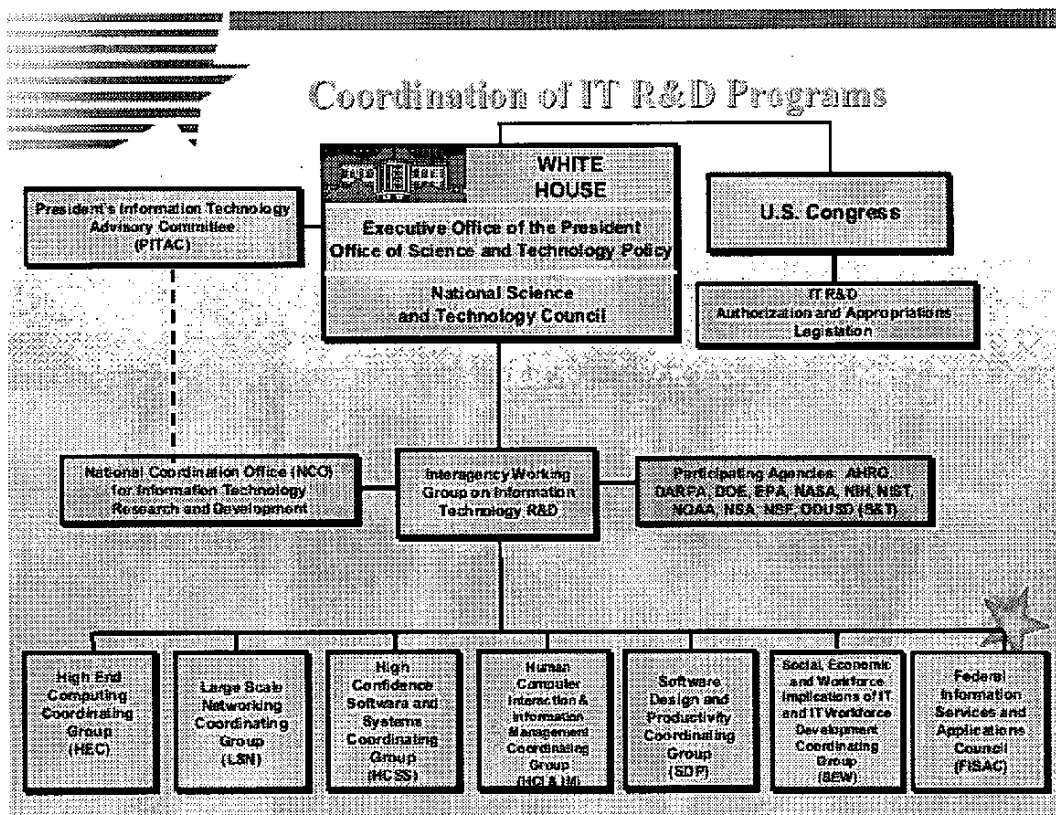


図 1.1 NITRD 推進体制

(National Coordination Office(NCO): "Federally-Funded Information Technology Research and Development", Jan 9 2001)

NITRD (Networking and Information Technology and Development) 計画は、2001 年 9 月に下院を通過した NITRD 法案に基づくが、上院を通過していないので正式な法律にはなっていない（長期の IT 研究開発予算が認可されたのでは無いと言うことであろう）。NITRD 計画の研究開発実体は、次の 6 つの PCA で推進されており、以下のグループ (Coordination Group) がある。

① ハイエンドコンピューティング(HEC: High End Computing)

ここは更に 2 つに分かれている (図 1.1 には記述はされていない)。

- ・ High End Computing Infrastructure and Application (HEC I&A)
- ・ High End Computing Research and Development (HEC R&D)

② 大規模ネットワーク(LSN: Large Scale Network)

③ 高信頼性ソフトウェアとシステム

(HCSS: High Confidence Software and System)

④ ヒューマンコンピュータインターフェイス及び情報管理 (HCI&IM: Human Computer Interface and Information Management)

⑤ ソフトウェアの設計と生産性 (SDP: Software Design and Productivity)

⑥ 社会、経済及び労働力の面から見た IT 労働力開発の意味 (SEW: Social, Economic and Workforce Implication of IT and IT Workforce Development)

b) High End Computing 予算規模

既に NITRD FY2003 の予算要求は発表されているが、詳細の IT 研究開発予算の配分はこれからになる。よって、FY2002 の各省庁の予算要求額を表 1.1 に示す。

表 1.1 NITRD 計画 FY2002 年度予算要求額

省庁	HECI&A	HECR&D	HCI&IM	LSN	SDP	HCSS	SEW	合計	比率
NSF	249.7	65.1	104.8	98	39.7	46.1	39.1	642.5	32.6%
DARPA	55.5	42.7	38.2	49.2	44.6	32.9		263.1	13.4%
NIH	55.1	13.7	74.6	81.1	6	10.1	11.4	252	12.8%
NASA	36.1	26	27.8	14.4	22.4	47.1	7	180.8	9.2%
DOE/OS	98.3	31.5	16.4	25.9			4	176.1	8.9%
NSA	33.6			1.9		46.6		82.1	4.2%
NIST	3.5	6.2	3.2	2	7.5			22.4	1.1%
NOAA	13.3	1.8	0.5	2.7	1.5			19.8	1.0%
AHRQ	9.2	6.7						15.9	
ODUSD(S&T)		2	2	4.2	1	1		10.2	0.5%
EPA	1.8	1.8							0.0%
小計	513.3	216.4	279.7	287.3	116	193	61.5	1,666.70	84.6%
DOE/NNSA	133.8	37		35.5	41.1		56.5	303.9	15.4%
合計	647.1	253.4	279.7	322.8	157	193	118	1,970.60	100.0%
比率	32.8%	12.9%	14.2%	16.4%	8.0%	9.8%	6.0%	100.0%	

NSF が最大の予算を使い、IT 関連の取りまとめ的な役割を果たしている。FY2002 の HEC 関連である HEC I&及び HEC R&D の予算要求額は合計で 900.5M ドルであり、IT 関連予算の 50%弱を占める。米国がもっとも重視していることがうかがえる。

FY2003 は、PCA 毎の分類はまだであるが、省庁毎の要求予算は公表されており、NITRD 総額では FY2002 実績値の 3%増加の 1,890M ドルになっている（表 1.2）。
（<http://www.ostp.gov/html/NetworkingITR&D.pdf>）

表 1.2 NITRD FY2003 予算概要

	2002 (\$M)	2003 (\$M)	増加率
National Science Foundation	676	678	0%
Health and Human Services	310	336	8%
Energy	312	313	0%
Defense	320	306	-4%
NASA	181	213	18%
Commerce	43	42	-2%
Environmental Protection Agency	2	2	0%
TOTAL	1,844	1,890	3%

c) ハイエンドコンピューティング（HEC）の目指すブレークスルー

FY2002 Bluebook では中長期の研究課題を、10 の研究のチャレンジ課題と 7 つの国家的グランドチャレンジ課題の 2 つのカテゴリに分けてまとめている。

ここでは、HEC で特に関係の深い 4 つの研究チャレンジ課題について、各々が追求するブレークスルーを示す。

① 次世代コンピューティングとデータ記憶技術

- ・先進的なコンピューティングコンセプト（従来存在しなかったアーキテクチャ、コンポーネント、アルゴリズムを含む）
- ・システムソフトウェア技術（オペレーティングシステム、プログラム言語、コンパイラ、記憶階層、インプット/アウトプット、パフォーマンスツールを含む）
- ・部品技術、システムソフトウェア、プログラミング環境を統合するシステムアーキテクチャ（部品技術、ノードの機能性、コンフィギュレーション、高度並列計算管理用ソフトウェア、階層的プログラミングを含む）、ネットワーク接続性
- ・ハイエンドコンピューティングのためのソフトウェアコンポーネント技術

② シリコン CMOS における障壁の克服

- ・光バックボーンネットワーク上の超安全な通信
- ・未整理のデータベースの検索、あるいは大きな数字を因数分解するため等のアルゴリズムの速度の飛躍的増加
- ・分子のプロセスあるいは物理現象の詳細かつ忠実なシミュレーションを可能にする量子コンピュータ
- ・革新的なコンピュータ構造、3-D アーキテクチャ、ハイブリッド技術
- ・チップ上で再構成可能なシステム、適応性があり、かつ多様性があるコンピューティング
- ・プロセッサの性能に比例する記憶性能を提供するメモリ内プロセッサ (PIM) とその他の活動
- ・新しい計算基盤
 - ー量子コンピューティング
 - ー生物ベースコンピューティング
 - ー「スマートファブリック」: 織り合わせ形バッテリー、光ファイバーケーブル、金属コネクタ等の技術を利用して、科学者は、数十 Tera-ops クラスの処理 (今日の大型スーパーコンピュータの規模) を行うのに十分なプロセッサを浮き彫り加工し、人が身につけられる織物を作ることが可能である。
 - ー分子電子工学。軍事用次世代戦略コンピューティングのための極度に速く、高密度の処理能力を持った分子スケールの計算

③ 21 世紀のための多目的、安全、拡張可能なネットワーク

- ・基礎的ネットワーク研究
 - ー光ネットワーク (フロー/バーストとパケット交換、アクセス技術、毎秒ギガビットレベルのインターフェイス、プロトコルの階層化)
 - ーネットワークのダイナミクスとシミュレーション (自動管理、自動リソース回復、ネットワークモデリング)
 - ー耐故障性と自律的管理
 - ーリソース管理 (発見と仲介、事前予約、共同スケジューリング、ポリシー駆動型の割当メカニズム)
 - ー無線技術 (発見、共存とコンフィギュレーションのための技術標準)
 - ー帯域幅に対する要求を支援する能力の増強
 - ー頑強性の改善、数十億のデバイスの一時的相互作用の取扱いとネットワークの遠端からのアクセスを最大化するためのネットワークの増強と拡張
- これには、ユビキタスブロードバンドアクセス方式、無限ネットワーク、セキュリティとプライバシー、ネットワーク管理等の研究がある。

—地球規模のネットワークおよび情報インフラストラクチャを理解すること（エンドトゥエンドパフォーマンス、バックボーン構造、アプリケーション）

・新しい分野の応用を可能にすること

—分散型データインテンシブコンピューティング共同研究、コンピュータ操縦による科学的シミュレーション、遠隔ビジュアライゼーション、遠隔機器の操作、大規模分散型システム

④ 科学と工学における米国の強みを維持するための先進的 IT

・科学者、技術者、社会が関心を持つ現象をより速く、より高解像度、より現実的な立体的シミュレーションで処理可能にするための、より高能力で相互運用性を持ったコンピューティングシステム、記憶システム、ネットワーク、ソフトウェア開発能力（言語とツールを含む）、人・コンピュータ間対話技術

・複雑で学際的なモデリングシステムを構築し、理解し、評価するためのアプローチ

・科学者や技術者が分散されたハイエンドのコンピューティングリソースにより良好にアクセスでき、利用することを可能にする言語とツール

・分散型の学際的チーム支援のための IT

d) FY2003 予算に見る研究開発目標の特徴

FY2002 Bluebook は同時多発テロ以前にまとめられたものであり、この対策は意識的には加味されていない。先に述べた OSTP の FY2003 予算の分析資料には、テロ以後の対策を含む NITRD の目指す重点目標が簡潔にまとめられている。詳細は今後の FY2003 Bluebook にまとめられるはずであるが、その予告が見られるので、ここに紹介する。次の様な技術の開発を達成することを重点課題に挙げている。

① エンドツーエンドの光ファイバーネットワーク

ネットワークバンド幅とネットワークセキュリティの大幅の向上をもたらす。

② クラスタおよび Grid コンピューティングを可能にする新しい技術

科学研究ネットワークのための高性能計算機への初めてのアクセスをもたらす。

③ ネットワークセキュリティプロテクション技術で次のようなものを含む。

不正侵入検出、リスクおよび弱点解析、大規模情報レポジトリの管理、運用

(2) ハイエンドコンピューティング分野の新しい動向

— 実用化に向かう超並列、超分散コンピューティング —

a) SC2001 に見る動向

SC Global といって、Access Grid のテクノロジーを利用した遠隔会議による参加も初めて行われ、世界 40 カ所以上と接続された。同時に Grid2001 が特別ワークショップの形で丸 1 日開催された。展示会場でも SUN の“Sun Powers the Grid”なるキャッチフ

レーズ等Gridにあやかった展示が多く見られ、SC2001の主役はGridの感が強かった。

SC2001 の前日 11/9 に発表された Top500 (18th 版) においても超並列マシン ASCI が上位を独占し、近年 PC クラスタもその順位をのぼしており、ハイエンドコンピューティングの流れはますます超並列、超分散化が加速している。

なお、SC2001 の報告については恒例になった東大小柳教授のレポートが詳しい。
(<http://olab.is.s.u-tokyo.ac.jp/~oyanagi/reports/SC2001>)

b) 超並列コンピューティング

① TOP500 にみる超並列マシン

SC2001 と同時に発表された Top500 (<http://clusters.top500.org/>) によると超並列マシンが上位を占め、特に近年は ASCI マシンの独壇場であった。Top 1 は昨年と同様の ASCI White である (実行性能は昨年の 4.9 Tflops から 7.2Tflops に向上しているが構成は同じ)。表 1.3 に Top5 を示す。第 2 位にクラスタシステムが入って来ているのが注目すべき流れである。

表 1.3 TOP 5 世界のハイエンドコンピュータ

順位	メーカ	マシン	R _{max} (GFlops)	設置場所	CPU 数
1	IBM	ASCI White, SP Power3 375 MHz	7,226	Lawrence Livermore National Laboratory	8,192
2	Compaq	AlphaServer SC ES45/1 GHz	4,059	Pittsburgh Supercomputing Center	3,024
3	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	3,052	NERSC/LBNL	3,328
4	Intel	ASCI Red	2,379	Sandia National Labs	9,632
5	IBM	ASCI Blue-Pacific SST, IBM SP 604e	2,144	Lawrence Livermore National Laboratory	5,808

② Peta Flops を目指す Blue Gene プロジェクト

従来、IBM が独自に開発を進めていた Blue Gene プロジェクトであるが、2001 年 11 月に DOE/NNN(Lawrence Livermore National Laboratory が対応)と共同開発を進めることを発表した。2005 年に 200Tflops を目指す。

(http://www.research.ibm.com/bluegene/BG_External_Presentation_January_2002.pdf)

現在最速のスーパーコンピュータ (Option White か) に比べて性能では 15 倍速く、電源容量は 1/15、大きさは 1/50 から 1/100 と豪語している。このあと更に Blue Gene 計画は 1Peta Flops を目指す (規模縮小したとの声も有るが定かではない)。

③ ベクター型超並列マシン「地球シミュレータ」

ベクター型プロセッサを超並列に利用し 40Tflops と汎用スーパーコンピュータ世界一の性能を叩き出す地球シミュレータが横浜市の海洋科学技術センター内に 2002 年 3 月末に完成した。次回(2002 年 6 月) 19th 版の Top500 で第 1 位が期待される。今やベクター型は日本しか作っておらず、トレンドから外れた感もあるが、地球シミュレータの実績如何では、見直しの可能性もある(がんばれ日本のスーパーコンピュータ!)。

④ 専用スーパーコンピュータ

汎用のスーパーコンピュータのコスト、性能の壁を破るべく特定分野に特化した、専用スーパーコンピュータの分野も性能向上がめざましい。SC2001 でも東大の重力多体シミュレーション専用の Grape6 は 11.55Tflops (ピーク性能 32Tflops) を達成し、昨年に続きゴードンベル賞 (Peak Performance 部門) を受賞した。更に 2002 年 3 月 5 日にはピーク性能 48Tflops を達成し、世界最高速となったと発表した。なお専用マシンの低コストについては “GRAPE6 の開発総予算はわずか 5 億円であり、400 億といわれる ASCI White の約 1/100 でしかない” と紹介されている。

(<http://grape.astron.s.u-tokyo.ac.jp/pub/people/makino/press/2002-symposium.html>)

c) クラスタシステム動向

① Top500 に見るクラスタシステムの増加

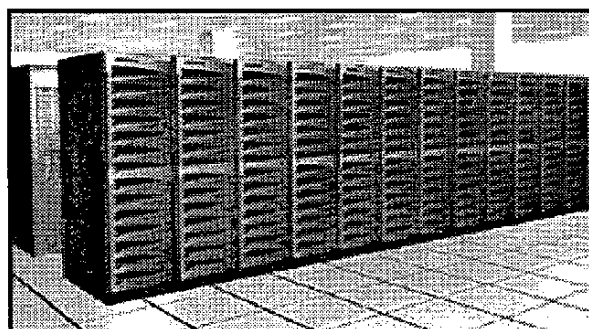
今回は Top10 で見ても 2 台のクラスタシステムがランクインした。従来はミドルクラスを占めていたが、ハイエンドの世界でも民生の部品を応用したクラスタシステムの流れが押し寄せてきている。専用部品を使用したスーパーコンピュータに対するコストパフォーマンスの良さが一番の原因であろう。表 1.4 に世界の Top5 を示す。チップの種類を見ると Compaq 社の Alpha チップがほぼ上位を独占している。

表 1.4 Top5 クラスタ型ハイエンドコンピュータ

順位	Top 500	メーカー	マシン	Rmax (GFlops)	設置場所	CPU 数
1	2	Compaq	AlphaServer SC ES45/1 GHz	4,059	Pittsburgh Supercomputing Center	3,024
2	6	Compaq	AlphaServer SC ES45/1 GHz	2,096	Los Alamos National Laboratory	1,536
3	30	Self-made	CPlant/Ross Cluster	706.7	Sandia National Laboratories	1,369
4	31	Compaq	AlphaServer SC ES45/1 GHz	706	Australian Partnership for Advanced Computing (APAC)	480
5	34	IBM	Titan Cluster Itanium 800 MHz	677.9	NCSA	320

② 世界最速のクラスタマシン

PSC(Pittsburgh Super Computing Center)に設置された Compaq 社の民生 Alpha チップを使用している。2001 年より稼働し、NSF の PACI (Partnership for Advanced Computational Infrastructure) を通して、研究開発に共同利用されている(図 1.2)



ピーク性能 : 6.0 Tera flops

メモリ : 3.0 Tera Bytes

ディスク : 50 Tera Bytes

(<http://www.psc.edu/publicinfo/news/2001/terascale-10-01-01.html>)

図 1.2 PSC に設置の世界最速クラスタ

③ 日本のクラスタ動向

日本のクラスタは今のところ世界の第 6 位であり、生命情報科学研究センター (CBRC) が利用している NEC 製のクラスタ Magi Cluster (Pentium3,933Mh) である。

なお、日本でも PC クラスタコンソーシアムが 2001 年 10 月発足し、産官学共同の促進が始まった。新情報処理開発機構 (RWCP) が開発した SCore クラスタシステムソフトウェア、および Omni OpenMP コンパイラが中核となっている(<http://www.pccluster.org/>)。

④ InfiniBand

ベオウルフ型クラスタを構成する民生ネットワークとしては、GigaBit Ether, Myrinet 等が使用されているが、最近 InfiniBand が注目を浴びている。ネットワーク性能としては単線の 2.5Gbit を 1 本/4 本/12 本で各 2.5 G bits, 10 G bits, and 30 Gbits/秒の速度を提供する。Compaq, Dell, Hewlett-Packard, IBM, Intel, Microsoft and Sun Microsystems が主体になって、1999 年 10 月に InfiniBand Trade Association を設立し、2000 年 10 月に標準仕様を策定している (<http://www.infinibandta.org/ibta/>)。

当研究所のWGにおいても、米国で InfiniBand 関連ハードウェア主体のベンチャー企業 RedSwitch 社の CEO Dr.Wen Lee にご講演を頂いた。米国では InfiniBand 関連の企業化が始まっている (<http://www.redswitch.com/>)。

現在、InfiniBand 関連の製品は量産化されておらず、サンプル価格的なものが多いが、今後の市場拡大と価格の低下が期待される。

d) 超分散コンピューティング

① Grid コンピューティング

SC2001 の展示会でも分かるように、世界中のコンピュータをつなぎコンピュータ資源を有効に活用しようと、Grid コンピューティングへの流れが加速している。ハイエンドコンピューティングの世界でも超並列を持ってしても単独のコンピュータセンターでは物理的、経済的にも制限がある。まずスーパーコンピュータセンターを高速ネットワークで接続し、仮想的研究所を構築する構想から始まっている。ASCI 等の超並列コンピュータ自体もその一つのノードになる。ASCI Grid Service という広報用 CD も SC2001 では用意されていた。ASCI の超高速コンピュータもポータルの一つになる。

主に計算能力資源を活用する Computational Grid、ネットワークを介してマルチメディア情報をやりとりし遠隔会議を実現する Access Grid、大規模な高エネルギー物理のデータを扱う EU 連合の Data Grid 等、多くのプロジェクトが世界的に行われている。

ただし、Grid はまだ公式な標準があるわけではなく、デファクトスタンダードの世界である。ソフトウェアツールキットとしては Globus がデファクトの位置を確立している、

今後この流れは、研究開発向けから一般ビジネスの世界に広まるのは必至であろう。なお、産総研の田中氏が展示者として SC2001 に参加し、当研究所の WG 調査報告書の第 3 章に、状況を詳細にレポートして頂いている。また、昨年の調査報告書に、関口委員(産総研)の報告「Grid による世界戦略とグローバルコンピューティング技術」で動向が分かり易く紹介されている。

② Tera Grid 計画

世界最大、最高速の分散ネットワーク環境を構築すべく、NSF から 53M ドルの資金提供を受け、4 つの研究所 (NCSA, Argonne, Caltech, SDSC) を光ファイバー高速バックボーンネットワーク (40Gbits) で結ぶ。完成時には 13.6TeraFlops の Linux クラスタコンピュータパワーと、450TeraBytes のデータ容量と、高精細の Access Grid 環境が提供される。

(<http://www.teragrid.org/index.html>、

<http://www.teragrid.org/img/teragrid.sm.jpg>)

IBM, Intel, Qwest 社が企業として参加しており、64Bit Itanium チップを 320 個用いた IBM 製の Linux クラスタマシンが 2001 年 10 月からテストを開始した。日本では、Top100 スーパーコンピュータのうち 6 台が集中する、世界でも有数なつくば地区に「つくば WAN」が完成し、2001 年 3 月 22 日に開通式を行った。ネットワークは 10Gbps の光ループが使われている (総容量は 570Gbps)。当初はつくば地区にとどまっているが、今後、地球シミュレータをはじめ、全国の大学、研究所間の接続が検討されている。

③ ベンチャー企業動向

Grid コンピューティングが研究開発分野で注目を浴びる中、Grid 関連で興味深い企業化が進行している。SC2001 等で目に付いた企業をあげる。

- ・ AVAKI 社 : <http://www.avaki.com/>

Virginia 大で Legion を開発した人 (Dr. Andrew Grimshaw) がスピンアウトし Applied Meta Computing 社を設立 (1998 年 8 月)、2001 年 6 月に AVAKI 社に。現在は Legion ベースにソフトウェアパッケージ AVAKI2.1 Software Grid を販売している。用途として、"Grid-Based Collaboration in Life Sciences Research" なるホワイトペーパーも発行され、バイオ関連を有力なターゲットとしていることが伺われる。

- ・ Platform Computing 社 : <http://www.platform.com/>

創業は 1987 年で、分散コンピューティングの LSF (Load Sharing Facility) を売り物にしているカナダの会社であるが、今回世界で最初に Globus Toolkit の商用版をリリースすると発表した。Grid 業界の Red Hut を目指している。

- ・ Entropia 社 : <http://www.entropia.com/>

分散コンピューティングを基盤モデルとして、「どこからでもスーパーコンピュータのパワーがアクセス出来るように」とのコンセプトで、1997 年に創業された。Grid コンピューティングそのものがビジネスモデルになっている。利用例として、2 の N 乗引く 1 が素数になる Mersenne 素数の発見では、17 万台以上の

PCが接続された Entropia Grid を用いて、2001年11月には400万桁を越す39番目の素数が発見された。Grid コンピューティングのパワーをうまく活用できた例といえる(<http://www.mersenne.org/prime.htm>)。

e) 量子コンピュータの動向

IBM 研究グループは、2000年8月に5量子ドットの実験に成功した後、IBM Almaden 研究センターとスタンフォード大学は共同で、7量子ドットの量子コンピュータにて $15=3 \times 5$ の因数分解に成功、と2001年12月20の Nature 誌に発表された。

これは、試験管に入れられた特別な分子を、核磁気共鳴装置の核スピンの傾きを制御し、計算を行うことで実現したもので、1994年に当時AT&T社のShor氏が唱えたShorのアルゴリズム（量子コンピュータは今日の汎用コンピュータに比べて圧倒的なスピードで因数分解を計算できる）の初めての実験による証明になった。

(http://www.research.ibm.com/resources/news/20011219_quantum.shtml)

研究は一步一步に進んでいるが、SC2001の展示でも、量子コンピュータ、分子コンピューティングはパネル展示の原理の解明段階であり、目立ったアピールはしていない。実用になる量子コンピュータの実現は、まだ長期の研究開発が必要である。米国は長期研究テーマである新しい計算基盤に向けて、研究開発投資を怠りなくやっている。

f) 超並列、超分散を容易に開発できるソフトウェアの研究開発動向

FY2001よりPITACのソフトウェアの生産性に対する憂慮からの勧告に従い、IT R&D計画にSDP (Software Design and Productivity) プログラムコンポーネントエリアが新設された。FY2002 Bluebookでも、研究チャレンジ「現実世界のためのソフトウェア作成」にて、重要テーマにあげている。目標としては次がある。

① ソフトウェアとシステム設計の科学

- 言語とコンパイラ、例えば、エンドユーザのためにソフトウェアの仕様と開発を容易にするドメイン専用言語、ならびに使用は容易だが誤りを生じにくい言語
- ソフトウェアとシステムを構成する効果的な方法、すなわち複雑なシステムを構成し、分析し、検証し、広範囲にわたって分散された異種システム上で相互運用を可能にするためのより優れた技術
- 適応性があり、かつ反射性のコンポーネント、構成のフレームワークとミドルウェア、拡張可能分散型ソフトウェアシステム構築の理論的基礎

② 工学的プロセスの自動化

- 分散、自律、組込み型ソフトウェアの開発のための技術を含み、開発時間を短縮し、信頼性を向上させるソフトウェアコンポーネントを組合せる方法。ソフトウ

ウェア開発の自動化

- ーソフトウェアと物理システムを仕様化し、分析し、試験し、検証する、統合ソフトウェアとシステム開発プロセス
- ーネットワークアプリケーションの相互運用性
- ー統合されたドメイン専用開発環境の迅速な構成とカスタマイゼーションを可能にする統合された構成可能ツール環境

③ パイロットアプリケーションと実験による評価

- ー組込み型ソフトウェアアプリケーションとその他の複雑なアプリケーションのための技術
- ーソフトウェアとシステム開発プロジェクトの実証的研究

研究課題の中には超並列、超分散を意識した研究開発内容が多々見られる。単体によるハードウェア高速化の限界の打開が超並列、超分散に向かっているので、ハードウェアの困難さ以上にソフトウェアにその負担が大きくふりかかっている。特定の分野（粗な結合で超並列、超分散でも性能が出やすいところ）では実用になっているが、これを汎用コンピューティングの世界に向けて実用化するには、更に長期の研究が必要である。

1.1.2 ハイエンドコンピューティング研究開発動向

ここでは当研究所の WG の各委員および外部講師による調査報告の概要を示す。

(1) アーキテクチャ&新計算モデル

① 半導体性能向上神話崩壊後のアーキテクチャ

CMOS LSI の動作速度はプロセスの進歩につれて向上を続け、新しいプロセスを利用することは、それだけで性能の向上につながった。これは、微細加工技術の発展と共に、電源電圧を落すことができれば、論理ゲートの遅延を減らすことができたことによる。ところが、2001 年、プロセスが 0.18 μm から 0.13 μm に進む際、電源電圧を低くすることがほぼ限界に達すると共に、LSI チップ内の遅延の支配的要因が、ゲート遅延から配線遅延に移行した。このため、銅配線などを用いない限り、新しいプロセスを単に利用するだけでは、性能は全く上がらなくなるに至った。半導体性能向上神話は崩壊し、今年から新しい時代に突入したのである。今後、CMOS LSI プロセス技術に画期的なブレークスルーがない限り、この傾向は続くと考えられる。

本レポートでは、半導体性能向上神話が崩壊した「新しい時代」を迎えて、アーキテクチャをいかに構成すべきかを提言する。まず、新しい時代に高い性能を実現するアー

キテクチャについて述べ、ますます発展が予測される Reconfigurable Architecture についてまとめる。

② メガスケールコンピューティングの構想

筆者らは科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業による研究プロジェクト「超低電力化技術によるディペンダブルメガスケールコンピューティング」を実施している。このプロジェクトは、百万プロセッサ級のメガスケールコンピューティングを真に実現するための基盤技術を追求するものであり、そのためにコモディティ技術、すなわち高性能計算のみをターゲットとしない一般性の高い技術をベースとした研究開発を行う。

プロジェクトでは、メガスケールコンピューティング実現の鍵は、①feasibility、②dependability、③programmability の3点にあるとし、それぞれ、①ハード/ソフト協調による低電力高性能プロセッサ、②マルチポートネットワークとミドルウェアによる高信頼化、③グリッド/P2P 技術をベースとした高粒度大規模並列プログラミングの研究を行う。また、これらの技術を統合したプロトタイプとして、数千プロセッサ級の大規模低電力クラスタの構築も計画している。

③ PC クラスタの現状と今後

現在 PC クラスタを取り巻く環境が激変しつつある。1つは、PC クラスタを構成する要素部品である、CPU とネットワークの高性能化である。現在入手できる最高速の PC 向け CPU によれば、単一で 1GFlops を越える性能を得ることが出来る。更に、ネットワークの性能も CPU の外部バス性能と匹敵するスループットを達成している。つまり、ネットワークをこれ以上高速化しても、メモリのボトルネックによって律速されることになる。

一方、PC クラスタを利用する環境として従来は、計算センタ内の1つの高性能システムとの位置づけであった。しかし、高速インターネットの発達により、地理的に分散している複数の計算センターを接続し、全体として運用する、いわゆるグリッドコンピューティングを構成する要素システムの扱いを受けるようになってきた。

PC クラスタシステムを上記の二つの観点から分析し、今後の動きを考える。

(2) 基本ソフトウェア&ミドルウェア

① 手続き間解析の動向 ～コンパイラとその周辺～

手続き間解析とは、手続き（関数、サブルーチン）の解析情報を、その手続きの呼び出し点で利用できるようにするコンパイル技術のことである。これによってプログラムの解析精度が向上し、プログラムを最適化する機会が増加することが期待できる。広い意味では、インライン展開も手続き間解析の一つと考えられるが、リカーシブな呼び出しに対応できないなど、適用範囲が狭い点が課題である。これに対して、狭義の手続き

間解析はその一般性から、Fortran のみならず C++や Java に対する最適化コンパイラでも徐々に採用されつつあるなど、広がりを見せている。

本稿では、Fortran コンパイラにおける手続き間解析、及び、ツールにおける手続き間解析の利用に関する動向を、具体的な事例を通して紹介する。

② 自動並列化コンパイラによる SMP 上での粗粒度タスク並列処理

ここでは、SMP 上における OSCAR マルチグレイン並列化コンパイラを用いた粗粒度タスク並列処理について述べる。現在、サーバアーキテクチャの主流である SMP 上での自動並列化コンパイラを用いた並列処理では、ループレベル並列処理の性能が飽和状態に達しており、その限界を越えるため粗粒度タスク並列処理が注目されている。OSCAR FORTRAN コンパイラにおける粗粒度並列処理手法では、ソースプログラム中のサブルーチンループ・基本ブロック間の並列性を抽出し、各種 SMP 上で粗粒度タスク並列化を実現するために、OpenMP を用いたワнтаイムシングルスレッド生成手法を用いている。さらに SMP で問題になる共有メモリアクセスオーバーヘッドを軽減するため、複数タスク間での共有データの授受にキャッシュを最大限利用するデータローカライゼーション手法を併用することで、さらなる性能向上を図ることができる。ここでは、これらの技術を用いて、SMP サーバ IBM RS6000 SP 604e High Node、SMP ワークステーション SUN Ultra80 での粗粒度タスク並列処理を行った結果について述べる。

③ P2P の理念および実現技術：SIONet の全貌

筆者は、1998 年にブローカレス型探索モデル(ブローカレスモデル)を提案して以来、その実現技術として「意味情報ネットワーク (SIONet Semantic Information-Oriented Network)」をこれまで提案してきた。そして、1998 年末に SIONet プロトタイプ α 版、1999 年末に SIONet プロトタイプ β 版の試作を完了した。さらに、2000 年末に SIONet ver.1.0 の開発を完了した。

本稿では、ブローカレス型探索モデルを紹介することにより、「P2P の本質」について論ずる。さらに、ブローカレス型探索モデル (P2P モデル) の実現技術である SIONet について解説する。

(3) 応用システム&応用分野

① SC2001 に見る Grid の最新動向

Grid とは、「高速ネットワークで接続された高性能計算機、大規模データベース、特殊な装置、人的資源などの様々な資源を柔軟に、容易に、安全に、統合的に、そして効果的に利用するためのネットワーク利用技術」である。本稿では、2001 年 11 月に米国コロラド州デンバーで開催された高性能計算および高性能ネットワークに関する国際会

議である Supercomputing Conference(SC 2001)における講演、技術論文、企業展示および研究展示の内容をふまえ、Grid の現状および最新動向について報告する。

本報告においては、①Grid における低レベルなソフトウェアの基盤として事実上の標準になっている Globus Toolkit、②ユーザに対して簡便なインターフェイスを提供する Grid Portal システム、③高性能インターネット会議システムである Access Grid およびそれを利用して SC 2001 期間中に開催されたイベント SC Global、の3件に焦点をあてて Grid 技術および研究動向に関する報告を行う。今後各地で実際の Grid テストベッドの運営が進められると予想されるが、相互利用の可能性を高める意味でも Globus Toolkit がその基本ソフトウェアとして用いられ、ユーザに対してより上位なインターフェイスを提供する高レベルミドルウェアや Web インターフェイスを提供する Portal システムの研究開発が活発化すると予想される。また、Grid の本質である仮想的な組織 (Virtual Organization) の運営においては実際に顔をあわせてのミーティングが重要になると思われ、Access Grid のようなシステムは有用であり、今後 Grid の技術を取り込んでより高機能、高性能なシステムの開発が望まれる。

② 地球シミュレータ開発を終えて

平成9年度から開発を進めてきた地球シミュレータは、平成14年2月にピーク性能40テラフロップスの世界最高速を達成し完成した。そのハードウェアは、640台の計算ノードをフルクロスバススイッチで結合したものであり、大規模な並列計算機システムを利用するための特徴あるプログラミングインターフェイスを具備している。

本稿では、地球シミュレータのハードウェア及びソフトウェアの概要、並列プログラミングインターフェイス、及びいくつかのシミュレーション結果について述べる。

③ 高速ネットワーク環境下における高度医療アプリケーション

がん治療法の一つである粒子線治療は、ヘリウム、炭素、ネオンなどの重粒子線を患部に集中して照射し、周辺の正常細胞への影響を最小限に抑え、患者の早期社会復帰を可能とする非常に有効ながん治療方法である。この粒子線を用いたがん照射治療を普及させるためには、遠隔地の複数の医療機関から高速なネットワークを介して、重粒子線がん照射施設の計算サーバにより、照射施設のノウハウを利用して患者毎に最適な照射方法を得る治療計画を立案できることが望ましい。このような高速なネットワークの利用法はまだ実現例に乏しく、基本的な性質の解明も進んでいない。インターネットの普及が進み、ネットワークを利用する研究者にも利便性を提供しているが、一方ではネットワークの輻輳が発生して、研究環境が悪化している例がある。またネットワークに不正に進入する事例が多数発生しており、医療関係の情報のようにプライバシーを守るべき対象を安全に保護する技術が必要不可欠となっている。このような状況から、インターネットにおける信頼性・高速性・利便性・安全性に関する種々の問題点を解決するた

めに、これらについて極めて高度な要求を持つ遠隔地重粒子線がん照射影響シミュレータを業務として想定し、ギガビットレベルネットワークに向けた信頼性・高速性・利便性・安全性を確立することを目指して、高度医療ネットワークに関する研究が行われている。

1.2 人間主体の知的情報システム技術の研究開発動向

1.2.1 米国政府が支援する情報技術研究開発の動向

米国政府による情報技術研究開発は、ネットワーキングおよび情報技術研究開発計画として推進されている。この計画に含まれる7つの研究領域のうち、人間主体の知的情報システム技術にもっとも関連が深いのは、ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理（HCI&IM: Human-Computer Interaction and Information Management）領域である。

本項では、ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理領域について概観したあと、代表的な研究の例として、全米科学財団（NSF: National Science Foundation）による情報技術研究（ITR: Information Technology Research）計画、および電子図書館構想（DLI: Digital Library Initiative）を紹介する。

(1) ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理領域の概要

ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理領域では、ヒューマンコンピュータインターフェイス技術を発展させ、コンピュータや情報資源を管理し活用する能力を高めるための高度な技術の研究開発が行われる。研究の対象は幅広く、生体臨床医学、商業、危機管理、教育、法執行、図書館学、製造、国防、学術、気候分析など多くの分野で新たな情報技術の可能性を生み出している。

ネットワーキングおよび情報技術研究開発計画における研究機関および研究領域ごとの予算配分を表1.5に示す。ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理領域の研究開発予算は、省庁別では全米科学財団が37.5%ともっとも多く、それに国立衛生研究所の26.7%が続いている。この2つの機関によって、ヒューマンコンピュータインターフェイスおよび情報管理領域全体の予算の6割以上が占められる。

表 1.5 2002 年度の研究機関および研究領域ごとの予算要求額

研究機関	HEC I&A	HEC R&D	HCI &IM	LSN	SDP	HCSS	SEW	合計	総額比率	HCI &IM 内比率
NSF	249.7	65.1	104.8	98	39.7	46.1	39.1	642.5	32.6%	37.5%
DARPA	55.5	42.7	38.2	49.2	44.6	32.9		263.1	13.4%	13.7%
NIH	55.1	13.7	74.6	81.1	6	10.1	11.4	252	12.8%	26.7%
NASA	36.1	26	27.8	14.4	22.4	47.1	7	180.8	9.2%	9.94%
DOE/OS	98.3	31.5	16.4	25.9			4	176.1	8.9%	5.9%
NSA	33.6			1.9		46.6		82.1	4.2%	
NIST	3.5	6.2	3.2	2	7.5			22.4	1.1%	1.1%
NOAA	13.3	1.8	0.5	2.7	1.5			19.8	1.0%	0.2%
AHRQ	9.2	6.7						15.9		
ODUSD (S&T)		2	2	4.2	1	1		10.2	0.5%	0.7%
EPA	1.8	1.8							0.0%	
小計	513.3	216.4	279.7	287.3	115.7	192.8	61.5	1,666.7	84.6%	100%
DOE/ NNSA	133.8	37		35.5	41.1		56.5	303.9	15.4%	
合計	647.1	253.4	279.7	322.8	156.8	192.8	118	1,970.6	100.0%	100%
比率	32.8%	12.9%	14.2%	16.4%	8.0%	9.8%	6.0%	100.0%		

(単位: 百万ドル)

研究機関にまたがる研究は、全米科学財団が指揮をすることが多い。ほかの研究機関は、所属する省庁の使命に何らかのかたちに関連する研究を行う。例えば、国立衛生研究所では、過去あるいは現在、以下のような研究が行われている。

- ・ 医療手順をシミュレートするための仮想現実感技術
- ・ 生体臨床医学共同実験室
- ・ 統一医学用語システム
- ・ 生物医学データベース Medline Plus
- ・ Visible Human プロジェクト

(2) 情報技術研究計画

a) 概要

全米科学財団による情報技術研究計画は、1999 年 2 月の大統領情報技術諮問委員会 (PITAC: President's Information Technology Advisory Committee) の報告による勧告と、それを受けた 21 世紀情報技術 (IT²: Information Technology for the Twenty-first Century) 計画の直接の流れをくむものである。

1999 年の大統領情報技術諮問委員会の報告では、米国は情報技術研究において「投資が著しく不足している」と断言された。今日の情報経済の繁栄を導いたようなハイリスク

の長期研究投資を、収益が保証される前に民間企業が引き受けることはないであろうから、「長期のハイリスク研究」に対する新たな投資なくしては、情報技術における米国の優位性が脅かされるとの指摘である。それを受けて、政府は2000年に21世紀情報技術計画として、従来からの研究とは別枠で、基礎研究のために366百万ドルの研究開発投資を追加した。その目玉として開始されたものが、情報技術研究計画である。

全米科学財団の重点領域ごとの予算を表1.6に示す。現在も、情報技術研究計画はもっとも注力されている。

表 1.6 全米科学財団の重点領域別予算

2003年度重点領域	2002年度計画	2003年度要求	増加率
環境における生物複雑性	58.10	79.20	36.3%
情報技術研究	277.52	285.83	3.0%
ナノスケール科学技術	198.71	221.25	11.3%
21世紀の労働力のための学習	144.82	184.69	27.5%
数理科学	30.00	60.09	100.3%
社会・行動・経済学的科学	0.00	10.00	NA
合計	709.15	841.06	18.6%

(単位: 百万ドル)

情報技術研究計画は、ハイリスクの長期的基礎研究への助成を目的としており、ネットワークおよび情報技術研究開発計画のすべての研究領域を対象としている。主要な目標は、米国の情報技術知識ベースの拡充と、情報技術労働力の増強である。

初年度の2000年度には、情報技術の基礎研究と教育に焦点を置いて、2000年9月に210件の助成プロジェクトが発表された。2年目の2001年度には、それらに加えて、情報技術を科学および工学のチャレンジ全般に適用しようとする研究と教育に焦点をあて、309件の新規プロジェクトが採択された。

現在、公募と採択が進められている2002年度では、情報技術とほかの分野との間のインターフェイス領域の発展に着目し、学際的領域における研究と教育へ焦点が当てられている。

このように、情報技術研究計画では、情報技術を解明、拡張、探求するような、研究および教育における革新的なプロジェクトを支援する。

b) 2001年度の話題

2001年度の採択結果の発表は、2001年9月25日に行われた。2000件を超える提案の中から309件が採択されたものである。規模の内訳を表1.7に示す。

表 1.7 情報技術研究計画の 2001 年度採択プロジェクトの規模

プロジェクト規模	件数	総額	年額
大規模	8 件	5 百万ドル超～15 百万ドル以下	3 百万ドル未満
中規模	113 件	500 千ドル超～5 百万ドル以下	1 百万ドル未満
小規模	188 件	500 千ドル以下	-

NSF 長官の Rita Colwell は、大統領情報技術諮問委員会での採択結果の報告に際して語っている。「全米科学財団は、これらの大胆な情報技術研究計画の推進役であることを誇りに思う。長期のハイリスク研究を通して、我々は、全体として国民の利益になるような、広範な積極的結果を期待している。我々の目標は、科学者や技術者が最終的に産業に応用されるような種類の発見を助けるようなソフトウェアと情報技術サービスの開発を支援することである」

c) 2001 年度の重点領域

2001 年度の重点領域として、以下の 5 つが挙げられている。

- ① システムの設計と実装（ヒューマンコンピュータインターフェイスを含む）
- ② 情報技術と相互に影響し合う人々および社会集団（経済的および労働人口的効果を含む）
- ③ 情報管理（コンテンツ/データの分析と情報処理学を含む）
- ④ 科学および工学アプリケーション（シミュレーションおよび先端的計算を含む）
- ⑤ スケーラブル情報基盤（セキュリティ、テザーフリーコンピューティング、遠隔没入型仮想現実を含む）

d) プロジェクト事例

全米科学財団は、2001 年度の採択プロジェクトの発表にあたり、以下のような事例を紹介している。

- ① カリフォルニア大学バークレー校は、エネルギー、災害対応、および教育などに関連した複雑な問題を解決することを目的に、「社会的規模」の情報システムを開発する。
- ② カンザス大学は、海面が過去 100 年間にわたって上昇している原因の究明を目的に、極地にレーダーセンサを設置して、アイスシート（氷の薄板）、大洋、および大気間の相互作用に関するリアルタイムデータの収集と解析を行う。
- ③ カーネギーメロン大学、ライス大学、およびオールドドミニオン大学のコンピュータ科学などの研究者は、航空力学、エネルギー、環境、地球物理学、医学、およびそのほかの応用に関連した物理プロセスからのデータを継続的に分析することを目的に、オンラインシミュレーションのためのソフトウェアを開発する。
- ④ Survivors of the Shoah Visual History Foundation は、ホロコースト（ナチスの

ユダヤ人大虐殺)の生存者と目撃者の116,000時間を超えるインタビューをデジタル化して保存している非営利組織である。このマルチメディアコンテンツの目録を作るための音声認識ソフトウェアの開発が、情報技術研究計画の助成によって行われる。複数の言語を対象とする点が、特に大きな研究課題である。言語にまたがる検索の機能を新たに開発することで、「データに関するデータ」であるメタデータの記述力が高くなる。

- ⑤ ニューヨークのクラークソン大学は、個体物理学の研究に先端的な情報技術を適用する。そのなかには、原子レベルの加工技術によってシリコンチップを代替する超高速量子コンピュータを開発するために、若手科学者を教育することも含まれる。
- ⑥ オレゴン州立大学は、海洋と大気に関する大量のデータを処理するための研究を行う。6つの大学、1つの国立研究所、および民間企業からコンピュータ科学者、海洋学者、および土木技術者が集まり、天気予報、海洋現象の予報、地下水流の推定、および地球物理学を支援するために、部品として規格化されたソフトウェアを開発する。
- ⑦ ブラウン大学とノースカロライナ大学チャペルヒル校では、外科医を訓練するための「テレイメーション (遠隔没入)」技術が開発される。実物大の3次元グラフィックスで高忠実度に手術を再現し、訓練生が学習のために作業を中断したり、前に戻って作業を反復したりすることを可能にする。3次元グラフィックスによる手術の再現の様子を図1.3に示す。

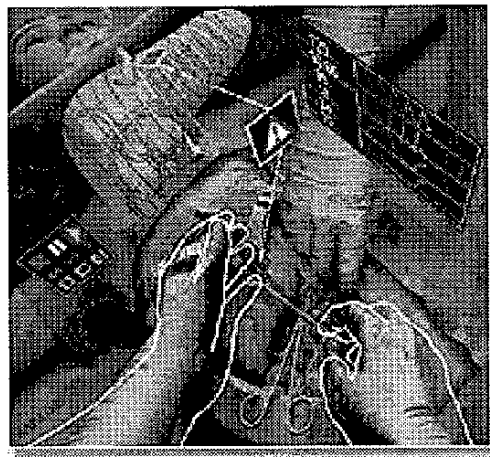
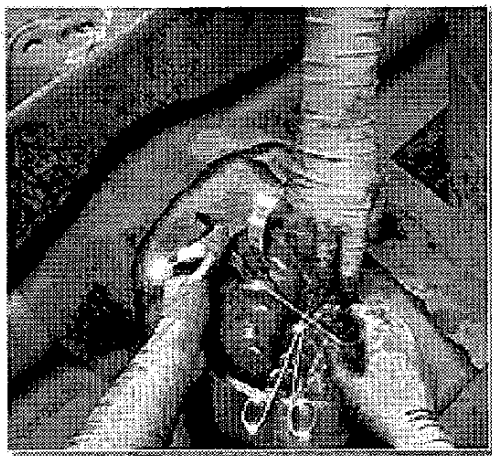


図1.3 3次元グラフィックスによる手術の再現

e) 電子図書館関連プロジェクト

情報技術研究計画で、電子図書館関連のプロジェクトが採択されるようになった。プロジェクト概要を見ると、従来の電子図書館構想フェーズ2(1988年~2003年)で扱われていた領域に該当しており、その完了時期が近づいたのに伴い、今後は情報技術研

究計画で扱う方針となったものと思われる。電子図書館構想フェーズ2のプロジェクトの新規募集は、2001年度には行われていない。

(3) 2002年度のプロジェクト

情報技術研究の2002年度プロジェクトは、現在、公募・審査中であり、今回も9月に採択プロジェクトが発表される予定である。今回の重点領域は、学際領域、すなわち、いわゆる複数分野の融合領域である。募集は以下の3つの領域について行われ、これらの複数にまたがるものも推奨されている。

- ・ソフトウェアとハードウェアのシステム
- ・個人の能力の拡大と社会の変革
- ・情報技術による科学の最前線の開拓

① ソフトウェアとハードウェアのシステム

この領域の提案は、研究および教育のための新しい複合システムを創出するものでなければならない。例えば、以下の課題がある。

- ・ハードウェアとソフトウェアのバランス。計算と通信のバランス
- ・超大規模なシステムまでの拡張性（コンポーネント数、地理的分散、参加人数、装置数など）
- ・巨大システムの信頼性、パフォーマンス予測
- ・建物、設備、場所への組み込み装置とそれらの通信。人やグループのあいだでの各種の共有
- ・物理的なシステムのなかでの情報技術を使った実験

これらの課題を解決する方法には、グリッドコンピューティング、仮想現実感/テレプレゼンス、ハイブリッドおよび組み込みシステム、ハイパーパフォーマンスネットワーキングとミドルウェアアプリケーションなどが含まれる。

② 個人の能力の拡大と社会の変革

この領域では、より多くの人により多くの仕事に情報技術を利用するための方法を研究する。さまざまな活動、職業、および社会において、人間が能力を発揮し、経験を蓄積するために、新しい方法で情報技術を効果的に使って、肉体的、精神的、および感覚的な能力を向上させる。例えば、次のような研究が該当する。

- ・ 人間の能力を拡大する新しい物理デバイスやシステム技術
- ・ 社会的な用途での情報の利用。電子図書館や多言語システムなども含む
- ・ 教育、学習、共同作業、および教育環境創出を支援する技術
- ・ ビジネス、遠隔通勤、モバイル環境や分散環境での作業、組織の生産性、電子商取引や電子マーケットの新技术などにおける変化
- ・ 市民参加、政府施設の職員と対話する機会の増大
- ・ 倫理、価値、プライバシーを配慮した情報設計。知的財産の保護と侵害
- ・ 情報技術の設計を社会的、経済的効果に結びつける理論と手法
- ・ 情報技術によって引き起こされる科学、工学、人文科学での変化

③ 情報技術による科学の最前線の開拓

この領域では、情報技術と科学・工学の接点における研究教育活動を支援する。プロジェクトは理論でも実験に基づくものでもよく、以下のことが推奨される。

- ・ 新しい機能を持った新しい装置を創作する
- ・ 新しい科学・技術の概念を探求するためにコンピュータを使う
- ・ コンピューティングの新しいパラダイムを開発する（例：量子コンピューティング）

プロジェクトの例には、以下のものがある。

- ・ 大規模な予測モデル。さまざまな規模の現象の分析、モデル化、最適化
- ・ 複雑系システムの計算手法。人間対話の確率モデル。幾何学的新アルゴリズム
- ・ 大規模で不均質なデータ集合からの知識の発見、可視化、解釈
- ・ 多重情報源のデータの統合。革新的なデータベースの構造化と情報検索の新しい手法
- ・ 高信頼ソフトウェアとシステムのためのツール
- ・ 科学・工学におけるインターネットの革新的な利用

例えば、以下のような科学・工学的な課題が該当する。

- ・ 生物システム情報学。生物学を対象とするデータマイニング
- ・ 地球規模での広範な現象の予測。複数の観測点から収集される異種の環境データのモデルへの統合
- ・ 宇宙物理、数理物理学と生物科学、環境科学との融合、量子情報科学、ナノスケール科学、新しい計算手法、例えば、大量データの収集と分散型分析のためのコンピューショナルデータグリッド
- ・ 次世代情報技術製造技術を加速するハイエンドコンピューティングツール。シミュレ

ーション。微細構造に基づく材料設計。分散型仮想製造、サプライチェーン、配送システムの計画と制御

- ・ 情報技術と心理学、言語科学が連携した言語情報技術

(4) 電子図書館構想

この世は今や、まさに情報社会、インターネット社会となりつつある。インターネット上を行き交い、あるいはインターネット上に蓄えられるデジタル化された電子情報は、多様化をきわめるとともに、ますますその重要性が増大しつつある。電子図書館の研究は、従来の図書館の枠を超えて、インターネット上のデジタル情報資源の利用と管理の全般にわたる基盤技術として、きわめて重要である。

1994年にスタートした電子図書館構想は、だれでもがアクセス可能な人類の知識の電子貯蔵庫という夢を実現する上で、直面せざるを得ない概念、構造、および計算機能に対する課題に取り組んできた。当初の電子図書館構想フェーズ 1 (1994 年～1998 年) は、6つの大学による6つのプロジェクトという、計算機科学指向のこじんまりとしたものであったにもかかわらず、参加した研究者たちの共同研究の成果は、Lycos および Google の検索エンジンや Go2Net のような商用の副産物を生み出し、多くの研究者の注目を浴び、デジタル情報資源の大いなる可能性を際立たせた。

1999年度に開始されたフェーズ 2 (1998 年～2003 年) では、フェーズ 1 の成功を受け、プロジェクト数が大幅に増大するとともに、より広範な研究活動へと広がりを見せている。これらの研究では、今日のますます増大する計算能力と通信容量を使って、大規模な分散型の電子情報を広域的な知識ネットワークを通して参照、相互運用することを可能にし、かつ役立つものにするという目標の実現をはかっている。

フェーズ 2 も最終段階となり、この1年間、新規のプロジェクトはまったく追加されていない。その代わりに、2001年度には情報技術研究計画の方で、電子図書館関連のプロジェクトが採択されている。現在公募、選考作業中の2002年度のプロジェクトにおいても、重点領域の項目の中で「電子図書館」が言及されており、今後、電子図書館関連の研究は情報技術研究計画の中で行われていくものと思われる。

(5) おわりに

本項では、情報技術に関連する米国政府支援の研究開発動向の概要を簡単に説明した。

ブッシュ大統領の2003年度予算では、防衛および健康に関する研究開発の予算が増加して連邦政府研究予算の4分の3以上を占め、それ以外の国家的使命のほとんどに対する予算が減少している。そのような中でも、情報技術の研究開発は、重点分野の1つとしてなんとか着実に伸びていると言える。重点分野である省庁間連携イニシアチブを見ても、ネットワークングおよび情報技術研究開発は、比較的新しい国家ナノテクノロジーイニシアチブなどに比べるとかなり伸び率が小さいが、投入規模では最大を保っている。

ブッシュ政権の政策方針として、「減税」、「小さな政府」ということもあり、情報技術の研究開発においても、産業界でできることは産業界にまかせ、政府は産業界では困難な基礎研究を支援するという方向がさらに進むものと思われる。産業、科学技術はもちろん、あらゆる面でリーダーであり続けたい米国にとって、他国より一歩先んじる基礎研究および優れた技術者の育成は、きわめて重要である。そのことは、全米科学財団の2003年度計画に向けての方針説明によく説明されているので、以下に引用する。

1990年代における生産性の成長は、包括的な基礎研究と教育の活動の経済的恩恵を十分に明らかにした。この成長は、新しい知識によって力を与えられ、技術革新によって後押しされたものである。新製品、新プロセス、および新産業などすべてが、研究の急速な進歩に依存している。高度に競争的な世界経済の中では、科学技術の継続的進歩は、米国の継続的なリーダーシップに通じるもっとも大切な道である。

9月11日の事件（同時多発テロ）とそれに続く炭疽菌攻撃は、科学技術に強い国家であれば、危機や国家を取り巻く環境変化に対して、迅速かつ効率的に対応することができることを証明した。

科学技術分野の全範囲にわたる基盤的研究は、研究と革新を可能とする高度に技術を身につけた労働力と相まって、例外的ニーズが生じたときに、国家が引き出すことのできる知識資本を提供するものである。研究の最前線に重点を置いた知識の蓄積の成長は、そのような対応の可能な選択肢を増大させる。才能のある高度の技術を身につけた科学技術労働力は、不測のニーズを満足させるための新たな技術開発を加速する。

1.2.2 人間主体の知的情報技術の調査と検討

当研究所では、人間主体の知的情報技術調査ワーキンググループを設置し、「知的ユーザインターフェイス」と「広義のインターネットコンテンツ」に特に重点を置いた「人間主体の知的情報技術」の調査、検討を行った。各分野の専門家からなる委員や講師の最新知識を集積して、研究開発のリーディングエッジを探り、これを元に今後注力すべき技術分野の検討や、世界におけるわが国の技術ポテンシャルの水準を評価するための元データを得ることを目指した。以下に、その概要を示す。

(1) ロボットの耳は2つで十分か

ロボットが人間社会の中に入り込み、共生していくためには、混合音が扱えること、アクティブオーディション、動きながら聞く機構、未知環境での音の知覚、画像処理などのほかの処理との統合、実時間処理が大きな課題である。混合音の処理では、音源定位が重要であり、頭部伝達関数（HRTF）が使用されることが多い。しかし、HRTFは環境での音響的な伝達特性と組み合わせて使用しなければならないので、音響的な特性が動的に変化する実環境では使いにくく、HRTFを使わない手法が必要となる。そこで、これらの課題に対して、マイクロフォン2本で十分かについて考察を行い、2本のマイクロフォンで

実現可能な機能について報告する。体を動かして聞くというアクティブオーディション、あるいは、画像処理とモータ処理を統合して、体全体で聞くという情報統合が重要である。そのために、方向通過型フィルタや聴覚エピソード幾何学、実時間処理方法を開発し、複数の実験で有効性を確認した。

(2) エージェントの研究動向

最近「エージェント」という言葉はさまざまな定義で用いられている。この報告では、プログラミング言語としてのエージェントをオブジェクト指向言語の次の技術という位置づけでとらえる。プログラミングパラダイムの変遷は、計算の世界と現実の世界を近づけるための抽象化の歴史とみることができ、オブジェクトの次に位置づけられるエージェントもこの延長上にあると考えられる。オブジェクト指向にどのような特性が加えられ、それによって何が抽象化されたかという観点でエージェントを分類し、分類ごとの研究動向や事例を紹介する。

(3) 人間中心の情報環境 —感性的相互作用の視点から—

この報告では、「人間の感性」という切り口から、「人間中心」の「人にやさしい」情報システムの実現に重要な役割を果たす、人間と情報機器・情報システムとのインタラクションに焦点を絞って、技術課題の分析と最近の研究開発の話題を紹介する。

特に、情報提供サービスにおける利用者とデータベースとのインタラクションを、インタラクションの形態と、インタラクションを構成する要素、システムが提供すべき機能について、4つの面（感性、コンテンツ、状況、タスク）からインタラクションの特徴をモデル化する枠組みを提案する。

感性モデルは、インタラクションの過程で、だれが、あるいは、だれのために、どのような判断基準で情報の取捨選択を行うかを定めるとともに、その人の感性的な状態（内部状態）を記述するために必要となるモデルである。

コンテンツモデルは、インタラクションの過程で、何を情報処理や検索の対象にしているのかを記述するために必要となるモデルである。利用者の感性の違いに関係なく、コンテンツ自身の性質から情報処理の仕方や取捨選択の基準が定まる場合もある。

状況モデルは、ある空間的な状況、時間的な状況で、情報処理の対象や、利用者とシステムとのインタラクションがどのような状況で進行しているかを記述する。同じ利用者によっても、利用者の置かれた状況が違えば、同一の操作などに対して異なったインタラクションの形態を提供する必要がある。物理的空間・情報的空間・ユビキタス的空間における状況を考えることができる。

タスクモデルは、利用者と情報機器あるいはインターネット上で運用される情報提供サービスとが、どのような文脈で、どのようなサービスを提供するかを定義するモデルである。

(4) 新世代グループウェアのためのアウェアネス研究の最新動向

グループウェア研究が一段落した 1990 年代になって、同期・対面環境ではあたりまえの存在感、実在感や臨場感が双方向通信（分散）環境では欠落していることに気づき、存在感、実在感や臨場感などのアウェアネスを補完する研究が勃興してきた。そこで報告者らは存在感、実在感、あるいは臨場感のアウェアネスを伝達する新世代グループウェア環境の研究開発を行った。この報告では、まず、同期・対面環境で自明の存在感、実在感、臨場感を、双方向通信（分散）環境でも伝達できる遠隔アウェアネス通信の研究の体系的サーベイを行う。次に、浅い感性を伝達する個別アウェアネス研究と浅い感性を統合するアウェアネス研究を紹介する。また、深い感性を伝達するアウェアネス研究について報告する。その結果、適切な「高品位」A・V 環境を構築し、「高品位」なテキスト、手書き文字、静止画像や動画像を提供できれば、対面環境と同等あるいはそれ以上の存在感、実在感、および臨場感を伝達できる A・V 環境を構築できることを実証する。

(5) 音声情報処理の本格的アプリケーション構築に向けての展望と課題 —VoiceXML を中心として—

音声情報処理の技術に関しては、この数年間画期的な革新はなく、現在確立されている技術を用いて適応範囲を拡大していくフェーズであった。そのフェーズが終盤にさしかかった今、これまでの試みを集約した大規模で実用的なアプリケーションを構築することが、当面の目標となってきている。そのようなアプリケーションを構築するための共通の基盤として注目されているのが VoiceXML である。この報告では、VoiceXML を中心として、音声対話を利用した大規模アプリケーションの可能性に関する展望と課題について述べる。

(6) Digital Libraries, Metadata, Interoperability

1990 年代のインターネット、WWW の発展は情報の発信と流通に大きな変化をもたらした。Digital Library（電子図書館、デジタル図書館）はこうした背景の下に注目され、研究開発が盛んに進められたトピックの 1 つである。Digital Library のための新しい技術に関する研究開発は、アメリカでの Digital Library Initiative をはじめとして、計算機科学、情報学分野を中心とする学際研究として進められてきた。一方、その間、図書館を中心とする現場においても、資料の電子化、サブジェクトゲートウェイ、増大する電子出版物への対応などさまざまな取り組みが進められてきている。また、ネットワーク上での情報発信と蓄積、流通を支えるには、流通する情報に関する情報をいろいろな視点から記述することが必要である。そのため、情報に関する情報、あるいは情報を表現した実体（情報資源）に関する記述であるメタデータが注目され、さまざまな分野でメタデータの開発が進められてきた。

この報告では、はじめに、Digital Library に関する 1990 年代から進められたいろいろな研究開発活動を振り返って概観を述べる。ここでは計算機科学や情報学を中心とする研

究開発指向の活動と、図書館を中心とする実際の Digital Library 開発、それら以外のネットワーク上での情報資源の提供と共有の取り組みについて述べる。次に、メタデータに関する概要とネットワーク上での情報資源のためのメタデータとして広く認知されている Dublin Core Metadata Element Set に関して解説したあと、Digital Library における Interoperability について、メタデータの視点を中心として述べる。

(7) デジタルコンテンツのトランスコーディングとインターフェイスロボット

Web ページや MPEG ビデオなどのデジタルコンテンツをより高度に活用するための技術として、トランスコーディングがある。今後は、コンテンツを作成する技術と、それを多目的に再利用するためにコンテンツにメタ情報を付加する技術、そして、トランスコーディングのようなコンテンツ加工・変換技術に分かれて研究・開発が進むと考えられる。もちろん、それら技術の間の相互作用も考慮するべきであるが。また、ユーザの使用するクライアントデバイスもさまざまなものが開発されていくだろう。最も一般的なものは現在の携帯電話の延長にあるモバイルデバイスであると考えられるが、それ以外にも、カーナビやテレビ、PC、PDA の発展型も依然として存在し続けられると思われる。それら、さまざまなクライアントデバイスに加えて、この報告では、インターフェイスロボットを紹介する。このロボットは、主に、オンライン情報をユーザに会話的に提供する。本来、書き言葉で表現された文書コンテンツを話し言葉的に変換し、さらに、ユーザの反応に応じて、さらなる情報を追加・変換していく作業もトランスコーディングの一種と言える。

この報告では、報告者のグループで研究・開発を行っている、トランスコーディング技術およびインターフェイスロボット技術について紹介する。

(8) 法的推論システムの研究動向と新しい展開

この報告では、まず、法的推論の研究に関する基礎知識を簡単に説明する。次に、法的推論を実現するための主な技術課題として、法的知識の記述方法や、法的議論のモデルや、法的推論システムの構築方法論についてその研究動向を含めて解説する。さらに、今後、法的推論技術の有望な応用分野として、調停・仲裁、紛争予防、法学教育が有望であることを述べ、それらの分野で実システムを開発するには、法律の知識だけでなく、マルチモーダルインターフェイス技術や、交渉技術や、教育戦略についての技術開発が必要であることを述べる。

(9) 音楽情報処理研究の新しい潮流

この報告では、近年の音楽情報処理に関する新しい研究テーマを概観する。その特徴は、3 点にまとめられる。それらは、音楽理論を援用し音楽の意味を考慮した処理を実現すること、応用システムをインターネット/Web 上に展開すること、実現対象とするタスクが、作曲、編曲、演奏という大粒度のものから検索、模倣という中粒度のものに変化したこと

である。まず音楽を対象とする形式的な処理を計算機上で実現するのに有望な音楽理論を紹介し、次に、新しい研究テーマを標榜する研究事例や、関連する国際会議を幾つか取り上げる。

(10) インタラクティブグラフィックスの動向

CG技術は、映画での特撮やアニメーション制作などでの利用以外に、Webブラウザ上でのコンテンツ再生、PCや家庭用ゲームでのインタラクティブなCG映像の生成などにも応用されている。この報告では、インターネット上でのグラフィックス技術、リアルタイムCGを支えるハードウェア技術とその具体的な展開例である家庭用ビデオゲーム機の現状、さらに、インタラクティブグラフィックスの応用としてVRやAR、インスタレーションアートなどの事例を紹介し、インタラクティブグラフィックスの将来像を考察する。

(11) 検索履歴を用いた情報検索サポート

Googleなどの既存の情報検索システムでは、膨大なWebページからあらかじめ生成しておいたインデックスに基づいて検索を行う。このため、異なるユーザが異なる意図を持って検索を行ったとしても、同一の検索語で検索した場合、必ず同一の検索結果が返される。しかし、ユーザが何を意図して検索を行ったかがわかれば、ユーザごとに異なる検索結果を返すことが可能となる。この報告では、このようなユーザごとに特化した情報検索をサポートする仕組みとして、従来提案されている手法を紹介するとともに、新しい手法として、同一ユーザが検索を行う際の連続する検索語の出現パターンから、ユーザの検索意図を発見する手法を紹介する。

(12) Webマイニングとその将来像

Webの拡大傾向は衰えず現在20億とも40億ともページがあると言われる。そうした膨大なWebにおけるさまざまな情報から、目的に応じた知識やその素を取り出すプロセスがWebマイニングであり、現在、大学および企業から多方面のアプローチがある。

Webマイニングでは、Web文書のテキスト群だけでなく、ハイパーリンク関係、アクセスログ、サービスログなどWebに関するあらゆるデータが対象となる。それに応じて、統計処理、自然言語処理、リンク解析といった多彩な技術がWeb向けに拡張されてきている。

この報告では、こうしたWebマイニング技術について、技術の概要と、実践事例としてWebの自動構造化の試み、さらに、今後の展開として次世代Web（SemanticWeb、Webサービス）とのかかわりについて述べる。

(13) 3次元視覚システムの技術動向と展望

コンピュータに人間の眼と同じような視覚機能を持たせようとするコンピュータビジョンの研究は、1960年代の人工知能の研究とともに始まった。そして、研究の初期に開発

された 2 次元の図形を認識する 2 次元視覚技術は、大量生産型の工程の自動化を典型例として多くの実績を挙げてきた。しかし、現在、製品ニーズの多様化に対応する多品種少量型の生産には対応できなくなっている。この問題を解決できるキーテクノロジーとして、立体を立体的に認識する 3 次元視覚技術があり、製造業だけでなく、多くの分野でその早期実用化が求められている。この報告では、コンピュータビジョンの歴史から最近の技術動向と課題を述べ、産業技術総合研究所で体系的に開発している高機能 3 次元視覚システム VVV を紹介する。最後に、視覚、人工知能、ロボットなどを統合する新世代情報処理システムへの展望を述べる。

第2章 諸外国の情報技術開発、および情報化政策動向

2.1 米国における情報関連分野の重点的研究開発計画調査

1990年代は、21世紀の情報化社会に向けた歩みの始まりとも言える10年であった。1980年代後半に至るまでは、数十年の歳月をかけて多様な種類のコンピュータが我々の生活を変えてきたが、今日、インターネットのユビキタスな利用が広がるに伴い、これまでに例を見ない劇的な変化が訪れるようになっている。今まさに、日常生活のあらゆる局面で一大変化の時期を迎えつつある。インターネットがもたらした最も重要な変革は、多分、新しいテクノロジーを育成・開発して行くやり方であろう。こうした変化の最先端には、生物学をはじめ、医学、材料科学、工学デザイン、コンピュータ科学に至るまで、多岐にわたる分野で蓄積してきた知識や経験をいかに産業部門で応用していくかという課題が存在する。さらに、インターネットは、特に新技術の生成を促進する場であるさまざまな分野の接点部分において、技術革新へと至る道筋に多大な変化をもたらした。本報告書では、以上の前提を背景として実施した調査に基づいて、明らかになった結果の検証と分析を行う。

調査の実施にあたって、まず米国内のIT関連分野で、最近実施されている研究開発イニシアチブの内部的仕組みを調べることにした。具体的には、次の3つのテーマを中心に調査する。

- (1) 電子図書館(DL)および電子政府(Digital Government)
- (2) バイオテクノロジー
- (3) インフラストラクチャとツール

この調査に際し、基本的な目標と目的をいくつか定めた中で、特に重要なポイントは、具体的なイニシアチブを着想するに至った戦略的な意図とその運用方法を探る点にある。さらに3つのイニシアチブと、これ以外のイニシアチブとの関係という観点から、個々のイニシアチブがどのような方法でどの程度相互作用し合うのか、また各プログラムの成果にどのような影響を与えるのかについても検証する。これらのイニシアチブはいずれも、既存分野と新興分野にまたがる多様なテクノロジーにかかわるため、今回の調査方針として、次の質問に対する答えをガイドラインに定めることにした。

1. どのような融合が起こったか、また起こっているか。
2. どのような新しいコンセプト、メカニズム、または構造が作り出されたか。
3. 融合を引き起こしたキーとなる技術は何か。

4. IT 自体にどのような変化や進化が起こったか。
5. 当該分野や関連産業にどのような影響を及ぼしたか。
6. 当該技術を利用する人々や社会にどのような影響があったか。
7. 日本のリーダーへの助言として、イニシアチブから何が学べるか。

以上の質問に対する答えを探る過程で、データの収集、プログラムの基礎となった資料の調査、Web サイトによる進捗状況のチェックといった作業を行った。さらに、各プログラムの策定と運用に関与した担当者（過去、現在を含めた関係者）を対象に個人的なインタビューも実施した。本報告書では基本的に、この調査結果と分析について考察する。具体的な分析に入る前に、まず調査の結果、明らかになった点について考察しておく。

技術革新に向けたネットワーク・パス

研究開発の世界では常に、技術革新が最優先の課題とされ、これが米国の投資政策を決定する上でも重要な役割を果たしてきた。産官の隔てなく、技術革新は現代社会の経済発展を支える基盤として捉えられている。これまで、政府支援型の研究プログラム、特に大規模なインフラストラクチャや設備を伴うプログラムは、米国の技術革新プロセスの面で重要な役割を果たしてきた。例えば、物理学や生物学に向けた大規模な実験設備を建設するには、多額の予算が必要とされる。さらに、期待される業績を上げるには、世界中から優れた研究者を集めなければならない。しかし、今、インターネットの普及によって、事実上あらゆる科学分野で研究のあり方が根本から変化しようとしている。大学、産業界、政府機関、そして一般国民の間を結び付ける情報網であるインターネットが、技術革新プロセスの実現に向けた新たな道筋を付けようとしている。

こうした新たな道を切り開き、幅広い普及を促したのは、インターネットに含まれる重要な要素によるものである。まず第一に、従来まではほとんど不可能とされていた次元で、時間と距離を越えた共同開発や協調作業が可能になった点である。この結果、個人や個別のチームのみでは成し得ないような作業に向けて、人材や物理的な資源を結合したグローバルなネットワークが形成される。第二に、インターネットに関連するテクノロジーによって、統合、相互運用、双方向性などに対応したツールの開発や利用が可能になった点である。ここでは、データ・フォーマット、通信モード、ヒューマン・インターフェイス、アクセス・プラットフォーム、プログラミング、ソフトウェア・システムなど、さまざまなテクノロジーの組み合わせが例として挙げられる。こうした各種ツールは、バイオテクノロジーやコンピューティング・テクノロジーなど、異なる技術の交わる共通部分を中心に扱った学際的な研究を支える強力な原動力となる。第三に、ネットワーク環境が、コンピューティングをはじめ、通信、コンテンツ（メディア）といった各業界の収斂を促進した点である。この後詳しく検証するとおり、本報告書で調査の対象となった研究開発プログラムの原動力となり、方向性を決めているものが、この業界の収斂の加速化である。

評価基準

全体を通じて、米国の3つの主要なイニシアチブを調べるにあたり、冒頭に挙げた前提条件は、調査結果を分析する上で大いに役立った。この調査では、5つの基準に従って、個々のイニシアチブに含まれる重要な要素と貢献度を検証すると同時に、イニシアチブ間の相互関係の分析を行った。

加速化するテクノロジーの収斂と創造

取り上げた3つのテーマのいずれにおいても、古い技術、新しい技術、生まれつつある技術など、様々な技術が役割を果たしている。真っ先にあげられるのが、しばらく前から起きているコンピューティングと通信テクノロジーの収斂という傾向である。この動きは、時間と距離を越えたデジタル・コンテンツの遍在的な利用をサポートするインターネットの普及によって、一段と加速している。次に、バイオテクノロジーの適用範囲を根本的に塗り替えるきっかけとなったコンピューティングと生物学の間で拡大する劇的な相互作用という点が挙げられる。それは、今やコンピューティングの将来に対して挑戦状を突き付けようとしている。

「社会資本」の形成と利用

研究者の個人的な生産性向上を図るためのツールや資源など、物理的な資本と同様に、「社会資本」も技術革新の実現を支える上で重要な要素となる。社会資本とは、社会の組織間に形成される特性、例えば相互の利益のために調整や連携といった作業を通じて形成するネットワーク、規範、信頼関係などのことを指す。例としては、インターネットの多様性から生まれた要素同士のパートナーシップや共有可能な資源（データ、特殊装置、大規模なインフラストラクチャ、人材などを含む）などである。

新たな「規模と範囲の経済」の実現

インターネット環境は、研究や技術開発のさまざまな局面で、規模の経済のあり方に根本的な変革をもたらすものである。コンピュータの処理速度やネットワークの帯域幅といったパラメータを通じて、システム・パフォーマンスの改善（すなわちハードウェア・コンポーネントの追加などによる）を追求する従来の考え方に対し、ネットワークで結合された環境では、不特定多数のユーザーへの対応や各種フォームのデータによるやり取りといった側面に関連する、まったく別のパラメータという観点から考えなければならない。まさに新しいタイプの「規模の経済」である。同様に、様々な科学領域間（生物学から材料科学）や表面的には異種の産業分野間（生物学からナノテクノロジー）に跨って、同じコンピュータ資源の下でより大きな経済的効果を実現する場合においても、この変化が当てはまる。

国内外/地域の資源の有効利用

民族国家の優位性は、今後もしばらくの間、続くものと思われる。国家の研究開発プログラムは、国益を中心に打ち立てるのが基本である。とは言え、規模の大きいプロジェクトや最先端の研究開発でコスト効果を追求するには、グローバルな規模のコラボレーション（協調作業）が不可欠になる。一方、文化や歴史に固有の地域的/局所的な投資（例えばデジタル・コンテンツあるいは言語インターフェイス）を行うことが、成功への最善の道になることもある。これらの資源を有効利用しながら、一定のレベルにバランスを保持することが、国家プログラムを管理する上で重要な要素となる。

産業界や社会とのつながり

この点は、多額の公的資金で支援されたプロジェクトでは常に重要視される基準となる。特に、経済的な影響という面では、奇跡と痛みの両方を併せ持つ IT 関連のプログラムの場合、その効果については慎重に評価する必要がある。すなわち知識の進歩がもたらす利点が、産業界や一般市民の領域にいかに関速に生かされるかという観点から判断するということである。

調査結果

本報告書は、「電子図書館研究イニシアチブ」、「バイオテクノロジー・イニシアチブ」および「インフラストラクチャとツールのイニシアチブ」の3項で構成される。それぞれのイニシアチブを支える重要な要素、すなわち主な研究開発の活動、主な成果、技術と社会に対する影響、および将来の展望の観点から概説する。

2.1.1 電子図書館研究イニシアチブ

このイニシアチブは、デジタルの世界における「図書館」の将来について 1990 年代の初めに米国政府が予測した展望を反映したものである。興味深いことに、ほぼ 10 年の歳月を経た今でもこの展望は妥当性を持っている。

デジタルの世界における「図書館」は：

- 情報と人々を結ぶ分散型の知識ネットワークである。
- 書籍、音楽、ビデオ、博物館の展示品といった素材を電子データに変換して、容易なアクセスをサポートするための一連のマルチメディア・テクノロジーである。
- 教育、保健医療、輸送、および行政事務の改善を通じて、豊かな社会を作るための一連の新しい情報サービスである。
- ネットワークが存在する場所であれば、24 時間いつでも利用できる。個人用としても、公用としても利用できる壁のない遍在的な図書館である。

イニシアチブの重要なポイント

電子図書館研究イニシアチブ (DLI) は、NSF (National Science Foundation : 全米科学財団) が主導する複数機関 (マルチエージェンシー) プログラムで、NASA や DARPA (米国国防総省高等研究計画局) といった機関が参加している。プログラムは、次の2つのフェーズで実施された。

フェーズ 1 (1994 年～1998 年) は、電子図書館のビジョンを実現する上で必要なコア・テクノロジーへの対応に重点を置いていた。このフェーズでは、6 つの産学共同コンソーシアムが政府機関からの助成金を得て、次世代の知識ネットワークに向けて、コンピューティング、通信、コンテンツ管理の各領域の共通部分に関するさまざまな技術上の問題点を調査した。調査の対象となったテクノロジーは次のとおりである。

音声/テキスト/画像処理技術を統合して、コンテンツによってビデオ資料を検索する技術；
多様な情報構造とユーザー・インターフェイスを管理する技術；
新しいソフトウェア・エージェントによって、遠隔地間での共同作業を可能・容易化する技術；
ユーザー中心の、スケーラブルな空間的広がりを持ったシステムを実現する技術；
分散した知識ネットワークに見られる異機種の問題と相互運用性に対応する技術；
複数の知識ドメインの規模に応じたデジタル貯蔵庫 (リポジトリ) を構築する技術

フェーズ 2 (1998 年～2003 年) では、新たに米国立医学図書館 (National Library of Medicine)、議会図書館 (Library of Congress)、および米国人文学基金 (National Endowment for Humanities) の政府機関が後援組織として加わったことにより、研究の目標と範囲が大幅に拡大した。この結果、プログラムの研究資源と活動範囲が拡大されることになった。プログラムの特性という意味では、純粋なテクノロジー主体のフェーズ 1 から、人間主体のシステムへと観点がシフトしたということである。フェーズ 2 の目標は、電子図書館のライフサイクル全体に関わる、以下のようなテーマを扱う研究プロジェクトを実施することにある。

- 新しい情報のオブジェクトや集合体の形式による情報や知識の構築
- アクセス、検出、サーチ、検索といった操作に利用できる新しい技術
- 長期的な使用や継続的な機能強化にも耐え得る資源
- アーカイブと保存の戦略およびツール

フェーズ 2 のプログラムでは、国際コミュニティとの共同研究プロジェクトに着手するという側面が新たに加わった。結果として、ヨーロッパおよびアジアを合わせて、十数件のプロジェクトが、このイニシアチブに参加している。フェーズ 2 は、研究者や研究機関

が集まる大規模なコミュニティの場を提供しつつ、現在も継続中である。

電子政府プログラムとの関係

「電子政府」は、電子図書館イニシアチブと技術的に関連を持った NSF のプログラムで、電子図書館プログラムのフェーズ 2 とほぼ同時期に開始された。その移行期間中において、フェーズ 1 が一定の成果を収めたため、フェーズ 1 の結果を「電子政府」プログラムのテストと構築のコンセプトに応用することが、時宜を得た妥当な政策であると NSF の幹部は考えた。電子政府と電子図書館の研究には共通する課題が数多く存在する一方、専門の公共サービスとして設計する政府情報サービス固有の問題についても指摘しておく必要がある。例えば、基本的なアーキテクチャ/設計上の基準としてのセキュリティ、プライバシー、データ完全性の問題；様々なデータベースのサイズ、一般市民のさまざまな要求、および政府機関間のアクセスに対応するための情報サービスのスケーラビリティ；そして法執行・環境保護・危機管理・規制業務などの特有の応用分野などである。電子図書館の場合と同様に、電子政府のユーザーは、情報の利用者であると同時に、発信者でもある。同じく、政府も情報の提供者であると同時に、利用者（IT を購入/利用する立場）でもある。このように、2つのプログラムの間には高度な補完関係がある。

主な成果

これらのプログラムは、現在もなお進行中であるため、成果を評価する最善の方法は、テクノロジーやインフラストラクチャにかかわる作業の範囲を見極め、IT や関連する科学、社会一般に対する影響を検証することである。6つのコンソーシアムが成した最も大きな技術的貢献は、実験用のテストベッドを開発したことであろう。このテストベッドは、フェーズ 2 で研究を続行するための基盤となるほか、プロジェクトの内外を問わず、各研究者が実験台として利用することができる。またプログラムは、産学の研究チームが、コンピューティング、通信、およびコンテンツ産業に関連する様々な技術要素に取り組むと同時に、それらの収斂の問題についても取り組むことができた。これらの取組みは、次の各レベルの対象に対応している。

- エレクトロニクスとオプトエレクトロニクス
最も基本的なレベルである。コンピューティング・プラットフォーム、通信チャネル、およびユーザーの情報機器にわたって、情報の作成、保存、処理を行う際のビルディング・ブロック（基本要素）となる。
- 移植可能なソフトウェア/データ資源
テクノロジーの階層構造のうち、コアのレイヤーを成すものである。具体的な問題は、ローカル・データとネットワーク・データの組み合わせをはじめ、コンピューティング、コンピュータ制御のスイッチング、ルーティング、トランザクションに

使うプログラム資源から、分散環境で検索できるリポジトリに使用するメタデータに至るまで多岐にわたる。

- スケーラブル・インフラストラクチャ
中間のレイヤーに相当する。プラットフォームと独立したコンピュータ言語をはじめ、データ・ネットワークに使用するアップストリーム/ダウンストリームの帯域幅、Web 環境で使用する検索エンジンの戦略といった問題が考えられる。
- 水平統合
複数のコンピューティング・プラットフォームに対応するミドルウェア、コラボレーション・ツール、音声/データの変換やマルチドメインに対応する人間主体のアプリケーションがある。
- 情報関連の商品/サービスの動的進化
ワイヤレス/ノーマディック/モバイル・コンピューティングから、個人・ビジネス・公共のデータ・リソース/サービスの統合に至るまで多岐にわたる。
- 経済モデルと新規市場
テクノロジー階層の最上位のレイヤーである。電子図書館および電子政府の研究が経済、ビジネス・サイクル、市場動向とどのように関連するかを扱う。

影響と展望

これらの研究イニシアチブは、技術面での貢献や成果に加え、長期的な研究に向けた基礎を成すデータの蓄積、実験用テストベッド、研究協力/コンソーシアムなどの形で、さまざまなインフラストラクチャを築いてきた。また、研究結果の実用化の面でも、短期間のうちに成果が現れている。しかし、最も重要な技術移転は、人材の移転である。このプログラムで研究を重ねた何百人もの研究者が産業界に入ったり、教育者として巣立っていった。中には自ら会社を興して、業界で注目を集めているところ（Google 社など）もある。

政府支援型の研究活動の成果は、最終的には、広範囲にわたる組織的・社会的利益に対する短期的および長期的な影響という基準で判断すべきものである。DL(Digital Library: 電子図書館)と DG (Digital Government: 電子政府)の各イニシアチブのもとで現在進められている研究活動のうち、最も大きな成果を上げている活動を見るだけでも、21 世紀において我々の生活のあり方がどのように変貌しているかを、ある程度まで予測することができる。例えばコミュニケーション、情報の取り扱い、学習、保健医療、商取引、仕事、物の設計/作成、研究、環境の認識、行政サービスや情報収集の方法や形態などがそれである。DL と DG の各イニシアチブは、こうした変革に向けた重要な第一歩を踏み出す上で大いに役立った。

2.1.2 バイオテクノロジー・イニシアチブ

バイオテクノロジーは、華々しい業績を収め、科学や社会にも大きく貢献したにもかかわらず、連邦政府の研究開発イニシアチブの中ではさして注目されることはなく、印象も薄かった。コンピュータ、インターネット、マルチメディアなどの喧伝に比べ、バイオテクノロジーは、ここ 10 年の間、研究開発のスポットライトを浴びることもなく、目立たない存在であった。この状況が、今まさに変わりつつある。今日、再び注目を集めるようになったバイオテクノロジーは、国の経済成長を支え、社会に真の利益をもたらす次なる担い手として、IT の座を脅かす存在になりつつある。この IT に対する挑戦は、バイオテクノロジーが自らを変革する能力を背景としたものである。従来のバイオテクノロジー/バイオエンジニアリングの事実上あらゆる部門に見られる研究開発プロセスが、コンピュータ、ネットワーク、データベースの各テクノロジーを利用しながら、完全な変貌を遂げてきた。このパラダイム・シフトの結果、従来は想像すらしなかった方向で、この分野におけるコア・ビジネスを再定義したり、範囲を拡大したり、また関連分野との相互作用の強化を図ったりできるようになっている。また変革の過程を経る中で、コンピューティングや関連する研究に対する変化の種の植え付けも果たしている。したがって、数年後には、バイオテクノロジーにおけるパラダイム・シフトが逆に作用して、その変化のきっかけを作った IT の分野にも変化を起こさせることになるかも知れない。

生物科学、コンピュータ、情報科学、およびネットワーク・テクノロジーの各分野間での相互作用の兆しは、この主張を強く示唆するものである。バイオテクノロジーに関する米国のイニシアチブ、および関連する研究について調査したところ、この種の相互作用が存在することが裏付けられた。

コンピューティングは如何に生物学を変えつつあるか

コンピューティングは、少なくとも次の 3 つの形態で生物学に影響を与えている。第一に、コンピューティング・テクノロジーが「高スループット生物学」を可能にした。例えば、コンピュータのマッチング/検索アルゴリズムは、DNA 塩基配列決定法に使われる主要テクノロジーの基盤として必要であった。第二に、コンピュータは生物学的実験に革命をもたらした。何時間も、あるいは何日もかけて実験を行う従来のラボは、一度に数万ないし数百万件の照会処理を実行できるコンピュータ・テクノロジーとソフトウェア（例えば、マイクロアレイ）に置き換わりつつある。第三は、様々なレベルの生物学情報の統合である。例えば、最先端のコンピュータ・モデリングやシミュレーション技術は、個々の生物学的要素（DNA、蛋白質、パスウェイ、ネットワーク、細胞、器官）がどのように相互作用するのかを調べる上での重要な手段となる。バイオテクノロジーが、生物学におけるシステム研究の成果の恩恵を得るようになるのは遠い先のことではない。

生物学は如何にコンピューティングを変えつつあるか

コンピューティング、情報処理、ネットワークの技術進歩に生物学が影響を及ぼしていることを示唆する兆候もある。生体機能に基づくコンピューティング (Bio-inspired computing) は、今やコンピュータ関連の研究の最前線にある。研究室レベルの実験では、分子をスイッチ、ワイヤ、およびメモリの各素子に作り変えることにより、従来のコンピューティング・デバイスを代替するテクノロジーの可能性が実証されている。また、生物学的な原則や材料を将来的な情報機器の機能にも応用できるかどうかを探るべく、次世代のマシン・インテリジェンスについても継続的な研究が実施されている。バイオメトリクスと知識ベース・モデリング/シミュレーションは、コンピュータ研究領域の境界を、人間中心のコンピュータ・インターフェイスと情報デリバリの方向に押し進めつつある。

イニシアチブの重要なポイント

この調査では、今日のバイオテクノロジーに多大な影響を及ぼしてきた3つの主要な機関プログラムを検証する。いずれのプログラムも1990年代に着手されたものである。1つ目は、"Decade of the Brain" (脳の十年) イニシアチブで、1990年の初めに開始された。膨大なコンピュータ資源と全米の科学者の間を接続したネットワークを利用して、脳に関する知識を高める目的で計画されたものである。NSFとNIH (米国国立衛生研究所) の2つの連邦機関が、このイニシアチブに基づく研究に対する財政支援の多くを受け持った。このイニシアチブがもたらした最大の成果は、神経科学の研究を進めるための計算モデルが利用できるようになった点である。この分野には、数多くの研究者が流入し、最戦前での活動を続けている。しかし、その高邁な目標と数多くの業績にもかかわらず、「脳の十年」イニシアチブはそれほど注目を集めることなく終了した。多くの前線で上げた成果も革新的技術にまで発展することはなく、財政支援も先細りになった。とは言え、これによりIT、生物学、神経科学の間に強固な関係が確立したことは間違いない。

2つ目のイニシアチブは、"Biotechnology for the 21st Century" (21世紀に向けたバイオテクノロジー) である。これは1990年代の初めに、生命科学と健康に関する連邦諮問委員会が発表した報告書により、国家規模の協調的活動の必要性が指摘されて以後、注目を集めたテーマである。このイニシアチブの目標は、バイオテクノロジー研究における米国のリーダーシップを維持/強化することにより、国内経済の成長を促進し、全国民の生活の質 (クオリティ・オブ・ライフ) を向上させることにある。研究目標の設定とプログラムの実施に責任を持つ機関合同のマネジメントチームが設置された。このチームにはNSFとNIHも加わっている。このイニシアチブは、1993年、関連ミッションを持つ他の機関の参加を得ながら、多額の初期予算をもって始動した。しかしながら、ヒトゲノム研究におけるその後の出来事により、このイニシアチブの影が薄くなったため、以降の年度における財源は期待通りのものではなかった。そうしたことはあったものの、本イニシアチブは、注目の的となったヒトゲノム・プロジェクトの成功の種を蒔くものであった。

生活の質をも変える可能性のあるヒトゲノム・プロジェクトは、しばしば米国の研究イニシアチブであるとみなされることがあるが、実際には 1990 年 10 月に、15 年間予定の国際プロジェクトとして着手されたものである。プロジェクトの基本的な目標は、50,000 ～100,000 個の遺伝子から成ると考えられているヒトゲノムの詳細な遺伝子マップを作成することにある。遺伝子マップの完成は、人体の内部機構を解き明かす上で不可欠なものと考えられており、将来の生体臨床医学やバイオテクノロジーに多大な影響を及ぼすことになると思われる。政府財源の確約に加え、遺伝子配列解明技術やコンピュータ関連ツールの技術革新、さらには専門の国際チームの努力といった要因が効を奏して、ヒトゲノム・プロジェクトは、予定より 1 年も早く、しかも決められた予算内で完了した。この予想外の成功を導いた要因は数多くあるが、二つの学問領域、すなわち IT とバイオテクノロジーの交差領域における疑うべくもない進歩はその一つである。

主な成果

調査の結果から、バイオテクノロジーとコンピュータの相互作用がもたらす利点は、単に個々のイニシアチブで定めた目標の達成だけにとどまらず、社会資本（人材や組織的資源）の形成から、グローバル/ローカルな資源の有効利用、新しいテクノロジーや研究分野の創出に至るまで、きわめて多岐にわたることが判明した。次にいくつか例を示す。

- 研究イニシアチブの実施によって、グローバルな科学技術の研究に利用できる共有可能なデータ資源やコンピュータ関連ツールが続々と生まれ、また、新しい技術を持った製品やサービスについての研究が行われた。GenBank や BLAST を始めとするこれら資源・ツールの開発は、IT コミュニティの貢献によるものである。
- この期間中に、国は各分野の接点部分の共同研究と教育を行うための学際センターと研究所を多数設置した。こうした組織の多様性と数の豊富さは、人的/物理的なインフラストラクチャを構築する上で研究イニシアチブが果たせる役割を良く示している。
- 10 年間にわたる研究の成果として、次の 3 つの分野が生まれた。
 - ◆ 計算生物学
生物学的機能を研究するデータ分析法とコンピュータ上のモデルや実験を専門とする分野である。テクノロジーの例として、DNA マイクロアレイ、プロテインチップがある。
 - ◆ バイオインフォマティクス
コンピュータツールは、生物学・医学・保健データの利用を拡大し、生体中で行われる情報処理の仕組みを研究することができるようになった。例として、ゲノミクス、プロテオミクス、生体組織工学（ティッシュエンジニアリング）などがある。
 - ◆ 生体機能に基づくコンピューティング
生物学的/化学的物質や特性を用いて、コンピューティング・デバイス/システムを

設計する分野である。例として、バイオメトリックツール、バイオ・マイクロ・ナノテクノロジーなどがある。

影響と展望

研究イニシアチブは、科学的成果とテクノロジー推進に加え、産業界に多大な影響を及ぼしている。バイオテクノロジーはこれまで、活気のある産業を生んできた。IT 主導型のポスト・ヒトゲノム研究に向けられた期待を背景に、DNA チップからプロテオミクスに至るまで広範なテクノロジー/アプリケーションの分野において数多くの企業やビジネスが生まれてきた。そのほとんどは、ジェットコースターにも似たアップダウンの激しい将来を経験することになるだろうが、やがては技術革新の道を自ら切り開き、社会にも多方面の貢献をもたらすであろう。

今回の調査からも、バイオテクノロジーの将来を方向付ける重要な分野が2つあることが明らかになった。1 つは、システム生物学である。すなわち生物学的な系を取り上げ、ここに含まれる各要素を識別し、特定のモデルに従って考察し、多様なレベルから情報を捉え、それぞれの関係を検証するという分野である。あらゆるコンピュータ関連ツール、すなわち既存のツールも、新規のツールも含め、すべてを生物学のツールとして利用する。同時に、計算生物学、バイオインフォマティクス、生体機能を活用したコンピューティングといった一連の分野も、IT には不可欠の要素となりつつある。2 つ目の期待される分野は、有機/分子コンピューティングである。コンピューティング技術がこれまでシリコンに依存してきたように、今、科学者は分子を集めて基礎的な回路素子やスイッチに組み立てることにより、ナノサーキットやナノテクノロジーといった新しい世界の方向性を模索している。将来的には、これが生物学、材料科学、IT の各分野の融合する領域となる。現段階では、まだ研究室レベルにすぎない。ただし、ヒトゲノム・プロジェクトのような新たな研究イニシアチブが登場して、強力な推進力になることも考えられる。

2.1.3 インフラストラクチャとツールのイニシアチブ

インフラストラクチャとツールのイニシアチブは、前の2つのテーマとは多少異なるアプローチで捉えることが必要である。研究対象となる直接的なイニシアチブとは異なり、ここでは研究活動に向けた資源やツールの利用を目的とした国内のインフラストラクチャ整備という点を中心に考察する。具体的には、あらゆる分野で重要視されるようになってきたコンピューティング、通信、ネットワーク、情報収集といった機能を中心に検証する。長年にわたって米国政府は、個々の機関の関心とミッションに基づいた形で、こうしたイニシアチブを立ち上げてきた。1970 年代に誕生したインターネットも、国防総省が研究委託先を電子的に接続するというプロジェクトの結果として生まれたものだった。ここ 10 年ほどで政府は、国家のコンピュータ/情報インフラストラクチャを一新する方向で、必要な政策、戦略、計画の策定に向けて一段と強力なアプローチを取るようになった。今回の

調査から、こうした努力が多大な成果を上げていることが明らかになった。

プログラムの重要なポイント

1980年代半ばから21世紀への変わり目にかけて、米国政府では、ITを中心とした国の研究開発能力の向上を図るべく、一連の対策（ときに、消極的なこともあったが）を講じてきた。約15年の間に、ニュー・エコノミーの盛衰と連動して、数々の研究開発インフラストラクチャのイニシアチブが実施された。例えば、次のようなイニシアチブが挙げられる。

- ・ HPCC（高性能コンピューティング&コミュニケーション・イニシアチブ）は、当初、米国内に4か所あるスーパーコンピューティング・センターに向けた財政支援を維持する目的で設置されたが、やがて、あらゆる専門分野におけるコンピュータ科学に応用できるコンピューティング/通信インフラストラクチャを中心とした研究開発プログラムとして、著しい成果を上げるようになった。このプログラムに対する財政支援はそれほど多額ではなかったため、その資金の大部分は、各関連機関がそれぞれ実施している現行のプログラムの予算から捻出された。最初の数年間は、米国経済が不振に喘いでいた時期に一致する。しかし緊縮期にあっても、計画担当者や熱意あるプログラム・マネージャの仕事は減速されることはなかった。
- ・ インターネットの普及に伴い、政府はこの技術を科学者だけに限らず、一般国民が利用できる遍在的な資源として発展させることの重要性を認識するようになった。こうした背景のもとにNII（National Information Infrastructure: 国家情報インフラストラクチャ）が誕生した。NIIは、HPCCのコンピュータ/通信テクノロジーと関連するソフトウェア・ツールを基盤として構築されたイニシアチブである。本来の趣旨は、教育、商取引、エネルギー管理、医療、行政へのアクセスといった国民に直結した問題の解決策として「国家的課題」に対応することにある。これらの目標は、現在でもIT R&D（IT研究開発）国家プログラムの指針として生かされている。
- ・ HPCCとNIIが急速に前進するに伴い、インターネットの混雑と非効率の問題が顕著になってきた。こうした懸念をきっかけとして、政府は次世代インターネット（NGI）プログラムを開始した。NGIは、次の3点を目標としたイニシアチブである。
 - (1) 次世代ネットワーキング・テクノロジーを構築する
 - (2) 国の最先端の研究機関に、最高水準のネットワーク接続を提供する
 - (3) 社会ニーズに応えられる画期的なアプリケーションの開発に向けた研究活動を支援する

このプログラムは、米国の好景気と時期を同じくして実施されたため、関連する予算や方針を管理する機関からは全面的な財政支援が得られた。これは、当時進行中のドット・コム・ブームにも貢献した面がある。

- ・ 21世紀への変わり目にあたる2年間、IT R&Dには、インフラストラクチャやツール開発も含め、広範な分野にわたって多額の財政支援が行われた。新規の研究開発プログラムが続々と開始されたのはこの期間である。IT インフラストラクチャに関する研究活動には、継続的に高い優先度が与えられていた。新しい"TeraScale" (テラスケール) コンピューティング・プロジェクトや新規の"Middleware for Networking" (ネットワーク用ミドルウェア) プログラムはその例である。ネットワークは、依然として連邦政府の計画立案の上で、大きな比重を占めている。実際、今年(2001年)になって、IT R&D プログラムは、"NITRD" (Networking and Information Technology Research and Development: ネットワーキング/情報技術研究開発) プログラムと改称された。

主な成果

インフラストラクチャ・プログラムの成否は、IT への貢献度だけにとどまらず、社会資本、規模の経済(スケール・メリット)、資源の有効利用、社会との連携といった多様な観点から評価される。それらの成果としては、例えば次のようなものがある。

- ・ 全国規模でコンピュータ/データ資源を相互接続した巨大な Web 構造が確立された。例えば、スーパーコンピュータのアプリケーション・センター、実験用テラ・グリッド施設、科学技術向けの大規模なデータ資源(ゲノムバンク、プロテインバンクなど)がある。
- ・ これまで、さまざまな研究グループによって、多岐にわたるアプリケーションに向けたコンピュータ関連ツールが単独で、または共同で開発されてきた。これらのツールは、多様な科学分野に及ぶ研究(現在進行中の活動、または将来的な研究を問わず)で規模/範囲の経済を達成する上でも不可欠の要素となる。
- ・ 産官学の緊密な協力によって、厳しい管理のもとに個々のイニシアチブが開発され、実施された。これらのプログラムは、単に研究活動の次元にとどまらず、あらゆる開発工程で人材と社会資本が有効に活用できるようにするために、教育とトレーニングという側面も重視された。
- ・ あらゆる種類の協力関係がプログラムの価値を高めた。プログラムの実行過程で、産業界、非営利の公共団体、海外とのリンクなどがすべて不可欠の要素となった。例えば、

Internet2/Abilene は、産学共同のコンソーシアムによって次世代のインターネット・アーキテクチャがどのように方向付けられるかを実証するプロジェクトである。このプロジェクトで使用する STAR TAP (Science, Technology, And Research Transit Point) プログラムは、世界中の主なネットワークと協力ベースで相互接続されている。

影響と展望

最近の米国経済は、激しく上下変動を繰り返しているが、基本的な底力は失われていないようである。この点は、IT インフラストラクチャの分野に対する多大な投資に起因する部分が大い。こうした投資による主な影響は、次の 4 つの観点から捉えることができる。

- ・ 科学技術分野

IT インフラストラクチャとツールは、生物学や材料科学といった科学分野が、コンピュータによる研究を主体とした段階へ進化するための手段を提供した。

- ・ 産業分野

コンピューティング・通信・コンテンツの収斂の加速、および Web ブラウザや検索エンジンといった新しい事業領域の創出などの効果がある。

- ・ 国内経済

電子商取引のためのソフトウェアやプログラミング言語/ツールの開発、企業組織やビジネス・モデルの再編に向けた原動力、将来的な知識ベース経済を構築するための主導権獲得などの効果がある。

- ・ 社会

計算中心から情報デリバリのレベルへと至るプログラムの発展は、一般国民に多大な影響を及ぼした。HPCC から NII、さらには NGI へと移り変わる中で、人間中心のシステムに向けての資源の移行とシフトがあったことは、一般国民の目に大きな展望を与えるものとして映った。

2.1.4 結論

近年、米国政府が提唱しているイニシアチブの影響を評価するにあたり、本報告書で提案する 5 つの基準から判断すると、すでに数多くの利点の実現されていることがわかる。すべてのイニシアチブが、新技術の融合や創造を促進する上で大きく貢献してきた。社会資本の形成の面でも多大な影響があるが、個別のイニシアチブごとに果たしてきた役割も多少異なる。

規模と範囲の経済が実現されると、このイニシアチブのもとで構築された資源を背景と

して、アプリケーションの利用が大衆ユーザーの間に広がり、分野やビジネスの境界を越えて普及するため、インフラストラクチャとツールのイニシアチブには大きな効果がある。いずれのイニシアチブも、地域、国内、海外に分散した資源を有効利用しながら、より高度な目標の達成と相互協力の促進を図ってきた。最終的に、社会に対する影響は、すべてのプログラムで明確に認識された。これらのプログラムがもたらした恩恵を一般市民の期待する領域に生かしていくには、政府の内外を問わず、あらゆる関係者が解決すべき大きな課題が残されている。

2.1.5 提言

この調査から学んだ事柄を基にして、過去 10 年間の米国のイニシアチブの有用な経験から、日本が適切に何かを学べるかという視点で、幾つかのコメントを述べる。

1. 政府の立法・行政部門に影響を与え得る様々な政策開発・提言組織を確立する。
2. 長期的な研究投資として、海外から優秀な人材を招き入れる。このためには、高等教育機関や研究機関における国際化が必要となる。
3. 民間セクターの資金を研究開発に活用する。例えば、非営利組織（財団など）からの支援。
4. 適切な環境と報奨制度を整備することにより、学際的な研究を育成する。
5. 米国における情報技術研究開発国家調整局（NCO）、バイオテクノロジー・イニシアチブ、新しいナノテクノロジー・イニシアチブ（NNCO）などをモデルとして機関横断的なプログラム・イニシアチブを強化する。多くの場合、複数機関が連携して新規研究活動支援の予算枠の拡大を目指して予算編成プロセスでの協力を図ることで実現される。成功の鍵は、各参加機関の間で、ミッション、資源、専門知識における相互補完能力があることを明瞭に述べ、実際に示せるかどうかにかかっている。

2.2 IT 政策・研究開発に関する諸外国動向調査

2.2.1 調査の経緯と目的

情報通信に関する急速な技術革新は、産業・社会に対して、多大な影響を与え始めている。多くの識者は、21世紀にかけて工業経済から情報経済への転換が起こると指摘している。このような変化に対応すべく、各国では情報通信環境を整備し「情報社会」の実現に取り組んでいる。そのさきがけとなったのは、アメリカのクリントン政権が提唱した「情報スーパーハイウェイ」(Information Superhighway)と関連する一連の情報通信政策であった。ゴア前副大統領による GII (Global Information Infrastructure) 構想や 1996 年にブリュッセルで開催された G7 情報サミット等を経て、情報化施策が世界各国で活発に展開されている。情報社会の進展は情報産業の育成にも大きな影響を与える。各国では、情報産業をこれからの戦略産業と位置づけ、その育成策にも力点を置いている。

以上のような世界各国の状況を踏まえ、経年的に、ソフトウェア技術を中心とする情報技術の国際的競争力確保を目指し、わが国の研究開発のあり方を検討するための基礎データ収集の一環として、「先進諸国における将来の社会システムの情報化ビジョン・IT 政策に関する動向」を調査している。

情報化に関して先進的と思われる国として、アメリカ、欧州 (EU、イギリス、フランス、ドイツ、スウェーデン、フィンランド)、シンガポール、マレーシア、オーストラリア、インド、韓国、中国に関して、IT 政策に係る政府ホームページのドキュメント、及び関連公表資料をベースに調査を行っている。

次項以降には、昨年度までの調査結果を含め、各国の情報政策・研究開発に係る経緯と現状の状況を国別に掲げている。

本項においては、各国の最近の動向・トピックスを概要として示すとともに、各国の動向から IT 政策推進上重要と思われる視点を示す。

調査対象国

- ◆ アメリカ
- ◆ 欧州 (EU、イギリス、フランス、ドイツ、スウェーデン、フィンランド)
- ◆ シンガポール
- ◆ マレーシア
- ◆ オーストラリア
- ◆ インド
- ◆ 韓国
- ◆ 中国

2.2.2 各国の動向

本項では、次章以降に掲げた各国の IT 政策・研究開発の経緯と現状の中から、最近の動向・トピックスを示す。

(1) アメリカ

アメリカは、戦後常に世界経済をリードし続けてきた。特に、1990年代以降は日本、欧州等の他の先進国経済が停滞する中で、唯一高い経済成長を維持してきた。その背景として、80年代のレーガン政権時代に始まるプロパテント政策、科学技術政策や、90年代のクリントン＝ゴア政権における一連の IT 政策によって産業競争力の強化を推し進めてきたことが指摘できる。

1992年、クリントン＝ゴア政権が誕生すると、レーガン政権時代からの産業競争力強化政策を継承すると同時に、ゴア副大統領をまとめ役として一連の科学技術政策を打ち出した。就任直後の1993年2月にはNIIイニシアチブを発表した。NIIは、それ自体で完結する構想ではなく、経済や社会の発展に寄与するための礎として、科学者や技術者のためだけでなくすべてのアメリカ国民に対して、情報基盤整備の必要性和その有効性を示したものである。

ITの研究開発については、ゴア前副大統領が1989年に議会に提出した全米高性能コンピュータ技術法案が源流となっている。91年には、それを受け継いだ高性能コンピューティング法（HPC法; High Performance Computing Act of 1991）が制定され、その後実行計画として、HPCC計画が推進されてきた。2001年度予算では、過去10年間にわたって実施されてきたHPCC計画（NGIを含む）と、2000年度予算から盛り込まれたIT²計画を合併して、情報技術研究開発（Information Technology Research and Development）という新しい計画名称になった。

今後の計画の中では、NSFによるITR（Information Technology Research）イニシアチブが注目される。ITの基礎的・長期的研究を助成するものであるが、2000年度12,600万ドルの予算実績に対し、2001年度は160%増の32,700万ドルの要求を行った。

直近のプロジェクトも着実に成果が出始めている。NGIに関しては、テストベッドは当初計画を上回る勢いでサイトが接続されている。NGIアプリケーションについては、NGIの特徴である高速ネットワーク、QoSを必要とするアプリケーションは少ないものの、100以上のアプリケーションが開発されつつある。NGI研究の成果として技術移転も活発であり、10を超えるスタートアップ企業が誕生している様子である。

クリントン＝ゴア時代の大きな柱であったIT政策であるが、ブッシュ政権に変わり、IT政策は変化する様子である。これまでのIT研究開発の枠組みを継続しつつも、目新しいIT政策はなかった。しかし、2001年9月11日のニューヨークでのテロ以降は、サイバー空間におけるセキュリティ対策を推進し始めている。10月には、ブッシュ大統領が「情報化時代における重要インフラ保護」という声明を発表し、インフラ保護強化のための体

制整備を行った。また、政府の情報ネットワークのセキュリティ向上を目的とした GOVNET の構築が発表された。GOVNET はインターネット・プロトコルを用いたインターネット等他のネットワークとは切り離された政府専用のネットワークである。業界各社に情報請求した上で、仕様設計が行われる予定である。

(2) 欧州

a) EU (欧州連合)

EU レベルの研究開発政策は、長年フレームワークプログラムとして実施されている。現在は、1998 年に始まった第 5 次フレームワークプログラムが実施されている。また、次の第 6 次フレームワークプログラムの検討が始められている。

情報関連のプログラムとしては、ユーザフレンドリーな情報社会 (IST; User-friendly information society、3,600 百万ユーロ) が実施されている。この中には、市民のためのシステムとサービス (Systems and services for the citizen)、新しい業務方法と電子商取引 (New methods of work and electronic commerce)、マルチメディア関連 (Multimedia content and tools)、重要技術とインフラ基盤 (Essential technologies and infrastructures) といった領域が設定されており、公募プロジェクト等をおして展開されている。

フレームワークプログラムの発展を図り、欧州としての総合的な研究活動の統一を目標とした欧州研究領域 (ERA; European Research Area) イニシアチブが 2000 年提唱された。EU は、加盟国の研究活動がこれまで閉鎖的で、各国の研究開発政策が必ずしも連携がとれていないという認識をしており、ERA によって欧州加盟国の研究者の協力を促進し、産業技術研究基盤の強化を図ろうとしている。

具体的なテーマとしては、各国の優れた研究機関を連携し、研究機関のネットワークを構築し、双方向通信技術を用いたバーチャル研究センターを運営する、EU の研究活動と各国の研究活動の整合性を向上させる、人材の育成とその流動性を向上させる、などを含んでいる。

2002 年から開始される第 6 次フレームワークプログラムの計画にあたっては、ERA の実現が重要視されている。そのため、従来以上に改革や新規施策の導入が検討されている。

情報関係については、第 5 次フレームワークプログラムと同様に、IST (Information Society Technologies) として、3,600 百万ユーロが計画されている。また、「知識基盤社会における市民とガバナンス」として、225 百万ユーロが充てられている。ERA 関連 (Structuring the ERA) では合計 2,655 百万ユーロが予定されている。

2000 年には、ヨーロッパが最も競争力を持ちダイナミックな経済を実現するため、より IT を活用することを目的とした IT 政策としてアクションプラン「eEurope 2002」が欧州委員会から打ち出された。eEurope 2002 の目標を実現するために、11 のアクションプランが設定されている。

① より安く、より速いインターネットへのアクセス

競争（特に地域ネットワーク間の競争）とベンチマーキングを促して、インターネットアクセス料金を切り下げる。

② 研究者と学生に対するより高速なインターネットの提供

欧州委員会はすでに全欧州を貫くネットワークの容量を上げるために投資したが、各研究機関間のネットワークについて一層の改善、拡大と加速が求められる。

③ 安全なネットワークとスマートカード

セキュリティを高めるため、eEurope はインターネットセキュリティソリューションの開発とサイバー・クレームに対抗するための協力を推進する。同時に、セキュリティスマートカードや、他のセキュリティソリューションの利用を推奨していく。

④ ヨーロッパの若者をデジタル世代へ

教師のインターネットスキルを高め、学校のカリキュラムを改訂し、すべての学生に生活や仕事に必要なデジタルスキルを身につける機会を与える。

⑤ 知識基盤経済の中の仕事

教育機関におけるコンピュータやインターネットの教育と職場でのトレーニングを一層強化することが必要である。テレワークやパートタイムワークを推し進めていく。そのために、公共の場でのインターネットアクセスを可能にする。

⑥ 知識基盤経済への全員参加

EU 各国は障害者と高齢者がインターネットからの情報やサービスを利用できるように、統一的な技術標準の開発や法制度の整備に尽力する。

⑦ 電子商取引の加速

中小企業を含めあらゆる事業者にとって、電子商取引は重要な経営手法となりえる。それを実現するには、著作権、ネットマーケティング、電子マネー等に係る法規の整備が不可欠である。加えて、政府部門のネット調達を通して、中小企業のデジタル化を促進する。

⑧ 電子政府：インターネットによる公共サービスへのアクセス

EU 各国政府は公的機関でのインターネットの普及を目指すことによって、公共機関の改革、サービス向上、効率化とコスト低減、情報公開等を図っていく。

⑨ 保健と医療

保健と医療のウェブサイトの品質標準を明確にし、新たな法規制の導入とセキュリティの強化によって、このような技術革新による解決方法の信頼を高める。

⑩ ヨーロッパのグローバルネットワークコンテンツ

EU 各国は異なる文化と言語のコンテンツを開発することに優れている。これをベースにして、ヨーロッパデジタルコンテンツの開発と利用を促進するプログラムをスタートする。

⑪ 高速な処理能力を持つ交通システム

ヨーロッパの交通部門は交通の混雑や輸送能力の不足などいくつかの問題を抱えている。eEurope のアクションプランでは、Single European Sky（非常時のロケーション情報システム）を含む、高度な処理能力を持つ道路交通システムを開発する等が計画されている。

2001年6月には、中東欧のEU加盟候補国の情報化と経済改革を視野に入れた eEurope +2003 アクションプランが発表された。大枠は eEurope 2002 と同じであるが、情報社会に向けての基盤整備、環境保護の重要性が加味されている。

b) イギリス

イギリスでは、1994年に「未来の情報スーパーハイウェイの構築」が発表され、96年には「情報社会イニシアチブ」によって、ITに関連するプログラムの推進が開始された。

1997年5月に、首相がメージャーからブレアに変わった。ブレア政権は、情報社会イニシアチブを継承しつつも、98年5月に新たに「我々の時代の情報時代、政府ビジョン」を発表した。

これを受け、98年12月の「競争力白書」の中では、イギリスを2002年までに電子商取引のための世界最高の環境を有する国にすること、中小企業をITの利用に関してG7の中で最高レベルに引き上げること、等の目標を示した。電子商取引に関しては、99年9月に発表された e-commerce@its.best.uk の中に60のアクションプランが盛り込まれた。

現在は、2000年9月に発表された「UK オンライン」構想に基づき、電子商取引の推進、インターネット利用の普及、中小企業のIT化、行政のオンライン化、産業競争力（IT産業、エレクトロニクス産業、通信産業、コンテンツ産業）の強化に関する各種施策が展開されている。

c) フランス

フランス政府は、1994年にフランス・テレコムの子会社ジュラルド・テリー氏にIT政策に関する検討を依頼し、「フランスにおける情報ハイウェイ・サービス」レポートが提出された。このレポートでは、光ファイバの建設と大規模な投資とサービスに関して国のコ

ミットメントを求めた。これを受け、情報ハイウェイに関する 635 の実験プロジェクトが検討され、このうち 244 件が採用された。244 件のテーマは多岐にわたっており、インフラストラクチャ（プラットフォーム）の開発、遠隔教育、テレサービス、EDI アプリケーション、オーディオビジュアル、医療等を含んでいる。

しかし、フランスにおける情報化の進展は他の欧州先進諸国に比べ遅れていた。IT 政策が積極的に展開され始めたのはジョスパン首相になった 97 年以降である。97 年 8 月には、スピーチの中で、IT 国家戦略に関して「野心的なアクションプラン」を提唱し、98 年 1 月に、「情報社会のための政府アクションプログラム (PAGSI)」を発表した。アクションプログラムには、政府の役割として、触媒としての役割（企業や国民に情報社会の重要性を伝える）、規制機関としての役割（情報社会におけるルールを確立し、実施する）、主要なプレーヤーとしての役割（公共サービスと国民の間の関係を一新し、サービス提供のやり方を最新のものにする）の 3 つが掲げられている。また、アクションプログラムの優先分野としては、教育の情報化、文化資産の情報化、行政の情報化、企業情報化と電子商取引、技術革新と研究開発の促進、法制度の整備の 6 つが設定された。そして、これを具体化した「省庁別アクションプログラム (PAMSI)」が作成された。

これらの進捗を評価し、各活動の調整を図る組織として情報社会省庁間委員会が組織化された。首相が議長を務め、関係大臣から成るこの委員会がフランスにおける IT 政策の最上位の統括機関になっている。

2000 年 7 月に開催された第 3 回省庁間委員会においては、これまで 3 年間に 7 億 6,000 万ユーロを投じた PAGSI の評価が行われた。教育分野に関しては、高校 100%、中学校 65%というインターネット接続率を達成しており、これは欧州の中でもトップレベルにある。行政の情報化では、政府・行政サービス機関の情報機器普及率が向上し、インターネット対応も進んでいる。政府内のイントラネット (ADER) も開始された。

これらの評価を受けて、2000 年以降の PAGSI の重点施策も発表された。特に、デジタルデバイドの解消が大きなテーマとして掲げられており、今後 3 年間に 46,000 万ユーロを投じる。インターネットアクセスのための環境整備（公的スペースでのアクセス設備）、マルチメディア・トレーナーの雇用、全生徒向け「インターネット&マルチメディア免状」制度の導入、失業者に対するトレーニングの実施等が計画されている。また、研究開発分野にも 3 年間で 1 億 5300 万ユーロの予算を充てている。インターネット研究所の設置、国立情報処理・自動化研究所の研究者の増強、国立科学研究センター内の IT 部門の設置、大学の IT プログラムの強化とインターネット研究者の育成、研究／教育用ネットワークの高速化等が計画されている。

IT 研究の重点分野としては、セキュリティ、ソフトウェアとテクノロジー、知的環境、知的輸送、住宅オートメーション、身体障害者のためのテクノロジー、フリーソフトウェア、オンライン教育／教材、医療のオンライン化、マルチメディアが取り上げられている。

d) ドイツ

ドイツ政府は 1996 年 2 月に、ドイツが情報社会への転換により競争的立場を維持していくための計画 Info2000 を発表した。

その後、98 年のシュレーダー首相に変わり、新たな IT 国家戦略とアクションプランが

検討され、99年9月には「21世紀の情報社会におけるイノベーションと雇用」が発表された。電子商取引などのインターネットの利用促進とそのための法制度の整備、ITイノベーションの促進、国民へのインターネットの普及、教育の情報化、人材育成、行政の情報化、ITインフラ整備等の計画が掲げられた。

さらに、2000年9月に発表された「Internet for All」の中で、情報社会に向けての10ステップが提示された。10ステップとは、インターネット技術教育の組み入れ、学校・教育機関へのパソコンの提供、失業者へのインターネット教育、通信料金低下のための電気通信事業者間競争の促進、インターネット利用促進のための非課税措置、電子政府「連邦オンライン2005」、電子商取引の促進、インターネット・セキュリティ環境整備、産業界の責任強化（自主規制）、.de（deutschland erneuern; ドイツを刷新する）キャンペーンからなる。

e) スウェーデン

欧州の中でも、北欧諸国はITの活用が活発である。スウェーデンは、1994年IT委員会を発足し、同年委員会は教育、法律、公的部門管理、医療・保健、通信、産業・商業、IT等主要7分野の先進情報国へ向けたビジョンを公表した。その後、スウェーデン社会の情報化を促進し続けてきた。1995年新しいIT委員会が設立され、政府に対してのIT戦略の助言、IT知識の普及、将来のトレンドの調査などが任務に追加された。

急速なIT技術の発展や国際競争の激化に立ち遅れないように、スウェーデンは1996年から新IT政策の作成に着手した。新政策においては、ITに対する信頼性とIT利用のセキュリティが重要な課題であり、新たな法律や対策が要求されている。

新IT政策では、ITは社会の色々な分野に関わり、産業社会の情報化、福祉の向上、民主化の強化をもたらすことから、ITへの投資は設備などのハードウェアに加え、ITに関するさまざまな利用者や人材にも投資すべきであるとしている。個人のIT利用能力やノウハウは学校の教育、職場の教育訓練とITの利用を通じて強化し、スウェーデンが情報化先進国の地位を保つため、より多くのIT専門家を養成し、獲得することを目指している。ノウハウを得た人々が気楽に、信頼できかつ高速処理能力を持つシステムに経済的にアクセスすることができれば、スウェーデンは膨大な高品質の情報社会となる。IT政策は基本的に技術的な政策よりも民主主義的政策であり、国民の一人一人がITから恩恵を受けることを重要視している。アプローチとしては、

- 堅実な財政と安定した価格を維持する
- IT産業を成長させ、雇用機会の拡大と失業率の低減を図る
- スウェーデンを先進知識国と先進研究開発国にする
- セキュリティ、福祉に関する認識を醸成・強化する
- 次世代のために重要な環境問題が解決された社会を目指す
- スウェーデンの全体的な発展を保証していく

- 民主主義のプロセス、セキュリティと法律と秩序を構築する

といった点が掲げられている。

f) フィンランド

フィンランドは、IT産業育成と情報社会の構築の面で、近年最も成功した国のひとつといえる。IDCとWorld Timesが発表している2001年情報社会指数(ISI)では、スウェーデン、ノルウェーについて3位にランクされている。IT産業を核にした国際競争力の評価も高く、世界経済フォーラムとハーバード大学(国際開発センター&戦略競争力研究所)による成長競争力指数(Global Current Competitiveness Index 2001¹⁾)では1位となっている。

フィンランドは、金融市場の自由化を実施したが、その結果としてバブル経済を誘発し、90年初頭にそれが崩壊した。また、最大の輸出先であるソビエト連邦の崩壊で輸出額の大幅なダウンを招いたことも加わり、深刻な経済不況に陥った。フィンランドはこれを機に、ハイテク産業立国への転換を図り、さまざまな政策を展開した。特に、ITの研究開発と高等教育への積極的投資、事業化のための産学連携体制の整備によって90年代半ばには経済成長率が改善された。94~99年の成長率はEU圏内で第2位であった。

その中で、ITの研究開発と産学連携による事業化においては、経済産業省傘下のフィンランド科技庁(TEKES)の果たしてきた役割が大きい。90年代以降、政府は大学への研究開発投資を削減する一方、TEKESを通じた産学協同プロジェクトの予算を増額させていった。TEKESのミッションは、

- 有望な研究分野の発掘とプログラムの形成
- プログラムに基づく各プロジェクトへの研究助成
- プロジェクトの管理と成果の評価
- 研究成果の事業化のための中小企業に対する融資

研究、事業化にかかわる情報提供とコーディネート等である。これらを推進するために、首都ヘルシンキの本部に加え、国内14箇所に地方技術局、海外にも、ブリュッセル、ボストン、サンホセ、東京に支局を設置している。職員には企業からの転職者も多く、研究経験・技術的知識を有したプログラマネージャの役割を担っているともいえる。

¹一人当たりGDP、IT等の科学技術水準、マクロ経済状況等から見た将来の経済成長力を評価したもので、2位アメリカ、3位カナダ、4位シンガポール、日本は21位(Global Competitiveness Report 2001-2002, World Economic Forum and Harvard University, 2001.)

(3) アジア・太平洋諸国

a) シンガポール

シンガポール政府は、古くから情報技術を比較優位を持てる分野に育成するために、長期的な戦略的投資を行っている。政府は、情報化国家をビジョンとして掲げた「IT2000」を1991年に作成し、その実現を加速するため、1996年にはシンガポール・ワン計画が策定された。これは、シンガポール全土に広帯域の通信インフラを整備し、対話型マルチメディアのアプリケーションとサービスを家庭、学校、オフィスに提供しようというものである。シンガポール・ワンは着実にシンガポールの情報通信インフラの向上に貢献してきた。以下はシンガポールが受けた評価である。

- ◆ 最初の知的都市賞 (Intelligent City Award) (1999年9月, 世界レポート協会)
- ◆ シンガポール e-市民センター (Singapore Government e-Citizen Center) がベストパブリックデリバリープラットフォームと評価された (1999年, US Federal Government's Survey on Integrated Services Delivery)
- ◆ 公的部門のIT利用を促進する卓越した業績に対するIT賞 (2000年6月, WITSA: World Information Technology and Services Alliance)
- ◆ アジア首位、先進電子商取引インフラ (IMD, World Competitiveness Yearbook 2000)
- ◆ アジア首位、世界8位の電子商取引展開 (2000年, Economist Intelligence Unit)
- ◆ シンガポールへの外国人技術者の入国移民政策は世界で最もオープンである (IMD, World Competitiveness Yearbook 2000)

シンガポール・ワンに関しては問題も指摘されている。シンガポール・ワンはバックボーンにATMを用いたマルチメディアサービスネットワークであるが、今日ではブロードバンド化したインターネットに対して優位性がなくなってきた。むしろ、コンテンツが少ない、インターネット接続が遅い等が指摘されている。その意味から、今後は、政策としてのインフラ整備と民間によるサービス事業開発の連携がより重要となる。

1999年には、IT2000の次の国家計画策定に着手し始め、2000年末に Infocomm 21 (Information and Communication Technology 21) が発表された。Infocomm 21は、IT2000を引き継ぐシンガポールのニューエコノミーにおける情報通信の5年戦略計画である。Infocomm 21は柔軟性のないマスタープランではなく、技術、ビジネス環境と社会の変化につれて、更新されていく産業戦略のフレームワークと指針である。

知識基盤経済の到来に向けて、シンガポールは技術開発と産業のイノベーションを促進するための施策「テクノプレナーシップ21プログラム」を創設した。特に、10年以内に世界で競争できるハイテク企業セクターをシンガポールに育成することを目的としている。教育 (ハイテク企業家精神を喚起するための教育現場における革新と創造の導入)、インフラ整備 (ハイテク企業を誘致できるサイエンスハブの建設)、規制緩和 (企業のための法制

度整備・規制緩和)、資金提供(テクノプレナーシップ基金の創設、ベンチャーキャピタルの誘致)を国として支援していく。

b) マレーシア

マレーシアもシンガポールと同様に、情報産業を国の戦略的産業として位置付けている。マハティール首相は、1991年に行った講演の中で、2020年までに同国を先進国にするという国家目標 Vision 2020 を打ち出した。今後30年間にわたり年平均7%の経済成長を実現させ、GDP9倍増、所得4倍増を達成するというものである。その一環として、情報通信産業を戦略的に育成することを推進しており、それを実現するための開発計画が Multimedia Super Corridor (MSC) である。

MSC 計画の中で重要な事業がフラグシップアプリケーションと呼ばれる応用開発である。大きく2つに分けられ、1つは政府が主導し、公共セクター、国民が活用する「マルチメディア開発」である。もう一方は民間企業の活力を利用し、民間企業の活性化を図っていく領域である「マルチメディア環境」である。マルチメディア開発フラグシップアプリケーションとして、電子政府(首相官邸)、多目的カード(Bank Negara)、スマートスクール(教育省)、遠隔医療(厚生省)が取り組まれており、マルチメディア環境フラグシップアプリケーションとして、研究開発クラスター(科学技術環境省)、ワールドワイド製造ウェブ(通商産業省)、ボーダレス・マーケティング・センター(MDC; Multimedia Development Corporation)が取り組まれている。これらの中で、電子政府、多目的スマートカード、遠隔医療、スマートスクールの4プロジェクトについては、入札に基づき受託業者が決定された。

情報通信企業を誘致するサイバージャヤは、当初の予定より半年遅れ 1999年7月にオープンした。プトラジャヤには首相府が入居し、サイバージャヤでは、プロジェクトの中核事業体である MDC 社等の主要企業が事業を開始している。しかし、進出予定の企業の中にも、インフラ整備状況を見極めている企業も多い様子である。

MSC で活動する企業に対して、申請に基づき MSC ステータスが与えられる。申請書に基づき、審査委員会による審査が行われる。MSC ステータスが与えられた企業には、最大100%の免税、マルチメディア機器の課税控除、外資規制撤廃、外国人雇用の自由化等の優遇措置がとられている。MSC ステータスの取得企業は、2002年3月時点で、641社になっている。

MSC は、世界的な経済不況の遭遇などもあり、計画よりもかなり遅れているといわざるをえない。政府によるサポートに加え、国内外企業をひきつけていくための国のリーダーシップ堅持が求められる。

2000年、マハティール首相は、MSC の構築と並行し、知識基盤経済に対応できる産業構造の転換を促進するため、K・エコノミー構想を提案した。

2001年4月、マハティール首相は、経済総合5カ年計画「第8次マレーシア計画」(2001

～2005 年)の中で、技術革新、人材開発、生産性向上を強化し、知識基盤経済「Kエコノミー」の推進に注力していくことを掲げた。これは、2001 年 3 月に出された 10 カ年計画「第 3 次アウトライン・パースペクティブ・プラン」(2001～2010 年)を受けたものである。

c) オーストラリア

オーストラリア連邦政府のジョン・ハワード首相は、1997 年末に「成長のための投資」と題する計画を発表し、その中で今後 5 年間に 12 億 6,000 万ドルを投入し、投資、輸出貿易、新しい高成長産業の革新などを促進していくことを表明した。

情報政策に関しては、情報経済大臣の管轄下に国家情報経済局 (NOIE: National Office of the Information Economy) を設け、次の目標を掲げ推進してきた。

- ◆ 柔軟な規制・枠組みに基づき産業と消費者の間の信頼関係を醸成する
- ◆ オーストラリア連邦が先端技術のユーザとなる
- ◆ 情報産業の基盤を改善する
- ◆ 情報化時代へのアクセス、特に地方や遠隔地、障害者などのためのアクセス支援と社会における情報関連技術習得を支援・促進する

さらに、1999 年 1 月には、「情報経済のための戦略フレームワーク」をリリースした。そこでは、優先課題として、

- ◆ 全ての国民が情報経済から得る便益を最大化する
- ◆ 情報経済に参加するために必要な教育とスキルを国民に提供する
- ◆ 情報経済に対応できる世界一級のインフラを整備する
- ◆ 国内産業において電子商取引の利用を増大させる
- ◆ 電子商取引を促進するための法規制の枠組みを整備する
- ◆ 情報経済の中でのオーストラリア文化の健全な発展を促進する
- ◆ オーストラリアの情報産業を育成する
- ◆ 医療セクターの潜在力を有効活用する
- ◆ 電子商取引の国際的規範作りに貢献する
- ◆ 電子行政サービスに関する世界一流のモデルを実現する

を掲げている。そして、1999 年 7 月には第 1 回の進捗レポート、2000 年 3 月には第 2 回目の進捗レポートを発表している。

2001 年 2 月、ジョン・ハワード首相はオーストラリアの発展を支える政府の新アクションプラン (Backing Australia's Ability) を発表した。情報通信 (ICT: Information and Communication Technologies) は、情報経済、ニュービジネス創出、既存産業の変革と雇用拡大の原動力であり、オーストラリアの経済・社会にとって極めて重要な役割を果し

ていることを周知した。

計画には、次の点が含まれている。総予算 29 億ドルを各拠点に 1 億 2,950 万ドルずつ分配して、世界クラスの情報通信拠点を設立する。各拠点（ICT センター）は莫大な ICT 研究能力を持ち、国際的な研究と商業活動に対応する。また、公的部門と民間部門の R&D をサポートするための重要な対策も新アクションプランに含まれ、研究結果としての新技術（ICT の技術革新と高度の ICT 適用）を商業化する能力と ICT スキルの利用を高める。ICT センターの設立は斬新な技術開発能力を強め、国有の ICT 部門を刺激する。新技術の他の産業への応用に関して、オーストラリアが世界の中でリードユーザとしての地位を保つ。新アクションプランでは、アイデアの形成から商業化するまでの ICT プロセスにおける全ライフサイクルの連携を重視した対策も盛り込まれている。

国家情報経済局は、これまでの IT 政策の評価を行っており、その結果を踏まえ、ICT センター、電子政府等のプロジェクトを推進している。

d) インド

インドは、情報技術産業を強化し、10 年のうちにインドを世界最大のソフトウェア生産国/輸出国とするための政策を展開している。まず、1998 年 5 月、「情報技術・ソフトウェア開発タスクフォース」（National Task Force on Information Technology & Software Development）を設置し、国家情報政策の立案に着手した。

1998 年 7 月にタスクフォースは、「情報技術アクションプラン」（Information Technology Action Plan）を発表し、10 月にはハードウェアに焦点を充てた「情報技術アクションプランパート II」を発表した。

情報技術・ソフトウェア開発タスクフォースは、情報技術アクションプランパート I の実施状況をヒアリング等によりレビューし、2000 年 3 月にその進捗状況を発表した。それによると、108 のアクションプランの内、実施済 56、未実施 27、実施中 22、未採用 3 という状況であった。

計画では、2008 年までに IT ソフトウェアと IT サービスの輸出額を 500 億ドルにする目標を掲げているが、IT ソフトウェア輸出は、1999 年度 40 億ドル、2000 年度 62 億ドル、2001 年度 78 億ドルと順調に拡大している。

ソフトウェア輸出が拡大する一方、国内社会での情報化は遅々としている。その背景としては、情報通信インフラが未整備であることが指摘できる。また、ソフトウェア技術者のスキルは高いものの、一般国民の情報リテラシーは低く、デジタルデバイドの解消が今後の課題といえる。

e) 韓国

韓国の情報化政策に関する主管官庁は 1992 年まで通信部と商工部に分かれていたが、同年統合され、情報通信部（MIC; Ministry of Information and Communication）が新設さ

れた。金大中政権発足後は、情報産業が IMF 体制克服のための産業効率化における「戦略産業」であると位置づけ、情報化政策を強化推進している。

1995 年にスタートした韓国情報基盤イニシアチブ (KII: Korea Information Infrastructure Initiative) に基づき、翌年情報化促進基本計画が策定され、1997 年には情報化促進アクションプランが明らかになった。

さらに、1999 年 3 月、韓国情報通信部は、サイバーコリア 21 と題するレポートを発表した。これは 21 世紀では知識基盤経済へ移行するという認識の下、次の 4 年間で注力する 3 つのテーマとして、知識基盤社会のための情報基盤の強化、情報基盤を活用した国の生産性の向上、情報基盤上の新規事業の育成を掲げている。

その後、サイバーコリア 21 は順調に進展している模様である。インターネットの普及が急拡大しており、2001 年 5 月時点でユーザ数は 2,400 万人 (人口 100 人当り 50.6 人) に達している。

1998 年には、アジアのシリコンバレーを目指した「メディアバレー計画」がスタートした。これは建設中のソウル新空港隣接地域に、広大な埋め立て地を造成し、先端技術を持つ国内外の IT 企業を集めた情報産業工業団地を建築するものである。

メディアバレーには、政府と地方自治体の支援のもと、コンベンションセンターや人材育成機関、海外との高速通信網等が整備される。海外企業には、免税措置等多くのインセンティブが与えられる。

政府は引き続き 2004 年までに 4 兆ウォンを IT 技術開発に充てる計画である。

2002 年度には情報化関連 22 プログラムに総額 1 兆 7300 億ウォンを予算化する (建設運輸部=総合物流情報システム、国家地理情報システム、総務部=地域情報化等)。

情報通信部は、IT 分野の投資規模を大幅に拡大し、迅速に実行していく方針である。2002 年度は、総額 12 兆ウォン規模の投資を予定している。また、第 4 世代移動通信、光インターネット、統合型情報放送技術、次世代インターネットサーバ及び情報保護システムを重要国策テーマとして取り上げている。これらのテーマに対して、今後 5 年間に 6,121 億ウォンを投資する計画である。

韓国の情報化は一連の情報政策を梃子に、著しい発展を遂げた。特に、ブロードバンドネットワークの普及は世界のトップクラスであり、それを背景としたコンテンツビジネスも成長している。今後は、産業全体における情報化と電子商取引の推進が重点領域となる。

f) 中国

中国は、開放・改革が実を結び、経済特別区、沿岸部を中心に市場経済が発展しつつある。コンピュータ関連では、当初国産コンピュータに固執していた時期があったが、現在では、欧米日のコンピュータ、情報機器を輸入し、情報ネットワークの整備が進んでいる。

近年の代表的な情報化プロジェクトとして、93 年に開始された三金プロジェクトがある。これは「金橋 (国家情報通信ネットワーク)」「金関 (EDI/貿易情報ネットワーク)」「金カ

ード(クレジットカード)」を指している。その後も、「金税(徴収管理ネットワーク)」、「金企(生産・流通ネットワーク)」等の構築プロジェクトが推進された。98年には、電子商取引を推進するための「金貿」プロジェクトが開始された。

江総書記、朱首相らの政府リーダーも情報化を重要視しており、2002年から始まる第10次五ヵ年計画での優先課題として、情報通信インフラ整備、IT技術とIT産業の発展、産業・社会における情報化の推進を取り上げている。

2.2.3 まとめ

各国のIT政策は、国の繁栄を左右する条件としてIT及びR&Dの重要性が高まっているという認識に基づいている。この点は、各国政府のIT政策の背景として言及されており、かつ多くの機関の研究レポートで指摘されている(例えば、OECD,2000)。

各国のITに対する取り組みと社会経済の構造・成果との関連を見ると、次のようなパターンが仮説として指摘できる。

1) IT産業の国際産業力を高め経済成果に繋げるパターン

代表的な国として、アメリカ、アイルランド、イスラエル、インド、フィンランド等があげられる。

アメリカはIT産業の位置づけは高く、アメリカ系企業がグローバル市場で成功を納めているものの、国のIT関連産業の貿易収支は赤字である。これは、国内の全産業における活発なIT投資によるものであり、その意味で下記のパターンの性格を併せ持つ。

2) IT活用による生産性向上を通じた経済発展

代表的な国として、スウェーデン、ノルウェー、フィンランドといった北欧諸国、及びアメリカが相当する。

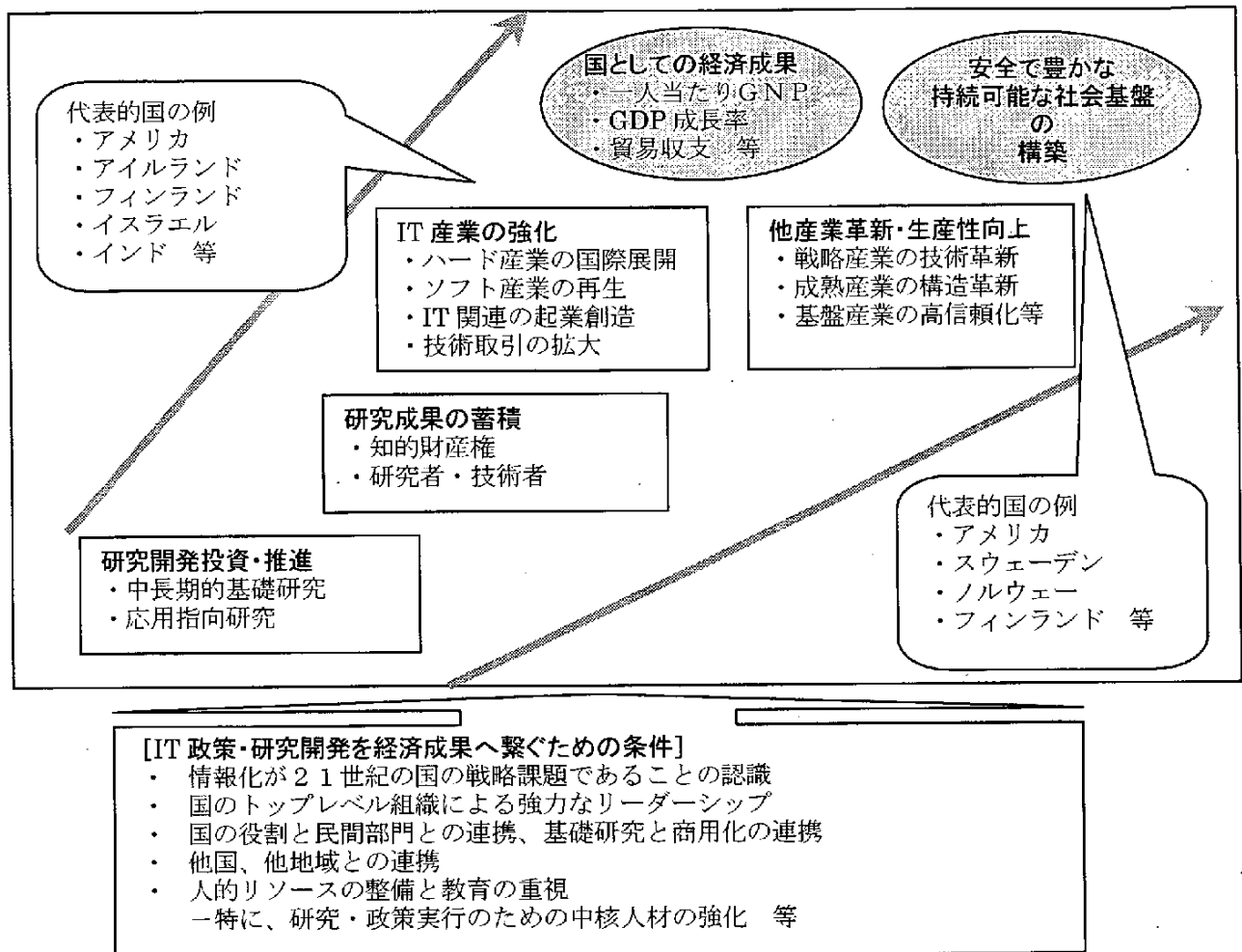


図 2.1 IT 研究開発と経済成果への展開フレームワーク

ここで、タイプ2の成功度を評価するメジャーとしては、経済成長を直接規定する多要素生産性（MFP）が挙げられる。ITの利用進度（PC普及率の変化）とMFPの変化率との関係を90年代の各国の状況について対比してみると相関が認められる（図2.2）。PC普及率の変化が高いアメリカ、スウェーデン、オーストラリアは、MFPの向上度も高くなっている。これに対して、日本は、PCの普及速度は鈍く、MFPは悪化している。

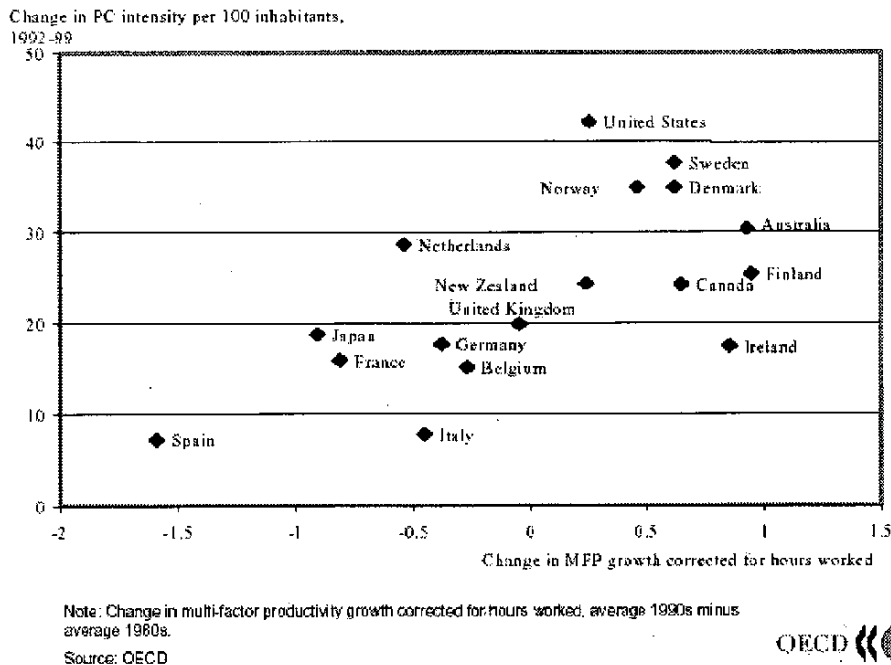


図2.2 IT利用進度（PC普及率）の変化と多要素生産性の変化

（資料：“Technology, Innovation, ICT and Economic Performance”, Nezu, Risaburo, OECD DSTI, 2001）

わが国は研究開発投資レベルは高いものの、研究開発成果の蓄積や、その結果としての産業の生産性の向上、IT産業の競争力の面で世界のトップから大きく水をあけられている状況にある。その結果として、バブル崩壊以降の不況から脱することができない。

研究開発投資を経済成果に繋げるためには、研究開発投資の多寡や研究開発内容自体も重要であるが、とりまく諸条件の整備が不可欠である。以降では、情報社会指標を高め、情報革命の中で世界的に競争力を高めている国の共通的特徴から、IT政策・研究成果を経済成果へ繋ぐためのキーファクタをまとめる。

情報化が21世紀の国の戦略課題であることの認識

調査した国は、いずれも情報技術が社会、経済に多大な影響を与え、経済活動を効率化し、国民生活を豊かにする上で情報化が極めて重要な要素であることを指摘している。また、情報通信産業を、それを実現するため、経済発展のための戦略産業として位置づけ、国際競争力の強化・育成を図ろうとしている。

また、このような認識の背景として、工業経済から情報経済へのシフトが進んでいること、その中で情報や知識の付加価値が高まることを理解し、産業界等関係者に対する啓発を進めている。

国のトップレベル組織による強力なリーダーシップ

情報化に係るイニシアチブ、プログラムを、国の元首直轄の組織として統括し、強力なリーダーシップをもって実施している場合が多い。アメリカのクリントン＝ゴアや、マレーシアのマハティールのように、国家元首自身がリーダーシップを発揮し、情報化プログラムを推進している場合もある。また、それ以外の国においても、省庁の壁を超えた横断委員会を設置し、国家レベルの重要課題として情報化プログラムを推進している。わが国を始め、近年では国家レベルでの情報戦略機関を設ける場合が増えている。中国でも朱鎔基首相が責任者となった「国家情報化指導グループ」が設置され、情報政策を展開している。重要な点は組織の設置ではなく、戦略・政策や実際のプロジェクトの統合力・調整力にある。

省庁レベルでも、情報と通信・放送の技術的・サービスの融合を踏まえ、ここ数年間で情報産業と電気通信産業の主管官庁を統合した国が多い。

国の役割と民間部門との連携、基礎研究と商用化の連係

国と民間部門との連携も重要な側面である。調査した国の情報化ビジョン・政策では、国の役割として次の点がカバーされていた。

- ◆ 情報社会のための高速・大容量通信ネットワークの整備
- ◆ 情報通信・放送等デジタル化に伴う関連業界の規制緩和と競争の促進
- ◆ 情報社会に必要な法体系（知的財産権、プライバシー保護、決済等）の整備
- ◆ 電子商取引等新たなアプリケーション構築に必要な技術開発の支援（助成等）
- ◆ イノベーションと公正競争、そしてリスク回避のための規格・技術標準の調整
- ◆ 電子商取引等新たなアプリケーション立ち上げのためのパイロットプロジェクトの推進
- ◆ 情報通信産業を育成するためのベンチャー企業の支援（税制支援、助成等）

一方、民間企業は、パイロットプロジェクトへの参画、研究開発をとおした商品化・商用化、起業等によって貢献することになる。商品化や起業化に関して国がどこまでコミットできるかについては議論が分かれる。

他国、他地域との連携

情報社会においては、いろいろな面でグローバル化が進展する。したがって、各国の情報化ビジョン、政策も地球規模の視野を有している。規格・技術標準や取引ルールに関しては、国際標準化機構（ISO）、世界貿易機関（WTO）、世界知的所有権機関（WIPO）といった国際機関との調整が必要であり、また業界におけるワールドクラスのリーダー企業

を無視することはできない。また、自国の産業競争力を高めるためには、国際的な分業とアライアンスという観点から自国産業のポジショニングをする必要がある。さらに、技術、資金の国際調達が必要であれば、それに適した優遇税制等の環境づくりが必要である。調査対象国では、他国、他地域との連携範囲は異なるが、いずれも地球規模での情報社会の進展を見通している。

人的リソースの整備と教育の重視

情報技術を開発し、活用していくのは人間自身である。その意味で、研究面、開発面、利用面に係る人材の育成を重要視しなければならない。調査した国においては、アメリカを始め各国で、教育における情報化プログラムの拡充が行われていた。また、オーストラリアでは中国等アジア諸国からの情報技術者の受け入れを支援し、マレーシア、韓国では海外企業の誘致を奨励している。

さらに、研究・政策実行で中核となる人材の強化も必要であり、技術の本質と商業化の見通しを総合的に判断できる人材、プログラム／プロジェクトのマネジメントができる人材の育成・増強を図ることが重要である。

本書の全部あるいは一部を断りなく転載または複写（コピー）することは、
著作権・出版権の侵害となる場合がありますのでご注意ください。

**わが国が行う情報技術研究開発のあり方
に関する調査研究（その6）**

© 平成14年3月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
先端情報技術研究所

東京都港区芝2丁目3番3号
芝東京海上ビルディング4階

TEL(03)3456-2511

