

多基準分析に基づく計画代替案の評価モデル

京都大学大学院 学生員 阿部 宏史

京都大学工学部 正会員 天野 光三

京都大学工学部 正会員 戸田 常一

1. はじめに

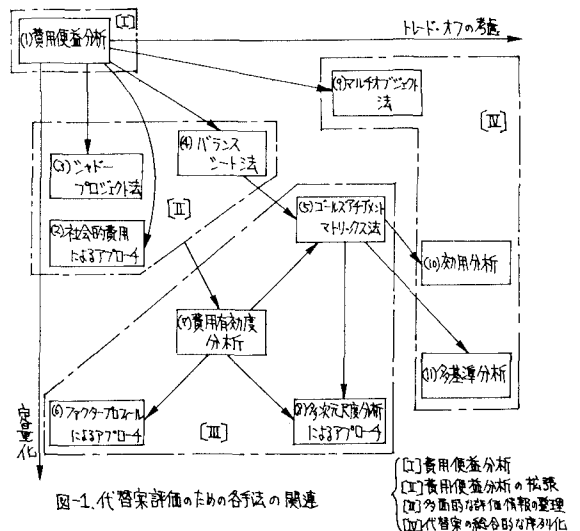
複数の代替案の中から最も好ましい案を選択する際の有益な情報の提供を目的として、多くの代替案評価のための手法が提案されている。中でも最近ではプロジェクトの大規模化に伴って計画目標の多様化に対処することが必要となり、多種多様な評価を総合的に考慮したいくつかの新しいアプローチが提案されている。そこで本研究ではまず各アプローチにおける代表的な評価手法を取りあげ、それらの手法を整理、検討することにより、手法間の関連、問題点を明確にする。次に、代替案の総合評価の手法として最近になって提案された多基準分析 (Multi-criteria analysis) を取り上げ、その代表的な手法である P. Nijkamp の Concordance analysis について検討し、その改良モデルの構成を行なうとともに、定性的分析、感度分析、インパクトの不確実性を考慮した分析などについて改良モデルの構築を試みる。最後にケーススタディとしてバイパス計画の問題への適用を行ない、構成したモデルの検証を行なう。

2. 従来の代替案評価手法

代替案の評価手法については従来より数多くの手法が開発されているが、ここではそれらの手法を整理、検討する。代替案の評価手法として現在、最も多く使用されている手法に費用便益分析がある。費用便益分析は、基本的には、あるプロジェクトについて実施に要する費用と実施により得られる便益とを限り貨幣換算して対比、評価し、プロジェクトの望ましさを検討する手法である。この手法は、“概念的にわかり易い”、“すべてのインパクトを貨幣換算するため代替案の比較が容易である”などの利点を持つが、反面、“貨幣換算の困難な社会環境的な面よりも貨幣換算の容易な評価項目を考慮するために経済的な面を過調されやすい”、“便益の分配という公平性の基準に欠けており複数の目的の間の調整が困難である”などのいくつかの欠点も持っている。しかし、費用便益分析は最も早く提案され、評価の基本的な考え方を端的に示す評価手法であり、以後に提案された評価手法は費用便益分析の欠点を補うことを念頭において開発されたものと考えることができる。この観点から従来の評価手法の関連をまとめたものが図-1である。以下、この図に従って評価手法の関連を説明する。

まず、[I]の3種の手法はいずれも貨幣尺度上での評価を基本とする点で費用便益分析と類似しているが、貨幣換算の困難な評価項目の取扱いを検討しており、手法(4)では便益の分配という公平性の基準も考慮されている。しかし貨幣尺度上での検討という点で、費用便益分析と同様な問題点がある。

次に、[II]の4種の手法はいずれも代替案評価に必要な情報を多面的に収集、整理し、意思決定者に提供することによって代替案選択を促がすものである。これらの手法では各評価項目を共通の貨幣尺度へ換算することは行なわず、各評価項目について各々適切な尺度上での計測を行なう。従って、“貨幣換算の



不可能な評価項目の考慮がでず、さらには、“優先度の分配という公平性の基準の考慮などが可能となる”が、評価情報の総合化が十分にできていないため、“また決定者の代替案選択が容易ではない”、“代替案の選択がまた決定者の主観的な判断に大きく左右される”、“評価尺度の種類が多い場合は評価項目間のトレード・オフの把握が困難である”などの欠点を持っている。

最後に、[四]の3種の手法はいずれも、経済、社会、環境の諸側面から代替案の優位性を総合的に評価し、序列化するものであり、上述の[四]の評価手法における、評価情報の総合化、項目間のトレード・オフの把握の困難性などの問題点を解決しようとするものである。また、“価値観の異なるグループの取扱いが容易”、“インパクト及び評価の不確実性の考慮が容易”などの利点を持っている。しかし、“手法(7)では社会的優先度を差別曲線に設定し、手法(8)では効用関数を設定している点で、その計算について多大の分析作業を必要とする”、“分析途中に何らかの仮説を設けることが多く、分析者の主観が入りやすい”などの欠点がある。これに対し手法(9)の多基準分析は、“評価項目間のウエイトを主観的に与える必要がある”、“代替案の優位性と評価項目間のトレード・オフとの関連を把握することが困難”などの欠点はあるが、“手法自体が非常に簡明である”、“手法(9)(8)のような複雑な分析作業を必要としない”ことが大きな特徴である。従って本研究では代替案の総合評価の手法として多基準分析に着目し、その代表的な手法である P. Nijkamp の Concordance analysis について検討を行なう。

3. Concordance analysis の概要^{2),3)}

図-2に Nijkamp の Concordance analysis の概要を示す。まず、この手法で必要な外生情報は、各代替案の実施によって生じる各評価項目ごとのインパクトをまとめたマトリックス(P)と各評価項目に対するウエイト(W)である。次に(P)と(W)を用いて、代替案が代替案ごに対してどの程度優れているかを示す指標(Concordance index) C_{ik} と代替案が代替案ごに対してどの程度劣っているかを示す指標(Discordance index) d_{ik} を定義し、マトリックスC, Dを作成する。P. Nijkamp はこれらの指標としていく通りかの定義を行なっているが、基本的にはそれらは次式(1)のように表わされる。

$$\left. \begin{aligned} C_{ik} &= \sum_{j \in C_{ik}} W_j \\ d_{ik} &= \max_{j \in D_{ik}} (|P_{ik} - P_{ij}| / d_j^{\max}), \quad d_j^{\max} = \max_{i \in I, k \in I} (|P_{ik} - P_{ij}|) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

最後にマトリックスC, Dを用いて指標 C_{ik} , d_{ik} の有意性を示す基準値 $\bar{C}$, $\bar{d}$ を設定し、この条件を満足する指標を用いて代替案の選好順位を決定する。この場合、選好順位は、Concordance index に基づくものと Discordance index に基づくものの2通りが求められるので、両者を比較して最終的な代替案の選好順位を決定する。

4. Concordance analysis の改良モデルとその展開

4-1. 改良モデルの構成

P. Nijkamp の Concordance analysis では多種多様な評価項目を考慮して複数の代替案の総合的な比較、評価を容易に行なうことができるが、“評価項目間のウエイトが外生的に与えられている”、“同一の評価項目に対して代替案の良さを表わす指標と悪さを表わす指標を式(1)のようにそれぞれウエイトとインパクトの差異の2つの側面から分けて定義することの妥当性”など、いくつかの欠点がある。ここではこれらの問題点を考慮し、改良モデルの構成を行なう。図-3にモデル全体のフローを示す。この改良モデルでは、評価項目を各評価主体ごとに、評価主体

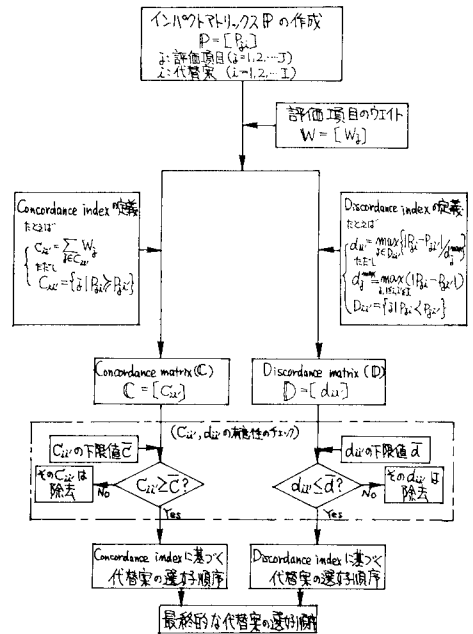


図-2. P. Nijkamp の Concordance analysis の概要

に対して常に望ましい影響を及ぼす項目(以下⊕インパクト項目と呼ぶ)と常に望ましくない影響を及ぼす項目(以下⊖インパクト項目と呼ぶ)の2種類に大きく区別し、評価主体ごとに⊕インパクトと⊖インパクトの両方の面から代替案の序列化を行ない、その結果から最終的な序列化を行なうという点に特徴がある。このようにインパクトを区別することにより、⊕インパクト項目間のウエイト、⊖インパクト項目間のウエイトを個別的に求めるだけで代替案の序列化が行なえ、ウエイトを設定する項目が等質化されるため、⊕インパクト項目と⊖インパクト項目の間のウエイト設定という難しい問題を避けることができ、さらにはウエイト設定を行なう項目数も少なくなる。

以上の考えに基づいて、まず定義上問題のある式(1)の指標の代わりに次式(2)(3)のように定義した指標を用いる。

〈⊕インパクト項目に対して〉

$$\left. \begin{aligned} C_{ik} &= \sum_{j \in C_{ik}} \{w_j \cdot |P_{ji} - P_{jk}| / \max_{|P_{li} - P_{lj}|} \} \\ C_{ik} &= \{j | P_{ji} > P_{jk}\} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

〈⊖インパクト項目に対して〉

$$\left. \begin{aligned} d_{ik} &= \sum_{j \in D_{ik}} \{w_j \cdot |P_{ji} - P_{jk}| / \max_{|P_{li} - P_{lj}|} \} \\ D_{ik} &= \{j | P_{ji} < P_{jk}\} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ただし、 α, β, γ は各インパクトの選好関係を表わす。これらの指標を用いることにより代替案のインパクトの差異と評価項目のウエイトを同時に考慮することができ、また、評価項目のインパクトを⊕⊖の2種類に分類したことにより、

⊕インパクト項目に対しては代替案の良さから見た代替案の序列、⊖インパクト項目に対しては代替案の悪さから見た代替案の序列を考えれば良いことになる。すなわち、⊕インパクト項目に対しては代替案 i が代替案 j に比べてどれだけ良いかという指標 C_{ik} 、⊖インパクト項目に対しては代替案 i が代替案 j に比べてどれだけ悪いという指標 d_{ik} を定義する。従って、式(2)(3)の指標を用いることにより、“同一の項目に対して2種類の指標が定義されている”、“ウエイトとインパクトの差が別々に考慮されている”という式(1)の指標の問題点が解決される。

次に、P. Nijkamp の Concordance analysisでは項目間の重要度に応じて一率にウエイトを設定することが多いが、改良モデルでは評価項目のウエイトがインパクトの大きさにより異なるという考えに基づいて、各代替案の実施による各評価項目の基準値の達成如何、および相異なる代替案間のインパクトの差異を考慮しうる非線形のウエイトイング法を導入した。図4にウエイト設定の例を示す。まず、2つの代替案をある評価項目について比較する際に、その項目に対してあらかじめ設定した基準値(P_j^0)を満たすか否かによりウエイトを変える。

$$\left. \begin{aligned} (P_{ji} \geq P_j^0) \cap (P_{jk} < P_j^0) & \text{ ならば } w_j^{12} \\ (P_{ji} \geq P_j^0) \cap (P_{jk} \geq P_j^0) & \text{ ならば } w_j^{22} \\ (P_{ji} < P_j^0) \cap (P_{jk} < P_j^0) & \text{ ならば } w_j^{32} \end{aligned} \right\} \quad (4) \quad \left(\begin{aligned} \text{ただし、} l = 1, 2, 3 \\ \text{また、} w_j^{12} > w_j^{22} \text{ とする} \end{aligned} \right)$$

さらに代替案間のインパクトの大きさの違いによって次の3種類のウエイトを設定する。

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq |P_{ji} - P_{jk}| < P_j^* & \text{ ならば } w_j^{41} \\ P_j^* \leq |P_{ji} - P_{jk}| < P_j^{**} & \text{ ならば } w_j^{42} \\ P_j^{**} \leq |P_{ji} - P_{jk}| & \text{ ならば } w_j^{43} \end{aligned} \right\} \quad (5) \quad \left(\begin{aligned} \text{ただし、} l = 1, 2 \\ P_j^*, P_j^{**} \text{ はインパクトの大きさの違いを区別するための基準値} \\ \text{また、} w_j^{41} < w_j^{42} < w_j^{43} \text{ とする} \end{aligned} \right)$$

従って(4)、(5)式のウエイトを組み合わせると、ある1つの項目について6種類のウエイトが設定できる。

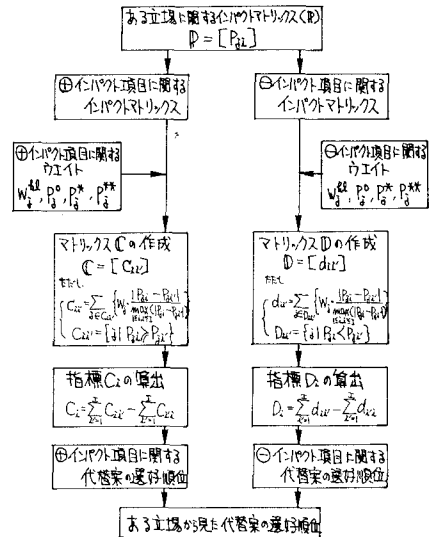


図-3. 改良モデルの概要

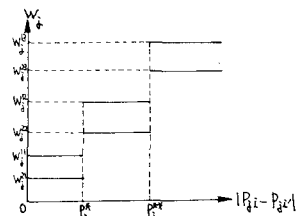


図-4. ウエイト設定の例

このように式(4)(5)を用いて各代替案のインパクトの大きさを考慮したウエイト設定を行なうことにより、式(2)(3)の指標において、代替案間のインパクトの大きさの差異をより反映することができる。また基準値(P_0)の導入により、インパクトの質が低い評価項目を含む代替案とそれ以外の代替案との差異を考慮することができる。

最後に、式(2)(3)によって求められた C_{ik} , d_{ik} の値を用いて代替案の序列を決定するために次の指標を定義する。²³⁾

$$\textcircled{4} \text{インパクト項目に対して、} C_i = \sum_{k=1}^n C_{ik} - \sum_{k=1}^n C_{ik} \quad \text{---(6)}$$

$$\textcircled{5} \text{インパクト項目に対して、} D_i = \sum_{k=1}^n d_{ik} - \sum_{k=1}^n d_{ik} \quad \text{---(7)}$$

式(6)はある代替案 i が他のすべての代替案よりどの程度好ましいかを示す値から、他のすべての代替案が代替案 i よりどの程度好ましいかを示す値を引いたものであり、多くの代替案の中で代替案 i の絶対的な良さを表わす指標と考えることができる。同様に式(7)の指標は多くの代替案の中で代替案 i の絶対的な悪さを表わすと考えられる。すなわち指標 C_i の値が大きいほど良い代替案であり、指標 D_i の値が大きい代替案ほど悪い案であることを示す。従って、 C_i が最大の代替案と D_i が最小の代替案が一致すればそれを最良の代替案として選択することができるが、もし一致しない場合は、感度分析などの補完的な分析を行なうことにより適切な代替案を決定する必要がある。このようにして各評価主体ごとに最も好ましい計画案を決定することができるが、異なる評価主体と総合してどの案を最終的に選択するかは意思決定者の判断に委ねられる。

4-2. 定性的分析への拡張

上述の改良モデルはウエイト及び各代替案によるインパクトが数値で与えられる場合に適用できるものであるが、状況によってはウエイトやインパクトを定量的に数値で捉えることが困難であり、カテゴリーの形によってしか表現できない場合もある。ここでは、ウエイトがカテゴリーで与えられた場合、インパクトがカテゴリーで与えられた場合、ウエイト・インパクト共にカテゴリーで与えられた場合の3種類のケースについて、改良モデルの定性的分析への拡張を説明する。

(1). ウエイトがカテゴリー、インパクトが数値で与えられた場合

説明の都合上ウエイトのカテゴリーを3通りに設定する ($W^{(1)}$...重要である, $W^{(2)}$...やや重要である, $W^{(3)}$...あまり重要ではない)。インパクトは数値で与えられているので、指標 C_{ik} および C_i の値はウエイトのカテゴリー別に式(8)(9)のように求めることができる。

$$\begin{aligned} C_{ik} &= W^{(1)} \sum_{j \in C_{ik}^{(1)}} \{ |P_{ik} - P_{0j}| / \max_{|P_{ik} - P_{0j}|} \} + W^{(2)} \sum_{j \in C_{ik}^{(2)}} \{ |P_{ik} - P_{0j}| / \max_{|P_{ik} - P_{0j}|} \} + W^{(3)} \sum_{j \in C_{ik}^{(3)}} \{ |P_{ik} - P_{0j}| / \max_{|P_{ik} - P_{0j}|} \} \\ &= W^{(1)} C_{ik}^{(1)} + W^{(2)} C_{ik}^{(2)} + W^{(3)} C_{ik}^{(3)} \quad \text{---(8)} \\ C_i &= W^{(1)} \{ \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(1)} - \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(1)} \} + W^{(2)} \{ \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(2)} - \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(2)} \} + W^{(3)} \{ \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(3)} - \sum_{k=1}^n C_{ik}^{(3)} \} \\ &= W^{(1)} C_i^{(1)} + W^{(2)} C_i^{(2)} + W^{(3)} C_i^{(3)} \quad \text{---(9)} \end{aligned}$$

代替案	インパクト項目			インパクト項目		
	$W^{(1)}$	$W^{(2)}$	$W^{(3)}$	$W^{(1)}$	$W^{(2)}$	$W^{(3)}$
1						
2						
...						
I	$C_i^{(1)}$	$C_i^{(2)}$	$C_i^{(3)}$	$D_i^{(1)}$	$D_i^{(2)}$	$D_i^{(3)}$

表-1. ウエイトがカテゴリーの場合

また指標 D_i についても式(8)(9)と同様の定式化ができる。計算結果はカテゴリー別に表-1のように整理でき、ウエイトのカテゴリー別に代替案の序列を決定することができる。

この場合、代替案の序列を決定する際に、ある代替案 i がすべてのカテゴリーにおいて最良の代替案となれば問題はないが、それ以外の場合は例えはウエイトの各カテゴリーより比較的ウエイト付けが容易な項目を抽出し、 $W^{(1)}$, $W^{(2)}$, $W^{(3)}$ のそれぞれについてウエイトを考えるなどの措置が必要である。

(2). ウエイトが数値、インパクトがカテゴリーで与えられた場合

インパクトのカテゴリーを、 $C^{(1)}$...インパクトの差が大きい, $C^{(2)}$...インパクトの差が中程度, $C^{(3)}$...インパクトの差が小さい)の3通りに設定した場合、指標 C_{ik} , C_i はそれぞれ式(10)(11)によって求めることができる。

$$\begin{aligned} C_{ik} &= C^{(1)} \sum W_{ik} + C^{(2)} \sum W_{ik} + C^{(3)} \sum W_{ik} \\ &= C^{(1)} W_{ik}^{(1)} + C^{(2)} W_{ik}^{(2)} + C^{(3)} W_{ik}^{(3)} \quad \text{---(10)} \\ C_i &= C^{(1)} \{ \sum W_{ik}^{(1)} - \sum W_{ik}^{(1)} \} + C^{(2)} \{ \sum W_{ik}^{(2)} - \sum W_{ik}^{(2)} \} + C^{(3)} \{ \sum W_{ik}^{(3)} - \sum W_{ik}^{(3)} \} \\ &= C^{(1)} W_i^{(1)} + C^{(2)} W_i^{(2)} + C^{(3)} W_i^{(3)} \quad \text{---(11)} \end{aligned}$$

指標 D_i についても同様の定式化ができ、 C_i 、 D_i の計算結果は表-2のようにまとめて整理することができる。上述の(1)の場合と同様に各カテゴリ別に序列化した代替案を統合するには、例えばインパクトの差が比較容易な項目を抽出し、それらの項目を用いて各カテゴリをどのような数値とするか検討するなどの措置を必要とする。

(3). ウエイト、インパクト共にカテゴリで与えられた場合

カテゴリとしては(1)、(2)の場合と同様にウエイト、インパクトのそれぞれについて $W^{(1)}, W^{(2)}, W^{(3)}, C^{(1)}, C^{(2)}, C^{(3)}$ の3通りを設定する。図-5に手法の概略を示す。まず各代替案ごとに各カテゴリの項目数を表5-1のように集計する。

次に表5-1を⊕インパクト項目と⊖インパクト項目の各々について、ウエイトおよびインパクトのカテゴリ別に集計し直したものが表5-2へ表5-5である。この結果を用いると、各カテゴリについて項目数の大小に基づいて2種類の代替案の序列を求めることができる。次に、これらの序列を順次比較検討したうえで何らかの基準の下で序列の統合を行ない、これを繰り返すことにより最終的な代替案の序列を決定する。

4-3. 感度分析

本研究で構成したモデルではインパクトと評価項目間のウエイトの値をもとにして代替案の序列を決定しているが、特にウエイトの決定には一般に不確定な面が多く、最終的に求められた代替案の序列が必ずしも信頼できる序列を求めていることは保証できない。従って感度分析により、代替案の序列の頑強性(robustness)を検討する必要がある。

そこで今回は特にウエイトを対象とした感度分析について検討した。本モデルではウエイトを図4のように設定したため、感度分析の対象として次の4種類の場合が考えられる。

- (1). 任意の W_i^{kl} について $W_i^{kl} \rightarrow \hat{W}_i^{kl} = (1+\beta) W_i^{kl}$ とする場合
- (2). 任意の P_i^0 について $P_i^0 \rightarrow \hat{P}_i^0 = (1+\beta) P_i^0$ とする場合
- (3). 任意の P_i^* について $P_i^* \rightarrow \hat{P}_i^* = (1+\beta) P_i^*$ とする場合
- (4). 任意の P_i^{**} について $P_i^{**} \rightarrow \hat{P}_i^{**} = (1+\beta) P_i^{**}$ とする場合

以上の各ケースについて定式化を行なうことも可能であるが、新面の都合上ここでは定式化は省略する。

4-4. インパクトの不確実性を考慮した分析

前節ではウエイトに関する感度分析について述べたが、各代替案の実施によるインパクトの予測においてもかなりの不確実性が存在する。そこでここでは確率的な考え方を導入し、インパクトが何らかの確率分布を持って生ずると仮定した場合に代替案の序列がどのようになるかを検討する。確率分布の形としては種々のものが考えられるが、ここではインパクトの分布形として正規分布 $N_i(\mu, \sigma)$ を仮定し、モンテカルロ法を適用して正規分布に従う乱数を発生させることによりインパクトの値を設定する。1回の乱数発生により1組の代替案の序列を作ることができるが、乱数を多数回発生させた場合の各代替案の序列を表3のように整理する。表中で序列が1番目となった回数(C_i^1)が最も多い代替案は、インパクトが正規分布 $N_i(\mu, \sigma)$ である時に最良となり易い代替案と

代替案	⊕インパクト項目			⊖インパクト項目		
	$C^{(1)}$	$C^{(2)}$	$C^{(3)}$	$D^{(1)}$	$D^{(2)}$	$D^{(3)}$
1						
2						
...						
I	$W_i^{(1)}$	$W_i^{(2)}$	$W_i^{(3)}$	$W_i^{(1)}$	$W_i^{(2)}$	$W_i^{(3)}$

表-2. インパクトがカテゴリの場合

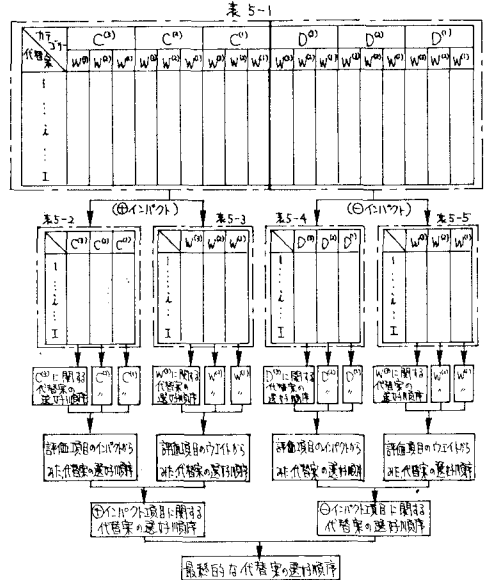


図-5. ウエイト、インパクト共にカテゴリの場合の手法

代替案	乱数の発生回数と順位 (C ¹)			
	n=1	n=2	n=3	
1				
2				
...				
I	C ₁ ¹	C ₁ ²	C ₁ ³	

表-3. インパクトの不確実性を考慮した分析

言える。またこの方法はウエイトに関しても適用できる。

5. バイパス道路計画に対する適用例

5-1. 問題設定と前提条件

ここでは本研究で構成したモデルをバイパス道路計画へ適用した結果を説明する。計画代替案としては、A, B, C, D, の4種類のルートを設定した。各ルートの計画内容及び現状の道路の内容について主要な事項を表4に示す。評価主体としては、利用者、沿道住民、地域、事業主体の4つの立場を考えたが、表5には各立場ごとに設定した評価項目とその内容を示す。ただし、評価項目のうち工事費、維持管理費などの事業主体の評価項目は④、⑤のインパクトの区別をつけるのは適切でなく他の評価項目とは実質と考えられるので、別途考慮する必要があり、以下の分析においては事業主体以外の3者についてモデルの適用を行なっている。なお、最終的なルート選定は工事費などの事業主体の立場と分析によって得られた各ルートの序列を比較対比して決める必要がある。また、各評価項目間のウエイト及び P_i^{**} の値については、ここでは簡便のため次式により設定した。

$$\left. \begin{aligned} W_i^{12} &= 1.2 \cdot W_i^{22} \\ W_i^{k1} &= 0.9 \cdot W_i^{k2} \quad (\text{但し } k=1, 2) \\ W_i^{k3} &= 1.1 \cdot W_i^{k2} \quad (\text{但し } k=1, 2) \end{aligned} \right\} \text{---(12)}$$

$$\left. \begin{aligned} P_i^* &= 0.2 \cdot \left\{ \max_{1 \leq i \leq 11} P_{ij} \right\} \\ P_i^{**} &= 0.5 \cdot \left\{ \max_{1 \leq i \leq 11} P_{ij} \right\} \end{aligned} \right\} \text{---(13)}$$

表6に各評価項目について、 W_i^{22} , P_i^0 の値を示す。以上の前提条件のもとでインパクトマトリックスを測定した結果を表7に示す。ただし、この中でルート(E)は各評価項目のインパクトが基準値 P_i^0 に等しい仮想の代替案である。

5-2. 計算結果と考察

上述の前提に基づいて、自動車利用者、沿道住民、地域の各立場ごとに代替案の序列を決定する。この適用例では、各立場に対して使用する評価項目のインパクトの内容が④インパクト、⑤インパクトのいずれかで統一されたため、自動車利用者および地域に対しては④インパクト項目に関する分析のみを適用する。まず、各立場ごとに式(2)および式(3)により指標 C_{di} および指標 d_{di} の値を求めた結果を表8に示す。次に各立場ごとに式(6)および式(7)に基づいて指標 C_i および D_i を求めた結果を表9に示す。

結果は、自動車利用者面では(E) > A > C > B > D、沿道住民面ではB > A > C > (E) > D、地域面ではB > A > C > (E) > Dという選択順位になっている。またこの結果は図6のように求めることができる。各序列より仮想の代替案(E)を除くと、自動車利用者面ではA > C > B > D、沿道住民面ではB > A > C > D、地域面ではB > A > C > Dとなっており、代替案Dは各立場にあり

①-⑤	内容	延長	車線数	利用条件	走行位置	車・出入
A	①	19.5 km	60%	4	自動車専用	全区間高架 1分40秒
B	②	19.5 km	50%	4	自動車以外可	全区間地上 自由
C	③	20.25 km	60%	4	自動車専用	全区間高架 1分40秒
D	④	18.4 km	50%	4	自動車以外可	全区間地上 自由
現道	⑤	20.25 km	40%	2	自動車以外可	全区間地上 自由

表4. 現道と各代替案の内容

立場	評価項目	内容	単位	評価
自動車利用者	① 走行時間	計画道路量(台)×走行時間の減少(時)	台時	+
	② 交差方式	1km当たりの出入可能交差点数(平均値)	交差点/km	+
	③ 地域交通	現道に比べ、内内交通/全交通量	—	+
	④ 集約効果	集約内を通過する近接km数	km	+
沿道住民	⑤ 日照	高架道路に隣接する戸数	F	-
	⑥ 騒音	道路幅200m以内の戸数	F	-
	⑦ 騒音	道路幅60m以内の戸数	F	-
	⑧ 騒音特性	集約内を通過する近接km数	km	-
地域	⑨ 集約効果	計画道路2つの部分の戸数と0.6(0.2)と0.2(0.6)の積	F	-
	⑩ 中核地帯	道路沿道の市街地(100×100m)の戸数	戸数	+
	⑪ 騒音特性	現道における交通量の減少割合	%	+
	⑫ 騒音特性	現道における交通量の減少割合	%	+
事業主体	⑬ 工事費	1km当りの現道との積算道路費(平均値)	円	+
	⑭ 維持管理費	—	円	—

表5. 評価項目

項目	W_i^{22}	P_i^0
①	0.42	10000
②	0.19	0.5
③	0.18	70
④	0.21	0.5
⑤	0.19	20
⑥	0.13	500
⑦	0.24	100
⑧	0.17	3
⑨	0.27	100
⑩	0.23	60
⑪	0.27	70
⑫	0.31	70
⑬	0.19	0.5

表6. W_i^{22} , P_i^0 の値

立場	代替案	A	B	C	D	(E)
自動車利用者	①	115.15	981.7	1152.2	844.5	10000
	②	0.21	0.72	0.19	0.26	0.5
	③	56.5	48.7	43.6	23.4	70
	④	0	0.5	0	4.25	0.5
沿道住民	⑤	26	0	20	0	20
	⑥	329	276	306	988	500
	⑦	42	38	51	241	100
	⑧	0	0.5	0	4.25	3
地域	⑨	0	48.2	0	203.9	100
	⑩	49	49	57	78	60
	⑪	97.2	95.4	95.6	68.8	70
	⑫	82.6	82.2	76.4	56.5	70
事業主体	⑬	0.21	0.72	0.19	0.26	0.5

表7. インパクトマトリックス

立場	代替案	A	B	C	D	(E)
自動車利用者	A	—	0.348	0.077	1.030	0.211
	B	0.241	—	0.276	0.781	0.079
	C	0.001	0.307	—	0.952	0.212
	D	0.161	0	0.023	—	0
	(E)	0.225	0.193	0.355	1.020	—

表8-1. (自動車利用者 C_{di})

立場	代替案	A	B	C	D	(E)
沿道住民	A	—	0.261	0.048	0.251	0.044
	B	0.081	—	0.081	0	0
	C	0.010	0.469	—	0.193	0
	D	1.055	0.960	1.046	—	0.589
	(E)	0.365	0.506	0.359	0.193	—

表8-2. (沿道住民 d_{di})

立場	代替案	A	B	C	D	(E)
地域	A	—	0.017	0.092	0.713	0.392
	B	0.241	—	0.320	0.905	0.458
	C	0.034	0.035	—	0.578	0.344
	D	0.168	0.152	0.150	—	0.098
	(E)	0.168	0.031	0.154	0.324	—

表8-3. (地域 C_{di})

立場	代替案	A	B	C	D	(E)
事業主体	A	—	0.261	0.048	0.251	0.044
	B	0.081	—	0.081	0	0
	C	0.010	0.469	—	0.193	0
	D	1.055	0.960	1.046	—	0.589
	(E)	0.365	0.506	0.359	0.193	—

表8-4. 各立場の指標(C_{di} , d_{di})の値

て常に最下位となっているため選択から除外して良い。代替案A,Bの中から最終的にどの案を選択するかは意思決定者が各立場をどの程度重要と考えるかで異なるが、この場合、沿道住民や地域の立場を重要と考えた場合には代替案Bが選択されやすく、また自動車利用者の立場をより重要とするならば代替案Aが選択されやすい。

立場 \ 代替案	A	B	C	D	(E)
自動車利用者 C_1	1.038	0.529	0.741	-3.599	1.291
沿道住民 D_2	-0.907	-2.034	-0.862	3.013	0.790
地域 C_2	0.603	1.689	0.295	-1.972	-0.615

表-9. 指標 C_1 および D_2 の値

次に各立場における代替案の選好順序を考察し、改良モデルの妥当性を検討する。

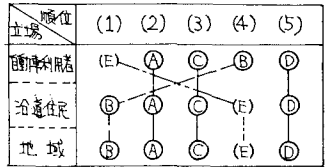


図-6. 各代替案の選好順位

(1). 自動車利用者面に関する結果の考察

自動車利用者面については、評価項目④の走行時間短縮のウエイトが大きいため、このインパクトの数値の大きい代替案が上位にランクされている。

また各代替案のインパクトの数値にはらつきがあるので、平均的に良いインパクトの値を持つ代替案Eが最上位となった。代替案Dは他の代替案と比較して明らかに劣っており、最下位にランクされている。

(2). 沿道住民面に関する結果の考察

沿道住民面については各評価項目のウエイトがほぼ同じ大きさであるため、全体的に良いインパクトの数値を持つ代替案Bが最上位にランクされ、ほとんどの項目について最低のインパクトの値を持つ代替案Dが最下位になっている。代替案AとCはインパクトの数値が似ているため、 C_1 の値もほぼ同じ大きさとなっている。

(3). 地域面に関する結果の考察

地域面については各評価項目のウエイトはほぼ同程度の値である。代替案Dは項目⑩については大きいインパクト値をとっているが、項目⑩と⑫において他の代替案に大きく劣るため最下位となっている。また代替案A, Bはインパクトの数値は項目⑩⑪⑫ではほぼ同じであるが、項目⑩については大差があるため、 C_2 の値は代替案Bの方がはるかに大きくうつっている。

以上、自動車利用者、沿道住民、地域の各立場における代替案の選好順序の考察を行なったが、各面においてほぼ妥当な序列が得られており、この改良モデルの妥当性がある程度認められたものと考えられる。

6. まとめと今後の課題

本研究では多基準分析に基づくアプローチに着目して、代替案評価のための一つのモデルを構成した。そのためにまず従来の評価手法について検討を加え、多基準分析の特徴を明確化したうえで、特にP. NijkampのConcordance analysisについて考察し改良モデルを提案した。ケーススタディによるモデルの検証ではほぼ妥当な結果が得られ、モデルの有効性が確かめられた。紙面の都合上詳しくは触れることができなかった、定性的分析への改良モデルの拡張、感度分析、インパクトの不確実性を考慮した分析については講演時に詳細を発表する。

(参考文献)

1. 戸田常一：代替案評価のための手法；総合評価のための手法に関する文献資料（第2章）、近畿地建，昭和53年10月，
2. Nijkamp, P., & Delft, A.N.: Multi-criteria analysis and regional decision-making; Studies in applied regional science, vol. 8, Leiden, 1977
3. Nijkamp, P.: Theory and application of environmental economics; Studies in regional science and urban economics, vol. 1, North-Holland, 1977