

COVID-19の影響に着目した日本全国の旅客ODの推移

広島大学 学生会員

○一万田凌

広島大学 正会員

塚井誠人

1. はじめに

大規模イベントや災害は、旅客流動に大きな影響を与える。2020年は世界が新型コロナウイルス（以下、COVID-19）に翻弄された。日本では緊急事態宣言（以下、宣言）が発令されて、地域間流動が大きく変化した。2020年の日本全国の流動変化の実態を明らかにできれば、今後のCOVID-19と共存する社会への示唆が得られると考えられる。

山口ら¹⁾の流動把握に関する既往研究では、詳細な流動把握や変化の時系列的なパターン抽出に課題が残った。本研究では、これらの課題を考慮しつつ、交通ビッグデータであるモバイル空間統計²⁾を用いて日本全国（全国207生活圏³⁾）の旅客ODの推移を分析する。

2. 生活圏間ODデータの作成

モバイル空間統計は、ドコモの各携帯電話基地局下の在圏情報から作成される人口統計情報であり、1時間ごとの人口を、24時間365日把握できる。その空間解像度は4次メッシュ（500m）、時間解像度は1時間である。本分析では簡単のため、空間解像度を全国幹線旅客純流動調査に倣って設定した全国207生活圏から13離島生活圏を除いた194生活圏で分析を行う。分析期間は2019年と2020年の2年間である。2年分のデータを用いることにより、COVID-19の影響の有無比較が可能になる。以上の手順によって、194行×194列の生活圏間OD表を1時間ごとに2年間分作成する。

3. 基底挿入法の概要と適用

基底挿入法は、分析者が定めた基底を目的関数に挿入するナップサック問題である。式(1)に基底挿入モデルのベクトル表現を示す。

$$Z = U \times W + A \quad (1)$$

Nを地域数、Kを基底数とする。Zは挿入先OD表(N×Nサイズ)、Uは基底(N×N×Kサイズ)、Wは重み係数(K×1サイズ)である。基底Uに基準化を施すことでWはZと

同じ計測次元を持つ。規範として $a_i \geq 0, \forall_i$ 、かつそれらの最小化を採用すると、式(1)の右辺第1項：U×Wのノルムを最大化する線形計画法として定式化できる。式(2)に目的関数、式(3)に制約条件、式(4)に基底再現率Rをそれぞれ示す。

$$\max \sum_{k=1}^K w_k \quad (2)$$

$$s.t. \sum_{k=1}^K u_{ijk} w_k \leq z_{ij}, z_{ij} > 0, w_k \geq 0, \forall_k \quad (3)$$

$$0 \leq R = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{I, J} \hat{z}_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{I, J} z_{ij}} \leq 1 \quad (4)$$

制約条件(3)において、 i, j はそれぞれ発地・着地を示す。挿入先の z_{ij} をそれぞれ上限とする最大の基底の重み係数 w_k の組み合わせを求める。

基底はCOVID-19蔓延前の2020年1月第4週のOD表とする。以下の分析では、平日と休日の旅客流動は異なると考え、休日配置を考慮して、平日（1/20~1/24の平均）と休日（1/25~1/26の平均）に分けて、それぞれ0~23時の毎時で基底を作成する。

OD表は内々（同一生活圏内の旅客流動を表す）と非内々（生活圏間の旅客流動を表す）から成る。これらは性質が異なるため、それぞれに基底挿入法を適用する。内々交通量に対しては内々基底、非内々交通量に対しては行基底・列基底・スライス基底を設定する。このうち、スライス基底は非線形的な人流の集中を再現する。

4. 全国の流動の把握

図1に2020年の基底人口内々比の推移を示す。図1より、内々比が宣言期間に基準を超え、自粛解除やGoToトラベル開始で基準を下回り、感染者数が再び増加した11月頃から再度基準を超えることがわかる。

キーワード モバイル空間統計 生活圏 線形計画法 基底挿入法

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 社会基盤環境工学プログラム 事務室 TEL: 082-424-7819

非内々について、同一生活圏の2019年/2020年の同週再現率ペアのデータを作成してk-means法を適用したところ、5クラスを得た。それぞれの平均再現率を図2に示す。再現率の高さと年次間の再現率の低下に着目して図2に示すように各クラスを名付けた。図3に関東地方の結果を示す。図3より、ほとんどの生活圏で「1,2月に平常A」→「COVID-19が国内で広がり始めた3月頃に平常C」→「宣言期間に異常」→「宣言解除やGoToトラベル開始により再び平常C」という変化パターンが見られる。これは「COVID-19蔓延前は旅客流動が盛ん」→「国内で感染が広がり始めた頃に旅客流動が多少減少」→「宣言期間に旅客流動が大きく減少」→「宣言解除後に再び旅客流動が活発化」という経緯を示すと思われる。ただし、23区は宣言期間に異常クラスが1週のみであり、解除後も平常Aが頻出している。23区は、他の生活圏に比べてCOVID-19状況下でも旅客流動の変化が乏しいと考えられる。一方で、水戸・日立や日光は宣言解除後も流入が増加していない。また、平常Bと特異の2クラスは秩父や沼田・利根など一部の生活圏でのみ見られる。これらの生活圏はCOVID-19の影響ではなく、旅客流動人数が少なく手法の当てはまりが悪いと解釈できる。

5. おわりに

本研究では、基底挿入法とクラス分析によって2年間の全国の旅客ODの推移を把握した。その結果、2020年の旅客流動がCOVID-19によって大きく変化したことがわかった。

今後の課題として、基底挿入法の当てはまりが悪い生活圏の特徴が捉えづらいことや、k-means法の手法的限界がある。なお、本分析では基底挿入法で得られた結果のうち、基底人口や再現率についての分析は行ったが、同時に得られた残差には着目できていない。残差の解釈を進めることでより、詳細な旅客流動の把握ができる可能性がある。

参考文献

- 山口裕通, 中西航, 福田大輔: 都市間OD表の時間変動パターンの分析, 第55回土木計画学研究発表会・講演集, 2017.
- NTTドコモ: モバイル空間統計に関する情報, https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/, (アクセス: 2021年1月28日).
- 国土交通省: 第6回(2015年度)全国幹線旅客純流動調査(PDF), <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/content/001340149.pdf> (アクセス: 2021年1月28日)

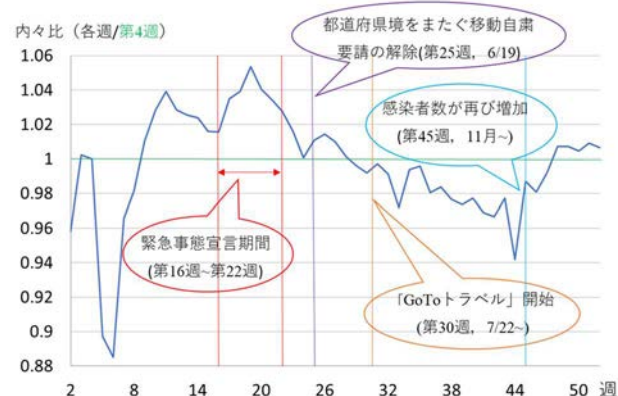


図1 基底人口内々比の推移(2020年)

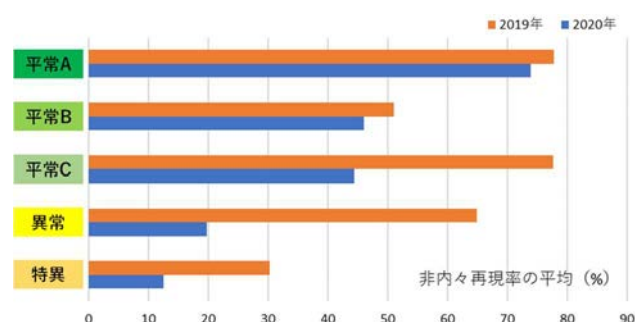


図2 各クラスの平均再現率

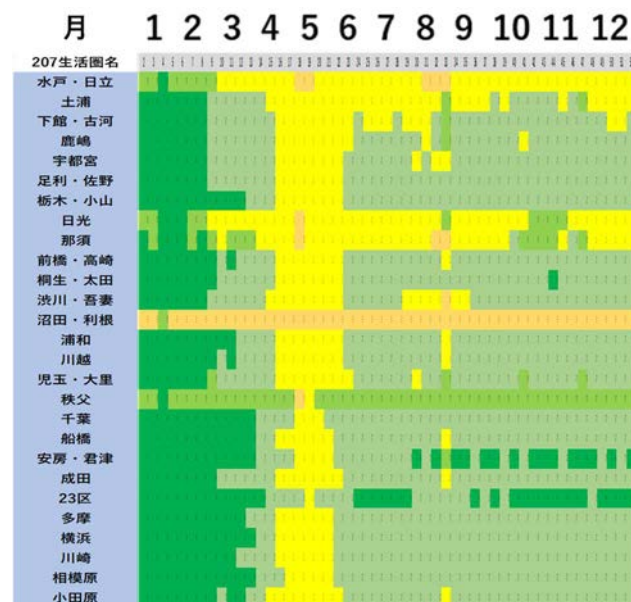


図3 生活圏の年間クラス推移(関東地方)