

第5世代の電子計算機に関する
調査研究中間成果報告
(要 旨 編)

昭和55年6月



財団法人 日本情報処理開発協会

JIPDEC

55
13

この資料は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である
機械工業振興資金の補助を受けて昭和54、55年度に実施
している「第5世代の電子計算機に関する調査研究」の中間
成果をとりまとめたものであります。

序

わが国における社会経済は、資源、エネルギー問題を始めとして、国際的な変動と、不確実性の流れのなかにある。同時に、的確な情報の加工利用が重要視される情報化社会の形成が指向されている。

コンピュータは、われわれの情報活用においてすでに不可欠なツールとなっているが、今後10年間には多くの諸問題を解決するため、更に高度な技術が要求され、新たな理論・技術にもとづくコンピュータ・システム実現が望まれるであろう。

このため、当協会では「第5世代コンピュータ調査研究委員会」を設置し、1990年代に実用化されるべきコンピュータ・システム（第5世代コンピュータ）はどのようなものになるか、また、その開発プロジェクトはどのように進めていくべきかについての調査研究を、昭和54年度から2か年の予定で開始した。

昭和54年度は第1年目として、委員会の下部機関として社会環境、基礎理論、アーキテクチャの3分科会、ワーキング・グループを編成したほか、大学・研究所への研究委託、米国からの外人講師招聘等により、1990年の社会シナリオ、技術シナリオを作成するとともに、第5世代コンピュータに必要とされる理論と技術について、調査研究を行った。

本年度は、具体的な目標設定と開発計画、及び体制について研究を行う予定である。

本資料は中間報告として、これまでの調査研究成果の要旨をまとめたものであるが、これらの報告内容が各界の方々にとっていささかなりとも参考となれば幸いである。

最後に、調査研究にご協力いただいた第5世代コンピュータ調査研究委員会委員を始め、関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

昭和55年6月

目 次

第1章 序論—調査研究の概要

1.1 調査研究の目的	1
1.2 調査研究の進め方	2
1.3 調査研究結果の概要	7

第2章 外部環境条件の認識

2.1 1990年に至る産業・社会の変化と課題	16
2.1.1 変化をみる視点	16
2.1.2 変化による脅威と機会	17
2.1.3 予想される産業社会の主要な変化と課題	18
2.2 1990年における望ましい社会のイメージ	20
2.3 情報化社会における情報処理システムの役割	23
2.4 社会的要請と第5世代コンピュータの役割	26
2.4.1 前提となった事項	26
2.4.2 コンピュータの果たす役割	26
2.4.3 ボトルネックとアプリケーションの関係	34
2.4.4 コンピュータ・テクノロジーへの期待	35

第3章 第5世代コンピュータ・システムの目標像

3.1 周辺環境のイメージ	37
3.2 使い易いシステム	40
3.3 非定形業務へのコンピュータ利用	41
3.4 非数値データ処理を含む知的システムの実現	43
3.5 データベースを中心とした巨大情報システムの実現	45
3.6 巨大計算のできるシミュレータ向きスーパー・コンピュータの実現	46
3.7 研究開発要素と研究体制	47

第4章 今年度の成果と今後の進め方

4.1 昭和54年度調査研究の目標と成果	51
4.2 第2年度の進め方	51

第1章 序論 — 調査研究の概要

1.1 調査研究の目的

我が国のコンピュータ技術はこれまで、常に外国のコンピュータ技術に追いつき追い越すことを目標として発展してきた。そしてコンピュータ関連技術の開発の結果、超LSI開発の成果にみられるように、デバイス技術は飛躍的な進歩を遂げ、世界でもトップクラスの技術レベルに達したといつてよい。また、54年度からはオペレーティングシステムや周辺・端末機器を強化するプロジェクトが開始されて、その成果が期待されている。

このような技術開発は1980年代に実現する第4世代機種に向けてのものであるが、ソフトウェア危機に代表されるように現在のコンピュータの構造では将来に行きづまりが生ずる可能性が強い。

このため、以下に示すような問題意識に基づき、第4世代機種のライフサイクルが終わると想定される1990年代に実用化されるべきコンピュータ・システム、すなわち第5世代機種に関する研究開発を積極的に推進する必要がある。

このような背景から、通産省では1990年を目標年として、第5世代機種の研究開発を行うことにより、真の意味で世界をリードするコンピュータ・システム技術の育成とコンピュータ産業の発展を目的とする「第5世代コンピュータ開発プロジェクト」を開始した。

まず、昭和54～55年度の2か年では、(財)日本情報処理開発協会において第5世代コンピュータの調査研究委員会を設置し必要な技術研究開発課題を明らかにするとともに、開発方針、開発計画を策定し、開発体制を確立するための基礎的調査研究を行うことを目標とした。

問題意識

① ハードウェアに関する問題意識

半導体技術の目ざましい進歩によって、10年後には数メガビット・チップや数万～10万ゲート・チップの実現も夢ではなくなりつつある。

しかしながら、現在のコンピュータの設計思想は、ハードウェア・コストが高くかつあまり複雑なことまではハードウェアでは実現できないという考え方を前提にしたものであり、最近の技術進歩とハードウェア・コストの低下という新たな要素を踏まえて、コンピュータ構造を根本的に見直し、1990年代における望ましいコンピュータ・システムに関する研究を行う必要があると思われる。

② ソフトウェアに関する問題意識

社会の情報化が進むにつれコンピュータの果たす役割は大きくなる一方であり、また要求される機能も年々高度化、複雑化している。

このような動向に対し、現在のコンピュータ・システムでは、ハードウェアはできるだけシンプルにして、応用分野の拡大等の機能に対する要求は、大部分ソフトウェアでカバーするというソフトウェア依存型である。従ってソフトウェアは巨大化・複雑化し、また生産性向上も望めないためその作成、維持管理には膨大な労力を要することになる。このことは人件費の上昇とも相まって、システム全体に占めるソフトウェア・コストの割合を大幅に増加させることになり、1985年には80～90%を占めるとも言われている。

以上のような問題を解決するためには、コンピュータの構造や基本思想及び言語理論にまで立ち帰って、1990年代におけるソフトウェアのあり方を究明する必要があると思われる。

③ 基礎理論に関する問題意識

1990年代に要求されるコンピュータ・システム技術を想定するとき、自然言語の解析、知識情報処理、学習や推論のメカニズムの研究、或いはプログラミング言語の研究など、現時点では基礎的研究段階にある理論が、将来は情報処理の分野に大きなインパクトを与える技術となることが予想される。このような基礎理論研究に着目し、新たな概念の導入や研究成果の実用化により、コンピュータ・システム技術の新たな展開をはかるとともに、その結果、さらに必要となる基礎的研究課題を明確にして研究開発の進展をはかる必要があると思われる。

④ 社会ニーズに関する問題意識

今後10年間にコンピュータをとりまく政治、経済、産業構造、社会生活は大きく変化するものと予想され、コンピュータの利用分野も急速にしかも高範囲に拡大していくものと考えられる。

従って1990年代の社会を可能な限り正確に展望し、その中で情報処理分野に対するニーズ及び解決すべき問題事項、コンピュータ・システム技術に対する要求条件を分析することにより、利用者サイドからみて1990年代において望ましいコンピュータ・システムを検討する必要がある。

1.2 調査研究の進め方

前節で述べたように、第5世代コンピュータのあり方を考えるには、ハードウェア、ソフトウェアの動向のみならず、基礎理論、社会ニーズの面からの裏づけ、要求を検討することが重要である。このようなことから、本調査研究は、コンピュータ・アーキテクチャの専門家ばかりではなく、基礎的な理論の研究者や、数学、言語学、未来学、社会学等広範な分野の学識経験者および、先進的なユーザも含めた学際的な調査研究委員会を設置して行うこととした。

1.2.1 調査研究の年度別目標

(1) 初年度の目標

i) これまでのコンピュータ技術の発展経過及び社会環境の変化の過程を調査し、現時点における問題点を検討したうえで、今後の技術進歩、社会環境の変化を予測し、社会シナリオ、

技術シナリオを作成する。

ii) 知識情報処理など、現在研究されている基礎理論が将来のコンピュータ技術に与えるインパクトを調査し、新概念として導入する場合の問題点及び今後の研究課題を明確にする。

iii) 社会シナリオ、技術シナリオ及び基礎理論からの新概念をもとに、1990年の情報処理シナリオを作成する。

iv) 1990年の情報処理シナリオをもとにして、第5世代コンピュータのイメージ(開発目標)を設定する。

(2) 第2年度の目標

i) 目標達成のための研究開発課題を展開してより明確にする。

ii) 研究開発課題に対し開発手順、開発時期、開発規模など、研究開発についてのシナリオを作成する。

iii) 開発の基本方針及び開発体制を決定し開発計画を策定する。

1.2.2 調査研究の体制

第5世代コンピュータ調査研究委員会は、本委員会のもとに

① 社会環境条件研究分科会

② 基礎理論研究分科会

③ アーキテクチャ研究分科会

の3分科会を設置し、さらに詳細な研究テーマごとに5つのワーキング・グループを設けた。これらの委員会における調査研究に加えて、外部機関に対する委託の調査研究も行った。第5世代コンピュータ調査研究プロジェクトの全体の調査研究の体制は、図1.1に示すとおりである。

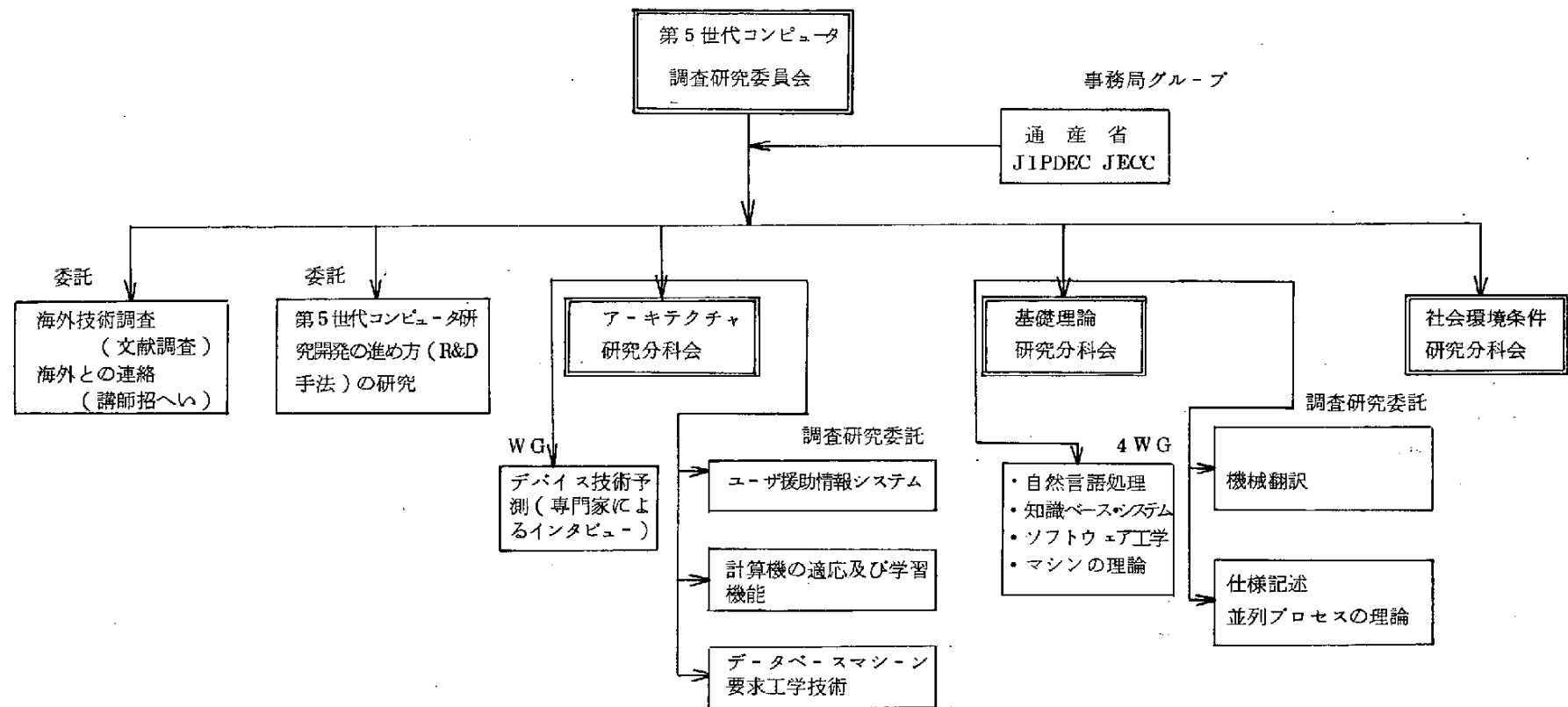


図 1.1 第5世代コンピュータ調査研究体制図 (昭和54年度)

1.2.3 各委員会活動における今年度の検討範囲

(1) 社会環境条件研究分科会（S分科会）による検討

S分科会の検討要件は、前節で述べた社会ニーズに対する問題意識を受け、1990年代の社会シナリオをえがき、利用者サイドからみた、将来の望ましいコンピュータ・システムのあり方を示すことである。

(2) 基礎理論研究分科会（T分科会）による検討

T分科会の検討要件は、前節で述べたハードウェア、ソフトウェアに対する問題を、基礎理論に関する問題意識の立場で検討することにより、基礎的な理論研究と新しいハードウェア、ソフトウェア技術の流れから、新たな概念が加味されたコンピュータ・システムのイメージの導出を試みることである。

(3) アーキテクチャ研究分科会（A分科会）による検討

A分科会の検討要件は、前節で述べたハードウェア、ソフトウェアに関する問題意識を受け、1990年代に用いられるであろう最先端のデバイス技術、および将来のコンピュータ・アーキテクチャを支える各種の最新技術を検討することにより、1990年代のコンピュータ技術シナリオを明確化し、将来の新しいコンピュータ・イメージをえがき出すことである。

(4) ワーキング・グループによる検討

以下の5ワーキング・グループによる個別テーマの調査研究を行った。

- ① デバイス技術予測
- ② 自然言語処理
- ③ 知識ベース・システム
- ④ ソフトウェア工学
- ⑤ マシンの理論

(5) 調査研究の委託

以下の7テーマに関し、外部機関に調査研究を委託した。

- ① ユーザ援助情報システムに関する調査
- ② 計算機の適応および学習機能に関する調査研究
- ③ データベースマシン・アーキテクチャの調査研究
設計仕様処理における要求工学技術の調査研究
- ④ 仕様記述、並列プロセスの理論
- ⑤ 機械翻訳
- ⑥ 海外技術調査、海外講師によるセミナー 他
- ⑦ 第5世代コンピュータ研究開発の進め方（R&D手法）の研究

(6) 本委員会による検討

本委員会の役目は、各分科会活動等の方針設定、各分科会活動の調整、各分科会活動結果の調整、目標設定のための議論等、第5世代調査研究プロジェクトの全体の活動に関する承認、調整機関である。

1.3 調査研究結果の概要

本調査研究に於ては、1990年代に至る社会的国際的外部環境の変化と、それにもとづく情報処理機能に対する要請をトップダウン的に設定すると同時に、現在のコンピュータシステムに於ける問題点を整理し、素子、ハードウェアおよび応用技術等の現状とその発展動向からそれらの問題点の解決策を分析し、高次目標に向け研究開発を行うべきテーマをボトムアップに設定し両者の整合調整の上で90年代に実現されるべきコンピュータ・システムのイメージを創成し例示した。

(1) 外部環境の変化と情報処理機能に対する要請

情報処理システムは社会・経済・産業・学術・行政・国際・教育・文化・生活等のあらゆる社会活動におけるツールであり、その環境変化による新たなニーズに追従してゆくことが要求されるとともに、その機能を有効に活用することによって予想し得る社会的ボトルネックを回避し、より望ましい方向へ進展せしめる積極的な人間の協力者としての役割を果たせることも可能となる。

今後1990年代にむかって予想し得る幾つかの国際的・社会的環境変化に対する情報処理システムへの期待としては以下のようなものがある。

① 低生産性分野の生産性向上

我国における過去30余年の主要産業分野の急成長の蔭に、依然として取り残された多くの低生産性分野が存在し、大きな不均衡が生じている。例えば農業、漁業、流通業、公共サービスなどの分野は、第2次産業に比べ著しい低生産性分野と言える。農業、漁業等の第1次産業分野は我国の食糧自給率の向上や可住地面積の拡大等のためにも工業化による生産性の向上が必須である。また流通業の前近代的な非合理性が我国の消費者経済上の大きなネックとなっており、情報処理システムの今後の大きな活動の場とされている。

行政や公共サービスを含む企画・調査・事務処理業務は、近年の業務量の増大とともに低生産性が目立つ分野であり、今後の社会活動の中の大きなウェイトを占める第3次産業とともに大巾な生産性向上によるコストダウンが望まれており、オフィス・オートメーションに代表される情報処理システムへの期待は大きい。例えば以下のような要素があげられる。

- 1) 文書、図形などを含む不定形データの扱いを容易とする処理
- 2) 日本語の自在な扱いを可能とする日本型オフィス・オートメーション
- 3) 窓口業務およびサービス事務のオンライン化による効率向上と処理の迅速化
- 4) 流通情報の即応化と流通制御システムの実現によるコスト低減
- 5) 各種データベースを含む有効性の高い意志決定システムの実現による企画調査業務の高度化

6) 音声認識や自然語解釈等の人工知能技術に支えられたマンマシン・インタフェースの改善

7) 音声・画像・データ等の各種メディアの統合通信を可能とする実用網の大衆化

② 国際競争力の確保と国際協調

狭い国土と、米・国の約40倍の平地人口密度を持つ我国は、食糧の完全自給すら不可能であり、ましてエネルギー自給率15%、石油自給率0.3%の超資源小国である。

一方、高学歴で勤勉な良質かつ豊富な労働力および人的資源は我国の貴重な財産であり、これを活かすことにより今後我国では情報自体を食糧内至エネルギーに匹敵する新しい資源とみなし、これら情報の自在な処理を可能とする知識集約産業に重点を置くべきであろう。

一方国際的な貿易経済摩擦に対処する国際水平分業的な観点からも、実用化、普遍化した工業製品は、開発途上国に譲り、我国は先導的な付加価値の高い知識集約産業に重点を移し、国際協調をはかってゆかざるを得ないであろう。

高付加価値製品の例としては以下のようなものがあげられる。

- 1) カメラ、乗用車、時計、各種の制御機器、精密機器等へのマイクロプロセッサの内蔵による高付加価値化
- 2) 高度のパッケージソフトウェア
- 3) 自動翻訳機能により国際的に通用する各種データベース
- 4) CAD技術
- 5) 知能ロボット等

一方我国のコンピュータ技術は、従来その理想に反して、米国IBMの技術の模倣と追従の上に成立っていたと言っても過言ではない。世界第2のコンピュータ先進国となった現在今後更に同じ路線を踏襲することはもはや許されず、独自の構想による新しい技術の開発を通して世界をリードする責務があらう。

③ 省エネルギー、省資源問題の解決への援助

今世紀末の世界最大課題の1つは省エネルギーおよび省資源問題である。これの解決には現在路線の延長として更に一層省エネルギーあるいは省資源対策をはかると同時に、より積極的に新資源を開拓することが要請される。

省エネルギーを効果的に実現するには産業構造の転換が必要であり、資源・エネルギー消費型の産業から、非消費型に重心を移す事も要求される。情報産業あるいは知識集約産業などは非消費型の典型と言える。

省エネルギーおよび省資源問題に対する情報処理システムの貢献は、やゝ消極的ながら以下のような要素が考えられよう。

- 1) CAD/CAMの実現による製造エネルギーの節約

- 2) エネルギー消費の最少化，最適化制御
- 3) 各種工業製品へのエレクトロニクス技術の埋め込みによる製品の損傷検出，自動修復などによる製品寿命の延長
- 4) オンラインシステム化，電子光学的記録保持，ソフトコピーの活用等による印刷物の減少による省資源化
- 5) 情報通信機能の充実による人の移動の減少による省エネルギー効果
- 6) 原子力，地熱，太陽熱等による新エネルギー発電のコントロール
- 7) コンビナート等のエネルギー再循環・再使用の制御
- 8) 新エネルギー源開発のシミュレーション実験

④ 高令化社会

1990 年には65才以上の高令者が人口の12%以上を占めると言われる。高令化から派生する問題として医療費の増加，福祉負担の増加等は不可避である。したがって医療関連の情報処理システムの充実や，高令者パワーの活用を促進する生涯教育のツールなどの開発が求められ，例えば以下のような応用が考えられる。

- 1) 医療事務の機械化，検査の自動化，病院リソース管理の自動化等による省力化
- 2) 予防医学の充実のためのツールとして，自動健診システム，遠隔健診システム等の開発と，ホームコンピュータによる家庭における健康管理やコンピュータ連動の健康機器，医療相談などの情報サービスの充実
- 3) 医師の補助としての自動診断システムの開発
- 4) 身体不自由者の活動支援として車椅子，電子義肢などのマイクロプロセッサ制御による高機能化
- 5) 高令者の生涯教育のための広域CAIシステムの充実
- 6) 在宅作業可能なデータベースやソフトウェアの作成ツール

⑤ 社会の情報化と人間との共存

企業で間接部門の生産性が問題とされると同様に，社会生活の中に於ても，その機構を合理化，生産性を向上する事により，大きな効果をもたらすと予想される幾つかの局面がある。社会情報処理システムはその解決策と考えられ，1990年代における重要な要素となろう。

例えば以下のような応用分野があげられる。

- 1) 医療
- 2) 交通
- 3) 教育
- 4) 流通
- 5) 電気・ガス・水道等のユーティリティ制御

6) ごみ処理

7) 防災・防犯

これらの社会システムの基本ファシリティとして情報処理と通信の融合によるインフォメーション・ユーティリティ (IU) が有用と考えられる。

一方社会生活への急激な新技術の適用は経済性・効率性・省力化等のメリットと共に、人間との融和性を欠くことによる精神的不安を含めたデメリットも生じ易い。これに対する防御・回避の十分な手だても併せて検討してゆく必要がある。例えば以下のような要素が考えられる。

- 1) コンピュータによる設計建造物の安全性を確認するためのソフトウェアの評価手法と評価基準の確立
- 2) 不正確な情報の氾濫を防ぐための情報サービスにおける情報源のチェック機構と、データベースのデータの信頼性の評価
- 3) 企業システムや社会システムに於て処理の信頼性および不正使用や犯罪防止機能の内蔵の有無、機密保護機構、プライバシー保護機構の完全度等をチェックし監査するシステム監査機構の充備
- 4) 情報化アセスメント機構の確立
- 5) 国際情報流通にともなう国家プライバシー問題調整のための国際的ルールの確立

(2) 情報処理機能に対する基本的要求

以上、今後1990年代にかけて社会的ボトルネックとなる事が予想される諸要素の中で、情報処理技術による貢献が比較的明確なものの幾つかを例示したが、これらを総括し、且つ現在のコンピュータに於いては不十分な基本的要求を抽出すると以下のようなになる。

- ① 各種の形態の情報に対し即時の接近を可能とすること。実社会に於いて人間が接触し得る情報の種類、量、形態に比較し、情報処理システムを通して我々が入手し得る情報の制約はあまりにも厳しい。今後この差異を縮小し、より大量の、より多彩な情報への即時の接近を容易にするとともに、特に実社会に於いて多発する漠然とした要求を、明確な形の要求に顕在化する新しい技術の導入も必要不可欠である。

要求仕様、CAD、意志決定サポートシステム等の非定型業務は、これらの要求にもとづくものの例である。

- ② 未知の状況を擬似的に作り出す大規模シミュレーションにより、新しい知見を獲得し得ること。

科学技術、工学、経営、行政、社会等多様な分野における大規模シミュレーションによって、未知の状況に対する知見を獲得する事が期待される。超高速コンピュータの実現により従来不可能であった充分なシミュレーション効果を発揮し得る事となる。

- ③ コンピュータのインテリジェンスを高め、人間の良き協力者としての親和性を高める。

人間の5感は、それから得られた情報を理解する知識に裏付けされて初めてその機能を果たす。コンピュータのインテリジェンスを高め、人間のより良き協力者として親和性を高めるには、何等かの方法により各々の応用分野に関する知識とそれを活用する術をコンピュータに付與する事が必要不可欠であり、併せて、連想機能、推論機能、学習機能なども欠くことが出来ない。

マンマシン・インタフェースの改善、音声・図形・画像・物体等のパターン認識、自然語理解、知識ベース等は、これらの要求に基づくものである。

④ 人間の代替と未知の能力の開発。

省エネルギー、高令化社会等の環境変化につれて、人間とコンピュータのより良い負荷分担を全うする為に、各々の特質を再検討することが要請されよう。従来のコンピュータ制御の概念は、知能ロボットや知識情報処理システムの実現により大きく拡大され、ある面では人間以上の業務能力を持つこれらのツールと最適分担を行う事により、新しい未知の能力の開発が可能となろう。

(3) 今後研究開発を推進すべきテーマ

第5世代コンピュータに向かって技術的シーズとして今後研究開発を推進すべき主たるテーマとしては、下記のようなものが考えられる。

① 素子技術

VLSI の設計の自動化及びテスト技術を含め、高性能プロセッサへのVLSI の導入方式、及びシリコン半導体素子の限界をカバーし得ると予想される化合物半導体、ジョセフソン接合素子等新しい素子の実用化研究。

② アーキテクチャ及び高性能プロセッサ

非ノイマン型アーキテクチャを持つデータフロー・マシン、連想機能及び推論機能等の要素も含むデータベース・マシン、大規模シミュレーションや超高速計算の為に超高性能マシン（1～10 GFLOPS程度）、並列処理機構、ワンレベルストア機構、スタック・ハッシュ機構等を持つ新アドレス方式マシンなど、新しいアーキテクチャ及び高性能のプロセッサの研究開発。

③ 機能分散システム

高級言語プロセッサ、データベース・マシン、連想プロセッサ、記憶階層制御プロセッサ、画像処理プロセッサ等、各種の特殊機能プロセッサとその複合体によるシステムの実現。

④ システム化技術

ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアの最適負荷分担を含むモジュール要素の自動合成及び最適化アーキテクチャの実現等、システム化技術の高度化と自動化率の向上。

⑤ ネットワーク・アーキテクチャ

通信と情報処理の融合の象徴的技術として、また今後の国際的情報化のツールとして国際標準化の推進を含む汎用的ネットワーク・アーキテクチャの開発。

⑥ オフィス・オートメーション

低生産性の解決を迫られているオフィスの各種業務の自動化による省力化と、知的作業環境の実現による専門職、研究者、管理者等の業務の高度化と効率化。

⑦ CAD/CAM/CAE

VLSI の製造を含む諸工業の一貫性あるCAD/CAMシステムの実現及び、要求仕様段階から生産段階にわたるコンピュータ支援によるエンジニアリング。

⑧ 人工知能技術の実用化

マンマシン・インタフェース改善の為に音声・画像・図形・物体等のパターン認識技術の実用化、あるいは知識ベース、連想機能、推論機能、学習機能等の実現による自然語処理自動翻訳、コンサルタント・システム等の実用化。

⑨ ソフトウェア工学

現在のコンピュータ産業の一大弱点であるソフトウェアは、今後ハードウェアを始め、他の技術要素の発展からの貢献により若干の進歩が期待されるが、基本的には、ソフトウェア技術自体の改善によらねばならない。要求仕様工学、モジュール化技術、プログラム自動合成、構造的プログラミング、データ抽象化、新プログラミング言語等総合的なソフトウェア工学の強力な研究開発推進が必要不可欠である。

⑩ データベース技術

1990年代の代表的技術であり、従来路線の延長としてのANSI/SPARCの3層モデル、リレーショナル・データベースの実現等という問題以上に、データベース像の拡大による新しい要素、例えば意志決定者の直接のツールとして自然語解釈、推論機能、連想機能等、人工知能技術との連係、オフィス・オートメーションの基本要素としてのアナログデータとデジタルデータの統合データベース、あるいは通信との統合による分散型データベース処理系、ハードウェア、ソフトウェアおよび応用技術の統合技術成果としてのデータベースシステムが要求されよう。

⑪ 知能ロボット

オフィス・オートメーション、CAE等の1要素として、人間の目、耳、口に相当するセンサー機能、表示機能及び移動、環境認識等の可能なオフィス・ロボット、あるいは作業ロボット等の知能ロボットの開発。

⑫ 高信頼化、機密保護機能

今後、各種システムの複雑化、巨大化の傾向が更に強まり且つ、コンピュータの社会生活機構への浸透度が深まるにつれ、システムの高信頼性に対する要請は益々増大する。

一方、今後社会的ユーティリティとして大きく期待される各種の社会システムに於いては特に機密保護機能に対する要求が切実となる。

(4) 第5世代コンピュータのイメージ

第5世代コンピュータは以上述べたような社会的ニーズと、技術進歩の必然性に基づくシーズの両者の整合により以下の様な幾つかの側面を持つことが予想される。

- ① 超高速処理用のマシンから各種の特殊機能プロセッサ、アプリケーション専用プロセッサ、パーソナルコンピュータ、埋め込み型コンピュータ等に至る多様な機能、種類、レベルが存在することになる。
- ② 従来の汎用性指向が弱まり特殊化、専用化傾向が表われる。
- ③ 非ノイマン型アーキテクチャに重点を置いたシステムの比重が増大する。
- ④ 個々のミクロな新アーキテクチャの重要性とともに複数のプロセッサやハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアの各種モジュール要素の組み合わせによる複合システムが多用され、システム・アーキテクチャの重要性が増大する。

これらの要素に基づく第5世代コンピュータシステム・イメージの例を示す。これは、非ノイマン型アーキテクチャと知識情報処理の実現の可能性をベースとしたシステムであり、仮に「知識情報処理システム」と名付ける。システムのイメージは以下のとおりである。

知識情報処理システムの基本的な機能要素は、高度な人間機械のインタフェースと問題解決能力の二つである。

人間と機械のインタフェースについては自然語、図形、画像、手書き文字、音声等による自然な形態での総ての入力が会話的に行なわれることが必要である。特に重要な点は、システムがそれらの情報から「意味」をくみとる能力を持つことであり、更に質問への回答、助言、要約的な回答等真に知的な会話能力を持つ事が期待される。

一方、要求を適切に実現するには、「問題解決機能」が必要不可欠である。ここで、「問題」についての人間と計算機の相互の理解が重要になる。計算機は人間の理解に合わせた形で問題を理解していかなければならない。これは、問題領域についてシステムが「知識」を有していることに他ならない。このような相互理解は、人間と計算機の協調の基礎である。

しかしながら、このようなシステムでも、高次の問題解決には人間の新たな指示が必要でありそれぞれの問題領域についての新たな知識を獲得追加していく機能も重要である。一つは、統合性の問題で、既存の知識に矛盾なく融合して組み入れる問題である。第二はデータの集合から法則性を発見していく「帰納的推論」の問題である。これらは学習の問題とも言える。

このような機能を実現するシステムの概念上の構成を図1.2に示す。これについて、ソフトウェア的、ハードウェア的要件を考えてみる。

処理の内容としては高度の非数値(記号)処理が要求される。また「学習」、「推論」等の機

能の実現には、非決定的なアルゴリズムが本質的になる。これを効率的に実行するにはハードウェアの助けも必要であるが、ソフトウェアの構造・品質にも大きく依存する。この為の技法は、ソフトウェア工学の分野で生まれつつある。一つは、データ抽象化とそれに基づく階層的プログラミングの考え方である。これは問題の複雑さを大幅に減少させる。第二の考えは、ルールに基づくプログラム変換の技法である。これにより、抽象から具体への変換の道が開かれる。これらの考えは、知識情報処理の枠組に自然に組み込まれる。

ハードウェア的な要件としては、推論を高速に実行する高次の「記号処理マシン」が望まれる。これは、パターン照合機能、非決定性処理機能、それに伴うガーベッジ・コレクション機能（記憶管理機能）等が含まれよう。非決定処理は、後戻り機能としてだけでなく、並列処理の一つのあり方として考えられる。このようなマシンは推論マシンと言ってよい。

第二の重要なハードウェア要素は、データベース・マシンである。推論システムとの整合性などから、関係データベースが最も有望である。その検索機能に関しては、関係代数演算を直接実行する、関係代数マシンが構想される。これも一種の推論マシンである。

これらの延長上に、ハードウェアとしての第5世代コンピュータがイメージされるであろう。

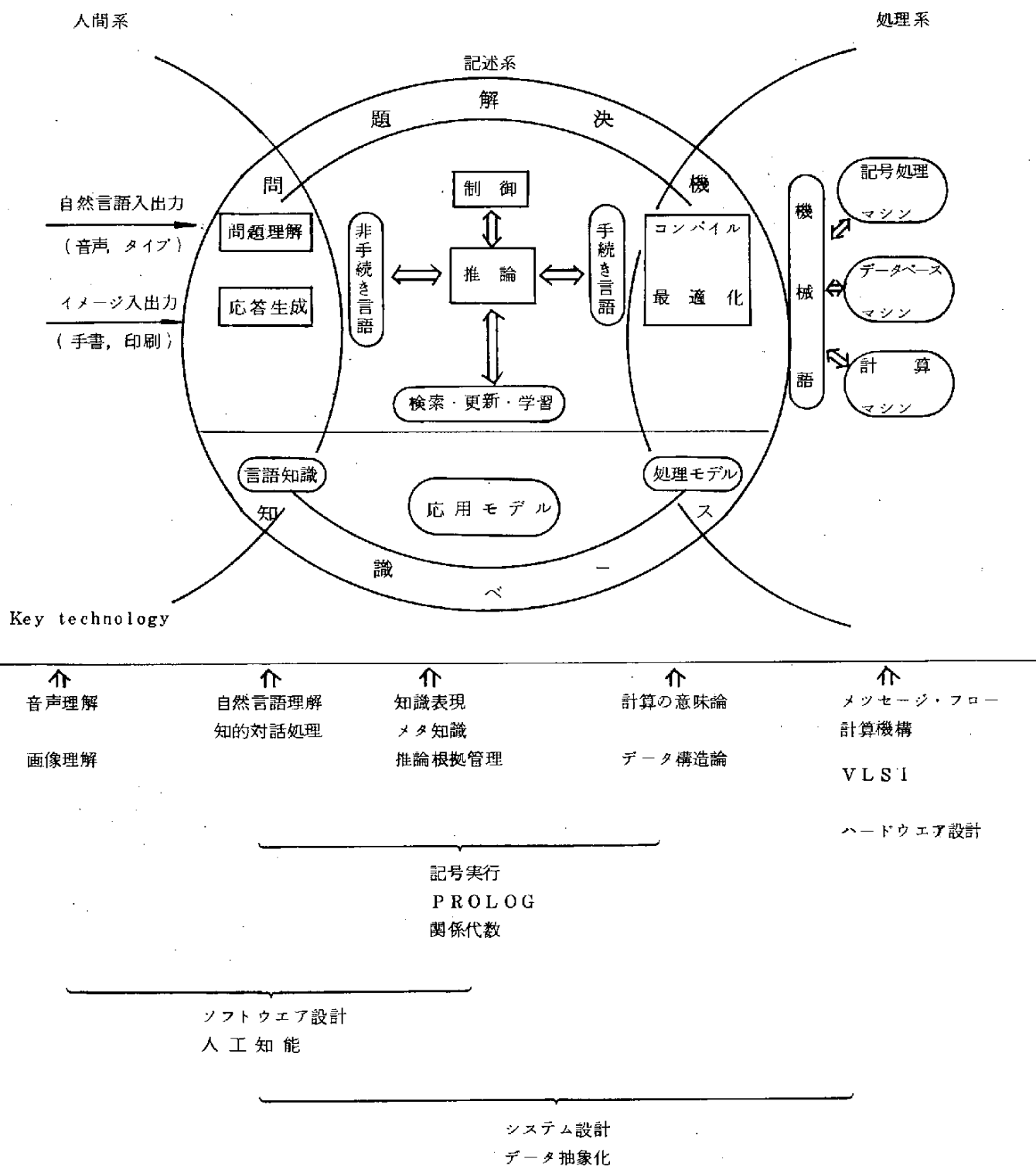


図 1.2 知識情報処理システムの概念図と実現のための Key technology

第2章 外部環境条件の認識

2.1 1990年に至る産業・社会の変化と課題

2.1.1 変化を見る視点

一国の産業社会は、国土・自然条件、歴史的な諸制度、文化、慣習などのもとで動く生きもののようなものである。国土・自然条件は容易に変化せず、歴史的な諸制度にも長期にわたる履歴効果があるので、産業社会における経済的構造や政策決定プロセス等は、それぞれの国の環境や歴史によって、独特な体系と運用を持つことになる。

したがって、第5世代コンピュータの開発に当たって考慮しなければならない外部環境条件にも日本独特な性格がみられることになろう。従来、日本は環境的・歴史的には絶えず2つの基本的課題に直面し、その克服に対処することが全ての政策の基本的目的であった。

第1の基本的課題は、資源小国としての制約の克服であった。すなわち、日本は、土地・資源に恵まれない国土に同質的な国民1.2億人が居住する国であり、土地・資源条件だけからみれば、明らかに弱小国である。

土地・自然条件の特徴；① 国土面積：37万平方km

② 人口密度：290人/km²

平地面積当り人口密度は米国の約40倍

③ 食糧自給率：約75%

④ 石油自給率：約0.3%

⑤ エネルギー自給率：約15%

第2の基本的課題は、輸入資源を用いた加工貿易経済の高度化であった。これは、第1の基本的課題の必然的結果であり、したがって国際分業関係と国際協調関係は、日本の発展にとって決定的な影響を持つ要因である。

一方、この2つの困難な課題を克服する上で強力な促進要因となりうるものが2つある。

第1の促進要因は、活力に富んだ等質的な人口、換言すれば良質かつ豊富な労働力の存在であり、第2の促進要因は、この豊富な労働力を活用するための、高い貯蓄性向に支えられた資本蓄積と、積極的な外国技術の導入に支えられた近代的な産業技術の蓄積とである。

しかし今後は、労働力の高令化が進み、旺盛な消費性向の沈静化と再び旺盛な貯蓄性向が向上する傾向はそれほど顕著ではないので、1990年までには、もはや有効な促進要因ではなくなっていると同時に、技術の蓄積に関しては今後先進国間の技術移転を促進するために、

従来、「開発」に特化していた研究開発資金を成功確率の低い「研究」にも大幅に配分せざるをえなくなり、技術革新の低滞感は1990年までに持続し、研究開発の効果的マネジメントの確立が、官・学・民共通の重要課題となろう。

このような前提のもとに、日本の課題を考える場合、第1の課題は、広大な海岸線を利用した国土の造成や高地の有効利用などによっても、このような物理的限界は、1990年までには大きな効果は期待できない。さらに、代替エネルギー技術の加速的開発によっても、1990年までには、エネルギー自給率は25%程度にとどまらざるをえないであろう。また、加工貿易の高度化という第2の課題については、日本の国際競争力は、今後引続き高い水準で維持されるものと考えられるので、有効な国内需要の大幅拡大がないかぎり、国際摩擦や国際紛争が誘発され易くなり、国際分業や国際協調のための抜本的な対策が必要となるだろう。

このように見ると、第5世代の技術開発に対する外部環境条件は従来になく厳しくなるので、計画設定に際しては潜在的な個人的ニーズ、産業的ニーズ、社会的ニーズの発掘に努めると同時に、計画の必要性や期待効果が国民に十分認識できるよう、格別の配慮をする必要がある。

2.1.2 変化による脅威と機会

全ての変化は、常に脅威と機会を同時にもたらすものである。例えば、日本の半導体産業についてみると、「石油ショック」における対応するための考えかたの差が日米の競争力格差を拡大することとなった。それは、米国の半導体産業の多くがコストアップの脅威を回避しようとして安い労働力だけを求めて労働集約的要素を発展途上国へ移転するという方法をとったのに対して、日本の企業の多くは体質改善の機会と考え、自動化や無人化に積極的に取り組んでいったからである。

第5世代コンピュータの開発を必要とする多くの産業社会の変化に対しても、われわれは脅威と機会の両面から検討を重ねて開発計画の策定に反映してゆかねばならない。しかし、脅威は過去の延長や分析によって発見できるが、機会は飛躍した発想と洞察によらなければ、創出することはむづかしい。そのため通常の技術開発計画の策定によってこれを求めることには困難がある。とりわけ、合意を尊重するあまり少数意見を軽視する傾向の強いわが国ではなじみにくい。したがって、第5世代コンピュータの技術開発計画は、やゝもすると脅威対応型の計画になり、機会対応型の計画としては弱点を残すことになる可能性がある。その点、以下にのべる主要な変化については、開発計画の推進当初1～2年間程度、技術開発活動と並行して市場開発の観点から引続き調査研究を実施することが望ましい。

2.1.3 予想される産業社会の主要な変化と課題

(1) 社会生活の情報化を必要とする変化

工業化以後の社会においては、情報は食糧やエネルギーに匹敵する新しい資源である。すなわち、情報を生産手段とする比率の高い第3次産業の就業比率は、国勢調査からの予測では1990年までには57%に達し、職業意識の面では、年令が高くなるほど情報依存度の高い、高度な専門職種への進路期待度が高くなっている。

1990年までには、ダニエル・ベル等が指摘した情報化社会への移行は確実に始まり、産業社会の発展にとって、情報は新しい資源として決定的な影響を持つ存在になっているだろう。

情報資源は、消費によって減耗する食糧やエネルギーとは違い、

- ① 消費による増量・高付加価値化
- ② 社会的過剰状態
- ③ 個人的不足状態

という特性を持っている。したがって、第5世代コンピュータの開発は、情報の拡大再生産や高付加価値化に対する貢献度を高めることが先づ考えられなければならない。次に、社会的過剰状態と個人的不足状態とのギャップを解消するため、個人の多様なニーズに対処できるような機能の高揚を考えなければならない。

この分野で、とりわけ重視される必要があるのは、家計の高度化への対応と、行政の高度化への対応とである。家計支出に占める雑支出の比率は、1990年までには50%を超え、効果的に自由裁量するためには個人レベルでの情報ニーズが飛躍的に増大するであろう。

また、国民の期待に応える効果的な行政サービスの提供のための情報ニーズも飛躍的に増大し、特に犯罪・離婚・自殺・麻薬・失業・交通事故などの社会病理（アノミー）解決のための情報ニーズは、従来、整備が遅れていた分野だけに、需給ギャップの解消が強く期待されよう。

その場合、第5世代コンピュータには多様なニーズに対応できる分散性と、社会的・個人的ニーズを顕在化できる経済性が要求されることになる。

(2) 人口構成の変動にともなう変化

1990年までには、日本の65才以上の高令人口比率は12%に達していよう。この水準は、アメリカ、西ドイツ、スウェーデン、フランスは何れも1960年代に到達し、高令化問題の経験を積んでいる。日本は、これら諸国からかなり遅れて経験することになるので、他国の教訓が生かせる立場に在るが、現実にはそれは全く期待できない。それは、高令人口比率が5%から12%に達するのに各国は75年から100年という長い時間を要して緩慢な変化を遂げていったのに反して、日本は43年という短期間に急激に変化してゆくためである。

高令化にともない、西欧型の高福祉・高負担社会では老人の早期引退を促し、若者の勤労意

欲を失わせ、活力の乏しい社会へと変化して行った。わが国が、こうした過程とは異なる独自の
の高令化社会を実現させてゆくためには、老人の余暇が非行や社会的軋轢の原因にならぬよう
年令に応じた社会参加に必要な適応力を高めるための、生涯教育・生涯学習の場と機会を創出
することが必要である。

(3) 低生産性分野の生産性向上を必要とする変化

農業・漁業、流通業、公共サービス業などの分野は、その近代化努力にもかかわらず第2次
産業と比較して低生産性分野となっている。75%の食糧自給率をさらに高めるとともに、可
住地面積を拡大するためにも農業・漁業の生産性はさらに高める必要がある。この面ではコン
ピュータによる農業・漁業の工業化などの試みが今後さらに高度化されることになるろう。

流通業については、産業の暗黒大陸と言われ、省力化、無人化、無公害化などの面から多く
の改善がなされてきたが、何れもまだ対症療法の域を出ていない。周辺分野まで含めたトータ
ルシステムとしての改善の余地は大きく、この分野で第5世代コンピュータに期待される点は
大きい。特に、コンテナ輸送やパイプ輸送などの新しい流通ネットワークの開発の分野では
その期待は大きい。

公共サービス業については国民のサービスニーズが多様化する反面、チープ・ガバメント意
識が高まり、その生産性向上は極めて重要な社会的課題となってくる。行政サービスに対する
不満は意識調査等では徐々に高くなりつつあり、危険な傾向がみられる。

(4) 国際競争力の確保にともなう変化

国際競争力が高まり、先頭走者の立場に立つと、先頭走者としての国際的負担を求められる
こととなり、時には輸出規制や技術協力といった形でその負担が具体化することがある。

市場情報や技術情報に対する地球規模の情報収集と情報サービスのシステムはわが国では
まだ未整備であるため、不必要な摩擦や紛争を誘発して先頭走者の負担を高めている。

技術協力についても、相手国の実情に合致した中間技術や適正技術を評価できるような情報
システムに対するニーズは今後急速に高まってくるであろう。

(5) 総合的効果の大きな課題

以上に述べた主要な変化とそれにともなう課題は、第5世代コンピュータの開発計画に対す
る要請としては必らずしも鮮明な課題とはいえない。特定の分野の変化に対応するよ
うな項目ではなく、より総合的な課題を設定する必要がある。代替エネルギー開発計画の場合
における「供給率」に相当する分かり易い課題としては、基幹産業分野では、

- ① オンライン化による紙の節約
- ② CAD/CAMによる製造エネルギーの節約
- ③ O & Cによるビジネス・トリップの減少
- ④ マイクロプロセッサによるエネルギー節約、製品寿命の延長（損傷検出・自動修復
など）

などが例示できよう。これらの課題は、何れもデモンストレーション効果の大きな課題であり、かつ基本的な変化をもたらす脅威と機会への対応がとり易いものである。

また、それ以外の分野では、

- ⑤ 双方向通信等によるホームショッピング
- ⑥ C & Cによる予防医療（ヘルスケア）
- ⑦ マイコン等による日本語情報の自動翻訳

などが社会的な波及効果の大きなものとしてとりあげられよう。

2.2 1990年における望ましい社会のイメージ

日本でつくられた世界地図を見ると、日本列島がその中心に位置し、世界中の情報と資源が日本に集中しているようにみえる。しかし、海外でつくられた地図をみると、日本は東の端にあり、まさに極東の僻地という感がある。

その面積は、世界の約0.3%であるが、そこに居住する人口は世界の約3%である。その日本が世界のGNPの約12%を占め、アメリカに次ぐ世界第2の経済力を保有しているのであるから、他の諸国から見ると奇蹟である。

1990年までに、日本は、世界に向けてこの日本の奇蹟のメカニズムを十分理解してもらう努力を重ね、そのうえで、日本人のチェを納得させられるような独創的な技術開発をしてみせる必要がある。

工業化社会で先頭集団を追いかけ追い越した日本は、情報化社会への過程では、今後は先頭走者として新しい分野を切り開く立場に立つことになるわけである。

コンドラチュフ流の長期経済波動分析によると、1990年代の後半になると、世界経済は長期下降局面から長期上昇局面への転換期を迎え、多くの分野で技術革新が隆盛を極めめるものと期待されている。第5世代コンピュータは、そうした次の経済上昇局面における革新の先弁をつけるものとしての使命が期待されているといえよう。

日本には、約2万kmの海岸線があり、浅海域の利用可能海岸線としては世界最長である。わが国は、これまで、ここに臨海工業地帯を開発し、近代的工業コンビナートを建設してきたが、今後は、この浅海域をさらに食糧生産やエネルギー生産の基地として有効利用してゆけば、世界に例の少ない国土資源の開発ができよう。

次に、日本の水資源は無計画な利用によって現在危機的兆候がみられるが、その降雨量は、世界の工業国の中では最も多く、欧州の平均の3倍に達している。ここにも、再開発の可能性の高い日本の資源がある。

一方、日本人自身についてみると、教育水準の高さと犯罪発生率の低さでは先進国のトップレベルで、過去10年間に犯罪発生率が20%も低下した国は日本のみである。

また、30年以上にわたって戦争のうずの外に在り、その間、どの国よりも資本主義的自由社会体制の原則である財産権の保障、財産所得の保障（余剰所得の収奪を行なわない）、自由な事業機会の保障を忠実に守ってきた国はない。

しかも、公害、環境汚染などについても、他の諸国に比べるとこれまでの被害の経験をもとに歯止めがかかっている。

だが、世界のGDPの12%を占める経済大国日本がこれからどのような道を切り開いてゆけばよいかについては、楽観を許されない多くの問題が残されている。

地球は有限であり、資源についてはもちろん、消費についても無限と考えるわけにはゆかない。このような環境条件の中で更に豊かで、より健康的で平和な人々の生活を実現しうるかどうかは、附加価値生産性という尺度ではかられる数字を、どのように更に改善しうるかどうかできる。

今日、日本の賃金ベースは、欧米に比べて、見おとりのないところまできた。これに対して、日本は物価高だから、生活の内容は著しいという説もある。そこで例にあげられるのは、牛肉とか住宅といったことだが、一方において、日本には世界一価格の安いものもある。海外の旅行者が、日本に来ると必らず買うものが、カメラ、時計、電卓といったことから明らかである。日本の工業製品には世界一優秀でしかも安いものがいくらかでもある。これに比べてサービス、食糧など世界の水準より遙かに高いものもある。これからわかるように、日本の価格体系は、海外のそれとは著しく異なっている。ホテルで夕食をとると、その費用で電卓が4台も買えるというのは、明らかに異常である。このようになった原因は、いうまでもなく過去10年間の各々の業種における生産性の伸び率の差である。

従って80年代の課題の第一は、低生産性分野を、どのようにして改善していくかということである。それは既に言われているように、第一次産業の分野に多く見られるし、また流通、サービス関係、また安いそして効率的な行政に対する国民の期待が大きい。これらのボトルネックがどの方向に解決するかは、これからの10年先を考えるための基本的条件である。ところでこれらの生産性を改善するには、巨大な投資が必要だと一般には考えられている。もちろん金なくてはできない方法もある。自動化、機械化などである。しかし殆んど金を使わない方法もある。たとえば道路に取つけられている信号機を、車の流れに合わせて青信号に次々と切換えるという方式、つまり系統制御にすれば、30分かかったところを15分で行けるようになる。同じ道路でも30%多くの車が走れる。道路の巾を拡げて同じ結果を得るには何十億という金の必要なところが、僅か数千万円で可能である。道路を拡げたり、自動機械を導入することによる生産性の向上をハードウェアによるものと考え、系統制御の例はソフトウェアによるもので、こ

の場合の主役は、いうまでもなく情報技術である。

日本にはまだ多くの低生産性分野があるということは、開拓可能な未利用資源が残されているということに相当する。従って、エネルギー、その他の天然資源の利用について多くの制約が加わるとしても、これらの未利用資源の発掘によって、更に日本のGNPは成長を続けることが可能である。

そして1990年において期待される日本のGNPは少くとも現在の2.3倍となる経済予測もあり、それはハードを巧みに効率よく運用するソフトとの組合せという形で実現するであろう。しかしこのことが次のいくつかの問題を提起することになる。それは、世界における経済的シェアの拡大は、著しく日本の経済の動向によって世界の経済に及ぼす影響が大きくなったということである。第一次オイルショックで、日本の経済は沈滞し、物価は急上昇するという最悪の事態をまねいたが、そのインパクトには、そのまま日本と多少でも経済の面で関係のある他の諸国に、それ以上の被害をもたらした。このような結びつきは、更に深まりこそすれ、浅くなることは考えられない。経済におけるこれらの国際関係はそのまま、外交、政治、防犯といった他の諸活動と関連しており、互いに独立ではない。そのための情報技術の利用は、今日とは量質ともに別のレベルでの高度のスタイルが実現し、それがより緊密化した国際的結びつきを支えるための背景として不可欠のものとなっている。データベースの地球的規模におけるネットワーク、機械翻訳はもちろん実現しているであろう。従ってそれに対応する各種の法的規制、国際条約などもその準備を急がねばならない。まさに、情報技術によって情報の交換、処理、蓄積は地理的距離をゼロにして行われる。そしてそれが、国際社会における異邦人としての日本を、地球人としての存在にするであろう。これは、有限な宇宙船地球号の中に、日本がすべての国々と共存しうるための重要な条件である。

さてこの場合の日本という国を構成する人間の問題がある。人には多くの側面がある。その生活の糧を得るとともに社会活動を支える職業人としての立場、生活の場における家族構成の一員としての立場、また一人の人格としての立場などといったことである。従ってこれらが1990年においてどのような形で変ぼうをとげているかを占い、そのための対応策を用意しなければならない。そしてそれが新しい社会環境に適応し、またそれを巧みに運用できるための条件ともなる。

この場合人々にその可能性を与えるのは、広い意味での教育である。

ところで日本の教育の高度化は、目を見張るものがある。大学はレジャーセンタ化したという皮肉な見方もあるが、広告その他に外国語がやたらに使われるのは、大衆がそれを理解できるからこそであって、語学の普及という背景がなしには実現しない。その傾向はますます進むであろう。雑支出の増加と高令化社会への突入はそのまま教育需要の拡大を意味する。これに対応して情報技術は教育のすべての面に組込まれていくことは間違いない。一方において、世代間のギャップは拡大する方向にある。

つい先日行われた総理府の、青少年意識調査によれば、日本の若者は諸外国に比べて独自のバ

ターンを持っている。その中でも外国では自分の国が一番良いと答えた者が80%にも達しているのに、日本では60%を切った。これは放っておけない大きな課題のひとつである。

このような心の問題も含めて、90年までに日本の歩くべき途を選択しなくてはならない。この場合のマスタープランのたてかたについては、次のような方針にもとづいて行なうことが適切だと考える。

これからの姿は、われわれ自身がどのような施策を考え、そしてどの方向に努力するかによって異なるものである。つまり未来の姿は、予想するものではなく、われわれが創造し、つくりだすものである。そこで、ここではまず日本の可能な望ましい姿を画き、これを実現する上に予想される多くのボトルネックを指摘し、これを解決する上に、情報技術を含めた多くの手段がどのように機能できるかという形で、アプローチしてきたのである。

日本は第二次大戦後僅か30年という短い年月の中で、徹底的に叩きのめされた灰の中から、今日の強力な経済力を実現することに成功した。その他にそれぞれの時点で将来への予測が試みられたが、その殆んどは過少評価で現実には常にそれに上乗せした形で実現した。

これは多くの予想が、過去の延長として未来をとらえようとしたからである。人間には知恵があり、これまでに無かったものを具体的な現実として実現する能力を持っている。

日本のこれからについては、もち論多くのボトルネックが予想され、その中には解決のむづかしいものもあるであろうし、また別な障害も出現するかもしれない。しかしここでやはり、望ましい社会の構図を持つことは、これからの創造的努力を、どの方向にむければよいかの方向づけをするために、最も基本的なことである。

2.3 情報化社会における情報処理システムの役割

2.1節では「1990年に至る産業・社会の変化と課題」を概観し、2.2節では「1990年における望ましい社会のイメージ」にふれた訳であるが、ここではそのような社会を支えるために要求される情報処理システムがどのような機能を提供しなければならないかを表2.1に示す。

表 2.1 情報化社会における情報処理システムに課せられる役割（1990 年前後まで）

コンピューターの活用により対応を迫られている問題あるいは領域	解決を迫られている問題あるいは領域の内容	情報システムの役割	環境整備条件
(イ)不確実性の時代への対応	・長期的国際経済動向 ・技術革新からくる産業構造の激変、融合、盛衰、自由競争の激化 ・新しいタイプのエグゼグティブの登場 ・ゲームのルールの変化 ・企業の迅速な対応（計画）	・外部情報の広い視野からのオンライン摂取、分析。 分析的情報システムと非数値的情報の自動処理システムの確立。 ・データ・バンク、産業共同データ・ベース、公共的ファイルのオンライン利用。 大きなワーク・ロードをこなす必要。大型コンピュータのニーズは依然存在。 効率のいい DBMS ハイ・レベル・ランゲージ セキュリティ・プルーフ・システム	・近代的ネットワークの整備、回線利用の自由化 ・データ・ベース、データ・バンクのシソーラス作成、整備（人材、資金、時間の投入） ・国際通信ネットワークの整備 ・プライバシー、データ・セキュリティ等の法制整備
(ロ)エネルギー不安	・省エネルギー ・新エネルギー源の開発、確保	・エネルギー消費の最小化システム、総合ビル管理システム、コンビナートなどのエネルギー循環システム ・原子炉（核融合）、太陽エネルギー発電、地熱発電のコンピュータ・コントロール・システム	・政府の新エネルギー開発プロジェクトの強化、推進
(ハ)メディカル・システム	・病院管理 ・医療、病気予防 ・対 GNP 医療費率上昇を押える	・①病院一般管理、②臨床情報処理、③直接患者監視、④生理学モデリング、⑤メディカル・レコーズ（カルテ・センター）、⑥メディカル・スタディスティックス、⑦ I R、⑧患者カウンセリング、⑨診断援助、⑩人間機能補完・増幅（盲人用読書装置、聾者用電話機、自動車（くるま）椅子、電子義肢等）	・医師、病院職員のコンピュータ教育
(ニ)通信産業の成長	・衛星と地上通信網によるトータル通信サービスへの要請 ・C & C によるオフィス・オートメーションの適用 ・コンピュータと通信の中間帯の機器の供給、効率化 ・家庭レベルへの各種情報通信サービス ・モビリティの提供	・音声、画像（写真、図形、イメージ）、デジタル・データの一括伝送システムの確立。 ・多目的ワーク・ステーション、分散処理データ・ベース、ペーパーレス・I R システム等によるホワイト・カラーの生産性向上 ・多目的私設電子交換システム、コントローラー等の供給	・通信ネットワークの近代化と整備 ・回線利用の自由化、端末の自由接続
(ホ)新聞、放送、出版産業の脱皮	・2ウェイ情報システム ・安価なメモリー、容量アップ ・データ・バンク情報検索 ・流通の合理化	・コミュニティ、個人により密着した特徴ある生活情報システムの提供 ・個人のニーズに応じた情報データ・バンク ・余暇在宅研究・調査、趣味情報検索機能の提供	・家庭情報ネットワークの整備、料金の公正化。

コンピュータの活用により対応を迫られている問題あるいは領域	解決を迫られている問題あるいは領域の内容	情報システムの役割	環境整備条件
(ヘ)ソフトウェア産業	・ユーザー側の新アプリケーション増加 ・既存ソフトウェアの保守コストが大きいこと ・E D P 人件費の上昇 ・ソフトウェア生産性の向上の不確実性	・ソフトウェア開発ツールの開発、援助。 ・オンライン・リモート診断システム。 ・メーカー側におけるハードワイヤド回路／ファームウェア／ソフトウェアの組合せの最適化。 ・要求仕様工学の確立、ソフトウェア・エンジニアリングのブレークスルーの実現 ・汎用ソフトウェア・パッケージの開発、普及	・ソフトウェアの価値（対価を支払う慣習）の確立 ・汎用ソフトウェア・ライブラリーの設立、流通促進
(ト)教育の革新	・余暇の増大と利用。生涯教育への関心 ・不確実性時代における企業内継続訓練計画、才能開発計画 ・落ちこぼれをなくす学校教育システム ・創造性を養う教育。	・オンライン在宅会話型学習システム。ワン・ディスク、ワン・チップ学習C A I 機器。パーソナル、ホーム・コンピュータ、インテリジェント端末の接続。 ・C A I 教育システム ・シミュレーション、ダイアログ・システムによる「ひらめき」の即時客観化深化システム	・学校教育制度の見直し ・C A I ソフトウェア・センターの設立 ・教師、プログラマー、関係者の協力関係の確立
(チ)ホワイト・カラーの生産性向上	・事務コストの節減 ・一般管理、企画、経営意志決定機能の効率化、質的向上	・オフィス・オートメーション ・デジタル・トータル・データ通信サービス・システム（テレコンファレンスを含む） ・パーソナル・データ・ベース。データ・ベース、デント・バンクとの接続。ワード・プロセッシング・システム（日本語情報処理システム）。音声入力。パターン認識情報システム。自然言語処理システム。	
(リ)製造業における省力化と自動化	・工場オートメーション ・融通性に富むC A M	・産業ロボットのパターン認識機能の増進。 ・インテリジェンスの付加。 ・ハイ・レベルC A D, C A E。 ・パーソナライズド・プロダクション（マーケティング部門と生産部門をオンライン直結した最終需要者のニーズにより密着した製品の効率的生産）	
(ス)情報処理サービス業 情報提供業 E D P 賃貸業の脱皮	・付加価値型通信サービス ・特色あるデータ・バンク・サービス ・コンサルティング、S E 機能	・V A N ・ターンキー・システムの構成、販売、ソフトウェアつきハードウェアの販売 ・汎ソフトウェア・パッケージの開発、販売 ・特色ある優れた機能をもつタイム・シェアリング情報処理サービス ・特色あるデータ・バンク・サービス	・第三者V A N を可能とする法制的整備 ・プライバシー、データ・セキュリティ対策 ・T S S マスター・ソフトウェア開発 ・シソーラス開発

2.4 社会的要請と第五世代コンピュータの役割

2.4.1 前提となった事項

基本とするトーンは「助っ人コンピュータ」すなわち問題解決のわき役ないしは道具としてのコンピュータの存在である。多くの社会的要請は、コンピュータの存在によって解決されるごとき内容ではないので、助っ人アプローチは妥当と考えられる。アプローチとしては次の数ヶ条のルールに従った。

- 与えられた要請項目のうち、できるだけ多数の項目を含めること。
- コンピュータのアプリケーションについては最近の動向のなかから、将来性があると考えられるものを選択する。
- 統一した視点を定め、SF的因果づけは行なわない。
- 命題ごとにアプリケーションの数を1つ、もしくは極く少数個に限定している。

要請はボトルネックを指摘する形で行なわれている。コンピュータが高級な道具だからといっても、全ての場面で神通力を発揮するわけではない。ボトルネックの各項目をみても、それぞれが多面的性格をもっているので、提起された項目の共通的側面を探し、いくつかをグルーピングしてまとめた。

全体の基調をコンピュータの側面から見ると、

- 半導体技術の進歩等により、コンピュータ本体（周辺装置を除く）の部品化が急速に進展する。
- 安価なコンピュータの大量普及の時代を迎えて、ソフトウェアもパッケージ化されるなどの形で、量産量販される。
- データ通信はより高度化し、より一般化する。
- データ処理の機械化の制約条件となっている法制度の非近代的側面は、遅かれ早かれ除去されるものとする。

などのガイドラインを設定した。

2.4.2 コンピュータの果たす役割

社会的要請として指摘された項目をグループ化した時に、グループが包含する概念があまりに広範なので、3つの水準を設けて、コンピュータへの結びつけを考えやすくしている。表2.2～2.6のL₀、L₁、L₂とあるのがそれであって、L₀はグループの表題、L₁は社会的要請の項目を、L₀の趣旨に副って表現しなおしたもの、L₂は具体化された問題とその解決方向を示す。L₁は第1章であげられた点を踏襲している。L₂はL₁でかけられた問題意識をより具体化するととも

に、ある程度コンピュータ・アプリケーションの分野を意識して選定されている。ここでもなんら全関係項目の洗い出しは行っていない。項目を増すことは簡単であるが、方向性が見失なわれてしまうためである。むしろ意図的に取捨選択を行うべきであると考ええる。

L₂で示された方向への解決手法がM、すなわちメソドロジの項に示されている。メソドロジは前段のL₂の要請項目の処理手法として挙げられているわけではない。むしろ処理手法はアプリケーション、Tの項に示されており、メソドロジはL₂とTの結合の説明となっている。3.1で説明した通りTにあげたアプリケーションはできるだけ限定、単純化してある。しかも、現在知られており、関係者の間では一般化していると考えられるものに的を絞っている。一部の分野の間でしか取上げられていないアプリケーションは割愛してある。除外例としては「自動化小売店」、「自動車交通管制」などがある。それらの重要性を低くみているわけではなく、現在のところ、他のアプリケーションほど一般化していないと思われるからである。「M I S」のように、一般化はしていても実体としては実施されていないものについても、採用を見合わせた。

アプリケーションはさらにコンピュータ・テクノロジー(C T)へと具体化される。コンピュータ・テクノロジーは前段でかかげたアプリケーションを実現する上で、今後の開発が重要と思われる技術項目を抽出したものである。

コンピュータ・テクノロジーの項もまたアプリケーションと同じ方針で選択されており、目新しいものは含まれていない。しかしながら、どの項目をとってみてもメソドロジの項における目標を達成できるまで完成された技術とはいえない。今後の開発分野が多分に残されており、かつ未踏の部分を含んでいる技術を選定した。たとえば文字、図形の認識を考えてみよう。光学文字読取(O C R)などにより手書き文字の識別は既に可能となっている。しかしこれがパンチ・カードと置きかわるほどに進歩していないことは明白であるし、まして証明事務に是非とも必要な印鑑の照合ができる域に達する時点については、厳密な時点はわからない。「できる」という水準と、「実用」との間に大きな落差があるのが、アプリケーション関係の技術の特徴である。本節における開発目標は「実用」水準に達することであって、技術的にも経済的にもその水準を達成しなければ社会的要請にコンピュータがこたえられるとは言えない。

社会的要請のなかに法・制度の問題が含まれており、この問題は本節全体に影響するが、この分野は流動性が大きいため、5個の分野からは除き、システム・サイドから考察した。共通性も1つの理由であるが、またコンピュータ技術側からの働きかけだけでは解決できない部分が大いと考えられたからである。

官庁関係の事務処理のみならず、通信回線の利用制限など、実に多くの問題が法・制度にかかわっている。一つ一つ問題点を指摘して改善を求める行き方もあるが、法・制度は種々の制約条件の下にあり、しかも相互に深くかかわりあっているので、性急な改変は期待できない。この関係については専門家に依頼して、問題点の網羅的摘出を行うことも考えられるが、莫大な時間と

労力を要するのみで、続く対応手段に欠ける。したがって今回の作業では、最低限必要な改変については、必要な時期には改善が行われているであろう、という前提をもとにしてものごとを考察し、関係各位の意志統一を行った。

本節では以上の前提に従って、社会的要請とアプリケーションおよびコンピュータ技術の関係づけを行うこととし、その結果を表 2.2 ～ 2.6 に示す。

表 2.2 低生産性分野の生産性向上

社 会 的 要 請			メソドロジー	アプリケーション	コンピュータ テクノロジー
(L0)	(L1)	(L2)	(M)	(T)	(CT)
低生産分野の生産性向上	間接部門の生産性向上	企画調査業務の生産性向上	定形データのデータベース化 定形データの非定形処理 非定形データのデータベース化 非定形データの非定形処理	DSS (DECISION SUPPORT)	データベース 連想検索 図形処理 日本語処理
		事務処理の生産性向上	文書(帳票)作成の機械化 文書保守・管理の自動化 文書検索の自動化 文書配布の自動化	OFFICE AUTOMATION	図形処理 日本語処理 文書向きデータベース 連想検索 光学的処理
		窓口事務の即時化	書類作成支援の機械化 様式検査の自動化 外部設置型機器の開発 関係部門間の連動	OFFICE AUTOMATION	分散処理 図形処理 日本語処理 インテリジェント端末 窓口用機器 文字・図形認識
	サービス部門の生産性向上	サービス事務の即時化	登録型事務のオンライン化 証明型事務のオンライン化 照会型事務のオンライン化 官公庁間データベース・ネットワーク	VLDB (VERY LARGE DATA BASES)	分散データベース 文字・図形認識 日本語処理 大記憶 秘密保護

表 2.3 国際競争力の確保

社 会 的 要 請			メソドロジー	アプリケーション	コンピュータ テクノロジー
(L0)	(L1)	(L2)	(M)	(T)	(CT)
国際競争力の確保	知識集約化	機械・装置数の高度化	インテリジェンスの附加 信頼度向上	ROBOT (CAMを含む)	組込みコンピュータ パッケージ化ソフト
		多 様 化	企画設計期間の短縮	C A D	図形・画像処理 エンジニアリング データベース 並列アーキテクチャ
	技術開発力向上	技術情報の供給	情報検索の機械化	I R	データベース 自然語処理 連想検索
		設計作業の機械化		C A D	図形・画像処理 エンジニアリング データベース 並列アーキテクチャ
		実験の合理化	実験データ処理の自動化 実験データ処理の高速化	LABORATORY AUTOMATION	センサベース 超計算機
	省エネ・省資源	省エネルギー制御	エネルギー消費の自動制御	ROBOT	組込みコンピュータ センサベース
		産業構造転換	新産業分野の育成		情報処理サービス ソフトウェア開発 TSサービス ファシリティマネジメント データ提供業 VAN コンピュータ・リース

表 2.4 人 口 構 成 の 変 動

社 会 的 要 請			メソドロジー	アプリケーション	コンピュータ テクノロジー
(L0)	(L1)	(L2)	(M)	(T)	(CT)
人口構成の変動	高 令 化	医療費の増加	医療事務の機械化 医療検査の自動化 病院リソース管理の機械化 医事情報のデータベース化 自動診断 予防医学の機械化	M/E (MEDICAL ELECTRONICS)	センサベース 図形画像処理 データベース 連想検索 インテリジェント端末 秘密保護
		福祉負担の増加	生涯教育	C A I	組込みコンピュータ マンマシンインターフェース 日本語処理 図形処理
			蓄積ノウハウの利用	I R	データベース
			スキルズ・インベントリ	I R	データベース
		健康の維持	健康産業育成	HOME COMPUTER	健康機器
	新世代の抬頭	ファッション化	個別利用 単能化(コンポネント化) 既製品化(使いすて)	PERSONAL COMPUTER	マイクロコンピュータ 組込みコンピュータ パッケージソフト
		ダーティワーク離れ	単純作業の自動化	R O B O T	センサベース
			製品の知識集約化	C A D	組込みコンピュータ
			サービス業の知識集約化	I R	データベース

表 2.5 社会の情報化

社会的要請			メソドロジー	アプリケーション	コンピュータテクノロジー
(L0)	(L1)	(L2)	(M)	(T)	(CT)
社会の情報化	社会システムのサービス性・経済性向上	医療のシステム化	医療事務の機械化 検査の自動化 リソース管理の機械化 医事情報のデータベース化 自動診断 予防医療の機械化	M/E (MEDICAL ELECTRONICS)	センサーベース 図形・画像処理 データベース 連想検索 組込みコンピュータ 秘密保護
		教育の個別化	会話式教育	C A I	組込みコンピュータ マンマシンインターフェース 日本語処理 図形処理
		防災のシステム化	モニタリング 被害予測 避難誘導		センサーベース シミュレーション
		防犯のシステム化	手口の情報検索 指紋等の照合	I R	データベース 文字・図形認識 秘密保護
		アプリケーションの個性化	個別利用 単能化(コンポネント化) 既製品化(使いすて)	PERSONAL COMPUTER	マイクロコンピュータ 組込みコンピュータ パッケージソフト
	ファッション化への対応				
	コミュニケーションギャップ	地域間ギャップ	均質情報サービスの普通	COMPUTER NETWORK	ディジタル網 図形画像伝送
		世代間ギャップ	生涯教育 ゲーム アート 自動翻訳	C A I	組込みコンピュータ コンピュータゲーム コンピュータアート
		国際		LANGUAGE TRANSLATION	大記憶 超計算機

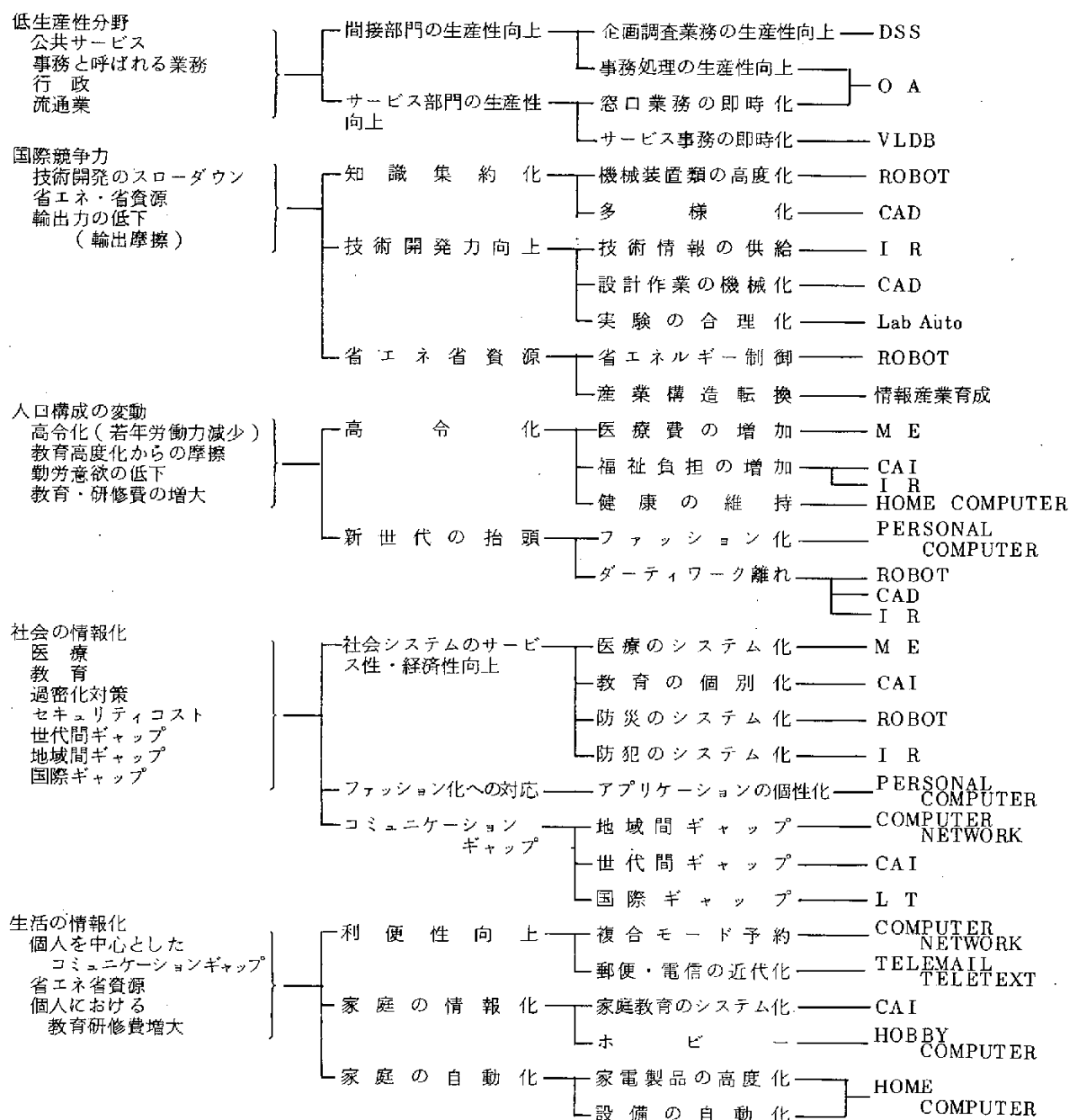
表 2.6 生 活 の 情 報 化

社 会 的 要 請			メソドロジー	アプリケーション	コンピュータ テクノロジー
(L0)	(L1)	(L2)	(M)	(T)	(CT)
生活とコンピュータ	利便性の向上	複合(モード)予約	企業間組合せ予約	COMPUTER NETWORK	ディジタル網 分散データベース
		郵便・電話の近代化	蓄積交換網	TELEMAIL TELE-TEXT	インテリジェント端末 ディジタル網
		家庭教育のシステム 化	在学学習	C A I	インテリジェント端末 VIDEO 技術
	家庭の情報化	ホビー	コンピュータ ゲーム コンピュータ アート	HOBBY COMPUTER	組込みコンピュータ パッケージソフト 画像処理
		家電製品の高度化	プログラム 制御		組込みコンピュータ
		設備の自動化	防 災 防 犯	HOME COMPUTER	センサーベース 組込みコンピュータ

2.4.3 ボトルネックとアプリケーションの関係

社会的要請とコンピュータ・アプリケーションの関係を表 2.7 にまとめた。

表 2.7 社会的要請とコンピュータ・アプリケーション



(キー)

DSS	DECISION SUPPORT SYSTEM
O A	OFFICE AUTOMATION
VLDB	VERY LARGE DATA BASES
ROBOT	(incl, CAM-COMPUTER AUTOMATED MANUFACTURING)
CAD	COMPUTER ASSISTED DESIGN
I R	INFORMATION RETRIEVAL
Lab Auto	LABORATORY AUTOMATION
M E	MEDICAL ELECTRONICS
CAI	COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
L T	LANGUAGE TRANSLATION

2.4.4 コンピュータ・テクノロジーへの期待

これまでの議論からコンピュータ・テクノロジーへの期待をまとめると以下ようになる。

① ハードウェア

ハードウェアに関する期待は極めて常識的である。

- ・ 計算速度の向上（超計算機）
- ・ 並列型アーキテクチャ
- ・ 高集積化（マイクロ・コンピュータ）
- ・ 記憶容量の向上（大記憶）

これらの項目を常に同時に満たす必要はなさそうである。

② プログラム

2つの傾向が認められる。パッケージ化、すなわち完成度の高いプログラムへの工夫と、ゲーム・アートなどより人間に近い分野への接近である。

プログラムの完成度としては、ハードウェアはむしろのこと、プログラムについても、現在の家電製品にみられるぐらいの完成度が求められよう。

人間の頭脳の機能を追求めるソフトウェアは人工知能（Artificial Intelligence）の研究分野である。人間の代役を創り出すことをもって、その目的と考えている人は少なく、むしろ機械のもつ可能性の追求とみた方が良さそうである。たんにデータを処理する機械から、考えるインタフェースを有するシステムへと一世代を画すべき可能性が秘められている。

③ 情報産業

技術という区分には入らないが、省エネルギー・省資源を達成するチャンピオンである。単なるプログラム作成業から脱皮し、知識産業の一翼となるためには、これから多くの専門的ノウハウをまとめねばならない。

④ 通 信

通信の分野は大きな変革を経てきたが、さらに大きな技術革新が予想できる。ローカル・ループまで含めれば、ほとんどのアプリケーションが通信系とのインタフェースを含んでおり、通信はコンピュータ利用への基本的技術になりつつある。

なかでも公共サービスのネットワーク化や、企業間ネットワークは、利便性、効率性などの点から、コンピュータによるサービスの質をまったく新たな水準に到達させることになるう。

家庭の中へのコンピュータの進出も、いろいろなコミュニケーション・ギャップを解消し、双方向型のマスコミュニケーションが可能となるなど、通信の効用は大である。

⑤ データベース

コンピュータはプログラムによって、データを処理する道具である。プログラムについて

は、プログラミング言語、オペレーティング・システム、アプリケーション・プログラムなどの形で多くの研究開発が行われてきている。データはその点大いに遅れている。入出力制御、DBMSといった範囲が現在技術の水準であろうか。理論も実務もデータについてのアプローチを十分に行ってきたとはいえない。

最近多くの研究がデータベースに対して行われるようになったことは喜ばしい。プログラム並みの技術水準に到達するのはいつかは予想できないが、大きな技術的進歩が期待されている。個別テーマとして取上げる分野の第1である。

⑥ マンマシン・インタフェース

コンピュータ関連の技術のうちで最もなおざりにされていた分野である。コンピュータの使用者は専門家だという前提がいつのまにか横行するようになってしまった。その結果、コンピュータの世界ほど外部から不透明なところはないといわれている。技術水準としてみると、専門家しか操作できないというのは、未完成を意味しているといつてよかろう。製作者が肩を貸さないと動かせない自動車であっては困る。

技術的課題としては自然語、特に日本語の問題、図形・画像・音声などアナログ情報の問題、信頼性、柔軟性、そのほか人間がコンピュータに接するうえで必要となる全ての問題が含まれる。

⑦ 組込みコンピュータ

コンピュータを部品として組込んだ全てのシステムを指す。マイクロ・コンピュータの性能が急激に改善された結果、中、大型コンピュータによって制御したようなアプリケーションが組込み形へと移行しつつある。好例は汎用コンピュータや周辺装置であって、チャンネル装置や主要な周辺装置は組込み形へと変身しつつある。インテリジェント・ターミナルも同様である。

産業機器、輸送用機器、兵器などの分野では、技術の高度化、機能の複雑化にともなって、マイクロ・コンピュータの利用が盛んであり、家庭用電器の世界でも同様の傾向が明らかである。非常に広範な応用分野なので、統一的にはとらえ難いが、省エネルギー・省資源への影響が非常に大きいことは、前出の通りである。

⑧ センサー・ベース

コンピュータのシステムとしての問題点は入力と出力の部分にあるといわれている。人手が介入せざるを得ないからである。センサー入力、制御信号出力の方式は、人手の介入がなくなるため、正確さ、即応性、経済性などの面で非常に優れている。

センサー・ベース・システムの眼目は、正確で信頼度が高く、かつ安価なセンサーの開発である。パターン情報システム等の技術開発により、図形・画像・音声などを入出力とするデータ処理が発展しつつある。組込み形アプリケーションの中にはセンサー・ベースを前提とするものが多い。

第3章 第5世代コンピュータ・システムの目標像

3.1 周辺環境のイメージ

第5世代のコンピュータ・システムの目標像とは具体的にいうと“1990年代におけるコンピュータ・システムを想定し、その中で、1980年代に研究・開発を促進する必要があるコンピュータ・システム”ということになる。

産業予測によれば今日のコンピュータ産業の規模が500億ドルであるのに対して1980年代末には2,000億ドルに生長するということである。今日では500億ドル中IBMのシェアが200億ドルという他産業には見られない形態をとっている。国際社会における我が国の立場を考え、その役割について考えると、コンピュータ産業の可成りの部分を我が国で分担する責務のあることは明らかである。

一方、コンピュータをめぐる技術の進歩によって性能/価格比の大幅な向上が予想されている。LSI記憶やDiskなどでは今後10年間にビット当りの価格は更に1/10に低下し、処理装置ではLSIの本格的な導入に成功すれば更に大幅な性能/価格比の向上が見込まれる。

これらの事実を別の観点からみれば、1990年代には現在の100倍近い情報処理の需要が想定されていることになる。コンピュータ産業としては、このような需要の大幅な拡大に備えると共に、実需を生み出すための積極的な努力が必要である。従来のコンピュータ産業の主たる対象は事務計算であり、その需要の伸びによって支えられてきたが、この分野の発展はほぼ定常状態に達しており、10数年の間に100倍といった発展は望めない。

従って新しい応用分野の開拓と利用方式の開発とに心掛ける必要がある。情報産業のように高度に知的な産業では応用分野の拡大や利用方式の発展をユーザ側の努力のみに期待することはできないし、逆に情報産業、あるいはコンピュータ産業側の努力のみでできるわけでもない。ユーザ側の協力を得ながら、コンピュータ産業の側で、新しい応用分野の可能性を示し、新しい利用形態の例を示すことによって需要を生み出してゆく必要がある。

社会がコンピュータ産業、情報産業に対して漠然といただいている基本的なニーズには次のようなものがある。

1) 必要とする情報への即時でかつ容易な接近を可能にすること。

容易な接近を実現するためには人間の持っている漠然とした要求を明確な要求に顕在化するための技術も含まれる。多岐にわたる膨大な情報を貯え、その中から関連する情報をとり出して提供するためには研究を要する多くの課題がある。

2) 知見を獲得するのに必要な大規模な情報処理を可能にすること。

自然科学で必要とする多くの実験をコンピュータの上でシミュレートすることにより、多くの発見が行なわれる可能性がある。社会科学の分野でもシミュレート技術を駆使することにより多くの知見が得られる。

これらはまた工学，経済，政治の分野での利用にもつながり，社会のあり方に大きな影響を及ぼす。

3) 奴隷ロボットに象徴されるように人間の業務の一部を肩替りすること。

コンピュータ制御に始まって次第に対象が多岐にわたり，知的業務の肩替りをどこまでやらせることができるか。これにより個人の能力の大幅な拡大が期待され，人間間の業務分担による共同作業とは異なった新しい能力の開発につながる可能性もある。

これら基本的なニーズの中，社会の要求を考慮してどの部分をどの程度まで具体的な需要に結びつけを努力をするか，また夫々の時代のシーズ技術を考え，どの程度のものを目標とするかを検討することが，本研究の目的の一つといえることができる。

それでは1990年代までに利用できる大きなシーズ技術としてはどのようなものが考えられるか，代表的なものを次に列挙しておく。

1) VLSI技術

LSIないしVLSIをコンピュータ技術に全面的に取入れることは今後のコンピュータ技術の飛躍的な発展に不可欠である。内部記憶への導入については既に順調に進行しており，見通しも立て易い。論理装置への導入はマイクロプロセッサがその端緒となっているが，高性能プロセッサへの導入方式については未解決であり，その動向がコンピュータ技術の発展の方向を決める大きな要因となろう。

導入の形態としては次の三つが考えられ，目的に応じ，体制の整備に応じて適当に使い分けられるものと思う。

- a) プロセッサ—記憶—スイッチの組合せでシステムを構成してゆく考え方であって，プロセッサとしてはマイクロプロセッサに見られる1チッププロセッサを前提とするものである。VLSI化が進むと1チップに10万ゲート程度の現行大形プロセッサが収容可能であり，小規模システム，知能端末などはこの方式で十分実現できる。
- b) 機能モジュールをLSIまたはVLSIで実現し，その組合せで大規模システムを実現する方式である。機能モジュールの選択とその組合せ技術を今後研究する必要があるが，超大型システム実現のためには是非とも実現したい設計手法である。
- c) 従来のゲートレベルの設計手法をそのまま踏襲した設計手法で設計を行ない，そのあとでLSI，VLSIへの分割を行なう。大規模システム設計のためには優れたCADシステムが必要になる。

階層形CADシステムは機能モジュール自体を設計するためと，それを組合せ，より大きなVLSIチップを設計するためとの2つの面でのCADシステムとして研究開発が必要とされているシステムである。

- b)，c) いずれの設計手法をとるにしてもCADシステムの重要性は大きい。

2) 通信技術との融合

各種の分散処理システムを実現してゆく上で通信技術を計算機技術に取り入れ融合させてゆくことが望まれる。例えば衛星通信による広域計算機網の実現，光通信技術によるプロセス間高速伝送路の実現などを介して，システムの構成方式，利用形態などに大きな影響があるものとする。光を用いたアナログ処理技術なども周辺機器関連技術としてゆるがせにできない。

3) 周辺機器技術

端末などが従来機械技術に依存していた部分の電子化を進めることによって，信頼度を高め，無保守機器となったことは価格の低下と共に情報機器の広範な普及に大きく貢献し，計算機技術のあり方にも大きな影響を及ぼすものとする。主記憶，論理装置の価格はLSI技術によって更に大幅に低下することが予想されるだけに，周辺機器の価格を低下させる技術開発の重要性は更に増すことになる。

周辺記憶については現状技術の延長で尚急速な進歩が期待できるものと考えられ，データベース実現についても記憶装置よりも格納すべきデータの作成法，管理法により大きな問題がある。画像など非コード化データの蓄積技術の開発も重要である。

4) 人工知能技術

コンピュータに人間の代りをさせようという発想は当然のことながら古くからあった。文字認識，機械翻訳など多くの例にみるように，当初すぐにも実用化できのさうと考えて始めた多くのプロジェクトが，いざ開始してみると難かしいことがわかって実用に結びつかずに終った。このことがその後の計算機による援助システムの発展を促し，人間とコンピュータが夫々得意とする分野を分担し協力して作業を進めることのできるシステムが理想的なシステムと考えられるようになった。

一方，人工知能の研究のその後の発展により，より広範囲にわたってコンピュータ側が分担できる可能性が生まれてきた。例えば，人間とコンピュータ間の意志の疎通のためにプログラム言語が用いられてきたが，人間にとってより自然で使い易い自然言語が用いられる可能性が生まれてきたといったことがある。また必要な知識を蓄積し，必要に応じてこれを取り出して表示するといった機構も推論機構，学習機構などの研究成果を取り込んで実用化できる可能性が生まれてきた。

人工知能の研究で得られた成果を今後のコンピュータシステムに取り入れて実用面に役立てることはコンピュータシステムの知的レベルを向上させることによって応用分野の拡大に本質的な寄与があるだけでなく，人工知能の今後の発展のためにも役立つものとする。

上述のシーズを育て，且つ今日の社会が要求しているにもかかわらず，その要求の満たされ

ていないテーマとしては次にかかげるようなものがあげられる。

- (1) 使い易いシステムの追求
- (2) 非定形業務へのコンピュータ利用。
- (3) 非数値データ処理を含む知的システムの実現。
- (4) データベースを中心とした巨大情報システムの実現。
- (5) 巨大計算のできるシミュレータ向きコンピュータの実現。

以下の各項目では、これらのシステムのイメージと、上述のシーズやニーズの関連について述べることにする。

3.2 使い易いシステム

情報システムを普及させ、人間社会に円滑に受け入れさせるためには、人間社会の誰からも嫌われることなく、広く愛されて積極的に利用されるシステムに持つてゆくことが必要である。

使い易さの問題は最終的には最終ユーザにとっての使い易さに帰するにしても、システムの所有者・運用者・利用者といった立場の違いによって異なり、ある立場からは使い易いと評価される性質が他の立場からみると使い難たいと評価されることもある。

ここでは、使い易さの問題を(1)システム構成、(2)マンマシン・インタフェース、(3)知識ベースと言語、(4)システムの性能、機能といった面から見て、研究開発項目を明らかにしてみたい。

- (1) システム構成の立場からは、端末が手元にあること、信頼性の高いこと、計算機システムとユーザシステムとの構成の間の対応がよくついていること、拡張性・柔軟性・適合性のあること、保守・管理が容易なことなどがあげられ、分散処理システムの指向している方向がこれに近い。ここでいう分散処理システムには通信回線によって結合された広域分散システムも当然含まれるが、各サイトのシステムとしてみたときにも機能分散されたプロセッサの集合からなるシステムという意味も含まれている。
- (2) マンマシン・インタフェースの問題は次の観点から使い易さの追求にとって重要な課題であり、また今後の研究によって大幅な改善が期待される分野である。人間が他の人に対するのと同じようにコンピュータに對することができることが一つの理想形態と考えると、これを実現できるようにするためには人間が持っているのと同様の多く感覚器官を持ち、また人間の感覚器官のすべてに働きかけることのできるシステムにすることである。

これに近づけるためには入力についても、今日のように鍵盤に頼るだけでなく、音声・文字・図形・画像といった各種の入力媒体を同時に用いることができ、出力についても文字による出力だけでなく、音声・図形・画像といった各種の媒体、更には手足に相当する運動器官などが使えることが望ましい。

この実現のためには人間工学的な面の研究を加味しながら、非数値データの処理方式の研

究を幅広く行なり必要がある。

- (3) 知識ベースや言語をとり上げたのは知能レベルの高い相手は使い易いという立場からである。ソフトウェア作成上の主要な障害の一つとして人間が持っていることがあたりまえと考えられている知識、すなわち常識というものと、コンピュータの持っている知識との間の差がひどすぎることにある。相手が人間であれば適当に判断してくれる筈の事柄にまで細かな指示が必要である。この問題を解決するためには、一口でいえば常識を持ったコンピュータシステムを実現すればよい訳で、指示されなかった事項については知識ベースの中から適当に関連事項を引出して判断してくれることが望まれる。すべての分野について、このことに期待するのは当面無理があるにしても、一方では、カナ漢字変換に見られるように既に或る程度成功しているものもある。情報処理を進める上で最大の隘路となっているデータの入力量などの問題も、過去に入力したデータを活用すれば大幅に減少させられることが多く、これらも知識の集積と活用の問題とみることができる。

言語については自然言語によるコンピュータとの意思疎通の問題がいろいろなレベルで研究されている。自然言語の持つあいまいさは必ずしも使い易さにつながらないが、あいまいさをカバーするのは常識すなわちシステムの持つ知識であり、自然言語理解と知識データベースの間には密接な関係がある。非手続き言語のように書き易い言語、理解し易い言語の問題も使い易さの観点から重要である。

- (4) システムの性能・機能といった面では、性能/価格比が良く、応答時間の短いことなどが当然のことながら使い易さのために重要な条件である。

Security, Integrityの問題も安心して使えるシステムとするために、また社会から拒否されることのないためにも重要である。仮想記憶、仮想端末などの各種の仮想化概念もシステムをわかり易いものとし、使い易いシステムとするのに重要な機能といえる。

使い易さの一つの目標としては、隣人に聞くようにコンピュータを意識せずに誰でもが気楽に使えるシステムということができ、このためには人間にとって自然な情報伝達手段に素直にマッチしたシステムで連想機能・学習機能・推論機能などを備えた知的なシステムである必要がある。

3.3 非定形業務へのコンピュータ利用

コンピュータの主要用途は従来反復作業の多い定形業務に限られ、反復作業部分に対してプログラムを準備することによって自動化が進められてきた。この際、反復作業部分が可成りのまとまった作業量を持っていることが前提であった。たとえ反復作業であっても単純作業でデータの入出力量が相対的に多いものでは入出力に多くの人手を要し、利点が現われにくい。

非定形業務の中には小規模な反復作業が組合わされて構成されているものも多い。設計作業な

どはこの典型的な例といえる。非定形業務の一例として設計の問題をとりあげ、CADシステムを中心に以下、論議を進めることにする。

このような業務をコンピュータ化するためには、作業に用いられるデータは常にコンピュータ側のデータベースに格納し、細かな作業を人間が逐次プログラムを指定することによってすすめる方式にする必要がある。データを人手によって直接修正する場合にもエディタなどを介してデータベースをアップデートする方式をとる。換言すれば、データベースを中心とした一貫した業務システムを作り上げることがコンピュータによる業務援助システムの理想像であり、設計システムに例をとれば、要求仕様の記述から設計を経て製造データ作成に至るできるだけ広い範囲を包含した一貫システムにする必要がある。また設計の思考段階で必要とする過去の設計例などの各種の情報がデータベースとして保管されており、必要に応じて設計者の前に表示されることが望まれる。表示すべき関連データについて設計者が明確な指示をするのではなく、たとえあいまいな指示をしても関連あるデータベースがアクセスされることが望まれる。

データの処理方式についても設計者がプログラムの形で明確に指示するのではなく、評価基準のような希望条件を示すだけで、あとはプログラムが自動作成されるような体制が望ましいが、この実現のためには尚多くの基礎研究と、経験の集積が必要と思われる。

知識データベースは作業によって与えられた知識を取込むことのできる学習機能を持つことが望ましい。一気にこの目標を達成することは困難と思うので、知識として教えたことを整理して格納する能力をその前段階として与える方式について研究する必要がある。

設計者が他の共同設計者と協力して作業を進める場合と同じか、それ以上に自由な形式でCADシステムと意志の疎通ができるようにすることが大切である。これには上述の知識データベースなどにより、CADシステムが設計者と同程度の知識を持っていることが前提となるが、他にも各種マンマシン・インターフェースが完備していることや十分高速に応答することなどが必要条件になってくる。

設計では図面による情報の交換が重要なことはいうまでもない。機械設計などでは更に三次元物体表示などによって模型による設計の評価・確認に変えることもできる。

図面はそれによって多くの抽象化された情報を含んでいるから、画像を絵素の集合としてとらえるのとは違って、意味を理解した情報の格納技術によってデータベースに記憶させる必要がある。

CADシステムを介した多数の設計者の協力作業を考えると、設計者間の情報伝達の手法や管理者のCADシステムを介しての管理技術など解決を要する独得の問題もある。

設計結果の評価にはシミュレーションによる評価が不可欠であり、これには多くの場合、膨大な処理能力を必要とし、スーパーコンピュータが必要になることが多い。

以上CAD/CAMシステムを中心に非定形業務へのコンピュータ利用の問題点、研究開発を

必要とする課題などについて述べてきたが、一方でコンピュータ技術自体が、VLSIの導入によって今後の飛躍的發展のために大規模且つ本格的なCAD/CAMシステムの実現を緊急の課題としている。

また一般の管理業務についても管理業務の質の向上と生産性向上を進めるための支援システムとしてコンピュータの導入を真剣に検討すべき時代になっていると思われる。

3.4 非数値データ処理を含む知的システムの実現

人工知能で目標としているような少し知的な課題にコンピュータを応用しようとする今日、コンピュータの性能・機能がそのような目的に向いていないことに驚かされ、これを打破するものとして非ノイマン形コンピュータに対する漠然とした期待が生じてきている。

期待される性能を発揮できない原因としてはいろいろな立場から論じることができようが、ここでは次の3つの点から論じる。

- (1) 非数値データ処理能力の低いこと。
- (2) 連想機能・推論機能などの不備
- (3) ノイマン形言語によるプログラミング

従来のコンピュータが数値データについては可成りの処理能力を発揮してきたのに対して、文章・図形・画像・信号といった非数値データに対してはそれらに適したデータ構造の用意がなく、またどのような処理機能を用意すれば良いかについても十分な知見が得られていなかった。近年のパターン処理技術や人工知能の研究によって必要な処理機能についての目安も立ってきた。一方、LSI技術の発達によって従来経済的に不可能と考えられていた処理機能のハードウェアによる実現が可能となり、各種のパターン処理プロセッサの試作などが始められている。

この方面の研究を促進し知能レベルの高いシステムを実現するためには非数値データ処理能力の優れたプロセッサを用いて実用的な実験研究を進める必要がある。

各種の知識理解システムを実現するためには連想機能・学習機能・推論機能といった機能をある程度ハードウェアとして高速に処理できるプロセッサが必要になる。システムの知能レベルを高めるためには多くの情報を貯えるだけでなく、これらを連想とか推論という言葉で代表されるような機構を用いて必要な情報を高速に取り出せなくてはならない。

またシステムの知能レベルが自然に向上してゆくためには入力された新しい情報が、その後知識として役立てられるような形で貯えられる必要がある。これを行なうのが学習の機構であり、簡単な部分から逐次経験を重ね、研究を続ける必要がある。

人工知能の研究には始んどLISPが使われていることからわかるように、制御の流れに着目した記述を行なう従来のノイマン形プログラミング言語では問題解決を目指すジョブのプログラムは書きにくい。このため非手続き形言語とかLISPのような関数形言語が提唱され、この

ことがコンピュータの構成にも反映し、データフローコンピュータなどの提案につながってきた。

人工知能の研究で得られた成果を今後のコンピュータ技術に反映するためには、LISPなどのような関数形言語の高速処理を可能とするコンピュータの開発をすすめ、より多くの人々が気軽にこの方面の研究・経験を積み重ねて次第に実用化に近づける必要がある。

LISPマシンの開発、要求駆動形及びデータ駆動形データフローマシンの研究・開発などが、データベースマシンの研究・開発と共に知的システム実現のために当面必要な研究課題である。

知的システムの具体的応用としては各種の質問—応答システムの実現、機械翻訳など自然言語処理に関連した課題、リモートセンサ、医学応用などにその萌芽の見られる画像処理に関する課題など簡単には書きつくせない程広大な情報処理分野がひかえている。

ここでは自然言語処理を例にあげて少し述べてみる。言語理解システムと一口にいても理解の程度にはいろいろなレベルが考えられる。システムが自然言語で命令された時、その命令に答えて何かを実行するには、その命令の意味を可成り深く理解している必要がある。意味理解にもいろいろな定義があるが、人間が期待する通りに応答したり、行動することが理解と定義することもできる。一般のQ—Aシステムは対象とする世界を制限することによって、また理解しやすい対象を取り上げることによって、この困難さをいくらかでも緩和しているが、この場合の意味理解は可成り奥の深いものになる。これに対して機械翻訳などを考えると、意味論のレベルでは単語間あるいは熟語間の変換が主要な理解レベルであって、単語の持つ更に細部の意味にまで立入る必要は少ない。それ以上は翻訳の限界として人手による場合でも放棄するのが普通である。通訳の問題を考えると、たとえその訳が不十分であっても聞き直すとか、相手の答によって間違いに気づき、言い直すとかによって修正が可能である。このようなことは同一言語による日常会話でもよく経験していることである。

このように考えてくると、今日既に一部で実用されているComputer Aided Translationの研究をすすめComputer Aided Interpreter = Mechanical Interpreterを経て、Mechanical Translationに至るプロジェクトを推進することは知的システム実現の実験台としても役立ち、一方、通訳機、翻訳機の実現は我が国の各方面の国際化の促進に大きな貢献をするものと期待できる。通訳機を実現するためには、音声理解、応答速度などが当面の研究課題としてあるが、十分解決可能な課題といえる。

日本語処理の問題は事務の機械化の中心課題として今後益々重要性を増すものと思われる。当面文書編集などが中心であるが、技術が高度化し、応用分野が拡大するに伴って、その背後にあるシステムの意味理解をより深いものにする必要がある。この分野の機械化は文法も含めた日本語自体のあり方に大きな影響を及ぼす可能性があり、いろいろな角度からの幅広い研究を行なっておく必要がある。

3.5 データベースを中心とした巨大情報システムの実現

計算機網の発達には、計算機技術と通信技術の融合によって実現し、今後目覚ましい発展を遂げるものと期待されている。分散処理システムが地域的な広がりを持った各種組織に自然な形でデータ処理システムを導入することを可能としたことの評価は高い。

計算機網が当初目標とした三種のリソースの共有のうち、ソフトウェアの共有は *Portability* のある言語の開発によって可成りの程度肩がわりでき、ハードウェアの共有は特殊な大規模ハードウェアについては今後も必要であろうが、LSIの導入によって大幅な価格低下が期待されており、必要範囲は狭まるものと考えられる。しかしながらデータの共有については、固定的なデータはビデオディスク技術などで代用できるとしても、変化する情報を蓄積・管理し、ユーザの要求に応じて提供することは計算機網に頼らざるを得ない。

一方、情報産業を考えると、近年までのコンピュータ利用は情報の処理に中心があつたが、情報を蓄積・管理し、要求に応じて最新の正確な情報を提供することの重要性は大きい。社会が複雑化し高度化するにつれ、情報の重要性は増し、これが整理され必要に応じて提供されることの価値は大きい。

このような情報データの管理には人手も要し、集中管理されることの利点は大きい。しかし一方では、個人の *Privacy* 保護の問題があり、悪用されたり、誤った情報が流される場合の弊害も計り知れないものがある。このため *Security, Integrity* の問題については研究を更に重ね、安心して使えるシステムづくりにいろいろな面から努力する必要がある。

情報の世界的な流通が円滑にゆくためには計算機網が相互に接続され、自由に使えるようにするためのプロトコルの標準化が必要である。現在 ISO/TC 97/SC 16 でこの仕事が始められたが、未知の分野も多く、標準化に先立って研究を必要とする事項も多い。

衛星通信を利用した計算機網は世界の各地を殆んど等距離におくことになり、情報社会の国際化を推進する上での効果は大きい。我が国が文化史的に見て僻地に甘んじていたことを考えると、我が国が世界に対して貢献したい典型的な技術である。

計算機網を普及させるためには分散データベースの確立など今後に残されている多くの課題がある。通信コストや巨大システムに伴うオーバーヘッドを克服し、個別システムに打ち克って普及させることは決して容易な道ではない。通信政策のあり方なども大きく影響してくることと思われる。企業などの組織を考えた時、同じような構成で作られられる分散処理システムは自然な発展形態と考えられるので、是非とも実現したい技術である。

情報システムに格納すべき情報の提供と、その維持・管理は非常に重要な業務である。国際的な情報システムを考えると、各国が分担して情報の管理を行ない相互に利用することが、文化面における将来の国際協力の中で重要な部分を占めるものと予想され、我が国の協力体制について研究する必要がある。

データベースの管理には連想処理、推論機能などが要求され、専門のマシンの研究が活発に進められている。データベースマシンは情報システムの中心的役割を果し、この部分の処理効率はシステム全体の性能に大きな影響を及ぼす。本格的なデータベースマシンを目標に今後研究を深める必要がある。

3.6 巨大計算のできるシミュレータ向きスーパーコンピュータの実現

科学技術計算には偏微分方程式を初めとして超高速の演算能力を必要とする多くの問題がある。偏微分方程式が自然現象の数学モデルとして多く用いられるように、模型実験などに頼っていた多くの研究手法はコンピュータによるシミュレータで経済的に置き換えられる場合が多くなってきている。

従来のコンピュータ技術は基本論理素子の高速化による性能向上に主として依存できた。並列化による高性能化の試みも Illiac IV に見られるように試験的に試みられたが、(1)高価であること、(2)予期した程の並列性が性能上からは達成できなかったこと、(3)並列性をプログラムで指定することが困難であったことなどの理由から本格的な実用に結びつかなかった。大きな配列の処理にはパイプライン処理を用いたアレープロセッサが開発され、これは商用機にもなったが、近年まで高価なため、特殊な用途に用いられる段階にとどまっていた。

しかし、近年の L S I の発達は一ハードウェアの大幅な価格低下をもたらし、特に同一品種の L S I の大量利用は今日の L S I 技術の特徴を最もうまく利用することになるので、第一の問題点である価格の問題は大幅に解消した。またデータフロー言語の提案によって並列度を最大限にとり出すことのできるプログラム記述法に光明が現われた。2 番目の並列度の効率的な利用もデータフローマシンの実現によって大幅に向上することが期待できるし、一方ではハードウェアの価格が低下したため効率の問題を前ほど気にしなくてもよくなった。

超高性能機の価格低下によって従来実験に頼っていた研究・開発・設計業務の可成りの部分をシミュレータに置き換えることができることになる。設計法などではより詳細な設計ができたり、設計誤りをシミュレーションにより事前に発見できるなど、設計の質の向上に伴う工学の進歩が各分野で期待できるため、コンピュータ産業の立場からみても大きな応用分野に成長する可能性がある。

データフローマシンは原理的には並列度を十分に引き出すことができるので、偏微分方程式のように並列度が高い用途に対して威力を発揮することが期待されている。ハードウェアとして実現するためには、演算装置へ割当ての際のオーバヘッドを如何にして少なくするかなど、研究を通して解決してゆかねばならぬ多くの課題をかかえている。演算単位を小さくすると(例えば機械語レベル)オーバヘッドの解消が困難になるし、逆に演算単位を大きく選ぶと(例えばプログラミングレベル)オーバヘッドは相対的に小さくなるが並列度を十分に引出すことができないといっ

た問題が起こる。

データフローマシンが威力を発揮する分野のあることは明らかであるが、その適用範囲の大きさについては今後の研究に待つ必要がある。例えば論理装置のシミュレータのように網構造のもののシミュレーションなどにはデータフローマシンが適しているが、画像の画素を逐次処理するような場合にはパイプライン処理のアレーブロッサの方が適している。

3.7 研究開発要素と研究体制

前節までに論じた第五世代コンピュータのイメージを実現するために研究・開発する必要がある要素を列举すると次のようになる。

(1) データフロー・マシン

高度の並列性を引き出すことのできる構成方式として研究する必要があると共に、関数形言語に適したアーキテクチャとして推論機構の実現、ソフトウェア危機で問題になっている幾つかの問題点の解決にも役立つものと期待されている。データ駆動形、要求駆動形などの別、演算レベルによる分類など対象も多岐にわたり、研究を要する未解決の問題が山積みしている。

(2) 高性能マシン

1000MFLOPSといった高速演算を行なえるマシンのアーキテクチャを研究する。前述のデータベースマシンもその一つの候補であるが、パイプライン制御方式、SIMD方式などの構成法も用途に限った場合には有効と考えられ、いろいろな並列処理方式の比較研究を行なうと共に、実装法についても具体的に研究する必要がある。GaAsやJJのような新素子についても基礎研究を行なう必要がある。

(3) データベース・マシン

今日最も広い分野から求められている専用プロセッサは、通信プロセッサとデータベース・マシンである。前者は既に実用化が定着し、要求の拡大と共に進歩発展することに余り不安はない。これに対してデータベース・マシンは検索に対する効率よい処理に尚不安があり、いろいろな方式が提案されているが、本格的な実用化に結びつく段階に達していない。連想処理プロセッサ、推論機械などもデータベース・マシンに密接な関係があり、実用面と基礎理論の融合を考えながら研究を進める必要がある。磁気バブル記憶など論理と記憶の一体化が可能な記憶方式についても研究する必要がある。

個人のプライバシーの問題など一歩誤ると、コンピュータに対する不信感を生む恐れがある。Securityの問題は早期に十分研究しておく必要がある。

(4) 機能分散システム

各種の専用プロセッサを開発し、これらを目的に応じて組合せてシステムを構成する方式

を機能分散システムと呼ぶ。多様化する応用分野に適したシステムを提供する融通性のあるシステム構成法と考えられ、LSI化にも向いた方式として実用化研究を一層進める必要がある。

専用プロセッサとしては高級言語プロセッサ、通信制御プロセッサ、データベース・マシン、連想プロセッサ、パターン処理プロセッサ、記憶階層制御プロセッサなどいろいろなものをファームウェア、ハードウェアの両面から研究する必要がある。

またプロセッサ間の接続方式など総合システムの構成法についての研究も重要である。

(5) 奴隷ロボットシステム

自然に使えるシステム実現に重要なセンサを中心とした生物のような理想的計測・制御機能を備えたロボットを研究して、マン・マシンのインタフェースに使う必要がある。各種のセンサの研究と共に表示装置や運動機構の研究も行なう必要がある。

(6) 網アーキテクチャ

国際的な情報システムを実現するためには、諸外国と協力しながら、優れた特性を持ち、十分汎用性もある網アーキテクチャを決めるための幅広い研究を行なう必要がある。この面では国際協力が特に重要である。

(7) VLSI-CADシステム

VLSIをコンピュータ技術に生かすためには、VLSIの諸性質を考え、今後のコンピュータ技術を見通したCADシステムを実現することが不可避である。このため階層方式のCADシステムなどの研究を行なう必要がある。

このような研究はコンピュータ以外の諸工業における一貫性のあるCAD/CAMシステムの実現、更には要求仕様段階から生産段階に至る全般のComputer Aided Engineeringの研究にも役立つものとなる。

(8) 人工知能の研究、知識工学、自然言語処理、推論機構、学習機構など人工知能の研究を本格的に行なう必要がある。このためには、これまでの理論中心の基礎研究だけでなく大量のデータを駆使し、効率も考慮した本格的な実用研究を併行して進める必要がある。

基礎研究と実用研究は両者が併行して進められてはじめて相互に刺激を与え、人工知能の研究と実用化が軌道に乗ることになる。

(9) ソフトウェア工学の研究

今日、コンピュータ産業が悩んでいる問題はソフトウェアの生産性の問題である。ソフトウェアについては生産が先行し、基礎研究が殆んど行なわれていなかったが、近年ソフトウェア工学という形で徐々に体制が整備されようとしている。同一目的のソフトウェアを様々な言語を用い、いろいろな方式で作製し比較するなど実験的研究を含め、各種の本格的な研究を行なう必要がある。

また生産性向上のための支援システムの研究を我が国の場合、日本語の問題も含めて研究す

る必要がある。

(10) 情報システム設計技術

従来のシステム設計においてはハードウェアを適当に決め、仕様とのギャップを埋めるものとしてソフトウェアを作成するというのが基本的な考えであった。後になってハードウェアの性能不足が明らかになると、プロセッサの大型化、記憶容量の増強などによって補正してきた。しかし本格的なシステム設計技術としては、ユーザ要求仕様が決まると、どこまでをソフトウェアが分担し、どこからをファームウェアで分担し更に、どこからをハードウェアで分担するかの trade off を検討して合理的なシステム作りを行なうソフトウェア/ファームウェア/ハードウェアを一体化したシステム設計技術を研究し、この方式を確立する必要がある。この方式の確立がソフトウェアの役割を正當に評価することにつながり、ソフトウェア危機を解消することになる。

上述のような研究課題とプロジェクトの関係を表示すると表 3.1 のようになり、いずれも相互に深い関係のあることがわかる。

このように解決をせまられている重要な研究課題が山積みしている状況において、各社の限られた優れた技術者が個別に研究にたずさわったのでは重複研究が多くなる一方、重要な研究で手抜きになる部分が増える。このため広い視野からの研究の効率的運用をはかるための組織作りを行なう必要がある。研究にはコンピュータ技術の基本に関係する比較的基礎的な研究と、実用システムを作りあげることによって初めて実行可能な比較的応用的な研究とがある。

前者については長期的視野に立って優秀な研究者を投入する必要がある。個々の企業では目前の仕事に追われ、手薄になりがちであるから、将来性のある優秀な若手技術者を企業からみれば教育の目的を兼ねて派遣し、これに国立研究所、大学等のこの方面の研究者を加えた研究体制を作ることが望ましい。

後者については企業側の一方的な開発努力では独善的になり易いので、ユーザの協力が求められる体制を確立し、ユーザ側が最終的には実用試験をすることを前提にして研究開発を進める必要がある。この場合、完成したシステムの Know how はメーカーとユーザの双方の共同所有となるといった配慮も必要であろう。

いずれにしても、期間をもうけたプロジェクトに官庁、大学、企業から技術者が出向して従事する方式をとり、このようなプロジェクトの集まりが主体となる研究体制を作ることが望ましい。プロジェクトの期間としては4～8年位が適当であり、余り期間の短いものでは成果の予測が可能なものに限られることになり、本当の意味での研究にならない。

また余り長すぎるのも種々の弊害が考えられるので、プロジェクト目標を分割するなり、評価後の再出発の形式をとるなり適当な運用方式を決める必要がある。

表 3.1 プロジェクトと研究課題の関係

研究課題 プロジェクト	1	2	3	4	5
	使い易いシステム	非定形業務用システム	巨大計算のできる シミュレータ向きスーパー コンピュータ	非数値データ処理を含む 知的システム	データベースを中心とした 巨大情報システム
1. データフロー・マシン	◎	○	◎	◎	△
2. 高性能マシン	◎	○	◎	◎	△
3. データベース・マシン	◎	◎	△	◎	◎
4. 機能分散システム	◎	◎	○	◎	◎
5. 奴隷ロボットシステム	◎	◎	△	◎	△
6. 網アーキテクチャ	◎	◎	△	○	◎
7. VLSI-CAD システム	○	◎	◎	◎	○
8. 人工知能の研究	◎	◎	△	◎	◎
9. ソフトウェア工学の研究	◎	◎	△	◎	○
10. 情報システム設計技術	△	◎	△	◎	○

◎印はそのプロジェクトにおける中心的研究要素

○印は関係の深いもの

△印は比較的關係の薄いもの

第4章 今年度の成果と今後の進め方

4.1 昭和54年度調査研究の目標と成果

今年度当初設定した本調査研究の目標（1.2.1参照）に対する成果（到達度）は、以下の通りであると思われる。

- (1) コンピュータ技術の発展経過、社会環境変化の過程を調査し、現時点における問題点を検討した上で、今後の技術進歩、社会環境の変化を予測し、社会シナリオ、技術シナリオを作成する。

〔成果〕この調査研究は、主に社会環境条件研究およびアーキテクチャ研究の両分科会において行われ、ほぼ予定通りの成果が得られた。今後も引続き見直しを行っていく必要がある。

- (2) 知識情報処理など、現在研究されている基礎理論が将来のコンピュータ技術に与えるインパクトを調査し、新概念として導入する場合の問題点及び今後の研究課題を明確にする。

〔成果〕基礎理論研究分科会として、知識情報処理システムの実現が第5世代コンピュータのイメージであるとの結論を得ており、その実現に必要な基礎理論の体系化を試みつつある段階である。今後は更に掘り下げた調査研究が必要である。

- (3) 1990年の情報処理シナリオを作成する。

〔成果〕同時並行的に進行している各分科会における調査研究活動の同期をとるのがかなり困難であったため、社会環境、基礎理論からの要求条件を踏まえたアーキテクチャのイメージ作成は必ずしも十分であったとは言えない。従って1990年の情報処理シナリオの総合化については、今後共十分に検討を続ける必要がある。

- (4) 第5世代コンピュータのイメージ（開発目標）を設定する。

〔成果〕基礎理論及びアーキテクチャ研究の両分科会の検討結果として第5世代コンピュータのイメージが提示されている。さらに本委員会における検討結果として第5世代コンピュータの具備すべき特徴、性質と実現に当って必要な今後の研究課題（開発要素）が提示されている。（第3章参照）今後は、各分科会による調査研究結果を総合的に分析し、更に調査研究を進め開発目標の明確化を図ることが必要であろう。

4.2 第2年度の進め方

本年度の調査研究活動の成果を踏まえ、第1章で設定した初年度、第2年度の目標を実現するために、55年度は以下の目標を設定し、調査研究活動を行う予定である。

(1) 55年度(第2年目)の目標

- ① 社会環境条件研究分科会、基礎理論研究分科会からの要求条件を踏まえ、アーキテクチャ、システム設計技術の調査研究を進めて、第5世代のコンピュータ・システムの目標像を更に明確にする。
- ② 第5世代コンピュータ・システムの目標像にもとづき、実現するために必要な研究開発課題(開発要素)を具体化する。
- ③ 研究開発時期、開発手順、開発規模等研究開発シナリオを作成し、具体的な開発計画を提案する。

(2) 55年度の委員会活動等

上記目標を達成するために54年度に引続き本委員会のもとに3分科会を設ける。また、個別テーマの調査研究のためワーキング・グループを設けるほか、外部機関に対する委託調査研究を行う。

55年度は各分科会調査研究活動の融合、システム化技術に関する調査研究の強化に特に配慮する予定である。

請求 番号		JPODEC 55-13		登録 番号	
著者名 第5世代の電子計算機に関する					
書名 調査研究中間成果報告(要旨編)					
所属	帯出者氏名	貸出日	返却 予定日	返却日	

—— 禁 無 断 転 載 ——

昭和55年6月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会

東京都港区芝公園3-5-8

機械振興会館内

TEL(434)8211(代表)

印刷所 株式会社 タ ケ ミ 印 刷

住所 東京都千代田区神田司町2-16

TEL (254) 5840 (代表)

