

交通ペネトレーションによる地域モビリティ向上効果の計測*

Estimation of the effects on regional mobility improvement by transportation penetration *

蒋 恩*・中川 大**・柄谷 友香***・青山 吉隆****

By En Jiang*・Dai Nakagawa**・Yuka Karatani***・Yoshitaka Aoyama****

1. 研究の背景

都市郊外地域では、都心部と比べ、公共交通のサービス水準が低いため、郊外地域住民の交通行動は、自家用車に頼らざるを得ないという状況が生じている。しかしながら、誰もが自由に自動車を利用できるわけではなく、高齢者・学生・子供・障害者、あるいは自動車や自動車運転免許を保有していない人など、自動車を前提とした交通サービスでは十分なモビリティが確保されない人も少なくない。

一方、鉄道やバスの価値を、主に採算で判断するという日本独特ともいべき評価の視点がこれまで定着してきたことによって、郊外地域における公共交通のサービス水準が改善されることはほとんど期待できず、むしろ衰退の方向に進んできたと言える。しかしながら、高齢化が進展し、高齢者の自由な活動の確保や通院の利便性の確保など、郊外地域においてはあらたな課題も顕在化しつつある。このような公共交通の現状を踏まえた地域のモビリティの状況は図-1のように模式的に描くことができる。すなわち、バス停や駅が遠く、歩行や自転車で通常到達できる範囲の外側にのみ公共交通サービスが提供されているという現状であり、このことによって通院や買い物などへのモビリティが著しく低い状況におかれている。

近年、郊外の住宅街などに対して公共交通サービスを広げていく「ペネトレーション」の考え方が欧米で定着しつつあるが、このような役割を果たす路線はほとんどすべて不採算路線であるため、現在

*キーワード：ペネトレーション、心理負担、利用者
*学生会員 博士後期課程 京都大学大学院工学研究科（京都市左京区吉田本町、TEL&FAX075-753-5759）
**正会員 工博 京都大学大学院工学研究科
***正会員 工博 京都大学大学院工学研究科
****フェロー 工博 京都大学大学院工学研究科

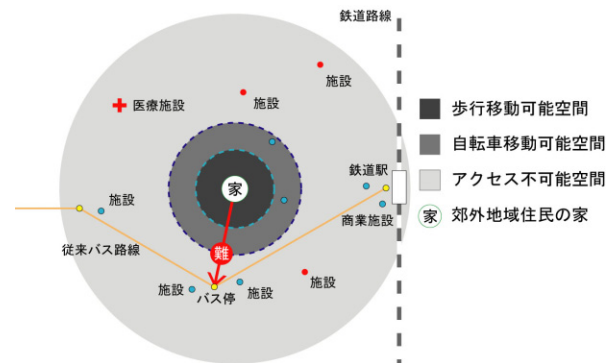


図-1 郊外地域におけるアクセス不可能空間の形成

の日本の価値基準で判断する限り大きく進展していくことは難しい。わずかに近年コミュニティバスと呼ばれるバスシステムが広がりを見せており、これらの一部には、これまでのバスサービス空白地域を埋めるようなペネトレーションの役割をするものも登場している。しかしながら、これらも必ずしも社会的な便益が計測されて実施されているという状況ではなく、そのような施策を正確に評価する手法が求められている。

2. 研究の目的及び特徴

(1) 研究の目的

交通ペネトレーションは日本においてはまだ本格的な広がりを見せている状況ではなく、一部のコミュニティバスがその役割を果たしている程度である。しかし、規制緩和以降、様々な工夫も行なわれており¹⁾、京都市伏見区醍醐地域では行政の支援を受けずに市民の手によってバスペネトレーションが実現している²⁾。

一方、コミュニティバスの評価に関する研究も少なくない^{3)~7)}が、これらの研究は、事例紹介、満足度分析などが中心で、事業による地域モビリティの向上効果が定量的に把握されている状況ではない。

本研究では、交通ペネトレーションの役割を果たすコミュニティバス事業により発生したモビリティの向上効果を定量的に計測する手法を提案する。

(2) 研究の特徴

交通ペネトレーションは、都心部あるいは郊外地域におけるかなり狭い範囲（PT調査ゾーンより小さい）に対しての交通サービスであることや、利用者は高齢者など特定の層が多いことなど、他の公共交通とも異なる特徴を持っている。本研究では、それらの特徴を考慮して、モードごと、移動者の属性（非高齢者・高齢者）ごとに距離によって変化するトータル一般化費用曲線による交通機関選択・変化を表現し、新たな施策によるトータル一般化費用曲線を求める方法を示す。また、段差・安全面などの要因を考慮した心理負担関数を推定することによって交通ペネトレーションによる便益の計測手法を示す。

3. 利用者便益の計測

交通ペネトレーションとしてコミュニティバスを運行する場合を考え、利用者便益を交通移動を行うときに発生する交通一般化費用の減少分によって計測する。

(1) 心理負担を考慮した一般化費用

交通行動の始発地から、目的地までの距離とともに、移動時間、心理負担などを考慮すると、一般化費用は式(1)のように求められる。

$$GC_{w,i,j}(d) = \sum_n TC_{w,i,j}^n(d) + V_{w,i,j}(d) + C_{w,i,j}(d) \quad (1)$$

- $GC_{w,i,j}$: 属性 w の交通主体が i 番目の交通目的で交通手段 j を利用する場合の一般化費用
- $TC_{w,i,j}^n$: 属性 w の交通主体が i 番目の交通目的で交通手段 j を利用する場合の総心理負担価値
- $V_{w,i,j}$: 時間費用
- $C_{w,i,j}$: 交通費用（運賃、ガソリン代など）
- w : 交通主体の属性グループ
- i : 交通目的
- j : 交通手段

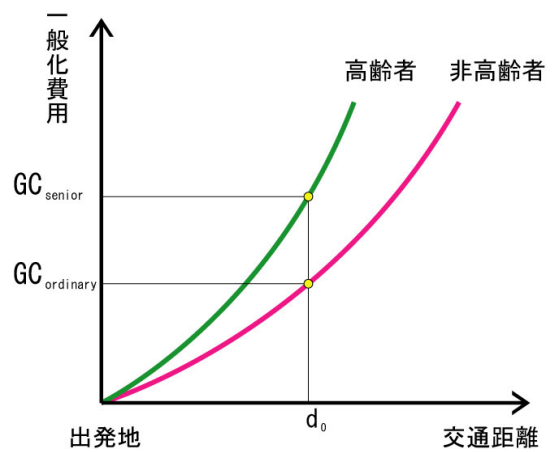


図-2 高齢者と非高齢者の交通距離と心理負担価値

n : n 番目の心理負担（後節で詳しく説明する）

(2) 心理負担の推計

コミュニティバスのサービス範囲は比較的狭く、バス停間隔も100~200m程度と極めて短いので、コミュニティバス導入による機関選択の変化を分析するには、距離的な競合が考えられる歩行・自転車交通を特に考慮する必要がある。

また、高齢者は非高齢者と比べ、身体能力の差異があり、図-2に示すように、歩行や自転車と同じ距離を移動する場合に、心理負担価値を考慮すれば、高齢者の方にかかる費用が非高齢者に比べ高い値をとると考えられる。さらに傾斜地の場合には、高齢者・非高齢者ともに歩行に対する負担は増加する。

そこで、歩行及び自転車交通を行う際に、心理負担に影響する要因を段差（上がり・下がり）、安全面負担などの要因を考慮して、それぞれの心理負担関数を考える。

心理負担関数は、式(2)のような効用関数を用いたロジットモデルで表すことができ、交通距離 d を10段階に設定、それぞれの交通距離段階で2つ選択ルートを設定、地域住民にアンケートすることによってパラメータを求めることができる。

$$U_{w,i,j,k} = \alpha_{w,i,j} Cost_{w,i,j,k} + \sum_n \gamma_{w,i,j}^n MR_{w,i,j,k}^n \quad (2)$$

- $U_{w,i,j,k}$: 属性 w が i 番目の目的で交通手段 j の場合、ルート k を選択した時の効用
- $MR_{w,i,j,k}^n$: 属性 w の住民が i 番目の目的で交通手段 j を利用、ルート k を選択した時、 n 番目の心理負担。

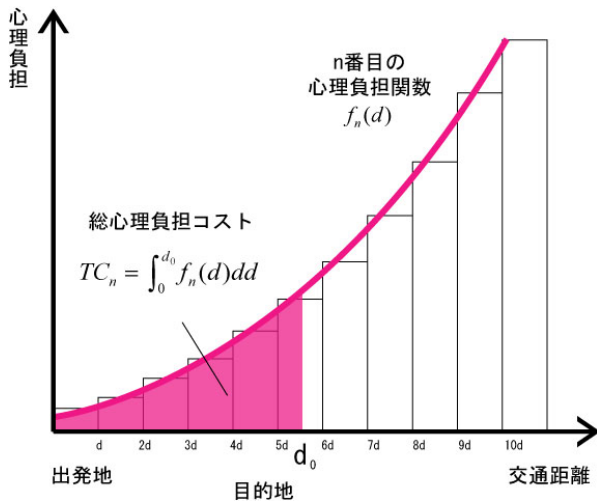


図-3 心理負担価値関数

$\alpha_{w,i,j}, \gamma_{w,i,j}^n$: パラメータ

w : 交通主体の属性グループ (高齢者・非高齢者)

i : 交通目的 (買い物、通院など)

j : 交通手段 (歩行、自転車)

n : n 番目の心理負担

具体的には図-3 に示すように、各交通距離段階と心理負担価値をそれぞれ横軸及び縦軸とし、重回帰分析により最適な関数を心理負担関数 $f_n(d)$ として推定する。段差・安全面などそれぞれの心理負担コストを式(3)によって算出する。

$$TC_n = \int_0^{d_0} f_n(d) dd \quad (3)$$

TC_n : d_0 を移動する場合、 n 番目心理負担のコスト

d_0 : 目的地までの交通距離

n : n 番目の心理負担 (段差・安全面など)

(3) 時間価値の推測

時間価値は交通距離により変化しないとし、非高齢者の時間価値は国民総合労働時間及び国民総合収入で推定し、高齢者の時間価値は、ロジットモデルを用いて、選択効用を式(4)のような線形関数と仮定することにより測定する。

$$U_{w,i,k} = \alpha_{w,i} Cost_{w,i,k} + \beta_{w,i} Time_{w,i,k} \quad (4)$$

$U_{w,i,k}$ 属性 w が i 番目の目的でルート k を選択した時の効用

$Cost_{w,i,k}$ 属性 w が i 番目の目的でルート k を選択した時の交通費用

$Time_{w,i,k}$ 属性 w が i 番目の目的でルート k を選択した時の交通時間

w : 交通主体の属性グループ

i : 交通の目的

$\alpha_{w,i}, \beta_{w,i}$: パラメータ

(4) 交通手段の選択

研究対象とする交通行動として、行動始点を家としたhome based交通を考える。交通行動の主体は表-1に示すように、高齢者と非高齢者に分ける。更に、交通頻度が変化するか否かによって、交通行動を二種類に分類する。

郊外地域では、コミュニティバスの利用者は限られているので、コミュニティバスの導入により、モーダルチェンジが発生するか否かを判断する必要がある。そのため、表-2に示すように、選択可能な交通手段によって地域住民を8つのグループに分類する。

表-1 交通主体及び交通目的 i

高齢者	頻度変動しない交通 (例: 通院)
	頻度変動する交通 (例: 買い物)
非高齢者	頻度変動しない交通 (例: 通勤)
	頻度変動する交通 (例: レジャー)

表-2 交通主体の属性 w 及び選択可能な交通手段 j

交通者属性	交通手段	選択可能な交通手段
高齢者	歩行交通	歩行・タクシー・バス
	相乗	車・タクシー・バス
	自転車	自転車・タクシー・バス
	自動車運転	全て交通手段
非高齢者	歩行交通	歩行・タクシー・バス
	相乗	車・タクシー・バス
	自転車	自転車・タクシー・バス
	自動車運転	全て交通手段

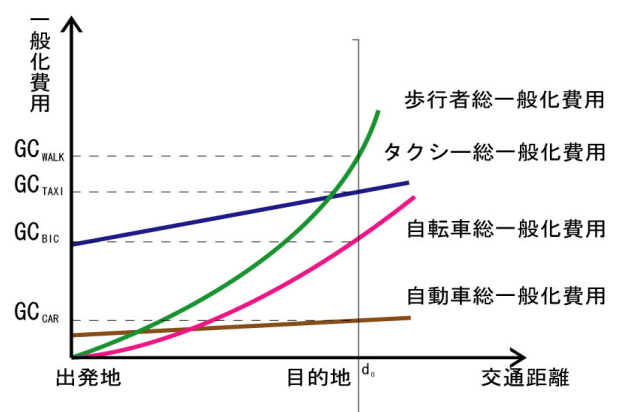


図-4 交通手段別の総一般化費用曲線

図-4は、横軸に交通目的地への交通距離、縦軸に一般化費用をとって、それぞれの交通選択可能な交通手段の総一般化費用をプロットしているば、各属性グループの住民は自宅から目的地まで、選択可能な交通手段から一般化費用の最小となる選択肢を選ぶことになる。

(5) 利用者便益の計測

まず、図-5に示すように、コミュニティバス導入により生じた各属性の一般化費用の減少をゾーン毎に算出する。次に、式(4)に示すように一般化費用の減少分をゾーン・交通頻度で集計することにより地域全体の年間利用者便益 B を算出することができる。

$$B = \sum_l \sum_w \sum_i POP_{l,w} \cdot F_{l,w,i} \cdot A_{l,w,i} \quad (4)$$

$POP_{l,w}$: 1ゾーンにおける属性 w の人口

$F_{l,w,i}$: 1ゾーンにおける属性 w の交通者の目的 i の交通行動の頻度 (1年当り)

$A_{l,w,i}$: 1ゾーンにおける属性 w の交通者の目的 i の交通行動の一般化費用の減少分

5. おわりに

本研究では、微小な地域において公共交通サービス交通一般化費用の変化に着目し、段差・安全面などの影響を心理負担価値関数として考慮した上で、コミュニティバス事業導入による地域住民の一般化費用の低減を求めることにより、利用者便益の計測手法を示した。

現時点では考え方の提示に留まっているが、実際に現地でアンケートデータを収集することによっ

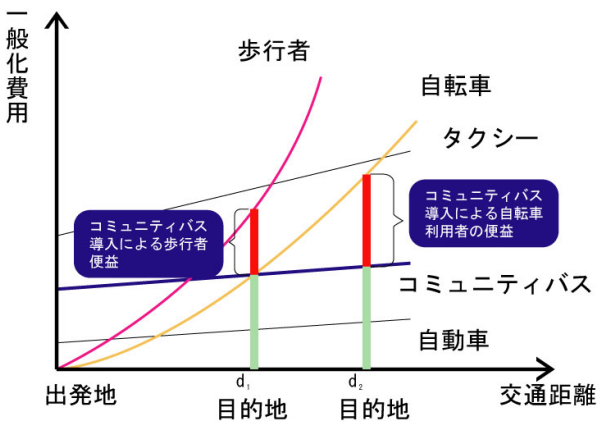


図-5 コミュニティバス導入により生ずる利用者便益

て提案した計算を行なうことが可能であると考え、ケーススタディを実施中である。ケーススタディの対象地域としては、住民主体のバスペネトレーションとして注目される京都市伏見区醍醐地域の醍醐コミュニティバスを取り上げており、本研究の今後の方向として分析を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 中川大・能村聡：「規制緩和下における市民組織によるバス支援プロジェクトの可能性と課題」, 土木計画学研究発表会春大会, 2003
- 2) 中川大：「市民の手によるペネトレーション-京都・醍醐方式コミュニティバス-」, 交通工学, Vol. 38, No1, pp38-42, 2003
- 3) 磯部友彦・熊谷勇治：コミュニティバス事業における行政評価のあり方について, 第29回土木計画研究・講演集CD-ROM, 2004
- 4) 中島正人, 安江雪菜, 高山純一：金沢市におけるコミュニティバス導入効果 金沢ふらっとバスを事例として, 2000年度第35回日本都市計画学会学術研究論文集, pp181-186, 2000
- 5) 川上洋司, 李偉国, 佐野正：福井市コミュニティバス試行事業の経緯と評価, 2000年度第35回日本都市計画学会学術研究論文集, pp175-180, 2000
- 6) 佐竹わか菜：新湊市のコミュニティバスと市民生活, 富山商船高等専門学校卒業研究報告, 2002
- 7) 新田保次・都君燮：「利用者頻度を考慮した高齢者対応型コミュニティバスの需要予測に関する研究」, 土木計画学研究・論文集, NO. 16, pp. 43-54, 1999
- 8) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資道路透視の評価に関する指針(案), 1998