

資 料

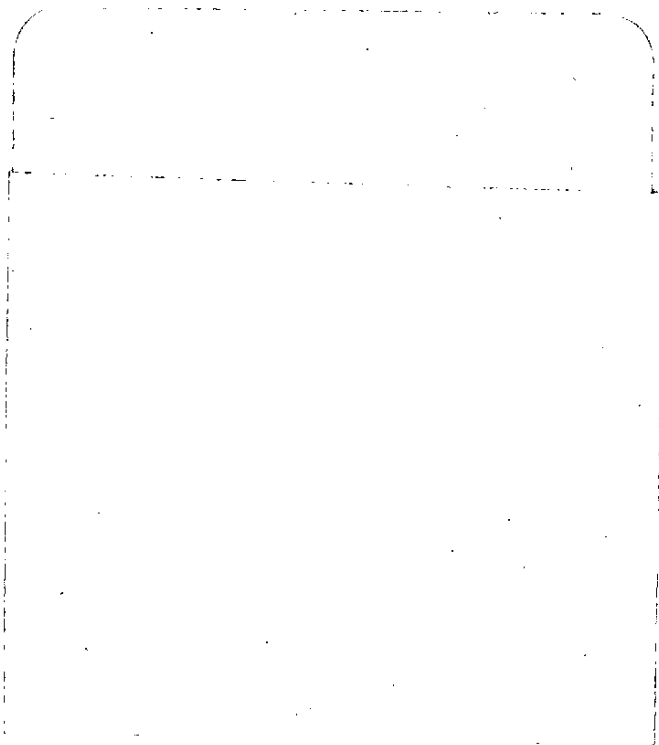
第 5 世代コンピュータの技術開発計画
設定手法の実用化研究

昭和 55 年 3 月



財団法人 日本情報処理開発協会

この報告書は、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実施した「第5世代の電子計
算機に関する調査研究」の一環としてとりまとめたものであり
ます。



序

この調査報告書は、当財団が、財団法人未来工学研究所に調査委託した「第5世代コンピュータの技術開発計画設定手法の実用化研究」の結果を取りまとめたものです。

1990年代の実用化を目指した第5世代コンピュータは、情報化社会において、より国民生活と密着したものが要求されるものと考えられます。この研究開発プロジェクトは、目的と効果の重大さと目標達成の困難さにおいて、従来のコンピュータ開発プロジェクトの場合より、一段と増加していると考えられ、その研究開発には、従来の方法とは異ったマネジメントの革新が必要であると存じます。

このような考えから、大規模プロジェクトについての研究開発マネジメント手法として、PATTERN法についての実用化研究を行なうこととしたものです。調査研究は、第5世代コンピュータ研究開発計画の設定における手法の位置づけ、PATTERN法の概要、適用法の研究からなっております。ここに、調査研究にご協力を頂いた関係各位及び委員、研究員に厚く感謝するとともに併せて本書に対して広く建設的な意見を賜わり、わが国コンピュータ技術の発展に貢献することを念願する次第です。

昭和55年3月

財団法人 日本情報処理開発協会

会 長 上 野 幸 七

「第5世代コンピュータの技術開発計画設定手法の実用化研究」

目 次

1. 研究の概要	3
1.1 研究の背景と目的	3
1.2 研究の範囲	4
1.3 研究成果の概要	4
2. 第5世代コンピュータの計画設定における手法の位置づけ	9
2.1 計画設定の範囲	9
2.2 計画設定に必要な情報	12
2.3 計画設定のフロー	14
2.4 計画設定のフローにおける手法の概略	19
2.5 計画設定のフローにおける手法利用のシナリオ	26
3. PATTERN法の概要	31
3.1 PATTERNの目的と概念	31
3.2 関連樹木と評価	33
3.3 ステイタスとタイミング	37
3.4 技術連関	42
3.5 方法のまとめ及び意思決定点	44
3.5.1 構 造	44
3.5.2 各要素の重要度評価	45
3.5.3 総合重要度の計算	46
3.6 総合的結論	50

4. 第5世代コンピュータへのPATTERN法の適用法の事例研究	61
4.1 研究の目的	61
4.2 研究の方法	61
4.3 適用モデルの作成	61
4.4 評価手法の作成	75
4.5 評価の実施と結果	88
4.6 手法適用上の留意点	88
5. 研究開発の推進に関する総合研究	99
5.1 総合研究の必要性	99
5.2 課題の性格からみた研究開発推進方式	102
5.3 プロジェクトの発展段階と効果的マネジメントの方法	107
5.4 効果的マネジメントを実現するための留意点	108
資料	117
資料1 クロスインパクト・ストリックス法	117
資料2 機能類型の抽出に関する提案	122

第1章 研究の概要

1. 研究の概要	3
1.1 研究の背景と目的	3
1.2 研究の範囲	4
1.3 研究成果の概要	4



第1章 研究の概要

1.1 研究の背景と目的

わが国の戦略的な産業分野の1つであるコンピュータ産業は、近年まではIBMをキャッチ・アップの対象として発展してきた。その発展の過程では、部分的にはIBMの生み出した技術に依存しつつ、IBM機種よりコスト/パフォーマンスの高いコンピュータを開発・生産し、市場競争力を高めて、日本や世界のコンピュータ・マーケットのシェアを拡大してきた。したがってその際のコンピュータ開発の目標には殆んどIBMの新型機種が参考にされていると言ってよいであろう。

ところでこのようにして成長してきたコンピュータ産業も相当程度IBMやその他の海外コンピュータ・メーカーとの競争力を持つに至り、もちろん次期の新型機種の競争力向上には最大の努力を傾注しながらも、その先の機種として1990年代の実用化を目指してどのようなコンピュータを開発したらよいかを、独自に、長期的展望を持って検討しはじめるべき段階に到達している。

コンピュータの需要分野については、産業技術の発展や消費生活の向上から、コンピュータ・コストの低下がはかられるなら巨大な新需要が開ける見通しが立ち始めている。

さらに技術面では、超LSIに代表される各種デバイス技術の飛躍的な発展が、このようにして要求されるコスト・ダウンを実現する有力な手段を提供すると見られている。また同時に現在までのコンピュータの基本的な概念であるノイマン式については、将来においてソフトウェアの巨大化がコスト・ダウンを妨げかねないことが予測され、これを克服するための非ノイマン式コンピュータ・アーキテクチャの基礎的な研究開発が行なわれはじめ、各種の新デバイスが非ノイマン式コンピュータの実現を支援すると見られている。

このような状況において、通商産業省は1990年代の巨大なコンピュータ需要に応え、産業育成と国民生活の向上を目指して、“第5世代コンピュータ”の研究開発プロジェクトを発足させる準備を開始した。第5世代コンピュータとは

1990年代に実用化されるコンピュータであり、このプロジェクトの特徴は、時間的規模の点でも、基盤となる技術に要求される発展の程度においても、目標とすべきコンピュータ利用状況の不確定さの程度においても、従来のコンピュータ開発プロジェクトとは相当に異なるものである。それは、従来のような参考にするべき模範回答がなく、プロジェクト推進の不確定性が大きい。そのために研究開発プロジェクトの推進においては、より高い創造性を発揮させるとともに、コンセンサスを形成しつつ組織力を活用し、冷静に事態を見究めるプロジェクト・マネジメントが必要になることを意味している。そこで、このような研究開発のマネジメント改善の要請に応えるために、計画設定の支援手法であるPATTERN法を取りあげ、その手法を第5世代コンピュータのケースにおいて利用するための準備として、適用法の研究を行なうものである。

1・2 研究の範囲

第5世代コンピュータ調査研究委員会が調査研究活動を行ない、資料を作成し、とりまとめを行なって研究開発計画を設定していく過程では、PATTERN法が有効と考えられる。そこでその手法の適用方法を研究する。またプロジェクトのマネジメントのあり方も研究する。

研究項目は下記の通りである。

- ① 提案された課題の体系化支援手法の研究
- ② 計画設定支援手法の研究
- ③ 研究の進め方に関する総合研究

①、②では計画設定に際してのPATTERN法の利用が円滑化されるように、第5世代コンピュータへのPATTERN法適用の雛形を作成し、適用に際しての問題点や留意点をとりまとめる。③では研究開発プロジェクトの推進方策を研究する。

1・3 研究成果の概要

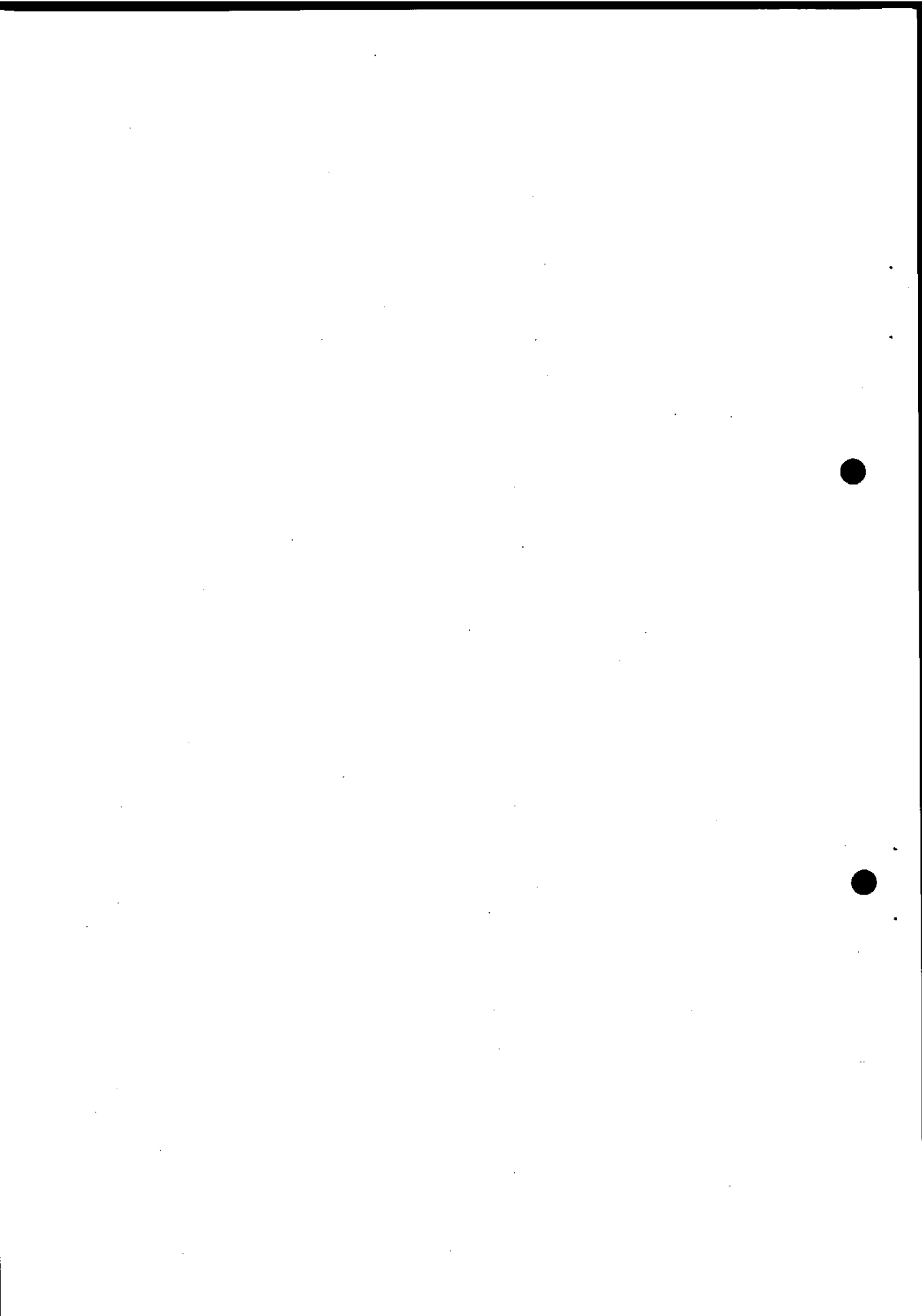
第2章では、第5世代コンピュータの計画設定の過程を整理し、そこで計画設定の支援手法としてPATTERN法を利用する場合の役割・効果と限界を明らかに

した。さらにクロスインパクト・マトリックス法の利用法も説明し、手法利用のシナリオを作成した。

第3章では、PATTERN法の基本的なフィロソフィーを整理し、事例に沿った説明をすることにより、次年度の計画設定のための理解と活用を促進する準備を行なった。

第4章では、第5世代コンピュータの利用の事例として老令化に対する医療システムを、さらにその下位のサブシステムとしてはデータ・ベースを取り上げ、体系化（関連樹木の作成）を行ない、評価基準を設定して、関係者による評価の試行を実施するとともに、第5世代コンピュータの計画設定にPATTERN法を適用する場合の留意点・問題点を整理し、次年度の適用への準備を行なった。

第5章では、第5世代コンピュータの技術課題の性格から考えられる研究開発推進方式を検討し、効果的マネジメントを実現するための留意点や今後の課題を明確化した。



第2章 第5世代コンピュータの 計画設定における手法の位置づけ

2. 第5世代コンピュータの	
計画設定における手法の位置づけ.....	9
2.1 計画設定の範囲	9
2.2 計画設定に必要な情報	12
2.3 計画設定のフロー	14
2.4 計画設定のフローにおける手法の概略	19
2.5 計画設定のフローにおける	
手法利用のシナリオ	26

第2章 第5世代コンピュータの計画設定における手法の位置づけ

本章では第5世代コンピュータの企画・立案から研究開発プロジェクトの研究開発計画の決定に至る計画設定の過程を整理し、その計画設定の流れの中で本研究が取り上げた手法の果たしうる役割を概説する。

2・1 計画設定の範囲

一般に研究開発と言っても、その種類は極めて多様である。最終的な技術目標に対する発展段階から見て、基礎研究、応用研究、基礎開発、高次開発などと言う分類が成り立つ。これを図2-1に示す。この発展段階に応じて、予算を確保して研究開発をスタートさせるまでの方法は相当に異なる。すなわち基礎研究では問題となっている対象のメカニズムの解明や新知識の発見が目的となり、大学や国公立の研究機関がその主な企画・推進者となる。他方高次開発では社会に機能する“モノ”を作ることが目的であり、達成すべき目標が明確化され、巨額の

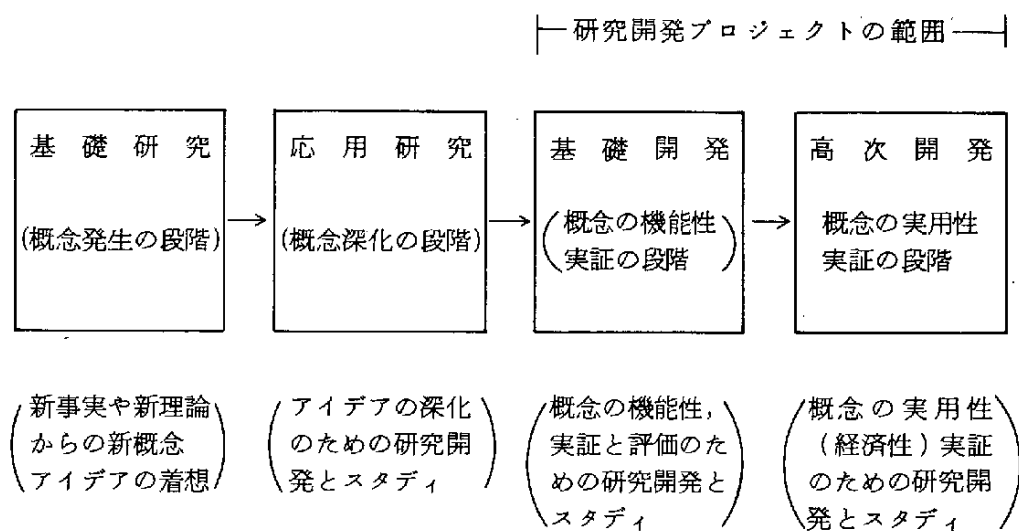


図2-1 システムの研究開発の発展のプロセス

資金が用意され、企業の研究部門も企画・推進に大きくコミットする。

さらに研究開発には単独研究、プロジェクト研究という分類も可能である。この分類は、前者が単独ないしは数人で研究開発を行なうのに対して、後者は種々の機関ないしは部門を組織化して研究開発を推進しようとするものである。事例としては核融合研究のように基礎研究でありながら投資額が巨大で、プロジェクト研究として推進されるものもあるが、一般には基礎研究や応用研究は単独研究として推進され、必要資金は小さく、基礎開発や高次開発はプロジェクト研究として推進される。ただし、応用研究でもプロジェクト研究として推進されることがある。

これらの分類以外に、エネルギーとか電気通信、情報処理などの技術分野における分類もあり、研究開発プロジェクトの企画・立案にはそれらの技術の特徴も反映される。

さてこれらの多くの分類のうちでも近年とくに研究開発マネジメントについて改善が要求されているのは、応用研究から基礎開発へ移行しつつあるプロジェクト研究である。というのは、従来は新技術のシーズを海外に求め、それを日本で模倣的に育てる（直接的に高次開発からスタートする）場合が大部分であったが、日本の技術力の向上や先進国民間企業の技術移転ポリシーの転換などの様々な状況変化から、日本が独自に技術を育てる必要性が生じてきたためである。本研究の対象となっている「第5世代コンピュータの技術開発」もこのような状況から研究開発プロジェクトの企画・立案に関するマネジメントの改善が要求されている事例と考えられる。そこで以下では応用研究を終了して基礎開発に着手するための研究開発プロジェクトの企画・立案に研究の対象を限定して、手法の位置づけを整理していく^脚

脚 “第5世代コンピュータの研究開発プロジェクト”と言っても、まだ第5世代コンピュータの目標に関するコンセンサスが成立しているわけではないため、その目標に至る現在の技術開発課題の技術進歩のステータスについても、コンセンサスが成立しているとは思えない。目標（候補）によってはステータスが高く概念が比較的明確化されており、プロジェクトとしてスタートできる素地のあるものから、ステータスが低く概念が未熟で、プロジェクトのスタートまでにまだ研究を必要とするものもあろう。この観点に立てば“応用研究を終了して基礎開発に着手する……”は必ずしも正確な表現ではないが、全般的に議論が大きいからはずれることはないと思われる。

一般に応用研究の成果が有望と見込まれ、その研究成果を受けて本格的な国の研究開発プロジェクトがスタートする場合には、図 2-2 に示すように、研究開発計画（長期および初年度）の作成、予算要求、予算決定、長期研究開発計画の調整と初年度研究開発計画の決定があり、実施者が決定されて、初年度の事業がスタートする。このような計画立案のプロセスで最も困難なのは長期計画の作成である。というのはここで研究開発目標が選ばれることが必要だが、その際に目標を達成することの技術的可能性が技術予測によって見当づけられ、さらに目標が社会的に貢献する（国が投資する価値がある）ことが予測されねばならず、この双方の予測の妥当性・客観性を評価するのが困難で、またそのために合意形成が困難となるためである。逆にこのような予測の結果として目標が決定されてしまえば、目標を達成するための研究開発計画の詳細化は比較的容易と考えられる。また目標が変わらないかぎり、予算決定後の長期研究開発計画の調整と初年度研究開発計画の決定も容易と見られる。

このような観点から、企画・立案に関するマネジメントの改善の最大の重点は

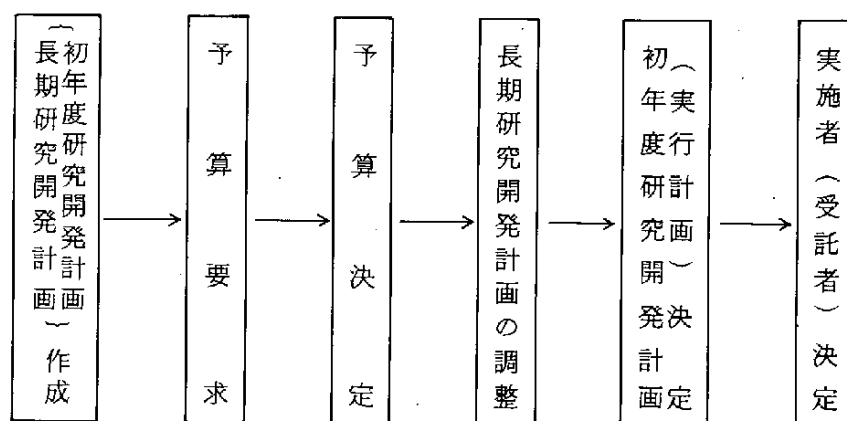


図 2-2 国の研究開発プロジェクトの立案・決定過程

長期研究開発計画の作成にあることが分り、本手法研究で対象とすべき計画決定は図2-2の最初の枠に限定してよいと考えられる。以降ではその前提に基いて議論を進める。

2・2 計画設定に必要な情報

長期間にわたる研究開発プロジェクトの計画は、10年以上になると一般には、長期計画、中期計画、年度計画の3つの計画レベルで作成される。この場合、長期計画は中期計画の目標となっている中間目標を経て最終目標に到る基本的な開発路線を示すことになる。この路線は通常は複数存在しうるものであり、路線の決定は代替的路線案の選択によって行なわれる。すなわち、一般に最終目標案は複数存在しうるものであり、各々の最終目標案を達成すべき代替的路線案も複数存在しうるものであり、作成された（明確化された）複数の代替案の比較によって、開発路線が選ばれる。このときの比較の内容は、それが定量化されているようが専門家の洞察によるものであろうが、つきるところ研究開発がもたらす社会的な効果と研究開発に必要な投資額に関するコスト／パフォーマンスとなる。この比較ではまず目標案が選ばれ、それと同時に、ないしは次に、それを達成するための路線が選ばれる。

このようにみると、今後の議論のための計画設定の過程に必要な情報は、代替案の作成と比較に関する情報であり、この観点から計画設定の必要情報を列挙・整理すると次のようになる。ただし代替案は目標と中間目標を含む研究開発計画を示すものとする。

必要情報の種類

(a) 研究開発目標の使命と使命達成への効果

国の資金を投入して研究開発プロジェクトが推進されるためには、技術的に達成された研究開発目標（時期と性能など）が実用化され、時代の要請に応じて社会に貢献することが期待される。その使命（用途・需要）と使命達成への効果が定量的と定性的とを問わず把握されている必要がある。

(b) 目標システムの概念

(a)で述べた性能などを現実化するための目標システムの概念を明確化しておく(限定する)必要がある。1つの(a)の使命案に対して2つ以上の目標システムの代替案があることは一般的であり、目標システムが異なればそれを実現するために直面する問題点や研究開発テーマも異なってくる。すなわち研究開発の路線が異なるわけであり、この点から目標システムの概念は明確化される必要がある。

(c) 上記の概念の技術的問題点と研究開発テーマ

1つの目標システムの概念毎に技術的問題点(技術課題)が整理される。1つの技術的問題点(技術課題)には原則として1つの解決策が存在する。この解決策は研究開発テーマとなる。(システムのハイアラーキの観点から見て、システムの概念に影響を与えない下位のレベルにおいては、2つ以上の代替的解決策が存在しうる。しかし影響を与える場合は、別の目標システムの概念として扱われるので、原則としては1つの解決策となる。)

現実目標システムを形成する過程では、技術面からの可能性の検討を経て目標システムの概念が形成される。それと同時に技術的問題点が整理される。それを考えると目標システムの概念を先に置いて、それに技術的問題点を対応させる扱いは不自然だが、後の体系化(関連樹木の作成)との関係で、ここではこのように扱っておく。

(d) 研究開発テーマの発展段階と実現までの所要期間

直面している技術的問題点が解決されて実用化がはかられる段階から見て、現在はどの発展段階にあり、実現までにどの程度の期間を要するかを明確化しておく。これは研究開発テーマ設定のタイミング(線表における位置づけ)の決定に際して利用される。実現までの所要期間は研究開発投資の姿勢(毎年の予算額を大規模化するか否か)に左右されるが、通常は現状延長的ないしは一般的な投資の姿勢を前提として推定がなされる。

(e) 研究開発テーマの必要投資額

研究開発テーマの遂行に際しての必要投資額は、研究開発の成功にどの程度

のリスクを予想するかによって異なる。例えばリスクを減少させるためには、同様なテーマを2つ以上の別機関に実施させるなどの方法があり、この場合には必要投資額は倍増する。このようにリスクと研究開発の方法に関する前提によって必要投資額は大きく変わるわけだが、まず最初は(d)で述べた現状延長的ないしは一般的な投資の姿勢(平均的なリスク)を前提として必要投資額を推定する。後の計画案の詳細化に際してこれらの額は前提の決定とともに調整されることとなる。

(f) 研究開発目標と研究開発テーマの相互関連性

第5世代コンピュータの研究開発目標としては現在のところ機能分散システムが有力案として検討されている。この場合には、研究開発目標は様々な機能についての目標の組合わせとなる。このように研究開発目標が複数ある場合には、異なった目標に対応した研究開発テーマに同じ目的や内容、ないしは類似した内容のものが存在しうる。これらの研究開発テーマはそれぞれ別々に扱うより、一括して扱うか相互関係を考慮して扱う方が効率的であり、そのようなスケジュール化がはからなければならない。

以上に述べた(a)～(f)の情報に基づいて研究開発目標の代替案と開発路線が選択され、研究開発計画が作成される。研究開発計画は要求される詳細さに応じて研究開発テーマの手順やタイミング、目標に到るまでの途中のマイルストーンを含む線表やネットワークとして作成される。以下ではこれらの情報を取り込む現実的な過程に戻り、手法の議論にはっていく。

2・3 計画設定のフロー

計画設定における目標案の作成は前述したように、規範的には、社会面に関するニーズの予測と、技術面に関する可能性の予測を融合させて行なわれる。この際に技術面に関する可能性が確認されるためには、技術的問題点や研究開発テーマまで掘り下げた検討が必要となる。

さて目標の選択は代替的な目標案の比較によってなされるわけであり、それが可能となるためにはすべての目標案毎に技術的問題点や研究開発テーマが掘り下

げられて、判断に必要な情報が整理されている必要がある。この情報には前節で述べた(a)～(f)が該当する。このような作業は研究開発目標案の数が多ければ多い程に、また関連する研究開発分野が広範になればなる程に、膨大になる。

一般には研究開発目標案が詳細化されればされる程に、比較・選択の精度は向上するが、そのために必要となる作業量は飛躍的に増加する。そして目標の選択後に不必要となる情報量も飛躍的に増加する。このような無駄を避けるためには、目標案の選択の段階では(a)～(e)に関して大きい問題の洩れを生じない程度に粗くつめておき、目標案を選んで後に計画案を作成する際に、より狭い範囲の対象(目標)について(a)～(f)に関して詳細に検討することとなる。例えば計画案作成について1の深さの検討が必要である場合、目標案の選択では0.2～0.3程度で済ませるといやり方である。以下にこのような方法が第5世代コンピュータのケースについてどのように展開されていくかを見ていく。

第5世代コンピュータ開発における計画設定のフローを図2-3に示す。計画設定は2年間にわたって行なわれ、前半で社会予測と技術予測が行なわれ、後半では目標設定から具体的な計画案の作成が行なわれる。周知のように各種の予測を行ない、かつ様々な技術情報を検討・作成するために、社会環境分科会、アーキテクチャ分科会、基礎理論分科会が設けられており、本委員会が全体議論の方向付けと調整を行なうようになっている。

このような方法が従来の国の研究開発プロジェクトの企画・立案の過程と異なる点は、コンピュータの場合もその例外ではないと見られるが、目標を選ぶまでの方法にある。すなわち従来の場合は、日本の技術開発が総体として2番手主義であったことが強く影響しているのだが、海外の研究開発プロジェクトの目標や技術水準を参考にして研究開発の目標を設定していた。そのために日本の技術力で可能と見られる技術目標が設定されとしても、日本の社会予測に基づいてニーズを分析し、そのニーズと技術的可能性を融合させて研究開発目標を選ぶことは、殆んどなかったと言ってよい。結果的に見ればこの投資の姿勢は非常に効率がよく、また2番手主義としての進み方が早かったために経済摩擦を引き起こし、またその進歩とともに対外的圧力も相俟って、2番手でない独自の研究開発目標

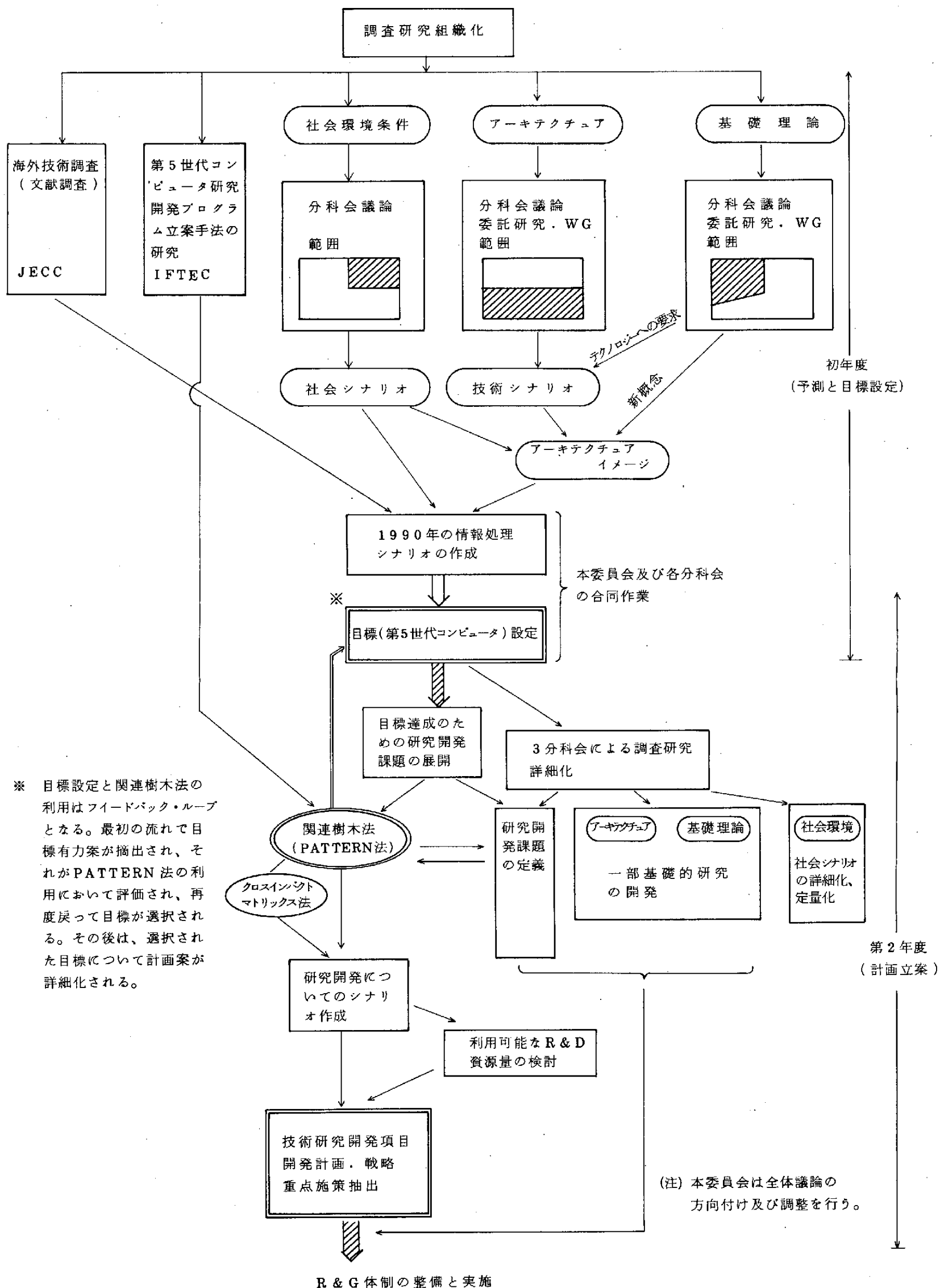


図2-3 計画設定のフロー (当初案)

の選択と研究開発計画案の作成を指向する気運が生まれている。これが社会予測と技術予測を融合させて研究開発目標を設定するという図2-3の目標設定の方法に現われており、従来の方法との顕著な相違点である。また従来の方法と異なる新たな試みであるだけに、方法的になじみにくく、最も困難な作業と言ってよい。妥当な目標が選ばれてしまえば、その後の計画案の具体化・詳細化は従来どおりの方法で比較的容易に行なえよう。

上述したような計画設定の核心となるべき目標設定を、図2-3を用いて説明すると、ほぼ次のようになる。まず情報処理シナリオを前提として、第5世代コンピュータとしての有力な研究開発目標(代替)案を摘出する。次にそれらの目標案を達成するための技術的問題点や研究開発テーマを明確化・整理する。これについては本節の初めに述べた程度に(大きい問題を生じないことを条件として粗く)行なう。これらの情報・資料を用いてPATTERN法を適用し、研究開発目標を評価する。次に目標設定に戻り、評価結果と他の様々な条件を加味して目標を選択する。次に選択された目標に関する研究開発テーマを詳細化するとともに、研究開発テーマ間の相互関連性や利用可能な資源量を検討し、研究開発計画案を作成していくこととなる。

2・4 計画設定フローにおける手法の概略

現実の計画設定のプロセスに手法を適用する場合には、手法の適用目的(手法に何の役割を期待するか)と、手法の適用限界(手法でどこまで主張できるか)を正しく把握しておく必要がある。本研究では関連樹木法(PATTERN法)だけを適用研究の対象にとりあげているが、図2-3の計画設定のフローではPATTERN法とクロスインパクト・マトリックス法が描かれているため、ここでは両者の目的と内容をフローへの位置づけに必要な範囲で簡単に説明し、手法の目的と適用限界を把握して、次節の手法の利用シナリオの準備とする。なおPATTERN法の基本的な考え方やフレームワークの詳細は次章で説明され、第5世代コンピュータにPATTERN法を適用する場合に参考にすべき雛形的事例については第4章で説明される。

(1) PATTERN法

(a) 目的

ごく少数の人間ではカバーできないような広範な研究分野において、多くの専門家（異分野）の見解・判断を集約し、今後研究開発の努力（effort）、プロジェクトの明確化・詳細化の努力を集中すべきプロジェクトや技術的問題点を示す。これによって、意思決定の判断の適正化をはかるとともに、合意形成を促進する。

第5世代のコンピュータの場合

第5世代コンピュータの場合について言えば、研究開発目標としては、分散システムを含むシステムのサブ・システム（機能）が候補に挙げられているわけだが、もしそうなら、どの機能についてどの程度の目標（性能等）を達成することが最適なのかという点で、目標候補を限定（ある場合には選択）する。そして同時にその目標候補を実現するための適切な方式（概念）や研究開発テーマを示す。また研究段階が未熟で目標概念が不明確な場合には、目標概念明確化のために努力を集中すべき分野を示す。これらの検討を社会システム案や目標案について並列的にかつシステムティックに行なうことによって、検討分野の洩れをなくし、同時に合意形成が促進されることとなる。

(b) 内容

① 体系化

将来において必要となりうる政策課題や使命ないしは社会的ニーズとプロジェクト（システム開発）の関係、さらにプロジェクトと要素技術や技術的問題点の関係を明確化する。この関係では有力と見られる政策課題の代替案、使命や社会的ニーズの代替案、さらに下位の開発目標となりうるシステムの代替案やその下位の要素技術の代替案などが、上位に対する必要関係や代替関係が明確にされて、体系立って整理される。

② 評価

様々な判断のレベルや専門分野毎に努力を集中すべきプロジェクトや技術

的問題点を評価し、最後に総合的な評価結果を得て、それを比較・分析することによって最適な代替案の対象候補を限定し、ある場合には選択を可能とする。

第5世代の場合

① 体系化

第5世代コンピュータの計画設定にPATTERN法を適用する場合の体系化の骨子の事例を図2-4に示す^(註)。ここでは関連樹木は利用分野から技術的問題点(技術課題)まで5段階に分けられている。アプリケーションより上位をインタレスト・フィールド、機能類型より下位をコンセプト・フィールドと呼ぶ。このようにして将来実現しうる社会システムと技術システムが整然と体系化され、次の段階の評価の準備がなされる。

② 評価

インタレスト・フィールドについては社会システムやその代替案が評価対象になっているので、社会的ないしは国家的な見地から評価が行なわれる。評価の視点(評価基準)としては、第5世代コンピュータの開発の社会的・国家的な目標が該当する。事例としては、省資源、省エネルギー、産業育成、余暇の増加、ライフサイクルへの適合などがある。評価は意思決定者やその分野に精通した専門家が各評価基準毎に別々に行ない、関連樹木の1つの分枝毎に“第5世代コンピュータの開発を通じて「評価基準」の達成を促進する場合、どの要素にどのように努力(effort)を投入すべきか”、を相対的に評価する。

またコンセプト・フィールドについては技術システムやその代替案が評価

(註) 作成された体系図には様々なものが存在しうるが、一貫している原則はより上位(インタレスト・フィールド)では将来の代替的な社会システムが整理されていることであり、その下位(コンセプト・フィールド)では将来の代替的な技術システムが整理されていることである。その意味では体系化(関連樹木の作成)では将来起こりうる(起こしうる)状況がシステムの的に整理される。

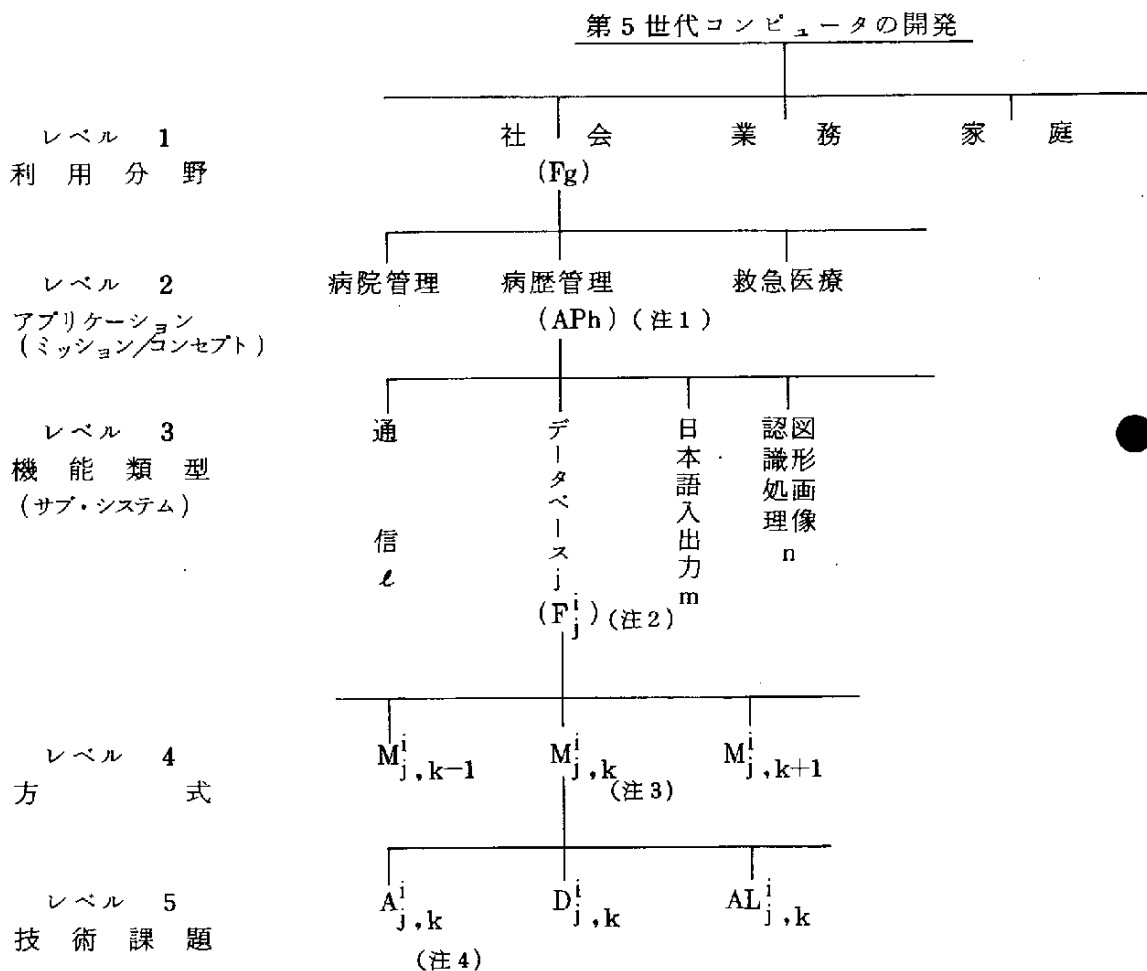


図 2-4 体系化 (PATTERN法の関連樹木) の骨子の事例

(注1) APh はh番目のアプリケーションを示す。この事例にある1990年代の病歴管理は、その対象とする団体の特性、またカバーすべき病種や情報の詳細によって、その内容が多様に存在すると見られる。その種類別がなされて、はじめて下位のサブシステムへの展開がなされる。もし種類別がなされ、代表的な病歴管理が2つ以上出された場合には、ミッション(使命)とシステム・コンセプトを共用させているこの表現法は不適切となり、レベル2とレベル3の間にシステム・コンセプトのレベルを挿入する必要がある。この考え方は他のアプリケーションについても同様である。

(注2) F_j^i はi番目の機能 F^i のj番目の仕様を示す。この事例にある1990年代のデータ・ベースは、上のアプリケーションで述べたのと同様に様々な種類が存在し得る。この仕様は上位のニーズ面からの要請と同時に、下位の技術面からの可能性が保証されて、はじめて成立し得る。このようにして決まる仕様が多数存在し得る場合、現時点でそれら全部を対象とするのは得策ではない。現時点ではそれらのうちの開発の対象とすべき典型的な事例をとり上げ、将来の商用化の時点で多様に対応できるように備えておけばよい。この観点から、i番目の機能 F^i について多様に存在しうる仕様を類型化し、機能類型 F_j^i を設定した。この考えはデータ・ベース以外の機能についても同様である。 ℓ , m , n はそれぞれの機能の ℓ 番目、 m 番目、 n 番目の類型を示している。

(注3) $M_{j,k}^i$ は機能類型 F_j^i を実現する方式が2つ以上あり、それらがともに有力案となっている場合、その有力な方式代替案のk番目を示す。 $M_{j,k}^i$ でサブ・システムのシステム概念が決められる。

(注4) $A_{j,k}^i$, $D_{j,k}^i$, $AL_{j,k}^i$ はそれぞれ $M_{j,k}^i$ を実現するためのアーキテクチャ分野、デバイス分野、アルゴリズム分野の技術課題を示す。

(注5) 体系化作業は相当に困難になると思われる。主要な困難さは、社会予測からアプリケーションを詳細化する際に技術的可能性を無視することができず、技術予測から機能を類型化する際にアプリケーションを無視することができない点にある。結果的には社会面についても技術面についても開発対象とすべき代表例が挙げられることが最重要で、そのための試行錯誤が必要である。

対象となっているので、技術的実現の有利さ（研究開発活動のコスト／パフォーマンス）が評価の視点となる。評価基準の事例としては、開発対象の技術が実用化された場合のコスト／パフォーマンス、要求条件との適合性、さらに開発の過程で問題となる技術的達成可能性、実現までの研究開発投資額などが該当する。研究開発活動のコスト／パフォーマンスの観点からは、これらの評価基準を独立に扱うことは不適当と見られ、結局はこれらの全体について、“総合的に「評価基準」を考慮した場合、上位要素を実現するためにはどの要素にどのように努力（effort）を投入していくべきか”、を相対的に評価する。評価者はそれぞれのレベルの意思決定者や、その分野に精通した専門家である。

次にインタレスト・フィールドとコンセプト・フィールドを通じて全レベルの評価値を総合化し、社会面と技術面の双方から見て研究開発の努力を投入すべき程度が様々な代替案毎に示される。この様にして研究開発の投資の対象とすべき代替案が絞られることになる。各種の代替案を同等に扱い、そのうちで開発対象とすべき代替案を絞り込むまでが PATTERN 法の役割りであるとともに、手法の適用限界でもある。PATTERN 法の評価結果だけから目標を選択するのは適当ではないであろう。なお第 5 世代コンピュータの開発目標としては、コンピュータ普及の性格（コンピュータ利用そのものが社会的な目的となるわけではない）から見てアプリケーション・レベルは該当せず、機能類型レベルが該当することとなろう。すなわち多くの機能のそれぞれにおいて代表的な類型が選択され、選択されたそれぞれが研究開発目標になるとともに、その機能類型の組合せが第 5 世代コンピュータの描像を形成することとなろう。またこれらのコンピュータは商用化機種的一段階前の“第 5 世代プロトタイプ”であり、この技術を参加メーカが活用して商用化機種の第 5 世代コンピュータが開発されることとなろう。

(2) クロスインパクト・マトリックス法

様々な事象の出現を予測する場合に、出現する事象間の相互作用を考慮した場合と考慮しない場合では、出現の確率が異なってくる。例えばコンピュータの発

展を予測する場合、通信技術の発展を考慮した場合としない場合では結果は大きく異なる。この種の相互作用は大きく分けると2種類存在する。

まず第1は、ある種のシステムが実用化されて新たな市場が創成され、別のシステムの出現が促進される場合である。市場で競合的な場合には実現が抑制されることもある。この相互作用は社会シナリオの作成で考慮される。もう1つは、異なったシステムを実現する際の技術的問題点が同一か類似しており、片方のシステムの実現が他方のシステムの実現を技術的に促進する場合である。これは技術開発シナリオの作成で考慮される。このように2種類の相互作用があるうちで、第5世代コンピュータの計画設定のフロー（図2-3）においては社会シナリオは目標設定の前に作成されており、その際に前者の相互作用は検討されている。したがって同図では技術的な相互作用に関するクロスインパクト・マトリックス法が目標設定の後で適用されることが期待される。

クロスインパクト・マトリックス法の研究は、手法面では特に数学的にいくつかの試みがなされているものの、その数量化の意味と精度となるとまだその結果を尊重しうるまでに発展しているとは思いにくい傾向がある。（その数値化の事例をも含めて、クロスインパクト・マトリックス法の簡単な資料を巻末の資料1に添付しておく。）むしろいたずらに数量化に走るよりも、クロスインパクト・マトリックスの要素に技術課題の相互作用の意味内容を記入し、研究開発計画の作成に際して、研究開発テーマの手順の設定や重複する研究開発の防止などのために利用することがより本質を捉えた利用法になると思われる。

技術課題に関するクロスインパクト・マトリックスの形式例を表2-1に示す。マトリックスの要素には、列の要素の実現（解決、完成）が行の要素の実現（解決、完成）に与える影響を記入する。このようなマトリックス表を計画設定の過程で作成・利用することにより、一層合理的な研究開発計画を作成することができる。ただしこのマトリックスを使ってテーマの手順を決める方法は未完成であり、ケース・バイ・ケースで使いわけることとなるだろう。

最後に、計画設定フロー（図2-3）では、クロスインパクト・マトリックス法の成果が目標の分析に影響を与えることはないことになっている。現実には大

表 2-1 第 5 世代コンピュータの計画設定のフローで用いる
クロスインパクト・マトリックスの形式の事例

技術課題 技術課題	-----	$A_{j,k}^i$	$D_{j,k}^i$	$AL_{j,k}^i$	-----	$A_{q,r}^p$	$D_{q,r}^p$	-----
-----		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$A_{j,k}^i$	-----		$A_{j,k}^i \rightarrow D_{j,k}^i$	$A_{j,k}^i \rightarrow AL_{j,k}^i$	-----	$A_{j,k}^i \rightarrow A_{q,r}^p$	$A_{j,k}^i \rightarrow D_{q,r}^p$	-----
$D_{j,k}^i$	-----	$D_{j,k}^i \rightarrow A_{j,k}^i$		$D_{j,k}^i \rightarrow AL_{j,k}^i$	-----	$D_{j,k}^i \rightarrow A_{q,r}^p$	$D_{j,k}^i \rightarrow D_{q,r}^p$	-----
$AL_{j,k}^i$	-----	$AL_{j,k}^i \rightarrow A_{j,k}^i$	$AL_{j,k}^i \rightarrow D_{j,k}^i$		-----	$AL_{j,k}^i \rightarrow A_{q,r}^p$	$AL_{j,k}^i \rightarrow D_{q,r}^p$	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$A_{q,r}^p$	-----	$A_{q,r}^p \rightarrow A_{j,k}^i$	$A_{q,r}^p \rightarrow D_{j,k}^i$	$A_{q,r}^p \rightarrow AL_{j,k}^i$	-----		$A_{q,r}^p \rightarrow D_{q,r}^p$	-----
$D_{q,r}^p$	-----	$D_{q,r}^p \rightarrow A_{j,k}^i$	$D_{q,r}^p \rightarrow D_{j,k}^i$	$D_{q,r}^p \rightarrow AL_{j,k}^i$	-----	$D_{q,r}^p \rightarrow A_{q,r}^p$		-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

(注) マトリックスの要素には、列の要素の実現が行の要素の実現に与える影響が記入される。

部分の場合がそうだと思う。しかしもしこのマトリックス法での分析の結果から、ある代替案の技術課題が他の先行する技術課題と相当に類似しており、その代替案の研究開発のコスト／パフォーマンスが改善される場合が考えられる。もしこのような場合は、改善の程度にもよるが、研究開発目標の選択の見なおしとなされることが望まれる。

2・5 計画設定フローにおける手法利用のシナリオ

本章では第 5 世代コンピュータ計画設定のフロー（図 2-3）を中心として計画設定の過程を説明し、同時に計画設定を支援するために同図に記入されている関連樹木法とクロスインパクト・マトリックス法について説明してきた。そこで本節ではそれぞれの手法利用のシナリオを描き、“計画設定における手法の位置づけ”を終える。

手法利用のシナリオ

①まず第1に社会予測と技術予測をもとに、1990年代のコンピュータのあり方の大筋が描かれる。

②次に社会予測と技術予測（技術課題の検討・整理など）を深化させ、1990年代に実現しうる社会システムやその代替案と技術システムやその代替案、さらに技術課題を体系化したPATTERN法における関連樹木を作成する。

③次にPATTERN法の評価を行ない、各機能の機能類型毎に評価値を集計する。この評価値からそれぞれの機能において研究開発目標となりうる機能類型の数が絞られる。

④次にPATTERN法の評価における評価基準以外の様々な現実的制約（可能な研究開発担当者の能力、研究開発活動の分担、その他）を考慮して、研究開発目標とすべき機能類型を選択する。このような評価と現実的制約の配慮を両立させることによって、社会面においても技術面においても最大公約数的であり、かつ現実離れのしない、より望ましい研究開発目標が選択される。

⑤次に研究開発目標として得られた機能類型の組合わせによって、第5世代コンピュータの描像を作成する。

⑥次に目標の機能類型の下位レベルの評価結果から、目標を実現するための技術案（方式）を選択する。目標の選択と同時に決まる場合もある。

⑦次に方式に関連する技術課題やその課題の発展段階、研究開発テーマ、所要資金などの様々な情報を整理し、かつクロスインパクト・マトリックスを作成し、研究開発の手順を検討しながら、研究開発計画を作成・詳細化していく。

第3章 PATTERN法の概要

3. PATTERN法の概要	31
3.1 PATTERNの目的と概念	31
3.2 関連樹木と評価	33
3.3 ステイタスとタイミング	37
3.4 技術連関	42
3.5 方法のまとめ及び意思決定点	44
3.5.1 構造	44
3.5.2 各要素の重要度評価	45
3.5.3 総合重要度の計算	46
3.6 総合的結論	50

第3章 P A T T E R N法の概要

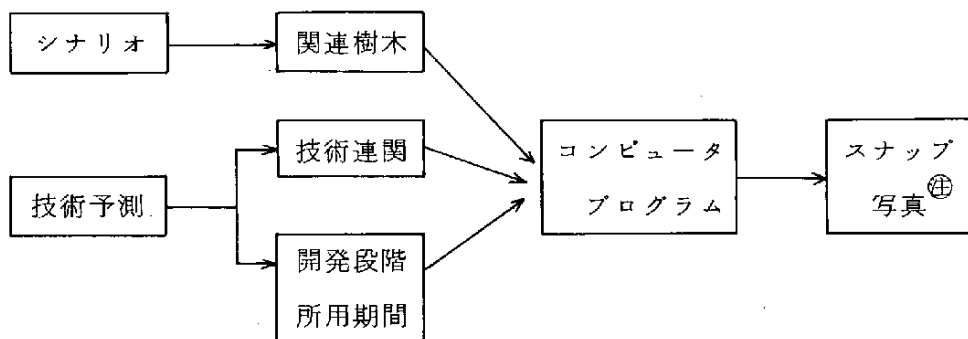
PATTERNとはPlanning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbersの略であり、"技術の関連の度合（政策的および技術的）を評価して計画化を支援する"と訳すことができよう。このPATTERNは米国のハネウエル社が開発したもので、1963年に軍事部門の技術開発計画に関する事例研究が行なわれている。この事例を参考にしながら、第3章では、PATTERN法の概要を説明する。

3.1 PATTERNの目的と概念

PATTERNの目的は、適切な技術データを作ることと、人材や資金などの資源配分プロセスを合理化することである。すなわち、技術開発プロジェクトの選定をより有効に行なうために、各プロジェクトの必要性、その技術を産業界が満たせるか否かの可能性、そのプロジェクトによる技術進歩の可能性等を評価することによりそれらが達成されるわけである。

PATTERNは、まず関連樹木を作ることから始まる。例えば、現在から将来のある時点に至るまでに軍事部門で生ずるであろう技術的ニーズの明確化と評価を目的とする関連樹木を作る。このためには米国と同盟国をとりまく政治・経済・イデオロギー的な状況を広く概観するようなシナリオを書く必要がある。ニーズの評価が済んだら、こうしたニーズを満足させる技術的な能力を産業界が持っているか否かを評価することが重要である。また、国の技術の現状と今後の発展の予測、すなわち技術予測が必要となる。ある分野での技術進歩が他の分野へ波及することは、ここではクロス・サポート（技術の相互支援）と呼ぶ。このクロス・サポートに関する情報も必要である。

以上の技術情報をコンピュータ処理して、将来の需要とそれを実現する技術的能力とを評価したスナップ写真とでも言うべき描像をアウトプットするのがPATTERNの役割である。（図3-1参照）



㊦ 与えられた条件下で得られた、技術に対する
需要とそれを達成するためのイメージ

図 3-1 PATTERN法の構成

〔 一般的评价基準 〕	〔 目 標 〕	〔 レベル (要素数) 〕
国家の存続 脅 威 軍備構成 能 力 国 威	政 治 イデオロギー	A 紛争の形態 (3) B 紛争の文野 (8) C ミッション (46)
コスト効率 要求事項の満足度 科学技術上の意義	システム概念 要求事項 (仕様)	D システム概念 (160) E 機能要素 (425) (サブシステムの仕様)
実現可能性 開発努力 リスク 開発能力の向上 システム機能の向上	技 術	F サブシステム構成 (850) G 技術課題 (2,000)

図 3-2 関連樹木の構成

3.2 関連樹木と評価

図3-2は、国家目標から個々の技術課題に到る関連樹木の各要素の評価を行う場合の基本的な3つのレベルを示している。国家目標に直接に結びついている政治・イデオロギーのレベルでは、大統領や閣領クラスが行なう政治的判断にかかわる変数を取扱うことになる。そして、それらの目標を実現するためのシステム概念やサブシステムの仕様（要求事項）へと関連樹木が展開され、更に技術のレベルでは、国の技術基盤（労働者や産業の技術的能力）が評価に際して問題とされるのである。

図3-2は米国の軍事問題の例について関連樹木の構成を示したものであるが、この場合の上段（レベルA、B、C）での評価に際しては、種々の国際紛争で米国が自由な行動を採れるよう、米国の立場を強化するという観点から比較評価することが重要である。米国の存続を保障し、米国の立場を友好国および敵対国に誇示し、国際世論を有利な方向に導びく、といった観点から関連樹木上の要素を評価することになる。中段（レベルD・E）では、国家目標を達成するための種々のミッション（使命・手段）を遂行する米国の能力をどの分野でどのように向上させるか、が問題になる。コスト効率、武器体系への要求事項（仕様・性能）、科学技術力などの優位性を強化拡充することが、どのシステム概念の分野で緊急に必要とされているかが問題になるわけである。

下段（レベルF・G）では、上段や中段で形成されたシステム概念や要求事項に合わせて技術を向上させるべき分野や技術内容が整理される。ここでは、技術開発のリスク、要求事項への貢献度、コスト、時間的な実現可能性、技術開発の効果が考慮される。

以上の3段階よりも更に細かく、A～Gの7つのレベルに分類できる。図3-2の右の欄に示す第1のレベルは紛争の種類で、3つの要素から成る。第2のレベルは米国の遭遇するであろう紛争の分野で8つの要素から成る。第3のレベルは46項目の要素から成る科学的、軍事的分野のミッションである。第4のレベルでは、160項目の新しい科学および武器のシステムの概念が必要項目としてあげられる。これらのシステム概念は、第5のレベルとして425項目の改善

すべき機能要素へと分解される。さらに850項目の技術のサブシステムに分解され、約2,000項目の改善すべき技術課題へと分解される。

第1, 第2のレベルについてその内容を簡単に述べると次のようになる。第1のレベル(紛争の種類)は, ①戦闘行為, ②非戦闘行為, ③開発の3つに分類される。第2のレベル(紛争の分野)は, 戦闘行為については①世界戦略, ②戦術, ③対暴動の3分野, 非戦闘行為については, ④軍備管理, ⑤威嚇・破壊活動などによる局地掌握, ⑥諜報の3分野, 開発については⑦地球探査, ⑧宇宙探査の2分野, 合計8分野に分類される。そして, これらの分野で成果をあげるために, 第3のレベルとして合計46項目にわたる“ミッション”を達成する必要がある, というように関連樹木が展開されるのである(図3-3)。

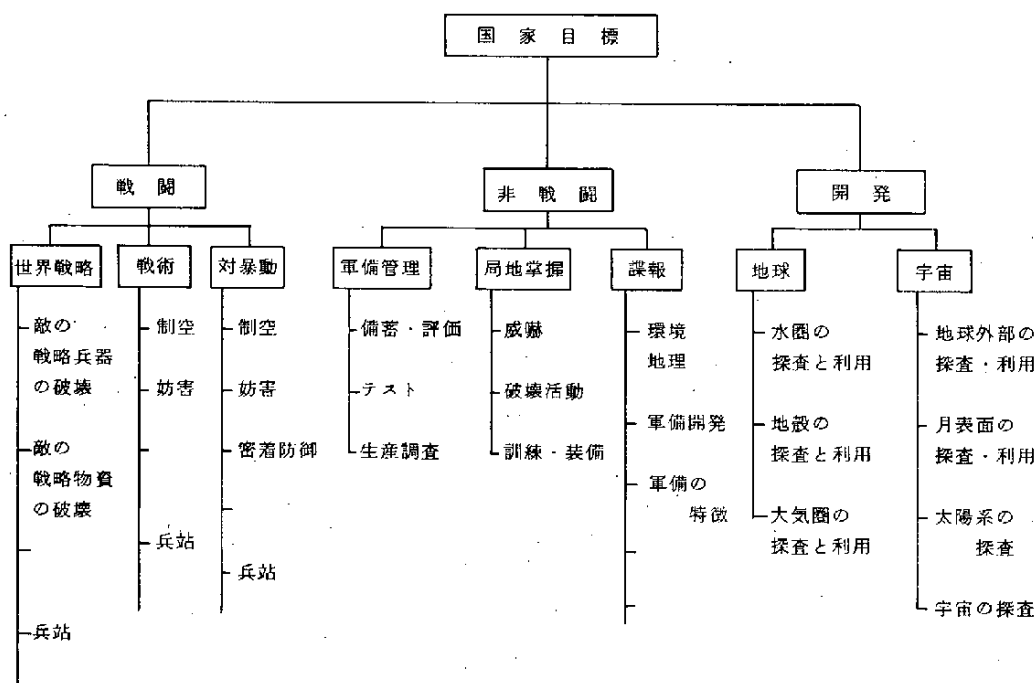


図3-3 関連樹木(第1～第3レベル)

関連樹木の各要素の重要度（その要素を実現する能力を高めることの重要性，

評価基準 重み	国家の存続	立場の誇示	国際世論 の形成	重要度
	0.6	0.3	0.1	
戦 闘	0.6	0.6	0.4	0.58
非戦闘	0.3	0.1	0.1	0.22
開 発	0.1	0.3	0.5	0.20

図 3-4 各要素の重要度評価値の算出法

すなわち投入すべき相対的な努力の量^註）を評価するのは図 3-4 に示す方法で行なう。たとえば，戦闘行為，非戦闘行為，開発のどの分野で我々の能力を高めることが重要かをシナリオに基づいて比較検討することがこの重要度評価になる。20～30年の将来にわたる広範な領域の環境条件を検討した大がかりなシナリオを専門家の手によって作るころから PATTERN は始まるのであるが，このシナリオに基づいて評価を行なう。評価の基準は，国家の存続を保障すること，国の立場を誇示する力を強化すること，国際世論を有利に形成することの3点を考えることができる。図 3-4 に示す方法は，まず第1に横に並べた評価基準の重みづけを行なうが，これは縦方向に並べた関連樹木の要素とは無関係に行なう。各評価基準の重み（ウェイト）合計は1になるようにする。評価基準と重みづけは，評価対象の事業の推進主体のポリシーを表わすことになる。そして次に，国家の存続という判断基準から見て，戦闘行為，非戦闘行為，開発という関連樹木の要素のどの能力向上に最も努力を投入すべきかを比較検討する。図 3-4 に示す結果は，実際の戦闘行為の能力向上が最も重要で，開発の能力向上はそれ程重要ではないことになっている。しかし有利な国際世論の形成という判断基準から

脚 注

（注）重要度とは，評価対象におけるプロジェクトの問題解決（ニーズへの対応）への貢献度とか，問題解決のための必要度などの客観的な量を表わすのではなく，貢献度，必要投資額，技術の難易度などのすべてを考慮したうえでの，配分すべき努力の量（相対値）を示す。客観的に正しいか否かではなく，評価者がどう判断したかが表わされる。

見ると、開発の能力向上が重要視されている。スプートニク・ショックのような事態を避ける必要があるというのがその理由であろう。図3-4のようなマトリックスになった数値を計算することによって、重要度の評価を下すことになる。このマトリックスの数値は、20名の人々によって評価されたものの平均値が用いられている。

このマトリックスの数値を導びき出す方法はPATTERNの基本的な性格を示している。たとえば、2台のTV受像機の性能を比較するとき、SN比、受信帯域巾、コントラスト比などの個々の数値を大がかりな装置と高度な技術知識を用いて定量的に測定して比較する方法があり、また他方、2台の受像機に映る画像を見くらべ、どちらを購入するか決めるといような簡単な方法もある。前者は絶対的評価、後者は相対的評価と言えよう。後者の場合、どの部分を改良すれば良いかについては判断できないが、どちらの受像機が改良をより必要とするかは判断できる。PATTERNにおける評価は後者の方法を採用している。関連樹木の各レベルごとに、用意されたシナリオに基づいてどの要素を強化することがより必要かを相対的に比較し評価する。大がかりな装置と高度な技術知識を用いても、個々の要素について意味のある定量的測定結果を出すことは不可能なことが多いからである。より詳細に、どの部分を強化すべきかを明らかにするには、関連樹木の下の部分で検討を行なえばよいわけである。

関連樹木の下位レベル（第4～第7のレベル）の展開は以下のようにして行なう。PATTERNを実施する委員会をいくつかの分科会に分け、第3のレベルにまとめられたミッションを達成するのにどのような新概念やシステムが必要かを評価する。ここでは、すでに用いられていたり開発が軌道に乗っている概念やシステムは考慮の対象外とする。次の世代の技術システムとして何が重要であるかが問題をわけである。分科会では、たとえばICBM防衛システムの概念を明確にするために、15以上の類似のシステム概念にわたって検討を行ない、そのうちの有力な2つの概念をPATTERNの評価にかけることを決定する、というような第1段の評価選択の作業を行なう。そしてその2つの概念の特性を細かく定義するのも分科会の役割である。46項目のミッションのすべてについて、分科会

で以上のような評価・検討が、ハネウエル社のPATTERNで行なわれた。

以上のそれぞれのシステム概念を形成するサブシステムが関連樹木の第5のレベルで、機能要素と呼ぶものである。機能要素は上位のシステム概念を具体的に機能させるための要素として定義されるもので、ハードウェアの特性から決められるものではない。機能要素とはシステム概念から要求されるサブシステムの仕様だと言えよう。各機能要素の開発段階（ステイタス）と所要期間（タイミング）を考慮しているのは、すでに利用可能であったり製品設計の段階にある機能要素を、研究開発の向上とは無関係なものとして除外することが1つの理由である。これらの開発段階にある機能要素は、それ以下のレベルに関連樹木を展開しない。

各機能要素ごとに、どのようなサブシステムの仕様が要求されるかを明確にして、この仕様をもとに機能要素のステイタスとタイミングが決められる。また、仕様が詳細に決まれば、この仕様を満たし上位のシステム概念に合致するような各種の代替的なサブシステムを構成することが可能になる。これが関連樹木の第6のレベルになる。これらのサブシステム構成は、上位のシステム概念を達成するための候補として検討される。第7のレベルでは技術課題、すなわちサブシステムを構成する個別技術のかかえている解決すべき問題点を評価検討することになる。この技術課題は可能な限り詳細に検討し記述することが必要である。そしてこのレベルでも、技術のステイタスとタイミングを検討する。分科会での以上のような検討が第4のレベル（システム概念）から第7のレベル（技術課題）まで完了した時点で、分科会を技術の専門分野別のグループに編成し直す。この専門別グループによって、各レベルの重要度評価を、前述した第1～第3レベルの重要度評価と同じ方法で実施する。この場合、各レベルごとに適した評価基準を注意深く設定することが必要であり、また各専門グループはその専門の分野についてのみ評価を下すようにすることが必要である。

3.3 ステイタスとタイミング

ステイタス（技術開発段階）とタイミング（所要期間）は機能要素のレベルと技術課題のレベルの2ヶ所で評価する必要がある。ステイタスすなわち技術開発

の段階は基礎・応用研究，基礎開発，高次開発，製品設計，利用可能の順で進展する。

開 発 段 階	ステイタス	タイミング
利 用 可 能		1
製 品 設 計		2
高 次 開 発		2
基 礎 開 発	×	3
基礎・応用研究		

図 3-5 ステイタスとタイミング

ステイタスとタイミングは図 3-5 のように表示する。ステイタスの欄に示す×印は，技術が現在その開発段階にあることを示しており，タイミングの欄の数字は，その技術が開発されていくのに各段階で今後費すであろう年数である。図 3-5 の例では現在は応用研究の段階であり利用されるようになるまで 8 年間の必要とするだろうと，分科会で判断されたことを示している。

PATTERN の基本的ルールでは，機能要素のレベルが製品設計あるいは利用の段階にあるときには，関連樹木をその機能要素より下には展開しない。現在まだ基礎，応用，実用化研究の段階にあるような，次の世代の技術を PATTERN では問題にするわけである。すでに製品設計や利用の段階にある技術が完成するまでに要する期間を検討することは，長期的な研究開発計画にとって意味のあることではないが，その技術の利用を前提として良いか否かの目安にすることができる。

ステイタスとタイミングを決めるために，まず初めに機能要素を多数の技術分野に分類し，それぞれの分野の技術の予測を関連する内部・外部の専門家に依頼して図 3-6 のようなグラフとして書いてもらう。このグラフは横軸では技術の達成すべき特性をパラメータにとる。たとえばレーダのうちでも特にサイド・ルッキング・レーダを例にして考えれば，その解像度の向上をパラメータにして技術進歩の状態を過去から将来にわたって検討することになる。この場合，楽観的

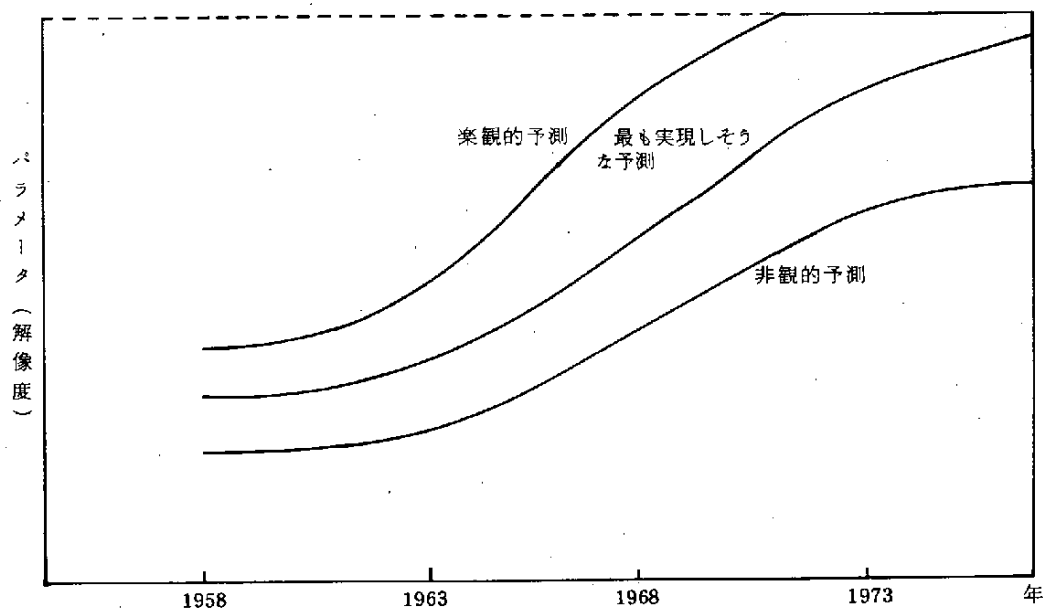
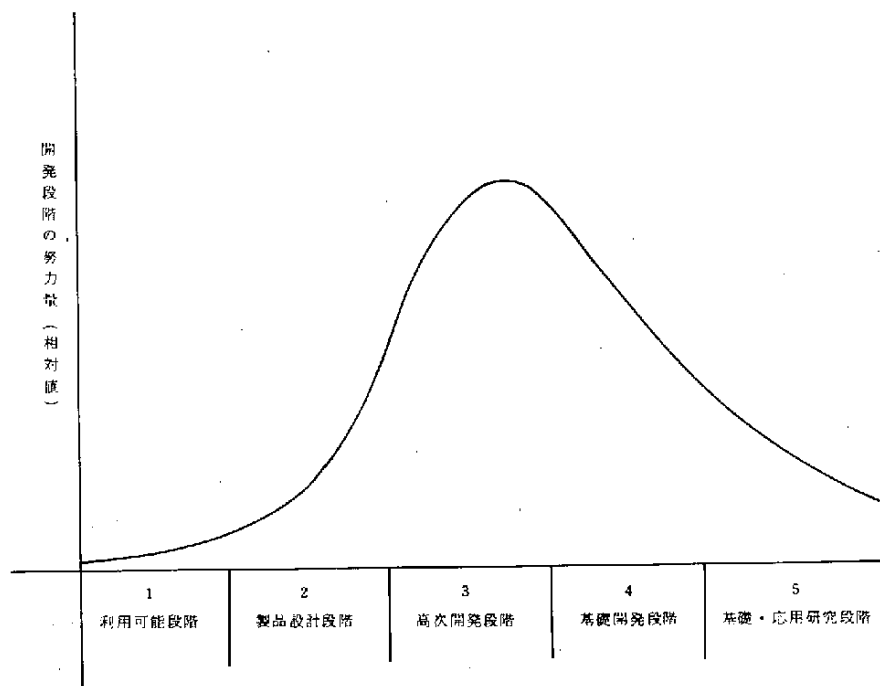


図 3-6 技術進歩の見通し

な見通し、非観的な見通し、最も実現しそうな見通しの3種類の曲線をグラフに書いてもらう。

更に、図 3-6 の技術進歩の予測に加えて、各技術分野の進歩の障壁となる基本的な要因について専門家の意見を聴取する。たとえばサイド・ルッキング・レーダの場合、大気の不均質性に由来する位相のずれが解像度の向上を妨げる基本的な要因となる。こうした要因を多数の専門家から聴取することが重要である。ハネウェル社の実施した PATTERN では約 300 の技術分野で障壁となる要因を検討している。

PATTERN を実施する委員会では、以上のような技術進歩に関する予測や障壁の情報、その他の技術情報、委員会メンバー自身の持っている経験や知識をもとにして、機能要素のステイタスとタイミングを決めるわけである。このステイタスとタイミングの情報は、技術課題のレベルでも作成されて、結局 425 項目



(注) 曲線下の面積は1となるようにしてある。

図 3-7 開発段階への相対的な投入努力量

の機能要素，2000項目の技術課題について作成される。

図 3-7 は，横軸に利用段階から基礎研究段階までの技術の発展段階をとり，縦軸にどの段階を重視して考えるか（投入努力量）の程度をとっている。このグラフの曲線の示している意味は，プロジェクトを進める技術者や組織が，そのプロジェクトにとって基礎研究段階から利用段階に至るどの段階にどの程度の開発努力を配分するのが適当と考えているか，ということである。この配分は，そのプロジェクトを担当する者の経験や能力や組織の能力などを考慮して決められる。図 3-7 の例では，このプロジェクトを担当する技術者は，高次開発の段階に最も努力を集中して，応用研究段階や製品設計の段階では開発グループの力をあまり動員しないことを考えていることがわかる。こうした配分のしかたは，開発グループやそのリーダーによって若干異なり，研究を志向する場合は曲線は図の右側へ，開発を志向する場合は左側へ移動する。

〔システム概念〕

〔機能要素〕

(要求仕様)

〔サブシステム構成〕

〔技術課題〕

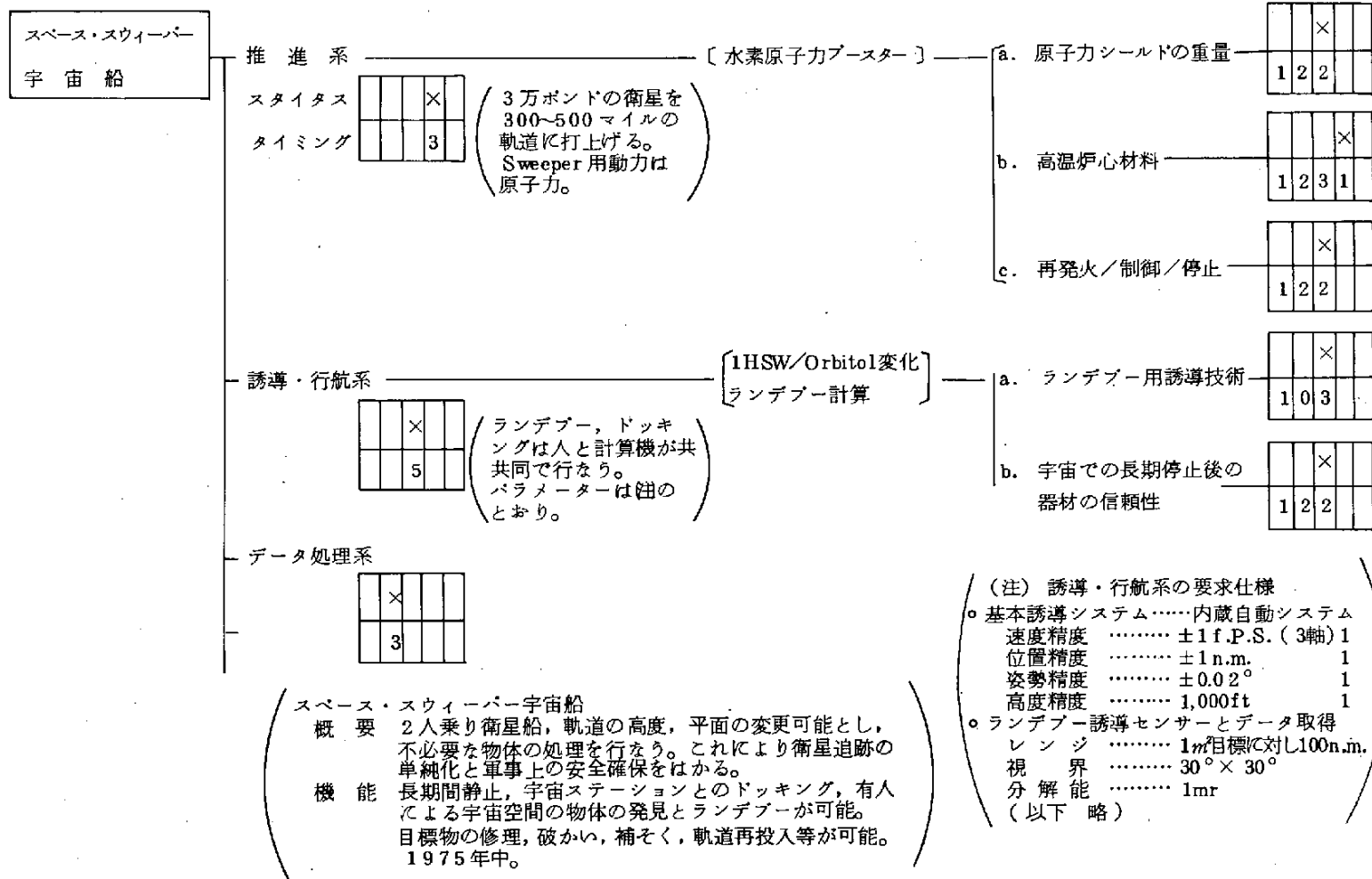


図 3-8 「システム概念」以下の展開

図3-8は、システム概念（関連樹木の第4のレベル）よりも下のレベル展開について、スペース・スウィーパー宇宙船というシステム概念を例にして、ハネウェル社のPATTERNで行なわれたものを示したものである。この宇宙船のサブシステム（機能要素、第5レベル）は推進（エンジン）系、誘導航行系、データ処理系、などから成っている。これらのサブシステムに求められる機能（仕様）は、推進系の場合、3万ポンドの宇宙船を300~500マイルの軌道に乗せる能力を持ち、宇宙空間の移動用動力源には原子力を用いること、となっている。誘導・航行系では、たとえば誘導は内蔵自動システムになっており、位置精度は $\pm 1\text{n.m}$ 、姿勢精度は $\pm 0.02^\circ$ などと決められている。

サブシステムに求められる機能（仕様）を満たす技術を具体的に構成したものが、第6レベルのサブシステム構成である。推進系では水素原子力ブースターが1つの候補になる。水素原子力ブースターを実現させるには、原子力シールドの重量や高温に耐えるコア材の問題が未解決の問題として残されている。これが第7レベルの技術課題である。

3.4 技術 連 関

これまでに、関連樹木、ステイタスとタイミングというPATTERNの2つの構成要素について説明してきた。PATTERNは全部で3つの構成要素から成るが、ここでは技術連関（クロスサポート）という第3の構成要素について説明を行なう。技術連関とは、1つのサブシステムの技術進歩が他のサブシステムの技術的能力の向上に及ぼす効果である。図3-9は、戦略有人軌道システム（SAMBO、記号はDO106）と呼ばれるシステム概念に関連する技術のうち、ファイヤーコントロール技術を例としてとりあげ、その技術が進歩した場合に他のシステム概念に及ぼす効果を調べるための図である。縦軸に並んだ数字は、SAMBOと類似したファイヤーコントロール技術を用いるシステム概念の記号である。横軸に3つ並んでいるのは、SAMBOのファイヤーコントロールを実現するための、それぞれ代替可能なサブシステム構成（関連樹木を第6レベル）である。もしも3つのサブシステム構成のうち記号F1754（IR and radar ranging）を選んで技

システム概念	サブシステム構成		
DO106 戦略有人軌道 システム	F1754 ハイ・スキャン・レイト 赤外，レーダー	F1755 ハイ・スキャン・レイト レーザ アングルレーダー	F1756 ハイ・スキャン・レイト レーダー(10~30KMC)
4			
32			0.1 1752
33			0.4 1753
106			
121	{0.05 1531 0.05 1532	0.3 1504	
123			
138			
286		{0.3 1524 0.2 1520 0.2 1525 0.05 1529 0.05 1530	
316			
317			
586			
589			
633		0.8 1760	0.08 1759
636		0.7 1762	0.05 1761
637		0.9 1764	0.06 1763
638		0.7 1766	0.05 1765
649		0.6 1768	0.03 1767

図3-9 技術連関

術開発を行った場合，SAMBO以外のシステム概念で用いられるファイヤーコントロールにどの程度貢献するのかを検討した結果が図3-9に記入されている。それによると，この場合記号123のシステム概念だけに貢献し，貢献の程度は0.05となっている。そして詳しく言えば，貢献するのは記号123のシステム概念に関連するサブシステム構成のうち記号1531と1532に対してであることがわかる。以上は，SAMBOのサブシステム構成のうち記号1754を選択した場合の例であるが，もしも記号1755のサブシステム構成を選択すれば，より広範囲のシステム概念に貢献することが示されている。また特に，記号637のシステム概念に属する記号1764のサブシステム構成として90%はそのまま

使えることがわかるが、これはSAMBOのサブシステム構成に記号1755を選べば、記号637のシステム概念もファイヤーコントロール技術に関して90%は同時に問題が解決してしまうことを意味する。

技術連関の数値は以上のように、他の分野でのサブシステムの開発努力を低減させる程度を示している。この数値は、コスト、開発期間、マンパワーの低減、新しい知識の獲得を判断基準にして、複数の専門家によって決められる。

3.5 方法のまとめ及び総合重要度の計算

関連樹木に関して検討すべき一般的な問題は(1)構造、(2)各要素の重要度評価、(3)総合重要度評価の3点である。これらについて、以下で順に述べる。

3.5.1 構造

関連樹木は、研究開発の対象領域を定め、その領域を評価検討しやすいように分割するところに、基本的な特徴がある。考え易いように、また数学的な取扱いが容易になるように、樹木構造は重なり合う部分が無いようにする必要がある。ただし、樹木の各要素は相互に関連していてもかまわない。また、要素の数や各要素の大きさは自由であるが、それぞれの重要度を評価するときに不用意なバイアスが生じないように要素の大きさには注意する必要がある。また、樹木は特定のレベル構造にする必要はなく、ほとんどどんな種類の構造でも使える。

ハネウェル社の実施したPATTERNは軍事部門に関連する領域だけに対象領域を絞り、医療、経済、農業、教育、福祉などの領域は対象にしていない。更に、研究開発資金の配分と市場開発戦術に関する問題は取扱い対象外としている。関連樹木の要素には今後開発を必要とする技術だけをとりあげ、既存の技術はシナリオや背景となる技術データの中でとりあげている。従って、関連樹木は今後向上する技術から成り立っており、関連樹木の重要度の評価値は技術の向上によって新しく得られる成果の程度を示すものとなる。

関連樹木は、関連するすべての情報を冗長性を廃しかつ自由に使いこなし組み立てる手段だと言える。

3.5.2 各要素の重要度評価

関連樹木の各要素の重要度評価値は、その要素の開発を推進する必要性を判断する材料となるデータである。重要度評価は、複数の人々が共通の評価基準と用意されたデータをもとに各人の経験をプラスして行なわれる。重要度の評価値はあくまでも人々の判断のためのデータである。またシナリオ作りのためのデータ収集は、PATTERN 委員会の全員が外部専門家の助けをかりながらかなりの時間を割いて実施する。政治・経済・軍備構成などの現実のデータを集めることがシナリオ作りには重要で、シナリオが単なる将来の予言であってはならない。このデータ収集は今後も更に充実して行なう必要がある。

重要度評価にあたってわかりやすくレベルごとに複数の評価基準を選定するのであるが、これらは相互に関連せず独立でなければならない。各レベルで判断を行なう実際上の理由から、同一レベルでの評価基準は相互に独立なことが必要で、上下の各レベルを通じてはレベルの性格に応じた評価基準が設定されることが必要である。

関連樹木の各要素の評価にあたって、次の2つのルールがある。

(1) 評価値を決めるには、相対的な方法を用いる。関連樹木は将来の技術を展開したものであり、そこでは絶対的な評価よりも何種類かの技術を相互に比較して相対的な評価を下した方が、より少ないデータでより有効で信頼性の高い結果が得られると考えられるからである。

(2) 各ブランチの要素の評価値を合計したものを1にする。これは関連樹木の第1レベルから第7レベルまでを通して、総合重要度の評価値を算出するために必要となる条件である。

国家の目的や技術に対する需要は時とともに変化する。時間による変化の要素は評価者各人の直感にまかせることにする。評価を何度か繰り返すことにより、時間による変化に関して、収斂した結果を得ることが出来るだろう。

各評価者による重要度評価は、関連樹木、シナリオ、評価基準、各人の経験をもとにした主観的評価だと言える。

3.5.3 総合重要度の計算

関連樹木の各要素の重要度を第1レベル(A)から第7レベル(G)まで積算することによって総合重要度が算出される。積算の方法は多数存在する。

$$\sum_{A}^{G} r_i$$

という簡単な計算はある1つの技術に関する関連樹木全体を通じた総合重要度になる。

$$D = D_0 \sum_{A}^{G} \frac{D}{D_0} r_i$$

という式は、同一レベル内の類似した要素の重要度を加算したものである。

この他にも、 $\sum_{A}^{G} r_i$ 、 $(\sum_{A}^{G} r_i^2)^{1/2}$ などの総合重要度の計算方法も考えられる。

各要素の重要度評価値 r_i は、多くの技術的・心理的な複雑な要因によって決まるものであるが、コンピュータ計算では各人の考えの単純な平均値として r_i を取扱っているのが現状である。これに関して次のような問題が現在検討されており、意思決定の過程に及ぼす影響の調査が進められている。

(1) r_i を各人が評価した値にバラツキがある場合、そのバラツキを生じさせる原因をどう取り扱ったら良いのか。またその原因は何か。各人の情報、判断基準が違うのか、集団の相互作用、意思決定の仕組み、関連樹木の構造が影響しているのか、あるいは考え方の違いなのか。

(2) 各人の評価値およびその分布の相互連関性を取り扱う数学的手法は何か。信頼性の違いを示す意味のある計算が行なえるか。関連樹木からシステムティックに情報を取り出す計算方法を確立できるか。

(3) 計算にはどの評価基準のどの評価値を用いるべきか。ある上限・下限を越えるような評価値は計算から除外すべきか。あるいは一般に行なわれるように、

各人の評価値のうち最高値と最低値を計算から除外すべきか。また、正規のマトリックスを用いた方法を使わないものや、シナリオを読まずに出されたものや、個人や組織のバイアスを強く受けたと思われる評価値などをどのように扱ったら良いか。

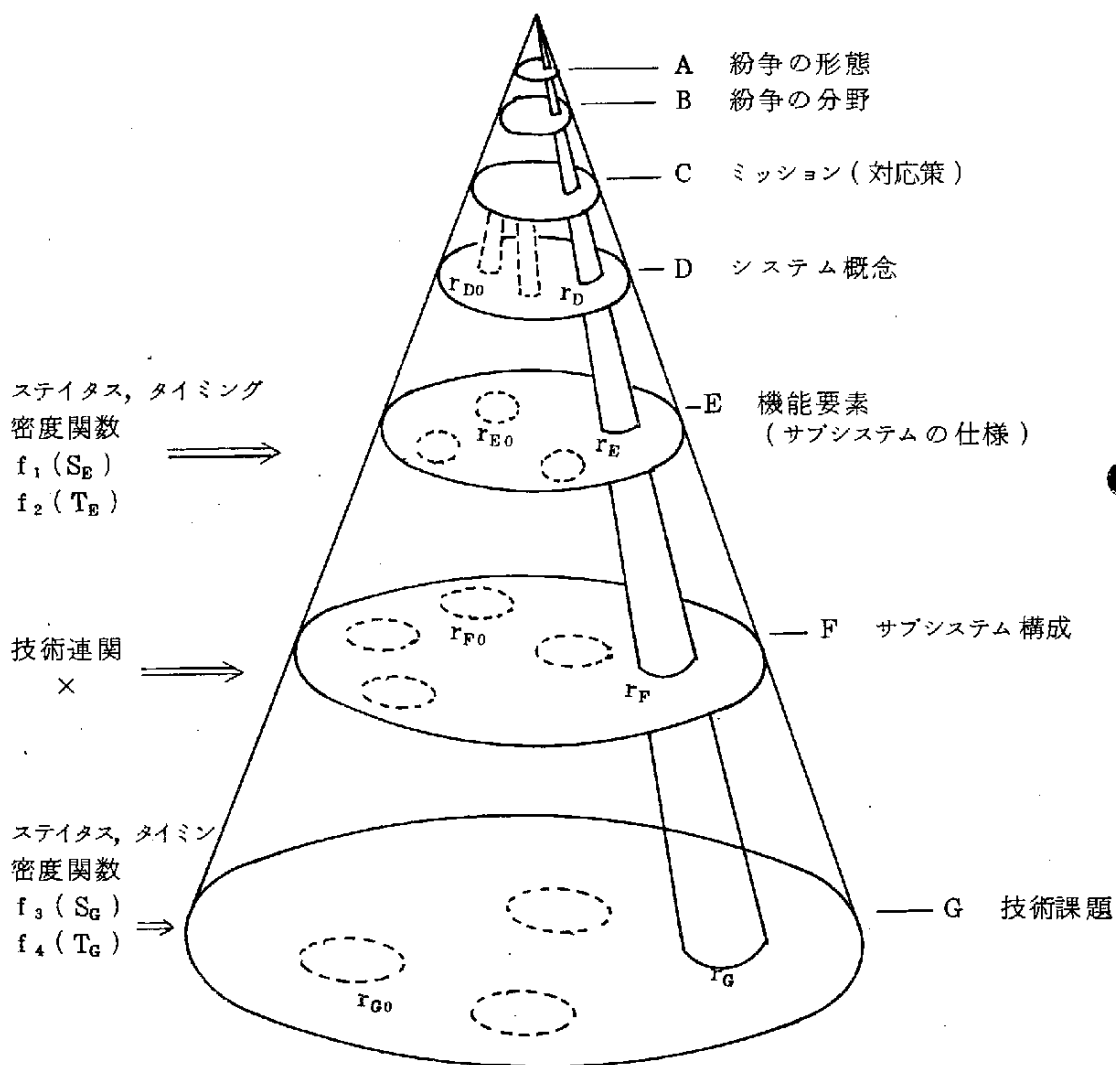
関連樹木上部の重要度評価値は下部に大きな影響を及ぼすので、新しい評価者を組織して第1回目の評価の数週間後に第2回目の評価を同じシナリオと同じ評価基準を用いて実施した。その結果は第1回目の評価と1~2%の差が生じただけで、ほとんど変わらないということがわかった。他の研究でも、グループを変えて何度も評価を繰り返した場合に、各グループでほとんど同じ評価値を得ている。10人以上のグループになると、各グループは平均的な評価を下す傾向のあることが多くの研究で示されている。どのような評価基準を採用するかについても、この規模のグループ相互間では同意が得られ易いと思われる。勿論、このような共通の認識が評価基準の選択にしても重要度の評価にしても正しいものであるという保障は存在しない。シナリオの有効性、判断基準の選定、評価者の経験とまじめさに依存せざるを得ない。

PATTERN や類似の研究を実施すると、いつも次のような興味ある事実におつかる。20ないし40項目を越える判断を評価者に一度に依頼すると、得られる評価値がランダムになってしまうということである。この事実は、人間が複雑な事項の判断をするときには、20~40項目以上は一時期に行なえないことを示している。

図3-10は、PATTERNの全体像であり関連樹木の各レベルとPATTERNの各手順が示されている。また、PATTERNから読み取れる情報すなわち総合重要度評価値を算出する数式も図中に記入してある。

数式の最初の項
$$D = D_0 \cdot D \sum_{i=A}^{\pi} r_i$$
 は関連樹木上部の国家目標に関する4つのレベ

ルを総合して得られる重要度を示している。これらのレベルでは、政治、イデオロギー、コスト効率などを判断基準にして各要素の重要度評価がなされている。この評価値 r_i は20人の評価者によって判断されたデータから算出される。レベ



〔総合重要度評価値〕

$$\begin{aligned}
 &= \left[\sum_{D_0}^{D=D_0} \pi \quad r_i \right] \times \left[\sum_{E_0}^{E=E_0} r_E f_1(S_E) f_2(T_E) \right] \times \left[\sum_{F_0}^{F=F_0} r_F X_F \right] \\
 &\times \left[\sum_{G_0}^{G=G_0} r_G f_3(S_G) f_4(T_G) \right] \times [\delta(r_{A \dots G}, S_{EG}, T_{EG})]
 \end{aligned}$$

図 3-10 総合重要度の計算

ルAからレベルDまでの4レベルの重要度評価値の積をレベルDの各要素（各システム概念）ごとに算出し、それをその「システム概念」の総合的な重要度と考えるわけである。ところが、ある1つのシステム概念はレベルCの複数の「ミッション」に適用されることが考えられる。従って、その「システム概念」の重要度評価をレベルAからレベルDまでトータルして行なうには、複数の「ミッション」を経由した道すじに沿った積を全部加算する必要がある。数式に加算の項があるのはこのためである。

「機能要素」のレベルは、その上位レベルの「システム概念」を達成するために用い得る技術ブロック（サブシステム）をすべて集めたものである。各機能要素にはステイタス（開発段階）とタイミング（所用期間）のデータが与えられている。委員会で検討されたステイタスの評価によって、その機能要素が関連樹木でさらに下のレベルまで展発されるかどうかが決る。ステイタスが第1か第2の段階すなわち利用あるいは製品設計の段階にあるものは、それ以下には展開しない。

「機能要素」のレベルでも各「機能要素」はその上位レベルの複数の「システム概念」に関連していることが多い。従って、ある1つの「機能要素」の総合的な重要度を計算するには、関連するすべての「システム概念」を経由して考えなければならない。具体的には関連する各「システム概念」の総合重要度に当該「機能要素」の重要度評価値 r_E を乗じたものを、すべての関連する「システム概念」について加算したものがその「機能要素」の総合重要度になる。この加算の部分

$$\sum_{E_0}^{E=E_0} r_E$$

と書く。 $f_1(S_E)$ 、 $f_2(T_E)$ はその「機能要素」にどの程度の開発努力を注ぐと考えるべきかを示したもので、ステイタスとタイミングに関する密度関数^(註)である。

(註) ステイタスの密度関数には図3-7に事例を示した曲線を、タイミングには評価対象時期から外れた対象は除外したり、評価値を抑制したりする密度関数を用いる。

各「機能要素」の下に展開されるのが、「サブシステム構成」である。これは第6レベルすなわちレベルFになる。このレベルでは技術連関(クロス・サポート)が問題になる。1つの「サブシステム構成」が開発されることによって他の技術連関の関係にある「サブシステム構成」も同時にあるパーセンテージで問題が解決される。従って、このことを考慮に入れた「サブシステム構成」の総合重要度は、クロス・サポートの係数をXとして

$$F = F_0 \sum_{F_0} r_E X_F$$

という式で算出される。

各「サブシステム構成」の下には、それを実現するために前もって実現しなければならない「技術課題」が展開される。同じ「技術課題」が1つ以上の「サブシステム構成」の下に出てくる。それらの重要度を加算したものが総合重要度で

$$G = G_0 \sum_{G_0} r_G$$

と書く。このレベルでもステイタスとタイミングの情報をもとに、 $f_3(T_G)$ 、 $f_4(S_G)$ の係数を乗じる。

最後の $\delta(r_A \cdots G, S_{EG}, T_{EG})$ という項は、各要素の重要度評価値とステイタス、タイミングの不確実性を示している。この数値は、数式全体の誤差を表現しているが、現在までのところ、こうした不確実性が総合重要度を評価する上でどのような影響を及ぼすかについて、研究は終わっていない。この研究は、PATTERNのプロセス全体についての検討を重ねることによって、進展する。^(註)

3.6 総合的結論

ここでは、第1にPATTERNの一般的結論を述べ、第2にPATTERNのプ

(註) 以上に述べられたPATTERNは、近似を高めるために非常に抱括的かつ念入りの構想となっている。この手法の近似は第0近似でRelevance Numberを求め第1近似で密度関数の補正を行ない、第2近似で δ の補正を行なうことである。

第1近似以上の近似がどの程度の実用性を持ちうるかには、議論の余地がある。

プロセスからどのようなアウトプットが読み取れるかを示すため、やや詳細に内容に立入って説明する。図3-11はPATTERNの答え得る問題と答え得ない問題とを列挙したものである。技術開発プロジェクトのマネージャーが開発計画を立案する際に直面するような問題点を列挙している。この問題に対する答は、基本的には今後の10年間に出現するであろう兵器体系の組み合わせに関するものとなる

<PATTERNに答えられる問題>

- 明確化された要求条件のうち、どの任務やプログラムに努力を集中すべきか？
- 上位プログラムのどれに自分の技術分野が関係しているか？
何が技術的課題になっているか？
- 次の2つの機会のどちらを選択すべきか？
 - ・プログラムの存続が最も確実なもの
 - ・技術進歩が最大となるもの
- 国家にとって重要性の高いプログラムに、自分の技術分野ではどんなサブシステムや技術課題が関連しているか？
- それらのステイタス（技術開発段階）やタイミング（所用期間）は？
- 確実性、低コスト性、軽量性などの面で、自分の技術分野での技術進歩がどのような重要性を持っているか？

<PATTERNで答えられない問題>

- あるプログラムが実行される確率は？
- あるプログラムにどの程度費用が投じられたか？
- 重要な関係者は誰か？それは一人に限定すべきか？あるいは広範にカバーすべきか？
- 初年度に投入すべき努力の割合は？
- 作業のどの段階で、外部的資金調達をするのが論理的か？
- 現在の販売価格に見合い、資金計画を存続させうる、デバイスやコンセプトのための資金を何処から得ることができるか？

図3-11 プロジェクト計画の問題点

だろう。しかし実際に開発計画を実現させるには、他の多くの問題を考えねばならない。PATTERNのような種類の計画手法では答えられない問題が存在し、たとえばプロジェクトマネージャーが考えるべき戦略に関するものや市場調査・開発資源の部門が答えるべき問題などについて、PATTERN以外の手法を用いて開発計画を完全なものにする必要がある。

以上のようなことを念頭に置きつつ、ミッション（関連樹木第3レベル）の優先順位をPATTERNを用いて検討しよう。図3-12に46項目のミッションのうち優先度の高い16項目を列挙している。適用した判断基準に従って、ニーズ

順 位			任 務
1)	開発（地球）	C-40	水界の探索、利用
2)	開発（宇宙）	C-43	大気圏外の探索、利用
3)	開発（宇宙）	C-45	太陽系の探索
4)	世界戦略	C-5	友好国世界戦略資源保護
5)	世界戦略	C-4	友好国の武力保護
6)	開発（宇宙）	C-44	月面探索、利用
7)	開発（地球）	C-42	大気圏の探索、利用
8)	暴動抑圧	C-26	偵察と監視
9)	世界戦略	C-1	敵国軍隊・兵器破壊
10)	暴動抑圧	C-23	直接戦の地上軍無力化
11)	世界戦略	C-6	偵察と早期警戒
12)	軍事統制	C-29	補給力評価
13)	地域統制	C-34	訓練・装備
14)	暴動抑圧	C-24	地域統制
15)	戦術局面	C-15	潜水艦排斥
16)	暴動抑圧	C-25	植民統制

図3-12 重要度の高いミッション

の大きさによりランクづけをしている。今後の10年間は、攻撃的なミッションよりも技術開発、科学的知識、防衛的情報に関するミッションに重きが置かれる傾向が強く存在する。優先度の高い16のミッションのうち5つは、地球の水圏から太陽系に及ぶ科学的知識の分野に集中されている。地殻、宇宙開発に関するミッションは低く評価された。真に攻撃的なミッションは、9, 10の2件のみとだけあげられている。兵器に関する結論は、ASWと同様にICBMに対抗する戦略的報復的な兵器体系を開発するという、防衛的な分野での努力を強化することである。この努力は、戦略的分野や謀報分野での偵察能力と早期警戒能力を向上させながら行なう必要がある。以上のように、攻撃的兵器を開発して戦闘能力を高めるような、攻撃的能力に対する努力が軽視されている。しかしこれは特に、驚くべきことではない。

前述のように、PATTERNのアウトプットは、将来の状況に対する現時点での見通しを表現した「スナップ写真」である。状況の変化が生じる時には、関連樹木の上位レベルの政治的要素が再検討されることになるだろう。しかし、1つの政治的な出来ごとが直接的にPATTERNの結果を左右するとは限らず、重要な関連事項を明確化し、PATTERNのプロセスを再度繰り返すことによって新しい結論に達することが可能になる。

新しい技術的能力を向上させる必要性を考える際には、サブシステムレベルの領域について考えることが適当であろう。機能要素（関連樹木第5レベル）とは、サブシステムに要求される今後開発すべき機能であるが、図3-13には17項目の機能要素を列挙している。探知、識別、追尾サブシステムに対する今後数年間における開発の重要度評価が、他のサブシステムに対して圧倒的に高い評価を得ている。このことは、軍事技術の現在直面している最重要課題のいくつかが、標的を（どんな種類の標的であっても）発見し識別する能力を向上させることに関連していることを思えば、当然のことと思われる。この図では、各サブシステムの技術開発課題の分野についても示されている。探知、識別、追尾サブシステムの場合は、戦術的な開発分野が多く、戦略的分野の課題がそれに続いている。開発分野の課題は主に、惑星探査衛星を惑星に接近させるために、惑星上の一点を定め

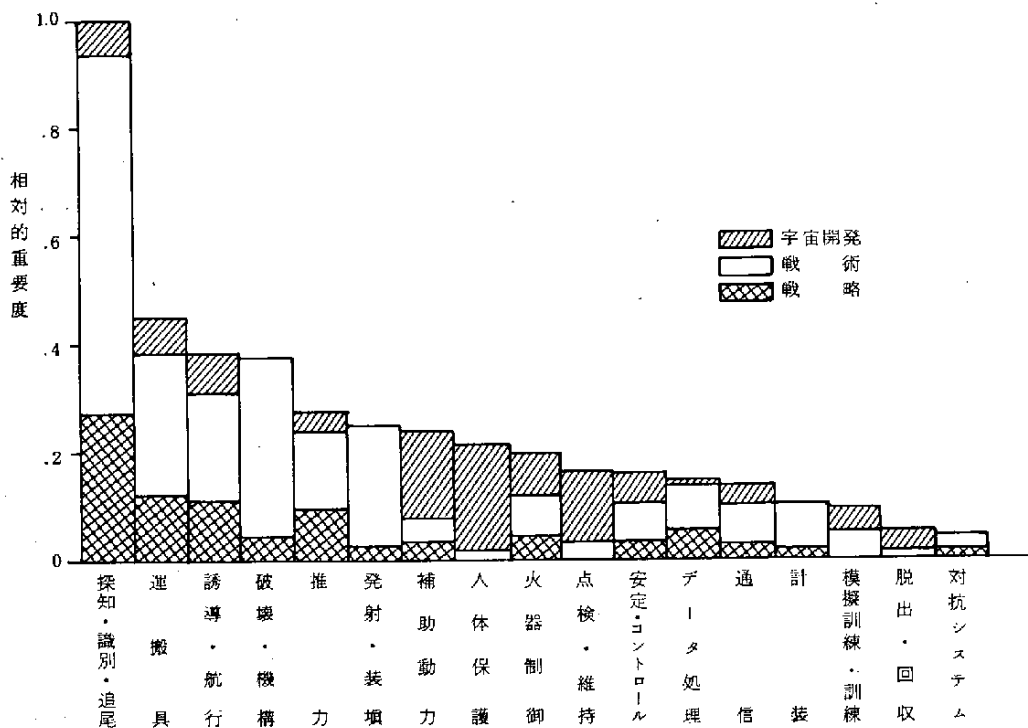
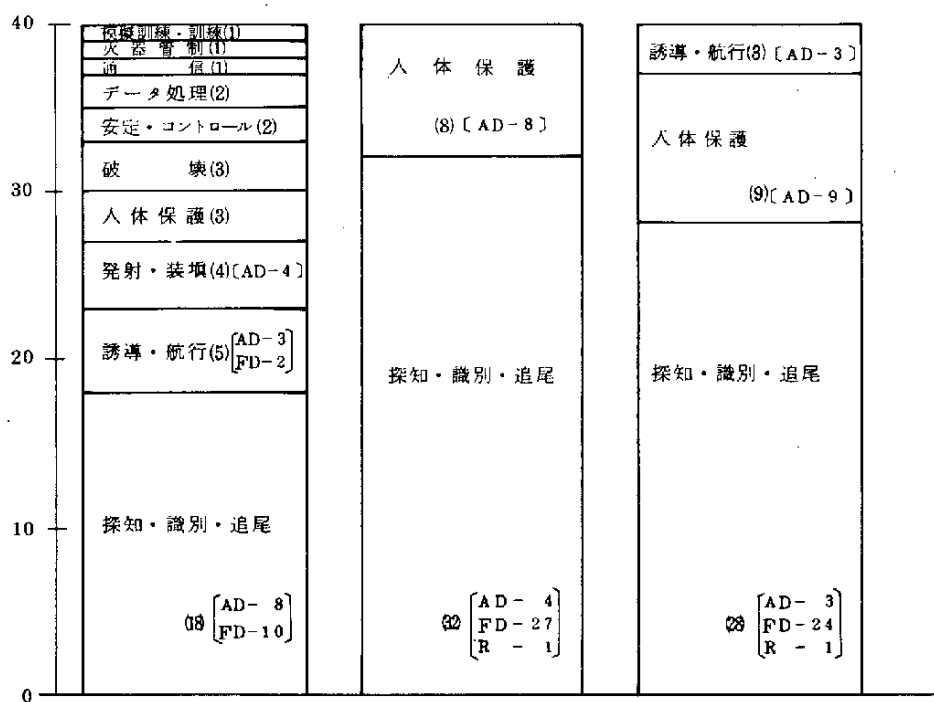


図 3-13 機能要素の能力向上重要度

て追跡する課題である。

図 3-14 は、40 項目のサブシステム構成（関連樹木第 6 レベル）について、やや詳しい検討を加えたもので、左側は各項目ごとの開発の必要性でランクづけを行ない、中央は技術連関を考慮し、右側は中央を修正したものである。左側に示したのは、重要度の高い 40 項目のサブシステム構成のうち 18 項目が探知・識別・追尾の機能要素に属しており、5 項目が誘導・航行に関する機能要素に属している、などのことを意味している。さらに、探知・識別・追尾に属する 18 項目のうち 10 項目が現在応用研究段階にあり、8 項目が実用化研究段階にあることを示している。

技術連関を考慮して各サブシステム構成を再評価し、評価値の高い 40 項目を分類したのが中央の棒グラフである。40 項目すべてが、探知・識別・追尾と人体保護の 2 つの機能要素のどちらかに属しており、他の機能要素に属するものは評価値が下がってしまっている。また技術の開発段階もより基礎的なものが多い



注

()内の数字は該当するサブシステム構成の数

技術開発段階

PD - 製品設計

AD - 高次開発

FD - 基礎開発

R - 基礎応用研究

図3-14 重要度評価値上位40項目のサブシステム構成の分類

なっている。具体的に言えば探知・識別・追尾に属す32項目のうち2.7項目が応用研究段階にあり、1項目は基礎研究段階のものである。

技術連関を考慮することは、直接目的とするプロジェクト以外に及ぼす効果も考え合わせることになるが、このことは直接目的とするプロジェクトがたとえ失敗すると判っていても、研究を進める価値の存在する場合の多いことを意味する。研究開発はむしろ将来の時点で便役をもたらすものであり、我々の努力の結果が当面するプロジェクトに現時点で及ぼすことはあまり期待できないと言える。図

の右側の棒グラフは、研究開発の直接的効果を除いた、他の分野への波及効果だけを比較して、上位の40項目を抜き出し分類したものである。誘導・航行の機能要素に属す項目が含まれるようになり、探知・識別・追尾に属す項目の数が減少している。

図3-15. は誘導・航行の機能向上を必要とする分野を8つに分類し、それぞれの必要の程度を示したものである。

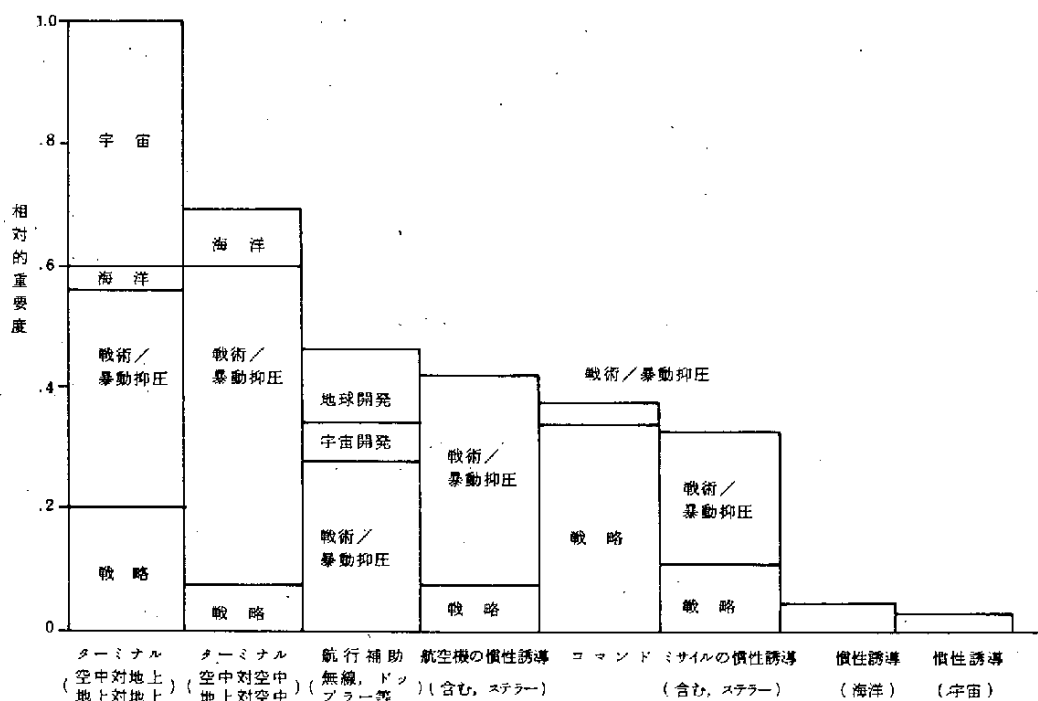
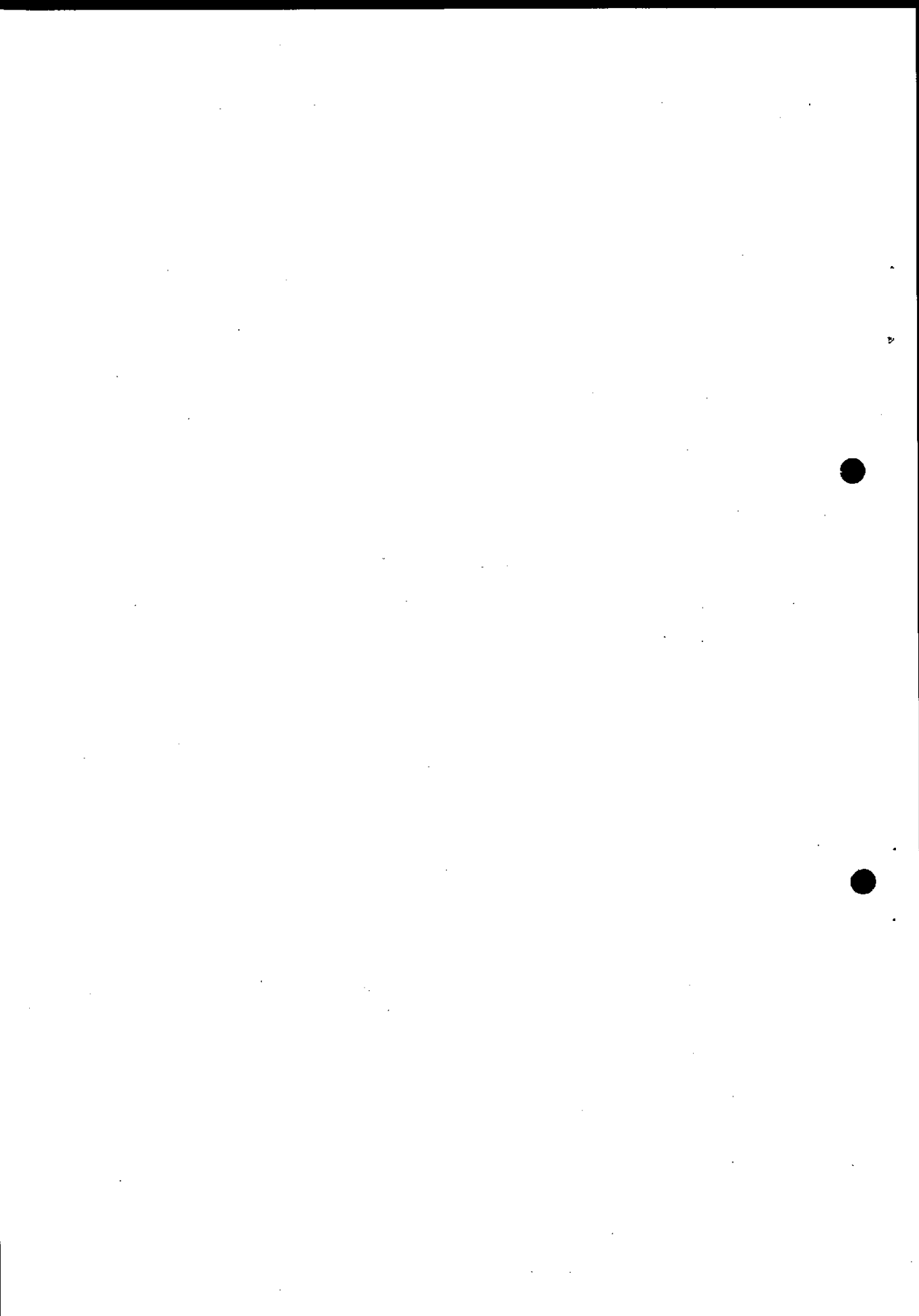


図3-15 誘導・航行の機能要素の向上を必要とする分野とその必要の程度

〔要 約〕

PATTERNは我々の国家の直面する一部の問題に、システムの発想から検討を加える第1歩目の手段であると思う。また将来、企業や政府が備えるべき人材や装置の目安を作ることにもなるだろう。また、例えば将来の兵器の種類や新しい兵器体系に関する詳しい検討資料としても役立つものであろう。最も重要なのは、必要な情報を提供し評価するための首尾一貫した方法論にPATTERNがなっている点であろう。政治的な方向づけや、開発テーマの流行の移り変り、技術開発や技術突破などの効果を検討することが可能になり、また研究開発への投資機会や、他組織からの技術的支援に対するニーズの強さを検討することが可能になる。

しかし ATTERNは、不確実性の高い条件下で意志決定を行なう問題に対し、ほんの些細な歩みにしか過ぎないだろう。この問題に対する歩みを進めるには、国の最優秀の人材を用いて注意深く、着実に、そして数学的手法に過度に偏ることなく検討を進めることが必要である。



第4章 第5世代コンピュータへの PATTERN法の適用法の事例研究

4. 第5世代コンピュータへの PATTERN法の適用法の事例研究	61
4.1 研究の目的	61
4.2 研究の方法	61
4.3 適用モデルの作成	61
4.4 評価手法の作成	75
4.5 評価の実施と結果	88
4.6 手法適用上の留意点	88

第4章 第5世代コンピュータへのPATTERN法の適用法の事例研究

4・1 研究の目的

1990年を目標年とする第5世代コンピュータの目標設定のため、社会環境、計算機アーキテクチャ、基礎理論の各分野から課題が提案される。

本研究はこれら課題が提案された際の体系化支援手法としてPATTERN法をとりあげることが前提に、課題のごく一部のモデルについて事例研究を行い、手法適用の可能性と留意点を抽出することを目的とする。

4・2 研究の方法

未来工学研究所研究員による調査研究グループを編成し、第5世代コンピュータの調査研究委員会（以下、委員会という）の資料を中心にして、文献調査および外部学識経験者との面接調査、研究討論等により実施する。

具体的には、委員会資料から課題のごく一部を取り出して、PATTERN法のミニモデルを作成し、外部学識経験者にモデル展開の妥当性評価ならびに評価対象項目のウェイト付を依頼した。

この結果について、モデルの評価計算を実施するとともに全体を通じての手法適用上の留意点をとりまとめた。

4・3 適用モデルの作成

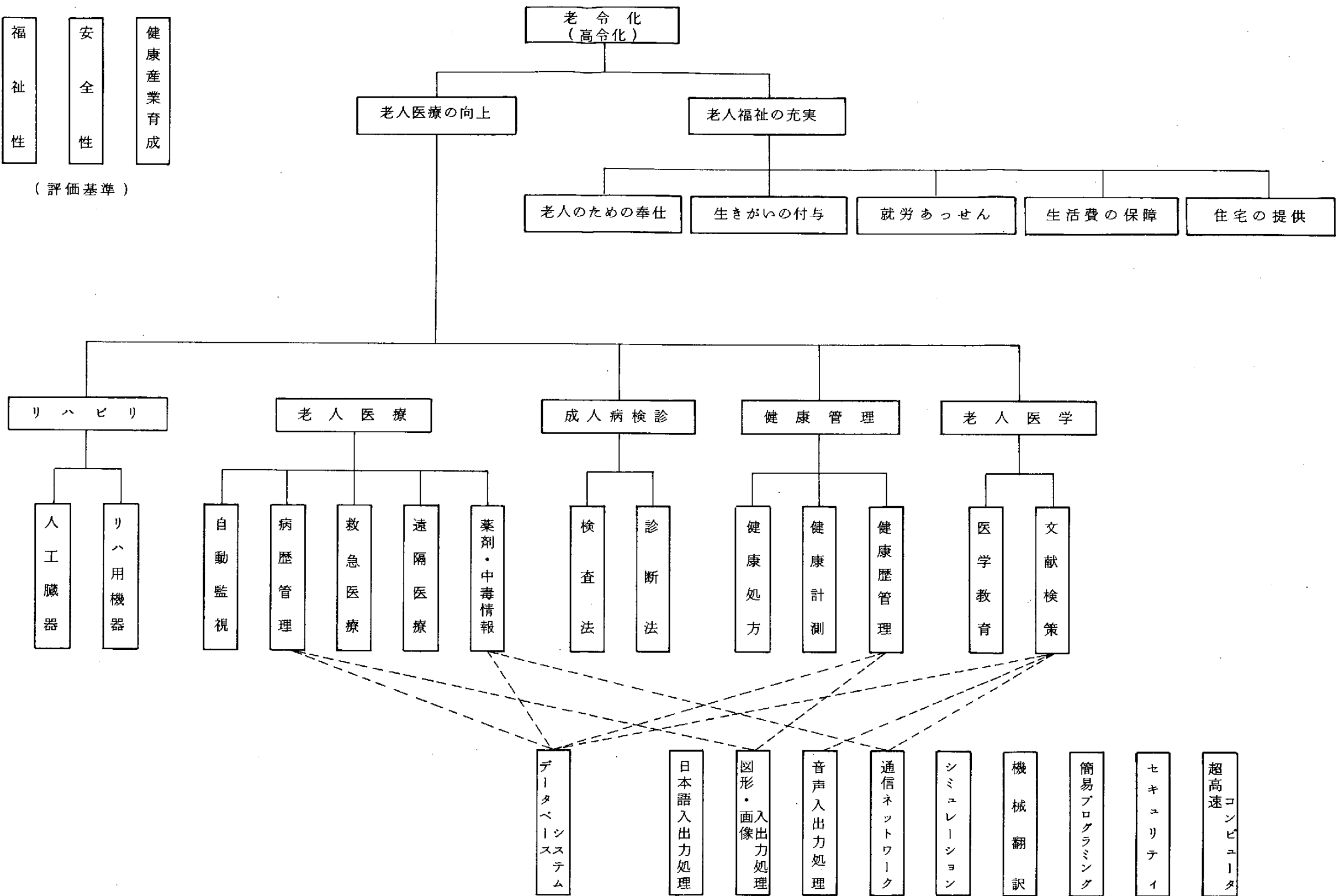
今回、事例研究でとりあげるPATTERN法適用モデルは、内容的には第5世代コンピュータの課題を含み、規模的には今後本格的に手法を適用する際の主要留意点が内在する範囲でできるだけシンプルであることが、手法自体の妥当性を評価する意味で望ましい。

結果として、図4-1、図4-2のモデルを作成した。以下にこのモデル作成の経過を述べる。

(1) モデルの位置づけ

委員会資料によれば、インタレスト・フィールドの構成は図4-3のとおりで、

福祉性
安全性
健康産業育成
(評価基準)



(インタレスト・フィールド)
↓
(コンセプト・フィールド)

図4-1 インタレスト・フィールドの樹木展開モデル(最終モデル)

THE
UNITED STATES
DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF LAND MANAGEMENT
WASHINGTON, D. C. 20240

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR, BUREAU OF LAND MANAGEMENT
FROM: SAC, DENVER (100-100000)
SUBJECT: [Illegible]

[Illegible text block]

[Illegible text block]

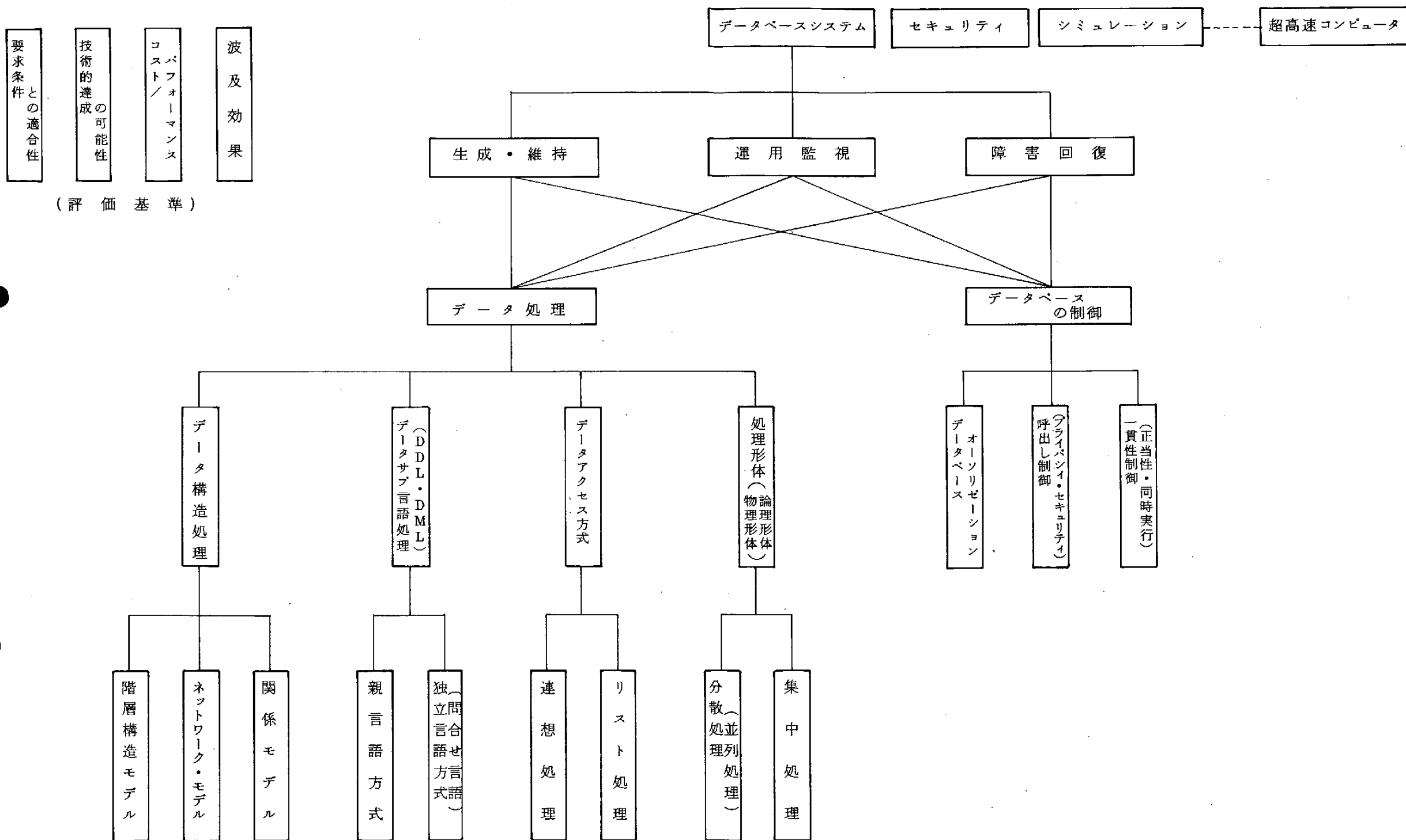


図4-2 コンセプト・フィールドの樹木展開モデル (最終モデル)

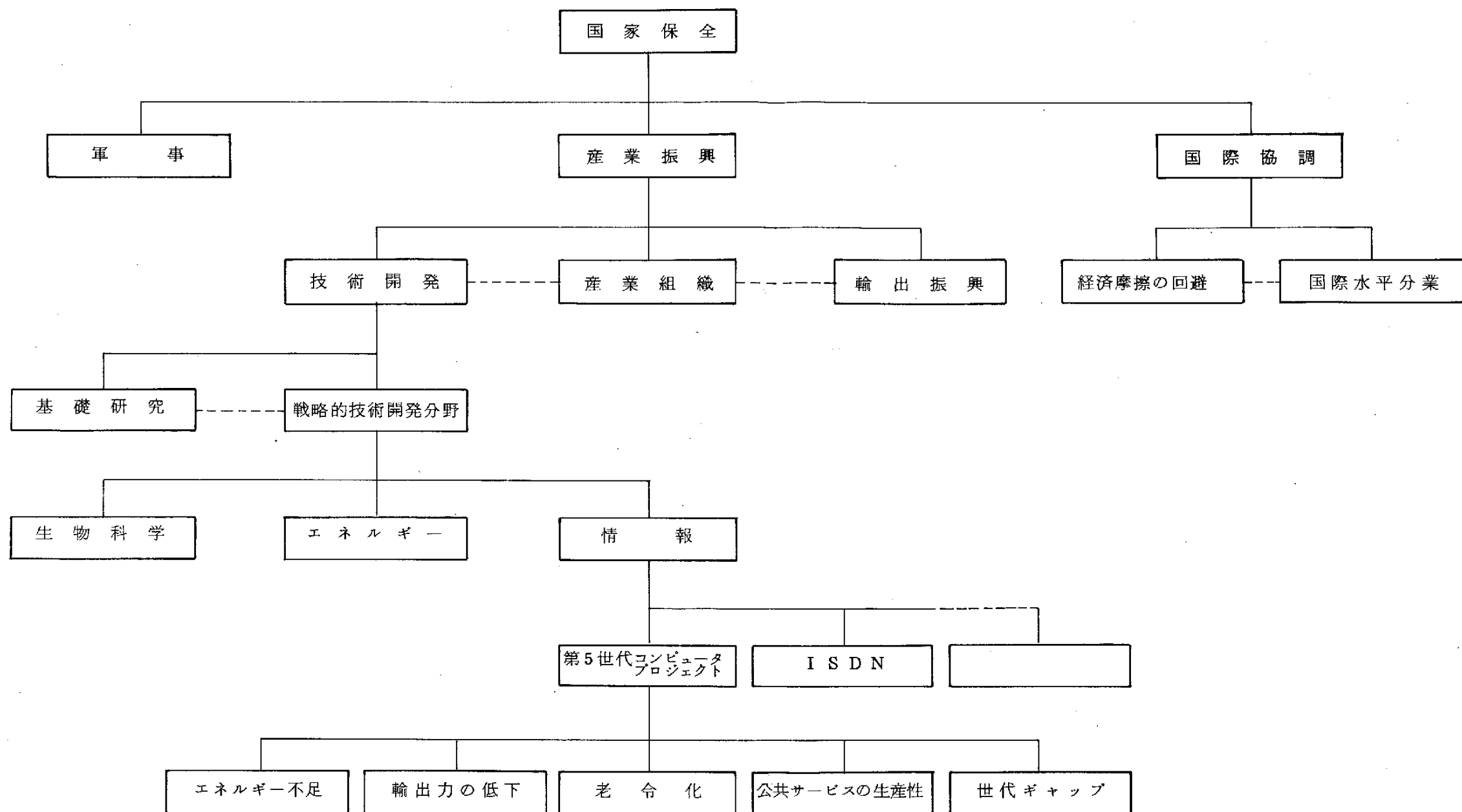


図4-3 インタレスト・フィールドの構成 (委員会資料による)

図4-1のモデル最上位の要素“老令化”は図4-3における5つの社会ボトル・ネックの一つをうけている。

老令化をとりあげた理由は、5つの社会ボトル・ネックの中でもネックとなる確率が高いと考えられること、および手法の適合性を専門家以外の人に説明する際に分り易い課題であることなどのためである。

次に、図4-2のコンセプト・フィールドの上位概念としてデータベース、セキュリティ、シミュレーションなど10の機能要素（アプリケーションの要求条件を技術的に満たす要素）があげられている。これらは委員会資料（社会環境分科会アイアン・クロス）に掲げられた機能要素をとりあげている。

この中で、データベースをとりあげた理由は、欧米にくらべ立ち遅れが著しい分野であり、かつ今後の本格的な情報化社会の発展の鍵を握る重要な要素と考えられたためである。

(2) インタレストフィールドの展開

課題として取りあげた“老令化”については、「高令者問題の現状」（総理府編54年12月）、「日本の課題」（総合研究開発機構編53年5月）などの文献調査により老人医療の向上と老人福祉の充実に大別して展開した。

また、アプリケーションとして委員会資料は医療の問題をとりあげているので、これを中心に「ME事典」（日本ME学会編53年6月）、「情報処理“医学におけるコンピュータの応用”」（伊藤、外山54年5月）など文献調査によりアプリケーションの概念整理を行った。

以上の文献調査と討論により、図4-4のとおり初期のインタレスト・フィールドを展開し、これをもとに外部学識経験者に面接調査した結果、さきに掲げた図4-1のとおり修正した。

(3) コンセプト・フィールドの展開

課題として取りあげた“データベース”については、「データベースの基礎」（植村著54年5月）、「データベース要論」（穂鷹著53年10月）などの文献調査により概念整理を行ない、図4-5を得た。

この図4-5をもとに外部学識経験者に面接調査した結果、さきに掲げた図4

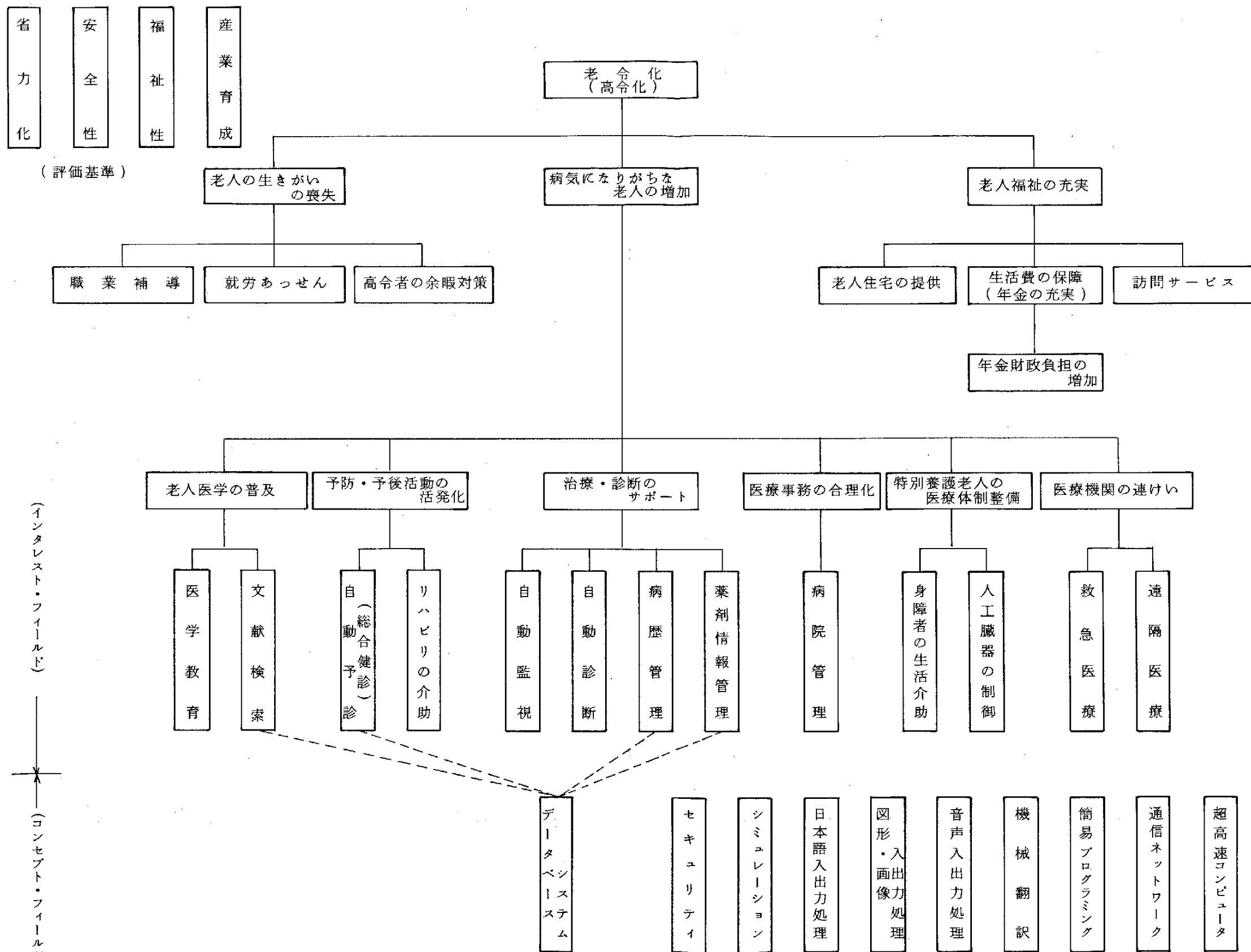


図4-4 インタレスト・フィールドの樹木展開モデル(初期モデル)

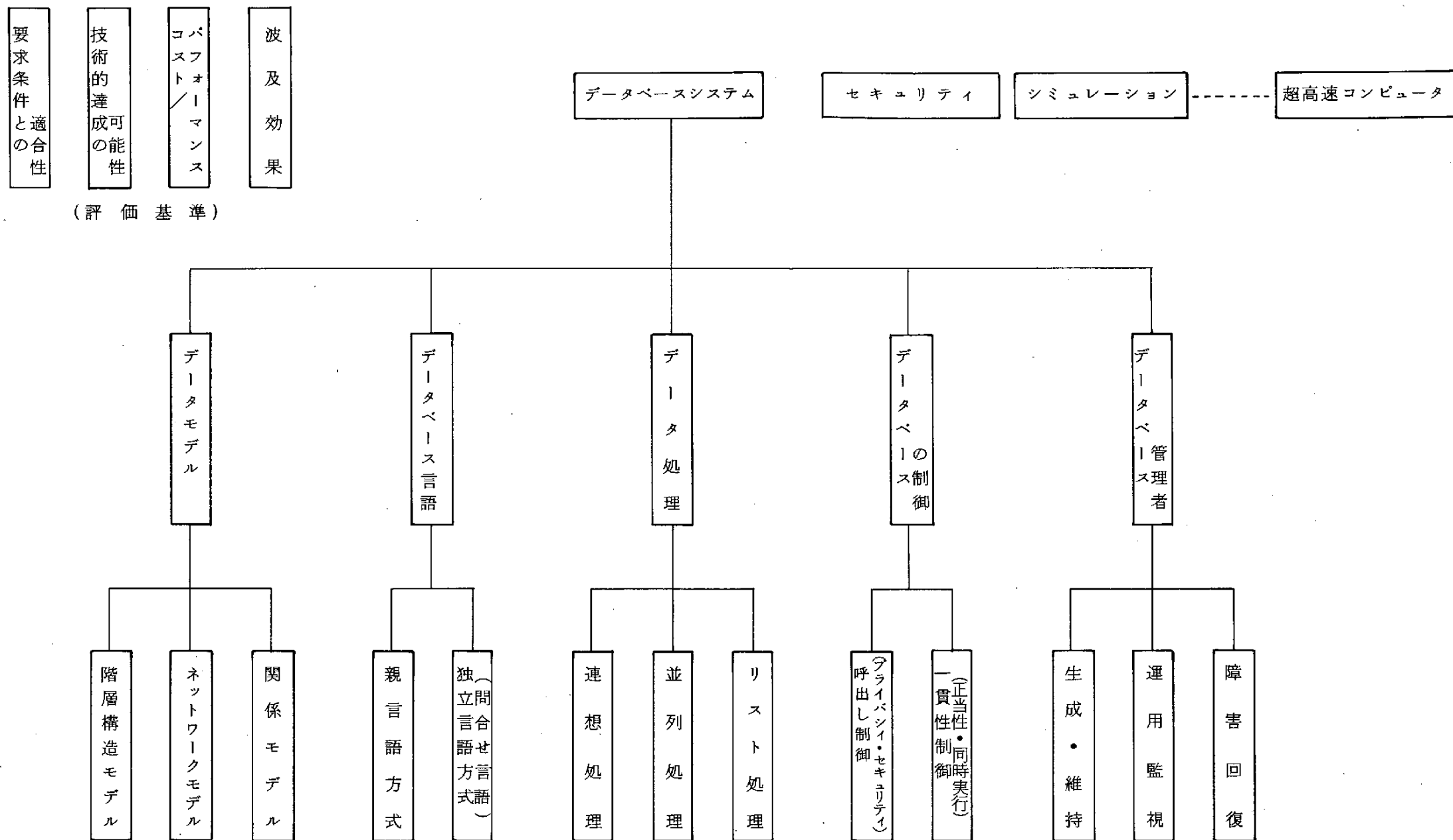


図 4-5 コンセプト・フィールドの樹木展開モデル (初期モデル)

－ 2 のとおり修正した。

この両者を比較すれば、修正した図 4－2 は、樹木のクロスする場合があるが、クロスがあったとしても後述（ 4・6(2) ）するように手法適用上の問題は生じない。

4・4 評価方法の作成

4・3 節により、ニーズとこれを満たす技術のつながりが樹木形式により体系化され、さきに掲げた図 4－1 および図 4－2 の修正モデルができたが、このモデルの各要素に今後どれだけの努力を集中すべきかを評価するには、客観的な評価方法が必要となる。

評価するには、評価対象の明確化、評価基準、評価の定量化、評価者の選定が考慮されねばならない。以下に今回とった方法を述べる。

(1) 評価対象の明確化

評価対象は、モデルを構成する各要素であるが、要素名で記述されているため、評価者によりその名称から受けるイメージが異なる恐れがある。

そこで、要素の概念説明が内包あるいは外延によりなされるが、今回とりあげた要素名は比較的定義が定着していることと、評価者として各分野から 1 名の専門家を予定したので省略したが、誤解を生じないような概念説明が必要である。

(2) 評価基準

比較される各要素の相対的重要度を判定するためには、評価基準が同一でなければならない。

たとえば、図 4－3 の国家レベルでいえば、独立、生存、安全、国際的協力、技術競争力（先進国向）、技術移転（発展途上国向）などが、産業レベルでは、産業育成、省資源、省エネルギー、省力化、無公害などが、また生活レベルでは、社会福祉、生活向上、ライフサイクルへの適合、プライバシー、セキュリティなどが評価基準として考えられよう。

今回は、インタレスト・フィールドの評価基準として、当初、福祉性、安全性、省力化（医療費の高騰抑制）、産業育成（医療機器）の 4 つをとりあげたが、外

表 4-1 樹木構成要素の評価用紙

NO.	目 標	評 価 基 準 評価基準の ウェート	合 計					
			100					
		100	100	100	100	100		
		100	100	100	100	100		
		100	100	100	100	100		

表4-2 樹木構成要素の評価結果 (インタレスト・フィールド)

<評価者A>

No	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
		30	60	10	100		
老 (高 齢 化)	老人医療の向上	30	80	80	65.00	65.00	
	老人福祉の充実	70	20	20	35.00	35.00	
		100	100	100	100	100.00	
老 人 医 療 の 向 上	成人病検診	10	10	10	10.00	6.50	
	老人医療	30	30	40	31.00	20.15	
	リハビリ	20	30	30	27.00	17.55	
	健康管理	30	20	10	22.00	14.30	
	老人医学	10	10	10	10.00	6.50	
		100	100	100	100	65.00	
老 人 福 祉 の 充 実	老人のための福祉	22	20	0	18.60	6.51	
	生きがいの付与	11	20	10	16.30	5.70	
	就労あっせん	6	5	40	8.80	3.08	
	生活費の保障	44	5	10	17.20	6.02	
	住宅の提供	17	50	40	39.10	13.69	
		100	100	100	100	35.00	
リ ハ ビ リ	人工臓器	30	60	70	52.00	9.13	
	リハ用機器	70	40	30	48.00	8.42	
		100	100	100	100	17.55	

No	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
		30	60	10	100		
老 人 医 療	自動監視	10	30	20	23.00	4.63	
	病歴管理	10	10	20	11.00	2.22	
	救急医療	30	30	30	30.00	6.05	
	遠隔医療	20	10	10	13.00	2.62	
	薬剤・中毒情報	30	20	20	23.00	4.63	
成 人 病 検 診		100	100	100	100	20.15	
	検査法	40	70	60	60.00	3.90	
	診断法	60	30	40	40.00	2.60	
健 康 管 理		100	100	100	100	6.50	
	健康処方	40	40	20	38.00	5.43	
	健康計画	20	40	50	35.00	5.01	
老 人 医 学	健康歴管理	40	20	30	27.00	3.86	
		100	100	100	100	14.30	
	医学教育	70	50	20	53.00	3.45	
	文献検索	30	50	80	47.00	3.05	
		100	100	100	100	6.50	

表4-3 樹木構成要素の評価結果 (インタレスト・フィールド)

<評価者B>

No.	目 標	評価基準	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
		評価基準の ウェイト					
	課 題		33	50	17	100	
老(高齢化)	老人医療の向上					66.67	66.67
	老人福祉の充実					33.33	33.33
			100	100	100	100	100.00
老人医療の向上	成人病検診					33.33	22.22
	老人医療					26.67	17.78
	リハビリ					13.33	8.89
	健康管理					20.00	13.33
	老人医学					6.67	4.45
			100	100	100	100	66.67
老人福祉の充実	老人のための奉仕					13.33	4.44
	生きがいの付与					26.67	8.89
	就労あっせん					20.00	6.67
	生活費の保険					33.33	11.11
	住宅の提供					6.67	2.22
			100	100	100	100	33.33
リハビリ	人工臓器					33.33	2.96
	リハ用機器					66.67	5.93
			100	100	100	100	8.89

No.	目 標	評価基準	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
		評価基準の ウェイト					
	課 題		33	50	17	100	
老人医療	自動監視					13.33	2.37
	病歴管理					26.67	4.74
	救急医療					33.33	5.93
	遠隔医療					20.00	3.56
	薬剤・中毒情報					6.67	1.18
			100	100	100	100	17.78
成人病検診	検査法					33.33	7.41
	診断法					66.67	14.81
			100	100	100	100	22.22
健康管理	健康処方					50.00	6.67
	健康計画					33.33	4.44
	健康歴管理					16.67	2.22
			100	100	100	100	13.33
老人医学	医学教育					66.67	2.97
	文献検索					33.33	1.48
			100	100	100	100	4.45

表4-4 樹木構成要素の評価結果 (インタレスト・フィールド)

<評価者C>

No.	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
			22	45	33	100	
老 令 化	老人医療の向上		50	80	90	76.70	76.70
	老人福祉の充実		50	20	10	23.30	23.30
			100	100	100	100	100.00
老 人 医 療 の 向 上	成人病検診		10	20	30	21.10	16.19
	老人医療		30	40	30	34.50	26.46
	リハビリ		10	10	20	13.30	10.20
	健康管理		40	20	10	21.10	16.18
	老人医学		10	10	10	10.00	7.67
			100	100	100	100	76.70
老 人 福 祉 の 充 実	老人のための奉仕		20	20	22	20.66	4.81
	生きがいの付与		30	5	22	16.11	3.75
	就労あっせん		10	20	11	14.83	3.46
	生活費の保障		30	10	11	14.73	3.43
	住宅の提供		10	45	34	33.67	7.85
			100	100	100	100	23.30
リ ハ ビ リ	人工臓器		50	60	70	61.10	6.23
	リハ用機器		50	40	30	38.90	3.97
			100	100	100	100	10.20

No.	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	福祉性	安全性	健康産業 の育成	合 計	
			22	45	33	100	
老 人 医 療	自動監視		30	20	30	25.50	6.74
	病歴管理		10	10	10	10.00	2.65
	救急医療		30	30	10	23.40	6.19
	遠隔医療		10	10	10	10.00	2.65
	薬剤・中毒情報		20	30	40	31.10	8.23
			100	100	100	100	26.46
成 人 病 検 診	検査法		60	70	80	71.10	11.51
	診断法		40	30	20	28.90	4.68
			100	100	100	100	16.19
健 康 管 理	健康処方		40	60	10	39.10	6.33
	健康計画		30	20	60	35.40	5.73
	健康監理		30	20	30	25.50	4.12
			100	100	100	100	16.18
老 人 医 学	医学教育		70	20	30	34.30	2.63
	文献検索		30	80	70	65.70	5.04
			100	100	100	100	7.67

表4-5 樹木構成要素の評価結果 (コンセプト・フィールド)

<評価者D>

No.	目 標	評価基準 評価基準の ウェイト	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計		No.	目 標	評価基準 評価基準の ウェイト	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計	
			20	30	10	40	100					20	30	10	40	100	
	データベース システム	生成・維持	80	50	80	60	63.00	7.09		データベースの 制御	データベース・ オーソリゼーション	30	30	30	30	30.00	1.56
		運用監視	5	10	5	20	12.50	1.41			呼出し制御	30	30	30	30	30.00	1.56
		障害回復	15	40	15	20	24.50	2.76			一貫性制御	40	40	40	40	40.00	2.09
			100	100	100	100	100	11.26				100	100	100	100	100	5.21
	生成・維持	データ処理	50	50	60	40	55.00	3.90		データ 構造処理	階層構造モデル	30	10	10	20	18.00	0.26
		データベースの制御	50	50	40	60	45.00	3.19			ネットワークモデル	30	30	30	30	30.00	0.44
			100	100	100	100	100	7.09			関係モデル	40	60	60	50	52.00	0.75
												100	100	100	100	100	1.45
	運用監視	データ処理	50	50	50	50	50.00	0.71		データサ ブ処理	親言語方式	50	40	60	60	52.00	0.98
		データベースの制御	50	50	50	50	50.00	0.70			独立言語方式	50	60	40	40	48.00	0.90
			100	100	100	100	100	1.41				100	100	100	100	100	1.88
											連想処理	50	60	60	60	58.00	0.74
	障害回復	データ処理	60	50	50	50	52.00	1.44		データ アクセス 方式	リスト処理	50	40	40	40	42.00	0.53
		データベースの制御	40	50	50	50	48.00	1.32				100	100	100	100	100	1.27
			100	100	100	100	100	2.76			分散処理	64	36	60	64	55.20	0.80
											集中処理	36	64	40	36	44.80	0.65
	データ 処理	データ構造処理	20	30	22	22	24.00	1.45		処理形 体		100	100	100	100	100	1.45
		データサ/言語処理	40	20	34	34	31.00	1.88									
		データアクセス方式	20	20	22	22	21.00	1.27									
		処理形体	20	30	22	22	24.00	1.45									
			100	100	100	100	100	6.05									

表4-6 樹木構成要素の評価結果 (コンセプト・フィールド)

<評価者E>

No	目 標	評価基準	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計		No	目 標	評価基準	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計	
		評価基準の ウェイト 課題	35	20	10	35	100				評価基準の ウェイト 課題	35	20	10	35	100	
	データベース システム	生成・維持	60	60	60	20	46.00	5.18		データベースの 制御	データベース: オーソリゼーション	33	40	20	20	28.66	1.75
		運用監視	20	30	30	50	33.50	3.77			呼出し制御	33	35	10	10	23.16	1.41
		障害回復	20	10	10	30	20.50	2.31			一貫性制御	33	25	70	70	48.16	2.93
			100	100	100	100	100	11.26				100	100	100	100	100	6.09
	生成・維持	データ処理	50	80	90	10	46.00	2.38		データ 構造処理	階層構造モデル	15	50	45	15	25.00	0.33
		データベースの制御	50	20	10	90	54.00	2.80			ネットワークモデル	35	30	35	35	34.00	0.46
			100	100	100	100	100	5.18			関係モデル	50	20	20	50	41.00	0.55
	運用監視	データ処理	50	80	90	10	46.00	1.73		データ 処理		100	100	100	100	100	1.34
		データベースの制御	50	20	10	90	54.00	2.04			親言語方式	40	55	60	60	52.00	0.82
			100	100	100	100	100	3.77			独立言語方式	60	45	40	40	48.00	0.75
	障害回復	データ処理	50	80	90	10	46.00	1.06		データ アクセス 方式		100	100	100	100	100	1.57
		データベースの制御	50	20	10	90	54.00	1.25			座想処理	70	20	40	90	64.00	0.61
			100	100	100	100	100	2.31			リスト処理	30	80	60	10	36.00	0.35
	データ 処理 形態	データ構造処理	19	33	25	29	25.90	1.34		処理 形体		100	100	100	100	100	0.96
		データサブ言語処理	31	34	25	29	30.30	1.57			分散処理	80	20	40	90	67.50	0.88
		データアクセス方式	19	11	25	21	18.70	0.96			集中処理	20	80	60	10	32.50	0.42
		処理形体	31	22	25	21	25.10	1.30				100	100	100	100	100	1.30
			100	100	100	100	100	5.17									

表4-7 樹木構成要素の評価結果 (コンセプト・フィールド)

<評価者F>

No.	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計		No.	目 標 課 題	評価基準 評価基準の ウェイト	要求条件 との適合 性	技術的達 成の可能 性	コスト/ パフォー マンス	波及効果	合 計	
			40	20	30	10	100					40	20	30	10	100	
データベース・システム	生成・維持		50	30	40	50	4300	4.84	データベースの制御	データベース・オンライン化		40	40	30	30	3600	1.47
	運用監視		20	20	10	20	1700	1.92		呼出し制御		20	20	30	30	2400	0.98
	障害回復		30	50	50	30	4000	4.50		一貫性制御		40	40	40	40	4000	1.63
			100	100	100	100	100	11.26				100	100	100	100	100	4.08
生成・維持	データ処理		80	80	80	80	8000	3.87	データ構造処理	階層構造モデル		30	20	30	30	2800	0.50
	データベースの制御		20	20	20	20	2000	0.97		ネットワークモデル		30	40	30	30	3200	0.58
			100	100	100	100	100	4.84		関係モデル		40	40	40	40	4000	0.72
運用監視	データ処理		60	50	50	60	5500	1.06				100	100	100	100	100	1.80
	データベースの制御		40	50	50	40	4500	0.86	データ処理サブルーチン	親言語方式		50	40	60	60	5200	1.09
			100	100	100	100	100	1.92		独立言語方式		50	60	40	40	4800	1.01
障害回復	データ処理		50	50	50	50	5000	2.25				100	100	100	100	100	2.10
	データベースの制御		50	50	50	50	5000	2.25	アクセス方式	連想処理		50	60	60	60	5600	0.80
			100	100	100	100	100	4.50		リスト処理		50	40	40	40	4400	0.62
データ処理形態	データ構造処理		20	33	25	30	2510	1.80				100	100	100	100	100	1.42
	データサブ言語処理		30	34	25	30	2930	2.10		分散処理		60	70	70	70	6600	1.23
	データアクセス方式		20	11	25	20	1970	1.42		集中処理		40	30	30	30	3400	0.63
			30	22	25	20	2590	1.86				100	100	100	100	100	1.86
			100	100	100	100	100	7.18									

表4-8 評 価 値 の 平 均

インタレスト・フィールド						コンセプト・フィールド					
No	エレメント	評価者 A	評価者 B	評価者 C	平 均	No	エレメント	評価者 D	評価者 E	評価者 F	平 均
1	老人医療の向上	65.00	66.67	76.70	69.45	1	データベースシステム	—	—	—	11.26
2	老人福祉の充実	35.00	33.33	23.30	30.55	2	生 成・維 持	7.09	5.18	4.84	5.70
3	成 人 病 検 診	6.50	22.22	16.19	14.97	3	運 用 監 視	1.41	3.77	1.92	2.37
4	老 人 医 療	20.15	17.78	26.46	21.46	4	障 害 回 復	2.76	2.31	4.50	3.19
5	リ ハ ビ リ	17.55	8.89	10.20	12.21	5	デ ー タ 処 理	6.05	5.17	7.18	6.13
6	健 康 管 理	14.30	13.33	16.18	14.60	6	データベースの制御	5.21	6.09	4.08	5.13
7	老 人 医 学	6.50	4.45	7.67	6.21	7	デ ー タ 構 造 処 理	1.45	1.34	1.80	1.53
8	老人のための奉仕	6.51	4.44	4.81	5.25	8	データサブ言語処理	1.88	1.57	2.10	1.85
9	生きがいの付与	5.70	8.89	3.75	6.12	9	データアクセス方式	1.27	0.96	1.42	1.22
10	就労あっせん	3.08	6.67	3.46	4.40	10	処 理 形 体	1.45	1.30	1.86	1.53
11	生活費の保障	6.02	11.11	3.43	6.86	11	データベース・ オーソリゼーション	1.56	1.75	1.47	1.59
12	住 宅 の 提 供	13.69	2.22	7.85	7.92	12	呼 出 し 制 御	1.56	1.41	0.98	1.32
13	人 工 臓 器	9.13	2.96	6.23	6.11	13	一 貫 性 制 御	2.09	2.93	1.63	2.22
14	リハ用機器	8.42	5.93	3.97	6.10	14	階層構造モデル	0.26	0.33	0.50	0.37
15	自 動 監 視	4.63	2.37	6.74	4.58	15	ネットワークモデル	0.44	0.46	0.58	0.49
16	病 歴 管 理	2.22	4.74	2.65	3.20	16	関 係 モ デ ル	0.75	0.55	0.72	0.67
17	救 急 医 療	6.05	5.93	6.19	6.06	17	親 言 語 方 式	0.98	0.82	1.09	0.96
18	遠 隔 医 療	2.62	3.56	2.65	2.94	18	独 立 言 語 方 式	0.90	0.75	1.01	0.89
19	薬剤・中毒情報	4.63	1.18	8.23	4.68	19	連 想 処 理	0.74	0.61	0.80	0.72
20	検 査 法	3.90	7.41	11.51	7.61	20	リ ス ト 処 理	0.53	0.35	0.62	0.50
21	診 断 法	2.60	14.81	4.68	7.36	21	分 散 処 理	0.80	0.88	1.23	0.97
22	健 康 処 方	5.43	6.67	6.33	6.14	22	集 中 処 理	0.65	0.42	0.63	0.56
23	健 康 計 測	5.01	4.44	5.73	5.06						
24	健 康 歴 管 理	3.86	2.22	4.12	3.40						
25	医 学 教 育	3.45	2.97	2.63	3.02						
26	医 学 検 索	3.05	1.48	5.04	3.19						

福祉性
安全性
健康産業育成
(評価基準)

(xxx) ...評価値
要素

100
老令化
(高令化)

6945
老人医療の向上

3055
老人福祉の充実

525
老人のための奉仕

612
生きがいの付与

440
就労あっせん

686
生活費の保障

792
住宅の提供

1221
リハビリ

2146
老人医療

1497
成人病検診

1460
健康管理

621
老人医学

611
人工臓器

610
リハ用機器

458
自動監視

320
病歴管理

606
救急医療

294
遠隔医療

468
薬剤・中毒情報

761
検査法

736
診断法

614
健康処方

506
健康計画

340
健康歴管理

302
医学教育

319
文献検索

1126
データベースシステム

日本語入出力処理

図形・入出力処理

音声入出力処理

通信ネットワーク

シミュレーション

機械翻訳

プログラミング

セキュリティ

超高速コンピュータ

570
生成・維持

237
運用監視

319
障害回復

613
データ処理

513
データベースの制御

153
データ構造処理

185
データ(DDL・言語処理)

122
データアクセス方式

153
処理形体(論理形体)

159
オンラインセッション

132
呼出し制御(セキュリティ)

222
正当性・同時実行(一貫性制御)

037
階層構造モデル

049
ネットワーク・モデル

067
関係モデル

096
新言語方式

089
独立(問合せ方式語)

072
連想処理

050
リスト処理

097
分散(並列)処理

056
集中処理

(インタレスト・フィールド)
(コンセプト・フィールド)

要求条件との適合性
技術的達成可能性
コストパフォーマンス
波及効果

部学識経験者の意見（病人をつくらない方にウェイトをおく）により、安全性、福祉性、健康産業育成の3つを評価基準とした。

コンセプト・フィールドの評価基準としては、要求条件との適合性、技術達成の可能性、コスト／パフォーマンス、波及効果の4つをとりあげ、外部学識経験者の意見を求め、次のコメントが得られたが今後本格的に手法の適用を行なう際に考慮することとし原案どおりとした。

コメントとして、“要求条件との適合性”では、要求条件を明確にしないと、コンセプト・フィールドをさらに細かく展開する場合評価できない。また“波及効果”は波及する分野を例示してグレードを示さないと評価しにくいなどがあった。

(3) 評価の定量化

評価を定量化するには、評価基準そのものの重みづけと、評価される要素の上位要素達成に対する重要度の数値化が必要となる。

評価基準の重みづけは、一般に%が用いられる。

重要度は、評価者が順位づけのみ行い、集計の段階で線形または非線形の対応数値を割当て方法や、評価者が直接%を記入する方法などがある。

今回は双方とも%を用い、外部学識経験者に数値化を依頼した。

(4) 評価者の選定

評価者は、評価基準にもとづき評価される要素の貢献度を数値化する。

評価者はこの数値化が適切に行える複数人を選定する必要がある。

今回はケース・スタディなのでインタレス・フィールドについては

- ・医療行政の立場（評価者A）
- ・医師の立場（評価者B）
- ・国民の立場（評価者C）

また、コンセプト・フィールドについては

- ・産業育成の立場（評価者D）
- ・学者の立場（評価者E）
- ・メーカーの立場（評価者F）

を代表するとして、それぞれ評価者を選定した。

4・5 評価の実施と結果

評価にあたっては、前掲の図4-1および図4-2の樹木展開モデルと、表4-1の評価シートを各評価者に示し、評価者が評価値を記入した。

各評価者の評価値は、表4-2～表4-7のとおりである。

これら評価値の平均を表4-8により計算し、樹木展開モデルに記入した結果を図4-6に示す。この図の最下位のレベルを見ると“関係モデル”、“分散処理”、“一貫性制御”などの技術課題に高い評価値が与えられており、いわゆる定説と矛盾しない結果となっていると思われる。

4・6 手法適用上の留意点

今回のケース・スタディを通じて、今後、本手法を本格的に適用する場合に留意すべき点を、インタレスト・フィールド、コンセプト・フィールドおよび全般的事項について述べる。

(1) インタレスト・フィールド

(a) 体系化

インタレスト・フィールドは、社会的な評価が行われる場であるので、各要素の体系化にあたっては、学問的というよりは誤解のない用語の選定と各要素間のつながりが自然な分り易い配列にする必要がある。この点については、初期のモデル(図4-4)と修正のモデル(図4-1)を比較されたい。

すなわち、図4-1の修正モデルでは、医療に關係する要素(“老人医療の向上”)と關係しない要素(“老人福祉の充実”)に2分し、“老人医療の向上”は、検診を中心に、左側に治療からリハビリへ、右側に健康管理から医学研究へと要素展開を行い、要素間のつながりが分りやすいように配列されている。

また、インタレスト・フィールドには、上位要素ほどコンピュータとの関連がないと考えられる要素が入ってくる。関連があるかないかは全部展開してみ

なければ分らないが大方の予想がつくとき、たとえば、図4-6の老令化の下
の“老人福祉の充実”が下部の展開をしてもコンピュータとの関係が余りない
と考えられる場合は、30.55という配点だけで以下の樹木展開を省略する
簡便法も考えられる。

なお、社会的な要素を含めた評価を必要としない場合は、コンピュータ関連
の要素のみ取りあげて樹木展開する方法もあるが、今回の事例研究の経験でい
えば、評価者が、抜けている社会的要素と重要性を頭におきながら、あるいは
断りながらコンピュータ関連要素の評価する過程からみて、社会的要素を含め
た評価方式が望ましいと考えられる(この方式によればコンピュータ関連要素
のみを含む評価も計算により可能となる)。

(b) 評価基準

評価基準は、ノードごとに評価しやすいように立てる方がよい。あまり集約
すると判断に迷うことがある。今回のケース・スタディで、老人医療の向上に
対し“安全性”という評価基準は分るが、老人福祉の充実に“安全性”という
評価基準はどのように考えたらよいか分らないというコメントがあった。この
ことは、体系化したあとで、もう一度評価基準を見直すと同時に、評価基準の
概念説明が必要と考えられる。

しかし、概念説明は詳しすぎると評価が難しくなるという面があるので十分
な配慮が必要である。また、簡便法として評価基準の個々によって評価せずに、
表4-3のごとくトータルで評価する方法があるが妥当性のチェックができな
いという難点がある。

(2) コンセプト・フィールド

(a) 体系化

コンセプト・フィールドは、技術的な評価が行われる場であるが、先端技術の
場合、用語の多様性と同時にシステムが体系化されていないことが多く、極端
に言えば評価者ごとに体系をもっていることがある。したがって、評価の手順
として、あらかじめ、体系についてのコンセンサスを得たうえで評価しないと
適正な評価値が得られない。

また、樹木展開する際に、図4-2にみられるように、樹木状にならずクロスする場合があるが、これは要素が評価値を配分する評価基準の働きをなすだけで手法適用上の困難は生じない。

すなわち、図4-2において、“生成・維持”、“運用監視”、“障害回復”の各要素は、“データベース・システム”の持ち点を“データ処理”、“データベースの制御”の要素に配点する評価基準として作用するという、要素、評価基準の二重の働きをなす。

(b) 評価基準

コンセプト・フィールドの評価基準についても、インタレスト・フィールドに述べたことが要求されるが、コンセプト・フィールドはインタレスト・フィールドのニーズを技術的に実現する要素が体系化されているわけで、特に“要求条件との適合性”という評価基準の“要求条件”とは何かが具体的に説明されていることが望ましい。

今回のケース・スタディでは汎用データベースを想定したが、今後、データベースの機能類型を考える場合はアプリケーションのスペックを明確にして評価基準の“要求条件”を定義する必要があるだろう。

(3) 全般的事項

本項では、インタレスト・フィールドとコンセプト・フィールドの接続の問題および両フィールドに共通の問題を述べる。

(a) フィールドの接続

今回のケース・スタディで最も困難を生じたのは、インタレスト・フィールドとコンセプト・フィールドの定量的接続である。

すなわち、それぞれのフィールドは、それぞれの専門家によって展開され、要素間の重要度評価が行なわれるので、さして問題は生じないが、インタレスト・フィールドの最下位のアプリケーションの要求を、コンセプト・フィールド最上位の技術機能類型がどの程度満たしているかの定量化が難しい。

この解決法としては、各アプリケーションの技術機能類型に対する依存性をスペックとして規定し、コンセプト・フィールドの専門家が評価する方法もあ

るが、両フィールドの専門家が打ち合せて実際の立場から定量化する方が実際のと考えられる。しかし、この方法をとる場合には人選に十分な配慮が必要であるとともに数回の打合せが必要となろう。

(b) 樹木の単純化

大きなプロジェクトに本手法で忠実に樹木展開すると、膨大な時間と経費がかかり息切れがするといわれている。そこで、評価を行うにあたっては当面比較の対象としない要素、単に関係があるというだけでウェートの小さいと考えられる要素は思い切って捨てるか、他の要素に含めるなどの方策をとるとともに、水準数も図4-7のごとく6ぐらいに整理して樹木に単純化をはかり、全体として問題が浮きぼりされ、評価しやすい体系にまとめる必要があろう。

なお、この水準数は、各パスでそろわなくても支障はない。

(c) 評価基準と評価者

誰が、どのような評価基準で判定したかによって評価値が変動するので、コンセンサスを得る面でも信頼性向上の面でも、評価基準、評価者の選定は重要である。

評価基準は、少なくともインタレスト・フィールド、コンセプト・フィールドごとに設定されるが、何を評価視点とするかは一般的な価値観というよりは目標に沿った評価しやすい項目を企画者がそれぞれのフィールドの専門家と討論して決めることが实际的であろう。

また、評価者は、インタレスト・フィールドについては、利害がからむ集団の代表者を含むことが望ましい。コンセプト・フィールドについては、それぞれの技術分野の専門家を含める必要がある。

各フィールドの上位レベルほど、分野が広がるので評価者の数は、一般的には増やすことが望ましい（特に評価基準のウェートは結果に大きく影響する）。

(d) 評価結果の見なおしと調整

本手法は、プロジェクト（ニーズ）と実現技術の関係を体系化すると同時に、

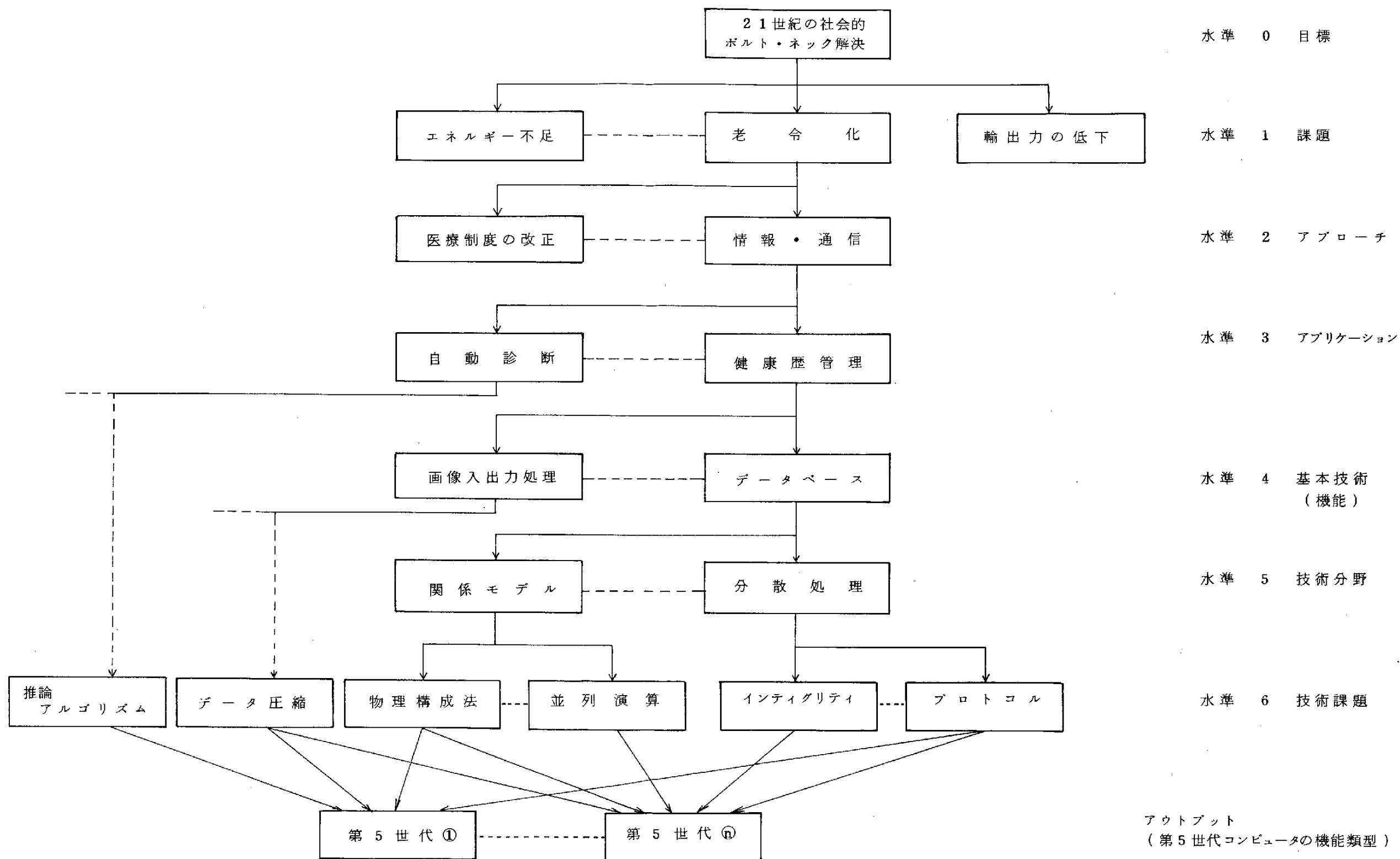


図 4 - 7 樹木展開の水準

11/11/11

11/11/11

11/11/11

努力を集中すべきプロジェクトや実現技術の問題点について定量的評価を行ない、特に評価の筋道が明確となるので、コンセンサスを得る面でも優れた手法といえる。

しかし、樹木展開の上位要素の評価が下位の評価（配点）に大きく影響する構造となっているため手法の適用にあたっては、適切な評価者の確保と見なおしが必要である。

すなわち、上位要素ほど評価対象の領域が広く、異なる領域にわたって適正にウェートを配分できる評価者が得られていない場合は、下位要素の評価値が、いわゆる定説といわれているものと逆の結果になる場合も想定できる。

したがって、このような場合はもう一度、ボトムアップの見直しによる調整が必要であろう。

(e) ステータスとタイミングについて

コンセプト・フィールドの最下位の水準である技術欠陥の相対的重要度 R が求められた場合、通常この技術欠陥が現在どのステータス（基礎・応用研究、基礎開発、高次開発、製品設計、利用などの開発段階）にあるかの評価係数 S および利用段階などにいたるまでのタイミング（所要期間）の評価係数 T を R に乗じて、計画設定上の重要度を得ることになる。

評価係数 S はどの開発段階にウェートをおくか、評価係数 T は所要期間の長いものにウェートをおくのかなど方針にもとづく係数なので今回の事例研究からは除外した。

第5章 研究開発の推進に関する総合研究

5. 研究開発の推進に関する総合研究	99
5.1 総合研究の必要性	99
5.2 課題の性格からみた 研究開発推進方式	102
5.3 プロジェクトの発展段階と 効果的マネジメントの方法	107
5.4 効果的マネジメントを 実現するための留意点	108

第5章 研究開発の推進に関する総合研究

5・1 総合研究の必要性

現在、「第5世代コンピュータ」の研究開発が、国益の立場から、実用化を目的として、国の資金を投入して実施されるべく準備されつつある。本稿は、①第5世代コンピュータの研究開発の特性からみて望ましい研究開発の推進方式、②計画の発展段階に応じた効果的マネジメントの方法、ならびに、③効果的マネジメントを実現するための留意点の3点から第5世代コンピュータの研究開発の推進方法を論じようとするものである。

従来、わが国の高度工業化過程において、大型プロジェクト制度にもとづく大規模技術開発（以下大プロと略す）が果たした効果は極めて大きく、民間企業による挑戦が困難な、長期的で新規性に富んだ、危険の大きい課題を次々に克服し、民間企業の実用化への突破口を開いてきた。しかし、そのほとんどは大学や国立研究所における「研究」（research）過程が終わり、「開発」（development）段階に進められる状態の課題であった。したがって、最終到達目標、最大投資限度、最大許容期間の限定が可能で、計画設定と計画推進が比較的容易な課題であった。

ところが、MHD発電や超LSIなどの技術開発になると、計画の内容が「研究」と「開発」の両方を含み、一つの計画の中で研究から開発まで一貫して実施される必要がある。さらに、サンシャイン計画になると、研究の比重がさらに大きくなっていく。

このように、研究開発計画は、マネジメントの立場から見ると決して一様ではなく、研究と開発の比重により、また研究段階から開発段階への移行につれて、マネジメントの考え方も方法も変化してゆくことになる。

現在は、実感としても、また、コンドラチェフの長期経済波動理論などからしても技術革新の停滞期であり、民間企業は、長期的課題や新規性に富んだ未踏革新型課題への挑戦を回避する傾向が強い。したがって、それだけ、この分野における国家の役割分担が増大することは必至である。しかし、残念ながら、わが国

の財政状態は決してかかる役割分担の増大に即応できるほど健全ではなく、国民所得の3%の支出という科学技術会議の設定した研究開発費支出目標の達成も、科学技術国債を発行してでも支出増をはかれという財界の要請も、そう簡単に実現できそうにない。

そこで、科学技術関係省庁、とりわけ民間産業の要請に応える必要の強い通商産業省としては、サンシャイン計画の計画加速措置に見られるように、現状の財政事情からみるとかなり無理をした予算措置をとらないとこの要請に応えることができないということになる。サンシャイン計画が対象とする代替エネルギー開発のように、わが国のエネルギー事情からみて国民的容認がえやすく、しかも東京サミット以来、国際的にも要請が強い場合には無理がききやすい。それに比べると第5世代コンピュータの研究開発は国民にとってはブラックボックスであり、国際的にも日米半導体摩擦に象徴されるように摩擦や紛争を誘発しやすい状況があり、無理がききにくい。

したがって、従来の大プロに比べると、第5世代コンピュータの研究開発は抑制要因が作用しやすく、効果的な推進は非常な困難に直面する可能性が強いと考えられる。PATTERN法を応用した第5世代コンピュータの研究開発計画の設定手法とは直接関係のない本稿を補足的に論述する理由は、実は、ここに在る。すなわち、第5世代コンピュータの研究開発においては、従来の大プロでは特別に配慮しなくてもよかった国民や国際世論に対する慎重な配慮や対策が必要であり、そのうえに効果的マネジメントが強く期待されるので特別な配慮と対策が必要になるであろうということである。

5・2 課題の性格からみた研究開発推進方式

第5世代コンピュータの研究開発課題は、「1990年代に実用化する新しいコンピュータ」の開発で、西洋流の思考と知識によって開発され、西洋流の情報処理に適した情報処理装置として発達してきた現在のコンピュータの最先端に追いつき追い越し、新しい未踏技術としての第5世代コンピュータを開発しようとするものである。

それだけに、未踏技術にふさわしい開発の進め方を研究することが望ましい。かかる望ましい開発の進め方を「創造性促進型マネジメント」と仮称し、その方式を研究しておきたい。

第5世代コンピュータの研究開発課題は、次の諸点に示すような特徴をもっている。研究開発の進め方は、これらの特徴を前提にして考察されねばならない。

研究開発課題の第1の特徴は「情報資源の位置づけ」に在る。すなわち、第5世代コンピュータが対象とする情報資源は、食糧資源やエネルギー資源と同様に人間にとって不可欠な基本的資源であるが、他の2つの資源のように、供給不足によるコストアップや混乱の脅威を、社会はまだ十分予見できづにいるということである。したがって、この情報資源の位置づけをどうみるかによって、第5世代コンピュータの研究開発の必要性や重要性の評価が異なることになる。

一般的にいて、情報資源には、①消費による増量・高付加価値化傾向、②社会的過剰状態、③個人的不足状態、がみられ、こうした偏在現象は社会的問題として、80年代には国民がその解決を求める国家的課題となるものと考えられる。それはまた、単に特定の国の国内問題としてだけでなく、国際的にも大きな課題になるものと予想される。

しかし、この問題を解決する場合に、最も困難が予想される要因は、情報資源は持てば持つほど、また望めば望むほど、入手しやすく、しかも実際に手に入るものだということである。このため、情報資源の社会的分配を迅速・公平・効果的に実施するにはどうしたらよいかというモデルや概念が第5世代コンピュータの研究開発を通じて提供されることがとりわけ重要である。

第5世代コンピュータの研究開発課題の第2の特徴は「情報機能とコミュニケーション機能」との区別ということである。コンピュータには情報処理機能とコミュニケーション機能との2面がある。例えば、電電公社における電子交換機の開発では、当初方式研究の結果を踏まえて、半電子方式か全電子方式かという議論が盛んで意思決定が不明確であった際に、その混乱をすくったのは「開発すべきは電子交換機（コミュニケーション機能）であって汎用コンピュータ（情報処理機能）ではない」という方針であった。また、「半電子・全電子という概念を

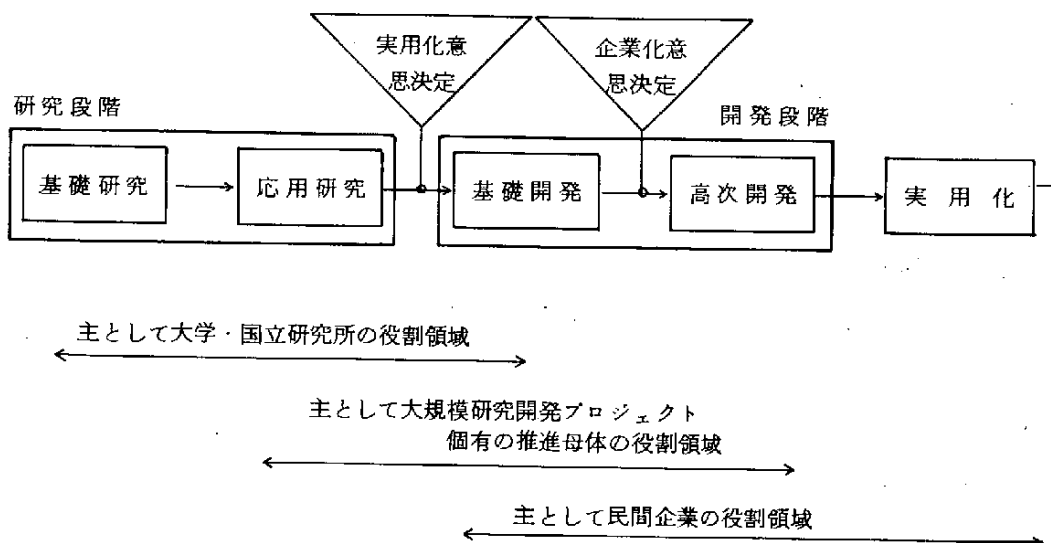
すて、蓄積プログラム制御を追求すること」という方針は、何を開発すべきかを明確にするうえで決定的な役割を果たした。

情報とコミュニケーションとは、感情や表情など感性に訴えるものが扱えるかどうかの違いである。情報は機械で処理し、伝送することができるが、コミュニケーションはそれだけでは成り立たない。第5世代コンピュータの研究開発では、前述の公社の例のようにコンピュータを単なる汎用コンピュータとして考えるのではなく、電子交換機として明確に区別して把握したような整理の仕方が必要となろう。

第5世代コンピュータの研究開発課題の第3の特徴は「技術突破」が必要だということである。電子回路に発生する発熱量の壁を突破するには、ジョセフソン効果などによる超電導エレクトロニクスの新技術を開発しなければならない。現在までのところ、まだ、その科学的な基礎が明らかにされたにすぎない。

第5世代コンピュータの研究開発が持つ上記の特徴からみて、当該研究開発計画は図5-1に示すような3つの役割分担が必要となろう。すなわち、主として基礎研究および応用研究段階では大学と国立研究所が中心となり、主として基礎開発段階では、既存の研究開発機関ではない、当該計画のための個々の推進母体が中心的役割を果たす必要がある。その理由については次節で論じることにする。また、主として高次開発段階では民間企業が中心的役割を果たすことになることが望ましい。

その場合、大事なことは実用化意思決定（図5-1 注1参照）と企業化意思決定か（図5-1 注2参照）の明確化と、それぞれの前後の過程の間におけるインタフェースの活性化である。すなわち、実用化意思決定は、研究から実用化を目的とし、目標と期限を決めて行なわれる開発へ踏み切るか否かの意思決定であり、この意思決定によってOKされれば予算は飛躍的に増大し、マネジメントも目標と期限を切って厳しく行なわれることになる。したがって、大学や国立研究所では、もはやそうした厳しいマネジメントに耐えて開発を進めることは著しく困難である。



注1 「実用化意思決定」：実用化を目的として、技術開発プロジェクトを発足させ、「研究」から「開発」へ移行させるか否かの意思決定。

注2 「企業化意思決定」：確認された技術的信頼性と経済性にもとづき、実用化に必要な具体的準備をするか否かの意思決定。

注3 用語の定義：

「基礎研究」(Fundamental Research : FR)

特別な応用、用途を直接に考慮することなく、仮説や理論を形成するため若しくは現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究をいいます。

「応用研究」(Applied Research : AR)

基礎研究によって発見された知識を利用して、特定の目標を定めて実用化の可能性を確認する研究及び既に実用化されている方法に関して、新たな応用方法を探索する研究をいいます。

「開発研究」(Development)

基礎研究、応用研究及び実際の経験から得た知識の利用であり、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入又は既存のこれらのものの改良をねらいとする研究をいいます。

ここでは開発研究を次のように区分する。

「基礎開発」(または先行開発 Fundamental Development : FD)

技術的な信頼性、経済性を確認する段階で応用研究により近い開発。

「高次開発」(または製品開発 Advanced Development : AD)

技術的信頼性、経済性が確認でき、実証から実用化に至る段階で事業経営化により近い開発。

図5-1 研究開発の段階別主体と主要な意思決定時期

次に、基礎開発については、通常実用化の可能性を持った複数の代替案がまだ並行して走っていて、最終的にどれにしぼり込むかをこの基礎開発を通じて決定しなければならない。その意思決定が企業化意思決定である。ところが、企業化意思決定で主役になるべき民間企業へは社益追求の立場があり、どうしても自社にとって都合のよい選択をすることが避けられないので、若し基礎開発の主体を民間企業にすると、そうした選択の偏りが発生し易くなる。

また、技術研究組合のような共同事業体を組織化しても、サンシャイン計画の場合の推進本部のような「本部」機構が強力でないと、寄せ集めの組合は舟頭多くして舟山に昇る状態になりかねない。しかも、現在の行政官の人事管理方式の下では、本部機構を強化しても1年～1.5年程度の短期間のローテーションが行なわれ、十分な機能の発揮ができにくい。そこで、現在の大プロ方式の推進主体となる技術研究組合ではなく、新エネルギー総合開発機構のようにある程度長期にわたってプロジェクトの推進に専念できる体制を整備しないと8年間の長期にわたる計画の効果的推進はむづかしい。

しかし、現行方式でも不可能ではないかもしれない。それは、超LSIの技術研究組合の場合のように、組合自体が個々の研究所をもって、この研究所の幹部が推進のリーダーシップをとれるようにすることである。そうすれば、蓄積されたデータによる方向づけが容易になるので、本部の機能に問題があったとしても、ある程度効果的な運営を期待することができる。

このようにみてくると、第5世代コンピュータの研究開発推進方式は、従来の大プロ型の推進方式では課題の性格からみて効果的運営上問題が多く、むしろサンシャイン型の推進方式をとった方が有利だろうと考えられる。

なお、参考までに、従来の大プロ方式の推進母体として通常利用されている「技術研究組合」方式には、一般的に、次のような研究管理上の問題点が存在しているので、第5世代コンピュータの研究開発推進方式を考える場合、留意する必要がある。

(1) 組合運営の民主性

技術研究組合に関する法は、商工組合法、協同組合法と同系統の法体系のも

とにあり、組合員は全て平等であり、組合運営はきわめて民主的であるべく規定されている。

しかし、研究・開発のように不確定要素の多い創造活動の過程では、民主的運営で処理しきれない場合が多く、時としてはリーダーの独断に近い決断を必要とすることが少なくない。したがって、方向づけ、目標設定、中間評価、計画修正など、研究開発のマネジメント上最も大事な意思決定が「民主的運営」の規定によって決断が下せず、あいまいなままにされるという事態が起り易い。

研究開発計画を効果的に推進するためにはプロジェクト・リーダーの強力な指導性の発揮を必要とする。特に、国家プロジェクトを民間企業を中心に官学民の総合力を結集して推進しようとする場合には、国益の立場、社益の立場、学問の立場で、考え方や方法が異なるので、それらの調和をはかるためにはプロジェクト・リーダーの指導性はとりわけ強力である必要がある。

(2) 開発目標

「プロジェクト」の概念は、本来、①最終到達目標、②最大投資限度、③最大許容期間という3つの条件によって明確に限定された臨時の仕事を意味している。とりわけ、開発目標は定量的な型で鮮明に提示されていることが必要である。例えば、サンシャイン計画の当初、その目標は「21世紀の当初におけるわが国の総エネルギー需要のかなりの部分を代替エネルギーで供給する」となっていた。この「かなりの部分」という目標のあいまいさがサンシャイン計画自体の性格をあいまいなものにし、その計画推進を混乱させる原因となっていた。サンシャイン計画では、第1期中期計画の末期になってようやくこのあいまいさが解消され、効果的推進と計画の加速が可能になった。

第5世代コンピュータのプロジェクト設定のための準備作業過程をみると、「第5世代」というプロジェクトの性格の定義、プロジェクトの「目標」の限定など、まだ明確にはされていない。第2年度において、この2点の明確化を果さないと、プロジェクト設定ができたとはいえない。

(3) ユーザーとの共同開発

大規模な研究開発は、ユーザーとの共同開発体制をとっていないと、成果の

実用化の面での不安が残り技術開発参加者の動機づけがむづかしい。特に、原子力・宇宙など数千億円級の予算規模のプロジェクトでは非常に重要な問題となる。例えば、原子力の場合、新型転換炉（ATR）の開発計画が、当初、ややもすれば流産しそうな状況がみられ、自主技術開発に意気込む関係者をいらいらさせた時期があったのは、ユーザーである電力会社の開発に対する態度がいまいであったためである。

こうした事態は、数百億円級の予算規模のプロジェクトの場合にも起りうる。例えば、高効率ガスタービンの技術研究組合の場合、ユーザーである電力会社が1基当たりどの程度の出力水準を期待するかが必ずしも明確でなく、当初、開発の進め方について、一種の論戦論争が激しく行なわれた。

しかし、現在の技術研究組合の構成は開発側メーカーの組合になっていて、ユーザー側の参加が少ない。この点、第5世代コンピュータの開発に際しては十分に配慮する必要がある。

(4) 期末突貫工事的体質

学年度会計が残した最大の弊害である年度末に一気に仕事を片づけるという「期末突貫工事的体質」が研究開発プロジェクトの運営においてもみられる。要素課題相互の独立性が強く、個々の開発要素の成果を統合する必要のない材料、部品などの開発の場合には、こうした体質もさほど大きな問題にはならないが、第5世代コンピュータのようなシステム開発になると、要素の開発とその統合化・システム化とは同じように重要なウエイトを持つことになるが、期末突貫工事的体質の下では、どうしても要素開発の期末へのしわ寄せが起り勝ちで、その成果のシステム化が不十分になる危険性がある。

さらに、このシステム化の不十分さを補うために大事な次期当初の稼動が委託事務手続の遅れで6月から7月にならないとスタートできないことになる場合が多いので、何時までたっても問題が解決されずに残ることになる。

(5) 賦課金

組合の管理運営費にあてる賦課金は、組合員が開発の成果から受けるであろう企業効果の度合によって割当てられることになっているが、公正な割当は困

難であり、絶えず不満の種となっている。

(6) 組合業務の体制

組合運営の総管理運営費は、通常、総開発費の5%程度が基準になるが、これでは効果的運営に必要な体制の整備が困難である。このため、出向による人員増加を図ることになるが、前述の企業効果ベースの賦課金配分の問題と同様に公正を期することが困難であると同時に、出向者の帰属意識の低さも組合運営にとって大きな悩みの種である。

5・3 プロジェクトの発展段階と効果的マネジメントの方法

研究開発プロジェクトの発展段階は、図5-1に示したように、基礎・応用という「研究」段階と、基礎・高次という「開発」段階とに大別され、それぞれの段階に応じて活動の目的、役割の範囲、活動の成果の特徴、貢献の形態などが違うので一様なマネジメントをすることは無意味であるだけでなく、むしろ弊害を招き易い。そうした研究開発スペクトラム上の段階的相違点を示す。表5-1の通りである。

研究開発プロジェクトの効果的マネジメントの方法は、表5-1のようなスペクトラム上の段階的特性に応じて考えられなければならないが、同時に、プロジェクトの発想、意図の表明、プロジェクト計画の提案、計画の評価、計画の実施、成果の評価、計画の修正という活動段階（図5-2参照）に応じた検討も必要である。前者のスペクトラム上の段階は、「計画の実施」段階における話である。

第5世代コンピュータの準備調査では、2年間で図5-2の「事前評価」までの作業を行ない、プロジェクト設定（システムの選定）を完了することが目的とされている。

研究開発プロジェクトは、開発主体の意図が「開発計画提案要請書」(request for proposal : RFP)として提示されることによってスタートする。わが国では、通常、意心伝心で意図を汲み取る部分が多いのが普通で、開発主体である政府関係省庁の意図は極めて簡単な概略的形でしか提示されないことが多い。それだけ受託者側の自由裁量の余地が大きく、熱心な参加者は自己の能力を十分反映

できるというメリットがある。トップダウンの意思決定になじんだ欧米では日本の場合のようなアプローチでは開発主体の怠慢として、優秀な開発力と高い技術水準を持った企業は参加を断る場合がある。

日本型であれ欧米型であれ、研究開発プロジェクトを成功させる第1の条件は「開発主体の意図」が明確に設定され、確認されていることである。開発目標や方針は、この意図が明確でないと設定しようがないのである。

第2の成功への条件は、開発意図を達成するために必要な手段として「可能な限り多くの代替的プロジェクト案（システム案）を発掘すること」である。日本の研究開発が従来かかえていた最大の弱点はここにある。開発意図があいまいなので達成手段の発掘が不十分で、経済的基準から発見と評価が容易な外国技術を導入して高次開発を加えるという方式になり勝ちであった。開発意図を明確にしたうえで長期的・戦略的視点から意図達成手段の発掘を慎重にやれば、自主技術の開発が容易になり、これまでも技術革新の貢献度を高めることが可能であったといえよう。

第3の成功への条件は、「代替的プロジェクト案の評価」を、長期的・戦略的視点から行なうことである。OECD等が指摘する日本の技術革新への貢献度を高めることを重視するか、産業への波及効果を重視するかによって、開発されるべきプロジェクトは違ってくる。その点では、プロジェクト（システム）評価基準の決定が極めて重要な影響を与えることになる。

第5世代コンピュータの開発計画の検討過程でも複数の候補プロジェクトが提案されることになるが、それを評価し選定するかが大事である。第5世代コンピュータのような高度先端技術のプロジェクト評価では不確定要因が多いので会議による評価では声の大きい者の判断にひきずられる危険や、バンドワゴン効果のような空気に流される傾向に陥りやすいので注意する必要がある。

5・4 効果的マネジメントを実現するための留意点

第5世代コンピュータのような大規模研究開発プロジェクトにおける効果的マネジメントを実現するためには、下記の諸点に留意することが肝要である。

表 5 - 1 研究開発活動の区分

視 点 特 別 性 の 区 分	学問区分	科学 (SCIENCE)		技術 (TECHNOLOGY)	
	大区分	研究 (RESEARCH)		開発 (DEVELOPMENT)	
	小区分	基 礎 研 究	応 用 研 究	開発 (実際化)	試 験
	主 体	アカデミシャン	インベンター	エ ン ジ ニ ア	エクスペリメンター
活 動 の 目 的		新知識をうるこ と	新知識を利用す る可能性を立証 すること	新製品、新製法 を実用化すること	新数値、高性能 値を出すこと
役 割 の 範 囲		結果を客観的に 記述することに 責任がある	新知識を利用で きるような着想 をえて、育てる ことに責任がある	諸関係を調整し、 付加価値の高い 効用を実現させる 責任がある	正確な数値を出 すことに責任が ある。
活 動 の 成 果		学術論文、他部 門への新知識の 提供	工 業 所 有 権 (特 許)	ノウハウ、仕様書	試 験 結 果 (測定値、分析値)
経 営 へ の 貢 献		発 見 の 記 録	発 明 の 記 録	新製品、新製法 の完成	測 定 、 分 析

(1) タテマエとホンネの調整

開発推進側は自主技術の開発とか、IBMの設計思想を超えとかいうタテマエで事にのぞむ場合が多いが、ユーザ側はむしろ開発側のタテマエとは別のホンネを持っているものである。「一号機は輸入して、2号機から国産化」という考え方は日本の技術開発の伝統的ユーザの発想であった。ところが、こうしたタテマエとホンネの相違は、開発チームの内部にも見られる。例えば、高効率ガスタービンの技術開発研究組合の場合、1号機は既存の技術を活用して製作するので研究開発要素はほとんどないというタテマエになっている。しかし、個々の担当者のホンネを聞いてみると、熱焼器・動翼・静翼などの高熱部分には研究要素が含まれている。このように、計画設定過程ではなかなかホンネが出てこないのが、単なるヒヤリングだけではタテマエとホンネの違いが評価できずに見過されてしまうことになる。したがって、実施段階にはかってから組合の幹部が調整に悩まされることになる。

この点は、第5世代コンピュータでは予備研究期間にはっきりとした調整をすませておくことが期待される。

(2) 実態把握

国からの委託研究は全額国庫負担というタテマエになっているが、多くの場合、企業負担を伴うものである。この負担度をいかにして把握するか、また、単年度会計のために発生するつなぎ資金などの自己負担額についても把握できるようにしておく必要がある。

サンシャイン計画では、研究の進捗状況調査を定期的の実施し、担当開発官と委託先企業のコミュニケーションの改善と進捗状況把握をプロジェクトごとに2～3名の調査委員が担当して効果をあげている。第5世代コンピュータの開発では、このサンシャイン方式は是非採用されることが望ましい。

(3) 管理システムの構築

全体計画ならびに個別項目別計画の進捗状況の管理・調整のためシステムは効果的マネジメントの実現にとって不可欠である。その際、大プロでいえば組合と工業技術院のように下部の管理レベル（組合）と上部の管理レベル（工技

院)との役割を明確にしておく必要がある。

日本のマネジメント風土になじみやすい意心伝心とか、運用の妙を発揮しすぎると厳しい評価を必要とする研究開発の本質に反するマネジメントになりかねないので注意する必要がある。

(4) 情報の流通

研究開発のために集められた技術情報の組合等の内部における流通システムを考えねばならない。

その場合、研究成果の組合員(技術研究組合の場合)に対する普及の範囲など組合員が行なった研究成果をどの程度まで他の組合員に公表するかについて下記の情報ごとに方法を考えなければならない。

- ① 研究成果報告書の配布
- ② 研究成果の組合内における検討会の開催
- ③ 設計室における設計資料の取り扱いと出向職員の技術協力の仕方
- ④ 試験運転におけるチームの編成

また、組合内で締結した工業所有権及び秘密協定など情報の外部流出に対する組合の管理のあり方についても考慮しておかなければならない。

(5) 協力体制の確立

工技院、開発研究の一部を担当する国立研究機関、組合本部組合員各社との業務分担と責任区分を明確にしておかなければならない。

また、設計室を持つような場合、それと組合員との業務分担を明確にしておかなければならない。

さらに、特に重要である部品について材料メーカーと機械メーカーの間での個別協力体制を作らなければならない。

(6) 組合の業務体制の整備

設計室(または試験室)を含めた組合に最もふさわしい業務体制を考えねばならない。

また、大規模な予算を必要とする機械を試作し試験する業務を合理的に推進するための組合員の分担について検討しなければならない。

さらに、事故発生に伴う保証責任の組合及び組合員のあり方についても検討しておかなければならない。

以上述べた留意点は、他の大規模研究開発プロジェクトの実態から推察される留意点であり、第5世代コンピュータの効果的マネジメントをどうするかについては、プロジェクト選定が明確になった段階で改めて詳細な検討を加えることが必要である。

資 料

資 料	117
資料1. クロスインパクト・ マトリックス法	117
資料2. 機能類型の抽出に関する提案	122

資料1 クロスインパクト・マトリックス法

研究開発にしろ、政策にしろ、一般にプロジェクト相互間に関連があり、1つのプロジェクトが進展することにより、他のプロジェクトの進展が促進されたり、スローダウンしたりする。このような関係は、図(資料)1-1のように表わすことができる。

たとえば、同図によれば、気象制御(D_2)が実現すれば、天気予報(D_1)、凶作根絶(D_4)の開発が促進されることが(↑)印によって示されている。

教育問題についてのケース・スタディにより、この手法の概要を示そう。

これは、つぎの各項目間の相互作用を考慮した場合、1985年までの間に実現する確率が、それぞれどのようになるかを検討しようとするものである。

- (1) 米国内の公立小中学校における教員と、学校評議会との協議を、義務づける法律の施行。
- (2) 大半の教員が、そのための組合に参加する。
- (3) 大半の中学校の生徒が、公認の組合に属する。
- (4) 父兄、教師間の軋轢が増大する(現状の3倍に)。
- (5) 大半の中学校が、民族教育を開始する。

まず、表(資料)1-1に示すように、相互作用を考えない場合の各項目についての実現確率(P)、実現確率10%の時期(Y)、および各項目間の相互作用の度合(促進する傾向にある場合は正、抑制する傾向にある場合は負の記号を付し、関連の大きさに応じ10から1の値で表わす)を、デルファイ法により評価する。

この実現確率(P)を初期確率(initial probability)というが、このような確率をもつ事項のうちいずれが先行事象として最初に実現するかを乱数を用いて求める。つぎに、それが実現した場合の他事象の実現確率がどのように変わるか(このときの確率を“インパクトを受けた確率”という)を、その相互作用の度合の見積値を用いて計算する。

初期確率(P_n)とインパクトを受けた確率(P'_n)との関係は定式化されてい

	1 月先までの の信頼しう る天気予報	気象制御	生物免疫	悪天候によ る凶作根絶
D ₁ 1月先までの信 頼しうる天気予報		—	—	↑
D ₂ 気 象 制 御	↑		—	↑
D ₃ 生 物 免 疫	—	—		—
D ₄ 悪天候による 凶 作 根 絶	—	—	—	

図（資料）1-1 プロジェクト間の関係

表（資料）1-1 実現確率と相互作用の予測

項 目	Y	P	項 目				
			1	2	3	4	5
1. 協議を義務づける法律	'70	0.70	—	9	5	3	0
2. 教 員 組 合	'70	0.85	8	—	6	8	2
3. 学 生 組 合	'76	0.30	0	2	—	3	8
4. 父兄・教師の軋轢	'71	0.50	5	8	1	—	4
5. 民 族 教 育	'73	0.45	0	4	5	4	—

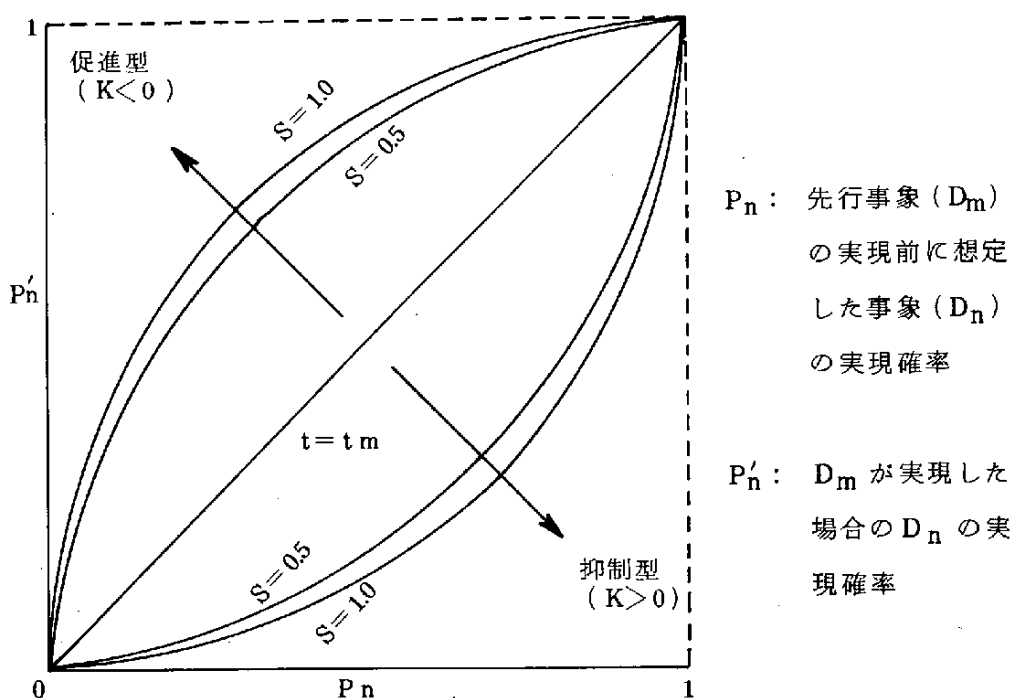
いが、このケース・スタディではつぎのように関係づけられている。すなわち、 P_n が 0 または 1 の場合には、他事象が実現しても、その実現確率は変わらないため、 P'_n も当然 0 または 1 となり、したがって、 P_n と P'_n の関係は、(0.0) (1.1) を通る曲線で表わされる。また、先行事象 (D_m) の実現時期 (t_m) と予測しようとする将来の時期 t が等しい場合には、一方が他方に影響を及ぼしえないため、 $P_n = P'_n$ となる。その他の場合には、2 次曲線となると仮定すると、図 (資料) 1-2 のようになり、 $P'_n = aP_n^2 + (1-a)P_n$ と表わされる。

なお、 $a = KS \frac{t-t_m}{t}$ と仮定する。K は促進型か、抑制型かにより、-1 または +1 とする。S は相互作用の度合を表わす (0 から 1 までの値で表わす)。

つぎの段階としては、残った事項がそれぞれ上述の方法で修正された実現確率をもつものと仮定して、いずれの事項がつぎに実現するかを乱数を用いて求める。このようにして、すべての事項について実現するか否かを求めていく。以上が一連の試行過程をなしており、このような試行を多数回繰り返すことにより、相互作用を織り込んだ、新たな実現確率を求める。

さらに、ある政策なり開発を、重点的に進めることによる効果を求めるための感度分析も行なうことができる。

たとえば、学生組合参加を促進すると仮定し、初期確率を 0.3 から 0.6 に、また、実現確率が 10% の時期を、1976 年から 1972 年に繰り上げた場合、表 (資料) 1-3 のように、それぞれの確率に変化が起こる。この結果から学生組合の重点的促進が、民族教育の実現を、大いに促進する効果があるということがわかる。



図(資料) 1-2 実現確率の変化

表(資料) 1-2 相互作用による実現確率の変化予測

項 目	初期確率	相互作用を織り込んだ確率
1. 協議を義務づける法律	0.70	0.806
2. 教 員 組 合	0.85	0.921
3. 学 生 組 合	0.30	0.454
4. 父兄・教師の軋轢	0.50	0.636
5. 民 族 教 育	0.45	0.462

表（資料）1－3 感度分析による実現確率の変化予測

項 目	初期確率	相互作用を織り込んだ確率
1. 協議を義務づける法律	0.70	0.807
2. 教 員 組 合	0.85	0.926
3. 学 生 組 合	0.60	0.742
4. 父兄・教師の軋轢	0.50	0.651
5. 民 族 教 育	0.45	0.498

資料2 機能類型の抽出に関する提案

第2章の図2-4において、目標設定の方法と関連して“機能類型”という概念を設けた。機能類型とは同図の(注2)にも説明してあるように、社会システムと技術システムの双方において、開発対象としての条件を満足するように設定された仕様の機能を意味している。このような性格の機能類型を設定する過程は、社会面と技術面の双方の予測を融合させるための試行錯誤の連続になると思われる。その場合に、まず最初の出発点として機能類型の事例を設定する必要がある。それを詳細化するか、拡大するかして1つの機能類型をつくり、それを参考にし他の類型を整理していくことになる。ここではその出発点となるべき事例が委員会資料に与えられているので、これを引用・整理しておく。他の対象分野における同種の検討も有効であろう。なお、引用した事例については、アンケート原票と専門家の検討が必要であることを加えておく。

検討すべき委員会資料

ミニデルファイ 第1次集計結果 I、共通質問事項

1. 10年後の情報処理システムについて

同資料では対象分野一処理能力で将来の情報処理システムの要求条件が整理されている。その一例を表(資料)2-1に示す。これは表(資料)2-2に示すように整理されよう。処理能力のブランクの部分は更に検討され、埋められる必要がある。原票等、専門家の見解を参考にして、対象分野一処理内容一処理能力の関係が整理されると、より有効になるのではないと思われる。

表（資料）2-1 “①教育”の処理能力

定量的パワー	演算速度	ミニコンの10倍
定性的パワー	演算能力 データ・ベース	高階論理等の論理式の処理能力 能率的データ探索 フレキシブルで機能的なDBの設計
パターン認識・人工知能 ・ 自然言語処理	音声認識 自然言語処理	発音などの2-way 矯正機能 日本語入出力
その他	通信	2-way 通信機能 リアルタイム国際通信

表（資料）2-2 “①教育”の機能類型を整理する形式（素案）

対象分野	処理内容＝機能（機能組分）	処理能力（性能）
教 育	演 算 （高階論理等の論理式の処理）	ミニコンの10倍
	データベース （能率的データ探索 フレキシブルで機能的なDB）	
	日本語入出力処理 （音声：発音などの2-way 矯正） （自然言語処理）	
	通 信 （2-way 通信 リアルタイム国際通信）	

1000000

1000000

1000000

— 禁 無 断 転 載 —

昭和 5 5 年 3 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 (4 3 4) 8 2 1 1 (代表)

印刷所 株式会社 ダイシンプリント

東京都中央区銀座 1 - 2 7 - 9

TEL 0 3 (5 6 7) 5 0 8 1

