

高速道路料金変更政策の費用便益分析

上田孝行
UEDA, Takayuki

工博 東京大学大学院工学系研究科教授

1—はじめに

有料道路の料金水準は、いつの時代にも、どの国においても政策上の大きな関心事であった、そして、現在も、さらには、将来においてもそうであろう。しかし、とりわけ近年の我が国の道路政策においては、景気浮揚策という文脈で、しかも、政党間で差別化しようとする政権公約の一部としても、料金問題が取り沙汰されている。

経済学の分野では、とりわけその中でも交通経済学の分野では、静学的(長期的な時間の中での状況変化を差しあたっては明示的に取り扱わない分析方法)な理論に限れば、最適な料金水準が満たすべき性質について既に完成度の高い知見がある。それは交通経済学者だけでなく工学系の交通研究者も含めて、ほとんど全ての交通専門家が合意していると言っても良い。そのような最適な料金水準が各道路サービスについて一つずつだけ存在するとすれば、次のことが明らかである。

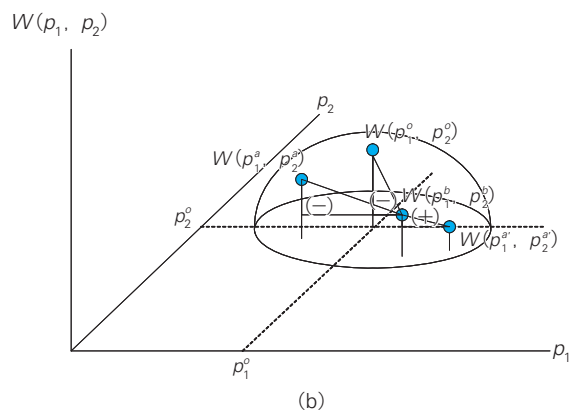
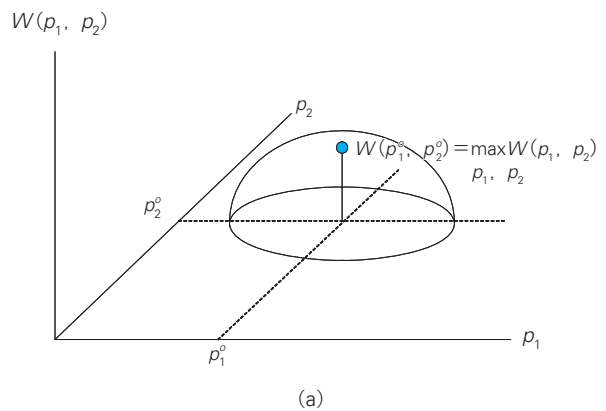
①現行の料金が最適水準に一致していれば、そこからの変更は、例え無料化であっても、必ず負の社会的純便益、すなわち、純損失を生じさせる。

②現行料金が最適水準に一致していない場合には、それを最適水準に変更する場合には必ず正の社会的純便益が発生する。しかし、無料化を含めてそれ以外の料金水準に変更すると、それによる純便益は正になる場合もあれば負になる場合もあり、無条件には確定しない。

以上の性質は、図解によって直観的に理解することができる。簡単化のために、今、1と2で表される2種類の道路サービスがあると、それぞれの料金を p_1, p_2 とする。これらの道路が生み出す経済価値の社会全体についての総和を、料金の関数として、社会的総余剰 $W(p_1, p_2)$ と呼ぶとする。最適な料金水準 (p_1^o, p_2^o) は、図—1の(a)のように、これを最大にするものである。現行水準と改訂水準

をそれぞれ a, b のラベルで表すとして、料金が (p_1^a, p_2^a) から (p_1^b, p_2^b) に変更されたとすれば、 $W(p_1, p_2)$ の変化は図—1の(b)に示したようになる。料金変更に伴って発生する案内や徴収システムの変更に要する費用を無視すれば、この $W(p_1, p_2)$ の変化分 ΔW の変化が社会的純便益を意味する。

現行が最適水準となっている場合 $((p_1^a, p_2^a) = (p_1^o, p_2^o))$ には、必ず $\Delta W < 0$ であり、そうでない場合 $((p_1^a, p_2^a) \neq (p_1^o, p_2^o))$ には、一概に正負は確定しないことが見てとれる。



■図—1 最適料金水準と料金変化による社会的純便益

料金の最適水準に関する以上の知見に従えば、無料が最適水準であるという特別な状況を除いて、無料化政策の是非を一概に定性的に判断することは出来ない。ましてや、料金水準に関する上の特性に照らせば、根拠のあやふやな情緒的な判断は社会的純損失を招く危険性もある。実際に無料化政策の是非を費用便益分析の適用によって判断するに際しては、まずはその社会的便益を定義する理論的フレームを明確に設定してそれを吟味することが必要であり、その上で、実データに基づいてそれを計測しなければならない。

本稿は、まずは料金変更政策を費用便益分析で評価するための理論的フレームを解説する。次に、既に試みられている便益計測の試算例について、その意味するところをフレームに従って解釈してみる。結論的に言えば、理論的フレームに照らすと、試算例は本格的な便益計測に基づく費用便益分析との比較として未だ初期段階の作業上の試算に留まっていることを示す。

2——最適料金水準の中身

交通経済学における標準的な知見によれば、各利用者に課されるべき最適な水準の料金は、社会的限界費用に一致するべきとされている。ここで言う社会的限界費用とは、既に他の利用者が道路を走行している状況において、当該利用者がそこに加わって追加的に道路を利用することによって発生する費用である。社会的費用とは、誰が最終的に負担しているのかを別にして、とにかく社会として(その中の誰かが)犠牲にしている資源の価値である。それには、主たるものとして以下の項目が含まれる。

- ①有料道路会社あるいは道路管理者が道路の建設・維持管理運営に支出している費用、
- ②道路利用者が道路交通に伴って支払っている金銭的走行経費(燃料費、油脂費、タイヤ費)、
- ③道路利用者が道路交通に費やしている旅行所要時間に相当する費用(時間費用)、
- ④道路交通に伴って発生している環境負荷(騒音・振動・大気汚染等)に相当する費用

注意すべきは、料金の支払いが利用者にとっては費用と受け取られるが、有料道路事業者にはそれは収入となるため、それを社会的費用と見なすべきではない。

社会的費用とは、①から④の項目を着目している道路システム全体にわたって合計として定義したものである。そして、社会的限界費用とは道路利用者を1単位だけ追加的に増したことによって社会的費用がどれだけ増加するかというその増分である。従って、諸条件に依存して決まるものであり、一概にどの場合でも一定額として定義でき

るものではない。とりわけ、道路システムの中での交通量の分布、すなわち、それを交通容量との比で捉えれば、道路システムにおける混雑状況に強く依存している。

①の中に含まれる建設費は一般に固定費用であり、交通量が変化しても一定であるとすれば、社会的限界費用には影響しないと見なせる。また、維持・運営費に固定費用の部分が含まれている場合にはその部分についても同様である。③の時間費用は一般に交通量が增大して交通容量に近づいていくにつれて増加する。ここに混雑による時間損失が発生しており、利用者1単位が増えることが他の多くの全ての道路利用者の所要時間に影響を及ぼすことになる。混雑時に料金を高くして交通量を減らして、それによって道路交通を円滑にしようする施策はここに活かされることになる。

最適料金水準を実データで推定することは必ずしも容易ではない。しかしながら、無料がどの区間の道路利用者にとっても必ず最適水準となるという想定は明らかに無謀である。従って、無料化政策は、最適料金の場合よりも効率性をいくぶん犠牲にしても他の政策的理由を尊重しようとする、次善課金(Second Best Pricing)と呼ばれる方策の一種であると言える。

3——料金変更の費用便益分析のための単純道路経済モデル

有料道路に関する政策を分析するに当たっては、道路サービスの供給主体を明示した交通ネットワークモデルを採用し、かつ、料金システムを明示したモデルが必要である。そのための一般的なフレームは、既に上田(1999)¹⁾で示されており、また、鈴木(2002)²⁾、文(2005)³⁾、竹内(2006)⁴⁾でも道路交通の均衡問題を明示したシミュレーションのためのモデルが用いられている。しかし、それらは一般性と現実性を備えているがために、簡明さを優先した理論的な検討に用いるのに必ずしも便利ではない。そこで、そのような基本的な性質を持った最も簡単な理論モデルとして、上田・森杉(1997)⁵⁾、上田・森杉・林山(2002)⁶⁾、上田・森杉・林山(2008)⁷⁾で採用されているモデルを活用する。以下に順にモデルを説明していく。

(1)モデルの基本的前提

- ①代表的家計(世帯)が存在すると仮定し、その行動モデルは後に示す効用最大化モデルとする。
- ②2種類の代替的な道路サービスが存在し、それぞれをサービス1と2とする。それぞれを供給する代表的供給者(有料道路会社または道路管理者)が存在する。なお、両方のサービスに共通する形式の変数や関数については適宜 $i, j(\neq i) \in I = \{1, 2\}$ のラベルを用いる。

③各道路サービスでの旅行には所要時間 t_i を費やし、それに混雑などの外部不経済が反映されるとして、交通量 x_i と交通容量 α_i の関数 $t_i=t(x_i, \alpha_i)$ で表す。道路サービスの一般化価格は料金 p_i と時間価値 w を導入して、 $q_i=p_i+wt_i$ と表す。

④道路サービスの供給者は供給費用を負担し、それを所要時間と同様に関数 $c_i=c(x_i, \alpha_i)$ で表す。

⑤道路サービス供給者の利潤 π_i は家計(世帯)へ所得として一括配当されるとする。負の利潤、すなわち、赤字の場合は逆に家計は一括税を支払い、それを補填していると解釈する。一括税は、その存在自体は社会的厚生に影響を与えない種類の税であるため、本稿では論点を料金施策だけに絞るという目的で採用する。これを家計からの供給者への所得移転 T_i として表す。

(2)家計(世帯あるいは消費者)の行動モデル

家計は合成財消費量 z 、および道路サービス1と2の交通量 x_1, x_2 の関数として表される効用水準を最大化する。効用は合成財に関する準線形効用関数(例えば, Varian (1992)⁸⁾を参照)で表される。合成財の価格は1に基準化されており、サービスの価格は時間費用も含む一般化価格(または一般化費用)として、 q_1, q_2 である。利用者の一般化所得(full income)は y であり、これらを用いて、次の効用最大化問題を定式化する。

$$V(q_1, q_2, y) = v(q_1, q_2) + y = \max u(x_1, x_2) + z \quad (1.a)$$

$$\text{s.t.} \quad z + q_1 x_1 + q_2 x_2 = y \quad (1.b)$$

$$z, x_1, x_2 \geq 0 \quad (1.c)$$

ここで、 $V(\cdot)$:間接効用関数、 $u(\cdot)$: x_1, x_2 に関する直接効用関数である。所得 y に所得移転を考慮して次のよう書き改める。

$$y = \Omega - T_1 - T_2 \quad (2)$$

ここで、 Ω は所得移転前の総所得である。

(1.a)から(1.c)の効用最大化問題を解くことによって、道路サービスに対する需要関数がそれぞれ得られる。

$$x_1 = x_1(q_1, q_2) \quad (3.a)$$

$$x_2 = x_2(q_1, q_2) \quad (3.b)$$

(3)サービス供給者の利潤

供給者は、サービスへの需要量を所与としてそれを必ず満たすだけの供給を行うとする。既に述べた仮定や設定から、供給者の利潤は次のように定式化される。

$$\pi_i = p_i(x_i, t_i) \cdot x_i - c(x_i, \alpha_i) + T_i \quad (4.a)$$

$$\text{for all } i \in \mathbf{I} = \{1, 2\}$$

ただし、

$$\frac{\partial c(x_i, \alpha_i)}{\partial x_i} > 0, \frac{\partial c(x_i, \alpha_i)}{\partial \alpha_i} < 0 \quad \text{for all } i \in \mathbf{I} = \{1, 2\} \quad (4.b)$$

(4)混雑による外部不経済

混雑による外部不経済は所要時間関数の性質として次のように表わす。なお、多くの交通モデルで混雑は時間換算されている。

$$\frac{\partial t(x_i, \alpha_i)}{\partial x_i} > 0, \frac{\partial t(x_i, \alpha_i)}{\partial \alpha_i} < 0 \quad \text{for all } i \in \mathbf{I} = \{1, 2\} \quad (5)$$

(5)社会的総余剰

利用者の余剰と供給者の余剰(利潤)の合計として社会的余剰を次のように表わす。

$$\begin{aligned} W(p_1, p_2) &= V(q, y) + \pi_1 + \pi_2 \\ &= u(x_1, x_2) + \Omega - q_1 \cdot x_1 - q_2 \cdot x_2 - T_1 - T_2 \\ &\quad + p_1 x_1 - c_1 + T_1 + p_2 x_2 - c_2 + T_2 \\ &= u(x_1, x_2) + \Omega - (p_1 + wt_1)x_1 - (p_2 + wt_2)x_2 \\ &\quad + p_1 x_1 - c_1 + p_2 x_2 - c_2 \\ &= u(x_1, x_2) + \Omega - wt_1 x_1 - wt_2 x_2 - c_1 - c_2 \end{aligned} \quad (6)$$

ここで、サービス1と2のそれぞれについて料金支払い $-p_1 x_1, -p_2 x_2$ と料金収入 $p_1 x_1, p_2 x_2$ はキャンセルアウト(相殺)されている。従って、既に説明したように、料金は利用者には費用負担であっても社会的費用としては計上されない。

(6)均衡一般化価格

料金がある水準に設定されており、また、所要時間も混雑を反映して内生化されているため、一般化価格 q_1, q_2 は均衡解として定義される。具体的には次の(7.a)と(7.b)のような不動点問題の解関数として定義される。

$$q_1 = p_1 + wt(x_1(q_1, q_2), \alpha_1) \quad (7.a)$$

$$q_2 = p_2 + wt(x_2(q_1, q_2), \alpha_2) \quad (7.b)$$

この解を q^* として表せば、それは時間価値 w とサービスの性能(道路容量) α_1, α_2 の関数として次のように表せる。

$$q^* = [q_1^*, q_2^*] = [q_1^*(p_1, p_2, \alpha_1, \alpha_2, w), q_2^*(p_1, p_2, \alpha_1, \alpha_2, w)] \quad (8)$$

4——モデルによる最適料金水準の表現

最適料金水準(p_1^o, p_2^o)は社会的総余剰 $W(p_1, p_2)$ を最大にする(p_1, p_2)であり、次のような条件を満たす。

$$\frac{\partial W(p_1, p_2)}{\partial p_1} = \left(p_1 - x_1 w \cdot \frac{\partial t_1}{\partial x_1} - \frac{\partial c_1}{\partial x_1} \right) \cdot Y_{11} + \left(p_2 - x_2 w \cdot \frac{\partial t_2}{\partial x_2} - \frac{\partial c_2}{\partial x_2} \right) \cdot Y_{21} = 0 \quad (9.a)$$

$$\frac{\partial W(p_1, p_2)}{\partial p_2} = \left(p_1 - x_1 w \cdot \frac{\partial t_1}{\partial x_1} - \frac{\partial c_1}{\partial x_1} \right) \cdot Y_{12} + \left(p_2 - x_2 w \cdot \frac{\partial t_2}{\partial x_2} - \frac{\partial c_2}{\partial x_2} \right) \cdot Y_{22} = 0 \quad (9.b)$$

ただし、

$$Y_{11} = \frac{\partial x_1}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial p_1} + \frac{\partial x_1}{\partial q_2^*} \frac{\partial q_2^*}{\partial p_1} \quad (9.c) \quad Y_{21} = \frac{\partial x_2}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial p_1} + \frac{\partial x_2}{\partial q_2^*} \frac{\partial q_2^*}{\partial p_1} \quad (9.d)$$

$$Y_{12} = \frac{\partial x_1}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial p_2} + \frac{\partial x_1}{\partial q_2^*} \frac{\partial q_2^*}{\partial p_2} \quad (9.e) \quad Y_{22} = \frac{\partial x_2}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial p_2} + \frac{\partial x_2}{\partial q_2^*} \frac{\partial q_2^*}{\partial p_2} \quad (9.f)$$

なお、ここでは導出に効用最大化の1階条件である以下の条件を用いている。

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = q_1, \quad (10.a) \quad \frac{\partial u}{\partial x_2} = q_2 \quad (10.b)$$

最適な料金水準(p_1^o, p_2^o)は次のように設定されることになる。

$$p_1^o = x_1 w \cdot \frac{\partial t_1}{\partial x_1} + \frac{\partial c_1}{\partial x_1}, \quad (11.a) \quad p_2^o = x_2 w \cdot \frac{\partial t_2}{\partial x_2} + \frac{\partial c_2}{\partial x_2} \quad (11.b)$$

道路サービス1の最適料金水準 p_1^o に含まれる第1項 $x_1 w (\partial t_1 / \partial x_1)$ は、その交通量が1単位だけ追加的に増えたことにより所用時間が増えた分($\partial t_1 / \partial x_1$)に交通量 x_1 を乗じて、犠牲にされる総増加時間 $x_1 (\partial t_1 / \partial x_1)$ に換算し、そして、さらに時間価値 w を用いて金銭換算したものである。 $(\partial c_1 / \partial x_1)$ は道路サービス1で交通量が1単位だけ追加的に増えたことに対応して、その供給者が追加的に負担しなければならない維持・運営費用の増分である。

5——モデルによる料金変化の社会的純便益の表現

ここでは、一般的な想定として、2週類の道路サービスの料金水準を現行水準(p_1^a, p_2^a)から改訂後の水準(p_1^b, p_2^b)へと変更したとして説明する。この施策による社会的純便益は社会的総余剰 W の変化分 ΔW から料金表示・徴集システム等を変更したりすることに要する実施費用 I を差し引いたもの $\Delta W - I$ となる。

(1)主体別便益

料金水準がそれぞれ非常にわずかにだけ変化した場合、家計の便益と供給者の便益(負となる場合も含む)はそれぞれ以下の通りになる。

$$dV = -x_1 dq_1^* - x_2 dq_2^* - dT_1 - dT_2 \quad (12.a)$$

$$d\pi_1 = p_1^* dx_1 + x_1 dp_1^* - dc_1 + dT_1 \quad (12.b)$$

$$d\pi_2 = p_2^* dx_2 + x_2 dp_2^* - dc_2 + dT_2 \quad (12.c)$$

ここで、(12.a)はRoy's Identity (Varian (1992)等を参照)により導出される。

料金水準の変更を一般化して(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)で表すと、その場合の主体別便益は、(12.a)から(12.c)をそれぞれ線積分することになり次のように得られる。

$$\begin{aligned} \Delta V &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (-x_1 dq_1^* - x_2 dq_2^* - dT_1 - dT_2) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} \{-x_1(dp_1 + wdt_1^*) - x_2(dp_2 + wdt_2^*)\} - \Delta T_1 - \Delta T_2 \end{aligned} \quad (13.a)$$

$$\begin{aligned} \Delta\pi_1 &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1 + dT_1) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} \{p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1\} + \Delta T_1 \end{aligned} \quad (13.b)$$

$$\begin{aligned} \Delta\pi_2 &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (p_2 dx_2 + x_2 dp_2 - dc_2 + dT_2) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} \{p_2 dx_2 + x_2 dp_2 - dc_2\} + \Delta T_2 \end{aligned} \quad (13.c)$$

主体別便益を合計すれば、社会総余剰の変化分 ΔW に一致する。

$$\begin{aligned} \Delta W &= \Delta V + \Delta\pi_1 + \Delta\pi_2 \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (-x_1 dq_1^* - x_2 dq_2^* - dT_1 - dT_2) \\ &\quad + \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1 + dT_1) \\ &\quad + \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} (p_2 dx_2 + x_2 dp_2 - dc_2 + dT_2) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} dW \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、積分記号の中身について合計すると、以下が得られる。

$$\begin{aligned} dW &= -x_1 dq_1^* - x_2 dq_2^* - dT_1 - dT_2 \\ &\quad + p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1 + dT_1 \\ &\quad + p_2 dx_2 + x_2 dp_2 - dc_2 + dT_2 \\ &= -x_1(dp_1 + wdt_1^*) - x_2(dp_2 + wdt_2^*) \\ &\quad + p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1 + p_2 dx_2 + x_2 dp_2 - dc_2 \\ &= -x_1 wdt_1^* - x_2 wdt_2^* + p_1 dx_1 - dc_1 + p_2 dx_2 - dc_2 \end{aligned} \quad (15)$$

ここで、以下の書き換えを行う。

$$dt_1^* = \frac{\partial t_1^*}{\partial x_1} (Y_{11} dp_1 + Y_{12} dp_2), \quad (16.a) \quad dt_2^* = \frac{\partial t_2^*}{\partial x_2} (Y_{21} dp_1 + Y_{22} dp_2), \quad (16.b)$$

$$dc_1 = \frac{\partial c_1}{\partial x_1} (Y_{11} dp_1 + Y_{12} dp_2), \quad (16.c) \quad dc_2 = \frac{\partial c_2}{\partial x_2} (Y_{21} dp_1 + Y_{22} dp_2), \quad (16.d)$$

(16.a)と(16.b)は道路交通ネットワークの均衡解に対応した所要時間の限界的な変化量を意味し、交通量の変化が引き起こされたことによって生じる混雑状況の変化を含んでいる。

社会的総余剰の変化分は次のように書き換えられる。

$$\begin{aligned} \Delta W &= W(p_1^b, p_2^b) - W(p_1^a, p_2^a) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} \left(\frac{\partial W(p_1, p_2)}{\partial p_1} dp_1 + \frac{\partial W(p_1, p_2)}{\partial p_2} dp_2 \right) \\ &= \oint_{(p_1^a, p_2^a) \rightarrow (p_1^b, p_2^b)} \left\{ \left(p_1 - x_1 w \frac{\partial t_1}{\partial x_1} - \frac{\partial c_1}{\partial x_1} \right) (Y_{11} dp_1 + Y_{12} dp_2) \right. \\ &\quad \left. + \left(p_2 - x_2 w \frac{\partial t_2}{\partial x_2} - \frac{\partial c_2}{\partial x_2} \right) (Y_{21} dp_1 + Y_{22} dp_2) \right\} \end{aligned} \quad (17)$$

積分内に現れる各項は既に説明されているので、説明は省略する。

6——既存の無料化政策の便益試算例の解釈

(1)無料化政策の根拠となっている試算例

着目すべきは、民主党高速道路政策大綱 (<http://www.dpj.or.jp/news/?num=15550>)に記載されている試算例である。以下のように記載されている。

<参考>高速道路無料化の経済効果
国土交通省国土技術政策総合研究所(国総研)の報告書における便益費用便益分析(1*)による便益→約2兆7,000億円
消費者余剰アプローチ(2*)による便益→約7兆8,000億円(政府施策(3割引)の便益(1.7兆円)の4.6倍)
(1*)「費用便益分析」…国土省が道路整備事業の費用対効果分析に一般的に用いる手法で、「走行時間短縮便益」「走行経費減少便益」「年間総事故減少便益」の3便益の合計からなる。
(2*)「消費者余剰アプローチ」…政策評価モデルで社会的便益を求める手法であり、「費用」と「供給量」の関係を示す需要曲線から利用者便益を求める。

記載されている各アプローチの説明が専門的に見て正確でなく不十分であることは別にして、この試算例は民主党自らによるものではない。国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室・財団法人計量計画研究所「平成19年度高速道路料金割引社会実験効果推計調査検討業務」報告書(平成20年3月)からの引用である。報告書では現行料金を3割値下げした場合と5割値下げした場合の試算結果が記載されているが、その後、国会での質疑を契機として、無料化の場合に相当する10割引の場合についても結果が公表されている。そこでの試算例を取り上げて、上での理論的フレームに照らして解釈して見る。

まずは、この試算例の特徴を以下のように整理しておく、

- ①交通量推計は、OD交通固定のもとで、都市間ネットワーク部分の高速道路(有料)と一般道(無料)としての国道ネットワークに対して、(高速道路)転換率を用いて分割配分法によって行われている。
- ②便益の計測は、高速道路の料金水準変化によって引き起こされる高速道路の一般化価格変化と一般道のそれに関して、利用者便益のみを、平成15年度版費用便益分析マニュアルによる方法といわゆる台形公式による消費者余剰アプローチの方法によって、2通りのやり方で算出している。

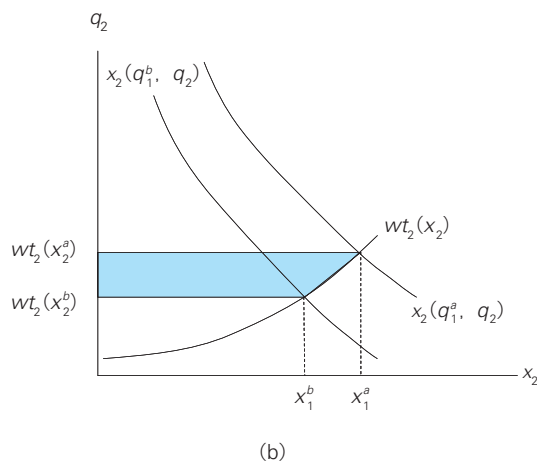
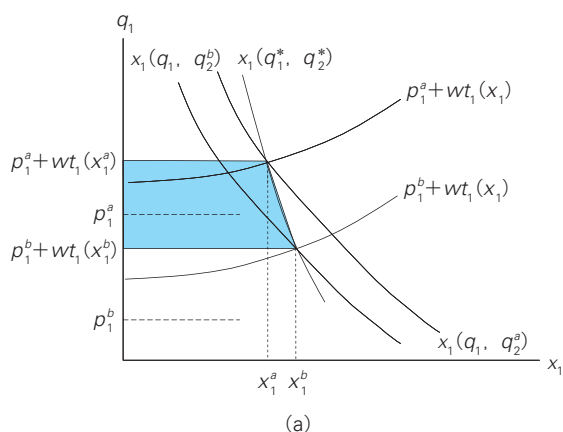
解釈するにあたって、特徴①から、上のモデルのサービス1を高速道路の道路交通とみなし、サービス2を一般道のそれと見なすことができる。サービス2の料金水準は $p_2=0$ である。また、転換率と分割配分法による交通量推計の結果は、一般には厳密な均衡配分法によるものとは異なるが、それがこれまで実務で長年にわたって採用されてきたことを鑑みれば、均衡配分法による推計の近似

法または簡便法と見なすことができる。

特徴②から、この試算例が上のモデルで示した社会的純便益の総額を算出したものではないことは明らかである。消費者余剰によるアプローチは、利用者便益 UB として、主体別の便益で示した家計の便益で高速道路と一般道に関する項だけを取上げて計測していることになり、それは以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned}
 UB &= \oint_{(p_1^a, p_2) \rightarrow (p_1^b, p_2)} (-x_1 dq_1^* - x_2 dq_2^*) \\
 &= \oint_{(p_1^a, 0) \rightarrow (p_1^b, 0)} \left\{ -x_1(dp_1 + wdt_1^*) - x_2 wdt_2^* \right\} \quad (18)
 \end{aligned}$$

試算例はこの線積分を図—2に示すような台形の面積で近似して算出したものであると解釈できる。



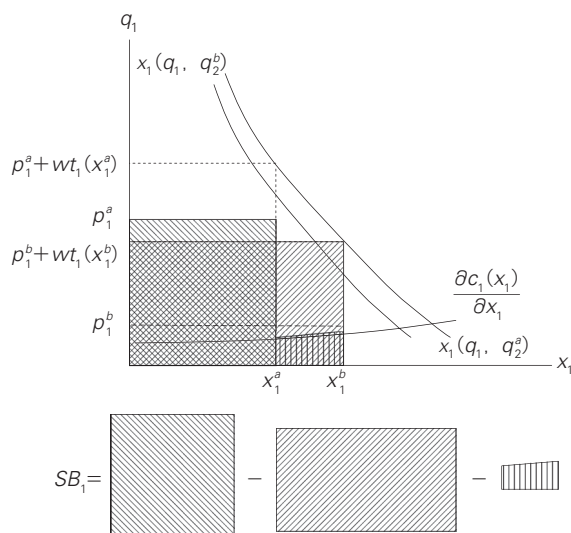
■図—2 試算例における利用者便益の計測

上のモデルに従えば、社会的余剰の変化分を算出するには、一括税の変化分に関する項である ΔT_1 , ΔT_2 は無視できる。従って、試算例では既に利用者便益 UB が算出されているので、サービスの供給主体側である高速道路を運営する有料道路会社と一般道路の道路管理者に関する以下の変化を計測して合計すれば、社会的余剰の変化 ΔW を算出することができる。

$$SB_1 = \int_{(p_1^a, 0) \rightarrow (p_1^b, 0)} (p_1 dx_1 + x_1 dp_1 - dc_1) = p_1^b x_1^b - p_1^a x_1^a - (c_1(x_1^b) - c_1(x_1^a)) \quad (19.a)$$

$$SB_2 = \int_{(p_1^a, 0) \rightarrow (p_1^b, 0)} (-dc_2) = -\{c_2(x_2^b) - c_2(x_2^a)\} \quad (19.b)$$

(19.a)の積分は、図一3に示す部分の面積に相当する。



■図一3 本来計測すべき利益

料金水準を下げた場合 ($p_1^a > p_1^b$)、料金収入 $p_1 x_1$ が増加するか ($\Delta(p_1 x_1) = p_1^b x_1^b - p_1^a x_1^a > 0$)、減少するか ($\Delta(p_1 x_1) = p_1^b x_1^b - p_1^a x_1^a < 0$) は交通均衡を考慮した上での需要の料金弾力性によって支配される。料金弾力性とは料金水準が1%増加すると交通量が何%減少するかといういわば感度である。それが1を上回れば料金値下げによって料金収入は増加し、1を下回れば料金収入は減少する。ただし、高速道路料金を無料化した場合には、 $p_1^b = 0$ であるため、料金収入の減少 $\Delta(p_1 x_1) = -p_1^a x_1^a < 0$ が生じるのは明らかである。

本節での試算例についての解釈をまとめる。試算例で既に示された利用者便益の結果 UB を活かしながら、社会的総 $\Delta W = UB + SB_1 + SB_2$ を算出するには、高速道路の有料道路会社の便益 SB_1 と一般道の道路管理者の便益 SB_2 を算出して加えれば良い。これは高速道路の料金値下げの場合だけでなく、無料化の場合についても当てはまる。

3割値下げと5割値下げの場合の料金収入変化については試算の途中段階のデータに立ち戻り推計する必要がある。また、維持・運営費用の変化分についても同様に精査が必要である。しかし、無料化の場合には、現行水準での高速道路料金収入がそのまま料金収入変化分(減)となるので実績データからおおよその数値を把握することができる。また、維持・運営費用の変化分についてはそれが他の項目に比べて小さいとすれば、社会的総余剰の変化分 $\Delta W = UB + SB_1 + SB_2$ を、大雑把ではあるものの、どの程度の大きさかを推定できる。この考え方で無料化

による社会的総余剰の変化分 ΔW を推定すると表一1のようになる。

このようなラフな推計ではあるが、維持・運営費の変化分と料金案内・徴収システム等の改変費用を差し引いたものが最終的な無料化の社会的純便益であるとするれば、表一1に示した $\Delta W =$ 約5.7兆円は、その推定額のおおよその上限であるとして理解する方が常識的な判断であると思われる。

■表一1 無料化による社会的総余剰の変化分の推定

	高速道路利用者便益	一般道利用者便益	高速道路料金収入変化	維持運営費変化	合計
UB	1.4*	6.3*			7.7
SB_1			-2.0	??	-2.0 ??
SB_2				??	
ΔW					5.7 ??

(兆円/年)

利用者便益は報告書による。

	収入	管理費
NEXCO 中日本 2007	6100億円	1360億円
NEXCO 東日本 2007	7010億円	1740億円
NEXCO 西日本 2007	6500億円	1830億円
計	1.96兆円	4830億円

(各社HPの財務諸表から)

(2) 分割配分法による利用者便益の他の推定方法

この試算例において注意すべきは、利用者便益が利用者均衡配分による交通量の推定値によるものではないため、この点については精査が必要な点である。利用者均衡配分を適用することが何らかの理由によって困難であるなら、報告書で採用した分割配分法による計算結果を用いて利用者便益を推定する上で他のより合理的な方法を検討しておく意義がある。

分割配分法による配分結果は、道路種別 $r = m$: 高速, $r = g$: 一般, 道路種別毎の経路集合 $k \in \mathbf{K}^r$ として、経路別配分交通量と配分計算終了時の一般化価格を次のように表すとする。

$$\mathbf{x}^r = (x_k^r)_{k \in \mathbf{K}^r} = (\dots, x_k^r, \dots) \quad (20.a)$$

$$X^r = \sum_{k \in \mathbf{K}^r} x_k^r \quad (20.b)$$

利用者便益のいわゆる台形公式は

$$UB^r = \left(\frac{1}{2}\right)(X^{ra} + X^{rb})(q^{ra} - q^{rb}) \quad (21)$$

ただし、 a, b : 政策の無, 有のラベル

分割配分の結果を用いるとすれば、平均一般化価格として、1つには、以下のような経路別一般化価格の算術平均を用いることが可能である。

$$q^r = \left(\frac{1}{X^r}\right)(\mathbf{q}^r \cdot \mathbf{x}^r) = \left(\frac{1}{X^r}\right) \sum_{k \in \mathbf{K}^r} q_k^r x_k^r \quad (22.a)$$

$$q^{ra} - q^{rb} = \left(\frac{1}{X^{ra}}\right) \sum_{k \in \mathbf{K}^{ra}} q_k^{ra} x_k^{ra} - \left(\frac{1}{X^{rb}}\right) \sum_{k \in \mathbf{K}^{rb}} q_k^{rb} x_k^{rb} \quad (22.b)$$

費用便益分析における基本原則は、「他に妥当な方法がない時は、適用可能な複数の方法の中では、便益は小さく(過少)、費用は大きく(過大)に推定する可能性のある手法を採用する」という安全側の意思決定である。そこで、もう1つの方法として、一般化価格差最小という次のやり方を考えることができる。すなわち、施策の有無の間で一般化価格の差が一番小さくなる経路を有無毎に選び出す。

$$\begin{aligned} q^{ra} - q^{rb} &= \min_{k \in K^{ra}, k' \in K^{rb}} \{q_k^{ra} - q_{k'}^{rb}\} \\ &= \min_{k \in K^{ra}} \{q_k^{ra}\} - \max_{k' \in K^{rb}} \{q_{k'}^{rb}\} \end{aligned} \quad (23)$$

ただし、 $q^{ra} - q^{rb} < 0 \Rightarrow UB^r < 0$ となる場合もある。

この一般化価格の差分を用いて台形公式で利用者便益を算出することも試みるべき1つの方法であると考えられる。この方法であれば、試算例よりも利用者便益は小さく推定される。

7——おわりに

本稿では高速道路料金の無料化に関する政策論議を背景として、その施策(料金変更)の費用便益分析を行うに当たっての理論的なフレームを理論モデルを用いて明らかにした。そして、既存の無料化に関する便益の試算例をそれに照らして解釈して、その意義について明確にした。さらに、簡便な処理により、社会的純便益の大きさを概算した。それを通じて既存の試算例は未だ分析作業の初期における一部を扱ったものに過ぎず、それだけで政策の是非を判断するには未だ不十分なものであることを示した。

ただし、本稿の概算は非常に精度が粗いため、実際の政策論のベースとするには、より精緻なシミュレーションによる結果を必要とすることは言うまでもない。

なお、本稿は筆者が費用便益分析に関する研究者とし

て学術的な立場からまとめたものであり、無料化政策に関する特定の組織・団体の主張を代弁するものではない。無論、本稿に関する責は筆者のみが負っている。

付録

- (1) 走行経費に関しては本稿のモデルでは時間費用に換算されていると考えることが出来る。別途、明示して計測することは容易である。
- (2) 環境負荷や交通安全のような他の外部経済費用に関する便益は、それが交通量の関数として、 $e_1(x_1), e_2(x_2)$ のような関数として維持・運営費の関数と同様に社会的総余剰の関数 $W(\cdot)$ の項として加えれば良い。今回は簡単化のため省略した。
- (3) いわゆる揮発油税収入については、それが交通量1単位についての課税であれば、それも本稿の中で定義した料金に含まれているものと見なし、無料化を実施した場合の高速道路料金はゼロでなくその分だけは料金として支払われていると見なせばよい。一般道についても、同様である。

参考文献

- 1) 上田孝行[1999], “一般化された交通ネットワークの便益帰着分析”, 『費用便益分析に係る経済学的基本問題』, 第5章付録, 社会資本整備の費用効果分析に係る経済学の問題研究会編著。
- 2) 鈴木崇児[2002], 『都市鉄道の次善料金形成—自動車交通との競合下での理論—, 中京大学経済学研究叢書第10輯』, 勁草書房。
- 3) 文世一[2005], 『交通混雑の理論と政策—時間・都市空間・ネットワーク—, 東洋経済新報社。
- 4) 竹内健蔵[2006], 『都市交通ネットワークの経済分析, 東京女子大学学会研究叢書18』, 有斐閣。
- 5) 上田孝行・森杉壽芳[1997], “Second Best下での社会資本整備便益の計測について”, 『1997年度土木学会年次学術講演会第4部講演集』, 土木学会, 1997。
- 6) 上田孝行・森杉壽芳・林山泰久[2002], “交通整備事業の便益計測に関するいくつかの留意事項—城所論文を踏まえた再検討—”, 『運輸政策研究』, Vol. 5, No. 2, pp. 23-35, 2002。
- 7) 上田孝行・森杉壽芳・林山泰久[2008], “第7章「料金制度と混雑緩和を考慮した便益計測手法」”, 『道路投資の便益評価-理論と実践』, 森地茂・金本良嗣編, 東洋経済新報社(所収), 2001。
- 8) Varian, H..[1992], Microeconomic Analysis(3rd eds.), W. W. Norton & Compan.

(原稿受付 2009年8月6日)

※査読中に投稿者の方が急逝されたため、査読員の指摘による明らかな脱字、図の誤りについては編集委員会の責任で修正をした。