

潜在需要を考慮したバスの運行計画手法

広島大学大学院国際協力研究科 藤原章正

1. はじめに

改正道路運送法の施行により、公共交通事業者による路線の撤退及び参入が自由化された結果、人口の少ない過疎地ではバスサービスの低下が深刻な問題になっている。自治体等には、低水準のサービスによる交通抵抗をできるだけ緩和する新たな公共交通サービスの提供が求められるが、サービスの改善が需要増に必ずしもつながらないという事例が少なくないため、公共投資の妥当性の観点からなかなか実行に踏み切れないのが現状であろう。

バスの利用を規定する属性には、運賃や運行速度に加えて、運行頻度、運行時間帯、定時性、バス停までのアクセシビリティなど数多くが同時に存在し、相互に関連しあっている。これらすべての属性が同等の影響をもつ場合もあれば、2・3の属性の影響が卓越し支配的な交通抵抗となる場合もある。

本稿では、ある交通抵抗を緩和もしくは除去する事で顕在化すると考えられるバスの需要を「潜在需要」と呼ぶこととし、この潜在需要を正確に予測する手法を提案する。これにより、バスサービスの改善効果を適正に見積もり、運行計画に反映できるようになることが期待される。

2. バスの潜在需要

簡単のため2つのサービス属性 x_{cn}, x_{dn} を考える。利用者 n にとってバスを利用することによって得られる効用 u_n は、これら2つの属性効果の和で決まるものとする、通常は次式のような線形効用関数が仮定される。

$$u_n = \beta_c x_{cn} + \beta_d x_{dn} \tag{1}$$

ここで、 β_c, β_d は未知パラメータ。

式(1)は属性 x_{cn}, x_{dn} 間に完全な代替性が成立することを意味しており、一方の属性の水準不足を他方で補償することができると仮定している。

ところが、過疎地のバスサービスの場合には必ずしもこのような補償関係が成立するわけではなく、例えば、いくら運賃が安くてもバス停までの距離が遠ければやむを得ずバス利用を諦めている場合が少

なくないと考えられる。

そこで、次式の一般化平均の式形を持つ効用関数を考える。

$$u_n = (\omega_c x_c^\alpha + \omega_d x_d^\alpha)^{1/\alpha}, \quad \omega_c + \omega_d = 1 \tag{2}$$

ここで、 ω_c, ω_d は非負の重みパラメータ

明らかに $\alpha=1$ のとき、等効用線は図1の直線となり式(2)は式(1)に帰着する。一方、 $\alpha<1$ のときには図1の凹曲線のような等効用線となり、低水準の属性を改善しないと効用の改善につながらない、すなわち属性間に完全な代替性が成立しないこととなる。

式(2)の一般化平均型効用関数を過疎地のバス交通の需要予測に適用することで、卓越した影響力をもつ交通抵抗により潜在化している需要を正確に予測できるものと考えられる。

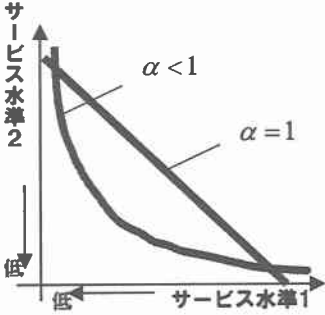


図1 2要因間の完全代替性と不完全代替性

3. 適用事例

島根県の過疎地を対象として、一般化平均型効用関数の適用による潜在需要の予測を行なう。同地域では約2年前から町民バスが運行され、料金が均一200円になるなどサービス水準が大きく向上した地域である(図2)。

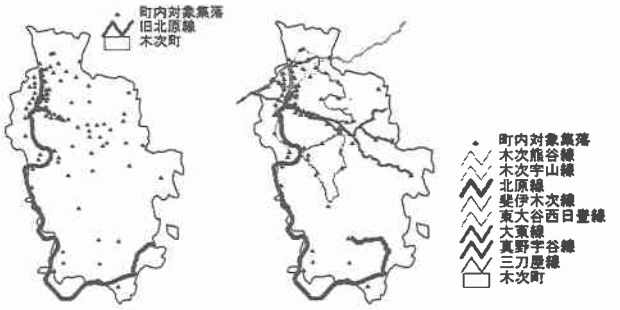


図2 町民バス運行前(左)及び運行後(右)の路線図

潜在需要予測モデルの構築には、バスの利用確率を目的変量とする二項ロジットモデルを適用する。効用関数は次式のとおりである。

$$u_B = \kappa * (\omega_{dis} x_{dis}^\alpha + \omega_{frq} x_{frq}^\alpha + \omega_{cst} x_{cst}^\alpha)^{1/\alpha} + \sum \gamma_i * z_i \quad (2)$$
$$\omega_{dis} + \omega_{frq} + \omega_{cst} = 1$$

ここで
 α, γ, κ : 未知パラメータ
 $\omega_{dis}, \omega_{frq}, \omega_{cst}$: 距離, 運行間隔, 料金の重み
 x : バスサービス水準, z : 個人属性
モデル推定結果を表 1 に示す。一般化平均の式形を決定するパラメータ α は 1 より有意に小さくなっており, 3 つのサービス属性間に代替性は成立せず, サービス水準の低い属性を比較的重視する選択性向があることがわかる。また, 重み付けパラメータ κ が 1.591 であることから, バスの利用意向は, 個人属性よりもサービス属性による影響を強く受け, でもバス停までの距離に強く影響されることが明らかである。

表 1 潜在需要予測モデルの推定結果

説明変数	パラメータ	t 値
α	-4.742	*-4.95**
κ	1.591	6.95**
限界料金/料金	0.201	1.25
限界徒歩距離/徒歩距離	0.789	5.25**
限界運行間隔/運行間隔	0.009	0.41
性別ダミー (0 : 男性)	0.755	2.76**
年齢 (歳)	0.002	0.25
免許の有無ダミー (0 : なし)	-0.329	-1.26
自家送迎者ダミー (0 : 有)	-0.287	-1.13
居住地ダミー (町中心部からの距離)	0.210	4.99**
定数項	-1.983	-2.49*
自由度調整済み尤度比	0.163	
サンプル数	476	

* : 1 からの t 値, ** : 1% 有意, * : 5% 有意

4. バス運行計画案の評価

表 2 の 6 種類の仮想的なバス運行計画案に対して需要予測を行い, 図 3 の手順で運行計画の決定を行なう。

分析結果を図 4 に示す。町全体でみると, 町内一律に高いサービス水準が提供される 200 円の完全ダイヤモンド型の運行計画 (④) より, 全集落 200m 以内にバス停を設置し, 料金 100 円の地域を一部設ける案 (⑥) の潜在需要が大きいことが示された。

表2 分析に用いるバスの運行計画案

運行計画案	バス停までの距離	料金
①現行	△	200 円
②ワンコイン型	△	100 円
③新規バス停位置 (200m 以内)	◎	200 円
④ダイヤモンド型 (Ⅰ)	●	200 円
⑤ダイヤモンド型 (Ⅱ)	●	500 円
⑥新規バス停+ワンコイン型	◎	200 円 (一部 100 円)

バス停までの距離 : △現行水準, ◎200m 以内, ●自宅前

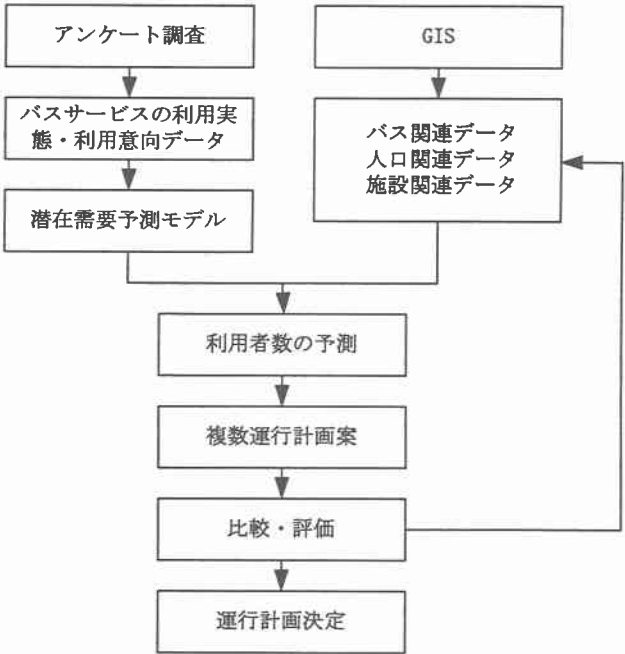


図 3 潜在需要を考慮したバス運行計画の決定手順

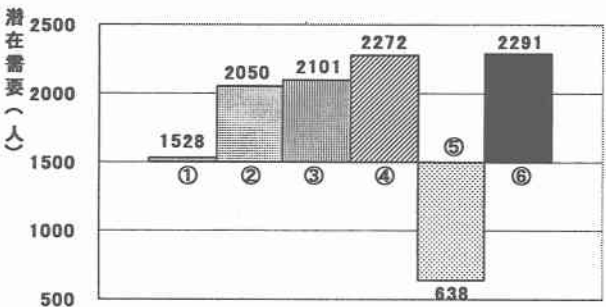


図 4 バスの運行計画案の需要予測結果

5. おわりに

バスサービスの潜在需要を予測するためには, 属性間の不完全代替性を考慮する必要があり, 一般化平均概念を適用した効用関数を用いた需要予測が有効であることを示した。