

モバイル空間統計を用いたアクティビティモデルの精度向上

早稲田大学 学生会員 ○廣瀬 光一

早稲田大学 正会員 佐々木 邦明

東北工業大学 正会員 菊池 輝

1. はじめに

交通需要予測など都市の計画のために発展してきた交通需要予測モデルは、主に十年に一度更新される PT 調査が用いられる。説明変数が更新されたとしても、調査年より時間がたった場合にはパラメータの安定性などに課題がある。そこで、最新のデータを用いてパラメータの更新が考えられてきた。特に非集計行動モデルベースのアクティビティシミュレーションを用いた場合には、シミュレーション結果を観測データに同化させることで現況再現の向上を図る方法が示された¹⁾。この手法を用いた場合には、急激に人々の行動が変化した際にも応用が可能である。そこで、本手法を適用して COVID-19 禍において急速に進んだテレワーク率を推計することを目的とする。

2. 本研究の概要

本研究では東京 23 区を対象とし、東京都市圏 PT 調査データを生活行動シミュレータ PCATS に入力する。COVID-19 禍において進展したテレワーク環境での人の移動状態の推計を行うために、就業者の就業場所の変更をアルゴリズム化して現況の再現を行い、テレワーク実施状況等の推計を可能にする。

3. 研究の基礎概念

(1) 生活行動シミュレータ PCATS

本研究ではアクティビティシミュレーションに、藤井ら²⁾によって開発された生活行動シミュレータ PCATS を用いた。PCATS は時空間プリズム制約条件を考慮した上で、個人の生活行動に関する意思決定を時間軸上で逐次再現するシミュレータである。

(2) パーソントリップ調査

PCATS 入力データの個人属性は PT 調査から作成する。東京都市圏での直近の調査は平成 30 年である。

(3) モバイル空間統計³⁾

本研究ではリアルタイムで得られる観測データとしてモバイル空間統計を用いた。モバイル空間統計とは、NTT ドコモの各基地局のエリアの携帯電話台数を周期

的に集計し、1 時間ごとのメッシュ別人口を 24 時間 365 日把握することができるものである。

4. PCATS の適用と観測データへの同化

4.1 適用対象ゾーン

適用したゾーンレベルは PT 調査の計画基本ゾーンであり、ゾーン数は 115 である。

4.2 利用データ

(1) 個人データ

平成 30 年度東京都市圏 PT 調査から作成した。対象地域に居住している人のうち、対象地域以外に固定活動を持つ人を除いた個人が対象で、調査対象人数は欠損値のあるデータを除いて 43980 人、拡大後は 7102320 人である。

(2) 交通機関 LOS データ / 地域データ / PCATS 内部モデルパラメータ

交通 LOS データは平成 30 年 PT 調査に対応したものを使用した。地域データは取得可能な最新のものを使用し面積は GIS を用い計算した。人口は令和 2 年 1 月、サービス事業所数は平成 26 年のデータを使用した。

(3) 観測データ

2020 年 4 月 22 日のモバイル空間統計の 500m メッシュデータをゾーンに案分した。

4.3 モバイル空間統計への同化手法

テレワーク・時差出勤等を考慮するために複数時点での同化を行う。

(1) 11 時同化

PT 調査データから得られた個人の固定活動等のデータを入力してシミュレーションを行う。11 時時点での出力結果と 11 時のモバイル空間統計を各ゾーン滞留人数で比較し、

① PCATS 結果がモバイル空間統計を上回っているゾーンで勤務している

② モバイル空間統計が PCATS 結果を上回っているゾーンに自宅がある

場合、拡大前個人に対し

キーワード 個人の移動、アクティビティモデル、観測データ、テレワーク

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

$$M_h = M \cdot R \cdot |(x_i - y_i)/y_i| \quad (1)$$

M_h : 拡大前個人における拡大後の在宅勤務人数

M : 拡大係数, R : 乱数 ($0 < R < 1$)

x_i : シミュレーションによるゾーン i の滞留人口

y_i : モバイル空間統計のゾーン i の滞留人口

これに基づいて、拡大時に在宅勤務者数を決めていく。これは①、②を満たす拡大前各個人のみを在宅勤務にするもので、モバイル空間統計と PCATS 結果が大きく離れているゾーンに関与する人がより高い確率で在宅勤務に変更される。

(2) 16 時同化, 21 時同化

(1) のステップ後の入力データでの新たな出力結果と各時刻のモバイル空間統計を比較することで 11 時と同様のアルゴリズムで就業者の固定活動の場所を変更する。16 時では午前と午後で在宅と出勤が変わる人を、21 時では COVID-19 禍において、PT 調査時に比べ早い時間に退勤する人を考慮している。

5. 結果と考察

シミュレーション結果とモバイル空間統計の各ゾーン滞留人数の精度検証として重み付きユークリッド距離を用いる。式は以下の通りである。

$$d^2(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^{115} \frac{1}{(y_i)^2} (x_i - y_i)^2$$

x_i : シミュレーションによるゾーン i の滞留人口

y_i : モバイル空間統計のゾーン i の滞留人口

(1) 11 時同化

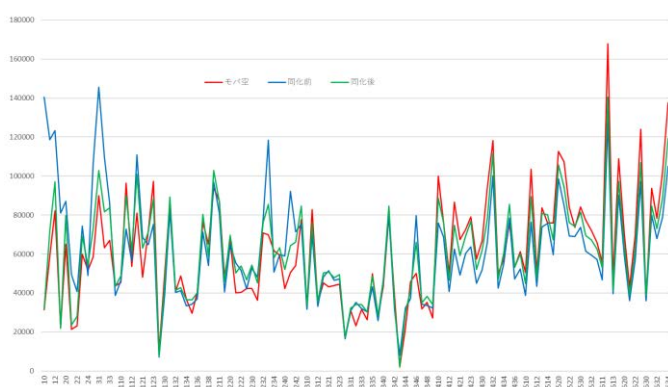


図 1 11 時同化によるゾーン別滞留人口の変化

PT 調査データ入力時の 11 時での出力結果とモバイル空間統計のユークリッド距離は 38.38 であったが、4.3 に示したアルゴリズムによってユークリッド距離は 2.43 になり、モバイル空間統計との差が小さくなった。同化前後とモバイル空間統計のゾーン別滞留人口の比較は図 1 に示した。

(2) 16 時同化, 21 時同化

11 時同化データ入力時の 16 時出力結果とモバイル空間統計のユークリッド距離は 2.14 だったが、16 時同化により 1.23 になった。そして 16 時同化データ入力時の 21 時出力結果とモバイル空間統計のユークリッド距離は 7.66 だったが、21 時同化により 3.39 になった。

(3) 未同化との比較

表 1 の通り、同化時刻以外の時間帯でも PT 調査の固定活動を入力したときに比べてモバイル空間統計とのユークリッド距離は小さく、緊急事態宣言発令期間中の再現が行えているとわかる。

表 1 同化前と 3 時刻で同化後の比較

入力データ	9時	12時	15時	18時	21時
未編集PT調査	19.08	41.76	37.80	110.39	153.54
3時刻で同化後	1.63	2.53	1.12	3.86	3.39

6. おわりに

本研究では、東京 23 区を対象としアクティビティシミュレーションを行い、就業者の勤務地の変更により観測データを同化させ、緊急事態宣言発令期間中の再現を行った。求めたテレワーク率は 26.01% であり、民間調査による 4 月の東京都テレワーク率 (49.1%)⁴⁾ と差が出た。原因として、調査対象とシミュレーションの人数の違いや東京都と東京 23 区という対象地域の違いの他に、本研究で就業者の業種を考慮しなかったこと、そして同化前のテレワーク率を 0% としていることが挙げられる。今後は個人属性を考慮した同化や同化前のテレワーク率の考慮が課題として挙げられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、株式会社ドコモ・インサイトマーケティングよりモバイル空間統計を提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) SAWADA and SASAKI, The Assimilation of Activity-Based Simulation and Mobile Phone-Based Dynamic Population, Journal of the EASTS, 12 690 – 708, 2018. 4.
- 2) 藤井聡, 大塚祐一郎, 北村隆一, 門間俊幸『時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築』, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.643-652, 1997.
- 3) モバイル空間統計 <https://mobaku.jp/> (2021 年 1 月 7 日閲覧)
- 4) パーソル総合研究所「第三回・新型コロナウイルス対策によるテレワークへの影響に関する緊急調査」