

生活サイクルと交通サービスを考慮した長距離交通の宿泊・日帰り選択に関する研究

徳永 大輝¹・角 知憲²・大枝 良直³・樋口 尚弘⁴

¹学生会員 九州大学 工学府都市環境システム工学専攻 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

E-mail:hamada@doc.kyushu-u.ac.jp

²正会員 九州大学 工学府教授 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

E-mail:sumi@doc.civil.kyushu-u.ac.jp

³正会員 九州大学 工学府准教授 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

E-mail:oeda@doc.kyushu-u.ac.jp

⁴非会員 国土交通省 九州地方整備局 熊本河川国道事務所 (〒861-8029 熊本市西原1-12-1)

E-mail:higuchi-t22w@qsr.mlit.go.jp

近年、高速道路や新幹線の開通などにより長距離交通がより身近なものとなっている。このような交通サービスの効果を予測するためには人々の交通行動を十分に考慮する必要があり、特に長距離交通においては全体の行動時間が長いこと人々の生活サイクルが大きく影響を及ぼす。そこで、人々がある都市を訪問する頻度が交通サービスレベルの変化に伴いどのように変化するかを見るために生活サイクルを考慮したモデルの構築を試みる。このモデルは日帰り・宿泊行動を含むものである。そして、新幹線が開通している地域の住民に適用し、その再現性を確認した。

Key Words : *transportation service level, 24-hour life cycle, long distance traffic*

1. はじめに

近年、高速道路の整備や新幹線の導入などにより長距離交通がより身近なものとなっている。ここでの長距離交通とは、数日かけて海外へ行くような交通ではなく、日帰りもしくは一泊二日で行くような、比較的簡単なものを対象としている。今までは宿泊が伴う交通行動でも、交通網の整備によって、より短い日程での訪問が可能となっている。このような交通サービスの効果を予測するには人々の交通行動を十分に考慮する必要があり、特に長距離交通では全体の活動時間が長いこと人々の生活サイクルが大きく影響を及ぼす。また、長距離交通では通勤といった日常的な交通行動の割合が少なく、レジャーなどの単発的な交通行動が多くみられる。このようにな場合、長距離交通における交通サービスの効果を評価する上で訪問頻度を考慮することが重要であると考えられる。

現在まで、交通を再現する様々なモデルが提案されており新幹線に関する研究も数多く存在する。

柴田ら¹⁾の研究では新幹線利用者等を対象とした実態調査(パーソントリップ調査)により、利用実態と需要特性を明らかにすることを目的としている。この研究では主に通勤定期券に関するモデルを作成し、通勤利用特

性に関する分析を行い、勤務先からの通勤費支給額や時間短縮が新幹線を選択する大きな要因となると考察している。また、青島ら²⁾の研究では新幹線通勤者の新幹線駅選択の状況を把握し、新駅設置による利用者数の推計を行っている。この研究では新幹線通勤・通学利用者数の推計モデルを提案するとともに、モデルを用いて新駅設置による利用者数の推計を行っている。このような研究で利用頻度に注目しているものはみられていない。

また、誘発交通量に関する研究には、高橋ら³⁾の情報流動量に着目し誘発交通量を含めた将来交通量推定のモデル構築を行い、誘発交通量の理論的な推計が可能とした研究がある。しかし、誘発交通を利用頻度上昇に置き換えて考え、利用頻度予測ができるモデルにまで発展した研究は存在しない。

また頻度に関する研究では、交通サービスレベルの変化を考慮した広森ら⁴⁾の研究がある。しかしながら、長距離交通では生活サイクルを考慮することが重要であり、それを考慮した頻度予測のモデルを扱った研究は見られない。

本研究では、長距離交通がより身近になったことを背景とし、生活サイクルを考慮した交通サービスレベルに応じた都市訪問頻度の変化を予測するモデルを作成する。

ここでは新幹線を視野に入れ、日帰り交通と宿泊交通が可能な程度の長距離交通で通勤・通学以外の交通行動を対象とする。

2. 宿泊・日帰りモデル

(1) 頻度決定モデル

本研究では、非効用の概念を用いて日帰り・宿泊日程での頻度を決定するモデルを考える。ある都市 j を宿泊して訪問することによって得られる効用 $U_j^{(2)}$ は限界効用逓減の法則を仮定して訪問頻度が増えると一定値に収束すると考え、式(1)で仮定する。また、移動に関する非効用 D_j を考え、交通機関の非効用 D_{ij}^{mode} と人が宿泊することによるコスト C_j^{stay} の和に頻度 n を掛けたものと仮定し、式(2)のように仮定する。非効用 D_{ij}^{mode} は次節で述べる交通機関分担率モデルで得られるものである。式(1)、(2)で定義した効用 $U_j^{(2)}$ から移動や宿泊による非効用 D_j を引いた効用 ΔU_j は都市を訪れることによって得られる効用となり式(3)で表される。

人は効用が最大となるように行動するという考えに基づいて、この効用最大を持つ頻度を人が選択する頻度と考えると式(3)を n で微分し、0とおいて得られる n が最適な頻度となる。 n は式(4)のように求められる。

図-1 は宿泊・日帰りモデルの概念図である。仮定した効用・非効用がある都市 j を n 回訪問した時のものを表したものである。日帰りの場合の効用を $U_j^{(1)}$ と表す。日帰りか宿泊のいずれかで訪問した場合に算出されるいくつかの効用の中から最も大きくなる時の頻度を人が選択すると考える。日帰りでは、宿泊に関する非効用 C_j^{stay} を考慮せず、1回の訪問により得られる効用を式(5)のように仮定し、同様の方法で最適頻度を求める。

$$U_j^{(2)} = 2m_j\beta' \{1 - \exp(-\alpha' n)\} \quad (1)$$

$$D_j = (D_{ij}^{mode} + D_n + C_j^{stay})n \quad (2)$$

$$\Delta U_j = U_j - D_j \quad (3)$$

$$n = -\frac{1}{\alpha'} \ln \left[\frac{D_{ij}^{mode} + D_n + C_j^{stay}}{2\alpha' \beta' m_j} \right] \quad (4)$$

$$U_j^{(1)} = m_j\beta' \{1 - \exp(-\alpha' n)\} \quad (5)$$

式中では、 m_j は都市 j の魅力度、 α' は正のパラメー

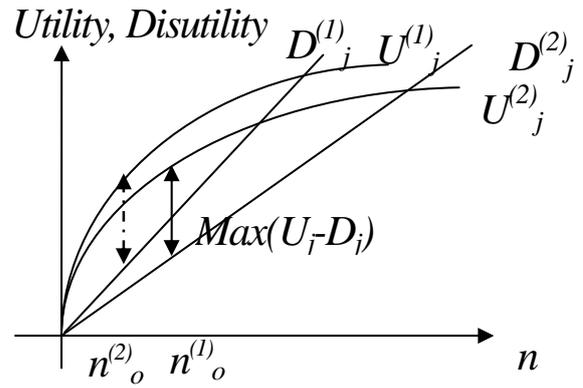


図-1 宿泊・日帰り選択モデルの概念図

タ、 n は頻度、 i, j は出発地と目的地をそれぞれ表す。また、 β' は都市を訪れることに関する嗜好の個人差を表すものとして正規分布 $N(\mu_{\beta'}, \sigma_{\beta'})$ を仮定する。 D_{ij}^{mode} は次節より求められる交通手段のもつ非効用を表すが、 D_n はこの非効用を式(2)で用いる際の調整定数である。

(2) 交通機関の非効用 (交通機関分担モデル)

まず、長距離旅客が選択する交通機関の非効用 D_{ij}^{mode} を求めるために交通機関分担率モデルを構成する。各交通機関 m の非効用 $D_{(m)ij}$ は費用 C_f 、乗り換え回数 n_t 、交通所要時間を含む目的地で十分な滞在時間が得られるかどうかの非効用 D_{ij}^{stay} 、交通機関がもつ特性 $Z_{(m)}$ の4要素によって表せるとし、またこの要素を加算可能とし式(6)で仮定する。長距離旅客が選択する交通機関は式(7)で表すように各交通機関のもつ非効用 $D_{(m)ij}$ の内、最小なものとし、その時の非効用を D_{ij}^{mode} とする。モデルが今回対象とする交通手段は車(C)、在来線(R1)、優等列車(新幹線を含む、R2)である。

$$D_{(m)ij} = A'C_f + B'n_t + D_{ij}^{stay} + Z_{(m)} \quad (6)$$

$$D_{ij}^{mode} = \min[D_{(C)ij}, D_{(R1)ij}, D_{(R2)ij}] \quad (7)$$

式(6)、(7)中で、 A' 、 B' はパラメータで、 B' は正規分布 $N(\mu_{B'}, \sigma_{B'})$ に従うと仮定する。

(3) 滞在に関する非効用 (出発・退出時刻決定モデル)

目的地での滞在時間に関する非効用 D_{ij}^{stay} は次のようにして求める。この非効用は生活サイクルからの制約や出発地からの所用時間により影響を受ける滞在時間に関する非効用を表すものであり、人が目的地で最適な時刻

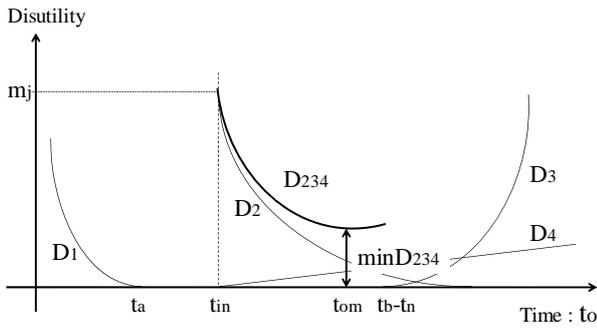


図-2 目的地出発時刻決定モデルの概念図

表-1 出発・退出時刻決定モデルのパラメータ

M_X	220.00	A	4.30
M_Y	160.00	α	6.40
γ_X	0.22	B	0.40
γ_Y	0.32	β	2.08
μ_{tb}	19.40	μ_{ta}	7.00
σ_{tb}	1.87	σ_{ta}	1.40
		δ	0.62

決定行動（目的地到着時刻，目的地出発時刻など）を行う時に得られる非効用であるとする。

生活サイクルに関わる非効用は，出発時刻が早いことによる非効用 D_1 と帰宅時刻が遅いことによる非効用 D_3 であり，それぞれ式(8)，(9)で仮定する。

$$D_1(t_d) = A[\exp\{\alpha(t_a - t_d)\} - 1] \quad (t_d < t_a) \quad (8)$$

$$D_3(t_h) = B[\exp\{\beta(t_h - t_b)\}] \quad (t_h > t_b) \quad (9)$$

ここで， A, B, α, β は正のパラメータ， t_d は出発地出発時刻， t_h は出発地帰宅時刻， t_a, t_b はそれぞれの非効用 D_1, D_3 を認識するか否かの閾値である。

また，滞在に関わる非効用として，目的地滞在時間 t_s が短いことによる非効用 D_2 と活動による飽きや疲れを表す非効用 D_4 を仮定し，式(10)，(11)のように表す。

$$D_2(t_s) = m_j \exp(-\gamma_j t_s) \quad (10)$$

$$D_4(t_s) = \delta t_s \quad (11)$$

ここで， m_j は都市 j の魅力度， γ_j ， δ はパラメータを表す。

以上の4つ非効用を用いて最適な時刻決定行動を構成する。非効用は加算可能であるとし，例えば，目的地を出る時刻（目的地出発時刻）を選択する場合，非効用 D_2 ， D_3 ， D_4 を加算した非効用 D_{234} を考え，その非効用が最も小さくなるように最適な目的地出発時刻 t_{om} を決定をするものとする。この時3つの非効用は目的地出発時刻 t_o の関数として表すことができ，また，あらかじめ目的地到着時刻 t_{in} を条件として与えている。

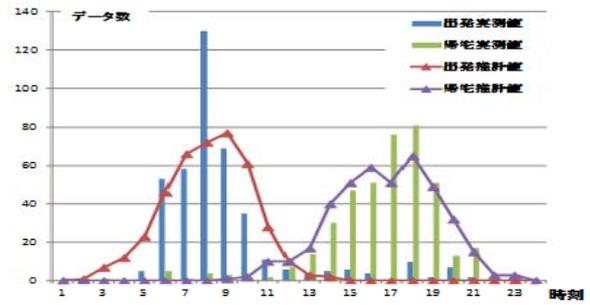


図-3 X市出発・帰宅時刻の分布

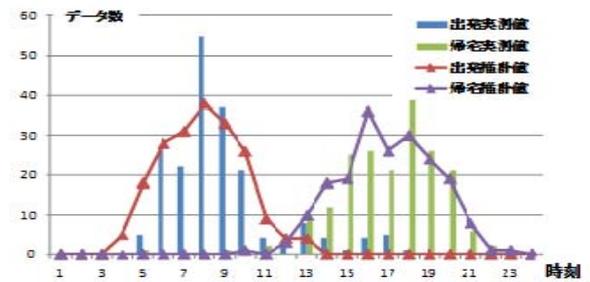


図-4 Y市出発・帰宅時刻の分布

表-2 日帰りモデルでの推計結果

交通機関分担モデル		頻度決定モデル	
A'	0.007	$\mu_{\beta'}$	1.79
$Z_{(C)}$	20.00	$\sigma_{\beta'}$	6.60
$Z_{(R1)}$	24.00	α'	0.50
$Z_{(R2)}$	0.00	D_n	100.00
$\mu_{B'}$	11.00	C^{stay}	20.00
$\sigma_{B'}$	137.00		

図-2は横軸を時間、縦軸に非効用をとり上記の内容を図示したものである。

最適な目的地出発時刻が決まりその時の最小非効用 D_{234}^* が得られるが，この非効用 D_{234}^* は先に述べたように目的地到着時刻 t_{in} をあらかじめ与えることによって求められたのであるから，目的地到着時刻 t_{in} の関数であり， t_{in} に対して増加関数になる。したがって，今度は，最適な目的地到着時刻 t_{imm} を求める際には，非効用 D_1 と非効用 D_{234}^* の和 D_{1234} を考え，その和の最小となる時刻を最適な到着時刻 t_{imm} とし，得られる非効用が目的地滞在の非効用 D_j^{stay} となる。目的地到着時刻や出発時刻は交通機関の所用時間を与えれば出発地出発時間や帰宅時間で表すこともできる。

3. モデルの適用

平成20年度に行われたアンケート調査の結果をもとにモデルのパラメータを推定する。アンケートでは，平成16年に九州新幹線が一部導入された，鉄道，道路の交通サービスを所定の範囲内に収めるV市，W市を対象

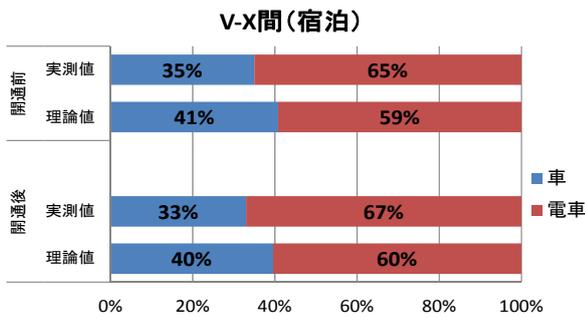


図-5 V市とX市間の交通機関分担率

とした。調査日は、V市で平成20年9月24日から26日、W市で平成20年10月21日から23日である。

調査項目は、V市、W市からおよそ100km～350kmほど離れた九州内の大都市X市、Y市までの新幹線開通前後の交通手段、目的地ごとの訪問頻度、出発・帰宅時刻などの数項目である。推定方法としては、各非効用関数のパラメータに初期値を与え、提案したモデルに基づいて観測値との χ^2 値が最小となるようにパラメータを推定した。

図-3、図-4は出発・帰宅時刻決定モデルによって得られたX市、Y市へ旅行する時の両市への到着時刻と両市から出発時刻の推定値と観測結果を合わせて示したものである。KS検定を行った結果、有意水準20%で適合し、比較的良好な再現性が得られている。また、得られたパラメータを表-1に示す。

表-1で得られたパラメータを用いて、新幹線開通前後の交通機関分担率モデル・頻度決定モデルのパラメータを推定した。推定パラメータを表-2に示し、各ODの分担率の結果の一部を図-5に示す。このとき実測値と推計値の相関係数は0.93となり、このモデルの良好な再現性が得られた。また、各都市間における交通機関ごとの訪問頻度の結果の一部を図-6に示す。このとき、相関係数は0.86となり、ここでも良好な再現性が得られた。

モデルを新幹線の導入という交通サービスの変化した地域に適用した結果、新幹線の開通により交通サービスレベルが向上すると人々は車から電車に交通機関をシフトし、日帰りする人が増加し宿泊する人が減少するという観測結果を説明することができた。ここに示した結果は、すべてのODの一部であるが全体でも同様の傾向が見られた。

4. おわりに

本研究では、非効用の概念を用いて長距離交通にお

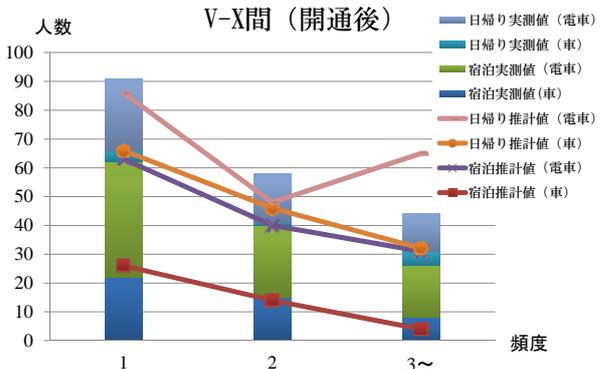
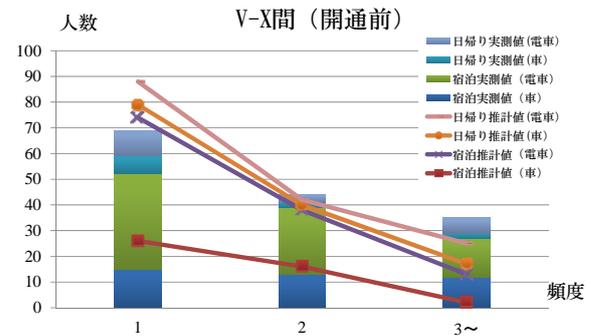


図-6 V市とX市間の頻度変化

ける日帰りと宿泊のそれぞれの日程においてある都市を訪問する際の頻度を予測するモデルを提案した。

モデルは、人が出発地や目的地での行動時間の選択や交通手段選択を含むモデルとなっており、交通サービスに応じたそれぞれの予測が可能ないように構成されている。モデルを新幹線が利用可能な地域の住民のデータに適用し、新幹線開通前後の行動の変化を含めて再現性を確認し、良好な結果が得られた。

今回のモデルでは、適用するデータの中で年齢や性別などの個人属性や人々が移動する際の時期などを考慮していないためそれらを考慮してモデルを改良する必要があると考えられる。また、頻度決定モデルにおいて m_j と γ_j は都市固有のパラメータであるが、今後都市の集積率などで表せるものに変える必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 柴田 宗則, 武藤 雅威: 日常生活の足としての新幹線利用実態と需要特性, 鉄道力学シンポジウム
- 2) 青島 縮次郎, 川島 俊美: 新幹線通勤者の駅選択分析とそれを踏まえた新駅利用者数の予測, 第54回年次学術講演会講演概要集第4部
- 3) 高橋 清, 佐藤 馨一: 都市間交通における誘発交通量の予測手法に関する研究, 土木計画学研究・講演集 No.16 (1)
- 4) 広森源太, 角知憲: 新幹線導入後の利用頻度の変化に関する研究, 九州大学卒業論文, 2008.

