

利用者間の相互依存性を考慮した ETC 車載器普及予測モデル

A diffusion model of ETC in-vehicle transmitters considering the interdependence among drivers' behavior

渡邊 健

Takeshi WATANABE

指導教官 屋井鉄雄

Tetsuo YAI

It is very likely that ETC (Electronic Toll Collection Systems) includes noticeably interdependent relations among individuals' purchasing behavior of in-vehicle transmitter and its diffusion rate. This study aims to develop a diffusion-forecasting model of ETC in-vehicle transmitters by considering the interdependence among individuals' purchasing behavior. The model represents the dynamic process of diffusion process, and the equilibrium equation induced from the individual choice model entails multiple equilibria of choice results on an aggregate level. With this property, the model can describe the deadlocked state of actual behavior as stable equilibria. The model is specified in order to measure the effects of implementing various promotion policies of ETC in-vehicle transmitters.

Keywords : ETC , 相互依存性 , 普及予測モデル

Electronic Toll Collection System, Interdependence among Drivers' Behavior, Diffusion Model,

1 . はじめに

我が国では、2001 年 3 月より ETC (Electronic Toll Collection System) の本格的な実用化が開始された .ETC 導入により期待される直接的な効果として、料金支払いのキャッシュレス化、料金所通過時間の短縮、料金所における渋滞の削減等が挙げられる . また、間接的な効果として、渋滞解消による沿道大気環境の改善、各種料金政策による交通需要管理政策の効率化などが挙げられる .

現在、ETC に対応した料金所は、全国で 700 箇所以上に及び、その整備が進みつつある . 一方、ETC 車載器の普及率は全国で約 2% に留まっている . ETC の利用者数の低迷により、ETC 導入に伴う効果が未だ顕在化されていないのが現状であり、ETC 導入により期待される効果を早期に顕在化させるためには、ETC 車載器の普及促進が必要である .

ETC 車載器は以下の様な特性を有している .

• 車載器利用時の費用発生

車載器の購入時点で費用が発生するのみならず、車載器を利用する際にも道路料金等の費用が発生するため、ETC による高速道路料金体系の多様化が実現すれば、例えば、対距離料金制度の導入により、短距離トリップの利用者には ETC 利用による費用が節約されるなど、ETC 車載器購入のインセンティブになることも考えられる .

• インフラ整備との関連性

ETC システムが効果的に運用されるためには、ETC 対応料金所のような社会基盤整備の進展と ETC 車載器(利用端末) が利用者へ普及することの双方が不可欠である . そのため、車載器のパフォーマンスは、ETC 基盤の整備状況 (ETC 対応料金所数、レーン数など) に依存する .

• 車載器普及率と車載器パフォーマンスの関連性

ETC 車載器が普及するに伴って、例えば、料金所での渋滞による待ち時間が節約され、自動車利用者の ETC 車載器に対する効用が増大すると考えられる . その結果、自動車利用者の車載器の購買行動が促され、さらに車載器普及率が増加する . 一方、車載器普及率が低迷したままであれば、料金所での渋滞による待ち時間は節約できず、利用者の車載器に対する効用が増大しないと考えられる . その結果、購買行動が進まず車載器普及率が進まないという “ 社会的に望ましくない膠着状況 ” に陥ることも考えられる .

本研究では特に「車載器普及率と車載器パフォーマンスの関連性」に着目する . ETC は、利用者のミクロな動向(購入行動) とマクロな普及との相互依存関係が顕著なシステムであり、本研究ではこれを「利用者間の相互依存性」と定義する . 特に、ETC システムの利用者が多いほど、個々の利用者が享受する便益が多くなるという性質を持っていることから、ETC は正のネットワーク外部性を有する財であると解釈することもできる .

消費者間で相互依存的な性質を有する財の場合、状況によっては得られる需要や便益に複数均衡が存在することが従来指摘されている . このような性質のために、普及の促進が逆に妨げられる場合も起こり得る . 例えば、需要や便益が低い均衡に陥ってしまった場合、普及率がある低いレベルにおいて膠着してしまうことがある . 現在のような ETC 車載器普及の低迷は、その低位均衡に近付きつつある (あるいは、低位でロックインした) 状況とも考えられる .

以上の問題意識に基づき、本研究では ETC を巡る利用者

間の相互依存性を考慮した個々のドライバーの車載器購入行動をモデル化し、それをマクロな普及予測モデルと統合して各種普及促進政策の影響分析を行う。個人の車載器購入行動をミクロな視点でモデル化することにより、政策変数の導入が可能となり、各種の普及促進政策の効果をシミュレーションを通じて明示的に分析することが可能となる。

ETC 車載器の普及現象に関して、ミクロな視点で利用者間の相互依存性を考慮した個人の購入行動を分析した既往研究は見当たらない。一方、消費者間の相互依存性に関しては、ミクロ計量経済学の分野において相互依存性を明示的・定量的に考慮した個人行動のモデル化とその計量分析に関する研究が進展しつつあるが、その実証分析例は少なく、また、選択行動が不可逆である耐久消費財の普及現象にその考えを適用した研究は筆者の知る限り見当たらない。

なお、ETC 車載器を1つの新商品と考えた場合、「口コミ」、「模倣効果」といった従来のマーケティングの視点に基づく普及要因も考慮すべきだと思われるが、ETC が実用化されて間もないこと、未だ車載器普及率が低いレベルにあることから、本研究では車載器普及率と車載器パフォーマンスにおける利用者間の相互依存性のみを考慮している。

2. ETC 車載器購入行動モデルとマクロな普及予測モデルの構築

(1) 個人の ETC 車載器購入行動モデル

まず、モデル構築に際しての前提条件を整理する。

- ・各行動主体の ETC 車載器に対する効用に影響を及ぼす要因として、革新的な購入意識や自動車利用特性による私的要因と、周囲の行動結果が個人の効用に影響を及ぼす相互依存要因の存在を仮定する。
- ・どの行動主体も、ETC 車載器の存在とその効果を正しく認識し、ETC 車載器を購入するかどうかの検討段階に至っていると仮定する。

ETC 車載器購入要因に与える利用者間の相互依存性による影響は、周囲の人の行動結果に依存する。ここでは周囲の行動結果の代理指標として ETC 車載器の普及率を採用し、その影響をモデルに明示的に考慮する。また、個人は、直前期の普及率の実績値に基づいて車載器に対する効用を形成すると仮定する。なお、モデルは離散的な時間間隔の想定のもとで定式化される。

まず、 t 期における個人 i の ETC 車載器購入、及び、非購入に対する効用関数を以下のように特定化する。

$$V_{ETC,i,t} = u_{i,t} + \gamma S_{t-1} + \pi(1 - S_{t-1}) + \varepsilon_{ETC,i,t} \quad (1)$$

$$V_{NON,i,t} = -u_{i,t} + \gamma(1 - S_{t-1}) + \pi S_{t-1} + \varepsilon_{NON,i,t} \quad (2)$$

ここで、 $V_{ETC,i,t}$ 個人 i が t 期に車載器を購入することに

よって得る効用、 $V_{NON,i,t}$ 個人 i が t 期に車載器を購入しないことに対する効用、 $u_{i,t}$ 個人 i が t 期に車載器を購入することのうちで私的動機のみ依存する項、 S_t t 期における市場全体の車載器普及率、 $\varepsilon_{ETC,i,t}$ 、 $\varepsilon_{NON,i,t}$ ランダム項、 γ 、 π 正のネットワーク外部性、負のネットワーク外部性それぞれの影響度を規定するパラメータである。

次に、式(1)、(2)について、それらの効用差 $\Delta V_{i,t}$ を用いて以下のように再定式化する。

$$\begin{aligned} \Delta V_{i,t} &= V_{ETC,i,t} - V_{NON,i,t} \\ &= 2u_{i,t} + (\gamma + \pi)(2S_{t-1} - 1) + \varepsilon_{i,t} \quad (3) \\ &= 2u_{i,t} + J(2S_{t-1} - 1) + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

式(3)より、パラメータ γ と π は統計的に識別できず、それらを合成した相互依存性の強さを表すパラメータ J のみが推定されることが分かる。

以上の前提のもと、個人の ETC 車載器購入確率を導出する。そのために、さらに以下のような仮定を設ける。

- ・誤差項は、全ての選択行動主体間で、独立かつ同一のガンベル分布に従う。
- ・社会を構成する個人間で、各自の意思決定に対するコミュニケーションを行ったり、取り決めを行ったりすることはない。
- ・各個人は、他者の行動結果つまり普及率を与件とし、さらにそれが誤差項とは独立なものと仮定して意思決定を行う。

すると、個人 i の t 期における ETC 車載器購入意思決定確率 $P_{i,t}$ は、以下のような2項ロジット型の式で表すことができる (β はスケールパラメータ)。

$$P_{i,t} = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left\{2\beta u_{i,t} + \beta J(2S_{t-1} - 1)\right\}\right]} \quad (4)$$

なお、各行動主体がすべて同質で、同一の私的動機項 u_i を持つと仮定すれば、平均化された t 期の ETC 車載器購入確率を式(5)で表すことができる。

$$P_t = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left\{2\beta u_t + \beta J(2S_{t-1} - 1)\right\}\right]} \quad (5)$$

(2) マクロな普及予測モデルの構築

式(5)より、 t 期における平均的な自動車利用者の ETC 車載器購入確率 P_t を、その前期の ETC 車載器普及率 S_{t-1} を含む形式で導出した。この式 (5) をマクロな普及予測モデルと統合する。但し、時間軸 t は便

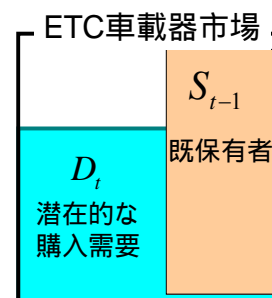


図-1 車載器市場の構成

宜的に設定したものであるため、実際の時間スケールに合致したものではない。実時間スケールで普及予測を行うためには時間軸 t を何らかの方法で規定する必要がある。

はじめに、 t 期の ETC 車載器市場において、2 つの指標を定義する (図-1)。

潜在的な車載器購入需要： D_t

市場全体で ETC 車載器を購入するはずの層を指す

需要増分の実現値： $\Delta S_t = S_t - S_{t-1}$

ここで、ETC 車載器の普及メカニズムとして、需要増分の実現値が、 t 期における潜在的な購入需要と前期の車載器普及率によって規定されるような構造を考える。

$$\Delta S_t = f(D_t, S_{t-1}) \quad (6)$$

さらに、Matsuyama¹⁾ の考え方に基づき、式を特定化する。

$$\Delta S_t = \rho(D_t - S_{t-1}) \quad (7)$$

式(7)におけるパラメータ ρ ($0 < \rho < 1$) は、消費者が実際に車載器の購入行動を行うまでのタイムラグを表すパラメータと解釈することができる。タイムラグの要因として、

- ETC の申し込み手続きの煩雑さ
- 車載器の販売店舗までの距離抵抗

などが考えられる。さらに、実現値に基づいてパラメータ ρ の値を推定することによって時間軸 t のスケールが規定できることから、 ρ を「普及速度係数」と呼ぶことにする。

次に、潜在的な購入需要 D_t と普及メカニズムの特定化を行う。例えば岡本他²⁾ では ETC 車載器を耐久消費財 (1 度購入した消費者は購入行動を行わない) と見なし、以下のような特定化を行っている。

$$D_t = S_{t-1} + (1 - S_{t-1})P_t \quad (8)$$

$$\Delta S_t = D_t - S_{t-1} \quad (9)$$

しかし、式(8)、(9) のような特定化では、ETC 車載器普及率が膠着 (低迷) する状況表現することができない。そこで本研究では、例えば自動車の更新行動に伴う車載器の買い替えや、車載器の故障による買い替えなどの影響を考慮して、「ETC 車載器を 1 度購入した消費者も、再び購入行動を行う」と仮定することにより、式(10)、(11)のように普及メカニズムを特定化する。

$$D_t = S_{t-1}P_t + (1 - S_{t-1})P_t = P_t \quad (10)$$

$$\Delta S_t = \rho(P_t - S_{t-1}) \quad (11)$$

(3) ETC 車載器需要の均衡

式(11) より、ETC 車載器の普及が膠着する条件を導くことが可能となる。普及が膠着する状況は、普及率の増分 ΔS

が 0 になることと同値であり、以下の式が必要条件となる。

$$P_t - S_{t-1} = 0 \quad (12)$$

ここで、式(12)を満足する ETC 車載器の潜在的な需要を P 、ETC 車載器普及率を S とすれば、 $P = S$ が成り立つ。そのとき、均衡状況下で観測される ETC 車載器普及率 S に関して、

$$S = \frac{1}{1 + [-\{2\beta u + \beta J(2S - 1)\}]} \quad (13)$$

という均衡方程式が成立する。これは $2S - 1 = m$ とおくと、

$$m = \tanh\left(\beta u + \beta \frac{J}{2} m\right) \quad (14)$$

と表すことができる。これは、Brock and Durlauf³⁾ が提示した均衡方程式と全く同じ構造であり、 u と J の値によって複数の均衡解 (普及率) を取り得ることが知られている。

3. 意識データに基づく ETC 車載器の普及予測

(1) 個人の購買行動モデルを推定する上での問題点

2 章で構築した個人の ETC 車載器購入意思決定モデルでは、利用者間の相互依存性による影響を、ETC 車載器普及率という代理指標を通じて考慮しており、意識調査においても普及の状況を表現する必要がある。しかし、意識調査において、回答者に直接、車載器の普及率を提示しても妥当な回答結果を得ることは難しいと想像される。そこで本研究では、車載器普及率と車載器パフォーマンスの関係に着目し、ETC の利用に伴う料金所通過時に節約できる待ち時間と ETC 車載器普及率の関係を、交通工学的な見地から定量的に把握し、回答者には「ETC 利用により料金所通過時に節約できる待ち時間」を提示するようにした。

(2) ETC 車載器普及率と料金所通過時に節約される待ち時間との関係把握

ETC 車載器普及率が S のとき、ETC 利用によって節約できる待ち時間 $T(S)$ を、

$$T(S) = t_n(S=0) - t_e(S) \quad (15)$$

と定義する。ここで、 $t_n(S=0)$: ETC 普及率が 0 の場合における一般車の料金所通過時間、 $t_e(S)$: 車載器普及率が S の場合における ETC 車の料金所通過時間である。さらに、 $t_e(S)$ を、

$$t_e(S) = t_{Main}(S) + t_{e,Toll} \quad (16)$$

と定義する。ここで、 $t_{Main}(S)$: 車載器普及率が S の場合

における本線渋滞通過時間, $t_{e, Toll}$: ETC車の料金所リンク内通過時間である。なお、「本線」と「料金所リンク」は、図-2に示すように設定する。

以下では、一般的な構造の道路料金所の代表例として首都高 大井集約料金所(表-1)を取り上げ、式(15)、(16)の各通過時間を算出する。

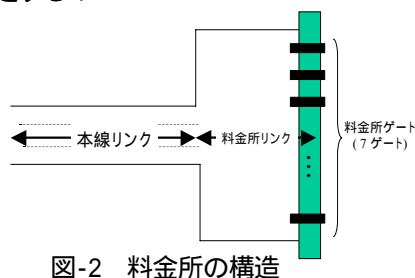


図-2 料金所の構造

表-1 大井集約料金所の構造

料金所の構造		
料金所ゲート総数		7
一般ゲート流出容量	(台/分)	7.5
ETCゲート流出容量	(台/分)	13
本線1日平均渋滞長	(m)	752.1
ETC車の料金所通過時間	(分)	1.39
一般車の料金所通過時間	(分)	7.86

ゲートの種類として、「一般車ゲート」と「ETC車専用ゲート」の2種類のみを考える。また、ETC車載器を装備している車両は必ずETCを利用するものとする。ETC専用ゲート数は、料金所に流入するETC車の日最大交通量がETCゲート容量を越えないように設定する(表-2)。

これらの諸条件のもとで、ETC普及率と、ETC利用によって節約できる待ち時間の関係の算出結果を示したものが図-3

表-2 ETC専用レーン数の設定値

ETC専用レーン数	ETC車載器普及率
1	0% ~ 22%
2	~ 44%
3	~ 66%
4	~ 88%
5	~ 100%

である。ETC専用料金所ゲートを1ゲート増やすことにより一般車ゲートが1つ減ることになるため、ETCゲート増設時には一時的に渋滞が悪化し、節約できる待ち時間が減少する結果となっている。しかし、全体的にはETC普及率の増加と共に、対数関数的に節約できる待ち時間が増加する状況が示された。なお、車載器普及率が約50%を超える

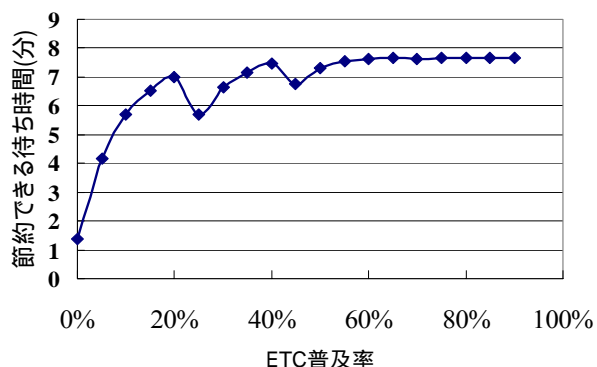


図-3 ETC車載器普及率と料金所で節約できる待ち時間との関係

と、節約できる待ち時間の変化がほとんどなくなる。すなわち、普及率が約50%になれば料金所での渋滞が解消されることが分かる。

この結果を用いて、ETC普及率と節約できる平均的な待ち時間の対応関係を表-3に示すように設定する。但し、節約できる待ち時間が8分という条件に対し、回答者は、普及率に幅を持って認識して

表-3 ETC車載器

普及率の設定値	
料金所で節約できる待ち時間	ETC車載器普及率
1分	0%
2分	1%
4分	10%
8分	55%
8分	85%

いると考え、普及率を55%と85%の2通りに設定する。

(3) 個人のETC車載器購入手動モデルの同定

個人のETC車載器購入手動モデルの推定には、Narumol *et al.*⁴⁾が実施したETC車載器に対する意識調査を用いる。この調査では、表-4に挙げたETC車載器に関する4つの属性を持つ3つの仮想代替案A(仮想ETC車載器1を購入)、B(仮想ETC車載器2を購入)、C(購入しない)を回答者に提示し、そのうち1つの代替案を選択するように要求している。

表-4 ETC車載器に関する属性

属性	レベル
価格	25,000円
	30,000円
	35,000円
	40,000円
割引率	10%
	20%
	30%
	35%
節約できる待ち時間	1分
	2分
	4分
	8分
対距離料金制	無し(現状のまま) 有り

本研究では、A、Bを選択した場合には、ETC車載器の購入手動を行ったものとし、Cを選択した場合には購入を行わなかったものとし、その選択データを推定に用いる。また、表-4に示した「節約できる待ち時間」に関しては、3.(2)において対応付けられたETC利用により料金所通過時に節約できる待ち時間とETC車載器普及率の関係(表-3)を適用し、その上で表-4に挙げたETCに関する属性、ド

表-5 個人車載器購入手動モデルのパラメータ推定結果

	推定値	t値
定数項	0.551	0.852
車載器普及率	3.173	19.31
車載器価格(万円)	-0.741	-3.439
高速道路利用料金割引率(%)	0.031	2.469
対距離料金制度の有無	0.887	3.922
高速道路利用頻度(回/週)	0.145	2.303
1回の高速道路利用距離(km)	0.001	1.389
最大対数尤度	-353.44	
初期対数尤度	-1065.4	
自由度調整済み尤度比	0.665	
サンプル数	1537	

ライバーの個人属性等を効用関数の説明変数として、最尤法を用いたパラメータ推定を行った。その推定結果を表-5に示す。多くのパラメータは統計的に有意である。特に、ETC 車載器の普及率のパラメータは有意な正の値であり、個人の ETC 車載器購入行動において、本研究で考慮している利用者間の相互依存性の影響力の高さが確認される。

(4) マクロな普及予測モデルの同定

3.(3) で求めた推定結果と、ORSE (道路システム高度化推進機構) から提供された ETC 車載器のセットアップ台数の実績値を用いて、マクロな普及予測モデルの普及速度係数 ρ を推定する。(3) でパラメータ推定に用いたサンプルが一都五県在住の自動車利用者であったため、これに対応して、ETC 普及の実績値も一都五県のセットアップデータのみを用いている。具体的には、ETC 車載器普及率の時間的変化 (2001 年 3 月 ~ 2002 年 11 月、毎月) データを使用した。また、推定の際には、現時点までの車載器プロモーション施策を忠実に反映させるために、説明変数に関して、以下のような設定条件を与えた。

- 割引率: 2001 年 3 月 ~ 12 月...0%
2002 年 1 月 ~ ...20%
- ETC 車載器価格: 2001 年 3 月において 4.5 万円とし、2002 年 11 月に 3 万円になるように設定。

この条件のもとで、回帰分析により普及速度係数 ρ を推定した。式 (7) を統計モデルとして次のように再定式化する。

$$\Delta \bar{S}_t = \rho [P_t - \bar{S}_{t-1}] + v_t \quad (17)$$

ここで、 $\Delta \bar{S}_t$: t 期における ETC 車載器普及率の実績値、 P_t : $\Delta \bar{S}_t$ を用いた場合の t 期における ETC 車載器需要の理論値、 $v_t \sim N(0, \sigma^2)$: 誤差項である。

推定結果を表-6 に示す。 ρ の推定値は $0 < \rho < 1$ の範囲に含まれており、普及モデルとしての整合性も保持されている。また、誤差項 v の分散 σ についても有意な推定結果

表-6 普及速度係数 ρ の推定結果

	推定値	t 値
ρ	0.126	22.9
σ	1.8×10^{-4}	6.5
最大対数尤度	150.97	
データ数	21	

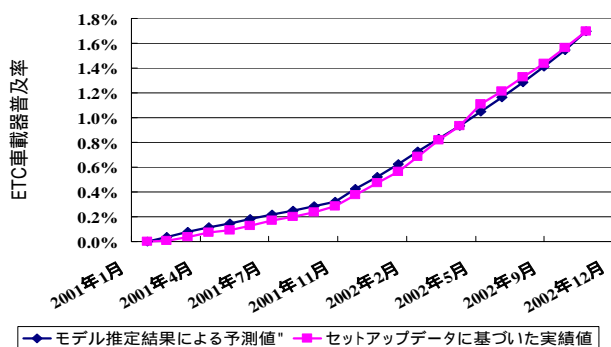


図-4 ETC 車載器普及率の変化 (理論値と実績値)

が得られている。

次に、表-6 の推定結果を用いて 2001 年 3 月 ~ 2002 年 11 月までの普及率の変化 (理論値) を算出し、実績値と比較したものを図-4 に示す。2002 年 1 月より、ETC 利用者に対する高速道路料金割引 (割引率 20%) が実施されたことに伴って普及速度の加速が起こっているが、本研究で構築したモデルにおいても、同様の変化を再現できている。

4. 普及予測と政策分析

(1) 普及促進政策の影響分析

本研究で構築した普及予測モデルでは、政策変数の導入が可能であり、同時に、普及途上のどのタイミングで当該促進政策を実施するのが望ましいのかを分析することが可能である。そこで、政策の介入時期、期間に着目した普及促進政策の影響分析を行う。対象とする ETC 車載器促進政策は以下のとおりである。

- 車載器の価格低減: ETC 車載器購入時の補助金や、販売台数の増加に伴う低価格化など;
- 高速道路利用料金の割引: 現行のハイウェイカードや回数券による割引率よりも高い割引率の設定;
- 対距離料金制の実施: 普及率の上昇にともない、ある一定の普及率を超えた場合に導入を検討する。

以下では、政策効果分析の 1 例として、次のような価格設定下での普及動向を予測する。

政策 A: 車載器価格が徐々に低下するシナリオ (車載器価格が 4 年後に 1 万円になるように段階的に低下)
政策 B: ある一定期間 (4 年間) 大幅に車載器価格を低下させ、車載器の普及を協力を促進。

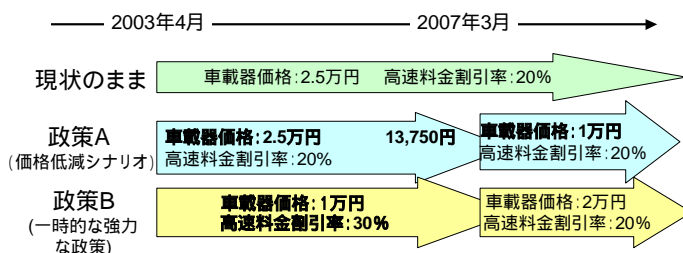


図-5 想定した政策内容

具体的な政策内容を図-5 に示す。また、価格と割引率以外の説明変数の値は、表-7 のように設定する。

表-7 シミュレーションに用いる変数の値

変数	予測に用いる値
高速道路利用頻度	0.64 回 / 週
1回の高速道路利用距離	59.69 km

上記の想定のもとで、今後の ETC 車載器普及率をシミュレートした結果を図-6 に示す。

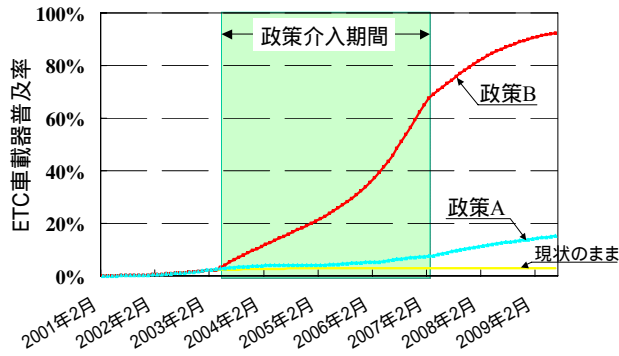


図-6 ETC 車載器普及率のシミュレーション結果

(2) 総合考察

図-6 に示したシミュレーション結果について考察する。まず、現状のままでは、車載器普及率は約 3%で膠着してしまう。これは、図-7 に示すように、車載器の普及率が低位で均衡してしまうからだと解釈することができる。

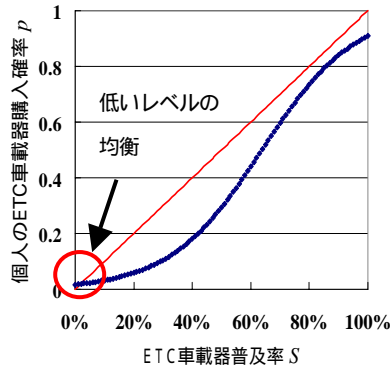


図-7 均衡方程式の解 (現状のまま)

次に、政策 A では、車載器価格が段階的に低下して 1 万円にまで至るにもかかわらず、普及率が 20%弱で膠着してしまう結果となった。一方、政策 B では、車載器価格が 2 万円になった後も、相互依存性の影響によるバランス力により高いレベルの均衡状態にまで到達する結果となった。

このように、たとえ一時的ではあっても、強力な普及促進政策 (例えば、政府が車載器を大量に買い上げることに、消費者に安く車載器を提供するような政策) を行うことにより、ある程度まで普及率を増加させることができれば、その後は相互依存性 (正のネットワーク外部性) の影響によって普及率は自動的に上昇することを例示することができた。このような考察は、従来の分析では行うこと

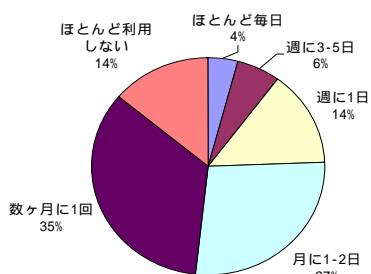


図-8 一般的なドライバーの高速道路利用頻度 (意識調査回答結果)

はできなかった。

なお、今回の分析対象が一般の自動車利用者であること、現行のハイウェイカードの割引率が 14%であること、さらに、図-8 に示した Narumol *et al.* の実施した意識調査から得られる一般の自動車利用者の高速道路利用頻度 (週に 3 日以上利用する高頻度利用者が約 10%、週に 1 日以下の利用である低頻度利用者が約 75%) に着目すれば、普及率が約 10%で膠着してしまう政策 A では、主に高速道路の高頻度利用者が車載器を購入していること；政策介入後の普及率が約 70%である政策 B では、高速道路の低頻度利用者までもが ETC 車載器を購入すること；等が考えられる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、ETC を巡る利用者間の相互依存性を、車載器普及率を代理指標として明示的に考慮した、個人の ETC 車載器購入手動モデルを構築した。その際、利用者の ETC 利便性と普及率の関係を交通工学的な見地から定量的に關係付けることに成功した。また、個人の購入手動モデルとマクロな普及予測モデルを統合して、ETC 車載器普及予測モデルの構築した。これを用いて利用者間の相互依存性の影響により、一時的な普及促進政策の介入によっても、ETC 車載器をさせることができることを例示した。

今後の課題を以下に述べる。まず第 1 に、今回の分析は、一般の自動車利用者を対象としており、高速道路通過車両には多くの事業系車両の行動は考慮していない。事業者の ETC 車載器購入手動に対する詳細な把握が必要である。第 2 に、本研究で構築した個人の ETC 車載器購入手動モデルでは、車載器のパフォーマンスに関する利用者間の相互依存性のみを考慮している。そのため、「模倣効果」による影響が個人の車載器購入手動に及ぼす影響等についても今後考慮していく必要がある。第 3 に、クロスセクションでの個人の購入手動モデルから時系列のマクロな普及予測への変換方法、相互作用項パラメータの識別可能性、効用の非観測要因項への配慮など、統計モデルとしての推定特性に関しても、更なる理論的検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) Matsuyama, K.: The Rise of Mass Consumption Societies, *Journal of Political Economy*, Vol.110, pp.1035-1053. 2002.
- 2) 岡本, 石田, 佃, 古屋: ETC 車載器の普及に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.26 (CD-ROM), 2002.
- 3) Brock, W. and Durlauf, S.: Discrete Choice with Social Interactions, *Review of Economic Studies*, Vol.68, pp.235-260, 2001.
- 4) Narumol, O., Fukuda, D. and Yai, T.: Conjoint Analysis for Individuals' Purchasing Behavior of ETC In-Vehicle Transmitters, *Technical Report*, Department of Civil Engineering Tokyo Institute of Technology, No.66, pp.41-54, 2002.