

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04060

研究課題名(和文) 在宅Web調査をフル活用したデータフュージョン型都市間旅客需要調査手法の開発

研究課題名(英文) Development of inter-regional trip survey in data-fusion style using home-based web survey

研究代表者

塚井 誠人 (TSUKAI, MAKOTO)

広島大学・工学研究科・准教授

研究者番号：70304409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では在宅ベースのWeb調査を活用した複数データベースの統合利用によるデータフュージョン型調査手法の開発を行う。具体的には、1)既存の純流動調査との統合による季節変動の把握、ならびに、2)携帯電話のGPSビッグデータとの統合による需要推計を検討した。分析の結果、特に鉄道サンプルに関して、個人属性調整によってOD表の異同を説明することは、やや困難だった。特にこれまでの交通需要調査で留意されていなかった発地別のトリップ発生頻度への配慮が必要である。さらに携帯電話位置情報を既存調査の代替手法として交通需要調査に用いる場合、数日以上の間でデータを取得して推計結果の安定性を確保する必要がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a data fusion type survey method by integrating multiple databases utilizing home based web survey. Specifically, we examined seasonal fluctuation by integration with existing net flow survey, and demand estimation by integration with GPS big data of mobile phone.

As a result of the analysis, it was somewhat difficult to explain the differences in the OD table by adjusting the individual attributes, especially for the railroad samples. In particular, consideration must be given to the frequency of trip occurrence by each origin. Furthermore, when cellular phone location information is used for traffic demand survey as an alternative method to existing surveys, it is necessary to acquire data over a period of several days or more to ensure the stability of the estimation result.

研究分野：土木計画学

キーワード：都市間交通 傾向スコア 非負値行列因子分解 パネル調査 Web調査

1. 研究開始当初の背景

旅客の真の出発地と目的地を把握できる幹線旅客純流動調査は、わが国独自の調査体系であり、非集計行動モデルなどの構築による価格弾力性の推計が可能な質の高いデータを提供してきた。しかし近年、旅客需要の季節変動やトリップ発生原単位、および旅行頻度の把握などのデータニーズへの対応が困難な点が指摘されており、新たな調査方法の開発が急務となっている。

本課題では、在宅ベースの Web 調査を活用した複数データベースの統合利用による新たな純流動調査、すなわちデータフュージョン型調査手法の開発を行う。具体的には、1) 既存の純流動調査との統合による季節変動の把握、ならびに、2) 携帯電話の GPS ビッグデータとの統合による需要推計について検討を行い、平成 32 年度調査への適用を念頭に成果をとりまとめる。

2. 研究の目的

幹線旅客純流動を把握する調査手法は、従来の紙媒体による聞き取り調査のほか、様々な調査手法を取りうる。本研究では、在宅者に対する回顧式の Web 調査を実施して、幹線旅客純流動調査の結果との比較を試みる。また NTTDocomo が発行する携帯電話位置情報を集計した幹線旅客純流動 OD との比較を行う。これらの調査結果から、3 調査の旅行特性の異同を明らかにする。

3. 研究の方法

在宅者を対象とする Web 調査は、季節変動を把握するため複数回の実施として、過去 3 か月の旅行実績を回顧させる形式の調査として実施した。調査対象者は、株式会社インテージを通じて募集を行った。なお予算制約から、対象者は南関東在住者に限定した。また同一人のトリップ特性を明らかにするため、個人 ID を付したパネル調査を実施した。表 1 に調査の概要を示す。

表 1 Web 調査の概要

調査年月:調査対象期間	調査年月 : 調査対象期間
	2015 年 8 月 : 2015 年 4~6 月
	2015 年 10 月 : 2015 年 7~9 月
	2016 年 1 月 : 2015 年 10~12 月
	2016 年 4 月 : 2016 年 1~3 月
調査対象者	20 歳以上で南関東在住者
調査項目	性別、年齢、職業、旅行目的、出発地、目的地、旅行回数、目的地、利用交通機関等
回答者	延べ 34,534 人、正味 12,310 人

携帯電話位置情報からの幹線旅客純流動の把握は、NTTdocomo とデータ作成方法を協議の上、次の手順によって作成した。

- 1) 携帯電話契約地を発地とみなす。
- 2) 調査対象日の正午に滞在する地点を目的地とみなす。

幹線旅客純流動調査との比較を念頭に平日と休日のそれぞれに関してデータを取得した。その結果、2015 年 10 月 21 日(水)と同日(土)についてデータ作成を依頼した。

4. 研究成果

1) Web 調査の旅行特性(表 2 に、web 調査から得られる旅行回数の季節変動に関する仮説検定結果を示す。

表 2 仕事目的トリップの集計結果

季節別仕事目的旅行回数(トリップ)				
	春	夏	秋	冬
サンプル数	5,917	4,853	4,694	4,194
旅行回数	15,148	12,921	11,866	10,273
平均旅行回数	2.560	2.662	2.528	2.449
帰無仮説: 平均旅行回数に差がないに対する t 検定結果(数値は有意水準)				
	春	夏	秋	冬
春	100.0%	15.5%	67.3%	13.3%
夏	—	100.0%	8.3%	<b>0.5%</b>
秋	—	—	100.0%	32.2%
冬	—	—	—	100.0%

表 3 観光目的トリップの集計結果

季節別仕事目的旅行回数(トリップ)				
	春	夏	秋	冬
サンプル数	8,684	8,500	6,273	5,531
旅行回数	12,220	12,424	9,095	7,879
平均旅行回数	1.407	1.462	1.450	1.425
帰無仮説: 平均旅行回数に差がないに対する t 検定結果(数値は有意水準)				
	春	夏	秋	冬
春	100.0%	<b>0.7%</b>	<b>5.0%</b>	42.8%
夏	—	100.0%	62.3%	13.1%
秋	—	—	100.0%	32.0%
冬	—	—	—	100.0%

表 2 および表 3 は、サンプル数と旅行回数、平均旅行回数について、旅行目的別に集計した結果を示している。両表から明らかなように、サンプル数自体は調査を繰り返すことによって、徐々に減少しており、パネル消耗の影響がみられる。また平均旅行回数の季節変動は、仕事目的の方が大きい。仕事目的トリップの季節変動の特徴は、夏に最大、冬に最小、春と秋には中間的な値を示すパターンとなっていた。季節間の平均トリップ数の有意差に関しては、夏と冬の間のみ有意な差がみられた。観光目的トリップの平均旅行回数は、夏に最大、春に最小、秋と冬は中間的な値となり、仕事目的とは異なる傾向を示した。季節間の平均トリップ数の有意差に関しては、春と夏、および春と秋のみ有意差がみられた。

さらにデータ集計を進めたところ、仕事目的では地方を代表する道府県への旅行回数が多い一方で、観光目的では、南関東近隣への旅行回数が多いことが明らかとなった。さらに、仕事目的、観光目的で、南関東を発地とする旅行目的地の空間分布は大きく異なるが、旅行目的別の旅行目的地の空間分布の変化は小さいことが明らかとなった。ただし、季節ごとの旅行目的地のトリップ数の増減は、やや異なっていた。すなわち旅行頻度の低い目的地のほうが、旅行頻度の高い目的地よりも変動が大きいことが明らかとなった。

## 2) OD 表間の異同

調査別に OD 表を作成したのちに、非負値行列因子分解による分析を試みた。非負値行列因子分解は、カウントデータなどの正值のみをとる行列データに対して、発値に関するパターンと着地に関するパターンを算出する手法である。本研究では、2018 年 1 月時点で、2015 年に実施した幹線旅客純流動調査の結果が公表されていなかったため、2010 年に実施した幹線旅客純流動調査、2015 年に実施した Web 調査、および 2015 年に計測した携帯電話位置情報の 3 調査手法に関して、それぞれ南関東を発地とする都道府県間 OD 表を作成して、それぞれの異同を確認した。なお 3 調査は、観測サンプル数が全く異なるため、単純な比較を行うと見かけ上の観測数が多い純流動調査に卓越するパターンのみが抽出される危険性がある。そこで分析に先立って、各 OD 表の総観測トリップ数が同一となるように基準化を行って、純粋にトリップパターンの異同のみを分析対象とした。

3 調査に非負値行列因子分解手法を適用したところ、純流動調査と Web 調査の OD 分布は、発地・着地とも非常に似通っていた。一方で、携帯電話位置情報から作成した OD 表のみが全く異なるパターンを示すことが明らかとなった。これは、主に携帯電話位置情報の計測期間を 1 日に限定したことによる影響と考えられるが、低頻度 OD 調査特有の困難航空利用者 / 上段、鉄道利用者 (下段)

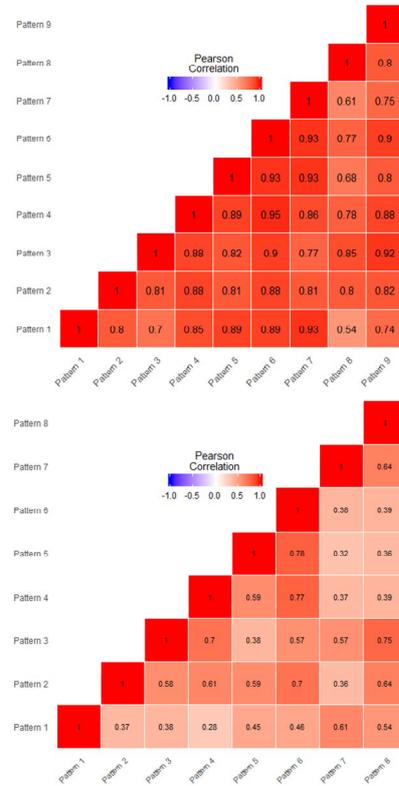


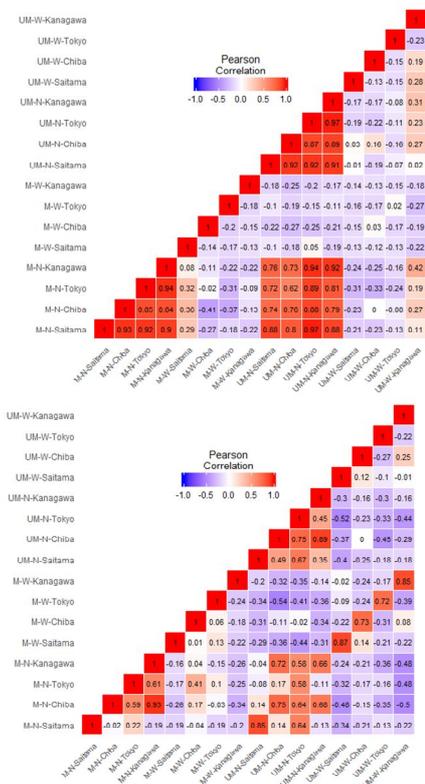
図 1 パターン間の類似性 (目的地)

難さを示していると思われる。

幹線旅客純流動調査と Web 調査については、それぞれ個人属性が観測できる。よって、トリップ特性の違いをもたらす原因が、個人属性の違いによる可能性は否定できない。この点についてより詳細に検討するため、純流動調査を Web 調査の標本傾向を説明する傾向スコアモデルを推定して、個人属性のマッチングをおこなった。この結果、純流動調査と Web 調査で個人属性をマッチングした純流動調査から得られる OD 表、純流動調査と Web 調査で個人属性をマッチングできなかった純流動調査から得られる OD 表、純流動調査と個人属性をマッチングした Web 調査標本から得た OD 表、ならびに純流動調査と個人属性がマッチングできなかった Web 調査標本から得た OD 表の 4OD 表を得た。これら 4OD 表について、利用交通機関別に非負値行列因子分解を適用して、需要特性の異同を確認した。目的地パターンの類似性を図 1 に、発地間の類似性を図 2 に示す。

図 1 より、航空利用者ではパターン間の類似性が高い一方で、鉄道利用者ではパターン間の類似性が低い。これは、航空利用者の発地の違いは南関東に限定されているため、航空移動が一般的な移動距離に対して、あまり大きな違いとなって現れなかったためであり、妥当な結果と思われる。これに対して、鉄道利用者のパターン間の違いは大きかった。これは南関東といっても地域別に結びつきの強い目的地が異なるためと考えられる。

図 2 より、航空利用者・鉄道利用者にかか



航空利用者 / 上段, 鉄道利用者 (下段)  
 図2 調査別発地間の類似性

ならず、発地間の類似性は低い結果となった。これは、地域別発生トリップに関して、空間的な異質性が強いことを表していると考えられる。航空利用者と鉄道利用者では、前者が個人属性マッチングに関わりなく調査票間の違いが大きい傾向が見られたのに対して、後者では調査手法間の違いも現れるという結果が得られた。

得られた知見を総合すると、特に鉄道サンプルに関して、個人属性調整によって OD 表の異同を説明することは、やや困難だと結論付けられる。すなわち Web 調査に基づいて総需要を抽出する方法ではなく、調査手法間の特性に留意したデータフュージョンが必要だと思われる。特にこれまでの交通需要調査では、比較的均質だと考えられていた発地別のトリップ発生頻度に関して、より注意深いモニタリングが必要だと考えられる。さらに携帯電話位置情報を既存調査の代替手法として交通需要調査に用いる場合、本研究のようにもともと発生頻度が低い都市間旅客需要の推計を行う場合には数日以上期間でデータ取得することで、推計結果の安定性を確保する必要性が明らかとなった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計9件)

1. H. TIRTOM, M. OKUMURA, H. YAMAGUCHI and R. DAS: Network Fortification Model for Intercity Passenger Transportation, Journal of the Eastern Asia

Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.75-89, 2015 (査読有)

2. H. YAMAGUCHI and M.OKUMURA: Frequency Distribution of Leisure Travel by the Japanese: The Past and Future, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 11,566-579.2015 (査読有).

3. 金子雄一郎, 田中瑛: 東京圏における高齢者の外出状況と公共交通の利用実態に関する調査, 交通工学論文集(特集号), 第1巻2号, pp.A\_47-A\_53, 2015 (査読有)

4. 山口裕通, 奥村誠: 宿泊観光旅行発生パターンの基本的特徴と経年変化, 土木学会論文集 D3, Vol. 72, No. 3, pp.248 - 260. 2016 (査読有)

5. M.Tsukai and T.Tsuda : Development of Mixed Distribution Model in Spatial Econometrics for “Zero count” Obs., Annual meeting of Spatial Econometrics Association, Rome, CD-ROM, 2016 (査読有)

6. 松井 祐樹, 日比野 直彦, 森地 茂, 家田 仁: 訪日外国人旅行者の個人行動データを用いた訪問地および観光活動に着目した観光行動分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学) vol.72-5, I\_533-I\_546, 2016 (査読有)

7. C. X. Do and M.Tsukai : Exploring Potential Use of Mobile Phone Data Resource to Analyze Inter-Regional Travel Patterns in Japan, Data Mining and Big Data, pp.314-325, 2017 (査読有)

8. C. X. Do and M.Tsukai : Estimating Inter-regional Travel Demand for Seasonal Variation by an Eigenvector Spatially Filtered Spatial Interaction Model: A Case Study in Japan, Journal of Eastern Asia Society for Transportation studies, vol. 12 (accepted, the best paper award), 2017 (査読有)

9. 奥村誠: 東日本大震災広域避難者の移動における高速道路の役割, 高速道路と自動車, 61(4), pp.17-23., 2018 (査読無)

[学会発表](計12件, 主な3件を示す)

1. H. YAMAGUCHI and M.OKUMURA: Frequency Distribution of Leisure Travel by the Japanese: The Past and Future, Proceedings of Eastern Asia Transport Studies 2015 in Sebu

2. C. X. Do and M.Tsukai : Estimating Inter-regional Travel Demand for Seasonal Variation by an Eigenvector Spatially Filtered Spatial Interaction Model: A Case Study in Japan, Proceedings of Eastern Asia Transport Studies 2017 in Vietnam

3. C. X. Do and M.Tsukai : Exploring Potential Use of Mobile Phone Data Resource to Analyze Inter-Regional Travel Patterns in Japan , Conference on Data Mining and Big Data 2017 in Fukuoka, Japan.

〔その他〕: 2018年3月30日に, 土木計画学ワンデーセミナーを開催して, 本研究成果の一般向け公表を行った.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

塚井 誠人 (Tsukai, Makoto), 広島大学・工学研究科・准教授, 研究者番号: 70304409

##### (2) 研究分担者

奥村 誠 (Okumura, Makoto) 東北大学・災害科学研究センター・教授, 研究者番号: 00194514

金子 雄一郎 (Kaneko, Yuichiro) 日本大学・理工学部・教授, 研究者番号: 40434112

日比野 直彦 (Hibino, Naohiko) 政策研究大学院大学・政策研究科・准教授, 研究者番号: 10318206