

交通行動パネル調査の方法論的検討*

Methodological aspects of a panel survey on travel behavior

内田 敬**, 飯田恭敬***

by Takashi UCHIDA and Yasunori IIDA

ABSTRACT

Panel survey, which repeatedly observes the same sample, has a great ability to capture the individuals' travel behavior especially from dynamic aspect. The panel survey, however, has some difficulties. One of the most important issues in implementing a survey is how to sample and maintain a panel respondents. For well understanding of the real behavior, any possible biases should be eliminated and/or identified. Sampling strategy plays an important role as well as analytical techniques.

This paper concerns practical aspects of implementing a panel survey. Sampling strategy and framework of timing are examined. The design of the survey conducted is described in detail. The results of pre-analysis of panel data are also shown for both evaluating the design and further development.

1. 動的な交通行動分析とパネルデータ

情報通信機器の発達を契機として、より詳細かつ高度なサービス水準を提供する交通管理・施設運用が各方面で図られつつある。その過程で、施策の適否を評価するための交通行動モデルへの関心が高まってきた。特に時間効果や時間軸上の変化を考慮・表現するモデルの研究への要求は強い。この背景には、従来用いられてきた静的なモデルに対する信頼感／不信任感が漠然としたものであったことが作用している。交通現象・交通行動の観察と動的な分析により、静的モデルの実現象から見た妥当性を検証することの必要性和、それを可能とする手法・技術という条件がようやく合致しつつあることの反映とみることができよう。

交通行動を動的に観察する手法のひとつにパネル調査がある。パネル調査は、同じサンプルに対して繰返し調査をおこなうものである。一つの調査時点で見るとサンプルは横断面的な広がりを持つ。かつ、それぞれの回答者を特定して縦断面（時間軸）上の変化を観察する。パネル調査は、縦断面的な変化を捕らえることを基本的な目的としている。しかし、同様な目的を持つ繰返し横断面調査と異なり、個々の回答者を特定することによって因果関係を明らかにすること、変化量についてもより正確に評価することを可能とする。

このような特長を有するパネル調査は、動的な交通行動分析にとって貴重なデータを提供すると期待出来る。しかし、実用にあたっては多くの問題点も有している。コストの高さとデータの信頼性の問題がとりわけ重大である。パネル回答者を個別に、長期間にわたって連絡を保って調査を行うという調査方法は、繰返し横断面調査と比較しても過大な労力と資金を要求する。

*キーワード：縦断面調査、バイアス、交通情報

**正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学教室
(〒606-01 京都市左京区吉田本町)

***正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学教室
(〒606-01 京都市左京区吉田本町)

この点に関しては得られる情報との比較でみれば評価は変わる可能性もある¹⁾。しかし、調査実施を躊躇させるに十分なコストを名目上は覚悟しなければならない。データの信頼性に関しては、社会調査／交通行動調査に内在する普遍的な問題に加えて、パネル調査固有のバイアス発生要因が存在する。例えば、同じ人へ何度も調査を繰り返すことが、交通行動の変化や、飽き・疲れによる回答精度の低下を引き起こしたりする。また長期にわたって調査に継続的に協力するという行為は非日常的なことであるから、パネルサンプルが母集団を代表していることを単純に期待することはできない。

交通計画の分野におけるパネル調査の適用は1980年代に入ってから始まり、半ば以降には大規模な調査（サンプルサイズが1000以上あるいは数年にわたる調査期間）も実施されている^{2)~6)}。これらの成果、あるいは1970年代より応用が始まった社会科学やマーケットリサーチの分野からの知見によって、パネルデータの分析手法は発展して来た。しかし、今後に残されている課題も多く⁷⁾、調査の方法論に関しては、近年実施されているパネル調査^{8)~14)}にあっても、実証的な検討をなすための経験の蓄積を図るという側面が強い。日本においても動的分析の必要性は認識されており、施策評価のための事前・事後分析は従前より多数行われている。しかしパネル調査となると実施例^{15)~18)}は限定される。

このような状況を踏まえて、本稿の目的は、調査手法の詳細について報告し、パネル調査の成否に最大の影響を及ぼす回答者の調査に対する態度・パネルサンプルの代表性に関して分析を加えることにある。今後益々高まるであろう動的分析への要請に応えることのできる調査手法確立への貢献を意図している。

2. パネル調査の設計要素

パネル調査は、複数の対象者を抽出(recruite)して、それぞれの人を特定(区別)し、日時をおいて繰返し調査する。交通計画でパネル調査を行う大きな目的は、時間的な交通行動変化を詳細かつ正確に知ることと、変化の因果分析にある。したがって、個人属性や行動記録などの多様なデータの収集を必要とするため、客観的な観測ではなく、いわゆるアンケート調査の形式をとる。アンケート調査は、回答の精度、信頼性が問題となることが多いが、パネル調査の場合、同じ回答者に継続して回答してもらうということに起因する固有のバイアスがある。

消耗バイアス(attrition biases)¹⁹⁾

パネルに継続して参加するか否かの意思決定がランダムでないことによって生じる。サンプルの母集団に対する代表性が損なわれる原因となる。

パネル効果(panel effect)²⁰⁾

パネル調査に習熟することによる精度向上や、逆に慣れ、飽き・疲れからくる精度の低下など。

パネル拘束(panel conditioning)²⁾

パネル調査に参加しない場合とは異なった行動をとらせてしまうことがある。

バイアスを排除して真の姿を知るには、分析手法もさることながら、調査の設計にも配慮が必要である。初期パネルの抽出、パネル更新、調査手段、各調査回(wave)の実施期日／間隔が主要な設計要素である。具体例として、表-1に最近報告されたパネル調査についてこれら諸元を示す。初期パネルの抽出では、分析対象として想定している母集団を正確に代表し、また回答者が途中で脱落することによるパネル消耗を考慮す

表-1 パネル調査の例：調査の設計諸元

調査名	調査対象・目的	パネル抽出法	パネル更新	調査手段	開始年	wave数／間隔	サンプルサイズ
Puget Sound Transportation Panel ⁸⁾	多目的交通調査 パネル消耗と報酬の関係	層別抽出法	○	訪問、電話	1989	継続中／1年	約1,700世帯
San Francisco Bay Area Household Panel ⁹⁾	交通需要調査	ランダム＋選択肢別	?	郵送、電話	1990	継続中／2～3年	約3,000世帯
Montgomery County Travel Panel ¹⁰⁾	交通需要調査	層別・選択肢別	○	郵送	1991	継続中／1年	約800世帯
Southern California commuter panel ¹¹⁾	通勤交通行動調査 +交通需要調査	従業地ベース 選択肢(利用機関)別	○	郵送	1990	継続中／3～7カ月	約2,000人
Honolulu Transportation Demonstration Panel ¹²⁾	時差出勤制試行の評価	従業地ベース	×	一括留置	1988	4/2週間(事前・事後)	約2,000人
San Diego I-15 Carpool Lanes Panel ¹³⁾	HOVレーンの効果	ランダム(電話番号)	○	電話	1988	3/1年(事前・事後)	約1,000人
M10 Amsterdam Beltway Panel ¹⁴⁾	新規道路の完成効果	事前調査で層別	○	電話	1990	2/半年(事前・事後)	約12,000世帯

注：waveごとに設計が異なる場合が多い。本表は第1waveを基本として大略を示す。

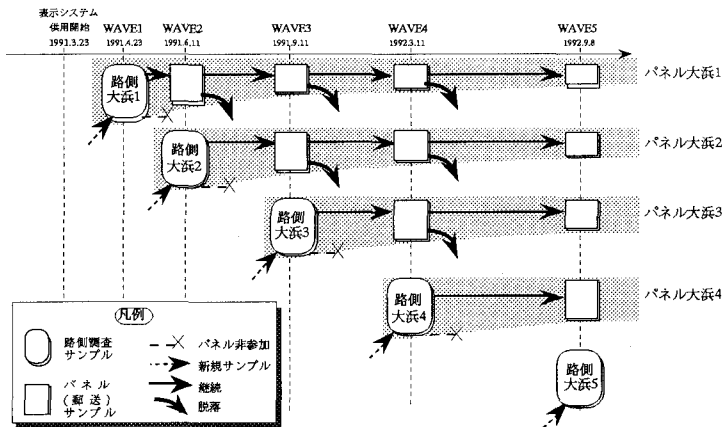


図-1 堺所要時間表示パネルのサブサンプル構成

ることが必要である。表-1に示すように、層別抽出法が採用される例が多い。これは主として、パネル消耗における偏りへの対応という意義をもつ。予定したwaveが完了した時点での継続回答者が所定数を満たすように、予想される脱落率に応じたオーバーサンプリングを行う。

パネル消耗に対処するためには、途中のwaveでサンプルの追加・パネル更新も行う。適切なパネル更新を行えばサンプルの代表性を改善することが可能である。また、更新パネルにおいて初期パネルに由来するサブサンプルと新規に追加されたサブサンプルを比較することによって、パネル効果・パネル拘束の影響を知ることができる。パネル更新を行わないものを純粋パネルと呼ぶ。対して、パネル参加者を定期的に入れ替えるものを回転パネル(rotating panel)、新規パネルの追加を行い既存パネルもそのまま継続させるものを混合パネル(mixed panel)と呼ぶ²¹⁾。

調査手段は、データの信頼性からは訪問調査が望ましい。しかしコストの点で大サンプルを収集するのは困難であることから、近年は訪問調査に代わるものとして電話によるインタビューがアメリカでは用いられている。電話による場合、電話番号によって擬似ランダムサンプリングができるという副次効果もある。郵送による調査は信頼性の点からは問題を有すが、比較的安価かつ短期間に大量のデータを収集できることから採用される例が多い。

wave間の間隔は、交通需要調査では1年にとられることが多い。季節変動を見るために半年間隔で実施される場合もある。特定の施策の評価を目的とする場

合には、事前・事後の2wavesを比較的短い間隔で実施する。さらに間隔においてフォローアップが行われる場合もある。

以上のようにパネル調査の具体的な手法は多様であり、調査対象・目的に応じて適切な手法を選択する必要がある。パネルデータが望ましい状態で収集されているか、すなわち、バイアスの存否を確認し、その大きさを明らかにするための分析をpre-analysisと呼ぶ²¹⁾。次節以降では、pre-analysisの結果を具体的に示す。

3. 堺所要時間表示パネル

分析対象とするパネルデータ（堺所要時間表示パネル）は、1991年3月に供用された「複数経路所要時間表示システム」の評価を主目的として実施された調査¹⁸⁾で得られたものである。調査の設計諸元は以下のとおりである。

- 1) パネル抽出法：調査対象とする所要時間表示システムは道路上の可変表示板で情報提供する。表示板を見ることのできるドライバーを母集団と考えて標本抽出を行わねばならない。そこで表示板設置地点の路側で調査票を配布し、郵送回収によってパネル抽出を行った。
- 2) パネル更新：路側の調査の場合、想定母集団を明確に把握することは困難である。したがって図-1に示すようにパネルの全waveで新規パネルを追加することで、パネルの母集団に対する代表性を確保することとした。パネルのタイプでは混合パネルにあたる。
- 3) 調査手段：標本抽出と各サブパネルの第1waveを兼ねる路側調査では、幹線道路上で交通流を阻害することのないように、赤信号で停車時に調査票を手渡し、持帰り記入、郵送回収とした。路側の調査票に、住所・氏名の記入欄とパネル調査への協力依頼を記し、第2wave以降のパネルでは、郵送配布・回収によって調査を行った。
- 4) wave間隔：所要時間表示はドライバーの行動に対してなんら強制力を持つものではなく、むしろ知識や感情といった内面に働きかけるものである。したがって行動レベルの変化として発現するまでにはかなり

のタイムラグも予想される。そこで長期にわたる観測とシステム供用直後の過渡状態の詳細な観測を予算制約内で両立させるために、調査間隔を次第に長くすることとした。図-1中に示すように、当初は15カ月、最後は半年間隔とした。

パネルデータのサブサンプル構成は図-1に示すとおりである。5wavesの全てにおいて路側調査を行って、パネルを更新している。それぞれのサブサンプルは、パネルとして抽出されたwaveごとに定義される。各サブサンプルの時間的推移（パネル消耗）は以下のものである（図-1参照）。1)路側で調査票を配布し、郵送で回収する（新規サンプル）。2)前waveの回答者へパネル調査票を郵送し、郵送回収する。回答者にとって初めての郵送調査であるこの段階で、パネルへの参加／非参加の意思が実質的に再確認・表明される。3)先の2)と同様に調査票を郵送で配布・回収する。この段階では、回答者はパネル調査には慣れているので、2)の段階よりは回収率が高いものの、回答拒否や、転居などによってパネルからの脱落が生じる。4)以下同様。

パネルへの抽出を行ったwaveによってサブサンプルを定義したのは、これらと比較することによりパネル効果・パネル拘束という、パネル参加wave数に依存するバイアスを検出することを可能とするためである。また路側調査も同様の機能を持つように設計した。

通常、パネルサンプルの抽出は、ターゲットとする層を確実に調査するため、他のデータソースや予備調査の結果を用いて行われる。これは、交通需要調査のように母集団を比較的明確に定義することができて、他の社会統計データが利用できる場合に有効である。しかし、本パネルのように路上に設置された施設の整備効果の調査を目的とする場合には適当ではない。施設利用者を確実に抽出するには窓口調査が最適である。窓口調査は、それ自体きわめてコストが掛かるものであるから、予備調査のためだけに実施するのは得策ではない。本パネルでは、路側調査とパネル調査の調査票を基本的に同じにして、路側調査をパネル調査の第1waveとしても位置付けている。

しかし、路側調査によるデータと郵送による（厳密な）パネル調査データは集計レベルでみると本質的な違いを持つ。路側で配布された調査票に対して回答をよせたサンプルに比較して、あらかじめ郵送した調査

票に対して回答した（このことは、次wave以降もパネルへ参加することの意思表示を兼ねる）サンプルはより大きな偏りを示す可能性が大きい。したがって、縦断的に見るときには厳密なパネル調査と同様に取り扱う路側調査も、横断的な観点からは区別しておく必要がある。

なお、所要時間表示板は大浜と葛の葉の2地点に設置されており、調査も両地点において行ったが、本稿では大浜のデータのみを示す。

4. 堺所要時間表示パネルの分析

パネルデータは、動的交通行動の把握にとって、ポテンシャルとしては高い能力を有している。しかしデータの信頼性という点からは問題も多い。したがって、パネルデータを用いる場合には、そのパネルの特徴を十分に吟味しておくことが必要である。パネルサンプルが母集団を正確に反映しているか否か、バイアスがあるならば、それはどの種類のバイアスで大きさはどの程度かという点に関して事前分析を行わねばならない。このような分析はまた、新規にあるいは再度パネル調査を実施する場合の設計指針を与えるものでもある。

ここでは、サンプルの母集団に対する代表性という観点から分析を行う。パネル調査は継続（連続）して回答してもらうことに意義があるため、非回答による有効サンプル数の減少（パネル消耗）が起きやすく、その影響は大きい。そこで、回答者の属性、行動、態度とパネル参加との関係に焦点を当てる。時間的な安定性・推移をみる。

分析は記述統計的手法による。時間的変化を見るためにwaveを、パネル消耗の影響を見るためにパネルから／への脱落／残留を要因として考慮する。これら2要因の一方はサブサンプル（必要に応じてさらにセグメント化する）間の比較という操作によって考慮することとし、今一方と、表-2に示す変数それぞれについて2次元の分割表にまとめて χ^2 検定を行う。

表-2に示した変数（回答内容）は、点線より上部は回答者の属性を、下部は行動、態度を表すものとして取り上げた。海外の事例では、パネルからの脱落には、収入、教育水準などが関係していることが報告されている³⁾。日本においても同様な傾向が認められるか否か興味深いところではあるが、交通行動に関する調査

表-2 検定に用いる変数のカテゴリー

年齢	1 18-29才 2 30-39才 3 40-49才 4 50-59才 5 60才以上	出発市	1 堺 2 岸和田 3 和泉 4 大阪 5 貝塚 6 その他
性別	1 男性 2 女性	目的区	1 住之江 2 中央 3 西 4 浪速 5 西成 6 住吉 7 北 8 その他(大阪市以外を含む)
職業	1 職業運転手 2 事務・専門職 3 技術・製造職 4 運輸・通信 5 販売・サービス 6 その他	車種	1 乗用車 2 ライトバン 3 貨物車 4 その他
業種	1 建設業 2 製造業 3 卸売業 4 小売業 5 運輸・通信業 6 電気・ガス・水道業 7 サービス業 8 公務 9 その他	マイカー	1 自家用車 2 社有車 3 営業車 4 その他
トリップ目的	1 出勤 2 業務 3 その他		
選択経路	1 K26 2 阪神高速堺線 3 阪神高速湾岸線 4 その他	表示精度	1 正確 2 だいたい正確 3 あまり正確でない 4 不正確 5 わからない
表示認識	1 Yes 2 No	表示有効	1 役立つ 2 一応役立つ 3 あまり役立つ 4 不要 5 わからない

表-3 路側調査(大浜)の回答者構成変化に関する χ^2 検定

回答者属性	年齢	性別	職業	業種	目的	出発市	目的区	車種	マイカー
自由度	16	4	20	32	8	20	28	12	12
路側大浜 (N=1,571)	20.065 0.217	6.345 0.175	27.801 0.114	32.390 0.448	10.234 0.249	30.350 0.064	15.958 0.966	19.416 0.079	14.852 0.250

凡例
上段: χ^2 値
下段: 有意確率

+: 有意水準10%でwaveと回答者属性分布の独立性を棄却

表-4 waveと車種による分割表(路側大浜)

	欠損値	乗用車	ライトバン	貨物車	その他	TOTAL
wave1	50	356 359.78 -3.775 0.0396 60.96	91 82.424 8.5759 0.8923 15.58	127 126.57 0.4341 0.0015 21.75	10 15.235 -5.235 1.7987 1.71	634
wave2	16	154 157.09 -3.094 0.0609 60.39	45 35.99 9.01 2.2556 17.65	50 55.264 -5.264 0.5014 19.61	6 6.6522 -0.652 0.0639 2.35	271
wave3	5	146 146.62 -0.621 0.0026 61.34	31 33.591 -2.591 0.1998 13.03	57 51.58 5.4201 0.5695 23.95	4 6.2087 -2.209 0.7857 1.68	243
wave4	2	125 128.14 -3.139 0.0769 60.1	26 29.357 -3.357 0.3838 12.5	47 45.078 1.9217 0.0819 22.6	10 5.4261 4.5739 3.8556 4.81	210
wave5	3	140 129.37 10.629 0.8732 66.67	18 29.639 -11.64 4.5704 8.57	43 45.512 -2.512 0.1386 20.48	9 5.4783 3.5217 2.264 4.29	213
TOTAL	76	921	211	324	39	1571

凡例
度数
期待度数
偏差
セル χ^2
行パーセント

でその種の設問をすることは、現時点では躊躇される。設問自体が回答率の大きな低下を招くことが懸念されるからである。したがってこれらのデータは本パネルでも収集されていない。一方、調査日のトリップに関する情報をここでは広義の個人属性に含めて検討を加える。

1)路側サンプルの安定性

パネルの代表性を問うには、母集団が明確に定義され、比較参照すべきサンプルが得られていることが必要である。この条件を本パネルが満たすことは極めて困難である。想定母集団は所要時間表示板を利用することが可能なドライバーであるが、表示板の設置地点が幹線道路上であるために母集団は空間的に大きな広がりを持つ。そこで若干条件を緩和し、路側サンプルが母集団を正確に反映しているものと仮定して、路側サンプルとパネルの比較を行う。

まず路側サンプルの時間的な安定性をみる。個人属性とwaveによる2次元の分割表分析の結果(χ^2 値)を表-3に示す。 χ^2 値ならびにその有意確率をみると、出

発市、車種の分布がwaveによって異なるようである。出発市は、特定のトリップに関する情報であるから変化が激しいことも納得できるが、車種はドライバー属性と密接に関連し

ているから安定していることが望ましい。詳細を見るために、表-4に車種に関する分割表を示す。この表よりwave5を除けば乗用車の構成率は約6割で安定しており、ライトバンと貨物車の和もほぼ35~37%で安定している。変動は、調査票上の選択肢の解釈のされ方がwaveによって異なることの影響と推測される。このことより、他の変数同様、車種についてもwaveとの関連は弱く、路側サンプルは時間的に安定していると判断できそうである。しかしwave5は明らかに異なる傾向を示しており、他の変数とのクロス分析など、さらに検討を加えることが必要である。

2)パネル参加者と非参加者の相違

路側サンプルについて、次のwaveでパネルとして回答を返したか否か(パネル参加/非参加)を因子として取り上げて、回答者属性との関係を検定した。表-5に示すように、年齢の分布と参加/非参加は有意な関係を有している(大浜4を除く)。他に関係を有す

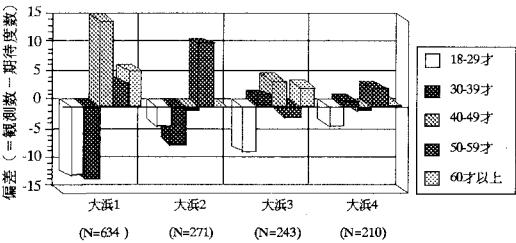


図2(a) パネル参加者の偏差(年齢)

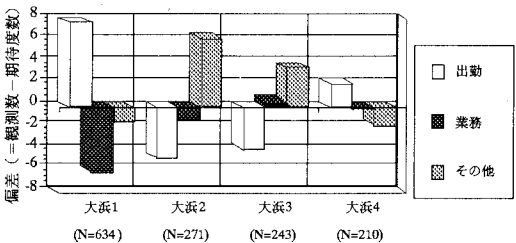


図2(c) パネル参加者の偏差(トリップ目的)

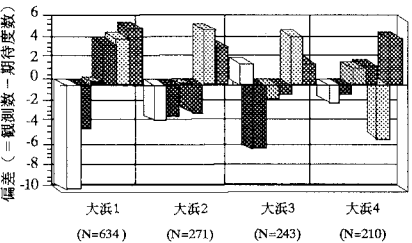


図2(b) パネル参加者の偏差(職業)

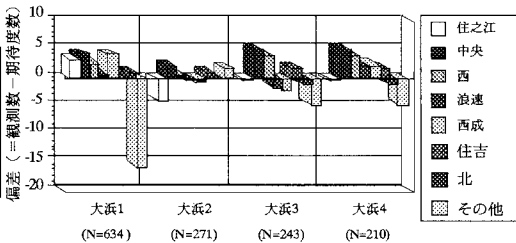


図2(d) パネル参加者の偏差(目的区)

表-5 パネル参加/非参加と属性の関係に関する χ^2 検定 (路側大浜)

回答者属性	年齢	性別	職業	業種	目的	出発市	目的区	車種	マイカー
自由度	4	1	5	8	2	5	7	3	3
大浜1 (N=634)	+20.568 (N1=399,N2=235) 0.000	0.320 0.572	+9.646 0.086	11.418 0.179	1.608 0.447	+11.256 0.047	9.259 0.235	1.237 0.744	5.676 0.129
大浜2 (N=271)	+11.173 (N1=136,N2=135) 0.025	0.000 0.983	6.351 0.274	+13.722 0.089	+5.807 0.055	8.612 0.126	4.351 0.739	5.521 0.137	0.958 0.811
大浜3 (N=243)	+11.622 (N1=109,N2=134) 0.020	1.459 0.227	6.254 0.282	8.899 0.351	2.390 0.303	2.644 0.619	+16.807 0.019	5.306 0.151	2.590 0.459
大浜4 (N=210)	2.170 (N1=117,N2=93) 0.705	0.203 0.653	5.975 0.309	8.964 0.345	0.691 0.708	+9.603 0.087	1.177 0.991	5.885 0.117	1.262 0.738

N=サンプルサイズ, N1=パネル参加者数, N2=パネル非参加者数
+ : 有意水準10%でwaveと回答者属性分布の独立性を棄却

凡例
上段:
 χ^2 値
下段:
有意確率

表-6 パネル参加者, 非参加者の属性構成変化に関する χ^2 検定 (大浜)

回答者属性	年齢	性別	職業	業種	目的	出発市	目的区	車種	マイカー
自由度	12	3	15	24	6	15	21	9	9
パネル参加 (N=747)	9.187 0.687	2.613 0.455	+25.764 0.041	+40.808 0.017	+11.436 0.076	2.918 0.609	24.659 0.262	10.096 0.343	+15.382 0.081
パネル非参加 (N=597)	+23.032 0.027	3.791 0.285	18.079 0.259	14.686 0.930	5.581 0.472	+22.458 0.096	14.327 0.855	8.647 0.470	5.902 0.750

+ : 有意水準10%でwaveと回答者属性分布の独立性を棄却

凡例
上段:
 χ^2 値
下段:
有意確率

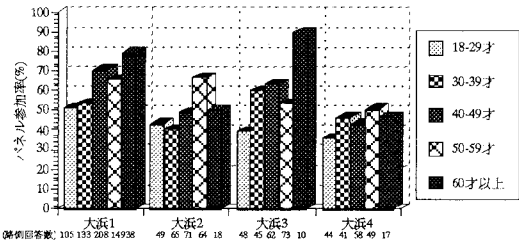


図-3 年齢階層・wave別パネル参加率(大浜)

る傾向が見られるものに職業, トリップ目的, 目的区があげられる。これらについて, 分割表分析から得られた, パネル参加者の度数の期待値からの偏差を図-2に示す。ここでは, 年齢が18~29才, 事務・専門職というカテゴリーに属する人は非参加がより強く, 目的地が中央区, 西区(所要時間表示の対象区間の終点周辺)の場合は参加が強いという傾向がwaveを通じて認められる。

これらの傾向の時間的な安定性を見るために参加者, 非参加者それぞれについて, waveと属性の分割表で χ^2 検定を行うと, 表-6に示すように, パネル参加者の年齢分布は安定していることがわかる。以上より, パネル参加は年齢に大きく依存しているといえよう。

図-3には年齢階層別のパネル参加率を示しているが, これからも18~29才の参加率が低く, 40才以上で高いという一般的な傾向を見ることができる。

3) パネル消耗の影響

パネル参加の段階で年齢分布の偏りが認められたが, ここでは, パネルが進行して行く過程でのパネル消耗によるサンプルの母集団に対する代表性の変化(低下)の様子をみる。パネル大浜1について, サン

プルを継続回答者と脱落分に分割して、それぞれについてwaveと属性分布の関連をみた。表-7で継続分の有意確率を見ると、トリップ目的が最小値をとっている。年齢も比較的小さな値である。図4ではこれらについて偏差の値を示しているが、この図より両者の共通点と

して、路側だけに回答しパネルへは非参加という回答者の割合が高いカテゴリーが存在する（それぞれ、18～29才および30～39才、業務目的）ことがわかる。相違点としては、年齢においては、waveの進行によって特定の年齢層に分布が偏る傾向が強い。具体的には、

表-7 パネル大浜1の回答者構成変化に関する χ^2 検定

回答者属性	年齢	性別	職業	業種	目的	出発市	目的地	車種	マイカー
自由度	16	4	20	32	8	20	28	12	12
χ^2 統計大浜1継続 (N=1,807*)	20.815	0.746	8.951	13.236	+14.735	+29.287	12.843	6.337	10.088
	0.186	0.946	0.983	0.999	0.065	0.082	0.994	0.898	0.608
χ^2 統計大浜1脱落 (N=1,037)	22.221	1.701	+28.789	23.942	10.643	25.488	21.671	6.839	+24.035
	0.136	0.791	0.092	0.847	0.223	0.183	0.796	0.868	0.020

* : wave1～wave5それぞれにおける解答の延べ回答数
+ : 有意水準10%でwaveと回答者属性分布の独立性を棄却

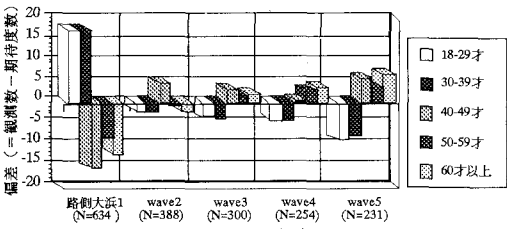


図4(a) パネル大浜1の年齢構成の変化

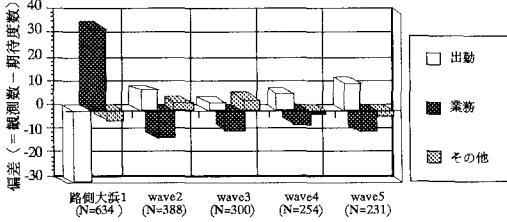


図4(b) パネル大浜1のトリップ目的構成の変化

表-8 waveと年齢による分割表 (パネル大浜1)

	欠損値	18-29才	30-39才	40-49才	50-59才	60才以上	TOTAL
路側大浜1	1	105	133	208	149	38	634
		87.371	115.44	223.16	157.2	49.826	
		17.629	17.558	-15.16	-8.197	-11.83	
		3.5571	2.6705	1.0304	0.4275	2.8068	
		16.59	21.01	32.86	23.54	6	
wave2	0	52	69	142	96	29	388
		53.554	70.761	136.79	96.355	30.541	
		-1.554	-1.761	5.2106	-0.355	-1.541	
		0.0451	0.0438	0.1985	0.0013	0.0778	
		13.4	17.78	36.6	24.74	7.47	
wave3	0	38	51	109	76	26	300
		41.408	54.712	105.76	74.501	23.614	
		-3.408	-3.712	3.235	1.4989	2.3858	
		0.2805	0.2518	0.0989	0.0302	0.241	
		12.67	17	36.33	25.33	8.67	
wave4	1	31	42	90	66	24	254
		34.921	46.14	89.195	62.829	19.915	
		-3.921	-4.14	0.8049	3.1707	4.0854	
		0.4402	0.3715	0.0073	0.16	0.8381	
		12.25	16.6	35.57	26.09	9.49	
wave5	1	23	34	87	61	25	231
		31.746	41.946	81.086	57.118	18.104	
		-8.746	-7.946	5.9135	3.8825	6.8958	
		2.4096	1.5051	0.4313	0.2639	2.6266	
		10	14.78	37.83	26.52	10.87	
TOTAL	3	249	329	636	448	142	1807

表-8の分割表の行パーセントの値から、40

才未満の回答者の構成率の比較的高速な低下と、40才以上の各階層の安定した増大傾向を見ることができる。

4) 行動・態度とパネル参加の関連

行動記録や、対象施設に対する評価や態度などの調査データがパネルサンプルでは偏ることが懸念される。そこで、パネル参加と回答との関連を、各路側サンプルについて検討した。表-9に示すように χ^2 検定では大浜3、4の表示認識、大浜3の表示有効において、パネル参加/非参加との独立性が棄却される。図-5でこれらの偏差を見ると、偏りの大きさが如実にでており、分析の際の慎重な取り扱いを要求している。しかしwave間で比較する

表-9 パネル参加/非参加と行動、評価傾向 (路側大浜)

行動/評価	選択経路	表示認識	表示精度	表示有効
自由度	3	1	4	4
大浜1 (N=634)	0.752	0.007	7.643	2.928
	N1=399, N2=235	0.861	0.934	0.106
大浜2 (N=271)	3.836	0.277	4.309	5.959
	N1=136, N2=135	0.280	0.599	0.366
大浜3 (N=243)	4.010	+6.227	6.161	+9.613
	N1=109, N2=134	0.260	0.013	0.187
大浜4 (N=210)	1.241	+2.940	3.206	3.581
	N1=117, N2=93	0.743	0.086	0.524

N=サンプルサイズ、N1=パネル参加者数、N2=パネル非参加者数
+ : 有意水準10%でwaveと回答者属性分布の独立性を棄却

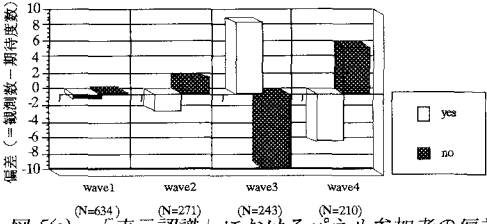


図-5(a) 「表示認識」におけるパネル参加者の偏差

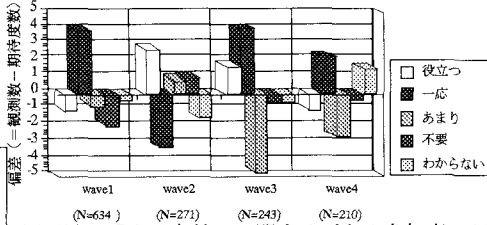


図-5(b) 「表示有効」に関するパネル参加者の偏差

と偏りの傾向は互いに異っており、パネル参加者ゆえの一般的な偏りの存在は認められない。

5. おわりに

本論文では、堺所要時間表示パネルについて、調査設計およびサンプルの代表性に関する予備的検討結果を示した。検討の結果、代表性を損なうバイアスの可能性については、年齢の影響が認められた。主観評価に関する回答とパネル調査への参加/不参加との間には、系統的な関係は見られなかった。

パネル調査は、動的分析のための基本となるデータを提供する手法として期待はされるものの、現実には種々の困難、無理解のために、現実に行われた例は希であり、調査・分析手法も今後の研究に期待する部分が多い。特に交通計画への応用を図る場合には、調査は一般の市民・ドライバーの日常的な反応を探るものとなるから、調査手法としても市民・ドライバーの調査に対する反応（忌避、迎合なども含む）を率直に認めたうえで、それぞれの対象にふさわしいものを用意しなければならない。そのためには、調査の事例を積み重ねることが必要である。

堺所要時間表示パネルは、パネルデータとしての整備をようやく終えようという段階である。今後の予定としては、記述統計的なアプローチでパネルデータの特徴を把握することに努め、分析・モデル推定手法の検討、あるいは新たなパネル調査の設計に有益な知見を得ることを目標にしている。

謝辞

堺所要時間表示パネル調査は、大阪府警交通管制課、阪神高速道路公団、京都大学工学部宇野伸宏助手のご協力を得て実施した。データ整理では、京都大学大学院工学研究科修士課程の中原正顕、広松幹雄両氏に負うところが多い。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Duncan, G.J., F.T.Juster & J.N.Morgan: The role of panel studies in research on economic behavior, *Transportation Research*, Vol.21A, pp.249-263, 1987.
- 2) Kitamura, R.: Panel analysis in transportation planning: An overview, *Transportation Research*, Vol.24A, pp.401-415, 1990.
- 3) van Wissen L.J.G. & H.J.Meurs: The Dutch mobility

- panel: Experiences and evaluation, *Transportation*, Vol.16, pp.99-119, 1989.
- 4) Hensher, D.: Longitudinal data method: Introduction, *Transportation Research*, Vol.21A, pp.247-248, 1987.
- 5) Smart, H.E.: The dynamics of change-applications of the Panel Technique to transportation surveys in Tyne and Wear, *Traffic Engineering and Control*, Vol.25, pp.595-598, 1984.
- 6) Panel Analysis of Travel Demand-special issue, *Transportation*, Vol.16, pp.97-194, 1989.
- 7) Dieleman, F.M.: Struggling with longitudinal data and modelling in the analysis of residential mobility, *Environment and Planning A*, Vol.24, pp.1527-1530, 1992.
- 8) Murakami, E. & W.T.Watterson: The Puget Sound Transportation Panel after two waves, *Transportation*, Vol. 19, pp.141-158, 1992.
- 9) Purvis, C.L.: The San Francisco Bay Area Household Panel survey: A response to clean air and mobility initiatives, presented at the 1st U.S. Conference on Panels for Transportation Planning, California, October, 1992.
- 10) Kumar, A. & M.Replogle: Low-cost trip purpose panel survey: Case study of Montgomery County, Maryland, presented at the 1st U.S. Conference on Panels for Transportation Planning, California, October, 1992.
- 11) Uhlener, C.J. & S.Kim: Designing and implementing a panel study of commuter behavior: Lessons for future research, presented at the 1st U.S. Conference on Panels for Transportation Planning, California, October, 1992.
- 12) Giuliano, G. & T.F.Golob: Using longitudinal methods for analysis of a short-term transportation demonstration project, *Transportation*, Vol.17, p.1-28, 1990.
- 13) Supernak, J: Experiences with San Diego I-15 carpool lanes panel, presented at the 1st U.S. Conference on Panels for Transportation Planning, California, October, 1992.
- 14) Loos, A.L., E.P.Kroes, T.I.J.M. van der Hoorn & P.H.L.Bovy: The household panel survey in the M10 Amsterdam beltway study, presented at the 1st U.S. Conference on Panels for Transportation Planning, California, October, 1992.
- 15) 杉恵頼寧, 羽藤英二, 藤原章正: パネルデータを用いた交通機関選好意識のダイナミック分析, 土木計画学研究・論文集, No.10, p.31-38, 1992.
- 16) 鈴木聡, 毛利雄一, 中野敦, 原田昇: パネルデータに基づく交通手段選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, No.13, p.537-542, 1990.
- 17) 西井和夫, 岩本哲也, 弦間重彦, 岡田好裕: パネルデータを用いた休日買物交通パターンの経年変化に関する基礎分析, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp.163-168, 1992.
- 18) 飯田恭敬, 内田敬, 中原正顕: 旅行時間情報の影響に関する調査, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp.61-66, 1992.
- 19) Kitamura, R. & P.H.L. Bovy: Analysis of attrition biases and trip reporting errors for panel data, *Transportation Research*, Vol.21A, 287-302, 1987.
- 20) Meurs, H.L., L. van Wissen & J. Visser: Measurement biases in panel data, *Transportation*, Vol.16, pp.175-194, 1989.
- 21) Hensher, D.A.: Issues in the pre-analysis of panel data, *Transportation Research*, Vol.21A, pp.265-285, 1987.