

KJ法文章のVA手法に基づく評価法の提案と実装

八木下 和代 宗森 純 首藤 勝
大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻

発想法として著名なKJ法をネットワークでつながれた複数の計算機で協調して行うためのシステムを開発してきた。本システムを評価するためには、行われたKJ法がうまくいったかどうかを客観的に評価することが不可欠である。そこでKJ法の結果の文章であるKJ法B型文章に着目し、VA(Value Analysis)で用いられる階層的意志決定法AHP (Analytic Hierarchy Process)を応用した定量的な評価手法を提案し、同一のテーマでKJ法を行った場合と行わなかった場合の結果の文章の比較に適用した。本報告では、AHPを用いた比較実験と実装したAHP機能について報告する。

A Proposal and an Implementation of a Value Analysis Based Evaluation Method for B Type KJ Method

Kazuyo YAGISHITA Jun MUNEMORI Masaru SUDO
Department of Informatics and Mathematical Science,
Graduate School of Engineering Science,
Osaka University

We have developed a groupware which supports the KJ method known as a new idea generation method. To estimate this system, an objective estimation for the method should be required. We propose an evaluation method based on AHP (Analytic Hierarchy Process) used in VA (Value Analysis) and applied it to the comparison of sentences made by the KJ method with those made by an ordinary method on the same theme. This report describes a comparative experiment based on AHP and an AHP support system implemented considering the experience.

1. はじめに

近年、ネットワークの普及とパーソナルコンピュータの高性能化に伴い、一つの仕事をネットワークでつながれた複数の計算機で協調して行うグループウェアが注目されるようになってきた。グループウェアの1つとして新しいアイデアを生み出すための会議等を支援する発想支援グループウェアが挙げられる。我々は発想法として著名なKJ法[1]を支援するシステムを開発してきた。しかし発想を有効に支援するためのシステムを作成するためには、システムを用いて行われたKJ法

が成功しているかどうかの評価が不可欠である。そのためには、主観的な評価ではなく客観的・定量的にKJ法がうまくいったことを示す評価方法が必要である。しかし現在KJ法がうまくいったか否かを評価するための有効な方法は確立されていない。我々は意見や島の数、文章の文字数、KJ法の各段階にかかった時間等のパラメータを用いて評価を試みてきたが[2]、KJ法の結果の内容には触れてこなかった。今回はKJ法B型を実施した結果の文章に着目した。この文章は言い換えるとKJ法によって生み出されたアイデアをまとめた文章であると言える。よってこの文章の評価

はKJ法を行った結果の評価の重要な布石になると考えられる。結果の文章に関してはこれまで文字数をパラメータとして使用してきたが、これはKJ法を実施する環境やコミュニケーションの手段に関わらずほぼ同じとなり[3]-[5]、KJ法の結果の内容を適切に反映しているとは言い難かった。そこでVA (Value Analysis) の手法を取り入れて文章の内容を評価することを検討した。最終的にはKJ法の結果の文章を単独で評価したり、「KJ法は繰り返しのプロセスである」という特徴からKJ法を繰り返すことによって作成された複数の結果の文章を比較することが目的であるが、まずここではKJ法を行った場合とそうでない場合との結果の文章の比較を行い、それらの内容の良否を定量的に評価する実験を行った。本報告では行った実験と実際に作成したシステムについて説明を行う。

2. VA

VA (Value Analysis) とは、「最低のライフサイクル・コストで必要な機能を確実に達成するために、製品やサービスの機能的研究に注ぐ組織的努力である」と定義されるプロセスのことである[6]。このVAは大きく分類すると、(1)機能定義、(2)機能評価、(3)代替案作成という3段階から成り立っているが、ここでは特に第3段階の「代替案作成」段階で使用される階層的意識決定法であるAHP (Analytic Hierarchy Process) [7]に注目した。この方法は代替案作成段階の初期段階において出された多くのアイデアの取捨選択を行う際に利用される方法である。以下でAHPに関する説明を行う。

AHPは文献[7]によると以下の4段階から成り立っている。

(1) 問題を分析して階層図を書く。

問題の要素を最終目標、評価基準、代替案の関係でとらえて階層構造に作り上げる。階層図の例を図1に示す。

(2) 階層図の各レベルの要素をすぐ上の要素からみて一対比較して行列を作る。これを階層図の上から順に行う。

AHPの最大の特徴はこの一対比較である。意思決定者に「要素iは要素jに比べてどれぐらい重要か」を問い、その答えに応じて表1のように数値

表1 一対比較値

(要素jと比べて要素iは)	(a _{ij})
同程度	→ 1
やや重要	→ 3
重要	→ 5
かなり重要	→ 7
絶対的に重要	→ 9
上記程度の中間の値に使う	2, 4, 6, 8
a _{ii} = 1, a _{ji} = 1/a _{ij}	

a_{ij}を与えてN×N行列A=[a_{ij}]を作成する。行列の対角要素は1、a_{ji}=1/a_{ij}とする。N個の要素がある場合、N(N-1)/2回の一対比較が必要となる。

(3) 各一対比較の行列から、要素のウェイト(重み)、整合度を計算する。整合度が大き過ぎたら、(2)の比較判断を再検討する。

求めたいN個の要素のウェイトからなるベクトルを

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

とすると、定義よりa_{ij}=w_i/w_jを推定していると考えられる。一対比較より得られた行列Aの各要素a_{ij}をw_i/w_jで置き換え、これに右からwの転置ベクトルw^T(以下同様)を掛けると

$$Aw^T = Nw^T$$

$$\therefore (A - N I) w^T = 0 \quad (I \text{は単位行列})$$

が得られる。Aの階数は1であることから、要素のウェイトは行列Aの0でない唯一の固有値Nに対する固有ベクトルを求めることで得られることが分かる。実際には一対比較の整合性の問題から必ずしも固有値の値は上記のようにはならず、Nに最も近い固有値(λとする)とこれに対する固有ベクトルを利用することになる。また求めた固有値λに、さらに以下の式を適用して整合度を計算する。

$$\text{整合度} = (\lambda - N) / (N - 1)$$

(Nは階層図の各レベルの要素数)

この値は一対比較に完全に整合性がある場合に0となり、整合性がないほど大きくなる。Nの値にもよるが、整合度が0.1あるいは0.15以下の場合には整合性に問題はないと言われている。

(4) 一対比較の結果からウェイトを合成し、最終目標から見た代替案の総合ウェイトを計算する。

代替案aの各評価項目に対するウェイトからなるベクトルをw_a、各評価項目のウェイトからなるベクトルをwとすると代替案aの総合ウェイトは

$$w_a \cdot w^T \quad (1)$$

によって得られる値となる。

表2 評価項目の意味

評価項目名	意味	
コスト	予想される費用を意味する。コストが高くなると予想されるほど文章の評価は低くなる。	
主目的	" 幼児用ソフト" という目的に叶っているかどうかを意味する。	
	教育的	子供の成長にプラスとなるかどうかを意味する。
	おもしろさ	子供の興味を引きやすいかどうかを意味する。
使いやすさ	期待通りの反応を示すかどうかを意味する。	
応用可能性	他の目的での使用あるいは応用が可能かどうかを意味する。	
分かりやすさ	幼児から見た" 見ため" の分かりやすさを意味する。	
信頼性・保守性	ソフトとしての" 頑丈さ" を意味する。	
独創性	発想、アイデアの意外性・興味深さを意味する。	

3. 実験

3. 1 実験方法

K J法は鹿児島大学大学院工学研究科博士前期課程（修士）情報工学専攻1年のソフトウェア工学特論の授業で行った。本授業ではソフトウェアの要求仕様を決める際にK J法を用いて要求を具体化し、その結果をまとめた文章として提出させた。授業ではまず、ソフトウェアのライフサイクルについて概略を述べ、次にK J法の実施方法について説明した。K J法は3人もしくは4人一組で行った。K J法のテーマは、今までの授業の経験から比較的まとまりやすく、かつ興味を持ちやすいテーマであるとの考えから、「究極の幼児用ソフト」とした。また比較のため別の被験者に同様のテーマについてK J法を行わずに文章を作成させた。本実験では、これらの文章からK J法を行って作成された文章と行わずに作成された文章それぞれ3つずつ、計6つを無作為に選出し、これに対してAHPによる評価を行いその順位付けを行った。AHPによる評価は大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程（修士）情報数理系専攻1年の6名で行った。

AHPによる評価は以下の手順で行った。

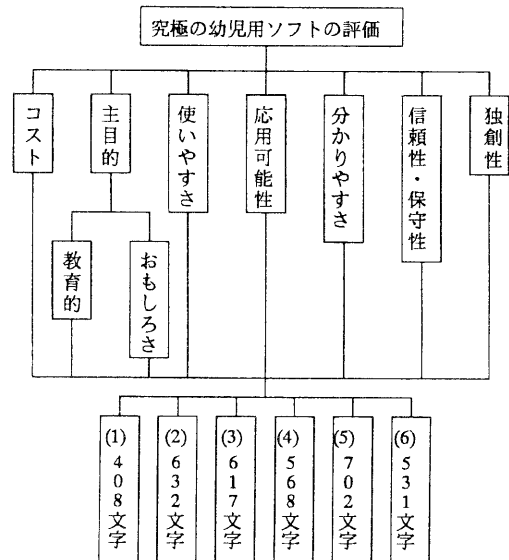
(1) AHPの説明

まずAHPに関する説明書を作成し、それに基づいて参加者に対してAHPの特徴やその実施方法に関する説明を行った。

(2) 評価項目の決定と階層図の作成

次に問題を分析した。ここでは文章を評価する

図1 階層図



ことが目的であるが、文章を評価するには「文章そのものの善し悪し」、「文章内容の善し悪し」の2点を考慮する必要がある。しかしここでは「いかに文章がまとまっているか」ではなく「K J法を行うことによってよいアイデアが生まれたか否か」がより重要であると考え、後者の「文章内容の善し悪し」に注目し評価項目の決定を行い、それに基づいて階層図を作成した。各評価項目の意味付け、および階層図をそれぞれ表2、図1に示す。

(3) 一対比較の実施

階層図（図1）の各レベルの要素をすぐ上のレ

図2 アンケート用紙

AHPアンケート

氏名 _____

各々のテーマについて、評価項目または代替案を2つずつ組にして示してあります。
各々の組について、テーマに示されている観点から見て、より重要、あるいはより有効と思われる方について、その重要さ、有効さの程度に応じて該当すると思われるところに○印を付けてください。

テーマ：究極の幼児用ソフト

絶対的に重要	かなり重要	重要	やや重要	同等程度	やや重要	重要	かなり重要	絶対的に重要
コスト	ニ〇							主目的
コスト								使いやすさ
コスト								応用可能性

ベルの各要素から見て一対比較を行った。文献[7]によると一対比較には数値よりも言葉を用いる方が誤解も少なくなることが知られているので、ここでは図2のようなアンケート用紙を作成し、VAの参加者それぞれにこのアンケート用紙に記入してもらおう形で一対比較を行った。アンケート用紙を作成する際には逆転の判断が入ると判断が難しくなるので、中心から左右が対称になるように作成し、例えばコストと主目的とを比較すると主目的の方が重要である場合には図2の●のように記入するようにした。

(4) 各参加者の一対比較毎の整合度の計算

上記アンケートの結果から各参加者の一対比較毎の行列を作成し、整合度を計算した。ここでは行列の作成には表計算ソフトを用い、整合度は数式処理ソフトを用いて行列の固有値を求めてから計算した。計算した整合度から判断の整合性の有無を判定し、整合性がない一対比較に関しては整合性が保証されるまで一対比較をやり直してもらった。

(5) 各参加者の一対比較結果の集約

一対比較を複数人で行ったときのまとめ方として、各自の判断の値の幾何平均を利用する方法が挙げられる。本実験ではこの方法を用いて各参加者の一対比較結果の集約を行った。具体的には、各参加者のある要素に対する一対比較から得られた行列を $A_i(i=1..6)$ 、行列Aのm行n列の値をA

$[m,n]$ と表すことにすると、各参加者の当該要素に対する一対比較の結果を集約した行列Aは、各要素が

$$A[m,n]=\left(\prod_{i=1..6}(A_i[m,n])\right)^{(1/6)} \\ (m=1..N,n=1..N)$$

で表される行列となる。なおNは行列の行(または列)数である。また $\prod_{i=1..6}X_i$ はiの値を1から6まで変化させた時の各 X_i の値の積、 $X^{(1/6)}$ はXの6乗根を表わす。

(6) 要素のウェイトの計算

(5)で求めた行列から各要素のウェイトの計算を行う。本実験ではウェイト(=行列の固有ベクトル)の計算には数式処理ソフトを利用した。

(7) 文章の総合ウェイトの計算

(6)で求めた各評価項目のウェイトおよび評価項目毎の各文章のウェイトから、式(1)を用いて各文章の総合ウェイトを計算した。

3. 2 実験結果

表3, 4, 5はそれぞれ順に、実験より得られた各評価項目のウェイト、各文章の総合ウェイト、独創性という評価項目に着目した場合の各文章のウェイトを示す。なお表4, 5中の“(あり)”や“(なし)”はそれぞれ該当する文章がKJ法を用いて書かれたものか用いずに書かれたものかを示す。

3. 3 考察

表3より独創性に対するウェイトが飛び抜けて高く、AHPの参加者全員がこの項目を重要視していたことが分かる。KJ法は発想法という名が示すように「多くのアイデアから新たな発想を生み出すための方法」である。故にKJ法の効果として期待される重要な項目に“独創性・意外性”が挙げられることは明白であり、表3の結果は当然の帰結であると言える。

次に表4を見ると、(2)の文章を除けばKJ法を用いて書かれた文章の方が用いずに書かれた文章よりも高い評価を得ていることが分かる。さらにKJ法を用いた場合の文章とそうでない場合の文章それぞれの総合ウェイトの平均を取ると、前者が0.172、後者が0.162となり前者の方がやや高くなった。一般にKJ法を用いた方がよりよい発想が得られ易いと言われており、この結果はこのことを定量的に表わしていると考えられる。すなわちこの実験から、KJ法の結果の文章をAHPの

表3 評価項目のウェイト

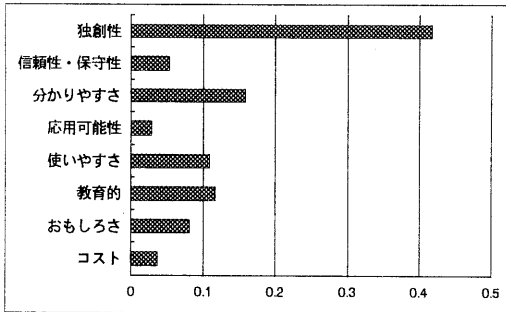


表4 文章の総合ウェイト

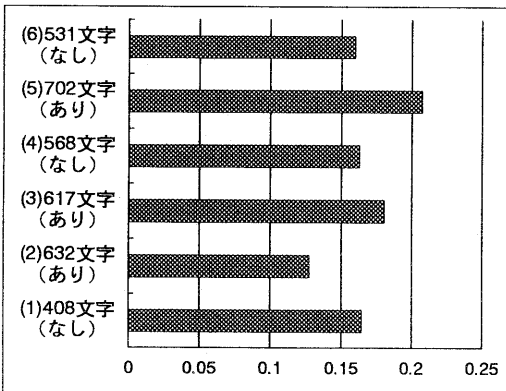
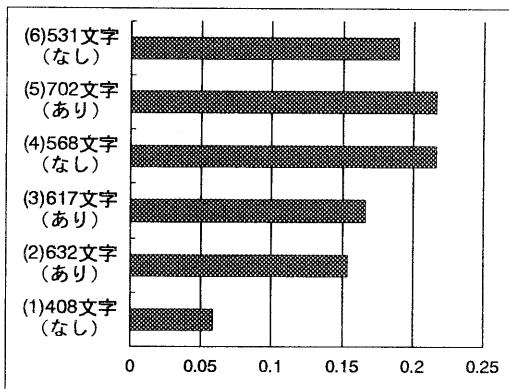


表5 独創性に着目した場合の文章のウェイト



手法を用いて評価することの有効性を示す足掛りが得られたと考えられる。

しかしKJ法を用いたにも関わらず極端に評価の低かった文章の存在や、独創性に注目した場合の文章の一对比較結果(表5)が必ずしもKJ法を

用いた場合の文章に有利な結果を示していないことも考慮に入れると、今後は評価項目の選定法や参加者のAHPに対する理解度が結果に及ぼす影響に関する検討を行いつつ、さらに実験を繰り返す必要があると考えられる。

4. VA機能の実装

上記実験の結果を踏まえつつAHP機能を実装した。従来からAHPを支援するためのシステムとしてDecision Support Software社から"Expert Choice"が、また日本科学技術研修所から"ねまわしくん"というソフトが市販されてきた[7]。しかしこれらのシステムは複数の計算機で複数人が同時に協調してAHPを実施できるようには作成されていない。一方我々はこれまでMacintosh上のアプリケーションHyper Cardを用いてKJ法を支援するための発想支援グループウェア"郡元"[3]およびそのデータベースとして"Wadaman"[8]を開発してきた。ここではこれら郡元とWadamanとのデータのやり取りを容易にしてアイデアの収集からKJ法の結果の評価に到るまでを一貫して支援することを可能にすると共に、複数人が音声、画像、テキストを用いてコミュニケーションをとりつつAHPを実施できるようにすることを目的として、新たにHyper CardでAHP支援システムを作成した。以下では作成した各機能について説明する。

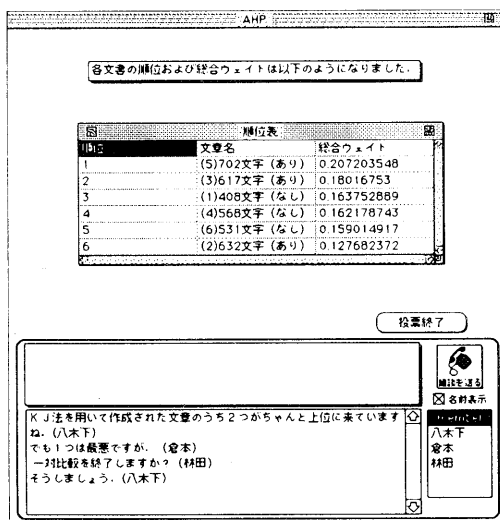
(1) データベースWadamanからの代替案取得機能

Wadamanは知的生産を支援するためのカードシステム[9]を計算機上に実現したデータベースで、仮想の箱の中にデータが入力されたカードを収納できるようになっている。また郡元を用いて実施されたKJ法の結果はWadamanに保存することが可能となっている。そこで適当な箱を選択することで、必要なKJ法の結果の文章名を自動的にAHP支援システム上に取得することができるようにした。

(2) 一对比較機能

実験の際に作成したアンケート用紙に準拠し、カーソルを動かすだけで入力できるように作成した。また一通り一对比較が終了すると自動的に整合性の判定を行い、整合性がある場合には次の段階へ、ない場合には再度一对比較をやり直すようにした。

図3 AHP支援システムの例



(3) WadamanへのAHP結果保存機能

AHP終了後結果をデータベースWadamanに保存するか否かを質問し、保存要求があれば自動的に結果をWadamanに保存するようにした。なおここで言う結果とは、各文章の総合ウエイトだけでなく、評価項目のウエイトや各一対比較行列も含む。

(4) コミュニケーション機能

画像、音声およびテキストによる雑談を可能とすることで、複数の計算機でより円滑にAHPを実施できるようにした。

(5) 通信機能

複数人が同期について気にすることなく協調してAHPを実施できるようにするため、文章の取得や評価項目の決定、一対比較の集約および各ウエイトの計算など参加者が協調して行うべき所は、必要に応じて自動的に各計算機でのデータの不一致を解決できるようにする。

5. おわりに

KJ法B型文章をVA (Value Analysis) で用いられているAHP (Analytic Hierarchy Process) の手法を取り入れて評価することを提案した。また実験を通して得た知識を考慮に入れつつ作成したシステムの各機能の概要について説明した。

今後は、本システムを用いてさらに実験を繰り返すこと

返すことによって、難しいとされている評価項目の決定の支援に関する検討をしていきたいと考えている。また評価項目の階層化に対応すると共に、階層図作成機能や感度分析機能などを作成し、さらに数式処理も本システムで実現することによって、より円滑にAHPを実施することができるようにシステムを拡張していきたいと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、データの収集などに鹿児島大学大学院および大阪大学大学院の方々に変お世話になりました。心から感謝申し上げます。

参考文献

- [1]川喜田二郎：発想法—創造性開発のために、中公新書、中央公論社（1967）
- [2]宗森 純、堀切一郎、長澤庸二：発想支援システム郡元の分散協調型KJ法実験への適用と評価、情報処理学会論文誌、Vol.35, No.1, pp.143-153（1994）
- [3]宗森 純、五郎丸秀樹、長澤庸二：発想支援グループウェアの実施に及ぼす分散環境の影響、情報処理学会論文紙、Vol.36, No.6, pp.1350-1358（1995）
- [4]宗森 純、五郎丸秀樹、由井蘭隆也、長澤庸二：発想支援グループウェアの実施における分散環境の影響、情報処理学会グループウェア研究会資料、12-1, pp.1-6（1995）
- [5]由井蘭隆也：マルチメディアコミュニケーションが分散協調型KJ法の実施に及ぼす影響、鹿児島大学大学院工学研究科修士論文（1996）
- [6]関谷裕美子：発想支援ツールによる意思決定支援、人工知能学会研究会資料、pp.19-24（1996）
- [7]刀根 薫、眞鍋龍太郎：AHP事例集、日科技連（1990）
- [8]宗森 純、和田 満、長澤庸二：知的生産の技術カード支援システムの実現、オフィス・オートメーション、Vol.13, No.2, pp.162-167（1992）
- [9]梅棹忠夫：知的生産の技術、岩波新書、岩波書店（1969）