

■受領No.1300

自動運転技術とスマートフォンの普及による交通時間価値への影響に関する研究

代表研究者

加藤浩徳

東京大学大学院 工学系研究科 教授



1. 研究目的

交通インフラ整備の便益のうち約80%は交通時間節約によるものだと言われている¹⁾。そのため、交通時間節約便益を算定する上で使用される交通時間価値は、極めて重要な数値となっており、多くの研究がなされてきた²⁾。非業務目的の交通（ここでは、通勤・通学や私事目的の交通が含まれる）の交通時間価値は、理論的に、「資源としての時間価値」と「商品としての時間価値」の二種類から構成される³⁾。前者は、節約された交通時間が、「純粋余暇」と呼ばれる無制約の活動に再分配されることによって生じる価値であり、後者は、交通時間節約を通じて移動中の不効用が低減することによって生じる価値である。交通時間価値の導出は、交通が「派生需要」であるという仮定に基づくことが多い。これは、交通という行動が、非生産的でかつ楽しくない行為である、という前提にもとづいている。しかし、最近、移動中の生産活動や楽しい活動によって移動による不効用が減少する可能性が指摘されるようになってきている。これは、交通時間価値のうち、「商品としての時間価値」が減少することを意味している。

移動中に行われる活動は、一般に「マルチタスキング」と呼ばれている⁴⁾。移動中のマルチタスキングは、特に公共交通においてよく見られるものである。これは、自家用車のような自分で運転しなければならない交通手段と違って、他者の運転のもとで自由に移動時間を自分の活動にあてるこ

とができるからである。公共交通車内におけるマルチタスキングについては以前より研究が行われてきているが、最近では携帯電話・スマートフォンやタブレットPCなどICT機器の普及による影響が大きいことが指摘されている。一方で、近年、自動運転の開発が進んでいるところであるが、自動運転化によって車内で自由な活動が可能になると、公共交通と同様の影響が生じる可能性も期待される。

車内活動の活性化による交通時間価値の減少は、交通プロジェクト評価において便益の減少につながる可能性があることから、その影響について懸念がなされている⁵⁾。では、移動中の活動の多様化は、交通時間価値にどの程度の影響を及ぼすのだろうか。本研究は、自動運転化と公共交通車内におけるICT機器の利用可能性に焦点をあてて、交通時間価値への影響を分析するものである。

2. 研究概要

以下では、報告時点で分析が終了している、東京圏の都市鉄道を利用する通勤客を対象に、ICT機器利用を中心に鉄道車内のマルチタスキングが交通時間価値に与える影響の分析結果の概要を説明する。

2.1 データ収集

東京圏の都市鉄道車内における活動についてインターネットによるアンケート調査を実施し、デ

ータを収集した。まず、第一段階で、東京圏在住であること、スマートフォンあるいはタブレットPCを所有していること、鉄道を利用して通勤していることを条件として5万人の調査対象可能者を選定し、次に、東京圏の各都県の人口分布、性別・年齢構成分布を考慮しながら最終的に500人の被験者をランダムに選定した。調査は、被験者に対してインターネットウェブサイトを通じて2017年7月12、13日に実施された。

調査項目は、性別、年齢、収入、職種などの個人属性、発駅、着駅、利用鉄道経路、鉄道利用頻度などの鉄道利用通勤に関する情報、通勤時の鉄道車内における活動、および複数の仮想的な状況下における鉄道経路の選択意向 (SC調査) の4種類から構成される。SC調査においては、所与の発駅と着駅とをつなぐ2つの経路が被験者に提示され、片方の経路はICT機器が使用可能な電波状況にある一方でもう一方の経路は使用不可能な状況であるときに、異なる所要時間や運賃の組み合わせのもとでどちらの経路を嗜好するかを、被験者が回答する方式となっている。

2.2 交通時間価値の推定方法

経路選択行動を離散選択モデルとして定式化し、SC調査から得られた選択意向結果をもとに、モデルの未知パラメータを計量経済的な手法によって推定した。具体的には、経路の選択行動を以下の選択確率式で表される単純なロジットモデル (MNL) および、個人間の嗜好の異質性を考慮する混合ロジットモデル (MXL) によって定式化した。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j=1}^2 \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

ここで、 P_{in} は個人 n が経路 i を選択する確率、 V_{in} は個人 n が経路 i を選択することによって得られる効用関数の確定項である。これらの結果より、交通時間価値は以下のように導出可能となる。

$$VTTS_{in} = \frac{f_t(M_{in}, X_{tn})}{f_c(M_{in}, X_{cn})} \quad (2)$$

ただし、 $VTTS_{in}$ は交通時間価値、 $f_t(M_{in}, X_{tn})$ は交通時間に関する限界効用関数、 $f_c(M_{in}, X_{cn})$ は交通費用に関する限界効用関数、 M_{in} はICT機器の利用可能性ダミー、 X_{tn} 、 X_{cn} はそれぞれ交通時間、交通費用に関する説明変数ベクトルである。

2.3 モデルパラメータ推定結果

パラメータの推定結果の一例を示したものが表1である。これらよりMNLとMXLともに平均値についてはほぼ同一の推定結果となっており、モデル全体の適合度も大きな差がないことが読み取れる。また、モデルの適合度はいずれも ρ^2 値が0.17程度であることから、モデルの説明力は一定程度あると判断できる。次に、個々の変数の推定結果をみると、交通時間と交通費用にかかわる項はいずれも統計的に有意かつ負値となっており期待される結果が得られた。これ以外にも、他のマルチタスキングを考慮したモデルの推定を行ったところ、ほぼ同様の結果が得られた。

2.4 交通時間価値の推定結果

平均値にかかわる説明変数の推定係数値を用いて、時間価値を推定したところ、ICT利用可能時および利用不可時の交通時間価値は、それぞれ21.5円/分、27.8~27.9円/分と推定された。東京圏の都市鉄道利用者の交通時間価値に関する先行研究⁶⁾では、15~64歳の非高齢通勤者で37.75円/分、65歳以上の高齢通勤者で29.5円/分となっていることから、若干低めの結果となっているが、概ね類似した結果が得られた。最後に、以上よりICT利用可能時の交通時間価値は、ICT利用不可能時の交通時間価値よりも28.8%低下することが明らかとなった。

2.5 結論

本研究の成果によれば、鉄道車内でICT利用が可能になることによって、そうでない場合よりも交通時間価値は25~30%低下する可能性が示され

表1 都市鉄道経路選択モデルの推定結果 (N=6,000)

モデル 説明変数	モデル 1 (MNL)		モデル 2 (MXL)	
	係数	t 値	係数	t 値
交通時間×ICT 利用可能ダミー (平均)	-0.339	-12.2	-0.339	-12.3
交通時間×ICT 利用可能ダミー (標準偏差)			-0.00215	-0.41
交通時間×ICT 利用不可能ダミー (平均)	-0.441	-12.5	-0.44	-12.5
交通時間×ICT 利用不可能ダミー (標準偏差)			-0.00437	-0.71
交通費用 (平均)	-0.0158	-16.1	-0.0158	-16.1
交通費用 (標準偏差)			-0.0000768	-0.44
立席ダミー	-3.31	-15.1	-3.31	-15.1
ρ^2 値 (McFadden's R^2)	0.170		0.171	

た。価値低下そのものは理論的にすでに予想されていることであるが、その具体的な低下率を実証的に示した成果は、我が国では初めてだと思われる。今後もさらにこうした実証研究を進めることでエビデンスを蓄積することが必要である。

【参考文献】

- 1) Fosgerau, M. and Jensen, T. L. (2003) Economic appraisal methodology – Controversial issues and Danish choices, presented at European Transport Conference, October 2-4, 2003, Strasbourg, France.
- 2) 加藤浩徳(2013) 交通の時間価値の理論と実際、技報堂出版。
- 3) De Serpa, A.C. (1971) A theory of the economics of time, *The Economic Journal*, Vol.81, No.324, pp.828-846.
- 4) Keseru, I. and Macharis, C. (2018) Travel-based multitasking: Review of the empirical evidence, *Transport Reviews*, Vol.38, No.2, pp.162-183.
- 5) 加藤浩徳(2018) 移動中の人々の活動：「マルチタスキング」、運輸政策研究、Vol.20 (ウェブ版早期公開済み)。
- 6) Kato, H., Fukuda, D., Yamashita, Y., Iwakura, S., Yai, T. (2017) Latest urban rail demand forecast model system in the Tokyo Metropolitan Area, Japan, *Transportation Research Record: Journal of the*

Transportation Research Board, No.2668, pp.60–77.

3. 発表 (研究成果の発表)

- ・ 加藤浩徳 (2017) 自動運転車時代の到来は道路投資の便益にどのような影響を及ぼすのか、高速道路と自動車、Vol.60、No.11、pp.5-8。
- ・ 加藤浩徳 (2018) 移動中の人々の活動：「マルチタスキング」、運輸政策研究、Vol.20 (ウェブ版早期公開済み)。
- ・ 次の論文を近日投稿予定：Kato, H., Sakashita, A., Ishibe, M, Kaneko, S: How do in-train multitasking and ICT connectivity influence value of travel time savings?: Evidences from Tokyo's urban rail commuters, planned to submitted to the 98th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington D.C., 2019.