

PT 調査データを用いた鉄道利用者駅周辺の行動特性と滞在時間の影響要因の分析に関する研究 副都心駅を例として

早稲田大学 学生会員 ○凌 雯怡 早稲田大学 正会員 佐々木 邦明

1. はじめに

東京都市圏は、約 3600 万人の人々の生活や活動の場であるとともに、日本の政治、経済、文化の中核的な役割を果たしている¹⁾。都市鉄道網の拡大が続いており、鉄道は住民にとって主要な外出行動となっている。また、鉄道駅の周辺地域は交通の利便性が良いという特徴があり、鉄道駅周辺地域の施設を建設することで、ビジネス、商業、住宅機能が整備されている。鉄道利用者の行動特性は年齢や性別、職業などによって異なり、また鉄道周辺の施設に影響されるため、鉄道利用者の行動特性を把握し、それらの要素が鉄道駅周辺地域での滞在時間に与える影響を分析することが重要である。

2. 本研究の内容

本研究では、東京の乗降人数が特に多い新宿駅、渋谷駅、池袋駅を対象駅とする。具体的に、まず基礎的な分析を行い、新宿駅、池袋駅、渋谷駅周辺地域の行動パターンを分析し、エリアの流動、到着のピーク時間帯、異なる目的の滞在時間などの行動特性を把握した。続いて、滞在時間に与える影響要因を分析する。滞在時間をモデル化したものは生存時間モデルのハザード関数があり³⁾、今回では滞在時間の分布は一つのピークではないことから、GMM モデルを構築する。駅の違い、性別、年齢、職業を含めた個人属性の違いなどの滞在時間分布特性を明らかにするとともに、駅に関する指標を集め、駅周辺地域土地利用の違いが滞在時間に与える影響を把握した。

3. データの概要

本研究では、第 5 回東京パーソントリップ調査のデータを使用する。このデータは東京都市圏に居住している人を対象に、平日の一日のすべての移動を捉えるものである。東京都市圏に居住する約 1600 万世帯のうち、無作為に抽出された約 140 万世帯の 5 歳以上の構成員全員を調査対象とし、平成 20 年 10 月から 11 月の約 2 ヶ月間で実施した。火曜日から木曜日までの平日の一日間(祝日およびその前後の日を除く)である。²⁾

4. モデルの概要

一次元ガウス分布では、確率密度関数が次の式 1 に従うとする。

$$P(x|\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

ここで、 μ は期待値、 σ は標準偏差である。

多次元ガウス分布では、確率密度関数が次の式 2 に満たしている。

$$P(x|\theta) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^T \Sigma^{-1} (x-\mu)}{2}\right) \quad (2)$$

ここで、 μ は期待値、 Σ は共分散、 D はデータの次元である。

データが図 1 のような形になるとき、GMM モデルを使うことができる。

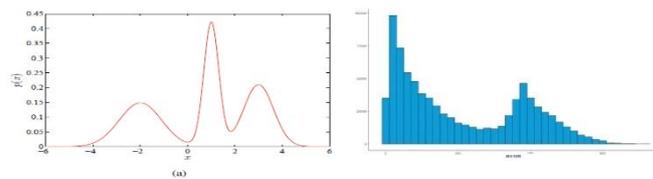


図 1 確率密度関数

図 2 滞在時間頻度分布

5. 実証分析

集計した結果、3 つの駅周辺地域の滞在時間分布を図 2 に示す。この図から見ると、滞留時間について 2 つのピークがあり、一つが 80 分の近く、もう一つ 500 分のところに表れている。従来のハザード関数を用いた滞在時間モデルに適してないことが考察した。混合ガウスモデルでは、任意の形状の確率密度関数を推定するために使用できることであるから、本研究ではガウス混合モデルを用いて滞在時間の確率密度関数の分布を推定する。いろいろな要素が滞在時間に影響することを分析するために、混合ガウス分布モデルを仮定し、確率密度関数を式 3 に示している。

$$P(x|\theta) = p * \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(x-u_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) + (1-p) * \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2^2}} \exp\left(-\frac{(x-u_2)^2}{2\sigma_2^2}\right) \quad (3)$$

ここでの x は滞在時間であり、モデルのパラメータは $p, u_1, \sigma_1^2, u_2, \sigma_2^2$ である。

キーワード 副都心駅、滞在時間、行動分析

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 都市計画研究室

5.1 駅別滞在時間モデルの構築

図3より、駅別の確率密度関数について、3つの駅とも2つのピークが現れ、新宿駅、渋谷駅、池袋駅における平均滞在時間の長さがこの順に小さくなる。新宿駅周辺の平均滞在時間が一番長い、変化の度合いが一番大きい。ただし、分散が最も大きい。新宿駅が3つの駅の中で最も忙しい、周辺地域の来訪者数が一番多い。来訪者の来訪目的が自由目的(つまり買物、娯楽、観光)の人が多く、自由目的の場合は滞在時間の不確実性が高いため、新宿駅での滞在時間の分布が最も分散していると考えられる。渋谷駅は新宿駅の確率密度関数の度合いと一番近く、同じ原因であると考えられる。池袋駅における確率密度関数の尖度が大きく、分散が一番小さい。つまり、池袋駅の滞留時間分布が最も集中していることが分かった、これは、池袋駅周辺地域の来訪者の滞在時間が比較的近いことを示している。

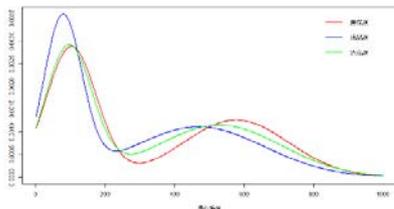


図3 駅別推定確率密度関数(滞在時間分布)

5.2 駅周辺地域特性との関係性

駅別の滞在時間確率関数の推定を起こったが、それぞれの駅周辺地域の属性によって変化すると想定できる。39個の指標を集め、混合カウスモデルのパラメータに高い相関が見られた上位5位の指標は以下の表1の通りである。

表1 相関分析の結果

指標	ρ	μ_1	σ_1^2	μ_2	σ_2^2
人口密度	0.98	0.93	0.93	0.98	-0.99
大型小売店舗数	1.00	0.85	0.85	0.93	-1.00
全産業従業者数	0.99	0.77	0.77	0.85	-0.98
飲食店、宿泊業従業者数	1.00	0.82	0.82	0.90	-0.99
工場・作業所・営業所事業所数	1.00	0.79	0.79	0.88	-0.98

人口密度は、ある程度鉄道駅周辺地域の施設集積の充実度を反映しており、人口密度が高いほど、周辺施設がより整備され、滞在時間はそれに応じて長くなると考えられる。また、駅周辺の商業施設、特に大型小売店舗数は滞在時間に影響を与える重要な要素である。商業施設の存在が、住民、観光客などを惹きつけ、滞在時間に影響すると考えられる。また、工場作業所の数も滞在時間に影響する。つまり地域の業務機能の改善は地域の流動を促進し、業務機能の滞在時間が商業機能の滞在時間より長いと考察できる。

5.3 個人属性滞在時間モデルの構築と考察

また、個人属性に関する年齢別の確率密度関数分布を図4に示す。60歳以上の場合は、最初のピークの尖度が大きく、2番目のピークの近くに穏やかであり、60歳以上の多く平均滞留時間が150分であることが見られた。60歳以上の人は勤務や業務などの目的ではないと考えられるため、一つ目のピークのところは自由目的の平均滞在時間であり、150分程度になると考えられる。また、2つ目のピークは病院での滞在時間だと考えられる。0~19歳の人の滞在時間が分散している、曲線が緩やかで需要の差異が大きいと考えられるため、滞在時間に差異が見られた。20~39歳の人の移動目的は主に勤務目的と自由目的と考えられ、勤務目的は800分程度、自由目的の滞在時間は180分程度と推察できる。図5の到着時間帯別の確率密度関数分布図を見ると、到着時間が遅くなると、滞在時間の分布の度合いが大きく、平均滞留時間が小さくなる。図6より、立ち寄り箇所数は大きくなるほど、変化の度合いが大きく、平均滞在時間が短くなる。

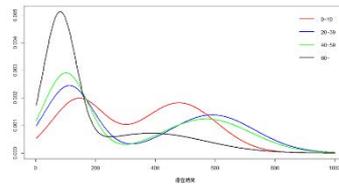


図4 年齢別

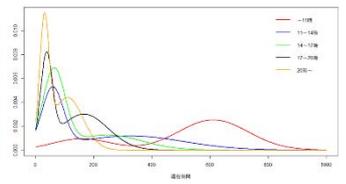


図5 到着時間帯別

5. おわりに

本研究では、新宿駅、渋谷駅、池袋駅の滞在時間分布関数について違いがあり、駅別滞在時間の分布特性が人口密度などに影響されることが分かった。また、個人属性、到着時間、立ち寄り箇所数などの要素が滞在時間に影響を与えることが確認でき、それぞれ考察することができた。

参考文献

- 1)大都市東京を支えるまちと都市鉄道のあり方 ~東京圏を支えるまちづくり
<https://www.jterc.or.jp/journal/bn/pdf/no70-symposium.pdf> (2020年1月10日閲覧)
- 2)東京都圏交通計画協議会(2010)「第5回東京都市圏パーソントリップ調査 人の動きから見える東京都市圏」 Vol.22
- 3)西野至, 西井和夫 (2000)「京都観光周遊行動データを用いたハザード関数型滞在時間モデル」日本都市計画学会学術研究論文集 DVD, No.122