

## 意思決定を支援するための論理的思考法の比較

～実験に基づく KT 法の決定分析と AHP 法の比較～

井戸孝昭<sup>†</sup> 八重樫理人<sup>††</sup> 中村恵一<sup>††</sup> 中丸学<sup>††</sup> 古宮誠一<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 芝浦工業大学 〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

<sup>††</sup> 芝浦工業大学院 〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

{l01011, rihito, m103199, m104074, skomiya}@sic.shibaura-it.ac.jp

グループによる問題解決はうまく運用すれば、参加者全員による様々な視点から、知識や経験を駆使して実施することができる。しかし、グループで意思決定された結論が最適になるとは限らないという問題点がある。そこで、どのような場合にも効率的に解決策を導けるようにしたい。そのためには、合理的に結論を導くことのできる論理的思考法(思考手順)を導入する必要がある。そこで著者らは論理的思考法である **KT** 法の決定分析と **AHP** 法を採り上げる。そして、実験により両者の利点と欠点を明らかにすることにより、グループ意思決定支援システムに、どちらの論理的思考法を導入すべきかを明らかにするとともに、導入する論理的思考法をどのように改良すべきかを明らかにしている。

## The Experiment-Based Comparison of AHP and Kepner-Tregoe Program (Decision Analysis) to Support Decision Making

Takaaki IDO<sup>†</sup> Rihito YAEGASHI<sup>††</sup> Keiichi NAKAMURA<sup>††</sup> Manabu NAKAMARU

<sup>††</sup> Seiichi KOMIYA<sup>††</sup>

<sup>†</sup>School of Shibaura Institute of Technology,

307 Fukasaku, Minuma-ku, Saitama-shi, Saitama, 337-8570 Japan

<sup>††</sup>Graduate school of Shibaura Institute of Technology,

307 Fukasaku, Minuma-ku, Saitama-shi, Saitama, 337-8570 Japan

Group Problem Solving is a mechanism which all the participants collaboratively solve a problem by utilizing their knowledge and experience. Therefore, if this mechanism is used skillfully for problem solving, it is more effective in solving a problem than solving the problem for oneself. However, there is a problem that a conclusion conducted by group decision is not always optimal. Therefore, since it is required that the best solution is always derived efficiently in any cases, it is necessary to introduce a rational thinking method to be able to derive a solution rationally in order to implement the group decision support system. The authors pick up Decision Analysis (in Kepner-Tregoe Program) and AHP which are a logical thinking method. Furthermore, they clarify on the basis of an experiment which the method should be introduced into a group decision support system in order to implement the system, and how to improve the method to be introduced.

### 1. はじめに

グループによる問題解決はうまく運用すれば、参加者全員による様々な視点から、知識や経験を駆使して実施することができるので、個人で実施する場合に比べて、より大きく複雑な問題に対処できるという利点がある。

しかし、グループで行う意思決定は参加者全員での話し合いで進められ、その話し合いの中で発生する問題として、意見の食い違いにより、メンバー全員の合意が得られなかったり、意思決定までに時間がかかりすぎたり、構成メンバーの力関係や妥協のために、意思決定された結論が最適になるとは限らない、という問題点がある。そこで、グループでの意思決定の難しさを緩和し、どのような場合にも効率的に解決策を導けるようにしたい。そのためには、明確な基準に沿って議論できるようにメ

ンバを導く必要がある。それには合理的に結論を導くことのできる論理的思考法(思考手順)を導入する必要がある。論理的思考法にはさまざまな方法があるが、その中でも特に **KT** 法の決定分析と **AHP** 法を採り上げる。そして、実験により両者の利点と欠点を明らかにすることにより、グループ意思決定支援システムに、どちらの論理的思考法を導入すべきかを明らかにするとともに、導入する論理的思考法をどのように改良すべきかを明らかにしている。

### 2. KT 法と AHP 法

この章では論理的思考法である **KT** 法と **AHP** 法について、その概要を説明するとともに、そのプロセス(思考手順)を比較する。

## 2.1 AHP法とは

AHP (Analytic Hierarchy Process) 法[8]とは、米国ピッツバーグ大学のT.L.サティ教授により提唱された方法である。これは、「人間のもっている主観や勘が反映されるようにモデルが作られていること」、「多くの目的を同時に考慮するようなものであること」、「あいまいな環境を明確に説明するようなモデルであること」、「意思決定者が、容易(簡単)にこのモデルを使えること(マシンスystem)」の4点を含み、問題分析において、主観的な判断とシステムアプローチをうまくミックスした論理的思考法である。

このAHP法には、下記の6つのプロセスがある[10]がそれは以下のようになっている。

### (1) 相対評価法(Relative-Measurement-Approach)

C-I-R型モデルという。従来型のAHPである。

### (2) 絶対評価法(Absolute Measurement Approach)

C-I-A型モデルという。従来型のAHPが持つ「代替案の数が多くなると対処できない」という欠点を補ったモデルである。

### (3) 相対評価をする内部従属法(Inner dependence)

C-II-R型モデルという。従来型のAHPと異なり、各評価目標間または各代替案間に属関係が存在する場合のモデルである。

### (4) 絶対評価用の内部従属法(Inner dependence)

C-II-A型モデルという。代替案の数が多い場合、C-II-R型モデルでは対処できないような場合のモデルである。

### (5) 相対評価をする外部従属法(Outer dependence)

C-III-R型モデルという。従来型のAHPと異なり、評価項目と代替案の間に従属関係が存在する場合のモデルである。

### (6) 絶対評価用の外部従属法(Outer dependence)

C-III-A型モデルという。代替案の数が多い場合、C-III-R型モデルでは対処できないような場合のモデルである。

AHP法は上記の6つのプロセスから構成されている。本論文では、各評価目標の間、各代替案の間、あるいは評価項目と代替案の間に従属関係はなく、互いに独立していると仮定する。従って、これらの間に従属関係を持たないモデルである、相対評価法(Relative Measurement Approach)と絶対評価法(Absolute Measurement Approach)を選び、これに絞って議論を進めることにする。

## 2.2 KT法とは

KT (Kepner-Tregoe-program) 法とは、「ケプナー・トリゴー・ラショナル・プロセス」のことで、心理学者 Charles・H・Kepner と社会学者 Benjamin・B・Tregoe の両氏が「卓越した意思決定者には、情報の収集・評価・分析・判断過程で共通した要素があること」を発見し、これを体系化し、経営や管理の場面に使いやすくまとめた合理的思考法(思考手順)である。

このKT法のプロセスは、日常の業務の中で結論を出すことを求められているあらゆる思考領域を対象としており、解決する問題の目的(役割)によって、問題分析、決定分析、潜在的問題分析、状況分析の4つの分析法を使い分けるようになっている。それぞれの分析法の役割は以下のようになっている。

### (1) 問題分析(PA: Problem Analysis)

ある時点から突然うまくいかなかったというような場合に、その原因を究明する。

### (2) 決定分析(DA: Decision Analysis)

目的達成のために、複数の選択肢の中から最適な1つを選出する。

### (3) 潜在的問題分析 (PPA: Potential Problem Analysis)

現時点で既知の情報から将来のリスクを分析し、リスクを事前に回避または軽減する方策を導く。

### (4) 状況分析(SA: Situation Appraisal)

与えられた問題を分化し、それぞれどの部分に上記のどの分析法を適用し、どのような手順で解いたらよいかを導く。

KT法は上記の4つの手順で構成されている。しかし、これらはそれぞれの目的も異なるし、その適用手順も異なる。このため、KT法という名の下に、これらを一緒に扱うのは適切ではない。本論文ではKT法の中から「決定分析」だけを選び、これに絞って議論をすることにする。

## 3. KT法のDAとAHP法の手順の比較

今回の実験で用いる例題は、「高校生が、志望校をA大学、B大学、C大学の中から選択すること」である。大学情報誌に載っていた薬科大学3つ(表1)[7]をピックアップしてKT法の決定分析(DA)とAHP法のC-I-R/Aを用い、検討と比較を行う。

### 3.1 AHP法におけるC-I-R型モデルの手順

#### (1) 階層的な構造

意思決定にはまず決定すべき「問題」があり、そして最終的な選択の対象となるいくつかの「代替案」がある。代替案の中から1つに絞り込むために両者間に「評価基準」が存在する。上から「問題」→「評価基準」→「代替案」と表す。具体的に図式的には図1のように表すことができる。評価基準を決定分析(DA)の目標とあわせるために、国家資格合格率75%以上を社会的評価に、大学の施設・設備が良いと周辺文化の発達を学園生活に、授業が満足と教官との接触を教官の質に、就職状況が良いを就職状況にそれぞれ対応させている。

#### (2) 一対比較

各レベルの要素間の重み付けを行う。つまり、ある1つのレベルにおける要素間の一対比較を、1つ上のレベルにある関係要素を評価基準にして行う。nを比較要素の数とすると、意思決定者は $n(n-1)/2$ 個の一対比較をすることになる。さらに、この一対比較に用いられる値は、 $1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$ とする(図2を参照)

上の数値を下に、評価基準が相対的にどれだけ大学の選択に寄与しているかを、4つの評価基準のうち2つずつを比べて、列の要素に比べて、行の要素がどれだけ重要化を判断して、表2のように纏める。

例えば、「社会的評価」対「学園生活」の比較で社会的評価のほうが学園生活よりもほんの少し重要視される場合には、表1の「社会的評価」と「学園生活」の好転のマス目に「2」を記入する。同じようにすべてを一対比較していく。

表1 大学情報

大学	薬剤師の国家資格の合格率	大学の施設・設備の評価	周辺文化の評価	授業に対する学生の満足度	教官の質の評価	移転計画の有無	移転先周辺の平均家賃
A	94.4%	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	有り	6.0万円
B	96.0%	☆☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	有り	7.1万円
C	77.0%	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	有り	6.4万円

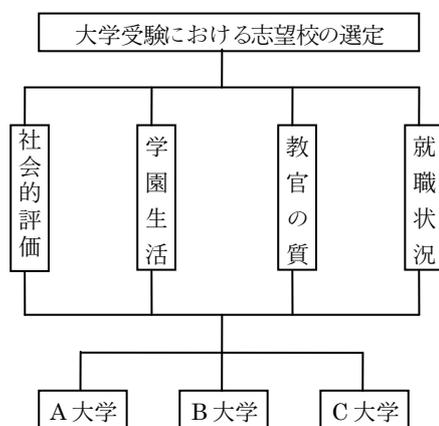


図1 大学の選定の階層図

重要度の尺度	定義
1	同じくらい重要
3	やや重要
5	かなり重要
7	非常に重要
9	きわめて重要

(\*2,4,6,8は、それぞれの中間のときに用いる。重要でないときは分数を用いる)

図2 重要度の尺度

表2 4つの評価基準の対比較(AHP法)

対比較	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
社会的評価	1	5	7	2
学園生活	1/5	1	2	1/4
教官の質	1/7	1/2	1	1/6
就職状況	1/2	4	6	1

表3 4つの評価基準のウエイト(AHP法)

対比較	幾何平均(たての合計 5.65)	ウエイト
社会的評価	$\sqrt[4]{1 \times 2 \times 5 \times 7} = 2.89$	$2.89/5.65=0.51$
学園生活	$\sqrt[4]{1/5 \times 1/4 \times 1 \times 2} = 0.56$	$0.56/5.65=0.10$
教官の質	$\sqrt[4]{1/7 \times 1/6 \times 1/2 \times 1} = 0.33$	$0.33/5.65=0.06$
就職状況	$\sqrt[4]{1/2 \times 1 \times 4 \times 6} = 1.86$	$1.86/5.65=0.33$

(3)ウエイトの決定

表1にある対比較表の横の数字の幾何平均をとる。すなわち横に並んだ4つの数字を掛けてその4乗根を計算する。こうして得られた4個の幾何平均を加える。この値で各幾何平均値を割る。その結果が各評価項目のウエイトである。(表3を参照)

(4)ウエイトの総合化

A大学, B大学, C大学のどれが好ましいかを決めるため、各評価項目にA大学, B大学, C大学の比較

を行う。まず「社会的評価」について比較した。結果を表4に示す。ウエイトの計算は表3と同じである。

同様の比較を「学園生活」, 「教官の質」, 「就職状況」について行ったのが表5, 表6, 表7である。

各評価項目の各大学を比較したウエイトと各評価項目のウエイトを掛け合わせたものを表9にまとめる。そして、この表の値を横方向に加えれば、各大学の総合得点となる。得点が最も高い案が最適案となる。その結果、A大学が最適案となった。

(5)整合性の判定

対比較により得られた数値はあくまでも2つの項目の価値の比較であるから、全体として首尾一貫した整合性を持っているかどうかはわからない。例えば、「教官の質」より「学園生活」を重要とし、「学園生活」より「就職状況」を重要としたならば、当然「教官の質」より「就職状況」を重要視するであろうが、両者の対比較で「教官の質」の方を重要とした判断をしていけば、全体としての整合性に欠ける判断と言わざるを得ない。また、そういった重要さの順序付けにおいて判断は首尾一貫している場合でも数値の選び方が著しく片寄っていることがあるかも知れない。しかし、そういった不整合性の度合いを対比較表とそれから得られたウエイトをもとにして調べることが出来るのである。表8にその方法を示す。

表4 「社会的評価」に関する各大学の評価(AHP法)

社会的評価	A大学	B大学	C大学	幾何平均	ウエイト
A大学	1	1/2	4	1.26	0.33
B大学	2	1	5	2.15	0.57
C大学	1/4	1/5	1	0.37	0.10

表5 「学園生活」に関する各大学の評価(AHP法)

学園生活	A大学	B大学	C大学	幾何平均	ウエイト
A大学	1	5	3	2.47	0.65
B大学	1/5	1	1/3	0.41	0.11
C大学	1/3	3	1	1.00	0.26

表6 「教官の質」に関する各大学の評価(AHP法)

教官の質	A大学	B大学	C大学	幾何平均	ウエイト
A大学	1	1/2	1	0.79	0.21
B大学	2	1	2	1.59	0.42
C大学	1	1/2	1	0.79	0.21

表7 「就職状況」に関する各大学の評価(AHP法)

就職状況	A大学	B大学	C大学	幾何平均	ウエイト
A大学	1	2	3	1.82	0.54
B大学	1/2	1	2	1.00	0.30
C大学	1/3	1/2	1	0.55	0.16

表8 整合性の計算(AHP法)

	社会的評価(0.51)	学園生活(0.10)	教官の質(0.06)	就職状況(0.33)
社会的評価	1	5	7	2
学園生活	1/5	1	2	1/4
教官の質	1/7	1/2	1	1/6
就職状況	1/2	4	6	1

各比較値にウエイトを掛けて

				ヨコの計	ヨコの計/ウエイト
0.51	0.50	0.41	0.66	2.08	4.06
0.10	0.10	0.12	0.08	0.40	4.03
0.07	0.05	0.06	0.05	0.24	4.04
0.26	0.40	0.35	0.33	1.34	4.05

和 16.18

平均 16.18/4=4.05

$$\text{整合性} = \frac{\text{平均} - \text{項目数}}{\text{項目数} - 1} = \frac{4.05 - 4}{4 - 1} = 0.015$$

この値は一対比較表が完全な整合性をもっているとき0となるが、一般に正の値をもち、不整合な表になればなるほど、その値は大きくなる。その許容できる限度は0.1であるが、0.15ぐらまでは目的によっては許容できる値である。それより大きい場合は、一対比較表を再検討する必要がある。

なおこの整合性をC.I.で現すことにする。表4,表5,表6,表7にも同じようにすると、表4はC.I.=0.012<0.1,表5はC.I.=0.019<0.1,表6はC.I.=0<0.1,表7はC.I.=0.004<0.1となり十分整合性を持っていると判断できる。

表9 総合得点(AHP法)

	社会的評価(0.51)	学園生活(0.10)	教官の質(0.06)	就職状況(0.33)	総合得点
A大学	0.33×0.51=0.171	0.65×0.10=0.065	0.21×0.06=0.012	0.54×0.33=0.178	0.426
B大学	0.57×0.51=0.292	0.11×0.10=0.011	0.42×0.06=0.025	0.30×0.33=0.098	0.425
C大学	0.10×0.51=0.051	0.26×0.10=0.026	0.21×0.06=0.012	0.16×0.33=0.054	0.143

### 3.2 AHP法におけるC-I-A型モデルの手順

C-I-R型では、各要因に関して各代替案の一対比較を行った。しかし、絶対評価法では、各要因に関して絶対的評価水準を設定する。ただし、各要因によって評価水準が異なってもかまわない。その評価水準は表9のようにした。

そして、代替案の評価を4つの要因ごとに、表9に示した評価水準に従って行った。その結果を、表10に示す。

次に、各要因に関して、どの程度良いのか悪いのかを定量的に計算する。そのために、4つの要因ごとに評価水準間の一対比較を行う。その結果を表11に示す。

表11より、各要因間と、各要因に関する評価水準の重みづけが計算できた。この結果から各代替案の総合評価値は表12のようになる。

ただし、各代替案における各要因の評価水準のウエイトを要素にした表である。なお、この評価水準の重みは、各要因の評価水準の中で最大のウエイトの評価水準値で割ったものである。例えば、A大学の社会的評価に関する評価のウエイト(よい)0.26を、社会的評価の最大評価値0.56で割っている。このようにすると、各要因で最高値を得た代替案の総合評価は1.0となる。そして各評価項目の各大学を比較したウエイト(表12)と各評価項目のウエイト(表3)を掛けたものを表13に纏める。そして、この表の値をヨコ方向に加えれば、各大学の総合得点となる。得点が最も高いものが最適案となる。その結果、A大学が最適案となった。

表9 評価水準(AHP法)

社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
とてもよい	とてもよい		
よい	よい	よい	よい
普通	普通	普通	普通
悪い	悪い	悪い	悪い

表10 各大学の評価データ(AHP法)

大学/要因	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
A大学	よい	とてもよい	普通	よい
B大学	とてもよい	悪い	よい	普通
C大学	悪い	普通	普通	悪い

表11 評価水準間の一対比較(AHP法)

社会的評価・学園生活						
	とてもよい	よい	普通	悪い	幾何平均	ウエイト
とてもよい	1	3	5	7	3.20	0.56
よい	1/3	1	3	5	1.49	0.26
普通	1/5	1/3	1	3	0.67	0.12
悪い	1/7	1/5	1/3	1	0.31	0.06

C.I.=0.04

教官の質・就職状況

	よい	普通	悪い	幾何平均	ウエイト
よい	1	4	6	2.88	0.70
普通	1/4	1	2	0.79	0.19
悪い	1/6	1/2	1	0.44	0.11

C.I.=0.005

表12 総合評価値(AHP法)

	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
A大学	0.26/0.56 =0.467	0.56/0.56 =1.000	0.19/0.70 =0.275	0.70/0.70 =1.000
B大学	0.56/0.56 =1.000	0.06/0.56 =0.098	0.70/0.70 =1.000	0.19/0.70 =0.275
C大学	0.06/0.56 =0.098	0.12/0.56 =0.209	0.19/0.70 =0.275	0.11/0.70 =0.151

表 13 総合得点(AHP 法)

	社会的評価(0.51)	学園生活(0.10)	教官の質(0.06)	就職状況(0.33)	総合得点
<b>A</b> 大学	$0.47 \times 0.51 = 0.239$	$1.00 \times 0.10 = 0.100$	$0.28 \times 0.06 = 0.059$	$1.00 \times 0.33 = 0.330$	0.685
<b>B</b> 大学	$1.00 \times 0.51 = 0.512$	$0.10 \times 0.10 = 0.01$	$1.00 \times 0.06 = 0.060$	$0.28 \times 0.33 = 0.091$	0.672
<b>C</b> 大学	$0.10 \times 0.51 = 0.051$	$0.21 \times 0.10 = 0.021$	$0.28 \times 0.06 = 0.059$	$0.15 \times 0.33 = 0.050$	0.138

### 3.3 KT 法における決定分析(DA)の手順

KT 法の決定分析(DA)とは複数の案の中から、最適な案を導き出すための思考手順である。ワークシート 1~3 を使い、以下に決定分析(DA)の手順を例題を用いて説明する。

#### (1)ワークシート 1(表 14)

①では決定ステートメントの設定をする。分析の焦点を絞るために、決定目的と決定事項を明確化するため、「何のために、何を決める」で記述する。

②では目標の設定をする。目標は案の決定によって実現したい期待成果と、この決定における制約条件の両面から列挙する。

③では目標の分類する。目標で絶対に達成されなければならない目標を絶対目標といい、絶対目標なら **MUST** を記述する。できるだけ達成してほしい目標を希望目標といい、希望目標なら **WANT** を記述する。

④では重み(W)を付ける。重み(W)は決定目的を実現する上で、目標がどのくらい重要であるかを、1~10 点の 10 点法で点数を付ける。

#### (2)ワークシート 2(表 15)

表 15 の目標の達成度(満足度)による評価については、國藤ら[3]はこれらの方法を形式化することにより厳密にこの過程を定義している。

⑤では絶対目標の評価をする。絶対目標を案が満たしているなら **OK**、満たしていないなら **NO** を記述する。

⑥では希望目標の評価をする。各希望目標にそれぞれ案が有する内容を比較する。

表 14 ワークシート 1(KT 法)

①決定ステートメント： 良い大学生活を送るため、志望校を選択する		
②目標の設定	③目標の分類 (MUST/WANT)	④重み (W)
国家資格合格率 75%以上	<b>MUST</b>	
大学の施設・設備がよい	<b>WANT</b>	8
周辺文化の発達	<b>WANT</b>	8
授業が満足	<b>WANT</b>	7
教員の質が良い	<b>WANT</b>	7
就職状況が良い	<b>WANT</b>	9

そして、その希望目標を最もよく実現する内容を有する案からスコア(S)1~10 点の 10 点法で点数を付ける。

次に、希望目標ごとに重み(W)とスコア(S)を加算し、案ごとに総合得点を出す。その総合得点が高いものから第 1 候補、第 2 候補、・・・とする。その結果、**A** 大学、**B** 大学、**C** 大学となる。

#### (3)ワークシート 3(表 16)

目標の達成度(満足度)による評価という視点から選出された案が将来にわたっても最善の選択であったとされなければならない、と **KT** 法は主張する。なぜなら、選択され採用された案を取り巻く環境や状況が将来にわたっても変化しないとは誰もいえないむしろ、環境や状況は変化するものと考えなければならない。そのような場合においても **KT** 法による選択が最善であることを保証するというものである。

⑧ではマイナス影響度の評価をする。まず、将来起こる変化や、その案を実行したら、どのような原因でどのようなまずいことが起こることを予想し記述する。次に、将来の変化に対する変化や、その原因に対する影響度として、「変化やそれが起こる可能性(P)」と「変化やそれが起きたときの影響(W)」を導入する。また、「変化やそれが起こる可能性」の大きさを表す尺度としては、0(可能性なし)から 10(可能性大)までの 11 点法を用い、「変化やそれが起きたときの影響」の大きさを表す尺度としては、0(影響なし)から 10(影響大)までの 11 点法を用いる。将来の変化により影響を受ける影響度(I)は  $I = P \times W$  で求められる。将来の変化により影響を受ける影響度(I)を、案に対してマイナス影響ごとに合計したものの中で一番点数が低いものから第 1 候補、第 2 候補、・・・とする。その結果、**A** 大学、**C** 大学、**B** 大学となる。

#### (4)総合評価

今までのステップを踏まえて、案の中で目標に対する満足度が高く、かつマイナス影響度の小さい、最もバランスのとれた案を選択する。その結果、2 つの視点を総合して **A** 大学を最適案とする結論を出した。

### 3.4 3つの方法の比較

**KT** 法には絶対目標があり、この絶対目標を満たさない案を削除することで多数の案がある場合に必要な案だけを絞ることが出来る。しかし、**AHP** 法にはそのように案を絞る方法はなく、案が多くなったときに採用する絶対評価法の **C-I-A** 型でもやはり全部の案を評価することになるので手間がかかる。

**KT** 法は選択され採用された案が将来にわたっても最良の選択であったとされなければならないと考える。そのため選択された案が変化すること柄や、その案を実行したら、どのような原因でどのようなまずいことが起こること柄というマイナス面を考慮し、案の評価を行うが、**AHP** 法は将来におけるマイナス面を考慮しない。

**KT** 法の評価点数は等差になっているが、**AHP** 法の **C-I-A** 型では各要因に関しての評価水準が異なってもかまわなく、その評価水準間の点数も個人の主観で自由に決めることが出来る。

表 15 ワークシート 2(KT 法)

目標の達成度/充足度による評価		A 大学		B 大学		C 大学	
⑥絶対目標		OK/NO		OK/NO		OK/NO	
国家資格合格率 75%以上		OK		OK		OK	
⑦希望目標	重み (W)	スコア (S)	S×W	スコア (S)	S×W	スコア (S)	S×W
大学の施設・設備が良い	8	8	72	6	48	9	72
周辺文化の発達	8	8	64	7	56	7	56
授業が満足	7	9	63	8	56	8	56
教員との接触	7	7	49	9	63	8	56
就職状況が良い	9	9	81	7	63	8	72
Total			321		286		312

表 16 ワークシート 3(KT 法)

マイナス影響度の評価		A 大学		B 大学		C 大学	
⑧マイナス影響	P	W	P×W	W	P×W	W	P×W
一人暮らしになるため、家賃がかかる	10	5	50	8	80	6	60
Total			50		80		60

実験の結果、KT 法の決定分析において次のような問題点が見つかった。

(i) 目標の達成度(満足度)による評価では、条件によってスコア(達成度/充足度)が変わってくる場合がある。今回の例題では、大学情報誌だけでスコア(S)の点数を付けたので、実際にオープンキャンパスに行き大学の様子を見ることによって、評価点が変わってくる可能性がある。

(ii) 総合評価では、目標に対する達成度/充足度の比較では得点が最も高いものを採用し、マイナス影響度の評価では得点が最も小さいものを採用するので、1つの案が両方の条件を同時に満足するときはよいが、そうでないときには前者をを選ぶべきか後者を選ぶべきかで混乱が生じる可能性がある。

#### 4. グループで使用した場合の実験

例題として、甲さん、乙さん、丙さんの3人が同じ大学に行くという前提で、一緒に志望校を選択する場合を考える。今回は案の数が少ないのでグループによる実験はKT法の決定分析とAHP法のC-I-Rの2つを比較した。

##### 4.1 AHP法におけるC-I-Rの問題点

AHPでは、一対比較をするとき、メンバの意見が分かれ、グループの意見として点数が一意に定まらない場合があった。例えば、社会的評価と学園生活の一対比較において、甲は1/2、乙は2、丙は1/7と主張し、一意に定まらないという場合が、それである。このような場合の対策として木下ら[5]は、メンバ全員の幾何平均を採用することを提案している。このようにすれば点数はいつでも必ず一意に定まる。この場合の一対比較は1.26となった。結果を表17に示す。

次にそれぞれの評価基準に対する大学の評価がメンバ全員の点数を対処した結果と総合評価を表18に示す。

表 17 3人による4つの評価基準の一対比較(AHP法)

一対比較 (甲さん)	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
社会的評価	1	1/2	1/2	1/2
学園生活	2	1	1	1
教官の質	2	1	1	1
就職状況	2	1	1	1

一対比較 (乙さん)	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
社会的評価	1	2	1	1/2
学園生活	1/2	1	1/2	1/3
教官の質	1	2	1	1/2
就職状況	2	3	2	1

一対比較 (丙さん)	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
社会的評価	1	1/7	8	1/8
学園生活	7	1	9	2
教官の質	1/8	1/8	1	1/9
就職状況	8	1/2	9	1

表 18 メンバ全員の点数の対処と総合得点

一対比較 (まとめ)	社会的評価	学園生活	教官の質	就職状況
社会的評価	1.00	0.52	1.59	0.31
学園生活	1.91	1.00	1.65	0.87
教官の質	0.63	0.63	1.00	0.38
就職状況	3.17	1.14	2.62	1.00

C.I.=0.03

結果	幾何平均	ウエイト
社会的評価	0.72	0.16
学園生活	1.29	0.29
教官の質	0.62	0.14
就職状況	1.76	0.40

## 4.2 KT法における決定分析(DA)の手順

### (1)ワークシート1(表19)

ワークシート1を①～④の順に埋めていく。

表19 ワークシート1(KT法)

①決定ステートメント： 良い大学生活を送るため、志望校を選択する		
②目標の設定	③目標の分類 (MUST/WANT)	④重み (W)
国家資格合格率 75%以上	MUST	
大学の施設・設 備がよい	WANT	7
周辺文化の発達	WANT	7
授業が満足	WANT	6
教員の質が良い	WANT	5
就職状況が良い	WANT	9

### (2)ワークシート2(表20)

ワークシート2を⑥～⑦の順に埋めていく。表20の結果によりA大学、C大学、B大学の順に目標の達成度による評価が高くなった。

### (3)ワークシート3(表21)

ワークシート3を順に埋めていく。表21の結果によりA大学、C大学、B大学の順にマイナス影響の評価が高くなった。

### (4)総合評価

個人で決定分析(DA)を行った場合と同様に、評価の違いで総合評価に混乱が生じる可能性があるが、今回は目標の達成度による評価とマイナス影響の評価のどちらともA大学の評価が高かったため、A大学が最適案となった。

## 4.3 グループで使用した場合の問題点

KT法の決定分析(DA)では、選択対象が満足して欲しい項目(比較項目)を、充足目標/達成目標という形で列挙し、選択対象のそれぞれが、比較項目のそれぞれについて、どの程度満足しているかという、目標に対する充足度または達成度によって比較する。従って、充足度または達成度という形で表現できない項目は、比較項目にならないという使用上の制限がある。このことによって、KT法の決定分析(DA)は、AHP法に比べて、より客観的な評価ができるようになってきている。このような目標の決め方が客観的な評価を実現しているか、全部が客観的な評価では無く、主観的な評価を排除していることに成功している。AHPの評価項目はすべて主観的な評価で目標を決めている。しかし、比較項目の重要性を点数で表す場合と、充足目標/達成目標という形で与えられた比較項目の充足度/達成度を点数で表す場合に主観的な評価が行われている。

実験の結果、グループでKT法の決定分析を使用する場合に、次のような問題点があることが判った。

(iii)③でMUSTにするかWANTにするか、メンバ全員の合意が得られない場合が発生する可能性がある。

(iv)④の重み(W)で何点を付けるか、メンバ全員の合意が得られない場合が発生する可能性がある。

(v)⑦のスコア(S)で何点を付けるか、メンバ全員の合意が得られない場合が発生する可能性がある。

## 5. KT法の決定分析(DA)に対する改善提案

DAにはさまざまな問題が発生する可能性があることを前に述べた。以下にその改善提案を述べる。

(1)条件によってスコア(S)が変わってくる場合  
スコア(S)が条件によって変わることを不確実性を伴うといいますが、この対策としてラプラスの基準、マキシミンの基準、フルビッツの基準、ミニマックスの基準の4つの意思決定基準を用意しておき、必要に応じてこれらを使い分けることを提案する。これらの4つの意思決定基準が使用するそれぞれの計算式を図3に示す。

案の数をn個、状況の数をm個、 $W_{ij}$ をi番目の案がj番目の状況のときの満足度とすると、各基準は以下の式で表される。

ラプラスの基準(生起確率が等しいとしたときの期待値)  

$$W_{L(ai)} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m W_{ij}$$
 で  $W_L$  が MAX となる案を選択

$i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$

2. マキシミンの基準(悲観的立場での選択)

$$W_{w(ai)} = \min_j W_{ij}$$
 で  $W_w$  が MAX となる案を選択  
 $i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$

3. フルビッツの基準(楽観の度合いを調節できる方法)

$$W_{H(ai)} = \alpha \max_j W_{ij} + (1-\alpha) \min_j W_{ij}$$
 で  $W_H$  が MAX となる案を選択

$i=1,2,\dots,n, 0 < \alpha < 1, j=1,2,\dots,m$

4. ミニマックスの基準(機会損失を最小とする案の選択)

$$V_{ij} = \max_k W_{kj} - W_{ij}$$

$$W_{S(ai)} = \max_k V_{ij}$$
 で  $W_S$  が MIN となる案を選択  
 $i=1,2,\dots,n, k \neq 1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$

図3 意思決定基準一覧

(2)総合評価で混乱が生じる場合

マイナス影響の評価においても合計点が最も高いものを選ぶように、その評価方法を改める。その方法として、マイナス影響の評価で用いた影響度(I)の代わりに、影響を受けにくい度合いの安全度(S)を導入する。この安全度(S)を  $S=100-P \times W$  で求め、安全度(S)を使って総合評価することを提案する。

(3)総合評価するとき目標の達成度(重要度)の評価と、マイナス影響の評価のどちらを重要視するかをm対nで指定できるようにすることを提案する。

グループ使用の場合の問題点の改善提案を述べる。

(4)目標の分類をMUSTにするか、WANTにするかで合意が得られない場合

メンバ全員がMUSTとした目標のみを絶対目標とし、残りをWANTで表すとともに、絶対目標とした人が重みを10点で表すことで解決できる。

(5)重み(W)やスコア(S)の点数を何点にするかで合意が得られない場合

メンバ全員が与えた点数の合計値を採用することを提案する。

表 20 ワークシート 2(KT 法)

目標の達成度/充足度による評価		A 大学		B 大学		C 大学	
⑥絶対目標		OK/NO		OK/NO		OK/NO	
国家資格合格率 75%以上		OK		OK		OK	
⑦希望目標	重み (W)	スコア (S)	S×W	スコア (S)	S×W	スコア (S)	S×W
大学の施設・設備が良い	7	6	42	2	14	8	56
周辺文化の発達	7	7	49	5	35	5	35
授業が満足	6	8	48	6	36	6	36
教員との接触	5	8	40	6	30	6	30
就職状況が良い	9	7	63	8	72	5	45
Total			242		187		202

表 21 ワークシート 3(KT 法)

マイナス影響度の評価		A 大学		B 大学		C 大学	
⑧マイナス影響	P	W	P×W	W	P×W	W	P×W
一人暮らしになるため、家賃がかかる	10	4	40	7	70	5	50
Total			40		70		50

## 6. まとめと今後の課題

本論文では論理的思考法である、KT 法の決定分析 (DA) と AHP 法の思考手順を、実験に用いた例題を使って明らかにするとともに、実験によって導かれた各思考法の利点・欠点を明らかにした。さらに、グループ意思決定システムを構築するには、Kepner-Tregoe 法の決定分析 (DA) を導入すべきであることを明らかにするとともに、その改良法を明らかにした。

今後は、本論文で提案した改良法を導入して、グループ意思決定支援システムを Web アプリケーションシステムとして構築するとともに、構築したシステムの有効性を実験によって示す予定である。

## 参考文献

- 1) C.H.ケプナー・B.B.トリゴウ, “新・管理者の判断能力,” 上野一郎, 産業能率大学出版部 東京都, 1985
- 2) 中村恵一, 八重樫理人, 古宮誠一 他 “WWW 上に構築するグループ問題解決支援システム～KT 法の導入によるシステムの実現～” 電子情報通信学会
- 3) 佐藤雅彦, 國藤進, “KT 法に基づいた意思決定支援システム”, 計測制御学会合同シンポジウム講演論文集, 1993.
- 4) 刀根薫, “ゲーム感覚意思決定法” 日科技連出版社, 東京都, 1986
- 5) 木下栄蔵, “孫子の兵法の数学モデル・実践篇”, 講談社, 東京都, 1998
- 6) 木下栄蔵, “孫子の兵法の数学モデル”, 講談社, 東京都, 1999
- 7) 河合塾, 東洋経済共同編集 “日本の大学”, 1995