

## 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 追従型であり革新的な

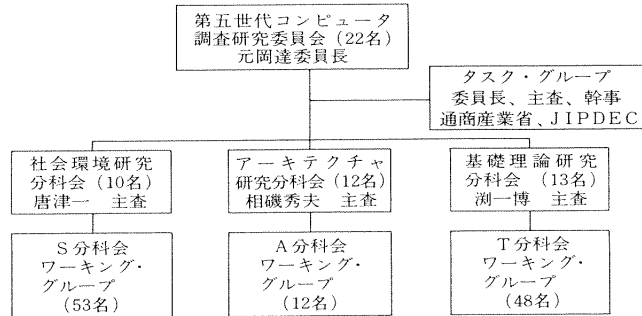
技術開発は望むべくもなかったことも事実である。以上を背景に、通産産業省としては、単純に日本の競争力を強化するような研究開発支援ではなく、国際貢献の一環として世界に広く公開できる新たなコンピュータのアーキテクチャの創造を目指すべきと考えた。

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性コンピュータ（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