

経路選択時における公益情報提供に対する焦点化についての実験研究*¹

An Experiment Study about Focusing on Public Benefit Information in Route Choice Behavior*¹

山本貴之*²・菊池輝*³・藤井聡*⁴

By Takayuki Yamamoto*², Akira Kikuchi*³ and Satoshi Fujii*⁴

1. はじめに

近年、交通渋滞の問題については、道路の量的拡張による対策に加えて、既存道路の効率的な利用に向けた諸対策の重要性が重視されている。道路が最も効率的に利用されているネットワーク配分状況は、一般に「システム最適状態」と呼ばれているが、個々のドライバーが、自らの旅行時間を利己的に、かつ、合理的に最小化しようとした結果、実現しうるネットワーク配分状況は「利用者均衡状態」であり、この状態がシステム最適状態と一致するとは限らないことが数理的に明らかにされている¹⁾。

利用者均衡状態とシステム最適状態の乖離を埋めるための代表的解決策として“ロードプライシング”が挙げられる。これは、「人間は利己的で、かつ、合理的である」という前提に立った上で、システム最適状態から常に過大に交通量が流れている経路、区間等を利用する自動車に課金することを通じて、システム最適状態に近づけようとする施策である。しかし、ロードプライシングは、“課金をする”という点において利用者からの反発が強く、社会的受容性が著しく低い施策として知られている²⁾。すなわち、このような乖離の問題に対して、現実的かつ効果的な解決策は見いだせておらず、少なくとも日本においてはそれを導入する可能性が十分見込まれる都市は、今のところないのが現状である。

本研究では、このような現状を踏まえつつ、渋滞緩和、解消に向けて現実的に実行可能な一定の有効性を持ちうる解決策として、「公益情報の提供施策」の可能性を探る。ここに「公益情報」とは、ネットワーク全体の総所要時間やCO₂排出量に関する情報などのように「社会全体の利益に関わる情報」と定義する。「人間は完全に利己的で、かつ完全に合理的な存在なのではなく、

公益に配慮する社会的な動機を持つ倫理的な存在でもある」と仮定すれば³⁾、公益情報の提供により、ドライバーの公益に資する行動を増加させ、それを通じて生じうる交通状態をシステム最適状態に近づけられる可能性があると考えられる。

については本研究では、こうした可能性を検証することを目的として、室内経路選択実験を行うこととした。また、本研究では、この仮説検証に加えて、ドライバーの公益に資する行動をより増進させる、効果的な公益情報の提供方法の在り方について探索的検討を行う。

2. 仮説

本研究では、現在一般的な交通情報として提供されている「所要時間情報」と、上述の「公益情報」を同時に提供する場合を考える。また、公益情報の提供方法により、その提供効果が異なるか否かを把握するため、公益情報の表現の仕方や強調方法を変化させて、ドライバーの反応の差異を分析する。具体的には以下の情報を経路選択実験内でドライバーに提供する。

所要時間情報

→ドライバーがその経路を通ったとき、そのドライバーが目的地まで何分かかかるか

公益情報

・全体の遅れ時間情報

→ドライバーがその経路を通ったとき、ネットワークを走行する全ての車の所要時間の合計が何分遅くなるか

・CO₂排出量情報

→ドライバーがその経路を通ったとき、ネットワークを走行する全ての車の所要時間の合計が大きくなることに伴い、ネットワーク全体から排出されるCO₂排出量の合計が何kg増加するか

ここで、公益情報として提供する「全体の遅れ時間情報」と「CO₂排出量情報」は、どちらも、ドライバーがある経路を選択したときにネットワーク全体にどのような影響が生じるか、に関する情報である。「CO₂排出量情報」としてドライバーに提供する情報の値は、「全体の遅れ時間情報」として提供する情報の値を

*1 キーワーズ：経路選択、交通情報、状況依存焦点モデル、室内実験

*2 非会員、工修、大阪ガス株式会社

*3 正員、工博、東北工業大学工学部建設システム工学科
(仙台市太白区八木山香澄町35-1、

TEL&FAX 022-305-3517 E-mail: akikuchi@tohtech.ac.jp)

*4 正員、工博、京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

CO₂ 排出量に換算したものであり、ほぼ同様の内容を表現の仕方を変えて提供したものである。

また、強調の方法としては、認知的意思決定モデルである状況依存焦点モデル⁴⁵⁾に関する既往研究⁵⁶⁾の知見を援用して、以下の2つを用いる。

認知的な強調

— 情報提供時に CO₂ 排出量情報の「文字を強調」する

動機的な強調

— 実験前の、被験者への実験内容説明時に、CO₂ 排出量削減の重要性を説明する「動機付け」を行う

本研究では、前述の問題意識および既往研究⁵⁶⁾の知見を踏まえて、以下の3つの仮説を措定した。

- (仮説1) 公益情報を提供することで、総走行時間の減少に寄与する経路が選択される傾向が増進し、それを通じて総走行時間が減少する。
- (仮説2) 特定の情報を強調して提供すると、ドライバーはその情報を参照しやすくなる。
- (仮説3) 同様の情報でも、「CO₂排出量情報」と「全体の遅れ時間情報」ではドライバーの反応が異なる。

3. 実験概要

実験において、被験者は、PC 上の仮想状況で、図1に示す道路ネットワークの分岐点において何らかの交通情報に接触し、分岐点から目的地までの経路を選択する。被験者 20 人が同時に実験に参加し、各被験者の選択結果から実験内の交通状況が生成される。具体的には、20 人の中から 3 人ずつ順番に経路選択を行い、各被験者が経路選択する際、分岐点では、当該被験者以前に既に経路選択を行った被験者の経路選択結果を基にした交通情報を提供する。20 人全員が経路選択を終えた時点で、各経路の選択者数合計から各経路の所要時間を算出する。

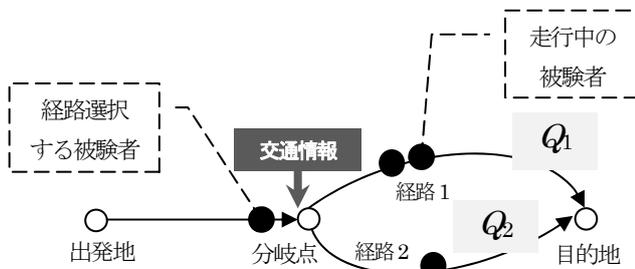


図1 対象道路ネットワーク

ここでは、全員が経路選択を終えるまで、どの被験者も目的地に到着せず、経路1、2上を走行中であると

仮定する。以降、本稿では、ある時点で経路*i*を走行中である被験者の数を、その時点での経路*i*の「累積選択者数 $Q_i (i=1,2)$ 」と定義する。20 人の被験者が順番に経路選択することを1回の試行とし、同様の試行を順番を変えて20回行う。

表1 実験群の設定

	提供する情報 ()内は強調方法
群1	所要時間
群2	所要時間+CO ₂ 排出量(強調なし)
群3	所要時間+CO ₂ 排出量(文字強調)
群4	所要時間+CO ₂ 排出量(動機付け)
群5	所要時間+CO ₂ 排出量(動機付け+文字強調)
群6	所要時間+全体の遅れ時間(強調なし)



図2 通常時(上)と文字強調時(下)の情報表示

仮説の検証のため、分岐点で提供する情報の種類とその強調方法の違いにより、表1に示す6つの実験群を設定した。実験群3、5では、分岐点で情報を表示する際に、図2のように「CO₂排出量情報」を文字を強調して提供する。また、実験群4、5では、経路選択実験前に被験者に対して「自動車から排出されるCO₂を削減することの重要性」を説明する動機付けを行った。

・所要時間の算出式

20 人全員が経路選択を終えた時点での Q_i の値から、毎回の経路 i の所要時間を算出する。所要時間の算出には、以下の BPR 関数を用いる。

$$t_i = t_{oi} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q_i}{C_i} \right)^\beta \right\} \quad \text{式(1)}$$

t_i : 経路 i の所要時間
 t_{oi} : 経路 i の自由旅行時間
 C_i : 経路 i の交通容量
 q_i : 経路 i の経路選択人数
 α, β : 道路特性に関するパラメータ

式(1)で用いた諸設定値、各経路の道路特性を表すパラメータは、1. で述べた道路ネットワークの研究で問題視されている状況、すなわち、利用者均衡状態とシステム最適状態が乖離した状況を想定し、以下の表2のように設定した。経路1は空いていれば早く目的地に到着できるが少し混みやすく、経路2は目的地まで時間がかかるが走行するドライバーが増えても所要時間があまり増加しない経路を表している。

	経路1	経路2
t_{oi}	30	60
C_i	15	20
α	0.5	1.0
β	4.5	10
距離(km)	40	40

・交通情報の算出式

分岐点で各被験者に提供される交通情報は、実験内で内生的に算出される。算出式を以下に示す。

ー所要時間情報の値

経路 i の所要時間情報の値は、被験者が経路選択する時点での「累積選択者数+1 (Q_i+1)」の値を経路 i のBPR関数(式(1))の q_i に代入して算出する。

ーCO₂排出量情報の値

経路 i のCO₂排出量情報の値 E_i (info) (kg)は、以下の式(2)~(4)で算出する。なお、式(2)~(4)は、大口ら⁷⁾、環境省ガイドライン⁸⁾を参照した。

$$E_i(\text{info}) = e_i(Q_i + 1) \times (Q_i + 1) - e_i \times Q_i \quad \text{式(2)}$$

$$e_i(Q_i + 1) = 2.786 + 0.0472 \times t_i(Q_i + 1) \quad \text{式(3)}$$

$$e_i = 2.786 + 0.0472 \times t_i \quad \text{式(4)}$$

ー全体の遅れ時間情報の値

経路 i の全体の遅れ時間情報の値 D_i (info)(分)は以下の式(5)で算出する。

$$D_i(\text{info}) = t_i(Q_i + 1) \times (Q_i + 1) - t_i \times Q_i \quad \text{式(5)}$$

なお、本実験プログラムはz-tree⁹⁾を用いて作成した。

4. 実験結果

実験の被験者は、実験協力者募集を旨としたチラシを見て集まった、自動車運転免許を保有する京都大学の大学生・大学院生120名である。被験者を20名ずつ無作為に6つの実験群に分類し、2009年11月19日~12月3日に、京都大学内の実験室にて実験群ごとに実験を行った。

(1) 実験の現実妥当性

全被験者に対し、実験後にアンケートを実施し、実験の現実妥当性に関して測定した。具体的には、『「実際に、こういう状況にでくわした場合の、実際の選択」は、「今回の実験調査での選択」と、だいたい同じものになると思いますか?』という質問に対して、「1. そう思わない」「2. 少しそう思う」「3. そう思う」の中から回答を要請した。回答結果を以下の表3に示す。なお、「平均値」は実験群毎に被験者の回答番号の値を平均した値を示す。

表3 実験の現実妥当性

	実験群1	実験群2	実験群3	実験群4	実験群5	実験群6
平均	2.90	2.60	2.75	2.70	2.65	2.60
標準偏差	0.31	0.60	0.55	0.57	0.59	0.68

いずれの実験群も回答結果の平均が2.5(回答番号の中央の値)を超えており、平均すると被験者は今回の実験で行った経路選択と実際に現実の状況で行う経路選択との間に大きな差異は存在していないと自認していることがわかる。

(2) 配分結果

被験者が最終的に到達した配分状況を把握するために、実験群ごとの、経路1と2の選択者数の平均値を図3に示す。図中の「U」は利用者均衡状態を、「S」はシステム最適状態の均衡点を表し、数字は実験群の番号を表している。所要時間情報のみを提供した実験群1は利用者均衡状態に近いところにあるが、公益情報を同時に提供したその他の実験群は、明らかに利用者均衡状態から乖離し、システム最適状態へ近づいていることが伺える。この結果は、公益情報の提供がネットワークを走行する車両をシステム最適状態に近づける可能性を有している可能性を示唆するものである。

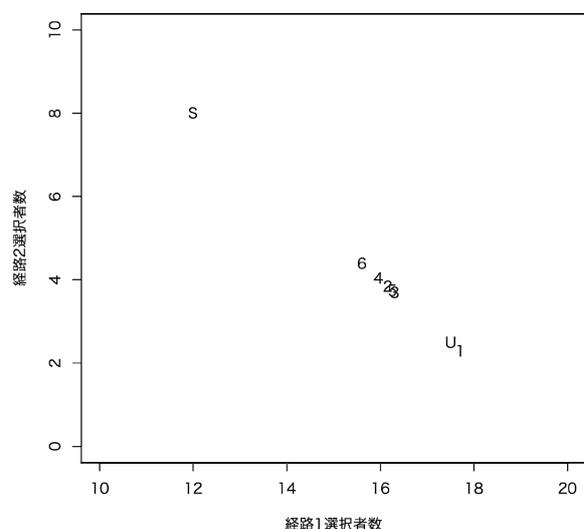


図3 実験群ごとの各経路選択者数の平均値

(3) 仮説1の検証

仮説1の検証のため、被験者が総走行時間の減少に寄与する経路を選択した割合を実験群毎に算出した。本研究では、総走行時間の減少に寄与する経路を「公益経路」と呼称する。ここで総走行時間の減少に寄与する経路とは、ドライバーがその経路を走行した場合にネットワークの総走行時間の増加量が最も小さい経路である。

本実験では、表1に示すように実験群2~6では所要時間情報と公益情報を同時に提供している。全体の遅れ時間情報やCO₂排出量情報の値が小さい経路は、本研究における公益情報の定義からもわかるように、「公益経路」に一致する。すなわち実験内において、公益情報が推奨する経路は公益経路である。

また本研究では、所要時間の小さい経路と公益経路が異なる経路である状況を「trade-off」と呼称する(図4)。所要時間情報と公益情報が推奨する経路が同一の場合、ほぼ全ての被験者は推奨された経路を選択することが予想される。そのため、本研究では、trade-offの状況で被験者が自らの所要時間が小さい経路と公益経路のどちらの経路を選択するかという点に着目して分析を行う。



図4 trade-offの例

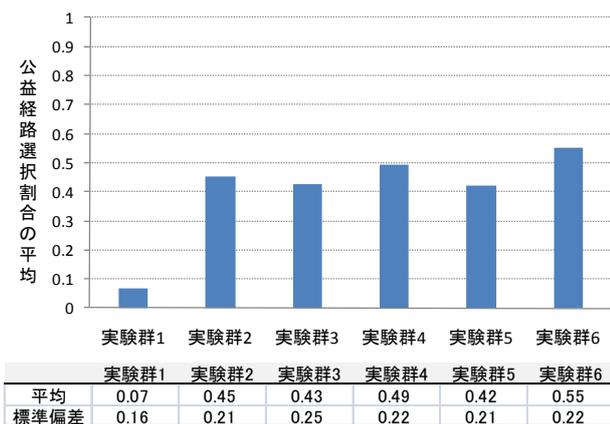


図5 実験群間での公益経路選択割合の比較

trade-off時に各被験者が公益経路を選択した割合を実験群毎に平均した値を図5に示す。図から「所要時間情報のみ」を提供した実験群1に比べて、「所要時間情報+公益情報」を提供した実験群2~6の方が公益経路選択割合が大きくなっていることがわかる。また、統計的検定

を行ったところ、実験群1とその他の実験群の間で、公益経路選択割合の平均に有意差($p < 0.05$)が示された。

次に、実験群毎に「総走行時間の平均」を算出した。結果を図6に示す。ここで、総走行時間とは、20人の経路選択の結果生じた交通状況において、そのときの各被験者の所要時間を合計した値を意味する。各実験群とも20人の被験者が経路選択を行う試行を1回として、20回の試行を行っているため、ここでは試行1回あたりの平均を算出した。

図から「所要時間情報のみ」を提供した実験群1に対して、「所要時間情報+公益情報」を提供した実験群2~6の方が、総走行時間の平均が低くなっている傾向が読み取れる。ここで、「総走行時間の平均」を従属変数とし、「実験群」を因子とした分散分析(多重比較)を行った結果、実験群2~6は実験群1に比べて、総走行時間の平均が、有意($p < 0.05$)に低いことが示された。

これらの結果は、仮説1を支持するものである。

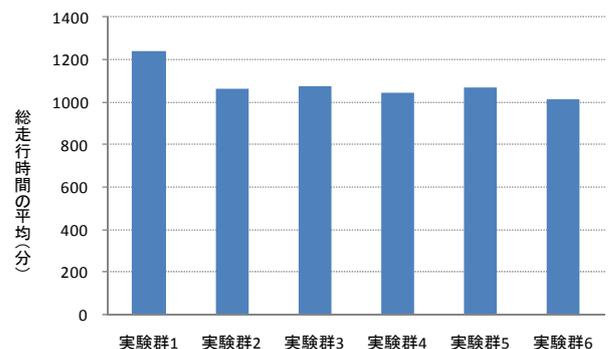


図6 実験群間での総走行時間平均の比較

(4) 仮説2, 3の検証

実験群2~6の間で公益経路選択割合に差があるか検定を行ったが、どの実験群間にも有意な差がみられなかった。今回の分析からは、仮説2, 3を支持する結果は得られなかった。

(5) 個人属性による差異

上述の通り、実験群全体でみた場合、公益情報の提供方法の違いが被験者の経路選択行動に与える影響はみられなかった。そこで次に、特定の個人属性に対しては情報提供方法の違いが影響しているか否か、探索的に分析を行った。実験後のアンケートにおいて取得している、各被験者の個人属性および環境意識等のデータを用いた。

独立変数を「各実験群」、「環境意識の高低の直接効果の項」、「それらの交互作用の項」、従属変数を「公益経路選択割合」として回帰分析を行った結果を表

4に記載する。なお、各ダミー変数の係数の基準となるカテゴリーは表4に示した通りである。

表より、実験群6における環境意識が高い人と低い人の公益経路選択割合を基準としたとき、実験群3と実験群5では、環境意識の高い人と低い人の公益経路選択割合の差は有意に大きい。実験群2と実験群4では環境意識の高低間での差が有意でないことを考え合わせると、全体の遅れ時間情報を提供した場合を基準とすると、通常の文字でCO₂排出量情報を提供した場合には、ドライバーの環境意識の高低の違いが、公益経路選択割合に有意な影響を及ぼさない一方で、文字を強調してCO₂排出量情報を提供した場合には、環境意識の高低が有意な影響を及ぼすという結果となった。

このことから、文字を強調してCO₂排出量情報を提供する場合には、ドライバーの環境意識の高低を考慮することでより効果的な経路誘導が可能となる可能性が示唆された。

表4 回帰分析結果
(従属変数：公益経路選択割合)

	標準	標準	差		
	0.61	0.08	7.71	0.00	
実験群 1	0.61	0.14	4.22	0.00	
実験群 2	0.22	0.11	1.95	0.05	
実験群 3	0.28	0.11	2.52	0.01	
実験群 4	0.16	0.10	1.56	0.12	
実験群 5	0.25	0.10	2.59	0.01	
実験群 6	0.00				
	0.09	0.10	0.90	0.37	
	0.00				
実験群 1	0.17	0.16	1.02	0.31	
実験群 1	0.00				
実験群 2	0.18	0.14	1.33	0.19	
実験群 2	0.00				
実験群 3	0.24	0.14	1.76	0.08	
実験群 3	0.00				
実験群 4	0.19	0.14	1.39	0.17	
実験群 4	0.00				
実験群 5	0.28	0.14	2.06	0.04	
実験群 5	0.00				
実験群 6	0.00				
実験群 6	0.00				
			0.05	0.1	

表中着色部は、環境意識高低に関する変数で有意なものを表す。

5. おわりに

本研究では、従来実務や研究で扱われてこなかった「公益情報」の提供と、その情報の「表現の仕方」や「強調の仕方」の違いがドライバーの経路選択行動や交通状況に及ぼす影響を把握するため、室内経路選択実験を実施した。その結果、公益情報を提供した場合に交通状況がシステム最適配分状態に近づく可能性が示唆された。また、環境意識の高低が経路選択行動に及ぼす影響は、CO₂排出量情報の文字を強調せずに提供した場合に比べ、強調して提供した場合の方が大きくなること

が示され、CO₂排出量情報を文字を強調して提供する場合、環境教育をするなどの施策により、事前に人々の環境意識を高めておくことが必要である可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 飯田恭敬, 北村隆一: 交通工学, オーム社, 2008.
- 2) 藤井聡: ロードプライシングの公共受容におけるフレーミング効果—公衆の「倫理性」を前提とした広報活動に関する基礎研究—, 土木学会論文集 D, 62 (2), 239-249, 2006.
- 3) 藤井聡: フレーミング, 感情と思考の科学事典, 朝倉書店, pp.372-373, 2009.
- 4) 竹村和久: フレーミング効果の理論的説明—リスク下における意思決定の状況依存焦点モデル, 心理学評論, 37(3), 270-291, 1994.
- 5) 藤井聡, 竹村和久: リスク態度と注意・状況依存焦点モデルによるフレーミング効果の計量分析-, 行動計量学 28(1), 9-17, 2001.
- 6) 谷口綾子, 浅見知秀, 藤井聡, 石田東生: 公共交通指向型居住地選択に向けた説得的コミュニケーションの効果分析, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.4, pp.441-448, 2009.
- 7) 大口敬, 片倉正彦, 谷口正明: 都市部道路交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集 695, pp.125-136, 2002.
- 8) 環境省: 事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(試案 ver1.6).
- 9) Urs Fischbacher (2007): z-Tree: Zurich Toolbox for Ready-made Economic Experiments, Experimental Economics 10(2), 171-178.