

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 〇川 合紀章

1. はじめに

一般に、道路計画の効果としては、「走行時間の短縮」、「走行費用の節約」などの道路機能の維持・向上というプラスの効果と考えられるが、一方で「騒音の増大」、「大気汚染の増大」などのマイナスの効果も考えられる。望ましい道路計画を策定していくためにはその効果を検討する場合に、このようなプラスの効果とマイナスの効果と同時に考慮する必要がある。そして、これらのプラスの効果とマイナスの効果とをできるだけ大きくし、マイナスの効果をできるだけ小さくするような道路計画を作成していくことが重要である。本研究の対象とする広域的な幹線道路網計画においても、上述のように地域における交通機能の向上とか、環境の改善を図っていくことが重要であるが、この場合、道路交通による都市群間の有機的関連関係に着目し、各都市群内の幹線道路網の整備や都市群間を結ぶ幹線道路の建設整備を同時に考えた広域的な立場から、プラスの効果ができるだけ大きくなり、マイナスの効果ができるだけ小さくなるような幹線道路網計画を策定していく必要がある。

そこで、本研究では以上のような観点のもとに広域的な幹線道路の整備問題を取りあげるとともに、道路機能の向上や環境の改善といった複数の目標をできるだけ達成させることを目的とした多目標の交通量配分モデルについて考察することとする。その際、広域的な地域全体において目標の達成を図ることが必ずしも個々の地域の目標の達成につながらないことに着目する。すなわち、本研究では広域的な幹線道路網の整備問題に対し「都市群レベル」と「地域全体レベル」の2つのレベルをもつような階層的な多目標の配分モデルとして定式化することとする。さらに、このモデルを用いて京阪神都市圏の幹線道路網計画を対象とした実証分析を行う。その際、道路計画の立場から道路網のパターンとその整備水準を計画変数と考え、これらのパラメータと目標達成値、配分状態の関連関係について分析を行い、道路計画の際の

有効な計画情報を求めることとする。

2. モデルの前提条件

①対象とする地域をそれを構成しているいくつかの都市群に分割する。それに対応して配分の対象とする道路網を都市内における幹線道路網と都市群間を結ぶ幹線道路に計画道路を加えて構成する。②各都市群では道路機能の向上という立場より「総走行時間のてい減」、「総走行費用のてい減」を、環境の改善という立場より「騒音のてい減」を計画目標として取り上げ、これらの複数目標を可能な限り同時に望ましい状態に近づけるような交通量配分モデルを定式化する。(部分問題) ③地域全体としては、それら各都市群の目標達成水準の最低のものを引きあげていき、結果的に地域全体の目標達成水準を上昇させる計画問題を考えることとする。(全体問題)

3. 定式化

(a)部分問題の定式化——各都市群($l=1, \dots, L$)ごとに、「総走行費用のてい減」、「総走行時間のてい減」、「騒音のてい減」という複数の計画目標を可能な限り望ましい状態に近づけるような交通量配分状態を求めるための配分モデルをL字形効用関数を用いた目標計画法により定式化する。

(a)物理的制約条件式

$$\sum_{k=1}^{m_l} x_k^l = f^l \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{----- (1)}$$

$$f_j = \sum_{k=1}^{m_l} \delta(j, k) x_k^l \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 x_k^l はOD l ($l=1, \dots, L$)の経路 k ($k=1, \dots, m_l$)の経路交通量、 f^l はOD l のOD交通量、 f_j はリンク j のリンク交通量、 $\delta(j, k)$ はOD l の経路 k がリンク j を通過するとき1、それ以外0の値となる定数。

(b)目標制約条件式

$$(\text{総走行費用のてい減}) \quad \sum_{j \in Q_L} c_j \cdot f_j - y_L^e + z_L^e = G_L^e \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{----- (3)}$$

$$\sum_{j \in Q_L} c_j \cdot f_j \leq g_L^e \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{----- (4)}$$

$$(\text{総走行時間のてい減}) \quad \sum_{j \in Q_L} T_j(f_j) \cdot f_j - y_T^e + z_T^e = G_T^e \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{----- (5)}$$

$$\sum_{j \in Q_L} T_j(f_j) \cdot f_j \leq g_T^e \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{----- (6)}$$

$$(\text{騒音のてい減}) \quad (q=1, \dots, Q_L, \quad l=1, \dots, L)$$

$$10 \log_{10}(f_j) + 30 \log_{10} \left\{ \frac{1}{V_j} (f_j) \right\} + N_j^e - y_q^e + z_q^e = G_q^e \quad \text{----- (7)}$$

$$10 \log_{10} (f_g) + 30 \log_{10} \{V_g(f_g)\} + N_g \leq g_{Lg}^c$$

(各目標の達成度の均衡をはかる制約式)

$$g_l^c / \lambda_l^c = g_l^c / \lambda_l^c = g_{L1}^c / \lambda_{L1}^c = \dots = g_{Ll}^c / \lambda_{Ll}^c \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{-----(9)}$$

ここで、 g_{Ll}^c は都市群 l ($l=1, \dots, L$)に属するリンク集合、 $T_g(f_g) \cdot G_g$ はそれぞれリンク g の走行時間関数・単位交通量当りの走行費用を表す。また $V_g(f_g)$ は都市群 l 内の騒音ネットワークポイント g に属する定数、 G_g はそれぞれ各目標に属する満足水準・許容水準であり $\lambda_l = g - G$ である。また、 g ・ λ は満足水準からの乖離を表す補助変数である。

(c) 目的関数

以上の制約条件のもとで補助変数 g のうち任意の1つを最小化することにより目標全体の不達成度の最小化を図る。

$$g_l^c \longrightarrow \min \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{-----(10)}$$

(2) 全体問題の定式化——全体問題では各都市群の目標達成度 (z_l) のうち最小のものを引きあげることににより結果的に地域全体の目標達成度の改善を図ることとする。

$$Z \leq Z_l = \frac{g_l^c - y_l^c}{g_l^c - G_l^c (= \lambda_l^c)} \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{-----(11)}$$

$$Z \longrightarrow \max \quad \text{-----(12)}$$

(3) 解法——以上で定式化した問題は非線形・制約条件式を含む非線形計画問題となるが、本研究でとりあげるような広域幹線道路計画問題の場合、配分の対象とする道路網は大規模となり、これを直接解くことは計算機の容量の問題から事実上不可能となる。そこで本研究ではネットワークディコンポジションの考え方にちとづいて、モデルの階層的な構造特性を利用した効率的なアルゴリズムを開発したが、紙面の都合上その詳細は、講演時に発表することとする。

4. 実証的分析

本モデルを京阪神都市圏における広域的な幹線道路網(図表中、TCは総走行費用(単位:円)、TTは総走行時間(単位:時間)を表す)

表-1 各目標の満足水準と許容水準

計画目標	満足水準	許容水準
TC (播磨)	32065	34000
(阪神)	39045	67000
(大阪)	90338	142000
(京都)	40793	56000
(滋賀)	35492	39000
TT (播磨)	483000	612200
(阪神)	757200	1056700
(大阪)	1426900	2502500
(京都)	462600	659300
(滋賀)	528100	1384500
騒音 (dB)	60.0	65.0

図-1 交通量配分結果と目標の達成値 (図中 × は騒音ネットワークポイント、() は騒音の達成値(単位:db) [計画道路は破線で示す]

