

MDS手法によるバイパス道路計画システムの目標に関する 構造-機能分析

京都大学工学部 正 員 吉川和広

京都大学工学部 正 員 小林潔司

京都大学大学院 学生員 森川一郎

1.はじめに — バイパス道路の建設・整備事業に多種多様な要請が課せられるようになった今日、道路計画の計画目標を体系的に整理・明確化するとともに、計画目標間の関連関係やあるいは計画目標の重要度について十分に検討しておくことは、より望ましいバイパス道路計画を策定していくうえで重要であると考え。そこで、本研究ではバイパス道路計画の目標設定のための基礎情報を得ることを目的として、計画目標の重要度や計画者（技術者）間での計画目標に対する選好パターンの差異をMDS手法を用いて分析することにより計画目標の重要度に関する構造-機能分析を行うこととする。

2.分析の手順 — まず、ファセット理論によりバイパス道路計画の計画目標の記述構造を明確にし、計画目標を目標項目として具体的に記述する。つぎに、計画者の目標項目に対する選好パターンをもとに、MDS手法により計画者の選好パターンからみた目標項目間の類似性について分析する。またMDS手法やクラスター分析手法により計画者間の選好パターンの類似性についても分析する。さらに、ベクトルモデルにより計画者の選好パターンと目標項目間の類似性の関連関係について分析する。

3.モデルの概要

① MDS-CALモデル；MDS手法の中でも特に本研究でとりあげるMDS-CAL手法はあらかじめ与えられた目標項目(j,k)間の非類似度 δ_{jk} の順序関係とr次元空間における目標

項目(j,k)間のユークリッド距離 d_{jk} の順序関係ができるだけ単調に対応するように、目標項目をr次元の空間に配置する方法である。すなわち、非類似度の間に $\delta_{jk} < \delta_{lm}$ が成立するならばr次元空間においても $d_{jk} < d_{lm}$ の関係が成立するように目標項目の空間配置を求める。このような配置を求めるためにクラスカルは式(1)に示すようなストレスという測度を定義し、Sを最小にするような配置を求めるアルゴリズムを提案している。このアルゴリズムの詳細は講演時に譲ることとする。

$$S = \sqrt{\sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_k d_{jk}^2} \quad (1)$$

ただし、 $\hat{d}_{jk}$ は δ_{jk} に対して単調性条件を満し、かつ、Sが最小となるように d_{jk} をもとに再構成された値である。

なお、本研究では目標項目間の非類似度をつぎのように定義することとする。

$$\delta_{jk} = 1 - \frac{\sum_i (A_{ji} - \bar{A}_j)(A_{ki} - \bar{A}_k)}{\sqrt{\sum_i (A_{ji} - \bar{A}_j)^2} \sqrt{\sum_i (A_{ki} - \bar{A}_k)^2}} \quad (2)$$

ここに、 A_{ji} は計画者i(i=1,...,n)が目標項目j(j=1,...,m)に与えた重要度であり、 $\bar{A}_j = \frac{1}{n} \sum_i A_{ji} / n$ である。

② ベクトルモデル；ベクトルモデルはn個の目標項目を点、m人の計画者の選好パターンの方向をベクトルとして、両者の関連関係を同一の空間上に表現するものである。このモデルでは計画者の目標項目に対する選好の順序関係を項目から選好ベクトルへの射影点の位置の順序関係で表現できると考える。すなわち、項目の射影点が選好ベクトルの正方向に離れるほど計画者はその項目を選好していると考え。本研究では、林のMDA-OR手法を援用することによりこのようなベクト

ルを求める方法を開発した。以下、その定式化を示しておく。今、目標項目 j ($j=1, \dots, M$) の r 次元空間における座標値が $(x_{1j}, \dots, x_{rj})$ で与えられている時、ある計画者の選好ベクトル $b = (b_1, \dots, b_M)$ は次の最適化問題を解くことにより得られる。すなわち、 b の長さを1に規格化する(式3)と、目標項目 j の b への射影長 m_j は式(4)で表される。このとき、重要度の高い項目ほど射影長が大きくなるという制約条件(式5)のもとで、重要度が同じ目標項目の射影点にはできるだけ近くに、異なる重要度を持つ目標項目の射影点にはできるだけ離れて位置するように式(6)に示す相関比 η^2 を最大化することにより b を決定することを考える。

$$\sum_{j=1}^M b_j^2 = 1 \quad (3) \quad m_j = \sum_{i=1}^N b_i x_{ij} \quad (4)$$

$$\frac{1}{f_g} \sum_{j=1}^M \delta_j(g) m_j \geq \frac{1}{f_{g+1}} \sum_{j=1}^M \delta_j(g+1) m_j \quad (5)$$

$$\eta^2 = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma^2} = 1 - \frac{\frac{g}{f_g} \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M m_j^2 \delta_j(g) - \left(\frac{1}{f_g} \sum_{j=1}^M \delta_j(g) m_j \right)^2 \right]}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M m_j^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M m_j \right)^2} \rightarrow \max \quad (6)$$

ただし、 $\delta_j(g) = 1$ (計画者が目標項目 j の重要度のランクを g ($g=1, \dots, G$) と判断した時)、 $\delta_j(g) = 0$ (それ以外の時)であり、 $f_g = \sum_{j=1}^M \delta_j(g)$ である。

4. 実証分析: K市のバイパス道路計画への適用

本研究では別編1)でも述べたような方法で図-1に示す11個の目標項目を抽出した。このような目標項目間の類似性をMDS-CAモデルより求めたがその結果を図-1に示す。さらに、図-1では目標項目の配置結果をファセット「言及対象」の対応関係も示している。これらの計算結果より以下のことがわかった。すなわち、①目標項目は「言及対象」で整理した場合、他のファセットによる整理に比べてよくまとまっており、このことから計画者が「言及対象」に着目して重要度を判断する傾向があると解釈できる。②目標項目に対する選好パターンにより、計画者のグルーピングを行ったが、どのグループに属する計画者も「7. 自動車公害を軽減させること」という目標項目を重視していることがわかった。また、計画者間の

選好パターンの類似性についてもMDS-CA手法やクラスター手法によって分析したが、その結果計画者は大きく「自動車交通」に関する目標項目を重視しているグループと「生活環境」や「土地利用」に関する目標項目を重視しているグループに大別できることがわかった。前者のグループに属する個々の計画者の選好パターンをベクトルモデルで示したのが図-2である。この図より、「自動車交通」を重視している計画者の間でも「1. 住民の日常生活の利便性を高めること」を重視するような計画者から「自然環境」に関する目標項目を重視するような計画者までその選好パターンには多様性に認められることがわかった。なお、その他の分析結果の詳細については講演時に説明することとしここでは省略することとする。

参考文献 1) 吉川, 小林, 森田「バイパス道路計画の計画目標間のトレードオフ関係に関する構造・機能分析」, 土木学会関西支部年次学術講演集要集, 1990 (投稿中)

