

申請者番号：１０１６

ウィズコロナ時代の実現に向けた主要技術の実証・導入に係る事業企画
下水サーベイランスの活用に関する実証事業
下水処理場実証 報告書

実証名 合流式下水処理場を含む複数処理区を有する政令市における下水サーベイランス
実施方法に関する実証

令和５年１月３１日
代表機関 ヴェオリア・ジェネッツ株式会社

目次

1.	基本項目	1
1.1	実証名	1
1.2	実証を行う期間	1
1.3	事業実施体制	1
1.4	実証を行う地域・範囲	3
2.	下水サーベイランス実証事業の目的・概要	4
2.1	下水サーベイランスの位置づけ	4
2.2	下水サーベイランスの課題	4
2.3	課題解決策	4
3.	下水サーベイランス実証事業における実施方法	6
3.1	テーマ①下水サーベイランスを実施するに当たり必要な検査結果を得る上で適切な処理区（下水処理場）及び採水方法の選定	6
3.2	テーマ②下水調査結果を市民に情報発信する方法の検討や課題の抽出	7
4.	下水サーベイランス実証の結果	9
4.1	テーマ①下水サーベイランスを実施するに当たり必要な検査結果を得る上で適切な処理区（下水処理場）及び採水方法の選定	9
4.1.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	9
4.1.2	今後の課題	22
4.2	テーマ②下水調査結果を市民に情報発信する方法の検討や課題の抽出	22
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	22
4.2.2	今後の課題	23
5.	地方公共団体の活用ニーズを踏まえた活用・実装に関する検討	24
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）	24
5.1.1	活用ニーズ概要	24
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	24
5.1.3	活用・実装できなかった理由	24
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）	24
5.2.1	活用ニーズ概要	25
5.2.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	25

5. 2. 3	活用・実装できなかった理由	25
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開	26
6. 1	事業終了後の継続・展開方針	26
6. 2	事業終了後の実施体制	26
6. 3	事業終了後の結果活用・公表方法	26
6. 4	事業終了後の費用	26
7.	活用に向けた課題及び解決策	27
7. 1	採水	27
7. 2	輸送	27
7. 3	分析・解析	28
7. 4	活用	28
7. 4. 1	体制整備	28
7. 4. 2	ニーズ把握	29
7. 4. 3	活用イメージ具体化	29
7. 4. 4	試行	29
7. 4. 5	公表・情報提供	29
7. 4. 6	評価・改善	30
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用	31

1. 基本項目

1.1 実証名

合流式下水処理場を含む複数処理区を有する政令市における下水サーベイランス実施方法に関する実証

1.2 実証を行う期間

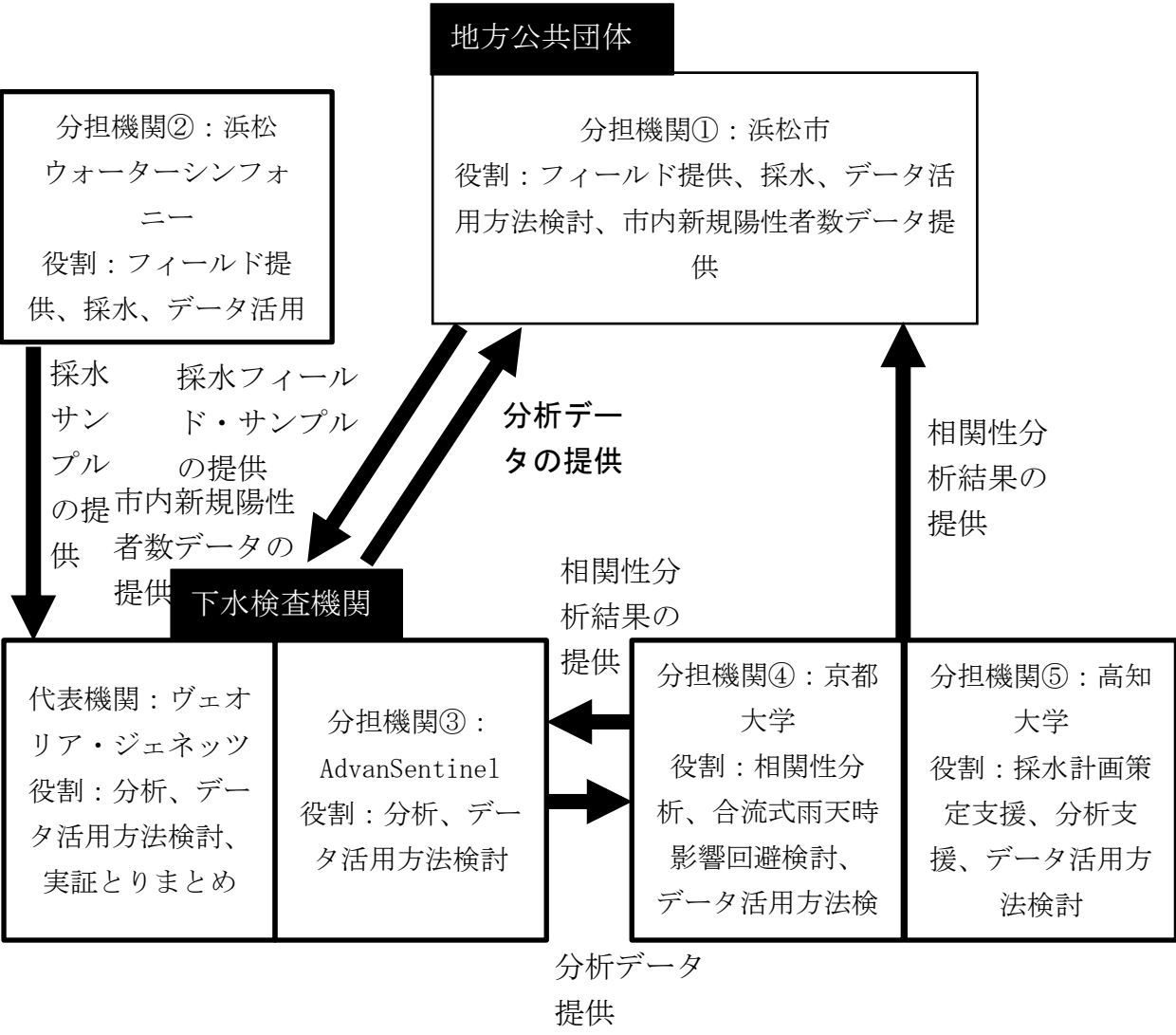
2022 年 7 月 1 日～2023 年 1 月 31 日

1.3 事業実施体制

区分	機関名	所属部署・役職	代表者	住所
代表機関	ヴェオリア・ジェネッツ株式会社			東京都港区海岸 3-20-20
分担機関 ①	浜松市			静岡県浜松市中区住吉 5-13-1
分担機関 ②	浜松ウォーターシンフォニー株式会社			静岡県浜松市南区松島町 2552 番 1
分担機関 ③	株式会社 AdvanSentinel			大阪府大阪市中央区道修町 3 丁目 1 番 8 号
分担機関 ④	京都大学			滋賀県大津市由美浜 1-2
分担機関 ⑤	高知大学			高知県南国市物部乙 200

区分	機関名	所属部署・役職	代表者	住所

(体制図)



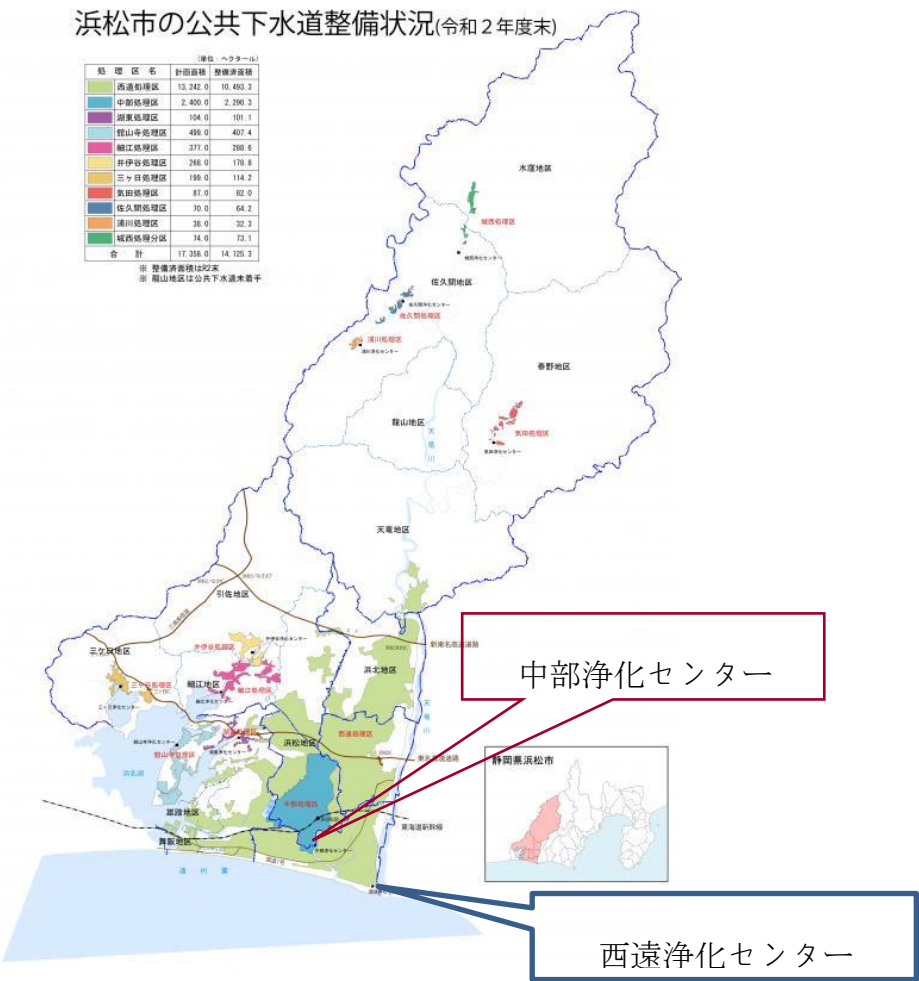
1.4 実証を行う地域・範囲

静岡県浜松市公共下水道西遠処理区、中部処理区

(採水施設一覧)

No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	西遠浄化センター (分流式下水処理場)	468,964 人 (市下水道処理区域内人口の 72.5%、住民基本台帳人口の 59%)	中区の中部処理区（合流区域）以外・西区及び北区の一部・東区・南区・浜北区・天竜区南部
2	中部浄化センター (合流式下水処理場)	142,235 人 (市下水道処理区域内人口の 22.0%、住民基本台帳人口の 17.9%)	浜松市中央部（おもに馬込川以西）

【地図】



2. 下水サーベイランス実証事業の目的・概要

2.1 下水サーベイランスの位置づけ

浜松市は、市内に 11 ある下水道処理区の中で最も大きな西遠処理区の主要施設である西遠浄化センター及び 2 ポンプ場において、PFI 法に基づく公共施設等運営事業を導入している。本事業の運営権者である浜松ウォーターシンフォニー（株）は、株主企業のひとつであるヴェオリアグループが国内外で培った下水サーベイランスの知見を活かして、令和 4 年 1 月より 5 か月間、西遠浄化センターにて採水分析を行う実証事業を実施している。この実証事業では、市内感染者数の増減傾向が下水試料のウイルス濃度に 1~2 週間早く現れることが確認されており、感染拡大及び減少傾向を捉える指標のひとつとして、対策検討に活用可能性を持つ技術であることが確認された。更なる情報精度の検証、活用方法検討、及び市民への情報発信の方法検討が望まれる分野である。

2.2 下水サーベイランスの課題

- ・下水サーベイランスを市内感染拡大及び減少傾向の監視に用いるための、情報精度に関する説明根拠が不足している。
- ・市内感染拡大及び縮小の状況を最も強く反映する処理区（下水処理場）を選定し、当該処理場での採水分析に関する費用対効果を検討する必要がある。
- ・中心市街地の汚水を処理する中部浄化センターと市最大の処理区を持つ西遠浄化センターの 2 処理場で採水を実施した場合、市下水道処理区域内人口の約 95%をカバーすることが可能になる。一方で、新型コロナウイルスに関する採水分析実績のない中部浄化センターは、合流式下水処理場であり、雨天時の採水実施方法や分析結果の補正等を検討する必要がある。
- ・市が HP 等で発信する感染症対策関連の情報に市民が過敏になる事例が過去にあり、市感染症対策部局は、国が公表する情報のみを扱うよう留意している。下水疫学データの公表について、国の基本的対処方針等に規定がないため、市民に意図しない受け止め方をされる恐れがある。

2.3 課題解決策

これを解決するためには、長期の採水分析実施により、説明根拠となるデータの蓄積を行う必要がある。さらに、市公共下水道の 2 大処理区各下水処理場において採水分析を実施し、市内感染者増減とウイルス濃度の相関がよりの確に現れる処理場を特定し、効果的な採水日と採水頻度を検討する必要がある。特に合流式下水処理場である中部浄化センターについては、雨天時の採水実施方法や分析結果の補正等を検討する。また、下水ウイルス濃度のデータを市民に適切に伝えるための方法等に関して検討する必要がある。

そこで本事業では、市下水道処理区域内人口の約 95%を占める 2 大処理区各下水処理場において、週 1 回の採水分析を実施し、市内新規陽性者数との相関を比較する。中部浄化センターにおける雨水の影響を最小限に抑えるための採水実施方法及び分析結果の評価方法を検討する。さらに、下水ウイルス量の増減をモニタリングし、市内新規陽性者数の増減及びピークアウトとの日

数差から傾向観測の早期性を確認する。そして、下水ウイルス量の分析結果を市民へ情報発信するためのデータ評価及び判断基準を検討する。浜松市においては、保健部局、危機管理部局、下水部局が連携し、下水サーベイランスの活用方法について検討を行う。具体的には、保健部局が結果を利用した庁内体制強化を検討し、危機管理部局が市民への情報発信について検討し、下水道部局が下水サーベイランス活用時の効果的なサンプル採取方法の検討を行う。

(本事業での実証テーマ一覧)

- ① 下水サーベイランスを実施するに当たり必要な検査結果を得る上で適切な処理区（下水処理場）及び採水方法の選定、合流式下水処理場において採水実施する場合の採水方法及び結果の評価方法の検討
- ② 下水調査結果を市民に情報発信する方法の検討や課題の抽出

3. 下水サーベイランス実証事業における実施方法

3.1 テーマ①下水サーベイランスを実施するに当たり必要な検査結果を得る上で適切な処理区（下水処理場）及び採水方法の選定

下水サーベイランスを市内感染者拡大傾向の監視に用いるための、情報精度の確かさを証明する根拠が不足しており、さらに、効果的な結果を得るための採水場所と頻度が不明確であるという課題がある。また、西遠浄化センターでの過去実施調査は2週間に一度の分析頻度であり、市内感染者数の増減傾向と下水ウイルス量の増減との間の日数差に大きなバラつきが見られ、情報精度を証明する説明根拠としての活用が難しい。少なくとも2つ以上の、市を代表する処理場において同一日に採水分析を行い、結果を比較する必要がある。この解決策として、長期複数個所での採水分析によるデータ蓄積を行い、市内感染者拡大状況をより強く反映する処理区（下水処理場）を選定する。処理区の特色と流入条件が異なる2つの処理場において、週1回の採水分析を実施し、市内新規陽性者数との相関を確認する実証を行う。オートサンプラーを用いた時間ごとの採水を実施し、6:00～18:00までの各時間帯流入下水のうち、最もウイルス濃度が高い時間帯を特定することで、最終的なスポット採水実施時間を選定する。中部浄化センターにおいて、採水日が雨天である場合の対応方法を検討する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	処理場での採水	PCR 分析及び BOD 分析を実施するために採水を行う（採水場所：西遠浄化センター、中部浄化センター、採水頻度：週に1回、採水回数：期間中に合計31回）	浜松市 浜松ウォーターシンフォニー	週に1回：採水実施
②	採取検体の輸送	各浄化センターよりクール便にて発送	浜松市 浜松ウォーターシンフォニー	週に1回：検体輸送実施
③	採取検体の分析	AdvanSentinel が北大-塩野義法により分析を実施して SARS-CoV-2 定量を測定する。	ヴェオリア・ジェネッツ AdvanSentinel	分析結果が出る都度（採水から3日後）：分析結果データ
④	感染状況の情報入手	浜松市が公表している新規陽性者数の情報入手する。	浜松市	新規市内陽性者数データが出る都度（採水から1日

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
				後）：採水時点の感染者数
⑤	感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析	京都大学及び高知大学が、市内新規陽性者数の増減と下水ウイルス濃度の増減について、相関性を比較分析する。また、雨天時の補正要否を検討する。ヴェオリア・ジェネッツ、浜松ウォーターシンフォニーと浜松市が雨天時の中部浄化センターにおける採水実施方法について検討する。	京都大学 高知大学 浜松市 ヴェオリア・ジェネッツ 浜松ウォーターシンフォニー	分析結果が出る都度（採水から3日後）：比較結果 2022年11月：中間報告 2023年1月：最終報告

3.2 テーマ②下水調査結果を市民に情報発信する方法の検討や課題の抽出

下水ウイルス濃度のデータを市民に適切に伝えるための、適切な発信方法や評価基準が整備されていないという課題がある。この解決策として、長期複数個所の採水分析実施と下水ウイルス量の増減をモニタリングすることで、市内新規陽性者数の増減及びピークアウトとの日数差から傾向観測の早期性を確認する。市内2か所の下水処理場において週1回の採水を実施し、HPにおいて分析結果を公表する等の下水サーベイランスのデータ活用方法を検討する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	処理場での採水	PCR分析及びBOD分析を実施するために採水を行う（採水場所：西遠浄化センター、中部浄化センター、採水頻度：週に1回、採水回数：期間中に合計31回）	浜松市 浜松ウォーターシンフォニー	週に1回：採水実施
②	採取検体の輸送	各浄化センターよりクール便にて発送	浜松市 浜松ウォーターシンフォニー	週に1回：検体輸送実施
③	採取検体の分析	AdvanSentinelが北大-塩野義法により分析を実施	ヴェオリア・ジェネッツ	分析結果が出る都度（採水から3日

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		して SARS-CoV-2 定量を測定する。	AdvanSentinel	後) : 分析結果データ
④	感染状況の情報入手	浜松市が公表している新規陽性者数の情報を入力する。	浜松市	新規市内陽性者数データが出る都度 (採水から 1 日後) : 採水時点の感染者数
⑤	感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析	京都大学及び高知大学が、市内新規陽性者数の増減及びピークアウトとの日数差から傾向観測の早期性を検討する。共同体として、下水サーベイランスのデータ活用方法について検討する。	京都大学 高知大学 浜松市 ヴェオリア・ジェネッツ 浜松ウォーターシンフォニー	分析結果が出る都度 (採水から 3 日後) : 比較結果 2022 年 11 月 : 中間報告 2023 年 1 月 : 最終報告
⑥	共同体における情報共有・活用を目指した検討	事業の進捗管理及び情報共有のために共同体において月例会議を開催する。浜松市は、保健部局、危機管理部局、下水部局が連携し、下水サーベイランスの活用方法について検討を行い、共同体に内容を共有する。	ヴェオリア・ジェネッツ 浜松市 浜松ウォーターシンフォニー AdvanSentinel 京都大学 高知大学	月に 1 回 : 月例会議 2022 年 11 月 : 中間報告 2023 年 1 月 : 最終報告

4. 下水サーベイランス実証の結果

4.1 テーマ①下水サーベイランスを実施するに当たり必要な検査結果を得る上で適切な処理区（下水処理場）及び採水方法の選定

4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 公共インフラとしての汚水処理、及び公共用水域の水質保全という本来の下水処理場の運転に支障を及ぼさないことを考慮した下水サーベイランスの実施とオペレーションの観点から、採水頻度と方法は週に1回のスポット採水が望ましい。しかしながら、週1回のスポットサンプル試料のPCR分析によるウイルス濃度は、採取から分析までの工程で値のバラツキが大きく、市内新規陽性者数との相関を確認するのは難しい。（図4-1、図4-2 参照）
- スポット採水により生じるバラツキを抑え、相関を捉えるためには糞便マーカーであるPMMoV値による補正が有効となる。Pepper mild mottle virus（PMMoV）はヒト糞便や環境水に豊富に存在する植物ウイルスであり、メタゲノム解析等によってヒトの糞便から検出される一方で、動物の糞便からは検出されないほか、米国や日本国内の調査においてPMMoVは環境水から検出され、環境水のヒト由来の糞便汚染指標ウイルスとしての可能性が注目されている。ⁱ中部、西遠のそれぞれについて、12月までのPMMoV濃度の平均値を算出し、これを定数として、 $\text{SARS-CoV-2 濃度} / \text{PMMoV 濃度} \times (\text{定数})$ により補正值を導出した。補正後のデータは統計的に有意な相関が見られる。（図4-3、図4-4 参照）
- 水中の微生物は濃度変動が大きく、その分布が対数正規分布に従うことが分かっており、統計的な解析をする場合には対数で扱うことを優先する。下水中の新型コロナウイルスにおいても、濃度が3～4桁の範囲で変動している場合には、対数で扱うことが望ましい。もし、下水中の新型コロナウイルスの濃度変動が10倍未満の範囲内の場合には、対数で扱うと時系列変化が見られにくいため、実数で扱い統計的な解析を行うことが望ましい。従って、本事業では、対数を用いた相関性分析を実施した。さらに、下水中の新型コロナウイルス濃度及び新規陽性者数ともにデータが正規分布に従わない、かつ数値が3～4桁の範囲で変動するため、スピアマンの順位相関係数を用いて相関を確認した。（図4-4 参照）
- 本事業の採水フィールドとして、市街地周辺の下水道であり、旧3市2町を広域的に処理する分流式下水処理場の西遠浄化センター、及び、浜松駅周辺を含む中心市街地の下水道であり、雨水も同時に処理する合流式下水道の中部浄化センターを選定した。これら2処理場を合わせると市下水道処理区域内人口の約95%、住民基本台帳人口の約77%をカバーする。
- 合流式下水処理場である中部浄化センターにおける雨天時の採水方法を検討するため、採水開始から4週間にわたり、オートサンプラーを用いて時間帯別試料を採取し分析を実施した。（表4-1、図4-4 参照）前日に83mm、当日に3mmの降雨があった7月27日は、7時から14時までの時間当たり流入水量が晴天時の倍に相当する6,000m³/h以上であり、この時間帯のウイルス濃度も非常に小さな値を検出し、8時と10時の試料は定量下限値に満たない結果であった。同時時間帯のBODとPMMoV濃度も低く、雨水により汚水濃度が低くなっていたことが分かった。なお、同日6:00～18:00までの各時間帯流入下水のうち、最もウイルス濃度が高

い時間帯は 16 時の 4,720copies/L であり、PMMoV 濃度も同時間帯が最も高かったことから、流入水に占める糞便を含む汚水量が多かったと考えられる。(図 4-5 参照)

- 晴天日である 8 月 3 日と 8 月 10 日の時間別採水試料のウイルス濃度は、6 時から 18 時までのスポット採水のオペレーションが可能な時間帯のうち、10 時の試料ウイルス濃度が最も高い結果となった。朝の通学や出勤前の時間帯にトイレや洗面所を通じて流入する汚水が処理場に到達する時間帯となっていることが推察される。この結果から、晴天時のスポット採水実施時間帯として 10 時を選定した。(図 4-6、図 4-7 参照)
- 当日に 1.5mm の降雨があった 8 月 17 日は、6 時から 16 時までの時間別採水を実施し、8 時の採水試料が最も高いウイルス濃度 136,000copies/L を検出した一方、その 4 時間後の 12 時の試料は定量下限値を下回る結果であった。(図 4-8 参照) 7 月 27 日、及び、8 月 17 日の時間別採水試料分析結果より、中部浄化センターでは雨天時に予測不可能なウイルス濃度の乱高下が見られるため、雨天時の採水は避ける必要があると分かった。雨天時の採水試料は定量下限値を下回ることもあり、その場合には上述の PMMoV 濃度による補正を行うことも不可能となる。浜松市では、市の下水道処理区域内人口の 7 割以上をカバーする分流式の西遠浄化センターがあり、下水サーベイランスを実施する場合には、当該処理区を選定することが望ましい。
- 以上の検討により、西遠処理区における週 1 回のスポット採水が下水サーベイランスを実施するにあたり必要な検査結果を得る上で最適となる。

新規感染者、新規感染者7日間移動平均、西遠_スポット採水結果_SARS-CoV2遺伝子量

※定量下限値463copyL ※定量下限値未満=1, 陰性=0

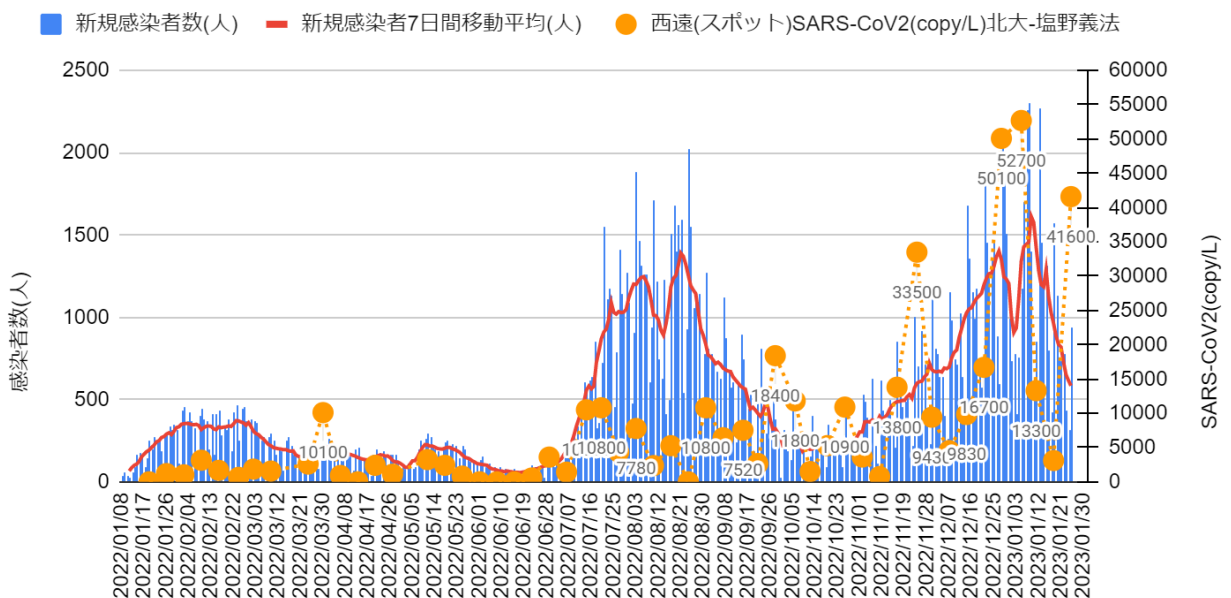


図 4-1 西遠浄化センター採水試料分析結果

注) 7 日間移動平均は、該当の日付とその前後 3 日分の計 7 日間の移動平均を算出。

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

新規感染者, 新規感染者7日間移動平均, 中部_採水結果_SARS-CoV2遺伝子量

※定量下限値463copy/L ※定量下限値未満=1, 陰性=0

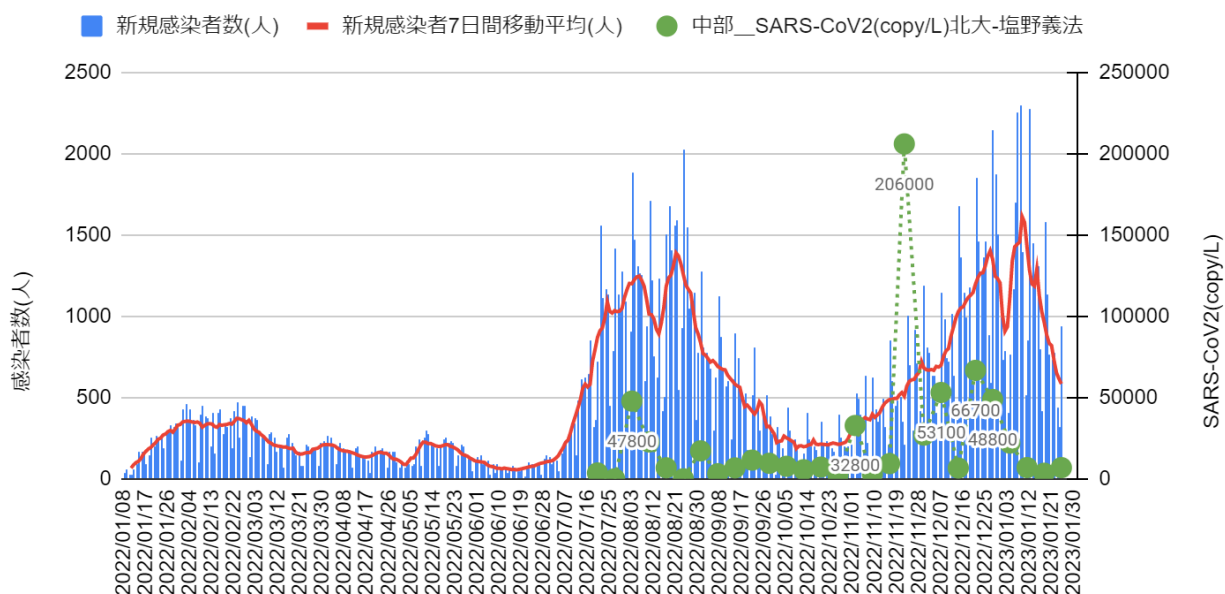


図 4-2 中部浄化センター採水試料分析結果

注) 7日間移動平均は、該当の日付とその前後3日分の計7日間の移動平均を算出。

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

【対数表示】西遠(スポット)_新規感染者、新規感染者7日間移動平均、下水中ウイルス濃度PMMoV補正(2点平均)

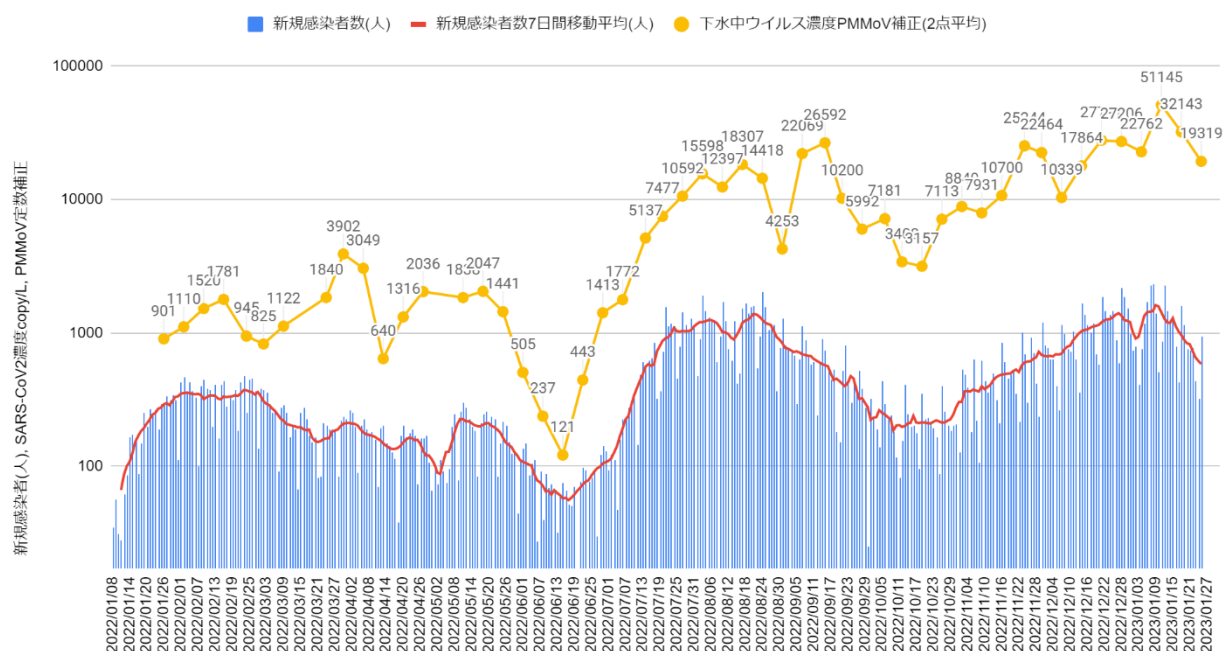


図 4-3 西遠浄化センター採水試料分析結果 PMMoV 補正

注) 7日間移動平均は、該当の日付とその前後3日分の計7日間の移動平均を算出。

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

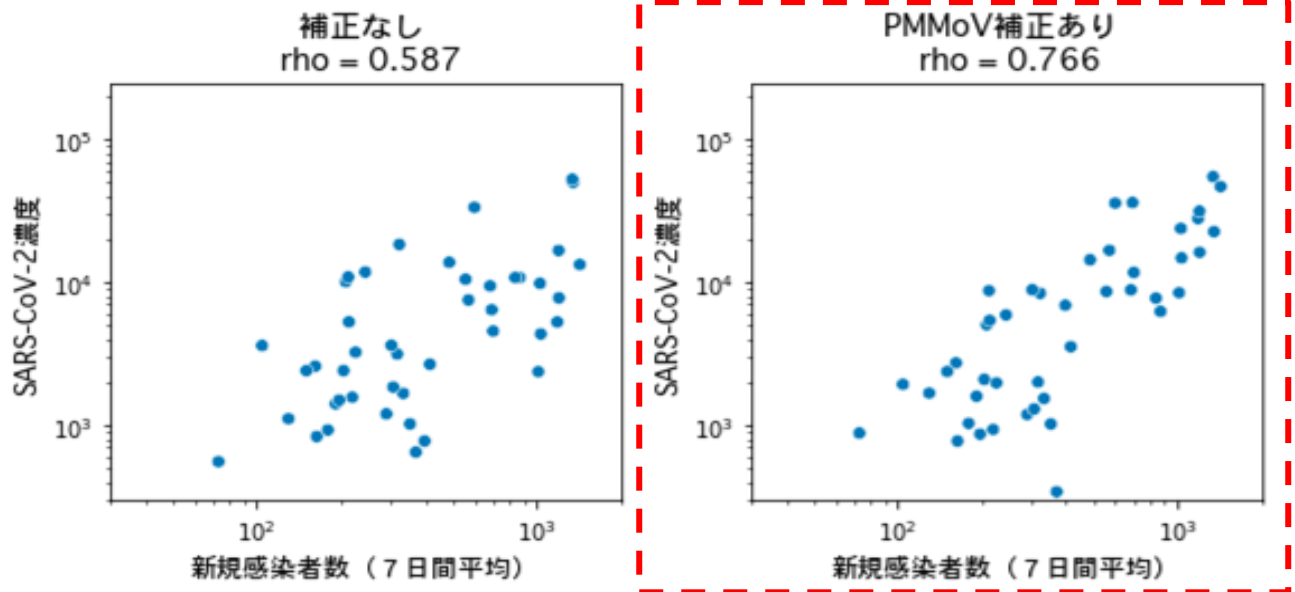


図 4-4 西遠浄化センター採水試料 PMMoV 補正結果有無のスピアマン相関

注) 7日間移動平均は、該当の日付とその前後3日分の計7日間の移動平均を算出。

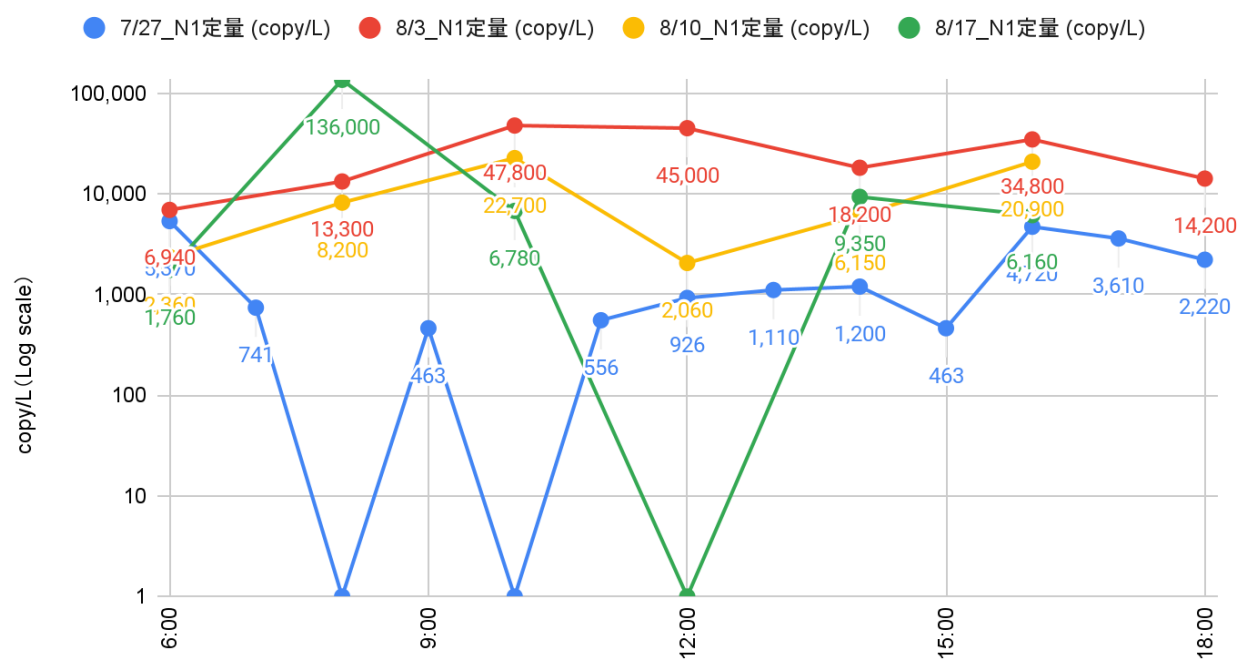
出所) 京都大工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター遠藤先生作成

表 4-1 中部浄化センター時間別採水実施概要

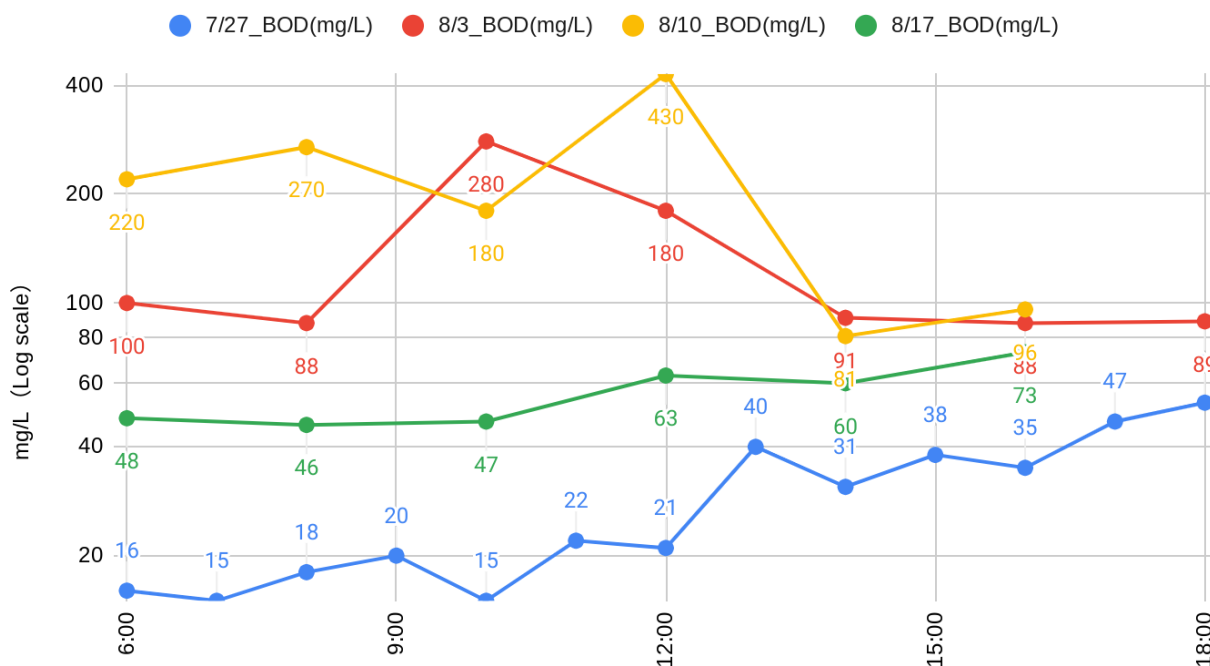
時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
7/27	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8/3	○		○		○		○		○		○		○
8/10	○		○		○		○		○		○		
8/17	○		○		○		○		○		○		

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

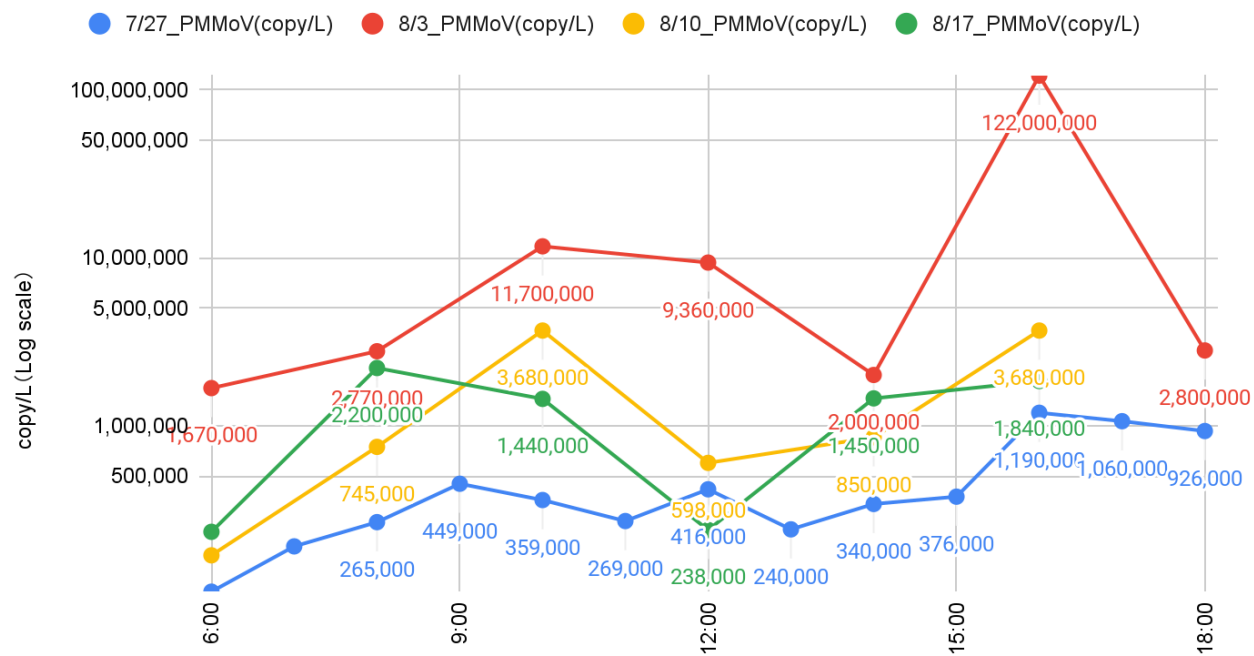
時間別_N1定量(copy/L)



時間別_BOD (mg/L)



時間別_PMMoV(copy/L)



降水量	7/27		8/3		8/10		8/17	
	前日	当日	前日	当日	前日	当日	前日	当日
現場	83.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
気象庁	162	4.5	－	－	0	0	17	1

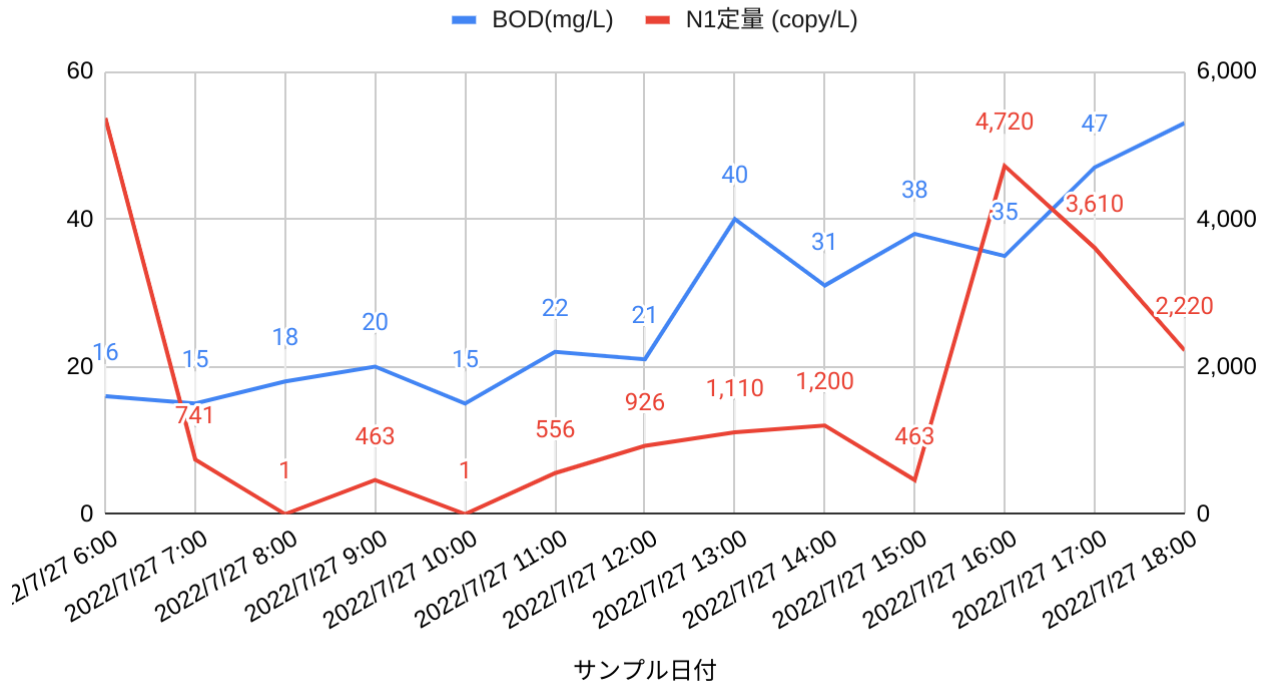
図 4-5 中部浄化センター時間別採水試料分析結果と採水日降水量
出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

表 4-2 中部浄化センター7月27日時間別採水試料分析結果

サンプル日付	BOD(mg/L)	PMMoV(copy/L)	N1定量 (copy/L)	時間別 合流 流入量(m^3) 場内返流水含
2022/7/27 6:00	16	102,000	5,370	4,950
2022/7/27 7:00	15	190,000	741	6,120
2022/7/27 8:00	18	265,000	1	6,310
2022/7/27 9:00	20	449,000	463	6,600
2022/7/27 10:00	15	359,000	1	6,640
2022/7/27 11:00	22	269,000	556	6,720
2022/7/27 12:00	21	416,000	926	6,600
2022/7/27 13:00	40	240,000	1,110	6,450
2022/7/27 14:00	31	340,000	1,200	6,180
2022/7/27 15:00	38	376,000	463	4,090
2022/7/27 16:00	35	1,190,000	4,720	3,250
2022/7/27 17:00	47	1,060,000	3,610	3,550
2022/7/27 18:00	53	926,000	2,220	4,370
			※1は陽性	

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

BOD(mg/L) and N1定量 (copy/L)



PMMoV(copy/L) and N1定量 (copy/L)

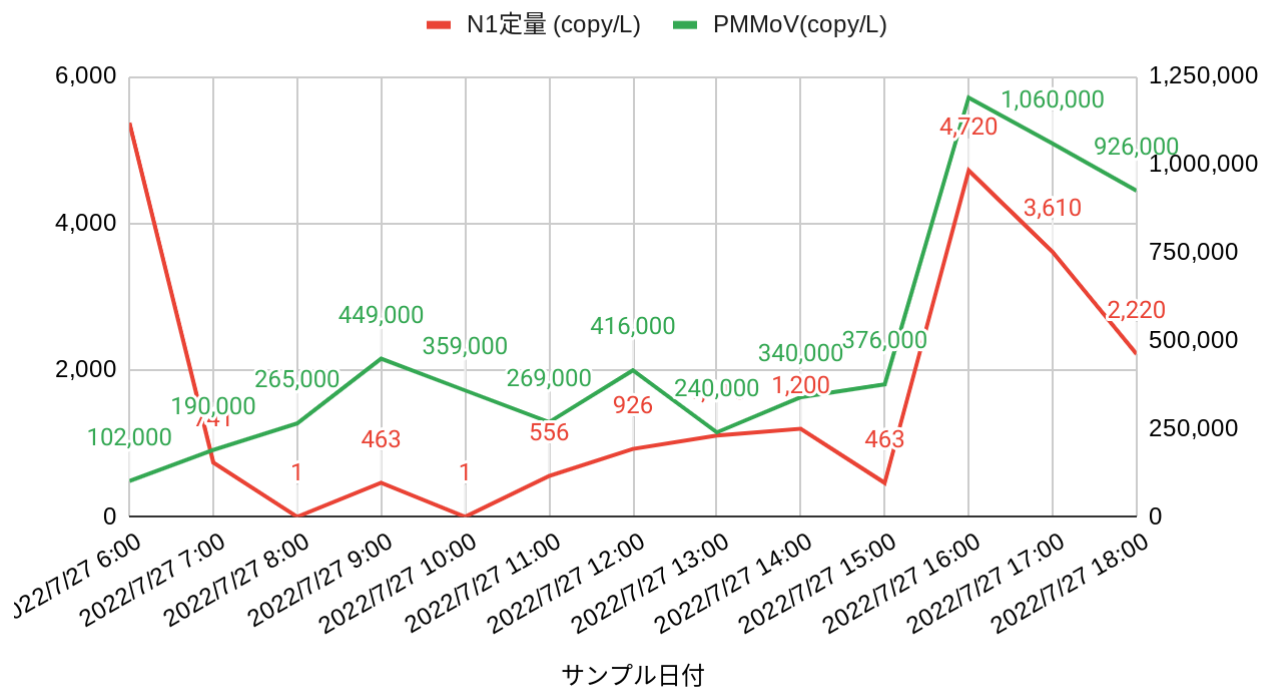


図 4-6 中部浄化センター7月27日時間別採水試料分析結果グラフ

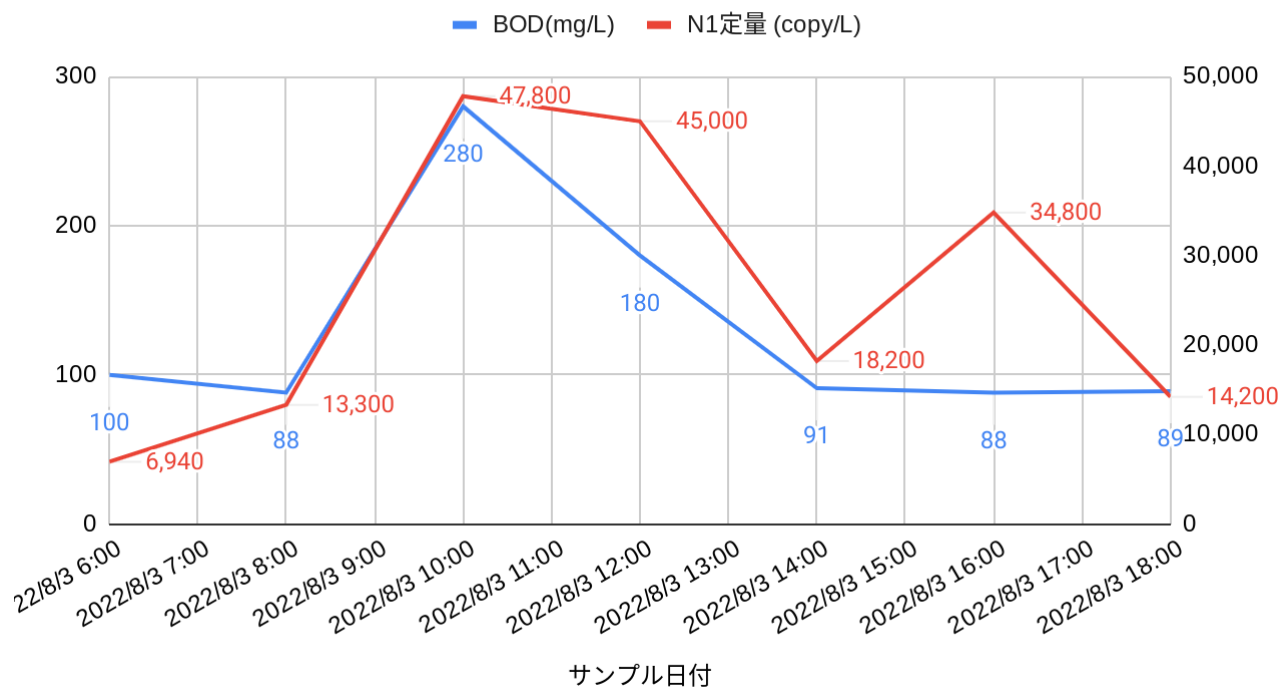
出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

表 4-3 中部浄化センター8月3日時間別採水試料分析結果

サンプル日付	BOD(mg/L)	PMMoV(copy/L)	N1定量 (copy/L)	時間別 合流 流入量(m ³) 場内返流水含
2022/8/3 6:00	100	1,670,000	6,940	3,540
2022/8/3 8:00	88	2,770,000	13,300	3,490
2022/8/3 10:00	280	11,700,000	47,800	3,130
2022/8/3 12:00	180	9,360,000	45,000	3,170
2022/8/3 14:00	91	2,000,000	18,200	3,280
2022/8/3 16:00	88	122,000,000	34,800	3,350
2022/8/3 18:00	89	2,800,000	14,200	3,540

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

BOD(mg/L) and N1定量 (copy/L)



PMMoV(copy/L) and N1定量 (copy/L)

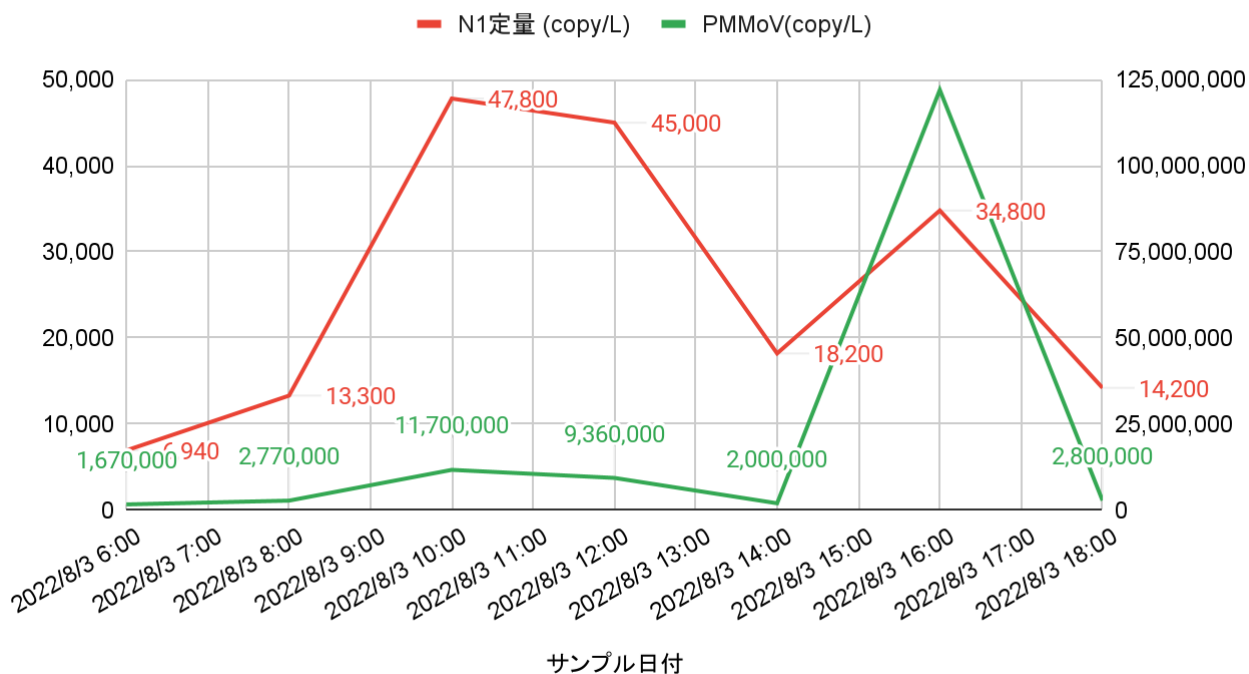


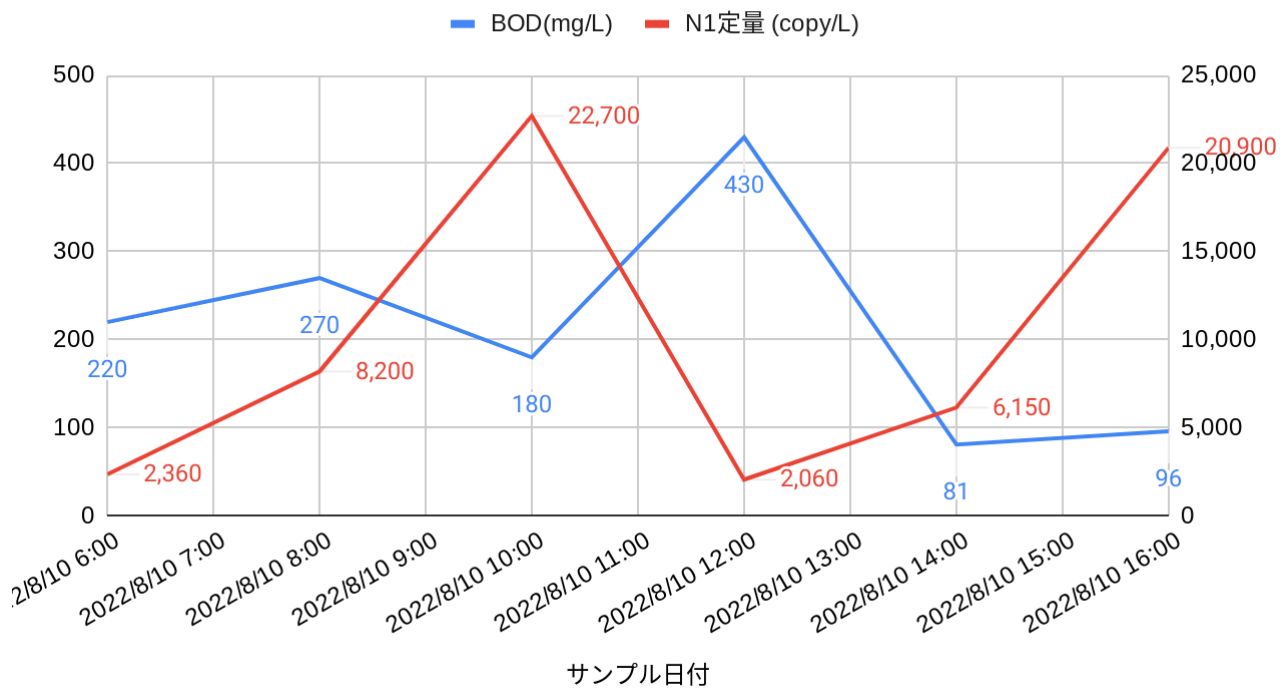
図 4-7 中部浄化センター8月3日時間別採水試料分析結果グラフ
出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

表 4-4 中部浄化センター8月10日時間別採水試料分析結果

サンプル日付	BOD(mg/L)	PMMoV(copy/L)	N1定量 (copy/L)	時間別 合流 流入量(m ³) 場内返流水含
2022/8/10 6:00	220	168,000	2,360	3,200
2022/8/10 8:00	270	745,000	8,200	3,050
2022/8/10 10:00	180	3,680,000	22,700	3,060
2022/8/10 12:00	430	598,000	2,060	3,220
2022/8/10 14:00	81	850,000	6,150	3,190
2022/8/10 16:00	96	3,680,000	20,900	3,270

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

BOD(mg/L) and N1定量 (copy/L)



PMMoV(copy/L) and N1定量 (copy/L)

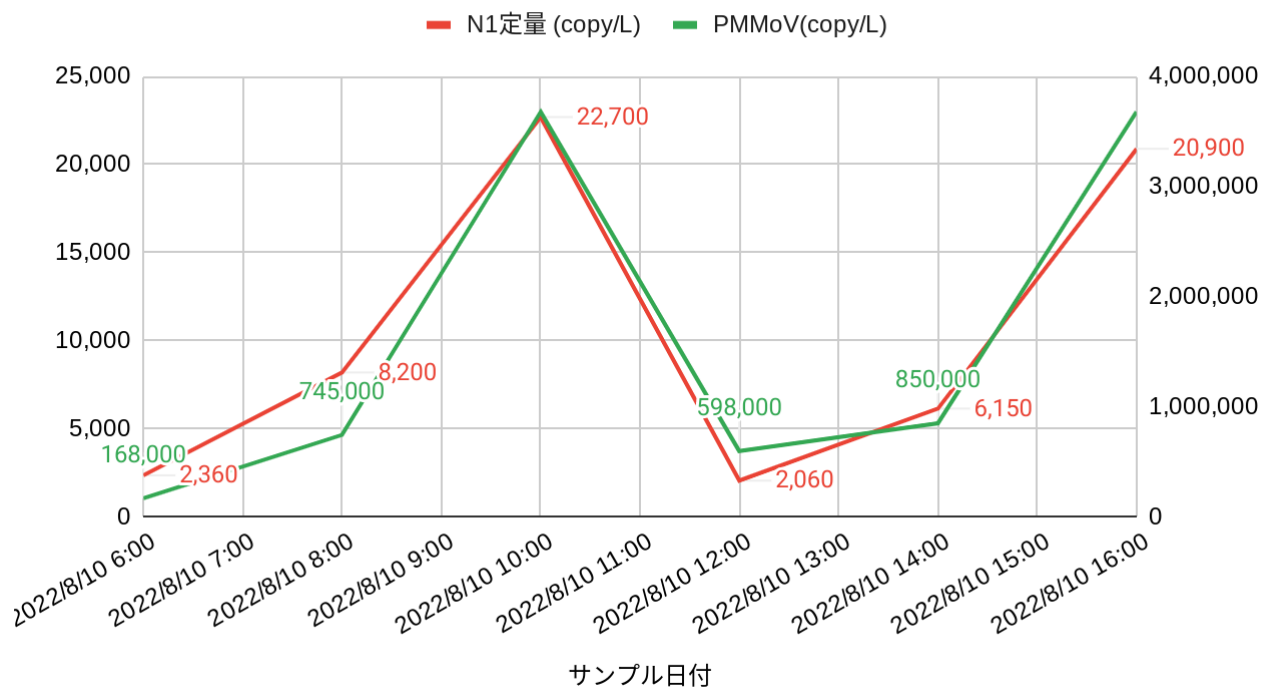


図 4-8 中部浄化センター8月10日時間別採水試料分析結果グラフ

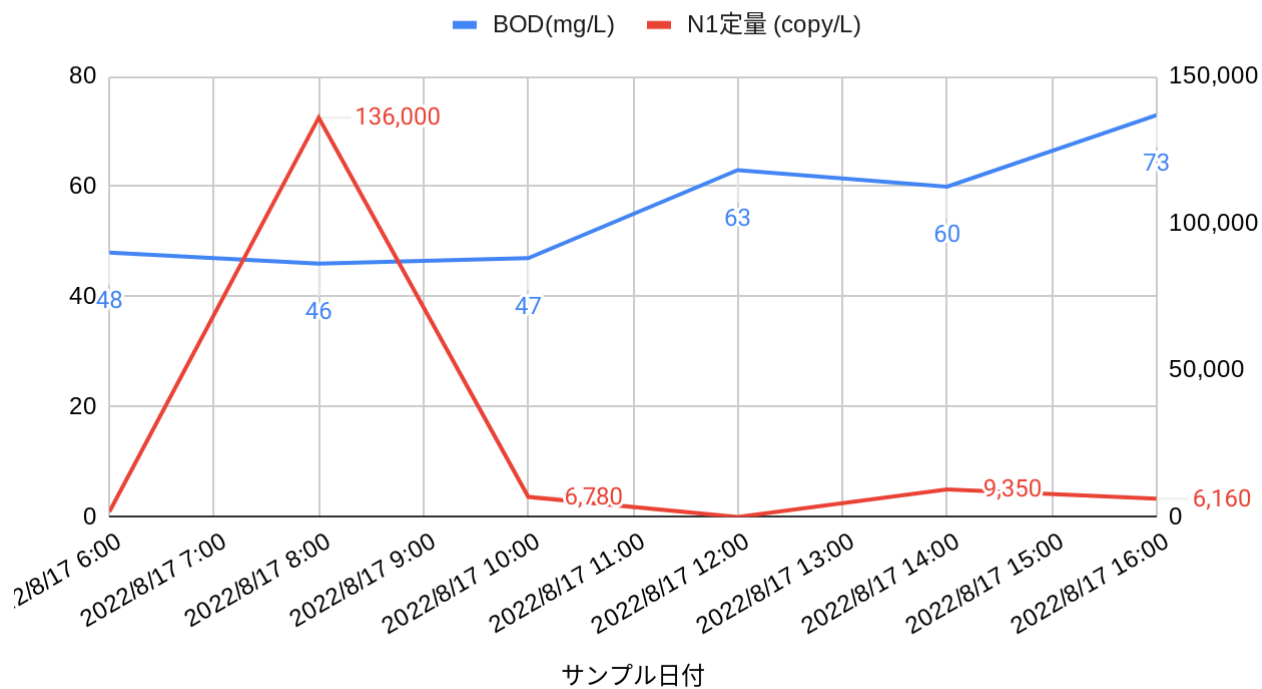
出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

表 4-5 中部浄化センター8月17日時間別採水試料分析結果

サンプル日付	BOD(mg/L)	PMMoV(copy/L)	N1定量 (copy/L)	時間別 合流 流入量(m^3) 場内返流水含
2022/8/17 6:00	48	232,000	1,760	2,660
2022/8/17 8:00	46	2,200,000	136,000	2,880
2022/8/17 10:00	47	1,440,000	6,780	2,630
2022/8/17 12:00	63	238,000	1	3,170
2022/8/17 14:00	60	1,450,000	9,350	3,150
2022/8/17 16:00	73	1,840,000	6,160	3,270
			※1は陽性	

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

BOD(mg/L) and N1定量 (copy/L)



PMMoV(copy/L) and N1定量 (copy/L)

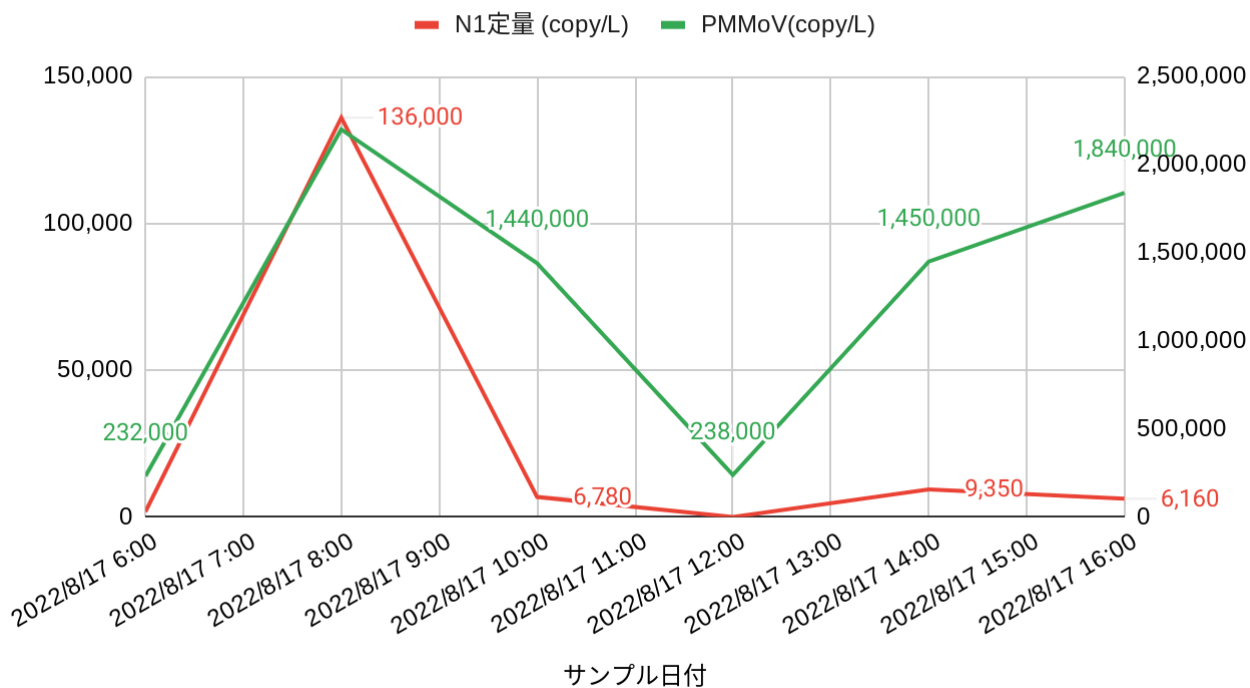


図 4-9 中部浄化センター8月17日時間別採水試料分析結果グラフ
出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

4.1.2 今後の課題

中部浄化センターでは雨天時に予測不可能なウイルス濃度の乱高下が見られるため、雨天時の採水は避ける必要がある。雨天時の採水試料は定量下限値を下回ることもあり、その場合にはPMMoV 濃度による補正を行うことも不可能となる。浜松市は、市の下水道処理区域内人口の 7 割以上をカバーする分流式の西遠浄化センターがあり、下水サーベイランスを実施する場合には、当該処理区を選定することが望ましい。

西遠浄化センターにおいて、本事業の採水期間中に 7 月 6 日と 7 月 14 日の 2 検体のみ定量下限値に満たないウイルス濃度を検出した。両日ともに市内新規陽性者数は 200 人/日を超える水準であった。この 2 検体のうち、7 月 6 日の試料については冷凍保管試料を用いて再測定したところ、1,410copies/L となり、前後のサンプルに比べて濃度は低いものの定量化した。なお、7 月 14 日の試料は冷凍保管されておらず、再測定は実施不可能であった。分析の過程における測定のエラーについては、分析機関において PMMoV の値が分布 ($<10^5$) から外れた場合に自動的に再測定を行うプロセスコントロールを実施している。しかし、当該 2 検体のようにプロセスコントロールの過程で検出されない試料についても、陽性者の報告数の傾向と乖離した場合に再測定ができるよう、採水サンプルは一定期間保管しておくことが必要となる。

表 4-6 西遠浄化センター7月6日、7月14日採水試料分析結果と再測定結果

採水日／ 濃度(copies/L)		7/6	7/14
SARS-CoV2濃度 (N1定量)		<463	10,500
	再分析	1,410	—
PMMoV濃度		5.91E+05	2.41E+06
	再分析	1.75E+06	—

出所) ヴェオリア・ジェネッツ作成

4.2 テーマ②下水調査結果を市民に情報発信する方法の検討や課題の抽出

4.2.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 第7波の立ち上がりは早めに検知したように見えたが、その後の相関は見にくい。全数把握の代替、市内感染拡大及び縮小傾向の早期検知、不顕性陽性者の把握による市民への情報発信もしくは庁内体制整備のための利活用等の活用可能性について、健康福祉部保健環境研究所と協議を行ったものの、将来的に全数把握が終了しても、これまでの定点観測数との比な

どからおおよそその全数を推定可能、下水サーベイランスデータの早期性が乏しい、その他の感染症においても不顕性陽性者は把握していないために新型コロナウイルスについても把握のニーズがない等の理由により実用化に至っていない。

- 下水サーベイランスデータの公表媒体について、浜松市感染症情報センターの HP を検討したものの、所管する健康福祉部保健環境研究所では検査結果の信頼性を担保できないため、その他の感染症情報と横並びで掲載することが難しい。また市民の関心が薄れている現在、掲載する意義が見いだせない。

4.2.2 今後の課題

検査に関して、同サンプルをすべての工程を独立して行った場合の再現性を高める等の信頼性向上や時間短縮、検査方法の共通化、より早い検知・予測等を検討する必要がある。また、臨床 PCR で検査された陽性者の報告数に関しては、自治体ごとの統計データが公表され、国民が得られる情報となっている一方、下水サーベイランスでは、自治体ごとに下水処理場の特性が異なり、さらに異なる検査手法を用いているため、得られた定量データについて自治体間の結果の比較を行うことができないという課題がある。

5. 地方公共団体の活用ニーズを踏まえた活用・実装に関する検討

表 5-1 本事業を通じて把握された活用ニーズ

No.	活用ニーズ名称	活用主体（部署名）	ニーズ概要
1	市内感染傾向の把握と早期検知	健康福祉部 保健環境研究所 保健所	全数把握の代替、市内感染拡大及び縮小傾向の早期検知、不顕性陽性者の把握
2	他のウイルス感染症への流用	健康福祉部 保健環境研究所	将来的に他のウイルス感染症に下水サーベイランスを用いる

5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）

市内感染傾向の把握と早期検知

5.1.1 活用ニーズ概要

全数把握の代替、市内感染拡大及び縮小傾向の早期検知、不顕性陽性者の把握による市民への情報発信もしくは庁内体制整備のための利活用。

5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

健康福祉部保健環境研究所にて、実証結果を説明し、活用方法について協議実施。さらに浜松市保健所職員にもヒアリングを実施。

5.1.3 活用・実装できなかった理由

浜松市では全数把握を継続している。（1月21日時点）これによりおおそ市内の感染状況は把握できている。将来的に全数把握が終了しても、これまでの定点観測数との比などからおおよその全数を推定可能と思われる。採水から発送及び分析を経て検査結果を得るまでに数日かかるため、情報の早期性は乏しい。今後自治体予算を計上して下水サーベイランスを継続するには、信頼性および早期検知性が不足している。不顕性陽性者の増減を把握できたとしても活用する場面は想定できない。不顕性陽性者の把握をしないのは、発生届を利用しているいずれの感染症も同じである。

5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）

他のウイルス感染症への流用

5.2.1 活用ニーズ概要

将来的に他のウイルス感染症の動向把握に下水サーベイランスを用いる。

5.2.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

健康福祉部保健環境研究所にて、実証結果を説明し、活用方法や課題について協議実施。

5.2.3 活用・実装できなかった理由

本市では過年度に厚労省主管のポリオ下水サーベイランスに参加している。他のウイルス感染症に有用であることは健康福祉部保健環境研究所が承知している。また、今回の実証事業でサンプリングから分析、報告とスムーズにサーベイランスに移行できる体制を整えることができた。今後、未知の感染症が流行した際の感染初期において、感染状況を把握する手段として、下水サーベイランスは非常に有用な手段になる可能性がある。

6. 下水サーベイランス実証事業終了後の展開

6.1 事業終了後の継続・展開方針

6.2 事業終了後の実施体制

6.3 事業終了後の結果活用・公表方法

6.4 事業終了後の費用

7. 活用に向けた課題及び解決策

7.1 採水

表 7-1 採水に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	最適採水場所を把握したい	中部) 場内のサンプリング候補ポイントについて、安全・採水効率・水の状態（滞留していない、返流水が混じっていない等）を考慮し、定例会議で決定した。 西遠) 普段より採水している流入口が安全・採水効率的にも良いということで決定した。	サンプリングポイントを選ぶ上でのガイドラインのようなものがあると参考になる。 今後下水サーベイランスを採用する処理場が多くなることで知見の集積が行われると思われる。
2	最適採水時間を把握したい ・スポットの場合、どの時間に採取するのが良いのか。下水中のウイルス濃度はどんな時間変動があるのかどうか。 ・コンポジット採水だと負担が大きい。	中部) 時間別採水を行い、ウイルス濃度が高い時間帯にスポット採水をする事になった。 西遠) 通日試験結果等より、有機物負荷が高い時間帯を選択	今後下水サーベイランスを採用する処理場が多くなることで知見の集積が行われると思われる。
3	業務負担の増加	・通常の採水日と合わせることで、採水・器具洗浄などについて効率化 ・本事業のために作業員を確保	

7.2 輸送

表 7-2 輸送に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	輸送準備等の業務負担	本事業のために作業員を確保	検査法簡略化によるオンサイト分析

7.3 分析・解析

表 7-3 分析・解析に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	数値結果のばらつき	<ul style="list-style-type: none"> ・ サンプルング、分析、解析の3つの過程でばらつきが発生する可能性があり、サンプルングで生じる要因としては天候、人流、採水方法が考えられることについて、定例会議にて共有し、理解の醸成を行った。 ・ さらに、ばらつきの影響を最小化するための移動平均、PMMoV 補正による結果のスモーディングについて検討した。 	今後下水サーベイランス検査法が成熟することで知見の集積が行われると思われる。
2	数値結果のばらつき、大きな変動への解釈	・ 再分析を実施し、分析ミスではないことの確認	
3	感染者数との相関がみられない	移動平均、PMMoV 補正等のデータ解析により相関があることが分かった	今後下水サーベイランスを採用する自治体が多くなることで知見の集積が行われると思われる。

7.4 活用

7.4.1 体制整備

表 7-4 活用（体制整備）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	庁内他部局との協議に必要なデータの蓄積に時間を要する。	12月までデータの蓄積を行い、1月にその結果を用いて他部局との協議を実施した。	本実証により、サンプルングから分析、報告とスムーズにサーベイランスに移行する体制を整えることができたため、将来的に他のウイルス感染症について下水サーベイランス利用のニーズが生じた場合に活用を検討できる。

7.4.2 ニーズ把握

表 7-5 活用（ニーズ把握）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	データの精度の問題でニーズ把握まで至らない。	PMMoV 値による分析結果の補正を実施。	検査の信頼性向上や共通化等によるデータの精度向上。
2	全数把握を継続しているため必要とされない。	不顕性患者の検知性をアピールしたものの、不顕性陽性者の把握そのものにニーズがないことが判明。	

7.4.3 活用イメージ具体化

表 7-6 活用（活用イメージ具体化）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	分析結果のバラつきが大きく、活用イメージが具体化できない。	PMMoV 値による分析結果の補正を実施。	検査の信頼性向上や共通化の検討。

7.4.4 試行

表 7-7 活用（試行）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	試行の方法が分からないため、試行は実施していない。		

7.4.5 公表・情報提供

表 7-8 活用（公表・情報提供）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	分析結果のバラつきが大きく、感染症情報センターの HP に掲載する等の市民への結果の公表が難しい。	PMMoV 値による分析結果の補正を実施。	検査の信頼性向上や共通化の検討。
2	公表を検討する段階で、数値ではなく、3 段階程度のレベル設定を検討したが、レベルの閾値を設定する根拠が見つからない。	他の自治体の閾値設定を参考にした。	

7.4.6 評価・改善

表 7-9 活用（評価・改善）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	公表や活用に至っていないため、評価は実施していない。		

8. 採水から分析結果を出すまでの時間・費用

表 8-1 採水から分析結果を出すまでの時間・費用の検討結果

プロセス	時間（最長→最短）	費用（最大→最小）	課題／解決のための工夫
1 採水	検討していない	検討していない	
2 輸送	検討していない	検討していない	
3 分析・結果提示	水曜日採水・発送、木曜日午前中に試料到着及び分析着手し、金曜日の結果提示もしくは翌週提示となっていたところ、金曜日の結果提示を目指して時間短縮を検討している	検討していない	個別検査、時間別解析など一時的なサンプル数増によるスループットの低下が見られていた。検査工程の再確認とリソースの最適化による時間短縮化を目指している。
4 その他			

ⁱ 上間 匡*・永田文宏・朝倉 宏・野田 衛、カキの糞便汚染指標ウイルスとしての Pepper mild mottle virus の評価、2018