逐次的意思決定過程モデルとモバイル空間統計を用いた個人の行動予測の適用性に関する研究

早稲田大学　学生会員　○井坂　凌佑　　早稲田大学　正会員　佐々木　邦明

1. はじめに

近年，公共交通施策やインフラの整備などの事業評価で重要な役割である交通需要予測を行うにあたり，評価基準の変化などから個人の移動に関する詳細について把握する必要性が生じてきている．その手法として，アクティビティモデルの適用があるものの，パラメータの安定性における問題などから実務に適用された例は限られている．一方で，個人の行動履歴や移動，滞在に基づいたデータが利用可能となってきており，モデルにより行動特性を把握することと，利用可能なデータにより観測される値に近づける「データ同化」の手法を用いることで，現況に即した個人の移動の予測を行うことができ，その先の交通政策分析等に利用できるのではないかと考えられる．そこで本研究では，アクティビティモデルの中でもプリズム制約などが考慮可能なモデル PCATS と観測データを用い，現況に即した個人の移動を推定することを目的とする．

2. シミュレーションシステムとデータ同化

2.1　逐次的意思決定過程モデル PCATS

本研究では，藤井ら[1)]が開発した生活行動マイクロシミュレーション PCATS を用いる．PCATS は逐次的意思決定過程モデルの 1 つであり，他のモデルとは違い，時空間プリズム制約を考慮したうえで，個人の生活行動を再現するシミュレーションを行うことが可能である．

2.2　データ同化

データ同化とは，観測データを数値シミュレーションに埋め込み，馴染ませることで，予測精度を向上させ，観測データに近づける手法のことである．本研究では，布施・原田[2)]より示された，逐次フィルタリングによる個人位置の更新を行うことで，個人の位置を更新する手法を用い，予測モデルを観測データに近づける．

3. PCATS の適用と観測データへの同化

3.1　適用対象地域

本研究は，山梨県甲府市を中心とする 7 市 3 町を対象地域とする．対象ゾーン数は 66 ゾーンである．

3.2　適用条件

PCATS の適用にあたり，**表-1** に示す時間帯区分を設定する．1 日を 5 つの時間帯に分け，各時間帯の最後の時間で観測データとの同化を行う．また，最後の 21:00 ~3:00 の時間帯に関しては，3:00 には全個人が自宅に滞在しているという設定をする．

表-1　適用における時間帯区分

時間区分	同化時刻	観測データ
3:00~9:00	9:00 (午前ピーク)	9:00
9:00~12:00	12:00 (日中)	12:00
12:00~17:00	17:00 (夕方ピーク)	17:00
17:00~21:00	21:00 (夜間ピーク)	21:00
21:00~3:00	同化しない	同化しない

3.3　分析に用いたデータ

（1）入力データ

PCATS に入力するデータとして，平成 17 年度に実施された甲府都市圏パーソントリップ調査(以下 PT 調査とする)を用いる．調査対象人数は PT 調査データから欠損値を取り除いた 409963 人である．交通機関 LOS データ，地域データについては飯島[3)]によって行われた既存研究のデータを用いる．また，PCATS に設定されている内部モデルパラメータについても飯島[3)]の既存研究のデータを利用する．

（2）観測データ

観測データとして，2016 年 6 月のモバイル空間統計データを利用する．モバイル空間統計は NTT ドコモの携帯電話台数より推計される人口統計情報であり，本研究では，甲府都市圏に対応するメッシュデータを選定し，面積按分を用いて甲府都市圏の 66 ゾーンに合うように人口を推定し直した．

4. PCATS の適用結果

以上の適用条件のもと，各時間帯において PCATS と観測データを同化させ，個人の移動の推定を行った．PCATS により 1 回シミュレーションを行い算出した人口をゾーン別滞在人数比率に変換したものを「同化前」，PCATS による予測をデータ同化により観測データと同

キーワード　アクティビティモデル，逐次的意思決定過程モデル PCATS，データ同化，モバイル空間統計
連絡先　〒169-8555　東京都新宿区大久保 3-4-1　早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻　TEL03-5286-3398

© Japan Society of Civil Engineers

化させ，算出した人口をゾーン別滞在人数比率に変換したものを「同化後」，モバイル空間統計による人口をゾーン別滞在人数比率に変換したものを「観測値」とし，同化前後で観測値との重み付きユークリッド距離を算出し，予測の精度を検証した．その結果を**表-2** に示す．

表-2　同化前後における観測値との重み付きユークリッド距離

ユークリッド距離	9 時	12 時	17 時	21 時
同化前	1124	52735	109	79
同化後	1043	49007	83	68
精度向上率	7.2%	7.1%	23.9%	13.9%

表-2 より全時間帯で同化後の重み付きユークリッド距離が同化前の重み付きユークリッド距離に比べて減少しており，観測値に近づいていることが分かった．このことから，データ同化により現況に即した個人の移動の推定が可能となったことが示せた．

5. PCATS 適用における課題

表-2 より同化前後で重み付きユークリッド距離が減少しており，精度の向上が見られた．その一方で，PCATS へのモバイル空間統計等の人口統計の同化アルゴリズムの適用上の課題として次のことが考えられる．

観測データとの同化の結果，66 ゾーンのうち幾つかのゾーンで，同化前後で滞在人数比率が観測値に近づいていなく，大きな差が生じていた．ここで**図-1** に示す，24 時間合計での PT 調査とモバイル空間統計のゾーン別滞在人数比率を比較してみると赤丸の箇所で滞在人数比率に大きく差が生じていることがわかる．原因としては，PT 調査が実施された平成 17 年以降に大型商業施設が開業したり，大規模工場が転出したりしたことが考えられ，土地利用の変化などにより勤務先が変化し，固定活動場所が変化してしまったと考えられる．澤田ら[4)5)]の研究では，制約がない Bowman-Ben-Akiva 型のモデルを同じ甲府都市圏に用いており，予測においてより高い精度の向上が確認されているが，PCATS ではデータ同化の際には固定活動を行っている個人の活動場所は変更できない制約があり，PCATS においては長期の土地利用の変化に対しては，個人の固定活動場所の変化が考慮できず，今後の検討すべき課題であるといえる．

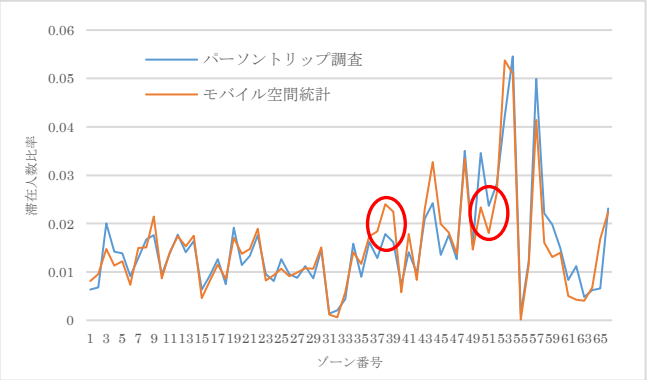

図-1　PT 調査とモバイル空間統計のゾーン別滞在人数比率の比較（24 時間合計）

6. おわりに

本研究では甲府都市圏を対象とし，逐次的意思決定過程モデル PCATS とモバイル空間統計を同化させることで，現況に即した個人の移動の推定を行った．PCATS の適用の結果，データ同化前後で観測データとの重み付きユークリッド距離が減少しており，移動の予測に関して精度向上が見られ，現況に即した個人の移動の推計可能性を示すことができた．一方で，PCATS では固定活動を行っている個人の活動場所は変更できないことから，勤務先の変化や土地利用の大規模変化などへの対応には限界があり，今後の検討すべき課題として示された．

謝辞

東北工業大学の菊池輝教授に PCATS の提供をして頂きました．本研究の一部は戸田育英財団の研究助成金によりました．ここに記して感謝の意を表します．

参考文献

1）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.

2）布施孝志，原田遼：詳細な交通行動推定のためのアクティビティシミュレーションと観測データの統合に関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学）75(5)，I_575-I_583，2019.

3）飯島翼：アクティビティモデルに人口を同化した甲府都市圏の交通需要予測，山梨大学卒業論文，2019.

4）澤田茜，川辺拓哉，白須瑛紀，佐々木邦明：パーティクルフィルタを援用した観測 OD とシミュレーションを融合した OD 推計手法，土木学会論文集 D3 73(5) I_579-I_588，2017.

5）澤田茜，小原拓也，佐々木邦明：アクティビティモデルとモバイル空間統計を用いた都市圏 OD 推計の可能性，土木計画学研究・講演集 55，2017.

© Japan Society of Civil Engineers