

申請者番号：1008

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 高知県高知市における下水サーベイランスによる新型コロナウイルス感染状況の
判断に関する実証

令和5年1月31日
代表機関 株式会社NJS

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	5
2.1	下水サーベイランスの位置づけ	5
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下水サーベイランスデータを迅速に結果を出す体制の構築	6
3.2	テーマ②下水サーベイランスの活用方策の検討	8
3.3	テーマ③繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認	9
4.	下水サーベイランス実証の結果	11
4.1	テーマ①下水サーベイランスデータを迅速に結果を出す体制の構築	11
4.1.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	11
4.1.2	今後の課題	15
4.2	テーマ②下水サーベイランスの活用方策の検討	15
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	15
4.2.2	今後の課題	26
4.3	テーマ③繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認	26
4.3.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	26
4.3.2	今後の課題	27
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	28
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）	28
5.1.1	活用ニーズ概要	28
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	28

5.1.3	活用・実装できなかった理由	29
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）	30
5.2.1	活用ニーズ概要	30
5.2.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	30
5.2.3	活用・実装できなかった理由	31
5.3	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 3）	31
5.3.1	活用ニーズ概要	32
5.3.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	32
5.3.3	活用・実装できなかった理由	32
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開	33
6.1	事業終了後の継続・展開方針	33
6.2	事業終了後の実施体制	33
6.3	事業終了後の結果活用・公表方法	33
6.4	事業終了後の費用	34
7.	活用に向けた課題及び解決策	35
7.1	採水	35
7.2	輸送	35
7.3	分析・解析	35
7.4	活用	36
7.4.1	体制整備	36
7.4.2	ニーズ把握	36
7.4.3	活用イメージ具体化	36
7.4.4	試行	37
7.4.5	公表・情報提供	37
7.4.6	評価・改善	37
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用	38

1. 基本項目

1.1 実証名

高知県高知市における下水サーベイランスによる新型コロナウイルス感染状況の判断に関する実証

1.2 実証を行う期間

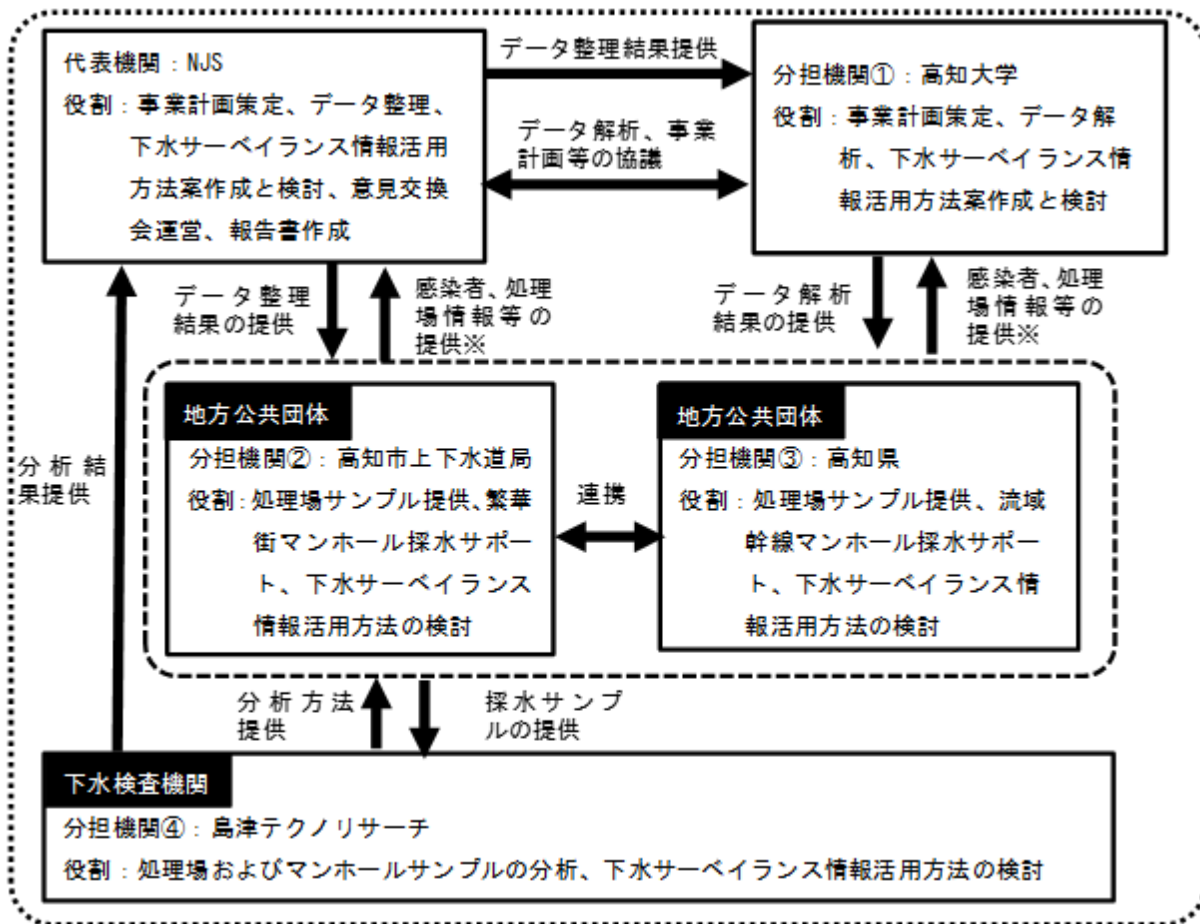
2022 年 7 月 1 日～2023 年 1 月 31 日

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	株式会社 NJS	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	東京都港区芝浦 1 丁目 1 番 1 号
分担機関 ①	国立大学法人 高知大学	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	高知県南国市物部乙 200 番
分担機関 ②	高知市上下水道局	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	高知県高知市棧橋通 3 丁目 31 番 11 号
分担機関 ③	高知県	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	高知県高知市丸ノ内 1 丁目 2 番 20 号
分担機関 ④	株式会社島津 テクノリサーチ	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	京都府京都市中京区西ノ京下合町 1 番地

(体制図)

- 全体：下水サーベイランス情報活用方法の協議、意見交換



※高知市内の情報は高知市より、流域に関する他の市町村及び県が対応策を検討する際の材料となっている感染者情報等については高知県より提供頂く。

※マンホール採水については代表機関より再委託を行う。

1.4 実証を行う地域・範囲

高知県 高須浄化センター、流域幹線境界マンホール

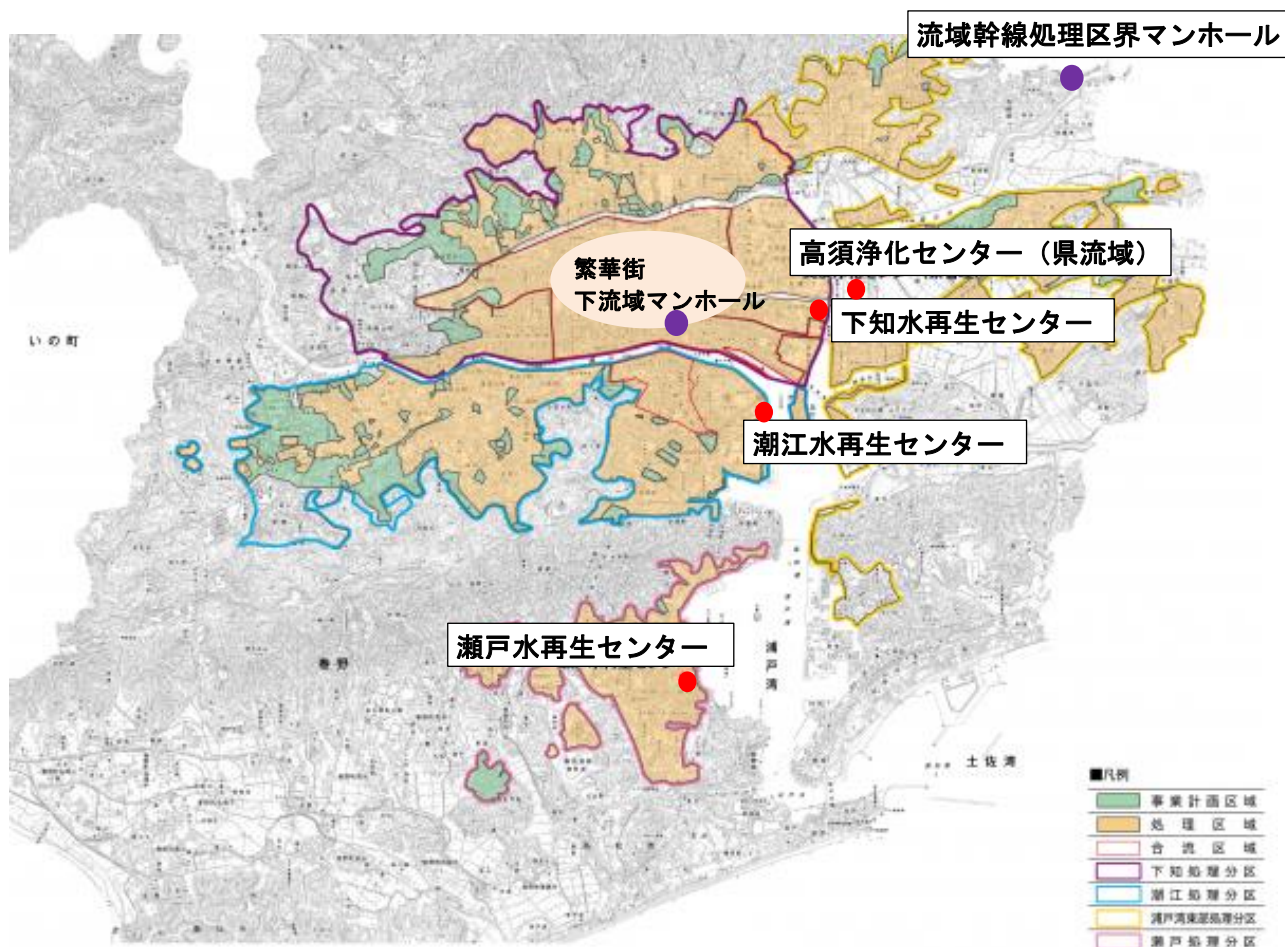
高知市 下知水再生センター、潮江水再生センター、瀬戸水再生センター、繁華街下流マンホール

(採水施設一覧)

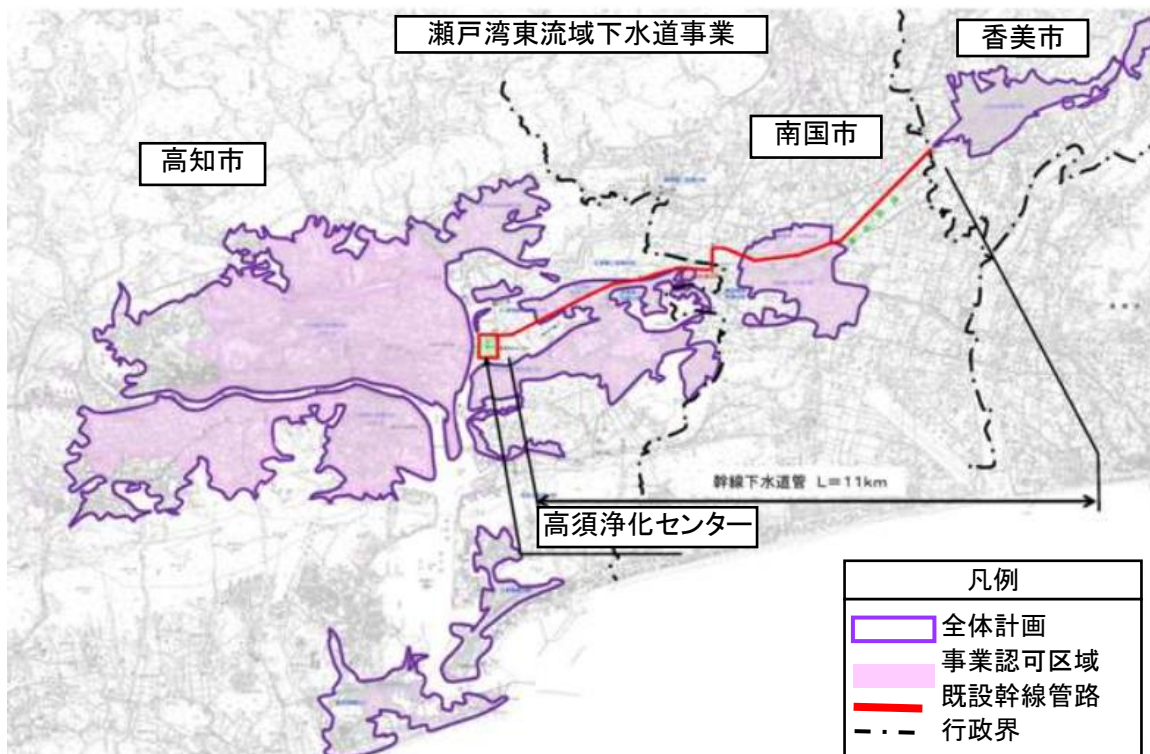
No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	高須浄化センター	62,223 人 うち高知市：39,652 人 南国市：12,799 人 香美市：9,772 人	高知市、南国市、香美市
2	下知水再生センター	79,724 人	高知市
3	潮江水再生センター	39,570 人	高知市
4	瀬戸水再生センター	19,069 人	高知市

【地図】

(高知市)



(高知県 (流域下水道))



各処理区の用途地域及び排除方式は以下の通りである。

- ・流域下水道

高須浄化センター：高知市、南国市、香美市の流域下水道。高知市の流入水量が約 6 割を占める。
地域としては住宅地域が多い。分流式

- ・単独公共下水道

下知水再生センター：中心市街地の排水を集める。商業地域及び住居地域と準工業地域が多い。分
流一部合流式

潮江水再生センター：沿岸の工場排水が少々入るがほとんど住宅地域。分流一部合流式

瀬戸水再生センター：市南部の住宅地域からの排水がほとんど。分流式

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

高知県と、高知市、および高知大学は2022年1月に下水疫学に関する「高知下水道シンポジウム」を開催するなど、下水サーベイランスの感染症対策への有用性に強い関心を持っている。また、すでに高知大学は高知市および高知県の下水処理場で採水した下水から新型コロナウイルスを検出することに成功している。このように、高知市、高知県の下水道部局と高知大学の間では協力体制が整っており、下水サーベイランスを実施する基盤は構築されている。

高知県では、県の保健部局が県内市町村の感染状況（病床占有率、直近7日間の新規感染者数、感染経路不明割合、PCR陽性率等）を集計し、これらを判断指標として感染状況を5段階のステージ（非常事態、特別警戒、警戒、注意、感染観察）で判断している。そしてそれぞれのステージに対して外出、休業等の要請、会食、イベント等の対応方針を定めている。下水中の新型コロナウイルス量を判断指標の一つ、あるいは参考情報として活用することも可能であると考え。また、新型コロナウイルスの蔓延により、高知県に来県する観光客数が減少している。下水サーベイランスを用いた観光地への安全性をアピールできれば、地域経済の活性化に有効であると考え。

2.2 下水サーベイランスの課題

高知県および高知市において新型コロナウイルス感染症対策に下水サーベイランスを活用する上での課題を以下に示す。

- ① 下水サーベイランスデータを迅速に結果を出す体制の構築
- ② 下水サーベイランスの活用方策の検討
- ③ 繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認

2.3 課題解決策

上記の課題に対する解決策は以下の通りである。

- ① 本実証事業において民間検査機関で下水中の新型コロナウイルス量分析する体制を構築し、運用する。
- ② 下水サーベイランス調査結果と高知県の感染状況把握の判断指標との関係を整理して把握する。
- ③ 下水中の新型コロナウイルス量を高知県の新型コロナウイルス感染症の対応目安の判断指標に加えることの有効性・課題について、高知県、高知市の関係部局と意見交換する場を定期的に設けることで検証する。

（本事業での実証テーマ一覧）

- ① 下水サーベイランスデータを迅速に結果を出す体制の構築
- ② 下水サーベイランスの活用方策の検討
- ③ 繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認

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データを迅速に結果を出す体制の構築

下水疫学データはヒト臨床検査より早期に感染状況を提示できるが、早期に結果提示できなければ意味がない。そこで下水処理場で採水した日に発送、翌日遅くとも翌々日(採水の3日後)には分析結果が出る体制を構築する。分析結果は高知市および高知県にただちに報告するとともに、NJS および高知大学にて集計し、下水中の新型コロナウイルス量の増減のトレンドをモニターする。

また、採水方法について、具体的にはGrabサンプリングとコンポジットサンプリング、また採水時間帯別での新型コロナウイルス量を比較して、感度よく検出できる方法を検証する。時間帯別採水については、モニタリングを継続して実施できることを重視して、維持管理者が通常行っている朝9時前後での採水で問題ないことを確認する。

なお、流域下水道には南国市および香美市からの下水も流入しているため、各市の下水中新型コロナウイルス量の把握を行うために流域幹線処理分区界マンホール調査を合わせて行う。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	下水処理場での新型コロナウイルス量調査	下水中の新型コロナウイルス量の活用方策を検討するために、下水処理場で定期採水を行う。採水の3日後までに分析結果が出ることを実証する。 採水場所：4処理場の下水流入水 採水頻度：1週間に2回 採水方法：Grabサンプリング、朝9時頃に採水する。	高知市、高知県	1週間に2回、7月から12月にかけて、合計192回の採水を実施する。 第6波の収束後から第7波の発生と収束までの期間のデータ取得を目指す。
②	下水処理場での時間帯別採水	最適採水時間を把握するために時間帯別採水を行う。 採水場所：高須浄化センターの下水流入水、 採水方法：朝9時から夕方5時にかけて1時間に1回採水する。Grabサンプリング。	高知県	期間中に3回、採水を実施する。 1回目の採水は、8月上旬を予定する。
③	下水処理場での採水方法の比較	Grabサンプリングとコンポジットサンプリングでウイルス量を測定するのに適した方法はどちらか比較する。	高知県	期間中に3回、コンポジットサンプルの採水を実施する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		採水場所：高須浄化センターの下水流入水、 採水方法：24時間のコンボジットサンプルを採取する。早朝に採取したグラブサンプリングとコンボジットサンプリングでウイルス量を比較する。		1回目の採水は、8月上旬を予定する。
④	処理分区界マンホールでの採水	流域下水処理場の高須浄化センターには高知市、南国市、および香美市の下水が流入する。処理区域ごとに別々にウイルス量を分析するため、処理区分界のマンホールで採水する。 採水場所：流域幹線処理分区界マンホール×2か所(香美市と南国市の境、および南国市と高知市の境)、 採水方法：グラブサンプリング	NJS	期間中に2か所×2回で採水を実施する。 1回目の採水は、9月上旬を予定する。
⑤	採取検体の輸送	宅配便のクール便による輸送。いずれも島津テクノリサーチで採水容器や輸送容器を手配する。①、②、③のサンプリングは採水後、高知県および高知市が島津テクノリサーチまで検体を発送する。 ④のマンホールサンプルについてはNJS（再委託先）が検体の発送を行う。	高知市、高知県、島津テクノリサーチ、NJS	下水処理場の検体は、採取日に即日輸送する。 マンホール採水の検体も即日輸送する。
⑥	採取検体の新型コロナウイルスの分析	島津テクノリサーチが沈殿物抽出法（仮称）で分析を行う。下水中のウイルスが定量できないほど少量である場合でもウイルス量の増減を把握するため、PCRの繰り返し試験法を採用して陽性率を得る。	島津テクノリサーチ	採水から3日後までに分析結果を得る。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
⑦	感染状況の情報入手	NJS が高知市および高知県の保健部局から、メール等で日々の新規感染者数感染経路不明感染者数、県全域での病床占有率、および PCR 陽性率の情報を入手する。	NJS、高知市、高知県	分析結果が出る都度（採水から 3 日後までに）下水中の新型コロナウイルス量の分析結果が出るのに合わせて、高知市、南国市、香美市の感染状況を手に入る。
⑧	迅速性の検討	NJS、高知大学、島津テクノロジーが最も関係性のあるデータを示すための体制・方法について検討を行う。	NJS、高知大学、島津テクノロジー	分析結果が 2 回出る都度（採水から 7 日後）：提示までの時間報告

3.2 テーマ②下水サーベイランスの活用方策の検討

下水中の新型コロナウイルス量を、高知県の感染状況の判断指標である病床の占有率、直近 7 日間の新規感染者数、感染経路不明割合、PCR 陽性率などと比較する。こうすることで、5 段階のステージ(非常事態、特別警戒、警戒、注意、感染観察)に該当する下水中のウイルス量を把握する。下水中の新型コロナウイルス量を高知県の新型コロナウイルス感染症の対応目安の判断指標に加えることの有効性・課題については、高知県、高知市の関係部局と意見交換する場を定期的に設けることで検証する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
⑨	感染状況情報と下水での分析結果の比較分析	<p>（１）において測定したデータより下水中新型コロナウイルス量が増えているのか減少傾向にあるのかトレンドを把握する。</p> <p>高知県では直近 7 日間の新規感染者数や感染経路不明割合や PCR 陽性率を判断指標の一つとして活用している。</p> <p>よってこれらの既存の判断指標と下水中の新型コロナウイルス量の直近 7 日間におけるデータを比較、相関を解析する。</p> <p>また、下水中新型コロナウイルス量データ（加工データ</p>	NJS、高知大学	<p>1 週間ごとに下水データと感染状況情報を比較する。</p> <p>2022 年 10 月：中間報告書に途中経過を記載する。</p> <p>2023 年 1 月：最終報告書に結論を記載する。</p>

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		を含む) と他の感染状況指標との関係性を整理し、各ステージに適合したウイルス量を把握する。		
⑩	共同体における情報共有・活用を目指した検討	第1回会議：今後のスケジュール確認と担当の確認、必要情報の収取（7月当初・NJS呼びかけ・全体会議） 第2回会議：検査結果の中間報告とデータ解析方法の確認（NJS報告・全体会議、9月下旬） 第3回会議：マンホールを含む調査結果報告と有識者の他都市事例や最先端の情報提供（NJS・高知大学報告・全体会議、10月下旬） 第4回会議：最終結果報告（NJS他報告、全体会議、12月下旬） ※全体会議以外は適宜行う。	NJS、高知大学	1週間ごとに関係者間で分析結果をメールにて共有する。 1～2か月に1回：活用を目指した検討会議を実施する。 2022年10月：中間報告書に途中経過を記載する。 2023年1月：最終報告書に結論を記載する。

3.3 テーマ③繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認

飲食店や宿泊施設の集中する繁華街のマンホールで採水した下水を調査することで、感染状況に応じた繁華街での下水の新型コロナウイルス量を把握する。感染が拡大していない期間、および感染が拡大している期間における繁華街での下水中新型コロナウイルス量がどの程度変動するのか、本実証でデータを収集する。その結果から、ウィズコロナ時代において繁華街での経済活動が安心して許容される根拠となる下水中の新型コロナウイルス量を把握することを目標とする。

採水はまずは流行期2回、非流行期2回行う。その結果から、流行期と非流行期で繁華街におけるマンホール下水の新型コロナウイルス量に差がみられない場合には、関係性がないことを報告し調査は終了する。一方、差が見られた場合には、流行期と非流行期での新型コロナウイルス量の詳細な変動を把握するために追加調査を行うことを検討する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
⑪	繁華街マンホールでの採水	流行期と非流行期における繁華街の下水中ウイルス量の変	NJS	流行期2回と非流行期2回の採水を実施

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		動を把握するため、マンホール採水を行う。 採水場所：繁華街下流部マンホール 採水方法：パッシブサンプラーをマンホールへ設置し、24 時間後に引き揚げて下水を回収する。		する。その結果に応じて追加調査を検討する。 第 6 波収束後にただちに非流行期の採水を行う。
⑤	採取検体の輸送	宅配便のクール便による輸送	NJS、島津テクノリサーチ	採水日に即日輸送する。
⑥	採取検体の分析	(1)-⑥を参照。	(1)-⑥を参照。	(1)-⑥を参照。
⑦	感染状況の情報入手	(1)-⑦を参照。	(1)-⑦を参照。	(1)-⑦を参照。
⑫	感染状況情報と下水での分析結果の比較分析	マンホール下水中の新型コロナウイルス量と感染状況との比較を行い、流行期と非流行期でマンホール下水中のウイルス量がどれくらい変動するのか把握する。流行期と非流行期で繁華街におけるマンホール下水の新型コロナウイルス量に差が見られた場合には、詳細な変動を把握するために追加調査を行うことを検討する	NJS、高知大学	2022 年 10 月：中間報告書にて途中経過を記載する。 2023 年 1 月：最終報告書に結論を記載する。
⑩	共同体における情報共有・活用を目指した検討	(2)-⑩における第 3 回会議が該当。	(2)-⑩を参照。	(2)-⑩を参照。

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データを迅速に結果を出す体制の構築

4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

（1）採水から分析結果提示までの時間短縮に対する検討

採水時間及び輸送、分析に係る時間等を記録し、3日以内に結果を出すことが可能かどうかを検討した。

表 4-1 に示す通り、採水から輸送等を含めて3日程度、最短で2日程度で分析結果を提示できる体制を確認できた。

分析時間については通常であれば6～7時間で可能であることが分かったが、他の検体の関係等で時間がかかる場合もあった。

表 4-1 分析結果提示までの時間短縮

日付	運送	分析	結果提示	合計
2022/7/25	1日	6日	3日	10日
2022/7/28	1日	3日	3日	7日
2022/8/1	1日	1日と5時間	3日	3日5時間
2022/8/4	1日	9時間15分	21時間	2日6時間
2022/8/8	1日	7時間	3日	4日7時間
2022/8/25	1日	6時間45分	4日	5日7時間
2022/8/29	1日	5時間55分	21時間	2日5時間
2022/9/1	1日	7時間10分	17時間45分	2日1時間
2022/9/5	1日	6時間45分	17時間10分	2日
2022/9/8	1日	7時間45分	19時間20分	2日3時間
2022/9/12	1日	7時間50分	18時間10分	2日2時間
2022/9/15	1日	6時間35分	20時間15分	2日2時間
平均	1日	—	—	2日19時間
最大短縮幅※	—	—	—	3日7時間

出所）本事業分析機関データより作成

注）平均には当初の準備期間が含まれると考えられる2回分を含まない。

※最大短縮幅：当初2日を含まない最大時間（8/25の5日7時間）と最小時間（9/5の2日）の差

（2）サンプリング方法に対する検討

下水サーベイランス調査の継続を考慮した場合、下水処理場維持管理事業者等への負担が大きくなる方法で採水を行うことが望ましい。

そこで、通常維持管理時のサンプリング方法であるGrabサンプリングで採水方法に問題がな

いか確認するため、流行期に3回、グラブサンプリングと24時間の混合試料とするコンポジットサンプリングの2種類に対し、サンプリング方法の比較を行った。

採水日は以下の通りであり、処理場は高須浄化センターにおいて実施した。なお、前日や前々日等の降雨はほぼなかった。

- ・8月8日 天気：晴時々曇 流入水量：21,333m³/日 新規感染者数：439人（高知県）
- ・8月22日 天気：曇時々晴 流入水量：20,647m³/日 新規感染者数：1,060人（高知県）
- ・8月29日 天気：曇時々晴 流入水量：19,476m³/日 新規感染者数：460人（高知県）

グラブサンプリングとコンポジットサンプリングを行った試料の分析結果を図4-1に示す。3回ともグラブサンプリング試料とコンポジットサンプリング試料の濃度が同程度、あるいはグラブサンプリングのほうが高い結果であった。通常の維持管理時にはグラブサンプリングを行っていることから、下水サーベイランスの継続性を加味すると、グラブサンプリングで問題ないことが示唆された。

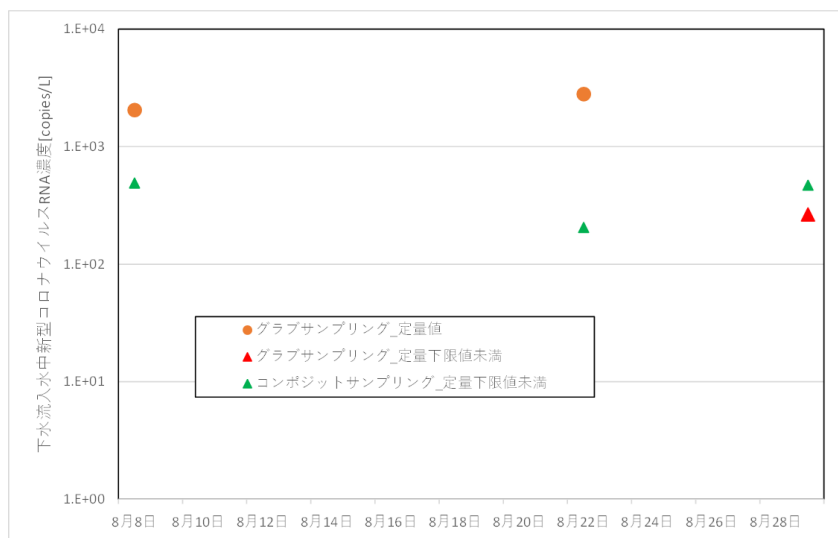


図 4-1 グラブサンプリングとコンポジットサンプリングの比較

出所) 下水データ：本事業分析結果より作成

また、時間帯別採水の結果より、通常維持管理時の採水時間で問題ないことを確認した。時間帯別の採水日は、サンプリング方法の比較と同じ採水日であり、実施場所も同様に高須浄化センターにおいて実施した。（天気、流入水量及び新規感染者数情報は上述の通り）

- ・8月8日
- ・8月22日
- ・8月29日

比較結果を図4-2～図4-4に示す。午前中にウイルス濃度が比較的高い結果となっており、通常維持管理時の採水時間帯である午前中で問題ないことが分かった。

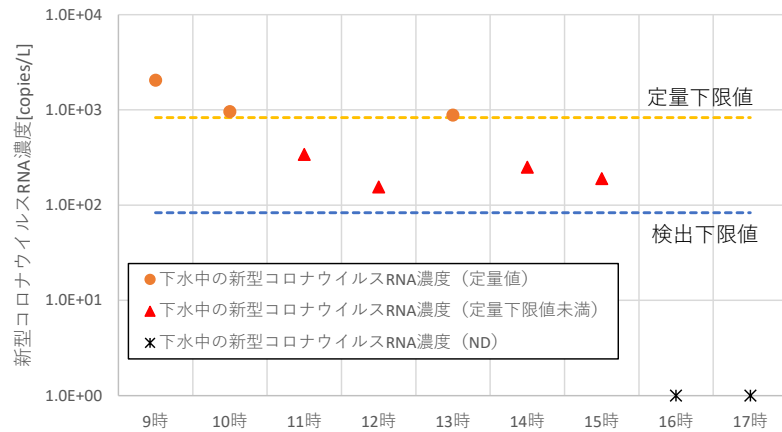


図 4-2 時間帯別調査結果（8月8日）

出所）下水データ：本事業分析結果より作成

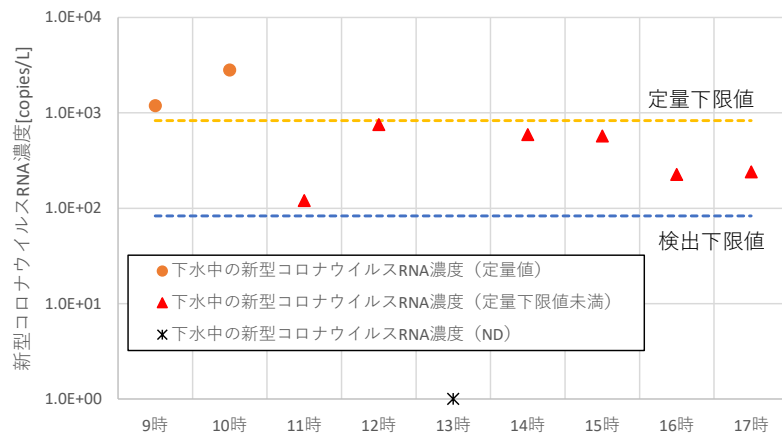


図 4-3 時間帯別調査結果（8月22日）

出所）下水データ：本事業分析結果より作成

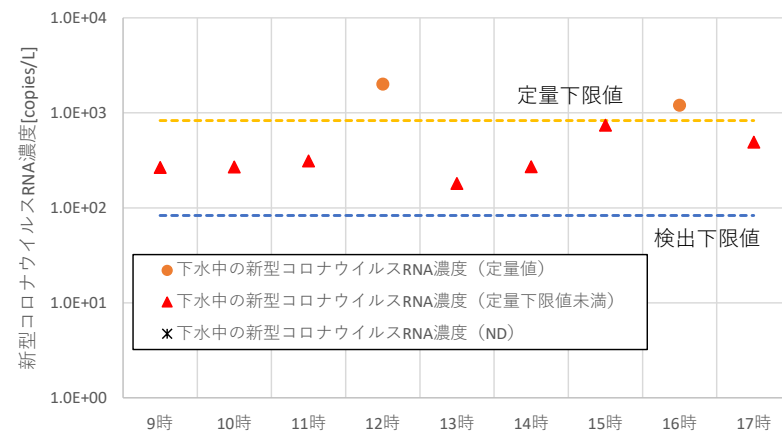


図 4-4 時間帯別調査結果（8月29日）

出所）下水データ：本事業分析結果より作成

(3) 流域幹線マンホール調査

高須浄化センターへ流入する流域幹線マンホールに対し、グラブサンプリングによる下水中新

型コロナウイルス濃度の測定を行った。高須浄化センターへは、香美市を起点に南国市、高知市を
通って流入する流域幹線がある。図 4-5 に模式図を示す。

各市境のマンホールにおいて 8 月 25 日及び 29 日に採水を行った。

- ・ 8 月 25 日 天気：曇時々晴 処理場流入水量：20,618 m³/日
- ・ 8 月 29 日 天気：曇時々晴 処理場流入水量：19,476m³/日

その時の下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数を表 4-2 に示す。



図 4-5 流域幹線マンホール採水箇所の模式図

表 4-2 流域マンホール採水時の新規感染者数と下水中新型コロナウイルス濃度

日付	項 目	香美市	南国市	高知市	高知県
8月25日	新規感染者数	55人	112人	1,000人	1,816人
	10万人あたり新規感染者数	200人	233人	311人	268人
	下水中新型コロナウイルス濃度	市境マンホール 9.9×10^4	市境マンホール 8.7×10^3	高須浄化センター 7.5×10^3	
8月29日	新規感染者数	19人	53人	201人	460人
	10万人あたり新規感染者数	69人	110人	62人	68人
	下水中新型コロナウイルス濃度	市境マンホール 1.5×10^3	市境マンホール 6.0×10^3	高須浄化センター 7.7×10^3	

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

マンホール採水による下水中新型コロナウイルス濃度と高須浄化センター流入水中新型コロナウイルス濃度の比較を図 4-6 に示す。香美市と南国市の市境マンホールの測定結果では、香美市における新規感染者数の少ない 8 月 29 日のほうが新規感染者数の多い 8 月 25 日より下水中新型コロナウイルス濃度が低く、上流側マンホールであれば、その地域の新規感染者数動向を反映できるものと考えられる。なお、南国市と高知市の市境マンホールと高須浄化センター流入水中新型コロナウイルス濃度は同程度であり、途中の市境マンホールでの調査は最下流の下水処理場流入水に対する調査と同様の結果しか得られないと言える。

よって、流域下水道等で調査を行う際には、途中他都市の流入がない最上流部等のマンホール採水データであれば、ある程度最上流部地域の幹線動向を示していると示唆された。

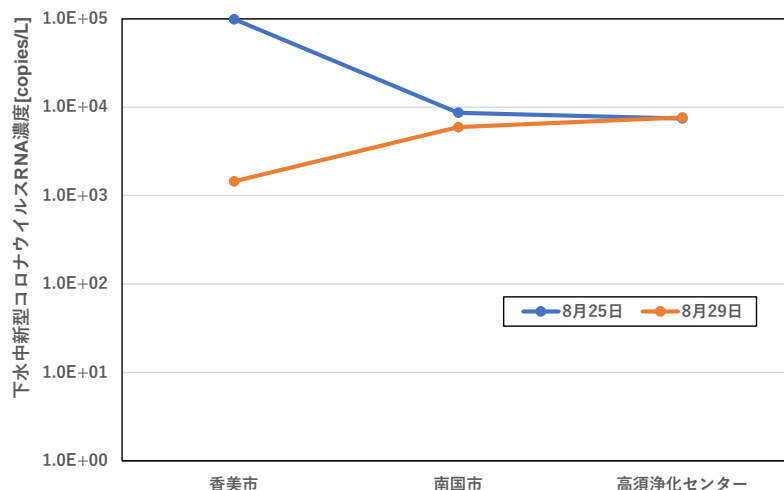


図 4-6 流域幹線市境マンホール排水中新型コロナウイルス濃度測定結果
出所) 下水データ：本事業分析結果より作成

4.1.2 今後の課題

実証期間中に試行した定期レポートでは、分析機関における他検体との調整による遅れ等も踏まえ、採水から結果提示までの期間は4日を標準とし、週末を挟む場合は6日の運用となった。例えば、1日当たりの検体数が十分量揃っている、分析機関の人員が確保できる等の条件が整った場合は3日以内の結果提示が可能であるが、安定して3日以内に結果提示できる体制の構築には、分析機関との調整による運用面の改善や、地元分析機関の開拓等による輸送時間の短縮などが課題となる。

また、採水方法については、通常維持管理と同様に午前中のグラブ採水を行うことで問題ないことが分かったため、課題は特にない。

4.2 テーマ②下水サーベイランスの活用方策の検討

4.2.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

(1) ニーズの把握と活用方策の検討

共同体における検討会を以下の日程で行った。

- ・第1回：令和4年7月14日
- ・第2回：令和4年9月22日
- ・第3回：令和4年10月19日
- ・第4回：令和4年11月17日
- ・第5回：令和5年1月13日

当初は、計画に記載の通り高知県における感染状況の判断指標である病床の占有率、直近7日間の新規感染者数、感染経路不明割合、PCR陽性率などとの比較を行い、指標における5段階のステージに該当する下水中のウイルス量を把握する予定であったが、事業開始直後に高知県が判断

指標を「病床占有率」と「70 歳以上の直近新規感染者数」の 2 つに絞った。

この 2 つの指標に対する下水中新型コロナウイルス濃度の比較を行い、図 4-7 及び図 4-8 を第 3 回検討会資料として提示した。8 月 25 日から 9 月 12 日までの減少時期にはいずれも下水中新型コロナウイルス濃度との関係性があるように見えるが、その後、下水中新型コロナウイルス濃度が増加しており、乖離が生じている。

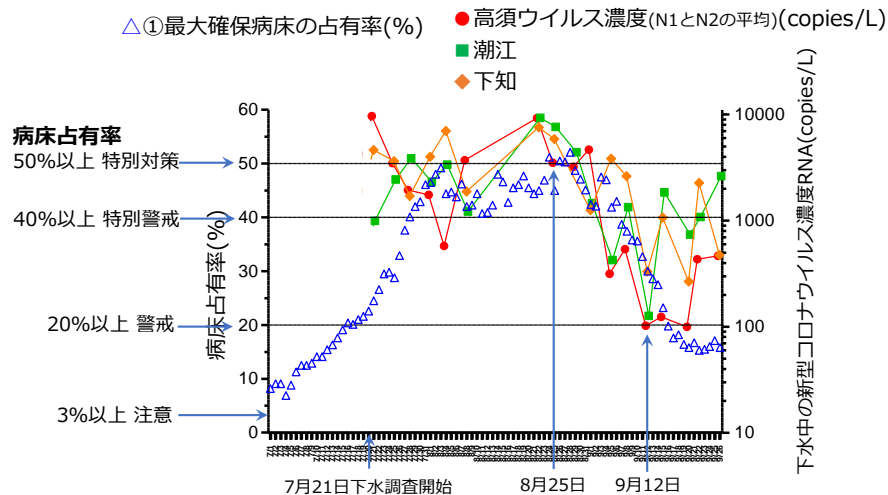


図 4-7 下水中新型コロナウイルス濃度と最大確保病床の占有率の比較

出所) 下水データ：本事業分析結果より作成

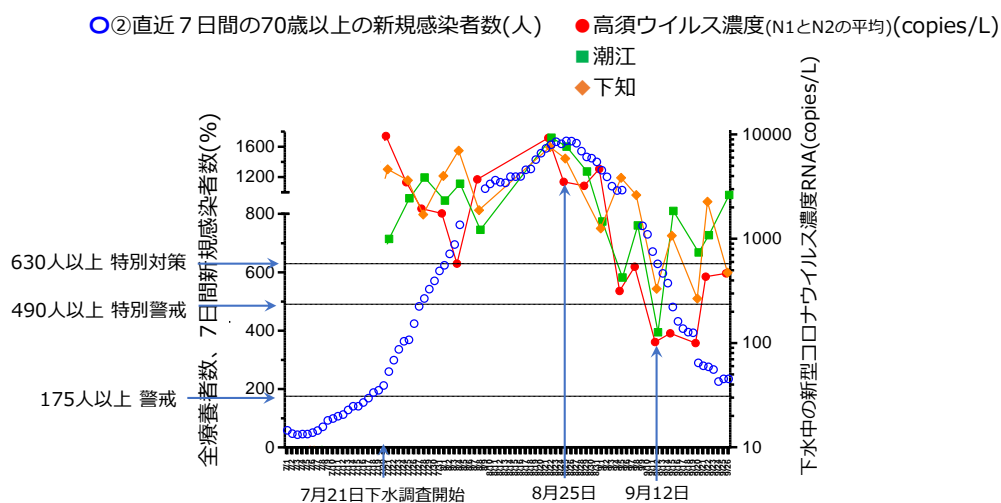


図 4-8 下水中新型コロナウイルス濃度と直近 7 日間の 70 歳以上の新規感染者数の比較

出所) 下水データ：本事業分析結果より作成

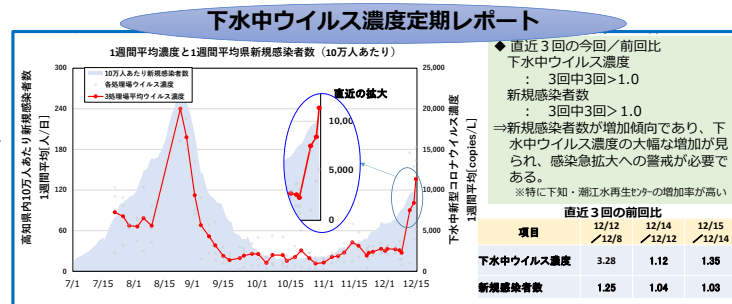
第 3 回検討会において出された意見として、県の危機管理部局より、この 2 つの指標は、9 月 27 日以降も変わらず報告されているものであり、下水サーベイランスのデータを利用して補う必要がない。また、新規感染者数全数に対する指標については、判断指標として用いないこととなったが、新規感染者数の動向を把握できる下水中新型コロナウイルス濃度データは同様の扱いとなるため、判断指標として用いることが難しいという意見が出された。

したがって、県における感染状況の判断指標として下水中新型コロナウイルス濃度を用いることについては見送られた。

合わせて第3回検討会では、外部有識者および先進自治体による講演を行い、そこから活用方策やニーズについて協議を行った。

また、第4回検討会後に、情報を県及び市内部で共有するため、2回／週の定期レポートを提示し、相互認識を促す取組を行った。(図4-9参照)

下水処理場採水・分析 (2～3回／週)



県・市内部での 情報共有



図4-9 定期レポートによる県・市内部への情報共有

これらの検討会および定期レポートを通じて、第3回検討会で出されていた保健所及び危機管理部局のニーズに対し、最終の第5回検討会において、最終的に表4-3に示すように実証結果としてのニーズを把握できた。

表4-3 ニーズの把握

	第3回検討会段階	第5回検討会段階	得られたニーズ
①	現在の県としての指標（70歳以上の感染者数、病床占有率）に対し下水サーベイランスデータは使えないが、臨床検査による把握ができなくなった時には使える可能性がある。	今後、コロナの発生動向の把握が定点医療機関からの報告などに変更となった際には、発生者数の推計を裏付けるデータとして説得力が増すものと考えられる。 現在の全数把握はセルフチェックも含まれており実際の感染者数と乖離がある可能性もある。後に感染者数の妥当性を判断するための材料とするならば、下水サーベイランス情報の活用も考えられる。	感染状況の把握
②	人員配置等の準備のため、下水サーベイランスによる2週間前程度の早目の流行検知ができると良い。	感染者の増加の事前検知等は出来ないことから、事前準備等への活用は困難である。	なし
③	—	現在は、変異株の存在割合が把握できていないため、把握できれば有用な情報と考えられる。また、新たな感染症の検知が可能であれば、有効に活用できる可能性も考えられる。	新型コロナウイルス以外のウイルスへの活用（変異株含む）

よって、ニーズ①感染状況の把握、ニーズ③新型コロナウイルス以外のウイルスへの活用（変異株含む）に対し、考えられる下水サーベイランスの活用方策としては、以下のように考えられる。詳細は5章に示す。

ニーズ①感染状況の把握

→（考えられる下水サーベイランスの活用策）

- ・ 現在の臨床検査体制により把握した感染者数データの妥当性確認に用いる補完的なデータとしての活用
- ・ 5 類移行に伴い、定点医療機関からの報告による感染状況の把握を行うこととなった場合は、感染者数の推計を裏付ける有効なデータとしての活用

ニーズ③新型コロナウイルス以外のウイルスへの活用（変異株含む）

→（考えられる下水サーベイランスの活用策）

- ・ 変異株の存在あるいは存在割合を把握することによる感染動向の把握や、新型コロナウイルス以外の新たなウイルスの検知による対応体制構築への活用

(2) 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係性の把握

ニーズ①の感染状況の把握に対し、下水中新型コロナウイルス濃度をそのまま提示するだけでは、どのような感染状況にあるか判断することが難しい。そこで、臨床検査による新規感染者数を真値とした場合、新規感染者数と下水中新型コロナウイルス濃度の関係を把握し、感染状況を表す指標としてどのようにデータを扱うべきか検討を行った。

結果として、下水中新型コロナウイルス濃度の1週間平均と新規感染者数の1週間平均の相関は高く、現在の感染状況は一定の精度（ピアソンの相関係数：0.90）で把握できることが分かった。なお、スピアマンの順位相関については、相関係数0.75となり有意な関係性は得られるもののピアソンの相関係数よりは低い結果となった。合わせて今回の調査ニーズとしては、感染状況の把握が挙げられており、下水中新型コロナウイルス濃度データと新規感染者数の間に1対1の関係性を求めているため、ピアソンの線形相関を用いるほうが数値としての関係性を示すことが可能であることから、ピアソンの相関係数を用いることとした。

また、この結論に至るまでに、下水中新型コロナウイルス濃度データに対し、以下に示すデータ補正を試みた。

(1) 雨天時流入水量補正

(2) ウイルス負荷量（流入水量×濃度）による補正

(3) 濃度平準化（1週間平均）による補正

なお、9月27日からの新規感染者届出見直しにより、高知県内の各市町村における新規感染者数情報が把握できなくなったため、高知県内の新規感染者数との比較を行っている。

9月26日以前の本調査地域である高知市・南国市・香美市の10万人あたり新規感染者数と高知県内10万人あたり新規感染者数との比較を図4-10に示す。図4-11に示す通り、両者の間には強い正の相関が確認でき、県内の10万人あたり新規感染者数と高知市内の10万人あたり新規感染者数はほぼ同じであり、高知県内の10万人あたり新規感染者数を臨床検査データの地域代表

値として比較を行うことに問題がないことを確認した。

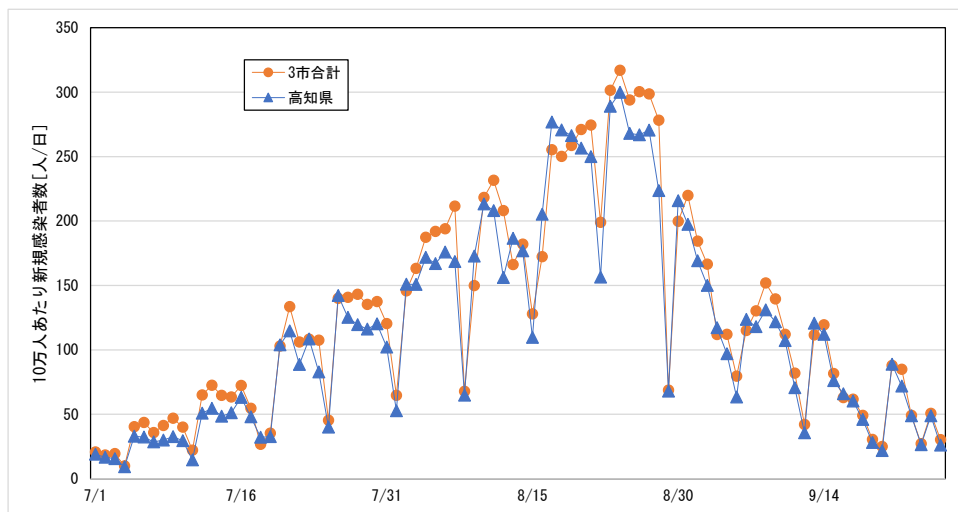


図 4-10 高知市・南国市・香美市の合計新規感染者数と高知県内新規感染者数の比較
出所) 新規感染者数：各市および県 HP より作成

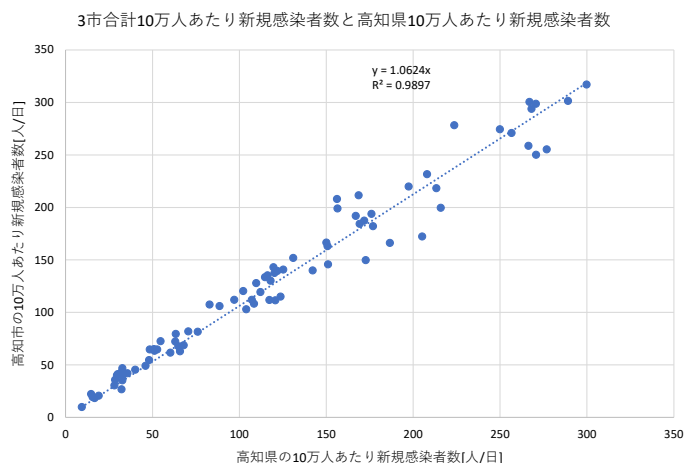


図 4-11 高知市・南国市・香美市の合計新規感染者数と高知県内新規感染者数の比較（相関）
出所) 新規感染者数：各市および県 HP より作成

また、臨床検査における新規感染者数は、受診する曜日の影響を受けるため、比較する新規感染者数データとしては1週間平均値を取るものとした。以後、「新規感染者数」は「高知県内10万人あたり新規感染者数（1週間平均）」を示す。

特に、5 類移行に伴い、定点医療機関からの報告による感染状況の把握となった場合に、下水サーベイランスデータにより採水日を中心とした1週間の感染状況を示せるよう、将来的な活用も見据えて、1週間平均値は、採水日を含む前後3日間の平均とした。

補正を行う前の下水中新型コロナウイルス濃度（補正前データ）と新規感染者数との比較を図4-12に示す。このときのピアソンの相関係数及びp値は以下の通りである。統計学的には有意な相関があるが、下水中新型コロナウイルス濃度は採水日によってばらつきが大きいことが確認できた。

なお、降雨の影響等によるばらつきがあることも考えられるため、瀬戸の8月22日や下知の8月29日データが新規感染者数の動向と比較して低いため、その日及びその日の前の降雨量を確認したが、ほとんど降雨がなく（1mm程度）、降雨による影響は考えにくい。また、流入水量についても通常の晴天時流入水量と変わらない（瀬戸の8月22日流入水量5,304m³/日に対し、採水日の晴天時日平均流入水量約5,600m³/日、下知の8月29日流入水量49,020m³/日に対し採水日の晴天時日平均流入水量約51,600m³/日）ため、流入水量が多いために希釈されたことは考えにくい。また、この時にイベントや処理場運転上の異常（工事を行っていた、流入水質に異常値が示された等）はなく、偶然濃度の低い試料を採水したことが原因と考えられる。

このことについては、高知大学井原准教授や有識者として第5回検討会においてご説明頂いた大阪大学村上教授も、下水サンプルはばらつくものであり、特にウイルス濃度は数値の若干の変化は同程度と考えることが通常であるため、全体的な傾向をつかむことがデータの見方として正しい（5.1.2項参照）という意見である。

・ピアソンの相関係数とp値

- ・高須： $r=0.69$ ($p<0.001$)
- ・下知： $r=0.66$ ($p<0.001$)
- ・潮江： $r=0.81$ ($p<0.001$)
- ・瀬戸： $r=0.69$ ($p<0.001$)

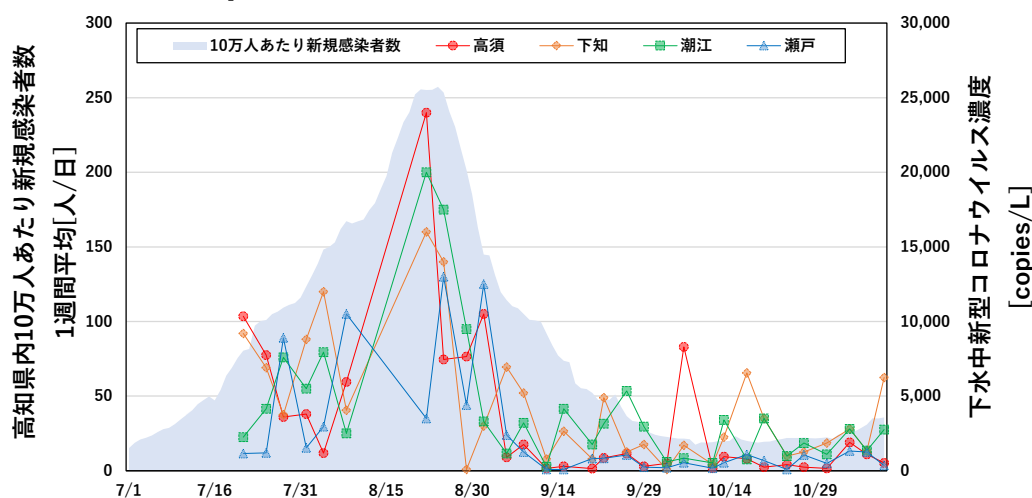


図 4-12 下水中新型コロナウイルス濃度と県10万人あたり新規感染者数の比較
出所) 新規感染者数：県HP、下水データ：本事業分析結果より作成

(1) 雨天時流入水量補正

降雨による流入水量の増加により、下水中の新型コロナウイルス濃度が薄められ可能性があるので、雨天時流入水量に対する補正を検討した。

雨天時の流入水量への影響は特に雨水も受け入れる合流式において大きいと考えられる。そこで、降雨の影響を受けにくい分流式の代表として高須浄化センター、降雨の影響を受けやすい合流式の代表として下知水再生センターの過去3年間の流入水量データと降雨量を照合し、以下の通り晴天時及び雨天時の流入水量を区分した。

- ・雨天時：降雨当日＋翌日、下知の場合は合流式のため降雨当日＋翌日＋翌々日
- ・晴天時：雨天時以外の日

両処理場における晴天時流入水量：雨天時流入水量の比率を表 4-4 に示す。流入水量データ整理については、それぞれ排除方式により区分し、高須浄化センターの係数を同じ分流式の瀬戸水再生センターに、下知水再生センターの係数を同じ合流式の潮江水再生センターに適用した。

なお、図 4-13 に示すように高須浄化センターおよび下知水再生センターにおける降雨量と流入水量の関係を整理した（雨天時当日または翌日の流入水量と降雨量の比較）が、有意な相関は得られなかったため、降雨時は一律係数をかけることで流入水量補正を行うものとする。

表 4-4 雨天時／晴天時流入水量の比率と適用処理場

処理場名	雨天時流量／晴天時流量	補正計算の適用
高須	1.13	高須、瀬戸
下知	1.47	下知、潮江

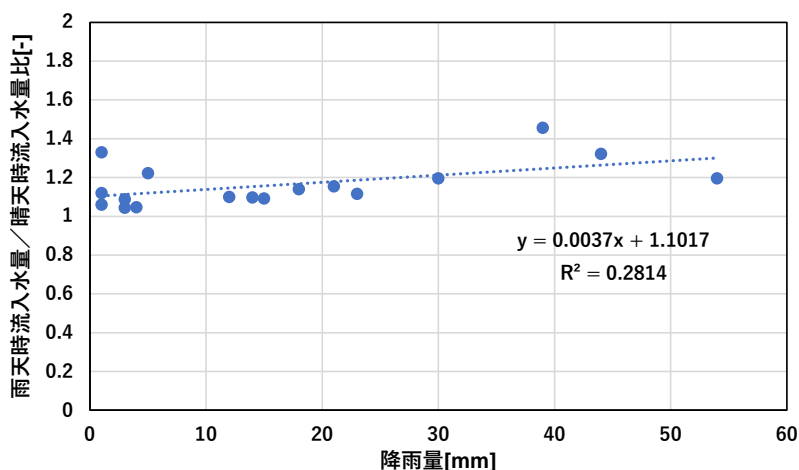


図 4-13 降雨量と晴天時流入水量／雨天時流入水量比の関係（高須）

出所）高知県データ（2022年4月、5月）より作成

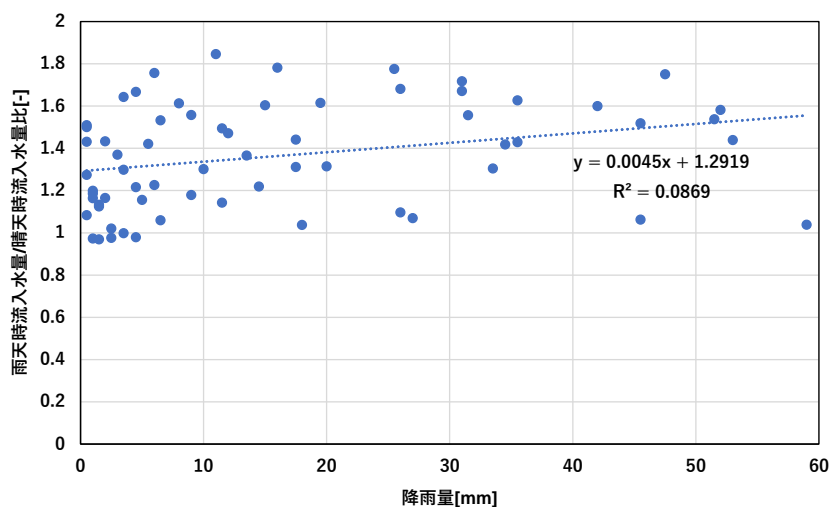


図 4-14 降雨量と晴天時流入水量／雨天時流入水量比の関係（下知）

出所）高知市データ（2021年4月～9月）より作成

雨天時流入水量補正は表 4-4 に示す係数より、以下の式により行った。

雨天時補正後下水中新型コロナウイルス濃度

= 下水中新型コロナウイルス濃度（実測値）[copies/L]

× 雨天時流入水量／晴天時流入水量の比率（1.13 または 1.47）

雨天時流入水量補正後の下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係を図 4-15 に示す。

このときのピアソンの相関係数と p 値は以下の通りである。

- ・ 高須：r=0.67 (p<0.001)
- ・ 下知：r=0.68 (p<0.001)
- ・ 潮江：r=0.81 (p<0.001)
- ・ 瀬戸：r=0.69 (p<0.001)

いずれも有意な正の相関が認められるが、補正前のウイルス濃度（補正前データ）の相関係数とほぼ変わらない結果となった。（下知、潮江は一部合流で雨の影響が強いと思われたが、補正しても相関は改善しなかった）

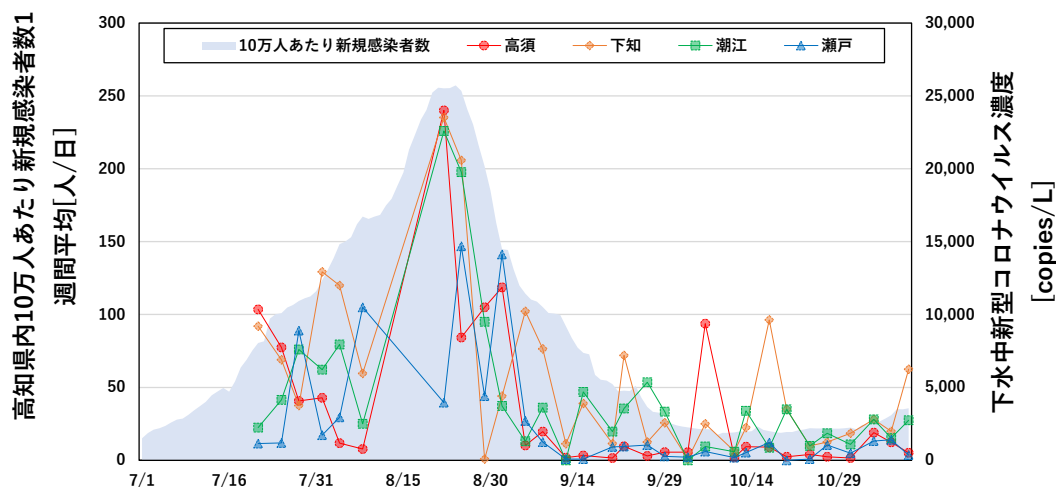


図 4-15 雨天時補正後下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

(2) ウイルス負荷量（流入水量×濃度）による補正

雨天時流入水量補正と同様に、降雨等により下水中新型コロナウイルス濃度が薄められた場合に濃度が低く出ることが考えられるため、流入水量と濃度の積による負荷を算出することにより、流入水量の影響を無くすことを検討した。

採水日の流入水量データより流入水量と新型コロナウイルス濃度の積によるウイルス負荷量に対し、同様に新規感染者数との比較を行った。

ウイルス負荷量と新規感染者数の関係を図 4-16 に示す。

このときのピアソンの相関係数と p 値は以下の通りである。

- ・ 高須：r=0.71 (p<0.001)

- ・ 下知 : $r=0.62$ ($p<0.001$)
- ・ 潮江 : $r=0.82$ ($p<0.001$)
- ・ 瀬戸 : $r=0.65$ ($p<0.001$)
- ・ 4 処理場合計 : $r=0.80$ ($p<0.001$)

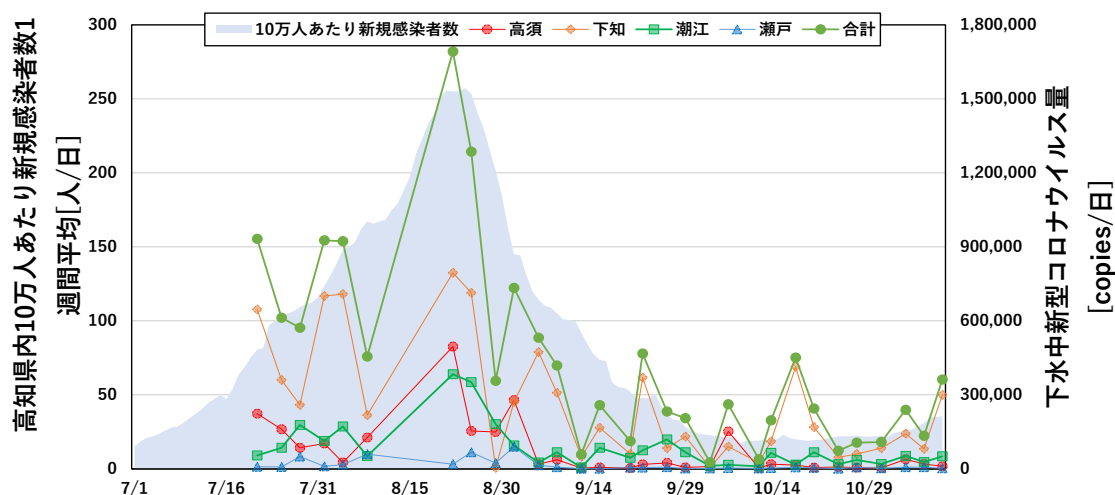


図 4-16 下水中新型コロナウイルス負荷量と新規感染者数の関係

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

各処理場のウイルス負荷量、および 4 処理場合計のウイルス負荷量はいずれも新規感染者数と有意な正の相関がある。4 処理場合計は、流入水量が最大の下知のウイルス負荷量の影響が大きい結果となった。

(3) 濃度平準化（1 週間平均）による補正

下水中新型コロナウイルス濃度は採水 1 回ごとのばらつきが大きいため、これを平準化することで傾向が見やすくなると考えられる。そこで、下水中新型コロナウイルス濃度を 1 週間平均することで平準化を行い新規感染者数と比較することを検討した。

下水中新型コロナウイルス濃度について、採水日及びその前の測定値を平均したもの（下水中ウイルス濃度（2 回平均））と 10 万人あたり新規感染者数 1 週間平均値との比較を行った。

採水は 2 回／週であるため、新規感染者数 1 週間平均と対応する 1 週間平均としては 2 回平均となる。下水中新型コロナウイルス濃度の 2 回平均算出例を以下に示す。

<例>

10 月 20 日の 2 回平均値

＝10 月 17 日（1 つ前の採水日）と 10 月 20 日（採水日当日）のウイルス濃度の平均値

下水中新型コロナウイルス濃度の 1 週間平均値と新規感染者数の関係を図 4-17 に示す。

このときのピアソンの相関係数と p 値は以下の通りである。

- ・ 高須 : $r=0.79$ ($p<0.001$)
- ・ 下知 : $r=0.85$ ($p<0.001$)
- ・ 潮江 : $r=0.88$ ($p<0.001$)
- ・ 瀬戸 : $r=0.78$ ($p<0.001$)

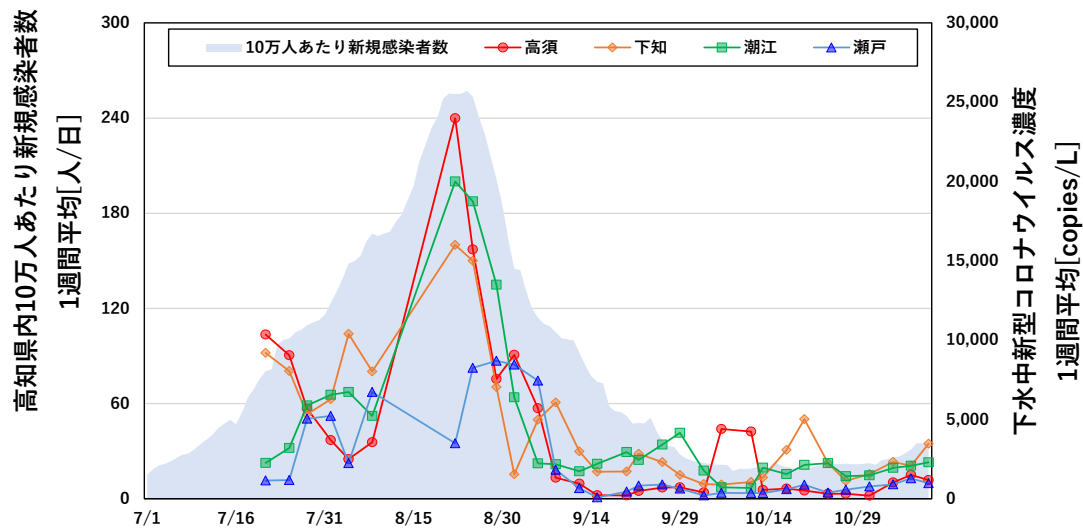


図 4-17 下水中新型コロナウイルス濃度の 1 週間平均と新規感染者数の関係

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

いずれの処理場も、採水日の濃度データよりも 2 回平均濃度の方が新規感染者数と相関が良くなった。

なお、瀬戸水再生センターについては他と比べて比較的相関が低く、また中心地や住宅地から離れた場所にあるため、これを外し、相関の高い 3 処理場の平均を取ることで、より動向を把握しやすい可能性がある。高須、下知、潮江の 3 処理場に対する流入水量による加重平均と単なる算術平均との比較を行った。3 処理場の流入水量加重平均と算術平均と新規感染者数の比較を図 4-18 に示す。

このときのピアソンの相関係数と p 値は以下の通りである。

- ・ 算術平均： $r=0.895$ ($p<0.001$)
- ・ 流入水量加重平均： $r=0.898$ ($p<0.001$)

算術平均でも流入水量加重平均でも同様の相関係数となったため、流入水量データがなくても算出できる算術平均を 3 処理場平均値として用いるものとする。

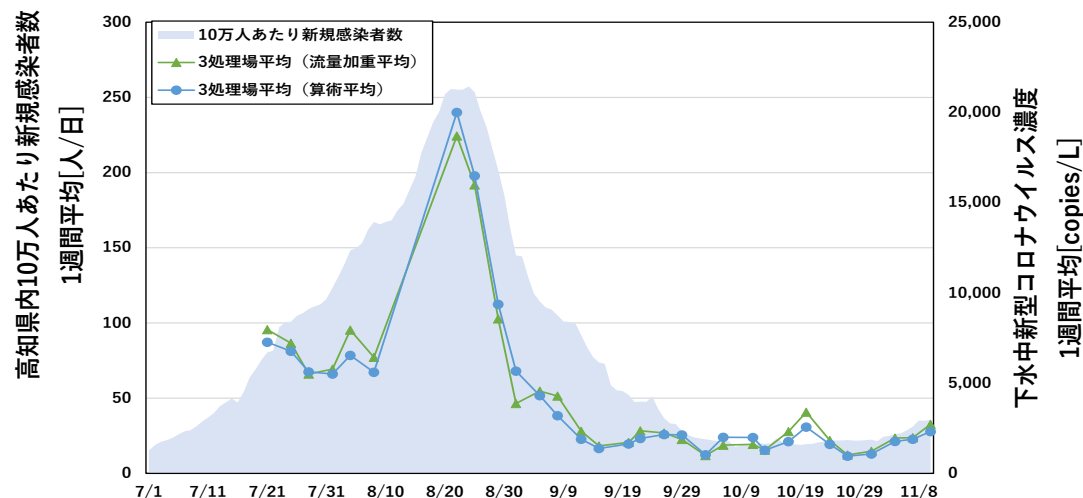


図 4-18 下水中新型コロナウイルス濃度の 3 処理場平均と新規感染者数の比較

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

上記の検討結果より、各補正を行った場合の新規感染者数との相関について表 4-5 にまとめた。

比較結果として、濃度の平準化（2 回平均）を行うと相関係数が高くなる結果となり、流入水量が多く合流区域を含む下知は特にばらつく傾向があるため、濃度を平準化することで安定することが分かった。また、高須、潮江についても同様に濃度を平準化したほうが相関係数は高くなる。さらに 3 処理場平均とすると相関が高くなる。

よって、今後内部で共有するデータについては、3 処理場の 1 週間（2 回）平均値を下水中新型コロナウイルス濃度として扱うものとする。

表 4-5 相関係数の比較

項目	相関係数（r）				
	高須	下知	潮江	4処理場合計	3処理場平均
濃度（補正等無し）	0.69	0.66	0.81	—	—
雨天時流量補正後	0.67	0.68	0.81	—	—
ウイルス量（濃度×流量）	0.71	0.62	0.82	0.80	—
濃度平準化（2回平均）	0.79	0.85	0.88	—	0.90

この結果より、3 処理場の 1 週間平均ウイルス濃度と新規感染者数との関係を週 2 回の定期レポートとして下水道部局と保健部局および危機管理部局に提示することで内部情報共有を行い、情報利用について検討を行った。

定期レポートは前述の通り、第 4 回検討会后、12 月初めより開始した。定期レポートの例を図 4-19 に示す。

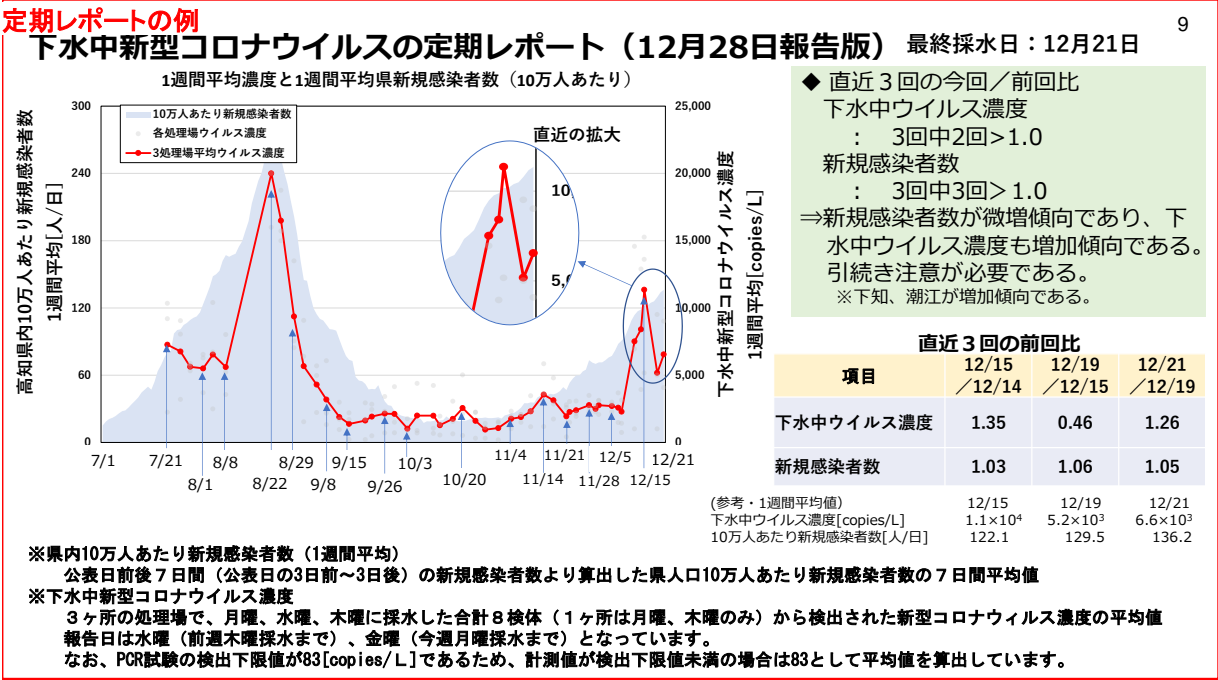


図 4-19 定期レポートの例

出所）新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

(3) 有識者による知見や事例の紹介

事業期間中に 5 回の共同体検討会を行った。第 3 回検討会においては、有識者である京都大学 [] と、先進都市の事例として京都府 [] より情報提供頂いた。また、第 5 回検討会においては公衆衛生が専門の大阪大学 [] より下水サーベイランスデータの活用法についてのコメントをいただいた。

これらの情報提供等を通じて、保健部局、危機管理部局を含む共同体において下水サーベイランスの有効性が理解できた。当初のニーズとして保健部局の挙げていた「2 週間程度先の感染者数予測」がニーズとして最も望ましいが、下水サーベイランスのデータだけでは将来予測が困難であることが分かったが、その後、情報共有の結果として、増減のトレンドを示し発生者数の推計を裏付けるデータとして活用の可能性を共同体内で確認できた。

4.2.2 今後の課題

高知県の指標としての利用は行わない方針であるが、県内及び市内の情報共有を行い、備える活用については行えている。

今後の課題としては、情報共有に用いる下水サーベイランスデータとして 3 処理場の平均を示す方法が適していることが分かったが、3 処理場を 2 回／週分析する場合のコストの問題が挙げられる。このコストの低減を行うため、対象処理場の絞り込みや 3 処理場混合サンプルの分析、また地元分析機関の開拓・活用等を検討していく必要がある。

4.3 テーマ③繁華街など人が集まる地域でのマンホールでの調査による安全性の確認

4.3.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

繁華街下流マンホールにおいて、流行期に 2 回、非流行期に 2 回採水及び分析を行った。

採水方法はトラップサンプリングとし、脱脂綿等（トラップサンプラー）をマンホールに設置し 24 時間浸漬 24 時間後に取り出して絞り汁を分析した。

分析結果を図 4-20 に示す。流行期は陽性の濃度が検出されており、非流行期では不検出となっている。

よって、流行時期別のマンホール中ウイルスの陽性・陰性が示されており、繁華街下流側マンホール調査を行い、検出された場合には繁華街で感染症が流行傾向にあること、検出されない場合は繁華街が比較的安全であることが確認できることから、繁華街における行動制限や観光客及び市民・県民への安全性のアピールなどに活用できる可能性がある。

なお、有用な結果が得られたことから、追加調査としては、今後活用を行う上で、実施タイミング等の検討を行う必要がある。

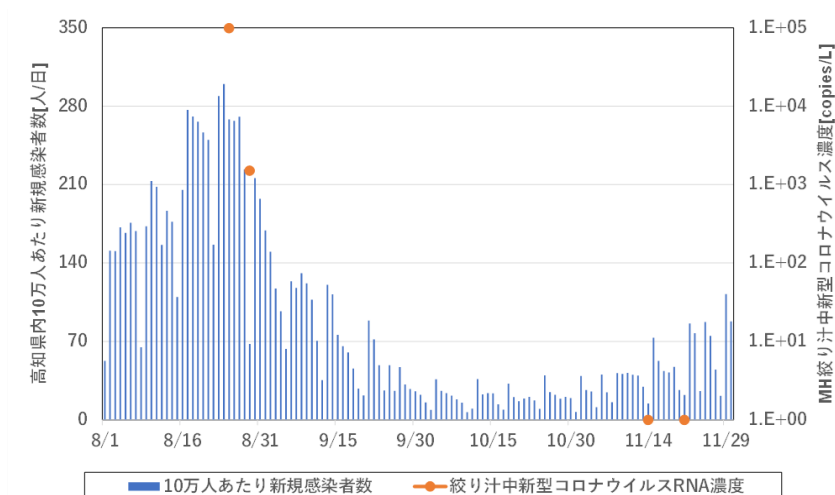


図 4-20 マンホール採水試料中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係

出所) 新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

表 4-6 マンホール採水試料中新型コロナウイルス濃度測定結果

日付		項 目	数値
流行期	8月 25日	10万人あたり新規感染者数	268人
		絞り汁中新型コロナウイルス RNA濃度	9.9×10^4 [copies/L]
	8月 29日	10万人あたり新規感染者数	68人
		絞り汁中新型コロナウイルス RNA濃度	1.5×10^3 [copies/L]
非流行期	11月 14日	10万人あたり新規感染者数	15人
		絞り汁中新型コロナウイルス RNA濃度	ND (陰性)
	11月 21日	10万人あたり新規感染者数	22人
		絞り汁中新型コロナウイルス RNA濃度	ND (陰性)

出所) 下水データ：分析結果より作成

4.3.2 今後の課題

繁華街下流側マンホール調査結果から、検出された場合には繁華街で感染症が流行傾向にあること、検出されない場合は繁華街が比較的安全であることが確認できることから、繁華街における行動制限や観光客及び市民・県民への安全性のアピールなどに活用できる可能性がある。ただしマンホール調査には時間とコストがかかるとともに、結果公表に伴う繁華街の経済活動への影響が懸念されるため、例えばイベント前に行い安全を確認する等、その実施には適切なタイミングや結果の活用性について、さらに検討を行う必要がある。

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

本事業を通じて把握された活用ニーズを表 5-1 に示す。

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	感染状況の把握	高知県危機管理部、 高知県健康政策部、 高知市地域保健課 等	ヒト検査にかわる、あるいはヒト検査と相互補完的な感染状況の把握の方法の1つとして活用の可能性がある。
2	なるべく早期の検知	高知県健康政策部、 高知市地域保健課 等	早期（2週間程度）に検知することが可能であれば、保健所や病院等の準備期間が取れることが考えられる。
3	新型コロナウイルス以外のウイルスへの活用	高知県危機管理部、 高知県健康政策部、 高知市地域保健課 等	新型コロナウイルス以外の新たな感染症等の流行検知への活用も考えられる。

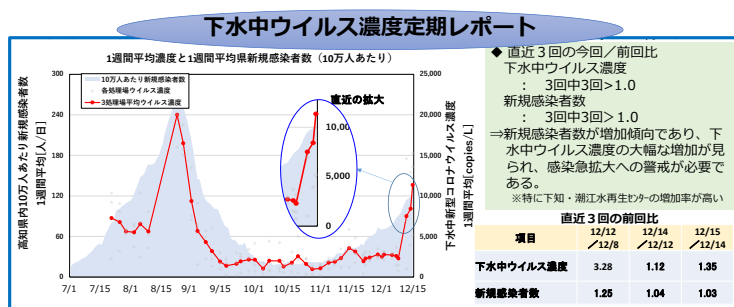
5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）

感染状況の把握

5.1.1 活用ニーズ概要

ヒト検査にかわる、あるいはヒト検査と相互補完的な感染状況の把握の方法の1つとして活用の可能性がある。

下水処理場採水・分析
（2～3回／週）



県・市内部での
情報共有



図 5-1 活用フローの概要

5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

新型コロナウイルス濃度の変動と感染状況の相関関係についての分析結果を関係機関で情報共有し、対応目安の判断指標として活用できるか判断するため、定期レポートを作成した。その作成にあたっては、ウイルス濃度と感染者数の相関関係を視覚的に判断できる図とともに、数値指標となる直近3回の前回比を示したほか、これらの情報に対するコメントを追加するなど、関係

者が理解しやすいフォーマットの作成に努めた。

その上で、2022 年 12 月より 1 月にかけて週に 2 回（合計 12 回）、県及び市の下水道部局、危機管理部局、保健衛生部局において情報共有し、対応目安の判断指標として活用について、その可能性を検証した。第 8 波の令和 4 年 12 月に試行した結果、現時点では、週 2 回提供される定期レポートに基づき、感染者数の急増期にあるかを判断することは困難であるという結論に至った。ただし、図 5-2 に示すように臨床検査結果からの感染者数と相互補完的な活用については可能性があると考えられる。

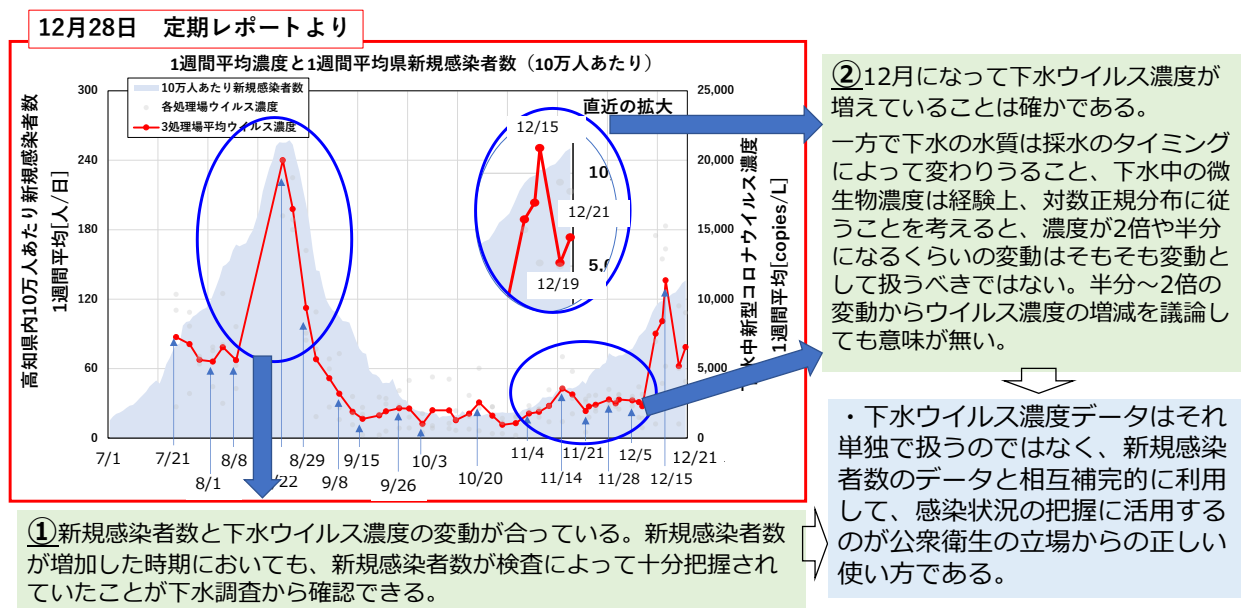


図 5-2 速報レポートに対する学識者のコメント

出所) グラフ新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

5.1.3 活用・実装できなかった理由

実装に至らなかった理由としては、ウイルス濃度の急増期において、突然濃度が半減するなどデータのバラツキが大きく、ヒト検査による感染者数の全数把握に努めている現状では、ヒト検査による感染者数データに比べて信頼性に劣ることがあげられる。

なお、12 月 9 日にデータが半減している原因として降雨や採水時の不備等を確認したが該当する原因が見つからないため、採水時に偶然ウイルス濃度の低い試料を採水したものと考えられる。

公衆衛生の専門家である [] からは、下水の水質は採水のタイミングによって変わらうるものであり、新規感染者数のデータと相互補完的に利用して、感染状況の把握に努めることが望ましいとのコメントを頂いている。最新の定期レポートを図 5-3 に示す。ここに示す結果から、以下のことが考察できる。

- ① 第 7 波だけでなく 8 波でも新規感染者数の増減と下水ウイルス濃度の増減に相関がある
- ② 第 8 波の新規感染者数のピークは第 7 波のそれと同程度か少し少ない状況であり、下水ウイルス濃度も第 8 波のピーク濃度は第 7 波のピークより低い値である。このことから、9 月 27 日以降も全数把握によって高知県の新規感染者数をおおむね把握できていることが、下

水サーベイランスデータから示唆される。

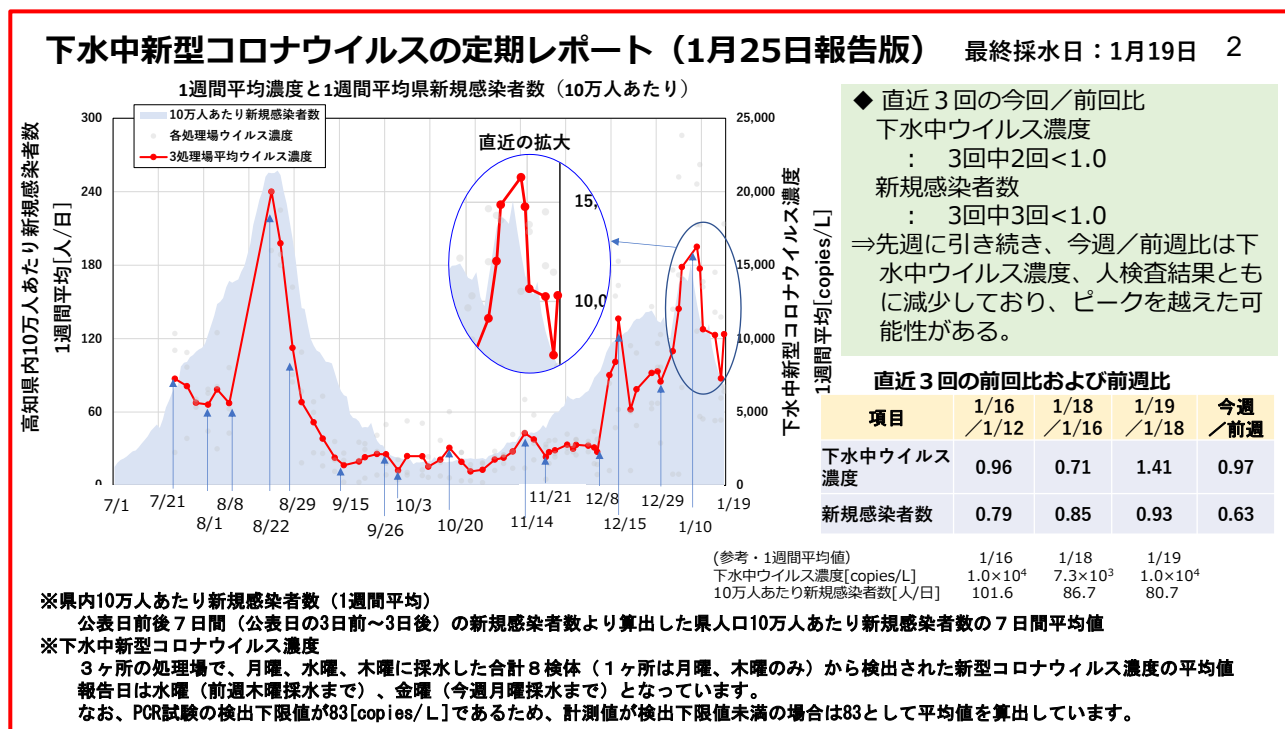


図 5-3 最新の定期レポート（1月25日付）

出所) グラフ新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

注) 1月以降のデータは自主調査により行った結果である

下水サーベイランスは感染リスクがなく、安全に発生動向を把握できる手法であり、今後、5類への移行等で感染者数の把握が定点医療機関からの報告などに変更となった際には、発生者数の推計を裏付けるデータとして用いることで、データの説得力が増すことから、コロナウイルスを取り巻く周辺環境の注視しながら、その活用に向けた準備は必要であると考えられる。

5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）

なるべく早期の検知

5.2.1 活用ニーズ概要

2週間前を目途に、新型コロナウイルス感染症の流行拡大について下水中新型コロナウイルス濃度情報から将来の感染状況を予測し、その情報を元に保健所や医療機関における準備期間の確保につなげる。

5.2.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

ニーズ No.1 と同様に、下水中新型コロナウイルス情報について、2回／週の定期レポートを県及び市内部で共有したが、早期検知を行うには、図 5-4 に示すように新規感染者数の増加が生じ

る前に下水中新型コロナウイルス濃度の増加現象が確認できないため、早期検知に対しては困難であるという結論となった。

なお、新規感染者数の1週間平均の取り方については、採水日から遡る1週間平均と採水日の前後1週間(±3日間)平均との下水中新型コロナウイルス濃度との関係性を比較したが、採水日前後1週間のほうが相関が高く関係性が良い結果となっており、1週間平均の取り方による影響はないと考えられる。

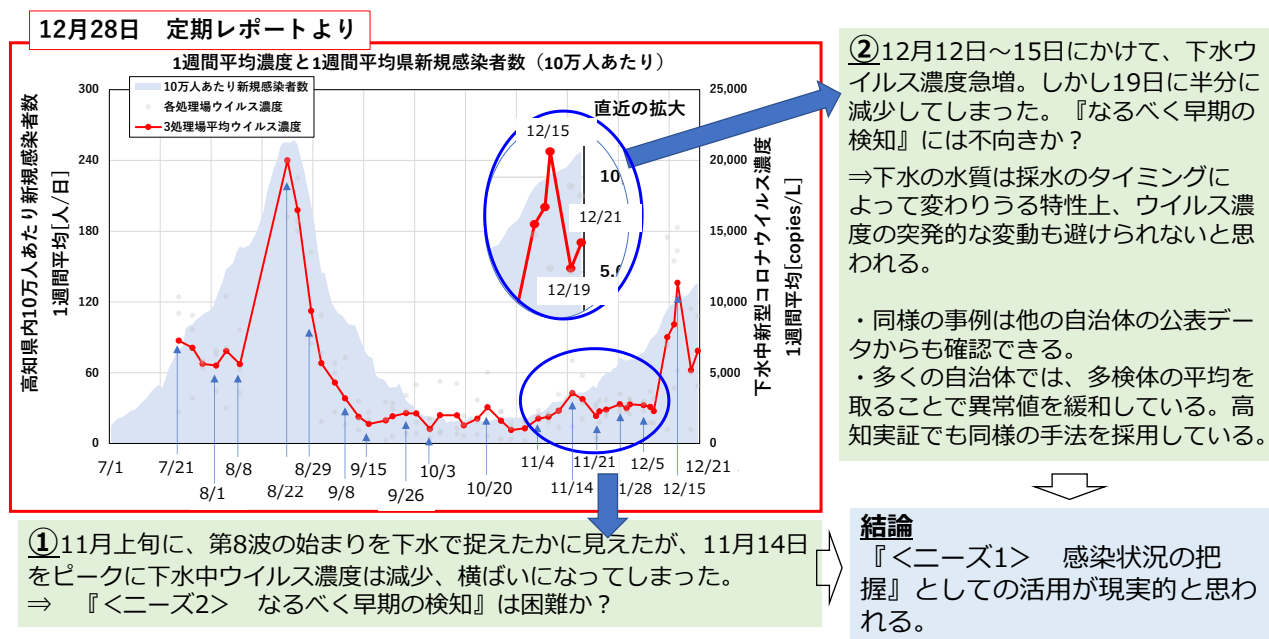


図 5-4 定期レポートに対する共同体の認識

出所) グラフ新規感染者数：県 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

5.2.3 活用・実装できなかった理由

実装できなかった理由としては、定期レポートの結果から第7波、第8波ともに、感染者数の急増期に遅れてウイルス濃度が急増したためであり、臨床検査による新規感染者数の増加より2週間前に下水中新型コロナウイルス濃度の動向から感染拡大をつかむことが難しいと判断された。

なお、危機管理部局や保健所からも以下の意見が出ている。

- ・これまでの結果では、感染者の増加の事前検知等は出来ていないことから、事前準備等への活用は困難である。
- ・現在の新型コロナウイルスにおける感染者数の把握は、感染者を適切な治療や支援につなげるために行っており、このような対応を考えた場合、処理場の下水調査だけでは不十分と考えられる。

5.3 本事業を通じて把握された活用ニーズ (No. 3)

新型コロナウイルス以外のウイルスへの活用

5.3.1 活用ニーズ概要

現在、新型コロナウイルスに対しては多数の検査を実施する臨床検査体制を取っているが、下水サーベイランスを用いることで、多数のヒト検査等を実施しなくとも県内における新たなウイルスの流入を感知できる可能性があることから、危機管理体制の構築に活用できる可能性がある。

5.3.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

下水から新型コロナウイルスの検知が可能なことは実証されたが、他のウイルスに対する分析等は実施していない。

5.3.3 活用・実装できなかった理由

実装できなかった理由としては、本実証事業においては他のウイルスに対する検証を計画していなかったためである。

今後、変異株を含めた他のウイルスに対する把握について、分析方法を含む実証方法に対し検討を行っていく必要がある。

なお、変異株測定の場合、変異株の優占株の確認を行う場合は次世代シーケンサ等を用いたゲノム解析を行う必要があるが、1回あたりの分析が高額という課題がある。そのため経済性に対する検討も合わせて行う必要がある。

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

① 年度内（令和 5 年 2～3 月）

感染状況の把握（活用ニーズ No. 1）を目的として、第 8 波収束時期までは現在の調査規模（3 下水処理場、週 2～3 回の採水）で、自主研究による調査や定期レポートによる状況共有を継続する。

自主研究の実施にあたっては、次年度以降の事業継続に向けた課題解決を図るため、3 処理場の混合サンプルでも同様の結果が得られるか、検証に取り組む。この手法が採用できた場合は、最大で分析費用を 1/8 に圧縮できると見込んでいる。

また、活用ニーズ No. 3 において議論された変異株の検出についても、その手法について検討に取り組む。

② 令和 5 年度

令和 4 年度末まで継続する自主研究の結果に基づき、実施方針を検討する。

6.2 事業終了後の実施体制

① 年度内（令和 5 年 2～3 月）

現在の高知県、高知市、高知大学、島津テクノリサーチ、NJS による体制を保持する。
体制図を図 6-1 に示す。

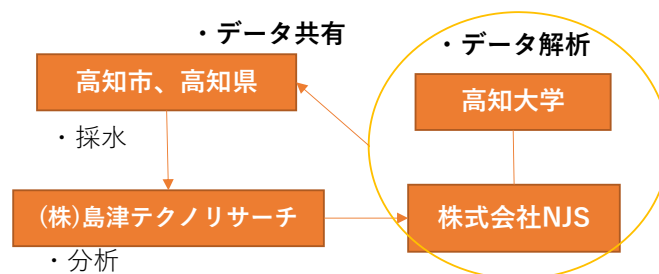


図 6-1 体制図

② 令和 5 年度

令和 4 年度内と同様に現在の体制を維持した取組を基本とするが、検査コストの縮減や輸送時間の短縮を目指し、地元分析機関との連携も検討する。

6.3 事業終了後の結果活用・公表方法

① 年度内（令和 5 年 2～3 月）

現在と同様に、週 1 回の定期レポートによる県及び市内部での情報共有を継続するものとし、現時点では外部公表の予定はない。

② 令和 5 年度

今後、蓄積されたデータを検証し、その活用方法を検討する。

A series of horizontal black bars of varying lengths, representing redacted text. The bars are arranged in a list-like fashion, with some bars being longer than others, suggesting different levels of redaction or different types of information being withheld. The bars are solid black and have sharp edges.

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	適切な採水方法の選定	コンポジット採水との比較検討の結果、通常維持管理時に行うグラブ採水を採用	特になし
2	適切な採水時間の選定	時間帯別採水を行い、適切な採水時間を選定。	特になし

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	天候の乱れ等に伴う物流の遅れによるサンプル輸送時間の遅延	特になし	地元分析機関の開拓・育成による輸送距離の短縮

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	降雨量や処理場別の流入水量にウイルス濃度に与える影響	降雨量や処理場別の流入水量による濃度補正を試みたが、新規感染者数と最も相関性が高い補雨天時流入水量等に対する補正なしを採用	全国的に得られたデータに基づくデータの扱い等に対するマニュアルの作成が望ましい
2	1 回ごとの測定データのばらつき	比較検討の結果、新規感染者数と最も相関性が高い8検体の算術平均値を週間代表値として採用	全国的に得られたデータに基づくデータの扱い等に対するマニュアルの作成が望ましい
3	データ処理の妥当性確認	方法別にピアソンの相関係数で比較検討し、最も相関性が高い方法を採用	全国的に得られたデータに基づくデータの扱い等に対するマニュアルの作成が望ましい

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	関係者間での情報共有	ウイルス濃度の推移を視覚的に共有できる定期レポートを作成し、メールにて週2回共有	ウイルス濃度は比較的ばらつきが大きく、そのトレンドに対する判断が難しいため、関係者間での意見が統一しにくく体制構築に時間がかかる ウイルス濃度データに対する判断についても、全国的に得られたデータに基づくマニュアルの作成が望ましい

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	新技術である下水サーベイランスに関して、関係者間で知見が不足し、ニーズの把握まで時間を要した	先進地における活用事例等について、複数の学識経験者から説明いただく場を設けた	特になし

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	感染者数拡大の事前検知（できれば2週間程度前）をしたいが、実現が難しい	事前検知を一つの目標として実証に臨んだが、結果的には事前検知はできなかった	潜伏期間が短いオミクロン株の特性を踏まえると、下水サーベイランスだけでの事前検知は困難 人流データの活用など、他情報との組合せによる事前検知が考えられる

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	週2回の定期レポートで情報共有することで、感染対策の対応の目安として活用できるか試行したが、短期的には感染者数の推移と異なる傾向を示すケースもあることや、採水から結果提示まで4～6日を要したこともあり、即時の判断が必要となる用途には適しない	ウイルス濃度の長期的な動向に着目し、後々にヒト検査で把握した感染者数の妥当性を確認することに活用目的をシフトした	混合サンプルの活用によるウイルス濃度バラツキの解消や、地元分析機関の開拓・育成による結果提示までの期間短縮

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	週2回の定期レポートで情報共有することで、一般市民への情報提供による周知に活用できるか試行したが、迅速性に欠けるため、ヒト検査による新規感染者数を公表している現状では、有効な情報としての公表が困難	特になし	混合サンプルの活用によるウイルス濃度ばらつきの解消や、地元分析機関の開拓・育成による結果提示までの期間短縮

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	下水サーベイランスの結果共有は行っているが感染症対策への活用として費用便益分析ができていない	特になし	今後の5類移行に伴い、感染者数の把握方法が変更されるなど、下水サーベイランスの必要性向上が見込まれる。下水サーベイランス調査実施のコスト縮減のため、混合サンプルの活用可否の検討や地元分析機関の開拓・育成への取組などによる検査費用縮減が必要

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 （通常維持管理業務の採水に合わせて実施）	検討していない （通常維持管理業務の中で実施しており、0 円）	特になし
2 輸送	1 日 （宅配業者利用・変わらず）	検討していない （分析単価に含まれる）	地元分析機関が試料を回収するようになれば、採水当日中に分析機関に着くことが可能となると考えられる
3 分析・結果提示	7 日→2 日	■■■■円/検体 （変わらず）	分析機関において、当初は準備等があり時間がかかった。また、従来はスピードを重視していなかったが、意識することで手順等の工夫により報告までの時間を短縮できた 地元分析機関の開拓・育成による分析単価の低減の試み（今後）
4 その他	特になし		