

所要時間信頼性が手段選択・経路選択に与える影響に関する研究*

Effect of Travel Time Reliability on Mode or Route Choice Behavior*

村上岳司**・原田昇***・太田勝敏****

By Takeshi MURAKAMI**・Noboru HARATA***・Katsutoshi OHTA****

1. はじめに

本研究では、手段選択・経路選択等における選択要因としての、トリップの所要時間信頼性を取り扱う。遅刻リスク、遅刻回避余裕の必要性、不安やストレスといった点から、所要時間信頼性は交通行動に影響を及ぼす重要な要因であると考えられ、高規格の道路や公共交通の整備、バス優先方策や結節改善等に関する評価や需要予測においても本来求められてしかるべき要因であるといえる。

しかし、所要時間信頼性に関しては、様々な捉え方が可能であり、また調査・分析上いくつかの課題が残されていることから、本格的な評価にあまり用いられていないのが現状である。

本研究では、SP調査における所要時間信頼性の表現方法についての実験を行った。この結果と、所要時間信頼性を扱った選択モデルの既存研究とをふまえ、非集計分析で所要時間信頼性を扱う上での視点と課題とを整理することを本研究の目的とする。

2. 所要時間信頼性に基づく選択モデルの既存研究

(1) 自動車経路選択モデル

Lam and Small¹⁾は、高規格道路の無料/有料レーンの選択モデルで、所要時間信頼性の価値を推定した。ループ感知器による交通量データから推定した所要時間変動と、アンケートによる選択実績データを用いている。所要時間の平均値・標準偏差と、

*キーワード：経路選択，交通手段選択，交通行動分析

**学生員，東京大学大学院工学系研究科

***正員，工博，東京大学大学院新領域創成科学研究科

****フェロー，Ph.D，東京大学大学院工学系研究科

(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

TEL03-5841-6254，FAX03-5841-8527)

中央値・90%タイル値との指標比較も行っている。

Abdel-Aty et.al.²⁾は、自動車通勤の経路選択モデルをSPデータにより推定し、所要時間信頼性の効果を示した。日常利用する道路の所要時間信頼性が高いと認識している利用者ほど、仮想代替経路よりも従来の経路を好む傾向があること、プレトリップ情報を参照する習慣のある利用者が不確実な経路をより好む傾向にあることを示した。

ZHAO³⁾は、所要時間情報に基づく高速道路から一般道路への経路変更選択に関するSPデータから、所要時間の主観的認識値の影響を分析した。提示した仮想所要時間情報を用いたモデルよりもそれに対する認知所要時間を用いたモデルの方が説明力が高いことを示した。また、認知所要時間幅の影響が利用者の経路変更経験に左右されることを示した。

(2) 手段選択モデル

青山ら⁴⁾は、高速バス運行データに基づく客観的所要時間分布と、利用者アンケートから高速バスと鉄道の選択モデルを推定した。遅れ平均・遅れ標準偏差・%タイル値・予想所要時間などの分析指標の比較を行っている。また青木ら⁵⁾は知覚到着率という独自指標を用いて同データの分析を行っている。

若林ら⁶⁾は、主観的所要時間信頼性に基づく、自動車/バス/新交通システムの通勤手段選択モデルを推定した。経験した最小/最大所要時間の値をアンケートで求め、各々の平均所要時間との差を説明変数としている。また、新交通システムの運休時と平常時での所要時間信頼性に対する態度の差異を明らかにしているのが特徴である。

3. 実験：SP調査における表現形式の影響

所要時間信頼性の差異に対する選好データを収

集するひとつの手法としてSP調査が有効であると考えられる。信頼性の高いデータを得るには代替案の作成・提示の方法に十分注意を払う必要があるが、特に所要時間信頼性については多様な表現方法が存在し、その差異が回答に影響を与える可能性がある。ここではそれを確認するべく比較実験を行った。

自動車通勤において仮想的な経路1（所要時間平均大・変動小）経路2（平均小・変動大）の選択を行う状況を想定し、図4のように両経路に対して変動を持つ10日ぶんの所要時間値を設定する。この設定値が経路2について異なる3種類のシナリオを用意した。各シナリオの特徴を表1に示す。シナリオ1は、渋滞は少ないがいざ渋滞すると非常に時間がかかるケースであり、シナリオ3は、突出した遅れはないが日常的に変動が起きやすいケースである。シナリオ2はその中間的ケースを想定している。

この変動を表現する方法として、図1～5に示す5種を試みた。方法アは、所要時間の大体の傾向を丸め値で示すことにより、変動の特徴を感覚的に把握しやすくすることを狙った。Abdel-Aty et.al.²⁾は電話インタビューにおいてこの方法を用いている。方法イは、所要時間の平均・最大・最小値を示す。特に今回のような時間制約のある状況下では、最大値にあわせて選択を行うことが予想される。方法ウは、所要時間を渋滞時と非渋滞時に分け、非渋滞時の所要時間と、そこから10分以上遅れる確率とその遅れ平均を示した。経路2が経路1に比べ、渋滞しなければ速く、渋滞すれば遅いという両面をともに強調した方法である。方法工は、10日間の所要時間を集計せずに生のまま示したが、各日の速い方を赤色で強調して誘導を試みた。方法オは同じく10日間の所要時間について棒グラフによる視覚化を試みた。簡略化することなく変動の特徴を総合的に把握しやすくすることを狙ったものである。

以上、3シナリオ×5表現、計15通りの比較をランダム順で提示するアンケートフォームを作成し、東京大学大学院太田・原田研究室のメンバー17人に回答を求めた。表2に、変動の少ない経路1を選択した人数の割合を示す。

まずシナリオ毎の平均値を比較すると、時間制約のある通勤時において遅れを回避する選択傾向がみられることが読み取れる。次に各表現方法毎の選

経路1	10日とも30分
経路2	10日のうち8日は20分 10日のうち2日は50分

図 - 1 表現方法ア

	所要時間	
経路1	28分～32分	平均30分
経路2	18分～53分	平均26分

図 - 2 表現方法イ

	渋滞しないときの平均所要時間	渋滞の頻度	渋滞時の平均遅れ時間
経路1	30分	(渋滞しない)	
経路2	20分	10日に2回	30分

図 - 3 表現方法ウ

10日間、それぞれの経路の所要時間を測定したら次のようになりました。(単位:分)
それぞれの日で速く行けるほうを赤数字にしています。

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
経路1	32	29	28	30	31	31	28	29	31	32
経路2	48	19	20	18	21	22	20	53	19	21

図 - 4 表現方法工

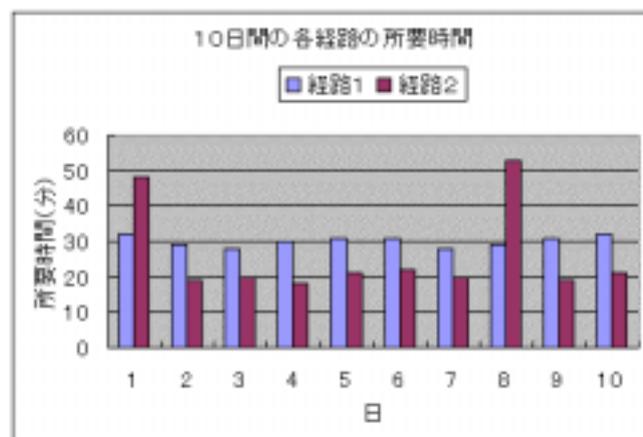


図 - 5 表現方法オ

択結果について考察すると、表現アでは、シナリオ間での選択割合の開き大きい。これは、最大値と最小値がその頻度とともに概数で示されるため、各シナリオの特色が強調された表現となっていること

によると考えられる。表現イは、各シナリオともに経路1の選択割合が最大である。時間制約下では頻度にかかわらず最大値が重要だが、最小値はその頻度の高さが示されないと重視されない、と解釈できる。表現ウは、5表現中最も中間的な選択割合であり、シナリオ間の開きも小さい。これは、経路2の経路1に対するメリット・デメリットがともに示されたことと、表現がややわかりにくかったことによると考えられる。表現エは、経路2の選択割合が最大であり、誘導の効果が現れているといえる。また経路2の方が速い日数及び遅い日における値に関し、シナリオ2と3で差異が殆どないことが結果にも現れている。表現オはシナリオ間の差異が少ない。所要時間の長い日と短い日とが交互に存在するかどうかによる視覚的な影響がシナリオ間の分布の差異の影響と相殺しているのが一因と思われる。

また、シナリオの差異、表現方法の差異の計15条件下での選択割合に対し、分散分析を行った結果を表3に示す。表現方法の差異は信頼度95%で選択割合に影響を与えていることが確認された。

以上、限定的サンプルでの簡略な実験ではあるが、

表 - 1 各シナリオの設定概要

	経路1 (共通)	経路2		
		シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3
平均(分)	30.1	26.1	26	27.1
最小(分)	28	18	19	18
最大(分)	32	53	48	42
標準偏差(分)	1.5	12.3	9.5	8.4
渋滞発生率	0%	20%	30%	50%

10分以上の遅れが発生する割合

表 - 2 集計結果：経路1選択割合

	表現方法					平均	分散
	ア	イ	ウ	エ	オ		
シナリオ1	1.000	1.000	0.765	0.647	0.588	0.800	0.037
シナリオ2	0.765	0.824	0.647	0.235	0.353	0.565	0.067
シナリオ3	0.353	0.706	0.529	0.294	0.471	0.471	0.026
平均	0.706	0.843	0.647	0.392	0.471	0.612	
分散	0.107	0.022	0.014	0.050	0.014		0.058

表 - 3 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	F値	P値
シナリオ	0.288	2	0.144	9.21	0.008
表現方法	0.395	4	0.099	6.325	0.013
誤差	0.125	8	0.016		
合計	0.808	14			

所要時間信頼性に関する表現方法がSP調査の回答に影響を与えることが示されたと考える。

4. 所要時間信頼性の概念整理と検討課題

(1) 視点：客観値と主観値

所要時間信頼性に関しては、客観値と主観値という2つの視点を念頭に置く必要があり、両者で考える範囲が異なる。客観値は、実際の所要時間の変動を指す概念であり、機械的計測等でデータ収集が可能である。一方、主観値は、移動する個人が変動をふまえて予測する所要時間の幅やあいまいさを指す概念と考えられ、アンケート等により計測する必要がある。一般に主観値は客観値よりも直接に交通行動に影響すると考えられる。両者間のバイアスは、利用経験や情報、個人属性やトリップ属性に大きく依存すると考えられ、調査の際これらの条件を十分把握することが重要である。

(2) モードごとの所要時間特性

自動車交通の場合、交通需要や道路容量の変動に伴い、客観的な所要時間変動が常に生じる。この変動は一般的に正規分布等で近似できるような分布形を持つと考えられる。また、変動を前提とするため、主観的な所要時間予測も必然的になんらかの幅や曖昧さを持つものになる。

これに対し、公共交通の所要時間信頼性に関しては、ダイヤからの遅れの程度がまず問題となる。この点、鉄道等専用軌道を持つ場合は基本的に遅れを無視することも可能だが、バスや路面電車の場合は道路所要時間変動の影響を受けて遅れが発生する。

公共交通では一方で、待ち時間や乗換時間等を含めた目的地までの所要時間全体の信頼性、という広義の視点が考えられる。この場合、利用者が時刻表等の情報を入手・利用するかどうかで主観的な所要時間信頼性が大きく左右される。運行間隔や待ち時間に関し、従来の研究では確定的ないしは平均的な値として扱っているものが殆どであるが、運行間隔が不均等な場合や乗換を伴う場合等において、利用者の持つ情報いかなるかは不確定要素として捉える必要がある。また、バスから鉄道に乗り継ぐような場合も、バスの遅れに伴い乗り継げる鉄道便が変化す

る状況を考えれば、待ち時間を所要時間全体の信頼性の一部として捉える必要があるといえる。

(3) 所要時間信頼性データの収集方法

モデル構築に当たっては、所要時間信頼性指標を含むサンプルデータが必要になるが、独自のデータ収集が必要になるケースが多い。機器を用いた収集方法として、自動車にGPS等の機器を搭載して走行軌跡データを収集し、所要時間分布を得る方法がある⁷⁾。また、SP調査は、仮想的な条件のもとで、主観的認識や情報の差異に基づく選好データを得やすいという点で有用である。SP調査には表現方法に関する課題があるが、これは次節で述べる。

(4) 所要時間信頼性の表現方法・表現指標

所要時間信頼性に関する主観的なデータはアンケート調査で収集可能である（認知所要時間の数値回答、仮想信頼性に対する選択のSP調査）。この際、提示や回答において多様な表現形式が存在する。

所要時間分布は標準偏差で表現するのが一般的だが、アンケートでは感覚的理解が困難なため使用できず、最大・最小・遅れ確率等による必要がある。また、複数回トリップの値やグラフ等、多様な表現方法による提示も可能であるが、3章で述べた通り、表現形式により回答にバイアスが生じる。表現形式だけでなく、数値の丸め方や、遅れ確率表現の際の許容範囲も回答に影響を与える可能性がある。特に許容範囲の適切さに関しては、絶対値表現か割合表現かも含め、トリップ属性（トリップ長、トリップ目的、時間制約等）が関係すると考えられる。他にもアンケートにバイアスを与えうる要因は多く存在すると思われるが、大前提としては回答者が感覚的に理解しやすい表現方法をとることが回答の信頼性を保つ上で最も重要であろう。

また、非集計分析を行う段階において、どのような所要時間信頼性指標で説明変数とするか、という問題がある。最終的には、複数のモデルから最も説明力の高いものを選択することになるが、アンケートデータに基づく場合は分析に使用できる指標に制約が生じる場合がある。

5. 今後の研究方針

今後の研究の流れとしては、以上の検討課題をふまえて、高速バスでの直行と鉄道・端末バス乗り継ぎの選択等のケースに関し、表現方法の比較に関する予備調査を行った後、情報に依存する主観的所要時間信頼性と選択の関係についての本調査に基づき、非集計モデルの構築を行う。その結果については発表時にあわせて報告を行う予定である。

なお本研究は、「個人属性を反映した移動満足度の評価に関する研究（国土技術政策総合研究所委託研究）」の一部として実施されたものである。関係各位のご協力に深く謝意を表する。

参考文献

- 1) Lam, T.C. and Small, K.A. : The value time and reliability: measurement from a value pricing experiment, *Transportation Research*, 37E, pp.231-251, 2001.
- 2) Abdel-Aty, M.A., Kitamura, R. and Jovanis, P. P. : Using stated preference data for studying the effect of advanced traffic information on drivers' route choice, *Transportation Research*, 5C, pp.39-50, 1997.
- 3) Zhao, S. : A study on route choice behavior in response to traffic information using drivers' perception, 東京大学学位論文, 1996.
- 4) 青山大介, 黒川洸, 石田東生, 大野栄治 : 所要時間の定時性が交通手段選択に及ぼす影響について, 土木学会第50回年次学術講演会, IV-75, pp.150-151, 1995.
- 5) 青木真, 黒川洸, 岡本直久 : 交通手段選択行動における定時性の要因分析, 土木学会第51回年次学術講演会, IV-185, pp.370-371, 1996.
- 6) 若林拓史, 浅岡克彦, 亀田弘行, 飯田恭敬 : 交通手段選択における所要時間信頼性の影響と交通サービス途絶時の意識変化に関する研究, 土木学会論文集, No.632 / IV-45, pp.29-40, 1999.
- 7) 原田昇, 兵藤哲郎, 室町泰徳, 吉田朗 : ITSによる新たな交通計画の可能性に関する研究, 建設省土木研究所・東京大学生産技術研究所「ITSに関する基礎的先端的研究」報告書, 2000.