

エントロピー最大化法による 目的別動的 OD 交通需要予測手法の提案

坂 匠¹・薄井 智貴²・山本 俊行³

¹学生会員 名古屋大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 (〒464-8603 愛知県名古屋市中種区不老町)

E-mail: ban.takumi@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院 特任准教授 経済学研究科

E-mail: tomo.usui@nagoya-u.jp

³フェロー会員 名古屋大学 教授 未来材料・システム研究所

E-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp

PT 調査は長年実施されてきた実績のある調査であるが、実施が 10 年に 1 度であるため、調査時点とは状況が大幅に異なってしまう可能性がある。一方で、携帯電話の普及と共に、端末に搭載された GPS 機能を用いてリアルタイムにデータが取得できる技術が発展してきたが、個人情報保護の観点から交通手段や目的、個人の属性などが不明であることが問題点として挙げられる。そこで本研究では、お互いの欠点を補うために、両データを融合し、リアルタイムに交通需要を予測する手法の開発を目的とする。本研究では Ge らの手法を拡張し、通勤・通学トリップに限定することなく、全てのトリップに対してエントロピー最大化手法を適用した。ある 1 日の人々の移動を表した PT データと携帯電話 GPS データを合わせて用いることにより、時々刻々と変化する交通需要を得ることができた。また、複数日の携帯電話 GPS データを PT 調査と融合し、人々の日々の行動変化を観測することができた。

Key Words : OD Flow, Person Trip Survey, GPS location data, MEM, travel behavior

1. 序論

(1) 研究背景と目的

パーソントリップ調査（以下、PT 調査）は、今年で 50 年目の節目を迎え、長期にわたって日本の交通政策等に貢献をしてきた調査である。この調査は、人々の交通行動を取得することができる一方、実施する上で様々な問題点を抱えている。まず、1 つ目の問題点として返答率の低下がある。近年、PT 調査の解答率は低下しており、中京都市圏第 5 回 PT 調査では、世帯の回答率が 30%程度となっている。次に、2 つ目の問題点として、コストが挙げられる。PT 調査は標本数が膨大であり、多くの調査員などが必要なため、実施に多額のコストを要する。近年では、高いコストパフォーマンスを有する交通実態調査手法が求められており、新たな調査手法を確立するために、実験的な調査も実施された¹⁾。こういった手法の妥当性が示されれば、PT 調査と同程度、もしくはそれ以上に詳細な交通行動を小さなコストで把握することができるかもしれない。3 つ目の問題点は、実施間隔である。PT は先ほどのコストの関係もあり実施が 10 年に一度しか行われない点である。もし、地方自治体などが交通政策を策定する際、PT データをその時点の人々の交通行動とした場合、時代的な背景が変わってしまっている可能性が多分にあ

る。このような空白の時間を補完することができれば、タイミングを選ぶことなく必要な時に人々の交通行動を把握・予測が可能になると考えられる。

一方、我が国では、携帯電話の契約数が増加しており、2012 年時点では、契約率が約 100%²⁾ となっている。加えて、現在販売されているほとんどの携帯電話には GPS 機能が標準で搭載されているため、現在では、日本に住むほとんどの人が GPS 機能を搭載した携帯電話を持っていることになる。したがって、日本に住むほとんどの人の位置情報を把握することが可能になってきた。また、現在 4G と呼ばれる通信技術が開発され、安定した高速通信が利用できるようになった。このような通信技術の発達により、自動でリアルタイムに大容量のデータを取得することが可能になってきた。しかし、個人情報保護の観点から、一般的にはある程度集計し、データを粗くすることで秘匿処理が施されたデータしか利用することができない。先ほどの PT データのような交通手段や目的、個人属性などのデータは記録されていないことが、このデータの欠点である。集計化されたデータの一つとして、「混雑統計[®]」データ³⁾や「人の流れプロジェクト」⁴⁾があげられる。

PT 調査では実施間隔に大きな開きがあり、交通政策にダイレクトに反映させることは難しい。一方で、携

携帯電話の GPS データは PT 調査ほど詳細なデータは入手しづらいが、リアルタイムで情報を取得することができる。そこで、携帯電話 GPS データと PT データを組み合わせることで、PT 調査の実施間隔である 10 年の空白を補完するための手法が求められている。

(2) 既往研究と本研究の位置付け

携帯電話から取得できるデータのみを用いた研究をはじめ、他のデータとの融合を目的とした研究も多々ある。以下では、これらのレビュー及び、本研究の位置づけを示す。

携帯電話から得られるデータの一種として、CDR データと GPS データがある。CDR データとは、携帯電話の通話記録データのことで、時刻や基地局 ID など取得することができる。世界的にも携帯電話の普及率が上昇しており、このデータを用いた研究は増えてきている。Phithakkitnukoon et al.⁵⁾ は、CDR データを用いて人々のトリップパターンの可視化を行った。また、Iqbal et al.⁶⁾ は、CDR データに記録された基地局 ID とビデオデータから観測された交通量をを用いて OD 表を作成する手法を提案した。基地局はポイントであるため、複数のゾーンにまたがっていることが多々ある。そのため、基地局 ID からゾーンへ変換を行っている。Alexander et al.⁷⁾ は、CDR データとセンサスを組み合わせることで、OD 交通量を求める手法を提案した。彼女らは、1 日のトリップを、「自宅と勤務地に関するトリップ」と「自宅とその他の場所に関するトリップ」、「自宅に関連しないトリップ」の 3 タイプに分類できるという仮定を置くことにより、不連続なトリップパターンもとらえることができる可能性を示した。

一方、携帯電話 GPS データを利用した研究も近年、注目を浴びている。大野ら⁸⁾ は、交通手段が既知であるデータから k-means 法を用いてトリップデータを抽出し、交通手段判別を行う決定木の構築を行った。また、携帯電話 GPS データにおいてもトリップデータの抽出を行い、構築した決定木を用いて交通手段の推定を行った。坂ら⁹⁾ は、携帯電話 GPS データを集計化した「混雑統計®」データを用いて、イベント地周辺における人々の動きの特徴を抽出するとともに、空間同時自己回帰モデルを用いて、イベント地周辺の流動人口予測モデルを構築した。藤岡ら¹⁰⁾ は、モバイル空間統計と標本率を下げた簡易 PT データを組み合わせることで年齢階層別、居住地別、目的別、手段別の集中交通量が本来の PT データに近づく傾向があることを示した。

また、以上のようなデータを組み合わせ、OD 交通需要を推計する手法として、Ge and Fukuda¹¹⁾ がある。まず彼らは、「混雑統計®」データと PT データを組み

合わせ、エントロピー最大化法を用いて、発生・集中交通量を求めた。そして、その交通量を制約条件に組み込み、勤務地・通学先に関連するトリップに限定し、再びエントロピー最大化法を用いて OD 交通量を推計する手法を提案した。

本研究では、エントロピー最大化法を用いた目的別動的 OD 交通需要予測として、Ge and Fukuda のモデルを参考にし、勤務地・通学先に関連するトリップに限定することなく、すべての目的を網羅できるようにモデル式の拡張を行う。

(3) 本論文の構成

本論文は 5 章で構成される。第 1 章(本章)では研究背景、研究目的、既往研究と本研究の位置づけについて述べた。第 2 章では、本研究で利用したデータの概要を示す。第 3 章では、データの基礎集計結果を示し、考察を行う。第 4 章では、提案手法の概要を示す第 5 章では、提案手法を適用した結果を示し、考察を行う。第 6 章では、得られた知見と今後の課題について述べる。

2. 利用データ

(1) 滞留人口データ(「混雑統計®」データ)

2009 年以降、株式会社 NTT ドコモから販売されている携帯電話には、「Auto GPS」機能が搭載されている。この機能は、「どこも地図ナビ」サービスの一部であり、利用者の許諾を得た上で、5 分毎に端末の位置情報をサーバーに自動的に送信・蓄積する機能である。本機能の利用者は端末を捜査する必要がなく、全て自動で行われている。端末の位置情報をほぼリアルタイムで入手できるが、移動手段や目的は記録されていない。また、GPS による位置情報を取得できない場合は、携帯電話の基地局による位置情報にて補完を行っている。このように取得されたデータに対して、株式会社ゼンリンデータコムが独自に拡大係数を設定し、メッシュ毎に集計したものが、「混雑統計®」データであり、本研究で用いる滞留人口データのことである。なお、拡大係数は未公開であり、メッシュによる集計が行われているため、ユーザー個人の特定は不可能となっている。

本研究では、2012 年の 10 月における 6 日間のデータを用いる。このデータの詳細を表-2.1 に示し、データの一例を図 2.1 に示す。取得できるデータは、4 次メッシュ毎(500m メッシュ毎)に集計された時間帯別の自宅滞在人口、勤務地滞在人口、流動人口である。自宅滞在判定や勤務地滞在判定のアルゴリズムは、(株)ゼンリンデータコムのオリジナルのアルゴリズムを用いており、非公開である。

表-1 データ概要

データ名	滞留人口データ	PT データ
調査エリア	名古屋市全域 約 1,300 メッシュ	愛知県・岐阜県・三重県の 96 市町村
集計ゾーン	4 次 (500m) メッシュ	小ゾーン
集計時間間隔	1 時間	1 分
調査期間	2011 年 10 月 4 日 (火), 5 日 (水), 6 日 (木), 9 日 (日), 12 日 (水), 16 日 (日)	2011 年 10 月から 11 月の平日 1 日 及び一部地域は休日 1 日
調査方法	携帯電話 GPS データを自動で取得	郵送配布・回収 + WEB
調査対象	「AutoGPS」利用者のうち許諾を得ている方	5 歳以上の世帯構成員
取得間隔	リアルタイム (5 分毎)	約 10 年

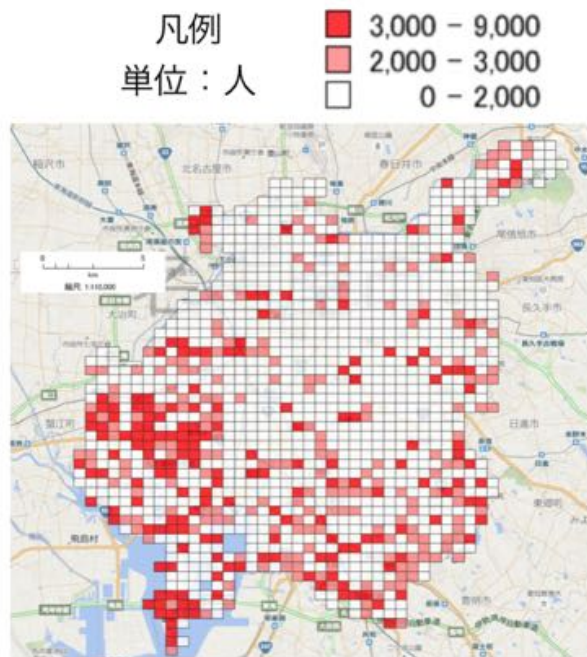


図-1 自宅滞在人口の一例 (10/4(火), 午前 3 時)



図-2 ゾーニング図 (PT データ)

(2) PT データ

PT 調査は、昭和 42 年に始まって以来、今年で 50 年の節目を迎える実績のあるアンケート形式の調査である。PT データには、被験者の属する世帯の居住地や構成人数などといった世帯属性や、被験者自身に関する年齢・性別・職業などの個人属性、それに加え、個々のトリップの発着地やその時間、目的が記録されている。従って、調査期間は限定されるが、非常に詳細な交通行動を把握することが可能である。しかし調査間隔が 10 年と長期にわたるため、情報の更新頻度が低いと言える。本研究の利用データは、2011 年に実施された中京都市圏第 5 回 PT データであり、データの詳細を表-1 に示し、データの取得範囲及びゾーン区分は図-2.2 に示す。

3. 基礎集計

(1) 集計単位の変換

滞留人口データと PT データ、国勢調査データはそれぞれ異なる集計単位を用いているため、統一する必要がある。本研究では、PT データの小ゾーンを基本の集計単位とし、面積按分にて変換を実施した。面積按分とは、重なり合っている面積の割合による配分である。メッシュ内の人口は均一に分布しているという仮定の下、配分を行った。

(2) 自宅滞在人口・勤務地滞在人口比較

本節では、自宅滞在人口と勤務地滞在人口を、区毎または小ゾーン毎に比較を行う。

区毎に比較を行った理由として、PT 調査は 2011 年の推計人口を元に拡大係数を設定しており（中京都市圏総合都市交通計画協議会、2012）、名古屋市が区毎に

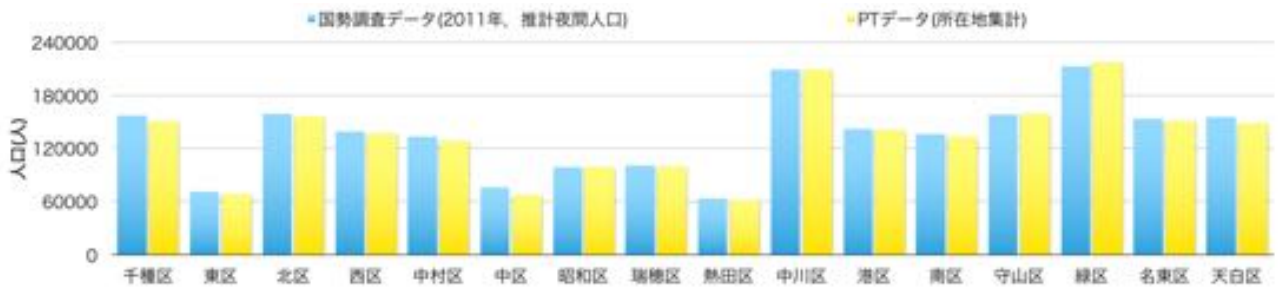


図-3 自宅滞在人口による母集団代表性の検証 (国勢調査データ, PT データ)



図-4 区毎の自宅滞在人口比較 (PT データ, 滞在人口データ)



図-5 自宅滞在人口比較 (名古屋市中村区)

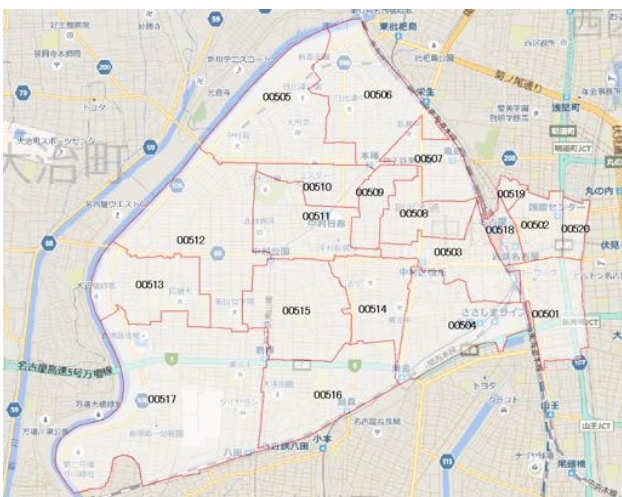


図-6 ゾーニング図 (名古屋市中村区)

a) 自宅滞在人口比較 (区毎の比較)

区毎の自宅滞在人口を比較したものを図-3 と図-4 に示す. 比較するにあたり, 夜間には自宅に滞在しているという仮定の下, 時間帯を午前3時台に設定した. 比較を行ったデータは, 国勢調査を元にした2011年推計人口, 平日のPT データを用いた居住地集計, トリップ集計 (午前3時台の集計値, 最大時間帯の集計値, 一度でも滞在していた人々の集計値), 滞在人口データ (10/4(金) 午前3時台:面積按分) の自宅滞在人口である.

PT データの母集団代表性を確認するため, 2011年推計人口とPT データの所在地集計を比較する. 図-3 に2011年推計人口とPT データの所在地集計をプロットした. 両データを比較すると, 全ての区でPT データは, 国勢調査データほとんど同じ値を示した. これは, 2011年推計人口を元にPT データの拡大係数を設定しているからであると考えられる.

次に, PT データのトリップ集計と滞在人口データを

人口増減率を公開しているためである.

比較する(図-4)。まず、PT データのトリップ集計では3パターン実施した。1つ目は、トリップのODデータから各被験者の自宅滞在時間を割り出し、各トリップの拡大係数を集計し、各時間帯の自宅滞在人口を算出した。そのうち、午前3時台の集計値を比較に用いた。2つ目は、先ほどの集計値から全時間帯における自宅滞在人口の各ゾーンの最大値を抽出した。3つ目は、トリップのODデータから各被験者が1度でも自宅を訪れていた人数を集計した。図-4より、PTのトリップ集計に関する値はほぼ同じ値を取っていることがわかる。次に、PTデータと滞留人口データを比較すると、名古屋市の中心部である中村区や中区においては、PTデータよりも滞留人口データの方が多く結果になり、一方で郊外部に位置する守山区や緑区などでは、PTデータの方が多くなった。これは、滞留人口データには、居住者以外の滞在者、例えばホテルの滞在者や夜から働いている人々などがカウントされている可能性がある。したがって、中心部での深夜における自宅滞在人口がより多くなり、逆に郊外部での自宅滞在人口がより少なくなっていると考えられる。

b) 自宅滞在人口比較(小ゾーン毎の比較)

自宅滞在人口が大幅に異なっていた、中村区内における小ゾーン毎の自宅滞在人口を図-5に示す。また、中村区のゾーニング図を図-6に示す。名古屋駅周辺のゾーン(No.501など)では、PTデータの集計値よりも滞留人口データの集計値の方が大きくなっている。一方、名古屋駅から離れた位置にあるゾーン(No.505など)では、滞留人口データの方が少なくなっている。したがって、深夜においても名古屋駅周辺に人々が滞在していることがわかる。これは、当該ゾーンに深夜営業を行っている飲食店やホテルが多く点在していることによるものと考えられる。

c) 勤務地滞在人口比較(区毎の比較)

区毎の勤務地滞在人口を比較したものを図-7から図-8に示す。比較するにあたり、一般的な始業時刻から十分時間の過ぎている、午前10時台に時間帯を設定した。比較を行ったデータは、国勢調査のデータである2010年の就業者数、平日のPTデータにおいて学生を除いた勤務地集計、トリップ集計(午前10時台の集計値、最大値、一度でも滞在していた人々の集計値)、滞留人口データ(10/4(火)午前10時台、最大時間帯:面積按分)の勤務地滞在人口である。

PT調査の母集団代表性を確認するため、国勢調査データとPTデータの勤務地集計を比較する。名古屋市の市街部である中区では、PTデータの方が多くなっており、他の区では、国勢調査データの方が多くなっている。これは、PTの母集団推計手法では、国勢調査の小ゾーン別・性別・年齢階層別の居住地人口に合うよう

に拡大係数の調整が行われているため、自宅滞在人口との整合性は取れるが、勤務地滞在人口では取れていないと考えられる。また、国勢調査データは、学生のアルバイトも含んでいるために、差が生じているものと考えられる。

次に、PTデータの各トリップ集計(午前10時台の集計値、最大値、1回以上訪れている人々の集計値)と滞留人口データの勤務地滞在人口(午前10時台、最大時間帯)を比較する。PTの各トリップ集計は、どの集計方法においてもほぼ同じ値を取っている。また、滞留人口データと比較を行うと、名古屋市の市街地である中区や中村区において、滞留人口データの方が多く結果になった。これは、PT調査の調査エリア外に住む人々(出張または住民票を移していない人々)が勤務地滞在者としてカウントされている可能性が考えられる。また、滞留人口データでは、通学地の滞在人口も勤務地滞在者としてカウントされている可能性が考えられる。

d) 勤務地滞在人口比較(小ゾーン毎の比較)

中村区内における小ゾーン毎の勤務地滞在人口を図-9に示す。自宅滞在人口を比較した時と同様に、名古屋駅周辺のゾーンでは、滞留人口データの方が多くなる結果になった。当該ゾーンはオフィス街でもあることから、勤務地滞在人口が多くなっているものと考えられる。また、学校も点在しているため、学生も勤務地滞在者としてカウントされている可能性がある。

(3) 時間帯別自宅滞在人口、勤務地滞在人口、流動人口

滞留人口データに記録されている、自宅滞在人口、勤務地滞在人口、流動人口を時間帯別に比較する。図-10と図-11はそれぞれ、10/4(火)、10/9(日)の自宅滞在人口、勤務地滞在人口、流動人口の時間帯別遷移を示している。

図-10を見ると、平日の午前8時台において急激に総人口が増えていると同時に、勤務地滞在人口が増加し、自宅滞在人口が減少していることがわかる。一方、図-11を見ると、休日では、緩やかに総人口が増えていっているとともに、勤務地滞在人口は1日を通して変わらないことがわかる。

また、平日4日間と休日2日間による時間帯毎のばらつきを求めるため、時間帯毎の自宅滞在人口・勤務地滞在人口・流動人口の変動係数を算出した。平日の場合、どの人口も夕方のばらつきが大きくなっていた。一方、休日の場合、朝の時間帯における勤務地滞在人口や流動人口のばらつきが大きくなっているとともに、平日同様夕方のばらつきも大きくなっていることがわかった。



図-7 勤務地滞在人口による母集団代表性の検証 (国勢調査データ, PT データ)



図-8 区毎の勤務地滞在人口比較 (PT データ, 滞留人口データ)



図-9 勤務地滞在人口比較 (名古屋市 中村区)



図-10 時間帯別人口 (10/4(火):自宅・勤務地・流動人口)



図-11 時間帯別人口 (10/9(日):自宅・勤務地・流動人口)

4. 提案モデル

通勤・通学以外のトリップを考慮するため、以下の表-2の様にトリップタイプを定義した。

Ge and Fukuda¹¹⁾ が提案したエントロピー最大化法を用いた OD 交通需要予測手法の適用範囲を広げる。彼らは通勤・通学にトリップ目的を限定していたのに対

し、本研究では、式 (1) の様に、それ以外の目的をもつトリップに対してもエントロピー最大化法を適用できる形へと改良を行った。しかし、滞留人口データの流動人口を制約条件に使用することは困難なため、「その他からその他」のトリップについては推定ができないモデルとなっている。

表-2 トリップタイプの定義

No.	トリップタイプ	概要
1	HW	自宅から勤務地
2	HO	自宅からその他
3	WH	勤務地から自宅
4	WO	勤務地からその他
5	OH	その他から自宅
6	OW	その他から勤務地
7	OO	その他からその他

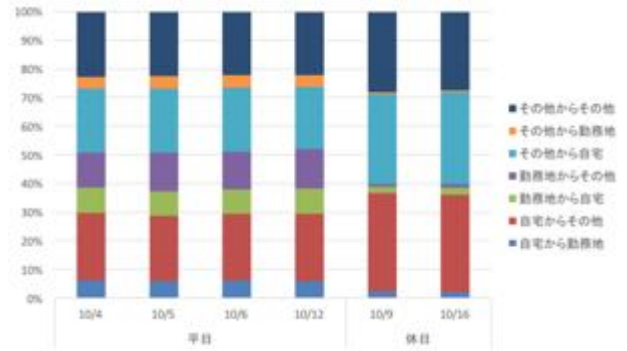


図-12 17 時台におけるトリップタイプ別生成交通量

$$\min \sum_k \sum_i \sum_j \left\{ T_{ij}^k \left(\log \frac{T_{ij}^k}{\hat{T}_{ij}^k} - 1 \right) \right\} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j (T_{ji}^3 + T_{ji}^5 - T_{ij}^1 - T_{ij}^2) = X_i^H, \forall i \quad (2)$$

$$\sum_j (T_{ji}^1 + T_{ji}^6 - T_{ij}^3 - T_{ij}^4) = X_i^W, \forall i \quad (3)$$

ここで、 T_{ij}^k はトリップタイプが k かつゾーン i から j へ向かうトリップの推定値、 \hat{T}_{ij}^k は PT データから得られるトリップタイプが k かつゾーン i から j へ向かうトリップ、 X_i^H は滞留人口データから得られるゾーン i における自宅滞在人口の 1 時点間の差、 X_i^W は滞留人口データから得られるゾーン i における勤務地滞在人口の 1 時点間の差、 X_i^O は滞留人口データから得られるゾーン i における流動人口の 1 時点間の差である。

この最小化問題に対し、ラグランジュの未定乗数法を用いることで、ラグランジュ関数は式 (4) のように書くことができる。

$$L = \sum_k \sum_i \sum_j \left\{ T_{ij}^k \left(\log \frac{T_{ij}^k}{\hat{T}_{ij}^k} - 1 \right) \right\} - \sum_i \lambda_i^H \left\{ \sum_j (T_{ji}^3 + T_{ji}^5 - T_{ij}^1 - T_{ij}^2) - X_i^H \right\} - \sum_i \lambda_i^W \left\{ \sum_j (T_{ji}^1 + T_{ji}^6 - T_{ij}^3 - T_{ij}^4) - X_i^W \right\} \quad (4)$$

ラグランジュ関数 L を各未知変数である、 T_{ij}^k 、 X_i^H 、 X_i^W 、 X_i^O についてそれぞれ偏微分を行い、その非線形連立方程式を解くことで、ラグランジュの未定乗数である、 λ_i^H 、 λ_i^W 、 λ_i^O を求めることができ、トリップタイプ別の OD 交通量を推定することができる。本研究では、この連立方程式に対して、ニュートン法を適用することで解を求めた。

5. 推定結果と考察

本研究で構築したモデルを、2. で紹介した PT データと滞留人口データに適用した結果を以下に示すとともに考察を行う。朝 8 時、昼 12 時、夕方 17 時、夜 22 時の時間帯について考察を行う。

(1) 生成交通量比較

本節では、各パターンの仮定を考慮した場合の時間帯別生成交通量のトリップタイプ別割合を比較する。

滞留人口データのばらつきが大きく現れていた夕方の時間帯であった 17 時台に着目し、その時間帯の生成交通量を比較する。図-12 には、17 時台の各日の推定結果から得られる生成交通量を示した。平日においては、自宅やその他を発地とする生成交通量にばらつきは見られなかったが、「勤務地から自宅」のトリップにばらつきが生じている。これは、勤務地からの帰宅時間帯にばらつきがあることを表していると考えられる。休日においては、「自宅からその他」と「その他から自宅」の生成交通量にばらつきが生じている。これは、休日の外出時間帯に違いがあることを表している。

(2) 発生・集中交通量比較

前節では、生成交通量を比較することにより日々の変動を確認した。より細かな日々の変動を見るため、発生・集中交通量を対象に、平日の 17 時台における「勤務地から自宅」のトリップに着目した。その理由として、夕方の時間帯における滞留人口データの自宅滞在人口と勤務地滞在人口にばらつきが多く見られたためである。

10/4(火) と 10/12(水) における 17 時台の「勤務地から自宅」の発生・集中交通量を、GIS を用いて可視化したものを図-13 から図-16 に示した。各判例の単位は「人」である。

まず、発生交通量に着目する。10/4(火) では、金山駅を含むゾーン (図-13 内中央) からの交通量が多くなっている。金山駅周辺は会社や飲食店が立ち並ぶ繁華街

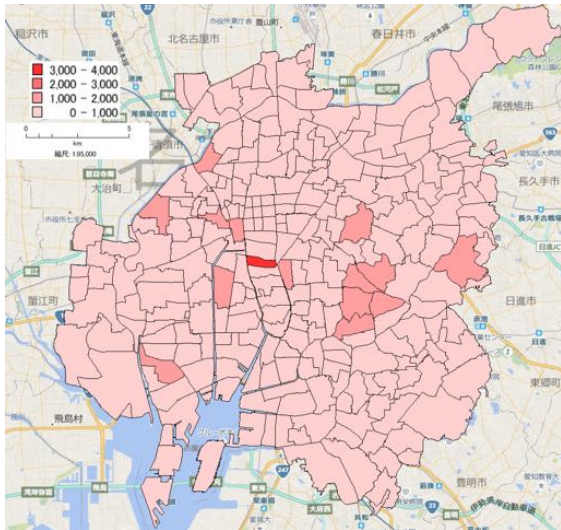


図-13 「勤務地から自宅」の発生交通量(10/4(火) 17時台)

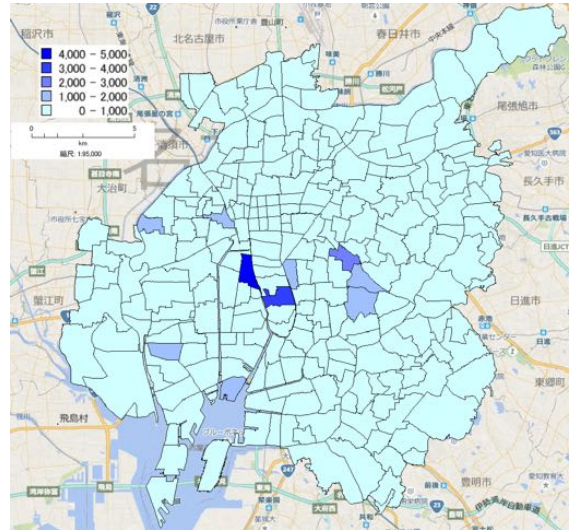


図-15 「勤務地から自宅」の集中交通量(10/4(火) 17時台)

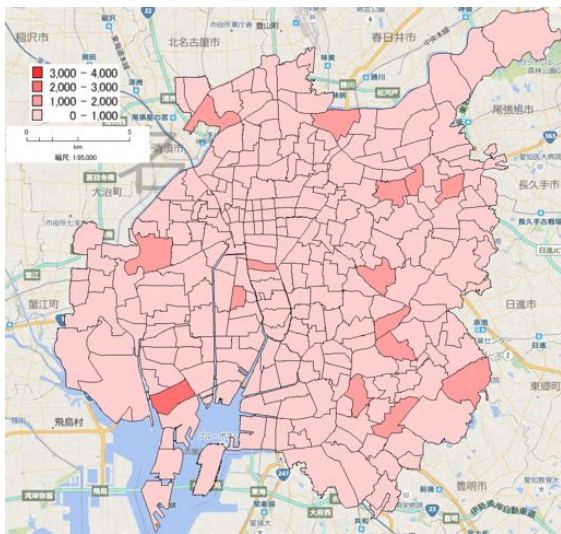


図-14 「勤務地から自宅」の発生交通量(10/12(水) 17時台)

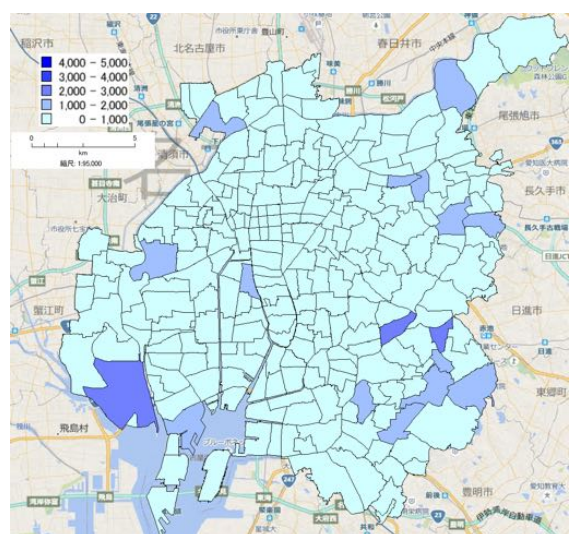


図-16 「勤務地から自宅」の集中交通量(10/12(水) 17時台)

であり、金山駅自体も JR・名鉄・市営地下鉄が乗り入れているハブステーションであるため、このゾーンからの発生交通量が多くなっているものと考えられる。一方、10/12(水)では、港区のゾーン(図-14内左下)からの交通量が多くなっている。このゾーンは、工場が多く点在しており、交通量の多い国道23号線が通っているため、発生交通量が多くなっていると考えられる。

次に、集中交通量に着目する。10/4(火)では、金山駅を含むゾーンに隣接するゾーン(図-15内中央)への交通量が多くなっている。これらのゾーンは繁華街から少し離れた住宅街となっており、このゾーン内に自宅がある人々が移動していることがわかる。一方、10/12(水)では、名古屋市郊外部のゾーン(図-14外縁部付近)への交通量が多くなっている。a)でも示した通り、郊外部に自宅を構えている人々が多いため、このような分布をしていると考えられる。

(3) OD 交通量比較

前々節、前節と生成交通量、発生・集中交通量の各日の比較を実施してきたが、さらに細かく個々のトリップ数の変動を確認するために、OD 交通量を比較する。パターン毎、トリップタイプ毎のODに関して、トリップ数を比較するが、今回は、「自宅」、「勤務地」、「その他」をそれぞれ限定し、比較を行う。各トリップタイプのODの組み合わせは表-3に示す通りである。

各トリップタイプのOD交通量について、変動係数を算出した。平日の4日間における変動係数を図-17に示した。8時台の「自宅から勤務地」の変動係数が30%という結果になった。これは、天候や交通状況によって通勤・通学時間帯が変動していることが表れていると考えられる。着地である栄駅周辺に学校は少ないため、この変動は主に就業者によるものだと考えられる。12時台と17時台の「その他」に関するトリップの変動係数は100%を超える結果となった。これは、「自宅から勤務地」と「勤務地から自宅」と異なり、最小化問題の制約

表-3 トリップタイプ別 OD 組み合わせ

No.	トリップタイプ	発地	着地
1	自宅から勤務地	藤が丘駅周辺 (市営地下鉄東山線終点)	栄駅周辺 (名古屋市中心部)
2	自宅からその他	一社駅・星ヶ丘駅周辺 (市営地下鉄東山線)	植田駅周辺 (市営地下鉄鶴舞線)
3	勤務地から自宅	名古屋市役所周辺	藤が丘駅周辺 (市営地下鉄東山線終点)
4	勤務地からその他	栄駅周辺 (名古屋市中心部)	名古屋駅周辺
5	その他から自宅	荒子川公園周辺 (港区)	笹島交差点周辺 (中村区)
6	その他から勤務地	東海通駅周辺 (港区)	当知町周辺 (港区)

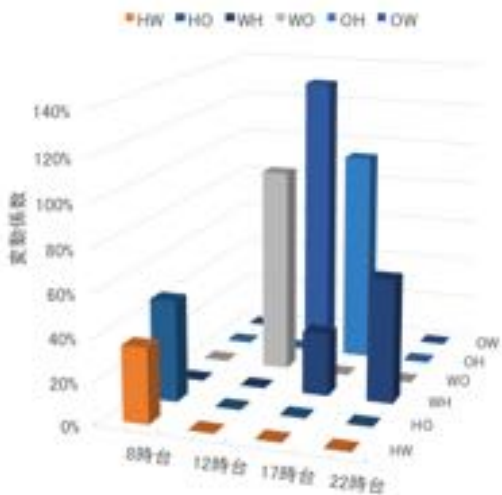


図-17 各トリップにおける変動係数 (平日)

を設けていないことが原因であると考えられる。また、17時台と22時台の「勤務地から自宅」のトリップの変動係数は22時台の方が大きくなっている。これは、就業者の就業時間や残業などによるものだと考えられる。始業時間は固定であるのに対し、終業時間にはばらつきがあるため、このような結果となったと考えられる。

6. 結論

本研究から得られた知見を示すとともに、今後の課題を示す。

(1) 得られた知見

PT データと滞留人口データの母集団代表性の比較として、自宅滞在人口と勤務地滞在人口の比較を区毎で実施した。その結果として、滞留人口データには深夜の時間帯であっても市外部に滞在していることがわかった。また、滞留人口データの時間帯別人口を比較すると、平休日ともに夕方から夜にかけての時間帯において、変動係数が大きくなることが確認できた。

それを踏まえた上で、Ge and Fukuda¹¹⁾ の通勤・通

学トリップに限定したエントロピー最大化手法を用いた OD 交通需要予測手法を、全目的に対して適応できる形へとモデル式の改良を行い、OD 交通需要の推定を行った。取得した 6 日分の滞留人口データに対して提案した手法を適用することで、日々の交通需要の変動を観測することができた。

(2) 今後の課題

集計単位を変換するために面積按分を行う際、取得範囲の最外縁におけるデータの欠落が生じてしまう。そのため、最外縁における集計方法を考慮する必要がある。

交通量データ (交通系 IC カードの利用履歴など) や他の携帯電話 GPS データ (例えば、モバイル空間統計) と組み合わせることで、本研究で提案したモデルの妥当性を検証する必要がある。

謝辞： 本研究は、文部科学省科学研究費 基盤研究 (B)[研究課題番号 25289161] の支援、および文部科学省リーディング大学院教育の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 柴谷大輔・中野敦・森田哲夫・本田肇・石田東生: パーソントリップ調査改善のための実験的な交通実態調査, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.28(CD-ROM), No.97, 2003.
- 2) 総務省: 情報通信統計データベース, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/index.html>, (入手 2016.02.06).
- 3) 株式会社ゼンリンデータコム: 混雑度マップ, <http://lab.its-mo.com/densitymap/>, (入手 2016.02.06).
- 4) 東京大学 空間情報科学研究センター: 人の流れプロジェクト, <http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp>, (入手 2016.04.20).
- 5) Phithakkitnukoon, S., Horranont, T., Lorenzo, G.D., Shibasaki, R. and Ratti C.: Activity-Aware Map : Identifying Human Daily Activity Pattern Using Mobile Phone Data, Hunman Behavior Understanding, vol. 22, 2010.
- 6) Iqbal, S., Choudhury, C.F., Wang, P. and Gonzalez, M.C.: Development of origin-destination matrices us-

- ing mobile phone call data. Transportation Research Part C, 40, 63-74, 2014.
- 7) Alexander, L., Jiang, S., Murga, M. and Gonzalez, M.C.: Origin-destination trip by purpose and time of day inferred from mobile phone data, Transportation Research Part C, Vol.58, pp.240-250, 2015.
 - 8) 大野夏海・関本義秀・中村敏知・Horranont, T.・柴崎亮介: 東京都市圏における長期の GPS データを用いた移動経路の推定に関する研究, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.24, 論文 No. F-4-1, 2012.
 - 9) 坂匠・薄井智貴・山本俊行・森川高行: 混雑統計データを用いたイベント周辺人口予測のための空間自己回帰モデルの構築, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.50(CD-ROM), No.224, 2014.
 - 10) 藤岡啓太郎・森尾淳・平田晋一・中野敦: 携帯電話位置情報を活用したパーソントリップ調査の簡素化について, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.49(CD-ROM), No., 2014.
 - 11) Ge, Q. and Fukuda, D.: Work/school-related Travel Demand Estimation from Aggregate Datasets, Proceedings of the 10th International Conference on Transport Survey Methods, pp.1-18, 2014.

(2016.4.22 受付)

A Study on the Travel Demand Forecasting Method using MEM

Takumi BAN, Tomotaka USUI, Toshiyuki YAMAMOTO

The Person Trip Survey provides the detailed locational information at disaggregate person level, but has some problems such as the long time interval of the survey for 10 years, huge survey cost and so on. On the other hand, the mobile phone location data can provide the much more recent information than the Person Trip Survey. This study aims to quantify the day-to-day variability of the travel demand by combining both data. As a result, the travel demand model based on the Maximum Entropy Method was developed to be able to estimate the dynamic origin-destination matrix of all trips for different purposes.