ミクロ経済モデルによる都市住民の移動行動の基礎的分析

京都大学工学部　正　員　吉川和広
京都大学工学部　正　員　奥村　誠
京都大学大学院○学生員　神門純一

1．はじめに

近年、我が国では真に豊かでゆとりある生活が強く求められるようになってきた。その実現のためには時間的なゆとりの増大が不可欠であると思われる。しかし現状では、通勤に代表される多大な移動時間が都市住民の自由時間を奪っており、その実現を妨げる主要因となっている。移動時間とは交通施設の整備状況、公共施設等の立地状況に大きく影響を受けるものであるから、適当な都市施設整備を行ない移動時間を短縮させることが重要である。そのためにはまず都市住民の移動行動を理論的に捉え、分析することが必要であると考える。そこで本研究では移動時間、余裕時間の長さは都市住民の合理的な行動のもとに決定されるものと考え、標準的な家計の行動を分析するためのミクロ経済学モデルを作成する。すなわち、都市住民は豊かさを求めて、商品やサービスを購入するだけでなく、より多くの余裕時間を生み出すように行動することを明示的にモデルに取り込む。そして、モデルに対して比較静学分析を行なうことにより家計の消費行動に影響を及ぼす外生的諸要因について分析を行なう。

2．家計消費モデルの定式化

上述のように、時間的余裕を求める一般的な家計の消費行動をモデル化する。その際に家計の効用関数に対して、次の３つの基本命題をおく。

(1) 家計は市場から財やサービス(以下、「合成財」あるいは簡単に「財」: x とする)を購入し消費することによって効用を得る。

(2) いかなる消費行動も時間を必要とする。また、その時間は市場で購入することができないものである。

(3) 家計の消費行動において、最低限必要な時間(消費必要時間: q)に加えてさらに余裕時間(消費余裕時間: t)を利用することにより付加的な効用を得ることができる。

標準的な家計は消費活動を行う場合、適当な市場へと移動し、財を購入・消費することによって効用を得ると考えられる。この過程においては、その財の量に見合った一定の時間が必要である。(消費必要時間) このように消費活動に最低限の時間しか費やさないとすれば、そのときの効用は、財の量にのみ依存するであろう。しかし、家計は消費活動をより質の高いものとするためにさらに時間をかけようとする。そのときにはより多く費やした時間(消費余裕時間)の大きさにも依存すると考えられる。よって、時間を考慮した場合、家計が消費活動を行うことによって得られる効用は財の購入量 x と消費余裕時間 t に依存しているとする。すなわち、家計の効用は x、t の増加関数である。

以上のことから、効用関数を次のように表す。

$$u = u(x,t),\quad u_x > 0,\quad u_t > 0 \tag{1}$$

消費必要時間は消費する財の量が多くなるにしたがって増加すると考えられるから、

$$q = q(x),\quad q'(x) > 0 \tag{2}$$

次に、家計の消費行動における移動行動について4つの役割を考え、それをもとに制約式を定式化する。

(a) 移動は、消費を成し遂げるために最低限必要である(消費必要移動)。この移動に要する時間は消費必要時間 q に含まれる。

(b) 移動は、より安価な財を求めて市場を回ることを可能にする(消費任意移動とし、その距離を s で表す)。この移動を行なうことにより、家計はより安価な財を購入できる。

(c) 移動は、それ自体効用の源泉となる。この移動は、余裕時間を利用したドライブや散歩等であり、移動自体が効用の増大をもたらす。

(d) 移動は、勤務地に行くために必要である(通勤距離を s* とする)。

以上の考察から、時間に関する制約を表す「時間制約式」は以下のようである。

$$q + t + t^* + (s + s^*)/v = T \tag{3}$$

{利用可能時間: T，労働時間: t*，平均移動速度: v}

利用可能時間Tとは労働時間及び本モデルで考えている消費行動に利用できる時間であり、生活を維持するための基本的な行動に使われる時間は含まない。

また、一般的な家計にかかる制約を表す「費用制約式」は以下のようである。

Kazuhiro YOSHIKAWA , Makoto OKUMURA , Junichi GOUDO

$x p + c = y + w t^*$ (4)

{財の購入価格: p，移動費用: c，賃金以外の収入: y，賃金率: w}

yとは市場機構の中で明示的に扱われない効果や毎日の生活に直接関係しない支出を考えたものである。自然環境等はyに含まれ、租税負担、及び長期的な費用である住宅費等はyから差し引かれるべきものとする。

財の購入価格 pは、(b)で述べたとおり、消費任意移動によって減少するものと考えられるので、消費任意移動距離 sの減少関数で表される。その減少の程度はsが大きくなるにしたがって小さくなると考える。

$p = p(s),\quad p'<0,\quad p''>0$ (5)

次に、通勤が賃金率wに及ぼす影響を考える。通勤距離を大きくすることは、勤務先をより広い範囲から選択できることにつながり、高賃金の職が見つかる可能性が高まる。よって、賃金率wは通勤距離 s*の増加関数であるが、その傾きは逓減する。

$w = w(s^*),\quad w'>0,\quad w''<0$ (6)

移動費用 cは、経験的に、移動距離(s + s*)の増加関数であり、簡単のため一次関数とする。

$c = c\,(S = s + s^*),\quad c_S>0,\quad c_{SS}=0$ (7)

なお外生変数として、賃金以外の収入y、利用可能時間T、平均移動速度vのほかに、上記の各関数のシフトである物価水準p_0(5式)、賃金水準w_0(6式)、平均交通料金c_{s0}(7式)を考える。

また(3)式と(4)式は、労働時間 t *を消去することにより、一つの式にまとめることができる。

$w\{q + t + (s+s^*)/v\} + x p + c = y + wT$ (8)

3．比較静学分析

このモデルの効用最大化問題、すなわち、(8)式の制約のもとで(1)式を最大化する問題を考えると、

$\max\ u\ (x,t)$ (1)

$\{x, t, s, s^* \mid y, T, v, p_0, w_0, c_{s0}\}$

subject to

$w\{q + t + (s+s^*)/v\} + x p + c = y + wT$ (8)

という制約条件つき最適化問題であるといえる。

ラグラジアンを次のように定義する。

$L = u\ (x,t) + \lambda\ [y + wT - w\{q + t + (s+s^*)/v\} - xp - c]$ (9)

ラグランジュ乗数の方法により、一階の条件式(5つの式)、各式の全微分を求め、行列の形で表すと

$$
\begin{bmatrix}
u_{xx} - \lambda w q'' & u_{xt} & -\lambda p' & -\lambda w' q' & -wq' - p \\
u_{xt} & u_{tt} & 0 & -\lambda w' & -w \\
-\lambda p' & 0 & -\lambda x p'' & -\lambda w'/v & 0 \\
-\lambda w' q' & -\lambda w' & -\lambda w'/v & \lambda(w'' t^* - 2w'/v) & 0 \\
-wq' - p & -w & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} dx \\ dt \\ ds \\ ds^* \\ d\lambda \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}
\lambda dp_0 + \lambda q' dw_0 \\
\lambda dw_0 \\
-\dfrac{\lambda w}{v^2} dv + \dfrac{\lambda}{v} dw_0 + \lambda dc_{s0} \\
-\lambda w' dT - \left\{ \dfrac{\lambda w'(s+s^*)}{v^2} + \dfrac{\lambda w}{v^2} \right\} dv + \dfrac{\lambda}{v} dw_0 + \lambda dc_{s0} \\
-dy - w dT \dfrac{w(s+s^*)}{v^2} dv + x dp_0 - t^* dw_0 + (s+s^*) dc_{s0}
\end{bmatrix}
$$

となる。この方程式の左辺の縁付きヘシアン行列Hは2階の条件より負値定符号行列である。この方程式をクラーメルの公式、および余因子展開を用いて解くことにより比較静学分析が可能となる。

例えば、賃金以外の収入yの変化が財の購入量xに及ぼす効果は

$$\frac{\partial x}{\partial y} = -\frac{D_{51}}{|H|} > 0$$

となり小行列式D_{51}は負であり上式の符号は正となる。これより、長期的な費用である住宅費等が安価になれば相対的にyが増加し、より多くの財の購入が可能となることが明らかにされた。

また、消費余裕時間 tに対する賃金以外の収入yの変化による効果をみると

$$\frac{\partial t}{\partial y} = \frac{D_{52}}{|H|} > 0$$

となり、D_{52}は正よりこの符号は正となる。これは賃金以外の収入yの増加により長距離通勤や長時間労働の必要性が低下し、それらに費やす時間を消費活動における余裕時間に転用できることを示している。

また、物価水準p_0の変化が通勤距離 s*に及ぼす効果をみると

$$\frac{\partial s^*}{\partial p_0} = -\frac{1}{|H|}\lambda D_{14} - x\frac{\partial s^*}{\partial y} > 0$$

となり、物価水準が上昇すれば通勤距離が長くなることを示している。物価水準が上昇した場合、住民がそれを補うだけの収入の増加を目指して、より遠くの賃金の高い職場に通勤するようになると解釈される。

4．おわりに

ここでは各関数が一般的に満足する条件だけを用いて導かれる結論のみを示した。それらの多くは直感的な推論によっても得られるものであるが、利用可能時間の増加が必ずしも余裕時間の増加に結びつくとは限らないという興味深い結論が得られている。今後、実際のデータをもとに各関数を特定化することにより、本モデルからさらに多くの結論を導きたいと考える。また交通施設整備の評価への応用を図りたい。