

旅行頻度から見た地方広域ブロックにおける新幹線導入の効果に関する研究*

A Study for the effect of introducing Shinkansen in region considering trip frequency*

大枝良直**・広森源太***・角知憲****

By Yoshinao OEDA**・Genta HIROMORI***・Tomonori SUMI****

1. はじめに

新幹線は、地方においても都市間を短時間につなぐことのできる高速交通機関のひとつであり、広域的な地方圏の構成には必要であると考えられている。

都市にはそれぞれ特色（商業、観光、海外または国内への交通要衝等々）がある。この特色と高速移動を結びつけることにより旅行機会が増える可能性があり、地域社会、経済の活性化に大いに寄与すると考えられる。

通常、都市間の行き来は主にビジネスが中心である。しかし、高速交通機関（新幹線）の出現により、他目的（買い物やレジャー、旅行等々）の頻度も増えることが予想される。

本研究では西の地方圏を例に取り、現在建設が進められている新幹線について、一般化費用を説明変数とし、旅行頻度を目的変数とするモデルを用いて一部開通している路線にある都市間の買い物、レジャー等の旅行行動に適用し、最終的に全線開通した場合の効果を予測し検討する。

2. 交通手段選択及び頻度のモデル

(1) 頻度決定モデル

利用頻度モデルでは、次のような仮定をする。

人は利用頻度を決定する際、目的地で得られる満足度や移動にかかる時間、費用を考慮するものとして、モデルでは、人は交通目的を達成した場合に得られる効用 U と一般化費用で定義する非効用 D に頻度 n をかけた非効用 E との差が最大となるように利用頻度決定する

*キーワード：総合交通計画、鉄道計画

**正員、博(工)、九州大学大学院工学研究院環境都市部門
(福岡市西区元岡744、TEL& FAX 092-802-3406)

***学生員、(広島県広島市安佐南区川内1-27-5、
TEL082-877-4105)

****正員、工博、九州大学大学院工学研究院環境都市部門
(福岡市西区元岡744、TEL& FAX 092-802-3405)

とする。

効用 U は限界効用逓減則を考慮して式(1)で仮定する。また交通機関を利用するときの頻度毎に生じる非効用 E を式(2)で定義する。人は式(3)で示す式(1)と式(2)の差 ΔU が最大となる頻度 n_0 を決定する。式(3)を n で微分してゼロとおけば、最適な頻度 n_0 を得る。 n_0 を式(4)で表す。

図-1に利用頻度決定モデルの概略を示す。本研究では、代表的な都市間交通手段として自動車と鉄道を考慮する。図中ではそれぞれの交通手段ごとの頻度決定モデルを示している。

$$U_{kj} = m_{kj} \{1 - \exp(-\alpha n)\} \dots \dots \dots (1)$$

$$E_{kij} = D_{kij} n \dots \dots \dots (2)$$

$$\Delta U = U_{kj} - E_{kij} \dots \dots \dots (3)$$

$$n_0 = -\frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{D}{\alpha m}\right) \dots \dots \dots (4)$$

ここで、

m : 魅力度

α : パラメータ (対数正規分布 $[\mu_\alpha, \sigma_\alpha]$)

n : 頻度

D : 交通機関を利用する場合の非効用、一般化費用

i : 出発地

j : 目的地を表す

k : c (車)、 $R1$ (新幹線導入前の鉄道)、 $R2$ (新幹線)

式(1)中で魅力度 m を定義しているが、この魅力度は都市に十分満足できる時間が確保できる場合とそうでない場合とでは、魅力度の大きさが変わる可能性がある。従って、魅力度はその都市までの交通機関での所要時間の影響を受ける^{1), 2)}と考えると、式(5)を定義する。

$$\begin{cases} m = f(t_n) & t_n > t_{n0} \\ m = \text{const.} & t_n \leq t_{n0} \end{cases} \dots \dots \dots (5)$$

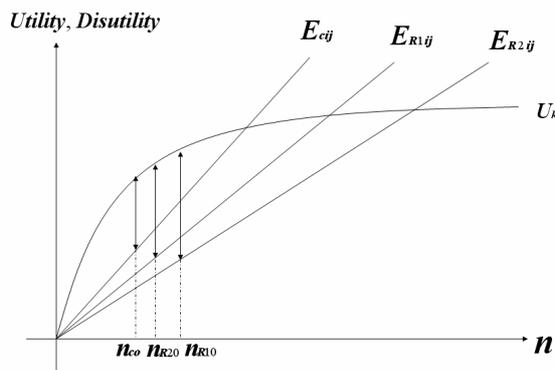


図-1 旅行頻度モデルの概略図

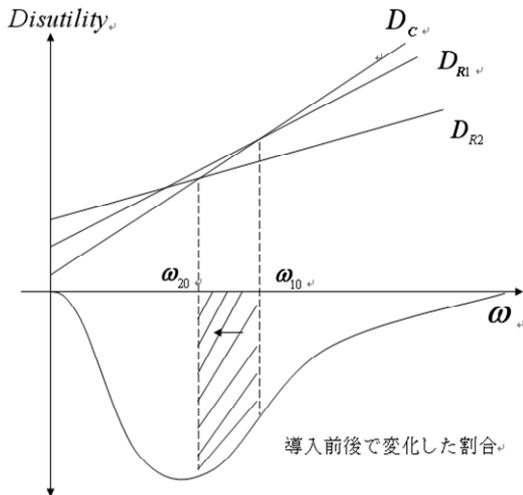


図-2 犠牲量モデルの概略図

ここで、 t_n は目的地までの所要時間、 t_{n_0} は魅力度の認識が変わらなくなる閾値を表す。また、関数 $f(t_n)$ は単調減少の関数で定義する。

(2) 交通機関分担モデル

利用頻度決定モデルに付与して、交通機関分担モデルとして犠牲量モデルを用いる。交通手段選択において、それぞれの選択肢を利用することにより生じる非効用を一般化費用で定義して、自動車利用の場合を式(6)で、鉄道利用の場合を式(7)、式(8)でそれぞれ表す。犠牲量モデルの概要を図-2に示す。

時間価値 ω は人により様々な値をとるが、人は式(6)と式(6)あるいは式(8)であらわされる交通手段の非効用の大きさを比較して小さい非効用の交通手段を選択するというのが犠牲量モデルの構成である。図中では、自動車と新幹線導入前の鉄道、自動車と新幹線の場合について模式的に示している。図中の ω_{10} 、 ω_{20} は時間価値転換点を示している。

$$D_{Cij} = \omega T_{Cij} + C_{Cij} + A \dots \dots \dots (6)$$

表-1 アンケート調査地間の所要時間・料金・距離

出発地	目的地	距離(km)	自動車		鉄道(一部開通)		鉄道(全線開通)	
			時間(分)	料金(円)	時間(分)	料金(円)	時間(分)	料金(円)
M市	G市	78.8	105	1,050	80	3,690	25	4,110
	K市	91.7	120	3,300	76	4,140	41	4,890
	F市	210.1	190	7,400	154	7,090	127	7,860
I市	G市	94.8	135	4,080	93	4,440	33	4,450
	K市	75.7	90	3,000	62	3,320	34	4,550
	F市	194.1	160	7,100	140	6,770	120	7,550

表-2 アンケート調査状況

対象地域	M市	I市
対象者	市内の居住者	
配布日	平成19年11月	
配布枚数	2800枚	3000枚
回収数	567枚	476枚
回収率	20.20%	15.90%
有効回答数	459枚	379枚

$$D_{R1ij} = \omega T_{R1ij} + C_{R1ij} \dots \dots \dots (7)$$

$$D_{R2ij} = \omega T_{R2ij} + C_{R2ij} \dots \dots \dots (8)$$

ここで、

ω : 時間価値 (対数正規分布 $[\mu_\omega, \sigma_\omega]$)

T : 目的地までの所要時間

C : 目的までの費用

A : 快適性や利便性によるコスト (車固有の値)

サフィックスは、前節の利用頻度モデルと同じものである。また、時間価値 ω を対数正規分布で仮定する。

(3) 調査データ

本研究では、平成19年11月15、16日に、九州のI市とM市においてアンケート調査を行った。

I市とM市は九州における新幹線建設予定ルート上にある中小都市でI市は人口6万人、M市は3万人規模である。このルート上には県庁所在地がある大都市G市、K市、F市がある。G市、F市はこのルートの起終点になっている。特にF市は人口100万人を超える大都市であり、九州における中心都市のひとつである。

ルート上では、G市、M市、I市、K市、F市の順に並んでいる。I市とK市の間にY市があり、G市からY市まではすでに新幹線が完成しており、現在運行している。

アンケート調査では、旅行目的を通勤・通学以外(買い物、観光、遊び、出張等)の交通行動について、現在運行している新幹線の運行する前と現在(本研究では‘前’を「開通前」、‘現在’を「一部開通」と呼ぶことにする。また、将来新幹線が全部完成、運行した場合を「全線開通」と呼ぶことにする)のそれぞれに

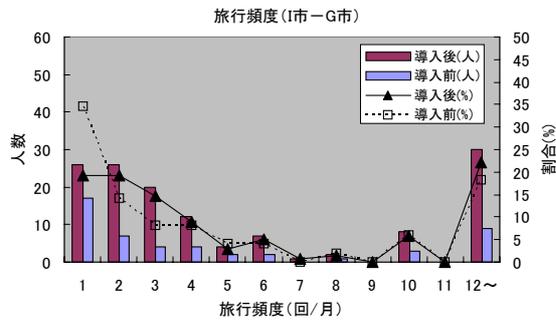


図-3 旅行頻度分布 (I市-G市：鉄道-鉄道)

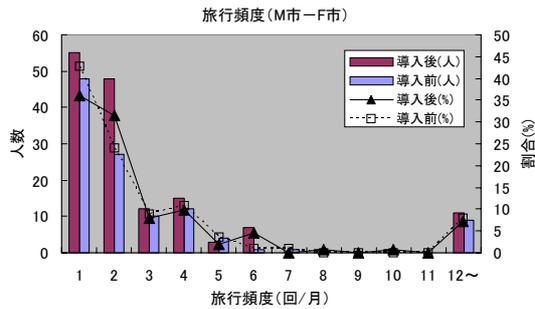


図-4 旅行頻度分布 (M市-F市：鉄道-鉄道)

表-3 各都市間の平均旅行頻度

出発地	目的地	距離(km)	自動車		鉄道(開通前)		鉄道(一部開通)	
			一般化費用	平均頻度	一般化費用	平均頻度	一般化費用	平均頻度
I市	G市	78.8	2584.63	8.7	5430.7	5.6	4654.0	6.7
	K市	91.7	5161.01	6.4	5793.6	4.2	5782.1	4.1
	F市	210.1	10784.1	6.9	10440.8	2.7	10623.3	3.6
M市	G市	94.8	6267.38	4.7	6463.5	2.6	5168.0	4.0
	K市	75.7	4208.26	13.1	4669.0	8.5	5289.8	8.0
	F市	194.1	9831.34	3.2	9816.2	3.5	10161.0	3.3

ついて、I市、M市からF市、K市、G市への利用頻度や交通手段などを調査した。なお、この調査は新幹線が導入されてから3年が経過した時点での調査である。

表-1に調査地点と3市への自動車と鉄道の距離、所要時間、料金を示す。自動車は高速道路利用を表している。またアンケートの調査状況を表-2に示す。

図-3、図-4にそれぞれI市からG市へ、M市からF市へ行く場合の開通前と一部開通後の旅行頻度の度数分布と相対度数分布(%表示)を示す。開通前と一部開通後それぞれ鉄道利用者の分布である。また、表-3に各都市間の平均旅行頻度を示す。

これを見るとI市からG市、M市からG市といった、現在新幹線が運行しているところでは、旅行頻度は増えているのが伺える。また、まだ開通していないところでは、旅行頻度の変化はあまり見られない。

(4) パラメータの推定

開通前、一部開通後のM市、I市からF市、K市、G市へ交通機関分担モデルを適用した結果、時間価値 ω の

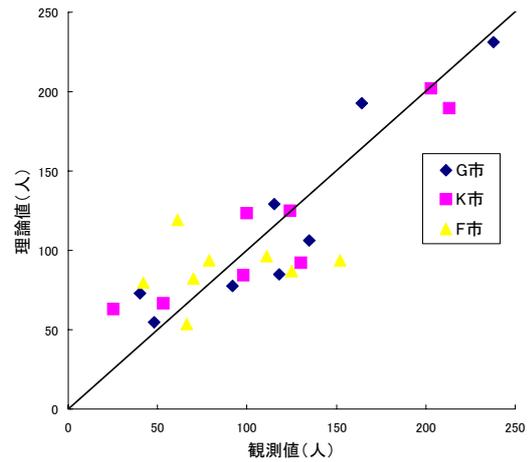


図-5 交通機関分担の観測値と理論値の相関

表-4 パラメータの概算

出発地	目的地	距離(km)	鉄道(開通前)		鉄道(一部開通)		α	m
			一般化費用	平均頻度	一般化費用	平均頻度		
I市	G市	78.8	5430.7	5.6	4654.0	6.7	0.140	84919
	K市	91.7	5793.6	4.2	5782.1	4.1	-0.020	-267134
	F市	210.1	10440.8	2.7	10623.3	3.6	-0.019	-514731
M市	G市	94.8	6463.5	2.6	5168.0	4.0	0.160	61288
	K市	75.7	4669.0	8.5	5289.8	8.0	0.250	156132
	F市	194.1	9816.2	3.5	10161.0	3.3	0.173	104047

平均値 $\mu_\alpha=3.08$ 、 $\sigma_\alpha=2.14$ 、さらに自動車のパラメータ $A=-750$ を得た。対象とした都市間の交通手段分担の観測値とモデルから得られた理論値の相関グラフを図-5に示す。相関係数は0.86であった。

今回の調査では、都市における満足度(滞在時間)についてはデータをとっていないので、式(5)を求めることができない。そこで、おおよその平均値を使って、各都市間で適用した場合のモデルのパラメータを推定する。

表-3にある一般化費用は交通機関分担モデルで求めたパラメータ ω の平均値、自動車の場合はさらに A を用いて求めたものである。一般化費用を平均頻度を用いて、頻度モデルのパラメータ α と m を求めた。その結果を表-4に示す。

表中の α と m の各値のうち、負値が発生する原因のひとつとして、今回の計算では式(5)で表すような滞在時間に対する影響を無視したために起こったものと考えられる。

3. 新幹線導入時の検討

(1) 料金、所要時間の設定

I市、M市からF市、K市への新幹線の導入に当たって、次のように所要時間、料金の設定を行った。

現在新幹線が導入されている区間、I市-G市、M市

表-5 新幹線開通時の料金・所要時間設定

	距離(km)	時間(分)	料金(円)
I市-F市	210.1	65	8280
I市-K市	91.7	28	5070
M市-F市	194.1	60	7970
M市-K市	75.7	23	4730

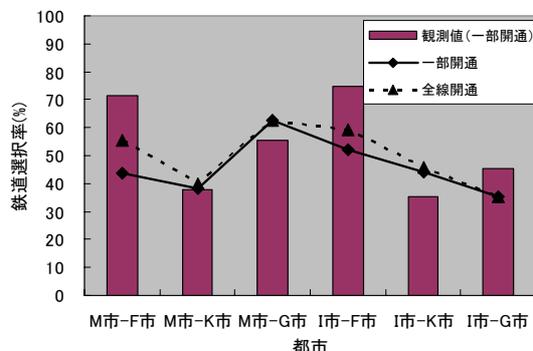


図-6 新幹線開通後の鉄道選択率の変化

I-G市での運賃(特急料金、乗車料金)、所要時間を参考にした。運賃は単位距離あたりの運賃を算出し、それを、I市、M市からF市、K市への運賃を計算した。所要時間は新幹線導入区間での、平均速度を計算して、該当区間の所要時間を算出した。その結果を表-5に示す。

(2) 交通手段選択率の計算

表-5の所要時間、料金を用いて、自動車と鉄道の手段選択率を計算した。計算に際しては、前章で述べた犠牲性モデルを用いて、求めたパラメータを使って算出した。その結果を図-6に示す。

すでに、新幹線の開通しているI市-G市、M市-G市間では変動はないが、新幹線が新たに開通したF市、K市では、鉄道への選択率の上昇が見られた。特に、距離の遠いF市のケースで大きな上昇(約10%程度)が見られた。

(3) 旅行頻度の計算

表-5の料金、所要時間、前章で構築したモデルと概算のパラメータを用いて旅行頻度の計算を行った。ただし、表-4のパラメータでG市以外と負値を取らないM市-F市、M市-K市についての計算とした。計算結果を表-6に示す。

表-6の‘平均頻度100%’のところ該当する平均頻度で、表-3中で示す一部開通時とあまり変化が見られない。これは一般化費用がほとんど変わっていないためであると考えられる。

表-6 全線開通時の旅行頻度の平均値

出発地	目的地	距離(km)	鉄道(全線開通)		平均頻度	
			時間(分)	料金(円)	予測値	20%縮小
I市	G市	78.8	25	4110	-	-
	K市	91.7	28	5070	-	-
	F市	210.1	65	8280	-	-
M市	G市	94.8	33	4450	-	-
	K市	75.7	23	4730	8.0	8.9
	F市	194.1	60	7970	3.8	4.5

そのため、想定した全線開通時の所要時間、料金から得られる一般化費用を20%縮小したときのケースについて計算を行った。具体的にはいずれの区間の場合の料金を約1000円程度減らした。その結果、表-6に示すようにいずれの区間にも頻度の変化が見られた。

先で述べたように現時点では、一般化費用と頻度の関係のみでパラメータを算出しているため、所要時間の短縮による滞在時間の満足度の変化の影響などは考慮できていない。その分、今回の頻度の予測値にはバイアスがかかっていることになる。

また、今回は旅行頻度の割合のみを計算した。モデルの構造上では、一般化費用の変化に伴い、出発地域からの誘発交通量が予測することが可能であるが、今回の調査データは既存の旅行経験者のみが対象となり、出発地域からの誘発交通量を算定するためのパラメータの推定もできなかった。したがって、既存の旅行者に対して、自動車交通からの移行と旅行頻度の変化を計算することにしている。

4. おわりに

本研究では現在建設中の新幹線のある西の広域地方圏を例に取り、一部開通しているところの調査を行い、旅行頻度のモデルを作成し、概算ではあるが全線開通した場合の都市間の旅行行動に適用し検討した。モデルではいくつかの改善すべき点はあるが、今回の検討で一般化費用の変動が旅行頻度に影響を与えることが見られた。

参考文献

- 1) 角 知憲、大枝良直、中本 隆、中島英明：休日のリクリエーション交通と買物交通の時間的変動における人の行動特性、土木学会論文集、第506号/IV-26、pp137-140(平成7年1月)
- 2) 大枝良直、笥下雅章、福永隆文、角 知憲：鉄道の高速度化が中長距離都市間交通に与える効果の予測、土木学会鉄道力学シンポジウム論文集、第3号、pp5-10(平成11年6月)