

IV-104

日リンクコスト関数の設定法とその適用可能性

名古屋工業大学 正員 松井 寛
九州東海大学 正員 溝上 章志
J R 東海 正員 ○可知 隆

1. はじめに

本研究では、日リンクコスト関数が定式化され、そのパラメータが推定されたことを踏まえ、①日リンクコスト関数の各道路区間への実用的設定方法の開発、②従来のリンクコスト関数を用いた場合の配分結果との実績再現性の比較検討を行うことによって本モデルの実用可能性を検討する。

2. 日リンクコスト関数の定式化の要約

リンク a 上を時間帯 i に走行している車両の所要時間が平均が $\bar{t}_{ai}$ 、分散が $\sigma_{ao}^2(\bar{t}_{ai})$ をパラメータとする確率分布に従う確率変数であり、 $\bar{t}_{ai}$ が

$$\bar{t}_{ai} = t_{ao} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q_{ai}}{q_{ao}} \right)^B \right\} \quad (1)$$

なる BPR 型関数で表されると仮定したとき、日単位のリンクコスト関数は最終的に

$$t_a = t_{ao} \left[1 + \alpha \left\{ \frac{Q_a}{q_{ao} \cdot (\sum_i \eta_{ai}^{B+1})^{1/B}} \right\}^B \right] \quad (2)$$

で定式化できる。 $\sum_i$ は $\sum_{i=1}^{24}$ の略、 t_{ao} はリンク a のゼロフロー時の所要時間、 q_{ai} は時間帯 i のリンク交通量、 q_{ao} は時間可能容量、 Q_a は日交通量、 η_{ai} は時間係数である。ここで、

$$\gamma_a = (\sum_i \eta_{ai}^{B+1})^{-1/B} \quad (3)$$

とおくと、式(2)は次式のように定式化できる。

$$\bar{t}_a = t_{ao} \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_a}{q_{ao} \cdot \gamma_a} \right)^B \right] \quad (4)$$

γ_a を換算係数と記す。所要時間調査データによる推定値 $\alpha=0.96$, $\beta=1.20$ を用いて以下の分析を進める。

3. 日リンクコスト関数の設定方法

各道路区間に提案した日リンクコスト関数式(4)を設定するためには、 q_{ao} は道路条件さえ与えられれば算定できることから、換算係数 γ_a の値だけを予めリンクごとに予測しておけばよい。 γ_a の値は時間係数 η_{ai} の時間変動パターンに依存するが、この変動パターンは当該道路の機能や沿道土地利用などと一定の関係があると考えられることから、まず、道路の物理

的条件を説明変数とした重回帰式によって γ_a の予測を試みた。しかし、重回帰係数が 0.337 と低い。またこの方法で γ_a を予測するにはすべてのリンクで説明変数の値が必要となる上に、リンクごとに γ_a を予測しなければならず、実用的でない。そこで、分散分析によって道路の物理的条件を因子としてその水準の間で γ_a に差があるかどうか検定を行い、もし差があれば、その予測値で各因子水準ごとに γ_a を与えるモデルを作成した。因子には交通条件を表すものは避け、道路交通センサスの情報から入手できる沿道条件や道路条件などの物理的なものだけを用いた。

三次元配置分散分析結果を表 1 に示す。主効果は 3 因子とも水準間で有意に差がある。また交互作用の存在は有意水準 1% で道路種別×沿道用途を除き、二元、三元とも棄却できる。道路種別と沿道条件との交互作用を示す F 値もそれほど大きくないことから、 γ_a の構造模型は一般平均と 3 因子の主効果と誤差から構成されているといってもよいであろう。そこで各道路区間を 3 因子の各水準でクラス分けし、各クラスの γ_a の値をその平均値で与えることにした。その結果が表 2 である。道路種別に関しては補助幹線よりも主要幹線で、沿道条件に関しては山地部よりも市街地部で、沿道用途に関しては住居系よりも工業系や商業系で γ_a の値が大きくなっているのが分かる。 γ_a の値が大きくなるのは一日を通じた時間係数 η_{ai} の変動が小さい場合である。これはその道路区間が一日を通じて平均的に利用される場合であり、住居系用途にある補助幹線より、市街地部の商、工業系用途にある主要幹線でその傾向が強い。表 2 の結果はこれらの性質を明瞭に表している。

4. 日リンクコスト関数の適用可能性

提案した日リンクコスト関数の実用可能性を検討するために、実際の道路網に日リンクコスト関数を設定した後、等時間原則に基づく均衡配分を行い、リンク交通量、OD 間所要時間の適合度分析を行った。

ここでは、リンクコスト関数とその設定法として、①修正BPR関数の日容量部分にPT調査のものをを用いた従来の方法、②表2より γ_a はほぼ16~18程度であり、レベル間に大きな差がないことから提案リンクコスト関数の γ_a に平均値16.938を一律に与えた場合、③ γ_a を表2より与えて提案日リンクコスト関数を設定した場合の計3種類について配分結果の適合度比較を行っている。分析対象は名古屋近郊のT市とM町の昭和55年のネットワーク（ノード数88、セントロイド数28、リンク数278）である。

適合度分析結果を表3に示す。まずリンク交通量について考察する。②と③は、相関係数、実績値との単回帰式の偏回帰係数 a_0 、 a_1 、RMSEについて①よりも良い値を示しており、そのうちでも③は特に優れている。また①ではRMSE²の構成比率のうち推定バイアスを示すAE²とDSD²の和が19%、バイアス回りの誤差分散を示すCV²が81%であるのに対して②と③では後者が1%程度となり、誤差の大半がCV²で構成されている。このことは、提案したリンクコスト関数とその道路区間への設定法の導入によって、従来のリンクコスト関数を用いることによって生じていた系統的バイアスをかなり除去できたことを意味している。図1に①と③についての実績値と推定値の散布図を示す。OD間所要時間についてもこれと同様の結果が得られた。以上の推定精度、誤差構成分析結果から、提案した日リンクコスト関数とその設定法の実問題への適用性の高さが検証されたといえよう。

表2. 換算係数 γ_a の設定

道路種別	一般国道	主要地方道 都道府県道	主要地方道 指定市市道	一般都道府県道	指定市の一般市道
市街地	17.705	17.497	17.353	17.164	17.768
商業系	18.182	17.742	18.085	17.898	16.891
工業系	18.701	17.549	18.009	17.453	17.920
その他	17.894	17.089	—	16.469	—
平地部	17.631	17.205	—	16.685	—
商業系	18.030	17.607	—	17.580	—
工業系	17.572	16.739	—	15.781	—
その他	17.572	16.739	—	15.781	—
山地部	17.775	16.218	—	17.139	—
商業系	—	14.825	—	—	—
工業系	18.255	—	—	—	—
その他	16.837	15.842	—	14.588	—

注) 空白の部分は該当するサンプルなし

表3. リンク交通量の適合度分析結果

	①	②	③
平均値	11298.6	11886.5	11794.0
分散	1.32×10^7	3.42×10^7	2.98×10^7
相関係数	0.533	0.564	0.639
a_0	0.337	0.573	0.606
a_1	7452.1	5349.5	4881.3
RMSE	4.96×10^2	5.50×10^2	4.83×10^2
AE ² %	0.1	0.7	0.6
DSD ² %	18.7	0.0	0.4
CV ² %	81.2	99.2	99.0

注) 実績値の平均と分散は 11416.2, 3.32×10^7 である

RMSE²は $N/(N-1) \cdot AE^2 + DSD^2 + CV^2$ と展開できる。

ここでNはサンプル数、AEは実績値と推定値との平均の差、DSDは実績値と推定値との標準偏差の差であり、これらは推計値に対する推定バイアスを表すものである。CVはバイアス回りの誤差分散を表すものである。そのためAEやDSDの割合が大きくCVが小さいほど、あらかじめ推定された条件がネットワーク全体で総じて異なっていることを示す。

表1. γ_a の三次元配置分散分析結果

因子	平方和	D F	不偏分散	F 値
主効果				
道路種別	2108.126	4	527.031	172.887
沿道条件	1475.876	2	737.938	242.073
沿道用途	261.393	3	87.131	28.582
2元交互作用				
道路×沿道	34.889	4	8.722	2.861
道路×用途	121.229	10	12.129	3.977
沿道×用途	44.432	6	7.405	2.429
3元交互作用				
道×沿×用	11.811	8	1.476	0.484
説明変動	4294.891	37	116.078	38.078
誤差変動	15028.676	4930	3.048	
総変動	19323.566	4967	3.890	

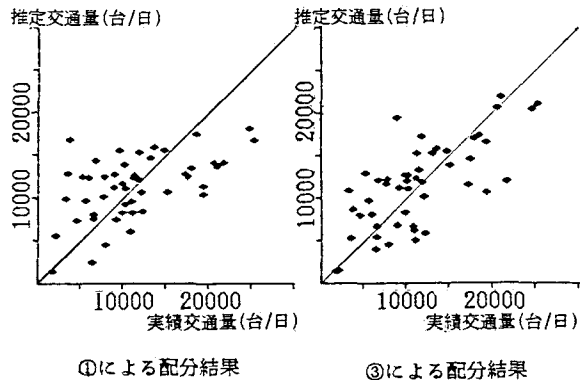


図1. リンク交通量の実績値と推定値の散布図