

東工大 学生員 筒井 謙司
 東工大 正員 森地 茂
 古旗建設 学生員 古旗 良人

はじめに

バス輸送改善策として非常に多くの試み(表-1)が行なわれており、筆者らもその数年いくつかの計画手法を提案してきた。しかし多様な政策を総合的に評価し、計画する手法は確立されておらず、各政策が試行錯誤的に実施されている現状から、本論では既に提案した方法にいくつかの新しいサブモデルを追加してバス関連政策評価モデルとして集成することを試みる。更にこのモデルで評価する政策代替案作成モデルを整理するとともに新たに運行計画モデルの提案を行なう。

1. バス関連政策評価システム

表-1に示す多様な政策は少しずつ実施意図が異なり、統一的評価をしにくいものであるが究極的にはバス輸送改善を目指すものであり総合的な評価が必要である。そこで、各政策の影響を表-2に示す運行特性指標でとらえることにより簡略化し、統一をはかることを試みた。その結果、各政策を表-3の共通評価システムにのけることが可能となる。尚ここでバス混入交通流モデルについては現在作成中である。

2. 政策代替案作成モデル

表-3のシステムは与えられた政策代替案を評価するものであるが逆に利用者数、道路状況等から路線網計画(専用レーン等、配置計画を含む)を作成するモデルや、停留所配置モデル、運行計画モデルが代替案作成モデルとして本システムと補完的に用いられる。

3. 限界費用曲線と限界効用曲線からの最適運行間隔の決定

経済学における限界概念に基づき、限界費用、限界効用の一致するところが最適であるという法則を用い、バス運行費用関数及び、時間便益関数から最適な運行間隔を決定する。

大分類	中分類	小分類
バス走行路 整備	バスレーン政策	バス専用レーン バス優先レーン リバス・レーン
	信号政策	バス優先信号 系統信号改善
バス車面改 善	バス乗降口の改善	バス乗降口の拡大 低床式バス 料金収受方式の改善
	バスエンジンの改善	加減速性能の向上 低公害バスの開発
	バス車面の居住性 向上	小型バスの採用 座席・通路の改善
バス路線の 改善	バス路線再編	路線網・パターン改善 路線延長・短縮
	停留所の改善	停留所配置の改善 ターミナル・停留所構造 の改善
バス運行方 式の改善	運行ルート及び運行 停留所制	デマンド運行方式 ルート・デマンド方式 フリー乗降方式 バスロケーションシステム
	運行回数 運行時間帯	投入バス台数の増加 深夜バス 運行政策
運輸政策及び バス事業補助策		運輸政策 バス事業補助政策

表-1 バス関連政策

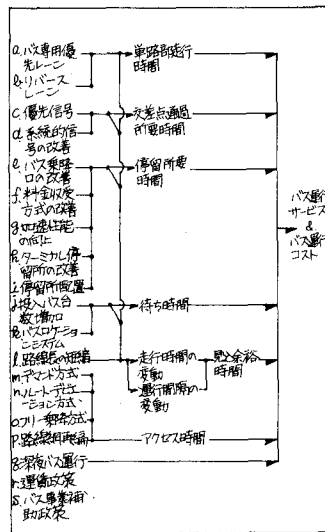


表-2 バス関連政策とバス運行特性への影響

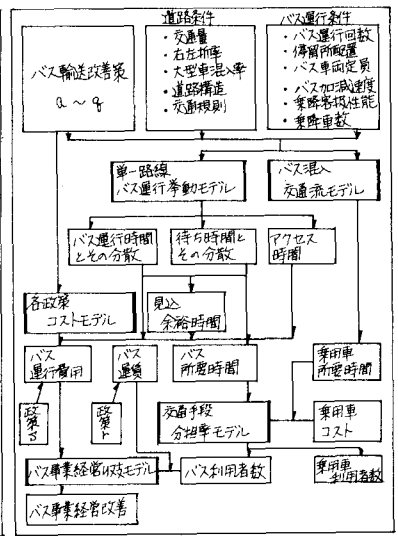


表-3 バス関連政策モデルの基本構造

1日のピーク・オフピークパターンは図-1のごとくであると仮定し、次の変数を定義する。

r_p, r_d, r_e (時) 朝, 日中, 夕方それぞれの運行間隔
 T_p, T_d, T_e (時) 朝, 日中, 夕方それぞれの時間帯長
 v_p, v_d, v_e (km/時) 朝, 日中, 夕方それぞれの走行速度
 P_p, P_d, P_e (人/時) 朝, 日中, 夕方それぞれの乗客発生量

x (台/日) 車両必要台数 y (台・km/日) 1日走行キロ数 C (円/年) 運行費用 (年間)
 l (km) 路線長 T_r (人・キロ) 総トリップ数 (乗客) B (円/年) 利用者便益

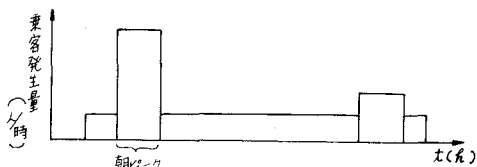


図1 ピーク・オフピークパターン

(1) 運行費用 (年間) は人件費 + 設備費 + 運行費 + 一般管理費 + 租税等 であり、これに種々の定数を代入すると次式が導かれる。

$$C = Qx + ly \quad x = \frac{l}{v_p \cdot r_p}, \quad y = \frac{T_p}{r_p}(2l) + \frac{T_d}{r_d}(2l) + \frac{T_e}{r_e}(2l)$$

$$\therefore C = Q \left(\frac{l}{v_p \cdot r_p} \right) + l \cdot (2l) \cdot \left(\frac{T_p}{r_p} + \frac{T_d}{r_d} + \frac{T_e}{r_e} \right)$$

(2) 利用者便益 (年間) は待ち時間と走行時間よりなり、次式が成立する。

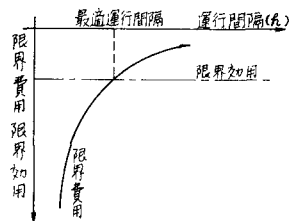
$$B = W \left\{ \left(\frac{1}{2} r_p P_p + \frac{1}{2} r_d P_d + \frac{1}{2} r_e P_e \right) + \left(\frac{T_p}{v_p} + \frac{T_d}{v_d} + \frac{T_e}{v_e} \right) \right\}, \text{但し } W \text{ は時間価値}$$

以上より限界費用, 限界効用は

$$\frac{\partial C}{\partial r_p} = - \left(\frac{l}{v_p} + 2 T_p l \right) \frac{1}{r_p^2}, \quad \frac{\partial C}{\partial r_d} = - \frac{2 T_d l}{r_d^2}$$

$$\frac{\partial B}{\partial r_p} = \frac{1}{2} P_p W, \quad \frac{\partial B}{\partial r_d} = \frac{1}{2} P_d W$$

となり、グラフを描くと図-2 のようになる。又、朝ピーク時の運行間隔、日中 (平常時) の運行間隔はそれぞれ独立に求まることかわかる。

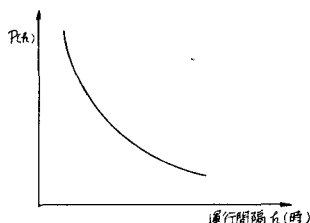


(3) 企業者側にとっての考察

企業者側に立って、 P (発生量) が $P(r)$ で表わされるような、運行間隔の関数になってしまう為に限界効用は (図-4)

$$\frac{\partial B}{\partial r} = W \left\{ \frac{1}{2} [P(r) + r \cdot \frac{\partial P(r)}{\partial r}] + \frac{\partial T}{\partial r} \right\}$$

で表わされ、図-4 のようになる。これより (2) で求めた最適運行間隔よりは若干小さい値となる。



4. バス停留所配置計画の方法

上記運行計画は路線及び停留所配置を所与としているが、路線再編方法について下記文献(1)~(3)に示す方法が適用できる。ニニでは停留所配置問題についての定式化の考え方を示しておく。今停留所候補地点が1~Nとし、この内M個の停留所を選ぶ問題を考える。目的関数として、トリップ時間減少量 Σ とし

第 k 停留所を決める為には、第 $k-1$ 及び第 $k+1$ の位置が与えられている必要がある。第 k 段階 Σ 、第 k 停留所としての候補地点 i 、第 $k+1$ 停留所としての候補地点 j に対して、総トリップ減少時間 a_{kij} を最大にするよう第 $k-1$ 停留所 (候補地点 k) を決める段階とする。この問題は、二次のマルコフ性 E を有する DP 問題として定式化でき、その基本式は次のように表わせる。

$$a_{kij} = \max \{ a_{k-1} X_{k-1} + a_{kij} \} \quad \text{但し、} a_{kij} \text{ は第 } k-1 \text{ 停留所が } k \text{ である時の区間 } i \sim j \text{ のトリップ減少時間と意味する。}$$

5. まとめ

上記 4. 及び文献(1)~(3)に示す最適化モデルの解により作成される改善策及びその他改善策 Σ に示した評価システムにより検討することにより、望ましいバス輸送のあり方を総合的に検討することができると考える。

- 1) 森地 岩井 鈴也, バス輸送改善の為に基礎的な考察, 工学会論文報告集 No. 238, 1975
- 2) 鈴本 長地, バス路線網再編手法に関する研究, 第31回年次学術講演会概要集, 1976
- 3) 森地 岩井 鈴也, バス輸送改善策に関する考察, " " "