

道路政策の質の向上に資する技術研究開発
成 果 報 告 レ ポ ー ト
No. 21-1

研究テーマ

道路交通の時間価値に関する研究

研究代表者：東京大学准教授	加藤 浩徳
共同研究者：東京大学教授	上田 孝行
日本大学教授	加藤 一誠
中央大学教授	谷下 雅義
計量計画研究所	毛利 雄一

平成24年6月

新道路技術会議

目次

研究概要	1
第1章 はじめに	6
1.1 交通の時間価値とは何か	6
1.2 交通の時間価値の重要性	7
1.3 本研究の対象, 目的, 構成	9
第2章 交通の時間価値に関する研究の発展経緯	10
2.1 既往研究のレビューの視点	10
2.2 交通の時間価値に関する理論的アプローチ	10
2.3 交通の時間価値に関する実証的アプローチ	11
2.4 交通の時間価値の特性に関する実証研究	14
2.5 交通の時間価値の設定に関わる議論・調査	15
2.6 最近の交通の時間価値に関連する研究	16
2.7 交通の時間価値に関する研究の発展経緯のまとめ	16
第3章 交通の時間価値に関する基礎理論	18
3.1 交通の時間価値の基本アプローチ	18
3.2 非業務交通の時間価値	21
3.3 業務交通の時間価値	22
第4章 日本における交通の時間価値の分析	26
4.1 分析の目的	26
4.2 日本を対象とした RP ベースの交通の時間価値推定	26
4.3 日本の交通の時間価値に関するメタ分析	30
4.4 SP データを用いた我が国の交通の時間価値推定の事例分析	33
4.5 日本における交通の時間価値分析結果のまとめ	36
第5章 交通プロジェクト評価における時間価値の設定	38
5.1 本章のねらい	38
5.2 我が国の費用便益分析マニュアルにおける道路交通の時間価値	38
5.3 英国における交通の時間価値の設定	41
5.4 米国における交通の時間価値の設定	43
5.5 日・英・米の交通の時間価値設定の比較と我が国への示唆	44
第6章 交通の時間価値に関する論点と今後の研究課題	47
6.1 はじめに	47
6.2 交通の時間価値の理論に関する論点	47
6.3 我が国の交通の時間価値設定に関する論点	49
6.4 今後の研究課題	52

第1章 はじめに

1.1 交通の時間価値と何か

本報告書で取り扱う「時間価値」(Value of time)とは、時間の変化に対する支払意思額のことである¹⁾。例えば、特定の活動を行う時間が1分増える、あるいは減ることに対して、最大でいくらまで支払うことができるかを表したものが、その活動の1分あたりの時間価値である。この場合、この活動の時間価値は、例えば、1分30円あるいは30円/分と表記される。ここで、「増える、あるいは減る」という曖昧な言い方をしているのは、一般的には、活動の内容によって、その活動の時間の増える方が良い場合と、減る方が良い場合とがあるからである。例えば、楽しい余暇の時間は増える方が良いので、余暇の時間が1分増えることに対して支払意思額を定義できる(余暇の時間価値)一方で、店の行列で待つ時間は、通常は減る方が良いので、待つ時間が1分減ることに対して支払意思額(待つことの時間価値)を定義できることになる。交通の時間の場合、普通は、短い方が良く考えられるので、交通の時間価値は、交通時間が1分減ることに対する支払意思額と定義されることが多い。ただし、後述するように、交通の時間が長い方が良いケースもある(例えば、楽しいドライブ旅行)ので、一概に、時間短縮の支払意思額とは言えない。

時間価値の理論の背景には、消費者の消費する時間と価格あるいは費用との間に、何らかのトレードオフの関係がある、という基本的な前提がある。例えば、交通行動の例で言えば、交通時間が短い(速度が速い)が旅行費用の高い移動手段(例えば、高速高運賃の交通機関)と、交通時間が長いが旅行費用の低い移動手段(例えば、低速低運賃の交通機関)とは、互いに同一の魅力を持つ、あるいは同一の効用を旅行者に与えると考えられる。この考えに従えば、消費者の時間と費用の消費に関する行動を観察することにより、消費者の時間価値を推定することができることになる。したがって、時間価値の特性を検討するためには、そもそも消費者の行動特性が検討されなければならない。

本研究は、交通の時間価値を対象とするものである。交通の時間価値の概念とその計測方法は、以下の例

によって、大まかにその本質を理解することができる^{2),3)}。例えば、図1-1では、交通時間が長い交通費用の安い交通手段A、交通時間が短い交通費用の高い交通手段B、交通時間、交通費用ともに中程度の交通手段Cのサービス水準が図示されている。なお、図の横軸は、交通時間 t で縦軸は交通費用 c を表す。

まず、ある個人Nが、AとBのいずれかの交通手段を選択しなければならないものとする(たまたま、交通手段Cが運行されていない状況を考えればよい)。個人Nの選択行動を観察したところ、この個人Nは、交通手段Aを選択したとしよう。交通手段Aを選択した個人Nは、交通手段Bを選択することによって $t_A - t_B$ だけの時間を節約できる可能性があるにもかかわらず、 $c_B - c_A$ の追加的な金額を進んで支払おうとはしないことを意味する。

次に、同じ個人Nが、別の交通手段AとCとの選択を行う状況を想定しよう(今度は、交通手段Bの運行サービスがない日であると考えればよい)。ここで、個人Nは、交通手段Cを選択したとする。これは、交通手段Cを選択することによって $t_A - t_C$ だけの時間を節約できることに対して、 $c_C - c_A$ の追加的な金額を進んで支払うことを意味する。

これをまとめると、この個人Nは、交通時間を $(c_C - c_A)/(t_A - t_C)$ よりも高く、しかし一方で、 $(c_B - c_A)/(t_B - t_C)$ よりは低く価値づけていることになる。

以上より、個人Nの効用水準は、図1-2のようになっていることが予想される。交通時間、交通費用のいずれも少ない方が、人にとって魅力が高まると考えられるので、効用水準は、原点に向かうほど高くなることが予想される。ここでは、無差別曲線(効用水準が同一となる交通時間と交通費用とも組合せ)が直線として描かれている。この直線の傾きが、 $(c_C - c_A)/(t_A - t_C)$ と $(c_B - c_A)/(t_B - t_C)$ の範囲内にあるならば、交通手段Cは交通手段Aよりも優れ、かつ交通手段Aは交通手段Bより優れていることになる。

一般化すると、もし、交通時間が1分短縮されたときに、

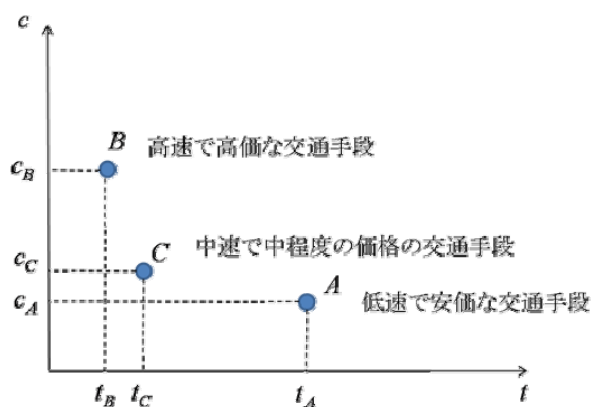


図 1-1: 個人 N の直面している 3 つの交通手段 A, B, C のサービス水準

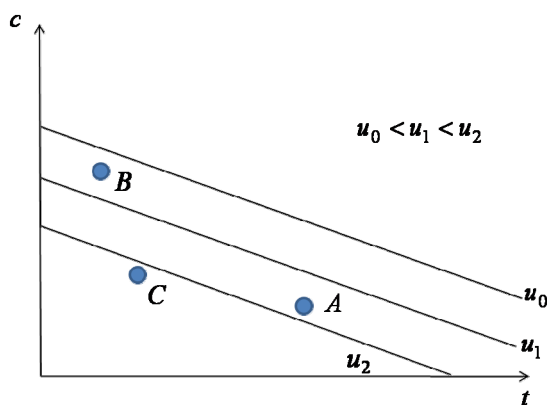


図 1-2: 個人 N の無差別曲線

無差別曲線の傾き分よりも大きい追加的な交通費用が提示されれば、個人 N は、その変化を受け入れないであろう。逆に、もし、交通時間が1分短縮されたときに、無差別曲線の傾き分よりも小さな追加的な交通費用が提示されれば、個人 N はそれを受け入れるであろう。つまり、図 1-2 の無差別曲線の傾きは、単位当たりの交通時間短縮に対して個人が支払おうとする金額の最大値 (= 支払意思額) を表していることになる。なお、支払意思額とは、特定の環境の変化に対して個人が支払っても良いと考える最大金額 (より厳密には、特定の環境の変化に対して、変化前の環境において得られる効用水準と同じ効用水準を得るために、変化後の環境において必要な金額) のことである⁴⁾。交通時間短縮の文脈に即して言えば、交通時間短縮に対する支払意思額とは、交通時間短縮によって得られる効用水準を、短縮前の効用水準に戻すのに必要な支払金額のことである。そして、特に、限界的 (微小) な交通時間の変化に対する支払意思額のことには、交通の (限界的な) 時間価値と呼ばれる。先の図における無差別曲線は直線であり、その傾きは常に一定であることが仮定されている。したがって、先の図の無差別曲線の傾きは、交通の時間価値と一致する。

以上は、交通サービスの離散選択問題から議論を始めた場合の、交通の時間価値の直感的な理解の方法である。このように、交通の時間価値は、人々の交通行

動の結果を測定することによって、間接的に推定することが可能である。同一の枠組みを用いれば、当然ながら、交通だけでなく、いかなる活動の時間価値をも推定することが可能となる。

1.2 交通の時間価値の重要性

(1) 交通の時間価値は何に使われているのか

交通の時間価値は、どのような場面で使用されているのだろうか。以下に、交通の時間価値が使用されている一般的な例を挙げることにする。

第一に、交通の時間価値は、交通プロジェクトの評価のための基本的な数値として用いられている。ここで、交通プロジェクトには、典型的には、新規の道路整備であったり、交通容量の拡大 (道路幅の拡張) であったりなど、交通時間の短縮効果が見込まれるものが多い。例えば、新たに道路が整備されれば、既存の道路を使った経路よりも短距離で、二地点間が結ばれるようになり、移動時間が短くなるかもしれない。あるいは、既存道路が多数の自動車を利用するため混雑している場合には、新規に道路が整備されることによって、道路混雑が緩和され、走行速度が向上し、結果的に交通時間が短縮されるかもしれない。いずれにせよ、交通時間が短縮されることによって、移動する人々になんらかの便益が発生するものと考えられる。ここで、この便益が、税金などを投入して実行するに足るだけの十分な大きさのものかどうかは、すぐにはわからない。そこで、交通プロジェクトの投資に必要な費用と、投資によって得られる社会的便益との比較によって、科学的にプロジェクトの投資効率性を評価することが行われている。この評価の方法は、「費用便益分析」(Cost-benefit analysis) と呼ばれている⁵⁾。ここで、交通時間短縮による社会的便益は、(1人当たり交通時間短縮便益) × (便益を受ける人数) によって、計算することが可能である (多くの場合、対象となる交通施設の需要関数をもとに、台形公式と呼ばれる近似法によって便益が計算される)。そして、交通の時間価値は、このような交通時間短縮によって発生する1人当たりの便益を計算する際に、交通時間を金銭単位に換算するためのパラメータとして活用される。具体的には、(短縮交通時間) × (交通の時間価値) が、1人当たり交通時間短縮便益として計算される。そのため、交通の時間価値が、10%変化すると、交通時間短縮によって発生する便益の値も10%変化する。その意味で、交通の時間価値の精度は、便益の精度に直結する。したがって、適切に交通プロジェクトの評価を行うためには、高精度の交通の時間価値が求められている。

第二に、交通の時間価値は、人々の交通行動を理解するためにも広く使われている。人間の交通行動に影響を与える要因として、交通時間と交通費用は、それ以外の交通サービスの質や環境条件 (例えば、天候や快適性、情報など) と同等か、あるいはそれ以上に、旅行者の意思決定に本質的な影響を与えるものと考えられている⁶⁾。一般に、人々は、速くて安い交通サービスを利用したいと考えるが、常にそれらが同時に実現されるわけではない。交通時間は短いが高交通費用は高い交

通サービスと、交通時間は長いが交通費用が安い交通サービスとを選択しなければならないことがしばしばある。ここで、旅行者は、交通時間と交通費用のトレードオフを考慮しながら、適切な交通サービスを決定しているものと思われる。ここで、交通時間と交通費用のいずれをどの程度重視するのかを表すものが、いわゆる交通の時間価値である。そのため、旅行者の交通の時間価値を推定することによって、人々の交通行動特性をより深く理解できるようになる。

第三に、交通需要を分析・予測する上でも、交通の時間価値は重要な役割を果たしている。一般に、交通需要予測では、個々人の交通行動を集計することによって、社会全体での交通需要を推計するというプロセスが取られるケースが多い。つまり、まず、個人ベースで、交通サービスの選択が予測され、次に、各個人の選択予測の結果を、社会全体で合計することによって、当該交通サービスの社会全体での「需要」が推計される。そのため、ひとたび個人の交通時間と交通費用に関する選択特性（つまり、時間価値）が明らかになれば、その選択特性がプロジェクトの有無によらず不変であるという前提のもとで、交通時間や交通費用が変化したときの交通行動を推測することが可能となる。それらを社会全体で合計することによって、交通時間・費用が変化したときの交通需要を推計することができる。そのため、交通の時間価値が適切に設定されない限り、交通時間と交通費用とのトレードオフは明示的に考慮できないため、交通需要を予測することも困難となる。

第四に、交通サービスの料金を設定するときに、交通の時間価値が活用される可能性がある。交通サービスの一部には、高速サービスと低速サービスの両方が提供されるケースがある。例えば、鉄道における特急列車と普通列車であれば、前者の方が後者よりも短時間で遠距離まで移動することができる。あるいは、高速道路と一般道路の場合には、高速道路の方が高速で遠距離に到達することが可能である。このように、同一の目的地へ行くのに、所要時間に違いのある複数のサービスが提供される場合に、高速サービスに対してより高い料金が課されるケースが多い。ここで、料金を設定する方法として、高速サービス利用による時間短縮の支払意思額を反映させる可能性が考えられる。料金の設定は、産業の特性（費用特性など）や市場の環境条件（独占市場か競争市場かなど）、規制の状況などにも影響を受けるため、単純に交通時間を用いることはできないが、重要な基礎データとなり得ることが指摘されている⁷⁾。

さらに、交通の時間価値は、さまざまな研究分野において、基礎的な数値として応用されている。例えば、環境経済学の分野において、交通の時間価値がトラベルコスト法によるリクリエーション施設や自然環境の評価において重要な役割を果たしている（例えば、Grafton et al.⁸⁾）。また、都市経済学の分野においては、時間価値の違いによる人々の居住地や居住形態の違い等が分析されてきている（例えば、Fujita⁹⁾）。それ以外にも、開発経済学の分野においては、途上国における貧困者の水獲得のための時間価値を計測し、それに基づいて上水供給システムの必要性を論じている例がある¹⁰⁾。このよう

に、人々の諸活動は必然的に時間の消費を伴うため、関係する諸分野において、時間の価値を金額換算するニーズは多様なケースで生じてきている。

(2) 交通の時間価値に関する研究の必要性

交通の時間価値は、そもそも研究すべき対象なのであろうか。実際、交通の時間価値に関する研究は、もはや不要だという意見が、一部の研究者から聞かれることがある。例えば、交通の時間価値は、長い間、交通研究の中心的なテーマであったため、古くから多数の研究が行われており、研究の余地はもはやほとんどない、という意見がないわけではない。しかし、後に示されるように、交通の時間価値に関しては、理論的に見て、依然として検討すべき論点が残されているだけでなく、特に我が国への適用を考えた場合、我が国の文脈を考慮した実証的な研究は十分とは言えない。

また、例えば、交通プロジェクトの便益計測に、離散選択モデル等の効用理論をベースとする交通需要モデル（例えば、Ben-Akiva and Lerman¹¹⁾）が用いられる場合、モデルから得られる厚生尺度（例えば、ロジットモデルを用いる場合のログサム変数）を用いれば、便益計測には十分事足りるのであるから、わざわざ改めて交通の時間価値を求める必要はない、という指摘がなされることもある。しかし、たとえ離散選択モデル等の効用をベースとする交通行動モデルを用いる場合であっても、得られる便益は、モデル中の交通時間ならびに交通費用（あるいは所得）の限界効用特性に依存する。したがって、モデル中のパラメータがどのような数値であるべきかを検討することが、交通の時間価値推計に関する研究の中心的課題であると考えられることができる。

さらに、道路交通のケースでは、個人の経路選択実績データを得ることがそもそも困難なため、離散選択モデル等の適用により交通の時間価値を求めることが困難なことが多い。同様に、欧州を中心とする諸都市、特に運輸連合等（例えば、Pucher and Kurth¹²⁾）の広域交通サービスの調整機関が存在する都市では、複数の交通機関を含む公共交通サービスの運賃設定が同一となることが少なくないが、この場合には、交通手段や経路が異なっても運賃が同一であるので、交通行動から交通の時間価値を得ることが困難である。このような状況で、どのような交通の時間価値を用いるべきかは、依然として重要な研究課題である。

さらに、近年では、交通投資による交通環境改善に加えて、交通需要マネジメント（例えば、太田¹³⁾）のニーズが高まりつつあるが、特にロードプライシング（例えば、Johansson and Mattsson¹⁴⁾; Button and Verhoef¹⁵⁾）のように、道路混雑状況に応じて価格を設定し、通行量の管理を行うためには、施策実施による交通混雑解消あるいは交通時間短縮に対する個人の支払意思額を的確に把握し、価格設定に反映させなければならない。

以上のように、交通の時間価値は、交通プロジェクトの分析・評価に大きな影響を及ぼすため、できる限り現実的な数値を求めることが社会的に要請されている。実際、アメリカ、イギリス、スウェーデン、オランダ等の国々では、国のオーソライズする交通の時間価値の調査研究が定

期的に行われており、調査研究の知見が継続的に蓄積され、社会に還元されている。このように、社会的な側面から見ても、今後もより一層の交通の時間価値に関する研究が期待されているといえる。

1.3 本研究の対象、目的、構成

(1) 本研究の対象と目的

本研究は、旅客目的で道路を利用する自家用車およびその利用者の交通の時間価値を対象とする。自家用車以外の交通機関（例えば、バス、鉄道、航空など）や旅客以外の貨物交通は、基本的に、本報告書の対象外である。

本研究は、我が国の道路利用旅客交通の時間価値のあり方を検討する上で必要となる、基礎的な情報を提供することを目的とするものである。ここで、基礎的な情報としては、交通の時間価値の基礎理論の整理や既往の研究成果のレビュー、実データを用いた交通の時間価値の分析結果や我が国や他国におけるガイドラインの事例が含まれる。

(2) 本報告書の構成

本報告書は、6章から構成されている。

第1章では、時間価値の定義と交通の時間価値に関する研究の重要性について述べられる。次に、第2章では、交通の時間価値に関する既存研究のレビューが示される。第3章では、時間配分モデルから交通の時間価値を理論的に導出する。ここでは、業務目的と非業務目的の2種類の交通について時間価値が導出される。第4章では、日本の道路交通を対象とした時間価値の実証分析結果が示される。我が国の交通の時間価値の実証分析を用いたメタ分析、我が国の道路交通データを用いた交通の時間価値の推定、我が国における表明選好データを用いた交通の時間価値推定の事例が示される。第5章では、交通の時間価値のガイドラインについて述べられる。ここでは、費用便益分析において我が国および他国において設定されている交通の時間価値が紹介される。第6章では、交通の時間価値に関する論点と今後の研究課題が示される。

第2章 交通の時間価値に関する研究の発展経緯

2.1 既往研究のレビューの視点

本章では、できる限り網羅的に、交通の時間価値に関する研究をレビューし、その発展の大まかな流れを理解することを試みる。ちなみに、交通の時間価値に関するレビュー論文は、すでにいくつか発表されている。特に、交通の時間価値導出に関する理論的な観点からのレビュー論文が比較的充実しており、たとえば、古くは Bruzelius¹⁶⁾に始まり、比較的近年では、González¹⁷⁾や Jara-Díaz^{18),19)}によるものが代表的である。一方で、実証的な観点からのレビュー論文は限られている。初期のものについては Hensher²⁰⁾や青山・西岡²¹⁾があるが、最近のものについては、Gunn²²⁾や Hensher²³⁾が部分的なレビューをしているにすぎない。さらに、交通の時間価値に関する研究のレビューを理論と実証の両面から行っているものは、日本交通政策研究会²⁴⁾などにとどまる。したがって、本章のレビューは、最近に至るまで、実証研究を丹念に整理し、かつ理論的な研究との関連性を網羅的に議論している点に特徴があるといえる。以下では、交通の時間価値の研究の発展経緯を、交通の時間価値導出の理論と交通の時間価値推定に関する実証研究の両方の観点から整理し、それらをもとに今後の研究課題を考察する。

2.2 交通の時間価値に関する理論的アプローチ

(1) 交通の時間価値の理論的導出

まず、1960年代から、時間価値導出のモデル研究が始められた。たとえば、Moses and Williamson²⁵⁾は、交通を対象として、時間価値に関する基礎的な考察を行っている。ただし、時間と所得に関する図解を用いた本質的な議論が展開されたものの、経済理論との整合性が十分でなく、体系だった理論化はなされなかった。

交通などの特定の文脈によらず、時間価値理論の汎用的な枠組みを初めて示したのは、Becker²⁶⁾である。この論文は、効用関数に時間を明示的に導入して、世帯の消費行動をモデル化したものである。このモデルの特徴的な点は、世帯を消費者であると同時に生産者でも

あると考えた点である。まず、世帯内において、市場から調達した財と時間とが投入されることによって、基本的な生活財あるいはコモディティ(basic commodities)が生産されるものと仮定される。ここで、基本的な商品としては、一般的な財よりも、むしろ活動が想定されており、論文中でも、例として、ベッド、家、(睡眠薬?)および時間を消費することによって、「睡眠」という基本的商品が生産される、と述べられている。その上で、各世帯は、世帯内で生産された基本的な商品を消費することによって効用を得るものと仮定される。結果的に、世帯の効用関数は、市場から調達された財と活動時間とから構成されることと同一となる。そして、活動時間の合計が利用可能な時間と一致すること(時間資源制約)、財の消費金額の合計が利用可能な予算と一致すること(予算制約)を制約条件として、世帯の効用水準を最大化するという、条件付き最大化問題が定式化されている。Becker²⁶⁾は、このモデルを用いて、活動時間の機会費用をもって、時間価値を導出している。

その後、1960年代後半には、Becker²⁶⁾のモデルの枠組みを発展させる方向で、交通の時間価値に関する理論的な研究が開始された。種々の活動の時間のうち、特に労働時間をとりだして、明示的に取り扱う枠組みを示したのは Johnson²⁷⁾である。この論文では、効用関数中に、余暇時間に加えて、労働時間が明示的に取り込まれ、交通の時間価値を対象とした分析が行われている。その結果、交通の時間価値が労働賃金率と労働の時間価値との和として表されることが示された。また、Oort²⁸⁾は、効用関数中に交通時間を含むモデルを提唱し、交通の時間価値を導出している。これによれば、交通の時間価値は、労働賃金率と労働の時間価値との和に、さらに限界的な交通時間の価値を加えたものとして表される。

1970年代初頭になると、時間価値の考え方を大きく発展させる画期的な研究が登場した。De Serpa²⁹⁾である。この論文は、効用に影響を与える活動時間に関して、Beckerモデルの時間制約に加えて、技術的制約を新たに導入した時間配分モデルを提案し、これに基づいて、活動時間の節約価値を導出した。ここで、活動時間は、

その活動に関連する財の消費に比例した特定の活動時間より少なくなならない、という技術的制約条件が課されている。そして、活動時間の節約価値は、活動時間そのものの価値ではなく、活動時間の制約条件が緩和されることによって生じる効果を金銭的に評価したものと定義されている。また、活動時間の節約価値が、2つの時間価値に分解されることも示されている。そのうち1つは、活動時間に技術的制約のない活動(論文では、この活動を「純粹余暇(pure leisure)」と呼んでいる)の時間の価値であり、「資源としての時間価値(value of time as a resource)」と名付けられた。もう1つは、活動時間に技術的制約のある活動(論文では、この活動を「中間的活動(intermediate activity)」と呼んでいる)の時間の価値であり、「商品としての時間価値(value of time as a commodity)」と名付けられた。交通の文脈では、交通プロジェクトの多くが、交通時間の技術的制約を緩和することを目的としていることから、便益評価で使用されるべき価値は、「交通時間価値」ではなく、「交通時間節約価値」である、という認識がなされるようになった。

DeSerpa²⁹⁾とほぼ同時期に、交通の文脈から消費者行動モデルを構築し、時間価値を導出したのが De Donnea³⁰⁾である。ここでは、Becker²⁶⁾のオリジナル論文に忠実にしたがって、世帯内生産関数を導入した時間配分モデルが展開された。これに対して、DeSerpa³¹⁾は、第一に、De Donnea³⁰⁾によって導出された時間価値は、DeSerpa²⁹⁾の時間節約価値と実質的には同一のものが含まれているが、それにもかかわらず論文ではそれが明示的に示されていない;第二に、活動を時間と財との代替性によって分類しているが、それは活動時間の節約価値に何の影響も与えていない;第三に、世帯内生産関数の形状は、活動時間の節約価値と無関係である、といった問題があることを指摘している。

DeSerpa²⁹⁾では、最小活動時間が、その活動に関わる財の消費のみによって決定されるというモデルが提示されたが、さらにそれを一般化させたものが、Evans³²⁾である。この論文は、効用関数に財を含めず、活動時間だけで効用関数が構成されるモデルを用いている点でも特徴的である。そして、各活動の最小活動時間が、すべての活動に関わる財の消費によって決定されると仮定されている。さらに、Collings³³⁾は、DeSerpa²⁹⁾のモデルをベースに、最小活動時間だけでなく、最大活動時間の制約も考慮したモデルを提案した。

こうして1970年代前半で、交通の時間価値導出のための基本モデルは、ほぼ出そろった。実際、1970年代後半以降、交通の時間価値導出モデルの理論研究は、縮小傾向にある。

(2) 離散選択モデルの登場と時間価値への適用

1970年代中頃に入ると、交通行動分析の画期的な手法として、離散選択モデルが登場した。これにより、1980年代から、離散選択モデルを用いた交通の時間価値研究が、飛躍的に発展することとなった。離散選択モデルを用いて交通の時間価値を最初に推定したのは、Hensher and Hotchkiss³⁴⁾なのではないかと思われる。ここでは、通勤目的の交通機関選択行動が二項ロジット

モデルによって定式化され、時間価値が推定されている。また、Train and McFadden³⁵⁾は、財/余暇モデルを定式化し、そこから交通手段選択に関する離散選択モデルを導出した。ここでは、コブダグラス型効用関数を仮定して、線形の条件付き間接効用関数が導出されるとともに、実データを用いてパラメータの推定も行われている。このモデルでは、どのような余暇時間の時間価値も賃金率と一致することが示された。

その後、離散選択モデルの発展が進むと、離散選択モデルと交通の時間価値との関係に関する経済学的な意味合いがさらに明確にされていく。ここでは、交通の時間価値に関する理論モデルである Becker²⁶⁾と De Serpa²⁹⁾を、離散選択モデルの枠組みの中で理解する試みが行われるようになった。ただし、その理解を巡っては、研究者間で論争が繰り返された。Truong and Hensher³⁶⁾は、BeckerモデルとDe Serpaモデルに基づいて、離散選択モデルを導出し、実証的な分析を行った。ところが、BeckerモデルとDe Serpaモデルの違いに関する理解を巡っては、Bates³⁷⁾から反論が提示された。Beckerモデルでは、効用関数に交通時間が含まれない一方で、De Serpaモデルでは効用関数に交通時間が含まれている。そして、De Serpaモデルには、交通時間に関する技術的制約条件があることから、交通時間節約価値が、資源としての時間価値と商品としての時間価値の和で表されることが導出される。ここで、Truong and Hensher³⁶⁾は、Beckerモデルでは交通時間節約価値=0となると論じた一方で、Bates³⁷⁾は、そもそもBeckerモデルでは、交通時間が効用関数に含まれていないので、商品としての時間価値がゼロになることから、交通時間節約価値=資源としての時間価値になると主張した。また、Bates³⁷⁾は、Beckerモデルであっても、効用関数中に交通時間を含むことによって、De Serpaモデルと同様の結論が得られると論じた。なお、これらに対する再反論が、Truong and Hensher³⁸⁾によって行われている。これらの一連の議論では、Bates³⁷⁾がTruong and Hensher³⁶⁾の誤りを指摘したと理解されていることが多い。いずれにせよ、両者の議論は、離散選択モデルの経済学的な意義を深めることに貢献したとともに、その後、離散選択モデルを用いた交通の時間価値の推定を普及させるきっかけともなった。

その後、Bates and Roberts³⁹⁾は、De Serpa²⁹⁾のモデルを踏襲しながら、活動時間の技術的制約を特に交通の文脈で定義し、かつDe Serpa²⁹⁾のように、交通時間が関連する活動の消費量によって制約されるのではなく、最小交通時間によって制約される一般的な枠組みを提示した。このモデルは、その後の交通の時間価値に関する実証モデルの基本形となっていると考えられる。

2.3 交通の時間価値に関する実証的アプローチ

(1) 初期における交通の時間価値推定に関する工学的研究

交通研究の分野で、交通の時間価値の実証的な研究が始まったのは1960年代中頃からである。ただし、この時期に行われた交通の時間価値の推定では、理論

的な研究から導かれるような経済学的な根拠を持つものはあまりみられず、主に、工学的なアプローチから時間価値の推定が試みられた。以下に、1960年代から1970年代前半に用いられた、交通の時間価値推定の代表的な5つのアプローチを示す。

第一のアプローチは、交通サービスに関わる選択結果の異なる個人間を比較することによって、交通の時間価値を間接的に推定しようとするものである。Beesley⁴⁰⁾は、1963年に英国交通省に勤務する公務員を対象に行ったアンケート調査データから交通の時間価値を推定している。ここでは、公共交通と自家用車との交通手段選択データを用いて、交通時間と交通費用とのトレードオフが生じている被験者を対象に、(i) q ペンスの支出に対する p 分の短縮を受け入れるサンプルと拒否するサンプルとのサンプル集団間の境界から最小の交通の時間価値を求める一方で、(ii) p 分の時間の増加に対する q ペンスの収入を受け入れるサンプルと拒否するサンプルとのサンプルグループ間の境界から最大の交通の時間価値とをそれぞれ求めた。同様の方法は、Beesley⁴¹⁾でも示されており、紙と鉛筆を使って時間価値を計算するための単純な図は、しばしば Beesley グラフ (図 2-1 を参照のこと)と呼ばれている^{22), 23)}。また、Quarmby⁴²⁾は、Beesley⁴⁰⁾と同一のアプローチを用いつつ、グループ間の境界を求めるのに判別分析を用いて、統計的に時間価値を求める方法を提示している。

第二のアプローチは、時間変化に対する支払意思額から、直接的に時間価値を推計する方法である。Lee and Dalvi⁴³⁾と Dalvi and Lee⁴⁴⁾は、表明選好 (Stated Preference) アプローチに基づいて、支払意思額を直接尋ねることによって、時間価値を推定する方法を提示した。ここでは、被験者に対して、現在の交通手段の交通時間はそのまま、交通費用がどの程度まで上昇すれば、別の交通手段に転換するか (転換価格: Transfer Price), という質問をすることによって、交通の時間価値が推定されている。

第三のアプローチは、不動産価格の関数から交通の時間価値を推計する方法である。Wabe⁴⁵⁾は、ロンドンの93カ所の平均住宅価格のデータを用いて、この住宅価格を説明する直線回帰式を推定した。これより、交通時間と住宅価格の関係から交通時間の金銭的価値を求めている。それ以外にも、類似のアプローチをとっているものには、Nelson⁴⁶⁾や Edmonds⁴⁷⁾が挙げられる。

第四のアプローチは、集計的な交通行動モデルから交通の時間価値を推定する方法である。これには、重力モデル等のモデルを用いて、集計的な情報から抵抗関数中の交通時間と交通費用との重み付けを求めるもの^{48), 49)}や、所得水準と交通需要との関係式から交通の時間価値を推定しているもの⁵⁰⁾などがある。

第五のアプローチは、活動中の人の生理的なデータから、特定の活動の時間価値の相対値を求めようとする方法である。Goodwin⁵¹⁾は、消費エネルギー、心拍数、皮膚表面の電気抵抗の変化などの観測データをもとに、鉄道やバスの待ち時間の時間価値が車両内時間の2倍であり、徒歩の時間価値が車両内時間の約2.5倍であるという結論を出した。

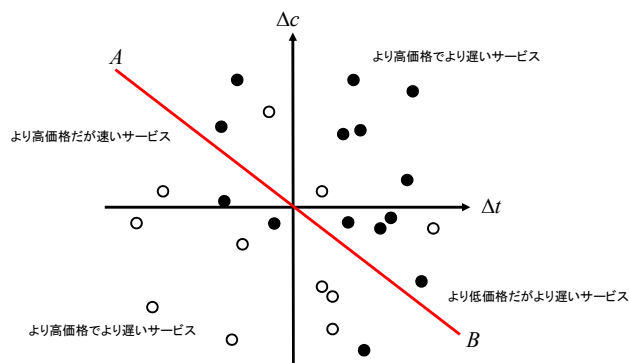


図 2-1: Beesley グラフの例

なお、1976年には、米国交通学会 (Transportation Research Board: TRB) の年次大会において、交通の時間価値に関する特別セッションが生まれ、それに伴い特集号が発行された。そこで、Hensher²⁰⁾は、それまでの交通の時間価値の実証研究を網羅的にレビューし、1960年代から70年代前半までに行われてきた、交通の時間価値推定の工学的アプローチを様々な角度から批判している。その批判の主な理由は、いずれの手法も、経済学的根拠が弱いことにあったといえる。この後、交通の時間価値の推定方法と経済理論との整合が図られるプロセスの中で、交通の時間価値の推定方法は、次第に、上述の第一と第二のアプローチに限定されていった。また、いずれも離散選択モデルを用いた手法へと集約されていった。

(2) 交通の時間価値推定における表明選好 (SP) アプローチの導入

交通の時間価値の推定における SP 調査データの活用は、もともと転換価格 (Transfer Price) を用いたアプローチから始まっている。転換価格とは、その価格以上に運賃が値上げ (もしくは値下げ) されれば別の交通手段に変更すると利用者が考える価格のことである。ここでは、まず、「あなたが利用していない選択肢へ転換するには、現在利用している選択肢の費用がどれだけ増加しなければならないか」という形式の質問を行って、個人の支払金額に関するデータを得る。得られたデータに対して、

$$(\text{転換価格}) = (\text{時間価値}) \times (\text{時間の減少分}) - (\text{費用の増分}) + (\text{誤差項})$$

という式が仮定され、誤差項に正規分布を適用することにより、多くの場合、最小二乗法によって時間価値が推定される。Bonsal⁵²⁾によれば、転換価格の概念は、Georgesu-Roegen⁵³⁾によって示された知覚閾値あるいは無差別点と関連しているとされる。転換価格は、SP 調査データによって得られるため、通常の SP 調査の持つ利点と欠点を合わせ持つ。SP 調査の一般的な利点は、意思決定プロセスに関して多くの情報を入手でき、かつ現実の行動からは把握が困難な選択対象 (例えば、現在存在していないサービスに対する反応) についても情報を収集できることであるが、一方で、潜在的な欠点は、調査で表明される意向と実際に生じるであろう行動とが

一致しないかもしれない、という点にある。転換価格法は、SP 調査データによる時間価値推定の一形態であるが、特に回答者が現在のサービス状況をベースとしている点に特徴がある。そのため推定される価値に、不可避免地に習慣効果が含まれることが指摘されている⁵⁴。

転換価格を用いた時間価値推定は、すでに述べたように、Lee and Dalvi⁴³と Dalvi and Lee⁴⁴によって、先進的に取り組まれていた。その後、Hensher⁵⁵や Hauser and Greenough⁵⁶によっても、転換価格あるいはそれに類似した方法を用いて、交通の時間価値を推定した事例が報告された。ところが、Hensher⁵⁵に対しては、Small⁵⁷によって、反論が提示された(ちなみに、それに対する反論は Hensher⁵⁸に、さらにそれに対する異論と反論が、Layton⁵⁹に示されている)。Small⁵⁷の反論の内容は、交通の時間価値を推定するために使用された手法の一部に、経済学的な根拠の乏しいものが含まれている、というものであった。具体的には、Hensher⁵⁵では、交通の時間価値に、交通距離が含まれていたり、心理学的な閾値が用いられていたりするが、経済学的な観点からは、これらの変数が含まれる根拠が薄弱である、というものである。また、Small⁵⁷は、伝統的な経済学において広く受け入れられている「顕在選好アプローチ」に立脚した交通の時間価値の推定、つまり RP(Revealed Preference: 顕在選好)データを用いた時間価値の推定がなされるべきである、との主張を展開した。こうした議論が行われた背景には、経済学者の SP データに対する懐疑的な態度も含まれると考えられる。その後、Broom et al.⁶⁰は、転換価格法による時間価値と RP 調査データによって推定された時間価値との比較を行い、行動結果より得られる効用差と転換価格との間の相関が低いと、転換価格を信頼できる指標とは見なせない、との見解を示した。こうした研究の結果、転換価格法は、次第に用いられなくなっていく。

転換価格法に代わって、広く用いられるようになったのが、SP 調査によって収集された選好意識データに基づく時間価値の推定である。ここで、選好意識データとは、交通サービスの選択の際に重要と考えられる特性に基づいて、仮想的な選択肢のセットを準備し、これらを被験者に提示することによって、収集されるデータのことである。転換価格法との最大の違いは、現在の選択状況を必ずしも前提としない点である。その初期における代表的な研究は、Hensher and Truong⁶¹である。ここでは、まず、仮想的な時間・費用特性をもつ複数の選択肢を実験計画法によって設計し、アンケートによる SP 調査によって被験者の選択データを収集する。その選択データに基づいて、非線形の条件付き間接効用関数を定式化した上で、時間価値の推定が行われている。

SP 調査データに基づく時間価値推定法が提案されたことを受けて、実務的にも、交通の時間価値の推定に SP 調査データが導入されるようになる。英国を中心に、SP 調査データを用いた交通の時間価値の計測が盛んに行われていくようになっていった。

1990 年代に入ると、交通の時間価値推定の文脈から、SP 調査によるデータ収集手法に関する研究が多数発表されるようになる。これには、たとえば、Bradley and

Gunn⁶²、Calfee et al.⁶³、Richardson⁶⁴、Hensher^{65,66}などが含まれる。また、交通の時間価値推定のための SP 調査設計法について特化した調査報告も行われている⁶⁷。さらに、SP 調査に関わるバイアスとして、戦略バイアス(自分の選択しているサービスを過大評価するバイアス)が考えられるが、これがどの程度発生しているのかを、交通機関間で交通の時間価値に差が生じる原因の解明を通じて、自己選択バイアスの可能性も考慮しつつ、分析している事例もある⁶⁸。

(3) 交通の時間価値に関するメタ分析

1980 年代以降、離散選択モデルを用いた交通の時間価値は、世界各地で行われるようになった。ところが、各事例における交通の時間価値の推定結果は、当然ながら、データ収集時の社会経済環境条件に大きく影響を受ける。そのため、特定の場所や時点のデータだけで、交通の時間価値に関する汎用的、一般的な傾向を見いだすことが難しい、という限界がある。そこで、交通の時間価値推定に関する研究の蓄積と共に、複数の研究成果を総合的にみることによって、交通の時間価値の大まかな傾向をつかむタイプの議論が行われるようになった。

たとえば、Small and Verhoef⁶⁹は、交通の時間価値を推定した複数の実証研究をレビューしている。その結果、通勤目的の交通の時間価値は、事例によってばらつきはあるものの、税控除前の賃金率の約 50%であると述べている。同様に、Miller⁶⁹は、世界各国で行われた交通の時間価値の推定結果を広範にレビューし、米国の交通の時間価値設定への提言を行った。また、各国のプロジェクト評価のガイドラインで示される時間価値についての国際比較も行われている。例えば、世界道路協会(PIARC)では、協会メンバー国の道路交通の時間価値の比較が行われている⁷⁰。

一方で、1990 年代後半には、多数の交通の時間価値に関する研究の成果をデータベース化して、全体的な傾向を統計的に分析しようとする、いわゆるメタ分析が登場するようになる。交通の時間価値に関するメタ分析を初めて行ったのは、Wardman⁷¹である。Wardman⁷¹は、1980 年以降に英国で行われた交通の時間価値に関する計測結果をデータベース化し、それをもとに英国の交通の時間価値の傾向をメタ回帰分析によって分析した。Wardman⁷²は、さらに分析を進め、交通の時間価値の GDP 弾性値が 0.5 程度であること、SP データによって推定された時間価値と RP データによって推定された時間価値の間には、強い相関があること等を示した。その後、Wardman⁷³は公共交通の時間価値に関するメタ分析を行い、Zamparini and Reggiani⁷⁴と Shires and de Jong⁷⁵は、欧米の複数国のデータを用いた交通の時間価値のメタ分析を行っている。さらに、Abrantes and Wardman⁷⁶は、メタ分析の対象とする論文の範囲を広げ、1960 年代から 2008 年までの 1,749 データをもとに再度メタ分析を行っている。

これらの一連のメタ分析の結果は、異なる時点、異なる地域間で、交通の時間価値の特性に共通の傾向を見いだそうとする試みであった。そして、交通の時間価値

がまだ十分に研究されていなかった国や地域の交通プロジェクト評価に携わる実務者に大きなインパクトを与えることになった。

2.4 交通の時間価値の特性に関する実証研究

2000年代に入ると、交通の時間価値の実証研究は、急激に増加した。2001年には、Transportation Research Part E 誌において、交通の時間価値に関する特集号が生まれ、多様な観点から交通の時間価値に関する最新情報が提供された⁷⁷⁾⁻⁸²⁾。そして、交通の時間価値の持つ特性に対する関心が、世界的に高まった。

Mackie et al.⁸³⁾は、交通の時間価値に関して、解決すべき主要な課題を3つ示した。1つ目は、交通時間短縮の符号・大きさと交通の時間価値との関係、2つ目は、時系列での交通の時間価値の変化、3つ目は、雇用者の業務交通の時間価値である。いずれの課題についても、現在までに、さまざまな実証分析の結果が提示されているが、まだ明確な結論は出されていない。

まず、第一の課題のうち、交通時間短縮の大きさと交通の時間価値との関係は、Welch and Williams⁸⁴⁾によって提起された問題である。彼らは、ある特定の閾値未満の時間短縮の場合には、交通の時間価値は閾値以上の時間短縮の場合よりも小さくなるという仮説を提示した。これに対する実証分析の結果は、2つに分かれている。Hultkrantz and Mortazavi⁸⁵⁾は、短縮される交通時間が10～15分以下の短時間の場合には、交通の時間価値はゼロもしくはマイナスになる可能性があることを示した。一方で、Mackie et al.⁸⁶⁾は、節約される交通時間がたとえ短くても、交通の時間価値は変化しないという結果を得ている。一方で、交通時間短縮の「符号」と交通の時間価値との関係に関する課題とは、交通時間が短縮されるか増加するかという時間変化の方向によって、交通の時間価値が異なるかどうか、という問題である。Gunn⁸¹⁾は、交通時間が増加する時の方が、減少するときよりも交通の時間価値が高くなる効果のことを「符号効果」と呼んだ。これに関して、Hess et al.⁹⁵⁾は、符号効果はある程度存在することを示した。一方で、こうした効果が生まれるのは、SP調査のデザインに問題があるからだ、という主張⁸⁶⁾も出されている。実際、Bates and Whelan⁸⁷⁾は、±20分の短縮と増加では有意な差はみられなかったと報告している。

第二の課題は、交通の時間価値は、年を経る毎に増加するのか減少するのか、それとも一定なのか、という問題である。たとえば、最初の英国における交通の時間価値調査⁸⁸⁾では、実質時間価値が時系列で一定という仮定は、理論的な観点から見れば、時間価値が所得水準とともに変化させる設定と「同程度に論理的でかつ正当と認められる」と主張された。また、「この問題は、今後の研究課題として残すべき点だと思われる」としている。この課題に対しては、主に3つのアプローチから実証分析が行われてきている。1つめのアプローチは、繰り返し調査によって、時点間の変化をみるものである。Gunn et al.⁸⁹⁾は、オランダにおける1988年と1997年の交通の時間価値に関する調査の結果をもとに、交通の時間価値

はこの2時点間で減少したことを示した。これは、携帯電話やノートPCの普及によって、移動時間の生産性が向上したことと、オランダの労働制度の変更のためであると考察されている。2つめのアプローチは、クロスセクショナルなデータを用いて、所得と交通の時間価値との関係を分析するというものである。Algers et al.⁹⁰⁾は、スウェーデンのデータを用いて実証的に分析した結果、「所得と交通の時間価値との関係は、他の多くの調査でも示されているように正の関係があるが、かなり弱い」、「個人所得を使うケースの方が、所得との関係はより明白になるようにも思われる。」と結論づけている。最後に、3つめのアプローチは、メタ分析によるものである。Abrantes and Wardman⁷⁶⁾は、英国の研究成果をデータとして、メタ分析を行い、交通の時間価値のGDP弾性値が正值であることを示した。

第三の課題は、業務交通の時間価値をどのように設定すべきか、という問題である。これには、2つのアプローチがあるといわれている^{91),92)}。第一のアプローチは、理論的な議論に立脚するものであり、「費用節約」あるいは「賃金率」アプローチと呼ばれている。ここでは、雇用者は、オーバーヘッド費用も含めた総賃金費用が、労働によって産出される限界的な生産価値と一致するように労働力を雇用するものと仮定される。この場合、交通の時間価値は労働に関連するオーバーヘッド費用を含めた労働賃金率と一致することになる。ところが、これには、さまざまな暗黙の仮定のあることが指摘されている⁹³⁾。そこで、これらの仮定を緩和したものとして提案されたのが、Hensher⁹⁴⁾によるHensherアプローチと呼ばれているものである。このアプローチによれば、業務交通の時間価値は、雇用者と被雇用者の両者の観点から決定されるべきとされる。ところが、これに関する理論的な裏付けがなく、実証分析も十分に進んでいない。なお、近年では、携帯電話やスマートフォン等の登場により、業務交通中に様々な活動を行えるようになりつつある。こうした旅行者は、「ブリーフケース・トラベラー」⁸⁶⁾と呼ばれているが、移動中の活動を考慮した業務交通の時間価値の設定が英国では研究課題の1つとなっている⁸³⁾。

それ以外にも、さまざまな観点から交通の時間価値の特性が報告されている。たとえば、交通時間・距離と交通の時間価値との関係については、交通時間の増加とともに交通の時間価値も増加するという結果を得ている研究(Wardman⁷¹⁾⁻⁷³⁾; Axhausen et al.⁹⁵⁾、交通の時間価値は減少するという結果を得ている研究(Hultkrantz and Mortazavi⁸⁵⁾; Hensher⁹⁶⁾; Kato and Onoda⁹⁷⁾、交通の時間価値は条件次第で増加にも減少にもなるという結果を得ている研究(De Lapparent et al.⁹⁸⁾; Jiang and Morikawa⁹⁹⁾; Kato¹⁰⁰⁾が混在しており、いまだにその結果は確定していない。

また、離散選択モデルの発展に伴い、交通の時間価値の分布を明示的に考慮したモデルや、選択肢間での誤差の相関を考慮したモデルから、交通の時間価値が推定される試みも行われるようになった。特に、Mixed Logitモデルの登場によって、パラメータにさまざまな分布を明示的に考慮して交通時間の分布が推定された(Hensher¹⁰¹⁾; Hess et al.¹⁰²⁾; Sillano and Ortuzar¹⁰³⁾;

Crillo and Axhausen¹⁰⁴⁾). また、ノンパラメトリック推定によって、交通の時間価値の分布を推定した事例も発表された¹⁰⁵⁾.

2.5 交通の時間価値の設定に関わる議論・調査

(1) 一般化費用と交通の時間価値

交通の時間価値は、一般化費用の文脈でも、交通研究者によって探求がなされてきている。交通計画の分野で、一般化費用という概念が導入され、広まったのは1960年代といわれる。一般化費用は、交通需要分析と交通プロジェクト評価とをつなげる重要な概念として、まずは、主に英国やオーストラリアの実務において広く用いられるようになり、その後、世界中で用いられるようになっていった。一般化費用とは、交通研究に固有の概念であり、交通時間×時間価値+交通費用によって定義されるものである。1970年代には、一般化費用の意義が議論される中で、交通の時間価値の検討が進められた。もっとも有名なのは、Grey¹⁰⁶⁾による一般化費用に対する批判と、その後の一連の議論であろう。

その背景には、英国において1970年代初頭に発表された、一般化費用に関する政府のガイダンスがある。英国では、当時の交通省により McIntosh and Quarmby¹⁰⁷⁾のいわゆる MAU ノート 179 が発表され、一般化費用に関する全国的なガイダンスが示された。ここでは、ローカルなデータが存在しない限り、英国内の交通プロジェクトの便益計測に、ガイダンスに示される交通の時間価値の標準値(standard value)を用いることが推奨された。また、車両内時間価値の標準値としては、平均賃金率が用いられた。なお、徒歩時間、待ち時間、乗り換え時間の時間価値は、車両内時間の時間価値の2倍とすることが示されている。また、この標準値は、すべての業務交通に用いられる一方で、非業務交通については、賃金率の25%の時間価値を用いるべきことが推奨された。

こうしたガイダンスを受けて、Grey¹⁰⁶⁾は、一般化費用に対して様々な観点から批判を行った。そのうち、特に交通の時間価値に関わる部分の批判は次の二点にまとめられる。

- 交通時間と交通費用とを一般化費用に統合することによって、単一の指標を作ること自体がそもそも妥当でない。
- 標準値として示される時間価値と、実証的な交通データから得られる時間価値との間で矛盾が生じる。特に、交通の時間価値は、地域や個人によって異なるものであって、政府が全国値として標準値として設定することは、現実との乖離を助長する。

同じジャーナルの紙面上において、Goodwin¹⁰⁸⁾は、Grey¹⁰⁶⁾の批判とそれに対する Searle¹⁰⁹⁾のコメントをベースに、次のような議論を行っている。Grey¹⁰⁶⁾の第一の批判については、一般化費用は、単一の指標を作ることを目的とするのではなく、交通行動に影響を与える複数の要因間の関係を明確にすることにある;第二の批判については、「需要予測はプロジェクト評価と同一でない」と明言した上で、需要予測とプロジェクト評価とで異なる

一般化費用・時間価値が用いられるべきである、とそれぞれ論じている。

その後、Grey¹¹⁰⁾は、Goodwin¹⁰⁸⁾に再反論し、英国のガイドラインの修正を再度提案した。さらに、これらの議論をうけて、Bruzelius¹¹¹⁾は、一般化費用を交通需要分析で活用するための条件を分析している。そして、ミクロ経済理論と整合的な一般化費用は、交通の時間価値が、所得水準から独立であるときにのみ成立することを示した。

以上で争われた一般化費用に関する論点は、交通の時間価値の存在そのものの意義や、交通プロジェクト評価と交通需要予測との関係に関わる本質的なものを含んでいたといえるだろう。たとえば、現在でも、交通の時間価値を用いて、交通時間と交通費用とを1つの指標にまとめることそのものに懐疑的な意見が出されることがある⁸⁶⁾。また、需要予測とプロジェクト評価とで交通の時間価値は一致させるべきか否かは、現在でも主要な論点である。たとえば、Mackie et al.⁸⁶⁾は、交通の時間価値は、理想的にはプロジェクト評価と需要予測とで一致させるべきであるが、データ制約等の実務的な制約から両者は異ならざるを得ないと論じている。

(2) 国単位での交通の時間価値調査

離散選択モデルが、実務でも普及するようになると、世界各国で交通手段選択を主な対象として、離散選択モデルによる時間価値計測が行われるようになった。また、先進各国で交通プロジェクト評価に、費用便益分析が導入されるようになり、その中で交通の時間価値設定の重要性が増していった。

ところが、交通の時間価値は、交通市場環境によって大きく影響を受けることから、他国における特性が自国でも常に成立するわけではない。そこで、欧州の先進国を中心に、国単位で、交通の時間価値に関する研究が始められるようになった。その先駆けとなったのは、1987年の英国における交通の時間価値に関する調査⁸⁸⁾である。これは、1970年に発表された MAU ノート 179 の交通の時間価値を抜本的に見直すものであり、交通の時間価値の計測技術の進歩を反映して、離散選択モデルによる実証的な分析が本格的に取り入れられた。その結果を受けて、1987年に英国交通省から発表された公式文書では、国としての交通プロジェクト評価の基本方針が示された。英国における調査の後、欧州各国において、次々と国レベルでの時間価値調査が実施された。ここには、オランダ(Hague Consulting Group¹¹²⁾)、ノルウェー(Ramjerdi et al.¹¹³⁾)、スウェーデン(Alger et al.⁹⁰⁾)、フィンランド(Pursula and Kurri¹¹⁴⁾)、スイス(Axhausen et al.⁹⁵⁾; Hess et al.¹¹⁵⁾)が含まれる。また、英国では1996年に2回目の交通の時間価値調査が実施され(Hague Consulting Group and Accent Marketing & Research,¹¹⁶⁾)、さらに3回目の調査の実施されている(Mackie et al.⁸⁶⁾)。オランダでも、2回目の調査が実施されている(Gunn and Rohr¹¹⁷⁾)。

2.6 最近の交通の時間価値に関連する研究

交通プロジェクト評価に交通の時間価値を使用することの妥当性に対する疑念は、すでに早い時期から提示されてきた(例えば, Atkins¹¹⁸). これに関連する議論は、現在も、依然として継続されている。たとえば, Richardson¹¹⁹は、移動時間中に正の効用が存在することから、交通の時間価値がゼロとなる可能性を指摘した。これは、そもそも人間は必ず特定の時間、交通を行うものであるという仮説(交通時間予算仮説(travel time budget: TTB), Mokhtarian and Chen¹²⁰)などを背景にしたものである。また、実際、Metz¹²¹は、英国で過去30年以上にわたって実施されてきた全国交通調査(National Travel Survey: NTS, Department for Transport, 2006)のデータをもとに、年間1人あたりの平均交通時間の変遷を調べたところ、年間1人当たりの平均交通時間は、1970年初頭より、ほぼ385時間で一定しているという報告を行った。Metz¹²²は、この結果を受けて、交通プロジェクト評価において交通の時間価値を用いることに異議を唱えた。彼は、短期的には、交通時間の短縮価値は存在するが、中長期的には、新たな交通需要が誘発され、結果的に、集計的な交通時間に影響を与えないことから、交通時間の短縮価値はゼロであると主張した。交通の時間価値が中長期にわたって存続する交通プロジェクトの便益評価に用いられており、かつ、将来にわたってそれが一定もしくは、増加するという仮定が置かれることが多いことを考えれば、中長期的には交通の時間価値がゼロである、という主張は、便益が現在よりも低くなる可能性を指摘している。これに対しては、合計6編(Givioni¹²³; Lyons¹²⁴; Mackie¹²⁵; Noland¹²⁶; Shwanen¹²⁷; Van Wee and Rietveld¹²⁸)の反論が寄せられており、さらにそれに対する反論(Metz¹²⁹)も提示されている。

2000年頃からは、交通の時間価値に加えて、交通時間の信頼性価値に関する研究も盛んに行われるようになってきた。交通時間の信頼性価値の計測方法は、主にスケジューリングアプローチと平均分散アプローチと呼ばれる2つの方法に分類される(Hollander¹³⁰)。スケジューリングアプローチとは、時刻選択行動の変数に交通時間の分散は直接的には含まれず、あくまでも交通時間そのものによって効用が発生すると考えるものである。一方で、平均分散アプローチとは、時刻選択行動の変数に交通時間の分散が直接的に説明変数として含まれるもので、ここでは、個人は交通時間とは別に、交通時間の分散を直接認識して、行動を決定することが仮定される。両者は、ある一定の仮定の下では一致することが示されている(Bates et al.⁷⁷; Noland and Polak¹³¹; Fosgerau and Karstrom¹³²)。交通の時間価値は、交通の信頼性価値を推定する場合に同時に推定されることが多い。例えば、Bates et al.⁷⁷は、平均分散アプローチに基づいて、標準偏差により時間信頼性の価値を推定しており、その結果、交通時間の信頼性価値は、交通の時間価値の0.8~1.3倍程度になるという結果を得ている。Small et al.¹³³, Brownstone and Small¹³⁴は、南カリフォルニアのロードプライシングにおけるデータをもとに、交通の時間価値と時間信頼性の価値を推定している。

ここでは、交通時間の信頼性価値を、中央値と80%タイル(あるいは90%タイル)値との差を変数として用いた離散選択モデルによって推定している。また、Fosgerau and Karstrom¹³², Fosgerau and Engelson¹³⁵は、コペンハーゲンのデータを用いて、交通時間の信頼性および交通時間の分散の価値をそれぞれ分析している。

なお、交通の時間価値は、主に先進国の交通プロジェクト評価に用いられてきたが、近年、発展途上国の交通プロジェクトにおいても、その重要性が指摘されるようになってきている(Gwilliam¹³⁶)。途上国における交通の時間価値に関する研究は、極めて限定されているが、その例外として、IT Transport¹³⁷によるバングラデシュの農村地区における交通の時間価値推定が挙げられる。ここでは、RP調査とSP調査の両方によって人々の選好データを収集し、その結果から、RPデータによる時間価値の推定が実質的に不可能であったこと、SPデータの結果より、低所得地区の人々にも時間短縮に対する支払意思があること、現地の産業特性から業務交通の定義が困難であること等が示されている。また、World Bank¹³⁸は、既往の研究をレビューした上で、最貧国における交通の時間価値の設定に関するガイダンスを示している。ここでは、最低でも業務交通と非業務交通とを分けて時間価値を設定すべきこと、理想的には、異なるタイプの職種に対応した賃金率を使用すること;所得水準、社会経済特性、交通目的等を考慮すること;徒歩および待ち時間に対する修正を行うこと;交通手段別の価値を設定すること、中長期的な交通の時間価値の変化を考慮すべきことなどが示されている。

2.7 交通の時間価値に関する研究の発展経緯のまとめ

これまでの交通の時間価値に関する理論研究および実証研究の歴史的経緯を整理すると、図2-2のようにまとめられる。

交通の時間価値の研究は、理論と実証の両面から進められてきた。ただし、交通の時間価値に関する研究がスタートして、すでに半世紀が経とうとしているにもかかわらず、理論と実証が十分に融合されているとは、いまだにいけない状況にあるのも事実である。たとえば、2000年に発行された交通モデルに関するハンドブック(Hensher and Button¹³⁹)では、交通の時間価値のトピックは、2つの章に分かれて登場する。1つは、理論だけを取り扱う章(Jara-Diaz¹⁸)であり、もう1つは、実証だけを取り扱う章(Gunn²²)である。これらの2つの章の関係は明示されておらず、またそれぞれの章の中でも議論は完全に独立しているといわざるを得ない。半世紀の間、大量の交通の時間価値に関する研究が行われてきたにもかかわらず、いまだに理論と実証の融合が十分に進んでおらず、かつ研究内容にも偏りがある。

また、研究成果に関して、関係者間・地域間での情報の共有化も十分進んでいるとも言い難い。交通時間またはその短縮に対する人々の選好は、当然ながら、それぞれの国・地域の市場環境や消費者特性を反映しており、国・地域によって異なる。そこで、こうした違いを考

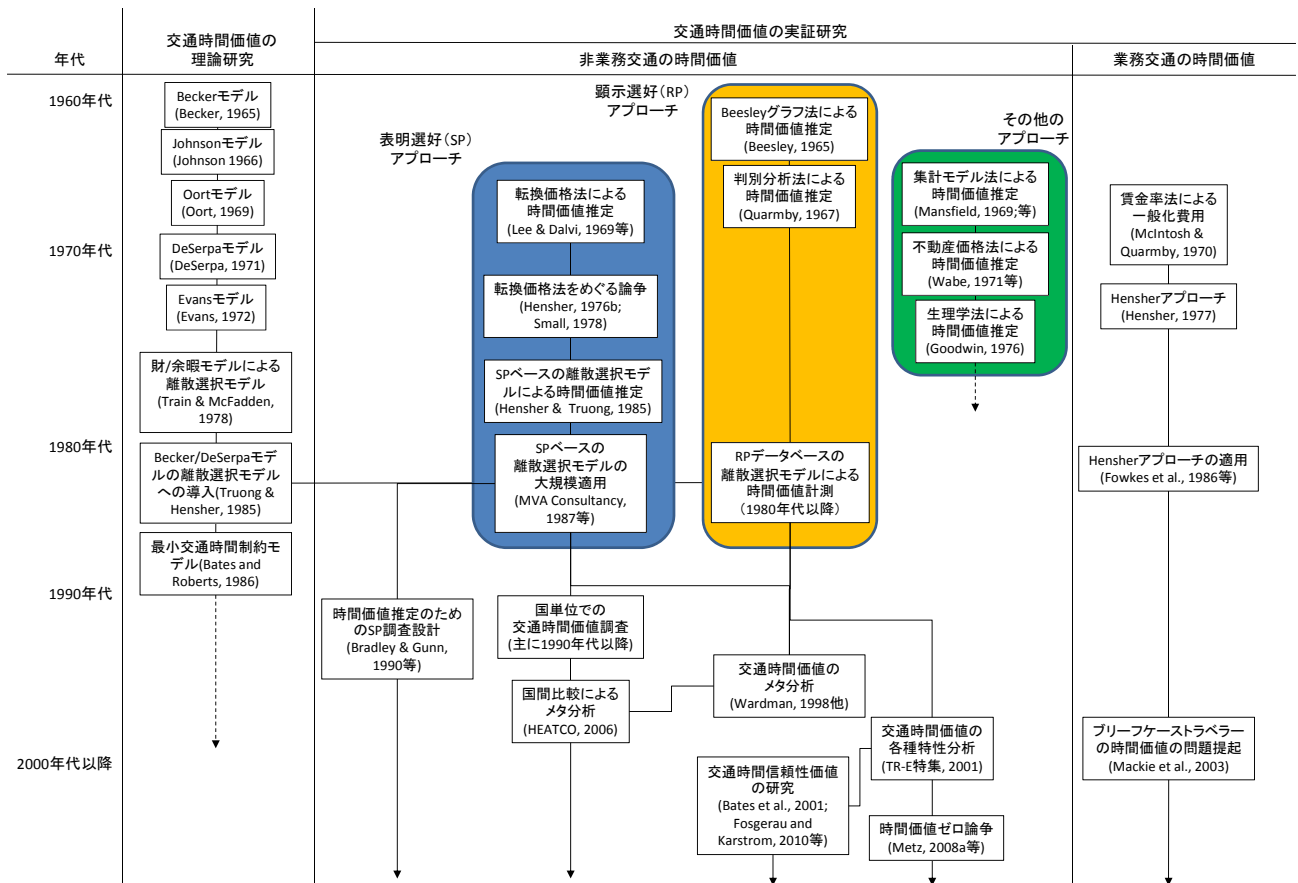


図 2-2: 交通の時間価値に関する研究の系譜

慮して、時間価値の一般的な特性を理解しようとする試みの1つが、すでに述べた国単位でのメタ分析であった。近年では、さらに、国を超えて交通の時間価値に関する知識を共有化する取り組みも一部始められている。欧州では、EU 全体として交通の時間価値の共同研究プロジェクト(HEATCO¹⁴⁰)が実施され、ここでは、交通研究者や実務者の協力の下、欧州各国の交通の時間価値がデータベース化され、交通の時間価値の欧州レベルでのメタ分析が実施されている。この背景には、欧州圏域

内での国際交通政策に対するニーズの高まりがあると考えられる。ところが、アジアや北米等のその他の地域では、交通の時間価値研究に関して、国・地域間の連携、あるいは、研究者と実務者との連携が十分に図られている状況にはない。これらの問題を解決し、さらに交通の時間価値研究が進めることによって、交通計画、交通政策、交通行動研究等の発展に貢献していくべきであろう。

第3章 交通の時間価値に関する基礎理論

3.1 交通の時間価値の基本アプローチ

まず、交通の時間価値の基本アプローチとして、交通の時間価値の経済学上の概念を定義し、次に、基本的な時間配分モデルから交通の時間価値を導出する。その上で、業務交通と非業務交通における時間価値の違いを述べる。

(1) 交通の時間価値の経済学上の概念

一般に、交通時間が変化することによって、人々の満足度も変化する。したがって、もし交通時間の変化によって満足が得られるのならば、個人は、そのために幾ばくかの金銭を支払う準備があるはずであろう、と期待される。ここで仮に、交通時間の短縮が正の効用を生み出すものと仮定しよう。このとき、限界的な交通時間の短縮に対する支払意思額が、交通時間短縮の価値と呼ばれているものである。ここで、「限界的な」という用語が使用されているのは、交通時間短縮の価値は、あくまでも微小な交通時間短縮に対する支払い意思額であることをさしている。したがって、原理的には、交通時間の短縮の程度や交通時間そのものによって、限界的な支払い意思額は異なりうる。ただし、多くの実証研究や分析では、交通の時間価値が一定であることが仮定されるケースが多い。

交通時間短縮の価値で念頭に置かれる交通時間短縮に対する支払意思額は、経済学的には、「補償的余剰(Compensating Surplus)」という指標によって表されるものである。このことを、以下では、もっとも基本的なモデルの枠組みによって説明することにする。

なお、ここで示されるこのモデルの特徴は、効用関数中に交通時間と労働時間が含まれないことである。つまり、個人は交通時間や労働時間を自由に変更することができない。実は、このことは、交通時間に制約のある状況が暗に想定されていることを意味する。効用関数中に交通時間や労働時間が含まれる、より一般的な場合については、次節以降(例えば、表3-1、3-2を参照のこと)で説明される。したがって、本節は、あくまでも交通の時間価値の基本的なアプローチを示すことに主眼が

ある。

まず、個人の効用関数が、合成財の消費量 X と余暇時間 T によって表されるものと仮定する。すなわち、 $U(X, T)$ とする。合成財の消費量と余暇時間はともに多いほど効用水準は向上すると仮定する。つまり $\partial U / \partial X > 0$ かつ $\partial U / \partial T > 0$ が成り立つものとする。また、合成財の価格を1に基準化する。すると、合成財の消費量 X と余暇時間 T との組合せによる無差別曲線は、図3-1のように示される。

次に、この個人の利用可能な時間は T^0 で一定であり、この時間は、余暇時間 T か、交通時間 t のいずれかの方に配分されるものとする。すなわち、 $T^0 = T + t$ である。これは、一般に時間制約式と呼ばれる。その結果、余暇時間は、 $T = T^0 - t$ と表される。

このとき、ある交通プロジェクトによって、この個人の交通時間が短縮されるケースを想定する。これは、交通時間に関する制約が緩和されることを意味することに注意されたい。プロジェクトが実施されない場合には、交通時間が $t = \bar{t}$ であったものが、プロジェクトが実施される場合には、交通時間が $t = \bar{t} - \Delta \bar{t}$ となるものとしよう。標

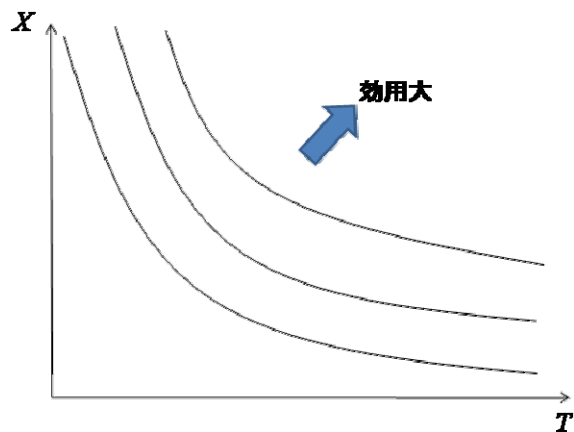


図3-1:余暇時間 T と合成財 X で表される無差別曲線

準的なミクロ経済理論の仮定にしたがって、この個人は、効用最大化行動を行うものとする。ただし、このプロジェクトによって変化するのは交通時間だけであるので、プロジェクトの有無にかかわらず、合成財の消費量は一定である。

この様子が、示されているものが図3-2である。プロジェクト無し時には、点Aの余暇時間 $T^0 - \bar{t}$ と合成財消費 X^* が達成されている一方で、プロジェクト有り時には、点Bの余暇時間 $T^0 - (\bar{t} - \Delta\bar{t})$ と合成財消費 X^* の状態となる。

交通プロジェクトによる交通時間の短縮によって、効用水準は点Aにおいては U_0 であったものが、点Bにおいては $U_1 (> U_0)$ に向上する。したがって、この効用差 $\Delta U = U_1 - U_0$ を金銭に換算すれば、それが限界的な交通時間短縮 $\Delta\bar{t}$ に対する金銭的価値、すなわち交通の時間価値となる。

以上のように、財・サービスの価格の変化ではなく、資源の量の変化に対応する効用水準の変化を金銭価値で評価する場合には、等価的余剰 (Equivalent Surplus: ES) あるいは補償的余剰 (Compensating Surplus: CS) という概念が使用される¹⁴¹⁾。特に、資源の量の変化に対して、変化する前の状況に戻るための支払意思額は、CSによって計測される。

まず、効用最大化行動の結果得られる効用の最大値である間接効用関数を、 $V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ と表す。ここで、 \bar{c} は交通費用 (一定)、 Y は所得、 T^0 は利用可能時間を表す。上のモデルでは、 $Y = X + \bar{c}$ が常に成立することが暗黙に仮定されていたことになる。このとき、CSは以下のように定義される。

$$V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0) = V(\bar{c}, \bar{t} - \Delta\bar{t}, Y - CS, T^0) \quad (1)$$

これは、交通時間短縮前の効用水準を交通時間短縮後も維持するために、交通時間短縮による効用の増加を所得の低下によって相殺させるときの、この所得低下分をCSと定義していることを意味している。所得の低下は支払いを意味するので、このCSは交通時間短縮に対する支払い意思額である。

また、CSは、支出関数を用いても定義できる。まず、支出関数を $e(\bar{c}, \bar{t}, T^0, u)$ と表す。支出関数とは、効用水準 u が与えられるときに、この効用を、所与の価格水準および所与の交通時間のもとで達成するために必要な最小費用のことである。このとき、CSは以下のように定義される。

$$CS = e(\bar{c}, \bar{t} - \Delta\bar{t}, T^0, U^1) - e(\bar{c}, \bar{t} - \Delta\bar{t}, T^0, U^0) \\ = e(\bar{c}, \bar{t}, T^0, U^0) - e(\bar{c}, \bar{t} - \Delta\bar{t}, T^0, U^0) \quad (2)$$

これは、交通時間短縮が行われた後の交通時間 $\bar{t} - \Delta\bar{t}$ を用いて、交通時間短縮 $\Delta\bar{t}$ に対応する効用水準の変化 ΔU を金銭換算していることを意味する。

これを、先の例に即して図示したものが、図3-3である。合成財の価格を1に基準化しているため、図中の縦軸の長さは、そのまま金銭的価値を表すことになる。したがって、線分BDの長さがCSを表すことになる。つま

り、単位当たりの交通時間短縮によって得られる効用の金銭的価値、あるいは単位当たりの交通時間短縮に対する支払い意思額は、補償的余剰CSによって求められることになる。なお、同様に等価的余剰(ES)は、図3-3の線分ACによって求められる。

次に、このCSを用いて、交通の時間価値を定式化する。まず、交通時間短縮 $\Delta\bar{t}$ に対応するCSを $\sigma(V, \Delta\bar{t}) \cdot \Delta\bar{t}$ と示すことにする。これは、交通時間短縮が十分に小さければ、CSが短縮される交通時間に比例し、その比例乗数が $\sigma(V, \Delta\bar{t})$ となることを仮定している。

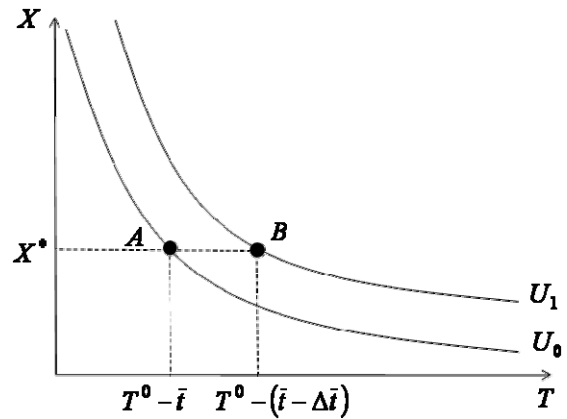


図3-2: 余暇時間 T と合成財 X で表される無差別曲線

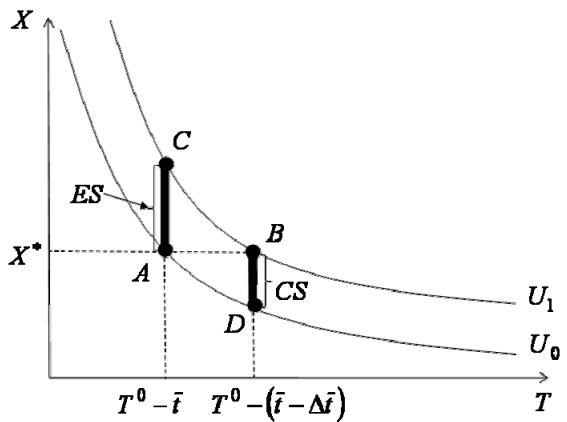


図3-3: 補償的余剰(CS)と等価的余剰(ES)

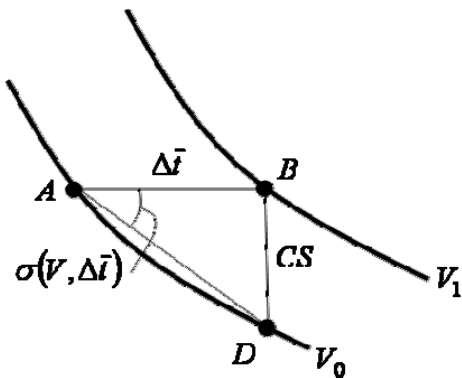


図3-4: 時間価値の計算

これを図示したものが図 3-4 である。

ここで、先の定義より、

$$V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0) = V(\bar{c}, \bar{t} - \Delta \bar{t}, Y - \sigma(V, \Delta \bar{t}) \cdot \Delta \bar{t}, T^0) \quad (3)$$

が成り立つので、右辺に平均値の定理を適用することにより、

$$V(\bar{c}, \bar{t} - \Delta \bar{t}, Y - \sigma(V, \Delta \bar{t}) \cdot \Delta \bar{t}, T^0) = V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0) - \Delta \bar{t} \cdot \left. \frac{\partial V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)}{\partial \bar{t}} \right|_{V=V_m} - \sigma(V, \Delta \bar{t}) \cdot \Delta \bar{t} \cdot \left. \frac{\partial V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)}{\partial Y} \right|_{V=V_m} \quad (4)$$

と表すことができる。ここで、 V_m は点 $V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ と $V(\bar{c}, \bar{t} - \Delta \bar{t}, Y - \sigma(V, \Delta \bar{t}) \cdot \Delta \bar{t}, T^0)$ との中間の任意の点であり、 $\Delta \bar{t} \rightarrow 0$ のとき $V_m \rightarrow V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ となる。

これを、式(1)に代入すると、

$$\sigma(V, \Delta \bar{t}) = - \left. \frac{\partial V / \partial \bar{t}}{\partial V / \partial Y} \right|_{V=V_m} \quad (5)$$

が得られる。これより最終的に

$$\lim_{\Delta \bar{t} \rightarrow 0} \sigma(V, \Delta \bar{t}) = \lim_{\Delta \bar{t} \rightarrow 0} \left(- \left. \frac{\partial V / \partial \bar{t}}{\partial V / \partial Y} \right|_{V=V_m} \right) = - \frac{\partial V / \partial \bar{t}}{\partial V / \partial Y} \quad (6)$$

が得られる。

以上より、限界的な交通時間短縮 $\Delta \bar{t}$ に対応する CS は、 $-(\partial V / \partial \bar{t}) / (\partial V / \partial Y)$ と表されることが導出された。ここで、分子にあたるものは、交通時間に関する限界効用であり、分母にあたるものは、所得に関する限界効用である。つまり、交通の時間価値は、交通の時間価値に関する限界効用を所得に関する限界効用で除したものに「-」をつけたものとして求められる。ここで、交通の時間価値に関する限界効用は、1単位当たりの交通時間の変化による効用水準の変化を表しており、所得に関する限界効用は、1単位当たりの所得の変化による効用水準の変化を表している。所得の限界効用で除することは、効用の単位から金銭の単位へ変換することを意味する。したがって、交通の時間価値とは、一定の効用水準のもとにおける、交通時間と貨幣との間の限界代替率を意味することになる。ちなみに、交通時間および所得に関する限界効用を計算する上で使用されるのは、直接効用関数 U ではなく、間接効用関数 V であることに留意が必要である。

なお、交通の時間価値の代替的な定義として、「限界的な交通時間の短縮に対する交通費用の変化」というものもしばしば用いられる(たとえば、河野・森杉¹⁴²⁾)。これは、交通時間短縮に対する支払意思額を特に交通費用に限定したものを見なすことができる。これは、所得と交通時間との間に、 $Y = X + \bar{c}$ という関係が成立する限りは、同一と見なせる。なぜならば、上の関係が成り立つ場合には、所得に関する限界効用と交通費用に関

する限界不効用は一致することが期待できるからである。

$$(1) \quad \frac{\partial V}{\partial Y} = - \frac{\partial V}{\partial \bar{c}} \quad (7)$$

ただし、これは、間接効用関数に交通費用が変数として含まれる場合に限られることに注意が必要である。

(2) 交通の時間価値の導出方法(モデル1)

上の基本的な考え方をもとに、より厳密にモデルを定式化した上で、交通の時間価値を導出する方法を示すことにする。このモデル(モデル1と呼ぶ)は、Train and Mcfadden³⁵⁾の財/余暇モデルを単純化したものである。このモデルの特徴は、効用関数に交通時間と労働時間が含まれないことにある。なお、この節以降にも、さまざまな時間配分モデルが提示されるが、交通の時間価値を導出する基本的プロセスは、モデル1で示されるものとほぼ同一である。

まず、ある個人の効用最大化問題を以下のように定式化する。

$$\max_{X, T} U = U(X, T) \quad (8a)$$

$$\text{s.t.} \quad X + \bar{c} = Y \quad [\lambda] \quad (8b)$$

$$T + \bar{t} = T^0 \quad [\mu] \quad (8c)$$

ただし、 X :合成財の量; T :余暇時間; \bar{c} , \bar{t} :交通費用と交通時間(所与); Y :所得制約; T^0 :利用可能時間; λ , μ :ラグランジュの未定乗数である。

この最適化問題に対応するラグランジュ関数は以下のように定義できる。

$$L = U(X, T) + \lambda(Y - X - \bar{c}) + \mu(T^0 - T - \bar{t}) \quad (9)$$

すると、クーンタッカーの定理より、最適階となるための一階条件は、式(8b), (8c)に加えて、

$$\frac{\partial U}{\partial X} = \lambda^* \quad (10)$$

$$\frac{\partial U}{\partial T} = \mu^* \quad (11)$$

となる。これより、最適な合成財の消費量および余暇時間がそれぞれ $X^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$, $T^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ と求められる。右肩のアスタリスクは、最適値を表す。同様に、ラグランジュの未定乗数も、それぞれ $\lambda^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$, $\mu^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ と求められる。なお、ラグランジュ乗数は、シャドープライスであるとししばしば言われる。シャドープライスは、対象とする制約条件(λ ならば所得制約、 μ ならば時間制約をそれぞれ指す)が緩和される場合の限界的な効用を表す。つまり、シャドープライスという観点から言えば、 $\lambda^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ は、利用可能時間に関する限界効用を示し、 $\mu^*(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ は所得に関する限界効用を示す。

次に、これらの最適解を、元の直接効用関数に代入することによって、間接効用関数 $V(\bar{c}, \bar{t}, Y, T^0)$ が求められる。このとき、上の最適化問題に対して、包絡線定理¹⁴³⁾を適用することによって、間接効用がその変数によってどのような影響を受けるのかを分析することができる。

具体的には、まず、 \bar{t} については、

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial \bar{t}} &= \frac{\partial L^*}{\partial \bar{t}} = \frac{\partial U}{\partial X^*} \frac{\partial X^*}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial U}{\partial T^*} \frac{\partial T^*}{\partial \bar{t}} \\ &+ \frac{\partial \lambda^*}{\partial \bar{t}} (Y - X^* - \bar{c}) + \lambda^* \left(-\frac{\partial X^*}{\partial \bar{t}} - \bar{c} \right) \\ &+ \frac{\partial \mu^*}{\partial \bar{t}} (T^0 - T^* - \bar{t}) + \mu^* \left(-\frac{\partial T^*}{\partial \bar{t}} - 1 \right) \end{aligned} \quad (12)$$

となる。これに、最適解となるための一階条件を代入すると、

$$\frac{\partial V}{\partial \bar{t}} = -\mu^* \quad (13)$$

が得られる。

同様に、 Y については、

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial Y} &= \frac{\partial L^*}{\partial Y} = \frac{\partial U}{\partial X^*} \frac{\partial X^*}{\partial Y} + \frac{\partial U}{\partial T^*} \frac{\partial T^*}{\partial Y} \\ &+ \frac{\partial \lambda^*}{\partial Y} (Y - X^* - \bar{c}) + \lambda^* \left(1 - \frac{\partial X^*}{\partial Y} \right) \\ &+ \frac{\partial \mu^*}{\partial Y} (T^0 - T^* - \bar{t}) + \mu^* \left(-\frac{\partial T^*}{\partial Y} \right) \end{aligned} \quad (14)$$

となるので、同様に最適解の一階条件を代入すると、

$$\frac{\partial V}{\partial Y} = \lambda^* \quad (15)$$

が得られる。

すると、交通時間価値の定義より、

$$-\frac{\partial V / \partial \bar{t}}{\partial V / \partial Y} = \frac{\mu^*}{\lambda^*} \quad (16)$$

と求められる。つまり、交通時間価値は、時間制約に関する限界効用を所得(制約)に関する限界効用で除したものと一致する。さらに、

$$-\frac{\partial V / \partial \bar{t}}{\partial V / \partial Y} = \frac{1}{\lambda^*} \frac{\partial U}{\partial T} \Big|_{U=U^*} \quad (17)$$

とも表される。 $\partial U / \partial T$ は余暇時間に関する限界効用であるから、それを所得に関する限界効用で除すことによって、結果的に、このモデルでは、交通の時間価値は、余暇の時間価値と一致することになる。

3.2 非業務交通の時間価値

(1) はじめに

ここでは、活動時間そのものを選択するモデルを用いて、非業務交通の時間価値を導出する。この場合、時間配分モデルは、効用関数に交通時間が含まれるか否かと、効用関数に労働時間が含まれるか否かという2つの要素の組合せで、合計4種類に分類することができる。

ここで、効用関数に交通時間が含まれることは、個人が交通時間を選択できることを意味する。これは、自家用車利用時に、速度を調整することによって交通時間を変更できる状況や、公共交通利用時に、複数の経路から1つを選択したり、出発時刻を変更したりすることによ

って交通時間を変更できるという状況を想定している。このとき、最小交通時間の変更に伴う効用の変化分から交通の時間価値が定義される。交通の時間価値は、その定義から、交通時間から不効用が生じると仮定される場合にのみ適用可能な価値である。もし、交通時間中に正の効用が生じる場合には、交通の時間価値はゼロとなる。

一方で、効用関数に労働時間が含まれることは、個人が労働時間を選択できることを意味する。これは、職種等の選択を通じて労働時間の選択を行う、あるいは、フレックスタイム制度が導入されている企業に通勤する個人ならば、転職することなく労働時間の変更を行うといった、やや長期的な意思決定の状況を想定していることになる。

以上の4種類のモデルを整理したものが表 3-1 である。

労働時間、交通時間のいずれも効用関数に含まれないケースについては、すでにモデル1として定式化を示している。モデル1はもっともシンプルなモデルである。

モデル2は、効用関数中に交通時間が含まれるが、労働時間は含まれないケースである。ここで、交通時間は不効用を生じさせると考えられることから、最小交通時間制約条件が追加されている。逆に言えば、この最小交通時間制約条件がなければ、常に交通時間=0が最適解となり、非現実的である。この場合には、交通の時間価値は、最小交通時間の制約緩和による価値、つまり、交通時間節約価値として求められる。

モデル3は、効用関数中に労働時間は含まれるが、交通時間は含まれないケースである。ここで、個人の所得は、労働時間に比例して得られる賃金と、労働時間とは無関係に得られる収入との2つの要素から構成されると仮定される。

最後に、モデル4は、効用関数中に、労働時間と交通時間がともに含まれるケースである。これは、モデル2と3の両方の特性を持つものである。やはり、交通の時間価値は、交通時間節約価値として求められる。

(2) 非業務交通の時間価値の導出結果

モデル2, 3, 4について、非業務交通の時間価値を推定した結果をまとめたものが、表 3-2 である。結果の導出については、紙面の都合上省略するが、詳細については、加藤他¹⁴⁾を参照されたい。

なお、効用関数に交通時間を含まないモデル1と3では、交通時間価値(VOTT: Value of Travel Time)であるのに対し、効用関数に交通時間を含むモデル2と4では、交通時間節約価値(VTTS: Value of Travel Time Savings)となっていることに留意が必要である。

モデル間で共通する部分は以下の通りである。

第一に、効用関数に交通時間を含まない場合には、交通の時間価値は、労働時間を含むか否かにかかわらず、余暇の時間価値と一致する。

第二に、効用関数に交通時間を含む場合には、交通の時間価値は、余暇の時間価値と交通の商品としての時間価値の和となる。

表 3-1: 非業務交通の時間価値導出のための時間配分モデルの分類

	交通時間を含まない	交通時間を含む
労働時間を含まない	モデル1 $\max_{X,T} U = U(X, T)$ s.t. $X + \bar{c} = Y$ $T + \bar{t} = T^0$	モデル2 $\max_{X,T,t} U = U(X, T, t)$ s.t. $X + \bar{c} = Y$ $T + t = T^0$ $t \geq \bar{t}$
労働時間を含む	モデル3 $\max_{X,T} U = U(X, T, T_w)$ s.t. $X + \bar{c} = wT_w + Y$ $T + T_w + \bar{t} = T^0$	モデル4 $\max_{X,T} U = U(X, T, T_w, t)$ s.t. $X + \bar{c} = wT_w + Y$ $T + T_w + t = T^0$ $t \geq \bar{t}$

表 3-2: 非業務交通の時間価値のまとめ

	交通時間を含まない	交通時間を含む
労働時間を含まない	モデル1 VOTT = 余暇の時間価値	モデル2 VTTS = 余暇の時間価値 + 交通の商品としての時間価値
労働時間を含む	モデル3 VOTT = 余暇の時間価値 = 労働賃金率 + 労働の時間価値	モデル4 VTTS = 余暇の時間価値 + 交通の商品としての時間価値 = 労働賃金率 + 労働の時間価値 + 交通の商品としての時間価値

第三に、効用関数に労働時間を含む場合には、交通時間を含むか否かにかかわらず、余暇の時間価値 = 労働賃金率 + 労働の時間価値が成立する。

最後に、交通時間によって正の効用が生じる場合について付け加えておく。交通時間中の活動によって、交通時間から不効用ではなく正の効用が生じる場合、モデル2や4を用いて交通の時間価値を求めると、ゼロとなる。したがって、モデル1または3によって交通時間価値を求めることが必要となる。この場合、交通の時間価値は、余暇の時間価値と一致することになる。

3.3 業務交通の時間価値

(1) はじめに

従来行われてきた研究のほとんどにおいては、暗に非業務目的の交通が仮定されているか、あるいは明示的に非業務目的の交通のみが対象とされてきた。驚くべきことに、業務交通の時間価値の理論は、これまでほとんど研究されてきていない。非業務交通の時間価値は、時間的および金銭的な予算制約と交通時間消費制約のもとにおける個人の時間配分から、効用最大化の原理を仮定することにより、導出することが可能である。これに対して、業務交通の時間価値では、個人意思決定のみならず、企業意思決定も考慮される必要がある。一般に、業務交通の時間価値の導出には、費用節約アプローチ¹⁴⁵⁾とHensherアプローチ^{94),146)}の2つがあることが知られている。我が国をはじめとする多くの国の費用便益分析の実務においては、費用節約アプローチによって業務交通の時間価値が設定されてきている。ところが、Karlstrom¹⁴⁷⁾の指摘によれば、費用節約アプローチは、一定の理論的な根拠を持つものだが、特定の

条件下でしか成立しない。その一方で、Hensherアプローチは、近年、英国や北欧諸国において適用の試みが行われつつあるが、直観的なものであり、理論的根拠が薄弱であるとされる。そこで、Karlstrom¹⁴⁷⁾は、Forsyth¹⁴⁸⁾によって示された方法を用いて、税による効果を考慮することにより、Hensher公式を導こうとした。ただし、残念ながら、その導出に完全には成功していない。それでは、Hensher公式は、あくまでも直観的なものであって、理論モデルから導出することがまったくできないものなのだろうか。また、どのような条件の下であれば、費用節約アプローチやHensherアプローチは正当化されるのであろうか。ところが、そもそも業務交通の時間価値に関する包括的な議論が行われていないために、これらの疑問には答えられていないのが実情である。

そこで、以下では、理論的に業務交通の時間価値を導出する。

(2) アプローチ

まず、業務交通が、特定の日の中で完結するものであり、かつ職場から出発し、職場に戻ってくるものであることを仮定する。したがって、自宅から業務目的に直接行ったり、逆に自宅に直接帰ったりする状況を想定しない。次に、業務交通において生じる交通料金は、常に雇用者によって負担されるものとする。これは、業務という目的からして妥当な仮定だと思われる。この仮定の下では、被雇用者は、業務交通にともなう交通料金の支払いを考慮しない一方で、雇用者はその交通費用を考慮することとなる。さらに、意思決定において、労働時間も変数の1つとする。これにより、業務目的の交通時間短縮が、労働時間と余暇時間のいずれにも再配分される可能性があることを考慮できる。また、労働時間を

変数とすることは、フレックスタイム制度のように労働時間を短期的に自由に変更できる労働環境か、あるいは中長期的に雇用契約を変更できる状況を想定していることを意味する。

その上で、本節では、第一に、意思決定者の多様性を明示的に考慮するため、旅行者本人が意思決定を行う場合、雇用者が意思決定を行う場合、雇用者と被雇用者が共同で意思決定を行う場合の3つのケースを検討する。

第二に、異なる意思決定の文脈に応じて、異なる主体による支払意思額を想定する。具体的には、旅行者本人が意思決定者である場合には、旅行者の支払意思額によって交通の時間価値を定義する一方で、雇用者が意思決定する場合および雇用者と被雇用者が共同で意思決定する場合には、雇用者の支払意思額によって交通の時間価値を定義する。共同意思決定の場合に雇用者の支払意思額を用いるのは、業務交通が雇用者の意図によって発生しており、かつ雇用者が旅行者の交通費用を負担している限り、雇用者の支払意思額をもって交通の時間価値が求められるべきであろうと考えたためである。

第三に、移動中の生産的活動に関して2つの状況を想定する。1つは、移動中の生産活動がゼロの場合、つまり移動中に仕事をしない場合であり、もう1つは、移動中に正の生産が行われる場合、つまり移動中に仕事に関連する何らかの作業が行われる場合である。

第四に、業務交通に関して2種類のスケジュールを考慮する。1つは、短時間業務交通であり、もう1つは長時間業務交通である。短時間業務交通では超過勤務がないが、長時間業務交通では、業務交通時間の分だけ、超過勤務が発生するものと想定される。なお、本研究では、業務交通の目的地(用務先)における労働の生産性は、職場における労働の生産性と一致することを仮定する。そこで、以下では、用務先の労働も含めて、業務交通時間以外で行われる労働を、職場での労働と呼ぶこととする。

第五に、本研究では、労働時間外に行われる業務交通の時間についても、移動中に生産的な活動が行われるか否かによらず、賃金が支払われるものと仮定する。これは、本研究のように、業務交通が職場から出発し職場に戻ってくるという仮定が置かれる場合には、被雇用者は、たとえ労働時間外であっても業務交通時間中は雇用者の指揮下にあるという事実と、我が国の労働制度とを鑑みれば、妥当な仮定だと考えられる。

(3) 構築されるモデル

これらを前提とした場合、構築されるモデルは、次の通りに整理される。

・ケースA:このケースでは、時間と金銭に関する制約条件と業務交通時間に関する消費制約条件の下で、一般的な財(合成財を仮定)、余暇時間、労働時間、業務交通時間、非業務交通時間に関して、旅行者が自らの効用水準が最大となるよう行動することが仮定される。ここでは、業務目的の交通が、被雇用者によって行われ、かつその意思決定も被雇用者本人によって

なされることを想定する。このケースにおける、短時間業務交通の場合のモデルを「モデルA(S)」とし、長時間業務交通の場合のモデルを「モデルA(L)」とする。ケースAは、我が国の業務慣行における標準的な業務交通を対象としていると思われる。なぜならば、我が国では、被雇用者は、たとえ業務交通であっても、交通手段や経路に関して選択の自由を持つことが通例だと考えられるからである。ただし、このケースでは、移動中に行われる生産的な活動の影響を明示的に考慮することができない。

・ケースB:このケースでは、業務交通時間消費に関する制約条件の下で、労働時間と業務交通時間に関して、雇用者が、自らの企業の利潤が最大となるよう行動することが仮定される。移動中の生産活動が行われない場合のモデルを「モデルBz」とし、さらにその中で、短時間業務交通、長時間業務交通の場合のモデルをそれぞれ「モデルBz(S)」、「モデルBz(L)」と表記する。一方で、移動中に生産活動が行われる場合のモデルを「モデルBp」とし、さらにその中で、短時間業務交通、長時間業務交通の場合のモデルをそれぞれ「モデルBp(S)」、「モデルBp(L)」と表記する。ケースBは、雇用者本人による業務交通全般に適用可能だと思われる。また、特にモデルBpについては、鉄道やバスなどの公共交通の運転者が該当するものと思われる。

・ケースC:このケースでは、旅行者の時間と金銭に関する制約条件と業務交通時間に関する消費制約条件の下で、雇用者と被雇用者の集団効用関数が最大となるように、雇用者と被雇用者が行動することが仮定される。移動中の生産活動が行われない場合のモデルを「モデルCz」とし、さらにその中で、短時間業務交通、長時間業務交通の場合のモデルをそれぞれ「モデルCz(S)」、「モデルCz(L)」と表記する。一方で、移動中に生産活動が行われる場合のモデルを「モデルCp」とし、さらにその中で、短時間業務交通、長時間業務交通の場合のモデルをそれぞれ「モデルCp(S)」、「モデルCp(L)」と表記する。ケースCは、まず、自営業者の業務交通の場合、および雇用者と被雇用者との間で被雇用者への配慮に関して一定の合意のある場合に適用可能だと思われる。また、特にモデルCpについては、ブリーフケーストラベラーの場合に適用可能だと言えるであろう。

以上より、合計10種類のモデルが定式化できる。

(4) 業務交通の時間価値の導出結果

以上の結果をまとめると、表3-3のようになる。これより、業務交通の時間価値は、条件によってかなり異なる可能性があることが読み取れる。

まず、賃金率プラスアプローチの正当化されるケースが存在しない。一方で、賃金率アプローチは、ケースBの移動中の生産活動のない場合で正当化される。つまり、雇用者が業務交通に関する意思決定を行う環境下にあり、かつ移動中に生産的な活動を行わない場合には、賃金率アプローチを活用できる。なお、ケースBで移動中に生産活動がある場合には、交通の時間価値は、賃金率よりも低くなる。これは、鉄道やバスの運転手に該

表 3-3:業務交通の時間価値の導出結果のまとめ

意思決定ケース	業務交通のスケジュール	移動中の生産活動	移動中の生産活動
ケース A 被雇用者による時間配分	短時間 長時間	無し	有り
ケース B 雇用者による時間配分	短時間 長時間	[モデル Bz] $VTTTS = MP = w$	[モデル Bp] $VTTTS = (1 - pq)MP$ $= (1 - pq)w (\leq w)$
ケース C 雇用者・被雇用者の共同での時間配分	短時間 長時間	[モデル Cz] $VTTTS = MP + \alpha VW$	[モデル Cp] $VTTTS = (1 - pq)MP + \alpha VW$

注: $VTTTS$:業務目的の交通時間節約価値, VW' :旅行者の観点から評価した業務交通時間の価値に対する職場での労働時間の相対的価値, MP :職場での労働時間に関する限界生産性, w :労働賃金率, p :業務交通時間のうち移動中の労働時間の割合, q :職場での労働に対する移動中の労働の相対的な生産性, α :集団効用関数中の被雇用者の効用関数の重みパラメータ, VW :雇用者の観点から評価した業務交通時間の価値に対する職場での労働時間の相対的価値.

当するものであるが、交通時間の短縮が移動中の生産活動を減少させる効果を持つため、ある意味当然の結果であるとも言える。

ケース C では、雇用者と被雇用者の両方の価値が反映されることとなる。ただし、あくまでも雇用者の支払意思額によって評価しているため、被雇用者で発生する限界的な効用についても、最終的には雇用者の観点から金銭的に換算されている。ここで、特に、ブリーフケースストラベラーの交通の時間価値については、モデル Cp の結果より、移動中の労働時間に対する職場での労働時間の相対的な限界生産性と業務交通時間の価値に対する職場での労働時間の相対的価値に重み付けをしたものとの和に一致する。これは、ブリーフケースストラベラーの交通の時間価値については、賃金率アプローチあるいは賃金率プラスアプローチを適用することはできないことを意味している。

いずれの結果を見ても、賃金率プラスアプローチ、Hensher アプローチの結果とは一致しないことが読み取れる。モデル Cp の結果が、Hensher 公式とやや近いものとなっているが、ここには、 r にあたるパラメータが含まれない。したがって、モデル Cp をベースに追加的な仮定を設けることによって Hensher 公式が得られる可能性の高いことが予想される。

(5) 賃金率プラスアプローチへのモデルの拡張

前節の 10 のモデルからは、賃金率プラスアプローチにあたる交通の時間価値を得ることができなかった。一方で、Mackie et al.³¹⁾は、旅行者の効用最大化問題から賃金率プラスアプローチを導出している。この違いはどこにあるのであろうか。

この違いは、労働時間外の業務交通に対する賃金の支払いの有無に帰着される。上の定式化では、日本における一般的な賃金制度にしたがって、労働時間外の超過労働(厳密には、業務交通)に対しても賃金が支払われることが仮定された。そこで、以下では、労働時間外の業務交通に対して賃金は支払われず、その代わり

に追加的な余暇が与えられる場合を想定してみよう。ここで、被雇用者に与えられる追加的な余暇時間は、超過労働が行われる日とは異なる別の日に消化されるものと仮定する。その結果、分析対象とする日については、労働時間外に行われる業務交通に対して、賃金が支払われないことと同等と見なせる。

労働時間外に業務交通が行われる場合であるから、モデル A(L)と同様の枠組みを用いてみると、次のモデルを定式化できる。

$$\max_{X, T, T_w, t_l, t_w} U = U(X, T, T_w, t_l, t_w) \quad (18a)$$

subject to

$$X + \bar{c}_l = wT_w + Y \quad [\lambda] \quad (18b)$$

$$T + T_w + t_l + t_w = T^0 \quad [\mu] \quad (18c)$$

$$t_w \geq \tilde{t}_w \quad [\kappa] \quad (18d)$$

このとき、以上の最適化問題を解くことによって、業務交通の時間価値は、以下のように導出できる。

$$VTTTS = \frac{\kappa^*}{\lambda^*} = w + \frac{1}{\lambda^*} \left(\frac{\partial U}{\partial T_w} \Big|_{*} - \frac{\partial U}{\partial t_w} \Big|_{*} \right) \quad (19)$$

これは、交通の時間価値が、賃金率と業務交通時間の価値に対する労働時間の相対的価値との和に一致することを意味している。これこそが、賃金率プラスアプローチを正当化しているものと言える。ちなみに、「プラス」に当たるのは、業務交通時間に対する労働時間の相対的価値である。ただし、プラスに当たる部分については、これが常に正となることは保障されない。なぜならば、プラスの部分には、労働時間の価値と業務交通時間の価値との和であるが、労働時間の価値が負の場合(仕事が嫌いな人の場合)には、その絶対値が業務交通の時間価値の絶対値よりも大きいならば(業務交通よりも仕事をする方が嫌いならば)、プラス部分の符号が負になることがあり得るからである。

以上より、既存研究で主張される賃金率プラスアプローチは、旅行者自身が業務交通に関する意思決定を

行える環境下であり、業務交通が労働時間外に行われ、かつ、その業務交通に対して賃金が支払われない場合に成立する。

(6) Hensher アプローチへのモデルの拡張

次に、(4)の検討をもとに Hensher 公式を導く。まず、導出のためのモデルとしては、雇用者と被雇用者の両面を考慮でき、かつ移動中の生産がある場合であるモデル Cp を活用することとする。

次に、これまでの定式化では、業務交通は、労働時間内に行われる(短時間業務交通)か、労働時間外に行われる(長時間業務交通)のいずれかのスケジュールとなることが仮定されていたが、以下では、業務交通のスケジュールについて、この仮定を緩和することとする。つまり、業務交通時間のうち、一部は労働時間内に行われ、一部は労働時間外に行われる状況を想定する。ここで、全業務交通時間のうち労働時間外に行われる時間の割合を r とする。したがって、全業務交通時間のうち労働時間内に行われる時間の割合は $1-r$ となる。

また、企業の生産関数を 2 つのサブ生産関数の単純和で表されるものと仮定する。1 つのサブ生産関数は、モデル Bp やモデル Cp でも用いられたもので、職場における労働時間と移動中の労働時間を変数とする $f(\cdot)$ であり、もう 1 つのサブ生産関数は、業務交通時間のみを変数とし、業務交通時間に関する限界生産性が負となる $g(\cdot)$ であるものとする。

以上の追加的な仮定の下で、モデル Cp をベースとすると、集団効用関数の最大化行動は、以下のように定式化できることになる。

$$\max_{X, T, T_w, t_l, t_w, Y} U_G = [P \cdot \{f(T_w - (1-r)t_w, pt_w) + g(t_w)\} - w(T_w + rt_w) - \bar{c}_w - Y] + \alpha U(X, T, T_w - (1-r)t_w, t_l, t_w) \quad (20a)$$

$$\text{subject to} \\ X + \bar{c}_l = w(T_w + rt_w) + Y \quad [\lambda] \quad (20b)$$

$$T + T_w + rt_w + t_l = T^0 \quad [\mu] \quad (20c)$$

$$t_w \geq \tilde{t}_w \quad [\kappa] \quad (20d)$$

これより、最小交通時間の消費制約が有効である場合には、以上の最適化問題を解くことによって、業務交

通の時間価値は、以下のように導出できる。

$$\begin{aligned} VTTS &= P \cdot \left[(1-r) \left. \frac{\partial f}{\partial T_w} \right|^* - \left. \frac{\partial f}{\partial t_w} \right|^* - \left. \frac{\partial g}{\partial t_w} \right|^* \right] \\ &+ \alpha \left[(1-r) \left(\left. \frac{\partial U}{\partial T_w} \right|^* - \left. \frac{\partial U}{\partial t_w} \right|^* \right) + r \left(\left. \frac{\partial U}{\partial T} \right|^* - \left. \frac{\partial U}{\partial t_w} \right|^* \right) \right] \\ &= P \cdot \left. \frac{\partial f}{\partial T_w} \right|^* [(1-r) - pq] + \alpha \left[(1-r) \left(\left. \frac{\partial U}{\partial T_w} \right|^* - \left. \frac{\partial U}{\partial t_w} \right|^* \right) \right] \\ &+ r \left(\left. \frac{\partial U}{\partial T} \right|^* - \left. \frac{\partial U}{\partial t_w} \right|^* \right) - P \cdot \left. \frac{\partial g}{\partial t_w} \right|^* \end{aligned} \quad (21)$$

すると、この式は、

$$VTTS = (1-r-pq)MP + \alpha \{(1-r)VW + rVL\} + MPF \quad (22)$$

と書けるので、最後に $\alpha=1$ を仮定すれば、次の Hensher 公式を得ることができる。

$$VTTS = (1-r-pq)MP + (1-r)VW + rVL + MPF \quad (23)$$

(7) 業務交通の時間価値のまとめ

業務交通の時間価値について、以上で得られた成果をまとめると、次のようになる。

- 賃金率アプローチが適用できるのは、雇用者が業務交通に関する意思決定を行う環境下であり、移動中に生産的な活動をせず、かつ、その業務交通に対して賃金が支払われる場合である。
- 賃金率プラスアプローチが適用できるのは、旅行者が自分で業務交通に関する意思決定をできる環境下であり、業務交通が労働時間外に行われ、かつ、その業務交通に対して賃金が支払われない場合である。
- Hensher公式は、雇用者と被雇用者の効用関数の線形和で表される集団効用関数において両者の重みが同一と仮定し、かつ、短縮される業務交通時間の労働時間外に配分される割合が、業務交通時間のうち労働時間外に占める部分の割合と一致すると仮定する場合に、集団効用最大化によって得ることができる。

第4章 日本における交通の時間価値の分析

4.1 分析の目的

我が国の交通の時間価値はどのような特性を持つのであろうか。この疑問に答えるためには、我が国の旅行者の行動実績あるいは表明選好に関するデータを用いた交通の時間価値の推定が必要となる。ところが、我が国では、政府による公式の交通行動調査データを用いて、交通の時間価値が網羅的に分析されたことがほとんどなかった。その理由はいろいろ考えられるが、一つには、我が国の費用便益分析のガイドラインでは、交通の時間価値が所得接近法によって設定されてきたために、そもそも時間価値を推定する必要がなかったためだと考えられる。

そこで、本章では、

- (1) 道路交通センサスデータを用いた我が国の RP ベースの交通の時間価値推定
- (2) 我が国の交通行動分析に関わる研究のデータベース化と、それをもとにした交通の時間価値に関するメタ分析
- (3) 我が国の文脈を考慮した独自の SP 調査の実施と、SP データを用いた交通の時間価値推定の実施可能性の検討

を行う。以上の分析・検討を通じて、我が国の交通の時間価値に関する特性を総合的に考察することを、最終的なねらいとする。

4.2 日本を対象とした RP ベースの交通の時間価値推定

(1)分析の目的

本分析は、道路交通利用に関する RP 調査データの1つである平成 17 年度道路交通センサスデータを用いて、我が国の道路交通の時間価値を実証的に推定するものである。ここでは、発地と着地を所与とした場合の個人の経路選択行動を対象として、個人の選択実績データから時間価値を推定する。経路選択行動の分析に当たっては、高速道路を用いる経路と一般道路のみを用いる経路の2選択肢から、利便性(効用水準)の高い経

路が合理的に選択されているものと仮定する。なお、本節の分析の一部は、Kato et al.¹⁴⁹⁾をもとにしている。

(2)分析の方法

個人の経路選択行動に対して、二項ロジットモデルを適用する。ここでは、観測された自動車利用トリップに対して、高速道路利用経路と高速道路非利用経路の2経路が存在するものと仮定する。高速道路利用経路とは、トリップの発地から着地までの間に少なくとも1区間の高速道路利用区間が含まれる経路を指す。一方で、高速道路非利用経路とは、トリップの発地から着地までの間に高速道路利用区間が含まれない経路を指す。

分析では、全サンプルデータをプールして用いて交通の時間価値を推定しその特性を分析する方法(全サンプルを用いた交通の時間価値の分析)と、属性別に個人を分類してから各グループについて交通の時間価値を推定し、属性グループ間で比較する方法(属性別データを用いた交通の時間価値の比較分析)の2種類を用いることとする。

a)全サンプルを用いた交通の時間価値の分析

まず、各個人は、時間や予算に関する制約の下で自分の効用関数を最大化するよう行動しているものとする。ここで、個人が、発地と着地とが所与のもとで、その間の所与の経路選択肢の中から1つの経路を選択しなければならない状況に置かれているものとする。

このとき、各経路の条件付き間接効用関数は、以下のように特定化できるものと仮定する。

$$V_{i,n} = \theta_c C_{i,n} + \left(\theta_i + \sum_j \theta_{ij} X_{i,j,n} \right) T_{i,n} + \varepsilon_{i,n} \quad (24)$$

ただし、 $V_{i,n}$:経路*i*が選択されるという条件下での個人*n*の間接効用関数、 $C_{i,n}$:経路*i*が選択されるという条件下での個人*n*の交通費用、 $T_{i,n}$:経路*i*が選択されるという条件下での個人*n*の交通時間、 $\varepsilon_{i,n}$:経路*i*が選択されるという条件下での個人*n*の誤差項、 $X_{i,j,n}$:個人*n*の経路*i*の*j*番目の説明変数、 θ_c :交通費用に

関するパラメータ, θ_i : 交通時間に関するパラメータ, θ_j : 交通時間に関する j 番目の説明変数に対するパラメータである。

パラメータ推定には, 重み付け最尤推定法を用いることにする。これは, サンプルの割合が調査対象地域ごとに異なることを反映させるためである。

まず, n_m をゾーン m において車両登録されている被験者とする。このとき, 個人 n_m に対して設定される重みパラメータは,

$$\omega_{n_m} = \frac{H_m}{N_m} \quad (25)$$

となる。ここで, N_m : ゾーン m の被験者数, H_m : ゾーン m に登録されている車両数である。すると, 対数尤度関数は以下のように定義することができる。

$$\ln L = \sum_{n_m} \sum_i \omega_{n_m} \cdot \delta_{i,n_m} \cdot \ln P_{i,n_m} \quad (26)$$

ここで, δ_{i,n_m} はもし個人 n_m が経路 i を選択していたら 1, そうでなければ 0 となる変数, P_{i,n_m} は個人 n_m が経路 i を選択する確率である。

ちなみに, 二項ロジットモデルを仮定しているので, 特定の経路の選択される確率は, $P_{i,n_m} = 1 / (1 + \exp(v_{j,n_m} - v_{i,n_m}))$ と表される。最終的に,

交通の時間価値は, $VTTS = \left(\theta_i + \sum_j \theta_j X_{i,j,n} \right) / \theta_c$ と表

される式によって求められる。

b) 属性別データを用いた交通の時間価値の比較分析

上と同様に, サンプルを属性別データに分けた上で, 条件付き間接効用関数を以下のように特定化する。

$$V_{i,n_k} = \theta_{c,k} C_{i,n_k} + \theta_{t,k} T_{i,n_k} + \varepsilon_{i,n_k}$$

ここで, V_{i,n_k} : 属性グループ k に属する個人 n_k の経路 i が選択されるという条件下での間接効用関数, C_{i,n_k} : 属性グループ k に属する個人 n_k の経路 i が選択される場合の交通費用, T_{i,n_k} : 属性グループ k に属する個人 n_k の経路 i が選択される場合の交通時間, ε_{i,n_k} : 属性グループ k に属する個人 n_k の経路 i が選択される場合の誤差項, $\theta_{c,k}$: 属性グループ k の交通費用に関するパラメータ, $\theta_{t,k}$: 属性グループ k の交通時間に関するパラメータである。先と同様に, 重み付け最尤推定法によって各属性グループについてパラメータを推定する。

この場合には, 交通の時間価値は, $VTTS_k = \theta_{t,k} / \theta_{c,k}$ によって求められる。

(3) 使用データの概略

a) 交通行動データ

実証分析には, 平成 17 年度道路交通センサスのオーナー・インタビュー調査データを使用する。この調査は, 全国の自動車を対象に車両を抽出し, 訪問書き留め方式により車両の運行状況を調査するものである。抽出された車両が個人の自家用乗用車類の場合, 抽出された世帯の所有する全ての自家用車の属性及び運行状況

について調査が行われる。三輪以上の自動車のうち, 乗用車類として軽乗用車・乗用車・バス, 貨物車類として, 軽貨物車・小型貨物車・貨客車・普通貨物車・特殊車が調査対象となる。

b) 交通サービスデータ

モデルにより時間価値を推定する際, 各選択経路の交通サービスデータが必要である。ここでは, 分析側で, 独自に LOS (Level of Service) データを設定し, オーナー・インタビュー調査とマッチングさせることによって, データを独自に作成することとした。

まず, LOS データ設定に際して, 独自の道路ネットワークを設定した。ここでは, デジタル道路地図: Digital Road Map (DRM) をベースとした, 一般都道府県道以上を対象としたネットワークを使用することとした。

各経路の交通時間の設定に当たっては, リンク別に旅行速度を設定する必要がある。しかし, 道路交通センサス一般交通量調査では, 「混雑時」の旅行速度しか調査されていないため, 調査区間単位で時間帯が同一でないなど, LOS データを設定する上で問題がある。そこで, リンクパフォーマンス関数 (BPR 関数) を用いて, 自由旅行速度を求め, 各時間帯の旅行速度を算出して用いることとした。

リンク別の交通費用のデータに関しては, 通常の高速度道路料金の場合には, 実際の料金換算と同様に, ターミナルチャージ + 24.6 円 × 利用距離 で算出し, 24 捨 25 入により設定した。首都高など均一料金の場合には, ターミナルチャージにより設定した。

最後に, 以上のリンク別の交通時間と交通費用のデータをもとに, 経路の交通サービスデータを設定した。ここでは, 各個人の選択経路を, 発地と着地を所与として, 最短経路探索によって見つける。ただし, 高速道路利用経路については, 全ネットワークを用いて最短経路探索を行い, 高速道路非利用経路については, 高速道路区間を外したネットワークを用いて最短経路探索を行う。発地と着地については, 全国を 6,795 ゾーンに分割したゾーニングを用いることとする。それぞれの経路に対して, リンク別の交通時間・交通費用のデータを適用することによって, 最終的に各個人の経路別の交通サービスデータを完成させる。

c) サンプルデータの抽出

推定に用いるサンプルとしては, 高速道路利用, 一般道路利用のいずれかしか選択できないようなトリップではなく, 一般道路利用と高速道路利用の両方の選択可能性があるトリップである方が好ましい。そこで, 本分析では, 道路交通センサスデータのうち, 高速道路と一般道路の両方を選択できるように, OD 間の高速道路利用経路と高速道路非利用経路との交通時間の差が 20 分 ~ 70 分の範囲となるサンプルのみを対象とすることとした。サンプルの選別方法については, これ以外の方法についても多数検討を行ったが, 他の手法では, 高速道路利用のサンプル数が極端に少なくなるなどの問題が生じたため, 最終的には交通時間差を基準としたサンプリング手法を用いることとした。

また, オーナー・インタビュー調査の個票データより, 以下のサンプルも除外することとした: 貨物トリップ, ゾー

ン内々トリップ、発ゾーンもしくは着ゾーン不明、フェリー利用、四国内外トリップ、運行目的不明、車種不明、高速道路の利用の有無不明。まず、貨物トリップを対象外としたのは、今回の分析は旅客交通が対象であるためである。ゾーン内々トリップを除去したのは、交通時間や交通費用のデータがゾーン間でのみ設定可能であるためである。フェリー利用を対象外としたのは、フェリーの旅行時間、運行頻度等は、LOS データの算出の際に不明な要因が多いためである。四国内外トリップを対象外としたのは、本州から四国へは、高速道路のみの接続となるため、高速道路非利用経路について、適切な LOS データが設定できないためである。

以上のプロセスによって、146,409 サンプルが得られた。これには、通勤目的トリップの 82,068 サンプル、業務目的トリップの 12,305 トリップ、私事目的トリップの 51,555 トリップが含まれる。

d) サンプルデータの特徴

まず、通勤交通のうち 77.2%が男性によって行われており、また、業務目的では 85.6%、私事目的では 61.5%が男性によって行われている。これは、多くの自動車利用者が男性であることを示している。

第二に、農業従事者の通勤、業務、私事目的の交通のシェアが、それぞれ 1.8%、15.8%、5.1%となっており、これは、我が国の農業従事者の割合が低いことを反映している。その一方で、小売・サービス業従事者の通勤目的の交通のシェアは 22.5%、業務目的の交通シェアは 32.3%となっており、他の業種に比べて、小売・サービス業従事者の自動車利用が多いことがわかる。

第三に、業務交通のうち 39.0%が、50 歳代の個人によって行われている。これは、若年層に比べて 50 歳代のようなシニアなビジネスマンが多数自動車を利用していていることを意味する。また、私事交通のうち 30.5%が 60 歳代の個人によって行われている。これは、定年後の高齢者が若年層よりも自由時間が多いにより自動車を利用していていることを反映しているものと考えられる。

第四に、通勤交通の 47.1%は朝 7 時台に出発している。これは、平均して我が国のピーク時間帯が 7 時から 8 時であることと合致している。

第五に、通勤交通の 70.0%、業務交通の 64.1%、私事交通の 75.0%が 20km 以下の移動距離となっている。これより、短距離移動が大半を占めている実態がわかる。

最後に、サンプルデータにおける交通時間と交通費用との相関係数は 0.765 であった。これは、高速道路料金が高速道路区間距離に比例するように設定されている一方で、交通時間も走行距離におおむね比例しているためである。これは、顕示選好 (RP) データを用いた交通の時間価値分析を行う上では、やむを得ない特性であると考えられる。このデータを用いた推定結果については、慎重な議論が必要であることはいうまでもない。

(4) パラメータ推定の結果

属性別のデータを用いて経路選択モデルを推定した結果を示したものが表 4-1 である。これより、すべてのモデルにおいて統計的に有意な結果が得られていることがわかる。すべての変数に関して t 検定値が有意に高い数値を示している。また尤度比も十分に高い数値とな

表 4-1: 属性グループ別の交通の時間価値の推定結果

		交通時間		交通費用		初期対数尤度	最終対数尤度	p 2 値	サンプル数	平均乗車人数	1台当たり平均時間価値 円/分/台	1人当たり平均時間価値 円/分/人
		係数	t 値	係数	t 値							
交通目的	通勤	-0.1529	-56.9	-0.0060	-74.1	-14212.2	-4503.3	0.68	82068	1.04	25.5	24.5
	業務	-0.1301	-27.5	-0.0034	-30.0	-2233.3	-1152.3	0.48	12328	1.13	38.3	33.9
	私事	-0.1636	-53.0	-0.0051	-60.7	-9868.0	-3357.0	0.66	51621	1.53	32.1	21.0
性別	男性	-0.1456	-72.8	-0.0049	-88.0	-19161.4	-7440.6	0.61	105703	1.21	29.8	24.7
	女性	-0.1843	-39.2	-0.0068	-48.4	-7153.5	-1763.3	0.75	40314	1.24	27.3	21.9
同乗者の有無	運転者のみ	-0.1578	-73.5	-0.0057	-91.3	-21713.9	-7091.3	0.67	122427	1.00	27.6	27.6
	同乗者あり	-0.1416	-38.7	-0.0039	-42.7	-4603.0	-2027.6	0.56	23590	2.35	36.2	15.4
職種	農林水産業	-0.1491	-12.8	-0.0047	-15.5	-589.7	-225.2	0.62	3880	1.39	31.5	22.6
	生産・運輸	-0.1525	-26.2	-0.0065	-35.3	-3300.0	-968.8	0.71	18811	1.10	23.5	21.4
	小売・サービス	-0.1469	-39.2	-0.0048	-46.5	-5393.6	-2115.9	0.61	29925	1.17	30.8	26.4
	事務・技術	-0.1549	-44.4	-0.0052	-53.6	-7243.1	-2626.7	0.64	41254	1.12	29.6	26.5
	その他	-0.1487	-35.3	-0.0050	-42.8	-4648.5	-1717.1	0.63	25613	1.20	29.8	24.9
年齢階層	20-29	-0.1549	-22.9	-0.0067	-30.9	-2595.6	-709.3	0.73	15763	1.15	23.1	20.1
	30-39	-0.1598	-34.5	-0.0055	-41.9	-4572.1	-1541.3	0.66	25532	1.22	29.1	23.8
	40-49	-0.1589	-39.1	-0.0053	-46.7	-5608.1	-1971.1	0.65	31605	1.15	30.1	26.2
	50-59	-0.1494	-44.5	-0.0050	-53.7	-7245.9	-2743.7	0.62	40447	1.16	30.0	25.8
	60-	-0.1487	-36.2	-0.0048	-42.3	-4551.9	-1722.5	0.62	23323	1.35	30.9	22.8
	出発時刻	0:00 - 6:59	-0.1145	-28.3	-0.0044	-36.5	-3116.2	-1499.4	0.52	16716	1.07	26.3
7:00 - 7:59		-0.1648	-40.1	-0.0059	-50.6	-6682.3	-2148.0	0.68	40751	1.05	28.2	26.8
8:00 - 8:59		-0.1700	-30.7	-0.0054	-35.9	-3485.2	-1140.5	0.67	19559	1.12	31.6	28.3
9:00 - 9:59		-0.1482	-24.2	-0.0045	-28.0	-1991.8	-792.3	0.60	10815	1.33	32.7	24.6
10:00 - 10:59		-0.1523	-23.0	-0.0047	-26.8	-1858.0	-699.5	0.62	9887	1.43	32.2	22.6
11:00 - 11:59		-0.1497	-19.5	-0.0050	-23.1	-1363.5	-477.6	0.65	7117	1.44	29.7	20.7
12:00 - 17:59		-0.1687	-39.6	-0.0056	-46.6	-5963.9	-1854.0	0.69	31474	1.40	30.4	21.8
18:00 - 19:59		-0.1730	-16.1	-0.0059	-19.8	-1111.6	-323.6	0.71	5951	1.33	29.3	22.1
20:00 - 23:59		-0.1506	-12.3	-0.0055	-14.1	-525.9	-180.8	0.66	2694	1.26	27.1	21.5
移動距離		0km - 10 km	-0.2235	-18.5	-0.0160	-29.3	-10258.1	-577.5	0.94	51712	1.23	14.0
	11km - 20km	-0.1277	-25.7	-0.0090	-54.0	-8987.2	-1827.5	0.80	51582	1.17	14.1	12.1
	21km - 30km	-0.0871	-20.2	-0.0052	-40.1	-3606.4	-1540.2	0.57	21670	1.17	16.8	14.4
	31km - 40km	-0.0737	-15.6	-0.0032	-24.4	-1562.8	-980.1	0.37	9506	1.23	22.7	18.4
	41km - 50km	-0.0526	-10.5	-0.0020	-14.4	-767.6	-609.1	0.21	4597	1.32	26.4	20.0
	51km - 60km	-0.0514	-8.1	-0.0015	-9.3	-412.0	-353.6	0.14	2472	1.40	35.1	25.1
	61km - 70km	-0.0439	-6.0	-0.0011	-5.8	-241.5	-218.2	0.10	1470	1.50	41.0	27.3
	71km - 100km	-0.0418	-6.7	-0.0009	-6.4	-318.7	-291.1	0.09	2000	1.60	45.2	28.1

っている。それに加えて、すべての変数に関する係数において符号が合理的なものとなっている。なお、選択肢固有定数の導入についても検討を行ったが、いずれのモデルにおいても有意な結果を得ることができなかった。

各経路は、車両単位で選択された結果であることから、経路選択モデルから推定された交通の時間価値も必然的に車両単位のものである。そこで、車両単位の交通の時間価値を各属性における平均乗車人数で除することによって、1人当たりの交通の時間価値を推定した。この計算に当たっては、車両内のすべての人(運転手、乗客のいずれも含む)が同一の交通の時間価値を持つものと仮定している。

これより以下のようなことが読み取れる。

第一に、通勤目的、業務目的、私事目的の時間価値が24.5円/分、33.9円/分、21.0円/分となった。業務交通の時間価値は、我が国の平均賃金率(37.2円/分)とほぼ同一かそれよりやや低い数値となった。通勤交通および私事交通の時間価値は、業務交通の時間価値のそれぞれ72.3%、61.9%となった。これらの結果は、他国で実施されているメタ分析の結果(例えば、英国)よりも、やや高い値となっている。考えられる理由の1つとしては、日本では、他国よりも交通混雑が深刻であるため、それらが通勤や私事の交通の時間価値にも反映されていることが挙げられる。また、特に、通勤交通の時間価値の割合が高めになっているのは、我が国では労働時間が固定的で、労働開始時刻が事前に決まっているために時間の制約が厳しいことが反映している可能性もある。

第二に、男性の交通の時間価値は24.7円/分であるのに対して、女性の交通の時間価値は21.9円/分と推定された。男性の方が女性よりも交通の時間価値が高い傾向にあることを示していると思われる。これは、おそらく男性と女性との間の賃金率の違いを反映しているものと考えられる。

第三に、乗車人員が1人の場合の1台当たりの交通の時間価値と1人当たりの交通の時間価値がともに27.6円/分であるのに対して、乗車人数が2人以上の場合の1台当たりの交通の時間価値と1人当たりの交通の時間価値は、それぞれ36.2円/分、15.4円/分となった。これは、1人で運転する場合の方が、乗客を同乗させるときよりも1台当たりの交通の時間価値が31.2%高いことを意味する。これは、運転手の時間価値が乗客の時間価値よりも高いことを暗に意味しているものと考えられる。

第四に、農業、生産・運輸、小売・サービス、事務・技術、その他の業種別の1人当たりの交通の時間価値は、それぞれ22.6、21.4、26.4、26.5、24.9円/分となった。生産・運輸に従事する個人の交通の時間価値が明らかに他の業種に従事する個人の交通の時間価値よりも低い。これは、1つにはこれらの業種の所得水準が他の業種よりも低いことが挙げられる。また、特に運輸業に関しては、交通時間がそのまま業務時間でもあるために、交通時間中に生産的な活動が行われることから交通の時間価値が低くなることも理由と考えられる。

第五に、20歳代、30歳代、40歳代、50歳代、60歳代

の1人当たりの交通の時間価値は、それぞれ20.1、23.8、26.2、25.8、22.8円/分となった。20歳代の交通の時間価値が全世代を通じて最も低く、次に低かったのが60歳代であった。これは、これらの世代においては、他の世代と比べて、賃金率が低いことが原因であると考えられる。

第六に、一日の中では朝8時台の交通の時間価値が最も高くなった。2番目に高かったのは朝7時台であり、それに次いで9時台が高くなった。朝7時～9時台において交通の時間価値が高いのは、交通混雑が激しいピーク時間帯であるためだと考えられる。

最後に、移動距離が長くなるほど、交通の時間価値が高くなることが分かった。これは、英国(Mackie et al.⁸⁶⁾)やスイス(Axhausen et al.⁹⁵⁾)の分析結果と同一の傾向である。

(5) RPデータを用いた交通の時間価値分析のまとめ

第一に、少なくとも通勤交通および私事交通の時間価値は、移動距離とともに増加することが示された。この原因の1つは、Mackie et al.⁸⁶⁾でも示される通り、資源としての時間価値が長時間移動になるほど増加するからである。ここで、交通の時間価値は、資源としての時間価値と商品としての時間価値の和として表現されることに留意する必要がある(De Serpa²⁹⁾)。長時間の交通になるほど、個人の余暇時間が減少する。ここで、余暇時間に関する限界効用が逡減することを仮定すると、余暇時間の減少とともに、余暇時間に関する限界効用は高くなることを意味する。資源としての時間価値は、余暇時間に関する限界効用を所得に関する限界効用で除したものと定義される。もし、交通時間の長短によらず所得に関する限界効用が一定であると仮定されるならば、交通時間の増加と共に資源としての時間価値は増加する。その結果として、交通の時間価値が増加することにつながる。長時間になるほど交通の時間価値が増加するもう1つの原因は、商品としての時間価値が増加することにある。商品としての時間価値は、交通時間に関する限界効用を所得に関する限界効用で除したものとして定義される。交通時間が長くなるほど、移動中の退屈さ、疲労などが増加していくので、不効用は増加していくと考えられる。つまり、交通時間が長くなるほど、交通時間に関する限界(不)効用は増加していくことになる。先と同様に、交通時間の長短によらず、所得に関する限界効用が一定であると仮定するならば、商品に関する限界効用は、交通時間に関する限界効用に依存して増減が決まる。したがって、交通時間の増加と共に、商品に関する限界効用は増加することになる。以上の2つの理由から、交通時間の増加と共に交通の時間価値は増加することが考えられ、これは、今回の実証分析からも裏付けられたといえるであろう。ただし、業務交通に関しては、30km未満の距離帯では、移動距離の増加に伴い一時的に時間価値が低下することが示された。このように一端下がってから上がるような傾向は、他国では報告されておらず、日本に固有の特性である可能性がある。

第二に、分析結果より、高齢者の交通の時間価値は、非高齢者よりも有意に低くなることが明らかとなった。こ

れは、交通時間短縮に対する支払意思額が所得に依存していることを意味していると考えられる。

第三に、分析結果より交通の時間価値は、1日の中でも出発時刻によって異なりうることが示された。こうした時間帯による違いが生じる理由の1つは、時間帯によって道路の混雑状況が異なることが挙げられる。もし高速道路利用経路と高速道路非利用経路のいずれも混雑している時間に出発する場合には、いずれの経路を通っても交通時間が長くなることとなり、これが先にも述べたように、資源としての時間価値を増加させることにつながる。結果的に、交通の時間価値そのものが高めに推定されることになる。同様に、混雑している時間帯に運転するドライバーは、渋滞の中で長時間低速運転を余儀なくされるために、ストレスや疲労が高まり、これは交通時間の限界不効用を増加させる事につながる。これも商品としての時間価値を増加させることにつながる。結果的に交通の時間価値の増加につながる。

第四に、分析結果より、1人で運転する場合の方が、複数が乗車する場合よりも1台当たりの交通の時間価値が低下する一方で、1人で運転する方が、複数が乗車する場合よりも1人当たりの交通の時間価値は高くなることが明らかとなった。この結果は、交通計画上はやや複雑な示唆を与えるものと思われる。そもそも、各車両は、車両ベースの時間価値にしたがって経路の選択を行っているのか、それとも個人ベースの時間価値にしたがって経路の選択を行っているのかが、必ずしも明確でないからである。本研究の分析では、車両単位での経路選択を仮定しているが、複数が乗車する場合に、どのような意思決定が乗車メンバー間で行われるのかについては、さらなる研究が必要であることは言うまでもない。

第五に、以上の分析には、次のような課題があり、さらなる深度化が必要である：(1) 今回の分析に当たってサンプルのスクリーニングを行っているが、この方法次第で、結果が大きく変化する可能性がある。同様に、交通時間や費用のデータ設定方法や経路の設定方法によっても結果が変化しうる。したがって、サンプルのスクリーニングや交通サービス水準のデータ設定方法等についてさらなる検討が必要である；(2) 今回は、単純化のため二項ロジットモデルにより経路選択モデルの推定を行っているが、今般は、Mixed Logitモデル(Train¹⁵⁰)等のさまざまなモデルが適用されるようになってきている。同様に、変数の選択についても、多様な可能性があるにもかかわらず、今回の分析では、主に交通時間と費用のみを用いている。例えば、全サンプルを用いた推定では、交通時間だけでなく、費用についても、クロス項を導入するなどの可能性がある。したがって、モデルの特定化、変数の選択に関してさらなる検討が必要である；(3) 推定された時間価値と賃金率との間には、明確な傾向が見いだせなかった。これには、地域別の高速道路の整備状況、地形的な特性などが推定結果に影響を及ぼしていると考えられるが、その原因の特定には、さらなる分析が不可欠である；(4) 今回の分析は、ある特定の年のクロスセクショナルなデータのみを用いているため、その年に固有な要素(例えば、今回は考慮し

ていないガソリン価格など)が、経路選択行動に影響する可能性もある。道路交通センサスは、定期的実施されてきていることから複数年のデータを用いた分析を行うことが望まれる；(5) 今回の推定結果は、あくまでも推定された交通の時間価値が、高速道路サービスの利用による交通時間短縮に対する支払意思額である点にも留意が必要である。そのため、ここで得られた推定結果を高速道路以外の道路における交通時間短縮に転用するのには限界がある。

4.3 日本の交通の時間価値に関するメタ分析

(1) はじめに

我が国でも、2000年頃から交通プロジェクトの費用便益分析が公式に行われるようになり、その後、実務上の手法としても定着しつつある。交通プロジェクトによって生じる効果のうち、交通時間短縮は、特に大きな割合を占めることが多いため、その経済効果分析に当たっては、妥当な交通の時間価値を定めることが決定的に重要な問題となる。

これに対して、近年、国単位で交通の時間価値を包括的に研究することが、欧州各国で行われるようになってきている。各国でそれぞれ異なる交通の時間価値の分析が行われていることから推測される通り、交通の時間価値の特性は、観測される交通システムの特性に大きく左右される。したがって、他国において常識とされている特性が、必ずしも我が国においても当てはまるわけではない。また、我が国においても、交通の時間価値の実証的な分析の必要が多くの論者から提示されている。

そこで、本節は、我が国の既往の交通行動分析に関する研究成果を用いて、旅客交通の時間価値の特性を分析することを目的とする。ここでは、メタ分析と呼ばれる研究アプローチを採用する。メタ分析とは、統計的分析のなされた複数の研究を収集し、いろいろな角度からそれらを統合したり比較したりする分析研究手法の1つであり、疫学、薬学、教育心理学等の分野で広く活用されてきている(Kulinskaya et al.¹⁵¹)；Hunter and Schmidt¹⁵²)。交通分野においても、例えば、交通需要の価格弾力性に関する研究(Kremers et al.¹⁵³)やガソリン需要の価格弾力性(Espey¹⁵⁴)等でしばしばメタ分析が使われている。交通の時間価値に関するメタ分析としては、Wardman⁷¹⁻⁷³)やAbrantes and Wardman⁷⁶)が、英国の交通の時間価値を対象としてメタ回帰分析を行っている先行研究がある。本節は、日本のデータを用いた行われた交通の時間価値に関するメタ分析(Kato et al.¹⁵⁵)を改良することによって、我が国の交通の時間価値の特性を明らかにする。

(2) 使用データの抽出

我が国では、土木計画学を中心にして、交通行動分析の研究が多数行われてきている。特に1970年代後半以降、非集計行動分析の普及とともに、交通時間と交通費用とが交通行動に与える影響を、離散選択行動モデルを用いて分析している研究が増加している。そこで、これらの中から、以下のプロセスで対象とする論文なら

びにデータを抽出した。

第一に、我が国の消費者の旅客交通行動を対象としていること、個票データを使用した非集計的なモデルを使用していること、統計的に未知パラメータを推定する計量経済分析を行っていること、説明変数に交通時間と交通費用の両方が含まれていること、論文掲載に何らかの審査(ペアレビュー)が行われていることを基準に、対象とする論文を、和文の論文集、ジャーナルから収集した。具体的に、論文収集の対象にしたものは、土木学会論文集、土木計画学研究・論文集、交通工学、都市計画論文集、運輸政策研究を中心とした10種類の論文集、ジャーナルである。この基準にしたがって、論文を選定した結果、81論文が抽出された。

第二に、これらの論文の中から、調査の詳細(例えば、調査方法、調査年月日、調査場所等)の記述が明確でないもの、データの詳細(例えば、サンプル数)の記述が明確でないもの、 t 値が記載されていないもの、定義が明確でない変数が含まれているもの等を含む論文を取り除いた。

第三に、残った論文全てに対して、交通時間と交通費用の t 値を入力し、各変数のパラメータがゼロである、という帰無仮説が、少なくとも同時に90%有意水準で棄却されないようなモデルを選定した。また、尤度比についても0.1以下となるモデルを削除した。これにより、推定されたモデルの統計的有意性のある程度反映できるデータとなっているものと考えられる。

最後に、残ったモデル全てに対して、交通の時間価値を実際に算定した。次に、GDPデフレーターを用いて、求められた交通の時間価値を2000年実質価格へ調整した。GDPデフレーターの値は国民経済計算(内閣府)より、平成18年度確報(平成12年基準の固定基準年方式、1994-2006)、平成10年度確報(平成2年基準、1955-1993)を参照した。その上で、交通の時間価値が上位2.5%ならびに下位2.5%のデータをそれぞれ異常値として削除することとした。なお、下位2.5%のデータを削除してもなお負値となるデータが残ったため、これらも異常値として削除した。

以上のプロセスを経て、最終的に1979~2003年に発表された68論文に含まれる261の交通の時間価値をデータとして使用することとした。

次に、これらのデータについて、(a)分析結果に関するデータ:交通時間および交通費用に関わるパラメータの推定値、交通時間および交通費用に関わるパラメータの t 値、尤度比;(b)研究手法に関するデータ:使用されているモデルの種類、モデルの選択肢集合に含まれる要素、モデルの説明変数およびその数;(c)データに関するデータ:パラメータ推定に使用されたサンプル数、調査実施年月、季節、平日/休日、調査対象地域、調査方法(SPデータ/RPデータ、調査票配布方法);(d)移動特性に関するデータ:利用目的、利用交通機関、移動形態(都市内交通/都市間交通);(e)その他のデータ:研究実施年、主著者および著者の所属、調査実施者、掲載論文、調査実施年の国民一人当たりのGDPおよびその増加率、をそれぞれ収集し、整理した。

(3) データセットの特性分析

まず、データセットに含まれる68論文の特性を見ると、第一に、論文数で5.8%、261の時間価値データのうち8.8%が交通の時間価値の推定を目的としているものである。45.6%の論文、42.9%の時間価値データが政策評価あるいは交通需要予測を第一目的としたものであった。残りは、実務的な適用を念頭に置かない科学的な行動分析に関心のあるものであった。

第二に、30.9%の論文が1979年あるいは1980年代に収集されたデータを用いた分析であり、55.9%が1990年代で、13.2%が2000年代に収集されたデータを用いた分析であった。

第三に、67.6%の論文、70.1%の時間価値データが、都市交通を対象とした分析を行ったものである一方で、32.4%の論文、52.1%の時間価値データが、都市間交通を対象としたものであった。

第四に261の時間価値データのうち52.1%が平日の交通を対象にしている一方で、13.8%が休日を対象にしたものであった。

論文数にして60.3%の論文、時間価値データ数にして57.5%のデータが、RPデータを用いたものであることが読み取れる。一方で、30.9%の論文(34.5%のデータ)がSP調査によるものである。8.8%の論文がRPとSPの両データを用いたモデル推定を行っており、データ数で言えばこれは8.0%に当たる。なお、RPデータは、都市内交通よりも都市間交通を対象とする論文で多く用いられる傾向があった。

過半数の論文およびデータが交通手段選択を対象としたモデル推定を行っており、25%の論文(38.3%のデータ)において経路選択行動が対象とした分析がなされている。これは、日本においては、特に東京圏のような大都市において、鉄道経路の選択行動分析がしばしば行われていることを反映しているものと思われる。他の国では、単一の企業あるいは経営者によって同一の運賃表の下で鉄道サービスが提供されているケースが多いが、日本では複数の鉄道事業者が異なる鉄道ネットワーク、運賃、交通時間等のサービス下で競争をしているため、日本では、鉄道経路選択行動分析が広く研究者の関心を集めているのだと考えられる。36%の時間価値は、都市内の通勤または通学を対象として求められたものだが、都市内の業務交通に関してはわずか1%にすぎない。なお、「通勤・通学」という項目は、通勤交通と通学交通に関するデータを同時に使用することによって得られたものであることを意味する。

(4) 交通の時間価値に関するメタ回帰分析

a) メタ回帰分析の基本的な考え方

以下では、個々の研究成果から得られた交通の時間価値の推定値を従属変数、各研究成果の特性を独立変数として回帰分析を行う。本研究は、Stanley and Jarrell¹⁵⁶⁾の示す手法に従って、メタ回帰分析を行うこととした。回帰式としては、以下に示される対数線形関数による回帰式⁷¹⁾を用いることにする。

$$\ln(VOTT_i) = \mu + \alpha \ln GDP_i + \sum_{j=1}^p \beta_j Z_{ij} + u_i \quad (27)$$

ここで、 $VOTT_i$: i 番目の交通の時間価値データ、 μ : 定数項、 GDP_i : i 番目の時間価値データの GDP に関わる変数、 Z_{ij} : i 番目の時間価値データに関する 0 から 1 で表されるダミー変数、 u_i : 平均 0 の正規分布に従う誤差項、 α 、 β_j : 未知係数パラメータを表す。なお、 α は以下の式を満たすので、GDP に関する時間価値の弾性値となる。

$$\alpha = \frac{d(VOTT_i)}{d(GDP_i)} \cdot \frac{GDP_i}{VOTT_i} \quad (28)$$

なお、通常最小二乗法 (OLS: Ordinary Least Square) に加えて、加重最小二乗法 (WLS: Weighted Least Square) によってもパラメータを推定している。これは、誤差項の分散が不均一である可能性があると判断したためである。各時間価値データの誤差分散を計算するために、各論文のモデルで示されている t 値をもとに、Armstrong et al.⁷⁹⁾の方法に従って、時間価値推定値の標準誤差を推定してそれを用いた。分散不均一性があるとき、OLS によって推定された結果は、(1)依然として不偏推定量であるが、有効性がない、(2)分散の推定値にバイアスがあり、有意性の検定が当てはまらなるとされる(Maddala¹⁵⁷⁾)。これらは、WLS を用いることによって解決される

b) 推定結果

全データをプールした上で、推定した結果を示したものが表 4-2 である。OLS モデル 1 と OLS モデル 2 は、それぞれ通常最小二乗法を用いて推定されたモデルで

あり、前者は、1 人当たり GDP を変数として含まないもの、後者は含むものである。同様に WLS モデル 1 と WLS モデル 2 は、それぞれ加重最小二乗法を用いて推定されたモデルであり、前者は、1 人当たり GDP を変数として含まないもの、後者は含むものである。モデルの決定係数は、それぞれ 0.65、0.66、0.95、0.95 となり、WLS モデルの方が当てはまりがよい。

各変数に関わる係数パラメータの推定結果に関して、以下のような点が読み取れる。

第一に、選択文脈は、あまり結果に影響を及ぼさないようである。WLS モデル 2 のみが、経路選択および駐車場選択の係数(ともに正值)に関して統計的に有意な結果が得られているが、その原因は必ずしも明確でない。

第二に、モデルの種類も、あまり結果に影響を及ぼさないようである。WLS モデルでその他のモデルの係数(正值)に関して統計的に有意な結果が得られているが、その原因は必ずしも明確でない。

第三に、年齢については、いずれのモデルにおいても統計的な有意な結果が得られなかった。

第四に、データ種類に関しては、OLS モデル 2 において有意に正值が得られ、OLS モデル 1 でも有意性がやや低いものの正值が得られた一方で、WLS モデルでは、いずれも有意性が低いものの負値が得られた。

第五に、交通目的については、OLS モデルにおいて一部統計的に有意な結果が得られた。まず、OLS モデルでは、通学の係数が統計的に有意に負値となった。WLS モデルでも有意性が低いものの、同様に負値が得られており、この傾向は確からしい。これは、通学交通の時間価値が、業務交通の時間価値よりも有意に低いことを意味している。次に、私事交通、観光交通の時間価値

表 4-2: 交通の時間価値に関するメタ分析の推定結果

変数	OLSモデル1		OLSモデル2		WLSモデル1		WLSモデル2		
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	
選択文脈	経路選択	0.28	1.12	0.36	1.45	0.73	1.58	0.86	1.87 *
	目的地選択	-0.46	-1.21	-0.37	-0.99	0.67	1.24	0.59	1.1
	駐車場選択	-0.15	-0.34	-0.02	-0.04	1.23	2.25	1.49	2.66 ***
	空港選択	0.23	0.61	0.14	0.36	-0.37	-0.54	-0.55	-0.79
モデル種類	MNL	0.02	0.08	-0.02	-0.12	-0.11	-0.3	-0.22	-0.58
	MXL	0.22	0.57	0.15	0.4	2.31	1.5	1.93	1.25
	NL	-0.31	-1.4	-0.35	-1.56	-0.07	-0.16	-0.13	-0.32
	MNP	-0.3	-0.88	-0.34	-1.01	0.9	1.6	0.66	1.16
	Others	0.01	0.04	-0.1	-0.41	1.74	3.66 ***	1.33	2.6 ***
年齢	65歳以上	-0.5	-1.29	-0.46	-1.18	-1.94	-1.22	-1.74	-1.1
	不明	-0.52	-1.52	-0.44	-1.29	-1.31	-0.88	-1.09	-0.74
データ種類	RP	0.31	1.63	0.31	1.64 *	-0.39	-1.23	-0.4	-1.28
	SP+RP	0.15	0.57	0.17	0.66	0.16	0.41	0.26	0.69
交通目的	通勤	-0.12	-0.43	-0.08	-0.31	-0.79	-0.89	-0.74	-0.85
	通学	-1.2	-3.81 ***	-1.28	-4.08 ***	-0.77	-0.88	-0.95	-1.09
	通勤通学	-0.36	-1.29	-0.32	-1.16	-0.25	-0.28	-0.26	-0.3
	私事	-0.76	-2.37 **	-0.74	-2.33 **	0.21	0.22	0.06	0.06
	観光	-0.75	-1.96 **	-0.72	-1.89 *	-0.3	-0.27	-0.46	-0.42
	その他	-0.63	-2.09 **	-0.53	-1.74 *	-0.96	-0.96	-0.93	-0.95
平日/休日	休日	0.26	0.69	0.2	0.54	-1.77	-2.05 **	-1.53	-1.76 *
	不明	0.38	1.59	0.33	1.4	-0.4	-0.77	-0.29	-0.55
交通属性	アクセス・イグ1	0.66	3.33 ***	0.63	3.23 ***	1.62	5.31 ***	1.42	4.45 ***
	出発駅待ち時	0.83	3.39 ***	0.72	2.92 ***	1.14	2.83 ***	0.74	1.66 *
	駅乗換時間	0.74	2.79 ***	0.66	2.52 **	1.83	4.4 ***	1.59	3.7 ***
	運行間隔	-0.71	-2.43 **	-0.59	-2.01 **	0.41	1.69 *	0.25	0.98
	パーキング料	-0.82	-2.09 **	-0.79	-2.05 **	-0.04	-0.07	0.06	0.12
	乗車時間	0.16	0.84	0.13	0.7	0.48	1.98 **	0.3	1.16
	徒歩	0.36	0.95	0.32	0.83	0.88	1.62	0.67	1.21
	その他	0.31	0.56	0.24	0.44	0.76	0.59	0.37	0.29
研究目的	政策評価	-0.38	-1.89 *	-0.34	-1.69 *	1.34	4.11 ***	1.31	4.02 ***
	行動分析	-0.29	-1.33	-0.15	-0.68	0.56	1.3	0.68	1.59

値が有意に負値となっている。WLS では、私事交通の推定値の符号が逆転するなどやや整合性が低い、この結果も比較的リーズナブルと考えられる。

第六に、平日/休日については、WLS モデルにおいて、休日の係数が統計的に有意に負値であるという結果が得られた。ただし、OLS モデルでは、推定の符号が逆転するなどやや整合性が低い。休日の方が時間価値が低いという結果も、比較的リーズナブルと考えられる。

第七に、交通属性については、全てのモデルでほぼ共通して、統計的に有意な結果が得られた。まず、アクセス・イグレス時間、出発駅待ち時間、駅乗換時間については、いずれも有意に正值であるという結果が得られた。これらは、合理的な結果であると考えられる。次に、OLS モデルおよび WLS モデル 1 では、運行間隔の有意に係数が負値であるという結果が得られた。WLS モデル 2 では有意性が低いものの正值であることから整合性に欠けるが、おおむねこの傾向は確からしい。パーキングタイムについては、OLS モデルでは、統計的に有意に負値となったが、WLS モデルでは統計的に有意な結果が得られていない。乗車時間については、WLS モデル 1 のみ統計的に有意となったが、それ以外のモデルでも正值が得られており、整合的な結果となっている。

第八に、研究目的については、政策評価がいずれのモデルにおいても有意となったが、OLS モデルでは負値である一方で、WLS モデルでは正值となった。

第九に、都市内/都市間については、WLS モデルにおいて、都市間が有意に正值となった。OLS モデルにおいてもそれなりの有意性をもって正值と推定されていることから、都市間交通の時間価値は有意に高い傾向にあるようである。

第十に、選択肢に含まれる交通手段であるが、OLS モデルにおいて有意となる変数が多数見られたが、WLS ではほとんど見られなかった。OLS モデルでは、自動車、航空、パークアンドライドの係数が、統計的に見て有意に正值であるという結果が得られた。これらの係数は、WLS モデルでも有意性は低いものの、同様に正值となっていることから、確からしい結果だと思われる。一方で、バスとフェリーは、OLS モデルでは、統計的に有意に負値となったが、WLS モデルでは、有意性が低いものの正值となっている。

最後に、1人当たりGDPについては、OLSモデル2、WLSモデル2のいずれにおいても統計的に有意に正值という結果が得られた。ただし、弾性値は、0.31、0.39となっている。これは、英国における過去45年間のデータを用いたメタ分析の最新成果(Abrantes and Wardman, 76)が0.9であるのに比べるとかなり低い値となっている。

(5) 交通の時間価値に関するメタ分析のまとめ

以上の結果を総合的に勘案すると、我が国の交通の時間価値データを用いたメタ分析より、以下のような傾向が指摘できる。

- 選択の文脈は、基本的に時間価値の推定結果に影響を及ぼさない
- 推定に使用されるモデルの種類も、基本的に時間価値の推定結果に影響を及ぼさない。

- 年齢に関しては、生産年齢であるか否かは時間価値に影響を及ぼさない。
- データ種類に関しては、特定の傾向が見られない。
- 交通目的については、アクセス・イグレス、出発駅待ち時間、駅乗換時間は、基本的にいずれも時間価値は高めとなる。
- 研究目的については、必ずしも明確な傾向が見いだされない。
- 都市間交通と都市内交通との比較では、統計的な有意性はやや低いものの、都市間交通の方が、時間価値が高い傾向にある。
- 交通手段に関しては、全体的にバスの時間価値が低めであり、航空の時間価値が高めである。
- 1人当たりGDPに関しては、基本的に正の弾性値を持つ。ただし、その値は、0.3程度と、英国の事例と比較してかなり低めの数値である。

4.4 SP データを用いた我が国の交通の時間価値推定の事例分析

(1) はじめに

我が国を対象に、SP 調査によって道路交通の時間価値を推定することを試みる。我が国では、SP 調査によって交通の時間価値を推定した事例に限られているため、どのような調査方法が適しているのかについての知見が十分とは言えない。当然ながら、SP 調査の実施に当たっては、調査票の設計を丁寧に行い、できる限りバイアスの少ない調査結果が得られるよう努力する必要がある。

そこで、本節では、交通の時間価値推定を目的とした SP 調査設計方法を検討し、それを実際に実施することによって、個票データを収集して、データをもとに交通の時間価値を推定する。ここでは、いわゆる RP-off-SP タイプの調査を実施している。これは、まず実際の行動選択結果について質問をした後に、行動結果をベースに人々の表示選好を問うという方法である。また、同一の調査を、インターネットを用いたウェブ調査と、紙ベースの直接配布郵送回収調査の両方でを行い、これらによって得られる結果の比較も行う。

(2) SP 調査の設計

a) 対象とする選択行動

今回の調査の目的は、自家用乗用車による道路利用者の交通の時間価値推定である。そのため、道路ネットワーク上の経路選択から交通の時間価値を推定することが望ましいと考えられる。ただし、我が国の道路ネットワークの特性を考慮した場合、一般道路間(一般道路対一般道路)の選択行動を対象とするのは、(1)一般道路の経路を特定することが被験者にとって困難であること、(2)一般道路は無料であるために、交通費用が主に燃料費用(あるいはタイヤや車両の消耗費用)のみとなるが、利用者が経路間のこれらの費用差を認識しているかどうか疑わしいこと、から適当ではないと判断した。また、(高速道路ではない)有料道路と一般道路との選択を対象とすることも可能であるが、有料道路が比較的

限定されていることから、被験者がイメージしづらいのではないかと懸念される。

以上の理由から、高速道路と一般道路との選択行動（二択問題）とせざるを得ない、という結論に至った。

b) SP 調査の形式

SP 調査票の設計に当たって、英国やオランダで交通の時間価値推定のために、実際に使用されているSP 調査票を事前に入手し、それらを参考としつつ、我が国の文脈を考慮した調査方式の検討を行った。

まず、SP 質問だけで構成される調査とするか、SP と RP の両方の質問を含む調査とするかを検討した。その結果、経路に関する SP 質問を行う上で、実際の経路選択結果である RP に関する質問を行う方が、SP 質問を行うだけの場合よりも、得られる情報量が多いと考えられることから、SP と RP の両方の質問を含む調査を行うこととした。

次に、SP で質問する経路選択を、RP 質問と完全に独立させて異なる文脈の経路選択とするか、RP 質問と同一の文脈の経路選択とするかについて検討を行った。具体的な調査票の設計に当たっては、専門家の意見も参考にしながら、最終的には、原則としては、RP 調査と同一の文脈の経路選択を尋ねることとした。具体的には、RP 調査で得られた行動の発地と着地(OD ペア)と行動目的、行動時刻等をベースとして、その後の SP 質問に回答してもらう形式とした。結果的に、RP 質問による高速道路利用をベースとして、そこから一般道路に転換するかどうかを尋ねる形式となった。なお、本調査では、交通の時間価値に加えて、同時に交通時間の信頼性に関する調査も実施しており、後者の調査の中で、RP 質問とは独立した文脈での経路選択に関する質問を採用している。

c) 調査の対象と調査票配布数

調査規模は、予算の関係から、紙ベースで 250 票、ウェブベースで 250 票の合計 500 票の回答が得られることを目標とした。紙ベースの調査については、過去の調査実績を参考に、有効回答率を 10%と設定し、安全率も考慮して 3,000 票を配布することとする。

調査対象地としては、サンプル率を考慮して、人口 20 万人程度の都市とした。また、RP 質問を行うことから、利用者にとって、高速道路と一般道路の選択可能性が生じる地域であることが必要である。ここで、既に示されたように、道路交通センサスの実績より、(一般道所要時間) - (高速所要時間) が -20 分~70 分でなければ、人々の経路選択が行われないことから、これが満たされることを条件とする。首都圏近辺で、この条件が満たされる都市を検討した結果、最終的に、神奈川県厚木市を対象とすることにした。

(2) 本調査の実施とデータセットの特性分析

a) 本調査の設計

当初の予定通り、厚木市居住者を対象としたアンケート調査を実施した。調査は、紙ベースのポスティング・郵送回収調査と、インターネット調査会社のモニターを用いたウェブ調査の両方によって行うこととした。紙ベース

の調査において配布する調査票は、当初予定通り、3000 票とする。

グループインタビュー、プレアンケートを行った結果から、以下の点に留意し調査票を設計した。

- 料金に関する変動パターンは、RP 質問で取得した実際の高速道路利用料金をベースに、「2 倍」「半額」等の表現とする。
- 所要時間に関する変動パターンは、RP で取得した実際の高速道路の所要時間をベースに、「15 分長い」「30 分短縮」等の表現とする。
- 実験計画法に基づき 24 パターンの設問を設定し、9 パターンの調査票を準備し、ランダムに配布する。

b) 本調査の実施

紙ベースの調査は、平成 22 年 12 月 9 日~10 日に実施された。配布枚数 3,000 票に対して、387 票(回収率 12.9%)の回答を得た。ウェブベースの調査は、平成 22 年 12 月 17 日~20 日に実施され、306 票の回答が得られた。なお、総数 693 票のうち、発地着地が不明のものが、91 票含まれていた。

c) 収集されたデータの特性

収集されたデータの特性は、次の通りである。

第一に、性別についてみると、紙ベース、ウェブベースとも、男性の割合が高い。これは、自家用車保有ならびに高速道路利用の割合が女性より男性の方が高いことを反映していると考えられる。

第二に、年齢階層構成についてみると、紙ベースでは、40 歳以上から 70 歳以上までの比較的高齢者の回答者の割合が高い一方で、ウェブベースでは、30 歳から 59 歳未満までの割合が高い。これは、紙ベースでは、若年世代の回答が低いというよく知られている状況と同じである。一方で、ウェブベースについては、インターネットアクセスになじみのある非高齢者の回答が多くなっていることを反映していると思われる。

第三に、職種構成をみると、紙ベース、ウェブベースとも、会社員・公務員(ドライバー以外)の割合が高い。これは、母集団の職種構成を反映したものだと考えられる。

第四に、年間所得階層を見ると、紙ベース、ウェブベースともに、400~599 万円、600~799 万円の割合が高い。

第五に、世帯人数についてみると、紙ベースでは 2 人が最も多いのに対して、ウェブベースでは 4 人が最も多くなっている。これは、紙ベースでは、高齢者の回答者が多い一方で、ウェブベースでは、30 代、40 代の回答者が多いことを反映しているものと思われる。

第六に、世帯の保有車両台数を見ると、紙ベース、ウェブベースともに 1 台が最も多く、次いで 2 台となっている。0 台の回答者がほとんどいないのは、本調査が自動車利用を対象としたものであるからである。

次に、回答者の高速道路利用の特性は、次の通りである。

第一に、最近の高速道路利用について尋ねているが、高速道路の利用日は、平日よりも週末あるいは休日の方がやや多い結果となった。ただし、紙ベースでは、平日の利用が週末・休日よりも多いのに対して、ウェブベ

ースでは逆となっている。この理由は必ずしも明らかでない。

第二に、高速道路の所要時間を見ると、60～120分が最も多く、次に、30～60分となっている。

第三に、利用した発地と着地について、利用した高速道路の代替経路となる一般道路の所要時間を見ると、60～120分、120～180分、180～300分がほぼ同じ割合となった。これは、紙ベースとウェブベースでほぼ同じ傾向にある。

第四に、利用した高速道路と一般道路の所要時間差を見てみると、60～120分が最も多く、次いで30～60分となっている。ただし、一般道路の方が所要時間の短い回答も得られており、回答の整合性に注意が必要だと考えられる。

第五に、利用した高速道路と一般道路の所要時間の比を見てみると、2～3倍が最も多く、次いで1.5～1.7倍となっている。

さらに、回答者の高速道路利用時の特性は、次の通りである。

第一に、高速道路利用時に使用されていた車種を見ると、約85%が乗用車であり、軽自動車は10%程度となっている。第二に、高速道路利用時の運転者については、自分で運転したケースが全体の約80%となっている。第三に、高速道路利用時に使用した車両にETCが設置されていたか否かについては、約80%の回答者がETC搭載の車両を利用していた。第四に、高速道路利用時の乗車人数についてみると、2人という回答が約35%で最も多く、次に、1人、3人、4人となっている。第五に、高速道路利用時の使用車両のタイプについては、90%以上が自家用車であると回答している。第六に、高速道路利用料金の負担者については、90%以上が、運転者であることが読み取れる。最後に、高速道路利用時の交通目的についてみると、私事と観光がほとんどを占めていることが読み取れる。逆に、通勤時に高速道路を利用しているのは、全体の5%程度にすぎない。したがって、本調査で得られているRPデータおよびSPデータは、基本的に非業務交通データであることがわかる。

(3) 交通の時間価値に関する分析の方法と結果

a) 分析の方法

高速道路と一般道路の二択を対象とした二項ロジットモデルを用いて、時間価値を推定することとする。ロジットモデルの条件付き効用関数には、交通時間と交通費用ならびに高速道路の場合にのみ定数項を変数として設定する。

次に、サンプル集団と母集団との年齢階層分布の差を考慮して、それらの補正を行うために重み付けした尤度関数を設定して、重み付け尤度最大化による推定(WESML)を行う。その際、紙ベースとウェブベースのそれぞれについて、サンプル集団が異なる年齢階層分布を持っていることを考慮して、異なる重みパラメータを設定する。

以下に示す6ケースについて経路選択モデルのパラメータを推定する。

- ・モデル P_SP:紙ベースの SP データのみを使用したモデル
- ・モデル W_SP:ウェブベースの SP データのみを使用したモデル
- ・モデル P_RP+SP:紙ベースの RP と SP の両データを融合したモデル
- ・モデル W_RP+SP:ウェブベースの RP と SP の両データを融合したモデル
- ・モデル PW_SP:紙ベースとウェブベースの SP データを融合したモデル
- ・モデル PW_RP+SP:紙ベースとウェブベースを用いて RP と SP の両データを融合したモデル

ここで、異なるデータを融合する際には、Morikawa¹⁵⁸⁾、Ben-Akiva and Morikawa¹⁵⁹⁾によって提案された SP・RP 融合モデルと同じアプローチを、紙ベースとウェブベースのデータ融合にも活用する。

b) 推定結果

以上のモデルの推定結果を示したものが、表 4-3 である。ここでは、業務、通勤、私事目的別に、先の6タイプのモデルの推定が行われている。

第一に、SPデータだけを用いるP_SPモデルやW_SPモデルでは、統計的に見て有効でない推定結果が得られる傾向がある。

第二に、Web ベースモデルでは、かなり不安定な時間価値が推定される傾向にある。これは、SP+RP モデルを用いた場合でも同様の傾向がある。例えば、Web ベースモデルを用いると、業務目的では、極端に低い時間価値が推定される一方で、通勤目的では、極端に高い時間価値が推定される傾向がある。紙ベースモデルの方が、安定的な時間価値が推定される傾向にある。

第三に、SP データと RP データを融合することによって、モデルの統計的有意性は向上している。具体的には、まず、P_RP+SP モデルの方が、P_SP モデルよりも係数の t 検定値が高く、次に、W_RP+SP モデルの方が、W_SP モデルよりも係数の t 検定値が高く、さらに、PW_RP+SP モデルの方が、PW_SP モデルよりも係数の t 検定値が高い傾向にあることが読み取れる。

第四に、尤度比から判断すると、P_RP+SP モデルあるいはP_SPがいずれの交通目的でも最も高くなっており、それに次いでPW_RP+SP モデルの適合度が高くなっている。紙ベースのデータが含まれる方が、適合度の高い推定結果を生み出していることが推察される。

第五に、各変数の t 検定値および尤度比を総合して見ると、PW_RP+SP モデルがいずれの交通目的についても、最も説明力が高いものであると言える。

最後に、最も説明力の高いと考えられるPW_RP+SPモデルで推定された時間価値を見ると、業務目的で39.1円/分、通勤目的で27.5円/分、私事目的で25.4円/分となった。これより、業務目的の時間価値に対する割合は、通勤目的で70.3%、私事目的で64.9%となった。

(4) SP データを用いた交通の時間価値に関する事例分析のまとめ

以上の分析結果より次のような点を指摘することができる。

表 4-3: 複数タイプのデータを活用した経路選択モデルの
パラメータ推定結果

	P.SP	W.SP	P.RP+SP	W.RP+SP	PW.SP	PW.RP+SP
業務目的						
旅行時間(分)	-0.124 (-0.51)	-0.014 (-0.19)	-0.244 (-1.39)	-0.2 (-0.83)	-0.116 (-0.48)	-0.981 (-1.50)
高速料金(円)	-0.0014 (-0.26)	-0.001 (-0.42)	-0.0031 (-1.11)	-0.0131 (-0.82)	-0.0017 (-0.33)	-0.0168 (-1.56)
定数項	0.95 -0.19	1.715 -0.42	2.662 -1.02	22.505 -0.84	1.3 -0.25	17.546 -1.53
μ_{RP+SP}			0.497 -1.29	0.077 -0.82		0.107 -1.57
μ_{PW}				0.096 -0.16		0.135 -2.03
推定時間価値	51.9	11.1	45.5	11.9	45.3	39.1
初期尤度	-89.2	-98.1	-100.4	-110.4	-187.4	-210.8
最終尤度	-48.7	-86.7	-52	-86.8	-145.5	-153.2
尤度比	0.454	0.116	0.482	0.214	0.224	0.273
サンプル数	104	120	117	135	224	252
通勤目的						
旅行時間(分)	-0.021 (-0.22)	-0.03 (-0.18)	-0.001 (-0.64)	-0.37 (-0.62)	-0.023 (-0.24)	-0.293 (-2.23)
高速料金(円)	-0.0008 (-0.23)	-0.0003 (-0.09)	0 (-0.65)	-0.004 (-0.63)	-0.0008 (-0.22)	-0.0073 (-1.50)
定数項	-0.505 (-0.14)	-0.141 (-0.03)	-0.016 -0.64	-1.053 -0.16	-0.544 (-0.15)	2.324 -0.76
μ_{RP+SP}			30.005 -0.69	0.082 -0.58		0.143 -1.91
μ_{PW}				0.217 -0.12		0.502 -2.14
推定時間価値	16.6	87.4	17	82.8	20.6	27.5
初期尤度	-135.6	-39.7	-152.5	-44.7	-175.3	-197.2
最終尤度	-99.5	-37.5	-116.7	-37.5	-138.3	-156
尤度比	0.266	0.055	0.235	0.16	0.211	0.209
サンプル数	128	64	144	72	192	216
私事目的						
旅行時間(分)	-0.034 (-0.83)	-0.029 (-0.85)	-0.233 (-3.51)	-0.152 (-2.92)	-0.038 (-1.03)	-0.201 (-4.98)
高速料金(円)	-0.0005 (-0.54)	-0.0003 (-0.42)	-0.0038 (-3.14)	-0.0022 (-2.69)	-0.0005 (-0.64)	-0.0032 (-4.27)
定数項	-0.195 (-0.13)	0.029 -0.02	1.931 1.88	2.153 -1.94	-0.113 (-0.10)	1.995 -2.78
μ_{RP+SP}			0.164 -3.22	0.175 -2.51		0.194 -4.79
μ_{PW}				0.683 -0.67		0.684 -6.92
推定時間価値	26.5	35.4	24	28.1	30.7	25.4
初期尤度	-508	-561.5	-573.6	-631.7	-1069.5	-1205.3
最終尤度	-425.1	-516	-451.6	-534.2	-945.5	-990.9
尤度比	0.163	0.081	0.213	0.154	0.116	0.178
サンプル数	680	816	769	918	1496	1687

注: 括弧内は、t検定値を表す

まず、少なくとも今回の調査データを用いる限り、SPデータのみを用いて時間価値を推定することはかなり困難である模様である。紙ベース、Web ベースともに統計的に有意な推定を行うことが難しいことが判明した。一方で、SPとRPを融合することによって、統計的有意性は、顕著に向上する。

次に、少なくとも今回の調査データを用いる限りにおいては、Web ベースはモデルの信頼性が低いことが判明した。近年、Web を活用したアンケート調査が広く活用されつつあるが、その取扱には十分な留意が必要であると思われる。この理由は必ずしも明確ではないが、考えられるものとしては、次のようなものがある。第一は、紙ベースでは、回答者に対して一定の謝礼を支払っている(抽選で20名に3000円分の商品券を送付)のに対して、Web ベースでは、インターネット会社からのポイント付与が行われているので、前者の方が真摯な回答を行うインセンティブが高かった可能性がある。第二に、紙ベースでは、真に調査に協力しようという意図のあるものだけが回答しているのに対して、Web ベースでは、

インターネット調査のモニターから選定されたものが回答しているの、前者の方が後者よりも回答に対して前向きであった可能性がある。第三に、紙ベースとWeb ベースとでは、回答者の回答のしやすさや、真の嗜好を回答できる環境条件が異なっている可能性がある。例えば、紙ベースでは前のページに戻って自分の回答を確認できるのに対して、Web では一度ページが進むと、前に戻るのが面倒であるので、紙ベースの方が、より整合性の高い回答をしやすい可能性がある。同様に、紙ベースでは、自分の好きな環境(例えば時間や場所)で回答できるが、Web ベースでは、PC 等のインターネットにアクセスできる環境が限定される可能性がある。

最後に、得られるデータを融合することによって、モデルの説明力や向上する傾向にあり、今回の推定でも、最も多くのデータを融合したモデルが最も信頼できる結果を生み出した。これより、SPデータを用いて交通の時間価値を推定する際には、できるかぎり関係する他のデータを融合することによって、信頼性を向上させることが必要であると考えられる。

4.5 日本における交通の時間価値分析結果のまとめ

以上の結果を総合すると、日本における主観的な交通の時間価値(=選好接近法による交通の時間価値)について以下のような傾向がまとめられる。

(1) 交通目的別の時間価値の推定値

3つの分析から得られた時間価値を比較したものが表4-4である。いずれも2000年値として推定したものである。

これより、1人当たりの業務交通の時間価値推定値は、34~42円/分、通勤交通は、25~39円/分、私事交通は、20~24円/分となっている。分析間で推定値にかなりの幅があることがわかる。ちなみに、2005年の賃金率(現金給与総額/総労働時間、事業所規模5人以上)の全国平均値は、39.9円/分となっていることから、業務交通の時間価値推定値は、ほぼ同一の値となっている。

次に、通勤交通の時間価値と業務交通の時間価値との比率ならびに私事交通の時間価値と業務交通の時間価値との比率を見ると、前者が70~93%であるのに対して、後者は48~65%となった。これについても分析間でかなりの幅があることがわかる。

(2) 移動距離と交通の時間価値との関係

RPデータの分析結果から、交通の時間価値は移動距離の増加と共に増加することが示された。また、メタ分析の結果からも、都市間交通の時間価値は、都市内交通の時間価値よりも時間価値が高い傾向にあることが示された。他国では、主にSPデータを用いて交通の時間価値の推定されるケースが多いために、それほど詳細に移動距離と交通の時間価値が分析されたことがなかっただけに、今回のRPデータによる分析結果は、世界的に見ても新規性の高い結果であると考えられる。

表 4-4:交通目的別の交通の時間価値推定結果の比較(単位:円/分・人)

	業務	業務との比率	通勤	業務との比率	私事	業務との比率
RP分析	33.9	100.00%	24.5	72.30%	21.0	61.90%
メタ分析	42.4	100.00%	39.2	92.50%	20.2	47.60%
SP分析	36.7	100.00%	25.8	70.30%	23.8	64.90%

注1:RP分析については、推定結果を使用。2000年値。

注2:メタ分析では、「経路選択モデルを使用, MNLモデルを使用, RPデータを使用, 平日, 乗車時間, 自動車」とし, 2000年時点の1人当たり実質GDP値を用いて推定。

注3:PW_RP+SPモデルを用いた推定結果を, GDPデフレーターを用いて2000年値に調整。

表 4-5:移動距離別の交通の時間価値推定結果の比較(単位:円/分・人)

移動距離(km)	5	15	25	35	45	55	65	85
時間価値(円/分)	11.4	12.1	14.4	18.4	20	25.1	27.3	28.1

では、交通の時間価値の移動距離に対する弾性値はどの程度なのであろうか。RPデータに基づく交通の時間価値の推定結果より、表 4-5 のようなデータを用意して、弾性値の推定を行ってみた。推定に当たっては、Wardman(1998;2001;2004)や Abrantes and Wardman (2011)に倣って、弾性値が一定となる以下のような累乗関数を用いた。

$$VOTT_D = \alpha \cdot D^\beta \quad (29)$$

ただし、 $VOTT_D$: 移動距離 D の交通の時間価値の推定値である。

推定結果は、次の通りである。

$$VOTT_D = 5.328 \cdot D^{0.363} \quad R^2 = 0.867 \quad (30)$$

これより、移動距離に関する弾性値は 0.363 となる結果が得られた。この値は、英国のメタ分析による結果 (Abrantes and Wardman⁷⁶⁾)と比較すると、やや高めの値となっている。つまり、我が国では、移動距離に伴って、少なくとも英国よりは、急激に交通の時間が上昇する傾向にあるようである。ただし、英国以外で交通の時間価値の GDP に関する弾性値が推定されたのは初めてであるので、現時点で日本の推定結果の妥当性を議論することは困難である。ただし、Wardman¹⁶⁰⁾によれば、欧州のデータを活用したメタ分析より、1人当たり GDP に対する弾性値は 0.193 と報告されている。

(3) 1人当たり GDP と交通の時間価値との関係

メタ分析の結果より、1人当たり GDP の弾性値は、0.31 という結果が得られた。我が国で1人当たり GDP と交通の時間価値との関係を推定したのは初めてであり、その意味でこの結果の妥当性は、他国との比較によってのみ検討可能である。Abrantes and Wardman⁷⁶⁾によれば、英国の1人あたり GDP に関する交通の時間価値の弾性

値は、0.899 となることが示されている。ちなみに、Wardman¹⁶⁰⁾によれば、欧州のデータを活用したメタ分析より、1人当たり GDP に対する弾性値は 0.747 と報告されている。以上より、我が国の GDP 弾性値は、やや低めの値である可能性が高い。ただし、その原因については不明である。

(4) 今回の分析結果から得られた新たな知見

今回の研究成果の中で、世界的に見て新規性が高いと思われるのは、乗車人数による交通の時間価値の違いに関する分析結果である。RP データを用いた分析結果より、1人で運転する場合の方が、複数が乗車する場合よりも1台当たりの交通の時間価値が低下する一方で、1人で運転する方が、複数が乗車する場合よりも1人当たりの交通の時間価値は高くなることが明らかとなった。

SP データに基づく交通の時間価値推定では、移動時の文脈を設定することが困難であるため、SPデータの使用が主流である他国では、同乗者の人数による時間価値の推定が困難となっている。そのため、比較できる対象がないがゆえに、今回の結果の妥当性を議論することはできない。その意味で、この成果は、今後、他国のデータ等を用いて、さらに検証されるべき点であると考えられる。

また、SPデータを用いた事例分析の結果より、SPデータのみを用いて時間価値を推定することはかなり困難であること、Webを用いて収集されたデータのみを用いて時間価値を推定することはかなり困難であること、ただし、複数のタイプのデータを融合することによって、モデルの説明力や向上する傾向があることを明らかにした。昨今、インターネットを活用した交通データの収集がしばしば行われているが、その設計や分析には注意が必要であるという示唆が得られた。

第5章 交通プロジェクト評価における時間価値の設定

5.1 本章のねらい

交通の時間価値は、交通プロジェクトの評価において中心的な役割を果たす数値である。そのため、多くの国々では、政府によって交通プロジェクト評価のためのマニュアルあるいはガイドラインが設定されており、その中では、必ず交通の時間価値に関する記述がなされている。ただし、そうしたマニュアル・ガイドラインでは、その国の実態や政治的文脈を考慮して、さまざまなアプローチによって時間価値が設定されている。

本章では、日本、英国、米国の3カ国について、それぞれの政府によって設定されている道路プロジェクト評価における交通の時間価値を紹介する。これにより、それぞれの国における考え方の類似点、相違点を見いだすことができるものと期待される。

5.2 我が国の費用便益分析マニュアルにおける道路交通の時間価値

(1) 我が国の公共事業評価における時間価値の設定

2012年時点で、我が国の公共事業評価における時間価値は、『公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)』(国土交通省¹⁶¹⁾)の中で、設定の考え方が示されている。この指針は、国土交通省の所管する公共事業全般をカバーしており、そこには、道路だけでなく鉄道、航空なども含まれる。

この指針の中では、次に示されるように、時間価値に関して比較的自由度をもった設定のされ方が示されている。

「便益計測に時間価値を用いる場合は、需要予測手法や入手可能なデータに応じて、利用者特性等を反映した適切な手法を用いて時間価値を設定する」

これは、異なる交通機関間で、異なる時間価値の設定がなされている現状を踏まえたものだと考えられる。ただし、指針では、次に示されるように、「選好接近法」による時間価値設定を原則としていることがうかがえる。

「時間価値が需要予測モデルから「選好接近法」によって内生的に導出される場合は、既存計測事例等に照らしてその時間価値の妥当性が確認されれば、それを便益計測に適用する。ただし、「選好接近法」により導出された時間価値の適用に課題がある場合には、その理由を明らかにした上で「所得接近法」や既存計測事例に基づく時間価値を適用してもよい」

その上で、以下のように所得接近法や機会費用法による時間価値の適用の考え方が示される。

「時間価値が需要予測モデルから導出されない場合は、「所得接近法」や「機会費用法」により時間価値を設定し、その時間価値を便益計測に適用する。なお、需要予測に時間価値を適用する場合は、その値を便益計測に適用する。ただし、利用者特性等から、より適切な時間価値が設定可能な場合には、その理由を明らかにした上で、その値を便益計測に適用してもよい」

なお、後に述べるように、我が国の道路事業において用いられる時間価値は、所得接近法に基づいて設定されている。技術指針の中では、所得接近法に関して、次のように解説がなされている。

「・所得接近法とは、節約される時間を所得機会(労働)に充当させた場合に得られる所得の増分をもって時間価値とする方法である。したがって、この場合の時間価値は、利用者の時間あたり賃金(賃金率)をもって算定される。

・賃金率は、就業者の業種や居住地域等によって異なるため、これらの利用者の特性を踏まえて設定することも考えられる。」

さらに、車両の機会費用に関しては、以下のような記述がある。

「輸送手段である車両等も時間価値を有している。これについては、移動時間の短縮により、家計や企業あるいは運送事業者等の自動車保有者が、当該車両等を追加的な余暇機会や営業機会に充当させると考え、レンタル・リース価格などの市場価格を適用する方法などがある。」

なお、道路事業の時間価値も、以上の国土交通省の指針に沿った形で設定されている。

(2) 我が国の道路事業評価における時間価値の設定

2012年時点で、我が国の道路事業の費用便益分析の手法は、『費用便益分析マニュアル』(国土交通省道路局 都市・地域整備局¹⁶²⁾)に定められている。

このマニュアルでは、道路整備の効果として、「現時点における知見により、十分な精度で計測が可能でかつ金銭表現が可能である、「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」の項目について、道路投資の評価手法として定着している社会的余剰を計測することにより便益を算出」することとしている。そして、「走行時間短縮便益」は、道路の整備・改良が行われない場合の総走行時間費用から、道路の整備・改良が行われる場合の総走行時間費用を減じた差として算定するものとされる。ここで、「総走行時間費用は、各トリップのリンク別車種別の走行時間に時間価値原単位を乗じた値をトリップ全体で集計したもの」とされる。

その上で、時間価値原単位は、車種別に以下のように1台当たりの数値として設定される。ただし、この原単位はあくまでも「例」としてマニュアルに示されているだけであり、「地域又は道路種別によって差が生じることも考えられる。各地域又は道路種別によって独自に設定されている数値がある場合、それらを用いても良い。ただし、その場合は、原則として、数値及びその算定根拠について公表するものとする」とされている。

表 5-1 で示される時間価値原単位については、その根拠がマニュアル中では示されていない。ただし、これらの数値は、後に述べる「道路事業の評価手法に関する検討委員会」第4回委員会の資料で示されているものと全く同一である。したがって、明らかにその根拠は、同委員会での検討結果にある。

なお、我が国では、時間価値に関する感度分析は、費用便益分析を行う上で必要とされていない。

(3) 我が国の道路事業の時間価値の設定方法

平成20年11月25日に開催された「道路事業の評価手法に関する検討委員会」第4回委員会の参考資料1「時間価値原単位および走行経費原単位(平成20年価格)の算出方法」に、時間価値算定方法の詳細が示されている。

この中では、本報告書で対象とする旅客交通のみならず、貨物車両についても対象とされている。以下では、

表 5-1: 我が国の車種別の時間価値原単位
(単位: 円/分・台)

車種	時間価値原単位
乗用車	40.1
バス	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18

注: 平成20年価格
出典: 国土交通省道路局 都市・地域整備局¹⁶¹⁾

基本的に乗用車の時間価値算定の考え方と方法を紹介する。

a) 時間価値設定の基本的考え方

【定義】

まず、道路事業においては、「時間価値原単位は、自動車1台の走行時間が1分短縮された場合におけるその時間の価値(機会費用)を貨幣評価したもの」として時間価値が定義されている。

これから分かるように、道路事業では、機会費用の考え方(あるいは、上の技術指針でいうところの「機会費用法」)によって時間価値が定義されている。

【機会費用の考え方】

機会費用の算定で実際に行われる行動に対する代替となる行動の選択肢を考えるに当たって、「自動車のトリップが業務目的で行われるものか、それとも非業務目的で行われるものかに留意する必要がある」という考え方が示されている。つまり、人の時間価値は、業務交通と非業務交通の2種類に分類できるという見解が示されている。

ここで、業務交通については、「短縮された時間の用途について企業の観点から選択肢を考える必要がある」のに対し、非業務交通については、「短縮された時間の用途をドライバー、同乗者(乗客)が自分で決定することができる」ことが考慮されるべきとされる。

【機会費用算定時の代替行動の前提】

機会費用を計算する上で、代替となる行動を、人と車両に関して、以下のように整理している。

<人の機会費用を計算する上での代替行動>

- ・自家用乗用車等のドライバーや同乗者、バス等の乗客は、業務目的であれば短縮時間を新たな別の生産活動(労働)に、非業務目的であれば短縮時間を余暇に充てることができる。

- ・自動車運送事業者(タクシー事業者、バス事業者及びトラック運送事業者)は、時間短縮によりドライバー等の従業員の人件費を節約し、同じ輸送サービスをより低コストで提供することができ、あるいは、短縮時間を更なる営業活動に充てることができる。

<車両の機会費用を計算する上での代替行動>

- ・自家用自動車や営業用自動車(タクシー、バス、貨物車)の移動時間が短縮することにより、当該車両を使って、短縮時間を更なる営業活動や余暇活動等に充てることができる。

b) 1人あたり時間価値設定の方法

【業務目的の自家用乗用車ドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用】

業務目的の自家用乗用車ドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用は、両者共に労働者平均月間実労働時間当たり労働費用(現金給与総額、いわゆる賃金に、福利厚生費等(現物給与、退職金、法定福利費、法定外福利費、教育訓練費、募集費など)、いわゆるFRINGE BENEFITを加えた値)とされている。

労働者のうち、統計により賃金及び労働時間について調査が行われており、仮定を置かずに賃金率の算出が可能なのが集計対象とされている。具体的には、毎月勤労統計調査の調査対象である常用労働者数が5

人以上の事業所における常用労働者(以下、常用労働者 A)、毎月勤労統計調査特別調査の調査対象である常用労働者数が1人以上4人以下の事業所における常用労働者(以下、常用労働者 B)および賃金構造基本統計調査の調査対象である常用労働者数が10人以上の民営事業所および公営事業所並びに常用労働者数が5～9人の民営事業所における臨時労働者(以下、臨時労働者)を集計対象とし、これらの実労働時間当たり労働費用を労働者数により重みをつけて平均している。また、臨時労働者の福利厚生費等については、一般に退職金等がないなどわずかであると考えられるため、時間価値原単位を過大に推定することのないように、0 と仮定されている。

<実際の推定式>

(業務目的の自家用乗用車ドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用)

$$= (\text{労働者平均月間現金給与総額} + \text{フリンジベネフィット}) \div (\text{労働者平均月間実労働時間})$$

$$= (\text{常用労働者 A 平均月間現金給与総額}) \div (\text{常用労働者 A 平均月間実労働時間}) \div (\text{労働費用に占める現金給与総額の割合}) \times (\text{集計対象労働者に占める常用労働者 A の割合})$$

$$+ (\text{常用労働者 B 平均月間現金給与総額}) \div (\text{常用労働者 B 平均月間実労働時間}) \div (\text{労働費用に占める現金給与総額の割合}) \times (\text{集計対象労働者に占める常用労働者 B の割合})$$

$$+ (\text{臨時労働者平均 1 時間あたり現金給与額}) \times (\text{集計対象労働者に占める臨時労働者の割合})$$

$$= 43.95(\text{円/人}\cdot\text{分}) \text{ [平成 20 年価格]}$$

【非業務目的のドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用】

非業務目的の自家用乗用車ドライバーの時間当たり機会費用は、労働者平均月間実労働時間当たり現金給与総額(すなわち賃金率)から、所得税、住民税所得割および消費税を控除することによって推定されている。

<実際の推定式>

(労働者平均月間実労働時間当たり現金給与総額)

$$= (\text{労働者平均月間現金給与総額}) \div (\text{労働者平均月間実労働時間})$$

$$= (\text{常用労働者 A 平均月間現金給与総額}) \div (\text{常用労働者 A 平均月間実労働時間}) \times (\text{集計対象労働者に占める常用労働者 A の割合})$$

$$+ (\text{常用労働者 B 平均月間現金給与総額}) \div (\text{常用労働者 B 平均月間実労働時間}) \times (\text{集計対象労働者に占める常用労働者 B の割合})$$

$$+ (\text{臨時労働者平均 1 時間あたり現金給与額}) \times (\text{臨時労働者の割合})$$

$$= 35.66(\text{円/人}\cdot\text{分}) \text{ [平成 20 年価格]}$$

(非業務目的の自家用車ドライバーの時間当たり機会費用)

$$= (\text{労働者平均月間実労働時間当たり現金給与総額})$$

$$\times (1 - \text{所得税}\cdot\text{住民税所得割}) \div (1 + \text{消費税率})$$

$$= 28.87(\text{円/人}\cdot\text{分}) \text{ [平成 20 年価格]}$$

(非業務目的の自家用車同乗者の時間当たり機会費用)

$$= (\text{非業務目的の自家用車ドライバーの時間当たり機会費用}) \times (15 \text{ 歳以上人口}) \div (\text{総人口})$$

$$= 24.94(\text{円/人}\cdot\text{分}) \text{ [平成 20 年価格]}$$

c) 車両の機会費用の設定方法

車両の機会費用は、業務目的についてのみ考慮されている。

業務目的の自家用乗用車の車両の時間当たりの機会費用は、その間の車両減耗分と等価であると考え、時間当たりの車両償却費(時間に依存する部分)を計測することとされる。なお、非業務目的の自家用乗用車の車両の機会費用は 0 と仮定される。

具体的には以下の式により計測する。

(車両の機会費用)

$$= (\text{時間に依存する車両償却費の総額}) \div (\text{車両の償却期間における総勤務時間})$$

このうち、「時間に依存する車両償却費の総額」については、以下の式により計測される。

(時間に依存する車両償却費の総額)

$$= (\text{車両本体価格(平均的な新車価格)}) - (\text{距離に依存する車両償却費の総額})$$

その結果として、3.16(円/分・台)[平成 20 年価格]が求められている。

d) 乗用車の時間価値設定の方法

乗用車の車両当たりの時間価値原単位は、保有形態別にドライバーと同乗者のトリップ目的に対応した1人当たり時間当たり機会費用をそれぞれ設定し、さらに平均乗車人員を勘案しつつ、走行台キロによる重み付け平均として求められる。

ここで、乗用車の保有形態別パターン分類は、次の表 5-2 でまとめられている。

表 5-2: 乗用車の保有形態分類

保有形態	ドライバーのトリップ目的	同乗者のトリップ目的
自家用	業務	業務
	非業務	非業務
営業用	業務	業務 非業務

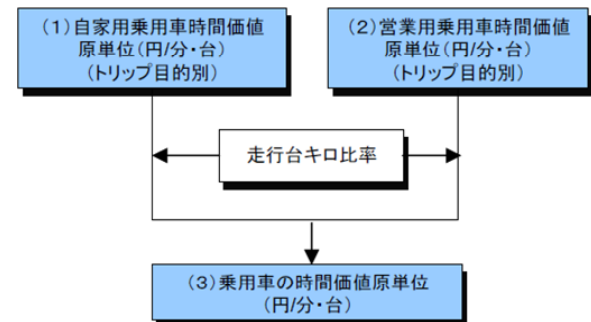


図 5-1: 我が国の乗用車の時間価値原単位の計測フロー

出典: 国土交通省道路局 都市・地域整備局¹⁶⁾

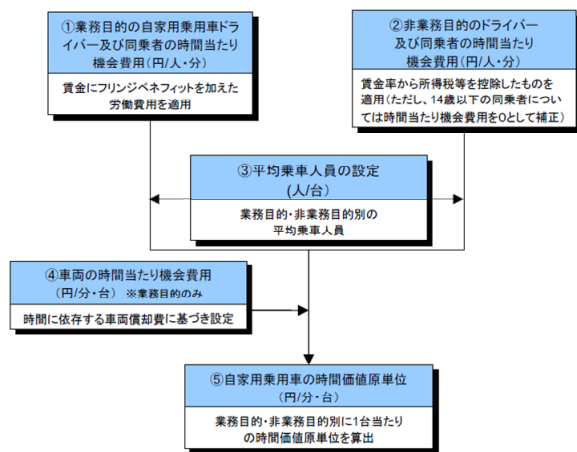


図 5-2:我が国の自家用乗用車の時間価値原単位の計測フロー

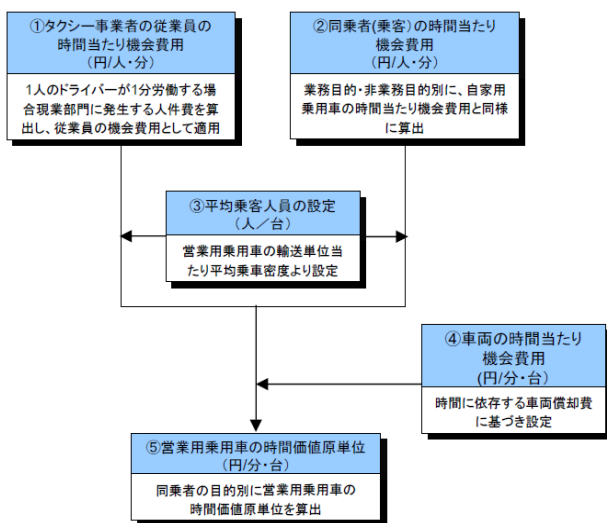


図 5-3:我が国の営業用乗用車の時間価値原単位の計測フロー

出典:国土交通省道路局 都市・地域整備局¹⁶¹⁾

まず、車両当たりの時間価値の計算方法がまとめられたものが図 5-1 である。自家用乗用車時間価値原単位(トリップ目的別)と営業用乗用車時間価値原単位(トリップ目的別)を用いて、それぞれの走行台キロ比率で重み付けをすることで、乗用車の時間価値原単位が求められる。

次に、自家用乗用車の時間価値原単位の計算方法は、図 5-2 にまとめられている。これより、交通目的別に、ドライバー・同乗者の時間当たり機会費用と車両の時間当たり機会費用との合計により自家用乗用車の時間価値原単位が求められることが読み取れる。ただし、ドライバー・同乗者の1人当たり時間当たり機会費用は、業務目的のトリップと非業務目的のトリップでそれぞれ求めた上で、交通目的別の平均乗車人員を考慮した上で、計算される。

最後に、営業用乗用車の時間価値原単位の計算方法は、図 5-3 にまとめられている。これより、交通目的別に、タクシー事業者の従業員と乗客の時間当たり機会費用と車両の時間当たり機会費用との合計により自家用乗用車の時間価値原単位が求められることが読み取

れる。

5.3 英国における交通の時間価値の設定

(1) 英国における交通の時間価値設定の背景

英国では、1960年代の時間価値の理論(一般化費用)の登場にはじまり、1970年代には、交通プロジェクト評価への時間価値の導入、1980年代には、第一次調査における離散選択モデルの普及および表明選好(Stated Preference: SP)調査の導入、1990年代には、第二次調査におけるSP形式による本格調査、と半世紀以上にわたる交通の時間価値に関する議論の歴史を持つ。現在では、英国交通省が、WebTAG (Transport Analysis Guidance)において、交通の時間価値を設定している。具体的には、WebTAG内のTAG Unit 3.5.6 (Department for Transport UK¹⁶³⁾)に関連する記述がある。最新版は、2011年4月に改訂された。2011年の改訂は、英国のリーズ大学交通研究所によって行われた、非業務交通の時間価値に関する最新の研究成果(Mackie et al.⁸⁶⁾)を反映させるためとされている。

(2) 英国における交通の時間価値の設定

a) 業務交通の時間価値

英国では、業務交通の時間価値の設定に対して、所得接近法が使用されている。1人当たりの業務交通の時間価値を交通手段別、計算単位別に示したものが表 5-3 である。なお、業務交通に、通勤は含まれない。

ここで、3種類の計算単位とは、資源費用¹、認知費用²、市場価格³のことであり、業務交通の場合、時間価値として使用されるのは、資源価値(=認知価値)である。資源費用は、総賃金率プラス賃金外労働費用、例えば年金や労働期間に応じた費用で計算される。

2001年3月バージョンのTENでは、24.1%の賃金外労働費用がカウントされていたが、2000年の労働費用調査における最新のデータに基づいて、この数値を21.2%に減少させている。なお、自家用車運転者、公共交通利用者(鉄道、バス、地下鉄、タクシーの乗客)、歩行者、自転車利用者、自動二輪車利用者および全て人々の平均の価値は、個人の所得をもとに、1999-2001年の全国交通調査(National Travel Survey: NTS)データを用いて計算される。職種毎の価値(バス、普通貨物車、タクシーおよび軽貨物車の運転者または同乗者)については、2002年の新収入調査(New Earning Survey)からデータを取得している。

なお、交通プロジェクトの実施によって、交通手段の

¹資源費用とは、間接税を控除した費用であり、政府機関や企業の費用を計測する場合に使用される。

²認知費用とは、実際に経験される費用である。業務交通の時間価値は、雇用者にとっての価値なので、業務交通の認知費用は資源費用と等しくなる。一方で、非業務交通の時間価値は、旅行者にとっての価値なので、非業務交通の認知費用は市場価格と等しくなる。

³市場価格とは、消費者が市場における財やサービスに対して支払う価格であり、旅行者の費用を計測する場合に使用される。そこには全ての間接税が含まれる。

表 5-3: 英国における業務交通の1人当たり時間価値
(ポンド/時, 2002 年価格)

分類	資源費用	認知費用	市場価格
自家用車運転者	21.86	21.86	26.43
自家用車同乗者	15.66	15.66	18.94
軽貨物車(運転者, 同乗者)	8.42	8.42	10.18
その他貨物車(運転者, 同乗者)	8.42	8.42	10.18
公共サービス車 運転者	8.42	8.42	10.18
公共サービス車 同乗者	16.72	16.72	20.22
タクシー運転者	8.08	8.08	9.77
タクシー/ミニキャブ乗客	36.97	36.97	44.69
鉄道乗客	30.57	30.57	36.96
地下鉄乗客	29.74	29.74	35.95
歩行者	24.51	24.51	29.64
自転車利用者	14.06	14.06	17
自動二輪車利用者	19.78	19.78	23.91
全平均業務活動者	22.11	22.11	26.73

出典: Department for Transport UK¹⁶³⁾

注: 軽貨物車(Light Goods Vehicles: LGV)とは、総重量 3.5 トン以下の貨物車のこと。その他貨物車(Other Goods Vehicles: OGV)とは、総重量が 3.5 トンを越える貨物車のこと。公共サービス車(Public Service Vehicles: PSV)とは、総重量が 3.5 トン以上で、通常 16 席以上の座席のある公共サービス用車両やバスのこと。

表 5-4: 英国における非業務交通の1人当たり時間価値
(ポンド/時, 2002 年価格)

目的	資源費用	認知費用	市場価格
通勤	4.17	5.04	5.04
その他	3.68	4.46	4.46

出典: Department for Transport UK¹⁶³⁾

表 5-5: 英国における業務交通および非業務交通時間
価値の将来成長予測

年	業務交通時間価値の成長率 (%/年)	非業務交通時間価値の成長率 (%/年)
2002-2003	2.44	1.95
2003-2004	2.55	2.04
2004-2005	1.67	1.34
2005-2006	2.18	1.74
2006-2007	1.97	1.57
2007-2008	-0.09	-0.07
2008-2009	-5.38	-4.31
2009-2010	0.52	0.41
2010-2011	2.75	2.2
2011-2012	2.52	2.01
2012-2013	2.54	2.03
2013-2014	2.54	2.03
2014-2015	2.05	1.64
2015-2016	2.05	1.64
2016-2021	1.67	1.34
2021-2031	1.67	1.34
2031-2051	1.97	1.58
2051以降	1.91	1.53

出典: Department for Transport UK¹⁶³⁾

利用者に大幅な変更が予想される場合、利用者層の所得階層や年齢分布が大きく変化するので、それにとまって交通手段別の時間価値も、大きく変化することがあり得る。そのため、そうした場合には、表 5-3 で示される一定の交通手段別時間価値を使用することには、注意が必要であることが示されている。

b) 非業務交通の時間価値

ガイドラインでは、まず、「移動の大半は業務時間中に発生しておらず、旅行者自身の時間で発生している。

しかし、人々は暗黙のうちに関心自身の時間についても、速いが高い移動と、遅いが安い移動とのトレードオフを考慮しつつ、価値付けを行っている。したがって、異なる交通戦略や計画の影響を評価する上で、この価値を考慮することが適当である」と述べられ、非業務交通の時間価値の重要性とその選好接近法による測定の意義が示されている。

非業務交通の時間価値は、選好接近法に基づいて、通勤交通とその他交通の2種類について、計算単位別に表 5-4 のように設定されている。

非業務交通の場合、時間価値として使用されるのは、市場価格(=認知価値)である。ここで、非業務交通の時間価値は、リーズ大学交通研究所の研究である Mackie et al.⁸⁶⁾により推奨された数値が用いられている。Mackie et al.⁸⁶⁾は、1994 年に英国政府によって行われた SP 調査のデータ(Hague Consulting Group and Accent Marketing & Research¹¹⁶⁾)を再分析することによって、1 人当たり非業務交通の時間価値を推定した。この推定結果は 1997 年価格であったことから、消費者物価指数をもとに 2002 年価格に変換したものがガイドラインに示されている。

なお、これより、非業務目的と業務目的との交通の時間価値の比率は、通勤では、5.04(認知費用)/21.86(自家用車運転者・資源費用)×100=23.1%、その他では、4.46(認知費用)/21.86(自家用車運転者・資源費用)×100=20.4%となることわかる。

c) 時間価値の将来変化

英国のガイドラインでは、時間価値が将来の所得に応じて、変化するように設定されている。非業務交通の時間価値は所得に応じて変化し、その弾性値は 0.8 と仮定される一方で、業務交通の時間価値も所得に応じて変化し、変化の弾性値は 1 と仮定される。ここで、所得としては年間 1 人当たりの実質 GDP が使用される。将来の各年の時間価値の成長率については、財務省の提示する GDP 予測値と政府の提示する人口予測値に基づいて、ガイドライン中に表形式で設定されている。

設定されている時間価値の変化率は、表 5-5 の通りである。

ただし、時間の経過と共に、1 人当たり実質 GDP の予測値と観測値とが異なることが判明した場合には、以下の式を用いて修正することとされている。

(時間価値成長率修正値) = (対象年の元の時間価値成長率) × (対象年の割引率) / (現在の割引率)

d) 車両単位の時間価値

車両単位の時間価値は、1 人当たり業務交通の時間価値、1 人当たり非業務交通の時間価値、車両平均乗車人数、自家用車同乗者数の年変化率および業務交通と非業務交通との総走行距離の割合を用いて計算されている。また、車両平均、軽貨物平均、商業用車平均の数値については、業務交通と非業務交通との総走行距離の割合から得られる目的別の割合で重み付けして求められている。

車両単位の車両タイプ別時間価値は、平日、休日、全日別に、また平日については、時間帯別に設定されている。また、車両単位の時間価値であっても交通目的

表 5-6: 英国における車両単位の交通の時間価値(2002 年価格, ポンド/分・台)

車両タイプと交通目的	平日					休日	全日
	7-10時	10-16時	16-19時	19-7時	平日平均		
自家用車							
業務	30.74	30	29.61	29.81	30.18	31.68	30.18
通勤	5.84	5.79	5.69	5.69	5.74	5.74	5.74
その他	7.58	7.89	8.08	7.86	7.9	8.74	8.21
平均	10.97	12.05	9.9	9.77	10.88	9.22	10.46
軽貨物車							
業務(貨物輸送)	12.22	12.22	12.22	12.22	12.22	12.83	12.22
非業務	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	9.31	7.29
平均	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	12.41	11.63
その他貨物車1	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18
その他貨物車2	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18
公共サービス車							
業務	19.8	15.11	19.8	24.24	18.57	13.88	17.33
非業務	18.45	6.83	22.5	23.43	15.68	3.94	12.61
その他	35.97	47.28	32.38	30.58	38.69	50.06	41.68
合計	74.21	69.22	74.68	78.25	72.93	67.87	71.62

出典: Department for Transport UK¹⁶³⁾

注: その他貨物車1 (Other Goods Vehicles 1: OGV1)とは、総重量が3.5トン以上の2軸あるいは3軸の車両のこと。その他車両2 (Other Goods Vehicles 2: OGV2)とは、総重量が3.5トン以上の4軸以上の車両および全ての連接車両のこと。

別に時間価値が設定されている。具体的な設定値は、表 5-6 に示される通りである。

5.4 米国における交通の時間価値の設定

(1) 米国における交通の時間価値設定の背景

米国における交通の時間価値は、覚書の形で米国連邦交通省(USDOT)交通政策局のウェブページに掲載されており、そこでは、交通の時間価値の算出方法や算出経緯が説明されている。USDOT 交通政策局の役割は、陸上交通政策全般にわたる構想を運輸長官に対して勧告し、USDOT が議会に提案した規則制定、法律、証言および報告書を再検討することにある。

米国ではじめて交通の時間価値が公表されたのは、1997 年である(USDOT¹⁶⁴⁾)。それが示される覚書では、「交通システムの利用者が節約あるいは損失する時間価値の計測」が、「将来 DOT で行なわれる費用便益分析と費用対効果分析に利用されるべき」であるとされている。つまり、交通の時間価値データの交通需要予測への転用は想定されていない。そして、これが全交通機関に利用できる交通の時間価値であり、当時の交通機関別の手法に置き換わるものであるとしている。また、個人の移動時間短縮のみが対象とされ、移動時間の遅延、車両の運転費用の軽減、在庫費用あるいは損傷費用については扱われていない。そのため、精緻化にむけてさらなる調査が必要としている。2003 年の改訂(USDOT¹⁶⁵⁾)は、使用データを1995年から2000年に変更しただけであるため、公表は数値のみとなっており、解説などのテキストは付されていない。

なお、連邦政府の規制に関しては、コンサルテーション等のプロセスを経て、一般からも意見を聴取するが、交通の時間価値については基本的に USDOT の関係

者が作成している。ただし、作成過程において非公式に外部の有識者等から意見を聴取することもあるとされる。

(2) 米国における交通の時間価値の設定

米国の交通の時間価値は、業務、非業務を問わず、所得接近法によって算出されている。

a) 業務交通の時間価値

業務交通では、福利厚生なども含めた被雇用者の1時間あたりの平均報酬率に対して、表 5-7 で示される比率を乗じることによって時間価値が算定される。結果として、業務交通の時間価値は表 5-8 のようになる。

ここで、表 5-7 において、業務交通の比率は100%と設定されているが、これは、①多様な時間帯や地理的な条件の中で移動形態が異なるため、移動時間の比較が容易になること、②ある設定における推定値を他に転用しやすくするためとされる。

なお、米国の特徴は、従来、航空利用の時間価値および業務目的のトラック運転手の時間価値がそれぞれ独立して設定されていることにあった。ここで、航空が独立して設定されているのは、航空利用者が他の機関の利用者と比べて高所得者層であるので、時間価値が有意に高いことを反映したものだと考えられる。なお、トラック運転手の時間価値については、1995年のフルタイム運転手の週あたり実収賃金の中央値である481ドルを「運輸・物資輸送業務」のフルタイム平均週労働時間(45.9時間)で除し、これに週あたりに換算した1時間あたり平均福利厚生額5.34ドルを加えることにより求められている。

なお、2011年の改定版において、航空利用者に高速鉄道利用者が加えられ、それにあわせて、陸上交通利用者から高速鉄道利用者が除外されることになった。そ

表 5-7: 米国における推奨される交通の時間価値の賃金率
に対する割合(1人1時間あたり)

	陸上交通機関 (高速鉄道を除く)	航空・高速鉄道	貨物車両運転者 (全交通機関)
地域交通 非業務	50%		
業務	100%		
地域間交通 非業務	70%	70%	
業務	100%	100%	100%

表 5-8: 米国における推奨される業務交通の時間価値
(ドル/時)

	陸上交通機関 (高速鉄道を除く)	航空・高速鉄道	トラック運転者
地域交通	22.9		18.1
地域間交通	22.9	57.2	18.1

トラック運転者:24.70, バス運転者:24.50, 公共交通運転者:
40.40, 機関士:34.30, 航空パイロット・技士:76.10

表 5-9: 米国における推奨される非業務交通の時間価値
(ドル/時)

	陸上交通機関 (高速鉄道を除く)	航空・高速鉄道
地域交通	12	
地域間交通	16.7	31.9

出典:USDOT¹⁶⁶⁾

して、従来のトラック運転手は貨物車両運転者 (Vehicle operators) とされ、すべてのモードに関して時間価値の比率が 100% になることが欄外に記入されることになった。そして、本文中にトラック運転手と機関士 (Locomotive engineers) に加えて、バス運転者、公共交通運転者および航空パイロット、技士が具体的に示されている。それをまとめたのが表 5-8 である。

b) 非業務交通の時間価値

非業務交通では、単位時間当たり平均家計所得に対して、表 5-7 で示される比率を乗じることで時間価値が算定される。結果として、非業務交通の時間価値は、表 5-9 のようになる。

表 5-7 において、地域交通の非業務の比率が 50% とされているが、その主要な出典は、先行研究の調査と Miller¹⁶⁷⁾ である。Miller はこれに先立つ研究 (Miller⁶⁹⁾) において非業務交通の場合、自動車運転者の 60%、自動車と公共交通の乗客の 45% を推奨している。そして、Miller¹⁶⁷⁾ ではそれが自動車運転者の 55%、乗客の 40% に修正されている。その上で、多くの場合、運転手と乗客が同値かどうかは不明であるため、自家用旅行者の 50% と結論づけられている。USDOT によれば、50% という数値は、運転者の 55%、旅客の 40% を地域内移動の自動車 1 台あたり平均乗車人数によって重み付けした平均値にきわめて近いとのことである。一方、表 5-8 において、地域間交通の比率は 70% と設定されているが、この出典は Brand¹⁶⁸⁾ である。そこでは、飛行機と自動車を用いた交通の時間価値には、賃金の 70% が、もっともらしい大きさであるとされている。ここには、都市間の鉄道移動は含まれていないが、米国では、それが航空機か自動車によってほぼ代替されるため、賃金の

70% でよいと推奨されている。

5.5 日・英・米の交通の時間価値設定の比較と我が国への示唆

(1) 日・英・米の交通の時間価値設定の比較

日・英・米の交通の時間価値設定を比較整理したものが、表 5-10 である。

まず、ガイドライン全般に関しては、各国とも政府の担当省からガイドラインが提示されている。日本は国土交通省、英国は Department for Transport、米国は Department of Transportation がそれぞれガイドラインをインターネット上に公開している。日本は 2008 年 11 月に更新された一方で、英国、米国は 2011 年に最新版に更新された。日本では、英国、米国が全交通機関を対象としているのとは異なり、道路交通だけを対象としたガイドラインの設定となっている。日本では、交通機関別に異なるガイドラインが設定されている。

次に、ガイドラインの中で示されている内容についてだが、日本では車種別の時間価値原単位が示されているが、英国では、1人当たりの時間価値と車両当たりの時間価値の両方が提示されている一方で、米国では、1人当たりの時間価値だけが提示されている。ちなみに、日本の1人当たり時間価値は、ガイドラインではなく、その根拠を検討した学識経験者の委員会の資料において示されている。

1人当たり時間価値については、いずれの国においてもその値が設定されている。日本では、業務と非業務の2つの交通目的について、それぞれドライバーと同乗者の1人当たり時間価値が設定されている。英国では、業務については、交通機関別に詳細に1人当たり時間価値が設定されている一方で、非業務については、通勤とその他の2種類について1人当たり時間価値が設定される。米国では、業務と非業務の2つの交通目的について、地域交通・地域間交通別および交通機関別(陸上、航空・高速鉄道、トラック)に1人当たり時間価値が設定されている。1人当たりの業務交通の時間価値は、いずれの国も平均賃金率と平均プリンジベネフィットとの和を用いて所得接近アプローチにより算定される。一方で、1人当たり非業務交通の時間価値は、日本と米国では所得接近アプローチ(あるいはそれに、選好接近法から得られた比率を乗じた方法)によって算定される一方で、英国ではSPデータを用いて推定する選好接近アプローチによって算定されている。その結果、非業務交通の業務交通に対する1人当たり時間価値の比率は、日本で 65.7%⁴⁾ となっているのに対して、英国では、通勤/業務=23.1%; その他/業務=20.4%, 米国では、陸上(地域交通)非業務/業務:52.4%; 陸上(地域間交通)非業務/業務:73.0%となっている。

車両当たり時間価値については、日本と英国ではその値が明確に設定されているが、米国ではガイドライン内で明確な設定がなされていない。米国では、1人当たりの時間価値をもとにドライバー、同乗者に同一の時間

⁴⁾ 自家用車ドライバーの場合。

価値を仮定した上で乗車人員を用いることによって、車両当たり時間価値を計算することが、期待されている。日本では、車種別(乗用車、バス、乗用車類、小型貨物車、普通貨物車)に時間価値が設定されるのに対して、英国では、曜日別(平日、休日、全日)・時間帯別(平日

のみ)・交通目的別(業務、通勤、その他)・車種別(自家用車、軽貨物車、普通貨物車、商業用車)にかなり細かく時間価値が設定されている。日本、英国のいずれについても、1人当たり時間価値をベースに、交通目的間の交通量の割合等を考慮して加重平均によって、全

表 5-10: 日・英・米の交通の時間価値設定の比較

	日本	英国	米国
ガイドライン全般			
ガイドライン名	費用便益分析マニュアル(ただし、詳細については、道路事業の評価手法に関する検討委員会(2008)に示される)	Values of Time and Operating Costs TAG Unit 3.5.6(WebTAG)	The Value of Travel Time Savings: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations Revision 2
ガイドライン発行者	国土交通省	Department for Transport	U.S. Department of Transportation
最新版発表時期	2008年11月	2011年4月	2011年9月
価格設定年	2008年	2002年	2009年
対象交通機関	道路交通	全ての交通	全ての交通
決定プロセス	道路事業の評価手法に関する検討委員会にて学識経験者による検討の後、国民からの意見を収集して策定	コンサルテーションプロセスを経て策定	基本的には、省内の専門家による議論により策定。必要に応じて、学識経験者からアドバイスをもらう。
更新時期	不定期に改訂	不定期に改訂	不定期に改訂
ガイドラインで示されるもの	車種別時間価値原単位	1人当たり時間価値、車種別・交通目的別・曜日別・時間帯別時間価値	交通目的別・交通機関別・交通タイプ別1人当たり時間価値
1人当たり時間価値			
設定分類	業務、非業務別のドライバー、同乗者	業務(交通機関別)、通勤、その他	交通タイプ(地域交通、地域間交通)別の業務と非業務の交通機関別(陸上、航空・高速鉄道、トラック)時間価値
設定方法	業務 所得接近アプローチ:平均賃金率+平均プリンジベネフィットを常勤雇用者(企業規模別)と臨時労働者について算定し合算 非業務 所得接近アプローチ:賃金率から所得税、住民税所得割、消費税を控除して算定。14歳以下の同乗者は0	所得接近アプローチ:平均賃金率+賃金外労働費用 選好接近アプローチ:Leeds大学で行われたSPデータに基づく推定値を使用	所得接近アプローチ:平均賃金率+平均プリンジベネフィット
使用データ・根拠	「毎月勤労統計調査 平成19年度」(厚生労働省)、「平成19年賃金構造基本統計調査」(厚生労働省)、「住民基本台帳人口要覧(平成20年版)」(財)国土地理協会等	National Travel Survey(1999-2001); Labour Cost Survey 2000; Mackie et al. (2003)等	Miller(1998); Occupational Employment and Wage Estimates (Bureau of Labor Statistics, May 2009); U.S. Census Bureau, Table H-8等
主な設定値	業務 自家用乗用車ドライバー:43.95(円/分・人) 自家用乗用車同乗者:43.95(円/分・人) 非業務 自家用乗用車ドライバー:28.87(円/分・人) 自家用乗用車同乗者:24.94(円/分・人) 比率 非業務/業務=65.7%(自家用乗用車ドライバー)	自家用車ドライバー:69.7(円/分・人);自家用同乗者:50.0(円/分・人);全職種平均:70.5(円/分・人) 通勤:16.1(円/分・人);その他:14.2(円/分・人) 通勤/業務=23.1%;その他/業務=20.4%(自家用車ドライバー)	陸上交通:35.5(円/分・人);航空・高速鉄道:88.7(円/分・人) 陸上(地域交通):18.6(円/分・人);陸上(地域間交通):25.9(円/分・人);航空・高速鉄道(地域間交通):49.5(円/分・人) 陸上(地域交通)非業務/業務:52.4%;陸上(地域間交通)非業務/業務:73.0%
車両当たり時間価値			
設定分類	車種別(乗用車、バス、乗用車類、小型貨物車、普通貨物車)	曜日別(平日、休日、全日)×時間帯別(平日のみ)×交通目的別(業務、通勤、その他)×車種(自家用車、軽貨物車、普通貨物車、商業用車)別	N.A.
設定方法(乗用車)	自家用車と営業用車の時間価値を両者の走行台キロ比率で加重平均することで算定 自家用車:業務と非業務の時間価値をもとに目的別平均乗車人員で加重平均したものに車両の機会費用を加えて算定 営業用車:タクシードライバー(業務)と乗客の時間価値(非業務)の時間価値をもとに平均乗車人員で加重平均したものに車両の機会費用を加えて算定	1人当たり業務交通の時間価値、1人当たり非業務交通の時間価値、車両平均乗車人数、自家用車同乗者数の年変化率および業務交通と非業務交通との総走行距離の割合を用いて計算	N.A.
使用データ・根拠	「平成17年度全国道路・街路交通情勢調査、自動車起終点調査」(国土交通省道路局)等	National Travel Survey(1999-2001)等	N.A.
その他			
地域別の違いの考慮	全国画一	全国画一	全国画一
経年での変化	考慮せず	GDP弾性値を業務で1、非業務で0.8と設定して将来の1人当たり実質GDP予測値に応じて変化。2051年以降までガイドラインで示される。	年率1.6%の経済成長を見込みGDP弾性値を1として算定
時間価値の幅	考慮せず	考慮せず	不確実性を考慮し、時間価値を幅で提示

注:英国は、2002年末の為替レートとして、1ポンド=191.38円を、米国は、2009年末の為替レートとして、1ドル=93.04円を使用した。

国値が設定されている。

地域別の時間価値については、いずれの国も考慮せず、原則的に、全国画一の時間価値が設定されている。経年での変化については、日本では変化しない(つまり、GDP 弾性値がゼロである)ことが仮定されているのに対して、英国、米国では、GDP の変化に対して正の時間価値の変化を仮定している。英国では、GDP 弾性値を業務交通で1(つまり、1人当たり実質 GDP が 1%上昇すると1人当たり時間価値も 1%上昇する)、非業務交通で0.8(つまり、1人当たり実質 GDP が 1%上昇すると1人当たり時間価値は 0.8%上昇する)ことが仮定されている一方で、米国では、GDP 弾性値が1であると仮定されている。その結果、英国、米国ともに、将来にわたって GDP と連動して時間価値が変化することが想定されており、いずれの国も将来の1人当たり GDP が上昇することが予測されるため、時間価値も増加することが仮定される。最後に、交通の時間価値の幅についてであるが、日本と英国では、交通の時間価値に幅があることが明示されていない一方で、米国では、不確実性を考慮して時間価値が幅で示されている。

(2) 英米における交通の時間価値設定の我が国への示唆

第一に、英米両国では、いずれも交通の時間価値のガイドラインが改訂されたばかりである。その背景には、近年の交通の時間価値推定のためのデータ収集・分析技術の向上や交通の時間価値に関する学術的知見の蓄積がある。英国では、SP 調査技術の向上を受けて、非業務交通の時間価値を選好接近法によって推定する方式が採用された。また、英国・米国ともに、GDP の変化に伴う交通の時間価値の将来変化が明示的に考慮されることになった。これらは、現在の我が国の交通の時間価値ガイドラインでは考慮されていない事項であり、我が国での適用可能性が検討されるべきだと考えられる。

第二に、英国と米国とでは、ガイドラインにおける交通の時間価値設定の立場にかなりの違いがあることが判明した。英国は、最新技術を取り入れ、明確な根拠に基づき、できる限り緻密に交通の時間価値を設定しようとしているのに対して、米国は、かなりゆるやかに交通の時間価値を設定しようとする傾向にある。これは、両国間の交通政策や制度の違いを反映している可能性がある。英国では、交通インフラの整備はすでにある一定程度

に達し、新規整備は限られている。英国交通省担当者によれば、現在は、交通混雑緩和のための既存インフラの改良や、料金システムなどが政策の主流になりつつあるとのことであった。こうした既存の都市内交通システムの改良は、効果の発現メカニズムが複雑なので、より緻密なプロジェクトの評価手法が必要とされる。また、英国では、ガイドライン整備を含めて、一般に公開された透明なプロセスの中でプロジェクト評価を行うことが強く求められている。これらが、英国では、プロジェクトの実施の是非を検討する上で、緻密な交通の時間価値に基づく評価手続きが必要となっている理由であると推察される。

一方、米国では、道路整備を例に挙げれば、法定の連邦道路補助の配分公式が公表されるため、州の連邦補助額は事前に周知され、たとえ特別プロジェクトであっても連邦議会で決定されるというプロセスがある。さらに、実質的に道路予算の6割以上は、州により使用されていることからわかるように、米国では、基本的には州の権限が強く、また、連邦政府の交通の時間価値のガイドラインも州に及ばない。これらが、米国のガイドラインがラフに設定されている理由であると考えられる。

第三に、英国では、全国一律の交通の時間価値が、政治的意思決定によって設定されたという経緯にも着目すべきである。交通インフラ整備が地域間の格差是正にも寄与するという政策的意図からすれば、全国一律の交通の時間価値の設定も至極当然といえる。万一、地域間の便益の公平性を議論したいのであれば、交通の時間価値そのものの設定を変更するのではなく、算出された便益に対する社会的なウェイトをどのように設定するべきかを議論するべきという考え方もある。ただし、その場合、社会的ウェイトの設定方法の妥当性については、できる限り公の場で議論された上で、最終的には政治的に判断されるべきものであることは言うまでもない。

第四に、日本と英国では時間価値が一つの値としてのみ設定されているが、米国では、交通の時間価値に不確実性があることを認めて、数値に一定の幅のある想定がなされている。交通プロジェクトの便益評価において、交通の時間価値は直接的な影響を及ぼすこと、および交通の時間価値の精度やその値の信頼性を考慮すると、ある程度の幅をもって検討すべき、という米国のアプローチは、プラグマティックであると言える。

第6章 交通の時間価値に関する論点と今後の研究課題

6.1 はじめに

交通の時間価値に関する研究は膨大に存在するが、依然として分かっていない点、議論すべき点がいくつも残されている。以下では、大きく分けて、理論上の論点と、交通の時間価値設定に関する論点の2つについて説明することとする。特に、交通の時間価値設定に関する論点に関しては、我が国の文脈を考慮する。

6.2 交通の時間価値の理論に関する論点

(1) 総交通時間に対する時間価値とトリップ1回当たり交通時間に対する時間価値

既往の交通の時間価値に関する理論研究では、時間価値の定義に当たって、トリップ1回当たりの交通時間ではなく、総交通時間の変化に対する支払意思額が用いられることが多かった。例えば、Truong and Hensher³⁶⁾のモデルでは、効用関数が、 $u(G, T, t)$ と設定され、 t は、特定の期間(例えば1日)中における総交通時間を意味している。つまり、この場合には、交通時間の短縮効果は、1回当たりの交通時間短縮ではなく、1日の総交通時間の短縮効果となる。仮に、交通需要(=トリップ回数)が、交通時間の短縮によって変化しないのならば、総交通時間の短縮で便益を計測しても、総交通時間の短縮便益=1回当たりの交通時間短縮便益×トリップ回数が成立するが、実際には、交通需要は交通時間の関数であるから、この仮定は妥当でない可能性が高い。

これに対して、Bates and Roberts³⁹⁾は、効用関数中の交通時間を1回当たりの交通時間とする一方で、特定の時間制約中に行われるトリップも1回だけに制限したモデルを提案している。これにより、トリップ1回当たりの交通の時間価値を求めることができる。これは、特定の1回のトリップを対象にした離散選択問題に対しては有効な対応であり、通勤のように1日に1回しか通常行われないようなトリップには、適用可能であろう。また、たと

え同一目的地への複数回トリップであっても、個々のトリップは異なる文脈(時刻や曜日)で行われるのであるから、それぞれが1回ずつの独立したトリップであると仮定できるのならば、これで問題ないと解釈することも可能であろう。しかし、こうしたアプローチは、伝統的な経済学で仮定される同一財の複数回消費とは合致しないものである。

この問題に対応するためには、交通需要(トリップ回数)と1回当たりの交通時間とを分離したモデルの定式化が必要となる。森杉¹⁶⁹⁾は、1トリップ当たりの交通時間と交通サービス需要量とを明示的に分離した時間配分モデルを定式化し、そこから資源としての時間価値および交通の時間価値の導出に成功している。

森杉¹⁶⁹⁾をもとに、資源としての時間価値を例に挙げると、以下のようなモデルが定式化される。

交通サービスを利用して移動する個人の効用最大化問題は、次のように示される。

$$V(l, p, t, T, y) = \max_{z, x, l} u(z, x, l) \quad (31a)$$

$$\text{s.t. } z + px = y, \quad tx + l = T \quad (31b)$$

ただし、 u : 効用関数、 z : 合成財需要量、 x : 交通サービス需要量、 l : 余暇時間、 V : 間接効用関数、 p : 交通1単位の交通価格、 t : 交通1単位の所要時間、 T : 利用可能時間、 y : 所得。

これに対して、ラグランジュ関数を設定し、それに対して包絡線定理を適用すると、次式で表される2つの Roy の恒等式が成立する。

$$\text{価格に関する Roy の恒等式: } V_p = -V_y x$$

$$\text{時間に関する Roy の恒等式: } V_t = -V_T x$$

任意の財の価格と所要時間の限界代替率が時間価値であるので、2つの Roy の恒等式より、時間価値を以下のように定義する。

$$VOT = \frac{dp}{dt} \Big|_{V=\text{const}} = \frac{V_t}{V_p} = \frac{-V_T x}{-V_y x} = \frac{V_T}{V_y} \quad (32)$$

ここで、サブスクリプトは $V_t = \partial V / \partial t$ のように偏微分を

表す。

さて、時間価値を需要関数 x で表すために、2つの Roy の恒等式をそれぞれ t と p で微分すると、

$$V_{pt} = (-V_y x)_t = -V_{py} x - V_y x_t \quad (33)$$

$$= -(-V_T x)_y x - V_y x_t = V_{Ty} x^2 + V_T x_y x - V_y x_t$$

$$V_{tp} = (-V_T x)_p = -V_{pT} x - V_T x_p \quad (34)$$

$$= -(V_y x)_T x - V_T x_p = V_{yT} x^2 + V_y x_T x - V_T x_p$$

が得られる。上式の左辺は等しいので、

$$V_{Ty} x^2 + V_T x_y x - V_y x_t = V_{yT} x^2 + V_y x_T x - V_T x_p \quad (35)$$

$$V_T (x_p + x x_y) = V_y (x_t + x x_T) \quad (36)$$

したがって、

$$VOT = \frac{V_T}{V_y} = \frac{x_t + x x_T}{x_p + x x_y} \quad (37)$$

これより、資源としての時間価値は、交通需要 x の時間の代替効果 ($x_t + x x_T$) の価格の代替効果 ($x_p + x x_y$) に対する比として表現できる。なお、ここで導出された交通の時間価値は、観測可能なマーシャルの需要関数から得られるものである点に特徴がある。

(2) 主観的時間価値と社会的時間価値

我が国の事例分析によれば、選好接近法によって推定される時間価値は、地域間でかなり異なっている。では、地域間で異なる時間価値が設定されるべきなのだろうか。

この問題は、需要モデルから得られた時間価値をそのまま便益の計測に使用することは妥当かという問題だと考えることができる。これに対して、Mackie et al.⁸⁶⁾は、便益計測には、需要モデルから得られる主観的な時間価値ではなく、外生的に設定される社会的な時間価値が使用されるべきと主張する。これは以下のように説明できる。

個人の(間接)効用関数を $V_i(\cdot)$ 、所得を Y_i 、価格ベクトルを P 、社会厚生関数(社会全体の厚生水準を構成員である個人の効用関数の関数として表したものを) $W_s = W_s[V_1(Y_1, P), \dots, V_n(Y_n, P)]$ とする。ここで、社会的厚生関数が、個人の効用関数の重み付き線形和で表されると仮定する。すると、交通プロジェクトによって、個人 i の交通時間が dt_i だけ短縮される場合の厚生水準の変化は、

$$\Delta W_s = \sum_i \frac{\partial W_s}{\partial U_i} \cdot \frac{\partial V_i}{\partial Y_i} \cdot \frac{\partial Y_i}{\partial t_i} dt_i \quad (38)$$

と表される。仮に、社会厚生関数が個人の効用関数の加重和(個人のウェイトを Ω_i とする)で表されるとするならば、

$$\frac{\Delta W_s}{\lambda_s} = \frac{1}{\lambda_s} \sum_i \Omega_i \cdot \lambda_i \cdot VOT_i dt_i \quad (39)$$

によって社会的便益は計測可能である。ここで、 λ_i は個人の所得に関する限界効用で、 λ_s は、架空の社会的

な所得に関する限界効用であり、個人間で共通とする⁵⁾。また、 $VOT_i (= \partial Y_i / \partial t_i)$ は需要分析モデル等から推定される個人の時間価値である。

ここで、仮に個人のウェイト Ω_i が全員同じ(=1)であると仮定する⁶⁾。すると、社会的な時間価値(価格) SPT_i は、以下のように示される。

$$SPT_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_s} VOT_i \quad (40)$$

一般に、個人の所得に関する限界効用は、社会的な所得に関する限界効用とは異なるので、社会的価値と個人的価値は一致しない。これが、需要分析によって求められる個人の時間価値を、社会的な時間価値として使用してはならない、と主張される理由である。Galvez and Jara-Diaz¹⁷⁰⁾によれば、特定の条件が満たされるならば、 λ_s は、個人の所得に関する限界効用を税負担額で重み付け平均したものと一致する。したがって、所得に関する限界効用逓減を仮定すると、低所得者ほど λ_i は大きいので、 $\lambda_i > \lambda_s$ となることが予想され、低所得者の社会的時間価値は、個人的時間価値よりも高く設定されるべきであり、高所得者はその逆となる。

ところで、実務的には、 $SPT_i = VOT_i$ と仮定し、 $\sum VOT_i dt_i$ によって個人の便益を単純に足し合わせるにより、社会的便益を計測することが多い。このアプローチは、どのような条件が揃えば肯定されるのだろうか。1つの条件は、個人のウェイト Ω_i が全員同じ(=1)で、かつ、個人の所得に関する限界効用が全ての個人間で同一という条件である。この場合、 $\lambda_i = \lambda_s$ となり、 $SPT = VOT_i$ となるので、社会的な時間価値=個人の時間価値となる。しかし、個人の所得に関する限界効用が個人間で同一であるという仮定には、あまりに無理があるであろう。少なくとも社会に所得間格差があることが明らかなる場合、所得に関する限界効用にも差があると考えの方が自然である。もう1つの条件は、個人ウェイトについて $\Omega_i = \lambda_s / \lambda_i$ を仮定する場合である。所得に関する限界効用逓減を前提とすると、高所得の人ほど λ_i は小さくなるので、社会的厚生関数中の個人ウェイトが高く評価されていることになる。これは、逆進的な社会的厚生関数を想定していることを意味する。社会哲学的あるいは倫理的に、このような社会的厚生関数を許容することは難しいと想像される。これは、たとえ所得階層別の交通の時間価値を用いて合算する場合でも同じ問題を生じさせることに留意が必要である。

以上より、需要分析モデルから推定された個人の時間価値を、社会的な時間価値として用いることは適切ではなく、所得階層別に社会的時間価値を設定すること

⁵⁾ λ_s が、個人間で共通であるのは、そうしないと個人間で異なる重みが発生してしまうからである。

⁶⁾ 個人ウェイトが1であるのは、一人一人が同一の権利を持つことを意味しており、民主主義的な価値観を反映していると考えられる。ただし、個人ウェイトは社会的な価値に依存して決められるべきものである。

が必要であると結論づけられる。ただし、具体的に社会的時間価値を推定することは容易ではない。なぜならば、社会全体の所得に関する限界効用と、個人の所得に関する限界効用との比を推定することが困難であるからである。

6.3 我が国の交通の時間価値設定に関する論点

(1) はじめに

交通の時間価値は、最終的には費用便益分析マニュアル等で設定され、マニュアルに定められた時間価値あるいはその計測手法にしたがって、交通プロジェクトの時間短縮便益の計測等が行われる。

ここで、マニュアルにおける交通の時間価値の設定には、時間価値に関する科学的あるいは理論的な知見が反映されることが望ましいと考えられる。しかし、実務的に見たとき、データの入手可能性と精度、時間価値設定方法の理解しやすさ、適用・改訂の容易性、政治的意図等から、理論上望ましいと考えられる事項がマニュアルに反映されなかったり、あるいは一定の仮定に基づいた設定がなされたりするケースがある。そのため、最終的にマニュアルにおいて設定される時間価値に関しては、そのあるべき姿に関して、議論すべき論点が存在することになる。

以下では、我が国の文脈を考慮しつつ、交通の時間価値に関する主要な論点を整理し、論点に係わる議論やデータを提示することとしたい。なお、いずれの論点も明快な解が得られているわけではないことに留意が必要である。これらの論点に関する最終的な判断は、しばしば政治的に行われるものであることを明記しておく。

(2) 非業務交通の時間価値と業務交通の時間価値は同一の方法によって求められるべきか

米国の時間価値ガイドラインでは、全てのタイプの時間価値が、所得に対するパーセンテージにより設定されている。これにより、業務交通と非業務交通との間で一定程度の整合性が図れるようになっている。同様に、我が国の時間価値は、業務交通と非業務交通の両方について、所得接近法が用いられ、統一した考え方が用いられている。一方で、英国では、非業務交通の時間価値が選好接近法で計算される一方で、業務交通には所得接近法が用いられており、両者の方法が整合していない。

我が国や米国のように、基本的に、業務交通、非業務交通ともに所得接近法が用いられる場合には、両者の整合はとりやすく、かつ、わかりやすい。ただし、業務交通に所得接近法を用いることにはある程度の妥当性があると考えられるが、非業務交通に対して、所得接近法を用いることは、妥当でない可能性がある。所得接近法（あるいは機会費用アプローチ）では、交通の機会費用が賃金率と一致するものとされている。ここでは、個人が、仮にその交通が行われなければ、その時間を労働に充てるということが想定されている。

ここで、まず、業務交通の場合、交通が労働時間中

に行われるので、業務交通の時間が短縮されれば、その時間が労働に充てられると想定することは、自然であろう。ただし、例えば宿泊を伴う出張のような、非業務時間をも含むようなトリップが行われる場合には、業務交通の時間短縮が常に労働時間に充てられるとは限らない。

一方で、非業務交通の場合には、定義上、交通が労働時間以外の時間に行われる。確かに、機会費用の考え方に基づけば、「その短縮時間の用途としてさまざまな行動の選択肢が考えられる中で、実際に選ばれた行動以外で、最も高い収益が得られる行動にその短縮時間を充てることとした場合に得られるはずの収益」なので、非業務交通の時間価値が賃金収入によって計測されるのは妥当と言えるであろう。しかし、非業務交通の特性や個人の環境条件次第では、この仮定が妥当でない可能性もある。例えば、休日に行われる非業務交通である場合、休日は労働をしないという条件（これは休日の定義そのものである）が満たされる限りにおいて、交通時間が短縮されても、その時間を業務活動に充てることはあり得ない。ただし、たとえ休日であっても、本人が希望すれば、労働によって収入を得ることは可能であるので、その妥当性は、休日の無労働がどの程度現実性のある仮定であるかに依存する。つまり、休日に仕事をしなくてはならないという法的規制は存在しないので、より高い効用水準が得られるのならば、個人は、中長期的には生活スケジュールを調整することによって、結果的に年中無休の生活を行うことは理論上可能である。ただし、この仮定の妥当性には疑問がある。

そのため、特に、非業務交通の時間価値に関しては、所得接近法ではなく選好接近法によって計算されるべきだという考え方もある。英国の時間価値ガイドラインによれば、「移動の大半は業務時間中に発生しておらず、旅行者自身の時間で発生している。しかし、人々は暗黙のうちに自分自身の時間についても、速いが高い移動と、遅いが安い移動とのトレードオフを考慮しつつ、価値付けを行っている。したがって、交通戦略や計画の影響を評価する上で、この価値を考慮することが適当である」と記述されている。

しかし、その一方で、選好接近法の推定には、様々な困難が伴う。例えば、高速道路と一般道路の選択行動分析によって時間価値を推定しようとする、高速道路固有の要素がパラメータの推定値に与える影響を排除することが困難となる。また、SP 調査データを用いる場合には、調査方法によって結果に大きな影響が発生する恐れがあり、その信頼性・安定性を得るためには、多くの事例研究の蓄積が不可欠である。

以上を総合的に勘案すると、信頼性や安定性を重視する立場からは、所得接近法を用いるのが妥当だと考えられる。ただし、十分信頼性の高いデータが得られる場合には、選好接近法を用いる方が妥当である。

(3) 交通目的の区分を業務交通と非業務交通の2分類とすることは妥当か

我が国を含めた多くの国々では、交通目的を業務交通と非業務交通との2つに分類して、時間価値が設定さ

れている。また、理論上も業務交通と非業務交通とで異なるメカニズムが想定されており、この2つの区分が広く用いられている。理論上の業務交通と非業務交通との最大の違いは、前者が雇用者(あるいは企業)によって意思決定される活動であるのに対し、後者は個人(雇用者、被雇用者の区分はない)によって意思決定される活動である点である。以上の点を考えれば、業務交通と非業務交通の2区分とすることはおおむね妥当と見なせるであろう。

ただし、我が国の文脈を鑑みると、通勤が非業務交通に区分されることに違和感があるかもしれない。なぜならば、我が国の場合、通勤者に対して通勤手当が支給されることが多いが、ここで、手当支給の対象となる交通手段や経路が、被雇用者により決定できないケースがあるためである。例えば、公務員の場合、人事院規則九一二四により「通勤手当の額は、運賃、時間、距離等の事情に照らし最も経済的かつ合理的と認められる通常の通勤の経路及び方法により算出するものとする」とされている。これは、通勤における交通手段や経路が雇用者によって決定されている、あるいは雇用者と被雇用者との調整の結果として決定されていることを意味しており、その意味で、旅行者個人が、自分の判断のみで交通行動を決定するという非業務交通の前提と合致しない可能性が高い。ただし、通勤時間が短縮されても、仮に労働時間が固定されているのならば、通勤の短縮時間が労働に再配分されることはない。したがって、労働時間が固定される企業に雇用されている雇用者の通勤の時間価値は、非業務交通の時間価値と一致すると考えるのが妥当であろう。一方で、労働時間が柔軟に設定できる場合(例えば、フレックスタイム制度が導入されている企業の場合)、労働時間の意思決定は被雇用者によって行われることが多い。この場合は、通勤の短縮時間が、時間に関する限界効用のより大きい活動に再配分されることになるであろう。ここで、労働と余暇の活動に関する限界効用は、均衡状態では一致しているか、あるいは労働時間の最小時間制約が有効である状態となっているものと思われる。すると、結果的に、通勤の時間価値は、非業務交通の時間価値と一致せざるを得なくなるとと思われる。以上の考察より、機会費用法の考え方に基づけば、通勤の時間価値は非業務交通の時間価値と一致することが予想される。

また、非業務交通が一つにまとめられている点についても違和感があるかもしれない。なぜならば、非業務交通と一言に言っても、そこに含まれる交通には様々なタイプの交通があることは明らかだからである。例えば、日用品の購入のための買物交通や銀行・郵便局などへの交通は、生活を維持するために必要な活動(maintenance activity)のための交通であるのに対して、ドライブに出かけたり、遊園地や公園に出かけたりする交通は、純粋に余暇のための交通である。生活維持のための交通は、本源的需要(primary demand)を満たすために発生する副次的な需要(derived demand)であるのに対して、後者の余暇交通は、移動することそのものが本源的需要である場合も含まれる(Mokhtarian and Salomon¹⁷¹⁾)。そのため、前者は交通によって負の効用

が生じることが、後者は交通によって正の効用を生み出す可能性がある(Redmond and Mokhtarian¹⁷²⁾; Richardson¹⁷³⁾)。非業務交通の時間価値が、業務交通の時間価値よりも低くなるのは、こうした本源的需要であるトリップが一定程度含まれることも理由の1つと考えられる。ところが、このような異なるタイプの交通特性を、個々のトリップについて分析することは、ある程度は可能であるとしても、異なるタイプの交通別に将来の需要予測を行うことは、実務的には困難が伴うのも事実である。したがって、交通プロジェクト評価における現実的な適用可能性を考えると、非業務交通を1つの区分として捉えることもやむを得ないと思われる。

(4) 一人当たり GDP の変化に応じて時間価値を変化させるのは妥当か

本研究のメタ分析によれば、我が国の交通の時間価値は、1人当たりGDPと正の相関がある。ここで、交通の時間価値が、所得接近法に基づいて賃金率ベースで求められる場合、1人当たりGDPと時間価値との正の相関を前提とするならば、1人当たりGDPと賃金率との間にも正の相関がなければならない。

我が国に関して、1992～2009年の1人当たり実質GDPと実質賃金率との関係を調べると、いずれも1人当たり実質GDPと実質賃金率には、正の相関があることがわかった。

ただし、同一年の1人当たりGDPと賃金率との間に相関があることは、必ずしも両者に因果関係があることを意味しない。労働経済学の知見によれば、賃金は、労働需要関数と労働供給関数とが一致する均衡量へ瞬時に達しないので、調整に一定程度の時間がかかることが指摘されている(樋口¹⁷³⁾)。これは、国による雇用慣行や法律、制度の違いなどに起因するものと考えられている。仮に日本の労働市場における賃金調整が遅い場合には、同じ年のGDPではなく、それ以前のGDPのデータに対応させる形で賃金率を想定する方が妥当である可能性もある。また、労働賃金率をどのような指標で計測するのかによって、賃金率の動向が大きく変わることも指摘されていることから、分析には慎重なデータの取扱が必要である。

(5) 子供や学生、高齢者の時間価値はゼロなのか

所得接近法に基づいて時間価値を求める場合、子供、学生、あるいは定年後の高齢者は、労働をしていないのだから、賃金率はゼロとなるので、時間価値もゼロとなるのではないかと、という意見がしばしば聞かれる。

時間価値設定の仮定にも依存するが、所得接近法を採用する限り、健全な高齢者の時間価値は原則的にゼロでない。また、学生であっても、高校生や大学生の時間価値はゼロではない。これは、所得接近法に基づく時間価値が、「実際に選ばれたもの以外の選択肢の中で、最も高い収益が得られる選択肢を選んだ場合の収益」によって測定されるからである。つまり、実際には労働をしていない高校生、大学生のような学生や、引退した高齢者であっても、労働市場に労働を供給できる機会が存在する限り、賃金率により時間価値を設定するこ

とが可能となるからである。この考え方に沿えば、法律で労働が禁じられている年少者（日本の場合、0～14歳）については、労働の機会が存在しないので、時間価値はゼロでなければならない。

ただし、現実には、学生や引退した高齢者の賃金率は、実際の労働市場において、他の年齢階層の賃金率よりも低い可能性があることには留意が必要である。なお、年少者であっても、彼らの交通時間が短縮されることによって、所得を得ている扶養者の収益が新たに得られる場合には、それをもって機会費用と考えることもできるかもしれない。

一方で、選好接近法を用いると、収益ではなく、個人の主観的な効用が評価されることになるので、時間短縮によって正の効用が生まれる限り、いかなる人についても何らかの時間価値が存在することが期待される。実際、RP データを用いた分析の結果によれば、65歳以上の高齢者であっても時間価値は存在する。ただし、高齢者の1人当たり時間価値は、65歳未満の時間価値よりも有意に低い。

ちなみに、年少者の場合には、主観的な効用の増加分に対する支払が自らできないので、扶養者がそれを支払うことを前提としなければならない。つまり、年少者の場合、時間に関する限界効用は、本人の効用関数あるいは、利他的な効用関数を持つ他者に基づいて計算されるべきだが、所得に関する限界効用は、本人ではなく費用負担者の効用関数に基づいて計算されるべきだと考えられる。

なお、米国においては、非業務交通の時間価値が全ての人について同一であると仮定されている。これは、非労働者の交通時間の短縮によって、世帯当たりの収入の機会が増えることが仮定されているためか、あるいは非労働者の交通時間短縮による非労働者（あるいは、利他的な効用を持つ世帯内労働者）の主観的効用の増加分に対して、世帯内労働者が支払意思を持つことが仮定されているためだと思われる。

(6) 交通需要予測の時間価値と便益計測の時間価値とは一致させるべきか

現在、我が国の道路交通需要の予測においては、いわゆる四段階推計法 (Ortuzar and Willumsen⁶⁾) と呼ばれる交通需要分析手法が用いられている (国土交通省¹⁷⁴⁾)。特に、道路配分モデルについて見ると、我が国の実務では、道路配分交通量の推計方法として、いわゆる転換率式が広く用いられている。ここで、転換率式とは次のような式である。

$$P = \frac{1}{1 + \alpha \left(\frac{\Delta C / \Delta T}{S} \right)^\beta} \frac{1}{(\Delta T)^\gamma} \quad (41)$$

ここで、 P : 転換率 (高速道路利用率) ; ΔC : 高速道路利用料金 - 一般道路利用料金 ; ΔT : 一般道利用時の所要時間 - 高速道路利用時の所要時間 ; S : シフト率 ; α , β , γ : パラメータである。この式は、経験式であるため、理論的な根拠を持つものではない。また、この式から交通の時間価値を導出することも不可能である。し

たがって、現時点の我が国の道路配分交通量の計算において、交通の時間価値はそもそも考慮されていない、といえるであろう。

では、現在の我が国の道路交通のように、需要予測と便益計測とで分離したモデルが用いられることでよいのであろうか、それとも一体として統合的なモデルが用いられるべきなのだろうか。

理論的な整合性を担保するという観点からは、本来は、交通需要予測モデルと便益計測とで、統合的な手法が用いられるべきなのであろう。例えば、我が国でも航空や鉄道の経路交通需要予測と便益計測では、原則として、ともにロジットモデル等を用いた統合的な分析アプローチが用いられている。ロジットモデルが用いられる場合には、交通の時間価値は、需要モデル推定の結果として得られるので、それがそのままログサム変数を通じて、便益計測時にも活用されていることになる。ただし、城所・金本¹⁷⁵⁾も指摘するように、ロジットモデルを用いた便益計測を行う上では、効用関数のパラメータ (特に、所得の限界効用と経路ダミー) によって便益推計値が大きく変化することから、これらを正確に推定することが必要不可欠である。

しかし、真に需要予測と便益計測との間で経済理論的な整合性をとるためには、経路選択に関してだけではなく、交通手段の選択や目的地の選択、さらには交通発生の選択に関しても経済理論的に整合性をもったモデルが用いられる必要がある。その意味では、現在広く実務で活用されている四段階推計法等の手法は、必ずしも経済理論的には整合的でないと言える (金本¹⁷⁶⁾)。それゆえ、全ての交通関連行動を経済理論的にみて統合的に説明できるモデルを用いることによって、この問題を解消する必要がある (Oppenheim¹⁷⁷⁾)。すでに、一部の交通需要予測では、統合化された交通需要予測モデルが用いられつつある (例えば、Yao and Morikawa¹⁷⁸⁾; Kato et al.¹⁷⁹⁾) もの、少なくとも現時点では、道路交通需要予測の実務で活用されるにはいっていない。

さらに、道路交通需要予測の特殊性にも、一定の配慮が必要である。道路ネットワークは、鉄道や航空のネットワークと比べて、そのサイズが桁違いに大きいために、需要分析の計算時間が膨大になる可能性がある。また、特に都市内道路配分においては、交通混雑による影響を無視できないために、いわゆる均衡配分や分割配分などのアプローチを用いる必要があるが、この計算は収束計算を必要とするために、多大な計算時間を要することが多い。そのため、実務的には、ある程度単純化された需要分析手法を用いざるを得ない。本来ならば、交通目的別、あるいは利用者の属性別に交通需要が推計されるべきであるが、配分計算の負荷の大きさを鑑みれば、これらを緻密に考慮することは現実的とは言えない。したがって、交通の時間価値についても、あまり詳細な分類にしたがって定義を行っても、交通需要予測がそれに対応できない可能性がある。

以上より、理論的には、交通需要予測と便益計測とでは、同一のモデルに基づいて統合的な交通の時間価値が用いられるべきであるが、実務的な観点からみれば、

これらの整合性を担保することは現実的ではないと言えるであろう。

6.4 今後の研究課題

(1) 貨物交通の時間価値について

本報告書では、旅客交通が対象であったが、当然ながら交通には貨物交通(あるいは物流)も存在する。したがって、交通時間短縮による影響を分析する上で、貨物交通の時間価値を分析することは極めて重要な課題である。

既存の研究によれば、貨物輸送の時間価値を計測する手法は、大別すると、要素費用アプローチと需要モデルアプローチとに分類される。

まず、要素費用アプローチとは、輸送時間減少に伴う費用減少を直接計測する手法である。我が国の道路による貨物交通の時間価値もこの方法によっている。この手法は、単純明快であり、しかも比較的容易に時間価値を算定することを可能とするが、次に挙げるような問題がある。第一の問題は、対象とする費用の範囲が不明確である点である。時間価値にいわゆる輸送の可変費用の減少分を含めることについては、研究者間で広く合意がある一方で、輸送の固定費用や輸送に直接関わらないロジスティックス費用(例えば、在庫費用)をどこまで含めるのかについては、明確な合意はない。一般に、これらの費用を含めるかどうかは、短期、中期、長期のような、考慮する時間スケールに依存するものとされる。第二の問題は、要素費用アプローチでは、輸送に関わる様々な変数(例えば、信頼性、輸送頻度等)が時間価値に与える影響を考慮することができないという点である。

一方で、需要モデルアプローチとは、貨物流動の実態を反映した需要モデルにもとづいて、時間価値を計測する手法である。Winston¹⁸⁰⁾によれば、このアプローチは、集計モデルを用いたものと非集計モデルを用いたものとに分類される。理論的には、集計モデルよりも、非集計モデルの方に優位性があるとされる。非集計モデルは、さらに、在庫モデルと行動モデルとに分類される。ここで、在庫モデルとは、企業の利潤最大化行動を前提として、生産プロセスにかかわる輸送行動を分析するものである。このモデルを用いた教科書的な業績とされる Baumol and Vinod¹⁸¹⁾によれば、企業の輸送費用関数は、「純粹」な輸送費用、輸送サービスの発注に関わる費用、輸送中の商品価値の損失費用、在庫を最適水準に維持するための費用、という4つの要素の和によって表されるとされる。一方で、行動モデルは、輸送に従事する個人の効用最大化行動を前提として、輸送行動を

分析するものである。この手法は、旅客交通の行動分析手法を援用したものであるが、どこまで貨物輸送にも適用可能であるかと言う点で疑問があるとされる。これは、行動モデルでは、企業の合理的な生産プロセスが明示的に取り扱われないためである。ただし、輸送の意思決定者の効用関数に、そうした企業の意思決定プロセスの要素が一部含まれていると主張される場合もある。

以上のように、需要モデルアプローチは、貨物輸送の時間価値計測を行う上で有益なアプローチである。ただし、そこで用いられる需要モデルには、いくつかの課題があることが指摘されている(Feo-Valero et al.¹⁸²⁾)。第一の課題は、一般に、貨物輸送に関わる主体は多様であるため、輸送の意思決定者を特定することが極めて難しいという点である。実際、既往研究を見ても、意思決定に関する仮定は、研究者により異なっている。第二の課題は、輸送されている貨物の種類やその輸送特性が、極めて多様であるため、どのような単位で貨物輸送を分類し、時間価値を設定すべきであるかが明確でないという点である。既往研究を見ると、需要モデルを構築する上での集計単位として、輸送品目、輸送品目の価値、輸送物資サイズ、輸送距離、地理的な場所、輸送形態など、様々なものが用いられており、統一された見解はいまだに存在しない。第三に、需要モデルで用いられる説明変数に関しても、定説があるわけではない。既往研究においては、輸送費用、輸送時間、輸送頻度、配送時間の信頼性、配送条件の信頼性、柔軟性、輸送機関、積み替え、貨物のトレーサビリティ等が変数として用いられているが、これらの変数の選択は、研究によって異なっているのが実態である。

貨物輸送の時間価値推定に関する実証研究は、そのほとんどが道路貨物輸送に関して行われており、海上貨物輸送や航空貨物輸送に関しては、ほとんど行われていない。Feo-Valero et al.¹⁸²⁾では、多くの実証研究の中から、特に22の研究成果を取り出して、それらを定性的に比較している。その結果より、道路貨物輸送の時間価値は、海上輸送や鉄道輸送よりも圧倒的に高いこと、道路貨物輸送では、短時間輸送の時間価値の方が、長時間輸送の時間価値よりも高いことなどが示されている。

以上のように、貨物交通の時間価値については、研究が少なからず存在するものの、特に需要アプローチによる時間価値の研究は十分でない。さらなる実証研究が強く望まれる。

(2) 発展途上国における交通の時間価値推定について

これまでのほとんどの交通の時間価値に関する研究は、先進国を対象としたものであった。その一方で、発展途上国を対象とした交通の時間価値に関する研究は極めて限られている。発展途上国の場合、先進国のように人々の時間に対する認識が厳格でなく、交通サービスについても不確実性が極めて高い。また、インフォーマルな職業に従事するものや農業労働者が多いために、労働時間や労働賃金率の定義が困難であることから、

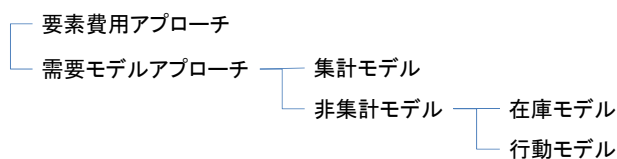


図 6-1: 貨物輸送の時間価値計測手法の分類

これまでの経済理論がそのまま適用できない可能性もある。

IT Transport¹³⁷⁾は、既存の途上国における交通の時間価値に関する調査・研究をレビューし、次のような点を指摘している。

・都市内あるいは都市間交通のケースでも、業務交通と非業務交通の時間価値が区分されることはほとんどない。

・時間価値の推定に選好接近法が用いられることはあまりなく、ほとんどのアプローチは、GDP、賃金率あるいはRDP(Regional Domestic Product)を用いた間接的な指標によるものである。これには次に挙げる2種類の方法が含まれる。

- 1) 第一の方法は、年齢、性別、経済活動の内容によらず全ての人を対象として1人あたりGDPを用いるものである。この手法の利点は、データの入手が容易である点である。旅行者のタイプの違いによる時間価値の違いを考慮しないので、より平等なアプローチであると言える。
- 2) 第二の方法は、第一の方法を旅行者の非集計的な収入データによって改良したものである。近年、世帯収入や世帯内の1人当たり収入、利用交通機関に関するデータが入手可能になりつつあることから、この第二の手法が注目を浴びようになっている。これは、貧困削減に対する関心の高まりを反映している。

・SPデータによるアプローチが用いられることは、極めて稀である。仮にSPデータが使用される場合には、一般に、転換価格法に近いアプローチが用いられる。また、入札プロセスを含むアプローチ(Hine et al., 1998)が用いられることも少なくない。非合理的なSP調査アプローチが誤った結果を生み出しているケースもある。これが、途上国における交通専門家の中で分析手法に関する明らかな無関心を生み出している可能性もある。

なお、Gwilliam¹⁸³⁾によれば、OECDに属していない国では、チリだけが、例外的に交通の時間価値に関する包括的なレビューを行っており、途上国における交通の時間価値を検討する上で有益な示唆を出している。チリの研究成果によれば、交通の時間価値は、文化によって大きく異なる可能性のあることが示されている。例えば、チリの研究成果によれば、チリの非業務交通の時間価値の推奨値、特に都市間交通の時間価値の世帯所得に対する割合は、OECDにおける研究で示されている割合よりもかなり高くなるとされる。

アジア開発銀行(Asian Development Bank¹⁸⁴⁾)は、低所得国における人々の水運搬の時間価値に関してレビューを行っている。これによれば、米州開発銀行(Inter-American Development Bank)は、交通の時間価値が、非熟練労働者の市場賃金率の50%であると仮定されている。また、Whittington, et al.¹⁰⁾は、交通の時間価値は、非熟練労働者の市場賃金率と同等かそれ以上であるという結果を得ている。1996年の世界銀行によるネパールを対象とした農村地域の上水供給、衛生プロジェクトでは、(i)短縮時間の30%が経済活動に貢献しており、これは市場賃金率と一致している、(ii)短縮時間

の16%が世帯活動に貢献しており、これは市場賃金率の50%に相当する、(iii)残りの54%が市場賃金率の25%にあたる活動に貢献している、(iv)結果的に、これらを重み付けすると、交通の時間価値は、市場賃金率の51.5%に当たることが示されている。

最貧国の農村部を対象とした交通の時間価値に関する調査研究は、これまで、ほとんどなされていなかったが、ほぼ唯一の例外がIT Transport¹³⁷⁾である。ここでは、バングラデシュの南西に位置するJessore地域を対象として、農村部における人々の交通の時間価値に関するRP調査およびSP調査が行われている。対象地域では、自転車とリキシャが主要な交通手段であり、農業が中心産業である。調査の結果、RPデータでは、時間価値の推定ができなかったことが報告されている。この理由として、①選択可能な交通手段が極めて限定されていること;②公共交通(バスやリキシャなど)が時刻表通りに走ることがなく、車両が満員になるまで待つことが多いために、待ち時間が極めて長くなっており、待ち時間が利用者の推測に頼らざるを得なくなっていること;③農村地域の人々が時間を守るという概念を余り持っていないために、徒歩時間、待ち時間、乗車時間を正しく推測することが困難であること、が挙げられている。一方で、SPデータによっては、交通の時間価値の推定に成功しており、例えば、男性の乗車時間価値は、女性の約2倍であること、賃金労働者および商業従事者の時間価値は、平均値の約4倍であること、荷物を持っている時の時間価値は、平均値よりも14%高いこと等の結果が得られている。ただし、SP調査に関しては、被験者がトリップの選択の持つ費用の意味に関して、常に調査者からアドバイスを受ける必要があること(これは、農村地区では、金銭のやりとりを行う機会が極めて限られていることに起因する)、被験者が交通目的を一般化する傾向にあることが、問題として指摘されている。さらに、調査の結果より、業務交通の定義が困難であり、先進国と同一の定義による業務交通は、1%未満であったことが報告されている。

以上のように、発展途上国における交通の時間価値に関する研究は、まだ始まったばかりである。途上国における交通プロジェクトが、貧困削減や経済発展に寄与することが期待されていることから、交通プロジェクトの便益の大半を占める交通時間短縮の価値を計測するための時間価値の分析ニーズはさらに高まることが予想される。

(3) 交通の時間価値に基づく交通サービス料金設定に関して

交通の時間価値は、時間短縮に対する支払意思額であるがゆえに、高速道路やHOV(High Occupancy Vehicle)レーンなどの高速の交通サービスの料金設定に活用できる可能性がある。ここで、Hensher and Goodwin⁷⁾は、交通の時間価値を用いて交通サービス料金が設定される場合の問題について考察を行っている。すでに述べたように、近年のモデル推定技術の向上により、交通の時間価値が個人間で分布していることが明示的に考慮されるようになってきている(例えば、Crillo and

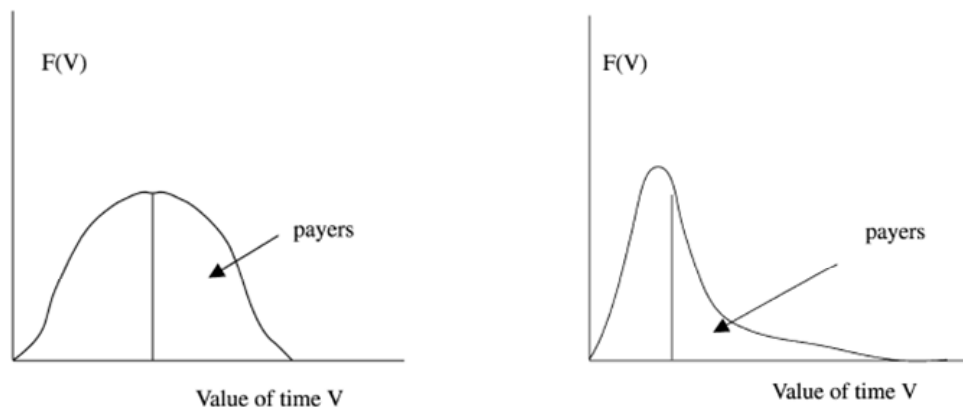


図 6-2: 交通の時間価値が左右対称の分布(左)とゆがみのある分布(右)に従う場合の需要⁷⁾

Axhausen¹⁰⁴⁾). ここで、交通の時間価値の平均値に対応した料金の設定がなされる場合に、交通需要はどのような影響を受けるのであろうか。

議論の単純化のために、同一の発地と着地とを結ぶ、有料道路と無料道路との二択の状況を想定する。有料道路の方が、無料道路よりも走行速度が速いと考えられるので、旅行者は、有料道路を利用することによる時間短縮に対して、一定の支払意思額があることが期待できる。この支払意思額は、交通の時間価値そのものである。ここで、交通の時間価値が、個人間で異なっており、 $f(V)$ という確率密度分布にしたがっているものと仮定する。 V は交通の時間価値を表している。これに対して、有料道路の料金が t と与えられるとしよう。すると、有料道路利用に対する支払意思額(=交通の時間価値) V が有料道路料金 t よりも高い個人だけが、この有料道路を選択し、そうでない個人は無料道路を選択するであろう。したがって、この場合の有料道路の需要 P_t は、以下の式によって算出される。

$$P_t = \int_t^{\infty} f(V) dV$$

これは、交通の時間価値に関する確率密度分布が与えられたときに、 t より右側の部分の面積によって有料道路の需要が計算できることを意味している。

このとき、実際には、交通の時間価値が分布しているにもかかわらず、その分布を明示的に考慮せずに、平均値によって1つの代表的な時間価値が推定されるケースを考える。これは、通常のロジットモデル等を用いた結果として得られる交通の時間価値であって、実務的には標準的に起こりうる事態である。さらに、有料道路の経営者が、交通の時間価値の平均値によって有料道路料金 t を決定するものと仮定してみる。

すると、交通の時間価値の確率密度関数 $f(V)$ の形状によって、有料道路の交通需要は異なってくることになる。例えば、図 6-2 では、交通の時間価値が左右対称の分布(左)とゆがみのある分布(右)に従う場合の交通需要が示されている。ゆがみのある分布では、対数正規分布に近い右に裾野の長い分布形が想定されている点に留意が必要である。左右対称の分布の場合には、交通の時間価値の平均値は、中央値と一致するため、

利用者の 50%が有料道路を利用することになる。その一方で、ゆがみのある分布の場合には、交通の時間価値の平均値は、中央値よりも高くなるので、有料道路の利用率は、50%を下回る可能性が高くなる。

Hensher and Goodwin⁷⁾によれば、交通の時間価値の分布は、対数正規分布に近い分布形が得られることが多いのだとされる。もし、交通の時間価値の分布が、右に裾野の長い非対称形である場合には、ロジットモデル等による交通の時間価値の平均値にしたがって有料道路料金 t の設定がなされると、需要を過大に推計してしまうリスクがあることを意味する。

以上のように、交通の時間価値を用いて交通料金を設定する際には、交通の時間価値の分布がどうなっているのかを詳細に知る必要がある。ただし、交通の時間価値の分布は、対象となる利用者の社会経済特性などに依存することが予想されるので、その理解のためには、実証研究の蓄積が不可欠である。また、交通の時間価値の分布形に関しては、交通が正の効用を生み出すという観点も含めてさまざまな議論が行われているところであるため、さらなる研究が求められている。

(4) その他の研究課題

以下では、上で挙げたもの以外の主な研究課題を挙げる。

a) 交通の時間価値と交通時間の信頼性価値との関係

道路交通における信頼性価値の評価に対する関心が高まりつつある。すでに述べたように、交通時間の不確実性を考慮する方法として、スケジューリングアプローチと平均分散アプローチがあるが、交通時間の信頼性を交通の時間価値として計測するアプローチもありうる。例えば、混雑している状況では、交通の信頼性が低くなることが予想されるので、交通混雑の水準に応じて交通の時間価値を推定することによって、間接的に交通の信頼性価値を求めることが可能である。実務的に見て、どのような方法によって交通時間の信頼性価値を求めるべきかについては、さらなる議論が必要であると思われる。

b) 情報通信技術の発展が交通の時間価値に与える

影響

近年の情報通信技術の進展により、移動中にさまざまな活動を行うことが可能となりつつある。例えば、携帯電話やスマートフォン、モバイル PC の普及は、移動中であっても車内で生産性のある活動を可能としている。これらは明らかに交通の時間価値を低下させる方向に影響を与えていると思われるが、どの程度の影響を及ぼしているのかは必ずしも明確になっていない。

c) 有料道路の利便性効果の交通の時間価値からの分離

多くの国々で、有料道路と無料道路との選択問題から交通の時間価値が推定されている。ところが、この方法によって推定される時間価値には、不可避免的に有料道路であることによる利便性の影響（一種のプレミアム効果、Hensher and Goodwin⁷⁾）が含まれてしまう。これには、平面交差がないことや、走行環境の快適性などが含まれる。そのため、この方法によって得られた推定結果を、有料道路以外の文脈で使用することには限界のある可能性がある。

d) 同乗者の時間価値

道路交通の時間価値分析では、ドライバーを対象とした調査データが用いられるケースが多いが、同乗者の時間価値が直接的に分析されたことはほとんどない（一部例外は存在する、例えば、Accent Marketing and Research and Hague Consulting Group¹¹⁶⁾；The MVA Consultancy et al.⁸⁸⁾）。運転者と同乗者との間での意思決定プロセスや支払の負担分担等も関係していることから、さらに緻密な分析が必要である。

e) 複数の交通手段間の時間価値の整合性

道路交通以外の交通手段の投資プロジェクト評価においても、交通の時間価値は重要な役割を果たしている。ところが、交通手段間で時間価値の設定や計測手法に十分な整合が図られているとは言えない。特に、一連のトリップの途上で、複数の交通手段を使用する場合（例えば、鉄道駅のアクセスにパークランドライドで自動車を利用する一方で、長距離移動には鉄道を利用している場合など）、どのような時間の価値が用いられるべきかについてコンセンサスが取られていない。

f) SP 調査を用いた交通の時間価値推定方法の検討の深度化

昨今の財政事情の悪化から、道路交通センサスのような大規模な RP ベースの調査が今後とも継続されるかどうかは不透明である。一方で、選好データから非業務交通の時間価値を推定するニーズはますます高まることが予想される。ただし SP 調査を用いた交通の時間価値推定には、まだ解決すべき問題が多い。SP 調査ならびにそこで得られたデータの分析事例を蓄積していくことによって、我が国における SP 調査の信頼性を向上させる必要があるであろう。

g) 継続的な交通の時間価値に関する調査研究

欧州諸国では、交通の時間価値に関する国単位での調査研究が継続して行われている。これは、交通の時間価値が、社会経済状況や通信情報技術の進展などによって変化する可能性があることと、時間価値の分析技術そのものが向上していることを反映している。特に、

現在、世界各国で広く使用されている交通の時間価値推定のアプローチは、ある一時点におけるクロスセクショナルな選好データに基づくものであるため、そこで得られる時間価値は、比較的短期的なものとならざるを得ない。したがって、中長期的に継続して交通の時間価値をモニタリングしていくことが不可欠である。

参考文献

- 1) Bruzelius, N. A. (1981) Microeconomic theory and generalized cost, *Transportation*, Vol.10, No.3, pp.233-245.
- 2) Watson, P.L. (1974) *The Value of Time; Behavioral Models of Modal Choice*, D.C. Heath and Company, Lexington.
- 3) Jara-Diaz, S. (2007) *Transport Economic Theory*, Elsevier, Oxford.
- 4) Small, K.A. and Verhoef, E.T. (2007) *The Economics of Urban Transportation*, Routledge, Abingdon.
- 5) Boardman, A. Greenberg, D., Vining, A., Weimer, D. (2010) *Cost-Benefit Analysis*, Prentice Hall.
- 6) Ortuzar, J. D. and Willumsen, L. G. (2000) *Modelling Transport*, Wiley.
- 7) Hensher, D.A. and Goodwin, P. (2004) Using values of travel time savings for toll roads: Avoiding some common errors, *Transport Policy*, Vol.11, No.2, pp.171-183.
- 8) Grafton, Q., Adamowicz, W., Dupont, D., Nelson, H., Hil, R.J., and Renzetti, S. (2004) *The Economics of the Environment and Natural Resources*, John Wiley & Sons.
- 9) Fujita, M. (1989) *Urban Economic Theory: Land Use and City Size*, Cambridge University Press.
- 10) Whittington, D., Mu, X. and Roche, R. (1990) Calculating the value of time spent collecting water: Some estimates for Ukunda, Kenya, *World Development*, Vol.18, No.2, pp.269-280.
- 11) Ben-Akiva, M. and Lerman, S. (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press.
- 12) Pucher, J. and Kurth S.(1996) *Verkehrsverbund: the success of regional public transport in Germany, Austria and Switzerland*, *Transport Policy*, Vol.2, No.4, pp.279-291.
- 13) 太田勝敏(1992) 交通需要マネジメントの概念と展開—米国の事例を中心として—, *道路交通経済*, pp.12-21.
- 14) Johansson, B. and Mattsson, L. (1995) *Road Pricing: Theory: Empirical Assessment and Policy*, Kluwer Academic Publishers.
- 15) Button, K. J. and Verhoef, E. T. (1998) *Road Pricing: Traffic Congestion and the Environment*, Edward Elgar Publishing Ltd.
- 16) Bruzelius, N. A. (1979) *The Value of Travel Time: Theory and Measurement*, Croom Helm London, Surrey.
- 17) González, R.M. (1997) The value of time: a theoretical review, *Transport Review*, Vol. 17, No. 3, pp. 245-266.
- 18) Jara-Diaz, S. R. (2000) Allocation and valuation of travel-time savings, In *Handbook of Transport Modelling*, (Eds.) D.A. Hensher and K.J. Button, Elsevier Science Ltd, pp.303-318.
- 19) Jara-Diaz, S.R. (2007) *Transport Economic Theory*, Elsevier, Oxford.
- 20) Hensher, D. A. (1976) Review of studies leading to existing values of travel time, *Transportation Research Record*, No. 587, pp.30-41.
- 21) 青山吉隆, 西岡啓治(1980)交通計画における時間価値研究の系譜, *土木計画学研究発表会講演集*, No.2, pp.61-70.
- 22) Gunn, H. F. (2000) An Introduction to the valuation of travel-time savings and losses, In *Handbook of Transport Modelling*, (Eds.) D. A. Hensher, pp.433-448.
- 23) Hensher, D. A. (2001) Measurement of the valuation of travel time savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.35, No.1, pp 71-98.
- 24) 日本交通政策研究会(1987)時間価値の理論とその計測手法(共同研究プロジェクト 道路整備の効果分析に用いる時間評価値についての研究), *日交研シリーズ A-114*.
- 25) Moses, L. N. and Williamson, H. F. Jr. (1963) Value of time, choice of mode, and the subsidy issues in urban transportation, *The Journal of Political Economy*, Vol.71, No.3, pp.247-264.
- 26) Becker, G. (1965) A theory of the allocation of time, *The Economic Journal*, Vol.75, pp.493-517.
- 27) Johnson, M. B. (1966) Travel time and the price of leisure, *Western Economic Journal*, Vol.4, pp.135-145.
- 28) Oort, C. J. (1969) The evaluation of traveling time, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.1, pp.279-286.
- 29) De Serpa, A.C. (1971) A theory of the economics of time, *The Economic Journal*, Vol.81, No.324, pp.828-846.
- 30) De Donnea, F. X. (1972) Consumer behaviour, transport mode choice and value of time: some micro-economics models, *Regional and Urban Economics*, Vol.1, No.4, pp.355-382.
- 31) De Serpa, A.C. (1973) Microeconomic theory and the valuation of travel time: some clarification, *Regional and Urban Economics*, Vol.2, No.4, pp.401-410.
- 32) Evans, A. (1972) On the theory of the valuation and allocation of time, *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 19, pp.1-17.
- 33) Collings, J.J. (1974) The valuation of leisure travel time, a note, *Regional and Urban Economics*, Vol.4, pp.65-67.
- 34) Hensher, D. A. and Hotchkiss, W. E. (1974) Choice of mode and the value of travel time savings for the journey to work, *Economic Record*, Vo.50, No.1, pp.94-112.
- 35) Train, K. and McFadden, D. (1978) The goods/leisure tradeoff and disaggregate work trip mode choice models, *Transportation Research*, Vol.12, pp.349-353.
- 36) Truong, T. P. and Hensher, D. A. (1985) Measurement of travel times values and opportunity cost from a discrete-choice model, *The Economic Journal*, Vol. 95, pp.438-451.
- 37) Bates, J. J. (1987) Measuring travel time values with a discrete choice model: a note, *The Economic Journal*, Vol.97, pp.493-498.
- 38) Truong, T. P. and Hensher D. A. (1987) Measuring travel time values with a discrete choice model: A reply, *The Economic Journal*, Vol.97, No.386, pp.499-501.
- 39) Bates, J. and Roberts, M. (1986) Value of time research: Summary of methodology and findings, Paper presented at the 14th PTRC Summer Annual Meeting, University of Sussex, U.K., pp.14-18, July 1986.
- 40) Beesley, M.E. (1965) The value of time spent in travelling, *Economica*, Vol.32, pp.174-185.
- 41) Beesley, M.E.(1978) Values of time, modal split and forecasting, In *Behavioral Travel Modelling*, (Eds.) D.A.

- Hensher and P.R. Stopher, Croom Helm, London, Chapter 21, Part 7.
- 42) Quarmby, D. A. (1967) Choice of travel mode for the journey to work: Some findings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.1, No.3, pp.273-314.
 - 43) Lee, N. and Dalvi, M. Q. (1969) Variations in the value of travel time, *Manchester School of Economics and Social Studies*, Vol.37, pp.213-236.
 - 44) Dalvi, M. Q. and Lee, N. (1971) Variations in the value of travel time: Further analysis, *The Manchester School of Economics and Social Studies*, Vol.39, No.3, pp.187-204.
 - 45) Wabe, J. S. (1971) A study of house prices as a means of establishing the value of journey time, the rate of time preference, and the valuation of some aspects of environment in the London Metropolitan Region, *Applied Economics*, Vol.3, pp.247-253.
 - 46) Nelson, J. P. (1977) Accessibility and the value of time in commuting, *Southern Economic Journal*, Vol.43, pp.1321-1349.
 - 47) Edmonds, R.G.J. (1983) Travel time valuation through hedonic regression, *Southern Economic Journal*, Vol.50, No.1, pp.83-98.
 - 48) Mansfield, N. W. (1969) Recreational trip generation, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.2, No.2.
 - 49) Smith, R.J. (1971) The evaluation of recreation benefits: The Clawson method in Practice, *Urban Studies*, Vol.8, No.2, pp.89-102.
 - 50) Goodwin, P. B. (1974) Generalized time and the problem of equity in transport studies, *Transportation*, Vol.3, No.1, pp.1-24.
 - 51) Goodwin, P. B. (1976) Human effort and the value of travel time, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 10, No. 1, pp.3-15.
 - 52) Bonsall, P.W. (1983) "Transfer price data"- Its use and abuse, Proceedings of Seminar M, PTRC Summer Annual Meeting, Brighton.
 - 53) Georgesu-Roegen, N.(1936) The pure theory of consumers behaviour, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.50, pp.545-593.
 - 54) Gunn, H.F. (1984) An analysis of transfer price data, Proceedings of Seminar H, PTRC Summer Annual Meeting, Brighton.
 - 55) Hensher, D. A. (1976) The value of commuter travel time savings: Empirical estimation using an alternative valuation model, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.10, No.2, pp.167-176.
 - 56) Hauser, E. and Greenough, J.C. (1982) DIME: A direct method for value of time estimation, *Transportation Research Part A*, Vol.16, No.1, pp.163-172.
 - 57) Small, K. A. (1978) Studies of the valuation of commuter travel time savings: A Comment, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.12. No.1, pp.86-89.
 - 58) Hensher, D. A. (1978) A rejoinder, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.12. No.1, pp.90-97.
 - 59) Layton, A.P. (1984) The value of commuter travel time savings: Some clarifications, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.18, No.2, pp.199-203.
 - 60) Broom, D., Lowe, S.R., Gunn, H.F. and Jones, P.M. (1983) Estimating values of time: An experimental comparison of transfer price methods with the revealed preference approach, PTRC Summer Annual Meeting, Brighton, Paper N10.
 - 61) Hensher, D. A. and Truong, T. P. (1985) Valuation of travel time savings: A direct experimental approach, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.19, No.3, pp.237-261.
 - 62) Bradley, M. A. and Gunn, H. F. (1990) Stated preference analysis of values of travel time in the Netherlands, *Transportation Research Record*, No.1285, pp.78-88.
 - 63) Calfee, J., Winston, C. M. and Stempski, R. (2001) Econometric issues in estimating consumer preferences from stated preference data: A case study of the value of automobile travel time, *The Review of Economics and Statistics*, Vol.83, No.4, pp.699-707.
 - 64) Richardson, A. J. (2002) Simulation study of estimation of individual specific values of time by using adaptive stated-preference survey, *Transportation Research Record*, No. 1804, pp.117-125.
 - 65) Hensher, D. A. (2004) Identifying the influence of stated choice design dimensionality on willingness to pay for travel time savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.38, No.3, pp425-446.
 - 66) Hensher, D. A. (2006) Towards a practical method to establish comparable values of travel time savings from stated choice experiments with differing design dimensions, *Transportation Research Part A*, Vol.40, pp.829-840.
 - 67) De Jong, G., Tseng, Y., Kouwenhoven, M., Verhoef, E., and Bates, J. (2007) *The Value of Travel Time and Travel Time Reliability: Survey Design*, Final Report, Prepared for the Netherlands Ministry of Transport, Public Works and Water Management.
 - 68) Fosgerau, M., Katrine, H., and Stephnaie Vincent, L. (2010) Between-mode- differences in the value of travel time: Self-selection or strategic behaviour?, *Transportation Research Part D*, Vol.15, No.7, pp.370-381.
 - 69) Miller, T. R. (1989) *The Value of Time and the Benefit of Time Saving*, Working Paper, Urban Institute, Washington D.C.
 - 70) PIARC Technical Committee on Economic and Financial Evaluation (C9) (2004) *Economic Evaluation Methods for Road Projects in PIARC Member Countries*.
 - 71) Wardman, M. (1998) The value of travel time: A review of British evidence, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.32, No.3, pp.285-316.
 - 72) Wardman, M. (2001) A review of British evidence on time and service quality valuation, *Transportation Research E*, Vol.37, No.2, pp.107-128.
 - 73) Wardman, M. (2004) Public transport values of time, *Transport Policy*, Vol.11, pp.363-377.
 - 74) Zamparini, L. and Reggiani, A. (2007) Meta-analysis and the value of travel time savings: A transatlantic perspective in passenger transport, *Network Spatial Economics*, Vol.7, pp.377-396.
 - 75) Shires, J.D. and de Jong, G.C. (2009) An international meta-analysis of values of travel time savings, *Evaluation and Program Planning*, Vol.32, No.4, pp.315-325.
 - 76) Abrantes, P.A.L. and Wardman, M. R. (2011) Meta-analysis of UK values of travel time: An update, *Transportation Research Part A*, Vol.45, pp.1-17.

- 77) Bates, J., Polak, J., Jones, P. and Cook, A. (2001) The valuation of reliability for personal travel, *Transportation Research Part E*, Vol.37, pp.191–229.
- 78) Lam, T. C. and Small, K. A. (2001) The value of time and reliability: measurement from a value pricing experiment, *Transportation Research Part E*, Vol.37, pp.231–251.
- 79) Armstrong, P., Garrido, R. and Ostuzar, J. de D. (2001) Confidence Intervals to bound the value of time, *Transportation Research Part E*, Vol.37, pp.143–161.
- 80) Mackie, P. J., Jara-Díaz, S. R. and Fowkes, A. S. (2001) The value of travel time savings in evaluation, *Transportation Research Part E*, Vol. 37, No. 2–3, pp. 91–106.
- 81) Gunn, H. F.(2001) Spatial and temporal transferability of relationships between travel demand, trip cost and travel time, *Transportation Research Part E*, Vol.37, pp.163–189.
- 82) Hensher, D. A. (2001) The sensitivity of the valuation of travel time savings to the specification of unobserved effects, *Transportation Research Part E*, Vol.37, pp.129–142.
- 83) Mackie, P., Fowkes, T., Wardman, M., Whelan, G. and Bates, J. (2001b) Three controversies in the valuation of travel time savings. PTRC European Transport Conference, Seminar on Behavioural Modelling, Cambridge.
- 84) Welch, M. and Williams, H. (1997) The sensitivity of transport investment benefits to the evaluation of small travel-time savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.31, No.3, pp.231–254.
- 85) Hultkrantz, L. and Mortazavi, R. (2001) Anomalies in the value of travel-time changes, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.35, No.2, pp.285–300.
- 86) Mackie, P.J., Wardman, M., Fowkes, A.S., Whelan, G., Nellthorp, J. and Bates, J. (2003) *Values of Travel Time Savings in the UK*, Report to UK Department for Transport, Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- 87) Bates, J. and Whelan, G.A. (2001) Size and sign of time savings, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, Working Paper 561.
- 88) MVA Consultancy, ITS of the University of Leeds and TSU of the University of Oxford, (1987) *The Value of Travel Time Savings: A Report of Research Undertaken for the Department of Transport*, MVA Consultancy.
- 89) Gunn, H. F., Tuinenga, J. G., Cheung, Y. H. F. and Kleijn, H. J.: (1999) Value of Dutch travel time savings in 1997, *Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research*, Vol.3, pp.513–526.
- 90) Algers, S., Dillen, J.L. and Wildert, S. (1996) The National Swedish Value of Time Study in PTRC, The Easthampsted Conference on the Value of Travel Time Savings.
- 91) Fowkes, A.S., Marks, P., and Nash, C. A. (1986) The value of business travel time savings, Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 214.
- 92) Fowkes, T. (2001) Principles of valuing business travel time savings, Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 562.
- 93) Harrison, A.J. (1974) *Economics and Transport Appraisal*, Croom Helm.
- 94) Hensher, D. A. (1977) *Value of Business Travel Time*, Pergamon Press.
- 95) Axhausen, K. W., Hess, S., Konig, A., Abay, G., Bates, J. J., and Bierlaire, M. (2008) Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results, *Transport Policy*, Vol.15, pp.173–185.
- 96) Hensher, D. A. (1997) Behavioral value of travel time savings in personal and commercial automobile travel, In *The Full Costs and Benefits of Transportation*, (Eds.) D.L. Greene, D.W. Jones, and M. Delucchi, Springer.
- 97) Kato, H. and Onoda, K. (2009) An investigation of whether the value of travel time increases as travel time is longer: A case study of modal choice of inter-urban travelers in Japan, *Transportation Research Record*, No. 2135, pp.10–16.
- 98) De Lapparent, M., de Palma, A. and Fontan, C. (2002) Non-linearities in the valuation of time estimates, European Transport Conference, Proceedings (Web Proceedings).
- 99) Jiang, M. and Morikawa, T. (2003) Variations of value of travel time savings, Paper presented at 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.
- 100) Kato, H. (2007) Variation of value of travel time savings over travel time in urban commuting: Theoretical and empirical analysis, In *Transportation and Traffic Theory 2007: Papers selected for presentation at ISTTT17*, (Eds.) R.E. Allsop, M.G.H. Bell, and B.G. Heydecker, Elsevier, pp.179–196.
- 101) Hensher, D. A. (2001) Measurement of the valuation of travel time savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.35, No.1, pp 71–98.
- 102) Hess, S. Bierlaire, M. and Polak, J. W. (2005) Estimation of value of travel-time savings using mixed logit models, *Transportation Research Part A*, Vol.39, pp.221–236.
- 103) Sillano, M. and Ortuzar, J. de D. (2005) Willingness-to-pay estimation with mixed logit models: some new evidence, *Environmental and Planning A*, Vol.37, pp.525–550.
- 104) Crillo, C. and Axhausen, K. W. (2006) Evidence on the distribution of values of travel time savings from a six-week diary, *Transportation Research Part A*, Vol.40, pp.444–457.
- 105) Fosgerau, M. (2006) Investigating the distribution of the value of travel time savings, *Transportation Research Part B*, Vol.40, No.8, pp.688–707.
- 106) Grey, A. (1978) The generalized cost dilemma, *Transportation*, Vol.7, No.3, pp.261–180.
- 107) McIntosh, P.T. and Quarmby, D.A. (1970) Generalised Costs and the Estimation of Movement Costs and Benefits in Transport Planning, London: Department of the Environment, MAU Note 179.
- 108) Goodwin, P. B. (1978) On Grey's critique of generalized cost, *Transportation*, Vol.7, No.3, pp.281–295.
- 109) Searle, G. (1978) Comment - generalized costs; fools gold or useful currency?, *Transportation*, Vol.7, No.3, pp.297–299.
- 110) Grey, A. (1978) Has generalized cost any benefit?, *Transportation*, Vol.7, No.4, pp.417–422.

- 111) Bruzelius, N. A. (1981) Microeconomic theory and generalized cost, *Transportation*, Vol.10, No.3, pp.233-245.
- 112) Hague Consulting Group (1990) *The Nethoerland's Value of Time Study: Final Report*, Report to Dienst Veerkeerskunde, Rijkswaterstaat, The Hague.
- 113) Ramjerdi, F., Rand, L. and Saelensminde, K. (1997) *The Norwegian Value of Time Study: Some Preliminary Results*, Institute of Transport Economics, Oslo, Norway, 1997.
- 114) Pursula, M. and Kurri, J. (1996) Value of time research in Finland, Paper presented at PTRC International Conference on the Value of Time, 1996.
- 115) Hess, S., Erath, A., and Axhausen, K. W. (2008) Estimated value of savings in travel time in Switzerland: Analysis of pooled data, *Transportation Research Record*, No.2082, pp.43-55.
- 116) Hague Consulting Group and Accent Marketing & Research (1996) *The Value of Travel Time on UK Roads-1994*.
- 117) Gunn, H. F. and Rohr, C. (1996) Research into the value of travel time savings and losses. Paper presented at the PTRC International Conference on the Value of Time, pp.28-30, Wokingham.
- 118) Atkins, S. T. (1984) Why value travel time? The case against, *Journal of the Institution of Highways and Transportation*, July 1984, pp.2-7.
- 119) Richardson, A. J. (2003) Some evidence of travelers with zero value of time, *Transportation Research Record*, No. 1854, pp.107-113.
- 120) Mokhtarian, P. and Chen, C. (2004) TTB or not TTB, that is the question: a review of the empirical literature on travel time (and money) budgets, *Transportation Research Part A*, Vol. 38, No.9-10, pp. 643-675.
- 121) Metz, D. (2004) Travel Time: Variable or Constant?, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.38, No.3, pp.333-344.
- 122) Metz, D. (2008) The myth of travel time saving, *Transport Reviews*, Vol.28, No.3, pp.321-336.
- 123) Givioni, M. (2008) A comment on 'The myth of travel time saving', *Transport, Reviews*, Vol.28, No.6, pp.685-688.
- 124) Lyons, G. (2008) A comment on 'The myth of travel time saving', *Transport Reviews*, Vol.28, No.6. pp.706-709.
- 125) Mackie, P. (2008) Who knows where the time goes? A response to David Metz, *Transport Reviews*, Vol.28, No.6, pp.692-694.
- 126) Noland, R. B. (2008) Understanding accessibility and road capacity changes: A response in support of Metz, *Transport Reviews*, Vol.28, No.6, pp.298-706.
- 127) Shwanen, T. (2008) Reflections on travel time savings: Comments to David Metz, *Transport Reviews*, Vol.28, No.6, pp.709-713.
- 128) Van Wee, B. and Rietveld, P. (2008) 'The myth of travel time saving': A comment, *Transport Reviews*, Vo.28, No.6, pp.688-692.
- 129) Metz, D. (2008) Response to the responses, *Transport Reviews*, Vol.28, No.6, pp.713-715.
- 130) Hollander, Y. (2006) Direct versus indirect models for the effects of unreliability, *Transportation Research Part A*, Vol. 40, No.9, pp.699-711.
- 131) Noland, R.B., Polak, J.W. (2002) Travel time variability: a review of theoretical and empirical issues, *Transport Reviews*, Vol.22, No.1, pp.39-54.
- 132) Fosgerau, M. and Karstrom, A. (2010) The value of reliability, *Transportation Research Part B*, Vol.44, pp.38-49.
- 133) Small, K. A., Winston, C., and Yan, J. (2005) Uncovering the distribution of motorists' preferences for travel time and reliability, *Econometrica*, Vol.73, No.4, pp.1367-1382.
- 134) Brownstone, D. and Small, K. A. (2005) Valuing time and reliability: assessing the evidence from road pricing demonstrations, *Transportation Research Part A*, Vol.39, No.4, pp.279-293.
- 135) Fosgerau, M. and Engelson, L. (2011) The value of travel time variance, *Transportation Research Part B*, Vol.45, pp.1-8.
- 136) Gwilliam, K.M. (1997) The value of time in economic evaluation of transport projects: Lessons from recent research, Infrastructure Notes, Transport No. OT-5, World Bank, January 1997.
- 137) IT Transport Ltd. (2002) The Value of Time in Least Developed Countries, Knowledge and Research (KaR) 2000/02 DFID Research No.R7785) Final Report, July 2002.
- 138) World Bank (2005) Valuation of time savings, Notes on the Economic Evaluation of Transport Project, Transport Note No. TRN-15, January 2005.
- 139) Hensher, D. A. and Button, K.J. (2000) *Handbook of Transport Modelling*, Elsevier Science Ltd.
- 140) HEATCO (2006) *Deliverable 5: Proposal for Harmonised Guidelines*.
- 141) Freeman III, A.M. (1994) The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods, Resources for the Future.
- 142) 河野達仁, 森杉壽芳(2000) 時間価値に関する理論的考察 - 私的交通のケース - , 土木学会論文集, No.639/IV-46, pp.53-64.
- 143) Varian, H. (1992) *Microeconomic Analysis*, 3rd edition, Norton & Company.
- 144) 道路交通の時間価値に関する研究会(代表者・加藤浩徳)(2012)道路交通の時間価値に関する研究報告書.
- 145) Adkins, W. G., Ward, A. W., and McFarland, W. F. (1967) Value of Time Savings of Commercial Vehicles, Highway Research Board, NCHRP Report 33.
- 146) Hensher, D. A. (1989) Behavioural and resource values of travel time savings: A bicentennial update, *Australian Road Research*, Vol.19, pp.223-229.
- 147) Karlstrom, A.(2007) On the theoretical valuation of marginal business travel time savings, Proceedings of the European Transport Conference, Leiden, Netherlands.
- 148) Forsyth, P. J. (1980) The value of time in an economy with taxation, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.14, No.3, pp.337-362.
- 149) Kato, H., Sakashita, A. Tsuchiya, T., Oda, T. and Tanishita, M. (2011) Estimation of road user's value of travel time savings using large-scale household survey data from Japan, *Transportation Research Record*, No.2231, pp.85-92.
- 150) Train, K. E. (2003) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press.

- 151) Kulinskaya, E., Morgenthaler, S. and Staudte, R. G. (2008) *Meta Analysis: A Guide to Calibrating and Combining Statistical Evidence*, John Wiley & Son.
- 152) Hunter J. E. and Schmidt, F. L. (2004) *Methods of Meta-Analysis: Correcting Error and Bias in Research Findings*, Sage Publishers.
- 153) Kremers, H., Nijkamp, P. and Rietveld, P. (2002) A meta-analysis of price elasticities of transport demand in a general equilibrium framework, *Economic Modeling*, Vol.19, pp.463-485.
- 154) Espey, M. (1998) Gasonline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities, *Energy Economics*, Vol. 20, pp.273-295.
- 155) Kato, H., Tanishita, M. and Matsuzaki, T. (2010) Meta-analysis of value of travel time savings: Evidence from Japan, *Proceedings of the 14th World Conference on Transport Research*, CD-ROM, Lisbon (Portugal), July 2010.
- 156) Stanley, T.D. and Jarrell, S. B. (1989) Meta-regression analysis: a quantitative method of literature surveys, *Journal of Economic Surveys*, Vol.3, pp.161-170.
- 157) Maddala, G.S. (1992) *Introduction to Econometrics*, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc.
- 158) Morikawa, T. (1989) *Incorporating Stated Preference Data in Travel Demand Analysis*, Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, MIT.
- 159) Ben-Akiva, M. and Morikawa, T. (1990) Estimation of mode switching models from revealed preferences and stated intentions, *Transportation Research Part A*, Vol.24, No.6, pp.485-495.
- 160) Wardman, M. (2012) Meta analyses of UK and European values of time and timetable related service quality, Presented at the International Seminar of Value of Travel Time Saving for Road Users, The University of Tokyo, Japan, February 2012.
- 161) 国土交通省(2009) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編).
- 162) 国土交通省道路局 都市・地域整備局(2008) 費用便益分析マニュアル.
- 163) Department for Transport UK (2011) Value of Time and Operating Costs, TAG Unit 3.5.6, Transport Analysis Guidance, April 2011.
- 164) U.S. Department of Transportation (USDOT) (1997) The Value of Travel Time: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations, <http://ostpxweb.dot.gov/policy/reports.htm>.
- 165) U.S. Department of Transportation (USDOT) (2003) Revised Departmental Guidance: Valuation of Travel Time in Economic Analysis, unpublished document.
- 166) U.S. Department of Transportation (USDOT) (2011) The Value of Travel Time Savings: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations Revision 2, http://ostpxweb.dot.gov/policy/reports/vot_guidance_092811c.pdf.
- 167) Miller, T. R. (1996) The Value of Time and the Benefit of Time Saving, mimeo.
- 168) Brand, D. (1996) The Values of Time Savings for Intercity Air and Auto Travelers for Trips Under 500 Miles in the U.S.
- 169) 森杉壽芳(2011)時間価値:観測可能性,平成22年度第3回道路交通時間価値研究会発表資料,2011年1月13日.
- 170) Gálvez, T. and Jara-Díaz, S. (1998) On the social valuation of travel time savings, *International Journal of Transport Economics*, Vol.25, pp.205-219.
- 171) Mokhtarian, P.L. and Salomon, I. (2001) How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations, *Transportation Research Part A*, Vol.35, Vol.8, pp.695-719.
- 172) Redmond, L.S. and Mokhtarian, P.L. (2001) The positive utility of the commute: modeling ideal commute time and relative desired commute amount, *Transportation*, Vol.28, pp.179-205.
- 173) 樋口美雄(1996)労働経済学,東洋経済新報社.
- 174) 国土交通省(2008) 将来交通需要推計手法(道路), <http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/suikai.pdf>.
- 175) 城所幸弘, 金本良嗣(2006)ロジック型モデルと費用便益分析, 環境問題に対応する道路プライシングと自動車関係税制の研究, 日本交通政策研究会, pp.19-49.
- 176) 金本良嗣(2006)道路投資の便益評価, 道路整備と費用負担に関する基礎的研究, 財団法人道路経済研究所, pp.1-6.
- 177) Oppenheim, N. (1995) *Urban Travel Demand Modeling: From individual choices to general equilibrium*, Wiley-Interscience Publication.
- 178) Yao, E., and Morikawa, T. (2005) A study of an integrated intercity travel demand model, *Transportation Research Part A*, Vol. 39, No. 4, pp.367-381.
- 179) Kato, H., Endo, K., Kurita, Z., Kaneko, Y., Kato, K., Shimizu, T., and Tanabe, K. (2011) Inter-urban travel demand analysis using integrated model: Latest report from Japan, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, pp.239-254.
- 180) Winston, C. (1983) The demand for freight transportation: models and applications, *Transportation Research Part A*, Vol.17, No.6, pp.419-427.
- 181) Baumol, W. J. and Vinod, H. D. (1970) An inventory theoretic model of freight transport demand, *Management Science*, Vol.16, No.7, pp.413-421.
- 182) Feo-Valero, M., Garcia-Menendez, L. and Garrido-Hidalgo, R. (2011) Valuing freight transport time using transport demand modeling: A biographical review, *Transport Reviews*, Vol.31, No.5, pp.625-651.
- 183) Gwilliam, K.M. (1997) The value of time in economic evaluation of transport projects: Lessons from recent research, *Infrastructure Notes*, Transport No. OT-5, World Bank, January 1997.
- 184) Asian Development Bank (1999) *Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Projects*, http://www.adb.org/Documents/Handbooks/Water_Supply_Projects.