

平成 21 年 6 月 2 日現在

研究種目: 若手研究(A)

研究期間: 2006 ~ 2008

課題番号: 18686041

研究課題名(和文) 旅行者の交通時間価値に関する総合的研究

研究課題名(英文) Value of Travel Time Savings for Passenger Transportation

研究代表者

加藤 浩徳(KATO HIRONORI)

東京大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号: 70272359

研究成果の概要: 本研究は、旅行者の交通時間価値の特性を分析することを目的とするものである。我が国の交通行動実績データを用いた交通時間と交通時間価値との関係および所得水準と交通時間価値との関係に関する分析、東京とカールスルーエとの交通時間価値の比較分析、我が国の交通行動研究の実績データを用いた交通時間価値のメタ分析を行った後、今後、我が国において行うべき交通時間価値研究の方向性を示した。

交付額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2007 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2008 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
年度			
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野: 交通計画, 交通政策

科研費の分科・細目: 土木工学(交通計画・国土計画)

キーワード: 交通時間価値, 旅客交通

1. 研究開始当初の背景

時間価値は、交通投資プロジェクトや交通政策によってもたらされる便益を評価するための重要な数値である。また、現実の交通プロジェクトをみたとき、時間短縮効果が全便益の大きな割合を占めていることが多い。したがって、妥当な時間価値を求めることは重要な課題である。ところで、我が国において交通投資の利用者便益計測に用いられている時間価値は、ほとんどの場合、賃金率をもって時間価値とする「所得接近法」か、交通機関や経路等の選択行動において時間節約のために犠牲にしてもよい金額と節約時間の関係を分析する「選好接近法」のいずれかによって求められている。特に「選好接近法」については、非集計ロジットモデルに代表される離散選択行動モデルが多く用いられてい

る。

しかし、現在使用されている時間価値には、理論的にも実務的にもいくつか問題があるが指摘されている。まず理論面から見ると、所得接近法は、あくまでも近似にすぎないことが既に指摘されており、また、選好接近法についても、トリップベースアプローチによる交通行動分析の限界が指摘されて久しく、交通が派生需要であると考えるアクティビティベースアプローチによる交通行動モデルを用いた時間価値計測が必要と考えられる。一方で、実務面から見ると、時間価値に関する実証的研究が不足しているために、信用に足る交通時間価値が得られていない。そのため、例えば、「賃金水準と時間価値にはどのような関係があるのか」「交通時間の増加に対して交通時間価値は増加するのか減少するのか」

等の論点に関して、専門家の間でも意見が分かれています。

2. 研究の目的

本研究は、以下の点を目的とする。

- (1) アクティビティベースの資源配分モデルを用い、東京圏のデータを用いた時間価値の分析結果とドイツ・カールスルーエ市のデータを用いた分析結果とを比較し、社会的・文化的背景が交通時間価値に及ぼす影響を分析する。
- (2) 交通時間価値の基本特性について実証分析を行う。
- (3) 我が国の全国あるいは各都市のデータを用いて過去に発表あるいは報告された交通行動モデルを徹底的かつ網羅的にレビューし、その特性を分析する。
- (4) 今後の我が国における交通時間価値研究の方向性を示す。

3. 研究の方法

研究目的に応じて異なる分析手法を用いているが、いずれについても、旅行者の行動実績データをもとに、選好接近法によって交通時間価値を推定する点では共通している。

具体的な分析方法は、以下の通りである。

- (1) アクティビティベースの資源配分モデルを用いた交通時間価値の分析

1日単位の時間・所得の配分と、1週間単位の時間・所得の配分という2段階の意思決定構造を仮定したモデルを用いる。1日モデルは、ある場所で移動を伴う余暇活動を行うという条件の下での、1日の時間と所得の配分を表すものであり、1週間モデルは、余暇活動場所と回数の選択行動を通した1週間の時間と所得の配分を表すモデルである。1週間モデルに1日モデルから算出された1回の余暇活動で費やす期待時間と期待費用を用いる、という入れ子構造となっている。このモデルに対し、東京圏鉄道利用者の1週間のダイアリーデータおよびドイツ・カールスルーエの15週間のダイアリーデータを適用した。

- (2) 離散選択モデルを用いた交通時間価値の特性分析

交通機関選択行動および交通経路選択行動に対して、離散選択モデルを適用し、都市間あるいは都市内の交通実績データを用いて、未知パラメータを推定した。離散選択モデルとしては、多項ロジット(MNL)モデル、あるいは選択肢間での誤差項の相関を考慮したミックスロジット(MXL)モデルを用いた。国内の幹線旅客准流動調査データおよび東京圏の大都市交通センサデータをモデルに適用した。

- (3) 我が国の交通時間価値に関するメタ分析

我が国で行われた交通行動の研究成果を用いて、我が国の旅客交通時間価値の特性についてメタ分析を行った。ここで分析に使用したデ

ータは、1980年から2006年の間に発表された審査付き論文において、主に離散選択分析によって交通行動を分析した研究成果であり、メタ分析においては198の交通時間評価値を用いた。まず、都市内交通や都市間交通、交通目的等の特性別に交通時間価値の統計値を求めて比較を行った。その後、メタ回帰分析によって交通時間価値の算定式を推定した。

4. 研究成果

- (1) 交通時間価値の日独比較分析

まず、資源配分モデルのパラメータ推定値を用いて、推定に使用したサンプル個人および行動実績に対して、交通時間価値を求めた。交通時間価値の平均値、中央値、標準偏差を両都市間で比較したものが、表-1である。

いずれの都市も、勤務日帰宅時寄り道余暇の交通時間価値の方が、休日外出余暇の交通時間価値よりも高い。これは、平日の方が自由時間の制約が厳しいことを考えれば、自然な結果だと思われる。また、東京では、勤務日、休日のいずれの余暇の交通時間価値についても平均賃金率より高いが、カールスルーエについては、勤務日は平均賃金率より高い一方で、休日は平均賃金率よりも低い。これは、両都市間の消費特性の違いを反映しているためと思われる。東京では、1回あたりの余暇において金銭消費を伴う活動(例えば、勤務日帰宅時寄り道では飲食、休日外出余暇では買い物等)を行う傾向があるが、カールスルーエでは、散歩や友人訪問のように単位活動時間当たりの消費金額の少ない余暇活動が好まれる傾向にあると考えられる。

次に、両都市の(個人の交通時間価値)/(個人の賃金率)の分布を比較した。これより、東京の、しかも特に勤務日の帰宅時寄り道余暇交通では、この比率がかなり分散していることが明らかとなった。ただし、交通時間価値の分布に関しては、使用されているサンプルのサイズの違いや、分析途上で設定されているデータの推定精度(例えば、カールスルーエにおける賃金率回帰式の推定精度)等にも依存することから、都市間で分布の違いを直接比較することには十分な留意が必要と思われる。次に、(個人の資源としての時間価値)/(個人の賃金率)の分布を、各都市について勤務日と休日で整理した。これより、勤務日の帰宅時寄り道余暇の方が、休日の外出余暇よりも、交通時間価値全体に対する資源としての時間価値の割合が、低いことがわか

表-1 東京とカールスルーエとの交通時間価値の推定値の比較結果

		勤務日	休日	平均賃金率	
東京	平均値	円/時	18895.8	5541.5	3655.3
	平均値/平均賃金率		5.17	1.52	1.00
	中央値	円/時	7627.9	4154.5	3540.3
	中央値/平均賃金率		2.09	1.14	0.97
	標準偏差	円/時	31896.4	8642.1	1894.50
カールスルーエ	平均値	DM/時	21.1	15.4	19.4
	平均値/平均賃金率		1.09	0.79	1.00
	中央値	DM/時	21.3	14.8	16.3
	中央値/平均賃金率		1.10	0.763	0.838
	標準偏差	DM/時	12.8	10.3	12.9

った。これは、商品としての時間価値、すなわち交通時間そのものによる不効用が削減されることによる価値は、帰宅時寄り道余暇の方が休日の外出余暇よりも、相対的に見て、高いことを意味する。このことは、混雑等の原因により、帰宅時交通の方が休日交通よりも提供されている交通サービス水準が低いか、労働時間後の疲れ等の原因により帰宅時交通の方が休日交通よりも交通による不快感が大きいことを反映しているものと考えられる。

(2)交通時間価値の特性分析

所得水準と交通時間価値との関係に関する分析

東京圏の都市鉄道利用者データを、居住地をもとに6所得階層に分類し、次に所得階層分類後の各階層から1,000サンプルずつを無作為抽出した。ただし、無作為抽出に当たっては、自市区町村外に通勤し、通勤経路が3経路存在するものに限定した。なお、所得が300-350万円と550-750万円の階層については、そもそも無作為抽出をする以前に1,000サンプルが存在しなかったため、該当する全サンプルを使用することとした。

次に、鉄道経路選択モデルとして、MNLモデルと経路長の重複を考慮したMXLモデルを用いることとする。変数としては、乗車時間、運賃、アクセス・イグレス時間、乗換回数、混雑指標を用いた。サンプルデータを用いて、未知パラメータの推定をおこなった。すべての所得階層について乗車時間、運賃、乗換回数アクセス・イグレス時間のt値は十分高い結果が得られた。

この結果に基づいて、所得階層別の交通時間価値を求めた結果が、図-1である。これより、交通時間価値は、300-350万円の所得階層を除けば、概ね所得の増加に伴って増加する傾向にあることが見て取れる。

都市内交通における交通時間と交通時間価値との関係に関する分析

東京圏の都市鉄道利用者の利用実績データを用いて、経路選択行動を多項ロジット(MNL)モデルによって推定した。ここで、各経路の条件付き間接効用関数として、所要時間と費用の2

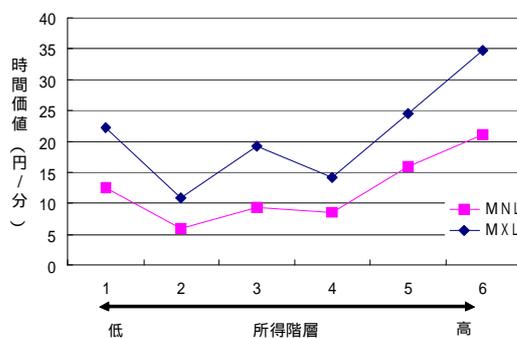


図-1 所得階層と交通時間価値との関係

変数を用いた1次近似式および2次近似式を用いた。それぞれの近似式を用いた場合における交通時間と交通時間価値との関係を示したものが、図-2である。これより、交通時間の増加に伴い、1次近似の場合には、交通時間価値は増加するが、2次近似の場合には、データのばらつきが大きいために明確な傾向を読み取ることが困難である。

そこで、2次近似の場合について、推定パラメータを交通時間価値の算定式に代入し、交通時間との関係を示したものが図-3である。これより、交通時間が約65分より短い場合には、交通時間増加と共に交通時間価値は減少するが、これを超えると逆に増加することが読み取れる。この原因としては、第一に、都心近郊ほど賃金率の高い個人が居住しており、これが短交通時間帯での資源としての時間価値を押し上げていること、第二に、交通時間が1時間程度までならば、交通時間が長くなるほど1分の差を感じにくくなり、これが商品としての時間価値の絶対値を低下させていること等が考えられる。ただし、この原因を特定するためには、さらなる分析が必要である。

都市間交通における交通時間と交通時間価値との関係に関する分析

我が国の都市圏交通利用者の利用実績データを用いて、交通時間選択行動を分析した。こ

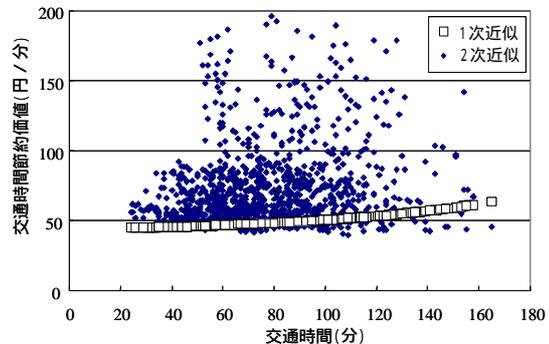


図-2 都市鉄道利用者の交通時間と交通時間価値との関係

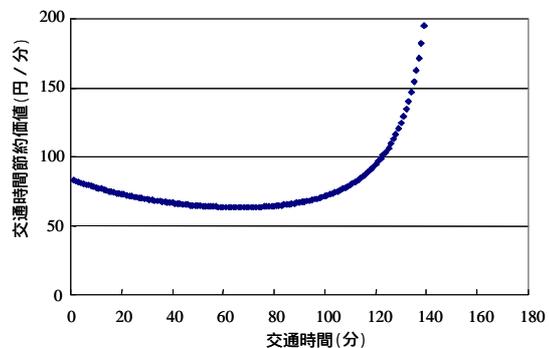


図-3 2次近似効用関数を用いた交通時間と交通時間節約価値との関係に関するシミュレーション分析結果(都市鉄道利用者)

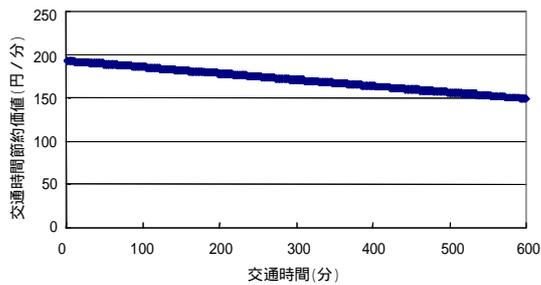


図-4 我が国の都市間交通の交通時間と交通時間価値との関係

では、交通時間と交通費用を変数とする非線形効用関数を用いた MNL モデルを定式化し、観光目的の都市間交通機関選択行動に関する実データを適用して未知パラメータの推定を行った。

次に、その結果に基づき、交通時間価値を求め、交通時間と交通時間価値との関係を分析した。分析結果の一例を示すものが図-4 である。分析の結果、所得に関する限界効用一定を仮定すると、交通時間の増加に伴って交通時間価値が減少することが明らかとなった。この原因は、十分に特定できているわけではないが、仮説として、消費者の時間・予算制約の変更可能性や都市観光交通の特性、交通時間と所得との関係等を指摘している。

また、所得に関する限界効用が一定でない場合でも、自動車利用については、交通時間の増加とともに交通時間価値が減少すること、ならびに鉄道や航空については明確な傾向が見られないという結果が得られた。

(3) 我が国の交通時間価値のメタ分析 メタ回帰分析

入手したデータをもとに、全データを使用した場合、都市内交通データのみを使用した場合、都市間交通データのみを使用した場合について、それぞれ重回帰式の推定を行った。都市内交通データを用いた場合には、 $R^2=0.32$ となり推定精度は低い一方で、都市間交通データを用いた場合には、 $R^2=0.74$ とかなり高い推定精度が得られた。

全データを用いた分析の結果より、都市間交通の場合、通勤あるいは業務目的の場合、徒歩・自転車モデルの選択肢集合に含まれる場合には、交通時間価値は高くなることがわかった。一方で、バスがモデルの選択肢集合に含まれる場合、休日の場合、SP データを使用する場合、MNL モデルを使用する場合、経路選択行動モデルが用いられている場合、関東圏の場合には、交通時間価値が低くなることも明らかとなった。

次に、都市内交通のデータを用いた分析結果より、交通時間価値を増加させるのは、通勤、業務目的である場合、秋季または冬季である場合、RP データが使用されている場合、アクセス交通

または待ち時間である場合、配布調査によって得られたデータを使用する場合、一人当たり実質 GDP が高い場合であることがわかった。一方で、バスがモデルの選択肢集合に含まれる場合、ラインホールの場合には交通時間価値が低くなることも明らかとなった。

最後に、都市間交通のデータを用いた分析結果より、交通時間価値が高くなるのは、航空または自動車モデルの選択肢集合に含まれている場合、目的地選択行動モデルが用いられている場合である一方で、交通時間価値が低くなるのは、バスがモデルの選択肢集合に含まれる場合および休日である場合となった。

メタ分析の結果に対する考察

1) 都市間交通の特性による影響：都市間交通だと交通時間価値が高くなる。これは、都市間移動者が、高賃金率の消費者であるためだと思われる。例えば、他都市に出張するビジネスマンは、単独あるいは少人数で現地に赴いて必要な業務を行うわけであるから、それ相応の意思決定権限を持つ、あるいは意思決定を委託されるだけの高い能力を持つ人物であると考えられる。こうした人物は、高給で雇われている可能性が高い。また、観光目的の都市間移動者についても、都市間観光を行うだけの所得や時間に余裕のある消費者であるので、都市内で余暇を過ごす者と比較すれば、高所得者である可能性が高い。

2) 交通目的の特性による影響：通勤、業務目的の場合、交通時間価値が高くなる。これは、いずれの場合も、利用可能時間の制約が厳しいために、資源としての時間価値が高くなるためだと考えられる。まず、通勤の場合には、我が国では、出勤時刻が概ね固定的に運用されているために、起床時刻から出勤時刻までの間が、独立した制約時間として認識されている可能性が高い。この制約時間が極めて短いことが、朝の余暇時間に関する限界効用を高めていることが予想される。一方、業務交通の場合には、朝の時間帯ほどではないものの、業務時間がある程度制約されていると考えられる。そのため、業務時間に関する限界効用が、制約の緩い余暇時間に関する限界効用よりも高くなっていることが予想される。

3) 利用交通機関の特性による影響：航空利用者の交通時間価値は高くなる。これは、航空利用者の賃金率が高いことによるものと思われる。航空サービスは、鉄道や長距離バスと比較して、同一 OD 間での運賃が高い一方で所要時間が短い。こうした交通機関が使用可能なのは、移動に対する支払意思額の高い高賃金率の労働者であると予想される。

4) 選択肢集合の設定による影響：航空が選択肢に含まれる場合、交通時間価値が高くなる。これは、航空利用者の交通時間価値が高いことが、全モード共通の交通時間価値に影響を与えて

いるためと思われる。同様に、バスが選択肢集合に含まれる交通機関選択モデルを使用した場合には、交通時間価値が低くなる。これは、バス利用者が主に高齢者や学生のような賃金率の低い者であるために、バス利用の交通時間価値が低いことが影響していると思われる。また、徒歩・自転車が選択肢集合に含まれる交通機関選択モデルを使用した場合には、交通時間価値が高くなる。これは、徒歩や自転車の利用は、肉体的負担が高いために、商品としての時間価値が大きくなるのが原因だと思われる。

5) 休日の特性による影響: 休日だと交通時間価値が低くなる。これは、休日の方が平日よりも、利用可能時間の制約が緩いために、資源としての時間価値が低くなるためだと思われる。

6) 季節による影響: まず、都市内交通に着目すると、都市内交通の秋季では、交通時間価値は高くなる。また、都市内交通の冬季についてみると、やはり交通時間価値は高くなる。これは、秋・冬季が、一年間のうちで比較的生活パターンが安定的な時期であるため、時間配分だけでなくスケジュール制約が交通時間価値に反映されているためである可能性がある。例えば、自宅出発時刻や会社への出勤時刻が安定的な状況下では、スケジュール遅延あるいは早着に対する忌避が強くなるのが予想される。こうした状況では、所要時間の限界的な変化に対する効用の変化分が、単なる配分時間の影響だけでなく、スケジュールによる影響も受けている可能性が高い。次に、都市間交通に着目すると、秋季では、交通時間価値は低くなる。これは、秋季が、季節的に観光シーズンであり、観光交通が他の目的の交通より卓越していることと、観光目的交通の交通時間価値が、業務目的交通の交通時間価値より低いことが原因であると予想される。つまり、秋季には、交通時間価値の低い観光交通が多いため、交通時間価値が低くなるのだと考えられる。

7) データ収集方法による影響: SP 調査によって得られたデータを使用すると交通時間価値が低くなり、RP 調査によって得られたデータを使用すると交通時間価値が高くなる。これは、SP 調査によるバイアスが影響していると考えられる。SP 調査では、被験者に対して、交通費用や交通時間に関する情報が直接提供されることが多い。ここで、被験者が、交通費用が高くなるような政策が導入されないよう戦略的に回答を行ったり(一種の政策操縦バイアス)、あるいは交通費用を他の特性要素よりも過度に重要視したりすると、所得に関する限界効用が高くなるバイアスが生じ、結果として交通時間価値が低く推定される可能性がある。

8) 移動形態による影響: ラインホールの交通時間価値は低くなる。これは、鉄道や飛行機等に乗車していると、移動しなくて良かったり、着席できたりすることによって、肉体的な負担が低くなるために、商品としての時間価値が低くなって

いるためだと思われる。

次に、主に都市内交通において、アクセス交通および待ち時間で交通時間価値が高くなる。これは、アクセス交通時の疲労等の身体的要因や、駅で列車を待っている間のイライラ感等による心理的要因によって、商品としての時間価値が高くなることによるためと思われる。

(4) 交通時間価値研究の今後の方向性について
今後、さらに探求すべき研究課題は以下の通りである。

私的交通の交通時間価値について

1) 活動を行うタイミング・スケジュール: 人々の時刻選択を考慮に入れるならば、出発・到着あるいは開始・終了時刻に関する制約とこれらの制約から乖離したときの不効用を考慮する必要がある。これらを考慮する場合には、交通時間価値は、時刻に依存して変化する。

2) 共同活動における交通時間価値: 複数の個人が同時に移動する場合、集団意思決定の方法に依存して、時間価値が決定される。例えば、複数が同乗する自家用車の交通時間価値の決定問題がこれに相当する。

3) 本源需要としての交通の時間価値: 余暇目的のドライブや列車旅行等にとどまらず、移動中の読書や音楽鑑賞等、交通時間に関する限界効用が正となりうる行動は案外多い。また、人間の本質的な移動欲求から、Travel Time Budget の存在が主張されることもある。この場合、時間価値は負値となる可能性がある。

通勤交通の交通時間価値について

1) 通勤費用の負担条件: 我が国では、通勤費用が企業等によって負担される場合が多い。この場合には、実質的な交通費用はゼロと見なせるため、通勤費用を自己負担しているときよりも、自由所得が増加していると見なせる。所得に関する限界効用が逓減すると仮定するならば、この自由所得の増加によって所得に関する限界効用は減少することから、通勤費手当のある人の方がいない人よりも見かけ上の交通時間価値は高くなる可能性がある。

2) 労働時間制約: 交通費用が個人によって負担されているという、仮想的な状況を想定してみる。この場合であっても、労働時間に関する制約条件次第で、交通時間価値は多様な結果を生みうる。だが、これらの違いは、これまでほとんど検討されていない。

業務交通の交通時間価値

業務交通の時間価値は、自営業者が否かによって異なると思われるが、その詳細はほとんど議論されたことがない。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文) (計4件)

1) 加藤浩徳, 小野田恵一, 木全正樹: 交通時

- 間と交通時間節約価値との関係に関する分析 - 観光目的の都市間幹線交通を事例として - , 運輸政策研究, Vol.9, No.2, pp.2-14, 2006(査読有) .
- 2) 加藤浩徳: 通勤目的の交通における交通時間と交通時間節約価値との関係 - 東京圏都市鉄道経路選択行動データを用いた分析 - , 都市計画論文集, No.41-3, p.85-90, 2006(査読有) .
 - 3) 加藤浩徳, カイ・アクスハウゼン, 今井 誠: 交通時間節約価値の日独比較 - 私的交通に着目して - , 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.1, pp.43-50, 2007(査読有) .
 - 4) Hironori KATO and Makoto FUJIIU: How does the value of travel time saving vary over the individual's income?, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.7, pp.128-140, 2007(査読有) .

(学会発表)(計13件)

- 1) 加藤浩徳: 交通時間価値に関する論点と課題, 土木計画学研究・講演集 No.33(CD-ROM), 東北大学(宮城県仙台市), 2006年6月10日 .
- 2) Hironori KATO and Makoto FUJIIU: On the variation of value of travel time saving over income, *Proceedings of ICTTS 2006 (Traffic and Transportation Studies)*, pp.81-91, Xian (China), 2006年8月2日 .
- 3) Hironori KATO: Nonlinearity of the utility function and the value of travel time savings: Empirical analysis of interregional travel mode choice of Japan, *Proceedings of European Transport Conference 2006*, Strasbourg (France), 2006年9月18日 .
- 4) Hironori KATO: Variation of value of travel time savings over travel time in urban commuting: Theoretical and empirical analysis, *17th International Symposium of Transportation and Traffic Theory*, London (U. K.), 2007年7月23日 .
- 5) Hironori KATO: Value of travel time savings of urban private travel: Comparison of Tokyo and Karlsruhe, *7th Swiss Transport Research Conference*, Ascona (Switzerland), 2007年9月12日 .
- 6) Hironori KATO and Makoto FUJIIU: How does the value of travel time saving vary over the individual's income?, *7th Conference of East Asian Society of Transportation Studies*, Dalian (China), 2007年9月26日 .
- 7) Hironori KATO: Valuation of leisure time on non-work days estimated with the discrete-continuous analysis: Empirical case study of Tokyo, *12th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies*, Hong Kong (China), 2007年12月8日 .
- 8) Hironori KATO, Kay W. AXHAUSEN and Makoto IMAI: Value of Travel Time Savings of Urban Private Travel: Comparison of Tokyo and Karlsruhe, *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington D. C. (U.S.), 2008年1月15日 .
- 9) 加藤浩徳, 橋元稔典: 我が国の旅客交通時間価値に関するメタ分析, 土木計画学研究・講演集 No.36, 八戸工科大学(岩手県八戸市), 2008年11月24日 .
- 10) Hironori KATO: Value of travel time saving incorporating the value of access, *30th International Association for Time Use Research (IATUR) Conference*, Sydney (Australia), 2008年12月2日 .
- 11) Hironori KATO and Kay W. Axhausen (2009) Value of travel time savings incorporating the value of access, *First International Time Use Observatory Workshop*, Santiago (Chile), 2009年1月8日 .
- 12) Hironori KATO: Valuation of time in trip production, *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, Washington D. C. (U. S.), 2009年1月13日 .
- 13) Hironori KATO and Keiichi ONODA: An investigation of whether the value of travel time increases as individuals travel longer: A case study of modal choice of inter-urban travelers in Japan, *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, Washington D. C. (U. S.), 2009年1月13日 .

(図書)(計1件)

- 1) Hironori KATO: Variation of value of travel time savings over travel time in urban commuting: Theoretical and empirical analysis, *Transportation and Traffic Theory 2007: Papers selected for presentation at ISTTT17, a peer reviewed series since 1959* (eds. by R. E. Allsop, M. G. H. Bell and B. G. Heydecker), Elsevier, pp.179-196, 2007.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 浩徳(KATO HIRONORI)
 東京大学・大学院工学系研究科・准教授
 研究者番号: 70272359

(2) 研究分担者: なし

(3) 連携研究者: なし