

徳島大学 正 青山吉隆

徳島大学 学 西岡敬治

1. 緒言

時間は貨幣や他の財と同様に、人々がそれに価値を与えるからこそ価値をもっている。時間の価値はそれを生産するために必要な労働量によってではなく、その稀少性の中えに決定される。人々は用いることのできる時間の量が限られているから、その全体の効用と満足を最大にするように時間を各アクティビティに配分する。経済的な財と異なり、時間は市場によって売買できないために、時間価値の理解と応用とは困難である。時間が交通行動と交通計画の評価において最も重要な要素であるという交通分野にとって、このことは特に重要である。

交通計画にとって、時間価値は最も重要な、そして最も基礎的な概念として位置づけることができる。時間価値は交通施設整備計画や交通政策等の交通計画の便益の推計にとって必須の手段であり、また一方で交通需要予測システムの内部で重要な変数として位置づけられている。こうした時間価値の重要性は広く一般に理解され、過去20余年間にわたって基礎的、理論的な研究が経度し、また時間価値を実際に導くための方法論の開発と共に数値例が明らかになされてきた。またこれらの研究によって時間価値を交通計画に応用する上での問題点が明らかにされてきた。

本研究では、こうした従来の時間価値に関する研究の範囲を調べ、その系譜を明確にすることによって、時間価値研究の現状を把握し、さらに現在の問題点を指摘する。そして代表的なモデルによる数値例を求め、モデルの改良を提案して、今後の研究の展望を得ることを目的とする。

2. 時間価値の意義

すでに述べたように、時間価値は交通計画の評価システムの中で便益の推定のための重要な手段としての意義をもっており、また一方で交通の現象システムの中で行動モデルの重要な説明変数としての意義がある。便益の推定に果たす時間価値の役割と行動モデルの内部での役割とは根本的に異なってくる。

(1) 便益推定の場合

交通計画における利用者便益の基本的な要素は時間距離の節約であり、また道路計画においては、これに自動車の運転費用の節約が追加される。たとえばオーストラリアのurban roadによる全経路便益の25%は時間距離の節約に帰することのできるという推定もある。またアメリカの州間highway網による便益のうち、72~81%が時間距離の短縮によって引き出されていると推定されている。このように時間距離の節約による便益は全経路便益の中で重要な位置を占めている。一方交通プロジェクトの経済的評価のためには便益は貨幣タームで表現されなくてはならないから、時間距離の節約を等量の貨幣に換算するために時間価値が必要となる。この結果、時間価値の推定に含まれる不確実性は便益の推定にそのまま含まれ、交通プロジェクトの経済的な側面からの存在価値および他の代替案との優先順位の決定に重大な影響を与えることは明らかである。

ところで時間距離の節約は費用の節約と基本的には異なった点がある。費用の節約はその価値を直接貨幣タームで表現することのできる。その貨幣によって他の価値もしくは効用を得ることになる。一方、時間の全体量そのものは明らかに節約されない。時間距離の節約は、節約された時間を他の目的に転換できるということであり、しかもこの時間を他の目的に利用することによって新しく価値もしくは効用を得ることのできるかは明確ではない。つまり交通計画による時間距離の節約とは、交通のために消費しなければならなかったはずの時間を他

の目的のために利用できるという可能性を並列したということを意味している。したがって交通計画の評価システムの内部で適用される時間価値は、そういった節約された時間を他の目的に利用することが何故価値をもっているかを明確にすることによってのみ計量化される。

労働時間内に行われる交通の時間距離の節約が価値をもっていることは明らかである。こうした時間は雇用者によって賃金が支払われており、それ故に雇用者にとって価値をもっている。この時間の節約はそれをもっと生産的な利用へと転換することを促し、結果的にGNPを増加させ、国民所得統計に算入される。一方非労働時間内に行われる交通の時間距離の節約は、その時間を何らかの他の目的に利用して各個人の効用を増加させ得る個人の才能のゆえに価値をもっている。しかし、そうした価値は個人の知覚によるものであって、ほとんどの場合所得の増加には無関係であり、結果としてGNPには関係してこない。このように非労働時間内の交通、たとえば、通勤、通学、買物、レジャー等を目的とする交通の時間距離の節約はGNPに反映されないため、このような時間距離の節約を交通計画の経済的評価に考慮すべきではないという意見があり、また逆に、それはむしろGNPの欠陥であって、経済的評価からこの時間距離の節約を除外すべきではないという意見もある。しかし本研究では、一般的に言って非労働時間内の交通に比べても、労働時間内の交通に比べても、時間距離の節約は価値をもっており、この価値は交通計画の評価システムにおいて、便益推定のために用いられるべきであるという考え方が優勢であるという立場をとることにする。しかしもちろん非労働時間内の交通における時間距離の節約をどのように評価するか、つまり時間価値をどのように計量するかといった理論及び方法論については多くの議論と問題点とがある。これについては本章で考察する。

(2) 行動モデルの場合

交通計画における現実システムの中でいう行動モデルとは、個々のトリップメーカーのbehaviorに焦点を当て、彼のbehaviorをできるだけ正確に再現することを目的としたミクロなモデルである。交通計画の便益推定のために用いられる時間価値がどちらかと言えば廣域的に求められ、また時間価値の推定から便益の推定に至る一方向きをもっているのに比較し、行動モデルに用いられる時間価値は帰納的に推定され、また時間価値の推定と行動モデルの構築とは一方向きでなく、相互にフィードバックされる特徴をもっている。

行動モデルにおいては、交通のために費される広い意味でのトリップコスト（これを一般化費用generalised costと呼ぶ）が重要な役割を果たすが、この一般化費用を構成する主要な要素として時間距離とトリップ費用とがあり、これら両者を一次元の貨幣タームに換算するためのパラメータとして時間価値という概念が必要となる。つまり時間価値は行動モデルにおいて用いられる一般化費用（あるいは犠牲量sacrifice、効用disutility）の計量化に必要なパラメータであり、モデルに論理的なconsistencyを与えるのに役立っている。

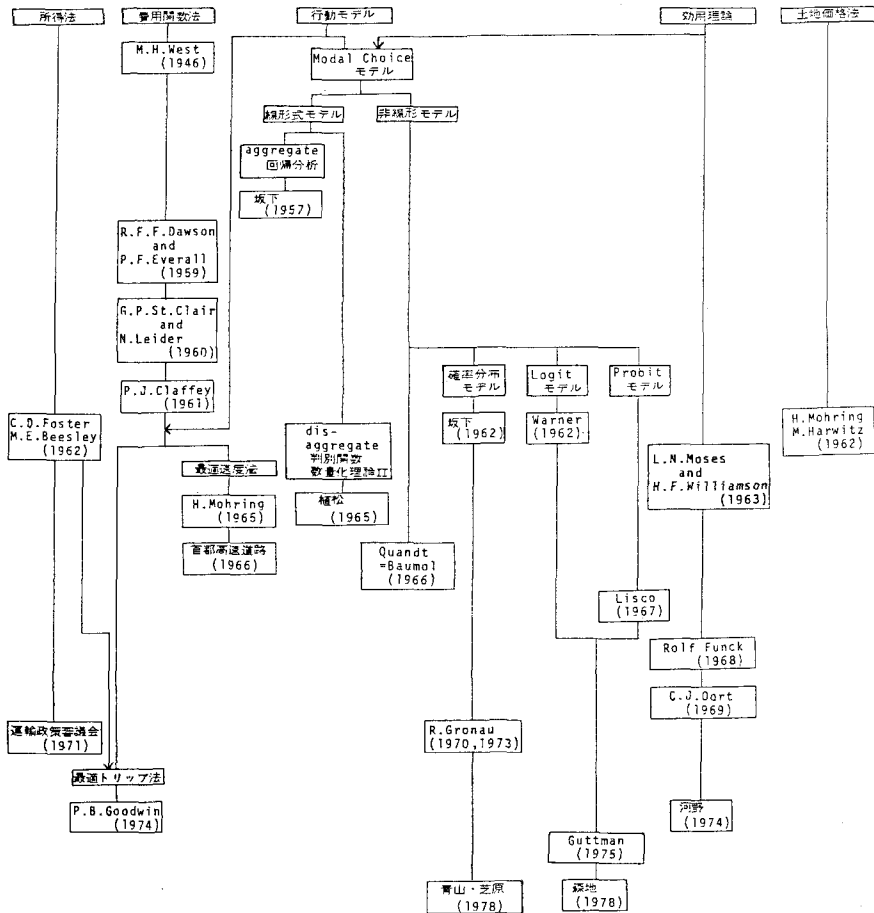
行動モデルは個々のトリップメーカーのbehaviorに関する仮説を設定し、現実の交通現象をこうしたトリップメーカーの意思決定が集積したものとみなすのであるから、時間価値を含んだ行動モデルが現実の交通現象をできるだけ正確に再現できることが時間価値推定の必要条件である。明らかに唯一つの時間価値というものは存在しないであろう。時間価値に関する従来の数値例からみても、トリップメーカーの所得、年齢、家族構成等の個人属性によって個人個人で異なっており、また同一の個人においてもトリップの目的、緊急性、時刻、季節、トリップ長等によって変化する。こうした多様な時間価値の存在が推定を困難にしており、従来からさまざまな方法が提案されてはいるが、多くの問題が残されている。将に行動モデルにおける時間価値の推定の問題点は、時間価値という現象自体は存在せず、それは単に行動モデルの内部に含まれる仮説の中のみ存在していることであり、時間価値は行動仮説から間接的に測定されるにすぎないということであろう。したがって時間価値はそれを測定するための仮説によって当然異なった数値となり、仮説の種類に對し得る時間価値の種類が存在する。明らかに、ある仮説によって測定された時間価値を他の仮説にもとづく行動モデルに適用することは無理である。

したがって時間価値は第にどの仮説にもヒズミ、どのモデルによって導き出されたかを明示しなくてはならない。従来から提案されている行動モデルについて本章で紹介する。

3 時間価値研究の系譜

従来から非常に多くの研究や数値例が提案されている。神原はこれら時間価値の研究を先験的評価、賃金、走行費と通行料、行動モデルの4種類に分類しているが、本論では先験的評価という方法は現在ではほとんど用いられていないと思われるのでこれを分類から除き、走行費と通行料による方法を費用関数による方法として整理統合し、また効用理論を行動モデルから分離し、さらに土地価格による方法を追加する。結局本論では以下に述べるように、(1)所得による方法、(2)費用関数による方法、(3)行動モデル、(4)効用理論、(5)土地価格による方法の5つの系に分類して、研究の歴史的な経過を追って行く。まずこれら5つの系に分類した主要研究を系譜にしたのが図-1である。

図-1 時間価値の研究の系譜



(1) 所得による方法

労働時間内の交通によって、交通計画による時間距離の節約が価値をもつことは明らかである。雇用者は節約された時間を別のより生産的な目的に配分することによって利益を得ることができ、これはGNPに反映される。したがってこのような場合の時間価値として、時間当りの所得を用いることは適切である。しかも労働時間や所得は経済統計等から比較的容易に得ることができるので、この方法による時間価値の推定が最も容易である。

所得によるアプローチには、C.D. Foster と M.E. Beesley (1962) がロンドンの地下鉄建設の便益推定に用いた例がある。この研究によると労働時間内の交通による時間節約は1時間当りクミリング3ペンス、また非労働時間については1時間当りクミリングの時間価値をもつと推定している。この数値によって地下鉄ゴフトリア線の便益推定を行っており、その結果によると時間距離の節約による便益は開通初年度の粗便益中80%を占めていることが示されている。この所得法によるアプローチに似た方法として、運輸政策審議会(1971)のGNPによる方法がある。これは将来の時間価値を予測するために、時間価値を対数正規分布に従う確率変数と仮定し、その期待値をGNPの関数と仮定している。ただし、この場合には時間価値は便益数算のためではなく、モデル・チョイスを予測するために用いられている。

(2) 費用関数法

この方法は最も古くから行われている方法であり、簡単に言えば走行費と通行料によってトリップ費用を定義し、これをトリップ時間で除して得られる変化率によって時間価値を定義したものである。この系譜に属するものとして、たとえばM.H. West (1946), R.F.F. Dawson and P.F. Everall (1959)等がある。さらにこのトリップ費用の中に快適性と不便さ等の心理的因因を含む方向へと発展していった。これに属する研究としてはG.P. St. Clair and N. Leider (1960)やP.J. Claffey (1961)等がある。この費用関数という考え方はそれ以後の行動モデルや効用理論の内部でも用いられており、時間価値を測定する場合の1つの原型となっている。この費用関数の系譜に属するが、後で述べる行動モデルの影響を受けたと思われるユニークなアプローチとして、H. Mohring (1965)の方法がある。この方法は道路交通における時間価値に限定したものであるが、まず費用関数を走行費用、交通密度、道路構造の特徴等によって定義する。この関数の特徴は道路交通量の増加に伴って費用が増加するように複雑費用を内生化していることと、他の1つは時間価値が運転者の速度選択過程の中に潜在的に含まれているという基本的な仮説をもっていることである。すなわち、各運転者はトリップ費用が最小となるような速度で走行しているはずであるから、費用関数の最小値を与える速度が実際の速度に一致しているという条件より時間価値を推定するのである。この意味でこの方法を最適速度法と称することができる。この方法による推定値は3ドル/時(1965)である。またこの方法をそのまま首都高速道路の実測値によって計算した結果では930円/時(1966)となっている。この方法は明らかに行動モデルや効用理論における最適化の考え方が取り入れられており、費用関数法を発展させたものである。同じように行動モデルの影響を受けた費用関数法として、P.B. Goodwin (1974)がある。この研究では、それまで走行費と通行料、あるいはトリップ費用、犠牲量、負効用等と呼ばれていたものをgeneralised cost, generalised timeという概念にまとめ、これらの概念の中に時間価値をパラメータとして位置づけた。そして1週間当りのトリップ時間、トリップ距離、トリップ費用をいずれも所得の関数と仮定して回帰分析によりロジスティック曲線を推定している。そして所得を媒介変数としてトリップ時間の変化率に対するトリップ費用の変化率によって時間価値を求めている。時間価値は結局所得のベキ関数として求められており、平均時間価値は8.5ペンス/時(1974)である。この方法は1週間におけるトリップ時間とトリップ費用の選択行動が所得階層によって異なることを前提としてモデル化されたものと解釈できる。この方法を最適トリップ法と呼ぶことができる。この方法によれば労働時間、非労働時間等の区別や交通目的等とは無関係にすべてのトリップに対する全世帯人数についての時間価値を所得別に推定できることになり、費用関数法の系譜の中では最も実用的であろう。これに類似した数値例はわが国では見当たらない。

(3) 行動モデル

行動モデルはトリップメーカーの選択行動仮説をimplicitlyに含んだ方程式系であり、その内部に必ず時間価値を表現するパラメータをもっている。すでに述べたように最適速度法や最適トリップ法も広い意味での行動モデルの系譜に入れることも考えられるが、ここでは最適な交通手段の選択あるいは最適な交通経路の選択におけるモデルだけをこの分類に入れる。つまりここでの行動モデルとはいわゆるモデル・チョイス・モデルであり、

代替的なモードの中から最も適したモードをトリップメーカーが選択する行動を表現したものである。

モード・チェイス・モデルには非常に多くの種類があるが、方程式の構造によって分けると線形式と非線形式とに分類される。非線形モデルは確率分布モデル、Probit モデル、Logit モデル へと展開されてきた。またこれらの方法はモード選択主体を個人とするか集団とするかによって disaggregate モデルと aggregate モデルとに分類できる。

まず最も単純な形は線形式である。これは外的基準としてあるモードが選択される確率あるいはあるモードを利用する比率をとり、説明変数として、そのモードと他の代替モードとの要因差あるいは比を用いて線形式を仮定し、各車両のパラメータのうち、時間と費用のパラメータの比によって時間価値を求めるものである。パラメータの決定方法としては、aggregate モデルの場合には普遍的な最小2乗法や数量化理論Ⅰ類が用いられ、また disaggregate モデルの場合には、外的基準はYes/Noの分類であるから、判別関数法や数量化理論Ⅱ類が用いられる。線形式はその構造上の欠陥として、モード・チェイスの予測値として、真あるいは1以上の予測値を与える可能性があるため、最近では余り用いられていない。しかしこの方法は最も古くからモード・チェイス・モデルとして利用されており、時間価値の推定手法としても比較的簡単である。この系譜のうち aggregate モデルについては古くから多くの研究が提案されているが代表的な研究例としては、たとえばわが国では中央高速自動車道への転換交通量を予測するモデルがある。これは各モードの費用と時間距離の平均値からの差による線形式によって分担率を定義したもので、数値例は生鮮食料品1トン1時間当り20円(1957)となっている。この系譜のうち、disaggregate モデルは比較的新しい。これは判別関数法や数量化理論Ⅱ類といった手法のアルゴリズムが大容量コンピュータを必要とするので、コンピュータが普及した後に適用され始めている。わが国では根松(1965)が都市通勤者のコース選択要因に適用したのが最初と思われるが、その後非常に多くのアンケート調査例野によって適用例が報告されている。

非線形モデルの系譜のうち aggregate モデルについては、Quandt-Baumol(1966)以降さまざまな関数形が報告されている。一方 disaggregate モデルの代表的な方法は時間価値を確率変数とし、各個人は一般化費用を最小とするようなモードを選択するという確率分布モデルである。坂下(1962)による交通量配分の微視的理論は時間価値に注目した先駆的な研究である。Logitモデルはlogistic関数を用いたもので、たとえばWarner(1962)はdisaggregate モデルによってあるモードが選択される確率を予測しており、またProbitモデルは正規分布関数を用いたもので、たとえばLisco(1967)は通勤交通における時間価値をこれによって推定している。最近の研究報告ではこれらLogitモデルとProbitモデルの適用例が多く、また両者を比較した研究も多くみられる。たとえばJoel Guttman(1975)はWork tripsについてLogitモデルでは3.05ドル/時、Probitモデルでは2.95ドル/時を得ている。もちろん同じProbitモデルあるいはLogitモデルでも用いる要因が異なれば時間価値を比較することは難しい。いずれにしても行動モデルはあくまでもモード・チェイスの予測が目的であり、時間価値の推定はいわば副次的に得られる成果である。したがってこれによって得た時間価値を便益計算に用いるのが適切か否かについては別の判断が必要であろう。なおわが国では最尤法のアルゴリズムが普及していないこともあってdisaggregate モデルの適用例は少なく、わずかに森地(1978)の報告があるだけである。

(4) 効用理論

効用理論というのは簡単に言えば社会的厚生関数を制約条件の下で最大化することを問題としている。この制約条件の中に必ず資源制約と時間制約とが含まれており、これらの間のトレードオフ関係を表現するために時間価値が利用される。効用理論それ自体は交通計画を含むより広い範囲を包括するものであり、たとえばこの理論を応用した典型的な例としてAlonsoの住宅立地理論がある。効用理論は精緻に展開されているが、抽象的であり、時間価値を推定することを目的とするものではない。しかしこの理論が行動モデルの基礎理論として機能し

てきたことは明らかであり、効用理論をモード間の選挙問題へと局部化、相対化することによって実用性を具備したものが行動モデルであるということもできる。

(5) 土地価格法

この方法はこれまでの系譜がすべて直接的な測定を目的とするのに比較し、間接的な手法ということが大きな特徴である。時間距離の節約は直接的には利用者によって便益とみなされるが、利用者の便益はその交通を発生させた主体たとえば、家計や企業に最終的に吸収される。この結果、交通施設整備にともなう時間距離の節約によって、立地条件が変化し、土地価格の上昇がみられるのは周知の通りである。したがって、時間距離の節約の間接効果として、土地価格の増加をとり出すことができれば節約時間の価値を計量することができ、この計量化手法はいわゆるインパクトスタディと呼ばれるものであり、交通施設整備の前後比較法あるいは施設整備のある地域とない地域との比較分析によって行われる。これに属する研究としては、H. Mohring and M. Harwitz (1962) が古いが、これ以外にも多くのインパクトスタディや住宅立地モデル、地価モデル等を含めることができる。

4. 近似モデルと数値例

時間価値に関する研究の系譜は3、で述べたように非常に多岐にわたっているが、推定値としての時間価値には2つのタイプしかない。1つは唯一つの代表値によって時間価値を表現する場合であり、他の1つは時間価値を確率変数とみなしてその確率密度関数によって表現する場合である。後者の場合には時間価値がそれを評価する主体によって異なることを前提としているが、前者の場合でも所得やトリップ長、貨物の場合には品目等によって分類された層別に代表値を求めるのであれば後者の考え方と同じことになる。前者のタイプの典型が所得法であり、後者のそれは行動モデルの非線形モデルである。いずれにしても時間価値が1つの母集団においても複数個存在することは明らかである。

確率変数としての時間価値を対象とする方法は確率分布モデルとProbitモデルであるが、このモデルでは、R. Gronauも指摘しているように、1つのODデータによって単に確率分布関数のRANGEが与えられるだけであり、確率密度関数の同定は困難である。このモデルにとっては時間価値の確率密度関数は所得法等によって外生的に与件とみなされている。そこで本章ではこの確率分布モデルによって時間価値の確率密度関数を推定するための近似式を提案し、この方法がLogitモデルの1種であることを示す。

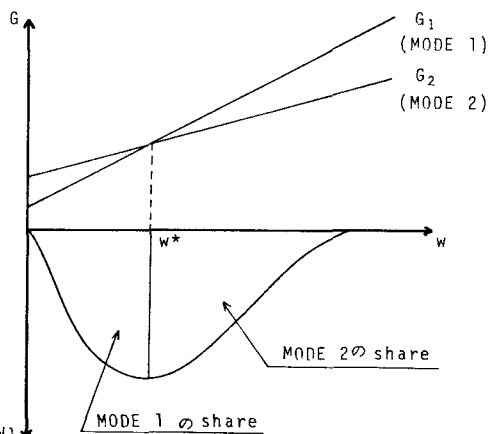
(1) 確率分布モデル

モーダル・チョイス・モデルの系譜のうち、確率分布モデルによる時間価値の推定は、図-2に示すように時間価値が w^* 以下のトリップメーカーはモード1を、 w^* 以上のトリップメーカーはモード2を利用するという仮定によってモード1およびモード2の分担交通量を求めて、それから逆に時間価値の分布型を推定しようとするものである。図-2において G はトリップメーカーが交通機関を選択する際の一般化費用、 w は時間価値、 $\phi(w)$ は時間価値の確率密度関数である。また交通における一般化費用 G は貨幣費用 C 、時間 T 、時間価値 w の3要素から成り、最も簡単な形式は(1)式で与えられる。

$$G_i = C_i + w \cdot T_i \quad (i: \text{モード}) \quad (1)$$

そして今簡単のために2モードの場合を例にとると、図-2の $\phi(w)$ が2からわかるように時間価値の境界値 w^* は(2)式のようになる。

図-2 モーダル・チョイス・モデルの概念図



$$G_1 = G_2 \text{ より } C_1 + w^* \cdot T_1 = C_2 + w^* \cdot T_2 \quad \therefore w^* = \frac{C_2 - C_1}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

$$\text{よってモード1の分担交通量 } X_1 \text{ は} \quad X_1 = N \int_0^{w^*} \phi(w) dw \quad (3)$$

$$\text{ここで } N \text{ は総の交通量であるから分担率 } P \text{ は} \quad P = \frac{X_1}{N} = \int_0^{w^*} \phi(w) dw \quad (4)$$

確率分布モデルは(4)式において P と w^* を与えて、 $\phi(w)$ を同定するのであるがこのままでは困難である。

(2) 確率分布関数の近似モデル

一般に時間価値の確率密度関数としては正規分布や対数正規分布が用いられることが多い。そこでまず正規分布関数 $\phi_1(w^*)$ および対数正規分布関数 $\phi_2(w^*)$ を(5)、(6)式のように近似する。

$$\phi_1(w^*) = \int_0^{w^*} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp\left[-\frac{(w-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dw \approx \frac{1}{1+\alpha \cdot e^{-b w^*}} \quad (5), \quad \phi_2(w^*) = \int_0^{w^*} \frac{1}{\sqrt{2\pi} D \cdot w} \cdot \exp\left[-\frac{(\ln w - m)^2}{2 \cdot D^2}\right] dw \approx \frac{1}{1+\alpha \cdot w^{-\beta}} \quad (6)$$

ここに μ , m はそれぞれの平均値、 σ , D は標準偏差である。(5)式において $(w-\mu)/\sigma = z$ とおくと(5)式は標準正規分布となる。したがって $w^* = \mu$ のとき、 $\phi_1(w) = 0.5 \quad \therefore 0.5 = 1 / (1 + \alpha \cdot (e^{\mu})^{-b})$ (7)

$$\text{また } w^* = \sigma + \mu \text{ のとき、} \phi_1(\sigma + \mu) = 0.84135 \quad \therefore 0.84135 = 1 / (1 + \alpha \cdot (e^{\sigma + \mu})^{-b}) \quad (8)$$

$$\text{そして(7),(8)両式を連立して解くと} \quad \mu = \frac{\ln \alpha}{b}, \quad \sigma = \frac{1.668}{b} \quad (9)$$

$$\text{同様に対数正規分布関数の平均値 } m, \text{ 標準偏差 } D \text{ は} \quad m = \frac{\ln \alpha}{\beta}, \quad D = \frac{1.668}{\beta} \quad (10)$$

そして(5)、(6)式の近似式を用いると結局(4)式は正規分布、対数正規分布としたとき次のようになる。

$$P_1 = \frac{1}{1 + \alpha \cdot e^{-b w^*}} \quad (11), \quad P_2 = \frac{1}{1 + \alpha \cdot w^{-\beta}} \quad (12)$$

これらの近似式を用いることにより実測分担率、費用、所要時間がわかれば(11)、(12)式のパラメータ(α , b , β)を回帰分析により決定でき、また(9)、(10)式よりそれぞれの平均値および標準偏差を推定できる。

ここで(11)式はモードが2つの場合のLogitモデルにおいて、要因に費用差と時間差の比を用いた場合に等しい。つまりLogitモデルは時間価値が正規分布すると仮定したときの近似式といえる。一方(12)式はいわゆる転換率曲線と呼ばれているものであり、これは時間価値が対数正規分布に従うと仮定したときの近似式である。

以上説明してきた方法により時間価値の分布型を推定できるが、本研究では実証例として都市間交通と都市内交通とに分けて時間価値の推定を行った。

(i) 都市間交通の時間価値

都市間交通の時間価値の推定は都道府県間の旅客地域流動調査データ(1976)を用いて行った。対象交通機関は航空機と鉄道、また対象トリップは全目的である。回帰分析の結果を表-1に示す。

(ii) 都市内交通の時間価値

都市内交通における時間価値の推定には香川県、高松陸運局が実施した「都市通勤者アンケート調査」(1979)の一部をデータとして用いた。まず全通勤者を自宅から事業所までの距離別利用手段別に集計しおのおの通勤に要する平均費用および平均時間を算出する。そして対象交通機関を自家用車とマストラッシュ(バス、鉄道)として回帰分析を行った。計算結果は表-2のようである。

表-1 回帰分析の結果
(都市間交通)

	正規分布	対数正規分布
相関係数	R=0.8859	R=0.9279
パラメータ	a=9.550	$\alpha=1669.6$
	b=0.0475	$\beta=2.014$
平均値 (円/分)	$\mu=47.5$	$\mu=39.8$
標準偏差	$\sigma=35.1$	$\sigma=2.2894$

(iii) 時間価値と所得および距離との関係

T.C.Thomas と G.I.Thompson によれば時間価値は所得および距離の関数であるといわれている。彼等は Logit モデルによってこの結論を実証している。そこでここでは時間価値と所得、距離との関係を調べてみた。

(a) 所得との関係

前述の香川県通勤者アンケート調査を用いて時間価値と所得の関係を推定した。その方法としてはまず所得階級別、利用交通手段別に集計し、その各々の平均費用、平均所要時間を計算しこれを用いて回帰分析を行う。ただし時間価値の分布型としては所得との関係を調べているので対数正規分布と仮定した。この結果によれば都市内通勤交通に関しては所得による時間価値の差はみられなかった。

(b) 距離との関係

昭和51年度旅客地域流動調査をもとにOD間距離と時間価値との関係を調べた。そのためにまずOD間距離によりグループ分けを行い機関別(航空機と鉄道)に交通量、運賃、時間を求めた。そして各距離ごとに時間価値の分布型を推定し、その結果を表一に示す。また距離別に時間価値分布の平均値をプロットしたのが図一である。

表一および図一からわかるように都市間交通においてはその距離(OD間距離)が長くなるほど一般に時間価値も高くなっている。

(3) 所得法

モーダル・チョイス・モデルによって時間価値の分布型を推定する方法は(2)で述べたように非常に有効であるが、各機関別の平均費用、平均所要時間を計算するのが困難である場合、また機関別毎交通量が得られない場合には用いられない。そこでここではもっと一般的統計量(所得、労働時間)を用いて時間価値を推定する方法について述べる。一般に時間価値が所得の関数であることはすでに述べた通りであり、ここでは分布型として対数正規分布を仮定する。

$$\phi(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot D \cdot w} \exp\left[-\frac{(\ln w - m)^2}{2 \cdot D^2}\right] \quad (13) \quad \text{ここで } D^2 = \ln\left(\frac{V^2}{E^2} + 1\right), \quad m = \ln E - \frac{D^2}{2} \quad (14)$$

ここでEは母平均、Vは母分散である。今、常用労働者1人当月間平均現金給与をP(円)、月間平均労働時間をH(時間)とすると、母平均EはE=P/H(円/時)、さらにこの給与の変動係数をVCとすると母分散VはV=E \cdot VCとなる。

$$\text{これらを(14)式に代入して} \quad D^2 = \ln\left[\frac{(P \cdot VC / H)^2}{(P/H)^2} + 1\right] = \ln(VC^2 + 1), \quad m = \ln\left(\frac{P}{H}\right) - \frac{\ln(VC^2 + 1)}{2} \quad (15)$$

となる。すなわちP、H、VCがわかれば時間価値分布が推定できる。そこで昭和48年の1人当月間現金給与は120430円、月間平均労働時間は183.1時間、変動係数VCは0.37であるから、これらより次のように求められる。

$$E = 658, \quad V = 243.5, \quad D^2 = 0.12834, \quad m = 6.4250, \quad \sigma = 1.4308, \quad \mu = 617, \quad \alpha = 9.77 \times 10^{-12}, \quad \beta = 4.6553$$

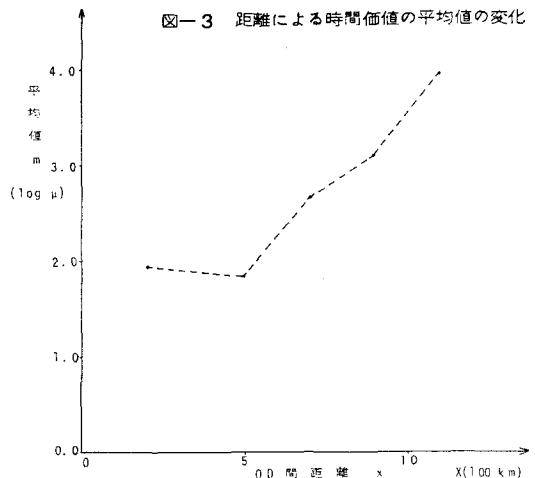
表一 回帰分析の結果
(都市内交通)

	正規分布	対数正規分布
相関係数	R=0.970831	R=0.964135
パラメータ	a=3.41107	\alpha=2.44002
	b=0.18395	\beta=0.30011
平均値	\mu=6.67045	m=2.97226
標準偏差	\sigma=9.06768	D=5.55796

表一 距離別 都市間交通の時間価値の推定

OD 間距離 (km)	相関係数 R	パラメータ		平均値 m (円/分)	標準偏差 D (\sigma)
		a	b		
0 ~ 400	0.5867	9.55878	1.16770	1.93325 (6.912)	1.42845 (4.172)
400 ~ 500	0.7529	8.55476	1.16861	1.83679 (6.276)	1.42734 (4.168)
500 ~ 600	0.6893	7.32426	0.74961	2.65630 (14.242)	2.22516 (9.255)
600 ~ 800	0.8358	303.82790	1.85526	3.08122 (21.785)	0.89905 (2.457)
800 ~ 1000	0.9497	90.47758	1.14320	3.94078 (51.459)	1.45905 (4.302)

図一 距離による時間価値の平均値の変化



よって時間価値の分布型は $\phi(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} (0.3583) w} \exp\left[-\frac{(\ln w - 6.4750)^2}{2 \cdot (0.3583)^2}\right]$, $\psi(w^*) = \frac{1}{1 + 9.77 \times 10^{-2} \cdot w^{-4.6553}}$ とする。

(4) 将来の時間価値の推定

(2), (3)で述べてきた時間価値の推定方法はいずれも現在および過去の機関別分担率や平均所得から推定するものである。ここでは将来の時間価値の推定方法について述べる。まず都市間交通については前述の旅客地域流動調査(昭和46, 47, 48, 50, 51年度)より各年度の時間価値分布の平均値、標準偏差および各年度の1人当りGNPを求めそれを表-4に示す。次に平均値 μ 、標準偏差 σ と1人当りGNPとの関係を図-4に示す。

表-4 年度別 時間価値分布の平均値および標準偏差

年度 (昭和)	平均値 μ (円/分)	標準偏差 σ (円/分)	1人当り GNP (1000円)
46	2.786 (16.2)	1.631 (5.1093)	768
47	3.025 (20.6)	1.357 (3.8836)	880
48	3.192 (24.3)	1.133 (3.1050)	1060
50	3.558 (35.1)	0.972 (2.6443)	1337
51	3.685 (39.8)	0.828 (2.2895)	1496

図-4 平均値・標準偏差と1人当りGNPとの関係

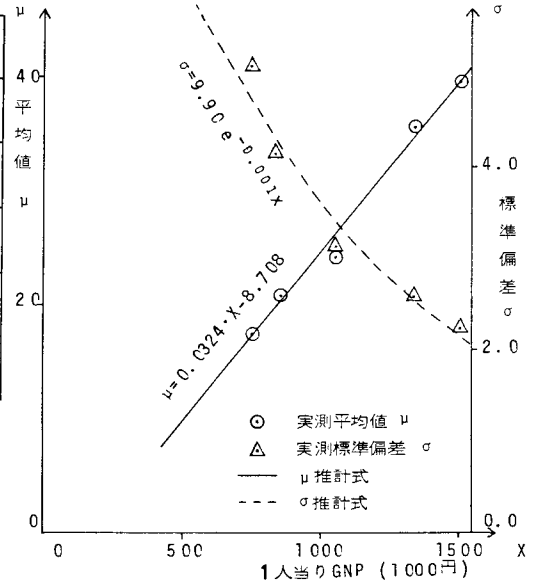


図-4からわかるように、平均値 μ は1人当りGNP(X)

に関してほぼ直線的に増加しており、その関係式は

$$\mu = 0.0324 X - 8.708 \text{ (円/分)} \quad (16)$$

この場合5ヶ年の実測値と推定値との相関係数は0.9966

である。一方標準偏差 σ は指数的に減少しており、その関係式は

$$\sigma = 9.90 e^{-0.001X} \quad (17)$$

相関係数は0.9596である。

(5) まとめ

図-5 (a) 時間価値の分布型 (都市間交通)

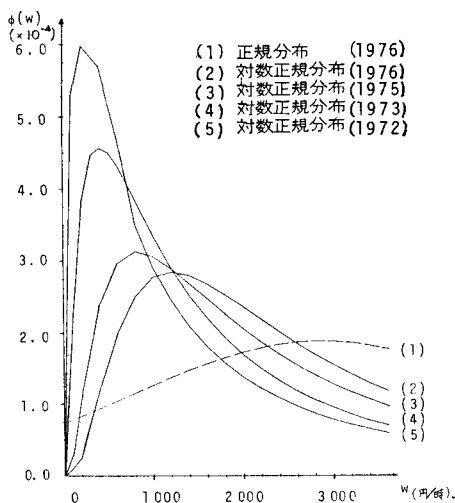
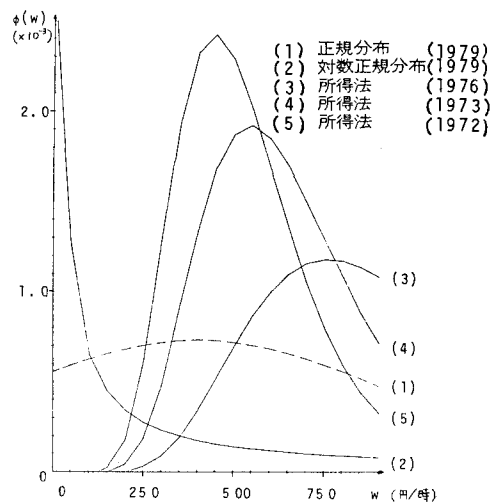


図-5 (b) 時間価値の分布型 (都市内交通, 所得法)



本論で提案したモデルは正規分布関数や対数正規分布関数を非常に高い精度で近似することができ、またそれらの関数に比較して操作性に富んでいる。またこの近似モデルによって確率分布モデルとProbitモデル、Logitモデルの関係が明らかとなった。図-1に推定した分布型を示す。都市内交通においては、正規分布、対数正規分布のいずれの近似モデルも適用可能であるが、所得によるモーダル・チェイスの差は見られない。都市間交通においては、正規分布の近似モデルは適用できない。対数正規分布の近似モデルの推定結果によれば、時間価値の期待値はトリップ長の増加と共に増加する。また経年的な変化をみると、GNPの増大と共に、期待値は増加し、標準偏差は減少している。将来の時間価値の推定はGNPの将来値を与えることができれば可能となる。所得法による推定値は当然近似モデルによる推定値と大きく異なっている。

5. 結 語

時間価値に関する多様な研究を5系統の図譜として体系化した。従来の研究のすべてを調査したわけではないが主要な論文はこの系譜の中に位置づけることができると考えられる。この系譜は時間価値の計量化を直接目的とするか、副次的な目的とするかによって2種類に分けることもできる。モーダル・チェイスと効用理論とは後者であり、時間価値は副次的に求められるが、あるいは考慮されているにすぎない。モーダル・チェイスは言うまでもなく交通機関別分担率の予測を直接目的としており、効用理論は社会的厚生関数の最大化を直接目的としている。それら以外の所得法、費用関数法、最適速度法、土地価格法は前者であり、いずれも時間価値を求めることが直接の目的である。

便益推定のための時間価値はこれら前者の方法によって求めるのが妥当であろう。所得法は最も簡便で将来推定も比較的に容易と思われるが、労働時間外の時間価値や主婦や子供等の非労働者の時間価値をこの方法で推定する事には問題がある。費用関数法のうち、H.Mohringの最適速度法は論理的にすぐれているが、この方法は自動車の利用者に限定される。また、Goodwinの最適トリップ法は費用関数法に所得法を導入したものであり、労働時間、非労働時間あるいは交通目的別にわかれず統一一般性を持っていると思われるが、本論において通勤交通を対象に適用してみた結果は良くなかった。これについてはさらに実証的研究が必要であろう。土地価格法はその性格上、インパクト分析から得られるが、これを事前に推定することは困難ではないかと思われる。結局、非労働時間の時間価値を含めて、時間価値を便益推定に用いるための実際的な方法論は見当たらない。時間節約が交通便益の中で最も重要な便益であることを考えると、時間節約を貨幣に換算するパラメータとしての時間価値についてはもっと実証的な研究が必要と思われる。

モーダル・チェイスにとって予測精度の向上が最大の目的であり、時間価値はこのモデルにとって重要なパラメータであるから、時間価値の将来値の推定が問題となる。ほとんどのモデルは過去のデータからパラメータを推定しているが、それらのパラメータが将来にわたって一定なのか変化するかについては言及していない。しかし時間価値が経年的に変化することは明らかである。この意味から本論4で提案した近似解法は、時間価値の将来推定の一つの方法と考えられる。

最後に、できるだけ多くの文献を収集したつもりであるが、重要な文献を見落している可能性は十分考えられる。この事については今後とも注意して文献調査を行うつもりであり、また御批判をいただきたい。また図-1の系譜には紙面の都合もあってすべての文献を載せることはできなかった。この図に載せたのは古典と思われる文献と、最も新しい文献とを原則とした。したがってこれ以外にも多くの貴重な文献があることはいうまでもない。