

# COVID-19が熊本繁華街での2020年の 夜間行動パターンに与えた影響分析

福嶋 謙吾<sup>1</sup>・円山 琢也<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 学生員 熊本大学 工学部社会環境工学科 (〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2丁目39番1号)

<sup>2</sup> 正会員 熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター准教授

(〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2丁目39番1号)

E-mail: takumaru@kumamoto-u.ac.jp (Corresponding Author)

COVID-19の影響により2020年は世界中で人々の行動が変化した。日本の都市部におけるこれらの変化を報告例は多いが、地方部におけるこれらの影響を調査した研究は少ない。本研究では、モバイル空間統計を使用して、熊本市の繁華街における人の夜間行動パターンの変化を分析する。2019年1月からと2020年12月までの2年間のデータを比較することで、平常時の2019年と比較して2020年の繁華街への来訪者数が大きく変化したことが示された。また、性年代別に行動パターンの変化は異なり、男性より女性の滞在人数の減少が大きい傾向にあり、高齢者ほど感染者数の人数に関係なく、滞在人数が少なくなる傾向にあることが分かった。

**Key Words:** mobile phone, downtown, pandemic, COVID-19

## 1. はじめに

### (1) 背景と目的

COVID-19の影響により2020年は世界中で人々の行動パターンが変化した。日本の都市部におけるこれらの変化を報告例は多いが、地方部におけるこれらの影響を調査した研究は少ない。このような感染症発生時と、それへの対策に応じて、人々がどのように行動パターンを変化させるのかを把握することは、施策の改善に有効な示唆を与えると考えられる。

本研究では、モバイル空間統計<sup>®</sup>(MSS)を使用して、熊本市の繁華街における夜間の行動変化のパターンを分析する。MSSは、携帯電話の位置データを基に作成され、性別、年代、居住地情報を使用して滞在人口の時空間分布を推定するものである。熊本市の繁華街での行動パターンを夜間に限定して分析することで、多くの感染拡大が見られる繁華街を訪れる人の特徴や変化パターンを明らかにすることを目的とする。

### (2) 既存研究のレビューと本研究の位置づけ

MSSデータを用いた滞在人口の特性に関する研究は多く報告されている。例えば、清家<sup>ら</sup>は商業実態アンケート調査とMSSを組み合わせることで、拠点地区へ広域からの来街特性や、男女別年代別の滞在動向、イベントの集客効果などを簡易に把握できることを示している。

また、吉岡<sup>ら</sup>は、熊本地震発生時の地域間移動特性を分析することで、熊本地震発生後に熊本県外居住者の滞在人口が増加したことを明らかにしている。これらの研究では、MSSの居住地データを利用し、人口の流入の分析を行っている。その結果、特定のイベントが与える対象地域の人口動態への影響や、人口構成に与える変化パターンを明らかにしている。

COVID-19によって人々の行動パターンがどのように変化したかを、MSSを利用して分析事例も多く報告されている。Arimura *et al.*<sup>3)</sup>は、札幌駅周辺と繁華街の人口密度を算出し、駅の近くのビジネス街や、ショッピングモールで人口密度が大きく減少したことなど、札幌市内の人々の行動パターンの変化を示している。また、Hara and Yamaguchi<sup>4)</sup>は、緊急事態宣言前後の期間で、日本全国の都道府県ごとに滞在人数の変化を分析することで、大都市と地方都市の行動パターンの違いや、政府による強い規制がなくても、日本人は外出を自粛する傾向があったということを明らかにされている。これらの研究では、滞在人数のみのデータを使用することで、COVID-19が都市部地域に与えた影響を明らかにしている。また、Yabe *et al.*<sup>5)</sup>も、Yahooの災害警戒アプリから得た人口統計データを用いることで、東京におけるCOVID-19による影響を分析し、人々の移動度の低下と感染者数の低下には相関関係があるということを明らかにしている。しかし、MSSの性年代別のデータに着目して、地方部におけ

るCOVID-19の影響を分析した例は少ない。

本研究では、2019年と2020年の熊本市内の繁華街の滞在者の性別・年代別データを用いて分析を行う。対象を熊本市内で最も滞在人数が多いメッシュに絞ることで、性別・年代別にも十分なサンプル・サイズを基にした分析が可能となる。これまでの研究が十分とは言えない性別・年代別の行動パターンの変化特性を明らかにすることで、性別・年代別の対策立案への示唆を得ることを試みる。

### (3) 本研究の構成

ここで、本研究の構成を述べる。ここまでは、第1章では、本研究の背景と目的と、既存研究のレビューと本研究の位置づけを述べた。第2章では、モバイル空間統計の特性や対象地域、分析手法を述べる。第3章では、性年代の集計値をについて、曜日別時間帯別の滞在人数を分析する。第4章では性別の、第5章では性年代別の分析を行う。最後に、第6章で本研究から得られた成果と今後の展開をまとめる。

## 2. 使用データと分析手法

### (1) データの特性

本研究で利用するMSSデータは、基地局レベルの携帯電話の位置情報を使用して、500mメッシュ上の人口分布、遷移、および構成を推定するデータである<sup>9)</sup>。MSSは、24時間365日、1時間ごとに全国の滞在人口の把握が可能である。表-1<sup>7)</sup>にMSSと類似するほかのデータと比較を示す。Wi-Fiデータや混雑統計などのGPSデータでは、特別なアプリのダウンロードや、Wi-Fiへの接続、

GPSをオンにするなど、対象者への負担が懸念点であった。MSSはユーザーへの負担も少ないというメリットがある。また、データの取得数や頻度が、ほかのデータより多いということが分かる。取得頻度に関しては、Wi-Fiデータや混雑統計でも同様の頻度であるが、サンプル数に関しては格段に多い。エリアの詳細さという点では、類似した他のデータに劣るが、単純な人口統計、人口構成などを知りたい際には、十分なエリアといえる。しかし、MSSでは、PT調査のように個人単位で行動軌跡を追うことや、行動目的、移動手段などは把握することが出来ないというデメリットが存在する。そのため、何を明らかにしたいかという目的に応じて統計データを使い分けることが重要である。

対象となる人口の年代は15歳から79歳で、携帯電話の普及率が低い14歳以下と、80歳以上は除かれている。携帯電話所持率が低い年代、すなわち、60代や70代などでも、若い世代と比較して、実際の滞在人数と誤差が生じやすい。

また、MSSは、非識別化処理、集計処理、秘匿処理の3つの手順を踏むことでプライバシーを保護している<sup>9)</sup>。非識別化処理では、個人を特定しうる情報の排除を行う。具体的には、名前や生年月日、電話番号などの情報を除去し、性別と年代、居住地(市区町村のみ)の属性データに変換する処理である。集計処理では、地域ごとのドコモの携帯電話の普及率をもとに、人数の拡大を行う。秘匿処理では、少人数のデータの除去を行う。具体的には、拡大したメッシュ内の滞在人数が、少人数であるとき、そのメッシュのデータは除去され、滞在人数は0人である状態と同じ扱いとなる。

表-1 モバイル空間統計と類似したデータとの比較

調査データ	対象	データ取得	サンプル数	エリア	エリアの詳細さ	属性
モバイル空間統計(基地局データ)	国内居住者	24時間365日(電源ONのみ)	8,000万	全国	125mメッシュ～	性別、年代、居住エリア、業種、家族構成、趣味・関心、など
	訪日外国人		1,200万		1kmメッシュ～	国と地域、滞在日数、出入国空港など
Wi-Fi データ	国内居住者	24時間365日電源ONに加えアプリ/Wi-Fi続が必要)	-	Wi-Fiスポットの設置	100mメッシュ～	性別、年代など(許諾内容による)
	訪日外国人		170万～	エリア		国と地域など(許諾内容による)
混雑統計(GPSデータ)	国内居住者	24時間365日(電源ONに加えアプリ/GPSONが必要)	50万～	全国	100mメッシュ～	性別、年代、など(許諾内容による)
	訪日外国人		10万～		125mメッシュ～	国と地域、訪日目的など(許諾内容による)
国勢調査	国内常住者	5年に1回	全世帯	全国	町丁目レベル(500mメッシュ有)	性別、年代、職業、家族・居住状況、学歴など
通行量調査	-	調査期間	調査エリアの通行人	特定のエリア		性別、年代(目測)

出典) モバイル空間統計HP

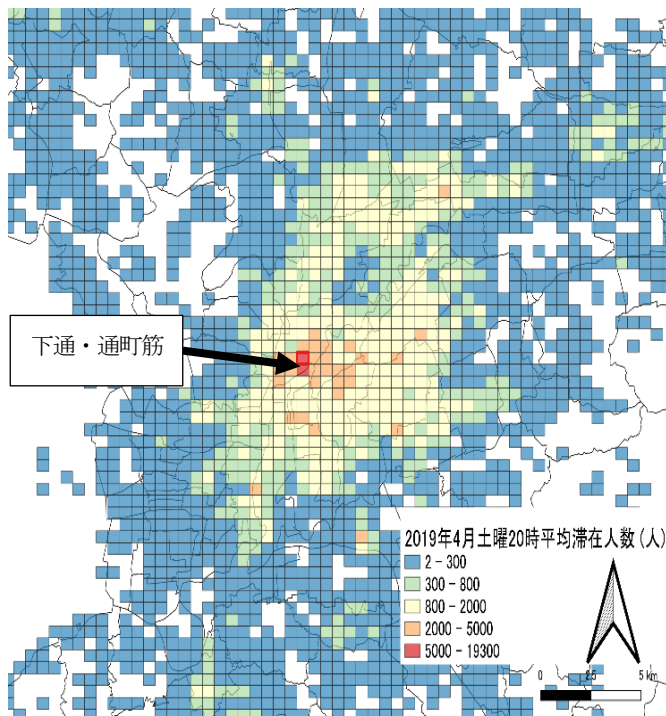


図-1 対象地域の位置と平均滞在人数(2019年4月土曜20時)

表-2 対象メッシュ内の性別就業者数と居住人口

	男性	女性
就業者数(人) (男女比)	6,673 (42.7%)	8,955 (57.3%)
居住者数(人) (男女比)	104 (39.8%)	147 (56.3%)

出典) 2016年経済センサス<sup>17)</sup>, 2015年国勢調査<sup>18)</sup>

表-3 メッシュ内の主要ホテルの客室数と従業員数<sup>14)~16)</sup>

	客室数(人)	従業員数(人)
熊本ホテルキャッスル	179	255
熊本ホテル日航	191	370

## (2) 対象地域

本研究で対象とするエリアは、熊本市の繁華街である下通・通町筋(4次メッシュコード: 493015662)とする。COVID-19の感染源として、飲み会や会食、カラオケ、夜の街などの行動が原因だと考えられる事例が多く発生している<sup>9)</sup>。また、このエリアは図-1を見ても分かるように、通常時、多くの人を訪れるエリアである。対象地域は、居酒屋やデパート、カラオケなどが立ち並ぶアーケード街であり、また、市役所や郵便局、バス停などの公共施設が立ち並ぶ場所でもあるため、中高生からお年寄りの方々まで、幅広い年代層の人が訪れる場所であるからである。さらに、大規模なホテルが箇所存在するため、出張や旅行で来訪して宿泊する人も存在する。よって、データ数が豊富だけでなく、居住者ではなく来訪している人の行動パターン変化の考察が行いやすい場所である。これらを踏まえて、このエリアを対象地域とす

表-4 熊本へ影響を与えた COVID-19 関連の 2020 年の出来事

日付(2020年)	大きな出来事
1月6日	中国の科学者グループが武漢で原因不明の肺炎を発見
1月14日	WHOがCOVID-19を確認
1月15日	日本国内で初めてCOVID-19の感染確認
2月3日	COVID-19の集団感染が発生したクルーズ船が横浜港に入港
2月21日	熊本県内で初めての感染者確認
3月29日	志村けんさん死亡
3月31日	熊本市内の馬肉料理店店主がCOVID-19に感染したことを自ら公表
4月7日	7都府県に緊急事態宣言
4月10日	COVID-19による死亡者熊本県内初確認
4月16日	緊急事態宣言が全国に拡大し、熊本も緊急事態宣言の対象となる
5月14日	39県で緊急事態宣言解除
5月21日	関西2府1県で緊急事態宣言解除
5月25日	全都道府県で緊急事態宣言解除
7月4日	球磨川氾濫による水害発生
7月22日	Go To Travelが東京都以外で開始
7月26日	熊本県内の造船所で感染者118名の大規模クラスターが発生
9月7日	大型台風である台風10号が九州に直撃
10月19日	Go To Eatが熊本県内で開始
12月25日	県内の介護老人保健施設で感染者89名のクラスター発生
12月28日	Go To Travelが一時停止

注) カクヨムHP<sup>10)</sup>, 熊本日日新聞社HP<sup>11)</sup>, 西日本新聞社HP<sup>12)</sup>をもとに筆者作成

る。対象メッシュの性別就業者数と居住人口を表-2に、メッシュ内の2か所の主要ホテルの客室数と就業者数を表-3に示す。

## (3) 分析手法

本研究の分析対象期間は2019年1月1日から2020年12月31日までとする。これは、通常時の2019年と、COVID-19が流行し、人々の行動パターンが変化した2020年を比較することで、COVID-19の影響を明らかにするためである。2020年1月以降に熊本で発生したCOVID-19関連の出来事をまとめたものが表-4である。

また、時間帯を17時から23時に限定する。このように限定することで、業務終了後の人々の行動パターンの変化に注目する。さらにデータを月曜日から木曜日、金曜日、土曜日、日曜日の4つに分類して分析を行うことで、曜日別の特徴も明らかにする。

## 3. 2019年と2020年の曜日・時間帯別比較

本章では、2019年と2020年のデータを比較することで、曜日別、時間帯別の変化を明らかにする。まず、図-2から図-5に、月曜日から木曜日、金曜日、土曜日、日曜日それぞれで17時から23時までの滞在人数の推移を示す。

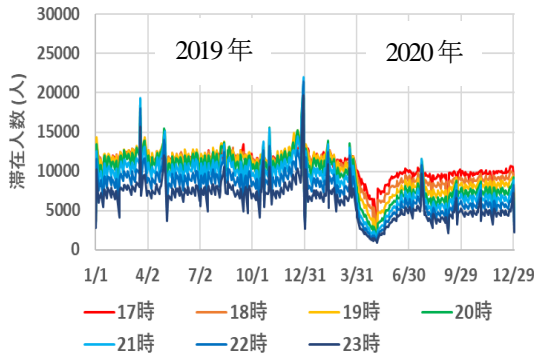


図-2 月曜日から木曜日の時間帯別滞在人数の推移

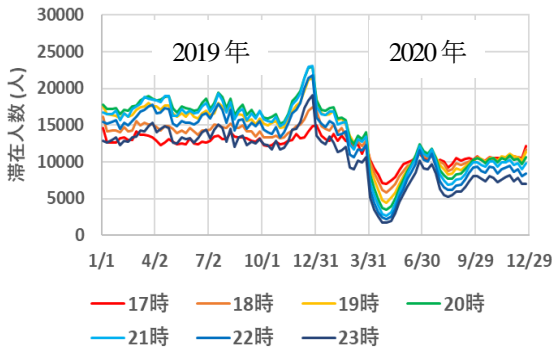


図-3 金曜日の時間帯別滞在人数の推移

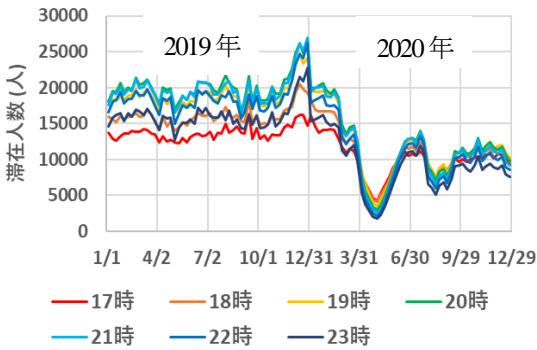


図-4 土曜日の時間帯別滞在人数の推移

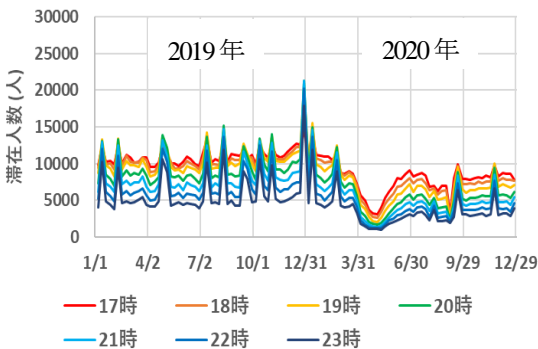


図-5 日曜日の時間帯別滞在人数の推移

また、図-6に2020年に熊本県内で発生した日単位COVID-19新規感染者数の推移を示す。まず、図-2から図-5よ

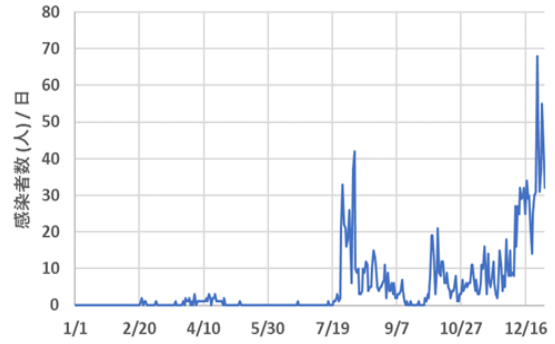


図-6 熊本県内日単位COVID-19新規感染者数(2020年)

出典)NHK特設サイト<sup>13)</sup>

表-5 2019年と2020年の滞在人数増減要因まとめ

	増加要因	減少要因
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年末年始</li> <li>・祝前日</li> <li>・お盆</li> <li>・ハロウィン</li> <li>・クリスマス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年末年始</li> <li>・連休最終日</li> <li>・単独の祝日</li> </ul>
2020 (1月～2月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年始</li> <li>・祝前日</li> <li>・連休の中日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年始</li> <li>・単独の祝日</li> <li>・連休最終日</li> </ul>
2020 (3月以降)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・祝前日(6-7月中旬)</li> <li>・連休の中日(6-7月中旬)</li> <li>・ハロウィン</li> <li>・クリスマス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有名人の死亡</li> <li>・緊急事態宣言</li> <li>・県内で大規模クラスター発生</li> <li>・台風</li> </ul>

り、どの曜日でも2019年と比較して2020年3月以降の滞在人数は、COVID-19の感染拡大により大きく減少していることが分かる。これ以降では、時間帯と曜日ごとに分析し、比較を行う。

(1) 曜日比較

平常時の2019年では、土曜日、金曜日、日曜日、月曜日から木曜日という順番で夜間の滞在人数が多い。しかし、2020年では、どの曜日でも滞在人数に変化が少ない、もしくは月曜日から木曜日の人口がほかの曜日よりも多いという時期も存在する。具体的には、3月の下旬から5月中旬で、曜日による滞在人数の差がほとんどなくなっている。さらに、2019年では、滞在人数の大きな増減が数時点で確認できる。2020年でも確認はできるが、2019年より短期的な滞在人数の増減は少なく、増減の幅も小さくなっている。2019年と2020年の滞在人数の増減要因を表-5にまとめる。COVID-19感染拡大後の滞在人数増減要因は、通常時と比較して異なるものとなっている。特に、緊急事態宣言や大規模クラスターの発生時などに、滞在人数の大きな減少が確認できた。しかし、COVID-19感染者が増加している11月以降でも、あまり滞在人数が減少しておらず、感染者の少なかった9月からほとんど変化がないことが分かる。

## (2) 時間帯比較

つぎに、2019年と2020年それぞれの時間帯別の滞在人数に注目する。まず、2019年では月曜日から木曜日、日曜日のピーク時間は17時、金曜日と土曜日では20時か21時であることが分かる。しかし、2020年は異なる特徴を示している。2020年では、金曜日でも6月中旬から7月中旬以外の期間では17時がピーク時間となり、時間帯が遅くなるほど滞在人数が減少している。また、土曜日でも3月下旬から5月末、7月下旬から8月下旬の期間以外では同様の傾向が確認できた。

さらに、2019年と比較して2020年は、時間帯別の滞在人数の差が小さくなっていることが分かる。この傾向は、特に金曜日と土曜日で強い。2019年では、滞在人数が、18時から19時の間に大きく増加し、21時から22時の間に大きな減少が確認できる。また、新年会や忘年会などの年末年始シーズンやハロウィンなどの時期では23時でも滞在人数が多いことが分かる。しかし、2020年3月以降は、時間帯が変わることによる、大きな滞在人数の増減が確認できず、感染者の少なかった6月から7月中旬のみで23時まで滞在人数が多い時期が確認できないことが分かる。さらに、2020年で最も滞在人数が少なかったのは、5月7日23時の914人であった。この時期は、緊急事態宣言下でほとんどのお店が休業中と想定されるが、表-2の居住者数の合計である251人よりも663人多い数字となる。

## (3) 考察

当該地域への来訪者数が少ない時期は熊本県内のCOVID-19新規感染者数が多数報告されている時期(図-6)である。緊急事態宣言の発令時や、有名人の死や感染者数の増加などの、これまで起こったことがないようなイベントが身近で起こった際には繁華街を訪れる人が大きく減少している。

また、緊急事態宣言下においても、メッシュ内居住者数より滞在人数が600人以上も多いことに関しては、メッシュ内のホテルの存在が関係していると推測できる。メッシュ内の代表的なホテルであるでは、緊急事態宣言下でもディナーやルームサービスの停止はしていたが、宿泊は可能であった。そのため、出張で熊本を訪れて、宿泊していた人も一定数いたと推測できる。また、お店は休業していてもCOVID-19に対する対応を行うため、お店や市役所に業務のために滞在していた人が存在していたことも最小の滞在人数が居住者数よりも多いという要因であると推測できる。

さらに、感染者数が徐々に増加している10月以降でも、繁華街の滞在人数は、9月からほとんど変化がない。この要因としては2つあると推測できる。1つめは、Go To EatやGo To Travelキャンペーンである。これらのキャン

ペーンは経済を活性化させるために行われたものである。表-2より、熊本でも2020年7月22日からGo To Travel、同年10月19日からGo To Eatが開始されている。これらのキャンペーンの影響で、熊本県内の感染者が少ない時期に旅行や飲み会で繁華街を来訪する人が増加したと推測できる。2つ目は、熊本県内のCOVID-19感染者が増えたことで、繁華街を訪れることを自粛する人も増加したことである。これら2つの要因が打ち消しあったことで、COVID-19感染者が増えた10月以降でも、滞在人数が変化しなかったと推測できる。

また、2019年と比較して2020年で急な滞在人数の増減が減少したことに関しては、祝日の過ごし方に変化と推測できる。実際に、2019年では、連休の中日の滞在人数が、普段の金曜日と土曜日の間くらいとなっている。しかし、COVID-19拡大後、祝日や連休の中日でも滞在人数は増加している。これは、2つの要因が考えられる。1つ目は、感染リスクを避け、外出しない人が増加したことである。2つ目は、1日休日のため、夜間ではなく昼間に滞在して夕方には帰る人が増加したことである。これらの要因が重なったことで、祝日や三連休の中日の滞在人数の増加が確認できなくなったと推測できる。

## 4. 2019年と2020年の性別比較

本章では、前章の分析のうち性別差を明らかにする。なお、この先の分析結果は、全体を比較したうえで、滞在人数の変化が特徴的だった17時と20時の時間帯のみを記載する。図-7から図-14は、2019年と2020年それぞれの各曜日・時間帯の男女別滞在人数の推移を示している。具体的には、図-7と図-8は月曜日から木曜日、図-9と図-10は金曜日、図-11と図-12は土曜日、図-13と図-14は日曜日の結果を示す。

### (1) 性別ごとの特徴

まず、2019年と比較して、2020年の20時では、男女の人数差が縮まっていることが分かる。しかし、17時では20時ほどの縮まり方はしていない。すなわち、夕方までは、男女共に同じような滞在人数の変化の仕方を行っているが、夜間になると滞在人数の変化に男女差が存在するということである。具体的には、2019年と比較すると、男性のほうが女性よりも夜間に繁華街を訪れる人が減少したことが明らかになった。

さらに、時間帯別に男女で変化の仕方が異なる時期も存在する。まず、17時に関しては、金曜日と日曜日に男女差が確認できる。金曜日では、緊急事態宣言が解除された5月中旬から7月中旬の時期に男女差が確認できる。具体的には、滞在人数が増加するときには、女性のほうがより増加し、減少するときには、男性のほうがより減

少しているという傾向が確認できる。さらに、日曜日では、同じ時期に女性の滞在人数が増加しているにも関わらず、男性はほとんど変化がないということも確認でき、**図-6**より、この時期は熊本県内の感染者が少ない時期であることも分かる。

つぎに、20時は金曜日の9月以降に男女差が確認できる。具体的には、男性の滞在人数は、増減を繰り返しているが、女性の滞在人数は、ほとんど変化していないことが分かる。また、2019年と2020年の全曜日で17時は、男性よりも女性の滞在人数が多いことが分かる。しかし、20時になると男性のほうが女性よりも滞在人数が多くなっている。すなわち、17時から20時にかけての行動パターンに男女差があるといえる。

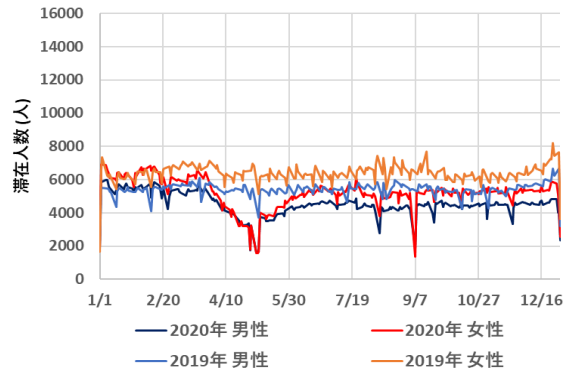
**(2) 17時から20時の変化の男女差**

ここでは、(1)で言及した17時から20時にかけての男性と女性の人数変化の違いを曜日の視点から明らかにする。17時から20時にかけての滞在人数の変化の仕方は、曜日ごと、さらに2019年と2020年で異なることが確認できる。まず、通常時の月曜日から木曜日といった、当日も翌日も仕事がある曜日の17時と20時の滞在人数の差を男女別に確認する。2019年では、男性の滞在人数が、わずかに増加し、女性は減少していることが分かる。しかし、感染拡大以降は、男女ともに減少している。

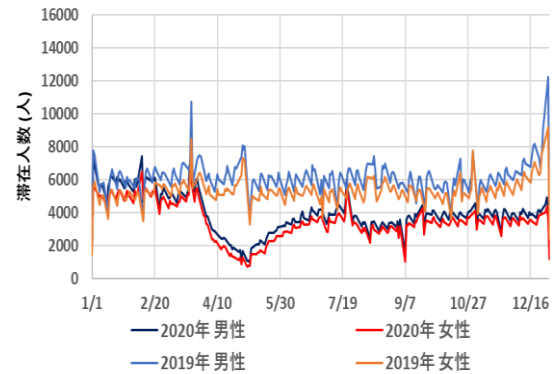
次に、金曜日と土曜日のような翌日が休日の曜日に着目する。2019年では、17時から20時にかけて、男女ともに滞在人数が、大きく増加していることが分かる。特に、男性は、年末年始やゴールデンウィークでなくとも急激に滞在人数が増加している。しかし、2020年になると、男女で行動パターンに差が確認できる。男性は、増加人数こそ減少しているが、感染拡大後も滞在人数は増加している。それに対して、女性は、17時から20時にかけて、滞在人数が、変化なしに減少していることが分かる。また、日曜日は、通常時でも男女ともに変化なしに減少傾向にある。その傾向が感染拡大後強まり、滞在人数は男女ともに減少している。

**(3) 考察**

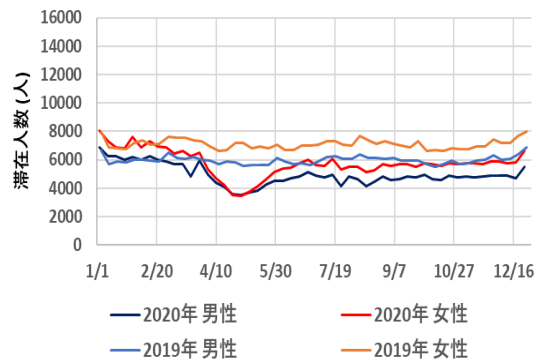
まず、17時の滞在人数で女性のほうが、男性よりも多いのは、2つの要因が考えられる。1つ目は、メッシュ内就業者が、女性のほうが多いからである(**表-2**)。よって、17時では、業務関係でまだメッシュ内に滞在している女性が、多かったため、滞在人数は男性よりも女性のほうが多いと推測できる。2つ目は、繁華街の来訪目的の違いによる差である。具体的には、女性は、買い物やランチなどの目的で来訪する人が多いため、デパートやアパレルショップなどが開いている昼間に繁華街を訪れる人が、男性よりも多いと考えられる。それに対して、男性



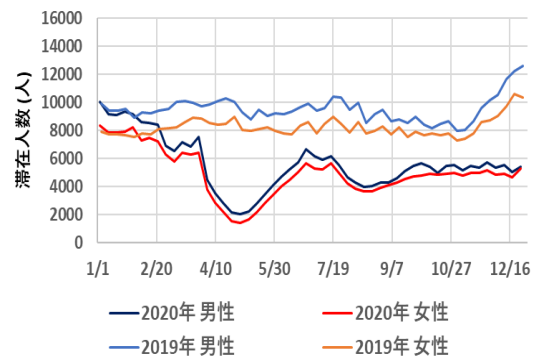
**図-7** 月曜日から木曜日 17時の男女別滞在人数の推移



**図-8** 月曜日から木曜日 20時の男女別滞在人数の推移



**図-9** 金曜日 17時の男女別滞在人数の推移



**図-10** 金曜日 20時の男女別滞在人数の推移

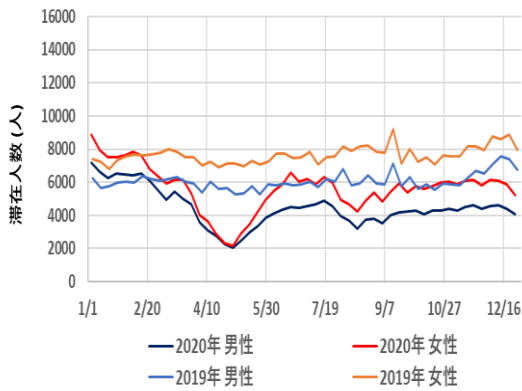


図-11 土曜日 17時の男女別滞在人数の推移

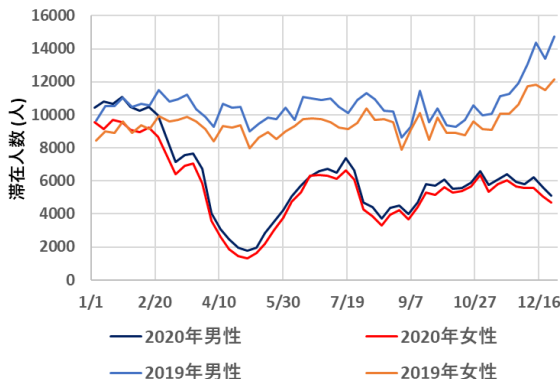


図-12 土曜日 20時の男女別滞在人数の推移

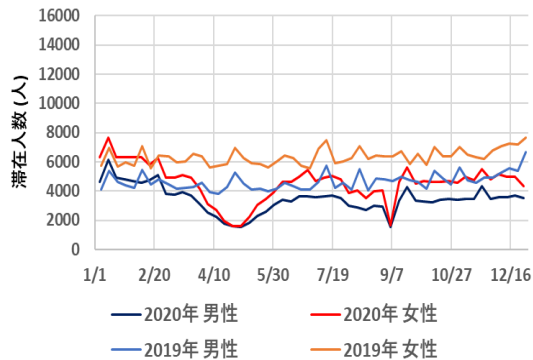


図-13 日曜日 17時の男女別滞在人数の推移

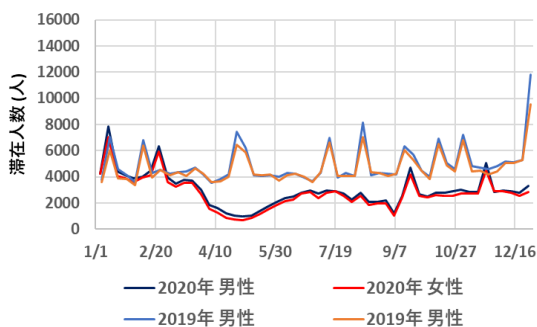


図-14 日曜日 20時の男女別滞在人数の推移

は、飲み会や会食などの目的で来訪する人が多いため、居酒屋が営業を始める夕方以降に訪れる人が多いと推測できる。これら2つの要因が重なって、17時は女性の滞

在人数が多く、20時では男性のほうが多くなると考えることができる。なお、表-2より、メッシュ内の居住者も女性の方が多いが、男女合計数は261人と少ないため、今回の分析に大きな影響があったことは考えにくい。

さらに、9月以降、金曜20時に滞在人数の変化に男女差が確認できた要因は3つあると推測できる。1つ目は、Go To Eatキャンペーンである。このキャンペーンが、もともと飲み会や会食を目的に来訪することが多い男性をより繁華街を来訪させたと推測できる。2つ目は、COVID-19に対する危機感の差である。(2)で、感染拡大後、女性のほうが、夜間の外出を自粛する人が増えており、滞在人数が減少し始める時期が男性よりも早いということが分かる。よって、男性よりも女性のほうがリスクを避ける行動をとる傾向にある影響がありうる。3つ目は、業務出張で熊本を訪れて、対象メッシュ内のホテルで宿泊する人が男性の方が多いことも要因となりうる。

## 5. 2019年と2020年の性年代比較

この章では、第4章の性別に加えて、年代別のデータを用いることで、COVID-19による影響の性年代差を明らかにする。図-15から図-26は性年代ごとの2019年から2020年にかけての滞在人数の推移を示している。時間帯は第4章と同様に17時と20時を分析するが、曜日としては、全体を比較した上で、特徴のある月曜日から木曜日と土曜日の2つの曜日を記載する。

### (1) 20代以下の若者世代

図-15から図-18は、15歳から19歳と20代における曜日時間帯ごとの滞在人数の推移である。

#### a) 15歳から19歳

まず、どの曜日時間帯でも女性の方が男性よりも滞在人数が多いことが分かる。これは、2019年と2020年両方に共通している。また、15歳から19歳で確認できるほかの年代と異なる点として、2019年と2020年の滞在人数の男女差がほとんど変化していないことが挙げられる。具体的には、緊急事態宣言時である、4月から5月中旬では男女差が減少しているが、それ以外の時期では、2019年と滞在人数の男女差にほとんど変化が確認できない。さらに、緊急事態宣言が解除された5月中旬以降、各曜日における17時の滞在人数の推移が男女で異なることが分かる。具体的には、女性の滞在人数は、激しく増減を繰り返しているのに対して、男性の滞在人数は、ほとんど一定となっている。実際、女性は、7月下旬の大規模クラスター発生時や9月7日の大型台風直撃、ハロウィン、クリスマス時に滞在人数が大きく増減しているが、男性はそれらのイベントによる滞在人数の増減がほとんど確認できない。しかし、20時ではこの男女差

がなくなって、男女ともに同じような推移をしていることが分かる。

さらに、17時から20時にかけての滞在人数の変化の仕方にも男女差が確認できる。月曜日から木曜日のような翌日にも学校や仕事がある曜日では、男性の滞在人数は変化せず、女性の滞在人数は減少する傾向がある。また、土曜日や祝前日のような翌日が休日の曜日では、女性の滞在人数は変化せず、男性の滞在人数が増加するという傾向がある。これらは、2019年と2020年ともに共通している傾向であった。

b) 20代

20代でもどの曜日時間帯においても女性の方が男性よりも滞在人数が多いことが分かる。しかし、17時の滞在人数の推移では、15歳から19歳と異なる傾向が確認できる。具体的には、緊急事態宣言が解除された後、女性の滞在人数が男性よりも大きく増加しているところまでは、15歳から19歳と同様の傾向であるが、その後の滞在人数の増減幅や増減が確認できる時期に男女差は確認できないという点である。さらに、20時では、滞在人数の男女差が小さくなっていることが分かる。この変化は、女性の滞在人数が男性よりも減少していることによって起きているということが分かる。

また、滞在人数の大きな増減が確認できたイベントは、男女ともに共通している。具体的には、有名人の死や緊急事態宣言解除、ハロウィン、クリスマス、Go To Eat、感染者が少ない時期の連休で増加し、緊急事態宣言や熊本県内での大規模クラスター発生、大型台風直撃時に減少が確認できる。

さらに、20代では、ほかの年代と比較して、20時の人口の増減幅が最も大きいことが分かる。特に、2019年に夜間でも多くの20代が滞在していた土曜日では、2020年の滞在人数増減幅が大きくなっている。これは、図-6と関連させると、熊本県内のCOVID-19新規感染者数が、集中して多く発生している時期に大きく減少。感染者が減少すると大きく滞在人数が増加するという関係性であることが分かる。しかし、10月以降は、感染者数が8月よりも多く発生している日があるにも関わらず、滞在人数は増加傾向であることが分かる。

c) 考察

まず、両年代ともに滞在人数で女性の方が男性よりも多いということに関しては、就業者の男女比が関係していると推測できる。表-2でアルバイトを含めたメッシュ内就業者の男女比で女性の方が多いということを示している。よって、昼間は、市役所やデパートで働く人、夜間でも大学生を中心にアルバイトをしていて、私的目的ではなく、業務目的で繁華街を訪れる女性が男性よりも多かったと推測できる。

また、15歳から19歳の17時における滞在人数の男女

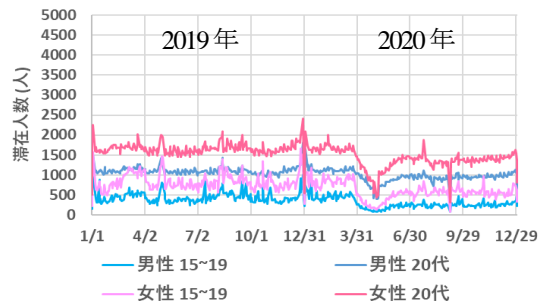


図-15 月曜日から木曜日17時20代以下の男女別滞在人数の推移

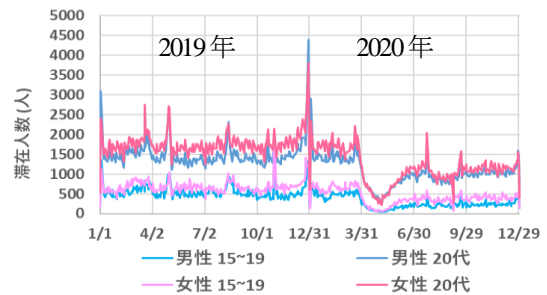


図-16 月曜日から木曜日20時20代以下の男女別滞在人数の推移

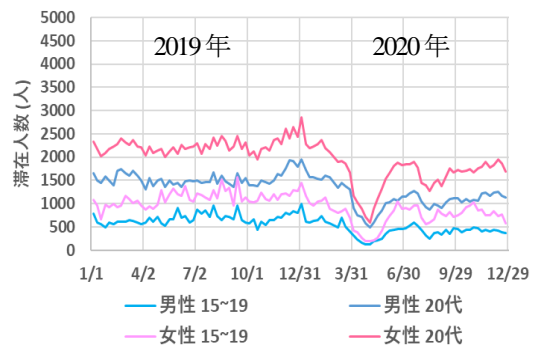


図-17 土曜日17時20代以下の男女別滞在人数の推移

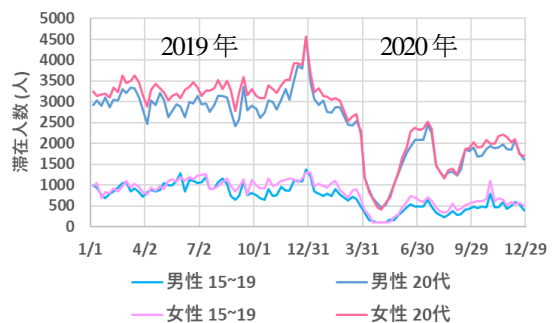


図-18 土曜日20時20代以下の男女別滞在人数の推移

差が2019年と2020年でほとんど変化がないことから、感染拡大後も中高生は普段と同じような行動パターンであった可能性がある。その要因としては、COVID-19に感染しても死亡リスクが低いことがありうる。これは、20代の滞在人数が17時から20時にかけて一番増加して



いることの要因でもあると推測できる。さらに、緊急事態宣言解除後の 17 時において、女性の方が男性よりも滞在人数の増減が多いということに関しては、就業者の男女比に加えて、来訪目的が男女で異なることが要因であると考えることができる。これは、もともと女性が繁華街を訪れる目的で多い、買い物は COVID-19 の感染源としてあまり取り上げられておらず、男性の目的である飲み会やカラオケ、夜の街関連は大きく取り上げられている。よって、ハロウィンやクリスマスなどのイベントであっても男性が、繁華街を訪れにくくなり、男性の滞在人数の増減回数が女性よりも少なくなったと推測できる。また、感染者が多く発生しているにもかかわらず、10 月以降 20 代で滞在人数が増加傾向にあった要因としては、Go To Travel や Go To Eat キャンペーンであると推測できる。20 代は、COVID-19 に感染しても死亡リスクが低く、さらに 1 人暮らしが多いことから身内への感染リスクもほかの年代と比較すると低い。そのため、短時間や少人数での飲み会や会食目的で繁華街を訪れる人が増加したと推測できる。しかし、緊急事態宣言解除後のような大きな滞在人数の増加ではないことから、感染者が増加している時期ということ、自粛していた人が一定数いたということも推測できる。

(2) 30代から50代の中年代

図-19 から図-22 は 30代から 50代の各曜日時間帯における滞在人数の推移を示す。

a) 30代から50代

全年代性別で感染拡大後に滞在人数の減少が確認できる。特に、20 時における滞在人数の減少幅は 17 時より大きい。また、滞在人数は時間帯曜日ごとに異なる傾向を示している。まず、月曜日から木曜日の 17 時では、どの年代性別でも滞在人数に差があまりない。また、休日の 17 時では、年代が若いほど滞在人数が多く、性別では女性の方が男性よりも多いという傾向がある。しかし、20 時の滞在人数は、曜日に関係なく、年代が若いほど滞在人数が多く、性別では男性の方が女性よりも多い。これは、20 時でも女性の滞在人数が多かった 20 代以下と異なる傾向である。

さらに、滞在人数の大きな増減が確認できたイベントでも年代ごとに違いが確認できた。具体的には、全年代で 20 代以下と同様に緊急事態宣言や大規模クラスター発生、大型台風直撃によって滞在人数が大きく減少し、緊急事態宣言の解除や感染者が少ない時の連休、Go To Eat で増加した。しかし、ハロウィンやクリスマスに関しては、40 代以下では増加が確認できたが、50 代では滞在人数の大きな増加は確認できなかった。これは、2020 年に限らず、2019 年でも同様の傾向を示していることから COVID-19 が直接的に影響しているというわけで

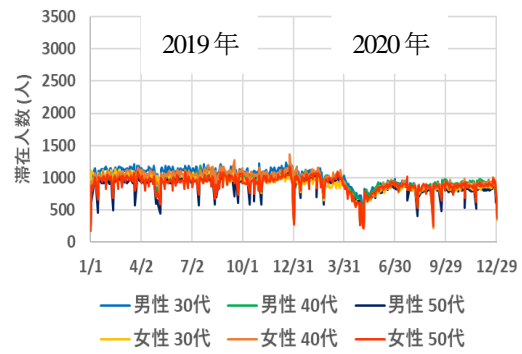


図-19 月曜日から木曜日 17 時 30代から 50代の男女別滞在人数の推移

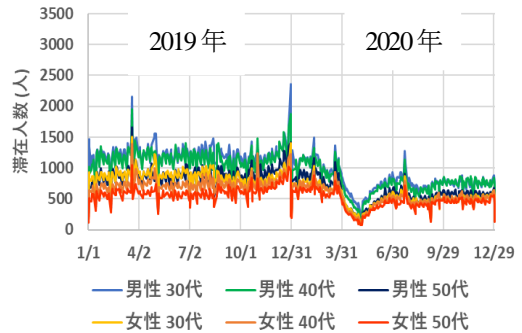


図-20 月曜日から木曜日 20 時 30代から 50代の男女別滞在人数の推移

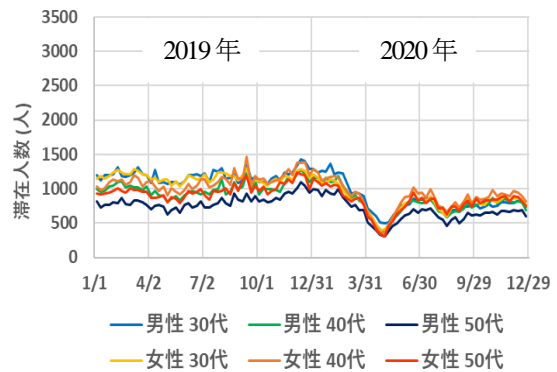


図-21 土曜日 17 時 30代から 50代の男女別滞在人数の推移

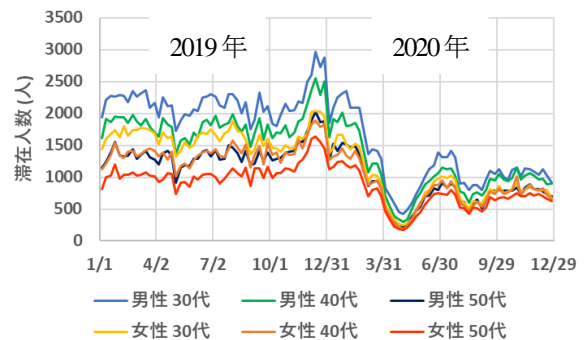


図-22 土曜日 20 時 30代から 50代の男女別滞在人数の推移

はないことが分かる。

また、2020年の17時から20時にかけての滞在人数の変化に性別年代ごとに差が確認できる。具体的には、30代男性と40代男性は月曜日から木曜日で土曜日の両方で滞在人数が増加し、50代男性は、土曜日のみで増加、30代から50代の女性は変化していないか減少していることが分かる。この傾向は、感染者が少ない6月から7月中旬やGo To Eatが開始した10月以降に特に強く表れている。

b) 考察

まず、月曜日から木曜日の17時の滞在人数がどの性別年代もほとんど変わらないのは、昼間に業務を行っている人がまだ滞在しているからであると考えられる。これは、2019年と2020年の月曜日から木曜日における17時の滞在人数が、感染拡大後も、ほとんど変わらないことから推測できる。

また、ハロウィンやクリスマスによる滞在人数の増加が50代で確認できなかったことに関しては、2019年でも同様の傾向を示していることから、50代以降になると、ハロウィンやクリスマスの特別感が薄れる傾向にあると推測できる。その要因としては、50代になると子供が成長して、高校生や大学生、社会人になっている家庭も多く、家族と一緒にそれらのイベントを楽しむ人が、減少することであると考えられる。

さらに、2020年の17時から20時の滞在人数の増加が、男性にしか確認できない時期があることに関しては、飲み会や会食を目的に繁華街を来訪する人が男性のほうが多いことに加えて、出張や業務でメッシュ内のホテルに宿泊する人も男性のほうが女性よりも多いからであると推測される。表-3に示した通り、メッシュ内には大きなホテルが存在している。よって、結婚や出産の影響で女性の就業者が徐々に減少していくこれらの年代では、出張や業務で来訪する人の男女差も要因の1つであると推測できる。

(3) 60代と70代の高齢世代

図-23から図-26は60代と70代における曜日時間帯ごとの滞在人数の推移を示している。どちらの年代ともにCOVID-19感染拡大後ほかの年代ほどではないが、滞在人数が減少していることが分かる。

a) 60代

60代では、土曜日の17時以外の曜日時間帯で男性の方が女性よりも滞在人数が多い。特に、土曜日の20時では男女差が大きい。女性の方が多い休日の17時でもほとんど男女に差はないため、60代では男性の方が繁華街を訪れる人が多いことが分かる。これは17時ではどの曜日でも女性の方が多かった50代以下と異なる点である。

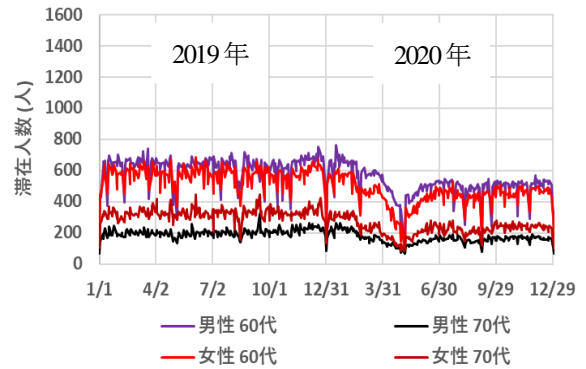


図-23 月曜日から木曜日17時60代以上の男女別滞在人数の推移

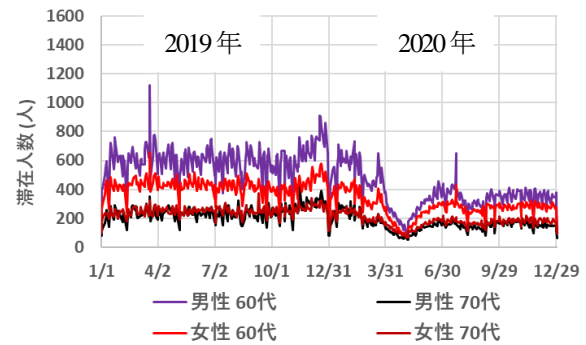


図-24 月曜日から木曜日20時60代以上の男女別滞在人数の推移

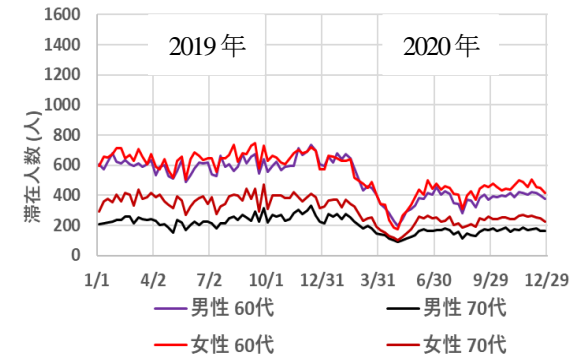


図-25 土曜日17時60代以上の男女別滞在人数の推移

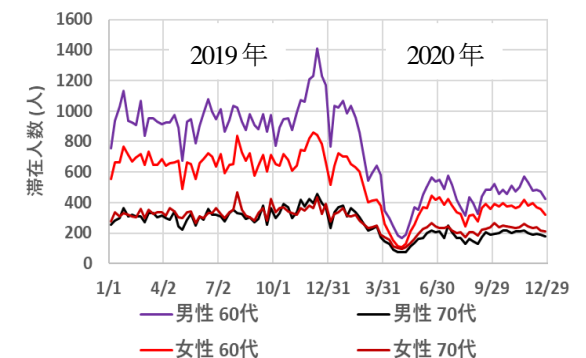


図-26 土曜日20時60代以上の男女別滞在人数の推移

また、滞在人数の大きな増減の要因となったイベントでも 50 代以下との違いが確認できる。具体的には、緊急事態宣言や大規模クラスター発生、大型台風直撃などの時に減少し、緊急事態宣言解除で増加するのは同傾向であるが、感染者が少ない時期の連休や Go To Eat キャンペーン、ハロウィン、クリスマスでは滞在人数の大きな増加が確認できない。

さらに、17 時から 20 時にかけての滞在人数の変化として、土曜日のような翌日が休日の曜日は、感染者が少ない時期に男性が増加、女性は減少している。また、月曜日から木曜日のような翌日が平日の曜日では、男女ともに滞在人数が減少している。これは、50 代の男女と同様の傾向を示していることが分かる。

#### b) 70 代

70 代の大きな特徴としては、土曜日の 20 時以外の曜日時間帯では、女性の方が男性よりも滞在人数が多いということである。男性の滞在人数が多い土曜日の 20 時でも滞在人数の男女差はわずかであるため、70 代では女性の方が男性よりも繁華街を訪れているということが分かる。

さらに、70 代では緊急事態宣言と大規模クラスター発生以外で大きな滞在人数の増減は確認できない。すなわち、COVID-19 の感染者数が少なく、60 代以下では滞在人数が大きく増加している 6 月から 7 月中旬、Go To Eat キャンペーンが開始された 10 月以降でも滞在人数がほとんど変化してないことが分かる。

また、17 時から 20 時にかけての滞在人数の変化でもほかの年代と異なる傾向を示している。70 代は、17 時から 20 時にかけての滞在人数の変化がどの曜日でもほとんどないことが分かる。2019 年では、17 時から 20 時にかけて女性の人数が減少し、男性はほとんど変わらないという傾向があるが、2020 年では男性も女性もほとんど滞在人数が変化していない。

#### c) 考察

60 代以上の人たちで、滞在人数の大きな増減が 50 代以下に比べて少なく、熊本県内の COVID-19 新規感染者数の多寡にかかわらず、滞在人数がほぼ一定となっていたことに関しては、COVID-19 感染時の死亡リスクが 60 代以上になると急激に上昇すること<sup>19)</sup>が要因であると推測できる(表-6)。そのため、感染者があまり出ていない時期でも、COVID-19 感染リスクが高い繁華街を訪れる人が減少したと考えることができる。

さらに、60 代では男性、70 代では女性の滞在人数が多い曜日時間帯が多いことに関しては、退職が関係していると推測できる。男性の方が定年後も働き続ける人が多いため、業務のために繁華街を訪れ、退職後は、繁華街を訪れる機会が減少することで、70 代になると、デパートなどで買い物をするために繁華街を来訪する女性の

表-6 年代別コロナウイルス感染時の死亡率

年代	死亡率(%)
～19歳	0.00
20代	0.01
30代	0.01
40代	0.10
50代	0.29
60代	1.24
70代	4.65
80代	12.00

出典)(2021年12月時点)新型コロナウイルス感染症の“いま”についての10の知識<sup>20)</sup>

滞在人数が多くなると推測できる。

また、17 時から 20 時にかけての変化は、60 代男性は、先ほども述べた通り、まだ働いている人もいるため、50 代以下と同様の傾向を示したと推測できる。しかし、70 代になると、17 時から 20 時にかけてほとんど滞在人数が変化しなくなるのは、退職して、昼間に繁華街を訪れる人が多くなり、17 時よりも前に帰宅する人が増加したからであると推測できる。特に、女性は 2019 年と比較して 2020 年 17 時の滞在人数が減少していることから、来訪する人が減少し、繁華街に滞在する時間が短時間化した傾向にあると考えることができる。

## 6. 結論

本研究では、モバイル空間統計を用いて COVID-19 が熊本市内の繁華街での人々の夜間行動パターンへ与えた影響を分析した。滞在人数のみのデータを用いた 17 時から 23 時までの時間帯別、曜日別の比較では、COVID-19 感染拡大によって、どの曜日でも、繁華街の滞在人数のピーク時間が、2019 年よりも早くなっていることが分かった。また、男性より女性の滞在人数の減少が大きい傾向にあり、高齢者ほど感染者数の人数に関係なく、滞在人数が少なくなる傾向にあることが分かった。より具体的には、以下が成果である。

- 1) 繁華街の夜間における滞在人数は 2019 年と比較して最大で約 18000 人減少しており、その減少幅は、金曜日や土曜日の 20 時等の平常時に多くの人が滞在する曜日時間帯で特に大きい。
- 2) Go To Eat キャンペーンの影響で、熊本県内の感染者数が増加傾向にあった 11 月以降も、滞在人数は、9 月からほとんど変化しない。
- 3) 感染者数が多い時期では、連休や祝前日であっても、滞在人数が増加しない。
- 4) 有名人の死やクラスターの発生など、自分の身近なところで、これまで起こったことのないようなイベ

ントが発生した際に、滞在人数が1週前の同曜日同時刻より最大約30~40%減少した。

- 5) 緊急事態宣言の解除や感染者が少ない時期の連休、Go To Eatキャンペーン、ハロウィンやクリスマスでは、1週前の同曜日同時刻と比較して滞在人数が、約10~20%増加した。
- 6) 感染拡大後、全曜日の17時から20時にかけて女性の滞在人数が男性よりも減少した。
- 7) 金曜日20時における9月以降の滞在人数の推移で、男性は滞在人数の増減を繰り返すが、女性はあまり変化しないという男女差があった。
- 8) 滞在人数の増減幅は、20代が最も大きく、70代が一番小さい
- 9) 60代以上になると、感染者の少ない連休でも滞在人数がほとんど変化しない。

本研究の今後の課題と展望として以下がある。本研究では、性別や年代によってCOVID-19による影響度合いが異なることを明らかにした。具体的には、男性や若者ほど来訪は少なくなる傾向があるということである。よって、パンデミックが再び発生した際には、男性や若者の行動に訴えかける対策の重要性が示唆できる。

本研究の分析結果は、居住地を考慮していない。そのためGo To Travel開始後、多くの県外在住者が旅行で熊本を訪れている影響を考慮できていない。例えば、9月19日から9月22日の滞在人数の増加は、県外在住者が熊本の繁華街を来訪した影響の可能性もある。これらの精査には、居住地を考慮した分析が有用であろう。

本研究は、記述統計による滞在人数やその性別・年代差の分析とその考察にとどまっている。今後、時系列モデルを用いた分析によって、イベントや対策等の効果を把握することも試みたい。

**謝辞**：モバイル空間統計をご提供いただいた(株)ドコモ・インサイトマーケティングに深く感謝いたします。

#### 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す。

#### 参考文献

- 1) 清家 剛, 三牧 浩也, 森田 祥子: モバイル空間統計を活用した都市拠点地区の人口特性分析に係る研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.80, No.713, pp.1625-1633, 2015.
- 2) 吉岡 和弘, 金子雄一郎: 交通ビッグデータとWeb調査に基づく熊本地震発生時の地域間移動特性の分析, 土木学会論文集, Vol. 74, No. 2, I\_165-I\_173, 2018.
- 3) Mikiharu Arimura, Tran Vinh Ha, Kota Okamura, Takumi Asada: Changes in urban mobility in Sapporo city, Japan

due to the COVID-19 emergency declarations, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol.7, 100212, 2020.

- 4) Yusuke Hara, Hiromichi Yamaguchi: Japanese travel behavior trends and change under COVID-19 state-of-emergency declaration: Nationwide observation by mobile phone location data, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 9, 100288, 2020.
- 5) Takahiro Yabe, Kota Tsubouchi, Naoya Fujiwara, Takayuki Wada, Yoshihide Sekimoto, Satish V. Ukkusuri: Non-compulsory measures sufficiently reduced human mobility in Tokyo during the COVID-19 epidemic, *Scientific Reports*, Vol. 10, 18053, 2020.
- 6) 寺田 雅之: モバイル空間統計: 携帯電話ネットワークを活用した人口統計技術とその応用, 日本計算機統計学会論文集, Vol.28, pp.63-66, 2014.
- 7) モバイル空間統計HP, 位置情報などのビッグデータを利用した人口統計情報  
<https://mobaku.jp/about/> (2021年1月20日現在)
- 8) 株式会社NTTドコモ 企業情報HP, モバイル空間統計に関する情報 [https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile\\_spatial\\_statistics/](https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/) (2021年1月25日現在)
- 9) 熊本日日新聞HP, 営業時短要請、クラスター相次ぐ繁華街限定 熊本県知事「ピンポイントで抑える」新型コロナウイルス <https://kumanichi.com/news/id46159> (2021年1月25日現在)
- 10) カクヨムHP, 新型コロナウイルス時系列まとめ <https://kakuyomu.jp/works/1177354054894569620> (2021年2月5日現在)
- 11) 熊本日日新聞HP, 熊本市職員が感染 新型コロナウイルス、指紋との接触なし「白藤苑」クラスターは収束 <https://kumanichi.com/news/id92925> (2021年2月5日現在)
- 12) 西日本新聞HP, 感染の自営業男性は飲食店店主 熊本市月 <https://www.nishinippon.co.jp/item/n/596720/> (2021年2月5日現在)
- 13) NHK特設サイト, 新型コロナウイルス 感染者数 NHK 最新ニュース <https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus> (2021年1月20日現在)
- 14) 熊本ホテルキャッスルHP, 会社概要 <https://www.hotel-castle.co.jp/company/> (2021年2月5日現在)
- 15) 日本旅行HP, 熊本ホテルキャッスル/施設情報 <https://www.nta.co.jp/yado/shisetsu/9418-301.htm> (2021年2月5日現在)
- 16) ホテル日航熊本HP, 会社概要 <https://nikko-kumamoto.co.jp/company> (2021年2月5日現在)
- 17) 総務省 統計局統計調査部経済統計課: 経済センサス-活動調査 (2016年) <http://www.stat.go.jp/data/e-census/2016/index.html> (2021年1月20日現在)
- 18) 政府統計窓口HP, 平成27年度国勢調査 人口など基本集計に関する事項 <https://www.e-stat.go.jp/> (2021年2月3日現在)
- 19) 厚生労働省HP, 新型コロナウイルス感染症の“いま”についての10の知識 <https://www.mhlw.go.jp/content/000712224.pdf> (2021年1月20日現在)

(Received March 7, 2021)

## IMPACT OF COVID-19 ON NIGHTTIME BEHAVIOR PATTERNS IN DOWNTOWN KUMAMOTO IN 2020

Kengo FUKUSHIMA and Takuya MARUYAMA

COVID-19 has dramatically changed the daily lives and movement patterns of humans in cities around the world. However, few studies have fully investigated these effects in local cities in Japan. In this study, we will use mobile spatial statistics (MSS) to investigate changes in human night movement patterns in downtown Kumamoto, Japan. MSS data is based on mobile phone location data and uses gender, age, and place of residence information to estimate the spatiotemporal distribution of the population. Using the data from January 1, 2019 to December 31, 2020, we will clarify the difference from last year in nighttime behavior pattern and the effect of the policy by the Japanese government. These results may help develop countermeasures against pandemics.