新型コロナウイルスの時系列解析

（2）第５波の特徴

nino

2023 年 6 月 28 日

１．はじめに

前報 [1)]では第１波から第５波までの期間の時系列データに７日間移動平均を適用し検討した。ここでは、時系列データの精度が比較的良いと考えられる第５波を対象にして、前報と重複する部分もあるが、同様に検討し特徴を詳細に調べた。

２．時系列データ

時系列データ：次の厚生労働省のオープンデータの５項目（略称）である [2)]。

①PCR 検査実施人数（検査）、②新規陽性者数（陽性）、③入院治療等を要する者（入院）、④重症者数（重症）、⑤死亡者数（死亡）である。以降は、略称を用いる。

対象期間：第５波に相当する 2021/7/11(日)～10/23(土)の 105 日間（15 週間）。

３．第５波の特徴

3.1 時系列データ

５項目の時系列データの特徴を調べた（図１）。横軸の日付は１週間間隔である。

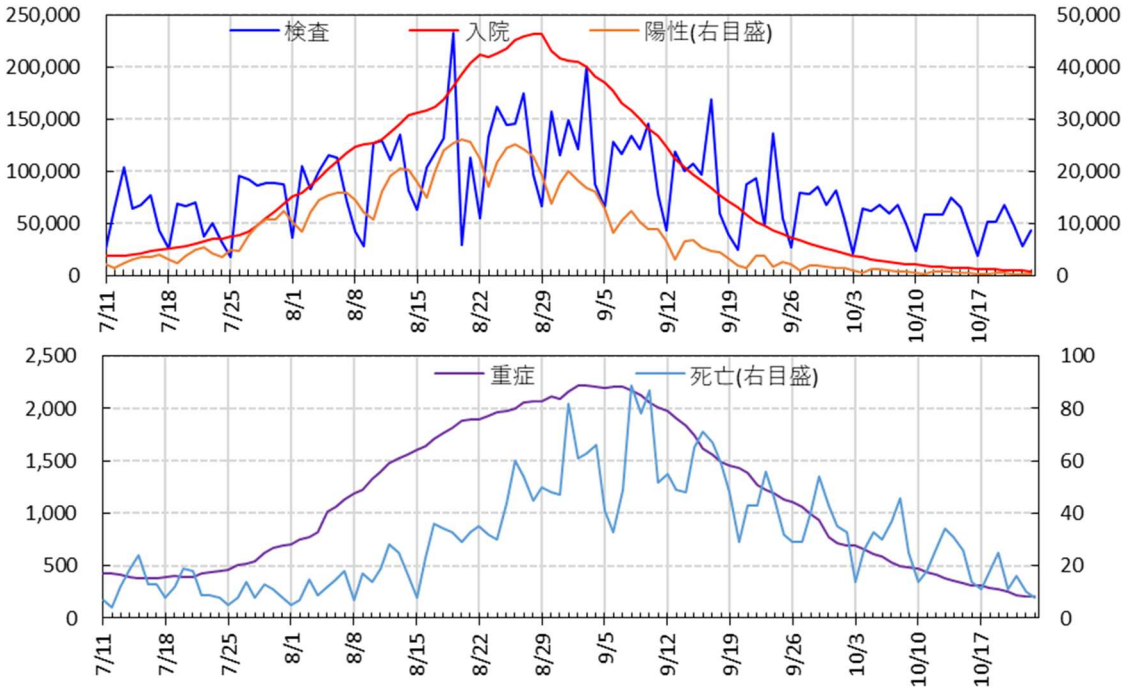

図１　時系列データ（縦軸単位：人数、以降も同様である）

検査、陽性および死亡は大きな波に、主に７日周期などの短周期成分が加わった波形を示した。一方、入院と重症は比較的滑らかな波形で、短周期成分はほとんど見られなかった。この違いは、入院と重症が他項目とは異なり、人数を積み上げたものであることなど

が影響しているためと考えられる。また、大きな波の最大ピークの高さは大きい順に入院、検査、陽性、重症、死亡であり、この順にほぼ１桁ずつ低下した。

3.2 フーリエ変換

時系列データには７日周期以外の短周期成分も見られたので、フーリエ変換(FFT)を用いて周期特性を調べた(図２)[3)]。なお、FFT の計算に使用したデータは、図１の最大ピーク付近を中心とした期間で、7/25～9/26 までの 64 日間のデータである。

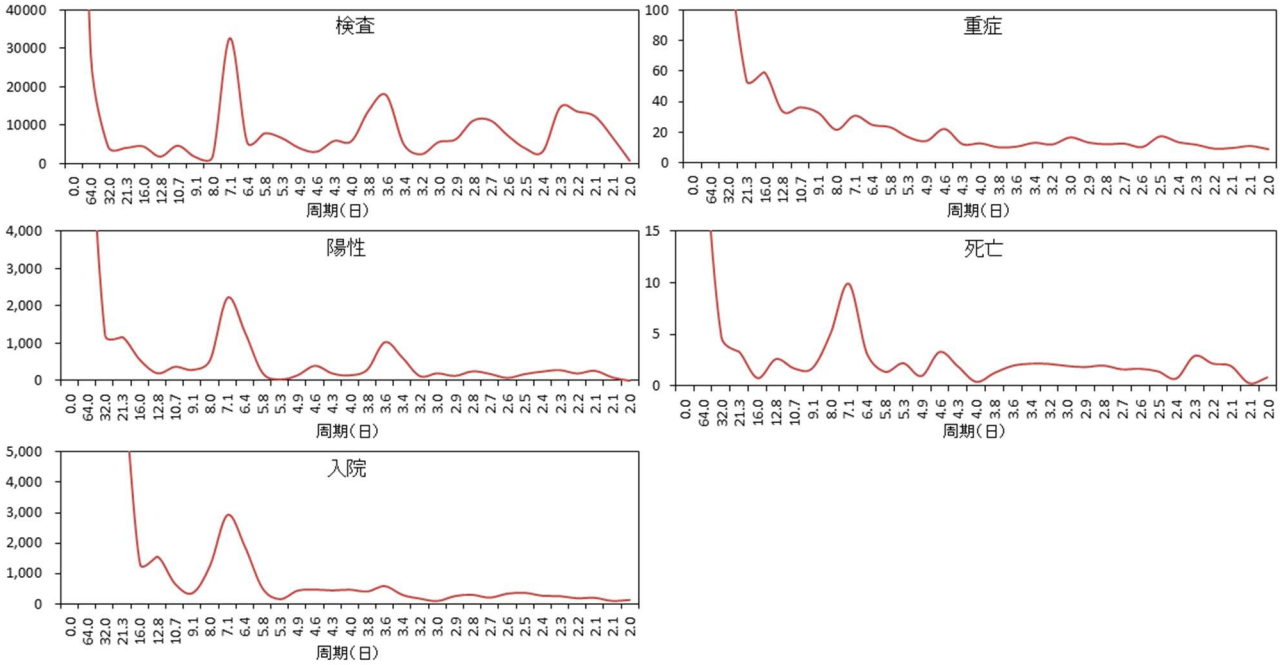

図２　時系列データのフーリエスペクトル

検査、陽性、入院および死亡は７日周期の振幅が最も大きかった。入院は主に７日周期が見られるが、陽性では約 3.5 日周期も認められた。検査では７日よりも短い周期の振幅も大きく、死亡でも短周期の振幅がやや大きかった。一方、重症は７日周期成分がほとんど認められず、様々な周期成分を含んでいると考えられた。

3.3 ７日間移動平均と残差

ほとんどの項目の時系列データは７日周期で変動成分を持っているため、７日間移動平均を用いて平滑化した。また、時系列データと７日間移動平均の差（残差）も求めた。図３に各項目の７日間移動平均と残差を示した。

まず、７日間移動平均の波形について見ると、陽性、入院、および重症は正規分布に類似した比較的滑らかな波形を示し、検査と死亡はそれにノイズが少し加わった波形であった。最大ピークの出現時期を見ると、陽性で最も早く現れ、次いで検査と入院、重症、死亡が遅れて現れる傾向が示された。

そこで、各項目の最大ピークの出現時期および陽性に対する他４項目との日数差を調べた（表１）。ただし、検査や死亡の７日間移動平均の波形にはバラツキがあるので、最大ピークの出現時期はおおよその月日と捉えるべきである。

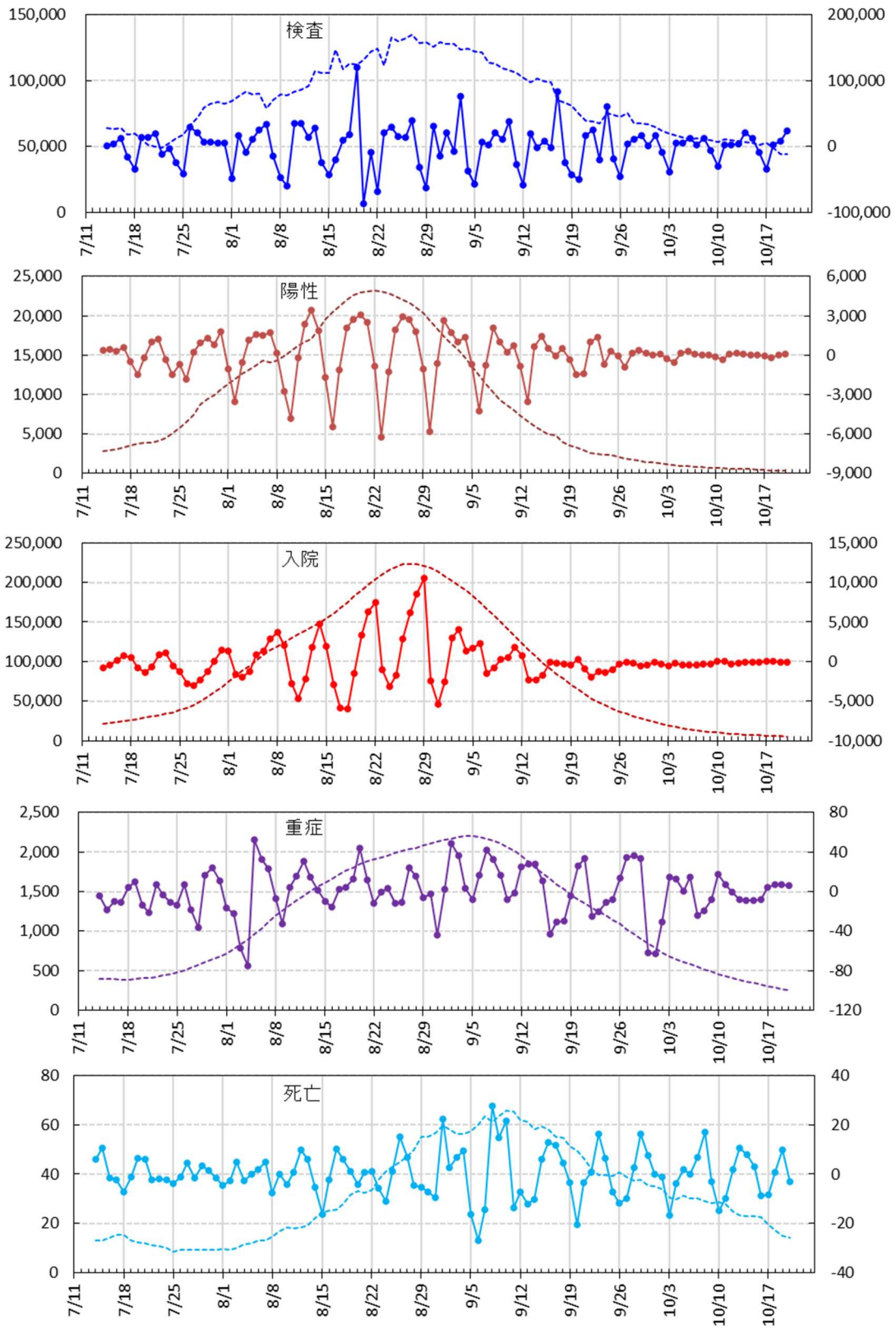

図３　７日間移動平均(点線)と残差(実線：右目盛)

表１　各項目の最大ピークの出現時期および陽性に対する日数差

	検査	陽性	入院	重症	死亡
最大値の月日	8/27	8/22	8/27	9/5	9/10
陽性との日数差	5	0	5	14	19

検査と入院のピークは陽性ピークよりも５日遅れて現れ、重症ピークは 14 日遅れ、死亡ピークは 19 日遅れた。入院や重症の遅れは陽性から症状の顕在化や悪化などに時間がかかったことなどが影響していると考えられる。

次に、残差についてみると、５項目とも縦軸のほぼゼロレベルを中心に変動している。陽性は最低ピークがほぼ月曜となる７日周期で変動しているが、大きな波のピークの前期と後期では少し異なる変化を示した。陽性の前期では最高ピークが金曜に現れているのに対して、後期は金曜が木曜や土曜よりも低くなる傾向を示した。このことは陽性のフーリエスペクトルで 3.5 日周期が認められたことと関連していると考えられた。入院も７日周期で変動しているが、その振幅は後期よりも前期のほうが大きかった。検査と死亡もほぼ７日周期だが、前者に比べてバラツキが大きかった。フーリエ変換の節で述べたように、検査と死亡は短周期成分の影響もあるためと考えられた。しかし、重症は周期に一定の傾向は認められず、バラツキも大きかった。

一方、残差の振幅は７日間移動平均とほぼ比例して増減しており、その傾向は特に陽性と入院で顕著であった。このことを確認してみる。

3.4 週別の平均値と残差の振幅との関係

時系列データを１週間ごとに分け、週別に平均値と残差の振幅を求めて、それらの関係を検討した（図４）。残差の振幅は各週における最大値と最小値の差より求めた。

ただし、残差の計算では７日間移動平均を使用するため、最初と最後の３日間は欠測となる。そのため、15 週間のうち最初と最後の２つの週を除いた 13 週（13 個）の値を用いた。図中には、回帰式と相関係数も併記した。

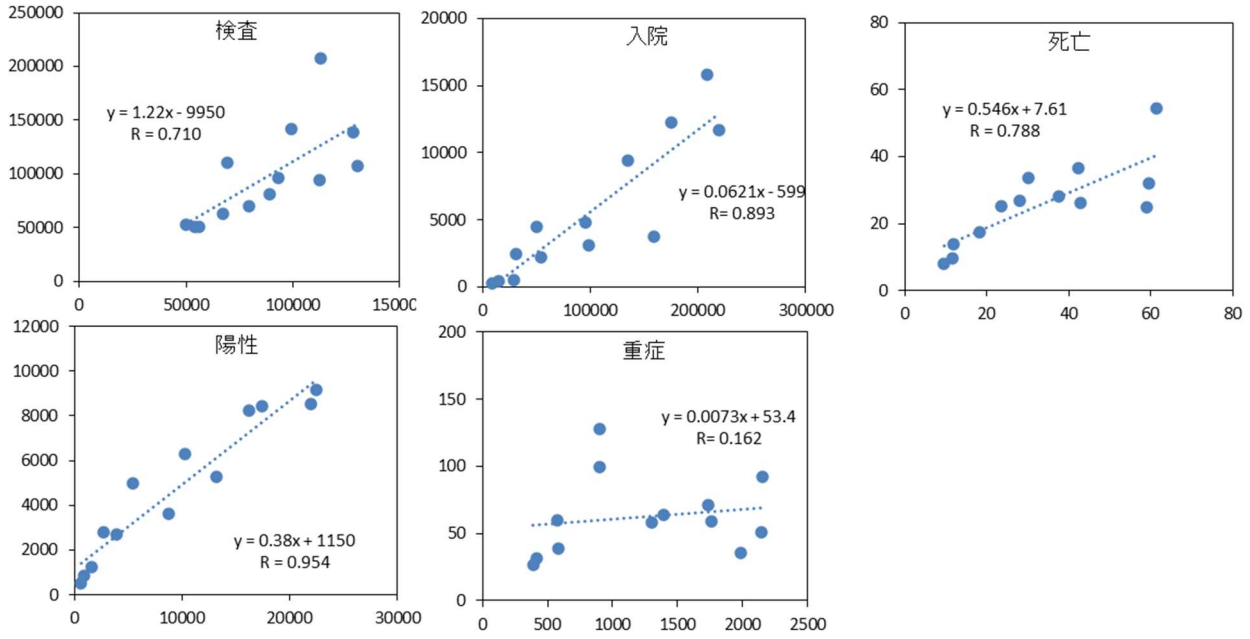

図４　週別の平均値（横軸）と残差の振幅（縦軸）の関係

重症を除いた４項目はすべて相関係数が 0.7 以上の値を示した。特に、入院と陽性の相関係数は 0.9 前後と高かった。したがって、これら４項目については、残差の振幅は平均値とほぼ比例して増減していると考えられた。

3.5 曜日効果の特徴

残差はほぼ７日周期と考えられることから、平均的な曜日効果を調べるため、残差の曜日別の平均値を求めた（図５）。

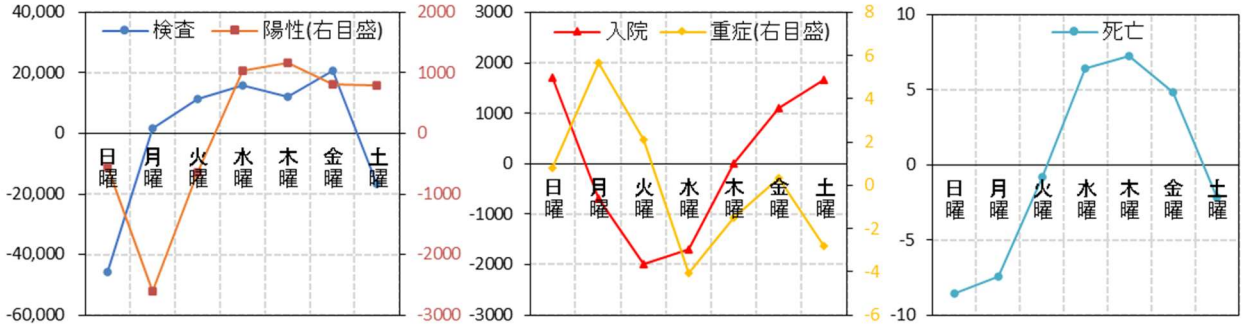

図５　残差の曜日別の平均値

残差が最低値を示した曜日は検査では日曜、陽性では月曜、入院では火曜となり、一日ずつずれていた。検査件数の少ない影響が陽性や入院に影響を与えた可能性がある。重症は２山型を示し、他項目とは異なった。一方、死亡の最低値は日曜であり、次に月曜が低かった。このように各項目相互の関係が曜日効果として現れていると考えられる。

3.5 陽性率

陽性率は７日間移動平均における陽性／検査（%）で表され、その値が高いほど新規陽性者が見逃されている可能性が高いと推測される[4)]。

図６に陽性率の変化を示した。

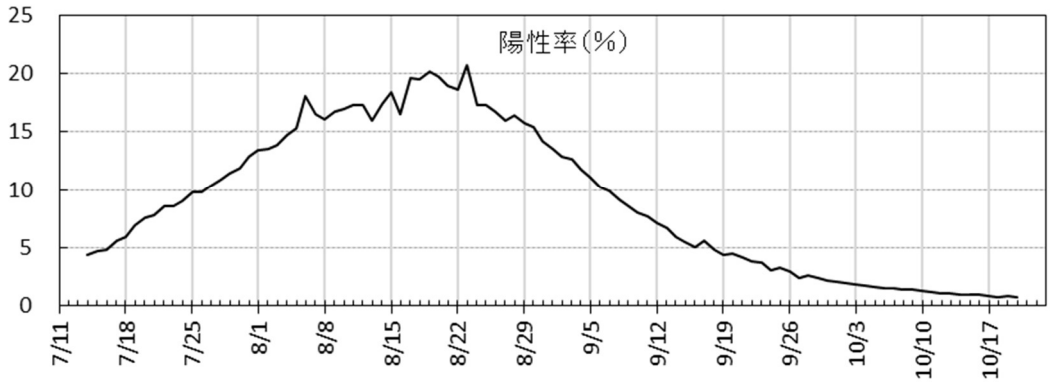

図６　陽性率の変化

陽性率は８月 20 日前後に約 20%と最も高い水準にあり、陽性に似た変化を示した。表１によると、検査のピークは８月 27 日であり、陽性のピークよりも約５日遅れて現れている。これは、感染に対応した検査数が十分に確保できなかったことを示唆している。

４．まとめ

第５波は大きな波に曜日効果などの短周期成分が加わる形状を示した。大きな波は正規分布に類似しており、曜日効果は大きな波にほぼ比例して増減した。また、最大ピークの前半と後半で曜日効果が少し異なる傾向も認められた。

参考文献

１）物理のかぎしっぽ，新型コロナウイルスの時系列解析　(1) 全国の状況
http://hooktail.sub.jp/contributions/covid_01.pdf
２）厚生労働省
https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html
３）物理のかぎしっぽ，周期時系列の統計解析　(3)移動平均とフーリエ変換
http://hooktail.sub.jp/contributions/shuki03.pdf
４）　済生会、新規感染者数や検査陽性率などの感染の指標から何が分かる？
https://www.saiseikai.or.jp/feature/covid19/data_q03/