

1. はじめに

多手段交通網からなる都市交通計画策定のための従来の交通工学的アプローチは、交通網改変の効果予測が主流で、道路網混雑の影響やマストラの運賃政策等の運営計画に係わる事項を扱ったものは少ない。そこで、本研究では、マストラの料金システムや相互乗入れ等のサービス水準の変化に伴う交通需要を予測するために、多手段・多経路の実際のネットワークを対象として、一般化費用の概念を用いた交通均衡モデルの開発を行う。これを用いて、運営計画が利用者にも与える影響を分析し、さまざまな視点から総合的に評価するシステムを開発し、評価主体毎の評価を総括する方法について検討する。

2. 手段分担・配分統合モデル

多経路選択にも適用可能な変動需要型交通均衡モデルにおいて、マストラの運営計画の変更時の交通需要は、マストラのサービス水準や道路網の交通容量等によって決まる交通パフォーマンス曲線と、そのサービス水準ならばトリップを行ってもよいと考える利用者数を与える需要曲線との均衡点によって決定される。とくに、本研究では、短期の交通需要予測やその効果の測定を扱う。すなわち、マストラサービス水準の増加が発生・集中交通需要や分布交通需要の変化にも与える影響は小さく、便益の帰属が現在も何らかの交通手段を用いて既にトリップを行っている人にあると考えられる場合を対象とし、このような状況を表現できる次の手段分担・配分統合モデルを用いる。このモデルは、交通手段選択・経路選択の両方に車、マストラの時間費用を区別した一般化費用の概念を採り入れ、かつ、バスの所要時間が道路網の混雑の影響を受ける機能を組み込んでいるのが特徴である。また、交通渋滞などの問題の多いピーク時を扱う必要があるために、ピーク時OD交通量は、各交通手段各ODペア毎に時間的にも空間的にも均一と仮定して、日OD交通量に交通網全体でのピーク率を乗じて求め、利用者均衡配分を行う。

$$\min Z_1 = \sum_a \int_{X_a}^{X_a^c} TC_a(X) dX + \sum_{ij} (T_{ij} - X_{ij}^c) TC_{ij}^m(C, F, X) - \sum_{ij} T_{ij} \int_{\theta_{ij}}^{\theta_{ij}^c} g^{-1}(t) dt \quad (1)$$

$$s. t. X_a^c = \sum_k \delta_{a,k} h_{ij,k}, h_{ij,k} \geq 0, 0 \leq \theta_{ij} \leq 1$$

$$\text{ただし、} TC_a(X) = C_a + \lambda_a t_a(X), TC_{ij}^m(C, F, X) = C_{ij}^m + \lambda_{ij} t_{ij}^m(F, \sum_k \delta_{a,k} t_a(X_k))$$

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

$$X_{ij}^c = \sum_k h_{ij,k}, X_{ij}^c = \theta_{ij} T_{ij}$$

(式中の各記号の説明)

$g^{-1}(t)$: 手段分担率関数の逆関数

a, b : 分担率関数のパラメータ

λ_a, λ_{ij} : 車、マストラの時間費用

C_a : 車のリンク a の走行費用

$t_a(x)$: 車のリンク a の所要時間
(修正BPR関数採用)

C_{ij}^m : ODペア ij 間のマストラの運賃

t_{ij}^m : ODペア ij 間のマストラの乗り換え時間などを
含めた総費用 (最短経路)

$T_{ij}, \theta_{ij}, X_{ij}^c$: ODペア ij 間の全交通量 (車とマストラの計), 車の分担率, 車の分担交通量

$h_{ij,k}$: ODペア ij 間の車の経路 k の交通量

$\delta_{a,k}$: リンク a が ODペア ij 間の車の経路 k に含まれるとき 1, その他 0

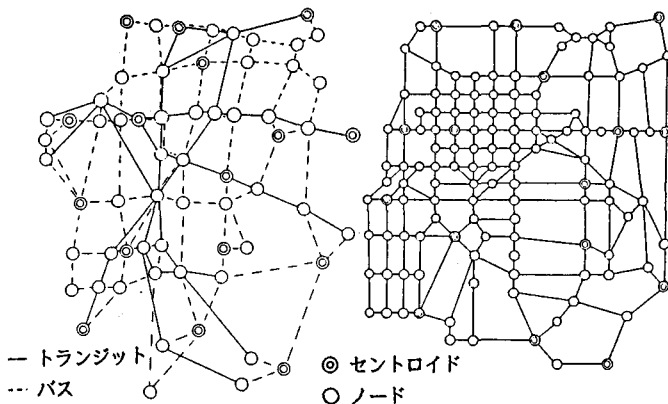


図1 (a) マストラネットワーク 図1 (b) 道路ネットワーク

$\delta_{a,l}$: リンク a が O D ペア l 間のマストラの最短経路に含まれるとき 1, その他 0

X : 車のリンク a の交通量のベクトル $X = \{X_a\}$

F : マストラの路線 k の運行回数のベクトル $F = \{F_k\}$

3. 名古屋市におけるパラメータ同定とモデルの適用可能性の検証

実際の交通網に本モデルを適用する際、分担率パラメータ a, b 及び時間費用 λ_a , λ_o の値が必要である。ここでは短期予測であるから、利用者の社会経済特性の変動は少ないとみなし現在と予測時の時間費用は等しいと仮定する。その時、本モデルから得られる手段別各 O D 交通量とパーソントリップ調査に基づく実績値の差の二乗和が最小になるように、パラメータを同定することができる。この方法によって、昭和 56 年の名古屋市ネットワーク (図 1) に対してパラメータを求め、昭和 55 年の実績値 (車リンクの抽出率 30%) に対して適用可能性を検証した結果を表 1 に示す。本モデル (モデル A) 以外にバスの時速を 13.0 km で一定とし道路混雑の影響を受けない場合 (モデル B)、手段選択、経路選択の両方に交通所要時間のみを考慮する従来のモデルの場合 (モデル C) も示した。なお、地下鉄のリンク交通量の %RMS 値が大きいの、実績時点から推定時点の間の地下鉄料金値上げの影響と考えられる。表からモデル A が手段分担・配分過程ともに適合度が高く最も実用に耐え得るといえる。

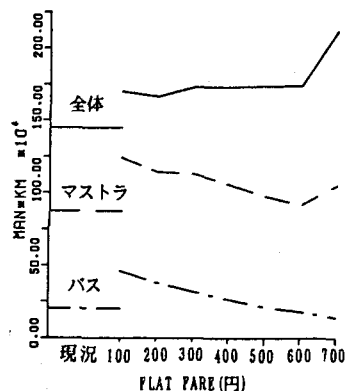


図 2 均一料金と人 km の関係

4. マストラの運営計画に対する利用者行動の分析及びその評価

マストラの運賃体系が交通手段分担率に与える影響を分析し、評価した一例 (均一料金制の場合) を表 2 に示す。運営者の立場からの評価指標である利益は、収入から運営費をひいた次式を用いた。なお、 D_k , L_k は、路線 k の距離、1 回・1 km 当りの運営費用である。

$$Z_2 = \sum_k X_k C_k - \sum_k D_k F_k L_k \quad (2)$$

表から、ピーク時の均一料金を 250 円程度にすればマストラ全体の利益等の各指標が現況とほぼ等しくなると考えられる。均一料金と人 km の関係についても図 2 に示した。現況に対してマストラの人 km が大きくなるのは、均一料金制のもとでは長距離トリップのマストラ利用者が割安感から増加するためであろう。また、均一料金 600 円以上で道路混雑の影響を受けないトランジットの人 km が増加しマストラの分担率が増加しているのは、道路網の容量以上にトリップ数が多くなったため、道路率が低く渋滞が慢性的な大都市でみられる状況に相当するようだ。なお、実際には運営者 (企業別)・利用者・沿線住民・地域社会・政府等の様々な評価主体等の立場からもっと多くの評価項目を設定してそれらを総括する必要がある。また、マストラ全体の料金システムにゾーン料金制、距離料金制を採用した場合、相互乗入れ等運行回数の変更をした場合についても考察する。その結果は、将来日本でも西ドイツ等にみられるような運輸連合に代表される料金システム上での企業間の調整やアイデアが必要になったときに参考資料とするに値するであろう。

表 1 実績値と推定値の相関関係

モデル	パラメータ値				車分担交通量		車リンク交通量		地下鉄リンク交通量	
	a	b	λ_a	λ_o	相関係数	%RMS	相関係数	%RMS	相関係数	%RMS
A	0.00339	0.525	5.65	17.0	0.951	30.2	0.589	39.9	0.636	79.0
B	0.00298	0.528	5.03	23.3	0.941	34.8	0.561	40.8	0.636	93.3
C	0.02263	0.695	—	—	0.892	41.3	0.552	42.4	0.568	83.4

表 2 名古屋市のマストラにおける均一料金制の評価

評価項目	均一料金	100円	200円	300円	400円	500円	600円	700円	現況
総一般化費用 (万円)		5878	7596	9243	10747	12143	13322	17540	8492
マストラ全体の利益 (万円)		-822	505	1575	2394	3003	3377	6260	895
マストラ台 km 当り利用者 (人)		25.5	23.0	20.9	18.8	17.0	15.1	19.3	22.3
車の分担率 (%)		30.3	37.1	43.0	48.6	53.7	58.8	47.2	39.2