

2005-2021年の渋谷における回遊行動変容の因果推論

東京大学 学生会員 ○増橋 佳菜
 東京大学 正会員 羽藤 英二

1. はじめに

近年、多様な回遊行動が生み出すまちの賑わいが重視され、また歩行者スケールの行動観測及びモデル化の発展に伴い、都市空間改変がもたらす歩行者行動への影響評価の関心が高まっている。2000年代に入り、渋谷では再開発事業に伴う急速な都市空間改変が行われている。それと並行して、スマートフォンの爆発的な普及に伴う経路検索の一般化、感染症の流行に伴う混雑をリスクと見なす新たな認知構造の成立、リモート化によるまちの訪問者数自体の減少など、行動規範自体を根本から変化させる出来事が起きている。このような都市空間改変と行動変容の関係の複雑化は、従前の評価手法の限界を示唆している。本研究はこれらの因果関係の把握が重要度を増していることに着目し、その効果を因果推論の枠組みで評価することを試みた。

2. データの概要とネットワーク設定

本研究では、2005年及び2021年に調査を実施して得たプローブパーソンデータ（以下、PPデータ）を用いた。空間を逐次的に選択する行動として歩行者行動を表現するため、渋谷駅を中心^{註1)}から半径1km以内の範囲をメッシュに分割し、それらの間に仮想リンクを作成し、PPデータをリンクにマップマッチングすることでメッシュ間遷移データ（以下、経路データ）として逐次的な空間の選択行動を再現した（図1）。

3. 研究の目的とアプローチ

特定の空間改変計画に対する事後評価を行う場合、2時点の行動データから推定されるモデルを単純比較する評価手法が一般的である¹⁾。しかしこれは空間改変と行動変容の相関関係を示すに過ぎない。計画段階から竣工までに長期間を要する空間改変計画において、工事期間に生じる普遍的規範の変容を考慮し、因果効果をより正確に識別する手法の提案を本研究の目的とした。因果推論を用いた政策評価ではパネルデータの利用が有用²⁾だが、数十年規模のパネルデータとしてPPデータを取得することは実務上困難であるため、こ

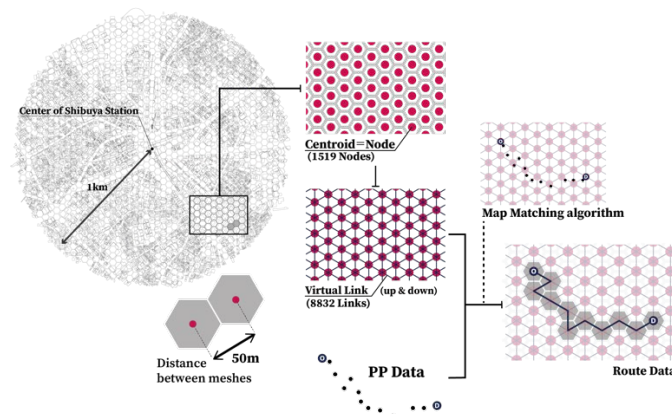


図1 ネットワークの設定と経路データの作成

こでは2時点の断面データを用いて分析を行なう。

経路データを因果推論の枠組みに用いるため、2005年から2021年の間に開業した再開発施設が含まれるメッシュを再開発メッシュ（以下、RM）と定義して、これを基準として経路データをT:「目的地がRM」、T':「目的地・出発地の少なくとも一方がRM」、C:「1回もRMを通過すらない」の3種類に分類した。このようなデータサンプリングにより、再開発に伴う空間改変という“処置”の経路選択行動に対する因果効果を評価するための処置群(T or T')及び対照群(C)を作り出す。これにより再開発による空間改変を原因とする変化とそれ以外の変化を分離して評価可能となる。

4. 活動内容の遷移パターン分析

行動変容の傾向を掴むため、休日の1日の活動内容間の遷移パターンを以上のサンプリングのもとでクロス集計的に分析した結果を図2に示した。図はHomeが自宅、Workが職場や学校、Other Activityが余暇的活動を表し、滞在時間及び各目的間の遷移頻度割合を示している。ここから、2時点間では小規模滞在の繰り返しからなる回遊行動の減少が示唆された。

以上の変化を因果効果のグラフを用いて整理する。余暇活動間の遷移回数については、再開発によって派生的な余暇活動が大幅に減少し、回遊機会を喪失していることがわかる（図3-1）。また、余暇活動の滞在

キーワード 歩行者行動、因果推論、経路選択モデル、空間設計、都市計画

連絡先 〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学工学系研究科社会基盤学専攻（University of Tokyo）TEL 03-5841-1649

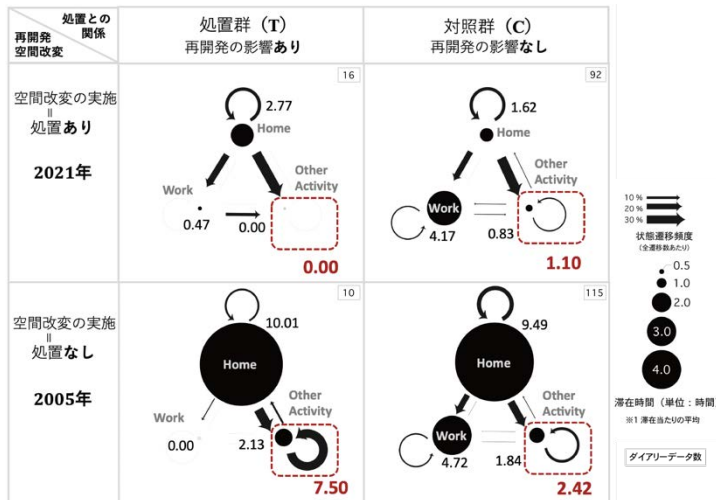


図2 サンプリングによる処置群・対照群の作成

時間については、再開発によって平均滞在時間が短縮していることがわかる(図3-2)。以上から、回遊機会が激減し、滞在時間も短縮することで、渋谷のまちの歩行者の行動は「回遊型」から「居座り型」に変化し、時間の消費の仕方が激変したと言える。

5. パラメータ比を用いた因果効果分析

5-1. パラメータの推定手法

行動の変容を非集計的に定量評価するため、モデルを用いた推定を行なった。各リンク a に対して、リンク長 $LL(a)$ 、2時点間に開業した再開発施設の床面積 $RA(a)$ などの土地利用に関する説明変数を付与し、パラメータベクトルを θ とする。DRLモデル³⁾を用いて、個人 n がリンク k からリンク a に遷移する状態価値関数はBellman方程式の形で、 β :時間割引率、 d :目的地、 V :期待効用、 v :即時効用、 ϵ :誤差項として、

$$V_n^d(k) = E \left[\max_{a \in A(k)} (v_n(a|k; \theta) + \beta V_n^d(a) + \epsilon(a)) \right]$$

とかける。このもとで最尤推定法により θ 及び β を推定してモデル化を行なった。

5-2. 距離に対する感度分析

パラメータ比 $p = \left| \frac{\theta_{LL}}{\theta_{RA}} \right|$ を定義すると、これは開発規模に対して距離をいかに重視するかを示す。図4から、再開発に伴って距離の感度は大きく上昇していることがわかる。これは再開発によって明確な目的地ができたことで、渋谷における歩行者行動は最短経路探索的な行動に変化し、回遊圏の局所化を招いたと解釈できる。これにより、再開発によって空間の使い方においても渋谷で大きな変容がもたらされたことがわかる。

6. 本研究の成果と結論

本研究の成果は、因果推論のアプローチを空間行動

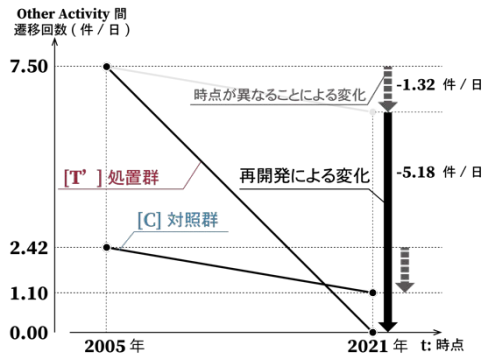


図3-1 余暇活動の遷移回数の変化

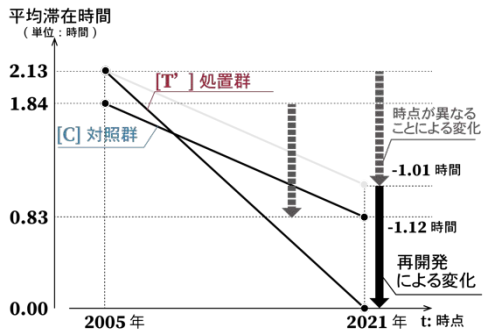


図3-2 余暇活動の滞在時間の変化

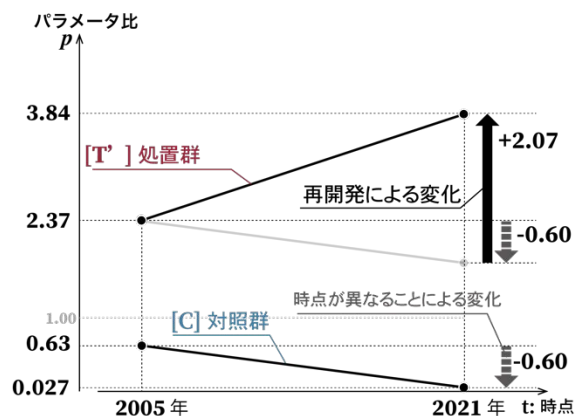


図4 距離に関する感度の変化

分析の方法論に導入し、渋谷における再開発を原因とした歩行者行動の劇的な変容を明らかにしたことである。渋谷において、再開発は回遊機会を激減させ、時間消費を減少させた上、多様な活動パターンを時間的にも空間的にも喪失させていることが明らかとなった。

注1) 2021年時点のJR渋谷駅の全出口の重心を駅を中心としている。

謝辞

本研究を進めるにあたり使用した住宅地図データは、東京大学CSISの共同研究制度で利用しています。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 織田澤利守,大平悠季.交通インフラ整備効果の因果推論: 論点整理と展望.土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5, pp.1-11_15, 2019.
- 2) 北村行伸. パネルデータの意義とその活用-なぜパネルデータが必要になったのか(特集 あらためて「データ」について考える). 日本労働研究雑誌, Vol.48, No.6, pp.6-16, 2006.
- 3) 大山雄己, 羽藤英二. 一般化 RL モデルを用いた災害時の経路選択行動分析. 交通工学論文集, Vol.3, No.5, pp.1-10, 2017.