

日本の技術政策  
—第五世代コンピュータの研究開発を通じて—

中村吉明<sup>1)</sup>  
渋谷 稔<sup>2)</sup>

目 次

1. はじめに.....	110
2. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの経緯.....	110
3. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの組織と運営方法.....	115
4. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの研究成果の評価.....	120
5. 今後の展望.....	127

---

1) 通商産業研究所主任研究官  
2) 通商産業研究所研究官

## 要 旨

新たな技術政策を立案する際には、過去の個別プロジェクトにおいて採用された技術政策の検証を行い、その利点・欠点を明確にすることが必要と考える。本稿は、1995年3月にプロジェクトが終了した第五世代コンピュータ・プロジェクトの事例を取り上げ、プロジェクト遂行方法の妥当性等を検討し、今後の日本の技術政策の在り方を考察した。

第五世代コンピュータ・プロジェクトは、自国産業の競争力強化を主眼とした応用研究ではなく、政府が資金を出し、その研究成果を通じて広く国際的に貢献することを主眼とした基礎研究であった。したがって、製品化された超 LSI プロジェクトが成功で、製品化される見込みのない第五世代コンピュータ・プロジェクトが失敗であるとするのは、このプロジェクトの理念を十分に認識していない意見であるといえよう。

以下、第五世代コンピュータ・プロジェクトを、①研究成果の観点、②国際貢献の観点、③研究開発の組織面の観点等から評価した。

まず、現時点での研究成果を評価するため(財)新世代コンピュータ技術開発機構(ICOT)に在籍した研究者の論文引用数をみると、同種の研究を行っている大学・研究所の研究者等と比較して、ICOTの研究者の論文引用数が多く、ICOTの研究成果がこの分野の研究活動に相対的にかなり大きな影響を及ぼしていることがうかがえる。

次に、国際貢献の観点からみると、研究成果を無償公開ソフトウェアとして公開したり、海外研究者招聘制度による海外研究員の受入れを行ったり、国際シンポジウム、ワークショップ等の開催を通じて本プロジェクトの研究や共同研究に関する意見交換を積極的に行っており、その意義は十分に果たしていると考えられる。

一方、組織面からみると、ICOTの研究所幹部が主導的な役割を果たしたことが特筆される。例えば、人事面では研究所幹部が中心となって、自ら各企業、国立研究所等から優秀な人材を集め、適材適所となるように人員配置を行った。したがって、寄り合い所帯にありがちな、コミュニケーションの断絶はなく、研究を効率的に行える組織であった。

国家プロジェクトの場合、国から資金が拠出されなくなった後のバックアップ体制が重要なポイントとなる。すなわち国家予算から研究費が拠出されている時には、企業も学者も注目するが、それがなくなると見向きもされなくなる傾向がある。第五世代コンピュータ・プロジェクトは、現在でも研究者がインターネット等を介し頻繁に研究成果を交換している。いわゆる「バーチャル研究所」の中で研究を継続しているという。このことは今までのプロジェクトの成果をさらに熟成するのに重要であろう。政府の政策は、ほとんどの場合、当該プロジェクトが終了すると、次の新たな政策の構築に目を奪われがちであるが、このような研究開発プロジェクト実施後のフォローは、地味ではあるが非常に重要であると思われる。

## 1. はじめに

過去において、日本の高度成長の大きな要因として、通商産業省の産業政策を挙げる人が多かった（注1）。しかしながら、昨今の不況、「空洞化」問題の顕在化を背景に、今までと同様の産業政策が通用しなくなってきたのではないかと不安を感じる人が増えている。それに伴い、日本の産業政策は本当に有効であったのか疑問を呈する論調が増えてきた。例えば、Beason and Weinstein [1993] は、1955年から1990年までの13業種の成長率と政策援助の関係を調べた結果、それらには相関関係がなく、日本の官僚の取り組み姿勢は、picking winner ではなくて、picking loser であったとしている。

一方、日米両国の政策当局は産業政策の中で重要なパートを占める技術政策に傾注している。

クリントン政権のローラ・タイソン起用に見られるように、米国政府はハイテク産業への積極的なテコ入れを目指している。具体的には、USCAR (U.S. Council for Automotive Research)、USDC (U.S. Display Consortium) などの組織を設立するとともに、軍民転換を積極的に推進するため、DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) を ARPA (Advanced Research Projects Agency) に機構改革するなどして、技術政策の一層の充実に努めている。

一方、日本では産業政策を逆輸入した米国の成功等を背景に、早期に新たな技術政策を構築しなければならないという焦燥感が出てきている。この焦燥感を払拭するため、民間が中心となって、Dertouzos, Lester, Solow and

The MIT Commission on Industrial Productivity [1989] の日本版を目標に、日本の製造業の将来の在り方について分析・検討した（注2）。また政府も産業構造審議会・産業技術審議会の合同部会を開催し、産業競争力の動向、技術と産業活動との関わりの変化等の分析を通じて、産業社会における技術の役割等を明らかにしつつ、フロンティア開拓型産業発展に必要な基盤整備や社会システム構築を目指した総合的な技術政策を提示した。

技術政策を総論のみで論じても具体的な課題への打開策は見い出されない。まず、過去の個別プロジェクトの技術政策の検証を行い、その利点・欠点を明確にすることを通じて、新たな技術政策を立案するのが妥当であると思われる。そこで、本稿では、1995年3月にプロジェクトが終了した第五世代コンピュータ・プロジェクトを事例として、プロジェクト遂行方法の妥当性、成果等を検討し、今後の技術政策の在り方に言及する。

第2節では、具体的に第五世代コンピュータ・プロジェクトの経緯を整理し、第3節では、第五世代コンピュータ・プロジェクトの組織と運営方法をまとめる。第4節では、第五世代コンピュータ・プロジェクトの研究成果の評価をまとめる。さらに第5節では第2節から第4節を踏まえ今後の技術政策の展望に言及する。

## 2. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの経緯（注3）

### (1) 契機

1970年代後半、通商産業省電子総合研究所（ETL）では、淵一博音声認識・推論機構研究室長（当時）を中心に今後どのような研究をすべきか欧米等の文献を収集しつつ議論してい

たが、その候補の中に Prolog 言語（注4）をベースにした論理プログラミングの開発及び推論に適する新しいコンピュータの開発があった。当時、通産産業省本省でも従来のノイマン型（注5）のコンピュータでない第五世代コンピュータ・プロジェクトと銘打った新たなコンピュータ・プロジェクトを考えていた。両者は意見交換した結果、1978年に通産産業省電子政策課、電子総合研究所、企業、学者等からなる勉強会を開催し、第五世代コンピュータが具体的にどのような技術的特徴を持つべきか検討することになった。これが第五世代コンピュータ・プロジェクトのきっかけである。

この構想に至った背景としては、これまでのコンピュータの処理能力はハードウェアの能力によって制限されており、ソフトウェアによってその制限された部分を補わざるを得ないためソフトウェアは次第に複雑となり、開発の生産性が上がらなくなってきたことがある。つまり既存のコンピュータ構造には、プログラミング・スタイルに種々の制約があること、プログラムの正しさを確かめやすい言語が欠如していること、既存のプログラムから新しいプログラムを作ることが困難であること、等の技術的な問題があったのである。

また、通産産業省は上記以外に二つのことを考えていた。一つは、国際貢献の一環として、できる限り基礎研究の分野における研究開発を政府が率先して行うべきであるという考えである。もう一つは超 LSI 技術研究組合のような産業支援的な政策を行ってきた時代と異なり、企業がある程度成長してきているなかで、今までのような補助金交付型の政策とは別の政策を行うべきであるとする考えである。しかし、日本のコンピュータ産業は順調に育ってきたというものの、依然 IBM 追随型であり革新的な

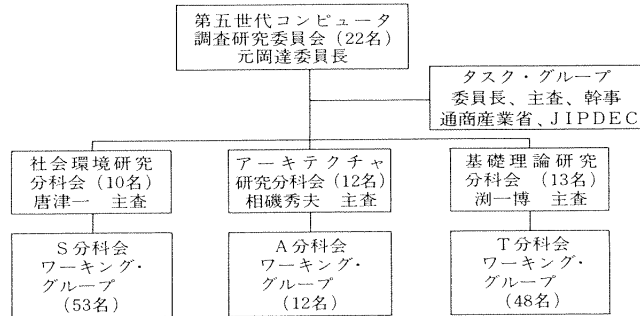
技術開発は望むべくもなかったことも事実である。以上を背景に、通産産業省としては、単純に日本の競争力を強化するような研究開発支援ではなく、国際貢献の一環として世界に広く公開できる新たなコンピュータのアーキテクチャの創造を目指すべきと考えた。

ところが当時の日本のコンピュータ業界は、IBM 互換の時代が20数年は続くと考えていたため、このようなプロジェクトに民間が参加することに当初消極的であった。また、通産産業省が考えていたプロジェクトに参加しても意味がないと考えている企業すらあった。米国で失敗例のある（第五世代コンピュータ・プロジェクトの一つの目標である）並列推論（注6）などの研究は商業ベースに乗らないと考えていた。当時の状況を率直に言えば、プロジェクトを開始する前の企業の取り組み姿勢は、消極的であったというのが実態であろう。一方で、プロジェクトが一旦始まってしまえば、実態上自分達に都合のよい内容に変えることができると思っていた企業も存在した（注7）。

上記の背景のもと、1979年から3年間にわたって日本情報処理開発協会（JIPDEC）に調査研究委員会を設け、第五世代コンピュータ・プロジェクトについて検討が始まった（図1）。調査研究委員会（委員長 元岡達 東大教授（当時））の中には三つの分科会が設けられた。各分科会はアーキテクチャ研究分科会（主査 相磯秀夫 慶応義塾大学教授）、基礎理論研究分科会（主査 淵一博 電子総合研究所パターン情報部長（当時））、社会環境条件研究分科会（主査 唐津一 松下通信工業常務取締役（当時））であった。

基礎理論研究分科会では、ノイマン型ではない新たな並列コンピュータ・プロジェクトを指向したが、各企業から1人ずつ参加している

図1 第五世代コンピュータ調査研究委員会の構成



(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

アーキテクチャ分科会では、その構想に対し、もう少し現実的な従来型コンピュータ・アーキテクチャの延長上にあるプロジェクトにすべきだとの意見が多かった。最終的には、通商産業省及び基礎理論研究分科会のメンバーの本プロジェクトに対する熱意がアーキテクチャ分科会にも伝わり、基礎理論研究分科会が考える方向に意見は収斂していった。児西 [1987] は、「企業での研究開発プロジェクトの立案とは、資源ネックのなかからそれをどのようにやりくりしてその企業の経営目標の達成に資する商品の開発を行うかを定めることである。これに対して第五世代コンピュータプロジェクトの企画立案とは、まず何が本当に革新的であるか、何が国家プロジェクトで行うに値する研究開発目標かを考えることであり資源ネックというより目標に関する知識のネックを議論によって突き抜けようとする試みであった」とし、第五世代コンピュータ・プロジェクトの企画立案の革新性を指摘している。このような革新性は、委員会の参加企業にとっては当初なかなか理解できないものであったのだろう。

一方、通商産業省の内部でも、多額の資金を投入して全く方向違いのプロジェクトを行おう

としているのではないかといった不安があったのは確かである。そこで、プロジェクトの価値を客観的に評価する一つの方策として、1981年10月に第1回国際会議を開催した。この会議は資金の制約のため海外からは少数の学者しか招聘できなかったが、国内はいうまでもなく海外からも数多くの学者が自費で参加した。第五世代コンピュータ・プロジェクトは、その計画の革新性がそれらの人々により賞賛され(注8)、国際会議は好評に終わり、通商産業省も本プロジェクトに本腰を入れるようになったのが実状である。

方向性は正しくても、具体的なプロジェクトとなると数々の問題点が山積している。ひとつのエピソードとして、岡松壮三郎電子政策課長(当時)はこのプロジェクトを俗称「星雲プロジェクト」と名付けた。すなわち、目標が星雲内にあるのは確かであるが、実際、星雲の中に入ってしまうとそこには一つの宇宙が存在しており、どこに正しい目標があるのか分からなくなってしまうという意味で名付けられたものである。

プロジェクトが始まった当初は、企業側の対応も鈍かった。しかし、1983年度に予算が大幅

に増加され、通商産業省が本気であることを企業が認識し始めたこと、人工知能（AI: artificial intelligence）ブームが訪れ、企業の中に第五世代コンピュータ・プロジェクトはAIの研究開発と補完性があるという考えが出始めたこと、等を背景に、企業各社も本プロジェクトの価値を再認識するようになった。

## (2) 目的

前述の調査研究委員会での3年間の議論を経て、プロジェクトの実施主体である（財）新世代コンピュータ技術開発機構（Institute for New Generation Computer Technology（ICOT））（注9）が発足する頃には、本プロジェクトに関する技術的な特徴が明らかになった。その結果、プロジェクト全体の枠組、目的は以下のとおりとなった。

### ① 第五世代コンピュータの枠組

並列処理と知識ベースを用いた推論処理を基本メカニズムとする。このためハードウェアとソフトウェアのインターフェースは論理型言語とする。

### ② 第五世代コンピュータ・プロジェクトの目的

第五世代コンピュータ・プロジェクトは、知識情報処理を指向し、現存の方式でのコンピュータの技術的限界に対処する革新的コンピュータの技術体系を確立することを目的とする。

超 LSI プロジェクトと第五世代コンピュータ・プロジェクトとを比較し、前者は製品化され大成功を収めたが、後者は製品化の目途がたっておらずプロジェクト自体が失敗したのではないかと批判する声もある。しかしながら、第五世代コンピュータ・プロジェクトは、そも

そも基礎研究を指向しており、製品化を目標に置いていない。また当時の日本の基礎研究ただ乗り論の批判に応えるために国際貢献の一環として打ち出した側面もある。一方、超 LSI 技術研究組合は IBM の脅威に対する日本の半導体メーカー、日本政府の官民共同の対策であり、そもそも国内半導体産業の競争力強化を目指したものであった。したがって、すぐさま製品化された超 LSI 技術研究組合によるプロジェクトが成功で、製品化される見込みがない第五世代コンピュータ・プロジェクトが失敗とは一概にいえない。研究開発プロジェクトを要素技術の革新性の高低、応用のタイミングの遠近に分けて考えると、成功プロジェクトと言われるものは、一般的に革新性が低く応用タイミングが近いところに分布しており、逆にそこから離れるに従って、結果は不満なものや指摘を受ける傾向があるが、このように時間が相当程度かかり、リスクの大きい研究開発こそ政府が積極的に行うべきものであろう。

## (3) プロジェクトの変遷及び予算の推移（注10）

プロジェクトの期間は、事前検討に3年間、プロジェクト本体に11年間（注11）、普及等に2年間の計16年間となっている。

### ① Pre FGCS Project（プレ第五世代コンピュータ・プロジェクト）

第2節第1項の契機で触れたが、1979年度～1981年度の3年間は、日本情報処理開発協会に大学、国公立研究機関、通商産業省、民間企業等からなる第五世代コンピュータ調査研究委員会を設け、全体プロジェクトの概要がまとめられた。その結果が1981年10月第1回第五世代コンピュータ国際会議で発表され、内外から大きな反響があったことはすでに述べた。この時期

には、政府の予算は計上されておらず、通商産業省の外郭団体の日本情報処理開発協会が主催する第五世代コンピュータ調査委員会に通商産業省電子政策課や電子総合研究所のメンバーが参加する形をとっていた。

1981年に調査費が計上されたため、通商産業省は電子計算機技術開発調査委員会（委員長 元岡達 東京大学教授（当時））を設置し、機械情報産業局長の諮問に応じて「第五世代コンピュータ研究開発」に関する調査を行った。委員会は計4回開催され、最終回の1982年2月24日に第五世代コンピュータ・プロジェクトに関する調査開発計画、調査開発内容及び波及効果等を含んだ調査報告書を取りまとめた。この委員会は、かなりの人間が前述の日本情報処理開発協会が主催する第五世代コンピュータ調査研究委員会と重なっており、そこでの検討結果が、電子計算機技術開発調査委員会にも反映され、通商産業省の第五世代コンピュータ・プロジェクトの調査研究計画はオーソライズされた。

② FGCS Project（第五世代コンピュータ・プロジェクト）

表1のとおり1982年度から初めてプロジェクト実施のための国家予算が計上された。1985年度までは一般会計のみであったが、1986年度からは、一般会計と特別会計の2本立てとなった。1982年度から1992年度の11年間は3期間に分けられ、それぞれ、前期83億円、中期216億円、後期242億円、合計541億円の国費が投入された。

i) 基本技術開発(1982年度～1984年度：3年間)

第五世代コンピュータを構築するために必要な基本的な要素技術の研究を行った。具体的には、PROLOGをベースとした逐次型論理プログラム言語（ESP(Extended Self-Contained Prolog)）、推論機構をハードウェア化した世界初の逐次推理型コンピュータ（PSI(Personal Sequential Inference Machine)）とPSIの上に乗せられるESPで記述された世界初の論理型言語によるオペレーション・システム（SIMPOS(Sequential Inference Machine Programming and Operating System)）、並列推論を実行する新たな並列論理型言語（GHC(Guarded Horn Clauses)）等を開発した。その成果は1984年11月の第2回第五世代コンピュータ国際会議で発表された。

表1 第五世代コンピュータ・プロジェクトの予算の推移

FY	一般会計	特別会計	計	期 別
1982	426,000	0	426,000	前期 (1982～1984) 8,272,356
1983	2,722,702	0	2,722,702	
1984	5,123,654	0	5,123,654	
1985	4,779,480	0	4,779,480	中期 (1985～1988) 21,630,636
1986	4,500,950	990,121	5,491,071	
1987	4,051,129	1,580,000	5,631,129	
1988	3,800,498	1,928,458	5,728,956	後期 (1989～1992) 24,181,826
1989	3,722,365	2,760,606	6,482,971	
1990	3,464,800	3,478,197	6,942,997	
1991	3,083,433	4,080,399	7,163,832	
1992	1,000,052	2,591,974	3,592,026	
1993	0	1,388,072	1,388,072	
1994	0	1,408,072	1,408,072	
計	36,675,063	20,205,899	56,880,962	54,084,818

単位：千円  
(出所) 通商産業省の資料による

ii) サブシステム開発 (1985年度～1988年度：4年間)

第五世代コンピュータの基盤となるサブシステムの実現に用いるアルゴリズム、基本的なアーキテクチャの設定を行い、これに沿って小・中規模のサブシステムを開発を行った。具体的には、並列推論用論理型言語 (KL1 (Kernel Language Version 1))、KL1 で記述された並列マシン用オペレーティング・システム (PIMOS (Parallel Inference Machine Operating System))、複雑でかつ大規模な知識を扱う知識ベース管理システム (Kappa (Knowledge Application Oriented Advanced Database and Knowledge Base Management System))、64台の要素プロセッサを接続ハードウェアで2次元格子状に結合した並列推論実験機 (マルチ PSI) 等を開発した。その成果は1988年11月の第3回第五世代コンピュータ国際会議で発表された。

iii) トータルシステムの開発 (1989年度～1992年度：4年間)

前期、中期に研究してきた要素技術を基に、第五世代コンピュータのプロトタイプ・システムを作ることを目標としている。具体的には、1000台規模の要素プロセッサを結合した並列推論マシン (PIM (Parallel Inference Machine))、PIMOS の機能強化、並列データ管理システム (Kappa-p) の開発等を行った。また知識プログラミング・システムにおいては、対話インターフェース技術の開発、問題解決プログラミング技術の開発、知識ベース構築利用技術の開発を行った。さらに、プロトタイプ・システムの機能実証のため、並列プログラミング技術の集積と並列応用についての研究も行った。並列推論マシン (PIM) 上で稼働するいくつかのアプリケーションソフトを開発し

た。その成果は、1992年6月の第4回第五世代コンピュータ国際会議で発表された。

③ FGCS Follow-on Project (第五世代コンピュータ研究基盤化プロジェクト) (注12)

1993年度～1994年度 (2年間) で、前掲の表1のとおり28億円の国家予算が投入された。

当該プロジェクトは研究開発と第五世代コンピュータ技術の広報・普及活動の二つに分けられている。研究開発活動は、KLIC と呼ばれる UNIX ベースの逐次および並列マシン上の KL1 プログラミングの新しい環境を開発する等である。広報・普及は、過去の研究開発で作られたソフトウェアを『ICOT 無償公開ソフトウェア (IFS)』として配布すること、インターネット上で研究開発活動に関する技術情報を公開すること、等がある。これらは、1994年12月に開催された第5回第五世代コンピュータ国際会議で発表された。

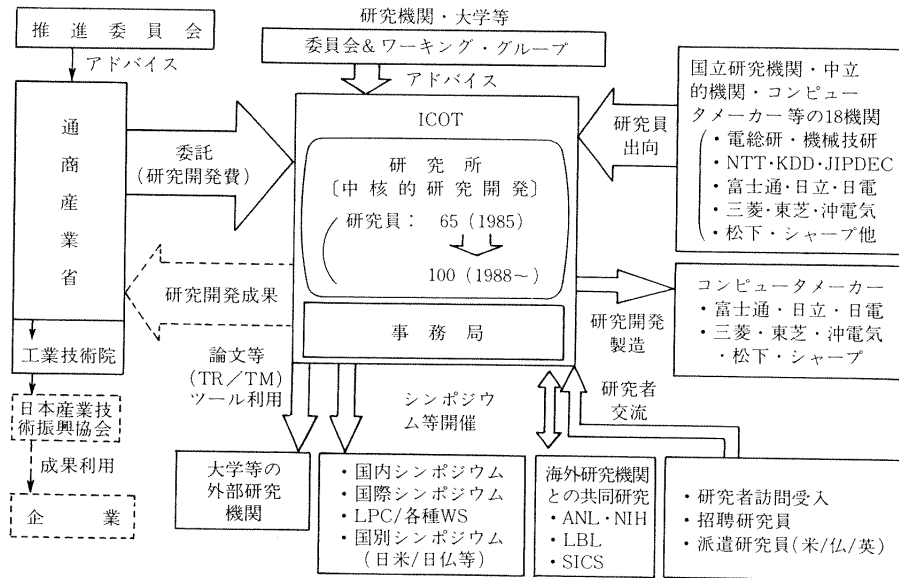
### 3. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの組織と運営方法

全体のプロジェクト推進体制は図2のとおりである。研究開発に関わる費用は全額通商産業省からの委託費でまかなわれている。

研究開発は、(財)新世代コンピュータ技術開発機構内に設けられた研究所 (1982年6月に開設) が主体となって行われた。研究所長 (兼財団常務理事) となった淵一博氏 (現所長 内田俊一氏) 以外は企業等からの出向者で構成されており、出向者は原則として3～4年のローテーションで入れ替えを行った。研究所では中核的な研究開発を行い、ハードウェアの製造やソフトウェアの製造等についてはコンピュータメーカー等に再委託した。(財)新世代コン



図2 第五世代コンピュータ・プロジェクト研究開発推進体制



(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

コンピュータ技術開発機構の組織は、図3のとおり前期、中期、後期で異なっている。前期（1982年度～1984年度）は、研究員約30名3研究室であったが、研究規模の増大により中期（1985年度～1989年度）は研究員約70名5研究室、後期（1989年度～1992年度）は研究員約100名7研究室となった。

研究所各研究室の構成をみると（表2）、前期・中期は、研究室長クラスに、通商産業省電子総合研究所や日本電信電話公社（後に日本電信電話株式会社）からの中立的な立場の出向者をあてた。後期は、企業の出向者も室長を努めたが、その場合は前期・中期から(財)新世代コンピュータ技術開発機構に属し、能力の上で他社の出向者からも一目置かれるような人材をあてた。各室の主任研究員、研究員は、超LSI技術研究組合のように室長の出身会社との関係を

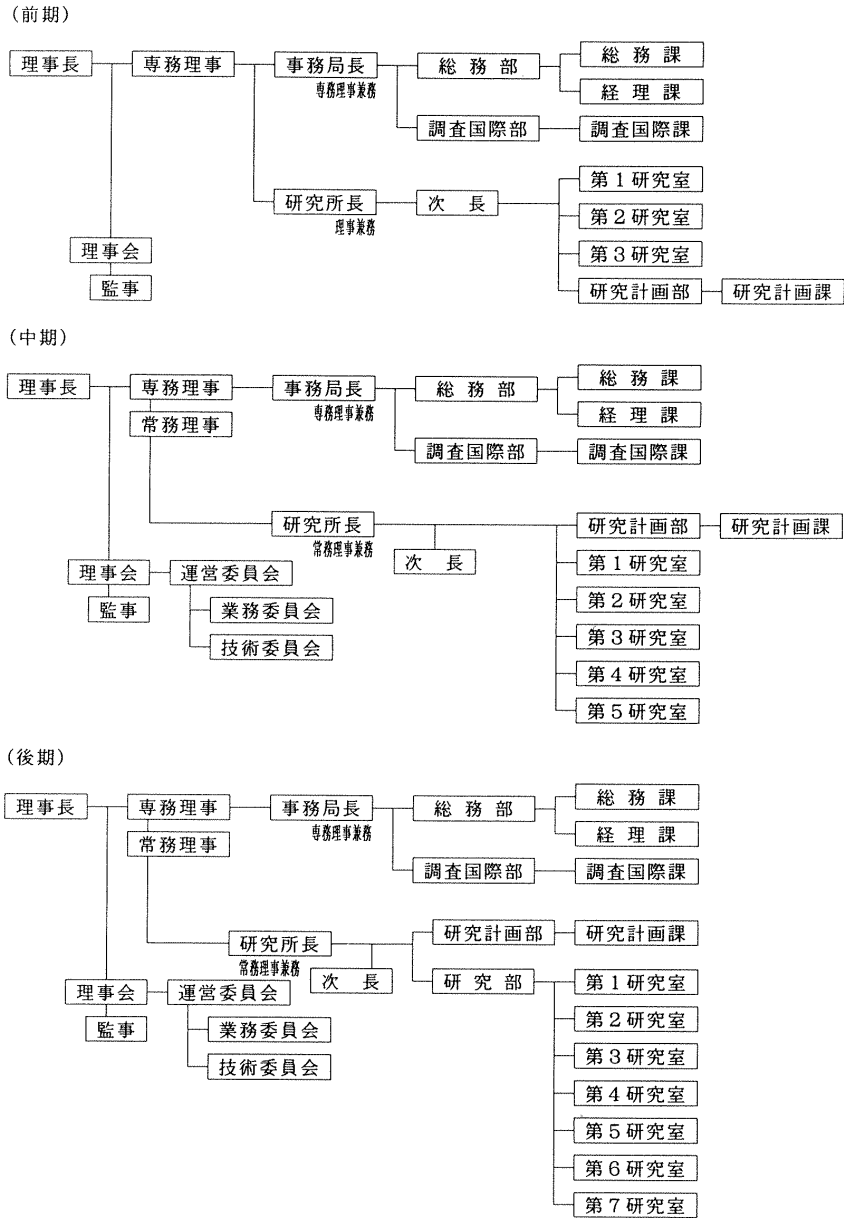
特に考えず（注13）、所長の権限で適材適所を旨として配置した。また、当プロジェクトは超LSI技術研究組合のように短期的に各企業への成果の還元を迫られるものではなく、全員の協力で一から作り上げられる雰囲気であった。このようにして作られた組織は、特に融和を努めるような対策を講じなくても、自然に研究員同士の交流が盛んになり、情報伝達が円滑に行われた。さらに、(財)新世代コンピュータ技術開発機構は、超LSI技術研究組合でみられたメリットも理解し、大部屋制をとっていた。

以下では、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究体制についての利点を論ずる（注14）。

#### ① 就業規則の柔軟さ

企業によっては、就業時間、特に残業時間について強い枠がはめられているところがある。

図3 ICOTの組織



(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構『事業報告書』各年度

例えば、終業直前に新しい発想が浮かんだ場合でも、その制約により、残業が出来ない場合も多い。しかし、(財)新世代コンピュータ技術開発機構では、就業規則の運用が緩やかだったので、必要であれば、夜通し仕事をする事も可能であった。第五世代コンピュータ・プロジェクトのような先進的な研究開発は、発想が浮か

んだときに、きりのいいところまで研究できる環境が重要であり、その意味で(財)新世代コンピュータ技術開発機構のとした体制は適切であったといえよう。

② 研究者の集積効果

コンピュータのソフトからハードまで通じた優秀な人材が多数(財)新世代コンピュータ技術

表2 ICOT研究所研究室の人員構成

	1982年設立時(前期)			1985年時(中期)					1989年時(後期)						
	第一	第二	第三	第一	第二	第三	第四	第五	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七
室長 室長代理	NTT 電総研	電総研	電総研	電総研 電総研	電総研 NTT	NTT	電総研	NTT	日立 NTT	富士通	神電 松下電	NTT 日本電	NTT 日本電	富士通	電総研 三菱研
《主任研究員》															
電子総合研究所	2						1				1				
沖電気		1	1		1	1			1						
シャープ					1										
東芝					1		1	1		1					
日本電気	2				1										
NTT	1						2	1				1			1
日立						1	1					1			
富士通		1		2			1					1			
松下電器産業				1	1			1		1					
三菱電機	1		1	1	1			1	1	1		1			
三菱総合研究所															
東芝情報システム															
アチファイナルインテリジェンス															
管理工学研究所												1			
情報数理解研究所															
計①	6	2	3	4	3	2	6	3	2	2	1	4	0	0	1
《研究員》															
電子総合研究所						1									
沖電気	1		1	1	1	1	2	1				1		1	1
シャープ	1		1	1	1		1		2	3	1			2	2
東芝	1		1	1	2	2	1	1					1	1	2
日本電気		2		1					1		1	1			
NTT							1		1						2
日立	1	1								1	1				
富士通	1	2			1	1	1	1		1	1	1	2	1	3
松下電器産業	1		1	1	1	1					1	1	1	1	
三菱電機		2	1				3		1	2	2		1	1	
富士通SSLD									1				1		1
KDD					1									1	
機械技研												1			1
新日鐵															1
情報数理解研究所															
三洋電機														1	1
ソニー									1						
キヤノン															
東芝情報システム										1					
東邦システム														1	
三菱総合研究所															
計②	6	7	5	4	7	6	9	3	7	7	6	5	6	7	13
①+②計	12	9	8	8	10	8	15	6	9	9	7	9	6	7	14

(注) 数字は、各年時のICOT研究所各研究室在籍者数を表す。研究計画部への出向者数は入っていない。  
(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

開発機構にいたため、その分野での最先端の技術情報を入手することが容易であった。そのため、専門外のちょっとした問題で立ち往生することを避けることが可能だった。

また、第五世代コンピュータに興味のある内外の研究者が(財)新世代コンピュータ技術開発機構に来訪したり研究員として一時滞在したため、研究員は研究所にいながらにして第五世代コンピュータ分野に関連した世界最先端の技術情報が入手できた。

### ③ トップダウン、ボトムアップの融合

トップダウンの例としては、前研究所長の堀一博氏、現研究所長の内田俊一氏のリーダーシップが挙げられる。両者のリーダーシップは、このプロジェクトにおいて重要な役割を示した。例えば、コンピュータの使用言語とソフトウェア開発環境をとっても、前期はDECマシン上のPROLOG、中期はPSI、SIMPOS上のESP、後期はマルチPSI(又はPIM)、PIMOS上のKLIというバウンダリー・コンディションが所長によって決められていたため、プロジェクト参加者全員の思考の基盤が共通しており、プロジェクト自体に対する求心力となった。

ボトムアップの例としては、入社年次の違いによらず、発想の価値によって評価される体制が挙げられる。企業ではたとえ間違っていたとしても先輩に対して強弁に自分の意見を主張することははばかれるが、(財)新世代コンピュータ技術開発機構は、各企業からの寄せ集めであったため、年齢の差などは気にされることはなく、有用な意見であれば採用される風潮があった。

(財)新世代コンピュータ技術開発機構は、このようにトップダウンとボトムアップがほど良く融合したプロジェクトであったといえる。

### ④ 明確な計画

プロジェクト発足時より明確なスケジュール管理があったため、ある時期までに何をしなければならぬか各人明確な意識を持っていた。各個人の目標は、短期的には毎週の所議、室議や随時開催される進捗打合わせ、月1回程度開催されるタスク・グループ会議、中期的には年一回の拡大所議(全員参加)、外向けの成果発表会、情報処理学会や各種国際会議、長期的には前期・中期・後期毎に開かれた国際シンポジウムに発表することである。したがって、これらの目標の具体的内容はそのまま前期、中期、長期のプロジェクト全体の成果目標に依存しており、それらが各研究員に周知徹底されていた。

### ⑤ 研究のバックアップ体制の完備

いくつかの特定の研究項目については、ワーキング・グループを作り関連分野の第一線級の研究者を集め検討していたことが、研究所の研究員のレベルアップにつながった。

事務的な面は、日本情報処理開発協会等の出向者が中心となって、国際交流、実験機器の設営管理、予算管理、庶務、広報等の業務を一括して行っており、研究員は各自の研究のみに専念できる体制となっていた。

もちろん、全て良い評価ができる訳ではない。以下では、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究体制についての欠点を論ずる。

#### ① 組織としての技術蓄積の欠如

前述のとおり、研究所は所長以外は出向者であるため、原則として、2～3年経つと出向者は親元の企業へ戻らなければならない。しばしば、研究が波に乗った時期に企業に戻るようになるので、それまでの技術蓄積が必ずしも後任者に伝わらない傾向がある。また研究者には、

前任者等が行っていた研究を引き継ぐよりも、できれば自分独自の研究をしたいという願望が強いいため、前任者の蓄積を意図的に引き継がない傾向もあった。

## ② 放任主義

各人の自助努力に任せられた部分が大きかったため、一部の人間だけが伸び、それ以外の人は成長しない、悪い意味での放任主義の弊害がでる。

## ③ 指揮系統の不明確さ

室長以下のチームリーダークラスが指揮命令系統で、どの程度権限を持ちえるのかが不明確であった。また、チームリーダーは主に民間企業から来た出向者が勤めていたが、同業他社の出向者に対して遠慮する面もあり、必ずしも十分なリーダーシップを発揮できない状況があった。

## 4. 第五世代コンピュータ・プロジェクトの研究成果の評価

技術政策において最も重要な評価の視点は研究成果そのものであるが、当該プロジェクトは国際貢献の観点でも重要な役割を示したので、以下では当該プロジェクトについてこの二点から評価する。

### (1) 研究成果の観点

第五世代コンピュータ・プロジェクトのような大規模なプロジェクトに、プロジェクトが終了してすぐに、技術的な評価を加えるのは難しい。ここでは(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究成果の一つである論文数を整理することにとどめ、当該プロジェクトの最終的な技術評価は後世の研究に委ねることとする(注15)。

(財)新世代コンピュータ技術開発機構では、論文を研究論文(TR: Technical Report)と研究速報(TM: Technical Memorandum)に分けて発表している。表3のとおり、1995年3月末現在でTRは914件、TMは1457件発表されている。

表4に学会等で発表した件数の推移を示す。データの制約上1986年以降のデータしかないが、主要学会全体で2240件投稿されている。特に、情報処理学会、日本ソフトウェア科学会、電子情報通信学会、人工知能学会への投稿件数が多い。また、海外の学会等においても数多くの論文が発表されている。このように(財)新世代コンピュータ技術開発機構から国内外を含め数多くの論文が発表された。測前所長等研究所の幹部は、国内外での学会発表を奨励していた。もちろん前述の国際貢献の一環という趣旨からであったが、学会は、発表を聞いた第三者からの客観的な評価を聴き、議論することで研究をさらに進めるための重要な機会でもあったからだ。

提出された論文数は、その個別の論文が優れているか否かに関わらず、一つの研究成果としてカウントされてしまう。したがって研究成果の「質」も考慮に入れた客観的な評価としたい。そこで一つの評価基準として論文引用数を検討してみた。論文引用数とは、ある論文が他の文献によって引用された件数を数えたものであり、個々の論文がその後の研究にどれだけの影響を与えたかを示す一つの指標と考えることができる。より客観的に判断するため、(財)新世代コンピュータ技術開発機構に8年以上在籍していた人間11名と日本のA大学B学科(コンピュータ関連)所属の教授、助教授、講師8名、同じく国立のC研究所のコンピュータ関連の研究に従事している研究者12名、海外で(財)

表3 TR・TMの推移

ICOTのTR(研究論文)の推移

CY	計	ICOT	富士通	沖電気	三菱電機	日本電気	日立	東芝	松下電産	シャープ	その他
1982	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	36	25	1	0	0	1	0	0	0	0	9
1984	58	34	8	0	3	2	0	3	0	0	8
1985	52	31	6	1	4	1	1	2	0	0	6
1986	74	33	25	2	7	0	1	5	1	0	0
1987	107	65	13	12	8	0	1	4	1	0	3
1988	115	68	21	2	10	0	5	5	0	0	4
1989	82	50	18	3	4	0	0	5	1	0	1
1990	81	52	9	4	11	0	0	2	2	0	1
1991	114	52	13	8	6	5	8	10	0	0	12
1992	104	56	5	2	9	1	9	16	1	0	5
1993	36	26	2	0	2	0	0	6	0	0	0
1994	40	15	1	0	1	0	4	2	1	0	16
1995	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2
計	914	520	122	34	65	10	29	60	7	0	67

- (注) 1. 1995年3月末現在。  
 2. TR件数は、承認日ベース。  
 3. 共同執筆の場合は、ファースト・オーサーの所属によって分類した。

(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

ICOTのTM(研究速報)の推移

CY	計	ICOT	富士通	沖電気	三菱電機	日本電気	日立	東芝	松下電産	シャープ	その他
1982	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	32	28	0	0	0	1	0	0	0	0	3
1984	101	53	6	6	10	10	1	7	1	1	6
1985	123	51	12	5	8	14	8	7	3	3	12
1986	126	56	19	15	11	9	1	6	0	0	9
1987	179	82	31	16	14	3	10	4	1	0	18
1988	237	90	46	14	18	9	2	32	7	4	15
1989	190	84	32	10	19	12	3	14	0	4	12
1990	140	68	19	16	7	3	1	17	2	2	5
1991	148	49	15	25	10	13	7	17	4	5	3
1992	97	41	15	3	6	13	3	7	2	1	6
1993	49	23	0	4	2	1	5	1	4	2	7
1994	28	15	0	0	3	1	0	2	0	0	7
1995	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1
計	1457	645	196	114	108	89	41	114	24	22	104

- (注) 1. 1995年3月末現在。  
 2. TM件数は、承認日ベース。  
 3. 共同執筆の場合は、ファースト・オーサーの所属によって分類した。

(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

表4 主要学会への投稿件数の推移

学 会 名	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	計
国内										
情報処理学会	9	144	135	104	70	14	45	22	17	560
日本ソフトウェア科学会	3	20	12	28	8	9	7	0	1	88
電子情報通信学会	0	15	22	21	13	0	10	5	0	86
人工知能学会	0	7	18	22	12	0	12	5	3	79
計測自動制御学会	0	2	5	1	5	1	4	1	0	19
日本認知科学会	1	2	2	2	4	7	0	0	0	18
電気・情報関連学会	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
電子通信学会	2	0	2	0	1	1	1	0	0	7
電気学会	0	0	0	0	1	4	0	0	0	5
生物物理学会	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
日本音響学会	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
日本ロボット学会	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
計量国語学会	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
日本品質管理学会	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
精密工学会	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
日本海洋学会	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
日本医学会	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
日本造船工業会	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
国内その他発表	13	117	154	109	121	245	121	32	24	936
国内計	28	311	351	289	236	282	201	67	45	1810
外国										
I E E E <sup>*1</sup>	0	8	2	1	7	4	1	0	0	23
I J C A I <sup>*2</sup>	3	3	3	6	1	6	3	6	0	31
A A A I <sup>*3</sup>	0	5	1	3	2	0	0	0	0	11
I C L P <sup>*4</sup>	11	0	9	0	7	0	2	0	1	30
C O M P C O N <sup>*5</sup>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
C O M S A C <sup>*6</sup>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
T E N C O N <sup>*7</sup>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
H I C S S <sup>*8</sup>	0	0	0	1	0	0	3	1	1	6
外国その他学会	0	31	48	34	35	27	28	14	12	229
外国その他発表	0	9	9	12	8	16	25	8	8	95
外国計	15	60	72	57	60	53	62	29	22	430
合計	43	371	423	346	296	335	263	96	67	2240

(注) 1986年分は一部未集計分あり。I C O Tにおける国内外の学会発表件数は約3000件以上にあるが、データの制約上、上記には1986年～1994年における学会発表分のみを挙げている。

また、上記件数には、ICOTのTR・TMに発表されかつ学会発表されたものも含まれている。

\* 1 : The Institute of Electrical and Electronics Engineers

\* 2 : International Joint Conference on Artificial Intelligence

\* 3 : American Associates of Artificial Intelligence

\* 4 : International Conference on Logic Programming

\* 5 : Computer Conference

\* 6 : Computer Software and Application Conference

\* 7 : IEEE Region 10 Conference

\* 8 : Hawaii International Conference on System Software

(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

新世代コンピュータ技術開発機構と同様の研究をしているヨーロッパにある半官半民のD研究所の研究者10名を抽出して比較した(表5)(注16)。結果をみると、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の一人当たりの収録件数はA大学B学科に次いで二番目であるが、論文引用数をみると(財)新世代コンピュータ技術開発機構のそれがずば抜けて多い。これを見る限り、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究結果は、この分野の研究活動に相対的にかなり大きな影響を及ぼしていたということができよう。

(2) 国際貢献の観点

(財)新世代コンピュータ技術開発機構の国際貢献の評価を行う前に、(財)新世代コンピュータ技術開発機構と超 LSI 技術研究組合の組織上の違いを明らかにしておく。(財)新世代コンピュータ技術開発機構を超 LSI 技術研究組合のような技術研究組合(注17)ではなく、財団法人とした理由は、以下の三点が考えられる。  
①技術研究組合は、試験研究を通じて組合員の

共同利益を追求することを目的としているため、本プロジェクトのように国際貢献も念頭に置いている基礎研究プロジェクトでは、より独立性の強い財団法人という組織が適当であると考えられたこと(注18)、②技術研究組合は設立時の目的を達成すると解散してしまうので、過去の知識が蓄積されない恐れがあることから、財団法人として永続的に知識を蓄積できる組織とすることが妥当と考えられたこと、③第五世代コンピュータ・プロジェクトの後継プロジェクトも引き続き当該財団で研究開発を行うことが可能となることから、財団法人が適当であると考えられたこと(注19)、等が挙げられる。以上のことから、(財)新世代コンピュータ技術開発機構が発足した当初から国際貢献を念頭においた組織作りをしていたことがうかがえる。

では、実際に本プロジェクトはどれだけ国際的に貢献しているのだろうか。国際貢献の度合いをみる客観的な指標は存在しないが、本稿では積極的に海外の研究者の受入れを行っているか、あるいは、得られた情報を海外に対して

表5 ICOT研究者の研究成果と引用度数

研究者	収録件数	論文引用数	組織等 (抽出者数)		収録件数		論文引用数	
			計	1人当たり平均	計	1人当たり平均		
1	4	23	ICOT (11名)	69	6.3	436	39.6	
2	9	44						
3	10	18						
4	22	41						
5	5	25						
6	1	13						
7	3	34						
8	1	48						
9	0	5						
10	9	171						
11	5	14						
合計	69	436	A大学B学科(8名)	70	8.8	171	21.4	
1人当たり平均	6.3	39.6	国立C研究所(12名)	33	2.8	309	25.8	
			海外D研究所(10名)	29	2.9	184	18.4	

(参考) 分野がComputerの件数は167,398件、内Japanは7,178件の文献が収録されている(1995年2月末)。

(注) 収録件数とは、「SCISEARCH」に登録されている文献数。論文引用数とは、例えばICOTの研究者の著作物(収録件数に数えられている文献とは限らない)を引用しているComputer関連の文献数。

SCISEARCHに収録されている文献データは1974年~1994年の20年間に公開されたもの。

(出所) DIALOG情報検索サービス「SCISEARCH」



十分公開しているか、という二つの観点から論じてみたい。前者については、①(財)新世代コンピュータ技術開発機構へ来訪した外国人の推移、②海外研究者招聘数の推移等をみる。後者については、③ソフトウェア及び TR、TMを海外へどのように公開しているか、④海外の研究機関とどのような研究交流を行っているか、という観点から論ずる(図4参照)。

① (財)新世代コンピュータ技術開発機構へ来訪した外国人の推移

まず(財)新世代コンピュータ技術開発機構へ来訪した外国人の推移をみると、初年度でさえ海外からの来訪者が150人にも及び、海外でのこのプロジェクトへの関心の高さがうかがえる(表6)。特に1985年頃は世界的な AI ブームとなり海外のマスコミ等の来訪も多かった。大学、産業、専門家の来訪者数は、安定的に推移しており、海外の研究者の注目度が継続して高いことが分かる。(財)新世代コンピュータ技術開発機構の方針として、来訪希望者は国内外問わず、受け入れることとしていたことも関係し

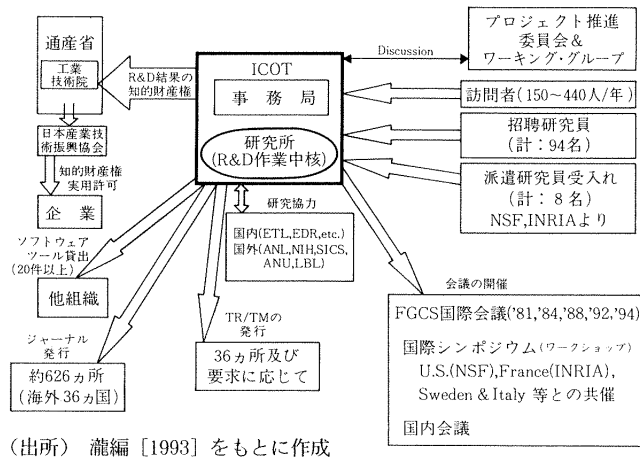
ていよう。

② 海外研究者の招聘数の推移

次に(財)新世代コンピュータ技術開発機構へ招聘された海外研究者の推移を表7に示す。海外研究者招聘制度は、(財)新世代コンピュータ技術開発機構が資金を出し、毎年7~8名の第一線の海外の研究者を約1カ月招聘し、意見交換及び共同研究を行うことを目的に作られた。表7をみるとアメリカを始め方々の国々から毎年招聘されていることが分かる。プロジェクト前期では、ロジック・プログラミングの分野で先駆的な研究を行っていた大家を招聘し、同機構側が勉強するという色合いが濃かったが、中期以降は同機構の研究成果が具体化されるにつれて、招聘した第一線の活発な若手研究者と対等の立場で活発な意見交換をするケースが多くなった(岩田 [1991])。

上記以外にも、(財)新世代コンピュータ技術開発機構では、米国国立科学財団(NSF)、仏国国立情報処理・自動化研究所(INRIA)、英国国立情報処理・自動化研究所(INRIA)、英国貿易省(DTI)の情報工業通産局(IED)と

図4 研究交流と研究開発成果の普及の枠組み



の間で派遣研究員の受入れに関する覚え書きを結んでおり、6カ月から1年間の期間で研究者の受入れを行った(注20)。

③ ソフトウェア、TR、TM等の海外への公開方法

ソフトウェアに関しては、内外に無償で利用

を認め、公開している。図5に無償公開ソフトの使用件数(インターネットのアクセス回数)の推移を示す。1995年3月1日現在で無償公開ソフトの使用件数は約14000件に及びアメリカを中心に数多くの国々で利用されている。

一方、プロジェクトの切れ目毎には研究成果

表6 海外からの来訪者数の推移

FY	アメリカ	カナダ	フィンランド	イギリス	オーストラリア	フランス	ドイツ	スウェーデン	その他	合計
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150
1983	98(25)	13(4)	-	26(6)	-	9(4)	10(0)	24(0)	52(2)	232(41)
1984	92(69)	31(27)	27(26)	25(10)	13(11)	15(9)	18(15)	13(7)	39(26)	273(200)
1985	84(77)	23(11)	19(8)	48(29)	6(5)	29(19)	39(31)	63(58)	127(26)	438(264)
1986	82(63)	17(16)	7(4)	23(18)	4(3)	42(40)	45(40)	35(24)	77(19)	312(227)
1987	40(37)	25(22)	-	24(8)	5(1)	36(36)	26(14)	37(31)	52(24)	245(173)
1988	62(49)	-	-	21(11)	11(8)	17(15)	8(5)	6(5)	72(47)	197(140)
1989	68(59)	-	-	19(10)	-	5(3)	44(44)	24(23)	106(64)	266(203)
1990	81(41)	17(10)	5(0)	32(23)	7(5)	-	20(8)	4(4)	35(21)	201(112)
1991	44(40)	-	-	8(8)	5(5)	6(6)	53(22)	7(7)	61(45)	184(133)
1992	19(14)	-	-	3(3)	6(4)	-	4(4)	3(3)	55(37)	90(65)
1993	12(9)	2(2)	-	2(2)	4(1)	-	2(2)	4(3)	14(9)	40(28)

(注) ICOTへの海外からの訪問者数を数えた。( )内は、大学、産業、専門家の合計。

1982年度の内訳はデータの制約上不明。

(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構『事業報告書』各年度

表7 ICOTの海外研究員受入数の推移

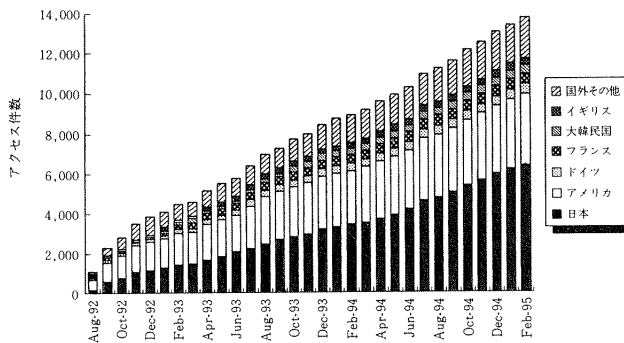
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	合計
アメリカ	2	1	2	2	3	2	1	2	5	4	4	2	2	32
イギリス	0	4	2	2	1	1	2	1	2	0	1	0	0	16
フランス	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	5
イスラエル	1	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6
ドイツ	1	1	0	0	0	1	0	3	1	2	1	0	1	11
カナダ	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	6
スウェーデン	0	1	0	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	8
イタリア	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
オーストラリア	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
オーストリア	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
オランダ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
ポルトガル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
合計	5	8	8	6	5	7	9	8	9	12	12	2	3	94

(注) 1990年までは岩田 [1991]、1991年以降は新世代コンピュータ技術開発機構の資料による。

ICOTには海外研究者招聘制度があり、これはICOTが毎年7~8名の第一線研究者を約1カ月間招聘し、意見交換や共同研究を行う制度である。

(出所) 岩田 [1991]、新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

図5 ICOT無償公開ソフトウェアのアクセス件数の推移



(出所) 新世代コンピュータ技術開発機構の資料による

の公表の一環として国際シンポジウムを開催した(前述)。また、各種のワークショップ等を開催して本研究に関する意見交換を行った(注21)。さらに、(財)新世代コンピュータ技術開発機構で刊行されたTR、TM及び『ICOTジャーナル』(注22)という定期刊行物等のほとんどを日本語版、英語版の両方で作成・配布し、海外へも研究成果の普及に努めた。米国国立科学財団部長のY.T.チェン氏は「テクニカルレポートや定期刊行物などほとんどのペーパーについて英語版を用意しており、国際的に研究成果に関する情報を提供するように努めた。日本のプロジェクトではかなり珍しいのではないかと評価している(『日経産業新聞』1992年6月10日付け)。

#### ④ 海外の研究機関との研究交流

第五世代コンピュータ・プロジェクトは海外の機関とすべて共同で研究するという方式は取らず、いわゆる「両岸方式」でプロジェクトを実施した。すなわち、日本でも第五世代コンピュータの研究をするし、同時に諸外国も同様のプロジェクトを進める。その成果を包み隠さず公開し、意見交換して更に研究を進めていく

という方式である。このような方針でプロジェクトを実施すると、国際共同研究のように他国内政的要因によって、プロジェクト自体が崩壊することがないというメリットがある(注23)。もちろん、一部の研究課題については、共同でも研究を行った。例えばスウェーデンコンピュータ科学研究所(SICS)とは、並列論理型言語システム、CADシステム及び制約論理プログラミングの共同研究を行った。それ以外では、米国アルゴンヌ国立共同研究所(ANL)、米国国立衛生研究所(NIH)、米国ローレンス・バークレイ研究所(LBL)とも第五世代コンピュータ・プロジェクトの一つの研究項目について共同研究を行った。

また第五世代コンピュータ・プロジェクトに触発されて、海外でも次々と同様のプロジェクトが開始された。米国ではSCSP計画(Strategic Computing and Survivability Program)(注24)、MCCプロジェクト(Microelectronics and Computer Technology Corporation)(注25)、ECではESP RIT計画(European Strategic Program for Research and Development in Infor-

mation Technologies) (注26)、イギリスでは ALVEY 計画 (注27) 等ができるに至った (注28)。

## 5. 今後の展望

すでに述べたとおり、第五世代コンピュータ・プロジェクトは、超 LSI プロジェクトのように自国の産業競争力強化を主眼とせず、基礎研究に対し日本政府が資金を出し、その研究成果を通じて広く国際的に貢献することを主眼としている。これは、最近、米国を中心に行われている自国産業の競争力強化政策とは一線を画すものである。そもそも、国家が直面する経済問題を、世界市場を巡る競争力の問題とみなし、コカ・コーラとペプシがライバルであるのと同様に、米国と日本がライバルであるという考え方は、先進工業国間に悪循環のゲームを展開することとなり、保護主義を助長し、結果として貿易による国家間の補完関係を崩す時代錯誤的なものといわざるをえない (注29)。すなわち国家が先導して行う産業競争力強化政策は日本が経験したような高度成長期のキャッチ・アップの時代には有意義であったかもしれないが、キャッチ・アップが終わって次のステップを踏もうとしている日本やその他先進諸国にとっては、もはや政策的意義がなくなっているのである。この種の産業競争力強化政策を礼賛する最近の米国等の考え方に対しては懸念を禁じ得ない。

そういう意味で、第五世代プロジェクトは適切な理念で実行されたプロジェクトであるといえよう。第五世代コンピュータ・プロジェクトについて、超 LSI プロジェクトのように製品化されなかったから失敗したとの意見もあるが、それは上記のプロジェクトの理念を十分に

認識していない意見であるといえよう。

次に第五世代コンピュータ・プロジェクトの研究成果については、現在のところ即断は難しいが、現状の研究成果を評価するため論文引用数をみると、同種の研究を行っている大学・研究所の研究者等と比較して、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究者の論文引用数が多くなっており、同機構の研究成果が広い範囲に影響を及ぼしていることがうかがえる。現在の第五世代コンピュータ・プロジェクトに対する技術的評価について、アーキテクチャ部分に関しては、最近のダウンサイジング等の技術革新により将来技術に活用されるとは思われないが、並列処理の考え方、並列処理の基本となる言語は今後のコンピュータ技術に重要な影響を与えるものと思われる。

さらに第五世代コンピュータ・プロジェクトを組織面からみると、瀧氏を中心とする研究所幹部が主導的な役割を示した。例えば、人事面では研究所幹部が中心となって、各企業、国立研究所等から優秀な人材を集め、適材適所を旨に人員配置を行った。したがって寄り合い所帯にありがちな、コミュニケーションの断絶はなく、研究を効率的に行えるような組織であった。

このように、理念、成果、組織等からみて、第五世代コンピュータ・プロジェクトは評価できるプロジェクトといえる。

加えて第五世代コンピュータ・プロジェクトの今後について述べる。

第五世代コンピュータ・プロジェクトについては、1995年3月で国家が負担するすべての研究開発が終了した。国家プロジェクトの場合、資金が国から拠出されなくなった後のバック・アップ体制が重要なポイントとなる。すなわち国家予算から研究開発費が拠出されている時に

は、企業も学者も注目するが、それがなくなると見向きもされなくなる傾向があるからである。幸いにも、第五世代コンピュータ・プロジェクトは(財)新世代コンピュータ技術開発機構の出身者が大学等で引き続き研究を行っており、また海外でも同様な研究を行っている人間が多数いる。それらの人々はインターネット等を介し頻繁に研究成果を交換している。すなわち、研究所という物理的な場ではなく、通信

ネットワークを通じて似たような効果のある仮想研究所、いわゆる「バーチャル研究所」(注30)の中で研究を継続している。このことは第五世代コンピュータ・プロジェクトの研究成果をさらに熟成するのに重要であろう。政府の政策は、ほとんど新たな政策の構築に目を奪われがちであるが、このような研究開発プロジェクトの実施後のフォローは、地味ではあるが、非常に重要であると思われる。

## [注 記]

本稿は、通産産業省通産産業研究所の第8期研究プロジェクトの一つとして1994年～1995年に実施した研究を取りまとめたディスカッション・ペーパー（『日本の技術政策：第五世代コンピュータの研究開発を通じて』通産産業研究所ディスカッションペーパー #95-D O J -56）を要約したものである。論文作成に際しては筑波大学の小田切宏之氏、通産産業省の近藤正幸氏を始め多くの方々から貴重なコメントを頂いた。また本稿執筆にあたり、市川照久氏、上田和紀氏、内田俊一氏、浦城恒雄氏、大野榮一氏、岡松壮三郎氏、小川義久氏、勝山治夫氏、児西清義氏、佐藤繁氏、瀬戸屋英雄氏、田中千代治氏、田中英彦氏、近山隆氏、角田周一氏、中島克人氏、中野正孝氏、淵一博氏、古川康一氏、宮脇英文氏、山本眞一氏、山本昌弘氏、横井俊夫氏等数多くの方々インタビューさせていただいた。心から感謝する次第である。なお、ありうべき誤りは筆者の責に帰するものであることはいままでもない。

- (注1) 例えば、Kaplan [1972]、Johnson [1982]、Okimoto [1989] を参照せよ。
- (注2) 吉川監修 JCIP 編 [1994] を参照せよ。これは現在の日本の製造業の問題点を的確に指摘した文献である。
- (注3) 岡松 [1982]、Feigenbaum and McCorduck [1983]、淵・廣瀬 [1984]、上前 [1985]、Motooka and Kitsuregawa [1985]、Feigenbaum, McCorduck and Nii [1988]、今岡 [1989]、淵 [1990]、Fransman [1990]、日経BP社編 [1991]、黒住 [1992]、瀧 [1993]、日本電子計算機編著 [1994]、松田 [1995] 等も詳しい。
- (注4) Prolog 言語とは、論理（一階述語論理）に基づいた AI プログラミング言語で、もともとフランスで開発された（Feigenbaum, McCorduck and Nii [1988]）。Programming in Logic の略。
- (注5) 第1世代（真空管）、第2世代（トランジスタ）、第3世代（IC）、第3.5世代（LSI）、第4世代（VLSI）と言われているが、これらを使ったコンピュータはすべてノイマン型と呼ばれるもので、処理の手順をプログラムに書くことによって、求める機能を実現するものである。
- (注6) 並列推論とは、述語論理、例えば「Aという条件とBという条件を同時に満たせばC（ $C \leftarrow A, B$ ）」という「ホーン論理」を使用した並列論理型言語（本プロジェクトでは KLI が開発された）を用い、複数の推論処理を同時に実行することをいう。
- (注7) メーカーの中には自社の新事業展開のきっかけとして積極的に参画しようと考えていた企業もあった。

通商産業省は、当初、補助金で本プロジェクトを遂行することを考えていたが、各企業が消極的であったため、全額政府負担の委託費で遂行することとした。

(注8) 1981年10月の国際会議でも、あまりにも野心的で達成が困難な計画であるとの批判も一部にあった。

(注9) (財)新世代コンピュータ技術開発機構は、1982年4月に設立された。

(注10) 通商産業省では技術開発予算を確保する際に、プロジェクトの構想段階では、政府の経費を使わずに、外郭団体の研究会でプロジェクトの計画を練り、その結果をもとに、国の一般会計の予算を要求する傾向がある。また、国の一般会計は、シーリング等予算の制約があるため、第五世代コンピュータのように莫大な資金を要するプロジェクトは、通商産業省では特別会計を利用するのが一般的である。

(注11) 当初10年間の予定であったが、後期に要素プロセッサ用チップの開発に難航したため11年間となった。

(注12) 内田 [1994] が詳しい。

(注13) 超 LSI 技術研究組合共同研究所では、各研究室において室長の出身企業の研究者数を若干増やした。超 LSI 技術研究組合については、榊原 [1981] が詳しい。

(注14) この内容は、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の出身者に対するインタビューによるところが大きい。

(注15) 日本では理工系で5人のノーベル賞授賞者がいるが、いずれも、新しい事象の発見、論文発表から15年以上経ってからノーベル賞を授賞した。このように革新的な技術は早々に評価できるのではない。

(注16) SCISEARCH (Institute for Scientific Information (ISI) が作成する、科学・技術・生物医学及び関連分野の文献に関する国際的・学際的な情報データベース) を用い、分野を「コンピュータ分野」に限定し検索した。

(注17) 鉦工業技術研究組合は、1961年に制定された鉦工業技術研究組合法に基づき、特定の研究課題について企業が研究者、資金を出し合い、共同で研究を行う非営利の組合である(後藤・若杉 [1984]、若杉・後藤 [1985]、Saxonhouse [1985]、Sigurdson [1986]、Hayashi, Hirano and Katayama [1989]、兎玉 [1991]、Odagiri and Goto [1993] が詳しい)。

(注18) 鉦工業技術研究組合は、共同研究を実施し、その成果を組合員が享受しようという性格上、組合自体としては営利を目的とする営利法人ではないが、試験研究を通じて組合員の共同利益を追求することを目的とし、不特定多数者のための公益に関する事業を行うものでないから公益法人ではなく、中間的な性格を有する

法人とすることができる。

一方、財団法人は、民法第34条に基づいて設立される、営利を目的としない公益法人であり、特定の人間の利益を追求する主体ではない。

したがって、鉱工業技術研究組合のほうが、プロジェクトを遂行する際に、出資企業の意向が尊重されるが、財団法人は、財団法人を運営している主体者の意向が尊重されやすい。

- (注19) 財団の名称を、第五世代コンピュータ技術開発機構とせずに、新世代コンピュータ研究開発機構としたことより明らかであろう。
- (注20) この時の必要資金は派遣側が負担した。
- (注21) 国別シンポジウム・ワークショップの事例としては、日米 AI シンポジウム（4回実施、以下同様）、日仏 AI シンポジウム（4回）、日瑞（伊）ワークショップ（7回）、日英ワークショップ（2回）等がある。
- (注22) 『ICOT ジャーナル』は、原則季刊で、海外35カ国約626カ所に配布されている。1995年3月末現在で、日本語版は37号（各号1000部印刷）、英語版は41号（各号1200部印刷）発刊されている。
- (注23) 各国で資金を出し合いながら行う国際共同プロジェクトは、各国の財政事情により、プロジェクト期間が延びる傾向にある。例えば、日米欧の宇宙ステーション・プロジェクトも米国の財政事情により何度も延期している。
- (注24) DARPA の管理のもと、大学及びメーカーに研究委託して行われた軍事色の強い研究開発である。研究項目はいくつかあり、その一つが、人工知能システムの研究・開発であった。
- (注25) Peck [1986] が詳しい。
- (注26) 米国、日本に対抗して EC 産業の競争力を底上げするための総合的な情報処理技術の研究・開発助成プロジェクトである。
- (注27) イギリスの情報処理に関する技術力を総合的に引き上げることを目指して作成されたアルバイレポートに基づいて設けられた国家プロジェクトである。研究開発すべき技術分野を、ソフトウェア工学、マン・マシンインターフェース、知的知識データベースシステム、VLSI の四つにわけ、それぞれからなる独立したプロジェクトとして運営されている。
- (注28) 横井 [1985] を参考とした。
- (注29) Krugman [1994] は、このような競争力の考え方を、「間違っているだけでなく、危険である」としている。
- (注30) 『日本経済新聞』1995年1月30日付けが指摘している。



## [参考文献]

- 今岡和彦 [1989], 『我が志の第五世代コンピュータ：淵一博と ICOT の技術戦士達』ティビーエス・ブリタニカ.
- 岩田和秀 [1991], 「第五世代コンピュータ・プロジェクトにおける国際研究交流活動の概要」『月刊機械振興』Vol.24. No.1.
- 上前淳一郎 [1985], 『ジャパニーズ・ドリーム：未知の森へ 第五世代コンピュータ』講談社.
- 内田俊一 [1994], 「第五世代コンピュータの研究基盤化プロジェクトに関する総合報告」新世代コンピュータ技術開発機構.
- 岡松壮三郎 [1982], 「第五世代コンピュータの研究開発」『通産ジャーナル』3月号.
- 黒住恭司 [1992], 「FGCS プロジェクト10年間の概観」, 新世代コンピュータ技術開発機構『第五世代コンピュータ国際会議：第五世代コンピュータの研究開発成果』6月.
- 児玉文雄 [1991], 『ハイテク技術のパラダイム：マクロ技術学の体系』中央公論社.
- 児西清義 [1987], 「システム研究開発と組織：技術と産業のグランドデザイン」, 今井賢一監修『経済の生態』N T T出版.
- 後藤晃・若杉隆平 [1984], 「技術政策」, 小宮隆太郎・奥野正寛・鈴木興太郎編『日本の産業政策』東京大学出版会 (English translation: *Industrial Policy of Japan*, San Diego: Academic Press, 1988).
- 榊原清則 [1981], 「組織とイノベーション：事例研究・超 L S I 技術研究組合」『一橋論叢』第86巻第2号.
- 新世代コンピュータ技術開発機構, 『事業報告書』各年度.
- 瀧和男編 [1993], 『bit 別冊 第五世代コンピュータの並列処理：汎用並列処理への道、言語・OS・プログラミング』共立出版.
- 日経 B P 社編 [1991], 「特集：第五世代コンピュータ計画の総決算」『日経 A I 別冊』夏号.
- 日本電子計算機編著 [1994], 『JECC コンピュータノート1994年版』日本電子計算機.
- 淵一博・廣瀬健 [1984], 『第五世代コンピュータの計画』海鳴社.
- 淵一博 [1990], 『第五世代コンピュータへの挑戦』三田出版会.
- 松田正敏 [1995], 「組織的研究開発のメカニズム：第五世代コンピュータの研究開発をめぐる」, 野中郁次郎・永田晃也共編著『日本型イノベーション・システム』白桃書房.
- 横井俊夫 [1985], 『第五世代コンピュータ：人工知能へのかけ橋』オーム社.
- 吉川弘之監修 JCIP 編 [1994], 『メイド・イン・ジャパン：日本製造業改革への指針』ダイヤモンド社.
- 若杉隆平・後藤晃 [1985], 「共同研究開発と技術革新」, 岡本・若杉編『技術革新と企業行動』東京大学出版会.
- Beason, Richard, and David E. Weinstein [1993], "Growth, Economics of Scale, and Targeting in Japan(1955-1990)," *Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper*, No.1644.
- Dertouzos, Michael L., Richard K. Lester, Robert M. Solow and The MIT Commission on Industrial Productivity [1989], *Made in America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge: The MIT Press (依田直也訳『メイド・イン・アメリカ：アメリカ再生のための米日欧産業比較』草思社, 1990年).
- Fransman, Martin[1990], *The Market and Beyond: Cooperation and Competition in Information Technology Development in the Japanese System*, New York: Cambridge University Press.
- Feigenbaum, Edward A., and Pamela McCorduck[1983], *The Fifth Generation: Artificial Intelligence and Japan's Computer Challenge to the World*, Reading, Mass.: Addison-Wesley (木村繁訳『第五世代コンピュータ：日本の挑戦』ティビーエス・ブリ

- タニカ, 1983年).
- Feigenbaum, Edward A., Pamela McCorduck and H. Penny Nii[1988], *The Rise of the Expert Company*, Reading, Mass.: Addison-Wesley (渡辺茂監修・野本陽代訳『エキスパート・カンパニー』ティビーエス・ブリタニカ, 1988年).
- Hayashi, Izuo, Masahiro Hirano and Yoshifumi Katayama[1989], "Collaborative Semiconductor Research in Japan," *Proceedings of the IEEE*, Vol.77, No.9, Sep.
- Johnson, Chalmers[1982], *MITI and the Japanese Miracle*, Stanford University Press (矢野俊比古監訳『通産省と日本の奇跡』ティビーエス・ブリタニカ, 1982年).
- Kaplan, Eugene[1972], *Japan: The Government Business Relationship*, U.S.Department of Commerce.
- Krugman, Paul R.[1994], "Competitiveness: A Dangerous Obsession," *Foreign Affairs*, Vol.73, No.2, pp.28-44 (竹下興喜監訳「競争力という名の危険な妄想」『中央公論』5月号, 1994年).
- Motooka, Toru, and Masaru Kitsuregawa [1985], *The Fifth Generation Computer: The Japanese Challenge*, Chichester: John Wiley.
- Odagiri, Hiroyuki, and Akira Goto[1993], "The Japanese System of Innovation: Past, Present and Future," in R. R. Nelson(ed.), *National Innovation Systems*, pp.76-114, New York: Oxford University Press.
- Okimoto, Daniel Z.[1989], *Between MITI and the Market*, Stanford University Press (渡辺敏訳『通産省とハイテク産業: 日本の競争力を生むメカニズム』サイマル出版会, 1991年).
- Peck, Merton J.[1986], "Joint R&D: The Case of Microelectronics and Computer Technology Corporation," *Research Policy*, Vol.15, No.5, pp.219-231.
- Saxonhouse, Gary[1985], "Japanese Cooperative R&D Venture: A Market Evaluation," *Discussion Paper*, No.156, Department of Economics, University of Michigan.
- Sigurdson, Jon[1986], "Industry and State Partnership in Japan: The Very Large Scale Integrated Circuits Project," *Discussion Paper*, No.168, Research Policy Institute, University of Lund.