

## 2. コンピュータベース調査による交通行動データ収集手法の開発

### A Development of Computerized Travel Behavior Data Collection Methods

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 青野 貞康

In this study, two computerized travel data collection systems were developed. They are network based client server systems and integrate GIS function to display, collect and calculate geographic data. One is an interactive stated preference survey system. A SP survey on travel mode choice was carried out using both this system and paper questionnaire. Then each type of data was compared through estimating mode choice models. In this time concerning the goodness of fit of models, paper questionnaire survey was better. Other important result was the grade of evaluation of respondents about survey system such as the reality of hypothetic alternatives influenced the goodness of fit of models. The other system is a driving route and parking choice simulator. Some behaviors, such as change of the purpose parking by having acquired parking guidance information (PGI) or prowl trips, were observed on the simulator. And a comparison survey by existence of PGI system showed that travel time was shortened by information.

#### 1. 研究の背景と目的

少子高齢化社会の到来、経済成長の停滞、地球環境問題の深刻化といった時代背景下において、これまでの施設供給中心、需要追従型の交通政策には限界が見えており、TDM や、ITS による交通情報提供などの施策を組み合わせ、施設の効率的活用および交通サービス間の連携を重視した、マルチモーダルな交通システムの構築が必要とされている。これらの施策は交通行動パターンに短期的な変化をもたらすものであり、その効果を評価するためには時空間的に詳細な交通行動分析が必要となる。このことは同時に詳細で信頼性

の高い交通行動データ収集の重要性が高まっていることを意味する。

情報通信分野での技術革新は交通行動データ収集手法にも大きな影響を与え、実際に行われた行動結果である RP データに関しては、GPS あるいは PHS といった移動体形式の高度情報機器を用いることで非常に詳細な時空間データの収集が可能となりつつある。

一方、仮想的なシナリオ下での被験者の選好を示す SP データについては、コンピュータベースの応答型調査という形式をとることで、被験者の回答内容に応じた条件設定のカスタマイズが可

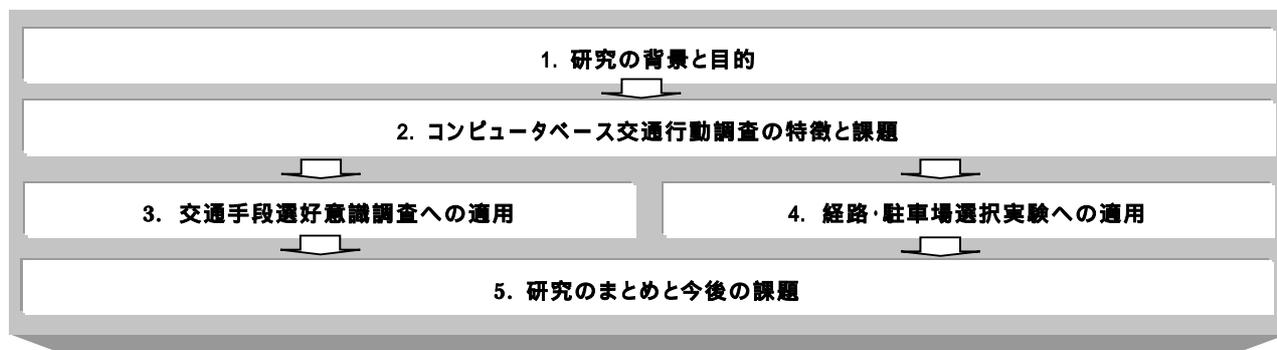


図 1 研究の構成

能となり、さらに画像やアニメーションを効果的に用いることで実験環境の現実感向上を図ることができるため、データの信頼性により影響を与える可能性があることが指摘されている。また、コンピュータ内に仮想的な都市空間を構築し、その内部での被験者の行動を記録するシミュレータ形式の調査手法(本研究では交通行動シミュレータと呼ぶ)も開発されており、交通情報提供下での経路選択行動など交通サービスの動的な変動に対応した交通行動データの収集手法として期待されている。

以上の背景から、本研究では交通行動データ収集手法としてのコンピュータベース調査の特徴、課題の整理を行った上で、交通手段選好意識調査及び、駐車場案内情報提供下での経路・駐車場選択実験を対象に、実際にコンピュータベース調査を適用することにより、その有効性について考察することを目的とする。

## 2. コンピュータベース調査の特徴と課題

表1は、調査票形式インタビュー調査、調査票留置調査、コンピュータベースインタビュー調査、コンピュータネットワーク調査の特徴を比較したものである。

コンピュータベース調査は調査票調査と比べて、被験者の回答に応じた設問のカスタマイズ、画像やアニメーションの利用、GIS機能の組み込みによる調査環境の現実感向上、動的な交通サービスの変動への対応等が可能であり、また、収集したデータの取り扱いが容易であるといった長所を備えている。一方で、コンピュータに不慣れな被験者に対する負担が発生すること、一般的にサンプルあたりコストが高く大規模調査に向かないこと等の短所も存在する。

後者に関しては、インターネット等を介したコンピュータネットワーク調査により改善が可能であるが、設問の意図を誤解したまま回答したり、いたずらやいい加減な態度で答えたりする被験者が出るのが予測されるため、インタビュー調査に比べると、回答内容の信頼性を確保すること

は困難であると考えられる。さらに、クライアント側での突然のエラーへの対処が不可能、コンピュータに不慣れな被験者への負担が非常に大きい等の問題点も無視できない上に、サンプルの母集団代表性の確保が困難であるという重大な欠点を持つ。認証画面を利用して層別サンプリングを行うなどの改善策も考えられるが、パソコンを利用していない被験者がサンプルから脱落してしまうため、対象者層が広範な交通施策の評価のためにコンピュータネットワーク調査のみで調査を実施することには困難であり、他の手法による補完的な調査が必要となる。

表1 調査手法の比較

観点	A	B	C	D
回答内容に応じた実験条件のコントロール		x		
実験環境の現実感(画像、アニメーションの利用、GIS機能組み込み)	x	x		
動的な交通サービス変動の影響の計測(交通行動シミュレータ)	x	x		
回答の信頼性確保(回答漏れ、いまいげんな回答などの影響)		x		
コンピュータに不慣れな被験者への負担	-	-		x
突然のエラーへの対処	-	-		x
1サンプル当りのコスト			x	
大サンプルの確保			x	
サンプルの母集団代表性確保				x
収集したデータの取り扱いの容易さ	x	x		
コミュニケーション、啓蒙	x	x	x	

A: 調査票形式インタビュー調査、B: 調査票留置調査、C: コンピュータベースインタビュー調査、D: コンピュータネットワーク調査

## 3. 交通手段選好意識調査への適用

ここでは、コンピュータベースの応答型選好意識調査と従来の調査票ベースの調査との関係に着目して分析を行った。宇都宮市における休日の買物行動を対象に、買物行動RPデータと、新交通システムまたはLRTが整備されたという仮定のもとでの交通手段選択行動に関するSPデータを収集する買物交通調査システムを開発し、収集したデータおよび調査票調査によるデータの交通手段選択モデルに対する適合性を比較した。

### 3.1 買物交通調査システムの構成

被験者は Web ページに表示される設問に順次回答し、その結果はサーバー上のデータベースに入力される。プログラムは回答内容を適宜参照しながら、被験者の状況に応じた設問を提示していく形式となっている。(図 2)

コンピュータネットワークに対応した構成とすることで小規模なインタビュー調査から大規模なネットワーク調査まで柔軟に対応することが可能となっている。また、調査システムに GIS 機能を組み込み、仮想代替案のサービス水準の設定等に利用しており、実験環境の現実感の向上に良い影響を与えることが期待される。

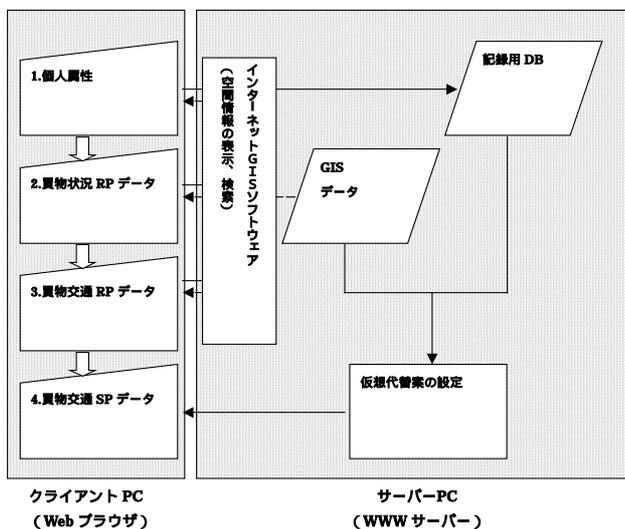


図 2 買物交通調査システムの構成



図 3 SP 調査画面

### 3.2 交通手段選好意識調査の概要

7 月下旬の休日に JR 宇都宮駅西口の百貨店内で買物客を対象にコンピュータベース調査と、ほぼ同内容の調査票調査をインタビュー形式で実施した。選好意識データに関する部分では、コンピュータベース調査では被験者の居住地や回答内容に応じて時間や料金など仮想代替案のサービス水準が設定されるのに対し、調査票調査では事前の設定値がそのまま提示されるという点が大きな相違である。どちらの調査とも新交通、バス、自家用車の 3 つの代替案に順位付けをする選好意識調査を各被験者に対し 6 回繰り返して行った。調査の最後には被験者の調査システムに対する評価について設問している。調査の概要は表 3. のとおりである。同じ日に同じ場所で実施したにもかかわらず、性別、年齢、運転免許保有率、利用交通手段にかなりの相違が見られ、データへの影響が懸念される。

表 2 調査の概要

	コンピュータ調査	調査票調査
被験者数	64 人	60 人
性別	男性 59.4% 女性 40.6%	33.3% 66.7%
年齢	50 歳未満 85.9% 50 歳以上 14.1%	68.3% 31.7%
運転免許証	免許有り 87.5% 免許無し 12.5%	58.3% 41.7%
利用交通手段	バス 1.6% 自家用車 73.4% 自転車 14.1% 徒歩 3.1% その他 7.8%	13.3% 51.7% 10.0% 23.3% 1.7%
選好 1 位回答	新交通 49.7% バス 16.5% 自家用車 33.8%	61.7% 7.2% 31.1%

### 3.3 交通手段選択モデルへの適合に関する分析

#### (1) ランクロジット(RL)モデルの推定

順位付けデータを用いて推定したランクロジットモデルの推定結果を表 3 に示す。Model\_R1 はコンピュータベース調査によるデータを用いたモデル、Model\_R2 は調査票調査によるデータ

を用いたモデルである。両モデルの尤度比を比較すると、調査票調査データを用いた Model\_R2 の方が高く、尤度比検定の結果が示すように統計的に有意な差が生じている。ただし的中率に着目すると、Model\_R2 では選好第 1 位の選択肢については 78%と高率であるものの、第 2 位以降では Model\_R1 と比較して的中率が低く、全体でも約 16%と低率になっている。的中率のみでの判断は危険ではあるが、コンピュータベース調査の方が調査票調査よりも順位付け SP 調査の第 2 位以降を確実に判断している可能性がある。

表 3 RL モデルの推定結果

説明変数	Model_R1		Model_R2	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
総旅行時間(分)	-0.0492	-5.88	-0.0562	-5.17
総費用(円)	-0.0024	-5.50	-0.0024	-3.43
新交通固有変数	0.8088	6.42	0.7678	4.03
自家用車固有変数	0.5614	5.14	-0.1765	-0.87
初期尤度	-652.20		-645.03	
最大尤度	-568.42		-511.68	
尤度比	0.128		0.207	
的中率	1 位	53.8%	78.1%	
	2 位	33.5%	18.9%	
	3 位	54.9%	46.7%	
	全体	29.9%	16.4%	
回答数	364		360	

表 4 RL モデル尤度比検定(自由度=4)の結果

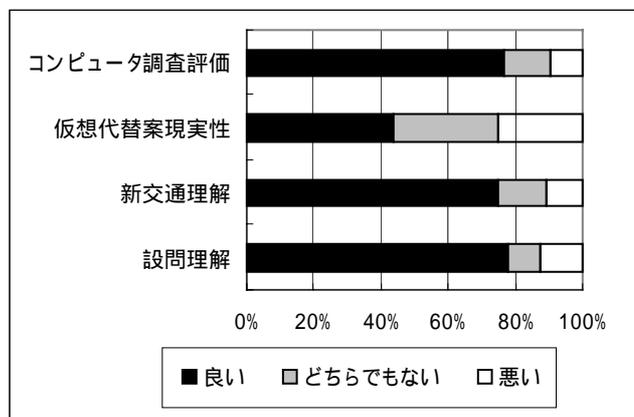
	最大尤度	$\chi^2$ 値
Model_R1 に Model_R2 のデータを移転	$L_{12}=-600.35$	63.86
Model_R2 に Model_R1 のデータを移転	$L_{21}=-537.04$	52.04

(有意水準 1%臨界値:13.27)

## (2) 調査システムに対する評価による影響

被験者の調査システムに対する評価はグラフ 1 のようになっている。評価項目は通常の調査票調査と比べた場合のコンピュータ調査の評価、仮想代替案の現実性、新交通システムに対する理解度、設問内容に対する理解度であり、概ね高い評価が得られている。仮想代替案の現実性については良い割合が 50%を下回っているが、これは、設計

時に主に自家用車利用者を対象に想定したため、近距離の自転車、徒歩および遠距離の鉄道利用者にとってはあまり現実的ではない状況が提示されてしまったことによる影響が大きい。



グラフ 1 調査システムに対する評価

被験者が仮想代替案に対して現実性を感じているか否かが交通手段選択モデルに及ぼす影響を検討するため、この評価項目について良いと回答している被験者のみをサンプルとして多項選択ロジットモデル Model\_M1' を推定し、全サンプルを用いた Model\_M1 と比較した。Model\_M1' では尤度比が大きく改善されており、尤度比検定の結果、は有意な差があることが示された。主観的な指標による結果ではあるが、仮想代替案の現実感向上に関するコンピュータベース調査の有効性が、交通手段選択モデルの説明力に影響を与える可能性を示唆する結果と考えられる。

表 5 MNL モデルの推定結果

説明変数	Model_M1		Model_M1'	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
総旅行時間(分)	-0.0535	-4.87	-0.0646	-3.18
総費用(円)	-0.0029	-5.07	-0.0040	-3.68
新交通固有変数	0.8314	4.83	1.293	4.67
自家用車固有変数	0.7817	4.80	0.3727	1.25
初期尤度	-399.89		-168.09	
最大尤度	-344.07		-120.84	
尤度比	0.140		0.281	
的中率	54.4%		69.9%	
回答数	364		153	

表 6 MNL モデル尤度比検定(自由度=4)の結果

	最大尤度	<sup>2</sup> 値
Model_M1 に Model_M1' のデータを適用	$L_{11} = -130.85$	28.98
Model_M1' に Model_M1 のデータを適用	$L_{1'1} = -370.37$	52.6

(有意水準 1%臨界値:13.27)

#### 4. 経路・駐車場選択実験への適用

ここでは、動的な交通サービスの提供効果の測定手法として有効であると考えられる交通行動シミュレータの有効性を検討した。宇都宮市都心部の道路交通環境をコンピュータ上に再現した経路・駐車場選択シミュレータを用いて仮想運転データを収集し、駐車場案内情報システムの有無が経路・駐車場選択行動に及ぼす影響について考察した。

##### 4.1 経路・駐車場選択シミュレータの構成

開発したシミュレータはコンピュータ上の仮想空間内に宇都宮市中心部の道路ネットワーク、駐車場設備、情報提供システム等を再現し、同空間内での被験者の経路・駐車場選択行動を記録収集する交通行動調査システムである。(図 4)

自動車による移動は、交差点での進行方向決定画面(図 5)およびリンク走行画面(図 6)から構成される。リンク走行画面は、リンクごとに設定された所要時間が実際に経過するまで継続する。

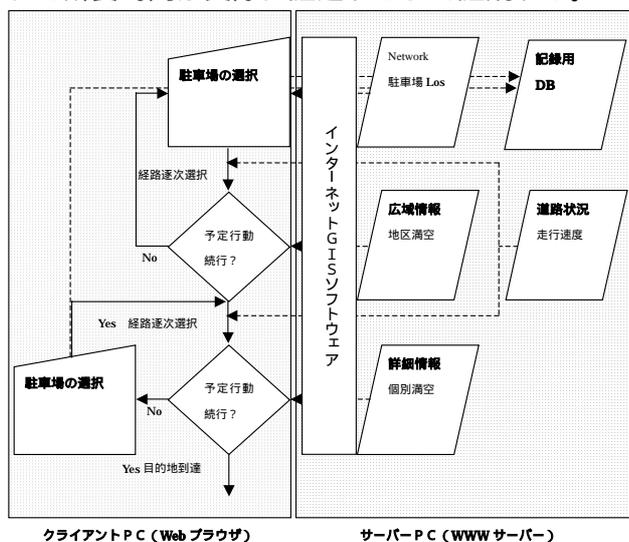


図 4 経路・駐車場選択シミュレータの構成



図 5 交差点での進行方向決定画面



図 6 リンク走行画面(駐車場案内情報板表示)

##### 4.2 経路・駐車場選択実験の概要

開発したシミュレータを用いて、学生を対象とした経路・駐車場選択実験を実施した。被験者を駐車場案内情報(PGI)システムによる情報提供有りのグループと無しのグループに分け、時間において 10 回の仮想トリップを繰り返させている。(被験者数は各グループ 7 名ずつの計 14 名)

各トリップ終了後にはそのトリップでの経路・駐車場選択行動における被験者の方針について簡単な聞き取りを行った。

##### 4.3 駐車場案内情報提供効果の評価

###### (1) 現実に発生している現象の観測

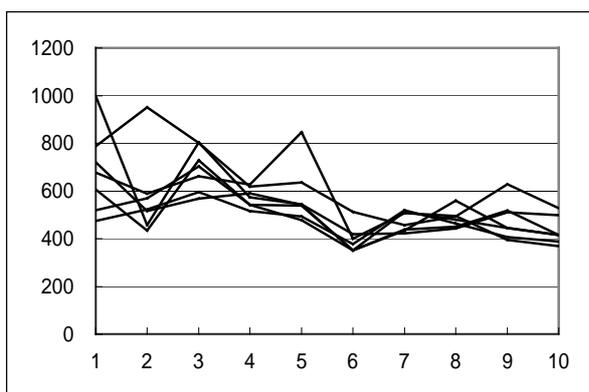
収集したトリップデータと行動方針に関する聞き取り結果を個別に観察すると、情報提供有りの被験者が、PGI システムの満空情報により目的

駐車場を変更したケースや、情報提供無しの被験者が目的駐車場到達時に待ち行列に並ぶのを嫌い、他の駐車場を探してうろつき交通となるケースなど、現実の経路・駐車場選択行動においても発生していると思われる現象がいくつか発生していることがわかった。

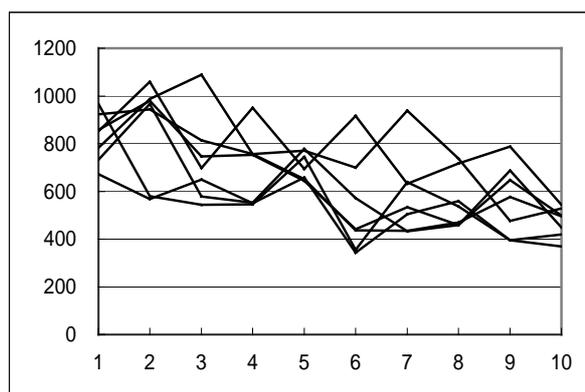
## (2) 旅行時間の削減および安定化効果

次に、平均旅行時間の削減および安定化効果について評価する。グラフ 2 およびグラフ 3 は PGI システムによる情報提供有りのグループの被験者、無しのグループの被験者それぞれの旅行時間を表したものである。横軸がトリップ回数、縦軸が旅行時間(秒)となっている。情報提供有りのグループは 6 回目のトリップ以降ではおよそ 400 秒から 600 秒の間である程度安定しているが、情報提供無しのグループではまだかなり変動が激しく、また被験者間での差異も大きい。

情報提供有りのグループの平均旅行時間  $T_1$  は 537 秒、情報提供無しのグループの平均旅行時間  $T_2$  は 636 秒である。ここで  $T_1 < T_2$  という片側対立仮説のもと、各被験者の平均旅行時間を標本とする  $t$  検定(自由度=12)を行った結果、 $t$  値は 2.26 となり有意水準 5% で帰無仮説は棄却され、少数サンプルの結果ではあるが、情報提供による旅行時間の削減効果が統計的に有意に認められた。



グラフ 2 情報提供有りのグループ



グラフ 3 情報提供無しのグループ

## 5. 研究のまとめと今後の課題

本研究では、調査票調査と対比する形で、コンピュータベース調査の特徴について整理し、応答型選好意識調査および交通行動シミュレータの有効性の検討を行った。

応答型選好意識調査に関しては、交通手段選択モデルに対する適合性について調査票調査との比較分析を行ったが、モデルの説明力に関しては調査票調査のデータの方が良い結果を示した。これはサンプリングの偏りに加え、コンピュータベース調査では被験者が調査の全体像を把握しにくい、調査票調査よりも時間を要した等の問題が、回答の信頼性に影響を及ぼしたのではないかと考えられる。一方、仮想交通手段の現実感に関する被験者の評価がモデルの説明力に影響を及ぼすという結果が得られた。このことから、調査システムのデザインと得られるデータの質に関して検討を重ねることが課題になると考えられる。

交通行動シミュレータについては、現実の経路・駐車場選択行動においても発生していると思われる現象が観測され、また、情報提供による旅行時間の削減および安定化の効果が確認された。これらはあくまで少数サンプルによる結果であり、今後は更なるデータの蓄積と分析を行うことが必要である。また、シミュレータ内での仮想トリップが現実的な交通行動を再現できているのかを検証するために、情報提供下での RP データを収集し、シミュレータで収集したデータとの比較を行うことも重要な課題である。