

鉄道駅端末の交通計画に関する基礎的研究

— 交通費用に基づく交通手段選択の分析から —

A Study of Transportation Planning on Feeder Access to a Railway Station
- An Analysis of Modal Choice Based on Travel Costs -

増島 哲二* 榛沢 芳雄** 福田 敦**

By Tetsuji MASUJIMA, Yoshio HANZAWA, Atsushi FUKUDA

In recent years, the number of commuters who use private transportation mode on feeder access to a railway station increases considerably and several problem, such as irregular parking of a bicycle near railway station, have been occurred caused by this change on the usage.

In this research, a strategic plan is proposed to alleviate these pressing problems. This plan is composed of four salient features, namely (1) improvement of bus route, (2) regulation of parking facilities for private transportation modes, (3) provision of parking facilities for private transportation modes and (4) operation of public transport for the use of the less strong and disabled commuters. The change on the modal share is obtained to test the feasibility of this proposed plan pre-supposing that a commuter chooses the most economical mode in terms of travel cost.

As a result of this analysis, it is found that this plan could alleviate total travel cost. In like manner, this plan will lead to profitability of bus operation. The fourth feature must also be implemented to service handicapped and/or old person for social welfare consideration.

1. はじめに

ここ数年、筆者らは首都圏郊外での鉄道駅端末におけるK & R (Kiss & Ride) やC & B R (Cycle & Bus Ride) 等の個人交通手段の利用形態を対象として調査・分析を進めてきた。分析の結果から、これら個人交通手段の利用形態は、自家用車、バイク、自転車等の個人交通手段の持つ快適性や利便性が、公共交通と比較して優れているために利用者から評価され利用されていることを明かにした。さらに、個人交通手段を用いた交通形態の利用率は近年著しく上昇し、その利用が定着していることを把握する

とともに今後も増加を続けると推測した。そして、個人交通手段の利用形態を活用した鉄道駅端末の交通体系の必要性を筆者らは提言してきた。^{1) 2) 3)}

しかし、これまで行ってきた個人交通手段の利用形態の調査・分析は、各々個別の条件を持つ地域を対象としたものであり、これらの交通形態を同一の鉄道駅端末の交通体系の中でどのように位置付け、体系化するかにについての検討が必要である。

また、個人交通手段の利用形態を活用した鉄道駅端末の交通体系を考える場合には、いくつかの問題点があり、特に計画者の立場からは、個人交通手段を利用できない高齢者や障害者等の交通弱者にとって、公共交通サービスが現状よりも低下しないような交通体系づくりが必要となると考えられる。

そこで本研究では、まず個人交通手段の利用形態の問題点の整理から、各々の利用形態の位置付けを明確にする。そして、その位置付けに基づいた鉄道駅端末の総合交通体系の計画を提案する。

* 学生員 工修 日本大学大学院 理工学研究科
交通土木工学専攻

** 正 員 工博 日本大学教授 理工学部交通土木工学科

** 正 員 工博 アジア工科大学助教授
日本大学助手 理工学部交通土木工学科
(〒274 船橋市習志野台7-24-1)

そして、総合交通体系の評価方法として、端末交通の利用者が時間費用も含めた交通費用の点から最も経済的な交通形態を選択することを仮定として地区メッシュごとの交通手段選択を捉え、交通サービスが低下する地区を交通手段選択の変化から分析する方法を検討する。

2. 問題点の整理による個人交通手段の

利用形態の位置付けの明確化

鉄道駅端末の交通形態にはバス、P & B R (Park & Bus Ride)、C & B R、K & R、P & R (Park & Ride)、C & R (Cycle & Ride)、徒歩等があるが、各々の交通形態は、利用する施設や空間、利用状況等において異なった特性を持っている。そのため、鉄道駅端末の交通体系の中に個人交通手段の利用形態を活用して位置付ける際には、これらの交通形態の問題点や相互の関連について整理し、検討する必要がある。そして、それに基づいて効果的な交通体系を考える必要がある。

個人交通手段の利用形態の問題は、これまでの分析の結果から以下のようにまとめられる。^{1) 2) 3)}

(1) 時間的な問題

端末交通の利用者は、主に通勤、通学者であるため、利用が朝夕に集中してしまう。

(2) 空間的な問題

鉄道駅へのアクセス道路においては、K & R、P & Rの自家用車の集中が混雑を引き起こしている。また、駅前広場や周辺道路ではバスと自家用車が、歩道ではC & Rのバイクや自転車と歩行者が錯綜している。そして、P & RやC & Rの違法駐車や駐輪の増加もあわせて考えると鉄道駅周辺の道路交通の円滑な処理は困難な状況にあるといえる。

また、K & RやP & Rの自動車は、道路の占有面積に比べ輸送能力が小さく、空間的にもエネルギー的にも非効率となっている。特に、K & Rでは移動距離がP & Rの2倍となる。

(3) 施設的な問題

鉄道駅に近いC & Rのための駐輪場は飽和状態であり、P & Rのための駐車場もその供給量が絶対的に不足している。また、離れた施設では利用率が下がる傾向がある。さらに、バス停留所には駐車施設がないため、P & B R、C & B Rの利用者の違法駐

車が、歩行者や道路交通の障害となっている。

(4) 利用圏域の問題

各交通形態の鉄道駅からの利用圏域は、用いる手段の時間距離特性や周辺の鉄道路線の密度等によってほぼ規定されている。しかし、近年ではC & RやK & Rの利用において、一般的な利用圏域よりも近い、徒歩や自転車等の利用圏域からの利用者が増加している。

以上のような問題は個人交通手段がさらに増加した場合、ますます深刻になることは明らかである。地方自治体が行う鉄道駅周辺での駐輪場、駐車場等の交通関連施設の整備には限界がある。しかも鉄道駅周辺のように地価が高く、空間的価値の高い地区にこれ以上、公共交通手段と比較して空間利用効率の低い個人交通手段のための施設を整備する必要があるのかといった議論も出てくる可能性もある。したがって、個人交通手段の利用形態を地域的に配分し、施設や空間の利用効率を高める必要があり、その達成を確実なものにするためには利用規制等の実施が不可欠となる。

一方、バスは個人交通手段の増加に起因する道路混雑により運行の速達性、確実性を欠き、近年利用者が減少している。また、端末交通における唯一の公共交通手段でもあるため、需要量が少なく効率が良くないのにも関わらず運行を続けなければならない路線も多くなっている。

3. 端末交通における総合交通体系の提案

本研究では、前節での問題点の整理に基づき、地方自治体が実施する鉄道駅端末の交通計画において、個人交通手段の利用を明確に位置付けた総合交通体系の計画を提案する。特にこのような計画は、住宅地と連絡するバス路線が多数接続し、乗降客も多いために深刻な交通問題を抱えているような鉄道駅の端末交通において、通勤、通学者の集中するピーク時に実施されることが効果的であると考えられる。

この計画の内容は、主に以下の4つの施策によって構成されている。そして、総合交通体系の基本的な概念は図-1に示される通りである。

(1) バス路線の再編成

通勤、通学者のために既存のバス路線を再編成し、バスの旅行時間、待ち時間の短縮を図る。そのため

には、鉄道駅周辺でのバス交通の速達性を高めるため、バス優先策を適用する。また、ほとんどの通勤、通学者が鉄道駅端末において個人交通手段を利用するであろう地域において、バス路線の統合、廃止を行いバス運行の効率化を図る。

(2) 個人交通手段の利用規制圏域の設定

バス路線の再編成と同時に、鉄道駅周辺で個人交通手段の利用規制圏域を設定する。その範囲は鉄道駅まで徒歩や公共交通が利用可能で、しかも所要時間が個人交通手段と大差がないような圏域とする。

(3) バスターミナルへの駐車、駐輪施設の整備

個人交通手段の駐車、駐輪施設を周辺の主なバスターミナルに整備する。これは、鉄道駅と離れた地域からの個人交通手段の利用者が、鉄道駅まで直接アクセスせず、バスに乗るために主なバスターミナルへ向かう、P & B RやC & B Rの利用者が最近増加し、定着していることへの対応策となる。

(4) 高齢者、障害者等への公共交通サービスの供給
バス路線の統合、廃止による施策では、すべての人が個人交通手段を利用できることを前提にしているため、高齢者や障害者等のように個人交通手段を利用できない人が不利になることが予想される。そのため、バスターミナルへ接続する公共交通サービスをこれらの人々に供給する。その手段には、デマンドバスのように柔軟性を持つものを採用する。

4. 総合交通体系の分析手法の検討

ここでは、提案した総合交通体系の評価方法として、鉄道駅端末での交通サービス（所要時間、料金等の交通費用）が低下する地区がないことを基準とし、総合交通体系の実施に伴う地区ごとの交通手段選択の変化から分析する方法を検討する。

交通手段選択の分析においては、近年非集計行動モデルを用いることが多くなっている。非集計行動モデルは、理論的に個人属性や交通サービス特性等多くの要因を取り入れ、きめ細かい分析が可能であるが、変数が多いと精度が下がるため最終的に取り上げられる変数が分析によって異なったり、個人や世帯属性の将来値の予測や個人データ収集の調査方法が難しい等の問題がある。そのため、個人の社会経済属性すべてを取り入れて非集計行動モデルの理論を実証的に確かめたものは少ない。一方、青山⁴⁾は非集計行動モデルの理論が、行動モデルの中でも時間価値を確率変数とし、各個人は一般化費用を最小限にするモードを選択するという確率分布モデルの理論と一致していることを証明している。

そこで、本研究では地区ごとの交通手段選択の分析手法として、確率分布モデルの考え方を用いることにする。このモデルは利用者が交通手段の選択にあたり、損失（犠牲量）が最小限になるように選択すると仮定していることから犠牲量モデル^{5) 6) 7)}とも呼ばれ、本研究では以後犠牲量モデルと表現することにする。

犠牲量モデルによる分担率の推計方法の基本は、以下のような考えに基づいている。

一般に、利用者 n が端末交通手段 i を利用する場合に要する総交通費用 ($C_{i,n}$) は、実際に支払う運賃等の金銭的費用 ($F_{i,n}$) と時間費用 ($T_{i,n}$) の合計として示されることが知られている。この時、時

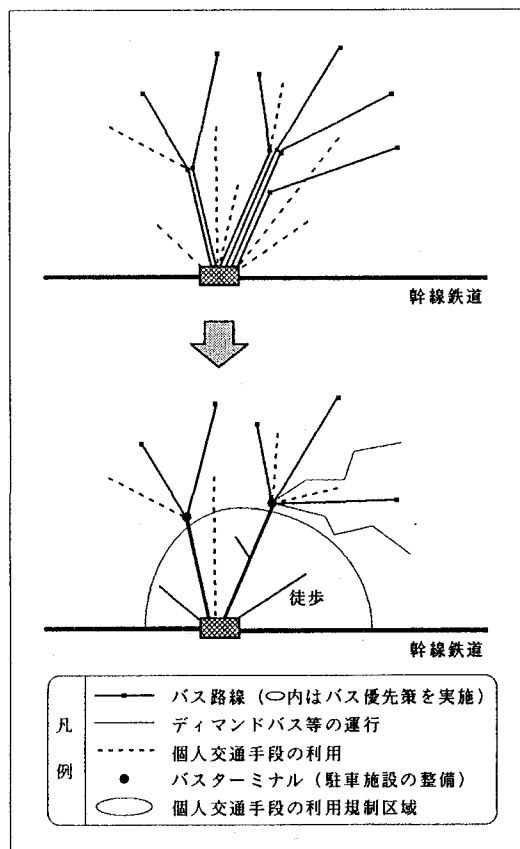


図-1 鉄道駅端末における総合交通体系の概念

間費用（ T_i^n ）は待ち時間等を含む移動の総所要時間（ t_i ）と時間価値（ V^n ）の積として表されるので、総交通費用は次式で求められる。

$$C_i^n = F_i^n + t_i V^n \quad \dots (1)$$

式（1）において、利用者 n の端末交通手段 i を利用する時の金銭的費用と移動所要時間は時間の経過とともに変化せず、固定であるとする、移動に要する総交通費用は利用者の時間価値変化によってのみ変化する単調増加関数として求められる。

そして、交通手段選択は利用者が利用可能な手段の中から総交通費用が最小な手段を選択することによってなされていると仮定し、選択された各手段の時間価値分布の面積から分担率が推計できる。しかし、時間価値については計量化の理論に多くの議論や問題点があるため、本研究では時間価値の分布を仮定して扱うことにする。

5. 端末交通手段の交通費用の定式化

各端末交通手段において計上される交通費用の内容を整理したものを表-1に示す。分析の対象にはバス、P & B R、C & B R、P & R、K & R、バイク、自転車、徒歩の8つの端末交通手段を取り上げた。さらに、各端末交通手段の交通費用を図-2のように定式化した。式中の n は端末交通の利用者、 i は表-1の番号の端末交通手段を表している。

交通費用には、金銭的費用として運賃、燃料費、車両減価償却費、駐車・駐輪料金を取り上げた。また、移動所要時間としては、実移動時間、乗り換え時間、待ち時間を取り上げた。

さらに、利用者の移動に要する時間費用以外の交通費用として次の費用を取り上げた。⁸⁾

- ① K & R利用における家族（運転者）の運転、待ちの時間費用

表-1 端末交通手段の交通費用の整理

端末交通手段	金 銭 的 費 用						時 間 費 用				
	利用者					家 族	利用者				家 族
	運 賃	所 要 経 費			駐 車 料 金	機 会	移 動	待 ち	乗 換	運 転 者	待 ち
		燃 料 費	償 却 費	維 持 費						運 転	
1 バス	○						○	○			
2 P & B R	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
3 C & B R	○		○	○			○	○	○		
4 P & R		○	○	○	○	○	○		○		
5 K & R		○	○	○			○			○	○
6 バイク		○	○	○	○		○			○	
7 自転車			○	○	○		○		○		
8 徒 歩							○				

金銭的費用（ F_i^n ）

- ・運賃
 FB_i^n
- ・自家用車、バイク、自転車の所要経費
 $FC_i^n = dt_i^n \times fci$
 dt_i^n : 各個人交通手段の往復利用距離 (km)
 fci : 1 km当りの所要経費 (円/km)
 $fci = (ffi + fdi + fmi) / ds_i$
- 燃料費: $ffi = fe_i \times dt_i$ (円/年)
 fe_i : (円/km = 円/km/1000)
 ds_i : 年間走行距離 (km/年)
- 減価償却費: $fd_i = pri / lfi$ (円/年)
 pri : 個人交通手段の購入費 (円)
 lfi : 耐用年数 (年)
- 維持管理費: $fmi = sui + spi + tai$ (円/年)
 sui : 保険料 (強制, 任意) (円/年)
 spi : 車検料 (円/年)
 tai : 税金 (円/年)

(注: K & R には所要経費が2往復分必要となる)

- ・駐車、駐輪料金
 $FP_i = pai / 365$
 pai : 個人交通手段の駐車料金 (円/年)
- ・家族の機会損失費用
 $FM_i = Ci^m$
(家族[m]の利用する交通手段[i]の交通費用)

時間費用（ $t_i V^n$ ）

- t_i : 所要時間 (分)
 V^n : 時間価値 (円/分)
- ・移動時間
 $tmi = \sum (dt_i^n \times spi \times 60)$
 spi : 旅行速度 (km/h)
- ・バスの待ち時間
 $twi (=const.)$
- ・乗換時間
 $tli (=const.)$
- ・家族（運転者）の運転、待ち時間
 $tfi = (2 \times dt_i \times spi \times 60) + tsi$
 tsi : 運転者の迎え時の待ち時間 (分)

図-2 端末交通手段の交通費用の一覧

② P & B R および P & R における自家用車を家族 m が利用できない機会損失の金銭的費用

これらはいずれも家族の持つ時間価値によって異なり、②については家族が運転免許を持ち、自家用車を利用する場合にのみ費用として加算される。

定式化の際に仮定した条件は、以下の通りである。

- ・交通費用の算出は鉄道駅と自宅の1回の往復に要するものとし、鉄道駅での待ち時間は含まない
- ・各端末交通手段の速度は一定(表-2参照)
- ・自家用車保有世帯の保有台数は1台

6. 交通手段選択に基づく総合交通体系の分析方法

分析の手順は、まず地域を地区メッシュに分割する。地区メッシュのサイズは、1つのメッシュにバス停留所が2つ以上入らない程度の大きさにする。そして、各地区メッシュから鉄道駅までの金銭的費用と所要時間を算出する。交通費用は所要時間と時間価値の関数として表せる。図-3には、鉄道駅から3kmの地区で交通費用を試算した結果を例として示す。計算の際には、所要時間は各交通手段の速度と利用距離から算出し、待ち時間、乗換時間は一定とする等の条件を仮定した。

交通手段選択は、最小の交通費用の交通手段を選択すると仮定して、各利用者の時間価値により求められる。図-3の試算例では時間価値が低い層の利用者から順に徒歩、自転車、バイクを選択することを示している。

総合交通体系の実施により交通サービスの低下する地区メッシュの分布は、利用者が選択する交通手段の交通費用が現状よりも上昇する地区の分布として示すことができる。したがって、地区ごとの総交通費用の上昇を最小にする施策の組み合わせを検討することにより総合交通体系の評価を行う。

しかし、すべての利用者が個人交通手段を利用可能ではないため、これらの利用者を考慮する必要がある。そこで、個人交通手段が利用できない利用者は生産力を持たない人が多いことから、一般に時間価値が低いと仮定し、特にこれらの利用者にとって公共交通であるバスの交通費用が上昇した地区に公共交通サービスの供給を検討する。図-4には、図-3の時間価値の低い層(V^1)の利用者の交通手段選択の変化状況を例として示した。

表-2 計算に用いる端末交通手段の速度一覧

端末交通手段	平均速度 (km/h)	計算速度 (km/h)
バス	10 - 15	10
自家用車	15 - 30	15
バイク	-	20
自転車	10 - 15	10
徒歩	4 - 6	5

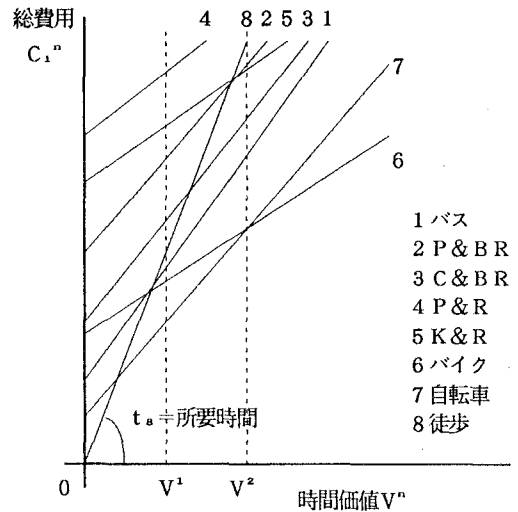


図-3 交通費用と時間価値の関係(試算例)

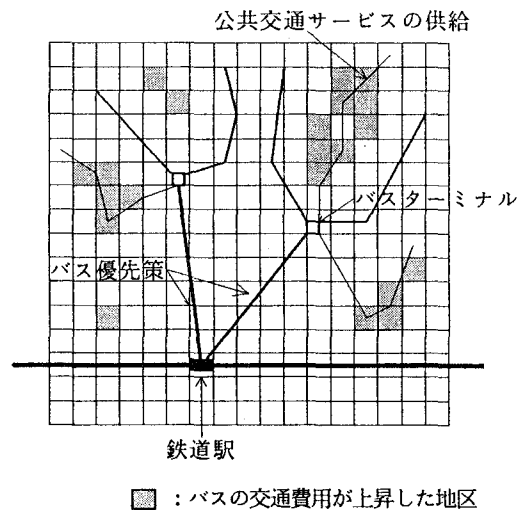


図-4 交通手段選択の変化した地区の分布状況の例(時間価値 V_1)

また、個人交通手段の利用規制圏域の範囲の設定は、ほとんどの利用者が徒歩、バスを選択する地区メッシュの分布範囲として検討する。

7. おわりに

本研究では、個人交通手段の利用形態を鉄道駅端末の交通体系に位置付けた総合交通体系を提案した。そして、交通体系の評価方法として、地区ごとの総交通費用が低下しないことを基準とし、犠牲量モデルを用いた交通手段選択の変化から分析する方法を検討した。このような交通体系は、結果的に利用者の総交通費用を低減、バス運行の効率化、高齢者や障害者等の利用者の考慮につながるものと考えられる。今後は、この分析方法をシステムとして構築し、実証的に分析を進めていく。

また、提案した総合交通体系の実行可能性については、利用者、運営者、自治体、地域社会等多くの主体から評価し、総合的に判断する必要があるのはいうまでもない。しかし、自治体にとっては、鉄道駅周辺での駐車施設等の用地確保の困難さから考えれば、遠隔地での拠点的なバスターミナルでの駐車施設の整備にかかる費用の方が安く容易であり、鉄道駅周辺での個人交通手段による交通混雑が解決できるであろう。また、バス事業者にとっては運行の効率化が、利用者にとっては時間費用の低下による交通費用の低減が図れる等、その実行可能性は比較的高いものと考えられる。

さらに、犠牲量モデルによる交通手段選択の分析方法では、時間価値の推計方法の検討、交通費用の全トリップに対しての考慮、他の鉄道駅までの交通費用との比較、通勤者のバス料金の会社負担の考慮、家族の時間価値や機会費用をどう扱うか等の問題点があり、今後検討すべき課題を残している。

【参考文献】

- 1) 内山・山川・福田；キス&ライドの実態分析と今後の動向，国際交通安全学会誌，Vol.13，No.3，pp.8～20，1987年
- 2) 榛沢・野村・福田・増島；バス停留所までの自転車利用に関する実態調査とその分析，交通工学，Vol.26，No.3，pp.33～42，1991年
- 3) 増島・榛沢・福田；C & RからC & B Rへの転換交通の分析，土木学会第18回関東支部技術研究発表会講演概要集，pp.198～199，1991年
- 4) 青山；交通計画における時間価値研究の系譜，土木学会土木計画学研究発表会講演集 No.2，pp.61～70，1980年
- 5) 坂下；交通量配分の微視的理論について，高速道路，pp.16～22，1962年
- 6) 松本嘉司著；交通計画学，培風館，1985年
- 7) 岡野行秀編；交通の経済学，有斐閣，1977年
- 8) 増島・榛沢・福田；K & RとP & Rの交通費用の比較，土木学会第46回年次学術講演会(1991年)発表予定
- 9) 森地ほか；交通（I）－輸送の計画－，彰国社，pp.109，1982年
- 10) 東京都市圏交通計画委員会；昭和54年度東京都市圏総合都市交通体系調査報告書No.2，1979年
- 11) 利根川・榛沢・福田・増島；買物型P & B Rの利用実態分析，土木学会第46回年次学術講演会にて発表予定，1991年
- 12) 河上；交通計画の新しい評価方法，国際交通安全学会誌，Vol.11，No.4，pp.26～32，1985年