

申請者番号：1012

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 流域下水道幹線を核に  
下水疫学調査の効率的な運用を図る技術実証（秋田県）

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
2.1.1	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.....	5
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下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンドを把握する.....	6
3.2	テーマ②下水中新型コロナウイルスの変異解析を行い、変異株の経時変化を把握する.....	7
3.3	テーマ③総合的な感染症対策の中での下水サーベイランスの位置づけ・活用方法を県下関連部局間で合意する。.....	8
4.	下水サーベイランス実証の結果.....	10
4.1	テーマ①下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンド（週次のウイルス濃度の増減が新規感染者の増減と同様の傾向を示すのか、またまた全期間を通じての新規感染者数との相関性）を把握する.....	10
4.1.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）.....	10
4.1.2	今後の課題.....	13
4.2	テーマ②下水中新型コロナウイルスの変異解析を行い、変異株の経時変化を把握する.....	13
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）.....	13
4.2.2	今後の課題.....	15
4.3	テーマ③総合的な感染症対策の中での下水サーベイランスの位置づけ・活用方法を県下関連部局間で合意する.....	15
4.3.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）.....	15
4.3.2	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.....	18
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）.....	18
5.1.1	活用ニーズ概要.....	18
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）.....	18
5.1.3	活用・実装できなかった理由.....	18
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）.....	19
5.2.1	活用ニーズ概要.....	19
5.2.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）.....	19

5.2.3	活用・実装できなかった理由 .....	19
5.3	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 3） .....	19
5.3.1	活用ニーズ概要 .....	19
5.3.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む） .....	20
5.3.3	活用・実装できなかった理由 .....	20
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開.....	21
6.1	事業終了後の継続・展開方針 .....	21
6.2	事業終了後の実施体制 .....	21
6.3	事業終了後の結果活用・公表方法 .....	21
6.4	事業終了後の費用 .....	21
7.	活用に向けた課題及び解決策.....	22
7.1	採水 .....	22
7.2	輸送 .....	22
7.3	分析・解析 .....	22
7.4	活用 .....	23
7.4.1	体制整備 .....	23
7.4.2	ニーズ把握 .....	23
7.4.3	活用イメージ具体化 .....	23
7.4.4	試行 .....	24
7.4.5	公表・情報提供 .....	24
7.4.6	評価・改善 .....	24
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用.....	25

## 1. 基本項目

---

### 1.1 実証名

流域下水道幹線を核に下水疫学調査の効率的な運用を図る技術実証

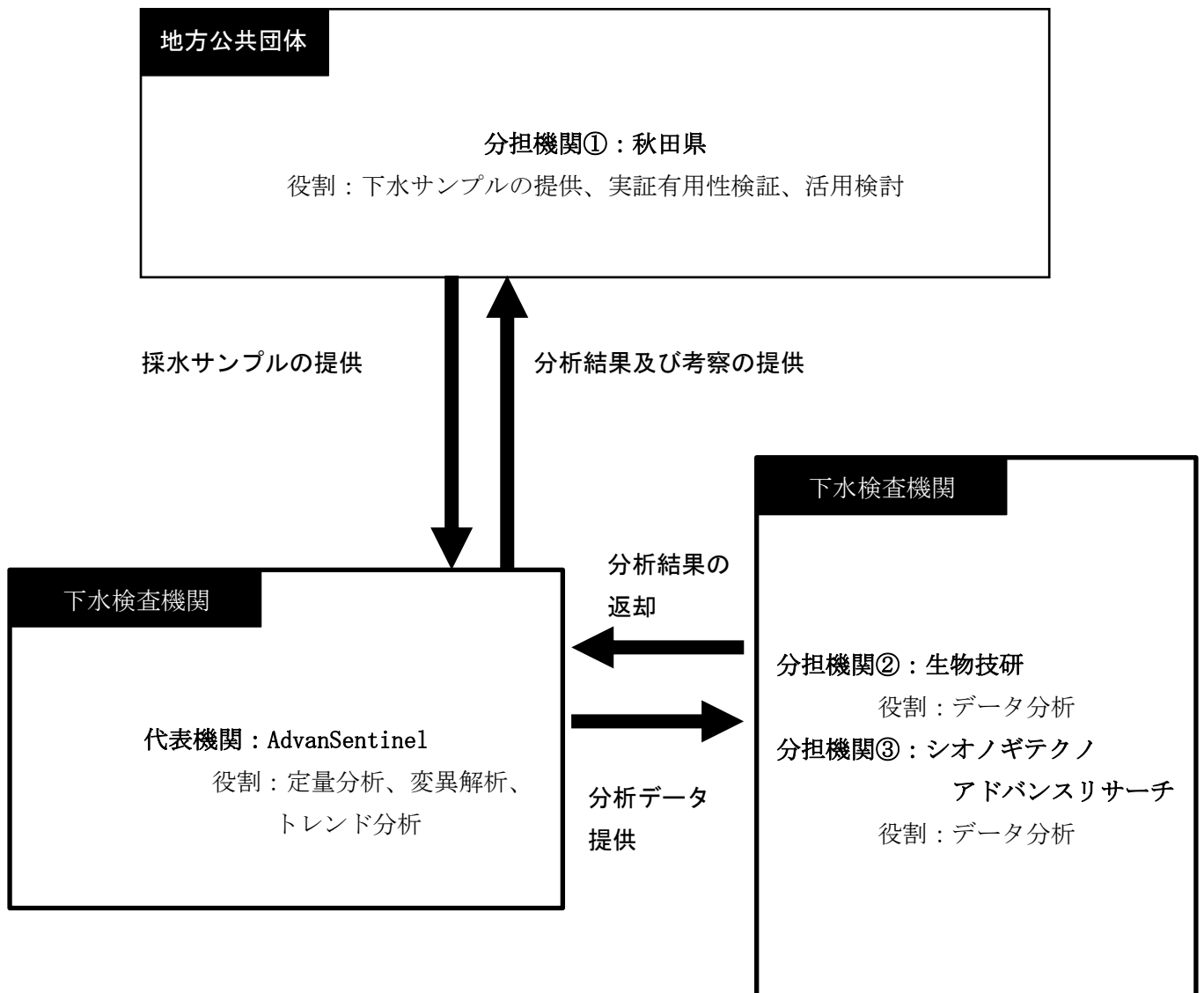
### 1.2 実証を行う期間

2022 年 7 月 20 日（水）～2022 年 12 月 26 日（月）

### 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	秋田県	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■	■■■■■■■■■■	秋田県秋田市山王四丁目 1 － 1
分担機関②	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③	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

秋田県秋田市、男鹿市、潟上市、五城目町、八郎潟町、井川町、三種町、大潟村

(採水施設一覧)

No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	秋田臨海処理センター（分流式（一部合流））	365,400 人	秋田市、男鹿市、潟上市、五城目町、八郎潟町、井川町、三種町、大潟村
2	出戸中継ポンプ場	91,570 人	男鹿市、潟上市、三種町、五城目町、八郎潟町、井川町、大潟村
3	八橋汚水中継ポンプ場	29,780 人	秋田中央-2 処理分区（秋田市）

【地図】

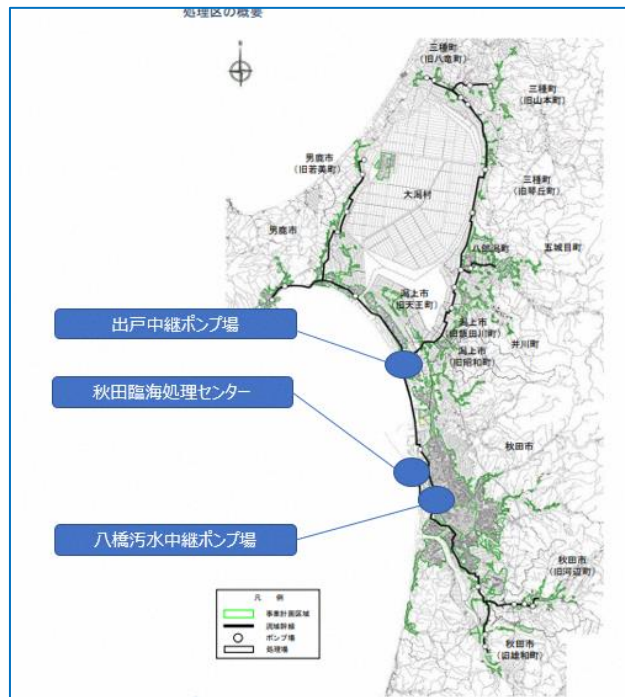


図 1. 採水場所の処理場とポンプ場

## 2. 下水サーベイランス実証事業の目的・概要

---

### 2.1.1 下水サーベイランスの位置づけ

複数市町村で構成する流域下水道の下水から得られる情報は、関連自治体の潜在的な感染状況の把握に有用であり、地域の感染症対策に貢献するものと考えている。秋田湾・雄物川流域下水道(臨海処理区)は、3市4町1村で構成しており、下水道終末処理場である秋田臨海処理センターでは、1日平均113千 $\text{m}^3$ の汚水を処理している。

その流入汚水量の80%を占める秋田市は、秋田県内の新型コロナウイルス感染症の感染者の50%以上を占める新型コロナウイルス感染症対策の最重点都市である。第6波では、感染が急速に拡大した事もありPCR検査体制が整わず正確な新規感染者数を十分に追跡するには至らなかった。現在は、県が主導して抗原定性検査を活用しながら、PCR等検査無料化事業を展開しており、12/28から3/20までのPCR検査と抗原定性検査を合計すると37,577件を自治体費で検査を行った。

一方、施設や学校を中心にクラスター感染が散発しており、無症状の不顕性感染者の実態、およびPCR検査非受診層の実態がつかめていないことが、感染症対策を困難なものにしている。現在、感染症法上の新型コロナウイルス感染症の分類が2類相当から5類へ変更が議論されており、5類になった場合、無症状の感染疑い者の検査費用が自費に変更され、受診率が大幅に低下するほか、感染者の全数把握から定点把握へ移行することが予想されており、感染実態の把握がより一層困難なものになると予想されている。

秋田県は、これまで県独自の感染警戒レベルを設定し、新型コロナ感染症対策を実施してきたが、オミクロン株の特性および経済活動を再開するうえで近隣県との尺度を合わせるために2022年4月に国のレベル分類を利用したものに改めている。また、9年連続で人口減少率が全国一という問題を抱える中、下水道事業を持続可能なものとするため、県と市町村が連携する「広域化・共同化」を積極的に推進し、事業運営の効率化を進めており、その取組の一つとして、令和2年度には中核市である秋田市最大の八橋下水道終末処理場を廃止し、県の流域下水道と接続している。このような連携の取組は、国より高く評価され令和2年度(第13回)国土交通大臣賞(循環のみち下水道賞)を受賞しているほか、2022年11月には、総務省より「優良地方公営企業総務大臣表彰」を受賞している。本調査では、その自治体連携の特徴を活かし流域下水道を管理する秋田県が共同体の要となり、調査を実施するものである。これまで秋田県内での新型コロナウイルスに対する下水疫学調査の実績はないものの、秋田臨海処理センターをフィールドに県の試験研究機関である秋田県健康環境センター保健衛生部において、内閣府食品安全委員会技術研究や厚生労働省研究事業、農林水産省委託事業等でノロウイルスの研究を進めており、また、本分野の第一人者である東北大学未来科学共同研究センター大村達夫名誉教授との情報共有に努めている。

これらの背景より秋田県としては、本実証事業の実施により、下記に示す下水サーベイランスの有用性について、実証できないかと考えている。不顕性感染者も含めて流域下水道処理区全体の感染状況の把握

感染症法上の新型コロナウイルス感染症の分類が 2 類相当から 5 類へ変更時、感染実態把握の正確性

新規変異株の早期検出により、感染症対策における政策判断ツールとしての活用

PCR 検査等の個別検査による疫学調査に対する費用対効果

秋田県では秋田県プレミアム飲食券、秋田版 Go To トラベル事業など、これまで県内在住者に対して、県内での飲食・宿泊・観光需要を喚起する政策を拡大してきており、2022 年 5 月には 2 年半ぶりにクルーズ船が秋田港に寄港するなど、県外在住者に対して、秋田県が安心して旅行できる先として選ばれるよう、また県内在住者に対しても、交流活発化に伴い感染が拡大していないことを示すことが、安心安全な暮らしと経済活動のバランスを取る上で非常に重要であると捉えている。

## 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は、以下 3 点である。

- ① 下水中 SARS-CoV-2 の測定実績がないため、データの解釈、分析情報の集約と解析による政策判断の有用性について、県新型コロナ感染症対策本部などでの活用を検討する必要がある。
- ② 県民への情報提供のあり方について、関係部局間における取り扱いの統一や連携が必要である。
- ③ 感染症対策として、県下のステークホルダーにおける下水サーベイランスの位置づけを、費用対効果を含めて整理する。

## 2.3 課題解決策

これらを解決するためには、流域下水道(臨海処理区)におけるエリア別感染状況及び流行変異株の可視化を行い、その有用性を実証し、関係者間での合意形成をしていく必要がある。

そこで、本事業では、以下の 3 項目①高感度定量解析、②変異解析で変異株の経時変化把握、③データの活用へ向けての検討会を実施する。

(本事業での実証テーマ一覧)

下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンドを把握する

下水中新型コロナウイルスの変異解析を行い、変異株の経時変化を把握する

総合的な感染症対策の中での下水サーベイランスの位置づけ・活用方法を関連部局間で合意する



### 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下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンドを把握する

高感度検出法（北大 - 塩野義法を想定）の活用による週 2 回定量解析を行い、検査機関からデータを県にフィードバックする。下水中 SARS-CoV-2 濃度と PCR で確認される新型コロナウイルス感染症の新規感染者数のトレンドを比較する事で相関性を確認すると同時に傾向を予測する。

県へのデータフィードバックに関しては、測定機関である AdvanSentinel 社内で検討会を行い、定期的に考察を加える。

また、2 か月に 1 回「秋田県下水サーベイランス検討会」を開催して公設試験研究機関である秋田県健康環境センター保健衛生部の参画により、下水中 SARS-CoV-2 濃度分析と考察について評価を行い、保健行政の判断材料の一つと出来るか検討する。この検討会は、新型コロナウイルスの流行状況に応じて開催回数を適宜変更している。

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	定量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、）	東北環境管理株式会社、秋田県分析化学センター	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 重包装して測定日に発送	東北環境管理株式会社、秋田県分析化学センター	週 2 回：検体輸送実施
③	採取検体の分析	右担当機関が、北大 - 塩野義法を用いて、新型コロナウイルス RNA 濃度と PMMoV 変異解析は、NGS 解析によって行う。	シオノギテクノアドバンスリサーチ、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保健所管轄毎の新型コロナウイルス感染症新規感染者数を把握する。	秋田県	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 が実施する。検討内容は下記の通り ① 各処理場における下水中 SARS-CoV2-RNA 濃度と	AdvanSentinel 1	分析結果が出る都度（採水から 2~3 日後）：比較結果 2022 年 10 月：中間報告書

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		処理区域内における感染者数の比較分析 ② 各処理場における SARS-CoV-2 RNA 濃度の平均と、県内の感染者数の比較分析		2023 年 1 月：最終報告書
⑥	共同体における情報共有・活用を目指した検討	2 か月に 1 回「秋田県下水サーベイランス検討会」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。	秋田県健康福祉部福祉政策課、秋田県健康環境センター、秋田県建設部下水道マネジメント推進課、AdvanSentinel	分析結果が出る都度（採水から 60 日後）：情報の共有 2 か月に 1 回：活用を目指した検討会議 2022 年 10 月：中間報告書 2023 年 1 月：最終報告書

### 3.2 テーマ②下水中新型コロナウイルスの変異解析を行い、変異株の経時変化を把握する

変異解析は週 1 回の頻度で行い、2 週間で結果をフィードバック出来る体制を構築している。

秋田県へのデータフィードバックに関しては、測定機関である AdvanSentinel 社内で検討会を行い、定期的に考察を加える。また、定量解析結果同様に変異解析結果は「秋田県下水サーベイランス検討会」で秋田県健康環境センターの評価を添える。

新規変異株を早期に検知することに加え、臨床の変異株解析の結果を突合することで、感染状況を把握し、流行変異株の出現を確認しながら秋田県が保健行政の判断材料の一つと出来るか検討する。

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	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 1 回）	東北環境管理株式会社、秋田県分析化学センター	週 1 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 重包装して測定日に発送	東北環境管理株式会社、秋田県分析化学センター	週 1 回：検体輸送実施

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
③	採取検体の分析	生物技研が、NGS 解析を用いて S タンパクの RBD 部分の変異を解析する	生物技研	分析結果が出る都度 (採水から 3 週間後) : 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遺伝子解析結果を入手	秋田県	分析結果が出る都度 (採水から 3 週間後) : 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 が実施する。検討内容は下記の通り ① 各処理場における下水中変異ウイルスの存在割合の経時変化と健康環境センターが実施した変異解析データの擦り合わせ	Advansentinel 1	分析結果が出る都度 (採水から 3 週間後) : 比較結果 2022 年 10 月 : 中間報告書 2023 年 1 月 : 最終報告書
⑥	共同体における情報共有・活用を目指した検討	2 か月に 1 回「秋田県下水サーベイランス検討会」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。	秋田県健康福祉部福祉政策課、秋田県健康環境センター、秋田県建設部下水道マネジメント推進課、Advansentinel 1	分析結果が出る都度 (採水から 60 日後) : 情報の共有 2 か月に 1 回 : 活用を目指した検討会議 2022 年 10 月 : 中間報告書 2023 年 1 月 : 最終報告書

### 3.3 テーマ③総合的な感染症対策の中での下水サーベイランスの位置づけ・活用方法を県下関連部局間で合意する。

第 6 波では PCR 検査体制が整わず正確な新規感染者数を十分に追跡するには至らなかった状況を踏まえ、下水サーベイランスを活用し不顕性感染者も含めた流域下水道処理区全体の感染状況の把握することで、感染症対策として秋田県が下水サーベイランスを保健行政の判断材料の一つとして機能するか評価する。秋田県として PCR 実施数と下水サーベイランス活用との費用対効果についても議論し、次年度以降の活動計画に役立てる。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	コロナ対策における 県の下水道課、保健 部局の連携及び県と 市の連携のツールと 成り得るかの検証	2 か月に 1 回「秋田県下水 サーベイランス検討会」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。	秋田県健康福 祉部福祉政策 課、秋田県健 康環境セン ター、秋田県 建設部下水道 マネジメント 推進課、 AdvanSentinel	分析結果が出る都度 (採水から 60 日以 内)：情報の共有 2 か月に 1 回：活用 を目指した検討会議 2022 年 10 月：中間 報告書 2023 年 1 月：最終報 告書

## 4. 下水サーベイランス実証の結果

---

- 4.1 テーマ①下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンド（週次のウイルス濃度の増減が新規感染者の増減と同様の傾向を示すのか、またまた全期間を通じての新規感染者数との相関性）を把握する

### 4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

秋田県管轄の1処理場及び2ポンプ場の3か所で各41回ずつ高感度検出法（EPISENSE-S 法）による定量分析を実施した。

サンプルの解析状況は、サンプルの解析状況は、実証事業期間中に採水した計123サンプルのうち、119サンプルにて定量検出、3サンプルにて定性検出、1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99.1%であり、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96.7%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。さらに得られたデータを基に、県より情報提供を受ける臨床の感染情報と突合することによって、現状のPCR検査による疫学調査に対して下水サーベイランスが代替もしくは補完できるものか検討を行った。感染情報との突合は、以下の方法にて実施した。

秋田臨海処理センターが秋田中央保健所管轄＋秋田市保健所管轄、出戸ポンプ場が秋田中央保健所管轄と処理人口エリアと保健所の管轄エリアが概ね一致している。秋田臨海処理センターは、都市部・農村部にまたがり、出戸ポンプ場は農村部をメインとするエリアである。八橋ポンプ場は秋田市中心部3万人分を処理しているが、八橋ポンプ場のウイルス濃度は秋田市30万人分の感染者数との突合を行った。SARS-CoV-2 RNA 濃度については、実測値及び、3点平均補正、PMMOV による正規化値の3パターンで保健所別の新規感染者数との関係性について解析した。（図4-1～3）

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。

出戸、臨海、八橋は、共に新規感染者数との相関係数は、スピアマン、ピアソン共に0.7以上の高い相関を示した。測定値を3点平均、PMMOV補正（感染者情報を7日間平均で論じるのと同様に測定値の3点平均をとる方法と検体に含まれる糞便量によるばらつきを平滑化するPMMOV補正）を行う事でばらつきが補正されて新規感染者数と高い相関を確認する事が確認できた。秋田

臨海処理センターが最も高い相関を示している点については、新規感染者数は 2 保健所管轄の感染者数と合致しており、最もエリア範囲が合致して情報を突合できた点が考えられる。(図 4-4)

ポンプ場においても臨海同様に出戸ポンプ場で高い相関を示した一因として、下水処理対象エリアと秋田中央保健所管轄の感染者数の相関性が高かったためと考えられる。

ただし、12 月に入ってから第 8 波においては、PCR で確認出来ている感染者数は第 7 波の 6 割程度であったにもかかわらず、下水中濃度、補正値は第 7 波を上回る数値となっており、下水サーベイランスの結果は第 7 波を上回る感染状況を示唆していた。特に出戸ポンプ場の結果は、顕著に上記傾向が表れており、第 8 波で感染者数は 3 分の 1 に減少しているのにもかかわらず、下水中 SARS-CoV-2 濃度は、第 7 波の 2 倍で推移した。これは、1つの要因として全数把握見直し後の臨床検査報告では正確な感染者数を捉えていない可能性が示唆されたものと考えられる。実際検討会議の中ではこの乖離についても届け出の無い感染者の存在があるので当然起こりうるものとの見解であった。

早期検知の観点から、採取した下水のウイルス濃度が何日後の新規感染者数と相関を示すか検討した結果、ウイルス濃度は、4 または 5 日後の新規感染者数との相関が高いとの結果 (図 4-8) があり、先行指標性が期待できる結果が得られた。

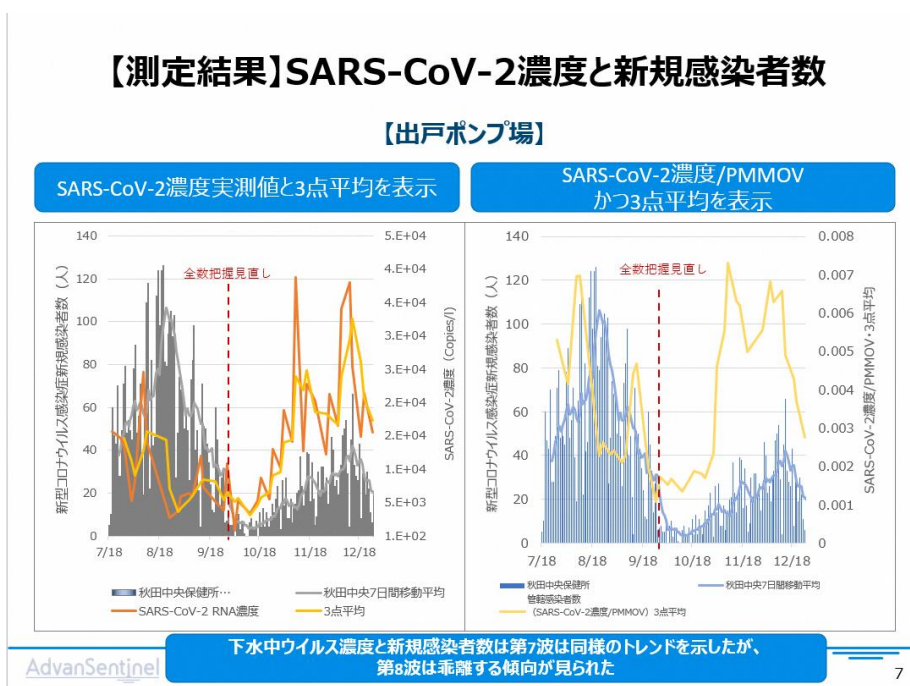


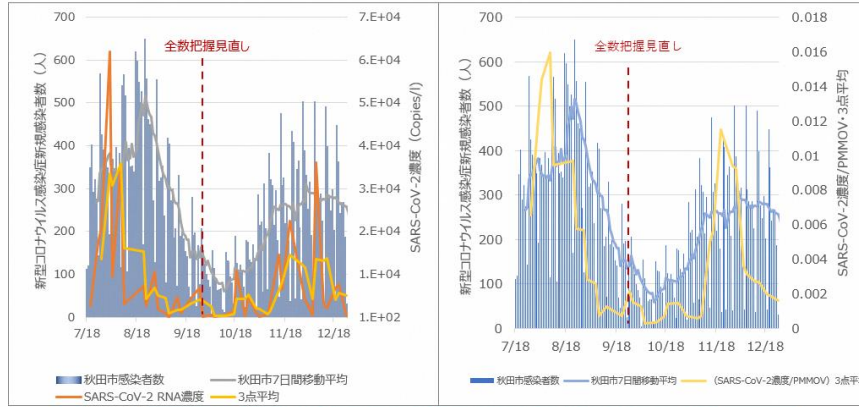
図 4-1 SARS-CoV-2RNA 濃度と新規感染者数【出戸】

## 【測定結果】SARS-CoV-2濃度と新規感染者数

### 【八橋ポンプ場】

SARS-CoV-2濃度実測値と3点平均を表示

SARS-CoV-2濃度/PMMOV  
かつ3点平均を表示



下水中ウイルス濃度と新規感染者数は第7波同様のトレンドを示したが  
第8波は、解離の傾向を示した

AdvanSentinel

8

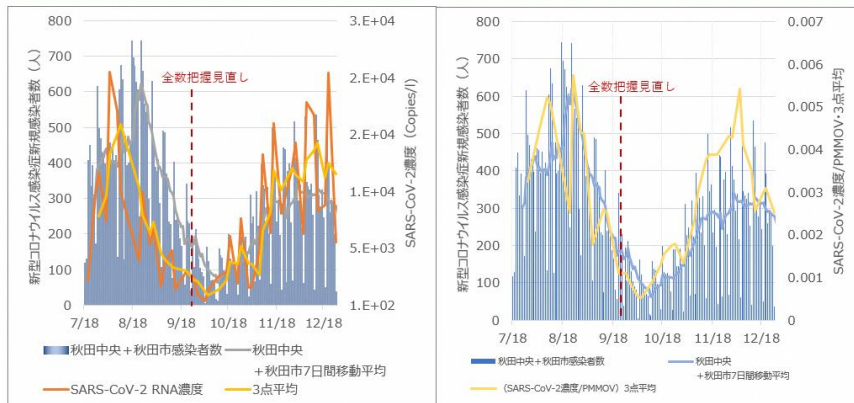
図 4-2 SARS-CoV-2 RNA 濃度と新規感染者数【八橋】

## 【測定結果】SARS-CoV-2濃度と新規感染者数

### 【秋田臨海処理センター】

SARS-CoV-2濃度実測値と3点平均を表示

SARS-CoV-2濃度/PMMOV  
かつ3点平均を表示



下水中ウイルス濃度と新規感染者数は第7波は同様のトレンドを示したが、第8波は乖離する傾向にあった

Adv

9

図 4-3 SARS-CoV-2 RNA 濃度と新規感染者数【臨海】

## 相関係数

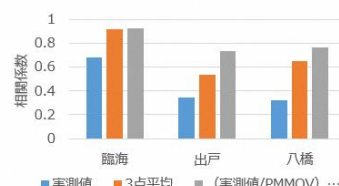
SARS-CoV-2濃度は、実測値をPMMOVで補正後、3点平均を取る事で新規感染者数と高い相関を示した。

### ▼Spearman

	実測値	3点平均	(実測値/PMMOV) ・3点平均
臨海	0.703	0.906	<b>0.926</b>
出戸	0.274	0.593	<b>0.735</b>
八橋	0.556	0.733	<b>0.763</b>

### ▼Pearson

	実測値	3点平均	(実測値/PMMOV) ・3点平均
臨海	0.684	0.915	<b>0.926</b>
出戸	0.345	0.539	<b>0.735</b>
八橋	0.326	0.654	<b>0.763</b>



AdvanSentinel

16

図 4-4 測定地点別の新規感染者数と SARS-CoV-2 RNA 濃度の相関

### 4.1.2 今後の課題

9つある保健所管轄のうち秋田市を中心とする2つの保健所管轄（秋田県人口の約40%）での下水による感染状況の可視化が出来たが、残りの7つの補完所管轄でも同様の事が言えるのかは不明であり、県で今後継続的なサーベイランスを実施するうえでのベストな採水か所の選定にはさらなる精緻化が必要である。下水サーベイランスの観点から、流域下水道を管理する下水道マネジメント推進課においてフィールドや試料の提供等を進めて結果として新規感染者数との高い相関結果は得られたが、県機関としては、全国で展開されている実証の結果共有を受けていない点や国の指針などが定まっていない点を踏まえると下水サーベイランスの一般的な有用性・信頼性について、まだ完全にはオーソライズできていない状況にある

## 4.2 テーマ②下水中新型コロナウイルスの変異解析を行い、変異株の経時変化を把握する

### 4.2.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

変異解析については、7月にBA.2からBA.5に移り変わりBA.5の高い存在割合が続いたが、11月に入りBA.2.75（通称ケンタウロス）、BQ.1といった感染性の高い新種の変異株を下水から確認するに至った。また変異株の存在割合もエリアにより偏りがある事が確認でき、注目すべき変異株が増加しているのかもしれないか、もしくは一定量で留まり続けているのかを全体として把握するのに有用であることが示された（図4-5～7）。



## 出戸ポンプ場

11月に入りBQ.1、BA2.75が確認されるが、存在割合は低率



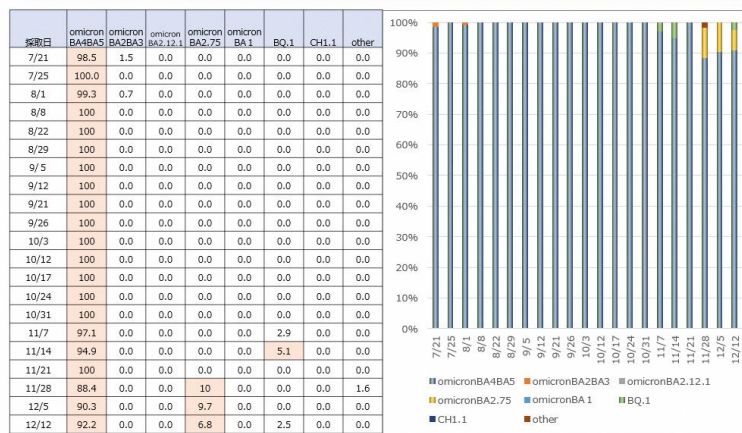
AdvanSentry

18

図 4-5 変異株の存在割合（出戸）

## 八橋ポンプ場

11月に入りBQ.1、BA2.75が確認されるが、12月に入りBA2.75が10%程度まで増加



AdvanSentry

19

図 4-6 変異株の存在割合（八橋）

## 秋田臨海処理センター

11月に入りBQ.1が増加、12月は30%近くまで増加



AdvanSentry

17

図 4-7 変異株の存在割合（臨海）

#### 4.2.2 今後の課題

変異株解析については今回の意結果からその有効性が示されつつあるが、今後さらにその信頼性を向上させていく事が重要である。そのため実証終了後も秋田大学などアカデミアと連携する事で、下水から得られる秋田県内の変異株存在割合の確からしさの検証を行っていく。

#### 4.3 テーマ③総合的な感染症対策の中での下水サーベイランスの位置づけ・活用方法を県下関連部局間で合意する

##### 4.3.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

定量解析、変異解析（図 4-5～7）共に県機関内で継続的に共有されたが、秋田県のコロナ対策を担う対策会議への報告、そして本会議でのデータ活用までには至っていない。今後保健福祉部から本会議への報告を予定しているが、タイミングは未定である。

現在秋田県では、「全数把握見直し」後も継続して保健所管轄別に新規感染者数を公表しており、全数把握見直し前と同様の体制を維持して保健所管轄で感染状況を可視化している。

今後 5 類化を受けて感染状況の把握が定点把握にシフトしていく中、定点観測の情報で秋田県の各エリアでの感染動向を正確に把握できるか、そのデータの理解のための基準（目線）については不明な部分も残る。本実証にて下水サーベイランスでは第 7 波の時に感染者数との相関性を確認する事ができており、さらに第 8 波においては一部乖離傾向はみられたものの、感染状況の把握体制が変化する中で本サーベイランスデータは自治体当該機関の感覚と一致した動向を示せていたことから、下水サーベイランスが定点観測の情報を補完するツール、もしくは定点体制へ移行の時のブリッジングのためのツールとして役立つ可能性がある、というのが秋田県健康環境センターの見解である。

今回、下水のデータは臨床の報告よりも 4-5 日後の新規感染者との相関が得られたが、下水のサンプル採取から報告までは現状 3-4 日間程度かかる事に加え、医療資源の確保、調整のためには 1 か月程度先の予測情報が必要というのが秋田県の認識であり、予測の観点では現状の結果からは有用性は高くないという認識であった。

なお、本技術実証では 3 か所で採水し測定を行ったが、秋田臨海処理センターの処理人口が、秋田中央保健所と秋田市保健所の 2 保健所分と合致していることから、今後は秋田臨海処理センター 1 か所で週 2 回から 3 回測定する事で 37 万人分の感染状況の可視化を行う事が出来ると考えられた。

臨床 PCR 検査と下水サーベイランスでは同じポピュレーションに対して同じ目的で実施するものでなく、互いに補完するものとの認識であるが、今回仮に PCR 検査の代わりの感染状況の把握

ツールとしたときに想定される費用感について比較を試算した。PCR 検査は、2022 年 11 月～12 月に秋田県全体で 114,071 件実施している（秋田県ホームページ公表の数字）。今回下水サーベイランスを実施した秋田市・男鹿地区の人口が秋田県の約 40%であり、PCR 検査 1 検査当たり 3,000 円として見積もると必要な経費として 1 億 3680 万円（114,071 件×40%×3,000 円）となる。同エリアにおいて秋田臨海処理センター1 カ所で感染状況の可視化を行う想定で、週 3 回 2 か月間下水サーベイランスを実施すると 120 万円（50,000 円×3 回（週）×2 か月）となり、PCR として約 100 分の 1 のコストとなる。もちろんその目的が完全に一致するものではないため、PCR と直接比較するものではない事には留意が必要であるが、地域の感染状況の把握として下水サーベイランスは効率的なツールとなり得ることが期待できる。

#### 4.3.2 今後の課題

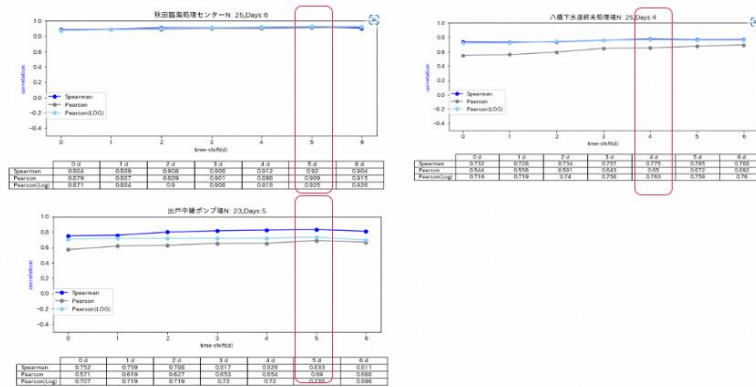
全数把握を見直し後も、秋田県では保健所管轄別に新規感染者数を公表しており、現在一定程度のエリアごとの感染者情報が入手できる状況であることから、別の感染状況把握ツールに対して高いニーズがあるわけではない。一方で今後定点観測への移行を見据えた際には下水サーベイランス情報、特にエリアごとの正確な感染動向や変異株の動向の情報を活用できる可能性がある。ただしその為には①さらなるデータの積み上げ ②国としての保健行政における政策判断の重要ツールとしての位置づけ明確化、また医療従事者や自治体内での認知度の向上が必要である。

データの積み上げ：今回の実証では秋田県の中の 2 保健所エリアでの検討となったが、今後秋田県としては特定の保健所エリアを県の代表として捉えて発表するのは不適であり、実施するうえで 9 保健所の異なったエリアに関する感染状況を捉えるべき、と考えている。その為には 5 処理場の下水データで補完できるかどうかの検証が必要となってくる。また変異解析では秋田大学などと連携しながら臨床情報との突合などを進め信頼性を高めていく必要がある。また公表に向けては下水の変異解析と臨床の変異解析の解析条件などの違いを分かりやすく纏め、正確にデータを理解できる土台を作っていく事も必要である。さらに今回は沈査成分をメインとした分析手法(EPISENS-S)を採用しているが、今後他のウイルス等への展開も見据えた時に、沈査・水系画分両方を測定した分析手法でデータを蓄積する事も必要である。さらに後述の通り、秋田県だけのデータだけでなく、全国各自治体のデータと比較しながら考察をできる環境が必要と考えている。

秋田県として下水サーベイランスを継続していくためには、国としてのオーソライズ、本サーベイランスに対する保健行政上の位置づけを明確にしたうえで、一定の予算措置もあることが必要である。データについては全国で共有化され、互いのデータを参考にしながら活用できる体制構築が必要である。さらにはユーザーとなる医療従事者や自治体内部での認知拡大活動も重要である。

## 早期検知

下水中ウイルス濃度は、何日後の新規感染者数と相関を示すのかを検討した



3地点での下水中のウイルス濃度は、  
4日後、5日後の新規感染者数との相関性が高い事が示唆された

図 4-8 下水中ウイルス濃度は何日後の感染状況を表しているか

## 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	医療者への情報共有	健康福祉部、健康環境センター	医療対策に係る正確な感染状況の把握・発信
2	変異解析	健康福祉部、健康環境センター	感染拡大可能性のある変異株を定期的にフォロー、発見する
3	感染対策本部会議への情報提供	総務部	政策判断につながる情報一つとして下水サーベイランスのデータを活用する

### 5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）

医療者への情報共有

#### 5.1.1 活用ニーズ概要

新型コロナ感染症の対策で重要なことは、医療を受けるべき人にきちんと医療を届けることである。ごく軽症な人たちの受診によって医療が飽和となってしまう、本来医療を受けるべき高齢者や重症患者に医療が行き届かなくなることが問題となっている。今後定点把握に移行していくが、医療側や自治体に感染症対策に必要な情報が届ききらない可能性も否定できないことから、その場合には秋田県エリアごとの感染状況について補完するツールがあれば有効である。本実証では、臨床の感染状況をよりの確にとらえていたと考えられる第7波時の感染者数と特に相関性の高い結果が得られたことから、下水サーベイランスにはエリアごとの感染者数の正確な情報提供に向けての補完的位置づけとしての期待がある。

#### 5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

今回の実証事業では上述のニーズに対して有効であると示唆されたものの、さらなるデータの積み上げや信頼性の獲得、および国からのオーソライズが必要という認識であり、直ちに秋田県として継続して下水サーベイランスを実施する状況には至っていない。

#### 5.1.3 活用・実装できなかった理由

他県データや沈査・溶液両成分からの分析手法の確立など、信頼性獲得のためにはさらなるデータの積み上げが必要である。また医療従事者に的確にデータを伝えていくためには、測定値の持つ意味を医療関係者に説明してトレンドの読み方や下水サーベイランスデータの背景を把握してもらう手順が必要である。現状は医療関係者にそこまでの浸透が至っていない。

同時に同時に精度を高め信頼度を増すためには、アカデミアや医師会の医療者の意見を聞きながら改善を進めて、認知向上を図っていく必要がある。

## 5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ (No. 2)

変異解析

### 5.2.1 活用ニーズ概要

臨床部門でも変異解析は実施しているが、一検体ごとに解析を行っているため、解析数を積むのには非常に労力がかかることが課題である。また希少な変異株などになると N 数が多くないと発見できない状況もあわせて考えると、集団を解析する下水データの方が参考になる可能性がある。

現在下水による変異解析は、データ返却まで 1 カ月程度を要しているが、変異解析は今後より感染拡大を引き起こす可能性のある変異株を発見するのが重要だと考える。

そのため定期的にモニタリングを行ってそれを効率的に発見できるのであれば有用である可能性がある。

### 5.2.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

活用・実装には至っていない

### 5.2.3 活用・実装できなかった理由

今回の実証期間については BA. 2. 75 などいくつかの新しい変異株を捉えることはできたものの、BA. 5 が主流株で維持され続け、新たな変異株への置き換わりが起こらなかったため、置き換わりを捕捉する事を完全に証明するには至っていない。また今回は臨床情報との突合についても保健部局、健康環境センターの見解までに留まっている事から、秋田大学等臨床情報が蓄積されている機関との突合をしながらさらに信頼性を深めていく事が肝要である。活用に向けては、臨床とは変異株の同定手法や解析している核酸の配列についても異なることから、医療従事者や自治体関係者に伝えるうえでは齟齬の無いような説明資料も必要となってくる。

## 5.3 本事業を通じて把握された活用ニーズ (No. 3)

感染症対策本部会議等への情報提供

### 5.3.1 活用ニーズ概要

現状第 8 波の動向を見ていると、臨床報告からだけでは感染動向を追い切れていない可能性が見えつつある。そこで自治体内での対策を練る場合（例、感染症対策本部会議など）において現状確認している新規陽性者数の臨床報告、入院者数等との情報とあわせて下水サーベイランスの情報を提供し、非顕性感染者、もしくは臨床報告まではあがってこない感染者も含めた感染動態についての知見とすることで、市民へのメッセージ発出や医療への要請などの参考にする。

### 5.3.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

活用・実装には至っていない

### 5.3.3 活用・実装できなかった理由

今回のデータを総括することで、内閣官房の実証事業に参加した成果の報告という形でレポートアップしていく事で県機関内での下水サーベイランスへの共通認識を醸成していくこととしており、保健福祉部から感染対策会議に報告予定であるが、今回の実証期間後を予定しているまた同時に第5類を見据え、感染対策本部会議の運営動向が不透明な状況でもあることから、今後の感染対策の運営母体の在り方も見据えつつ、協議を続ける事となる。

いずれにせよ秋田県内での活用に向けては 5.1, および 5.2 に記載したデータとしての信頼性の積み重ね および国としてのオーソライズが必要という認識に至っている。

## 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

年度内、令和5年度共に自治体費用による予算計上は行っていない。

秋田県としては下水サーベイランスは、今年度と同様に自治体負担の無い実証研究フィールドによる参画であれば継続可能との認識である。下水サーベイランスは有用であると認められつつあるが、定点観測下でのさらなるデータの積み上げが必要という位置づけとして捉えられている。

継続調査となる際には、全例調査見直し前に下水中ウイルス濃度と突合実績のあるフィールドは大変有用である。下水サーベイランスを継続する上で水系成分も含めての分析精度の向上、医療関係者等からの信頼性獲得、そして国の下水サーベイランスに対する方針等を勘案して検討する必要がある。

### 6.2 事業終了後の実施体制

現時点で県としての実施体制を組んでいるわけではない。人口30万人あたり1処理場としてある程度の基準を設定して国として調査を進める事が必要であるとの認識である。定点調査のように都道府県や政令指定都市が中心となり、都道府県や政令指定都市に採水処理場を決めさせる事で実装へ向けての流れが出来上がると考えられる。

その際には新型コロナに限定するのではなく、インフルエンザ、ノロ、ロタなど多面的に下水サーベイランスのデータを取得、活用する事で有用性が増すと考えられる。その場合は県の推進体制として実証事業に携わった下水道マネジメント課、健康福祉部、県健康環境センターによる体制維持が、これまでの経緯を理解しており進めやすいと考える。

### 6.3 事業終了後の結果活用・公表方法

5類への移行後定点観測となるので、定点観測を補完する資料として活用できるかどうかは、全国のサーベイランスの結果報告も加味して今後検討する。

### 6.4 事業終了後の費用

上述の理由から予算計上は行っていない。



## 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	オートサンプラーの採水部に髪の毛やごみが絡まり採水が十分量行えなくなる。	2週間に1回程度採水部分を引き上げ、採水部分に絡まったごみをホースから外す	現在行っている対策で十分と考える。
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	浄化槽、処理場管理運営に携わる専門業者に依頼	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	全自動測定機の導入 分析時の手技による測定誤差改善が見込まれる。更に人件費が掛からないので測定費の低減に繋がる可能性あり
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と検体輸送時間の短縮に繋がる。(オンサイト測定機器の開発検討)

## 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	下水サーベイランスの公認性 （国のリーダーシップ）と補助 金による自治体のサーベイラン ス実施に対する援助		国が下水サーベイランスの 指針、推奨を提示する事。 更に、下水サーベイランス を継続したい、または新規 で導入したい自治体の補助 金などの助成を確保するこ と

### 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、データ の精度や信頼性の問題・およ び5類化後の体制がまだ不透明 な中で活用に向けての詳細な ニーズ深堀まで至っていない		信頼性の積み上げが必要。 一例として下水濃度から感 染者数の推計の検討が必要。 SEIR モデルなどを活用 した感染者数の予測精度の 向上。 さらに5類を踏まえた秋田 県側の感染状況の方針も アップデートしながら協議 を進める事。

### 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解釈上の 工夫	3点平均法を導入	分析のデータを積み上げ、 下水中ウイルス濃度からエ リアの感染者数が算出でき る精度を目指す。
2	測定値のばらつき改善	特になし	測定技術の改善
3	高額な測定費用	特になし	分析の自動化による測定コ スト削減を図る。（コスト削 減のみならず、人を介さな いので測定誤差も低減させ られ、2重のメリットがあ る。）

#### 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	試行の具体的な方法が落とし込めていない	協議を続けているがいまだ解決には至っていない	まずは信頼性の積み上げが必要。試行を繰り返す事で実装につなげる。

#### 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	サーベイランスを継続しつつデータを蓄積し、信頼性を高める事

#### 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）	■■■■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による効率アップが可能 費用に関しては、施設内保守点検を委託している会社に依頼するが、当初の契約外の業務になるので費用が発生する。 無人のポンプ場の採水は、現場に赴き採水を行い、更に採水ホースの管理・清掃も合わせて行っており妥当な金額と考える
2 輸送	2 日（午前中着荷）	■■■■円程度	近隣の測定期間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	