

# 千葉県柏市域における携帯電話を用いた プローブパーソン調査結果と今後の活用

戸谷奈穂子<sup>1</sup>・牧野浩志<sup>2</sup>・佐々木 政秀<sup>3</sup>・栗原和彦<sup>4</sup>・磯邊達夫<sup>5</sup>

<sup>1</sup>非会員 八千代エンジニアリング(株) (〒161-8575東京都新宿区西落合2-18-12)

E-mail: totani@yachiyo-eng.co.jp

<sup>2</sup>正会員 東京大学生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: makino@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 柏市役所土木部道路交通課 (〒277-8505千葉県柏市柏五丁目10-1)

E-mail: dorokotsu@city.kashiwa.lg.jp

<sup>4</sup>非会員 国土交通省千葉国道事務所計画課 (〒263-0016 千葉県千葉市稲毛区天台五丁目27-1)

E-mail: kuribara-k8310@ktr.mlit.go.jp

<sup>5</sup>非会員 国土交通省千葉国道事務所計画課 (〒263-0016 千葉県千葉市稲毛区天台五丁目27-1)

E-mail: isobe-t8310@ktr.mlit.go.jp

都市圏の交通の把握は、技術的な限界により現地計測やパーソントリップ調査等の統計資料を用いてきた。そのため数年に一度のデータから幹線道路を中心に全体を推計する手法となり、細街路などの把握ができずに実際の道路の供用後と予測が合わないという事例が生じていた。また、データをゾーンで集計して扱うことから中心市街地での回遊行動などの把握に適さず、都市での人間行動を的確に把握することは不可能であった。ITSモデル都市である柏市では、ITSの適用の前段として都市と交通の関係を的確に把握し、都市の活性化強化に資するための施策を検討するため、プローブパーソン調査を用いることとした。本稿は、プローブパーソン調査による都市と交通の関係の解明、都市交通の把握に関する課題を整理するとともに、今後の活用方法の提案を行うものである。

**Key Words :** Prove Person Survey, Congestion Mitigation, ITS, Smart Growth

## 1. はじめに

従来、都市圏の交通移動実態を把握するための方法は、交通量調査等の現地調査やパーソントリップ調査等の紙アンケートを基本としたマクロ的な調査が主体であった。結果として、数年に一度のデータから幹線道路を中心に推計を行い都市全体の把握を行うこととなり、細街路などを抜け道として使っている交通の実態把握ができずに実際の道路の供用後で予測以上の交通になることが生じていた。また、データをゾーンで集計して扱うことから中心市街地での回遊行動などの把握に適さず、都市の活力の根本である人間の動きを的確に把握することは不可能であった。

内閣府の社会還元加速プロジェクトのITSモデル都市と環境未来都市に選定されている柏市において、ITSの適用の前段として都市と交通の関係を的確に把握し、都市の活性化強化に資するための施策を検討するためプロ

ーブパーソン調査を用いることとした。プローブパーソン調査（以下、PP調査）は、GPS（Global Positioning System）搭載の携帯端末を利用してモニターの毎日の行動記録を収集する調査手法であり、表-1に整理したように個人の行動に基づいた詳細な移動状況を把握することが可能であり、すでに様々な調査に使われている<sup>1)</sup>。

本稿は、ITSモデル都市と環境未来都市の両方の看板を持つ柏市において中心市街地活性化と環境保全を両立させるための交通戦略を検討する基礎データとしてプローブパーソン調査を活用した事例についての報告である。特に都市と交通の関係の解明、中でも交通手段の特性に応じ中心市街地への滞在時間や買い回り行動が変化すること、渋滞時に細街路を抜け道に使う通勤者の実態など都市圏の交通実態を把握するうえで不可欠な情報について検討を加えた。また、その結果を踏まえた今後の交通移動実態調査の展開方法について整理をしたので報告するものである。

表1 交通移動実態に関する調査方法の比較

	調査方法	
	紙アンケート (従来)	PP調査
メリット	・大人数への調査が可能	・継続的データの取得が可能 ・時系列での個人の移動軌跡の把握が可能
デメリット	・回答者の負荷が大きく、複数日の調査が難しい ・アンケート項目の回答しか得られない	・機器調達、取扱方法などの周知が必要 ・機器貸与のため、モニターによる少人数での調査となる

## 2. 柏市域の都市特性と交通問題

調査対象とした柏市の交通問題を整理すると表-2のようになる<sup>2)</sup>。

表2 柏市域の都市特性と交通問題

都市特性	交通問題
・国道6号・16号が市内中心部で交差する交通の要衝	・国道6号・16号の幹線道路を中心とした慢性的な交通渋滞が発生
・都心に近く、東京のベッドタウンとして宅地開発が進展	・急速に進む高齢化に対するモビリティ確保や交通空白地帯への対応
・約230万人の商圏人口を有する中心市街地	・中心市街地への自動車来訪者による駐車待ち渋滞の発生
・柏の葉地域における新たな街づくりの進展	・中心市街地と新市街地の交通軸の形成を通じた二つの都市の融合
・都市観光資源や自然観光資源が市内に多数存在	・観光資源の周遊を阻害する交通渋滞の発生や公共交通網の不足
・集客力を有するイベント開催施設の立地	・短時間に集中する交通への対応

都市と交通を理解するうえで大切な道路の構成は、国道6号・16号が中心市街地の中心部で交差し、十字に広がっている。この典型的なスター型の道路ネットワーク構造は、通過交通が中心部を横切り中心部へのアクセス交通と混在することで慢性的な渋滞が生じ、都市機能を麻痺させるのである(図-1)。

また、都心に近く東京のベッドタウンとして宅地開発が進展し、スプロール的な開発が進んだため、鉄道駅は多いが自動車の分担率が高く、環境への負荷の高い都市構造となっている。これらのベッドタウンの住民が高齢化してきており高齢者の足の確保が交通問題として顕在化してきている。

鉄道のネットワークのハブとなっており柏駅を中心として約230万人の商圏人口を有する市街地が形成されている。鉄道やバス、自転車への乗り換えを促し低炭素化社会を目指しているが、どの自動車交通が転換できるの

かという詳細の分析なしにマクロのデータをベースに議論しているため、具体的な効果が期待できないという課題が指摘されている。

このような交通問題を有する柏市であるが、実際の人間行動を把握することで都市と交通の関係性を理解することが問題解決の第一歩で、ITSにより開発された様々なツールは、こういった問題分析に活用することが大切である。今回は柏都市圏の交通移動実態(交通発生頻度、移動圏域、交通手段、移動経路等)の基礎データを個々人の移動実態を把握することのできるPP調査によって取得することとした。

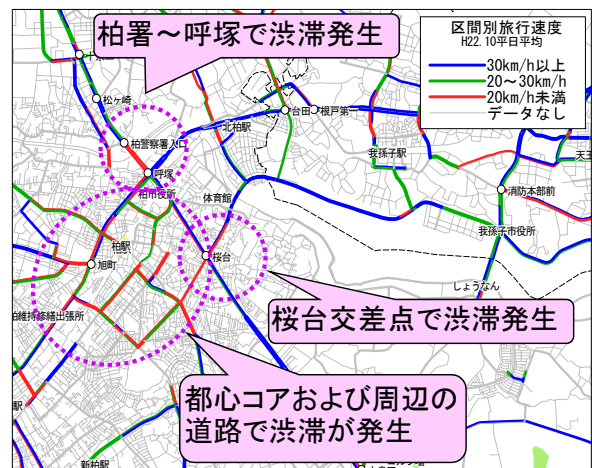


図1 民間車走行履歴による旅行速度(平日8時台)<sup>1)</sup>

※1) 民間車走行履歴とは、カーナビサービス享受のため自動車情報を提供する民間車の走行履歴(日時・位置等)

## 3. 柏市域PP調査の概要

PP調査はその手法自体が確立されたものではない。そこで本調査は、様々な交通手段を利用している柏市域のモニターを幅広くサンプリング抽出した試行調査を実施することで、PP調査で分析可能な項目の抽出及び今後の展開に繋げるものとした。

### (1) 調査対象者

対象者は、柏市に在住または在勤する125名を市内5地域から均等選出した。また、主に利用している交通手段別(自動車・鉄道・その他(バス・自転車))に対象者を抽出した。対象者は以下の通りである。

表3 調査対象者

対象者	条件	人数
柏市在住	代表交通手段が自動車	30名
	代表交通手段が鉄道	45名
	代表交通手段がその他(バス, 自転車)	25名
柏市在勤	自動車通勤者	25名

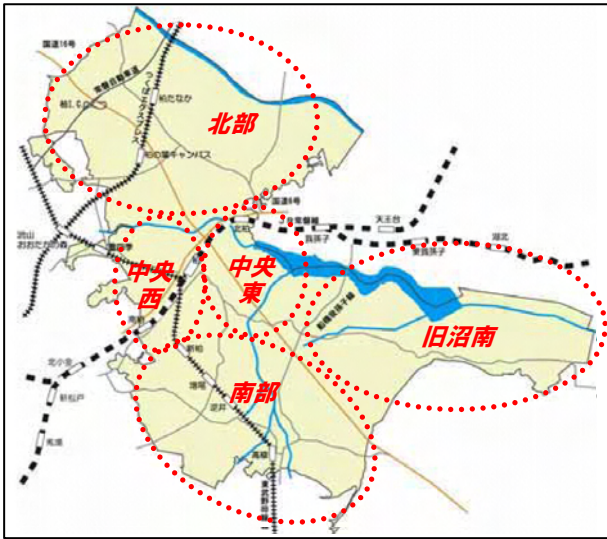


図2 調査対象地域 (5地域)

## (2) 調査方法

125名のモニターにGPS付き携帯端末を貸与し、出発時に「移動目的」「移動手段」をボタン操作により選択し、到着時には「到着」の操作を行なってもらい、1ヶ月（30日間）の行動記録を取得した。

表4 PP調査の概要

調査期間	平成23年11月1日 ～平成23年11月30日
調査内容	調査期間中に通勤や仕事、買い物等で5分以上移動する際に携帯電話を操作いただき移動情報を取得

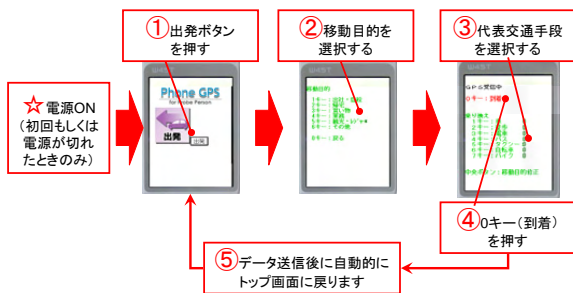


図3 調査方法イメージ

## (3) 取得データ

モニター125名、1ヶ月（30日間）の調査規模で、5,835トリップ（うち平日4,332トリップ、休日1,503トリップ）を取得した。

全取得データの軌跡を図化すると、柏市内の主な幹線道路や柏駅への接続道路では20回/月以上のサンプルが取得できている。広域的には、千葉県、東京都、埼玉県、茨城県、神奈川県、群馬県など首都圏全域で移動するデータも取得できている。



図4 データ取得状況（柏市域）

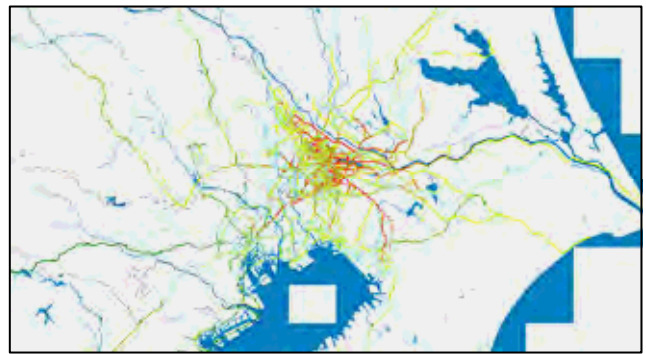


図5 データ取得状況（全域）

## 4. 分析結果

### (1) 自動車利用者の行動特性

慢性的な交通渋滞が発生している国道6号・16号では、利用者は混雑する幹線道路を避けて抜け道を活用していることが分かっている。しかしながら、これまでこれらの実態を把握するためにはアンケート調査などでしか把握できないため実態解明は不可能であった。結果として、細街路を抜け道に使っている交通実態を把握することなく、現状の幹線道路の交通の現況再現から予測を行うこととなり、特にバイパスの計画などでは、抜け道利用者が幹線道路に戻ってくることで全体の交通量が増えるという事例が多発していた。実際には、生活道路に入り込んだ抜け道交通が減少し、全体の交通環境は大きく改善しているのであるが評価ができなかったのである。本調査では、その実態を把握するため迂回行動をとったタイミングや経路を把握することとした。

分析の結果、目的地までの経路選択として国道6号・16号を利用する経路と利用しない経路（＝抜け道に迂回）の2経路を選択している利用者は複数存在することが明らかになった。特に、朝の通勤時は迂回路を利用し、夕方の帰宅時は国道6号・16号を利用する時間帯によって利用経路を変更している場合が多く、抜け道に迂回する朝のラッシュ時は、ほぼ同じ迂回経路（抜け道）を毎朝利用しており、抜け道利用が日常化していることが分かった。これは、利用者は幹線道路と迂回経路の実際の走行時間に関する正確なデータを有しているわけではなく、数度の利用経験から迂回経路が早いと理解し、そちらを

選んでいるため、同じ迂回経路が選択されることになるのである。詳細な走行時間に関する情報が提供されるようになれば、最適なルートを選択し、都市全体としての最適が行われるはずであるが、現状は情報が不完全であるためこのような結果になるということなのであろう。以下に具体的な事例を示す。

a) 国道6号の利用者 (事例1)

利用者は、朝の通勤時 (8時台～11時台) と夕の帰宅時 (17時台～18時台) で利用経路が異なる。朝の通勤時では、交通渋滞が激しい国道6号と国道16号の交差点 (呼塚交差点) 付近を迂回する経路を利用している。所要時間は、朝の通勤時 (迂回路) で16～19分、夕の帰宅時は国道6号・16号利用で18～34分となっており、朝の通勤時は、より早く、時間通りに目的地に到着するために迂回路が選択されていると推測される。

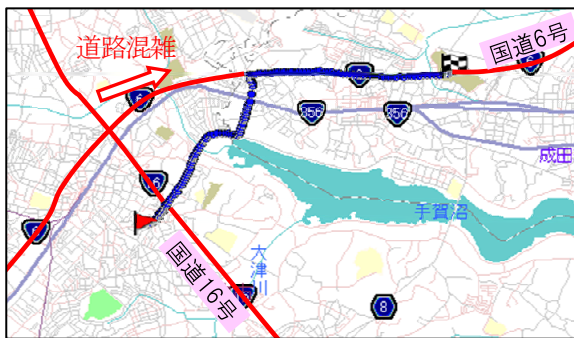


図-6 朝通勤時の迂回路利用経路 (事例1)

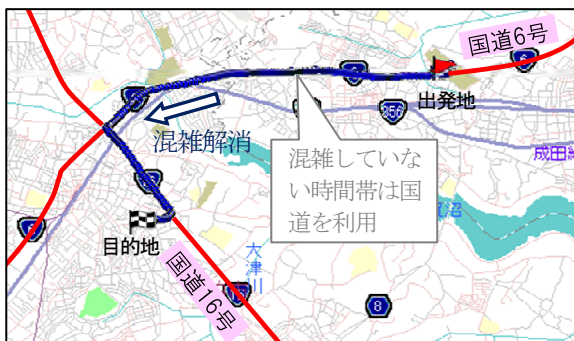


図-7 夕帰宅時の国道16号利用経路 (事例1)

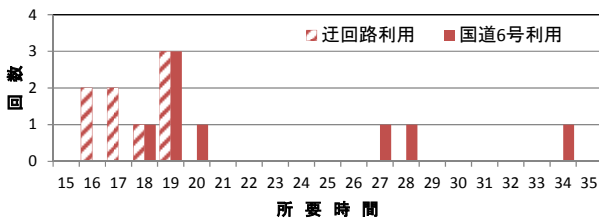


図8 所要時間分布 (事例1)

b) 国道16号の利用者 (事例2)

利用者は、朝の通勤時 (7時台～8時台) と夕の帰宅時

(17時台～18時台) で利用経路を変更している。朝の通勤時は国道16号を大きく迂回する経路を選択し、所要時間は15～24分 (平均20分) 要している。一方で、夕の帰宅時は国道16号を利用し、所要時間は13～19分 (平均15分) である。朝は国道16号の混雑が著しいが、夕方の混雑は小さいことが、経路選択の要因となっていると推測される。

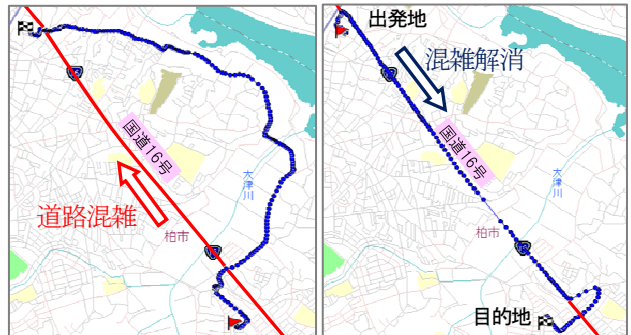


図-9 朝通勤時における迂回路利用経路 (事例2)

図-10 夕帰宅時における迂回路利用経路 (事例2)

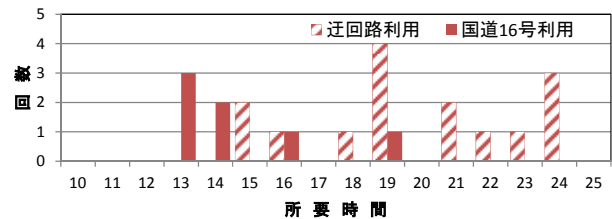


図-11 所要時間分布 (事例2)

(2) 中心市街地での行動特性

柏駅周辺の中心市街地までのアクセス経路や交通手段の選択実態を把握することは、中心市街地の回遊行動や滞在時間といった中心市街地の活性化のあり方を検討するために重要である。中心部への交通手段別の利用者圏域を分析すると、半径3.0km未満の圏域では、徒歩や自転車利用が競合しており、半径3.0km前後では自転車利用とバス利用が競合、それ以上ではバス利用と自動車利用が競合していることが分かった。



図12 交通手段別の利用者圏域

表5 中心市街地への交通手段別抽出サンプル数

交通手段	サンプル数
自動車利用	21 サンプル
バス利用	10 サンプル
自転車利用	16 サンプル
徒歩利用	5 サンプル

上記サンプルの行動記録から、複数の交通手段を利用して中心市街地にアクセスしている利用者の交通手段の選択実態が把握できた。以下にその事例を2つ示す。

a) 天候に応じた交通手段の変更 (事例3)

通常、通勤先(中心市街地)への交通手段は自転車であるが、雨天時は最寄駅まで徒歩、その後電車を利用して中心市街地まで通勤している。通常時(晴または曇)の平均所要時間41分に対し、雨天時の平均所要時間は24分と電車利用の方が早い。通常時は自転車を利用しており、経路選択や出発時間等の自由度が高い自転車が利用されていると推測される。

表6 天候に応じた交通行動 (事例3)

	天候	
	雨	晴れ(曇り)
選択交通手段	徒歩と電車	自転車
平均所要時間	平均24分	平均41分
平均距離	平均6.4km	平均6.4km
利用回数	2回	14回

b) 時間帯に応じた通勤時の交通手段の変更 (事例4)

利用者は、通常7時台にバスで中心市街地まで移動しているが、8時台に出勤する場合は自転車で移動している。バスの平均所要時間は25分、自転車は18分とバスに比べて自転車の所要時間は短い。8時台は周辺道路が最も混雑している時間帯であり、混雑によるバス遅れを想定し、バス利用を避けていると推測される。

表7 時間に応じた交通手段変更の交通行動 (事例3)

	移動時間帯	
	5~7時台	8時台
選択交通手段	バス	自転車
平均所要時間	平均25分	平均17.5分
平均距離	平均4.6km	平均3.8km
利用回数	16回	2回

(3) 休日の柏駅周辺での滞在時間

休日の中心市街地での買い物行動を把握することは、中心市街地の活性化を考える際に重要となる。そこで、休日の中心市街地を目的地としたサンプルを抽出し、来訪者の買い回り特性を分析した。なお、休日の柏駅周辺での買い物利用は26トリップあり、そのうち往路と帰宅

路の両方を取得できたトリップは8トリップであった。

この8トリップについて、柏駅へのアクセス手段別に滞在時間を整理したものを図13に示す。サンプル数は少ないものの、自動車利用者は2時間10分(104分)と、駐車場の無料サービス時間(120分)に合わせた行動をとっていることがわかる。

これらは、既往の研究<sup>3)</sup>と同じ傾向となっており、公共交通機関での来訪は交通手段が時間チャージされないことから滞在時間が長く、買い回りの機会も増える傾向にある。自動車でのアクセスは駐車場料金が時間課金であり、駐車場の割引時間内に駐車場を出してしまうという傾向である。中心市街地へのアクセスは鉄道と自動車が同程度で大半を占めることから滞在時間をいかに延ばしていくかが活性化策の基本となるべきである。PP調査は滞在時間や買い回り行動を的確に把握できるため、中心市街地の活性化と交通対策の評価に活用するには非常に有効である。柏では継続的な調査を実施していく予定である。

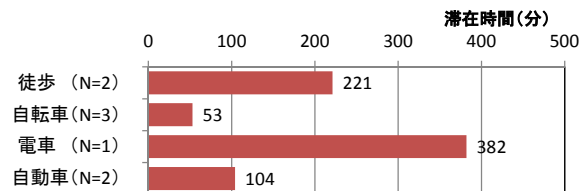


図13 交通手段別の柏駅周辺滞在時間

5. 都市と交通の把握のためのPP調査活用

本調査では、「自動車利用」に着目すると、時間帯や目的に応じた迂回行動(抜け道利用)が確認された。また、「中心市街地の利用者」に着目すると、交通手段等の諸条件の違いによる交通行動の変化や競合関係、中心市街地での滞在時間や買い回り行動を把握することができた。都市と交通の関係を理解するため、PP調査で把握可能な項目を表8に整理する。

表8 PP調査での活用策

対象	項目	PP調査での活用策
自動車利用者	利用経路	<ul style="list-style-type: none"> <li>出発地、目的地別の利用経路(利用軌跡)把握</li> <li>利用時間帯や利用目的に応じた経路選択の把握</li> <li>所要時間や距離等の把握</li> </ul>
	道路の信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間帯や平休による速度の違いやばらつき把握</li> <li>混雑している箇所特定</li> </ul>
中心市街地の利用者	交通手段の使い分け	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通手段別の利用圏域や行動実態の把握</li> <li>諸条件により変化する交通行動の把握と競合関係</li> </ul>
	中心市街地等における周遊(買いまわり)行動	<ul style="list-style-type: none"> <li>買い物行動の把握</li> <li>交通手段別の滞在時間</li> <li>周遊特性や軌跡の把握</li> </ul>

## 7. まとめと今後の展開

PP調査は、個人に着目して多様な交通行動のデータ取得ができ、都市圏域での移動実態を把握し、都市と交通の関係を理解する有効な手段として活用できることが確認された。

IITSモデル都市の柏市で交通問題を解決するためのIITS導入を検討する前段として、都市と交通の関係の理解が必要であった。日常生活は都市圏域で行われているため、通勤通学、買い物といった日々の生活に関する交通課題は都市と交通の理解が不可欠である。柏市の場合は広域交通を担う国道6号や国道16号が市内の中心部を通過しているため、首都圏という広域交通に起因する交通問題が大きく影響を及ぼしているが、柏市民の不平不満は朝の交通渋滞であったり休日の中心市街地の交通渋滞という都市圏の交通問題が中心であるといつてよい。

IITSを活用した柏市の交通戦略を考えるうえで重要なのが、広域交通を担う国道6号、16号の幹線道路が通過することに起因する課題である。道路交通センサスにより通過交通が半数以上入り込み、渋滞を発生させていることが分かっているが、渋滞を避けて生活道路を抜け道に使っている交通やそれらによって引き起こされるバスの運行速度の低下などは、これまでの調査手法では把握不可能な事象であった。今回、PP調査を活用することで、幹線道路の迂回交通（抜け道利用）の実態や、生活道路に入り込んだ自動車に起因するバスの定時性問題、結果として起こるバスや自転車の競合関係についての確に把握できた。幹線道路から通過交通を排除し、幹線道路の機能を回復することで、生活道路を使う迂回交通を減らし、バスの定時性や運行速度を改善することが、本質的には環境にやさしい交通環境の実現の道であることが理解できたといえよう。

もう一つ大切なこととして、交通の改善が中心市街地の活性化の重要な施策であるという点である。中心市街地の活力はお客の滞在時間や買い回り行動によって決まり、交通手段によって滞在時間が変わるということがPP調査で明らかになった。特に休日のアクセスの半数を占める自動車は駐車時間の制約から1時間半程度しか街にとどまっておらず、見かけ上の来客の減少の要因であることが認められる調査結果が得られた。来街者の交通手段の変更や駐車場マネジメントを積極的に活用することで中心市街地の活性化に資することができる可能性を確認することができた。

しかしながら、本調査では5,835トリップものデータを取得したものの、ある行動に着目した分析を行う場合サンプル数がわずかとなった。上述の分析データとするためには、対象モニターを絞り込んだ調査、長期間継続したデータ取得調査など、より多くのデータを取得して

いくことが課題といえる。

また、PP調査だけでは都市と交通の全体像の把握は不可能である。しかしながら、PP調査に加えて、IITSスポットから収集された自動車プローブ情報、バスプローブ情報、交通量や歩行者の定点観測調査、アンケート調査を組み合わせることで現在のパーソントリップ以上の都市と交通の関係が把握できる時代が来たのである。柏IITS推進協議会では、IITS時代の様々な情報を組み合わせ、現在、過去、未来の柏の交通状況を理解するためのIITS地域情報活用の研究開発を進めていく予定である。現在の日本では交通警察と道路管理者の支援なしに世界最先端のIITS研究開発は不可能である。関係者の理解と協力を切に願っている。

**謝辞：**本稿は、IITSを活用した次世代環境都市の実現に向け事業化・実用化に関する検討を進める「柏IITS推進協議会」での活動の一環として実施したものである。また、調査データに関しては、国土交通省千葉国道事務所の協力を得た、関係者に謹んで感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) JSTE プローブ研究会 HP (<http://www.probe-data.jp/>)
- 2) 牧野浩志, 石名坂賢一, 鯉淵正裕, 池内克史: 柏 ITS スマートタウンにおける挑戦, 土木計画学研究・講演集 Vol.43, 2011
- 3) 牧野浩志, 沼野猛: 長崎都市圏における中心市街地活性化のためのパークアンドライド社会実験に関する研究, 土木計画学研究講演集, Vol.41, ,CD-ROM, 2010.6

(2012.5.7 受付)

## A Result and Applications of Probe Person Survey Using Cellar Phones in Kashiwa Area,(Chiba)

Nahoko TOTANI, Hiroshi MAKINO, Masahide SASAKI, Kazuhiko KURIHARA  
and Tatsuo ISOBE

Grasp of traffic of a city zone has used statistical materials, such as local measurement and a Person Trip Survey, due to technical limit.

Therefore, the technique of grasping the entire traffic estimated mainly trunk road from data searched once in several years cannot catch traffic on thin streets etc., which caused that the actual result of road traffic did not match the prediction. Moreover, since data is totaled and treated in a zone, it was not suitable for grasp of excursion in a central city area etc., and it was impossible to exactly grasp human action in a city. We decided to use Probe Person Survey in Kashiwa which is the ITS demonstration city, in order to exactly grasp the relation between a city and traffic as the preceding step of application of ITS, and to examine a policy for contributing to strengthen activation of the city.

This report proposes the method of future practical use while elucidating the relation between the city and traffic by Probe Person Survey, and clarifying the issues about grasp of urban transport.