

交通渋滞が及ぼす 道路利用者に対する損失額の計測*

The Measurement of Road-User Costs due to Traffic Congestion*

荒井 徹** 河野 達仁*** 鹿島 茂****

By Tohru ARAI**, Tatsuhito KOHNO*** and Shigeru KASHIMA****

1. 背景と目的

交通渋滞が道路利用者に及ぼす影響の計量化に関する既存研究は、主に所要時間、走行費用などの経済的な側面のみを対象とした分析がみられる。しかし、交通渋滞の影響は経済的損失の他に、遅れによって「焦りを感じる」、「イライラを感じる」など心理的満足感の低下があげられ、その度合いも利用者個人々人によって異なると考えられる。

交通渋滞が道路利用者に及ぼす影響に心理的満足感の低下を含めた分析としては筆者らの知る限り、山岳道路において「所要時間の不確実性」及び「気象変化に対する安全性」などを考慮した仮想経路を想定し、意識調査を実施することで計量化した分析に限られるようである¹⁾。

本研究は、都市内高速道路を対象として、交通渋滞の道路利用者に及ぼす影響を、心理的満足感の低下をも含めて貨幣的に計量化することを目的とする。具体的には、以下のようにまとめられる。

- ①. 「所要時間の不確実性」や「交通渋滞による不快感」に対する道路利用者の価値意識を調査し、効用関数の構成によって計量化する。
- ②. 「所要時間の不確実性」というリスクに対する態度の分類により、交通渋滞の影響を計量化する。

2. 交通渋滞が及ぼす影響

一般に公害、環境破壊などの現象を経済学的にと

*キーワード：意識調査分析、経路選択、交通行動分析

**学生員 中央大学大学院 理工学研究科

〒112 東京都文京区春日1-13-27
TEL: 03-3817-1817 FAX: 03-3817-1803

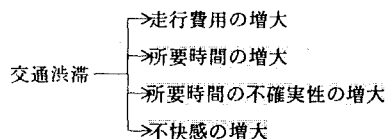
***正員 工修 (財)計量計画研究所

〒162 東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9
TEL: 03-3268-9911 FAX: 03-3268-9919

****正員 工博 中央大学教授 理工学部土木工学科

らえるとき、外部不経済という概念によって整理されるが、この概念に基づく交通渋滞は典型的な外部不経済とみなすことができる。その理由は、交通渋滞の中のある車両(道路利用者)の走行は、他の道路利用者に混雑という不利益をなんら補償せず与えているが、このことは交通渋滞の中のすべての道路利用者に対して同様なことがいえるからである。

道路利用者に対する交通渋滞の外部不経済を「道路利用の際、本来得られるべき直接効果が交通渋滞により損なわれる現象」として整理すると、図1のようになる。



注：図中の斜線部は本研究の対象項目

図1 道路利用者に対する交通渋滞の外部不経済

3. 道路利用の一般化費用の計量化に関する検討

(1) 一般化費用の考え方

道路利用者に対する一般化費用は、走行費用や所要時間という経済的な側面についてのみの計量化が通常行われている。

本研究は、交通渋滞が道路利用者に及ぼす影響の中の心理的な側面を特に考慮するため意識調査を行い、その調査結果より効用関数を構成することで、一般化費用の計量化を行う。この効用関数は、その属性として所要時間や走行費用の他に、所要時間の不確実性や交通渋滞により受ける不快感をも含んだ多属性効用関数である。

交通渋滞が及ぼす影響の計量化(社会的損失額)は、この効用関数のパラメータ(重み係数)すなわち貨幣換算係数により、単位損失時間当たりの費用として評価される。

(2) 効用関数の構成

道路利用者が交通渋滞から受ける負効用は、式(1)のような効用関数で構成されるとする。

$$U(x) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_i(x_i) \quad (1)$$

ここで、

$u_i(x_i)$: 属性別効用関数

w_i : 属性別の重み係数

$i = 1$: 料金 $i = 3$: 所要時間の不確実性

“ 2: 所要時間 “ 4: 快適性

効用関数構成には、属性別効用関数推定と重み係数推定の調査が必要である。既存研究は、質問数の多さによる回答者の負担を考慮して、属性別効用関数を線形性が強い、つまり、

$$u_i(x_i) = x_i \quad (2)$$

と仮定して多属性効用関数を構成している。本研究は、「所要時間の不確実性」に関しては属性別効用関数を推定することとする。その理由は、「所要時間が不確実である」というリスクに対する態度は、道路利用者各々によって異なると考えられ、利用者をいくつかの層に分類することで、その態度を評価できると考えられるからである。

4. 意識調査の作成

(1) 調査項目と形式

a) 調査項目

調査項目は次の各々について行うこととする。

- ・「所要時間と所要時間の不確実性」に関する質問
- ・「所要時間と快適性」に関する質問
- ・「料金と所要時間」に関する質問
- ・「個人属性」に関する質問

b) 調査形式

図2に示す仮想な経路を一対比較する形式で質問する。

次のような一対の経路AとBがあるとき、

経路A: 所要時間: 2時間, 通行料金: 0円

経路B: “ : 1時間, “ : 700円

あなたは、次のa, b, cのどれにあてはまりますか。

- a. 経路Bより経路Aを好む。
- b. どちらともいえない。
- c. 経路Aより経路Bを好む。

図2 調査の形式

(2) 属性別効用関数推定の調査

a) 推定方法

推定は、R. L. Keeneyの方法²⁾⁻³⁾に従って行うこととする。その手順を以下に示す。

- ①. 属性*i*の最悪値 x_{i0} と最良値 x_{i1} を設定し、これらの事象が各々50%の確率で生起する「くじ」を想定する。
- ②. 属性*i*の確実同値額 $\bar{x}_i$ を設定し、「くじ」との選好を無差別にする $\bar{x}_i$ を見い出すという無差別実験を意思決定者に対して行う。
- ③. $u_i(x_{i0}) = 0$, $u_i(x_{i1}) = 1$, $u_i(\bar{x}_i) = 0.5$ となる効用関数 $u_i(x_i)$ を導き出す。

b) 質問の考え方

「所要時間の不確実性」の質問は、最悪値 $x_{i0} = 50$ 分、最良値 $x_{i1} = 10$ 分、確実同値額 $\bar{x}_i = 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45$ 分として、図3に示す2つの仮想な経路を設定する。

経路A: 所要時間が常に一定(確実同値)の経路。

経路B: 所要時間がうまくいけば早く(最良値)、

悪ければ遅く(最悪値)なる経路。

図3 「所要時間の不確実性」の効用関数推定の質問

c) リスクに対する態度の評価

属性別効用関数の推定により、その属性における意思決定者のリスクに対する態度(リスク選好)を、①リスク回避型、②リスク中立型、③リスク志向型、と分類し評価することが可能となる²⁾⁻³⁾。本研究における道路利用者の「所要時間の不確実性」に対するリスク態度を以下に示すように分類する。

①. リスク回避型

経路B(「くじ」)は所要時間10分という可能性が確率50%で生起するが、その経路Bよりも経路A(確実同値額)の方をたとえ所要時間30分でも好む態度。

②. リスク中立型

確実同値額が、「くじ」の期待値である30分未満(つまり15~25分)のとき経路Aを好み、期待値30分のとき「くじ」と無差別となり、期待値30分以上(35~45分)のとき経路Bを好む態度。

③. リスク志向型

経路Aは所要時間30分という事象が確率100%で生

起するがその経路Aよりも、確率50%だが所要時間10分の可能性のある経路Bの方を好む態度。

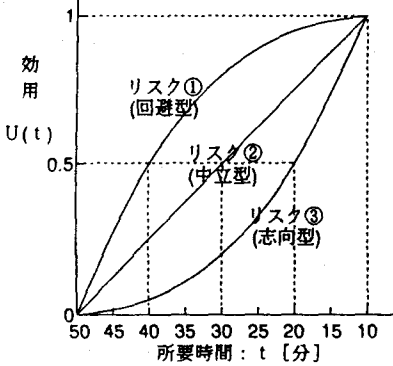


図4 道路利用者のリスク態度分類

(3) 重み係数推定の調査

a) 質問の考え方

「所要時間と所要時間の不確実性」の質問に関しては、「所要時間の不確実性」を「平均所要時間に対し、ある時間だけ遅れが生じること」と定義し、「所要時間と快適性」の質問に関しては、ある混雑の状況を提示し2つの仮想経路を回答者自身の「イライラさ」、「不快さ」で評価してもらうこととする。

b) 推定方法

ここでは「所要時間の不確実性」の属性別効用関数を線形であると仮定して、式(3)のように効用関数を設定する。

$$U = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$$

$$= w_1 \cdot M + w_2 \cdot t + w_3 \cdot \Delta t + w_4 \cdot d_1 \cdot t + w_5 \cdot d_2 \cdot t + w_6 \cdot d_3 \cdot t \quad (3)$$

ここで、

- M : 料金
- t : 所要時間
- Δt : 所要時間の不確実性 (遅れ時間)
- d_1 : 快適性(混雑レベル1: 60km/時の走行)のダミー変数
- d_2 : " (" 2: 10km/時の走行)の "
- d_3 : " (" 3: 停止と徐行の繰り返し)の "

手順は図5に示すように、①まず「所要時間と所要時間の不確実性」、「所要時間と快適性」、「料金と所要時間」で各々の比較を行うことで、各属性を時間とのトレードオフより時間に換算し、②次に料金の時間換算値を用いて各々を費用に換算する。

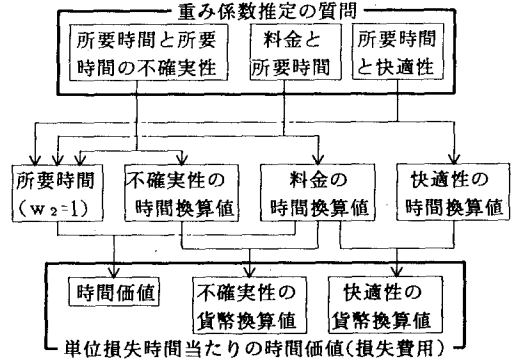


図5 重み係数推定の手順

回答者は、経路AとBの違い(効用差)を判断して経路選択を決定すると仮定することにより、効用差を判断する変数Zを式(4)に示すように判断誤差を考慮して導入し、プロビット分析を行うことで重み係数を推定する。

$$Z = U^A - U^B = \sum_{i=1}^n w_i (x_i^A - x_i^B) + \xi$$

$$= \delta U_{AB} + \xi \quad (4)$$

ここで、

ξ : 平均0、標準偏差 σ の正規分布に従う確率変数

推定された料金の重み係数で式(3)を除すると、一般化費用は式(5)のように計量化される。

$$GC = M + v_2 \cdot t + v_3 \cdot \Delta t + v_4 \cdot d_1 \cdot t + v_5 \cdot d_2 \cdot t + v_6 \cdot d_3 \cdot t \quad (5)$$

ここで、

$v_i = w_i / w_1$: 貨幣換算係数

5. 交通渋滞が及ぼす影響(損失額)の計測

(1) 調査概要

本研究で行った意識調査の概要を以下に示す。

a) 対象

今回は、以下に示すパイロット的な調査を行った。

表1 調査対象

	配布数	回収率(%)
学生(含夜間部)	124	100.0
社会人	57	100.0
合計	181	100.0

b) 期間

配布: 1994年5月9日～5月13日

回収: 1994年5月16日～5月18日

(2) 調査結果

a) 所要時間の不確実性のリスク態度結果

「所要時間の不確実性」というリスクに対する態度の分類結果を、表2に示す。

表2 リスク態度と属性構成

属性	リスク① (回避)	リスク② (中立)	リスク③ (志向)
人数	67	17	28
%	59.8	15.2	25.0
【年齢】	数 %	数 %	数 %
20～29歳	53 79.1	15 88.2	24 85.7
30～39歳	10 14.9	2 11.8	4 14.3
40歳～	4 6.0	0 0.0	0 0.0
【年収】	数 %	数 %	数 %
～300万円	41 61.2	10 58.8	19 67.9
301万円～	26 38.8	7 41.2	9 32.1

注1：有効回答のみ

注2：有効回答率=112/181=61.9%

b) 貨幣換算係数（重み係数）の推定結果

推定された重み係数を費用に換算することで、単位損失時間当たりの損失額としての評価が可能となる。推定結果を表3に示す。

表3から以下に示す結論が導かれる。

- ①. 本研究で考慮した交通渋滞が及ぼす影響について、すべて相関係数は十分高く、良好な推定結果が得られた。
- ②. 1分当たりの学生の時間価値は、渋滞がないときには約25円であるのに対し、渋滞があるときは不快感（混雑レベル3で約15円）の追加により、時間価値は約40円という値が得られた。さらに所要時間の不確実性については、遅れ時間1分につき約14円の値が得られた。
- ③. 社会人は学生より、所要時間の不確実性、交通渋滞による不快感の両者に対する価値を、時間価値と同様に高く評価している。
- ④. リスク態度による区分では、リスク回避型はリスク志向型より、所要時間の不確実性、交通渋滞に

よる不快感の両者に対する価値を高く評価している。また、リスク志向型の時間価値はリスク回避型、リスク中立型の時間価値に比べて、非常に低い値が得られた。

- ⑤. 年収による区分では、高額所得者が低額所得者より、所要時間の不確実性、交通渋滞による不快感の両者に対する価値を、時間価値と同様に高く評価している。

6. 結論と今後の課題

本研究の結論は、都市内高速道路利用者に対する交通渋滞の影響に関して、所要時間の不確実性や交通渋滞による不快感を考慮して貨幣的に計量化することを試みたことである。特に所要時間の不確実性に関しては、不確実であるというリスクに対する道路利用者の態度を分類して、交通渋滞による影響を評価することが可能となった。

今後の課題は、以下のことが考えられる。

- ①. 都市内高速道路利用者に対しての本調査の実施。
- ②. 質問回答の容易さを考慮した調査の作成。

【参考文献】

1). Morisugi, H., et al. : Measurement of Road User Benefits by Means of a Multiattribute Utility Function, Papers of the Regional Science Association, Vol.46, pp31-43, 1981.

2). Keeney, R.L. and Raiffa, H. : Decisions with Multiple Objectives, Preferences and Value Tradeoffs, Wiley, N.Y., 1976.

3). 瀬尾美巳子著：多目的評価と意思決定，日本評論社，1984.

表3 貨幣換算係数 [円/分]

	費用	時間	不確実性	混雑 レベル2	混雑 レベル3	費用	相関係数 不確実性	混雑レベル	サンプル数
学生	1	25.0	13.8	13.7	15.4	0.928	0.980	0.975	124
社会人	1	28.6	15.5	16.9	18.3	0.955	0.977	0.981	57
【リスク態度】									
リスク①(回避)	1	25.8	14.9	15.1	17.2	0.942	0.983	0.977	67
リスク②(中立)	1	28.7	14.6	15.1	15.4	0.910	0.971	0.977	17
リスク③(志向)	1	22.7	12.3	13.8	15.4	0.950	0.954	0.964	28
【年収】									
～300万円	1	24.8	13.2	13.6	15.2	0.931	0.975	0.969	111
301万円～	1	28.4	16.5	16.5	18.2	0.948	0.982	0.991	70