

申請者番号：1010

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 下水処理場と中流のポンプ場および上流のマンホールを結んだ
下水サーベイランスの実証事業（埼玉県）

令和5年1月31日
代表機関 株式会社 AdvanSentinel

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	2
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	5
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下水処理場、中流のポンプ場、更に上流のマンホールの新型コロナウイルス濃度、各地域の流行変異株の経時変化その連動性の確認	6
3.2	テーマ②広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合	7
4.	下水サーベイランス実証の結果	8
4.1	テーマ①下水処理場、中流のポンプ場、更に上流のマンホールの新型コロナウイルス濃度、各地域の流行変異株の経時変化その連動性の確認	8
4.1.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	8
4.1.2	今後の課題	13
4.2	テーマ② 広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合	14
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	14
4.2.2	今後の課題	16
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	17
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）	17
5.1.1	活用ニーズ概要	17
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	17
5.1.3	活用・実装できなかった理由	17
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）	18

5. 2. 1	活用ニーズ概要	18
5. 2. 2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	18
5. 2. 3	活用・実装できなかった理由	18
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開	19
6. 1	事業終了後の継続・展開方針	19
6. 2	事業終了後の実施体制	19
6. 3	事業終了後の結果活用・公表方法	19
6. 4	事業終了後の費用	19
7.	活用に向けた課題及び解決策	20
7. 1	採水	20
7. 2	輸送	20
7. 3	分析・解析	21
7. 4	活用	21
7. 4. 1	体制整備	21
7. 4. 2	ニーズ把握	21
7. 4. 3	活用イメージ具体化	22
7. 4. 4	試行	22
7. 4. 5	公表・情報提供	22
7. 4. 6	評価・改善	22
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用	23

1. 基本項目

1.1 実証名

下水処理場と中流のポンプ場および上流のマンホールを結んだ下水サーベイランスの実証事業

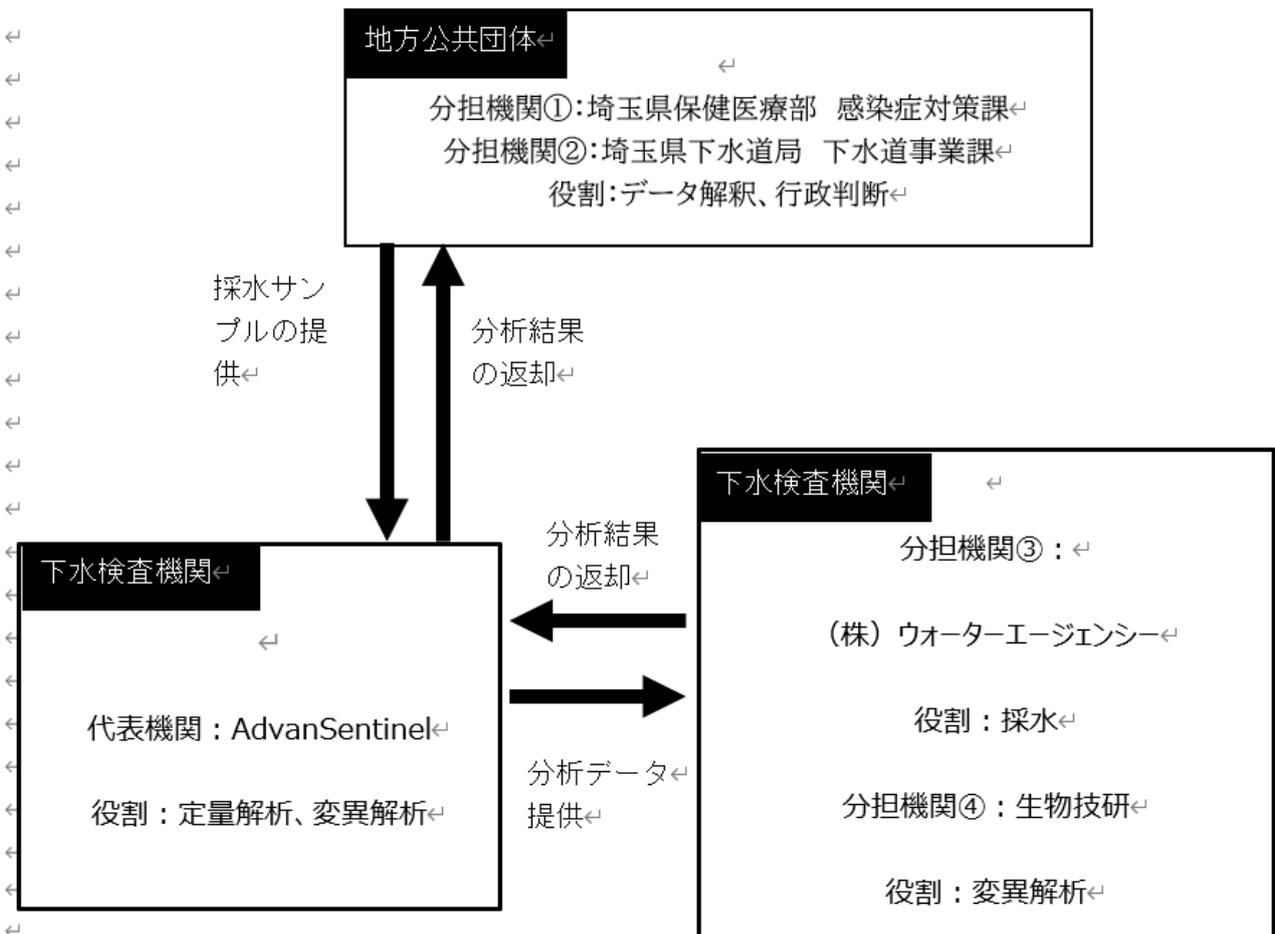
1.2 実証を行う期間

2022年11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	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 ①	埼玉県	■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■	■■■■■	さいたま市浦和区高砂 3- 15-1
分担機関 ②	埼玉県	■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■	■■■■■	さいたま市浦和区高砂 3- 13-3
分担機関 ③	株式会社 ウォーター エージェン シー	■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■	■■■■■	埼玉県さいたま市中央区鈴 谷 7-10-25
分担機関 ④	株式会社生物 技研	■■■■■	■■■■■ ■■■	神奈川県相模原市緑区長竹 657
分担機関 ⑤	シオノギテク ノアドバンス リサーチ株式 会社	■■■■■ ■■■■■ ■■■	■■■■■	大阪府豊中市二葉町 3-1-1

(体制図)



1.4 実証を行う地域・範囲

埼玉県 さいたま市・戸田市・上尾市・蕨市・川口市
 荒川水循環センターから上流のマンホール、その中継場であるポンプ場も含めたデザインとなっており、下水処理場から、中継ポンプ場、エリア代表をするマンホールの同一処理区内廻り下水サーベイランスを想定している。

(採水一覧)

No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	荒川水循環センター（合流式）	約 197 万人	上尾市、さいたま市、戸田市、蕨市、川口市
2	南部中継ポンプ場	334,568 人	さいたま市浦和区、さいたま市南区
3	荒川中継ポンプ場	97,910 人	さいたま市桜区
4	浦和区内マンホール	1,075 人	さいたま市浦和区
5	桜区内マンホール	6,827 人	さいたま市桜区

【地図】



図1. 採水場所の処理場とポンプ場

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

埼玉県は昨年度内閣官房が公募した「ポスト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」に、「高感度検出系を用いた下水疫学調査によるエピセンターの推定」を通じて、2021年11月から2022年3月まで、さいたま市を中心とした5市に跨る流域下水道で測定調査を行ってきた。下水サーベイランスに適した採水計画の設定および基礎データの観点から本実証の実施にあたってより適した地域である。

下水サーベイランスの特徴として、エリア全体での感染状況を把握する事が挙げられる。その地域全体でのリスク状況を把握できる一方、該当地域の中でより上流の各施設群と連動してリスク検出に繋げた事例はこれまでほとんど報告が無い。我々が前回行ったカスケード式下水疫学調査（2021年11月8日～2021年12月19日）では、上流のマンホール調査時期がコロナ感染小康期と重なり成果は得られなかったが、本年3月まで実施した延長試験では下水処理場と中流のポンプ場のみに規模を縮小して連動性を見た試験を行った。本延長試験においては、順次濃度が上昇し、カスケード式下水疫学調査によって、感染拡大開始エリアの絞り込みが可能である事が示唆された。一方、このカスケード式下水疫学調査を実施するための技術的なハードルが2点明らかになった。1点目は、実際に採水を実施するためには上流のポンプ場およびマンホールで採水を行う必要があるが、ポンプ場は基本的に無人で運営されている点。2点目は、マンホールは対象マンホールの選定、開閉許可、採水業者の確保等が必要であり、タイムリーな採水を実施するハードルが高い点である。従ってあらかじめ候補地点を選定し、定期的に採水を実施する体制を整えておく必要がある。第6波では10代の学生の感染が起点となり家庭内感染へと繋がり感染拡大した経緯があった。そこで、今回の実証では学生が多く滞るエリアのマンホールを最上流採水ポイントとする。最下流の処理場および中流のポンプ場、そして上流のマンホールに対して同時にサーベイランスを行う事で、SARS-CoV-2の検出度合いに連動の様相が認められるものか、下水道の流れに応じたサーベイランス実施の意義を検証する事を目的とする。

本実証を行う上で、上流の施設では自治体と相談の上、自治体として関心の高いマンホールを選定している。マンホールの場合では個人のPCRによる感染者の個人特定を目的としていない事から、今回は処理場を中心とした実証の一環としてマンホールを組み込んでいる。これまでサーベイランスの公的な報告はほとんどなく、今回のサーベイランスで体系的にデータが得られる事も今回の実証意義としては大きいものと捉えている。

2.2 下水サーベイランスの課題

下水サーベイランスを活用する上での課題として以下の2点が挙げられる。

- ① 該当処理区内でより上流の各施設群と連動してリスク検出に繋げた事例はこれまでほとんど報告が無い。

この上流および下流の下水サーベイランスを同時に計測する事で、その動向に相関がみられるものかについては不明である。

- ② 上述の上・下流をつなぐサーベイランスの場合、複数の関係者の巻き込みが必須となり、その調整に時間が掛かる事も挙げられる。なお通常広域での処理場サーベイランスを実施する上では、自治体下水道部局や保健部局と連動しながら採水計画やデータの公表に関する調整を行う必要があるが、埼玉県では埼玉県下水道公社、さいたま市を含む流域下水で既にサーベイランス活動を実施した実績があり、関連する部署からの協力への理解・協力体制は得られている。

2.3 課題解決策

これらを解決するためには、上述の上・下流をつなぐサーベイランスの場合、複数の関係者の巻き込みが必須となり、その調整に時間が掛かる事も挙げられる。なお通常広域での処理場サーベイランスを実施する上では、自治体下水道部局や保健部局と連動しながら採水計画やデータの公表に関する調整を行う必要があるが、埼玉県では埼玉県下水道公社、さいたま市を含む流域下水で既にサーベイランス活動を実施した実績があり、関連する部署からの協力への理解・協力体制は得られており、遡り調査を実施する。

(本事業での実証テーマ一覧)

- ① 下水処理場、中流のポンプ場、更に上流のマンホールの新型コロナウイルス濃度、各地域の流行変異株の経時変化その連動性の確認
- ② 広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合

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下水処理場、中流のポンプ場、更に上流のマンホールの新型コロナウイルス濃度、各地域の流行変異株の経時変化その連動性の確認

高感度検出法（EPISENSE-S 法（旧北大-塩野義法）を想定）の活用による実証を実施する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	処理場・ポンプ場・マンホールでの採水	定量解析、変異解析するために採水を行う（採水場所：下水処理場、ポンプ場、採水頻度：週2回、採水回数：期間中に合計24回）	株式会社 ウォーター エージェン シー	週2回：採水実施
②	採取検体の輸送	採水した検体は、50ml Tube に入れ、ジップロックで2重包装、ダンボール箱で3重包装して採取日に発送	株式会社 ウォーター エージェン シー	週2回：検体輸送実施
③	採取検体の分析	右担当機関が、EPISENSE-S 法（旧北大 - 塩野義法）を用いて、新型コロナウイルス RNA 濃度と PMMOV を測定する NGS 解析を用いた変異解析 同時に COPMAN 法による分析も AdvanSentinel の費用負担で実施する。	シオノギテク ノアドバンス リサーチ株式 会社 生物技研	分析結果が出る都度（採水から2~3日後）：分析結果データ
④	感染状況の情報入手	県がホームページで公表している市町村毎の新型コロナウイルス感染症新規感染者数、エリア情報より新型コロナウイルス感染症新規感染者数を把握する	埼玉県	分析結果が出る都度（採水から2~3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	感染状況に関する情報と採取した検体分析結果の比較は、Advansentinel	Advansentinel	分析結果が出る都度（採水から2~3日後）：比較結果

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		<p>が実施する。検討内容は下記の通り</p> <p>① 各採水地点の下水中 SARS-CoV2-RNA 濃度と処理区域内における感染者数の比較分析</p>		<p>2022年12月：中間報告書</p> <p>2023年2月：最終報告書</p>
⑥	共同体における情報共有・活用を目指した検討	<p>毎月検討会を実施する。PCR 検査結果、下水定量解析結果、変異解析結果を元にトレンド分析を行う。</p>	<p>埼玉県保健医療部 感染症対策課、埼玉県下水道局 下水道事業課、AdvanSentinel</p>	<p>分析結果が出る都度（採水から30日後）：情報の共有</p> <p>毎月：検討会議</p> <p>2022年12月：中間報告書</p> <p>2023年2月：最終報告書</p>

3.2 テーマ②広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合	<p>毎月検討会を実施する。PCR 検査結果、下水定量解析結果、変異解析結果を元にトレンド分析を行う。</p>	<p>埼玉県保健医療部 感染症対策課、埼玉県下水道局 下水道事業課、AdvanSentinel</p>	<p>分析結果が出る都度（採水から30日後）：情報の共有</p> <p>毎月：検討会議</p> <p>2022年12月：中間報告書</p> <p>2023年2月：最終報告書</p>

4. 下水サーベイランス実証の結果

4.1 テーマ①下水処理場、中流のポンプ場、更に上流のマンホールの新型コロナウイルス濃度、各地域の流行変異株の経時変化その連動性の確認

4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

処理場 1 か所、ポンプ場 2 か所、施設 2 か所（施設 S, 施設 U）の計 5 か所で各 25 回ずつ高感度検出法（EPISENSE-S 法）による定量分析を行った。

処理場は、コンポジットサンプル、ポンプ場は朝 9 時頃のグラブサンプル、施設はパッシブサンプルを用いて定量分析を実施した。

サンプルの解析状況は、処理場・ポンプ場で採水した計 66 サンプルのうち、定性検出、非検出はなく、サンプルからウイルスを検出できた割合となる検出率は 100%、サンプルからウイルスを定量的に検出できた割合となる定量率も 100%と非常に高い割合でウイルスの検出および定量分析を行うことが可能であった。また、施設は、採水した計 44 サンプルのうち、18 サンプルにて定量検出、23 サンプルにて定性検出、3 サンプルにて非検出となった。

このことから、サンプルからウイルスを検出できた割合となる検出率は 93.1%、サンプルからウイルスを定量的に検出できた割合となる定量率は 40.9%でウイルスの検出および定量分析を行うことが可能であった。

人から排泄される糞便や唾液中に含まれるウイルス量は感染から経時的に変動することが知られており、個人差もある。加えて、下水のサンプリング時に下水中の不均一性、採水量、天候等によりデータのばらつきが起こることが知られており、このばらつきによる影響を最小化する目的で、今回の分析では一般的な手法として知られている 3 点平均法（最新のサンプルに加え、過去 2 回分のデータを加えて平均）を行っている。また、米 CDC はトレンド解析において、8 日間にわたって収集された 3 つのサンプルから短期的なトレンドを把握することを推奨しており (<https://www.cdc.gov/nwss/reporting/index.html>)、同 3 点平均による下水中ウイルス濃度のトレンド図示は米 Biobot 社 (<https://biobot.io/data/>) も採用している。

処理場、ポンプ場別の感染者数と SARS-CoV-2 濃度、3 点平均値、SARS-CoV-2 濃度/PMMOV で補正した値は同様のトレンドを示した。（図 4-1・2）

また、本実証は 7/19-10/14 まで行われた実証名「下水サーベイランスの社会実装に向けた、埼玉県全域の新型コロナウイルス感染症感染状況、変異株流行状況可視化実証事業（埼玉県）」管理番号 1009 で使った処理場のうち、一つの処理場にて実証を行っているため、通期での結果も合わせて表示する。（図 4-3） また同様に通期での流行変異株の経時変化についても解析を行った（図 4-9）。結果として期間中を通じてオミクロン BA5 が高い存在割合を示していたが、11 月以降 BQ1、12 月に入り BA2.75 の存在割合についても濃度の上昇が確認された。

また施設内のマンホールより、下水でのウイルス測定を実施した。学生がどの程度糞便をするかのデータは不明であるが、施設において SARS-CoV-2 RNA 濃度の増減が確認できた施設の感染者数（欠席者数）と比較したところ施設 S については、実証期間中最も感染者数が多かった期間において、下水中ウイルス濃度が高いことが明らかとなった。施設 U については、感染者数が落ち

着いている 1 月中旬においても下水濃度が確認され両者の傾向に乖離が認められた。(図 4-7)

続いて処理場とポンプ場の連動性について検討を行った。連動率と相関性で解析した結果、処理場と南部ポンプ場は連動してトレンドが動く事が確認できたが、荒川ポンプ場についてはその傾向が弱い事が示された(図 4-5, 4-6)。その理由としていずれも処理場全体の処理人口に対する感染者を対象としており、南部 P・荒川 P のエリアごとの感染者が分かれば、連動率や相関性は改善される余地があると思われる。また南部 P の方が処理人口が多く(荒川 P:97,910 人、南部 P:334,568 人)、処理場と比較した際に連動率や相関性が高かった可能性がある。さらに各ポンプ場から処理場に到達するまでの時間(流達時間)は 1~3 時間であり、ポンプ場の採水方法はグラブ採水であるため、サンプリングの時間のずれが影響した可能性が考えられた。

変異解析に関しては、オミクロン BA5 が高い存在割合を示しているが 11 月以降 BQ1 が、12 月に入り BA2.75 の存在割合が高くなっている事を確認した。

埼玉県は、埼玉県衛生研究所にて NGS によるゲノム解析を毎週 100 検体以上実施している。この埼玉県衛生研究所のゲノム解析結果と下水による変異解析と同様にオミクロン BA5 の高い存在割合を示した。一方、埼玉県衛生研究所は BA2 の亜系統、BA5 の亜系統である BA2.75 や BQ1 については公表されていない。(図 4-11)

なお令和 3 年度は埼玉県では下水道事業課が主体となって研究の実証事業に参加してきた。下水サーベイランスの活用について議論する上で保健部局の関与が必要であるとの判断で、令和 4 年度の当実証では感染症対策課が主体となって実証を進めてきた。採水状況、結果報告についても下水道事業課と感染症対策課は常に情報を共有して進める事が出来た。(図 4-12)

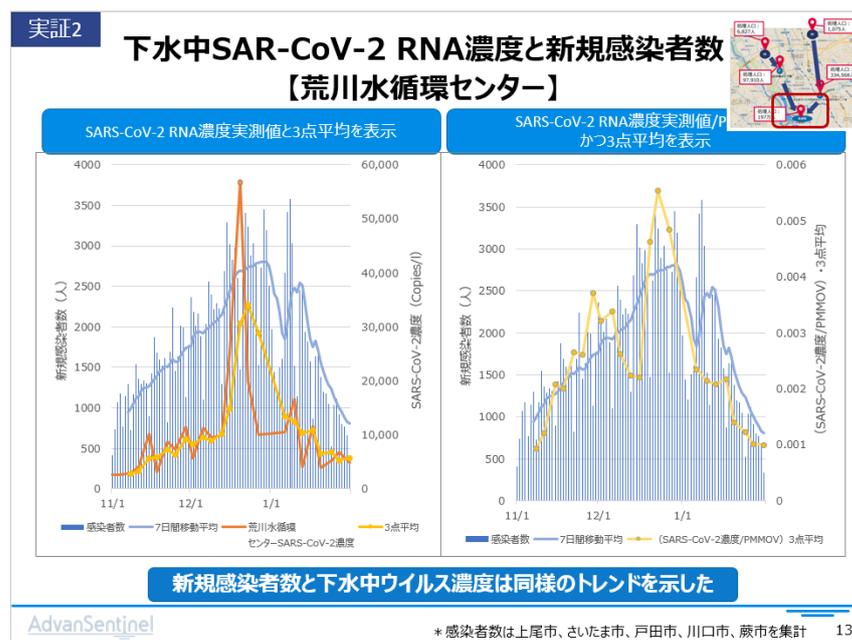
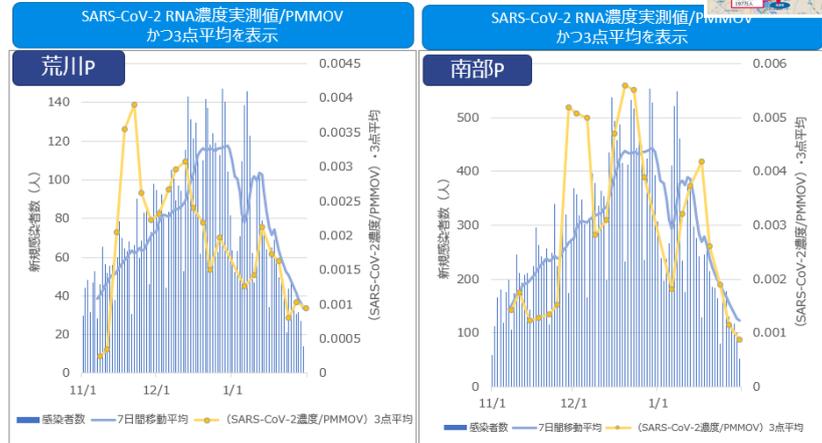


図 4-1 処理場の SARS-CoV-2 濃度と新規感染者数

下水中SAR-CoV-2 RNA濃度と新規感染者数 【荒川ポンプ場／南部中継ポンプ場】

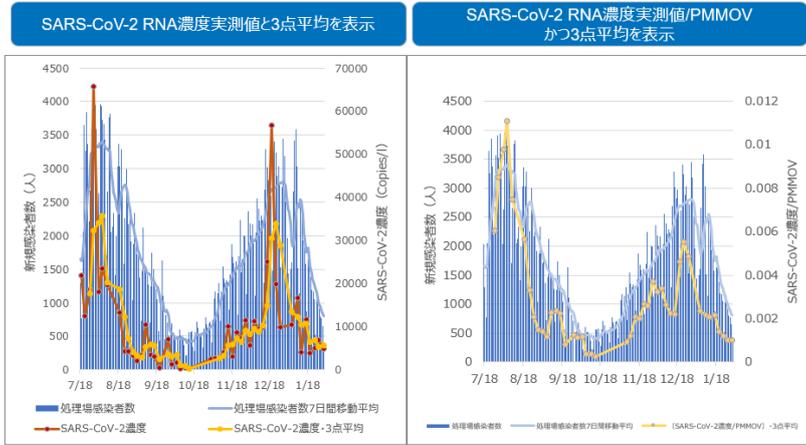


下水中ウイルス濃度はエリアによって感染トレンドが異なる事が示された
*尚、ポンプ場別の感染者数は確認できず、処理場エリアの感染者数と突合

図 4-2 ポンプ場の SARS-CoV-2 濃度と新規感染者数

下水中SAR-CoV-2 RNA濃度と水戸市の新規感染者数 【荒川水循環センター】

参考) 実証①、②を同期で表示



実証期間を通して、新規感染者数と下水中ウイルス濃度は同様のトレンドを示した

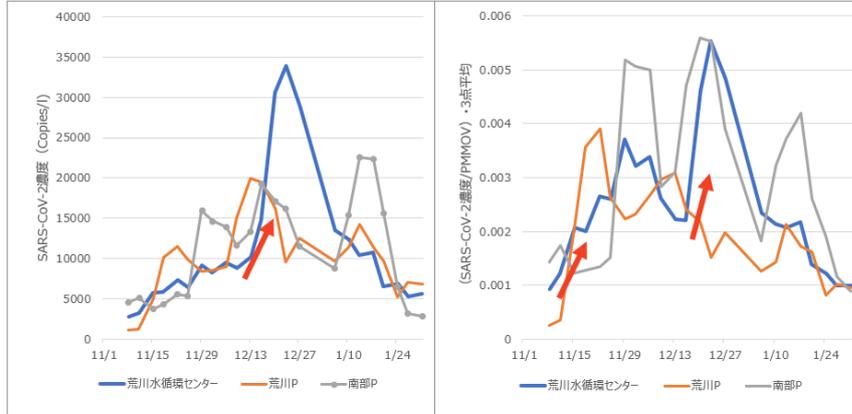
図 4-3 処理場の SARS-CoV-2 濃度と新規感染者数 (埼玉①実証から同期)

処理場・ポンプ場のSARS-CoV-2濃度推移比較



SARS-CoV-2 RNA濃度実測値と3点平均を表示

SARS-CoV-2 RNA濃度実測値/PM10V
かつ3点平均を表示



ポンプ場と処理場の下水中ウイルス濃度はトレンドでは連動を示唆した

図 4-4 処理場・ポンプ場の SARS-CoV-2 濃度推移比較

処理場とポンプ場の検討相関

荒川水循環センターと南部ポンプ場は「正の相関」が確認されたが、
荒川ポンプ場とは「弱い正の相関」にとどまった

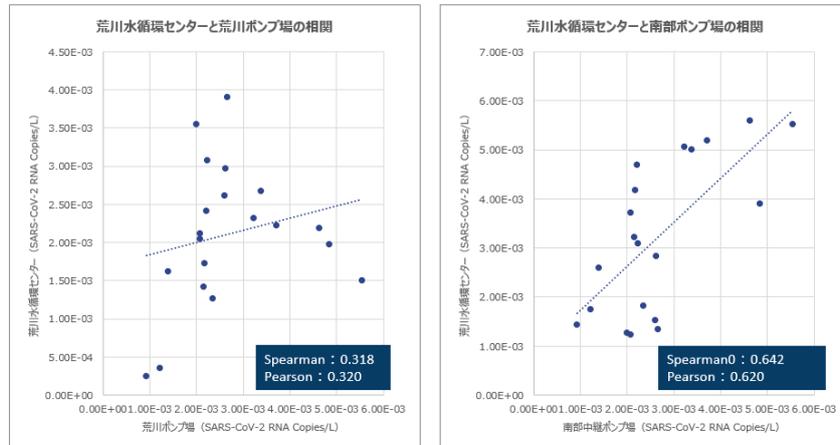


図 4-5 処理場・ポンプ場の SARS-CoV-2 濃度相関比較

処理場とポンプ場の連動性の検討

処理場、ポンプ場それぞれ前回との測定濃度差の増減を算出して、濃度増減の連動性を検討した

*ピンク：前回より増加／青：前回より減少
●：処理場・ポンプ場の増減一致
×：処理場・ポンプ場の増減不一致

	2-1回目	3-2回目	4-3回目	5-4回目	6-5回目	7-6回目	8-7回目	9-8回目	10-9回目	11-10回目	12-11回目	13-12回目
荒川水循環センター	2.43E-04	1.50E-04	4.69E-04	1.96E-03	-2.64E-03	2.66E-03	-1.89E-04	8.66E-04	-2.18E-03	1.82E-03	-1.92E-03	-1.08E-03
荒川P	6.72E-05	-3.18E-04	5.69E-04	4.84E-03	-9.04E-04	-2.89E-03	-6.02E-05	1.77E-03	-1.45E-03	7.45E-04	1.60E-03	-2.00E-03
南部P	2.72E-03	-2.19E-03	4.06E-04	2.35E-04	-4.91E-04	4.46E-04	5.82E-04	9.98E-03	-1.09E-02	7.19E-04	3.68E-03	-3.59E-03
荒川Pと処理場の連動性	●	×	●	●	●	×	●	●	●	●	×	●
南部Pと処理場の連動性	●	×	●	●	●	●	×	●	●	●	×	●

	14-13回目	15-14回目	16-15回目	17-16回目	18-17回目	19-18回目	20-19回目	21-20回目	22-21回目	23-22回目	24-23回目	25-24回目	同様の濃度変動を示した回数
荒川水循環センター	2.91E-03	5.41E-03	-5.56E-03	-1.93E-03	1.72E-05	1.30E-03	-1.52E-03	5.07E-04	-1.34E-03	3.21E-04	3.66E-04	-6.97E-04	
荒川P	-1.61E-03	2.94E-03	-3.37E-03	1.82E-03	-5.85E-04	-7.59E-04	3.44E-03	-3.87E-03	1.28E-04	1.29E-03	-7.53E-04	-7.75E-04	
南部P	4.71E-03	1.57E-03	-6.53E-03	1.02E-04	2.08E-04	3.88E-03	-2.57E-03	8.86E-05	-2.27E-03	8.01E-05	-5.71E-05	-8.44E-04	
荒川Pと処理場の連動性	×	●	●	×	×	×	×	×	×	●	×	●	13 (54.1%)
南部Pと処理場の連動性	●	●	●	×	●	●	●	●	●	●	×	●	19 (79.1%)

南部ポンプ場と処理場の下水中ウイルス濃度の増減は79.1%で連動した推移を示した
同様に荒川ポンプ場は54.1%で同様の濃度推移を示した

図 4-6 処理場・ポンプ場の連動性の確認

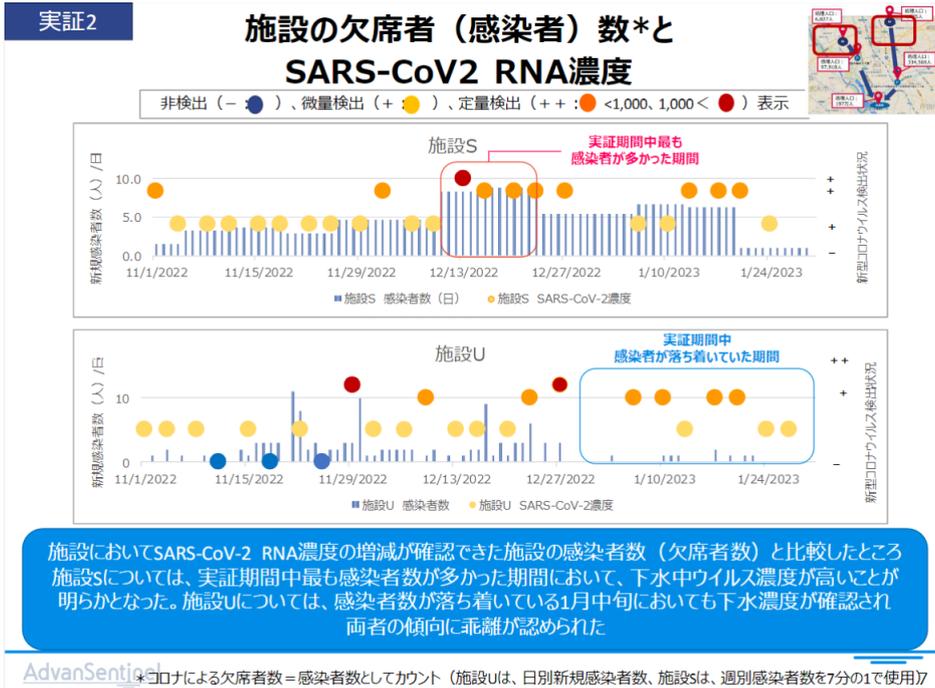


図 4-7 施設の欠席者数と SARS-CoV2 RNA 濃度

変異解析【荒川水循環センター】

オミクロンBA5が高い存在割合を示しているが、11月以降BQ1、12月に入りBA2.75の存在割合が高まってきている



青枠内が今回の実証結果

AdvanSentinel

21

図 4-11 変異解析結果報告（埼玉①実証より通期で表示）

埼玉県下水道管理構造

埼玉県下水道局下水道事業管理課

事業管理者：今成
局長：海老原
課長：岸田

埼玉県下水道管理事務所

荒川左岸南部下水道事務所
荒川右岸下水道事務所
中川下水道事務所
荒川左岸北部下水道事務所

埼玉県下水道公社・本社

荒川左岸南部支社
荒川右岸支社
中川支社
荒川左岸北部支社
古利根支社

荒川水循環センター
(株)ウォーターエージェンシー
元荒川水循環センター
株式会社エコロシーフオース
新河岸川水循環センター
石垣メンテナンス(株)
中川水循環センター
武蔵野環境整備(株)
古利根川水循環センター
(株)ウォーターエージェンシー

市の下水処理場

さいたま市下水道課
さいたま市下水処理センター
(株)ウォーターエージェンシー
秩父市下水道課
秩父市下水道センター
飯能市下水道課
飯能市浄化センター
日高市下水道課
日高市浄化センター

市野川水循環センター
環境クリアー・ヴェオリア共同企業体
荒川上流水循環センター
環境クリアー・ヴェオリア共同企業体
小山川水循環センター
テスコ・前澤工業共同企業体

包括的民間委託

AdvanSentinel

1

図 4-12 埼玉県の体制図

4.2 今後の課題

- 処理場とポンプ場の比較においては、処理人口が大きいポンプ場と相関が高い事が示されたが、処理人口の小さいポンプ場と処理場では相関性は低くなっていた。エリアによってポンプ場の挙動が違う事を示せたことから、下流である処理場の挙動を追跡するうえで中流であるポンプ場の結果を合わせて解析することでより考察が深まる可能性はあるが、まだ1自治体内での検討に留まりデータ数としては少なく、活用に向けては同様のデータの

蓄積などしながらさらなる精査が必要である。

- 今回の実証では下水道事業課、県下水道管理事務所、県下水道公社、ジョイントベンチャーによる委託会社、包括委託による民間委託など細かく階層が分かれており、説明承諾を得る必要や業務手順の説明、安全管理の徹底など周知に手間と時間を費やした。感染症対策課は、施設（学校）の承諾を得て、下水道事業課が処理場とポンプ場の管理に携わる部門の承諾を得て、それぞれの立場で分業して対象者の承諾を得る活動が出来た。同様の展開を進めるうえで、複合的な関係者の調整・合意獲得が大変であることが想定されるため、こうした取り組みには県庁の強力なリーダーシップが必要であることが必須であると考えられる。（図 4-12）
- 下水道事業課、感染症対策課間での協業は出来たが、埼玉県コロナ対策会議のメンバーや上層部の面々に下水サーベイランスの成果報告には至っていない。今後実証事業の結果をわかりやすく取りまとめ、県上層部に報告して活用の検討を進めて頂く事が活用の上では重要と考えられる。

4.3 テーマ② 広域での感染状況との突合に加え、施設のコロナによる欠席数や学級閉鎖数などの感染状況と下水濃度を突合

4.3.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

まず2つの施設それぞれの下水中 SARS-CoV2 RNA 濃度と各施設の欠席者（感染者）数の比較を行った。両施設において測定期間中、SARS-CoV-2 RNA 濃度の増減が確認できた。また施設の感染者数（欠席者数）と比較したところ、施設 S については、実証期間中最も感染者数が多かった期間において、下水中ウイルス濃度が高いことが明らかとなった。一方で施設 U については、感染者数が落ち着いている1月中旬においても下水濃度が確認され、両施設の傾向に乖離が認められた（図 4-7）。実証期間中、施設の感染対策が十分に実施されていたことから、1日の感染者数はほぼ10名未満と抑えられていた。また、施設下水中の SARS-CoV-2 RNA 濃度の一時的な上昇に留まった。（感染者数が比較的狭いレンジ中での検討となった）欠席者数と下水では追跡出来ている対象者が一部異なっている可能性がある。

欠席者：コロナ様の症状（発熱など）を呈した顕性感染者

下水ウイルス濃度：症状の有無に関わらない感染者

今回の結果はまだ精査が必要ではあるが、上流施設での感染状況を的確に把握するために、一方で今回は小康状態における下水からの感染把握のエビデンスを積むことはできたことから、通常の欠席者数の確認に加えて、下水モニタリングは補完ツールとなり得る可能性が示唆された。

次に連動性を確認する目的で、ポンプ場と施設のトレンドを比較した。ポンプ場と施設の SARS-CoV2 RNA 濃度は一部同様のトレンドを示す部分はあるが、全体として各 SARS-CoV2 RNA 濃度のトレンドは必ずしも一致しているようには見えず、実際に相関解析を行ったところ、各施設とポンプ場の SARS-CoV-2 濃度は相関が確認できなかった。（図 4-8, 9, 10）

中流ポンプ場の上流には多くの施設があり、単一施設のモニタリングだけでは中流ポンプ場の増減を必ずしも説明できるものではない事が示唆された。また通所型の施設では利用者は一定時

間しか滞在せず、糞便やうがい液の排泄は限定的であると考えられる。一方、滞在型の施設では通所型と比較し長時間施設の利用が見込めるため、糞便やうがい液等が排液に流れる頻度は上がる可能性があり、両観点から実証を行う必要性がある。今回の結果から、遡りにより上流のリスク検知に繋げるとい事が難しい事が示唆された。ポンプ場との連動を見るためには水洗化人口が少なく、施設Uの利用者数は南部ポンプ場の処理人口の0.29%、施設Sについては荒川ポンプ場の処理人口の6.12%であり、今回対象とした施設数では限定的な評価しかできなかった。対象とする施設を絞れる処理人口の少ない地域などでの実証が必要と考える。(図4-13)

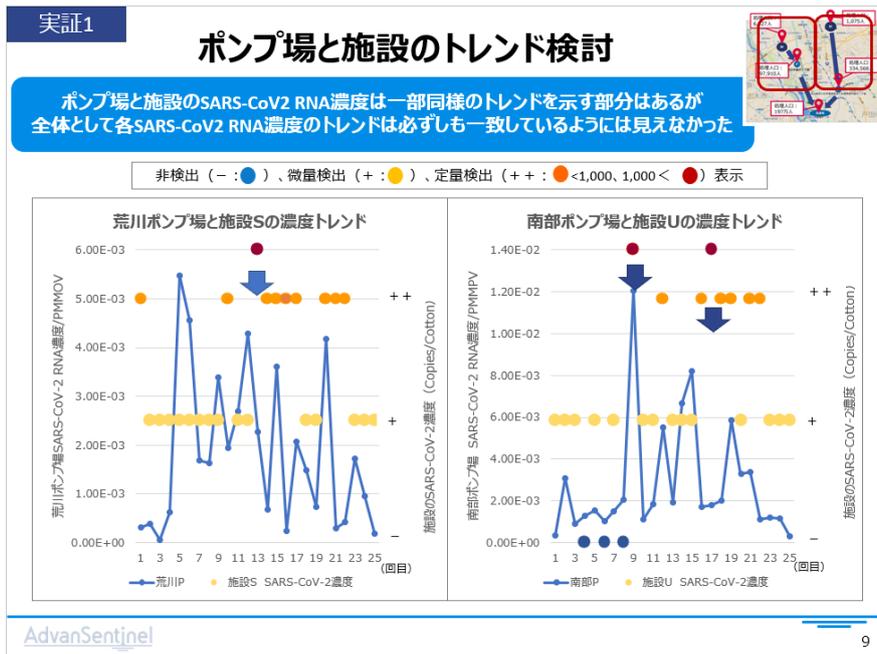


図 4-8 ポンプ場と施設の SARS-CoV-2 濃度相関比較

実証1 施設とポンプ場の連動性の検討

施設とポンプ場それぞれ前回との測定濃度差の増減を算出して、濃度増減の連動性を検討した

*ピンク：前回より増加/青：前回より減少
●：処理場・ポンプ場の増減一致
×：処理場・ポンプ場の増減不一致
-：施設において定量限界以下

	2-1回目	3-2回目	4-3回目	5-4回目	6-5回目	7-6回目	8-7回目	9-8回目	10-9回目	11-10回目	12-11回目	13-12回目
施設S	-8.4E+01	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4E+01	-4.0E+01	2.0E+03
荒川P	6.72E-03	-3.18E-04	5.69E-04	-4.84E-03	-9.04E-04	-2.89E-03	-6.02E-03	1.77E-03	-1.45E-03	7.43E-04	1.00E-03	-2.00E-03
荒川Pと施設Sの連動性	x	-	-	-	-	-	-	-	-	●	x	x
施設U	-	-	-	-	-	-	-	1.3E+03	-1.2E+03	-	7.6E+01	-7.6E+01
南部P	2.72E-03	-2.19E-03	4.06E-04	2.35E-04	-4.91E-04	4.46E-04	5.82E-04	9.98E-03	-1.09E-02	7.19E-04	3.68E-03	-3.59E-03
南部Pと施設Uの連動性	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	●	●

	14-13回目	15-14回目	16-15回目	17-16回目	18-17回目	19-18回目	20-19回目	21-20回目	22-21回目	23-22回目	24-23回目	25-24回目	同様の濃度増減を示した割合
施設S	-1.9E+03	-4.9E+01	7.0E+00	2.2E+02	-2.8E+02	-	1.0E+02	-2.1E+01	1.1E+02	-1.9E+02	-	-	
荒川P	-1.61E-03	2.94E-03	-3.37E-03	1.82E-03	-5.85E-04	-7.59E-04	3.44E-03	-3.87E-03	1.28E-04	1.29E-03	-7.53E-04	-7.75E-04	7/13 53.8%
荒川Pと施設Sの連動性	●	x	x	●	●	-	●	●	●	x	x	-	
施設U	-	-	2.76E+02	1.77E+03	-1.08E+03	-5.97E+02	-3.65E+02	2.62E+02	-1.92E+02	-7.00E+01	-	-	
南部P	4.71E-03	1.57E-03	-6.53E-03	1.02E-04	2.08E-04	3.88E-03	-2.57E-03	8.86E-05	-2.27E-03	8.01E-05	-5.71E-03	-8.44E-04	8/12 66.6%
南部Pと施設Uの連動性	-	-	x	●	x	x	●	●	●	x	-	-	

施設sと荒川ポンプ場の下水中ウイルス濃度の増減は53.8%で連動した推移を示した同様に施設uと南部ポンプ場は66.6%で同様の濃度増減を示した

図 4-9 施設とポンプ場の SARS-CoV2 RNA 濃度連動性の検討

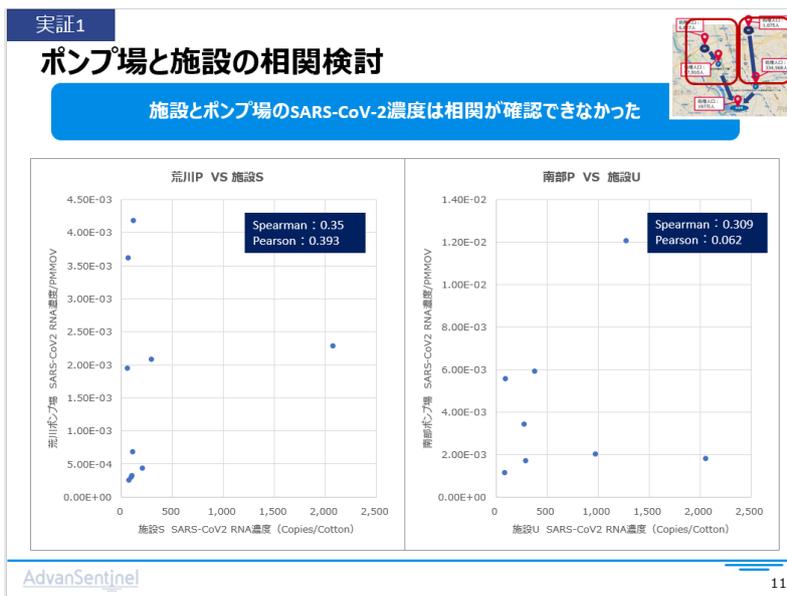


図 4 - 10 施設とポンプ場の相関検討

4.3.2 今後の課題

上流の下水中ウイルス濃度上昇に呼応して中流ポンプ場、下水処理場のウイルス濃度上昇が確認できるのかの検証には、埼玉県荒川水循環センターは処理人口が多く、ポンプ場との連動性を見るためには検証のデザインが限定的であったと言える。その際には施設の選定（感染者が多く発生した実績のある滞在型の施設、またできるだけ複数の施設）を選定する、また処理場のサイズについてもより小規模の処理場を選定するなどの工夫が必要であると考えられる。（図 4-13）

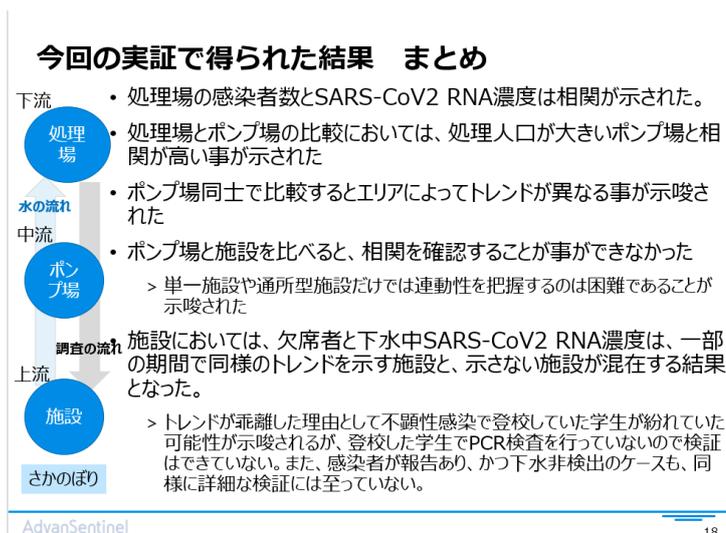


図 4-13 今回の実証で得られた結果

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	庁内情報	感染症対策課	感染状況の把握
2	施設内感染対策	施設	不顕性感染者も含めた感染情報の早期入手

5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）

感染状況、特にエリア情報のよりの確な把握

5.1.1 活用ニーズ概要

これまで、インフルエンザの集団発生時には学級閉鎖等の情報発信を行ってきており、学校での感染拡大には細心の注意を払ってきた。新型コロナウイルス、および今後来る新たなパンデミックにおいても下水サーベイランスを用いて、下水を遡り、エリアを限定していく事でより狭い範囲の感染状況の可視化（不顕性感染者を含めた感染状況の可視化）を行い効率的・効果的な感染対策につなげたい。

5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

すぐの活用を検討出来ている状況ではない。感染症対策課には現状のデータを報告してきたが、そこから学校担当の部局に情報を展開するには至っていない。

5.1.3 活用・実装できなかった理由

今回の検討からは、下水解析の遡りによって感染者数の高いスポットの特定までは至っていない。今回の検証デザイン（広い処理区内の2つのスポットに留まっていた、また施設も施設内感染が多発する施設ではなく、また宿泊型施設でもなかった）では、十分な連動性を示せるものではなかった。一方で各施設での感染者情報と連動した下水情報を確認することが出来、一定程度小康状態における施設のサーベイランス動向に関する情報は蓄積することが出来た。こうした知見は今後新しいパンデミックの時に同様の施設でのサーベイランスに有効となる可能性がある。また今回得られた知見をもとにさらに検証のデザインを改良してエビデンスを積むことによって、

遡りでの感染状況の可視化
に繋がっていく可能性がある。

5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ (No. 2)

不顕性感染者も含めた感染情報の早期入手

5.2.1 活用ニーズ概要

施設内の感染者数は、大学では毎日集計し、その結果を週ごとに発表している。自覚症状がある生徒が体温を測定した際に感染が発覚して確定診断を受ける事になるが自覚症状が無く、発熱を伴わない場合は、不顕性感染として学内での感染拡大の要因となる。そのため下水から不顕性感染者の情報を得ることで迅速、的確な対応につなげる。

5.2.2 活用・実装の状況 (試行、年度内準備中を含む)

現状、施設へは中間報告時のみしかフィードバックを行っていないが、今後最終報告を調整する。一方で下記の理由からすぐの活用を検討出来ている状況ではない

5.2.3 活用・実装できなかった理由

これまでのいくつかの報告より、10代学生を多く含む学校という施設では、自覚症状のない不顕性感染した学生が多く登校して学内感染を起こしていたと考えられていた。今回測定を実施した2施設においては、感染対策に力を入れており、新規感染者数は平均1日10人未満で推移しており比較的レベルで感染を抑えることができていた。確認された SARS-CoV-2 濃度も低濃度での推移であり、大幅な濃度上昇には至っていない事より、すでに感染対策が定着しつつある状況であった。そのため、すぐの現場のニーズ喚起には繋がっていない。一方で今後新しく重症化率の高い変異株や、新しいパンデミックが発生した際には、今回の施設サーベイランスが有効に活用できる可能性があり、そのための知見を積むことはできた。

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	外部業者へ依頼すると費用が発生する	<p>最小限の人数で契約を実施。 2人セットでの業務契約を希望されたが、業務が慣れてくるまでの最初の数回は複数名対応を余儀なくされたが、通常1人での対応を合意した。 マンホール採水も敷地内であれば、交通整備員は必要なく、落下防止装置を着用して出発時間、帰着時間の確認を徹底し、安全管理を行う事で業務に支障がなく対応出来た。 人数を掛ければ安全は担保できるが、費用対効果の観点から最小限の人数で取り組むコスト意識が発注者には必要</p>	<p>ウォーターエージェンシーへの外部委託にて5か所の採水・梱包・発送を一括して委託しました。 処理場内での採水であれば、数千円に対応できるが、施設のマンホールや無人のポンプ場へ出向いての採水は手間とコストが掛かる。 ウォーターエージェンシーは大変良心的な価格設定で1日■■■■円程度の費用が対応いただいた。持続可能なシステム構築には、出来るだけ処理場内での採水に留める必要がある。</p>
2	処理場以外のポンプ場などでの採水を実施する場合は、下水関係の非専門業者を採水依頼すると基礎知識がなく、事前教育が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・浄化槽、処理場管理運営に携わる専門業者（ウォーターエージェンシー）に依頼 ・マンホールの開閉を伴う場合には、最低限「酸素欠乏危険作業主任者」の有資格者がひつようであり、下水道配管、浄化槽に精通する業者へ委託した 	専門業者への依頼

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	特になし		

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	測定結果のばらつき	3点平均・PMMOVによる正規化	採水によるばらつきを改善するなら、オートサンプラーを用いて24時間コンポジットサンプルを作る事がベターであり、分析時も人の手を介さない自動測定機の導入がばらつき解消には有用。
2	データ返却までの時間短縮	4日以内でのデータ返却	測定現場で簡易解析ができるようになることと検体輸送時間の短縮に繋がる。 COPMAN法のように全自動測定機を用いる事で、人の手を介する事が無くなるので精度がアップし、人件費が抑制されてコストダウンに繋がる。また、検体数が増える事でもコストダウンされる。
3	EPISENSE-S法は人の手を介するので手間と時間が掛かる		

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	埼玉県コロナ対策会議のメンバーや上層部の面々に下水サーベイランスの成果報告は出来ていない	感染症対策課担当者にデータの精度や信頼性を獲得できなかった。	継続して実証を積み重ねる事で信頼を獲得して県上層部に活用の有用性を報告いただけるように働きかけていく。

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	体制整備として衛生部局とのコネクションはできたが、下水中ウイルス測定値の持つ意味、他の処理場との相関性や感染者数との関係がクリアになっておらずニーズ把握まで至らない	下水濃度から感染者数の推計	SEIRモデルを活用した感染者数の予測精度の向上

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	下水サーベイランスの精度向上	特になし	下水中ウイルス濃度からエリアの感染者数を算出するモデルを構築できる精度を目指す。
2	測定値のばらつき改善	特になし	全自動測定器を導入する事や3点平均、PMMOV補正がオーソライズされて測定技術の一定の目安が提示されることが必要。

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	検討していない	オーソライズされていないものは予算化出来ない。試行を繰り返す事で実装につなげたいが、定点把握のように、全国的に実施され、予算措置がなされるのであれば下水サーベイランスも自治体として導入しやすい。

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	公表は検討していない	検討していない	5類に移行して、現状の感染状況の可視化が出来なくなった際の代替方法として活用

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	住民に公表していないので評価は行っていない	検討していない	5類に移行して、現状の感染状況の可視化が出来なくなった際の代替方法として活用に対する住民の評価を得る。

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	15分→5分（1か所）	1回 ■■■■■円程度	時間に関しては、安全に配慮しながらも作業の慣れが効率アップしている 費用に関しては、施設2軒、ポンプ場2軒、処理場と5か所の採水を担って頂いているので、収集した他社情報では大変リーズナブルに対応いただけている認識がある。
2 輸送	1日（翌日午前中着荷）	■■■■■円程度	近隣の測定機関が利用できれば時間・費用共に改善は可能
3 分析・結果提示	定量解析：着荷後4営業日 変異解析：PCR結果確認後、定量値である検体という条件付きで15営業日	定量解析：■■■■■円 変異解析：■■■■■円	全自動測定機を導入する事で人件費を抑える事が出来るので、コスト削減に繋がる。 変異解析は、サンプル数が増える事で大量処理になればサンプル単価は下がってくる
4 その他	特になし	特になし	