

既存路線を対象とした需要喚起方策の導入効果分析*

A study on effects of ride promotion measures for existing railways*

金友啓太**・金森 亮***・森川高行****

By Keita KANETOMO**・Ryo KANAMORI***・Takayuki MORIKAWA****

1. はじめに

愛知県東部を運行する東部丘陵線は、名古屋市と名古屋東部丘陵地帯とを結ぶ基幹的な公共交通機関に位置づけられ、当該地域の基幹公共交通網の充実、交通混雑の緩和、接続駅となる藤が丘地区の拠点性の向上や活性化の増進を目的として整備が進められてきたものである。2005年の愛知万博期間中には1日約11万人を輸送したが、閉幕後は大幅に減少し、2006年度の1日平均利用者数は約1.4万人と、開業直前の2004年に実施された需要予測値である約3.2万人の44%に留まっている¹⁾。このままでは、利用者減少により2006年に廃線となった桃花台線と同様の事態が起こる危険性が考えられる。

一方で、廃線の危機にあった状況を改善した事例もある。富山ライトレール株式会社が運営する富山ライトレールは、2006年4月に既存路線（JR富山港線）をLRT（Light Rail Transit）化すると同時に、運行本数や端末交通手段の利便性向上などのサービスレベル改善を図り、需要喚起に成功している。また、2004年9月末に鉄道事業法に基づく事業廃止届提出となった南海電気鉄道貴志川線は、地域住民の存続活動がある時期から爆発的に活性化し行政側の決断を後押し、上下分離方式のもとで、2006年4月に岡山電気軌道が設立した運営会社の和歌山電鐵に継承されている²⁾。

本研究では東部丘陵線の需要喚起方策として、利用者ニーズに即した施策実施と駅周辺開発を中心としたまちづくりが有効であると考え、サービスレベルの変化を詳細に分析でき、人口・施設配置を考慮できる、個人の滞在箇所を潜在的に取り扱う交通需要予測モデル（評価モデル）を構築する。また、需要喚起方策のみを導入した場合、喚起方策と同時に駅周辺地区に居住者等を重点配置した場合の利用者数を定量的に分析し、公共交通の利用促進における都市計画やまちづくりの必要性を検証する。

2. 既存アンケート調査による改善ニーズの把握

東部丘陵線沿線の住民及び事業所・学校への通勤通学

*キーワード：公共交通、需要喚起、潜在クラスモデル

**学生員，学（工），名古屋大学大学院環境学研究所

（名古屋市千種区不老町，TEL: 052-789-3729，

E-mail: kanetomo@trans.civil.nagoya-u.ac.jp）

***正員，博（工），名古屋大学大学院環境学研究所

****正員，Ph.D.，名古屋大学大学院環境学研究所

者を対象として平成18年7月に実施された東部丘陵線協議会アンケート調査結果によると、「連絡定期・乗継割引」への要望が最も多く、次いで「P&R駐車場設置」、「端末バスサービスレベルの向上」が多い¹⁾。

一方、東部丘陵線沿線住民を対象として平成19年1月に実施された名古屋大学森川・山本研究室のアンケート調査によると、利用者・非利用者ともに、「初乗り運賃の割引」、「運行本数の増発」への回答が多かった。

以上より、既存のアンケート調査による改善要望を整理した結果、アクセスと接続鉄道の乗換利便性向上のニーズが高いと考えられ、本研究では次の4点を需要喚起方策として設定する。

P&R 施設の設定

アクセスイグレス利便性向上のための端末バス増発
鉄道利用運賃の割引

駅周辺地区の駐車場料金の割増（自動車流入規制）

3. 評価モデルの概要

評価モデルとしては、個人レベルの交通手段選択状況を再現できる非集計モデルとし、代表交通手段選択 - 鉄道経路選択 - 鉄道端末交通手段選択の3レベルからなるNested Logit モデルとする。

鉄道端末交通手段選択については、東部丘陵線の利用時のみに詳細に把握する必要がある。そのためモデル構造の複雑化を避けるため、主に駅勢圏内の居住者を対象としたアクセス側を詳細に把握するための「居住者モデル」と、主に駅勢圏への来訪者を対象としたイグレス側を詳細に把握するための「来訪者モデル」とに区別し、駅勢圏内のみ端末交通手段の利用状況を詳細にモデル化する。反対側の端末交通手段選択はモデル化せず、距離をサービスレベルの代理変数としてモデル化する。

4. 評価モデルの構築

(1) 使用データ・設定条件

評価モデルを構築するための交通行動データは、2001年に中京都市圏を対象として実施された第4回PT調査データから駅勢圏関連トリップを抽出して用いる。本研究における駅勢圏は、東部丘陵線の各駅から半径1.5kmの範囲に加えて、名鉄バスと長久手町営Nバスの路線網を考慮し、第4回PT調査の最小区分である小ゾーンを抽出している。ただし、第4回PT調査は東部丘陵線が

開業する以前に実施されているため、東部丘陵線の利用状況を把握できないことに留意が必要である。

(2) 交通サービスレベル (LOS) の設定

評価モデルのパラメータ推定を行なうためには、鉄道、バス、自動車、自転車・徒歩の各交通手段に対して、PT調査データのサンプル毎に LOS データを作成する必要がある。しかし、PT調査はゾーン区分を基にデータ整備がなされているため、実際の個人の滞在箇所（自宅や勤務先、訪問先）を特定することができない。そのため、LOS データ作成の際に大きな誤差を生じやすく、パラメータ推定に大きな影響を及ぼすことが懸念される。本研究では、より適切な LOS データの作成とパラメータ推定を目指して、個人の滞在箇所を確率的に取り扱う潜在クラスモデル³⁾を導入する。アクセス側は主に居住者が多いと想定されることから性別・年齢階層別夜間人口、イグレス側では出勤目的は性別従業人口、登校目的は学校施設数、自由・業務目的は従業人口を町丁目別に集計し、個人が滞在する確率と LOS を算出した。

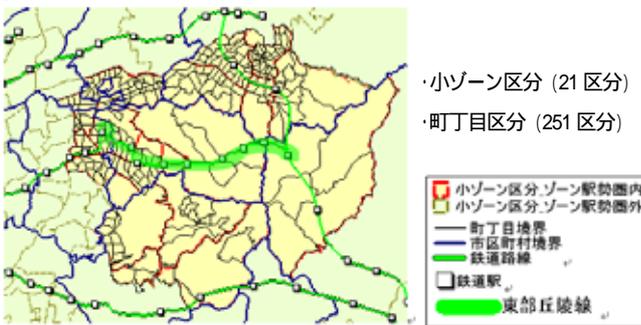


図1 駅勢圏の設定結果

(3) パラメータ推定

本研究では、居住者モデルと来訪者モデルとに区別してモデル化をしているが、紙面の都合上、本稿では居住者モデルのみ記載する。居住者モデルのパラメータ推定結果は表1、2の通りである。表1 [潜在クラス] の端末交通手段選択についてみると、修正²値は0.38と高く、モデル適合度は良好である。時間価値を算出すると、出勤・登校目的では鉄道乗車時間：31.4 円/分、鉄道乗車外時間：26.5 円/分、アクセス所要時間：35.6 円/分、自由・業務目的では鉄道乗車時間：16.6 円/分、鉄道乗車外時間：14.0 円/分、アクセス所要時間：19.9 円/分となった。時間制約が比較的小さいと想定される自由・業務目的は、出勤・登校目的よりも時間価値が小さくなっているが、直感的に妥当な値となっている。

表2 [潜在クラス] の代表交通手段選択についてみると、出勤、登校、自由目的については想定した選択ツリー構造となったが、業務目的は鉄道関連の下位レベルのスケールよりも統計的有意ではないが、代表交通手段選択の方が大きく推定された。そのため、最終的には下位レベルと同じスケールを設定し、代表交通手段と鉄道端末手段を同レベルとして推定している。修正²値は0.44

と高く、モデル適合度は良好である。時間価値は 9~13 円/分と小さくなっているが、これは、最も利用者数が多い自動車の費用として、ガソリン代と平均的な駐車場利用料金を設定しているが、適切に算出できていないことが考えられる。

表1 鉄道経路 - 端末交通手段選択推定結果 [居住者]

説明変数	潜在クラス		小ゾーン		
	推定値	t値	推定値	t値	
スケールパラメータ	出勤	0.47	5.5	0.51	6.44
	登校	0.46	3.0	0.34	2.52
	自由	0.46	2.3	0.70	3.76
	業務	0.46	-	0.70	-
自動車定数項	出勤	-3.88	-4.8	-3.10	-4.07
	登校	-3.41	-4.1	-2.29	-3.82
	自由	-3.30	-4.6	-2.71	-3.42
	業務	-2.26	-2.7	-1.69	-1.71
バス定数項	出勤	0.33	1.5	0.30	1.58
	登校	-1.54	-2.0	-1.79	-2.34
	自由	0.87	1.7	0.61	1.42
	業務	0.89	1.3	0.76	1.26
ラインホール所要時間 (時間)		-6.72	-5.2	-5.34	-4.33
アクセス所要時間 (時間)	出勤・登校	-7.61	-5.5	-5.98	-5.69
	自由・業務	-8.02	-2.7	-2.48	-1.74
イグレス距離 (km)	出勤	-2.25	-14.4	-2.21	-14.27
	登校	-2.15	-9.5	-2.10	-9.32
乗車外時間 (時間)	自由	-1.74	-6.8	-1.71	-6.70
	自由・業務	-1.74	-6.8	-1.71	-6.70
費用 (100円)	出勤・登校	-0.36	-3.4	-0.35	-3.42
	自由・業務	-0.67	-2.6	-0.64	-2.67
乗換回数		-1.30	-6.8	-1.23	-6.65
駐車容量台数 ln(x+1)		0.09	1.3	0.01	0.13
自動車保有台数 ln(x+1)		3.34	3.0	3.01	3.38
ダミー変数	徒歩ダミー (1km未満)	3.11	9.4	3.43	10.07
	免許保有ダミー (出勤・自動車)	1.96	1.4	1.14	0.90
	女性ダミー (登校・バス)	3.49	1.7	4.01	1.39
	60歳以上ダミー (バス)	1.80	2.1	1.38	2.21
時間価値 (円/分)	ラインホール	出勤・登校	31.4		25.2
		自由・業務	16.6		13.9
	乗車外時間	出勤・登校	26.5		49.4
		自由・業務	14.0		27.3
	アクセス所要時間	出勤・登校	35.6		28.2
		自由・業務	19.9		6.5
	修正 ² 値		0.38		0.40
	サンプル数		609		609

表2 代表交通手段選択推定結果 [居住者]

説明変数	潜在クラス		小ゾーン			
	推定値	t値	推定値	t値		
スケールパラメータ	出勤	0.42	14.2	0.44	14.0	
	登校	0.16	3.8	0.31	5.0	
	自由	0.40	8.6	0.47	8.3	
	業務	0.46	-	0.70	-	
鉄道定数項	出勤	1.80	4.1	1.67	3.8	
	登校	1.12	2.0	0.19	0.3	
	自由	-0.41	-1.4	-1.48	-5.5	
	業務	2.04	2.7	1.36	1.8	
バス定数項	出勤	2.93	5.6	2.73	4.9	
	登校	2.81	5.8	4.39	7.9	
	自由	1.21	4.5	1.58	5.7	
	業務	3.57	4.6	4.83	6.1	
自転車・徒歩定数項	出勤	3.60	8.2	3.29	7.4	
	登校	3.46	7.8	2.95	6.4	
	自由	1.96	8.8	1.81	7.7	
	業務	3.91	5.8	4.05	5.7	
所要時間 (時間)	出勤	-13.23	-12.2	-11.27	-10.9	
	登校	-17.42	-3.4	-11.72	-4.6	
	自由	-14.53	-8.5	-12.98	-8.3	
	業務	-10.10	-5.0	-7.24	-5.4	
費用 (100円)	出勤	-1.98	-10.7	-1.95	-10.6	
	登校	-2.95	-2.3	-5.21	-5.1	
	自由	-1.86	-7.1	-1.73	-7.4	
	業務	-1.88	-4.8	-1.60	-6.0	
自動車保有台数 ln(x+1)	出勤	1.47	7.6	1.52	7.8	
	登校	0.80	2.1	0.83	2.2	
	自由	1.30	9.1	1.26	8.8	
	業務	1.67	4.5	1.79	4.7	
ダミー変数	徒歩ダミー (2km未満)	1.17	11.2	1.23	10.4	
	免許保有ダミー (自動車)	出勤	2.84	7.7	2.67	7.3
		登校	2.03	6.7	2.35	6.9
		自由	1.54	14.7	1.50	14.3
	業務	3.25	6.8	3.40	6.9	
	就業者ダミー (業務:自動車)	0.71	2.4	0.68	2.3	
女性ダミー (登校:鉄道)	0.57	1.9	0.77	2.1		
男性ダミー (出勤:自動車)	0.49	3.4	0.54	3.8		
時間価値 (円/分)	所要時間	出勤	11.14		9.6	
		登校	9.85		3.8	
		自由	13.02		12.5	
		業務	8.95		7.5	
修正 ² 値		0.44		0.47		
サンプル数		6246		6246		

(4) 潜在クラスモデル適用の有効性検証

滞在箇所を通常の PT 小ゾーンのセントロイドに固定とした場合とのパラメータ推定結果を比較する。鉄道経路 - 端末交通手段選択に関して、表 1 より、潜在クラスモデルを適用した場合の方が、アクセス所要時間に関するパラメータが大きくなり、説明力が向上していることが分かる。アクセス所要時間の時間価値を算出すると、潜在クラスでは出勤・登校目的：35.6 円、自由・業務目的：19.9 円/分、小ゾーンでは出勤・登校目的：28.2 円、自由・業務目的：6.5 円/分となり、潜在クラスの方がより大きな値となっている。代表交通手段選択に関しても、潜在クラスモデルを適用した方が所要時間に関するパラメータが大きく、説明力が向上している。ただし、両モデル共に、モデル適合度は小ゾーンの場合の方が若干良くなっており、一概に潜在クラスモデル適用による LOS データの詳細な設定がモデル適合度向上につながるとはいえない。

以上より、より詳細な LOS データの考慮方法として、潜在クラスモデルを適用することは、適用状況や人口指標等の設定によりモデルの適合度が必ずしも向上するとはいえないことが分かった。しかし、潜在的な個人の滞在箇所を算出するという意味で分析範囲が広がっており、説明力の向上や時間価値のより現実的な算出に一定の効果があることが分かった。

(5) 評価モデルの現況再現性

図 2 は、第 4 回 PT 調査データ (PT と表示)、構築した評価モデルの現況再現 (2001 年; 01 と表示)、評価モデルによる東部丘陵線開業時 (2005 年) の需要予測結果 (05 と表示) を集計したものである (帰宅目的を除く目的合計)。現況再現性をみると、PT 比で鉄道が 2% の過小推計となっているが、代表交通手段の現況再現性は高いといえる。

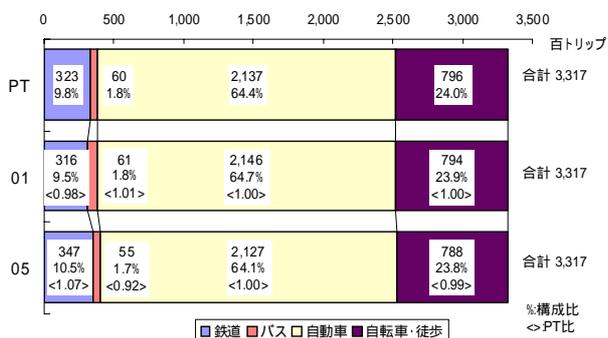


図 2 評価モデルの現況再現性

(6) 東部丘陵線開通時の需要予測結果の妥当性

評価モデル構築に用いた PT 調査データを用いて、評価モデルによる東部丘陵線利用者数の推計結果の妥当性を検証する。今回は帰宅目的をモデルの対象外としているが、需要予測の際には、個人のトリップチェーンを考慮して帰宅目的が発生する状況を特定し、利用交通手段を反転して帰宅目的の交通手段利用状況を算出している。

東部丘陵線の利用者数を集計したところ、2005 年の 1 日平均利用者数は約 14,100 人【実績値】であるのに対し、評価モデルでは約 11,400 人【推計値】と約 2 割の過小推計となった。この原因は駅勢圏の居住者数・来訪者数が現状と一致していないためであると考え、2005 年国勢調査の性別・年齢階層別夜間人口、居住地 - 従業地別従業者数の結果を参考にして、PT 調査データの拡大係数を補正した。拡大係数を補正したところ、東部丘陵線の利用者数は約 13,700 人となり、現在の 1 日平均利用者数と同程度の再現精度が得られた。従って、本研究で構築した評価モデルは、施策評価資するモデルであると判断できる。

5. 需要喚起方策の導入効果分析

(1) 需要喚起方策の設定方法

本研究で対象とする需要喚起方策は、2 章でしたものであるが、その概要と設定方法を表 3 に示す。

表 3 需要喚起方策の設定方法

ケース	方策内容	具体的な施策内容
Case_0	現状	・ 2005 年 LOS データ ・ PT 調査データの拡大係数補正
Case_1	P & R 施設の設置	・ 長久手古戦場、八草に 100 台、3,000 円/月の駐車場設置
Case_2	アクセス/イグレスバスの利便性向上	・ バスの運行頻度を倍増 (運賃はそのまま) (藤が丘、はなみずき通、秋ヶ池公園、長久手古戦場、芸大通、愛・地球博記念公園に接続)
Case_31		・ 他路線から東部丘陵線の乗継割引 (80 円)
Case_32	鉄道利用運賃の割引	・ 鉄道利用運賃の 2 割引 (学割定期券の割引率を参考)
Case_33		・ 乗り継ぎ割引と運賃割引
Case_4	駐車場利用料金の割増	・ 東部丘陵線駅周辺ゾーンの駐車場利用料金を倍増
Case_51	需要喚起方策のパッケージ化	・ Case 1, 2, 31, 4 のパッケージ化
Case_52		・ Case 1, 2, 32, 4 のパッケージ化
Case_53		・ Case 1, 2, 33, 4 のパッケージ化

(2) 導入効果分析

需要喚起方策を導入した LOS を作成し、各ケースにおける東部丘陵線の利用者数の増加率を図 3 に示す。図 3 より、P&R 施設設置や端末バス利便性向上、駐車場利用料金割増といった鉄道利用運賃割引以外の需要喚起方策では、利用者数は 2% 程度の増加に留まり導入効果は小さい。一方、鉄道利用運賃割引を行なった場合、利用者数は 10% 以上増加するが、計画目標である 3 万人を達成することはない (最大で約 17,100 人)。また、運賃収入の変化をみると、鉄道利用運賃割引をした場合、利用者数が増加してもその減少分をカバーできないと試算された。

需要喚起方策の導入効果分析結果より、東部丘陵線利用に対するニーズに基づいた需要喚起方策を実施することで、利用者数は最大 25% 程度増加するものの、計画目標の 3 万人を達成することは困難であり、運賃収入の面からみると現状よりも厳しくなる可能性が高いといえる。つまり、計画目標に基づく収支計算で今後も運営を続けた場合、赤字経営が続く可能性が非常に高く、廃線の危険性が高くなる分析結果となった。

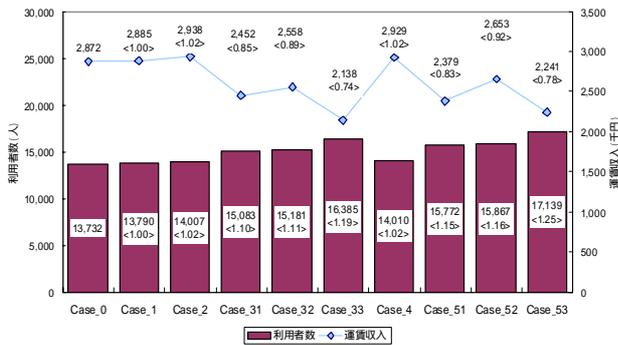


図3 ケース別・東部丘陵線利用者数と運賃収入変化

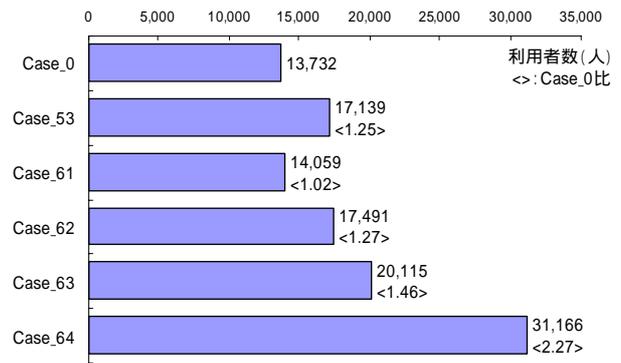


図4 各ケースの利用者数

(4)計画目標達成に向けた施策検討

需要喚起方策を導入しても、利用者数の計画目標を達成することはできないことが分かった。そのため、今後は計画目標を変更して運営計画を見直すか、更なる施策を導入して計画目標を達成する努力が必要となる。本節では、計画目標を達成するための施策検討として、第2章で抽出した方策に加え、駅周辺地区の開発を行なった場合を想定し、利用者数に対する影響を試算する。ケース名称、詳細は表4を参照されたい。

表4 計画目標達成に向けた施策の概要

ケース	方策内容	具体的な施策内容
Case_0	現状	・2005年LOSデータ ・PT調査データの拡大係数補正
Case_53	需要喚起方策のパッケージ化	・Case_1,2,3,4のパッケージ化
Case_61	駅周辺地区の開発と需要喚起方策のパッケージ化	・駅付近町字人口を1.2倍
Case_62		・駅付近町字人口を1.2倍 ・Case_1,2,3,4のパッケージ化
Case_63		・長久手町夜間・従業・通学人口を1.2倍 ・Case_1,2,3,4のパッケージ化
Case_64		・長久手町夜間・従業・通学人口を2倍 ・Case_1,2,3,4のパッケージ化

各ケースの利用者数を図4に示す。需要喚起方策に加えて、小ゾーン人口を一定に保ち人口再配置のみによって駅付近町字人口を1.2倍にした場合(Case_62)は約17,500人、夜間人口、従業・通学人口を1.2倍にした場合(Case_63)は約20,100人と試算され、宅地開発による居住者数、あるいは商業・業務地区開発と企業誘致による来訪者数(従業・通学人口)をわずかに増加させるだけでは計画目標を達成することが困難な結果となった。夜間人口、従業・通学人口を倍増した場合(Case_64)は約31,200人と試算され、計画目標を達成することはできないが、同程度の利用者数となると推計された。しかし先に述べたように、運賃割引は収入減少を招き、また少子高齢化、人口減少化が進展する今後において、夜間人口と従業・通学人口を倍増させることは非常に難しいと考えられる。しかし、計画目標を達成し、現在の運営計画を維持していくのであれば、早急に具体的な駅周辺地区の開発を検討する必要があるだろう。

6. おわりに

本研究では、東部丘陵線の利用促進に向けて、効果的な需要喚起方策として既存アンケート調査より利用者や地域住民の改善要望を整理し、導入評価を行った。評価モデルは、鉄道端末交通手段の利用状況をより詳細に把握するため、居住者モデルと来訪者モデルとに区分し、LOSデータ作成時に潜在クラスモデルを適用した。需要喚起方策を導入した結果、鉄道利用運賃割引を実施することで最大25%増加するものの、計画目標を達成することはできず、運賃収入が現在よりも減少する結果となったため、需要喚起方策のみでは今後の運営計画を維持していくことは困難であることを示した。計画目標を達成していくためには、需要喚起方策に加えて駅周辺地区の大幅な開発が必要であり、東部丘陵線の利用促進には、都市計画やまちづくりを具体的に検討していくことの必要性について言及した。

今後の課題として、本研究では駅周辺地区の開発については、単純に拡大係数の付替えによって評価を行なったが、どの場所にどの程度、居住地を変更したり企業誘致を行なったりするのが最適であるかを評価できるモデルが必要となろう。さらに、駅周辺開発や土地利用を考慮できる評価モデルを構築するには、本研究で対象とした駅勢圏のように市街化調整区域が多い地域では、小ゾーン内の町丁目区分ではなくさらに詳細なメッシュ区分で潜在クラスモデルを導入することが有効であると考えられる。同時に、潜在クラスモデルと遺伝的アルゴリズムを併用し、開発人口の計画目標に対して最適な人口配置を算出可能なシステムの開発が有効であると考えられる。

参考文献

- 1)愛知県:東部丘陵線都市モノレール等調査報告書,1997.
- 2)辻本勝久・WCAN 貴志川線分科会:南海貴志川線存廃問題をめぐる住民活動の展開,「路面電車の未来にむけて」第3集,2005.
- 3)小森陵補:公的施設立地が利用交通手段に与える影響の分析,名古屋大学修士論文,2004.