

新規感染者数と下水中の 新型コロナウイルスRNA濃度の順位相関

各処理場データ順位相関について

◆ 下水中の新型コロナウイルスRNA濃度と新規感染者数の関係

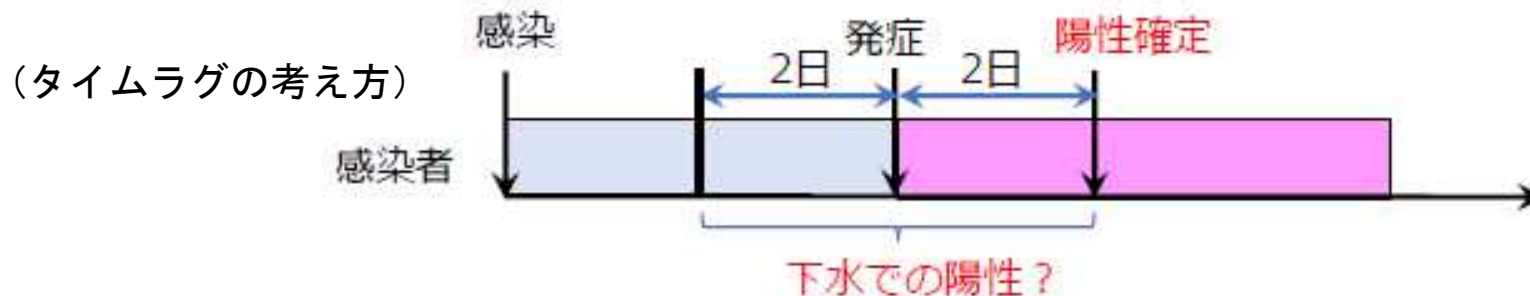
- 両データが同じ分布をしていないため、線形的な関係性は認められない。

- スピアマンの順位相関*については、非線形であっても求められる。

順位相関について検討

※スピアマンの順位相関：2種類のデータの順位の一貫性を示す指標。片方のデータの大きい方から順位を付けた際に、対応するもう片方のデータの順位も同様であるかどうかを判断し、同様の順位であれば相関係数が高くなる。例えば、下水中の新型コロナウイルスRNA濃度が高いときに新規感染者数も多ければ、順位相関が高い可能性がある。

- 新規感染者数（市公表日）は、新規感染者が発症した日と市の公表日にタイムラグがある。
- 自治体で公表されている推定発症日と陽性者の公表日の間のタイムラグが長い場合には、下水での迅速検知の意義があると考えられる。



- 感染者の糞便中等に排出されるウイルス量は発症日前後数日に多いと考えられる^{1・2)}。

1)井原賢、八十島誠「近畿地方の下水処理場および個別施設を対象とした新型コロナウイルスの下水疫学調査」,水環境学会誌,Vol.44,No.11,2021

2) Bo Zhao, Zaizhi Yu, Tomonori Fujita, Yoshiaki Nihei, Hiroaki Tanaka, Masaru Ihara.

Tracking community infection dynamics of COVID-19 by monitoring SARS-CoV-2 RNA in wastewater, counting positive reactions by qPCR.

medRxiv 2021.12.23.21268343; doi:<https://doi.org/10.1101/2021.12.23.21268343> 等

各処理場データ順位相関について

推定発症日と公表日の差をタイムラグとする。
 発症日前後3日間の平均新規感染者数とすることで、ウイルス排出している人数を把握する。

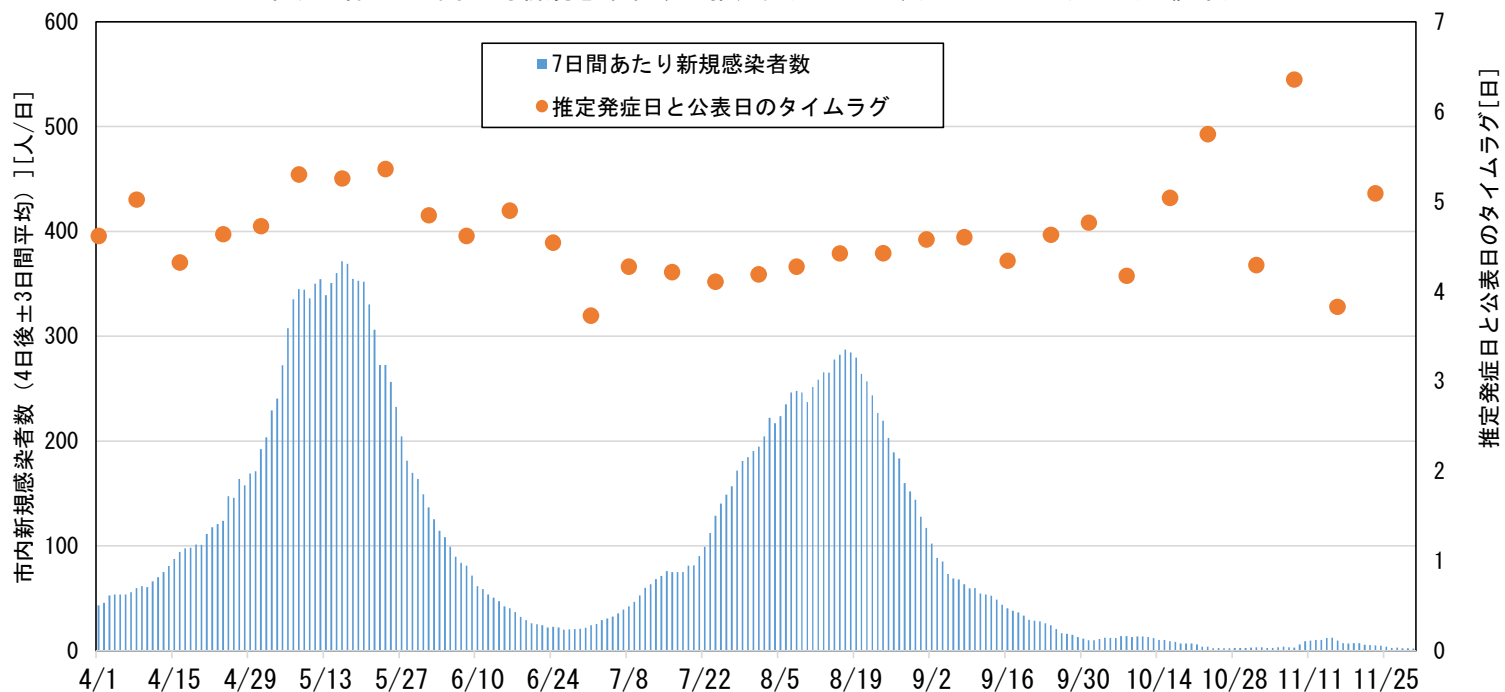
推定発症日と新規感染者数公表日の差

(2021年4月～11月)

札幌市	4.7 日
仙台市	4.0 日
H市	3.6 日
J市	3.9 日
平均	4.0 日

新規感染者数：
 公表日とのずれ日数 ± 3 日間平均の新規感染者数に対する下水中の新型コロナウイルスRNA濃度との関係を調査

市域全体の7日間平均新規感染者数と推定発症日・公表日のタイムラグ（札幌市）



(参考・
 札幌市の場合)

各処理場データ順位相関について

◆ 下水中の新型コロナウイルスRNA濃度と新規感染者数の関係・解析結果

(相関の解析に用いている新規感染者数は公表日ベース)

自治体	下水中の新型コロナウイルスRNA濃度					陽性率				
	データ数 ※1	順位相関 係数 Rs	p値※2	相関の有無	相関性の 高いずれ 日数※3	データ数 ※1	順位相関 係数 Rs	p値※2	相関の有無	相関性の 高いずれ 日数※3
札幌市	70	0.71	9.5×10^{-12}	正の相関	2日	—	—	—	—	—
仙台市	43	—	—	—	—	25	0.75	1.9×10^{-5}	正の相関	1日
横浜市	57	—	—	—	—	26	0.35	0.028	弱い正の 相関	1日
H市 ※4	41	—	—	—	—	11 7	0.56 0.75	0.076 0.051	相関なし	— —
I市	43	0.75	8.6×10^{-9}	正の相関	1日	—	—	—	—	—
J市	28	0.92	3.4×10^{-12}	強い正の 相関	4日	—	—	—	—	—

※1：いずれのデータ数も不検出を含むデータ数とするが、H市のみ陽性率がプラスとなっているデータ数。

(H市は分析法が感染傾向情報の途中で変わっているため、p値が極端に高くなり、関係性が得られないため)

※2：相関係数の信頼を示す値。今回、 <0.05 (5%棄却) であれば解析上問題ない。

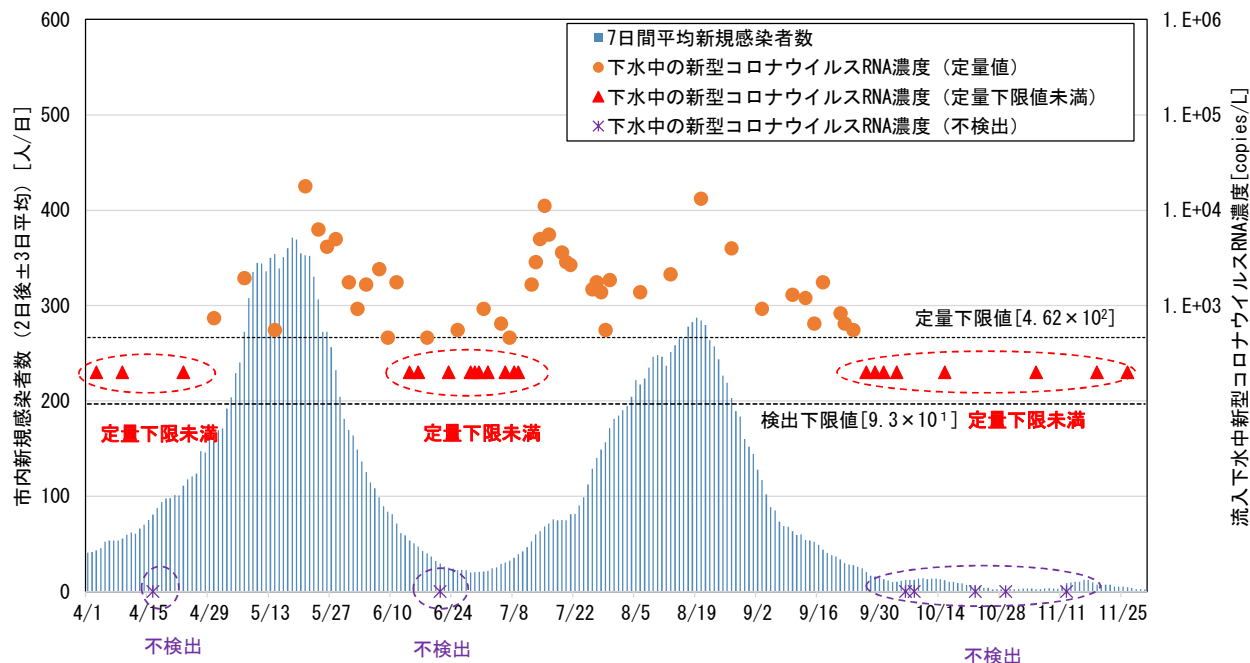
※3：次頁以降参照

※4：上段・PEG沈殿法、下段・沈殿物抽出法 による結果

新型コロナウイルスRNA濃度との順位相関（札幌市）

※下水中新型コロナウイルス分析手法：北大・シオノギ法（仮称）

下水中新型コロナウイルスRNA濃度と7日間平均新規感染者数（札幌市）



R_s ：両データの順位に対する相関係数
 順位が一致しているほど1.0に近くなる
 p 値：帰無仮説が正しいと仮定した場合に
 帰無仮説が生じる確率
 （帰無仮説：棄却したい仮説）

ここでは得られた相関係数が偶然生じたことを帰無仮説とするため、 p 値が高ければこの相関係数が意味のないものということとなる。

結果

ずれ日数	R_s	p 値
1日後	0.701	1.46E-11
2日後	0.705	9.51E-12
3日後	0.699	1.63E-11
4日後	0.692	3.22E-11
5日後	0.679	1.09E-10
6日後	0.670	2.33E-10

順位相関係数 $R_s : 0.71$ (p 値= $9.5 \times 10^{-12} < 0.05$)
 ⇒正の相関有

考察

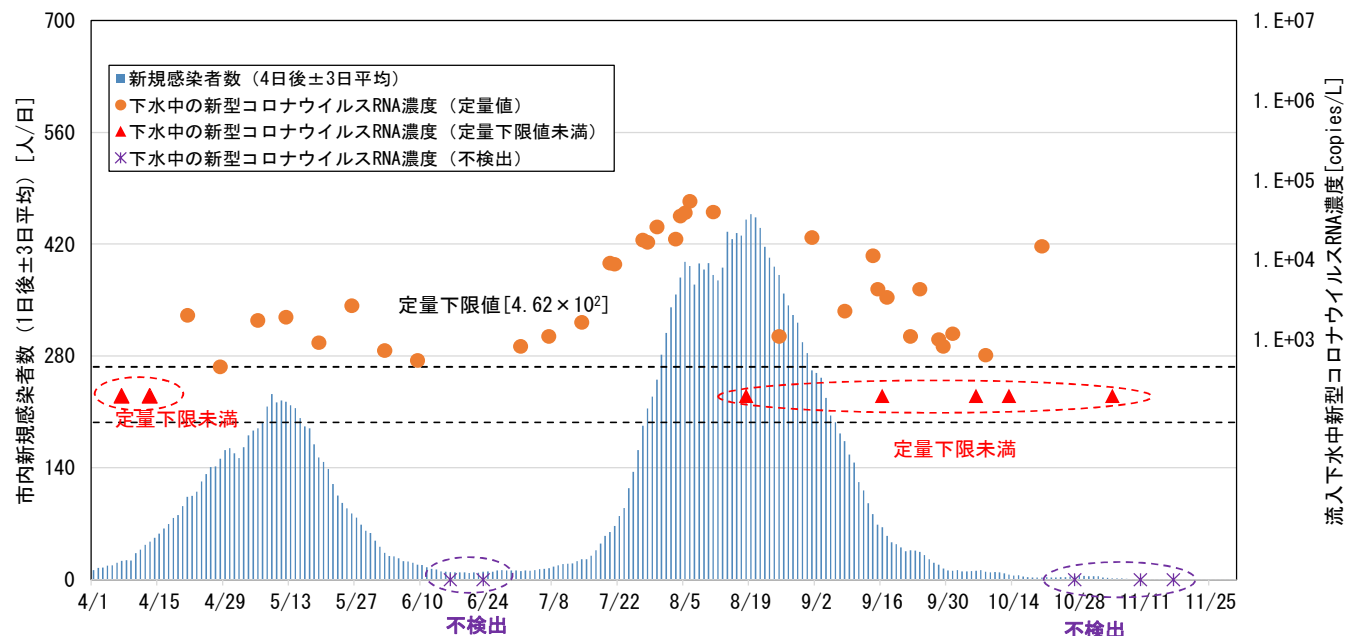
- 下水中の新型コロナウイルスRNA濃度と2日後新規感染者数（7日間平均）との間に正の相関があり、下水中の新型コロナウイルスRNA濃度が増加傾向を示す場合には、2日後新規感染者数も増加傾向を示すと考えられる。
- 比較的生活排水が多く、10万人あたりの感染者が多いため検出頻度が高くなり、順位相関が得られたと考えられる。

※ずれ日数2日が最も p 値が低い

新型コロナウイルスRNA濃度との順位相関（I市）

※下水中新型コロナウイルス分析手法：北大・シオノギ法（仮称）

下水中新型コロナウイルスRNA濃度と7日間平均新規感染者数（I市）



ずれ日数	Rs	p 値
1日後	0.747	8.57E-09
2日後	0.743	1.16E-08
3日後	0.743	1.20E-08
4日後	0.728	3.24E-08
5日後	0.736	1.93E-08
6日後	0.737	1.75E-08

※ずれ日数1日が最も p 値が低い

結果

順位相関係数 Rs : 0.75 (p値 : $8.6 \times 10^{-9} < 0.05$)
⇒ 正の相関がみられる

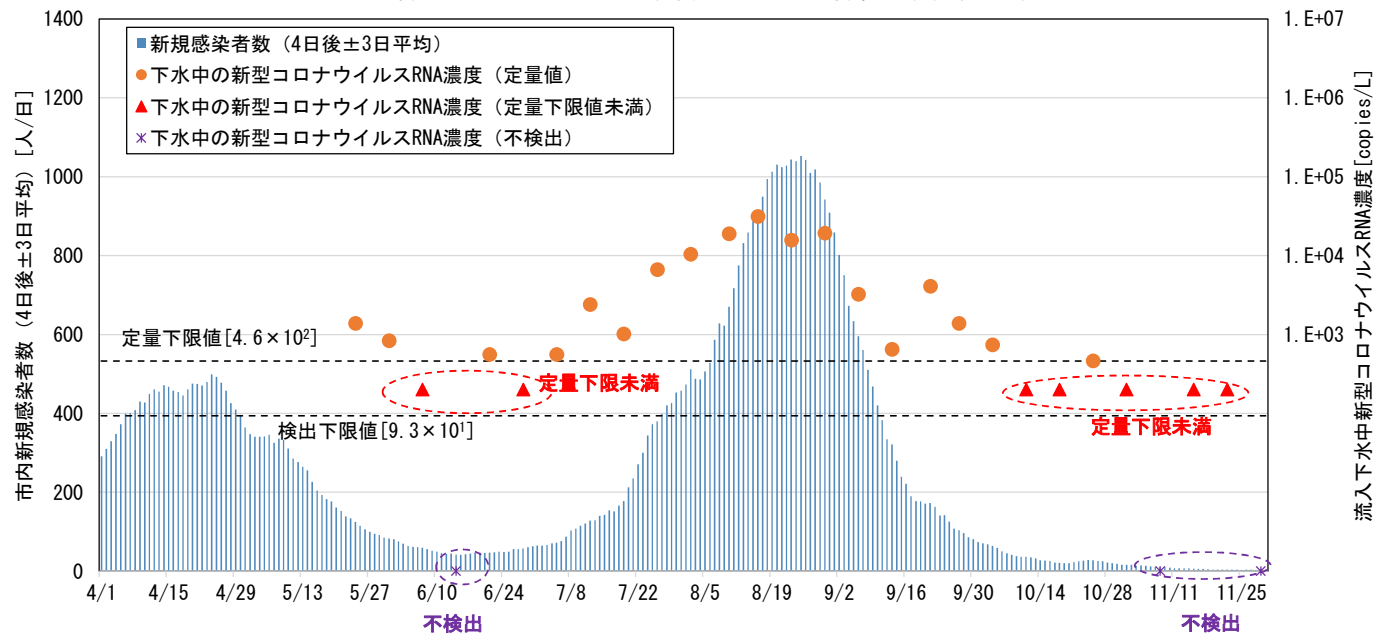
考察

- 処理区内に貯留管が無く、昼間人口と夜間人口の違い等の影響が少ないため、検出される頻度が高かったと考えられる。

新型コロナウイルスRNA濃度との順位相関（J市）

※下水中新型コロナウイルス分析手法：北大・シオノギ法（仮称）

下水中新型コロナウイルスRNA濃度と7日間平均新規感染者数（J市）



ずれ日数	Rs	p 値
1日後	0.914	1.13E-11
2日後	0.916	8.05E-12
3日後	0.921	3.95E-12
4日後	0.922	3.43E-12
5日後	0.915	9.98E-12
6日後	0.904	4.06E-11

結果

順位相関係数 Rs : 92 (p値 : $3.4 \times 10^{-12} < 0.05$)
⇒強い正の相関がみられる

考察

- ・ 昼間人口と夜間人口の違い等の影響が少ないと考えられる。

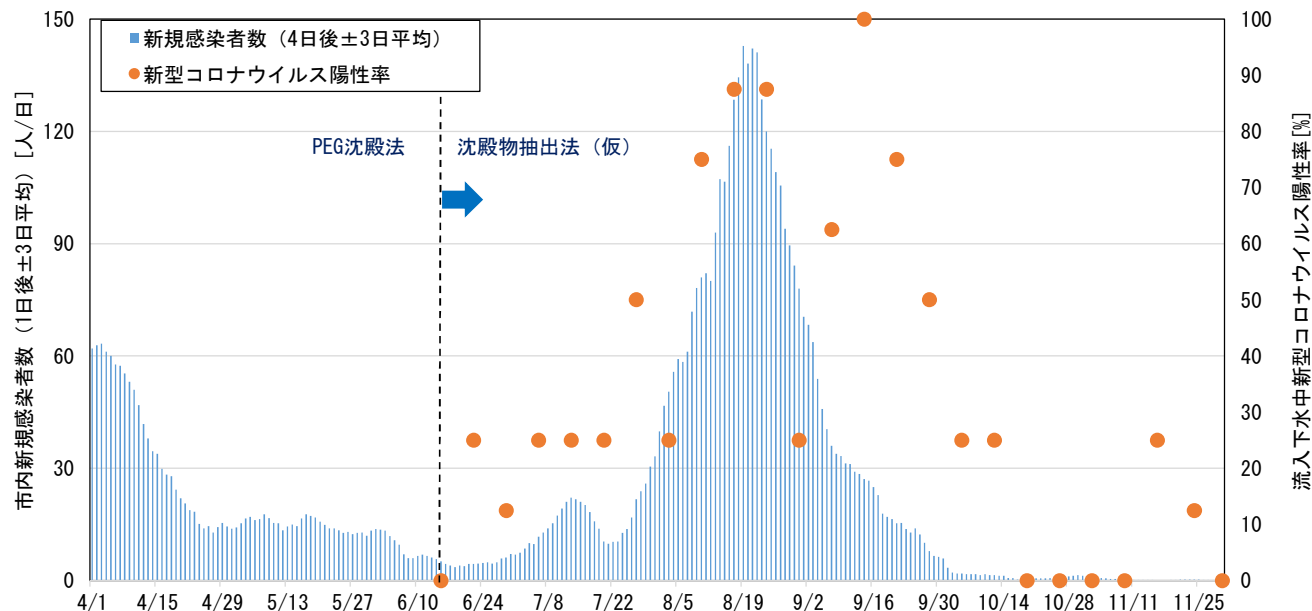
※ずれ日数4日が最も p 値が低い

陽性率との順位相関（仙台市）

- 定量値が得られにくい場合等、陽性率を用いて順位相関等の感染者数との関係を示す方法が、井原ら^{1・2)}により提唱されている。

※下水中新型コロナウイルス分析手法：PEG沈殿法、沈殿物抽出法（仮）

下水中新型コロナウイルス陽性率と7日間平均新規感染者数（仙台市）



結果

順位相関係数 $R_s : 0.75$ (p 値 : $1.94 \times 10^{-5} < 0.05$)
 ⇒ 正の相関がみられる

- 複数ウェルによる陽性率では、順位相関が観察された。
- 6/15以降、複数ウェルデータを測定

陽性率：測定ウェル数のうち、陽性と判定された（1コピー以上検知された）ウェル数の割合
 今回調査では、仙台市、横浜市、H市に対しN1：4ウェル、N2：4ウェル※の複数ウェル測定を行った。
 ※N1,N2はプライマーセットのCDC-N1、CDC-N2のこと

ずれ日数	R_s	p 値
1日後	0.745	1.94E-05
2日後	0.739	2.46E-05
3日後	0.723	4.43E-05
4日後	0.727	3.78E-05
5日後	0.665	2.83E-04
6日後	0.669	2.53E-04

※ずれ日数1日が最も p 値が低い

1)井原賢、八十島誠「近畿地方の下水処理場および個別施設を対象とした新型コロナウイルスの下水疫学調査」,水環境学会誌,Vol.44,No.11,2021

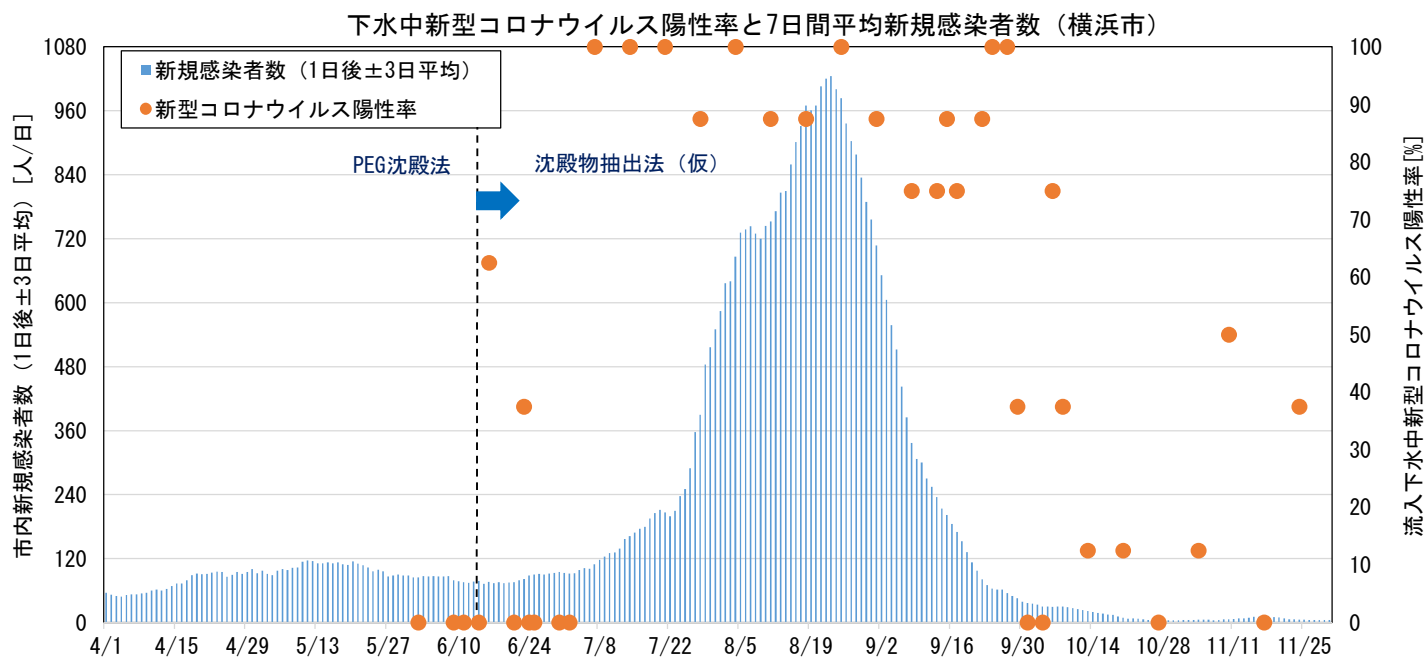
2) Bo Zhao, Zaizhi Yu, Tomonori Fujita, Yoshiaki Nihei, Hiroaki Tanaka, Masaru Ihara.

Tracking community infection dynamics of COVID-19 by monitoring SARS-CoV-2 RNA in wastewater, counting positive reactions by qPCR.

medRxiv 2021.12.23.21268343; doi:https://doi.org/10.1101/2021.12.23.21268343 等

陽性率との順位相関（横浜市）

※下水中新型コロナウイルス分析手法：PEG沈殿法、沈殿物抽出法（仮）



結果

順位相関係数 R_s : 0.35 (p値 : 0.028 < 0.05)
⇒ 弱い正の相関がみられる

- 複数ウェルによる陽性率では、順位相関が観察された。

ずれ日数	R_s	p 値
1日後	0.353	0.028
2日後	0.324	0.044
3日後	0.341	0.034
4日後	0.334	0.038
5日後	0.332	0.039
6日後	0.316	0.050

※ずれ日数1日が最も p 値が低い

陽性率との順位相関 (H市)

※下水中新型コロナウイルス分析手法：PEG沈殿法、沈殿物抽出法（仮）

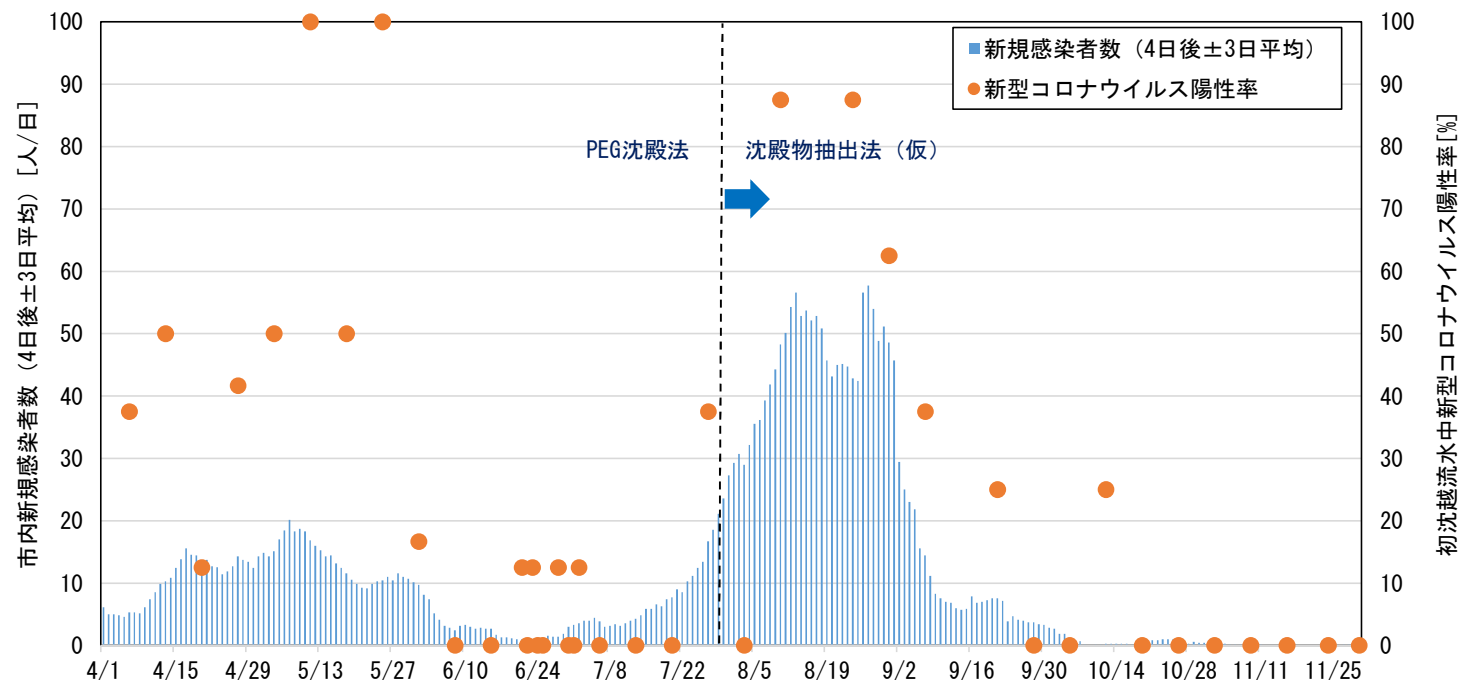
●PEG沈殿法

ずれ日数	Rs	p 値
1日後	0.412	0.209
2日後	0.394	0.230
3日後	0.413	0.207
4日後	0.543	0.084
5日後	0.517	0.103
6日後	0.555	0.076

●沈殿物抽出法（仮）

ずれ日数	Rs	p 値
1日後	0.493	0.260
2日後	0.402	0.371
3日後	0.402	0.371
4日後	0.722	0.067
5日後	0.485	0.270
6日後	0.753	0.051

下水中新型コロナウイルス陽性率と7日間平均新規感染者数 (H市)



結果

順位相関係数 相関なし
 (PEG沈殿法、沈殿物抽出法いずれも)
 p値 > 0.05で、5%棄却できず、
 相関係数算出不可

※いずれの方法でも6日後の p 値が最も低い。
 ただし、いずれも0.05を上回っている。

※p値とは、(0.000~1)の間で算出される値で、帰無仮説を棄却するか否かの判断基準として用いられる数値のことを指す。有意水準とは、算出されたp値を用いて、その分析結果が有意なものであるか判断する基準であり、一般的にp値が(0.05)を下回っているものが有意であると判断される。

順位相関について（まとめ）

ポイント

- 新規感染者の推定発症日と公表日のずれは、4都市の公表データの平均値として4日であった。
- 下水中の新型コロナウイルスのRNA濃度あるいは陽性率は、都市ごとに1～4日進めた新規感染者数と最も強い順序統計の相関があることが分かった。
- 下水中の新型コロナウイルスRNA濃度が定量検出できない場合でも、陽性率として判定できる場合には、都市ごとに1～4日進めた新規感染者数と最も強い順序統計の相関がみられる場合があることが分かった。