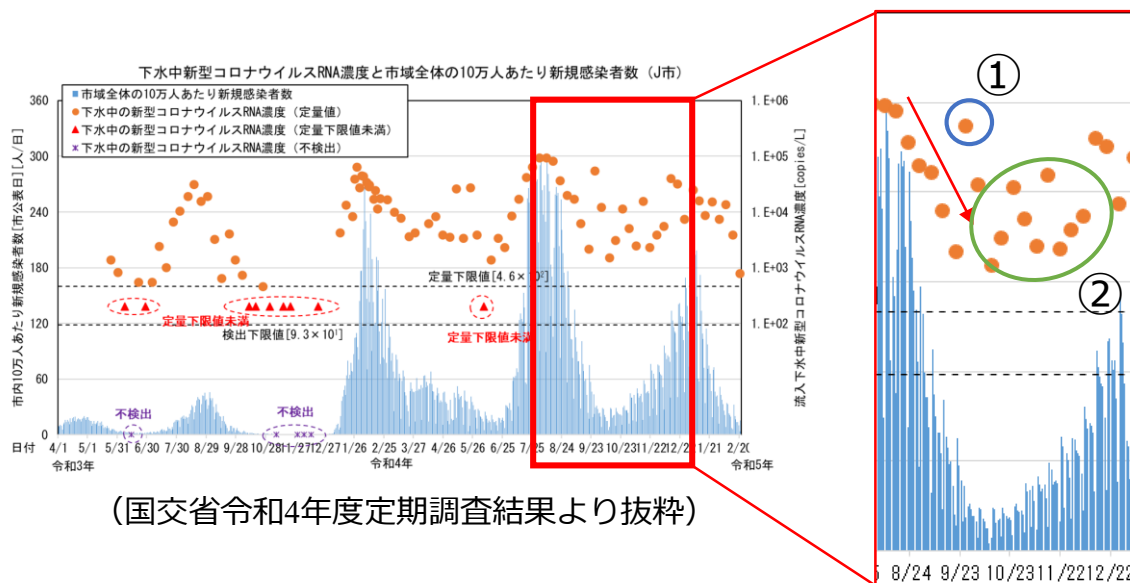


下水データの取扱いに関する検討結果

・下水中の新型コロナウイルスRNA濃度は下水道の特性から生じるばらつきなどが存在し、例として新規感染者数との相関関係に影響を及ぼしている場合がある。

- ①非定常的なばらつき（降雨によるウイルス濃度の希釈等によるデータの偏在、処理区域内外の人の移動による濃度の増減などのばらつきを含む）
- ②昼間人口の変動、週内での感染発生状況の変化、市町村の感染者数と処理人口カバー率の違い等によるばらつき（行政区域と処理区域の相違、工場排水等の流入が多いなどからくるばらつきを含む）



（国交省令和4年度定期調査結果より抜粋）

ばらつきの例
感染者数が減少傾向にある中で
ウイルス濃度が上昇や横ばいを示す。
→人流による影響か下水道特性等
を踏まえた検討（補正）が必要。

糞便指標（PMMoV）を用いた補正方法

CDC^[1]によれば、下水中の新型コロナウイルスRNA濃度は、下水道区域内の人数がモニタリング期間中に変化することが予想される場合（観光客、平日の通勤者、派遣労働者など）、ウイルス濃度の分析や下水サンプル間の推移を比較する上で、**人糞含有量の正規化が重要**となる可能性があると考えられている。

人糞含有量の指標には、PMMoV（トウガラシ微斑ウイルス）が代表とされており、正規化されていない下水中の新型コロナウイルスRNA濃度をPMMoVで割ることで、単位の無い比率となり流量、人流、分析プロセスのばらつきを抑えることが可能である。

本検討では、測定されたRNA濃度をPMMoV測定値からの変動率（PMMoV測定値/PMMoV平均値（定数）：単位なし）で割ることにより補正した。

・ 下水中のRNA濃度[copies/L] × ÷（PMMoV測定値[copies/L]/PMMoV平均値[copies/L]）

→ウイルス濃度が正規化されていない、仙台市、横浜市、H市、I市、J市を対象に、補正前後の順位相関関係を比較した。

（札幌市は流量による補正を行っているため対象外とした）

→オミクロン株を対象に検討（令和4年1月～令和5年1月までのデータ、横浜市、仙台市、H市は令和4年4月～のデータ）

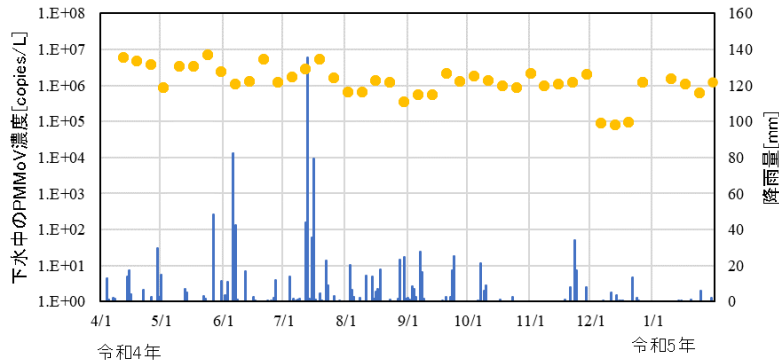
→仙台市・H市は定量値が得られているN2のデータを使用した。

[1] : [National Wastewater Surveillance System \(NWSS\) – a new public health tool to understand COVID-19 spread in a community | CDC](#)

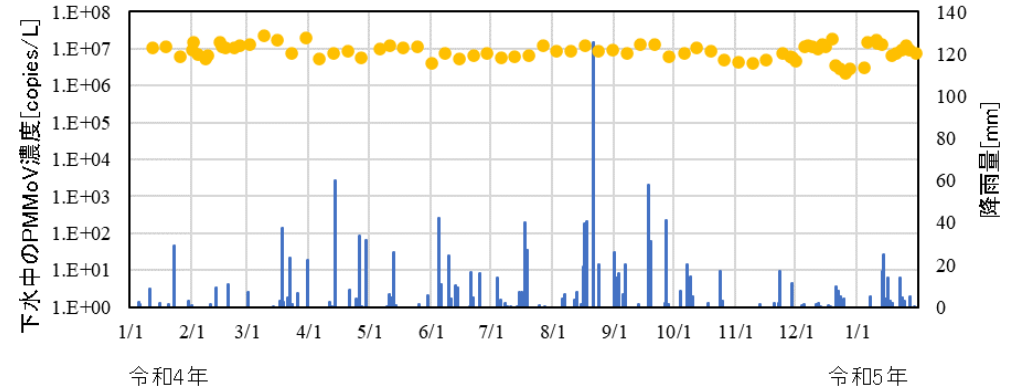
(参考) PMMoV濃度の挙動と降雨量との関係性について

資料3-1

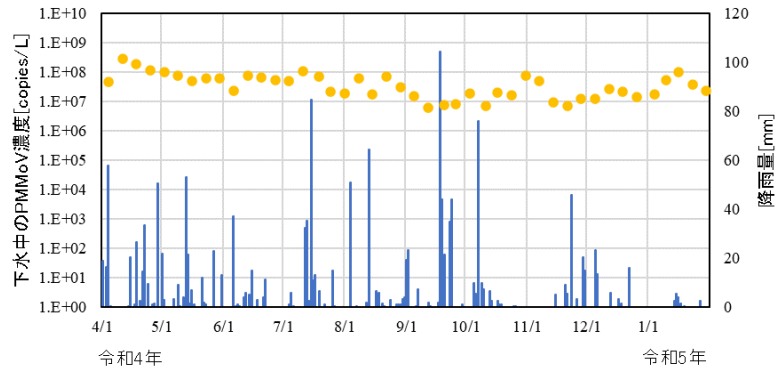
PMMoVと降雨量の関係(仙台市)



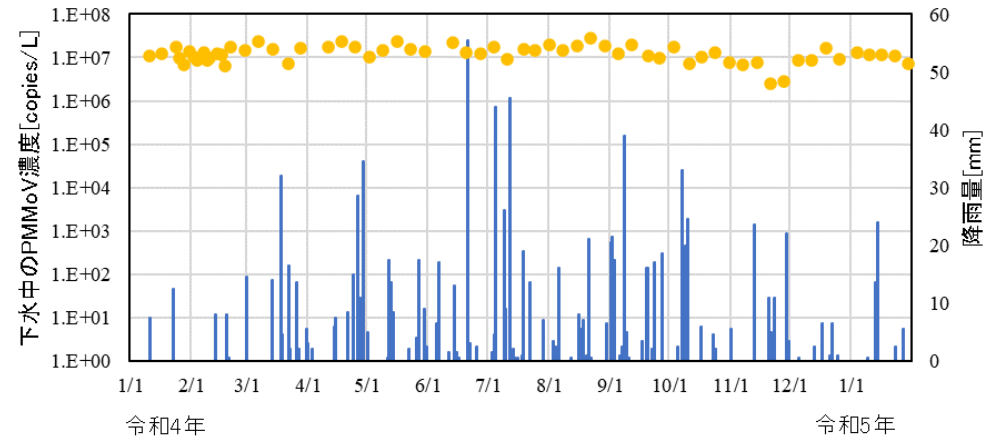
PMMoVと降雨量の関係(I市)



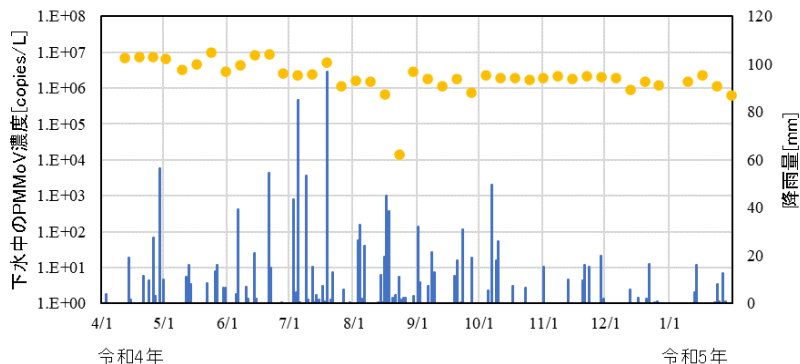
PMMoVと降雨量の関係(横浜市)



PMMoVと降雨量の関係(J市)



PMMoVと降雨量の関係(H市)



- ・仙台市、H市：1.E+4～6 (PMMoV濃度)
 - ・横浜市：1.E+6～8 (PMMoV濃度)
 - ・I市、J市：1.E+6～7 (PMMoV濃度)
- ⇒分析手法・機関が同一の都市(仙台市、H市)、(I市、J市)はPMMoVの値も同程度
⇒降雨との関係性は今後検証する

◆ 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致性を示す指標。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。

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）

新規感染者数（1週間平均）：曜日ごとに感染者数にばらつきがあるため、採水日±3日間の1週間平均とした。

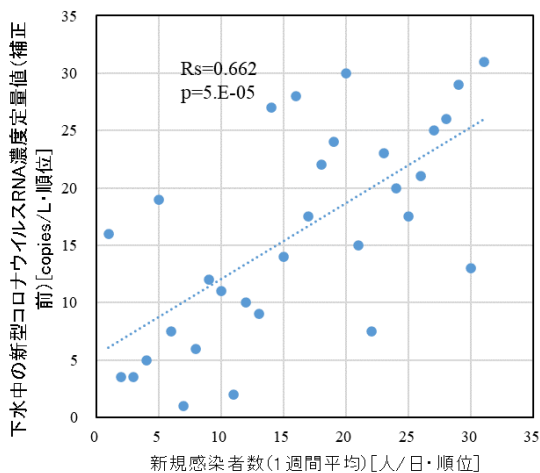
ここでは相関係数が0である(無関係である)ことを帰無仮説とするため、p値が高ければこの相関係数が意味のないものとなる。

糞便指標 (PMMoV) を用いた補正結果 (グラフ)

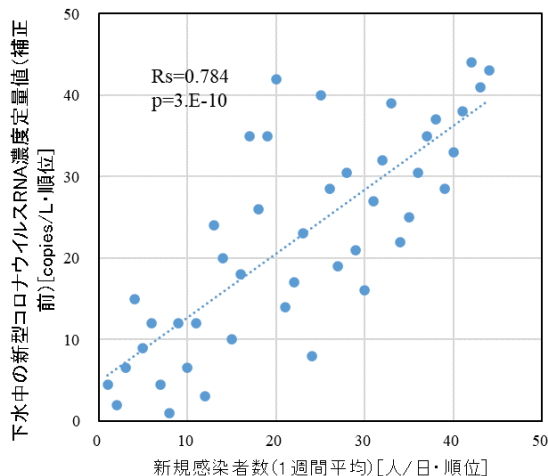
資料3-1

PMMoV
補正前

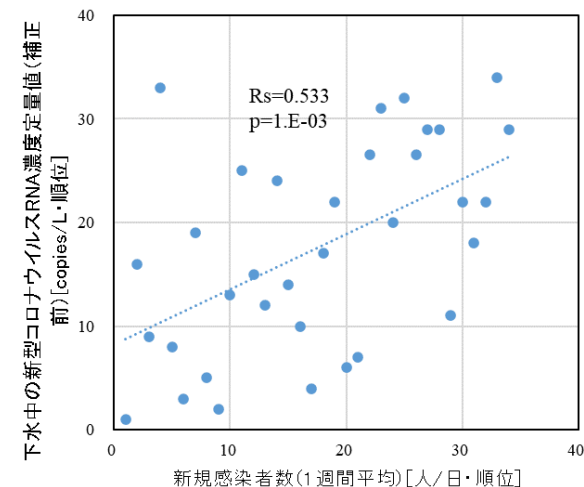
仙台市 (補正前)



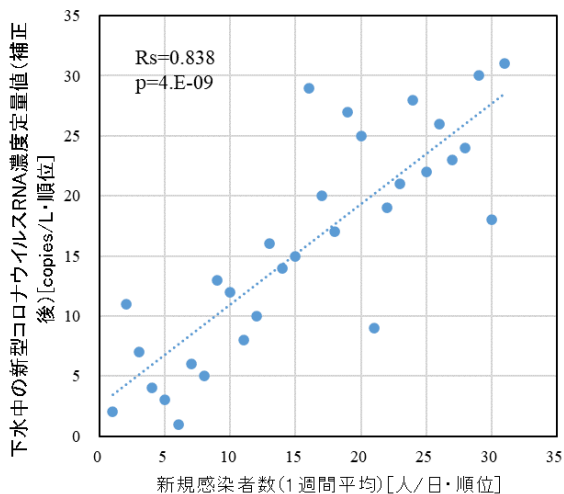
横浜市 (補正前)



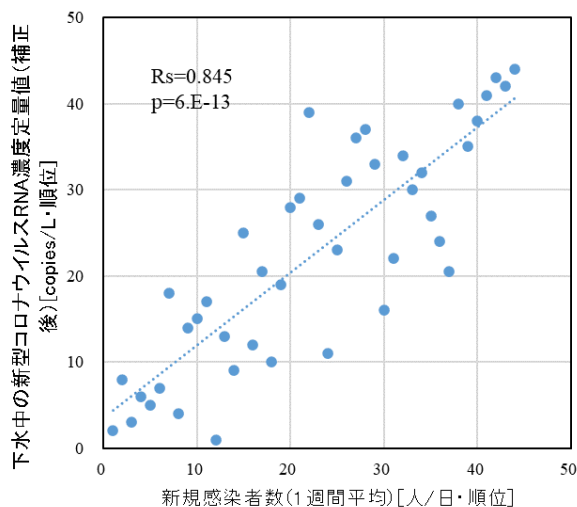
H市 (補正前)



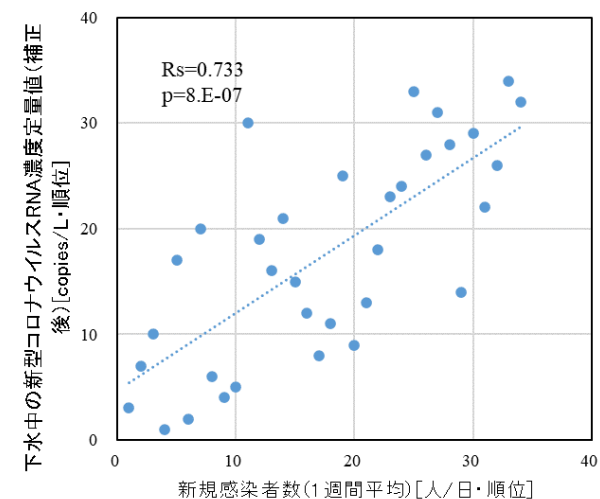
仙台市 (補正後)



横浜市 (補正後)



H市 (補正後)

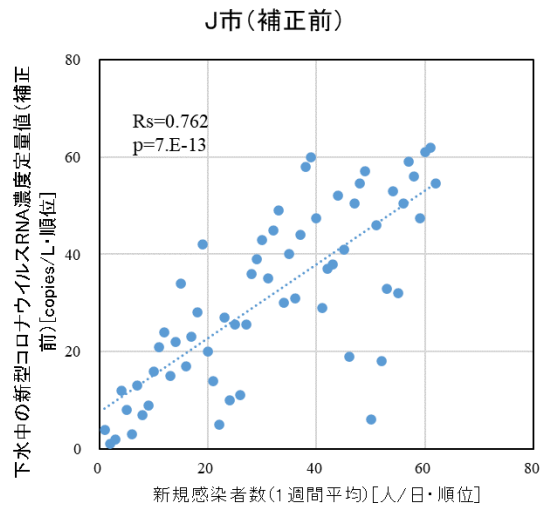
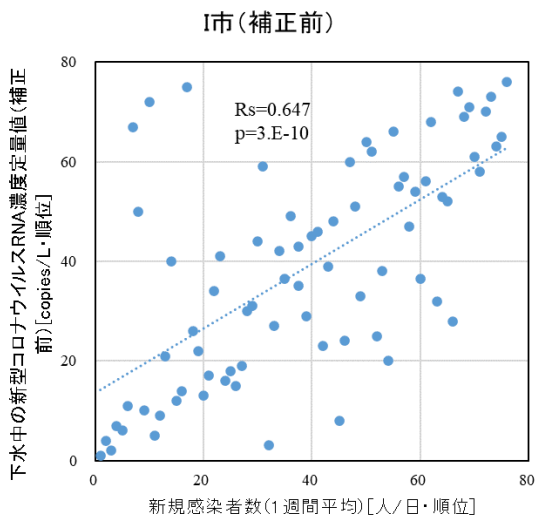


PMMoV
補正後

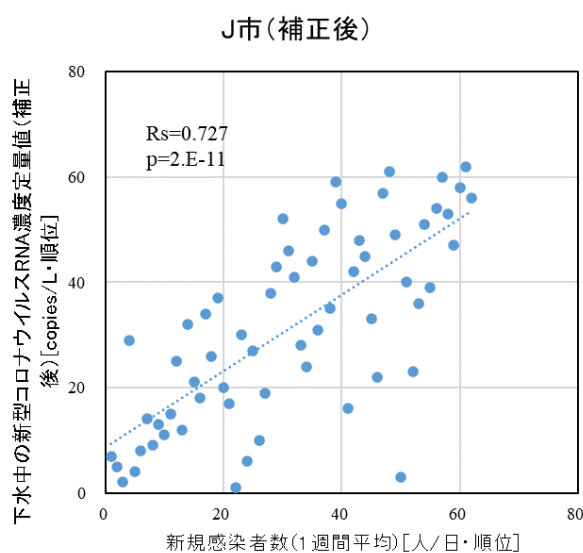
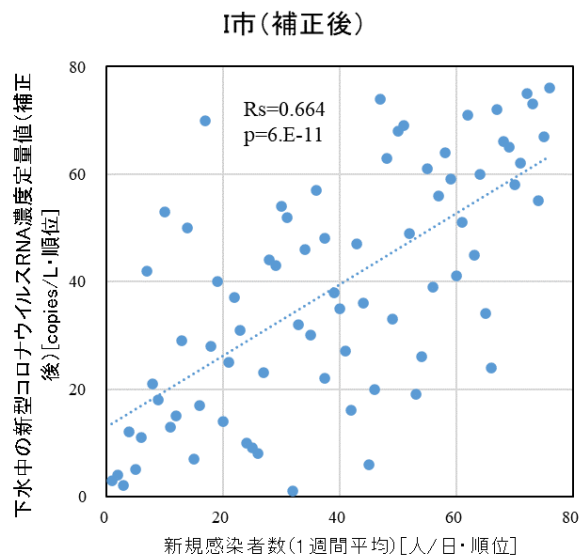
糞便指標 (PMMoV) を用いた補正結果 (グラフ)

資料3-1

PMMoV
補正前



PMMoV
補正後



糞便指標（PMMoV）を用いた補正結果（まとめ）

資料3-1

糞便指標（PMMoV）を用いた補正結果を示す。

自治体	検体数	新規感染者数（1週間平均）とRNA濃度の順位相関			
		補正前		補正後	
		Rs	p値	Rs	p値
仙台市	31	0.66	5.E-05	0.84	4.E-09
横浜市	44	0.78	3.E-10	0.84	6.E-13
H市	34	0.53	1.E-03	0.73	8.E-07
I市	76	0.65	3.E-10	0.66	6.E-11
J市	62	0.76	7.E-13	0.73	2.E-11

- 糞便指標（PMMoV）を用いた補正を行うことで、5自治体中4自治体で相関関係が改善した。
- 仙台市、横浜市、H市では、相関係数が0.01～0.18ほど高くなった。
- I、J市では補正前後で相関係数に大きな変化が無かった。
- 処理場によって補正効果が異なる要因を以下に示す。
 - 処理場特性（処理面積、処理人口、人口カバー率、雨量など）の違い
 - 相関関係の限界の可能性（当該処理場でカバーできる感染者数と市内の新規感染者数が異なるため。）

- 分析手法によって、PMMoVの回収率が異なる場合がある。
（一般的にPMMoVは上清に多く存在し、沈殿物を対象とする分析手法を用いた場合、回収率が低いと考えられる。）
- PMMoVと下水中の新型コロナウイルスRNA濃度の挙動が必ずしも一致するわけではない。



→PMMoVについては文献が少なく、新型コロナウイルスRNA濃度との関係性が分かっていない部分が多いため、引き続きデータの蓄積や文献調査等を実施する。

調査概要

- ◆ 対象処理場 : 6自治体×1処理場
- ◆ サンプルング方法 : グラブ (スポット) サンプルング又はコンポジットサンプルング
- ◆ サンプルング時間帯 : 自治体の採水するタイミング

※グラブ (スポット) サンプルング : 一定時 (基本的に午前中) に瞬間的に採水。
コンポジットサンプルング : 一定時間 (1~2時間) ごとの採水試料を混合したもの。

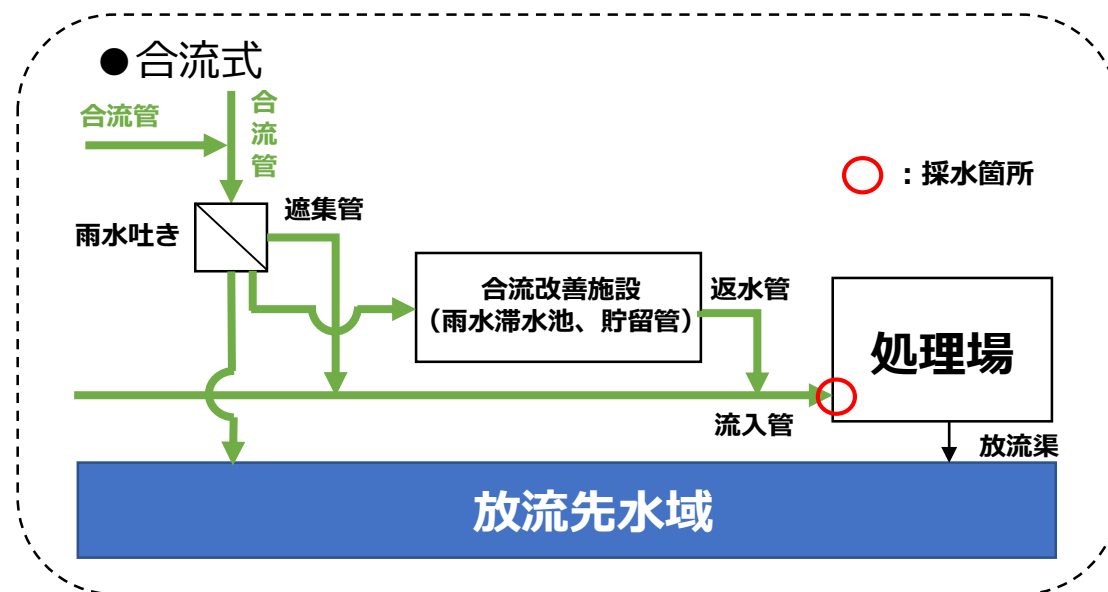
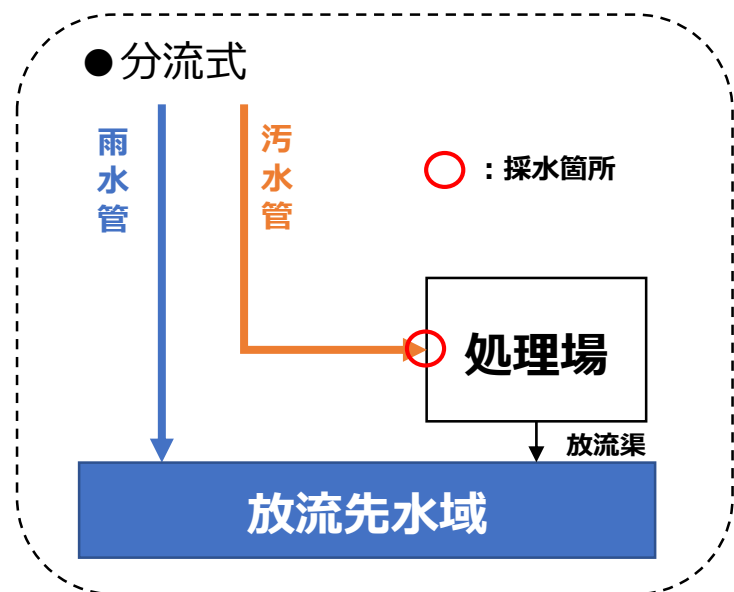
対象都市・処理場

対象都市	処理区 面積[ha]	処理人口 (H30)[人]	排除方式	日平均処理水量 (H30) [m3/日]	生活系・営業系の 水量割合 (事業計画)
札幌市	3,700	336,000	合流一部分流	152,000	生活系 : 44%、営業系 : 43%
仙台市	11,000	750,000	分流一部合流	275,000	生活系 : 56%、営業系 : 14%
横浜市	900	112,000	分流一部合流	54,000	生活系 : 41%、営業系 : 25%
H市	1,400	107,000	分流一部合流	48,000	生活系 : 69%、営業系 : 1%
I市	2,700	365,000	合流一部分流	201,000	生活系 : 75%、営業系 : 8%
J市	3,200	341,000	合流一部分流	170,000	生活系 : 47%、営業系 : 10%

●分流式は、生活排水などの汚水と雨水を別々の管きよで排除するため、雨天時においても雨水による希釈影響が原則は無い。（一部管きよの劣化部分からの地下水の侵入等がある場合がある。）

●合流式は、汚水と雨水を同一の管きよで排除するため、雨天時には処理場に晴天時の数倍程度の下水が流入し、雨水による希釈影響が大きい場合がある。

下水中の新型コロナウイルスRNA濃度の雨水による希釈影響を補正するために、流量を用いた補正方法を検討した。



(参考) 流量を用いた補正方法

流量を用いた補正方法は、排除方式や降雨の状況によって異なる。
以下に、ケースごとの補正方法（例）と留意点を整理した。

排除方式	降雨の状況	補正方法（例）	留意点
合流式	降雨が無い場合	$\text{RNA濃度} \times (\text{処理場流入量} / \text{晴天時流入量})$	・降雨の翌日、地下水位の上昇による地下水の侵入の有無を確認する必要がある。
	降雨がある場合 (CSOや雨天時貯留が無い場合)	$\text{RNA濃度} \times (\text{処理場流入量} / \text{晴天時流入量})$	・雨水吐きの最大遮集水量、合流改善施設（雨水滞水池・貯留管）の容量と運用状況を把握する必要がある。
	降雨がある場合 (CSOや雨天時貯留がある場合)	$\text{RNA濃度} \times ((\text{処理場流入量} + \text{雨水吐き放流量} + \text{合流改善施設貯留量}) / \text{晴天時流入量})$	・雨水吐きからの放流量、合流改善（雨水滞水池・貯留管）施設への貯留量を把握する必要がある。
分流式	降雨が無い場合	$\text{RNA濃度} \times (\text{処理場流入量} / \text{晴天時流入量})$	・降雨の翌日、地下水位の上昇による地下水の侵入の有無を確認する必要がある。
	降雨がある場合	$\text{RNA濃度} \times (\text{処理場流入量} / \text{晴天時流入量})$	・雨天時増水の有無を確認する必要がある。

※CSO：合流式下水道からの越流水

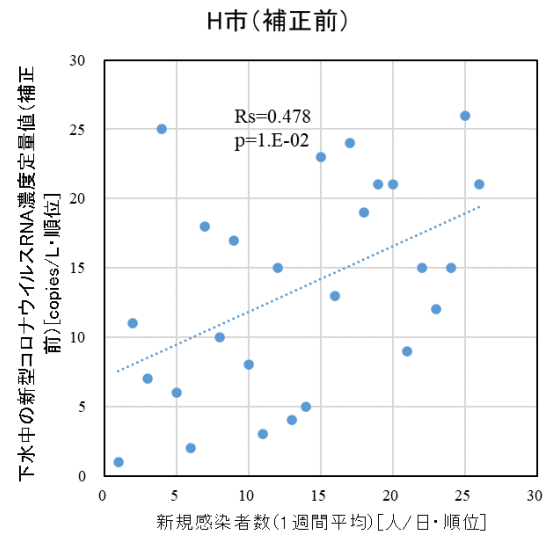
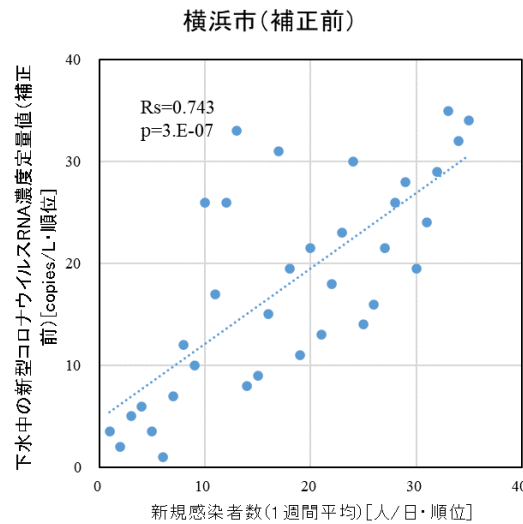
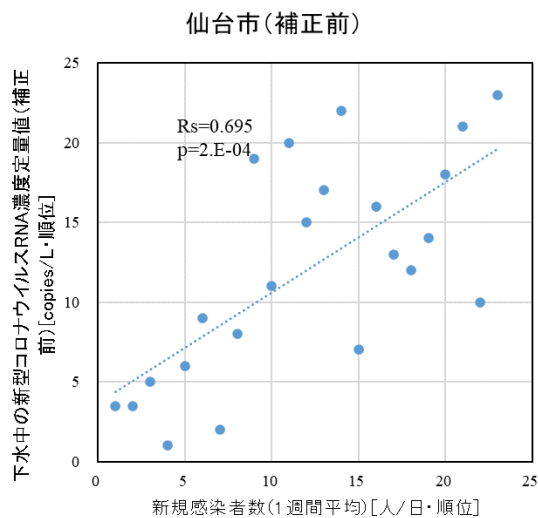
(参考) 流量を用いた補正方法の課題

- 採水時間と降雨時間のタイミングによって、流入下水の雨水による希釈状況が異なる。
→時間毎の流量を測定し、希釈倍率等の算出方法を検討する必要がある。
 - 初期降雨時のファーストフラッシュの場合には、流入下水の濃度が急上昇する場合がある。
→ファーストフラッシュ影響の補正が現実的には困難であるため、降雨時の流達時間を把握し、採水タイミングなどを検討する必要がある。
 - 雨水吐きからの越流量、合流改善施設の貯留量については、現状では正確な流量が分からない。
→流量計設置や合流改善計画の計画値、降雨量と各流量の相関関係を把握することで、算出する方法などが考えられる。一方で、流量計設置による事業費の増加、一定の流量モニタリングが必要といった留意点も踏まえて検討する必要がある。
 - 雨水吐きからの越流量や合流改善施設への貯留量により、流入下水の濃度が異なる。
→晴天時の流入下水のSS、濁度、塩素イオン濃度などを把握し、採水時の濃度と比較することにより希釈倍率を検討するなどが考えられる。
- 上記の課題を踏まえた上で、国交省モデル都市において流量を用いた補正[RNA濃度×(処理場流入量/晴天時流入量)]を検討した。

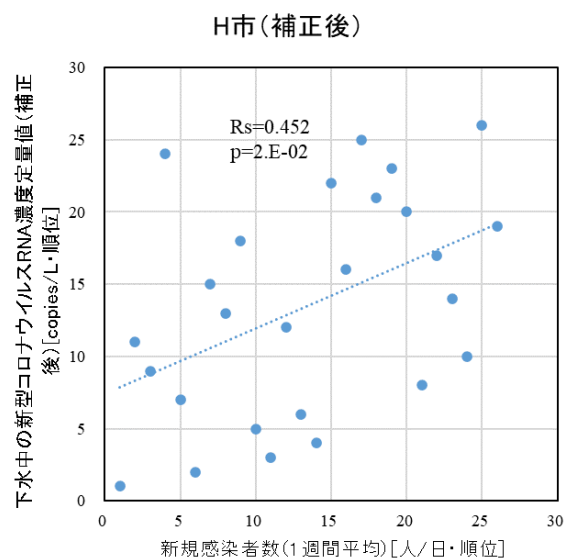
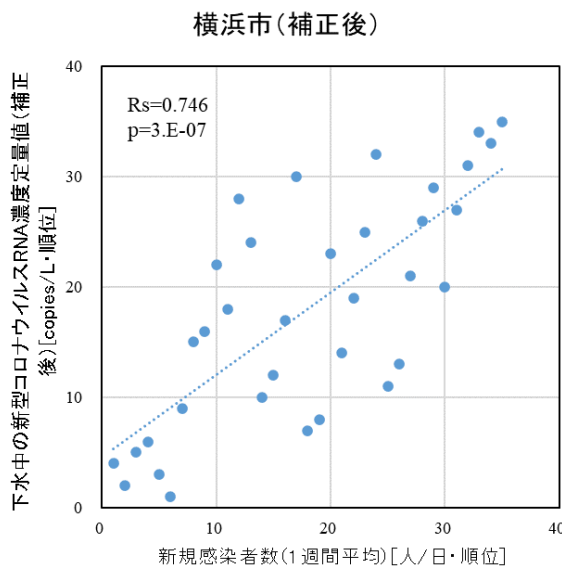
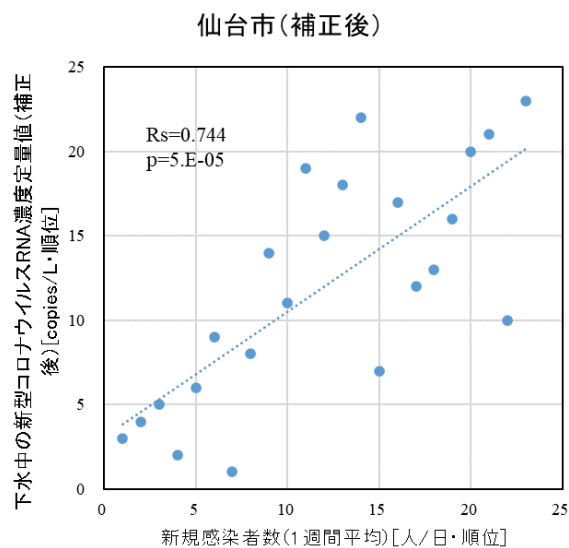
(参考) 流量用いた補正結果 (グラフ)

資料3-1

流量補正前



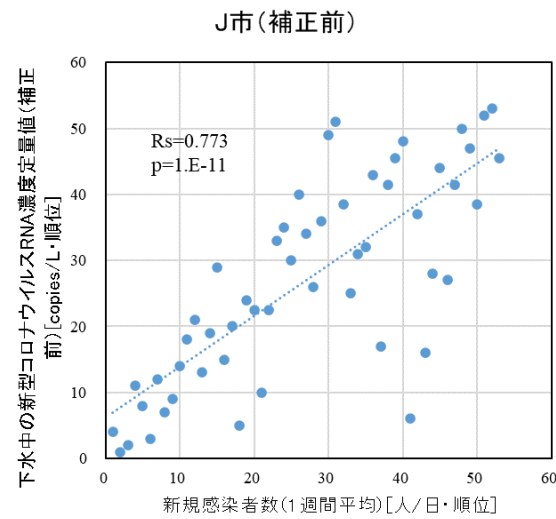
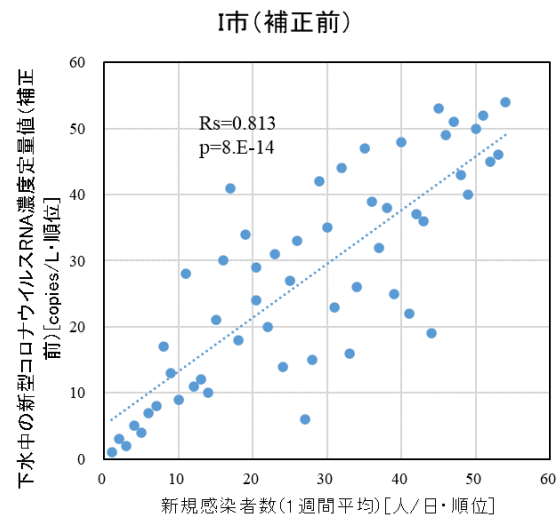
流量補正後



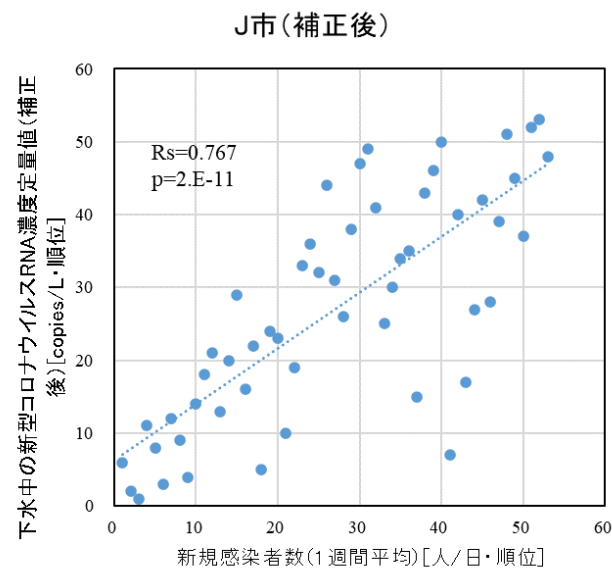
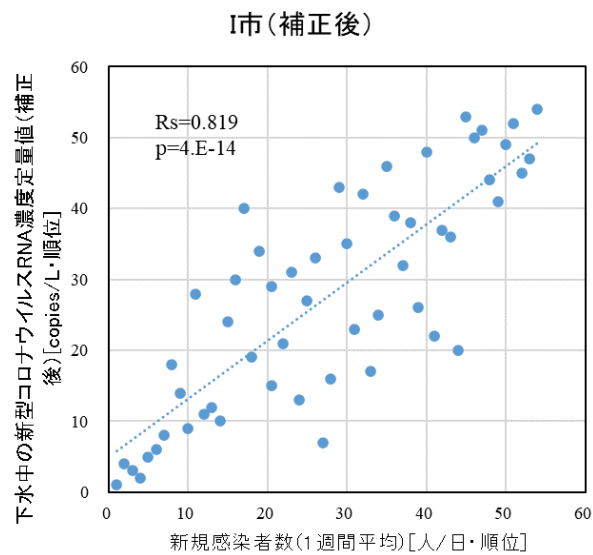
(参考) 流量用いた補正結果 (グラフ)

資料3-1

流量補正前



流量補正後



(参考) 流量を用いた補正結果 (まとめ)

- ・ 検討期間 (令和4年1月～令和4年11月、仙台市、横浜市、H市は令和4年4月～)
- ・ 仙台市・H市は定量値が得られているN2のデータを使用した。
- ・ 補正前と補正後の順位相関を求めた。

自治体	検体数	新規感染者数 (1週間平均) とRNA濃度の順位相関			
		補正前		補正後	
		Rs	p値	Rs	p値
仙台市	23	0.70	2.E-04	0.74	5.E-05
横浜市	35	0.74	3.E-07	0.75	3.E-07
H市	26	0.48	1.E-02	0.45	2.E-02
I市	54	0.81	8.E-14	0.82	4.E-14
J市	53	0.77	1.E-11	0.77	2.E-11

- ・ 流量を用いた補正を行ったが相関関係に大きな変化は見られなかった。
- ・ 理由としては、国交省モデル都市は合流式を有する処理場が多く、課題に示したとおり、雨水吐きからの放流量等が適切に算出されていないことが考えられる。
- ・ 引き続き、データの蓄積を行うとともに、下水処理の特性を考慮した検討が必要である。