

2022年度 統計データ分析コンペティション  
審査員奨励賞 [大学生・一般の部]

周辺環境からみた新型コロナウイルス感染症の  
要因分析

桑名 聖人、松岡 一樹  
(早稲田大学政治経済学部)

# 周辺環境からみた新型コロナウイルス感染症の要因分析

桑名聖人\*1・松岡一樹\*2

\*1: 早稲田大学政治経済学部政治学科

\*2: 早稲田大学政治経済学部経済学科

## 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の感染者は、2020年1月15日に神奈川県で初めて確認され<sup>(1)</sup>て以降指数関数的に増加していき、2022年8月31日時点で日本国内では1870万人を超えた<sup>(2)</sup>。約100年前に世界中で流行したスペイン風邪の感染者数は日本国内で2300万人前後と言われており<sup>(3)</sup>、統計上記録されている中では日本最大のパンデミックであったと言われてしている。新型コロナウイルスの感染者数は現時点でそのスペイン風邪の感染者数の8割を超え、流行は未だ終息の兆しが見えていない。このパンデミックが続く限り、経済活動の停滞・誤情報の拡散・医療の崩壊など様々な悪影響が日本社会にもたらされ続けることは確実である。そのため、新型コロナウイルス感染症の拡大がいかなる環境要因によって引き起こされ、どのような政策によって抑えることができるのか分析することの社会的意義は大きいと考えられる。

新型コロナウイルス感染症の感染拡大に関する要因分析は、パンデミックに入った1年目の2020年の時点から行われており、種々の説明変数を用いて感染者数に回帰する分析が主流となっている。(吉岡, 2021)<sup>(4)</sup>は2020年11月5日までの各都道府県の累積感染者数を用いて、環境面から見た要因分析を行っている。また、(井上・沖本, 2022)<sup>(5)</sup>は新規感染者数と人流の関係を特定するため、Google COVID-19 Community Mobility Reportsが公表した都道府県ごと・カテゴリ別人流指数を用いてワクチン接種率のデータも含めつつインパルス応答分析を行っている。一方で、これらの研究には限界も存在する。井上・沖本(2022)は、人流が新規感染者数に与える影響について分析を行ったが、逆に新規感染者数のデータが人流に与える影響を考慮していないと考えられる。一般に、人々は感染者数が増加したという報道を目にした後、外出を控える誘因を持つと考えられるが、その因果関係が十分に考慮されていない。また、吉岡(2021)は、感染拡大初期の研究であることもあってデータが不足しており、時系列を考慮した分析を行うことができていない。

そこで本研究では、これらの分析の限界を補うため、時系列を考慮した分析と操作変数法を取り入れる。日本の47都道府県について、感染が拡大してきた2020年3月から2022年3月までの25か月間のデータを利用し、様々な説明変数が新規感染者数に与える影響をみるためパネルデータ分析を行った。また(Shenoy et al., 2022)<sup>(6)</sup>と同様に、降水量を操作変数として人流が感染者数に与える影響を分析する操作変数法を採用した。人々は、特に休日において雨の降る日は外出しにくくなるという関係を利用することで、感染者数ではなく人流のみをコントロールした因果関係の分析が可能となる。固定効果法と操作変数法を併用した分析の結果、使用する人流データの分類に関わらず緊急事態宣言の政策効果が1%有意水準で存在するという結果と、人口密度の増加も1~5%の有意水準で感染者数を減少させる効果があるという予想に反した結果の双方が導き出された。また、公園や職場、住宅など人々が長時間滞在する傾向にある空間での人流データと組み合わせた場合は、平均湿度の上昇に伴って感染者数が減少することも示唆された。

なお、本研究は5章から成り、1章では研究動機と先行研究、2章では分析に用いた説明変数と用いたデータの出典・加工方法、3章では分析に用いたモデルと推定方法、4章では分析結果とその考察、5章で結果の貢献や政策的含意、および本研究の限界について述べる。

## 2. 説明変数とデータ

本研究では、人口 10 万人当たり新型コロナウイルス感染者数を説明するための回帰モデルに基づいて説明変数を選択した。吉岡（2021）によると、感染者数の回帰モデルは以下の式(1)で表される。

$$Y = f(x_1, x_2, x_3) + \varepsilon \quad (1)$$

$Y$ は被説明変数である人口 10 万人当たり新型コロナウイルス感染者数、 $\varepsilon$ は誤差項を表す。 $x_1$ は自然要因であり、各都道府県の気象条件の違いが感染者数に与える影響を表すものである。 $x_2$ は社会要因であり、社会環境の違いや変化が都道府県ごとの感染者数に与える影響について表す。 $x_3$ は個人要因であり、1 人当たり住宅面積や世帯当たりエアコン普及率など家庭における個人環境の違いが各都道府県の感染者数の増減に与える影響を示す。このうち $x_3$ の個人要因に関しては、今回の分析に用いられる月次のデータを収集することが難しく、分析の対象外とした。本研究が、家庭内感染の要因分析よりも、人々が外出時に直面する様々な感染の要因についての詳細な分析に重心を置いていることもその理由の一つである。そのため、今回は $x_1$ の自然要因と $x_2$ の社会要因の二つの領域から説明変数を選択し、分析に用いた。

次に、各説明変数の出典とデータの変換方法について以下の表 1 に示す。

使用したデータは全て日本の 47 都道府県についての月次データとなっており、欠損値はない。本研究が完成した 2022 年 8 月時点では人口推計に用いた人口動態調査の公表分が 2022 年 3 月までであったため、分析の対象期間は 2020 年 3 月から 2022 年 3 月までの 25 か月間となった。

被説明変数である新型コロナウイルス感染症新規感染者数については、厚生労働省がホームページで公開しているオープンデータのうち新規陽性者数の推移（日別）のデータをもとに算出した。日次データを集計して月次データに変換し、自然対数をとって分析対象とした。

7 つの説明変数については、それぞれ気象庁や厚生労働省等の公表する資料やデータから変換したデータセットを用いた。自然要因の領域に属する月平均気温・月平均相対湿度・日照時間・降水量については、全て気象庁のホームページにある「過去の気象データ検索」から、各都道府県内の都市に設置されている気象台・測候所等が収集した気象データをそのまま使用した。ほとんどの都道府県では、北海道なら札幌、沖縄なら那覇というように都道府県庁所在都市に気象台・測候所等が設置されていた。しかし、埼玉県と滋賀県のみは県庁所在市にアメダス以外の観測システムが設置されておらず、利用できる気象データに限りがあったため、この二県はそれぞれ熊谷市と彦根市の気象データを、それ以外の都道府県では都道府県庁所在都市の気象データを用いた。人口密度は、人口推計によって得られた人口を SSDSE-E-2022v2 から得られた各都道府県の総面積で除した後に自然対数をとることで算出した。総務省の実施する人口推計については月次のデータが存在しなかったため、厚生労働省が実施した月次の人口動態調査を組み合わせ、基準となる 2019 年 10 月の人口から月次で推計を行った。推計人口は、基準人口 + 出生数 - 死亡数 + 入国者数 - 出国者数 + 都道府県間転入者数 - 都道府県間転出者数で求められるが、今回の分析では、データの不足から入国者数と出国者数のデータを入手することができなかつたため、基準人口 + 出生数 - 死亡数 + 都道府県間転入者数 - 都道府県間転出者数によって求めた。新型コロナウイルス感染症流行下では、日本政府の実施する水際対策によって海外との往来が厳しく制限されていたことを踏まえれば、入国者数と出国者数との差はそれほど大きな値にはならないと考えられる。人流のデータは、井上・沖本（2022）と同じように Google COVID-19 Community Mobility Reports の都道府県別・カテゴリ別指数を利用した。これは、人々が滞在する社会的空間を小売店・娯楽施設、食料品店・薬局、公園、公共交通機関、職場、住宅の六つのカテゴリに分けた上で、それぞれの人流データを構成している。コロナ感染初期の 2020 年 1 月 3 日から 2020 年 2 月 6 日までの 5 週間を基準期間として、この期間中の該当曜日の中央値に対する日次の増減率を算出したものである。曜日ごとに基準日が異なるため、日次レベルでの単純比較はできないが、今回は月ごとに平均をとった月次データに

表1 説明変数のデータの出典と変換方法

領域	変数名	単位	変数の説明	出典
$x_1$ (自然要因)	月平均気温	°C	一か月間の平均気温	気象庁「過去の気象データ検索」
	月平均相対湿度	%	一か月間の平均相対湿度	気象庁「過去の気象データ検索」
	日照時間	h	一か月間の日照時間総計	気象庁「過去の気象データ検索」
	降水量	mm	一か月間の降水量総計	気象庁「過去の気象データ検索」
$x_2$ (社会要因)	人口密度	人/ha	人口/都道府県の総面積（北方地域及び竹島を除く）	人口推計 人口動態調査 SSDSE-E-2022v2
	人流	%	小売店・娯楽施設、食料品店・薬局、公園、公共交通機関、職場、住宅の六つの社会的空間における人流の基準値に対する増減率	Google COVID-19 Community Mobility Reports
	緊急事態宣言ダミー	0 or 1	緊急事態宣言発出ダミー	内閣官房「新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の概要」

変換して分析に使用したため、比較が行いやすくなっている。緊急事態宣言ダミーについては、内閣官房が公開する「新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の概要」<sup>(7)</sup>のページから、令和2年6月と令和3年10月の「新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の実施状況に関する報告」<sup>(8)(9)</sup>の資料をもとにして、各都道府県の緊急事態宣言発出状況をデータ化した。前に述べたように、当該月前月の当該都道府県で1日以上緊急事態宣言が発出されていたときは1、それ以外の場合には0をとるダミー変数を生成して分析に用いた。

各変数の記述統計量を表2にまとめた。説明変数のVIF（分散拡大因子）が10を超えるときは多重共線性の問題が疑われるが、本研究で選択した説明変数のVIFは3を超えるものが存在しなかったため、多重共線性については問題でないと考えられる。

### 3. モデルと推定方法

本研究では、各都道府県別の新型コロナウイルス感染症新規感染者数を被説明変数としたパネルデータ分析に加えて、人流から新規感染者数への因果関係をみる操作変数法を併用した分析を行った。

まず、パネルデータ・モデルでは、複数のサンプルに対して時系列を考慮した分析を行うが、「時間を通じて変化しない個別の効果」が存在する場合がある。これは個別効果と呼ばれ、説明変数と相関している場合はさらに固定効果と呼ばれる<sup>(10)</sup>。固定効果が存在する場合は直ちに内生性の問題が発生するため、個別効果が存在することを確かめた上で固定効果モデルを用いた推定を行う必要がある。また、個別効果が他の説明変数と相関していない場合はこれを変量効果と呼ぶが、山本（2015）<sup>(11)</sup>によると個別効果が変量効果である場合も同一サンプルの異時点間で個別効果同士の自己相関が生じる可能性があるため、この場合も変量効果モデルを用いた推定が必要となる。よって、まず個別効果の存在を確かめるためにF検定を行い、個別効果が

表2 記述統計量

変数	標本サイズ	平均値	標準偏差	最小値	最大値
感染者数 (対数)	1175	2.439	1.189	0	5.596
月平均気温	1175	15.711	8.161	-4.400	30.700
月平均湿度	1175	70.717	8.230	44.000	92.000
日照時間	1175	168.423	46.710	36.600	323.000
人口密度 (対数)	1175	2.495	0.446	1.818	3.804
SOEダミー	1175	0.146	0.354	0	1
人流 (小売店・娯楽施設)	1175	-8.505	8.211	-52.419	13.806
人流 (食料品店・薬局)	1175	2.561	4.898	-12.452	22.903
人流 (公園)	1175	-0.687	18.529	-46.613	86.550
人流 (公共交通機関)	1175	-21.315	11.609	-58.161	28.467
人流 (職場)	1175	-11.413	5.372	-42.387	0.333
人流 (住宅)	1175	5.841	2.587	0.839	21.419
降水量	1175	151.722	143.698	0	1220.500

存在した場合には「個別効果と説明変数が相関していない」とする帰無仮説を用いた Hausman 検定を行うことが求められる。Hausman 検定によって、個別効果が固定効果と変量効果のどちらであるかが特定され、パネルデータ分析に用いる推定モデルを決定することができる。

また、本研究では「逆の因果関係」を制御するために操作変数を分析に使用する。本研究の大きな主題である人流と感染者数の拡大の因果関係については、二つの可能性が存在する。人流が感染者数に影響を与える場合と、感染者数が人流に影響を与える場合である。この二つは通常のパネルデータ分析の枠組みでは区別することが難しく、またこの両方の因果関係が存在して循環関係にある可能性もある。そのため、降水量のデータを操作変数として用いることで、感染者数の値に関わらず人流の数値のみを動かしたときに感染者数がどのような影響を受けるかという一方向の因果関係を観察できる可能性が高まる。本研究では、二段階最小二乗法を用いて降水量を人流の操作変数として取り入れた分析を行った。操作変数の要件として、対象となる説明変数との偏相関が有意な水準で観察されるかというものが存在する。今回操作変数として使用する降水量は、六種類全ての人流の変数と有意に偏相関していることがわかったため、操作変数としての要件を満たしていると言える。

パネルデータ分析で使用する回帰モデルは以下の通りである。

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^6 \beta_j X_{j,it} + \beta_7 X_{7,i(t-1)} + F_i + U_{it} \quad (2)$$

$Y_{it}$ は第*i* ( $i = 1, 2, \dots, 47$ )都道府県の*t* ( $t=2020$ 年3月, 2020年4月,  $\dots$ , 2022年2月, 2022年3月)時点における新型コロナウイルス感染症新規感染者数、 $X_{j,it}$  ( $j = 1, 2, \dots, 6$ ),  $X_{7,i(t-1)}$ はその説明変数である。ここで、 $X_{7,i(t-1)}$ は唯一のラグ付き説明変数である緊急事態宣言ダミーを表す。 $\alpha$ は定数項、 $\beta_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 7$ )は回帰係数であり、 $F_i$ は各都道府県の個別効果、 $U_{it}$ は誤差項を表す。

#### 4. 分析結果と考察

分析で用いた手法は、POLS (Pooled OLS), 固定効果法, 変量効果法, および固定効果操作変数法である。なお、

以下で述べるとおり、分析結果の解釈は固定効果法と固定効果操作変数法に基づいて行うが、比較検討のため、POLS と変量効果法の結果も併せて記載する。それぞれの手法で分析した結果は以下の表にまとめてある。なお、括弧内は標準誤差、\*, \*\*, \*\*\* はそれぞれ 10%, 5%, 1% 水準で統計的に有意であることを示す。

まず、POLS, 固定効果法, 変量効果法のなかで採択する手法を決定するため、6 種類の回帰式それぞれに対して、F 検定, Housman 検定を実行した。結果、全ての検定において p 値は少なくとも少数第 4 位まで 0 であったため、固定効果法の採用が望ましいと判断した。

次に、固定効果法の場合の推定結果について概観する。まず自然要因の中では、月平均湿度の係数推定値が小売店・娯楽施設の人流量変数の場合を除いてマイナスに有意であった。その減少幅は小さいが、月平均湿度が 1%ポイント上昇すると、感染者数がおよそ 0.01-0.03%程度減少すると解釈できる。月平均湿度と比較すると、月平均気温や日照時間が感染者数に与える影響は少ないとみられる。次に、社会要因の中では、緊急事態宣言ダミーの係数推定値が全ての人流変数の場合でマイナスに有意であった。すなわち、緊急事態宣言の発令は感染者の増加を大きく抑制する効果があると言える。人口密度の推定値は、全ての場合で統計的に有意であったものの、その値は非常に大きく、符号も負であるという結果となった。例えば小売店・娯楽施設の人流量変数の場合では、人口密度が 1%増加すると感染者数が 306.160%減少することを意味する。また人流変数の推定値についても、統計的に有意である一方で、その符号は公園の場合を除き負となっている。これはすなわち、人流の増加が感染者数に対してマイナスに作用することを意味している。

POLS の結果と比較すると、POLS による分析では有意であった月平均気温や日照時間が、固定効果法による分析では有意でなくなっている。これは POLS における推定で生じていた固定効果バイアスが、固定効果

表 3 Pooled OLS 推定結果

Google COVID-19 Community Mobility Reports						
	小売店・娯 楽施設	食料品店・ 薬局	公園	公共交通機 関	職場	住宅
月平均気温	-0.018*** (0.004)	-0.018*** (0.005)	-0.001** (0.004)	-0.016*** (0.004)	-0.018*** (0.005)	-0.013*** (0.004)
月平均湿度	-0.011* (0.006)	-0.017*** (0.005)	-0.014*** (0.005)	-0.013** (0.005)	-0.018*** (0.005)	-0.017*** (0.005)
日照時間	-0.002*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.002*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)
人口密度	1.069*** (0.151)	1.265*** (0.151)	1.001*** (0.144)	1.118*** (0.144)	0.990*** (0.166)	0.946*** (0.152)
SOEダミー	-0.755*** (0.122)	-0.528*** (0.128)	-0.626*** (0.132)	-0.688*** (0.134)	-0.638*** (0.127)	-0.719*** (0.148)
人流	-0.033*** (0.006)	0.015*** (0.008)	-0.015*** (0.003)	-0.016*** (0.003)	-0.046*** (0.009)	-0.110*** (0.015)
定数項	1.007* (0.579)	1.267** (0.632)	1.315** (0.531)	0.905 (0.597)	1.579*** (0.610)	1.370** (0.595)
標本サイズ	1175	1175	1175	1175	1175	1175
決定係数	0.291	0.256	0.295	0.272	0.283	0.293

表4 固定効果モデル推定結果

Google COVID-19 Community Mobility Reports						
	小売店・娯 楽施設	食料品店・ 薬局	公園	公共交通機 関	職場	住宅
月平均気温	0.002 (0.004)	0.011** (0.005)	0.025*** (0.005)	0.005 (0.004)	-0.002 (0.005)	0.005 (0.005)
月平均湿度	-0.009 (0.006)	-0.014** (0.006)	-0.027*** (0.006)	-0.013** (0.006)	-0.018*** (0.006)	-0.018*** (0.006)
日照時間	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.0005 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.001* (0.001)
人口密度	-306.160*** (11.047)	-351.330*** (13.785)	-275.64*** (11.152)	-313.36*** (11.324)	-300.74*** (11.381)	-291.82*** (11.141)
SOEダミー	-0.867*** (0.070)	-0.642*** (0.070)	-0.750*** (0.069)	-0.828*** (0.070)	-0.670*** (0.069)	-0.784*** (0.070)
人流	-0.047*** (0.003)	-0.062*** (0.007)	-0.024*** (0.002)	-0.030*** (0.002)	-0.056*** (0.005)	0.126*** (0.011)
標本サイズ	1175	1175	1175	1175	1175	1175
決定係数	0.474	0.426	0.453	0.460	0.441	0.454

表5 変量効果モデル推定結果

Google COVID-19 Community Mobility Reports						
	小売店・娯 楽施設	食料品店・ 薬局	公園	公共交通機関	職場	住宅
月平均気温	-0.018*** (0.005)	-0.020*** (0.005)	-0.002 (0.005)	-0.016*** (0.005)	-0.019*** (0.005)	-0.013** (0.005)
月平均湿度	-0.005 (0.007)	-0.013** (0.007)	-0.014** (0.006)	-0.008 (0.007)	-0.013** (0.006)	-0.012* (0.007)
日照時間	-0.002* (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.0003 (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.002** (0.001)
人口密度	1.096*** (0.111)	1.318*** (0.107)	0.941*** (0.105)	1.148*** (0.113)	1.047*** (0.108)	0.979*** (0.114)
SOEダミー	-0.863*** (0.090)	-0.623*** (0.088)	-0.758*** (0.086)	-0.798*** (0.090)	-0.719*** (0.088)	-0.830*** (0.088)
人流	-0.033*** (0.004)	0.027*** (0.007)	-0.019*** (0.002)	-0.016*** (0.003)	-0.041*** (0.007)	0.109*** (0.013)
定数項	0.517 (0.647)	0.802 (0.651)	1.257** (0.625)	0.486 (0.658)	1.113* (0.640)	0.901 (0.645)
標本サイズ	1175	1175	1175	1175	1175	1175
決定係数	0.210	0.186	0.238	0.189	0.210	0.215

表6 固定効果操作変数法推定結果（結果は第2段階のみ示す）

	Google COVID-19 Community Mobility Reports					
	小売店・娯楽施設	食料品店・薬局	公園	公共交通機関	職場	住宅
月平均気温	0.002 (0.005)	0.058 (0.050)	0.017 (0.010)	0.004 (0.005)	-0.003 (0.005)	0.006 (0.006)
月平均湿度	-0.009 (0.007)	-0.009 (0.011)	-0.023*** (0.007)	-0.013** (0.006)	-0.019*** (0.006)	-0.018*** (0.006)
日照時間	-0.001 (0.001)	0.003 (0.004)	-0.0001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.001* (0.001)
人口密度	-304.44*** (15.683)	-649.63** (307.97)	-278.10*** (11.529)	-316.85*** (16.877)	-310.00*** (18.698)	-292.39*** (12.188)
SOEダミー	-0.847*** (0.147)	-0.834*** (0.225)	-0.700*** (0.088)	-0.779*** (0.118)	-0.707*** (0.092)	-0.796*** (0.126)
人流	-0.044* (0.023)	-0.338 (0.284)	-0.016* (0.009)	-0.024* (0.013)	-0.086* (0.047)	0.134* (0.072)
標本サイズ	1175	1175	1175	1175	1175	1175
決定係数	0.473	0.218	0.446	0.457	0.429	0.454

法によって改善されたものとみなせる。さらに変量効果法の結果と比較すると、こちらでも推定値の統計的有意性に差が生じており、加えて推定値そのものも大きく異なる。これは変量効果モデルとして分析したことで一貫性の条件が満たされず、正しく推定できなかったためであると考えられる。

上述したように、説明変数として用いた人流変数には内生性があると考えられる。そこで本論文では、降水量を操作変数として固定効果操作変数法を実施した。以下では、その結果について議論する。社会要因に関して、人口密度と緊急事態宣言ダミーの推定値については、固定効果モデルと同様に有意であり、またその値にも大きな変化はなかった。一方で、人流変数の有意性は、操作変数を導入することにより10%水準まで低下した。加えて推定値も固定効果モデルよりも全体的に増加しており、固定効果推定量によって、人流が感染者数に及ぼす効果が過小に推定されていたと推測できる。

## 5. おわりに

本研究では、都道府県レベルのパネルデータを用いて、周辺環境を構成する変数が新型コロナウイルス感染症の拡大にどのような影響を与えているかというについて分析した。また、さらに操作変数法を併用することで、見出すことの難しい人流から感染者数への因果関係を明らかにすることを試みた。

本研究は、以下の二つの点で貢献がある。一点目は、新型コロナウイルス感染症の流行が始まってから2年ほど経過し、感染者数や説明変数に関するデータが蓄積されてきた時点で時系列を取り入れた分析を行った点である。先行研究では、データの不足などのため、一時点の要因分析やインパルス応答分析などが主に行われており、複数時点での比較によって説明変数のもたらす影響を測ろうとするものが多かった。パネルデータ分析を用いて新型コロナウイルス感染症の要因分析を行った研究はほとんどなく、それによって固定



効果を考慮した分析を行うことができたことは意義があったと考えられる。二点目は、緊急事態宣言の政策効果が一定程度存在することが確認された点である。今回は六種類の人流データを用いてそれぞれ分析を行ったが、そのいずれにおいても1%有意水準で感染者数を減少させることがわかった。当該月の前月に発出された緊急事態宣言が翌月の感染者数抑制に一定の影響を与えることが判明したが、緊急事態宣言が感染拡大のピークで出されることが多いということを考慮すると、分析のさらなる精緻化が必要となる。また、緊急事態宣言は経済活動に大きく影響する政策であり、経済的コストと感染拡大抑止に寄与する効果の双方を厳密な検証のもと比較していく必要がある。

一方で、本研究にはいくつかの限界も存在する。一つ目は、操作変数法の対象とした人流と感染者数の間にほとんど有意な関係がみられなかったことである。純粋に人流の増加と感染拡大との間に因果関係がなかったということも考えられるが、この分析結果は先行研究とは異なるものである。違う種類の人流データを使用する、また新たな操作変数を用いて分析をやり直すといったことまで含めて再考を行う余地が残されている。二つ目は、人口密度と感染者数の間に有意な関係がみられたが、人口密度が増加するほど感染者数が減少するという一般通念とは真逆の結果が導かれたことである。これは、日本政府が推し進めている「三つの密」の感染症予防対策とも衝突する結果であり、綿密な再検証が求められる結果となった。人口密度を算出する際、単純に人口を各都道府県の総面積で除していたため、地方の人口密度が過小に記述されてしまったことが考えられる。標準誤差が大きくなりすぎると、分析も正確性を欠く。総面積ではなく、居住可能な地域の面積で除するなど新たな工夫が求められると考えられる。

## 参考文献

- (1) 土橋西紀、砂川富正、鈴木基：“日本と世界における新型コロナウイルスの流行”、日本内科学会雑誌、109巻、11号、p.2270 (2020)
- (2) 厚生労働省 HP：“国内の発生状況など”厚生労働省（最終アクセス；2021年8月31日）  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/kokunainohasseijoukyou.html>
- (3) 東京都健康安全研究センター：“日本におけるスペインかぜの精密分析”、東京都健康安全研究センター年報、56巻、pp.369-374 (2005)
- (4) 吉岡茂：“環境面からみた都道府県別新型コロナウイルス(COVID-19)感染者数に関する要因分析”、地球環境研究、23号、pp.1-8 (2021)
- (5) 井上智夫、沖本竜義：“人流と新型コロナウイルス新規感染者数変化率の動的関係とワクチンの役割”、経済産業研究所ディスカッション・ペーパー、pp.1-35 (2022)
- (6) Ajay Shenoy, et al. “God is in the Rain: The Impact of Rainfall-Induced Early Social Distancing on COVID-19 Outbreaks”, Journal of Health Economics, vol.81 (2022)
- (7) 内閣官房 HP：“新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の概要”内閣官房（最終アクセス；2021年8月31日）  
[https://corona.go.jp/news/news\\_20200421\\_70.html](https://corona.go.jp/news/news_20200421_70.html)
- (8) 内閣官房 HP：“新型コロナウイルス感染症 緊急事態宣言の実施状況に関する報告 令和2年6月”内閣官房（最終アクセス；2021年8月31日）  
[https://corona.go.jp/news/pdf/kinkyujitaisengen\\_houkoku0604.pdf](https://corona.go.jp/news/pdf/kinkyujitaisengen_houkoku0604.pdf)
- (9) 内閣官房 HP：“新型コロナウイルス感染症 緊急事態宣言の実施状況に関する報告 令和3年10月”内閣官房（最終アクセス；2021年8月31日）  
[https://corona.go.jp/news/pdf/houkoku\\_r031008.pdf](https://corona.go.jp/news/pdf/houkoku_r031008.pdf)
- (10) 田中隆一：“計量経済学の第一歩”、有斐閣（2015）
- (11) 山本勲：“実証分析のための計量経済学”、中央経済社（2015）