

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年5月30日現在

機関番号：12608
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23760475
 研究課題名（和文） 旅行時間信頼性の経済評価：統合的な利用者行動モデルを基礎とした理論・実証研究
 研究課題名（英文） Economic Valuation of Travel Time Variability: Theoretical and Empirical Study based on an Integrated Behavioral Model
 研究代表者
 福田 大輔 (Fukuda Daisuke)
 東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
 研究者番号：70334539

研究成果の概要（和文）：本研究では、申請者らが開発した統合的な利用者行動モデルに基づく旅行時間信頼性の経済評価手法の確立に向けた基盤づくりを行うため、以下の検討を行った：(a) 経済評価のための統合アプローチによる利用者行動モデルのさらなる一般化；(b) リンク単位で比較的容易に推計される旅行時間分布を用いて、経路単位・起終点単位の旅行時間分布を推計する手法の開発；(c) 交通需要や環境特性と旅行時間変動との関係を記述するモデルの構築；(d) 選好意識調査の設計と時間信頼性価値の推計。

研究成果の概要（英文）：In order to establish the basic framework of valuing travel time variability in congestible transportation facilities with an integrated behavioral model, this study examined the following sub-topics: (a) Extensions of the integrated model for the real situations; (b) Estimation of travel time distribution at route level by the convolution of link-level travel times; (c) Development of forecasting models of travel time variability; and (d) Survey design of stated choice questions and estimation of the value of travel time variability.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：交通計画

1. 研究開始当初の背景

道路整備や料金施策による交通流の円滑化は、平均旅行時間によって測られる速達性の向上のみならず、旅行時間信頼性の向上にも大きく貢献するため、その経済便益を適切に計測して事業評価に導入可能かどうかを検討することが求められている。その経済便益を推計するに当たっては、その価値付けを行うと共に、旅行時間変動の変化を予測する作業が必要となる。このような背景のもと、申請者は旅行時間変動の定義とその価値付

けに関するミクロ経済学的観点からの基礎的研究をこれまで行ってきた。

しかし、申請者のこれまでの一連の分析は、道路の単一リンクレベルでの交通移動という、極めて限定的な状況を想定したものであり、より一般的な状況における時間信頼性評価の理論的特性は明らかになっていない。また、実際の便益推計において必要となる利用者の効用関数のパラメータ値等も、従来研究の結果を参考値として用いるに留まっている。モデルの更なる拡張並びに実際の利用者行動データや旅行時間データへの適応が

必要とされている。

2. 研究の目的

本研究では、申請者らが開発した統合的な利用者行動モデルに基づく旅行時間信頼性の経済評価手法の確立に向けた基盤づくりを行うため、以下の検討を行う：(1) 経済評価のための統合アプローチによる利用者行動モデルのさらなる一般化；(2) リンク単位で比較的容易に推計される旅行時間分布を用いて、経路単位・起終点単位の旅行時間分布を推計する手法の開発；(3) 交通需要や環境特性と旅行時間変動との関係を記述するモデルの構築；(4) 選好意識調査の設計と時間信頼性価値の推計。

3. 研究の方法

(1) より一般的な道路ネットワークに適応した利用者行動モデルの拡張

これまでの統合アプローチでは、1 起点 1 終点間に唯 1 つの経路（リンク）がある状況を想定していた。この仮定を緩和し、経路単位での評価が可能となるように、統合アプローチを拡張する。

(2) 経路単位・起終点単位での旅行時間分布推計手法の確立

旅行時間分布形状の非対称性などを表現することができ、さらに、正規分布のような加法性を有する“安定分布”を適用する。安定特性により、旅行時間分布の畳み込みによって経路単位さらには起終点単位で旅行時間分布を求める。

(3) 旅行時間変動の将来予測のための道路パフォーマンスモデルの構築

旅行時間分布を、各道路リンクの物理的属性（幅員、勾配、車線数、速度規制等）、交通属性（平均旅行時間、交通量等）、環境属性によって説明する道路パフォーマンスモデルを構築する。

(4) 統合アプローチに対応した選好意識調査の設計・実施と時間信頼性評価値の推計

その際、統合モデルと整合させるため、選択枝属性として“希望到着時刻からの乖離の度合い”も加えた設問形式による専攻意識調査を設計し、経路選択実験並びに、出発時刻選択実験を実施する。その結果をパラメータ推定に併用することで、高精度での時間信頼性評価値の推計を行う。

4. 研究成果

(1) より一般的な道路ネットワークに適応した利用者行動モデルの拡張

拡張した統合モデルの数理的特性を確認すると共に、リンク単位から経路単位への拡張の可能性、旅行時間分布の出発時刻依存性の考慮が可能な条件に関する整理を行った。

表 1 国内における関連研究との比較

文献	山下・黒田 (1996)	森地雄 (1995)	坪田他 (2009)	本研究
モデルタイプ	スケジューリング 併し、平均・分散との 比較も実施	スケジューリング	スケジューリング	統合アプローチ (=スケジューリング と平均・分散)
選択行動	機動選択	経路選択	出発時刻選択	出発時刻選択、 経路・機動選択
旅行時間分布	正規分布に限定	正規分布に限定	—	任意の確率分布 基本推定(原推計) + 旅行時間分布特性
パラメータ推定	最小推定(原推計)	最小推定(原推計)	—	—
旅行時間分布の 出発時刻依存性	独立性を仮定	独立性を仮定	独立性を仮定	逐段的に考慮可能
旅行時間 信頼性価値	—	—	早期は節約時間 価値に同じ	導出
便益の定義	—	—	安全余裕時間減少分 難降早着・遅着損失減少分	標準偏差減少分

(2) 経路単位・起終点単位での旅行時間分布推計手法の確立

連続するリンクによって構成される経路区間において得られた、リンク流入時刻と旅行時間のペアデータに対し、安定分布 (Stable Distribution) の適用を試みた。安定分布の加法性並びに一般化中心極限定理の性質により、特定の条件のもとでリンク単位での旅行時間分布の経路単位での旅行時間分布への畳み込みが適切になされることを実証した。

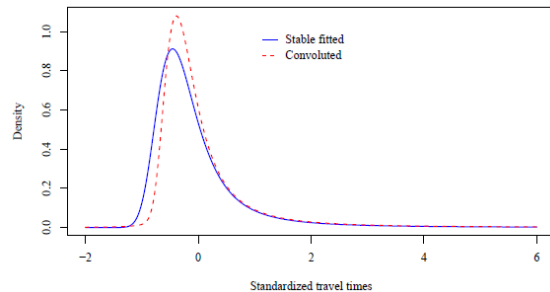


図 1 推定された安定分布と畳み込みによって求められた安定分布の比較

(3) 旅行時間変動の将来予測のための道路パフォーマンスモデルの構築

ETC (Electric Toll Collection) やプローブ車両から得られた大量の旅行時間データを用いて、旅行時間信頼性の規定要因を統計学的に検証し、その将来予測モデルを構築した。また、区間ごとの旅行時間信頼性の指標から対象区間全体の旅行時間信頼性を推計するための方法論の検討を行った。

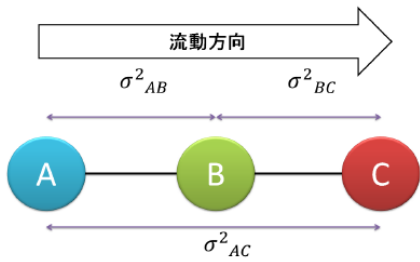


図2 直列ネットワークと旅行時間の共変動

(4) 統合アプローチに対応した選好意識調査の設計・実施と時間信頼性評価値の推計

新たに実施した選好意識調査より推計されたスケジューリングパラメータを用いて、旅行時間変動を考慮したドライバーのコスト関数を同定した。その上で、旅行時間変動に起因するコストが、ドライバーの総コストに対してどれぐらいのシェアを占めるのかを試算した。その結果は、諸外国の検討結果と類似するもの、すなわち、「旅行時間信頼性のコストは、ドライバーの総コストに対して2割程度の大きさを占めている」というものであった。

表2 選好意識調査の例

道路	過去の100日間の平均所要時間	所要時間変動を考慮した、100日間の所要時間の分布						
		20分 以上 未満	20分以上～ 30分未満	30分以上～ 40分未満	40分以上～ 50分未満	50分以上～ 60分未満	60分以上～ 70分未満	70分以上 未満
A	54分	26回	50回	14回	5回	2回	1回	1回
B	54分	1回	8回	81回	19回	6回	2回	1回

できましたら、約一分間ほどかけて、二つの道路の違いを、比べて下さい。
 しっかりと検討いただけましたでしょうか？それでは、お答え下さい。
 道路Aをずっと利用する
 道路Bをずっと利用する

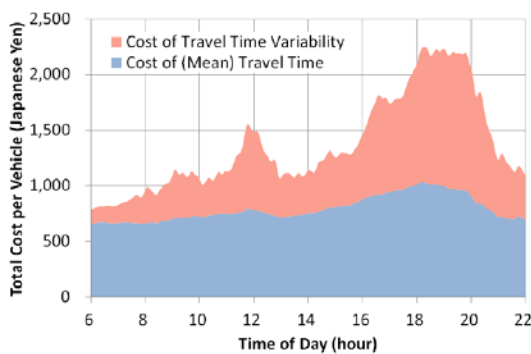


図3 流入時刻別に見た車両一台当たりの総移動コスト(信頼性比: 2.40)

5. 主な発表論文等
 (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

- ① Faster hyperpath generating algorithms for vehicle navigation (Ma, J., Fukuda, D., Schmöcker, J.-D.) *Transportmetrica* (掲載決定) [査読有].
- ② Effects of traffic sensor location on traffic state estimation (Hong, Z., Fukuda, D.) *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (掲載決定) [査読有].
- ③ Process and context in choice models (Ben-Akiva, M., De Palma, A., McFadden, D., Abou-Zeid, M., Chiappori, P.A., De Lapparent, M., Durlauf, S.N., Fosgerau, M., Fukuda, D., Hess, S., Manski, M., Pakes, A., Picard, N., Walker, J.) *Marketing Letters* **23**[2] (2012): 439–456 [査読有].
- ④ Valuing travel time variability: characteristics of the travel time distribution on an urban road (Fosgerau, M., Fukuda, D.) *Transportation Research Part C* **24** (2012): 83–101 [査読有].
- ⑤ Accounting for interaction effects on the valuation of travel time variability (Xiao, Y., Fukuda, D., Tanishita, M., Matsuzaki, T.) *Proceedings of the 5th International Symposium on Transportation Network Reliability* (2012): 205–212 [査読有].
- ⑥ Reliability-based vehicle routing on a light GIS platform (Ma, J., Fukuda, D.) *Proceedings of the 5th International Symposium on Transportation Network Reliability* (2012): 1061–1076 [査読有].
- ⑦ Link-based route choice considering risk aversion, disappointment and regret (Fonzone, A., Schmöcker, J.-D., Ma, J., Fukuda, D.) *Transportation Research Record* **2322** (2012): 119–128 [査読有].
- ⑧ Evaluating hyperpath routing with GPS probe data (Ma, J., Fukuda, D.) *Proceedings of the 16th HKSTS Conference* (2011): 123–130 [査読有].
- ⑨ Mobile phones and telecommuting: effects on trips and tours of Londoners (Padayhag, G.U., Schmöcker, J.-D., Fukuda, D.) *Journal of Transport and Land Use* **4**[3] (2011): 23–41 [査読有].

[学会発表] (計6件)

- ① 離散-連続モデルの研究動向に関するレビュー(福田大輔, 力石真) *土木計画学研究・講演集* **46** (2012): CD-ROM [査読無].

- ② ETCデータを用いた旅行時間信頼性の予測方法に関する研究 (福田大輔, 伊藤愛実) 土木計画学研究・講演集 45 (2012): CD-ROM [査読無].
- ③ プローブデータを用いた旅行時間信頼性の規定要因 (谷下雅義, 横山将大, 福田大輔) 土木計画学研究・講演集 45 (2012): CD-ROM [査読無].
- ④ 混雑した都市鉄道における出発時刻選択モデルの構造推定: ゲーム理論に基づいた実証研究 (松村杏子, 武藤滋夫, 福田大輔, 柳沼秀樹) 土木計画学研究・講演集 45 (2012): CD-ROM [査読無].
- ⑤ 計画停電が首都圏鉄道ネットワークの利便性に及ぼした影響のモデル分析 (藤田亮祐, 柳沼秀樹, 福田大輔) 土木計画学研究・講演集 45 (2012): CD-ROM [査読無].
- ⑥ An extended scheduling model incorporating probability weight and risk attitude for valuation of travel time variability (Xiao, Y., Fukuda, D.) Kuhmo Nectar Transport Economics Conference (2012) [査読無].

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福田 大輔 (Fukuda Daisuke)

東京工業大学・大学院理工学研究科・
准教授

研究者番号: 70334539

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし