

## 宮城県女川町の観光客数と COVID-19 陽性者数の因果性の検討

東北工業大学大学院 学生会員 ○石垣 佑樹  
 東北工業大学 非会員 長谷川 湧大  
 東北工業大学 正会員 菊池 輝

## 1. 背景・目的

観光業において観光政策を行うためには、基礎データの取得が必要となるが、1回の観光調査だけでも人件費などの費用が発生するため、調査を複数回行うのは容易ではない。そこで、近年のスマートフォンの世帯保有率の増加を踏まえ、Wi-Fi パケットセンサを用いた観光調査の研究が行われている。しかし、2020年に発生した新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 拡大の影響により、各業界で経済的な打撃を受けている。観光業もその内の1つである。一方で、観光地を訪れた観光客数の増減が、陽性者の増減に対して、どれほど影響を与えているかについては明らかになっていない。本研究では、宮城県牡鹿郡女川町に設置した Wi-Fi パケットセンサから取得したデータと、COVID-19 陽性者数のデータを用いることで、観光客数が COVID-19 陽性者数に与える影響について、グレンジャー因果性の観点から検討を行った。

## 2. データ概要

まず本研究では、COVID-19 陽性者数については宮城県<sup>2)</sup>が公表している COVID-19 陽性患者数のオープンデータ (online) を使用する。また、観光客数のデータについては、Raspberry Pi を用いて開発した Wi-Fi パケットセンサを、宮城県女川町駅とシーパルピア女川内の9箇所設置し、取得したセンサデータを使って分析を行った。センサデータは、個人情報保護の観点から MAC アドレスのランダム化をしている端末があるため、一部、推定値を用いて算出したデータである。なおデータの期間について、まず SARIMA モデルを2019年2月29日から2022年8月6日 (全期間) で適用し、周期と階差の特定を行った。次に全期間の内、COVID-19 の第1波から第6波の6つの波 (宮城県基準)、国立感染研究所に記載があった第1波から第6波 (国立感染研究所基準)、2019年2月

29日から半年ごと (半年区切) の3パターンの期間で分割をし、それぞれの期間にグレンジャー因果性の検定を行った。

## 3. 結果

## (1) SARIMA モデルでの解析

時系列分析の手法はいくつか提案されているが、本研究では、SARIMA モデルを使用する。SARIMA モデルは自己回帰係数、移動平均係数、階差系列 (差分系列) の3つの次数  $p, q, d$  に加えて、季節周期を表す次数  $s$ 、季節を考慮した自己回帰係数、移動平均係数、階差の3つの次数  $P, Q, D$  からなり、一般に  $SARIMA(p,d,q) \times (P,D,Q,s)$  と表記する。なお、分析は python モジュールの StatsModels<sup>3)</sup> を使用した。その結果、コロナ陽性者のデータについては  $SARIMA(2,1,8) \times (2,1,0,7)$ 、センサデータについても  $SARIMA(2,1,8) \times (2,1,0,7)$  が選択された。本研究では各期間の周期と階差についても、全期間で特定した次数に統一して、グレンジャー因果性の検討を行った。

## (2) グレンジャー因果性の検討

グレンジャー因果性は、ある時系列データが他の時系列データの予測向上に役立つかを判定する手法で、定常過程に従う VAR モデルの形で検定を行う。一般に、2変量の VAR モデルの場合は次式で表される。

$$y_{1t} = c_1 + \phi_{11}^{(1)} y_{1,t-1} + \phi_{12}^{(1)} y_{2,t-1} + \phi_{11}^{(2)} y_{1,t-2} + \phi_{12}^{(2)} y_{2,t-2} + \varepsilon_{1t}$$

$$y_{2t} = c_2 + \phi_{21}^{(1)} y_{1,t-1} + \phi_{22}^{(1)} y_{2,t-1} + \phi_{21}^{(2)} y_{1,t-2} + \phi_{22}^{(2)} y_{2,t-2} + \varepsilon_{2t}$$

ここで、 $y_t$  は時点  $t$  における  $y$  の値、 $c$  は定数ベクトル、 $\phi$  は自己回帰係数、 $\varepsilon_t$  はホワイトノイズを意味する。なお、本研究では帰無仮説  $H_0: \phi_{12}^{(1)} = \phi_{12}^{(2)} = 0$  すなわち、帰無仮説は、グレンジャー因果性はないとして F 検定量 (P 値の有意水準は 5%) で分析を行った。

キーワード Wi-Fi パケットセンサ, COVID-19, 観光客, SARIMA モデル, VAR モデル, Granger 因果性

連絡先: 〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部都市マネジメント学科菊池研究室 (022-305-3517)

a) 宮城県基準

COVID-19 の各波の期間は、第 1 波と第 6 波で比較すると陽性者の数が大きく違う。そのため、各波の期間にそれぞれ分けることで分析を行った。なお、宮城県における COVID-19 の波の期間については、明確な時期が定まっていない。そのため本研究では、全国的な波の期間の内、陽性者数が最大値になる月を含めた前後 1 ヶ月の計 3 ヶ月間を 1 つの波の期間と定義して分析を行った。その結果、第 3 波のみグレンジャー因果性があること ( $P=0.000<0.05$ ) が示唆された (表 1)。

期間	日付	P値
第1波	2020/3/1~2020/5/31	0.942
第2波	2020/8/1~2020/10/31	0.467
第3波	2020/12/1~2021/2/28	0.000
第4波	2021/2/1~2021/4/30	0.562
第5波	2021/7/1~2021/9/30	0.563
第6波	2022/1/1~2022/3/31	0.824

表 1 宮城県基準での分析結果

b) 国立感染研究所基準<sup>4)</sup>

a 項における波の定義は、こちらで定義を決めて分析を行っているため、客観性に欠ける。そこで、b 項、c 項の形でも、分析を行った。なお b 項は、国立感染研究所に記載されていた全国の COVID-19 の波の期間を基準として分析を行った。分析の結果、第 2、6 波でそれぞれ帰無仮説が棄却され (第 2 波 :  $P=0.002<0.05$ , 第 6 波 :  $P=0.000<0.05$ )、グレンジャー因果性があることが示唆された (表 2)。

期間	日付	P値
第1波	2020/3/23~2020/5/17	0.859
第2波	2020/6/22~2020/9/27	0.002
第3波	2020/10/26~2021/2/28	0.117
第4波	2021/3/1~2021/6/20	0.692
第5波	2021/7/12~2021/9/26	0.686
第6波	2021/12/20~2022/6/19	0.000

表 2 国立感染研究所基準での分析結果

c) 半年区切

a 項、b 項は、分析者が定めた期間のため、本項では 2020 年 2 月 29 日を基準として、半年ごとに期間を区切り、分析を行った。その結果、第 5 期でのみ帰無仮説が棄却さ

れ ( $P=0.000<0.05$ )、グレンジャー因果性があることが示唆された (表 3)。

期間	日付	P値
第1期	2020/2/29~2020/8/29	0.729
第2期	2020/8/30~2021/3/2	0.099
第3期	2021/3/3~2021/9/3	0.368
第4期	2021/9/4~2022/3/4	0.979
第5期	2022/3/5~2022/8/6	0.000

表 3 半年区切の分析結果

4. 考察

まず、宮城県基準でグレンジャー因果性の検定を行った結果では第 3 波についてのみ、国立感染研究所基準では第 2、6 波、半年区切の場合では第 5 期でのみグレンジャー因果性があることが示唆される結果となった。このことから、観光客数の増減が必ずしも COVID-19 陽性者の増減に影響を与えるとは限らないということが示唆された。加えて、これまで COVID-19 の蔓延防止の観点から、旅行の自粛に対する呼びかけが行われていたが、分析結果より、自粛に関する呼びかけの効果が実際にあったのかについては疑問が残る結果となった。今後は、国や県が独自で行った感染対策の期間や、Go To キャンペーンといった経済政策の期間などに期間を細かく分けること。また、今回は全期間と周期や階差を統一することで、いずれの期間も分析を行ったため、分析する期間に応じ次数を精査することで、観光客の増減と COVID-19 陽性者との間の関係性が明らかになるのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 総務省 | 令和 4 年版 情報通信白書 | 総論, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/html/nd238110.html>.
- 2) 宮城県, 県内の発生状況及び検査実施状況等, <https://www.pref.miyagi.jp/site/covid-19/hassei-kensa.html>.
- 3) StatsModels, <https://www.statsmodels.org/stable/index.html>.
- 4) 国立感染研究所, 日本における新型コロナウイルス感染症の流行波ごとの性別・年齢的特徴の疫学的検討, <https://www.niid.go.jp/niid/ja/typhi-m/iasr-reference/2605-related-articles/related-articles-514/11696-514r01.html>.