

名古屋大学 正員 河上 省吾
○ 名古屋大学 学生員 溝上 章志

1. はじめに

道路交通需要の急激な増加は、都市内幹線道路網での慢性的渋滞や交通騒音等の深刻な社会問題をひき起こすとともに、都市内バス輸送システムのサービス水準を著しく低下させ、多くの都市でバス利用者が減少し、バス輸送サービスの存立が危機に直面している。本研究では、公共バス輸送システムの効率化とサービス向上を図り、システムの評価基準を運営者と利用者の両方から設定したシステムを構成するために、サービスの変化に伴う輸送需要の変動を考慮に入れたバスサービス供給システムの策定手法を検討し、モデルネットワーク々々の実用性を検証する。

2. 本研究の基本的な考え方

収支均衡という運営者側からの制約のもとで、利用者余剰最大を最適化基準として交通施設の最適規模と利用料金の決定を行なった山田のモデル¹⁾を、機関分担、ここでは自動車とバスに対する機関分担に拡張し、サービス水準の変化に伴う転換需要の変動を時間価値の分布を用いた分担率モデルによって考慮した最適バスサービス供給システムを検討する。山田のモデルを適用すれば、システムの各要素は次式で示される。

(1) バス料金無料の場合のバス利用対象者

$$X = X(s_0) \quad s_0: \text{料金以外のバスサービス水準}$$

(2) 料金 p とした場合に顕在化する利用者

$$g = F(p) \cdot X(s_0) \quad F(p): \text{料金 } p \text{ の場合の顕在化率}$$

(3) サービスレベル n における期待最高支払い額

$$p_n = w \cdot (s_n - s_c) \quad s_n: \text{自動車のサービス水準}$$

(4) バス運営者側の総収入 $R = p \cdot g$

(5) バスサービス供給総費用 $C = C(s_0)$

(6) バス利用者一人当たり平均費用 $\pi = C(s_0)/g$

ここでバスサービスの最適規模決定問題は、収支均衡条件のもとにバス利用者余剰を最大化する均衡点の軌跡を求めることであり、

(7) 収支均衡条件 $f(g, s_0) \cdot g = C(s_0)$

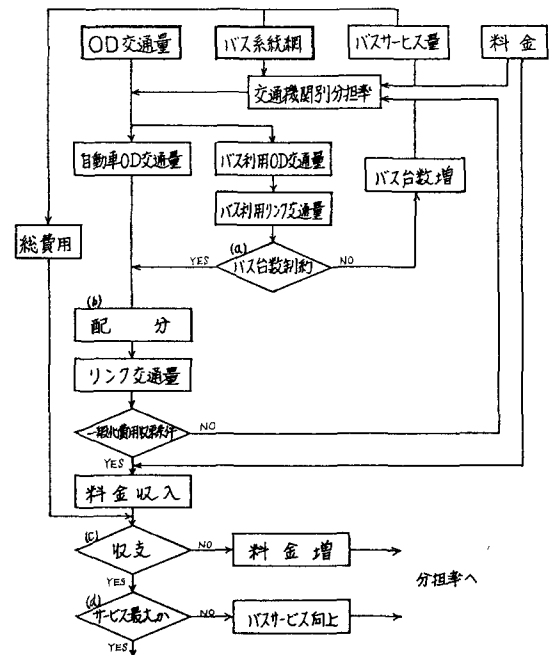
の制約のもとで

(8) 利用者余剰 $S = \int_0^g f(g, s_0) dg - C(s_0)$

を最大化する g, s_0, p を決定することである。

3. 最適解を求めるためのアルゴリズム

交通機関利用者は、バスサービス水準 s_0 と料金 p の効用を総合的に評価し機関の選択を行なう。さらにODペアは単一でなく、ネットワークには自動車という他のモードが存在するので、所要時間や所要費用等のサービス水準は機関選択の結果



として決定されてくるため、品を先決的に与えることが不可能である。そこで各機関のサービス水準を一般化費用に変換し、時間評価値の分布を考慮した分担率モデルで逐次分担率を修正するという方法を用いる。従って実際の計算に際しては(8)式を直接最大化するということとは行なわず、サービス量を順次上げていくことによって収支均衡であり、かつサービス水準が最大となる均衡点の軌跡を追跡する方法を用いた。このアルゴリズムを図-1に示す。

本モデルではバス系統網は所与とし、分担率に影響を与えるサービス要因は、所要時間と所要費用だけであるとしているために、サービス水準は各系統の単位時間当りの運行本数だけを考えている。また、バス利用者は各ノードから発生し、乗り換え1回の制約で利用できる系統のうちで最短の系統を利用するものとする。図-1において、

(a)バス台数条件は、配分されたバス利用リンク交通量がそのリンクを運行する系統の運行本数で輸送可能かの判定を行なう。(b)自動車の配分は分割法を行ない、バス通過台数の平均一般化費用が収束するまで繰り返す。(c)収支均衡条件は、バス系統網と運行本数により決まる総費用と燃料金収入との収支を検討し、赤字であれば料金増を行なう。(d)黒字の場合には、公企業としては利用者に最大限のサービスを提供する必要があるため総バス台数制約の範囲内で限界効用が最大の系統を1本増発させてサービス量を増加する。

4. モデルネットワークでの検討

本モデルを図-2に示す仮想道路ネットワークで検討する。道路権別区分、総発生交通量の変動などを仮定して、より現実に近い状況を仮定している。Q-V曲線は1次関数、バス速度は自動車速度の0.8倍、バスの乗客定員50人/台、バス走行経費596円/台・km、バスの乗車車換算係数1.75台、自動車走行費用53.7円/台・km、車の平均乗車人数を

1.4人/台とした。OD構成比は表-1のような対称ODを考え、総発生交通量が1000人/日～6000人/日の場合を想定している。また時間評価値の分布は(6.67045, 82.22228)の正規分布と仮定した。結果を

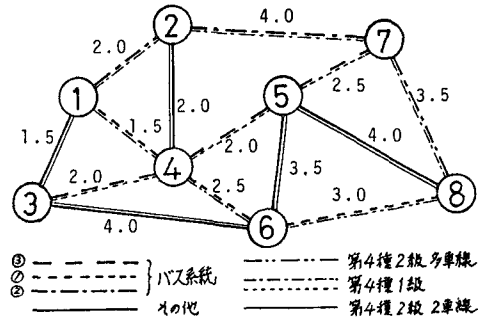


図-2

2	0.0208	-	-	-	-	-	-
3	0.0208	0.0042	-	-	-	-	-
4	0.0333	0.0208	0.0250	-	-	-	-
5	0.0125	0.0083	0.0083	0.0083	-	-	-
6	0.0250	0.0083	0.0083	0.0167	0.0125	-	-
7	0.0250	0.0208	0.0167	0.0208	0.0125	0.0125	-
8	0.0292	0.0250	0.0250	0.0250	0.0125	0.0167	0.0250
	1	2	3	4	5	6	7

表-1

表-2に示す。右総発生量別に最適

総発生量	1	2	3	料金	分担率	平均乗車人数
1000	4	5	5	110	52.60	37.57
2000	10	11	11	90	65.20	47.75
3000	16	16	16	90	64.97	40.60
5000	26	26	26	90	62.06	39.78
6000	31	31	32	90	62.85	40.12

表-2

サービス量と料金が決定されているが、総発生量が少ない場合にはバス分担率が低く、最適料金が割高になっている。また総発生量により分担率が異なり、図-2に示すネットワーク規模で表-1のOD構成比を持つ交通においては、2000人/日程度の交通需要の場合が最も効率的なシステムになっていることも分る。

5. おわりに

今後は非対称1日ODについて考察を行ない、かつバスサービス向上による自動車利用者の乗客増加を考慮したシステム最適化を行う必要がある。

1) 山田浩之; 都市高速道路の最適規模と料金水準、高速道路と自動車 Vol. 9, 1988

2) 飯田恭敏; 都市高速道路の最適規模決定法、高速道路と自動車 Vol. 11, 1989