

コロナ禍で商業集積地の滞在人口は どう変わったか ～居住地との位置関係に着目して～

西堀 泰英¹・巖 先鏞²

¹正会員 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1)

E-mail: yasuhide.nishihori@oit.ac.jp (Corresponding Author)

²非会員 筑波大学システム情報系社会工学域 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)

E-mail: com.sunyong.fw@u.tsukuba.ac.jp

本研究では、COVID-19 の感染拡大により商業集積地の滞在人口の来訪パターンがどのように変化したのかを明らかにすることを目的とし、交通ビッグデータを用いて政令市等の 20 地域における商業集積地の滞在人口の変化を分析した。その際、時系列クラスタリングにより滞在人口の時系列的な変化傾向を踏まえた分類と、商業集積地と居住地との位置関係に着目して分析を行った。

その結果、全体では商業集積地が存在する区（同区）からの滞在人口が増加し、感染拡大後も滞在人口が増加する地区では、隣接する区（隣接区）からの滞在人口も減少しにくい実態を確認した。隣接区までの平均距離は 3.8km であり、自転車で 15 分程度の位置にある。これらの周辺地域の居住者の生活を支える役割が相対的に高まっている可能性が示唆された。

Key Words: COVID-19, Commercial area, Human mobility, Mobile Big Data, Time-series clustering

1. はじめに

COVID-19 の感染拡大は、国内外を問わず、世界各国の医療体制に打撃を与えるだけでなく、社会的、経済的な脅威となっている。COVID-19 ウィルスの特徴として、潜伏期間が長いこと、感染力が高いこと、そして感染を制御する効果的な対策として身体的距離を取るなどが指摘されている¹⁾。ワクチン接種が進んでいる中においても、人流を抑制することが効果的な対策と認識されており、オミクロン株の流行期においては世界中でロックダウンや行動制限などの対策が取られ、移動が制限された。これらの対策がない時期においても、感染リスクを避けるため、公共交通、小売店、飲食店、公共施設等の利用を控えるなど、人々の行動は変化している。

商業施設が集積する商業集積地は、人々の生活を支える重要な役割を担っている。しかしながら、商業集積地は不特定多数の人々が接触する機会が多いことから、感染リスクが高まる恐れがあることを指摘する研究も存在する²⁾。そのため、商業集積地を訪問する移動は、その頻度、利用交通手段、距離などの点で変化している。例えば、Shaer et al.³⁾は、買い物における徒歩や自転車の利

用割合はコロナ禍において増加し、目的地へのアクセスしやすさは徒歩や自転車との相関が高いことを示した。さらに、多極型の開発は強靱な都市構造を実現するとの指摘もある⁴⁾。

コロナ禍における商業集積地区への人々の訪問パターンがどのように変わったのかを知ることは、今後の都市計画、特に空間配置のあり方を考えるうえで重要であると言える。コロナ禍において人々の交通行動がどのように変化したのかを実際に調査するなどして捉えた研究は複数存在する⁵⁾。また、モバイル端末から得られる交通ビッグデータを用いた研究も数多く存在する⁷⁾。しかしながら、それらの多くの研究は、自治体単位での分析であるため、商業集積地などのミクロな変化を捉えることができていない。

これらを踏まえ、本研究では、自治体単位よりも詳細な人々の移動を把握できる交通ビッグデータを用いて、商業集積地の来訪パターンがどのように変化したのかを明らかにすることを目的とする。その際、コロナ禍の経験を踏まえて「15 分都市」に対する関心が高まっている状況を踏まえ、単純な量的な増減だけでなく、商業集積地と居住地との位置関係にも着目した分析を行う。

本研究の構成は次のとおりである。第 2 章において、本研究の対象地域、使用データ、分析方法について述べる。本研究で行う滞在人口変化パターン分析は、筆者らの既往研究⁹⁾で行った分析結果を用いる。第 3 章において、居住地との位置関係に着目した分析を行う。ここでの位置関係とは、居住地が商業施設を含む自治体の中か外か、自治体に隣接するか否か、などを意味する。最後に第 4 章において本研究のまとめを行う。

本研究における商業集積地区は、自治体別に見た場合に商業施設が空間的に比較的集積している地域のことであり、商業統計における商業集積地区（近隣商業地域及び商業地域であって、商店街を形成している地域）とは異なる点に留意が必要である。本研究の商業集積地区の設定方法は後述する。

2. 方法

(1) 使用データ

本研究では、商業集積地における滞在人口の変化に焦点を当てる。そのため本研究では、滞在人口に関するデータと、商業施設の分布に関するデータを用いる。それぞれについて以降で説明する。

a) 滞在人口データ

滞在人口データは、株式会社NTTドコモ（以下、NTTドコモ）の携帯基地局データから生成される「モバイル空間統計[®]（分布統計）^{補註10)}」（以下、MSS とする）のデータを用いる。本データは、500mメッシュごとの1時間帯における滞在人口のデータである。本研究で使用するデータでは、居住市区町村別の滞在人口を把握することができる。

b) 商業施設データ

商業施設の分布は、株式会社ゼンリンインターマップによるテレポイント Pack!を利用する。本データは、お全国の電話帳に掲載されているおよそ 25 百万件のデータに対して、業種コードや緯度経度情報を付加したものである。

(2) 研究対象地域

本研究の対象地域は、日本全国の政令市（札幌、仙台、さいたま、千葉、横浜、相模原、新潟、静岡、浜松、名古屋、京都、大阪、堺、神戸、岡山、広島、北九州、福岡、熊本）および東京都区部の 20 地域（120 区）とする。これらを対象地域とした理由は、Stayhome などの影響が地方部より都市部の方が大きいと考えられたこと、および、使用するモバ空データの居住地の区分が市区町村単位であり、より詳細な居住地の分析ができるためである。

コロナ禍においては、都道府県を跨ぐ移動や不要不急の移動などの自粛が要請された。そのため商業集積地へ

の来訪者の居住地構成は、その規模や連担する地域の状況によって異なる可能性があることから、ここでは商業集積地を都市圏で区分して分析を行った。都市圏の区分は、全国都市交通特性調査（全国 PT）の都市類型を参考に、対象地域を 5 つの都市圏に分類して分析を行う。都市圏別の分類を表-1 に示す。

(3) 商業集積地の抽出

商業集積地区は、駅前を中心市街地、大規模商業施設、中小規模の店舗が集積している商店街、ロードサイド型の集積地区など、多様な形態で存在しながら変化している。本研究では、既往研究⁷⁾の手法を改良して商業集積地を抽出する。まず、本研究における商業集積地区は、Akiyama, et al.¹¹⁾による商業集積統計と同様に、テレポイント Pack!が持つ 2,200 種類の業種分類のうち、240 種類の業種を対象とした。これには各種食料品、衣料品、日用品などの小売店、各種飲食店、美容、衛生、スポーツ・趣味・娯楽関連施設、医療、不動産、金融、宿泊施設などの各種サービス業が含まれる。

テレポイントデータから ArcMap を用いてカーネル密度を算出し、500mメッシュごとにメッシュ内の密度の平均値（商業集積密度）を求めた。次に、自治体全体の平均値と標準偏差を用いてカーネル密度値の Z-score（商業集積度）を算出した。ここで、Z-score の算出を自治体別で行っている理由は、地域の違いや自治体規模の違いにより、商業集積の度合いが異なるためである。

最後に、Z-score に基づいて自治体の中で相対的に商業施設が多く集積しているメッシュを商業集積地として抽出した。この際、Z-score の基準値を 1.0 とした。

商業集積地を抽出した結果、2,416 メッシュ（全体の 8.2%）を抽出した。自治体ごとに Z-score のランク別メッ

表-1 各都市の分類

都市圏	対象都市
東京	東京都区部、横浜、さいたま、千葉、川崎、相模原
京阪神	大阪、京都、神戸、堺
中京	名古屋
地方中核	札幌、仙台、広島、北九州、福岡
地方中核	新潟、静岡、浜松、岡山、熊本

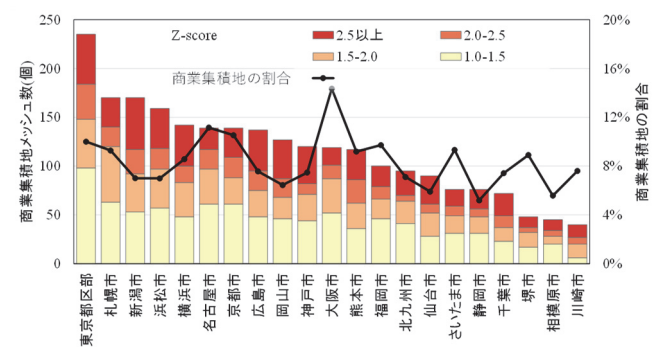


図-1 自治体別商業集積地抽出結果

シュ数と、自治体内の全メッシュ数に占める商業集積地メッシュの割合を図-1に示す。この図では商業集積地メッシュ数が多い自治体の順に並べている。商業集積地の割合は、最小値は静岡市の 5.2%，最大値は大阪市の 14.4%となっている。

また、商業集積地の空間的な分布状況の一例として、東京都区部のメッシュ別 Z-score を図-2に示す。東京駅や新宿駅、渋谷駅などの鉄道駅とその周辺のメッシュが抽出されていることがわかる。

(4) 滞在人口変化パターンの分析方法

商業集積地における滞在人口の変化を捉えるのにあたり、MSS のデータから算出した 1 週間の移動平均値を用いる。メッシュ i 、日付 k における滞在人口の変化率 r_{ik} は、メッシュ i 、日付 k における滞在人口 p_{ik} を、日付 k の 1 年前における滞在人口である滞在人口 $p_{i(k-365)}$ で除した値 ($p_{ik} / p_{i(k-365)}$) で求める。時間帯の違いによる人々の行動の差を考慮するため、本研究では 10 時台、15 時台、20 時台に着目する。各時間帯はそれぞれ、業務、日常的な買物、夜の飲食などの活動を多く含む時間帯であると想定する。

滞在人口の変化パターンは、時系列クラスタリング (Time-series clustering¹²⁾) の手法を用いていくつかのパターンに分類して考察する。時系列クラスタリングは、データの時系列的な変化の類似性によりいくつかのグループに分類する手法である。多数の時系列データをひとつの要素とみなし、それらを分類することで時系列データの変化パターンを導き出すことができる。

本研究では、Python パッケージの Tslem を用いて時系列クラスタリングを行った。クラスタリングは、ユークリッド距離をに基づいた k-means 法を用いた。

(5) 滞在人口の居住地と商業集積地の位置関係の分類

都道府県を跨ぐ移動や不要不急の移動などの自粛が要請されたことで、居住地から遠い場所への移動は取りやめられたり、居住地から近い場所への移動に置き換えられた可能性がある。こうした実態を捉えるため、MSS データが持っている滞在人口の居住地の情報をもとに、商業集積地と居住地の位置関係を分析する。

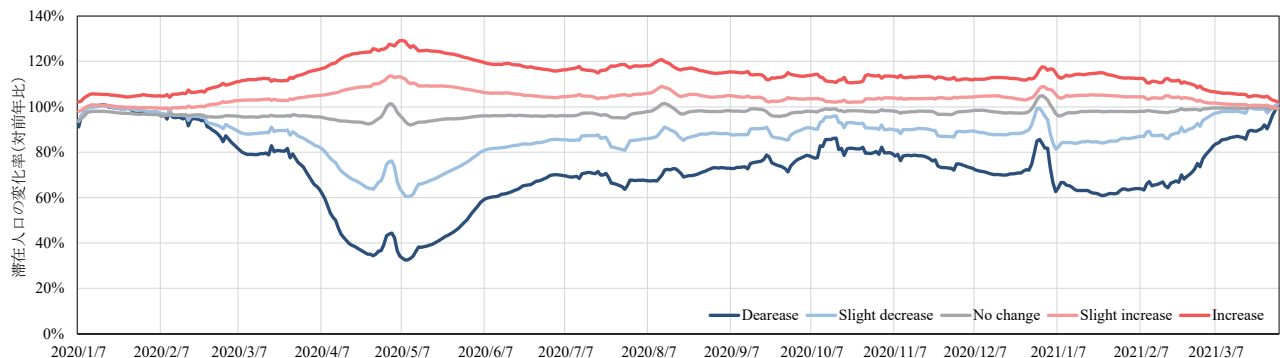


図-3 クラスタ別の滞在人口変化率 (対前年比) の推移

商業集積地の滞在人口が居住する地域を、メッシュが存在する自治体との位置関係により、表-2に示す 6 区分に分類する。

3. 結果

(1) 商業集積地の滞在人口変化パターンの分類結果

滞在人口の変化パターンについては既往研究⁹⁾にて示しているので、ここでは以降の分析に係る重要な結果についてのみ示す。

時系列クラスタリングの結果、滞在人口の変化パターンを次の 6 つのクラスターに分類することができた。それぞれ、Decrease, Slight decrease, No change, Slight increase, Increase, Others である。Others はいずれにも区分されないクラスターであり全メッシュの 1%に満たないことから以降でクラスター別の分析を行う際は割愛する。

クラスター別の滞在人口変化率 (対前年比) の推移を図-3に示す。1 回目の緊急事態宣言の期間 (2020 年 4 月 ~ 5 月)、Decrease では約 6 割減、Slight decrease では約 3 割減であり、反対に Increase では 2 割増、Slight increase では 1 割増となっている。その後はそれぞれの減少、増加の幅が小さい状態で推移するが、2 回目の緊急事態宣

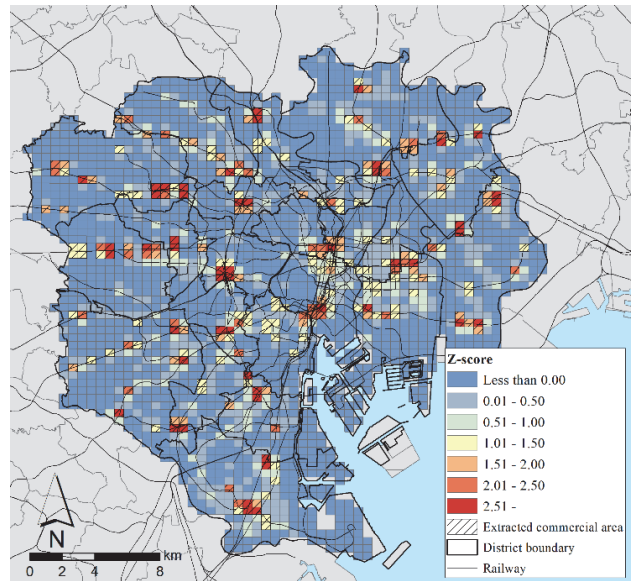


図-2 メッシュ別 Z-score の例 (東京都区部)

言の期間（2021年1月～3月）には特に Decrease において減少幅が大きくなる。2021年3月頃にすべてのクラスターで 100%に近づく動きを示しているが、これは地域により2回目の緊急事態宣言が解除され始めていたことと、比較対象である2020年3月には滞在人口に変化が生じ始めていたことが背景にある。

ところで、MSS は滞在人口のデータであるため、非外出者と訪問者の区別ができない。そのため、外出自粛（ステイホーム）増加の影響を考慮する必要がある。そこで、注目する時間帯における人口と、ほとんどの人が自宅に滞在していると考えられる4時台の人口を比較し、10時台と15時台の人口が4時台よりも多いメッシュを分析対象とする。分析対象メッシュは1,077個（全メッシュの約45%）となった。全メッシュと分析対象メッシュのそれぞれの、各時間帯におけるのクラスター別構成率を図4、図5に示す。

(2) 居住地との位置関係別の変化に着目した分析

ここからの分析では、滞在人口の変化を分析するのにあたり、感染拡大による人流の変化が見られた時点の前後で期間を区切って比較を行う。本研究では次のように設定した。

- 前（感染拡大前）：2020年2月29日以前
- 後（感染拡大後）：2020年3月1日以後

2020年3月の時点ではまだ緊急事態宣言が一度も発出されていないが、小中学校の休講要請が出された時点であり、MSS の変動を見ても変化が表れ始めた時点であることから設定した。

a) 時間帯別位置関係別の変化

本研究で着目した各時間帯別の位置関係別滞在人口の変化を図6に示す。また、滞在人口の構成率と前後の比率を表3に示す。

すべての時間帯で全体の滞在人口が減少（0.83～0.92倍）し、20時台の減少が最も大きい。一方で、同区は増加（1.02～1.06倍）している。これは外出自粛要請やテレワークの浸透により自宅に滞在（ステイホーム）する人口を含む可能性があるが、前述のように4時台よりも人口が増加したメッシュのみを対象としていることから、同区の商業集積地以外の地区から来訪した人口が含まれると考えられる。その増加は、10時台や15時台で1.06～1.07倍で20時台と比べて大きい。全体の滞在人口が減少する中で同区だけ増加したことにより、位置関係ごとの構成率は、同区が大きくなる一方、特に他県内や他県外で構成率が小さくなっている。

同区以外の位置関係の量的な変化をみると、全ての時間帯、位置関係で滞在人口が減少（0.45～0.90倍）しているが、隣接区や隣接市外は減少幅が比較的小さい（0.72～0.90倍）。同区内ほどではないものの隣接して

表-2 位置関係の分類

区分	説明
同区	商業集積地と同じ区
隣接区	商業集積地と隣接する区
隣接市外	商業集積地と隣接する別の市(東京特別区は一つの市とみなす)
他市内	商業集積地と隣接しない別の区
他県内	商業集積地と隣接しない別の都市(同じ都道府県内)
他県外	商業集積地と隣接しない別の都市(県外)

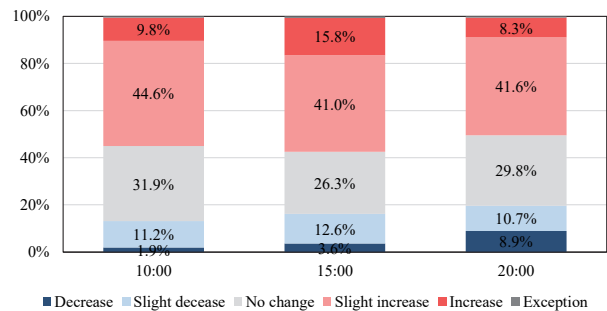


図-4 時間帯別のクラスター別メッシュ数構成率 (全体)

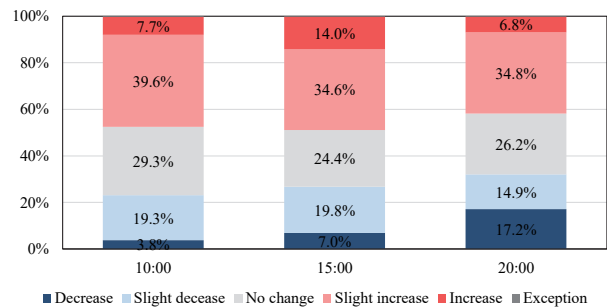


図-5 時間帯別のクラスター別メッシュ数構成率 (分析対象)

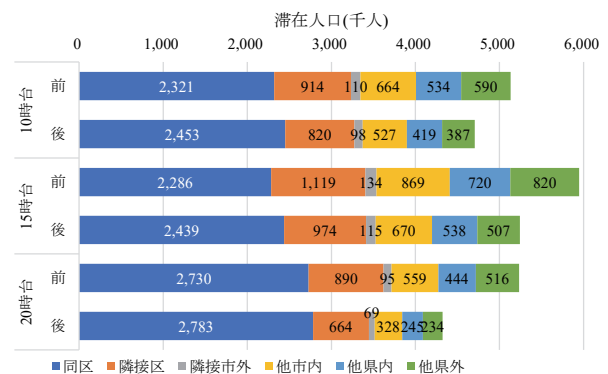


図-6 時間帯別位置関係別滞在人口の変化

表-3 時間帯別位置関係別滞在人口の変化 (構成率と変化率)

時間帯	構成率	前	同区	隣接区	隣接市外	他市内	他県内	他県外	全体
			後	後/前	後/前	後/前	後/前	後/前	
10時台	前	45.2%	17.8%	2.1%	12.9%	10.4%	11.5%	100%	
	後	52.1%	17.4%	2.1%	11.2%	8.9%	8.2%	100%	
	後/前	1.06	0.90	0.89	0.79	0.78	0.66	0.92	
15時台	前	38.4%	18.8%	2.2%	14.6%	12.1%	13.8%	100%	
	後	46.5%	18.6%	2.2%	12.8%	10.3%	9.7%	100%	
	後/前	1.07	0.87	0.86	0.77	0.75	0.62	0.88	
20時台	前	52.2%	17.0%	1.8%	10.7%	8.5%	9.9%	100%	
	後	64.4%	15.4%	1.6%	7.6%	5.7%	5.4%	100%	
	後/前	1.02	0.75	0.72	0.59	0.55	0.45	0.83	

※前と後は各時点の値の構成率, 後/前は値の前後比(以下, 同)

いる近くの商業集積地への来訪は減少しにくい可能性がある。そのため本研究では特に隣接区と隣接市外に焦点を当てる。以降では、隣接区と隣接市外の滞在人口が量と構成率ともに最も大きい 15 時台に着目して分析を進める。

b) 都市圏別の変化

15時台について、表-1に示した都市圏の分類で区分した位置関係別滞在人口の変化を図-7に、滞在人口の構成率と前後の比率を表-4に示す。まず全体の傾向として感染拡大前後の総滞在人口の変化をみると、各都市圏で9割前後となっており、大きな差は見られない。位置関係の構成率については、都市圏によって違いが確認できる。例えば東京都市圏では他県外の割合が大きく、地方中核都市圏や地方中核都市圏では同区や隣接区の割合が比較的大きい。また、前後の変化については、地方中核都市圏において同区でもわずかに減少していることが特徴である。

こうした都市圏による違いは、商業集積地の規模や連担する地域の範囲の違いが影響しているためと考えられる。都市圏別の集計をしたことで、ある程度都市圏別に特徴があることを確認できたが、言うまでもなく都市圏の中でも様々な地区があるため、より詳細な区分で分析を行うことが求められる。

c) クラスター別位置関係別の変化

同じく 15 時台について、クラスター別に位置関係別の滞在人口の変化を図-8に、滞在人口の構成率と前後の比率を表-5に示す。IncreaseやSlight Increaseのクラスターにおいて、同区の構成率が7割を超えており、感染拡大後でも滞在人口が増える地区では同区からの来訪者が特に多いことが確認できた。

隣接区に着目すると、構成率が比較的大きいクラスターは No change, Slight decrease, Decrease である。一方 Increase や Slight Increase では、構成率は比較的小さいが量的には増加(1.06倍)または横ばい(0.99倍)である。他の位置関係をみると、隣接市外は全てのクラスターで構成率が5%を下回っており小さい。商業集積地が存在する自治体に隣接しない、他市内、他県内、他県外の位置関係では、Slight decrease と Decrease のクラスターにおいて構成率が特に大きい。このうち他県外の前後比は0.6倍前後であり特に大きく減少している。

以上より、感染拡大後に滞在人口が増加するクラスターでは同区の増加が大きく、隣接区も増加または横ばいであること、滞在人口が横ばいあるいは減少するクラスターでは同区以外の位置関係の構成率が大きく、それらの減少量も比較的大きいことが確認できた。

(3) 居住地との位置関係別の特徴分析

ここからは、居住地との位置関係別の特徴についての

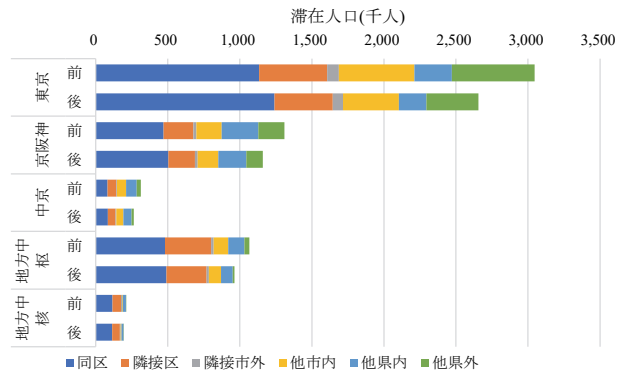


図-7 都市圏別位置関係別滞在人口の変化 (15時台)

表-4 都市圏別位置関係別滞在人口の変化 (15時台・構成率と変化率)

		同区	隣接区	隣接市外	他市内	他県内	他県外	全体
東京	構成率	37.2%	15.5%	2.7%	17.2%	8.5%	18.9%	100%
	前後	46.7%	15.2%	2.6%	14.6%	7.2%	13.6%	100%
	後/前	1.09	0.86	0.87	0.74	0.73	0.63	0.87
京阪神	構成率	36.0%	15.9%	1.7%	13.4%	19.4%	13.8%	100%
	前後	43.4%	16.0%	1.6%	12.3%	16.8%	9.9%	100%
	後/前	1.07	0.89	0.87	0.81	0.77	0.64	0.89
中京	構成率	26.2%	19.5%	1.7%	19.9%	23.6%	9.0%	100%
	前後	32.3%	20.3%	1.7%	18.9%	21.1%	5.7%	100%
	後/前	1.04	0.88	0.82	0.80	0.76	0.53	0.84
地方中核	構成率	45.1%	30.0%	1.6%	9.6%	10.5%	3.2%	100%
	前後	51.0%	28.9%	1.5%	8.8%	8.4%	1.4%	100%
	後/前	1.02	0.87	0.86	0.83	0.72	0.38	0.90
地方中核	構成率	55.3%	27.2%	3.7%	2.6%	9.8%	1.4%	100%
	前後	59.2%	26.5%	3.5%	2.3%	7.9%	0.6%	100%
	後/前	0.99	0.90	0.87	0.84	0.75	0.41	0.92

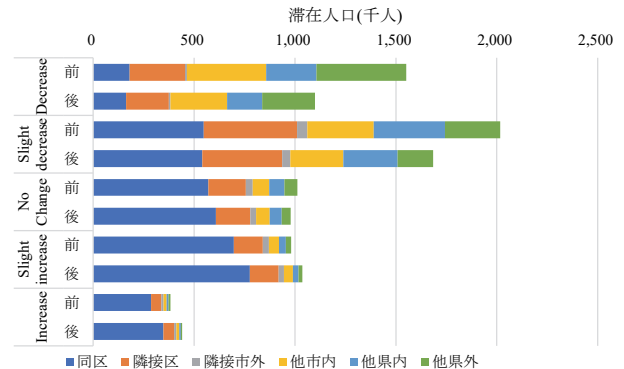


図-8 クラスター別位置関係別滞在人口の変化 (15時台)

表-5 クラスター別位置関係別滞在人口の変化 (15時台・構成率と変化率)

		同区	隣接区	隣接市外	他市内	他県内	他県外	全体
Decrease	構成率	11.7%	17.7%	0.6%	25.3%	16.1%	28.7%	100%
	前後	14.8%	19.3%	0.6%	25.6%	15.9%	23.7%	100%
	後/前	0.90	0.77	0.76	0.72	0.70	0.59	0.71
Slight decrease	構成率	27.1%	23.0%	2.5%	16.3%	17.5%	13.6%	100%
	前後	32.1%	23.5%	2.5%	15.6%	15.9%	10.5%	100%
	後/前	0.99	0.85	0.82	0.80	0.76	0.64	0.84
No change	構成率	56.4%	18.3%	3.3%	8.1%	7.4%	6.4%	100%
	前後	62.2%	17.4%	3.0%	6.9%	6.1%	4.5%	100%
	後/前	1.06	0.92	0.86	0.83	0.79	0.68	0.97
Slight increase	構成率	71.0%	14.7%	3.0%	5.1%	3.4%	2.8%	100%
	前後	74.9%	13.8%	2.6%	4.3%	2.6%	1.8%	100%
	後/前	1.11	0.99	0.91	0.88	0.82	0.70	1.06
Increase	構成率	75.0%	13.2%	2.9%	3.9%	2.4%	2.5%	100%
	前後	78.7%	12.1%	2.6%	3.1%	1.9%	1.5%	100%
	後/前	1.21	1.06	1.03	0.92	0.88	0.71	1.15

分析結果を示す。クラスター別の商業集積地と居住地間の距離に関する分析と、同じくクラスター別の滞在人口の変化率について示す。

a) 位置関係別の商業集積地までの平均距離

表-6に、クラスター別の位置関係別の商業集積地までの平均距離の集計結果を示す。ここで、商業集積地と居住地間の距離は、商業集積地のメッシュ中心と、居住地が存在する市区町村の役所または役場までの距離としてGISを用いて計測した。居住地の位置は役所または役場で代表して計測した距離であることに留意が必要である。平均距離は、滞在人口の加重平均値である。

位置関係別の傾向としては、表の左側の同区が最も短く、右側の他県外が最も長い距離であり、位置関係の特徴を表していると言える。クラスター別にみると、同区と他県外で特徴的な違いがみられる。同区は、商業集積地とその所在区役所までの距離であるため特に注意が必要であるが、Slight IncreaseやIncreaseで比較的距離が長い、面積の大きい区が多く含まれている可能性がある。他県外は、感染拡大後の距離が短くなっている。これは感染拡大後は遠い場所の県外からの来訪が減少しやすく、近い場所の県外からの来訪が減少しにくいことが表れているものと考えられる。

全体における各位置関係の距離を確認すると、同区は前述の理由で注意が必要であるが1.5km、隣接区は3.8km、隣接市外は6.5km程度である。コロナ禍の経験を踏まえて関心を集める「15分都市」を念頭に置いて考えると、隣接区は自転車で移動する場合にはおおよそ15分で移動できる場所にあると言える（自転車の速度を15km/hで計算）。

b) 区別の居住地位置関係による滞在人口の変化率

位置関係別の滞在人口を区単位で集計し、その変化率（前後比）の分布状況を図-9に示す。上段がDecreaseとSlight decreaseをまとめて表示した図、下段がIncreaseとSlight Increaseをまとめて表示した図である。それぞれ、同区の変化率が最も大きく、他県外が最も小さい。

各グラフ内の位置関係毎の変化率を一元配置分散分析により多重比較を行った結果、DecreaseとSlight decreaseでは隣接市外と他市内以外の位置関係間で1%水準で有意差が確認できた。IncreaseとSlight Increaseでは、隣接区、隣接市外、他市内同士以外の位置関係間で1%水準で有意差が確認できた。

上段のDecreaseとSlight decreaseと、下段のIncreaseとSlight Increaseにおける同じ位置関係間の違いについて一元配置分散分析を行った結果、他県外以外の位置関係で、1%水準で有意差が確認できた。

位置関係による変化率の違いは、同区、隣接市区あるいは隣接しない同市内、その他地域によって統計的に有意に異なることが確認できた。つまり、商業集積地の近

表-6 位置関係別の商業集積地までの平均距離

		同区	隣接区	隣接市外	他市内	他県内	他県外	全体
Decrease	前	1.2	4.0	5.8	9.0	19.9	44.6	21.2
	後	1.2	3.9	5.8	9.0	19.3	29.8	14.8
Slight decrease	前	1.1	3.6	7.0	8.3	22.3	56.2	15.4
	後	1.1	3.6	7.0	8.2	20.7	35.0	10.4
No change	前	1.4	4.1	6.9	9.5	20.3	35.7	6.6
	後	1.4	4.0	6.7	9.4	19.3	24.0	4.8
Slight Increase	前	1.7	3.9	6.2	9.5	18.7	40.9	4.2
	後	1.7	3.9	6.1	9.3	17.9	23.1	3.2
Increase	前	1.8	4.2	5.2	10.4	15.2	33.6	3.8
	後	1.8	4.1	4.8	10.1	15.0	19.1	3.0
全体	前	1.5	3.8	6.6	8.8	21.3	48.5	12.0
	後	1.5	3.8	6.5	8.7	20.0	31.1	7.7

単位:km

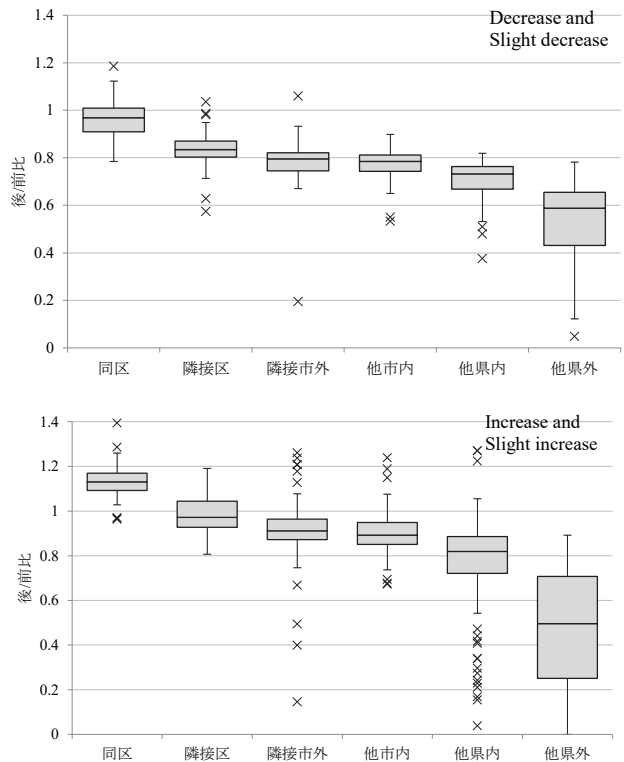


図-9 位置関係別クラスター別自治体単位の滞在人口変化率箱ひげ図（15時台）

隣からの来訪者は減少しにくく、遠方からの来訪者は減少しやすいことを確認できた。

4. おわりに

本研究では、COVID-19の感染拡大により商業集積地の来訪パターンがどのように変化したのかを明らかにすることを目的とし、交通ビッグデータを用いて政令市等の20地域における商業集積地の滞在人口の変化を分析した。その際、「15分都市」に対する関心が高まっている状況を踏まえ、商業集積地と居住地との位置関係にも着目した分析を行った。本研究で得られた主な知見は以下のとおりである。

- 全体では滞在人口が減少しているが、位置関係の中でも同区では増加している。この増加は自宅に

滞在する人口を含む可能性があるが、同区の商業集積地以外の地区から来訪した人口が含まれると考えられる。

- 都市圏別に位置関係別の変化を分析した結果、東京都市圏では他県外の割合が大きく、地方中核都市圏や地方中核都市圏では同区や隣接区の割合が比較的大きいことや、地方中核都市圏では同区においても感染拡大後の滞在人口がもわずかに減少するなど、都市圏による違いが存在することが確認できた。
- 滞在人口の時系列的な変化傾向をもとに分類したクラスター別に分析した結果、感染拡大後に滞在人口が増加するクラスターでは同区の増加が大きく、隣接区も増加または横ばいであること、滞在人口が横ばいあるいは減少するクラスターでは同区以外の位置関係の構成率が大きく、それらの減少量も比較的大きいことが確認できた。
- 位置関係別の距離を分析した結果、隣接区と商業集積地間の平均距離は 3.8km であり、自転車（速度 15km/h）で移動する場合にはおおよそ 15 分で到達できる。「15 分都市」を念頭に考えると、感染拡大後も同区や隣接区からの滞在人口が減少しにくい商業集積地では、周辺地域の居住者の生活を支える役割が相対的に高まっている可能性がある。こうした実態を踏まえた都市計画の考え方も検討する余地があると考えられる。

今後の課題として次のことが挙げられる。本研究では都市圏別の分析など、メッシュを大きな地域に集計して分析を行ったが、言うまでもなく都市圏の中でも様々な地区がある。個々の商業集積地の立地環境を考慮し、それらとクラスターや隣接関係の関係や、滞在人口の変化の違いなどについて詳細な分析を行うことが求められる。

謝辞：本研究で使用したモバイル空間統計のデータは、株式会社ドコモ・インサイトマーケティングよりご提供いただいた。本研究は東大 CSIS 共同研究 No.972 の一部として実施し、本研究の一部は科研費（20K14856, JP19K15185）の助成により行われた。ここに記し、心より感謝を申し上げる。

補注

- (1) 「モバイル空間統計」は株式会社 NTT ドコモの登録商標である。

参考文献

- 1) Petersen, E., Wasserman, S., Lee, S. S., Go, U., Holmes, A. H., Abri, S. Al, McLellan, S., Blumberg, L., & Tambyah, P.: COVID-19—We urgently need to start developing an exit strategy. *International Journal of Infectious Diseases*, 96, 233–239, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.035>Petersen et al.
- 2) Li, B., Peng, Y., He, H., Wang, M., & Feng, T.: Built environment and early infection of COVID-19 in urban districts: A case study of Huangzhou. *Sustainable Cities and Society*, 66(August 2020), 1–10, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102685>
- 3) Shaer, A., Rezaei, M., Moghani Rahimi, B., & Shaer, F.: Examining the associations between perceived built environment and active travel, before and after the COVID-19 outbreak in Shiraz city, Iran. *Cities*, 115(May), 103255, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103255>
- 4) Malik, R., & Zdyb, A.: Containing the Spread of Covid-19 Through Spatial Planning: The Case of Warsaw. In A. Visvizi, O. Troisi, & K. Saeedi (Eds.), *Research and Innovation Forum 2021* (pp. 279–294), 2021.
- 5) van Wee, B., & Witlox, F.: COVID-19 and its long-term effects on activity participation and travel behaviour: A multiperspective view. *Journal of Transport Geography*, 95(May), 103144, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103144>
- 6) Parady, G., Taniguchi, A., & Takami, K.: Travel behavior changes during the COVID-19 pandemic in Japan: Analyzing the effects of risk perception and social influence on going-out self-restriction. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100181, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100181>
- 7) Eom, S., Jang, M., & Ji, N.-S.: Human Mobility Change Pattern and Influencing Factors during COVID-19, from the Outbreak to the Deceleration Stage: A Study of Seoul Metropolitan City. *The Professional Geographer*, 74(1), 1–15, 2022.
<https://doi.org/10.1080/00330124.2021.1949729>
- 8) Hu, S., Xiong, C., Yang, M., Younes, H., Luo, W., & Zhang, L.: A big-data driven approach to analyzing and modeling human mobility trend under nonpharmaceutical interventions during COVID-19 pandemic. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 124(January), 102955, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102955>
- 9) Eom, S., Nishihori, Y.: Investigation on visiting pattern change in commercial areas during COVID-19: A case study of 21 of cities in JAPAN, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (Accepted)
- 10) 巖先鏞, 長谷川大輔, 相尚寿: 滞在人口から見た商業集積地区における活性度の評価, 地理情報システム学会講演論文集(CD-ROM), 2021.
- 11) Akiyama, Y., Sengoku, H., Tanaka, H., & Shibasaki, R.: Development of Commercial Accumulation Polygon Data Throughout Japan Based on the Digital Classified Telephone Directory. *Conference Proceedings of 12th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, 2011.
- 12) Aghabozorgi, S., Seyed Shirkhorshidi, A., & Ying Wah, T.: Time-series clustering - A decade review. *Information Systems*, 53, 16–38, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.is.2015.04.007>

(Received July 1, 2009)
(Accepted November 1, 2009)

HOW HAS THE HUMAN MOBILITY IN COMMERCIAL AREAS CHANGED DUE TO THE COVID-19 PANDEMIC ?

- FOCUSING ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF RESIDENCE -

Yasuhide NISHIHORI, Sunyong EOM

This study aims to clarify how the visit pattern of human mobility in the commercial area changed during the COVID-19 pandemic considering the spatial distribution of visitors' residences. We clarified change patterns of floating population in the commercial area by applying time-series clustering and investigated the features of each pattern focusing on the spatial distribution of residence.

The major findings are as follows: First, human mobility change patterns can be classified into five patterns: significant decrease cluster, slight decrease cluster, no change cluster, slight increase cluster, and significant increase cluster. Second, the floating population from the same ward with commercial areas increased, and the floating population from the adjacent ward did not significantly decrease. The average distance to the adjacent ward is 3.8km, which is about 15 minutes by bicycle. It suggests the increased importance of local commercial centers to supporting the daily activities of neighboring residents.