

Discussion Paper #98 - DOJ - 86

## 産官共同研究開発の効果

— リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムのケーススタディ —

中村 吉明

1998年1月

通商産業研究所 Discussion Paper Series は、通商産業研究所における研究成果等を取りまとめ、所内での議論に用いるとともに、関係の方々から御意見を頂くために作成するものである。この Discussion Paper Series の内容は、研究上の試論であって、最終的な研究成果ではないので、著者の許可なく、引用または複写することは差し控えられたい。また、ここに記された意見は、著者個人のものであって、通商産業省または著者が所属する組織の見解ではない。

## 要旨

本論文は、1992年度に開始された産官共同研究プログラムのリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの有効性を分析した。

本論文で得られた結論は、以下のとおりである。

1. 本プログラムの波及効果は、類似プログラムや国内の同分野の研究を行っている大学と比較して大きかった。
2. 本プログラムは、集中研究所と各企業内に設立した分散研究所で研究開発を行ったが、それらは個別に研究開発を進めたため、共同研究により研究成果をあげていくという当初の意図は達成されなかった。
3. 共同研究の中で起こる可能性のあるフリーライドは、本プログラムでは起こらなかった。

本プログラムは前期を終了したばかりなので、現段階で本プログラムを最終的に評価するのは不可能である。しかしながら、前期だけに限ってみてみると、本プログラムの研究成果は相対的にあがってはいるものの、技術研究組合を基本とする研究開発体制は、必ずしも適切ではなかったと推測される。今後、このような大規模な研究開発プログラムを行う際には、事前評価システムを構築し、その中で事前に、客観的なデータを用いプログラムの有効性を評価した上で、その研究開発に最も適した研究開発体制を選択すべきである。

## 1. はじめに

過去の日本の急激な成長の理由として通商産業省(Ministry of International Trade and Industry)の産業政策(Industrial Policy)を挙げる人が多い。<sup>1</sup> この産業政策という言葉の意味には、多様な政策目的や政策手段が込められている。例えば、貝塚[1973]は、この産業政策の多様性を表すため、「産業政策とは通産省が行う政策である」としている。一方、伊藤・清野・奥野・鈴木[1988]では、「一国の産業(部門)間の資源配分、または特定産業(部門)内の産業組織に介入することにより、その国の経済厚生に影響を与えようとする政策である」としている。

このように広範な意味を持つ産業政策の中で、特に政府が資金を拠出する産官共同の研究開発プログラムが注目をあびている。<sup>2</sup> 例えば、成功例として世界的に知られているプログラムとしては、超LSI技術研究組合が主体となって行った超LSIの産官共同の研究開発がある。また、最近の例としては、第五世代コンピューティングプロジェクト<sup>3</sup>が挙げられる。これらは研究開発に伴う市場の失敗を是正するため政府が主体となって行ったプロジェクトであり、産業政策の一部をなすものである。研究開発に伴う市場の失敗とは、政府が介入せず、民間のみに研究開発を任せておくと、その投資額が過小になるというものであり、その理由は、主に研究開発の成果の占有不可能性、研究開発の不確実性、研究開発の分割不可分性から来るものである。<sup>4</sup>

本稿では、このような産官共同の研究開発プログラムのうち1992年に始まったリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに焦点をあて、そのプログラムの妥当性を検討し、今後の産官共同の研究開発のあり方を示す。

第2節では、本プログラムの経緯を紹介し<sup>5</sup>、第3節では、最近行われたプログラムのリストラクションについて言及する。さらに第4節では、組織、制度、成果等の各方面から本プログラムの評価を行い、最後の第5節では、以上を踏まえた結論と今後の産官共同の研究開発のあり方について述べる。

## 2. プログラム創生の経緯

### (1) プログラム創生の背景

通商産業省は、1992年7月13日に技術研究組合新情報処理開発機構(Real World Computing Partnership)を設立し、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム(Real World Computing(RWC) Program)の開発を開始した。本プログラムの目的は、21世紀の高度情報化社会の基盤として不可欠な、現実世界の大量かつ多様な情報を一括して処理する高度な情報処理技術の基礎的かつ革新的な技術の確立することにある。具体的には、従来のコンピュータ技術には、下記に示すように、計算量の爆発、アルゴリズムクライシス、学習能力の欠如等の問題点があり、本プログラムはそれらの問題点を解決するために設けられたものである。

#### ・計算量の爆発

必要のない場合でも厳密解(論理的に唯一の解)を求めることを強いられるため、多数の要素が複雑に絡み合った現実世界の問題を解く際には計算量が爆発的に増加

#### ・アルゴリズムクライシス

コンピュータの扱える形にモデル化する必要があり、現実社会の複雑な問題を正確に表現することは非常に困難

#### ・学習能力の欠如

コンピュータが現実世界の変化に適応することができず、システムの多様化・陳腐化への対応に膨大な人手と費用がかかる

### (2) リアル・ワールド・コンピューティングとは何か?

(1)の背景で論じたように、現在のコンピュータにはいくつかの限界がある。それらの限界を打破するために作られるリアル・ワールド・コンピューティングは、以下の機能を持つコンピュータのことをいう。

#### ・解放性 (Openness)

予期していない状況に遭遇した場合にも、システムが自律的かつ適応的に自己を変化させたり拡張できること

#### ・頑健性 (Robustness)

入力情報にノイズが含まれていたり、環境が変化してもシステムの挙動が頑強かつ安定していること

#### ・実時間性 (Real-time)

システムが現実的な時間内に解を求めること

簡単にいえば、リアル・ワールド・コンピューティングは、不完全な人間をサポートする能力を持ったコンピュータ、現実世界の中で人間を中心に動いている世界の情報が扱えるコンピュータ、現実の情報社会において人間と相性のいい人間を助けるコンピュータ、のことである。

いままでのコンピュータが対象としてきたのはコンピュータワールド、すなわち非常によく整理されたデータをもとにしたコンピュータの世界であったり、論理的に整合性の取れた、論理的な推論を主題に置いた知識と推論方式の情報の世界にすぎなかった。それに対して、人間が実際に直面しているのはもっと大規模なリアルワールドである。その世界では、われわれが受け取る情報はあまりよく整理されていないため、非常に矛盾したデータが大量に、かつ並列に入ってくる。そういう現実世界の情報の洪水の中で、矛盾したり不完全な情報をうまく処理するような機能が 21 世紀の人間と共生する情報処理技術に求められている。

このプログラムの目的は、一台のザ・コンピュータを開発することではない。製品としてのコンピュータなら各社がそれぞれ開発すればよい。21 世紀に向けてのリアルワールドコンピューティングに対応できるような基本的な技術の発展の可能性はどこにあり、そのためにはどのような技術課題を突破しなければならないのか、という基本的な問題と方向性を研究することを目的としている。

すなわち何か 1 つの統合した大システムを作るというより、リアル・ワールド・コンピューティングに向けて知識の体系を作り出し、その時点で人類の共通財産とすることを目的としている。

### (3) リアル・ワールド・コンピューティングと第五世代コンピューティングの違いは何か？

まず機能的側面から両者を論ずる。第五世代コンピューティングの特徴は、文字などの記号化された情報を取り扱い、三段論法を代表とする論理的なルールに即した推論を行うことを目的としており、対象となる適用分野は、遺伝子配列の解析、法律の条文や判例に基づく事例判断などの知識情報処理分野などである。

一方、リアル・ワールド・コンピューティングは、多種多様な情報を取り扱い、論理的に問題を解決するのが不可能または非常に困難な問題を解決することを目的としており、適用分野は、柔らかな認識、問題解決、制御などの機能を必要とするパターン情報処理、高度問題解決、知能ロボットなど新情報処理分野などである。

次にシステムの側面から両者を論ずる。第五世代コンピューティングの特徴は、1,000 台の要素プロセッサからなる高並列システムであり、各要素プロセッサは階層的分散制御のもとで動作することにある。その中の、並列オペレーションシステムおよび応用ソフト

ウェアは、論理型言語により記述されている。またデバイス技術は、VLSI、ULSI の技術を適用した。

リアル・ワールド・コンピューティングの特徴は、100 万台規模の要素プロセッサからなる超並列システム、ニューラルシステムおよび統合システムを構築することにある。そのためには、頑丈（ロバスト）なシステム構成技術、要素プロセッサへの適応的負荷分散制御技術などが必要となる。また、当該システムの中の超並列言語、超並列オペレーションシステムは重要な開発課題である。特に言語においては、問題をシステムに直接写像し、各要素プロセッサの自律協調的動作を可能にするための記述能力が求められている。また、オペレーティングシステムにおいては、頑丈かつ自律的にシステム全体を管理するための学習機能が必要となる。さらに 100 万要素プロセッサからなるシステムを構築するためには、ウェハー上に複数の要素プロセッサを搭載する集積回路技術や、高い並列情報伝達・処理能力をもつ光デバイス技術の適用が検討される。

#### (4) どのようにしてリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムが始まったか？

1989 年にリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの萌芽が出てきたが、<sup>6</sup>1989 年は第五世代コンピューティングプロジェクトの後期の初年度にあたり、研究期間も残すところ 4 年となった。第五世代コンピューティングプロジェクトもプロジェクトが始まる前に 3 年間、元岡達東京大学教授（当時）、渕一博電子総合研究所パターン情報部長（当時）等が中心となり研究会でプロジェクトのコンセプトを練ったが、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムもこれを範とし、3 年計画でプログラムのコンセプト作りをしようと考えた。その後、新たに作られたこのプロジェクトを第五世代コンピューティングプロジェクトの後継プログラムとして、うまくリプレイスすることを考えていた。その当時、アメリカではニューロコンピューティング<sup>7</sup>の研究が盛んになってきていたが、本研究会では、ニューロコンピューティングに限定することなく、21 世紀の高度情報化社会の基盤として不可欠なコンピュータの開発を行おうとした。いわば、第六世代のコンピュータの開発を進めようとした。

以上を背景として、本プログラムの具体化を検討するため、国庫の調査研究委託費と競輪補助金を活用し、1989 年度から 3 年間、調査研究を行った。

表 1 RWC関係調査委託費

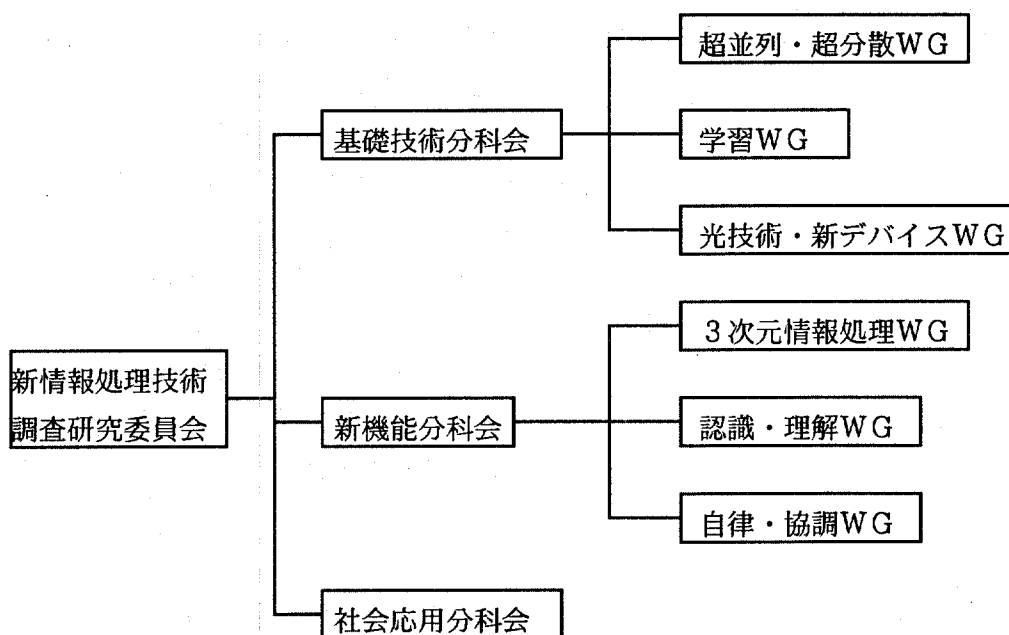
年度	国庫調査委託費	競輪補助金
1989	15,000	99,000
1990	15,000	100,000
1991	80,000	100,000

(単位) 千円

1989年度と1990年度は、通産省に「新情報処理技術調査研究委員会」（委員長 石井 威望 東京大学工学部産業機械工学科教授（当時））<sup>8</sup>を設置し、21世紀に向けて我が国が世界の国々とともに取り組むべき新しい情報処理技術体系について2年間にわたり検討した。<sup>9</sup> 1989年度は、委員会の下部機構として、（財）日本情報処理開発協会内に基礎技術分科会（分科会長 甘利俊一 東京大学工学部計数工学科教授（当時））、新機能分科会（柏木寛 電子総合研究所長（当時））、社会応用分科会（佐々木正 シャープ（株）特別顧問）を設置した。これらの分科会は、通産省から（財）日本情報処理開発協会への委託事業として行った。さらに基礎技術分科会の下部機構として、超並列・超分散ワーキンググループと学習ワーキンググループと光技術・新デバイスワーキンググループを設立し、新機能分科会の下部機構として三次元情報処理ワーキンググループ、認識・理解ワーキンググループ、自律・協調ワーキンググループを設立した。これらのワーキンググループは競輪補助金を受け、（財）日本情報処理開発協会が事業を行った。

1990年の1月10日から21日まで3班に分けて訪米調査を行った。<sup>10</sup> この調査の目的は、米国における新情報処理技術の動向把握と現在進めている調査研究についての意見交換とそれに関する国際的な共同研究の可能性について意見交換することであった。カリフォルニア大学バークレー校、スタンフォード大学、CalTech、MIT、IBM Watson Research、AT&T Bell Lab.等の最新の情報処理技術の研究を行っている研究機関に対し調査を行った。結果としては、プログラムフォーメーション自体がまだ未確定だったことなどもあり「基本的には学術的な意見交換が主で、共同研究の可能性まで踏み込んだ意見交換は行えなかった。

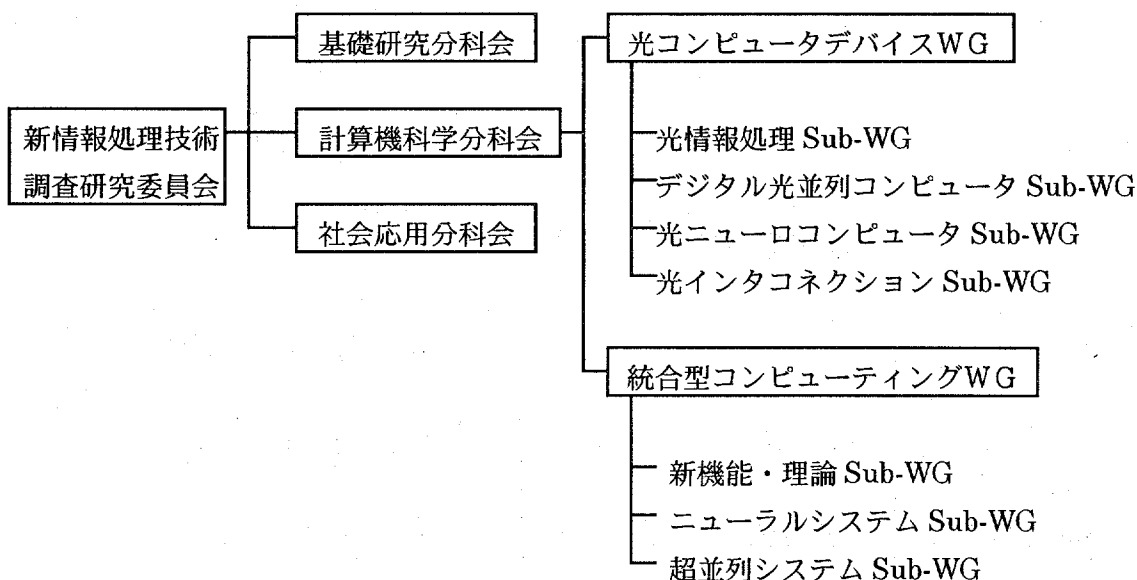
図1 1989年度の委員会の構成



1990年度は、委員会の下部機構として、(財)日本情報処理開発協会内に基礎研究分科会(分科会長 鈴木良次 東京大学工学部計数工学科教授(当時))、計算機科学分科会(甘利俊一 東京大学工学部計数工学科教授(当時))、社会応用分科会(佐々木正 シャープ(株)特別顧問)を設置した。これらの分科会は、通産省から(財)日本情報処理開発協会への委託事業として行った。さらに計算機科学分科会の下部機構として光コンピュータ・デバイスワーキンググループと統合型コンピューティングワーキンググループを設立した。これらのワーキンググループは競輪補助金を受け、(財)日本情報処理開発協会が事業を行った。

1990年の9月30日から10月14日まで6班に分けて訪米・訪欧調査を行った。<sup>11</sup>この調査の目的は、前年度の調査と同様に、米国・欧州における新技術処理技術の動向把握と現在進めている調査研究についての意見交換とそれに関する国際的な共同研究の可能性について意見交換することであった。米国の方は、前年度の米国調査と同様に、基本的には学術的な意見交換が主であった。一方、欧州の方は、米国調査と同様に学術的な意見交換が主だったが、将来、研究技術組合に参加するドイツ国立情報処理研究所(GMD)と意見交換した時には、新情報処理技術の基本的なコンセプトに賛同が得られただけではなく、今後の共同研究の方向まで議論が及んだ。<sup>12</sup>この時点で、このリアル・ワールド・コンピューティングを国際共同研究にしようという方向がおぼろげながらみえてきた。

図2 1990年度の委員会の構成



この1989年と1990年度の2年間で、来る21世紀に必要とされる情報技術のキーコンセプトとして、「柔らかな情報処理」と「超並列超分散処理」の2つが提案された。「柔



らかな情報処理」とは、完全な情報はもとよりあいまいな情報、不完全な情報、矛盾した情報をもとに効果的な解決法を見だし、多くの異なる情報を効果的に総合し、短時間で有効な解を見出す情報処理のことをいう。この「柔らかな情報処理」を実現するためには、強力な情報処理のシステム基盤を必要とし、このための有力な手段として「超並列超分散処理」が必要と考えた。また「柔らかな情報処理」の実現への1つのアプローチとして、光情報処理の要素技術を開発するとともに、光コンピュータなどの研究開発が必要と考えた。

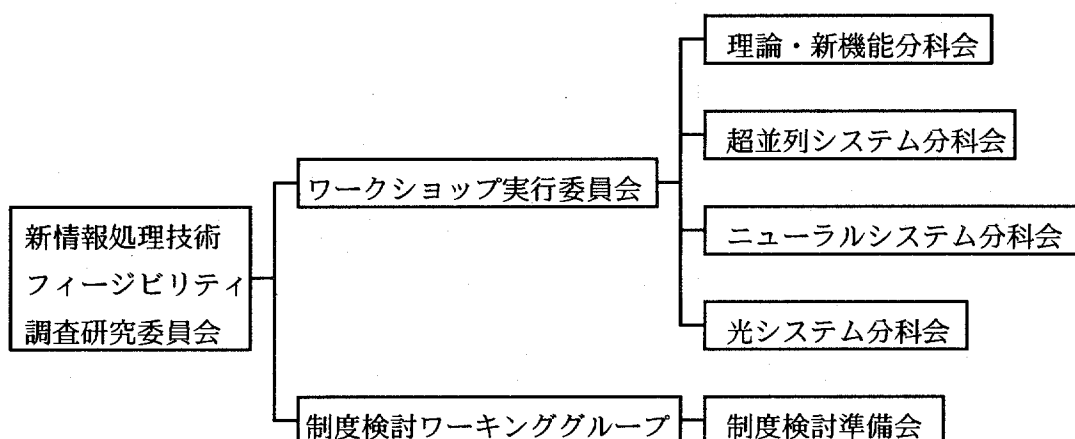
また同時にこのプログラムは、一つの目標に向け、それを達成しようとする過去の通産省のプロジェクトとは違い、究極的な目標はあるものの、その究極的な目標は従来の目標と比較してファジーであり、この究極的な目標を達成すべく、いくつかの研究項目について具体的な目標を設定して、その目標達成に努力するという手法で進めることを考えた。通商産業省[1993a]では、「従来のように実現可能な固定課題を達成目標にかかげてこれに向けて努力を集中するプロジェクト方式を取るべきではない。むしろ、多くの峰を目指して登山を開始し、さらにその奥にあるまだ見えない峰を目指して登り続ける方策を取るべきであって、これは富士登山型よりは八ヶ岳登山型にたとえられよう。目標を固定せず、基礎から応用まで柔軟に計画をたてるべきである。」としている。

また、これらの構想を世界に広く知らしめ、その妥当性を検討するため1991年3月13日と14日の2日にわたってNIPT'91(International Symposium on New Information Processing Technologies '91)と名うった国際会議を開催した。<sup>13</sup> 会議には、新情報処理技術調査研究委員会の委員長である石井威望氏や各分科会会長より2年間の委員会での調査結果のプレゼンテーションが行われた。その後に行われたパネルディスカッションでは、海外の研究者も幾人か招かれ、「21世紀のコンピューティングを目指して」という題名で議論を行った。出席者はこのリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムが野心的であるということは認めるものの、あまりにも一般化しすぎていて参加に対するコミットがしにくいという意見やこのプログラムが多岐にわたるため、資金が分散することがないように注意をする必要があるとの意見もあった。

このような構想を具体的なものとするため、1991年度に新情報処理技術フィージビリティ調査研究委員会(委員長 石井威望 慶応義塾大学環境情報学部教授)<sup>14</sup>を設置し、その下部機構として、ワークショップ実行委員会(委員長 甘利俊一 東京大学工学部計数工学科教授(当時))と制度検討ワーキンググループを設置した。<sup>15</sup> 新情報処理技術フィージビリティ調査研究委員会は、リアル・ワールド・コンピューティング基本計画書の策定及び研究開発体制の策定を目標とした。一方、ワークショップ実行委員会は下部機構に理論・新機能分科会、超並列システム分科会、ニューラルシステム分科会、光システム分科会と4つの分科会を持ち、それぞれの分科会の調整及びリアル・ワールド・コンピューティング基本計画書の策定を目標とした。また、制度検討ワーキンググループは、研究体

制案の策定、成果の帰属等契約条項案の策定、共同研究スキームの策定を目標とし、その下部機構に制度検討ワーキンググループ準備会<sup>16</sup>を設置した。新情報処理技術フィージビリティ調査研究委員会は通産省に設置し、通産省が必要予算を計上して行った。また制度検討ワーキングチームは、通産省から（財）日本情報処理開発協会への委託事業として行い、ワークショップ実行委員会は競輪補助金を受け、（財）日本情報処理開発協会が事業を行った。

図3 1991年度の委員会の構成



1991年度に実施された新情報処理技術フィージビリティ調査研究委員会の結果を踏まえ、その後、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムが始動しはじめた。

#### (5) プログラムの名前はリアル・ワールド・コンピューティング

1989年度の研究会が始まった当初、その当時、通産省電子政策課の担当者は、このポスト第五世代コンピューティングプログラムの名称を NIPT(New Information Processing Technology)とした。一方では、この NIPTは「新しい」という以外に何も語っていないとの批判もあったが、<sup>17</sup>その電子政策課の担当者は、このプロジェクトは、第六世代のコンピュータの技術開発であり「新しい」という表現以外の表現方法はないとして、NIPT(New Information Processing Technology)をプロジェクト名としていた。

1991年の秋、3年間の調査研究がほとんど終わりにさしかかり、本プログラムのコンセプトの「柔らかな情報処理」を表現できて、かつ世界中の人間を魅了させるプロジェクト名を考えることが必要であった。そこで、その当時、本プログラムを検討していた通産省電子政策課と電子総合研究所が相談して、現実の姿をコンピューティングしたいとのプログラムの趣旨を表すリアル・ワールド・コンピューティングという造語を作りこれをプロ

ジェクト名とした。<sup>18</sup> あくまでもリアル・ワールド・コンピューティングがプログラムの正式名称だが、このリアル・ワールド・コンピューティングという造語が作られる前に、現実を三次元+時間で表現した「四次元コンピュータ」(Four Dimension Computing Program)という名称も一部では使用されていた。<sup>19</sup>これは、通産本省が対外説明用のプログラム名として使用していたが、必ずしも研究内容を適切に表していないということもあり、現在ではほとんど使用されていない。

#### (6) 研究主体を研究組合とした理由は？

1991年度の制度検討ワーキンググループで研究主体をどのような組織にするかを検討した。選択枝は、鉱工業技術研究組合法(Research Association for Mining and Manufacturing Technology Law)に基づく鉱工業技術研究組合とする方法と民法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る財団法人とする方法があった。前者の例として超LSI研究組合等があり、後者の例としては、第五世代コンピューティングの研究主体であった(財)新世代コンピュータ技術開発機構等がある。鉱工業技術研究組合は、特定の研究課題について企業が研究者、資金を出し合い、共同で研究を行い、その成果を組合員が享受しあい、初期の目的が達成されたら解散する非営利の組合のことをいう。一方、財団法人は、不特定多数に利する事業を行う公益法人であり、永続的な組織である。

メーカーサイドからみた鉱工業技術研究組合と財団法人のメリット、デメリットを示すと以下の通りとなる。

鉱工業技術研究組合のメリットは、1) 期限付きの設立のため、目標達成後解散するので、計画(予算、人員等)がたてやすく、プロジェクトに専念しやすい環境になる。2) 基金がないため、賦課金(運営費等)の負担だけですむ。3) 賦課金は研究費として取り扱われるため、税制上の優遇措置が適用される。4) 組合と組合員間は再委託契約がなくなり手続き上も簡素化される。一方デメリットは、1) 成果享受は組合員に限定され、不特定多数に利する公益的な事業とは言い難い。2) 年度予算の繰り越しが課税対象となる。

財団法人のメリットは、1) 成果が不特定多数に享受され、国際貢献の一助となる。2) 永続的な組織となるため、知的財産のメンテナンス、永続的な研究の実施等が可能となる。3) 会員の数を増やすことによる財政の安定が図りやすい。4) 年度予算の繰り越しが可能である。一方デメリットは、1) 出資者の直接利益にならない事業に関する費用を負担する場合がある。2) 期限がないため、予算、人員等の計画が立てにくい。3) 設立当初の基金負担が重く、規模が大きくなるため、一般的に年度毎の賛助金も多い。4) 財団と実施者間は再委託契約となり、委託契約の手続きが遅れた場合、実労期間な悪影響が出る。

参加予定企業のほとんどは、超 LSI 技術研究組合等の鉦工業技術研究組合への参加経験もあることに加え、その当時行われていた第五世代コンピューティングプロジェクトの研究主体であった財団法人へも参加していた。当時、第五世代コンピューティングの研究主体の財団法人は、すぐれた研究成果を排出していたが、そもそもプロジェクトの立ち上げ当時から国際貢献を主眼としていたこと、財団法人という性格上、参加企業に限定的な成果享受が付与されなかったこと、等により参加企業の多くは、財団法人方式の研究主体を快く思っていなかった。このような参加企業の強力の意向もあり、初期の検討の段階から鉦工業技術研究組合を本プロジェクトの研究主体ということで話を進められた。

#### (7) 集中研究所か分散研究所か？

(財) 新世代コンピュータ技術開発機構の研究は超 LSI 技術研究組合と同様に直轄研究所を中心に行われた。これは、各社からの出向者が一カ所に集まり研究することにより、その集積のメリットが働き、数多くの画期的な研究成果が排出されたという経験則からきたものである。しかしながら、企業にとっては、専属で優秀な研究者を出向させなければならず、企業内で行われている既存の研究に影響を与えざるを得ない。また(財)新世代コンピュータ技術研究開発機構の場合、企業にとっては、企業から出向した優秀な研究者が、約束の出向期間が終了しても財団の要望により出向期間を伸ばされたり、また、出向後会社に復帰せずに大学の教員となったりして、人材面で集中研究所に対する批判が高かった。このような理由等により、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの場合は、研究主体を集中研究所だけに頼るのは困難であった。そこで、最終的には、小規模な集中研究所と各企業の一部を活用した分散研究所を融合したものを研究主体とせざるを得なかった。このような研究所の分散化を補うためにバーチャル研究所的な発想に基づき、研究インフラとして、東京 NOC(Network Operating Center)を東神田の組合の本部に設置し、この東京 NOC を中心につくば集中研究所、国内外の分散研究所、電子総合研究所を結ぶネットワークを構築した。

#### (8) 技術研究組合新情報処理開発機構の組合員の募集方法

技術研究組合新情報処理開発機構の組合員募集のスケジュールについては、1992年5月19日に組合の設立準備委員会を開催し、設立準備委員長の選任、設立スケジュール等を決め、5月27日に日本電気株式会社、沖電気株式会社、シャープ株式会社、株式会社東芝、株式会社日立製作所、富士通株式会社、三菱電気株式会社の社長7人が発起人となり発起人会を開催し、発起人代表の選任、定款(案)の承認等を行った。その後、6月5日に通産省公報に発起人、設立總會の日時、場所、定款(案)を公示するとともに組合員を募集し、6月18日に設立總會、理事会を開催し、理事長、副理事長、専務理事、定款等を決定

した。さらに6月22日には鉦工業技術研究組合の認可申請書を提出し、7月13日に通産省から認可された。

国内企業については、実質的には1989年度から始まった3年間の調査研究に参加した企業が自然に組合員となっており、上記は形式的な組合員の募集にすぎなかった。海外企業については、「サイエンス」等の世界的な有名な研究誌で公募しなかったものの、1990年の2回の海外調査や個別に参加依頼をする他、国際会議や在日大使館に呼びかけて東京で説明会を開く等して募集を行った。

本組合への参加するメリットとしては、国から委託費を受けてリアル・ワールド・コンピューティングの研究開発を行うことが可能になるほか、本組合に直接参加が可能となり、研究施設の利用、情報や成果のアクセス等が可能であるという点が挙げられる。組合員となるためには、この研究開発を遂行するためのポテンシャルティがある程度認められること、共益費用を負担する能力があること、等である。

1992年7月の設立時の組合員は、沖電気工業株式会社、三洋電気株式会社、シャープ株式会社、住友電気工業株式会社、株式会社東芝、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、富士通株式会社、松下技研株式会社、株式会社三菱総合研究所、三菱電機株式会社、社団法人日本鉄鋼連盟の12社であったが、1992年10月に日本電信電話株式会社、ドイツ国立情報処理研究所(GMD)(Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH)の2社が加わり、また1993年4月に日本板硝子、株式会社フジクラ、古河電工の国内3社が加わった。更に1993年5月にニューラル・ネットワーク協会(SNN)(Stichting Neurale Netwerken)、シンガポール大学システム・サイエンス研究所(ISS, NUS)(Institute of Systems Science, National University of Singapore)、スウェーデンコンピュータ・サイエンス研究所(SICS)(Swedish Institute of Computer Science)の3社が加入し20機関となり現在に至っている。<sup>20</sup>

一方、研究所については1992年10月につくば研究センター(Tukuba Research Center: 集中研究所)が設立されるとともに、2つの分散研究所(distributed laboratories)がはじめて設置された。その後、随時、各企業に分散研究所が設置され、1996年度末時点で、分散研究所の数は37にもものぼる。また国内大学への再委託の件数は33件であり、海外機関への再委託は5件<sup>21</sup>にのぼる。

本技術研究組合の画期的な点は4つの海外の機関を入れたことにある。鉦工業技術研究組合法上では、海外の機関が組合員となることを妨げていないが、<sup>22</sup>技術研究組合情報処理開発機構ができるまではその例がなかった。<sup>23</sup>当組合に海外の機関を加入させた理由としては、人類共通の課題となる基礎研究を推進していかなければならないという、我が国がハイテク国になったという責務が生じたこと、このような研究が内外に解放されていき、成果は国際公共財として活用していきたいとの意志があったこと、国際共同研究に関わる特許権と実用新案権の帰属方法が変わり、国際共同研究が少しやりやすくなったこと、などが挙げられる。一方、内部の議論では、このような崇高な理由以外に、日本には情報処理

に関する競争力がなかったため、海外の研究機関と協力してできるだけ日本の競争力を上げたかったという理由もあった。<sup>24</sup>

#### (アメリカとの関係)

(4)に示した通り、アメリカと早い段階から意見のすりあわせを行った。1990年の11月には米国側が、リアル・ワールド・コンピューティング計画に係る日米協力について、日米科学技術協定の枠組みの中で議論すべきと主張し、日本も同意し、その後、フィージビリティスタディの運営方法、研究内容、研究フォーメーション等具体的な計画のつめが行われた。ただし、アメリカは当時ニューロコンピューティングの研究を既に行っており、リアル・ワールド・コンピューティングの分野で日米の共同研究を行うことは、米国にとって技術の持ち出しが多くなることが予想され食指が進まなかった。ただ、光エレクトロニクスの分野だけは、日本の技術も世界的レベルからみて遜色がなかったし、米国もまだ未知の分野であったので、日本との共同研究を行うことにやぶさかではなかった。最終的には、米国の関係機関は新情報処理研究開発機構の組合員とならずに、光エレクトロニクスの分野に限って、新情報処理研究開発機構と研究交流を持つこととなった。新情報処理研究開発機構の研究所長の専門が光エレクトロニクスであったことや、通産本省としても、プログラムのステータスをあげる意味でも日米の研究プログラムの構築に熱心だったことも、光エレクトロニクスの分野で日米で研究交流を促進する役割を果たした。

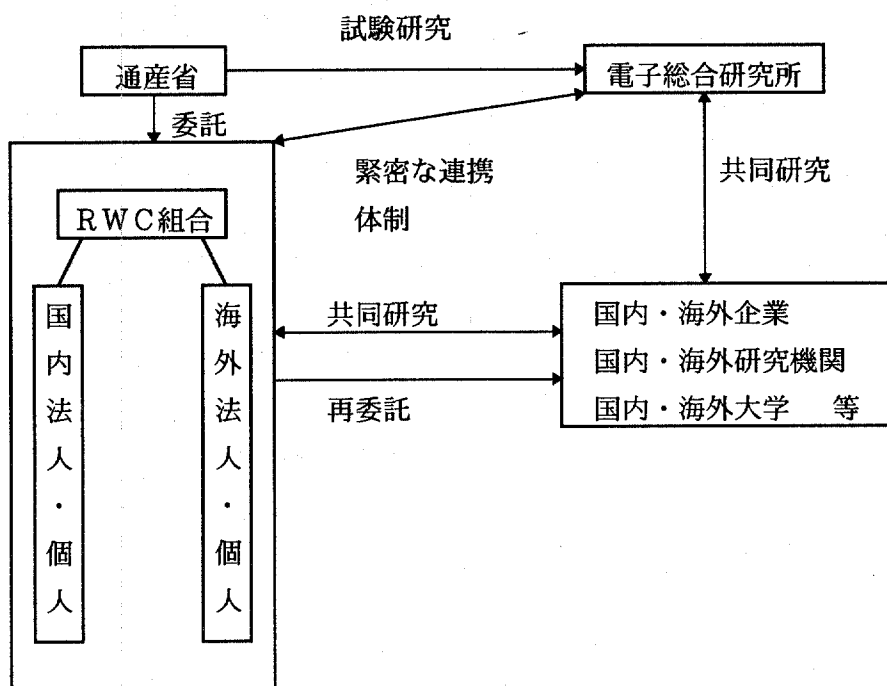
1994年の4月には日米合同運営委員会(JMC:Joint Management Committee)が日米の共同プロジェクト(U.S.-Japan Joint Optoelectronics Project)として実施計画書を策定した。本プロジェクトでは、日米双方の革新的かつ先進的な光エレクトロニクスのデバイス製造者とそのようなデバイスを用いてシステムを構築するユーザとの間の交流を促進する機構を構築する。これによって、ユーザはこれまでに入手不可能であった研究開発段階の先進的光デバイスを購入することが可能となり、光コンピュータシステムの研究が大きく前進することとなる。

#### (9) 研究実施体制

リアルワールドコンピューティングプロジェクトの研究実施体制は図4のとおりである。まず通産省は評価推進委員会を設置し、本プロジェクト全体の方向性及びプロジェクトの評価を決定することとした。<sup>25</sup>評価推進委員会は、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの各主要テーマに関連した大学、電子総合研究所の有識者、研究者によって構成された。そこで決定された研究の方向性に基づき、通産省から新情報処理開発機構へは研究委託費が流れ、電子総合研究所へは先導的な研究開発を行うため資金が流れる。新情報処理開発機構及び電子総合研究所は、国内・海外企業、国内・海外研究機関、国内・海外大学等と共同研究が行うことができるし、新情報処理開発機構はそれらに対して再委託も可能である。<sup>26</sup>また、直接に組合員とならなくても、再委託により組合員の研究資金を

活用して研究することが可能であるし、委託費は使用できないが、組合と相互に情報交換することも可能である。さらに、直接に組合員とならなくても、委託費は使用できないが、電子技術総合研究所との共同研究への参加も可能であるし、再委託先と情報交換することも可能である。このように、組合員とならなくても企業、研究機関は本プログラムに間接的に参加できることとなる。

図4 RWCP研究実施体制



日米の協力関係としては、(8)で若干紹介したように日米合同光エレクトロニクスプロジェクト(Joint Optoelectronics Project:JOP)がある。具体的には1994年の6月30日に日本側のリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究委託先である財団法人光産業技術振興協会と米国側ブローカの監督機構である米国商務省の標準技術研究所(National Institute of Standard and Technology)の間で契約が締結された。

1995年2月には米国標準技術研究所によって米国側ブローカの公募が行われ、OIDA(Optoelectronics Industry Development Association)が選定され、日本側のブローカである技術研究組合新情報処理開発機構と協力して以下のような体制を作った。

本プロジェクトでは、日米双方に「ユーザ/ブローカ/サプライヤ」体制を構築する。基本的には、サプライヤ(デバイスを製作する能力はあるがデバイス設計に関するアイデアを持たない者)とユーザ(アイデアはあるがデバイス製作能力は持たない者)がブローカを仲介して取引を行うものである。ブローカの主な役割としては、デバイス設計、仕様等についてユーザとサプライヤの間の仲介者となり相互の意志を伝達することであり、これに

付随した役割として、ユーザおよびサプライヤへの関連情報の提供がある。このようなシステムが構築されることにより、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムでは、米国側のブローカを通じて、研究段階の光デバイスが入手しやすくなり、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム自体の研究が加速度的に進むこととなる。

図5 日米合同エレクトロニクスプロジェクトの体制

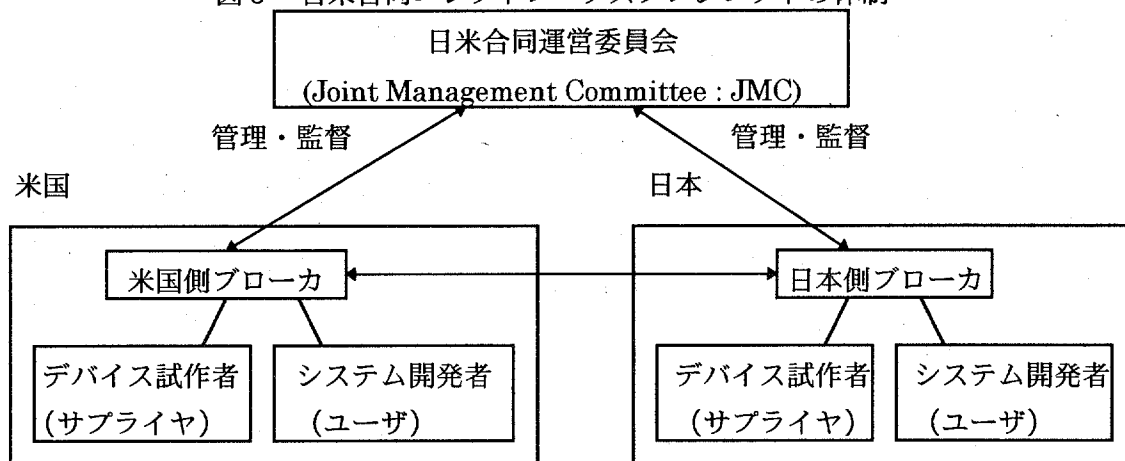
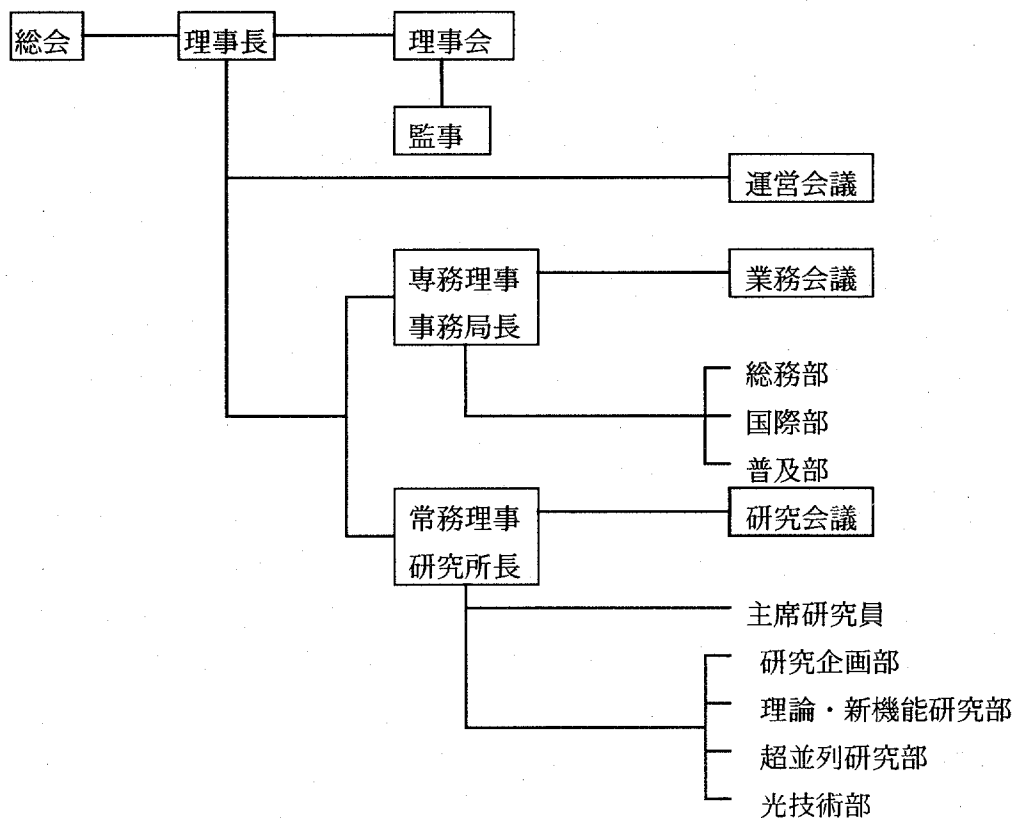


図6 RWCP研究組合組織図





新情報処理開発機構の組織図は図6のとおりである。

総務部、国際部等がある本部事務所を、東京の東神田に設置し、中央研究所(central research laboratory)は、筑波にある電子総合研究所との密接な連携が必要不可欠だったため、つくば市に設置した。<sup>27</sup>組合の役割としては、年度毎の研究開発計画の立案、集中研究所の研究施設、RWCネットワーク等の研究開発環境の整備、新情報処理開発機構における研究の実施、再委託、共同研究等に関する手続きの取りまとめ等がある。

#### (10) 具体的な研究内容

このプログラムの柱となる3つの技術要素は、新機能技術、超並列システム、光システムである。

新機能技術は、人間の脳の仕組みを取り入れて、多種多様な情報を直感で処理するものである。その主な研究テーマは、1) 理論・新機能、ニューラルシステム、2) 動画、対話理解システム、3) 自己組織型知識データベース、4) 自律適応システム、である。

超並列システムは、やはり人間の脳のような超並列処理手法を実現するため、そのための基盤となる細粒度処理、メタレベル言語機能、オブジェクト指向計算機などの開発を目指している。その主な研究テーマは、1) 超並列システムマシン(RWC-1)、2) RWC-1のソフトウェア(超並列言語 MPC++)、である。

光システムは、超並列システムを構築する上で求められる通信経路の確保に必要な技術で、光インターコネクションの技術開発を行っている。その主な研究テーマは、1) 光インターコネクション、2) 光超並列システム、である。

#### (11) 権利の帰属(Intellectual Property Rights) (特許権と実用新案に限る)

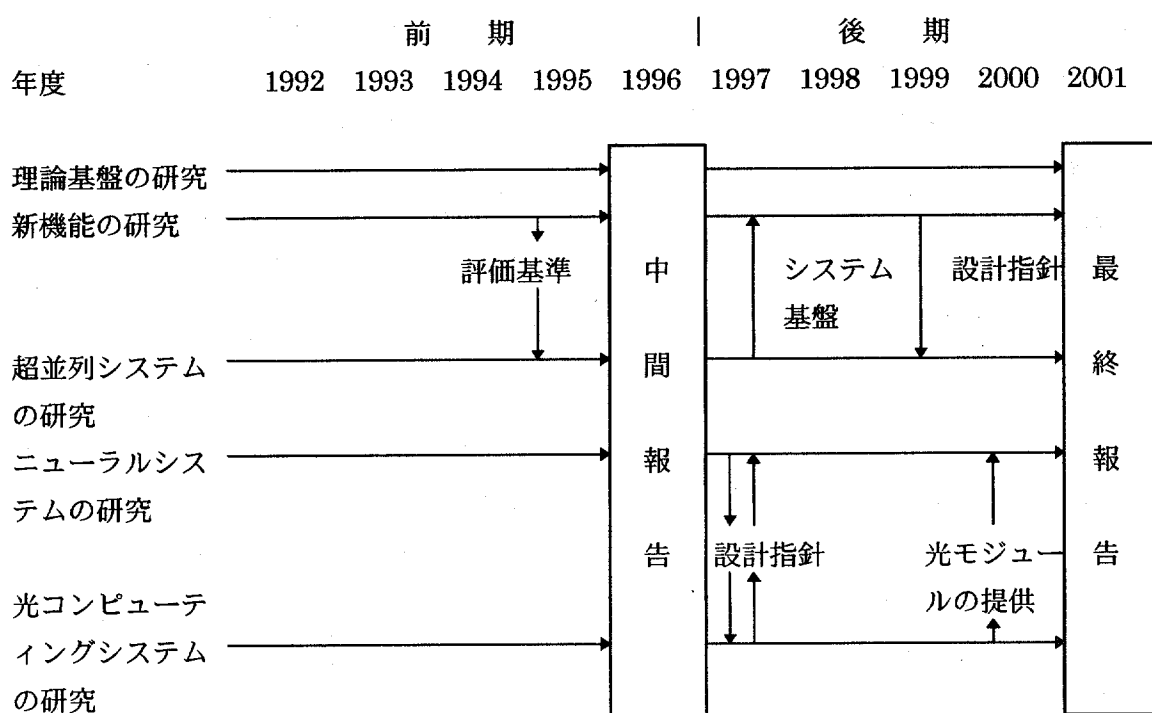
我が国では産業技術に関する研究開発が高度となり、国際的に共同して研究を進める必要性が増大しているが、特に国際共同研究の必要性の高い政府等の委託に係る産業技術の研究開発については、その成果の取り扱いの諸外国との相違が外国企業の参加の障害となってきた。そのような障害を除去するために1991年に「産業技術に関する研究開発体制の整備に関する法律の一部を改正する法律」を提出した。そこでは、国際的に共同して研究を進める場合、従来の政府等の委託に係る研究開発では、成果物が発明者に100%帰属せず、政府に100%帰属することとしていたが、これを政府が半分、発明者が半分持つようにしたのである。また、政府の持ち分について、それを使う時の実施料の支払い額は、従来、財政法に基づき適正な対価を支払われなければならなかったが、新しい法律では、共同研究の場合、例えば政府のほう50%の権利が帰属したとき、もちろんその分の実施料を払わなければならないが、その額は無料又はディスカウントのレートを適用することができるようになった。

このような法律改正により、海外企業のみならず、国内企業にも、政府が中心となって行う技術研究組合に参加するインセンティブが高まった。

### (12) リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究スケジュール

当初の計画では、初めの5年間はなるべくいろいろなアイデアを出し、個別の基礎研究を並行して進めることとした。5年後の中間点で各要素技術の将来性を改めて評価し直し、後半の5年間は少しテーマを絞って研究を行うこととした。

図7 研究開発スケジュール



### (13) 成果の公開の方法

研究成果の一つとして学术论文があるが、その公開の方法として、著作権がどこに属するかで外部発表を大きく2つに分けている。一つは、RWCテクニカル・レポートであり、新情報処理開発機構に著作権がある。もう一つは、学会等に提出した論文で、著作権が学会等にある。新情報処理開発機構は、これらの学术论文の对外発表のために、「技術資料の登録及び研究成果の外部発表に関する規則」を定めている。これは、このプログラムの研究が分散研究所や大学等数多くの場所で行われていることから、新情報処理開発機構が学术论文の对外発表を一元管理するため、このような規定を設けたのである。<sup>28</sup>

また、開発されたソフトウェアに関しては、第五世代コンピューティングプロジェクト

に習い無償公開を考えている。ただし、現在はまだ開発されたソフトウェアがないため無償公開はなされていない。

(14) リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの予算

リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは、10年計画で700億円の国費を投入する計画としてプログラムが始まった。毎年度の国費の投入方法としては、通産省から新情報処理開発機構へ研究委託が行われ、また、通産省の予算で電子総合研究所が研究開発を行っている。前者は通産本省の一般会計と特別会計（多様化勘定）の資金を用い、後者は工業技術院の一般会計と特別会計（多様化勘定）を用いている。

表2 RWC予算の推移

年度	一般会計 (本省)	電源特会 (本省)	一般会計 (工技院)	電源特会 (工技院)	合計
1992	158,240	640,000	86,000	0	884,240
1993	1,098,292	2,390,979	86,000	30,000	3,605,271
1994	1,086,186	3,780,000	90,077	30,000	4,986,263
1995	1,086,186	4,810,056	81,069	30,000	6,007,311
1996	930,000	4,966,242	81,069	35,000	6,012,311
1997	930,000	4,915,945	81,069	150,000	6,077,014
合計	5,288,904	21,503,222	505,284	275,000	27,572,410

(単位) 千円

### 3. プログラムのリストラクションの方向

#### (1) なぜ1年早く見直しを行ったのか？

図7の研究スケジュールにあるように、当初のスケジュールでは1996年に中間報告を行い、後期の研究の方向を決める予定であった。しかし、実際は1995年からプログラムの見直しのための検討を開始した。これは、プログラムフォーメーションで問題点が露呈したこと、プログラムの求心力がなくなってきたこと、プログラム自体の産業政策上の位置づけが希薄だとの議論がでてきたこと、によるものである。以下に詳しく説明する。

#### 1) プログラムフォーメーションでの問題点

##### ①不十分なプログラムのマネジメント

新情報処理開発機構において実質的に研究を行う部は、理論・新機能研究部、超並列研究部、光研究部の3部である。理論・新機能研究部長は実質的には研究に専念しており、超並列研究部長と光研究部長は研究所長が併任している。従って、前期では、研究マネジメントを行うものが実質的に1人のみであり、このような巨大プログラムを全てマネージするのは不可能に近い状況であった。

##### ②コンセプトの一貫性の欠如

プログラムのコンセプトである「柔らかな情報処理」を打ち立てた電子総合研究所の研究者が、初期の一時期、新情報処理開発機構の主席研究員としてプログラム全体を運営・サポートしてきたが、1995年3月に主席研究員を辞し、電子総合研究所に復帰したため、プログラム前期の後半は、コンセプトを打ち立てた人が不在の中で本プログラムを運営しなければならない状況となった。そこでコンセプトを打ち立てた人物ではない研究者が研究所長としてリアル・ワールド・コンピューティング・プログラム全てをマネージをせざるを得ない状況に陥ってしまった。例えば、第五世代コンピューティングプロジェクトでは、コンセプトを打ち立てた淵一博氏が当時、在職していた電子総合研究所を辞し、プロジェクトが終了する11年間、(財)新世代コンピュータ技術開発機構の研究所長としてプロジェクトの研究をマネージしたため、プロジェクトのコンセプトの一貫性が保たれた。

##### ③硬直的な予算配分

通産省から受けた委託費のかなりの部分が分散研究所へ流れることとなるが、その予算配分が組合員企業の配慮から硬直的となり、成果が上がりつつある研究やブレイクスルーとして重要な研究に予算を重点的に配分することができなかった。<sup>29</sup>研究組合は公益法人ではなく、組合員の利益を第一に考えるため、このような硬直的な予算配分は、研究主体を研究組合形式で行った宿命であるかもしれない。

##### ④司令塔の不在

従来、本プログラムを発案しプロジェクトフォーメーションを作ったのは通産省電子機

器課であり、予算の要求課が電子政策課であった。しかし、プログラムの進捗に伴い、電子機器課が、本プログラムに深くコミットしなくなり、プログラム前期の後半はプログラム全体の司令塔がないまま国家予算が着実につきプログラムが進捗するというような状態が続いた。

## 2) 研究の求心力の欠如

### ①求心力の欠如（企業）

第五世代コンピューティングプロジェクトの時、電子総合研究所は有能な人材を提供したにもかかわらず、ほとんどの委託費が（財）新世代コンピュータ技術開発機構に回され、電子総合研究所へは研究費が増額されなかった。従って、電子総合研究所では、この通産省本省の主導のプロジェクトに対して不満が高まった。リアル・ワールド・コンピューティングを始める際に、通産省本省としては、プログラムを円滑に進捗させるため、研究開発を理論・実践面でサポートする電子総合研究所の協力が不可欠であったため、電子総合研究所にある程度メリットのあるプログラムにせざるを得なかった。そこで、研究費については、新情報処理開発機構の中央研究所と分散研究所に流れる経路のほか、一部、通産省から直接電子総合研究所へも流れる経路も作った。また中央研究所についても電子総合研究所との利便性を考えて、つくば市に設置することとした。さらに研究テーマもすぐに産業化される可能性のあるテーマではなく、電子総合研究所が欲している論文の書ける基礎研究主体のテーマとした。このことにより本プログラムは電子総合研究所にとっては魅力的なものとなったが、プログラムの内容が明確になっていくに従って、企業にとっては、将来の日本の情報処理技術には重要であるとの認識はあったが、必ずしも魅力ある研究課題ではなくなってきた。<sup>30</sup>

### ②求心力の欠如（企業内）

新情報処理開発機構では、主な参加企業の社長が理事となっていたり、参加企業の重役が運営会議のメンバーになっていたが、それは形式的なもので、実質的にプログラム等の内容を理解し、サポートしていたのは、各企業の研究所長あるいは研究所の管理職であった。したがって、本プログラムの研究の重要性を認識しサポートする役員クラスのキーパーソンがおらず、その結果リアル・ワールド・コンピューティングの研究は社内では亜流の位置づけとなってしまい、研究を進めている企業の研究者が肩身の狭い思いをしていたのも事実である。

### ③求心力の欠如（企業の研究者）

本プログラムの研究は、分散研究所が研究の主体となっていたため、第五世代コンピューティングプロジェクトのように集中研究所で、企業から離れ、好きな研究を好きなだけするようなシステムとなっていなかった。したがって企業の研究者は、上記のような会社の本プログラムの対応を敏感に感じていたので、分散研究所内では積極的に研究がしづらい環境であった。

### 3) 産業政策上の位置づけが希薄

一般論として、通産省機械情報産業局が主体となつて行うプログラムは、基礎研究が中心ではなく、近い将来、日本の産業に直接寄与するという産業政策上の位置づけが必要とされていた。第五世代コンピューティングプロジェクトは、その一般論が当てはまらないが、その当時は日本のコンピュータ産業が順風満帆の時代であったため、基礎研究を重視し国際公共財を提供することを目標の一つとするような余裕があった。しかしながらリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムが実施されている今、そのような余裕は全くなく、日本のコンピュータ産業の競争力が低下している時代なので、通産省内部でも、このような基礎研究重視で産業政策上の位置づけが明確でないプログラムを行うことに対して否定的な人が多かった。<sup>31</sup>

### (2) ソフトランディングに向けてのプログラム再検討の方向

通産省はプログラム再検討のため、1995年度から前期のプログラムの反省と後期のプログラムの方向性の検討を始め、1996年度には、その具体的なアクションプランを練るとともに、後期プログラムの移行準備期間とし、1997年度から新たに後期プログラムを開始した。プログラム移行にあたっては、通産省内部、参加企業、新情報処理開発機構、電子総合研究所のコンセンサス作りが必要なので、1996年度に次世代事業推進準備委員会(委員長 田中英彦東京大学電気工学科教授)とその下部機構として、技術準備会A(実世界知能)、技術準備会B(並列・分散)を設置した。<sup>32</sup>それらの中で(1)に指摘したような本プログラムの欠点を補うようなプログラムフォーメーションと後期への移行計画の方向性を検討し、その結果を1996年11月に主要組合参加企業の社長等からなる理事会で承認した。

さらに前期の研究の成果報告及び移行計画を広く公開するため「1997 RWCシンポジウム」(1997 Real World Computing Symposium)を1997年1月29日から31日まで行った。具体的には、これまでの研究成果として約90件の論文発表と、開発システムのデモンストレーション(34件)を発表するとともに、来年度から始まる次世代情報処理基盤技術開発事業の概要を紹介した。特別招待講演の中で、立花隆東京大学客員教授は、「先の第五世代コンピュータは前宣伝が大きすぎて、結果が期待外れのように受け取られてしまった。今回の研究開発目標は、その反省からかほとんどのメディアに取り上げられることなく、地味に展開している。今回は、周囲をあっという間に驚かすような開発の仕方ではなく、じわじわと、ある方向に向けて研究が進んでいる。大変有意義なものが、要素技術として開発されてきている。」と述べ、本プログラムを肯定的にとらえた。また次世代情報処理基盤技術開発事業については、その事業の内容自体を組合員となっている企業と事前に議論し承認されていたということもあり、特別意見らしい意見はなかった。

### (3) 次世代情報処理基盤技術開発事業へ

まず、プログラムの名称を「リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム」から「次世代情報処理基盤技術開発(RWC-RWI/PDC)事業」へ変更した。内容も、プログラム全体を「柔らかな情報処理」の実現に向けて行う研究開発として位置づけるのではなく、次世代の情報処理の技術基盤の確立を目標においた。これは、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの枠組みを継承しつつ、「実世界知能技術(Real World Intelligence)」及び「並列分散コンピューティング技術(Parallel Distributed Computing)」という2つの分野に研究資源を集約することを意味している。

実世界知能技術の分野では、従来の情報処理技術に情報統合・学習型情報処理能力(実世界知能)を付加するための基盤技術等を開発し、情報処理の応用分野の拡大を図ることを目標とした。具体的な研究開発においては、以下の3つの領域を設定した。

#### 1) 機能実証システム

##### ・マルチモーダル機能

情報システムを、音声や画像等を組み合わせた様式で利用するためのエージェント型のヒューマンインターフェイス。

##### ・自律学習機能

実環境内を自律的に移動し、センシングや対話等を通じて環境と自らをとりまく情報を収集、学習し行動することのできるエージェントシステム。

##### ・自己組織化情報ベース機能

実世界あるいは情報ネットワーク上の多様な情報を自己組織的に整理、要約、検索、提示することのできるエージェントシステム。

#### 2) 理論・アルゴリズム基盤

情報統合、学習・自己組織化、最適化手法などの基礎理論や共通手法の研究。

#### 3) 実世界適応デバイス

実時間処理を行うための高速性及び適応性を備えた次世代フィールドプログラマブルゲートアレイ(適応デバイス)の開発。

並列分散コンピューティング技術の分野では、変化する多様な計算処理の需要に応じて最適な並列計算能力を得ることができる次世代並列分散環境(シームレス並列分散コンピューティング環境)の実現に必要な基盤技術等を開発するとともに、次々世代のコンピューティングアーキテクチャの開発能力の向上を図るため、以下の2つの領域を設定した。

#### 1) マルチプロセッサコンピューティング技術

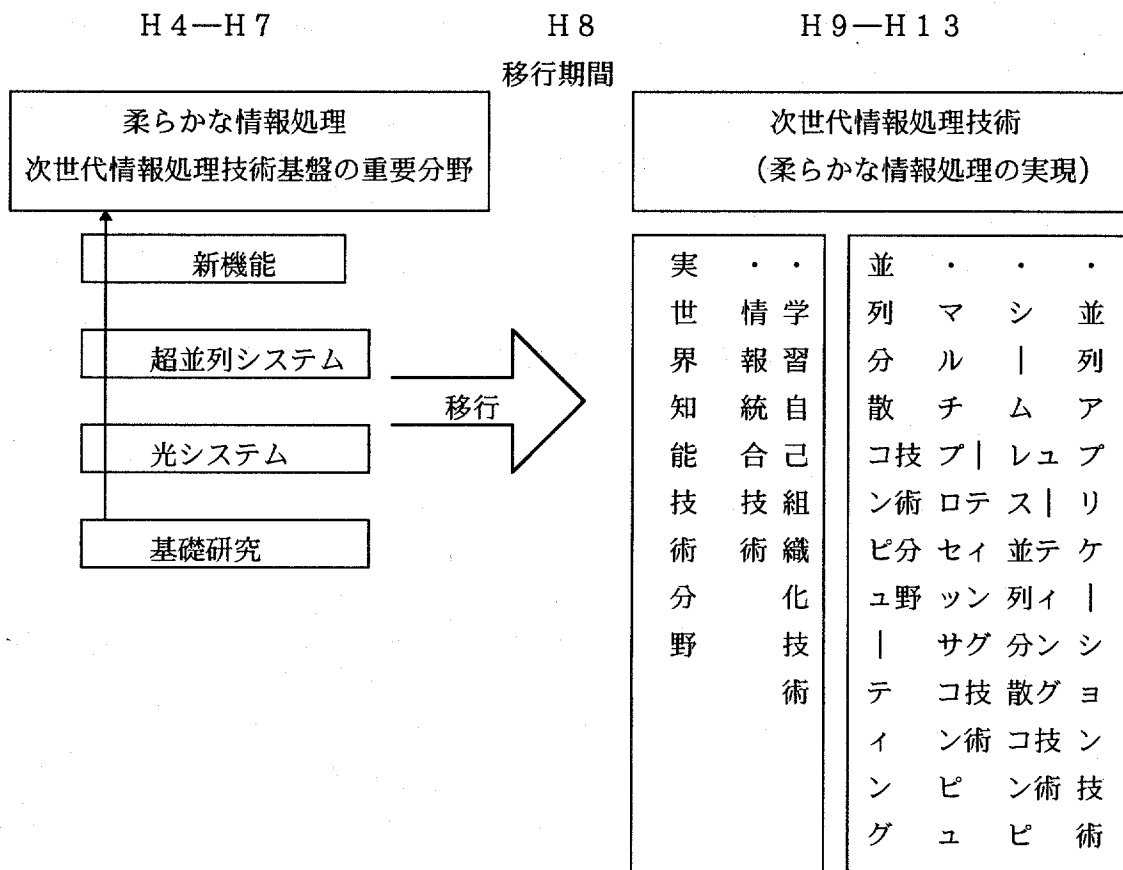
次世代高性能マルチプロセッサシステムやシングルチップマルチプロセッサ(SCM)開発のキーテクノロジーとなる並列性抽出・利用技術、スケジューリング技術に代表される並列

化要素技術の研究開発。

2) シームレス並列分散コンピューティング技術

代表的な形態の分散システムをプラットフォームとして、変化する多様な計算処理の需要に応じて最適な並列計算能力を得ることのできるシステムに必要な技術の研究開発。

図8 次世代情報処理基盤技術開発事業



1) コンセプトの変更

従来の本プログラムのコンセプトとして、成果を広く世界へ普及し、国際公共財を構築し、国際貢献を行おうという意志が少なからずあった。また、研究内容についても、従来のプログラムは、短期的に役に立つ研究開発ではなく、中長期的に有用だと思われる研究開発を念頭に置いてきた。しかしながら、企業の経営環境が発足時より更に悪くなったこと、日本がこの分野でアメリカに差をつけられたこと、等もあり、当初のようなコンセプトでは企業は納得しなくなった。そこで、後期の次世代情報処理基盤技術開発事業では、中長期的な研究開発よりも、企業の短期的に有用な研究開発へ移行していった。またこの

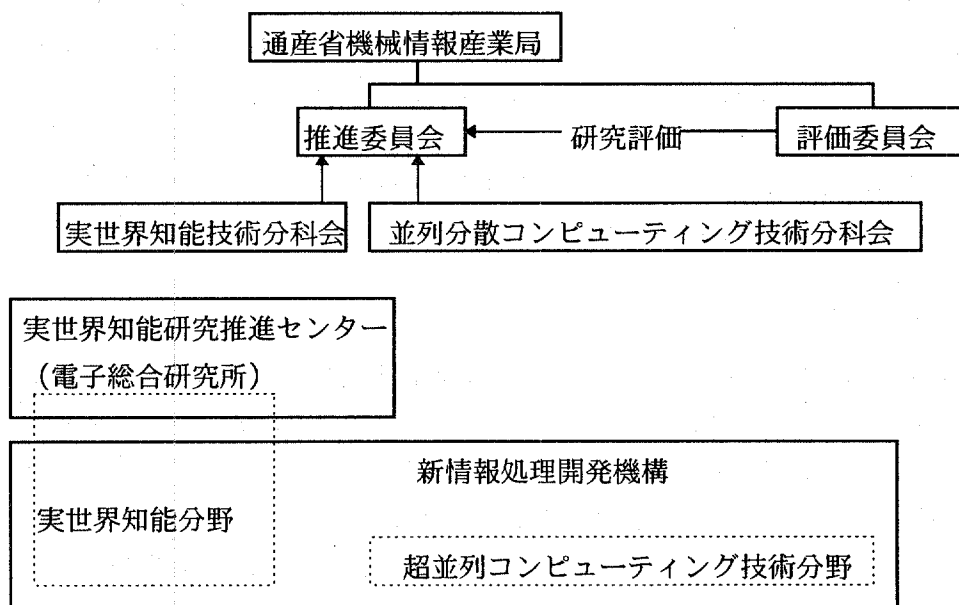


プログラムを通じての国際貢献についてもあまり考えなくなった。

## 2) 機構改革

従来は、通産省機械情報産業局内に、プログラムの評価と推進を併せて行うため評価推進委員会(Evaluation and Promotion Committee)を設置していたが、そもそも「評価」と「推進」とが一体となっている委員会では客観的なプログラムの評価ができないため、それぞれの目的のため次世代情報処理基盤技術開発推進委員会（以下「推進委員会」(Promotion Committee)）（委員長 田中英彦東京大学電気工学科教授）と次世代情報処理基盤技術評価委員会（以下「評価委員会」(Evaluation Committee)）（委員長 甘利俊一理化学研究所国際フロンティア研究システム情報処理研究グループ・ディレクター）の2つの委員会を新設した。また、推進委員会の下部機構に実世界知能技術分科会と並列分散コンピューティング技術分科会を設置し、分野毎の研究開発の方向等について検討する必要がある場合必要に応じて開催することとした。一方、評価委員会は、毎年度の研究開発成果を評価し、その結果を推進委員会にフィードバックすることを目指した。

図9 機構改革後の各組織・委員会の関係



(注) 事業の各分野で関係する研究テーマの範囲を   で示した。

従来の研究推進母体は新情報処理開発機構であり、通産省電子総合研究所は補助的な役割を担っていたが、今回の機構改革で電子総合研究所内に設ける実世界知能研究推進センターと新情報処理開発機構の2つの機関が並立して研究開発を行うこととした。すなわち、プログラムのうち実世界知能技術の研究開発については、実世界知能研究開発推進センタ

一が取りまとめ、並列分散コンピューティング技術の研究開発については、新情報処理開発機構が取りまとめることとした。これは、従来の新情報処理開発機構主体の研究開発では基礎から応用までの研究開発を新情報処理開発機構で行わなければならなかったので研究開発のマネージメントが大変だったこと、基礎分野に関しては電子総合研究所の知的資産をフル活用した方が効率的であると考えたこと、などによる。このように研究分野を2つに分け、研究主体も2分化したが、それぞれ研究交流が必要であると考えたので、新情報処理開発機構の中に実世界知能研究調整室を設置した。

従来のプログラムの運営方法では、中央研究所と分散研究所や分散研究所同士の研究交流がほとんど行われていなかったため、これを是正するため、プログラムをいくつかの研究領域に分け、それぞれの領域に、その領域の研究を行う集中研究所の研究室と分散研究所の研究交流を促進し、領域全体を取りまとめる領域リーダーを指名した。また(1)で指摘したとおり従来のプログラムでは研究マネージメントの不備があったことも、研究領域を設け、各領域には領域リーダーを指名した理由の一つである。領域リーダーには、電子総合研究所、大学、民間、新情報処理開発機構の研究者から選定し、プログラムの集団管理体制を樹立し、研究開発マネージメントの強化を図った。実世界知能技術分野では、マルチモーダル機能領域、自立学習機能領域、自己組織化情報ベース機能領域、理論・アルゴリズム基盤領域、実世界適応デバイス領域を設け、また、並列分散コンピューティング技術分野では、マルチプロセッサコンピューティング技術領域、シームレス並列分散コンピューティング技術領域、並列アプリケーション技術領域を設けた。

人的には、実世界知能研究推進センターの所長として、プログラムのコンセプトである「柔らかな情報処理」を打ち出した電子総合研究所の研究者が着任し、プログラムのコンセプトの一貫性を保つように腐心した。

### 3) 研究開発の運用部分

次世代情報処理基盤技術開発事業は、(3)に明記した研究分野に基づき行うこととしたが、具体的な研究項目については、組合参加企業に対して再募集をした。その際、今までの集中研究所や分散研究所の研究の継続性はあまり考慮に入れず、募集した企業の提案を見て客観的に判断した。これは、前期の研究開発はほとんど成果がなかったというコンセンサスがこの後期プログラムを再構成し直した次世代事業推進準備委員会の中で共通の認識となっていたからだと思われる。<sup>33</sup>

前期のプログラムでは、大学への委託をいくつか行ったが、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム関係の研究を行ってもらえる大学に対して、ほとんど無条件で研究を委託していたため、その研究成果が必ずしもプログラムの方向性に合致していない場合も多かった。そこで、後期からは、集中研究所や分散研究所の研究開発の中で、大学の研究に頼らなければならない研究分野だけ大学へ委託することとした。これにより、大学の委託研究は集中研究所あるいは分散研究所が行う研究の一部に組み込まれることにな

り、大学の委託結果がプログラムに有効に活用されることとなる。

海外の分散研究所に関しては、上記に記述したとおりの方法で、国内の分散研究所と同様に対応した。また米国との関係では、従来、光エレクトロニクスの分野に限って研究交流を持ってきたが、前期の期間中に成果がほとんど上がらなかったことから、1997年度一杯で研究交流を打ち切ることにした。

#### 4. プログラムの評価

プログラム前期は、通産省内に大学、電子総合研究所等の学識経験者及び集中研究所長等から構成される評価推進委員会(Evaluation and Promotion Committee)を設置し、技術的な観点から各年度の実施計画の認定あるいは研究成果の評価を行った。各年度の実施計画の認定を行う評価推進委員会は、毎年秋頃に開催されているが、基本的には、集中研究所の各研究室及び分散研究所のプロポーザルを追認するにすぎなかった。また研究成果の評価のために毎年3月頃に評価推進委員会を開催しているが、個別研究の評価に立ち入る程の時間的な余裕はなかった。また評価推進委員会の委員の多くは、自らがプログラムの中の研究に何らかの形で関与していたので、その研究に批判を受けたくないこともあり、他の研究に積極的に批判を言うようなこともなかった。したがって、プログラム評価機関は存在していたが、そこでは真の客観的な評価はなされていなかった。

そこで以下ではプログラム前期を客観的に評価するため、(1)組織上のメリット・デメリット、(2)制度上のメリット・デメリット、(3)特許の取得状況、(4)論文の発表状況、(5)論文の引用件数比較、に分けて論ずる。

##### (1) 組織上のメリット・デメリット

前期のリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究は、第2節で述べたとおり集中研究所のつくば研究センターと37の分散研究所で行われた。以下では、この研究体制のメリット・デメリットを検証する。

##### 1) 集中研究所と分散研究所方式の生産性の比較

まず集中研究所と分散研究所の費用対効果を調べる。費用は、1992年度から1996年度までに投入した研究費をみると、集中研究所は13,215,447千円で分散研究所は5,324,191千円である。効果の計測を計量的に把握するのはたいへん困難であるが、ここでは便宜的に論文数と特許数を用いた。もちろん、これらの数値は客観的な数値ではあるが、汎用性の高い特許や、傑出した論文であっても、その他の特許、論文と全く同等にあつかわれてしまうということは言うまでもない。集中研究所の1992年度から1996年度までに提出した論文数は687で特許出願数は168である。一方、分散研究所の論文数は400で特許出願数は15である。集中研究所、分散研究所それぞれの単位特許、単位論文当たりの投入金額を表3に明示する。

これをみると集中研究所は、単位論文当たりの投下資金が分散研究所より多く、生産性が相対的に低いことがわかる。一方、単位特許当たりの投下資金でみると、その逆で集中研究所の生産性が相対的に高くなっている。

表3 集中研究所と分散研究所の生産性比較

	投入金額/論文	投入金額/特許
集中研究所	19,236	78,663
分散研究所	13,310	354,946

(注)データは1992年度から1996年度のもの。単位:千円

2) 研究交流は円滑に行われたか?

①集中研究所内の研究交流

前期の期間中、集中研究所の研究部門は、理論・新機能研究部、超並列研究部、光研究部の3つに分かれていた。さらに各部は、いくつかの研究室を持っており、平成9年3月時点では、3部6室の組織形態であった。発足当初は室長以上は研究所長が兼務したり、電子総合研究所の出向者によって占められていたが、平成8年には京都大学の学者を超並列応用研究室長とし、さらに平成9年には、発足当初から民間企業から出向していた人を能知能研究室長とするなど変化がみえてきた。室長以下に関しては、ほとんど各企業からの出向者で構成されていたが、それぞれの研究室には同一企業から3人以上固まって配属されていなかった。また、人事異動である研究員が企業に復帰したとしても、原則その同じ企業から後任を取るようなことをせずに、適任者を配置していた。このようなことは、特に意図されて行われていたことではないが、結果的には、各研究室は一部の企業偏った人材配置行わなかったこととなり、集中研究所では、各企業からの出向者の研究交流を促進するような形態となっていた。

②集中研究所と分散研究所、分散研究所同士の研究交流

集中研究所と分散研究所、分散研究所同士の研究交流の方法としては、いくつかの研究分野でワークショップを設け、その中で内外の当該分野の研究者に対し論文の募集を行い、その発表と討論を年に数回不定期で行っている。主なワークショップとしては、情報統合ワークショップ、データベースワークショップ、ニューラルシステムワークショップ、音声自然言語理解ワークショップ、確率的知識の獲得と利用ワークショップ、超並列アーキテクチャワークショップ等がある。このような研究会的な会合は開かれていたが、ブレーンストーミング的な会合は開かれなかったため、アイディア段階の最先端の研究の交流は行われていなかった。

また、各研究所が相互に密接な情報交換を実現するための研究用インフラとして、集中研究所、国内、海外の分散研究所、それに電子総合研究所の各研究機関を結ぶネットワークを構築した。しかし、これは、その後インターネットが急速に発展したため、そのネットワークの構築の存在意義が薄れてきた。

### ③その他の交流

リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは、第五世代コンピューティングプロジェクトの後継とされており、研究内容は相互に関連があるものの、両プログラムの交流がないばかりか、プログラム両方に参加している研究者がほとんどいなかった。これは、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの新規性を出すために、研究者を人選するにあたって、通産省が意図的に第五世代コンピューティングプロジェクトに関与した研究者をはずしたものと思われる。

### 3) フリーライドはなかったか？

共同研究を行う場合、自らは成果を出さず、他の人の成果を無償で活用するインセンティブが働く。いわゆるこれをフリーライドというが、このプログラムにそのフリーライドがあったかどうかを、各分散研究所への投入金額とその成果（特許出願件数と論文数）をグラフにプロットして検討する。

図10 分散研究所の研究開発の投入金額と論文数との相関

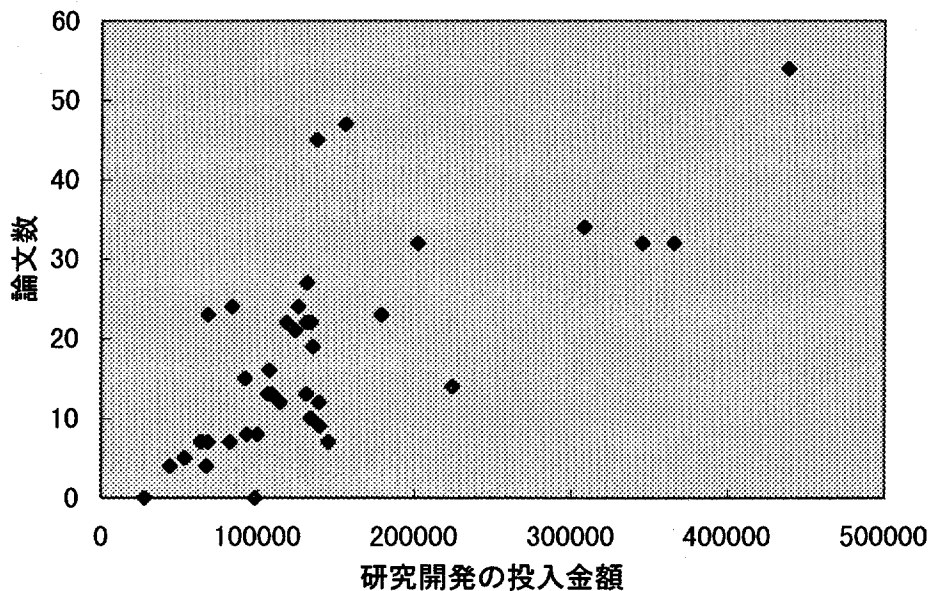
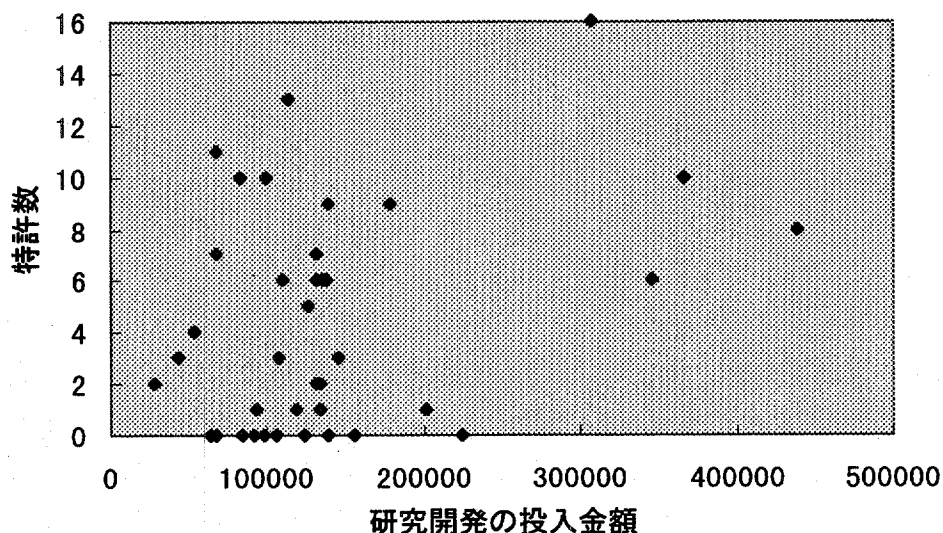


図11 分散研究所の研究開発の投入金額と特許数との相関



各分散研究所の研究開発の投入金額と論文数の関係をグラフで見ると、ある程度、正の相関関係がある。また、各分散研究所の研究開発の投入金額と特許数をみると相関関係がほとんど見られない。すなわち、投入金額が少なくても多くの特許を出願した例がある一方、多大な資金を投入したにも関わらず、全く特許を出願していない例もある。特許に関しては、分散研究所が出願した場合、その権利の半分を分散研究所が所属する企業が所持することが可能なため、フリーライドを行うインセンティブがほとんどない。したがって研究開発の投下資金と特許出願数との相関関係がないのは、意図的にフリーライドしようと思ったわけではなく、結果的に十分な成果が出なかったためと思われる。したがって、投入金額と論文数の相関関係をみることにより、当プログラムではフリーライドがなかったとみることが適当であろう。

#### 4) 共同研究には財団法人より研究組合の方が適当か？

第2節のプログラム創生の経緯で示したように、企業側の強い希望により、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究主体を研究組合とした。研究組合は超 LSI 研究組合のように目的が明確である場合は有効に機能するが、本プログラムのように、複数の目的がある場合、各企業のコンセンサスを取るのに労力がかかり弊害が多い。実際、プログラムの基本的な方向を定めるのにはすべて出資企業の賛同が必要であることから、研究組合がイニシアチブが取りにくく、対応が後手後手に回ってしまっていた。また、研究組合は単年度主義のため、複数年に渡る長期の計画が立てられないという問題点がある。例えば、些末な例ではあるが、大規模なシンポジウムを開催する場合、数年の準備期間を要するが、研究組合は単年度主義であったため、1年間以内で準備しなければならなかつ

た。

第五世代コンピューティングプロジェクトは、財団法人が中心となって研究開発を行ったため、研究所長が、あまり企業の意向に左右されず、長期的な視点で同一のコンセプトで研究開発が進めることができた。

従って、このような多岐に渡る目的がある研究開発プログラムの場合は、研究組合より財団法人形式の方が、効果的であると思われる。

## (2) 制度上のメリット・デメリット

第2節の(11)の「権利の帰属」で指摘したとおり、1991年の「産業技術に関する研究開発体制の整備に関する法律の一部を改正する法律」により、従来、政府等の委託による研究開発では、成果物が政府に100%帰属することとなっていたが、国際的に共同して研究を進める場合に限って、成果物の権利の半分を政府に、半分を発明者に付与することとした。この法律を適用させ、企業に参加のインセンティブを持たせるため、ドイツ国立情報処理研究所(GMD)が研究組合設立時から組合員として参加する国際共同研究プログラムとなった。もしドイツ国立情報処理研究所(GMD)が脱退した場合、上記法律が適用されなくなり、企業がこの研究組合に参加するインセンティブがなくなる。したがって、プログラムを遂行する上で、ドイツ国立情報処理研究所(GMD)の参加が必要不可欠であり、逆に、新情報処理開発機構は、ドイツ国立情報処理研究所(GMD)を当プログラムに引き続き参加せしめるため、ドイツ国立情報処理研究所(GMD)の意向を最大限尊重せざるを得ない状況であった。<sup>34</sup>

## (3) 特許の取得状況

第五世代コンピューティングプロジェクトでは、一つの企業が独占する可能性がある発明、すなわち一つの企業が特許で囲い込む可能性のある分野だけ特許を出願するという方針を持っていた。この背景としては、第五世代コンピューティングプロジェクトの研究成果を一部の企業だけではなく、数多くの企業が使うことにより世界の技術革新を促進することを意図して設立されたからだ。

リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは、研究主体が組合企業の利益をもたらすために設立された技術研究組合だったため、上記のような「防衛特許」的な考え方はなかった。また分散研究所はともすれば当該プログラムの特許を自らが独自で研究開発した特許として申請することも可能ではあったが、通産省としては、仮にそうであっても最終的には組合企業の利益となり、引いては世界の技術革新を促進することとなると考えて黙認していた。<sup>35</sup>

リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの特許出願状況をみると、1996年



度までで 186 件の特許を出願している。これは、第五世代コンピューティングプロジェクトの初期の 4 年間と比較して、数多くの特許を出願している。ただし、現在のところ登録された特許は米国での 1 件のみなので、本プログラムがどれだけ有用な特許を取得したかを確認するためには、今後の登録状況の推移をみる必要がある。

また、出願特許のうち発表者の所属が異なる者により出願された特許の割合は 9.1%であり、これは第五世代コンピューティングプロジェクトの 4.2%を上回る数字である。<sup>36</sup>この状況を見る限り、本プログラムが第五世代コンピューティングプロジェクトよりも企業の枠を超えて研究交流をしたことを示している。

表 4 リアルワールドコンピューティングプログラムの特許出願状況

	1993年度	1994年度	1995年度	1996年度	合計
新機能応用技術の開発	3(1)	20	21(3)	27(11)	69(15)
システム開発	7(1)	8	4	5	24(1)
光コンピュータの開発	9	31	30	18	88
合計	19(2)	59	55(3)	50(11)	183(16)

(注) カッコ内は、所属が異なる者により出願された特許

発明者の所属が異なる者により出願された特許の割合  $16/183=8.7\%$

表 5 第五世代コンピュータプロジェクトの特許出願件数の年次推移

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	合計
出願件数	2	26	24	29	44	57	34	48	60	34	15	9	382

発明者の所属が異なる者により出願された特許の割合：  
 $16/382=4.2\%$

次に、IPC（国際特許分類）別に特許出願件数の推移をみる。これをみると、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは物理学（計算・計数）の分野の特許出願件数が多いことが分かる。これは第五世代コンピューティングプロジェクトと同様であり、本プログラムが基礎的な分野に指向していることがわかる。<sup>37</sup>

表6 特許出願件数の年次推移

分類	1993年度	1994年度	1995年度	1996年度
A61B			1	
B25J		1		
C12N				
G01B	1			
G01C				3
G01N			1	
G02B	2	8	4	3
G02F		11	9	1
G05B				1
G06C	1			
G06F	8	24	17	21
G06K		1	1	
G06T				1
G09B		1		1
G10L			1	4
G11B				1
H01L	1	3	8	6
H01S	5	6	5	8
H04B			1	
H04L		2		
H04N				1
H04Q	1			
その他		1	7	3
合計	19	58	55	54

特許のIPC (国際特許分類)

分類	セクション	クラス	サブクラス
A61B	生活必需品	医学または獣医学・衛生学	診断、手術、個人識別
B25J	処理操作・運輸	手工具・可搬形動力工具・手工具用の柄・作業場設備・マニプレータ	マニプレータ、マニプレータ装置を持つ小室
G01B	物理学	測定・試験	長さ、厚さ、または同種の直線寸法の測定、角度の測定、面積の測定、表面または輪郭の不規則性の測定
G01C	物理学	測定・試験	測量または航行のための距離、水準または方位の測定、ジャイロ計器、写真測定
G01N	物理学	測定・試験	材料の化学的または物理的性質の決定による材料の調査または分析
G02B	物理学	光学	光学要素、光学系、または光学装置
G02F	物理学	光学	光の強度、色、位相、偏光または方向の制御

G05B	物理学	制御・調整	制御系又は調整系一般等
G06C	物理学	計算・計数	すべての計算が機械的に行われるデジタル計算機
G06F	物理学	計算・計数	電氣的デジタルデータ処理
G06K	物理学	計算・計数	データの認識、データの表示、記録担体、記録担体の取り扱い
G06T	物理学	計算・計数	イメージデータ処理または発生一般
G09B	物理学	教育・暗号方法・表示・広告・シール	教育用または教示用の器具、盲人、聾者または啞者の教習、または意志を通じるための用具、模型、遊星儀、地球儀、地図、図表
G10L	物理学	楽器・音響	音声の分析又は合成、音声認識
G11B	物理学	情報記憶	記録担体と変圧器との間の相対運動に基づいた情報記憶
H01L	電気	基本的電気素子	半導体装置、他類に属さない電氣的個体装置
H01S	電気	基本的電子素子	誘導放出を用いた装置
H04B	電気	電子通信技術	伝送
H04L	電気	電子通信技術	デジタル情報の伝送
H04N	電気	電子通信技術	画像通信
H04Q	電気	電子通信技術	選択

#### (4) 論文の発表状況

新情報処理開発機構では、著作権の所属により論文を大きく2に分けている。一つは、RWCテクニカルレポート(RWC Technical Report)と呼ばれる当組合に著作権があり、当組合に提出された論文である。もう一つはセレクトッド・ペーパー(selected paper)と呼ばれ、学会等に著作権があるものである。セレクトッド・ペーパーには、理論、新機能分野の学会等への外部発表、光システム分野の学会等への外部発表、超並列システムの学会等への外部発表などがある。リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究成果を外部発表するためには、新情報処理開発機構内の技術資料の登録及び研究成果の外部発表に関する規則(内規)に基づき研究所長が個別に許可している。外部発表許可申請書を提出した論文は、1996年度までに1,377件あり、そのうち591件が査読が必要な論文である。<sup>38</sup>

表7 外部発表許可申請書を提出した論文

	1992年度	1993年度	1994年度	1995年度	1996年度
F	8(0)	88(33)	162(92)	238(156)	132(75)
O		41(20)	76(23)	82(41)	73(32)
P		86(19)	55(26)	67(40)	68(34)
TR		4	27	84	84
S				2(0)	

(注1)カッコ内は外部発表許可申請書を提出した論文のうち査読が必要な論文数

(注2) 1994年度以降の査読の必要な論文数は査読投稿中のものを含む。

(注3) F:理論・新機能分野の学会等への外部発表

O：光システム分野の学会等への外部発表

P：超並列システムの学会等への外部発表

TR：RWCテクニカルレポート

S：技術情報

次に、共同研究の数を把握するために、所属の違う研究者が一つの論文を書いたことを共同研究を行ったこととみなして、その数を把握する。その結果をみると、1993年度以降、年を経る毎に共同研究の割合が高まっていることが窺える。さらに、その共同研究の中身をみると、分散研究所と企業の共同研究が29.8%と非常に高率であることを示している。その中のほとんどが分散研究所とその分散研究所が属している企業の共同研究であり、分散研究所と分散研究所が属している企業以外の企業と共同研究を行った件数は8件にすぎない。<sup>39</sup>また、次に共同研究として多いのが、集中研究所と電子総合研究所の共同研究で、次は集中研究所と民間企業との共同研究である。これらは、集中研究所は主に電子総合研究所、民間企業の出向者から構成されているため、その関係でそれらの共同研究が多いものと思われる。さらに集中研究所と分散研究所との共同研究は7.1%と低率に留まっており、さらに分散研究所同士の共同研究に関しては、今までに1件しか行われておらず、<sup>40</sup>これらは集中研究所と分散研究所、分散研究所同士の研究交流があまり活発に行われていなかったことを示している。

表8 共同研究数の推移

	1992年度	1993年度	1994年度	1995年度	1996年度	合計
論文数	8	219	320	473	357	1377
共同研究数	2	35	56	103	86	282
共同研究の割合	25.0%	16.0%	17.5%	21.8%	24.1%	20.5%

表9 共同研究の内訳

	割合
分散研・企業	29.8%
集中研・電総研	20.2%
集中研・民間企業	13.1%
分散研・大学	8.2%
集中研・大学	7.4%
集中研・分散研	7.1%
分散研・電総研	3.2%
その他	11.0%

## (5) 論文の引用件数比較

前述のとおり、論文数や特許数は、その個別の論文や特許が優れているか否かに関わらず、一つの研究成果とカウントされてしまう。すなわち、それらは成果の「質」を考慮していないことになる。そこで、以下では、論文引用数を用い、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの研究成果を「質」の面で評価する。論文引用数とは、ある人の論文が他の論文に引用された件数を集計したものである。したがって、論文引用数は、その論文が後世の研究にどれだけ影響を与えてきたかを表す一つのバロメーターとなる。本稿では、Institute for Scientific Information (ISI)社が作成する科学・技術・生物学及び関連分野の文献に関する国際的・学際的な情報を提供するデータベースの SCISEARCH を用いて検索する。

まず、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに関しては、1992年のプログラム発足時からつくば研究センターに勤務している研究者10名を抽出した。当プログラムを相対的に評価をするために、第五世代コンピューティングプロジェクトにおいて1983年のプロジェクト発足時から終了時まで(財)新世代コンピュータ技術開発機構に勤務していた9名を、また、この分野で日本のトップクラスと考えられる大学の教授、助教授の10名を、さらに、この分野でアメリカのトップクラスと考えられる大学の教授、助教授の10名を抽出して比較する。

次に、検索方法であるが、第一に、検索期間を設定する。リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの発足時から現時点まで、すなわち1992年から1997年をを検索期間として設定する。<sup>41</sup>日本の大学もアメリカの大学も同様の設定期間とする。また、第五世代コンピューティングプロジェクトは、プロジェクト発足時の1983年から1988年までを設定期間とする。第二に、検索分野に関しては、「コンピュータ分野」に限定して検索した。<sup>42</sup>第三に、上記条件のもとで、各組織の研究者の論文収録件数を検索する。第四に、同様に上記条件のもとで、各組織の研究者の書いた論文の引用件数を検索する。以下の検索結果を表10に示す。

表10 RWCP研究者の研究成果と引用数

組織	抽出数	収録件数		論文引用数	
		計	1人当たり	計	1人当たり
RWCP	10	71	7.1	256	25.6
ICOT	9	9	1	58	6.4
日本の大学	10	94	9.4	201	20.1
海外の大学	10	64	6.4	1786	179.6

(注) SCISEARCHにより筆者が作成

リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに関しては、論文収録件数では、日本の某大学について二番目であり、論文引用件数についても、海外の某大学について二番目である。同種のプロジェクトである第五世代コンピューティングプロジェクトと比較しても、プログラム初期の段階においては、論文引用数が4倍となっており、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの波及効果が高いことが窺える。<sup>43</sup>また日本の某大学の収録件数は当プログラムと比較して多いが、論文引用数は当プログラムと比較して少なく、研究成果に対して波及効果があまりないことを示している。海外の某大学の収録件数は当プログラムと比較して少ないが、論文引用数は当プログラムと比較してずば抜けて多く、論文の波及効果が非常に大きいことを示している。

以上のことから、論文の引用件数という指標を用いた場合、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは、日本国内で比較する限り波及効果が大きいプログラムであったと言えよう。

## 5. 今後の産官共同プログラムのあり方

以上、産官共同プログラムの一つであるリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムを分析してきた。まだ当プログラムはプログラムが始まってから5年程度しか経過しておらず、そのプログラムの最終的な評価をすることは難しいが、以下に、そのプログラムの前期5年間の評価をまとめておこう。

第一に、提出された論文数及び特許出願件数を見る限り、類似プログラムと遜色のない数が提出されている。またプログラムを「質」の面で評価する手法の一つとして論文引用数を用いて分析すると、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムは、類似プログラムや国内の同分野の研究を行っている大学と比較して論文引用数が多いことから、プログラム前期は相対的に波及効果の大きいプログラムであったといえよう。

第二に、異なる所属の研究者が作成した論文を共同研究とみなして、論文全体に占める割合を計算すると、1993年以降増加しており、1996年度には24.1%に達している。しかしながら、その共同研究の内容をみると、分散研究所と分散研究所が属する企業との共同研究が共同研究全体の30%弱に達しており、集中研究所と分散研究所の共同研究の7.1%や分散研究所同士の共同研究の0.4%と比較して大きな数値となっている。これは、集中研究所と複数の分散研究所をネットワークでつなげ、共同研究によって研究成果をあげていこうとした当初の意図は達成されなかったことを意味する。

第三に、フリーライドがなかったかどうかを、個別分散研究所への投資額と研究成果である論文数とをグラフにプロットしてみると、緩やかな正の相関関係があり、特に投資額の割に論文数が極端に少ないということが見受けられないことから、フリーライドはなかったものと思われる。一方、個別分散研究所への投資額と特許出願数をグラフにプロットすると、全く相関関係がなく、いくつかの分散研究所では特許出願数がゼロとなっているが、特許の場合、分散研究所が権利の50%を保有できフリーライドのインセンティブがあまりないことから、これは単に特許となる研究成果が出なかったとみるのが妥当であろう。

第四に、このプログラムは技術研究組合を新設して研究開発を行ったが、本プログラムは、超LSI技術研究組合のように目標が一つではなく、リアル・ワールド・コンピューティングに向けて知識の体系を作り出すことを目標としていることから、技術研究組合を新設する意味はあまりないように思われる。上記のような複数の研究課題を解決するようなプログラムであれば、個別に研究助成をするだけで済むはずであり、費用対効果の面からみても管理費等の出費が少ない分、メリットがあると思われる。また、このような技術研究組合を作り、研究交流が盛んに行われ、研究開発の集積のメリットが顕在化されれば、

技術研究組合を作った意味もあるが、2つめの評価で指摘したとおり、研究交流はほとんど行なわれておらず、本プログラムでは今のところ技術研究組合を作った意味はあまりなかったと言わざるを得ない。

以上、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに関して、4つの評価を指摘した。次に産官共同プログラムについて論じてみたい。まず、産官共同プログラム、特に官が資金を投ずるプログラムの研究対象は、すぐに実用化・商品化が可能な研究開発ではなく、中長期的な研究課題で、短期的な研究開発を中心に行っている企業単独ではなかなか実施することが困難な研究開発を研究対象とすることが適当であると思われる。そのような観点から、産官共同プログラムの一つであるリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムをみると、研究対象としては適当であったと思われる。ただし、研究開発の主体に関しては、4つめの評価で指摘した通り、前期は、技術研究組合を構成した意味があまりなかったと言わざるを得ない。後期においては、プログラムをいくつかの領域に分け、その領域の研究を行う集中研究所の研究室と分散研究所の研究交流を促進するような機構改革を行なうとともに、研究開発をマネージする人を増やし、研究管理体制も強化したので、技術研究組合による研究開発の集積の効果がでることを期待したい。

最後に、本プログラムでは、3年間の委員会の議論を経て、技術研究組合を結成し、研究開発を直ちに行ったが、このような研究開発プログラムを構築する際には、その有効性を事前に評価した後に、その研究開発に最も適合した研究開発体制を確立するなどの研究開発の事前評価システムを構築すべきである。すなわち、本プログラムの前期の反省を行い、後期に入る前に抜本的改革を行ったが、一度動き始めた研究開発プログラムを途中で軌道修正することには、多大な労力がかかるため、研究開発の出発時点である程度、研究開発に関してスクリーニングを行うべきである。断じて、研究開発の定常的な予算の確保のみのため、一つのプログラムが終了した後に、引き続き新たなプログラムを作るべきではない。



## 補論 産官共同研究開発の計量分析

### (1) 特許出願件数と研究開発投資額とは相関があるのか？

まず、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業の特許出願件数と研究開発投資額を回帰分析する。1993年度から1996年度までのリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業の特許出願件数については、財団法人日本テクノマートのPATOLIS(PATent On-Line Information System)のデータベースから収集した。また1992年度から1996年度までのリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業の研究開発投資額については、会社四季報[1993, 1995, 1996, 1997]より収集した。対象企業は、研究開発投資額の入手可能なリアル・ワールド・コンピューティング・プログラム参加企業の12社とした。

推計式は下記の通りである。ただし研究開発投資額については、研究開発の行われた成果が1年後に特許出願となって現れることも想定されるため、研究開発と特許出願とのラグが0年と1年の2つのケースについて推計を行った。

$$\text{Patent} = \alpha \cdot \text{R\&D} + C \quad (1)$$

#### (変数の説明)

Patent: リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム参加企業の特許出願件数

R&D: リアル・ワールド・コンピューティング・プログラム参加企業の研究開発投資額 (ラグ0年、ラグ1年の2種類)

C: 定数項

表 11 企業の特許出願件数と研究開発投資額との相関

	1	2
R&D	0.0272 (12.3496)***	
R&D(-1)		0.028 (14.063)***
C	1019.1 (2.3734)**	937.329 (2.4273)**
n	48	48
修正済決定係数	0.7632	0.8072

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ両側検定で、1%, 5%, 10%有意であることを示す。  
nはサンプル数、( )内はt値を示す。

計算結果は表 11 のとおりである。これをみると、特許出願と研究開発とのラグに関係なく研究開発投資額の係数は 1%水準で有意である。

次に、企業の研究開発とリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの費用対効果を比較するため、1993 年度から 1996 年度までの新情報処理開発機構の各分散研究所の特許出願件数と各分散研究所の研究開発投資額とを用い最小二乗法(OLS(Ordinary Least Squares))による回帰分析を行った。さらに被説明変数の多数がゼロとなっているため、トービット・モデルを用いた推計も行った。それらの結果は表 12 のとおりである。前者の最小二乗法による回帰分析については、決定係数が低く、信憑性について若干の疑問があり、トービット・モデルの推計式の方がより現実的であると思われる。ここで得られた研究開発投資額の係数と表 11 の研究開発投資額の係数を比較すると、表 11 の係数の方がはるかに大きい。これは、企業の研究開発の費用対効果の方がリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの費用対効果よりはるかに大きいことを示している。

表12 分散研究所の特許出願件数と研究開発投資額との相関

	1	2	3	4
	OLS	Tobit Model	OLS	Tobit Model
R&D	0.1664E-04 (3.8718)***	0.2673E-04 (3.3620)**		
R&D(-1)			0.1960E-04 (3.5431)***	0.2850E-04 (3.0864)**
C	0.5224 (2.7473)**	-0.8801 (-2.2040)**	0.5969 (2.4071)**	-0.5449 (-1.2137)
SIGMA		2.5073 (10.8182)***		2.4188 (10.1167)***
n	152	152	114	114
修正済決定係数	0.0848	-	0.0928	-

\*\*\*,\*\*,\*はそれぞれ両側検定で、1%, 5%, 10%有意であることを示す。

nはサンプル数、( )内はt値を示す。

## (2) 産官共同研究はメリットがあるか？<sup>44</sup>

まず、サンプルとしては、研究開発投資額のデータ取得の可能なリアル・ワールド・コンピューティング・プログラム参加企業の 12 社とリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加していないコンピュータ関連企業 5 社を対象とした。被説明変数の特許の出願件数は 1993 年度から 1996 年度までのデータとした。また説明変数として、企業の研究開発投資額と産官共同研究ダミー等を用いた。産官共同研究ダミーについては、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加している企業を 1、不参加の企業

を0とした。推計式は以下のとおりとなる。

$$\text{Patent} = \alpha \cdot \text{R\&D} + \beta \cdot \text{D} + \gamma \cdot \text{D} \cdot \text{R\&D} + \text{C} \quad (2)$$

(変数の説明)

Patent: 各企業の特許出願件数

R&D : 各企業の研究開発投資額

D : 産官共同研究ダミー (リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業: 1、同プログラムに参加しなかった企業: 0)

C : 定数項

$$\text{Patent} = 0.0208 \cdot \text{R\&D} + 2443.53 \cdot \text{D} + 0.6374\text{E-}02 \cdot \text{D} \cdot \text{R\&D} + 1462.63$$

(6.4302)\*\*\*      (2.9005)\*\*      (1.6245)      (4.7935)\*\*\*

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ両側検定で、1%, 5%, 10%有意であることを示す。

サンプル数は68、修正済決定係数は0.7636、( )内はt値を示す。

計算結果は上記のとおりである。まず、産官共同研究ダミーと企業の研究開発投資額の積 (D・R&D) の係数は、有意ではないが、t値が1.6245と10%有意水準にかなり近かった。したがって、研究開発からの限界的な特許出願性向がリアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業ほど高い可能性があるといえよう。次に産官共同研究ダミーの係数をみると正で5%水準で有意である。これは、企業の研究開発投資額に関わらず、リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムに参加した企業の方が特許出願件数が多いことを意味する。この解釈としては、本プログラムに参加することによって、また本プログラムが会社内の他の研究に及ぼすスピルオーバー効果によって、特許の出願件数が増加したということも考えられる。最後に定数項は1%水準で有意であったが、これは何も研究開発投資をしなくとも、また産官の共同研究をしなくとも、日々の作業工程の中からも特許出願が可能であるということを示唆している。

一方、R&DとD・R&Dの係数の和が0.0272となっており、表11のR&Dの係数と極めて近い値を示している。このことは、この回帰式の信頼性の高さを示すものといえよう。

## [注記]

本稿は、東京工業大学の渡辺千仞氏、筑波大学の小田切宏之氏を始め多くの方々から貴重なコメントを頂いた。またデータの収集にあたっては、通商産業省統計解析課の和田義和氏、ニッセイ基礎研究所の小野正人氏の協力を得た。さらに本稿執筆にあたり、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うまでもない。

---

<sup>1</sup> Kaplan[1972]、Johnson[1982]、Okimoto[1989]を参照せよ。

<sup>2</sup> Fransman[1990]、Callon[1995]を参照せよ。

<sup>3</sup> 詳しくは、中村・渋谷[1995]、Nakamura and Shibuya[1996]、Odagiri, Nakamura, and Shibuya[1997]を参照せよ。

<sup>4</sup> Nelson[1959]、小田切[1981]、後藤・若杉[1984]を参照せよ。

<sup>5</sup> 第2節の本プログラム創生の経緯の中で、本プログラムの概要（研究実施体制、具体的な研究内容、研究スケジュール等）を説明しているが、これはプログラムのリストラクション以前の概要である。リストラクション以降の内容については、第4節で言及する。

<sup>6</sup> 予算的には1989年から本プログラムの議論を始めたが、実体上は1988年から通産省本省、電子総合研究所、学者等が日本電子工業振興協会に集まりポスト第五世代コンピューティングプロジェクトの議論を始めていた。

<sup>7</sup> ニューロコンピューティングに関しては、甘利[1991]が詳しい。

<sup>8</sup> 1989年度の会議は、1989年9月11日に第1回、12月15日に第2回、1990年の3月20日に第3回を行い、3月31日に中間報告会を開いた。1990年度の会議は、1990年の9月21日に第4回、12月21日に第5回、1991年3月8日に第6回を行った。

<sup>9</sup> 各分科会の検討結果については、通商産業省機械情報産業局編[1993]、通商産業省[1993a, 1993b, 1993c]を参照せよ。

<sup>10</sup> 詳しくは、財団法人日本情報処理開発協会[1990]を参照せよ。

- 
- 11 詳しくは、財団法人日本情報処理開発協会[1991]を参照せよ。
- 12 特にドイツ国立情報処理研究所（GMD）東京事務所長（当時）のT.ハーゲマン氏は本プログラム発足前から熱心に情報収集をしていた。
- 13 財団法人機械振興協会[1991]を参照せよ。
- 14 会議は、1991年10月15日、1992年1月下旬、1992年3月の3回開催された。
- 15 この委員会の事前準備委員会として、通産省は、NIPTプログラム準備委員会を1991年9月2日と9月11日の2回開催した。参加メンバーは、通産省、電総研、日本電気、松下技研、沖電気、三菱電機、NTT、三洋電機、シャープ、東芝、富士通、日立、日本電子工業振興協会、日本情報処理開発協会からなる。その議題としては、ワークショップの各企業の参加者の人選依頼、ワークショップへの大学研究者の推薦依頼（新鋭助教授クラス）、フィージビリティ調査研究委員会メンバー構成に対する意見、共同研究契約に関するひな形（共同研究契約書のサンプル）の提供依頼、プロジェクト評価方法に関するアイデア等が挙げられ、今後開催されるであろう委員会の検討課題の事前調整の場であった。
- 16 NIPT制度検討ワーキンググループ準備会は、1991年10月24日、11月18日、11月29日、12月4日、12月9日、12月14日の6回開催された。
- 17 NIPTという名前は、英語のNIPPER（目を摘む）を想起するという批判もあった。
- 18 このリアル・ワールド・コンピューティングの名称は1992年度から正式なプロジェクト名として使われるようになった。
- 19 「四次元コンピュータ」は当時の電子政策課長が命名した。当時は、「柔らかな情報処理」という概念がなく、「四次元コンピュータ」＝「光コンピュータ」という考え方であった。
- 20 20機関のうち、沖電気工業株式会社、シャープ株式会社、株式会社東芝、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、富士通株式会社、松下技研株式会社、三菱電機株式会社、日本電信電話株式会社の9社は第五世代コンピュータプロジェクトにも参加した企業である。
- 21 1993年度には、シドニー大学(University of Sydney)（オーストラリア）、RISC-LINZ

---

(Research Institute for Symbolic Computation, Linz)(オーストリア)、IRST(Instituto per la Ricerca Scientifica e Techologica) (イタリア) が再委託先となり、1994 年度にはマンチェスター大学(University of Manchester) (イギリス)、ニルランゲン-ニュルンベルク大学 (ドイツ) が再委託先となった。

22 本法律では組合運営の原則として「組合員が自由に加入しうること」という項目をあげていないので、定款の定めるところにより加入を制限することも可能である。

23 1993 年 2 月に設立された技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構では、テキサス・インスツルメント、モトローラ、三星電子ジャパン等の外国企業、外資系企業が組合員として参加している。また 1996 年 2 月に設立された技術研究組合超先端電子技術開発機構(ASET)では、メルク・ジャパン、日本 IBM 等の外資系企業が組合員として加入している。

24 インタビューによる。

25 評価推進委員会は、年 2 回程度開催された。8 月頃に次年度の活動方針を決定するため第 1 回を開催し、その後、研究提案を各組合員から募集し、ヒアリングを重ねた後、年明け早々に第 2 回を開催し、次年度の実施計画を取りまとめた。併せて、第 2 回では当該年度のプログラムの評価も行った。

26 大学へ再委託させる方法として、「奨学寄付金」のような一般的な寄付金として受け入れる方法と「受託研究費」として依頼者の目的に応じて行う研究の対価として与えられる方法の 2 通りある。両者とも一度、国立学校特別会計へ繰り入れられ、そこから各大学へ納付される。これら納付された研究費は、物件費であり、人件費は入っていないのでマンパワーの確保ができず、実際の研究に支障をきたす場合が多い。

27 本部事務局もつくば市に設置すべきであるとの議論もあったが、本部事務局は予算等で通産省との連携が不可欠であったため、東京都内にあつて、通産省とつくば市の中間にある東神田に設置した。

28 この規定の中には、「申請された発表あるいはその内容が好ましくないと判断された場合は、研究所長は、その理由を付記して申請者に回付し、申請者に内容の修正を求められることができる。修正の状況によっては、研究所長が申請を却下することができる。」との規定があり、研究所長は好ましくないと判断した外部発表を抑止することができることとな

---

っている。

29 もちろん毎年、予算配分を決定する際に、ある程度、前年の成果等を考慮に入れた配分を行ったのも事実である。

30 しかしながら、企業の中には、産業化に近い研究開発は企業単独で行うので、政府が主体となって行う研究開発は、そこからチョットずれた、将来的には必要不可欠ではあるが、民間企業には行う余裕がない研究開発を進めて欲しい、と考えるところもある。(第5節に詳述。)

31注 30 と同様な考え方の人も通産省内部にもいた。(第5節に詳述。)

32 次世代事業推進準備委員会は、1996年の10月、11月、12月の3回開催された。

33 前期プログラムの客観的な評価に関しては、第4節を参照せよ。

34 多数の者への普及重視から研究開発主体へのインセンティブ付与のため、昭和62年「公共の利益に配慮しつつ適正な対価で一定期間民間等に優先的な実施を許諾することができるよう規定の整備を図る」旨閣議決定され、その後、通産省は通産省所管のNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)を始めとする特殊法人、特認法人等からの委託研究開発に対し優先実施権を付与することを許した。したがって、「産業技術に関する研究開発体制の整備に関する法律」で50%の権利の帰属がなくても上記の優先実施権で十分であるとする企業もあったことも事実である。

35 インタビューによる。

36 リアル・ワールド・コンピューティング・プログラムの「出願特許のうち発表者の所属が異なる者により出願された特許数」では、分散研究所が単独で研究した成果を除外している。(委託された事業として分散研究所が単独で研究開発しても、第2節の(11)の「権利の帰属」により、新情報処理開発機構と分散研究所と共同所有の特許となり、研究交流の度合いをみるのに適切でないので、これらはカウントから除外した。

37 超LSIプロジェクトは電気(基本的電気素子)の分野の特許数が全体の半数を占めている。

---

<sup>38</sup> 1982年度から1986年度までの第五世代コンピューティングプログラムの論文発表状況をみると、TR（研究論文）222件、TM（研究速報）384件で合計606件であった。

<sup>39</sup> 8件のうち6件が海外分散研究所のケースであり、日本の分散研究所がその分散研究所が属している企業以外の企業と共同研究を行った事例は2件のみである。

<sup>40</sup> この1件も同一会社の違う分散研究所における共同研究である。

<sup>41</sup> SCISEARCHでは、当該期間内に4,407,633件の論文が掲載されている。

<sup>42</sup> SCISEARCHでは、「コンピュータ分野」に関して、219,301件の論文が収録されている。

<sup>43</sup> 中村・渋谷[1995]、Nakamura and Shibuya[1996]、Odagiri, Nakamura, and Shibuya[1997]においても、同様な分析を行っている。すなわち、第五世代コンピューティングプロジェクトの事業主体である（財）新世代コンピュータ技術開発機構とA大学B学科、国立C研究所、海外D研究所とを比較し、（財）新世代コンピュータ技術開発機構の研究成果は、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るとしている。この第五世代コンピューティングプロジェクトの分析では、プロジェクト発足時から最近時点までの波及効果を分析しているため、今回分析した結果より大きな値を示している。特に、プロジェクト中期にプログラミング関係で画期的な発明があったため、プロジェクト後期から多くの引用があったものと思われる。

<sup>44</sup> 本項目は、小田切・加藤[1997]によるところが大きい。小田切・加藤[1997]では、特許分類毎に、共同研究がその分野での特許与えるスピルオーバー効果をもっている。当分析では、全特許分野へのスピルオーバー効果をもっているため、当分析の方がスピルオーバーを広義に捉えていることとなる。



## 参考文献

- 甘利俊一[1991], 『ニューロコンピューター』読売新聞社.
- 伊藤元重・清野一治・奥野正寛・鈴木興太郎[1988], 『産業政策の経済分析』東京大学出版会.
- 小田切宏之[1981], 「研究開発と技術進歩の経済分析」『週間東洋経済臨時増刊 近代経済学シリーズ』12月10日号.
- 小田切宏之・加藤祐子[1997], 「バイオテクノロジー関連産業における産学共同研究」通産研究所ディスカッションペーパーNo.83.
- 貝塚啓明[1973], 『経済政策の課題』東京大学出版会.
- 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).
- 財団法人機械振興協会[1990], 「機械振興 特集・アドバンスト・コンピューティング」Vol. 23 No.1 Jan. 1990, 財団法人機械振興協会.
- 財団法人機械振興協会[1991], 「機械振興 特集・新情報処理技術国際シンポジウム'91」Vol. 24 No.4 Jan. 1991, 財団法人機械振興協会.
- 財団法人機械振興協会[1992], 「機械振興 特集・四次元コンピュータ オープンシステム その1」Vol. 25 No.6 Jun. 1992, 財団法人機械振興協会.
- 財団法人機械振興協会[1994], 「機械振興 特集・RWCプログラムの現状と展望」Vol. 27 No.1 Jan. 1994, 財団法人機械振興協会.
- 財団法人日本情報処理開発協会[1990], 「新情報処理技術に関する総合的調査研究—米  
国実態調査報告書—」1990年3月.
- 財団法人日本情報処理開発協会[1991], 「新情報処理技術に関する総合的調査研究—米  
国・欧州実態調査報告書—」1991年3月.
- 通商産業省機械情報産業局編[1992], 「リアルワールドコンピューティングパラダイム」  
産調出版.
- 通商産業省機械情報産業局監修[1993], 「四次元コンピューターリアルワールドコンピュー  
ティング(RWC) 人にやさしい情報処理技術の実現にむけて」財団法人日本情報  
処理開発協会.
- 通商産業省編[1993a], 「「柔らかな情報処理」と「光コンピュータ」の実現に向けて—計  
算機科学分科会報告書—」財団法人日本情報処理開発協会.
- 通商産業省編[1993b], 「ブレインサイエンスの現状と課題—基礎研究分科会報告書—」  
財団法人日本情報処理開発協会.
- 通商産業省編[1993c], 「21世紀における情報ネットワーク社会の展望と期待—社会応用  
分科会報告書—」財団法人日本情報処理開発協会.

- 東洋経済新報社[1993], 『会社四季報』 1993年1集/新春号.
- 東洋経済新報社[1995], 『会社四季報』 1995年1集/新春号.
- 東洋経済新報社[1996], 『会社四季報』 1996年3集/夏季号.
- 東洋経済新報社[1997], 『会社四季報』 1997年3集/夏季号.
- 中村吉明・渋谷稔[1995], 「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—」  
通商産業研究所研究シリーズ No.26.
- Callon, Scott[1995], *Divided Sun: MITI and the Breakdown of Japanese High-Tech Industrial Policy 1975-1993*, Stanford University Press.
- Fransman, Martin[1990], *The Market and Beyond: Cooperation and Competition in information Technology Development in the Japanese System*, New York: Cambridge University Press.
- 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』ティービーエス・ブリタニカ 1982).
- Kaplan, Eugene[1972], *Japan: The Government Business Relationship*, U.S. Department of Commerce.
- Nakamura, Yoshiaki and Minoru Shibuya[1996] "Japan's Technology Policy: A Case Study of the R&D of the Fifth Generation Computer Systems," *International Journal of Technology Management*, 12, Special Issue, pp509-533.
- Nelson, Richard R.[1959], "The Simple Economics of Basic Scientific Research," *Journal of Political Economy*, 67, pp.297-306.
- Odagiri, Hiroyuki, Yoshiaki Nakamura, and Minoru Shibuya[1997] "Research Consortia as a Vehicle for Basic Research: The Case of Fifth Generation Computer Project in Japan," *Research Policy*, 26, pp. 191-207.
- Okimoto, Daniel Z.[1989], *Between MITI and the Market*, Stanford University Press  
(渡辺敏訳『通産省とハイテク企業：日本の競争力を生むメカニズム』サイマル出版社, 1991年)

Effectiveness of Collaborative Research and Development  
- The Case of the Real World Computing Program -

by

Yoshiaki NAKAMURA

Director

Industrial and Technology Division

Fukui Prefectural Government

January 1998

Abstract

In this paper, I evaluate the Real World Computing Program, a public-private collaborative R&D program begun in 1992.

The major findings of this paper are as follows.

- 1) The contribution of this program is large compared with that of some other public-private collaborative R&D programs.
- 2) This program promotes R&D by setting up a central research laboratory as well as satellite laboratories established by each participating company. Since each laboratory conducts R&D separately, collaboration across companies has not been successful. Therefore, there is not much meaning in establishing a Research Association, which was meant to promote collaborative R&D.
- 3) Free-riding, which tends to occur under collaborative R&D, does not occur under this program.

At present, the first stage of this program has just finished, so it is not possible to render a final judgment. However, it can be concluded that an organizational structure based on "Research Association" concept is not appropriate for this program, though the results of this program are remarkable. From now on, the Japanese government should establish a prior evaluation system whenever it creates a large scale R&D program. In this prior evaluation, the government should attempt to forecast the effects of the program by using objective data, and choose the most adequate organizational structure for it.