

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3）

平成11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



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

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)日立製作所情報事業企画本部システム製品企画部長
- 委員 長島 重夫 (株)日立製作所 中央研究所 主管研究長
- 委員 後藤 敏 日本電気(株) C&Cメディア研究所長
- 委員 寺尾 実 日本電気(株) C&Cシステムソフトウェア事業本部
ミドルウェア企画本部 本部長代理
- 委員 林 弘 (株)富士通研究所マルチメディアシステム研究所長
- 委員 松村 直己 富士通(株) 企画本部企画部 第一計画部長
- 委員 川田 圭一 三菱電機 (株) 情報技術総合研究所 主管技師長
- 委員 南 正名 (株)東芝コンセプトエンジニアリング開発部長
- 委員 津村 和政 沖電気工業(株) 総合企画室 主幹
- 委員 鈴木 滋典 (株)三菱総合研究所システムソリューション研究センター長

(オブザーバ)

通商産業省

- 山本 雅亮 通商産業省機械情報産業局電子政策課課長補佐
- 根津 正志 通商産業省機械情報産業局電子政策課国際係長

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
- 山上 宣彦 (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
- 佐藤真紀子 (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
- 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の研究開発のあり方 に関する調査研究（その3）

目 次

第1編 国が支援する情報技術分野の研究開発のあり方

第1章 序論	1
第2章 国が支援する情報技術開発施策における産業界が抱える問題点	7
第3章 国が支援する情報技術開発施策のあるべき姿	13
第4章 まとめと提言	21

第2編 米国を中心とする情報技術に関する研究開発制度と技術動向

第1章 国が支援する研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取扱い	
1.1 米国の研究開発プロジェクトにおける知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景	57
1.2 米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い	74
1.3 わが国が支援する研究開発プロジェクトの知的財産権の扱い	83
第2章 米国の研究開発におけるプログラムマネージャの役割	91
第3章 米国の情報産業技術振興政策の事例研究 － ATP(Advanced Technology Program): 先端技術プログラム －	97
第4章 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向	105
第5章 情報技術に関する内外の動向	
5.1 日米のネットワーク政策の動向	111
5.2 米国のIT産業の動向	123
5.3 米国のIT構想－未来への投資－	127
5.4 米国ハイエンドコンピューティング研究開発の動向	131
5.5 知的情報システム技術研究開発の動向	138

付属資料

1 米国の研究開発プロジェクトにおける知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景	付1-1
2 米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い	付2-1
3 わが国における政府支援プロジェクトの知的財産権の扱い	付3-1
4 NSFおよびDARPAにおける研究開発支援とプログラムマネージャの役割	付4-1
5 米国の情報産業技術振興政策の事例研究 ATP(Advanced Technology Program): 先端技術プログラム	付5-1
6 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向	付6-1
7 PITACレポート 情報テクノロジーに関する調査報告：未来への投資	付7-1
8 IT構想 21世紀のための情報技術：米国の将来に対する大胆な投資	付8-i

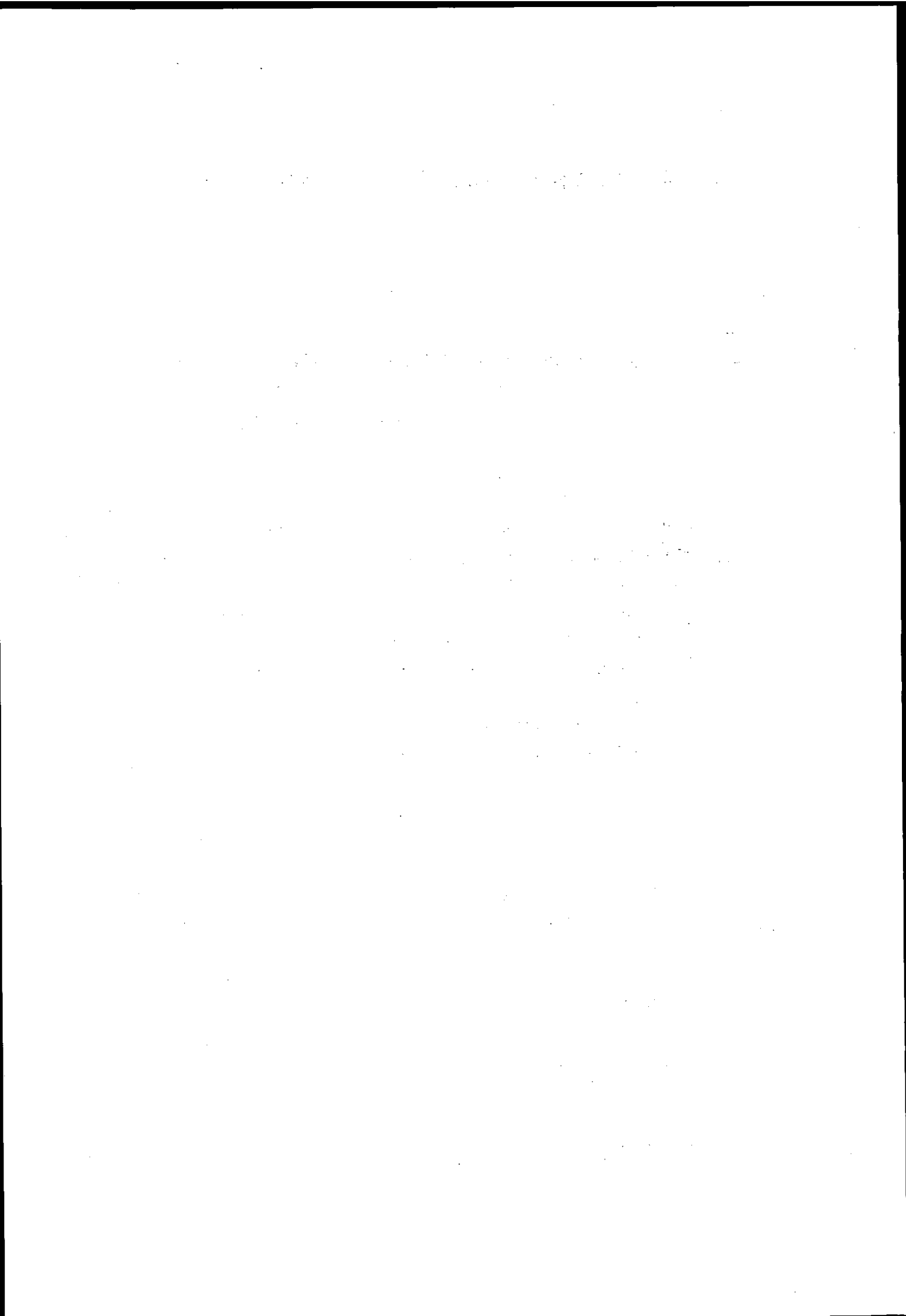
第1編

国が支援する情報技術分野の 研究開発のあり方

第1編 国が支援する情報技術分野の研究開発のあり方

目 次

1	序 論	1
2	国が支援する情報技術開発施策における産業界が抱える問題点	7
2.1	研究開発プロジェクトの目標設定と見直しに関わる問題点	10
2.2	研究開発プロジェクトの実施体制と運営に関わる問題点	10
	(1) 複数省庁の連携	10
	(2) 過去・現在の研究開発プロジェクトの運営	11
	(3) 補正予算事業の運営	12
2.3	研究開発プロジェクトの成果物の定め方の実用化に関わる問題点	12
3	国が支援する情報技術開発施策のあるべき姿	13
3.1	研究開発プロジェクトの目指すべき方向	13
	(1) 基本姿勢	13
	(2) 基盤インフラ・サービス・アプリケーション	14
	(3) 市場開拓	15
3.2	研究開発プロジェクトの運営のあり方	15
	(1) これからの国の役割は何か	15
	(2) 技術開発政策を取りまとめる組織のあり方	15
	(3) 国のビジョン、目標としてのアンブレラ	16
	(4) プログラムマネージャの重視と人材育成	16
	(5) プロジェクトの実施体制と評価のあり方	17
	(6) 会計制度の見直し	17
3.3	研究開発プロジェクトの成果の扱い	18
	(1) 商品化優先の原則	18
	(2) 成果の再定義	19
4	まとめと提言	21
4.1	先端情報技術開発における国の支援の重要性	21
4.2	本年度の調査目的と調査方法	22
4.3	調査結果とそのまとめ方	24
4.4	指摘された問題点は、なぜ発生したか？（その発生要因の考察）	25
4.5	問題点発生のおくつかの根源的要因とその分析	27
4.6	問題点の総合的整理と国のなすべき支援策の考察	42



第1章 序 論

情報技術は、あらゆる産業分野の基盤としての性格を持つ。この分野の研究開発の成否が、わが国の将来を左右すると言っても過言ではない。また他の分野の研究開発も情報技術に無関係に進められるものは、殆んどない。このような認識は既に広く行き渡っている。

このように重要視されている情報技術であるが、わが国において研究開発が十分に行なわれているかという点、現状のままでは万全とはいえない。日本は電子立国と言われるほどにハードウェアの製造技術に優れ、一時期は世界の工場と呼ばれたこともある。しかし情報技術の中で最重要とされるソフトウェアにおいては、未だに米国の後塵を拝している。近年の普及が目覚ましいコンピュータ・ネットワークにおいても、日本から発信した技術は数少ない。果たして21世紀にわが国の情報立国は可能であろうか。

本報告書は、これまでに行われた国が支援する研究開発プロジェクトの問題点を分析し、解決の方策を探り、今後の方向を提起するものである。

(1) 壮大な構想の必要性

情報技術は、ハイテクと呼ばれて持てはやされている。いかにも時流に乗っているように見えるが、現実には短期的なマーケットが見えてしまうと、企業の研究開発は目先の製品開発に近いものとなる傾向がある。このような状態を放置すると、中期的には産業の競争力が低下してしまう。

情報技術の研究開発において国の果たすべき役割は、まず将来の社会を描くことである。そこから根幹となるべき技術、その実現手段が導き出される。このような構想を打ち立てることは、情報技術に限らず日本全体として必要なことである。将来の社会は、現在の姿を単純に外挿して描くものではない。また傍観者的な技術予測でもない。将来のあるべき社会の姿を描くこと、それを対外的に説明することは、わが国の国際貢献としても、また国家としての競争力を維持するためにも、甚だ重要である。

国家としての将来構想を組み立てるのは、必ずしも情報技術分野だけの役割ではない。国内のあらゆる力を結集すべきである。ただし冒頭に述べたように、すべての分野において情報技術の活用が不可欠となっている。情報の側からの積極的な関与がなければ、国としての将来構想を立てることは困難である。

変化の激しい現代であるから、将来の構想を示すのは難しいことである。個別の企業、あるいは個人にとっては不確定の要素が多すぎる。このような時代にこそ、国としてのビジョンを提示する意義は深い。

(2) 計画研究から柔軟型への転換

これまでの日本における情報技術の研究開発は、ごく少数の例外を除いてキャッチアップ型であった。一見すると日本独自の技術開発のように見えても、大分類をすると既存技術の改良というプロジェクトも存在した。先行指標が明確な場合には、従来の日本型の研究開発は大変に能率が良い。ただし過去に成功した制度でも今後は阻害要因となり得る。既に現在でも多くの問題点が指摘されている。

従来型の研究開発では、まず計画を綿密に立てる。目標が明確であれば、最終ゴールだけでなく途中のマイルストーンも自然に提示することができる。目標までの距離が十分にある時、つまり日本の技術が大幅に遅れている分野では、計画を途中で修正する必要が少ない。ひたすら目標に向かって走る。そのためにはスタート前に詳細な計画が出来上がっている方が都合がよい。従来は計画段階で多大な労力を費やしていた。

現在の情報技術においては、米国が先行しているとは言っても、一昔のような大差がある訳ではない。米国を目標としてキャッチアップ体制をとろうとしても、標的が刻々と変化してしまう。あたかも市場経済のような様相を呈する。情報技術は、もはや社会との相互作用を抜きに語ることができない。研究開発の目標が途中で変化するのには止むを得ない。

歴史的に見ても、計画経済という図式は成立しない。それを認めるならば、研究開発において高度の計画性を期待するのは所詮は無理な話である。原理的に不可能なことを試みると徒労に終わる。過度の計画性を捨て、柔軟に対処するシステムを採用すべきである。ここに柔軟とは、必ずしも無計画を意味しない。先に述べたような将来の社会像が描かれていれば、それを指針にして方針を修正することができる。

米国の Internet2 の骨格をなす vBNS (very high performance Backbone Network Service) は、計画の柔軟性を示す好例である。vBNS は最初は僅か数箇所のスパコンセンターを相互に接続するネットワークであった。その利用は低調であり、米国政府も失敗と認めた。失敗したから止めるかと思うと、その逆に利用機関を 100 箇所に増やすという決定をした。この 100 箇所という数字と Internet2 の約 100 大学という数字がうまく符合する。結局、vBNS は米国政府の次世代インターネットを促進する計画の一翼を担うことになった。

今後の研究開発においては、国が支援するプロジェクトにおいてもリスクが伴う。見通しの立つ研究開発ならば民間企業が実施するであろうから、国の役割はますます不確定なプロジェクトになろう。そのような場面で高度の計画性を求めるのは無理がある。プロジェクトの途中でも柔軟に変更ができればならない。そのような運営に責任を持つためには、国の側にも専門家が必要となる。

(3) 専門家の役割と責任

情報技術に限らず、研究開発の成否は人材に大きく依存する。先端を走るといふ研究には何らかの新しい要素が含まれる。新しい技術や知識を蓄積しているのは人間であるから、新しいアイデアを生み出すのも人間である。そこに専門家の役割がある。情報技術においても、優れた専門家にぜひとも活躍してもらわなければならない。

キャッチアップの時代には、専門家の役割は既存技術の理解、そして改良であった。先行指標が見えない時代においては、新しいコンセプトを生み出す専門家が必要となる。この専門家はプロジェクトの中で活躍するのはもちろんであるが、国の側にも高度な専門知識が必要とされる。そのような体制を整備しないと刻々と変化するプロジェクトの運営が滞ってしまう。

先に挙げた vBNS の例で、NSF(全米科学財団)において方針を策定した担当官は、いわゆる Rotator であって、直前まではアイオワ大学の教授であった。このようなプログラムマネージャと呼ばれる制度は、日本には存在しない。わが国においてもプログラムマネージャを導入すべきであるという意見が高まっている。

この種の議論は、実は社会の至るところで行なわれるべきである。企業においてもスペシャリスト(専門家)を養成するのか、社長はジェネラリスト(万能選手)が就くべきであるのか、大いに討論されている。これまでの日本社会においては、役所においても企業においてもエリートは万能選手であるべし、と思われていた。これは今までの社会では意味のあることであった。社長は工場も知っているし、営業の経験もある。

ところで、情報通信の発達にはスペシャリストの役割を増大させる。何故ならば、情報通信は知的な作業における分業を徹底化する。この「分業」という概念はアダム・スミスが「諸国民の富」(国富論)の中で始めて提起したという。アダム・スミスが分析した産業革命は、まさに運輸技術の進展に伴う分業の始まりである。現代の情報革命は、通信によって分業をさらに進展させる。社会の分業がうまく行なわれるならば、専門家同士の連携ができる。分業が進展することは、専門家の役割を増やすことである。

現在は、まだ社会的な分業の進展の途中であるから、何事でも一人で解決できる万能選手の存在意義が大きい。従来の日本社会はジェネラリストに依存していたように思う。しかし上に述べたように専門家の役割が今後重要になるのは不可避である。プログラムマネージャのような制度は、このような社会の進展から見ても意義深い。

従来のプロジェクトにおいても、専門家は確かに関与していた。特に計画段階では多くの人が協力をしている。ただし本職としてプロジェクトの運営に責任を持つ人の数が少なく、国の側では担当官が多くのプロジェクトを掛け持ちをしている。このような人的資源の割当法は、キャッチアップ時代には能率の良いものであったが、先端的な競争の時代においては頭脳力が不足する。米国におけるプログラムマネージャの

圧倒的な人数を聞くと、これまでの日本が少人数でよく出来たものだと感じさせられる。

(4) 成果の取扱い

国が研究開発プロジェクトを支援する場合には、その成果の取扱いが問題となる。上に述べたように専門家が国の側に立ち、プロジェクトの運営に責任を持つとしても、プロジェクトの成果として求められている要件を無視できない。つまり成果の形を規定することは、プロジェクトの運営に重大な影響を及ぼす。

本報告書においては、従来の具体的な問題点を指摘している。詳しくは本文に譲る。例を一つ挙げるとすれば、成果物としてソフトウェアのソースプログラムを納入するという制度は不合理であるという指摘がある。

そもそも国の財産とは何を意味するのか。プロジェクトを支援するために1億円の支出があり、それが無駄使いでないというために、1億円の価値のある成果物を納入する。それは形式的には正しい議論のように思える。ただし、形式的に整っている成果物でも、それを活用することが事実上は困難であるとすれば、本来の成果物ということとはできない。

成果物の種類を拡大する工夫が必要である。情報技術を標榜するならば、情報に価値を認める方策を採らなければならない。また知的所有権の取扱いにも工夫を要する。国のプロジェクトであるからといって、国の権利を主張しすぎると、結局は成果が活用されずにお蔵入りとなって、国民のためにならない。

今後の成果の取扱いにおいては、二つの相反する要素を勘案しなければならない。まず、成果をオープンにするという原則が重要である。国のものは国民のものである。成果が広く公開されることが望ましい。この原則が有効であることは米国の例を見てもわかる。その一方では、開発者にとって国の支援を受けるメリットがなければならぬ。1億円を受け取って、1億円の価値のものを納めるだけでは、何の損も徳にもならない。その成果がオープンになるとすれば、なおさらである。現実には成果をオープンになっても、そのままでは活用されにくい場合もある。成果を納税者に還元するという観点に立つと、開発者に一定の権利を与えて成果の活用をはかる方が好ましいケースもある。以上の二つの要素は、単純に割り切れるものではなく、いずれも重要である。このバランスをとることは難しく、種々の議論を呼ぶ筈であるが、国としての方針を適切に決めなければならない。

(5) 予算の使途

現状の問題点の一つとして、予算の使途に関するものがある。特に、国の資金が人

件費として有効に使えないという問題が指摘されている。もちろん現状の制度には、それなりの理由があるのだが、研究開発の予算の使途に制約が多いのは事実である。

予算上の制約は、上に述べた高度の計画性とも関係が深い。予め決められた費目にしたがって予算を立てる。予算は計画の一部であるから、予算の通りに執行するのが好ましい。費目の間で転用することも、なるべく避けた方が良い。予算と決算の数字はピッタリと合致する方が良い。このような考え方は、特に国が支援する研究開発でなくても、日本社会の至るところで見られる。

結局のところ、日本人は真面目である。それが高度の計画性に現れており、予算も計画と表裏一体となっている。年度の途中で新たな支出が必要となっても、それに該当する費目がない。このような硬直化した体制が意味を持つ時代は終わってしまった。先に、過度の計画性を捨てて柔軟に対処することを強調した。予算の使途も同様である。方針を変えようとしても、予算が変更できないのでは、実際には執行できない。

人件費に関する考え方は、先に論じたプログラムマネージャの身分とも関係がある。つまり、研究開発に従事する人の立場、あるいは所属、処遇、という観点で考えることができる。問題点として指摘されたように、国が支援するプロジェクトは、あくまでも支援であるから、ある企業の人件費をすっかり面倒を見ることはしない。つまり、その研究者ないし技術者は文字通りのフルタイムではない。プロジェクトに関与している分の人件費だけが国から出る。恐らく今後の方向は、プロジェクトの中で人件費の占める割合が増加せざるを得ない。それは専門家を、よりプロジェクトの中に取り込む方向を意味する。

(6) 情報技術は社会を変える

今日の情報技術は、社会の神経網を形成している。それだけに社会からも大きな期待が寄せられている。ただし情報技術は完成の域に達しておらず、今なお急速に発展を続けている。換言すれば、情報技術の課題は、社会の至るところで数多く発見することができる。本報告書の本文でも幾つかの例を掲げている。

情報技術に関する米国のPITACの報告書(1999年2月14日)が大きな反響を呼んでいる。確かに一読に値する内容である。一方で、この報告書は当り前のことしか述べていない、と感じる向きもあるだろう。何も驚くべき内容はないのだ。ここで重要なのは、報告書として明確に書いてあるという事実なのである。当り前のことが書いてある。それでも重要なのは、PITACの報告書が世界に向けて情報として発信されているからである。つまり内容よりは社会的なプロセスの方に意味がある。このような方策において米国は長けている。

情報技術は社会を変える。これは事実であるが、逆に社会の側が情報技術に影響を及ぼすということもできる。いわば相互作用が期待できる。これからの情報技術の研

究開発においては、従来の社会で行なわれていた制度とは違った工夫があって然るべきである。そのような工夫をグローバルな視点で提示するのは、国のプロジェクトの役割にふさわしいものだろう。

本報告書においては、できるだけ問題を具体的に捉えるようにした。あまり抽象化してしまうと論点が不明瞭になるからである。その問題点を踏まえて、今後の施策についての提言をまとめたのが特徴である。本報告書が、情報技術の研究開発を論じる際の材料としてお役に立つよう念じている。

第2章 国が支援する情報技術開発施策における産業界が抱える問題点

本章では、国が支援する情報技術開発施策、特に通産省の施策について、現在、産業界がどのような問題点を抱え、その原因や解決策としてどのような考えを持っているかについての調査結果について述べる。

この問題点の把握のため、国の情報技術開発プロジェクトに参加した経験のあるコンピュータメーカの有識者からヒアリングを行った。産業界の視点から見た問題点は次の3つに大きく区分できる。

- 1) 研究開発プロジェクトの目標の設定と見直しに関わる問題点
- 2) 研究開発プロジェクトの実施体制と運営に関わる問題点
- 3) 研究開発プロジェクトの成果物の定め方とその実用化に関する権利関係に関わる問題点

本ヒアリング調査の背景としては、米国技術に圧倒され、市場を席捲されつつある情報産業の国際競争力をいかにして復活させるかという、国、及び産業界の関係者の強い問題意識がある。この未曾有の経済危機の中で、有効な対応策を見いだすためには、国と産業界がこの危機の外的、及び内的要因について、まずは、共通の認識を持つことが重要である。しかしながら、かつては、一枚岩のごとき団結を誇っていた国の技術開発の担当と産業界のプロジェクトを実施する担当の間に、かつて無かったような認識の相違が生じ、これがプロジェクトの実施において、いろいろな摩擦や軋みを生じさせている。

本調査では、情報技術において、米欧諸国の企業との市場獲得競争で苦戦を強いられている産業界が、国の支援する情報技術開発施策について、何が問題点であると認識しているかを把握し、問題解決のための“出発点”としようとして意図した。

時に、国は経済対策としてこれまでにない多額の補正予算を計上した。通産省はこれを利用し新技術の研究開発プロジェクトを公募し、今その実施のただ中にある。また、中央省庁等改革推進本部による行政機構の見直しや国立研究所などの独立行政法人化の議論が盛んに行われている。その一方で、産業界においても、経済危機の乗切りと、来るべきボーダーレス経済社会への移行と市場確保を目指し、生き残りを賭けての大胆なリストラを実施している。

こうした流れ中で、国（官）のリーダーシップのあり方が問い直され、キャッチアップ型や護送船団型の従来の施策実施方式から、ベンチャー企業による新技術の企業化なども促進できる、個々の企業の自由競争を前提とする新しい国の施策の実施、運営方法が模索されている。また、大企業内やその系列企業内においても、集団主義や

家族主義的な経営から、米国流のデジタル経済に基づく、個人の能力評価に基づく、個人レベルでの競争重視の経営へと大きく変貌しつつある。

このような大きな変革の波が否応無く、情報関連企業を革新へと駆り立てている一方で、国が支援する情報技術開発施策は、その変革への努力がなされてきたものの、その背後にある研究開発成果の形態や、その管理、また、実施に関する権利関係などに係る法律等の制度自体は、抜本的に変更されることはなかった。

キャッチアップ型や護送船団型に代る、新しい研究開発の仕組みや制度の確立は、国有財産の管理や予算執行のルールを管轄する大蔵省を始めとする複数省庁間に跨る仕組みや制度、関係法令の見直しなどが不可欠であったのだが、このような根本的な問題は、今日においても手付かずで残されている。

この結果、待った無しで進む産業界の大きな変貌が、これに追従できない国の仕組みや制度、運営方法を実体に合わない時代遅れのものとし、研究開発の現場において、大きな混乱と摩擦を生ざせているといえる。国やその関連団体の担当も産業界の担当も、わが国の産業振興を切に願って行動しているのだが、そこでのルールが時代に合わなくなっていることから、双方の願望にも拘らず、担当レベルの力ではその不幸な状態から抜け出せないという悲劇が起こっている。

このような問題の一例としては、今回のヒヤリング調査でより具体的に記述されている国の負担する予算費目の制約の問題がある。国の実施するプロジェクトの研究開発を直接受注するメーカは、その人件費については、受注した作業を担当する研究者もしくは技術者の給料分しか国へ請求できないというようなルールがある。

当然、その研究者等の働く環境整備やその管理者などの人件費などの間接費は、請求できないこととなっている。一方、直接受注したメーカから下請にだされた作業については、このような間接費も含めて請求できることとなっている。

このようなルールは、キャッチアップ時代のなごりと考えられる。当時、大手メーカは、先進国のメーカの製品を追いかけ自社製品を開発することが常であり、今日では自己資金で開発するのが当然のような技術開発も、国のプロジェクトとなり得た。

このような状況では、国はメーカの製品開発を補助するような立場であり、技術開発の中核部分のみを、支援対象としたものと思われる。

また、同時に、補助金政策が適当なプロジェクトも、委託研究として扱われ形の上では100%の開発費用を国が負担するということにして、国の支援額を増やしたものと思われる。

やがて、わが国メーカの技術力も向上し、国のプロジェクトも、中長期的な目標を目指すものやリスクの大きなものへと移行していった。また、これから先を見通すと、国のプロジェクトは、社会システムや共通インフラの開発など、開発成果がそのままメーカの製品となるプロジェクトは減少すると思われる。そのような状況では、メー

カは新技術の研究開発を、自己負担（持ち出し）の無い一種の調達のようなビジネスとして受注するのでなければ経営上成り立たない。特に、資本力の弱いソフトウェアハウスなどでは、このような持ち出しがあっては、国のプロジェクトへは参加できないこととなる。

一方、自己負担がなければ、調達と同様、開発の成果は、国に帰属するものとしても自然に受け入れることが可能であろう。

他方、メーカーの製品と直結する技術開発を国が支援する場合は、そのプロジェクトの主体はメーカーにおき、補助金として支援する方が自然であろう。その場合は、その成果は当然メーカーに帰属するが、税金を使う以上は米国のように、その成果を商品とし、市場に出すことを義務づけるような制度とすべきであろう。補助金自体もリスクマネーとして出資して、ベンチャー企業などが武運つたなく敗退した場合も、創業者が個人的に借金を背負うようなことのないような制度とすべきと考えられる。

現在の国のプロジェクトにおいては、「中長期の研究開発支援」と、「顕在化した市場に向けての技術開発支援（商品化支援）」は、制度的にきちんと整理されておらず、その予算や運営も、国の時々の判断に左右されることが多い。

「中長期の研究開発支援」を目指して開始されたプロジェクトが、その中間段階で「商品化に向けた技術開発支援」へ方針変更されるようなケースも見られる。

メーカー有識者のヒヤリングにおいて出された問題点は、このような仕組み、制度が現状に適合しなくなっていることから発しているものが多い。

欧米では、「商品化に向けた技術開発支援」においては、補助金による支援が通常であり、直接経費を補助するが、米国の場合は、直接経費と間接経費の定義は、一般に広く用いられている会計原則（Generally Accepted Accounting Principle, GAAP）に準拠するなど、合理的な方法を適用している。（本年度調査報告書：「米国連邦政府が実施する情報産業技術振興政策の事例調査」を参照）

以上、本調査を実施した背景と動機を述べた。産業界からみた現在の国の情報技術開発の仕組み、制度などの問題点が、浮彫りにされている。特に、補正予算による新技術開発はこの制度上の問題点のいくつかを明確化している。このような問題点について、国と産業界の双方の認識の差が狭まり、その改善策が産み出されることを望むものである。

また、その問題点のうちでも、特に重要なものに関しては、同様の問題が米国においては、どのように扱われているのかも別途調査しており、その概要は、本報告書の第2編、及び資料編にまとめて、参考に供している。

2. 1 研究開発プロジェクトの目標設定と見直しに関わる問題点

- 現在の国の情報技術開発支援は、「数年～十年先の産業開拓を狙った新分野の探索研究(基礎研究)の支援」と「顕在化した市場向けの商品開発支援」に大きく分類でき、それぞれ問題点を抱えている。国は民間のおかれている立場や技術的な環境に配慮することにより、更なる支援の効果を上げて欲しい。
- 数年～十年先の産業開拓を狙った新分野の探索研究(基礎研究)は、投資リスクが大きく、また、企業の事業計画も未確立の場合が多い。従って企業の立場からは、この種のナショプロへの参加はリスクが軽減できるメリットがある。また、プリコンペティティブな技術開発段階であるので、他企業との連携や知的財産権(IPR)の扱いなどにも寛容に臨むことが出来る。このようなナショプロでは、最終目標へ至る中間的な目標やアプローチも一様ではなく、計画自身もかなりの幅を持ち、現場担当者が自らの裁量で最良の選択枝を選びつつ進められるべきである。しかし、行政サイドの計画内容に関する政策的見地からの関与が多いため、技術開発の本筋から見ると不要とも思われる計画の詳細化が求められ、この結果として、計画の変更も多くなる。企業側も基礎研究的なプロジェクトに対しては事務処理体制も手薄であるため、研究者にかかる事務管理稼動が予想以上に大きく、苦慮している。
- 数年以内の事業化促進を狙った、既に顕在化した市場向けの商品開発支援では、既に、企業が独自戦略を持っていることが多い。従って、戦略によっては大胆な投資も可能であるが、他企業との連携、成果や知的財産権の取り扱いにも非常に敏感になっており、顧客関連情報など開示できない情報も多くある。このため、行政サイドの求めるテーマ設定に合致させるのが難しいことが多い。また、ソフトウェア開発支援で、成果物としてソースプログラムの納入を求められると、自社資金で開発した部分と支援を受けて開発した部分の切り分けを行わねばならないが、これが非常に困難である。

2. 2 研究開発プロジェクトの実施体制と運営に関わる問題点

(1) 複数省庁の連携

- 情報産業はその構造が急激に変化している。一つのシステム開発プロジェクトの中に、コンピュータ、ネットワーク、応用ソフトウェア、さらにそのシステムを社会システムの中で機能させるための制度や法律の改正までが入る。これに対して省庁は相変わらずの縦割り構造で横の連絡がない。このような構造が企業活動

を阻害している。例えば、ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) は、いろいろな要素が関連し、いくつもの省庁間にまたがる問題がある。このため調整が大変である。道路は運輸省で、警察庁も絡み、ネットワークは郵政省の管轄だ。この他の省庁も絡む。このようなシステム開発がますます増え、産業界の構造も変化しているのに、縦割り行政は変わっていない。情報通信技術の応用は、ありとあらゆる分野を対象とする。しかし制度上の問題が情報通信技術の展開を阻害している。

- 国の予算配分に関わる現在の仕組みでは、各省庁が予算を、縦割りにされたそれぞれのテリトリーに別個に配分する。類似テーマについても、協力や競争もほとんどなく、また、評価も相互に比較されることがない。更に、将来ビジョンの策定においても、各省庁のテリトリーの中だけで考えることから、日本全体としてのビジョンは出難い。

(2) 過去・現在の研究開発プロジェクトの運営

- 仕組み上、行政サイドに先端技術をカバーする研究者が不在であることは問題だが、それ以前に、行政サイドの担当官のカバー範囲が広過ぎて、どう努力しても十分な管理ができないことが問題だ。また、プロジェクトのリーダーとなる研究者をどのように見つけ、かつ、リーダーへのプロジェクト運営に関する権限委譲をどう行い、中間成果の評価や方針変更をどうやるか等の仕組みも問題で、改善する必要がある。
 - a. 行政サイドの担当官のカバー範囲が広すぎ、運営の管理ができない。研究の中身のわかるリーダーへの権限委譲が必要。また、プロジェクトには、“顔”としての中核研究者グループが必要。
 - b. 成果が事業に繋がるような技術開発プロジェクトの運営や、事業性の判断を入れた評価を大学の先生に望むのは無理がある。
 - c. 国のプロジェクトは、その開始当初には役所がよくバックアップするが、その後のフォローが弱く、最後の成果の評価や製品化という最も大切なところは企業任せという形になり、米国等と比べ投資効率が悪い。
- 国のプロジェクトの制度や関連する国有財産の管理規定を変えるべきという提言は、これまでも幾度も行われたが、法律の改正までには至らず、運用により対処してきた。しかし、ソフトウェアの研究開発などがない時代にできた法制度などもあり、最早、運用による対処も限界である。どうすれば抜本的な改革が行える

か。

(3) 補正予算事業の運営

- 補正予算や国の研究開発予算を使う場合に、その使い方についての制約が研究開発活動の阻害要因となっているものがある。その内、人件費に関する問題は特に深刻である。
- 補正予算プロジェクトでは、公募から締め切りまでの期間が短すぎる。
- 国の技術開発支援についてのビジョンやテーマ設定の方針がわかりにくい。また、ニーズ指向の新技术開発を方針に掲げて、情報産業の支援を目指しているが、市場の現状からいうと、アプリケーションを指向したソフトウェア技術開発を狙う方がよい。

2. 3 研究開発プロジェクトの成果物の定め方その実用化に関わる問題点

- 国が打ち出したソフトウェアの知的財産権 (IPR) の扱いに関する政策にビジョンがみえない。このため、行政サイドの方針が変わると、企業はそれに振り回される。新技术の迅速な製品化や新市場創造にふさわしい、企業サイドに立った IPR の取り扱い制度を確立すべきである。
- ソースプログラムの扱いについての現実的なルール作りが必要。国のプロジェクトにおいても企業内での製品開発でも、現在はソフトウェアを全くゼロから開発するものは無い。既にあるプログラムを組み合わせたり、それに新たなプログラムを付け加えて、目的のシステムを開発する。このため、プロジェクトの成果物としてソースプログラムを納入せよと言われた場合、その切り分けが困難になっている。

第3章 国が支援する情報技術開発施策のあるべき姿

第2章では、国が支援する情報技術開発施策について、産業界からみるとどのような問題点があるかと認識しているかについて述べた。

本章では、この問題点を乗り越え、解決するためにどうすればよいのか、コンピュータメーカーの有識者の意見を述べる。産業界の視点からの3つの問題点に対応して、次の3つの観点から述べる。

- 研究開発プロジェクトの目指すべき方向
- 研究開発プロジェクトの運営のあり方
- 研究開発プロジェクトの成果の扱い

3. 1 研究開発プロジェクトの目指すべき方向

(1) 基本姿勢

- 最近の国のプロジェクトは情報技術開発のテーマについて、成果が見えているものを求めている。しかし、国の取り組むテーマとしては、ベーシックでリスクの大きなものや、国がやる大義名分の明確なものとするべき。
- これからは、国民的理解を得られるナショプロを目指すべきだ。そのためには、抵抗はあるだろうが悪い文化や慣習は変えて、新しい文化を作り上げる必要がある。よいモデルプロジェクトを作り、それで成功体験を積むのも一方法ではないか。周囲の情勢が変わったときの柔軟な対応方法なども盛り込んだ、変化の激しい時代にふさわしい仕組みを考える時だ。
- 国の資金による研究開発については、国民（納税者）の利益とつながった社会システムの開発に重点を移行して行くべきである。（米国ではすでにその傾向がはっきりでている）
- 国の役割は、公共の利益優先を第一義的に考えたプロジェクトを立案、実施する（納税者への利益還元とサービスを念頭におく）ことを理念とすべきである。
 - a. アメリカの研究開発は公共の利益のため（国防、教育、公共サービスなど）に行なわれており、それがうまく産業振興に繋がっている。これからの国のプロジェ

クトは、民間の製品化の支援ではなく、国自身が国民や企業にサービスするために公共的システムやインフラの開発に重点をおくべきで、最後まで一貫して国の手でプロジェクトを遂行すべきである。

- b. 技術開発における官（国）の役割と産業界の役割を明確に分離すべきである。もちろん、担うべき分野の裾野は重なっていることが重要。裾野の重なりは、開発成果の商品化や市場形成の支援ということになる。
 - c. 本来、国の研究開発は公共の利益に資すると共に、リスクを伴う投資と考えるべきである。従って原則として、国の出資はリスクマネーと考えるべき。（同様に、ベンチャー企業支援なども、全額リスクマネーとして出資すべき）
- 国は、企業の利潤追求の近視眼的技術開発を是正し、それを補完する立場からの、長期的で国家、世界的な視野の技術開発政策を打ち出すべき。
 - ソフトウェア技術者の底辺拡大にも力を入れるべき。

（２）基盤インフラ・サービス・アプリケーション

- 国の役割は社会的及び技術的基盤インフラを作ることである。
- これからの国のプロジェクトのテーマは、技術開発よりも、基盤となる技術インフラ整備や、法制度などの社会構造の変革、さらに将来の市場動向を見究めるための社会実験のようなものであるべき。
 - a. 自動車 CALS
 - b. 電子キャッシュ
 - c. 電子商取引
 - d. 電子政府
- 情報産業の収益構造はハードウェアから、ソフトウェア／サービス分野へシフトしている。また、情報技術のユーザである企業がグローバルな競争を行う上での基盤となる、情報システムの高度化の遅れが深刻化している。
- わが国の将来社会を先読みした次のような分野の情報技術開発が重要
 - 高齢化社会対応（簡単操作、介護／福祉、医療）
 - 人間性豊かな国民生活（教育、趣味、芸術、旅行、ホームシアタ、車オフィス、ショッピング）
 - 医学（遺伝工学、ガン治療、遠隔医療）

- 環境保全（省電力，リサイクル）
- ネットワークの高度化技術（次世代インターネット，テストベツト整備や運用）
- これから開発するアプリケーションソフトウェアは国際競争に勝てるものとしなければ意味がない。

（3）市場開拓

- 国が行う情報産業支援は、新市場創造のための技術開発だけでなく、市場参入や市場戦略などを有利にする制度や国際環境作りなども含めた包括的な支援をすべき。
- 新市場の創造は国際・業際のプロジェクツから。
- 研究開発において官にもっとも期待するのは、次の市場がどんな風になるか見えるような、または、次の市場を作り出すような先を見た技術開発をやってもらうことだ。そのようなプロジェクトのリーダーシップは、産ではとれないので官に期待する。また、元気な先生もいる学からの抜擢もよい。

3. 2 研究開発プロジェクトの運営のあり方

（1）これからの国の役割は何か

- 価値の捉え方に付いて国内標準から国際標準へ発想を転換し、米国の商務省的存在になる必要がある。

（2）技術開発政策を取りまとめる組織のあり方

- 各省庁縦割りの情報技術開発の実施形態を改め、内閣直轄の政策集団を常設し、省庁間の壁を意識しない日本全体を見た政策を常に議論し、政策提言を行う仕組みを、産学官の英知を集めて作り、政府の技術政策の取り纏めに関し、実効あるものとして働かせるべき。
- 行政サイドに、先端技術の中身やその特質を、技術開発の現場サイドと対等に議論できる人材が不在であることは大きな問題である。特にソフトウェアのような

形のない「抽象的なモノ」の開発や評価は専門家でないと難しい。この解決の方法として、情報系の国立研究所を新設したり、既存の研究所を強化して、その研究者を行政サイドの知恵袋として使うことが考えられる。

- 強力な情報通信関連のシンクタンクを作り、最先端のビジョン論議を行う場作りが必要である。何が本当に日本の産業育成に役立つかを考える時期である。
- 国の情報技術開発プロジェクトには、その政策目標も技術分野も将来社会を見通した全体的なグランドデザインがない。このため、行き当たりばったりの政策や業界の指導をやってしまう。その結果、メーカサイドの思惑や市場の方向とずれてしまう。
- 情報技術開発や情報産業振興のための政策に関して日頃から将来展望を描き、それに基づく中長期の政策や技術開発計画を立てておくべき

(3) 国のビジョン、目標としてのアンブレラ

- まず、国のビジョンを作り、それに応じたアンブレラを建てよ。
- 通産省はわが国の情報産業の将来ビジョンとその実現のための主要な技術開発目標、中長期計画をアンブレラとして持ち、随時これをアップデートし、企業や大学の研究者をはじめ、広く国民にアピールすべき。そして、このアンブレラの元に、民間の資本や人的資源を結集するための施策を実施すべき。

(4) プログラムマネージャの重視と人材育成

- ナショプロの実施においては、プロデューサ機能を果せるプログラムマネージャが必要。その育成を行うべき。
- 技術開発プロジェクトは、そのプロジェクトの”顔”となるリーダーが必要。
- 行政サイドには、政策全体のグランドデザインのレベルから個々の開発テーマに至る各レベルで、プロで現役の研究者を活用すべきである。それが無いことによる弊害は大きい。
- 行政サイドに先端技術をカバーするプロの研究者が不在であるという問題は、国

のみならず、企業や経済団体などの政策決定に関与する幹部に対しても同様である。市場や世界の技術動向を先読みできるような人が前にいて引っ張るような仕組みに変えていく必要がある。

(5) プロジェクトの実施体制と評価のあり方

- 研究開発をコーディネートする開発主体は、産官から組織的、資金的に独立した組織であることが必要である。リスクの大きな研究開発プロジェクトを設定された目標に向かって実施して行くためには、目標達成を第一義的に考えた計画を立て、予算を執行することが必須。この時、官や産から独立していないと、その時々の方針や市場の変化等に基づく官や産からのプロジェクトへの様々な新しい要求が出され、多くはプロジェクトの当初目標達成にとって邪魔になる場合が多い。このような要求に妥協を繰り返すと、プロジェクトは目標を見失うことさえある。
- 研究開発を実施する所と評価する所が分かれていなければならない。研究開発は一定の年限ごとに中間的な評価を実施し、それを公表すべき。開発主体は目標達成に向かって色々な選択義肢の中から最良と思われる方式、理論などを選び開発を進行させる。
- 研究開発のテーマの大枠は官（行政サイド）が決めるが、その実施に関してはその分野の研究者、技術者が、技術目標達成のため最良と思われる計画を立て実施できるような環境条件を作るべき。このためには、上記の産官から組織的、資金的に独立した組織であることが必要。また、研究開発の進捗を監視し評価することも不可欠。研究者間の競争原理がうまく機能するような運営ができる仕組みとすべき。
- プロジェクトの存続の可否までを決め得るような中間評価の仕組みが必要。
- 最終目標(成果)に至るまで一貫性のあるプロジェクトの運営が必要である。
- プロジェクトの実施に際しては、研究資金は出しても、マクロな方向付けなどはよいとして、ミクロな技術開発の実施方法などにまで口は出さないようにすべき。

(6) 会計制度の見直し

- 国のプロジェクトの会計制度はソフトウェア開発などが主流となった現在の研究開発の実態とかけ離れてしまっている。少なくとも、企業側が持ち出しをしなくとも研究開発が行なえ、ソフトウェアの研究開発がビジネスとして成り立つよう

な現実的なものとすべきである。

- 国のプロジェクトには、ソフトウェアのシステム開発における時代遅れの仕事の切り分け等が、会計制度と絡めて存続している。このような時代遅れの仕組みも、運用による解決を図るのではなく、大元から改善して行かねばならない。

3. 3 研究開発プロジェクトの成果の扱い

(1) 商品化優先の原則

- 国のプロジェクトで得られる成果物の IPR は商品化を前提に、企業に与えるべきである。また、ソフトウェア技術の開発成果物として、ソースプログラムを国に納入する制度は、成果物の迅速な製品化促進に向けて制度改革が必要。
- 国のプロジェクトで得られる成果物の IPR の管理は、その迅速な企業化を第一に考えたものとすべき。
- 国の資金による研究成果の IPR の扱いが不明確であることの弊害は、いくつかの観点から議論されるべきであり、一律にルールを決めるのは難しい。しかし、情報産業の競争力強化の観点からいうと、研究成果はタイミングを逸すること無く、迅速に商品化され市場に投入されることが望ましく、IPR が国に帰属するとした場合でも、開発者が商品化する場合の事務処理等を簡素化し競争力を阻害することのないことを第一に考えたルールとすべきである。
- IPR は、国の資金による研究開発の場合は、米国が原則としているように「公開を原則」とすべきである。そして、商品化を意図している企業があれば 100% の実施権を与えるべき。ソフトウェアの IPR は、迅速に商品化しなければ死蔵されることとなる。従って、現状の IPR を官民共有にするのは商品化を遅らせることとなり、よくない。
- 国の資金による研究開発成果の IPR の扱いについては、顕在化市場へ向けての製品開発の支援プロジェクトにおいて問題が多い。プロジェクトの成果である IPR を国へ出すとか出さないとかいう問題とともに、IPR 整理や管理のための工数も大きく、企業の営業活動が阻害されることも問題。この辺の工数を最小にする方向に制度を改善して行くべき。all or nothing という方法もあり得る。また、最近では IPR を積極的に公開してしまうというオープンソースというようなやり方も

でてきており、これらにも対応できる明確な方針と制度を確立すべき。

- ソフトウェアの IPR の扱いについては、市場の動向を先読みして、新技術の企業化に有利でかつ納税者の理解の得られる制度を追求して行くべき。

(2) 成果の再定義

- 成果を事業化したことによる税金の増加を目指すのが本筋である。

第4章 まとめと提言

4.1 先端情報技術開発における国の支援の重要性

わが国政府は、コンピュータ産業、及び情報産業の重要性については、早くから認識し、その研究開発支援や産業育成のための諸施策を実施し、ハードウェア技術については大きな成功をおさめ、わが国のコンピュータや半導体製造技術を世界のトップに押し上げた。しかし、ソフトウェア技術の開発支援やソフトウェア産業の育成については、国の諸施策はハードウェアほど顕著な効果をあげることができなかった。このためもあって、わが国のソフトウェア産業は、ソフトウェアの受託開発とシステムインテグレーション(SI)事業を中心とするビジネスとなり、新技術を盛り込んだパッケージソフトウェア開発とその事業は、米欧等企業が市場を席捲することとなった。

コンピュータ技術の中心がコンピュータの本体(メインフレーム)技術から、パソコンやネットワーク、情報家電、電子商取引など応用範囲の拡大につれ、情報技術の中心が、ソフトウェア技術やコンテンツ開発技術へと移行した。このため、このソフトウェア技術とソフトウェア産業の世界レベルとの較差は、深刻なものとして受け止められるようになった。

今やインターネットに代表される国際ネットワークや種々の地域ネットワークは数億とも数十億人ともいわれる人々(コンピュータ群)を結合しており、電子商取引や電子モールなど経済活動を大きく変革しつつある。いわゆるデジタル経済の時代の到来である。この経済的変革は全産業や、さらに行政などを含む社会活動や構造の変革へ波及しつつある。情報技術は全産業の生産性向上と競争力向上において不可欠の、水道や電気と同様の基盤インフラとなることが明確となった。

わが国が経済、技術、文化などの先進国であり続けるためには、先端情報技術に基づく、情報インフラ整備、及びそれらを活用し、最新の情報技術を駆使したデジタル経済に向けての、全産業の武装を進め国際競争力を維持しなければならない。

今日、実用化されている情報技術やソフトウェア技術は、米欧に多くその根元を辿ることができる。それらは、10年から20年前に種子が播かれ、幾多の類似技術間の開発競争を勝ち抜き、さらに市場獲得競争を勝ち抜いてきたものが中核となっている。そして、その技術の元となった種子(アイデア)を発芽させ、育成する段階では、国の研究開発支援が大きな原動力となってきた。コンピュータ技術や基本ソフトウェアがそう

であるし、インターネットまたしかりである。また、米国では新技術の企業化や新市場創造の段階においても、国の支援が大きな力となっている。

米欧の他にも、最近ではシンガポール、インドなどのアジア諸国も情報産業振興に向けて、先端技術の研究開発投資やネットワークなどのインフラ整備、電子商取引引きなどデジタル経済社会に向けた法制度や行政システムなどの改革に、国を挙げて邁進している。(第2編 第4章 先進諸国の情報化ビジョンに関する動向を参照)

一方、わが国においては、従来から、情報産業の振興、特に、ソフトウェア産業の育成に関しては、国(主に通産省)は、力を入れてきた。研究開発の支援のみならず、ソフトウェアハウスやコンピュータメーカの経営基盤を強化するための財政的支援や税法上の特典を与えるなどの諸施策も実施してきた。しかしながら、これらは、今日のソフトウェア産業、及び、情報産業の国際的な競争力のレベルを見ると、効果的であったとは言い難い。

わが国の情報技術やソフトウェア技術は、以前より世界のトップレベルとかなりの較差があったが、これがさらに拡大傾向にある。これまでの調査によれば、これは、情報関連技術の研究開発投資の較差とともに、その研究開発、及び企業化支援の仕組み、制度の非効率性によることが大きいことが明らかとなってきた。

特に、米国は、大統領が先頭立ち、情報産業を21世紀の基幹産業と位置づけ、積極的な研究開発投資を行い、National Information Infrastructure (NII)の構築を進めた。その結果、民間投資も活発化し、米国の情報関連産業は市場において、圧倒的なシェアを確保し、民間による研究開発投資も活発化している。最近では、これを受けて、「21世紀IT計画(IT²)」をスタートさせた。これは、短期的な技術開発は、民間に任せて、国の投資を中長期的な研究開発へより多く振り向けようとするものである。(第2編 第5章 5.3 及び 付属資料 9) このような状況を考えると、わが国が緊急になすべきことは多く、国の役割はきわめて重要となる。

4.2 本年度の調査目的と調査方法

本調査は、本章の始めで述べたように、1990年代半ばから2000年代の半ばにかけて、情報技術が、経済のデジタル化など、多くの産業やわれわれの住む社会活動や構造に一大変革をもたらし、それは第2の産業革命に匹敵するという認識のもとに、省庁の縦割り構造などの従来の枠組みにとらわれず、大きくかつ自由な視点から、「わが国の研

究開発の仕組み、制度が抱える問題点」を明らかにし、かつ、今後、わが国が確立すべき、「新しい研究開発の仕組み、制度のあるべき姿」を提言しようとするものである。

本年度までの調査では、この分野において世界をリードしている米国の連邦政府支援の研究開発や新産業育成の仕組み、制度、及びそれに参画している産官学の関係者の持つ意識や哲学を明らかにしてきた。それらをわが国の場合と比較し、わが国の仕組みや参画する人々の現状認識や思考方法などに内在する問題点を調査し、改善策を提言してきた。(平成8年度、同9年度の同名の報告書を参照されたい。)

本年度は、特に通産省が実施してきた諸施策に焦点を絞り、それらに参画し現在においても、指導的立場にある産官学の人々を対象としたヒヤリング調査を実施した。重点調査項目は、国が行う情報技術開発支援の諸施策の立案、実施の仕組み、制度、運営方法、それに参画する人々が感じ、かつ経験した問題点、及びその改善策とした。問題点の抽出は、その焦点を明確化するために、米国の仕組みに存在し、わが国の仕組みに欠如しているような機能や制度に注目し、質問の中心を以下の点に絞り込んだ。

- 1) 国が将来社会と技術開発に関わるビジョンを広く国民に提示し、研究開発投資を行う重点分野(アンブレラ)を明示する点について
- 2) 研究開発予算を握る行政側が先端技術の専門家(プログラムマネージャ)を抱え、研究開発プロジェクトのための有望テーマの発掘や応募テーマの採択決定、予算配分、評価に関する責任を持たせ、プロジェクト運営の一貫性を保持する制度を持っている点について
- 3) 研究開発予算の立て方や予算の使い方、計画の変更など研究開発の運営の柔軟性、事務処理オーバヘッドの低減、及び迅速かつ徹底した情報公開について
- 4) 税金を用いて実施した研究開発の成果は商品化し市場投入して、はじめて納税者への利益還元になるという基本思想に基づく起業支援や、商品化を第一と考えて運用される成果、及び知的財産権の管理方法について

ヒヤリングは、まず、産業界の有識者に対して行い、産業界から見た国の研究開発支援施策が抱える問題点を指摘してもらった。ヒヤリングは、通産省の実施したプロジェクトに指導的立場で参画した有識者を対象に行った。

(このヒヤリング結果は、第1編の第2章、第3章に述べたように、わが国の仕組み、制度についての深刻な問題を提起している。)

次に、国の機関や大学に所属し、国のプロジェクトを指導する立場にあったか、または、現在もそうである人々からも、別途ヒヤリングを行った。この結果、お金を出す側、研究を指導し評価する側、研究開発を実施し成果を商品化しようとする側の3者の意見が得られた。

異なる立場からの問題点指摘は、問題の解決が一筋縄ではいかないことを示す興味深いものとなり、その解決方法の検討の有益な指針が得られた。このヒヤリングは、特に重要な問題である、国のプロジェクトの知的財産権に関わる問題を中心にして、国のプロジェクトの役割や運営に関して質問した。(この結果は、第2編 第1章 1.3、及び付属資料3にまとめた。)

また、上記の1) から4) までの、各項目について、米国等の諸国がどのような仕組みや制度によって、対処しているかの調査も別途行い、わが国の仕組みや制度と比較検討し、評価するための材料とした。対応を示すと次のようになる。

1) 将来ビジョンと重点項目 (アンブレラ)

→ 第2編 第4章 及び付属資料 6 並びに 第5章 5.3 及び付属資料 8、9

2) 行政側における研究開発の専門家 (プログラマネージャ) 活用制度

→ 第2編 第2章 及び付属資料 4

3) 研究開発予算執行や運営及びその情報公開制度について

→ 第2編 第2章 及び付属資料 4 (特にプログラマネージャ制度について)

4) 知的財産権の扱い、及び起業家支援や新産業育成のための施策について

→ 第2編 第1章、第3章、付属資料 1, 2, 及び5

4.3 調査結果とそのまとめ方

米国の情報関連技術の研究開発とその成果の商品化支援の仕組み、制度を念頭に置き、わが国の国が支援する情報技術の研究開発の仕組み、制度、運営方法などについて、上で述べたような産業界、大学、それに諸施策を担当する国の機関の関係者のヒヤリングを実施した。

その結果は、現在のわが国のプロジェクトや支援策が、その大枠においても、日常の細かな運営においても、様々な問題を抱えていることを示している。

これらの意見は、全体として、現在の国の研究開発プロジェクトや関連する諸施策は、

その実施の仕組み、制度が、産業構造の変化や技術進歩について行けず、有効に機能していないことを明示しており、早急な仕組み、制度、運営方針などの変革を迫っている。

本調査では、極めて多岐にわたり、かつリアルな実例を含むこれらの意見を無理に集約せず、問題点の指摘（第2章）と、今後はこうあるべしという提言（第3章）に分けて、類似する意見をおおまかにグループ分けして列挙するにとどめている。また、当事者達の生の声を、その主張をトーンダウンせずに記録する方針を取った。これら指摘された問題点のかなりのものは、以前から、当事者の間では明示的、または、暗黙的に知られていたことが多いと思われる。しかし、このような問題点が報告書の形態で記録され、広く公開されることは、あまり行われなかったと思われる。

今や、情報技術は、インターネットや高機能パソコンを普及させ、われわれの経済活動や社会活動を、否応なくボーダレス、グローバルなものへと移行させつつある。このような大きな変革の時代へ適切に対応するには、多くの人の様々な知恵が必要であり、また、試行錯誤を繰り返し、われわれの進む先を定めねばならない。

そこにおいて、重要なのは正確な現実認識の共有と、それに基づく、オープンな議論である。そして、そこには単なる技術や仕組みの議論と共に、わが国の慣習や文化をグローバルスタンダードに合ったものへと変えて行くための議論も求められている。本調査が、生の声の記録と公開に強い思い入れをしているのは、これがわが国の仕組み、制度を改革する議論の出発点として活用されることを切望しているからである。

本調査の示すわが国の研究開発の仕組み、制度等は、根本的な変革を必要としており、その変革は、通産省など、一つの省庁のみでは対処できない、大きな枠組みの議論と役割の再検討を必要とする。従来の省庁縦割り構造を超えたところでの議論が不可欠である。それをどのように実現し、実効あるものとするかは、ひとえに関係者の現状認識の正確さにかかっている。

4.4 指摘された問題点は、なぜ発生したか？（その発生要因の考察）

第2章、第3章では、次のようなおおまかな分類で問題点や解決策、将来に向けての国の役割などをまとめた。

- a) プロジェクトの目標設定や実施体制決定の仕組み、評価制度等の問題
- b) 複数省庁の連携、産学連携、プロジェクト運営方針の一貫性維持など運営に関

する問題

- c) プロジェクト実施における国の負担と民間負担の切り分けや間接経費と直接経費の切り分けのルール改善、予算実施の現場裁量権の拡大などの会計制度上の問題
- d) プロジェクトの成果物の扱いの柔軟性拡大と事務処理オーバーヘッド軽減、発明者への実施優先権賦与など知的財産権の扱いに関する問題
- e) 新技術を持つ起業家に対する補助金制度、情報関連の新規参入企業への優先的政府調達枠の設定など、ベンチャー企業支援策や制度に関する問題
- f) 今後の研究開発における国の果たすべき役割の提言や要望等

これらの問題点の主要なものに関しては、4.1の終わりの方で述べたように、米国などにおいて、どのように対処、もしくは解決されているかを別途調査した。指摘されている問題には、事務処理オーバーヘッドの低減など、容易に解決可能と思われるものも多く含まれている。実際、米国では、事務処理の簡素化や迅速な情報公開を義務付ける法律やそれを怠った省庁への罰則規定が国の法律となり、その実施を監視する機関までもが設置されている。

では、なぜこのような自然と思える事がわが国ではおこらないのであろうか。日米の文化的背景の違いなどをその原因に上げる説もあるが、本調査による分析では、当事者が、そのような問題の存在やその発生の根源的な要因を関係者以外、場合によっては、国民一般に対して広く説明し議論し、根本的な解決をはかることを嫌うためであると結論づけた。

当事者にしてみれば、広く議論することは時間も手間もかかる。よって、根本的な解決策を講じる方がよいことがわかっている、小手先の対処方法で切り抜けてしまおうとする。本調査で指摘されている問題の中には、ひとつの課や局、さらには、ひとつの省庁の管轄分野や権限の中では解決できないものも多い。このような問題についてはなおさらである。しかし、小手先の対処方法を重ねてきたために、問題が深刻化してしまったものも多い。

ソフトウェア技術の研究開発においては、その成果物としてソースプログラムを納入せよというルールがある。ソフトウェア開発は今や白紙状態から、書き始めることは無く、市販されているものや既存のものを、そのまま、もしくは一部変更して再利用し、新規に作成する部分は多くない。このような現実を考慮せず、ソースプログラムの新規作成部分のみの納入を求めるのは実質的意味を持たない。しかし、ルールは依然生きており、開発現場では、既存部分と新規開発部分の切り分け作業に追われ、混乱の元とな

っている。(第1編 第2章 2.1、2.3 参照)

広く議論することで、よりよい根本的な解決方法を見出すことは、多少の時間がかかっても長い目で見ると、得るところ大である。そのような意味で議論を喚起するきっかけを作る情報公開の厳格な実施は、将来に向けてきわめて重要である。

わが国の研究開発の仕組み、制度の抱える問題の解決や、研究開発の実施においても、今後はますます、その直接の関係者のみならず、広く国民一般の支持を必要とする場合が増える。その理由のひとつは、情報技術の先端的应用が、直接、われわれの社会活動や日常生活に影響するようになるからである。そして、その技術の研究開発においては、その技術ニーズの明確化や開発した技術の評価のために、一般国民を巻き込んだ社会システムとしての実証実験等を必要とし、ここでも国民一般の協力を必要とする。

いずれにしても、これからの情報技術の研究開発や新産業の育成のシナリオは、従来のような、担当官庁や一部の大手メーカ、それに大学の専門家などの少数の人による議論のみでは、有効なものは作成できないであろう。これは計画作成において、考慮すべきパラメータがきわめて多くなることによる。このため、社会の一部を巻き込んだ実証実験を行い、試行錯誤を繰り返し、国民一般の支持と参加を得ながら適切なシナリオを作成して行くことが必要となる。そして、このような実証実験においては、そのための社会環境の整備が重要であり、これは今後の国（行政側）の重要な役割となると思われる（第1編 第3章 3.1 (2)）

このように指摘された問題の解決方法を見出すことは容易ではない。しかし、このような問題点がなぜ発生したのか、また、このような状況に、なぜ立ち至ったかを考察することは可能であり、解決策を考える上で有益であろう。

4.5 問題点発生のおくつかの根源的要因とその分析

第2章、及び第3章で、指摘された問題は、一見すると、極めて多岐にわたり、その解決のためには、それぞれの問題に個別に対処して行かねばならないように思える。しかし、それらの問題を発生させている要因の多くは、いくつかの根源的な要因に帰着できる。

これらの根源的要因の解消は、ひとつの省庁の権限の範囲では不可能で、複数省庁、もしくは、国を挙げて取り組まねばならないものである。であるからこそ、永いこと手

付かずに残されてきたとも言えよう。

ここでは、これらの要因のうち、かつて、国の研究開発の基盤となり、徐々に変わりつつあるものの、今日においても実質的に国のプロジェクト実施の基本思想となっている「キャッチアップ型」政策目標設定と「護送船団方式」による政策実施体制を、まず取り上げる。そして、指摘された問題との関連を考察する。「キャッチアップ型-護送船団方式」は、わが国のコンピュータ産業を世界のトップへ押し上げることに成功した方法である。ここでは、そのプラス面とマイナス面を検討し、今後の国の研究開発の仕組みや制度を考える土台とする。

その他の要因として、わが国の行政組織、特に、各省庁の役割や権限の分担範囲と、その管轄する産業分野や技術分野のミスマッチ状態が生じていることがある。近年、産業分野の統合、拡大、新分野の誕生などが急である。また、遺伝子情報処理が製薬業界やバイオ業界の重要技術となるなど産業の中核技術の変遷も急である。このような変化に政府や各省庁の役割や管轄分野の修正は追従できていない。

その他、デジタル経済社会の到来により、企業経営の理念、企業や産業の構造、国民一般の労働環境などが変化し、研究開発や産業育成において、国の果たすべき役割が変化してしまったことが挙げられる。これらの諸要因と本調査で指摘された問題点や要望との関係を考察してみる。

4.5.1 要因その1:「キャッチアップ型-護送船団方式」に基づく政策立案と実施体制

4.5.1.1 そのメリットと後に残された「ツケ」

現在の国の研究開発実施の仕組みや制度等の多くは、昭和40年代の半ば（1970年代の初め）に整備されたものである。この時代におけるわが国の技術開発政策の目標は、米欧の先進技術に対するキャッチアップであり、その施策実施体制は、国産大手メーカを束ねたいわゆる護送船団方式を基本としていた。この時代には、情報産業は確立しておらず、メインフレームを中心とする汎用コンピュータ技術が中核であり、ソフトウェアはハードウェアの付属物であった。半導体技術も同様に、まだ独立した産業の形態を為しておらず、コンピュータ産業の一部となっていた。

このような政策立案と政策実施体制は、米国等の基礎研究成果を（コピーして）導入し、いち早く商品を開発して市場へ進出、独自の改良を加えたり、品質や機能を向上させ、さらに低価格で販売し、後発ながら、市場を獲得して行くというシナリオを生み出

した。この例としては、IBM コンパチブルマシンやメモリチップ(DRAM)が有名である。国の委託プロジェクトや補助金プロジェクトは、これらの製品を開発するために大きな貢献をした。

このような国の技術開発支援は、他の産業についても行われ、世界市場におけるわが国産業の競争力を向上させた。その一方で、米国では、日本などとの市場獲得競争に敗れ、伝統的な製造業が衰退した。このため、技術ただ乗り批判が起こった。その後、米国政府は新産業育成に注力するとともに、プロパテント政策をとり、知的財産権の保護を強化し、特許やソフトウェアの著作権などの外国企業による使用に高額の使用料を取るようになった。また、わが国の研究者との交流や研究成果の国外持ち出しも警戒するようになった。

このような状況に至るまでは、キャッチアップ政策と護送船団方式による大手メーカー中心の技術開発支援策は大きな成功をおさめた。この方法は、国の研究開発の仕組み、制度において、簡略で安上がりであった。その理由は、新技術開発において、最も難しく、かつ長期的投資が必要な基礎研究段階、すなわち、上流から中流過程、さらにシステム試作と評価を含む下流過程の一部を省略し、「借り物」ですませることができたことによる。

すなわち、米国等の研究者が、有望なアイデアを見出し、それを研究プロジェクトに仕立てあげ、類似テーマの研究と競争しながら育成し、商品化を展望したシステムの試作と評価の段階まで到達したところで、その成果を(コピーして)導入するわけである。このような安易な導入が可能であった背景には、当時の米国は戦後の繁栄の蓄積がまだ残っており、技術を分け与えることに鷹揚だったことによる。

要するに、この方法は、下記の各項目の+)に示すような簡略で安価な仕組みや制度を可能としたが、これは同時に、米国が知的財産権を産業の競争力確保の武器として使い始め、わが国が自力で基礎研究段階から産業の技術シーズを創造して行かねばならない状況となった時の「問題の種」を作り出していたといえる。この「問題の種」については各項目の-)に示した。

1) 将来の社会ビジョンや技術ニーズの提示、その国民一般への説明の簡略化

- +) 将来の社会ビジョンや技術ニーズの提示、基となる先端技術の動向の予測、それらの国民一般への説明や意見聴取などは、大幅に簡略化できた。

(予算要求でも、米国がやっているから日本もやらねばならないという説明は強力であった。)

-) しかし、国の目指す社会ビジョン等を国民へ説明し、広く議論し支持を得るという仕組みができなかった。

2) 基礎研究段階のリスク回避、及び有望テーマ選定とそのための評価機構の簡略化

- +) リスクの大きな基礎研究段階を省略でき、製品開発段階からの参入で済む。所轄官庁の担当者は、国のプロジェクトのテーマ設定を、大メーカーの意向と一部の大学の専門家等の意見を参考に、小人数で短時間に決定できた。

(同一目標を達成する複数の方法がある時、これらを並行して研究するといった並行開発などは、しなくて済み、投資効率も良かった。)

-) しかし、主要な大学や国研は、海外の先進技術の輸入窓口化し、先進技術を理解し産業界へ技術移転することや、改良研究に熱心となった。必然的にオリジナルな工学分野の基礎研究は低調となり、産業のシーズとなるような新技術を生み出すインセンティブも弱まるという状況ができた。

(米国の後追い研究が流行)

3) 国(行政側)にオリジナルな先端的研究開発を計画し、管理できる研究者集団を抱えずに済ませることができた。

- +) 国(行政側)は、技術については産業界の意向を聞いていればよく、産業界も海外から商品化に有望なテーマを(コピーして)導入し、自分達でアイデアを生み出し育成する仕組みを省いていた。よって、将来の社会や産業の動向や技術ニーズ予測、そのための基礎研究段階での有望テーマの発掘などは簡略化できた。

国の研究開発テーマも、先行する米欧のキャッチアップであったから目標も見えており、評価も形式的でよく、米国のプログラムマネージャのような、行政側において先端技術研究を管理し評価する研究者集団は不要であった。

-) しかし、将来の技術ニーズや新産業の創造などのビジョンを、行政側に立って策定する人材も、それに沿った研究開発を計画し管理する研究者集団も育たなかった。産業界も、そのようなビジョン策定などは、やる必要が無かったから、人材も経験も蓄積しなかった。

産業界は、大学に対しても人材の供給源以上の期待をせず、米国の大学と産業界の関係のような産業シーズにつながる基礎研究の連携をしなかった。このため、大学は、行政側や産業界の求める、研究とプロジェクト管理の両方をこなせる人

材も産業応用につながる研究成果も生み出さないような構造となった。現在、国（行政側）は、ソフトウェア産業のシーズとなる技術を生み出すような研究開発を実施したいと思っているが、行政側に立って、産業界の一步先を行く研究開発プロジェクトを計画し実施する人材（そのための研究者集団）を確保できずにいる。それに代わるテーマとして、市場の見えている短期目標を目指す技術開発プロジェクトをメーカーに実施させようとして、すでに自前でそのような技術開発を開始しているメーカー側と摩擦を起こしている。

4) リスクが大きく一企業では実施困難な研究開発を行う委託制度と、企業の商品化目的の新技术開発を支援する補助金制度が整備されキャッチアップに大きく貢献

+) 当初は国が研究開発費用を100%負担する委託制度を利用し、国産メーカーを集め、研究組合を組織し、国研も協力して大型プロジェクトを実施し、キャッチアップに大きな威力を発揮した。一方、補助金制度も超LSIプロジェクトのような製品の前段階の技術開発に対してメーカーの技術力向上に貢献した。

-) コンピュータのメインフレーム技術や半導体技術に関して米欧との技術較差が縮まってくると国産メーカー間の競争が激化。人を出し合い知恵を出し合い協力して米欧を追いかけるといふ護送船団方式の基本精神が崩れてくると、企業のエゴが明確に出てくることとなった。

一例として、本来の趣旨であれば補助金制度を用いるべき、短期的な商品直結の技術開発を、国が100%研究開発費を負担する委託制度を用いて実施するような混同が見られるようになる。研究組合は作るが研究組織は分散し各社別々に実施。人や知恵を出し合い協力するという体制が作れなくなった。

このためか、国の負担は中核的な技術開発に徐々に絞り込まれ周辺技術開発やインフラ的システムの整備は、国が負担しないという会計制度上の習慣ができてしまった。また、委託制度は国が原則100%負担しリスクを負う代わりに、その成果も100%国に帰属するというルールが、商品直結の技術開発を委託制度の下でやるようになり、メーカーにとって都合が悪いものとなってきた。これに関する問題点指摘が行われている。（第1編 第3章 3.3（1））

5) 現在、国の負担が実質100%でなくなりメーカーの持ち出し分が増えていることから、その成果も国とメーカーの共有とするなどの妥協がなされている。しかし、米国のようにオープンな議論を行い、国有財産の管理に関する法律を改定して行こうという姿勢はない。（これは極めて面倒なプロセスと認識されている。）その代わりに、官産の当事者のみでインフォーマルに運用ルールを変える方法を取っている。従って、

国の担当者が替わると成果の扱いが変わるなどの事態が起る。特にソフトウェア成果物に関しては、現在、現場で混乱が見られる状況である。（第1編 第2章 2.3）

-) 委託制度の形骸化により、本来委託制度の精神にのっとり実施すべき、将来の中長期的目標を目指す研究開発プロジェクトにおいても、国が直接人件費や中核的技術開発部分しか負担しないこととなった。国側も人件費の基準を永いことアップしなかったため、現状では非現実的な低い人件費単価が生きている。このため、担当メーカは自己負担（持ち出し）を求められる状況。さらに、高速ネットワーク網など研究インフラの整備や利用サービスに国の予算がつかないという問題も発生。ソフトウェア技術開発に大きな支障をきたしている。

*注1) 米国との比較：制度改定を法律として明文化する米国と運用で切り抜ける日本

5)の問題に関して指摘された、わが国の制度の変更・改定が、米国の制度の制定とその後の迅速な改定の手続きと大きく異なることは明らかである。わが国の改定手続きは、きわめて煩雑で長期間にわたる。このため、上で述べたように、わが国では、根本的な解決をせず、小手先の変更を繰り返す傾向が強い。広く議論することを嫌うというより、改定手続きの時間と手間を省くことが優先しているといえよう。

米国においては、国のプロジェクト成果の扱いや知的財産権の帰属などの問題は、納税者の利益と大企業 利害は相反するものとの基本認識があり、国は常にそのバランスを取ることに腐心している。税金を使う研究開発プロジェクトにおいては、納税者への利益還元やサービスを常に意識し、アピールすることを欠かさない。

また、基本的制度は法律として制定し明文化する。重要なルールの変更は、法律を改定することで周知徹底する。その一方で、プロジェクトの目標や計画などの軽微な変更や予算の流用などは、プログラママネージャの責任のもとに決定できる現場担当者への裁量権を与え、技術開発の周囲条件の変化への迅速な対応を可能としている。

*注2) 米国との比較：実質重視で柔軟な米国と一旦決めるとなかなか変えない日本の形式重視主義

新技術の商品化を目指す中小、ベンチャー企業への連邦政府の支援は積極的であり、担保を取らないリスクマネーとして投資される。ベンチャー資金と同様である。また、大企業に対しても、リスクの多い新技術開発は補助金制度（ATP）を利

用して支援するが、「企業福祉」などの批判があることから慎重であり、政治的判断に委ねられる。クリントン政権は ATP 予算を増やすなど積極的である。しかし、その技術開発内容や予算は細かくインターネットにより情報公開されている。補助金の対象となる研究開発費用の積算も、一般会計原則(GAA)に基づいて行われ、わが国の現実無視の会計ルールより、合理的かつ実質的である。

(第2編 第3章、及び付属資料 5)

6) 護送船団方式は、その業界の代表的大手メーカの技術力を横並びに向上させ、技術のキャッチアップとその競争力強化に大きく貢献した

+) 米欧との技術較差が大きく、コンピュータや半導体技術のような多くの要素技術を集積したシステム開発は、当初の人材も技術蓄積も無い状況では、業界の大手メーカに、人、知恵、金を出させ協力体制を敷き、これを国が支援する護送船団方式は、きわめて合理的かつ有効な方式であった。

-) しかし、大手企業にしか日が当たらないという状況が過度に定着し、中小、ベンチャー企業への支援が弱体となったことはいなめない。ソフトウェア技術は、頭脳労働が主体であり、集団より個人のひとりひとりの才能が重要。新しくユニークな新事業の創造は、小回りの効く中小、ベンチャー企業が主役となることが、米国などの調査で明らかとなっている。

国の技術開発施策の実施が、長期にわたり大手メーカに過度に依存した(現在もしている)ことは、このような中小、ベンチャー企業の育成や市場参入の振興策を消極的なものとし、産業全体の新陳代謝を遅らせてしまったといえよう。これは、米国の中小、ベンチャー企業の振興策の積極性とその効果を見れば明らかである。(平成9年度 同名の報告書(その2) 参照)

4.5.1.2 問題点を関係者に認識させた補正予算プロジェクト

1), 3), 6)の問題に関連する産業界の指摘は、(現在も実施されている)補正予算を用いて行われた公募プロジェクトを念頭においたものも多い。補正予算プロジェクトは、通産省、及びその実施を担当している関連機関等にとって、通常の予算額に比べてはるかに多額の予算消化が求められ、十分な準備期間も、事務処理予算も不十分という悪条件の中での実施であった。

さらに、公募型プロジェクトとし、提案募集を行ったことから、応募しようとする者

からは、その技術開発の要求仕様やその背景となる政策、さらには、国（通産省）が描いている社会的もしくは技術的ビジョンの説明を求められた。

これに対して、国は、わかりやすいビジョンや技術開発構想を示す事ができなかった。長期的なビジョンや技術開発シナリオが事前になかったこともあり、予算獲得に有利な分野や、明確な技術目標を適宜選択したと推測される。

このため、応募側は提案作成に苦勞し、かつ不採択となった場合の評価の基準も不明確であったことから、不満がつのった。（第1編 第2章 2（3））

通産省の場合は他の省庁と比べ、そのカバーする分野が国際的な産業動向や技術開発動向に対応した、産業振興策や貿易などの管理、調整、交渉など、きわめてダイナミックに変化する領域である。このため、中長期のビジョンを急に策定することは困難である。しかし、そうであれば、あるほど普段から、そのような中長期ビジョンや産業競争力強化のための政策や実施シナリオを検討しておくべきであろう。

（このような指摘も実際なされている。第1編 第3章 3.2（2）（3））

しかし、この補正予算プロジェクトの実施は、同時に、通産省が相変わらず、「キャッチアップ型-護送船団方式」に基づく仕組みや制度、習慣から、抜け出せていないことを示した。（困った時の大手メーカー頼みが再現）しかし、上でも述べたように、中長期ビジョンは、大手メーカーも借り物を使っていたのであり、自前でそのようなビジョンや将来の技術ニーズを予測していたわけではない。今回の産業界有識者の指摘のなかでは、そのような人材や組織を有していないことを通産省の責任のように指摘しているものもあるが、この件については、産業界にも、同等以上の責任があると考えるべきであろう。

キャッチアップと護送船団方式は、極言すれば、行政側に立つ研究者やプロジェクト管理の専門家を省略し、将来の産業ビジョンの策定なども借り物ですませる方式であったといえる。従って、今回の公募のような先端技術開発の提案を審査したり、採択されたプロジェクトの管理や成果の評価を自力で行う体制は、発注側であるにもかかわらず、通産省はそのような体制を持たないできた。

しかし、もし、通産省（行政側）がそのような体制を作ろうとしても、産業界側は、賛成しなかったのではないと思われる。そのための人材や費用を捻出することは、容易ではないばかりか、もし通産省が自力で、将来ビジョンの策定や技術ニーズ予測ができるようになれば、大手メーカーの望むものと異なる方針や政策を立てることが予測できる。（役所は裸の王様にしておくほうが都合がよい？）

今後の産業界においては、グローバルな競争と常に新規産業の芽を育てていくことが重要であり、通産省の政策実施の主役も小回りの効く、中小、ベンチャー企業へと移り変わることが考えられる。米国の中小、ベンチャー企業への手厚い支援は、「現在の大企業もかつてはベンチャー企業であった!」という経験則に基づいているという。

産業界有識者も、今回の補正予算プロジェクトを通して、やはり、わが国にも、米国のプログラムマネージャのような組織をもつことが必要との認識を持ったようである。大企業といえども、その新陳代謝のためには、新技術をひっさげたベンチャー企業の存在が不可欠なのである。(平成9年度の同名の報告書 付属資料 1.)

そして、それは、国の研究開発の仕組みを、「キャッチアップ型-護送船団方式」から、中長期の技術ビジョンを持ち、自前で基礎技術の研究開発を行って、産業のシーズとなるようなオリジナルな技術を生み出すフロントランナー型の仕組みへと移行する重要なステップであると言えよう。

さらに将来を考えれば、国が行う技術開発支援は、本調査でも指摘されているように、直接的な産業支援から、国民一般(米国では納税者と呼ぶ)への、より直接的なサービス提供をを念頭に置いた社会システムや社会インフラ建設へと移行してゆくことが予想される。(第1編 第3章 3.1(1))そのような場合、国の求めるものは、最早、メーカの商品開発に直結した技術開発支援とは、大きく異なるはずである。その時が、キャッチアップ型-護送船団方式から根本的に脱却する時なのであろう。

その場合には、国は、わが国にふさわしい将来ビジョンの提示や、これに向かった種々の社会システムの建設、そこで求められる新しい情報技術などの予測と、それに適合した政策を国民や産業界に示し、支持を得つつ、政策を実行して行かねばならない。そのビジョンや技術ニーズの予測、研究開発計画の立案などは、先端技術分野や社会学分野の研究者集団を抱え、それに産業界や学会、さらには国民一般を代表する有識者達を集めて行うことが必要であろう。

あたかも、今、米国では大統領が、大学や産業界で活躍する現役の研究者や技術者を集めた委員会(PITAC)を組織し、米国の21世紀にむけた計画(IT²)を作り発表した。

(付属資料 8.) 委員会メンバーは、ここ10年くらいの間にその業界のトップにのし上がってきた企業の代表者であり、最新技術知識と情報技術を駆使した新しい経営哲学を有している若手である。わが国もそのようなメンバーを有する委員会を構成し、国の将来ビジョンや政策立案を託すことのできる時代を迎えることができるのであろうか。

4.5.2 その他の根源的要因

本調査で指摘された諸問題発生の根源的な要因は、上で述べた「キャッチアップ型-護送船団方式」の他に次のようなものがある。ここでは、そのいくつかについて考察する。これらの諸要因も、「キャッチアップ型-護送船団方式」と同様に、その設立もしくは設定された時代には有効かつ適切なものであったと考えられる。

しかし、当然、時を経るにつれ、現実の社会変化や人々の意識変化とのずれが広がり不適切なものとなり、悪役にされてしまったものと推測される。

従って、以下の議論は、現在の諸制度等を単純に否定するのではなく、わが国の研究開発の仕組み、制度を効率的なものとするための指針を得るための議論と位置づけるべきものである。

1) 要因その2：わが国の政府、行政組織の構成と役割及び権限分担の問題

この要因（問題）は、「省庁の壁」とか、「縦割り行政の弊害」などと呼ばれる問題である。この問題は、情報技術の応用範囲が拡大するに連れて、その弊害が急速に拡大し、今後のわが国の情報産業の発展を阻害し、国際的競争力を低下させるものと考えられる。

最近の情報技術の応用システムは、インターネットやそれに接続したパソコンなどの一般家庭や個人への普及により、直接われわれの日常生活に入り込むものが多くなってきた。インターネット上での通信販売は、有形物の販売のみならず、音楽や映像、ニュースなど情報そのものの販売へと拡大している。

また、遺伝子情報処理を応用した新薬開発や品種改良、現在、国のプロジェクトとして実施されている統合交通管理システム（ITS）の開発、電子商取引や電子マネー、それに、電子政府などの大きな社会インフラとなるシステム開発などはすべて、いくつもの省庁が管轄する制度や法律にまたがる。企業がその技術開発や実証実験などを実施するにあたり、国の支援や認可を得ようとする、関連省庁や機関を個別にまわらねばならない。各省庁間で開発や利用方針の相違があると、企業はその相違点の調整に走りまわることになる。（第1編 第2章 2.2（1））

このような省庁間の縦割り行政の弊害の解消に向けては、省庁の改編の作業が進行

中であり、2001年の4月よりの実施を目指している。今回の改編により、いくつかの省庁が統合される。情報と通信に関係した産業界では、これら2分野が、現在、2つの省によって管轄されているが、これがひとつの省による管轄へと統合れることを期待した。世界の情報先進国では、情報と通信分野の現実世界での統合に合わせて管轄部局をひとつへ統合する改編がすすんでいる。

しかしながら、わが国の改編では、この2分野の管轄の一元化は取り上げられなかった。今や情報と通信は切っても切れない密な関係にあり、これにコンテンツ産業が接近し、あたらしい産業へと発展することが予想されている。John Tapscotの著書：Digital Economyでは、この3つの産業の統合を、CCCの結合、すなわち、Computing, Communication and Contentの結合と呼び、デジタルコンバージェンスとも呼んでいる。今後、情報、通信、それにコンテンツの3分野にまたがる研究開発の統合的施策立案に支障がでないことを祈るところである。

今や情報技術は、ほとんどの産業において、製品やその製造、管理、販売、経営における武器として利用される。従って、その新技術の研究開発も各省庁ごとに行われ、国の支援も行われている。当然、その中には、類似したものや、共通に利用できるものも数多く存在する。研究開発のみならず、新技術を商品化しようとする中小やベンチャー企業の支援についても、類似した施策が立案される。現状では、省庁間にまたがって、国の支援する研究開発の比較や評価を行ったり、技術交流を促進するような仕組みは無い、あっても十分機能していない。米国では、各省庁の研究開発の調整組織（国家科学技術会議 NSTC）が大統領の直下に設置され、強力な権限を持ちこの役割を負っている。（平成9年度 同名の報告書（その2））

将来の社会ビジョンや技術ニーズの策定も、各省庁の管轄分野の範囲内で行われることが多く、国全体を見渡しての社会ビジョンなどは、現在の組織では迅速に実効あるものを策定することは難しい。各省庁の利害が対立することが多いからである。各省庁の上に立ち、このような国全体を見渡した政策作りを目指した組織としては、高度情報通信社会推進本部や、最近設置され活動している産業競争力会議などがある。しかし、そこで作成された政策や計画の実施の仕組みが明確ではなく、総理大臣の強力な指導力が期待される。米国の大統領の情報技術に関する諮問委員会（PITAC）は一年で提言をまとめ、その提言を実行するために翌年の予算に、500億円弱の規模の新政策が盛り込まれた。わが国においても、このような迅速な政策立案と実施の仕組みが是非とも必要である。このような政策立案と実施のスピードの差が今や国際競争力の差に大きく反映していると言っても過言ではない。（第1編 第3章 3.2（2））

2) 要因その3: デジタル革命の急速な進行と追従できない官産学のリーダーシップ

情報技術のわれわれの企業活動や社会生活への浸透は、きわめて急速である。特に、情報関連企業はもちろんのこと、一般消費者向けのビジネスを展開している企業はすでに、インターネットの販売への利用に多大の投資を行っている。電子モールによる商品の販売はもちろんのこと、銀行や証券会社もインターネット経由の金融商品の販売で利益を上げている。しかし、このような表層的な現象の進行とともに、深部において、企業構造や社会構造の変革が、急速に進んでいる。

デジタル経済は、消費者や企業が地球の裏側からでも自分の好みに合うより安価な商品や情報、サービスの購入を可能とした。まさに、グローバル市場の誕生である。しかし、これは、企業の側から見ると、今まで、距離の近さから特定の地域的経済圏ができ、この中で競争していたのが、急に、世界がひとつの市場になり、その中での競争になったことを意味する。

最早、日本一では不足で、世界一を目指さねばならないこととなった。そして、そのためには、より低価格、高品質の商品やサービスを提供せねばならない。そのためのコスト削減の近道は人件費削減である。人員削減の容易な米国はわが国に比べ有利である。このほか、企業の経営環境、技術開発、人材確保など、あらゆる面での挺入れが緊急に必要である。また、同時に、産業の中長期ビジョンの策定を行い、それに応じた技術開発のアンブレラ（重点分野）を示すことが必要である。また、これらは、常に議論し、アップデートしておくことが重要である。（第1編 第3章 3.2（3））中でも企業が利益追求に専心できるための、周辺整備は国の重要な企業支援策として考慮すべきである。ここでは、大学の活用と大規模インフラ建設について述べる。

a) 産業や企業のリストラ推進：わが国の伝統的経営理念との決別

米国企業は、社員のレイオフ（解雇）がわが国企業に比べ、はるかに容易である。米国のコンピュータ関連の大手メーカは、古参社員の解雇と新人の採用を繰り返し、数年で社員の半分以上を入れ替えてしまったといわれている。また、採用にあたり、その処遇は、その時のその人の技能と企業の必要性のバランスで決定されるのが普通である。労働力の調達は、まさに労働者のスポット売買といえよう。経営者も例外ではない。株主の利益を確保できねば容易に解雇される。このよう

な経営理念を、株主利益優先型経営と仮に呼ぶこととする。

一方、わが国企業においては、依然として終身雇用が主流であり、任期採用や裁量労働制などが取り入れられてきているものの、その切り替わりはきわめてゆっくりしたものである。また、その経営も伝統的な家族主義的経営、すなわち、社員やその家族までもがその企業の一員であると考え、企業は、社員やその家族の福利・厚生サービスまでを提供するという考えが生きている。これは、当然、企業の高コスト体質を生む。そのうえ、大企業は、多くの下請け企業をかかえ、それらの企業もまた、この家族的経営の理念に基づいて関係づけられ、産業全体の構造ができあがっている。

現在、その構造は、急激に変貌を遂げている。その速度を落とすことは、その企業の生存の可能性を低下させる。企業は、ヒューマニティを無視し、その伝統的経営理念を放棄するか否かの瀬戸際に立たされている。当然、下請け会社の系列も、価格優先の競争が支配する世界となり消滅してゆくことになる。情報関連企業や製造業とともに、その企業活動環境を作っている電力やガスなどのエネルギー会社、通信会社なども、低コスト化を求めらる。法人税や事業税もいずれ下げざるを得ないであろう。従って、情報技術の浸透は、ほとんど全ての産業に影響を及ぼすことになる。

b) 産業のシーズ技術創出のための基礎研究：大学へのアウトソーシングは可能か？

企業の研究開発に対する投資はどのようになるであろうか？高付加価値の新商品や新サービスの開発するための高度な技術開発と蓄積、顧客の好みをいち早く捉えた商品予測とすばやい開発、その他、いずれをとってもリスクも投資額も増えることになる。キャッチアップ型-護送船団方式の時代のように商品化直前の技術をただ同然で入手できない以上、高価についても購入してくるか、自前で作り出すことが必要である。

米国企業は、どのように解決しているのであるか？

魅力ある商品やサービスの開発の基礎となるオリジナルなアイデアの創造やそれを商品に結びつけるため基礎研究は容易なことではない。有能な人材と多額の長期にわたる投資が不可欠である。企業が自前で負担するのは難しい。

そこで大学を活用する。アイデアの創出と基礎研究を大学にアウトソーシングすればよい。では、開発投資はどうするか。それは国の費用でまかなえばよいのだ。

そのために、NSF や NASA を置き、NIH を作り、そこに有望テーマ発掘のための目利き（プログラママネージャ）を置いておき、研究を管理させて、投資効率を向上させる。（第2編 第2章 及び付属資料 4）

有能な人材の確保はどうか？大学の研究環境を世界一魅力あるものとして、世界から優秀な研究者が自然と集まってくるようにすればよい。昨年度の調査によれば、米国の理工学系大学院における博士号取得者の80%は、米国籍のない海外からの留学生や客員研究員であるという。そのため、米国民の税金で外国人を教育することの是非が問題となったという。しかし、結論からいうとこの件は是認された。学位取得者のほとんど（70-80%）は、米国企業に就職するというデータが得られたからだという。

わが国の大学は、このような産業界の期待に応えられるであろうか？
そのための大学の変革は、そのピッチをあげるためには、何をすべきなのであるか？

c) 国による大規模インフラや社会システム建設と利用サービスの提供

企業が新しい商品やサービスを開発した時、その競争力を決めるものは何であろうか？一つはその技術の先進性である。そして、情報技術の応用商品の場合は、部分的なシステム、すなわち、大きなシステムの一部であることが多い。例えば携帯電話は、その端末自体は小さいが、その背後には巨大なネットワーク網やその管理機構が存在する。

先進的な新商品は、土台となるシステムの上に構築されるが、その土台もまた先進的でなければならない。開発ツールや設計のためのデータベースなども含めて、このような土台を広くインフラストラクチャー（インフラ）と呼ぶ。

技術開発が先進的なればなるほど、そのインフラも先進的となる。当然、高度なインフラ建設は高価につく。企業の立場からすれば、インフラの建設は大規模になると自前で行うのは無理である。そこで、インフラは多くの企業や産業の利用できる共通的なものとし、その代わり国の負担で建設し利用のための保守サービス等をやらせてもらうということになる。すなわち、舞台作りは国の仕事とし、企業の役割は、その舞台の上で踊ることとするのである。舞台の建設費は高いが、その使用料は踊り手の得るギャラに比べ格段に安いのが常識である。しかし、踊り手は税金を払うから、うまく踊ってもらえば国の税収も増え、建設費はかなり

取り戻せるという理屈であろうか。

インターネットの前身であった実験用のネットワークは、共通の研究用インフラとして国の費用で建設、維持された。そして、今、米国はインターネットの1000倍の転送速度をもつ次世代ネットワーク計画(NGI)を実施している。このネットワークはしばらくは実験用のインフラとして使われるであろう。しかし、いずれは民間に払い下げられ、新商品や新サービスの土台となり、その土台の規模や性能の高さが、商品やサービスの競争力を確固たるものとすると思われる。(第1編 第3章 3.1(2) 第2編 第5章 5.1)

わが国の政府や行政側が、このような産業界や国民一般へのサービスを自主的に提案することはほとんど無かったのではないと思われる。新政策を打ち上げることには熱心だが、フォローは民間まかせという例が多い。政府や行政側の意識改革が第一に必要である。自ら先頭に立ち汗を流す姿勢は、わが国の官にはこれまで無かった意識である。しかし、その改革のための時間はあまりない。(第1編 第3章 3.1(1))

d) 国民個人レベルの労働環境の急速な変化とこれをフォローする支援制度整備

上記のような産業や企業の質的な変貌によって、個人の労働環境も大きく変貌することとなる。すでに、デジタル経済に突入した米国では、産業は活況を呈しているが、労働者全体の平均賃金は減少しており、個人収入の較差は広がり、中産階級の減少が起っているという。わが国においても、企業の生き残りを優先すれば、そのしわ寄せは労働者個人にかかってくる。しかし、企業は生き残らねば国が減びることになる。そのため、従来の会社に人生を委ねてしまう生き方は困難となり、自主的にその労働環境を開拓してゆくような生き方が必然的に求められる。

このような労働者個人の支援が国の重要な役割となることは明らかである。この場合、失業手当とか生活保護といった後ろ向きの支援は不適當である。ここでもまた米国の対処方法を見てみることにする。米国では、そのような個人は自ら就業機会を探し出そうとするが、その内の多くは個人で会社を設立しベンチャー企業のオーナーとなる。そのような個人会社のオーナー達を「sole traders」と総称する。

このような人々の支援は、ベンチャー企業を支援する制度を整備することで行う

ことができる。これらの人々は、SBIR に応募したり、民間のベンチャーキャピタルを得るため知恵を絞る。自分の会社を持ったからといっても顧客がつかなければ失業者と同じとも言える。その場合は、このような支援は失業者への支援であるが、失業手当と異なり、正に前向きの支援である。

わが国の労働者の環境が、米国のようになるか否かは現状では明らかではない。しかし、就業機会の確保は、個人の自主的な努力に、より多く依存する方向に進むことは確実であり、現在の若者にとっては、その方が受け入れやすいかもしれない。そのような予測に立てば、わが国においても、国は、これまでとは異なる、より重要な意味を込めて中小、ベンチャー企業の育成や市場での優遇処置を講ずるべきと思われる。また、このような個人が新しい技術を身につけるための、再教育や訓練の機会を準備し、相当の支援も行うべきであろう。

4.6 問題点の総合的整理と国のなすべき支援策の考察

4.6.1 デジタル革命への対応とフロントランナー的仕組みを目指して

21 世紀の入り口において、わが国は大きな変革の時代に突入した。「情報産業の国際競争力を向上させるために、国の行う研究開発支援の仕組みをどう革新してゆくべきか？」という本調査のメインテーマも、国の行政組織が改編され、経済活動や産業全体の構造が変り、個人レベルの労働環境が変わるといふ、全てが変わり行く中で考えねばならない状況になった。

さらに、この変革を招いたものは、過去の産業革命と同様にテクノロジーであり、今回の変革の源は、IT、すなわち、情報技術である。よって、今回の変革は情報革命、とか、デジタル革命と呼ばれる。第2の産業革命と位置づける人もあり、米国は国をあげて、この革命を推進し、経済、技術、さらに、世界中の知識へアクセスできるネットワークの中心位置を占めることで世界の文化の覇者となることを目指している。米国はすでに、その生産額上で、国の産業の大半を情報技術の中核に据える製造やサービス産業に入れ替えてしまった。歴史のある大企業もその外観は同じでも、その内容はすっかり新陳代謝し、新しい血や肉に入れ替わってしまっている。

わが国が、経済先進国としての現在の地位を維持することを望むならば、わが国の産業は、否応なくこの変革に追随し、世界の市場の中で競争力を維持してゆかねばならない。この変革を明治維新にたとえる人もいるが、それもあながち大袈裟と言えない。明

明治維新では、鉄道、蒸気機関、電気、電信電話などの、新しいテクノロジーが導入され、同時に、産業はもちろんのこと、政治、経済、行政、教育などの仕組みが一新された。今回の変革と多くの類似点がある。しかも、明治維新よりも、その変革のスピードは速い。明治維新の変革をリードしたのは、新しい技術や文化に適応できた30歳から40歳の若きリーダ達であった。米国の革新は、まさにそのような年齢のリーダ達によって進められている。わが国がキャッチアップしなければならないのは、まずは、この点ではなかろうか？

さて、このような認識に立ち、国の研究開発の仕組みの変革を考察した。産業のシーズとなる技術開発のための基礎研究、大規模インフラの建設、国際的視野に立った政策やプロジェクトの立案と実施などを、国は自主性を持って行うことが求められている。もちろん、そのための知恵は、わが国の産学の有識者のみならず、米国など先進諸国からも集めることが必要であろう。

仕組み作りの全体的指針は、フロントランナー的な仕組みを目指すということであろう。ソフトウェア産業やコンテンツ産業が中心的産業になってくると、2番手戦術は有効ではない。先進性を持たない商品の製造は、世界中の低賃金労働者の確保が容易な国との競争に耐えられないと思われる。やはり、オリジナルな先進的商品を開発できる体制を目指さざるを得ないというのが結論である。そのためには、「キャッチアップ型-護送船団方式」の時代に簡略化したり省略していた仕組みの強化や整備が必要となるということであろう。

また、このほか、伝統的な家族主義的な経営から、米国型の株主利益優先型経営へ移行せざるを得なくなる結果、低コスト体質を強化するために企業からはみ出してしまう労働者が発生する。また、終身雇用制度の消滅は企業への帰属心を弱め、人々は自主的に職場確保のために努力し、行動するようになろう。このような国民個人を支援する仕組みも必要である。このような仕組みは、人の流動性を増し、企業体質の新陳代謝をスムーズにし競争力強化にも貢献するはずである。

ここでは、国の役割とそのための仕組みを、大手や中堅企業を対象とする支援と、研究者や起業家など個人を対象とする支援の2つの見地から考察する。

4.6.2 大手や中堅企業の支援策の検討

4.6.2.1 企業の技術開発のどの部分を支援するか？

デジタル経済の下における企業の生存の鍵を握っているのは、その企業の商品や提供するサービスの技術レベルの先進性であろう。そして、その次がコストであろう。ユーザーニーズへ適合していなければならないが、これは先進的で高い技術レベルの商品が開発できれば、ユーザーニーズの方がついてくる（市場ができる）と考えよう。このような商品、またはサービスはいかにしたら得ることができるであろうか？

- a)このような商品の中核となる新技術や新手法（産業のシーズとなる技術）をどのように入手するか？
- b)シーズとなる技術から、いかにしてユーザを魅了する商品を開発し、市場を作りあげるか？
- c)その商品やサービスの競争力を高め、デファクトスタンダードとなるようなその市場におけるメジャーな地位を確保するか？
- d)いかに技術や人材の新陳代謝を進め、企業を維持、発展させるか？
- e)いかにして、低コスト体質を作り出し、維持していくか？

これらが競争力ある商品やサービス開発の主要な条件であり、これらを支援することが、国の産業振興策の目標と考えられる。

4.6.2.2 産業のシーズとなる技術創出のための支援

A) 基礎研究段階のアウトソーシング

a)については、キャッチアップ時代は米欧などの先進諸国から、極めて安価に導入できた。しかし、それができない以上、高価であっても買ってくるか、自前で作り出さねばならない。4.5.2の2)のb)で述べたように、米国のように大学や国研などにアウトソーシングして、産業のシーズとなる技術開発を実施してもらうことは、企業にとっては好ましいことである。

ひとつのアイデアが研究され商品につながるまで開発期間は永い。現在のパソコンのOSやUnixは、今から30年ほど前の米国のMultics Projectで開発されたCTSSというOSがもととなっている。また、われわれはマウスでアイコンをクリックしてパソコン

にいろいろ命令を出しているが、このアイコンを使うアイデアも20年近く前に、Xerox社のPalo Alto研究所で生まれたものである。そして、インターネットのアイデア誕生から今日までの道程も、またしかりである。

現在、技術革新が早く、「Dog Year」などといわれる。確かに製品の表層レベルの変化は早い、それは、昔に播いた種が結実したものを次々と利用しているのであり、情報技術の幹となっている技術についての熟成期間が短くなっている訳ではない。研究を進めている人間の頭脳が急に進化することはないからである。産業のシーズとなる技術を得る為には、中長期にわたる展望を持って、種を播き、発芽したものの中から、将来性のありそうな苗を選別し、さらに育てるという基礎研究の永いプロセスをいくつも走らせておかねばならない。このようなプロセスの途中で多くの基本特許も生まれる。現在では、商品化の可能性が見えてくると研究内容が学会等で発表されることも無い。自ら生み出さねばならないのだ。

B) 大学や国研の活用とそのために国（行政側）が備えるべき仕組み

このような基礎研究段階への投資は効率が悪く、企業としては避けたいところである。そこでその研究開発は、国のプロジェクトとして実施してもらうことが望ましい。もちろん、その最終段階（下流段階）では、企業は積極的に大学との共同研究を実施する。結実した果実の味を確かめると共に収穫しようという意図である。当然、企業も一部の費用を負担する。収穫は往々にして、技術のみならず担当の研究者もまとめて行う。ここで、企業と大学、それに研究者の利害は一致する。

では、リスクの多い研究費を負担した国の立場はどうであろうか。米国の場合、国は成果の商品化と市場投入に熱心である。研究成果が商品となり、企業が利益をあげれば、税収の増加と雇用創出がなされる。これが、国、すなわち、納税者の利益となり、すべて丸く収まるという図式である。

国は、税金の無駄使いを減らすことが義務づけられている。この図式がさらにうまく回転するためには、基礎研究段階の投資効率を上げることが重要である。企業は、放っておいても利益追求に走るが、大学やそこにいる研究者は、必ずしもそうではない。しかし、企業のほか、NASA や DOE などの政府機関は実用化目的の技術開発を目指す。このため、Bay-Dole 法（平成9年度 同名の報告書（その2）を参照）のような、国費による研究成果が企業に売れた場合には、ローヤリティの3割程度を、大学等へ与えるというような法律を作り、産業のシーズとなる技術創出のインセンティブを高めている。

しかし、大学は研究開発と同等以上に教育も重要な責務としており、両者のバランスがしばしば問題となる。企業から委託される商品化目的の研究開発に大学当局も学生も熱心になり過ぎ、基礎的な学問の教育が軽視されているという批判も常に聞くところである。その一方で、このようにして得た資金は国から与えられる予算と異なり、その使用は大学が自主的に決定でき、大学の設備充実や基礎的学問の研究や教育に貢献しているという意見も聞く。米国大学の研究や教育スタッフの質や数、それに、設備の充実具合は疑い無く世界のトップレベルにある。わが国の大学の研究や教育スタッフ不足や設備の老朽化を見るにつれ、国全体の投資が、農業や土木建築分野へ偏っている投資戦略や制度のまずさの証拠を見る思いがする。

現在、わが国の大学は、企業との連携が効率的に実施困難な、法律や制度、慣習に支配されている。定員の削減、予算の少なさや執行ルールの柔軟性の欠如、教授を初めとする職員の採用や配置などについての権限の中央集権化などが、研究開発や成果管理や技術移転などの効率的実施を阻害している。この事情は、国研でも同様である。大学をエージェンシー化し、その運営の自主性を高めるという計画もあると聞くがそのような思い切った制度改革が望まれるところである。

大学や国研に基礎研究を委託する場合、国（行政側）は、そこで実施される基礎研究の成果が産業のシーズにつながるか否かを評価し、その収穫を増やすための仕組みを持つ必要がある。このための制度としては、プログラママネージャ制度がある。米国では、NSF、NASA、DOE など、全ての国の研究開発予算の執行機関に、大学の研究者と同等の知識や研究管理経験を有するプログラママネージャ群を置いている。

彼らは、大学や国研などへ委託した研究開発の評価と管理を行っており、その管理する研究開発に対してそのテーマや内容、人員の構成、予算費目や執行などに実際面にわたり大きな権限を持っている。しかし、同時に、その成功、失敗に関する責任も課されている。専門家の評価は専門家を雇ってやらせているということであろう。この制度により、有望テーマの発掘や、不調なテーマの打ち切りなどが、迅速に行われ、国としての投資リスクを低減している。

C) 国の将来ビジョン策定や重点技術分野（アンブレラ）予測やそれに基づく研究開発関連の政策立案能力の強化

その他のリスク低減策としては、国が将来ビジョンを示し、研究開発投資を重点的に行う分野（アンブレラ）を明示する方法が取られている。このビジョンとアンブレラの明示は、常に不足する研究開発資源（人、物、金）を、特定の方向や分野に集中させる。国の投資は呼び水となり、民間投資も集中する。この結果、いろいろな研究開発や新技術に応用した事業が同時に試みられ、競争も活発となる。この結果、短期間に多くの可能性が試され、技術やその応用方法の淘汰が加速され、有望なものが短期間に選択される。

そして、これは b) の、商品に対するユーザの嗜好や、市場ができるか否かの評価実験的な意味もあり、産業界が進むべき方向を決定する上で、有効な情報を提供している。

このため、国のみならず、各産業分野において、将来ビジョンやアンブレラについての議論は常に行われ、その時々話題にふさわしい、産業界や大学の現役中堅メンバーを結集し、国へのプロポーザルを作成している。報告書は公開され、さらに一般国民（米国流に言えば納税者）の反応をチェックし、支持多しと思えば直ちに予算へ反映させ、法制度などの組織も整えて迅速に実施に移す。

今後、わが国は、産業のシーズとなる技術を自ら作り出さねばならない。このためには、上で述べたような米国の仕組みや制度と同様か、それ以上の能率のよい組織を国を挙げて推進する必要がある。特に、国全体の将来ビジョンや、国が重点投資する産業や技術分野を示すアンブレラの作成と提示は、それを実施する省庁横断的仕組み作りと共にきわめて重要である。

また、そのアンブレラに対応して提案される個々の技術開発プロジェクトのテーマの発掘や採択、実施面における評価や管理を、専門家（プログラマネージャ）を行政側に雇用して行わせるという「餅は餅屋に」的手法は是非とも見習うべきである。

4.6.2.3 大規模インフラや社会システム建設や利用サービス提供を通しての国の支援

4.5.2 の 2) の c) で述べたように、これからの情報技術を応用した先進的商品は、その背後に大きく複雑なシステムが存在し、その一部となるようなものが多い。カーナビや携帯電話はその例である。今後の発展が予測される情報技術の応用分野の一つは、電

子マネーや電子政府など大規模な社会システムであろう。

4.6.2.1のc)に示したデファクトスタンダードとなり得るような、市場におけるメジャーな商品の開発は、その背後に存在する大規模なシステムの開発時点から、競争が始まっていると考えねばならない。

例えば、インターネットの1000倍の転送速度を持つ次世代インターネット(NGI)の研究開発や、高速ネットワークで結合されたスーパーコンピュータの空き時間のスポット売買を行うシステム(GRID)の研究開発が行われている。このシステムでは、どのスーパーコンピュータも同じに見え、適切な課金機能とセキュリティを提供するミドルウェアの開発がポイントである。世界をまたにかけたシステムの研究開発が行われており、当然、国のプロジェクトとして実施されている。

また、そのプロジェクトには、コンピュータやネットワーク機器の製造メーカを始め、ソフトウェアハウス、それに、エンドユーザ向けの応用ソフトウェア開発を狙うメーカやコンテンツ産業に属するメーカなどが関心を寄せ、いろいろな形で参画している。このようなプロジェクトは、多くの国の参加を呼びかけている。

当初の目標として設定されているものは、限定されているし、必ずしも魅力十分というわけではないが、そこで建設される土台となるシステムは、そのまま大規模インフラとなり、その上に開発された技術は、広い応用範囲をもった多くのパッケージソフトウェアを生むことが予想される。

このプロジェクトが国際共同開発プロジェクトとして組織化されていることは、そのシステム仕様が世界標準となり、ゆくゆくは、デファクトスタンダードとしようとの意図があるものと思われる。また、実用化時点では、関連した諸国内に市場を開拓する上でも有利であろう。

このような大規模でボーダレスな先進的インフラの建設は、一企業で実施することは困難であり、国がリーダーシップを取り、内外の関連企業を集めたコンソーシアムを作り実施することが必要である。規模が大きく、先進的で、多くの国や企業、研究者が集まれば集まるほど、そのインフラを利用する商品やサービスの多様性は増え、その価値は高いものとなる。

(第1編 第3章 3.1(3)) (第2編 第5章 5.1 及び 5.4)

これからの情報技術の新技术開発は、地球規模の広がりを持ち、国境を越えて多くの

企業や研究者、ユーザを引き付ける魅力ある大規模インフラ、それは、社会活動や経済活動を支える社会システム構築の土台となるのだが、そのようなシステム建設を目指すことが重要となろう。そのようなプロジェクトを提案し、そのリーダーシップを取ることが、その国の企業により多くのビジネスチャンスをもたらすことであろう。このような形で、国の支援が可能となるような仕組み作りが求められている。

このためには、先端技術を理解し、かつ、国際的プロジェクトの管理能力を有する人材を、国や関連機関が確保する必要がある。大学との効果的な連携も必要である。その実現は一足飛びにはできないから、そのような仕組み作りを目指すビジョンと計画の立案がその第一歩であろう。

4.6.2.4 中小、ベンチャー企業の新技術に基づく商品開発や起業家支援

新技術を抱えた中小、ベンチャー企業支援は、4.5.2の2)のd)で既に述べたように、大手、中堅企業に対しては、次のような重要な支援を意味する。

- 1) 伝統的な家族主義的経営から、米国型の株主利益優先型のドライな経営に移行し低コスト体質を作らねばならず、人員削減が避けられない。これはみ出した労働力の受け皿を提供する。また、雇用機会の減少を補い、リストラの進行をスムーズにする。
- 2) 大手、中堅企業の経営方針は概して保守的であり、新技術を利用した新商品やサービスの採用に対して消極的である。しかし、企業は、常に新しい技術分野や市場へ向けての進出やそのための要員の確保を行い、同時に飽和した市場からの撤退を行うなど、常に新陳代謝を行う必要がある。

このための手段として、新技術とそのための要員を抱えた中小、ベンチャー企業の吸収や合併(M&A)がある。有望な中小、ベンチャー企業の育成は大手や中堅企業の新陳代謝を支援する。(平成9年度資料 米国における情報技術企業のM&A戦略)

4.6.3 国民個人を対象とする雇用条件向上と起業のための支援

4.6.3.1 国民個人の労働環境の変化と意識改革

4.5.2 の 2) の a) で述べたように、わが国企業が、ゆるやかではあっても、家族主義的经营や終身雇用制度と決別し、米国企業のような雇用方式を採るとすれば、個人の労働条件も似たようなドライなものへと変化することが予想される。これまで会社人間であったわが国の国民はそれぞれ個人で、自主的に自分の技能や専門知識を開発し、企業と交渉して職場を得ることとなる。

このような人々が数多くなると、彼らの利害は企業と一致しないから、これまで「産」として一括りにしたグループを分けて考えねばならないだろう。すなわち、これまでの「官産学」というグループ分けに、新しいグループをひとつ付け加えなければならない。米国ではこれを納税者と呼んでいるようである。

わが国の就職活動では、学生は寄らば大樹の陰とばかり、大企業を指向するものが依然として多い。しかし、労働環境が変化し、プロ・スポーツ選手のように、その時のその人の能力に応じた短期契約が雇用の基本となった時、働くことを希望する人々の選択は、これまでの寄らば大樹の陰的な大企業指向中心から変化し、「自分の技能や専門知識、新技術やアイデアをもとに、会社を起こす」という選択肢を取る者も増えると思われる。また、契約が切れて就職先を探す者は、さらに、この選択肢を取る者が増えると予想される。

現在、国はバブル崩壊に起因する失業者対策として、起業家支援やベンチャー企業の育成を進めている感がある。しかし、今後は、終身雇用制度の消滅と共に、恒常的な労働者の離職と再就職の繰り返しが起る。このための、一時的な失業者対策ではない労働者の流動化をスムーズにする仕組みが必要となる。

また、国民一般に、このような労働環境の変化が避けられないことを説明し、自主的な技能や専門知識の学習やそのアップデートの必要性を理解してもらうことも必要であろう。このような環境に前向きに取り組んでもらうための意識改革が必要だからである。このような理解を支援することは、企業の体質強化の促進の支援でもあるわけである。

わが国の研究開発も、より効率よく産業のシーズとなる技術を創出し、新しい企業や産業を興し、雇用機会とよりよい労働条件を提供することに貢献することが望まれる。

折りしも、米国の「21世紀 IT 計画」は、その冒頭で、米国の過去 10 年の情報技術への研究開発投資は、コンピュータ、半導体、ソフトウェア、通信装置といった製品を生産するビジネスは、今では、米国内生産全体の 1/3 を占めるまで成長し、数百万ドル規模の新しい雇用機会を生み出し、全国平均を上回る賃金レベルを維持しているとして、国のリーダーシップの正しさとその投資効果を自賛している。

(第2編 第5章 5.3、付属資料 8 及び 9)

4.6.3.2 情報関連技術の研究開発と産業振興による、国民の就業機会拡大と スムーズな労働力の流動の支援

国民個人レベルの支援は、情報産業の適用分野を拡大し、新産業とその市場を作り出し雇用機会を増やすことが目標である。この論議は各所で行われているが、米国に比べ、はるかに整備の遅れている中小、ベンチャー企業支援の仕組みの整備や強化がまず重要であろう。具体的には、次のような施策や制度が計画されたり実施されたりしている。

- 1) 中小企業向けの新技術開発の資金援助
- 2) 新技術開発や起業における税制面での優遇処置
- 3) ベンチャーキャピタルの育成
- 4) 国や地方公共団体の調達における中小企業への優先枠設定
- 5) 技術者の最新技術や知識習得のため再教育支援
- 6) 国による社会システムやインフラ建設による新技術普及と産業育成支援

これらの制度や施策は、まだ、始まったばかりであり、米国の類似制度と比較すると、内容の充実度合いについて、大差がある。例えば、新技術開発の資金援助の内容をみると、金額が小さいばかりでなく、融資であり、何らかの返済の保障を求めていることが多い。米国の制度では、ほとんどの場合、融資ではなく、リスクマネーとしての投資であり、事業に失敗したときの創業者の負担は、自分が出資した分のみであり、有限責任である。(平成8年度、9年度の同名の報告書)(平成9年度 調査資料 ソフトウェア産業振興のための国の役割(アンケート調査))

この他、設立されたベンチャー企業の経営を安定化させるために、米国政府は、政府調達の約 30%を、中小企業へ優先的に割り当てるなどの育成策を実施している。これは、情報産業やソフトウェア産業に限定されたものではないが、新興のソフトウェア企業の育成に有効に機能している。

(平成9年度 調査資料 米国の政府調達にみる中小企業支援制度)

これらの支援は、現在は、各省庁や機関ごとに、バラバラに行われている。下記のよ
うな仕組み、制度の管理を一元化し、シームレスなサービスを提供できるようにすべき
と思われる。このための省庁横断的組織を作り、国のビジョンや重点技術分野の提示と
関連させて、効率的な連携を実現することが望まれる。

- a) 大学等における起業家を育成のための支援制度（米国の Bay-Dole 法のような国の
費用で開発した知的財産権によるロイヤリティ収入の一部を大学と発明者に与え
るなど）
- b) 起業のための資金援助のリスクマネー化
- c) 一人でも会社を起こせるなどベンチャー企業設立条件の簡略化
- d) 会社を起こした後の政府調達などによる経営安定化支援
- e) 技術開発と商品化のための費用の補助
- f) 国のプロジェクトへの参加促進（このためには、現行プロジェクトの運営方法や
成果管理制度、及びその会計制度の改善が不可欠）

第2編

米国を中心とする情報技術に関する 研究開発制度と技術動向

第2編 米国の情報技術に関する研究開発制度と技術動向

目 次

第1章 国が支援する研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い	
1.1 米国の研究開発プロジェクトにおける 知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景	57
1.2 米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い	74
1.3 わが国が支援する研究開発プロジェクトの知的財産権の扱い	83
第2章 米国の研究開発におけるプログラムマネージャの役割	91
第3章 米国の情報技術産業振興政策の事例研究 － ATP(Advanced Technology Program : 先端技術プログラム) － ...	97
第4章 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向	105
第5章 情報技術に関する内外の動向	
5.1 日米のネットワーク政策の動向	111
5.2 米国の IT 産業の動向	123
5.3 米国の IT ² 構想－未来への投資－	127
5.4 米国ハイエンドコンピューティング研究開発の動向	131
5.5 知的情報システム技術研究開発の動向	138

第1章 国が支援する研究開発プロジェクトにおける 知的財産権の取り扱い

1.1 米国の研究開発プロジェクトにおける 知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景

第1編のメーカ有識者からのヒヤリングにおいても、知的財産権（IPR）は、わが国の仕組みや制度における問題の一つとして指摘されている。これに対して、米国では国の支援するプロジェクトの成果についての IPR の扱いが、その商品化などをスムーズにしているのかどうか興味深い。そこで、「米国政府が支援するソフトウェアの研究開発においては、知的財産権の取り扱い方によって、米国産業の振興に大きく寄与してきたのではないか。」との仮説のもとに、わが国の産業振興策を進める上で知的財産権の取り扱い方への課題を8つの問題意識（1.1.5 参照）にまとめ、調査の指針とした。

本節では、その8つの問題意識に回答を与えるため、「政府支援研究開発プロジェクトで生まれるソフトウェア関連 IPR とその企業化」という問題に焦点を絞って、「米国の政府支援研究開発プロジェクトにおいて、知的所有権（IPR）戦略がどのように変遷してきたのか、その背景は何だったのか」の調査結果を説明する。

構成は、以下の通り。

- 1.1.1 : 米国の知的財産権のシステム全体をごく簡単に概観。
- 1.1.2 : 米国政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクト下の知的財産権の取り扱いの現状と歴史的経緯・思想を分析。
- 1.1.3 : 政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトが米国ソフトウェア産業にもたらしている効果
- 1.1.4 : 現在米国で急速に議論が進行しつつある「ソフトウェア特許（著作権ではなく）の功罪」や「オープンソースというソフトウェア開発方式が知的財産権システムに投げかける問題点」について、米国での最新動向の分析をもとに言及している。
- 1.1.5 : 事前に提起した8つの問題意識に対し、これまでの議論をベースに個別に回答を与える。

1.1.1 米国における知的財産権の枠組み

（1）米国における知的財産権法制

知的財産権に関する法律は、特許（パテント）、登録商標（トレードマーク）、著作権（コピーライト）に関する法律群からなっている。企業機密（トレードシークレット）

に対する法的保護を含めて考えることもある。登録商標は、本調査の目的には直接関係しないので触れない。特許、著作権、企業機密の説明については、本 1.1 節末の、付表 1-1、1-2、1-3 に示す。

また、こうした考え方の対極に位置し、現在急速に注目を集めているものに「オープンソース」の開発方式がある。この方式が知的財産権に投げかける問題点は 1.1.4 で説明する。

(2) 知的財産権保護、独占禁止法(Antitrust Law)、および業界標準の三つ巴の関係
知的財産権は、その保有者に対し、知的財産を独占的排他的に利用する権利を認める。また、コンピュータ・通信等のハイテク分野では、いかに業界標準(De facto standard)を確立するかが、その産業分野の成長に大きなインパクトを持つため、標準確立を容認、推進するインセンティブがある。その一方で、1社が業界標準に関連する特許を独占的に保有する場合、公平な競争が阻害され独禁法に抵触する懸念が生じる。

独占禁止の、関係する主な条項は以下の通りである。

●Sherman Antitrust Act (1890年): 米国の独禁法

Section 1: 取引(trade)を制限するための共謀・協同行為を禁じている。

Section 2: 独占やそのための謀議を禁じている。

●Clayton Act (1914年):

Section 3: 著しく競争を阻害する効果を持つか、独占を意図すると考えられる取引行為(販売、リース、価格政策等において)を違法とする。

合法的に知的財産の独占的利用権を認められた特許保有者にはこれらの規定は原則適用されないと解釈されるが、その線引きは大変微妙である。

- 例: ①特許保有者は排他的ライセンスを行ない得るが、他の多くの競合企業がそのライセンスの枠から除外され、競争が著しく阻害される場合、Sherman Act に抵触すると考えられる場合がある。
- ②一社が一群の関連特許を独占の形成を意図して集中的に保有している場合も、Sherman Act に抵触する可能性がある。
- ③特許保有者がそのライセンスを行なう際に、特許化されていない自社のサービスや製品を抱き合わせで購入することをライセンス供与の条件とするような場合は、特許によって保護される権利を逸脱しているとみなされ、Patent Act ならびに Clayton Act 違反に問われる可能性がある。

(3) 米国における知的財産権保護を支える理念

米国では、国民が創造力を発揮しその成果として個人や私企業が経済的利益を受けるというインセンティブを認める考え方を建国当初から推し進めてきた。

「科学ならびに有用な技術・芸術の振興を目的として、発明者や著作者の知的財産に対し排他的権利を一定期間保証する」(憲法より)

現在、知的財産権の設定自体が自由競争と自由市場原理を阻害するかどうかについて賛否両論が存在する状況である(1.1.4参照)が、少なくとも言えることは米国政府がこれまで、「自由市場原理が基本的に国家経済の成長に不可欠であり、知的財産に所有権を設定し、市場取引によって経済的利益を生み出すことは国民の富の増大、国家の経済的利益・産業の国際競争力という観点から原則的に望ましい」と考えてきたということである。

(4) 知的財産 (Intellectual Property) としてのソフトウェア

ソフトウェアはハードウェアには無い、特殊な性質を持っている。まず、その製品化に関するコストは、ほとんどすべてが開発費であり、製造業で言うところの生産、複製、物流のコストは非常に小さい。これらのコストが極端に低いため、極めて複製が容易であり、自動車や航空機産業に存在する知的財産権侵害への物理的障壁が、ソフトウェアでは大変低い。

(5) 知的財産としてのソフトウェアを保護する手段

図表1-1に示すような限界があるにもかかわらず、ソフトウェアは著作権により保護される事例が大多数を占める。しかしながら、法理論的に見れば、前述の3つの知的財産保護メカニズム(特許、著作権、企業機密)のすべてが適用可能であり、現実には、特許化されるソフトウェアは増加傾向を示している。また現在米国では、ソフトウェアの特許化がもたらすソフトウェア産業へのインパクトについての議論が活発になっている(1.1.4)。

図表 1-1 ソフトウェアの著作権の限界

- | |
|---|
| <p>A. Fair use: 他者による部分的複製の目的が公共の目的に合致する場合（教育や研究）、バックアップコピーを作る場合には、著作権は適用されない。</p> <p>B. First sale: 合法的に複製を有しているものは、それを再度販売したり、処分できる。</p> <p>C. Private use: 家庭内における私的利用に限っては複製が認められ、著作権を侵害したことになる。</p> <p>D. Independent creation: 全く同じプログラムがそれぞれ独立に作られた場合、双方に著作権は発生し、かつ互いのプログラムは他方の著作権を侵害したとみなされない。</p> <p>E. Work for hire: ソフトウェアの開発が雇用主の下で行なわれたり、委託契約によって行なわれた場合、最終的に著作権は雇用主または契約元（契約に明記されている限りにおいて）に帰属し、直接の著作者は著作権を主張できない。</p> |
|---|

1.1.2 政府支援のプロジェクトにおけるソフトウェアの知的財産権の取り扱い

(1) 米国政府最高レベル（大統領）の政策理念

米国政府の知的所有権政策について要約すれば、以下のようになる。

（昨年度報告書 付属資料「3. 米国国立研究所の運営形態と技術移転」付 3-16～付 3-19 参照）

- ・ 政府最高レベルの方針では、民間 Contractors に特許を保有させ（Title in Partner Policy）、民間の手で、市場原理にのっとった商業化を推進させようとしている。
- ・ 全体の方向性としては、CRADA（Cooperative Research and Development Agreement）や GOCO（Government Owned Contractor Operated 方式）の民間主体、非営利の大学や研究所、中小規模企業、そして大企業へと徐々に対象を拡大しながら知的財産権（特許）を認めてきている。
- ・ ただし、DOE（Department of Energy）は、民間の Contractors に Patent を保有させることに執拗に抵抗を示している。

もっとも政府のソフトウェア調達においては、特注品でなく、「COTS（Commercial Off The Shelf）」製品（開発済み市販製品）を購入する方針を強めており、必然的に、新しい知的財産権が生じる機会も減っている。

総じて、民間 Contractors へソフトウェアの知的財産権を与えていくという政策は、政府がソフトウェア産業の振興を直接的に後押しする、という意図ではなく、あくまで民間の自助努力に任せ、政府はその邪魔をしない、というスタンスである。

米国政府の民間企業に対するスタンスは政策分野を越えて終始一貫している。たと

え民間支援策であっても、それは『救済』ではなく、『競争』の『機会保証』である。「競争力の無い企業は退けられ、消滅する」、という『市場原理』への根本的信頼と是認が、米国政府の根本にある。

(2) 米国政府自身の手で開発されたソフトウェアの取り扱い

米国政府は、自身の支出で作成した知的財産に対し、著作権を主張することはできず、それらはすべて Public Domain (公共の場) にあると解釈されている。

合衆国憲法に定められる通り、連邦政府は国民の公共利益のために存在するのであり、政府自身が排他的権利を保有するのは、そのソフトウェアが国家安全保障に関与し、公開が著しく国益を損なう場合に限定されるべきだ、と考えられている。

(3) 米国政府が保有できるソフトウェアに関する権利

政府の支出によって開発されたり調達されたソフトウェアに対し、政府自身が保有できる権利は図表 2-1 に示す 3 つのどれかである。

図表 2-1 米政府支出によって開発／調達されたソフトウェアに対し政府自身が保有できる権利

①Unlimited rights (無制限の利用権)	②Restricted rights (限定的利用権)	③Government purpose license rights (政府目的利用権)
・ 政府支出によって開発されたソフトウェアを政府が無制限に利用できる権利である。 ・ 自由に利用、複製、開示、修正、公開ができる。 ・ 第三者にこれらの権利を認めることも可能である。 ・ しかし所有権ではなく、排他的権利でもない。 ・ いわば著作権のオープンライセンスを獲得した状態に近いと考えてよい。修正したソフトに知的財産権は発生しない。	・ 政府支出によって開発されたソフトウェアを利用する用途に制限が生じる。 ・ すなわち、ソフトはその当初想定されたコンピュータと共に利用することが原則となり、それ以外のマシンで利用したり複製する場合は、バックアップの用途に限られる。 ・ その他の用途としては、他のソフトと統合するために修正を施したり、サポートサービス業者のために複製・開示することができるのみである。当初予期しなかった政府部内の用途が発生した場合にも使用できる。	・ ソフトの利用が所期の用途に限られる。 ・ また Restricted rights と異なり、複製が政府内部では自由にできる点で、若干自由度が高い。 ・ いわばサイトライセンスのようなものである。外部への開示は Restricted rights と同様、サポートサービス業者に対するのみである。この権利は多くの場合、開発した民間 Contractor が著作権を要求した際に政府に与えられる権利である。

これら 3 つの権利のどれが政府に認められるかは、支出の政府対民間の比率、軍事用か非軍事目的か、及び個別の契約時の交渉による (図表 2-2)。

図表 2-2 政府に与えられるソフトウェア利用権の場合分け

	民事契約 (covered by FAR)	軍事契約 (covered by DFARS)
政府資金を使った 政府による開発	成果に著作権は存在せず、成果物はパブリック・ドメインである。 (その成果物には、何らの権利も付与されない)	
政府資金を使った 民間主体開発のソフトウェ	・デフォルトで政府は“無制限の利用権”を得るが、著作権は所有しない。 ・contractor はその成果物に著作権を主張する選択肢を持つ。もし contractor が著作権を主張し、政府がそれを認めた場合、政府は、“政府目的利用権”のみを受け取る。 ・著作権は一般に要求され認められる。 ・政府は contractor に対して、著作権を要求することができる。	・contractor は自動的に著作権を受け取る。この場合一般に、政府はプログラムの“限定的利用権”と、“技術データ”の“政府目的利用権”を受け取る。 ・政府は、契約に特別作業節を付け加えることができる。この場合、政府は著作権を付与し、“無制限の利用権”を保持する。
民間資金で開発されたソフトウェア (“COTS”=Commercial Off the Shelf)	・政府は一般に“限定的利用権”を得る。 ・政府はそれより大きな利用権を交渉することができる。	・政府は一般に“プログラム”については“限定的利用権”を受け取り、“技術データ”については“政府利用目的ライセンス”を受け取る。 ・政府はそれより大きな利用権を交渉することができる。 ・政府は“permission of deviation”の手続きによってのみ、限定的利用権一式よりも小さな利用権を受け取ることができる (が、手続きが煩わしく、減多に行われない)。
“官民両方の資金”を使って開発されたソフトウェア (多分政府資金を使って修正された幾つかの市販部品；政府支援部品)	・政府は一般に“政府目的利用権”と同等の利用権を得る。 ・(総コスト中の%比率で)50%の点が一般に“混成資金”扱いとなる分岐点である (50%以下の民間主体側資金は 0%と同じ扱いを受ける)。	・特別の扱いは無い。

交渉に関しては、民間 Contractor としての大学の力が伝統的に非常に強く、大学の知的財産権に対する方針が政府の方針に大きな影響を与えている。

(4) 情報公開法 (FOIA—Freedom of Information Act) との兼ね合い

情報公開法 FOIA により、米国政府は、支援した研究開発の成果に関する情報を、要求されれば公開する義務を負っている (例外事項：国家安全保障に関わる情報)。

これは当然ソフトウェアも含まれ、自己の研究開発の成果を競争力の源泉とする民間 Contractor にとってはうれしくない事態である。そのひとつの解決法は、「ソースコードのような重要なデータは支援元の政府機関に手渡さない、政府機関もそれを要求しない」ことであった。

ところが、1998 年成立の FY1999 Omnibus Appropriations Act に基づく法改正の結果、公開された政府支援研究の成果の基礎となったデータをも、FOIA の対象とすることが決定した。これは、ソースコード開示を求めないという政府の姿勢とは逆行しかねない事態である。

この法改正は特に営利の民間 Contractor (私企業) には及ばないが、非営利で政府

からの支援プロジェクトに多く参画している民間主体（ほとんどの大学がそうである）は一様に懸念を表明している。

現在、「データ」にソースコードが含まれるかどうか、外部の者が研究成果にただ乗りするのではないか、プライバシーが侵害される心配は無いのか、今後の官民パートナーシップに悪影響を及ぼすのではないか、今後営利の Contractors にも拡大しないか、といったことが民間 Contractors の憂慮の種となっている。

1.1.3 政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトの産業界への貢献

（1）政府支援プロジェクトが産業界に貢献する分野

米国の政府支援研究開発はソフトウェア産業に多大な恩恵を与えてきた。政府支援プロの成果は、基本的アルゴリズムやプロトコル、サブコンポーネントの分野で産業界に大いに貢献してきた。政府支援研究開発プロジェクトが、基本的に市場からは遠い学術的基礎研究的色彩が強いことを考えると、こうした貢献は大変な成功と評価できる。しかし、商業用ソフトウェア市場の勃興といった尺度は、政府支援研究開発プロジェクトの成果を評価する上で、極めて限定された役割を持つのみである。政府支援研究の中核を成すような研究（例えば、気象シミュレーション、天体軌道シミュレーション、素粒子シミュレーションといった分野）は民間向けの大規模市場とはなり得ないものである。

（2）政府支援研究開発プロジェクトから民間への技術移転

政府支援プロジェクトの成果が民間部門へ移転されるには様々なメカニズムがあるが、それらのほとんどは1980年以降、技術移転を促進する法律の施行によって出来上がってきた。

- ・ Bayh-Dole Act, 1980, PL 96-517
- ・ Stevenson-Wydler Act, 1980, PL 96-480
- ・ the Cooperative Research Act, 1984, PL 98-462
- ・ Federal Technology Transfer Act, 1986, PL 99-502

それ以前は、1970年代までの政府の知的財産権設定（つまり何でも公開する）に一貫したルールが無く、全てが公開されてしまう場合は、民間企業は政府技術の商業化に積極的ではなかった（排他的権利がないと競争力に結びつかない）。

B-D法、S-W法については昨年度報告書 付属資料「3. 米国国立研究所の運営形態と技術移転」付3-18で説明している。要約すれば、「Title in the Government Policy」から「Title in Partners Policy」への転換によって、政府支援プロジェクト

の成果に関し、民間 Contractors（営利・非営利に関わらず）に知的財産権を認め、民間の手による商業化に委ねる、という政策である。

（３）ソフトウェアの分野における「ヒト」を介した技術移転

政府支援研究開発プロジェクトの市場に対する大きなインパクトのひとつは、それらプロジェクトが最先端のソフトウェア技術者を養成する場となっていることである。大学やその他の民間 Contractors で行なわれる政府支援ソフトウェアプロジェクトの多くは、直接市場での商業化に結びつかないかもしれないが、実はそうした知的資産は「人の移動」というかたちをとって間接的に民間へ移転されている。Mozaic、Spyglass、Netscape の開発・市場導入の流れはその代表例である。

1.1.4 現在米国で進行しつつある議論とその重要性

（１）ソフトウェアの特許化の是非をめぐる議論

ソフトウェアの特許化が徐々に拡大していく中で、その是非をめぐる論争が巻き起きている。産業界やプログラマーを中心に、ソフトウェアの特許化に懸念を表明する声が多い。

特許化への懸念は以下の５つのポイントに集約される。

1. ソフトウェアはハードウェアとは異なり、多くの既存のアイデア、ソフトウェアを含みこんだ形で開発されることがほとんどであり、それらの多くが特許によってがんじがらめになっていると、ソフトウェア産業における技術の向上、生産性が著しく阻害される。
2. USPTO (U.S. Patent and Trademark Office) は過去のソフトウェア (Prior Art) を検索する十分な情報を持っておらず、自明のアイデアや、事実上公開されているようなソフトウェアのアイデアが特許化されてしまっている。また現実には多くのソフトウェアが企業機密として企業内に保有されており、USPTO はレビューできない。(現在、Software Patent Institute や IBM がソフトウェアのデータベースを構築中ではあるが。)
3. ソフトウェア産業は技術革新が非常に速く、日々多様な分野からの参入も多い。このような状況で USPTO が、そのソフトウェアが誰の目にも obvious であるかどうかを審査することは、物理的に困難。
4. ソフトウェアを特許化しようとする真の意図が何であるかを、USPTO が見極めることは難しい。
5. 特許の侵害で訴えられた場合、前述の情報不足等から、その特許の無効性を主張するために Prior Art を探し出すコストは法外に高い。

こうした弊害・コストを理由に、産業界は、「ソフトウェア特許の増加は本来技術革新に費やすべき資源の浪費を招いており、特許制度本来の狙いである技術の発展という観点からも本末転倒である」、と不満を表明している。

(2) 「オープンソース」のうねり

ソースコードを無償公開するオープンソースのソフトウェア開発方式が脚光を浴びている。オープンソースは、ソフトウェア産業の一部が、ソフトウェアそのものを売買するビジネスから、ソフトを取り巻くサービス主体のビジネスへとシフトしていることの証左であり、またその原動力ともなっている。

オープンソースにおいては、既存の知的財産権は真っ向から否定される。Richard Stallman による Free Software Foundation は、ソースコードやソフトウェアが著作権や特許といった知的財産権に囲い込まれて自由にアクセスできなくなることを防ぐため、GPL (General Public License)、または「Copyleft」と呼ばれるライセンスの仕組みを提唱している。コピーレフトのソフトを改良修正することは自由であるが、その成果に排他的知的財産権を設定することは一切できない。Public Domain の場合は、万人が無償でアクセス可能な点でオープンソースと同じであるが、企業や個人がそのソフトを改良修正してしまえば、その成果に知的財産権の設定が可能となってしまう。一方、コピーレフトによって「保護された」ソフトウェアは、企業や個人の手を経て改良・改変されていったとしても、元のソフトウェアに保証された「ユーザーが無償でアクセス・改変する自由」がどこまでいっても確保される。

(3) 米国政府が選び取る知的財産権保護の戦略

米国政府が今後取り得る知的財産権の戦略のシナリオは、従来の現状維持のほかに大きく2つの方向性が考えられる。

- ①保守主義的な方向：国家としての国際競争力を維持するため、政府支出による研究開発の成果である知的財産を一旦政府内に保持し、その後開示する条件とタイミングを決定するというシナリオ。海外への知的資産の流出を防ぐという意味もある。
- ②オープンソース的な方向：政府プロジェクトそのものをオープンソース的に進め、ソフトウェアに対する既存の知的財産権を否定して、ソースコードを自由にアクセス可能とするというシナリオ。

1.1.5 8つの問題点への回答

本項では、提起された問題意識を8つのテーマに整理し、これまでの議論をベースに逐次回答を試みる。

(1) 米国政府における原則公開の開放的 I P 政策の歴史は、米国のソフトウェア産業の基盤生成に大きく寄与してきたのではないか？

- ・ 確かに米国の知的財産権 (I P) ポリシーは原則公開の開放的なものといえる。
 - ・ 政府職員や Work for hire により開発されたソフトウェアは Public Domain に置かれる。
 - ・ 政府は民間 Contractors によるソフトウェアに限定的利用権しか持ち得ない。
 - ・ 政府はソースコード納入を一般に要求しない。
- ・ 一方で、1980 年以降の法整備 (Bayh-Dole Act、Steven-Wydler Act 等) により、成果ソフトウェアの排他的 I P R を民間 Contractors へ与えていこうという方向性も持っている。
- ・ 米国の政府支援研究開発はソフトウェア産業に多大な恩恵を与えてきた。
政府支援プロの成果は、基本的アルゴリズムやプロトコル、サブコンポーネントの分野で産業界に大いに貢献してきた。政府支援研究開発プロジェクトが、基本的に市場からは遠い学術的基礎研究の色彩が強いことを考えると、こうした貢献は大変な成功と評価できる。
- ・ しかし、政府の開放的 I P ポリシーが産業界へのすべての貢献を可能にしたとはいいきれず、むしろ政府支援プロジェクトで育った最先端技術者が民間へ移動することで、間接的に知的資産が市場へ移転し、商業的成功に結びついている。

(2) 利害の対立する3者 (政府、民間 Contractors、発明者/著作者個人) 間における I P の取り扱い方の根底に流れる基本思想や考え方は何か。

- ・ 1980 年以降の技術移転促進の法整備 (民間 Contractors への権利付与を徐々に強化) は、「原則 Public Domain で公開される I P 政策の下では、全ての市場参加者にアクセス可能な政府支援プロの技術を商業化しても市場競争力に結びつかず、リスクが大きすぎる」、と民間側が判断し、政府技術の商業化が進まず、結果としてプロジェクトの成果が産業競争力の強化に結びつかないという悪循環を解決するために進められた。これは米国産業の国際競争力の低下が叫ばれていた当時の国家戦略でもあった。また、政府が民間 Contractor に対し、ソースコードの納入を求めないということも、民間の市場競争を確保する為の配慮である。
- ・ 総じて、米国政府は、民間の市場競争を阻害しないことを根本理念として持っている。

民間の自助努力を期待し、競争力のない企業は消滅してもしかたがない、という割り切りがある。また、知的財産権を民間 Contractors に認めることは、個別の民間企業を利することになるが、システム全体としては、市場の競争が活発になり、国の産業競争力を高めるので望ましいという考え方であり、国と企業の利害は一致している。

- ・ 個人の発明者が委託先企業や政府に雇用されている場合、個人レベルの知的財産権に対して Work for hire のルールが明確に定められている。また、米国での慣行として、プロジェクト開始前の契約時点で、政府、民間 Contractors、研究者個人の3者間の諸権利の分配の仕方がすべての Contingency（発生可能なシナリオ）ごとに交渉され、明記されるので、後から問題が生じることを未然に防いでいる。

(3) ソフトは、既存のアイデア、ソフトウェアを含み込む形で開発されることが多い。そのような場合、著作権の設定はどうなるのか。米国の政府支援プロではそうした事態にどう対処しているか。またプロジェクトの成果であるソフトウェアの商業化のルールはあるのか。

- ・ 政府支援のプロジェクトで、他の民間 Contractor が既に開発し、市場で製品化されているソフトを再び政府支援プロで利用する際、全く修正せずにそのまま使う場合は、そのソフトに対し政府は既に Restricted Right（オリジナルの用途に限定）を得ているから、そのまま利用できる。
- ・ より一般的なケースで、市販のソフトウェアを調達、修正して新たなソフトウェアの開発に用いる場合、国防省管轄の契約では、政府はその開発されたソフト全体に対し Unlimited Rights（無制限の利用権、しかし排他的でない）を得、その他の非国防分野では、市販のソフトの価格がソフトウェア開発費総額の50%に満たない場合、その市販ソフトに対しては、政府は新たに開発されたソフト全体と同じ権利を得る（権利の場合分けは図表2-2参照）。
- ・ 民間 Contractor が著作権を要求した場合、政府は Restricted right を得ることになる。
- ・ 全ての場合において、実際の知的財産権の分配はケースバイケースの交渉によって定められる。軍事非軍事に関わらず、調達規則は個別のケースにより適宜権利付与のスキームを修正できる旨明記されている。

(4) ソフトウェア産業のビジネスモデルは、自社開発ソフトの販売、他者に先駆け自社のソフトを公開してデファクトスタンダードを確立し、その後から付加価値の高いビジネスを展開するもの、そしてオープンソースが加わり、ますます複雑になってきている。こうした変化は政府支援プロジェクトにおける知的財産権戦略に何か影響を及ぼしているのだろうか。

- ・現時点では、オープンソースの登場が政府支援プロの知的財産権戦略に影響を与えるところまではきていない。しかしながら、オープンソースはますますその認知度と支持を高めており、早晚その政策に影響を与えることは必至である。
- ・特にその理由として、
 - ・ 現在オープンソースによって開発され、リリースされているソフトウェアの領域が、元来政府支援プロジェクトで志向されてきたソフトウェアのタイプと非常に強くオーバーラップしている。
 - ・ オープンソースによるソフトウェアのサービスビジネス化が成立し得るとすれば、オープンソースのほうがより人間の知の蓄積への貢献が大きく、また実際によりすぐれたソフトを供給し得る。
 - ・ 同じくオープンソースによるソフトウェアのサービスビジネス化が成立し得るとしたら、既存の知的財産権システムよりも GNU General Public License (copyleft)のほうがよりよいシステムである。
- ・ 1998年のFOIA改正により、政府は知らず知らずのうちに、民間Contractorsのソースコードが政府を通じ競争他社へ開示されるような道筋をつけてしまったかもしれない。(オープンソースへの追い風)

(5) 複数企業が協同で行なう政府支援プロジェクトの場合、知的財産権の取り扱いは企業間でどのようなになっているか。

- ・ 複数の民間主体が政府支援プロに参画する際には CRADA のように対等の立場で複数の参画者がいる場合と、Primary contractor と Sub contractors という縦の関係の場合がある。
- ・ CRADA の場合、知的財産権は原則民間サイドに与えられるが、参加者間での権利配分の方法は個々の契約ごとに交渉で決められていくのが通常である。CRADA では政府は研究開発費そのものは出さず、施設や管理業務を提供するだけであるから、政府調達規則の細かな条件を気にすることも無く、大変に柔軟に権利設定の交渉が可能である。ATP といった政府の交付金によるプロジェクトの場合も、CRADA と同様の方式が取られる。
- ・ 既に問題意識の2への回答に示したように、米国での慣行として、プロジェクト開始前の契約時点で、政府、民間Contractors、個人研究者間の諸権利の分配方法が可能な限りすべての Contingency (発生可能なシナリオ) ごとに交渉され、明記されるので、後から問題が生じることを未然に防いでいる。その部分で利害関係者があらかじめ納得していないとプロジェクトは走り出さない。
- ・ Primary contractor と Sub contractors の場合は、ただ1社がPrimary contractor

に指定されるため、対等の参加者が権利を分配するという事態は生じない。著作権が contractor の側に与えられるときは Primary contractor が唯一の著作権保有者となり、後は Primary contractor と Sub contractors の間で、既に契約に明記された通りに権利の設定が行なわれる。通常は Sub contractors が著作権を保持し、Primary contractor が restricted rights を得る。

(6) 上記の問題と関連して、成果物が特にソフトウェアの場合どうか。

- ・ CRADA、Primary contractor と Sub contractors の場合は、基本的に 5. への回答と同じである。
- ・ COTS ソフトウェアを調達する場合、一般に政府は restricted rights を得るわけであるが、たとえ contractor が original developer との特別な取り決めの下にソフトを修正したとしても、政府は unlimited rights でなく restricted rights のままである。あくまでも original developer による修正しか、調達規則上の「修正」とはみなされない。

(7) 米国政府は政府支援研究開発プロジェクトの成果物として、ソースコードの納入を要求するのか。

- ・ 米国政府は一般にソースコードの納入には柔軟な姿勢であり、多くの場合、現実にはその開示を要求しない。
- ・ 原則としては、政府がいかなる権利 (unlimited, restricted または government purpose) を得ようとも、政府はソースコードを要求できる権利を持っている。3つの権利は全て政府にその後の contractors にソフトを提供することを認めているからである。実際問題として、そのためにはソースコードが必要となる。
- ・ しかしながら FOIA の下で、政府は要求されれば国防上問題ない限り全てのデータを開示しなければならない。このためもしも政府がソースコードを受け取った場合、それが第三者の手に渡る可能性が出てくる。
- ・ 上記のようなケースでは、民間 Contractors の著作権は全く剥奪されたに等しい状態となってしまう。よって政府は多くの場合、将来政府自身か他の contractors の手で修正の必要性がない限り、ソースコードを要求しない。つまり要求する場合はきわめて実務的理由である。

(8) 上記5, 6, 7を総合して考え、知的財産権のルールがうまく規定されていない場合、せっかくの政府支援プロジェクトの成果であるソフトウェアが死蔵され、商業化に生かされないことになる。これでは税金の無駄使いとなってしまう。米国ではど

のように対処しているのか。

- ・ この問いへの回答には、その政府支援プロジェクトの真の目的は一体何か、という認識がまず重要になってくる。政府部内に何らかの具体的実務的ニーズが存在し、そのニーズを満たすために政府が支出してソフトウェアを民間 Contractors に開発させる場合は、そのソフトウェアを納入した時点で、その契約は終了し、双方の目的は完全に達成される。このような場合は、結果的に（副産物として）著作権なりが Contractors の手元に残るわけであるが、このソフトがその後市場での商業化に成功するか否かは、本来の政府と Contractors 間の契約の成功度とは関係ない。
- ・ 米国の場合、政府のソフト研究開発支出は 60%が Contract、30%が交付金、10%が CRADA 等の共同研究である。その各々のメカニズムにおいて、たとえ研究開発の結果が商業化に直結しないからといって、それが国民の税金の浪費である、という認識はない。
- ・ 特に米国が政府支援研究開発プロジェクトの成果の民間 Contractors による商業化を強く意識したのは、1970 年代後半に米国の国際的産業競争力が低下しつつあると考えられたときだった。既に指摘されているように、それが 1980 年以降の技術移転法制の整備につながり、商業化の意図が明確にあることを条件に民間の Contractors に知的所有権を認めていったのである。

付表 1-1 特許 (パテント)

概要	発明者と連邦政府間の一種の契約であり、特許保有者はその発明を公開する代償として、それを他者に使用させる条件を自由に設定する排他的権利を一定期間政府によって保証され、ライセンスによって金銭的報酬 (Royalty 等) を受け取ることが可能となる。特許は譲渡することもできる。
特徴	特許は大きく以下の2つに分類される。 ・ utility patents : 発明の実用性・有用性に関するもの。 ・ design patents : 外観・意匠に関するもの。 米国では、コンピュータソフトウェアに特許を認めるべきかどうかについて議論が活発になっている (1:1:4 参照)。
法律	Patent Act : 合衆国憲法発効の翌年、1790年に成立。 注1: 合衆国憲法における知的財産権の保護は Article I、Section 8. に列挙された合衆国議会の権能の一として明記されている。「The Congress shall have Power ... To promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries; ...」
権利の申請	USPTO (U.S. Patent and Trademark Office) に申請する。 特許が成立するための条件は、 ・ novelty : (新規性、米国は先発明主義)、 ・ utility : (実用性、現実的有用性)、 ・ nonobviousness : (自明でないこと、既存の発明の焼き直しではないこと、当該分野で同等のスキルを有する者によっても容易に同じ物が作り上げられないこと) であり、これら3条件のひとつでも満たされない場合、その「発明」に特許が与えられることはない。
権利の侵害	特許侵害に対しては、特許保有者は司法的手段に訴えることにより保護される (損害賠償請求、特許料支払い請求、及び侵害行為の差し止め請求等)。しかしながら特許保有者は侵害事実の証明に困難を伴うことも多く、その費用が多額に上ることも事実である。
権利の有効期間	・ 1995年6月8日以降の申請: 申請日から20年間 (申請から特許交付までの審査期間はその長さに関わらず、20年に含まれる)、 ・ それ以前の申請分: 申請日から20年間または特許公布日から17年間のいずれか長いほうが適用される。
アイデアの競合	特許においては、たとえ他者が全く独立して同様の発明を行なった場合 (つまり偶然同じ内容) でも、それが既に存在する特許に抵触する限り、その原特許保有者の権利が保護される。
ソフトウェアの扱い	元来ソフトウェアは特許化ができていないと考えられていた。 ・ すなわち1964年にUSPTOは、ソフトウェアは「思索による創造の域にある (creations in the area of thought)」として、申請不可の判断を下した。 ・ しかし1968年、USPTOはソフトウェアとハードウェア (装置) が統合された状態 (ソフトがハードに組み込まれた状態) であれば特許化可能であるとした。 ・ さらに、1981年の最高裁判決で、ソフトウェアそのものが、データ処理を行なう「装置」として認知され、それが特許の3条件 (novelty, utility, nonobviousness) を満たす限り特許化可能、とされた。 ・ 1989年、USPTOは「コンピュータコードとアルゴリズムによって実行される物理的プロセス」は特許化可能である、という見解を出した。

付表 1-2 著作権 (コピーライト)

概要	Original works of authorship (原作者によるオリジナルな表現・作品) を保護する権利。一般に文章、図案、芸術作品等を対象とし、コンピューターソフトウェアもその大半がこの権利の下に保護される、とするケースが多い (1.1.2 参照)。原作者はその作品の複製、原作に基づく派生的作品の作成、作品の配布 (有料無料を問わない)、公共の場での掲示や公演を行なう排他的権利を保証され、これらの権利を他人に認める条件を自由に設定する権利も与えられる。 著作権は譲渡も可能である。
特徴	著作権は、特許と異なり、utility や nonobviousness といった条件を満たす必要はなく、原作者によって創造されたオリジナルであることだけで成立する。
法律	1909 年制定の連邦法 (Title 17 of the U.S. Code。1976 年に技術の発展に合わせ、期間設定方法等を含み大改正。) により定められている。 注) 著作権の根拠となる連邦法 Title 17 は、著作権と特許の対象について明確な差別化を試みている。すなわち、著作権は、その表現の形態を問わず「any idea, procedure, process, system, method of operation, concept principle, or discovery」には一切及ばない、としている (102 条、b 項)。
権利の申請	著作権そのものは当局に申請の必要はない。その作品の創造が開始され、有形の (tangible) 媒体にその一部が固定的に記録された時点で自動的に発生する。 しかし、その侵害に対し訴訟等の司法的手段に訴える場合は、下記「権利の侵害」参照。
権利の侵害	他者が著作権 (著作権) を侵害して無断で複製・配布等を行なった場合、著作権者は司法的手段に訴えることにより保護される。 その場合、事前に Library of Congress の Patent Office に登録が必要となる。 登録は著作権有効期間中であればいつでもできる。
権利の有効期間	・ 1978 年 1 月 1 日以降の作品 : ・ 通常は著作者の存命期間プラス 50 年。 ・ 著作物が「Work for hire」(契約によって委託されたり、雇用主の下で創造された) の場合は、公開の日から 75 年、もしくは著作完成の日から 100 年間のいずれか短い方を適用。 ・ 1978 年以前の作品については公開や登録の状況に応じ期間延長等のルールが定められているがここでは詳しく触れない。しかし、いずれにしても最長 75 年が基本である。
作品の競合	著作権においては、第三者が全く独立して同じような表現 (作品等) に至った場合は原作者の著作権の侵害とはみなされず、その第三者にも著作権が認められる。
ソフトウェアの扱い	まず著作権の対象としては、ソフトウェアは文字により表現された作品、すなわち著作物として取り扱われ、すべて保護の対象となり得る。 Copyright Office は、1964 年よりソースコードを著作権化可能な作品として登録を受け付け始め、米国議会は 1980 年、マシン語表記によるオブジェクトコードも Copyright Act に対象として追加した。 また、著作権はアイデアの「表現」に対する保護であり、アイデアやコンセプトそのものはその対象ではない。例えば、他者がリバースエンジニアリングによって、あるソフトウェアの競争力の源泉となるような斬新なコンセプトを探り当てたととしても、そのコンセプトそのものは保護の対象外であるから、著作権者は他者の行為に法的措置をとることはできない。また、同様の考え方から、あるソフトウェアと全く同じ働きをする他のソフトウェアが書かれたとしても、それが異なるコードで書かれている限り、最初のソフトウェアの著作権を侵害したことにはならない。熟練したプログラマーであれば、ソースコードと実際に作動する機能を見るだけで、「同じ働き、同等の価値」を持つプログラムを、著作権を侵害しない程度に異なるコードで書くことを容易に行ない得る。 総じて著作権の限界として、権利保護が及ばない 5 つの例外ケース (fair use, first sale, private use, independent creation) と、著作権が直接の著作者に発生しない雇用による作品のケース (work for hire) がある。

付表 1-3 企業機密（トレードシークレット）

概要	特に商業目的の知的財産を保護するための手段である。 企業が保有する商業目的の情報、製品、技術やプロセスに関し、特許化が可能かどうかに関わらず、また特許によらなくとも（すなわち公開しなくとも）法的保護が与えられる。 たとえば、ある企業の元従業員が次の雇用者の下で、前の企業で知り得た機密を利用して発明を行なうことや、ライセンス供与を受けた側が無断で第三者へ開示することは信義に反するとされ、禁じられる。
特徴	特許による公開によってその知的財産が競争資源としての優位を失なうことを恐れ、多くの企業は企業機密としてその知的財産を保有している。製法、化合物の比率、処方等種々の知的財産が企業機密として保有されている。
法律	米国においては、この概念は1868年のPeabody vs. Norfolk 判決によって定着した。 （マサチューセッツ州） 連邦レベルの実定法は存在せず慣習法（判例法）である。州によっては法律を整備しているが、その内容は微妙に異なる。
権利の競合	企業機密においては、他社が公共的に利用可能な情報から同様の技術を生み出した場合等、原作者の権利は保護されない。
ソフトウェアの扱い	ソフトウェアは、企業機密としても法的保護が可能である。競争優位をもたらす知的財産として、企業内に機密として保有されている限りにおいて、慣習法もしくは州法のレベルで保護される。知的財産としてソフトウェアをライセンス供与する場合、現実的に最も有効な知的財産の保護（市場における陳腐化の阻止）は、ソースコードを相手に開示しないことである、というのがいまだ多くの企業の本音であり、ライセンス契約は多くの場合、ソフトウェアの「使用」権を認めるのみで、「修正・改変」を認めないことが多い（それを認めるということはソースコードを開示することになるため）。

1.2 米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い

1.2.1 知的財産権 (IP) の概要について

(1) IPの種類

- ・ 4種類のIPがある (著作権 (Copyright)、特許 (Patent)、登録商標 (Trademark)、企業機密 (Trade secret))。
- ・ 政府資金による研究開発プロジェクトから生じるIPは、著作権と特許である。

(2) IPに関連した法的権利

- ・ 所有権 (Ownership) : 著作権または特許に対する法的「権利保持者としての資格」。
- ・ 利用権 (Licensing rights) : サードパーティが著作権または特許で保護されたIPを利用する法的権利。
 - 排他的 or 非排他的
 - ロイヤリティ無し or ロイヤリティ有り
- ・ 版權 (Publishing rights) : そのIPを、条件を設定してサードパーティに配布することができる法的権利。
- ・ 介入権 (March-in rights) : サードパーティが所有するIPに対して、「アクセスする」 / 「開発に影響を及ぼす」 / 「使用する」権利。

コントラクターは、IPを所有することができるが、版權を持つことはできない (この場合、IPを自分自身で使うことだけができる) か、あるいは、IPをサードパーティにライセンスすることを強制される (その場合、IPを商用に使う彼らの能力は限定される)。

政府は様々なレベルのコントロールにより、IPの所有権自体は持つことなしに、IPが将来有益に使われることを確実なものとすることができる。

- ・ 技術開発時に、その技術 (が有益なものになるよう) 実現の方法に発言権を持つ。
- ・ 版權を管理する。(特定の戦略的技術 (暗号解読技術等) に関して。)
- ・ 輸出規制等による管理。(特定の技術の商業取引による敵国への技術移行防止。)

(3) 政府資金によるプロジェクトから生じたIPの取り扱いに関する基本哲学

IPの取扱いは多様を極めるが、究極的には国益を最優先するという目的で一致している。

- ・ 商用化に近い場合、IPは製品開発できる民間に移転されるのが望ましいと判断される
- ・ 後の政府資金プロジェクトで利用する場合、IPは政府に帰属するのが望ましいと

判断される。それによって政府はロイヤリティを支払うことなくそのIPを政府が選ぶ組織に提供できる。

1.2.2 IPに関する法律と政策の背景

(1) IPの法律と資金を拠出する各省庁との関係

- ・ IPの法的取り扱いは、基本的に資金を出す各省庁によって規定される。
- ・ 連邦政府調達購入経費（1996年度1千975億ドル）を見ると、IPが高い比率で生まれる研究開発は全体の15.8%。
- ・ そのうちおよそ半分が契約上は「所有／調達」され、残りは「支援」「協力に関する合意」と位置づけられる。

(2) FAR (Federal Acquisition Regulation) の概要

① 政府とIPとの関係 ……これは、原則としてFARによって規定される。

- ・ 政府の資金提供によりNGOが開発したIPのほとんどは、政府「所有」扱いとなる。（これが全研究開発の約半分をしめる）
- ・ FARは、調達と関係省庁によるサービスにおける、IPに関わるさまざまな条例（例えばBayh Dole法など）の特定の実装を定義している。
- ・ 個々の省庁は、各自のFARバリエーションを制定することが許されており、それが政府のFARに対して優先される。

② FARと特許 …… FAR 27.302「コントラクターが特許の所有を要求する権利」による。

- ・ 特許に関して政府のコントラクターがその所有を要求する権利を認めている。
- ・ しかし、さまざまな形式的理由による例外が設けられている。
- ・ コントラクターの特許所有が商用化に結びつかない場合、政府がそれを阻むことができる。

③ FARと著作権 …… FAR 27.404「データ（技術の著作権）」による。

- ・ 成果の著作権に関する権利（使用、複製、公開）は自動的に政府に帰属する。
- ・ そのデータがすでに著作権を含む場合、政府は著作権のライセンスを受ける。
- ・ コントラクターからの要求があれば、政府は著作権を譲与することができる。
- ・ 著作権がコントラクターに譲与された場合も、政府はその使用、複製、公開に関する無制限のライセンスを保有する。
- ・ 著作権の譲与が認められない例外も存在する。

④ ソフトウェアの著作権 …… 明確に FAR で規定されている。

- ・ 1976 年 著作権条例 (1980 年に改訂)
- ・ ソフトウェアは「文学的」作品とみなされ、その創作時に著作権が発生する。
(システム、操作方法、プロセスは除外)
- ・ 政府自体が開発したソフトウェアには、特別な条項がない限り著作権がない。
- ・ 政府資金の提供を受けてコントラクターが開発したソフトウェアには著作権がある。
こうしたソフトウェアは商用化が認められる。
- ・ 政府はそのソフトウェアのライセンスを所有して他のコントラクターの使用を認めることが一般的に行われている。その場合は、第二のコントラクターはオリジナルのかたちでそのソフトウェアを商用化することはできない。

⑤ その他

FAR 27.104(a) : 「政府は、研究開発プロジェクトから生まれた技術を、最大限商用化することを奨励するものとする」

(3) ヨーロッパの場合 : Esprit プログラムの例

ヨーロッパの I P に対する基本哲学は (Esprit プログラムに関する限り)、コントラクター側に I P の権利が属するものとし、商用化プロセスを遂行できる手に委ねるものとなっている。

1.2.3 省庁による I P 取り扱いのバリエーション

(1) FAR の適用

- ・ FAR は、各省庁が独自の FAR を設定し、「法律、行政指令、条約、国際的合意が定める特定の必要性に合致させるために」手続き、条項を適用することを認めている (FAR27.101)。
- ・ 大部分の省庁がこれを適用するため、I P 政策は省庁による大きなバリエーションが見られる。
- ・ これは、I P 取り扱いに関しては個々の折衝の余地が大きいことを意味する。
- ・ 1997 年度の政府資金提供による研究開発のうち、各省庁によるプロジェクトが占める割合と、各省庁の FAR 名を以下に示す。

省庁	政府資金 提供研究 開発比率	各省庁のFARバリエーション
DOD	47%	Defense FAR supplement (DFARS)
HHS	18%	HHS Acquisition Regulation (HHSAR)
NASA	14%	NASA FAR supplement (NFS)
DOE	10%	DOE FAR supplement (DEARS)
NSF	4%	All NSF R&D funding is made as awards (grants) and therefore not covered by the FAR
Others	4%	

Note: DOD, HHS, NASA, DOE and NSF together comprise 93%

Source: Federal Funds for Research and Development, 1995, 1996 and 1997

- ・ FAR はロイヤリティの支払い、独占権、出版義務といった項目について明文化していない。
各省庁は独自のガイドラインを設けてこれを実践しているのが現状である。
- ・ 契約 (FAR) か助成金か CRADA かなど、資金提供のメカニズムによっても、規制には大きな相違が見られる。
- ・ たとえば DARPA には、「その他の R&D 取り引き」というカテゴリーがあり、IP の取り扱い条件設定で DARPA が最大にフレキシブルに対応できるようにしている。

(2) 組織による性質の違い

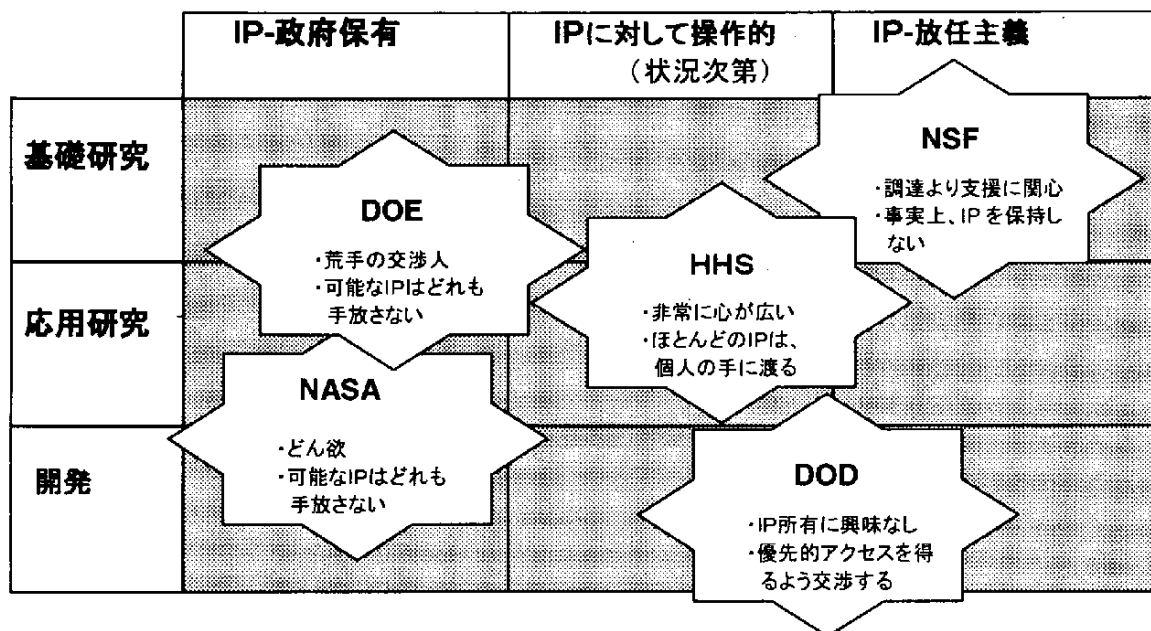
- ・ 各省庁の IP 政策は、各省庁の (組織的、歴史的) 性質と研究自体の目的の違いによって左右される。

(3) 研究の内容による性質の違い

- ・ 開発に重点を置く省庁の場合、プロジェクトの成果は商用製品に近いものとなる。
この場合、省庁の目的は商用化となり、それに最も適した組織 (大抵の場合、民間組織) に IP が譲与される。
- ・ 基礎研究に重点を置く省庁の場合は、プロジェクトの成果は「基礎的知識」となり、これがさらに新しい研究開発に応用されることもある。この場合、次のプロジェクトに関わる組織がその IP に (無料で) アクセスできるようにすることが重要であり、IP の帰属先として最も適切なものは政府自身となる。

(4) まとめ

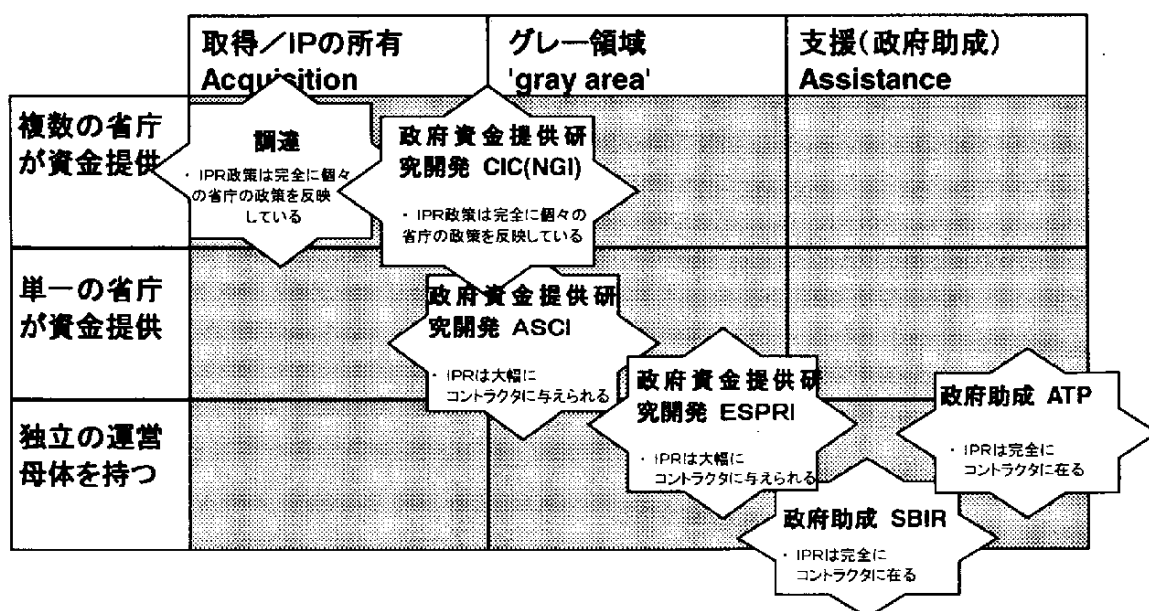
各省庁の IP 政策の違いは、その省庁の性質と研究の内容によって左右される。



1.2.4 資金提供メカニズムによるIP取り扱いのバリエーション

(1) 概要

- ・ 特定省庁のIP政策は、その資金源と契約形態によって分類される。



(2) 政府資金提供研究開発

- ・ 政府の資金提供研究開発プロジェクトは、その目的、商用化への道筋の長さ、関係庁によって、IP 政策が大きく異なる。

a. A S C I (The Accelerated Strategic Computing Initiative)

- ・ ASCI は、核兵器のバーチャル・テストとプロトタイプ化をサポートする DOE のコンピューテーション資源を拡大する目的で実施された数カ年におよぶプロジェクトである。
- ・ ASCI では、政府による IP 所有と支援というふたつの側面の混在が見られる。
 - ・ IP 所有 : 政府はスーパー・コンピュータ技術を調達することによって、それを国防他重要プログラムに適用し、核兵器のストックパイル・シミュレーションを可能にしようとしていた。
したがって国防上必要な研究プログラムとして DOE の FAR、DEARS の規制を受け、これら省庁はその通常として IP を所有する。
 - ・ 支援 : スーパー・コンピュータ技術は、たとえ大きな商用市場があったとしても、政府省庁が優先的な顧客とみなされている。こうした技術は製品として十分な商業市場を確立し難いので、SGI、IBM、Sun、DEC など国内企業の国際競争力を強める目的から、政府の資金提供は「補助金」的な意味合いを含んでいる。
- ・ また、プロジェクトの目的はスーパー・コンピュータ技術を用いることにあり、コンピュータ自体にはない。したがってコンピュータ開発の経緯で生まれた IP はいくらか偶発的なものである。
- ・ DOE 自体の政策の影響 :
 - ・ DOE は IP を保有する傾向が強く、また輸出規制によってこの戦略的 IP の商用販売を制限する。(DOE の「所有」観念と基礎研究への関わり)
- ・ 以上の結果、ASCI の IP 政策はケース・バイ・ケース的な対応が見られる。

b. C I C (Computing, Information, and Communications)

- ・ CIC は、National Information Infrastructure (NII) に関する行政イニシャティブ研究開発から派生したものである。
- ・ CIC の場合はアンブレラ・プロジェクトとして複数の省庁が資金提供に関わっており、IP 政策はそれぞれの省庁の方針によって定められる。

c. CIC-NGI

- ・ CIC のうち特に NGI プロジェクトは、DOD、NSF、NASA、DOE が資金提供しているが、これも CIC と同様、スポンサー省庁によって IP 政策は大きく異なる。

- ・ NGI プロジェクトから生まれる IP の大部分は、DARPA の典型的な政策にしたがって民間企業に移転されることが考えられる。
- ・ 当初 NGI の政策提案は議会で「企業福祉」との非難を浴びたが、その後 IP の取り扱いには注意深くモニターされている。

d. ヨーロッパの場合：ESPRIT

- ・ ESPRIT プロジェクトでは通常、IP 所有と重要な用語（Foreground IP, Background IP, 利用、アクセス権、フル・パートナー、アソシエート・パートナー、ライセンス、重要機密など）について規定した契約が交わされる。
- ・ EU は政府が IP を所有しなくとも、コントラクター以外にも複数の組織にアクセス権を譲与することを強調している。
- ・ だが、原則が守られる限りにおいて、EU 政府は IP の取り扱いが関係組織間で自由に交渉され取り決められるのを認めている。

(3) 政府調達

- ・ 経費削減のため、政府調達プロジェクトでは、政府自身の使用に付すためにすでに市場にある製品を購入する傾向が強まっており、その場合は IP は民間企業が保有し、新しい IP もプロジェクト契約からは生まれない。
- ・ 政府独自の分類により、すべての調達プロジェクトは契約上は「所有」とみなされる（R&D の場合は、所有、支援、開発協力に分けられる）。調達プロジェクトの契約はすべて、FAR とその省庁の定めた FAR によって規定され、IP が生じる場合はその扱いは調達を行う省庁の性質と政策に左右される。

(4) 政府助成

- ・ 助成制度では、プロジェクトの目的は支援を受ける側が定める。
 - ・ 「助成制度」プロジェクトとして用いられた政府の資金は、IP の民間譲与に寛大である。（「所有」プロジェクトとは大きく異なる。政府所有はすべての調達プロジェクトと一部の研究開発プロジェクトに見られ、その政策は各省庁の方針に従うものである。アメリカ政府に貢献する製品やサービスを取得することがその基本的な目的である。）
 - ・ 支援金は OMB Circular A-110 が包括的に規定する中で各省庁がガイドラインを設定するもので、ビジネス組織以外の非営利団体や大学が受ける。
 - ・ 協力に関する合意では、Tech Transfer Act と CRADA が定めるところによって規定される。
- 条件はフレキシブルで、参加する企業のガイドラインに合致するよう調整されるこ

ともある。

つまり政府省庁が研究を支援するのは、連邦の法律の権限によって民間へのサポートや活性化をはかるという目的で行われる。

またここには明解な政府が IP を所有するプロジェクトか、あるいは明解に助成制度プロジェクトかに分類され得ないグレーエリアがあり、政府に益さなくとも IP が政府所有となったり、また反対に助成制度として扱われたりするプロジェクトも存在する。

a. SBIR (Small Business Innovation Research)

- ・ SBIR プログラムの目的は、スモール・ビジネスの活性化によって革新的な技術の開発、商用化をはかることである。これは明らかに支援プロジェクトであり、政府は支援の受領者の選定に関わりはするが、IP は民間企業に譲渡される。
- ・ 1982 年の Small Business Innovation Development Act によって生まれ、1992 年の Small Business Research and Development Enhancement Act によって 2000 年まで継続することが決定された。
- ・ 1 億ドル以上の extramural R&D 予算を持つ省庁は SBIR プログラムを設置することを義務づけられ、その予算の規定の割合 (1983 年には 0.2% だったが、徐々に拡大して 1997 年度は 2.5%) をそれにあてるように定められた。
- ・ 支援金には付帯条件はなく、支援金は革新的なコンセプトの実現可能性を探る企業への支援 (7 万 5000 ドル) と、その中から実際に商用化まで遂行できる企業への支援 (75 万ドル) の 2 段階に分類される。付帯条件がないことによって、他のプロジェクトに比較として官僚的な手続きが少なかったことが長点として挙げられるが、一方で SBIR プロジェクトの成果のレベルはあまり高いものとはなっていない。

b. ATP (Advanced Technology Program)

- ・ ATP は、ハイリスク、ハイポテンシャルな技術の研究開発を支援することで産業を活性化するという目的に基づいて 1990 年に設立され、1999 年度には 2 億 6000 万ドルで運営される。すでに商用的な成功を収めたプロジェクトも数件ある。
- ・ 運営は DOC に属する NIST が行う。
- ・ ATP プロジェクトは「協力に関する合意」として成り立っており、IP は基本的に民間企業に移転される。プログラムの性質上、支援金の受領者は技術の特許申請ができる営利組織を含まねばならない (非営利組織の場合は、合意に基づいてその企業から支払いを受けることができる)。企業が単独で支援金を受ける場合が多いが、これは商用化を簡単にすることや IP の契約を簡略化することに

もつながる。ATP プロジェクトから生じた特許は、米国企業に帰属しなくてはならない。また重要なのは、IP は支援を受ける民間企業に授与されるが、企業が商用化に失敗した場合、政府は IP を差し押さえる条項を設けることができる点である。

1.3 わが国が支援する研究開発プロジェクトの知的財産権の扱い

1.3.1 問題の所在

国のプロジェクトの成果としてのソフトウェアには、知的財産権に関する法律、国有財産法などがからみ、権利の帰属や行使の条件に関してやや複雑な状況が生まれる。これに対して常に正しい解を見つけることは難しいが、基本的立場は明らかに、「成果としてのソフトウェアをいち早く普及させることによって産業的效果を生み、社会に広くその利益を還元させるための仕組みをいかにして実現するか」ということである。

議論のポイントとしては、著作権・特許権による権利保護の是非、IPRの帰属先、オープンソース方式によって顕在化してきた問題などが挙げられる。

以下の各節では、ソフトウェアのIPR保護の歴史的側面、過去の国のプロジェクトにおけるIPRの扱い、有識者へのヒアリング調査などについて検討する。

1.3.2 日米を中心としたソフトウェアのIPR保護の歴史

(1) IBMのアンバンドリング政策

- 1970年頃 IBMがアンバンドリング政策開始。
 - ・工業製品としてソフトウェア保護の気運が高まる。
 - ・外国でも有効（ベルヌ条約：当時既に多数の国が加盟）な著作権による保護へ。
- その後の米国の動き
 - ・1980年 米国の著作権法改正。（プログラム、データベースにも適用へ）
 - ・プロパテント政策推進。
 - ・1985年のヤングレポート。工業所有権の保護強化を提唱。
ソフトウェア産業を戦略的輸出産業とするための施策の一環。
 - ・1988年 通商法改正。知的財産権保護強化。
 - ・1990年 日米知的財産権協議。リバースエンジニアリングに係る規制等を協議。

(2) 日本におけるソフトウェア保護開始

- ・1980年 日米科学技術協定。科学技術の基礎的分野での交流・協力促進を宣言。
交流活発化の予想から、米国においてソフトウェア保護への関心高まる。
- ・1982年 IBM産業スパイ事件。
社会にソフトウェアを著作物として認識するに至らせた象徴的な事件。
- ・1983年頃 日本でもプログラム権法を検討。（工業所有権による保護を念頭に検討）
米国の影響もあり著作権によりソフトウェアを保護することに落ち着いた。
- ・1986年 著作権法改定。

(3) ソフトウェアの社会的地位の向上と国際機関による調整（1990 年代）

- ・ ソフトウェア保護に関連する国際的な標準化作業の実施組織
 - ・ WIPO (World Intellectual Property Organization：世界知的所有権機構)
 - ・ WTO (World Treaty Organization)
- ・ 1996 年制定の条約で初めてプログラムの著作権による保護を明文化。
- ・ 米国の特許制度は各国との隔たりが大きいため WTO において調整を継続中。
米制度例：先発明主義、公開制度欠如、再審査制度、優先権の効果の制限等。

(4) 日本におけるソフトウェア権利保護の現状

ソフトウェア権利保護は従来より著作権法による保護が中心であったが、1997 年 4 月 1 日から施行された新しい特許審査基準により、特許法による保護も現実のものとなった。

1.3.3 過去の国のプロジェクトにおける IPR の扱い

通産省所管のソフト関連プロジェクトの IPR の扱いの特徴を以下に示す。

	特許権、著作権等の扱い			
	国が専有し、通常の国有財産と同じ扱い	国が専有するが、開発者に無償で実施権を付与	開発者と共有するが、共有対価もしくは実施の対価が必要	開発者と共有し、かつ対価も不要
国が専有する	大型プロジェクト	RWC(国/組合) 科技厅		RWC(組合内部)
国が専有するが氏名の表記は認められる				IPA(独創)
共有するが、共有の対価が必要			IPA(H10 補正)	
共有し、かつ対価も不要				NEDO IPA(H7 補正) IPA(H8 補正)

1.3.4 ナショナルプロジェクトの成果としてのソフトウェアの IPR をめぐる議論

成果を産業界に一層幅広く普及させていくという問題意識で、IPR に関連するいくつかの話題について、プロジェクトへの関係者 13 名に対してヒアリングを行った。

(1) ヒアリング結果の整理

各回答者の見解は、大まかに以下の6つの立場に整理できる。

① 現状肯定派	成果の普及に際して現状の IPR 制度に大きな問題は無い、あるいは少なくとも現時点で制度に関して困惑している事態には遭遇していないとする見方。例えば事務手続きの煩雑さなどの点で IPR 制度が完璧では無いにせよ、その問題を具体的に強く指摘できる程に事業化の例がまだ多くは無いと言う認識を持っている。この主張はプロジェクト実施側の回答者に多い。
② 成果 全面公開派	国のプロジェクトの成果は基本的には 100%公開すべきであり、そうすることによって成果の普及を最も促進することができるとの主張である。この背後には、ソフトウェアの普及のためにはフリーソフト的発想が重要であること、またそもそも国は基礎研究的な分野にのみ力を注ぐべきであることなどの認識が見られる。 しかし、実体として情報分野の基礎的部分が米国に圧倒されている状況がある。日本が実施すべき基礎研究の分野として成算が見えるのは何か。この選択を誤ると、見返りの期待できない投資を続けることになりかねない。
③ 国・企業 独立路線 推進派	国のプロジェクトに関連して特に大きな IPR の問題は既に受託者が事前に所有しているノウハウやソフトウェアと国の成果の切り分けの問題であると考えている。問題の一端に国のプロジェクトが企業の製品開発に近すぎる分野を設定していることがあり、国は企業活動から離れたところにその研究開発分野を設定すべきと主張している。インフラ整備や新技術に関する社会的実験、ニーズ顕在化のための社会的プロジェクトなどが研究分野の具体例の一つである。
④ 企業 優先使用派	国の費用を使う研究開発とは言え、実際にアイデアを出して研究開発を行うのは受託側企業である。したがって、彼らにその権利が行かないのは極めて不自然であり、最低限権利は共有することにならないとプロジェクトに参画できないと主張している。 この主張の背後には、研究開発そのものは受託側のコントロールの下で実施されるべきであること、各種事務手続きは研究開発の進行を第一に考えて簡素化されるべきことなどの主張もあり、その意味では残された課題は大きい。
⑤ 成果普及 懐疑派	国のプロジェクトの成果は企業の活動とは直接結びつかないとの見解である。この意見に従うと IPR は大きな意味を持たないことになる。 この主張の論拠にはいくつかのパターンがある。 ①成果を普及させて行こうにもその市場が見えないと言うもの。 ソフトウェア成果を生かして事業化する際に最も自然な形はパッケージソフトの形で製品化することである。しかしながら、日本のパッケージソフトウェアの市場は欧米のそれに比較すると相対的に低調・未発達であり事業意欲を持てないと考えている。 ②そもそも国のプロジェクトでは自社内で抱えているテーマのうち事業化と言う観点では可能性が相当低いものを対象にしており、したがって当初から事業化の意欲を持っていないと言う考え。 事業化の可能性が見えているテーマは自社内の予算で自らの全面的なコントロールの基で研究開発を実施している。 ③基礎的な研究開発ではテーマの将来性を判断することが難しく、したがって、事業性を考えても成功しないことが多いと言うもの。 過去に国のプロジェクトとして行った研究が結果として産業的には方向違いだったことなどを挙げて、基礎研究の成果を事業化することの難しさも指摘されている。
⑥ 脱 IPR 派	IPR は成果普及のために一つの要素ではあるものの、現時点での最重要課題では無いと考えている。ベンチャーにとって最大の問題は顧客を確保することであるとした上で、自らが開発した技術に関する需要家とのマッチングの場を設けることが本質的な課題であり、そういう意味での支援の必要性を訴えている。販売機会の増大、チャネルの確保の問題が喫緊の課題であり、それに比較すると IPR の問題は二の次、言い換えるとまだ問題がそこまで達していないと言う見解である。

各立場は必ずしも対立せず、むしろ相互に共通する見方もある。逆にこうした錯綜した状況が IPR 問題の込み入った事情を反映していると考えらるべきであろう。

1.3.5 ナショナルプロジェクトのソフトウェア IPR のあり方

(1) ソフトウェアの種類と IPR

IPR 政策は、成果普及、産業活性化の観点で検討されるべきであり、したがってプロジェクトの種類、目的、普及へのビジネスモデルや開発者の意識などに応じて IPR 政策の具体的な運用方針も弾力的に対応できるようになっている必要がある。国のプロジェクトをいくつかのパターンに分類し、委託側はもとより受託側もプロジェクトの目的とそれに対応する IPR 政策の意義を明確に意識して、研究開発を進めることが必要である。以下は分類の一案である。

① 基盤ソフトウェア 型モデル	成果は公共財として位置づけ、IPR も公開を原則とする。成果の波及範囲は広く、国際的デファクトスタンダードなどへの展開も考えられる。囲い込み的な IPR 保護政策ではなく、早い時期に公表するなどして同調者を増やすことが重要。
② 応用ソフトウェア 型モデル 1	企業などでの事業に密接に関連する領域の研究開発。過去の既存の実績を元に研究開発されるスタイル。研究開発プログラムとして実施して成果を共有するかあるいは補助金的な枠で成果は 100% 受託側に帰属するような仕組みも有り得る。成果のビジネスモデルも視野に入れて事業化が最も容易になるような方向での取り決めるを行う。ただし、うまくビジネス化できない場合は国が第三者に IPR を譲渡できる権利を留保しておくことが望ましい。
③ 応用ソフトウェア 型モデル 2	前者と似ているが、過去の積み重ねと言うよりはむしろ閃きのアイデアで事業化を狙うような性格のプロジェクト。IPR は基本的に受託側に帰属させることが望ましい。また、採択までの手続きにも従来型の公募、審査、ヒアリングなどの一連の流れとは別に迅速にまた時期を問わず対応できるような仕組みが必要である。
④ コンテンツ型モデル	プログラムではなくコンテンツ開発を主な目的とするようなプロジェクトを想定する。コンテンツが関与すると多くの場合、権利関係が非常に複雑になることが予想される。業界融合的な特長や新事業領域開拓などの効果を期待できるだけに権利関係の扱いには留意すべき点が多いと考えられる。波及効果が大きいであろうことから、基本的には開発者と国が IPR を共有し、比較的短い一定の時間を経た後は公開して普及させるなどの方策も考えられる。
⑤ 実証実験型モデル	新しい技術のフィージビリティや各方面への影響の有無などを実際にシステムを稼働させることによって検証することを目的とする。公共性や波及効果が大きいことから基本的には成果は公開することが望ましいと考えられる。

実際のプロジェクト遂行の局面では事情は相当複雑になることが予想される。前述したように、これらに対して前もって規則を用意しておくよりは、その都度、誰が成果を享受すべきか、そのための最善の道は何か、といった原則を委託側、受託側共に明確に意識して適切な取り決めができるようになっていくことが望ましい。それを決定するためには、特に委託側に十分な体制が必要であることは言うまでも無い。

(2) IPR の周辺の問題に関する議論

成果普及のためには IPR だけでは捉え切れない多くの問題点が複雑に絡み合っている。最後にそれらの論点を整理する。一定の結論には至らないが、プロジェクトを推進する上で、そうした点への対応、配慮が必要と考える。

a. 起業家マインド

・ソフトハウスなどの起業家マインド

国のプロジェクトの成果を事業化するという意味で強い起業家意欲を持っているという印象が無い。日本におけるソフトウェアハウスの役割やソフトウェア市場の特性（受注生産、請負などの比較的受動的な仕事が多く、ソフトハウスが主導権を握ることのできるパッケージソフト市場などが未発達であることなど）などの経緯があり、起業意欲を持ってない、あるいは持っても商業的に報われる機会が得られない構造が続いているためと考えられる。しかし長引く不況によって最近では起業家意識に目覚め改善されてきている印象がある。

・大企業の状況

景気の波によって国のプロジェクトに対する基本的対応を変える傾向が顕著。国の資金を自社資金の不足分を補う意味合いで都合良く考え、好況時には国の資金で具体的な成果を期待せずに先行的研究を行い、不況で自社資金繰りが苦しくなると、国の資金をより事業に密着したテーマに振り向ける。これは首尾一貫性の欠如としてではなく企業経営上の合理的な判断とおそらく考えるべきであろう。いずれにせよ、これを事実として認めると、プロジェクトごとにその前提を明確にして、それに見合ったIPR対策を打ち出す必要がある。

また、国の資金による基礎研究成果の事業化成功には、技術そのものに加えて、技術開発の方向性や市場の熟成などの周辺環境の問題もあり、ことはそう容易では無い。ヒアリング回答者から聞いた、過去に参画した大プロの成果で事業化に成功したものは一つも無い、との嘆息を交えた述懐もそうした事情を反映している。

・多様化する個人の動機 ～著作者人格権を重視する新たな個人パワー～

台頭が著しいオープンソース方式を支える技術者のマインドにも注目の必要がある。彼らの動機は、自分のソフトウェアが人の役に立つことの充実感、一定の技術者仲間中での名声、技術的な関心などであり、金銭的欲望で行動している訳ではない。

一方で、国のプロジェクトで良質の特許が出ない原因の一つに、国との共同特許では企業内の研究者技術者がインセンティブを持ってないとの状況があった。自社内の仕事の関連で特許出願した方が、報奨制度などで自らの金銭的利益に結びつきやすいと言う理由である。

こうした表面的には相矛盾して見える個人の価値観の多様化は、これまでは企業内に埋没していた個人の意志や嗜好が相対的により顕在化した力になるであろうことを推測させる。

b. 国のプロジェクトの範囲

意見は必ずしも一致せず回答者の立場や考え方を反映したものとなっている。(順不同。)

① 基礎研究	基礎研究というやや誤解の可能性もあるが、狭く限定せずインフラ整備なども含めた公共の用途を対象にすべきとの意見（成果の IPR もすべて公開すべきとの論旨につながる）。研究開発の一環として国が景気対策に手を染めるべきでは無いと主張。応用ソフトなどは補助金やベンチャー支援予算の範疇で考え、研究開発とは別の次元の話であると言うのが基本的見解である。さらに進めて、ポスト情報時代・環境時代に備えて、エネルギー、食糧、生命科学、社会環境などの研究開発が必要との主張もある。
② ワンアイデア型の研究開発	従来のような積み重ね型研究開発で成果を出すものだけでなく、ワンアイデアで製品になるような研究開発テーマも増えてきた。こうしたテーマは多くの場合、ベンチャー企業が有していることが多いが、これを国の予算で支援することを考えると、現在の各種の制度はやや硬直的に過ぎるさらいがある。従来とは異なる枠組みのプロジェクトを考える必要がある。
③ 社会実験型プロジェクト	新技術が予想外の問題・困難を生むことは技術発展の歴史の常識である。特にネットワーク社会では技術は瞬間に全世界に広がり、否応なく多くの人々がその技術に関与せざるを得なくなることを考えると、技術のアセスメントの重要性が増す。こうした分野を国が行うべきとの主張であるが、情報分野では技術の有用性を事前に評価することが困難で実際にある程度の規模で使用してみないと客観的な判断を下せないことが多いことを考えると、この主張には一層の説得力が加わる。
④ 社会的ニーズ	これまでの国のプロジェクトはシーズ主導の傾向が強く、それが成果が大きな産業につながらなかった一因と考える。まずは市場ニーズが重要で技術はそれにしたがって育成されるとする見解。この前提に立つと、国の役割はニーズ顕在化のためのプロジェクトを起こして技術シーズを高めることにあるとされる。
⑤ オープンソース	オープンソース方式によるソフト開発を、望ましいこと、国も積極的に関与すべきことと捉える意見も比較的多い。さらに NPO 的活動をもっと広範囲に支援すべきとの意見もある。ただし、メーカーの回答者の指摘として、オープンソースへの関与に対する懐疑的な見解も見られる。すなわち、「それが第三者の権利を侵害していないことの証明」、「動作の保証」が実質的には不可能と言う特性（限界と言うべきか）を持っており、このためメーカーあるいはベンダーとしてはオープンソースへの積極的な対応を躊躇せざるを得ない現状がある。国がこの活動を支援する場合でも同様に国の資金的支援を基に作られ使われているソフトウェアが第三者の権利を侵害していた場合への対処を考えると、現実的には関与は容易でない筈と指摘している。 一方で、ベンチャー企業からは、今後は単なるソフトウェア製品の販売ではなくソフトウェアを媒介としてサービスを売る時代の到来が確実であり、国もそれへの対応をすべきとの主張もある。これはオープンソースを基にしたビジネスモデルとかなり近い関係を前提にしているようにも考えられる。

c. 社会的文化的な背景

ヒアリングでは、問題の所在を社会的・文化的背景に押し込めて具体的対策案の検討が棚上げされてしまうことを避けるために、なるべく具体的に論ずるよう意識した。にも関わらず、下記のいくつかの問題が指摘されている。

・人の移動

ソフトウェアの事業化は単に IPR の問題に帰着できず、ノウハウを所有する人の移動によって実現されることも多い。

例（MOSAIC のケース）： IPR を元に事業化を試みた SpyGlass は失敗し、オリジナルを開発したマーク・アンドリーセンがベンチャー企業に移籍して

新たにコードを書き直すことでNETSCAPEとして普及した。

日本は、人の移動が米国に比較して非常に少なく、少数存在する人の移動も米国と逆の方向に向いている。米国では大学人が企業に移籍するのに対し、日本では企業の研究者・技術者が学位を取得し大学に移動する現象が常識的である。この差は社会的・文化的背景の違いによるものと考えられるが、成果の普及を促進するダイナミズムを減ずることは確かであろう。

・優秀な人材が大企業指向

日本の学生は官公庁、大企業、大学などへの就職をステータスシンボルと考える傾向があるが、一方、米国の大学生の成績優秀者はベンチャーを指向すると言われ、好対照である。日本のベンチャー企業は、創業者はそれなりの夢と熱意と覚悟の元に事業を起こすが、組織を拡大しようとしたとき良い人材の確保は至難の技となる。

以上、各回答者の立場や見解の相違に基づいて出された多様な意見を整理した。意見のいくつかは、現在の「IPRとそれに関連する国の政策」の深刻な問題点を示唆している。今後の議論のポイントを提供する主旨で、いくつかについて短く試案を掲げる。

(国が今後のIPR政策の立案・実施で特に考慮すべきと考えられる点)

- ・産業応用のシナリオの無い基礎研究指向から離れること：(回答者中でも意見が分かれた部分)

国全体として基礎研究は重要だが、通産省が産業応用に結びつくシナリオのない研究において主導的役割を演じるべきかは疑問。基礎研究としてスタートしたプロジェクトが、途中から具体的成果、産業上のインパクトを強く求められ、中途半端な妥協により一貫性を欠いたプロジェクトとなる傾向が感じられる。やはり名実ともに産業応用の可能性を第一に考えた設定とすべきである。

- ・IPRは句の間は非公開：産業応用に結びつくテーマの場合、開発において利用した既存資産の適切な評価は難しい。受託側は国を通じて自らの成果が第三者に流出することを危惧する。解決策としては、例えば「1年間は国は成果を公開せず、また第三者への実施権付与もしない」ことを保証するのはどうか。もちろん、成果が100%受託側に帰属する補助金制度をソフトウェア分野の実体に合うように改善して適用する方法もある。

- ・大メーカ：今回のヒアリングで強く印象づけられたのは、国と大メーカの間の信頼感の欠如である。それは「ほとんど無意味な内容の特許を形だけ国に出す」とか「国が過度に高額なロイヤリティやメーカ独自の成果の納入をも要求すること」などの見解に象徴される。現状のままでは良い制度があってもその精神が生かされない程と危惧される。まずは信頼関係の修復と確立のための諸策を講ずることが急務である。

- ・ソフトハウス、ベンチャー：IPRの価値を客観的に評価する仕組みの確立が求めら

れる。これによって IPR の資産的意義を明確にし、ソフトハウスの資金調達を容易にしたり、税制上の優遇措置を講ずるなどの、実効ある制度を確立することが必要である。

- ・ 大学：産学連携の形式として企業と大学間の委託契約を一層一般化したい。現実には大学の要請で資金利用上制約の少ない寄付金で大学の力を引き出すことが多い。しかし、寄付では一定規模を越える開発は不可能で、そもそも業務上の契約関係が無いため成果の IPR も議論できず、普及・事業化の精神とも乖離がある。まずは一定の契約の下に研究開発を受け、効率のよい資金運用ができる環境の重要性を大学が強く認識する必要がある。

以上は、問題点の一部であり、それほど難しい課題とは見えないものもあるが、現場では、深刻な問題となっている。

上の点も含め、最終的に重要なのは将来を見据えた研究開発領域に関するポートフォリオ分析の必要性の認識であろう。基礎研究と言ひ、応用領域の研究と言ひ、ともすれば委託側・受託側共にその時々々の景気動向に左右されて近視眼的に判断し勝ちである。研究開発の成果が社会や産業に影響を及ぼすにはある程度の時間を要する。また、研究開発を推進する人々の意識の変革にはさらに長い時定数が必要である。これらを考えると、将来の国の姿を見据えたバランスの取れた、研究開発目標に関する恒常的な検討と見直しを行いつつ、それと一体化した時代に合った IPR 政策の推進が強く求められる。

第2章 米国の研究開発におけるプログラマネージャの役割

ここ数年、日本の研究開発支援のあり方を見直す必要性が叫ばれるにつれ、政府による研究開発支援策ではすでに50年の歴史をもつ米国の研究開発機関への関心が強まっている。なかでも、研究開発支援プログラムにおける「プログラマネージャ」の役割の重要性については、急速に認識が高まっている感がある。

しかし、一口にプログラマネージャと言っても、各研究開発機関におけるプロジェクトの選定方式により、その役割には違いがある。代表的なプロジェクト選定方式としては、以下の2つがある。

1) ピアレビュー方式

2) プログラムマネージャ方式

情報技術関連以外の省庁では他の方式も採用されているが、情報技術関連の研究開発を担う主要4省庁(DARPA、NSF、DOE、NASA)ではこの2方式が採用されている。

そこで、プログラマネージャを取り巻く研究開発環境については主に付属資料で述べることにし、本章では、ピアレビュー方式を採用する代表的機関であるNSF(National Science Foundation)とプログラマネージャ方式を採用するDARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)におけるプログラマネージャの役割を中心に言及する。

なお、プログラマネージャという職種についての呼称は、組織により「プログラマネージャ」のほか、「プログラムオフィサ」、「プログラムディレクタ」などさまざまである。NSFでは「プログラムオフィサ」と呼ぶこともあるが、本章では便宜上、「プログラマネージャ」で統一する。

2.1 NSFの研究開発支援とプログラマネージャの役割

2.1.1 NSFにおける研究開発支援(ピアレビュー方式)

NSFでは、研究開発支援プログラムの選定方式として「ピアレビュー」方式を採用している。この方式はまず、外部査読者(ピアレビュー)に提案の評価を委託するもので、基礎研究分野での長期的支援の場合に採用される代表的な方法である。ピアレビューは米国の研究開発プログラム選定の基本方針とも言えるもので、政府の研究開発支援プログラムの採用の30%をこの方式が占めている。特に情報技術分野においては、政府と産業界の研究コミュニティの結びつきが他の研究分野より強いことから、その割合はさらに高くなっている。

NSF の研究開発支援におけるプログラスマネージャの役割は、外部査読者の審査結果を検討資料として「**研究内容に関する**」採否を決定し、上層部の決定機関に結果を勧告として提出することである。

2.1.2 NSF のプログラスマネージャ像

NSF には約 400 人のプログラスマネージャがおり、各研究プログラムごとに 1～2 人のプログラスマネージャが担当している。内訳は常勤職員 (Permanent Staff) が約 6 割、期限付きで大学などから来ている Rotating Staff が 4 割という構成になっている。Rotator の場合は 1～3、4 年の任期が通常だが、延長してさらに長くいる場合もある。前述のとおり、NSF のプログラスマネージャの任務は、外部査読者によるプロジェクトの審査結果をもとに研究内容そのものを評価することであり、それ以外の観点からの評価は別の部署が行うことになっている。予算についても、各研究者から提出された直接経費の査定や管理はプログラスマネージャが担当するが、間接経費については契約部門が担当している。

2.1.3 ピアレビュー方式の特徴

ピアレビュー方式の長所と短所を以下に示す。

表 1. ピアレビュー方式の長所と短所

長 所	・外部査読者、プログラスマネージャなどにより採否決定までの分業体制が確立しており、多くの専門家による公平な審査が可能。
短 所	・審査に膨大な時間と費用を要する。 (NSF には 59,000 人以上の外部査読者がいる。提案査読の報酬は 1 日 150 ドルと決して多くないが、1 件の提案につき、3～10 名の査読者が審査を行うため、提案数は年間延べ 17 万件にものぼり、査読者への報酬のコスト削減が改善すべき問題とされている。)

2.2 DARPA の研究開発支援とプログラスマネージャの役割

2.2.1 DARPA による研究開発支援 (プログラスマネージャ方式)

DARPA は米国国防省のための研究開発組織で、軍事的な役割の向上と米国の技術的優位性を保つことを目的としている。そのため、研究の学術的意義よりは技術的なインパクトを重視し、アイデアをプロトタイプシステムとして実現する研究を支援している。リスクは高いが実現すれば大きな成果が期待できるような研究を対象とすることが多く、ニーズ指向が強い。DARPA のプロジェクトにおいては、その立ち上げから運営に至るあらゆる課程において、プログラスマネージャに大きな裁量権が委ねられ、強力な

リーダーシップによってプロジェクトが運営されているのが特徴である。このようなプロジェクトの運営方法を「**プログラムマネージャ**」方式と呼ぶ。

2.2.2 DARPA のプログラムマネージャ像

DARPA には約 240 人の職員がいるが、このうち、約 140 人を技術系職員(Technical Staff)が占める(1997 年 8 月現在)。ただし、この中には 7 つの Technical Offices の Director (Technical Office の規模によっては、Deputy Director や Assistant Director も置かれている)などの管理職も含まれているため、それらの職員を除いた **120~130 人**がプログラムマネージャである。

NSF と比較すると DARPA のプログラムマネージャの権限は格段に大きく、プロジェクトの策定、立案、審査などをすべて自らの裁量で行なう。提案の公平な審査のため、提案 1 件につき、3~5 名の外部査読者を付け、**事前審査**を共同で行なうものの、評価基準の設定や最終的な採否はプログラムマネージャが決定する。ただし、自分のアイデアをプロジェクトとして立ち上げるためには、DARPA 内で 2 週間に 1 度の割合で開かれる**プログラムマネージャ・ミーティング**で承認を得ることが前提である。

プログラムマネージャは、同僚のプログラムマネージャ約 20 人を前に、実施したいプロジェクトのテーマや実施者、資金などについて発表し、コメントを求める。平均 3~4 回のミーティングを経て、一つのプロジェクトが立ち上がる。このような過程を経て、プログラムマネージャは年間に 1 人平均 6~7 件のプロジェクトを立ち上げている。

ここで重要なのは、プロジェクトの策定段階が各プロジェクトの評価の場であると同時に、**プログラムマネージャ自身の評価の場**ともなっていることである。自身の提案がプロジェクトとして立ち上がり、成功を収めれば、プログラムマネージャも高い評価を受けるが、ミーティングの段階で他のプログラムマネージャたちの承認が得られず、プロジェクトが成立しなかったり、自分の立ち上げたプロジェクトの成果が思わしくない場合には、結果的に担当者であるプログラムマネージャに厳しい評価が下ることになる。成果の出ないプロジェクトは途中で打ち切りになるため、毎年、**研究支援プログラムの 20%程度が入れ替え**られている。

このように、DARPA のプログラムマネージャはプロジェクトの策定、立案から遂行に至る全過程で非常に大きな裁量権をもつが、同時にその成果が自身の評価に直結するという厳しい職務である。また、現在運営しているプロジェクトの進捗管理をすると同時に、新しいプロジェクト策定のシーズとなるような専門分野の最新知識を得るため、年間の半分近くは大学や企業への出張に費やすことになる。こうした激務のため、**任期は 3~5 年**とされているが、経験者の弁によれば、実際には **2 年程度が限界**であるという。

2.2.3 プログラムマネージャ方式の特徴

プログラムマネージャ方式の長所と短所を以下に示す。

表2. プログラムマネージャ方式の長所と短所

長 所	・プログラムマネージャの権限が大きいこと、計画変更が迅速にできるなど、機動力がある。
短 所	・短期間で成果を求めようとするため、達成目標が狭い分野に限定されがち。

2.3 プログラムマネージャに求められる資質

NSF と DARPA は組織としての目的や指向する研究分野が違ふことから、各々のプログラムマネージャの役割も違つたものになっているが、プログラムマネージャに求められる資質には、いくつかの共通項が存在する。まず、助教授、教授などの肩書きよりも、本人に「**やりたい研究のアイデアとそのプロジェクトをマネジメントする能力**」があることが最も重視される。典型的なプログラムマネージャ像を以下に示す。

表3. NSF と DARPA のプログラムマネージャ像の比較

	NSF	DARPA
人 数	約 400 人	120~130 人
任 期	常勤または 1~3, 4 年 (Rotator の場合)	3~5 年 (実際には 2 年程度)
役 割	外部査読者の審査結果を検討材料として、研究内容に関する採否を決定する	プロジェクトの策定、立案、審査などをすべて自らの裁量で行う。
求 め ら れ る 資 質	1) 技術的資格 (有力な大学で Ph.D を取得している。) があるか、重要な技術に関する学識の深さが証明できること。 2) Ph.D 取得後、5 年以上の実務経験があること。 (学界、産業界、軍での経験はトータルで考慮する。) 3) 年齢 35 歳程度。 年齢と経験による成熟と柔軟性、革新的な考え方を併せ持つこと。 4) 以下の要素を含む高い管理能力を持つこと ・リーダーシップ ・人材の管理 ・プロジェクトの管理 ・公の場で話す能力 ・財政管理 ・意思決定能力 5) プロジェクトの成功への熱意と動機を持っていること。	
プ ロ グ ラ ム マ ネ ー ジャ に な る イ ン セ ン テ ィ ブ	1) 研究者としての目標の実現 2) 研究者が社会に貢献する一方法 (特に NSF) 3) その後のキャリアパスとして有利 (特に DARPA) 4) 高収入は必ずしもインセンティブになっていない。	

これらの能力を備えた研究者をプログラマネージャとして採用する場合、公募も行っているが、実際には現役のプログラマネージャの人的ネットワークに負うところが多い。例えば、DARPA では、現役のプログラマネージャが自分と同じ研究分野で活躍する研究者に会ったり、その研究者の論文を読むことにより、10 人程度のプログラマネージャ候補者をあげ、彼らの履歴書を Director に送る。Director レベルでは候補者を 4~5 人に絞り、面接で「技術的な知識だけでなく、管理能力のチェック」も行なう、という方法で採用を決定することが多い。NSF においても、Rotator としてプログラマネージャに採用される人のほとんどが、プログラムへの応募者であったり、外部査読者として NSF の研究開発支援に協力していたなど、以前から何らかの形で関わりがあったという場合が多い。

2.4 プログラムマネージャになるインセンティブ

NSF の場合も DARPA の場合もプログラマネージャになる動機としてあげられるのは、「研究者としての目標の実現」である。プログラマネージャになることは現役の研究者からの引退を意味するのではなく、むしろ、より広い視野で自分の専門分野を見直す機会と考えられている。実際、大学教授として学生を使って研究をするよりも、プログラマネージャとして全米の優秀な研究者を率いて最先端の研究を展開する方がより大きなビジョンで研究ができるという魅力がある。

また、アメリカではプログラマネージャになることが「研究者が社会に貢献する方法」として社会的に認知されていることも大きな特徴である。

これらの背景には、日本とは明らかに違う理想の研究者像がある。アメリカでは研究者としての能力とともに、マネジメント能力も重視されており、優秀な研究者はプロジェクトを管理、運営するマネージャとしての能力も兼ね備えていることが求められる。したがって、プログラマネージャの経験があることは、研究管理能力も兼ね備えた優秀な研究者の証であり、「その後のキャリアパスとして有利に働く」ことも大きなインセンティブの一つとなっている。

給与面では、NSF、DARPA のどちらにおいても、プログラマネージャに就任する前に所属していた組織での給与が考慮されるため、必ずしも「高収入がプログラマネージャになるインセンティブにはなっていない」ようである。例えば、NSF では常勤のプログラマネージャの給与は\$62,475~\$97,366 (1996 年 11 月当時) と決められているが、Rotator の場合には元の組織における給与が適用されている。

2.5 国全体としての研究開発支援策

NSF と DARPA におけるプログラマネージャの役割を一言で表すと、NSF では「コーディネート」であるのに対し、DARPA では「コントロール」が中心となっている。

このようなプログラマネージャの役割の違いからも明白なように、NSF と DARPA ではプロジェクトの目的にも、その指向するところにも大きな違いがある。NSF は科学技術全般に係わる基礎研究の支援、育成を主な目的としており、商用化に至らない分野での長期的研究を支えている。それに対し、国防省の傘下にある DARPA は、よりニーズ指向で実用的な成果をめざす研究を対象としている。そのため、必然的にそれぞれが採用するプロジェクト選定方式にも違いが生じている。

しかし、国の研究開発支援策全体として見た場合、両者が共存することで、**目的や性格の違うさまざまな研究をバランス良くカバー**することが可能になっており、これにより、多くの成果が期待できる仕組みとなっていることが重要である。

第3章 米国の情報技術産業振興政策の事例研究

— ATP(Advanced Technology Program : 先端技術プログラム) —

米国の産業振興策としてその有効性を高く評価されている先端技術プログラム(Advanced Technology Program : ATP)について、助成の考え方、知的財産権(Intellectual Property Right : IPR)の取り扱いなどに焦点を当て特徴的な点を以下にまとめた。

3.1 ATP の概要

◆沿革

先端技術プログラム(ATP)は 1988 年に包括通商競争力法(Omnibus Trade and Competitiveness Act of 1988)によって創設され、American Technology Preeminence Act of 1991 に基づいて修正された民間産業技術支援プログラムである。現クリントン政権での政府と産業界のパートナーシッププログラムの中でも高い優先順位にある。

ATP は、商務省管轄の National Institute of Standards and Technology (NIST) に設置され、民間主導のパートナーシップを通してハイリスクな技術開発を推進し、それによって米国経済の成長を刺激することが狙いである。

◆特徴

その活動の特徴をあげると以下の点にある。

(1)ATP は特にハイリスクな基礎技術の開発を助成の対象としているが、これは革新的な製品、サービス、あるいは産業プロセスの開発を推進し、それによって米国の企業および産業の機会拡大と競争力強化を図るためである。

ATP は先端技術の開発を目的として民間と共同でハイリスクな研究開発事業に資金(いわゆるシードマネー)を提供するが、製品開発には参加しない。

別の言い方をすると、ATP の助成は企業が取り組む“科学的に実証可能な”テクノロジーからプロトタイプへの移行を支援する(移行過程に立ちはだかる“死の谷”を乗り越えさせる)もので、この段階に到達以降は市場の原理に則って民間企業が商用化を推進する。

(2) ATP はあくまでも民間主導のプログラムであり、営利企業が主体となってプロジェクトの企画・提案・実施を進め、民間負担分の資金を拠出する。

(3)ATP は官から民への補助金 (grant) ではなく官民の協定 (cooperative agreement) という考え方に立って、プロジェクトの遂行に対して適切な関与、管理、監督を行う。

◆プロジェクト形態

ATP プロジェクトの形態は単一企業によるものと、大企業、中小企業、大学、政府の研究機関などから成るジョイントベンチャーによるものの二つに大別される。

従来 NIST による公募は一般枠コンペ (General Competition) と特別枠コンペ (Focused Program Competition) の 2 本立てで行われていたが、1999 年度からは一般枠コンペのみとなった。

一般枠コンペは応募者の業界、技術分野を問わないコンペで、1990 年の初回以来、これまでに 9 回 (毎年 1 回) 実施されて来ている。

特別枠コンペは明確に定義された特定の技術および事業目標の達成を目的とした複数年のプロジェクトを対象としている。1994 年から 1998 年にかけて 30 回実施され、米国経済に格別の機会をもたらすと特定された技術分野に対して臨界量の支援を与えてきた。この間、ATP は特別枠のプロジェクトに対して莫大な助成金を投入している。1999 年度から特別枠コンペは中止となっている。

◆活動状況

現在までに合計 3,585 件の企画提案書が提出され、うち 1,010 社の参加企業とともに 431 件 (12%) が助成対象となった。

ATP の助成対象となったプロジェクト 431 件の助成総額は 27 億 8,300 万ドルにのぼり、うち 50.2 パーセントに相当する 13 億 9,700 万ドルが民間財源から、残り 49.8 パーセントに相当する 13 億 8,600 万ドルが ATP 予算から拠出されている。

ATP の予算決定には政治的要因が大きく作用することも特徴といえるだろう。クリントンは ATP の拡大に意欲的で、クリントン政権発足後初の予算編成(1994 年)でそれまでの年平均予算額 4,030 万ドルから 1 億 9,950 万ドルへと大幅な増額を行った。当初、1997 年までに 6 億 8,000 万ドルへの増額を計画していた。一方、共和党が議会で過半数を掌握した 1998 年の予算編成では ATP 予算が減額されている。過去 4 年間の年平均予算額は 2 億 1,050 万ドルであり、1999 年度の認可予算額は 2 億 350 万ドルである。

3.2 助成のメカニズム

ATP のプロジェクトは、上述のように官民によるコストシェアリングの方針に基づいた活動であり、官民の費用負担はマクロ的に見ればほぼ折半となっている。

◆助成金の対象

ATP の助成はプロジェクトの活動に関わる直接経費が対象で、間接経費は対象外である。

単一企業の場合、助成額は3年間で200万ドルが上限となっている。間接経費はすべて企業側が負担する。また年収27億2,100万ドル以上の大企業では、経費総額の最低60パーセントを自己負担しなければならない。

コストシェアのガイドラインは議会によって策定されたため、大企業優遇の印象を与えないようにするなど、政治的な配慮が大きく作用している。

ジョイントベンチャー(JV)の場合、助成期間は5年間で、助成額に上限はない。JV側の負担額は経費総額の50パーセント以上となっている。

ATP による直接経費と間接経費の定義は一般に公正妥当と認められる会計原則(Generally Accepted Accounting Principles, GAAP)に準拠している。

直接経費、間接経費の割合は各企業により異なるため、ATP としては業種ごとに例えば小企業の場合は直接経費/間接経費=60%/40%、大企業の場合は直接経費/間接経費=20%/80%とするといった目安を設定している。

企業が負担する費用には ATP 以外の連邦政府助成金は充当できないが、州政府・地方自治体からの助成金は充当してもよいことになっている。このことにより、直接経費の比率の高い小企業では ATP とそれ以外の助成金を利用することによってプロジェクト活動費用の大部分を公的資金で賄うことが可能である。

ATP プロジェクトは助成金受給者がプロジェクトの成果を使って製品化、商品化を行い市場で利益を創出できるようにすることを目的としている。したがって、受給者が ATP 助成対象の研究活動そのもので"儲ける"ことは認められない。この点は申請時の審査と開始後四半期毎に提出する報告書で厳しくチェックされている。

3.3 知的財産権(Intellectual Property Right: IPR)の扱い

米国経済を活性化するという ATP の基本的な考えに沿って、プロジェクトから生まれた知的財産権は、商用化の見込みが最も高い民間の営利企業に帰属させている。

大規模企業一社と小規模企業数社から成る JV の場合、大企業が(主導的な立場に立つ)“リード・カンパニー”としてプロジェクトから発生するすべての知的財産権を保有する。それ以外の JV 参加企業は非独占的な使用権を要求する資格を保持する。この場合、通常は権利保有者に対する権利使用料の支払いが発生する。

同等規模の企業から成る JV の場合、各社がそれぞれの成果について特許権を取得し、他の JV 参加企業が非独占的な使用権を要求する資格を保持する。この場合も、通常は権利保有者に対する権利使用料の支払いが発生する。

JV に参加した大学および非営利の研究機関に対しては、知的財産権の所有を認めていない。ただし、特許権使用料の支払を受けることは可能である。

政府は政府による IP の使用を確保するため、ロイヤルティなしの非独占的な IP 使用権を留保している。

NIST は助成金受給者に対して、商品化の達成に同人の特許を必要とする“信頼するに足る申請者に対し、状況に照らして合理的と判断される条件で”特許権の使用権付与を要求する権利を留保している。非常に極端なケースとして、権利保有者に欺瞞の意図が認められた場合、同保有者に特許権使用料を支払う義務は一切生じない。なお現在まで、NIST がこの権利を行使したことはない。

3.4 利益の扱い

連邦政府は営利企業として活動することを法律で禁止されており、直接的な投資利益の追求は認められていないことから、ATP プロジェクトの成功がもたらす利益は、すべてこれを創出した企業の所有に帰すると言う考えである。

連邦政府は法人課税*以外に ATP 助成の研究活動がもたらす利益の還元メカニズムを持っていない。政府は“プロフィットシェア”を要求しないうえ、知的財産権を所有していないことから、著作権使用料も受け取らない。

連邦政府の研究機関は総じて、またとりわけ ATP は、米国の経済的利益の保全を目的としている。民間セクターの利益を民間セクターに留め置くという方針は、この利益がそこでインセンティブとして作用し、あるいはさらなる成長促進のための再投資に回

されうることにより連邦政府の目的に適うと考えに基づいている。

この方針がために、連邦の拠出する助成金は、事実上、企業にとって直接的な返済義務を伴わない莫大なボーナスと言える。結果として、助成金獲得のコンペに対する企業の参加意欲が高まり、より優良なプロジェクトだけが助成されることにつながる。

＊ 法人課税には給与支払税が含まれる。

3.5 プロジェクトの運用プロセス

ATP プロジェクトのパラメータは企画提案書提出の段階で明確に定められ、プロジェクトの目標、期間、予算等も具体的に示される。これらの情報は ATP のホームページ上で公開されている (<http://www.atp.nist.gov/atp/atphome.htm>)。

3.5.1 企画提案書の提出・審査

ATP に提出される企画提案書は科学的・技術的メリット (50%) と総合的な経済的メリット (50%) に基づいて審査される。

企画提案書は以下の要素を具体的に示さなければならない。

- (1)潜在的な商業的利益と達成のための戦略
- (2)商業的利益の実現を阻む現下の技術的な障壁
- (3)技術的な障壁と研究開発の目的との関連性
- (4)技術的な障壁を克服するための具体的な研究開発計画

企画提案書の選抜プロセスは予選、科学・技術・実務分野の専門家によるピアレビュー、口頭審査、最終格付から成る。

3.5.2 進捗管理

ATP はプロジェクトの進捗状況をモニターするため、特定の監視活動と監査を義務づけている。

助成金受給者はプロジェクトの立ち上げ段階、終了段階、および年に一度行われる当該プロジェクトに配属された技術担当および実務担当のプロジェクト・マネジャーとのミーティングに出席しなければならない。

助成金受給者は ATP に対して四半期ごとに財務、技術、実務報告書を提出する。

また、助成金受給者は、必要に応じて、NIST が ATP の効果を評価するために行う特別調査への参加を求められる。

助成金を受給する企業が大規模な組織改変を行う場合、新しい経営陣は ATP に対し、改変後も承認済みのプロジェクトの目標を首尾一貫追求する旨の確認書を提出しなければならない。

JV の場合、主導権を持つリード・カンパニーが JV 参加企業の取りまとめとプロジェクト管理に責任を持ち、ATP との連絡役を務める。

3.5.3 助成金の交付・停止

ATP の助成金は分割（通常は四半期ごと）で支払われる。企業側も支払の各段階で同等比率の資金拠出を行わなければならない。

この段階的な分割払いは、プロジェクトの査察過程で不正な活動が認められた場合、あるいはプロジェクトが目的から大きく逸脱していると判断された場合、政府が直ちに助成を停止し、損失をすでに支払済みの助成金に留めるための措置である^{※1}。

同様に、プロジェクトの達成目標が変更された、もしくは適切でないと判明した場合、あるいは助成金受給者の周辺事情に変化が生じた場合（例えば、外国企業に買収されるなど）、Public Law 102-245 にしたがって直ちに助成金の支払を停止できる。

\$300K 以上のプロジェクトについては、独立の会計監査人もしくは“Resident Cognizant Federal Auditor (ATP が任命する政府の監査人)”が ATP 指定の間隔^{※2}で正式な監査を行うよう義務づけている。なお、監査にかかる費用は直接経費とみなされ、政府がこれを負担する。

※1 政府は必要に応じて空費分の助成金を裁判で回収することもできるため、実際には政府が“ロスを出す”状況は考えにくい。

※2 2 年未満のプロジェクトはプロジェクトの終了時、2～4 年のプロジェクトは初年度の終わりとプロジェクトの終了時、5 年のプロジェクトは 1 年目、3 年目、5 年目の終わりに監査を行う。

3.6 ATP プロジェクトの成果

3.6.1 参加企業での効果

ATP の助成は情報システム、コンピュータ・システム、製造、素材開発、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、化学薬品、ケミカル加工など、様々な分野に及んでいる

が、ATP プロジェクトの参加企業の大部分が、ATP の助成対象となった技術分野において民間の R&D 投資が増えたと指摘している。

ATP プロジェクトの参加企業を調査したところ、回答者の 70%が「ATP の助成によって R&D の規模が拡大した」、「技術的リスクを負うことに、より積極的になった」と答えている。

プロジェクト参加企業の 86%が、ATP の支援を梃子に、ATP 助成対象分野における R&D 事業を加速させている。

1993 年から 1995 年の間に助成を受けた ATP プロジェクトの参加企業を調べたところ、いずれも ATP 関連のテクノロジーからすでに収入を得ているか、もしくはその方向に向かって順調に進んでいた。

技術開発の結果として、新たな営利機会の創出を見込む参加企業が過半数 (59%) を超え、残り 41 パーセントも製品もしくはプロセスの改善を見込んでいる。なお、アプリケーションのうち 35 パーセントは市場のニーズや問題に応える“世界初の”ソリューションと考えられるものであった。

新技術のうち、製品面に反映されるものが 3 分の 2 以上 (65%) を占め、残りは製造プロセスもしくはサービスへの応用となっている。

調査対象となったプロジェクトのうち、26 件が助成後 1 年か 2 年という“早い段階”で収入を得ていた。プロトタイプおよび初期的なスピンオフ製品の販売利益は 2,000 万ドルを超え、ライセンス契約から入る特許権使用料は 44 万 5,000 ドルにのぼる。

ほとんどの参加企業は ATP 助成から 4 年以内に収入の道を開くことを期待している。

(Source: ATP Business Progress Reports from 207 projects funded 1993-1995)

3.6.2 事例

プロジェクト

Affymetrix, Inc.
1994-99
DNA Diagnostics

AI Ware
1994-99
Artificial Intelligence Software

商品化・営利活動の事例

- ◆ 最初の製品 (GeneChip® Systems) を 1996 年半ばに商品化、1997 年には \$4.8M の利益を出している
- ◆ NIH 及びその他の政府・企業パートナーから後続財源を確保
- ◆ 1996 年 6 月に株式公開、\$92M を調達。
- ◆ 1997 年から 1998 年、GeneChip® の販売増進に伴って製品収益が \$22.8M にアップ (377%増)
- ◆ 人口知能技術 Process Advisor を商品化
- ◆ 1997 年、Computer Associates Int'l によって買収

Kopin Corp.

1994-98

Display Technology

- ◆ Motorolaと提携、CyberDisplay™をベースに新製品を開発、製造、販売（新規の製品カテゴリーの創出を含む）
- ◆ Siemens、Wireless、Gemplus、FujiFilm Microdevices ら、Motorola 以外の OEM パートナーとも契約
- ◆ 1997 年から 1998 年にかけて製品収益が 77% 増（\$13.1M から \$23.2M へ）。10 万台を超す CyberDisplay™ の出荷もこの増収に貢献した
- ◆ Industry Week の 1998 "25 Technologies of the Year" を受賞

Nonvolatile Electronics, Inc.

Magnetoresistive Computer Memory

- ◆ MRAM チップの商品化を目的として Motorola と提携、1999 年内的商品化を目指している
- ◆ Motorola の資本参加（12%）
- ◆ 二次製品 GMR センサーを商品化、収入 \$500,000 以上

Texas Instruments

Integrated Circuitry Insulation

- ◆ 素材開発のために NanoPore, Inc. と提携
- ◆ 1998 年、Allied Signal, Inc. が NanoPore のスピンオフを買収、Nanoglass（素材）の販売活動にあたる
- ◆ Nanoglass の顧客（半導体メーカー、統合回路メーカー等）に対して加工技術のライセンスングを検討

Third Wave Technologies, Inc.

DNA Diagnostics

- ◆ 1996 年半ばに最初の製品キットを商品化、1996 年末までに \$300,000 の収益達成
- ◆ NIH 及び DOE から後続財源を確保
- ◆ 1998 年半ばまでに 3 つの新製品を発売、収入の見積は 5 年以内に \$100M 以上
- ◆ 大手製薬会社及び農芸会社と技術の販売/ライセンスングを交渉中

第4章 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向

21世紀にかけての工業経済から情報経済への転換に対応すべく、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。ここでは、情報技術先進国ないしは情報先進国を目指す各国の情報化ビジョンについて調査した。

4.1 アメリカ

1990年代に入ってからクリントン＝ゴア政権の一連の情報政策は、これまで軍事・宇宙技術開発中心に進められてきた科学技術研究を産業応用に転換することで産業競争力強化を推し進めてきた。

情報スーパーハイウェア構想で情報技術基盤整備を掲げ、HPCC計画等により科学技術分野を支援し、民間も戦略的な情報技術投資を積極的に行っており、現在の好調な経済状態を支えている。さらに今年に入ってからPITAC報告やIT2ビジョンでは基礎的研究開発を重視して中長期的な発展を保証しようとしている。

以降では情報化政策の流れを概観する。

●1991年（～1996）HPC法&HPCC計画（当時上院議員のゴア現副大統領が提案）

近年の情報政策の起点であり米情報政策の根幹をなすものとなった。

高性能コンピューティングシステム、研究・教育ネットワーク、先進ソフトウェア技術とアルゴリズム、基礎研究と人材育成、情報基盤技術とアプリケーションといったプロジェクトが実行された。

●1992年NII構想（ゴア大統領がまとめ役）・・・一連の科学技術政策を打ち出す。

クリントン＝ゴア政権が発足し就任直後の2月にNIIイニシアティブ、9月にNIIアジェンダを発表。

●1994年GII構想・・・各国NIIを連結してのグローバル情報基盤を提案。

3月にGII構想を国際電気通信連合ITU総会で発表（ゴア副大統領）。

秋にはGIIアジェンダ発表（HPCC・IT委員会情報基盤タスクフォース（IITF））

●1996年NGI構想

10月構想発表、97年2月NGI構築支援を表明（大統領一般教書演説）、98年度予算に計上（要求額は、CIC計画のLSN2.8億ドルのうち1億ドルがNGI予算）。

目標：①先端ネットワーク技術の試験研究、②次世代ネットワークのテストベッド、③革新的アプリケーション、の3つ。

●1997年CIC計画・・・96年度でHPC法案が失効。成功を収めたHPCC計画の継承計画。

高性能コンピューター通信、大規模ネットワーク、高信頼性システム、人間との親和性を考慮したコンピュータシステム、人材育成といったプロジェクトが実施された。

●1997年7月Global EC構想（ゴア副大統領）

電子商取引に関して、「5つの原則」、「検討すべき9分野に対する提言」を示す。

●1998年2月NGI実行計画書発表・・・NGIの3つの目標を詳細化。

●1999 年 1 月 PITAC 報告書「21 世紀に向けた情報技術：IT2」。

(情報技術政策ビジョン)

- ・ I T 2 計画を提言。
- ・「2000 年度大統領予算教書において、クリントン＝ゴア政権は、情報技術研究投資の大幅な強化を表明している」とある。
- ・特に HPCC 計画とは別枠予算として 366 百万ドルを投じた連邦政府の情報技術研究における新計画は、IT2 と呼ばれている。
- ・経緯：97 年 2 月 大統領情報技術諮問委員会 (PITAC) が設置され、情報技術政策のビジョン策定に着手した。98 年 8 月 には中間報告発表。

●1999 年 2 月 IT2 ドラフト発表。

重点項目として、長期的な情報技術研究、科学・工学・国家のための先進コンピューティング、情報革命の経済的・社会的影響に関する研究の 3 つが示されている。

4.2 EU (欧州連合)

EU (欧州連合) による情報化への取り組みの経緯は、おおよそ以下の通り。

- ・1993 年 欧州委員会「成長・競争力・雇用に関する白書」で、情報通信インフラの重要性を指摘。
- ・1994 年 タスクフォース・レポート「ヨーロッパとグローバル情報社会」を発表。
- ・1996 年 計画「欧州におけるグローバル情報社会へのアクションプラン」を発表。
- ・1997 年 同 改訂
今後アクションが必要な領域として、ビジネス環境の改善、将来への投資、人間の尊重、グローバルな課題への対応が指摘された。

(1) 政府の電子化 - Interchange of Data between Administrations(IDA)プログラム

●1995 年 IDA プログラム開始 (EU 内の政府系機関でデータ交換促進)

欧州の各国のカウンターパート機関をネットワーク化し、情報を共有するというプログラム。技術面ではテレマティクスプログラムの研究成果が取り入れられている。

(2) 電子商取引 - “A European Initiative in Electronic Commerce”, 1997

●1997 年 「電子商取引に関する欧州イニシアティブ」発表 (欧州委員会)

今後世界的な発展が期待される電子商取引の為に、「グローバル市場にアクセスするためのインフラ、技術、サービス」、「望ましい規制枠組みの開発」、「望ましいビジネス環境の創出」に関して提案。

(3) 研究・技術開発 - フレームワークプログラム (1984 年～)

フレームワークプログラムは、持続的経済成長、産業競争力強化、雇用創出、社会変化への対応に向けて、1984 年に総合的研究開発政策としてスタートした EU レベルでの研究開発プログラムである。EU 自身が助成金を拠出する。(EU の共同研究開発プログラムとしては、この他に EUREKA 等 EU が支援し各国が推進するタイプがある。)

●1994～1998年 第4次フレームワークプログラム

情報化関連テーマとして、「テレマティクス」、「ACTS」、「Esprit」を実施。

●1998～2002年 第5次フレームワークプログラム

情通関連は「ユーザフレンドリーな情報社会 (IST)」(予算: 3,600 百万ユーロ)

・IST(User-friendly information society) … 一般的プロジェクト公募に基づく助成。

ISTは、利用者(ユーザ)に重点をおき、情報の利用促進や教育に着眼している。重点活動分野としては次のものが挙げられている。

- 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)

4.3 シンガポール

1991年に「IT2000: インテリジェントアイランド構想」を策定し、情報化国家をビジョンとして掲げている。グローバルなハブの開発、生活の質の改善、個人の可能性の発展を目標に掲げ、情報通信インフラ整備、マルチメディア・アプリケーションの開発・利用促進、研究開発拠点の整備、情報通信産業の誘致・育成といった施策を推進してきた。

(1) シンガポール・ワン計画 (1996年～) … IT2000 実現加速のための具体策

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。

●通信インフラ: ATM スイッチング技術に基づくバックボーンネットワーク。

・アクセス回線: ATM (155Mbps)、ADSL (5Mbps)、CATV (30Mbps) の3種類。

●サービス提供: 年々増加中。1998年7月時点で合計 123 のサイトがサービスを提供。

・ニュース・オン・デマンド、データベース検索サービス、オンラインショッピング、遠隔教育、行政サービス等がある。

(2) 電子商取引—電子商取引ホットベッド・プログラム (1996～ 国家コンピュータ庁)

- ・電子商取引の利用を活発化し、シンガポールを電子商取引のハブにすることが狙い。
- ・1997年 電子商取引政策委員会を設置。1998年4月には「電子商取引の政策枠組み」を発表。同9月には、「電子商取引基本計画」で、具体的目標として、2003年までに、「取引の50%以上の電子化」、「電子商取引高 40 億シンガポールドル達成」を述べている。

(3) ベンチャー振興策 — TIP (テクノロジー・インキュベーター・プログラム)

- ・1998-2000 年間に 1 億 800 万 Singapore ドルを予算化し、ハイテク企業を支援する。
- ・研究開発費等のコストを 2 年間、最大 85%補助（最大 30 万 Singapore ドル／1 企業年）。

4.4 マレーシア

1991 年、マハティール首相は、マレーシアを 2020 年までに先進国にするという国家目標「ビジョン 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、GDP の 9 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マルチメディア・スーパー・コリド (MSC) である。

●マルチメディア・スーパー・コリド (MSC: Multimedia Super Corridor)

MSC 計画の中核が、「マルチメディア特区」である。MSC で活動する企業に対しては、申請に基づく審査により「MSC ステータス」を与え、最大 100%の免税等各種の優遇措置をとることによって、アジアの「シリコンバレー」を目指している。

応用開発としては「フラグシップアプリケーション」があり、次の 2 つに分類される。

①「マルチメディア開発」政府主導。公共セクター、国民が活用。以下の 4 項目。

電子政府、多目的カード、スマートスクール、遠隔医療

②「マルチメディア環境」民間企業活力を利用。民間企業活性化を図る。以下の 3 項目。

研究開発クラスター、ワールドワイド製造ウェブ、ボーダレス・マーケティング・センター

4.5 オーストラリア

1997 年末「成長のための投資」と題する計画を発表した（ジョン・ハワード首相）。その中には、将来ビジョンとして次の点が掲げられている。

- ◆ 輸出志向で、技術的に発達した競争力のある製造部門
- ◆ オーストラリアを域内で東京に次ぐ主要金融センターとする質の高いサービス産業
- ◆ それ自身が雇用拡大、輸出、新規ビジネス機会などの重要な源泉であり、また経済全般にわたり他の産業に変化を及ぼす情報産業
- ◆ 大企業を補完し、多くの新規企業やアイデアが生まれる、活気のある小規模ビジネス部門
- ◆ 域内を始め各地へのオーストラリア商品とサービスの輸出

計画では今後 5 年間に 12 億 6,000 万ドルを投入し、投資、輸出貿易、新ら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ており、以下の課題への取り組みが示されている。

- ①事業革新の奨励
- ②投資の促進
- ③貿易収支の改善
- ④金融センターとしての成長
- ⑤情報化時代

4.6 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。

- 1998年5月「情報技術・ソフトウェア開発タスクフォース」を設置。
国家情報政策の立案に着手した。検討内容はWeb上に公開し、インド内外の専門家からの助言を得ながら進めるという開かれた政策立案過程をとっている。
- 1998年7月「情報技術アクションプラン」発表。主にソフトウェア&関連サービス対象。
下記の3つの基本目標を掲げ、それに関連した108つの具体的提言を述べている。
 - ①情報インフラの加速：世界第一級の情報インフラ構築を加速。
 - ②ITEX-50目標：2008年までにITソフト&サービス輸出額500億ドル達成。
 - ③2008年にすべての人に利用できるIT。
- 1998年10月「情報技術アクションプラン（パートII）」発表。ハードウェアに焦点。
 - ①SBIT(Soft Bonded IT Unit)の導入：製造施設を無料、無担保で利用できる企業。免税等の特典があり、輸出が奨励されている。
 - ②SBITゾーンの整備：複数のSBITが共用するインフラ・施設。
- 1999年4月（予定）「情報技術アクションプラン（パートIII）」長期情報技術政策。

4.7 韓国

1992年、通信部と商工部が統合され、情報通信部が新設された。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」と位置づけ、情報化政策を強化推進している。

- ・1995年 韓国情報基盤イニシアティブ開始
- ・1996年 情報化促進基本計画策定
- ・1997年 情報化促進アクションプラン
- 情報化基本計画
 - ・3つのフェーズから構成。各フェーズ目標が規定されている。
 - ・第1フェーズ（～2000年）：優先度の高い10のタスクとして下記が掲げられている。
 - ◆小さいが、電子化され効率的な政府を実現する

- ◆ 情報社会で有用な人材を育てるための教育情報基盤を構築する
- ◆ 国家の知識ベースを拡充するために学術研究データにアクセスできる環境を作る
- ◆ 産業全体にわたり情報化を促進し、企業競争力を高める
- ◆ 情報化により社会インフラの利用率を高める
- ◆ 地域開発に向けて地方の情報化を支援する
- ◆ 情報技術の利用により医療サービスを向上させる
- ◆ 災害対策のための安全管理データシステムを構築する
- ◆ 国防・外交情報システムのセキュリティを高める

●韓国情報基盤 KII 構築 — 韓国政府の重要政策として推進している。

2010 年までに韓国政府情報基盤 (KII-G。ATM ベースの光ケーブルネットワーク) と韓国公用情報基盤 (KII-P) を完成させる。

現状：(1998 年の白書「21 世紀の情報社会の構築」より)

- ・現時点で、ネットワークは、ソウル、プサン等を含む 80 の地域に展開されている。
- ・主要都市では電話局と配信先の間に光ケーブルが敷設され、光ファイバケーブルは 1,018 の大規模ビルに敷設された。
- ・N-ISDN は 103 の地域が利用可能となり、配信先は合計 66,300 箇所となった。
- ・CATV ネットワークの配信先は合計 7.44 百万箇所となった。

●情報社会に向けてのビジョン

1999 年 3 月現在、「情報社会に向けての韓国のビジョン」がインターネットに掲載されている。内容は、「生産性の向上」、「よりより情報化環境の構築」などに関するもの。

第5章 情報技術に関する内外の動向

本章では、情報技術に関する日本国内外の動向について、次の5つの観点から示す。

- 日米のネットワーク政策の動向
- 米国のIT産業の動向
- 米国の21世紀IT計画(IT²)ー未来への投資ー
- 米国ハイエンドコンピューティング研究開発の動向
- 知的情報システム技術研究開発動向

5.1 日米のネットワーク政策の動向

5.1.1 米国のインターネットのスタート

今日のインターネットの原型は米国のARPAnetに求めることができる。このネットワークは、1969年の夏に1ノードでスタートし、69年末には4ノードが接続された。1ノードでも意味があったのは、当時のネットワーク・プロトコルがNCPプロトコル(X.25に近い)であったため。このネットワークの関係者は周囲からは奇異の目で見られたという。まだネットワークという概念が広く理解される前の話である。ただしARPAnetという名前が示すように、米国国防総省の資金が使われている。

1980年代になると、DARPAはTCP/IPプロトコルをUNIX BSDのカーネルに組み込むための研究に資金を出し始めた。カリフォルニア大学バークレー校のプロジェクトである。その結果、BSD4.2以降、TCP/IPはUNIXの標準通信モジュールとして組み込まれることになり、これが大学等に非常に安価に配布されたので、TCP/IPが急速に広まった。

その後、ARPAはARPAnetを純粋な国防用コンピュータネットワークとそれ以外のネットワークに分割した。前者はMILnetと名づけられ、後者がARPAnetの名称を引き継いだ。このARPAnetが後のインターネットの出発点である。ここではTCP/IPが標準として採用され、この後、インターネット上で開発、実験、改良されていった。

1983年以降、ARPAnetのユーザは急速に増加し始めた。1983年以前のの全ユーザをリストアップしたARPAnetディレクトリ(電話帳のようなもの)をプリントアウトしても1.5cm程度の厚さであった。これは冊子として印刷配付されていた。しかし、1984年になると、プリントアウトは事実上、不可能になった。SUNに代表されるワークステ

ーション、IBM PC、マッキントッシュなどが登場した時期である。

また、1983年にはドメイン・ネーム・サービス(DNS)も始った。com, eduなどのドメイン名が使用されるのは、この時からである。実際の切替は84年頃に行なわれた。その頃にARPAnetに接続されているコンピュータの台数は1000台を超えていた。

1984年には日本でもJUNETが開始された。これを見ると日本がコンピュータネットワークの開発で決して出遅れていたわけではないことが分かる。もちろん規模とネットワークの速度において日米の差はあった。

1985年頃、米国では、いずれ国防総省(DoD)がコンピュータネットワークから手を引いて、ARPAnetがなくなるといううわさが出ており、将来についてユーザに漠然とした不安があった。

1986年にNSFは傘下のスーパーコンピュータセンターをネットワークで結ぶことを決定し、1987年11月にNSFnet運営の5年間の契約をメリットと締結した。これが後にインターネットの中核(core)になる。この頃、研究者間では電子メールの利用が盛んであったが、将来、それが一般の人々の間でも利用されるようになると予想した人はいなかった。

当時、スタンフォード大学の中ではイーサネットが、メイン部分で4本(3本は10Mbps、1本は3Mbps)引かれていた。外部との接続は64kbps(有効56kbps)専用線のARPAnetである。これでも当時は最高水準の環境である。

結局、ARPAnetは1990年にNSFnetにその役割を譲り、正式に停止した。しかし、NSFnetも未来永劫に存続するという取り決めがあったわけではなく、利用者は徐々に、民間NET(region net)に移行していった。

このインフラの民間への移管の方法を見る。当初ARPAnetとして運営されていた線路がNSFnetに引き継がれ、更に地域ネット(民間)に移管されていった。これが後の商用ネットの原形となる。一方、地域ネット間を繋ぐネットワークとして、UUNET、PSInetが、商用ネットとして最初は隙間のようなところに登場した。

地域ネットは、当初、大学等の非営利団体により運営されたが、その内にユーザから利用料を徴収するようになった。初めてのコマーシャルネットは、UUNETテクノロジー社のUUNETであり、87年5月に電子メール、電子ニュース利用を可能とするUUCPサー

ビスを開始した。これは米国の地震研究所のネットワークのスタッフが中心となった。日本のJUNETも、商用になる前のUUNETとは関係が深い。IP接続が可能なInternetサービスの開始は90年1月からである。この他にも、89年春にはサンディエゴのスーパーコンピュータセンターを中心とする地域ネットであるCERFnetが事業を開始し、90年1月にはPSI社が事業を開始した。

米国ではボランタリーベースの草の根ネットから出発して非営利団体になり、それが発展して商用ネットワークになったケースが多い。

コマーシャルネットが90年代に入って順調に成長していった背景には、NSFの一つの決定がある。NSFは"commercial use"を禁止する条項を含むAUP(Acceptable Use Policy)を制定し、NSFnetを商業的に利用することを禁止した。これを契機に数多くの商用インターネット業者が生まれ育っていった。ただし通信の片方が学術・研究目的で使うことは許可されたので、NSFnetを中核として商用ネットが周囲を囲む形が形成された。

NSFの支援スキームでは、例えば期間4年の支援を行うとすると、支援額を徐々に減額していく。その代わりそれを補う形で、運営者にユーザから利用料を取らせ、支援が切れる頃までには商用ネットとして自立させようとする。開発プロジェクトのあるところまではコンソーシアムだが、途中から商業ベースになる。この方式で地域ネットを政府資金から独立させることに成功した。ただしバックボーンについては、NSFnetの後もvBNSをNSFの予算で維持している。

5.1.2 インターネットの国際展開

ARPAnetは政府主導のネットで、且つ、国内のみの展開であったので、ARPAnetに入れなかった米国の大学、民間企業と海外ユーザ向けに設けられたのがCSnetである。これは第2 ARPAnetというべきもので、日本では東大、NTT、ETL、ICOT、SONYが接続した。もう一つの国際リンクはUUNETで、日本では1984年から1987年までJUNETが参加した。

日本では、当初、日米間の接続に学術情報センターや東大の回線を利用したが、国有財産であるということで、民間は利用できなかった。これを救済するためにKDDの研究所がInetクラブという会員制組織を立ち上げ、実費でメールの転送を行なった。

また、IBMのメインフレームコンピュータを繋ぐBITnetが、日本の約80組織(100

台以上のコンピュータ)に入っていた。BITnet は、一時期 CSnet と合併したが、その後、商用ネットの伸長に伴って両者とも運用が廃止された。

5.1.3 インターネット 2 と NGI (Next Generation Internet)

NSFnet は 1995 年 4 月末まで運用を続けた後に停止した。NSF はこの後、スーパーコンピュータセンターを繋ぐ vBNS を始めたが、利用者が少なかったために担当官も「失敗」と認めた。それで vBNS を止めたかというところ、発想は逆で、利用を拡大する方向に転じた。すなわち、1 年後に 100 個所に限定してその他の研究者に開放したのである。この動きがインターネット 2 や NGI の計画と連動している。

インターネット 2 では GigaPop がキーワードである。この GigaPop 間を繋ぐのが vBNS であるが、ここに大陸横断鉄道の線路沿いに引いた 2.4Gbps の光高速ネットワークを有するクwest (Qwest) 社が参加してきた。これが Abilene 計画である。

2.4Gbps のネットワークは、現時点では余り利用者は多くなく、クwest 社にとっては将来に向けた優れた宣伝戦略であると同時に、ユーザのネットワークと、本来、辺鄙な鉄道沿いにある Abilene との接続拠点を増やすための戦略でもある。この計画をゴア副大統領が歓迎し、インターネット 2 は二つの回線を使えるようになった。

インターネット 2 は、元来は EDUCOM という大学の連合組織が提案したものである。現在の UCAID (University Corporation for Advanced Internet Development) という組織は後に設立したもの。最初は EDUCOM が計画を発表し、民間に RFP を呼びかけたところから出発した。それに呼応したのは IBM、CISCO 社などであるが、現時点では他の企業も支援に回っている。インターネット 2 は vBNS と Abilene を利用できる。なおインターネット 2 は本来、米国政府のネットワーク政策 (NGI) とは独立のものである。

一方、NGI はクリントン・ゴア政権の選挙キャンペーンとして 1996 年に出てきたもので、ワシントン主導である。これは K-12 までの初等、中等教育機関をインターネットに繋ぐことが中心課題である。

5.1.4 米国の民間企業はなぜ、持ち出しでも政府プロジェクトに参加するか

以上見てきたように、米国のネットワーク関連プロジェクトは数多く存在するが、その物理的インフラは同じ物を用いているものが多い。その好例はシカゴにある STARTAP である。同じ ATM のスイッチを NAP、TAP、MREN などの複数のプロジェクトが活用して

いる。このように、物理的には同じ物を、論理的には幾つにも言い分けて多くのプロジェクトを走らせ、結果的にいいものを残していくやり方が、米国はうまい。

日本では、このやり方（一つのインフラを複数のプロジェクトで共有させるやり方、言い換えれば、複数の省庁の予算を同じインフラにかぶせるやり方）は会計検査的に許されないだろう。それが無駄を生み出しているケースがある。

また、米国では、既に存在するプロジェクトや民間のプロジェクトを政府関連プロジェクトとして追認するケースも多い。これが、例えば、Abilene の高速性に追従するために、大学のルータの性能向上研究を促進したり、元々存在しなかったユーザ（応用プロジェクト）を開拓したり等の、相乗的な効果をうまく引き出している。

民間にとっては、アーリーアダプタの獲得や普及促進、マーケットの拡大等の効果が得られる。政府の支援は研究費総額の 1/4～1/10 程度しかなく、残りは持ち出しであるが、ビジネス上の主導権を得ることができるのが大きい。Qwest 社も何となく米国政府公認という感じに見える。

例えばスプリント社は、NSFnet の一部として南米や欧州と北米を衛星ネットワークで接続していた。スプリント社はその地域のユーザから見ると、米国の代表に見える。これが効果を発揮して、スプリント社はこれらの地域と米国を結ぶ衛星通信ビジネスで利益を納めた。

今、電話会社の合従連衡が盛んであるが、インターネットに関しては、米国の電話会社（スプリント、MCI）は欧州の電話会社より経験が豊富である。これは NSFnet の頃から開発に参加していたからである。これが海外ビジネスには有利に働く。今となっては力量の差がとても大きい。

現在、インターネットについては、その管理体制の主導権を誰が取るかがポイントとなっている。これは電子商取引の管理・主導権に直接絡む事項であるが、これを絶対手放さないのが米国の戦略である。これに関連する各種団体には米国政府の資金が注ぎ込まれている。また関連組織を非営利団体として政府から独立に作ったとしても、米国の法律、例えば独禁法が適用されることになる。

これに対してわが国は、今、何をなさねばならないのか。日本の製造業が情報技術を駆使すれば、世界に負けない競争力を維持できるが、必ずしも作戦が立っていない。

日本の金融・製造業は自分のシステムをカスタムメイドで作ってきた。こんなことを続けていると、国全体で見たときに相互に有機的に結合できず、相乗効果を生むことができない。米国はオープン指向のシステムを作るので、国の総力を結集することができる。それがインフラそのものである。

米国の民間企業が、たとえ持ち出しであっても、政府のプロジェクトに参加するのは、もちろん近い将来に利益になると見ているからである。政府はその動きを利用しつつ、経済的、社会的な発展を目指すし、政治家はそれが票に繋がるので、大いに宣伝に努める。例えば、初等中等教育へのインターネットの導入について、米国の民間企業は熱心にサポートしている。それによって、国のインフラなり、国民のリテラシーが向上すれば、更に次の発展が見込めるので、大きな動機付けが生まれる。また米国では教育がうまく行っていないと感じる国民が多いから、政治家も選挙を意識して熱心に取り組む。

5.1.5 わが国のネットワーク政策の問題点

日本がインターネットに出遅れた原因は、コンピュータ・ネットワーク・プロトコルとして OSI だけに開発努力を傾けたからである。リスク・マネジメントの観点からは、TCP/IP にも少しは開発リソースを割くべきであった。

1986 年の時点では、ICOT や電総研などは TCP/IP ネットに繋がっていた。その当時に考えた計画の中に次のようなものがあった。日本のスパコンを使いたい米国の研究者は多い、しかしいろいろな理由で買えない。また米国は日本にスパコンを売り込みたい。そこで日本にスーパーコンピュータ・センターを設立し、そこに日米のマシンを導入して、TCP/IP ネット経由で海外からも利用できるようにする。これは双方にメリットがある。さらにコンピュータネットワークも進展する。この活動は通産省の主導で動く予定であった。TCP/IP ネットの応用でリードできる素地はあった。

それが、当時の背景をいえば、大学の先生も OSI 振興を唱え、それが国の基本方針であると閣議決定され、OSI 機器の購入には税制援助も附加された。それが国策となり、通産省の支援プロジェクトが OSI 一色になった。そのため、TCP/IP が事実上の世界標準になったときには、大きく取り残されてしまった。

(1) なぜ、OSI が駄目になったか

- OSI は正式な国際標準（デジュアスタンダード）として制定が進められたため、検討には重層的な各国の専門委員会の手続きを必要とした。そのため、制定に多大の時間を要した。
- OSI には著作権があったため、その仕様を評価するだけでも高価な仕様書を購入する必要があった。図書館に入れるような書物である。
- その仕様が細かすぎたために、そのすべてを実装することが困難であった。複雑な部分は実装標準としてサブセットを規定する始末である。
- 試作システムの評価の手順も煩雑であったため、事実上、確認作業が進まなかった。テストの費用が高かった。

(2) なぜ、TCP/IP は広まったか。

- TCP/IP は研究者コミュニティで試行錯誤的に実用機能が積み上げられてきた標準（デファクトスタンダード）であるため、成長が早かった。標準となるために投票をしない。ラフコンセンサスといわれる。
- TCP/IP は UNIX(BSD) の標準であったため、ワークステーションを購入すると無料で付いてきた。後には Windows の標準にもなったため、PC でも同様であった。動かないプロトコルは標準とならないような雰囲気があった。
- 米国では、OSI の研究からベンチャーを起こした研究者がその技術を持ってインターネット(TCP/IP)の世界でビジネスを進めたため、OSI の成果が急速にインターネットに取り込まれた。(日本は OSI 策定では国際的に貢献したが、ビジネスになるところを取れていない。)
- OSI は元々、ヨーロッパ各国が IBM の SNA(Systems Network Architecture) 対抗のために制定しようとした標準であるため、米国が本気で承認する筈がなかった。

5.1.6 わが国の研究体制の問題点と有るべき姿

(1) リスク・マネジメントの不備

日本でも、大学や大企業の非主流部門には、TCP/IP について研究している人々がいた。そのため、TCP/IP にも速やかに対処できた。リスク・マネジメントの観点からは、こうした存在が重要となる。しかし、不況が深刻になってきた現在、企業では非主流の研究は（将来のためには残しておきたいと思っても）切り捨てられている。民間企業、研究者とも将来に賭けるのであれば、自分でチャンス／リスクを取る覚悟がいる。自分

の札を持っていないと、世界の競争の場では相手にされない。

同様の理由で、政府支援の研究プロジェクトが効率優先（成果主義）だけになるのは将来、欠乏が生じる恐れがある。また、いくら研究予算総額が増えても、研究分野ごとの予算シェアが固定化されているのが、あらゆるところで問題を生んでいる。先端技術に集中投資すべきであるのに、物理、化学等に比べて新興分野である情報は後回しにされる。既に成熟している分野は研究者の数が多く、したがって公募しても多くの案件が提案される。これを競争率が等しくなるように選択すると、大きな分野は未来まで大きい。未発達分野はいつまでも小さい。

（２）わが国の現存する研究ネットワークの不備

わが国の現存する（郵政省、文部省、科技庁管轄等の）研究ネットワークは、大蔵省の予算管理の制約のため縦割り型で、研究者の共同乗り入れが不便である。そのため、通信容量が空いているのにフルに利用されていない回線もある。米国では使われていないネットワークはチェックされて研究予算打ち切りの対象になる。勧誘をしてでも利用者を集めようとする。

わが国の研究ネットワークは、実際には研究関連の業務にも使っている。これでは（場合によってはシステム・ダウンの可能性もある）本当の研究目的には使えない。

政府が構築した研究ネットワークは一般に公開されていない。これは民業圧迫を避けるという原則のためであるが、米国では、ネットワーク運用のポリシーさえ実現できれば、何をやってもよいことになっている。例えば、NASA のネットワークはサイエンス振興を謳っているが、サイエンスが含まれていれば商用利用も事実上は可能となる。日本では目的外の利用が一つでもあればダメ。米国では目的に一つでも合致していればオーケー。ここにベンチャー企業のチャンスが生まれる。

（３）超高速ネットワークの研究プロジェクト（インフラ整備）が重要

ギガビット／テラビットネットワークの研究は段階的にやらないと進めない。途中の段階をスキップできない。米国はギガビットクラスの研究を実行できるところまで来て、成功事例、失敗事例をどんどん集めているが、日本では誰がやるのか。

現在のネットワーク技術は、全て民間に任せられる段階ではない。国が研究資金を負担するインフラによって明らかにしなければならない研究課題がまだまだある。例えば、

高速インターネットを大量のユーザが利用する場合のネットワークの振る舞いの研究等は、ネットワークの稼働率等の実績データを公表できない（企業秘に触れる）営利的民間設備を利用してはできない。

ネットワークだけ超高速のものを用意しても、それを極限まで使いこなせるクライアント側の設備を有する研究者がいない。そのためには超高速のコンピュータを用意する必要がある。そこに新しい研究の種が生まれる。例えば、通産省と郵政省の研究予算を組みあわせる仕組みが必要である。

現在の研究ネットワークではできない研究を進めるための、通産省オリジナルの実験ネットワークを作り、電子商取引などのコンテンツベースの研究プロジェクトのテストベッドとすべき。基盤インフラが揃っていないのでは、応用研究は進まない。ネットワークの運用サービスが日本に残されたビジネスのパイである。ここを伸ばせるような、オープンシステムに対応できる研究の仕組みが必要である。カナダのネットワークは Industry Canada が予算を出している。

研究プロジェクトの運営では、失敗した研究の情報公開を成果の一つと考え、積極的に推進すべき。同じ失敗の繰り返しを避け、全体の研究効率をアップさせるためには必須である（これは企業秘密の範疇に関わるケースが多く、商用ネット利用の研究では公開はできない）。通産省は失敗を集めるためのネットワークをサポートすべし。

開発は国が先頭を切ってやらないと誰もやらない。一週り技術開発が終るまでは民間は参加できない。その後、さらにビジネスとして成り立つまでは、国が挺入れしないと根付いて行かない。これを今やらないと取り返しがつかなくなる。

大学の若手の研究者や企業の研究者が、フルタイムで数年間、ノンプロフィットの研究を実行できるように、間接経費も含んだ予算と環境を与えること。

公開原則の元で競争的に研究を進めるほうが、最終的に成果を得られる。新しいことをガラス張り（オープン・システム・ポリシー）でやるには、研究ネットワークでやるしかない。

ネットワークのアクセス系が無線になると免許等が関係して話がややこしくなる。将来は、通信、放送とネットワークが一体になるのが見えているが、電信、放送のような免許事業（郵政省テリトリー）とフリーのネットワークを、どう折り合いを付けるのが問題である。

米国で軍事利用の名目なら多くの研究が大目に見られるように、わが国も錦の御旗を立てるべきである。環境・災害対策がこの候補ではないか。学校の体育館が災害時の避難場所になるなら、率先して体育館に高速ネットワークを引けばよい。それを通常は子供の学習に利用するというように、省庁の連携を図ることが重要である。

5.1.7 環太平洋諸国ネットワーク構想について

(マイケル・マクロビー教授ショートレクチャー)

(1) マイケル・マクロビー教授の略歴

- 国籍はオーストラリア
- 以前は、オーストラリア国立大学の教授で、オーストラリア政府の技術顧問をしていた関係上、日豪政府間の情報関連の技術協力や、日本メーカからのマシン調達などの交渉でオーストラリア代表として活躍。第五世代コンピュータプロジェクトの日豪共同研究（テーマは自動推論）のパートナーでもある。
- その後米国インディアナ大学にプロモートされ、現在は副学長。
- 早稲田大学の後藤滋樹教授等と、環太平洋諸国をむすぶネットワーク構想の実現を目指し、共同研究をしている。

(2) 環太平洋諸国ネットワーク構想

1996 年から環太平洋諸国を結ぶ、次世代の実験的研究用ネットワークの構築を進めている。

米国側でこの構想の中心になっているのは、全米 137 の大学と設備を提供する企業メンバーで構成される UCAID(University Corporation for Advanced Internet Development)で、Internet 2 プロジェクトの一環である。

Internet 2 のバックボーンは 2 本ある。一つは NSF がサポートする vBNS(very high-speed Backbone Network Service)で、これは本来、NSF が米国内に複数設置したスーパーコンピュータセンターを遠隔地から利用するための専用ネットワークであったが、その用途だけでは利用率が上がらないので、他の先端的研究用途にもサポートを広げているものである。他の一つは Qwest、Cisco、Nortel が設備提供する光ネットワーク Abilene である。Abilene のオペレーションセンターはインディアナ大学に置かれている。これは 98 年 9 月にベータテストを行い、11 月から運用を開始した。

Abilene は元鉄道会社である Qwest が大陸横断鉄道沿いに敷設した 8837 マイルの 2.4Gbps の光ケーブル (SONET) を利用している。Qwest はこの設備を利用して回線交換機を一切使わずに、IP-over-SONET ルータ網で商用 IP テレフォニーサービスを行おうとしている。これが完成すれば従来の電話会社の 1/10 のコストでサービスが提供できるが、Qwest は市内網との接続ポイントを持っておらず、2.4Gbps の大容量を使いこなすユーザも確保していない。Internet 2 プロジェクトに参加すれば、この接続ポイント構築に NSF のサポートを受けられ、大学という先行ユーザも確保できるので、将来のビジネス展開の点から見て非常に有利になる。Abilene は、いずれ 10Gbps に増強される。

アジアと欧州を結ぶ研究用ネットワークも米国を経由するルートがあるが、この中継に従来のように vBNS を使うと、関係のないトラフィックで米国内のネットワークが逼迫してしまう。そのため、世界中のネットワークと米国内のネットワークを繋ぐ接続ポイント (STARTAP) をシカゴに置いた。上記の Abilene、NSF の vBNS、NASA の NREN、DoD の DREN もここで相互接続されている。

現在、STARTAP への接続計画がある世界の実験的研究用ネットワークは、カナダからの CA*NET (CANARIE)、欧州からの EUNET、ロシアからの MirNET、シンガポールからの SingAREN、それと日本からの TransPAC プロジェクトである。

余談だが、シンガポールは国を挙げてアジアの情報ハブになることを目指しており、同様の構想を持つ日本も、油断をしていると、決断の早いこれらの国々に直ぐに追い越されてしまう危機に瀕している。

米国外の実験的研究用ネットワークの主催者が、そのネットワークの STARTAP への接続を意図したとき、米国内に共同研究者を得て接続のためのプロジェクトを起こすと、NSF から研究予算をもらえる。上記の TransPAC プロジェクト＝マクロビー教授＋後藤滋樹教授のケースもその一例である。

TransPAC プロジェクトは、APAN (Asia Pacific Advanced Network: アジア太平洋高度研究情報ネットワーク) と vBNS との接続についてインディアナ大学が NSF に提案して採択されたプロジェクトで、日本側では、科学技術振興事業団の運用する IMNET を活用することとし、当初 ATM 35Mbps の容量の回線経費を米国側と日本側で折半する。インディアナ大学は、NSF から年間約 200 万ドルを 5 年間に渡って受ける予定である。

APAN は、アジア太平洋地域のネットワーク資源を有効活用して域内の研究情報流通

を促進するため、科学技術庁、文部省、農林水産省、通商産業省及び郵政省等が各々推進しているアジア諸国間ネットワークを相互接続しようとするものである。平成9年8月に「日本 APAN 連絡協議会」(会長は後藤滋樹教授)を設置して、日本国内における APAN に関する活動について連絡調整をしている。現在、東京アクセスポイントを核にアジアで繋がっているネットワークは、日本(IMNET 他)、韓国(KRNET)、シンガポール、オーストラリア(RDN)である。

このように STARTAP に世界中の研究用ネットワーク(次世代インターネット)が集まるということは、近い将来に研究段階から広く経済活動が行われる実用段階になったとき、やり様によっては、米国が国内法で世界中の重要な情報を管理できることを意味し、経済的のみならず、安全保障上からも重大な戦略性を持つ。

5.2 米国のIT産業の動向

米国における情報処理産業の動向予測を行っているガートナーグループのシンポジウムに参加したときに得られた情報を中心に、特に、米国政府の情報技術に関する役割、先端テクノロジーの動向、エレクトリック・コマースの将来に関する動向について報告する。また、このシンポジウムでは、産業界指導者による基調講演が行われたが、この概要を添付する。

(1) 米国政府の役割

米国政府の情報技術に関する役割については、“民間企業は、利益を追求するあまり弱者を切り捨てる”ところがあるが、“政府は、弱者の『頼みの綱』となるよう役割を担う必要がある”ことを強調している。また、政府の予算サイクルは、概して技術の発展サイクルに比べて非常に大きいので、“技術の発展サイクルにあわせて技術政策が立法化できる仕組み”が必要である。

(2) 先端テクノロジーの動向

先端テクノロジーの動向については、“Networked (コード線に縛られた)” (1997-2002)、“Contextual (共存?)” (2003-2006)、“Untethered (コード線に縛られない)” (2007-) の3つの時代に分けて、各々の時代のアーキテクチャ、インターフェイスの主流を予測する。特に、“音声/言語認識”、“ウェアラブル (身に着けられる)”といった技術がキーワードとなる。

(3) エレクトロニック・コマース

エレクトロニック・コマースについては、“米国では、既にビジネスモデルが確立しており、それを如何に日本に導入するか”というところまで進んでいると思っていた。しかし、現実には米国においても、一部の先駆的な企業は、エレクトロニック・コマースを戦略的に導入しているが、一般企業（特に製造業といった基幹企業）においては、まだビジネスモデルさえ明確になっておらず、導入にはまだまだ時間がかかりそうである。

とはいえ、エレクトロニック・コマースを実現するためのコンポーネントは着実に揃ってきており、特に、ビジネス対ビジネスのアプリケーションに対する関心が高まり、投資も充実しているのでエレクトリック・ビジネスが近い将来急速に発展すると考えられる。

(4) 米国情報産業界の指導者による講演

①ネットワーク産業の将来

パネリスト : C. Michael Armstrong, Chairman and CEO, AT&T

Charles Lee, Chairman and CEO, GTE

Richard C. Notebaert, Chairman and CEO, Ameritech

James Q. Crowe, President and CEO, Level3 Communication

米国テレコミュニケーション産業を代表する4社のトップがパネリストとなり、情報産業界における大規模ネットワークの将来に関して議論した。議論は、2000年問題から始まり、バンド幅の大幅な拡張に関するテクノロジーに触れるとともに、最後は、テレコミュニケーション産業はひとつの会社に独占されたほうがユーザの利益となるかどうかにかんじた。

②シスコ社の企業ネットワーク ビジョン

講演者 : John Chambers, President and CEO, Cisco Systems

ビジネス界のリーダ達は、インターネットは情報時代のひとつの技術に過ぎないと思っていた。しかし、今では、彼らも、インターネットが社会に及ぼす影響が膨大であることを知った。... エレクトロニック・コマースは、300年前に産業革命が社会に及ぼしたと同じ規模のインパクトを社会に与える...。Chambers氏は、これをインターネット・エコノミーと名づけた。

③オラクル社の企業向け新戦略

講演者 : Larry Ellison, Chairman and CEO, Oracle Corporation

Ellison氏は、“オラクルは、定期的にその戦略を変えているように見えるが、長期レンジの戦略は何かと”と尋ねられた。彼は、“オラクルは、いままで一度も進路を変更したことはない...。いつもデスクトップではなくサーバ向けの戦略をとっている...。オラクルのソフトウェアやインターネット製品は、サーバ向けに重点をおいており、デスクトップ製品は、ほとんどない”と、切り出した。

④マイクロソフト社のインターメディア対応とIT産業に対する責任

講演者：Bill Gates, Chairman and CEO, Microsoft

Gates 氏への質問は、企業向けソフトウェア製品への挑戦、マイクロソフトのイノベーションに欠けている事にたいする批評、マイクロソフトのライセンス商習慣、米国司法省との裁判がマイクロソフトのビジネスに与える影響と、多岐に渡った。

⑤ユニシス社のメインフレームからサービス企業への変貌

講演者：Larry Weinbach, Chairman, President and CEO, Unisys

Weinbach 氏は、ユニシスがハードウェア中心の会社からサービス会社への改革の挑戦について話した。

⑥HP社の顧客管理

講演者：Lewis Platt, Chairman, President and CEO, Hewlett Packard

Platt 氏は、HPの情報産業における役割、将来の売上成長の見通し、マイクロソフトとのパートナーシップ、プリンタービジネスなど、幅広い質問に対応した。

⑦ゼロックス社の“ドキュメント会社”戦略

講演者：G. Richard Thoman, President and COO, Xerox

最近、ゼロックスは“ドキュメントの会社”であることを、あちこちで宣伝している。Thoman 氏は、“従来、ゼロックスはコピー機の会社で、コピーに品質を上げるために化学とか物理に関する技術に大きな投資をしてきた。こういったゼロックスの企業文化を変革するための標語として『ドキュメントの会社』を掲げた”と語った。

⑧明日のテクノロジー

パネリスト：Joe Carter, Partner, Andersen Consulting

Paul Horn, Senior VP, IBM Research

Alex (Sandy) Pentland, Academic Head of the MIT Media Laboratory

Mark Weiser, Chief Technologist, Xerox Palo Alto Research Center

Wearable（身につけることのできる）computing と pervasive（広く浸透する）computing が議論の中心となった。

最後には、今後ますます便利な製品が市場に出てくると思うが、いつになったらテクノロジーはわれわれの生活を楽しみしてくれるのだろう．．．”と締めくくった。

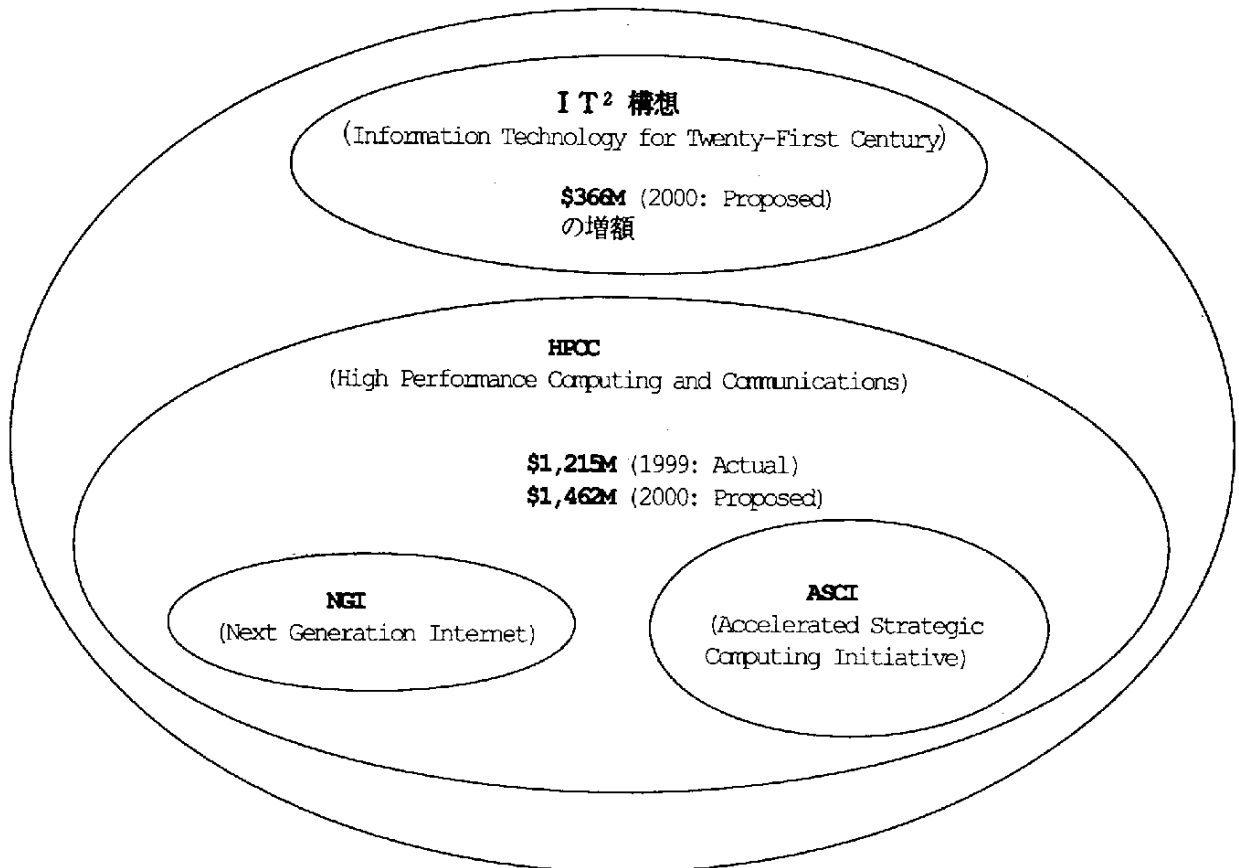
5.3 米国のIT² 構想—未来への投資—

(1) 連邦政府のIT関連予算

2000年度予算の一部として、クリントン大統領とゴア副大統領は、\$366million (約440億円)の**情報技術研究計画**を提案した。これにより、情報技術研究への米国政府の投資は28パーセント増加する。

この情報技術研究計画はIT² 構想と呼ばれ、コンピューティング分野と通信分野のこれまでの計画を基にしている。既存の計画には、**HPCC** (High Performance Computing and Communications) 計画や、1998年に認可された**NGI** (Next Generation Internet) 計画、DOE (エネルギー省、Department of Energy)の**ASCI** (Accelerated Strategic Computing Initiative)などがある。

連邦政府のIT関連予算



また、増額された\$366million (約 440 億円) の内訳は、以下の通りである。

Agency	Fundamental Information Technology Research	Advanced Computing for Science, Engineering, and the Nation	Ethical, Legal, and Social Implications and Workforce Programs	Total
DOD	\$100M	---	---	\$100M
DOE	\$ 6M	\$62M	\$ 2M	\$ 70M
NASA	\$18M	\$19M	\$ 1M	\$ 38M
NIH	\$ 2M	\$ 2M	\$ 2M	\$ 6M
NOAA	\$ 2M	\$ 4M	---	\$ 6M
NSF	\$100M	\$36M	\$10M	\$146M
Total	\$228M	\$123M	\$ 15M	\$366M

DoD (国防総省、Department of Defense)、

DOE (エネルギー省、Department of Energy)、

NASA (米国航空宇宙局、National Aeronautics and Space Administration)、

NIH (米国国立衛生研究所、National Institutes of Health)、

NOAA (米国海洋大気局、National Oceanic and Atmospheric Administration)、

NSF (全米科学財団、National Science Foundation)

DoD は **DARPA** (米国防総省高等研究計画局、Defense Advanced Research Projects Agency) を含む。

資金の約 60 パーセントは大学をベースにした研究の支援に当てられ、これによって高度の情報技術スキルを持った労働者に対する需要の増大を喚起する。

(2) IT² 構想がもたらす恩恵

(a) 情報技術産業は米国の経済成長の源

過去における政府の研究の成果(たとえば、インターネットや最初のグラフィカル・ウェブ・ブラウザ、先進マイクロプロセッサ)は、情報技術産業において米国のリーダーシップの向上に役だった。情報技術産業は今や米国の経済成長の1/3をもたらすようになり、そこで働く740万人の給与は民間部門平均より60パーセント以上高い。米国の経済の全部門が世界市場での競争に勝ち抜くために情報技術を使っており、ビジネス間のエレクトロニック・コマース(電子商取引)は米国だけを見ても、2003年までに1兆3,000億ドルに達すると予想されている。

(b) 情報技術はわれわれの生活の質を改善する

情報技術はわれわれの生活のしかた、労働のしかた、学習のしかた、他者とのコミュニケーションのしかたを変えている。情報技術の進歩により、子供たちの教育のしかたを改善したり、障害を持つ人たちがより自立した生活を営めるようにしたり、農村地域に住む国民のための医療についても遠隔医療によって質を改善できる。

情報技術分野での米国のリーダーシップは、国家の安全にとっても不可欠である。

(c) 情報技術は科学・工学分野の問題に挑戦する

情報技術とわが国(米国)における科学・工学の「黄金時代」との間には、相互に強化し合う関係がある。スーパーコンピュータやシミュレーション、ネットワークの進歩は、自然界を覗く新しい窓を穿ち、科学的発見のためのツールとしてのコンピューティングの価値を理論や実験と同じレベルにまで高めている。同時に、気候変動の影響の予測、効率が高くよりクリーンなエネルギー・システムの設計、物質の基本的性質に関する新たな理解など、科学分野の問題に挑戦することにより、情報技術の最先端領域が切り開かれる。

(3) IT² 構想の3つの柱

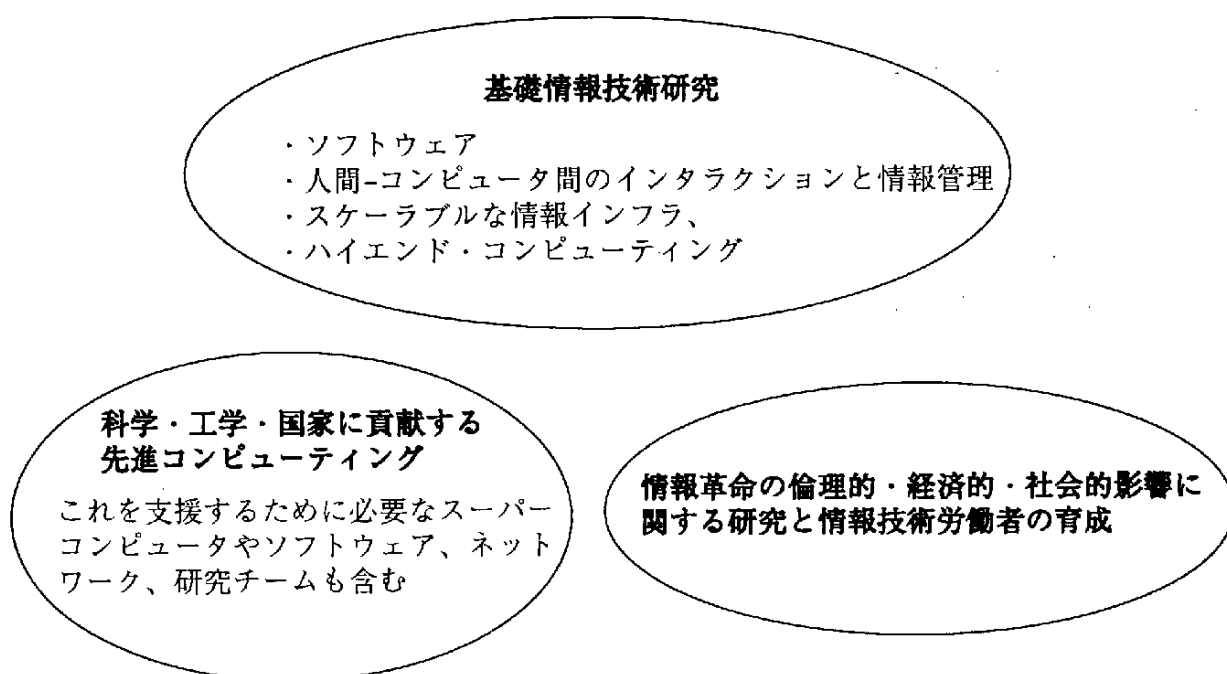
(a) 基礎情報技術研究

1960年代に始まった政府の基礎情報技術研究に対する投資は、今日のインターネットをもたらした。これと同じように、コンピューティング分野と通信分野のブレークスルーを目指す。

(b) 科学・工学・国家のための先進コンピューティング

この活動は、救命薬品の開発時間の短縮、よりクリーンで効率がより高いエンジンの設計、ハリケーンやトルネード、長期的気候変動の予測精度の向上、科学的発見のスピードアップなどの応用分野を支援する。

(c) 情報革命の倫理的・経済的・社会的影響に関する研究と情報技術労働者の育成



5.4 米国ハイエンドコンピューティング研究開発の動向

5.4.1 はじめに

当研究所は、ペタフロップスマシン技術を念頭に置いたハイエンドコンピューティング技術に関する調査研究を行っており、その結果は、資料「ペタフロップスマシン技術に関する調査研究Ⅲ」にまとめている。そこには、近年のデバイス技術の急速な進展に伴う環境変化を、アーキテクチャ/ソフトウェア/アプリケーション分野はどう受け止め、研究開発を実施すべきかを産官学の専門家の委員によって検討した結果と、当研究所員の調査による米国連邦政府支援のハイエンドコンピューティング研究開発動向が記述されている。本稿では、後者の要約を述べることにする。詳細ならびに前者については、本編を参照されたい。

米国の調査は、CIC 研究開発小委員会の Blue Book、大統領予算教書、OSTP 発表資料など、インターネット上で入手できる情報、及び海外調査による情報などを参考にして

5.4.2 背景

米国では、情報技術分野で世界を凌駕することは国是であり、国を挙げて情報技術のレベルアップを行おうとしている。その中で、情報技術のインフラとなりうるハイエンドコンピューティング技術の研究開発は政府主導の色合いが最も強いものの一つである。ペタフロップスコンピューティングはそのフロントランナーであり、今や国家科学技術委員会(NSTC)の管轄する HPCC(High Performance Computing and Communication)計画の主要な柱を形成している。これらの動きは、大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)の答申、それを受けた 2000 年度大統領予算教書などで強力に加速されようとしている。

米国に限らず、ハイエンドコンピューティング分野は市場規模が小さく、そこでの研究開発投資がすぐに利益に結びつかないことから、民間での自主研究は成立しにくい。米国政府の高速コンピューティング領域を育成する戦略は、すべてのアプリケーションに対応できるコンピュータシステムとして、スカラ型並列システムを指定し、ビジネスアプリケーション分野など、その適応市場規模を拡大するとともに、ソフトウェアを初めとし、MPU など構成要素に至る総合的な技術の底上げをねらっている。その最先端領域としてハイエンドコンピューティング研究開発が位置づけられていると考えられる。

さらに、米国ではハイエンドコンピューティング環境をより多くのユーザに提供する仕組みの構築が真剣に考えられている。

5.4.3 米国ハイエンドコンピューティング研究開発政府組織

米国の情報技術研究開発政策組織の中核は、各省庁長官など政府高官で構成される国家科学技術委員会(NSTC)の中の、テクノロジー委員会(CT)である。CTは、1997年12月にNSTCの改組が行われた際に、NSTCに属していた3委員会が統合し、再編された。CTに属するCIC研究開発小委員会は、情報通信技術の具体的研究開発政策を立案し、そのため、改編前から存在している次の5つの分野を受け持つワーキンググループを有している。

- (a) HECC (High End Computing and Computation)
- (b) LSN (Large Scale Networking, including the Next Generation Internet initiative)
- (c) HCS (High Confidence Sysytems)
- (d) HUCS (Human Centered Systems)
- (e) ETHR (Education, Training, and Human Resources)

5.4.4 米国ハイエンドコンピューティング研究開発政策

ハイエンドコンピューティング分野に関連する政策は、1991年に成立したHPC(High Performance computing) Actを主なよりどころとして、強力に推進されてきた。さらにその強化のため、1997年2月、大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)がクリントン大統領により設立された(設立当初はPAC)。PITACは、Bill JoyとKen Kennedyを共同委員長とし、選任された委員は産業界と大学から広く選出された26名の専門家である。

1998年6月、PITACは、全ての米国民の生活の質と水準を常に向上させることを名目とし、情報通信およびIT技術研究への公的投資を著しく増加すべきであると大統領に提言した。さらに、1998年8月、中間報告書において、研究開発投資イニシアティブ(「副大統領1999」で表明されたInformation Technology for the Twenty First Century(IT²))に関して、科学技術補佐官に指針を提示した。1998年9月、PITACはそのメンバーと他の非政府専門家となる6つのパネルを召集し、中間報告の提案を精密化し、最終報告として、1999年2月に大統領に提出した。

PITACの報告をもとに、2000年度大統領予算教書において、クリントン大統領とゴア副大統領は情報技術研究の政府投資の大幅な強化を表明した。これが、「21世紀に向けての情報技術」(IT²: "IT Squared": Information Technology for the Twenty-First Century)と呼ばれる新公約である。ここでは、従来のHPCC予算とは別枠で、前年度HPCC予算の28%増加に相当する\$366Mを支出するよう記述されている。重点項目が以下のよう

(a) 長期的情報技術研究

- ・インターネットにつながった政府投資のように情報通信基盤の優位を導く

(b) 科学、工学および国家のための先端コンピューティング

- ・医薬品の開発期間短縮、低公害・高効率エンジンの設計、竜巻の高精度予測のブレークスルーをもたらす

(c) 経済・社会に生じる情報革命の研究

- ・大学での増加する IT 技術者の訓練を助長する努力

IT²を推進する省庁は、NSF、国防総省(DARPAを含む)、DOE、NASA、NIH、NOAAである。約60%の投資は、大学ベースの研究支援である。

投資対象の研究分野は、基礎研究(ソフトウェア、ハイエンドコンピューティング等)、先端技術(インフラ、シミュレーション等)、経済・社会への影響であり、期待される成果として、次の項目が挙げられている。

(a) 人間の言葉で会話し、理解するコンピュータ；リアルタイムで正確な多言語翻訳

(b) 「インテリジェントエージェント」による情報収集・要約

(c) 全世界からアクセスできるスーパーコンピュータによる広範な科学的・工学的発見

(d) 何千万のコンピュータだけでなく、何千億の機器を接続するようにできるネットワーク

(e) ペタフロップスコンピュータ、バイオもしくは量子コンピューティングのような根本的に異なる技術に基づくコンピュータ

(f) 高信頼、保守容易な複雑なソフトウェアを開発したり、電話回線、電力網、金融市場、インフラのコア要素をより高信頼にする新しい手法

3.4.5 米国ハイエンドコンピューティング研究開発政府予算

大統領予算教書の中で、HPCC 予算は、主要な個別予算の一つとして取り上げられ、NSTC 所管となっている。2000 年度の HPCC 予算は\$1,462M(1,754 億円、1\$=120 円換算)である。各省庁の内訳を表に示すが、DOE 予算が飛び抜けているのが分かる。ちなみに、米国全研究開発予算\$78,242M(約 9 兆 3,890 億円)中の非軍事関連予算は\$39,761M(約 4 兆 7700 億円)である。

表 2000 年度 HPCC 予算 (\$M)

省庁	DOD	NIH	NASA	DOE	NSF	商務省	EPA	合計
予算額	207	115	136	659	314	27	4	1,462

DOE 予算の大幅な増加は、1998 年度、元々 DOE 独自のプログラムであった ASCI(Accelerated Strategic Computing Strategy)が NSTC すなわち CIC 研究開発小委

員会所管になったことが原因である。DOE の 1998 年度以降の予算内容を次表に示すが、非軍事予算は 1997 年度とそれほど変化はないが、軍事予算である ASCI への支出が飛び抜けて大きくなっていることがわかる。

表 DOE の HPCC 関連予算の内訳 (\$M)

予算種別	1998 Actual	1999 Estimated	2000 Proposed
Energy(Civilian Program)	115	126	116
Energy (ASCI)	374	484	543
計	489	610	659

ASCI: Advanced Strategic Computing Initiative * 2000 年度予算教書 114 ページ

2000 年度には、前出の IT²が新イニシアティブとして新たにスタートし、強力に推進されようとしているが、予算教書には、Information Technology Initiative として HPCC 予算とは別に、次表に示す総額\$366M の予算が計上されている。

表 IT² 予算 (\$M)

省庁	NSF	DOD	NASA	NASA	商務省	NIH	計
予算額	146	100	70	38	6	6	366

* 2000 年度予算教書 108, 117 ページ

3.4.6 米国ハイエンドコンピューティング研究開発技術動向 (1999 年度 Blue Book)

Blue Book は、CT(旧 CIC 委員会)が編纂し、大統領予算教書作成のため大統領府に毎年提出される研究開発計画書である。そこでは、HECC 研究開発の米国連邦政府のミッションニーズは、国家の安全、環境/気候/気象、航空探査と宇宙探査、エネルギー研究(太陽、燃焼、核融合)であるとされている。さらに、HECC 推進の原動力となる社会的アプリケーションは、保健医療、危機管理/自然災害警告、長期的な環境・エネルギー管理、教育と生涯学習が挙げられている。

上記の目的を達成するため、HECC 研究テーマを次のように規定している。

- (a)物理的・化学的・生物学的モデリングおよびシミュレーションのためのアルゴリズム
- (b)大量の情報を必要とする科学・工学のアプリケーション
- (c)量子・生物・光コンピューティングの先進概念

このような思想のもとに行われている連邦政府の HECC 研究開発の成果として、スケラブルな並列処理の確立、超並列システムの創出、科学的基礎(教育訓練を受けた人材、アーキテクチャに関する新しいアプローチ、次世代技術など)の創出、20 億ドル規

模のミッドレンジ高性能コンピューティング市場の技術的基礎の実現、政府の経費削減、ASCI プログラムの短期的技術目標実現が挙げられている。

現在の目標は、1 ペタフロップスの持続的処理速度の実現である。適切な資金と技術的な注目が集まり重要視されることにより、この目標は 2007 年までに達成されると示唆されている。

現在実行中のプログラムの柱となるのは、DOE の ASCI プログラムであるが、さらに、注目すべきコンピューティングアーキテクチャとして、DARPA のウルTRASケールコンピューティング(量子コンピューティング、分子コンピューティング、DNA 論理演算、アモルファスアルゴリズムなど)、DOE の MTA (Multi-Threaded Architecture)、NSA の HTMT(Hybrid Technology MultiThreaded architecture)があげられている。

3.4.7 ASCI プログラム

1995 年 6 月、10 年で 10 億ドルの予算支出を予定した ASCI プログラムは、4 年目を迎え、2004 年 100 Tflops に向けて順調にマイルストーンを達成している。大統領の予算教書によると、1998、1999、2000 年度の 3 年間の総計だけで約 14 億ドルの支出予定となっている。1997 年度の予算要求が約 1.22 億ドルなので、予算面でかなり Accelerated になっている。

以下に、ASCI マシン開発の現状とソフトウェア、アプリケーション開発状況を記述する。

Intel が担当している Sandia 国立研究所の Red は、唯一、分散メモリ型 MIMD アーキテクチャを採用している。1998 年 11 月のトップ 500 では、Rmax1.34 Tflops (理論ピーク性能 1.83Tflops) で世界最速である。

IBM が 1996 年に \$94M で開発を契約した Livermore 研の Blue-Pacific は、1998 年 10 月、ピーク性能 3.88 Tflops (Livermore code による測定)を達成したことがゴア副大統領により直々に発表された。

Silicon Graphics により開発された Blue-Mountain が、1998 年 11 月、ピーク性能 1.6 TeraOps を達成したことが発表されている。

IBM が受注した ASCI White は、10.2 Tflops 達成をめざした RS/6000SP であるが、2000 年半ばに Livermore 国立研究所に納入される予定である。512 nodes を有し、全必要電力 6.2 Mwatts、設置面積 1,579 m² (17,000 ft²)を必要とするため、新建屋を建築している。次の 30 Tflops マシンは Los Alamos 国立研究所で開発される予定である。

CIC 研究開発小委員会の計画には、DOE の ASCI 計画の一部である ASAP が組み込まれている。現時点では、ASAP は米国の大学と共同で、高性能シミュレーションの性能向上のため、次に示す研究開発を行っている。

(a) Stanford 大でのガスタービンエンジン設計用のシミュレーション技術

- (b) California 工科大での高性能爆薬が引き起こす衝撃波の影響調査
- (c) Chicago 大での天体物理学的熱核融合発光をシミュレーションと解析
- (d) Utah 大/Salt Lake での偶発的な火災と爆発の数値シミュレーション
- (e) Illinois 大 (Urbana-Champaign)での固体燃料ロケットの完全システムシミュレーション

3.4.8 まとめ

米国においても、省庁の持っている権限は強大で、縦割りの弊害が生じるのは必然である。しかし、優先項目の選定、政策の整合性、予算配分などの決定を NSTC の CT や CIC 研究開発小委員会に権限と責任を持たせて決定させることにより、未然に防止しようとしている。権限は、委員会答申の政策反映により効力を発揮する。責任は、委員個人の社会的評価に負うが、最終的な責任を大統領がとることより、すべてが解決されているように思われる。

情報技術強化政策の推進は、今や米国の遠い将来をにらむ基本方針になっており、基本となるシステム/ソフトウェア指向は政権が変わっても変わることはないと考えられる。また、研究領域としてのハイエンド/フロンティア分野は、政治、軍事、経済の各分野において、米国が世界で常に優位を保つために必要不可欠であり、長期的な研究開発重視政策においても、他国に比べ研究投資を緩和することは予想しがたい。

2000 年度 HPCC 予算は\$1,462M(約 1,754 億円)、IT²予算は\$366M(約 440 億円)である。HPCC 予算のうち半分近い\$543M は DOE の軍事的計画である ASCI に支出され、さらに、DARPA 関連の\$207M を差し引いた残りは、\$712M(約 854 億円)となる。このような投資が一時的な景気対策ではなく、各省庁ミッション実現に必要な技術開発のため、ポリシーを持って継続的になされるところに米国情報技術研究の強みがあると考えられる。

米国ハイエンドコンピューティング技術のめざすところは、この先 10 年を見通すと 1 Pflops の計算能力であり、そのためのソフトウェア/ハードウェアの研究開発に注力している。その実現の原動力は DOE の ASCI であることは間違いないが、さらに NSA、NASA、DARPA は超伝導素子や PIM(Processors-In-Memory)で構成される HTMT アーキテクチャでペタフロップスを早期に達成しようとしている。これは、暗号解読、ネットワーク情報データマイニングなどのグローバルネットワーク戦略への適用を考えているのではないかと推察され、国家ミッションとしての研究開発テーマの存在がいかに重要であるかが示されている。さらに、量子コンピューティング、DNA コンピューティングなど、次世代のコンピューティングアーキテクチャ研究をひとまとめにし、1 Exaflops を目標とした「ウルTRASケールコンピューティング」を DARPA が推進するなど、フロンティアを極める努力を怠っていない。

情報技術研究開発において、米国が最も意識しているのは日本であることは間違いない

い。それは、組織、予算、研究開発テーマ等が揃っているように見えるからである。

組織上、米国の OSTP、NSTC、PCAST に相当するものとして科学技術会議がある。また、科学技術基本計画により平成 8 年度から 5 年で 17 兆円の支出を予定し、平成 11 年度には科学技術全体で 3 兆 1,552 億円を支出する。さらに、科学技術庁主導の 2001 年度にピーク性能 40 Tflops を達成「地球シミュレータ」計画や、2004 年度に 1 Pflops の速度を達成する理化学研究所の計画がある。

しかしながら、情報技術研究開発政策を米国と比較するとき、大いなる危惧をぬぐい去ることができない。それは、省庁横断型の科学技術振興調整費の予算枠の小ささ、科学技術会議の省際調整の実施段階でのボトムアップ方式の弱さが感じられるとともに、研究プロジェクトテーマが単発で、その先をにらんだグランドデザインが見当たらないことが挙げられ、さらに、これを払拭する情報が得られないからである。地球シミュレータや理研のコンピュータは、次にどのようなにつながっていくのか明確な答えが見つからない。

米国の情報技術研究開発政策に関する情報は、インターネット探索だけで明確なコンセプトが入手でき、さらに、Implementation Plan のように、HPCC 関連の研究開発内容、テーマ毎の参加省庁名、予算の配分などが親切に記述されている文書が公開されており、上述のような危惧が生まれる余地を未然になくしている。

わが国においても、インターネットによる省庁の情報開示は、最近とみに著しいが、米国のように納税者への説明責任を前提とし、全体像とその根拠となる基礎データをわかりやすく提供しようという意欲は、結果として伝わってこない。

ハイエンドコンピューティング研究開発推進には、国民合意形成が最重要であることは言うまでもなく、それを達成するためには、政府から各研究機関に至る全ての階層で、より進んだ情報公開の努力が必要不可欠なものとする。

5.5 知的情報システム技術研究開発の動向

(1) はじめに

インターネットが広く注目されはじめてから数年が経過し、インターネットやそれを利用するためのパーソナルコンピュータが普及するとともに、インターネットを利用した情報提供や新しいサービスの提供が行われるようになってきた。これにともない、従来、コンピュータとは縁のなかった人々が新しい利用者層を形成しつつあり、今後、現在開発が進められている電子図書館、電子商取引などの普及とともに、情報サービスの内容も大きな広がりを見せるものと予想される。21 世紀に向けて、情報技術が社会に大きなインパクトを与えるようになることは間違いないと思われる。

しかしながら、このように人々を取り巻く情報環境が豊かさを増すと同時に複雑にもなり、その結果、利用者はその情報環境の全容を理解することが困難になってきている。さらに、望む情報を得るためのコンピュータの操作も、実際には宣伝文句ほど容易ではなく、ますます複雑になっていき、習得が難しくなっているという状況も一方では生じている。

このように、情報技術を取り巻く状況は大きく変わってきており、新たなニーズに応え、課題を解決するために、従来の情報処理の理論や技術を超えた技術革新が求められている。

インターネットに代表される開放型のコンピュータネットワークがさらに発展し、携帯型や組込み型を含むさまざまなコンピュータがネットワークで接続されるようになると、そのネットワークが通信を行う場としてだけでなく、それらのコンピュータが保持しているデータ群を巨大なデータベースとして捉えることができる。課題は、現実世界との関わりの中でネットワークから情報をうまく取り出したり、その情報を利用してコミュニケーションを効率化し、共同作業を円滑に進めるための新技術を開発し、種種の社会システムを知的に支援するソフトウェアを構築することである。

本節では、計算機とネットワークを通じた情報利用の知的技術、および、使いやすさや使い心地のよさを重視した知的なユーザインタフェース技術を中心に、日米の研究開発動向について概説する。

(2) 米国の研究開発動向

米国では、HPCC (High Performance Computing and Communications) 計画の後継プロジェクトである CIC (Computing, Information, and Communications) 研究開発計画の中の Human Centered Systems 分野で、計算機システムと通信ネットワーク

のアクセスしやすさ、使いやすさの向上を目指したテーマが大規模に取り上げられている。この計画では、医療、教育、環境などさまざまな社会システムの分野に適用できる効率的で使いやすい情報環境の構築を目標とし、基礎研究からシステム開発まで幅広く行っている。

また、米国政府は、現在のインターネットの発展は2～30年前に行われた政府の投資の結果であると認識しており、更なる進歩のために、今後もこの分野への投資を継続していく考えである。そこで、HPCC計画、CIC研究開発計画と続いた情報技術研究開発をさらに強力に推進するために、1999年2月、21世紀情報技術戦略IT²(Information Technology for the Twenty First Century)を発表した。

(a) CIC研究開発計画 Human Centered Systems (HuCS)分野

CIC研究開発計画は、米国における計算機技術、情報技術、通信技術の研究開発を推進し、豊かな市民生活と米国経済の競争力を維持することを目標としている。

CIC研究開発計画の5つの分野のうち、Human Centered Systems (HuCS)分野は、これまでCIC研究開発計画予算の1/4程度が投資されてきた。HuCSの目標は、計算機システムと通信ネットワークのアクセスしやすさ、使いやすさの向上をもたらすことである。この目標は、大統領のイニシアティブ Universal Access to Information (だれでも容易に情報にアクセス可能にすること) に合致するものであり、米国が強力に研究開発を推進する分野のひとつになっている。研究対象として、共同研究室、知識リポジトリ、情報エージェント、マルチモーダル対話システム、仮想現実環境、デジタルライブラリなどがある。以下では、CIC研究開発計画の1999年度のBlue Bookに基づいて、デジタル・ライブラリ・プロジェクト・フェーズ2と人間可視化プロジェクトについて述べる。

デジタル・ライブラリ・プロジェクト・フェーズ2

1998年に終了したデジタル・ライブラリ・プロジェクトに引き続いて開始された4年間のプロジェクトである。助成機関も、これまでの全米科学基金(NSF)、米国航空宇宙局(NASA)、国防高等研究計画局(DARPA)のほか、国立医学図書館(NLM)、議会図書館(LoC)、国立人文基金(NEH)が加わり、助成金も増額される。

この計画の目標は、ネットワークで接続され地球全体に分散した情報資源を有効に利用できるようにし、革新的アプリケーションの開発を促すことによって、基礎研究における米国の指導的地位を確立することにある。

デジタルライブラリは、知的社会基盤として利用されるため、各分野における次世代の実用システムを創出するために各分野同士の連携を促進する効果を持つ。計画では特に、情報技術と各分野のニーズのすりあわせ、およびマルチメディアデータのような新しいタイプのコンテンツ、コレクションに重点がおかれ、テストベッドの構築により、

情報の生成、アクセス、利用から、蓄積、保存に至る全ライフサイクルを対象とした研究開発を行う。

人間可視化プロジェクト (Visible Human Project)

人間の解剖学上の構造をデジタルイメージで蓄積するライブラリの構築を行うものである。1999年度は評価のフェーズに入っており、55ギガバイトにおよぶデジタル画像ライブラリの構築と評価を行う。このライブラリをアプリケーションと組み合わせることにより、教育ツールや手術の訓練ツール、あるいは、手術や治療の計画作成支援ツールにもなる。

(b) 21世紀情報技術戦略 IT² (Information Technology for the Twenty First Century)

HPCC計画、CIC研究開発計画、NGI計画など情報通信分野での過去、現在の計画を土台に、長期的な基礎研究への大幅な支援を打ち出したものである。

研究開発項目は、計算機システムや情報システムを使いやすくし、信頼性、生産性を高める方法に関する重要な研究課題として、ソフトウェア、ヒューマン・コンピュータ・インタラクションと情報管理、スケーラブル情報インフラストラクチャ、ハイエンドコンピューティングが挙げられている。このうち、ソフトウェア、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション、スケーラブル情報インフラストラクチャについて簡単に説明する。

ソフトウェア

高信頼で保守しやすいソフトウェアを開発するためのソフトウェア工学、エンドユーザプログラミングや部品ベースソフトウェア開発などの技術、自分自身を必要に応じて更新したり、必要な機能をダウンロードすることのできるアクティブソフトウェア、知的エージェントのような自律的ソフトウェアなどが重要な項目として挙げられている。

ヒューマン・コンピュータ・インタラクションと情報管理

計算機を使いやすくするために、話し、聞き、人間の言葉を理解するコンピュータが挙げられている。

スケーラブル情報インフラストラクチャ

将来のインターネットは、単なるコンピュータネットワークからデバイスのネットワークに発展すると予測されている。このため、何兆ものノードが接続されることになり、デバイスのいくつかは高速無線ネットワークで接続される。コンピュータのほかにセンサ、測位システム、その他実世界に関わるさまざまなデバイスが接続され、これらが日常利用するものの中に組み込まれる。これによって、いつでもどこでもネットワークを

通じた情報利用が可能な環境が提供される。

(3) 知的情報システム技術研究開発の新しい展開

本項では、先端情報技術研究所の「人間主体の知的情報技術調査ワーキンググループ」(奥乃博主査)での議論に基づき、日本における知的情報システム技術のいくつかとその将来像について述べる。

社会の高度情報化により、われわれのまわりの情報環境は大きく変化しようとしている。たとえば、電子商取引の実用化により、ソフトウェアの利用や情報のアクセスに対して対価を支払う情報取り引きが進展するであろう。このことは、人々の情報アクセス行動に大きな変化をもたらすことになる。情報化はまた、身の回りに情報をあふれさせることにもなっており、効率よく必要な情報を得ることが重要になってきている。

また、社会のさまざまなところに計算機が利用されるようになってきており、多くの人にとって計算機が身近になるにつれ、計算機の専門家以外の人々も計算機を操作する機会が増えてきている。このことは、誰でもが容易に使える計算機への要求につながる。

このように、効率的な情報へのアクセス、利用、および、使いやすいユーザインタフェースに対するニーズは増加してきており、また、それに応えることが現在の知的情報システム技術の大きなテーマのひとつになっている。

(a) 知的情報システム技術の課題

計算機の能力を人間に近づけ、計算機に人間の代行をさせるという考え方から、計算機によって人間の知的能力をいかに支援し、強化するかという考え方に変わってきた。このように、人間の支援という観点から、情報利用と使いやすさを提供する知的情報システム技術の課題を以下に挙げる。

- ・ 見えないコンピュータ (invisible computer) と見えない支援 (invisible support) 使いやすい道具は、利用者がその道具そのものよりも道具の持つ機能に着目できるようになっている。しかし、現在のコンピュータは、コンピュータが自己主張しており、操作法が前面に出て、機能は分かりにくくなっている。これからのコンピュータは、機能すなわちそれによって可能になる人間の知的活動を支援することを前面に出し、コンピュータそのものはノートや文房具などのように身の回りにさりげなく存在するものになるべきである。

見えない支援とは、人間の日常の生活において、支援を受けるために実世界での普通の生活を中断することなく、その時、その場で、状況に応じて必要な支援を受けられるものである。現在、コンピュータによる支援を受けるためには、人間

が端末の前に来てサイバースペースの中に入る必要がある。それが逆に計算機が実世界の情報を取り込んで、それに応じた支援を行うのが見えない支援である。必要となる要素技術は人間の振る舞いのセンスや状況認識などがある。

自然なインタフェースと気の利いたインタフェース

自然なインタフェースとは、人間がその道具に対して持っているメンタルモデルに照らし合わせて自然な操作であるものである。たとえば、コンピュータ端末を薄く紙のようにし、ペンで入力するというのは、日常使っている紙と鉛筆のモデルになるため、わかりやすいインタフェースとなる。

気の利いたインタフェースとは、利用者の振る舞いをセンスし、利用者の意図を抽出し、状況に応じて応答を変えたり、次の操作を提案するなどを行うものである。利用者の意図の把握には、過去、その利用者の振る舞いのデータからその人の好みを学習したり、次の操作を予測したりすることが必要となる。このように個人に環境を適合させることをパーソナライズ（個人適応化）と呼んでいる。エージェント技術、学習による利用者の意図の把握、状況認識、予測によるインタラクションの最小化が重要な研究課題として挙げられる。

・ 実世界と情報世界の結合

実世界と情報世界を統合的に扱い、人間の日常を支援する枠組みである。実世界の状況を把握して、適切な場所でタイムリーに情報提示を行うことで、ユーザに高度な情報サービスを提供できる。実世界の状況認識とユーザに関する知識によりコンテキストを共有し、インタラクションを大きく改善。

・ 情報インフラストラクチャ、共通データベース整備

実際に役に立つ情報を提供するためには、情報提供者が別個のデータベースを作成するよりも、複数の情報資源間の相互運用性を考慮して、共通データベース整備が望ましい。また、さまざまな種類のデータが存在するネットワーク上の情報資源の検索、利用のために目的に応じたメタデータ、オントロジーが必要となる。また、情報を利用するためにソフトウェアツールの蓄積とオープン化が情報技術の進展のために必要である。

(b) 共生型生活圏（生活圏の情報化）

国として研究開発を推進していくフラグシップとして、共生型生活圏を挙げる。共生型生活圏とは、ひとりひとりの人間が情報技術の支援を日常生活のなかで目にみえない形で受けながら、地球環境を守りつつ高水準の市民生活を送れるようにするための社会

的な基盤である。情報システムは、大型汎用計算機からパーソナルコンピュータ、そして、モバイル、ウェアラブルコンピュータと発展してきた。これまでのパラダイムは、「いつでも、どこでも、誰とでも」に向かって発展してきた。21世紀初頭のパラダイムは、見えない支援であり、「今、ここで、これと、その場限りの」ちょっとした支援である。その実現のためには、あらゆるものにセンサとメモリを付加、生活圏のそこかしこにメモリとセンサ情報を読み出すモニタを配備し、知的情報システム技術によりさまざまな情報サービスを提供することが提案されている。

(4) おわりに

本調査では、日本における研究開発のフラグシップとして、共生型生活圏を挙げた。キーワードは見えない支援であり、研究開発テーマとしてユーザインタフェース、実世界と情報世界の融合、状況認識をはじめとしていろいろなテーマが含まれる。また、情報サービスを提供するために必要な社会基盤としてのデータベースの蓄積も重要である。データベースには、情報サービスを提供するための基盤としての意味合いと、情報システム技術研究開発で取り扱う対象としての意味合いがある。

ユーザインタフェースの評価は、数値だけで単純に表せるものではなく、ある程度の数の利用者に実際に使ってこそはじめて実証できる。ユーザインタフェースの研究開発では、試作機の開発だけで終わらずに、さらに国の資金でこのような先端的ユーザ端末をまとめた数開発、実験し、次につなげていくことが重要である。

米国が HPCC 計画、CIC 研究開発計画において、ミッション志向の研究開発を大規模に行い、成功した。さらにその土台の上に IT²が発表され、再び基礎研究に力を入れようとしている。

日本においても応用指向の研究が叫ばれている。応用指向の研究といえば、道具としての色合いが濃くなるが、情報処理技術を単なる道具として捉えるのではなく、より豊かな人間生活のための新しい学問領域として位置づけ、既存の学会、産業、官庁の組織を超えた「計算学」という新しい枠組みを創設していくことが重要である。

付属資料 1

米国の研究開発プロジェクトにおける知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景

本付属資料は、米国の調査会社 MUSE 社に調査委託して取りまとめた調査資料
米国の政府支援研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱いの変遷の歴史とその背景 平成 11 年 3 月 先端情報技術研究所 の日本語版エグゼグティブサマリーである。

目 次

はじめに	付 1-1
第 1 章 米国における知的財産権の枠組み	付 1-2
第 2 章 政府支援研究開発プロジェクトにおけるソフトウェアの知的財産権： その現状とこれまでの経緯	付 1-8
第 3 章 政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトの産業界への貢献	付 1-16
第 4 章 現在米国で進行しつつある議論とその重要性	付 1-22
第 5 章 8 つの問題点への回答	付 1-29
第 6 章 日本が学ぶべきこと	付 1-35

はじめに

本資料は、以下の構成となっている。

まず第1章では米国の知的財産権のシステム全体についてごく簡単に概観し、第2章では、政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクト下の知的財産権の取り扱いについて、米国での現状とそこに至る歴史的経緯や思想を分析する。第3章では、政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトが米国のソフトウェア産業にもたらしているポジティブな影響について説明する。第4章では、現在米国で急速に議論が進行しつつある「ソフトウェア特許（著作権ではなく）の功罪」や「オープンソースというソフトウェア開発方式が知的財産権システムに投げかける問題点」について、米国での最新動向の分析をもとに言及している。次に第5章では、事前に提起されたいくつかの問題意識に対し、これまでの議論をベースに個別に回答を与える構成となっている。最終章では、結論として、第2、3章での議論と米国での新たな動向（第4章）に基づいて、日本の政府支援ソフトウェアプロジェクトにおける知的所有権戦略の方向性を示唆する。

特に、本プロジェクトの結果明らかになったことは、米国での政府支援ソフトウェア研究開発に関しては、その過去の経緯と現状から学べることに共に（もしくはそれ以上に）、新たに米国で沸き起こっている議論（ソフトウェアへの知的財産権設定の是非とオープンソースムーブメント）が将来の政府支援プロに与える影響が多大であって、その分析が日本にとって大変に重要な示唆を与えてくれる、ということである。

第1章 米国における知的財産権の枠組み

1.1 米国における知的財産権法制

「知的財産権」とは、人間の思考の産物として考案された内容やその表現に対し、一定の条件の下で付与される所有権を意味する。その条件を定め、権利を付与する一群の法律と、その権利を保護する司法機能が総体として知的財産権法制の根幹を成している。

知的財産権に関する法律は、パテント（特許）、トレードマーク（登録商標）、コピーライト（著作権）に関する法律群からなっている。トレードシークレット（企業機密）に対する法的保護を含めて考えることもある。アメリカ合衆国憲法（1787年制定、1789年発効）において、既に発明者や著作者の権利保護をうたっており^{注1}、パテントやコピーライトが Constitutional right であるといわれる所以（ゆえん）である。本節では、第2章以降の議論の基礎知識として必要な限りにおいて、米国における各々の知的財産権の概念をごく簡単に概観する。（トレードマークは大変重要な概念であるが、本プロジェクトのメインイシューには直接関係しないので触れない）。

パテント（特許）とは、発明者と連邦政府間の一種の契約である。Patent Act（合衆国憲法発効の翌年、1790年に成立）の下で、特許保有者はその発明を公開する代償として、それを他者に使用させる条件を自由に設定する排他的権利を一定期間政府によって保証され、ライセンシングによって金銭的報酬（Royalty 等）を受け取ることが可能となる。特許は譲渡することもできる。特許侵害に対しては、特許保有者は司法的手段に訴えることにより保護される（損害賠償請求、特許料支払い請求、及び侵害行為の差し止め請求等）。しかしながら特許保有者は侵害事実の証明に困難を伴うことも多く、その費用が多額に上ることも事実である。

パテントは大きく2つに分類され、発明の実用性・有用性に関する utility patents、外観・意匠に関する design patents がある。米国では、コンピュータソフトウェアに特許を認めるべきかどうかについて議論が活発になっており、それは最近の動向として第4章で分析される。

^{注1} 合衆国憲法における知的財産権の保護は Article I, Section. 8. に列挙された合衆国議会の権能の一として明記されている。「The Congress shall have Power ... To promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries; ...」

特許が成立するための条件は、novelty（新規性、米国は先発明主義）、utility（実用性、現実的有用性）、そして nonobviousness（自明でないこと、既存の発明の焼き直しではないこと、当該分野で同等のスキルを有する者によっても容易に同じ物が作り上げられないこと）である。これら3条件のひとつでも満たされない場合、その「発明」に特許が与えられることはない。

パテントを得るには USPTO（U.S. Patent and Trademark Office）への申請が必要であり、特許が首尾よく交付された場合、発明が保護されるのは、1995年6月8日以降に申請されたパテントの場合、申請日から20年間（申請から特許交付までの審査期間はその長さに関わらず、20年に含まれる）、それよりも前の申請分は、申請日から20年間または特許公布日から17年間のいずれか長いほうが適用される。

コピーライト（著作権）とは、original works of authorship（原作者によるオリジナルな表現・作品）を保護する権利である。1909年制定の連邦法（Title 17 of the U.S. Code。1976年に技術の発展に合わせ、期間設定方法等を含み大改正。）により定められている。一般に文章、図案、芸術作品等を対象とし、コンピューターソフトウェアもその大半がこの権利の下に保護される、とするケースが多い（第2章にて詳述）。原作者はその作品の複製、原作に基づく派生的作品の作成、作品の配布（有料無料を問わない）、公共の場での掲示や公演を行なう排他的権利を保証され、これらの権利を他人に認める条件を自由に設定する権利も与えられる。コピーライトは譲渡も可能である。他者がこれらの権利を侵害して無断で複製・配布等を行なった場合、著作権者は司法的手段に訴えることにより保護される。

コピーライトは、特許と異なり、utility や nonobviousness といった条件を満たす必要はなく、原作者によって創造されたオリジナルであることだけで成立する。

コピーライトそのものは当局に申請の必要はなく、その作品の創造が開始され、有形の（tangible）媒体にその一部が固定的に記録された時点で自動的に発生する。しかし、その侵害に対し訴訟等の司法的手段に訴える場合は、事前に Library of Congress の Patent Office に登録が必要となる。登録はコピーライト有効期間中であればいつでもできる。コピーライトの有効期間は、1978年1月1日以降の作品に関し、著作者の存命期間プラス50年である。著作物が「Work for hire」（契約によって委託されたり、雇用主の下で創造された場合）は公開の日から75年、もしくは著作完成の日から100年間のいずれか短いほうが適用される。（1978年以前の作品については公開や登録の状況に応じ期間延長等のルールが定められているがここでは詳しく触れない。しかし、いずれにしても最長75年が基本である。）

コピーライトの根拠となる連邦法 Title 17 は、コピーライトとパテントの対象について明確な差別化を試みている。すなわち、コピーライトは、その表現の形態を問わず「any idea, procedure, process, system, method of operation, concept principle, or discovery」には一切及ばない、としている（102 条、b 項）。

トレードシークレット (Trade secret) は、特に商業目的の知的財産を保護するためのもうひとつの手段である。連邦レベルの実定法は存在せず慣習法（判例法）である。州によっては法律を整備しているが、その内容は微妙に異なる。この概念が米国において定着したのは 1868 年の Peabody vs. Norfolk 判決によってであった（マサチューセッツ州）。この判決以降、企業が保有する商業目的の情報、製品、技術やプロセスに関し、特許化が可能かどうかに関わらず、また特許によらなくとも（すなわち公開しなくとも）法的保護が与えられることとなった。たとえばある企業の元従業員が次の雇用者の下で、前の企業で知り得た機密を利用して発明を行なうことや、ライセンス供与を受けた側が無断で第三者へ開示をすることは信義に反するとされ、禁じられる。

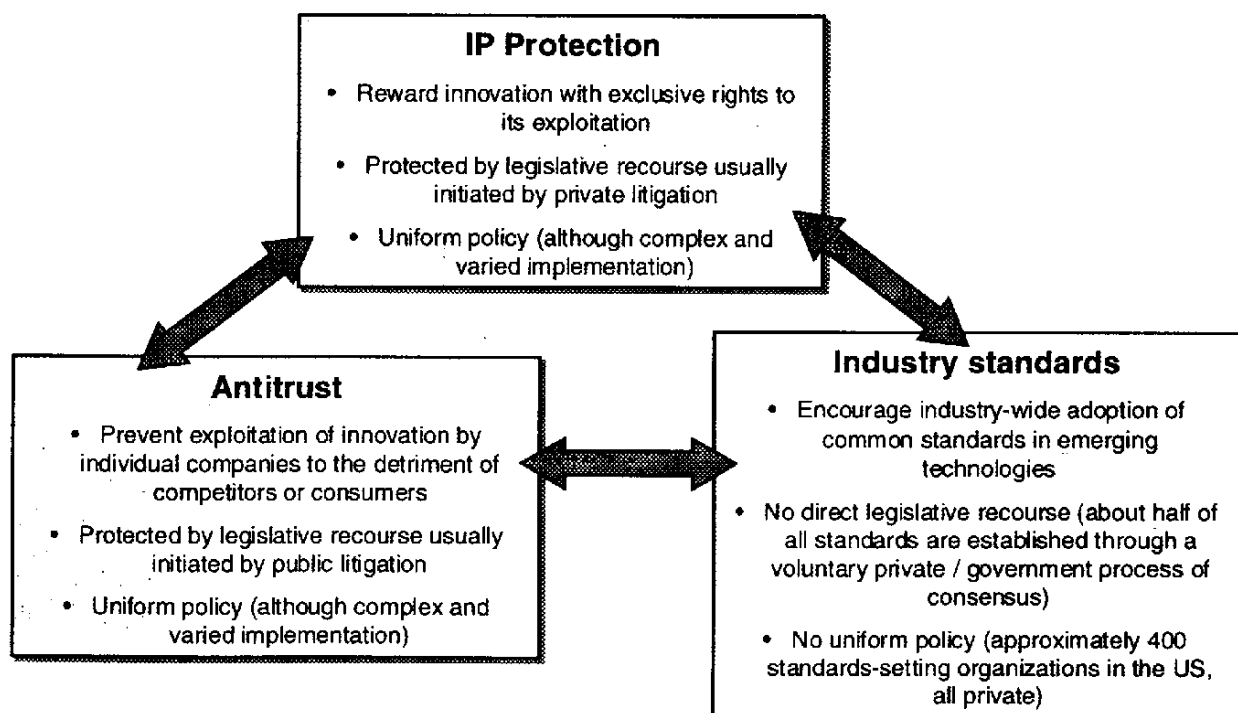
特許による公開によってその知的財産が競争資源としての優位を失なうことを恐れ、多くの企業はトレードシークレットとしてその知的財産を保有している。製法、化合物の比率、処方等種々の知的財産がトレードシークレットとして保有されている。コカコーラの成分とその調合比率は有名な例である。コンピュータソフトウェアも例外ではなく、企業内で開発されたその多くがトレードシークレットとして保有されている。こうしたクロードな考え方の対極に位置するのが現在急速に注目を集めている「オープンソース」という開発方式であり、この方式が知的財産権に投げかける問題点は第 4 章で分析される。

上記 3 種の知的財産権（パテント、コピーライト、トレードシークレット）を比較した場合、最も強い保護を保証するのがパテントである。パテントにおいては、たとえ他者が全く独立して同様の発明を行なった場合（つまり偶然同じ内容）でも、それが既に存在するパテントに抵触する限り、その原パテント保有者の権利が保護される。一方コピーライトにおいては、第三者が全く独立して同じような表現（作品等）に至った場合は原作者のコピーライトの侵害とはみなされず、その第三者にもコピーライトが認められる。トレードシークレットにおいても、他社が公共的に利用可能な情報から同様の技術を生み出した場合等、原作成者の権利は保護されない。

1.2 知的財産権保護、Antitrust Law（独占禁止法）、 および業界標準の三つ巴の関係

知的財産権は、その保有者に対し、知的財産を独占的排他的に利用する権利を認めることであるから、当然独占禁止法との兼ね合いが問題となる。独占禁止法は、一社（または共謀した複数社）が独占的にその競争資源を利用して、消費者や市場における他の競争者の不利益の上に利潤を上げることがを禁止しているからである。一方、コンピュータ・通信等のハイテク分野においては、いかに業界標準（De facto standard）を確立するかが、その産業分野（事業機会）の勃興・成長に大きなインパクトを持っているため、各技術（商品）分野ごとに、その中での標準確立を容認、推進するインセンティブがある。その一方で、1社が業界標準に関連する特許を独占的に保有する場合、他の市場参加者はその負担（burden）を高額のロイヤルティーの支払いや独占力による制限的取引という形で負担せねばならないかもしれず、公平な競争が阻害される懸念がある。そういった独占的な形で業界の事実上の標準が定まってしまう場合、当然ながら独禁法に抵触する懸念が生じる。（図表1）

図表1 知的財産権保護、独禁法、業界標準の三つ巴の関係



米国の独禁法である Sherman Antitrust Act (1890 年) は、その Section 1 で、取引 (trade) を制限するための共謀・協同行為を禁じており、その Section 2 で独占やそのための謀議を禁じている。また、著しく競争を阻害する効果を持つか、独占を意図すると考えられる取引行為 (販売、リース、価格政策等において) は同じく Clayton Act (1914 年) の Section 3 で違法とされている。合法的に知的財産の独占的利用権を認められたパテント保有者にはこれらの規定は原則適用されないと解釈されるが、その線引きは大変微妙である。

例えば、パテント保有者は排他的ライセンスを行ない得るが、他の多くの競合企業がそのライセンスの枠から除外され、競争が著しく阻害される場合、Sherman Act に抵触すると考えられる場合がある。また、業界標準に関連して述べたように、一社が一群の関連パテントを独占の形成を意図して集中的に保有している場合も、Sherman Act に抵触する可能性がある。さらに、パテント保有者がそのライセンスを行なう際に、パテント化されていない自社のサービスや製品を抱き合わせで購入することをライセンス供与の条件とするような場合は、パテントによって保護される権利を逸脱しているとみなされ、Patent Act ならびに Clayton Act 違反に問われる可能性がある。

1.3 米国における知的財産権保護を支える理念

以上、米国の知的財産権保護のシステムを概観してきた。米国は、国家の基本原則を示す憲法において、「科学ならびに有用な技術・芸術の振興を目的として、発明者や著作者の知的財産に対し排他的権利を一定期間保証する」旨を明言し、法制の整備を進めてきている。自国民が創造力を大いに発揮し、その成果として個人や私企業が経済的利益を受けるというインセンティブを認める考え方を建国当初から推し進めてきている。

現在米国では、知的財産権の設定自体が自由競争と自由市場原理を阻害するかどうかについて賛否両論が存在する状況である (第 4 章参照)。しかしながら、少なくとも言えることは、米国政府がこれまで、自由市場原理 (個々の市場参加者が供給量、価格、購買に関し自己の意思に基づいて自由に決定できる) が基本的に国家経済の成長に不可欠であり、知的財産に所有権を設定し、市場取引によって経済的利益を生み出すことは国民の富の増大、国家の経済的利益・産業の国際競争力という観点から原則的に望ましい、と考えてきたことである。

1.4 本プロジェクトの焦点

知的財産権設定の対象、権利保護の内容・条件は以上見てきたように多岐にわたる。本プロジェクトでは、特に情報技術産業で最も重要な知的資産であるソフトウェアに焦点を絞る。さらに、現在米国で、ソフトウェアの патент 化（コピーライトでなく）がソフトウェア産業にもたらす功罪をめぐって議論が活発になっている状況に鑑み、ソフトウェアに関する知的財産権をコピーライトのみに限定せず、パテントやトレードシークレットのもたらす役割をもにらみつつ論を進めることにする。

以上の視点に立って、次章では、まずソフトウェアの知的財産としての特殊性とその保護の手段を分析した後、「政府が支援するソフトウェア開発プロジェクト」において、ソフトウェアが知的資産としてどのような理念の下で、どのように権利の設定がなされ、何が保護されているのか（何を保護しようとしているのか）、という点を明らかにする。

第2章 政府支援研究開発プロジェクトにおける ソフトウェアの知的財産権：その現状とこれまでの経緯

2.1 知的財産 (Intellectual Property) としてのソフトウェア

一般にソフトウェアを構成する3つの要素は、ソースコード、オブジェクトコード、そして関連文書 (documentation) である。ソースコードは、プログラマーによって書かれたプログラムそのもののことであり、通常高度なプログラミング言語で書かれている。ソフトウェアの機能や構成、実際のアルゴリズムが人間の目で見えて分かる状態となっている。すなわち、ソフトウェアを人間が書き換えようとするためには、ソースコードが必要となる。オブジェクトコードは、通常コンピュータで実行可能なマシン語による表現となっており、人間が見てそのソフトウェアのプロセスやアルゴリズムを理解することはできない。関連文書 (documentation)は、ソフトウェアを走らせる上での手順や機能の説明、注意書きなどからなっており、プログラムの機密に関わる内容を少なからず表現している場合がある。

ソフトウェアはハードウェアには無い、特殊な性質を持っている。まず、その製品化に関するコストは、ほとんどすべてが開発費であり、製造業で言うところの生産、複製、物流のコストは非常に小さい。これらのコストが極端に低いため、極めて複製が容易であり、自動車や航空機産業に存在する知的財産権侵害への物理的障壁が大変低い。

2.2 知的財産としてのソフトウェアを保護する手段

上記のような限界があるにもかかわらず、現実にはソフトウェアはコピーライトにより保護される事例が大多数を占める (次ページ図表2)。すなわち、産業界の現実の要請としてはコピーライトによる保護で十分であるように見受けられる。しかしながら、法理論的に見れば、第1章で概括した3つの知的財産保護メカニズム (パテント、コピーライト、トレードシークレット) のすべてが適用可能であり、現実においても、パテント化されるソフトウェアは増加傾向を示している。また現在米国では、ソフトウェアのパテント化がもたらすソフトウェア産業へのインパクトについて議論が活発になっている (詳細は第4章)。

まずコピーライトの対象としては、ソフトウェアは文字により表現された作品、すなわち著作物として取り扱われ、すべて保護の対象となり得る。Copyright Office は、1964年

よりソースコードをコピーライト化可能な作品として登録を受け付け始め、米国議会は1980年、マシン語表記によるオブジェクトコードも Copyright Act に対象として追加した。

また、コピーライトはアイデアの「表現」に対する保護であり、アイデアやコンセプトそのものはその対象ではない。例えば、他者がリバースエンジニアリングによって、あるソフトウェアの競争力の源泉となるような斬新なコンセプトを探り当てたとしても、そのコンセプトそのものは保護の対象外であるから、著作権者は他者の行為に法的措置をとることはできない。また、同様の考え方から、あるソフトウェアと全く同じ働きをする他のソフトウェアが書かれたとしても、それが異なるコードで書かれている限り、最初のソフトウェアのコピーライトを侵害したことにはならない。熟練したプログラマーであれば、ソースコードと実際に作動する機能を見るだけで、「同じ働き、同等の価値」を持つプログラムを、コピーライトを侵害しない程度に異なるコードで書くことを容易に行ない得る。

総じてコピーライトの限界として、権利保護が及ばない5つの例外ケース (fair use, first sale, private use, independent creation) と、コピーライトが直接の著作者に発生しない雇用による作品のケース (work for hire) がある (次ページ囲み)。

図表2： 知的財産権保護の手段に関する調査結果

Type of software function	Copyright	Patent	Both	Neither	Respondents
Source code	88%	2%	3%	8%	318
Object code	85%	2%	3%	27%	293
Pseudocode	37%	1%	1%	61%	278
Module design	18%	9%	1%	72%	269
Algorithms	9%	12%	1%	79%	303
User interface commands	6%	1%	0%	92%	294
Icons	43%	1%	1%	56%	307
User interface layout	19%	1%	1%	79%	302
User interface sequences	9%	9%	0%	90%	295
Look and feel	5%	0%	0%	94%	312
User interface functionality	5%	4%	0%	91%	300
Computer images	81%	1%	0%	18%	316
(Weighted) Averages	33%	4%	1%	63%	

Source: Siggraph, from 'The Impact of Intellectual Property Rights on US Competitive Infrastructure', NCMS 1994

パテントに関しては、元来ソフトウェアはパテント化ができないと考えられていた。すなわち 1964 年に USPTO は、ソフトウェアは「思索による創造の域にある (creations in the area of thought)」として、申請不可の判断を下した。しかし 1968 年、USPTO はソフトウェアとハードウェア（装置）が統合された状態（ソフトがハードに組み込まれた状態）であればパテント化可能であるとした。さらに、1981 年の最高裁判決で、ソフトウェアそのものが、データ処理を行なう「装置」として認知され、それが特許の 3 条件 (novelty, utility, nonobviousness) を満たす限りパテント化可能、とされた。1989 年、USPTO は「コンピュータコードとアルゴリズムによって実行される物理的プロセス」はパテント化可能である、という見解を出した。

＜ソフトウェアのコピーライトの限界、例外事項＞

- A. Fair use: 他者による部分的複製の目的が公共の目的に合致する場合（教育や研究）、バックアップコピーを作る場合には、コピーライトは適用されない。
- B. First sale: 合法的に複製を有しているものは、それを再度販売したり、処分できる。
- C. Private use: 家庭内における私的利用に限っては複製が認められ、コピーライトを侵害したことにならない。
- D. Independent creation: 全く同じプログラムがそれぞれ独立に作られた場合、双方にコピーライトは発生し、かつ互いのプログラムは他方のコピーライトを侵害したとみなされない。
- E. Work for hire: ソフトウェアの開発が雇用主の下で行なわれたり、委託契約によって行なわれた場合、最終的にコピーライトは雇用主または契約元（契約に明記されている限りにおいて）に帰属し、直接の著作権者はコピーライトを主張できない。

以上見てきたように、法理論上、ソフトウェアはコピーライトとパテントの双方で保護される資格がある、ということになる。この特殊な性質がもたらす法的複雑性を評して、MIT の Dr. Davis は以下のように述べている。

“Programs are not only text, they also behave; software is a machine whose medium of construction happens to be text. Creating programs is as a result simultaneously a work of authorship and a work of invention. In crossing that allegedly unbridgeable barrier software creates significant conceptual difficulties, conflicting as it does with assumptions that have long been part of the legal system”

(Randall Davis. 1991. *Intellectual Property and Software*, MIT)

ソフトウェアは、トレードシークレットとしても法的保護が可能である。競争優位をもたらす知的財産として、企業内に機密として保有されている限りにおいて、慣習法もしくは州法のレベルで保護される。知的財産としてソフトウェアをライセンス供与する場合、現実的に最も有効な知的財産の保護（市場における陳腐化の阻止）は、ソースコードを相手に開示しないことである、というのがいまだ多くの企業の本音であり、ライセンス契約は多くの場合、ソフトウェアの「使用」権を認めるのみで、「修正・改変」を認めないことが多い（それを認めるということはソースコードを開示することになるため）。

2.3 政府支援のプロジェクトにおけるソフトウェアの知的財産権の取り扱い

2.3.1 米国政府最高レベル（大統領）の政策理念

「政府の助成金や調達契約に基づいて作成されたソフトウェア、工学図面、ならびに技術データに関しては、その諸権利を委託先の民間主体（contractors）に保有させるよう、連邦調達局の統一的政策として、各省庁の長は十分に認識、互いに協力されたい。」これは、1986年、レーガンによって出された大統領令第12591号からの抜粋である。しかしながら、この大統領令を以ってただちに、米国は政府が支援するソフト開発で、諸権利をすべて民間のContractorsに与えている、と判断するのは早計であって、現実には省庁間の食い違いや議会を巻き込んだ軋轢が相当にあり、政府の政策理念を浸透させるためにレーガン政権は同様の趣旨の指令や声明を83、86、87年と繰り返し出すことになった、というのが正確な理解である。

この辺りの事情については、昨年プロジェクト「米国国立研究所に見るGOCOマネジメントシステム」の中で、米国政府の知的所有権政策について言及しており、その中で説明されている（昨年度報告書 付3-16～付3-19）。要約すれば、「政府最高レベルの方針では、民間Contractorsにパテントを保有させ（Title in Partner Policy）、民間の手で、市場原理にのっとった商業化を推進させようとしている。現実には、DOE（Department of Energy）が、民間のContractorsにPatentを保有させることに執拗に抵抗を示しているものの、全体の方向性としては、CRADAやGOCOの民間主体に対し、非営利の大学や研究所、中小規模企業、そして大企業へと徐々に対象を拡大しながら知的財産権（パテント）を認めてきている」、ということになる。

もっとも政府調達の分野では、現在の財政均衡政策の下、米国政府は「COTS（Commercial Off The Shelf）」製品、すなわち、ソフトウェアの調達において特注品でなく、既に開発済みの市販製品を購入する方針を強めており、必然的に、政府調達を通じて新しい知的財

産権が生じる機会も減っている。

総じて、民間 Contractors へソフトウェアの知的財産権を与えていくという政策は、政府がソフトウェア産業の振興を直接的に後押しする、という意図ではなく、あくまで民間の自助努力に任せ、政府はその邪魔をしない、というスタンスである。同じく昨年プロジェクト「米国政府の政府調達にみる中小規模企業支援制度」の結論部分でも触れたように（エグゼクティブサマリー P 26）、米国政府の民間企業に対するスタンスは政策分野を越えて終始一貫している。すなわち、たとえ民間支援策といわれるものであっても、それは『救済』ではなく、『競争』の『機会保証』である。競争力の無い企業は退けられ、消滅する、という『市場原理』への根本的信頼と是認が、米国政府の根本にある。（「」内は引用。）

政府のソフトウェア産業に対する「Hands-off（直接介入しない）」ポリシーは、次のような発言にも現れている。

"The US government does not have much of a policy of promoting the software industry, or intellectual property in general"

John Overton, past Chairman of ABA (American Bar Association) Committee 308
'Government Relations to Copyright'

2.3.2 米国政府自身の手で開発されたソフトウェアの取り扱い

米国政府は、自身の支出で作成した知的財産に対し、コピーライトを主張することはできず、それらはすべて Public Domain（公共の場）にあると解釈されている。（作成者が、そのソフトウェアは Public domain にあると認めた瞬間に、いかなる知的財産権も主張することはできなくなる。）Public domain にある政府の手によるソフトウェアは、General Service Administration が設けている Federal Software Exchange Center で、自由に市民・企業が手に入れることができる。

換言すれば、政府がかかわるソフトウェア開発において、政府がそのソフトの排他的利用権を留保することは望ましくない、という認識である。合衆国憲法に定められる通り、連邦政府は国民の公共利益のために存在するのであり、政府自身が企業のように経済的利益への関心を持つことは、避けるべきであり、排他的権利を保有するのはそのソフトウェアが国家安全保障に関与し、公開が著しく国益を損なう場合に限定されるべきだ、と考えられている。

2.3.3 米国政府が保有できるソフトウェアに関する権利

政府の支出によって開発されたり調達されたソフトウェアに対し、政府自身が保有できる権利は3つである（Unlimited rights、Restricted rights、Government purpose license rights）。

- ・ Unlimited rights の下では、政府支出によって開発されたソフトウェアを政府が無制限に利用できる権利である。自由に利用、複製、開示、修正、公開ができる。第三者にこれらの権利を認めることも可能である。しかし所有権ではなく、排他的権利でもない。いわばコピーライトのオープンライセンスを獲得した状態に近いと考えてよい。修正したソフトに知的財産権は発生しない。
- ・ Restricted rights では、政府支出によって開発されたソフトウェアを利用する用途に制限が生じる。すなわち、ソフトはその当初想定されたコンピュータと共に利用することが原則となり、それ以外のマシンで利用したり複製する場合は、バックアップの用途に限られる。その他の用途としては、他のソフトと統合するために修正を施したり、サポートサービス業者のために複製・開示することができるのみである。当初予期しなかった政府部内での用途が発生した場合にも使用できる。
- ・ Government purpose license rights では、ソフトの利用が所期の用途に限られる。また Restricted rights と異なり、複製が政府内部では自由にできる点で、若干自由度が高い。いわばサイトライセンスのようなものである。外部への開示は Restricted rights と同様、サポートサービス業者に対するのみである。この権利は多くの場合、開発した民間 Contractor がコピーライトを要求した際に政府に与えられる権利である。

これら3つの権利のどれが政府に認められるかは、支出の政府対民間の比率、軍事用か非軍事目的か、及び個別の契約時の交渉による（図表3）。交渉に関して付言すると、民間 Contractor としての大学の力が伝統的に非常に強く、大学の知的財産権に対する方針が政府の方針に大きな影響を与えている。

図表 3 : 政府に与えられるソフトウェア利用権の場合分け

	Civilian contract (covered by FAR)	Defense contract (covered by DFARS)
Software developed by government using government funds	No copyright exists in work, and work is 'public domain' (no rights are attached to the work)	
Software developed by private entity using government funds	- By default, government obtains 'Unlimited Rights' but does not own copyright - Contractor has option to claim copyright in the work. If contractor claims copyright, and the government grants it, the government receives only 'Government Purpose License Rights' - Copyright is generally sought and granted - Government can request contractor to 'assign' copyright to government	- Contractor automatically receives copyright, in which case government generally receives 'Restricted Rights' in 'programs', and 'Government Purpose License Rights' in 'technical data' - Government can append the 'special works clause' (included in DFARS) to the contract, in which case the government vests copyright, and holds 'Unlimited Rights'
Software developed using private funds ('COTS' = Commercial Off the Shelf)	- Government generally obtains 'Restricted Rights' - Government can negotiate for greater rights	- Government generally receives 'Restricted Rights' in 'programs', and 'Government Purpose License Rights' in 'technical data' - Government can negotiate greater rights - Government can receive less than the set of Restricted Rights only by a procedure of 'permission to deviate' (but procedure is cumbersome and rarely invoked)
Software developed using 'mixed funds' (some commercial parts, perhaps modified using government funds; some government-funded parts)	- Government generally obtains rights equivalent to 'Government Purpose License Rights' - The 50% point (based on % of total cost) is generally the threshold for mixed funding treatment (industry funding below 50% receives the same treatment as 0%)	No separate treatment

2.3.4 情報公開法 (FOIA—Freedom of Information Act) との兼ね合い

米国政府は、FOIAの下で、政府が支援した研究開発の成果に関する情報を、要求されれば公開する義務を負っている。例外事項として、国家安全保障に関わる情報についてはその義務を免れる。この法律を利用して、例えば企業は政府の支援した研究開発の結果、民間 Contractor や政府職員によって生み出されたいかなるデータ（当然ソフトウェアを含む）でも手に入れられることになる。これは自己の研究開発の成果を競争力の源泉とする民間 Contractor にとってはうれしくない事態である。政府支援のプロジェクトに参画する妙味も薄れてしまう。ひとつの解決法は、2-Bで指摘した通り、「事故後の救済よりも未然防止」である。つまりソースコードのような重要なデータは支援元の政府機関に手渡さない、政府機関もそれを要求しない、ということである。例えば、DARPA (The Defense Advanced Research Projects Agency) の政府支援プロジェクトに参加した数多くの民間主体は、1995年の Institute of Defense のアンケート調査 Participant views of Advanced

Research Agency Other transactions で、DARPA が柔軟に対応し、研究開発に関する全てのデータの開示を求めなかった点を評価し、それがプロジェクト後のそれら研究開発成果の商業化にとって重要な意味を持った、と回答している。

そうしたソースコード開示を求めない、といった政府の姿勢とは逆行しかねない事態が 1998 年に入って生じている。同年に成立した FY1999 Omnibus Appropriations Act によって OMB (Office of Management and Budget) が一定の法改正^{注2}を行なうことが義務付けられ、その結果として、公開された政府支援研究の成果の基礎になったデータをも FOIA の対象とすることが決定したからである。この法改正は特に営利の民間 Contractor (私企業) には及ばないが、非営利で政府からの支援プロジェクトに多く参画している民間主体 (ほとんどの大学がそうである) は一様に懸念を表明している。この法改正は本来公共のために行なわれた研究のデータを開示させるという公共の利益を擁護するための善意に基づくものであるが、現在、「データ」にソースコードが含まれるかどうか、外部の者が研究成果にただ乗りするのではないか、プライバシーが侵害される心配は無いのか、今後の官民パートナーシップに悪影響を及ぼすのではないかと、今後営利の Contractors にも拡大しないか、といったことが民間 Contractors の憂慮の種となっている。

^{注2} Circular A-110 Uniform Administrative Requirements for Grants and Agreements with Institutions of Higher Education, Hospitals, and Other Non-Profit Organizations.

第3章 政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトの 産業界への貢献

米国の政府支援研究開発プロジェクトによって作り出されたソフトウェアは、プロトコルやソフトウェアのサブコンポーネント等の分野に多大な貢献をしている。その多くが商業用のエンドユーザー向けアプリケーションで重要な役割を果たしている。また、政府支援研究開発プロジェクトは人材を育成し、それらの優秀な人材が民間へ移動することによっても大きな貢献を果たしている。

3.1 政府支援プロジェクトが産業界に貢献する分野

政府支援研究は、PC用OS、PC用のオフィス生産性向上アプリケーション、データベース、暗号ソフト、企業内ネットワーク等の分野に直接関わってきている。もともと、それらの分野は政府支援研究全体の中では、わずかな部分を占めているに過ぎない。というのも政府支援研究の中核を成すような研究（例えば、気象シミュレーション、天体軌道シミュレーション、素粒子シミュレーションといった分野）は民間向けの大規模市場とはなりえない。それでも民間市場での応用に成功している分野としては、冒頭にも挙げた、アルゴリズム、サブルーチン、サブコンポーネント、プログラミング言語等のソフトウェアの基本的構成要素で、市場でのニッチを開拓し得た分野である（図表4）。

図表4： 産業界で応用されている政府支援研究開発の技術分野

Application area	Role of government IP
Data analysis	• Work on pattern recognition by eg CIA, NSA, FBI has led to a variety of data collection and analysis tools - databases, data warehousing, data mining, personalization
Design automation	• Many CAD / CAM / CAE tools emerged as a byproduct of aerospace development
Internet protocols and tools	• Some direct contributions (eg Telnet, Gopher) • Many indirect contributions (eg Mosaic, Yahoo, Inktomi)
Mobile / wireless	• Ad-hoc networking, spread spectrum, GPS
Operating systems	• Some Real Time Operating Systems (eg VxWorks)

いうまでもなく、政府支援研究開発プロジェクトの成果は、その多くがハイパフォーマンスコンピューティングや学術分野でのアプリケーションとして利用されている（図表5）。（やはりこちらがメイン。）

図表5に示されたものは学術用に使用されている数百を越えるソフトウェアのごく一部である。こうしたソフトウェアの多くは、過去の研究活動の過程で開発されたものであったり、全く別の分野の研究の副産物であったりする。こうして生まれたソフトウェアの著作権は、原則としてその生成時は大学に保有されるが（財政支援の大半は政府からのもの）、その後しばしば企業（多くの場合ソフトを開発した研究者）へ譲渡され、見返りとして大学は内部でそのソフトを自由に利用し複製配布する権利を得る。

いうまでもなく、政府支援研究開発プロジェクトの成果は、その多くがハイパフォーマンスコンピューティングや学術分野でのアプリケーションとして利用されている（図表5）。（やはりこちらがメイン。）

図表5に示されたものは学術用に使用されている数百を越えるソフトウェアのごく一部である。こうしたソフトウェアの多くは、過去の研究活動の過程で開発されたものであったり、全く別の分野の研究の副産物であったりする。こうして生まれたソフトウェアのコピーライトは、原則としてその生成時は大学に保有されるが（財政支援の大半は政府からのもの）、その後しばしば企業（多くの場合ソフトを開発した研究者）へ譲渡され、見返りとして大学は内部でそのソフトを自由に利用し複製配布する権利を得る。

図表5： ハイパフォーマンスコンピューティング、学術分野でのアプリケーション

Astronomy, Astrophysics and Cosmology	AIPS++, AIPsview, COSMICS, CACTUS, KRONOS, MIRIAD, TITAN, ZEUS-2D, ZEUS-3D
Chemical Engineering	ASCEND IV, Aspen Plus, Aspen Dynamics/Custom Modeler, gPROMS, SpeedUp
Computational Chemistry	ADF, AMBER, CADPAC, CASTEP, CERIU2, CHARMM (Harvard), CHARMM (MSI), CRYSTAL 95, DISCOVER, DMOL3, FAST STRUCTURE, GAMESS, GAUSSIAN94, GAUSSIAN 98, Insight II, Jaguar, MacroModel, MOLCAS, MOLPRO, NWCHEM, Q-Chem, UHBD
Computational Fluid Dynamics	FIDAP, CFX, FLUENT, FLUENT-UNS, Nekton, RAMPANT, STAR-CD, STAR-HPC
Database Visualization	AVS Express, SGI MineSet, Visible Decisions Discovery
Knowledge Discovery	Clementine, DB Intellect
Mathematics / Statistics	AXIOM, BLACS, BLAS, Complib, DAGH, FFT library, FFTW, IMSL Fortran library, LAPACK, MATLAB, Mathematica, NAG Mark 17, SMP, PARPACK, PETSc, PINEAPL, PLAPACK, SAS, ScaLAPACK, SCSL, S-PLUS, SPRNG
Structural / Solid Dynamics	ABAQUS, ANSYS, LS-DYNA3D 936, LS-INGRID, LS-NIKE3D, LS-TAURUS, MSC-NASTRAN 69, PDE2D, Spectrum
Visualization and Graphics	AVS, EnSight, FieldView, IDL, NCAR Graphics, TecPlot

総じて、連邦政府が支援する研究開発活動はその多くが市場での製品化からははるかに遠い基礎技術の分野で行なわれるものであり、商業用ソフトウェア市場の勃興といった尺度は、政府支援研究開発プロジェクトの成果を評価する上で、極めて限定された役割を持つのみである。1999年度連邦政府の研究開発支出総額の内、約54%が「開発」（より商業化に近い）であるが、残りは商業的利益には直結しない「基礎及び応用研究」である。さらに、近年の傾向として、基礎・応用研究が強化されている（1997年度実績と1999年度計画を比較すると、開発分野は0.5%減、応用分野は13%増、基礎分野も14%増となっている）。政府支援・調達の見ると（1996年度はおよそ\$198B）、研究開発（国研、委託合計）は16%を占めるのみであり、ソフトウェアに関してもその大部分がCOTS（既製市販品）として調達されていることがわかる。

以上のことから、政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトに関しても、その評価は産業界への直接の貢献だけではなく、米国の知的リソースの国際的優位や、学術論文の生産性、プロジェクトを通じて育成される人材、といった観点からなされる必要がある。

3.2 政府支援研究開発プロジェクトから民間への技術移転

政府支援プロジェクトの成果が民間部門へ移転されるには様々なメカニズムがあるが、それらのほとんどは1980年以降、技術移転を促進する法律の施行によって出来上がってきた（Bayh-Dole Act, 1980, PL 96-517; Stevenson-Wydler Act, 1980, PL 96-480; the Cooperative Research Act, 1984, PL 98-462; Federal Technology Transfer Act, 1986, PL 99-502）。これらの法律は、1970年代までの政府の知的所有権設定（つまり何でも公開する）に一貫したルールが無く、全てが公開されてしまう場合は民間企業は政府技術の商業化に積極的ではなかった（排他的権利がないと競争力に結びつかない）。B-D法、S-W法については1998年度報告書付属資料3の第3章「GOCOシステムと技術移転」（付3-16）に説明されている。要約すれば、「Title in the Government Policy」から「Title in Partners Policy」への転換によって、政府支援プロジェクトの成果に関し、民間 Contractors（営利・非営利に関わらず）に知的財産権を認め、民間の手による商業化に委ねる、という政策である。

しかしながら、いわばこうした「Official」な技術移転は、ソフトウェアの分野では必ずしも大きなインパクトを実業界に与えているとはいえない。というのも、この分野においては、政府支援研究開発プロジェクトで育成された「ヒト」が民間部門へ還流することによって、間接的に技術が市場へ移転され、大きな発展を遂げているからである。

3.3 ソフトウェアの分野における「ヒト」を介した技術移転

政府支援研究開発プロジェクトの市場に対する大きなインパクトのひとつは、それらプロジェクトが最先端のソフトウェア技術者を養成する場となっていることである。多くの技術者が大学等で政府支援プロジェクトに参画し、その後最先端のソフトウェア企業へ入って研究開発に従事している。すなわち、大学やその他の民間 Contractors で行なわれる政府支援ソフトウェアプロジェクトの多くは、直接市場での商業化に結びつかないかもしれないが、実はそうした知的資産は「人の移動」というかたちをとって間接的に民間へ移転されているのである。下記はその代表例である。

図表6 ヒトの移動を介した知的資産の移転が市場で成功した例

<Well-known examples of IP transferred to the private sector through individuals >

Web browsers

Perhaps the most well-known example - the Mosaic technology was taken in the head of Marc Andreessen and his team to Netscape, where they rewrote the actual code from scratch

Search engines

Inktomi was the first application for a federally-funded workstation cluster built at UC Berkeley, written by Eric Brewer and Paul Gauthier; David Filo and Jerry Yang developed their first Yahoo catalog and search utilities on Stanford time using Stanford computers (although not working on Stanford projects!); Erik Selberg and Oren Etzioni developed MetaCrawler together at the University of Washington.

Data analysis and prediction

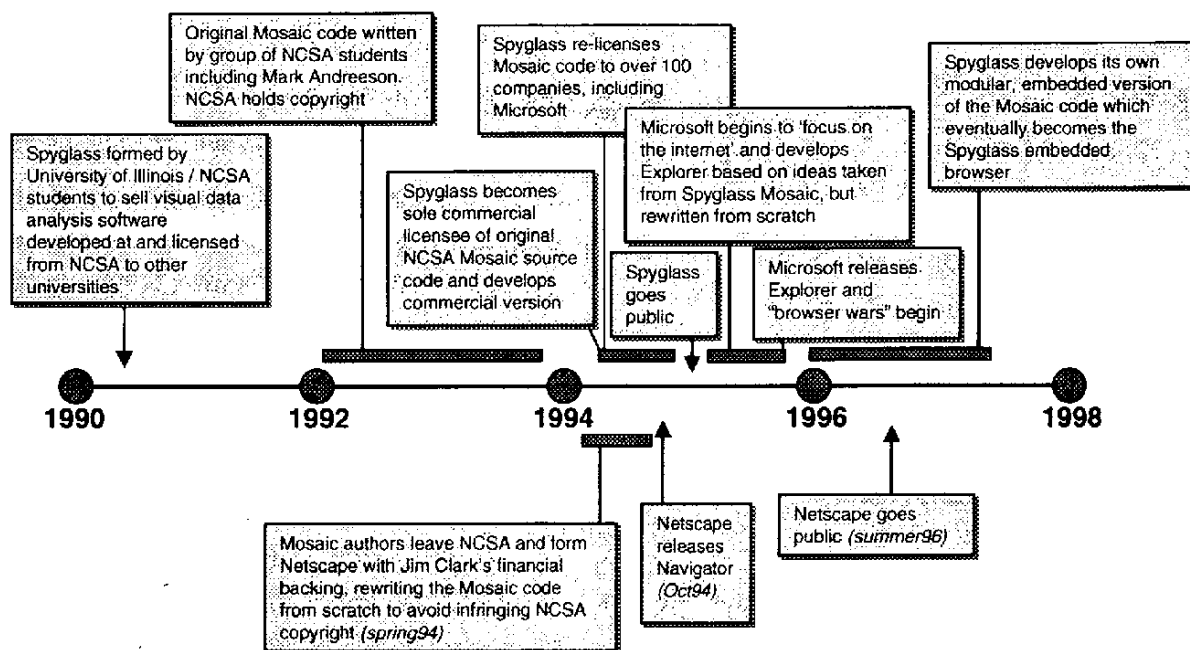
HNC was founded in 1986 to develop 'predictive software solutions' for military applications, and until 1990 operated exclusively using DARPA funds.

Email

Ray Tomlinson wrote the world's first email program while working on BBN's infrastructure project for DARPA

Mozaic、Spyglass、Netscape の開発・市場への導入の経過をたどることによって、知的財産権のメカニズムと「ヒトの移動」が相互に作用し合って、政府支援プロジェクトの技術が市場へ移転され、成功を収めていく様子がよく分かる（次ページ図表7）。

図表 7 : Mozaic・Spyglass・Netscape ストーリー



政府支援ソフトウェア研究開発プロジェクトで、現在進行中のものの中に、今後市場で大きなインパクトを持つ可能性があるものの例は以下の2つである。

図表 8 : 今後市場にインパクトを与える可能性がある政府支援ソフトウェアプロジェクト

ATP Focused Program on Component-Based Software	DARPA GLOMO project
85% of the installed base of software consists of major custom applications for large customers - expensive, hand-crafted, error prone, and one-of-a-kind - The ATP Program is developing the technologies necessary to enable systematically-reusable software components - Additionally, the Program hopes to encourage an industry around these components - whereby companies would exist to 'trade' the components	- Ad-hoc* networking refers to the concept of networking equipment which automatically finds other network elements and consequently creates a network spontaneously - The DARPA GLOMO project was formed with military applications in mind - the ability to 'throw network equipment out of a plane' and have it form a reliable communications network automatically is clearly appealing
- Program commenced in 1994 21 active or completed projects - ATP funding \$43.3m - Industry cost share \$24.8m	- Commercial applications are very appealing, and beginning to take shape already: - ad-hoc LANs for eg meetings (Spanworks) - rapid roll-out telcos (eg Rooftop, Nomadix) - The IETF has already launched a task force aiming to standardize ad-hoc networking technology

* 'Ad-hoc' is Latin meaning 'do this', and consequently is used to refer to the idea of 'spontaneity' or 'getting on with it'

第4章 現在米国で進行しつつある議論とその重要性

前章までの分析を通じ、米国での政府支援ソフト研究開発における知的財産権の考え方、これまでの経緯と現状、産業界へのインパクトを明らかにしてきた。これはこれとして、日本として大いに参考となる内容を含んでいる。しかしながら、現在米国ではさらに新たな議論が進展しつつある。それは政府支援ソフトウェア研究開発の今後の進め方に重要な影響を与えると考えられる。それらの議論とは、ソフトウェアをパテント化することが産業界に与える悪影響と、オープンソースというソフトウェア開発方式が現在の知的財産権システムに投げかける問題である。両者は密接に関連する議論であるが、まずはそれらの内容を個別に検討し、次に総合的に分析を加える。

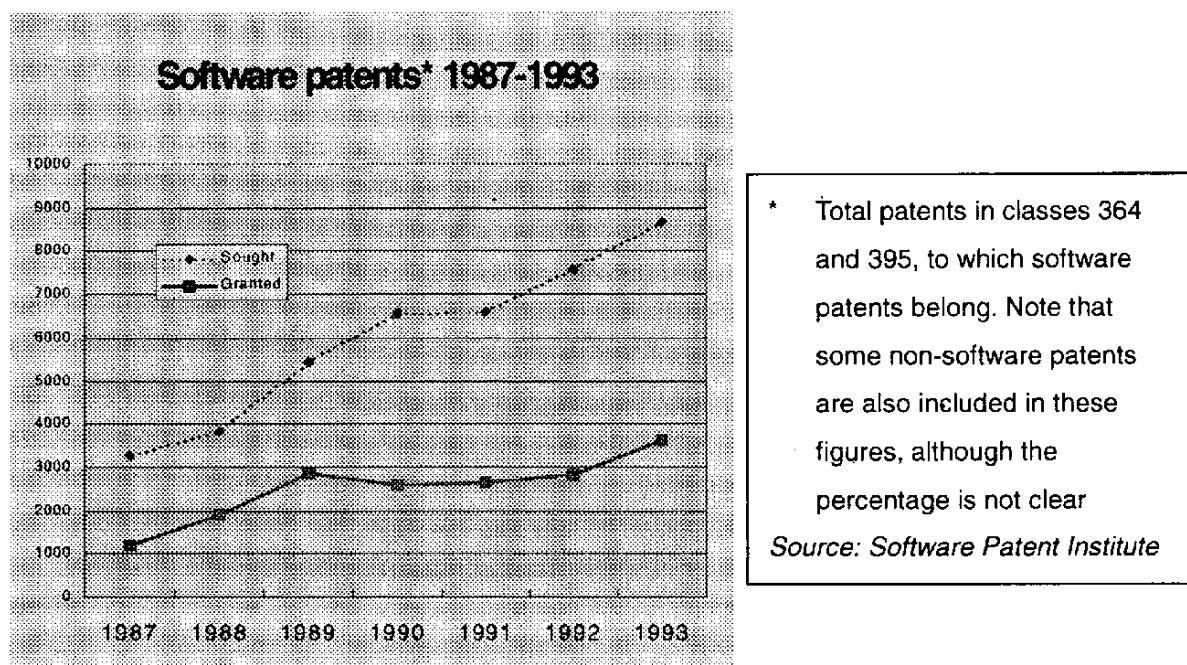
4.1 ソフトウェアのパテント化の是非をめぐる議論

すでに第2章において、産業界では、ソフトウェアの IP が侵害され、保護する必要が生じた場合、ソースコードに関しては 88% の企業が、またオブジェクトコードに関しては 65% の企業がコピーライトを活用するとしており、パテントを活用した IP 保護を行う企業はソースコード・オブジェクトコードともわずかに 2% にすぎない、という点を指摘した。もっとも、ソフトウェアの機能を詳細に見ていくと、モジュールデザインや、アルゴリズム、ユーザーインターフェイスシーケンスにおいては各々 1 割程度のソフトがパテント化されていることがわかる。さらに、ソフトウェアのパテント化は、1981 年の最高裁判決、1989 年の USPTO の見解と、その patentability がますます強く認知される状況下で、徐々に増加の傾向を示している（図表 9）。

また、1997 年に交付されたソフトウェアのパテントは 11,500 件にのぼり、2000 年には 8 万件のソフトウェアパテントが有効となっている、という見方もある（Seth Shulman 1999, *Owning the Future*）。

こうのようにソフトウェアのpatent化が拡大していく中で、その是非をめぐる論争が巻き起こっている。既存のpatent保有者はその擁護を主張しているが^{注3}、産業界やプログラマーを中心に、ソフトウェアのpatent化に懸念を表明する声が大勢を占めている^{注4}。patent化への懸念は以下の5つのポイントに集約される。

図表9 増加傾向にあるソフトウェアのpatent申請と発行数



1. ソフトウェアはハードウェアとは異なり、多くの既存のアイデア、ソフトウェアを含みこんだ形で開発されることがほとんどであり、それらの多くがpatentによってがんじがらめになっていると、ソフトウェア産業における技術の向上、生産性が著しく阻害される。
2. USPTOは過去のソフトウェア (Prior Art) を検索する十分な情報を持っておらず、

注3 一例としてはPaul Heckel。元PARC研究員。個人で、カーソル等に関連する特許を保持し、IBMやAppleと特許係争中。Intellectual Property Creatorsという組織を主催してソフトウェアpatent擁護の論陣を張っている。代表的論文は<http://www.heckel.org/heckel/ACM%20Paper/acmpaper.htm>

注4 例えば、MITを中心としたLeague for Programming Freedomという団体。Richard StallmanによるFree Software Foundation (オープンソースの開発方式であるGNU General Public Licenseを主催)とも協力関係にある。代表的論文は“Against Software Patents” (<http://osnome.che.wisc.edu/~epperly/patents.html>)

自明のアイデアや、事実上公開されているようなソフトウェアのアイデアがパテント化されてしまっている。また現実には多くのソフトウェアがトレードシークレットとして企業内に保有されており、USPTO はレビューできない。(現在、Software Patent Institute や IBM がソフトウェアのデータベースを構築中ではあるが。)

3. ソフトウェア産業は、ハードウェア産業と比較し、はるかに速いスピードで技術革新が進行し、多様なタレントが日々バラエティーに富んだ分野から参入してくる。こういった状況で、USPTO が、そのソフトウェアが誰の目にとっても obvious であるかどうかなどを審査することは、物理的に困難。
4. ソフトウェアは非常に複雑なものであり、パテント化しようとする真の意図が何であるかを USPTO が見極めることは難しい。Richard Stallman (Free Software Foundation を主催) は 1994 年 USPTO の公聴会において、ソフトウェアの中に紛れ込ませることで 1845 年に発見された科学的理論をパテント化してしまったケースを挙げている。
5. パテントの侵害で訴えられた場合、その有力な対抗手段は、Prior Art を指摘してそのパテントの無効性を主張することである。しかしながら、前述の情報不足等から Prior Art を探し出すコストが法外に高い。

図表 10 産業界にとってソフトウェアパテントがコストとなる例

- A. Compton's New Media 社には、1993年、事実上全てのマルチメディアCD-ROMにロイヤルティーを要求できるパテントが41件も交付された。長期にわたる多額の費用をかけた調査の結果、それらのパテントはすべて取り消された。

B. 多くの企業は、将来パテント侵害で訴えられることを想定し、その際にクロスライセンスの取引材料となるパテントを常に申請し続け、ストックしていかなければならない。これには多額の費用がかかり、それが可能な大企業はまだいいが、資金と技術に限りのある中小企業には大変なコストとなる。

——IBMは、1997年、自社のパテント「兵器庫」によって、52社もの企業とクロスライセンスを締結し、訴訟を逃れている。

C. 多くの企業は、日常的に自社のパテント侵害を察知し、訴え出るため、何億ドルもの費用を支出している。

——Adobe は4.5億ドル、3,500人時間分の技術者を同社の1992年パテントを守るために費やしたとされる。

——Autodesk は5年間に自社の17のパテントを守るために一億ドルを費やした。

——American Muti-Systems はパテント訴訟で敗訴し、それが原因で顧客の信用を失い、廃業に追い込まれた。

こうしたソフトウェアのpatent化がもたらす弊害・コストを理由に、産業界は、ソフトウェアpatentの増加は本来技術革新に費やすべき資源の浪費を招いており、patent制度本来の狙いである技術の発展という観点からも本末転倒である、と不満を表明している。一部の法理論家も、現在の知的財産権システム（コピーライトとpatentを峻別）は、コピーライトとpatentの双方で保護が可能であるソフトウェアという知的財産には不適当であるばかりか、元来ソフトウェアは、patent法において万人に利用可能であるべきだとされる「fundamental concepts（基本的概念）」に限りなく近い、と指摘している。一方で、政府の開放的な知的財産政策（2-C-2参照）は、外国企業のただ乗りによる技術取得を許し、国家の国際的競争力という点から望ましくない、とする見方もある。

現在のpatentシステムをめぐる各界の発言には以下のようなものがある。

「次世紀のビジネス競争に対応した新たな知的財産保護のフレームワークが是非とも必要である。」(National Center for Manufacturing Sciences, 1994)

「現在の米国は、知的財産権法の危機というべき事態に急速に突入している。」(Pam Samuelson, Intellectual Property Law Professor, UC Berkeley, 1998)

「patentシステムが現状のままであるとするならば、それはゆゆしい問題だ。」(Linus Torvalds, Linuxの発明者, 1999)

「概念の世界は、本来競争に基づく市場取引にはなじまない。アイデアや概念は全ての者に開放されるべきである。」(Seth Shulman, the author of *Owning the Future*, 1999)

次に述べるオープンソースのムーブメントも、新しい知的財産の所有と分配のあり方を提起しており、その影響は既存のシステムを揺るがす可能性を持っている。

4.2 「オープンソース」ムーブメント

ソースコードを無償公開するソフトウェア開発方式として現在脚光を浴びるオープンソースだが、さかのぼっては1969年にUNIXがBell研で開発された際、当時のAT&Tが政府所有による独占企業体であったため、ソースコードがほぼ無償に近い形で公開されたのがその端緒であった。ソースコードが公開されたUNIXはその後U.C. BerkeleyにおいてBSD UNIXを生み出し、現代のコンピューティングの世界に大きな影響を与えたことは周知の通りである。1984年には、Richard StallmanがUNIXと互換性のあるGNUをfree softwareとして公開した。その後LinuxがGNUの心臓部として1991年にLinus Torvaldsによって開発され、そのソースコードが公開されることによって数千人といわれる世界中のプログラマーがボランティアでその開発にたずさわっている。1998年には、Netscapeが

Communicator のソースコードを公開してオープンソース型開発方式を採用し、1999 年にかけて Linux が WindowsNT の牙城を突き崩す市場シェアを獲得し始めるや否や、オープンソースが再び急速に注目を集める事となった。本年 3 月には、数少ない企業ベースのオープンソースとして、日本のリコーが Web ベースの文書処理システムのプラットフォーム、PIA のソースコードを無償公開し、開発プロジェクトをスタートさせた。以上の動きをまとめたものが次ページの図表 11 である。

オープンソースは、ソフトウェア産業の一部が、ソフトウェアそのものを売買するビジネスから、ソフトを取り巻くサービス主体のビジネスへとシフトしていることの証左であり、またその原動力ともなっている。すなわちオープンソースの場合、ソフトウェアそのものは無償公開されているわけであるが、ソフトウェアのアップグレードやサポートといったサービスによって収益をあげるモデルである。この「サービス化」の傾向は、いわゆるクローズドなシステムによって開発されたソフトに関しても強くなっている。オラクルは 2000 年には全体の 50% の売上が「サービス」ビジネスから得られると予測しており、マイクロソフトは、自社のソフトを貸与し、月額料金を徴収してアップグレードのサービスを行なうビジネスを検討中である。

図表 11 オープンソースの歩み

1969	Unix developed at Bell Labs	Milestones in the history of the 'Open Source Movement'
1981	'sendmail' is shipped with BSD Unix	
1984	Richard Stallman founds the GNU (free Unix) project and the FSF (Free Software Foundation)	
1987	First release of Perl	
1993	FreeBSD project begins	
1991	Linus Torvalds creates Linux	
1994	First official version of Linux released	
1995	Apache 1 released	
1997	'The Cathedral and the Bazaar' by Eric Raymond presented at Linux Kongress	
1998 January	Netcraft survey finds Apache used in more than 50% of all websites	
1998 February	'Open Source' moniker coined	
1998 March	Netscape releases source code for Communicator	
1998 May	Corel announces support for Linux	
1998 June	IBM announces support for Apache	
1998 July	Oracle and Informix announce plans to support Linux; Economist article on Open Source	
1998 August	Forbes cover story on Linux and Open Source; Microsoft president Steve Ballmer says 'Sure, we're worried'	
1998 September	Intel and Netscape acquire a minority stake in Linux distributor Red Hat	
1999 January	HP and SGI announce support for Linux	
1999 March	Apple announces plans to open parts of its forthcoming OS upgrade	

こうしたサービス型ソフトウェアビジネスを技術的に支えているのが、スピーディーな大容量のダウンロードを可能とするネットワーク帯域幅の向上である。今後帯域幅が益々増強されるにつれ、数多くのビジネスが最初に料金を払いきる型からネットワークを介してサービスを受けるたびに料金を支払う方式へと転換していく可能性がある。(例:ボイスメール、留守電、PBX、オーディオ CD プレーヤー、ビデオプレーヤー、ファイル保管、ファイルバックアップシステム、オフィスアプリケーションソフト —Corel はレンタル方式、Pay-per-use 方式を検討中—)

オープンソースにおいては、既存の知的財産権は真っ向から否定される。Richard Stallman による Open Source Foundation は、「情報は万人によって無償で共有されるべきだ」という理念の下で、ソースコードやソフトウェアがコピーライトやパテントといった知的財産権保護の仕組みに囲い込まれ、自由にアクセスできなくなることを防ぐため、GPL (General Public License)、または「Copyleft」と呼ばれるライセンスの仕組み提唱している。すなわち、コピーレフトによって「保護された」ソフトウェアは、企業や個人の手を経て改良改変されていったとしても、元のソフトウェアに保証された「ユーザーが無償でアクセス・改変する自由」がどこまでいっても確保されるのである。

この原則が実際のビジネスに適用された場合、こうなる。企業はコピーレフト「保護された」ソフトを販売することは自由である。しかしそれが顧客に売れるのは、その顧客が無償で入手可能ということを知らない場合だけである。また企業は、そのソフトウェアに付加機能をアドオンして販売することも自由である。既に小規模ながら、数社がそのビジネスに成功している。すなわち、企業はコピーレフトのソフトを改良修正することは自由であるが、その成果に排他的知的財産権を設定することは一切できないのである。ここが Public Domain にあるソフトとは決定的に異なる部分である。Public Domain にあるソフトも、万人が無償でアクセス可能な点でオープンソースと同じであるが、企業や個人がそのソフトを改良修正してしまえば、その成果に知的財産権の設定が可能になってしまうのである。

こうしてソフトウェアビジネスに関わる企業は、ある選択を迫られる。自社開発の自社占有のソフトウェアを販売するか、公開ソフトの上に独自のサービスをアドオンして付加価値を出すか、である。もしも二つのビジネスモデルが両方とも現実に成立するとしたならば、後者のオープンモデルのほうが優れているといえる。その意味は、オープンソースに基づくソフト開発が人間の「知」への貢献がより大きく、結果的によりすぐれたソフトウェアが出来上がる可能性があるからである。

4.3 米国政府が選り取る知的財産権保護の戦略

以上、本章では、現状の知的財産権システムそのものが抱える問題（ソフトウェアのパテント化）と、既存のシステムを置換するドラスティックな代替案（オープンソース）を見てきた。これらのムーブメントは、「知」や「情報」がますます重要な資源として認識される現代の経済・社会システムの下で、それらの intangible な（無形の）資産が、自由市場原理・自由競争の下でどのように取り扱われるべきか、どのような利益を優先して保護すべきなのか、というより基本的問題を投げかけている。

現在の米国政府を取り巻く状況を簡潔に表現すれば、次のようになる。政府支出によって生まれる知的資産は原則公開（Public Domain でオープン化）となっているが、政府の支出で民間 Contractors が生み出した知的資産については、その商業化が可能な程度にはクローズド（排他的）な知的財産権が与えられている。いわば、既存の知的所有権システムを前提として、官は民の市場競争意欲をそがないようにしつつ、公共の利益も守ろうとしている、ということである。さらに、民間の資金により民間の手で開発された全てのソフトウェアには知的財産権法の下でコピーライトが認められ、次第により排他的なパテント化が進行中である。歴史的に見れば、元来原則公開によるオープン政策が、時代の要請によって 80 年代初頭以降徐々にクローズド（排他的所有権）の方向への流れを強めてきて中、現在のオープンソースの盛り上がりを受けて再びオープン化の方向性が勢いを増しつつある、という状況であろうか。

米国政府が今後取り得る知的財産権の戦略のシナリオは上記の現状維持のほかに大きく 2 つの方向性がある。

第 1 は、米国の国家としての国際競争力を維持するため、政府は自身の支出による研究開発の成果である知的財産を一旦政府内に保持し、その後開示する条件とタイミングを決定すると言う意味でのクローズドなシステムを強化するシナリオである。海外への知的資産の流出を防ぐという意味もあり、保護主義的である。政府の民間 Contractors に付与された知的財産権に特別な保護を加えることも考えられる。

第 2 のシナリオは、現状の知的財産権システムを大幅に変更して、現状の原則公開とは多少異なる考え方でオープン化を推進する新しい選択肢である。政府プロジェクトそのものをオープンソース的考え方で進め、ソフトウェアに対する既存の知的財産権を否定して、ソースコードを自由にアクセス可能とする、ということになる。

第 6 章の結論部分では特に可能性の高いシナリオについて考察する。

第5章 8つの問題点への回答

本章では、事前に提起された問題意識を8つのテーマに整理し、これまでの議論をベースに逐次回答を試みる事とする。それら8つの問題意識とは概略以下のようなものである。

1. 米国は、政府支援研究開発プロジェクトの成果に対し、原則公開の開放的政策を取ってきた。この政策が、民間でのソフトウェア開発の基盤生成に大きく寄与したのではないか。
2. 米国では、政府支援研究開発プロジェクトの成果を原則公開、企業の商業化を通じ税金回収という形で投資を回収するという姿を原点としつつ、徐々に発明者、著作者に与える権利を拡大してきた。このような動きの中で、政府、民間コントラクタ、個人の発明者・著作者の利害はどう調整され、そこに流れる基本思想は何か。
3. 既存のアイデア、ソフトウェアをふくみこむ形で、ソフトとは開発されるものである。そのような場合、著作権の設定はどうなっているのか。政府支援プロではそうした事態にどう対処しているか。またプロジェクトの成果であるソフトウェアの商業化のルールはあるのか。
4. ソフトウェア産業のビジネスモデルは、自社開発ソフトの販売というもっとも単純なもの、他者に先駆けて自社のソフトウェアを公開してデファクトスタンダードを確立し、その後から付加価値の高いビジネスを展開するもの、開発当初からソースコードを公開してしまうオープンソース等、ますます複雑になってきている。こうした変化は政府支援プロジェクトにおける知的財産権戦略に何か影響を及ぼしているのだろうか。
5. 複数企業が協同で行なう政府支援プロジェクトの場合、知的財産権の取り扱いは企業間でどのようなになっているか。
6. 上記の問題と関連して、成果物が特にソフトウェアの場合どうか。
7. 米国政府は政府支援研究開発プロジェクトの成果物として、ソースコードの納入を要求するのか。
8. 上記5, 6, 7を総合して考え、知的財産権のルールがうまく規定されていない場合、せppかくの政府支援プロジェクトの成果であるソフトウェアが死蔵され、商業化に生かされないことになる。これでは税金の無駄使いとなってしまう。米国ではどのように対処しているのか。

1. 米国は、政府支援研究開発プロジェクトの成果に対し、原則公開の開放的政策を取ってきた。この政策が、民間でのソフトウェア開発の基盤生成に大きく寄与したのではないか。

- ・ 確かに米国の知的財産権（I P）ポリシーは原則公開の開放的なものであるといえる。政府職員や Work for hire により開発されたソフトウェアは Public Domain に置かれ、政府は民間 Contractors によるソフトウェアに限定的利用権しか持ち得ず、政府はソースコード納入を一般に要求しないからである。
- ・ 一方で、米国の政府支援研究開発はソフトウェア産業に多大な恩恵を与えてきた。政府支援プロの成果は、基本的アルゴリズムやプロトコル、サブコンポーネントの分野で産業界に大いに貢献してきた。政府支援研究開発プロジェクトが、基本的に市場からは遠い学術的基礎研究的色彩が強いことを考えると、こうした貢献は大変な成功と評価できる。
- ・ しかしながら、第1のポイントである政府の開放的 I P ポリシーが、産業界へのすべての貢献を可能にした、とはいいきれず、むしろ政府支援プロジェクトが人材育成の場として機能し、そこから巣立った最先端の技術者が民間へ移動することで、間接的に政府支援プロの知的資産が市場へ移転し、商業的成功に結びついた、といえる。
- ・ 米国政府は上記の開放的な I P ポリシーを原則として掲げる一方で、Bayh-Dole Act、Steven-Wydler Act をはじめとする 1980 年以降の法整備によって、政府支援プロの成果であるソフトウェアの排他的知的財産権を民間 Contractors へ与えていこうという方向性も持っている。

2. 米国では、政府支援研究開発プロジェクトの成果を原則公開、企業の商業化を通じ税収で投資回収する姿を原点としつつ、徐々に発明者、著作者に与える権利を拡大してきた。政府、民間 Contractors、個人の発明者・著作者の利害が対立する中で、このような動きの底に流れる基本思想や考え方は何か。

- ・ 1980 年以降の技術移転促進の法整備（民間 Contractors への権利付与を徐々に強化）は、「原則 Public Domain で公開される I P 政策の下では、全ての市場参加者にアクセス可能な政府支援プロの技術を商業化しても市場競争力に結びつかず、リスクが大きすぎる」、と民間側が判断し、政府技術の商業化が進まず、結果としてプロジェクトの成果が産業競争力の強化に結びつかないという悪循環を解決するために進められた。これは米国産業の国際競争力の低下が叫ばれていた当時の国家戦略でもあった。また、政府

が民間 Contractor に対し、ソースコードの納入を求めないということも、民間の市場競争を確保する狙いの現れ、配慮である。

- ・ 総じて、米国政府は、民間での市場競争を阻害しない（邪魔しない）、ということを根本理念として持っている。民間の自助努力、切磋琢磨を期待する。競争力のない企業は消滅してもしかたがない、という割り切りがある（金融産業は例外。S & L は救済する。）。また、知的財産権を民間 Contractors に認めることは、個別の民間企業を利することになるわけであるが、システム全体としては、市場の競争が活発になり、国の産業の競争力を高めるわけで、それは望ましいことだ、という考え方であり、国と企業の利害は一致している。
 - ・ 個人レベルの知的財産権をめぐる利害は、特に個人の発明者が委託先企業や政府に雇用されている場合に生じるが、それに対しては Work for hire のルールが明確に定められている。また、米国での慣行として、プロジェクト開始前の契約時点で、政府、民間 Contractors、個人の研究者間の諸権利の分配の仕方がすべての Contingency（発生可能なシナリオ）ごとに交渉され、明記されるので、後から問題が生じることを未然に防いでいる。
3. 既存のアイデア、ソフトウェアを含みこむ形で、ソフトとは開発されるものである。そのような場合、著作権の設定はどうなっているのか。米国の政府支援プロではそうした事態にどう対処しているか。またプロジェクトの成果であるソフトウェアの商業化のルールはあるのか。
- ・ 政府支援のプロジェクトで、他の民間 Contractor が既に関与し、市場で製品化されているソフトを再び政府支援プロで利用する際、全く修正せずにそのまま使う場合は、そのソフトに対し政府は既に Restricted Right（オリジナルの用途に限定）を得ているから、そのまま利用できる。
 - ・ より一般的なケースで、市販のソフトウェアを調達、修正して新たなソフトウェアの開発に用いる場合、国防省管轄の契約では、政府はその開発されたソフト全体に対し Unlimited Rights（無制限の利用権、しかし排他的でない）を得、その他の非国防分野では、市販のソフトの価格がソフトウェア開発費総額の 50% に満たない場合、その市販ソフトに対しては、政府は新たに開発されたソフト全体と同じ権利を得る（権利の場合分けは P 12 参照）。
 - ・ 民間 Contractor がコピーライトを要求した場合、政府は Restricted right を得ることになる。

- ・ 全ての場合において、実際の知的財産権の分配はケースバイケースの交渉によって定められる。軍事非軍事に関わらず、調達規則は個別のケースにより適宜権利付与のスキームを修正できる旨明記されている。
4. ソフトウェア産業のビジネスモデルは、自社開発ソフトの販売、他者に先駆け自社のソフトを公開してデファクトスタンダードを確立し、その後から付加価値の高いビジネスを展開するもの、そしてオープンソースが加わり、ますます複雑になってきている。こうした変化は政府支援プロジェクトにおける知的財産権戦略に何か影響を及ぼしているのだろうか。
- ・ 現時点では、オープンソースの登場が政府支援プロの知的財産権戦略に影響を与えるところまではきていない。しかしながら、オープンソースはますますその認知度と支持を高めており、早晚その政策に影響を与えることは必至である。
 - ・ 特にその理由として、
 - ・ 現在オープンソースによって開発され、リリースされているソフトウェアの領域が、元来政府支援プロジェクトで志向されてきたソフトウェアのタイプと非常に強くオーバーラップしている。
 - ・ オープンソースによるソフトウェアのサービスビジネス化が成立し得るとすれば、オープンソースのほうがより人間の知の蓄積への貢献が大きく、また実際によりすぐれたソフトを供給し得る。
 - ・ 同じくオープンソースによるソフトウェアのサービスビジネス化が成立し得るとしたら、既存の知的財産権システムよりも GNU General Public License (copyleft)のほうがよりよいシステムである。
 - ・ 1998年のFOIA改正により、政府は知らず知らずのうちに、民間Contractorsのソースコードが政府を通じ競争他社へ開示されるような道筋をつけてしまったかもしれない。(オープンソースへの追い風)
5. 複数企業が協同で行なう政府支援プロジェクトの場合、知的財産権の取り扱いが企業間でどのようなになっているか。
- ・ 複数の民間主体が政府支援プロに参画する際には CRADA のように対等の立場で複数の参画者がいる場合と、Primary contractor と Sub contractors という縦の関係の場合がある。

付属資料 1. 米国の研究開発プロジェクトにおける知的財産権戦略の変遷の歴史とその背景

- ・ CRADA の場合、知的財産権は原則民間サイドに与えられるが、参加者間での権利配分の方法は個々の契約ごとに交渉で決められていくのが通常である。CRADA では政府は研究開発費そのものは出さず、施設や管理業務を提供するだけであるから、政府調達規則の細かい条件を気にすることも無く、大変に柔軟に権利設定の交渉が可能である。ATP といった政府の交付金によるプロジェクトの場合も、CRADA と同様の方式が取られる。
- ・ 既に問題意識の 2 への回答に示したように、米国での慣行として、プロジェクト開始前の契約時点で、政府、民間 Contractors、個人研究者間の諸権利の分配方法が可能な限りすべての Contingency（発生可能なシナリオ）ごとに交渉され、明記されるので、後から問題が生じることを未然に防いでいる。その部分で利害関係者があらかじめ納得していないとプロジェクトは走り出さない。
- ・ Primary contractor と Sub contractors の場合は、ただ 1 社が Primary contractor に指定されるため、対等の参加者が権利を分配するという事態は生じない。コピーライトが contractor の側に与えられるときは Primary contractor が唯一のコピーライト保有者となり、後は Primary contractor と Sub contractors の間で、既に契約に明記された通りに権利の設定が行なわれる。通常は Sub contractors がコピーライトを保持し、Primary contractor が restricted rights を得る。

6. 上記の問題と関連して、成果物が特にソフトウェアの場合どうか。

- ・ CRADA、Primary contractor と Sub contractors の場合は、基本的に 5. への回答と同じである。
- ・ COTS ソフトウェアを調達する場合、一般に政府は restricted rights を得るわけであるが、たとえ contractor が original developer との特別な取り決めの下にソフトを修正したとしても、政府は unlimited rights でなく restricted rights のままである。あくまでも original developer による修正しか、調達規則上の「修正」とはみなされない。

7. 米国政府は政府支援研究開発プロジェクトの成果物として、ソースコードの納入を要求するのか。

- ・ 米国政府は一般にソースコードの納入には柔軟な姿勢であり、多くの場合、現実にはその開示を要求しない。
- ・ 原則としては、政府がいかなる権利 (unlimited, restricted, or government purpose)

を得ようとも、政府はソースコードを要求できる権利を持っている。3つの権利は全て政府にその後の contractors にソフトを提供することを認めているからである。実際問題として、そのためにはソースコードが必要となる。

- ・ しかしながら FOIA の下で、政府は要求されれば国防上問題ない限り全てのデータを開示しなければならない。このためもしも政府がソースコードを受け取った場合、それが第三者の手に渡る可能性が出てくる。
- ・ 上記のようなケースでは、民間 Contractors の著作権は全く剥奪されたに等しい状態になってしまう。よって政府は多くの場合、将来政府自身か他の contractors の手で修正の必要性がない限り、ソースコードを要求しない。つまり要求する場合はきわめて実務的理由である。

8. 上記5, 6, 7を総合して考え、知的財産権のルールがうまく規定されていない場合、せっかくの政府支援プロジェクトの成果であるソフトウェアが死蔵され、商業化に生かされないことになる。これでは税金の無駄使いとなってしまう。米国ではどのように対処しているのか。

- ・ この問いへの回答には、その政府支援プロジェクトの真の目的は一体何か、という認識がまず重要になってくる。政府部内に何らかの具体的実務的ニーズが存在し、そのニーズを満たすために政府が支出してソフトウェアを民間 Contractors に開発させる場合は、そのソフトウェアを納入した時点で、その契約は終了し、双方の目的は完全に達成される。このような場合は、結果的に（副産物として）コピーライトなりが Contractors の手元に残るわけであるが、このソフトがその後市場での商業化に成功するか否かは、本来の政府と Contractors 間の契約の成功度とは関係ない。
- ・ 米国の場合、政府のソフト研究開発支出は60%が Contract、30%が交付金、10%が CRADA 等の共同研究である。その各々のメカニズムにおいて、たとえ研究開発の結果が商業化に直結しないからといって、それが国民の税金の浪費である、という認識はない。
- ・ 特に米国が政府支援研究開発プロジェクトの成果の民間 Contractors による商業化を強く意識したのは、1970年代後半に米国の国際的産業競争力が低下しつつあると考えられたときだった。既に指摘されているように、それが1980年以降の技術移転法制の整備につながり、商業化の意図が明確にあることを条件に民間の Contractors に知的所有権を認めていったのである。

第6章 日本が学ぶべきこと

6.1 成功の要因

米国の政府支援研究開発における知的所有権政策がこれまで成功裏に機能してきた背景には様々な要因が相互に影響しあっている。

- 民間 Contractors によって生み出された知的資産の権利が Contractors に与えられる、という意味で政府の政策は「オープン」である。
- 政府職員（国研）により生み出された知的資産は Public Domain に置かれ、歴史的経緯としては、商業化にとってはマイナスのインセンティブを与えてきた。これを理解した政府は、1980 年以降、商業化を促進する技術移転システムを構築してきた。
- 政府、民間 Contractors の間での知的財産権の所有・配分にあたって、米国政府は常に柔軟に対処してきた。（言い換えれば厳格な統一ルールはない。）複雑な権利が錯綜する知的所有権の設定を個別のケースによって柔軟に交渉し、プロジェクト開始前に全て契約上に明記する形を取った。同意が事前に得られなければプロジェクトはスタートしない。
- 政府の知的財産権・技術移転政策に支えられ、大学がビジネス感覚を持って積極的に自身の保有する技術の商業化に取り組み、投資収益をあげようとしている。商業的な成功を収める例が数多く出てきている。

6.2 現在深刻になりつつある脅威

現在米国では、ソフトウェアに対する知的財産権、という概念の有効性が根本的に問い直されている。この懸念は、米国政府の伝統的な「オープン」ポリシーに変革を迫ることになるかもしれない。

- 現在ソフトウェア産業は、「パテントの時限爆弾」に悩まされている。
 - ソフトウェアのパテントの数と領域が徐々に増加・拡大してきている。
 - ソフトウェアは既存のアイデアやソフトを含みこむ形で開発されるものであり、既存のパテントに全く抵触せずに開発できるソフトウェアの領域が限られてきた。
 - 大企業の対応は、莫大な「パテントの兵器庫」を多額の費用をかけて構築し、来たるパテント訴訟をクロスライセンスで乗り切る戦略を取らざるを得なくなっ

ている。

●その結果は、全ての企業がその資源を本来の目的である技術開発以外の目的に浪費せざるを得ないという現実と、特に資金力に乏しく、クロスライセンスや高額のコロイヤルティのコストをまかなえない小規模企業はその理由で市場から永遠に駆逐されてしまうということ。

●ソフトウェアのペテント化は、近い将来確実に、政府支援開発に基づく商業化の可能性を妨げるであろう。

- ある Contractor が新しいソフトを政府支援に基づいて作成するとき、必然的に多くの既存ペテントを利用することとなり、高額のコロイヤルティ負担が生じる。
- その Contractor は完成したソフトウェアに対しコピーライトを獲得し、市場でそのソフトの販売をはじめが、既存の原ペテント保有者が同様の機能のソフト開発を異なるコードで完成し、販売すれば、Contractor のソフトはコストで太刀打ちできず、市場から敗退する。

6.3 米国政府の将来の動き

米国政府が選り取るシナリオは「保護主義的」アプローチか、ソフトウェアの知的財産権を変更し、オープンソース型に近い考え方を採用するアプローチだろう。

●米国政府は、ソフトウェアのペテント化に対する懸念が産業界でますます高まりつつある状況を解決するため、比較的近い将来何らかのアクションを取るかもしれない。

●政府にはいくつかのオプションがあるが、特に重要と思われるのは、以下の3つである。

- ソフトウェアのペテントを廃棄する
- 何らかの特別措置で政府の民間 Contractors を保護する（例えば彼らに対してはペテントコロイヤルティの支払いを猶予する等。）
- オープンソース型のビジネスモデル（ソフトでなくサービス）を Contractors に奨励する。

●上記の3つのオプションのうち、もっとも可能性が高いのはソフトウェアペテント制度の廃止と、オープンソースモデルへの移行である。

●オープンソースのムーブメントが本物かどうか、本当にソフトウェア産業に利益をもたらすのか、現時点で断定することは時期尚早である。また、政府が政府支援プロジェクトの成果としての知的資産をすべて公開してしまうことは、オープンソースを促進し、結果として「いいこと、正しいこと」かもしれない。また、もしもサービスとしてのソ

フトウェアビジネスが出現してくると、従来型ビジネスモデルの Contractors の市場をすっかり奪い取ってしまう危険性もある。

6.4 最後に

米国では、以上見てきたように、市場原理を奉じつつ、その原理の根幹である所有権という概念を知的資産にどこまで認めるかどうかという問題について岐路に立たされている。結果的にはコピーライトが最低限必要な保護(Safety Net)を保証してきたようである。今後米国政府がパテント制度をどのように改良し、政府支援研究開発活動の生産性をどのような尺度で評価し、どう方向付けていくのか、日本としては常に注視しつづける必要がある。

付属資料 2

米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い

本付属資料は、米国の調査会社 MUSE 社に調査委託して取りまとめた調査資料
米欧の研究開発プロジェクトにおける知的財産権の取り扱い 平成 11 年 3 月 先端情報技術研究所 の日本語版エグゼグティブサマリーである。

目 次

第 1 章 知的財産権 (IP) の概要について

- 1.1 IP の定義 付 2-1
- 1.2 IP に関する法的権利 付 2-1
- 1.3 IP に対する基本哲学 付 2-2

第 2 章 IP に関する法律と政策の背景

- 2.1 IP の法律と資金を拠出する各省庁との関係 付 2-3
- 2.2 FAR の概要 付 2-5
- 2.3 FAR と特許 付 2-5
- 2.4 FAR と著作権 付 2-6
- 2.5 ソフトウェアの著作権 付 2-7
- 2.6 ヨーロッパの場合 : Esprit プログラムの例 付 2-7

第 3 章 省庁による IP 取り扱いのバリエーション

- 3.1 概要 付 2-8
- 3.2 FAR の適用 付 2-8
- 3.3 組織的による性質の違い 付 2-9
- 3.4 研究の内容による性質の違い 付 2-10
- 3.5 まとめ 付 2-11

第 4 章 資金提供メカニズムによる IP 取り扱いのバリエーション

- 4.1 概要 付 2-13
- 4.2 政府開発プロジェクト 付 2-13
- 4.3 政府調達 付 2-16
- 4.4 政府支援プロジェクト 付 2-17

第1章 知的財産権 (IP) の概要について

● この章のポイント

- 1) IP には4種類あり、それぞれ法的取り扱いが異なる。そのうち政府資金による研究開発プロジェクトから生じるIPは、著作権と特許である。
- 2) 政府はコントロール力を利用することで、IPを所有することなく将来においてIPが有益に使用されるよう確証する。
- 3) IPに対する政府の取り扱い方は多様だが、究極的には国益を最優先するという目的で一致している。

1.1 IP の定義

Four distinct forms of intellectual property ...		... are treated legally in entirely different ways
Copyright	A 'work' or finished product, fixed in a tangible medium of expression	• Exists as soon as work is 'fixed' (finished) • Can be protected further by 'registration'
Patent	An idea or a method (a classic 'invention'), not defined in any finalized form	• No coverage until patent application 'prosecuted' (agreed by patent office) - process typically takes 2-3 years and costs \$10,000 • The 'strongest' form of IP protection
Trademark	A distinctive mark, design or pattern associated with a particular product, service or brand	• Exists as soon as work is 'fixed' (finished) • Can be protected further by 'registration'
Trade secret	'Not generally known' information that provides (a company etc) a competitive advantage	• No specific protection - is not 'defined' until a dispute arises • 'After-the-fact' litigation can prevent usage of leaked trade secrets or seek damages

1.2 IP に関する法的権利

IPの法的所有権に加えて、IPの使用をどう管理しアクセスするかについてはさまざまなしくみがある。政府は以下のようにそのコントロール力を使うことで、将来においてIPが有益に使用されることを、IPを所有せずして確証することができる。

- ・ 政府は技術開発の方法に発言権を持つ。
- ・ 特定の戦略的技術（暗号解読技術等）に関しては、版權を管理する。
- ・ 特定の技術の商業取引については、敵国への技術移行を防ぐために輸出規制などの手段でそれを管理する。

1.3 IP に対する基本哲学

政府資金によるプロジェクトから生じた IP の取り扱いに関する政策や実践は、多様を極めており、全体を覆う合意もほとんどない。だが、究極的には国益を最優先で尊重するという目的のもとに政策が解釈されている。だが実践的には、相反する状況間のバランスを取るために政府資金が融通されることが多い。

- ・ IP が商用化により近い場合は、IP は製品開発できる民間に移転されるのが望ましいと判断される
- ・ IP がさらに新しい研究の基礎となり、その研究も政府資金によって運営される場合は、IP は政府に帰属するのが望ましいと判断される。それによって政府はロイヤリティを支払うことなくその IP を政府が選ぶ組織に提供できる。

しかし実際の IP の扱いは、硬直した責任感や財源を得たいなど各省の偏狭な判断に左右されることは少なくない。

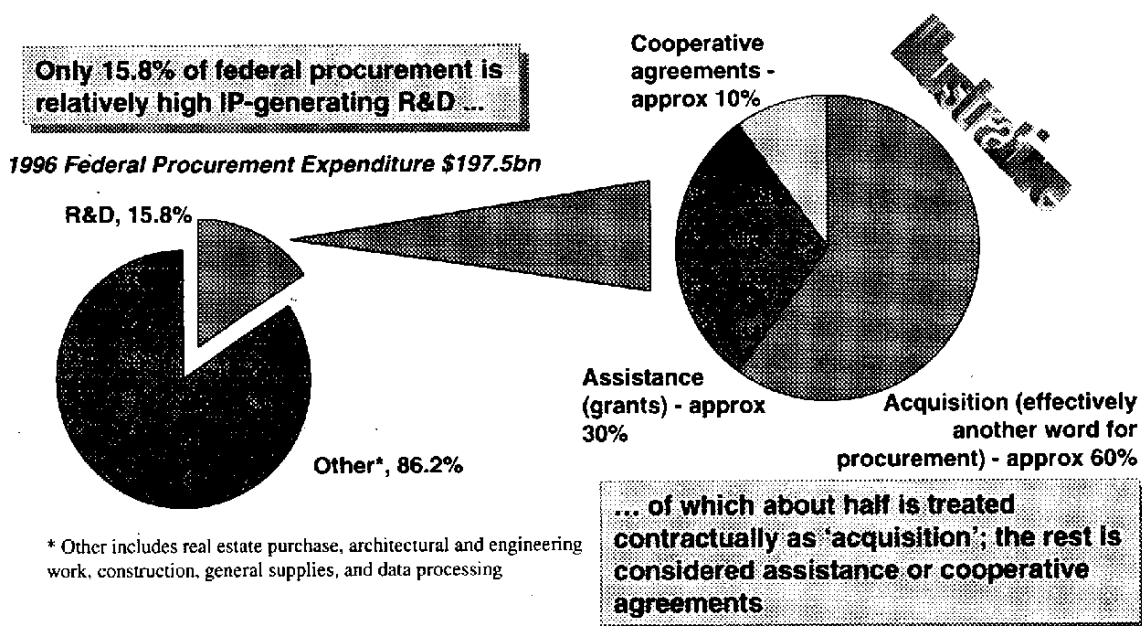
第2章 IPに関する法律と政策の背景

● この章のポイント

- 1) IPの法的取扱いは、基本的に資金を出す各省庁によって規定される。
- 2) 政府とIPとの関係は原則としてFederal Acquisition Regulation (FAR) によって規定されている。だが、各省庁がそれと方針を異にした法律を作った場合は、その法律がFARより効力を発揮する。
- 3) FARは、政府のコントラクターが特許所有を要求する権利を認めているが、さまざまな形式的理由によって例外が設けられている。
- 4) 著作権は自動的に政府に帰属するとされるが、コントラクターからの要求があれば、政府は著作権を譲与することができる。
- 5) 殊にソフトウェアの著作権に関しては、明確にFARの規定するところに収まっている。
- 6) ヨーロッパのIPの基本哲学は(Esprit プログラムに関する限り)、コントラクター側にIPの権利が属するものとし、商用化プロセスを遂行できる手に委ねるものとなっている。

2.1 IPの法律と資金を拠出する各省庁との関係

IPの法的取扱いは、基本的に資金を出す各省庁によって規定されている。連邦政府調達によるプロジェクト(1996年度1千975億ドル)を見ると、IPが高い比率で生まれる研究開発は全体の15.8%で、そのうちおよそ半分が契約上は「所有/調達」され、残りは「支援」「協力に関する合意」と位置づけられる。



「所有／調達」「支援／助成金支給」「協力に関する合意」のそれぞれについて、以下のようなポイントが挙げられる。

Acquisition / Procurement	• The primary consideration (in terms of sheer volume of IP to be dealt with) • Regulated by the FAR (Federal Acquisition Regulation) • FAR defines the specific implementation of other separate acts affecting IP, such as the Bayh Dole Act • Individual agencies permitted to enact their own variation of the FAR, superceding the government-side FAR
Assistance / Grants	• Certain assistance programs are established by separate Acts (eg SBIR) • The remainder are regulated by OMB Circular A-110 and OMB Circular A-102
Cooperative Agreements	• The Federal Grant and Cooperative Agreement Act 1977 set out the basic policy for cooperative agreements, as well as assistance / grants. • Most cooperative agreements are categorized as CRADAs, which are regulated by the Technology Transfer Act • IP treatment is usually set out in specific CRADA agreements, which tend to follow funding agency 'boilerplate' (standard practice)

2.2 FAR の概要

政府と IP との関係は原則として Federal Acquisition Regulation (FAR) によって規定されている。だが、各省庁がそれと方針を異にした法律を作った場合は、その法律が FAR より効力を発揮する。

政府からの資金提供を受けた NGO によって開発された IP のほとんどは、政府による「所有」(すべての調達において行われ、これが全研究開発の約半分をしめる)扱いとなる。FAR は、調達と関係省庁によるサービスについて統一した政策を法律化するために設立されたもので、さまざまな条例(例:特許に関する Bayh Dole 政策など)の基本となっている。特許に関して FAR は、政府のコントラクターがそれを所有を要求する権利を認めているが、さまざまな形式的理由によって例外が設けられている。著作権は自動的に政府に帰属するとされるが、コントラクターからの要求があれば、政府は著作権を譲与することができる。また「政府は、研究開発プロジェクトから生まれた技術を、最大限商用化することを奨励するものとする」(FAR 27.104(a)による)。FAR はさらに、各省庁が独自の FAR を規定することを認めており、実際にそれを行う省庁が多いために IP 政策が顕著な多様性を生み出す結果となっている。

2.3 FAR と特許

特許に関して FAR は、政府のコントラクターがそれを所有を要求する権利を認めている(FAR 27.302 のコントラクターが所有を要求する権利)。これは「政府の特許政策に関する大統領覚書」(1983 年)と行政指令 12591 に基づくものである。だが FAR 27.302 では同時に、コントラクターが権利を所有しても商用化に結びつかない場合は、政府がそれを阻むことができるとする。

権利所有が認められない例外の形式的な理由としては、次のようなものが挙げられる。

Possible formal causes of exception

- ... When disclosure of classified subject matter (in patent applications or resulting from issuance of a patent) may be a violation of espionage or censorship related statutes and may be contrary to the interests of national security
- ... If the contractor is not located in the US or is subject to the control of a foreign government
- ... In exceptional circumstances when it is determined by the agency that restriction or elimination of the right to title will better promote policy and objectives of USC
- ... When foreign intelligence or counterintelligence activities would be threatened by awarding of patent
- ... When the contract includes operation of DOE GOCO facilities dedicated to naval nuclear propulsion or weapons-related programs

2.4 FAR と著作権

「データ（技術の著作権）」の著作権に関する権利（使用、複製、公開）は自動的に政府に帰属する（FAR 27.404）。そのデータがすでに著作権を含む場合、政府は著作権のライセンスを受ける。しかしコントラクターからの要求があれば、政府は著作権を譲与することができる。だが著作権がコントラクターに譲与された場合も、政府はその使用、複製、公開に関する無制限のライセンスを保有する。

著作権の譲与が認められない例外には、次のような場合が考えられる。

Possible formal causes of exception

- (A) The data consist of a report that represents the official views of the agency or that the agency is required by statute to prepare
- (B) The data are intended primarily for internal use by the Government
- (C) The data are of the type that the agency itself distributes to the public under an agency program
- (D) The Government determines that limitation on distribution of the data is in the national interest
- (E) The Government determines that the data should be disseminated without restriction

2.5 ソフトウェアの著作権

ソフトウェアの著作権は、明確に FAR の規定するところに収まっている。1976 年の著作権条例（1980 年に改訂）により、アメリカではソフトウェアは「文学的」作品とみなされ、その創作時に著作権が発生する（システム、操作方法、プロセスは除外）。

特許によるプロテクションは可能だが、大部分のソフトウェア・プログラムは「新しい」とされないためにこれを取得するのは難しい。政府自体が開発したソフトウェアには、特別は条項がない限り著作権がない。一方、政府資金の提供を受けてコントラクターが開発したソフトウェアには著作権があり、FAR によって規定される。また実際には、こうしたソフトウェアは商用化が認められる。だが政府はそのソフトウェアのライセンスを所有して他のコントラクターの使用を認めることが一般的に行われている。その場合は、第二のコントラクターにはオリジナルのかたちでそのソフトウェアを商用化することはできない。

2.6 ヨーロッパの場合：Esprit プログラムの例

ヨーロッパの IP に対する基本哲学は（Esprit プログラムに関する限り）、コントラクター側に IP の権利が属するものとし、商用化プロセスを遂行できる手に委ねるものとなっている。

第3章 省庁による IP 取り扱いのバリエーション

● この章のポイント

- 1) 各省庁によって IP の取り扱いの相違は、それぞれの性質と研究目的の違いによって生じるものである。
- 2) FAR は、各省庁が独自の FAR を設定することを認めており、実際に大部分の省庁がそうするため IP 政策には省庁による大きなバリエーションが見られる。
- 3) 法律や規制が数多く存在するということは、実際には IP 取り扱いに関しては個々の折衝の余地が大きいことを意味する。
- 4) IP 政策は、各省庁の性質と研究自体の目的の違いによって左右される。

3.1 概要

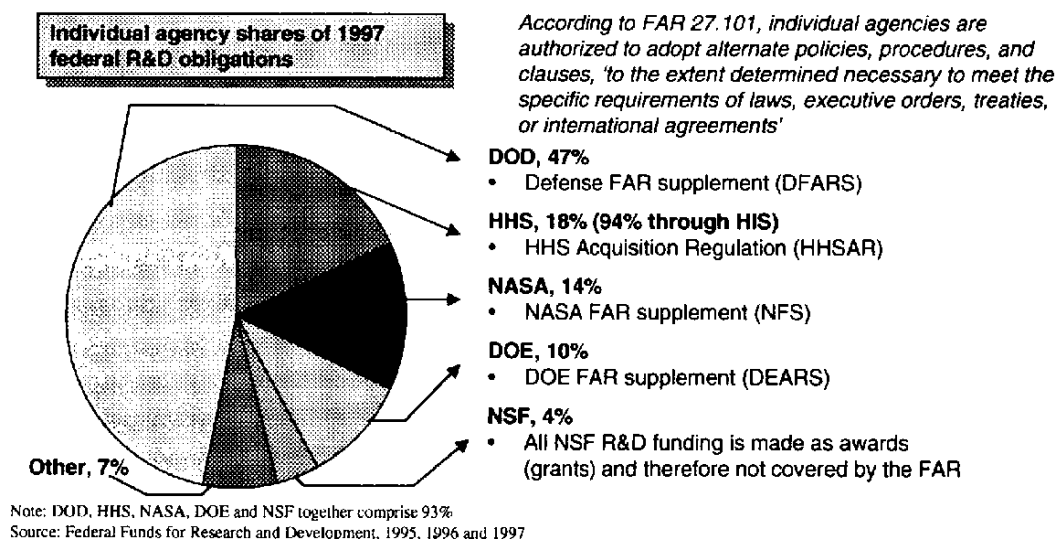
各省庁によって IP の取り扱いの相違は、それぞれの性質と研究目的の違いによって生じるものである。

まず法制化の手続きのちがいが挙げられる。FAR は各省庁が独自の規制を設定することを認めているため、それによって生まれた IP 政策は多様なバリエーションを見せる。こうしたバリエーションがあるということは、実際には IP 取り扱いには個々の折衝の余地が大きいことを意味している。さらに各省庁の組織的、歴史的な性質も影響を与えているのを確かめることができる。また各省庁による研究の性質、研究目的の違いが IP 政策の中核を左右している。

3.2 FAR の適用

FAR は、各省庁が独自の FAR を設定し、「法律、行政指令、条約、国際的合意が定める特定の必要性に合致させるために」手続き、条項を適用することを認めている (FAR27.101)。実際に大部分の省庁がそれを行うため IP 政策には省庁による大きなバリエーションが見られる。

1997 年度の政府資金提供による研究開発のうち、各省庁によるプロジェクトが占める割合は以下の通りである。



法律や規制が数多く存在するということは、実際には IP 取り扱いに関しては個々の折衝の余地が大きいことを意味している。FAR にはロイヤリティの支払い、独占権、出版義務といった項目について明文化されていないため、各省庁は独自のガイドラインを設けてそれを実践しているのが現状である。こうしたプロジェクトごとのアプローチは、最も厳格な省庁においてですら見られることである。

また契約 (FAR) か助成金か CRADA かなど、資金提供のメカニズムによっても、規制には大きな相違が見られる。たとえば DARPA には、「その他の R&D 取り引き」というカテゴリーがあり、IP の取り扱い条件設定で DARPA が最大にフレキシブルに対応できるようにしている。

3.3 組織的による性質の違い

各省庁は、その組織的、歴史的な性質によって、強い相違を見せる。各組織による違いは、下表を参照。

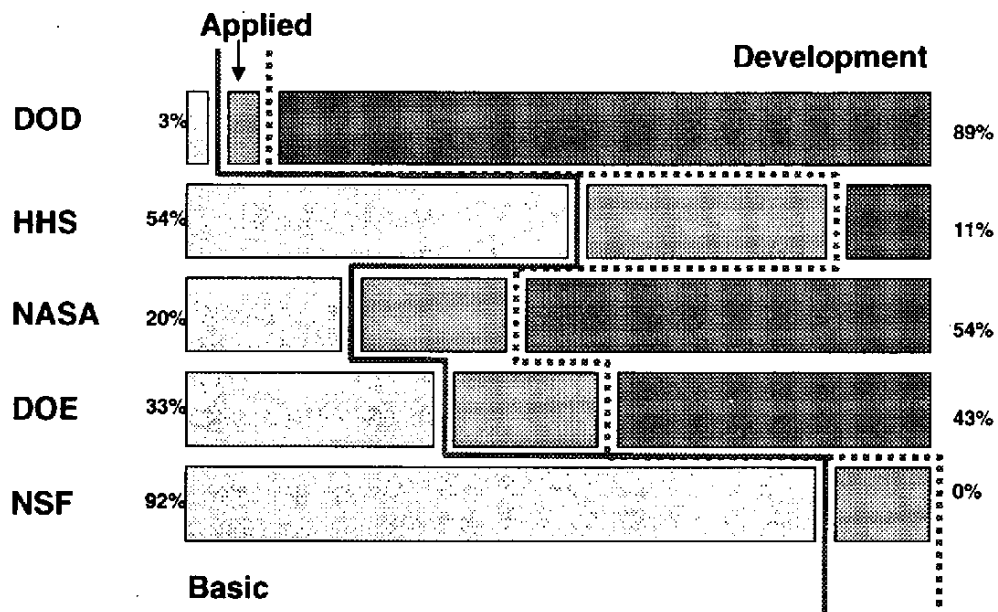
DOD	• Procurement-minded, the DoD is rarely interested in owning IP; rather, it primarily negotiates to have preferential access (purchase, usage, discounts) to whatever technologies are developed
HHS	• One of the forerunners of open-minded policy on both technology transfer and title in contractor. • HHS studies in 1982 showed that HHS policies on IP, in particular technology transfer, were highly effective in stimulating effective commercial use of HHS biosciences IP
NASA	• In the face of ever-declining federal funding, NASA holds the reputation for being one of the most capitalistic ('greedy') agencies. • It seeks royalty streams to help fund other projects on its agenda, and has been known to play various contractors off competitively against each other to see who will yield the most over IP issues. • It has also been known to litigate ex-post with contractors it has funded (eg Hughes over GeoSync Satellite) in an effort to seize IP claim to technologies they believe peripherally benefited from dollars they contributed.
DOE	• Having developed a huge R&D infrastructure through its national labs (active in the Cold War), has a significant number of resources that need to stay busy and justify their existence. Its evaluation/measurement system provides incentive for it to "own" (in whatever way possible) as much IP as is possible... hence its reputation as a fierce negotiator for IP and its nickname-- "Department of Everything".
NSF	• Even before Bayh-Dole, NSF philosophy / policy was to leave IP in all cases with private sector researchers/inventors. Most of its concern is in fostering the sharing of information amongst peers in the field, rather than creating commercial value. The NSF is more-interested in "assistance" than "acquisition."

3.4 研究の内容による性質の違い

開発に重点を置く省庁の場合は、プロジェクトの成果が商用製品に近いものとなる。その場合、省庁の目的は商用化するのにもっとも適した組織、つまり大抵の場合は民間組織となるが、そうした組織に IP が譲与されることとなる。

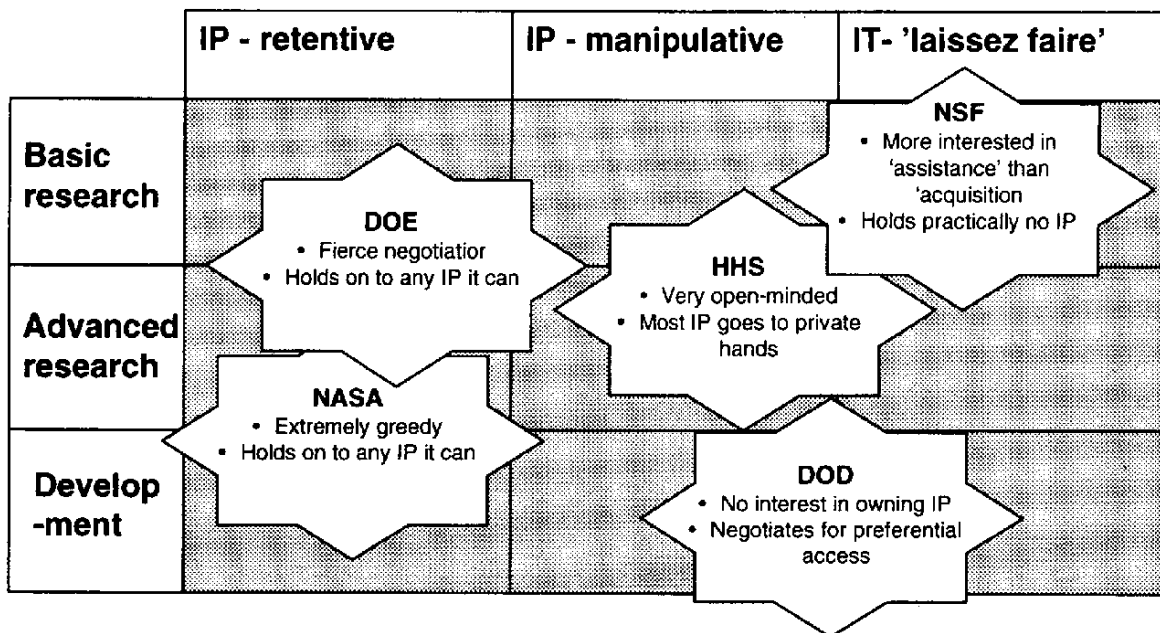
他方、基礎研究に重点を置く省庁の場合は、プロジェクトの成果は「基礎的知識」となり、これがさらに新しい研究、あるいは開発に応用されることもある。この場合の省庁の目的は、次のプロジェクトに関わる組織がその IP に（無料で）アクセスできるようにすることであり、そうすると IP の帰属先として最も適切なのは政府自身となる。

それぞれの省庁による研究の違いは、以下の通りである。



3.5 まとめ

各省庁の IP 政策の違いは、その省庁の性質と研究の内容によって左右される。以下に基礎研究／応用研究／開発の軸と、IP 政府保有／IP に対して操作的（状況次第）／IP 放任主義に対応の軸にしたがったプロジェクトの分布を示した。



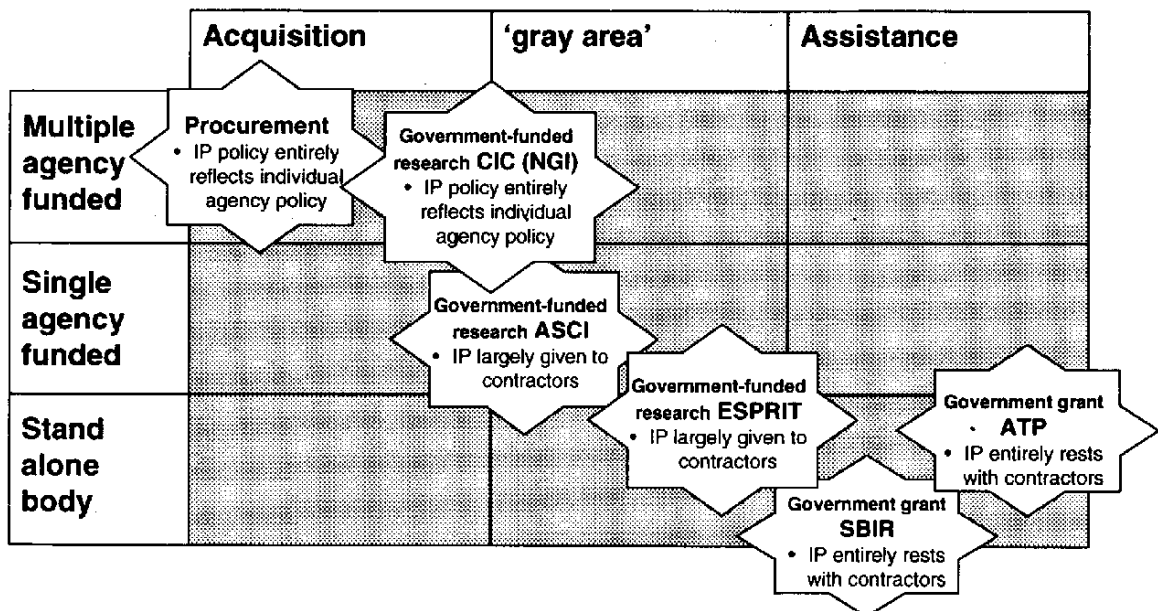
第4章 資金提供メカニズムによる IP 取り扱いのバリエーション

● この章のポイント

- 1) 特定省庁の IP 政策は、その資金源と契約形態によって分類される。
- 2) 政府の研究開発研究プロジェクトは、その目的、商用化への道筋の長さ、関係庁によって、IP 政策が大きく異なる。
- 3) The Accelerated Strategic Computing Initiative (ASCI) の場合は、政府による IP 所有と支援というふたつの混在が見られる。一方では、この国防上必要な技術研究のプログラムが DOE の FAR、DEARS の規制を受けており、これら省庁の通常として IP を所有する。ところが実際には、こうした技術が製品としては十分な商業市場を確立していない場合は、SGI、IBM、Sun、DEC など国内企業の国際競争力を強めたいという目的から、政府の資金提供は「補助金」的な意味合いを含んでいる。さらに DOE の政策により、輸出規制によってこの戦略的 IP の商用販売は制限されている。
- 4) 同じ政府資金提供によるプロジェクトでも、Computing, Information, and Communications (CIC) の場合は、アンブレラ・プロジェクトとして複数の省庁が資金提供に関わっており、IP 政策はそれぞれの省庁の方針によって定められる。そのうち特に NGI プロジェクトは DOD、NSF、NASA、DOE が資金提供しているが、これも CIC と同様スポンサー省庁によって IP 政策が大きく異なる。
- 5) 政府調達プロジェクトの場合は、政府自身の使用に付すためにすでに開発済みの成果を購入する傾向が強まっており、その際には IP は生じない。IP が生じる場合は、FAR とその省庁の定めた FAR によってその取り扱いは左右される。
- 6) 「支援制度」プロジェクトとして用いられた政府の資金は、「所有」プロジェクトとは大きく異なり、IP の民間譲与に寛大である。Small Business Innovation Research (SBIR) は独自の政策方針のもとに運営され、これは文字通りの支援プロジェクトであり、ここから生じた IP は民間企業が所有する。また Advanced Technology Program (ATP) の場合は、ハイリスク、ハイポテンシャルな技術の研究開発を支援することで産業を活性化するという目的に基づいて、プロジェクトは「協力に関する合意」として成り立っており、IP は基本的に民間企業に移転される。

4.1 概要

特定省庁の IP 政策は、その資金源と契約形態によって分類される。下表に支援省庁が複数／単独／あるいは独立した運営母体によってプロジェクトが遂行されたか／の軸と、IP の所有／グレーエリア／支援の軸によってプロジェクトがいかに分布するかを示した。



4.2 政府開発プロジェクト

政府の研究開発プロジェクトは、その目的、商用化への道筋の長さ、関係庁によって、IP 政策が大きく異なる。

4.2.1 The Accelerated Strategic Computing Initiative (ASCI)

ASCI は、核兵器のバーチャル・テストとプロトタイプ化をサポートする DOE のコンピューテーション資源を拡大する目的で実施された数カ年におよぶプロジェクトである。

予算は 8 千 500 万ドルで、DOE の Defense Program ラボの中で行われ、ロスアラモス、サンディア、ローレンス・リバモア研究所が参加した。

ASCI の目的は以下の通りである。

ASCI primary objectives

Performance	Create credible virtual tests to analyze the performance and predict the behavior of nuclear weapons
Safety	Predict the behavior of full weapons systems in complex accident scenarios
Reliability	Develop the ability to make predictions that will extend the lifetime of current weapons, predict failure mechanisms and reduce routine maintenance requirements
Renewal	Use virtual prototyping to reduce production and testing facilities for stockpile requalification and replacement

ASCI では、政府による IP 所有と支援というふたつの混在が見られる。

一方では、政府はスーパー・コンピュータ技術を調達することによって、それを国防他重要プログラムに適用して、核兵器のストックパイル・シミュレーションを可能にしようとしていた。したがって国防上必要な研究プログラムとして DOE の FAR、DEARS の規制を受け、これら省庁はその通常として IP を所有する。スーパー・コンピュータ技術については、たとえ大きな商用市場があったとしても、政府省庁が優先的な顧客とみなされているのである。

ところが実際には、こうした技術が製品としては十分な商業市場を確立していない場合は、SGI、IBM、Sun、DEC など国内企業の国際競争力を強めたいという目的から、政府の資金提供は「補助金」的な意味合いを含んでいる。同様に、プロジェクトの目的はスーパー・コンピュータ技術が用いられることであって、コンピュータ自体にはない。したがってコンピュータ開発の経緯で生まれた IP はいくらか偶発的なものである。

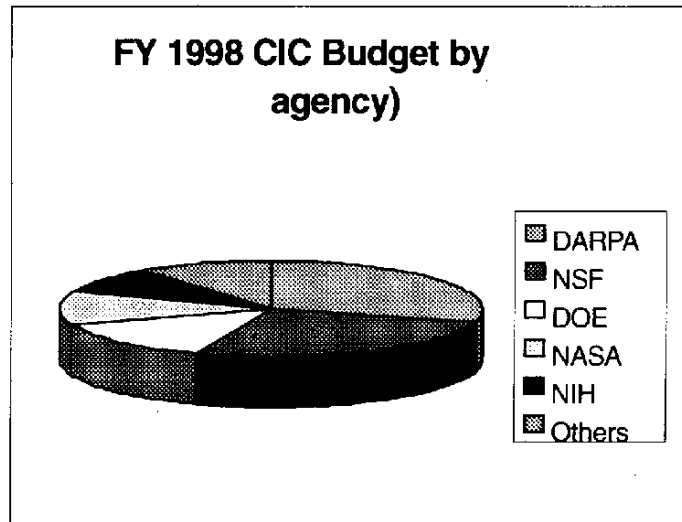
さらに DOE 自体の政策がある。大部分の省庁を通じて、商用 IP は民間企業に移転されるのが通常だが、DOE の「所有」観念と基礎研究への関わりという理由によって、DOE は IP を保有する傾向が強く、また輸出規制によってこの戦略的 IP の商用販売を制限する。

その結果、ASCI の IP 政策はケース・バイ・ケース的な対応が見られる。

4.2.2 Computing, Information, and Communications (CIC)

CIC は、National Information Infrastructure (NII)に関する行政イニシャティブ研究開発から派生したものである。同じ政府資金提供によるプロジェクトでも、CIC の場合はアンブレラ・プロジェクトとして複数の省庁が資金提供に関わっており、IP 政策はそれぞれの省庁の方針によって定められる。

1998 年度の CIC の資金提供に関わった省庁は以下の通りである。



4.2.3 CIC-NGI

CIC のうち特に NGI プロジェクトは、DOD、NSF、NASA、DOE が資金提供しているが、これも CIC と同様、スポンサー省庁によって IP 政策は大きく異なる。NGI プロジェクトから生まれる IP の大部分は、DARPA の典型的な政策にしたがって民間企業に移転されると考えられる。当初 NGI の政策提案は議会で「企業福祉」との非難を浴びたが、その後 IP の扱いは注意深くモニターされている。

NGI のゴールは次の 3 つである。

The three stated goals of the NGI	
1	'To conduct experimental research to develop advanced network technologies, with DARPA as the leading federal agency.'
2	'To implement a high-speed "network fabric" which will provide the means to test new technologies. This fabric will provide connectivity about 100 times faster than the current Internet to at least 100 universities and federal research sites.'
3	'To come up with "revolutionary applications," new ways of using the technologies that will emerge from the NGI research.'

4.2.4 ヨーロッパの場合：ESPRIT

ESPRIT プロジェクトでは通常、IP 所有と重要な用語 (Foreground IP, Background IP,

利用、アクセス権、フル・パートナー、アソシエート・パートナー、ライセンシー、重要機密など) について規定した契約が交わされる。EU は政府が IP を所有しなくとも、コントラクター以外にも複数の組織にアクセス権を譲与することを強調している。

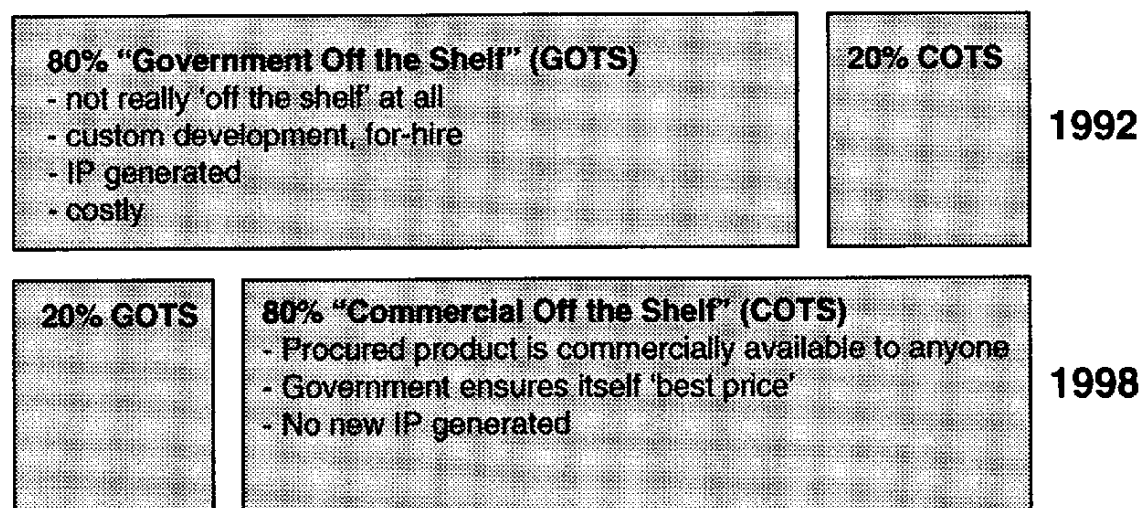
だが、原則が守られる限りにおいて、EU 政府は IP の取り扱いが関係組織間で自由に交渉され取り決められるのを認めている。

4.3 政府調達

経費削減のため、政府調達プロジェクトでは、政府自身の使用に付すためにすでに市場にある製品を購入する傾向が強まっており、その場合は IP は民間企業が保有し、新しい IP もプロジェクト契約からは生まれない。

DOD によるソフトウェア調達を 1992 年と 1998 年で比べると、その実態がわかる。

DOD Software Acquisition, Then and Now



Source: DOD

政府独自の分類により、すべての調達プロジェクトは契約上は「所有」とみなされる (R&D の場合は、所有、支援、開発協力に分けられる)。調達プロジェクトの契約はすべて、FAR とその省庁の定めた FAR によって規定され、IP が生じる場合はその取り扱いは調達を行う省庁の性質と政策に左右される。

4.4 政府支援プロジェクト

「支援制度」プロジェクトとして用いられた政府の資金は、「所有」プロジェクトとは大きく異なり、IPの民間譲与に寛大である。

政府所有はすべての調達プロジェクトと一部の研究開発プロジェクトに見られ、その政策は各省庁の方針に従うものである。アメリカ政府に貢献する製品、やサービスを取得することがその基本的な目的である。

支援制度の場合は、プロジェクトの目的は支援を受ける側が定める。支援金は OMB Circular A-110 が包括的に規定する中で各省庁がガイドラインを設定するもので、ビジネス組織以外の非営利団体や大学が受ける。

協力に関する合意では、Tech Transfer Act と CRADA が定めるところによって規定される。条件はフレキシブルで、参加する企業のガイドラインに合致するよう調整されることもある。

つまり政府省庁が研究を支援するのは、連邦の法律の権限によって民間へのサポートや活性化をはかるという目的で行われる。

また、ここには明解な政府が IP を所有するプロジェクトか、あるいは明解に支援制度プロジェクトかに分類され得ないグレーエリアがあり、政府に益さなくとも IP が政府所有となったり、また反対に支援制度として扱われたりするプロジェクトも存在する。

4.4.1 Small Business Innovation Research (SBIR)

SBIR プログラムは、1982 年の Small Business Innovation Development Act によって生まれ、1992 年の Small Business Research and Development Enhancement Act によって 2000 年まで継続することが決定された。1 億ドル以上の extramural R&D 予算を持つ省庁は SBIR プログラムを設置することを義務づけられ、その予算の規定の割合（1983 年には 0.2% だったが、徐々に拡大して 1997 年度は 2.5%）をそれにあてるように定められた。目的はスモール・ビジネスの活性化によって革新的な技術の開発、商用化をはかることである。

これは明らかに支援プロジェクトであり、政府は支援の受領者の選定に関わりはするが、IP は民間企業に譲渡される。支援金には付帯条件はなく、支援金は革新的なコンセプトの実現可能性を探る企業への支援（7 万 5000 ドル）と、その中から実際に商用化まで遂行できる企業への支援（75 万ドル）の 2 段階に分類される。付帯条件がないことによって、他のプロジェクトに比較として官僚的な手続きが少なかったことが長点として挙げられるが、一方で SBIR プロジェクトの成果のレベルはあまり高いものとはなっていない。

4.4.2 Advanced Technology Program (ATP)

ATP は、ハイリスク、ハイポテンシャルな技術の研究開発を支援することで産業を活性化するという目的に基づいて 1990 年に設立され、1999 年度には 2 億 6000 万ドルで運営される。運営は DOC に属する NIST が行う。すでに商用的な成功を収めたプロジェクトも数件ある。

ATP の特徴を以下に挙げる。

Unusual aspects of the ATP

- The goal of the ATP is economic growth and industrial gain
- The ATP does not fund product development - it funds new 'might-be-possible' technologies
- ATP projects are selected competitively on the basis of
 - economic benefit to the nation
 - commercialization plan
- All ATP project costs must be shared equally by industry (the government provides money but does not perform any of the work)

ATP プロジェクトは「協力に関する合意」として成り立っており、IP は基本的に民間企業に移転される。プログラムの性質上、支援金の受領者は技術の特許申請ができる営利組織を含まねばならない（非営利組織の場合は、合意に基づいてその企業から支払いを受けることができる）。企業が単独で支援金を受ける場合が多いが、これは商用化を簡単にすることや IP の契約を簡略化することにもつながる。ATP プロジェクトから生じた特許は、米国企業に帰属しなくてはならない。また重要なのは、IP は支援を受ける民間企業に授与されるが、企業が商用化に失敗した場合、政府は IP を差し押さえる条項を設けることができる点である。

付録 インタビュー者のリスト

Lee Burrows, CalTech PhD Researcher

J Chester, NSF

Consultant to the ESPRIT program, works for UK Dept of Trade and Industry

Individual from the ESPRIT program

Jon Foster, Former White House Office of Technology

Ben Golub, VeriSign. Former applicant for ATP funds

Dave Herr, ASCI PathForward Liaison

Jeanne Hudson, NSF lawyer

Brian Kahin, NII-oriented lawyer/consultant, White House OSTP

Colin Lau, LLNL Contracting lawyer

Mark Liebman, Vividata (software company, sells to government)

Jerry Linn, Information Technology Laboratory, NIST

Martha Livingston, White House, OSTP

Michael Rubin, Deputy Chief Counsel, NIST

Stephen Squires, DARPA Contracting, sat on CIC Committee

Jeff Weiner, Manager of contracting, Lawrence Berkeley

付属資料 3

わが国における政府支援プロジェクトの知的財産権の扱い

本付属資料は、三菱総合研究所に調査委託して取りまとめた
調査資料 わが国における政府支援プロジェクトの知的財産権の扱い
平成 11 年 3 月 先端情報技術研究所 の要約である。

目 次

第 1 章 問題の所在	付 3-1
第 2 章 日米を中心としたソフトウェアの IPR 保護の歴史	
2.1 IBM のアンバンドリング政策	付 3-3
2.2 日本におけるソフトウェア保護開始	付 3-3
2.3 ソフトウェアの社会的地位の向上と国際機関による調整	付 3-4
2.4 日本におけるソフトウェア権利保護の現状	付 3-4
第 3 章 知的財産権取扱いの分類	付 3-6
第 4 章 ナショナルプロジェクトの成果としての ソフトウェアの IPR をめぐる議論	付 3-8
第 5 章 ナショナルプロジェクトのソフトウェア IPR のあり方	
5.1 ソフトウェアの種類と IPR	付 3-12
5.2 IPR の周辺の問題に関する議論	付 3-13

第1章 問題の所在

ソフトウェアの権利を法的に確立し守る手段は知的財産権 (Intellectual Property Right、以下 IPR とする) と総称される一群の権利を対象にした法律に依っている。国のプロジェクトの成果としてのソフトウェアも、したがって基本的にはこの法律の枠組みに基づいて守られることになるが、もう一つの側面として、公的資金により作り出された財産であるとの見地から国有財産法などにしたがった財産管理の規定が適用されることになり、権利の帰属やそれを行行使できる条件などに関してやや複雑な状況が生まれる。

極めて大まかに言えば、国のプロジェクトで生まれたソフトウェアの権利を巡る議論のポイントは3つある。それらは、上に挙げた2つの要因に基づいてそれぞれ派生しているいわば古くて新しい2つの問題と最近の高度ネットワーク社会の普及進展が顕在化させた新たな観点からの問題とに分類できる。

第一のポイントは、著作物であり同時に工業製品とも言えるソフトウェアと言う特殊な性質を備えたものの権利を主として著作権および特許権で守ることの是非、およびそれに付随して発生する問題点に関する議論である。例えば、ソフトウェアは複製が極めて容易であること、ソフトウェアを作り出すソフトウェアの扱い、既存ソフトウェア部分と新規ソフトウェア部分の間に明確な境界を定めることが実質的に不可能なことが多いこと、などの点に関する疑問、議論がある。もちろん、この問題は単に国のプロジェクトの成果としてのソフトウェアに限定されない。

第二のポイントは著作権や特許権などの IPR の帰属先をスポンサーとしての国にすべきかあるいは研究開発の主体としての受託者 (企業や大学など) に委ねるべきかと言う点に関する見解の相違である。税金で得た成果に対する権利であるからそれを国有財産とし、国を介して広く第三者も使えるようにして広範な普及を図るのが納税者の利益になるとする考え方と、逆に受託者が権利を持つことで商品化などへの展開がより容易になり、結果として税収増や雇用などを通じて産業・社会への貢献を促進させることができるという考え方が基本的に対立している。

第三のポイントは、最近世界的な規模で一般化し始めているオープンソース方式と呼ばれる新たなソフトウェア開発・普及のスタイルによって顕在化してきた問題である。IPR の諸制度がこれまで前提としてきた立場は、一方で知的財産の創作者にその優先的使用権を保証することで創意工夫のインセンティブや事業意欲を鼓舞しつつ、他方では知的財産の内容を公開して第三者も含めた広い層の使用を促すことで産業を高度化し経済を繁栄させることの微妙なバランスを巧妙に維持すると言う点であった。したがって、IPR の底流には権利の囲い込み、第三者の使用に対する強い制約と対価支払義務などの機能を果たす仕組みが内包されていた。しかし、オープンソース方式はソフトウェ

アをその開発当初から広く公開し、制約やロイヤリティ無しに第三者の使用を促進することで一定の同調者を生み、逆に彼らの試用結果を反映することによってソフトウェアの完成度を高めさらなる普及が実現できるという考え方である。つまり権利を囲い込まず第三者使用も制約しないなどの点で従来の IPR 諸制度とは基本的に相容れない側面を持っている（ただし、オープンソースの開発者は著作者人格権に相当する権利の擁護には極めて敏感と言われている）。現在までのところ、国の資金が意図的な形でオープンソースの世界に投入された例は無いと考えられるものの、このような新しい流れにどう対応すべきかと言う新たな問題が提起されていることは確かであろう。

これらの問題に対して、常に正しい解答を見つけることは難しい。しかし、検討し議論する基本的立場は明らかで、成果としてのソフトウェアをいち早く普及させることによって産業的効果を生み、社会に広くその利益を還元させるための仕組みをいかにして実現するか、である。このためには国のソフトウェア技術政策の方向性（例えば基礎研究に近い部分を重視するかあるいは産業寄りの開発に力を入れるか、など）、受託側の対応姿勢や能力、さらにはその時の世界的な技術の方向性や産業の動向などの要因が IPR 諸制度の精神とうまく噛み合うようになっていることが必須である。上に挙げた様々な要因は時代と共に変化するものであり、制度あつての社会ではなく社会に見合った制度であるべきとの観点から、IPR 諸制度も永久不変のものにはなり得ず、常に時代の要請との整合性を検証しつつ必要な改善を施し、またその狙いを分かりやすい形で産業界などに説明するプロセスを続けて行く必要があるだろう。

以下の各節では、ソフトウェアの IPR 保護の歴史的側面、過去の国のプロジェクトにおける IPR の扱い、有識者へのヒアリング調査などについて、個々の問題をさらに細かく検討していく。

第2章 日米を中心としたソフトウェアの IPR 保護の歴史

2.1 IBMのアンバンドリング政策

ソフトウェア保護が産業的に明確な形になって現れたのは、1970 年頃に IBM 社が、アンバンドリング政策を開始したことに発する。この政策により、工業製品としてのソフトウェアが確立し、ソフトウェア保護の気運が高まった。当時、米国においては特別立法も話題となったが、既にベルヌ条約への多数の国の加盟により、外国においても威力を発揮する著作権による保護が適切とされ、1980 年に米国の著作権法が改正された。これにより、従来は文学や芸術作品を対象としていた同法を、プログラムやデータベースにも適用可能とした。

その後も米国ではプロパテント政策が推進され、1985 年のヤングレポートの中でソフトウェア産業を重要な戦略的輸出産業とするための施策の一環として、工業所有権の保護の強化が唱えられ、1988 年には通商法の改正により知的財産権保護強化が図られた。1990 年には、日米知的財産権協議が行われ、リバースエンジニアリングに係る規制等が話し合われた。

2.2 日本におけるソフトウェア保護開始

1980 年の米国著作権法の改正に端を発したソフトウェア保護をめぐる世界的な潮流は、日本では、1986 年の著作権法改定に至る様々な動きを呼び起こした。1980 年には、日米科学技術協定が締結され、日米間における科学技術の基礎的分野における交流・協力促進が宣言された。これにより、ソフトウェア分野の交流も活発化が予想されたことから、米国におけるソフトウェア保護への関心が高まった。さらに、1982 年には IBM 産業スパイ事件が発生し、IBM 社が日本の大手コンピュータメーカを、基本プログラムの流用の疑いで訴えた。この事件は、米国政府が他国に対しても、米国と同レベルのソフトウェア保護を求める端緒となったばかりでなく、社会がソフトウェアを著作物として認識するに至る象徴的な事件となった。こうした中、1983 年頃に、日本では、プログラム権法設立の動きが高まった。ソフトウェア保護を行うための特別立法が米国でも検討されたように、日本においても特別立法であるプログラム権法が検討された。この法律は、ソフトウェアを工業所有権により保護することが念頭に置かれていたが、米国の影響もあり、著作権によりソフトウェアを保護することに落ち着いた。

2.3 ソフトウェアの社会的地位の向上と国際機関による調整

1990年代に入って社会に広くソフトウェアが浸透するにつれ、ソフトウェア保護が世界的な関心を集めることとなった。そのため、国際的に WIPO (World Intellectual Property Organization: 世界知的所有権機構) および WTO (World Trade Organization) にて、ソフトウェア保護に関連する標準化作業が行われており、1996年に制定された条約では、初めてプログラムの著作権による保護が明文化された。また、米国における特許制度は、先発明主義、公開制度欠如、再審査制度、優先権の効果の制限（ヒルマー・ドクトリン）等において、各国との隔たりが大きく、WTOにおいて調整が続けられている。

2.4 日本におけるソフトウェア権利保護の現状

従来より、ソフトウェア権利保護は著作権法による保護が中心であったが、1997年4月1日より施行された新しい特許審査基準により、特許法による保護も現実のものとなっている。

a. 著作権法による権利保護

・保護対象

著作権法において、プログラムは「電子計算機を機能させて一の結果を得ることができるようにこれに対する指令を組み合わせたものとして表現したもの」（著作権法第2条第1項）と定義されている。そして、保護対象は、「思想または感情を創作的に表現したもの」（第2条第1項）であり、プログラムのうち創作性を有するものが著作権法による保護対象となる。なお、プログラミング言語、規約、アルゴリズムは著作権法の保護対象とならないことが明記されている（第10条3項）。

・著作者

プログラムの著作者は、一般の著作者と同様に、プログラムの「著作物を創作する者」（第2条第1項）である。なお、法人等の従業員が職務上作成する著作物で、法人等の名義で公表する著作物は、法人等とする規定がある（第15条第1項）。ただし、プログラムに関しては、企業秘密として外部に公表されない場合も多いため、法人等の名義での公表の有無を問わず法人等を著作者とする特例がある（第15条第2項）。

・著作権の内容

著作者は、著作権および著作人格権を有する。著作権は、複製権、翻案権、貸与

権、有線送信権等から成る。著作人格権は、公表権、氏名表示権、同一性保持権から成る。

なお、著作物の利用を認める規定は、プログラムにも適用され、私的使用のための複製、引用等は可能となっている。また、「プログラムの著作物の複製物の所有者は、自らその当該著作物を電子計算機において利用するために必要と認められる限度において、当該著作物の複製または翻案をすることができる。」(第47条の2第1項)に規定されている通り、プログラムにおいては、利用者が自己の利用のために必要な複製、翻案を認めている。

・保護期間

プログラムの著作物の保護期間は、一般の著作物と同様に、プログラムの創作時から著作者の死後50年とされている。ただし、法人が著作者の場合または未公表著作物の場合は、公表後50年となっている。

b. 特許法による権利保護

1997年4月1日より、「ソフトウェア関連発明の審査基準」(1992年制定)に則った新しい特許審査基準の利用が開始され、ソフトウェア特許出願が特許の審査の対象となった。特許性(新規性・進歩性等)を有するソフトウェアは、特許付与されることになった。これに関連して、特許庁ではソフトウェアに係わる特許付与のためのデータベースとして、コンピュータ・ソフトウェア・データベース(CSDB)を構築した。

第3章 知的財産権取扱いの分類

下表は知的財産権の取扱いに関する各プロジェクトの立場をまとめたものである。特許権は現在の我が国のソフトウェアにおいて、普及上の大きな支障とはなっていないと思われるが、米国の状況等も鑑み、成果普及の観点から今後重要となってくると思われる。また、著作権は、ソフトウェアに対する権利を保護するものとして現在においては中心的なものとなっている。表中、左上の領域は、特許権、著作権共に国が専有するものを表し、右下の領域は特許権、著作権共に開発者側と共有するものを表しているが、その間の分割はスケールとしては特に意味を持たない。

表 知的財産権の取扱いによるソフトウェア開発プロジェクトの分類

	知的財産権の取扱い			
	国が専有し、通常の国有財産と同じ扱い	国が専有するが、開発者に無償で実施権を付与	開発者と共有するが、共有対価もしくは実施の対価が必要	開発者と共有し、かつ対価も不要
国が専有する	大型プロジェクト ICOT	RWC(国組合) 科技厅		RWC(組合内部)
国が専有するが 氏名の表記は認める				IPA(独創)
共有するが、共有の 対価が必要			IPA(H10 補正)	
共有し、かつ対価も 不要				NEDO IPA(H7補正) IPA(H8補正)

表より、過去のソフトウェア開発プロジェクトにおける知的財産権の扱いとして以下のことが考察される。

- ・ 大型プロジェクトや ICOT は特許権、著作権ともに国に帰属するものとし、その利用や実施にあたっては特に優遇されるようなことはない。これは基礎的な技術開発を主眼としたもので、成果は広く国民に公開されるべきであるという目的によるものと思われる。
- ・ RWC、IPA では、ソフトウェアとしての成果物の特殊事情を考慮し、契約書上でもソ

フトウェアプロダクトの特性を意識しているように見える。

- ・ 全般的に基礎研究よりのプロジェクトでは、知的財産権を国が保有することが原則となっているように見える。一方、産業振興の目的のために実施されているプロジェクトは、知的財産権をできるだけ開発者に帰属させ、かつその実施にあたっても優遇されるような方式が検討されていると解釈できる。
- ・ 長期的な傾向としては国の専有から受託側にも権利を認める流れが見られるが、法的規制などから運用上の工夫で対応する例もある。

第4章 ナショナルプロジェクトの成果としての ソフトウェアの IPR をめぐる議論

ナショナルプロジェクトの成果として得られたソフトウェアを産業界に一層幅広く普及させていくと言う問題意識で、IPR の扱いに関する問題点の有無、その改善への方向、さらに IPR に関連するいくつかの話題について、プロジェクト関係者 13 名に対してヒアリングを行った。

ヒアリング結果の整理

ヒアリングの中で言及されている話題は IPR に止まらず、受託者の起業家意識、国のプロジェクトとしてあるべき方向性、社会文化的な背景など、国のプロジェクトの成果の事業化に何らかの形で関連する相当広い範囲の議論を含んでいるがここでは IPR の扱いに焦点を当て、ヒアリング結果を大まかに整理する。各回答者の論点の対立点あるいは重きを置いている点を際立たせると、回答者の見解は以下の 6 つの立場に整理できる。

a. 現状肯定派

成果の普及に際して現状の IPR 制度に大きな問題は無い、あるいは少なくとも現時点で制度に関して困惑している事態には遭遇していないとする見方である。国の成果ソフトウェアの普及・事業化が十分に進まない理由の大きなものはむしろ受託側の事業化意欲の少なさや作られた成果そのものに魅力が少ないことであると、例えば事務手続きの煩雑さなどの点で IPR 制度が完璧では無いにせよ、その問題を具体的に強く指摘できる程に事業化の例がまだ多くは無いと言う認識を持っている。

この主張はプロジェクト委託側の回答者に多いが、プロジェクト委託側としては、より良い成果を生むためには研究開発にとって本質的でない作業（実態と乖離のある契約形態とそれから派生する意味のない開発作業、ドキュメント作成など）に多くの時間を費やさざるを得ない現状の改善の必要性や単年度会計などのプロジェクト運営上の問題の解決に向けての努力も必須であろう。

b. 成果全面公開派

国のプロジェクトの成果は基本的には 100%公開すべきであり、そうすることによって成果の普及を最も促進することができるとの主張である。この背後には、ソフトウェアの普及のためには Free Software Foundation 的発想が重要であること、またそもそも国は基礎研究的な分野にのみ力を注ぐべきであることなどの認識が見られる。

この主張は現行の国有財産法などの諸制度やそれに基づいて資産の管理を行う国あるいは国の代行機関の業務と本質的に相容れない側面を持っており、事務用品のような物品と研究開発成果を同列に扱って管理しようとすることに基本的な誤りがあると指摘している。さらに国のプロジェクトの契約形態にしても委託や請負に替わる別の形式を設定して研究開発に適したより自由な形式の確立が必要であるとしており、その際に契約上のしほりを少なくすることによって生じ得る契約不履行者の存在も必要悪として認めた制度の検討が必須と考えている。

長引く不況の中で国（特に通産省）の予算が企業経営に寄与している比率が高まっている現状では、やや理想論に近いと感じられるこの主張には、もう一つ疑問がある。それは、実態として情報分野の基本的な部分は米国の製品や技術に圧倒されている状況があり、日本が実施すべき基礎研究の分野として成算が見えるのは何かと言う点である。この選択を誤ると、見返りの期待できない投資を続けることになりかねず、後述するように将来を見越した適正な研究開発ポートフォリオの確立が合わせて論じられなければならない。

c. 国・企業独立路線推進派

国のプロジェクトに関連して特に大きな IPR の問題は既に受託者が事前に所有しているノウハウやソフトウェアと国の成果の切り分けの問題であると考えている。形式論としては、既存技術は事前に届け出ることによって権利を守ることができることになってはいるものの、ソフトウェアの場合は既存部分と新規部分の切り分けが困難であること、既存部分と言っても何らかの形で手を入れることが必要、それにも関わらず既存技術とすると費用が削減されること、などの問題があつて手続きどおりに既存部分を切り離すことは難しいとしている。さらに、既存技術の権利擁護のために敢えて既の実績のある技術者をメンバーから外した体制とすることもあり、実績があるが故に最適な体制を作れないと言うパラドックスも生まれる。また、既存部分の権利は企業に属するためそれを除いた最終的な納品物件はそれ自身ではまとまった意味を持たない中途半端なものにならざるを得ず、仮に第三者がプロジェクト成果の利活用を企てても成功する見込みが無いことも指摘している。

こうしたことの原因の一端に国のプロジェクトが企業の製品開発に近すぎる分野を設定していることがあり、国は企業活動から離れたところにその研究開発分野を設定すべきと主張している。インフラ整備や新技術に関する社会的実験、ニーズ顕在化のための社会的プロジェクトなどが研究分野の具体例の一つである。

情報技術がネットワークを通じて想像を超える影響力を持つことを考えると、こうした主張には説得力が感じられる。しかし同時に、研究開発や商品化が世界的な規模で極めて短期間のうちに浸透する事実を目の当たりにすると、このような

プロジェクト遂行には多くの点で強いダイナミズムが要求されている点にも留意しなければならない。

d. 企業優先使用派

国の費用を使う研究開発とは言え、実際にアイデアを出して研究開発を行うのは受託側企業である。したがって、彼らにその権利が行かないのは極めて不自然であり、最低限権利は共有することにならないとプロジェクトに参画できないと主張している。

前述したように、最近の基本的な流れとしては権利は委託側・受託側で実質的には共有するようになってきており、その意味ではこの主張の根拠はやや薄れている印象もある。しかし、この主張の背後には、研究開発そのものは受託側のコントロールの下で実施されるべきであること、各種事務手続きは研究開発の進行を第一に考えて簡素化されるべきことなどのプロジェクト運営方法に関する主張もあり、その意味では残念ながら現行の制度の残された課題は大きい。

e. 成果普及懷疑派

国のプロジェクトの成果は企業の活動とは直接結びつかないとの見解である。彼らは国のプロジェクトの成果を元に普及発展させていく意志を必ずしも持たない、あるいは持てないと考えている。この意見に従うと IPR は大きな意味を持たないことになる。

この主張の論拠にはいくつかのパターンがある。第一は、成果を普及させて行こうにもその市場が見えないと言うものである。ソフトウェア成果を生かして事業化する際に最も自然な形はパッケージソフトの形で製品化することである。しかしながら、日本のパッケージソフトウェアの市場は欧米のそれに比較すると相対的に低調・未発達であり事業意欲を持てないと考えている。第二のパターンは、そもそも国のプロジェクトでは自社内で抱えているテーマのうち事業化と言う観点では可能性が相当低いものを対象にしており、したがって当初から事業化の意欲を持っていないと言う考えである。事業化の可能性が見えているテーマは自社内の予算で自らの全面的なコントロールの基で研究開発を実施している。第三のパターンは、基礎的な研究開発ではテーマの将来性を判断することが難しく、したがって、事業性を考えても成功しないことが多いと言うものである。過去に国のプロジェクトとして行った研究が結果として産業的には方向違いだったことなどを挙げて、基礎研究の成果を事業化することの難しさも指摘されている。

いずれの論拠であれ、この考えに従うと受託側としては国から請け負った仕事の範囲内で一定の金銭的利益や技術者の教育的効果、対外発表の機会などを得ることができれば事業目的は達成でき、それでプロジェクトは完結したものと言う

ことになる。この主張に賛同する声は少なからずあるとの印象があるが、成果普及に関して積極性に欠けるこの層の存在は大きな問題である。前述したように原因は種々あり、例えば二番目のパターンの論者は景気の動向に極めて敏感であり、現時点ではむしろ国のプロジェクトの成果普及と自らの事業の関係を密接なものとして考えている。一番目と三番目は問題の根がより深い。こうした層への対策は研究開発における技術的観点、産業構造的観点などから総合的に考えていかななくてはならないであろう。

f. 脱 IPR 派

IPR は成果普及のために一つの要素ではあるものの、現時点での最重要課題では無いと考えている。ベンチャーにとって最大の問題は顧客を確保することであるとした上で、自らが開発した技術に関する需要家とのマッチングの場を設けることが本質的な課題であり、そういう意味での支援の必要性を訴えている。こうした観点からは例えば成果報告会なども同業者に限らず、より広範な層を巻き込んだの実質的な商談の場への変貌が必要と考えている。

一定の研究成果が出てから最終顧客に製品が認知されるまでの川下分野ではマーケティングや販売チャネルの開拓、資金調達や全体ビジネスモデルの構築などに多大の時間と費用がかかるが、この点についての国の支援マインドが低すぎる。また、先端技術型ベンチャーがもっとも期待する支援は製品が売れるようにバックアップしてもらうことであるが、日本では大企業がベンチャーに実質的に門戸を開いているとは言えず、もちろん政府調達も高い期待を持てない現状から、製品販売の機会を得ることに悲観的にならざるを得ないと言う現状がある。

このような販売機会の増大、チャネルの確保の問題が喫緊の課題であり、それに比較すると IPR の問題は二の次、言い換えるとまだ問題がそこまで達していないと言う見解である。

以上、ヒアリング結果を6つの立場に代表させて整理した。もちろんこれらの立場は必ずしも対立するものとは言えず、むしろ相互に共通する見方もある。逆にこうした錯綜した状況が IPR 問題の込み入った事情を反映していると考えるべきであろう。

第5章 ナショナルプロジェクトのソフトウェア IPR のあり方

5.1 ソフトウェアの種類と IPR

冒頭でも述べたように IPR 政策は、成果としてのソフトウェアをいかにして広く普及させ産業を活性化させるかとの観点で検討されるべきである。したがってプロジェクトの種類や目的さらにそれに付随する普及へのビジネスモデルや開発者の意識などに応じて IPR 政策の具体的な運用方針も弾力的に対応できるようになっている必要がある。このためには国のプロジェクトをいくつかのパターンに分類し、委託側はもとより受託側もプロジェクトの目的とそれに対応する IPR 政策の意義を明確に意識して、研究開発を進めることが必要である。

以下のような分類は一案である。

● 基盤ソフトウェア型モデル

成果は公共財として位置づけ、したがって IPR も公開を原則とする。成果の波及範囲は広く、場合によっては国際的なデファクトスタンダードなどへの展開も考えられる。囲い込み的な IPR 保護政策では無く、早い時期に公表するなどして同調者を増やすことが重要。

● 応用ソフトウェア型モデル 1

企業などでの事業に密接に関連する領域の研究開発。企業内での先行する研究開発や別の国のプロジェクトなどでの実績を元に研究開発されるスタイル。研究開発プログラムとして実施して成果を共有するかあるいは補助金的な枠で成果は 100% 受託側に帰属するような仕組みも有り得る。成果のビジネスモデルも視野に入れて事業化が最も容易になるような方向での取り決めるを行う。ただし、うまくビジネス化できない場合は国が第三者に IPR を譲渡できる権利を留保しておくことが望ましい。

● 応用ソフトウェア型モデル 2

前者と似ているが、過去の積み重ねと言うよりはむしろ閃きのアイデアで事業化を狙うような性格のプロジェクト。IPR は基本的に受託側に帰属させることが望ましい。また、採択までの手続きにも従来型の公募、審査、ヒアリングなどの一連の流れとは別に迅速にまた時期を問わず対応できるような仕組みが必要である。

● コンテンツ型モデル

プログラムではなくコンテンツ開発を主な目的とするようなプロジェクトを想定する。コンテンツが関与すると多くの場合、権利関係が非常に複雑になることが予想される。業界融合的な特長や新事業領域開拓などの効果を期待できるだけに権利関係の扱いには留意すべき点が多いと考えられる。波及効果が大きいであろうことから、基本的には開発者と国が IPR を共有し、比較的短い一定の時間を経た後は公開して普及させるなどの方策も考えられる。

● 実証実験型モデル

新しい技術のフィージビリティや各方面への影響の有無などを実際にシステムを稼働させることによって検証することを目的とする。公共性や波及効果が大きいことから基本的には成果は公開することが望ましいと考えられる。

実際のプロジェクト遂行の局面では事情は相当複雑になることが予想される。前述したように、これらに対して前もって規則を用意しておくことを考えるよりは、その都度前述の原則、誰が成果を享受すべきか、そのための最善の道は何か、を委託側、受託側共に明確に意識して適切な取り決めができるようになっていくことが望ましい。それを決定するためには、特に委託側に十分な体制が必要であることは言うまでも無い。

5.2 IPR の周辺の問題に関する議論

ソフトウェアプロジェクトの成果普及のためには IPR だけでは捉え切れない多くの問題点が複雑に絡み合っている。むしろ、いかにすれば成果普及を促進することができるかという文脈の中では IPR だけを独立に論ずることの方が不自然と言うべきかも知れない。最後にそれらの論点を整理し、IPR との関連あるいは成果普及に際しての様々な問題点を浮き彫りにする。これらの論点に関して回答者の意見は必ずしも一致している訳では無いことが期せずして我々が直面している問題の多面性を物語っており、本報告書でもこれらの点について一定の結論を導き出すまでには至っていないが、今後の国のプロジェクトを推進する上でこうした点への対応ないし配慮が必要と考えている。

a. 起業家マインド

全体として日本企業には起業家マインドが少ないと言われている。今回のヒアリングでも半ばその主張が裏付けられた印象がある。

・ ソフトハウスなどの起業家マインド

今回のヒアリングはソフトハウスは1社だけに留まり、この見解は限定的であるが、少なくとも回答者の組織では国のプロジェクトの成果を事業化するという意味で強い起業家意欲を持っている印象は無い。さらに、これに同調するソフトウェアハウスも少なからず存在するであろうことが想像できる。この要因は複雑で、日本におけるソフトウェアハウスの役割やソフトウェア市場の特性（受注生産、請負などの比較的受動的な仕事が多く、ソフトハウスが主導権を握ることのできるパッケージソフト市場などが未発達であることなど）などの経緯があり、ソフトウェアハウスが起業意欲を持ってない、あるいは持っても商業的に報われる機会が得られない構造が続いているためと考えられる。しかし長引く不況によって災い転じて福となったか、概してソフトウェアハウスも最近は起業家意識に目覚める傾向にあり、意識が改善されてきている印象がある。

・ 大企業の状況

大企業に顕著なのは景気の波によって国のプロジェクトに対する基本的対応を変える傾向があることである。すなわち大企業は国の資金を自社資金の不足分を補う余剰的な意味合いで都合良く考えている傾向があり、好況の時には国の資金で具体的な成果を期待せずに先行的研究を行い（この時には IPR について強い主張はしない）、一旦不況になり自社の資金繰りが苦しくなると、国の資金をより事業に密着したテーマに振り向ける（この場合には IPR に非常に神経質になる）。これを首尾一貫性の欠如と捉えるのではなく企業経営上の合理的な判断とおそらく考えるべきであろう。いずれにせよ、これを事実として認めると国の IPR 政策も好不況の波によって方針を変えなければならないことになるであろう。少なくともプロジェクトごとにその前提を明確にして、それに見合った IPR 対策を打ち出す必要がある。

付言すると、前述したように（国の資金による）基礎研究の成果の事業化に成功するためには、開発した技術そのものの問題に加えて、技術開発の方向性や市場の熟成などの周辺環境の問題もあり、ことはそう容易では無い。ヒアリング回答者から聞いた、過去に参画した大プロの成果で事業化に成功したものは一つも無い、との嘆息を交えた述懐もそうした事情を反映している。

・ 多様化する個人の意識 ～著作者人格権を重視する新たな個人パワー～

オープンソース方式によるシステムの台頭が著しい。これを支える技術者のマインドにも注目する必要がある。彼らは何らかの組織に所属しながら組織の目的とは別に活動し大規模なソフトウェアを開発する。彼らを動かす動機は、自分のソ

ソフトウェアが人の役に立つことの充実感、一定の技術者仲間の中での名声を得ること、技術的な関心などで、少なくとも金銭的欲望で行動している訳ではない、とされている。彼らが主張するのは著作者人格権に非常に近い権利であり、ソフトウェアそのものの使用に何らかの制約を課すことは好まない。一方で、前にも指摘したように、国のプロジェクトに関連して良質の特許が出されないとされていることの原因の一つとして、国との共同特許では企業内の研究者技術者がインセンティブを持てないとの状況があった。自社内の仕事に関連させて特許出願した方が、報奨制度などを通じて自らの金銭的利益に結びつきやすいからと言う理由であった。

こうした表面的には相矛盾するようにも見える個人の価値観の多様化が今後の国のプロジェクトにどのような影響を与えるのか現時点ではまだ先が見えないものの、これまでは企業内に埋没していた個人の意志や嗜好が相対的により顕在化した力になるであろうことは推測できる。

b. 国のプロジェクトの範囲

この点については多くの回答者から意見が寄せられたが、それらは必ずしも一致しておらず、回答者自身の立場や考え方を比較的強く反映したものとなっている。以下に望ましいとされている研究領域を順不同で挙げる。

・ 基礎研究

基礎研究と言うとやや誤解の可能性もあるが、狭く基礎研究に限定せず、インフラ整備なども含めた公共の用途を対象にすべきとの意見である（成果の IPR もすべて公開すべきとの論旨につながる）。研究開発の一環として国が景気対策に手を染めるべきでは無いと主張し、応用ソフトなどは補助金やベンチャー支援の予算の範疇で考え、研究開発とは別の次元の話であると言うのが基本的見解である。この方向をさらに推し進めて、ポスト情報時代に備えて環境時代に備えて、エネルギー、食糧、生命科学、社会環境などの研究開発が必要との主張もある。

・ ワンアイディア型の研究開発

情報技術が広範囲に普及した結果、技術の言わば大衆化が促進され、従来のような積み重ね型の研究開発で成果を出すようなタイプのものだけでなく、ワンアイディアで製品になるような種類の研究開発テーマも増えてきた。こうしたテーマは多くの場合、ベンチャー企業が有していることが多いが、これを国の予算で支援することを考えると、現在の各種の制度はやや硬直的に過ぎるきらいがある。従来とは異なる枠組みのプロジェクトを考える必要がある。

・ 社会実験型プロジェクト

新たな技術が予想外の問題・困難を生むことは技術発展の歴史の常識である。特にネットワーク社会では技術は瞬く間に全世界に広がり、否応なく多くの人々がその技術に関与せざるを得なくなることを考えると、技術のアセスメントの重要性が増す。こうした分野を国が行うべきとの主張であるが、情報分野では技術の有用性を事前に評価することが困難で実際にある程度の規模で使用してみないと客観的な判断を下せないことが多いことを考えると、この主張には一層の説得力が加わる。

・ 社会的ニーズ

これまでの国のプロジェクトはシーズ主導的な意味合いが強く、それが国のプロジェクトの成果が大きな産業につながらなかった一つの要因であると考えられる。シーズ主導では産業は興らず、まずは市場ニーズが重要で技術はそれにしたがって育成されるものとの見解である。この前提に立つと、国の役割はニーズ顕在化のためのプロジェクトを起こして技術シーズを高めることにありとされる。

・ オープンソース

比較的多くの意見はオープンソース方式によるソフトウェア開発を望ましいことと、国としても積極的に関与すべきことと捉えている。さらに推し進めて NPO 的活動をもっと広範囲に支援すべきとの意見もある。ただし、メーカーの回答者の指摘として、オープンソースへの関与に対する懐疑的な見解も見られる。すなわち、オープンソースで作られたソフトウェアはそれが第三者の権利を侵害していないことを証明することおよび動作の保証をすることが実質的には不可能と言う特性（限界と言うべきか）を持っており、このためメーカーあるいはベンダーとしてはオープンソースへの積極的な対応を躊躇せざるを得ない現状がある。国がこの活動を支援する場合でも同様に国の資金的支援を基に作られ使われているソフトウェアが第三者の権利を侵害していた場合への対処を考えると、現実的には関与は容易でない筈と指摘している。

一方で、ベンチャー企業からは、今後は単なるソフトウェア製品の販売ではなくソフトウェアを媒介としてサービスを売る時代の到来が確実であり、国もそれへの対応をすべきとの主張もある。これはオープンソースを基にしたビジネスモデルとかなり近い関係を前提にしているようにも考えられる。

c. 社会的文化的な背景

ヒアリングの過程では問題をなるべく具体的に論ずるように意識し、なるべく論点が社会的文化的な範囲に入り込まないように留意した。それは問題の所在を社会的な

あるいは文化的な背景に押し込めてしまうことによって、具体的な対策案の検討が棚上げにされてしまうことを危惧したからである。にも関わらず、下に挙げるようにいくつかの問題が指摘されている。

・ 人の移動

MOSAIC のケース（IPR を元に事業化を試みた SpyGlass は失敗し、オリジナルを開発したマーク・アンドリーセンがベンチャー企業に移籍して新たにコードを書き直すことで NETSCAPE として普及した）に学ぶように、ソフトウェアの事業化は単に IPR の問題に帰着できず、ノウハウを所有する人の移動によって実現されることが多い。日本は人の移動が米国に比較して非常に少ないし、さらに注目すべきは、少数派として存在する人の移動が米国とはむしろ逆の方向に向いている点である。すなわち人の移動と言うと、米国では大学人が企業に移籍することを通常意味すると思われるのに対し、日本では企業の研究者・技術者が学位を取得し大学に移動する現象が常識的である。この差はもちろん善悪とは別の次元の話であり、原因を制度やルールに求めるのは筋違いで、日本と米国の社会的なあるいは文化的な背景によるものと考えしか無いが、成果の普及を促進するダイナミズムを減ずることは確かであろう。

・ 優秀な人材が大企業指向

これも日米で対照的な傾向を示すと言われるが、日本の大学生は官公庁や大企業、大学などへの就職を果たすことがステータスシンボルと考えている。もちろん大学生だけでなく、それが日本社会の最大公約数的見解でもある。米国の大学生は成績優秀者はベンチャーを指向すると言われていたことと好対照である。実際、日本のベンチャー企業の多くが直面する問題は、優秀な人材獲得であると聞く。創業者はそれなりの夢と熱意と覚悟の元に事業を起こすが、ある程度の規模の組織に拡大しようと考えても良い人材を見つけることが至難の技となる。

以上、各回答者の立場や見解の相違に基づいて出された多様な意見を整理した。もとより、これがあり得べきすべての論議を尽くしているとは思えないにせよ、いくつかの代表的な立場とその論拠を示していることは間違い無い。それぞれの主張には背景や理由が存在し、それなりに説得力がある。おそらく各意見の背後にはそれぞれの回答者が陰に陽に想定している期待される技術あるべき社会の姿が対になっており、意見の相違は正誤とは別の次元のものと捉えるべきであろう。

これらの意見のいくつかは、現在の「IPR とそれに関連する国の政策」の深刻な問題点を示唆している。将来に向けてこれらの問題の解決は急務である。これらの解決案を提言することは、本調査の範囲外と思われるが、今後なされるべき議論のポイントを提

供するとの主旨で、そのいくつかについて、以下に短く試案を掲げる。この試案は、現在、市場において苦戦を強いられているわが国のソフトウェア産業がおかれている立場を前提とし、国が今後の IPR 政策の立案と実施において、特に考慮すべきと考えられる点を指摘しようとするものである。

- 産業応用のシナリオの無い基礎研究指向から離れること：この点は回答者の中でも意見が分かれた部分であり、そもそも「基礎研究」の意味するところも自明とは言えない。もとより国全体として基礎的研究が重要であることは論を俟たないが、通産省が産業応用に結びつくシナリオのない研究の主導的役割を演じるべきかは疑問である。スタート時には基礎研究を旗印に掲げたいいくつかのプロジェクトにおいても、多くの場合、プロジェクト半ばを過ぎると具体的な成果、産業上のインパクトが強く求められ、結果として中途半端な妥協が行われ、当初の意義が曖昧になるばかりか、一貫性を欠いた求心力の無いプロジェクトとなってしまう傾向が感じられる。やはり名実ともに産業応用の可能性を第一に考えた設定とすべきである。
- IPR は句の間は非公開：上に基づいて産業応用に結びつくテーマ設定をした場合、その開発に利用した既存資産の評価を適切に行うことは難しい。受託側は、国を通じて自らの成果が第三者に流出することを危惧する。これを解決する方法として、例えば1年間は国は成果を公開せず、また第三者への実施権付与もしないことを保証するのはどうであるか。これによって、受託側の危機感は相当和らぐと思われる。もちろん、成果が100%受託側に帰属する補助金制度をソフトウェア分野の実体に合うように改善して適用する方法もある。
- 大メーカー：今回のヒアリングで強く印象づけられたのは、国と大メーカーの間の信頼感の欠如である。それは「ほとんど無意味な内容の特許を形だけ国に出す」とか「国が過度に高額なロイヤリティやメーカー独自の成果の納入をも要求すること」などの見解に象徴される。現状のままでは良い制度があってもその精神が生かされない程と危惧される。まずは信頼関係の修復と確立のための諸策を講ずることが急務である。
- ソフトハウス、ベンチャー：IPR の価値を客観的に評価する仕組みの確立が求められる。これによって IPR の資産的意義を明確にし、ソフトハウスの資金調達を容易にしたり、税制上の優遇措置を講ずるなどの、実効ある制度を確立することが必要である。
- 大学：産学連携の形式として企業と大学間の委託契約を一層一般化したい。現実

は大学の要請で資金利用上制約の少ない寄付金で大学の力を引き出すことが多い。しかし、寄付では一定規模を越える開発は不可能で、そもそも業務上の契約関係が無いため成果の IPR も議論できず、普及・事業化の精神とも乖離がある。まずは一定の契約の下に研究開発を受け、効率のよい資金運用ができる環境の重要性を大学が強く認識する必要があるだろう。

以上は、問題点の一部であり、それほど難しい課題とは見えないものもあるが、現場では、深刻な問題となっている。

上の点も含め、最終的に重要なのは将来を見据えた研究開発領域に関するポートフォリオ分析の必要性の認識であろう。基礎研究と言ひ、応用領域の研究と言ひ、ともすれば委託側・受託側共にその時々 of 景気動向に左右されて近視眼的に判断し勝ちである。研究開発の成果が社会や産業に影響を及ぼすにはある程度の時間を要する。また、研究開発を推進する人々の意識の変革にはさらに長い時定数が必要である。これらを考えると、将来の国の姿を見据えたバランスの取れた、研究開発目標に関する恒常的な検討と見直しを行いつつ、それと一体化した時代に合った IPR 政策の推進が強く求められる。

付属資料 4

NSF および DARPA における 研究開発支援とプログラムマネージャの役割

目 次

第 1 章 NSF における研究開発支援

- 1. 1 NSF の研究開発支援プログラム 付 4-1
- 1. 2 研究開発支援プログラムへの応募条件 付 4-2
- 1. 3 研究開発の実施期間および資金 付 4-3
- 1. 4 応募件数および採択件数 付 4-4
- 1. 5 提案の審査基準 付 4-4
- 1. 6 審査方法 付 4-5

第 2 章 DARPA における研究開発支援

- 2. 1 DARPA の研究開発支援プログラム 付 4-6
- 2. 2 研究開発支援プログラムへの応募条件 付 4-7
- 2. 3 研究開発の実施期間および資金 付 4-7
- 2. 4 応募件数および採択件数 付 4-7
- 2. 5 提案の審査基準 付 4-8
- 2. 6 審査方法 付 4-8

NSF および DARPA における 研究開発支援とプログラマネージャの役割

第2編第2章では、「米国の研究開発におけるプログラマネージャの役割」を中心に言及した。しかし、本来、プログラマネージャは所属する組織の中で語られるべき存在であり、単独でその役割について述べるのはむずかしい。各研究機関の目的やそれに応じたプロジェクトの選定方式によってプログラマネージャの役割も自ずと違ってくるからである。

そこで、本資料では第2編第2章を補完する意味で、もう少し広く NSF および DARPA という組織の研究開発支援について言及し、その中でプログラマネージャの役割を捉えることとした。

第1章 NSF における研究開発支援

NSF は、米国の科学技術力を高めるために 1950 年の National Science Foundation Act により設立された国立機関である。科学技術全般に関わる基礎的研究や教育を企画、支援することを主な目的としており、広い範囲の技術分野を支援対象としている。1999 年度予算全体は前年度比 10%増の 38 億ドル、研究支援プロジェクト用の予算は前年度比 12%増の 21 億ドルとなっており、2000 以上の大学や研究・教育機関に対する支援を行っている。これは、学術機関の基礎研究に対する連邦政府の支援の約 20%を占めている。

1.1 NSF の研究開発支援プログラム

NSF では、各専門分野ごとに以下の 7 つの**部局 (Directorate)**が研究開発支援プログラムを実施し、提案を募集している。

- 1) Directorate for Biological Sciences
- 2) Directorate for Computer and Information Science and Engineering
- 3) Directorate for Education and Human Resources
- 4) Directorate for Engineering
- 5) Directorate for Geosciences

- 6) Directorate for Mathematical and Physical Sciences
- 7) Directorate for Social, Behavioral, and Economic Sciences

各部局は複数の Division により構成されており、各 Division に複数のプログラマネージャがいる。例えば、Directorate for Computer and Information Science and Engineering には、

- 1) Division of Advanced Computational Infrastructure and Research
- 2) Advanced Networking Infrastructure and Research
- 3) Division of Computer-Communications Research
- 4) Division of Experimental and Integrative Activities
- 5) Division of Information and Intelligent Systems

の5つの Division があるが、このうち、Division of Information and Intelligent Systems には6人のプログラマネージャがいる。

NSF が募集している研究開発支援プログラムは、提案方法によって以下の2種類に大別される。

- 1) Unsolicited Proposals
- 2) Solicited Proposals

「Unsolicited Proposals」は特に研究テーマや公募の締切を指定しないもので、NSF では広範な基礎研究を支援することに主眼をおいているため、この比重が高くなっている。

一方、「Solicited Proposals」は NSF が特定のミッションを担うために実施するプログラムへの提案を求めるものである。「Solicited Proposals」は「Unsolicited Proposals」に比べ、内容をより明確に規定しており、提案の評価基準も独自に定めている場合が多い。また、「Unsolicited Proposals」では研究にかかる費用の一部を提案者が負担することが義務づけられているのに対し、「Solicited Proposals」の場合は、特に規定されていない限り、費用負担の必要はない。

1.2 研究開発支援プログラムへの応募条件

NSF の研究開発支援プログラムへの応募者の条件としては次のようなものがある。

- 1) 米国の大学

- 2) 米国の非営利機関
- 3) 米国の営利機関
- 4) 州政府および地方行政機関
- 5) 組織に属していない米国にいる研究者、技術者および米国市民
- 6) 海外機関
- 7) 他の政府機関

このうち、6) の海外機関は米国の研究機関と共同研究を行う場合を想定しており、審査に通った場合でも NSF が資金供与するのは米国の研究機関のみとなる。欧州の ESPRIT との共同研究プログラムもこの枠組で運用されており、米国と欧州の参加者がそれぞれ NSF と ESPRIT に応募し、両方の審査に通った場合に初めて実現するが、その場合でも NSF が負担するのは米国の参加組織の費用のみとなる。また、7) の他の政府機関についても、共同プロジェクトの場合のみ認められる。

1.3 研究開発の実施期間および資金

研究開発の実施期間は**通常3年**となっているが、必要に応じて**最長5年まで延長**できる。供与される金額については特に定められていないが、前述のように「Unsolicited Proposals」の場合には、提案者も研究活動費用の一部を負担することになっている。また、審査の時点で**金額について提案者とプログラマネージャの間で調整**が図られる。

NSF の資金供与のやり方には、次の2つのタイプがある。

- 1) Standard Grant
- 2) Continuing Grant

「Standard Grant」は、期間と援助額をあらかじめ明確にした上で資金供与を行うもので、原則的に援助の追加は行わない。それに対し、「Continuing Grant」の場合は、初期期間の成果によって支援の継続の可能性を残しておく。継続の可否は提案者が提出する Progress Report の審査により決定する。

また、どちらの Grant の場合でも、所定の期間が終了した後に追加支援を必要とする場合には、所定期間が終了する6ヶ月前までに Renewal Proposal を提出しなければならない。さらに特例として、独創的かつ有意義な研究テーマではあるがリスクも高いプロジェクトに対しては、**プログラマネージャの判断により2年間の追加支援**が行われる場合もある。

1.4 応募件数および採択件数

提案書の応募件数は約3万件、採択件数は9,000～1万件で、**採択率はほぼ3分の1**となっている。提案書の記述については記述項目、記入方法などが詳細に渡って定められており、これに適合しない提案は内容の如何に関わらず、審査対象から外される。なお、応募に公平性を期するため、提案書には提案者の性別、人種、障害の有無などの記載を求められる。

1.5 提案の審査基準

NSFは通常、National Science Boardにより定められた以下の審査基準を適用している。ただし、「Solicited Proposals」の場合は目的が明確になっているため、これらに特定の審査基準を追加することが多い。

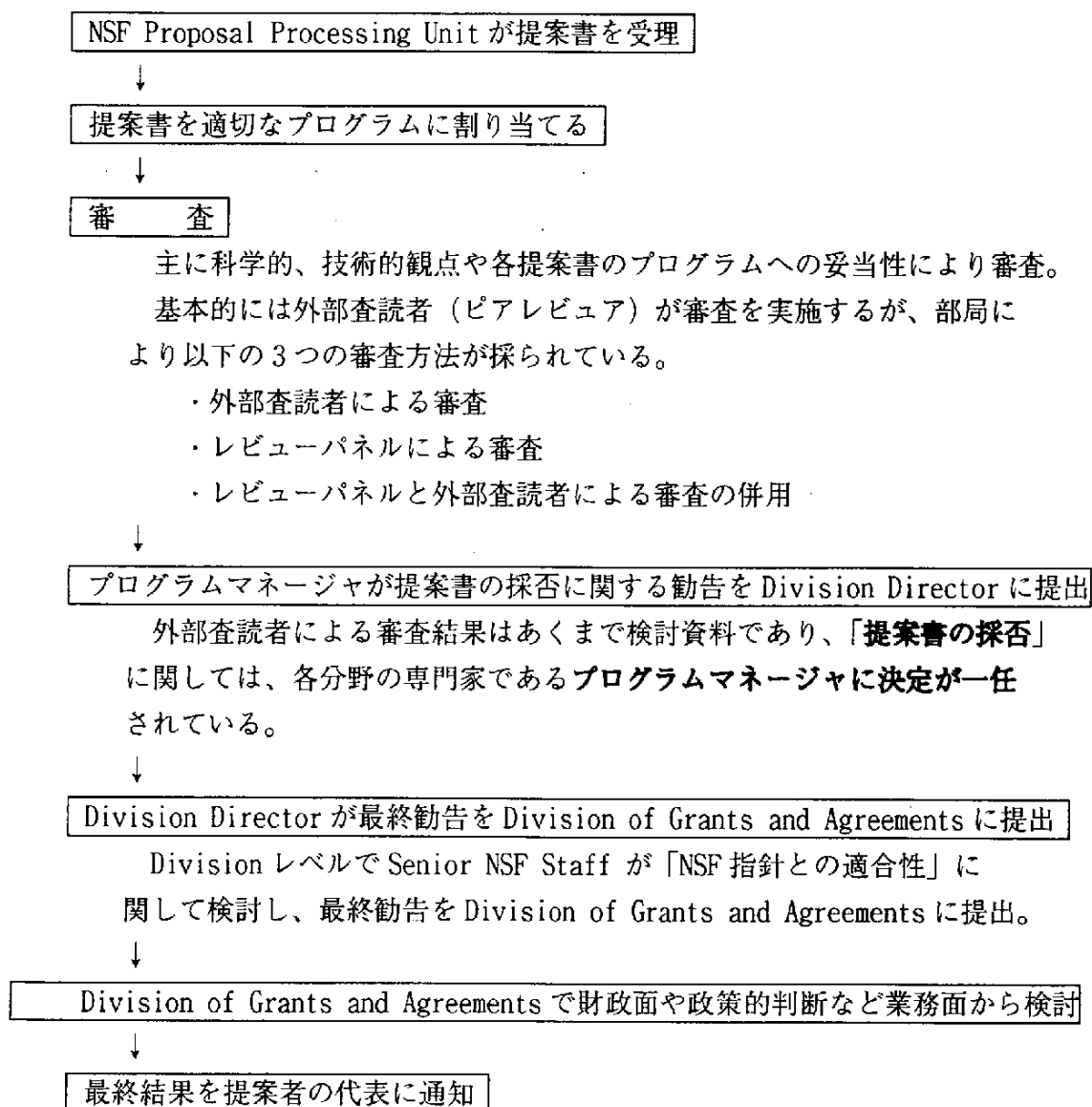
- 1) 研究遂行上の適正性
研究者の能力、提案書の研究アプローチの技術的な妥当性、
研究に利用可能な研究資源の適正性。
- 2) 研究自体のメリット
提案の研究が可能とする当該分野における新たな発見、
基本的な進歩やインパクト。
- 3) 研究の利用の可能性や波及効果
提案内容が可能にする社会的問題の解決、または新たな技術革新の
基盤として当該研究分野に加えて付帯的に発生しうる成果の可能性。
- 4) 科学技術のインフラストラクチャに及ぼすインパクト
国家の科学技術における研究、教育、人的資源について
質の向上や普及の促進、効果の増大に貢献する潜在的可能性。

上記の審査基準のうち、2)は特に基礎的な研究提案において、3)は応用研究分野の提案において重視される。また、4)は1)～3)では評価されにくい科学技術事業や教育活動を推進する潜在的可能性について審査する。

1.6 審査方法

以下に、NSF における提案書の審査プロセスを示す。

審査結果に不満な場合、提案者は Assistant Director または Office Head に対して再審請求をすることができる。この場合、審査結果の通知後 90 日以内に書面で行う。再審結果に納得できない場合には、さらに再審結果の通知後 60 日以内に書面で Deputy Director 宛に再検討を要請することができる。



第2章 DARPAにおける研究開発支援

DARPAは米国国防省のための中心的な研究開発組織で、1958年、軍事的役割の向上と米国の技術的優位性を保つことを目的に設立された。リスクは高いが大きな成果が期待できるような基礎研究および応用研究を対象とし、強いニーズ指向によって選択的に研究開発を推進している。

2.1 DARPAの研究開発支援プログラム

DARPAでは、以下の7つのTechnical Officesが研究開発支援プログラムを実施している。

- 1) Defense Sciences Office (DSO)
- 2) Electronics Technology Office (ETO)
- 3) Information Systems Office (ISO)
- 4) Information Technology Office (ITO)
- 5) Sensor Technology Office (STO)
- 6) Tactical Technology Office (TTO)
- 7) Discoverer II

各Technical Officeには複数のDirectorateがあり、**Directorateごとに複数のプログラマネージャ**が配置されている。一例として、ISOを取り上げると、ISOには

- 1) Information Exploitation Directorate
- 2) Sensor Exploitation Directorate
- 3) System Architectures & Integration Directorate

の3つのDirectorateがあり、計21人のプログラマネージャがいる。

DARPAの研究公募プログラムもNSFと同様、「Solicited Proposals」と「Unsolicited Proposals」に分類される。DARPAにおいては、「Solicited Proposals」が主な公募方式であり、プログラマネージャが審査を行う。プログラマネージャは各々の専門分野を担当し、自らの趣旨に沿った提案を採用する。DARPAでは、事前審査のため、外部査読者を利用することはあるものの、採否の決定はプログラマネージャに一任されて

いる。また、プロジェクトの立ち上げから運営に至るあらゆる過程において、プログラマネージャは非常に大きな裁量権を持つ。新規領域の研究分野を開拓するために、毎年、20%ほどのプログラムが全く異なる領域のプログラムに入れ換えられる。

2.2 研究開発支援プログラムへの応募条件

応募条件については、採否がプログラマネージャに一任されているため、NSF のように明確な応募者の基準は設けられていないが、プログラムを立ち上げる際に必要な条件として、以下のものが挙げられている。

- 1) 優れた技術的アイデア
- 2) 作業遂行者
- 3) 成果を利用できる顧客
- 4) 十分な予算
- 5) プログラムマネージャ

一般的に学術的意義だけでは不十分で、DARPA の目的に沿った具体的な成果を明言することが要求されている。

2.3 研究開発の実施期間および資金

実施期間はプログラマネージャの決定により 3～5 年が基本とされるが、新プログラム導入のため、成果の出ないものは打ち切れ、毎年 20%程度が入れ換えられる。NSF に比べると短期間で成果を要求されているといえる。

プロジェクトごとに分配される資金が決定されるが、国防省からの支出は各プロジェクトの最終予算の 50%を越えないという条件がある。

2.4 応募件数および採択件数

プログラマネージャの審査の負担を軽くするため、外部査読者による事前審査を実施し、応募者を 3 分の 1 程度に絞る。事前審査に通った応募者にのみ、研究提案書の提出を求め、プログラマネージャがさらに 3 分の 1 程度の採択を決定する。1995 年度には事前審査に通った 140 件以上の提案から 34 件のプロポーザルが採用されている。

2.5 提案の審査基準

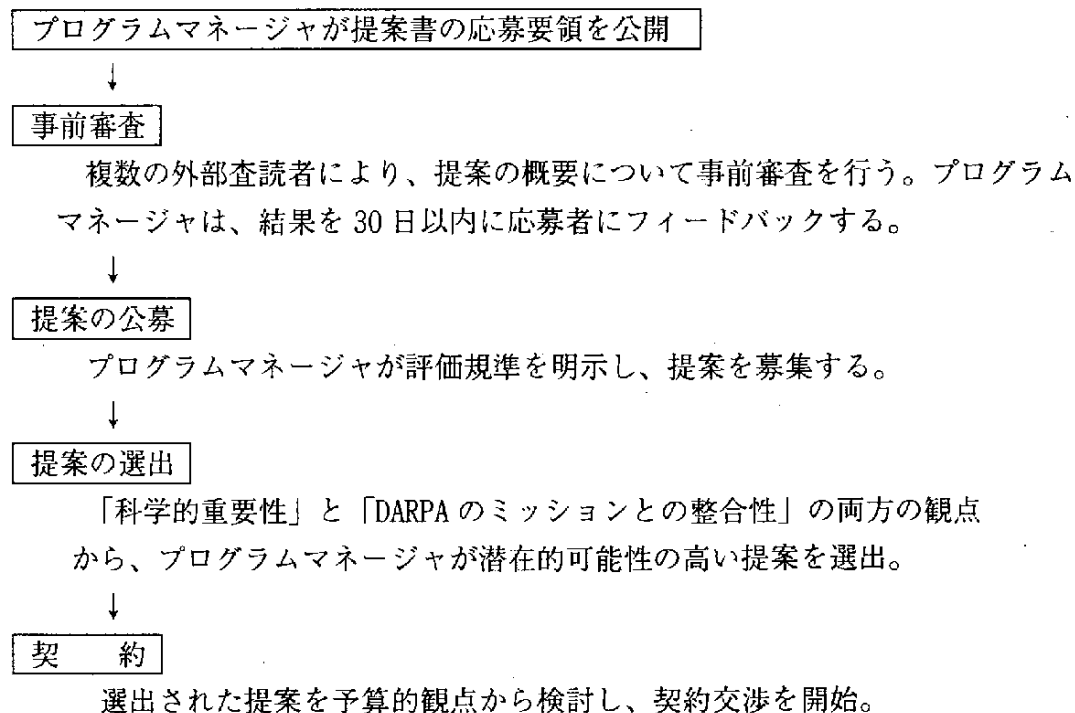
DARPA では、BAA(Broad Agency Announcements)において以下のような評価基準を示している。

- 1) 科学的、技術的メリット
- 2) DARPA のミッションおよびゴールに向けた潜在的な貢献度
- 3) 提案者の資質および経験
- 4) 成果の商用化への計画
- 5) 予算の実現性

実際には、プログラマネージャがプログラムを立ち上げる際の意図に合致するか否かが最も大きなポイントである。

2.6 審査方法

DARPA における提案の審査プロセスは、以下のとおりである。



付属資料 5

米国の情報産業技術振興政策の事例研究

—ATP(Advanced Technology Program):先端技術プログラム—

本付属資料は、米国の調査会社 MUSE 社に調査委託して取りまとめた
**調査資料 米国の情報産業技術振興政策—ATP(Advanced Technology
Program):先端技術プログラム—** 平成 11 年 3 月 先端情報技術研究所
の日本語版エグゼグティブサマリーである。

目 次

イントロダクション	付 5-1
<i>Introduction</i>	
第 1 章 概要	付 5-2
<i>Overview</i>	
第 2 章 助成のメカニズム	付 5-7
<i>Project Funding</i>	
第 3 章 ATP プロジェクトから生まれる IP	付 5-12
<i>IP from ATP Projects</i>	
第 4 章 ATP プロジェクトから生まれる利益	付 5-15
<i>Profits form ATP Projects</i>	
第 5 章 プロジェクトの達成目標とパラメータ	付 5-19
<i>Project Goals and Parameters</i>	

イントロダクション

米国先端技術プログラム (ATP)

- ❖ 本調査の目的は以下四つの問題意識に対して明確な回答を模索することにある。
 1. 民間が ATP の経費総額に占める一定の比率を負担するという ATP の経費分担ポリシーのもとで、何が経費として計上され、何が計上されないのか。また官民の内訳にはどのような意味があるのか。
 2. ATP プロジェクトから生まれた知的財産権の扱いはどうなるのか。
 3. ATP の助成対象となったプロジェクトの成果が助成を受けた企業に利益をもたらした場合、この利益を国庫へ還元する制度はあるのか。
 4. ATP プロジェクトは何をもって終了されるのか。プロジェクトが順調に進まず、何の成果も生まない場合、どのようにこれを終了させるのか。
- ❖ 本報告書は上記四つの問題に沿って構成されている。
 - 第1章：ATP とその沿革
 - 第2章：助成のメカニズム（問題1）
 - 第3章：知的財産権の扱い（問題2）
 - 第4章：利益の扱いに関する哲学（問題3）
 - 第5章：プロジェクトの目標設定、監視、終了にまつわるプロセス（問題4）
- ❖ 本調査の当初の目的は3つの事例を取り上げ、これを詳しく分析しつつ、上記の問題に回答を見出すことであった。しかしながら、調査を進める過程で、少ない事例を深く掘り下げるよりも多くの事例を大局的に網羅するほうがより効果的であるとの判断に至った。結果として、本報告書では全体にわたって多くの事例が紹介されることとなった。

第1章 概 要

ATP MISSION AND FOCUS

先端技術プログラム (ATP) の狙いは、民間主導のパートナーシップを通してハイリスクな技術開発を推進し、それによって米国経済の成長を刺激することにある。

- ❖ ATP は商務省管轄の National Institute of Standards and Technology (NIST) を構成する四つの機関の一つで、米国の経済利益拡大をその究極的な目的としている。
- ❖ ATP は特にハイリスクな基礎技術の開発を助成の対象としているが、これは革新的な製品、サービス、あるいは産業プロセスの開発を推進し、それによって米国の企業および産業の機会拡大と競争力強化を図るためである。
- ❖ ATP はあくまでも民間主導のプログラムであり、営利企業が主体となってプロジェクトの企画・提案・実施を進め、民間負担分の資金を拠出する。
- ❖ ATP は官から民への補助金 (grant) ではなく、官民の協定 (cooperative agreement) という考え方に立って、プロジェクトの遂行に対して適切な関与、管理、監督を行う。



HISTORICAL OVERVIEW OF THE ATP

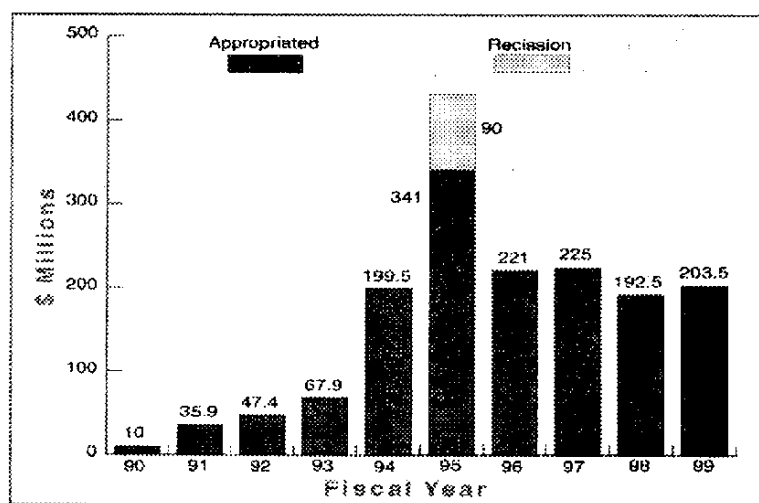
1988 年の創設以来、ATP はこれまでに 9 件の一般枠コンペと 30 件の特別枠コンペを実施し、1,010 社の参加企業とともに 431 件のプロジェクトを助成してきた。

- ❖ ATP は Omnibus Trade and Competitiveness Act of 1988 によって創設され、American Technology Preeminence Act of 1991 に基づいて修正された。
- ❖ 応募者の業界、技術分野を問わない一般枠コンペ (General Competition) は 1990 年の初回以来、これまでに 9 回 (毎年 1 回) 実施された。1999 年度一般枠コンペの参加申込の締切りは 1999 年 4 月 14 日となっている。
- ❖ 特別枠コンペ (Focused Program Competition) は明確に定義された特定の技術および事業目標の達成を目的とした複数年のプロジェクトを対象としている。1994 年から 1998 年にかけて 30 回実施され、格別の機会をもたらすと特定された技術分野に対して臨界量の支援を与えてきた。この間、ATP は特別枠のプロジェクトに対して莫大な助成金を投入している。

- ❖ 最近になって、この特別枠のコンペは打ち切られた。選考過程が 18 ヶ月から 24 ヶ月という長期に及び、手続きが煩雑であると判断されたためである。さらに、特別枠のプログラムが排他的に過ぎたことも打ち切りの一因となった。内容的には優れているのに、厳格な条件に適合せず、助成対象から外れる企画があまりにも多かった。なお、進行中のプロジェクトは打ち切り後も継続される。
- ❖ 現在までに合計 3,585 件の提案書が提出され、うち 431 件（12%）が助成対象となった。

現在までに計上された ATP 予算の総額は 15 億 4,400 万ドルにのぼる。

- ❖ 1990 年から 1999 年の間に政府が計上した ATP の予算総額は 15 億 4,400 万ドルにのぼる。
- ❖ 初めの 4 年間の年平均予算額は 4,030 万ドルだった。
- ❖ 過去 4 年間の年平均予算額は 2 億 1,050 万ドルだった。
- ❖ 1999 年に計上された ATP 予算 2 億 350 万ドルのうち、6,600 万ドルは新規プロジェクトに対する初年度の助成金として支出される。



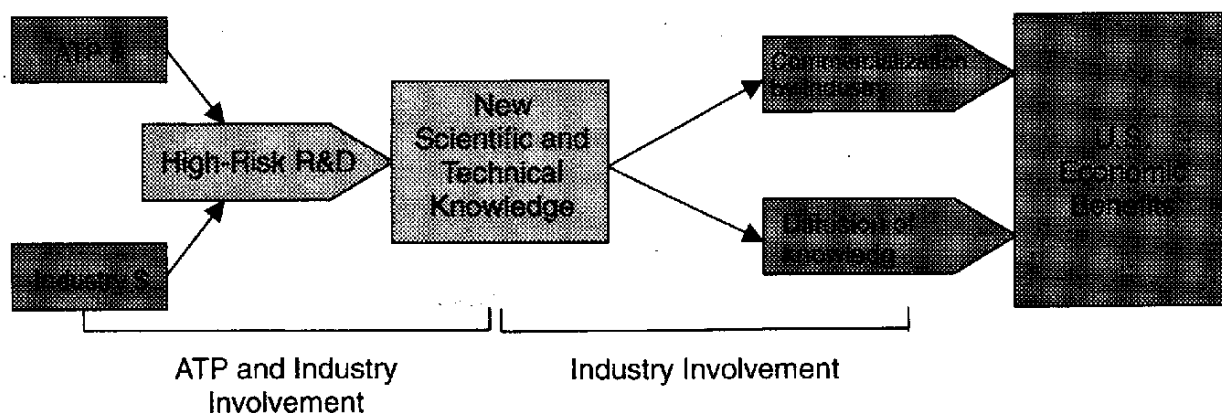
ATP historical budget profile

Source: ATP, November 1998

- ❖ ATP の予算決定には政治的要因が大きく作用する。1994 年の大幅な増額はクリントン政権発足後、初の予算編成で行われた。クリントンは ATP の拡大に意欲的で、当初、1997 年までに 6 億 8,000 万ドルへの増額を計画していた。一方、共和党が議会で過半数を掌握した 1998 年の予算編成では ATP 予算が減額されている。
- ※ 1995 年の予算取り消しは災害復興資金（ロス地震を含む）に充てるために行われたものの。

TECHNOLOGICAL FOCUS

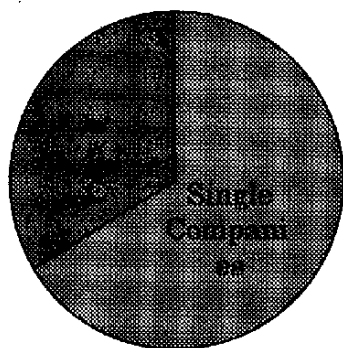
ATP は先端技術の開発を目的として民間と共同でハイリスクな研究開発事業に資金を提供するが、製品開発には参加しない。



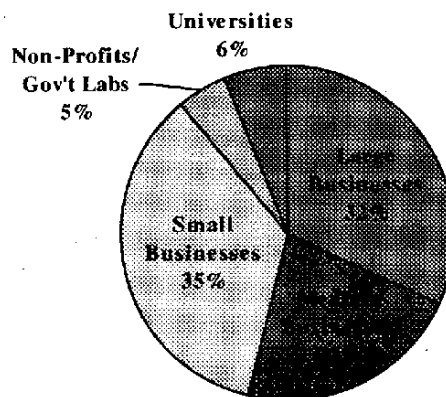
INDUSTRY PARTICIPATION

ATP プロジェクトは単一企業によるものと、大企業、中小企業、大学、政府の研究機関などから成るジョイントベンチャーによるものとに大別される。

Types of Projects



Types of Organizations



55% of the total awards to-date (ie 237) have gone to small businesses or to joint ventures led by small businesses

Source: ATP Business Progress Reports from 480 organizations in 210 ATP projects funded from 1993-1995. A small business is defined by fewer than 500 employees; a large business is defined as Fortune 500 or equivalent.

ATP FUNDING MECHANISMS

ATP の先端技術プロジェクト 431 件に対する助成金 27 億 8,300 万ドルのうち、民間財源からの拠出が 50 パーセントを超える。

- ❖ ATP の助成対象となったプロジェクト 431 件の助成総額は 27 億 8,300 万ドルにのぼる。うち 50.2 パーセントに相当する 13 億 9,700 万ドルが民間財源から、残り 49.8 パーセントに相当する 13 億 8,600 万ドルが ATP 予算から拠出された*。
- ❖ 単一企業の場合、助成額は 3 年間で 200 万ドルを上限とし、間接経費はすべて企業側が負担する。また年収 27 億 2,100 万ドル以上の大規模企業については、経費総額の最低 60 パーセントを負担しなければならない。
- ❖ ジョイントベンチャーの場合、助成額に上限はなく、JV 側の負担額は経費総額の 50 パーセント以上となっている。
- ❖ コストシェアのガイドラインは議会によって策定されたため、大企業優遇の印象を与えないようにするなど、政治的な配慮が大きく作用している。

※ 13 億 8,600 万ドルは ATP が民間に提供した金額である。議会が計上した ATP 予算 \$1.544B のうち、残り \$158M は運営経費等、その他の経費（SBIR への税金を含む）に充てられた。

IP FROM ATP PROJECTS

ATP プロジェクトから発生した知的財産権はすべてプロジェクトに関わった営利企業の所有に帰する。

- ❖ ATP は ATP プロジェクトから生まれた知的財産権 (IP) を米国で設立された営利企業に所有させると規定している。
- ❖ 政府は政府による IP の使用を確保するため、royalty-free、non-exclusive な IP 使用权を留保している。
- ❖ ジョイントベンチャーに参加した大学および非営利の研究機関に対しては、知的財産権の所有を認めていない。ただし、特許権使用料の支払を受けることは可能である。

PROFITS FROM ATP PROJECTS

ATP は製品開発や商品化の段階には関与せず、すべての利益は民間に帰属するものとしている。

- ❖ ATP は当該技術について製品開発が可能な段階に至るまでの研究活動を助成し、その後の製品開発もしくは商品化を模索する活動には参加しない。

- ❖ 最も効率的な商品化の方法は市場に決めさせよ、というのが ATP の哲学である。ただし、ATP と NIST は適切な方法による商品化を確実にするため、IP のライセンス権を保持している。
- ❖ 営利化の主要な戦略は新製品・新サービスの開発、テクノロジーのライセンスングなどである。

ATP PROJECT GOALS AND PARAMETERS * * * * *

ATP プロジェクトの提案書は達成すべき目標を明確に示さなければならない。

- ❖ ATP プロジェクトの提案書には、プロジェクトの達成目標、詳細な研究プラン、具体的な資金配分、終了期日が明確に示される。
- ❖ ATP のガイドラインは選考の際の審査基準、助成期間、助成額の上限、計画変更にまつわる手続き等を定めている。

ATP IMPACT * * * * *

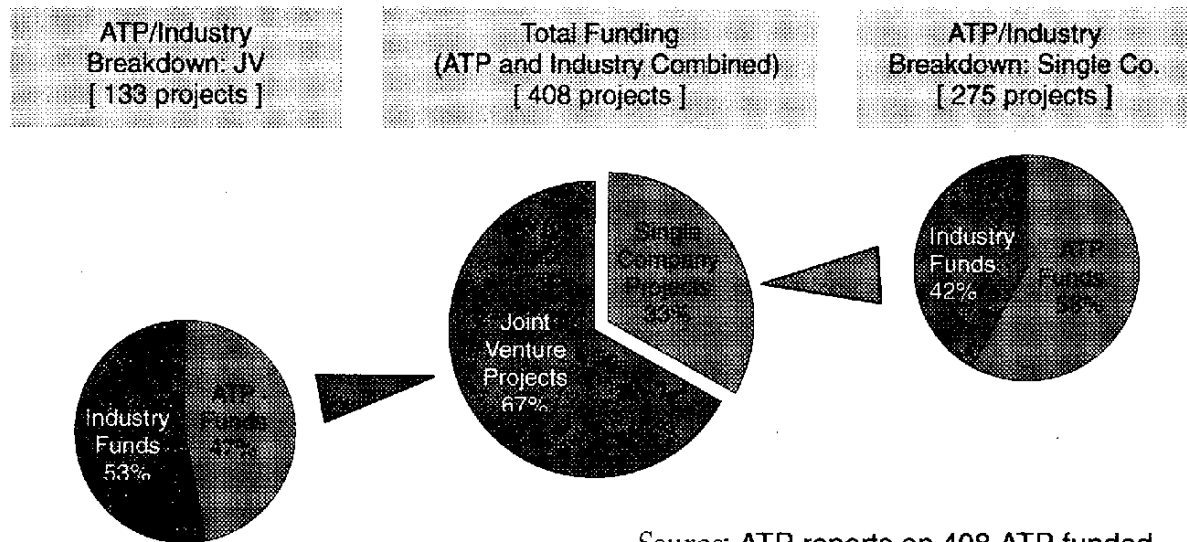
ATP はハイリスクな R&D の促進、R&D の規模拡大、市場化の早期達成に大きく貢献しているようである。

- ❖ ATP は情報システム、コンピュータ・システム、製造、素材開発、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、化学薬品、ケミカル加工など、様々な分野のプロジェクトを助成している。
- ❖ ATP プロジェクトの参加企業の大部分が、ATP の助成対象となった技術分野において民間の R&D 投資が増えたと指摘している。
- ❖ ATP プロジェクトの参加企業を調査したところ、回答者の 70% が「ATP の助成によって R&D の規模が拡大した」、「技術的リスクを負うことに、より積極的になった」と答えている。
- ❖ プロジェクト参加企業の 86% が、ATP の支援を梃子に、ATP 助成対象分野における R&D 事業を加速させている。

第2章 助成のメカニズム

ATP / INDUSTRY COST SHARING

ATP がこれまでに助成してきたプロジェクトのうち、単一企業プロジェクトの補助率は 58 パーセント、ジョイントベンチャーの補助率は 47 パーセントで、総合すると経費全体に占める ATP の助成額は 50 パーセントを上回る。



Source: ATP reports on 408 ATP funded

ATP FUNDING GUIDELINE

助成のガイドラインは応募者の性質ごとに明確な条件を定めている。

	Small companies (<\$2.721billion)	Large companies* (>\$2.721billion)	Joint ventures
ATP will cover	ATP will cover all direct costs up to a limit of \$2m over a maximum period of three years	ATP will cover all direct costs up to a limit of \$2m over a maximum period of three years, after the company's contribution of 60% of total project costs	ATP will cover all direct costs for five years with no funding limit, after the JV's contribution of 50% of total project costs
Industry must cover	Company must cover all indirect costs, plus any direct costs over the government's contribution of \$2m	Company must cover all indirect costs, plus some direct costs such that company contribution is >60% of the total project cost	JV must cover all indirect costs, plus some direct costs such that JV contribution is >50% of the total project cost (costs may be shared in any fashion among JV partners)

* This rule was added in 1998 (until then large companies and small companies were not differentiated, and there were no % split requirements - simply a direct vs indirect cost split). The cost-sharing arrangements were developed by a Republican Congress to try to dispel the impression of 'corporate welfare' - donations to large companies

間接経費を正しく確定することが適切な企業負担を確保する秘訣である。

- ❖ 大企業とジョイントベンチャーの場合、企業側の出資には会社がプロジェクトのために計上する間接経費が含まれる。
- ❖ 理論上、企業は実際にはプロジェクトに関連しない会社の間接経費に関連すると主張しうるし、(作業スペースの確保や上級管理職の時間を根拠に) 企業側の負担額を誇張することもできる。
- ❖ この場合、プロジェクトの経費総額が一見膨らむばかりでなく、企業側の負担も実際より大きく見える。つまり、企業側が“実質的な金銭”の拠出を少なく済ませることも可能となる。
- ❖ この問題を回避するため、ATP はプロジェクトの間接経費として計上可能な費目とそうでない費目、および合理的なコストの直間比率に関する業界標準(業界によって大きく異なる)を厳格に規定している。
- ❖ 応募者から提案されるコストシェアの金額は可能な限り低く設定される傾向にある。

DIRECT VS INDIRECT COSTS

ATP による直接経費と間接経費の定義は一般に公正妥当と認められる会計原則 (Generally Accepted Accounting Principles、GAAP) に準拠している。

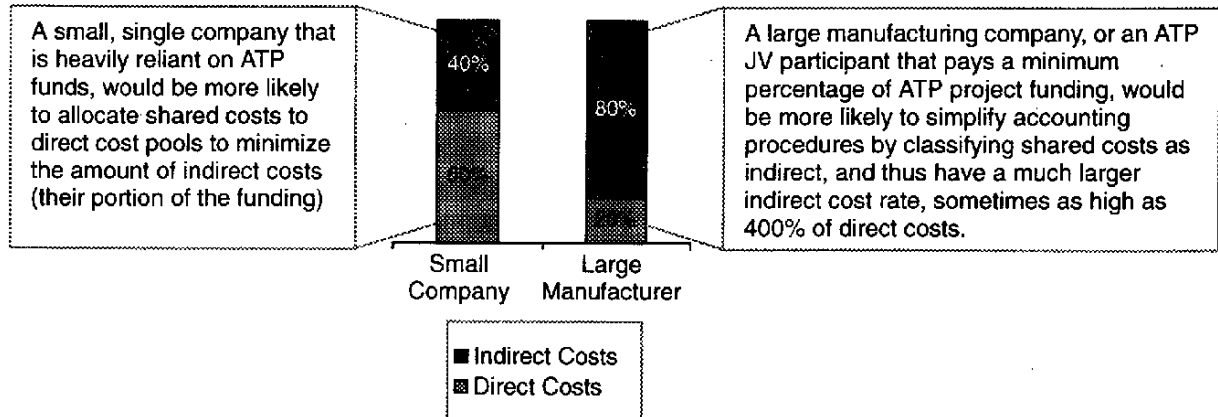
- ❖ 直接経費は当該プロジェクトの活動経費として直ちにそれと判別しうる経費、および政府の経費原則にしたがって ATP が承認する経費をさす。
 - ◆ ATP プロジェクトに従事する職員の給与・賃金
 - ◆ 賃金外給付 (医療保険等)
 - ◆ プロジェクト関連の出張旅費
 - ◆ ATP プロジェクトに限定して使用される機材
 - ◆ 材料および必需品
 - ◆ サブコントラクト (主導的なコントラクトに対し、直接経費、間接経費、収益の総額を“経費”として請求)
- ❖ 間接経費は ATP 関連の活動とは直ちに結びつかない一般的な目的、もしくは共通の目的に対して支出される経費をさす。間接経費の比率は協議のうえ決定されるか、もしくは ATP が助成交付の裁定から 90 日以内に承認する。
 - ◆ 一般管理費 (役員の給与・経費、人事・会計等にかかる経費、図書費等)
 - ◆ 施設の運営・保守費
 - ◆ 建物・機材の減価償却費

※ 間接経費の比率が過剰なほど高く設定されている（よって企業側の負担が人為的に膨張させられている）場合、この比率が下げられ、よってプロジェクトの予算総額も下がる。またこのために企業側の負担が許容される最低限度を下回れば（大企業もしくはJVの場合）、ATPの拠出額が下げられる。ただし、現実的にはこの状況は非常に稀である。

INDIRECT COST CALCULATION

間接経費の確定は“科学的というより芸術的な”プロセスによる。このため直接経費に対する間接経費の割合はプロジェクトによってしばしば大きく上下（25%～400%）する。

- ❖ 間接経費の確定プロセスには基準らしい基準が存在しない。確定のプロセスに働く要因は以下の通りである。
 - ◆ 会社の規模と固定費の規模
 - ◆ 業種：メーカーの固定費・間接費はサービス業のそれより高い。
 - ◆ 経費配分のベース：メーカーは概して総間接費をベースとし、サービス業は概して直接的な給与をベースとしている。
 - ◆ 資金源：資金調達の方法は直接経費と間接経費の計上アプローチに影響を与える。



COST SHARING GUIDELINES

ATPはATPプロジェクトに対する企業側の負担分について、充当可能な資金源を明確に定めている。

- ❖ 企業のコストシェアに充当しうる資金
 - ◆ 州政府・地方自治体からの助成金
 - ◆ 助成金受給者、もしくはサブコントラクタ以外で連邦政府と関係のないサードパーティからの現物出資（機材、研究機器、ソフトウェア、必需品等）

- ◆ 現物出資の価額については、ATP 実施規定に特段の定めのないかぎり、OMB Circular A-110、Subpart C、Section 23 にしたがって査定され、ATP プロジェクトの使用に供された部分を比例配分で算出する。
- ◆ コストシェアとして充当可能な現物出資の総額は、プロジェクトの総経費のうち連邦政府以外から調達した資金の 30 パーセントを上限とする。

❖ 企業のコストシェアに充当しえない資金

- ◆ ATP 以外の連邦政府助成金
- ◆ 埋没原価
- ◆ サブコントラクタ（サブコントラクタの手数料を人為的に膨らませ、企業側のコストシェアを見かけ上吊り上げるという事態を回避するため）

UNALLOWABLE COSTS

Federal Acquisition Regulation (FAR) もしくは行政管理予算局 (OMB) の経費原則のもとでは通常認められる経費であっても、ATP プロジェクトにおいては許容されない経費のタイプが存在する。

- ❖ 一般的に、連邦政府との契約は、契約業者にとっては“営利事業”であり、したがって利益創出を意図するものである。
- ❖ これに対して、ATP プロジェクトは助成金受給者が市場で利益を創出できるようにすることを目的としている。
- ❖ したがって、受給者が ATP 助成対象の研究活動で“儲ける”ことは認められない。

Unallowable costs

- Construction of new buildings or extensive renovations of existing laboratory buildings
However, (depreciation on the) construction of experimental R&D facilities is allowable, provided equipment or facilities are 'essential' for carrying out the project
- Indirect costs for single companies are not reimbursable (although large single companies may use these costs to meet their cost-sharing requirement)
- Profit, management fees, interest on borrowed funds or facilities capital cost of money*
- Bid and proposal costs, tuition costs, marketing surveys, commercialization studies and general business planning, unless they are incorporated into a Federally-approved indirect cost rate
- Subcontract work to another part of the same company or to another company with identical or nearly identical ownership

FUNDING CASE STUDIES

ATP 助成の期間と金額はプロジェクトのタイプと規模によって大きく変動する。

<u>プロジェクト</u>	<u>タイプ</u>	<u>期間 (年)</u>	<u>助成金総額</u>	<u>ATP の補助率</u>
Affymetrix, Inc. <i>DNA Diagnostics</i>	JV	5.0	\$62.97M	49.9%
Kopin Corp. <i>Display Technology</i>	JV	3.2	\$12.44M	49.0%
AI Ware <i>Artificial Intelligence Software</i>	JV	4.7	\$7.62M	49.7%
Texas Instruments <i>Integrated Circuitry Insulation</i>	Single	3.0	\$5.56M	35.5%
Third Wave Technologies, Inc. <i>DNA Diagnostics</i>	Single	2.0	\$2.77M	72.2%
Nonvolatile Electronics, Inc. <i>Magnetoresistive Computer Memory</i>	Single	3.0	\$2.61M	66.7%

第3章 ATPプロジェクトから生まれるIP

COMMERCIAL OWNERSHIP OF ALL IP

ATP は開発事業から商用化への見込みが最も高い組織、すなわち民間の営利企業に知的財産権 (IP) を委ねることを意図している。

- ❖ 米国経済を刺激するという ATP のミッションに鑑みて、ATP から発生する特許はすべて米国内で設立された営利組織に帰属させる。ATP プロジェクトに関わる大学、非営利団体には特許の所有が認められていない。ただし、権利所有者から特許権使用料を受け取ることは可能である (現在、議会はこの規定の再検討を進めている)。
- ❖ ATP から発生する著作権は、通常の著作権と同じ扱いで創作者に帰属させる。
- ❖ 助成応募者が単一企業である場合、所有権の扱いは明瞭に定義される。
- ❖ 助成応募者がジョイントベンチャーの場合、ATP の条件にしたがいつつ、JV の構成企業が IP の帰属について交渉のうえ決定しなければならない。
- ❖ IP の所有者は IP を他者にライセンスすることができる。

GOVERNMENT RIGHTS

IP の所有権が民間の参加者に帰属する一方、ATP は ATP cooperative agreement によって IP に対する権利を保護措置的に留保している。

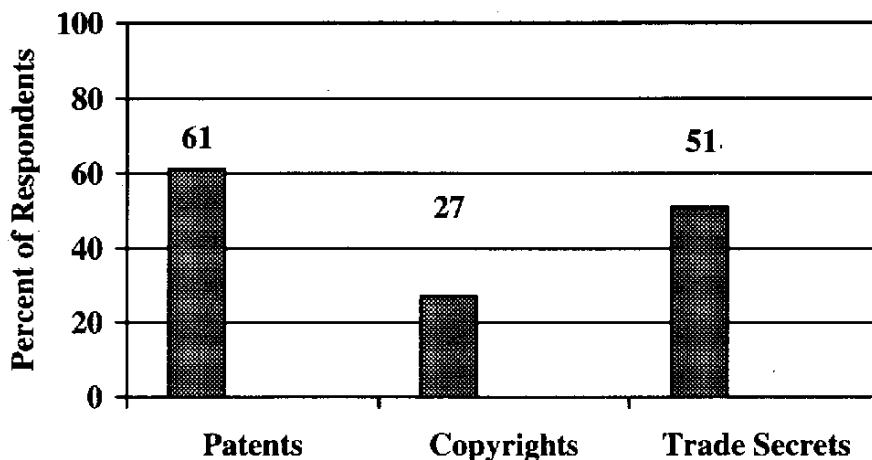
- ❖ 政府は政府による IP の使用を確保するため、royalty-free、non-exclusive な IP 使用権を留保している。企業秘密は非公開。なお、これまでにこの権利が行使されたことは一度もない。
- ❖ NIST は助成金受給者に対して、商品化の達成に同人の特許を必要とする“信頼するに足る申請者に対し、状況に照らして合理的と判断される条件で” 特許権の使用権付与を要求する権利を留保している。非常に極端なケースとして、権利保有者に欺瞞の意図が認められた場合、同保有者に特許権使用料を支払う義務は一切生じない。なお現在まで、NIST がこの権利を行使したことはない。

IP STRATEGIES

知的財産権をめぐる諸戦略

知的財産権の扱いをめぐる ATP の助成金受給者が実施する主たる戦略には、特許権取得、著作権保護、企業秘密としての維持がある。

**Primary Elements Included
in IP Strategy**



Source: ATP Business Progress Reports from 480 organizations funded 1993-1995.

IP IN JOINT VENTURES

ジョイントベンチャーでの IP の扱い

ジョイントベンチャーの参加企業が IP の扱いに関して協議するとき、ATP はこの交渉に関与しない。また IP をめぐる取り決めはジョイントベンチャーの性質によって大きく異なる。

- ❖ 大規模企業一社と小規模企業数社から成るジョイントベンチャーの場合、大企業が（主導的な立場に立つ）“リード・カンパニー”としてプロジェクトから発生するすべての知的財産権を保有し、それ以外の JV 参加企業が非独占的な使用权を要求する資格を保持する。この場合、通常は権利保有者に対する権利使用料の支払いが発生する。
- ❖ 同等規模の企業から成るジョイントベンチャーの場合、各社がそれぞれの成果について特許権を取得し、他の JV 参加企業が非独占的な使用权を要求する資格を保持する。この場合も、通常は権利保有者に対する権利使用料の支払いが発生する。

IP PROCEDURES * * * * *

ATP は特許権と著作権の処遇および報告について明確な手続きを定めている。

- ❖ 特許出願品の考案者が ATP 助成金受給者の“特許権代表人”に対してその開示を行い、それから 2 ヶ月以内にこの特許権代表人が ATP に対して特許出願品の開示を行う。また特許権が付与され次第、ATP に対してこれを告知しなければならない。
- ❖ 助成金受給者は適切な著作権表示で政府の援助を認知する。
- ❖ 研究成果を出版するか否かは助成金受給者が判断する。

IP CASE STUDIES * * * * *

ATP プロジェクトから発生した IP の権利保有者は、この IP を社内の製品開発に応用することもできるし、第三者へのライセンスングによって一回限りもしくは継続的な収入を得ることも可能である。

プロジェクト

事 例

Affymetrix, Inc.
DNA Diagnostics

- ◆ 複数の特許権を取得
- ◆ 研究成果をもとにいくつかの新製品、新システムを発売
- ◆ 30 件を超えるライセンス契約、および JV 事業 (Beckman Coulter Inc.、Eos Biotechnology、Hewlett Packard、Incyte Pharmaceuticals、Merck、OncorMed、Parke-Davis Pharmaceutical Division 等) を創出

Nonvolatile Electronics, Inc.
Magnetoresistive Computer Memory

- ◆ Honeywell, Inc. とのライセンス契約
- ◆ Motorola, Inc. との JV で開発技術を商用化
- ◆ スピンオフのアプリケーション製品を発売

Texas Instruments
Integrated Circuitry Insulation

- ◆ 20 余りの特許権を取得
- ◆ 10 件の技術論文を出版
- ◆ 加工技術を絶縁体メーカー等にライセンスング

Third Wave Technologies, Inc.
DNA Diagnostics

- ◆ 20 余りの特許権を取得。今後 5 年にわたって、さらに多数の特許権を取得する予定。
- ◆ 当該技術に基づいて 3 件の新製品を発売
- ◆ 大手製薬会社数社とライセンス契約を交渉

第4章 ATPプロジェクトから生まれる利益

PRIVATE SECTOR PROFITS

ATP プロジェクトの成功がもたらす利益は、すべてこれを創出した企業の所有に帰する。

- ❖ 連邦政府は法人課税*以外に ATP 助成の研究活動がもたらす利益の還元メカニズムを持っていない。政府は“プロフィットシェア”を要求しないうえ、知的財産権を所有していないことから、著作権使用料も受け取らない。
- ❖ 連邦政府の研究機関は総じて、またとりわけ ATP は、米国の経済的利益の保全を目的としている。民間セクターの利益を民間セクターに留め置くという方針は、この利益がそこでインセンティブとして作用し、あるいはさらなる成長促進のための再投資に回されうることから、先の目的に適うと考えられる。
- ❖ 連邦政府が営利企業として活動することは法律で禁止されており、直接的な投資利益の追求は認められていない。
- ❖ この方針がために、連邦の拠出する助成金は、事実上、私企業にとって直接的な返済義務を伴わない莫大なボーナスと言える。結果として、助成金獲得のコンペに対する企業の参加意欲が高まり、より優良なプロジェクトだけが助成されることにつながる。

※ 法人課税には給与支払税が含まれる。ちなみに1994年のATPプロジェクト開始当初、Third Wave Technologiesの従業員は6名だったが、1996年の終了時には72名に増えていた（現在は92名）。

AVENUE TO ACHIEVING PROFIT

ATP プロジェクトの参加者とそのパートナーらは、民間セクター内で、さまざまな戦略をもってATPプロジェクトの成果を利益につなげている。

- ❖ 参加企業は ATP 関連の技術開発が、パフォーマンスの改善、コスト削減、市場化に至る期間 短縮、あるいはその組み合わせを通して、実績の向上に転ずると指摘している。
 - ◆ 29%が100%もしくはそれ以上のパフォーマンスアップを見込んでいる。
 - ◆ 28%が25%もしくはそれ以上のコスト削減を期待している。
 - ◆ 80%が市場化に至る期間について少なくとも1年の期間短縮を期待しており、62%が2年もしくはそれ以上の期間短縮を期待している。
- ❖ 営利化の戦略
 - ◆ 65%が主たる営利化戦略の一環として製品もしくはサービスの社内生産を計画し

ている。

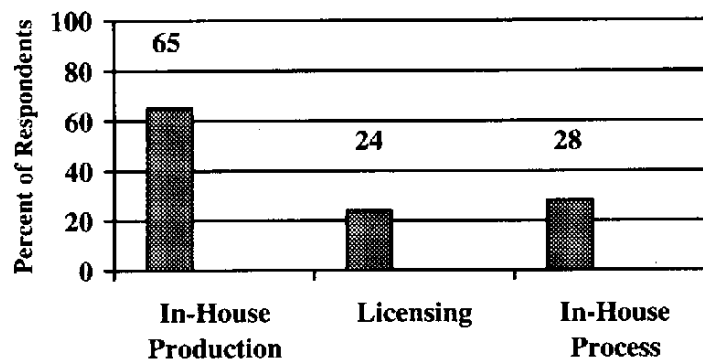
- ◆ 79%がライセンスを営利化の方法候補に掲げ、24%が主たる戦略の一環として位置付けることを検討している。
- ◆ 28%が新しいプロセスの社内使用を計画している。

Source: ATP Business Progress Reports from 207 projects funded 1993-1995

PRIMARY COMMERCIALIZATION STRATEGIES

いくつかの戦略を 行して実現する企業が大半を占める一方、最も一般的な主たる営利化戦略は社内生産である。

Primary Commercialization Strategy



Source: ATP Business Progress Reports from 480 organizations funded 1993-1995.

DEPLOYMENT OF TECHNOLOGIES

1993 年から 1995 年の間に助成を受けた ATP プロジェクトの参加企業を調べたところ、いずれも ATP 関連のテクノロジーからすでに収入を得ているか、もしくはその方向に向かって順調に進んでいた。

- ❖ 技術開発の結果として、新たな営利機会の創出を見込む参加企業が過半数（59%）を超え、残り 41 パーセントも製品もしくはプロセスの改善を見込んでいる。なお、アプリケーションのうち 35 パーセントは市場のニーズや問題に応える“世界初の”ソリューションと考えられるものであった。
- ❖ 新技術のうち、製品面に反映されるものが3分の2以上（65%）を占め、残りは製造プロセスもしくはサービスへの応用となっている。

- ❖ 調査対象となったプロジェクトのうち、26 件が助成後 1 年か 2 年という“早い段階”で収入を得ていた。プロトタイプおよび初期的なスピンオフ製品の販売利益は 2,000 万ドルを超え、ライセンス契約から入る特許権使用料は 44 万 5,000 ドルにのぼる。
- ❖ ほとんどの参加企業は ATP 助成から 4 年以内に収入の道を開くことを期待している。

Source: ATP Business Progress Reports from 207 projects funded 1993-1995

PATHS TO COMMERCIALIZATION

ATP の助成は企業が取り組む“科学的に実証可能な”テクノロジーからプロトタイプへの移行を支援するもので、この段階に到達して以降は市場の原理に則って商用化が進む。

研究成果を商用化に至らしめる典型的なアプローチ

- ◆ ベンチャーキャピタル、他企業もしくは政府による助成
- ◆ 株式公開
- ◆ 大企業との提携
- ◆ 大企業による買収
- ◆ 自力で商用化を推進

COMMERCIALIZATION / PROFIT CASE STUDIES

ATP の助成金受給者は ATP の助成対象活動を梃子に新製品の商品化に漕ぎつけ、追加的な財源確保や提携によって事業目的の達成を目指している。

プロジェクト

Affymetrix, Inc.
1994-99
DNA Diagnostics

AI Ware
1994-99
Artificial Intelligence Software

商品化・営利活動の事例

- ◆ 最初の製品 (GeneChip® Systems) を 1996 年半ばに商品化、1997 年には \$4.8M の利益を出している
- ◆ NIH 及びその他の政府・企業パートナーから後続財源を確保
- ◆ 1996 年 6 月に株式公開、\$92M を調達。
- ◆ 1997 年から 1998 年、GeneChip® の販売増進に伴って製品収益が \$22.8M にアップ (377%増)
- ◆ 人口知能技術 Process Advisor を商品化
- ◆ 1997 年、Computer Associates Int'l によって買収

Kopin Corp.

1994-98

Display Technology

- ◆ Motorola と提携、CyberDisplay™をベースに新製品を開発、製造、販売（新規の製品カテゴリーの創出を含む）
- ◆ Siemens、Wireless、Gemplus、FujiFilm Microdevicesら、Motorola 以外の OEM パートナーとも契約
- ◆ 1997 年から 1998 年にかけて製品収益が 77%増（\$13.1M から\$23.2M へ）。10 万台を超す CyberDisplay™の出荷もこの増収に貢献した
- ◆ Industry Week の 1998 “25 Technologies of the Year”を受賞

Nonvolatile Electronics, Inc.
Magnetoresistive Computer
Memory

- ◆ MRAM チップの商品化を目的として Motorola と提携、1999 年内の商品化を目指している
- ◆ Motorola の資本参加（12%）
- ◆ 二次製品 GMR センサーを商品化、収入\$500,000 以上

Texas Instruments
Integrated Circuitry Insulation

- ◆ 素材開発のために NanoPore, Inc. と提携
- ◆ 1998 年、Allied Signal, Inc. が NanoPore のスピンオフを買収、Nanoglass（素材）の販売活動にあたる
- ◆ Nanoglass の顧客（半導体メーカー、統合回路メーカー等）に対して加工技術のライセンスングを検討

Third Wave Technologies, Inc.
DNA Diagnostics

- ◆ 1996 年半ばに最初の製品キットを商品化、1996 年末までに\$300,000 の収益達成
- ◆ NIH 及び DOE から後続財源を確保
- ◆ 1998 年半ばまでに 3 つの新製品を発売、収入の見積は 5 年以内に\$100M 以上
- ◆ 大手製薬会社及び農芸会社と技術の販売/ライセンスングを交渉中

第5章 プロジェクトの達成目標とパラメータ

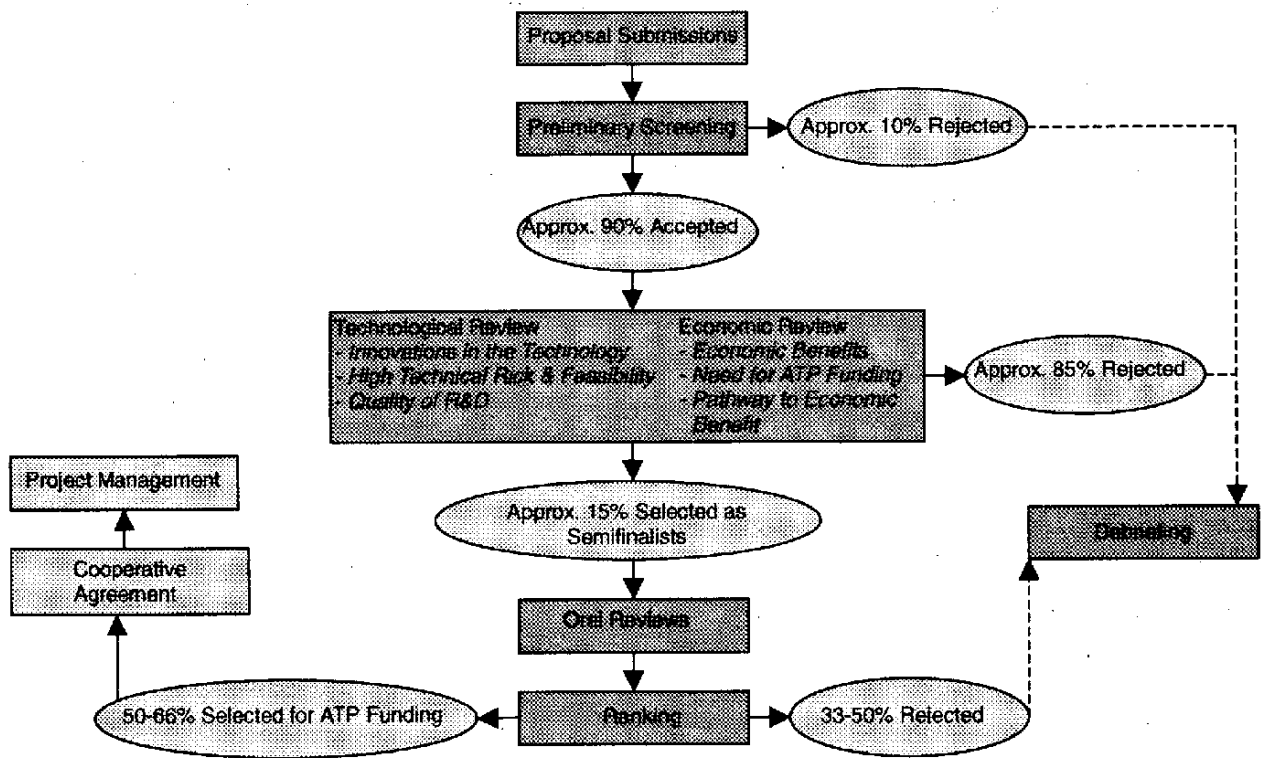
PROPOSAL PROCESS

ATP プロジェクトのパラメータは企画書提出の段階で明確に定められ、プロジェクトの目標、期間、予算等も具体的に示される。

- ❖ ATP に提出される企画書は科学的・技術的メリット（50%）と総合的な経済的メリット（50%）に基づいて審査される。
- ❖ いずれの企画もその主体は営利企業で、プロジェクトのガイドラインは単一企業に対する助成について3年間で200万ドルの上限、ジョイントベンチャーに対する助成について5年間の期間的上限を定めている。
- ❖ 複数年契約の予算はATPの承認を以って修正できるが、予算全体は増額されない。
- ❖ 企画書は以下の要素を具体的に示さなければならない。
 - ◆ 潜在的な商業的利益と達成のための戦略
 - ◆ 商業的利益の実現を阻む現下の技術的な障壁
 - ◆ 技術的な障壁と研究開発の目的との関連性
 - ◆ 技術的な障壁を克服するための具体的な研究開発計画

PROPOSAL REVIEW AND SELECTION

企画書の選抜プロセスは予選、科学・技術・実務分野の専門家によるピアレビュー、口頭審査、最終格付から成る。



PROJECT OVERSIGHT

ATP はプロジェクトの進捗状況をモニターするため、特定の監視活動と監査を義務づけている。

- ❖ 助成金受給者はプロジェクトの立ち上げ段階、終了段階、および年に一度行われる当該プロジェクトに配属された技術担当および実務担当のプロジェクト・マネジャーとのミーティングに出席しなければならない。
- ❖ 助成金受給者は ATP に対して四半期ごとに財務、技術、実務報告書を提出する。
- ❖ 助成金受給者は、必要に応じて、NIST が ATP の効果を評価するために行う特別調査への参加を求められる。
- ❖ 助成金を受給する企業が大規模な組織改変を行う場合、新しい経営陣は ATP に対し、改変後も承認済みのプロジェクトの目標を首尾一貫追求する旨の確認書を提出しなければならない。
- ❖ ジョイントベンチャーの場合、主導権を持つリード・カンパニーが JV 参加企業の取りまとめとプロジェクト管理に責任を持ち、ATP との連絡役を務める。

PROJECT PAYMENT

ATP の助成金は分割で支払われ、企業側も ATP の支払に合わせて相応のコストシェアを拠出する。この仕組みにより、ATP は速やかな撤退の道を確保している。

- ❖ ATP の助成金は分割（通常は四半期ごと）で支払われる。企業側も支払の各段階で同等比率の資金拠出を行わなければならない。
- ❖ この段階的な分割払いは、プロジェクトの査察過程で不正な活動が認められた場合、あるいはプロジェクトが目的から大きく逸脱していると判断された場合、政府が直ちに助成を停止し、損失をすでに支払済みの助成金に留めるための措置である^{*1}。
- ❖ 同様に、プロジェクトの達成目標が変更された、もしくは適切でないと判明した場合、あるいは助成金受給者の周辺事情に変化が生じた場合（例えば、外国企業に買収されるなど）、Public Law 102-245 にしたがって直ちに助成金の支払を停止できる。
- ❖ \$300K 以上のプロジェクトについては、独立の会計監査人もしくは“Resident Cognizant Federal Auditor (ATP が任命する政府の監査人)”が ATP 指定の間隔^{*2}で正式な監査を行うよう義務づけている。なお、監査にかかる費用は直接経費とみなされ、政府がこれを負担する。

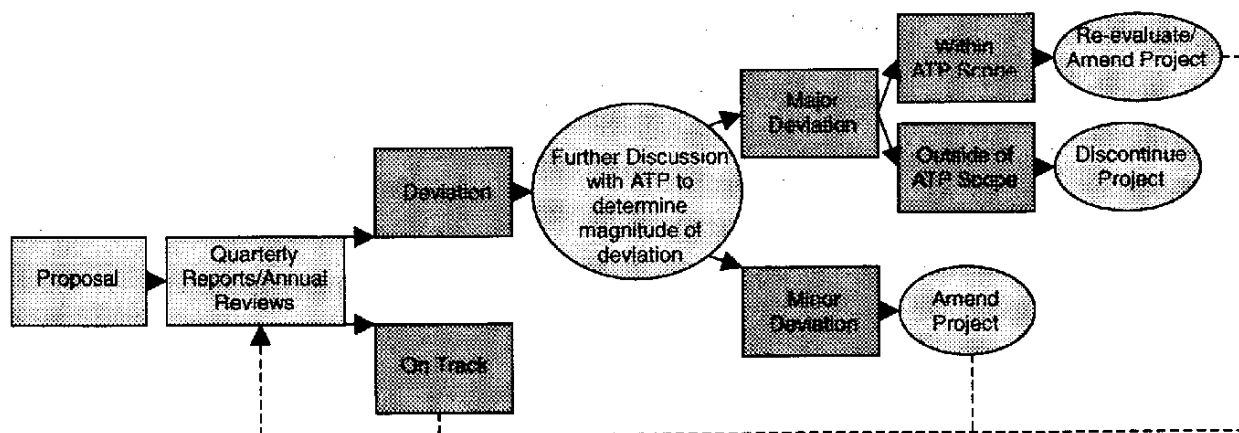
※ 1 政府は必要に応じて空費分の助成金を裁判で回収することもできるため、実際には政府が“ロスを出す”状況は考えにくい。

※ 2 2 年未満のプロジェクトはプロジェクトの終了時、2～4 年のプロジェクトは初年度の終わりとプロジェクトの終了時、5 年のプロジェクトは 1 年目、3 年目、5 年目の終わりに監査を行う。

PROJECT MANAGEMENT

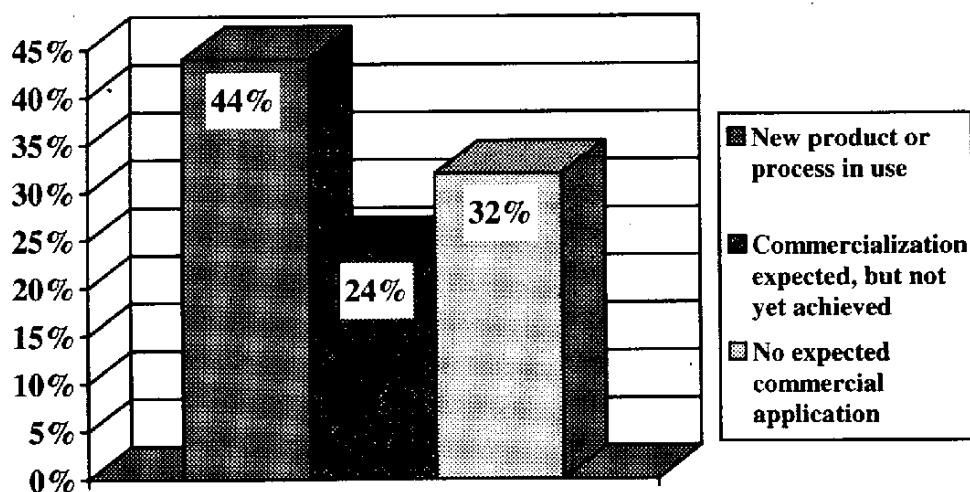
当初の計画に些少の修正が加えられることは間々あるが（ATP の承認を必要とする）、助成金受給者が大幅な軌道修正を行うことは稀である。

- ❖ ATP は、結果さえ当初の意図に矛盾しなければ、“柔軟”な姿勢でプロジェクトの管理にあたるとしているが、助成金受給者が大幅な軌道修正を行うには相当に説得力のある論拠を示さなければならない。



SAMPLE PROGRESS DATA

ATP プロジェクトの最初の 50 件について、支援開始から 4～6 年後の進捗状況を評価したところ、著しい成果が示された。



“No expected commercial application” のプロジェクト 16 件のうち、4 件は単純に商業ベースの結果を出していなかった。一方、残り 12 件は IP の扱いについて決着がつかない、会社側の事情で財源確保の目処が立たない、目標達成が期待できずに助成を打ち切られた、会社の優先事項あるいは戦略的な方向性に変化が生じたなど、さまざまな理由から終了された。Source: ATP

付属資料 6 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向

本付属資料は、三菱総合研究所に調査委託して取りまとめた
調査資料 先進諸国における情報化ビジョンに関する動向
平成 11 年 3 月 先端情報技術研究所 の要約である。

目 次

1. 調査の背景と方法	付 6-1
2. アメリカ	付 6-2
3. EU（欧州連合）	付 6-4
4. シンガポール	付 6-6
5. マレーシア	付 6-8
6. オーストラリア	付 6-11
7. インド	付 6-14
8. 韓国	付 6-16
9. 各国の情報化ビジョン／政策の比較と特徴	付 6-19
10. わが国の情報化ビジョン策定に関する考察	付 6-23

1. 調査の背景と方法

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世界各国で施策展開が活発に進んでいる。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、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に関する動向」の調査を行った。

まず情報化に関して先進的と思われるアメリカ、EU (欧州連合)¹、シンガポール、マレーシアに関して、政府のインターネットホームページから情報化に係わる声明・ビジョン・計画を調査した。また、日本にとって特に重要なアジア・太平洋地域の他国の政府ホームページを調査し、情報化に係るドキュメントが公開されていたオーストラリア、インド、韓国に関して同様に調査を行った。ドキュメントから各国の情報化ビジョンの概要、関連する情報通信政策の概要を整理した。そして、その結果を踏まえ、各国の動向を比較し、ビジョン・情報通信政策の特徴を分析した。

本報告書のまとめとして、これらの調査・分析結果に基づき、わが国の情報化ビジョンのあり方に対する示唆を考察し、技術開発を進めるべき分野等の試案を示した。

調査対象国

- | | |
|-------------|-----------|
| ◆ アメリカ | ◆ インド |
| ◆ EU (欧州連合) | ◆ オーストラリア |
| ◆ シンガポール | ◆ 韓国 |
| ◆ マレーシア | |

¹ 欧州に関しては国別ではなく、EUレベルの政策を対象とした。

2. アメリカ

1990年代に入ってからクリントン＝ゴア政権の一連の情報政策は、これまで軍事・宇宙技術開発中心に進められてきた科学技術研究を産業応用に転換することで産業競争力強化を推し進めてきた。以降では情報化政策の流れを概観する。

2.1 HPCC

当時上院議員であったゴア現副大統領が提案し、1991年に成立したHPC法（High Performance Computing Act of 1991）とHPCC（High Performance Computing and Communications）計画が、近年の情報政策の起点と考えられる。HPC法は5年間の時限立法であったが、HPCC計画の一連の流れは、アメリカの情報政策の根幹をなすものである。

HPCC計画では、高性能コンピューティングシステム（HPCS）、研究・教育ネットワーク（NREN）、先進ソフトウェア技術とアルゴリズム（ASTA）、基礎研究と人材育成（BRHR）、情報基盤技術とアプリケーション（IITA）といったプロジェクトが実行された。

2.2 NII 構想

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の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イニシアティブを発表した。同年9月には、9つの基本原理を含むNIIアジェンダが発表された。

2.3 GII 構想

1994年3月、ブエノスアイレスで開催された国際電気通信連合ITU総会において、ゴア副大統領がGII構想を発表した。各国のNIIを連結し、グローバルな情報基盤を作ろうというものである。GII構想については、HPCC・IT委員会の情報基盤タスクフォース（IITF）によって、GIIアジェンダ（The Global Information Infrastructure: Agenda for Cooperation）が1994年秋に発表されている。

2.4 HPC 法失効とCIC計画

96年度までで実施されたHPCC計画が成功を収めたのを受け、HPC法案失効後の継承計画として開始された。CIC計画では、高性能コンピューター通信（HECC）、大規模ネットワーク（LSN）、高信頼性システム（HCS）、人間との親和性を考慮したコンピュータシステム（HuCS）、人材育成（ETHR）といったプロジェクトが実施された。各々の予算額は下表のとおりである。

計画の各プロジェクトに対する予算（単位：百万ドル）

FY	HECC	LSN	HCS	HuCS	ETHR	Total	備考
1996 (HPCC)	—	—	—	—	—	1043	予算実績
1997	453.71 (43.6%)	259.79 (25.0%)	31.95 (3.1%)	248.82 (23.9%)	45.31 (4.4%)	1039.58 (100.0%)	予算 要求額
1998	462.43 (41.9%)	288.19 (26.1%)	33.18 (3.0%)	281.12 (25.5%)	38.64 (3.5%)	1103.56 (100.0%)	予算 要求額

2.5 A Framework of Global EC

電子商取引（EC）に関しては、1997年7月、ゴア副大統領により、Global EC構想が発表された。その中で、5つの原則と検討すべき9つの分野に対する提言を示している。

2.6 NGI と次世代インターネット研究法

NGI（Next Generation Internet）は1996年10月に構想が発表された。そして、1997年2月に行われた大統領一般教書演説において、NGI構築の支援が表明され、98年度予算に計上された。98年度予算要求額は、CIC計画のLSN2.8億ドルのうち、1億ドルがNGIの予算であった。

NGIプロジェクトの目標としては、①先端ネットワーク技術の試験研究、②次世代ネットワークのテストベッド、③革新的アプリケーション、の3つが掲げられた。1998年2月に発表されたNGI実行計画書（Implementation Plan）では、その3つの目標が詳細化されている。

2.7 IT2

1997年2月に設置された大統領情報技術諮問委員会（PITAC）は、情報技術政策のビジョン策定を行ってきた。1998年8月には、その中間報告が発表された。この中間報告を受けた形で1999年1月に「21世紀に向けた情報技術：IT2」という題名の報告書が提出された。この報告書によれば、「2000年度大統領予算教書において、クリントン＝ゴア政権は、情報技術研究投資の大幅な強化を表明している」とある。特にHPCC計画とは別枠予算として366百万ドルを投じた連邦政府の情報技術研究における新計画は、IT2と呼ばれている。1999年2月には、IT2のドラフトをまとめた。このドラフトでは、重点項目として、長期的な情報技術研究、科学・工学・国家のための先進コンピューティング、情報革命の経済的・社会的影響に関する研究の3つが示されている。

3. EU（欧州連合）

3.1 EU（欧州連合）の情報社会イニシアティブとアクションプラン

EU（欧州連合）による情報化への取り組みとしては、1993年に欧州委員会が発表した「成長・競争力・雇用に関する白書」の中で情報通信インフラの重要性が指摘されたことが出発点といえる。1994年には、「ヨーロッパとグローバル情報社会」（Bungemann Report; 同氏を委員長とするタスクフォースのレポート）が発表された。さらに、「欧州におけるグローバル情報社会へのアクションプラン」²と題する計画が1996年に発表され、1997年にはその改訂が出された。その中で、今後アクションが必要な領域として、ビジネス環境の改善、将来への投資、人間の尊重、グローバルな課題への対応が指摘された。

3.2 Interchange of Data between Administrations (IDA) プログラム

1995年には、EU内の政府系機関でデータ交換を促進していくIDAプログラムが開始された。欧州の各国のカウンターパート機関をネットワーク化し、情報を共有するというプログラムである。技術面ではテレマティクスプログラムの研究成果が取り入れられている。

3.3 電子商取引に関する欧州イニシアティブ

1997年には、今後世界的な発展が期待される電子商取引に関して、欧州委員会から「電子商取引に関する欧州イニシアティブ」³が発表された。その中には、「グローバル市場にアクセスするためのインフラ、技術、サービス」、「望ましい規制枠組みの開発」、「望ましいビジネス環境の創出」に関する提案が含まれていた。

3.4 フレームワークプログラム

EUレベルでの研究技術開発は、フレームワークプログラムとして実施されている。これは、持続的な経済成長、産業競争力強化、雇用創出、社会変化への対応に向けて、1984年に、総合的研究開発政策としてスタートしたものである。フレームワークプログラムは、EU自身が助成金を拠出している。EUの共同研究開発プログラムとしては、この他にEUREKA等EUが支援し各国が推進するタイプがある。

1994年をスタート年とする第4次フレームワークプログラムでは、情報化に関連するテーマとして、テレマティクス、ACTS、Espritといったプログラムが実施された。

1998年から始まる第5次フレームワークプログラムの情報通信関連のプログラムは、「ユーザフレンドリーな情報社会」（IST; User-friendly information society）であり、予算として3,600百万ユーロが充てられている。

² “Europe at the forefront of the Global Information Society: Rolling Action Plan”, 1996.11, 1997.06

³ “A European Initiative in Electronic Commerce”, 1997

IST は、間接活動として、一般的プロジェクト公募に基づく助成に位置づけられている。費用分担方式の面から、研究技術開発プロジェクト、実証プロジェクトに分けられる。

IST は、情報社会の進展に伴う新たな研究開発ニーズを確定することを目的としている。各活動分野の予算は、下表のとおりである。

User-friendly information society(IST)の内訳 (単位: million euro)	
活動	予算
a. Key actions	
i. Systems and services for the citizen	646
ii. New methods of work and electronic commerce	547
iii. Multimedia content and tools	564
iv. Essential technologies and infrastructures	1363
b. Research and technological development activities of a generic nature:	
Future and emerging technologies	319
c. Support for research infrastructures:	
Research Networking	161
	3600

IST は、利用者（ユーザ）に重点をおき、情報の利用促進や教育に着眼している。重点活動分野としては次のものが挙げられている。

市民のためのシステムとサービス (Systems and services for the citizen)

高品質で利用が容易なシステムとサービスを開発することを目的としている。高齢者・心身障害者看護、保健機関における遠隔サービス、環境問題、交通問題等を重視している。

新しい業務方法と電子商取引 (New methods of work and electronic commerce)

事業経営や取引効率を改善するための研究開発を行う。モバイル業務システム、売り手と買い手の取引システム、情報とネットワークの安全性（プライバシー、知的財産権、認証等）を重視している。

マルチメディア関連 (Multimedia content and tools)

各種マルチメディア製品・サービスに利用されるインテリジェントシステムやコンテンツの開発を目的とする。会話型電子出版（電子図書館、仮想博物館等）、教育訓練ソフト等を重視している。

重要技術とインフラ基盤 (Essential technologies and infrastructures)

情報社会の基盤に必要な重要技術の開発を目的とする。コンピュータ通信技術、ソフトウェア工学、移動体通信、各種センサーインタフェース、マイクロエレクトロニクス等を重視している。

4. シンガポール

4.1 「IT2000：インテリジェントアイランド構想」

情報化国家をビジョンとして掲げた「IT2000」は1991年に作成された。その基本計画は、国家コンピュータ庁（NCB; National Computer Board）が中心となり、関連する11の主要経済部門の200名を超える専門家の協力のもと、立案された。

IT2000には、目標として、グローバルなハブの開発、生活の質の改善、個人の可能性の発展、が掲げられており、情報通信インフラ整備、マルチメディア・アプリケーションの開発・利用促進、研究開発拠点の整備、情報通信産業の誘致・育成といった施策を推進してきた。

4.2 シンガポール・ワン計画

(1) ネットワークインフラ

IT2000の実現を加速するための具体策が1996年に発表されたシンガポール・ワン（Singapore One）計画⁴である。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・ワンの広帯域通信ネットワークの基盤は、ATMスイッチング技術に基づくバックボーンネットワークである。I-Net Singapore と呼ばれるコンソーシアムによって構築・運営されている。アクセス回線は、ATM（155Mbps）、ADSL（5Mbps；シンガポールテレコムが提供）、CATV（30Mbps；シンガポールケーブルビジョンが提供）の3種類が用意されている。

(2) アプリケーション

シンガポール・ワンは、以上のネットワーク基盤に基づき、新たなアプリケーションの開発を行っている。アプリケーションのタイプとしては、ニュース・オン・デマンド、データベース検索サービス、オンラインショッピング、遠隔教育、行政サービス等があり、アプリケーションサービス提供者は年々増加している。1998年7月時点で、合計123のサイトがサービスを提供している。最近では、診察料が10分で10～25シンガポールドルの遠隔診察サービスも登場している。

行政サービスとしては政府ショップフロント⁵がある。政府が扱う商品・行政サービスをネットワークで提供している。現在では、寄付受付、自動車試験の予約受付、健康・医療・観光等に関する書籍・ビデオの販売、各種統計情報提供が行われている。将来的には全省庁のサービスが出揃う予定である。決済はC-ONE（CashCard for Open Electronic Commerce）

⁴ URL <http://www.s-one.gov.sg/html/mainmenu.html>

⁵ URL <http://shop.gov.sg>

と呼ばれるキャッシュカードで行える。

4.3 電子商取引に関する取り組み

(1) 電子商取引ホットベッド・プログラム

国家コンピュータ庁によって、1996年に電子商取引ホットベッド・プログラムが導入された。これは、電子商取引の利用を活発化し、シンガポールを電子商取引のハブにすることを狙ったものである。

(2) 電子商取引政策委員会

1997年、国家コンピュータ庁が事務局となり、金融通貨庁を始めとする15機関の委員からなる電子商取引政策委員会が設置された。委員会の下には、法規制研究グループと貿易取引研究グループの2つの研究部会が設置された。

(3) 電子商取引の政策枠組み

1998年4月、電子商取引政策委員会によって、電子商取引の政策枠組みが発表された。政策枠組みは、次に示す「6つの主原則」と「政策提言とイニシアティブ」（法規制、インフラサービス、普及促進プログラム）から構成されている。

(4) 電子商取引基本計画

1998年9月には、電子商取引基本計画が発表された。目的はシンガポールの電子商取引を活発にし、電子商取引のハブ機能を強化することである。具体的な目標として、2003年までに、取引の50%以上を電子的に行い、電子商取引の取引高を40億シンガポールドルにすることを掲げている。

4.4 ベンチャー振興策

国家科学技術庁（NSTB）は1998-2000年間に、1億800万シンガポールドルを予算化し、ハイテク企業を支援するTIP（テクノロジー・インキュベーター・プログラム）を開始した。研究開発費等のコストを2年間にわたり最大85%補助する（運転資金は1企業年間30万シンガポールドルに制限）。

5. マレーシア

5.1 ビジョン 2020

マハティール首相は、1991 年に行った講演の中で、2020 年までに先進国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、GDP の 9 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。

5.2 マルチメディア・スーパー・コリドー

(1) マルチメディア特区

MSC 計画の中核が、マルチメディア特区である。競馬場跡地に建設されるクアラルンプール・シティ・センター、政府機関が移転するクアラルンプール郊外新都市「プトラジャヤ」、情報通信企業を誘致するサイバーシティ、新空港等を含んでいる。

(2) MSC ステータス

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。これによって、アジアの「シリコンバレー」を目指している。

(3) フラグシップアプリケーション

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には、次の 4 つのアプリケーションがある。

電子政府（首相官邸）

政府内部の業務効率化と国民に対する行政サービスの向上のため、ネットワークを用いた電子化を図る。パイロットアプリケーションとして、ライセンス更新／料金支払、調達、首相オフィス、人的資源管理情報システム、プロジェクトモニタリングシステムがある。

多目的カード (Bank Negara)

チップを組み込んだ多目的カードのための共通プラットフォームを開発する。パイロットアプリケーションとして、チップアプリケーション (国民 ID、自動車免許、入出国、健康、電子現金/金融機能)、アクセスキーアプリケーションがある。

スマートスクール (教育省)

学校における教育、経営に情報技術を用いる。パイロットアプリケーションとして、教育・学習教材、評価システム、学校経営システムがある。

遠隔医療 (厚生省)

医療情報とバーチャル医療サービスの連携により、医療サービスの影響方法を劇的に変える。パイロットアプリケーションとして、パーソナル化した健康情報/教育、継続的医療教育、遠隔コンサルテーション、生涯健康計画がある。

マルチメディア環境フラグシップアプリケーションには、次の3つのアプリケーションがある。

研究開発クラスター (科学技術環境省)

MSC にマルチメディア研究開発センターの集積を形成する。また、その核として新設のマルチメディア大学がある。

ワールドワイド製造ウェブ (通商産業省)

高付加価値製造業がマルチメディアや情報技術を活用するための環境を提供し、MSC をハブにする。

ボーダレス・マーケティング・センター (MDC; Multimedia Development Corporation)

マルチメディアを使って、マーケティングメッセージ、カスタマー・サポート、情報商品を作り、届けようとする企業のための環境を構築する。特に、テレマーケティング、オンライン情報サービス、電子商取引、デジタル放送といった事業領域を焦点に充てている。

(4) 関連法

マルチメディア、情報技術に関連する法規制の整備が進められている。著作権法改正、コンピュータ犯罪法、電子署名法、遠隔医療法、電子政府法等がある。また、通信マルチメディア法(1998)により、通信、情報処理、放送の技術的一体化を受け、統一監督機関を設置する。

(5) 状況

1997 年度政府予算の 1.2% (721,400kRM=300 億円) が MSC に充てられた。通貨危機等厳

しい状況が伝えられるが、マハティール首相は MSC 計画に変更がないことを強調している。MSC ステータスを取得している企業は、205 社を超えている（その内 100 社以上が操業開始）。

また、電子商取引に関しては、E-Commerce 基本計画を策定中である（マルチメディア開発委員会）。

6. オーストラリア

6.1 成長のための投資

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」⁶と題する計画を発表した。その中には、将来ビジョンとして次の点が掲げられている。

- ◆ 輸出志向で、技術的に発達した競争力のある製造部門
- ◆ オーストラリアを域内で東京に次ぐ主要金融センターとする質の高いサービス産業
- ◆ それ自身が雇用拡大、輸出、新規ビジネス機会などの重要な源泉であり、また経済全般にわたり他の産業に変化を及ぼす情報産業
- ◆ 大企業を補完し、多くの新規企業やアイデアが生まれる、活気のある小規模ビジネス部門
- ◆ 域内を始め各地へのオーストラリア商品とサービスの輸出

計画では今後 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ており、以降に示すような課題への取り組みが示されている。

(1) 事業革新の奨励

企業や経済の競争力向上のための主要な推進力は革新性である。オーストラリア政府の革新計画は、場合によっては市場における研究開発に関して援助が必要なことを認識している。政府は、このため今後 4 年間に、ビジネス革新のため 10 億ドルの拠出を予定している。

研究開発費に対する 125%の課税控除に加えて、研究開発着手援助計画(R&D Start)を拡大して、今後 4 年間に、5 億 5,600 万ドルを追加拠出する。この期間の研究開発着手援助計画の予算総額は 7 億 3,900 万ドルになる。

また政府は、4,300 万ドルの基金を追加して、今後 4 年間に、総額 1 億 5,300 万ドルを拠出し、新投資基金計画(Innovation Investment Fund Programme)を拡大する。ベンチャーキャピタルへの資本投下も促進する。この一連の基金追加によって、オーストラリア国内のベンチャーキャピタル市場開発の成功に必要な資金が確保される。これは小規模なハイテク企業を直接の対象にしたもので、計画の幅を広げ業界から強い支持を得ている。

また、7,200 万ドルを追加し、今後 4 年間に、総額 1 億 800 万ドルを支出して技術の普及を促進するための施策を講じる。

⁶ "Investing for Growth - The Howard Government's Plan for Australian Industry", 1997

(2) 投資の促進

政府は、必要以上の投資インセンティブは用意しないが、経済や雇用に大きな利益が期待されるものに対して戦略的プロジェクトや刺激策を講じる。こうしたインセンティブの必要性を査定する基準を明確にし、調整するため、戦略投資調整官に任命し、関係各省との円滑な連絡を保ったり、インセンティブの供与が正当化されたり、政策の変更を必要とするプロジェクトについて、首相を通じて内閣に勧告する。

また、外国の投資促進を図るため、「インベスト・オーストラリア」という機関を設置し、今後4年間に、毎年1,100万ドルを拠出する。

(3) 貿易収支の改善

APEC内において、オーストラリアは、2010年から2020年までの間の貿易と投資の自由化を目指している。今年我々は、食品、化学製品、エネルギー、その他オーストラリアが提案した主要部門を含む15の分野で、自由化の前倒しを提唱した。政府は、引き続き市場アクセスや規格整合に要する過度の経費を削減して、域内における製造拠点としてのオーストラリアの魅力を向上するため、TRADEXと名付けられた「保税製造制度」の導入等を行う。

(4) 金融センターとしてのオーストラリア

オーストラリアを世界屈指の金融センターにとし、成長している金融サービスセクターから利益を獲得する。金融センターとしてのオーストラリアの将来性を高めるさらなる選択肢提供のため、金融部門諮問委員会(Financial Sector Advisory Council)に特別班を設立する。

(5) 情報化時代

台頭する世界経済は、情報と知識が鍵となっており、このような時代にどのように立ち向かうかが、経済成長や雇用機会等に大きな影響を及ぼす。政府は、既に情報経済大臣の管轄下に国家情報経済オフィス(National Office of the Information Economy)を設け、情報化政策を調整してきた。引き続き、政府は次の点を推進していく。

- ◆ 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ーとなる
- ◆ 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

今後4年間に、2,800万ドルを投じて建設する優秀なソフトウェア工学や実験施設などを通じて、新規投資を誘致し、比較優位性を促進するため、情報産業アクションプラン

(Information Industries Action Agenda)を導入する。

その結果、2001年までにインターネット上で適切なすべての行政サービスが施せるように、コンピューターによる総合的なサービスを開始する。また政府は、情報産業機器製造に必要となる素材・部品の輸入関税を免除する。インターネットを通じて電子的に発注され、配達される商品に対する免税措置も存続させる。インターネットへの情報税を課税しない。

7. インド

7.1 情報技術・ソフトウェア開発タスクフォース

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。その検討内容はWeb上に公開されており、しかも、インド内外の専門家からの助言を得ながら作業を進めるという開かれた政策立案過程をとっている。

最初の作業として、議長はWeb上で内外の専門家に次のような課題に関する提案を求めた。

- ◆ インドは国家情報インフラ (NII) を構築するために何をすべきか
- ◆ 政府はITをどのように活用できるか、特に国民のために
- ◆ 大学、専門学校の質を向上するためにITをどのように活用できるか
- ◆ インドのインターネット上のコンテンツをどのように作るか
- ◆ サイバースペースのためにどのような法規制が必要か
- ◆ 中小企業はITをどのように活用できるか
- ◆ 英語を話せない人がITを活用するにはどうするか
- ◆ 教育・訓練されたIT専門家の数(上級から底辺までを含め)を拡大するにはどうしたらよいか
- ◆ 部品と最終製品双方の産業集積をどのように作っていくか 等

7.2 情報技術アクションプラン

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)を発表した。その中で、下記の3つの基本目標が掲げられている。

情報インフラの加速

世界第一級の情報インフラストラクチャの構築を加速する。光ファイバ、衛星通信、ワイヤレス通信により、地域情報インフラ (LII)、NII、GIIをシームレスに相互接続し、全国規模の高速インターネット、エクストラネット、イントラネットを保証する。

ITEX-50目標

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。

2008年にすべての人に利用できるIT

PC/セットトップボックスの普及率を1998年現在の500人に1台から2008年までに、50人に1台に引き上げる。60万個所の電話局を多様なマルチメディアサービスを提供する電話情報センターに変革する。さらに、IT普及促進のための、政府のネットワーク化、テレバンク、遠隔医療、遠隔教育、電子図書館、電子商取引等の施策を展開していく。

計画の中には、これら3つの目標に関して、108つの具体的な提言が含まれている。

7.3 情報技術アクションプラン（パートII）

前掲の7月に発表された情報技術アクションプランは、おもにソフトウェアおよび関連サービスを対象としたものであったが、10月に発表されたパートIIではハードウェアに焦点を充てている。

SBIT (Soft Bonded IT Unit) の導入

製造施設を無料、無担保で利用できる企業。免税等の特典があり、輸出が奨励されている。

SBIT ゾーンの整備

複数のSBITが共用するインフラ・施設。

7.4 情報技術アクションプラン（パートIII）

1999年4月に発表予定のパートIIIでは長期情報技術政策に関して下記が示されている。

- ◆ IT産業に関する戦略政策
- ◆ IT研究/設計/開発
- ◆ IT人材開発
- ◆ 市民ITインタフェース
- ◆ コンテンツ制作とコンテンツ産業
- ◆ マイクロエレクトロニクス
- ◆ Sankhya Vhini プロジェクト
- ◆ 金融のための情報技術
- ◆ ITのための組織構造

8. 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」と位置づけ、情報化政策を強化推進している。

8.1 韓国情報基盤（KII）

1995年にスタートした韓国情報基盤イニシアティブ（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、さらに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。情報化基本計画は、3つのフェーズから構成されており、それぞれのフェーズの目標が規定されている。2000年までの第1フェーズでは、優先度の高い10のタスクとして下記が掲げられている。

- ◆ 小さいが、電子化され効率的な政府を実現する
- ◆ 情報社会で有用な人材を育てるための教育情報基盤を構築する
- ◆ 国家の知識ベースを拡充するために学術研究データにアクセスできる環境を作る
- ◆ 産業全体にわたり情報化を促進し、企業競争力を高める
- ◆ 情報化により社会インフラの利用率を高める
- ◆ 地域開発に向けて地方の情報化を支援する
- ◆ 情報技術の利用により医療サービスを向上させる
- ◆ 災害対策のための安全管理データシステムを構築する
- ◆ 国防・外交情報システムのセキュリティを高める

韓国政府は、情報化の基盤であるKII構築を重要政策として推進している。計画では、韓国政府情報基盤（KII-G）と韓国公用情報基盤（KII-P）を2010年までに完成させる予定である。まず、KII-GをATMベースの光ケーブルネットワークにより2002年までに完成させ、その後KII-Pプロジェクトを推進する計画である。1988年の白書「21世紀の情報社会の構築」⁷によれば、現時点で、ネットワークは、ソウル、プサン等を含む80の地域に展開されている。主要都市では電話局と配信先の間に光ケーブルが敷設され、光ファイバケーブルは1,018の大規模ビルに敷設された。N-ISDNは103の地域が利用可能となり、配信先は合計66,300箇所となった。CATVネットワークの配信先は合計7.44百万箇所となった。

⁷ Building an Information Society in the 21st Century

8.2 情報社会に向けての韓国のビジョン

1999年3月現在、情報通信部はインターネットに発表している「情報社会に向けての韓国のビジョン」⁸の中で、次のような方向を示している。

(1) 生産性の向上

- ◆ 政府のリエンジニアリング

政府機関を高速ネットワークで結び、職員にPCを与えることにより、ペーパーレス政府が実現できる。また、1998年には政府、自治体ごとにCIOを任命した。政府調達にはEDIを導入する。市民サービスはインターネットを通じて行えるようにする。

- ◆ 企業リストラの支援

韓国標準の税務、会計モジュール等のERPとコンサルティング方法論を開発する。

- ◆ 電子商取引の促進

政府調達、国防と建設分野のCALSで、EC市場化を図っている。いくつかのプロジェクトでは、消費者向けのECが開発されている。ECのための技術開発と標準化作業が行われている。

- ◆ QOL（クオリティオブライフ）のための情報化

教育のための情報環境、ヘルスケア・福祉のための情報化、国防・環境管理のための情報化、文化と情報化、地域コミュニティの情報化を進めていく。

(2) よりよい情報化環境の構築

- ◆ KIS（韓国情報スーパーハイウェイ）の構築（KII）

知識ベース経済において、経済活動の中心はコミュニケーションである。そのために必要な高速情報ネットワークを早期に構築する。

- ◆ テストベッドネットワークと地域パイロットプロジェクト

中小企業が先端技術の研究開発に利用できるような共同研究開発センターを設置した。

- ◆ APII

1997年の韓日テストベッドプロジェクトに基づき、韓国－シンガポール、韓国－中国テストベッドプロジェクトを実施する。ソウルにAPII共同センターを設置した。

- ◆ 関連法規制のオーバーホール

1995年から1997年にかけて、63の法改正を行った。引き続き、関連法の見直しを行っていく。

- ◆ 通信サービス利用の環境改善

通信サービス利用の環境改善として、PC普及率の向上促進、情報技術リテラシーの

⁸ Korea's Vision for the Information Society

改善、優良なコンテンツの開発、情報化キャンペーンの実施を図っていく。

- ◆ 効率的なセキュリティ指標

インターネットとオンラインサービスの拡大に伴い、効率的なセキュリティ指標の活用を急ぐ必要がある。

- ◆ Y2K 問題の解決

定期的に 2000 年問題の解決状況を評価する。また、中小企業向けに 2000 年問題対応のための融資を行う。

9. 各国の情報化ビジョン／政策の比較と特徴

以上の各国の情報化ビジョン／政策の調査結果に基づき、各国の状況を比較し、全般的な傾向・特徴を整理する。

9.1 情報化ビジョン・政策の位置づけと推進方法

情報化ビジョン・政策の位置づけと推進方法に関して、以下のような特徴を指摘することができる。

(1) 情報化が 21 世紀の国の戦略課題であることの認識

今回調査した国は、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。

(2) 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ティブ、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、省庁の壁を超えた機能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。

また、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。

(3) 政策立案過程でのインターネットによる対話の利用

情報社会では政策立案過程自体の変革も求められる。各国の政策立案過程において、インターネットが有効に使われていた。インターネットで政策案を開示し、それに対するフィードバックコメントを受け付けているケースが多い。例えば、インドにおいては、インターネットにより政策課題に関して広く意見を集め、計画策定していくという方式を採用していた。

(4) 国の役割と民間部門との連携

国と民間部門との連携も重要な側面である。今回調査した国の情報化ビジョン・政策では、国の役割を次のように設定していた。

- ◆ 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）

これらに対して、民間企業は、パイロットプロジェクトへの参画、研究開発の補助、ベンチャー起業によって貢献することになる。しかし、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。

(5) 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。

今回の調査対象国では、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。

9.2 情報化ビジョン／政策の内容

情報化ビジョン・政策の内容に関しては、以下のような特徴を指摘することができる。

(1) 持続的成長と中長期的課題の重視

前節で指摘したように、国の役割としては、基盤・環境整備が重視されていた。また、情報社会の進展と同時に、将来の大きな課題として指摘されている「環境」「健康・医療」

「高齢者福祉」といった問題解決に貢献する視点も掲げられている場合が多い。

(2) 通信インフラの整備と情報通信・放送産業の改革

情報社会においては、情報・知識を伝達する通信インフラが極めて重要である。マルチメディア技術、デジタル技術、インターネットの発展をいち早く取り入れ、情報社会を先導していくために、各国では通信インフラの整備を最優先課題として取り組んでいる。

また、それを推進するための事業主体を整備し、国際競争力を高めるため、情報通信産業および放送産業の規制緩和を推進している。

(3) 産業の情報化 ～ 電子商取引の推進

情報社会の実現の中でも、産業の国際競争力を左右する産業の情報化が大きなテーマとなっている。具体的には、電子商取引の推進であり、各国では、電子商取引の基本枠組みやアクションプランが策定されている。

アクションプランの構成としては、電子商取引を支える取引ルールの標準化や法体系の整備、それを実現するための技術開発（認証、暗号等）、普及加速のためのパイロットプロジェクトの推進等が挙げられる。

(4) 行政の電子化

行政の電子化も調査した国すべてで実施されていた項目である。行政サービスのネットワーク提供、行政事務の効率化を狙ったものが多い。

行政の電子化は、新たな情報技術に関して初期需要を作るという役割もあり、情報産業育成の観点からも重要視している国が多い。

(5) 科学技術研究の支援・環境整備

今回調査した国の中では、アメリカとEUに関しては、政策の中でも科学技術研究の支援や環境整備も重要な位置づけになっていた。他の国では、産業、社会に対する応用研究や学校教育環境整備に関する取り組みはなされているが、科学技術研究自体への支援は比較的軽い。

(6) 先進的アプリケーションの開発・育成 ～ 技術とビジネスモデルの協創

各国の情報化の展開において、先進的なアプリケーションの開発・育成を重視している。インターネット上での検索エンジン、情報提供サービス、サイバーショップ、さらにはネット・オークションといったビジネスモデルは、http、WWW といった新たなインターネット技術によって創造されたともいえる。このように、潜在需要が顕在化するプロセスは新たな技術を媒介にした創発的プロセスである。各国では、このような観点からマルチメディア、インターネットといった新技術の用途開発を指向している。

(7) 関連法規の整備

電子商取引の項でも指摘したが、情報社会において必要となる法規制が必要となる。コンテンツや技術に関する知的財産権、個人情報等の扱いに係るプライバシー保護の問題、電子商取引に係る認証、決済等の問題である。各国ではこれらの点に関する法体系の見直しと整備が進められている。

10. わが国の情報化ビジョン策定に関する考察

10.1 概要

前章まで、情報技術先進国ないし情報先進国を目指す各国の情報化ビジョンを調査・分析してきた。それぞれの国が情報技術を産業・社会の重要基盤と認識して、国家の高いレベルにおいて情報化ビジョンを打ち出し、それぞれの事情に応じた基盤の整備ないし研究開発を展開しつつある。米国では情報スーパーハイウェイ構想で情報技術基盤を掲げ、HPCC計画等により科学技術分野を支援し、民間も戦略的な情報技術投資を積極的に行なっており、現在の好調な経済状態を支えている。さらに、今年に入って PITAC 報告やIT² ビジョンでは基礎的研究開発を重視して中長期的な発展を保証しようとしている。国内市場の規模が小さく、独自の情報技術開発力の小さいシンガポールやマレーシアなどでは、国際標準の先進的な情報技術基盤を整備することによって、地域のハブとしての地位の強化や先進的企業の誘致を図っている。オーストラリア、インド、韓国でも情報産業の強化、情報基盤の整備を活発に進めている。

わが国は国土が狭く、天然資源に乏しいが、教育水準が高く、勤勉な国民性を背景に、国際的競争力を持つ基幹製造業によって経済的発展が築かれてきた。今後もわが国の繁栄にとって、高度な技術に支えられた製造業の強さが最も重要な前提となろう。そこで、わが国における情報化ビジョンは、21世紀に向けた製造業の高度化を狙いとするのが適当である。製造業の高度化を直接に担うのは各企業だが、情報社会基盤の整備や基礎的な研究開発は国が推進する必要がある、情報化ビジョンはそれらの重点的課題と考え方を示すものとする。

情報社会基盤・環境の整備としては、ネットワーク・通信インフラ整備・強化の支援、ネットワーク新技術実験の支援、法律・規制などの制度の情報化社会に向けた適合化から人材育成などがある。(基礎的な研究開発は、長期的でリスクを伴うため、国が推進すべきであり、特に、(1) デバイス基礎技術からヒューマンインタフェースに至る情報技術の基礎研究、(2) 科学技術研究開発の方法を革新しつつある計算科学(計算機による仮想実験)やインフォマティクス(大量の情報整理・解析技術)が、情報産業を含む製造業の強化のために重要な研究開発推進領域と考えられる。その他、ソフトウェア産業の強化、より効果の高い国の推進・支援する研究開発のあり方の実現、等、わが国独自に取り組むべき個別的な課題もある。

10.2 情報社会基盤・環境の整備の考え方

狭い意味の情報社会基盤・環境の整備は、ネットワーク・通信インフラ整備・強化の支援、ネットワーク新技術実験の支援、法律・規制などの制度面など、目に見える情報通信インフラと制度的インフラである。これらは短期的に取り組むべき課題でる。

広い意味の情報社会基盤・環境の整備は、人材や競争的環境など、無形のものであり、中長期的な取り組みを必要とする。情報技術を担う人材の育成は重要課題であり、先端技術開発、実用技術開発、技術要素を組み合わせる実際の問題に適用するシステム技術とい

ったスペクトルを厚くカバーする必要がある。

わが国の製造業は、国内市場の厳しい競争、利用者の厳しい注文が鍛え、世界をリードする品質に高められたと言われている。情報産業においては、導入側の利用技術や比較評価力が十分でない等により、必ずしも競争的環境にあると言えず、競争的環境実現に向けた方策を考えるべきである。

また、情報技術を現実の問題に適用する担い手であるソフトウェアビジネスの強化は重要な課題である。依然として、受託開発の割合が高く、またその効率が必ずしも高くない問題を徐々に改善して行く方策が検討されるべきである。

10.3 情報技術の研究開発の考え方

(1) 基礎的研究開発テーマの推進

実用化・製品化から遠く、研究開発コストが大きく、民間企業が取り組むにはリスクの大きいテーマを中心に国は取り組むべきである。中長期的に育つ可能性のある技術の種を蒔くということであり、特に、重要な(潜在的)ニーズの発掘が重要である。そして、実用化・製品化の目処のついた研究成果は公開し、民間が自由に実用化・製品化し、公共の利益に結び付くという形で研究開発投が回収されることを目指すことが基本である。なお、ネットワークのように基本インフラとなる技術については、独自技術開発の能力があっても、国際標準とならなければ却って孤立化を招くため、国際的な協調を図ることが適当であろう。

(2) 実用化・製品化に近いテーマの研究開発の民間主導

実用化・製品化に近いテーマは周辺技術を開発中であることが多く、成果における知的財産権の切り分けが問題となるなど不都合がある。むしろ、資金貸し付けや優遇税制などの環境面のバックアップが適当と考える。ただし、過剰な補助金等によって、不要ないし見込みの低い開発が促されることがあり得る。そして、成果である先進的な製品・サービス等を積極的に調達し、実地に用いて育てるべきである。(これは国が基礎研究を支援した技術に限らない。)

(3) 実験的・研究的ソフトウェアの実用化

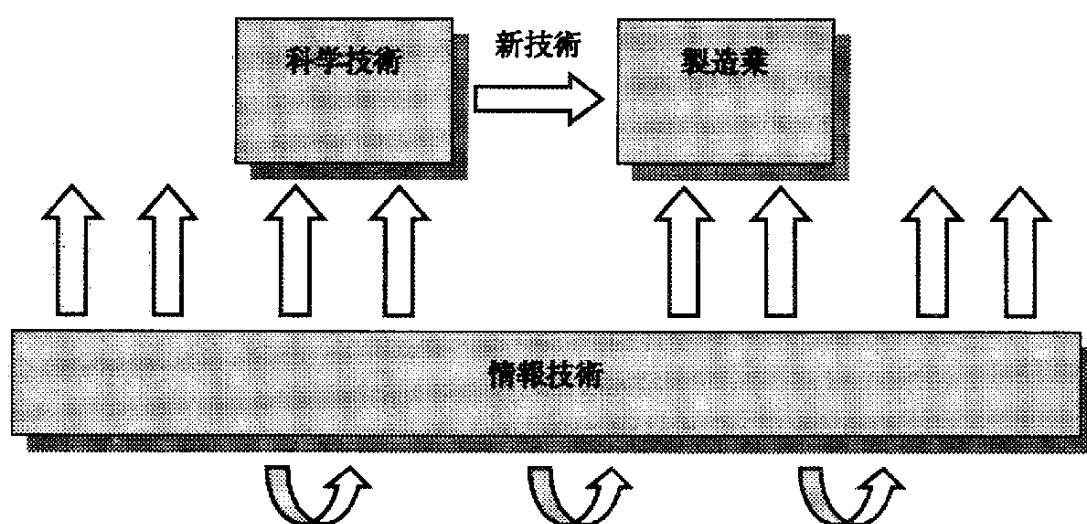
大学等で基礎的研究がなされた技術の芽を育てて行く必要がある。有望な計算手法やソフトウェアの芽を、一般の利用に耐えるソフトウェアとして体現し、(無償)公開し、ユーザコミュニティが育つまで必要なメンテナンスを行なうことが可能となる仕組みを実現すべきである。

10.4 研究開発課題について

研究開発の課題設定に当たっては、現在の変化に着目するのみならず、(一定の幅を持っ

た)将来の情報社会像を想定し、そこにおいて重要となる技術要素の研究開発、社会経済的な課題の予期・対策検討といったトップダウン的なアプローチを併用するのが適当と考えられる。また、電子商取引や放送通信など国際的標準の形成が重要な領域では、各領域でのわが国の相対的な力を考慮した国際競争・協調を含む戦略の検討も必要であろう。また、研究テーマの実施に当たって、最終的にインパクトのある成果活用に結び付く研究開発のあり方なども課題である。

基本的には、わが国が研究開発力を持っており発展の続いている分野における中長期的目標実現の支援、ネットワークが遍在化し、小型の情報通信装置が社会・経済活動や日常生活にますます浸透し、集められた大量のデータの解析による発見が価値を生むような将来像において、キーとなるであろう技術の先行研究などが重要と考えられる。また、科学技術分野では理論、実験と並んで計算科学(シミュレーション計算やインフォマティクス)が研究手段として重要性を増しており、新材料・新製品の設計開発の方法論を変えて行くと言われている。その分野の強化も重要課題である。



情報化ビジョンの考え方：製造業を強化する情報技術

付属資料 7

PITAC レポート

情報テクノロジーに関する調査報告：未来への投資

本付属資料は、

President's Information Technology Advisory Committee
Information Technology Research : Investing in Our Future

1999 年 2 月 24 日

の日本語訳である。

日本語の文責は、先端情報技術研究所にある。

President's Information Technology Advisory Committee
(大統領直属情報テクノロジー諮問委員会：PITAC)

Information Technology Research : Investing in Our Future
(情報テクノロジーに関する調査報告：未来への投資)

1999 年 2 月 24 日

(アドバンス・コピー)

**National Coordination Office for Computing,
Information, and Communications**
4201 Wilson Boulevard, Suite 690
Arlington, VA 22230
(703) 306-4722
www.ccic.gov

President's Information Technology Advisory Committee
(大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

1999 年 2 月 24 日

アメリカ合衆国大統領閣下：

当委員会では、情報テクノロジーに関する研究開発活動に向けた連邦政府の支援を中心に今後の方向についての最終報告として "Information Technology Research: Investing in Our Future" (「情報テクノロジーに関する調査報告：未来への投資」) を取りまとめました。本報告書は、1998 年 8 月付けの中間結果と推奨案を詳しく考察したものです。ここでは、中間報告で取り上げた推奨案を強調する方向で、特に社会面/経済面を中心とした研究活動が情報テクノロジーのもたらす影響の重大さについて具体的に検証しています。

当委員会の参加メンバーは一同に、"Information Technology for the Twenty-First Century (IT²)" (「21 世紀に向けた情報テクノロジー構想」) に対する政府支援に深い感銘を受けています。この構想はまさに、情報テクノロジーに関連した長期的でハイリスクの研究開発を強化していく上で重要な第一歩となるものです。

21 世紀を迎えるにあたり、適切な研究開発活動を通じて情報テクノロジーがもたらす機会を的確に捉えていく際に連邦政府の支援の拡大は不可欠になります。情報テクノロジーが持つ経済的/戦略的な意義と、連邦政府が情報テクノロジー関連の研究を支援する際の特別な役割が総合されて初めて、将来的な国家の繁栄を維持していく際に必要な連邦政府による財政支援の拡充が可能になります。

当委員会の推奨案が、今後の連邦政府の財政支援を検討する際に、貢献することを大いに期待します。これまで私たちの活動をご支援いただきまして誠にありがとうございます。当委員会では、大統領閣下をはじめ、当局、議会の皆様方と、本報告書について詳しく検討できることを楽しみにしております。

敬具

共同委員長 Bill Joy

共同委員長 Ken Kennedy

President's Information Technology Advisory Committee
(大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

共同委員長

Bill Joy
創設者/Sun Microsystems 研究開発担当副
社長

Ken Kennedy (Ph.D.)
並列コンピュータ研究センター理事長/
ライス大学コンピュータ科学教授

諮問委員会の参加メンバー

Eric A. Benhamou
3Com 社最高経営責任者/会長

Vinton Cerf (Ph.D.)
Internet Architecture and Technology
MCI WorldCom 社上席副社長

Ching-chih Chen (Ph.D.)
シモンズ大学、Graduate School of Library
and
Information Science 部教授

David M. Cooper (Ph.D.)
Associate Director of Computation
Lawrence Livermore National Laboratory 準理
事

Steven D. Dorfman
Hughes Electronics 社副社長

David W. Dorman
PointCast 社社長/最高経営責任者

Robert H. Ewald
Cray Research 社前社長/COO

David J. Farber
ペンシルバニア大学、通信システム Alfred
Füller Moore 教授

Sherrilynne S. Fuller (Ph.D.)
ワシントン大学、Division of Biomedical
Informatics, School of Medicine Head、Health
Sciences Libraries and Information Center
ディレクタ

Hector Garcia-Molina (Ph.D.)
スタンフォード大学、Departments of
Computer Science and Electrical Engineering
部 Leonard Bosack、Sandra Lerner 教授

Susan L. Graham (Ph.D.)
カリフォルニア大学バークレイ校、
Computer Science Department of Electrical
Engineering and Computer Science 主任教授

James N. Gray (Ph.D.)
Microsoft Research、主席研究者、
スケーラブル・サーバ研究グループ

W. Daniel Hillis (Ph.D.)
Research and Development 副社長、Disney
Fellow Walt Disney Imagineering

Robert E. Kahn (Ph.D.)
Corporation for National Research Initiatives
社長

John P. Miller (Ph.D.)
モンタナ州立大学、Center for Computational
Biology ディレクタ、生物学教授

David C. Nagel (Ph.D.)
AT&T 最高テクノロジー責任者
AT&T Labs 社長

Raj Reddy (Ph.D.)
カーネギーメロン大学、*School of Computer Science and*
Herbert A 学部長、サイモン大学、*Computer Science and Robotics* 教授

Edward H. Shortliffe (M.D./Ph.D.)
スタンフォード大学、*School of Medicine*
教授、*Information Resources and Technology*
代理学部長

Larry Smarr (Ph.D.)
イリノイ大学アーバーナキャンペーン校、
National Computational Science Alliance
ディレクタ、物理学/天文学教授

Joe F. Thompson (Ph.D.)
ミシシッピ州立大学 *Aerospace Engineering*
William L. Giles 名誉教授

Leslie Vadasz
Intel Corporation、上席副社長/*Corporate Business Development* ディレクタ

Andrew J. Viterbi (Ph.D.)
QUALCOMM Incorporated 副社長/ディレクタ

Steven J. Wallach
CenterPoint Ventures アドバイザ

Irving Wladawsky-Berger (Ph.D.)
IBM Corporation ゼネラル・マネージャ、
インターネット部門担当

目 次

案内状

諮問委員会の参加メンバー

目次	付-vii
エグゼクティブ・サマリ	付-11
調査結果と推奨案	付-13
研究の優先順位	付-13
連邦政府の主な役割	付-16
結論	付-20
囲み：PITAC の産業界メンバーが連邦政府による 長期的な基礎研究の支援を推奨する理由	付-17
1. 情報テクノロジー：社会の変化	付-21
1.1 コミュニケーション形態の変化	付-22
1.2 情報を扱う形態の変化	付-23
1.3 学習形態の変化	付-23
1.4 医療現場の変化	付-24
1.5 商取引の特性の変化	付-24
1.6 仕事のあり方の変化	付-25
1.7 設計/製造の方法の変化	付-25
1.8 研究方法の変化	付-26
1.9 環境への対応の変化	付-26
1.10 行政の変化	付-27
2. 連邦政府主導の研究に向けた優先課題	付-29
2.1 調査結果	付-29
2.2 研究事業に関する推奨案	付-32
3. 技術研究の優先課題	付-35
3.1 ソフトウェアの研究	付-35
3.1.1 調査結果	付-35
3.1.2 推奨案	付-39
3.2 スケーラブルな情報インフラストラクチャ	付-43
3.2.1 調査結果	付-43
3.2.2 推奨案	付-45
3.3 ハイエンド・コンピューティング	付-52
3.3.1 調査結果	付-53
3.3.2 推奨案	付-57
4. 社会/経済面における研究と方針の優先課題	付-63
4.1 調査結果	付-63
4.2 推奨案	付-67

5. 連邦政府の情報テクノロジー研究開発のための効果的な管理構造の構築	付-73
5.1 担当部局の役割	付-73
5.2 情報テクノロジー関連の研究開発に関する方針と調整	付-75
5.3 サポートと実現	付-76
5.4 年次レビュー	付-80
5.5 調査結果	付-80
囲み：推奨案による効果的な投資は可能か？	付-81
結論	付-83

謝辞

1998 年 8 月に発表した中間報告の後、諮問委員として PITAC の作業には、特に次の方々から多大なご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

Victor Basili
George Campbell
Jack Dongarra
Jim Flanagan
Donna Hoffman
Jeff Johnson
Brewster Kahle
Ed Lazowska
C. Dianne Martin
Reagan Moore
Donald Norman
Craig Partridge
Dave Patterson
Dan Reed
Michael Skibo
George Spix
Tom Sterling
Rick Stevens
Michael S. Teitelbaum
Mary Vernon
Stephen Wolff
Alexander Wong
William Wulf

また、中間報告をもとに本報告書を作成するにあたり、次の方々から多大なご尽力をいただいたことを感謝いたします。

Kathie Blankenship
Scott O. Bradner
Michael L. Brodie
Michael Hawley
Rob Kling
Clifford Lynch
Daniel Masys

"National Coordination Office"のコンピューティング/情報/通信の各部門の担当者の方々に謝意を表します。次の方のご協力と貢献がなければ、本報告書の完成はなかったものです。

Kay Howell
Sally Howe
Yolanda L. Comedy
Robert I. Winner

本報告書の作成にあたり、Henry Kelly、Tom Kalil、および Lori Perine の各氏には甚大なるご協力とご忠告をいただきました。ここに感謝の意を表します。

最後に、"National Coordination Office"の皆様のご協力に感謝の意を表します。きめ細かい準備作業のおかげをもちまして、会議を円滑に進めることができました。

エグゼクティブ・サマリ

情報テクノロジー (IT) は、21 世紀における私たちの生活、教育、仕事、娯楽などのあり方を変える中心的な原動力の 1 つとなる。コンピュータや通信に関連する技術的な進化は、今後のビジネス、科学技術、社会的な相互関係を支える新しいインフラストラクチャ (情報基盤) を作り出すことになる。このような拡張を続けるインフラがもたらす画期的なツールを利用して、世界各地を相手にコミュニケーションを行ったり、さまざまな情報をもとに必要な知識や洞察を収集したりできるようになる。情報テクノロジーは、自然環境に対する影響を理解したり、これを効果的に保護したりしていく上でも役に立つほか、今後の経済成長を支えるための重要な手段ともなる。また、情報テクノロジーは、私たちの作業環境の価値を高め、質の高い医療業務を実現するほか、市民の声を反映した、身近な行政を実現する上でも大きな効果がある。

21 世紀に向けた米国国家の展望を実現していく上で、情報テクノロジーの分野における積極的な研究開発 (R&D) 活動が必須になる。今日、コンピュータやインターネットといった情報ツールの実現をもたらした技術革新は、連邦政府と産学が一体となって、研究開発の活動を支えてきたことの結果として生まれたものである。こうした革新技術は、基礎研究と応用研究に対して着実な投資を続けてきたことの成果にほかならない。

私たちは今、連邦政府がこれまで続けてきた研究開発への投資から、多大な恩恵を受けている。コンピュータ、半導体、ソフトウェア、通信装置といった製品を生産するビジネスは、1992 年以来、今では国内生産全体の 1/3 を占めるまでに成長しており、数百万ドル規模の新しい雇用機会も提供してきた。現実には政府が支援している大学の研究プログラムでは大学院教育を通じて、現実の世界で活躍する数多くのリーダーや専門技術者を育成してきた。間もなく 21 世紀を迎えるにあたり、情報テクノロジー関連の技術革新に向けた機会は、従来にない規模にまで成長し、これに伴う重要性も高まるようになっていく。私たちは今、情報テクノロジーを中心とした新しい構想を継承していくことを国家的な重要課題として認識する必要がある。

当委員会で、連邦政府のプログラムの内容を慎重に検討してみたところ、情報テクノロジーに関する連邦政府の支援が、あまりにも不十分であることが明らかになった。情報テクノロジーを中心とした斬新な構想の流れを受け継ぎ、次世代の研究開発者を育成することを目的に実施された研究プログラムでは、実際に必要とされる研究業務に充当される部分には限りがあり、これまでも、多数の優れた提案が却下されてきた。またこうした問題をさらに複雑にしている点として、連邦政府当局の管理者が資金不足という問題に直面しており、現状ではとても研究活動のニーズには対応できないことに加え、リスクの高い長期的な研究開発への投資よりも、即効性のある短期的な活動が優先されるという実態がある。こうした傾向は、個々の所轄当局にとっては当然の判断とも思われるが、この種の意思決定ばかりが重なってくると、国家全体としての長期的な利益を脅かすことになりかねない。

国家は今、コンピューティング/通信システムに向けた新しい大規模な研究開発を強化する必要性に迫られている。こうした研究開発を推進していく結果、情報テクノロジーにおける経済発展をはじめ、教育や危機管理といった重要な社会問題への対策といった面でも大きな貢献をもたらすことに加え、運輸、防衛、ビジネス、金融、医学などの分野を支えるインフラストラクチャを一段と強化する複雑なシステムを、致命的な障害から保護できるようになる。また、こうした研究開発の成果が、必要に応じて実用化されることを想定して、現在、大学や民間の研究機関に導入されているコンピューティング・インフラストラクチャが急速に陳腐化が進みつつある状況を阻止し

て、施設の活性化に着手する必要がある。こうした対策を今、取っておかないと、これまで過去数十年にわたって情報革命の原動力となってきた画期的な構想の流れが失われる結果になる。

こうした問題の対策として、当委員会では1998年8月に中間報告をまとめた。この中間報告では、2004会計年度までに年間数十億ドル規模で情報テクノロジーの研究開発を助成すべきであるという点を指摘した。以降、当委員会では、この中間報告に提案した調査結果と推奨案に関して、各方面からの助言やコメントをいただくと同時に、推奨案をさらに詳しく検証するための調査委員会も設置した。こうした業務の成果として、当委員会の報告書で指摘した問題の解決に向けた研究プログラムやその他の活動に必要な費用について詳しいモデルを作成することができた。この結果、当委員会では中間報告で提示した調査結果と推奨案をさらに洗練化してきた。今回、当委員会では連邦政府が、2000～2004年度の5か年間に、情報テクノロジーを中心とした研究開発への年間財政支援を拡大することを推奨する。具体的な案は次のとおりである。

情報テクノロジー関連の研究開発に対する財務支援強化の推奨案（単位：100万ドル）

分野	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
ソフトウェア	112	268	376	472	540
スケーラブル情報 インフラストラクチャ	60	120	180	240	300
ハイエンド・コンピューティング の調査	180	205	240	270	300
ハイエンド・コンピューティング の調達	90	100	110	120	130
社会/経済	30	40	70	90	100
合計	472	733	976	1192	1370

以上の上方修正は、1999会計年度にすでに編成されているプログラムに追加するものである。今回の最終報告では、提案の実施に伴う手法の検討も含め、こうした予算推奨案について詳しく考察してある。

研究開発の活動全般にわたってニーズへの対策不足という問題がある一方で、長期的なハイリスクの研究を中心とした財政支援の強化を優先的に検討する必要がある。研究活動の規模の拡大に加え、連邦政府は、各研究機関が先進プロジェクトを推進する上で不可欠となる最先端の施設を完備できるように、十分支援しなければならない。最後に、連邦政府の予算を引き続き拡大することにより、情報テクノロジーにおける技術革新が全米国民にとって利益となることに加え、情報テクノロジーに依存する世界で市民に繁栄をもたらすべく、適切な教育とトレーニングを提供できるような体制を確立しなければならない。

当委員会で提案する連邦政府の研究プログラムがそれなりの成果を上げるには、プログラムの効果的な管理が不可欠になる。現在、各局間に置かれている調整機構も、相当な効果を上げてはいるが、同時に、主な職掌範囲があいまいにならないように、責任の範囲を明確に定義する必要がある。これまでに、長期的なハイリスクの研究開発の推進を、当該の局内で生じる圧力から守るといった重要な役割を果たす部局が設置されたという前例はない。理想的には、21世紀に向けた情報テクノロジーに関する基礎研究プログラムの編成を管轄する部局を組織すべきであろう。

現政権は、"Information Technology for the Twenty-First Century (IT²)" ("21 世紀に向けた情報テクノロジー") と銘打った構想に基づいて、2000 年度の政府予算を提案した。こうした取り組みはまず、連邦政府が予算を拡充して、革新技術を中心とした研究活動を促進する目的で新しい管理システムを開発していく上での重要な第一歩となる。しかし、必要な活動はこれだけにとどまらない。長期的な研究開発に向けた投資不足という問題に対応すべく、詳しい検討を重ねていくことが重要な課題となる。

調査結果と推奨案

情報テクノロジー関連の研究開発に向けた連邦政府の投資は十分ではない。

経費を一定として試算（インフレ率を除外）した場合、米国経済に対する情報テクノロジーの重要度は著しく増大しているにもかかわらず、優先すべき分野に向けた支援はこの 10 年の間にほぼ横ばいか、下降の傾向にある。この結果、米国は、次世代に対応した情報テクノロジーの技術革新を実現する主な構想の宝庫となるべき長期的なハイリスクの研究開発の面で、深刻な投資不足という問題に直面することになる。

連邦政府の情報テクノロジー関連の研究開発は、短期的な課題だけが重視されている。

情報テクノロジー関連の研究開発に対する連邦政府の投資はその大部分が、特定の任務を持った当局によって実施されている。今後対応すべき情報テクノロジー関連の課題が山積していることを考えれば、支援機関が現行の投資を優先してきたのは止むを得ないことでもある。長期的な視野に立った研究ではなく、短期的な任務指向型の目標が重要視されているのも当然のことであろう。この傾向は、民間部門での動きにも見られる。当然、リスクの高い長期的な研究開発に対する予算は、削減される結果になる。こうした傾向は、今後 10 年に向けた情報経済を推進する主な原動力となる優れた構想の流れを止めてしまうのと同時に、国家的に重要な課題の解決に向けた努力を阻害することにもなる。

推奨案：長期的な情報テクノロジー関連の研究開発に向け戦略的な構想を考案する。

こうした問題に対応するために当委員会では、大統領が主導してコンピューティング、情報、コミュニケーションといった基本的な課題を中心とした長期的な研究を支援すべく、戦略的な構想を策定することを推奨する。こうした構想では、2004 年度までに、年間計 13 億 7,000 万ドル規模で財務支援を拡充する必要がある。連邦政府の予算当局は、こうした予算枠拡大を通じて、展望のあるハイリスクの研究開発を促進する必要がある。これには、または研究開発の支援形態を多様化させるとともに、プロジェクトの期間も長期化させなければならない。ここでの目標はあくまで、以前から優遇されてきた部門に見られた勢いを大学や研究機関での活動にも応用して、活性化を図ることにある。

研究の優先順位

総合的な研究の対象として、次の 4 つの側面を検討する必要がある。これは、今後の長期的な研究開発における戦略的な構想の中で中心的な要素となる。

ソフトウェア

ソフトウェアに対する要求は急速に高まっており、生産時に利用できる資源では賄いきれないと

いう現状がある。この結果、現在生産されているソフトウェアの用途、信頼性、機能の点で現在の水準をはるかに上回るソフトウェアが必要とされている。今、私たちは動作の仕様がよく理解できないまま、場合によっては突然、異常な動作を示す大規模なソフトウェア・システムに、危険なまでに依存している。したがって、ソフトウェアの研究開発には、高い優先順位を置く必要がある。特に、膨大な量に及ぶ情報の管理、コンピュータの使いやすさの改善、ソフトウェアの作成/管理の簡素化、人間とコンピュータの対話操作の改善といった面に应用できるソフトウェアの開発について重点的に検討しなければならない。具体的に連邦政府プログラムでは、次の点を検討する必要がある。

- ソフトウェアの開発手法とコンポーネント・テクノロジーを中心とした基礎研究の財政支援を強化する。
- ヒューマン/コンピュータのインタフェースや操作を改善するための基礎研究を支援する。
- 情報の収集、管理、分析、説明、さらに多数のユーザーへの情報提供を実現するための基礎研究を支援する。
- 主な情報テクノロジーの研究構想の中で、ソフトウェアの研究開発を中心課題とする。

スケーラブルな情報インフラストラクチャ

今日、インターネットへの依存度はますます高まる傾向にある。インターネットは確かに刺激に満ちた技術ではあるが、当初の設計者の意図をはるかに越えて成長している結果、さまざまな課題も生み出してきた。インターネットの規模、能力、複雑さが増すに伴い、信頼性と安全性に優れた大規模で複雑なシステムを構築/運用する方法について、さらに研究していく必要がある。この対策として連邦政府は、次の課題に対応する必要がある。

- グローバル・ネットワークと情報インフラストラクチャの動作に関する研究開発への支援を強化する。これには、データのパフォーマンス・データの収集と分析、ネットワーク動作のモデリングとシミュレーションなどが含まれる。
- 衛星、ケーブル、帯域幅といった問題を含め光学/ワイヤレス・テクノロジーなどのネットワークに関する物理原理を調査する研究開発を支援する。
- インターネットのスケーリングに対応できる研究開発と計画を支援する。
- 大規模システムを実現するミドルウェアに関する研究開発を支援する。
- 将来的に必要となる大規模アプリケーションとスケーラブル・サービスに関する研究開発を支援する。
- ネットワーク技術の研究、情報テクノロジー、高度なアプリケーションなどを実現するための研究開発を助成するバランスの取れたテストベッドと研究開発の基盤を確立する。

ハイエンド・コンピューティング

正確な気象/天気予報、高度な製造/設計の支援、新しい医薬品の開発、多岐の分野にわたる多様な研究開発の実施、重要な国家利益の支援のために、高度な処理能力とデータ転送機能を完備した超高速のコンピュータ・システムが不可欠となる。分野によっては相当な成果を上げている部分もあるが、現在のスケーラブル・パラレル・ハイエンド・コンピュータ・システムでは、国家戦略的に重要な課題には十分に対応できない。米国内の科学者が、最高レベルのコンピュータ・パワーにアクセスできるように、画期的なアーキテクチャはもとより、現在のシステムに見られる限界を克服できるようなハードウェア・テクノロジー、ソフトウェア戦略に向けた財政支援が不可欠となる。こうした領域に向けた支援を大幅に拡大しない限り、最新のマシンで達成できるパフォーマンスが、その潜在能力を決して陵駕することはない。当委員会では、連邦政府プログラムで次のような課題に対応することを特に推奨する。

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

- 最先端のコンピューティング・テクノロジー/アーキテクチャの開発に向けた研究開発を財政的に支援する。
- ハイエンド・コンピューティングのパフォーマンス改善に向けたソフトウェアの研究開発を支援する。
- 西暦 2010 年までに実用のアプリケーションでペタフロップス/PetaOps 水準のパフォーマンスを達成できるように、ハイエンド・コンピューティングに関する研究開発を主導する。
- 科学技術に関する研究開発を支援する最先端のハイエンド・コンピューティング・システムを調達する。
- NSTC (National Science and Technology Council) の CIC (Computing Information and Communications) の HECC (High-End Computing and Computation) 作業グループの間における調整プロセスを強化して、ハイエンド・コンピューティングに対する政府の主な投資要素をすべて統合する。

社会/経済面での影響

情報テクノロジーは、あらゆる国民や機関に対する情報の流れを飛躍的に改善するとともに、民主主義を強化するための重要な手段となる。国家的な利益は、今後も発展する情報テクノロジーが潜在的に持っている社会/経済面での効果を、いかに深く認識するか依存する。しかし、情報テクノロジー・ベースの変化が進む速度が増すに従って、さまざまな問題も表面化している。画期的なテクノロジーがもたらす約束を実現するには、こうした問題の識別、認識、予期、そして対応に向けた研究開発への投資が不可欠になる。今後、情報テクノロジーが私たちの生活に浸透する結果として生じる変化の程度を客観的に評価できる総合的な基準を確立しなければならない。また、具体的な目標と、変化の影響について慎重に検討し、こうした調査から得られる知識を効果的に生かしていくための適切な方策も不可欠の条件となる。連邦政府は、次の課題への対策を講じる必要がある。

- 連邦政府の構想を拡充し、行政/大学/産業界が協力して、情報テクノロジーのリテラシ、アクセス、研究活動を強化する。
- 連邦政府主導の研究活動を拡大し、情報テクノロジーに伴う方針上の問題にも対応する。
- 情報テクノロジーの社会面と経済面での影響に関する研究活動を支援する。
- コンピュータや情報テクノロジーの分野で進出が遅れているマイノリティ・グループや女性の参加を促進する。
- 研究活動に関する地理的要因、規模、民族的歴史、研究/教育機関、コミュニティなどの条件によって生じる帯域幅レベルの格差を解消するプログラムを策定する。
- K-12、高等教育、生涯教育などを通じてあらゆるレベルにおける情報テクノロジーの教育制度を強化・拡大する。
- 教育における情報テクノロジーの利用を強化する。

連邦政府による情報テクノロジー研究の管理と実現

21 世紀における国家のニーズに対応した連邦政府の情報テクノロジー研究プログラムを構築するには、従来にない新しい管理形態と研究支援の形態および実現に向けた戦略が必要になる。連邦政府の緊縮予算という現実、多岐の部門で形成したチームによる長期的な研究、また小規模で効率的、かつ調整された調査管理プロセスを維持する必要性などから、従来にない新しいアプローチが不可欠とされている。また、基礎研究と応用研究の間のバランスをうまく配分すると同時に、ハイリスクの長期的な共同研究プロジェクトを支援しながら、連邦政府の当該機関と民間部門を関与させることによって、体系立った検証を図れるように、全体的な情報テクノロジーの研究予算を再検証する新しい情報テクノロジー・プログラムを管理・実現する必要がある。

こうした目標の達成に向けて、当委員会では現在、連邦政府が実施している情報テクノロジー関連の管理と実現の機構を次のように強化することを推奨する。

- NSF に情報テクノロジーの基礎研究活動における中心的な役割を割り当てる。この役割を果たす上で必要となる資源を NSF に提供する。
- 情報テクノロジー関連の研究開発に向けて、Senior Policy Official（方針管理次官）を任命する。
- HPCC プログラムの調整モデルを拡大して、連邦政府が主導する主要な情報テクノロジー関連の研究活動を支援する。
- 研究活動の支援形態をさらに多様化して、各チームが実施する研究開発を重視しながら、範囲と期間を拡大する。
- 情報テクノロジーの研究活動を主導する上で、アプリケーションとの連携を強化する一方、研究の主目的が失われることがないように、必要な対策を講じる。
- "Expeditions into the 21st Century."（21 世紀への探求）と称した仮想センターを支援する。
- "Enabling Technology Centers"（未踏技術開拓センター）のプログラムを設立し、重要なアプリケーションの領域を検証して、研究活動を主導させる。
- 研究活動の目標と支援形態を毎年検証する。

連邦政府の主な役割

将来的な経済や行政の面にもたらす情報テクノロジーの重要性が明らかになってきた段階で、研究の進展を継承していく際に、政府支援の意義が直接的には明確にならないことがある。各分野の代表者で構成される当委員会の各メンバーの間では、確かに情報テクノロジーの市場では相当な成果が見られる反面、必ずしも民間部門が長期的なハイリスクの研究活動を進める中心的な原動力にはなり得ないという共通見解を持っている。当委員会の見解については囲み記事にて示す。

PITAC の産業界メンバーが連邦政府による
長期的な基礎研究の支援を推奨する理由

PITAC の報告書では、情報テクノロジーが経済の急成長を果たしている部門として経済や政府の将来に対する重要度の高まりは、研究費に充当される予算の水準を超えていることを示している。情報テクノロジーに関する基本的な理解が必要とされた当時、長期的なハイリスク・プロジェクトと全体的な緊縮予算、そして短期的な市場の圧力が、研究開発向けの予算の大半を占めていた。

果たして、情報テクノロジー関連の研究活動に向けた財政支援は、産業界にばかり依存してよいのであろうか。この問題を理解するには、まずこの領域における連邦政府の支援の歴史を振り返ってみる必要がある。

第二次大戦以来、連邦政府は国防、気象予報、医療といった重要な分野に応用する高度な情報テクノロジーの研究業務を支援してきた。連邦政府の支援の結果、ハイリスクの研究が支えられ、今ではインターネット、ハイパフォーマンス・コンピュータ、RAID ディスク、マルチプロセッサ、ローカル・エリア・ネットワーク、グラフィック・ディスプレイといった数十億ドル規模の産業が誕生するに至っている。また連邦政府が支援する大学での研究活動により、今日の情報テクノロジー関連の優秀な人材が育成されてきた。また情報テクノロジーの業界では、数多くの雇用機会と、最近の経済成長を支える重要な部門とを提供してきた。今日まで、連邦政府は行政、国家、そして米国民にとって多大な利益をもたらした。

情報テクノロジーの産業界では資金の上でも人材の上でも、多大な資源を投じて、さまざまな製品を市場に投入してきた。米国内の情報テクノロジー業界は、歴史上、前例がないほど、驚異的で継続的な成長を果たしてきた。この業界における人材と資金は、もっぱら次に市場投入すべき製品に充てられている。今、製品のサイクルは 3~6 か月と言われるまで、短くなっている。このサイクルに乗り遅れる企業は、競争から脱落していく。

情報テクノロジーの部門では研究開発に向けた多大な投資を続けてきた。この結果、ここ 10 年で研究開発向けの年間平均投資の水準は 2 倍にまで増加し、現在では 300 億ドルにまで達している¹。情報テクノロジー関連の企業にとって、研究開発に充当する合計予算の一部を取っても、すでにこれは全米平均の約 2 倍に達する²。情報テクノロジー関連の研究開発に伴う経費の 90%以上が製品開発に充てられ、残りの大部分が短期的な応用研究に向けられている。

1990~1997 年までの情報テクノロジー関連企業、上位 50 社のデータを見ると、総収益と研究開発関連の支出はともに増加している一方で、研究開発に投資された収益は減少傾向にある。研究開発関連の支出の比率は、同期の終わりには 9%減少し、わずか 7%に過ぎない³。研究開発に向けた投資が減少しているのは、この市場の熾烈な競争圧力と、価格と利益率に対する重圧を反映したものである。今日、業界の努力はその大部分が、短期的な利益をもたらすプロジェクトに集中しているのが現状である。この短期的なプロジェクトが重視される理由は、1990 年までに情報テクノロジーの業界に起きていた傾向の変化に見ることができる。

当委員会では、情報テクノロジーの長期的な基礎研究を進めるにあたり、連邦政府の役割を強化・維持していくことが不可欠と考える。こうした基礎研究は、高度な行政サービスや国家の安全保障を提供する上で、必須の条件となる。ここから生まれる国家的・社会的な利点には多大なものがある。情報テクノロジーの分野で国際的なリーダーシップが失われると、経済的にも多大な影響が及ぶことになる。

産業界はあくまで、短期的な経済的側面を重視するため、今後の研究活動を支援するとは考えにくい。産業界にとって、こうした投資がビジネス上のメリットとなることが確認されない限り、社会的に意義のある問題の解決に向けた投資を敢行することはなく、その可能性もない。

情報テクノロジーの研究活動を支援することの意義は、単に経済的側面や国家安全の必要性だけにとどまるものではない。情報テクノロジーの進展によって、社会的には計り知れない利点が享受できるようになる。私たちが今後迎える「変化」に対応できる下部構造として、あらゆる市民が利用できるインフラストラクチャを構築するには、現在実施されている研究活動の水準をはるかに越えた大規模な研究開発に着手する以外に方法はない。これについては、次章で詳しく検証する。

情報テクノロジーに連邦政府が直接的な支援を実施することにより、この分野の研究活動における若い世代の育成と準備が強化される結果、急速な市場の変化に合わせて自分の技能を高めるためのトレーニングも可能になる。適切な訓練を受けた人材は単なる副産物ではなく、公的に支援される研究活動における重要な原動力となる。こうした専門の技能を備えた人材は、国家の重要なインフラストラクチャ資源として、斬新なアイデアの着想/開発を促進し、既存のビジネスに向けた人材プールを形成できるほか、新規事業を起こす可能性も生まれてくる。

次章で扱う「変化」が、国家の将来にもたらす利点には計り知れないものがある。ネットワーク社会では、あらゆる市民の中に浸透し、国家全体が一段と強固に結びつく結果、数多くの社会的な問題に対応できるようになる。決して、情報テクノロジーですべての問題が解決されるわけではないが、解決に向けた有効な第一歩となることは間違いない。

とは言え、次章で検証する変化のプラス面だけが実現されるわけではない。こうした変化の成果は、まさに、連邦政府が実施する積極的で、かつ効果的に管理されたプログラムに依存する。優れた発想が生まれ、具体的な実用に向けて実を結ぶ段階に至るまでの成長を支え、プラス面での展望の実現に向けて進化の状況を評価・追跡する上で、こうした研究開発に対する連邦政府の長期的な投資が不可欠になる。

1990年代の10年間は、情報テクノロジー業界における製品販売の傾向に大きな変革が起きたものとして特徴付けられる。利幅の大きい複雑な製品から、PC、その他の薄利型の消費材に移行してきた。業界では、サービス部門が最も大きな成長を示すようになり、人材集約的なサービス部門における利益率が、ソフトウェア/ハードウェア製品の水準を超える状況も見られるようになってきている。こうした低価格化と、これに伴う収益の減少によって、広範なコスト管理プログラムが必要になってきた。こうしたプログラムは、研究開発プログラムに向けた経費と特性に、多大な影響を及ぼすようになってきている。

長期的な研究業務を阻んできたもう一つの要素は、地球規模の厳しい市場競争である。これにより、価格、利益率、経費といった面に大きな重圧が加わるようになってきた。こうした圧力が作用して、新しい会社が続々と生まれては、既存組や新規組を問わず、熾烈な価格競争を展開するようになってきている。また、株価収益率の見通し、長期的研究開発関連の税額控除、また「進行中」の研究開発費の除却など、長期的研究に伴う優遇措置などは事実上、なきに等しいか、あっても先細りの傾向にある。

大学の研究機関における基礎研究への投資は、情報テクノロジーの専門家を育成する上で、大きく貢献してきた。しかしこれも最近では、適切な能力を備えた人材が不足しているため、企業にとって仮に予算が確保されたにせよ、長期、短期を問わず、研究を続行することが難しい状況になりつつある。この傾向を見ただけでも、政府は大学での研究業務に向けて追加支援を投じるべき時期にあることが明らかである。

かつて政府によるハイリスクの研究開発に向けられた投資は、現在の情報テクノロジー市場における激しい競争を促進する原動力となっている。米国は、世界で最も強い活力とエネルギーを保持した最も生産的な技術移転を実施する機構を持っている。大学や国営の研究機関から生まれる自由な発想が、既存の企業や新たに登場する会社にも流れていく。1998年度には、新規起業に向けて120億ドルもの巨額のベンチャー・ファンダがつけ込まれた。こうした投資は基本的に、情報テクノロジー関連の基礎研究を中心とした政府予算を財源としている。しかし財源が枯渇してくると、経済成長を支える原動力が弱体化し、やがては消失する結果になる。

米国は今、情報テクノロジーに関連する基礎研究プログラムに向けた財政支援を続けるだけでなく、さらに強化しなければならない。いったん、斬新なアイデアが発見されれば、各企業がその有望視される発想をもとに、商品化と普及の役割を担うようになる。政府は今、こうした優れたアイデアを生み出し、研究者が本来の業務に専念できるように、現在進行中の研究業務への支援を拡大しなければならない。こうした対策の成果として、私たちの社会と国家にとって大きな利益がもたらされることになる。

¹ *Endless Frontier, Limited Resources: U.S. R&D Policy for Competitiveness*, Council on Competitiveness, Washington, D.C., 110 ページ、1996 年発行

² 同書、111 ページ

³ データ出典: Compustat (S&P 加入データベース)、データは、SEC 10-K と 10Q レポート・ファイル (1990~1997 年に IBM が作成) をもとに、Compustat がまとめたもの。

⁴ Price Waterhouse Coopers, *Venture Capital Investments Hit Another Record High Despite Stock Market Turmoil: Money Tree Highlights/Q3*

http://209.67.194.61/reportq398_highlights.asp

President's Information Technology Advisory Committee

(大統領直属情報テクノロジー諮問委員会) の参加メンバー:

共同委員長	W. Daniel Hillis
Bill Joy	Walt Disney Imagineering 社
Sun Microsystems 社	
	David C. Nagel
Eric Benhamou	AT&T Labs 社
3Com 社	
	Leslie Vadasz
Vinton Cerf	Intel 社
MCI Communications 社	
	Andrew J. Viterbi
David W. Dorman	QUALCOMM 社
Pointcast 社	
	Steven J. Wallach
Steven D. Dorfman	CenterPoint Ventures 社
Hughes Electronics 社	
	Irving Wladawsky-Berger
Robert Ewald	IBM
前 Cray Research 社	
James N. Gray	
Microsoft Research	

結論

今後の経済成長を支えると同時に、今、国家が直面している最も重要な問題に対応する解決策を見出すために、情報テクノロジーの研究は不可欠の課題となる。この重大な局面で連邦政府主導による研究活動を活性化する対策を取らない限り、今後10年の間に、発展を支える活力は大幅に低下する結果になる。こうした後退に対して国家が支払うべき代償は、今、問題に対処しておく際に必要な投資に比べ、はるかに多大なものになる。

1. 情報テクノロジー：社会の変化

今、情報テクノロジーは私たちの生活、ビジネス、社会の面で不可欠の要素になりつつある。マイクロプロセッサ、メモリ、ストレージ、ソフトウェア、通信テクノロジーといった分野で技術革新が進むに伴い、購入しやすい価格でコンピュータやコンピューティング・デバイスの製品開発が可能になると同時に、低コストでしかも強力なシステムが実現されるようになった。またインターネット関連の標準とテクノロジーが幅広く普及した結果、あらゆる要素とあらゆる人々をつなぐグローバル・コンピュータ・ネットワークも実現されるようになってきている。

太古の昔から、ネットワークは発展と成長をもたらす機会を与えるとともに、私たちの経済や社会の機構を支える構造を構築してきた。古代ローマ帝国に作られた道路や水道に始まり、19世紀の大陸間道路網を経て、20世紀には通信、放送、衛星ネットワークが構築されるようになり、今や時間や空間の境界がなくなり、人間どうしの相互のやり取りや創意工夫のためのオープンな世界を開拓できるようになっている。

今日の民主的社会で、情報が何ら制限を受けずに、自由に流れることは不可欠の条件となる。情報テクノロジーの技術進化は、こうした情報の流れを飛躍的に向上させるための潜在能力を持っているため、金融市場をはじめ、政府機関に至るまで私たちの社会制度全体が一段と向上することになる。しかし、情報の流れは単に「自由」であるだけにとどまらず、「公正」でなくてはならない。たとえば、金融市場ではこれまで、インサイダー取引といった不正使用から保護する必要があることを学んできた。また産業界や医療現場では、それぞれの顧客ごとに個人情報の不当な使用からも守らなければならない。社会制度の強化に向け情報テクノロジーを利用する機会が増えるに伴い、自由で公正な情報の流れを保証すべく、潜在的な落とし穴や防衛手段を認識しておく必要がある。

21世紀を間近に控えた今日、各種のコンピュータ、装置、ソフトウェアなどを相互に接続した「情報インフラストラクチャ」は、過去のいずれのネットワークよりも、世界の社会構造や経済機構に、はるかに大きな影響を与えることになるのは疑う余地もない。コンピューティングとコミュニケーションにかかわるテクノロジーの発展は、ここ10年の間ですでに私たちの社会のさまざまな側面で変化をもたらしてきた。こうした技術進歩は、私たちの考え方や人間関係、コミュニティのあり方、また娯楽やビジネス、教育、医療に至るまであらゆるサービスの形態に大きく変化させている。とは言え私たちは、まだこうした機会を手にしたばかりで、今後このテクノロジーが成熟していくに伴って起きる変化を、ようやく経験し始めただけに過ぎない。

国内だけに限らず、あらゆる人々、組織、および関連する設備（自動車、ガソリン・メーター、家庭用サーモスタット、エアコンなど）を効果的にリンクさせる情報インフラストラクチャを円滑に構築するには、革新的な技術的進歩が必要とされている。情報テクノロジーに関する積極的な研究開発プログラムを実施しない限り、こうした目標は達成できない。

しかしながら、技術上に難しい課題が残っている反面、全面的なネットワーク社会が実現されるまでに、社会/経済にかかわるさまざまな問題について留意しておく必要がある。したがって、当委員会では情報テクノロジーが私たちの経済、社会、文化、政治制度に与えるプラス面での影響を深く認識した上で強化を図るべく、研究プログラム公募によって、必要な技術の進歩をサポートする研究公募を補完することを要求する。

情報革命は、基本知識、すなわち単に情報テクノロジーのリテラシという次元にとどまらず、読み書きやコミュニケーション、チームワークといった基本的な能力が優先される。新しい能力を求める新しい仕事が生み出され、旧式の仕事や能力が陳腐化していくに伴い、労働力を維持する上で教育やトレーニングは生涯を通じた追求の対象となる。国家は情報インフラストラクチャの恩恵があらゆる市民にもたらされるように保証する必要がある。この場合、大都市はもとより、地方の町村、都市部のスラム街、民族の抑留地、また富裕層、日常的にハンディキャップのある人々の間で格差があってはならない。新たな格差を生み出すためにではなく、われわれの社会における格差を埋めるためにこそ、情報テクノロジーを用いるべきである。

ここ 10 年の間にコンピューティングとコミュニケーションの分野を中心として国家的な規模で進められている技術革新は、High Performance Computing Act of 1991 (P.L. 102-194)法で設置された連邦政府主導の研究プログラムにより、てこ入れされてきたものが少なくない。こうしたプログラムは、テラフロップ・コンピュータとギガビット・ネットワークの時代に備えて国家規模での準備を進める HPCC (High Performance Computing and Communications: ハイパフォーマンス・コンピューティング/コミュニケーション) 構想に基づいて実施されている。HPCC 構想の中心は、適切なハイパフォーマンス・コンピューティング、コミュニケーション・テクノロジー、およびリソースを適用することにより、その成果に基づいて科学技術に関する新たな認識を提供する "Grand Challenges" で構成されるものである。当委員会では、HPCC プログラムの確固たる基礎をもとに、この構想をさらに拡大することにより、21 世紀に私たちが直面する問題を構築する必要があると考える。

21 世紀という新しい時代に向けた移行が、迅速に円滑に、しかも広範に保証されるように、大統領直轄の当情報テクノロジー諮問委員会では "National Challenge Transformations" に関する重要課題について 10 項目を取り上げることにした。これらの情報テクノロジー (IT) の変化により、21 世紀に向けて私たちのコミュニケーション、情報の保存/アクセス、医療の受診、学習、ビジネス、仕事、物質の設計/製造、研究の実施、環境の維持、政府の管理に関する形態が影響されるようになる。こうした劇的な変化によって私たちは、国家の将来に不可欠となる一般的な情報テクノロジーの課題を見極めると同時に、研究活動に対する連邦政府の投資に関する当委員会の推奨案のフレームワークが確立されることになる。

1.1 コミュニケーション形態の変化

展望：今や世界中の 10 億人もの人々がインターネットへ同時にアクセスできるようになり、リアルタイムで電子会議を開いたり、毎日のニュースをダウンロードしたり、金融取引を実施したり、世界各地の友人や親戚と話をするようになっていく。このようなコミュニケーションは、仮に参加する人の話す言語が異なっても、各言語の翻訳が同時に行われるため、円滑に進められるようになる。また、使用する装置はさまざまな方式の入出力に対応できるため、物理的な制限からも解放される。

インターネットは、コミュニケーション革命をもたらす中核的なテクノロジーであるが、現在のインターネットには最新の電話通信システムの水準と同様の信頼性を保証するために、用途や要求の拡大にも柔軟に対応できる高度なスケーラビリティが要求されるようになる。コンピュータと人間の間で最先端の形式でやり取りできる手法を開発することにより、私たちのコミュニケーションを豊かで、しかも容易なものにする必要がある。また、私たちは複雑な超大規模システムの動作を理解し、無数のソフトウェア・ソフトウェアどうしが自立的にやり取りを行うときの脆

弱さという潜在的な問題にも対応しなければならない。グローバル・ネットワーキングという考え方は、一連の国際問題を引き起こした原因にもなったことに加え、情報が国境を越えて透過に流れ、多国籍企業がワールドワイド・ネットワークを利用して、グローバルな利益を追求するようになった傾向に疑問を投げかけるきっかけにもなった。このうち最も大きな課題は、やり取りの人間が1対1の形式、あるいはグループ形式のいずれについても、いかにして最新の電子コミュニケーションを有効利用していくかにある。

1.2 情報を扱う形態の変化

展望：最近では、単にマウスをクリックしたり、コンピュータの画面に触れたり、コンピュータに向かって話しかけたり、あるいは目のまばたきだけで、使われている言語を問わず、個人ベースで本、雑誌、新聞、ビデオ、データ項目、参考用の資料にアクセスしたり、問い合わせを行ったり、印刷したりできるようになっている。またデータ、テキスト、画像、オーディオなど各種のプレゼンテーション・モードを容易に選択できるようになっている。情報の参照に加え、さまざまな形式で関連情報を統合することにより、ネットワーク/ソフトウェア対応のツールを介して付加価値や優れた着想を与えることができる。娯楽の形態もしだいに多様化し、個人化しているため、個人個人がそれぞれ音楽、ビデオ、ライブ・イベントなどを自分の趣向に合わせて楽しむようになっている。

こうした変化を支えるために、個人が特定の方法で情報を検索、提示、統合、変化するための高性能ファイル・システムやツールも含め、データ・アクセス方法を大幅に改善する必要がある。システムでは、物理的な能力、教育、文化などの差を問わず、専門家、初心者、一時的ユーザーを含め、誰もがアクセスできるようなインタフェースが不可欠になる。音声、タッチ、ジェスチャなどに基づく認識と合成を含め、マルチモードに対応したヒューマン/コンピュータ・インタフェース・テクノロジーが求められるようになっている。ネットワークの信頼性と帯域幅をはじめ、スケーラブルなソフトウェア・サポート、データベース構造、検索アルゴリズム、ハイパフォーマンス・コンピューティング、耐久性/信頼性/安全性に優れた配布方法、また重要な情報を保護する方法に至るまで多岐にわたる研究が必要とされている。インターネットを介して、高品質の娯楽プログラムを提供するには、高度な帯域幅をはじめ、オーディオ/ビデオ・ストリームの改善、優秀な制作者を支援する優れたツールも必要になる。また著作権、知的財産権、および実用的なビジネス・モデルの開発も含め、電子媒体による情報配布に伴うさまざまな問題も、今後検討すべき重要な研究課題となる。

1.3 学習形態の変化

展望：今では、地理的な距離、年齢、物理的な制限、個人的スケジュールなどとは無関係に、オンラインの教育プログラムに参加できるようになっている。豊富な教材に誰でもアクセスできるため、過去の教材を復習したり、新しい技能を身に付けたり、さまざまな学習方法の中から選択したりして、個人の必要に応じて最適の方法を発見できる。また個人のニーズに応じて教育プログラムをカスタマイズすれば、誰にでも情報革命の波が行き渡ると同時に、デジタル・ライブラリによって、蓄積した知識リソースを管理するための機構が提供されるようになる。教育とは本来、より効果的な教材を使って、人間の五感を総動員して行うべきものである。

教育分野における情報テクノロジーはすでに、私たちの教育、学習、研究の形態に変化をもたらしているが、同時に重要な研究課題も残されている。情報インフラストラクチャに必要なスケーラ

ビリティと信頼性の基準に対応するための研究に加え、教材を迅速にかつ容易に開発したり、更新や保守といった作業を支援したりできるようなソフトウェア・テクノロジーの強化が必要になる。効果的な教育/学習の実現を支援するコンピューティング/コミュニケーション・テクノロジーの最適利用、特に学習意欲を高める豊富な内容を含むマルチメディアの効果的な利用については、私たちはそれほど深い知識を持っていない。テクノロジーによって学習のどの側面が促進され、どのような側面で従来の教室における社会的な相互作用のある学習が必要とされるのかを、よく見極める必要がある。また、最新のテクノロジーが持つ力と限界について市民にいかに関心させるか、さらに、個人的な生活や仕事の面でこうしたテクノロジーをいかに効果的に利用すべきかもよく理解する必要がある。

1.4 医療現場の変化

展望：遠隔医療向けのアプリケーションが一般的になりつつある。医療の専門家は、ビデオ会議や遠隔感知といった手法を用いて、数百マイルも離れた遠隔地にいる患者を相手に問診や診断を行うことができる。またインターネット・ベースのビデオを使用したコンピュータ支援手術によって、外科医療を実施することもできる。強力なハイエンドのシステムがあれば、膨大な医学情報を高度に分析することにより、専門家のアドバイスを提供できるようになる。一方、患者側は新しいモデルに基づいて担当医と相談したり、医学関連の電子ライブラリやインターネットを使って生物医学情報にアクセスしたりできる。新しい形態のコミュニケーション/監視テクノロジーにより、患者は自宅にいながらにして、治療を受けられるようになる。

今後は、医学関連の情報を電子的に記録したり、医療関連システム・イントラネットを実現したりすることにより、コミュニケーションやデータ共有を支援し、遠隔医療を直接的に提供できるように、信頼できる国家規模のインフラストラクチャを強化する必要がある。プライバシー情報や知識レポジトリも、重要な研究課題である。また、単に効率的な遠隔治療用アプリケーションを実現する方法を認識するだけでなく、患者と医師の人間的な要求を満たす上でも、ユーザー・インタフェースに関する研究が必要になる。さらに、遠隔治療などの応用医学を支援する信頼性に優れた低レイテンシのコミュニケーションがもたらすロボティクスやリモート・ビジュアルゼーションも不可欠となる。

1.5 商取引の特性の変化

展望：今、顧客が、取引の場所を問わず、あらゆる企業へ容易にアクセスできるようになっている。顧客からの反応も即座に得られるため、そのフィードバックに応じてマーケティング戦略、価格、製品在庫を調整することができる。顧客はホテルの部屋からでも、自宅からでも、会社からでも場所を問わず、必要な製品やサービスを価格に応じて購入することができる。電子媒体を介してプライバシーを守りながら安全に購入することができるため、供給業者や小売業者は個人の財務管理を通じて、支払いや購入の自動明細を確認しながら、販売で得られた現金や顧客にも即座にアクセスできるようになる。

電子コミュニケーションによって、企業どうしで行う商取引のあり方、デジタル・ベースの商品/サービスの配布方法、小売販売の形態などがすでに劇的な変化を遂げるようになっている。企業では情報テクノロジーを利用して、顧客や供給業者にも近づくことができる。テクノロジーは、調達プロセスの合理化を図ったり、企業どうしが効率的に相手の供給業者を探したりできる結果、紙

ベースの書類の軽減や購入コストの低減といった面にも貢献する。顧客が心から安心できるような電子商取引を実現するには、プライバシーやセキュリティといった面でも重要な研究課題が残っている。米国の企業にとって、コミュニケーション・ネットワーク、コンピュータ、ビジネス・アプリケーションの信頼性が成否を決める重要な要素となる。市場のグローバル化が進むに従って、国際取引の関係という視点から電子商取引を捉えることがしだいに重要になってくる。

1.6 仕事のあり方の変化

展望：従業員は、さまざまな場所から、あるいは移動中に自分の作業や同僚に容易にアクセスできるようになるため、仕事場という概念はもはや、特定の場所には限定されなくなってくる。また、必ずしも大都市近郊にいらなくても、自分の業務を処理できるようになる。市場の機会という面からではなく、家族との距離や生活パターンなどを優先して、仕事場を選ぶことができる。また柔軟性のある作業空間によって、仕事を持つ親、体の不自由な労働者など個人のニーズに合わせた労働が可能になる。

ある予測では、今後 10 年の間に、1,500 万ものアメリカ国民がテレコミュニティングを取り入れるようになる結果、生産性の向上、組織的な柔軟性の強化、環境上の利点などが実現されると言われている。ホーム・ビジネスという労働形態も含め、従来とは異なるオフィス環境で多数の従業員をサポートするには、物理的な場所や身体の不自由さには関係なく、あらゆる従業員に均等に、高速のネットワーク機能を提供する必要がある。作業チームが協調して効果的に業務を進められるようなソフトウェア・テクノロジーが必要になる。同時に、相互の協調作業を支援する情報インフラストラクチャのプライバシーと信頼性もきわめて重要な要因となる。テレコミュニティングがもたらす社会的/経済的な意味についても、検証する必要がある。コンピューティングとコミュニケーションの統合によって、私たちが仕事を行う上で必要となるスキル・ベースに劇的な変化がもたらされることになる。今後は、雇用者、従業員、自営業者などがいかにこうした変化に対応していくかを慎重に検討することが重要になる。

1.7 設計/製造の方法の変化

展望：自動車や建築物などの複雑な設計から、日用品やファッションといった日常的な品物に至るまであらゆる製品や構造が、作成するシステムの物理的な特性を正確に表せるコンピュータ・シミュレーションによって、容易に設計できるようになる。設計、製造、製作、部品供給、エンドユーザーなどの各関係者が設計プロセスに参加することにより、相互のフィードバックが即座に得られるようになる。また多様な設計/製造プロセスを効率的に取り入れて、安全性と品質に優れた低コストの製品を作成できるようになる。

地球規模の競争が続いている結果、今、米国内の製造業者は、生産性の向上、コストの削減、品質改善、柔軟性の維持、サイクル・タイムの短縮といった方法によって、新規の顧客を引き付けるとともに、既存客の維持に努めている。情報テクノロジーはこれまで、全体的な製品の開発/設計サイクルに革命をもたらしてきた。この傾向は今後も続くものと思われる。概念設計、シミュレーション、双方向のコントロール、計算処理、アーカイブ・データのマイニング、表示/分析用のデータ・レンダリングなどに対応できるハイエンド・コンピューティングのテクノロジーが不可欠となる。またプランニング、購入、スケジューリング、投資、コスト管理などのビジネス・プロセスと設計/開発プロセスをリンクさせる必要もある。その他、顧客のニーズに対応するために標準的

な製品の同時修正をサポートするためのネットワーク・コンピュータも重要な要素となる。今、コンピュータの低価格が進む中、こうした設計/エンジニアリング/製造プログラムが持つ能力を、さまざまな製品も応用できるようになっている。

1.8 研究方法の変化

展望：科学者やエンジニアが物理的な場所を意識せずに、日常的な作業を実施したり、同僚との連絡、計測器へのアクセス、データ/計算資源の共有、デジタル・ライブラリ情報へのアクセスなどをサポートする仮想研究所に関する検討が進められている。科学技術関連の資料はすべてオンラインで提供されるため、読者は必要な方程式やデータベースをダウンロードしたり、変数を操作したりできるようになる。この結果、ユーザーは公開された研究結果を対話形式で検索できる。

高速のコンピュータとネットワークによって、人間の脳のマッピングや環境の気象変化のモデリングなど、多岐にわたる科学技術情報がサポートされるようになる。研究課題はしだいに複雑化し、学際的な色彩を帯びるようになっていく。この結果、地球上の研究者どうしが相互に協調できる画期的な手法を見出すようになっていく。主な研究課題として、複雑な物理現象を忠実に再現したモデルをサポートするハイエンド・コンピューティング、協調環境の発展、複雑なデータベースのビジュアライゼーション、大規模なデータセット、データ・マイニングの手法、データベースの管理といった分野が挙げられる。

1.9 環境への対応の変化

展望：情報テクノロジーによって、私たちは水や空気といった自然環境を有害な物質から守ることもできるようになる。たとえば信頼性のある気象モデルが実現されれば、天候の変化の速度や地域別の配置などを特定できるため、具体的な区域や地域ごとに正確な予報が可能になる。高度な気象モデルにより、気温、貯水量、大気配置などの変化に対する生態系の反応を正確に予測できるようになる。完全統合されたモデルに基づいて、科学者や政策決定者は気候の変化に適応したり、その影響を抑えたりするときに、技術的に実現可能な手法やコスト効果の高いオプションを選定する際に、天候の傾向、人口統計の傾向、資源の有効利用、自然資源や経済資源の価値などを考慮できるようになる。

米国は、国の内外を問わずエネルギーや環境問題に関する方針を支える上で、特定地域に向けた正確な予報を実現すべく、これまでも増して気象モデルに関する研究を拡充していかなければならない。この分野での発展は、コンピューティング技術の進化に大きく依存する。これには、時間と空間という制限を越えた範囲での転送に対応できるように、従来の水準の数値分にも相当するレベルでコンピューティング能力を改善しなければならない。また、数値演算の手法、アルゴリズム、データ・ストレージ用のツール、管理、解析、ビジュアライゼーション、ソフトウェアの開発/テスト手法、分散コンピューティングに向けた高度なネットワークといった分野でも画期的な情報テクノロジーが不可欠になる。

1.10 行政の変化

展望：地理的な条件、コンピュータ・リテラシのレベル、物理的な能力などを問わず、行政のサービスや情報はあらゆる市民に容易に提供されるようになる。インテリジェント・システムによって、必要な情報を収集する場合にも、ワンストップ・ショップの経験が生かされるようになる。文書や書類にも、電子的にアクセスし、記入、提出できるようになる。ビジネス・プロセスの自動化によって、市民の要求にも即座に対応することができる。また自然災害が発生したときは、緊急対策チームの隊員が 3 次元のビルディング・モデルに即座にアクセスして、リスクの分析、査定、高解像度の地域別天気予報、破壊された建築物の応力分析、即時非難用プランニング・ツール、緊急対策本部の調整などの作業を行うことができる。

情報テクノロジーを通じて、行政機関の業務効率や作業の応答性を飛躍的に改善できる余地がある。技術的な課題として、高性能のファイル・システム、情報の検索/表示に使用するツールなどを含め、データ・アクセスのためのシステムや手法の面で革新的な改善などが挙げられる。重要な情報を配布/保護するための信頼性と安全性に優れた強力なネットワークとソフトウェアの構築が重要な研究課題となる。また政府機関で実現した改善をあらゆる市民に還元することにより、アクセス上の障害を理解し、解決していくことも忘れてはならない。

変化の形態	課題	利点
1. コミュニケーション	● 拡張と信頼性に合わせたスケーリング(電話システムなど) ● ヒューマン/コンピュータの相互対話の改善 ● システムの脆弱さ ● グローバル・ネットワークキングの問題 ● コミュニケーションの新たな最適利用の模索(1対1、またはグループの利用)	● 10億人ものユーザーが、言語や物理的な場所を問わず、インターネットに同時アクセスできる。
2. 情報の処理	● データ・アクセス方法の改善 ● マルチモードのヒューマン/コンピュータの相互対話テクノロジー ● 信頼性、広帯域幅、オーディオ/ビデオ・ストリームの改善 ● スケーラブル・ソフトウェア・サポート ● ハイパフォーマンス・コンピューティング ● 重要な情報の提供と保護 ● 情報の電子配布に関する方針	● マウス、タッチ・スクリーン、まばたきなどを使用して、書籍、雑誌、新聞、ビデオ、データ項目、参考資料などをアクセス、照会、印刷できる。 ● ネットワーク/ソフトウェア対応のツールにより、情報への付加価値の提供
3. 学習	● 情報インフラストラクチャのスケラビリティと信頼性 ● 教育向け開発のソフトウェア・テクノロジー、教材の改善、修正/保守のサポート ● 効果的な教育/学習に向けたコンピューティング/コミュニケーション・テクノロジーの最適利用 ● 従来の学習方法の改善 ● 新しい学習テクノロジーの最適利用に関する市民教育	● 地理的条件、年齢、身体能力、スケジュールなどを問わず、誰もがオンライン教育プログラムに参加できる。 ● 誰でも教材にアクセスして、各自に最適の学習方法を見い出す。 ● 個々人に合わせて教育プログラムをカスタマイズできるため、取り残される人がいなくなる。
4. 商取引の実施	● 高度なプライバシーとセキュリティ機能によって、消費者の信頼を高める必要性 ● 通信ネットワーク、コンピュータ、ビジネス・アプリケーションの信頼性を強化	● 顧客は、場所を問わず、あらゆる会社にアクセスできる。 ● 即時フィードバックによって、効率的な調整が可能 ● 消費者は、必要に応じて買い物ができる。 ● 企業は、販売による資金にアクセスできる。 ● 消費者は自動明細書作成機能によって、財務管理を改善できる。
5. 仕事	● 場所やハンディキャップを問わず、あらゆる業種に対応した高速ネットワークの開発 ● ソフトウェアの開発による効果的な協調処理 ● 情報インフラストラクチャのプライバシーと信頼性の保証 ● 雇用者、従業員、自営業者が変化に対応するための方法を判断	● 人口密集地を問わず遠隔地からでも自分の仕事にアクセスできる。 ● 仕事の場所ではなく、希望の土地に住むことができる。 ● 仕事場では、個人のニーズに対応できる。
6. 医療現場	● 情報レポジトリのプライバシーの保証 ● 遠隔医療などのアプリケーションを支援するロボティクス/ビジュアリゼーションの開発	● 患者の遠隔治療/診断の実施 ● インターネット・ベースのビデオによる外科手術 ● ハイエンド・システムによる専門医のアドバイス ● 患者が生物医学情報にアクセスして、的確な意思決定を下せる。
7. 設計/構築	● 概念設計、シミュレーション、双方向制御/計算ステアリングによる解析、アーカイブ・データのマイニング、データ・レンダリングに対応するハイエンド・コンピューティング ● 双方向のエンジニアリング/開発プロセスとビジネス・プロセスのリンク	● コンピュータ・シミュレーションによる複雑な設計の実施 ● エンドユーザーも含め、あらゆる関係者がプロセスに関与 ● 安全な製品、高品質、低価格化
8. 研究の実施	● 研究課題の複雑化と多様化 ● 共同作業に向けた画期的な方法の確立	● 仮想実験室の実現、双方向の操作、アクセス装置、共有データ、その他の資源について、物理的な場所を問わず実施できる。 ● あらゆる記録がオンラインで提供される。
9. 環境との調和	● 気象モデリングに関する研究の拡充による天気予報の向上 ● 数十倍相当のコンピューティング機能の強化 ● 数値演算法、アルゴリズム、データ・ストレージ用ツール、管理、分析、ビジュアリゼーション、ソフトウェア開発、テスト、分散コンピューティング向けの高度なネットワーク	● 信頼性の高い気象モデルが確立する。 ● 状況の変化に即応できるエコシステム・モデルが構築される。 ● 科学者や意思決定者の判断を支援する完全統合モデルが構築される。
10. 政策の実施	● データ・アクセスの強化、ファイル・システムやツールの改善 ● 信頼性と安全性に優れたネットワーク/ソフトウェアの開発により、重要なデータの提供と配布	● 行政サービスと情報が、場所やコンピュータ・リテラシーを問わず、あらゆる市民に提供される。 ● 情報検索のためのリンストップ・ショッピング ● ビジネス・プロセスの自動化により、レスポンスを改善 ● 自然災害への対策の強化

2. 連邦政府主導の研究に向けた優先課題

政府が支援する情報テクノロジー関連の研究活動はこれまで、技術革新を支える上で計り知れない成果をもたらしてきた。こうした研究の成果は産業界でもただちに应用されるようになっている。産官学が関与する実験レベルの活動は、技術移転を支援する強力な原動力の役割を果たした結果、民間部門、産業界、政府、国家では多大な利点を楽しむようになっている。

かつてアイゼンハワーやケネディの政権当時に着手された情報テクノロジー関連の長期的、かつ広範な研究に向けた投資の成果として、今日私たちは経済、戦略、社会などさまざまな側面でその利益を享受できるようになっている。こうした地道な投資が、今国家的に多大な経済的メリットをもたらすものである。この論拠は、経験的にも疑いのないところである。最近の情報テクノロジー (IT) 部門における成長は、経済のどの部門をも陵駕している。連邦準備制度理事会では、ここ 5 年間で、コンピュータ、半導体、通信機器の各分野における生産は、かつて業界全体で 28% の成長率を達成したときに比べ、4 倍相当に増加したと報告している。これら 3 つの部門だけで、1992 年以来、全体の成長の 1/3 を占めている。

米国経済の成長全体を見ると、これに匹敵する部門はほかにない。またこうしたテクノロジーをきっかけに誕生したビジネスでは、製造/情報処理の関連分野で数 100 万人規模の雇用を生み出し、全国平均を上回る賃金レベルを維持している。

歴史を振り返るとわかるとおり、ビジネスを成功させるには、連邦政府による研究開発に向けた投資を柔軟な形で維持しなければならない。また連邦政府では、長期的な技術開発を支援、促進、そして調整していく必要がある。連邦政府主導型の研究開発 (R&D) プログラムは綿密な設計のもとに考案すると同時に、民間部門が効果的に対応できる部分まで助成することがあってはならない。業界が見落としている部分や、連邦政府の各部署の役割が相互に交差することで、通常の業務では見過ごされるような重要なテクノロジーへの投資を励行する必要がある。

2.1 調査結果

情報テクノロジー関連の研究開発に向けた連邦政府の投資は十分ではない。

ハイテク関連部門の成長率 (インフレを除外) は、今後米国が世界のリーダーシップを維持し、賃金水準の高い仕事を提供する新しい全体的な新しい市場を創出していく上で重要な要素となる。また、情報テクノロジーの意義は、国家の多くの優先課題に対する解決策をもたらすという意味で、単なる経済的な側面だけにとどまらない。とは言え、連邦政府の研究開発関連の投資額は、応用研究が重視される傾向の犠牲にもなっている。当委員会では、情報テクノロジーの研究開発に向けた連邦政府の投資水準は、IT の国家に対する経済、戦略、社会的な重要度の高まりには対応していないと考える。

コンピュータ科学や情報テクノロジーの分野における提案の数を見ると、いかにも研究開発の業務に向けた財政支援が不足しているという問題が明らかになってくる。たとえば、NSF (National Science Foundation: 国立科学財団) が支援している KDI (Knowledge and Distributed Intelligence: 知識/分散インテリジェンス) の競争入札では、わずか 75 件のプロジェクトしか助成が認められないことが発表されていても、高い関心を示す問い合わせが 1100 件を超え、850 件を超える提案の応

募があった。また ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative: アクセラレーテッド戦略コンピューティング構想) に基づくレベル 2 のセンターの入札でも、同様の応募が寄せられた。こうした関心の高い反応は、情報テクノロジーの予算がきわめて逼迫している実態を表すものである。研究者は、一見適切と思われる競争には、半ば強制的に参加させられる。最終的に、研究者は本来の研究課題はさて置いて、提案書の作成といった多大な時間を費やすことになるため、せっかく優れた発想があっても適切な助成を受けられない結果になる。

以上のような傾向自体は、情報テクノロジー関連の研究者にとってはそれほど害はないが、国家にとってはいかにも大きな損失となる。研究開発に充当する投資が不足する結果、信頼性のあるソフトウェアを作成し、情報ネットワークを構築し、国家がこれを運用しながら、科学技術、エンジニア、防衛といった高度な用途に向けたハイエンドのコンピューティング・システムを生産し、同時にこうした革新技術がもたらす社会/経済面での効果に関する理解する能力とが脅かされる結果になる。研究開発を怠ると、問題は単に基礎的な知識の蓄積が枯渇するだけではとどまらなくなる。全体的な研究開発システムの長期的な効果が期待できなくなり、21 世紀に新たに確立する情報ベースの経済において、もはや米国は主導権を保持できなくなる。

調査結果：連邦政府が実施している IT 関連の研究開発は、短期的な考えが重視され過ぎている。

NSF では、基礎研究の意味を次のように定義している。

「プロセスや製品への具体的な応用はせずに、現象や客観的事実の基本的な側面を追求する研究のこと」

これに対し「応用研究」では、実際のニーズに対応するための具体的な手段を追求することが主眼とされる。「開発」とは、有効な素材、装置、または手法を作り出すための知識に関する体系立てて活用することを言う。以上のような定義は、連邦政府の政策や予算報告の中でも広く使われているが、正確には研究開発の特性のごく一面を表したものに過ぎない。研究開発 (R&D) とは、概念と理論、データと実験、新しい製品とプロセスの間に見られる非線形の複雑な相互作用にかかわるものである。このうち基礎研究は、こうした複雑に入り組んだ系のきわめて重要な部分を占める。

ここ 10 年の間に産業界も政府も、テクノロジー関連の基礎研究と、開発/商品化に向けた後工程の間におけるバランスをシフトさせてきた。これと同時に、大企業も基礎研究に対する経費を削減してきた結果、研究スタッフは中央の研究室から実用向けの製品やプロセスに密接にかかわる実用面での業務にシフトしつつある。公共部門、民間部門はいずれも、相互に関係し合う理由として、次の 3 つを挙げている。

- (1) 予算削減の圧力
- (2) ミッション指向への移行
- (3) 長期的研究から短期的な製品への移行に伴う効率の悪さ

連邦政府の研究開発に向けた全体的な支出は安定しているものの、応用のための研究開発を支援する動きが顕著になってきている。たとえば、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency: 国防総省高等研究計画局) では、1980 年代は革新技術を支える助成を積極的に行ってきたが、1990 年代に入ると、あらゆる情報テクノロジーに関する支援について、ミサイル攻撃に対する影響という観点から判断するように、優先順位が変わってきた。こうした変化が進むに伴い、潜在的な技

術移転に割り当てる時間枠が制限されるようになっている。1990 年代初めに、DARPA では特定の軍用システムのニーズに対応するために、情報テクノロジー局と情報システム局を切り離した。にもかかわらず、DARPA 情報テクノロジー局における基礎研究への全体的な財源は、局全体の 2 億ドルという予算のうち、わずか 2,000 万ドルに満たない。ここでも投資の不足という事態がうかがわれる。DARPA が打ち出した新しいリーダーシップ・プランはまさに、こうした流れの逆転を図るものではあるが、最近の傾向として政府の研究部門が緊縮予算という厳しい条件下で、長期的な研究か、短期的な任務遂行型の開発か、という二者択一を迫られると、担当部局の責任者が任務遂行を優先されるのは止むを得ないことでもあろう。

1990 年代初期にかけて、産業界や政府が地球規模の市場における競争力を高め、当時はもとより、将来的な競争相手に対抗していくために、研究開発に向けた投資予算の再編成は不可欠の課題であった。しかし、こうした再編成はかつて高い代償を伴った。基礎研究に向けた活動が低下するという問題である。コンピュータ科学に関する研究開発が、その好例である。1995 年、連邦政府では独自の調査¹を実施した結果、コンピュータ科学を中心とした学術関連の研究に向けた政府予算の 2/3 以上が、応用技術の方面に充当されていることが明らかになった。

当委員会では、情報テクノロジー関連の研究開発に関する連邦政府の検討課題が、短期的な応用研究の方向に移行し過ぎているため、実際の現場が直面している基本的な問題を中心とした長期的でハイリスクの基礎研究が犠牲になっている事態を指摘しておく。現在、研究開発関連の資金は、主たる目標が情報テクノロジー関連の知識ベースの開発ではなく、それぞれの管轄当局が直面している当座の問題に対応するために、ミッション指向の当局の研究予算を財源としているところが多過ぎる。一方、情報テクノロジーは、その他の分野に比べ、変化の速度が著しく速い。将来的な課題を逸早く察知できるように、目先の前進ばかり重視するのではなく、柔軟性のある目標を設定する必要がある。情報テクノロジーの分野に関する限り、スケーラブルな情報インフラストラクチャという領域では変化の速度がきわめて速いため、長期的な研究目標に合わせた伸縮性を確保することが重要になる。

経済成長と防衛におけるリーダーシップは、従来の研究結果を基礎とした改善を主体としている限り、維持することはできない。また、最先端の情報テクノロジーに基づく経済効果を追求していく上で、諸外国がこれを黙認していくはずがない。当委員会の試算によると、基礎研究に向けた支出は、情報テクノロジーを中心とした研究開発向けの予算全体から見れば、わずか 5% に過ぎない。この結果、短期的な技術開発の目標が優先されるため、長期的な視野に基づいた将来性のある研究は先送りになる。

今まさに、振り子の方向を逆転させ、適切なバランスを保つべき時期に来ている。今後 10 数年の間に、新しい専門分野のパラダイムに実践できるアイデアと手法を実現する画期的なハイリスク・ハイリターン関連の基礎研究が必要になる。今後 40 年の間に、実利の期待できる賢い投資が不可欠になる。

調査結果: 情報テクノロジー関連の研究開発に向けて連邦政府が行ってきた研究開発への支援の内容は不十分である。

現在、行われている財政支援のポートフォリオはバランスのよい配分になっていない。まず複数年にわたる時間枠を取って、研究課題に取り組める多分野型の研究プロジェクトに向けた支援が

¹ NSF Science and Engineering Indicators, 1996 年

十分でない。長期的で規模の大きいプロジェクトを支援することが、連邦政府の研究開発プログラムには不可欠になる。大規模なプロジェクトを実施することにより、学界や連邦政府関連の研究機関など多方面からの複数の研究者を集めて、産官学が協力して実験を実施したり、概念の証明を行ったりできる。長期的なプロジェクトによって、複数年にわたる時間枠で研究課題に取り組めるため、予定外の重要な発見を導くことも考えられる。

連邦政府の投資には、従来の PI (principal investigator: 単一テーマ) 型の研究をはじめ、多様な専門分野にわたる多分野型研究プロジェクトを複数年かけて推進していくことにより、補完的な財政支援の道を確保することが重要となる。これにより、相互に補完できる研究活動が支援されるため、問題の解決に向けて幅広い展望が開ける結果、新しい発見の可能性も広がる。

2.2 研究事業に関する推奨案

情報テクノロジーに関連する最近のブームは、今から 10 年以上も前に実施されたコンピュータ科学関連の基礎研究による成果によって支えられている。今、知識ベースを拡充すべき緊急の課題がある。情報テクノロジーに向けた綿密な計画と統制に基づくインテリジェントな投資により、従来の形態から脱却し将来の世代に向けて、情報化時代における役割を果たしていく対応が不可欠になる。

推奨案：長期的な情報テクノロジー関連の研究開発に向けて戦略的な構想を考案する。

当委員会では、大統領が主導してコンピューティング、情報、コミュニケーションといった基本的な課題を中心とした長期的な研究を支援すべく実質的な追加投資を敢行して、戦略的な構想を策定することを推奨する。こうした構想では、最初の 5 年間を経過した段階で、助成額を年間 20 億ドルを超える水準にまで拡大する必要がある。連邦政府の予算当局は展望性に富んだハイリスクの研究開発を促進すべく、予算を増額しなければならない。この目標は、かつて上位の担当部門に見られた活気のある研究活動を大学や研究機関でも回復することにある。

連邦政府が提案した西暦 2000 年度の予算案では、"Information Technology Initiative" (IT²: 情報テクノロジー構想) を通じて、IT 研究活動の成長を維持していく積極的な方針が打ち出されている。こうした積極的な取り組みは、革新的な研究成果をもたらすために、研究費用を拡大し、新しい管理システムを創造するという連邦政府側の努力を持続する上でも重要な第一歩となる。しかし、研究活動は決してここで終わるわけではない。長期的な研究に向けた投資から生まれる問題を解決すべく、さらなる拡大と洞察の継続が必要になる。21 世紀に向けて米国がリーダーシップを維持していく上でも、重要な社会問題を解決する上での重要性と経済面での優位性に合わせて、情報テクノロジーに対する連邦政府の支援を強化していかなければならない。

推奨案：ソフトウェア、スケーラブルな情報インフラストラクチャ、ハイエンド・コンピューティング、社会/経済/労働市場に対する影響に関する研究への投資を増強する。

研究課題全般のうち、特に次の 4 つの分野に注目して、これらを戦略的構想の主要部分として捉える必要がある。

- ソフトウェア
あらゆる種類の高品質ソフトウェアを効率的に開発/保守し、米国経済の中心として重要なインフラストラクチャ（人とコンピュータ・ベース・システム/装置の間を結び、情報を管理/運用するための情報基盤）を提供する複雑なソフトウェア・システムの信頼性を保証するための手法
- スケーラブル情報インフラストラクチャ
通信システム、インターネット、大規模データ・レポジトリ、その他新たに出現するシステムも含め、国家規模の情報インフラストラクチャの信頼性と安全性を保証するとともに、今後 20 年の間に広帯域幅が要求される新しい大規模なユーザーやアプリケーションに対応して円滑な成長を支える必要がある。
- ハイエンド・コンピューティング
高速で強力なコンピューティング・システムの開発に向けて投資と技術革新を引き続き支援する。こうしたハイエンド・システムは、航空機的设计から、天候/気象モデリングに至るまで重要なアプリケーションを実現する上で必要になる。
- 社会/経済面での問題
社会、政治、労働力の面における情報テクノロジーの影響を調べる研究を財政支援する。さらに、情報テクノロジーの潜在的な問題を解決し、利点を最大限に引き出すための手法を集中的に研究する。

当委員会では、国家の経済、防衛に関する具体的な優先課題を中心とした投資を増強し、第 3 章に示す通り、米国のリーダーシップを維持していくことを推奨する。

推奨案：プロジェクトの規模と期間を拡大するための財政支援を確保する。

私たちは今、新しい世紀を迎えようとしている。まさに、情報テクノロジーが経済的にも、軍事的にも決定的な要因として重要な役割を果たす時代である。こうした 21 世紀の新たな課題に対応するために、連邦政府が支援する研究開発活動の形態をさらに拡充する必要がある。コンピュータ科学と情報テクノロジーはともに、相互に連携する分野である。よって、学際的かつマルチ機関から成る研究チームとともに、各種テクノロジーを将来に向けて発展できる大規模な研究活動を中心とした多数の機関において、研究者を積極的な参加と支援が不可欠となる点を特に強調する必要がある。

本報告書の第 5 章では、次の目標を達成するために研究活動への支援を多様化するための方法について説明する。

- 2～5 名のメンバーから成る研究チーム（異なる機関が共通の研究プロジェクトに従事している場合も含め）への支援を拡大する。
- "Expeditions into the 21st Century" (21 世紀への探索) と称した大規模な仮想センターを支援して、将来的な情報テクノロジーや、これが社会への影響などについて詳しく調査できるようにする。
- "Enabling Technology Centers" (未踏技術開拓センター) のプログラムを設立して、国家的に特に重要な問題に対して情報テクノロジーをいかに応用できるかを考察する。

以上のようなアプローチによって、政府は重要な研究目標に合わせて財政支援のメカニズムを適合できるようになる。

3. 技術研究の優先課題

3.1 ソフトウェアの研究

ソフトウェアは、情報化時代を支える新しい物理的なインフラストラクチャである。経済面での成功、科学技術の研究、国家の安全といった面でソフトウェアは不可欠の要素となる。また産業、通信、情報アクセス、国家の物理的なインフラストラクチャという面でも、ソフトウェアの重要性はしだいに増してきている。安価で高速のマイクロプロセッサが登場したことにより、ソフトウェアで実行できる機能も飛躍的に向上している。

たとえば、電話システム、インターネット、またカメラや自動車といった装置は、いずれもソフトウェアがなければほとんど正しく動作しない。私たちは、ソフトウェアが故障せずに正しく動作し、必要に応じて変更でき、かつ性能の改善に向けて一貫して機能が強化されることを期待している。

しかし、ソフトウェアに対する要求が飛躍的に高まってきた結果、必要とされる資源が多過ぎ、開発が間に合わなくなっている。この結果、必要不可欠のソフトウェアも開発できないのが現状である。また、国家は現在、強度と信頼性に欠け、しかも開発、テスト、進化といったニーズに対応しにくい労働集約的なソフトウェアに依存し過ぎている。必要なソフトウェア・システムを構築し、米国経済の中核としてしだいに複雑化するシステム・ソフトウェアの性能を分析/予測する能力は、きわめて不足している。必要とされるソフトウェア²を供給する専門の人材が十分に育成されていないことに加え、構築作業の効率と品質を改善するための努力も十分になされていない。短期的な応用向けの研究開発を重視する最近の政策により、商品化に利用できる高度なソフトウェア・テクノロジーが減少しつつある。

3.1.1 調査結果

調査結果: ソフトウェアに対する要求が、国家的なソフトウェアの生産能力を上回っている。

情報テクノロジーの爆発的な成長により、新しいソフトウェアに対して、かつてない水準にまで要求が高まるようになっている。インターネットを介して基本サービスを提供し、重要な国家の問題を解決できるような新しい製品をサポートできるように、無数の既存システムと新たに実用化されるシステムをサポートするソフトウェアが求められている。一方、こうしたソフトウェアを開発するための資源は、高まる要求に応じられる水準にまでは追い付いていないため、「ソフトウェア・ギャップ」と呼ばれる現象が生じている。

このソフトウェア・ギャップの原因は、次のようなさまざまな要因の相互作用によるものである。加速化するソフトウェアへの要求、労働集約的な開発、労働力の品質の変化、労働力不足、強力な開発を支援する適切な科学技術の不足といった問題がある。ハードウェアにおけるコスト効果のある方向で改善される結果、ソフトウェアに対する要求も高まり、しだいに加速化していく。今日のシステムやアプリケーション・ソフトウェアは従来に増して、一段と複雑化している。ソ

² "Employment Outlook 1996-2006", Bureau of Labor Statistics, Monthly Labor Review, 1997年11月発行

フトウェア・システムは今や、人間工学がもたらす最も複雑な構造物の1つになりつつある。

こうした現状は、最近の情報テクノロジーにおけるブームの進行を抑制することにもなる。また、ソフトウェア集約的な問題（たとえば、航空機操縦の安全性や危機管理といった問題）に対する解決策を実現する速度が低下するために、国の医療や福祉の問題までが危機に晒されることにもなる。

連邦政府は、ソフトウェアの研究という分野への投資をさらに強化して、こうした状況の打開策を打ち出す必要がある。「ソフトウェアの研究」によって得られる効果は、単にソフトウェア開発の生産性を改善するための新しい戦略を考えるだけのものではない。これ以外に、情報の管理、商取引のサポート、コンピュータをさらに使いやすくするためのソフトウェアの開発、埋め込み型デバイスや新規アプリケーションに適用するソフトウェアの作成、さらに各ソフトウェア・システムの効果的な相互運用性を実現するための研究を支援するツールに関する詳細な調査も当然含まれる。すなわち、ハイリスクではある反面、多大な影響を与える可能性のある斬新な手法として明確に定義されたアプローチが必要になる。これには、斬新で「外部的」なアプローチを考案するための概念上の打開策が不可欠になる。連邦政府は、優れたソフトウェアの開発に従事できる情報テクノロジー専門の人材を拡充しなければならない。

調査結果：脆弱なソフトウェアに国家が依存している。

国家は強力なシステムを必要している一方で、私たちのシステムが依存しているソフトウェアは、脆弱であるという問題がある。ソフトウェアの脆弱さは、長期的な環境の変化や制御できない環境の変化という面を適切にあるいはまったく考慮しない開発傾向に起因するものである。こうした脆弱さは、ソフトウェアの信頼性、セキュリティ、パフォーマンスの低下、エラー、アップグレード時の難しさといった面で露呈する。

ソフトウェアの脆弱さを表す例は、航空管制用の大規模な情報システムから、デスクトップ用パーソナル・コンピュータ、国防総省やIRS（国税庁）に至るまであらゆる側面で見られる。またソフトウェアのセキュリティ不足の問題は、十代のハッカーが電話システムや軍事システムにいと簡単に侵入できることから明らかである。現実には、ソフトウェア・セキュリティの問題は、予測できる外部攻撃の水準をはるかに越えている。FAA（Federal Aviation and Aeronautics：連邦航空局）やIRSのシステムでは、アップグレードの困難さという問題が明らかになっている。これまでも、大規模な通信ネットワークが故障したり、銀行のシステムが電子的に侵入されたりする事例があった。多額のコストを投じて大規模がテストを実施しても、市販のソフトウェアは、「バグ」と呼ばれるエラーを含んだまま出荷されている。ソフトウェア製品は、中に潜在するエラーの発見について実際に使用するユーザーの手に委ねていることが多いため、システムがクラッシュする可能性も高くなっている。

市販の製品が不十分であるのと同様に、プロセス自体も十分ではない。Standish Group³では、ソフトウェア関連のプロジェクトのうち73%が、スケジュールの遅れ、予算オーバ、打ち切り、頓挫といった問題を含んでいると報告されている。また致命的な混乱を招く可能性があるとして指摘される「西暦2000年の問題」は、まぎれもなく信頼性の欠如を表す問題であり、新しい環境へのアップグレードに伴う困難さと犠牲を示した好例である。企業は、システムの破壊を招くリスクを避

³ Standish Group International 社（本社：マサチューセッツ州デニス）は、ミッション・クリティカル系ソフトウェアや電子商取引の分野を専門とするマーケット・リサーチ/コンサルティング会社である。

ける目的で、オンライン・データをバックアップするための多大なコストを投じている。

国家は今、こうした現状をそのまま許している余裕はない。信頼性、フォルトトレランス、セキュリティ、進化、保守、コスト効率といった問題に対応できる強力なシステムの構築に必要な科学、テクノロジー、および手法を積極的に開発しなければならない。

調査結果：信頼性と安全性に優れたソフトウェアを構築するためのテクノロジーが不十分である。

過去 40 年の間に、コンピューティング・ハードウェアの性能は、少なく見ても 8 桁の水準で改善されてきた。反面、ソフトウェアの開発能力は、ハードウェアの進化がもたらす機会に追いついていない。必要とされるシステムを構築する能力、そして、コア部分で複雑化する巨大なソフトウェア・システムの性能を予測する能力がまさに不足している。

巨大化するソフトウェア・システムはもはや、私たちが正確に予測できる範囲を越えている。この結果、構築の作業を自動化する余地はほとんどないことに加え、すでに開発されているコンポーネントが再利用されることはほとんどない。また正確なエンジニアリング分析を実施したり、大規模なソフトウェア・システムがどの程度までテストされているのかを確認する手段もない。

標準化された動作仕様を有効な方法で確立することにより、ソフトウェア・システムの特性を見極めたり、より完全なテストを低コストで実施したりできるようになる。残念なことに、こうした仕様が実際に使用されることはほとんどない。仮に仕様が合った場合でも、ソフトウェア自体との間に効果的な対応が取られていることはさらに少ない。ソフトウェアの動作仕様や欠陥は、プログラムの実行時にしかわからない。仮に実行時であっても、特定の状況にならない限り、問題が再現されないこともある。こうした状況で作成されたプログラムは、強力なシステムを目指す開発努力の阻害要因になることに加え、生来の脆弱さの問題を含むことになる。

ソフトウェア開発は、あらゆる設計作業と同様に、個人の才能と創造力に依存する。この傾向は今後も変わらない。しかし、ソフトウェアの開発、テスト、保守といったプロセスは絶えず変化するものであることが明らかになってきた。一貫性のある仕様と実装を確立できるように、実践的で意味のあるテスト手法をサポートするソフトウェア開発への科学的に健全なアプローチが必要になる。これには、デジタル・ハードウェアのためのコンピュータ支援設計を成功させたのと同様に、標準化されたマルチレベルの機構を実現する言語、理論、シミュレーション、解析、テストの手法について、長期的に研究する必要がある。

ソフトウェア・コンポーネントについて強度、仕様、モデリング、テストといった面から実証済みのライブラリが構築され、利用可能になれば、新しいソフトウェアの開発作業では大きな支援となる。すでにビジネス・アプリケーションの開発に向けたソフトウェア・コンポーネントのライブラリが、商用として開発され始めているものの、まだ適応できる分野はごく限られている。

調査結果：ソフトウェア・システムは、急速な勢いで多様化と洗練化が進んでいる。

コンピューティング能力の飛躍的な発展、コンピューティングとコミュニケーションの統合、さらに各種テクノロジーの大幅な低価格化といった動きによって、従来とは異なる新しい形態のソフトウェア・ベース・アプリケーションが登場するようになっている。こうした新しいアプリケーションが定着するには、必要なアルゴリズムや情報構造を中心とした研究活動も強化する必要がある。

ある。たとえば、輸送システム、天候/気象システムの観測、遠隔医療といった分野には、リアルタイム・コントロールが不可欠になる。国家の安全保障の上では、シーン認識システムが非常に重要な役割を果たす。また、遍在 (ubiquitous) コンピューティング、協調的意思決定システムなどは、軍事用をはじめ、民間向けのアプリケーション用として幅広い重要な意義がある。ソフトウェアの目的がシステム指向 (たとえばオペレーティング・システムやワイヤレス通信用のプロトコルなど) であろうと、アプリケーション指向 (たとえば課金システム、音声インタフェース、シミュレーション) であろうと、ソフトウェア・テクノロジーは引き続き発展させなければならない。

調査結果：一般的な市民にとって、ソフトウェアへの依存度はしだいに高まりつつある。

今から 20 年ほど前、コンピュータは仕事を中心として使われていた。今日は、人々は金融、財務、娯楽、旅行の手配、友人や家族との連絡、電話連絡に至るまであらゆる場面でコンピュータを利用している。利用するサービスの信頼性や可用性を提供することに加え、物理的にも知的な面からも十分な使いやすさが確保されていなければならない。ソフトウェア・プロセスが、従来の手作業に取って代わるようになり、既存のプロセスの重要な特性は保護しなければならない。例として、履歴レコードの保持やエラーや欠落の回避、必要なサポートの提供、また、一部完了した作業を中断し後で再開できなければならないということがある。

コンピュータによって、電話機、ミュージックプレーヤ、テレビ、ビデオテープなど従来は独立した専用の装置が必要とされた領域では、コミュニケーション/情報アクセスが可能になっている。こうした装置をさらにインテリジェントな機器として発展させるには、機能豊富な使いやすいユーザー・インタフェースが必要になる。こうした新しい装置の登場によって、私たちは人間のあらゆる知覚を駆使しながら、実世界と変わらない感覚でコンピュータ・アプリケーションを操作できるようになる。コンピュータは、一般的な消費者向けの装置に比べ、はるかに複雑な機器であるため、今後新しい形態の対話操作をコンピュータのユーザー・インタフェースに組み込むときに、さらに複雑さが増すようであってはならない。たとえば、コンピュータを使って音楽を再生したり、新しいコンピュータ・ベースのクライアント・デバイスを操作したりする場合にも、今の CD プレーヤを使う場合と変わらずに、あるいはそれ以上に簡単でなければならない。

使用経験のないユーザーのニーズが、よく理解されていないという問題がある。使いやすさの要素とは何かをよく考えた上で、新しい形態の操作方法を開発する必要がある。ヒューマン・コンピュータ・インタフェース、あるいは人間主体の情報管理という領域での詳しい研究が必要とされている。コンピュータはもとより、ATM (自動現金引き出し・預け入れ装置)、スマート・フォン、電子キオスク・システムといったコンピュータ組み込み型の装置なども、自然な形で直観的に使用できなければならない。また、個別に開発されたサービスの統合もシームレス (継ぎ目なし) に行う必要がある。さらに、複雑なアプリケーションのスクリプト化や総合的なシステム・インテグレーションといった面の支援も含め、相互運用性を実現する標準的なインタフェースとサービスを完備したミドルウェアに関する研究も進める必要がある。

調査結果：ソフトウェアの基礎研究に向けた国家の投資が不足している。

ここ 10 年間を振り返ると、米国は新しいソフトウェアの基礎技術の開発に向けた研究に対する投資を怠ってきた⁴。今日実現されるソフトウェア・テクノロジーの大部分は、15 年以上も前に実施さ

⁴ Endless Frontier, Limited Resources: Council on Competitiveness, 112, 113 ページ、1995 年 4 月発行

れた研究開発の成果に基づくものである。今後、長期的なハイリスクの研究に対する投資を怠るとなれば、いったい西暦 2015 年の時点で実用化できるアイデアは、何を基礎とするのであろう。

最近、連邦政府が主導している情報テクノロジー構想では、研究課題のソフトウェア面について組織的な投資が不足しているため、理論上実現できる機能と、実際のハードウェア性能の間に大きなギャップが生じていることを指摘しなければならない。たとえば、連邦政府の HPCC (Federal High Performance Computing Program) プログラムでは、「大規模並列アーキテクチャに合わせて高性能コンピュータを実現するには、ソフトウェアの進化が不可欠」⁵と謳っている。しかし HPCC の研究は、Grand Challenge について、その成果を即座に応用するための半生産用の並列コンピュータ・システムの研究が主体となっている。こうした即効性を求める短期的な戦略では、特定の科学技術に関する問題やシステムに関する問題の解決を図るソフトウェアには重点が置かれるが、各種のコンピューティング・アーキテクチャどうしでの相互運用性といった広範な問題の解決に必要なとなる基本的なソフトウェア・テクノロジーの開発は軽視されている。

また、長期的なソフトウェア研究に対する投資が不足しているという事態は、ソフトウェア関連の専門研究者を育成する道が断たれることになる。当委員会では、研究開発に向けた投資を強化することにより、若手の有望な研究者を育成する大規模な骨組みを構築すべきであると考えている。

3.1.2 推奨案

ソフトウェアは、人間の社会構造にますます重要な部分として組み込まれつつある。私たちが開発し、使用するソフトウェアの品質、そしてこれを開発するためのプロセスを改善していかないと、今後、国家は危機に瀕することになる。米国内のソフトウェア産業を強化するために、長期的な研究が不可欠となる。今、この種の研究に対する支援はとても十分とは言えない。国家のインフラストラクチャを意図的な攻撃から保護するために大統領の命を受けて提唱されたクリティカル・インフラストラクチャ・プロテクション構想に基づく研究とも緊密な連携が必要になる。

当委員会では、ソフトウェアの品質と開発プロセスの面で根本的な改善を図るための多方面にわたる追加投資を行うことを推奨する。特に、ソフトウェアの開発、検証、妥当性チェック、保守、コンピューティング・システムへのユーザー・インタフェース、電子媒体による情報、ハイエンド・コンピューティングに対応するソフトウェア、新たに登場する遍在/協調的コンピューティングを支援するソフトウェアの手法を抜本的に改善しなければならない。

ソフトウェア構築のためのテクノロジーは、まず私たちがどのようなソフトウェアを構築すべきかを認識する必要があるための全体的なソリューションの一部に過ぎない。現在のコンピュータ・システムは使いやすさの面で、さまざまな問題がある。情報アプライアンスの操作を簡素化するための理論や手法を考案することが緊急の課題である。これには環境を理解し、認識するための手法、コンピュータ・システム内で情報を表現し、編成するための手法、また情報を分析、要約、および説明するための手法が必要になる。

第 1 章では、情報テクノロジーが科学技術、医学、商取引、行政、教育といった面でどのような変化をもたらすかについて説明した。こうした変化を支えるには、新しいアルゴリズム、ツール、そして従来にないコンピュータの使用形態が必要になる。新たな発想や試作品構想について研究

⁵ Executive Office of the President, Office of Science and Technology Policy, The Federal High Performance Computing Program (連邦政府ハイパフォーマンス・コンピューティングプログラム)、1989 年 9 月発行

することが、こうした変革の原動力となる。今や、試作品の商品化に向けた多大な圧力が避けられないため、優秀な大学教授陣や研究者の不足が深刻化している。いわば、作付用のとうもろこしを食用に回しているような状況である。当委員会では、長期的な課題に取り組む大学での研究活動に向けて財政支援を強化することを推奨する。

主な推奨案：ソフトウェアの基礎研究を最優先課題とする。

当委員会では、連邦政府がコンピュータ・システム・エンジニアリングとアプリケーションの両方に利用できるソフトウェアを探る基礎研究を実施して、国家的に最優先の研究課題として検討することを推奨する。また当委員会では、第5章に提案するあらゆる調査課題の必須の要素としてソフトウェアの研究を組み込むべきだと考える。さらに現行の資金枠の中で研究部門に対する割り当てを大幅に増やし、ソフトウェアの基礎研究を集中的に実施する案を推奨する。

推奨案：ソフトウェアの開発手法、およびコンポーネント・テクノロジーに関する基礎研究に向けた投資を強化する。

当委員会では、特にソフトウェア開発/保守の自動サポートを中心としたソフトウェアの手法についての研究を積極的に実施することを推奨する。こうした研究により、次のような成果が期待される。

- コンポーネント・ベースのソフトウェアを設計/生産する手法が確立するため、ソフトウェア・コンポーネント産業に必要な科学技術の基盤が提供される。
- コンポーネントの自動解析やシミュレーションおよびテストをサポートし、またそれらのシステムへの統合をサポートする理論、言語、ツールが提供される。
- 関連分野のソフトウェア・コンポーネントを集めた国家規模のライブラリが構築される。
- 信頼性のある実証済みコンポーネントを利用するための手法と予測可能な信頼できる安全なシステムが実現される。
- プロトコル、言語、データ構造を構築することにより、ワイド・エリア・ネットワークを通じて並列的に実行する各アプリケーションの相互運用性が強化される。

推奨案：ヒューマン/コンピュータ・インタフェースと相互作用に関する基礎研究を支援する。

コンピュータ・アプリケーションの多くが、人々に情報を伝達することを目的としている。さらに、私たちの情報や指示が必要となるコンピュータ・アプリケーションが大部分である。人とコンピュータの間の対話は、いまだにキーボードの操作をはじめ、マウスやタッチ・スクリーンといったポインティング・デバイス、ディスプレイへのテキスト表示や簡単なグラフィカル形式の出力など、単純な操作を介した基本的な動作や出力に限定されているのが現状である。今、人々は豊富な対話操作ができるようになっている。極端に言えば、人間は環境について調和的な理解を図りながら、多様な視覚システムを備えた知覚型の生物である。人間の脳は知覚神経と運動神経系が密結合されているが、コンピュータ・システムの場合は入力（人間の運動系による操作）と出力（人間の知覚系による認識）はそれぞれ独立した関連性のない動きとなる。

人間とコンピュータの価値は、これだけにとどまらない。人間の知覚/運動系、認識、注意力、パターン認知、意思決定に関する基礎研究は、人間とマシンの間の対話操作に劇的な改善をもたらす可能性を残している。

今日提供されている民間航空機、軍用システム、ゲームなどのシミュレータには、将来的に何が可能になるのかについて、いくつかの例を見ることができる。フル・イマージョン型の環境も、こうした領域を探った実例と言えるが、この潜在能力の実現に向けた基礎研究を継続していかない限り、今日のシステムの限界を越えた次へのステップを進めることはできない。さらに、こうした研究の成果として、エラーや誤解の低減、複雑なコントロール設定の強化のほか、知覚、運動、認知上の障害を持つ人々が抱えるアクセス上の問題も一部、解決されることになる。

ヒューマン/コンピュータ・インタフェースと相互作用には、さまざまな側面がある。経済環境、身体的な障害、知的レベルなどを問わず、あらゆる人々に対して容易なアクセスを提供しなければならない。このためには、テキスト形式のインタフェース、手先の器用さといった面ではなく、ヘルプ・システムや推論といった機能を通じて、コストの低減、オーディオ・ビジュアル装置の小型化、自然言語のサポート、ユーザー支援の強化といった利点に基づいて、ユーザー・インタフェースの大幅な改善を図らなければならない。使いやすさの改善は、基盤となるハードウェア・デバイスの進化に合わせて、ソフトウェアを発展させる例の1つである。

推奨案：情報管理の方法に関する基礎研究を強化することにより、次のことが可能になる。

- (1) 情報の収集、編成、処理、分析、および説明
- (2) 無数のユーザーへの情報の提供

私たちはすでに、膨大な量の情報にオンラインでアクセスすることができる。今直面している問題は、いかに効率的に適切な情報を検索し、いかに効果的にこれを利用するかである。私たちのニーズに応じて必要な情報が提供されることが理想的である。当委員会では、情報の収集、編成、処理、および運用の面を中心とした基礎研究への財政支援を強化することを推奨する。情報管理は、データ構造とアルゴリズムを改善した従来のコンピュータ科学の手法と、デジタル・ライブラリ、データベース、知識発見、データ・ビジュアライゼーション、情報集約的アプリケーションに関する理論と新しいアプローチを組み合わせる。またインテリジェンスを高め、生産性を向上するためのソフトウェア・ツールは、今後の国家の繁栄のためには重要な要素となる。次の領域での研究を進める必要がある。

- 既存の情報テクノロジーと将来的な情報テクノロジーの両面を拡張して、テキスト以外の情報（画像、オーディオ・ストリーム、アニメーションなど）を全面的に統合する。
- 情報のフィルタ処理、データ・マイニング、情報の系統/品質の追跡に应用できるテクノロジーを改善し、同時にプライバシーや知的財産権を保護する。
- 国家規模の科学・教育プロセスを強化し、貴重な情報を長期的に保護するためメカニズムを組み込んだデジタル・ライブラリを構築する。
- 複雑で要求度の高い分散アプリケーションに、豊富な情報管理サービスを組み込むための新しいテクノロジーを考案する。
- 情報の意味をモデル化し、理解するためのツールとテクノロジーを開発する。
- 情報や知識の管理、ビジュアライゼーション、および有効利用を支援するためのツールを作成する。

推奨案：主な情報テクノロジー関連の研究構想の中に、ソフトウェアの研究を主要な課題として位置付ける。

これまで、HPCC などの主な構想は、ソフトウェア研究に対する資金不足が原因で期待される成果が得られなかった。この章で後述する新しい構想を検討する場合は、必ずソフトウェアを中心とした研究課題を取り入れる。

たとえば、構築するネットワークで実際のサービスを提供するソフトウェアについて十分に投資がなければ、スケーラブルな情報インフラストラクチャは実現できない。このため、当委員会では第3.2項で、スケーラビリティ、分散性、信頼性を強化する新しいソフトウェアへの投資を実施することを推奨している。

同様に、ハイエンド・コンピューティングのユーザーがアプリケーション・ソフトウェアを開発し、このソフトウェア・ソリューションを別のアーキテクチャに移植できる水準をさらに強化する必要がある。したがって、第3.3項では、こうした研究活動を支援するソフトウェアへの適切な投資の必要性を指摘している。

端的に言うと、連邦政府主導の研究支援プログラムには、ソフトウェアの研究開発を成功させるに必要十分な投資が行われていないということである。新しい情報テクノロジー構想を、国家規模のニーズに対応させるには、これまでの傾向を逆転させなければならない。

予算に関する推奨案：2000～2004年の5か年の間に、ソフトウェア研究に関連する現在の財政支援をさらに強化する。

当委員会で推奨するソフトウェア研究の予算拡大を進める場合に、次の2つポイントを考慮に入れる必要がある。まず、上級の研究者に割り当てる年間平均予算として最低100,000ドルの増額をただちに実施する。2つ目に、上記の推奨案に示す技術的な目的に応じて、研究者の数を約1,000人規模で拡大し、大規模な研究コミュニティを支援する。この2つ目のポイントは、5年間の期間をかけて段階的に実施する。

下表の値は、当年（1999年度）支援水準に加算して算定した。

ソフトウェア研究に向けた財政支援の拡大（単位：100万ドル）

	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
ソフトウェア・エンジニアリング/ コンポーネント・テクノロジー ヒューマン・コンピュータの統合/情報管理	112	268	376	472	540

当委員会では、新たに配分する予算の相当部分をテーマ中心のプログラムに充当することを推奨する。構造型の管理体制を敷いた大規模なセンターを設立するのではなく、テーマ型のプログラムによって、集中的な研究業務を実施できる小人数精鋭型で、しかも「クリティカル・マス」の水準を維持できる適正規模の各グループを財政支援する。各グループには、担当のスタッフのほか、大学院生、大学生などを含め、上級の研究者を数名配置する。上記の重要なソフトウェアの問題に本格的に取り組めるように、長期的な財政支援を保証するものとする。

3.2 スケーラブルな情報インフラストラクチャ

今後数十年の間に、本報告書の冒頭で触れたさまざまな形態の変化が、国家規模での劇的な変革をもたらすようになる。この変化の中核となるのがインターネットである。

3.2.1 調査結果

情報インフラストラクチャに対する国家的な依存度は、しだいに高まっている。

今後 20 年の間に、インターネットは、電話、ラジオ、テレビ、輸送、電力供給ネットワークなどを含め、従来のネットワークには見られない形式で私たちの社会に深く浸透するようになる。インターネットは私たちの日常生活にとって不可欠の部分の占めるようになる。電子メールが当然の通信手段となって、電話やファックスよりも優先的に使われるようになる。間もなく、銀行、金融取引、商品/サービス、娯楽、知人、家族、仕事相手との連絡、その他行政や医療サービスなど重要なサービスに至るまで、日常的なサービスを提供するための情報インフラストラクチャに依存するようになる。ユーザーが日常的にインターネットに依存するようになり、数十億ドル規模の金額が電子商取引を介してやり取りされるようになると、国家の秩序維持のためにも情報インフラストラクチャは不可欠の存在となる。したがって、情報インフラストラクチャを管理・制御する能力は、現在の配電システムを扱う能力と同じように重要になってくる。情報インフラストラクチャは今や、人間生活の経済/社会的な下部構造の重要な要素になりつつある。

情報テクノロジーや通信技術の開発と応用の面で、今後も米国が主導的な役割を果たしていくにあたり、こうしたテクノロジーへの投資を続けていくことが不可欠となる。今後、米国が国家の安全保障と防衛を強化するための基礎研究/応用研究を主導すると同時に、経済の安定化を図り、グローバルな市場で競争力を維持していく能力を身に付けられるかどうかは、まさにテクノロジーにかかっている。

調査結果：インターネットは、もともとの設計者の意図や私たちの理解のレベルをはるかに越えて成長し、もはや自信を持って拡張を続けられなくなっている。

まず、インターネットの規模が急速な勢いで拡大している。1985 年の時点で 2,000 台のコンピュータを結んでいるとされたインターネットには現在、7,000 万台ものデバイスが接続され、ここを通過するトラフィックも、100 日ごとに倍増していると言われる。今日、インターネットを使っている米国民は 5,000 万人に達し、21 世紀初めには全世界で 10 億人になるものと予測されている。私たちにかつて、これほどの規模で、この水準の情報資源にアクセスが提供された経験はない。共通のサービスやグローバルなネームスペース、さらに双方向のアクセスを効果的に組み合わせることにより、かつて例のないグローバルな規模の文化的環境が生まれることになる。

第 2 に、インターネットは、その容量の面でも、大きく成長している。これに伴い、その用途も多様な方面に広がっている。まず、電子メール・サーバの普及によって、「時間を問わない」通信が可能になっている。また衛星/ワイヤレス・システムでは「場所を問わない」接続が提供される。World Wide Web ディレクトリや検索サービスを利用すれば、人間が知り得るあらゆる情報が即座に手に入る。電子決済サービスでは、全国規模の商取引を数多く扱えるようになっている。オーディオやビデオのストリーム処理も普及している。新しいアプリケーションに適用できるビルディング・ブロックが開発され、機能の拡張と応用も進められている。電子署名、安全なトラ

ンザクション、高度なモデリング/シミュレーション・ソフトウェア、協調処理用の共有仮想環境、インテリジェント・エージェントによる情報サーチ/検索用ツール、音声認識、低コストのネットワーク・センサなどさまざまな応用が考えられる。

最後に、インターネットを拡充するにあたり、なかなか解決しにくい難しい問題も現れてくる。つまり単に既存のテクノロジーを拡張して、今よりはるかに複雑な種類の情報を扱う桁違いの新しいネットワークや情報システムにまで拡張することはとてもできないということである。また、現在米国内で提供されている電話システムで保証される水準の品質と信頼性を維持することなど、とてもできない。将来的なインフラストラクチャを構成する個々の要素についてはある程度理解できるが、こうした各要素を、高度な信頼性、効率、強度を保持する方向でどのように連携させるかについてはまったく知識がない。スケーラブルなサービス（たとえば、エクサバイト規模のデータに索引を付けたり、1日あたり数百万規模のトランザクションを処理できる検索エンジンなど）を構築して、スケーラブルなアプリケーションを既存のインフラに適用しようとすれば、さらに深刻な問題が生じるのは明らかである。

調査結果：高度な信頼性とセキュリティを完備した大規模で複雑なシステムを構築・利用する方法を探るには、研究が不可欠である。

インターネットを基盤とした未来の情報インフラストラクチャでは、しだいに数が増加するコンピュータどうしで、優れた性能、強度、信頼性、安全な接続機能を保証しなければならない。種類の異なる多様なソフトウェアを実行したコンピュータ・システム・ネットワークの特性を組み合わせただけでは、容易な理解は期待できない。こうした動作の特性を理解するには、複雑で大規模なシステムを詳細に分析する必要がある。

情報インフラストラクチャの拡張に伴って、運用とトラフィックに関するさまざまな条件の急速な拡大にも柔軟に対応できるように、ネットワーク・リンクとコンピューティング・システム・ノードを構築するための詳細な科学的基盤が必要になる。これには、インターネット上で10億人規模にまで増加するユーザーが必要とするグローバルで遍在的（場所や時間を問わない）な異機種インフラストラクチャと、現在の最新技術の間に、統合、データ機密の保護、セキュリティ、信頼性、使いやすさ、管理のしやすさといった面での技術的な障害が多数存在する。

ネットワークに関する研究活動によって、これまでに例のない急速な勢いでインターネットの機能の発展を支えられるようになる。これまで長年にわたりパフォーマンスとテクノロジーの要件に従って予測を立てることによって半導体業界を導いてきたムーアの法則から、今後はインターネットのスケーラビリティとパフォーマンスが求められていることがわかる。しかしインターネットの成長は、ムーアの法則による予測よりもはるかに速いため、通信関連の研究者は、インターネットの成長曲線に遅れることがないように、単に新しい進歩的な構想だけにとどまらず、革命をもたらすような開発が求められている。

急速に高まる情報インフラストラクチャへの要求と依存度に対応すべく、スケーリングに関する研究活動をさまざまな観点から実施する必要がある。

- 強力な信頼性のある高速アクセスを提供するスケーリング：
これにより、ユーザーが楽しむことができ、しかも情報インフラストラクチャが支援できる品質と豊富なコンテンツがさらに強化される。

- サービスの品質を保証するスケーリング:
この面での改善により、ユーザーが音声、視覚、タッチなどのマルチモデルによるコミュニケーションを通じて、情報インフラストラクチャと対話を行う上での品質が向上し、音声と画像などのデータ・ストリームを同時に扱えるようになる。
- 遍在的なアクセスを提供できるようなスケーリング:
これにより、地理的な場所を問わず、情報やサービスへ連続的にアクセスするユーザー数を増やすことができる。
- さまざまなユーザーや要求を安全に扱えるインフラストラクチャ・サービスのスケーリング:
これには、認証、資源ディレクトリ、検索エンジン、銀行取引などのサービスが含まれる。この領域での進展により、情報の品質が改善される。
- 知的財産権の保護、あらゆる種類のエラーや攻撃からの保護、および必要に応じたアクセス・プライバシーの保護に対応したセキュリティ・インフラストラクチャのスケーリング:
これにより、情報やインフラストラクチャの信頼性が一段と強化される。
- エクサバイト規模のデータ・ストアに対し、1日数十億件規模のサービスを処理する巨大なサーバをサポートするスケーリング:
こうしたデータ・ストアの可用性を常時保証するとともに、データの喪失を避ける必要がある。またデータ・ストアは迅速に検索できなければならない。

以上のような研究活動は単にネットワークの構築という面にとどまってはならない。全体的なエンドツーエンド型システムの操作を統合する必要がある。ネットワークと大規模な情報サーバの利点を有効利用するための方法が理解できるようなアプリケーションの研究が必要になる。一例として、国家規模のネットワーク上に分散した各種のコンピューティング・システムを使用する場合に、最も効率的な科学技術用アプリケーションの開発が考えられる。次に、アプリケーションとネットワークのパフォーマンスを改善するネットワーク管理用ソフトウェアと連携できるネットワーク対応型のアプリケーションなどの研究も必要であろう。3つ目に、大規模トラフィック・サーバの設計が挙げられる。4つ目に、分散データ・ストアと、これらのデータにアクセスするアプリケーションの間で行われるデータの流れを効率的に管理する手法の研究がある。オリジナル・データから始まり、処理、公開、運用に至るまでの情報の流れを管理することにより、科学技術用、商用、政府用の各システムの中核となる情報環境が形成される。情報テクノロジーが持つ潜在能力の全面的な有効利用を考えるならば、こうしたシステムの構築と運用についてさらなる研究を進めなければならない。

3.2.2 推奨案

この節では、情報インフラストラクチャの分析/モデル化、ミドルウェア/スケーリングによる実装、テストベッドでの展開に至るまで、スケーラブルな情報インフラストラクチャのあらゆる側面について、具体的な推奨案を論理的な順序に従って説明する。当委員会では、以下に挙げる推奨案を研究プログラムの中に同じ優先順位をもってバランスよく組み込むことを提案する。

推奨案: グローバルな規模のネットワークと関連する情報インフラストラクチャの動作に関する研究活動の財政支援を提供する。この場合、パフォーマンス・データの収集と分析、およびネットワーク動作のモデル化とシミュレーションについても検討する。

これまで電話通信の業界が、電話回線ネットワークを設定、管理、また将来的なプランといった課題に効果的に対応できる数学モデルを開発するまでに、30年以上の年月を要した。残念なこと

に、こうした数学モデルはインターネットには適用できないことに加え、電話回線の用途がファックスやインターネットの領域にまで拡大していくに伴い、電話回線固有の仕様では十分に対応できないことがわかってきた。電話回線ネットワークは、こうした用途には理想的とは言えないまでも、現在ではインターネット接続での主要なアクセス手段となっている。とは言え、電話回線ネットワークの限界によって、将来的な展開がしだいに制限されるようになっている。電話回線とインターネットの基本的な違いは次の点にある。

- パケット交換型のインターネット・プロトコル (IP) と予約方式のエンドツーエンド型帯域幅のテレフォニー
- インターネットを介して実行できるアプリケーションの幅広さ (電子メール、Web、遠隔会議など) と音声専用のテレフォニー
- ネットワーク・テクノロジー (有線、ワイヤレス、衛星、ケーブル、放送) およびベンダーの幅広さと、寡占的色合いの強いテレフォニーの業界
- 多様なネットワークおよびエンドノード・デバイスのパフォーマンス要件と、テレフォニーの要件
- 統計的な配布特性の幅広さ (サービス時間など) と、従来の音声テレフォニーの特性

現在のところ、インターネットの個々のノードをはじめ、連邦政府、商用、社内サブネットのいずれのレベルを取っても、こうした複雑なシステムをモデル化する段階には至っていない。今後、新しいモデルを考案する必要がある。これには、データ収集、数学/統計学に基づくモデリング/シミュレーション手法、ツール、および分析方法を開発するための長期的な研究が必要になる。また、ネットワーク・サービス・プロバイダ各社の間で、データを共有化できるようなアプローチも必要になる。

推奨案：ネットワークの物理的な機構に関する研究活動を支援する。具体的には、光学技術、ワイヤレス、衛星、有線接続、ケーブル、関連する帯域幅などの課題がある。

伝送技術の改善が進むことにより、ネットワークの分野における多様な発展が支えられる。いかに速く、いかに遠くへ、いかにクリアにデータ・パケットを転送するかといった問題が解決されると、情報インフラストラクチャが対応できる応用の幅に大きな影響を及ぼすことになる。こうした面の改善には基本的に、物理学、信号処理、波形、信号品質、製造技術など各分野での研究が必要になる。特に、光学、ワイヤレス、ローカル・ループ伝送といった課題への対応が急務とされている。今日の研究開発が成果を上げれば、将来的なインターネットの品質、速度、遍在アクセスといった要件にも対応できるようになる。

推奨案：インターネットのスケーリングに対応できるプランの研究活動を支援する。

現在のインターネットで最大の課題とされるのは、スケーラビリティの問題である。測定の方法にかかわらず、インターネットの規模と多様性が拡大しているのは否定しようがない。具体的には次のような方向で拡大している。

- ノード数：
年間、数 100 万個のペースでノードやリンクが増加している。この分でいくと、西暦 2025 年には、インターネットのノードとリンクが 1,000 億個を超えるのは間違いない。これには、自動車や自宅から一般的なアプライアンスに至るまであらゆる製品に組み込まれたネットワーク・システムも含まれる。

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

- ユーザー数：
ネットワーク上のあらゆるノードであらゆるユーザーがすべて同時にやり取りを行うようになる。
- 地理的な分散化：
インターネットはグローバルな規模で拡大している。
- ネットワーク環境の異種化：
光ネットワーク、ケーブル・ネットワーク、ワイヤレス、衛星、転送、対称型/非対称型双方向通信、放送ネットワークなどがある。
- エンドノードの異種化：
小型の組み込み型コンピュータから大型コンピュータ、データ・ストア、ベンダー各社の各種装置などが考えられる。
- 新しい形態のトラフィック：
音声、オーディオ、ビデオ、その他のストリーム・コンテンツ
- 可用性、帯域幅、処理効率、信頼性、セキュリティ、耐久性
- 低レイテンシ/高レイテンシのネットワーク：
各種ネットワーク特性の管理能力
- 新しい特性：
サービスの差別化など
- 新しい用途：
情報管理など
- 新しいアプリケーション
遠隔医療など

今後の研究課題は、次のように要約することができる。

- 現在のネットワークに比べ、数千倍もの規模と多様性を持つインターネットに、展開するシステムやソフトウェアをいかに設計/構築するか。
- 現段階で構築できないシステムをいかにテストするか。
- いったんシステムを展開した後で、これをいかに管理するか。
- これほど依存度の高いシステムの動作を低下、または影響させずに、新しい機能をいかに追加するか。
- 現段階では想像できないような機能に進化できるシステムをいかに構築するか。

以上のような問題を解決するには、従来にない画期的なデータの分散化、モデリング、シミュレーション、実験、テストベッドに対応できる数学/統計学的な理論が不可欠になる。

推奨案：大規模なシステムを実現するミドルウェアに関する研究開発を支援する。

スケーラブルな情報インフラストラクチャに適用するミドルウェアとは、ソフトウェアの開発プロセスを改善するとともに、インフラストラクチャの適切で効率的な動作を保証し、しかも新しい大規模なソフトウェア・システムを支援する共有ソフトウェアとルールを集合したセットのことを言う。ミドルウェアによって、共通した機能を実行する再利用可能なソフトウェアが提供されるため、ソフトウェアの開発工程をより効果的に進められるようになる。この結果、アプリケーション・ソフトウェアの開発担当者は、データの伝送やコンピューティングといった副次的な問題から解放され、本来のアプリケーションの開発作業に専念できるようになる。また、各アプリケーションの開発工程どうしで、相互の情報のやり取りも可能になる。インフラストラクチャ自体の調整や管理を行うサービスを通じて、環境の変化にも対応できるミドルウェアも開発できるようになる。ミドルウェアに関する研究課題は、次の2つに大別される。

情報管理

スケーラブルで多様性のあるアプリケーションの情報管理サービスでは、膨大な量の情報を編成/管理できるシステムを構築する必要がある。必要とされるテクノロジーは次のとおりである。

- 毎日処理されるエクサバイト規模のデータと数十億件規模の情報を管理する。
- テキスト、半構造型の情報、リレーショナル・データ、マルチメディア・データ、アクティブ・データの管理
- 各種情報表現の形態どうしの変換
- 資源の発見と監視
- ソースの異なる情報の分析、要約、統合、および融合
- 意味のある形式による情報の提示
- 情報の系統や起源を追跡して、ユーザーがデータの出典や情報の由来を認識できるようにする。
- 情報アクセスの追加と制御によるプライバシーの保護、必要に応じた情報への課金

情報とサービスの耐久性

国家の安全、商業活動、教育、および利益はしだいに情報インフラストラクチャへの依存度を高めている。したがって、悪意のある攻撃、ウイルス、装置やソフトウェアの故障、過負荷といった問題を回避すべく、インフラストラクチャの耐久性を保証することが不可欠となる。耐久性とは、必要に応じてサービスの可用性を保証し、タイミングよく情報を提供するためのサービスのことを言う。サービスは常時適切に動作しなければならないことに加え、サービスが提供する情報には高度な品質を保証する必要がある。品質が損われる場合は、問題の原因を適切に識別できなければならない。また耐久性という側面では、情報の長期的な保護に加え、基礎となるストレージ・テクノロジーや情報表現の進化、あるいは数百年もの長期にわたってアクセスされない情報についても、履歴上の優先順位に従ってドキュメントを保護するという課題にも対応する必要がある。

耐久性関連の主なテクノロジーは次のとおりである。

- 絶えず進化する大規模な異機種インフラストラクチャに対応する認証とセキュリティの機構
- システムへの侵入、情報/ソフトウェアの破壊を検出する機構
- インフラストラクチャの構築/運用に際し、人的エラーの検出、緩和、対応、回復、防止のための機構
- 情報の品質を保証する機構
- スケーラブルな情報/サービス複製戦略
- 一定のサービス品質の範囲の中で、適切な動作を保証する監視サービスの機構
- 情報を長期的に保護するためのレポジトリ

推奨案: 大規模なアプリケーションとスケーラブルなサービスに関する研究活動を支援する。

今日の超大規模なアプリケーションには、現在のテクノロジーではとても対応できないような独自のニーズを伴うことがある。こうしたアプリケーションの開発工程では、管理や製品の品質保証の面で大きな問題があることがわかっている。現在の市販のテクノロジーでは、このような大規模なアプリケーションに対応するためのスケーラビリティが不足している。また、大学レベルの研究業務でも、こうした課題には十分対処できない。スケーラビリティを中心とした研究開発が必要とされている。

こうしたアプリケーションは一部、エネルギー省 (DoE) が主導している ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative: アクセラレーテッド戦略コンピューティング構想) の Stockpile Stewardship Program、NASA (アメリカ航空宇宙局) の Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS: 史上最大級の複雑なデータ処理システム)、および FAA (連邦航空局) の航空管制システムを含め、科学技術関連の任務を帯びた連邦政府の担当部局が中心になって開発されている。これらのアプリケーションによって通信集約的、データ集約的、計算集約的な要件が統合される。

この種のアプリケーションは今日の基準からすると、数に限りはあるものの、その規模は大きい。また開発期間が 20 年間というのもきわめて一般的である。一方、今日の要求度の高いアプリケーションの規模が巨大化し、スケーラビリティの要件が高まるに従って、長期的な研究開発が必要になる。

連邦政府が中心となる大規模な科学技術関連のアプリケーション用として開発された主なテクノロジーは、大規模な認定プログラムの効果と効率性を改善するための非科学系アプリケーションや、現段階ではまだ着手されていない非政府系のアプリケーションに対応する上で有効な手段となる。当委員会では、こうしたアプリケーションを 2 つ取り上げて詳しく検証している。

アプリケーション A: 国家規模のデジタル・ライブラリ

National Digital Library (全米デジタル・ライブラリ) は、書籍、刊行物、音楽、フィルム、非公式の「ドキュメント」などを含め、あらゆる知識ソースを収載した電子図書館である。国家規模のスケーラブル情報インフラストラクチャによって、この共有型情報ベースを管理できるようになる。当面は、全国の科学技術関連の文献を集めたデジタル・ライブラリの構築から始める。こうした文書の費用は大部分が税金で賄われ、その内容は科学者、エンジニア、学生の間でも一般的でない情報が中心となる。このようなライブラリは、ユーザーには常時、最新の情報を提供し、作業の負荷やコストを軽減する以外に、将来的には膨大な知識ベースが構築されるため、科学技術関連の研究開発には多大な貢献となる。1994 年から政府が助成して大学が中心になって進められているデジタル・ライブラリ・プロジェクトが構築したベースをもとにライブラリの開発が進められている。全米デジタル・ライブラリには、次のような課題が残されている。

- 知的財産権を保護/管理する機構
- ライブラリの所有権を記述するデータの管理、およびドキュメントのフォーマットを変換する機能の戦略
- 各言語を使用して情報にアクセスできる多言語対応の相互運用性に向けたテクノロジー
- 利用可能な情報の範囲を視覚的に捉え、理解するためのインタフェース
- オーサリング、送付、レビュー、パブリッシング、読み手の注釈をオンラインで協調処理で

きるデジタル・ジャーナル

- 多様で大規模な知識ベースを編成（クラスタ化、要約、分類など）するテクノロジー
- 紙ベースの文書を効率的にデジタル化するテクノロジー

アプリケーション B：次世代の World Wide Web

今日提供されている Web とブラウザは、情報インフラストラクチャの最も基本的な要素となっている。当初は、現在の規模やアプリケーションの用途の広さを予測だにしなかった原始的な設計であった。西暦 2010 年に向けた Web の設計と開発を進めるにあたり、今日の水準をはるかに越えた機能、柔軟性、パワー、耐久性、スケーラビリティを中心とした研究課題が残されている。次世代 Web には、上記の情報管理やデジタル・ライブラリに共通した研究課題があると同時に、固有の問題にも対応しなければならない。具体的には、各国間の異なるプロトコルや規約の変換、また円滑な移行パスの保証といった面での研究開発を進める必要がある。

推奨案：ネットワーキングに関する研究、および可能にする情報テクノロジーや高度なアプリケーションのニーズに対応できるバランスのよいテストベッドと研究インフラストラクチャを財政的に支援する。

連邦政府はこれまで、NGI（Next Generation Internet：次世代インターネット）構想の一環として、2つのテストベッドの財政を支援してきた。1つは 100 か所のサイトをエンドツーエンド形式で接続し、1997 年のインターネットに比べ、100 倍相当に速度で動作する。もう 1つは、20 か所サイトがエンドツーエンド形式で接続され、1997 年での水準の 1,000 倍の速度で動作する。前者は主に、「革新的な」アプリケーションの開発業務、また後者はネットワーキング・テクノロジーの研究活動に用いられている。これらのテストベッドを相互接続することにより、さまざまな特性が得られる。

100 倍のテストベッドでは、NSF、vBNS、DoE の ESnet、NASA の NREN、DoD の DREN を含め、各種の連邦政府向け研究用ネットワークが接続されている。これらの各ネットワークでは、MCI、WorldCom、Sprint Communications、AT&T の各米国内企業がそれぞれ開発したサービスが提供される。現在、テストベッドは約 100 校の大学と主な研究開発用の機関によりアプリケーションの開発用として利用され、マルチキャスト・プロトコルをはじめ、サービス、プライバシー、セキュリティの面での差別化を図るための各プロトコルといった新しい機能を対象に国家規模の実験用環境を提供している。また、ベンダー各社が提供するネットワークの相互運用性、耐久性、スケーラビリティに加え、相互接続した各ネットワークの管理機能を検証するための実験台としても利用されている。このテストベッドでは、現在の商用インターネットの水準をはるかに越える高度なネットワーク・テクノロジーが応用されている。こうしたテクノロジーは、連邦政府の当局やプロバイダ各社が協力した作業によって、安定性と強度が大幅に改善されている。この研究はネットワークの可用性とパフォーマンスに依存しているため、全国規模の各 NGI サイトから提供される高度な可用性とパフォーマンスが保証されるようになっている。

1000 倍のテストベッドは、未来の世代（次世代を超えた）のインターネットに向けたネットワーク・テクノロジーを模索するものである。このテストベッドによって、現在、開発中の新しいテクノロジーに見られる限界を見極めなければならない。100 倍のテストベッドに比べ、規模が小さく、より脆弱であるため、さまざまな障害に遭遇するものと思われる。

情報インフラストラクチャの施設は、科学技術者にとって、ここ数十年の間に共有型の大規模な物理計測器に似た役割を果たすようになっている。NSF や DoE といった部局では、国の望遠鏡、

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジ諮問委員会)

顕微鏡、原子加速器などの場合に見られるとおり、多方面の分野の専門家が研究活動を進められるように、最先端の IT 施設に、ピアどうしで相互に監視できるアクセスを提供している。この種の施設は、内部に最先端の設備を完備して初めて、国家規模の研究活動を主導していく上で大きな効果を発揮する。ただし、ハイエンド・コンピュータ、ハイパフォーマンス・ネットワーク、大規模のデータベースなど専門の IT 設備を常時拡張するというニーズは、連邦政府当局が、当該の施設で実施している基礎研究の支援と直接的に衝突することがない方向で管理する必要がある。

当委員会では、テストベッドと研究用インフラストラクチャの活動について定期的に検証することを推奨する。これにより、財政支援とその意義が、当初設定された研究課題の主旨から外れていないことを確認できるようになる。この検証プロセスには、Federal Large Scale Networking Working Group (連邦政府大規模ネットワーク作業グループ)をはじめ、各資源を提供する連邦政府当局、ユーザー・コミュニティ、および該当する民間部門コミュニティの代表者で構成する。

推奨する財政支援レベル

スケーラブル情報インフラストラクチャは、急速な変化を伴う比較的新しい分野であるため、研究業務やテストベッドに関するニーズを評価することが難しい。前の節で取り上げた研究課題の数の多さは、過去にまったく扱われなかった問題やほとんど対応していない問題も含め、新しいインターネットの機能を求める要求の拡大という点からも、スケーラブル・テクノロジを中心とした研究に相当な意義があることを実証するものである。この分野における急速な変化に対する連邦政府の対応も、この傾向を裏付けるものと言える。政府はこれまで、要求に応じてテストベッドの規模を拡大したり、研究開発のスケジュールを早めたり、また民間部門では対応できない問題（プロバイダどうしの相互運用性の問題など）について一貫した対策を講じたりして、プランの修正を加えてきた。

スケーラブル情報インフラストラクチャに向けた予算を編成するときに、インターネットの成長の速さ、民間部門からの実質的な貢献がもたらすコスト節減の程度なども考慮に入れる必要がある。当委員会では、スケーラブル情報インフラストラクチャの研究、およびテストベッドに向けた財政支援は、現在の年間約 2 億ドルの水準から、2000～2004 年度までの間に年間 5 億ドルのペースで線形的に増額することを推奨する。研究のテーマは、ネットワークングの分野を中心とする。研究の内容は各プロジェクトの規模別に構成（小規模は年間平均 10 万ドルまで、年間の増額が 20 万ドルまで、中規模は年間平均 100 万ドルで、年間の 2 倍までの増額、大規模は年間平均 400 万ドル以上）し、2 か所の "Expedition Center" (探求センター：それぞれの年間予算 500 万ドル) の一環として実施するネットワークング関連の研究を追加する。また規模別のプロジェクトの配分は、大規模 1：中規模 4：小規模 20 とする。アプリケーション開発用テストベッドの費用は、可能な限り、アプリケーション・コミュニティと共同負担できるようにする。

下表の値は、当年（1999 年度）支援水準に加算して算定した。

スケーラブル情報インフラストラクチャの研究に向けた財政支援（単位：100 万ドル）

	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
スケーラブル情報 インフラストラクチャ	60	120	180	240	300

3.3 ハイエンド・コンピューティング

High Performance Computing Act of 1991 法のもとで設立された HPCC (Federal High Performance Computing and Communications) プログラムは、米国がテクノロジー上のリーダーシップを保持する上で大きく貢献してきた。このプログラムにより、技術革新のスピードアップ、国家安全保障の強化、教育の促進、地球環境に関する認識の強化といった面でテクノロジーの開発と普及に向けて成果が見られた。さらに、ハイパフォーマンス・テクノロジーを中心としたこれまでの技術進歩は、今日のミッドレンジ・コンピューティングや通信システムのうちの重要なコンポーネントとして応用されている。HPCC は、多様な科学技術部門に向けた専門の努力を重ねた結果、将来的に対応できる基盤を構築する成果を上げている。

歴史的に、ハイパフォーマンス・コンピューティングは、コンピュータ産業のうちの特化した市場部門として、科学技術や国防関連の具体的なニーズに対応してきた。ハイパフォーマンス・スーパーコンピュータは、計算集約的なアプリケーションの要件に合わせて最適化した独自のアーキテクチャとテクノロジーに基づいているため、メインストリームのコンピュータに比べると高額になる。とは言え、過去数年の間にハイパフォーマンス・コンピューティングの応用化は、純粋に計算集約的なアプリケーションに始まり、データ/通信集約的なアプリケーションに至るまで大きな変化を遂げてきた。この焦点が広がるに伴い、「ハイパフォーマンス・コンピューティング」の意味も「ハイエンド・コンピューティング」にまで拡大され、科学技術や防衛といった分野に限らず、多様なアプリケーションが統合されるようになっていく。

ワークステーションやサーバに搭載される強力なマイクロプロセッサの出現とともに、ハイエンド・コンピューティング市場の大部分は、専用のプロセッサを搭載したスーパーコンピュータから、マイクロプロセッサ搭載型のシステムに移行するようになっていく。連邦政府が10年間以上にわたって、研究業務を財政支援してきた成果として、現在では必要な部品を搭載したシステムが、初期のスーパーコンピュータ・システムのわずか数分の1の価格で提供されるようになっていく。しかし、技術上、経済上のさまざまな理由から、TeraOps レベル (10^{12} オペレーション/秒) の範囲を越える潜在能力を持つ高度なパラレル・システム (プロセッサ数 100~1000 個) は、重要なハイエンド・アプリケーション向けには実用化されるには至っていない。

ハイエンド・コンピューティングに関する研究は、社会に多大な利益をもたらした。現在のハイエンド・コンピューティングの応用については、前回の報告書⁶で詳しく取り上げた。具体的には次のような分野が考えられる。

⁶ Brooks, Jr., Frederick P. および Ivan E. Sutherland は、"Study High Performance Computing and Communications (ハイパフォーマンス・コンピューティング/コミュニケーション研究会) : Status of a Major Initiative, National Academy Press, 1995"で提案された"Evolving the High Performance Computing and Communications Initiative to Support the Nation's Information Infrastructure"を共同で主催している。

Lax, Peter D は、DOD (国防総省) および NSF (National Science Foundation) が DoE (エネルギー省) と NASA (アメリカ航空宇宙局) の協力のもとに支援している Panel on Large Scale Computing in Science and Engineering の委員長である。

国防総省発行の "National Security High End Computing Integrated Process Team for National Security High Performance Computing" 抄録、1997 年

- 新しい抗ガン剤やワクチン剤の開発
- 大気、水、地表の汚染をもたらす原因の特定、環境問題への解決策の考案
- 地域別の天気予報、長期的な気象変化の予測
- 安全で燃費のよい自動車の設計
- 国家の原子力備蓄に関する安全性と効率性の確保
- 新しい航空機（ボーイング 777 など）の設計
- 素粒子レベルから宇宙論に至るまで多岐の分野にわたる科学技術関連の発見
- 兵器システムへの効果的な攻撃のシミュレーション（New Attack Submarine など）

ハイエンド・コンピューティングは、次の 3 つの独立した、しかも相互に関連し合う市場とみなすことができる。いずれの市場にもそれぞれ独自の力学と問題がある。

- 幅広いデータ/通信集約的な市場：
データ・マイニング、Web サーバ、デジタル・ライブラリ、トランザクション処理といったアプリケーションを実行する。この市場は好調で、しかもきわめて急速な成長を示している。
- スケーラブルなマイクロプロセッサ・ベースの計算集約的な市場：
この市場は、SMP ベース・システムと中間サイズのパラレル・システムを中心としたミッドレンジの部門で堅調な伸びを示している。しかし、ハイエンドの部門では、適当なソフトウェア・テクノロジーやアプリケーション開発用ツールが欠けること、さらにアプリケーションの不足が原因で、超並列システムはまだ研究/実験段階にある。
- ベクタ・アーキテクチャ・ベースの部門：
数百ものインストール実績があるが、市場としては縮小傾向にある。主な原因は、新しいアプリケーションの大半が、最新の経済的なマイクロプロセッサ・ベース・システム用として開発されているためである。したがって、ベクタ・システムの市場の大部分は、まだ前節で取り上げたハイエンド並列システムへの移行が終わっていない旧式のアプリケーションに依存していることになる。現在のところ、連邦政府が主導する特定の任務に不可欠となるベクタ・アーキテクチャ・アプリケーションがすべて、ハイエンドのコモディティ・プロセッサ・ベースの並列システムでも効果的に応用できるかどうかは、明らかになっていない。

3.3.1 調査結果

調査結果：ハイエンド・コンピューティングは、科学技術の研究には不可欠である。

HPCC プログラムが成果を上げたことにより、自然現象を理解したり、エンジニアリング設計の調査や最適化を行う手段として、コンピュータ・シミュレーション/モデリングが幅広く普及するようになった。今後数十年の間、コンピュータ技術は国の科学技術に向けた基礎研究/応用研究活動にとって、民間レベルでも、国防レベルでもますます重要な役割を果たすようになる。現在、ハイエンド・コンピューティングを利用した研究には、一部、DoE（エネルギー省）など当局の主導で実施されているものがあるが、その大部分は NSF（National Science Foundation）からの資金援助を受けている。科学技術の基礎研究を進め、この成果を実際に応用化できるように、研究機関は、最先端の機能を備えたシステムにアクセスできなければならない。さらに、こうしたシステムのパワーは、たとえば DoE ASCI（Accelerated Strategic Computing Initiative：アクセラレーテッド戦略コンピューティング構想）など、当局に提供されるシステムに匹敵するものでなければならない。またハイエンド・コンピューティングの利点を引き続き、科学技術の分野で生かしていくためには、コンピュータとコンピュータ科学者が協力して、最先端のコンピュータ技術を科学技術の研

究でも利用できるようにしていく必要がある。

調査結果：ハイエンド・コンピューティングは、米国の国家安全保障プログラムのうちで有望視される要素である。

スーパーコンピュータ・システム市場の少なくとも半数は、これまで市場を支えてきた国家安全保障プログラムにかかわる政府関連の顧客が占めている。これらのプログラムは、国家にとってもきわめて重要な意味がある。行政当局は現在、担当の業務の遂行に支障を及ぼすことなく、新しいハイエンド・アーキテクチャに、既存のアプリケーションを移行させる課題を抱えている。こうした移行作業は技術的な難題を伴うほか、成熟したソフトウェアが不足していることが事態を一層深刻なものにしている。DoD HPC Modernization Program、Department of Energy (DoE) Accelerated Strategic Computing Initiative および National Security Agency は、政府がハイエンド・コンピューティングを採用した事例の1つである。

国防総省では、DoD HPC Modernization Program を通じて、米国軍部に最先端のテクノロジーを提供すべく、ここ5年の間にハイエンド・コンピューティングに向けて10億ドルを超える投資を行ってきた。このプログラムの結果、DoD の研究者には高度なハードウェア、コンピューティング・ツール、およびトレーニングが提供され、最新のテクノロジーを利用して、戦闘機の支援などの面で応用できるようになった。ハイエンド・コンピューティングの統合によって、米国は最先端の防衛システムを実用化する全体的なコストを削減しながら、兵器システムの設計における技術的な優位性を今後も維持できるようになった。

エネルギー省 (DoE) の ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative) プログラムは、Stockpile Stewardship Program のうちで最も重要な要素となる部分である。ASCI は、地下実験が実施できないときに、原子力の備蓄に伴う安全性、信頼性、および性能を保証するときの支援となるように考案されたプログラムである。ASCI プログラムで開発されたコンピュータ・テクノロジーと製品は、国家の安全保障という用途以外に、幅広い国家のニーズに向けて応用されている。また ASCI が開発するコンピューティングの手法には多大な潜在性があるため、民間の研究者の間に普及するようになれば、環境問題の調査、生物学、薬剤の開発、自動車/航空機の設計、消費者向け商品の安全性、情報管理とアクセスなど多岐にわたる分野で経済的/技術的な利点をもたらす。

ここ数十年間にわたり国家安全保障局 (NSA) は、ハイエンド・コンピューティングの分野に大きな影響を与えてきたと同時に、最先端の商用コンピュータ、ストレージ、およびネットワーク・システムを高度に利用する早くからのユーザーでもあった。NSA の使命は、国家の情報システムを保護し、国外の諜報活動を支援することにあるため、国内の最重要課題の一部について産学の両面でのシミュレーションを進めてきた。NSA の研究テーマは、数学と信号処理の分野における知識に基づいて、大幅な改善を実現する手法とアプリケーションの模索を中心としたものである。新しい概念の考案から、試作品の制作、また最先端の商用製品の機能強化に至るまで、研究活動の範囲は広い。

調査結果：ハイエンド・コンピューティングの新しい応用分野を模索する時機を迎えている。

従来のハイパフォーマンス・コンピューティングを中心とした長期的な研究課題を推進することに加え、当委員会では、これまでに手付かずとなっているハイエンド・コンピューティングの応用分野について詳しく調査することにより、世界に関する認識を深めると同時に、あらゆる市民

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

に提供するサービスを強化する必要があると考える。ハイエンド向けのアプリケーションが拡大することには、コンピュータ、ソフトウェア、およびアプリケーション関連のベンダー各社を引き付けて、ハイエンド・コンピューティングの健全な市場を維持していく作用がある。今日、ハイエンド・コンピューティングの市場は、情報テクノロジー市場全体の部門として見ると、縮小傾向にある。ハイエンド・コンピューティングによる多大な成果が期待できる分野は次のとおりである。

- 「インテリジェント・システム」
超大規模なデータベースに、高度なデータ・マイニング・アルゴリズムを使用して、医療から市場調査に至るまで多様なアプリケーション領域で高度な意思決定を支援する。
- 設計
単に航空機の設計、核兵器の管理といった、きわめて重要ではあるものの、一般には遠い存在の分野だけに限らず、ファッションや建築といったより一般的で、身近な分野に向けて、コンピュータ支援による設計/エンジニアリング・テクノロジーを応用できるようにする。
- 輸送
航空機の効果的な利用に向けた最適経路の管理、燃料の効率利用を図ることにより、年間数十億ドル規模の経費を節減できる。
- 危機管理
危機シナリオのシミュレーション（特に天候や地下水の流れなど）は、予測される危機の管理、および訓練や準備活動の上でも重要な役割を果たす。
- インフラストラクチャの支援
国家の経済および行政にとって、大規模ネットワークの管理が重要な課題になっている。

調査結果：米国のハイエンド・システムの供給業者は、過剰な市場圧力に瀕している。

上記の問題が解決されれば経済や社会にもたらす利点が大いことはわかっているが、ハイエンド・コンピューティング・システムの市場は複合構造になっている。ハイエンド市場（ワークステーションやサーバ）のうちのローエンド/ミッドレンジ部門は、財務上好調ではあるが、ハイエンド（場合によって、その起源を反映して「スーパーコンピューティング」と呼ばれることもある）部門は伸びておらず、年間の売上は 20 億ドルに満たない。歴史的に米国のベンダーによって支配されてきたこの部門（仮に、世界中でインストールされているコンピュータのうち最も高速なマシンの上位 100 を例とする）は、ここ数年の間に激しい統合の期間を経てきた。この結果、国内ベンダーでは SGI（Cray の子会社も含め）と IBM だけが残っている。これ以外に米国には、技術系のハイパフォーマンス・コンピューティングを中軸とした大手ベンダーは存在しない。最近設立された Tera や SRC といった企業も、まだ採算ベースに達してはいない。

同時に、海外のベンダーは超ハイエンドの市場における拡大を目指しているため、今後、専門のハイエンド・システムとして国外ベンダーに依存する可能性が大きくなる。たとえば、1998 年 11 月現在で、ワールドワイドにインストールされているコンピュータ、上位 500 のうち、米国以外のメーカーの比率はわずか 10%程度であるのに対し、ハイエンド系の上位 100 に限って見ると、米国外のシェアは 25%に達する。当委員会では、米国が今後のリーダーシップの強化に向けて産学が協力して、研究開発プログラムへの投資を実施しない限り、この傾向は続くものと考えている。

調査結果：ハイエンド・システム、アプリケーション開発ソフトウェア、アルゴリズム、プログラミング手法、コンポーネント・テクノロジー、およびコンピュータ・アーキテクチャにおける革新技術が不可欠である。

こうした分野における技術革新は、実用のアプリケーション、プログラミング機能、使いやすさ、スケーラビリティの面で一定水準以上のパフォーマンスを維持することを目的とした画期的な手法の考案を目指したものである。ソフトウェアやアルゴリズムの研究開発に向けた財政支援が不足したり、短期的な研究があまりに重視されたりすると、ソフトウェア・ベースが一握りの積極的なユーザーだけに著しく限定される結果になる。

現在、革新的なハイエンド・アーキテクチャとテクノロジーの研究に向けた連邦政府主導のプログラムは、規模が小さ過ぎることに加え、この10年の間に著しく縮小されてきた。上に挙げたアプリケーションでは多くの場合、ペタフロップス・レベルのコンピューティングが不可欠となる。ペタフロップス規模のコンピューティングを実現するために、アーキテクチャをはじめ、システム・ソフトウェア、アルゴリズム、プログラミング手法、およびハードウェア・テクノロジーの面で革新的な進化が求められている。

調査結果：現在、民間部門の科学技術コミュニティで提供されているハイエンド・コンピューティングの能力は、最先端の水準には遠く及ばない。

今日、情報インフラストラクチャの施設は、科学技術者にとって、ここ数十年の間に共有型の大規模な物理計測器（国の望遠鏡、顕微鏡、原子加速器など）に似た役割を果たすようになっていく。NSFやDoEといった部局では、多方面の分野の専門家が研究活動を進められるように、最先端のIT施設に、ピアどうしで相互に監視できるアクセスを提供している。

過去10年を振り返ると、民間のアプリケーションを中心とした科学技術関連の研究者が利用できるコンピューティング能力の水準は、国家安全保障のコミュニティに比べると、1/2～1/5程度にしか過ぎない。こうした状況を生んだ原因には、民間アクセス用のマシンに向けた予算が極端に少ないこと、また最初に実用化されたシステムをまず国家の安全保障用に充当するという条件などが考えられる。最近では、民間部門における科学技術コミュニティのコンピューティング能力が、たとえばASCIプログラムなどに導入されている大規模なシステムに比べ1/10～1/20にも満たないと言われる。またNSFスーパーコンピュータ・センターの数も4か所から2か所に削減し、残りのセンターに設置したハイエンド・システムへの増額はなくするという決定が下された結果、学界での研究者に提供される総合的な能力は著しく低下することになる。

こうした施設は、その機能を最先端の水準に維持していくならば、国家の研究活動を主導していく上でも不可欠となることは明らかである。しかし、連邦政府の当局は、IT施設の機能水準（たとえば、ハイエンド・コンピュータ、ハイパフォーマンス・ネットワーク、大規模ネットワークなど）を、基礎研究の支援と直接的に衝突することがない方向で、引き続き改善できるように、設備機器に関するニーズに対応しなければならない。

3.3.2 推奨案

ハイエンド・コンピューティングでは、通常の情報テクノロジーの部門と同じように、今後数十年先を見据えた新しい業務体系パラダイムに対応できるハイリスクの画期的な基礎研究を強化する必要がある。特にハイエンド・コンピューティングにおけるシステム・ソフトウェアとアルゴリズム・レベルのソフトウェアや、斬新なアーキテクチャ、デバイスの研究のほか、学界や連邦政府が、最高水準のパフォーマンスを備えたコンピュータの基本的な研究開発を実施することが最も必要な課題となる。ハードウェア、ソフトウェア、およびアーキテクチャに関する研究は、西暦 2010 年までに実現可能なペタフロップス/PetaOps レベルの達成に向けた構想によって効果的に主導できる。

また最大の成果を得るために、NSTC のコンピューティング/情報/コミュニケーション小委員会は、連邦政府の担当部局全体を対象として、ハイエンド・コンピューティング・システムに関する研究活動とアクセスの面で、調整作業を行う必要がある。具体的には、プログラム・プランニングのプロセスを調整して、提案される推奨案をもとに作成する各プログラムを密結合しながら、相互の連携を強化する。たとえば、アーキテクチャとソフトウェアの開発は相互に依存する工程であるため、PetaOps の推奨基準をもとにハードウェアとソフトウェアの双方の作業を連携して進められるようになる。

推奨案：画期的なコンピューティング・テクノロジー/アーキテクチャの実現に向けた研究の財政を支援する。

最近のスケラブルな並列アーキテクチャでは、演算に伴うメモリ・アドレスの参照が不定期に行われたり、演算処理をサポートするために膨大なデータをメモリから転送する必要のある重要なアプリケーションには効果的な対応ができないことが明らかになってきた。こうした制限に対応するために、当委員会では新しいコンピュータ・アーキテクチャの実現に向けた研究開発のための財政支援を強化することを推奨する。特に、今日のアプリケーションや将来的なアプリケーションで要求されるメモリ帯域幅を維持しながら、アクセスの待ち時間を短縮、または抑制できるメモリ構造の設計に向けて実質的な研究が不可欠となる。この領域での改善が進むことにより、ほぼすべてのプログラムのパフォーマンスが向上するほか、ハイエンド・ソフトウェアの開発工程もさらに容易なものになる。

当委員会では光学ベースの量子/生物/ニューロ・コンピューティングといった今後有力視される画期的なテクノロジーの研究開発を支援することを推奨する。最終的にシリコン・チップ・テクノロジーは、物理学の法則と衝突する。この問題がいつ生じるかは、正確には予測できない。いずれにせよ、デバイスがしだいに分子サイズのレベルにまで縮小していくに伴い、コンピューティング・コンポーネントとコンピュータの処理速度が上がるため、科学者には難題がつきまとうことになる。具体的な投資先として、現実のアプリケーションの処理負荷を想定して、アーキテクチャ・デザインの模索や検証ができる画期的なアーキテクチャやフルシステムの研究に利用できるシミュレーション/解析ツールの強化などが考えられる。また、21 世紀に向けてコンピューティング能力を引き続き強化するために、新しいテクノロジーへの投資も始めるべきである。ハイエンド・コンピューティングに対応したアーキテクチャは、ハードウェアとソフトウェアのテクノロジーに関する研究と連携して、反復的に開発する必要がある。またハイエンド・コンピューティングの研究に伴う財政支援の形態も、それぞれの分野との連携を反映しながら考えなければならない。規模の大きいプロジェクトでは、実用面における重要な洞察は産業界からしか期待できないため、業界の参加も重要な要素となる。技術革新に向けた研究が一定の成果を収めた段階で、以降は産

業界が実際にこの新しいアーキテクチャとテクノロジーをオープンな市場で展開していくことになる。

推奨案：ハイエンド・コンピューティングの性能改善のためにソフトウェアに対する研究開発の財政支援を強化する。

当委員会では、ハイエンド・コンピュータの性能と処理効率を改善するために、ソフトウェアに対する投資を大幅に増強することを推奨する。ソフトウェアへの投資は次の 2 つのカテゴリに分けて考える。まず、システム・ソフトウェア、アルゴリズムの開発、統合システムを管理するソフトウェアのバランスという点である。システム・ソフトウェアの言語、コンパイラ、実行時ライブラリ、オペレーティング・システム、ファイル・システム、I/O ドライバ、デバッグ、プログラミング・インタフェース、パフォーマンス調整ツールなどを中心としたシステム・システムへの投資によって、処理効率や性能を改善しながら、ハイエンド・システムを大規模なユーザー・コミュニティに提供できるようにする。もう 1 つはアルゴリズムの開発という領域である。この領域に対する投資は、最先端のマシンを効率的に利用する上でも続けていく必要がある。ソフトウェアとアルゴリズムに関する研究開発によって、メモリの階層構造の有効利用が可能になる。

最大限のパフォーマンスを得るために、コンピュータ環境は、資源の割り当てを実行するソフトウェア、並列の入出力、超高速/大容量のインテリジェント・ストレージ、科学技術用データ管理機能、およびビジュアライゼーションで構成する必要がある。ハイエンド・コンピュータと周辺装置の間に生じる可能性のあるボトルネックの原因を解消することにより、全体的なシステムの処理効率を改善できるソフトウェアについて調査する必要がある。たとえば、ベタフロップス・コンピュータでは、エクサバイト (10^{18} バイト) 規模のデータが生成されるため、まずシステムを高速ストレージにただちに転送して、ユーザーが利用できるようにしなければならない。これらのツールのスケラビリティは、ハイエンド・コンピュータに搭載するプロセッサが開発されるペースに合わせる必要があるため、重要な要素となる。こうした開発努力は、使いやすさを改善するだけに限らず、国家の安全保障や新しいコンピュータ・アーキテクチャの開発などを含め、アプリケーションの移行を促進する上でも、不可欠となる。

最近登場しつつあるテラスケール・システム (10^{12} オペレーション/秒) を効率的に有効利用するには、ソフトウェアに関する研究開発および展開の面で、大幅な改善を図らなければならない。ソフトウェア、アルゴリズム、ライブラリに対応する効果的なビルディング・ブロックがないと、ハイエンド・ハードウェアは、有効利用のできない単なる高額のテクノロジーに過ぎなくなる。実用に耐えるソフトウェアは、積極的で着実で、しかも持続性のある長期的なソフトウェア研究プログラムの成果として初めて生まれるものである。ソフトウェアの問題は、2010 年、またはそれ以前に PetaOps (10^{15} オペレーション/秒) レベルの性能が達成されれば、一段と重要になってくる。ベタスケール・ソフトウェアの方向を積極的に探るべき時期は今以外になく、ハードウェアのプロトタイプができ上がってからでは遅い。

またハイパフォーマンス・ソフトウェアの研究に対する財政支援に限界があると、一部の研究グループには、潤沢な支援の得られる別の領域にテーマを切り替えるところも出てくる。テラスケールやベタスケールのソフトウェアを模索する知的集団を拡充、または維持していく上で、政府は長期的なソフトウェア研究に向けた財政支援を強化する必要がある。

推奨案：西暦 2010 年までにバランスの取れたソフトウェア/ハードウェア戦略を通じて、実用向けのアプリケーションで PetaOps/ペタフロップスのレベルを維持しながら、ハイエンド・コンピューティングの研究に向けた財政支援を強化する。

当委員会では、CIC/HECC (High End Computing and Computation) プログラムで提案されたペタフロップスの活動について検証してみた。このプログラムが主導している暫定調査では、2010 年までに期待される性能を達成するには、テクノロジーの飛躍的な発展が不可欠になると結論付けている。重要なアプリケーションで PetaOps またはペタフロップスのレベルでの性能を持続できるシステムの構築を目標とすることにより、ハードウェア・テクノロジー、新しいアーキテクチャ、ソフトウェア・システム、およびこうしたシステムを実現するためのアルゴリズムについて研究を進めるための有効な手段となるものと考えられる。したがって、このプログラムの財政支援をさらに強化して、アルゴリズム、システム・ソフトウェア、アプリケーション・レベルのソフトウェア・コンポーネント、ハードウェアの面で必要とされる技術的發展を支えていく必要がある。

PetaOps/ペタフロップス・レベルの性能を維持するための目標は、それ自体が目的ではなく、テクノロジーを発展させるための原動力として認識することが重要である。現実にはこのレベルの性能は、単なるハードウェア・テクノロジーの高速化と、ハードウェアの並列化だけでは達成できるものではない。この水準の性能を達成するには、ソフトウェアとハードウェアを密結合したバランスのよい設計が不可欠になる。単に PetaOps レベルの性能を発揮するコンピュータ・システムを開発しても、全面的なハイエンド・アプリケーションに応用できるソフトウェアやアルゴリズムがなければ、意味がない。たとえば既存のアーキテクチャと、将来的に有望なアーキテクチャ（たとえば、プロセッサ・インメモリ型のコンポーネントを搭載したアーキテクチャ）を技術的な側面から比較・検討できる適切がプログラムが必要になる。また、数万～数十万個のプロセッサを搭載したコンピュータをプログラムするためのソフトウェア上の課題や、メモリ中の階層構造にも適切に対応できよう設計も必要となる。

十分な財政支援を提供することにより、主要なハードウェア/ソフトウェア・テクノロジーへの直接投資と開発を強化すれば、仮にこれが中短期的なスケールのコンピュータ・システムには即座に応用できない場合でも、ペタフロップス・プログラムが、長期的な観点から見たコンピューティングの目標に意義があることを実証することによって、ペタフロップス水準の実現に向けた進化が一段と早まるようになる。

推奨案：科学技術関連の研究を支援できる強力なハイエンド・コンピューティング・システムの実現に向けた財政支援が必要である。

ハイエンド・コンピューティングは今、科学技術の研究開発の幅を拡大する上で重要な要件となっている。先ごろ、コンピュータ化学の分野でその成果が広く応用されている開発努力を続けた先駆者的なコンピュータ研究者 2 人に、ノーベル化学賞が授与された。こうした分野での研究活動の貢献に基づいて、私たちは新素材の動作を解き明かしたり、生物構造の理解を深めたり、人間の生活環境の認識や向上を図ったりできるようになる。

今後、米国が世界のテクノロジー・リーダーとしての位置を保持していくには、科学技術関連のエンジニアは、最高の性能を持つコンピュータにアクセスできなければならない。したがって、当委員会では連邦政府が主な施設共有センターを通じて、引き続きこうした高性能のコンピュータを研究グループに提供していくことを推奨する。科学技術に関連する分野を問わず、長期的な基礎研究を拡充するにはまず、研究コミュニティ全般にとって最も効果のある方向でセンターのコ

コンピューティング能力を強化することを第一優先に考える必要がある。具体的には、NSF の PACI (Partnerships in Advanced Computational Infrastructure) センター、および NSF National Center for Atmospheric Research などの特定の分野を支援する専門センターなどがある。

ハイエンド・コンピューティングを調達する場合、まず学術向けコンピュータのパフォーマンス・レベルを特定の任務のある当局の水準に極力近づけることを最優先に考える必要がある。たとえば DoE の ASCI プログラムは、コンピュータ・パフォーマンスを表す最新のベンチマークとされている。第2に、専門のミッション・センターの能力を強化する必要がある。DoD、DoE、NASA といった特別任務を帯びた当局では、ハイエンド・システムを調達するための追加資金を確保しなければならない。当委員会では NSF PACI センター、および特別任務のある当局が協力して、支援団体からは独立した方向で、科学技術にコンピューティング能力を提供することを推奨する。

また、情報テクノロジーに関する研究を支援できるようにハイエンド・コンピューティングの用途を広げる方向での努力も不可欠となる。提案されたペタフロップス/PetaOps アーキテクチャのシミュレーションを実行することは、こうしたシステムで使用するソフトウェアを開発する上でも必須の条件となる。ただし、こうしたシミュレータ自体も、最高水準の性能を発揮するコンピュータがなければ、単純な演算カーネルを実行することさえできなくなる。当委員会では、第5.3項で説明する"Expeditions into the 21st Century" (21世紀への探求)の研究開発活動を支援すべく、ハイエンド・システムの投資をさらに強化することを推奨する。ハイエンド・システムによって、真の技術革新に向けた研究が可能になるため、21世紀に向けてハイエンド・コンピューティングの技術を利用できる研究者グループを育成する上でも効果がある。また、ハイエンド・システムにより、新しいアプリケーションに対応する環境も実現されるため、米国内の重要なハイエンド・コンピューティング市場に対応するニーズの拡大にも貢献する。

推奨案：NSTC CIC の HECC (High End Computing and Computation) 作業グループの調整プロセスを強化して、政府のハイエンド・コンピューティングに対する投資の主要素にすべて対応できるようにする。

当委員会では、連邦政府が実施しているハイエンド・コンピューティングに向けた研究開発、調達のための投資予算、計画をすべて、NSTC CIC 小委員会の作業グループに提示することを推奨する。現在、エネルギー省の ASCI プログラムや国防総省の HPCMP (High Performance Computing Modernization Program) のハイエンド・コンピューティング・プログラム、および NSA の一部のプロジェクトでは、大規模な投資が決定的に不足している。したがって、こうしたプログラムでは、連邦政府の部局間のハイエンド・コンピューティングに向けた調整作業が欠如する結果になる。大規模な投資が不足する結果、ハイエンド・コンピューティングに向けた調整や研究開発活動のプランが難しくなるという現状がある。

予算に関する推奨案：ハイエンド・コンピューティングの研究および調達について、2000～2004年度の間に、現在の財政支援水準をさらに強化する。

ハイエンド・コンピューティングに向けた開発業務を支援する予算は、次の3段階のステップを追って編成された。まず、革新的テクノロジー/アーキテクチャ、ハイエンド・ソフトウェア、PetaOps/ペタフロップス・レベルの維持、ハイエンド・コンピューティングの調達という4つのテーマ別に各小委員会を設置した。次に、本報告書のこの章で説明する調査結果に基づいて、各小委員会が独立して、基本的な推奨案に関する技術上の目標を定めた。第3に、各小委員会が、それぞれの目標を達成する上で必要となる予算を算定した。下表に示す予算は、最初の3つの小委員会を

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

合わせた予算額を示すものである（4 つ目の調達に関する予算は別途設けた）。

下表の値は、当年（1999 年度）支援水準に加算して算定した。

ハイエンド・コンピューティング関連の研究に向けた財政支援（単位：100 万ドル）

	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
ハイエンド・ソフトウェア、 アーキテクチャ、 PetaOps コンピューティング	180	205	240	270	300
ハイエンド・コンピューティングの調達	90	100	110	120	130
合計	270	305	350	390	430

上の表は、4 つの推奨案のうち最初の 3 つのテーマを合わせたものである。なお 5 番目の推奨案では、現在の HECC 相互調整プロセスに含まれていない研究課題は対象外としてある。

4. 社会/経済面における研究と方針の優先課題

国家の利益は、今後も発展する情報テクノロジーが潜在的に持っている社会/経済面での効果を、いかに深く認識するかによって依存する。情報テクノロジー・ベースの変化が進む速度が増すに従って、しだいに表面化する問題についてもよく理解する必要がある。画期的なテクノロジーがもたらす約束を実現するには、こうした問題の識別、認識、予期、そして対応に向けた研究開発への投資が不可欠になる。今、社会、経済、および政治の問題に関する認識を深めるためのデータが求められている。私たちの社会や経済が意義のある方向で発展するように、知識を切り開くための研究が適用分野の面でも、また将来性の点からも、幅広く長期的に、しかも大規模に展開されなければならない。

全米の国民が、この新しい時代を迎えるにあたり、十分な準備をしておかなければならない。このためには、K-12 レベルの教育に始まり、高等教育に至るまで、総合的な教育制度を整備する必要がある。情報テクノロジーの労働力として求められるスキルを向上し、全体的な労働力の情報テクノロジー・リテラシーを強化するために、私たちの社会に不可欠となる情報テクノロジーに関連したスキルを中心とした教育を集中的に強化することが重要になる。また、米国全体が豊富な人材を有効利用できるようなプログラムにも重点的に対応する必要がある。

情報化時代には、民族、性別、身体的能力、収入水準、地理的条件などの面で格差があってはならない。また情報テクノロジーには、個人のプライバシーを厳しく保護しながら、アクセスできなければならない。また幅広いアクセスを提供するプログラムでは、社会やテクノロジーにかかわる条件や最新の開発傾向をよく理解した上で、最も有効で効率的な方法により、必要な相手にアクセスできなければならない。

情報テクノロジーは、あらゆる国民や機関に対する情報の流れを飛躍的に改善するとともに、民主主義の強化、不公正の是正、アクセスの強化に向けた強力な手段となる。しかしこうした潜在能力を引き出すには、具体的な目的と総合的な基準が必要になる。具体的な目標と、変化の影響を正しく評価するための詳細な調査を実施し、こうした調査から得られる知識を効果的に活かしていくための適切な方策も不可欠の条件となる。

4.1 調査結果

調査結果:特にインターネットの急速な拡大と地球規模の商取引が実現されるなかで、情報テクノロジーの応用は、複雑で重要な課題を抱えている。

情報テクノロジーの利点を実現するにあたり、先の章で指摘したさまざまな技術上の課題に加え、社会、政治、および法律の面にかかわる数々の障害も明らかになっている。たとえば、第1章で取り上げた医療形態の変化に伴う共通認識の問題を再び考えてみる。遠隔医療が一般に普及する以前に、情報テクノロジー関連の研究によって、解決しておくべき技術上の課題がいくつかある。しかし、社会/経済や方針に関する主な課題から生じる問題の解決方法が、さらに深刻な障害を生んで、適切な遠隔医療を実施できなくなることも考えられる。具体的には、患者レコードのプライバシー/セキュリティの保護、保険会社による患者レコードの利用、州ごとに異なる医師免許の規定、オンライン環境における患者と医師の信頼感の確立といった面で解決すべき問題が数多くある。同様に、電子商取引が広く普及するようになれば、セキュリティを一段と強化し、オン

ライン環境での各当事者どうしの安全性と信頼感を保証するための機構が必要になる。コンピューティング/コミュニケーション⁷がもたらす社会/経済的な影響について詳しく研究すれば、こうした重要な問題が一部解決されるようになる。

また幅広いアクセスが可能になるネットワーク環境では、情報テクノロジーの利用によって、また新たに方針上の問題が生じてきている。たとえば、個人のプライバシー、知的財産権、電子署名、特定のコンテンツ（ポルノや煽動的表現など）の規制といった問題が挙げられる。

規制の方針にかかわる複雑で重要な課題の例として、プライバシーの問題がある。多くのアプリケーションにとって、情報の管理と分析は不可欠の条件になる。ユーザーやアプリケーションの利用に関する情報は、サービス・プロバイダがビジネスを展開したり、政府や医療機関が具体的な情報に基づいて効率よく個人的なサービスを提供したりする上で、有効な手段となる。しかし、これは、個人的な情報が完全に保護されて初めて、可能になることである。システムが信頼できなければ、この利点は著しく阻害されることになる。作成するアプリケーションにとって、プライバシーの情報を保護することは必須の条件となる。今、市民が政府や企業と協力しながら、最適な規制を定める急務となっている。市民の安全を保護することと、煩雑で官僚的な手続きを定めることには、明確な違いがある。

国際的には、European Union Privacy Directive では、情報のプライバシーに関する規制が緊急課題として指摘されている。ヨーロッパ連合の法律によれば、EU でビジネスを実施する企業は、European Union Privacy Directive で規定されるプライバシーの原則に従わない諸国（米国など）には個人情報の送付が禁じられている。こうした規制は、米国の電子商取引には、多大な影響を与えることになる。

調査結果：規制に関する方針の決定と情報テクノロジーへの投資は、社会に対する情報テクノロジーの影響に関する研究やデータが不足したまま行われている。

私たちの個人生活や職業活動と、情報テクノロジーとの統合は、偶発的に生じるものではない。今、私たちが体験している数多くの変化は、それなりの意思決定の結果として生じているものである。情報テクノロジー関連の研究と統合のペースが加速化するに伴い、私たちの日常生活には多大な影響と作用をもたらす意思決定が一段と増えることになる。影響の範囲は計り知れず、私たちの子孫が小学校で初めて接する情報テクノロジーの形態から、果ては国内の輸送/通信インフラや経済活動のあり方に至るまで多岐に渡る。一般には、情報テクノロジーの実現に向けた決定が、該当する研究によって適切には伝えられないことが多い。事実、情報テクノロジーを実現した段階で、当初の意図とは裏腹の結果が生じることも少なくない。

情報テクノロジー関連の問題について、現在交わされている議論や方針上の意思決定を適切に伝えるために、社会に対する情報テクノロジーの影響に関する社会科学的な研究を強化する必要がある。こうした研究の結果、情報テクノロジーの研究者は、規制上の複雑な問題（たとえばメタデータのタグに関する新しい標準の確立、知的財産権を管理するためのマイクロペイメント）にも対応できるようになる。また、社会科学の研究成果は、実際の情報システムの設計の上でも貢献する。たとえば、グループウェアの設計は、情報を共有化する形態や意思決定の方法に関する研究の結果に基づいて進めることができる。

⁷ National Research Council, Computer Science and Telecommunications Board. Report of a Workshop. "Fostering Research on the Economic and Social Impacts of Information Technology", 1998

公正とアクセス

調査結果：あらゆる市民が、情報テクノロジーにアクセスできなければならない。

大統領は、1998 年 6 月 5 日、MIT の卒業式典の祝辞の中で、本報告書で推奨している飛躍的な技術革新が全米規模でもたらす無限の可能性に関する構想を繰り返し強調した。米国が、こうした構想を支援していく上で直面する課題の 1 つとして、全市民に対して、この種の可能性をいかに提供するかという問題がある。地球規模の経済における競争が激化するに伴い、単に地理的条件や経済状況の面で恵まれた米国民に限って機会を提供しただけでは、貴重な人材が無駄になる。特に教育環境 (K-12 やその他の高等教育) における情報テクノロジーのアクセスおよび運用は、21 世紀における情報社会で米国民が生産的に生活できるように、スキル・ベースを構築する上での前提条件となる。また、国家規模の研究活動を維持していく際に不可欠となる IT 関連の可能な研究者の関心を浸透させ、技能を育成する上での重要なステップとなる。

情報テクノロジーは、社会的/経済的な不公正を是正し、身体的能力の差から生まれる問題を緩和するための手段ともなる。情報テクノロジー関連のツールやアプリケーションによって、人種、性別、身体の不自由さ、年齢、収入、場所といった差を取り払う機会が提供される。最も広く普及した応用例の 1 つであるインターネットを通じて培われる文化的な価値を含め、有力なテクノロジーの品質により、国の内外を問わず、すでに社会的な相互作用や経済上の機会のあり方に変化をもたらしてきた民主化の能力を備えている。これまで、情報資源に対する均等のアクセスを保証する上で、公共図書館は重要な役割を果たしてきた。また、公共図書館はあらゆる人々にインターネットの資源と通信機能への平等なアクセスを保証する意味でも、きわめて重要な役割を持つ。全国規模の公共図書館を通じて、平等のアクセスを保証するための基本的な役割が維持できるように、考えられる影響、費用、そして潜在的な資金源などを詳しく調査することが重要になる。

実際には、インターネットへのアクセスや、情報テクノロジーの変革に関与していく上で、民族的な格差が広がっているのが現状である。たとえば、白人アメリカ人はアフリカ系アメリカ人に比べ、勤務先で PC を使っていること傾向が強いため、自宅の内外を問わずインターネットへのアクセスや Web の利用がしやすくなる⁸。同様の格差は、ラテン系アメリカ人、ネイティブ・アメリカンなどのマイノリティ・グループにも見られる。National Telecommunications and Information Administration (NTIA) が最近の発表した調査結果からも、インターネット利用における民族間の格差が広がっている実態が報告されている。

インターネットの利用について、民族間の格差が解消されないと、国家的にはきわめて深刻な影響が及ぶようになる。米国社会全体のうち、相当な割合を占める部分でインターネットに対する均等なアクセスが保証されない限り、国内の企業は適切な技術や能力を備えた人材を雇用できなくなる可能性がある。白人とマイノリティ・グループの間に見られる雇用機会と賃金の格差がますます広がる結果、国家全体として多大な悪影響を被ることになる。確かにインターネットは機会均等という平等のチャンスをもたらすが、これはアクセス権のある人々に限ったことに過ぎない。

⁸ "Bridging the Racial Divide on the Internet", 1998 年 4 月 17 日

調査結果：情報テクノロジーへの全面的な参加を促すには、広帯域幅による接続が不可欠になる。

情報テクノロジーに関連する研究や教育を実施するには、必要な情報へのアクセス、地理的に分散した大学どうしの連携、最先端のテクノロジー資源（天体望遠鏡、電子顕微鏡など）へのアクセスを提供する高速のネットワーク接続が不可欠になる。地方にある規模の小さい大学での科学者、教育者、学生はときに、vBNS⁹やその他の高速インターネット・バックボーンへの接続ができないために、最新の研究結果や教育の機会にアクセスできないことがある。EPSCoR (Experimental Program to Stimulate Competitive Research) は、全米 18 州に加え、これまで協力関係が立ち遅れていたプエルトリコの各機関の参加を促進するために設置された制度である。これ以外の州にも、規模の小さい地方の大学が数多く存在する。特に本報告書で提案した"Expedition"センターなどで共同研究への全面参加は、広帯域幅による接続が提供されない限り、現実性はない。

労働力

調査結果：情報テクノロジーに関連する労働力の供給は、実際の需要水準に満たない。

業種を問わず、全米の主な企業の CEO（最高経営責任者）は一律に、今後 10 年の間に米国が競争力を維持していく上での最大の課題として、技術的な労働力の強化を挙げている。¹⁰ エンジニアリング、コンピュータ、情報科学の分野で、適切な専門トレーニングを受けた優秀な人材を確保すること、すなわち単なるスキル・ユーザーだけにとどまらず、高度なテクノロジーの研究者、制作者、設計者などを含め、優れた専門家を十分に供給できることが不可欠となる。この動きの激しい世界で、こうした優秀な人材は常に自分の知識を技能を高めていかなければならない。

今日、極端な供給不足の状況があるため、将来の見通しは決して明るくない。情報テクノロジー分野の成長と、優れた人材への需要の拡大は急速に進んでいるものの、コンピュータ・エンジニアリングやコンピュータ科学を専攻した学生数が極端に少ない。学士レベルのトレーニングが必要となる技能に始まり、情報テクノロジー専門の人はきわめて不足している。特に大学院レベル以上の学位が要求される職種には、おびただしい空席がある。昨年提出した当委員会の中間報告では、短期的な対策として H-1B ビザの発給枠の拡大を提案したが、この処置も長期的な対策としてはそれほど効果は期待できない。

米国の労働力として、潜在的には情報テクノロジーに関連する相当数の人材が隠れている反面、雇用者側は情報テクノロジーの分野で国外から新しい人材を調達しているという現状がある。これには、経済学者が「適合性の問題」と呼ぶ一種の「市場崩壊」の危機をはらんでいる。人材確保に難航している情報テクノロジー関連の雇用者の多くが、資源に限界があるために、適切な教育やトレーニングを提供できていないことも明らかになっている。また、最新のトレーニングを受けた従業員との競争を恐れるため、雇用に消極的なところもある。一方、情報テクノロジーのキャリア追求のために教育やトレーニングに積極的な姿勢のある潜在的な人材は多いものの、これに伴う費用（高額なこともある）を負担するとなると躊躇する者も多い。仮に積極的であっても、従業員として雇用されているため、フルタイムで学習に専念することは難しい。また労働力に関する

⁹ vBNS は NSF が開発した超高性能「バックボーン・ネットワーク・サービス」である。

¹⁰ "Competing Through Innovation: A Report of the National Innovation Summit" Council On Competitiveness, 1998 年 3 月

問題を全面的に解決するには、進出の遅れが目立つグループからの雇用を強化し、全国規模で K-12 水準の教育を実施する必要がある点を認識する必要がある。これらの問題については、次項の調査結果をもとに詳しく説明する。

調査結果：情報テクノロジーに精通した多様な労働力は、これからの情報化時代に対応できる国家を作る意味で重要な役割を果たす。

情報テクノロジーに精通した労働力を育成するために、国家の潜在能力を全面的に引き出すことが重要になる。米国では、これまで科学技術や情報科学の分野での進出が遅れている女性やマイノリティ・グループの中に有能な人材が潜在していることは間違いない。アフリカ系アメリカ人、ラテン系アメリカ人、ネイティブ・アメリカンを合わせると、全米の労働力の約 1/4 に達する。これは大卒人口の 30%、全体の出生率の 1/3 に相当する。しかし、こうしたマイノリティ・グループが占める割合は、全米のコンピュータ科学/情報科学関連の労働力（学位レベル）のうちわずか 6.7%、エンジニアリング系の労働力では 5.9%、また国内のコンピュータ科学関連の教授陣では 1.7%、さらにエンジニアリング系の教授陣では 4.9%に過ぎない¹¹。また女性は、仮に学位があっても、コンピュータ科学とエンジニアリングのいずれの分野も進出率は低く、まして学界や産業界となると一層この傾向は強い。

こうした実態、傾向、問題は、今米国で求められている情報テクノロジーの労働力を育成するための多大な機会が存在することを表すものである。しかし、テクノロジー関連の労働力を強化し、経済的な競争力と繁栄を維持していくには、全体の人口のうち雇用の遅れているグループの人材を育成していく以外に方法はない。

調査結果：K-12、その他の高等教育は不十分であるため、情報化時代における課題には対応できない。

情報テクノロジー革命の成果として、米国民が仕事の上でも、個人的にもその利益を享受し、また国家が情報テクノロジー関連の教育を受けた有能な労働力を育成するのであれば、個々の学生が情報テクノロジーに関する具体的な側面を学習して、それぞれが高度な専門知識を身に付けていかなければならない。これは必ずしも、どこでも実践されているわけではない。将来的に必要とされる情報テクノロジー関連のスキルを習得する機会さえ与えられない子供が数多い。大人の世代でも、情報テクノロジー分野の仕事に就けるように、学習を続けたり再教育を受けたりするための機会が限られている。また、情報テクノロジー関連の労働力を育成するための教育制度も整備されていない。

4.2 推奨案

当委員会では、人材の育成について次の 2つのカテゴリに分けて推奨案を考えている。1つは教育/トレーニング、もう 1つは労働力に関する方針と研究活動の強化という点である。まず、上で指摘した問題に対応するには、新たな研究活動と根本的な路線変更が不可欠になる。当委員会で推奨する研究活動は、従来まで科学技術の分野を支援してきた部局の内部で十分に助成できる。ただし、この種の研究活動に充当する適切な支援についても検討する必要がある。

¹¹ George Campbell Jr., Ronni Denes, Catherine Morrison 共著, "Access Denied: Race, Ethnicity and the Science Enterprise", Oxford University Press, New York, 1999 年 8 月発行予定

推奨案：連邦政府のイニシアチブと、行政・大学・産業界の相互協力を拡充し、情報テクノロジー・リテラシ、教育、アクセスを強化する。

本報告書で提案する研究課題を実現するにあたり、連邦政府が協力関係を確立して、情報テクノロジー・ITリテラシ、アクセス、研究活動の発展に向けた機会を提供していくことが肝要となる。同時に連邦政府は、労働力のスキルや能力開発に関する問題に対応すべく、情報テクノロジー・リテラシとアクセスの強化に向けた機会を拡大する必要がある。次に、具体的な推奨案を示す。

推奨案：情報テクノロジーに伴う方針上の問題に関する連邦政府主導の研究を強化する。

情報革命によって社会のあり方に変革が起きるようになると、市民の情報プライバシーや知的財産権の保護、検証可能な署名機能の提供、情報の妥当なアクセス権の制御といった問題に対応していかなければならない。これに伴い、新しい方針や手続きが不可欠になる。一例として、最近よく取り上げられる情報プライバシーの問題を考えてみる。

産業界が主導権を持って、プライバシーに関する基準を確立・運用していくのは妥当なことである。産業界が適切な対応ができなくなった場合、あるいは医療や未成年者の保護といったきわめて微妙な領域に立ち入る場合は、政府レベルの規制が必要になる。

インターネットにおける個人情報のプライバシー保護に関する方針を評価、および確立する必要がある。また、オンラインの消費者を保護すべきであるという主旨の教育プログラムを産業界が実施するのも、ビジネス上には効果のある方法である。行政と産業界の協力のもとに、こうした努力を支援する必要がある。

当委員会では、次のような問題を中心としたプライバシー保護に関する課題について詳しい研究を実施することを推奨する。

1. 電子環境における個人のプライバシーを保護し、同時にインターネット上でのビジネスの実施を認可するためのプライバシーに関する方針を決める。たとえば、米国での習慣としてユーザーは情報の共有から「除外 ("opt-out") 」できるようになっているが、実際には通知の手続きが欠落していることが多い。European Union Privacy Directive では全面的な情報の開示（通知）と、インフォームド・コンセント ("opt-in" : 参加) が義務付けられている。その他、データベースに記録された情報の変更が許可されるユーザー、またプライバシーに関する方針を順守しない場合の対処についても検討する必要がある。
2. インターネット上で個人のプライバシーを最も効果的に保護する機構を整備する。たとえば、プライバシーに関する方針を法制化するための規制を設けるか、あるいは自主規制の努力で十分な効果がある、といった問題がある。これ以外、産業団体が主導権を持つか、非営利団体を設置すべきか、プライバシーに関する議論をいかに促すか、についても検討する必要がある。
3. European Union Privacy Directive は、電子商取引に対し、ローカル、またはグローバルな面でどのような影響を及ぼすか。

推奨案：社会/経済面での問題に関連する情報テクノロジーの研究を支援する。

テクノロジーの変化によって生じる社会/経済面に関する問題は本来、多岐の分野にわたる調査を必要とするため、社会、経済、および方針に関する主な問題を詳しく研究する必要がある。この面での研究は、インターネットなどの情報テクノロジーに伴う具体的な側面と連携させることも、またより幅広い観点から実施することもできる。いずれの方向であれ、社会/経済の問題に関する研究は、具体的な技術上のテーマを中心に、"Expedition Center"や"Enabling Technology Centers"で実施する。これらのセンターでは、研究の対象範囲を定義、承認した後、社会/経済に関する課題を中心に実験的な調査に必要となる研究活動の規模を定め、適正規模の研究チームが多方面の調査を実施し、研究成果の洗練化に必要な十分な時間を確保するようにする。

この種のセンターでは次のような領域の課題を中心に研究を実施する（必ずしも、これだけに限らない）。

- 社会的機関の変化
- 行政
- 電子商取引の研究
- 社会/経済のシミュレーション/モデル化
- 大規模な情報インフラストラクチャの持続的な利用
- 電子グループとコミュニティの研究
- 情報テクノロジーの普及に伴う阻害要因
- 人間対話操作とコミュニケーションの研究
- 社会/経済問題に関する研究を支援する国家規模の情報テクノロジーの革新技術の開発
- 電子政府

推奨案：情報テクノロジーの分野で進出が遅れているマイノリティ・グループや女性の参加を促進する。

情報テクノロジーの分野におけるキャリア追求について、進出の遅れているグループが直面する具体的な障害を中心に、体系立った研究活動を実施する必要がある。研究プログラムでは、大学受験の準備に伴う問題、大学入学時の障害、奨学金制度/入学時の方針、情報テクノロジー学位プログラムの継続、大学院教育の問題、キャリア・アクセス、キャリアアップに伴う障害などについて検討する。また、こうした問題の解決に向けたさまざまなアプローチの効果をテストするための実験プログラムを開発する必要がある。さらに、この種の問題解決に利用できる情報テクノロジー関連のツールがあるのか、またその手法を判断することが重要である。このような研究はほとんどの場合、社会/経済、および労働力の諸問題を中心に、"Expedition Center"や"Enabling Technology Centers"で実施することができる。

こうした研究活動に加え、現在実行されているその他のプログラムから得られるデータに基づいて、情報テクノロジー・コミュニティは、関連分野のキャリア追求を目指す女性やマイノリティ・グループの雇用を拡大する必要がある。すでに民間部門の中には、特にエンジニアリングの分野を中心に、マイノリティ・グループや女性の卒業生を生み出した成功例も見られるようになってきている。また高卒者を対象として潜在的に雇用の可能性のある人材を発掘する査定サービスなどを提供する高品質の研究と支援を実施してきた。これは、学生の教育、奨学金制度、指導制度、インターンシップ、専門家育成といった面で特に重要なポイントとなる。また NSF (National Science Foundation: 国立科学財団) では、サービスの行き届いていないコミュニティでの教育の改善、

科学技術分野へのマイノリティ・グループの参加の促進などを主眼としたさまざまなプログラムを開発してきた。一定の効果を上げているプログラムについては、情報テクノロジーの問題を包括できる方向で拡張していく必要がある。公共と民間の財団による支援を通じて実施されている政府主導型のモデル・プログラムも、大幅に拡充する必要がある。

推奨案：研究活動の地理的な場所、規模、民族的背景、教育機関、コミュニティなどの条件によって生じる広帯域幅対応の接続を提供する上で障害となる要素を解消するためのプログラムを策定する。

NSF vBNS の接続認可プログラムといった広帯域幅接続を提供するプログラムは、地理的条件、規模、民族的背景などが原因で生じる問題の解決に向けて、今後も継続、拡大する必要がある。ネットワーク・テストベッドに関連するあらゆる機関が、必要な研究を実施しながら、情報テクノロジーの労働力として能力のある学生を送り出していく上で、障害となる要因をすべて取り除く必要がある。現行の NSF Connections プログラムに適用されている EPSCoR 追加プログラムなど広帯域幅接続をサポートする特別な補助プログラムも、問題解決への重要なアプローチとなる。その他、方針や規制に関する問題点を解決、あるいは緩和する上で、開発・応用すべき研究についても検討する必要がある。さらに、図書館、学校、教会、コミュニティ・センターといった地方の機関を通じて、高度な接続を提供できるように、コミュニティ全体としての努力も支援する。

各州で広帯域幅の接続を確保することが重要となる。Rural Electrification Act（地方電気法）やインターステート・ハイウェイ・プログラムといった国家的な大規模インフラストラクチャ・プログラムと同様に、「インターステート情報スーパーハイウェイ」構想も、国家規模の長期的プロジェクトとして最優先に考える必要がある。ただし、当委員会は、政府がただちに国家的に広帯域幅インフラストラクチャの展開を助成すべきであるとは考えていない。現在のテクノロジーを利用しながら、関連する規制の問題を除外して考えても、費用の負担が重過ぎる。代わりに長期的な目標に向けた基本的な第一歩として、本報告書で提案する各種の研究努力を積み重ねることが肝要である。接続コストの低減に向けた研究を続けることにより、広帯域幅の接続が実現されるようになる。

推奨案：K-12、高等教育、生涯教育などを通じてあらゆるレベルにおける情報テクノロジーの教育制度を強化・拡大する。

市民が情報化時代に対応した準備を整え、情報テクノロジー関連のスキルが要求される職種やキャリアにも進出しつつ、テクノロジーの突然の変化にも対応できる知識を能力を向上できるように、適切な教育とトレーニングが今必要とされている。

情報テクノロジーの世界に生きられる人材を育成する一環として、まず情報の収集、他人とのコミュニケーション、日常業務の実施といった作業を行う場合に、コンピュータや Web の使い方を学習しなければならない。また、コンピュータ科学や情報科学に関する教材も、数学や科学といった教科に組み込んで自然な形で K-12 カリキュラムを編成する必要がある。情報テクノロジーに関する教育をすべての K-12 や大学生に提供するには、十分な能力を備えたコンピュータ科学/情報科学の教育者自身の能力を開発するための効果的なメカニズムを開発して、サービスが不足しているコミュニティでもうまく教えられるようにしなければならない。

生涯教育は、情報テクノロジーの専門業務のきわめて重要な部分を占める。急速に変化する実世界の動きに遅れないように、継続的に知識やスキルの向上を図る必要がある。パーソナル・コン

President's Information Technology Advisory Committee (大統領直属情報テクノロジー諮問委員会)

コンピュータやインターネットの技術進化に伴い、学習者は場所や時間を問わず、高度な情報テクノロジー関連のコースとトレーニングを実施できるようになる。情報テクノロジー関連の教育とトレーニングは、高い動機付けのある学習者が手軽に利用できなければならない。

情報テクノロジーの教育とトレーニングを実施するには、産官学の三者の協力が重要な要素となる。行政と産業界の協力を促進し、情報テクノロジー関連の教育/トレーニングを強化した一例として、1994年に始まった NSF (National Science Foundation: 国立科学財団) の ATE (Advanced Technological Education Program: 先端テクノロジー教育プログラム)¹²がある。その他、こうした協力関係のプログラムや奨励制度も開発、および支援する必要がある。

推奨案：教育における情報テクノロジーの応用を促進する。

情報テクノロジーには、あらゆるレベルで教育の品質と提供範囲を改善するための手段として、多大な期待が寄せられている。さまざまなアイデアが考案され、試されてきたが、こうした期待に応えるには、相当大規模な研究と実験が不可欠になる。同時に、教育の場面で有効であることがわかっている情報テクノロジーの側面を、幅広く普及させ、応用していく必要もある。

PCAST (President's Committee of Advisors on Science and Technology: 大統領科学技術諮問委員会) では最近、"Report to the President on the Use of Technology To Strengthen K-12 in the United States" (大統領向けの報告書：テクノロジーにおける K-12 の強化に関する報告) を発表した。この報告書では、現在、最新のテクノロジーによって支援されている短期/長期教育アプローチの成果を評価するための研究業務を推進すべく、連邦政府が主導的な役割を演じるべきである点が指摘されている。当委員会でも、この推奨案を強く支持する。

現在、総合大学、市民大学、単科大学、民間の教育機関などで「電子学習」への関心が高まりつつある。にもかかわらず、情報テクノロジー分野の教育/トレーニング担当者の間では、それほど応用が進んでいない。情報テクノロジーの応用は、情報テクノロジーそのものを扱う人々に向けた教育の場面で特に効果がある。特に、「いつでも、どこでも」というアプローチによって、多数の潜在的な学生（従来までは参加すら難しかった学生）にも、品質の高い教育/トレーニングが提供されるようになる。こうしたアプローチは、情報テクノロジーの分野における初歩的な教育の面でも、雇用の継続に情報テクノロジーの専門家を育成する上でも、多大な効果がある。

下表の数字は、1999年度の財政支援に追加すべきものである。

社会/経済関連の研究に向けた支援 (単位: 100 万ドル)

	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
社会/経済関連の研究	30	40	70	70	100

¹² Advanced Technical Education (ATE) は、市民大学をはじめ、バイオテクノロジー、電子、通信の各分野におけるキャリアを追求する高校生を対象に、科学、数学、テクノロジー教育の改善を主眼として設置された制度である。

当委員会では、今後5年の間に最大1億ドルの規模で追加支援を行うことを推奨する。まず初年度は、次のとおり、3,000万ドルを追加する。

- 1) 社会/経済関連の研究に対する支援として、1,000万ドルを追加する。これには、労働力に関するデータの収集、多面的な社会/経済の調査、1か所なし2か所の"Enabling Technology Centers"の設置が含まれる。
- 2) 教育関連のテクノロジーに関する研究用として1,000万ドルを追加する。
- 3) 経済的に恵まれないグループから出身の学生を対象として、科学技術分野で効果のあるパイロット・プログラムの支援用に、1,000万ドルを追加する。

3年目の増額分は、"Expedition Center"の支援に充当するものである。

5. 連邦政府の情報テクノロジー研究開発のための効果的な管理構造の構築

国家の将来にとって、情報テクノロジーが重要であるならば、この領域に向けた研究開発に対する連邦政府の財政支援を効果的に管理することも重要である。効果的な管理構造によって、連邦政府が主導する研究開発のポートフォリオにおける主な分野の全体的なバランスがうまく取れていることを確認できるほか、管理部門が研究開発の優先順位を定めたり、議会がこの目標の達成に向けて作業を進められたりできるようになる。またこうした管理構造によって、単一テーマの助成、多岐の専門領域にわたる多分野型プロジェクト、統合リサーチ・センターなどを含め、多様な財政支援が実現されるようになる。またアプローチや支援形態の多様化が図られる結果、当初予定されていなかった新しい発見、問題の多角的な解決、貴重な機会の逸失の回避などが可能になる。

コンピュータ科学とエンジニアリングという領域は、増分的な進化という特性のあるその他の分野と異なり、変化を伴う革新技術という特性を持つ。明日のアプリケーションが、今日に思いも付かない姿に変化することもあり得るため、コンピュータ科学とエンジニアに向けて国家的な規模での投資を続けることにより、革新技術の発展を支えることが重要になる。当委員会では、今日ある商用/科学技術/国家安全保障アプリケーションのニーズの延長として、情報テクノロジー関連の研究を捉えるべきではないと考える。

効果的な管理構造では、次の問題に対応できなければならない。

- 情報テクノロジーに向けた国家レベルで重要な目標に対応する。
- 適切な情報に基づいた具体的な方針を策定する。
- 適切な投資が可能になるように、戦略的な管理とプランニングを支援する。
- 連邦政府が主導する情報テクノロジー関連の研究開発活動全般を把握して、ポートフォリオを正しく評価できるようにする。
- 開かれた競争入札プロセスによって、連邦政府の研究支援を管理しながら、優れたアイデアや優秀な研究者への支援を保証する。
- 研究活動の各分野や支援機関を通じて、補完的な作業を結び付ける機構を提供する。
- 連邦政府の業務を検証・評価する。
- コンピューティング、コンピュータ科学、通信技術で構成した良好なベースが維持できるように、安全で柔軟性のある総合的なプログラムを提供する。

5.1 担当部局の役割

現在、情報テクノロジーの研究開発に向けた財政支援は、さまざまな部局から供給されているため、単独の局が主要な責任部門として、情報テクノロジーの支援を担当しているわけではない。こうした制度はこれまでも、驚くほどの成果を上げてきた。当委員会でも、研究支援の多様性は、重要な要素であるものとする。

しかし、コンピュータ科学とエンジニアリングの分野における基礎研究への支援という観点から見ると、国家に対する情報テクノロジーの重要度と、連邦政府の支援ポートフォリオの足並みが、しだいに合わなくなってきた。当委員会で指摘する予算の増額案は主に、状態の基礎研究用とし

て割り当て、その相当部分を NSF (National Science Foundation: 国立科学財団) に充当すべきであると考え。同時に当委員会では、NSF がこの増額分を利用して、コンピュータ科学/エンジニアリングに関する中心的な研究課題として、従来からの役割を再検討し、一段と強化することを推奨する。

これと並行して、情報テクノロジーの研究業務を実施するその他の部局では、主な構想の中核部分としてソフトウェアを据え、科学技術関連の基礎研究に対する取り組み再検討する必要がある。たとえば、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency: 国防総省高等研究計画局) の柔軟性と想像力に富んだ管理形態と、専門技術、さらに情報テクノロジーに向けた研究開発への効果的な投資実績は、これまでも多大な成果を上げてきた。各部局の参加は研究の支援やテクノロジーの調達面で、形態や優先事項がさまざま異なる傾向があるため、情報テクノロジー関連の効果的な研究開発プログラムを構築・運用する上で、重要な要素となる。この多様性によって、多方面の見方が相互に作用し合って、幅広い相互の補完効果が得られるため、知的水準の高い問題の追求も可能になる。

こうした情報テクノロジー関連の研究は、長期的な任務の目標によって動機付けられるが、基本的な情報テクノロジーの課題を念頭に置いて評価や財政支援を行う必要がある。特定任務を担当する局で着手された開発業務が、当初の主旨とは異なる別の領域に割り当てられる可能性もある。たとえば、生物医学分野で応用する情報テクノロジー関連の基礎研究は、NIH (National Institutes of Health: 国立衛生研究所) が主導し、情報テクノロジー関連の研究と生物医学の基礎研究という 2 つの観点から検討する必要がある。同様のことは、DARPA、DoE、NASA をはじめ、情報テクノロジーにおける特定分野の基礎研究を実施するその他の研究機関にもあてはまる。

推奨案: 情報テクノロジー関連の基礎研究における NSF のリーダーシップを強化する。
NSF には、この役割を果たす上で必要となる資源を提供する。

NSF が、その主導的な役割を果たす上で、基礎研究に向けた適切なレベルの財政支援が保持されるように、部局どうしの協力関係を強化する必要がある。NSF では、自局の予算しか管理できないが、類似した研究課題を持つ他の部局と連携することにより、すでに解決されている主な問題やニーズを確認したり、基礎研究関連のポートフォリオの問題点を識別したり、また非効率的な部分の解決に向けた作業を着手したりできるようになる。

NSF が、情報テクノロジー関連の基礎研究における主導的な役割を果たすには、多様な支援形態を定義、サポート、および調整できるように、NSF 内部の改革が必要になる場合もある。支援形態の例として、多分野型の長期的プロジェクトを実施しているさまざまな規模の研究センターなどが考えられる。また NSF では、ハイリスク・ハイリターン型の長期的な研究を推進するとともに、コンピュータ科学/情報科学やエンジニアリングの中核部分に十分が資金が充当されるように、変更が必要になることもある。当委員会では、National Science Board における情報テクノロジーの配分を現行より、大幅に増強する必要があると考える。

本報告書で提案する研究プログラムを成功させるには、NSF 自身が、単一テーマの研究活動を支援する助成金と、限られた数のセンターを組み合わせた既存の形態とはまったく異なるポートフォリオを支えなければならない。たとえば、実験的な研究課題を実施 (このような助成金が、別の分野でも提供されているかどうかにかかわらず) するには、長期的 (5~7 年間の支援) な多分野型研究プロジェクトが必要になる。これらのプロジェクトの中には、応用研究と技術移転が含まれるものもある。またプロジェクトによっては、必要な研究分野への努力を集中させるた

めに DARPA 型の研究を支援すべく、具体的な提案要求に応じて支援されるものもある。ポートフォリオにはこうした特長があるため、テクノロジーの研究と科学の調査を効果的に融合させなければならない。

CISE (Computing and Information Science and Engineering) 理事会が提唱する情報テクノロジー関連の基礎研究を支援するために、情報テクノロジーに向けた予算の増額分のうち 40~50% を NSF に充当する必要がある。残りは、別の研究機関に割り当てる。NSF への増額分のうち大部分は、新しいプログラムや支援形態に充当する。残りの予算は、プロジェクトの規模や期間の拡大に応じて、CISE 内部の従来からのプログラムに割り当てる。

5.2 情報テクノロジー関連の研究開発に関する方針と調整

国家の経済、安全保障、利益などに対する情報テクノロジーの重要性を考慮して、当委員会では現政権の情報テクノロジー関連の研究開発に対する優先順位を再検討して、高度な集中管理の体制と機構を確立すべきであると考えます。

推奨案：情報テクノロジー関連の研究開発に向けて、Senior Policy Official (方針管理次官) を任命する。

情報テクノロジーは、国家にとってきわめて重要な要素となる。たとえば、今日の革新技術や科学技術に関連した発見の多くは、国内の 7,000 億ドル規模の基幹産業に相当し、次世紀にはさらなる革新を遂げる高い可能性を持っている。当委員会では、情報テクノロジー関連の研究開発を実施する上で、たとえばホワイトハウスにおけるその他の研究分野の場合と同様に、取り決めた方針を広く告知する必要がある。個々の研究課題の重要視することにより、連邦政府は、情報テクノロジーに関する問題についてタイミングのよい助言を得たり、戦略的なアプローチによって適切な研究開発への投資を決めたりできるようになる。個々の責任が集約される結果、ホワイトハウスでは、米国が世界経済の主導権を維持していく上で、情報テクノロジーの長期的な開発業務を支援、促進、強化、調整するにあたり連邦政府レベルの意思決定を下せるようになる。

推奨案：戦略的プランニングと管理を提供する高度な方針と調整委員会を設立する。

調整の主な目標は、連邦政府の情報テクノロジー研究ポートフォリオが積極的に展開され、国家の緊急ニーズに対応すべくバランスよく構成されていることを確認することにある。連邦政府の数多くの部局で、情報テクノロジー関連の研究開発を支援しているため、部局間の業務の高度な調整機構が必要になる。調整委員会は、各部局の方針/予算編成の責任者である局長で構成する。この調整委員会は、大統領直轄の Assistant for Science and Technology の直下に置かれ、情報/通信テクノロジーの開発・応用を研究しながら、連邦政府の研究開発業務の全体的な作業効率と生産性の向上を図る。また調整委員会では、各部局間の境界を越えて国家な重要な方針にかかわる問題の対応にも当たる。これ以外に、研究プログラムの目的を設定して、実際の活動が目的に合った方向で進行しているかどうかを検証するほか、全体的な連邦政府のプログラムが、バランスよく、重要課題を網羅しているかどうかを判断する。

調整委員会は、本報告書で提案した予算の増額によって生じる業務も含め、連邦政府の情報テクノロジーに関連した研究開発全体の活動を対象に調整を行う必要がある。既存の管理構造には、これまで連邦政府の CIC (コンピューティング/情報/コミュニケーション) プログラムに関連する

研究開発の活動が一部、調整の対象となる CIC の範囲から除外されていたため、情報テクノロジー分野に対する連邦政府の投資の明確な全体図を把握しにくいという問題があった。情報テクノロジーの業務における調整によって、研究開発に対する主要投資をはじめ、人材、供給部品などに対する投資をすべてが統合されるようになる。たとえば、ハイエンド・コンピューティングの調達も、調整対象のプログラムの中に組み込む。

推奨案：HPCC プログラムの調整モデルを拡大して、連邦政府が主導する主要な情報テクノロジー関連の研究活動を支援する。

調整プロセスを成功させるには、組織全体を通じてホワイトハウスと各部局自体を支援する強力なスタッフを配置する必要がある。National Coordination Office と担当部局の代表者から成る作業グループの協力は、部局間の協調関係を表す効果的なモデルとなる。当委員会では、このモデルをさらに拡張して連邦政府の情報テクノロジーに関連した研究開発業務と NCO にも適用することにより、部局間の調整と当委員会が推奨する管理構造の支援を強化することを推奨する。

5.3 サポートと実現

情報テクノロジーを中心とした長期的なハイリスクの研究を復活させるという目標を達成するために、連邦政府の予算当局は単一テーマ型の研究をはじめ、多様な専門分野にわたる多分野型研究プロジェクトや研究センターの活動を含め、幅広い種類のプロジェクトを支援していかなければならない。また、真の技術革新を生み出す上で必要となる展望のあるプランニングを策定する場合に、ハイリスクのプロジェクトが完了して成果を上げるまでの長い期間にわたって、こうした活動を財政的に支援していく必要がある。さらに、コンピュータ科学における効果的な研究には、その他の分野のコンピュータ科学者をはじめ、分野、担当部局、業界、コミュニティなどの異なる研究者との連携作業が不可欠になるため、さまざまな支援形態によって、協力作業が可能になると同時に、厳しい制限からも解放されることになる。研究プロジェクトには、技術革新の目標を達成するための最善の方法で自由に編成できる柔軟性も確保されなければならない。

推奨案：各チームが実施する研究開発を重視しながら、より広い分野と長期のプロジェクトが含まれるように、研究支援形態の多様化を図る。

1970～1980 年代にかけて DARPA のコンピュータ科学者らは、斬新な発想をもとに将来の方向性を模索・想像するという業務に取り組んでいた。研究者には十分な資源と時間が与えられたため、今回の提案について気を惑わすことなく、本来の課題にじっくり取り組むことができた。この結果、音声認識、ロボット工学、チップ設計、ハイパフォーマンス・コンピューティング、マシン・ビジョン、人工知能、仮想現実といった画期的な技術革新が生まれてきた。今後、当委員会が、情報テクノロジーの研究に向けた連邦政府全体の財政支援プログラムについて期待するのは、以上のような考え方の復活と継承である。

現在、NSF が実施している基礎研究への支援はその大部分が、単一テーマを助成するものである。これは確かに、研究ポートフォリオの重要な要素には違いないが、情報テクノロジーはときに、規模が小さくても、劇的な成果を上げることがある。DARPA は、数十年にわたって、こうしたモデルを効果的に利用してきた。現在では、NSF を含め、各支援当局のポートフォリオを構成する重要な部分をなしている。当委員会では、情報テクノロジーにおけるチーム研究は、少なくとも NSF を含め、単一テーマの研究と同じように重視されるべきであると考えている。また、各機関

の代表者からなる研究チームのプロジェクトにより、一貫性のある国家規模の研究コミュニティが形成されるようになる。

推奨案：情報テクノロジー関連の研究を主導するため、応用に向けた協力作業を支援する。ただし、研究の主目的はあくまで保持する。

情報テクノロジー関連の研究に関する一義的な目的は、商業面/社会面で応用できる成果を上げることにある。したがって、情報テクノロジーを応用できる具体的な分野を理解し、この知識をもとに、新しい情報関連の戦略に展開していくことが重要となる。当委員会では、連邦政府が情報テクノロジー関連の研究者とアプリケーション開発者の間での協力関係を引き続き支援することを推奨する。ただし、支援プログラムは研究活動本来の主目的が失われないように、内容を慎重に検討する必要がある。

1990年初頭に実施された HPCC (High Performance Computing and Communications: ハイパフォーマンス・コンピューティング/コミュニケーション) プログラムの主な目的は、大規模な応用を考案して、並列コンピューティングに関する研究活動を主導していくことにあった。この構想をもとに、アプリケーション開発者とコンピュータ科学者で構成されたチームが協力することにより、並列コンピューティング・プラットフォームを使用して主要なアプリケーションを再構築することにより、数多くの有効なコンピュータ支援テクノロジーを開発してきた。残念ながら、こうしたプロジェクトの多くが、納期やアプリケーション・プラットフォームの条件に大きく制限されるため、即戦力となるコンピュータ科学の研究以外は、その大部分が放棄されてきた。

長期的な基礎研究の重要性を再度強調するために、通常は実用化までには多大な時間を要するため、研究業務の原動力となるアプリケーション・プロジェクトに直接的な影響を及ぼすには至らないことは多いという事実をここで再認識する必要がある。たとえば、コンピュータ・アーキテクチャの研究者が、コンピュータ流体力学の科学者と協力して、アプリケーションに向けた最適のコンピュータを設計する場合、結果として完成するアーキテクチャを作用したマシンでは、2～3年間という限りのある時間枠の中では、ごく限られたアプリケーションしか実行できない。長期的な研究活動を促進するための支援プログラムでは、こうした状況が許される。事実、情報テクノロジーに関する研究と、実際のアプリケーションにおける発展とは、同等の価値があるものとして、支援プログラムを策定する必要がある。

推奨案："Expeditions into the 21st Century" (21世紀への探究) を支援する。

適正規模のプロジェクトを設置しただけでは、国家のリーダーを維持する上で必要となる長期的な研究活動全般に対応することにはならない。真の意味での革新的な影響をもたらす研究業務を促進するために当委員会では、"Expeditions into the 21st Century" (21世紀への探究) と "Enabling Technology Centers" (未踏技術開拓センター) という2つの機関を設置することを推奨する。前者は、将来的なテクノロジーの課題について長期的に取り組む。后者は、国家的に重要な問題に適用するアプリケーションについて研究する。

"Expeditions into the 21st Century" は、「テクノロジーの未来に生きて」いくために産官学を代表する科学者、エンジニア、コンピュータ技術者を集める仮想センターである。この調査の目的は、質量的に今日の水準を上回るテクノロジーを利用して実現できるものを国に報告することにある。基本的に、この仮想センターでは、今後実現されると予測されるテクノロジーについて現段階から探索するための「タイム・マシン」を作成する。Lewis と Clark の調査が予測を超える拡張と経

済の成長をもたらしたのと同様、情報テクノロジーに関する調査で追求するアイデアによって、予測の域を超えた成果と将来的な産業の育成が可能になり、雇用の創出と国家全体の利点をもたらすようになる。

この「将来に住まう」というアプローチには、いくつもの前例がある。民間部門で最も有名な例は、PARC (Xerox Palo Alto Research Center) であろう。PARCでは、個人が使用するコンピュータ・ネットワークを実験的に作成した。この研究所の努力は、今日のパーソナル・コンピュータ、グラフィカル・ユーザー・インタフェース、ポインティング・デバイス、レーザ・プリンタ、分散ファイル・システム、WYSIWYG 形式のワードプロセッサなど数多くの革命的なテクノロジーを生み出した。大学機関では、MIT (マサチューセッツ工科大学) のメディア研究所が、同様の調査を実施している。最後に、今日のインターネットの原形となった ARPAnet の例も忘れてはならない。

当委員会では、さまざまなテーマを中心とした多様な調査を財政的に支援することを推奨する。主なテーマは、バイオ情報工学やマルチスケール・エンジニアリングといった具体的な分野を専門としたものから、分散データベースや遠隔イメージジョンといったインフラストラクチャ・ベースの主題までさまざま考えられる。コンテキストを定義するために、調査のテーマは、たとえば遍在コンピューティングや大規模シミュレーション (la Gelernter のミラー・ワールド) といった今日実現されていないものを仮定した主題を扱うものとする。いずれの仮想センターも、単一の前提だけに限定される必要はない。むしろ、前提とされる領域全般、また可能であれば、将来のマップの一部を調べるために必要な資源を十分に確保することが重要である。

いずれの調査でも次のような活動を実施することとする。

- テクノロジーのテストベッド
仮想センターは、活動の中心となる将来的なテクノロジーを現実的な環境の中が効果的に調査できるようなテストベッドを確立することが期待される。Xerox の PARC が確立したコンピューティング環境は、こうしたテストベッドの好例である。
- 経済/社会的な影響の調査
将来的なテクノロジーが社会にもたらす影響について調査する必要がある。コンピュータ科学だけに限らず、ほかの専門分野の研究者も参加させる必要がある。
- 教育
各仮想センターで、基礎知識を持った学生に、長期的なテクノロジーの将来と影響について考えさせる広範な教育プログラムを設置する。
- 活動内容の展開
調査の結果を研究機関、業界、学界などにも展開する必要がある。こうしたプログラムの目的は、仮想センターが提唱する構想を具体的な知識や製品の形式で早期に実現することにある。研究機関への展開には、仮想センターの成果や影響を公表できるオープンな会議を開催して行う。

提案された調査に向けた支援を判断するときの基準は次のとおりである。

- 将来に対する明確で刺激のある展望が説明されていること
- 調査するテクノロジーの領域が未開拓であること
- 重要なコンピュータ科学/エンジニアリング (CS&E) の研究課題が明確に示されていること
- 提案された活動を実施/管理するための一貫したプランが提示されていること

当委員会では、最低 5 つの調査項目を策定し、そこから競争によって最終的に中核部分の活動を選び出し、標準プロセスを確立して参加する研究者を選定することを推奨する。競争は定期的な間隔（3 年に 1 回程度）を置いて実施する。これにより、新しい構想が引き続き流れやすくする。こうした「仮想センター」では、各分野の研究機関からの代表者を参加させる。各仮想センターには、最初の 5 年間について財政支援を充当することに同意させ、以降は 5 年間は更新形式とする。調査の期間は最大 10 年間とする。積極的な努力を促すために、年間の助成額として、センターあたり最大 4,000 万ドルまで認める。

推奨案：“Enabling Technology Centers”（未踏技術開拓センター）の設立

当委員会では、情報テクノロジーと通信テクノロジーの具体的なアプリケーションに応用した高度なコンピュータ科学とエンジニアリングを中心としたテクノロジー・センターを確立することを推奨する。大学や連邦政府の研究機関に接地する ETC（Enabling Technology Centers：未踏技術開拓センター）では、産官学を統合した環境によって、次世代情報テクノロジーの応用を中心とした国家の重要課題に対応する。情報テクノロジーと通信テクノロジーの明確な区別は、さまざまなアプリケーション領域で現れる。たとえば、コンピュータ科学/エンジニアリング、医療、行政サービス/デジタル行政の提供、危機管理、環境の監視、生涯教育、法律の執行、公共の安全、芸術、文化、人文、インテリジェント輸送システム、身体不自由者の生活改善、業務の分散化（テレコミュニケーション、地理的に分散したチームの連携作業）などが考えられる。

“Enabling Technology Centers” は、テクノロジーの応用と開発を中心とした研究活動を実施する。ETC センターの研究者は、特定のアプリケーション領域を支援するための情報テクノロジーに関連した研究開発を行うほか、学生や中堅の専門技術者に向けた新しいカリキュラムの開発、実験への参加、特定のアプリケーション領域に向けた情報テクノロジーの大規模な導入に伴う障害の識別といった作業を行う。

ETC センターは具体的に次のような機能を果たす。

- 教育/トレーニング：
コンピュータ科学/エンジニアリングと特定のアプリケーション領域の共通部分を特定して、教育プログラムやカリキュラムを開発する。
- テストベッド
情報システムを実際の「現場」に実験的に展開する。
- 特定の領域に情報テクノロジーを展開するにあたり、障害または阻害要因となる要素を検討する。
特定のアプリケーション領域に向けた情報テクノロジーの応用が、法律、規制、エンドユーザーのトレーニング不足、実施すべき対費用便益の分析や相互運用性保証の機構の欠如などが原因となって、要因で立ち遅れることがある。
- コミュニティの構築
センターでは、会議やワークショップを開催したり、研究課題の開発、プリント・アーカイブなどの知的インフラストラクチャ、共同研究、データベース、情報テクノロジー導入の成否を表すケース・スタディのサポートを含め、研究者、企業、行政、ユーザー、その他の関係者らから成るコミュニティを形成できる。

ETC に向けた財政支援を、特定のアプリケーション領域に関心を持つミッション指向の部局と、情報テクノロジーの研究を幅広く支援する代行部局（たとえば National Science Foundation）の間で

共有する必要がある。

特定のアプリケーション領域に関心のある研究者のクリティカル・マスを維持するために十分な期間と規模を確保しなければならない。当委員会では、Science and Technology Center の支援モデルに基づいて各センターを財政的に支援することを推奨する。ETC の期間は最大 10 年間とする。センターあたり年間の助成額は最大 1,000 万ドルまでとし、同時に 15 か所のセンターまでサポートすることを推奨する。また 3 年ごとに競争入札を実施する。

5.4 年次レビュー

推奨案：研究の目的と支援形態について毎年 1 回レビューを実施する。

調整委員会と PITAC（大統領直属情報テクノロジー諮問委員会）が協力して、研究活動の目的を検証する。まず大統領の諮問委員会の役割を果たす PITAC は、NSTC サーバを使用して民間部門に情報テクノロジーの分野に関する助言を行う。一方、調整委員会では、政府組織内部での高度な助言を提供する。

調整委員会では、諮問委員会からの忠告に基づいて、毎年研究プログラムのレビューを実施し、調整委員会に任された目標が達成されているかどうかを検証する。特に、プログラム、センター、学際的な多分野型研究プロジェクト、テストベッドをはじめ、ソフトウェアや長期的研究を中心とした新しい形態の支援に提案された支援形態が犠牲になっていないこと、またこれらの研究支援形態が、当初の目的を果たしていることなどを検証する必要がある。

このプロセスでは、連邦政府の研究開発ポートフォリオがバランスよく構成され、総合的で効果的に調整されるように、高度な次元から検証を行う。個々の原理どうしで、率直で全体的な意見交換の機会が最大限に生かされるように、検証の形式、準備プロセス、実施形態は厳しく制限しなければならない。検証プロセスの目的はあくまで、科学技術関連の研究業務を調整することにあるため、このプロセスの形態は、従来の委員会のあり方に比べ、科学技術分野の研修会の性格に似ている。

5.5 調査結果

予算に関する推奨案：2000～2004 年度にかけて、情報テクノロジー関連の研究開発活動を拡大する。

表 5.1 に、本報告書で提案する 4 つの重要な研究課題に対し、増額すべき財政支援の詳細をまとめてある。各研究課題の説明、およびそれぞれ対応する財政支援に関するテーブルは、第 3 章と第 4 章に示してある。財政支援に関する推奨案は、現行（1999 年度）の連邦政府が支援する情報テクノロジー関連の研究開発プログラムに追加する課題として、今後拡大する研究活動を表したものである。

情報テクノロジー関連の研究開発について推奨する増額 (単位: 100 万ドル)

	FY 2000	FY 2001	FY 2002	FY 2003	FY 2004
ソフトウェア	112	268	376	472	540
スケーラブル情報インフラストラクチャ	60	120	180	240	300
ハイエンド・コンピューティングの調査	180	205	240	270	300
ハイエンド・コンピューティングの調達	90	100	110	120	130
社会/経済	30	40	70	90	100
合計	472	733	976	1192	1370

推奨案による効果的な投資は可能か？

中間報告の結果について寄せられた反応の 1 つに、情報テクノロジー関連のコミュニティが、果たして当委員会が推奨している規模の増額に応じるだろうか、という疑問がある。この疑問への回答として、当委員会では次のような簡単な投資モデルを作成した。なお、これは財政支援をいかに実施すべきかに関する提案ではなく、情報テクノロジー関連のコミュニティが、この課題に着手するかどうかの判断基準を提示するものである。

研究コミュニティの考え方に変化をもたらすと思われる支援増額の形態には、次の 3 つが考えられる。

- 今後 5 年にわたって、Ph.D. 取得者の人材プールから新たに研究者を調達する。
- 既存の教授陣に対する支援ベースを強化する。
- スーパーコンピュータや広帯域幅ネットワークを中心に、コミュニティ向けの共有インフラストラクチャを整備する。

情報テクノロジーの分野で研究と教育の活動を拡充するには、研究者として新たな人材を確保することが不可欠となる。この分野では、毎年約 1000 人のペースで Ph.D. 取得者が誕生している。このうち、学術の分野に残って研究を続けようという人材は全体の半分以下に過ぎない。この面での投資を拡大することにより、こうした人材が 50% 以上増えるようになれば、今後 5 年間に約 2500 人が新しい研究者として加わることになる。財政支援の増額によって、現在の情報テクノロジー・コミュニティの人口が 2500 人拡大し、基盤が一段と強化されることになる。当委員会では、現在の情報テクノロジー・コミュニティで入門レベルの研究者 1 人あたり年間 100,000～250,000 ドル程度の支援を講じるべきであると考えている。仮に 250,000 ドルの予算で 1000 名、また 100,000 ドルで 1500 名の研究者を雇用するとすると、5 年後には合計 4 億ドルの予算が必要になる。

当委員会の分析から、これまでの研究コミュニティの人材が十分に活用されていないことがわかる。現在、上位の大学が研究者 1 人あたり年間平均 400,000～500,000 ドルの水準で支援しているが、上位 5 校以外の大学における支援額は、研究者 1 人あたりの年間平均が 150,000 ドル程度に過ぎない。1 つの目標として、今後 5 年の間に 25 の学部が上位 5 校並みの品質と支援額に強化し、さらに 50 学部が年間平均の研究者の予算を約 250,000 に増額することが可能となる。25 の部門 (1 部門あたり 40 名の主要研究者がいると仮定した場合) で、主要研究者あたり平均 150,000 ドルの支援基盤を 500,000 ドルに拡大できる。

また、次の 50 部門（1 部門あたり 40 名の主要研究者がいると仮定した場合）では、主要研究者あたり平均 100,000～250,000 ドルの支援基盤を拡大する必要がある。以上のような目標水準は、今日の経費という点から見ればきわめて妥当と言える。たとえば、250,000 ドルという予算で一般に、大学院生 2 名、プログラマ 1 名、一部の設備、研究者向けの夏季給与などの経費を賄える。上の計算により、5 年後には、年間 6 億 5,000 万ドルの経費が必要になる。

上記の数字は、現行の研究基盤を強化して、大学と情報テクノロジー業界が競争しながら、大学院生に魅力のあるコンピューティング/ネットワーク環境を提供できるように、現在の財政支援の総合的な効果を上げることの重大さを反映したものである。後者のような投資がなければ、大学における研究者人口の増加は望めない。またこうした投資によって、大学は研究者にとってより魅力のあるものとなり、既存の研究基盤も、最先端の産業界との競争に対抗できるようになる。

本報告書にまとめた推奨案に従えば、研究者や関連する保守作業をリンクさせるのに、スーパーコンピュータ、外部ネットワーク/テストベッドなど、大規模な共有型インフラストラクチャにも 330,000 ドルの予算が必要になる。本報告書で提案する予算案に従って、試算すると、5 年目には次の予算が必要になる。

入門レベル研究者の支援	400,000 ドル
スーパーコンピュータ/外部ネットワーク・インフラストラクチャの提供	330,000 ドル
25 サイトを対象として研究者あたりの支援を 500,000 に拡大	350,000 ドル
50 サイトを対象として研究者あたりの支援を 250,000 に拡大	300,000 ドル
合計	1,380,000 ドル

結 論

公共部門、民間部門を問わず、米国政府による情報テクノロジーに関する研究開発への投資額は、総じて少なかった。米国内のビジネスは、縮小傾向にあり、競争が激化する環境の中で長期的な研究開発に対して貴重な資源を投じることが少なくなっている。主な努力は、将来性という側面を犠牲にした上で、コストの削減と、新製品の実用化という側面に向けられるようになっていく。連邦政府も、研究開発関連の予算縮小という圧力を受け、支援額をわずかに増額したものの、こうした傾向に追従するようになっていく。これに応じて、予算当局側も、情報テクノロジーに関する長期的な研究よりも、短期的な任務指向型の計画を重視するようになっていく。米国政府が主導するハイエンド・コンピューティングを中心とした研究活動も、冷戦時代当時には米国の軍事力を維持する上で不可欠とされたが、この動きもベルリンの壁とともに崩壊した。

この結果、かつては強力なテクノロジーの面では他国の追従を許さなかった米国も、現在では、その基盤がしだいに脆弱化しつつある。こうした長期的研究から離れる傾向が続いていくと、これまで情報経済を支える原動力となってきた斬新な発想の流れが勢いを失い、2010 年までにはほとんど姿を消すことにもなりかねない。今後、競争力を維持し、米国民にとって重要な問題に対応していくには、ハイテク関連の研究開発を最優先課題として考え直し、将来に向けた明確なプランと強力な展望によって、直面するリスクを回避していかなければならない。今や、こうしたリスクを米国が一手に背負っていくほどの余裕はない。

本報告書で提案した構想は、次世紀における国家の繁栄を維持し、重要な問題に対する斬新な解決策を実現できるように、情報テクノロジーに関する連邦政府主導型の長期的な研究開発の重要性を見直すための第一歩のなるものである。今は、まさにアクションを取るべき時機である。連邦政府は、こうした重要な分野における研究活動を支援する上で、特別な役割を果たすものである。Brooks-Sutherland の報告書には、次のような指摘がある。

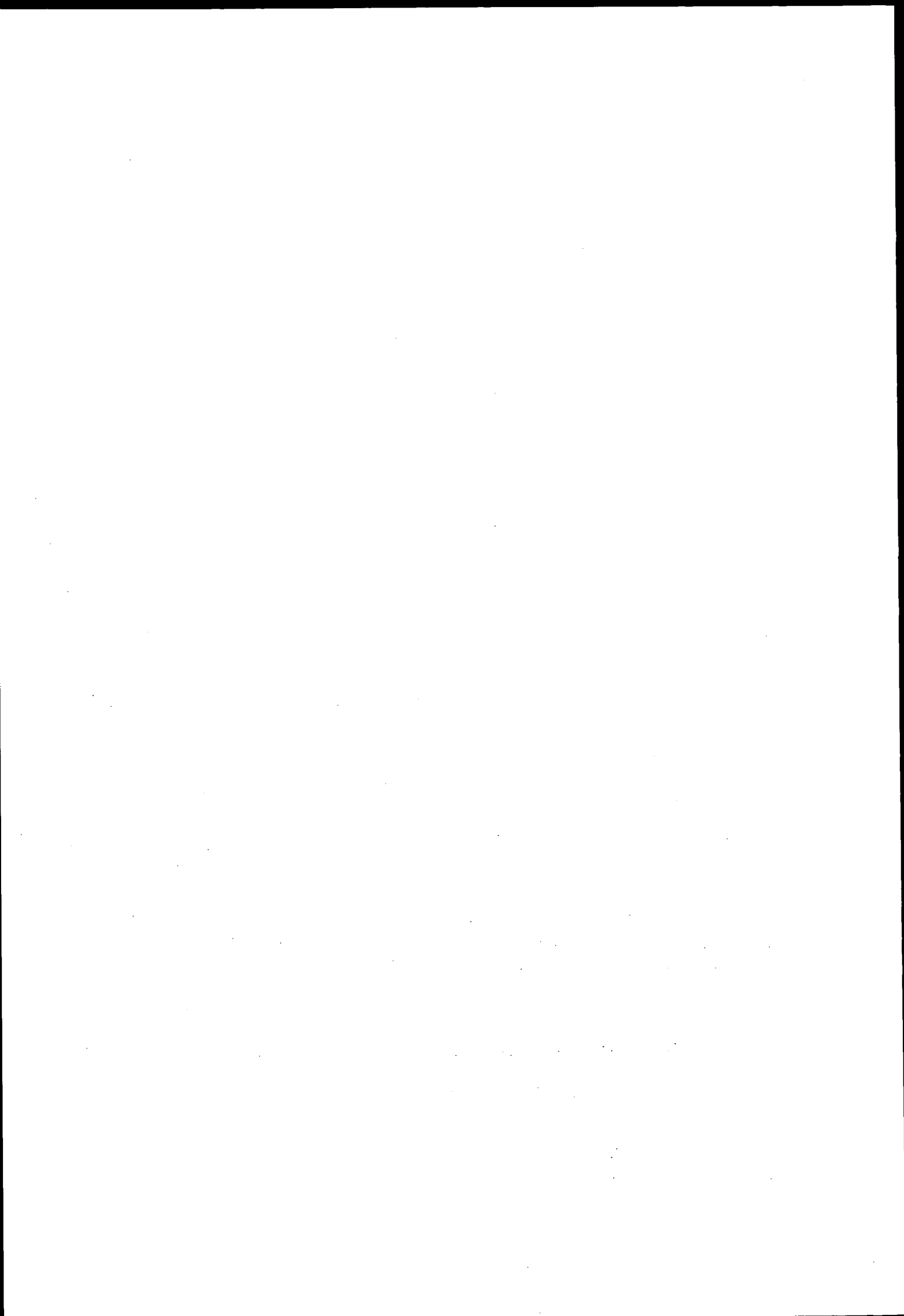
「今から 10 年先の見返りを見越して先行投資している企業はほとんどない。それどころか、技術革新はほとんどの場合、応用面が多様化/複雑化し過ぎていて、エンジニアリングの反復化を適切に行うことはできないため、重要な洞察が「公共化」され、ある企業が単独で研究開発関連の投資を回収しにくくなっている。斬新なアイデアと訓練を積んだ人材を豊富に確保する上で、研究開発に向けた公共投資は、情報産業における雇用や税収の増加、さらなる技術革新、生産性の向上、市民生活の改善といった形で何倍もの見返りがある。こうした投資は、今後米国が競争を維持していく上でも不可欠の要素となる。¹³

当委員会では、今から 30 年前には不可能と考えられていた市民生活のあり方に変革をもたらしてきた最先端の構想に関する研究開発の役割について、連邦政府がもう一度、積極的な取り組みを再検討することを強く推奨する。当委員会の推奨案では、基本的に次の 2 つの点を強調しておく。

- 1) 米国民が 21 世紀に迎えるにあたり技術的な課題に対応できるように、労働者の知識ベースとスキルを向上させる
- 2) あらゆる米国民が情報化時代に参加する機会が与えられるよう保証する

今、こうしたステップを踏んでおけば、今後数十年にわたって国家は魅力のある方向に向けて一段と発展することができる。

¹³ Brooks/Sutherland 共著、23



付属資料 8

I T² 構想

21 世紀のための情報技術: 米国の将来に対する大胆な投資



はじめに

ライス大学の **Ken Kennedy** 教授と、サンマイクロシステム社の **Bill Joy** 研究開発担当副社長を共同委員長とする大統領直属情報テクノロジー諮問委員会（**PITAC**：President's Information Technology Advisory Committee）は、1999年2月24日に、**大統領向け最終報告**（Final Report to The President）を出した。この報告書には、以下の手紙が添えられてあった。



Ken Kennedy



Bill Joy

アメリカ合衆国大統領閣下：

当委員会では、情報テクノロジーに関する**究開発活動に向けた連邦政府の支援**を中心に最終報告として“Information Technology Research: Investing in Our Future”（情報テクノロジーに関する調査報告：将来に向けた投資）を取りまとめました。ここでは、中間報告で取り上げた推奨案を強調する方向で、特に社会面/経済面を心とした**研究活動が情報テクノロジーにもたらす影響の重大さについて具体的に検証**しています。

当委員会のメンバーは一同に、“Information Technology for Twenty-First Century (IT²)”構想に対する政府支援に深い感銘を受けています。この構想はまさに、情報テクノロジーに関連した**長期的でハイリスクの研究開発を強化していく上で重要な第一歩**となるものです。21世紀を迎えるにあたり、適切な研究開発活動を通じて情報テクノロジーがもたらす機会を的確に捉えていく際に、**連邦政府の支援の拡大は不可欠**です。情報テクノロジーが持つ経済的/戦略的な意義を理解し、連邦政府が情報テクノロジー関連の研究を支援する役割が明確化されて初めて、**将来的な国家の繁栄を維持していく際に必要な連邦政府による財政支援の拡充が可能**になります。

当委員会の推奨案が、今後の連邦政府の財政支援に関する検討に貢献することを大いに期待します。これまで私たちの活動をご支援いただきまして誠にありがとうございます。当委員会では、大統領閣下をはじめ、当局、議会の皆様方と、本報告書について詳しく検討できることを期待しております。

敬具

IT² 構想は、Ken Kennedy 教授をはじめとする P I T A C の答申をベースに、米政府が 21 世紀に向かって、どのように情報産業を発展させようと考えているかを示す構想で、2004 年まで、毎年 数十億ドル（約 数百億円）ベースで継続するプロジェクトである

IT² 構想の内容について、以下の順で報告する。

目 次

1 IT²の概要

- 1.1 連邦政府の IT 関連予算 付 8-3
- 1.2 IT² 構想がもたらす恩恵 付 8-5
- 1.3 IT² 構想の 3 つの柱 付 8-6

2 IT² 構想の 3 つの柱の内容

- 2.1 基礎情報技術研究 付 8-7
- 2.2 科学・工学・国家に貢献する先進コンピューティング 付 8-14
- 2.3 情報技術の経済的・社会的影響と情報技術労働者の養成 付 8-19

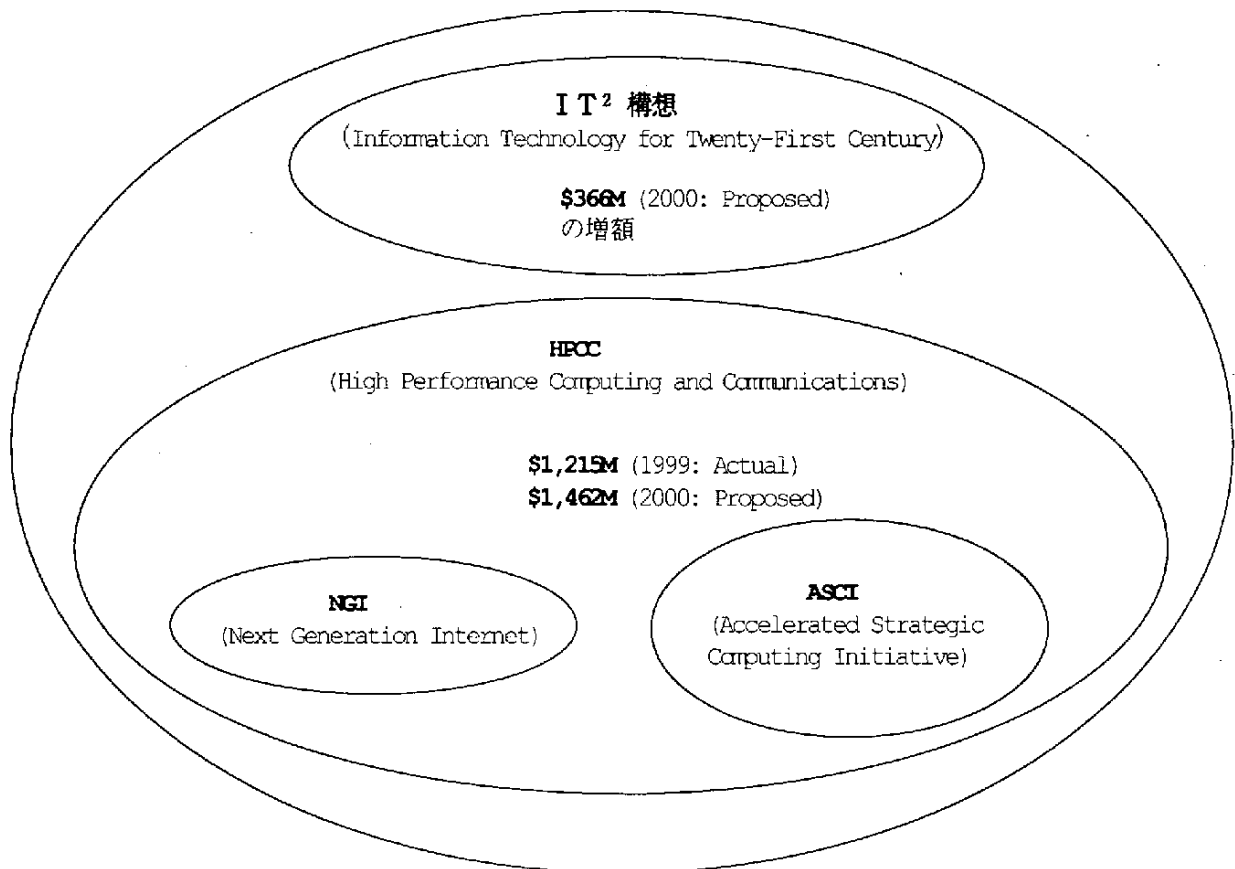
1 IT²の概要

1.1 連邦政府の IT 関連予算

2000 年度予算の一部として、クリントン大統領とゴア副大統領は、**\$366million (約 440 億円)** の情報技術研究計画を提案した。これにより、情報技術研究への米国政府の投資は 28 パーセント増加する。

この情報技術研究計画は IT² 構想と呼ばれ、コンピューティング分野と通信分野のこれまでの計画を基にしている。既存の計画には、**HPCC** (High Performance Computing and Communications) 計画や、1998 年に認可された **NGI** (Next Generation Internet) 計画、DOE (エネルギー省、Department of Energy) の **ASCI** (Accelerated Strategic Computing Initiative) などがある。

連邦政府の IT 関連予算



また、増額された\$366million（約 440 億円）の内訳は、以下の通りである。

Agency	Fundamental Information Technology Research	Advanced Computing for Science, Engineering, and the Nation	Ethical, Legal, and Social Implications and Workforce Programs	Total
DOD	\$100M	---	---	\$100M
DOE	\$ 6M	\$62M	\$ 2M	\$ 70M
NASA	\$18M	\$19M	\$ 1M	\$ 38M
NIH	\$ 2M	\$ 2M	\$ 2M	\$ 6M
NOAA	\$ 2M	\$ 4M	---	\$ 6M
NSF	\$100M	\$36M	\$10M	\$146M
Total	\$228M	\$123M	\$ 15M	\$366M

DoD（国防総省、Department of Defense）、

DOE（エネルギー省、Department of Energy）、

NASA（米国航空宇宙局、National Aeronautics and Space Administration）、

NIH（米国国立衛生研究所、National Institutes of Health）、

NOAA（米国海洋大気局、National Oceanic and Atmospheric Administration）

NSF（全米科学財団、National Science Foundation）

DoD は **DARPA**（米国防総省高等研究計画局、Defense Advanced Research Projects Agency）を含む。

資金の約 60 パーセントは大学をベースにした研究の支援に当てられ、これによって高度の情報技術スキルを持った労働者に対する需要の増大を喚起する。

1.2 IT²構想がもたらす恩恵

(1) 情報技術産業は米国の経済成長の源

過去における政府の研究の成果(たとえば、インターネットや最初のグラフィカル・ウェブ・ブラウザ、先進マイクロプロセッサ)は、情報技術産業において米国のリーダーシップの向上に役だった。**情報技術産業は今や米国の経済成長の1/3をもたらすようになり、そこで働く740万人の給与は民間部門平均より60パーセント以上高い。**米国の経済の全部門が世界市場での競争に勝ち抜くために情報技術を使っており、**ビジネス間のエレクトロニック・コマース(電子商取引)は米国だけを見ても、2003年までに1兆3,000億ドルに達すると予想されている。**

(2) 情報技術はわれわれの生活の質を改善する

情報技術はわれわれの**生活のしかた、労働のしかた、学習のしかた、他者とのコミュニケーションのしかたを変えている。**情報技術の進歩により、子供たちの教育のしかたを改善したり、障害を持つ人たちがより自立した生活を営めるようにしたり、農村地域に住む国民のための医療についても遠隔医療によって質を改善できる。

情報技術分野での米国のリーダーシップは、**国家の安全にとっても不可欠である。**

(3) 情報技術は科学・工学分野の問題に挑戦する

情報技術とわが国(米国)における科学・工学の「黄金時代」との間には、相互に強化し合う関係がある。**スーパーコンピュータやシミュレーション、ネットワークの進歩は、自然界を覗く新しい窓を穿ち、科学的発見のためのツールとしてのコンピューティングの価値を理論や実験と同じレベルにまで高めている。**同時に、気候変動の影響の予測、効率が高くよりクリーンなエネルギー・システムの設計、物質の基本的性質に関する新たな理解など、科学分野の問題に挑戦することにより、情報技術の最先端領域が切り開かれる。

1.3 IT² 構想の3つの柱

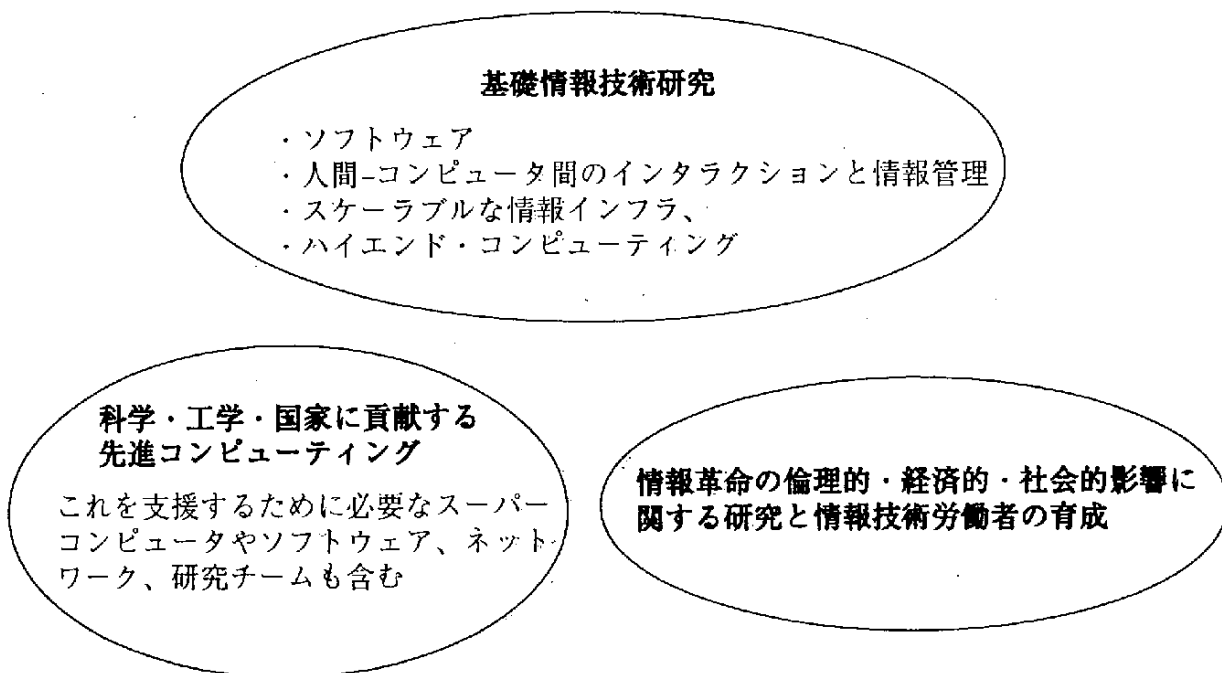
(1) 基礎情報技術研究

1960年代に始まった政府の基礎情報技術研究に対する投資は、今日のインターネットをもたらした。これと同じように、コンピューティング分野と通信分野のブレークスルーを目指す。

(2) 科学・工学・国家のための先進コンピューティング

この活動は、救命薬品の開発時間の短縮、よりクリーンで効率がより高いエンジンの設計、ハリケーンやトルネード、長期的気候変動の予測精度の向上、科学的発見のスピードアップなどの応用分野を支援する。

(3) 情報革命の倫理的・経済的・社会的影響に関する研究と情報技術労働者の育成



2 IT²構想の3つの柱の内容

2.1 基礎情報技術研究

基礎情報技術研究

- ・ソフトウェア
- ・人間-コンピュータ間のインタラクションと情報管理
- ・スケーラブルな情報インフラ、
- ・ハイエンド・コンピューティング

(1) ソフトウェア

ソフトウェア研究は、PITACが最高の優先順位を付けた基礎研究分野である。デスクトップ・コンピュータから電話網、株式市場に至るまで、米国の経済と社会はソフトウェアへの依存の度合いを高めてきた。ソフトウェアの小さな欠陥が米国の電話網の大部分を停止させた事件や、「2000年問題」は、どんな問題が起こり得るかを示す重要な例にすぎない。連邦政府の資金提供を受けたR&Dが、生産性・信頼性が高く使いやすいソフトウェアの作成に役立つ可能性がある研究分野を示す。

テーマ	内容
ソフトウェア工学	数百万行のコードから成る複雑なソフトウェア・システムについては、どうやって設計しテストすればいいか、現在のところ分かっていない。この分野の研究は、ソフトウェアの生産性・信頼性・保守性を高め、エラーを自動的に検出する可能性がある。 安全で信頼性の高いシステムを構築するために、現在費やされているコストと時間を削減するための研究が必要である。安全性と信頼性の進歩は、通信ネットワークや医療機器、送電網、航空管制システムなどのシステムにとって、特に重要である。

エンドユーザ・プログラミング	プログラマ不足を解消する一つの方法は、プログラミング経験がほとんどあるいはまったくないユーザでも、プログラミングができるように簡単にすることである。この一例として、表計算あげられる。表計算を使うとビジネスや財務のアナリストは、以前はカスタム・プログラムが必要だった数値操作や「こうしたらどうなるか」という仮定のシナリオの検討を行えるようになる。 このようなエンドユーザ・プログラミングを普及させるには、インテリジェント・テンプレートや領域固有言語、プログラミング・バイ・エグザンプル(例示照会プログラミング)などの分野での進歩が必要になる。
コンポーネント方式のソフトウェアの開発	ソフトウェア産業は、製造部門で使われている交換可能なパーツに相当するものを欠いている。 適切なソフトウェア・コンポーネントを見つけ出しやすくしたり、ソフトウェア・コンポーネントから組み立てられたソフトウェア・システムの動作を正確に予想したり、さらにはソフトウェア・コンポーネントの電子市場を支援するために、ソフトウェアの開発方法に関する研究が必要とされる。
アクティブ・ソフトウェア	インターネットからダウンロード可能な「アプレット」はアクティブ・ソフトウェアに向けての第一歩だが、これは始まりにすぎない。アクティブ・ソフトウェアは最終的には、自分自身をアップデートしたり、特定の目標実現へ向けての進行状況を監視したり、実行中の作業に必要な新しい機能を発見したり、その作業の遂行に必要なソフトウェア部分を安全かつ確実にダウンロードしたりできるようになる。
自律型ソフトウェア	この分野の研究により、インテリジェント・ソフトウェアやインテリジェント・ロボットが増える可能性がある。無人車両があれば、わが国の軍隊は安全な場所から出ずにすむようになる。「インテリジェント・エージェント」すなわち「ノウボット(knowbot)」は、われわれの代わりにインターネット上での検索を行う。ロボットとノウボットは、計画を立てたり、不測の変化に適切に対応したり、人間や他のロボットと協力したりすることができる。自動走行したり、衝突を自動的に避ける車も出現する。ロボットは、宇宙探査(たとえば、Voyager や Deep Space 1)や人間にとって移動に危険を伴う地球上の場所での探査にも利用できる。

(2) 人間-コンピュータ間のインタラクションと情報管理

テーマ	内容
人間の言語を話し、聞き取り、理解するコンピュータ	現在、コンピュータを所有する米国の世帯の割合は 40 パーセントを超えている。しかし、ほとんどの米国人にとってはコンピュータの使用は相変わらず難しい。調査によれば、ユーザはコンピュータが何をしているかを理解できないために、12 パーセント以上の時間を無駄に費やしている。 人間とコンピュータの間のインタフェースが改善されれば、多くの米国人にとってコンピュータは使いやすく楽しいものとなり、生産性の向上がもたらされるだろう。 現在は WIMP (windows, icons, mouse, pointer) インタフェースに限定されているが、理想を言えばコンピュータと会話できるようになることが望ましい。コンピュータの話す言葉を分かりやすくしたり、音声認識の精度を高めたり、ユーザの発言内容を確認するための質問を出す能力をコンピュータに与えたりするために、研究が必要である。この機能は、キーボードにアクセスできない人(たとえば、移動する職業や医師)や、視覚障害者、キーボードを使えない障害者にとって、特に便利である。 言語間の同時翻訳もできるようになるだろう。たとえば、電話での会話をリアルタイムで翻訳したり、外国のデータベースを現地の言葉で正確に検索したりすることが可能になる。地球規模のエレクトロニック・コマースや国際的な共同研究は、巨大な利益を生む可能性がある。この技術をロボット・エクステンダと組み合わせれば、人間の生産性は想像をはるかに超えたレベルまで高まるだろう。
情報の視覚化	現在、コンピュータ・ユーザは、複雑化な現象を理解しようと努めている。たとえば、長期的気候予測を行おうとする科学者は、ジェット気流、積雪と雲量、大気中の二酸化炭素、海洋循環の変化などの数百の現象に関するデータを解析しなければならない。 膨大な量のデータを調べたり、理解したり、操作したりするための能力が改善されない限り、科学と工学の最重要課題について、それらと取り組むわれわれの能力は制限されてしまう。

(3) スケーラブルな情報インフラ

インターネットの発展は驚異的である。1985年に2,000台のコンピュータを接続していたインターネットは、現在は3,700万台のコンピュータと推定で1億5,300万人のユーザを接続している。インターネットはますます普及していくため、将来のインターネットがサポートしなければならないユーザの数は、10億人を超えるだろう。これらのユーザは、音声やビデオ、高速データを送受信したり、移動中にネットワークにアクセスしたり、人気のあるウェブ・サイトに対し数千万件の情報請求を同時に送ったり、インターネットに依存した形で事業の運営や政府のサービスの提供、医療の緊急事態への対応を実施したりするであろう。

将来のインターネットは、数十億台あるいは数兆台のデバイスを接続するようになる。コンピュータは、センサや無線モデム、GPSロケータなどの「現実世界」とやり取りできるデバイスと組み合わされる。これらのデバイスはどれも、単一チップのサイズに縮小され、日常使われる物の中に埋め込まれるため、ユーザはその存在に気がつかない。

しかしながら、現在のインターネット技術は、このようなユーザ数とデバイス数の爆発的な増加をサポートするには設計されていない。このような新たな要求をサポートするようにインターネットを拡大可能なものにするためには、基礎的な情報研究がいくつかの分野で必要になる。

テーマ	内容
Deeply Networked Systems	このシステムを使うと、ネットワークに接続可能なデバイスの数を大幅に増やすことが可能となり、魅力的な新しい応用分野が生まれる。たとえば、低価格の無線センサは、大気汚染や水質汚染に関する情報をリアルタイムで提供することによって、環境を監視したり人災に対処したりする能力を改善できる。 「ガーディアン・エンジェル」は、個人(たとえば、消防士、警察官、兵士、在宅看護患者)の健康と安全を監視できる。危機管理センタは、レスポンス・チームや飛行機が運ぶセンサを使って、森林火災や洪水、ハリケーンへの対応を改善できる。 これを実現するには、ネーミングやアドレッシング、ネットワーク・コンフィギュレーションのための新しいメカニズムや、コストがずっと安いネットワーク・インタフェースといった進歩が必要である。

「時間も場所も問わない」接続	無線技術の改良によって、「時間も場所も問わない」高速の接続が米国民全員にもたらされるだろう。 高速無線ネットワークの主な利点は、アクセスを拡大して、農村地域に対しても先進の遠隔通信設備を配備することにより「コスト上のハンディー」を減らせることである。企業は用地を選択する際の条件として通信インフラの質を問題にすることがますます多くなっているため、これは農村部の経済発展にとって非常に重要である。 無線ネットワークはまた、遠隔学習や遠隔医療などのサービスを、米国内の僻地や発展途上国の市場にまで拡大できる。
ネットワークのモデリングとシミュレーション	次世代インターネットのような複雑なネットワークを構築した経験がないため、ネットワークの振る舞いをモデル化するための--経験を通して実証済みの--より優れたがツールが必要になる。 輻輳や故障をネットワーク・オペレータが防止できるようにする「リアルタイムより速い」シミュレーションのための機能も、必要である。

(4) ハイエンド・コンピューティング

ハイエンド・コンピューティングの進歩は、国家と経済、米国民全員の生活に恩恵をもたらす。ハイエンド・コンピュータを使えば、**医学上の新しい見通し**を得たり、より**高い精度で天気を予報**したり、**先進の武器体系を設計**したり、より**高い精度で気候の変動を予測**したりできるようになる。

HPCC 計画と ASCI からの投資を得て、DOE の国立研究所は、米国の核備蓄の完全性を保証するために、アプリケーション・コードについて**毎秒 1 兆回の計算を継続的に実行できるコンピュータを現在稼働させている**。しかしながら、この計算速度をさまざまなアプリケーションについて実現し、「超並列」マシンを効率的に利用するためには、特にシステム・ソフトウェアの分野で積極的な研究計画が必要である。**毎秒 1000 兆回(10¹⁵ 回)の計算が可能なコンピュータを開発するには、長期的研究も必要になる**。政府は、ハイエンド・コンピューティングについては特に重要な役割を持つ。この種のコンピュ

ーティングの市場は小さいが、国家の安全などに関する政府のミッションでは、民間部門で使われているマシンより高速で複雑なマシンが必要になることが多い。研究テーマを次に示す。

テーマ	内容
スーパーコンピュータの性能と効率の改善	米国の企業は現在、毎秒数兆回の計算を実行可能なコンピュータを製造できるが、これらは数千個の独立したマイクロプロセッサから構成される「超並列」マシンである。これらのマシンを、理論的な最大能力を発揮して実行するように構成しプログラミングすることは困難であることが、実証されている。 これらのハイエンド・マシンのプログラミングを容易にするためと、標準的なプログラムの効率を高めるために、R&D が必要である。本研究は、ハイエンド・コンピュータ間での移植が容易なプログラムの開発と、超並列マシンを念頭に置いて設計された新しいアルゴリズムや問題解決環境、コンパイラの創出に重点を置く。
コンピュータ網の創出	研究者やコンピュータ・ユーザが、自分たちが必要とするコンピューティング・パワーや記憶装置のすべてにローカル・アクセスできないのが現状である。送電網は電力を誰でも利用できるようにしているが、それと同じように、コンピュータ網においても、コンピューティング・パワーを利用できる人の数を増やすことによって、ユーザが追加のコンピュータ・リソースを「オンデマンド」で要求したり、インターネットにつながった多くの小型コンピュータからスーパーコンピュータを構築したり、「遊んでいる」コンピュータを利用したり、シミュレーションや超大型データベースとリアルタイムでやり取りしたり、(地球の裏側にいるかもしれない)同僚と 3 次元の仮想的な環境で協力したりすることを可能にできるであろう。 このようなコンピュータ網を構築するには、次のような新しいプログラミング・ツールが必要になる。 ・ アプリケーションの処理をコンピュータやネットワーク

	記憶装置の処理に変換できるソフトウェア ・ 許可を得たユーザだけがリソースにアクセスできるようにするセキュリティ機構 ・ 高速ネットワークによってより緊密に統合されたコンピュータとオペレーティング・システム
画期的なコンピューティング	コンピュータの小型化・高速化・低価格化のために 1960 年代以来使われてきた技術は、最終的には物理的限界にぶつかる。 根本的に新しいコンピュータ技術(たとえば、生物コンピューティング、単一電子トランジスタ、量子論理を利用するコンピュータ、カーボン・ナノチューブをベースにしたデバイス)の調査を今開始しなければならない。 これは、現在の最高速スーパーコンピュータより 1000 倍以上速いコンピュータをもたらすかもしれない。

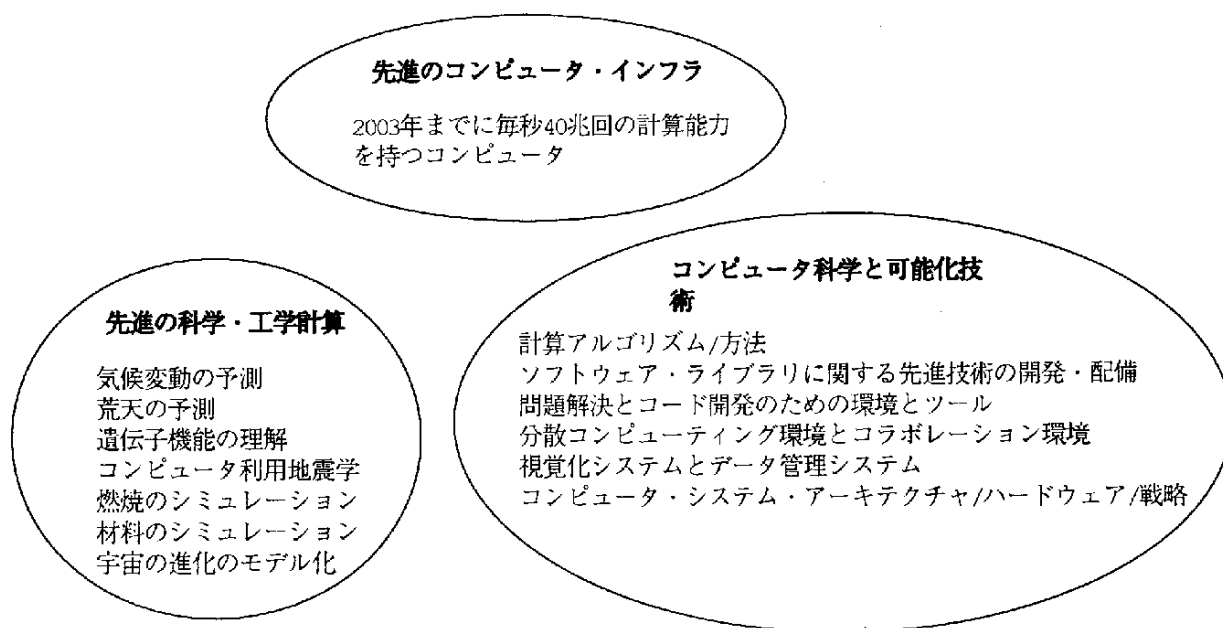
2.2 科学・工学・国家に貢献する先進コンピューティング

科学・工学・国家のための先進コンピューティング

これを支援するために必要なスーパーコンピュータやソフトウェア、ネットワーク、研究チームも含む

IT²構想は、国家の利益にとって重大な問題に取り組むために、世界で最も強力なコンピュータを取得・利用するという一連の活動を支援する。これに必要な条件を次に示す。

- (i) 研究者たちが現在利用できるものより 100~1000 倍強力なコンピュータを取得して、それらを競争ベースで利用できるようにする。
- (ii) 新マシンを研究に役立てるために必要な科学・工学用シミュレーション・ソフトウェアなどのツール(たとえば、新しい数学アルゴリズムや並列プログラミング環境のほか、コラボレーション用、視覚化用、データ管理システム用のツール)を開発する。
- (iii) 学際的チームを編成して、挑戦的な研究分野に取り組む科学者が、本計画を通して資金提供を受ける基礎情報技術研究の成果を利用したり、コンピュータ科学者が困難な問題を調査できるようにする。



(1) 先進のコンピュータ・インフラ

現在利用できる最高速コンピュータは、毎秒約 1,000 億回の計算(単純な加算など)を実行できる。IT²構想によって、2000 年度末までに毎秒 5 兆回、2003 年までに毎秒 40 兆回の計算能力を持つコンピュータを利用できるようになる。これらのマシンには、ソフトウェアとオペレーティング・システム、データ記憶装置、内部メモリや、全国各地のチームのために各種のアプリケーションをサポートするための通信リンクが搭載される。

(2) 先進の科学・工学計算

新しいスーパーコンピュータは、基本的に新しい科学計算アプローチを必要とする。現在、広く使われているコンピュータは、プロセッサを一つだけ使っている。IT²構想で購入される超高速マシンは、数千の独立したプロセッサから構成され、全プロセッサが同時に処理を行う。現実世界のプロセスの多くは同時に進行する(地球規模の天候の変化、複雑な物質の内部を動く原子)ことから、この価値は非常に大きい。このようなマシンを有効利用するためには、問題を部分に分割し、さまざまな小型コンピュータ上で処理してから一つにまとめることが必要になる。しかし、これを実際に行うのは難しい。

したがって、IT²構想に参加する研究者は、現在広く使われているアプローチとは異なるアプローチを採用する必要がある。研究者は、基礎的な科学・工学分野に関する深い理解や、現在の計算プロセスに関する実践的知識、大規模な並列性に対応できるように現在のプロセスを修正する能力(ソフトウェア設計からメッセージ転送プロトコルまで、これに伴うものをすべて含む)、計算結果をフルに利用するための分析スキルを引き出す必要がある。高並列環境での科学・工学計算について彼らが学んだことは、ほかの科学者や技術者、情報技術分野の研究者の使用に供され、新世代の先進的計算技術に関する基盤の確立に役立つであろう。

優れた基礎研究は、困難な問題を解決する試みから刺激を受けることが多い。機械的スイッチに代わる電気スイッチの探求はトランジスタという成果を生み、この探求はさらに固体物理学上の驚くべき進歩をいくつかもたらした。情報科学も例外ではないだろう。

IT²構想は、科学・工学用シミュレーションを研究するチーム(例えば、気候変動や研究物理学の問題に取り組むチーム)と、視覚化にせよソフトウェア設計の基本的側面にせよ情報研究という広範な分野に関心を持つチームとの間に、強い関係を築くことを目的に策定されている。どちらのグループも、この関係を利用して成長していくべきである。

IT²構想について現在検討されている科学・工学上の問題の例を、次に示す

気候変動の予測	地球レベルの気候変動精度についても、国内の地域ごとの気象予報についても、著しい改善が必要である。これはより高い解像度を必要とし、海洋や生態学的影響なども考慮する必要がある。
荒天の予測	鉄砲水やトルネードなどの生命を脅かす多くの気象条件について、モデル化により予測することは、依然としてわれわれの能力を超えている。 制度を高めるためには、モデルの詳細や、モデルの複雑さと物理的性質、データ容量、事象検出能力を、信頼できる強力な計算システムで高めなければならない。 天候のシミュレーションは、今日の天気予報で中心的な役割を果たしているが、その力をフルに発揮させるためには、コンピューティング機能と通信機能を大幅に増強することが必要になる。

遺伝子機能の理解	人体の機能の多くは、複雑に入り組んだ構造を持つタンパク質によって実行される。タンパク質の機能が、その3次元構造と密接に関係していることは判明しているが、この関係についてはわずかしかが分かっていない。 コンピュータを利用したシミュレーションによって、構造と機能の間のこの関係が詳細に理解されれば、効き目が優れた医薬品とか廃棄物投棄場の効率的な浄化に至るまで、大きな影響を与えるだろう。
コンピュータ利用地震学	先進のシミュレーションにより、建物などの構造物に対する地震の影響の予測を改善する可能性がある。 IT²構想は、現在よりもはるかに高い精度で、地震の際に生じるの大きな堆積盆地(sedimentary basin)の地面の動きに関する理解を深めるだろう。
燃焼のシミュレーション	自動車エンジンの性能の予測シミュレーションは、外国産の石油に対する米国の依存度の低下と環境の質の向上(二酸化炭素などの排出物の削減による)を、同時に達成する見込みがある。 ディーゼル・エンジンの性能の予測シミュレーションによって、提案されている 2004 年の排出基準を輸送産業は達成しやすくなるだろう。
材料のシミュレーション	米国は、新材料を依然として必要としている。たとえば、自動車の重量削減を目的とした軽量で強靱な材料や、携帯型電子機器に使われる柔軟なプラスチック電池や、コンピューティング産業向けの新磁性材料などである。 コンピュータを利用した新材料の開発—材料科学分野に関する大量の計算を要する最も困難な問題の一つ—は、現代社会のニーズに対応し、米国の産業の競争力を高めるだろう。
宇宙の進化のモデル化	ハッブル宇宙望遠鏡やケック望遠鏡、Sloan Digital Library Survey、宇宙背景放射衛星(COBE)などの宇宙空間や地上に設置された観測装置は、高精度の宇宙の画像を生成することによって、宇宙論の分野に革命を起こしている。 IT²構想により、現在の宇宙論モデルの最終的な検証が可能になるだろう。

(3) コンピュータ科学と可能化技術

上記の活動は、超並列コンピューティングの利用を、ASCI 計画のような積極的な実施計画の上に置いている。先進のコンピュータ・インフラを配備する政府機関は、ASCI と提携して、科学の応用分野での前述の進歩を可能にするコンピュータ科学技術と応用数学技術の開発に重点を置く。この応用分野の成功の鍵を握るのは、

- (1) **計算アルゴリズム/方法とソフトウェア・ライブラリに関する先進技術の開発・配備**
- (2) **問題解決とコード開発のための環境とツール**
- (3) **分散コンピューティング環境とコラボレーション環境**
- (4) **視覚化システムとデータ管理システム**
- (5) **コンピュータ・システム・アーキテクチャ戦略とハードウェア戦略**

である。

ここで、現在体系化されている IT² 構想の 2 つの要素、すなわち基礎情報技術 R&D と先進の科学・工学計算の間に、強い相乗作用が生まれる。

2.3 情報技術の経済的・社会的影響と情報技術労働者の養成

(1) 情報技術の経済的・社会的影響

情報技術と通信技術は、われわれの経済的・政治的・社会的・文化的生活の深部にまで影響を与えている。情報技術は、ますます普及の度合いを高めていくため、この傾向は 21 世紀に入るとさらに加速するであろう。情報技術が、経済的・法的・社会的・倫理的・政治的・文化的影響が大きいにもかかわらず、連邦政府はこの分野での社会科学的研究をほとんど支援してこなかった。たとえば、**情報技術分野**には、NIH(米国国立衛生研究所)の **ELSI (Ethical, Legal and Social Implications)**研究計画に相当するものは存在しない。この分野での研究をコンピュータ科学者と社会科学者の交流の拡大によって強化することは、次のような有益な結果をもたらすと考えられる。

- (a) 情報システムが実際にどのように使われるかを理解できるため、情報システムの設計に貢献できる。
- (b) 情報技術の採用の限界とその応用分野を明らかにする。
- (c) 情報技術の影響に関する、経験的なデータを提供することによって、政策立案者を支援できる。
- (d) 情報技術に起因する問題(たとえば、プライバシーの侵害)の解決策に関し支援できる。

この分野の研究テーマに含まれる可能性があるものを、次に示す。

- ・インターネットに関する産業界の**自主規制とは別個のインターネット管理形態**
- ・情報技術が**労働の本質に与える影響**。テレコミュティング(情報通信機器を使った在宅勤務)、労働生活の質、「仮想」チームへの参加を含む。
- ・人種、収入、民族、地理的条件によって生じる**情報技術へのアクセスに関する不平等の影響**。
- ・**エレクトロニック・コマース**が市場構造や、サプライヤと顧客の関係、生産性、価格安定性、雇用に与える**影響**。

(2) 情報技術労働力

科学分野に関連する政府機関は、大学の学部や大学院レベルの情報技術スキルを持った労働者に対する需要の急増に対処するために、いっそうの努力を要求されている。大学からの報告によると、学部の登録者数が増加している一方で、大学院への応募者数は減少している。このような状況下で、NSF（全米科学財団, National Science Foundation）は、すべての学部（2 年制大学、4 年制大学、研究大学）が新しいカリキュラムと教材を利用できることを保証する新計画を提案している。例えば、大学院生を支援する大学院生手当のための特別資金が考えられている。さらに、大学に提供される研究奨学金のかなりの部分が、大学院の研究助手の支援に向けられる。

科学担当の政府機関によるこれらの計画は、情報技術労働力という幅広い問題の一つの要素を対象としているにすぎない。しかし、情報技術労働者への需要は、あらゆる分野で増大している。すなわち、多くの労働者が 21 世紀の職を確保するために基本的なコンピュータ能力を必要としている。

労働省や教育省、商務省などの政府機関は、米国の情報技術労働力が世界一であることを保証するために、産業界や専門団体、労働組織と協力していく必要がある。

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下さい。

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３）

◎平成11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

