

AHPによるシステム評価

片山 禎昭
日本システム(株)

AHP (Analytic Hierarchy Process、階層化意思決定法) は、近年普及が進みつつあるOR手法で、例えばコンピュータ・システムの機種選定等のためのシステム評価方法として有効に使用し得ると考えられる。

特徴としては、1) 評価要素の多元性の考慮、2) 評価する立場の多様性の考慮、3) 心理的尺度の合理的導入、4) 評価の整合性チェック・プロセスの存在、等が挙げられる。

AHP自体の簡単な解説と日本語WPソフトの評価等への適用事例について述べる。

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPLIED TO SYSTEM EVALUATION

Yoshiaki Katayama

JAPAN SYSTEMS CORPORATION

8-12, Sumiyoshi-cho, Shijuku-ku
Tokyo, JAPAN

AHP (Analytic Hierarchy Process) is a technology developed in the Operations Research field, and can be used as a helpful tool for system evaluation.

Features of the technology are as follows:

- 1) Consideration for multi-dimensional evaluation characteristics,
- 2) Consideration for diversity of evaluators' stand points,
- 3) Rational use of evaluators' "Feeling"
- 4) Process to check the "Conformity"

Brief explanation of AHP and application of AHP to evaluation of Japanese word processor software are described.

1. AHPの概要

図-1に、AHPによる（品質）評価のイメージ・モデルを示す。

図-2に、“複数の代替候補の中からコンピュータ・システムを選定する”という例題によるAHPの概要説明を示す。なお図中の「AHP計算プロセス」すなわち一対比較マトリクスからウェイト・スコアを求める計算は、このマトリクスの固有値方程式を解いて最大固有値 λ_{max} に対応する固有ベクトルを求めることに帰着する。

またマトリクスの階数を n として、

$C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ を整合度…Consistency Index…と呼んで、整合性のチェックに使う。（整合性が理想的の場合は $C.I. = 0$ となる。）

理論面の詳細については、参考文献[1]、[2]、システム評価等への応用事例については、参考文献[3]等を参照されたい。

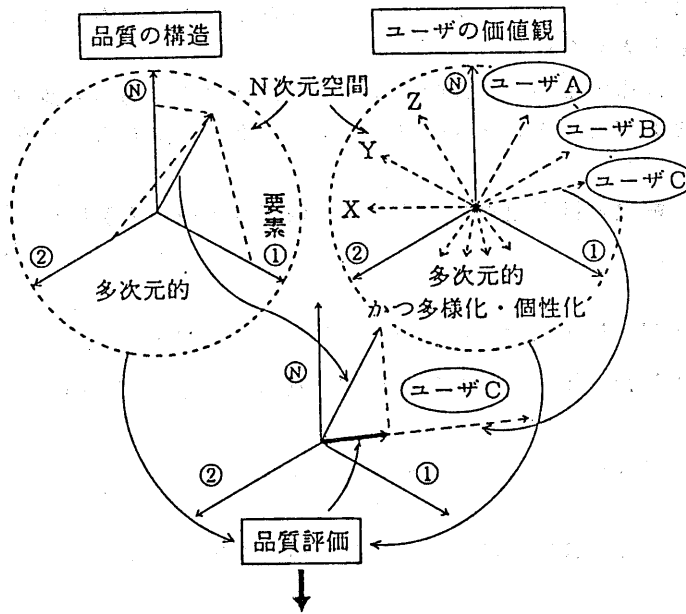


図-1 「品質展開+AHP」によるアプローチ！

参考文献

- [1] T.L.Saaty, 「Analytic Hierarchy Process」、McGraw Hill、1980
- [2] 刀根薫、「ゲーム感覚意思決定法」、日科技連出版、1986
- [3] 刀根、真鍋編、「AHP事例集」、日科技連出版、1990
- [4] 情報処理振興技術協会技術センター、「ソフトウェア品質評価モデルの調査研究」報告書、61技-076、1987
- [5] 片山 他、「品質展開+AHPによる日本語WPソフトの評価」、第7回 ソフトウェア生産における品質管理シンポジウム報文集 A-9、日科技連、1987

目的・性格

◎意思決定の支援を目的として対立候補/代替案を相対評価する手法

特長

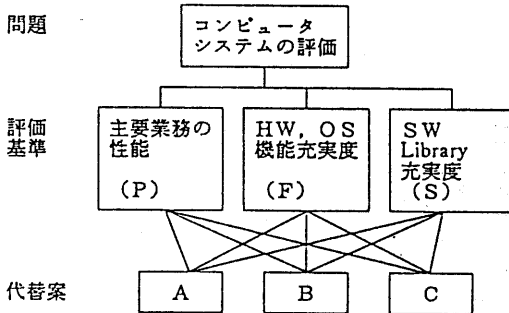
- ①価値観の多様化・個性化への対応
- ②フィーリングを安定に数量化

アプローチ

- ◎問題の階層構造化
- ◎一対比較法による選好感覚の数量化
- ◎線形代数モデル(→一対比較行列の固有値問題)による相対ウェイト/スコアの計算

例題：コンピュータ・システムの選択

1. 問題の階層構造化



4. 各評価基準について代替案のスコア評価

例：P (主要業務の性能) に関して

- AはBより ほんの少しよい →1 vs 2
- AはCより やや よい →1 vs 3
- BはCより ほんの少しよい →1 vs 2

	A	B	C
A	1	2	3
B	1/2	1	2
C	1/3	1/2	1

SPA	SPB	SPC
0.54	0.30	0.16

2. 評価基準の一対比較とマトリクス表現

評価者の立場から見て

- PはFより 普通に 重要 →1 vs 5
- PはSより ずっと 重要 →1 vs 7
- FはSより やや 重要 →1 vs 3

	P	F	S
P	1	5	7
F	1/5	1	3
S	1/7	1/3	1

(以下、F、Sについても同様なプロセスでスコアを計算する。)

5. 総合評価

SA
 $= WP \cdot SPA + WF \cdot SFA + WS \cdot SSA$
 $= 0.73 \times 0.54 + \dots = 0.42$

SB = 0.35

SC = 0.18

3. 評価基準のウェイト計算

AHP計算プロセス

WP	WF	WS
0.73	0.19	0.08

6. 意思決定

スコア最大の候補Aを選択

一対比較数量化の基準
 前の項目が後の項目より

やや 重要 (or ベター)	→1	vs	3	
普通に	"	→1	vs	5
ずっと	"	→1	vs	7
絶対的に	"	→1	vs	9

図-2 AHP (Analytic Hierarchy Process) の概要

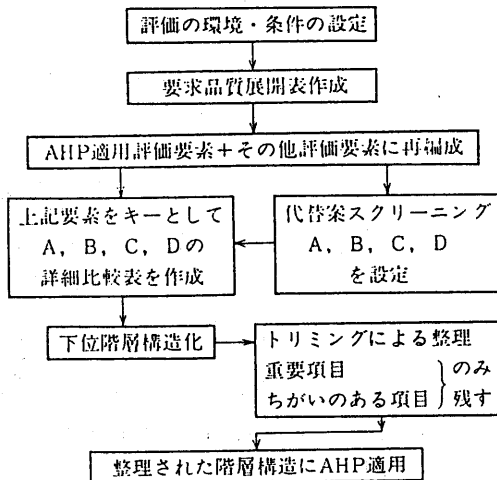
2. AHPによる日本語WPソフトの品質評価事例…文献[4]、[5]、[3]

この事例はAHPと品質管理手法の一つである「品質展開」とを組合わせて日本語WPソフトの評価を行った事例である。(内容は文献[3]の筆者の執筆部分から転載)

[品質展開+AHP]による評価

評価作業のプロセスを図-3に示す。

図-3 評価作業プロセス



(1) 評価対象・環境の設定

(1) 特定の個人が所有するパソコン用に、日本語ワープロソフトを新たに購入しようとする場合を想定する。

(2) パソコンは国産で普及度の高い機種とする。

(3) 主たる使用目的は、一般的な報告書、会議資料、小論文原稿などの作成である。

(4) この個人は現在ポータブルワープロ機を持っており、購入しようとするソフトについて、

① 機能・性能全体が手持ちのワープロ機を下回らないこと

② 主な使用目的に関する機能・性能が手持ちのワープロ機より格段に勝れていること

を強く希望している。

(5) 評価は 1986 年 6 月時点の、カタログや雑誌記事を主たる情報源として行なう。

(2) 品質展開 → 代替案設定と比較表作成

(1) 上記(1)の環境設定に基づいて、この特定個人が購入対象を選ぶときのワープロソフトの要求品質展開表を作成した。表-1の左側部分がこの要求品質展開表である。

(2) この表を参照しながら日本語ワープロソフトに関する文献、カタログなどをレビューして、評価対象すなわち AHP における代替案として A, B, C, D の 4 種を選んだ。

(3) 代替案 A, B, C, D の機能・性能に関する詳細な比較表を文献、カタログなどを情報源として作成した(ここではこの表は省く)。

(3) AHP 用階層構造の作成

(1) 機能・性能比較表を参照しながら要求品質展開を AHP 用に見直し、整理して評価要素を階層化して展開する。このとき次の 3 点を工夫する：

- ① 優先度の相対評価を実行しやすいように、重要項目に再編・集約する。
- ② 項目間の「相互独立や加算的トレードオフ関係」が、なるべく成立するように再編する。
- ③ 品質特性や機能・仕様の情報を品質表のようなマトリックスを使わずに、評価要素展開の下位にツリー状に表現できるように評価要素を設定する。これは上記②を実現するための手段の一つである。

表-1 の右側部分がこの評価要素展開表である。

(2) 上記の AHP 用展開をキーとして代替案の間に「ちがいのある項目のみ」について比較表を作成する。この表は部分的に階層構造(ツリー状)となる(表(この表は割愛、文献 [3] [4] [5] を参照されたし))

(3) 項目の優先度あるいは優劣度を相対評価する場合に、「重要度」×「ちがいの程度」で判断して無視できそうな項目を削除し、AHP 評価要素展開(階層構造展開)を最終的にまとめる(図-4)

表-1 要求品質展開 → AHP 評価要素展開

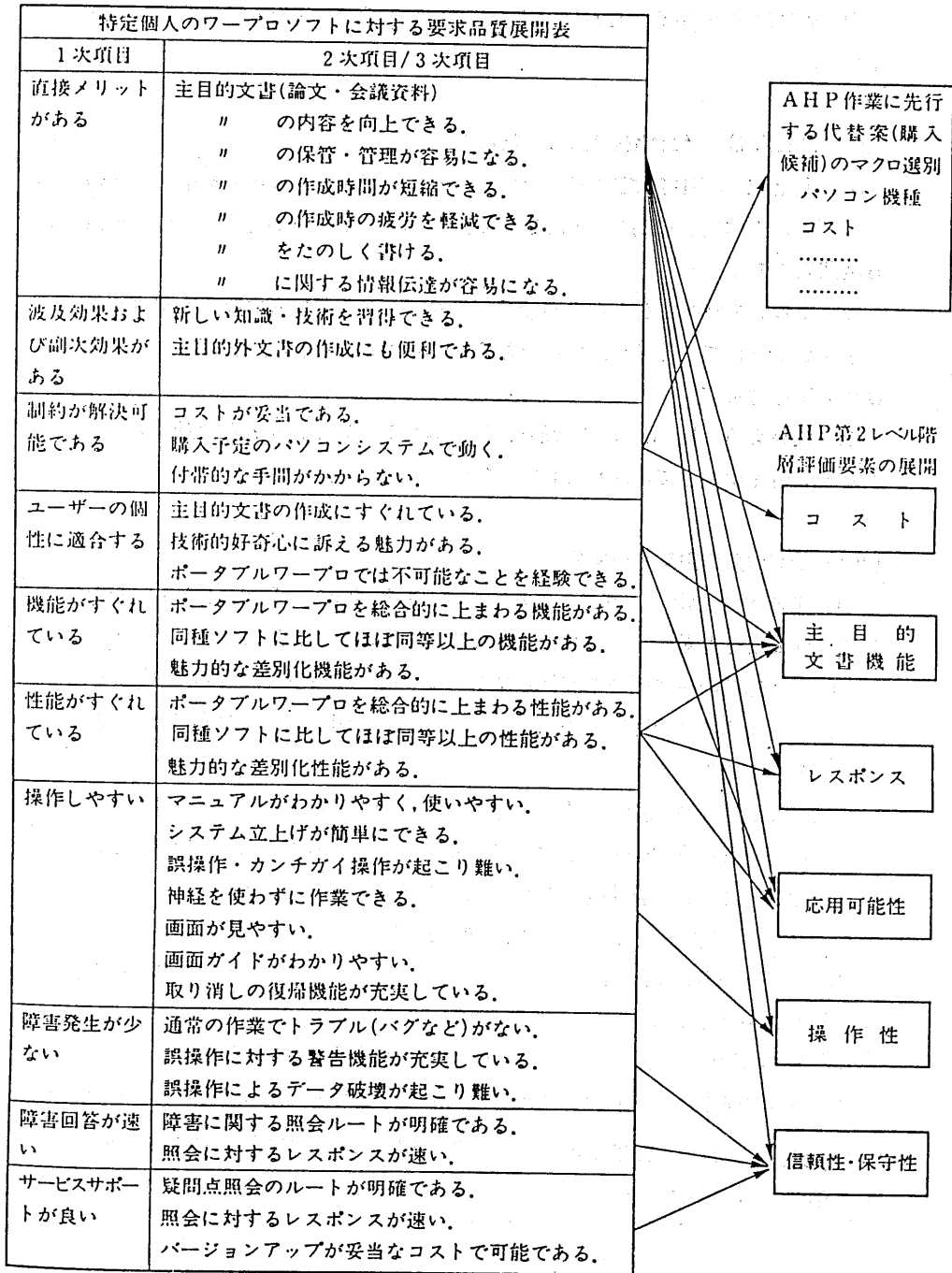
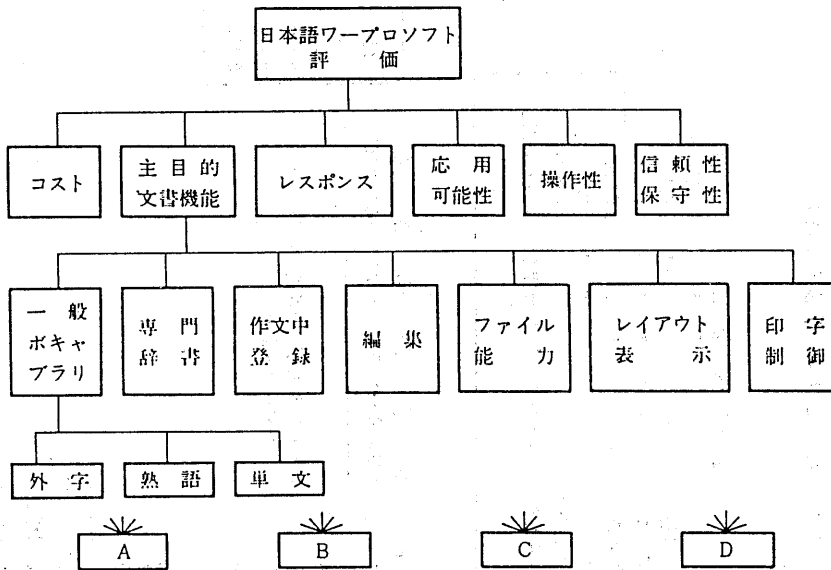


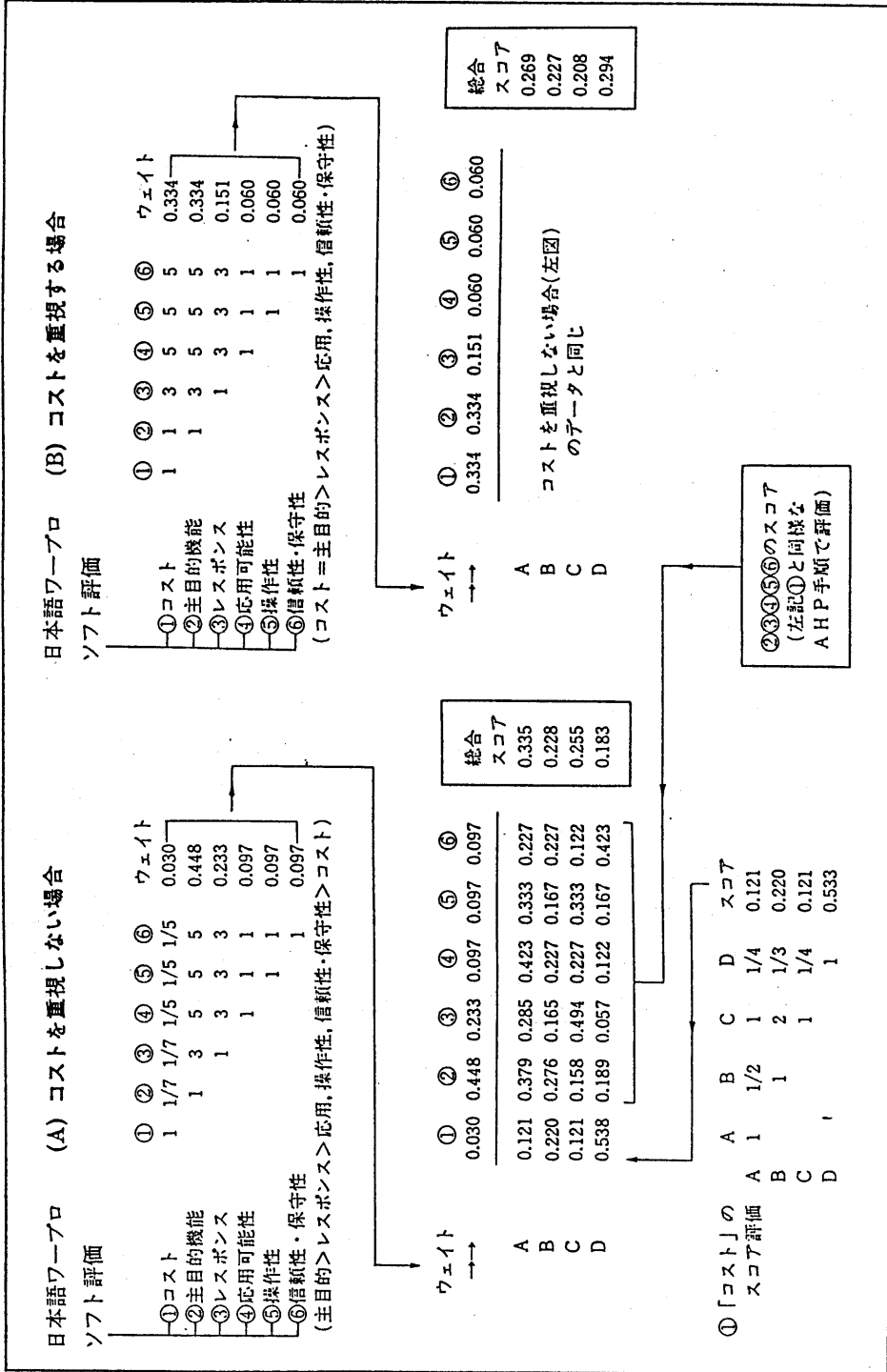
図-4 日本語ワープロソフト評価の AHP 階層構造図



(4) この階層構造図にはワープロソフトの重要機能、たとえばカナ漢字変換の能力、が含まれていない。これは評価者の立場からみると代替案 A, B, C, D の変換機能はそれぞれ一長一短あるが総合的には大差なしとして、評価項目から外しているためである(慎重を期したい場合には、ここで部分的に AHP を適用することも考えられる)。

(5) 今回の試行では(3), (4)に述べているように、「実質的にちがいのある項目」のみを選んで総合評価をしようとしている。AHP の適用例としてはやや変則的ではあるが、購入のための選択という目的に対しては感度が高くなるアプローチである。

図-5 代替案 A, B, C, D の評価 (最終ステップ)



階層構造図による代替案の評価

図-4の階層構造に基づいて、4つの代替案A、B、C、Dを次のように評価する。

(1) 「一般ボキャブラリ」を頂点とする部分階層図の各評価要素に対して一対比較のマトリックスを作成し、これから重要度ウェイトを計算する。

(2) 各評価要素について代替案A、B、C、Dの優劣度の一対比較のマトリックスを作成し、これからスコア計算を行なう。

(3) 上記の結果を組み合わせ「一般ボキャブラリ」という(部分)評価要素に関する各代替案の優劣度スコアを計算する。

(4) 以下同様な手順で階層構造のツリーを下部から頂点へ遡ってA、B、C、Dの優劣度の総合スコアを評価する。

このような計算プロセスの最終段階を図-5に示す。左側(A)は「コストを他の要素に比べて重視しない」という評価者の感覚をそのまま反映した場合であり、右側(B)はコストの重要度を主目的機能と同レベルまで上げた場合である。

評価の結果の考察

以上のように評価した結果を考察する (図-6参照)

(1) 評価者の感覚をそのまま反映した場合、相対的優劣度についての評価は $A > C = B > D$ ということになる。

(2) 評価者の感覚で「意味のあるちがいがあある」とした部分のみを評価しているため、結果のスコアは「差」についてだけ意味がある(このスコアと他の指数との比をとるような使い方はできない)。

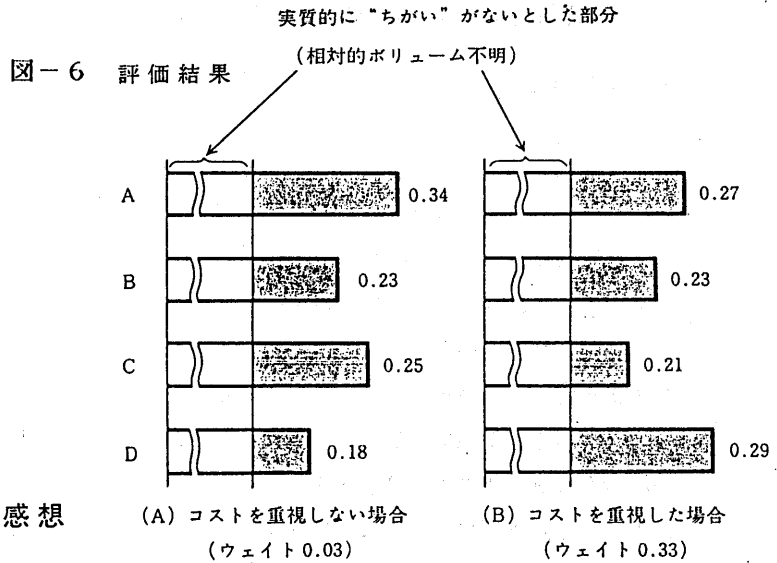
また、ちがいがなかった部分の相対ボリュームは数値化できない。

(3) 評価者はポータブルワープロ機にない機能をとくに重要視している(たとえば、マルチウィンドー機能、マルチファイル機能など)。

また小論文の原稿書きとか社内会議資料作成などが主目的なので、文字の装飾機能とか長文の一括変換能力、ファイル容量の差などは重視していない。これでAはスコアが良くなり、CやDはかなり損をしている。

(4) 定価のちがいが(3万円~6万円の範囲)は、重要ではないと評価している。このためにDはかなり損をしている。業務用に多数購入する場合や、個人でも評価要素として価格を重視する場合は、異なる結果となる。

仮に価格の重要さを主目的機能と同レベルまで上げて試算してみると、 $D > A > B = C$ となる。



(1) 特定の個人が日本語ワープロソフトを購入しようとするときに代替案4種に順位をつける、という場面設定でAHPの適用を試行した。

評価のプロセスおよび結果は、この個人の選好感覚と各代替案の諸特性との間の関係構造を「うまく」表現できていると考える。

(2) 一対比較の相対優先度の評価は「環境条件、固有情報に関する知識ベース」を参照しつつ行なうエキスパート的判断プロセスとも考えられる。特定の個人とか特定の企業とかの場合にはこの知識ベースを迅速・詳細に検索できるので、評価要素あるいは代替案の間の相対優先度を比較的明解に決めることができ、AHPをスムーズに進められる。

これに対して、消費者一般とか平均的企業とかについての相対優先度を決めるのははるかに困難であり、このような立場での一般的結論を求めてAHPを適用する場合は、準備作業としてのデータ収集・整理に多大の労力が必要と考えられる。

(3) AHP実施の過程で最も苦勞したのは、多数の評価要素を整理して相互独立なあるいは加算的トレードオフ関係が成立する数個に絞り込むことであつた。

具体的には、

- ① 乗算的に効く評価要素(パソコン機種への適合など)による代替案の予備選別をする。
- ② 代替案の間でちがひのない項目を除く、具体的には「重要度」×「ちがひの程度」で判断して無視可能な項目は評価要素から削除する。
- ③ 相関関係の強い評価要素を集めて整理・再編成する。

などの作業が必要であつた。