

世帯単位の資源配分モデルを用いた場合の交通時間節約価値*

Value of Travel Time Saving derived from Household Resource Allocation Model*

加藤 浩徳**

By Hironori KATO**

1. はじめに

時間価値は、交通プロジェクトの便益評価や交通行動を説明する上で重要な役割を果たす。そのため、これまで、様々な研究が行われてきた。長年の研究の流れの中で、時間価値は、消費者の時間と費用との配分行動(いわゆる資源配分行動)を通して分析されることが、通例となってきた。交通のみならず、リクリエーション活動、医療活動、労働活動等に関わる様々な研究分野において、Becker¹⁾の示した時間配分モデルをベースとした、多数の時間価値の理論的、実証的な分析が行われてきている。ところが、従来の時間価値研究のほとんどは、個人の消費行動のみに着目しており、複数の構成員からなる世帯の消費行動に着目した研究は、ほとんど見あたらない。

交通の時間価値研究に限定して見ても、他分野と同様に、世帯単位の行動モデルに基づくものはほとんどない。これは、交通行動はあくまでも個人行動であり、交通条件の変化に対する支払意思額は、個人単位で計測されるべき、という伝統的な交通行動研究の考え方によるためと考えられる。しかし、ある個人の交通条件の変化が、世帯内の他の構成員に影響を及ぼすケースは容易に想像される。例えば、自宅外労働を行う者のいる夫婦世帯を考えてみよう。一般に、自宅外労働者は、自宅外の労働に時間を配分するだけでなく、家事等の自宅内労働に関しても時間の配分を行うものと考えられる。自宅内労働が、夫婦間の協力によって行われるならば、通勤交通の条件変化は、交通を行っている個人だけでなく、世帯の他構成員の時間配分にも影響を及ぼすことになる。

そこで、本研究は、世帯単位の資源配分行動を考慮しながら、交通時間の短縮効果を分析し、交通時間節約価値を求めることを目的とする。なお、本研究では、単純化の

ため、夫婦2人から構成される世帯のみを想定する。

2. 世帯単位の資源配分モデルに関する既往研究

世帯単位の消費行動モデル分析の発端は、少なくともBecker¹⁾による、個人単位の行動モデルから世帯単位の行動モデルへの拡張にさかのぼることができる。このモデルは、伝統的モデルあるいは単一モデルと呼ばれている。このモデルでは、世帯があたかも個人のように取り扱われ、世帯の持つ時間や予算の制約のもとで、世帯単位の一種の効用関数が最大となるように、世帯トータルの時間と財の消費が求められる。したがって、非労働収入は世帯構成員間でプールされることが前提とされる。伝統的モデルは、単純かつ明快な構造をしているが、特に世帯間の相互関係に関心を持つ研究者から様々な問題が指摘されるに至っている²⁾⁻⁵⁾。例えば、(1)世帯を個人と同一と見なすことは、個人を行動の原単位とみなす個人主義の考え方からはそもそも受け入れられないこと、(2)伝統的モデルでは、世帯内の相互関係を無視し、世帯内意思決定のプロセスをブラックボックス化してしまっていること、(3)政策的な観点から見ても、世帯構成員間の所得や時間の配分を適切に考慮しないことは、歪んだ政策評価と政策に関する意思決定を生み出すことになること、等が指摘されている。こうした伝統的モデルのもつ問題点を解決し、世帯内の構成員が世帯の意思決定に及ぼす影響を考慮するため、これまでに大きく分けると3つのアプローチが提案されてきている。

第一のアプローチは、伝統的モデルの枠組みにうまく世帯構成員の存在を埋め込もうとするタイプのモデルである。Samuelson⁶⁾は、各構成員の効用関数を部分効用関数とする世帯効用関数を設定し、構成員間の合意によってこの世帯効用関数が作られるというモデルを提案した。これと類似した枠組みとして、Becker^{7),8)}は、世帯内の家長の存在を想定し、この家長が他構成員のことを考慮した効用関数を持ち、世帯全体の厚生水準を考慮した行動を行うというモデルを構築した。

*キーワード: 交通時間節約価値, 世帯, 資源配分モデル

**正員, 博(工), 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 (kato@civil.t.u-tokyo.ac.jp)

第二のアプローチは、ゲーム理論を援用して世帯の行動を説明しようとするモデルである。このタイプのモデルの1つは、非協力ゲームを用いた意思決定モデルである⁹⁾⁻¹¹⁾。ここでは、他の構成員の行動が所与の下で、各構成員の効用最大化を行うことによって、Nash 均衡を求めるというプロセスが想定される。ただし、Nash 均衡解は、必ずしも Pareto の意味での効率的な解をもたらさないことが批判された¹²⁾。もう1つは、協力ゲームを用いた夫婦間の交渉をモデル化するものである^{13),14)}。ここでは、別居するという威嚇点を考慮しつつ、同居するための交渉を行うという Nash プロセスをモデル化することにより、Pareto 効率的な資源配分を目指すことが想定される。

第三のアプローチは、Pareto 効率性のみを要件とする世帯意思決定プロセスを仮定する、いわゆる集団的 (collective) 意思決定モデルである¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。先の世帯構成員間の協力ゲームは、集団的意思決定モデルの特殊解と位置づけられる。なお、集団的意思決定モデルは、第一段階で、非労働収入を適当なルールに基づいて構成員間で分配し、第二段階で、分配後の所得水準ならびに他の構成員の効用水準を制約として、自分の効用水準を最大化するという、二段階プロセスのモデルと同値であることが示されている。このため、集団的モデルの枠組みを用いれば、伝統的モデルで批判されていた非労働所得プールの問題が解決される。近年では、このアプローチに基づいて多くの実証研究が行われ、次第に多くの研究者に受け入れられつつあると言われる¹⁸⁾。集団的モデルは、その意思決定に Pareto 効率性を要件とすることから、一種の規範的なアプローチと言える。ただし、この仮定が妥当であるかどうかは、実際のデータによる検証が必要なことは当然として、家族の本質的なあり方も検討されなければならないであろう。

本論文は、家長モデルと集団的意思決定モデルとを用いた2つのケースについて、交通時間節約価値の導出とその特性分析を試みる。ゲーム理論に基づくモデルは、Kooreman and Kapteyn¹⁹⁾も指摘するように、関数形を特定しない限り、一般解を求めることはできず、したがって、交通時間節約価値を求めることもできないので、今回は分析対象としない。

3. 自宅内労働を考慮した家長モデルのケース

まず、夫婦二人のうちいずれかが、世帯の資源配分に

関する完全な意思決定権を持っている状況を考えてみる。以下では、夫が家長としての意思決定権を持つものと仮定する。また、夫は通勤して自宅外労働を行い、妻は専ら自宅で自宅内労働を行うものとするが、自宅内労働は夫によってもシェアされうるものとする。

(1)勤務日のケース

第一のケースとして、勤務日を想定し、効用水準が余暇時間、自宅内労働時間、交通時間、消費金額に加えて、労働時間によっても影響を受けるケースを想定する。ここで、夫は自分の資源配分だけでなく、妻の資源配分についても配慮し、利他的な効用関数を持つものと仮定する。

$$U_h = U(L_h, L_w, H_h, H_w, W_h, t_h, G_h, G_w) \quad (1)$$

以下、 $i = h, w$ は、それぞれ夫、妻を表すものとする。ここで、 U_i : 個人 i の効用水準、 L_i : 個人 i の余暇活動時間、 H_i : 個人 i の自宅内労働時間、 W_h : 夫の自宅外労働時間、 t_h : 夫の通勤交通時間、 G_i : 個人 i の合成財に対する消費金額を表す。

この世帯は、時間と消費金額について、以下のような制約を持つ。

$$L_h + H_h + W_h + t_h = T_h^o \quad (2a)$$

$$L_w + H_w = T_w^o \quad (2b)$$

$$H_h + H_w = H \quad (2c)$$

$$G_h + G_w + c_h = \omega_h \cdot W_h \quad (2d)$$

$$t_h \geq \bar{t}_h \quad (2e)$$

このとき、Gleijser²⁰⁾にない、この夫は自宅内労働の配分に関しても、独断的に決定できる状況にあり、自宅外労働に必要な時間以外の時間配分に関して、以下のように固定的に配分割合が与えられるものと仮定する。

$$H_h = m(T_h^o - W_h - t_h) \quad (3a)$$

$$L_h = (1 - m)(T_h^o - W_h - t_h) \quad (3b)$$

ただし、 $0 \leq m \leq 1$ とする。この配分割合 m は、もし 0 ならば、この夫は全く自宅内労働を行わないことを意味し、逆に 1 ならば、自宅外労働時間の全てを自宅内労働に費やすという自己犠牲的な状況を意味する。自宅内労働時間に関する限界効用が負であると仮定する。ここで、仮にこの配分割合 m についても、最適な水準を決定する状況を想定すると、合理的かつ非良心的な(つまり、自己中心的な)夫は、常に自分は自宅内労働を行わず(つまり、 $m = 0$)、妻に自宅内労働を全て押しつけるという結果が得られる。

制約条件を満たしつつ、効用最大化を行うものと仮定する。すると、この問題のラグランジュ関数は次のように設定できる。

$$\begin{aligned}
LL = & U(\cdot) + \lambda_{h1} [H_h - m(T_h^o - W_h - t_h)] \\
& + \lambda_{h2} [L_h - (1-m)(T_h^o - W_h - t_h)] + \lambda_w (T_w^o - L_w - H_w) \\
& + \lambda_H [H - (H_h - H_w)] + \mu [\omega_h \cdot W_h - (G_h + G_w - c_h)] \\
& + \kappa_h (t_w - \bar{t}_w)
\end{aligned} \quad (4)$$

最適解となるための一階の条件の一部より、

$$\frac{\partial U_h}{\partial W_h} + m \cdot \lambda_{h1} + (1-m) \cdot \lambda_{h2} + \omega_h \cdot \mu = 0 \quad (5a)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial t_h} + m \cdot \lambda_{h1} + (1-m) \cdot \lambda_{h2} + \kappa_h = 0 \quad (5b)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial G_h} - \mu = 0 \quad (5c)$$

が成立する。すると、通勤交通の交通時間節約価値は、次のように求められることになる。

$$VTTS_h = \frac{\kappa_h}{\mu} = \omega_h + \frac{\partial U_h / \partial W_h}{\mu} - \frac{\partial U_h / \partial t_h}{\mu} \quad (6)$$

この結果は、実は、個人世帯のケースと同一の交通時間節約価値算定式である。つまり、家長モデルにおいては、たとえ利他的な効用関数をもつ夫であっても、勤務日のケースでは、交通時間節約価値は、夫が自宅内労働にどの程度協力的であるかという水準に依存しないことがわかる。

(2) 休日に夫のみが自宅外余暇を行うケース

次に、先と同様のモデル枠組みを使って、休日のケースを想定することとする。ここで、夫のみが休日に何らかの事情で自宅外余暇を行う場合を考えてみよう(例えば、夫のみが休日にゴルフに出かけるような状況を考えればよい)。そして、この自宅外余暇交通の交通時間節約価値を求める。休日には、自宅外労働は行われないが、自宅内労働は一定程度あるものとする。すると、次のような効用関数を想定できる。

$$U_h = U(L_h, L_w, H_h, H_w, t_h, T_h, G_h, G_w) \quad (7)$$

ここで、 T_h : 夫の自宅外余暇時間である。また、制約条件は次のように整理できる。

$$L_h + H_h + T_h + t_h = T_h^o \quad (8a)$$

$$L_w + H_w = T_w^o \quad (8b)$$

$$H_h + H_w = H \quad (8c)$$

$$G_h + G_w + c_h = Y \quad (8d)$$

$$t_h \geq \bar{t}_h \quad (8e)$$

休日についても、先と同様に自宅内労働に関する配分割合が一定水準に与えられるものとする。すると、最適解となるための一階の条件は、上の制約条件に加えて、次のように示される。

$$\frac{\partial U_h}{\partial L_h} + \lambda_{h2} = 0, \quad \frac{\partial U_h}{\partial L_w} - \lambda_w = 0 \quad (9a,b)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial H_h} + \lambda_{h1} - \lambda_H = 0, \quad \frac{\partial U_h}{\partial H_h} - \lambda_w - \lambda_H = 0 \quad (9c,d)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial T_h} + \lambda_{h2} = 0, \quad \frac{\partial U_h}{\partial G_h} - \mu = 0 \quad (9e,f)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial t_h} + m \cdot \lambda_{h1} + (1-m) \cdot \lambda_{h2} + \kappa_h = 0 \quad (9g)$$

これらを整理すると、交通時間節約価値は、次のように求められる。

$$\begin{aligned}
VTTS_h = & \frac{\kappa_h}{\mu} = \frac{1}{\mu} \left[\left(\frac{\partial U_h}{\partial L_h} - \frac{\partial U_h}{\partial t_h} \right) \right. \\
& \left. + m \left(\frac{\partial U_h}{\partial H_h} - \frac{\partial U_h}{\partial H_w} + \frac{\partial U_h}{\partial L_w} - \frac{\partial U_h}{\partial L_h} \right) \right] \quad (10)
\end{aligned}$$

これより、交通時間節約価値は、DeSerpa²¹⁾のいう、資源としての時間価値 $\partial U_h / \partial L_h$ と商品としての時間価値 $\partial U_h / \partial t_h$ に加えて、自宅内労働時間の時間価値と資源としての時間価値との差分の夫婦間の差にあたる項から構成されることがわかる。ここで、第一に、夫にとっての夫(自分)の自宅内労働に関する限界不効用が、夫にとっての妻の自宅内労働に関する限界不効用よりも大きい、つまり $\partial U_h / \partial H_h < \partial U_h / \partial H_w$ を仮定してみよう。第二に、夫にとっての夫(自分)の余暇時間に関する限界効用が、夫にとっての妻の余暇時間に関する限界効用よりも大きい、つまり、 $\partial U_h / \partial L_h > \partial U_h / \partial L_w$ を仮定してみよう。これらは、夫が、自分よりも妻のことを優先的に考えて、献身的な行動をしない限り、それほど無理な仮定ではないと思われる。すると、上式の右辺かつこの第二項は負となることになる。

ここで、仮に、夫の効用関数が、妻の時間や消費金額に関して加法分離的な効用関数であり、かつ夫の効用関数が、個人世帯の効用関数と同一であると仮定してみよう。この場合、完全ケアケースの交通時間節約価値は、個人世帯のケースの交通時間価値と同じか、それよりも低くなる可能性が高いことがわかる。

4. 集団的意思決定モデルのケース

次に、夫だけでなく妻の効用関数も明示的に考慮した上で、世帯単位的意思決定を定式化することとする。ここで、世帯効用関数としては、夫と妻の効用関数に関して加算分離型の関数を想定する。具体的には、世帯効用関数は、

各構成員の効用関数の加重和と仮定する。また、休日に夫婦で同一の外出余暇活動を行うことを想定する。ここで、各人は利己的な効用関数を持つものと仮定し、また自宅内労働は存在しないものとする。すると、世帯意思決定問題は、次のように定式化できる。

$$\max_{L_h, L_w, G_h, G_w, T, t} W = U_h(L_h, T, t, G_h) + sU_w(L_w, T, t, G_w) \quad (11)$$

$$\text{s.t. } G_h + G_w + 2c = Y \quad (12a)$$

$$L_h + T + t = T_h^o \quad (12b)$$

$$L_w + T + t = T_w^o \quad (12c)$$

$$t \geq \bar{t} \quad (12d)$$

以上の集団意思決定モデルを用いる場合には、常に Pareto 効率的な解が得られる⁵⁾ので、上の問題は次の問題と同値である。

$$\max_{L_h, G_h, T, t} U_h = U_h(L_h, T, t, G_h) \quad (13)$$

$$\text{s.t. } L_h + T + t = T_h^o \quad (14a)$$

$$t \geq \bar{t} \quad (14b)$$

$$U_w(L_w, T, t, G_w) \geq U_w^* \quad (14c)$$

すると、この問題のラグランジュ関数は、

$$LL_h = U_h(\cdot) + \lambda'_h [T_h^o - L_h - T - t] + \mu'(Y - G_h - G_w - 2c) + \kappa'_h(t - \bar{t}) + \zeta(U_w(\cdot) - U_w^*) \quad (15)$$

と定義でき、最適解の一階の条件は、

$$\frac{\partial U_h}{\partial L_h} - \lambda'_h = 0, \quad \frac{\partial U_h}{\partial T} - \lambda'_h + \zeta \frac{\partial U_w}{\partial T} = 0 \quad (16a, b)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial t} - \lambda'_h + \kappa'_h + \zeta \frac{\partial U_w}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial U_h}{\partial G_h} - \mu' = 0 \quad (16c, d)$$

と式(14)となる。すると、夫の交通時間節約価値は、

$$VTTS_h = \frac{\kappa'_h}{\mu'} = \frac{1}{\mu'} \left\{ \left(\frac{\partial U_h}{\partial L_h} - \frac{\partial U_h}{\partial t} \right) - \frac{\partial U_w / \partial t}{\partial U_w / \partial T} \left(\frac{\partial U_h}{\partial L_h} - \frac{\partial U_h}{\partial T} \right) \right\} \quad (17)$$

と導出できる。妻についても同様の方法で求めることができる。これより、このケースの交通時間節約価値は、自分自身(夫)だけでなく、パートナー(妻)の効用関数による影響をも受けることになる。

5. おわりに

本研究では、世帯単位の意味決定を前提としたときの交通時間節約価値を分析した。本研究は、第一に、家長モデルという限定された範囲内ではあるが、家庭内労働を明示的に考慮したこと(3章)、第二に、夫婦間の共同意思決

定を前提とした場合の交通時間価値算出を検討したこと(4章)に特徴がある。

なお、本研究で想定したモデルは、かなり限定的な状況を仮定しており、一般性には欠ける箇所もある。さらなる一般化に向けて議論が必要である。

参考文献

- 1) Becker, G. S.: A theory of the allocation of time, *The Economic Journal*, Vol.75, pp.493-517, 1965.
- 2) Kooreman, P. and Kapteyn, A.: Estimation of rationed and unrationed household labour supply functions using flexible functional forms, *The Economic Journal*, Vol.96, pp.398-412, 1986.
- 3) Haddad, L. and Kanbur, R.: How serious is the neglect of intrahousehold inequality?, *The Economic Journal*, Vol.100, pp866-881, 1990.
- 4) Apps, P. F. and Rees, R.: Labour supply, household production and intra-family welfare distribution, *Journal of Public Economics*, Vol.60, pp.199-219, 1996.
- 5) Chiappori, P. A.: Collective labor supply and welfare, *Journal of Political Economy*, Vol.100, pp.437-467, 1992.
- 6) Samuelson, P. A.: Social Indifferent Curves, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, pp.1-22, 1956.
- 7) Becker, G. S.: A theory of marriage, Part II, *Journal of Political Economy*, Vol.82, S11-S26, 1974.
- 8) Becker, G. S.: A theory of social interactions, *Journal of Political Economy*, Vol.82, pp.1063-1094, 1974.
- 9) Leuthold, J. H.: An empirical study of formula income transfers and the work decision of the poor, *Journal of Human Resources*, Vol.3, pp.312-323, 1968.
- 10) Browning, M.: The saving behavior of a two-person household, *Scandinavian Journal of Economics*, Vol.102, No.2, pp.235-251, 2000.
- 11) Cheng, Z. and Woolley, F.: A Cournot-Nash model of family decision making, *The Economic Journal*, Vol.111, pp.722-748, 2001.
- 12) Kooreman, P. and Kapteyn, A.: Estimation of rationed and unrationed household labour supply functions using flexible functional forms, *The Economic Journal*, Vol.96, pp.398-412, 1986.
- 13) Manser, M. and Brown, M.: Marriage and household decision-making: A bargaining analysis, *International Economic Review*, Vol.21, pp.31-44, 1980.
- 14) McElroy, M. B. and Horney, M. J.: Nash-bargained household decisions: Towards a generalization of the theory of demand, *International Economic Review*, Vol.22, pp.333-349, 1981.
- 15) Chiappori, P. A.: Rational household labor supply, *Econometrica*, Vol.56, No.1, pp.63-90, 1988.
- 16) Bourguignon, F. and Chiappori, P. A.: Collective models of household behavior: an introduction, *European Economic Review*, Vol.36, pp.355-364, 1992.
- 17) Chiappori, P. A.: Introducing household production in collective models of labor supply, *Journal of Political Economy*, Vol.105, No.1, pp.191-209, 1997.
- 18) Vermeulen, F.: Collective household models: Principles and main results, *Journal of Economic Surveys*, Vol.16, No.4, pp.534-564, 2002.
- 19) Kooreman, P. and Kapteyn, A.: On the empirical implementation of some game theoretic models of household labor supply, *The Journal of Human Resources*, Vol.25, No.4, pp.584-598, 1990.
- 20) Glejser, H.: Women's lib explanation of paradoxical results in estimations of the value of travel time and subsequent biases in cost-benefit studies, *Economics Letters*, Vol.1, No.1, pp.99-103, 1978.
- 21) De Serpa, A.C.: A theory of the economics of time, *The Economic Journal*, Vol.81, No324, pp.828-846, 1971.