資　料

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４）

－ 要旨 －

平成 12 年３月

財団法人 日本情報処理開発協会
先 端 情 報 技 術 研 究 所

KEIRIN

この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

まえがき

「わが国が行う研究開発のあり方に関する調査研究」では、これまでは「わが国の研究開発の仕組み・制度のあり方」の調査研究を主に行ってきた。昨年度より、この調査研究に加え「情報先進国の情報化政策と技術開発動向、およびわが国の情報技術開発の重点分野選択指針」についての調査研究を開始した。これは、今後、わが国が情報技術のどの分野への研究開発投資を重点的に行うべきかを選択する指針とその候補を提言することを意図している。

「わが国の仕組み・制度のあり方」についての調査研究は、わが国のこれまでの、国の情報技術開発投資や情報産業の育成振興投資が十分な効果をあげておらず、さらに、わが国の情報技術開発力や情報産業の国際競争力が、米欧はおろかアジアの情報先進国と比べても低下傾向にあるのではないかという危惧を前提としている。

この調査研究の第一の目的は、この投資効率を悪くしている研究開発の仕組み・制度上の問題点を明らかとすることである。この調査研究では、主に米国の連邦政府の実施する情報技術開発やその成果の商品化と市場創成の仕組み・制度を綿密に調査し、その調査結果とわが国の仕組み・制度の現状を比較して、問題点の明確化とその発生要因の分析、さらに改善策の提言を行ってきた。

この調査研究は、平成８年度より本格的に開始し、今年度の調査研究結果では、その発生要因の主要なものとして、仕組み、および制度のそれぞれについて次のような事項を指摘している。

仕組みに関しては、わが国の、国が行う情報技術開発の国家的ビジョンや政策の策定、および研究開発における重点投資分野選択などの重要事項の決定を行う際に、現役の学界や産業界の専門家の参画が不十分であることや、米国では大学や国研が研究開発の基礎的段階（上流段階）から実用化段階（下流段階）までを分厚い研究者のコミュニティによりカバーし、産業のシーズとなる技術を豊富に生み出しているのに対して、わが国の対応する研究コミュニティはきわめて弱体であることなどを指摘している。

制度に関しては、わが国の会計制度や公務員制度などの法・制度が、情報技術のもたらす急速な変革についてゆけず制度疲労を起こし、研究開発の迅速な進捗を妨げる方向に働き、これが競争力強化の大きな阻害要因となっていることを指摘している。

具体的事例として、国の研究開発予算に算入できる費目、特に人件費に関する規制がきびしく、情報技術の研究開発の現場において必要な研究者や研究支援スタッフを集めた研究チームの編成ができないことが大学や国研の空洞化を招いていること、米

国が、研究開発の計画期間にわたる通年度会計や複数省庁から得た予算の合算使用を認めているのに対し、わが国は、単年度会計であり、予算の合算使用も認めておらず研究開発成果も分割して納入することを求めるなど、事務処理負担をきわめて重いものとしている点を指摘している。

第Ⅰ編では、日米比較の視点から、このような要因により研究開発の現場において、どのような問題が発生しているかを述べている。

「情報先進国の情報化政策と技術開発動向、およびわが国の情報技術開発の重点分野選択指針」についての調査研究では、平成 10 年度に引き続き、米欧など情報先進国が掲げている情報技術とその活用に関するビジョンや政策、対応する研究開発戦略や計画についての調査を行っている。競争相手と想定される諸国が当初掲げたビジョンや技術開発計画がその後どうなったのかを把握しておくことは、これからわが国の情報技術開発のビジョン策定や重点投資分野の選択を行う上で重要な前提条件となる。

また、情報技術開発における、国の重点投資分野の選択においては、情報技術革命の進行に伴う分野の拡大と、その情報技術革命後のマクロな地図（ポスト IT 革命　情報技術領域分類マップ）を予測することが目標である。従来の情報技術の領域分類の 1 つは、「材料ーハードウェアーソフトウェアー応用」というようなものであった。しかし、インターネットやその上の新しい応用開拓が急速に進行中であり、ソフトウェア、および応用の領域の拡大は、その他の領域に比べ著しい。

今年度の調査研究では、情報技術開発の重点投資分野選択の第一段階として、このポスト IT 革命のマクロな領域分類として、「プラットフォーム ー コンテンツ ー ユーザインタフェース」という図式の提案を行い、この中で従来の研究開発分野の分類を試みた。その分類によると、従来の研究開発はプラットフォーム領域に集中している。一方、コンテンツやユーザインタフェース領域は、広範な応用分野の展開や、家庭における老若男女やハンディキャップのある人などの情報端末利用によるユーザ層の拡大が予測され、研究開発のフロンティアとなることが明確に認識できる。

第Ⅱ編では、重点投資分野の選択指針として、これら領域に注目すべきことを提言している。

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４）
－要旨－

目　　次

第Ｉ編要旨：わが国の情報技術研究開発の仕組み・制度のあり方

１．調査研究の背景 ……3

２．企業の目から見たわが国の大学、国研 ……6
2.1　企業側の大学や国研に対する現状認識 ……6
2.2　企業の持つ大学や国研への期待と企業の抱える問題について ……7

３．研究開発の発展を阻害する会計制度などの法・制度上の問題点 ……11

４．まとめと提言 ……18

第II編要旨：情報先進国の情報化政策と研究開発動向
および　わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針

１．調査の背景と方法 ……23

２．情報先進国の情報化政策 ……25
2.1　各国の動向 ……25
2.2　まとめ ……29

３．わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針 ……32
3.1　情報革命以降の情報技術の新しい構成領域と機軸 ……32
3.2　情報技術の領域と技術開発分野 ……36
3.3　わが国における情報技術開発の重点分野選択指針 ……44

第Ⅰ編要旨：

わが国の情報技術研究開発の仕組み・制度のあり方

第Ⅰ編要旨：
わが国の情報技術研究開発の仕組み・制度のあり方

１．調査研究の背景

ここでは、情報技術の研究開発における「わが国の仕組み・制度のあり方」の調査研究について述べる。これまで本調査研究は、情報革命の先頭を走る米国の情報技術開発の仕組み・制度と、わが国のそれを比較し、わが国の制度・仕組みの抱える問題点を指摘し、その改善策を提言してきた。今年度は、研究開発の基礎研究段階（上流段階）から、実用化段階（下流段階）に注目した調査を行った。

これらの段階は、米国においては大学や国研が中心的役割を演じており、産業のシーズとなる新技術を豊富に生み出している。米国の大学に所属する情報技術関連分野の研究者は約 1600 人といわれ、さらに、700 の国研に雇用されている研究者が 8－10 万人いて、その 20－30％が情報技術関連研究に従事しているといわれている。

人員構成についてみると、大学（主に州立大学)、国研ともに、公務員である研究者数は少なく、多くが連邦政府予算で雇用されたスタッフから成る。研究リーダは、ほぼ自由に人を雇用できるため、大学院生やポスドクなどを主力に、研究者数の 2－3 倍の支援スタッフを有する研究チームを組織し、実用レベルの試作システムを作り、商品化を展望した評価を実施することができる。また、学生も実用レベルの物作りの機会に恵まれ、即戦力となる能力を習得でき、研究成果の商品化を目指して起業する研究者も輩出する。

一方、日本の大学には教育の義務のない研究専門職はほとんどおらず、国研も 99 箇所あるものの、情報技術関連の研究者数は 150 人程度と推定される。その人員構成をみても、公務員の定員削減のしわ寄せを受け、大学、国研ともに、研究開発を支援する技術、および事務スタッフが極度に不足し、国研においては、主任研究員、大学においては、教授や助教授などの組織の幹となるスタッフのみが残り、枝葉となる支援スタッフが消えた丸裸状態にある。

従って、研究開発の内容も論文中心とならざるを得ず、先端的なソフトウェアやハードウェア試作は困難な状況にある。近年の大学院の拡充も定員増が困難なことから助手や講師などの定員を、大学院の教授などに振り替えたため、実際にソフトウェアなどを作成できる若い研究者数が減少した上に、大学院博士課程に進学しても、その先の進路が狭められたことから、博士課程へ進学する学生が減少し、ますます実働部隊が減少し、ジリ貧傾向が深刻化している。

わが国の大学、国研は、この 20 年にわたり、このような空洞化が進行しており、一部の例外的な研究者を除き、産業のシーズとなるような情報技術も即戦力となる学生も生まれ難い状態となっている。国研も同様の問題を抱え、産業のシーズとなるような技術が生まれる可能性は少ない。いくら産学協同研究や産官協同研究が叫ばれても、研究開発の現場では、人不足が深刻で、研究予算が増加しても消化不良の状態となっている。また、企業も、産学、産官の協同研究から産業のシーズとなる技術を得ることについて多くを期待しておらず、大学を学生の供給源としてしか見ていないのが実状である。

わが国全体としての情報技術開発の仕組みを米国と比較すると、上記のような基礎研究段階から、産業のシーズとなる技術を生む実用化段階までを担う大学、国研の格差が大きな問題であることがわかる。

従来、わが国の企業は基礎研や中研を持ち、基礎的、または中長期的研究開発を実施し、自前で産業のシーズ技術を生み出してきた。また、情報革命以前は、デバイスやハードウェア製品の比率が高く、このような製品は研究開発段階に続く製造段階を必要とした。日本企業は、優秀なブルーカラーによるチームワークを生かし、高品質、かつ大量生産による性能価格比の高い製造技術を武器として、国際競争を勝ち抜くことができた。

しかし、ソフトウェアやコンテンツが、製品の主体となる情報技術においては、研究開発の成果が、そのまま製品と化し、販売さえもインターネット上で可能となった。この結果、わが国の競争力の源であった製造技術の優位性が競争力強化に直結しない状況となった。

その一方で、インターネットによる電子商取引などの実現により、市場の規模が全世界に拡大し、競争が激化した結果、各企業は、世界レベルの競争に勝てる技術を残し、それ以外は捨て去るという生存を賭けた経営戦略の転換を行わざるを得ない環境におかれることとなった。このため、基礎的、かつ、中長期的研究テーマのような収率の悪い“事業”はアウトソーシングせざるを得ない状況が生じた。

実際、競争相手である米国企業は、このようなテーマの研究開発は、大学や国研にアウトソーシングしている。さらに、そのような基礎的、中長期的研究テーマの上流段階は、連邦政府予算により、大学や国研が担っており、企業は、その成果を下流で待ち構えていて、産学協同研究の実施による技術移転や、大学の研究者が起業した企業を買収（M&A）して、産業のシーズを得るという、日本企業と比べはるかに有利な立場を確保している。

上記のように、研究開発の仕組み・制度を日米比較の視点から見ると、産業のシーズを生み出す基礎的、または、中長期的研究テーマを実施し、産業のシーズを生み出す強力な大学や国研を持つ米国企業に比べ、弱体な大学、国研しか持たない日本企業は、国際競争力の面できわめて不利な状況におかれていると言える。

２．企業の目から見たわが国の大学、国研

今年度の調査研究では、わが国のこのような仕組み・制度上の欠陥に対して、国、および企業は如何に対処して行くべきか、その方策を見出すことを目指した。すなわち、大学や国研にどのような改革を望むか、さらに、当面、産業のシーズとなる技術を如何に入手するのか、といった問題に取り組むこととした。このため「わが国企業は、産業の技術シーズをどこに求めるのか？」という調査課題を設定して、企業や大学の有識者のヒヤリングを行った。これらの調査結果の概要を下記に述べる。

2.1　企業側の大学や国研に対する現状認識

ヒヤリングなどの調査の結果、企業は、わが国の大学や国研について、従来とあまり変わらない、次のような考え方をしていることがわかった。

１） 業は、大学が産業のシーズとなるような技術を生み出し、企業へ提供してくれることを現状では期待していないこと。（従来も、情報技術に関しては同様）
２） 研究者の絶対数が不足しており、その研究環境や諸設備も企業が望むレベルの研究開発を実施するには不十分であること。大学が、これらの問題を解決し、企業にとって魅力ある成果を出せるレベルに到達するまでには、長い時間がかかるであろうこと。
３） 多くの大学では、人手不足、研究設備の貧弱さ、研究予算不足などの理由もあって、論文重視に偏った評価システムができあがっている。このような環境で育った研究者が産業のシーズとなる実用的技術開発を行うには、かなりの意識改革が必要であること。
４） 企業は大学の早急な改革に対しては悲観的ではあるものの、情報革命の荒波を乗り切るためには、教育とともに研究開発能力も強化し、これらを車の両輪と考えバランスのとれた体制のへの改革を強く望んでいること。
５） そのような体制は、即戦力の学生を生み出すことになるため、企業は、大学、国研の強化のための協力は惜しまないこと。
６） 文部省は依然として護送船団方式をとっているが、国立大学の独立行政法人化は、大学改革のチャンスであり、この機会に大学に経営の自主性や人事権を与え、企業会計や競争原理を導入することで改革を早めることができると考えていること。
７） 現状では、多くの国立大学は、人手や予算不足のため技術移転の契約業務や諸経費の費用負担も十分できない状況にあり、なお一層の国の投資が必要であること。

2.2　企業の持つ大学や国研への期待と企業の抱える問題について

以下に、企業が大学や国研をどのように認識しているか、どのような期待をもっているか、また、企業自身は産業のシーズとなる技術をどのように入手するのか、企業の抱える研究開発上の問題は何か、など、いろいろ出た企業側の意見のうち、主だったものを集約して以下に列挙する。

１）　大学・国研が産業の技術シーズ供給源となる上での研究開発体制に関する問題と提言

a)　わが国産業の閉塞状況の突破口としての大学・国研改革

情報通信分野の技術革新がもたらす急激な環境変化の中で、企業は産業の技術シーズを社内自給からアウトソーシングに切り換える必要に迫られている。そのため、わが国においても米欧のように大学・国研が初期研究の重要な担い手となることが期待される。現状では、これら研究機関の研究開発体制の弱さが技術・産業競争力における劣勢の一因であるが、その改革は、糸口が見えないわが国の情報通信産業の伸び悩みを打開するための突破口となり得る。

b)　研究者の絶対数確保と研究の活性化

日本の情報通信分野は、米国に比べ研究者数が桁違いに不足しており、現状ではその点だけでも勝負にならない。公務員削減の影響により、大学・国研の研究体制はさらに弱体化しつつある。国の事業は研究者層の強化も長期的目標に含めて考えるべきである。

研究開発予算で柔軟に研究者やサポート人員を雇用できるよう、会計制度の改善が強く望まれる。また、大学における研究開発の実働部隊であり、次世代の技術や産業の核ともなる大学院生が、質の高い研究に専念できるような資金的援助も必要である。海外からも優秀な人材が集まる環境・制度の整備をしなければならない。

大学・国研における研究の活性化には、産業との交流を欠かせない。特に、研究者が大学・国研での成果を民間に移って製品化したり、逆に企業で先端的開発をした人が大学へ行って教えたりするなど、実際に人材が移動できることが求められる。その際、シンクタンクの、産学連携における橋渡しとしての役割にも注目すべきである。

c)　経営の改革

独立行政法人化や学生数の減少などの変化は、大学・国研にとって改革の好機となり得る。特に経営変革が重要であり、教育・研究と経営の責任者を分離する、あ

るいは教育と研究を分離し研究は成果主義に基づく報酬とする、などの取り組みが重要となる。そのためには、経営者の任免権等の再検討も求められる。第三者による評価も必要となるだろう。

最終的に大学・国研は、産業や納税者にとって価値の見える存在であり続けなければならない。大学・国研を劇的に変えていくには、日本の現状・風土を踏まえつつも、グランドデザインをうち立て、その下で雇用制度や法律の改善を大胆に実行する必要がある。

d) 価値観の改革

現在、産業と大学・国研とは疎遠である。原因は両者の価値観の乖離であり、その解消が必要である。

まず研究開発における時間尺度を、情報通信技術の置かれている現状に合わせ、近づけなければならない。大学・国研からの、産業への積極的な貢献も図るべきである。具体的には、実践的能力を備えた学生の育成、事業化を想定したテーマへの取り組みや企業への提案、製品化を目指した完成度の追求などが必要である。

求められる価値観のあり方を、産学間の関係について言えば相互の「チャレンジ＆レスポンス」の精神、つまり近い将来に目標を置いたテーマ提言とその創造的実現であり、大学・国研自身について言えば「役に立つ」意義の再認識であろう。世界を念頭に置いた評価指標も重要である。

TLO は、現状での活用は少ないものの、大学で産業を意識した研究開発が活発化する契機として期待される。

e) 国の支援制度の改革

国のプロジェクトにおいて技術革新のスピードに見合った機動的な研究開発を可能にするために、現場裁量権の大幅な拡張と、現実に即した会計制度が必要である。大学・国研に技術成果を求めるならば、特にもの作りの場合、相応の設備投資も行なわれるべきであろう。

国家プロジェクト一般の問題として、成果に対する認識の改革も必要である。従来は成果として大量の書類提出を求められてきた。米国では、投資の結果、企業が成長して税金の回収額が大きくなれば納税者への利益還元がなされると考える。また、成果をオープンなデータとし、より多くの活用を図っている。日本でも同様の発想が必要である。

これらの実現の上での共通的障害となっている、官公庁の縦割り・硬直的な体質の改善も望まれる。

2) 企業が大学・国研に期待する役割

f) 従来の産学交流

従来、企業にとって大学・国研は、大学の卒業生を人材供給源としてきたのが主な関わりであった。情報通信技術、中でもソフトウェアは人材への依存が大きいため、それだけでもメリットは大きかったと言える。また、それらの機関の研究者から、広範な、あるいは最新の知識とこれに基づく提言も得られた。

しかし産業に直結した先端研究は、残念ながら日本では脆弱であり、大学・国研発の技術シーズ導入は少ない。

g) 大学・国研に期待する役割および研究

企業は大学・国研に対して、パラダイムシフトの見極めに基づく産業の進路の先導や、メタレベル製造技術開発、日本からの技術発信に対する助力等の形での産業貢献を期待している。

知的関心を動機とする基礎研究にも広く取り組むべきことはもちろんであり、コストやニーズを無視した研究、長期間を要する研究、将来性の不明な研究などを絶やさないで欲しい。ただし、企業との協同研究には、価値観の共有が必要である。

3) 産業界が競争力強化のために取り組むべき内部課題

h) 市場・情勢の認識

日本の企業には、まだ旧経済的な仕組みや発想が残っている。グローバル競合時代への適応を促進して、競争のみならず企業間協力や市場認識など、すべてにおいて世界を視野に入れていく必要がある。米国の世界戦略に対して、アジア固有の経済圏に注目することも、そうした捉え方の一つであろう。

i) 人材の活用

日本の情報通信産業は、優秀な人材が集まり、育ち、活用される仕組みを再構築する必要がある。現在は、給与体系だけを見ても技術者が優遇されていると言える状況からほど遠い。最近の成果主義の動きも、この問題の解決手段としては速効を期待できない。人材の理工系離れが、日本の情報通信産業の低迷や企業の製造能力低下に関係している事態を、深刻に捉えて対処しなければならない。

人材の流動的な活用の点では、現在は退職金制度が大きな足枷となり、日本の社会が情報化時代の速さに適応する上での阻害要因となっている。

知的活動や技術、ソフトウェアなどの価値に関する社会的教育も重要である。

4）当面の産業の技術シーズやテーマをどこに見いだすか

j） 当面の技術シーズ獲得法

企業の当面の技術シーズ獲得は、海外企業との協同・協調や技術導入などのグローバル協同が基本になる。要求の大きい領域には人材もシーズも育つから、そこに着目して双方を取り込むのが効率的である。米国を主とする海外技術の追撃と並行して、日本やアジア固有の文化・価値観・ニーズを活かす等、柔軟な発想に基づくテーマも探られるべきであろう。

k） 国に期待する視点と役割

今日の情報通信分野の研究開発では、大きい装置・高度な技術よりも、社会的・文化的な影響の大きさに関心が向かっている。また、平準化された共通意見よりも個人の発想の重要性が増している。国の支援においても、これらの特質が考慮されなければならない。ただし産業競争力や技術力の建て直しには、明確なビジョンを示し、これを強力に推進することが必要である。

具体的なテーマとしては「ユビキタス・コンピューティング」等が重要な候補になるが、テーマで縛らずに、優秀な研究者に自由に基礎研究させる考え方も必要だろう。企業は、直近のテーマには自ら取り組んでいるので、それらと競合しない計画を国に望む。そのような観点からは、国のプロジェクトで取り上げて欲しいテーマとして、５～10 年先を見た基礎研究、高速ネットワークや研究機関のサーバ等の基盤整備、遠隔医療等の受益者は多いが薄利のシステム、国の文化の保護、などを挙げることができる。

企業がグローバルに活動していく上での支援、たとえば日本発の標準化に向けた活動の支援、留学生の受け入れの促進、国際的な産学協同研究の場の供給なども、国が担うべき重要な役割である。

３．研究開発の発展を阻害する会計制度などの法・制度上の問題点

わが国の大学や国研の研究開発能力の相対的な弱体化の元凶は、国の研究開発投資の不足とともに、その仕組み・制度面にも問題があることが考えられた。

情報革命の時代に入り、研究開発の現場では、その優劣が優秀な頭脳を持つ人材の多少により決定する。また、研究の進捗のスピードも大幅にアップしている。このような物作り中心から、頭脳労働中心への変化、また、アイデアや新技術の陳腐化の短期化に対して、会計制度や公務員制度など、法・制度が追随できないでいることが考えられたわけである。

この明確化を意図して、国の研究開発プロジェクト実施の仕組み・制度を、研究目標の変更やそのチーム編成などの実施権限の研究リーダへの移管や、予算の使途変更や費目間流用など予算の執行権限や成果の利用の権利関係などに注目して、調査することとした。

このため、米国の連邦政府予算で実施する研究開発計画（プログラム）における運営の仕組みや会計制度などの法・制度について、実際に採択されたプロジェクトを対象として調査し、わが国の仕組み・制度と比較した。

比較結果は、日米の研究開発の仕組み・制度に関して、その運営方法や諸手続き、予算の実施権限、会計制度、成果の管理制度など多くの点で、米国の仕組み・制度が、日本のそれらに比べ合理的、かつ実質的であり、さらに日々進化していることがわかり、研究開発の実施上で、大きな日米格差が生じていることが明らかとなった。

ここでは大きな影響を及ぼす差異について、研究開発の仕組み上の問題点と、法律を含む制度上の問題点に分けて、以下に示す。

１）組み上の問題点

a）国全体の情報技術研究開発の将来ビジョンや戦略がない。

米国：現役の学界や産業界の代表からなる大統領直属の諮問委員会や、省庁間の研究開発を横断的に統合・評価する OSTP、NSTP などがあり、時代を先取りしたビジョンや戦略を指示し、それが政策となって迅速に実行される。

（特に、諮問委員会は強力で実効ある提言を行ってきた。古くはヤング・レポート、最近では PITAC レポートが有名）

日本：科学技術会議や学術会議、首相直属の諮問委員会などがあるが、メンバーの多くが情報技術開発に携わる現役専門家ではなく、関係省庁の利害対立を超越し、時代を先取りしたビジョンや戦略を打ち出せず、実質的に機能していない。(メンバーの若返りと産業界や学界の第一線で活躍する現役の登用が必要)

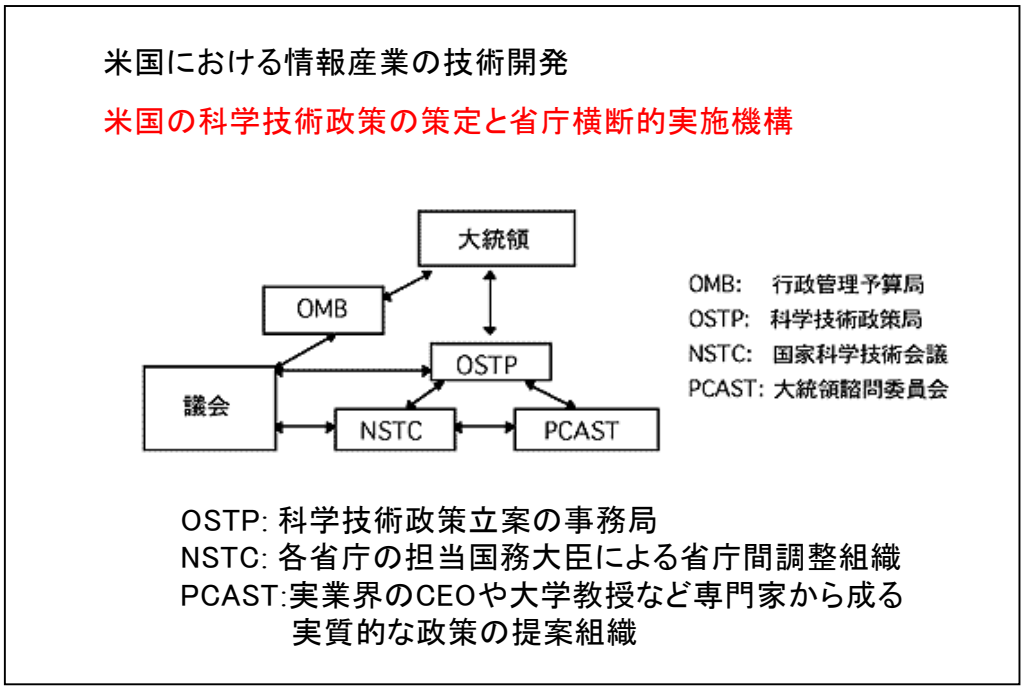

図1.1　省庁間の関連プロジェクト管理を一元化する機構の存在

b) 情報技術や研究開発の中身のわかる専門家が、研究開発計画の運営やその成果を活用した起業支援などの実施を一貫して管理する仕組みができていない。このため研究面や経理面の責任の所在や研究評価基準が不明確で、情報公開や競争原理の導入も不十分。

米国：研究開発を管轄する省庁側にプログラムマネージャやプログラムディレクタ（PM/PD）と呼ばれる大学の教授クラスの担当者がおり、研究テーマの採択、研究目標の変更、予算査定、費目管理、予算打ち切り、成果利用などを一元管理。急速に進歩する研究開発に機動的に対処している。

日本：省庁側に専門家不在。大学教授など外部の有識者にテーマ採択や進捗評

価、などをその都度依頼する。予算管理など運営は行政官が（２年ごとに交代して）実施する。このため責任者が不明確で、プロジェクトの運営方針も一貫しない。研究開発の現場担当者は、予算要求、計画変更などの説明、評価資料作成などの事務作業が膨大となる。成果利用の手続きも省庁ごとに細部が異なり、事務処理が複雑で迅速な商品化を阻害している。

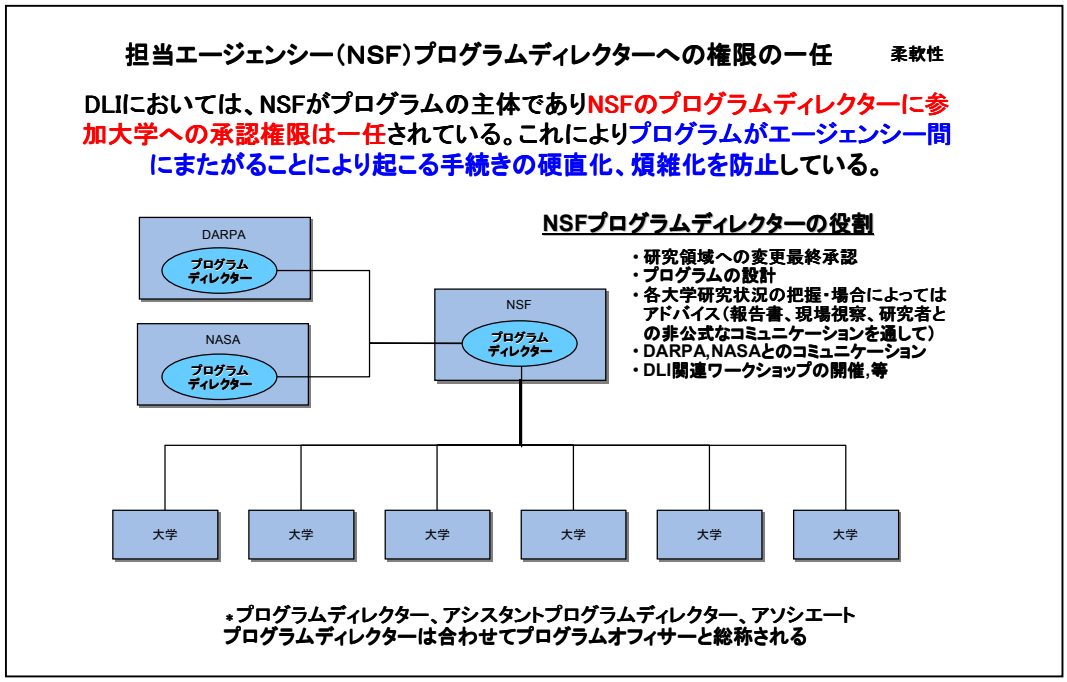

図1.2　複数の省庁からの予算も代表する省庁のPM/PMのもとに一元化

表 1.1　運営に関するほとんどの権限が PM/PD と現場へ移管されている。

１）　プロジェクト研究領域の変更
２）　予算適用範囲
３）　予算執行の変更
４）　計画（プログラム）運営形態と成果の取り扱い
５）　大学等における知的財産権の取り扱い
６）　大学等における予算執行権限
７）　大学等における人事管理の権限
８）　大学等・企業間の協力関係の形成
９）　企業の参画形態

２）法律を含む制度上の問題点

a）国の研究開発予算の使途（算入可能費目）の規制が厳しく、使途の変更などの裁量権が現場の研究リーダにほとんど与えられていない。 特に人件費の規制がきびしく、研究開発の遂行に必要な人材を雇用し、希望する研究チームを組織できない。

米国：人件費を含めほとんどの費目が算入可能。研究者や研究支援スタッフなどを自由に雇用し、強力な研究チームを組織可能。 使途の変更や費目間の流用も、PM/PD の合意を電子メイル等で得れば容易にでき、研究環境変化に機動的に対応可能。人件費については各企業の基準に従い、間接費用も算入でき、研究開発の受託がビジネスとして成立。

日本：研究リーダは研究予算で研究者や支援スタッフを雇用できない。また、作業等を外注する場合も、仕様書を作成した上で見積書などの書類整備が必要。納品物は仕様書と一致していなければならず、変更が頻発する情報技術の研究開発では、仕様書は後から差し替えて対応。人件費については、間接費は算入不可。このため企業が、国の研究開発を受託すると赤字となる。企業の積極的参加を阻害している。

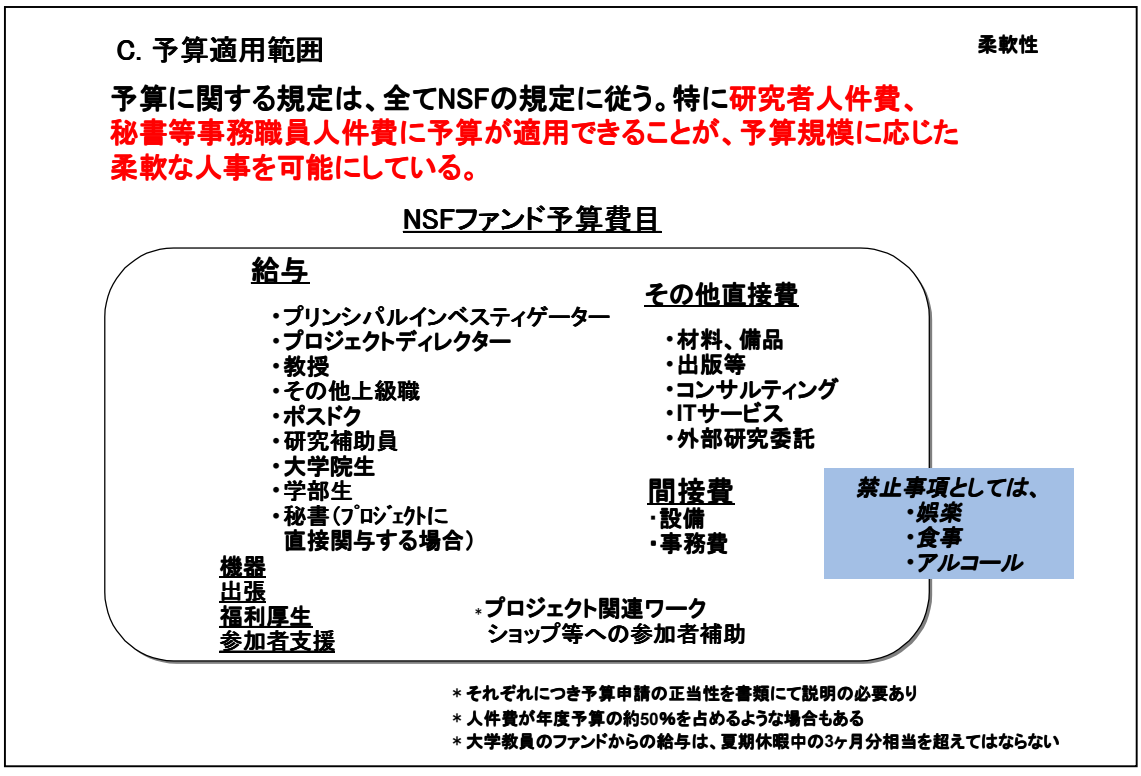

図 1.3　プロジェクト予算で人の雇用が可能。ほとんどの費目が算入可能

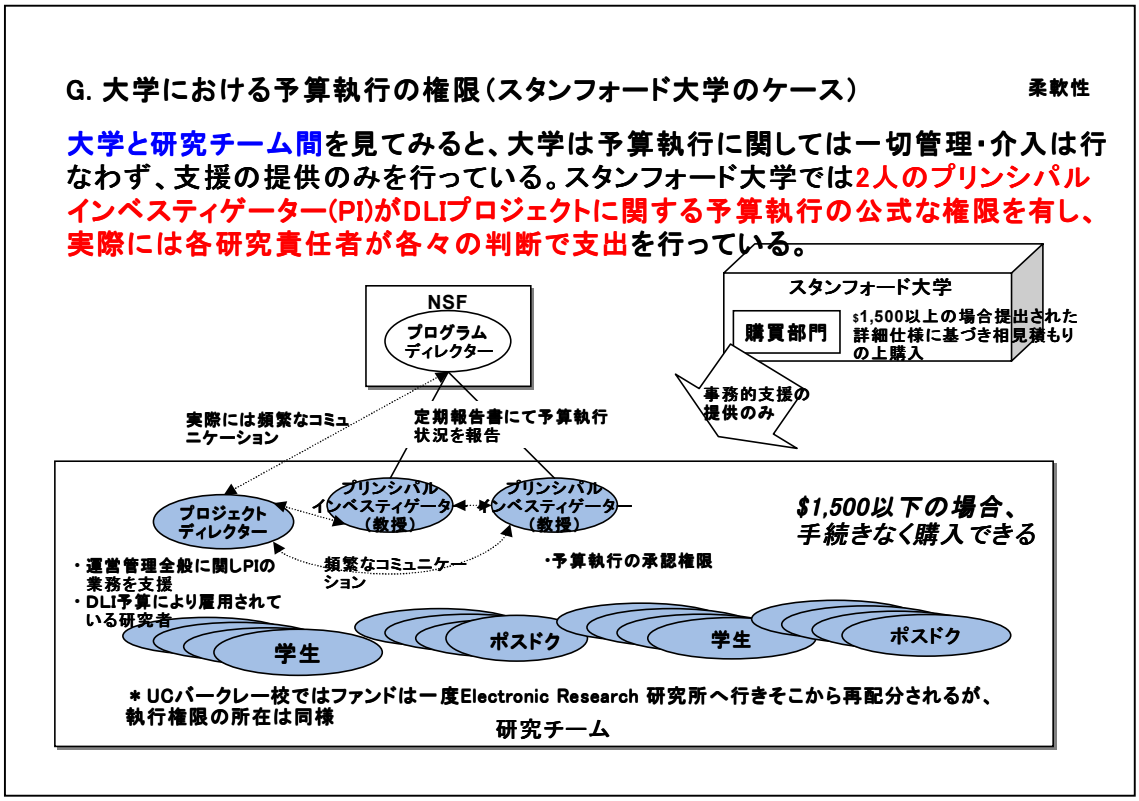

図 1.4　予算の使途の規制が少なく大規模な研究開発チームを組織可能

米国国立研究所の構成の一例：ローレンスバークレー国立研究所

History:
1931 Established by Dr. Lawrence, who invented the cyclotron which lead to the Golden Age of particle physics discovering the nature of the universe. Since then, Berkeley Lab has broaden its research scope. Nine Nobel Prizes.

Employees: 3,500
- **研究者、技術者： 1,300**
- **管理者、マネージャ： 500**
- **技術的、事務的サポートスタッフ： 1,700**
- **客員研究員等： 2,000**

Annual Budget: 3億8900万ドル 1997-98 fiscal year

Technology Transfer Program:
– Many collaborative research projects with the private sector also as a source of funding and expertise.
–**Supporting new company spin-offs**
–Licensing
–Sponsored projects
–Visitor/staff exchanges
–**Gifts and graduate support**
–User facilities

図 1.５　米国の国研の人員構成例

研究を支援する管理者やサポートスタッフの数は、研究者の 2 倍近い。
日本の大学、国研では、このような支援スタッフはほとんど消滅。研究者は丸裸状態。

表 1.2　予算の最重要費目は、人件費、労務費に関するものであり、手厚く支援されている。裸の人件費しか算入できない日本とは大きな違い。

国が負担する人件費関連項目

General allowability	Compensation for personal services
allowable	給与・賃金
allowable	上級管理者、ボードメンバーへの報酬
allowable	社外勤務手当
allowable	勤務地の物価水準の相違による生活補助手当
allowable	従業員保険料
allowable	付加給付（有給休暇、傷病休暇、バケーション、軍隊休暇等）
allowable	駐在員等に対する国情に応じた勤務手当（Hardship pay）
allowable	改善提案や安全提案に対する報奨金
allowable	生産性や費用削減に連動した奨励給（Incentive pay）
allowable	その他退職後給付（健康保険、生命保険、授業料援助、デイケア等）
allowable	年金費用（積立て費用か支払発生時費用かを選択特定）
conditional	ボーナス（株式付与によるボーナスを含む）
conditional	失業給付(Severance pay、Dismissal wage)
allowable	従業員ストックオプション
allowable	従業員持株会費用

労務関連費用項目

General allowability	Article number in FAR–Name of cost items
allowable	31.205-6 – 人的サービスに対する報酬
allowable	31.205-13 – 従業員の士気、健康、福祉、食事、並びに寮に関する費用・手当
allowable	31.205-18 – 独自の研究開発 及び 入札や契約プロポーザルに関わる費用
allowable	31.205-21 – 労組関係に関する費用
allowable	31.205-24 – 施設・設備の維持・修繕費用
allowable	31.205-25 – 製造及び生産エンジニアリングの費用
allowable	31.205-29 – 工場・施設の警護費用
allowable	31.205-33 – 専門家、コンサルタントサービスの費用
allowable	31.205-34 – 採用費
allowable	31.205-35 – 社員の業務転勤による転居費用
allowable	31.205-43 – 業界団体、産業別団体等における活動・定期刊行物購読費用
allowable	31.205-44 – 教育訓練費用
allowable	31.205-46 – 旅費
conditional	31.205-38 – 販売費(直接販売費及び短期のマーケティング計画費用)
unallowable	31.205-22 – ロビー活動、政治活動の費用
unallowable	31.205-27 – 組織変革のための費用

b) 国の予算が単年度会計で毎年度末決算。各費目ごとに完全消化が要求される。複数の省庁から得た予算を合算して使えず別々の会計で決算。成果物も分割して納入することが要求され、多大の事務量が発生。会計検査も書類不備など形式面を重視。

米国：プロジェクト期間を通した通年度会計。予算の余りや不足は繰り越し可能。プロジェクトの最終年度に決算。異なる省庁よりの予算も合算でき、納入物を分割する必要もなし。しかし、各年度ごとに研究開発目標の達成度合いは専門家である PM/PD より厳しく査定される。会計検査も形式より実質的成果重視。

日本：単年度会計であり、費目間流用規制のきびしさ、予算の完全消化の要求、異なる省庁からの予算の合算不可、および成果物の分割納入は、研究開発の現場に多大な事務処理負担を課す。このため、人手不足の大学等の研究の現場は大きな研究開発予算をもらうと論文執筆ができなくなり、返上することもあり。（予算が増えても、研究パワーに転換不可）

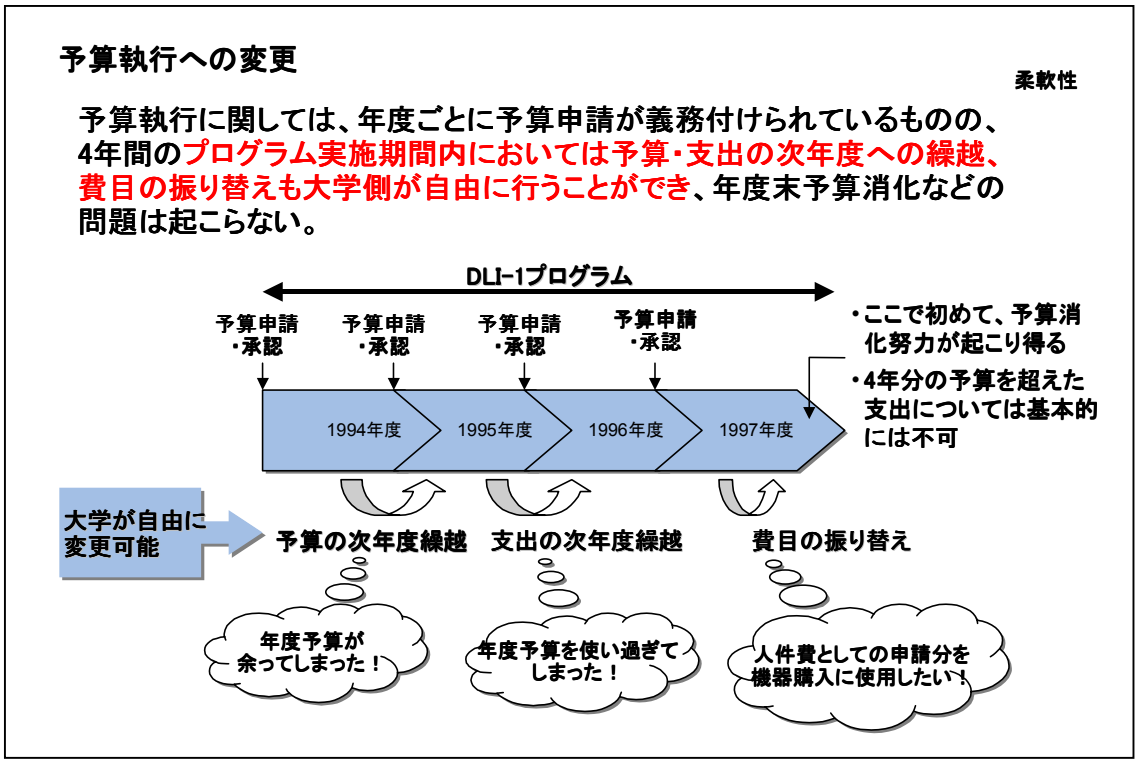

図 1.6　プロジェクト期間にわたる通年度会計

この会計制度は、試行錯誤がつきものの研究開発には不可欠の制度。予算も有効利用され、研究の能率も向上する。さらに事務作業量も軽減。単年度会計の日本と大きな格差が生じる。

４．まとめと提言

情報技術革命は、社会の神経網にあたる技術の革新であり、その影響は全産業におよぶ。そして、さらには、企業活動のみならず、行政や社会活動の細部にまで及ぶといわれている。この革命への迅速かつ適切な対応が、国とその国民の繁栄につながることを疑う者は最早いない。これまで産業の近代化に遅れを取っていた諸国も、この革命を自国を先進国へと跳躍させる好機と捉え、国をあげての情報化ビジョンの策定とその技術開発戦略を展開している。

情報技術を生み出す資源は鍛えられた人間の頭脳であり、地下に埋蔵された天然資源などではない。ソフトウェアやコンテンツなど、まさに知識が富となる世界である。これまで蓄積された技術なくしてもコンピュータとネットワークがあれば、そこに産業の新天地が開ける。シンガポールやインドなど、これまでの重厚長大といわれる製造業では振るわなかった諸国が国を挙げて情報革命へ取り組み、数学的教育に優れた人材の活用を進め、情報産業の競争力ランキングの上位に登場してきている。

わが国も情報革命への国をあげての対応を急がなければならない。しかし、現状は「科学技術立国」が叫ばれ、科学技術基本計画が立案され、情報通信分野への国の投資も急増する勢いであるにも拘わらず、情報技術を開発し人材を育むべき、大学や国研が旧態依然たる状況にある。インフラの一部ともいえる国の研究開発の仕組み・制度は、オールド・エコノミー時代の会計制度などの諸規制を引きずっており、未だ改革の手が入っていない。情報技術分野への研究投資を増やしても、この仕組み・制度の改革なくしては、投資効果も半減してしまう。

今年度の「わが国の研究開発の仕組み・制度のあり方」の調査研究は、この面でのわが国の後進性を改めて浮き彫りにしたといえる。どのような事業を起こすにも、人、物、金といわれるごとく、人材、インフラ、資金が必要である。わが国の大学、国研は、この全部が不足し、その原因を作っているのが、人と金を縛っている会計制度や公務員制度などである。

わが国のこれら制度は米国に比較して 20 年以上の遅れをとっている。米国の現在の連邦政府の仕組みができたのは、大恐慌に端を発した行政改革によっているから、そこを基準とするとわが国の諸制度は、もっと遅れていると言えよう。国をあげてのニューエコノミーに対応できる仕組み・制度作りが今こそ求められている。

本調査研究結果が示唆する仕組み・制度改革は、国の会計制度や公務員制度という、わが国の行政府の根幹に触れる問題であり、省庁のレベルを超えた国を挙げての取り組みが不可欠である。現在、通信や金融などの分野では、これまでのわが国では考えられないような改革がすすめられている。大学や国研は、情報革命を遂行するための原動力となる知識と人材を生み出す場所である。その立て直しは、まさに急務である。

わが国も研究開発プロジェクトの舵取りを、できる限り研究開発の現場にまかせ、さらに予算の使い勝手にしても、米国の制度に見られるように、まず、人材を集めるために使えるようにしなければならない。人件費の間接費分の国の予算への算入などその第一歩であり、早急な改革が望まれる。

米国においては、会計制度などを新技術の研究開発の特質に合わせ進化させてゆく努力をひたむきに実施している。政府の研究開発契約の一般事項に記述されている内容を以下に引用する。

FAR - Part 35
研究開発契約（Research and Development Contracting）
35.002 ー 一般事項（General）

研究開発プロジェクトを委託契約する主要目的は、科学技術知識の高度化と、その知識を省庁や国家レベルの目標を達成するために適用することである。消耗品や諸サービスの調達契約と異なり、多くの研究開発契約は、その実現に必要な業務の内容や方法が事前に確定できないような目的を持っている。プロジェクトの成功確率や特定の技術的アプローチの困難度などは、事前に判断が困難である。 **研究開発契約はこのような独特の性質を持っているが故に、その契約プロセスは産業界の最も優秀な能力がプロジェクトに参画することを促進するようなものでなければならず、プロジェクトが合理的な柔軟性と最小限の事務的負荷でもって遂行され得るような環境を保証しなければならない。**

この規則は、連邦政府が、研究開発契約にあたって、**合理的な理由に基づく柔軟性**（例：契約者の自発的会計原則変更やFARからの逸脱を認める等）と**契約者に対する行政/事務的負荷の最小化**（例：民間の会計原則の全面的採用、自社内の会計原則を一貫して使用することを認める等）、を基本精神としていることを示している。

また、先端技術の研究開発の進歩は早く、法・制度は、どうしてもその進歩に遅れを取り、その障害となることが危惧される。 そのような場合には、研究者は、連邦調達規則（FAR:Federal Accounting Regulation）から逸脱することを認めている。

わが国においても、科学技術立国を国の基本理念とするなら、米国のようなその実現を促進するような仕組みや法・制度を遅滞無く整備してゆくべきである。しかし、

わが国の現状を見るに、官学産の改革に向けての足取りはそろわず、ともすれば既得権維持に走り、改革の芽を摘んでしまうことさえ起こり得る状況である。　情報先進国の米国の、技術と共に、このような国民重視の基本理念や合理的な法制度についてもキャッチアップすべきであり、これを 2000 年代の国家目標として掲げることを提言したい。

第Ⅱ編　要旨：

情報先進国の情報化政策と研究開発動向
および
わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針

第Ⅱ編要旨　情報先進国の情報化政策と研究開発動向 および わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針

１．調査の背景と方法

（１）諸外国における情報化ビジョンの動向

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、情報化施策が世界各国で活発に展開されている。情報社会の進展は情報産業の育成にも大きな影響を与える。各国では、情報産業をこれからの戦略産業と位置づけ、その育成策にも力点を置いている。

以上のような世界各国の状況を踏まえ、昨年度は、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」を調査した。

その中では、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べ、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、韓国に関しても同様に調査を行った。

今年度は、「情報技術開発における重点分野の調査」の一環として、まず各国に関する昨年以降の動向を調査した。

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。

調査対象国

- ♦ アメリカ
- ♦ ＥＵ（欧州連合）
- ♦ シンガポール
- ♦ マレーシア
- ♦ オーストラリア
- ♦ インド
- ♦ 韓国

（２）わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針

諸外国の情報化ビジョンに関する調査に加え、わが国の情報技術開発における重点分野について、図 2.1 に示すような流れにより、検討を行った。

まず、今後必要となる情報技術の発展方向を、社会・産業の将来像から検討し、今後の情報技術を規定する新しい領域構成の考え方と基軸を設定した。

次に、領域ごとの技術開発分野と開発すべき内容を明確にした。

最終的に、それらの結果を踏まえ、わが国がその領域の中でどの分野に取り組むべきかの考え方、指針を提示した。

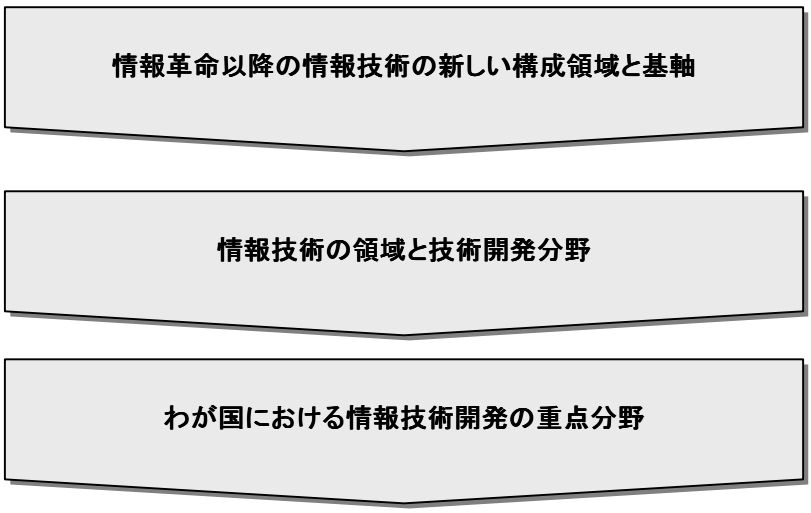

図 2.1　調査研究の流れ

２．情報先進国の情報化政策

2.1　各国の動向

（１）アメリカ

2000 年 2 月に発表された、米国の 2001 年度予算案に見られる情報技術研究開発計画を概観する。

予算案の中でクリントン大統領は、1999 年から起こした 21 世紀基礎研究ファンド（21st Century Research Fund）を強調しており、その要求額は 428 億 9,500 万ドルになっている。これは研究開発費予算全体（853 億 3,300 万ドル）の 50%であり、非軍事研究としては過去最大の前年比増額（29 億ドル）要求となっている。このファンドの狙いは、NIH、NSF、DOE での基礎研究を中心に、コンピュータ、通信、エネルギー、環境等分野で、基礎と応用の相互に関連する領域の研究開発を組み合わせて、成果を増幅するようなバランスの取れた資源の投資を行うことである。

この 21 世紀基礎研究ファンドをベースに、科学技術イニシアチブが構成されている。主な特徴は、①基礎研究の強化と連邦政府研究ポートフォリオのバランス、②大学ベースの基礎研究の強化、③NSTC によるマルチエージェンシ研究イニシアチブの推進である。この③で強調されているのが、新たに加わったナノテクノロジ、バイオベースのクリーンエネルギーとともに情報技術への支援増加である。

この情報技術については、過去 10 年間にわたって実施されてきた HPCC 計画（NGI を含む）と、2000 年度予算から盛り込まれた IT^2 計画を合併して、情報技術研究開発(Information Technology Research and Development)という新しい計画名称になっている。これは HPCC 計画と IT^2 計画の差異についての理解・認識に混乱があったことを是正するためと国家経済会議の上級スタッフは述べている。この計画では IT^2 計画に 8 億 2,300 万ドル、NGI に 8,900 万ドルを含む総額で 23 億 1,500 万ドル（35%増）の予算を要求している。特に IT^2 計画の額は対前年比で 166％の増額となっており、科学技術イニシアチブの中でも、二番目の伸び率である。

2001 年度予算教書とは別に、IT^2 計画の強化継続策として、5 年間というスパンで計画的に情報技術分野への政府支援を行うことを目的とした「ネットワーキング及び情報技術研究開発法（NITRD 法：Networking and Information Technology Research and Development Act）案が、第 106 議会下院本会議に上程され、2000 年 2 月 15 日下院を通過し上院に送付された。

この法案は下院科学委員会が提案したもので、1991 年の HPC 法を修正し、NSF、NASA、DOE、NIST、NOAA、EPA、NIH の研究開発支出を 2000 年度から 2004 年度までの 5 年間についてあらかじめ認可しようというものである。

（２）ＥＵ

ＥＵレベルの研究開発政策は、長年フレームワークプログラムとして実施されている。現在は、1998 年に始まった第５次フレームワークプログラムが実施されている。

情報関連に関しては、次のような分野のプログラムが設定されており、公募プロジェクト等をとおして、展開されている。

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。

（３）シンガポール

シンガポール政府は、古くから情報技術を比較優位を持てる分野に育成するために、長期的な戦略的投資を行っている。政府は、情報化国家をビジョンとして掲げた「IT2000」を 1991 年に作成し、その実現を加速するため、1996 年にはシンガポール・ワン計画が策定された。これは、シンガポール全土に広帯域の通信インフラを整備し、対話型マルチメディアのアプリケーションとサービスを家庭、学校、オフィスに提供しようというものである。シンガポール・ワンは着実にシンガポールの情報通信インフラの向上に貢献している。

1999 年には、IT2000 の次の国家計画の策定に着手し始めた。2010 年までの基本計

画である ICT21（Information and Communication Technology 21）を起草中である。

（３）マレーシア

マレーシアもシンガポールと同様に、情報産業を国の戦略的産業として位置づけている。マハティール首相は、1991 年に行った講演の中で、2020 年までに同国を先進国にするという国家目標 Vision 2020 を打ち出した。今後 30 年間にわたり年平均 7%の経済成長を実現させ、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。

MSC 計画の中で重要な事業がフラグシップアプリケーションと呼ばれる応用開発である。大きく２つに分けられ、１つは政府が主導し、公共セクター、国民が活用する「マルチメディア開発」である。もう一方は民間企業の活力を利用し、民間企業の活性化を図っていく領域である「マルチメディア環境」である。マルチメディア開発フラグシップアプリケーションとして、電子政府（首相官邸）、多目的カード（Bank Negara）、スマートスクール（教育省）、遠隔医療（厚生省）が取り組まれており、マルチメディア環境フラグシップアプリケーションとして、研究開発クラスター（科学技術環境省）、ワールドワイド製造ウェブ（通商産業省）、ボーダレス・マーケティング・センター（MDC; Multimedia Development Corporation）が取り組まれている。これらの中で、電子政府、多目的スマートカード、遠隔医療、スマートスクールの４プロジェクトについては、入札に基づき受託業者が決定された。

情報通信企業を誘致するサイバージャヤは、当初の予定より半年遅れ 1999 年 7 月にオープンした。プトラジャヤには首相府が入居し、サイバージャヤでは、プロジェクトの中核事業体である MDC 社等の主要企業が事業を開始している。しかし、進出予定の企業の中にも、インフラ整備状況を見極めている企業も多い様子である。

（５）インド

インドは、情報技術産業を強化し、10 年のうちにインドを世界最大のソフトウェア生産国/輸出国とするための政策を展開している。まず、1998 年５月、「情報技術・ソフトウェア開発タスクフォース」（National Task Force on Information Technology & Software Development）を設置し、国家情報政策の立案に着手した。

1998 年 7 月にタスクフォースは、「情報技術アクションプラン」（Information Technology Action Plan）を発表し、10 月にはハードウェアに焦点を充てた「情報技術アクションプランパート II」を発表した。

情報技術・ソフトウェア開発タスクフォースは、情報技術アクションプランパート１の実施状況をヒアリング等によりレビューし、2000 年３月にその進捗状況を発表し

た。それによると、108 のアクションプランの内、実施済 56、未実施 27、実施中 22、未採用 3 という状況であった。

（６）オーストラリア

オーストラリア連邦政府のジョン・ハワード首相は、1997 年末に「成長のための投資」と題する計画を発表し、その中で今後 5 年間に 12 億 6,000 万ドルを投入し、投資、輸出貿易、新しい高成長産業の革新などを促進していくことを表明した。

情報政策に関しては、情報経済大臣の管轄下に国家情報経済局(National Office of the Information Economy)を設け、次のような情報化政策を推進していこうとしている。

- ♦ 柔軟な規制・枠組みに基づき産業と消費者の間の信頼関係を醸成する
- ♦ オーストラリア連邦が先端技術のユーザとなる
- ♦ 情報産業の基盤を改善する
- ♦ 情報化時代へのアクセス、特に地方や遠隔地、障害者などのためのアクセス支援と社会における情報関連技術習得を支援・促進する

さらに、1999 年１月には、「情報経済のための戦略フレームワーク」をリリースした。そこでは、優先課題として、

1) 全ての国民が情報経済から得る便益を最大化する
2) 情報経済に参加するために必要な教育とスキルを国民に提供する
3) 情報経済に対応できる世界一級のインフラを整備する
4) 国内産業において電子商取引の利用を増大させる
5) 電子商取引を促進するための法規制の枠組みを整備する
6) 情報経済の中でのオーストラリア文化の健全な発展を促進する
7) オーストラリアの情報産業を育成する
8) 医療セクターの潜在力を有効活用する
9) 電子商取引の国際的規範作りに貢献する
10) 電子行政サービスに関する世界一流のモデルを実現する

を掲げている。そして、1999 年７月には第１回の進捗レポート、2000 年３月には第２回目の進捗レポートを発表している。

（７）韓国

韓国の情報化政策に関する主管官庁は 1992 年まで通信部と商工部に分かれていたが、同年統合され、情報通信部 (MIC; Ministry of Information and Communication) が新設された。金大中政権発足後は、情報産業が IMF 体制克服のための産業効率化における「戦略産業」であると位置づけ、情報化政策を強化推進している。

1995 年にスタートした韓国情報基盤イニシアチブ（KII; Korea Information Infrastructure Initiative）に基づき、翌年情報化促進基本計画が策定され、1997 年には情報化促進アクションプランが明らかになった。

さらに、1999 年３月、韓国情報通信省部は、サイバーコーリア２１と題するレポートを発表した。これは２１世紀が知識ベース経済へ移行するという認識の下、次の４年間で注力する３つのテーマとして、知識ベース社会のための情報基盤の強化、情報基盤を活用した国の生産性の向上、情報基盤上の新規事業の育成を掲げている。

1998 年には、アジアのシリコンバレーを目指した「メディアバレー計画」がスタートした。これは建設中のソウル新空港隣接地域に、広大な埋め立て地を造成し、先端技術を持つ国内外の IT 企業を集めた情報産業工業団地を建築するものである。

メディアバレーには、政府と地方自治体の支援のもと、コンベンションセンターや人材育成機関、海外との高速通信網等が整備される。海外企業には、免税措置等多くのインセンティブが与えられる。

2.2 まとめ

昨年度及び今年度の調査から、情報技術、情報産業を戦略的に認識し、重点的に投資している国では、社会の情報化、電子商取引等産業の情報化の進展が加速されているという印象を持つ。

その結果は、情報化水準を示す指標にも表れている。たとえば、ワールドタイムスと IDC 社が経年的に行っている情報社会指標（1999）によれば、スウェーデン、米国がトップグループを形成し、他国を引き離している。注目すべきは、日本（10 位）、イギリス（12 位）、ドイツ（14 位）といった伝統的な先進国の情報化がここ数年鈍化している反面、シンガポール、台湾、マレーシアなどのアジア諸国が急速に指標を伸ばしていることである。

昨年度及び今年度の調査結果からは、情報化社会指標を高め、情報革命の中で世界的に競争力を高めている国の特徴として、次の点が指摘できる。

情報化が２１世紀の国の戦略課題であることの認識

調査した国は、いずれも情報技術が社会、経済に多大な影響を与え、経済活動を効率化し、国民生活を豊かにする上で情報化が極めて重要な要素であることを指摘している。また、情報通信産業を、それを実現するため、経済発展のための戦略産業として位置づけ、国際競争力の強化・育成を図ろうとしている。

また、このような認識の背景として、工業経済から情報経済へのシフトが進んでい

ること、その中で情報や知識の付加価値が高まることを理解し、産業界等関係者に対する啓発を進めている。

トップレベル組織による強力なリーダーシップ

情報化に係るイニシアチブ、プログラムを、国の元首直轄の組織として統括し、強力なリーダーシップをもって実施している場合が多い。アメリカのクリントン＝ゴアや、マレーシアのマハティールのように、国家元首自身がリーダーシップを発揮し、情報化プログラムを推進している場合もある。また、それ以外の国においても、省庁の壁を超えた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・サービス的融合を踏まえ、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。

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。

国の役割と民間部門との連携、基礎研究と商用化の連係

国と民間部門との連携も重要な側面である。調査した国の情報化ビジョン・政策では、国の役割として次の点がカバーされていた。

- ♦ 情報社会のための高速・大容量通信ネットワークの整備
- ♦ 情報通信・放送等ディジタル化に伴う関連業界の規制緩和と競争の促進
- ♦ 情報社会に必要となる法体系（知的財産権、プライバシー保護、決済等）の整備
- ♦ 電子商取引等新たなアプリケーション構築に必要な技術開発の支援（助成等）
- ♦ イノベーションと公正競争、そしてリスク回避のための規格・技術標準の調整
- ♦ 電子商取引等新たなアプリケーション立ち上げのためのパイロットプロジェクトの推進
- ♦ 情報通信産業を育成するためのベンチャー企業の支援（税制支援、助成等）

一方、民間企業は、パイロットプロジェクトへの参画、研究開発を通した商品化・商用化、起業等によって貢献することになる。商品化や起業化に関して国がどこまでコミットできるかについては議論が分かれる。

他国、他地域との連携

情報社会においては、いろいろな面でグローバル化が進展する。したがって、各国の情報化ビジョン、政策も地球規模の視野を有している。規格・技術標準や取引ルールに関しては、国際標準化機構(ISO)、世界貿易機関(WTO)、世界知的所有権機関(WIPO)といった国際機関との調整が必要であり、また業界におけるワールドクラスのリーダー企業を無視することはできない。また、自国の産業競争力を高めるためには、国際的な分業とアライアンスという観点から自国産業のポジショニングをする必要がある。さらに、技術、資金の国際調達が必要であれば、それに適した優遇税制等の環境づくりが必要である。調査対象国では、他国、他地域との連携範囲は異なるが、いずれも地球規模での情報社会の進展を見通している。

人的リソースの整備と教育の重視

情報技術を開発し、活用していくのは人間自身である。その意味で、研究面、開発面、利用面に係る人材の育成を重要視しなければならない。調査した国においては、アメリカを始め各国で、教育における情報化プログラムの拡充が行われていた。また、オーストラリアでは中国等アジア諸国からの情報技術者の受け入れを支援し、マレーシア、韓国では海外企業の誘致を奨励している。

３．わが国の情報技術開発における重点分野の選択指針

3.1　情報革命以降の情報技術の新しい構成領域と機軸

（１）企業・産業の発展方向とＩＴ

コンピュータが企業に導入されて久しいが、製造オペレーション、経理事務など経営活動のさまざまな領域で情報システム化が進み、業務の省力化が図られてきた。コンピュータの性能向上とともに、通信技術との融合を含め、情報技術が企業経営に占める割合はますます高まっている。その結果、単なる業務効率化・省力化の道具という位置づけではなく、企業の競争力を決定する戦略的な武器という役割も担い始めた。特に、企業間情報ネットワークによって、取引先や顧客との関係の強化や、密な情報連係により大幅なコスト低減や、経営サイクルの劇的なスピードアップが進んでいる。

近年では、インターネットの急速な普及により、電子商取引（Electronic Commerce）が拡大し、その結果、企業間関係や産業構造が再編されるとともに、企業の組織編成のあり方も変わろうとしている。今後次のような変化が新たな情報技術のニーズを創造することになるだろう。

- 企業間ネットワーク、Ｅコマースの拡大
- 大規模・統合組織からダイナミックで有機的な組織構造への転換
- リアルタイム経営の精緻化
- 省力化から増力化のための情報活用

（２）家庭・生活の発展方向とＩＴ

一方、ITや各産業の発展によって家庭・生活も大きく変貌しており、生活の質は加速度的に高まっている。今後も引き続き次のような方向での発展が期待され、それによって新たな情報技術ニーズが生まれる。

- ライフラインの安定的供給、高機能化
- 情報化の空間的広がり　～　家庭、街、道路を包み込む情報網
- 福祉・医療機能の拡充
- 娯楽・文化の良質化

（３）情報技術を分類する新しい構成領域と基軸

以上の発展方向からは、情報技術（IT）を捉える軸が新規に追加されたり、重点が移っていることがわかる。本調査研究では、図2.2に示すように、プラットフォーム、コンテンツ、ユーザインタフェースの３つの領域から情報技術を捉えることとする。

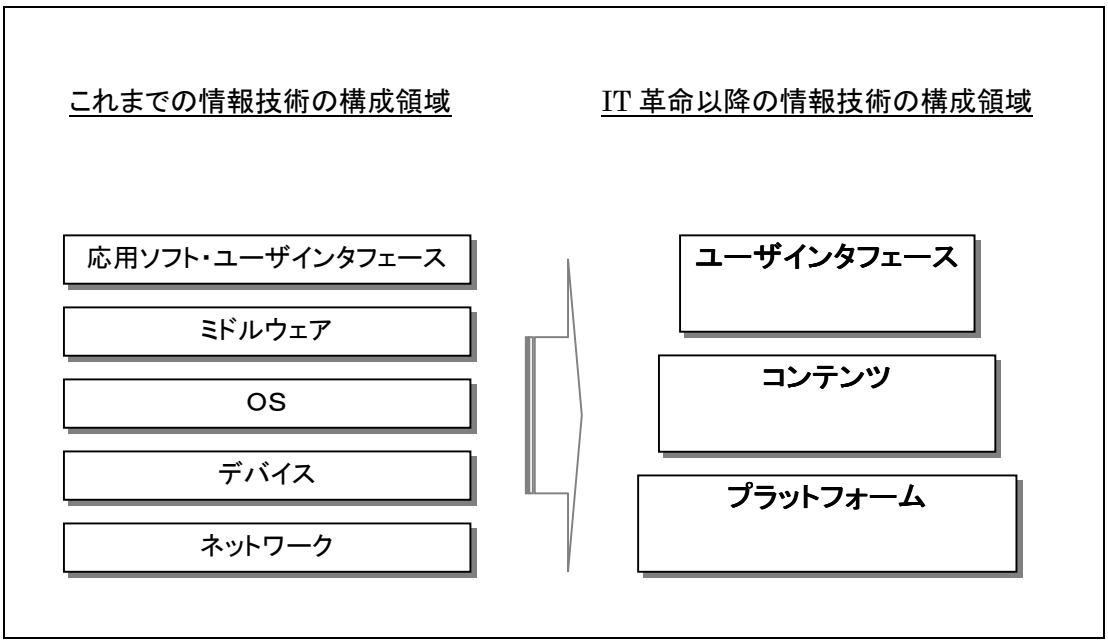

図 2.2　情報技術の構成領域

（4）プラットフォーム

プラットフォームは､IT の基本機能である情報処理と通信を提供するレイヤであり、中央処理装置、各種プロセッサー、記憶装置と、内部バス、外部バス、ネットワークの構成によって具現化されるものである。プラットフォームに求められる技術革新の方向は、「高速化」、「広域分散化」、「高セキュリティ化」である。

- **高速化**

分野を問わず、プラットフォームの処理能力向上は、IT の発展にとって最も中核となる性能改善課題である。

環境・気象・医学を始め科学技術のフロンティアを開拓するためのシミュレーションにおいて、より高速に計算処理することは、解決されることのない永遠の課題である。特に、新たな探求方法である計算科学の進展が今後の科学進歩を加速する原動力であり、計算機の高速化はそのための重要な前提条件となっている。

また､企業･行政の業務アプリケーションでも扱うデータ件数は加速度的に増加し、しかもそれらを瞬時に処理することが求められている｡さらには､意思決定の最適化、データマイニング、金融工学、取引仲介のエージェントなど新たな分野・領域に IT を利用していく上でも、これまで以上の処理能力が要求される。

• 広域分散化

広域分散した機器・プロセッサーが、協調的に情報通信処理するプラットフォームの開発が期待される。

IT の利用形態は、大型計算機による集中的な処理形態から、ネットワークを介し、さまざまな装置が連携しあう分散形態に移行する。インターネットの急拡大はそれを如実に示している。従来のパーソナルコンピュータや端末だけではなく、電話、身に付けられる情報機器、家電等多様な機器がネットワークを介して協調動作することになる。

また、製造業の工場においては既に NC 装置・ロボット、搬送装置等を分散制御しているが、今後は複数の工場を遠隔的に監視・制御するバーチャルファクトリーが現実化しつつある。また、電力会社ではより効率的な電源供給を行うために、発電・送電・需要家側の機器が連携し合いながら、計画・制御・監視を行う必要がある。

これらのアプリケーションにおいては、ネットワークを介した分散データへのアクセス、協調分散制御方式の高度化が要求される。

• 高セキュリティ化

IT のプラットフォームが広域分散化し､社会の至る所で機能を果たすことになると、停止や誤動作等を始めとする障害が生活・企業活動に大きな混乱や危険を与えることになる。社会が安全で安定的であるためにも、プラットフォームにはこれまで以上に耐障害性の向上、セキュリティの確保といった高セキュリティ化が求められる。

電力･ガス･水道等ライフラインの供給は IT によって監視･制御されている。また、高速道路における ITS､ETC や金融ネットワークに代表されるように社会インフラの多くも IT の基盤の上に成り立っている。一般の企業においても、情報システムは基幹業務に直結しており、情報システムがストップすると事業の運営を継続することが不可能になっている。これらのアプリケーションの可用性、安全性を高めるための技術開発とリスク管理が必要となる。

また、広域分散化したシステムやネットワークの中に、重要な情報が流通し、処理が実行されることから、暗号技術を中心としたセキュリティ基盤の高度化も求められる。

（５）コンテンツ

コンテンツは、情報処理、通信の対象となるデータ、情報、知識であり、データベース管理技術、マルチメディア符号化等の技術によって具現化されるものである。コンテンツに求められる技術革新の方向は、「マルチメディア統合」、「異種分散統合」、「概念意味統合」である。

• マルチメディア統合

IT が対象とするコンテンツは､数値､テキスト等の単純なデータオブジェクトから、図形、イメージ等を含む文書、さらには音声、動画等を含むようになっている。

しかし、扱うオブジェクトの種類が多様化しているものの、それらを能率よくディジタル化しデータベースを作成するコンテンツ作成技術や、それらを一元的に管理できる仕組みは必ずしも十分できておらず、今後マルチメディアオブジェクトの効率的作成環境や統合的管理技術の開発が必要である。

• 異種分散統合

IT で扱うオブジェクトは、タイプが多様化するだけでなく、地理的に分散し、かつ異なった形式を統一的に処理することが求められる。

異なったリレーショナルデータベース（RDBMS）処理系に対するネットワークを介した統合方式としては RDA が提案されてきたが、今後は XML 等異なったタイプのコンテンツを統合的に扱うことができる機構が求められる。

• 概念意味統合

さまざまな形態、タイプのコンテンツを蓄積・管理・活用する上で、コンテンツが有する意味概念､文脈を含めたアクセスパスを用意することが重要である｡現在では、テキストオブジェクトに関して意味概念検索機能が提供されてきたが、今後は図形、画像、動画等を含む意味概念検索、さらには状況に応じて必要なものにアクセスできる文脈依存検索等の機能がますます重要となる。

（６）ユーザインタフェース

ユーザインタフェースは、人間と IT との接点であり、そのための入出力技術によって具現化される。ここで入出力技術とは、コンピュータの入出力装置だけでなく、センサーやアクチュエータ等も含んでいる。ユーザインタフェースに求められる今後の発展方向は「マルチモーダル」､「人体・環境との一体化」､「擬人化（AI 化）」である。

• マルチモーダル化（五感化）

コンピュータはこれまで数字、文字列等を中心に入出力が行われてきたが、高度なユーザインタフェースの一つの方向は､人間の五感をサポートすることである｡IT が、人間活動の創造的・知的領域や、娯楽・エンターテイメントの領域に関与していくためには、視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚を駆使したインターラクションが求められる。

• 人体との一体化

マルチモーダル化とも関連してユーザインタフェースは人体と一体化する方向に向かっている。現在では、携帯情報機器、携帯電話等小型で持ち運び可能な端末が実用化されているが、それがウェアラブル（身に付けられる）になり、さらには身体への接近が進む。

• 擬人化（AI 化）

コンピュータを機械としてではなく、人間レベルでコミュニケーションし、やり取りすることは、コンピュータの用途を広げ、より知的なレベルで人間の支援を行う上で重要な要件である。具体的には、自然言語による理解・創作、音声による認識・発話や、知識の獲得、蓄積等の高度化が必要であり、人工知能(AI)、知的インタフェースの応用が望まれる。

3.2　情報技術の領域と技術開発分野

これまで情報技術はプラットフォーム技術を中心に発達し、「情報技術≒プラットフォーム技術」と捉えられてきた。ところが、パソコン、インターネット、携帯情報機器の出現とその発達、普及により、情報技術の及ぶ範囲が、従来の科学・工学、文書作成・事務作業等から、ビジネス全般、日常生活にまで広がり出した。これにより、情報技術の扱う対象が従来の数値や図形から、より人間に身近な音声や映像などに拡大している。今や、それらがどのようなメディア(データ形式)かということより、どのような中身かを問うことの方が意味のある視点となっている。それらの対象を「データ」でなく「コンテンツ」と呼ぶことが多いのはこの事情を反映している。

また、従来、プラットフォームはそれが使いやすい場所と方法で利用されてきたが、ユーザ層・場所・用途が広がった結果として、新たな相手と状況により適したユーザインタフェースの実現が重要となった。逆に、改良されたユーザインタフェースはさらに情報技術の適用範囲を広げる。

このように、コンテンツ、ユーザインタフェースの領域が大幅に拡大した結果として、情報技術の重心が従来のプラットフォーム中心から移動しつつある。新しい情報技術を捉えるパラダイムは、もはや従来の「プラットフォーム中心」でなく、「3 つの領域(プラットフォーム、コンテンツ、ユーザインタフェース)から構成される技術の総体」が適切である。「目的はコンテンツとユーザインタフェースの実現にあり、その手段がプラットフォーム技術である」と理解することが適切な場面が増えるであろう。情報技術が社会経済一般や娯楽・芸術にその対象世界を広げるにつれ、情報技術を担

う人材も従来の情報技術者を中核としながら、各分野の専門家・従事者にまで広げて考えて行くべきであろう。

このように、情報技術は内部的なバランスを変化させながら、全体として産業・経済・社会全体における比重が大幅に増大する（その中で、プラットフォーム技術の絶対的重要度も高まる）。そして、情報技術の成長発展が今後の経済社会の発展の重要な部分を担うと予想される。

以下、各構成領域において、今後5年～10年スパンで重要なものとして研究されうる主な技術及び課題を示す。

（1）プラットフォーム

プラットフォームの領域では、高速化、広域分散化、高セキュリティ化の方向への発展が求められ、それらを実現する技術も現在急速に発達中である。より高速な計算機の構築を目指す計算システムの研究、現状のインターネットの百倍～千倍以上のバンド幅を持つ広域高速ネットワークインフラの構築が進んでいる。また、計算・データベースと広域ネットワークが融合したグローバルコンピューティングや電子図書館といった新しい研究開発分野が生まれている。これらは、現在の電力網や公共サービスのインフラに匹敵する、計算インフラ、情報インフラの実現を目指すものである。

プラットフォーム技術は、コンテンツやユーザインタフェースの前提となる技術であり、まさしく情報技術のプラットフォームとして絶対的な重要性が減ずることはない。

アーキテクチャ＆新計算モデルの階層、基本ソフトウェアとミドルウェアの階層、応用システム＆応用分野の階層に関する重要な技術分野は下図のとおりである。

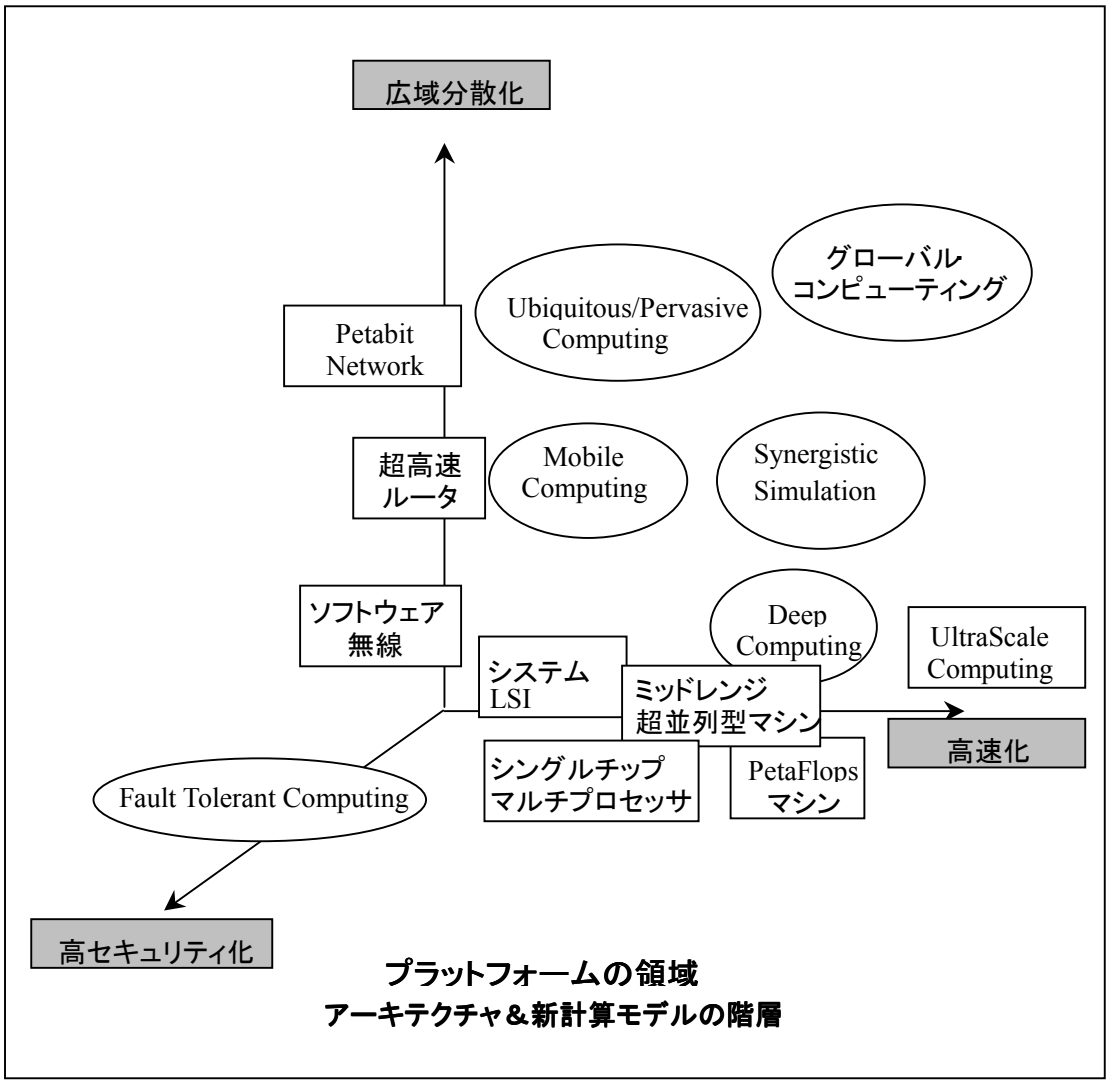

図 2.3　プラットフォームの領域
(a) アーキテクチャ＆新計算モデルの階層

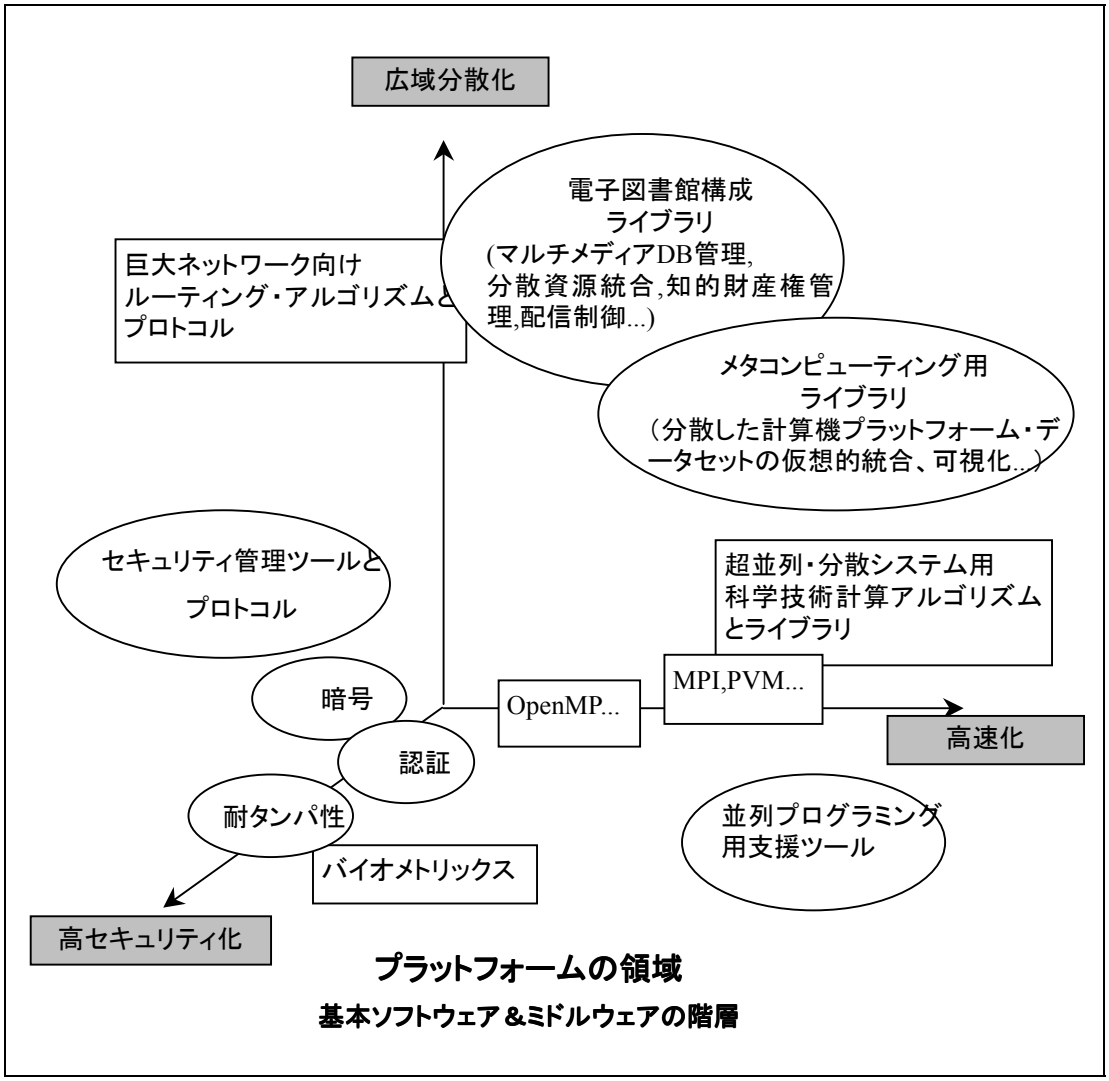

図 2.4　プラットフォームの領域
(b) 基本ソフトウェアとミドルウェアの階層

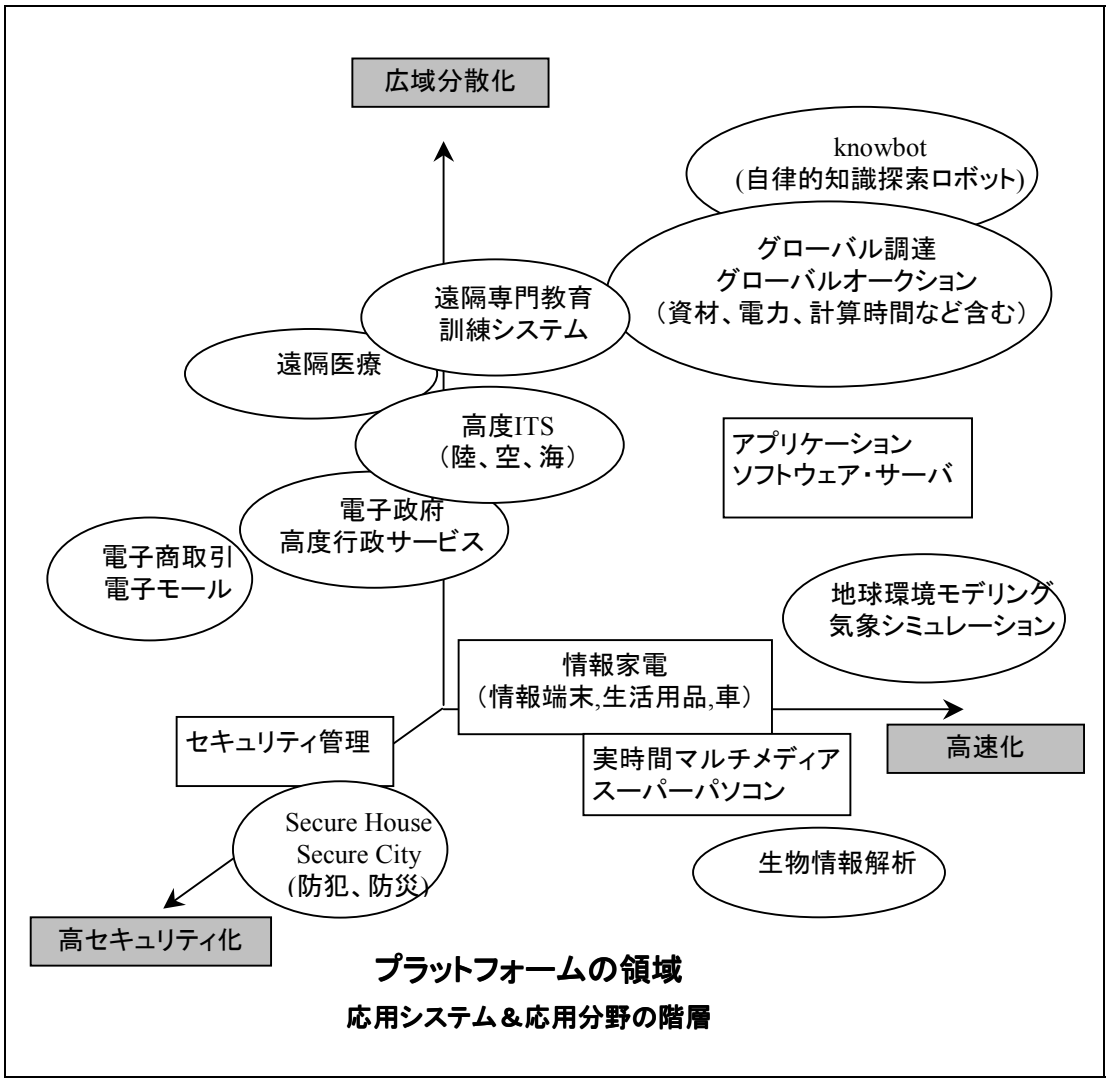

図 2.5　プラットフォームの領域
(c) 応用システム＆応用分野の階層

（２）コンテンツ

今後、情報技術があらゆる経済活動を把握し、管理・分析・効率化等に関わることを目指すとすれば、経済活動の対象となる実世界のあらゆるものの仕様、性質などの電子的表現が必要となる。また、著作物などの知的財産、ひいては文化資産全般の電子化にまで、ニーズは広がり、実現技術が開発されるであろう。

インフラ整備としては、商品・製品の電子的表現（仕様、性質、機能など商取引上の必要・参考情報など）などの標準化、国土の詳細な地理情報、各国語に対応した電子辞書、概念の辞書、さらには知識を集大成したエンサイクロペディア、などの基礎的コンテンツ（インフラコンテンツ）が重要となろう。これらインフラが整備され（望

ましくは社会の共有物として無償で公開されれば)、その上に様々な用途向けインフラ（ミドルウェア・コンテンツ)、応用（アプリケーション・コンテンツ）が発展すると予想される。コンテンツには人類共有財産もあり、また文化的財産もあり、後者についてはそれぞれの文化圏において整備が必要である。それは文化圏間のコンテンツ電子化の競争であり、また、各文化圏が固有性を確保するための重要な政治社会的な手段ともなろう。

このようなコンテンツをベースとして、現在、新聞や雑誌、ラジオやテレビが供給している文字情報、音楽情報、映像情報などがディジタル化され、仮想現実などと結びついて新しいコンテンツ・ビジネスの世界を作り出すことが考えられる。

コンテンツのカバー範囲が拡大して行くためには、知識表現、情緒表現の基礎研究が必要である。また、実世界の事物の電子化のためには、紙媒体の書物・資料のデジタイズ技術（画像レベル、文字情報レベル)、三次元物体のデジタイズ技術など様々な観測技術の研究開発や、衛星画像からの地理情報の作成などの認識技術などの研究開発も重要となる。コンテンツは表現技術で終るのでなく、表現されたコンテンツを活用する際に、コンテンツに関する財産権、プライバシーなどの問題が生じる。それらに関する法的な取り決め、権利関係を処理する機関ないしインフラの整備等をすることが、コンテンツ作成・利用に関する経済社会活動を可能にすることにも注意が必要である。

コンテンツの領域の有力な研究分野及びインフラ整備課題と考えられるものを下図に示す。

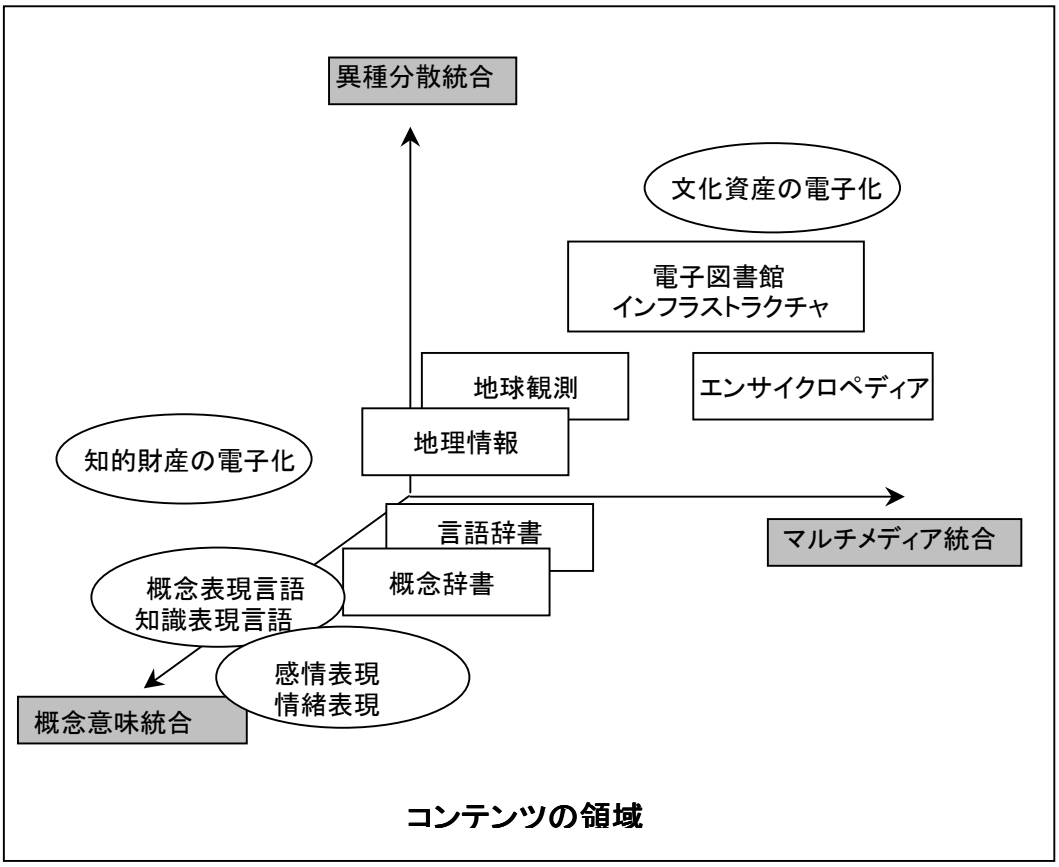

図 2.6　コンテンツの領域

（3）ユーザインタフェース

ユーザインタフェースの目指す方向は、人間に密着し、人間の意図を理解し、個人の活動を支援すること、さらには個人の活動を増幅することである。また、その延長として、グループワークにおけるコミュニケーションや協働の支援を行うことや、環境との相互作用を仲介することも、ユーザインタフェースの目的に含まれるであろう。

また、理性的な活動のアシストだけでなく、快適さを与えたり技能を訓練する等、物理的存在としての人間の状態を安定化させたり向上させたりするためのユーザインタフェースも社会経済的な重要性を持つだろう。活動支援のためには意図を正確に理解することが必要だが、環境としてのユーザインタフェースではそのような正確性は求められず、また環境側からの働きかけが主になるため、アシストのためのユーザインタフェースよりも、むしろ実用化は早いと考えられる。

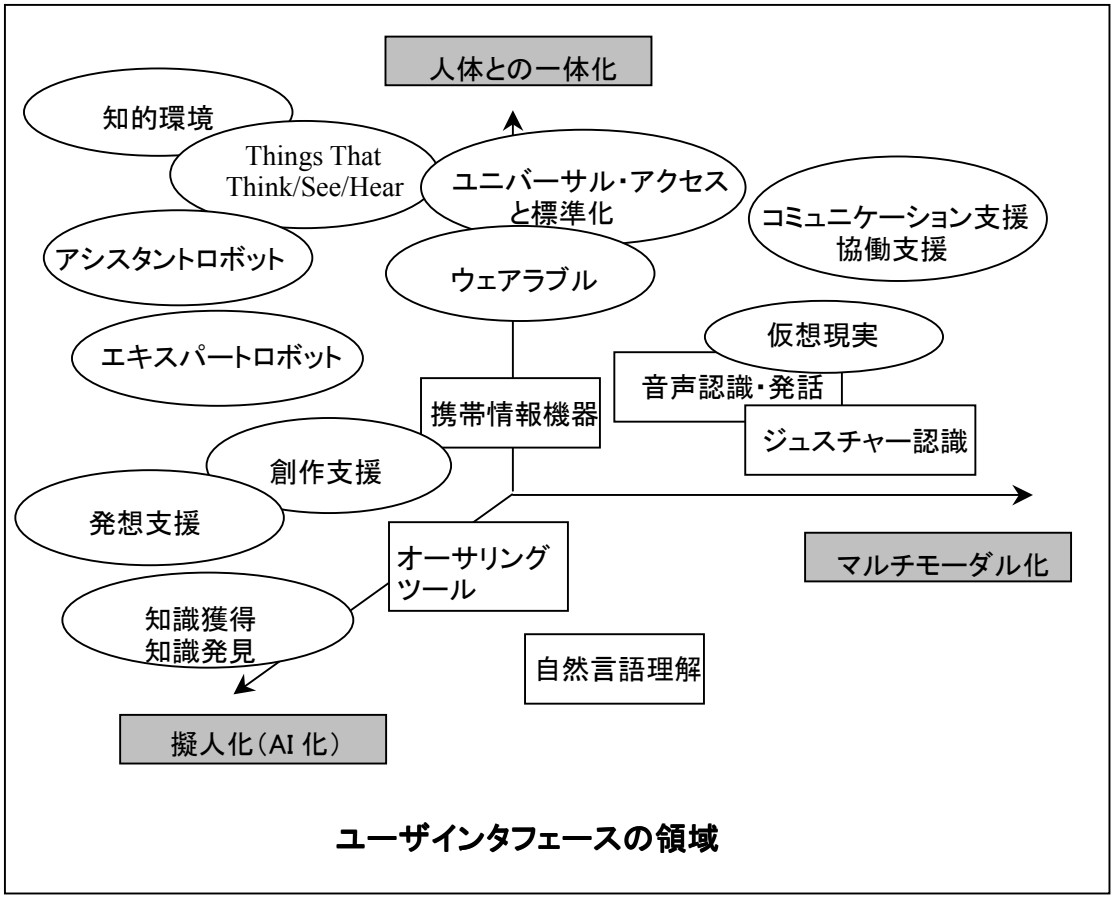

図 2.7　ユーザインタフェースの領域

3.3　わが国における情報技術開発の重点分野選択指針

本調査研究では、情報革命以降の情報技術革新を的確に捉えるための情報技術の新たな構成と基軸を示し、その中での技術開発領域を検討してきた。最後に、そこから考えうるわが国における情報技術開発の重点分野選択方針を示す。

研究開発の重点化の必要性

安定成長、成熟時代においては、研究開発投資の効率性・有効性が問われる。アメリカを先頭とする世界的な情報技術開発競争の中で、フルラインで取り組み、全領域で良好な研究開発成果を達成することは現実的に難しい。何らかの考え方、戦略に基づき重点分野を明確化し投資を集中することにより、わが国の情報技術開発の成果を高め、情報産業の競争ポジションを向上させることができる。

技術開発領域に関する基本的認識

本調査では、情報革命に伴う情報技術の適用領域の拡大等によって、従来の情報技術の中核部分だったデバイス、コンピュータ、周辺装置、ネットワーク等を総合的に「プラットフォーム」として捉え、今後技術革新の高度な発展が期待される「コンテンツ」「ユーザインタフェース」をそれと同列に位置づける構成を提示し、その各領域において想定される技術開発分野を検討した。これらの技術分野に対して、わが国の重点分野を考える上で、まず第一に次のような基準が基本として考えられる。

- 今後の成長性が高く、波及範囲が広い領域・分野
- ベースとなる技術、周辺技術の研究・技術の蓄積が高く、比較優位が得られる領域・分野

その結果、領域レベルに関しては、次の点が指摘できる。

- 「プラットフォーム」は、超並列処理や広域分散処理の統合化技術等を始め、アメリカの長期にわたる研究が先行している領域である。一朝一夕では対抗しにくいという認識の下、着実にキャッチアップしていくというアプローチが望ましい。
- これに対して、「コンテンツ」、「ユーザインタフェース」は、今後開拓すべきテーマが多く、世界的にも研究開発の蓄積の差は少ない。わが国としては、両領域に関して、今後積極的に重点を置いていくべきである。

以上のような基本認識に基づき、各技術領域ごとに重点分野選定の指針を示す。

- **プラットフォーム**

プラットフォームに関する基礎研究においては、前述のように、アメリカの長期にわたる研究が先行しており、アメリカの状況をフォローしながら、キャッチアップしていかなければならない分野が多い。研究成果が開示されていたり、Linux のようなオープンソース化されているものについては、それらを導入し、改善型研究を行っていくというアプローチが可能であり、わが国が得意としている方法でもある。

一方、短期的な技術開発では、情報家電、携帯電話、ゲーム機器、工作機械といったわが国が強みを持ったコンポーネントを活かしていける可能性がある。この点に関しては、産業界に負うところが多いが、国としても規制緩和や競争促進、標準化支援等の施策を積極的に行うことによって、日本発の次世代型プラットフォームを開発することを支援できる。

- **コンテンツ**

わが国は、ゲーム機器、ゲームソフトの分野では世界的に高い競争力を有している。今後良質なコンテンツを作る上では、ハイパフォーマンスコンピュータを援用したコンピュータグラフィックスの応用が重要となり、ゲーム機器等のエンターテイメント系コンテンツ開発用ミドルソフトでわが国がリーダーシップを握ることは可能である。

また、わが国は、アジア文化圏、漢字文化圏の中で最も高い技術力と経済力を有している。そこで、漢字及び多文化・多言語を扱うためのコンテンツ作成・管理・活用のための技術開発を行い、これらの文化圏に貢献していくことが望まれる。マルチバイト系文字コード、フォントに関わる処理技術、アーキテクチャ開発等が求められる。

知識の管理は、言語処理、テキスト処理、概念検索といった要素技術に加え、人間及び集団がどのように知識を創造し、管理、活用しているかという知識管理プロセスモデルが重要となる。わが国における知識創造プロセスや、組織的品質管理に関する研究実績を活かした技術開発が求められており、知識管理のための要素技術及びミドルウェアの開発も重点分野の一つとなろう。

コンテンツに関しては、要素技術や方式の研究開発だけではなく、現存する様々のデータを電子的表現化（ディジタル化）するコンテンツ作成技術や作成環境の研究開発、商用化、普及促進のためのインフラとなるコンテンツ作成やそのデータベース整備も重要な政策課題といえる。言語処理、知識処理のための辞書・シソーラスや、地図情報等の整備を支援することも国の役割といえる。

- **ユーザインタフェース**

ユーザインタフェースでは、コンピュータシステム内で行われる複雑な処理結果をいかにわかり易く人間に伝達するかというコンピュータから人間に向かうインタフェースの高度化が先行している。仮想現実（VR）などがそれに当る技術であり、この分

野の研究ニーズは今後ますます高まると思われる。

もう一つは、人間からコンピュータへ向かうインタフェースである。ここでは、知識処理技術が中核技術の一つであり、わが国の人工知能研究の実績を活かせる分野である。今後は感性情報処理、マルチモーダル等非言語系の情報処理の重要性が高まり、これらは非英語圏であることの弱みが影響しない分野でもある。

また、パッケージング技術や、材料技術等の優位性を活かしたウェアラブルコンピュータの開発が重点となると考えられる。

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の研究開発のあり方に関する調査研究（その４）
― 要旨 ―

© 平成 12 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