

平成22年5月6日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19560536
 研究課題名（和文） 個人間相互作用メカニズムを取り入れた都市生活行動の調査・解析方法の研究
 研究課題名（英文） Survey and Analysis Methods about Urban Activity and Travel Behavior Incorporating Inter-Personal Interaction Mechanisms
 研究代表者
 張 峻屹（ZHANG JUNYI）
 広島大学・大学院国際協力研究科・准教授
 研究者番号：20284169

研究成果の概要（和文）：都市づくりの意思決定に際して、人々がどのような生活行動をどのように行っているか、政策によって市民生活がどのように変化するかを理解する必要がある。そのための支援ツールとして、世帯を基本的な調査・分析単位に、居住、移動、生活時間利用や観光などを対象に、世帯構成員間の相互作用、ソーシャルネットワークや準拠集団の個人意思決定に与える影響を明示的に取り入れた手法を理論的に開発し、都市政策分析への適用可能性も実証した。

研究成果の概要（英文）：Decisions on urban planning need a better understanding of urban life behavior and impacts of urban policies on citizens' lives. As a decision-making support tool, this study developed several survey and modeling methods by explicitly incorporating the influences of intra-household interaction, social network and reference groups on urban life behavior decisions. The applicability of the proposed methods to policy decisions was confirmed based on empirical analyses.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学，交通工学・国土計画

キーワード：交通現象分析，個人間相互作用，ソーシャルネットワーク

1. 研究開始当初の背景

人間は生まれてから、家族、学校、職場や趣味娯楽集団といった何らかの集団に属し、そこでの習慣や規範に従って行動する。これらの集団はちょっとした知人関係から強い家族のつながりまで、さまざまな形をもち、個人を取り巻くソーシャルネットワークを形成する。そして、個人の行動は準拠集団からも影響を受ける。無論、このようなソーシャルネットワークと準拠集団は人間の

成長と共に変化するし、意思決定の場面によっても変わる。

人間はソーシャルネットワーク・準拠集団において当人を位置づけ、他者との相互作用と他者と共有している知識によって日常生活における様々なモノやコトに対して意味を与えると同時に、そのような意味づけを通じて当人の様々な欲求を満ちし、その生活の質に大きく影響する。このような意味からすると、「人と人とのコミュニケーション」を

如何に促進するかは重要な都市政策の1つとして位置づけるべきである。したがって、都市政策の立案に寄与する人間行動の理解に際して、「人と人とのコミュニケーション」、そして、その結果としての「個人間相互作用」の影響を無視することができない。

都市・交通の分野において、例えば、居住や自動車の保有といった中長期的な意思決定や、買物や余暇活動などの日常生活における世帯構成員間の相互作用、雇用者と被雇用者との関係、個人とコミュニティとの関わり、個人意思決定における準拠集団の影響などのような「個人間相互作用」の現象は多く見られる。しかし、国内・国外に問わず、「個人間相互作用」に関する研究は少なく、その調査・解析方法はまだ確立されていない。

「個人間相互作用」は集団の形態によって異なると考えられる。例えば、血縁的な関係で結ばされる家族の場合と、ルーズな関係の中で成り立っているコミュニティの場合とでは、個人間の相互作用の形態とそれが意思決定に与える影響は同じであるとは考えにくい。よって、このような「個人間相互作用」の影響を解明することには学術的な意義がある。また、個人間相互作用は人々の「生活の質」にも影響するので、このような研究は都市政策を講じる観点からみても実務的な価値がある。

2. 研究の目的と対象

前述のような背景のもとで、本研究では世帯を基本的な調査・分析単位とし、世帯構成員間の相互作用、ソーシャルネットワークにおける個人間相互作用、準拠集団の個人意思決定に与える影響に着目し、経済学、社会心

理学、マーケティングや家政学などの知見を援用し、「個人間相互作用」を取り入れた都市生活行動に関する統合的な調査・解析手法を理論的に開発する。そして、開発した調査・解析手法の都市政策分析への適用可能性を明らかにする。

3. 研究の方法

“居住地選択行動”、“自動車保有・利用行動”、“日常的な活動・交通行動”、“生活時間の配分行動”と観光(図1)を研究の対象とする。研究対象には、中長期的・短期的、日常的・非日常的活動をカバーしている。

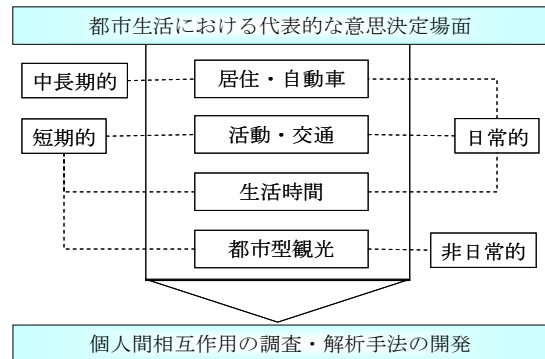


図1：研究対象

図2に示す都市生活行動要素間関係の概念図をもとに、都市・交通政策の評価に使える手法の開発を念頭に、都市生活行動の意思決定に見られる個人間相互作用の調査・解析手法の開発を試みる。

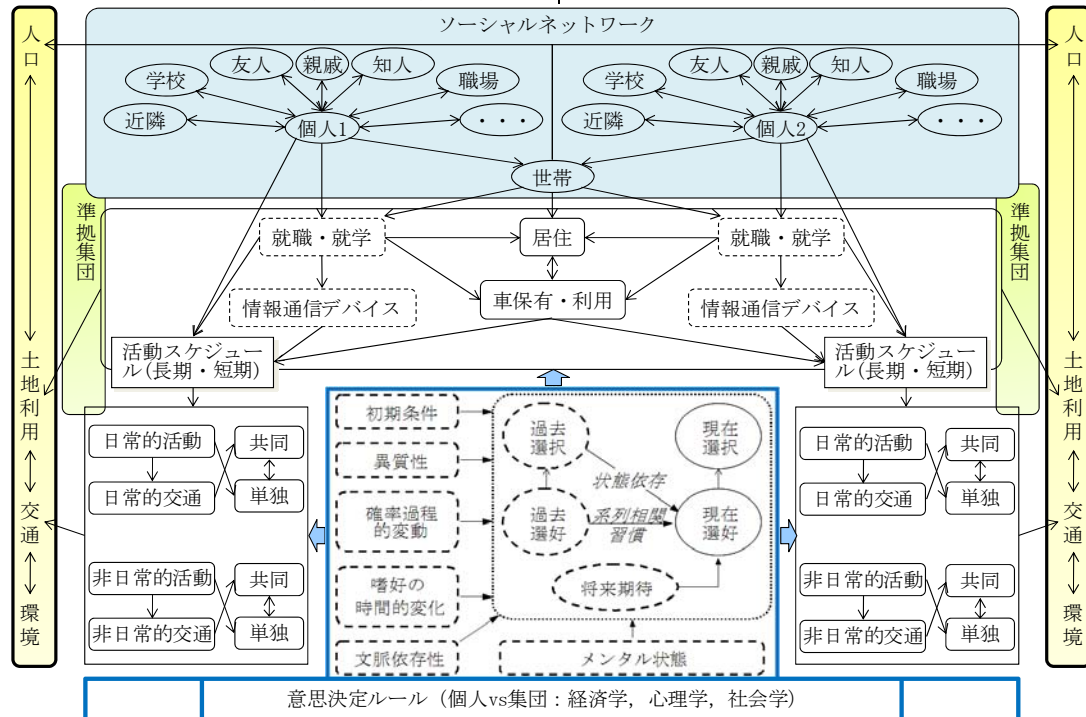


図2 都市生活行動要素間関係の概念図

既往研究のレビューを通じて、以下の研究課題があることを明らかにした。

課題(1) 集団において個人がどのように意思決定を行うかについては、意思決定対象のすべての属性、個別の属性、あるいは集団意思決定前における個人の意思決定の結果をもって、集団にある他者と交渉し、集団としての最終意思決定を行うと考えられる。これらの意思決定方法をどのように表現するか、それらのどちらかが実際の行動をより精度よく表現するかが不明である。

課題(2) 1回の意思決定において、複数の意思決定ルールやメカニズムを同時に使うことがありうるが、集団意思決定について、複数の意思決定ルールやメカニズムを許容する方法は開発されていない。

課題(3) 個人の意思決定には準拠集団が影響すること（社会的相互作用）が知られている。しかし、準拠集団には複数存在しうる。複数準拠集団を同時にモデリングする方法は開発されていない。

課題(4) 集団における個人の相対的影響力が意思決定プロセスを通じて変化すると考えられる。つまり、1回の意思決定の結果によって、次の意思決定における個人の相対的影響力（つまり、他者との対比のなかで個人がどれだけ意思決定に影響するか）が変わりうる。この相対的影響力は、外生的に与えるのではなく、モデルのなかで内生的に決められる方法は開発されていない。

研究代表者および分担者も今まで個人間相互作用について研究してきている。具体的には、世帯時間配分モデルと集団離散選択モデルを開発した。前者のモデルについては、研究代表者および分担者が実施した活動日誌調査データ、オランダの活動日誌データと総務省の社会生活基本調査データをそれぞれ用いてモデルの有効性を確認した。後者のモデルを世帯居住地と世帯主の通勤交通手段の選択行動、世帯自動車保有行動の分析に適用し、広島地域で収集したデータを用いてその有効性も実証した。両モデルの分析結果から、集団意思決定において複数の意思決定ルールが存在しうるということが分かった。また、居住地と通勤手段の選択行動を、世帯構成員間の相互作用を考慮したウェブ調査手法により調べた。このように世帯構成員間の相互作用を調査・解析する手法の研究として一定の成果を得た。しかし、本研究で取り上げているような、世帯構成員とそれ以外の集団の構成員との「個人間相互作用」を取り入れていないし、世帯構成員間相互作用の調査手法についても、ウェブ調査であるが故に、複数被験者による回答を監視する仕組みをどう担保するかが課題となっている。開発したモデルに関する推定手法の工夫、構成員間の相

相互作用を取り入れた世帯効用関数の理論的な精緻化も課題として残されている。本研究では、研究者らの今まで開発してきた手法の理論的な精緻化をまず図る。一方、都市生活行動の意思決定は一般的な人間行動の意思決定と共通する部分がある。人間の行動について、今まで経済学、経済学、社会心理学、マーケティングや家政学など多数の分野で研究されてきている。しかし、これらの分野の研究を体系的にレビューした結果、前述に挙げた4つの研究課題はこれらの分野においてうまく解決されていない。したがって、本研究では、研究者らが交通行動の研究で培った経験を活かして、独自の方法を開発する。

4. 研究成果

本研究では、2007年度から2009年度にかけての3年間にわたり、前述の4つの研究課題の解決に取り組んできた。その結果、すべての課題に対して、本研究独自の方法を提案し、その有効性も実証した。提案した方法は、経済学、経済学、社会心理学、マーケティングや家政学などの既存分野にも通用すると考えている。さらに、都市政策のいくつかの場面における適用可能性も明らかにした。

成果(1) 個人間相互作用モデリング

前述の研究課題(1)について、今まで、研究者らは効用レベルにおいて、多項線形型と等弾力性モデルを開発した。両モデルに共通するのは、集団意思決定における集団構成員の相対的影響力の違いを明示的に取り入れた点である。具体的には、構成員ごとに、区間(0,1)に位置する重みパラメータ（全構成員の合計が1）を取り入れた。異なるのは、構成員間相互作用の表現方法である。多項線形型モデルでは、異なる構成員の効用を積算する形で個人間相互作用を表現する。等弾力性モデルでは、異なる構成員の効用が集団意思決定における代替関係を表すパラメータ（代替弾力性の逆数）を取り入れる。このパラメータの導入によって、Max-Min型、弱福祉型、ナッシュ型、功利主義型、独裁型の意思決定など、より一般性のある集団意思決定を表現することが可能になった。多項線形型と等弾力性モデルは、以下に開発した方法と比較するために使う。

属性レベルにおける集団意思決定について、前述の等弾力性と似た一般化平均の考え方を導入し、新たなモデルを開発した。つまり、等弾力性モデルが表現するような一般的な集団意思決定メカニズムが属性レベルにおいて存在しうることを表現した。

意思決定結果レベルの集団意思決定について、集団意思決定前における構成員の意思決定を重みづけることで表現した。

前述に提案した各種方法について、広島市

で実施した「居住と交通の意思決定に関する表明選択行動」調査から得た離散選択データを用いてそれぞれのパフォーマンスを実証的に比較した。その結果、モデル精度という視点から、集団意思決定前における個人の意思決定結果を用いたほうが最もよい（つまり、モデルの精度が最も高い）ことが分かった。次に精度の高いのは属性ではなく、効用レベルでの多項線形モデルであった。しかし、実際の場面においては、集団意思決定前における個人の意思決定結果を知ることがほとんど不可能であるため、実際の調査データの収集を考えると、2番目に精度の高い多項線形モデルを適用すべきであろう。ただし、属性レベルでのモデルとの差は非常に大きいわけではなく、両者がともに適用できる場面が存在しうることが分かった。なお、公共交通沿線への居住促進策についても、提案のモデルを用いて試行的に評価を行った。

成果(2) 異質な個人間相互作用の表現

前述の研究課題(2)について、潜在クラスモデリング手法による表現方法を提案した。具体的には、事例研究として、多項線形モデル、Max-Min型モデル（最小効用を有する構成員の効用の最大化）とMax-Max型モデル（最大効用を有する構成員の効用の最大化）のペアを潜在クラスモデリング手法により統合した。そして、2004年に広島地域で収集した世帯自動車保有データを用いて、提案の統合モデルの有効性を明らかにした。組み合わせペアによって、モデルの推定結果（パラメータ値とその符号）に大きく変動することも分かった。ただし、多項線形モデルとの組み合わせはそのような変動が最も小さいことも明らかになった。なお、このモデルの検証において、環境に易しい自動車保有行動の促進策の評価も試験的に行った。

一方、個別の選択現象として、例えば、観光地選択が観光形態（個人旅行、家族旅行、友人・知人と一緒に旅行、団体旅行など）によって異なる。一方、ソーシャルネットワークの誰か、それとも団体旅行のように赤の他人と一緒に旅行するかも旅行者の意思決定のひとつである。観光地と同伴者の選択における階層構造、そして、旅行者によって選択構造が異なりうるという異質性を同時に表現する新たな選択モデルとして、前述の潜在クラスモデリング手法とネスティッドロジットモデルを融合したモデルを開発した。2002年に収集した中国・四国・九州地方における広域観光周遊行動データを用いて、開発したモデルの有効性を確認した。なお、提案のモデリング方法はほかの集団意思決定の現象にも通用すると考えられる。

成果(3) 異質な社会的相互作用のモデリング手法の開発

研究課題(3)について、離散選択行動を対象

に、複数の社会的相互作用を同時に取り入れたモデルを開発した。離散選択モデルとして、行動の時間的ダイナミクスを柔軟に表現できるDGEVモデル（環境経済学の分野で開発されたもの）を基本的なモデル構造として採用した。2006年にウェブ上で収集した世帯自動車保有行動（車種選択）パネルデータを用いて、3種類の社会的相互作用：国家レベルでの保有率、近隣レベルでの保有率、そして、同じ収入グループでの保有率を取り上げた。国家レベルでの保有率が世帯の車種選択に影響しないこと、後者の2種類の準拠集団の保有率が影響することを明らかにした。また、世帯自動車保有行動について、初期条件、状態依存、習慣の持続性、将来の期待といったダイナミクスの存在や影響力も明らかにした。

成果(4) 個人の相対的影響力の内生化

多項線形効用関数の特殊系である加法的効用関数を対象に、世帯意思決定における構成員の相対的影響力（重み）を表すパラメータが構成員の効用のロジット関数として定義し、時間制約のもとで、世帯効用の最大化問題を解くことで、新しい世帯時間利用モデルを開発した。共用型活動と非共用型活動の時間関数には異なるモデル構造が導かれた。2000年から2005年にかけてオランダで収集された活動日誌データを用いて、モデルの適用可能性を明らかにした。

成果(5) 世帯時間利用モデルの開発とQOLの評価

時間利用をみることにより、人々の生活の実態を把握できるだけでなく、その生活の質を評価することも可能である。時間利用には、自宅で行う活動、通勤、通学、業務、通院のような他の構成員が代替できない活動（自宅外独立型活動）、買い物のような他の構成員が代替できる活動（自宅外分担型活動）、他の構成員と一緒にいる活動（自宅外共同型活動）など、様々な形態がある。これらの時間がどのように使われるかについては構成員によって異なり、共同型活動のように構成員同士で意思決定することもあることから分かるように、時間利用を決めるに際して構成員間に相互作用が働くと考えられる。このような集団意思決定に際し、異なる構成員の影響力は同じであるとは考えにくい。活動の違いによって、構成員の意思決定における重要性も異なると考えられる。さらに、構成員の嗜好がどのように集団意思決定に反映されるかについては意思決定ルールによって異なるのであろう。

上述の意思決定メカニズムを反映するため、4種類の世帯時間利用モデルを開発した：(a)多項線形効用関数モデル、(b)等弾力性効用関数モデル、(c)平休日の相互作用を考慮したモデル、そして、(d)構成員の相対的

影響を内生化させたモデルである。なお、モデル(a)はモデル(c)と(d)の基本構造となっている。これらのモデルの世帯時間利用行動を表現することの有効性を確認しただけではなく、特に、総務省が1976年から2006年に全国範囲で実施した6時点の大規模な「社会生活基本調査」から得た世帯時間利用データを用いて、道路、鉄道、公園、買物施設、病院などの社会インフラの整備による人々の生活の質(QOL)の変化を定量的に評価した。研究者の知る限りにおいては、時間利用の視点から全国範囲における社会インフラの整備効果を評価したのは、この研究が最初の取り組みであった。

成果(6) 自主参加型調査手法の提案

今まで、都市政策の分野において、調査データとしては、通常、1年間における代表的な1日のデータを用いて議論することはほとんどである。例えば、交通分野において、パーソントリップ(PT)調査のように、10か11月の平日1日における市民の移動情報を収集し、それを20年後の都市交通計画に使うのは現状である。そして、このPT調査は大体10年おきに実施することは、法律で保証されているわけではないが、実務的にそのように薦められている。これは、調査コストのことを考えれば仕方がないかもしれない。一方、都市計画法に定められている調査のひとつに都市計画基礎調査があり、職業分類別就業人口の規模、世帯数及び住宅戸数、住宅事情、都市施設の利用状況といった情報をマクロレベルで5年おきに調べているが、市民生活の本当の実態を捉えているとは言えない。そこで、世帯行動を含む一般的な生活行動調査手法として、いつでもだれでもアクセスすることが可能な自主参加型調査手法を提案した。この調査手法なら、交通を含むまちづくりのための、調査コストの低減と信頼性の高いデータの定期的な収集の必要性を両立することが可能である。広島県民を対象として実施したウェブ調査により、システムの導入に可能性が十分にあること、また、調査協力に対して非金銭的な見返り制度の設計が重要であることが分かった。

3年間の研究の結果、上述のような研究成果を得たが、今回の研究、そして、今までの関連研究を通じて、密接に関係する市民生活行動の諸要素を横断的にみる学問体系が未だに構築されていないことも分かった。

地方分権が進む中、縦割り行政の弊害がまちづくり分野においても顕著に現れており、将来の市民生活に今以上の不安を残さないため、行政組織間の境界を横断する政策が求められている。しかし、今まで、部門横断型まちづくり政策の重要性が認識されているにも関わらず、交行動学、生活科学、家政

学、環境行動学、健康行動学、人間生活環境学、観光行動学など、市民生活(労働、居住、移動、子育て・介護、教育、買物、余暇や観光など)を断片的に捉える学問はあるが、それを一体的に捉える学問がない。こうした背景の下、研究代表者が科学研究費補助金研究プロジェクト「市民生活行動学の構築による部門横断型まちづくりのための政策意思決定方法論の開発」を新たに立ち上げ、本研究の成果を活かしながら、「市民生活行動学」を構築し、部門横断型まちづくり政策のための意思決定方法論の開発を目指している。なお、市民生活行動学は、人々が都市生活を営む上で必要な活動のすべてを扱おうとするのではなく、その主な部分を体系的に扱おうとする学際性の高い学問である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計18件;すべてが査読付き)

- ① Chikaraishi, M., Zhang, J. & Fujiwara, A. (2010) A comparative analysis of Japanese time use behavior with/without the responsibility for nursing care in aging society based on a multilevel MDCEV model, *Transportmetrica* (forthcoming).
- ② Zhang, J., Senbil, M. & Fujiwara, A. (2010) Exploring Sustainable Urban Forms: A Case Study in Jabotabek Metropolitan Area, Indonesia, *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies*, 1, 36-54. (最優秀論文賞).
- ③ Soo, J., Zhang, J., Ottens, H.F.L. & Ettema, D. (2009) Household time allocation and Interaction: A comparison of households with and without young children, *Compendium of Papers CD-ROM, the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, January 11-15, 2009, Washington, D.C.
- ④ Timmermans, H.J.P. & Zhang, J. (2009) Modeling household activity travel behavior: Examples of state of the art modeling approaches and research agenda, *Transportation Research Part B: A Special Issue "Household Behavior Modeling"*, edited by H. Timmermans and J. Zhang, 43, 187-190.
- ⑤ Wu, L., Zhang, J. & Fujiwara, A. (2009) A model of heterogeneously nested structure of tourists' destination and travel party choices, *Proceedings of the 15th Annual Conference, Asia Pacific Tourism Association (APTA)*, Incheon, Korea, July 9-12 (CD-ROM).
- ⑥ Zhang, J. (2009) Subjective well-being and activity-travel behavior analysis: Applying day reconstruction method to explore affective experience during travel, *Proceedings of The 14th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies*, Hong Kong, December 10-12, Vol. 2, 439-449. (招待論文・講演)
- ⑦ Zhang, J., Kuwano, M., Lee, B. & Fujiwara, A. (2009) Modeling household discrete choice behavior incorporating heterogeneous group decision-making mechanisms, *Transporta-*

- tion Research Part B: A Special Issue "Household Behavior Modeling", edited by H. Timmermans and J. Zhang, 43, 230-250.
- ⑧ Zhang, J. & Fujiwara, A. (2009) Representing intra-household interaction in transit-oriented residential choice behavior using stated preference approach, *Transportation Research Record*, 2134, 73-81.
 - ⑨ Zhang, J., & Fujiwara, A. (2009) A Comparative modeling analysis of household time allocation behavior using a large-scale national time use data in Japan, *Compendium of Papers CD-ROM, the 88th Annual Meeting of Transportation Research Board*, January 11-15, 2009, Washington, D.C.
 - ⑩ Zhang, J., Fujiwara, A. & Hinohara, H. (2009) How to aggregate individual preferences into group choice? - A series of modeling comparisons based on stated preference survey -, *Proceedings of The 12th International Conference on Travel Behaviour Research, Jaipur, Rajasthan, India, December 13-18 (CD-ROM)*.
 - ⑪ Zhang, J., Zhang, H., Wu, L. & Fujiwara, A. (2009) Representing tourists' context-sensitive time use and expenditure behavior, *Proceedings of the 15th Annual Conference, Asia Pacific Tourism Association, Incheon, Korea, July 9-12 (CD-ROM) (最優秀論文賞)*.
 - ⑫ 前山圭司・桑野将司・塚井誠人・藤原章正・張峻屹 (2009) 送迎の有無が自動車依存地域住民の外出行動に及ぼす影響の分析, *土木計画学研究・論文集*, 26, 403-409.
 - ⑬ Senbil, M., Zhang, J. & Fujiwara, A. (2008) Child effect on household non-commute trips, *Compendium of Papers CD-ROM, the 87th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington D.C., January 13-17*.
 - ⑭ Kuwano, M., Fujiwara, A. & Zhang, J. (2007) A discrete choice model with dynamic social interaction: framework and application to household choice of vehicle type, *Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, California, USA, June 24-28 (CD-ROM)*.
 - ⑮ Zhang, J., Fujiwara, A. & Kuwano, M. (2007) Modeling group decision-making mechanisms in household travel behavior: Theories and an application, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 7, 654-669.
 - ⑯ Zhang, J., Timmermans, H. & Fujiwara, A. (2007) A household time allocation model with behavioral interdependency between weekday and weekend, *Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, California, USA, June 24-28 (CD-ROM)*.
 - ⑰ Zhang, J., Timmermans, H., Fujiwara, A. & Osedo, M. (2007) A model of household time allocation behavior with endogenously determined balance of power, *Proceedings of the 12th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies*, 235-244, Hong Kong, China, December 8-10.
 - ⑱ 桑野将司・張峻屹・藤原章正・李百鎮・高本圭吾 (2007) 複数の意思決定ルールを取り入れた世帯離散選択モデルの開発と車種選択分析への応用, *土木計画学研究・論文集*, 24(3),

499-507.

[学会発表] (計 5 件)

- ① Zhang, J. (2010) Tourist Behavior Analysis: A Review, Keynote speech at The First International Conference on the Future of Human Mobility, Thai Society for Transportation and Traffic Studies, Phuket, Thailand, 22-23 January. (招待講演)
- ② Kuwano, M., Zhang, J. & Fujiwara, A. (2009) Analysis of intra-household car use allocation behavior based on group discrete choice model, Presented at 16th International Conference on Recent Advances in Retailing and Consumer Services Science, Niagara Falls, Canada, July 6-9.
- ③ Zhang, J., Kuwano, M. & Fujiwara, A. (2009) Representing Household Car Ownership and Use Allocation Behavior Based on a Bundle Choice Model with Relative Utility, Presented at 16th International Conference on Recent Advances in Retailing and Consumer Services Science, Niagara Falls, Canada, July 6-9.
- ④ Zhang, J., Xu, L., Chikaraishi, M. & Fujiwara, A. (2008) Analysis of influential factors causing long-term changes in time use behavior based on a time allocation model, Presented at the 30th Annual Conference of International Association for Time Use Research, Sydney, Australia, Dec. 1-3.
- ⑤ Zhang, J., Osedo, M. & Fujiwara, A. (2007) Modeling household time allocation behavior: Comparative analysis using a large-scale data from survey on time use and leisure activities in Japan, Paper accepted by the 29th Annual Conference of International Association for Time Use Research, Washington DC, USA, Oct 17-19.

[図書] (計 2 件)

- ① Zhang, J. and Daly A. (2009) Group behavior modeling, In: *The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research*, R. Kitamura, T. Yoshii, and T. Yamamoto (eds.), Emerald, Chapter 21, 465-473.
- ② Zhang, J. & Fujiwara, A. (2009) Models of household activity and travel behaviors with group decision-making mechanisms in Japan, In: *The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research*, R. Kitamura, T. Yoshii, and T. Yamamoto (eds.), Emerald, Chapter 8, 187-203.

[その他]

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/hitel/members/zhang.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

張 峻屹 (ZHANG JUNYI)
 広島大学・大学院国際協力研究科・准教授
 研究者番号：20284169

(2) 研究分担者

藤原章正 (FUJIWARA AKIMASA)
 広島大学・大学院国際協力研究科・教授
 研究者番号：50181409
 桑野将司 (KUWANO MASASHI)
 広島大学・大学院工学研究科・助教
 研究者番号：70432680

(3) 連携研究者

研究者番号