

京都大学工学部 正 員 吉川和広
 京都大学工学部 正 員 小林繁司
 京都大学大学院 学生員 森川一郎

1. はじめに — 今日, 社会経済活動の活発化・複雑化・価値観の多様化の結果, 大都市周辺地域におけるバイパス道路の建設・整備事業においても多種・多様な要請が課せられるようになってきた。このような状況の下でより望ましいバイパス道路計画を策定していくためには, バイパス道路計画における計画目標を体系的に整理・明確化するとともに, 計画目標の意味内容やその重要度について十分に検討しておくことが重要であると考え。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, 計画目標の明確化を図るとともに, 計画目標の重要度や計画者(技術者)間の計画目標に対する選好パターンの差異をMDS手法を用いることにより分析することによりバイパス道路計画の計画目標に関する構造-機能分析を行うこととする。

2. 分析の手順 — 本研究では, 計画目標に関する構造-機能分析を次に示すような方法で行うこととした。すなわち, まずファセット理論によりバイパス道路計画問題, n 人の計画者の選好パターンを方向ベクトルとし, 計画目標の記述構造を規定する。そして, 計画目標の意味内容をこのような記述構造に基づいて整理・明確化する。このモデルでは計画者の目標項目に対する選好の順化し, 具体的に目標項目として記述する。つぎに, 各計画者の目標項目に対する選好パターン(各計画者が各目標項目に与えた重要度のパターン)をもとに, MDS手法を用いて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各計画者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各目標項目に対する選好パターンと目標項目間の類似性の関係について分析することとする。

3. モデルの概要

(1) MDSCALモデル; MDSCALモデルは目標項目(2,3)間の非類似度 δ_{jk} が与えられた時, r 次元空間における目標項目(2,3)間のユークリッド距離 d_{jk} の値の順序関係が, δ_{jk} の値の順序関係とできるだけ単調(非類似度間 δ_{jk} と d_{jk} が成り立つならば r 次元空間上でも $d_{jk} \leq d_{lm}$ が成り立つ)という関係とを対応するように目標項目を r 次元空間に配置するモデルである。Kruskalは単調性の条件がどれくらい満たされているかを示すためにストレスという尺度を導入し, ストレス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諸項時に譲りここでは省略することとする。

ただし, $\hat{d}_{jk}$ は δ_{jk} に対して単調性条件を満し, S が最小となるように d_{jk} をもとにして再構築された値である。なお, 本研究では目標項目間の非類似度 δ_{jk} を次のように定義することとした。

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

ただし, $\hat{d}_{jk}$ は δ_{jk} に対して単調性条件を満し, S が最小となるように d_{jk} をもとにして再構築された値である。なお, 本研究では目標項目間の非類似度 δ_{jk} を次のように定義することとした。

$$\delta_{jk} = 1 - \frac{\sum_i (a_{ij} - \bar{a}_j)(a_{ik} - \bar{a}_k)}{\sqrt{\sum_i (a_{ij} - \bar{a}_j)^2} \sqrt{\sum_i (a_{ik} - \bar{a}_k)^2}} \quad (2)$$

ここに, a_{ij} は計画者 i ($i=1 \cdots n$)が目標項目 j ($j=1 \cdots N$)に与えた重要度であり, $\bar{a}_j = \sum_i a_{ij} / n$ である。

(2) ベクトルモデル; ベクトルモデルは N 個の目標項目と, 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目標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, 目標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目標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。いま, 目標項目 j ($j=1 \cdots N$)の r 次元における座標ベクトル $b = (b_1, \dots, b_r)$ 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(式(3))に示すように規準化すると, 目標項目 j の b への射影長 m_j は式(4)として表わされる。このとき, 重要度の高い目標項目ほど射影長が大きくなるという制約条件(5)のもとで, 重要度が同じ目標項目の射影点と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とはできるだけ離れて位置するように

に式(6)に示す相関地でも最大化することによって決定することとする。

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

$$\frac{1}{t_g} \sum_{j=1}^n \delta_j(3) m_j \geq \frac{1}{t_{g+1}} \sum_{j=1}^n \delta_j(g+1) m_j \quad (5)$$

$$\eta^2 = 1 - \frac{\sigma_{\epsilon}^2}{\sigma^2} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_j^2 \delta_j(3) - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_j(3) m_j \right)^2 \right]}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N m_j^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N m_j \right)^2} \rightarrow \max \quad (6)$$

ただし、 $\delta_j(3)$ は計画者が目標項目の重要度のランクを3($j=1 \sim 6$)と判断した時1,それ以外は0と仮定数であり、 $t_g = \sum_{j=1}^n \delta_j(3)$ である。

4. 実証分析：K市のバイパス道路計画への適用例

以下では以上の方法を実際にK市のバイパス道路計画に適用し実証分析を行った結果について述べることにする。なお、しり上げるべき計画目標や計画目標に対する重要度は、道路計画のどのようなレベルを対象とするかによって異なってくると思われる。そこで、本研究ではバイパス道路の建設・整備計画のレベルの中でも、バイパス道路の路線はほぼ決定しており、規格・構造等といった道路計画諸元で決定することが問題となっている計画レベルをとり上げることにした。まず、バイパス道路計画の計画目標の記述構造を表1に示すファセットの組合せとして規定できると考え、上述のような計画レベルを考慮して図-1に示す11個の目標項目を抽出した。つぎに、現場の計画者・技術者に対するアンケート調査結果をもとに式(4)に示す目標項目間の類似度を求め、MDS-CALを用いて目標項目間の類似性について分析したが、この計算結果の一部を図-1に示す。さらに、図-1は目標項目の配置結果とファセット「言及対象」の対応関係も示している。この結果より、目標項目はファセット項目の中でも「言及対象」が整理した場合、他のファセットによる整理と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ことが解かる。次にMDS手法やクラスター分析手法を用いて計画者の選好パターン間の類似性についても分析したが、この結果については講演時に発表することとする。また、ベクトルモデルの例としてバイパス道路区間の中でも特に山間部に位置しているA区間と都市部の郊外部に位置しているB区間をとりあげ、この区間における計算結果を図-2および図-3に示す。この図より、まずA区間においては、計画者は「自動車交通」や「自然環境」や「公害」に関する目標項目を重視しているものの、その中でも特に自動車交通機能に重視している計画者から自然環境より

重視している計画者とらばっている。一方、B区間についてであるがこの区間においては、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「自然環境」や「土地利用」に関する目標項目を重視しているグループと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-3である。この図より「自動車交通」に重視している計画者の間でも「住居の日常生活の利便性を高める」として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が認められることがわかった。なお、こ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。

表-1 ファセットと記述元

言及対象	1. 自然環境 2. 生活環境 3. 自動車交通 4. 土地利用 5. 経済環境
側面	1. 安全性 2. 健康性 3. 利便性 4. 快適性
方向	1. 発展・強化・助長 2. 抑制・解消

