

地方都市圏における都市鉄道利用促進方策への示唆

地方都市圏の都市鉄道については利用者数の低迷が深刻な課題である。本研究では、特に自家用車から都市鉄道へのモーダルシフトを促進する観点から、都市鉄道サービスの充実及び自家用車利用への負荷の増大に着目して、一般化費用概念を用いて利用促進方策を定量的に評価した。そして、各路線あるいは各都市圏ごとに利用促進方策の改善目標値を一般化費用変化で示し、路線あるいは都市圏によって方策の有効性が異なることを明らかにした。

キーワード 都市鉄道，地方都市圏，利用促進方策

平石和昭

HIRAISHI, Kazuaki

(株)三菱総合研究所主任研究員

前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1 はじめに

都市鉄道をはじめとする公共交通の利用促進は、十分な旅客収入を確保して公共交通を健全に運営する観点のもとより、大気汚染の軽減やCO₂の排出量抑制に寄与するなど社会的な観点からみても重要な方策である。

大都市圏と異なり、地方都市圏においては公共交通利用者数の低迷が深刻な課題となっている。利用者数の減少は、路線の廃止やフリークエンシーの減少など公共交通サービス水準の低下を招き、これがさらに利用者数の減少を招くという悪循環に陥っている。

これに対して、特定の地域を対象とする関連研究は数多く行われている。例えば福岡市と運輸経済研究センターによる「地方中枢都市における鉄道網整備のあり方に関する研究会」報告[1993]は、福岡市を対象として都市鉄道の利用促進や整備のあり方を検討したものである。このような特定の都市圏の特定路線を対象とした利用促進方策のあり方及びその基礎的な分析となる需要予測や採算性の検討に関する手法は確立している。しかしながら、全国的な視点に立って利用促進方策に関する指針を打ち出すためには、複数の都市圏・複数の路線を対象とした地域間比較分析を踏まえる必要がある。

マクロ指標で表現した都市圏特性と交通手段分担率との関連性を分析した既存研究はいくつかみられる。例えば下田・浅野・中野[1991]は、都市特性として人口、DID面積率、DID人口密度、昼夜間人口比、第3次産業従業人口比等に注目し、人口規模、DID面積率、DID人

口密度等がマストラ分担率を高め、自動車分担率を低下させる要因となることを明らかにしている。

特に人口密度やDIDへの人口集中度等の人口関連指標と公共交通との関連性に着目して分析している研究もある。例えばNewman・Kenworthy [1989]は、公共交通事業を可能にする土地利用計画についてデータ解析を行っており、人口密度が1haあたり30～40人を下回ると自動車依存度が急上昇するとしている。進藤[1996]は、都市のDID人口密度に着目し、地下鉄、都市モノレール・AGT、路面電車という都市鉄道システムごとに採算性が確保できるDID人口密度について検討している。

しかしながら、これらの研究は、いずれも地域特性については都市レベルのマクロ指標で表現しているに過ぎず、都市圏の形状や局地的な人口分布の偏りと都市鉄道等交通ネットワークとの関連性までは踏み込んでいない。

都市圏の形状や都市圏内での人口分布構造と交通ネットワークとの関連性を表現するためには、都市圏内を複数のゾーンに区分して分析する必要がある。例えば遠藤・古池・森本[1995]の研究にみられるように、特定の都市に限って、ゾーン別に土地利用と公共交通分担率との関連性を分析した研究はいくつかみられるが、都市圏内の人口分布構造を踏まえた上で、複数の都市圏を対象として、同一データ・同一方法によりクロスセクション分析を行った事例は少ない。

したがって、本研究では「都市鉄道の利用を促進するために、どのような都市圏でどのようなサービスの改善や関連施策を、どの程度行うべきか」という問題提起を行

い、地域メッシュ統計を用いて人口分布構造を表現しつつ、複数の都市圏を対象に旅客需要と駅勢圏特性の関係を定量的に分析した上で、都市鉄道の利用促進方策に関する示唆を得ることを目的とした。

なお、「都市鉄道」とは、郊外鉄道、地下鉄、モノレール・AGT、路面電車等都市圏でサービスを提供する鉄軌道全てを含んでいる。

2 都市鉄道利用促進方策の体系と本研究の特徴

2.1 都市鉄道利用促進方策の体系

都市鉄道の利用促進方策は、大きく3つのグループに分類される(図1)。

第1は、都市鉄道自体の魅力を向上させて利用の促進を図る方策であり、アクセス利便性、高速性、フリークエンシー・乗換え利便性、低廉性といった基本的な輸送特性を改善する他に、車両の冷房化等の快適性の向上や新造車両の導入等がある。

第2は、競合する交通手段の利用に対して負荷をかけることにより、相対的に都市鉄道の魅力を向上させて利用の促進を図る方策である。社会的な観点からは自家用車からのモーダルシフトが重要であり、ここでは自家用車の利用抑制方策に絞って整理した。具体的には、自家

用車の取得、保有、利用の各段階で課徴金をとる経済的施策や、通行規制や駐車場規制をかける制度的施策があげられる。

第3は、住民が都市鉄道を利用しやすいように都市圏の土地利用を計画・整備していく方策である。これは近年、米国で注目されているTOD(Transit Oriented Development)と同義である。具体的には、駅勢圏での人口密度向上や都心部での商業・業務集積の向上等の密度政策や新規の大規模住宅開発や大量の旅客需要の発生を伴う施設と都市鉄道の連携、あるいはJR中央駅や空港等の大規模な交通施設と都市鉄道の連携を図る施策があげられる。

2.2 本研究の特徴

本研究では、特に自家用車から都市鉄道へのモーダルシフトを促進する観点から、「都市鉄道サービスの充実」及び「自家用車利用への負荷の増大」に着目して、各施策の有効性を定量的に分析した。その特徴は、以下の2点である。

路線の輸送状況に応じた改善目標の設定と施策の定量的評価

都市鉄道の輸送状況は駅勢圏特性や競合する交通手段の整備状況等により異なっており、改善目標も各路線ごとに異なる。そこで本研究では、各路線ごとに輸送密度指標で改善目標を設定し、目標を達成するために必要な都市鉄道サービスの充実や自家用車利用への負荷の増大に関する施策について定量的に評価した。

一般化費用を用いた交通手段分担構造の分析

本研究では、地方都市圏の交通政策上の重要課題であるCBD(Central Business District)へのアクセスに着目して、都市鉄道と自家用車の利便性を比較・評価することにより、モーダルシフト施策に関する示唆を得た。分析の単位は、1990年国勢調査地域メッシュ統計の4次メッシュ(DIDを500m×500mサイズで表現)単位である。各メッシュごとに都市鉄道利用及び自家用車利用によるCBDまでの一般化費用を算出し、両者の一般化費用比に着目して都市鉄道と自家用車とのトレードオフ関係を分析した上で、自家用車から都市鉄道へのモーダルシフト施策について検討した。

3 路線別輸送密度目標値の設定

人口50万人以上の地方都市圏^{注1)}の中で、CBDを通り、かつサービス提供範囲が都市圏内に収まっている地下鉄、モノレール、路面電車の15路線を対象として、各路線ごとに輸送の改善目標を設定した。

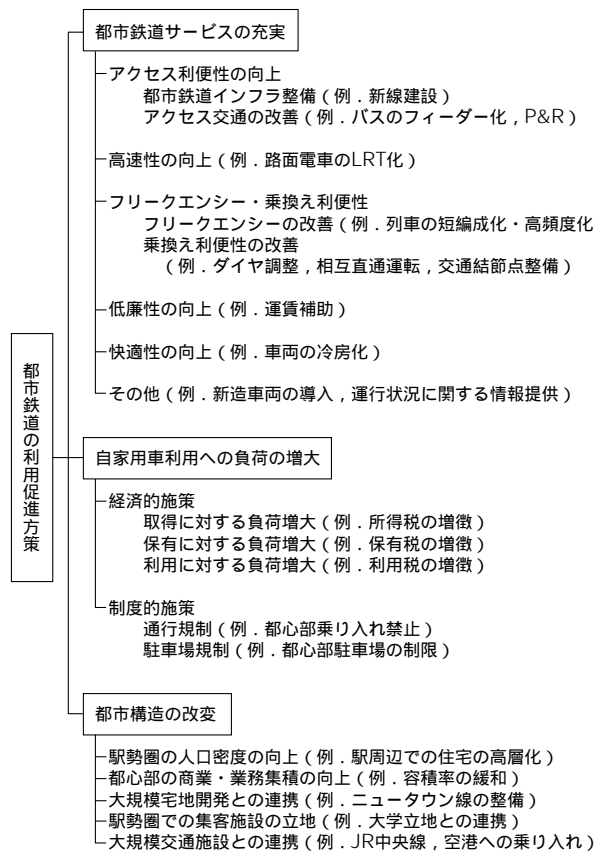


図1 都市鉄道利用促進方策の体系

3.1 輸送密度の定義

輸送密度は、「1日1kmあたりの輸送人員」であり、その定義式は以下に示すとおりである。

$$\text{輸送密度} = \frac{\text{年間輸送人キロ(人km)}}{\text{営業キロ(km)} / 365(\text{日})}$$

輸送密度は、営業キロの長さの影響を受けない指標であり、輸送能力や採算性評価に関する輸送状況の表現に適している。対象とした15路線の1990年の輸送密度は表3に示した。

3.2 限界輸送密度と必要輸送密度

都市鉄道システムごとに目標となる輸送密度の基準値を設定した。基準値は、以下の2つのアプローチにより設定した。

3.2.1 輸送容量からみた輸送密度の限界値

既設路線の事例や文献をもとに、地下鉄、モノレール・AGT、路面電車ごとに標準的な輸送容量を設定し、各都市鉄道システムごとに輸送容量に対応する輸送密度(以下、「限界輸送密度」と呼ぶ)を設定した。その算出式は

表1 算出にあたっての前提条件

項目	地下鉄	モノレール・AGT	路面電車
営業キロ	18km	12km	8km
1人平均乗車キロ	5km	4.6km	2.6km
路線・断面輸送力比	1.6	1.2	1.3
最混雑時間・終日輸送力比	10%	10%	10%
時間断面輸送力	51,200人/時 8両編成 2分間隔運行 1編成=定員1,140人 混雑率150%	17,000人/時 4両編成 2分間隔運行 1編成=450人 混雑率150%	6,750人/時 2両編成 2分間隔運行 1編成=150人 混雑率150%
事業費	4,500億円	1,200億円	80億円
平均運賃	220円	220円	160円
借入金利率	5%	5%	5%
減価償却費	構造物: 50年定額法 車両: 13年定額法	構造物: 50年定額法 車両: 13年定額法	構造物: 50年定額法 車両: 13年定額法
運営経費原単位	6.66億円/km・年	2.33億円/km・年	1.13億円/km・年
参考事例	福岡市営地下鉄 京都市営地下鉄	金沢シーサイドライン 湘南モノレール 埼玉新都市交通 大阪モノレール線 ポートアイランド線	都営荒川線 阪堺電軌 熊本市電

注1: 通常、車両の減価償却は定率法で行われるが、ここでは簡便のため定額法を採用した。

注2: 時間断面輸送力及び運営経費原単位は、都市交通研究会資料による。

表2 限界輸送密度及び必要輸送密度

(単位: 人/日)

輸送密度	地下鉄	モノレール・AGT	路面電車
限界輸送密度	228,000	77,000	29,000
必要輸送密度	補助割合100%	41,000	13,000
	補助割合50%	97,000	33,000
	補助割合0%	152,000	54,000
			8,700

注1: 限界輸送密度とは、各システムの輸送容量からみた輸送密度の限界値である。
注2: 必要輸送密度とは、各システムの収支均衡を図るために必要な輸送密度である。
注3: 補助割合は、事業費に対する割合を示す。

以下のとおりである。

$$\text{限界輸送密度} = (\text{日最大輸送人キロ}) / (\text{営業キロ})$$

ただし、

$$\text{最大輸送人キロ} = (\text{日最大輸送力}) \times (\text{1人平均乗車キロ})$$

$$\text{日最大輸送力} = (\text{日最大断面輸送力}) \times (\text{路線・断面輸送力比})$$

$$\text{最大断面輸送力} = (\text{時間最大輸送力}) / (\text{最混雑時間・終日輸送力比})$$

算出にあたっての前提条件を表1に示す。

3.2.2 収支均衡に必要な輸送密度

各システムごとにモデルルートを設定し、収支均衡を図るために必要な輸送密度(以下、「必要輸送密度」と呼ぶ)を設定した。必要輸送密度は、いずれも路線を新設した場合のモデル試算値である。事業費(土地、構造物、車両)の初期投資分については、複数の補助率を設定し、補助の程度に応じた必要輸送密度を設定した。その算出式は以下のとおりである。

$$\text{必要輸送密度} = (\text{必要年間輸送人キロ}) / 365(\text{営業キロ})$$

ただし、

$$\text{必要年間輸送人キロ} = (\text{必要年間輸送人員}) \times (\text{1人平均乗車キロ})$$

$$\text{必要年間輸送人員} = (\text{必要年間コスト}) / (\text{平均運賃})$$

$$\text{必要年間コスト} = (\text{年間資本コスト}) + (\text{年間運営コスト})$$

$$\text{年間資本コスト} = (\text{減価償却費} + \text{借入金利払い}) \times (\text{補助割合})$$

$$\text{年間運営コスト} = (\text{運営経費原単位}) \times (\text{営業キロ})$$

算出にあたっての前提条件を表1に示す。都市鉄道システムごとに、限界輸送密度及び必要輸送密度を整理した結果は表2である。

3.2.3 対象路線のポジション

限界輸送密度及び必要輸送密度に対して、既設の地下鉄と路面電車の各路線の輸送密度がどのポジションに位置しているのかを示したものが図2である。必要輸送密度は、あくまで標準的なモデルルートで設定したものである。建設費や減価償却の程度等各路線の個別要因は考慮していないために実際の経営状況とは一致していない場合もあるが、収支均衡等の観点からみた各路線のポジションは表現できたものと考えている。この図からは次の4点が指摘できる。

- ・限界輸送密度に達している路線はない。東京圏等の大都市圏と異なり、地方都市圏では輸送需要がオーバーフロー状態にある路線はない。
- ・事業費への補助率0%で収支均衡が図られる路線は、広電本線及び長崎電気鉄道の路面電車路線である。
- ・現行の地下鉄補助に近い補助割合50%で収支均衡が図られる地下鉄路線は、札幌の南北線、東西線で

表 3 駅勢圏特性と路線特性

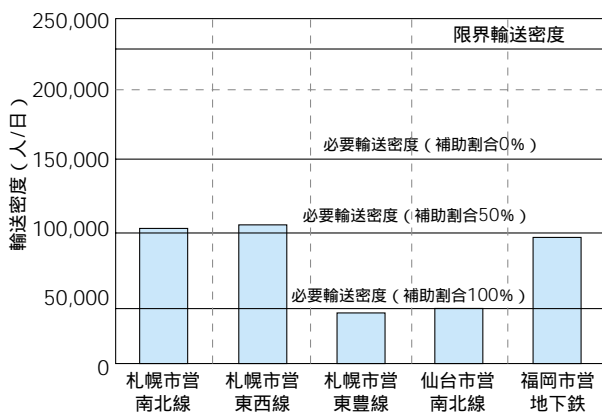
都市圏	路線	輸送密度 (人/日)	駅勢圏					
			DID人口 (人)	通勤通学者 比率	鉄軌道 分担率	鉄軌道 利用者数 (人)	鉄軌道利用者 人キロ (人キロ)	鉄軌道利用者 人キロ/営業キロ (人/日)
札幌	札幌市営南北線	99,998	386,548	55%	33%	70,186	616,804	43,133
	札幌市営東西線	101,822	406,510	54%	31%	67,468	730,103	42,202
	札幌市営東豊線	37,678	179,572	53%	27%	25,677	185,556	22,908
仙台	仙台市営南北線	41,572	316,134	54%	15%	25,759	231,787	17,043
富山	富山地鉄軌道線	7,845	85,936	50%	6%	2,395	13,143	2,054
豊橋	豊橋鉄道東田本線	4,466	100,494	47%	10%	4,737	24,345	4,593
広島	広電本線	17,096	372,079	54%	9%	17,472	106,906	5,687
岡山	岡山電気軌道	4,570	70,471	46%	3%	894	2,811	598
高知	土佐電鉄	3,777	220,510	47%	5%	4,994	38,085	1,505
松山	伊予鉄市内軌道線	5,233	149,159	49%	6%	4,449	21,878	2,279
福岡	福岡市営地下鉄	91,593	263,050	54%	18%	25,954	252,851	17,438
北九州	北九州鉄道小倉線	15,352	187,070	47%	7%	5,975	62,842	7,481
長崎	長崎電気鉄道	16,652	222,764	48%	10%	10,430	89,746	7,804
熊本	熊本市交通局	6,790	269,081	48%	3%	4,153	36,065	2,981
鹿児島	鹿児島市交通局	7,782	246,011	49%	5%	6,166	58,202	4,443

注1：鉄軌道利用者数 = DID人口 × 通勤通学者比率 × 鉄軌道分担率

注2：鉄軌道利用者人キロは、CBDへの通勤通学を前提として、以下の算式に従って各メッシュデータの積み上げを行った。鉄軌道利用者は往復とも同じ鉄軌道を利用するものと考えた。

$$\text{鉄軌道利用者人キロ} = (\text{鉄軌道利用者数} \times \text{最寄り駅からCBD駅までの駅間距離} \times 2)$$

【地下鉄】



【路面電車】

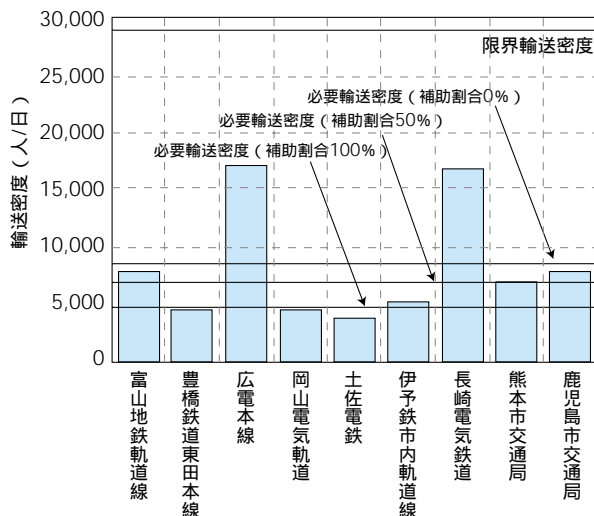


図 2 対象路線の輸送密度レベル

ある。福岡市営地下鉄も補助割合50%に対応する必要輸送密度に近い水準に達している。

・豊橋鉄道東田本線、岡山電気軌道、土佐電鉄の各路面電車は、事業費への補助が100%でも収支均衡が図られない輸送状況である。建設費補助だけでなく運営費補助も必要な輸送状況といえよう。

また、北九州のモノレール小倉線の輸送密度は15,352人/日であるが、これは現行のインフラ補助に近い補助割合50%に対応する輸送密度(33,000人/日)を大きく下回っている。

4 路線の輸送密度と駅勢圏特性との関連性

メッシュ統計データを利用すれば、複数の路線・複数の駅で同一方法による駅勢圏の設定が可能になる。ここでは以下に示す駅勢圏の設定方法に従って、複数の路線で駅勢圏の特性(人口集積、交通手段分担率)を把握し、路線の輸送密度との関連性を分析した。

4.1 駅勢圏の設定

一般に駅勢圏は、駅を中心として約1~2kmの範囲、すなわち徒歩で約15~30分程度の範囲と認識されている。ここでは、地域メッシュ統計を用いて次のように統一的に駅勢圏を設定した。

駅勢圏：当該駅のあるメッシュと周辺の24のメッシュ

の合計25のメッシュで構成されるものとした。メッシュは4次メッシュであり、その拡がりは2.5km×2.5kmの正方形になる。

いずれの路線についても、すべての駅の駅勢圏を併せて「路線全体の駅勢圏」とした。駅間距離が小さい場合は、隣接する駅で駅勢圏が重複する場合があるが、その際には重複するメッシュのダブルカウントを避けている。複数路線の駅勢圏を同一の方法で設定することで、路線間比較が可能となる。

4.2 路線別駅勢圏特性

先に示した駅勢圏の定義に従って^{注2)}、各路線別に駅勢圏の人口集積及び交通手段分担率を把握し、分析の基礎データとした。

対象15路線について、駅勢圏の人口集積、通勤通学者比率(人口加重平均値^{注3)})、鉄軌道分担率(人口加重平均値^{注3)})、鉄軌道利用者数、鉄軌道利用者人キロ及び各路線の輸送密度を示したものが表3である。鉄軌道分担率は、「JR以外の鉄道・電車」利用者の通勤通学者数に対する割合である。また、鉄軌道利用者人キロは、CBDへの通勤通学を前提として、各メッシュでの(鉄軌道利用者数×最寄り駅からCBD駅までの駅間距離×2^{注4)})を積み上げた数値である。

輸送密度と駅勢圏特性との関係については、以下の5点が指摘できる。

- 基本的な傾向として、地下鉄等輸送密度の高い路線の駅勢圏での人口集積は大きい。しかしながら、駅勢圏での鉄軌道利用者数は、人口集積の規模だけでなく通勤通学者比率(人口に占める通勤通学者の割合)や鉄軌道分担率の影響も大きく受けている。
- 通勤通学者比率は、規模の大きな都市圏で若干高めに出る傾向があるものの、どの都市圏も概ね50%前後で安定している。
- 鉄軌道分担率は、地下鉄で高く、郊外鉄道や路面電車では低くなる傾向がある。また、同種のシステムでも路線ごとの格差は大きい。同じ地下鉄でも、南北線、東西線、東豊線の3つの路線が整備され、より成熟したネットワークを持つ札幌と、路線数が1本の仙台では分担率に差がある。福岡の地下鉄は、福岡空港や博多駅と結節しているために駅勢圏での鉄軌道分担率の水準に比較して輸送密度は高い。
- 輸送密度は、鉄軌道利用者数だけでなくその分布構造の影響も受けている。例えば札幌の南北線と東西線を比較すると、南北線の方が鉄軌道利用者数は多いが輸送密度は東西線の方が高くなっている。これは、東西線の方が路線長が長く、利用者1人あ

たりの平均トリップ長が長いためと考えられる。輸送密度の路線格差は、鉄軌道利用者数よりもその分布構造まで反映した鉄軌道利用者人キロとの関連性が高い。

- ほとんどの路線で鉄軌道利用者人キロ/営業キロは、輸送密度を下回っている。前者は通勤通学目的のトリップのみを対象としたものであり、全目的を対象とした後者を下回るのは妥当な結果と考えられる。ただし、豊橋については、豊橋鉄道東田本線の駅勢圏内に名鉄の利用者が存在することから、鉄軌道利用者人キロ/営業キロが輸送密度を上回る結果になっているものと推察される。

4.3 輸送密度と駅勢圏特性の関係の数量化

輸送密度が駅勢圏での鉄軌道利用者人キロと密接な関係がある点に着目して、これらの関係を数量化したものが下式である。

$$\ln(TD) = 1.984 + 0.879 \ln(CST/RL) \quad (2.19) \quad (8.57) \quad () \text{内は} t \text{値} \quad R=0.922 \quad (1)$$

$$CST = \sum_i (POP_i \times R_i \times P_i \times L_i \times 2)$$

ただし、

TD : 輸送密度(人/日)

CST : 駅勢圏鉄軌道利用者人キロ(人キロ)

POP_i : メッシュ i の人口(人)

R_i : メッシュ i の通勤通学者比率

P_i : メッシュ i の鉄軌道分担率

L_i : メッシュ i の最寄り駅からCBD駅までの駅間距離(km)

RL : 路線の営業キロ(km)

輸送密度は旅客需要に関する線密度概念であるため、駅勢圏鉄軌道利用者人キロ(CST)を営業キロで除することにより線密度概念にした。相関係数は0.922と良好な水準を示している。

(1)式は、両対数をとった変数間による回帰分析結果であり、パラメータの0.879は輸送密度(TD)と CST/RL との間の弾性値を示している。 CST/RL は、メッシュ単位での「人口」、「通勤通学者比率」、「鉄軌道分担率」、「最寄り駅からCBD駅までの駅間距離」及び「路線の営業キロ」で構成されているが、「人口」、「通勤通学者比率」、「最寄り駅からCBD駅までの駅間距離」、「路線の営業キロ」が変わらないものと仮定すると、輸送密度と鉄軌道分担率との弾性値は0.879となる。

4.4 鉄軌道分担率の目標値

輸送密度と鉄軌道分担率との間に弾性値0.879の関係があることを利用して、各路線ごとに収支均衡を図るために必要なモーダルシフト施策の内容について検討した。

地下鉄及びモノレール・AGTは地下鉄補助あるいはインフラ補助の存在を前提として補助割合50%に相当する必要輸送密度を、路面電車については補助割合0%に相当する必要輸送密度を目標とした。対象路線の駅勢圏居住者の通勤通学時における鉄軌道分担率の実績値、目標値を表4に示す。

札幌、仙台、福岡での地下鉄の鉄軌道分担率の目標値が異なっているように、同じシステムでも路線によって目標値の水準が異なる。本研究で定義した鉄軌道分担率は駅勢圏の住民を対象としたものであるが、路線の輸送密度に対しては、JR中央駅や空港等の交通機関との結節状況や沿線での業務集積の多寡など、駅勢圏での鉄軌道利用者数以外の要素も影響を及ぼすものであり、これが路線別目標値の違いとなっている。

これら対象路線のうち、広島電鉄本線及び長崎電気鉄道の2路線は、既に補助割合0%に対応した必要輸送密度を上回る輸送密度を達成しており、検討対象から除外した。また、札幌の地下鉄については、南北線、東西線は必要輸送密度を超えているものの、残る東豊線が大きく下回り、交通企業体全体としての経営も赤字であることから、これら3路線計に対して目標を設定した。

5 都市鉄道と自家用車とのトレードオフ関係の分析

5.1 分担率曲線法の適用

国勢調査メッシュ統計では、通勤通学者の発地ベース

での交通手段分担別交通量をメッシュ単位で把握することが可能である。ここでは都市鉄道と自家用車とのトレードオフ関係に着目して、分担率曲線法を用いて両者の分担関係を分析した。

分担率曲線法は、交通手段分担関係を分析する際の最も基本となる方法であり、トリップ距離、トリップ時間、トリップ一般化費用等の比などと個々の交通手段の選好度を示す曲線を作っておいて、これから交通手段別の分担率を求める方法である。本研究では、自家用車から都市鉄道へのモーダルシフトの促進を検討する観点から、特に都市鉄道と自家用車に着目して両者のトレードオフ関係を分担率曲線により分析した。

分析にあたっての前提条件は次の4点である。

- ・国勢調査メッシュ統計の交通手段別交通量は発地ベースであり、ODベースではない。したがって実際の目的地を特定することは困難であるが、ここでは各メッシュからのトリップが全てCBDに集まるものと仮定して、CBDまでのトリップの一般化費用を各メッシュ発トリップの一般化費用の代表値とみなして分析を進めた。そのため、CBD・郊外間や郊外相互間でのトリップ数バランスや手段分担の偏りから、得られた結果には一定のバイアスが生じる点に留意する必要がある。
- ・対象とする交通手段は、都市鉄道と自家用車とした。
- ・都市鉄道交通量と自家用車交通量の合計に対する都市鉄道交通量の割合を「鉄軌道分担率(RC)」と定義し、前節の「鉄軌道分担率」と区別した。
- ・都市鉄道利用者は、「JR」利用者及び「JR以外の鉄道・電車」利用者の合計とした。両者の重複利用者は調整している。

表4 鉄軌道分担率の目標値

都市圏	路線	システム	輸送密度(人/日)			鉄軌道分担率		
			実績値	目標値	変動率	変動率	実績値	目標値
札幌	地下鉄3路線計	地下鉄	88,078	97,000	10%	12%	32.4%	36.1%
仙台	南北線	地下鉄	41,572	97,000	133%	152%	15.1%	38.1%
福岡	市営地下鉄	地下鉄	91,593	97,000	6%	7%	18.3%	19.5%
北九州	小倉線	モノレール	15,352	33,000	115%	131%	6.8%	15.6%
富山	富山地鉄軌道線	路面電車	7,845	8,700	11%	12%	5.6%	6.3%
豊橋	東田本線	路面電車	4,466	8,700	95%	108%	10.0%	20.8%
岡山	岡山電気軌道	路面電車	4,570	8,700	90%	103%	2.8%	5.6%
広島	広電本線	路面電車	17,096	8,700	-	-	-	-
高知	土佐電鉄	路面電車	3,777	8,700	130%	148%	4.8%	11.9%
松山	伊予鉄市内軌道線	路面電車	5,233	8,700	66%	75%	6.1%	10.7%
長崎	長崎電気鉄道	路面電車	16,652	8,700	-	-	-	-
熊本	市交通局	路面電車	6,790	8,700	28%	32%	3.2%	4.2%
鹿児島	市交通局	路面電車	7,782	8,700	12%	13%	5.1%	5.8%

注1：輸送密度及び鉄軌道分担率の実績値は平成2年の値。

注2：鉄軌道分担率は、各路線の駅勢圏居住者の通勤通学時における分担率である。

注3：地下鉄、モノレールの目標輸送密度は補助割合50%に対応した値。路面電車は補助割合0%に対応した値。

分担率曲線は、両交通手段の一般化費用比と各交通手段の選好度を示す曲線について作成した。基本的な分担率曲線の関数は、広島都市圏でのパーソントリップ調査の分析等をもとに、以下のように与えた。

$$PT_i = \exp(-a \cdot GCR_i^b) \quad (2)$$

ただし、

$$PT_i = QT_i / (QT_i + QC_i)$$

PT_i : メッシュ*i*の鉄軌道分担率(RC)

QT_i : メッシュ*i*の都市鉄道交通量

QC_i : メッシュ*i*の自家用車交通量

GCR_i : (都市鉄道利用による一般化費用)
(自家用車利用による一般化費用)

a, b : パラメータ

5.2 都市鉄道利用による一般化費用

都市圏内各メッシュからCBDまでの都市鉄道利用による一般化費用は、以下の式に従って算出した。

都市鉄道については、駅位置を地図情報として与えることにより、都市圏内の人口分布と都市鉄道ネットワークとの近接性を表現した。各メッシュから駅までは徒歩(4km/h)でアクセスするものとした。さらに、ダイヤ編成、乗換え利便性、運賃を取り込むことにより、高速性、フリークエンシー、乗換え利便性、低廉性等のソフト面でのサービス水準も評価できるようにした。

$$GC_i = ACT_i \cdot ACTV + LHT_i \cdot LHTV + WAT_i \cdot WATV + EGT_i \cdot EGTV + F_i \quad (3)$$

ここで

GC_i : メッシュ*i*からCBDまでの一般化費用(円)

ACT_i : メッシュ*i*から駅までのアクセス時間(分)

LHT_i : 乗車時間(分)

WAT_i : 待ち時間・乗換え時間(分)

EGT_i : 駅からCBDまでのイグレス時間(分)

$EGTV$: イグレス時間の評価値(40円/分^{注5})

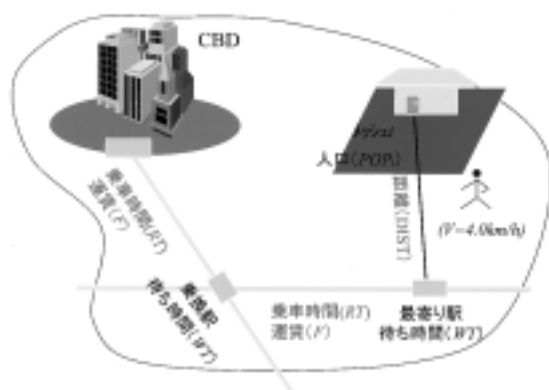


図 3 CBDへの一般化費用

$LHTV$: 乗車時間の評価値(26円/分^{注5})

$ACTV$: アクセス時間の評価値(33円/分^{注5})

$WATV$: 待ち時間・乗換え時間の評価値(45円/分^{注5})

F_i : 鉄軌道の運賃・料金(円)

5.3 自家用車利用による一般化費用

自家用車利用による一般化費用は、CBDまでの所要時間(時間価値を乗じて金額換算)、燃料費、自家用車保有コストとし、以下に示す式に従って算出した。

各都市圏の道路ネットワークを詳細に表現するためには膨大な作業が必要であるが、ここでは簡便のため、道路ネットワーク等に関する都市圏特性を表現するパラメータ、 α を与え、(2)式を導出する過程でその推定を行った。

$$GCC_i = \alpha \cdot (40 \cdot 60 / V_j + 12.5) \cdot DIST_i + 1400 \quad (4)$$

ただし、

GCC_i : メッシュ*i*の自家用車利用による一般化費用(円)

V_j : j 都市圏の自家用車平均速度(km/h)

$DIST_i$: CBDからメッシュ*i*までの直線距離(km)

α : 各都市圏ごとに設定するパラメータ

時間価値は暫定的に40円/分を与え、都市圏別の自家用車平均速度は1994年度の道路交通センサスより各都市圏での平均速度を与えた。また、燃料費は12.5円/km、保有コストは1,400円/台・日とした(表5)。(4)式の第1項は燃料費や所要時間を貨幣換算した「自家用車利用コスト」であり、各メッシュとCBDとの相対的な位置関係によって変わる費用である。第2項は自家用車の購入費、車検費用、駐車場費用、自動車関連諸税(自動車重量税、自動車税、自賠責保険料等)等の「自家用車保有コスト」であり、これは住居の位置によって変わることのない費用である。

は「自家用車利用コスト」に関する各都市圏特性を表現するパラメータであり、直線距離と実際の道路距離

表 5 自家用車の一般化費用算出にかかる前提条件

コスト	摘要
燃料	直線距離1kmあたり12.5円 燃料費100円/ 走行距離8km/
所要時間	直線距離1kmあたり(60×40/V _j)円 V _j は1994年度道路交通センサスより算出した各都市圏における自家用車の平均速度 時間価値は暫定的に40円/分とした。
保有コスト	1,400円/台・日 車輛1,800ccクラス 1.1トン(180万円) 平均寿命9年 自動車関連諸税86千円/年 車検100千円×4回/10年 駐車場15千円/月

との調整や各都市圏での道路整備状況・燃料費の違い等を補正する役割を持つ。一般に、自家用車分担率の高い都市圏の方が α の値が大きく、自家用車利用に対して自家用車利用コストが大きな抵抗となる。これは「自家用車保有コスト」に関する各都市圏特性を表現するパラメータであり、トータル保有コスト(日割)に占める通勤・通学目的利用の重要度を示している。一般に、公共交通分担率の高い都市圏の方が α の値が大きく、自家用車利用に対して自家用車保有コストが大きな抵抗となる。

5.4 パラメータ推定結果

都市圏ごとに、各メッシュの PT_i 及び GC_i を与件として、準ニュートン法による反復計算により、下記(5)式の4つのパラメータ α, β, a, b を推定した。(5)式は(2)式の GCC_i に(4)式を代入したものである

$$PT_i = \exp \left[-a \cdot \left\{ GC_i / \left(\alpha \cdot (40 \cdot 60 / V_j + 12.5) \cdot DIST_i + 1400 \right) \right\}^b \right] \quad (5)$$

浜松を例にとりて、 PT_i と GCR_i との関係を図示したものが図4である。都市圏ごとに推定したパラメータ及びその際の相関係数は表6にまとめた。各都市圏ごとの相関係数にはかなりのバラツキがあり、必ずしも全ての都市圏で(5)式の関係が有意に成立してはいないが、複数の都市圏では良好な相関を示している。

5.5 自家用車利用に対する経済的施策及び制度的施策の定式化

自家用車利用に対して経済的施策や制度的施策を実施する場合(5)式は(6)式のように書き換えられる。経済的施策としては、追加的利用コスト(燃料税の増徴等) x 円/あるいは追加的保有コスト(保有税の増徴等) y 円/台・年を課するものとした。制度的施策としては、都心部への自家用車乗り入れ規制をかけるものとした。乗り入

れ規制範囲はCBD中心からの半径 z m(直線距離)で表現し、この範囲では自家用車を降りて徒歩(時速4km/h)でCBDまでアクセスするものと仮定した。

$$PT_i = \exp \left[-a \cdot \left\{ GC_i / F(x, y, z) \right\}^b \right] \quad (6)$$

ただし、

$$F(x, y, z) = \alpha \cdot \left\{ (40 \cdot 60 / V_j + (100 + x) / 8) \cdot (DIST_i - z) + (40 \cdot 60 / 4) z \right\} + (1400 + y / 365)$$

(6)式を x, y, z で偏微分すると

$$\frac{\partial PT_i}{\partial x} = \frac{1/8 \cdot ab \alpha GC_i^b (DIST_i - z)}{F(x, y, z)^{b+1}} PT_i \quad (7)$$

$$\frac{\partial PT_i}{\partial y} = \frac{1/365 \cdot ab GC_i^b}{F(x, y, z)^{b+1}} PT_i \quad (8)$$

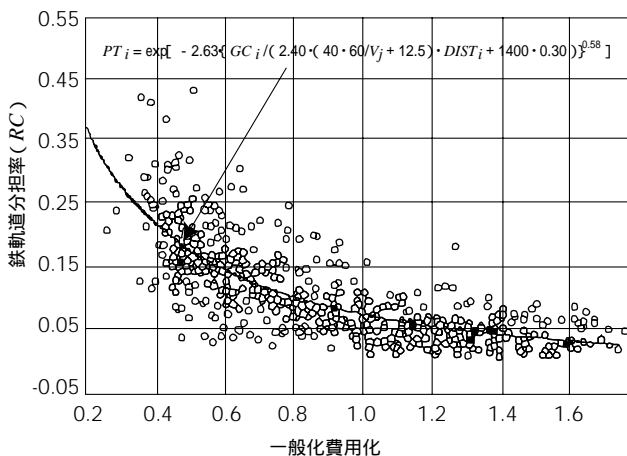
$$\frac{\partial PT_i}{\partial z} = \frac{ab \alpha GC_i^b \{ 40 \cdot 60 / 4 - \{ 40 \cdot 60 / V_j + (100 + x) / 8 \} \}}{F(x, y, z)^{b+1}} PT_i \quad (9)$$

となる。これらの式は、追加的利用コスト、追加的保有コスト、乗り入れ規制範囲に対する鉄軌道分担率(RC)の感度を表している。

表6 パラメータ推定結果

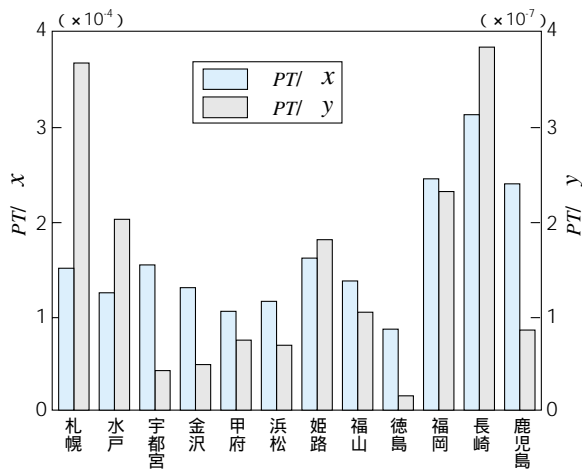
都市圏	α	β	a	b	R	N
札幌	1.15	0.99	1.27	0.86	0.61	1,667
仙台	1.48	0.50	1.21	0.57	0.46	972
水戸	1.69	0.58	1.77	0.70	0.66	319
宇都宮	2.10	0.10	1.72	0.56	0.72	597
前橋	3.66	0.18	2.39	0.34	0.32	937
新潟	2.21	0.00	1.65	0.26	0.34	693
富山	2.98	0.16	1.85	0.27	0.24	475
金沢	2.28	0.15	2.07	0.76	0.74	484
福井	3.95	0.00	2.65	0.26	0.46	393
甲府	2.61	0.28	2.25	0.61	0.80	364
長野	1.37	0.07	1.37	0.54	0.58	432
静岡	2.23	0.38	1.72	0.19	0.32	719
浜松	2.40	0.30	2.63	0.58	0.76	607
豊橋	1.85	0.55	1.89	0.44	0.54	408
姫路	1.91	0.52	1.41	0.59	0.69	617
和歌山	2.82	0.33	1.48	0.55	0.55	348
岡山	2.01	0.39	2.10	0.32	0.43	979
広島	1.69	0.56	1.21	0.61	0.50	1,165
福山	2.12	0.40	2.22	0.58	0.74	555
徳島	2.55	0.07	2.70	0.55	0.72	382
高松	2.65	0.30	1.74	0.47	0.44	356
松山	3.10	0.21	1.93	0.72	0.59	445
高知	3.30	0.11	2.23	0.53	0.47	387
北九州	1.78	0.46	1.57	0.68	0.59	1,167
福岡	1.76	0.52	1.07	0.83	0.61	1,447
長崎	2.31	0.46	1.92	1.55	0.74	367
熊本	3.39	0.23	2.68	0.86	0.55	475
大分	2.93	0.17	2.50	0.39	0.55	508
鹿児島	2.93	0.16	2.14	1.01	0.71	453

注1: R は(5)式の相関関係を示す。
注2: N はサンプル数を示す。



注: プロットは個々のメッシュを表現している。

図4 鉄軌道分担率(RC)と一般化費用比の関係(浜松を例にとりて)



注1: PT/ X は、利用コスト変化に対するPTの感度を示す。
 注2: PT/ Y は、保有コスト変化に対するPTの感度を示す。

図 5 利用税増徴及び保有税増徴に対する鉄軌道分担率(RC)の感度

このうち、特に経済的施策に対する鉄軌道分担率(RC)の感度に着目して、都市圏間比較を行ったものが図 5 である。この図では(5)式のパラメータを推定した際の相関係数が比較的高かった都市圏を対象として(7)式及び(8)式に表 6に示したパラメータを代入して算出した PT/ X 及び PT/ Y を示した。これらの値はいずれも各メッシュごとに算出されるので、各メッシュの通勤通学者数によって加重平均し、都市圏ごとに平均値を算出した。

各都市圏ごとの PT/ X 、 PT/ Y 、すなわち自家用車の利用コストあるいは保有コストにかかる経済的施策に対するPTの感度は、都市圏ごとにかなり異なっている。

バスを中心とする公共交通の分担率が高い長崎や地下鉄ネットワークが発達している札幌では、他の都市圏に比べて施策に対するPTの感度が極めて高い。地下鉄を有する福岡や大都市圏に隣接する水戸、姫路は、相対的に都市鉄道への指向性が高いが、これらの都市圏でもPTの感度は高い。一方で、徳島、甲府、宇都宮等自家用車指向型の都市圏では感度が低い。すなわち、経済的施策に対するPTの感度は都市圏ごとに異なり、公共交通への指向性が高い都市圏ほど感度が良好で経済的施策が有効であるものと考察される。

保有コストにかかる施策と利用コストにかかる施策の有効性も、都市圏ごとに異なっている。

長崎、札幌、水戸、姫路等の公共交通指向型の都市圏では、利用コスト変化よりも保有コスト変化に対するPTの感度が高く、課税であれば燃料税よりも保有税の増徴の方がモーダルシフトに有効であることを示している。一方、宇都宮、金沢、甲府、浜松等の自家用車指向型の都市圏では、保有コスト変化よりも利用コスト変化に対するPTの感度が高く、保有税よりも燃料税の増徴の方がモ

ーダルシフトに有効であることを示している。これは、前者に比べて後者の方が自家用車を生活必需品と認識しており、保有税の課税水準によらず自家用車を保有する意向が強く、また自家用車利用が頻繁であるために燃料税に敏感であることに起因しているものと推察される。

6 自家用車から都市鉄道へのモーダルシフト施策に関する考察

自家用車から都市鉄道へのモーダルシフトを促進するためには、都市鉄道のサービス改善を図る施策、自家用車の利用を抑制する施策、あるいはその両者を組み合わせた複合的な施策が必要である。ここでは(5)式のパラメータを推定した際の相関係数が0.5以上の都市圏を対象として、上記施策の改善目標を一般化費用による具体的な数値で示した。

まず、表 4に示した鉄軌道分担率の目標を達成するために必要な都市鉄道及び自家用車の一般化費用の水準を各路線ごとに算出した。鉄軌道分担率ベースの目標値は、徒歩等他の交通手段の分担率も考慮して鉄軌道分担率(RC)ベースでの目標値に変換している。算出にあたっては(5)式を用いて目標値の達成に向けた都市鉄道と自家用車の一般化費用比を算出し、次いで都市鉄道あるいは自家用車のいずれかの一般化費用を固定し、他方を単独で変化させることにより、結果を算出した。

6.1 都市鉄道サービスの充実施策に関する考察

自家用車の一般化費用を固定して算出した都市鉄道の一般化費用削減目標値を表 7に示す。

一般化費用全体については、当然のことながら鉄軌道分担率の実績値と目標値との乖離が大きい路線ほど一般化費用の削減目標値が大きくなる傾向にあるが、収支均衡という目標の達成に向けた具体的な削減目標値を示すことができたところに本研究の意義があると考えている。

福岡の地下鉄を例にとりて、目標の達成に向けた一般化費用の削減目標値を示すと以下ようになる。

- ・アクセス・イグレス時間の30%削減。例えば都市鉄道のフィーダー交通としてのバスを充実させることにより、アクセス速度を平均で43%向上させる施策が必要(ただし、バスの運賃は別途考慮する必要がある)。
- ・乗車時間の41%削減。例えば都市鉄道の表定速度を69%向上させる施策が必要であるが、地下鉄やモノレールでは現実的に難しい。

表 7 都市鉄道一般化費用の削減目標値

都市圏	路線	システム	アクセス・イグレス時間 (アクセス・イグレス利便性)	乗車時間 (高速性)	待ち時間・乗換え時間 (フリークエンシー・乗換え利便性)	運賃・料金 (低廉性)	一般化費用全体
札幌	地下鉄3路線計	地下鉄	51%	66%	53%	71%	13%
福岡	市営地下鉄	地下鉄	30%	41%	38%	47%	6%
北九州	小倉線	モノレール	-	-	-	-	67%
豊橋	東田本線	路面電車	-	-	-	-	72%
松山	伊予鉄市内軌道線	路面電車	-	-	-	-	35%
熊本	市交通局	路面電車	76%	43%	99%	-	13%
鹿児島	市交通局	路面電車	51%	24%	68%	-	6%

注1: いずれの数値も必要輸送密度を達成するために必要な一般化費用の削減目標を表している。
 注2: アクセス・イグレス利便性、高速性、フリークエンシー・乗換え利便性、低廉性の各個別要素は、それぞれ他の3つの要素を固定した場合の削減目標である。
 注3: “-”は、単独の輸送特性改善では必要輸送密度の達成が困難であることを示している。

表 8 自家用車一般化費用の引き上げ目標値

都市圏	路線	引き上げ率	平均一般化費用(円/人)	
			実測値	目標値
札幌	地下鉄3路線計	15%	1,925	2,210
福岡	市営地下鉄	7%	1,278	1,353
北九州	小倉線	207%	1,326	4,064
豊橋	東田本線	252%	1,280	4,469
松山	伊予鉄市内軌道線	54%	888	1,350
熊本	市交通局	15%	1,298	1,494
鹿児島	市交通局	7%	1,318	1,404

注1: 引き上げ率は、必要輸送密度を達成するために必要な自家用車一般化費用の引き上げ目標を表している。
 注2: 平均一般化費用は、各路線の駅勢圏に居住する通勤通学者1人あたり平均値である。

- ・待ち時間・乗換え時間の38%削減。例えば列車本数の増加や複数事業者間のダイヤ調整等の施策が考えられる。
- ・運賃・料金の47%削減。例えば運賃補助等の施策が考えられる。

しかしながら、一般化費用全体での削減目標が最も低い福岡の地下鉄においても、単独の要素に係る施策だけで目標を実現することは困難と考えられ、ましてその他の路線では、より一層困難であるものと推察される。これは、都市鉄道のサービス改善に係る様々な施策を複合的に実施しなければ目標の達成が難しいことを示している。

また、北九州のモノレール、豊橋の路面電車等鉄軌道分担率を2倍以上の水準まで引き上げる必要がある路線では、都市鉄道利用による一般化費用を50%以上削減しなければならないが、これは都市鉄道のサービス改善に係る施策の組み合わせだけでは実現が困難であり、さらに自家用車を抑制する施策等も組み合わせる必要があることを示唆している。

6.2 自家用車利用への負荷の増大施策に関する考察

一方、都市鉄道の一般化費用を固定すると、自家用車の一般化費用に関する目標値を算出することができる。その結果を表 8に示す。

北九州のモノレール、豊橋の路面電車は、実績値と目

表 9 経済的施策と制度的施策の数値目標

都市圏	路線	燃料税 増徴分 (円/リットル)	保有税 増徴分 (円/台・年)	都心部 乗り入れ規制 (m)
札幌	地下鉄3路線計	420 (7.8)	105,000 (1.1)	490
福岡	市営地下鉄	118 (2.2)	61,000 (0.7)	100
松山	伊予鉄市内軌道線	662 (12.3)	754,000 (8.2)	280
熊本	市交通局	161 (3.0)	291,000 (3.2)	110
鹿児島	市交通局	76 (1.4)	182,000 (2.0)	60

注1: 燃料税増徴分の()内は、現在の税額(53.8円/)に対する増徴分の倍率を示す。
 注2: 保有税増徴分の()内は、現在の税額(年間92,000円/台・年)に対する増徴分の倍率を示す。
 注3: 都心部乗り入れ規制の範囲は、CBDからの半径(直線距離)で表現している。

標値との乖離が大きいために、駅勢圏での自家用車の一般化費用を平均値で2倍以上に引き上げる必要があるものと試算された。札幌、福岡の地下鉄、松山、熊本、鹿児島の路面電車は、実績値と目標値との乖離が比較的小さいために、駅勢圏での自家用車の一般化費用の引き上げ率も50%程度以内に収まっている。

後者の路線を対象として、自家用車への経済的施策と制度的施策に関する具体的な数値目標を示したものが表 9である。経済的施策については、利用に対する負荷として燃料課税(現在の税額は揮発油税48.6円/、地方道路税5.2円/、計53.8円/)、保有に対する負荷として保有課税(現在の税額は1,800ccクラスで92,000円/台・年)を取り上げた。制度的施策については、都心部への自家用車乗り入れ規制を取り上げ、乗り入れ規制範囲をCBD中心からの半径(直線距離)で表現した。

自家用車の一般化費用に関する目標値を燃料税の増徴で達成しようとする、目標値との乖離が最も小さい鹿児島でも76円/の追加的課税が必要と試算された。これは、現在の税額を2倍以上に増税することとなる。目標値との乖離が大きい他の都市圏では、さらに大幅な増税が必要となる。

また、保有税の増徴で目標の達成を図る場合、福岡が最も低い増税で達成可能であるが、それでも現在の税額

を1.7倍にする必要があるものと試算された。その他の都市圏ではさらに大幅な増税が必要となる。

鉄軌道分担率に対する自家用車の利用コスト変化や保有コスト変化の感度は鈍く、経済的施策だけでは十分なモーダルシフト施策とはなりにくいものと考察される。

一方、都心部への乗り入れ規制については、いずれの都市圏もCBDから500m以内の規制で目標を達成できるものと試算された。これらはいずれもCBD中心から1~2ブロックの範囲であり、経済的施策よりも現実的な規制水準に収まっている。

すなわち、自家用車に負荷をかけることによってモーダルシフトを促す施策としては、燃料税や保有税の増徴といった経済的施策だけでは不十分であり、都心部への自家用車乗り入れ規制等の制度的施策も併せて行うことが必要と考えられる。

7 まとめ

本稿では「都市鉄道の利用を促進するために、どのような都市圏でどのようなサービスの改善や関連施策をどの程度行うべきか」という問題提起を行い、複数の都市圏を対象に旅客需要と駅勢圏特性の関係を定量的に分析した上で、都市鉄道の利用促進方策に関する示唆を得た。主要な成果は次のとおりである。

都市鉄道サービスの向上によるモーダルシフトの促進については、都市鉄道と自家用車のトレードオフ関係が有意に説明できた複数の都市圏を対象として、アクセス利便性、高速性、フリークエンシー・乗換え利便性、低廉性に関する一般化費用ベースでの具体的な改善目標値を示した。ただし、上記の目標値は、標準的なモデルルートで設定した必要輸送密度を目標とし、かつ各メッシュからCBDへのトリップのみに着目した場合の試算値であるため、個別路線のサービス向上をさらに具体的に検討する際には、各路線に特有の要素やトリップODの構成等も考慮することが必要である。

自家用車利用への負荷の増大によるモーダルシフトの促進についても、上記の各都市圏を対象として、経済的施策及び制度的施策に関する一般化費用ベースでの具体的な改善目標値を示した。ただし、上記の目標値は、と同様な仮定の下での試算値であるため、自家用車利用への負荷の増大を

さらに具体的に検討する際には、各路線沿線地域特有の要素やトリップODの構成等も考慮することが必要である。

自家用車の利用コストあるいは保有コストにかかる経済的施策に対する鉄軌道分担率の感度は都市圏ごとに異なり、公共交通への指向性が高い都市圏ほど感度が良好でかつ経済的施策が有効であることを示した。

自家用車への負荷の増大によるモーダルシフト施策としては、燃料税や保有税の増徴といった経済的施策に加えて、都心部への自家用車乗り入れ規制等の制度的施策も併せて行うことが必要であることを示した。

注

注1)1990年国勢調査による10%通勤通学圏を都市圏と定義した。

注2)路線全体の駅勢圏であり、隣接する駅で駅勢圏が重複する場合は重複するメッシュのダブルカウントを避けている。

注3)各メッシュの人口をウェイトとして駅勢圏全体での平均値を算出した。

注4)往復共に鉄軌道を利用するものと考えた。

注5)各時間評価値は岩倉[1994]による。

参考文献

- 1) 福岡市・財団法人運輸経済研究センター[1993]、「地方中枢都市における鉄道網整備のあり方に関する研究会報告書」, pp.33.
- 2) 下田公一・浅野光行・中野敦[1991]、「都市交通からみた都市特性の比較」, 「第26回日本都市計画学会学術研究論文集」, pp.301-306.
- 3) P. Newman and J.Kenworthy[1989], Cities and Automobile Dependence, *An International Sourcebook*.
- 4) 進藤 崇[1996]、「都市内の鉄軌道系公共交通機関の採算性からみた整備のあり方」, 「道路」.
- 5) 遠藤俊宏・古池弘隆・森本章倫[1995]、「公共交通利用促進の観点からみた地方都市の土地利用のあり方に関する基礎的研究」, 「土木計画学研究・講演集」, No.18(2).
- 6) 中村文彦[1998]、「公共交通を活用した都市開発の適用可能性に関する基礎的研究」, *IATSS Review*, Vol.24, No1, pp.17-24.
- 7) 谷口栄一・安田泰二・吉田圭一朗・後藤忠博[1990]、「人口集中が交通機関分担に及ぼす影響に関する考察」, 「土木計画学研究・講演集」, No.13, pp.445-452.
- 8) 運輸省鉄道局監修[1992]、鉄道統計年報(平成2年度版)。
- 9) 都市交通研究会[1997]、「新しい都市交通システム」, 山海堂, pp.1-24.
- 10) 電気学会産業応用部門交通・電気鉄道技術委員会[1996]、「新しい都市交通システムとその適用性の評価」, 電気学会技術報告第584号。
- 11) 佐藤信之[1997]、「豊橋市における路面電車施設改善プロジェクト」, 「鉄道ジャーナル」, No.374, pp.144-145.
- 12) M.Wegener[1994]、「Operational Urban Models State of Art」, *Journal of American Planning Association*, Vol.60, No.1, pp.17-29.
- 13) 松本嘉司[1985]、「交通計画学」, 培風館, pp.84-102.
- 14) 岩倉成志[1994]、「行動および意識データを用いた都市鉄道整備効果予測手法に関する研究」, 東京工業大学学位論文, pp.56-57.
- 15) 建設省[1995]、「1994年度道路交通センサス」
- 16) 日刊自動車新聞社, 日本自動車会議所 共編[1998]、「自動車年鑑1998」, p536.

(原稿受付 1999年5月6日)

A Study on Measures for Increasing Passengers of Urban Railways

By Kazuaki HIRAIISHI

In Japanese local metropolises, a decrease in passengers of urban railways is a serious issue. In this paper, I have given attention to the improvement of urban railway services and the restraint on cars, and I proposed a new method for evaluating measures for increasing passengers of urban railways based on a generalized cost concept. Through this evaluation, I concluded that the effectiveness of measures depends on the characteristics of each route or each metropolis.

*Key Words ; **Urban Railway, Local Metropolises, Transportation Measures***

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no05.html>