

# COVID-19の地域内外の感染状況が公共交通 利用に及ぼした影響の検討 -第3波・第4波に着目して-

内海 健<sup>1</sup>・辻 陽登<sup>2</sup>・鈴木 春菜<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 山口大学大学院創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: b019vev@yamaguchi-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 山口大学工学部社会建設工学科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

<sup>3</sup>正会員 山口大学大学院創成科学研究科准教授 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: suzuki-h@yamaguchi-u.ac.jp (Corresponding Author)

COVID-19の感染拡大によって、地方部の公共交通は大きな損害を受けている。公共交通の利用回復のためには、感染状況が行動に及ぼす影響を考慮した施策が有効であると考えられる。本研究ではGoogleとNHKが公開しているオープンデータを用いて、7都府県を対象に、公共交通やシェアサイクルなどを含むモビリティ利用と新規感染者数が相互に与える影響について、第3波・第4波の影響を中心に検討した。その結果、第3波では自都府県の感染者数、東京都・大阪府の感染者数のいずれも大きな影響を与えたとは言えない結果であった。一方、第4波では複数の府県で、自県の新規感染者数に影響を及ぼされたと考えられる期間が示され、タイムラグは第1波よりも影響が現れるまでの期間が短かった。さらに、第4波では東京都ではなく大阪府の新規感染者数が都市部のモビリティ利用に影響を及ぼしていた可能性を示唆する結果が得られた。ただし、その効果は第1波で東京都の新規感染者数が及ぼした影響と比較すると小さかった。

**Key Words :** COVID-19, Google Community Mobility Reports,

## 1. はじめに

2020年初頭より世界的なパンデミックを引き起こしたCOVID-19は、多くの産業に深刻な影響をもたらした。公共交通においてもその影響は大きく、特に2020年4月の流行初期には利用者数が大きく落ち込み、その後の回復も伸び悩んでいる。我が国の公共交通は社会インフラとしての大きな役割を担っており、需要の急減に比例する形で直ちに便数を減らすことは難しかった。その一方で、運賃収入をによる独立採算を前提とした運営であるため、運賃収入の減少は経営の大きなダメージとなった。さらに、テレワークや出社日数削減などが積極的に導入されたことで定期収入も減少し、2020年度決算ではJR上場4社と大手私鉄16社の全てが最終赤字となった。一般財団法人地域公共交通総合研究所が公共交通事業者計426社に調査した結果によると、このような状況において何らかの補助や支援が得られなければ、約半数の事業者が2021年度末までに企業で事業を維持することが困難になる可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。また、全国の公共交通ネットワークのうち、路線廃止や減便の対象路線が

46%あり、行政支援がないと維持できない路線も22%あると回答されているほか、バス事業者の18%、旅客船事業者の18%、鉄道事業者の40%が、コロナ禍における損失は「回復不能」であると回答している。

このように、全国的に公共交通事業者はコロナ禍において厳しい経営状況を強いられており、特に運転手不足や不採算でサービスの維持が困難となりつつあった地方部における公共交通ネットワークは、大きな影響を受けると考えられ、このままでは維持できなくなる可能性も少なくない。また、2021年に入り国内でも感染力の高いとされる海外由来のCOVID-19変異株による感染が拡大したことで、国内の新規感染者数は高水準で推移しており、およそ収束と呼べる状況にはなく、公共交通の利用者数もコロナ禍前から減少した状態が続いている。

このような状況を踏まえると、国内の公共交通ネットワークの確保のためには、自治体と事業者が協働して利用促進や公共交通ネットワークの維持に取り組んでいくことが求められると考えられる。そして、そのためには、将来的なビジョンを共有しつつCOVID-19による利用減少や利用回復についての基礎的な知見が必要であると考

えられる。このような背景から本研究では、COVID-19の感染者数の動向が国内の公共交通の利用者数の推移に及ぼす影響を検討する。

## 2. 既往研究と本研究の検証課題

COVID-19の感染拡大による移動への影響について、様々な観点から研究がなされている。永田らは、武漢をはじめとする中国国内での移動制限が感染拡大の抑制に寄与した可能性について着目し、日本国内における場所ごとのモビリティ利用とCOVID-19の実行再生産数( $R_t$ )との関連性をラグ相関にて検証した。その結果、全ての場所においてモビリティ利用と $R_t$ が相関し、特に小売・娯楽施設および駅でのモビリティ利用が9~17日後の $R_t$ と強く相関していたことが示された。これより永田らは、小売・娯楽施設や駅の利用自粛が感染拡大を抑制した可能性があるとして述べている。

公共交通に関しては、冒頭にて述べた通り、多くの事業者が厳しい状況にある。2020年春以降、政府や自治体が外出自粛や三密（密集、密接、密閉）回避を推奨したことで、国民が「公共交通＝三密」という認識を持ってしまったことで利用が減少したが、回復状況は低調である。公共交通事業は社会への影響度が大きい事業であるため、公共交通サービスの低下は市民の移動の自由が損なわれ、まちの衰退に繋がる可能性がある。しかしながら、混雑する都市部のラッシュ時などにおけるクラスター感染が確認されていないことや、車内の換気水準が高いことなどから、一般に公共交通における感染リスクは低いとされており、海外メディアもその安全性を指摘している。このような背景から、自動車利用も公共交通利用も含めた移動そのものを喚起することや、外出に対する抵抗感を低減させたり意欲を向上させたりする仕組みの導入、デスティネーションとしての価値の向上が、今後公共交通の利用の回復につながると指摘されている<sup>9)</sup>。

一方、ロックダウンや外出制限といった政策や感染状況による移動や交通の変化については、国内外の多様な交通手段や移動目的を対象として調査や分析が行われている<sup>9)</sup>。都市と地方の差についても、Covid-19による地方部の住民の交通行動の変化を調査した研究<sup>7)</sup>などがみられる。しかし、都市と地方の影響タイミングの差や、都市の感染状況の変化が地方部の交通行動に及ぼす影響について検討された研究はほとんどない。

そこで筆者ら<sup>8)</sup>は、COVID-19の感染状況が公共交通利用を中心とする移動に及ぼす影響を検討した。モビリティ利用と自県ならびに全国の新規感染者数の相関係数を新規感染者数のデータをずらしながら算出することで、各感染状況が最もモビリティ利用に影響を及ぼしたタイ

ミングを推計するとともに、回帰分析を行って影響の程度を検討した。その結果、モビリティ利用に影響を及ぼしたタイミングは東京で第1波が14-17日、第2波が8-11日、大阪で第1波が15-18日、第2波が6-9日と推計され、第1波よりも第2波では感染拡大から移動の減少が早く生じた可能性が示された。また、第1波では身近な感染状況に加えて、マスコミ等の報道による全国的な感染状況によって、感染者数が少ない地方部においても公共交通を中心とした移動が変化した可能性を示した。この研究では、第1波・第2波を対象として分析を行い、他県の動向の影響は第2波では小さくなっていた。その効果が、第3波以降も継続しているのか、検証することが必要であると考えられる。特に、第4波はそれまで東京都が最も多い感染者数を出していた状況と異なり、大阪府の感染者数が多かった。このような状況の変化が全国の移動に影響を及ぼした可能性があるのではないかと考えられる。そこで、本研究では、既往研究<sup>8)</sup>の手法を用いて第3波・第4波における移動の状況を分析し、感染状況が及ぼす影響について検討することを目的とする。

## 3. データの概要・分析方法

本研究においては、既往研究<sup>8)</sup>のデータ・分析手法を踏襲して分析を行うが、その概略を改めて述べる。

### (1) 対象地域

本研究では、以下の7都府県を分析対象として選定した。まず、国税調査における4大都市圏である首都圏、中京都市圏、近畿都市圏、福岡都市圏の各都市圏内で最大の人口を有する都道府県として東京都、愛知県、大阪府、福岡県を選定した。地方部として、人口の差による影響を小さくするため、同程度の規模の県を選定することとした。4大都市圏に属する都府県を除いた道県人口の中央値が約120万人だったため、100~140万人程度の県として、青森県、山形県、山口県を選出した。

### (2) モビリティ利用

公共交通利用推移のデータとして、Google社が提供するGoogle Community Mobility Reportsを用いた。このデータには「小売・娯楽」「食料品店・薬局」「公園」「公共交通機関」「職場」「住宅」の6つのカテゴリーがあり、データはそれぞれの場所における訪問者数が基準値と比較してどう変化したかを示している。基準値は各地域における2020年1月3日から2月6日までの5週間の曜日別データの中央値とされている。本研究では、6つのカテゴリーのうち「公共交通機関 (transit stations percent change from baseline)」のデータを用いた。「公共交通機関」カ

テゴリーの調査箇所は、鉄道駅やバス停、地下鉄駅、港のほか、タクシー乗り場、サービスエリア、レンタカー代理店なども含まれるとされている。すなわち、このデータは鉄道・路線バスや貸切バス・タクシーなどの利用をある程度反映すると想定される一方で、厳密な公共交通機関の利用による移動だけでなく、レンタカー利用や長距離の自家用車での移動なども反映した推移であると考えられる。従って、本研究では、このデータを「モビリティ利用の増減率」と呼称する。

### (3) 感染者数推移・人口データ

国内の都道府県のCOVID-19感染者数はNHKのデータを用いた (<https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data/>)。人口については、各都道府県のHPから、2021年1月の値を収集してこれを用いた。但し、福岡県については2021年3月時点で更新されている最新版であった2020年9月の値を用いた。

### (4) データの整理

入手した新規感染者数データと人口データを用いて、各都道府県における人口10万人あたりの新規感染者数をそれぞれ算出した。

続いて、モビリティ利用の増減率・人口10万人あたりの新規感染者数について基準日を中心として前後7日間ずつあわせた合計15日間のデータの平均値（中心化移動平均、以下15日間移動平均）を算出した。以後、モビリティ利用増減率の15日移動平均を「モビリティ利用」、人口10万人あたりの新規感染者数の15日移動平均を「新規感染者数」と呼称することとする。

### (5) 分析の方法

#### a) 30日相関係数の算出

まず、各地域のモビリティ利用の推移、新規感染者数、両数値の当該日から将来に向かって30日間の移動相関係数（30日相関係数）を算出する<sup>[1]</sup>。図1に、東京都の一部期間における算出例を示す。図1に示すように、モビリティ利用と新規感染者数の増減の推移に伴い、30日相関係数は-1~1の間を推移している。

#### b) 感染者数データをずらした30日相関係数推移による影響の有無の検討

本研究では、感染状況の変化が移動に及ぼす影響を検討する。新規感染者数が増加することでモビリティ利用が減少し、反対に新規感染者数が減少することでモビリティ利用が増加すると想定される。ここで、ある期間において新規感染者数とモビリティ利用にこのような関連があり、他の変数の影響を無視できると仮定すると、当

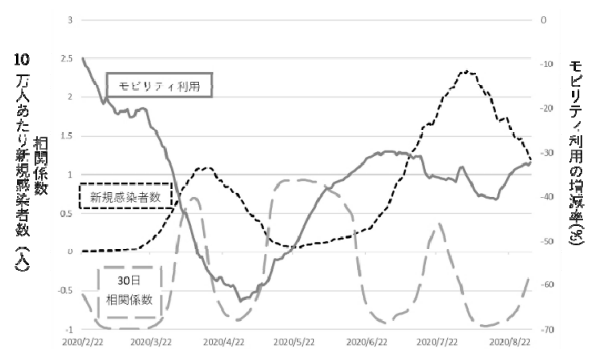


図1 モビリティ利用・新規感染者数と相関係数の推移の例

該期間において両変数は周期が同じ関数となると考えられる。すなわち、変化を与えるタイミングだけデータをずらすと、位相が等しくなると考えられる。そこで、次に新規感染者数とモビリティ利用の変化について、新規感染者数のデータをずらしながら30日相関係数を算出する。30日相関係数が負に一定となると、感染状況がモビリティ利用に強い影響を与えるタイミングであると考えられる。なお、ある日の数値をn日前の数値で置き換える時、「前方にn日ずらす」「-n日ずらす」「-n日の値を用いる」と表現する。新規感染者数をずらすと30日相関係数が-1近傍に集中する期間が生じた場合、感染状況の変化が移動に影響を及ぼした期間であると考えられる。

#### c) タイムラグの推定

新規感染者数をずらして30日相関係数が-1近傍に集中する期間が生じた場合、当該期間が長いタイミングがそれぞれの感染拡大期において感染状況がモビリティ利用の減少に及ぼす影響が最も強い可能性を示唆すると考えられる。そこで、相関係数の推移に変化が生じた期間を対象として、閾値よりも小さい相関係数を示した日数の合計値を算出し、影響が生じるタイミングを推定する。閾値は-0.95から0.05ずつ増加させ、分析期間の日数が全て閾値以下となるデータが生じるまで算出した。ただし、閾値-0.70まで算出しても分析期間の日数が全て閾値以下とならなかった場合には、そこで計算終了とした。

## 4. 分析結果

本章では、分析結果を示す。なお、分析開始から2020年10月31日までの結果については、既往研究<sup>9)</sup>に示した結果の再掲である。

### (1) 自都府県の新規感染者数がモビリティ利用に及ぼす影響の分析

各都府県の新規感染者数がモビリティ利用に及ぼす影響を分析した。分析期間を、2021年8月31日までとした。

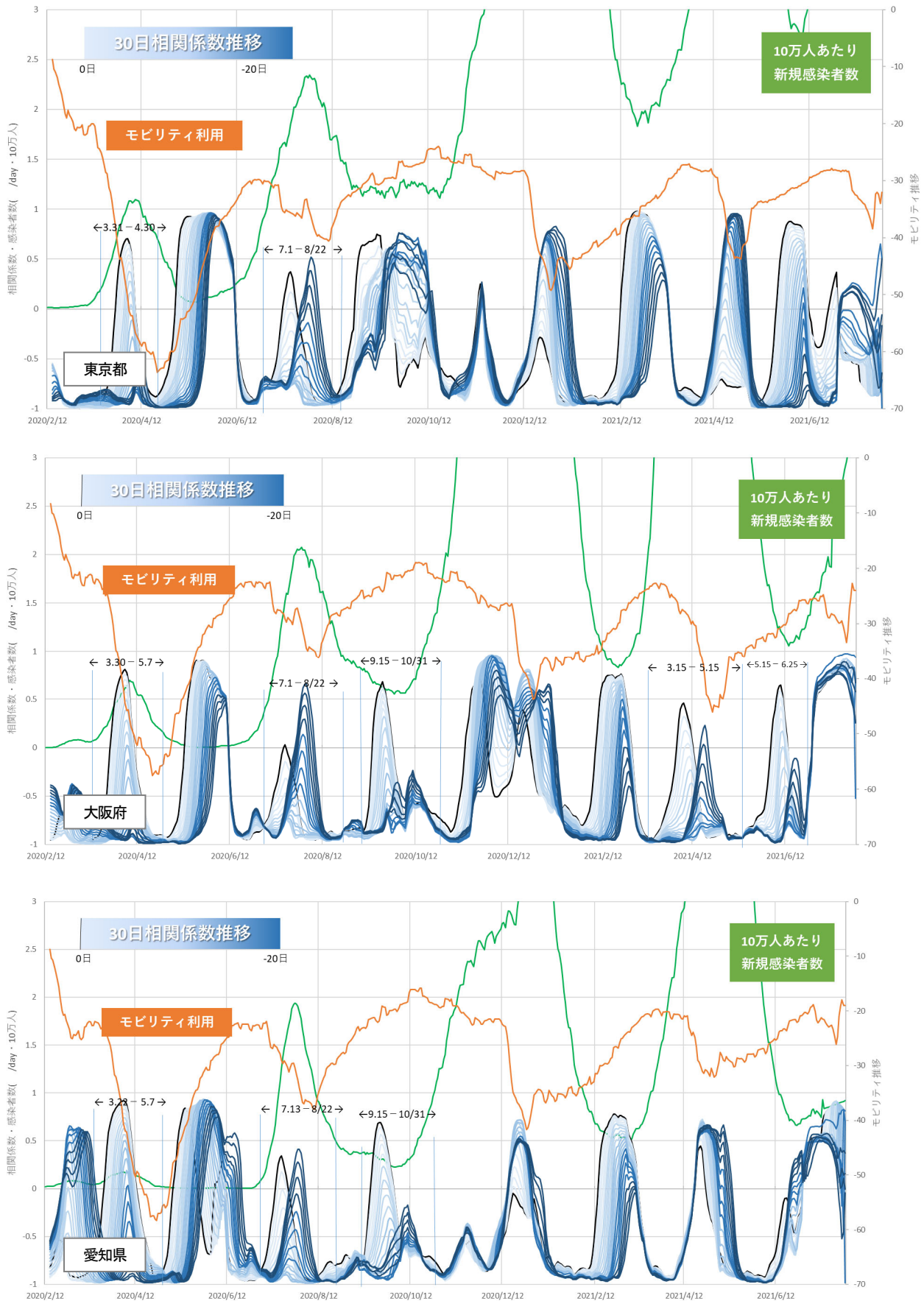


図 2 新規感染者数（人口 10 万人当たり・15 日移動平均）とモビリティ利用（15 日移動平均）、両変数の 30 日相関係数の推移（新規感染者数 -1~20 日）

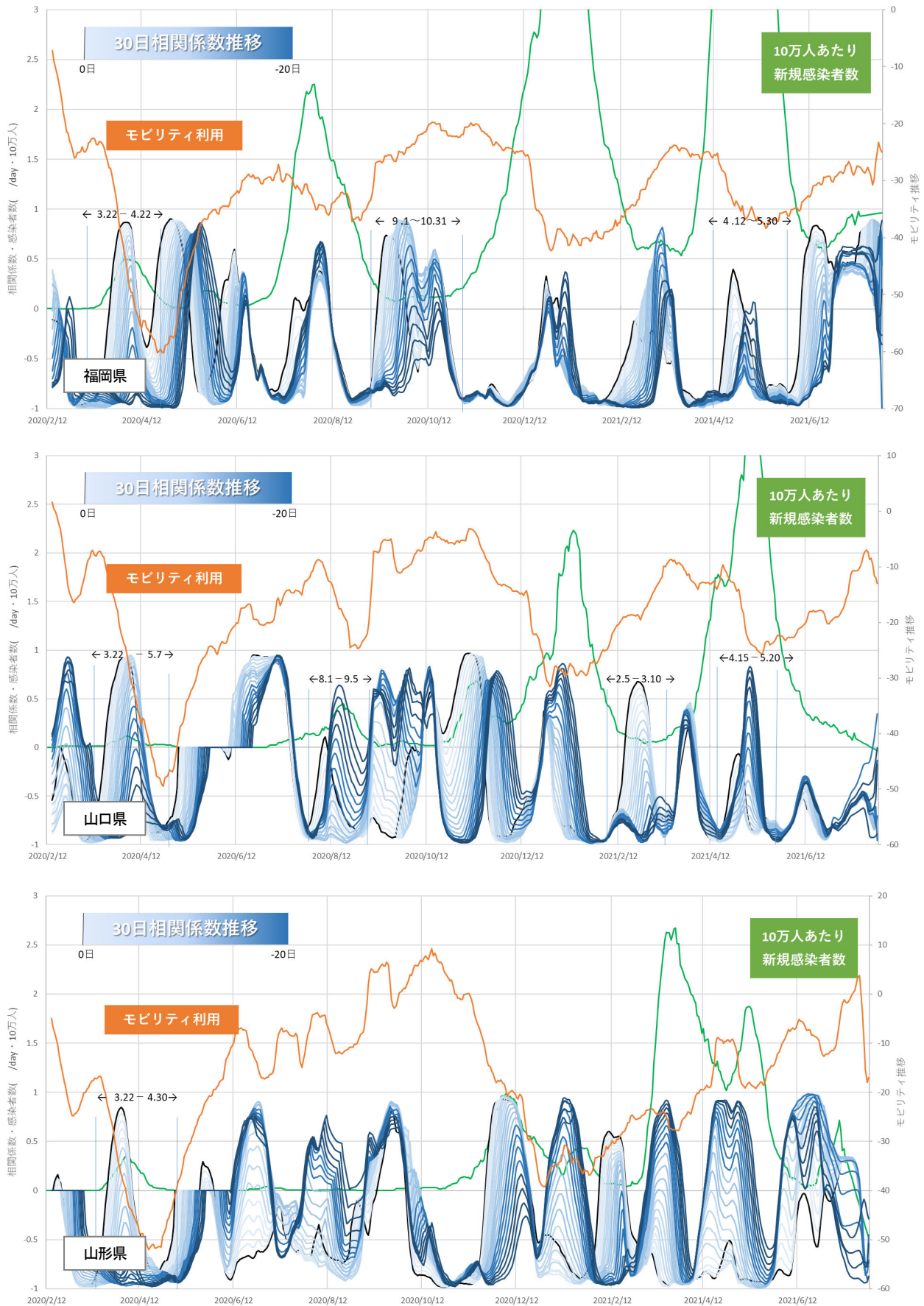


図 2 新規感染者数（人口 10 万人当たり・15 日移動平均）とモビリティ利用（15 日移動平均）、両変数の 30 日相関係数の推移（新規感染者数 -1~20 日）（続き）

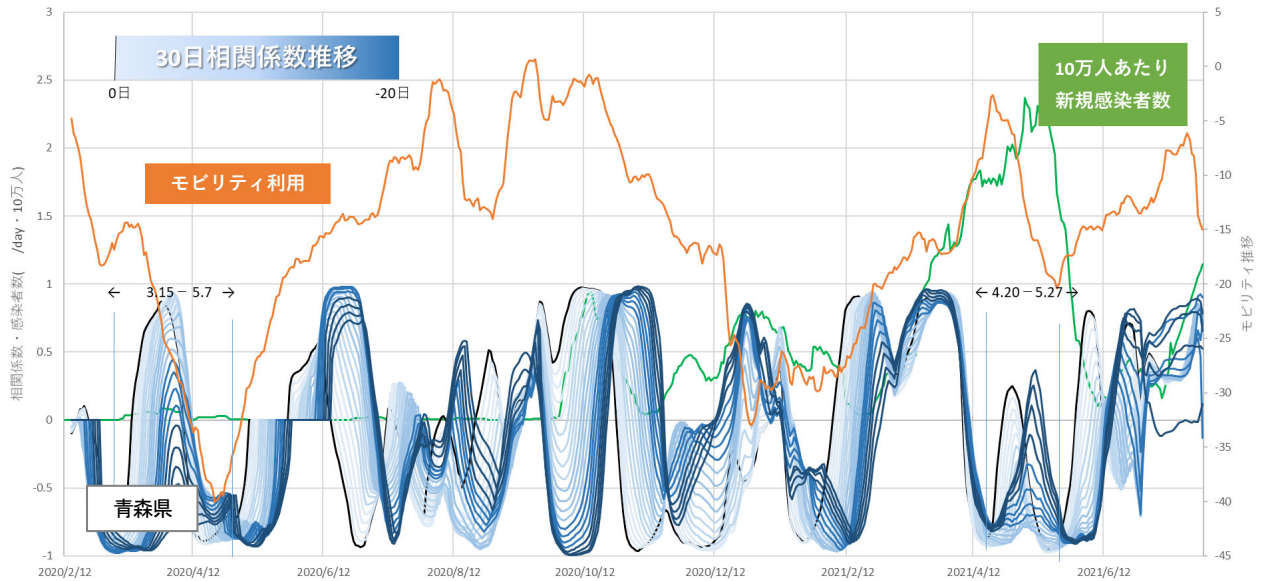


図 2 新規感染者数（人口 10 万人当たり・15 日移動平均）とモビリティ利用（15 日移動平均）、両変数の 30 日相関係数の推移（新規感染者数 -1~20 日）（続き）

図2に結果を示す。図中に実線で重ねて示したのが30日相関係数である。凡例に示す通り、ずらした日数が大きいほど濃色で示している。但し、ずらしていない値については、黒で示している。第3波・第4波に着目すると、第3波においては、感染者数がモビリティ利用の変動に影響を及ぼしたと考えられる期間は生じていなかった。第4波においては、大阪府、福岡県、山口県、青森県で30日相関係数が-1近傍に集中する期間が生じた。

当該期間が長いタイミングがそれぞれの感染拡大期において感染状況がモビリティ利用の減少に及ぼす影響が最も強い可能性を示唆すると考えられる。そこで、タイムラグを推定したところ、大阪府で-11~13日、福岡県で-11~13日、山口県で-6~7日、青森県で-10~12日であった。第1波のタイムラグは大阪府で-15~17日、福岡県で-14~16日、山口県で-17~19日、青森県で-18~20日であり、短くなったと考えられる。

## (2) 東京都の新規感染者数がモビリティ利用に及ぼす影響の分析

既往研究<sup>9)</sup>では、第1波において全国の感染者数が自都府県感染者数と同程度かそれ以上にモビリティ利用の変動に影響を及ぼす可能性を示唆した。本研究では、第4波において大阪府の感染者数の影響を検討するため、第1波において東京都の新規感染者数が及ぼす影響を算出し直した。図3に愛知県と青森県の分析結果を示す。分析の結果、第1波においては、全国の感染者数と同様に自府県の感染者数から影響を受けたと考えられる期間よりも、東京都の感染者数から影響を受けたと考えられる期間の方が長かった。また、その影響の程度を検討するために各都府県のモビリティ利用を被説明変数、自都府県・東京

都の新規感染者数を説明変数とする回帰分析をそれぞれ行ったところ（表1）、全国の感染者数を用いた分析<sup>9)</sup>と同様に東京

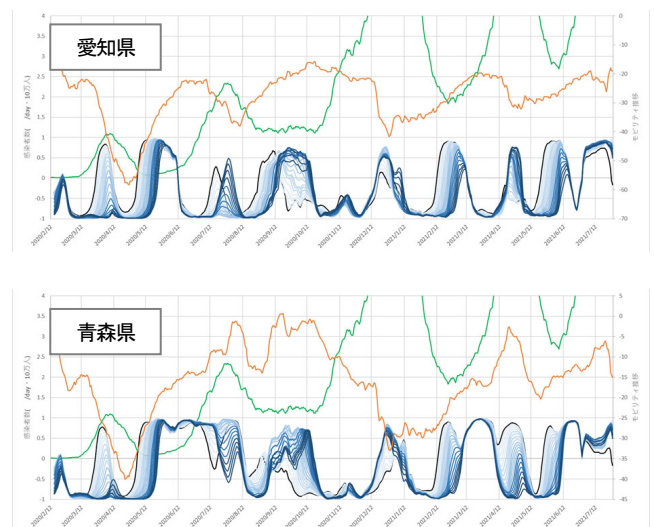


図 3 東京都の新規感染者数（人口 10 万人当たり・15 日移動平均）とモビリティ利用（15 日移動平均）、両変数の 30 日相関係数の推移

都の新規感染者数を用いると、自府県の新規感染者数を用いたときよりも決定係数が大きく、回帰係数の分散が小さかった。既往研究で示された全国の感染状況による影響は、東京都の感染状況の影響が大きいことを示唆する結果であると考えられる。

また、第3波・第4波については、東京都の感染者数が各府県のモビリティに影響したと考えられるような、

表 1 第 1 波において新規感染者数がモビリティ利用に及ぼした影響についての回帰分析

各都府県の新規感染者数→各都府県のモビリティ利用					東京都の新規感染者数→各都府県のモビリティ利用				
	R2	切片	回帰係数	P値		R2	切片	回帰係数	P値
東京都	0.81	-27.92	-65.41	**					
大阪府	0.84	-21.66	-111.61	**	大阪府	0.92	-24.82	-55.60	**
愛知県	0.62	-53.68	386.48	**	愛知県	0.92	-23.25	-79.17	**
福岡県	0.63	-30.62	-282.99	**	福岡県	0.91	-25.31	-88.82	**
山口県	-0.04	-18.97	143.05		山口県	0.84	-9.78	-95.37	**
山形県	0.46	-26.95	-242.92	**	山形県	0.91	-19.61	-52.07	**
青森県	0.67	-18.91	-236.60	**	青森県	0.81	-16.82	-34.47	**

\*p<0.05, \*\*p<0.01

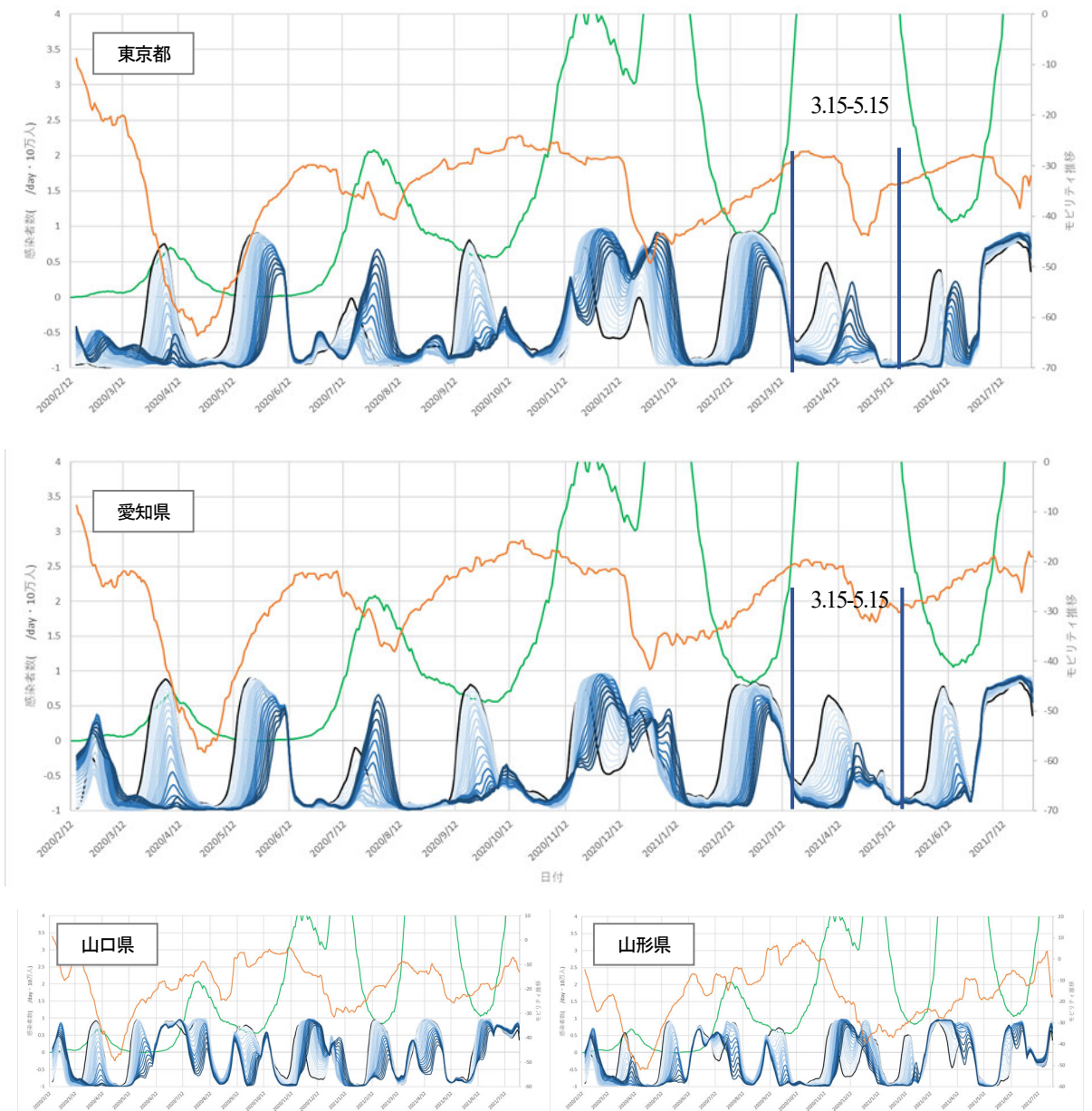


図 4 大阪府の新規感染者数（人口 10 万人当たり・15 日移動平均）とモビリティ利用（15 日移動平均）、両変数の 30 日相関係数の推移（新規感染者数 -1~20 日）

すなわち、30日相関係数が負に一定となるような区間は生じなかった。第3波・第4波については、東京都の感染者数が他府県に及ぼす影響は大きくなかったと考えられる。

(3) 大阪府の新規感染者数がモビリティ利用に及ぼす影響の分析

先述の通り、第 4 波は大阪府で感染が拡大していたため、大阪府の感染状況に他県のモビリティが影響を受け

表 2 第 4 波において大阪府の新規感染者数が都市部のモビリティ利用に及ぼした影響についての回帰分析

新規感染者数	モビリティ利用	R2	切片	回帰係数	P値
大阪府	東京都	0.68	-22.30	-1.33	**
大阪府	愛知県	0.87	-18.27	-0.92	**
大阪府	大阪府	0.78	-19.67	-1.72	**

\*p&lt;0.05, \*\*p&lt;0.01

た可能性がある。そこで、大阪府の新規感染者数が各都府県の新規感染者数に及ぼす影響を同様の方法で分析した。都市部と地方部で異なる結果であったため、代表して 4 都府県の結果を図 4 に示す。東京都・愛知県は第 4 波において自都府県の感染者数に影響を受けたと考えられる期間はなかった（図 2）が、大阪府の感染者数に影響を受けたと考えられる期間が存在した（図 4）。タイムラグを算出したところ、東京都で-11~13 日、愛知県で-16~18 日であった。

この影響の効果を把握するため、各都府県の新規感染者数を被説明変数、大阪府の新規感染者数を説明変数とする回帰分析を行った。その結果、決定係数はいずれも 0.6 以上であり、回帰係数も有意であったものの、表 1 に示した第 1 波の東京都の新規感染者数を説明変数とした際の回帰係数と比較すると小さかった。大阪府の新規感染者数が都市部に影響をもたらした可能性があるが、その影響は第 1 波と比較すると小さいと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、COVID-19 感染状況が公共交通利用を中心とした移動に及ぼす影響について、第 3 波・第 4 波の影響を検討した。日本の都市部と地方部で構成される 7 都府県を対象として、モビリティ利用と自県ならびに東京都・大阪府の新規感染者数の相関係数を新規感染者数のデータをずらしながら算出することで、各感染状況が最もモビリティ利用に影響を及ぼしたかどうかを把握するとともに、タイミングを推計した。その結果、第 3 波では自都府県の感染者数、東京都・大阪府の感染者数のいずれも大きな影響を与えたとは言えない結果であった。第 3 波は年末年始の期間であり、感染者数によって移動を控えたというよりは、非日常的な移動機会の有無の方がより大きな影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

また、第 4 波では複数の府県で、自県の新規感染者数に影響を及ぼされたと考えられる期間が示され、タイムラグは第 1 波よりも影響が現れるまでの期間が短かった

可能性が示された。さらに、第 4 波では東京都ではなく大阪府の新規感染者数が都市部のモビリティ利用に影響を及ぼしていた可能性を示唆する結果が得られた。ただし、その効果は第 1 波で東京都の新規感染者数が及ぼした影響と比較すると小さかった。

本研究の結果は、人々が、コロナ禍の状況が 1 年以上継続した時点であっても、他都道府県の感染状況の情報によって移動を控える可能性があることを示唆するものであり、その点を十分に認知し、適切な行動を選択できるよう、情報提供を行っていく必要があると考えられる。

## 脚注

s [1] 相関係数の算出期間について、変数にそれぞれ 15 日移動平均を用いていることから、15 日以上とすることが適切であると考えた。一方で、分析期間を長くすると状況の変化が行動に現れるまでの影響の期間の変化を捉えることが難しくなると考え、30 日とした。<sup>8)</sup>

## 参考文献

- 1) 一般財団法人地域公共交通総合研究所：公共交通経営実態調査報告書，<https://ryobi.gr.jp/wp-content/uploads/2020/11/3f72df24c9fc26af7cc141294e30d338.pdf>。（最終閲覧日 2021 年 9 月 1 日）
- 2) 永田彰平・中谷友樹・菖蒲川由郷（2020）：モバイルデバイスデータを用いた COVID-19 流行とモビリティ変化の関連の分析，日本地理学会発表要旨集
- 3) 神田佑亮：コロナ禍と公共交通～公共交通への影響と復活の方向性～，国際交通安全学会誌 Vol. 46, No. 1, 2021.
- 4) Borkowski, P., Jazdzewska-Gutta, M. and Szmelter-Jarosz, A.: Lockdown: Everyday mobility changes in response to COVID-19, *Journal of Transport Geography*, Vol 90, 2021.
- 5) 廣井悠: COVID-19 に対する日本型ロックダウンの外出抑制効果に関する研究，都市計画論文集，Vol.55, No.3, p. 902-909, 2020.
- 6) Beck, M.J., Hensher, D.A.: Insights into the impact of COVID-19 on household travel and activities in Australia – The early days under restrictions, *Transport Policy*, Vol.96, p.76–93, 2020.
- 7) König, A. and Dreßler, A.: A mixed-methods analysis of mobility behavior changes in the COVID-19 era in a rural case study. *Eur. Transp. Res. Rev.* Vol.13, ArticleNo.15, 2021.
- 8) 鈴木春菜，内海健：COVID-19 による感染状況が移動に及ぼす影響についての研究：日本における都市と地方のタイミングの差に着目して，実践政策学，Vol.7, No.1, pp.21-32, 2021.

## A STUDY OF THE EFFECT OF COVID-19 INFECTION STATUS INSIDE AND OUTSIDE THE REGION ON MOBILITY: FOCUSING ON THE 3<sup>RD</sup> AND 4<sup>TH</sup>



## WAVE IN JAPAN

Takeshi UTSUMI, Akito Tsuji and Haruna SUZUKI