

プローブパーソン調査による交通行動データ収集・活用の高度化

Personal travel survey using GPS mobile phone and WEB diary

北村 清州* 中嶋 康博* 牧村 和彦*

By Seishu KITAMURA, Yasuhiro NAKAJIMA and Kazuhiko MAKIMURA

1. はじめに

現在の交通を取りまく社会情勢は、社会経済の変化、移動に対するニーズの高度化・多様化、高齢化の進展、環境問題への対応などに対応して、急速に変化している。特に、交通インフラの絶対的な不足の時代が終わり「つくる」から効率的に「使う」時代へと移行していくなか、詳細な交通データを活用したきめ細かな現況分析、予測及び評価を行い、結果を分かりやすく説明することが要求されている。

現行の道路交通センサス OD 調査やパーソントリップ調査に代表される交通調査体系は、交通の流動状況や施設整備状況の量的把握に主眼が置かれ、大規模かつマクロな調査で構成されている。これらの調査は、基本的に、紙ベースのアンケート調査にて実施されてきた。また、調査項目は、時代の要求を反映して多岐に渡り設定されてきたが、交通行動に影響を与える要因やニーズまでを十分把握することが困難であった。さらに、個人情報保護に対する国民の意識が高まり、調査拒否による回収率の低下、調査コストや被験者の負荷の増大、データの精度低下などの問題が生じている。

一方、IT 機器のめざましい発展により、GPS に代表される、移動体通信機器を用いた交通行動調査手法についての研究が行われ始めている。1996 年に、Lexington¹⁾にて実施された、GPS 車載機によるカートリップ調査を始めとして、日本²⁾、オランダ³⁾、イギリス⁴⁾、アメリカ⁵⁾などで、携帯型の調査機器を利用した、プローブパーソン調査が実施されている。また、国内では、GPS 付き携帯電話にプログラムを組み込むことで、簡単なアンケート調査の実施を可能としたシステム⁶⁾が開発されている。

このシステムを、WEB によるダイアリー（以後、WEB ダイアリー）と組み合わせることで、移動時刻、

経路など、詳細に人の動きを観測することが可能であり、交通行動調査への活用可能性が広がっている。

本研究では、紙ベースの調査票に一日の交通行動を回想して記入する従来の交通行動調査（以下、紙アンケート調査）と、GPS 付き携帯電話と WEB ダイアリーを組み合わせた交通行動調査（以下、プローブパーソン調査）を比較し、データ精度の相違、調査の効率性の検討を行い、IT を用いた道路交通センサス OD 調査やパーソントリップ調査を実施する上での課題、実務での適用可能性について考察することを目的とする。

2. 調査概要

愛媛県松山市を調査対象地域に、メールマガジン、WEB を利用して、31 人の被験者を募集し調査を実施した。被験者募集画面を図-1 に、被験者の属性を図-2 に示す。

愛媛No.1のポータルサイト
デジタルシティ
Digital City EHIME **えひめ** 交通行動調査モニター募集

GPS携帯を用いた交通行動調査 モニター募集

【調査日：2004/12/2（木）～2004/12/10（金）】

◆モニターとして調査にご協力いただいた方には、3000円相当の謝礼を差し上げます◆

*下記の【モニターへの条件】【調査内容】【調査方法】を一読の上、ご協力いただける方は、ページ最下部のボタンよりご応募ください。応募の締切は、11月7日（日）23:59とさせていただきます。

「GPS携帯を用いた交通行動調査について」

調査は合計2回行います。1回目にアンケートによる交通行動調査を行い、2回目にGPS携帯電話を利用した交通行動調査を行います。2つの調査の結果を比較することにより、新たな交通行動調査手法の導入に向けた課題を整理することを目的としています。

■調査日時（予定）

- アンケートによる交通行動調査：12月2日（水）
- GPS携帯電話を利用した交通行動調査：12月6日（月）～12月10日（金）

■モニターへの条件

- 下記の条件を満たす方を30名募集

- 松山市内およびその周辺（北条市・伊予市・東通市・松前町・砥部町）に住み、松山市（特に中心部）へ通勤・通学している方
- 11月26日（金）～12月1日（水）のうち、いずれかの日に、調査用紙の受け渡し可能な方（調査員による訪問配布：30分程度）
- 12月4日（土）、8日（日）のいずれかの日に、GPS携帯電話を用いた交通行動調査の説明会に参加いただける方（愛媛大学にて実施：1～2時間程度、録音時録音は事前決定済みです）
- WindowsのOSがインストールされたパソコンをご自宅にお持ちで、インターネット接続環境が整い、ホームページの閲覧、Eメールの送信、簡単なワードへの入力など、パソコンの基本操作ができる方
- 普通自動車免許を持ち、自分で自由に利用できる自動車をお持ちの方

*募集人数以上に応募があった場合は、調査主体の方でモニターの選定を行います。

図-1 被験者募集画面

*交通研究室

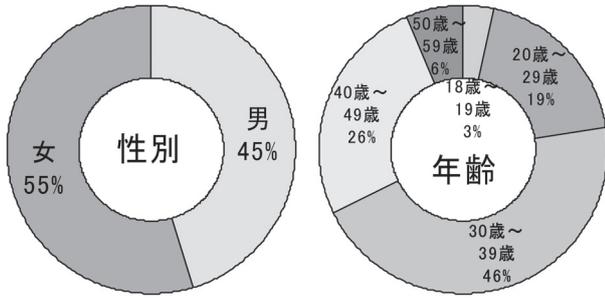


図-2 被験者の性別・年齢構成

紙アンケート調査については、平成16年12月2日の平日の1日の行動を調査し、プローブパーソン調査については、平成16年12月5日～10日までの平日5日間の行動を調査した。

調査項目は、表-1に示すとおりであり、道路交通センサスOD調査、パーソントリップ調査と整合を図り、個人属性、トリップの状況などを把握できるようにした。被験者が行う調査の手順を図-3に、本調査で活用したGPS付き携帯とWEBダイアリー画面を図-4に示す。

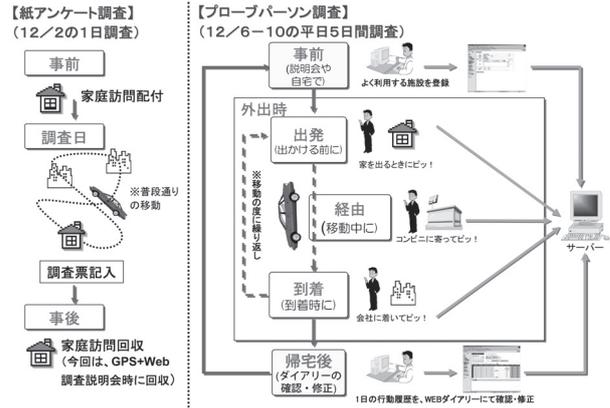


図-3 調査の手順



図-4 WEBダイアリーとGPS付き携帯電話

表-1 調査項目

世帯の状況	属性	今回調査 (全手段)	センサスOD調査 (自動車のみ)	PT調査 (全手段)	
		性別	性別	性別	性別
年齢	年齢	年齢	年齢	年齢	
使用者の住所 (被験者募集時に 勤務先を調査)	使用者の住所	居住地	勤務(通学)先		
職業	職業	職業(産業)			
世帯人数	世帯人数	世帯人数			
保有運転免許	保有運転免許	保有運転免許			
自動車の状況	自動車 保有状況等		使用燃料		
			初度登録年月		
		保有台数	保有台数	保有台数	
		ナンバープレート	ナンバープレート	ナンバープレート	
		車種	車種	車種	
		所有者	所有者	所有者	
		1日の走行距離	1日の走行距離	1日の走行距離	
活動・行動の状況	人(物) の移動	移動目的	運行目的	移動目的	
		出発施設所在地	出発地・施設	出発施設所在地	
		到着施設所在地	目的地・施設	到着施設所在地	
		出発時刻	出発時刻	出発時刻	
		到着時刻	到着時刻	到着時刻	
		乗車人数	乗車人数	乗車人数	
		区間距離(自動車)	区間距離		
				荷物の輸送の有無	
		モード 間情報	端末交通手段		端末交通手段
			代表交通手段		代表交通手段
経路情報		他機関からの乗り 換え有無			
	乗車人数	乗車人数	乗車人数		
滞留場 所情報	乗りIC・降りIC	乗りIC・降りIC	乗りIC・降りIC		
	乗りフェリー・降りフェリー	乗りフェリー・降りフェリー			
滞留場 所情報	駐車場所	駐車場所	駐車場所		
	駐車料金	駐車料金	駐車料金		

*H11 センサスOD調査, H10年東京都圏PT調査を参考とした

3. プローブパーソン調査による調査精度の向上・効率化

プローブパーソン調査と紙アンケート調査にて比較する項目を、表-2に示す。これら項目により、調査精度の向上や調査の効率化の検討を行う。

表-2 比較項目の一覧

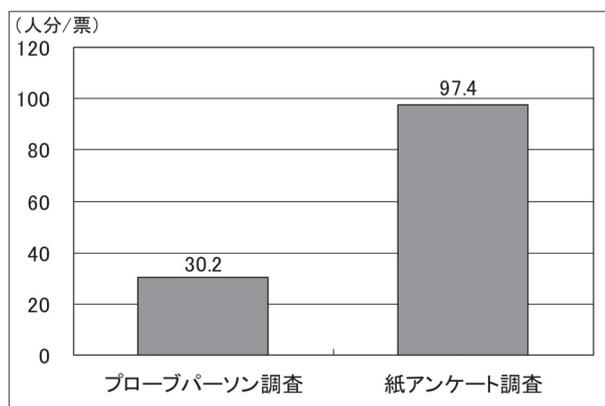
項目	視点
調査コストの縮減可能性	調査票配布から、電子データ化までに必要なコストが効率化されているか
トリップ数の精度	GPS機器によりデータ取得することで、トリップの記入漏れを防ぐことができるか
経路情報と所要時間の把握	目的地間の所要時間情報だけでなく、移動経路に関する情報や、経路ごとの所要時間を把握することができるか
所要時間の精度	GPS機器によりデータ取得することで、所要時間の把握精度を向上することができるか
自動車以外の交通手段による移動情報の把握	自動車以外の交通手段(徒歩・鉄道等)により行われた、移動の状況を把握することができるか

(1) 調査コストの縮減可能性

プローブパーソン調査では、データ収集の際に電子化されたデータが取得できるため、分析に活用するマスターデータ作成までの所要時間が効率化される。その所要時間を紙アンケート調査と比較したものが図-5となる。

紙アンケート調査の人的な所要時間は1票あたり約97.4分であるのに対し、プローブパーソン調査は、30.2分であり、紙アンケート調査の約1/3の時間でデータ化が可能であることが分かる。

データ作成に関する人的な時間は、直接、調査コストに響くこととなり、これらのプローブパーソン調査の手法が、道路交通センサスOD調査のような大規模調査に本格的に導入された場合、大幅なコストの削減が見込まれる。



※時間の比較は、配布からコーディング、エディティング、パンチング、電子データエラーチェックまでを対象とした。各調査票の作成、エラーチェックプログラム作成時間は除いている。

図-5 調査方法別の電子データ化までの時間比較

(2) トリップ数の精度

図-6より、プローブパーソン調査では、紙アンケート調査と比較して約15%自動車トリップ原単位が向上していることが分かる。

紙アンケート調査は、回答を記憶に頼るため、把握されないトリップが存在すると考えられるが、プローブパーソン調査では、常に携帯電話を用いてトリップ毎に位置をマーキングしたのち、日々WEBダイアリーにてトリップ情報を確認しているため、トリップの把握が向上していると考えられる。

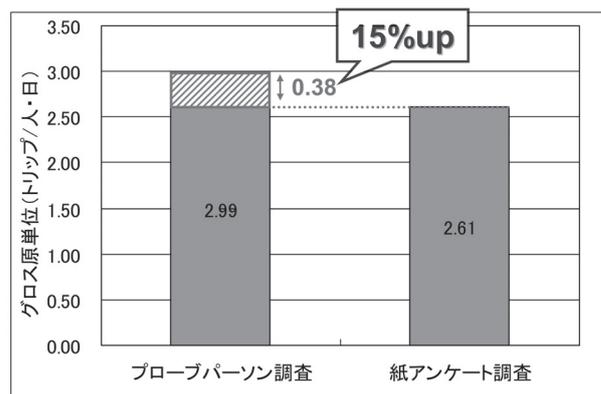


図-6 紙アンケート調査とプローブパーソン調査の自動車トリップ原単位

(3) 経路情報と所要時間の把握

これまでの紙アンケート調査の場合には、詳細な移動経路は被験者の回答負荷が非常に大きく、起終点のみの調査が一般的であった。しかしながら、プローブパーソン調査については、携帯電話のGPS機能を用いて、図-7に示すように、移動経路の把握が可能である。

このような移動状況の把握は、道路のような交通インフラに注目すると、交差点間隔(以下、リンク)の旅行時間が把握可能となる。

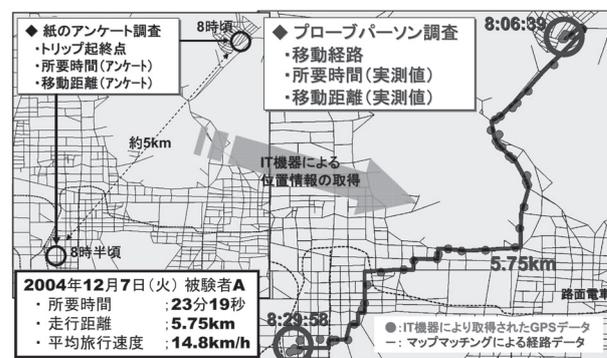
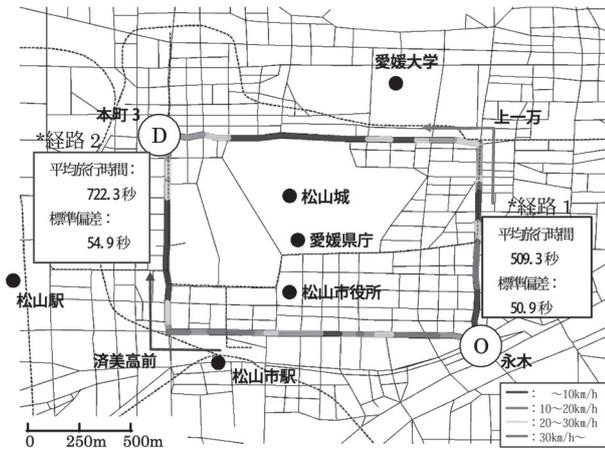


図-7 プローブパーソン調査による経路情報の取得

図-8は、自動車による移動に関して、各リンクの旅行時間データを活用し、上杉ら⁷⁾の算定方法から1OD・2経路の旅行時間の平均と分散を試算したものである。同一の2地点間についても、利用する経路により、その所要時間が異なることが分かる。

このように、プローブパーソン調査では、被験者の行動データから社会インフラのパフォーマンスを把握することによって、渋滞状況のモニタリング、経路やリンク毎の時間信頼性に基づく事業等の評価、

更に交通機関毎の時間信頼性の評価など、様々な活用方法が考えられる。



※サンプル数の関係から、各リンクの時間帯別データが収集できていないため、日データ(24時間計)を対象に試算を行った。

図-8 1 OD・2 経路別の旅行時間の平均と標準偏差の試算結果

(4) 所要時間の精度

プローブパーソン調査は、GPS による連続的な移動履歴データを捉え、それによりトリップ旅行時間が正確に把握できる。一方、紙アンケート調査は記憶による記入のため、図-9に示すように、10分、60分といったきりの良い単位でまとめられ回答されていた。

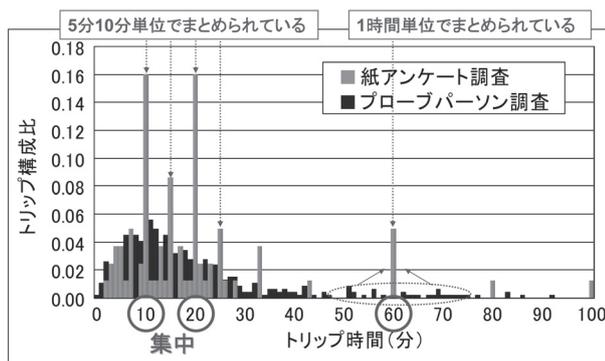


図-9 紙アンケート調査とプローブパーソン調査のトリップ時間分布

このようにプローブパーソン調査は、所要時間情報の精度向上に寄与できるため、利用者均衡配分のための LOS 変数の精度向上などに、活用が期待される。

(5) 自動車以外の交通手段による移動情報の把握

プローブパーソン調査では、人に IT 機器を所持してもらうことにより、自動車以外の交通手段による移動情報を取得することが可能である。

図-10に示すように、交通結節点(交通ターミナル、鉄道駅、バス停等)での待ち時間、アクセス時間等の把握をすることや、都心部における回遊行動の把握、施設滞留時間の把握など様々な活用方法が考えられる。

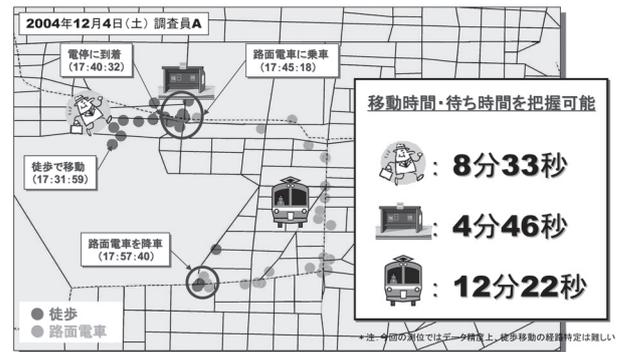


図-10 複数の交通手段による移動の例

4. プローブパーソン調査に関する被験者の負荷について

調査実施後に各被験者を対象として各調査方法による回答負荷のアンケートを行い、その結果である「調査のやりやすさ」に対する回答を図-11に、「今後の協力のしやすさ」に対する回答を図-12に示す。

メールマガジンを通して被験者を募集したため、WEB の操作に慣れていることに対する影響、さらに自主的に参加意志を表明する被験者であるという影響はあるものの、全体として、プローブパーソン調査の方がやりやすい、もしくは、協力しやすい調査であるという回答を示しており、回答負荷はプローブパーソン調査の方が少ないと考えられる。

ただし、今回の調査では、事前に被験者説明会を開催して、調査機器の受け渡し、操作説明を行っており、これらが被験者への大きな負荷になっている可能性が考えられる。今後、さらに被験者の負荷を軽減するためには、被験者自身の所有する携帯電話での調査を可能にするなど、より簡便な調査手法の開発が必要とされる。

【やりやすかった調査は？】

IT機器のほうが調査しやすい

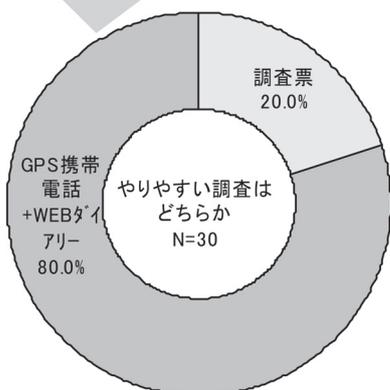


図-11 調査のやりやすさについて

【今後協力しやすい調査は？】

IT機器関連で9割を占める

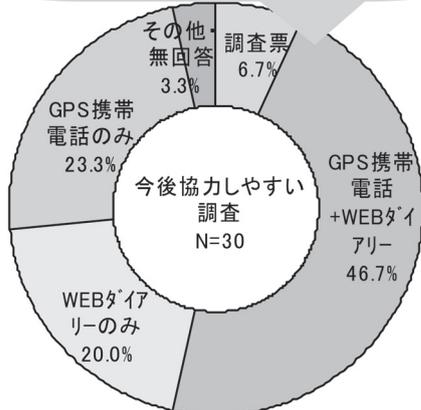


図-12 今後の調査の協力について

5. 交通行動調査への活用の可能性

本章では、道路交通センサス OD 調査やパーソントリップ調査などの将来交通需要予測などに用いる交通行動調査に、プローブパーソン調査を適用する際の課題を整理し、今後の活用可能性について考察を行う。

(1) 被験者の負荷についての整理

現在、道路交通センサス OD 調査については、統計報告調整法に基づき総務省に調査の申請を行い、承認統計調査として、自動車保有情報より抽出を行っている。統計報告調整法においては、「統計報告の作成に伴う負担を軽減する」ことを目的としており、総務省申請の際に主に被験者の回答負荷につ

いての審査が行われる。

今回の調査からは、前述の図-11、図-12が示すとおり、プローブパーソン調査の方が被験者の回答負荷は少ないという結果が出ている。しかし、従来の紙アンケートベースの統計調査とは回答手法も異なる上、調査期間も増加するため、回答負荷が増加し、被験者の負担も増加すると捉えられる恐れがある。これらについては、今後も知見を重ねていく必要がある。

(2) 機器に不慣れな人に対する実施可能性

今回の調査では、メールマガジンを用いて被験者の募集を行ったため、比較的パソコンや携帯機器の扱いに慣れた人が集まっているということを考慮に入れる必要があるが、前述のように紙アンケート調査に比べ、プローブパーソン調査の方が協力しやすいという結果が出ている。また、今回被験者の中に50年代後半の女性もいらっしやしたが、他の被験者と同様に、問題なく調査を行うことができた。

これらのことから、近年の情報機器の普及を考慮すると、プローブパーソン調査が被験者に受け入れられる可能性は高いと考えられる。しかしながら、これらの機器に不慣れな者についても考慮していく必要があるため、説明会を実施し、さらに説明会の際に各被験者のプローブパーソン調査への適合度を判断し、適宜紙アンケート調査と併用を行うことにより、これらの問題は回避できると考えられる。

(3) 機器の改良

今回の調査では、GPS機能が付いている、通信機能によりWEBとの連携が可能、簡単なプログラムが登載できるなどの理由により、GPS付き携帯を採用し、WEBダイアリーの組み合わせを行い調査を実施した。携帯電話でアプリケーション機能を連続使用すると電源の消耗が非常に激しく、今回の調査においても、数時間ごとの充電が必要であった。プローブパーソン調査を本格的に実施する際には、さらに機器の改良が望まれる。

(4) より実効性の高い調査実施方法の確立

道路交通センサス OD 調査やパーソントリップ調査は、何年かに1度の大規模な調査となっている。プローブパーソン調査のように、機器を用意する必要がある場合、このような大規模調査は機器の調達

ということを考えて、非現実的である。機器の使い回しを考慮しながら、通年で一定周期毎に被験者を入れ替えながら、実施できるような調査体制を考えていく必要がある。

また、そのような通年での調査実施体制を考えた場合、これまでのある1時期の交通行動しか把握できていなかったものが通年で把握できるようになり、観光交通の把握や、季節の変動などを把握できることになる。

表-3は、プローブパーソン調査、紙アンケート調査（道路交通センサス OD 調査、パーソントリップ調査）において、取得可能な指標の一覧である。IT 機器を交通行動調査に活用することにより、よりきめ細かな交通施策に資する調査を実施することが可能になると考えられる。

表-3 取得可能な指標一覧

指標	プローブパーソン調査	道路交通センサス	パーソントリップ調査
交通手段	全交通手段	自動車	全交通手段
調査可能日数	複数日	1日	1日
既存指標	トリップ数	◎	○
	OD	◎	○
	移動時間	◎	○
	移動距離	自動車:◎、その他:△	○
新規指標	移動経路	自動車:○、その他:△	×
	任意区間の移動時間(距離)	○	×
	乗換地点	交通手段変更毎	自動車乗降地
	待ち時間	△	×

◎：従来よりも精度の上がった指標
△：データ精度の向上により取得可能な指標

(5) 今後の活用可能性

(1)～(4)に示した課題は残されているものの、プローブパーソン調査については、モニターを対象とした、有料道路の料金割引実験⁸⁾など、社会実験への導入が進められており、調査手法として、実用レベルに達し始めている。

表-4は、プローブパーソン調査の今後の活用可能性について、分野別に整理をしたものである。

IT 機器の活用により、従来調査に比べ、長期間の実施が可能であるという利点を生かし、都市・交通計画の立案に関する定期的なモニタリングや、事業・社会実験等の実施効果の評価への活用が期待される。

また、時刻や経路の情報など、より詳細な交通行

動の把握が可能であることから、観光行動や都心回遊行動の調査への活用、時間帯別手段別のLOS作成や経路選択モデルの作成など、交通行動分析に資する詳細データの調査手法として、活用が期待される。

表-4 プローブパーソン調査の活用可能分野

交通街づくりの計画、モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 円滑化総合計画の立案と定期的なモニタリング 都心ビジョン、都心活性化計画の立案とモニタリング 都市圏総合交通戦略(PT)や新都市OD調査とモニタリング
事業の評価	<ul style="list-style-type: none"> 環状道路の整備 都心再生プロジェクト
社会実験の評価	<ul style="list-style-type: none"> 料金割引実験 TDM オープンカフェ ITS(例:スマートIC)
個別課題対応	<ul style="list-style-type: none"> 観光行動調査 歩行回遊行動調査 自転車行動調査 高齢者の行動調査 各種パネル調査
TFP(トラベル・フィードバック・プログラム)	<ul style="list-style-type: none"> 総走行距離、CO₂の長期計測
交通マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> 有料料金のモニタリング 災害時の経路案内 渋滞予測
需要予測	<ul style="list-style-type: none"> 時間帯別手段別LOS 経路選択モデル シミュレーションの再現性評価

6. おわりに

本論文では、プローブパーソン調査について、紙アンケート調査と比較しながら、精度の向上、調査の効率性、大規模調査に適用する際の課題について検討を行った。その結果、プローブパーソン調査を実施することによる、

- ・トリップ把握精度の向上
- ・移動時間、距離の把握精度向上
- ・利用交通手段や、経路情報の取得

などの、多くのメリットを、実際の事例で確認することができた。

また、調査結果のデータ化に必要な人的コストを、従来の紙アンケート調査から軽減することが可能であり、道路交通センサスOD調査などの大規模交通

調査へ導入された場合、大幅な調査コストの削減が期待されることを確認した。

ただし、プローブパーソン調査を大規模な調査へと適用するには、5章に示したように、被験者の確保やハード整備等の課題も残されているため、今後も継続的な検討が必要である。さらに実調査時においても、段階的に調査を行い（例えば、第一段階として、紙アンケート調査と同様の調査票のWEBによる記入の実施、第二段階として、プローブパーソン調査の実施など）、知見を蓄積し、調査体系の高度化へつなげていくことが重要であると考えられる。

最後に、本論文は、国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究室より受託した、「平成16年度交通データの効率的な取得と有効な活用に関する調査検討業務」の調査成果の一部をとりまとめたものであり、第31回土木計画学研究発表会・講演集に投稿した論文を、Annual Report用に再構成したものである。

本研究の交通実態調査を実施するに当たっては、国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究室塚田幸広室長、井坪慎二研究官、愛媛大学工学部羽藤英二助教授、株式会社トランスフィールド内田真一様、林竜太郎様、他関係者各位に多大なるご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) Global Positioning Systems for Personal Travel Surveys, Lexington Area Travel Data Collection Test FINAL REPORT, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 1997.
- 2) 羽藤英二, 朝倉康夫: 時空間アクティビティデータ収集のための移動体通信システムの有効性に関する基礎的研究, 交通工学, vol. 35 No. 4, pp. 19-27, 2000.
- 3) Draijer, G., Kalfs, N. and Perdok, J. : Global Positioning System as Data Collection Method for Travel Research, Transportation Research Record 1719, pp. 147-153, 2000.
- 4) THE USE OF GPS TO IMPROVE TRAVEL DATA Use of GPS in Travel Surveys Use of GPS in Travel Surveys Study Report, DTLR New Horizons Programme, 2003.
- 5) TMIP (Travel Model Improvement Program) Newsletter, Spring, 2004.
- 6) 三谷卓摩, 羽藤英二: 被験者回答フローに着目したプローブパーソン調査システムの有効性, 土木計画学研究・講演集 Vol. 30 (CD-ROM), 2004.
- 7) 上杉友一, 井料隆雅, 小根山裕之, 堀口良太, 桑原雅夫: 断片的なプローブ軌跡の接合による区間旅行時間の期待値と分散の推定, 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, pp. 923-929, 2003.
- 8) トクトク徳島大実験 HP, 国土交通省四国地方整備局徳島河川国道事務所: <http://tokushima.skr.jp/>
- 9) 牧村和彦: 海外におけるプローブ調査の現状とわが国の今後, 第1回プローブ研究会「プローブ技術の今後の方向性を考える」, 社団法人交通工学研究会プローブ研究会, 2005.

1) Global Positioning Systems for Personal Travel