

旅行時間信頼性を考慮した幹線交通機関選択モデルの構築

社会基盤学専攻
土木計画研究

AH20059 ^{たけむら}竹村 ^{くにとし}九二寿
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

旅行時間信頼性の経済評価は、Fosgerau and Fukuda et al.(2008)¹⁾を筆頭に、2000年頃から国内外で都市交通を対象として蓄積されており、高速道路やバイパスの時間信頼性向上便益として事業評価で試算されてきた。その際信頼性比は、1.0と仮定しているが、総便益の約3-22%²⁾を占め、大きな便益の一つである。

しかし、幹線交通を対象とする旅行時間信頼性の経済評価の研究成果は未だない。

近年、気候変動に伴う大雪・豪雨の頻発や野生動物との接触により、幹線交通の旅行時間信頼性評価の重要性は一層高まっている。東海道新幹線においても、荒天による遅延を含めた平均遅延は1.1[分/列車]であり、時間価値の高い中長距離移動では旅行時間信頼性が交通機関選択に影響すると考えられる。

本研究では、降雪量が多い東北・北陸地方における高速道路、新幹線、航空を対象として、2018年前後2か年にわたる日別・運行別旅行時間データと、携帯位置情報データを組み合わせ、非集計ロジットモデルを用いて幹線交通における旅行時間信頼性の経済価値を明らかにすることが目的である。

2. データの詳細

(1)旅行時間変動データ

①新幹線 (JR 東日本列車位置情報)

JR 東日本が提供する列車位置情報を用い、路線区間および運行位置を5分間隔で記録した。

遅延時間は、各駅における到着実績時刻とダイヤ上の到着時刻との差分として算出した。

期間：2019/2/10～2020/1/10 (計290日間)

②航空 (運航記録原簿データ：航空局提供)

運航者、出発・到着スポット、出発・到着時の遅延時間等を記録した。欠航便を含む。

期間：2018/1/1～12/31 (計365日間)

③道路 (車両感知器データ：(株)道路計画提供)

車両感知器データ (タイムスライス法) を用い、所要時間及び平均旅行時間等を5分間隔で記録した。

期間：2018/1/1～12/31 (計365日間)

(2). 幹線交通移動データ

①携帯位置情報データ

東日本エリアの秋季、冬季の計14日間の移動履歴を、(株)プログウオッチャーより購入し、時系列順に整理し、滞在判定および交通手段判定を行い、交通機関選択のデータを作成した。

期間：2018/1/10～12,17,18,25,26, 10/15～21

3. 旅行時間信頼性の基礎分析

季節の旅行時間分布を確認するため、2(1)の旅行時間

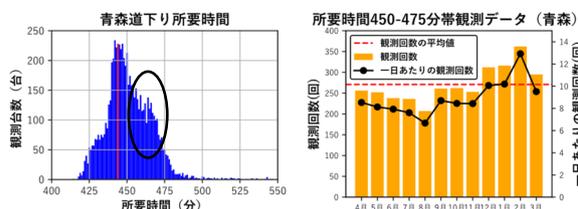


図-1 青森道の所要時間分布と450-475分帯月別分布

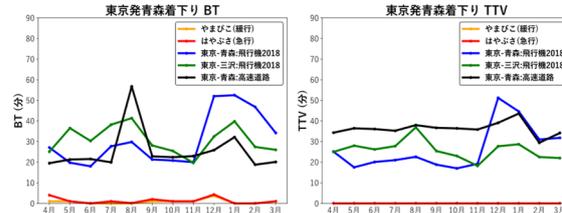


図-2 東京発青森着の月別時間信頼性交通機関比較

変動データを用いて、関東-東北・北陸間を交通機関別に分析した。図-1左は、東京青森間の高速道路の所要時間分布である。縦軸に観測回数を取り、横軸は東京青森間の所要時間(単位は分)である。赤線で示した平均所要時間を軸に正規分布のような形状を示すが、黒丸で囲んだ450-475分帯が膨らんでいる。

その部分を抜粋し、月別にまとめたものが図-1右であり、縦軸が観測回数、横軸が月である。高速道路は、12月から3月の間、赤い点線で示した年間平均値(約280回)を上回り、最大で1月に380回ほど観測され、冬季の所要時間の増加が見て取れる。つまり、高速道路は冬季の影響を受けやすいことがわかる。

次に、旅行時間信頼性指標のうち、BT(TT95-TTave)、TTV(TT90-TT10)を分析した。高速道路がOD間の平均所要時間、新幹線、航空がダイヤ上の定時を平均所要時間としてBTを算出した。図-2は時間信頼性指標を用いて横軸は月、縦軸が指標値(単位は分)である。

図-2左はBT(TT95-TTave)で、新幹線が高速と航空に比べ特に低い値を示す。高速道路は、航空に比べ概ね信頼性値が高いが、8月は逆転して大きな値を示す。これは道路特有のお盆の帰省渋滞によるものと考えられる。

また、図-2右はTTV(TT90-TT10)指標である。高速道路は一定の値を示すが、航空は特に羽田青森便が冬季にTTVが悪化する。羽田三沢便は年間を通して一定であるが、これは空港の降雪量に左右されると考える。

4. 分析手法

平均-分散アプローチで幹線交通機関選択モデルの構築をおこなう。モデル式は次式(1),(2)である。

$$P_{ijm} = \frac{\exp(V_{ijm})}{\sum_k \exp(V_{ijk})} \quad (1)$$

$$V_{ijk} = \delta C_{ijk} + \zeta T_{ijk} + \rho \sigma_{T_{ijk}} + \kappa NT_{ijk} + ASC_k \quad (2)$$

V: 効用関数, C: 費用 (円), T: 所要時間 (分)
 σ : 旅行時間信頼性指標, NT: 乗換回数 (回)
 $\delta, \zeta, \rho, \kappa$: パラメータ

LOS データは 2(2)①の幹線交通移動データを, OpenStreetMap に落としこみ可視化し, ルート設定には NAVITIME 乗換案内を利用した.

表-2 は, 説明変数をまとめたものである. 既往研究に倣い, 費用, 所要時間, 乗換回数などを設定し, 本研究の独自性として距離帯別定数項と時間信頼性指標 (本研究では遅延時間の標準偏差) をもとに LOS を作成した. 比較される代替交通の LOS には, 以下の選定条件をもとに段階的に合理的なものを選定した.

- ① LOS データにおいて他交通機関での利用実態がある場合その経路 (経由地を付与し設定)
- ② NAVITIME の第一経路と乗換回数が一番少ない経路を比較し, 現実的な経路

旅行時間変動データ σ_{ijk} は, day-to-day データを OD, 交通機関別に解析し, 当日, 当日+前日, 過去 1 週間, 過去 1 か月, 過去 3 か月 (現在集計中) のデータ集計の後, 標準偏差を算出した.

なお, 高速道路は平均所要時間と実所要時間との差分, 新幹線と航空は, ダイヤの定時からの遅延時間の差分の標準偏差とし, 早着は定着と同じ扱いとした.

さらに, OD 間の乗換回数 NT は幹線交通部分だけではなく, アクセスイグレスなどの末端交通での乗換回数を含み, 推定には乗換回数を用いる.

このとき信頼性比 RR は以下のように計算される.

$$RR = \frac{VTTV}{VTT} = \frac{\text{時間信頼性指標値のパラメータ}}{\text{幹線所要時間のパラメータ}} = \frac{\rho}{\zeta}$$

RR: 信頼性比, VTTV: 旅行時間変動価値
VTT: 旅行時間価値

LOS は, 移動距離が 300 km 以上で, OD 間移動で行動データの多様性を確保するようにしたサンプルを抽出し, OpenStreetMap で判別可能な 957 (秋: 564, 冬: 393) サンプルを用いて推定する.

この際に業務車両 (運送トラックなど) と思われるトリップデータは以下の基準をもとに除外した.

- ① 経路上に工業団地, 流通センターを複数点経由 → 業務利用判定とし除外
- ② 経路上に工業団地, 流通センターを 1 点経由 → 会社などの経路を確認, 点群が観測の際に除外

なお距離帯別定数項は交通機関分担率を参考に設定し, 450km 以下, 450km~600km, 600km 以上の 3 種類とした. また代表交通機関の設定は, 旅客純流動調査に準じて航空 > 鉄道 > 道路の優先順位で設定する.

5. モデルの推定結果

パラメータ推定結果を表-3 に示す. 本モデルの時間信頼性指標は, それぞれのトリップの取得日時に対して, 旅行時間変動データの過去 1 か月分の各交通機関の旅行時間の標準偏差 (鉄道, 航空は遅延時間, 道路は所要時間の集計を行い, 標準偏差を算出) を用いる.

尤度比は約 0.15 であり, 既往研究の幹線交通機関選択モデルに比して低い.

一方で, 時間価値は 61.7 円/分と費用便益分析マニュ

表-2 モデルに導入した説明変数

説明変数	詳細	航空	鉄道	道路
幹線時間	幹線区間内を通過する所要時間	○	○	○
乗換時間	乗換 (徒歩含む) の所要時間	○	○	—
端末時間	アクセス・イグレスの所要時間	○	○	○
費用	トリップにかかる総費用	○	○	○
時間信頼性 ^(c)	時間信頼性指標 (標準偏差)	公共	公共	高速
距離帯別定数項 ^(d)	短距離 (400km未満)	—	○	○
	中距離 (400km~600km未満)	○	○	○
	長距離 (600km以上)	○	—	—

表-3 モデルの推定結果 (発表までに修正)

説明変数	単位	パラメータ	t値
端末時間	(分)	-0.0108	-7.67 ***
幹線時間	(分)	-0.00632	-6.04 ***
乗換回数	(回)	-0.255	-4.28 ***
費用	(円)	-0.000102	-3.30 ***
時間信頼性_公共交通		0.00911	0.463
時間信頼性_道路		-0.0285	-1.19
ASC_鉄道450km未満		1.27	2.18 **
ASC_鉄道450km以上600km未満		-0.806	-2.49 ***
ASC_道路450km未満		1.09	1.79 *
ASC_道路450km以上600km未満		-1.13	-2.85 ***
ASC_航空600km以上		0.863	2.47 ***
サンプル数		957	
調整済み尤度比		0.149	
時間価値	(円/分)	61.7	
RR_公共交通		-1.44	
RR_道路		4.5	

※有意水準 *: 10% ** : 5% *** : 1%

アルの値と比較すると, やや低い値を示す.

また, 時間信頼性パラメータ ρ は, 高速道路, 公共交通のどちらも統計的に有意なパラメータを得られていない. 高速道路の符号条件は一致しているが, 公共交通は符号条件が一致せず, これに対応する信頼性比 RR は, 公共交通で -1.44, 高速道路で 4.50 となる. 高速道路は高い値を示し, 公共交通は負の値をとるためモデルの再推定が必要である.

この結果は, 時間信頼性パラメータが有意ではないことに加え, 既往研究の都市交通の信頼性比が最大 3.3 程度より, 過大推計の可能性が高い.

そのため, 時間信頼性指標の修正やモデル仕様の改善は, 論文発表までの今後の課題とする.

6. おわりに

幹線交通機関の旅行時間信頼性が近年揺らいでおり経済的価値を評価するために, 新幹線の遅延波及効果を確認し, 秋冬期携帯位置情報データを活用した交通機関選択モデルの構築を試みた.

なお時間信頼性指標値は, 有意水準を満たさないことやパラメータの符号が異なること, 信頼性比 RR が既往研究より大きい点など, 研究課題は多く残されている. 今後も平均-分散モデルの精度向上を進める.

謝辞

高速道路所要時間データを作成いただいた道路計画の石田貴志様, 田口愛実様, 航空遅延データ提供にご尽力いただいた茨城大学の平田輝満教授及び航空局, 携帯位置情報データの取得・解析にご尽力いただいた日本能率協会総合研究所の久保田征志様, 西尾和也様にご感謝申し上げます.

参考文献

- 1) Fosgerau, M. and Fukuda, D. et al: Travel time variability Definition and valuation, DTU Transport, 2008.
- 2) 福田大輔: 「道路の旅行時間信頼性の経済評価: 研究到達点と実務化に向けて課題の整理」新道路研究会 pp.46 2024/02/13