

第IV部門

COVID-19 が京都に与えた影響に関する時系列分析

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○松岡直
 京都大学大学院工学研究科 正会員 中尾聡史
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 孫文哲

京都大学大学院工学研究科 正会員 Jan-Dirk Schmöcker
 京都大学大学院工学研究科 正会員 山田忠史

1. はじめに

COVID-19（新型コロナウイルス感染症）は 2019 年後半に中国で症例が報告されて以来、日本国内でも感染が急激に拡大した。これを受けて政府や自治体は感染拡大防止策を打ち出し、その代表的な政策の一つとしては 2020 年 4 月、2021 年 1 月に発令された緊急事態宣言が挙げられる。緊急事態宣言や外出自粛要請などの感染拡大防止策による過度な移動の規制は飲食業や小売業、公共交通機関などの深刻な売上の減少を招き、地域経済に致命的なダメージを与えた可能性が考えられる。そこで、本研究は、COVID-19 の感染拡大防止策やその他の要素が京都府の人流に与えた影響を時系列分析によって把握することを目的とする。本研究によって得られる知見は、移動を規制する政策策定のための一助となると考える。

2. 分析対象データ及び分析手法概要

本研究では、Google 社によって公開されている、COVID-19 Community Mobility Reports¹⁾（以下、CMR）の京都府のデータを使用する。本研究では CMR のうち、Google ユーザーのロケーション履歴をもとに、レストランやカフェなどの「小売店・娯楽施設」、地下鉄や電車の駅などの「乗換駅」、「職場」、「住宅」の施設カテゴリ別訪問者数推移の 2020 年 2 月 15 日から同年 10 月 31 日までのデータを分析した。本データでは 2020 年 1 月 3 日から 2 月 6 日までの曜日別中央値を基準値とし、基準値からの変動率を表している。

本研究では CMR のデータを用いて SARIMAX（季節性と外生変数を考慮した自己回帰和分移動平均）モデルの推定を行った。CMR は日毎のデータであるため 7 日間を 1 周期の期間とし、表-1 に示す外生変数をモデルに加えた。降水量のデータは気象庁が公開しているデータ²⁾を使用し、各政策ダミーは京都市及び京都府を対象に発令された期間を使用した。また、緊急事態宣言は長期に渡って発令されていたため、本研究では、

発令期間を分けてダミー変数を定義した。推定モデルの自己回帰過程の次数 p 、移動平均過程の次数 q 、階差系列の次数 d 、季節性の自己回帰過程の次数 P 、季節性の移動平均過程の次数 Q 、季節性の階差系列の次数を D 、周期性の期間 s を $(p,d,q)(P,D,Q)s$ と表現する。 p, q, d は 0 以上 2 以下の整数、 P, Q, D は 0 または 1 として、AIC が最少となる次数の組み合わせを採用した。

表-1 投入した外生変数概要

外生変数	概要
祝日ダミー	祝日および連休の場合 1
週末ダミー	連休および祝日でない土日の場合 1
雨ダミー	京都市の日合計降水量が 1.5mm 以上の場合 1
外出自粛要請ダミー	4 月 10 日から 5 月 31 日まで
休業要請ダミー	4 月 18 日から 5 月 15 日まで
緊急事態宣言第 1 週ダミー	4 月 16 日から 4 月 22 日まで
緊急事態宣言第 2 週ダミー	4 月 23 日から 4 月 29 日まで
緊急事態宣言第 3 週ダミー	4 月 30 日から 5 月 6 日まで
緊急事態宣言第 4 週ダミー	5 月 7 日から 5 月 13 日まで
緊急事態宣言第 5 週ダミー	5 月 13 日から 5 月 21 日まで
休校ダミー	3 月 5 日から 4 月 2 日まで
緊急事態宣言解除後の日数	4 月 10 日から 5 月 31 日まで
陽性者数	緊急事態宣言解除からの日数 全国の PCR 検査陽性者数の前日までの過去 7 日間平均
陽性者増加数	前日の「陽性者数」の 2 日前からの増加数

3. モデル推定結果

各モデルの推定結果を表-2 に示す。

「小売店・娯楽施設」では、外出自粛要請が 10%水準で負の有意傾向を示したほか、緊急事態宣言の第 1 週と第 2 週が 1%水準で負に有意となり、外出の自粛要請は店舗などへの来訪者を減少させること、緊急事態宣言は長期的な効果を持たないことが示唆された。

「乗換駅」では、陽性者数の過去 7 日間平均のみ 5%水準統計的に有意であった。このことから「乗換駅」の訪問者は感染拡大の状況を各自が判断し移動の自粛度合いを変化させることが示唆された。

表-2 モデル推定結果

	「住宅」			「職場」			「小売店・娯楽施設」			「乗換駅」		
推定結果	SARIMAX(1,0,2)(0,1,1)7			SARIMAX(1,0,2)(0,1,1)7			SARIMAX(1,0,2)(0,1,1)7			SARIMAX(0,1,2)(0,1,1)7		
パラメーター	係数	p 値	std err.	係数	p 値	std err.	係数	p 値	std err.	係数	p 値	std err.
祝日ダミー	9.560	0.000**	0.226	-43.145	0.000**	0.584	14.916	0.000**	1.112	12.595	0.000**	0.865
週末ダミー	10.766	0.000**	0.305	-43.433	0.000**	0.953	17.025	0.000**	1.431	17.286	0.000**	0.938
雨ダミー	1.155	0.000**	0.156	-0.711	0.211	0.569	-4.791	0.000**	0.505	-3.070	0.000**	0.433
外出自粛要請 ダミー	2.041	0.036*	0.972	-5.829	0.004**	2.001	-6.919	0.055†	3.599	-4.698	0.248	4.066
休業要請 ダミー	0.860	0.262	0.766	-2.684	0.671	6.312	-2.867	0.211	2.292	-1.114	0.684	2.738
緊急事態宣言 第1週ダミー	2.757	0.028*	0.126	-6.545	0.369	7.289	-	0.048*	6.226	-6.728	0.235	5.659
緊急事態宣言 第2週ダミー	3.351	0.015*	1.372	-7.563	0.320	7.611	-	0.049*	7.911	-8.371	0.231	6.987
緊急事態宣言 第3週ダミー	6.156	0.000**	1.287	-11.644	0.139	7.866	-9.886	0.261	8.796	-8.124	0.309	7.978
緊急事態宣言 第4週ダミー	2.095	0.096†	1.257	-5.404	0.493	7.878	0.059	0.993	6.427	0.282	0.967	6.791
緊急事態宣言 第5週ダミー	1.669	0.004**	0.580	-4.845	0.082†	2.782	0.644	0.896	4.913	-0.988	0.847	5.124
緊急事態宣言 解除後の日数	-0.048	0.007**	0.018	0.361	0.000**	0.093	0.593	0.167	0.429	0.674	0.257	0.595
休校ダミー	0.629	0.188	0.478	-1.185	0.269	1.072	1.034	0.641	2.215	-1.068	0.522	1.666
陽性者数	0.003	0.022*	0.001	-0.008	0.000**	0.002	-0.002	0.728	0.006	-0.011	0.020*	0.005
陽性者数変動	-0.005	0.233	0.004	0.039	0.001**	0.012	-0.018	0.365	0.020	0.005	0.772	0.017
AR(1)	0.979	0.000**	0.012	1.004	0.000**	0.002						
MA(1)	-0.553	0.000**	0.075	-0.627	0.000**	0.144	-0.381	0.000**	0.065	-0.369	0.000**	0.055
MA(2)	-0.198	0.005**	0.070	-0.373	0.000**	0.063	-0.229	0.000**	0.056	-0.187	0.001**	0.054
MA.S.L7	-0.973	0.000**	0.109	-1.034	0.000**	0.080	-0.844	0.000**	0.044	-0.763	0.000**	0.049

† p<0.10 *<0.05 **<0.01

「住宅」では、外出自粛要請及び緊急事態宣言が正に有意傾向及び有意な結果を示したほか、宣言の解除に伴い来訪者が減少傾向を示すこと、来訪者数が陽性者数推移に影響されることが示唆された。すなわち、自粛を促す政策は所謂「ステイホーム」といった自主的な移動の制限に一定の効果を持つことが考えられる。

「職場」では、外出自粛要請や緊急事態宣言の後半及び陽性者数が10%水準で負の有意傾向あるいは1%水準で負の有意な結果を示した。つまり、外出自粛要請は通勤者を減少させる可能性、緊急事態宣言は発令後直後には効果を発揮しない可能性が示唆された。

4. 本研究の課題

CMR は基準値からの変動率を示しているため、季節による訪問者の増減を十分に考慮できていない点やダ

ミー変数を全期間で1としていることから、政策の時間の経過による効力の変化を十分に考慮できていない点が課題として挙げられる。また、既往研究³⁾では緊急事態宣言について、発令時点で既に多くの人が自粛を行っていた可能性が示唆されており、本研究ではこのことが十分に考慮できていないことも課題に残る。

5. 参考文献

- 1) Google. "COVID-19 Community Mobility Reports", 2020, <https://www.google.com/covid19/mobility/?hl=en>, 2021/2/20 閲覧
- 2) 気象庁. "過去の気象データ・ダウンロード", <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>, 2021/2/21 閲覧
- 3) 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. 公益社団法人 日本都市計画学会 都市計画論文集. 2013, Vol.55, No.3, pp.902-909.