【土木計画学研究・論文集 No.14 1997年9月】

ＡＨＰにおける一対比較行列の構築手法に関する検討と評価

STUDY ON CONSTRUCTION METHOD OF A PAIRWISE COMPARISON MATRIX IN AHP

張　崎＊・西村　昂＊＊
By ZHANG Qi, Takashi NISHIMURA

1.はじめに

階層化意志決定法（ＡＨＰ）は一つの評価手法として、多くの分野で応用され、その合理性と有効性もかなり報告されている。しかし、実際に適用する場合、重要性尺度の適当性や順位逆転問題や順位の計算方法などについて、いくつかの問題が提出されている。その中で、多くの問題が解決・改善されているが、まだ一部は十分に解決したとは言えず、多くの研究者の研究課題になっているものもある。本研究はＡＨＰによる評価結果の適正性と精度を向上するために、人間による定性的表現とモデルによる定量的表現を緊密に結び付け、人間の判断意識を的確に反映し、適正に定量化することを目指している。ここでは、一対比較行列における諸要素の整合性関係から手を着けて、定量的表現を定性的表現とできるだけ完全に対応させることを目標に、人間の判断意識を的確に定量化する一対比較行列の新しい構築手法を検討しようとしている。

本文は、重要性尺度の特徴から、各重要性レベルに対応する定性的判断とその定量的尺度値の関係を分析し、「極めて重要」という重要性レベルに対応する定性的判断は、他の重要性レベルと違って、ある範囲の程度に対応するけれども、それに対する定量値がただ一つの定数で表現することは、評価結果の的確性に影響を与える一つの原因になることがわかった。そのため、本論文はＡＨＰによる評価の的確性と精度を向上するために、「極めて重要」という重要性レベルにおける定性的判断とその定量値の関係から手を入れて、「極めて重要」という定性的程度に対応する定量値を広げ、定数でなく、変動的定量値という概念を提案し、それにより、人間の判断を的確に定量化するための一対比較行列の新しい構築手法を提案することにする。さらに、理論的な面から、完全に整合する判断に対する一対比較行列の構築手法を検討するのみでなく、現実に存在する完全に整合するとは言えない場合の実用面への適用法の検討も進め、合理的、実用的な一対比較行列の新たな構築方法を提案することにする。最後に、この手法の有効性と実用性を検証するために、交通経路選択の事例に対し、固有値法と対数最小二乗法という二つのウェイトの計算手法、及び１－９尺度[1]、指数尺度[2]、分数尺度[3]と近似尺度[4]という四つの重要性尺度によってそれぞれ具体的に計算し、整合度に関する評価指標及び、推定と実際選択の結果を総合的に比較・評価することを通じて、新しい手法の合理性を検証することにする。

2．ＡＨＰ手法の概要

階層化意志決定法（ＡＨＰ）はアメリカのSaaty[1]教授が最初に提唱し、今はかなり応用されている有効な意志決定手法の一つである。その手法は階層構造の構成、重要性尺度の選択、一対比較行列の構築、ウェイトの計算と合成などの手順を通じて、最後の評価順位を算出し、最終の評価結果が得られる。

(1) 一対比較行列

ＡＨＰ手法の一つの大切なステップは一対比較行列の構築である。すなわち、階層構造で、あるレベルの各要素はすぐ上のレベルのある評価基準に対し、それぞれの重要性の程度を定性的に一対比較し、さらに、定性的表現を定量化する重要性尺度によって、次のような一対比較行列を作る。

$$A = (a_{ij})_{n\times n} \quad \cdots (1)$$

キーワード　計画手法論、システム分析
＊ 学生員、後期博士課程、大阪市立大学工学部土木工学科
（〒558 大阪市住吉区杉本3丁目3番138号 TEL(FAX) 06-605-2731）
＊＊ 正　員、工博、大阪市立大学工学部土木工学科

ここで：

a_{ij}：要素iの要素jに対する重要の程度の定量値。

$a_{ij}>0$

$a_{ii}=1$

$a_{ij}=1/a_{ji}$

$i, j\in\{1, 2, \cdots n\}$

ところで、すべての i, j, k に対して、もし、次のような関係式が成り立つと、

$$a_{ij}\cdot a_{jk}=a_{ik} \qquad i, j, k\in\{1, 2, \cdots n\} \qquad \cdots(2)$$

一対比較行列Aは整合性行列となり、相応的にそれらの定性的判断も完全に整合ということになる。

(2) 重要性尺度

ＡＨＰにおける重要性尺度は「重要性に関する定性的表現」を定量化するもので、人間の判断意識を定量的に反映するものである。一般的によく使われているのは、Saaty 教授が最初に提案した１－９尺度（表－１）であり、問題に応じて、数多くの重要性尺度が提案され、それぞれの手法で検証されていた。表－２にいくつかの重要性尺度の関係式を示している。

表－１　重要性尺度

重要性表現（定性的）	同程度	やや重要	かなり重要	非常に重要	極めて重要
重要性ﾚﾍﾞﾙ（k）	1	3	5	7	9
重要性尺度（定量的）	1	3	5	7	9
2, 4, 6, 8 は以上の間の程度に対応する。					

表－２　重要性尺度関係式

1-9 尺度	k
指数尺度	a^{k-1}
分数尺度	$9/(10-k)$
近似尺度	$5.4/(6.4-k^{0.8})$

（ k＝１，２，３，... ９）

(3) ウェイトの算出方法

一対比較行列に対して、特定の計算手法によって、各要素の重みを算出でき、それによる評価ができる。一般的によく使われているのはSaaty教授が最初に提唱した固有値法であり、ＡＨＰの発展によって、対数最小二乗法などいくつかのウェイトの計算手法[5)]が提案されてきた。次は主に固有値法と対数最小二乗法を紹介することにする。

(a) 固有値法

各要素の重みを求めるために、一対比較行列に対し、次の固有値問題の解を求めることを通じて、ウェイトとする固有ベクトルの値が求められ、これによって、諸要素の優先順位を決めることができる。

$$AW=\lambda_{max}W \qquad \cdots(3)$$

但し、

λ_{max}：一対比較行列Ａの最大固有値

W ：λ_{max}に対する正規化[注1)]した固有ベクトル

(b) 対数最小二乗法

一対比較行列Ａに対して、次の誤差を表す式を最小化にすること（式(4)）を通じて、ウェイト w_i（ｉ＝１，２，．．．，ｎ）が求められる。さらにウェイトの正規化と、すべての評価基準に対するウェイトの合成を通じて、最終の各代替案の評価順位が並べられ、評価結果が得られる。

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}[\log(a_{ij})-\log(w_i/w_j)]^2 \rightarrow \mathrm{MIN} \qquad \cdots(4)$$

最小誤差値：

$$g(w)=[\mathrm{MIN}]\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}[\log(a_{ij})-\log(w_i/w_j)]^2 \qquad \cdots(5)$$

最小誤差値が小さいほど、算出したウェイト値が人間の判断意識と合う程度が高く、その定量化の適正性が高い。

(4) 整合性評価指標

整合性指標は固有値法を利用する場合、人間の定性的判断による一対比較行列の整合性を検定する評価指標である。それは判断の論理性、重要性尺度の

注1)：ﾍﾞｸﾄﾙの正規化：W^*_i, (i=1, 2, ... n) に対して、$W_i=W^*_i/\sum_{i=1}^{n}W^*_i$, (i=1, 2, ... n) を求め、$\sum_{i=1}^{n}W_i=1$にしたもの。

適当性、一対比較行列の構築の合理性に直接関係する。一般的に、よく使われているのは C.I.（ Consistency Index ）、とそれを改善した C.R.（ Consistency Ratio ）という二つの評価指標である。すなわち、

$$整合度：\quad C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \cdots (6)$$

$$整合比：\quad C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad \cdots (7)$$

（ R.I.は平均ランダム整合性指標[6]である。）

その評価指標値は小さいほど、人間による判断の整合性が高い。特に、$\lambda_{max} = n$ になると、C.I.、C.R. は 0 になり、それらの判断は完全に整合で、それによる一対比較行列Ａも整合性行列となっている。しかし、現実には、問題の複雑さによって、完全に整合することは難しいため、一般的に、その評価指標値は 0.1より小さくなると、その判断の整合性が認可され、それによる一対比較行列も有効であると見られている。

３．問題の提出

今使っている一対比較行列の構築法は人間の定性的判断を定量化する場合、的確性においてまだ問題が残っている。次は、理解しやすいため、交通経路の選択問題を例として、今よく知られる簡便な１～９という重要性尺度によって、一対比較行列を定量的に構築する場合に発生する問題を説明する。

交通経路選択の問題において、一つの評価要因を距離とし、経路代替案Ａ、Ｂ、Ｃの距離はそれぞれ10, 30, 90キロであり、さらに、それぞれの距離に対する近さの感覚の一対比較判断を表－３のように表し、それを適正に表現できる重要性尺度を

表－３　定性的判断関係表

距離	A	B	C
A	同程度	やや近い	極めて近い
B		同程度	やや近い
C			同程度

表－４　一対比較行列と結果比較表

距離	A	B	C	計算ウェイト（倍数関係）	実際の倍数関係 距離	近さ
A	1	3	9	9/13 (9)	1	9
B	1/3	1	3	3/13 (3)	3	3
C	1/9	1/3	1	1/13 (1)	9	1

（ C.I.=0 、C.R.=0 ）

１－９尺度と仮定して、それに対応する一対比較行列とウェイト値は表－４のように得られる。

表－３、表－４から見ると、整合的定性判断に対し、それを適正に表現できる尺度によって定量化した一対比較行列も整合性行列（　整合性評価指標：C.I.=0 、C.R.=0 ）となる場合、そのウェイト値も実際の距離関係と一致することが分かった。

さらに、もし、代替案Ａ、Ｂ、Ｃはそれぞれ10, 30, 120キロで、上述と同じの判断方法によると、定性的判断は表－５で、それに対応する一対比較行列とウェイト値は表－６のようになる。

表－５　定性的判断関係表

距離	A	B	C
A	同程度	やや近い	極めて近い
B		同程度	やや－かなり近い
C			同程度

表－６　一対比較行列と結果比較

距離	A	B	C	計算ウェイト（倍数）	実際の倍数関係 距離	近さ
A	1	3	9	0.681 (9.91)	1	12
B	1/3	1	4	0.250 (3.63)	3	4
C	1/9	1/4	1	0.069 (1.00)	12	1

（　C.I.=0.005　、C.R.=0.009　）

表－５、表－６から見ると、定性的判断が整合的と言えても、算出したウェイト値の関係は実際の距離の倍数関係と外れている。というのは、一対比較行列によって、そのような定性的判断関係を定量的に構築する場合、「極めて近い」という程度に対応

する定量値を定数（9）として表現するため、次の一対比較行列の整合性の関係式が必ずしも全て成り立たないからである。

$$a_{ij}\cdot a_{jk}=a_{ik} \quad i,j,k\in\{A,B,C\} \quad \cdots(8)$$

（それは整合性評価指標に、C.I.,C.R.≠0 と示している。現実の問題の複雑さによって、特に一対比較行列の要因数が多く、判断の差の程度が大きくなると、整合性評価指標値がさらに低下することもあり、評価結果の正確性がひどく影響されるケースもあると考えられる。）

具体的に言うと、A は Bより「やや近い」、B はC より「やや一かなり近い」、A は Cより「極めて近い」という定性的判断関係に対し、定量的関係式 $a_{AB}\cdot a_{BC}=a_{AC}$ は、「極めて近い」に対する定量的尺度値が定数９と決められるためで、成り立てない状態になる。この原因からも、評価結果としてのウェイト値が実際の状況と外れる現象ももたらし、評価結果の正確性にある程度の影響を与えるようになる。

そのため、このような定量化時の原因でもたらされる不備を解消するために、次は「極めて重要」という定性的程度に対応する定量値を固定値ではなく、整合性関係によって推定する変動値にする概念を提案し、人間の定性的判断を的確に定量化できる一対比較行列の新しい構築手法を提案することにする。

4．一対比較行列の新しい構築法

上述の問題から見ると、人間の定性的判断を適正に定量化するために、整合的定性判断に対し、定量的表現も整合的になることが望ましいと考えられる。この考え方によると、一対比較行列という定量的表現を人間による定性的判断と適正に対応させるために、元の問題の「極めて重要」というある範囲の判断に対応する定性的程度に対して、その定量値も定数のかわりに、相応的に変動的定量値とすることにより改善することができる。これにより一対比較行列を構築すると、定量的表現における不的確性をある程度解消させることが可能で、それによる評価結果もより適正になると考えられる。

次は変動的定量値による一対比較行列の新しい構築法を提案する。

(1) 完全に整合的判断の場合

整合性という見方から考えると、整合的定性判断に対し、その定量化も相応的に整合しなければならない。即ち、一対比較行列において、次の関係式が全て成り立つことが要求されるとする。

$$a_{ij}\cdot a_{jk}=a_{ik} \quad i,j,k\in\{1,2,...,n\} \quad \cdots(9)$$

それにより、重要性尺度の「極めて重要」という定性的程度に対する定量値がただ定数であるわけではなく、上述の関係式が成り立つように、相応的に変動させなければならない。すなわち、それはある範囲内の定量値になるわけである。１～９尺度の例から説明すると、その定量値は９以上という変動的範囲内にあるわけである。即ち、表ー５、６のような問題に適用すると、定性的判断に対応する一対比較行列という定量的構築は表ー７のように表せ、それによるウェイト値は実際状況と合うことも分かる。

表ー７　一対比較行列と結果比較

距離	A	B	C	計算ウェイト（倍数）	実際倍数関係 距離	近さ
A	1	3	12	12/17（12）	1	12
B	1/3	1	4	4/17（ 4）	3	4
C	1/12	1/4	1	1/17（ 1）	12	1

（ C.I.=0 、C.R.=0 ）

このような問題を理論的にまとめて分析すると、「極めて重要」という定性的程度に対し、その対応的な定量値は、固定値ではなく、それと関連するあらゆる判断関係により、総合的に決められる変動値であると考えられる。本研究は、まず完全に整合する判断のケースを分析し、それから、現実に存在する完全に整合しない判断のケースを検討することにする。

ここでは、分析を簡便にするために、まず、各要素を判断の重要さの順位により並べ、さらにそれにより一対比較行列を構築する。このようにして、行列の右上側の要素のみ分析すれば、行列の全体も分

かるようになる。

一般的に、ある評価要素 a_{ik} は多数の既知の判断に関連する。さらに、完全に整合的判断に対し、それは、一対比較行列の特徴と整合性の推移関係によって、それらの組み合わせの関係式のいずれかにより推定できる。式(10)は a_{ik} を推定できる、一対比較行列の右上側の各要素のあらゆる組み合わせの関係式である。

$$
\begin{array}{l}
a_{i\,i+1}\cdot a_{i+1\,i+2}\cdot a_{i+2\,i+3}\cdots\cdots a_{k-1\,k} \\
\\
a_{i\,i+2}\cdot a_{i+2\,i+3}\cdot a_{i+3\,i+4}\cdots a_{k-1\,k} \\
a_{i\,i+1}\cdot a_{i+1\,i+3}\cdot a_{i+3\,i+4}\cdots a_{k-1\,k} \\
\quad\vdots \\
a_{i\,i+1}\cdot a_{i+1\,i+2}\cdots a_{k-3\,k-2}\cdot a_{k-2\,k} \\
\quad\vdots \\
a_{i\,i+1}\cdot a_{i+1\,k} \\
a_{i\,i+2}\cdot a_{i+2\,k} \\
\quad\vdots \\
a_{i\,k-1}\cdot a_{k-1\,k}
\end{array}
\qquad \cdots (10)
$$

（ 組合せの関係式の個数： $j^{*}=\sum_{j=0}^{k-i-2} 2^{j}$ ）

そのような定式化により、「極めて重要」という定性的程度に対応する変動的定量値を求めることができ、それにより適正に一対比較行列を構築し直せるようになる。このような構築手法によると、定性的判断を定量的に表現する場合の不的確性が解消され、評価結果も実際状況と一致し、ＡＨＰ手法による評価結果の正確性と信頼性も高くなるようになる。

しかし、現実に完全に整合する判断は難しいことであるため、本研究は、完全に整合的でない判断という現実な場合に対し、一対比較行列の新しい構築手法も検討することにする。

(2) 完全に整合的でない判断の場合

一般的に、ある重要性尺度を用いる場合、「極めて重要」という程度以内で行う各々の判断に対し、その定量化の正確さは人間それ自身の判断の的確さに依存し、上述の問題に当たらないと考えられる。ところが、それらの判断が「極めて重要」という程度に至ると、上述の問題が発生する可能性が出てくるようになる。そのため、本研究は、変動的定量値という概念を引用し、既知の判断に基づき、その対応的な定量値の求め方、さらにそれによる一対比較行列の構築手法を提案することにする。

つまり、本研究は、完全に整合的でない判断の場合、「極めて重要」という定性的程度に至るある判断に対し、次のようにその比較的的確な定量値 a_{ik}^{*} を近似的に推定する。

(a) 既知の判断に基づく組合せの関係式（式(10)）に対し、幾何平均値を計算する。

「極めて重要」に対し、その対応的な定量値（a_{ik}）は上述の組合せの関係式のどれにも関連するため、それらのあらゆる組み合わせの関係式を幾何平均にすることを通じて、それに関連するあらゆる既知の判断に基づく比較的適正な定量値を対応的に推定できる。即ち、式(10)の組合せの関係式の幾何平均の定式も次のように表せる。

$$a_{ik}=\left[\prod_{s=1}^{k-i-1} A(s)\right]^{1/j^{*}} \qquad (k-i\geqq 2) \qquad \cdots (11)$$

ただし、

$$A(s)=a_{i,\,i+s}^{\,2^{k-i-s-1}}\cdot\left[a_{i+1,\,i+s+1}\cdots a_{k-s-1,\,k-1}\right]^{2^{k-i-s-2}}\cdot a_{k-s,\,k}^{\,2^{k-i-s-1}}$$

$$(s=1,2,\ldots,k-i-2) \qquad \cdots (12)$$

$$A(s)=a_{i,\,k-1}\cdot a_{i+1,\,k} \qquad (s=k-i-1) \qquad \cdots (13)$$

$$j^{*}=\sum_{j=0}^{k-i-2} 2^{j} \qquad （組合せの関係式の個数） \qquad \cdots (14)$$

(b) 上述の算出値が $a_{ik}\leqq P$（P:「極めて重要」に対応する尺度値）であれば、本研究の問題に当たらないので、元の判断を維持し、その定量値を「極めて重要」に対応する一般的な意味での尺度値（或いは「極めて重要」に対応する最小の定量値と言える）P にする。

(c) もし、算出値 $a_{ik}\geqq P$ であれば、本研究の扱

う問題に当たるから、その算出値a_{ik}を推定的定量値としてそのまま採用する。

つまり、「極めて重要」に対応する定量値は近似的に式(15)のように得られる。

また、「極めて重要」に至る判断の定量値を推定する場合、まず、一対比較行列において、対角線から右上角の方向へ階層的、順番的に「極めて重要」に至る判断を検出し、さらに、上述の手法によって、その的確な定量値a_{ik}^*を推定する手順である。

$$\text{定量値：}\quad a_{ik}^* = \begin{cases} a_{ik} & a_{ik} \geqq P \\ P & a_{ik} \leqq P \end{cases} \qquad \cdots (15)$$

5．交通経路選択の事例

上述手法の合理性を総合的に検証するために、交通経路選択の評価問題を事例として実際に適用し、二つのウェイトの算出手法と四つの重要性尺度によって、本手法と一般的な手法による算出結果を総合的に比較し、その適正性を評価することにする。

(1) 調査内容と調査表形式

本研究では、交通経路の選択について、次のような調査内容のデータ[4)]を利用することにする。

(a) 選好要因としては、時間、費用、便利、信頼性、快適性という５つの要因である。

(b) 大阪市住吉区矢田、公園南矢田（一丁目）の住民の難波への買い物トリップのケースで、A. 近鉄、B. 地下鉄、C. ＪＲ、D. 市バスという４つの代表交通手段の選択に対する調査である。

(c) 本研究は、論理関係が明確、論理判断が容易、整合度指標が良くなり、特に判断の要因数が多い場合、より有効である三角型調査表[7)]によって調査を行った。

(2) ウェイトの算出手法と重要性尺度の選定

上述手法の有効性と合理性を幅広く検証するために、本研究では、一般的な固有値法のみでなく、対数最小二乗法によるウェイトの算出手法にも、１－９尺度のみでなく、表２に示すほかの三つの重要性尺度－指数尺度、分数尺度、近似尺度によっても、それぞれ上述手法と一般的な手法について計算し、それらの算出結果の総合比較を通じて、新しい構築手法の適正性を評価することにする。

(3) 計算結果の比較・評価

上述の二つのウェイトの算出手法と四つの重要性尺度、さらに、一対比較行列の従来、新という二つの構築手法による大量の計算を通じて、総合的な算出結果が得られ、表－８、表－９のように示される。それによって総合的に比較・評価することができる。

それらの算出結果により総合的に比較・評価して、

(a) 一対比較行列の構築手法から見ると、どの重要性尺度でも、どのウェイトの算出手法でも、新しい手法により得られる評価結果が従来の手法よりよいことを示している、これは新しい手法のほうが人間の定性的判断をより的確に定量化し、人間の判断意識をより適正に反映できることを示している。

表－８　従来の手法による算出結果

重要性尺度	固有値法					対数最小二乗法	
	判断行列有効率		整合度平均値		経路順位適中率	最小平均誤差	経路順位適中率
	C. I.	C. R.	C. I.	C. R.			
1-9 尺度	77. 1%	77. 6%	0. 065	0. 070	73. 4%	0. 324	71. 9%
指数尺度	94. 8%	94. 0%	0. 026	0. 028	78. 1%	0. 130	78. 1%
分数尺度	97. 1%	96. 4%	0. 021	0. 023	79. 7%	0. 106	79. 7%
近似尺度	97. 1%	96. 6%	0. 020	0. 021	81. 3%	0. 100	81. 3%

表－９　新手法による算出結果

重要性尺度	固有値法					対数最小二乗法	
	判断行列有効率		整合度平均値		経路順位適中率	最小平均誤差	経路順位適中率
	C. I.	C. R.	C. I.	C. R.			
1-9 尺度	92. 2%	91. 9%	0. 041	0. 044	75. 0%	0. 204	75. 0%
指数尺度	99. 2%	98. 4%	0. 016	0. 017	82. 8%	0. 084	82. 8%
分数尺度	98. 7%	97. 9%	0. 017	0. 019	82. 8%	0. 090	82. 8%
近似尺度	99. 1%	98. 7%	0. 015	0. 016	84. 4%	0. 079	84. 4%

＊）**判断行列有効率：**整合度が有効(C. I. ≦ 0. 1)である一対比較行列の数の全体の一対比較行列数に占める比率である。
整合度総合平均値：あらゆる一対比較行列の整合度（C. I.）の平均値である。

経路順位適中率：各被験者の判断により算出した経路の順位が、その事前に選択した結果と適中する数の全体のサンプル数に占める比率である。

最小平均誤差：算出した全体のサンプルの最小誤差値ｇ（ｗ）の平均値である。

(b) 重要性尺度からみると、どの一対比較行列の構築手法とウェイトの算出手法でも、総合的に、１－９尺度は一番悪く、近似尺度は一番よい評価指標であることを示している。さらに、従来の手法においては分数尺度が指数尺度より、新しい手法においては指数尺度が分数尺度より少しよい評価結果を示している。このことは、分数尺度は「極めて重要」に対する定量値が定数である一対比較行列の構築手法（従来の手法）の場合に対して、相対的によりよく定量化できると考えられる。しかし、実際に、人間の定性的判断をより適正に定量化できる新しい手法による指数尺度の方が分数尺度より、人間の判断意識をより客観的に反映でき、より適正であると考えられる。

(c) ウェイトの算出手法に対して、どの一対比較行列の構築手法によっても、固有値法と対数最小二乗法により算出した最終経路の評価結果がほとんど同じであることを示している。これは新しい構築手法が違うウェイトの算出手法に適用できることと考えられる。

6．終わりに

ＡＨＰ手法は有効な評価手法として、かなり応用されている。しかし、人間の判断意識を適正に表現するために、重要性尺度、一対比較行列、ウェイトの計算手法などいくつかの面において、まだ改善すべき面が残されている。本研究は主に、一対比較行列の構築の場合、重要性尺度の「極めて重要」という定性的程度に対応する定量値の合理性を検討し、完全に整合する判断のみでなく、完全に整合的でない判断という実用面にも、変動的定量値という概念を提出し、それによる一対比較行列の新しい構築手法を提案した。その手法の合理性と適正性を多面に検証するために、本研究は交通経路の選択問題という事例を通じて、二つのウェイトの算出手法と四つの重要性尺度によって実際に計算し、さらにそれらの算出結果を総合的に比較・評価することによって、上述の新しい手法の有効性と適用性を検討した。その結果、新しい構築手法は一般的な構築手法より、人間の定性的判断に対する定量化においてより適正であり、異なる重要性尺度やウェイトの算出手法など多くの面に適用できることが分かった。さらに、ＡＨＰによる評価結果の正確性を高めるために、一対比較行列の構築手法に対して、相応的に、より適正な重要性尺度の選定も重要な要件であると考えられる。今後の課題として、そのような手法の簡便化、実用化への検討を進めたい。

参考文献

1) Saaty, T. L. : The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, resource allocation, McGraw - Hill, 1980
2) 舒　康、梁鎮韓：「ＡＨＰ中的指数標度法」、系統工程理論与実践（中国語）、1990. 1
3) 汪　浩、馬　達：層次分析標度評価与新標度方法、系統工程理論与実践（中国語）、1993. 9
4) 張　崎・西村　昂：ＡＨＰにおける重要性尺度の適当性評価に関する研究、土木計画学研究・論文集13、pp145-152、1996. 8
5) 許樹柏：層次分析法原理、天津大学出版社（中国語）、1986
6) 吉谷清澄：ＡＨＰ(階層化意思決定法)のランダム整合度に関する理論的解析、電子情報通信学会論文誌、vol. J75-A No. 9, pp. 1528-1529 (1992. 9)
7) 張　崎・西村 昂・日野泰雄：交通選好評価へのＡＨＰ方法の適用に関する一考察 、平成７年度関西支部年次学術講演概要 、土木学会関西支部

ＡＨＰにおける一対比較行列の構築手法に関する検討と評価

張　崎＊　・　西村　昂＊＊

本論文はＡＨＰによる評価結果の正確性と精度を向上するために、一対比較行列の構築手法について検討し、そこに存在する問題を指摘した。さらに、それに対処するために、整合性の見方から、「極めて重要」という定性的程度に対して、変動的定量値という概念を提出し、理論的のみでなく、実用的に、定性的判断関係を的確に定量化するための一対比較行列の新しい構築手法を提案した。最後に、この手法の合理性と適用性を多面的に検証するために、交通経路の選択の実際事例を通じて、固有値法と対数最小二乗法という二つのウェイトの算出手法、１－９尺度、指数尺度、分数尺度及び近似尺度という四つの重要性尺度によってそれぞれ計算し、その算出結果を総合的に比較・評価して、新しい手法の有効性と適正性を説明した。

STUDY ON CONSTRUCTION METHOD OF A PAIRWISE COMPARISON MATRIX IN AHP

By ZHANG Qi, Takashi NISHIMURA

In order to improve the exactness and the accuracy of evaluating results in AHP, in this paper, inexactness problem in construction of a pairwise comparison matrix is pointed out, and a concept of changeable quantitative value which corresponds to qualitative expression 'absolute importance' has been proposed. Furthermore, not only on theory but also on practice, a new construction method of pairwise comparison matrix has been also proposed. Finally, applying to a practical survey on the choice of travel routes, and by four scales and two kinds of calculation methods about weights, the validity and the appropriateness of this method synthetically have been verified in practice.