位置情報データに基づく都市活動水準の時系列分析

ー COVID-19 の影響の都市間比較 ー

Time series analysis of urban activity levels based on mobile phone location data

ーComparison of COVID-19 impact on Japanese major citiesー

赤塚昌哉*

Masaya AKATSUKA

*地域計画学/被災地支援研究室（指導教員：奥村誠 教授）

COVID-19 の感染拡大は，我々の日常的な都市活動に大きな変容をもたらし，経済停滞を引き起こしている．その中で政府や自治体には，各都市の活動の現状の適切な把握および感染拡大状況に応じた活動量の回復のための政策が求められる．本研究では，都市全域における携帯電話位置情報データから得られる滞在人口変化量を因子分析により解析し，都市活動量を集約的に把握する指標を作成する．さらに重回帰分析によってその時系列的変動を解明する．

Key Words: 位置情報データ，COVID-19，都市活動，因子分析，重回帰分析

1. はじめに

COVID-19 の感染拡大は，我々の日常的な都市活動に大きな変容をもたらし，経済停滞を引き起こしている．このような情勢の中で感染拡大の抑制と経済の活性化の両立を図るため，政府や自治体には各都市における活動の現状の適切な把握，および感染拡大状況に応じた活動量の回復のための政策が求められる．しかし，定量的に捉えられる感染者数とは異なり，都市ごとの活動量の変化を捉えることは容易でない．そこで本研究では，既往研究[1)]を参考に，携帯電話位置情報データのモバイル空間統計から滞在人口変化量を用い、これを因子分析により解析して，都市活動量変化を集約的に把握する指標を作成する．次に，得られた各因子の因子得点を利用した重回帰分析によってその時系列的変動を解明する．さらに複数都市に対して一連の手法を適用することで，COVID-19 による都市活動水準への影響の都市間比較を行う．

2. 都市活動変化の時空間分解

平常時の人々の都市活動は，その目的ごとに一定の時空間的なパターンを持ち，時空間的な滞在人口変化パターンをまとめて把握することで間接的に異なるタイプの活動の水準を捉えることができると考えられる．そこで，モバイル空間統計からまず仙台市の「COVID-19 流行後の一週間の平休日別時間別のメッシュ平均滞在人口」から、「COVID-19 流行前の一週間の平休日別時間別のメッシュ平均滞在人口」の差分をとった 1283 メッシュ×48 時点の行列データを作成し，これを因子分析に適用することを考える．なお，2020 年で外出行動が最も多かった第 4 週(1 月 20 日~1 月 26 日)を流行前，最も少なかった第 19 週(5 月 4 日~5 月 10 日)を流行後の基準とした．これにより，滞在人口変化の時空間的パターンを因子として抽出し，その特徴から具体的な

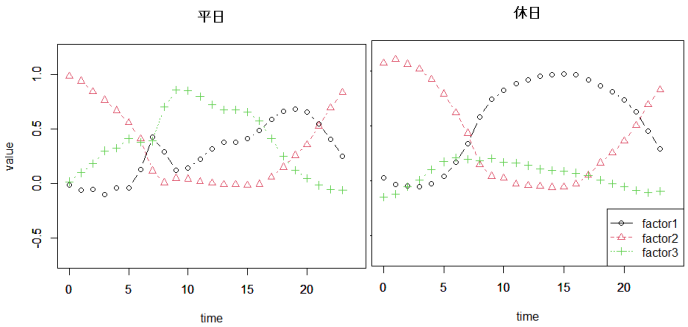

図 1 時間別因子負荷量

都市活動変化を考察する．なお，因子の解釈の容易化のため因子軸のプロマックス回転を行い，カイザー基準を中心に検討した結果 3 つの因子を抽出する．

仙台市のメッシュデータから計算した平休日各 24 時点に対する因子負荷量を図 1 に示す．さらに，4 次メッシュ産業別従業者数のデータと因子得点との相関係数を用いて，各因子の持つ意味を考察した．第一因子は休日の 10 時以降の昼間時間帯の因子負荷量が強く，「卸売業,小売業」や「生活関連サービス,娯楽業」との相関が強かったことからショッピング，娯楽等を含む「全体的な昼間活動の減少」と名付けた．第二因子は 0 時頃に因子負荷量のピークを示し，「宿泊業,飲食サービス業」との相関が強かったことから「夜の街の人出の減少」と名付けた．第三因子は平日の午前から昼過ぎにかけての因子負荷量が強く，「教育,学習支援業」をはじめとする多くの産業との相関が見られたことから「通勤・通学行動の減少」と名付けた．

3. 都市活動水準の時系列分析

因子分析によって分類された都市活動変化について，その時系列変化を重回帰分析によって求める．まず，各都市活動の行われる場所がこの一年の期間で不変であ

ることを仮定し，各因子の因子得点の空間分布を独立変数とし，COVID-19 流行後の週を順次ずらして計算した新たな滞在人口の差分データを回帰した．各偏回帰係数の推計値が，目的とする週の因子負荷量に相当する．

この結果を図 2 に示す．縦軸は因子負荷量を示し，その絶対値が第 19 週と比較して減少し，0 に近づくほどその都市活動量が回復していることを表す．全体的な昼間活動を表す第一因子は，平日休日ともに因子負荷量の最大値がピーク時から最大およそ半分となり，回復傾向が見られる．しかしその推移は単調減少でなく，市内の感染状況に応じて増減している．夜間の活動を表す第二因子は，因子負荷量が平日で横ばい、休日で微増となっており，活動量の回復が見られないことを示している．通勤・通学行動を表す第三因子については，第一因子との因子得点の相関係数が 0.76 と強い正の相関があるため，第三因子によって説明されるべき変化の一部が第一因子によって説明された可能性がある．第三因子がピークを示す 10 時について，第一因子の因子負荷量の変動を見ると，第 19 週時点で 0.12 だったものが最大で-0.42 まで減少しており，実際は通勤・通学行動の回復が起きていたと考えられる．データ形式の改善などにより各因子の特徴をより分かりやすい形で抽出し，重回帰分析による推計を行う必要があり，今後の課題となった．

4. 都市活動水準変化の都市間比較

日本全国の主要都市に対して同様の条件で因子分析を行った結果，都市により得られる因子負荷量の構造がいくつかに分類された．その中で，広島市と福岡市において仙台市と同様の構造が確認された．そこで，この 2 都市について重回帰分析による都市活動水準の時系列分析を行い，地域ごとの COVID-19 による都市活動変化の違いを比較する．なお比較は，各因子において因子負荷量が最も高い時間帯がその都市活動変化を一番強く表すため，各週 24 時点で最大の因子負荷量をプロットし、その変動を見ることで行う．

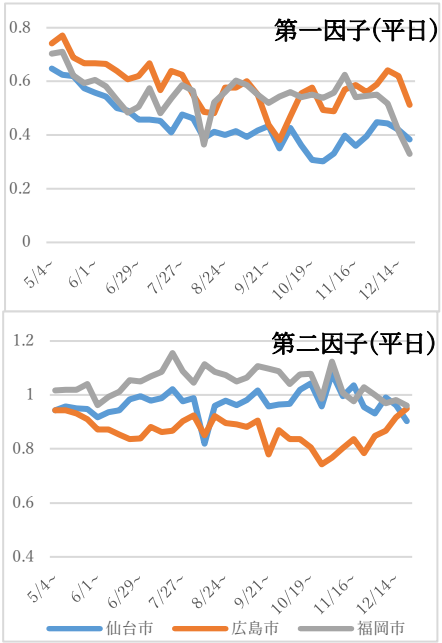

図 3　平均因子負荷量推移(3 都市)

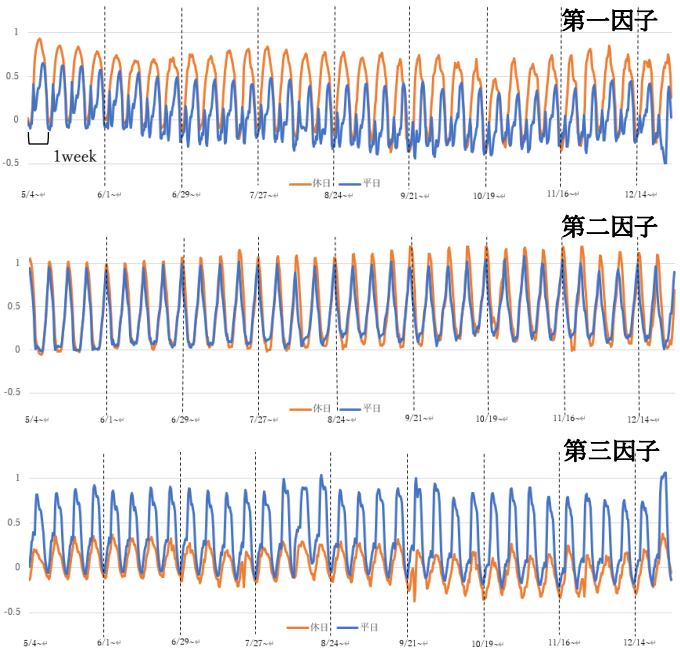

図 2　因子負荷量の時系列変動

第一因子と第二因子は平休日ごと，第三因子は平日のみ計算を行う．

3 都市間の比較を行った結果，地域間の差が特に現れた平日の第一，第二因子の因子負荷量推移を図 3 に示す．第一因子からは，仙台市が最も回復傾向にあり，広島市がそれに次ぎ，福岡市が最も回復が進んでいないことが分かるが，これが各都市の累計感染者数の少なさに対応した順となっていた．一方で，お盆や年末などの時期には共通して活動量が増加する傾向がある．第二因子からは，広島市の回復傾向の強さ見られるが，年末の夜間活動に対する自治体の対策の違いにより，差があった仙台市との因子負荷量の逆転が起こったことが読み取れる．

5. おわりに

本研究では，都市全域における携帯電話位置情報データから得られる滞在人口変化量を因子分析により解析し，重回帰分析によって時系列的変動を解明した．結果として，解釈可能な 3 つの都市活動変化を抽出し，その活動水準の時間的変動を捉えた．

今後の課題として，因子分析を適用する行列データの中身の改善や，年代などの属性情報を利用した詳細な分析を行うことなどが挙げられる．

参考文献

1) 奥村誠：都市内災害復旧過程の時空間パターンの把握，都市計画論文集，Vol.50, N0.3, p. 402-408, October, 2015

(2021 年 2 月 8 日提出)