

PT調査におけるスマートフォン調査の導入効果 と今後の調査手法の方向性に関する一考察

船本 洋司¹・菊池 雅彦²・井上 直³・岩館 慶多²・
栄徳 洋平⁴・渋川 剛史⁴・小笹 俊成¹

¹非会員 株式会社福山コンサルタント（〒730-0016 広島市中区鞆町5-1）

E-mail:y.funamoto@fukuyamaconsul.co.jp kozasa@fukuyamaconsul.co.jp

²正会員 国土交通省 都市局 都市計画課 都市計画調査室（〒160-0004 東京都千代田区霞が関2-1-3）

E-mail:kikuchi-m28x@mlit.go.jp iwadate-k22aa@mlit.go.jp

³正会員 国土交通省総合政策局公共事業企画調整課環境・リサイクル企画室（〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3） 前 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室

E-mail:inoue-t263@mlit.go.jp

⁴正会員 株式会社福山コンサルタント（〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21住友不動産飯田橋ビル）

E-mail:eitoku@fukuyamaconsul.co.jp shibu@fukuyamaconsul.co.jp

PT調査は紙もしくはPCを用いたWebによる回答方式によって多くの都市圏で実施されているが、近年若年層の通信媒体として浸透しているスマートフォンを調査媒体とする調査手法の設計を行い、長野都市圏パーソントリップ調査において、紙及びWebの調査に加えてスマートフォンによる調査を実施した他、スマートフォンのみを調査媒体として、交通行動の日ごとの変動を把握するための1週間連続調査も実施した。

本稿では、紙及びWebの回答結果と比較することでスマートフォンを利用した回答者の属性やトリップ特性等の分析を行い、スマートフォンを導入することによる効果を明らかにするとともに、スマートフォン調査を実施する際の留意事項を整理し、スマートフォンを活用した調査手法の方向性について考察する。

Key Words : *person-trip, survey media, smartphone, multiday survey, day-to-day variation of travel behavior*

1. はじめに

都市圏を対象に実施されてきたパーソントリップ調査（以下、PT調査）は、近年では、郵送配布・郵送回収に加えてWeb回答方式も併用した調査が実施されている。しかし若年層の回答率が低い点や、未記入、明らかな誤回答があるなどの課題が挙げられている。さらに調査費が膨大になることから、更なる調査の効率化や費用縮減方策の確保が強く望まれている。こうした背景のなか、近年のスマートフォンの普及状況や若年層への浸透状況から、PT調査へのスマートフォンの導入可能性に関する研究が進んでおり¹⁾、上記課題の解消が期待されている。

また従来のPT調査は、人口増加等を背景にして将来交通需要を推計し、交通需要量に対応した交通施設の検討の場面で活用されてきた。しかしながら、人口減少・

高齢化等の進展によりコンパクト+ネットワークを指す都市構造への転換が必要になっており²⁾、交通需要のみならず、「病院等の施設状況と交通」、「毎日の移動である通勤、通学以外の非日常的な移動に対応した公共交通機関の在り方」、「休日の移動と交通施設の在り方」等の利用者サイドの利便性についての検討に耐えうる月単位・週単位等の複数日の交通行動把握の必要性が高まっている。

そこで本研究では、スマートフォンを調査媒体とする調査手法の設計を行い、長野都市圏パーソントリップ調査において実施したスマートフォンを用いたPT調査について、その導入効果と課題を述べるとともに、併せて実施した1週間連続調査の結果を踏まえ、スマートフォンを活用した調査手法の方向性について考察する。

2. スマートフォン調査の設計と長野都市圏PT調査への適用

(1) スマートフォン調査の概要

本研究では従来型のPT調査をスマートフォンで行うための入力システムを開発した。また、ある特定日の調査だけでは把握できない交通行動を捉えることを目的に、PT調査と概ね同じ調査項目について7日間にわたって調査を行う（以下、1週間連続調査とする）ための入力システムを開発した。

1週間連続調査は、PT調査と同様に世帯票と個人票の2つの調査票で調査を行うが、被験者の負担が大きくなるため、PT調査の調査項目のうち交通行動の把握に重要な項目のみに限定して質問するとともに、スマートフォンの利点を活かした入力支援機能を用意して負担軽減を図った。調査概要を表-1に示す。

(2) 調査システムの整備

a) PT調査入力システム

PT調査におけるスマートフォンの活用にあたり、以下の点に留意して入力システムを作成した。

- ・被験者が所有するスマートフォンのOS（iOS、

表-1 PT調査と1週間連続調査の概要

| | | PT 調査 | 1 週間連続調査 |
|------|-----|---|--------------------|
| 調査期間 | | ある特定日の1日 (慣例的に火~木曜日) | 連続した7日間 (月~日曜日) |
| 調査媒体 | | 紙・WEB・スマートフォンを想定 | スマートフォンのみを想定 |
| 調査項目 | 世帯票 | 【世帯属性】 世帯の住所 世帯人数 所有車両 カーシェアリングの利用頻度 【個人属性】 性別・年齢・職業 勤務・通学・通園先 保有する運転免許 自由に使える自動車の有無 | 左記に同じ |
| | 個人票 | 【交通行動】 出発地・目的地 出発時刻・到着時刻 移動の目的 移動の手段 乗換地点 所要時間 自動車利用情報 (自動車の所有者、乗車人員、駐車場所、有料道路利用有無等) | |

android) の種類が制約となって参加可能者が限定されることがないようにWEBページ（入力フォーム）として作成

- ・被験者の回答がスマートフォンのみで完結するように構成
- ・紙の調査票の入力項目をすべて網羅
- ・縦方向のスクロールが中心となるスマートフォンの特性に配慮した画面設計（図-1に示すような流れで回答入力を進める）
- ・被験者の入力負担軽減を念頭に、電子地図による住所入力や、世帯票情報を活用した回答の自動生成

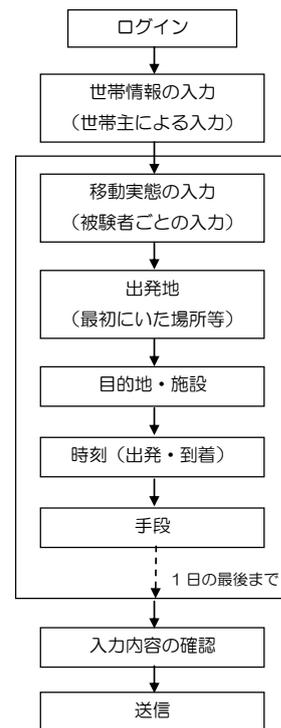


図-1 PT調査入力システムの入力フロー



図-2 PT調査入力システムの画面例
(左：メニュー画面、右：個人票入力画面)

- ・記入漏れや回答不備を防ぐためのエラーチェック機能
- ・入力内容の一時保存機能

b) 1週間連続調査入力システム

下記の点に留意して1週間連続調査用の入力システムを作成した.

- ・基本的な仕様はPT調査入力システムと同様とし, 1週間連続調査の調査項目に応じて設計
- ・1週間連続の入力となるため, 被験者の負担を軽減するために表-2の入力支援機能を用意

(3) 長野都市圏PT調査への適用

前述した2種類の入力システムをH28年度に実施された長野都市圏パーソントリップ調査(以下, 長野PT調査)

表-2 入力支援機能の概要

| 入力支援機能 | 内容 |
|--------------------------------|--|
| 事前入力 (主要な立寄り施設やその目的等の情報の登録) | 自宅, よく行く場所(会社, 学校, 商店, 病院)の位置, その場所への目的(通勤, 病院, 買物等), 利用交通手段等を事前に登録でき, 個人票への回答時にその情報を任意に呼び出せることで, 逐次の入力負担を縮小. |
| 既入力データの活用 | 同じような行動をした日がある場合, 同じ行動内容が転記できるようにする. |
| 位置情報取得アプリ*の活用 | 別途作成した入力支援用アプリケーションで取得する位置情報(GPS等)を活用し, 滞在場所等を推定して交通行動情報を自動入力. 利用インセンティブとして消費カロリー等の健康情報を併せて表示. * 開発が比較的容易な androidOS のみに対応したスマートフォン専用アプリケーション |

表-3 長野都市圏におけるPT調査の概要

| | |
|---------------------------|--|
| 調査圏域 | 長野都市圏(5市3町) |
| 調査実施期間 (調査日: 平日の火曜~木曜) | 第1ロット: H28.10.04~H28.10.06 第2ロット: H28.10.18~H28.10.20 第3ロット: H28.10.25~H28.10.27 予備ロット: H28.11.29~H28.11.30 |
| 配布世帯数 | 第1ロット: 約13,500世帯 第2ロット: 約13,500世帯 第3ロット: 約13,500世帯 予備ロット: 約4,900世帯 |

表-4 長野都市圏における1週間連続調査の概要

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| 調査圏域 | 長野都市圏(5市3町) |
| 調査実施期間 (調査日) | H28.10.23(日)~H28.10.29(土) (1週間) |
| 配布世帯数 | 約1,600世帯 |

査)に導入した.

長野PT調査では, 「紙媒体」, 「Web(PC)媒体」に加え, 3つ目の回答媒体としてスマートフォンを導入した. なお調査票発送を第1ロット, 第2ロット, 第3ロット, 予備ロットの4ロットに区分して行っており, このうち第3ロット・予備ロットに対してスマートフォンを導入した. また従来型のPT調査に加え, PT調査とは別の被験者を対象に, スマートフォンのみを調査媒体とした1週間連続調査を実施した. 調査概要を表-3, 表-4に示す.

3. PT調査におけるスマートフォン導入による効果検証

(1) 回収状況に関する比較

図-3に示すように, 第1ロットから予備ロットまでの全体回収率はどのロットでも40%弱程度あるが, スマートフォンを導入した第3ロットで約0.8% (38.4%⇒39.2%)の若干の向上がみられた. (予備ロットで, 全体回収率が低くなっているが, これは予備ロットにおける各地域の抽出率が異なるため単純に比較できない.)

図-4に示すように回答媒体別の年齢構成比をみると, スマートフォンによる回答は若い世代(20歳未満~35歳

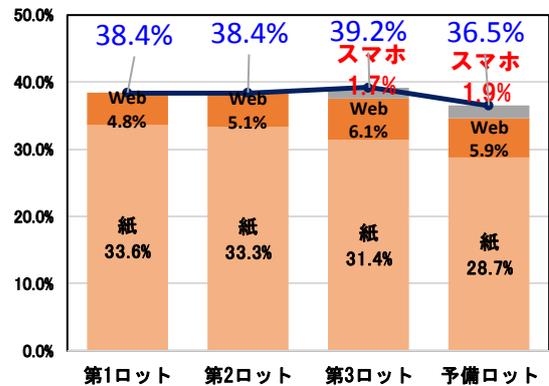


図-3 発送ロット別回収率(世帯ベース)

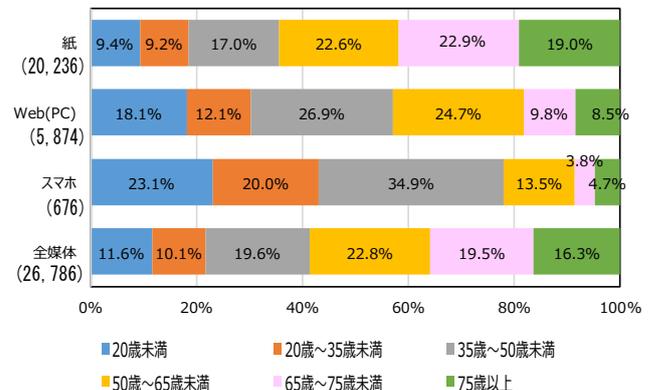


図-4 媒体別属性別回答者数の内訳

未満) が約4割を占め、当該世代のサンプル回収に寄与したものと考えられる。一方で65歳以上の高齢者はwebやスマートフォンの回答割合が低くなっている。

(2) トリップ原単位に関する比較

PT調査結果における代表的な指標である原単位(外出率および平均トリップ数)について図-5、図-6に示す。

非高齢者(65歳未満)における回答媒体の違いによる原単位の違いはみられないため、スマートフォンを導入することで移動特性に大きく違いは出ないと考えられる。高齢者(65歳以上)についてはスマートフォン回答者の外出率、平均トリップ数が低くなっているが、今回の調査ではスマートフォン回答者の高齢者サンプル数が十分でないため今後検証が必要である。

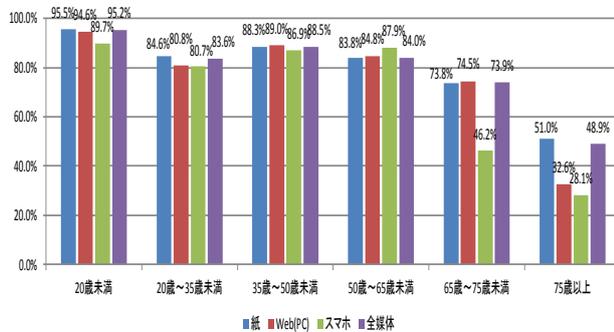


図-5 年齢別回答媒体別外出率

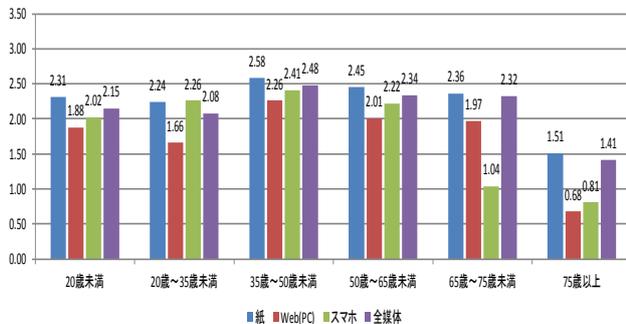


図-6 年齢別回答媒体別平均トリップ数(グロス)

表-5 調査概算費用と概算縮減費用(2%転換時)

| | 単価 | 25万人(10万世帯)回収した時の費用(万円) | 2%削減時の縮減費用(万円) |
|----------------|---------|-------------------------|----------------|
| 輸送費 返送 | 170円/世帯 | 1700 | 34 |
| データ入力 | データチェック | 1万円/400世帯 | 5 |
| | 入力費 | 200円/件 | 100 |
| Web運用費(サーバー代等) | | | ▲50 |
| 合計 | | 6950 | 89 |

注) 10万世帯(25万人)からの回収とした場合を想定

(3) 調査コストの縮減

表-5に示すように、スマートフォンを導入した第3・予備ロットは導入していない第1・第2ロットに比べ、紙調査票の回収数が2%程度転換(33.6%⇒31.4%)し、データ入力費・郵送(返送)費の軽減が図られた。

紙調査票の回答者がスマートフォンやWeb(PC)からの回答に転換するほど、入力・郵送費の軽減が大きくなるため利用促進を図ることでより一層の効果が期待される。

(4) 高齢者のサンプル回収に関する課題

図-7に示すように、50才未満では、スマートフォンでの回答割合が全体の約5%を占め、一方65才以上になると低い回収率となった。スマートフォン調査の導入は特に若い世代の回収率の向上等、有効な入力手段となっているが、高齢者にとっても参加しやすい入力媒体にするなど参加促進が課題である。

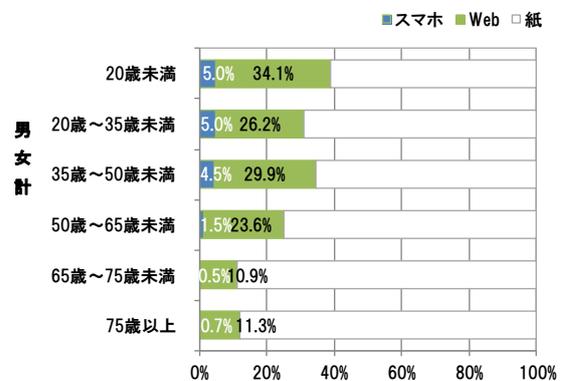


図-7 年齢階層別調査媒体選択内訳

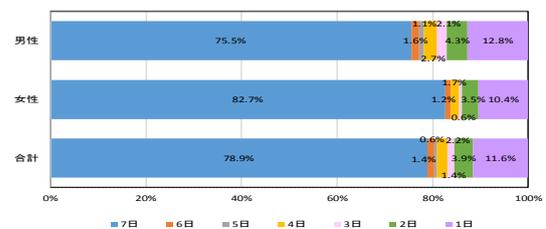


図-8 1週間連続調査の性別別回答日数内訳

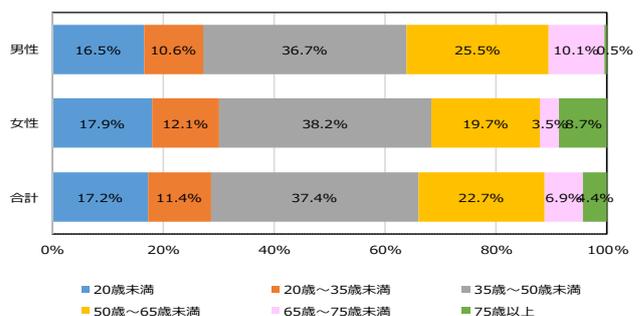


図-9 1週間連続調査の回答者の年齢構成内訳

4. 1週間連続調査の有効性検証

(1) 回収状況

1週間連続調査の回収率は世帯ベースで約11%であった。また、図-8に示すように、8割以上の回答者が7日間すべてのトリップを回答しており、1週間の途中で回答を取りやめる人は少ない。

一方、図-9に示すように高齢層が少なくなっており、これはスマートフォン単独で調査を行ったためと考えられる。

(2) トリップ原単位に関する比較

図-10に示すように1日調査と1週間連続調査の平均トリップ回数(グロス)を比較すると若干1週間連続調査が低くなっているが概ね同程度の数値になっており、1週間連続して調査することによるサンプルの偏りは小さ

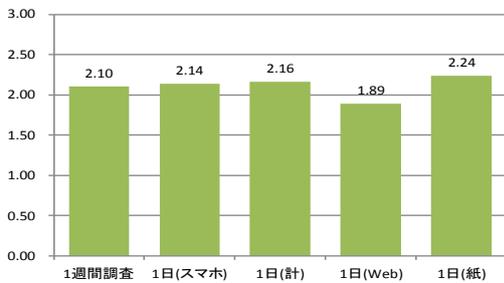


図-10 1週間連続調査(平日平均)と1日調査の平均トリップ数の比較(グロス)

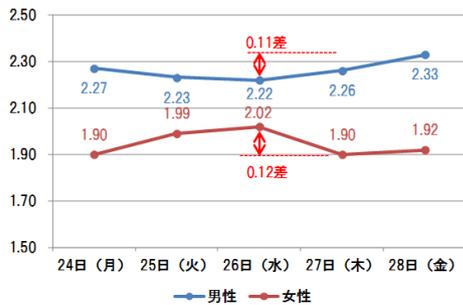


図-11 曜日別平均トリップ数(グロス)

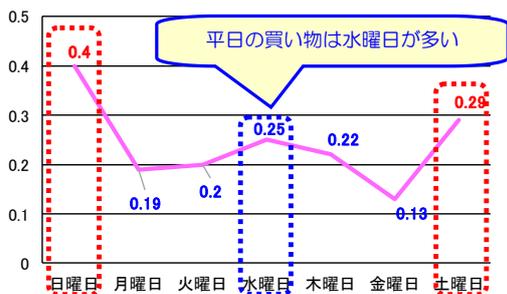


図-12 女性の買い物目的の曜日別平均トリップ数

いと考えられ、調査の信頼性が確保できていると言える。

(3) 1週間連続調査により把握できる交通特性

a) 原単位の曜日変動の把握

図-11に示すように、他の曜日に比べて水曜日は、男性の原単位が低くなるが、女性は高くなる。金曜日は、この逆の傾向となっている。女性の原単位が水曜日に高くなる要因は、図-12に示すように買物目的の増加である。これは、週末に買物を行い、週中日である水曜日に買物をするような行動と想定される。

b) 頻度の少ない属性の移動特性の把握(例:高齢者の外出)

図-13に示すように高齢者に着目すると、男性に比べて女性は1週間での外出日数が少ない。女性の場合、50~65歳代は週3.4回、前期高齢者は週3.0回、後期高齢者は週1.4回と著しく低下する。また後期高齢者の買物目的に着目すると、図-14に示すように、平日、土・日曜日とも外出回数が大幅に少

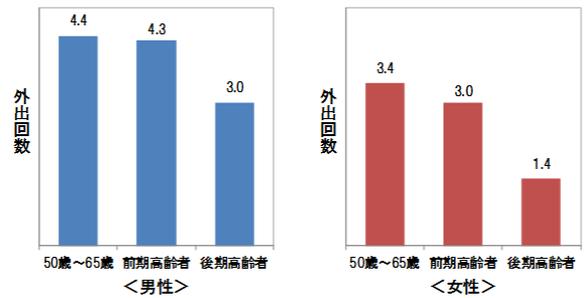


図-13 高齢者における1週間の外出回数

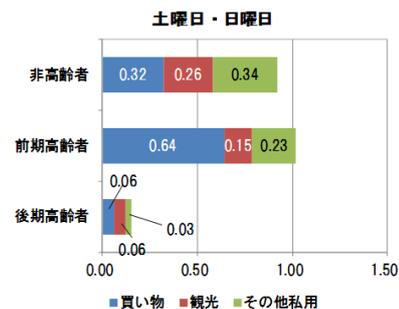
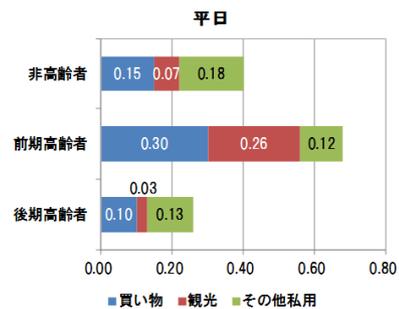


図-14 買い物・観光・その他私用目的の平均トリップ回数

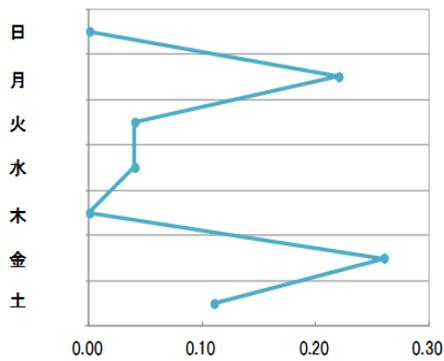


図-15 前期高齢者の曜日別通院トリップ回数

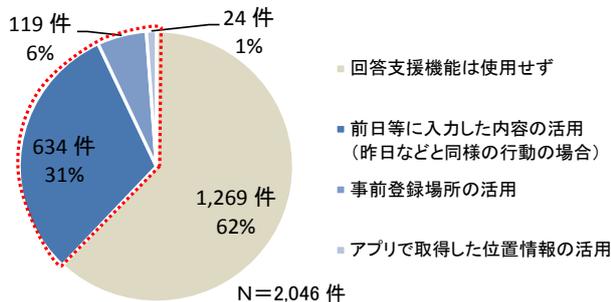


図-16 入力支援機能の利用状況

c) 頻度の少ない交通目的トリップの把握 (例：高齢者の通院トリップ)

図-15に示すように、前期高齢者の通院目的トリップ数の曜日変動を見ると、月曜日、金曜日が高くなっている。一般的に、病院の通院者数は、その曜日に診察している診療科、診療時間、診療医師数に影響されるといわれる。

(4) 入力支援機能の利用状況

図-16に示すように、被験者の負担軽減のために用意した入力支援機能(3種類)を利用した回答(延べ件数)は、約4割であった。

「昨日などと同様の行動の入力」を利用した回答が約3割(634件)を占め、入力支援機能を使ったものとしては最も多かった。通勤・通学など繰り返される移動についての入力の際に利用されたものと考えられる。

「事前登録場所の活用」を利用した回答は119件であり、決まった行き先(病院や買い物など)がある人に利用されたものと考えられる。「アプリで取得した位置情報の活用」を利用した回答は24件の利用に止まった。

用意した機能は、一定数の利用者が認められたことから被験者の負担軽減を図る機能として有効であったと考えられる。ただし、回答支援機能を使用しなかった人が約6割を占めているため、より被験者が使いやすい入力

支援機能について今後も検討していく必要がある。

5. 本研究の成果とスマートフォンを活用した交通行動調査の方向性

(1) スマートフォンを活用したPT調査の方向性

a) 各世代が利用しやすい調査媒体の用意

今回の調査では、スマートフォンを導入したことで若い世代のサンプル取得に繋がった。サンプルと母集団の年齢階層構成比が近づくことによって拡大補正後のデータの信頼性向上に寄与したと言える。一方で、高齢者はWEB・スマートフォン媒体の利用が少ないことから、データの信頼性を高めていくには、各世代で使いやすい媒体を用意することが必要であり、今後のPT調査においても紙・WEB・スマートフォンを併用した調査を行うことが望ましいと考えられる。

b) コスト縮減のための段階的な調査実施

前述のとおりWEB・スマートフォンの回答割合が増加すると調査コストを抑えることができる。そのためには、長野PT調査で実施したような紙・WEB・スマートフォン併用の調査としたうえで、国勢調査で採用されているような段階的な調査体系(WEB・スマートフォンを先行して回答する方法)を採用することが望ましいと考えられる。今後WEB・スマートフォンのみを調査媒体とした場合の回収率に関する知見を集積し、PT調査への段階的な調査の適用可否について検討していく必要がある。

また実効性をより高めるためにWEB・スマートフォンによる回答者へのインセンティブ導入も併せて検討すべきである。

(2) 1週間連続調査の適用可能性

a) 1週間連続調査の実施可能性

スマートフォン単独でも回収率11%を確保できたことや、1週間の途中で回答を取りやめる人が少なかったことから、1週間連続調査の実施可能性が確認された。

b) 1週間連続調査データの有用性と施策検討での活用

調査結果を詳細な属性ごとに分析した結果から、女性の買い物目的行動の原単位の変化や外出頻度の少ない後期高齢者等の行動データ等が入手可能になることが分かり、調査の有効性が示唆された。

複数日の調査データを活用した既往研究としては、大森ら³⁾による1週間のアクティビティダイアリー調査データに基づいた、世帯内の同乗者の有無を考慮した高齢者の交通行動に関する研究がある。1週間のデータを使用することで高齢者の低頻度の外出行動についての行動分析が可能になるとともに、同一の対象者に対して外出し

た日と外出しなかった日での条件の違いを把握することができる。ただし小規模なモニター調査により得られたデータに基づいているため、今回の1週間連続調査のように大規模にデータを得ることができれば、精度向上が図れると考えられる。

また、池田ら⁴⁾によって外出目的別に外出頻度などをアンケートする調査を基にした高齢者行動の構造方程式モデルによる研究が行われており、外出頻度に影響のある要因は、体力状態、駅・バス停までの歩行時間、列車バス本数、所要時間であり、これらの要因が向上することで、外出頻度が増加すると報告されている。ただし、用いている外出頻度データは1週間の実行動ではなく、週何日外出するかという意識調査によるデータであり、本検討で取得した1週間連続調査のような実データを用いることでより信頼性の高いモデルを構築することが可能と考えられる。

1週間連続調査データは、これらの既往研究で示されている分析手法を用いることで、都市圏における高齢者の外出頻度を高めるための立地適正化計画や公共交通網形成計画等における施策検討への活用が期待される。こ

の他にも、都市圏レベルでの施策を検討するために、1週間連続調査による1週間単位の実行動データを活かした新たな交通行動モデルの検討を進めていくことが重要である。

参考文献

- 1) 平田 晋一, 森尾 淳, 中野 敦, 松本 正生: PT 調査における WEB 回答手法の特性分析と課題の考察, 土木計画学研究・講演集 51, CD-ROM, 2015.
- 2) 国土交通省国土政策局: 国土のランドデザイン 2050, 国土交通省 HP
- 3) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: GIS ベースのゲーミングシミュレーションツールの開発と高齢者の活動交通分析への適用, 土木計画学研究・論文集 No.17, 2000.
- 4) 池田好克, 栄徳洋平, 江口貴弘, 溝上章志: 高齢者の外出活動に与える影響分析と施策に関する提案, 土木計画学研究・講演集 No.51, 2015.

(2017. ?? . ?? 受付)

A Study on the Effectiveness of the Introduction and the Future Direction of the Smartphone-based Response Method for a Person Trip Survey

Yoji FUNAMOTO, Masahiko KIKUCHI, Tadashi INOUE, Keita IWADATE,
Yohei EITOKU, Takeshi SHIBUKAWA and Toshinari KOZASA