

IV-120

交通均衡モデルを用いたバス輸送計画の策定法に関する研究

名古屋大学 正員 河上省吾 学生員 石 京

1. はじめに

現在大都市では限られた交通のための空間を有効に利用するために、輸送力の大きい鉄道、バス、新交通システム等の公共交通機関が都市交通の中心でなければならない。その中でバスは他の公共交通機関に比べて、対象地域の実状や需要に応じた面的なサービスを供給できる唯一の公共交通機関であると考えられる。

以上のような認識の上に立って、本研究では、従来の研究を踏まえ、理論的根拠が明確な需要変動型利用者交通均衡理論に基づいて、実用的な交通需要予測モデルを開発し、多手段、多経路の大規模ネットワークに適用できるバスを活用するための輸送計画策定システムを構築することを目的とする。

2. 変動需要型手段分担、配分統合モデルの定式化

本モデルは交通手段選択、経路選択の両方に、車、バス、鉄道（地下鉄を含む）に於けるそれぞれの時間価値を区別した一般化費用の概念を採りいれて、かつ、バスの所要時間が道路混雑の影響を受ける機能を組み込んで構成したものである。ここでいう均衡は、OD間分布交通量 T_{ij} は固定されて、手段別の分布交通量が各モードの相対的な交通サービス水準に応じて変化するものである。経路選択の段階では、車はバスの交通量の影響を直接受けないものとし、車のリンク交通量 X_a^C は均衡配分法によって求める。そして、バスと鉄道ネットワーク利用者は、OD間最小費用の経路を利用すると仮定している。

$$\begin{aligned} \min Z = & \sum_a \int_{X_a^C} U_a^C(X) dt + \sum_{ij} X_{ij}^B U_{ij}^B(C^B, F^B, X) + \\ & \sum_{ij} (T_{ij} - X_{ij}^C - X_{ij}^B) U_{ij}^R(C^R, F^R) - \sum_{ij} T_{ij} \int_{\Theta_{ij}^C} g^{-1}(t) dt \quad (2.1) \\ \text{s.t.} \quad & X_a^C = \sum_k \sum_{ij} \delta_{aij}^k h_{kij}^C, \quad h_{kij}^C \geq 0, \quad X_{ij}^C \geq 0, \quad X_{ij}^B \geq 0, \quad X_{ij}^R \geq 0 \\ & 0 \leq \Theta_{ij}^C \leq 1, \quad 0 \leq \Theta_{ij}^B \leq 1 \end{aligned}$$

ただし

$$U_a^C(X) = C_a^C + \lambda^C t_a^C(X)$$

$$U_{ij}^B(C^B, F^B, X) = C_{ij}^B + \lambda_{ij}^B t_{ij}^B(F^B, 1.5 * \sum_a \delta_{aij}^B t_a^C(X_a^C)) \quad \text{表1 名古屋市の交通ネットワーク}$$

$$U_{ij}^R(C^R, F^R) = C_{ij}^R + \lambda_{ij}^R t_{ij}^R(F^R)$$

$$X_{ij}^C = \sum_k h_{kij}^C, \quad X_{ij}^C = \Theta_{ij}^C T_{ij}, \quad X_{ij}^B = \Theta_{ij}^B T_{ij}$$

$$g^{-1}(t) = \frac{1}{a} \ln \frac{\Theta_{ij}^C}{1 - \Theta_{ij}^C} + \frac{b}{a}$$

ここに、 U, C, t, λ, X は手段別の一般化費用、運賃、所要時間、時間価値、及び交通量をそれぞれ表し、 C^C, B^B, R^R は、交通手段すなわち車、バス、鉄道を表す。

3. 名古屋市への適用

本研究の理論の実証的な検討は、名古屋市の交通現況データを用いて行うことにする。設定した交通ネットワークのデータは、表1に示した。一般化費用を考慮する本モデルを実際の都市交通ネットワークに適用し将来予測をするために、分担率パラメータ a, b 及び時間価値 $\lambda^C, \lambda^B, \lambda^R$ の値を推定した。更に、推定したパラメータを用いて、名古屋市の交通ネットワークに対して、本モデルの適用可能性を検証した（表2参照）。

4. 評価基準の設定

バス輸送計画の望ましさを判断するには、利用者の利便性や運営者の効率性などを定量的に計る評価指標が必要になる。利用者便益とは交通政策による交通余剰の増加であると定義でき、その値が正の場合、交通

	ノード	リンク	セントロイド
道路	126	227	16
バス	132	355	16
鉄道	183	1389	16

表2 モデルの適用可能性を検証した結果

パラメータ					車分担交通量		バス分担交通量		
a	b	λ^C	λ^B	λ^R	相関関係	RMS	相関関係	RMS	
-0.00132	0.0743	30.1	22.6	9.35	0.914	18.9	0.880	28.9	

政策が利用者にとって意味のあるものといえる。本研究では、以下のような算定式を用いる。

$$B^U = \frac{1}{2} \sum_{ij} [(X_{ij}^C + \bar{X}_{ij}^C)(U_{ij}^C - \bar{U}_{ij}^C) + (X_{ij}^B + \bar{X}_{ij}^B)(U_{ij}^C - \bar{U}_{ij}^C) + (X_{ij}^B + \bar{X}_{ij}^B)(U_{ij}^C - \bar{U}_{ij}^C)] \quad (4.1)$$

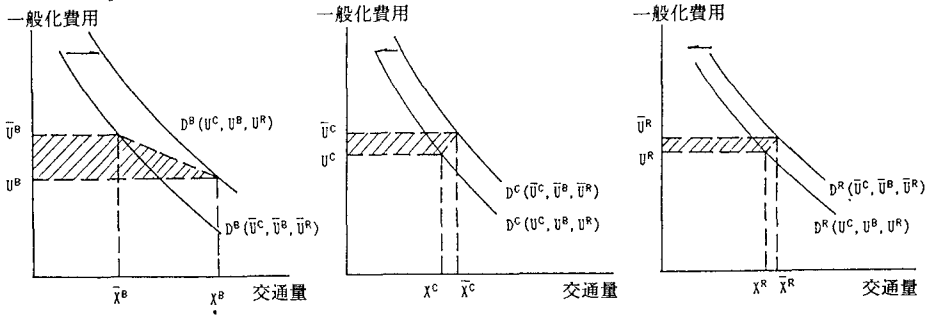


図1 バスの一般化費用が減少した場合の利用者便益（「現況の値」）

運営者の評価項目のうち最も重視されるのは収益性であるので、本研究では、バスサービス水準が変化する前後の総利潤（収入－コスト）の差を運営者便益と定義した。ここに、CはOD間最短経路の運賃、 D_k^B 、 F_k はバス系統kの運行距離と運行回数、 L^B はバス車両k m当りの運営費用を表す。'－'が現況値を表す。

$$\text{バス運営者の便益: } B_B^M = (\sum_{ij} X_{ij}^B - \sum_k D_k^B F_k L^B - \sum_n R^n) - (\sum_{ij} \bar{X}_{ij}^B - \sum_k \bar{D}_k^B \bar{F}_k \bar{L}^B) \quad (4.2)$$

$$\text{鉄道運営者の便益: } B_R^M = (\sum_{ij} X_{ij}^R C_{ij}^R - \sum_{ij} \bar{X}_{ij}^R \bar{C}_{ij}^R) \quad (4.3)$$

$$\text{運営者便益の合計: } B^M = B_B^M + B_R^M \quad (4.4)$$

1時間、1 kmの建設費用Rは、以下の式で得られる。

$$\text{ここに、} i: \text{利子率。} R = \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \frac{\text{建設費}}{\text{年間時間数}} \quad (4.5)$$

5. 終わりに

このモデルを用いて名古屋市のバス輸送計画、即ち、バスの運行速度、運営路線、頻度及び料金システムが利用者行動に与える影響を分析して、それらの中で、バス優先措置の実施が多くのバス利用者を誘致できることが分かった。

本モデルによる交通需要予測の結果に基づいて、様々な評価主体毎にバス輸送計画の便益を計測し、利用者と運営者の便益の両方と社会的費用から総合的に評価すると、バス運行代替案の中で、基幹的交通機関の必要な地域にある程度以上の運行速度を確保するという優先措置が最も望ましいことがわかった。

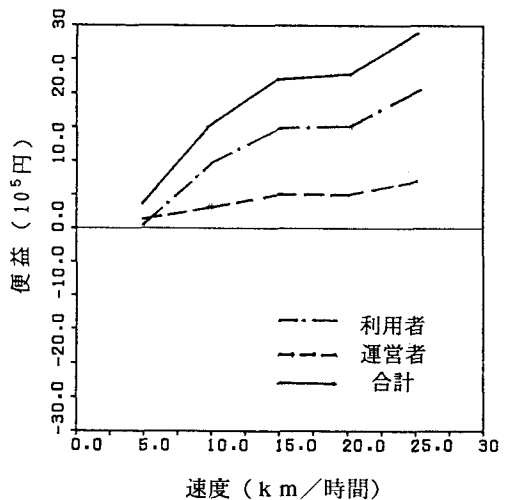


図2 あるバス系統（星崎町、植田間）の速度と便益の関係