

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 ○川合紀章

## 1. はじめに

有効な計画情報を求ることとする。

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が考えられるが、一方では「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を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か、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とりあげるとともに、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限り達成させることを目的とした多目標の交通量分配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

## 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。それに応じ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「総走行時間の減」、「総走行費用の減」を、環境の改善という立場より「騒音の減」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並げるような交通量分配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

(1)部分問題の定式化——各都市群( $l=1 \dots L$ )ごとに、「総走行費用の減」、「総走行時間の減」、「騒音の減」という複数の計画目標を可能な限り望ましい状態に並げるような交通量分配状態を求めるための配分モデルをし字形有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

$$\sum_{k=1}^{m_l} x_{lk}^l = p_l^l \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{--- (1)}$$

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

ここで、 $x_{lk}^l$ はODト(r=1, ..., R)の経路長(k=1, ..., m\_r)の経路交通量、 $p_l^l$ はODトのOD交通量、 $f_j$ はリンクjのリンク交通量、 $\delta(j, l, k)$ はODトの経路をk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

$$(\text{総走行費用の減}) \quad \sum_{j \in S_R} c_j \cdot f_j - y_c^l + z_c^l = G_c^l \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{--- (3)}$$

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

$$(\text{総走行時間の減}) \quad \sum_{j \in S_R} T_j(f_j) \cdot f_j - y_t^l + z_t^l = G_t^l \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{--- (5)}$$

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

$$(\text{騒音の減}) \quad (g_f = 1, \dots, Q_R, \quad l=1, \dots, L)$$

$$10 \log_{10} \{ f_g \} + 30 \log_{10} \{ T_g^l(f_g) \} + N_g^l - Y_{ng}^l + Z_{ng}^l = G_{ng}^l \quad \text{--- (7)}$$

$$10 \log_{10} (f_g) + 30 \log_{10} \{ T_p^e (f_g) \} + N_p^e \leq g_p^e$$

(各目標達成度の均衡をとる制約式)

$$\frac{g_l^e}{\lambda_l^e} = \frac{y_c^e}{\lambda_c^e} = \frac{y_M^e}{\lambda_M^e} = \dots = \frac{y_g^e}{\lambda_g^e} \quad (l=1, \dots, L)$$

ここで、 $S_L$ は都市群 $l$  ( $l=1, \dots, L$ )に属するリンク集合、 $T_p^e (f_g)$ はそれぞれリンクの走行時間、単位交通量当たりの走行費用を表す。また $T_p^e (f_g)$ は都市群 $l$ 内の騒音チェックポイントにおける定数、 $G_l^e$ は各目標上にある満足水準・許容水準であり $\lambda_l^e = g_l^e - G_l^e$ である。また、 $y_l^e$ は満足水準からの乖離を示す補助変数である。

### (C) 目的関数

以上の制約条件のもとで補助変数 $y_l^e$ 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。

$$y_l^e \rightarrow \min \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{---(10)}$$

(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。

$$Z \triangleq Z_2 = \frac{g_c^e - y_c^e}{g_c^e - G_c^e (\lambda_c^e)} \quad (l=1, \dots, L) \quad \text{---(11)}$$

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

(3)解法——以上で定式化した問題は非線形の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ボジションの考え方にもとづいて、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

----(8) 計画に適用し、実証的な分析を行った。その際、表-1に示すような入力情報を用い、図-1に示すような幹線道路網における道路施設の代替案を考え、これらの道路施設の建設の有無の組み合わせにより道路網の代替案を考えた。さらに計画パラメータとして、計画道路施設の整備水準として設計速度を変え左2つありの場合(設計速度が60 km/hの場合と80 km/hの場合)を考えて、これらパラメータの組み合わせを変えた計算ケースを対象にモデル計算を行った。ここではこれらの計算ケースの中から特にすべての計画道路を建設した場合(設計速度60 km/h)を考えた基本ケースをとりあげるとともにその結果を計画情報としてとりまとめて図-1に示した。この結果から明らかとなつた点は①湾岸道路や近畿自動車道を建設整備することは大阪都心部に流入通過する交通を減少させることに有効であり、それにより大阪地域の総走行費用、総走行時間が減少し、大阪都心部の騒音の状態も改善できる。

②山陽自動車道の整備は、播磨、神戸、大阪の各地域の総走行時間や総走行費用の削減に有効である。③京滋バイパスや京都第二外環状道路は京都市内へ流入する交通量の削減や京都地域の総走行時間の削減に極めて有効である。また京滋バイパスは滋賀地域の総走行時間の削減や大津市内へ騒音の削減に有効であることがわかった。

以上は、基本ケースを中心として考慮を加えたが、計画パラメータと配分状態や目標達成値の関連関係を中心とする残りの研究成果については講演時に発表することとする。

図-1 交通量配分結果と目標の達成値 (図中 Xは騒音チェックポイント、( )は騒音の達成値(単位:dB))  
【計画道路は破線で示す】

