

Repeater 性を考慮した交通需要分析*

Traffic Demand Analysis with Repeater Characteristic*

上田孝行*2、浅野雄史*3

By Takayuki UEDA*2, Yuji ASANO*3

1. 背景・目的

従来の交通需要予測においては過去の行動に依存する効用変化は全く考慮されておらず、消費者はその瞬間効用を最大とする行動をとると考えられてきた。しかし、実際の消費者行動においては過去の選好または過去の消費に依存する場合は非常に多い。そのため、同じ財が繰り返し消費される現象、あるいは価格・所得等の変化がないのに同じ財の消費が時間とともに増加するといった現象が多数見られる。これを本研究では Repeater 性行動と呼ぶ。つまり、この行動は過去に消費した財が十分な効用を与えてくれたという情報の蓄積や、その財そのものに対する情報や知識²⁾の蓄積により再び過去と同じ財を選好するという行動である。特に、消費者がある新しい選択肢の財に対して全く未知であり情報や知識も持っていないという場合においてリスク回避的な行動として、やはり他の過去に消費したことのある財を再び選んでしまう。本研究では、そのような行動パターンを説明しうるモデルを構築することを試みる。

2. Repeater 性

本研究で考える Repeater 性行動の概念は図1のように捉えられる。ここで重要となるのは消費に対する知識ストックの概念を取り入れる点である。

まず消費者は瞬間効用最大化行動を行い、例えば A 財を消費したとする。その場合ここで消費者は A 財に関する知識のストックを増加させると考える。そしてこの知識ストックの蓄積は次期の瞬間効用最大化行動にも影響を及ぼすすることにより、前の期と同じ財を選好するという Repeater 性行動を

表現することが可能となる。

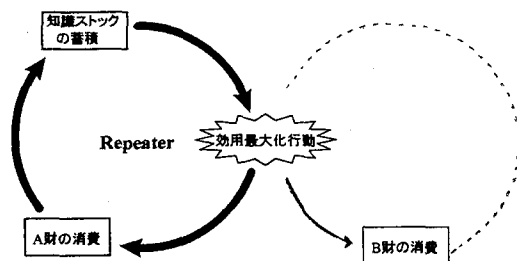


図-1 Repeater 性の概念化

3. モデルの概略

次に、2. で説明した Repeater 性を考慮したモデルの構築を行う。その流れを図2にフローチャートとして示す。

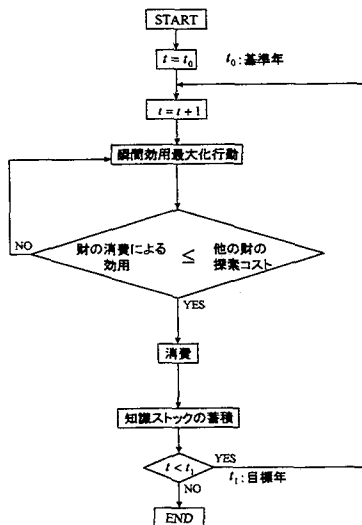


図-2 フローチャート

まず、ある時点での瞬間効用最大化行動は以下の

* キーワード: Repeater 性行動、知識ストック

*2 正会員 工博 岐阜大学 助教授 工学部

岐阜市柳土 1-1, TEL058-293-2465, FAX058-230-1248

*3 学生員 岐阜大学院 博士前期課程

ように定式化できる。

$$V(p(t), y(t), a(t)) = \max_{x(t)} u(x(t), a(t)) \quad (1)$$

$$\text{s.t. } p(t) \cdot x(t) = y(t)$$

$V(\cdot)$: 間接効用

$u(\cdot)$: 直接効用

$\cdot$: 内積

$y(t) \in \mathbb{R}_+$: 収入

$x(t) = (\dots, x_j(t), \dots) \in \mathbb{R}_+^{|J|}$: 消費財
ベクトル

$p(t) = (\dots, p_j(t), \dots) \in \mathbb{R}_+^{|J|}$: 価格
ベクトル

$a(t) = (\dots, a_j(t), \dots) \in \mathbb{R}_+^{|J|}$: 知識ストック
ベクトル

式(1)を解くことにより以下の財需要関数を導くことができる。

$$x_j = x_j(p(t), y(t), a(t))$$

ここで導入した $a_j(t)$ は知識ストックの蓄積を決定し、それにより次期の財消費 $x_j(t+1)$ の消費に影響を与えるような構造となっている。なお、 $a(t)$ の具体的な定式化は次節にて説明を行う。

さらに、本モデルでは過去に選択した財と異なる財を選択するという行動も考慮する。すなわち、瞬間効用最大化行動を通し、その時点での効用が最大となるような財消費を行うと共に他の財の探索を行うとする。但し、それには探索コストがかかるとし、その探索コストとその時点で選択した財消費から得られる効用とを比較した上で改めて財の選択を行うとする。なお、探索コストに関する具体的な定式化については5.において説明する。そうして消費が決定され、知識ストックの増加を生む。さらに知識ストックの蓄積が次期の瞬間効用最大化に影響を及ぼす。

4. 知識ストック

前述したように、知識ストックベクトル $a(t)$ は次期の財消費量 $x(t+1)$ を支配する機能を持つ。 $a(t)$ をモデル化する際、3通りのモデルを考える。まず、

一般型としてヴィンテージモデル、その特殊型としてマルコフ連鎖モデルと片山モデルを示す。

4.1 ヴィンテージモデル

知識ストック $a(t)$ を定式化するにあたって、一般的な形式を以下に示す。

$$a_j(t) = G_j\left(\sum_{s=1}^{t-1} w_j(s) f(x_j(t-s))\right)$$

$$w_j(s) = (1 + r_j)^{-s}$$

r_j : 割引率

$G_j(\cdot)$: 非減少関数

$G_j(\cdot)$ は非減少関数であり以下の2通りの仮定の下に成り立つ。

$$V1) \quad G_j(X) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_j X - b_j)} \quad (2)$$

と仮定するとき、上記のモデルは、学習モデルまたはロジスティック学習曲線をあらわす。

$$V2) \quad G_j(X) = \theta_j X + b_j \quad (3)$$

b_j : 選好条件における財 j の特有な外生変数

4.2 マルコフ連鎖モデル

また、 $a_j(t) = w_j f(x_j(t-1))$, $w_j = \text{const.}$ と仮定するとき、ヴィンテージモデルの特殊型として、以下に示すマルコフ連鎖モデルとなる。

$$\begin{aligned} x_j &= x_j(p(t), y(t), a(t)) \\ &= x_j(p(t), y(t), w_1 f(x_1(t-1)), \dots, w_J f(x_J(t-1))) \end{aligned}$$

$f(\cdot)$: 非減少関数

J : 財のラベル集合

すなわち、マルコフ連鎖モデルはヴィンテージモデルのように知識ストック $a_j(t)$ が蓄積されていくのではなく、前期の財消費 $x_j(t-1)$ からのみ $x_j(t)$ が影響を受けるというモデルである。さらに、ラベルの集合が変化しない(全ての t において $J(t) = J$) と

仮定すると、マルコフプロセスは、次のように定義される。

$$M: x(t-1) \in R_+^J \mapsto x(t) \in R_+^J$$

また、もう一つの特例型である片山モデル¹⁾では、 $a_j(t) = a_j = \text{const.}$ という仮定の下に、時間に依存しない静学モデルとして説明される。

5. 探索コスト

第3節で述べた探索コストの定式化を試みる。消費者の効用最大化行動の枠内に探索コストの概念を導入することを可能としたのが以下に示す不等式である。

$$\frac{\partial u(x(t-1), a(t))}{\partial x(t-1)} - \lambda(t-1)p_j(t-1) \leq \phi - \delta n \quad (4)$$

$\phi, \delta (> 0)$: パラメータ

n : 探索回数

左辺が前期の消費者純限界効用を示し、右辺が探索による効用を示す。前期の財において式(4)が満たされるとき、 $n = n+1$ として繰り返し探索しつける。 n には上限を定めておきその上限まで式(4)が満たされていれば Repeater 性行動をとる。しかし、上限までに式(4)が満たされなくなった場合、これまで消費してきた財の変わりにランダムに選出された新たな財を消費する。

6. 数値シミュレーション

本節では前節までに述べた定式化に基づいて行った数値シミュレーション結果の整理と考察を行う。本研究では効用関数を CES 効用関数と LES 効用関数とに特定し、合成財を含む3財モデルで展開されているが合成財には知識ストックの蓄積はないものとして数値シミュレーションを進める。知識ストックの蓄積は最も一般的なヴィンテージモデルを用いる。知識ストックの蓄積の仕方には式(2)(3)の下、3通りのパターンが存在する。

Case1

$$a_1(t) = G_1(X) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_1 X - b_1)}$$

$$a_2(t) = G_2(X) = \theta_2 X + b_2$$

Case2

$$a_1(t) = a_2(t) = G_j(X) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_j X - b_j)}$$

Case3

$$a_1(t) = a_2(t) = G_j(X) = \theta_j X + b_j$$

Case1 は財1がロジスティック学習曲線型の蓄積、財2が線形型の蓄積を行う場合である。Case2・Case3についてはそれぞれロジスティック曲線型・線形型といった、財1財2ともに同じ蓄積の仕方をするパターンである。なお、効用関数内のパラメータは外生的に与えている。

ここでは紙面の都合上、CES 型効用関数による計算結果を掲載するにとどめる。特定した効用関数と予算制約式を以下に示す。

$$\max_{x_1, x_2} u = \left\{ (a_1 x_1)^\alpha + (a_2 x_2)^\alpha + (a_z z)^\alpha \right\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$\text{s.t. } p_1 x_1 + p_2 x_2 + z = m$$

a_j : J 財の知識ストック

x_j : J 財の消費量

z : J 財以外(合成財)の消費量

α : パラメータ

p_j : J 財の価格

m : 収入

これより、需要関数は以下のように導ける。

$$x_1 = p_1^{\frac{1}{\alpha-1}} a_1^{\frac{-\alpha}{\alpha-1}} \left\{ \left(\frac{p_1}{a_1} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} + \left(\frac{p_2}{a_2} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} + \left(\frac{1}{a_z} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} \right\}^{-1} m$$

知識ストックの蓄積は Case2 を用いた。設定したパラメータは表1の通りである。これにより得られた知識ストックと財消費量の時系列変化の様子を表したのが、図3、図4である。図3を見ても分かるように財1の知識ストックは急激に増加している

が第4期を境に頭打ちとなり、それ以上知識は得られない。それに比べ、財2は緩やかな増加を続けている。これはパラメータ操作によるものだが、このような知識ストック蓄積を見せるときの財消費（図4）を比較してみる。それによれば、最初に財2を消費し、第3期には財1と消費量が逆転する。しかし、その財1もいずれ知識ストックは増加しなくなり、消費は停滞する。財1を消費することで知識を得、それが次期の消費を大幅に増加させるといったRepeater 性行動で説明できる。しかし、その知識獲得にも限界がありそれが「飽き」と言った概念で捉えることが可能である。なお、式（4）によって導かれた純限界効用と探索による効用の関係を図5に示す。これにより、お互いが交わる第5期に他財の消費への転換が行われることが分かる。

r_1	0.01
r_2	0.01
θ_1	0.5
θ_2	0.1
b_1	0.1
b_2	0.9
β_1	0.3
β_2	0.3
β_3	0.4
a_z	1
p_1	1
p_2	1
m	10
$\phi - \delta n$	0.5

表-1 パラメータ設定

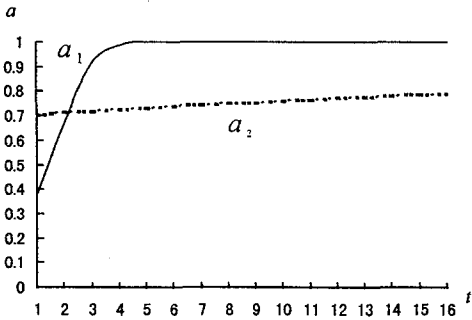


図-3 知識ストックの時系列変化

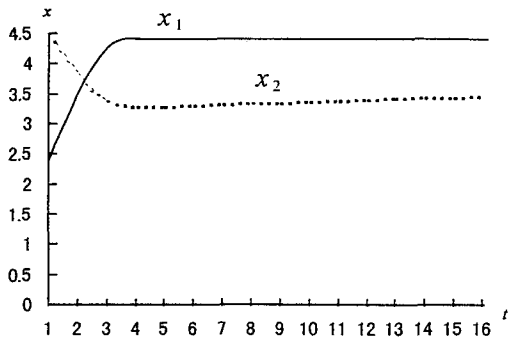


図-4 消費量の時系列変化

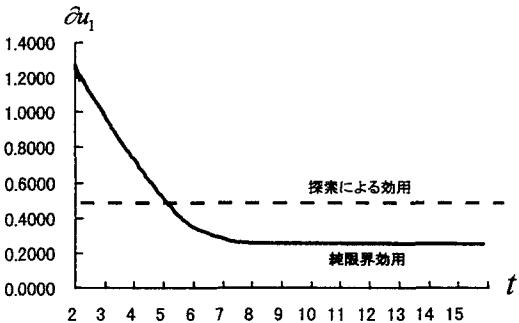


図-5 純限界効用の時系列変化

7. おわりに

本研究では効用最大化行動の枠内で「Repeater性を考慮した交通需要モデル」を提案した。知識ストックの蓄積におけるヴィンテージモデルと探索コストの導入により時間に対する財消費量の変化を導出することが可能となった。なお、本研究に残された今後の課題としてはパラメータの感度分析、探索コストモデルの拡張、事例研究などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 片山隆男：消費の経済分析、勁草書房、1996
- 2) G.S.Becker：Accounting for Tastes, MIT Press, 1991
- 3) Jae Wan Chung：Utility and Production Functions. BLACKWELL, 1994