

申請者番号：1007

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 三重県四日市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
の把握に関する実証

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	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	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データを市の感染症対策に活用するための体制構築	6
3.2	テーマ②持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討	6
3.3	テーマ③最適な活用方策を検討するためのサンプリング方法の検討	8
4.	下水サーベイランス実証の結果	10
4.1	テーマ①下水サーベイランスデータを市の感染症対策に活用するための体制構築	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	10
4.2	テーマ②持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討	10
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	10
4.2.2	今後の課題	29
4.3	テーマ③最適な活用方策を検討するためのサンプリング方法の検討	30
4.3.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	30
4.3.2	今後の課題	31
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	32
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）	32
5.1.1	活用ニーズ概要	32
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	34

5.1.3	活用・実装できなかった理由	34
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）	34
5.2.1	活用ニーズ概要	34
5.2.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	35
5.2.3	活用・実装できなかった理由	35
5.3	本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 3）	36
5.3.1	活用ニーズ概要	36
5.3.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	36
5.3.3	活用・実装できなかった理由	36
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開	37
6.1	事業終了後の継続・展開方針	37
6.2	事業終了後の実施体制	37
6.3	事業終了後の結果活用・公表方法	38
6.4	事業終了後の費用	38
7.	活用に向けた課題及び解決策	39
7.1	採水	39
7.2	輸送	39
7.3	分析・解析	40
7.4	活用	40
7.4.1	体制整備	40
7.4.2	ニーズ把握	40
7.4.3	活用イメージ具体化	41
7.4.4	試行	41
7.4.5	公表・情報提供	41
7.4.6	評価・改善	42
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用	43

1. 基本項目

1.1 実証名

三重県四日市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把握に関する実証

1.2 実証を行う期間

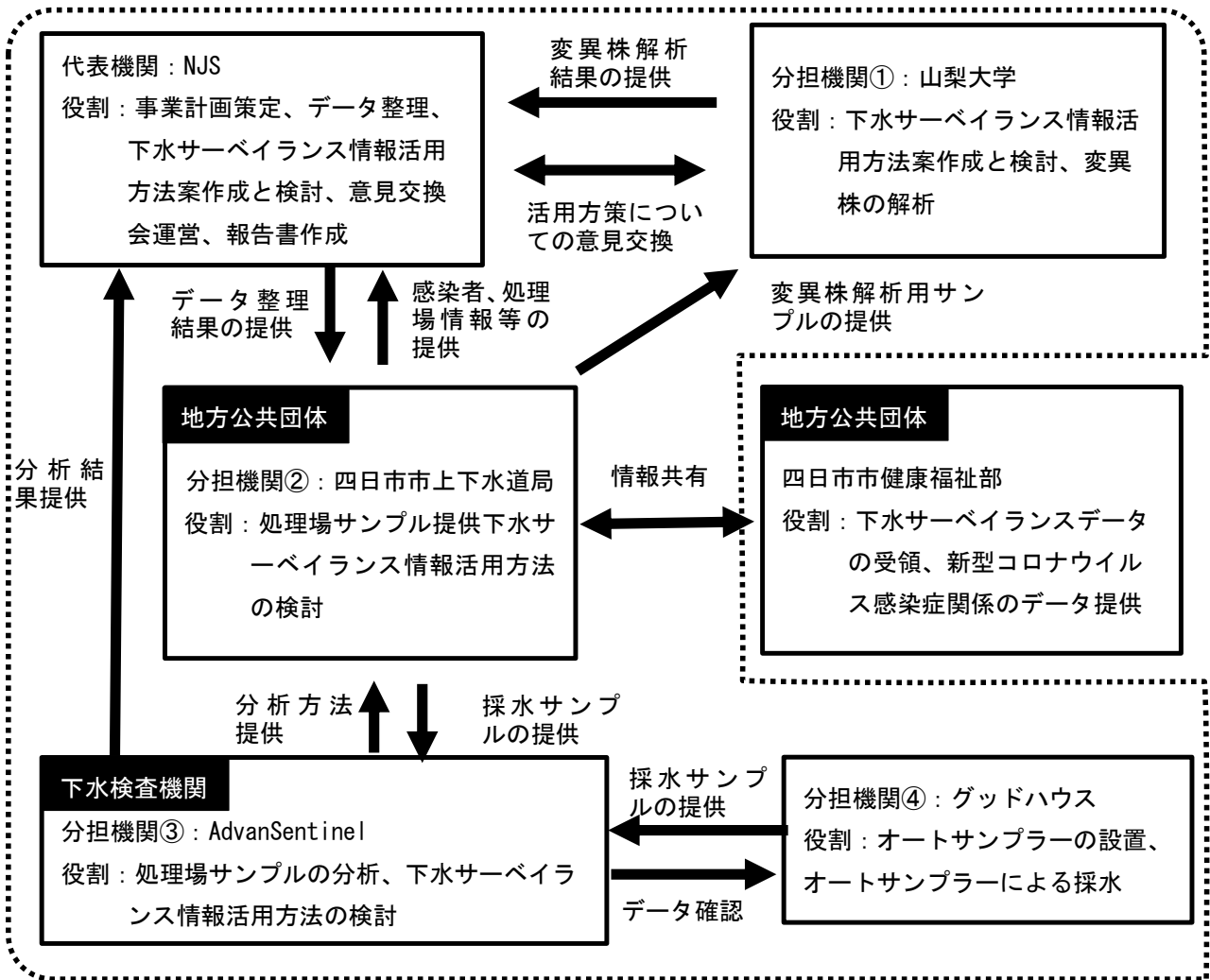
2022 年 7 月 1 日～2023 年 1 月 31 日

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 山梨大学	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	山梨県甲府市武田 4 丁目 3 番 11 号
分担機関 ②	四日市市	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	三重県四日市市堀木 1 丁目 3 番 18 号
分担機関 ③	株式会社 AdvanSentinel	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	大阪府中央区道州町 3 丁目 1 番 8 号
分担機関 ④	株式会社グッ ドハウス	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	東京都渋谷区代々木 2 丁目 13-4 新中央ビル 2F

(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



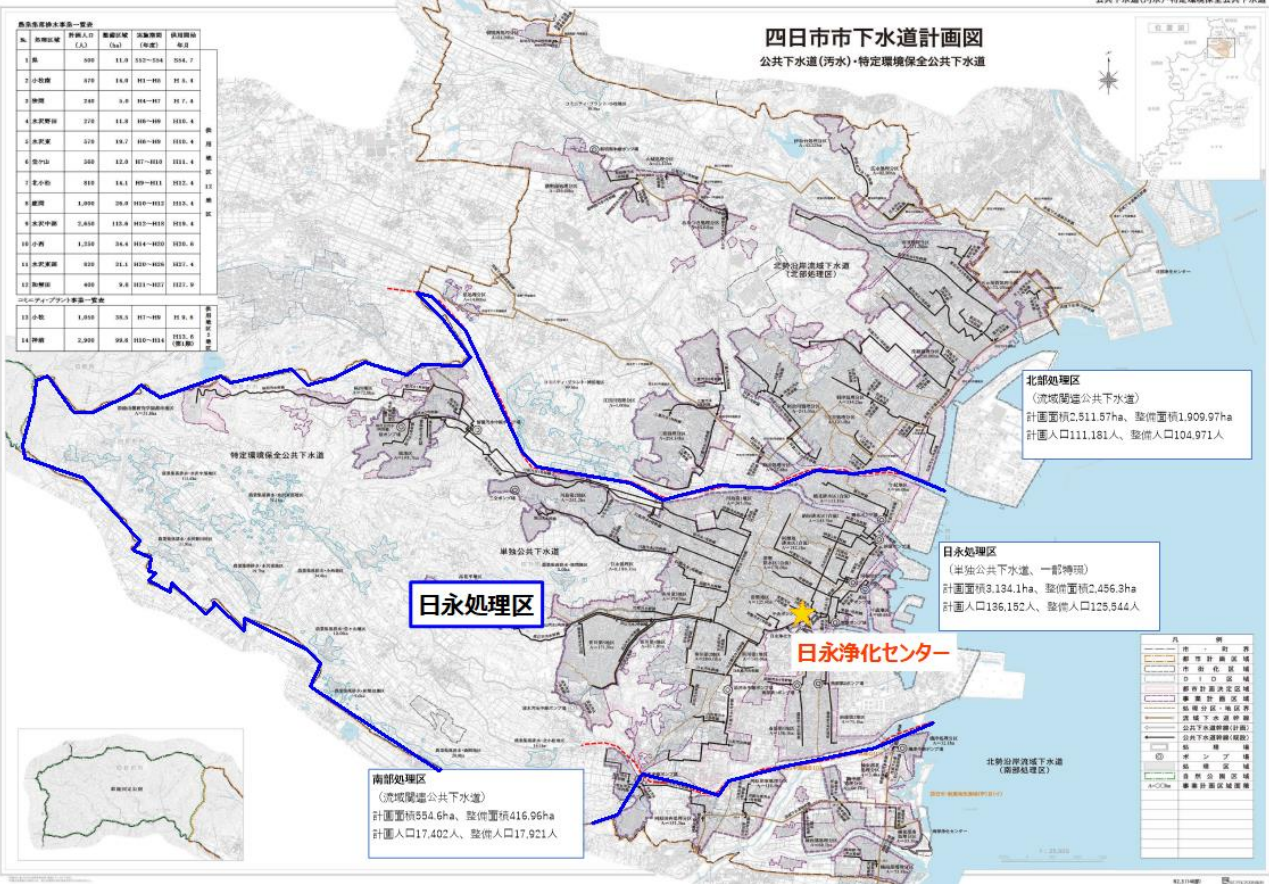
1.4 実証を行う地域・範囲

三重県四日市市 日永浄化センター

(採水施設一覧)

No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	日永浄化センター	125,544 人	四日市市

【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

四日市市は、三重県北部に位置し、県内で最大の人口を誇る都市である。市は、保健所政令市に指定されており、三重県ではなく市内部に保健部局（健康福祉部）を有し、かつ新型コロナウイルス感染症対策室を設け、日々の感染者数の報告及びまん延防止措置等の政策決定を行っている。

日永浄化センターでは 2020 年 7 月より、日本水環境学会 COVID-19 タスクフォースの要請を受け、本実証事業分担機関でもある、山梨大学原本教授の研究開発に対し週 1 回下水処理場でサンプリングした下水を送付しており、下水サーベイランスについて一定の理解がある。

そこで、PCR 検査等の臨床試験データに加え、下水サーベイランスで得られた情報を活用することで、より正確な政策決定を実施できると考える。

2.2 下水サーベイランスの課題

四日市市では、現在までに山梨大学の研究開発に協力する形で下水サーベイランスを実施した経験があり、下水道部局では下水サーベイランスへの理解が進んでいるが、健康福祉部等と連携した下水サーベイランス情報の具体的活用方法を模索している段階である。

また、四日市市の単独公共下水処理場は 1 か所（日永浄化センター）であり、日永浄化センターが市内の主要部分の排水処理を担っているが、流入する系統が複数あるため、各系統の下水中新型コロナウイルスの測定結果と四日市市の新規感染者の発生状況等との関係性が明確となっていない。以下に、四日市市における下水サーベイランスを活用する上での課題を挙げる。

- ①下水サーベイランスデータの感染症対策への有効な活用方法が定まっていない
- ②下水処理系統が複数あり四日市市の新型コロナウイルス感染症の感染状況との関係性が不明である

2.3 課題解決策

課題を解決するためには、実証事業を通して、上下水道局および健康福祉部相互の下水サーベイランスに対する理解を深め、活用策を模索していく必要がある。そこで本実証では、下水サーベイランス実装を目的とした体制構築や実装に適したサンプリング方法・分析手法の確立、サンプリングデータの感染症対策への有効な活用方法の検討を実施する。また、新型コロナウイルス感染症の流行には変異株の存在が関わっている場合が多いため、下水中の新型コロナウイルスに対する変異株の解析を行うことで、下水中の変異株の検出状況と市中感染状況と照らし合わせて関連性の検討を行う。

体制構築に関しては、上下水道局から健康福祉部への定期的な報告や協議を通じ、適した体制の構築を検討する。また、最適な活用方策を検討するために、下水処理場データ実測・結果を整理・解析し、感染者数等の増減との関係性を確認し、経済性を考慮した最適な採水頻度等を設定

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市の感染症対策に活用するための体制構築
- ② 持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討
- ③ 最適な活用方策を検討するためのサンプリング方法の検討

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市の感染症対策に活用するための体制構築

下水のサンプリングから分析結果の健康福祉部への報告・活用までの一連の連携体制を構築する。この連携体制については、実証期間中を通じて維持し、この期間中に下水サーベイランスデータの活用性に対する理解を深め、活用に関する課題を抽出するとともに、継続性に関し、両部局間の意見交換を行う。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	連携体制の構築	定期的に上下水道局と健康福祉部間での情報共有の場を設け、下水サーベイランスデータの共有及び、感染症対策への活用に関する話し合いの場を設ける。	四日市市、NJS	期間中に数回：両部局協議開催 第1回：7月当初（キックオフと本事業の目的確認） 第2回：9月下旬（調査結果の中間報告（NJS）及び意見交換） 第3回：12月下旬（調査結果の最終報告（NJS）及び意見交換と今後の課題の検討）

3.2 テーマ②持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討

持続可能な下水サーベイランスを実施するために、必要な検体数を最適化することで分析費の削減を目指す。

本実証では中心市街地を含み、下水道処理人口の約5割を処理しており、市の感染状況の大枠を把握できると考えられる日永処理区の日永浄化センターを対象に実証を行う。日永浄化センターは流入が3系統に分かれており、それぞれの系統で処理を行っている。よって、本実証では系統別に下水サーベイランスを実施し、データ等を比較することで1系統に対する分析結果だけで四日市市全体の感染傾向をつかむことが可能であるか比較検討を行い、必要な検体数の最適化を目指す。

なお、変異株調査については山梨大学において測定を行い、測定結果は山梨大学からNJSに定期的に報告し、四日市市において結果の公表による注意喚起の発信を検討する等、次年度以降の活用についても検討を行う。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	処理場での定期採水	下水サーベイランスの有効性を検証するために採水を行う（採水場所：1 処理場の下水流入水（3 系統、及び系統の混合試料）、採水頻度：1 週間に 2 回（混合試料は週 1 回）、採水方法：グラブサンプリング、採水回数：期間中に合計 168 回）	四日市市、グッドハウス	7 月から 12 月までの計 6 か月間実施。 週に 2 回の頻度で採水を行う。（混合試料は週 1 回） 採水はグッドハウスが担当する。
②	採水検体の輸送	分担機関であるグッドハウスが、採水した試料を宅配便のクール便により、分析機関に輸送する。	グッドハウス	採水後即日、検体輸送実施
③	採水検体の分析	分析機関である AdvanSentinel が北大-塩野義法（仮称）で分析を行う。 分析結果は下水中の新型コロナウイルス RNA 濃度として提示する。	Advan Sentinel	分析結果が出る都度（採水から 3 日後）：分析結果データ
④	変異株調査	分担機関である山梨大学が下水中の新型コロナウイルス変異株についてモニタリング調査を行う。採水は四日市市が担当する。 （採水場所：1 系統の下水流入水、採水頻度：月 2 回、採水方法：グラブサンプリング、採水回数：期間中に合計 12 回）	山梨大学、四日市市	分析は山梨大学が担当し、タカラバイオキットを用いた解析を行う。 1 回/月：分析結果データ
⑤	感染状況の情報入手	NJS が四日市市の健康福祉部から、日々の新規感	NJS, 四日市市	分析結果が出る都度（採水から 3 日

		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。		後）：採水時点の感染者数情報を入手する。
⑥	感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析	NJS が新規感染者数等のデータおよび数日前遡りの数日間平均データ（複数ケースで検証）と検体の分析結果を比較する。検体分析結果についても 3 系統の加重平均や代表的な 1 系統データ、数回平均値あるいは生データ等の比較を行い。最も関係性のあるデータを選択する。	NJS	分析結果が 2 回出る都度（採水から 7 日後）、比較結果を共同体内へ情報共有する。 2022 年 10 月：中間報告書 2023 年 1 月：最終報告書

3.3 テーマ③最適な活用方策を検討するためのサンプリング方法の検討

下水サーベイランスデータを市の新型コロナウイルス感染症対策に活用するための最適なサンプリング頻度やサンプリング箇所、サンプリングの時間帯を検討する。基本的には継続性を考慮し、通常の維持管理作業の範囲内で可能なサンプリングを行い、下水中新型コロナウイルス RNA 濃度を確認し、通常の維持管理範囲内でのサンプリングが（２）における新規感染者数との比較検討に活用できることを確認する方針とする。

なお、中心市街地であり工場排水の少ない第 2 系統を対象とした。また、モニタリングの継続性を考慮すると現状の維持管理採水時間と同一時間帯とすることが望ましいため、1 時間ピッチの検査を行うことで、常時の採水時間帯が代表値として適正であるか確認する。確認方法としては、新規感染者数との関係において最も適した濃度となっていることを、関係性（他のデータと合わせた順位相関等）より検討する。2 回のデータと合わせて、時間帯別の流量変動等の実績データ等で確認を行う方針とする。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	処理場での時間帯別採水	処理場の通常の採水時間帯（9 時～17 時）のうち、有効な解析が可能な最適な採水時間を確認するために採水する。	グッドハウ ス	期間中に 2 回：採水実施

		(採水場所：1 系統のみ、採水頻度：1 時間に 1 回×8 時間、採水方法：オートサンプラーを用いたグラブサンプリング、採水回数：期間中に 2 回)		
②	処理場での採水方法変更した採水	最適な採水方法を把握するために採水方法を変えた採水を行う (採水場所：1 系統のみ、採水頻度：24 時間に 1 回、採水方法：コンポジットサンプリング、採水回数：期間中に 3 回)	グッドハウス	期間中に 3 回：採水実施
③	採水検体の輸送	(2) -②参照のこと	(2) -②参照のこと	(2) -②参照のこと
④	採水検体の分析	(2) -③参照のこと	(2) -③参照のこと	(2) -③参照のこと
⑤	サンプリング時間帯およびサンプリング方法の検討	時間帯別採水による分析結果と採水方法別の分析結果を比較し、感染者数等のデータとの関連性から最適な採水方法および採水時間を検討する。	N J S	期間中に 2 回 (時間帯検討)、3 回 (採水方法検討) 分析結果が出る都度：検討実施 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下水サーベイランスデータを市の感染症対策に活用するための体制構築

4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

市の健康福祉部と上下水道部での意見交換会を3回（令和4年10月14日、11月15日、12月23日）行い、情報共有と意見交換を行った。

ニーズと活用方策、実運用時の体制について検討を行った。

その結果として、市内部における連携体制について構築できた。実運用時の体制（案）を図4-1に示す。下水サーベイランス情報を健康福祉部等と共有し、備えを行う、あるいは段階的に外部への情報提供を行うこととした。

体制の中で、地元分析機関による分析を行うことでコスト縮減や時間短縮を検討したが、市内の分析機関では分析機器を所有しておらず難しいという回答であり、周辺自治体として名古屋市の分析機関を調査したところ、下水サーベイランスの分析実績がないものの前向きに検討したいという回答が得られている。

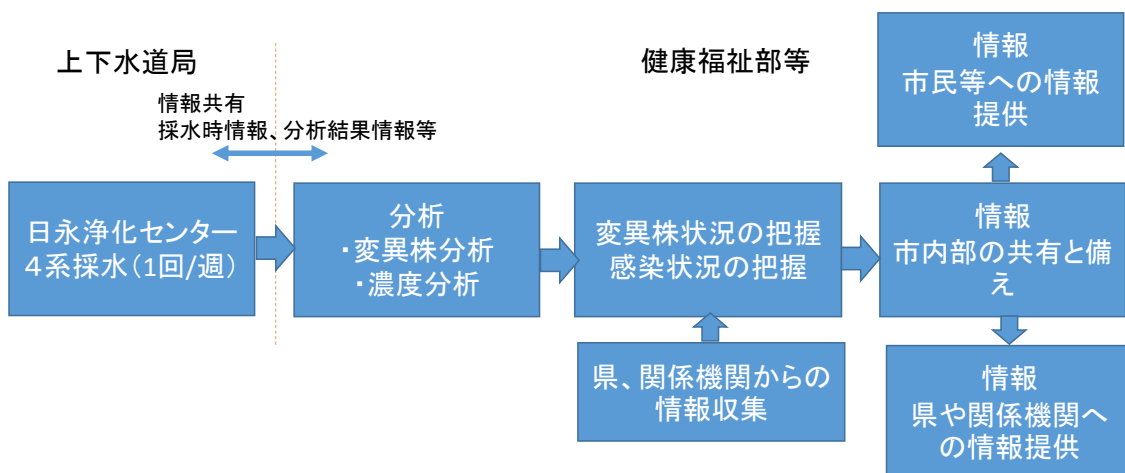


図 4-1 実運用時の体制（案）

4.1.2 今後の課題

他のウイルスに対する実証を行うこと、また、社会実装に向け、時間短縮やコスト削減のため地元分析機関の探索及び前向きな分析機関との調整等を継続し、分析費用の縮減と結果提示までの短縮を図る。

4.2 テーマ②持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討

4.2.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

持続可能な下水サーベイランス活用方策の検討としては、最初に自治体（下水道部局および保健部局）のニーズに沿った下水サーベイランス調査を行う必要があるため、保健部局等へのニーズの調査を行い、その結果からニーズに沿った調査結果について報告する。

合わせて、持続可能という論点から、検体数を絞ることで分析費を削減し、経済性を確保することを検討した結果を報告する。

(1) 活用方策の検討

検討候補として考えられるニーズと活用方策について表 4-1 に示す。合わせて各ニーズ No. に対する活用イメージを図 4-2～図 4-4 に示す。

表 4-1 考えられるニーズと活用方策

ニーズ先	No.	ニーズ項目	活用方策
保健所	1	検査資材、備品等の調達	・感染者の増加が予想される場合に、検査資材や備品等の調達準備を行う。
	2	市内の人員配置	・感染者の増減傾向を把握し、市内の人員配置を決定する。（増加時に増員、減少しそうになったら減員）
	3	ヒト検査に代わる感染状況の把握	・5類指定等、臨床検査を頻繁に行わなくなった場合の全数把握代替としての市内の感染状況の把握
	4	変異株に対する備え	・下水サーベイランスの定点モニタリング（外部からの人流入による変異株の持ち込みがあった場合、臨床検査をすり抜けている可能性があるが、下水サーベイランス情報として検知可能）
行政	5	施策における注意・警戒態勢	・自治体内部の検査結果を危機管理部局や保健所と共有することで増加傾向があれば自治体内部での準備等を行う。
	6	観光客や工場出張者等への安全性アピール	・HP等での検査結果の公表による安全性のアピール
市民	7	自主的な警戒のための指標	・HPでの検査結果の公表によるウイルス濃度の増減アナウンスによる自主的な警戒等を促す
	8	インフルエンザウイルス・ノロウイルス等他の感染症流行に対する注意喚起	・HP等で新型コロナウイルスと合わせた他のウイルスの下水中濃度の増減に対する自主的な警戒を促す
	9	クラスター発生の早期検知（老人ホーム等）	・クラスターの予防（施設の個別検査。）



図 4-2 下水中ウイルス濃度増加時の活用イメージ

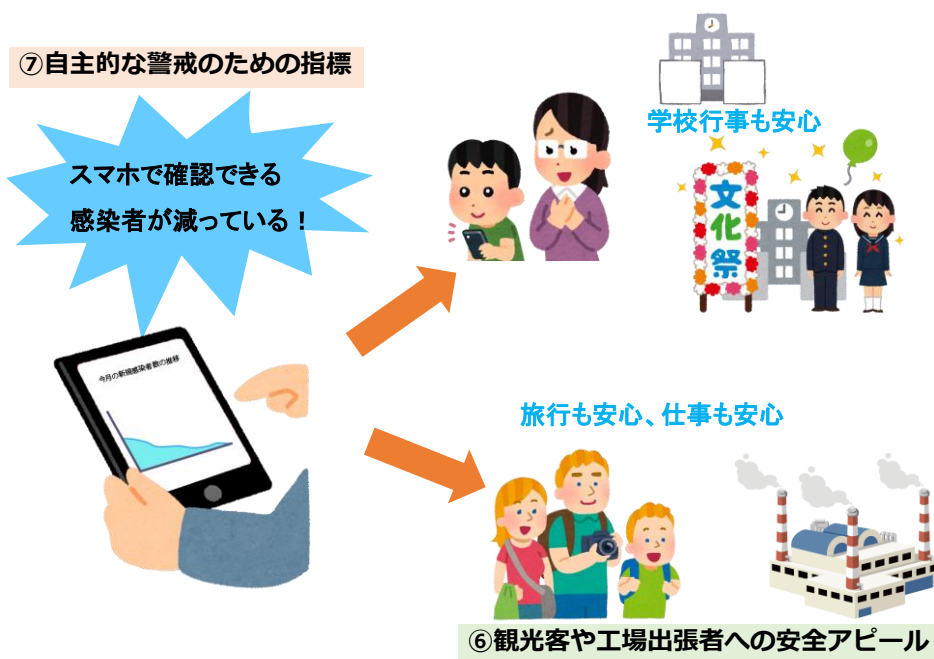


図 4-3 下水中ウイルス濃度減少時の活用イメージ

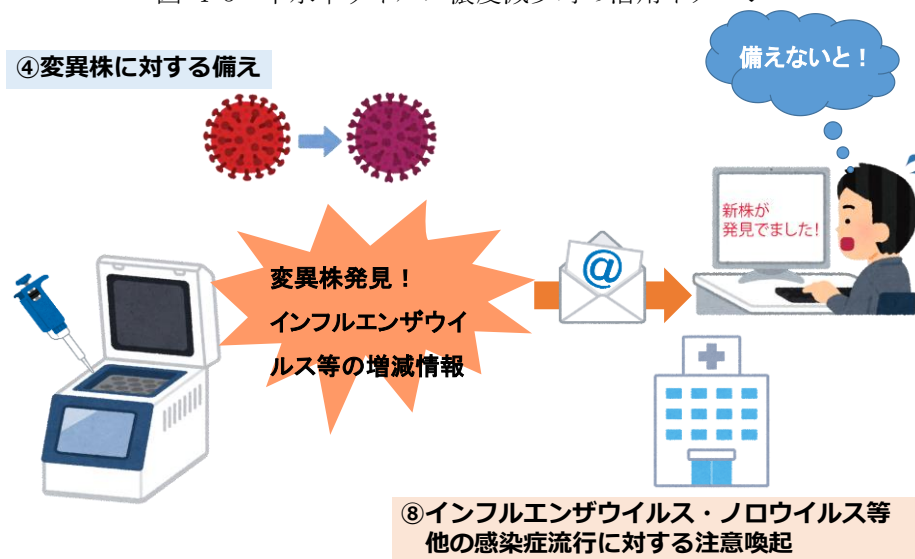


図 4-4 変異株及び他のウイルスに対する活用イメージ

表 4-1 で上げている 9 つのニーズについて、保健衛生部局を含めて議論した結果、本市では変異株の検知を行うことによる No. 4 変異株に対する備え、下水サーベイランスデータの変動等把握を行うことによる No. 3 ヒト検査に代わる感染状況の把握、No. 5 施策における注意警戒態勢、No. 6 工場出張者への安全アピール、No. 7 自主的な警戒のための指標として利用できるという意見があり、他のウイルスに対しても利用できるのでは (No. 8) という意見が挙げられた。結果として以下の 3 つのニーズが挙げられた。

<ニーズ>

- ① 変異株の把握
- ② 感染者動向の把握
- ③ 他のウイルス感染状況の把握

これらのニーズに対する活用について、以下のように段階的な活用を想定している。

- 第1段階：市内部での活用（共有と備え）
- 第2段階：市外部（県、医療機関等）への情報提供と相互認識、情報共有
- 第3段階：市民等への情報提供（情報発信）

各段階への移行は分析データの蓄積を待ち、蓄積データについて妥当性を検討した結果による。

(2) ニーズ①に対する変異株調査結果

ニーズとして挙げられた変異株の把握について下水中ウイルスに対する変異株調査を行った。

調査方法は、2系流入水を1回／週採水し、山梨大学にてゲノム調査を行った。

結果として、7月以降にBA4、BA5が優占株となり、同時に第7波が生じていることが分かり、優占株の変更による新規感染者数の増加が見られることが分かった。

7月以降の特定変異調査結果を図4-5に、変異株調査結果を図4-6に示す。図4-6より、7月以降はBA4／5がずっと優占株である。

長期的な観察結果を参考に図4-7および図4-8に示すが、優占株が変わった1月および7月より流行が拡大していることが分かる。

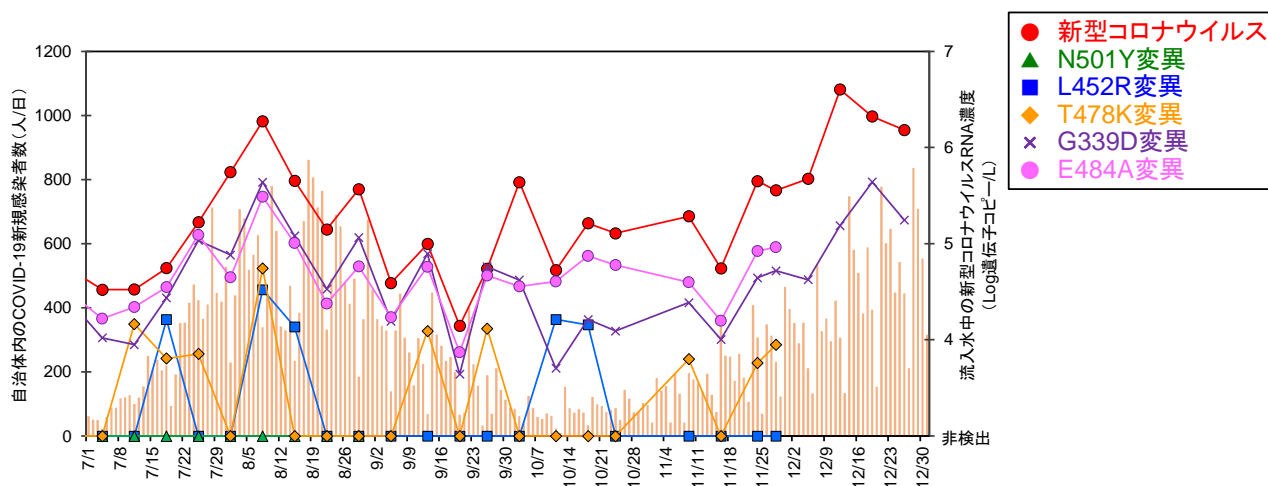


図4-5 特定変異を有する新型コロナウイルス濃度の推移（7月以降）

注）流入水全量（40mL）をポリエチレングリコール沈殿法（IDEXX Laboratories 版）で濃縮した後、QIAamp viral RNA mini kit（QIAGEN）でウイルス RNA を抽出し、山梨大学とタカラバイオが共同開発した1ステップ RT-qPCR キット（SARS-CoV-2 Detection RT-qPCR Kit for Wastewater）を用いて新型コロナウイルス RNA を検出
出所）本事業調査結果より作成

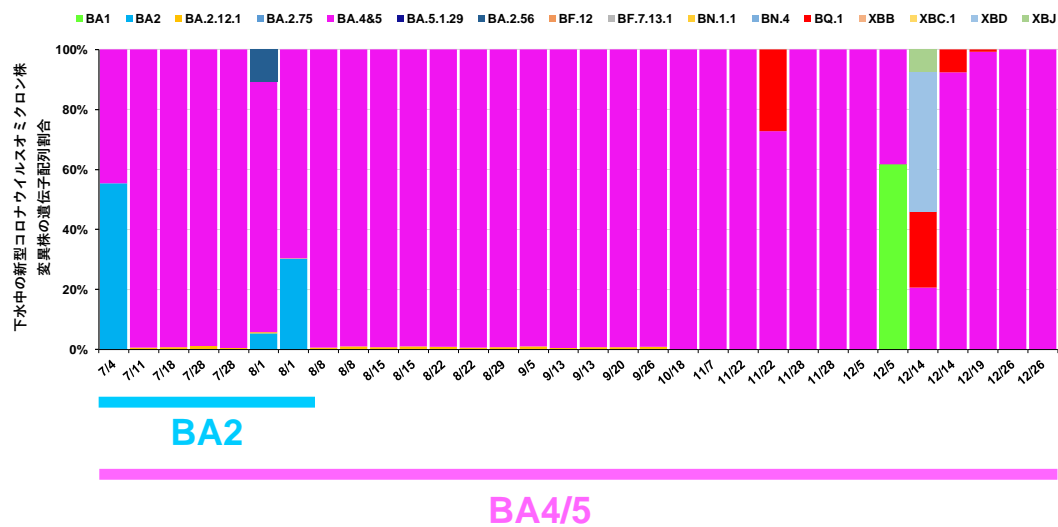


図 4-6 ゲノム解析による優占株の推移（7月以降）

出所）本事業調査結果より作成

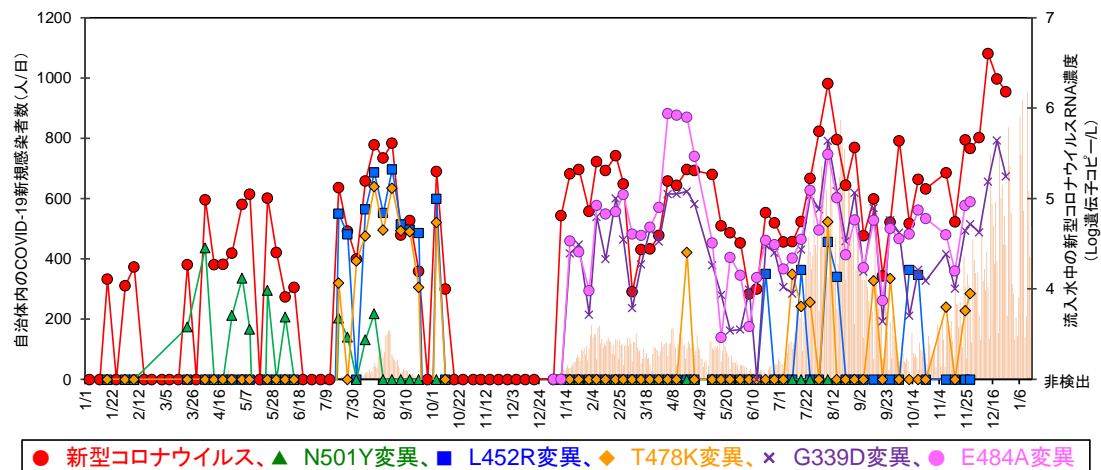


図 4-7 特定変異を有する新型コロナウイルス濃度の推移（2021年1月～2023年1月・参考）

出所）データ：（1月～6月）山梨大学調査結果、（7月～12月）本事業調査結果より作成、

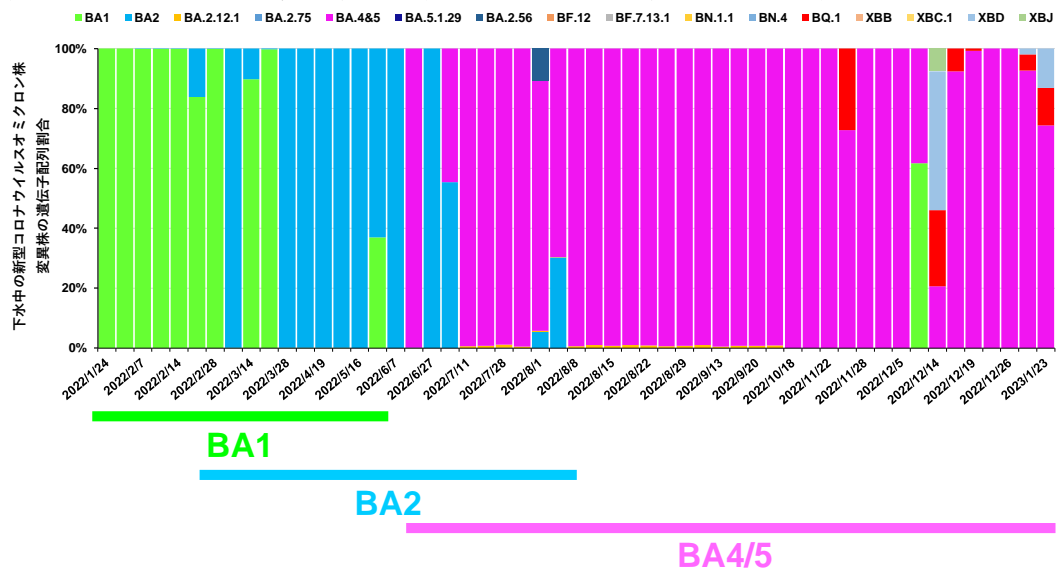


図 4-8 ゲノム解析による優占株の長期推移（2022年1月～2023年1月・参考）

出所）データ：（2022年1月～6月、2023年1月）山梨大学調査結果、（7月～12月）本事業調査結果より作成

(3) ニーズ②に対する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②の感染者動向の把握に対し、下水中新型コロナウイルス濃度と臨床検査における新規感染者数の関係について、最も両者に対する関係性を表現できる方法を検討した。

調査及び検討方法としては、2回／週の採水及び分析を行い、市の新規感染者数との比較を行った。

流入系統が3か所あるため、各々の流入系統に対する分析と3か所の流入水を混合させたサンプルの4種類の結果を市の新規感染者数（10万人あたり・1週間平均）と比較し、市の新規感染者数を表せる最適なデータとして①対象とすべき系統、②最適なデータ整理方法について検討した。

3つの系統について日永浄化センター一般図を図4-9に示し、各系統の特徴を合わせて示す。

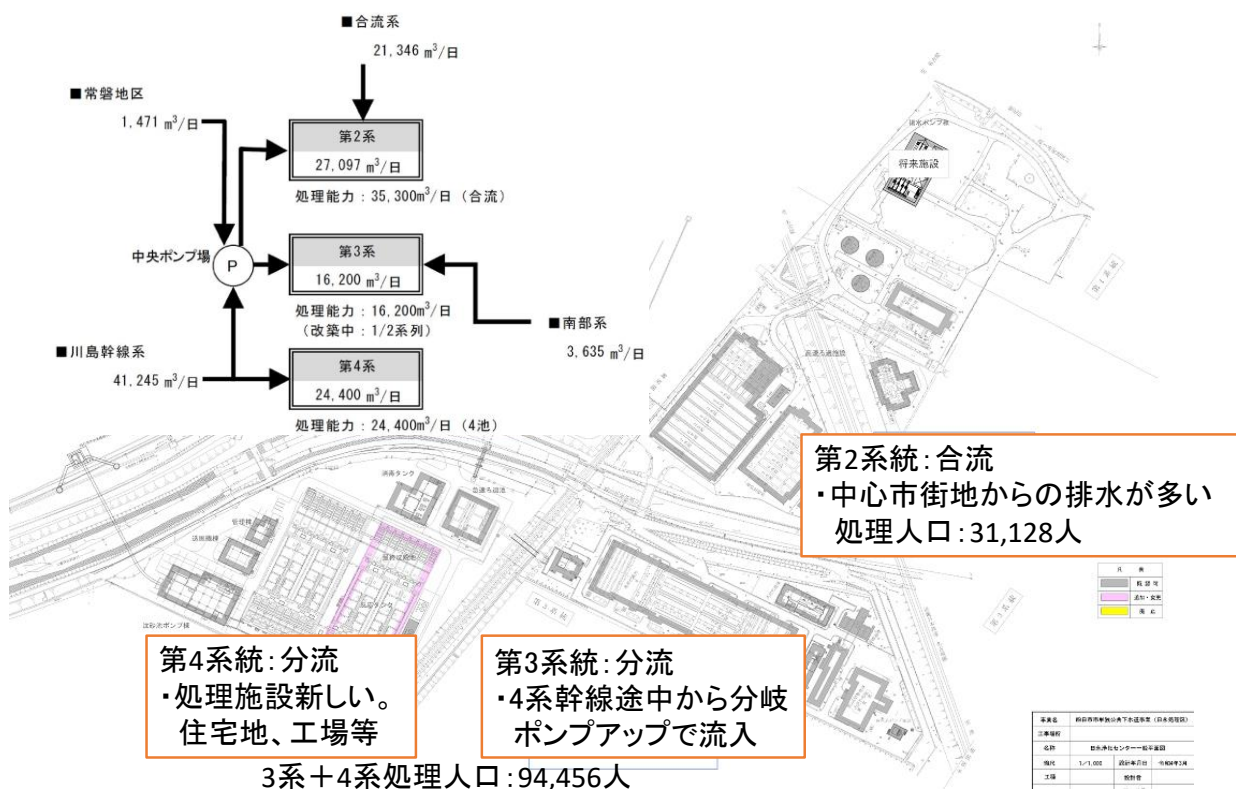


図 4-9 3つの系統の場所と流入フロー

- ・第2系統：中心市街地からの流入、商業地域等が多い。合流区域
- ・第3系統：第4系統と同じであるが、途中からポンプアップしている。分流区域
- ・第4系統：比較的新しく、住宅地及び工場からの排水が多い。分流区域

第2系統は古くから稼働しており、処理人口としては第3系統及び第4系統が第2系統の3倍程度となる。

下水サーベイランスデータについて、共同体内で提示した上で意見を集約したところ、9月の検討会では、生データでの相関はある程度見られるが、下水中新型コロナウイルス濃度の変動が大きく、保健衛生部局や市民に対して情報を提示する際に分かりにくいという意見が出ていた。そこで、新規感染者数との関係が分かりやすいように、下水中新型コロナウイルス濃度に対し、データ補正を行い、市内10万人あたり新規感染者数の1週間平均値との関係性の確認を行った。

なお、新規感染者数については曜日による受診者の影響が大きく、実際の日毎の新規感染者の発生数からずれている可能性が高いため、臨床検査結果による新規感染者数については、採水日と合わせるため採水日を中心とした1週間平均値（採水日±3日間の1週間平均）とした。

<データ補正方法>

- ①流量×濃度による負荷算定（一部合流式であるため、雨天の影響を受けやすいため）
- ②PMMoVあたりの濃度補正（糞便中に含まれ、プロセスコントロールとして新型コロナウイルス濃度測定時に同時に測定されるPMMoVは糞便量を示していると考えられるため）
- ③濃度の1週間平均値（採水時のばらつきをなくするため）

ア 生データの比較

下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数との関係を図4-10～図4-13に示す。混合は、2系、3系、4系の流入水を等量混合させたサンプルに対する測定値を指す。

9月27日以降、臨床検査における新規感染者数の全数把握については、三重県の方針により全数把握を継続している。

それぞれの系の下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数との関係性として、一般的には線形関係であれば、ピアソンの相関等で比較を行い、非線形であればスピアマンの順位相関を用いることが考えられる。今回のニーズでは下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数との関係として、1対1で下水中ウイルス濃度から新規感染者数を把握できることが望ましいため、ピアソンの相関係数から線形の関係性について検討を行った。

なお、スピアマンの順位相関係数について試算した結果を同様に示すが、2系と3系についてはp値が0.01より大きくなり、1%棄却の場合では有意な相関が得られない結果となる。4系は有意な関係が得られておりピアソンの相関係数と同程度である。相関係数とp値を以下に示す。3系についてはピアソンの相関係数の場合でも有意な相関が得られなかった。

- ・ 2系：ピアソン $r = 0.58$ ($p < 0.001$) （スピアマン $r_s = 0.36$ ($p > 0.01$))
- ・ 3系：ピアソン $r = 0.17$ ($p > 0.05$) （スピアマン $r_s = 0.35$ ($p > 0.01$))
- ・ 4系：ピアソン $r = 0.64$ ($p < 0.001$) （スピアマン $r_s = 0.76$ ($p < 0.001$))

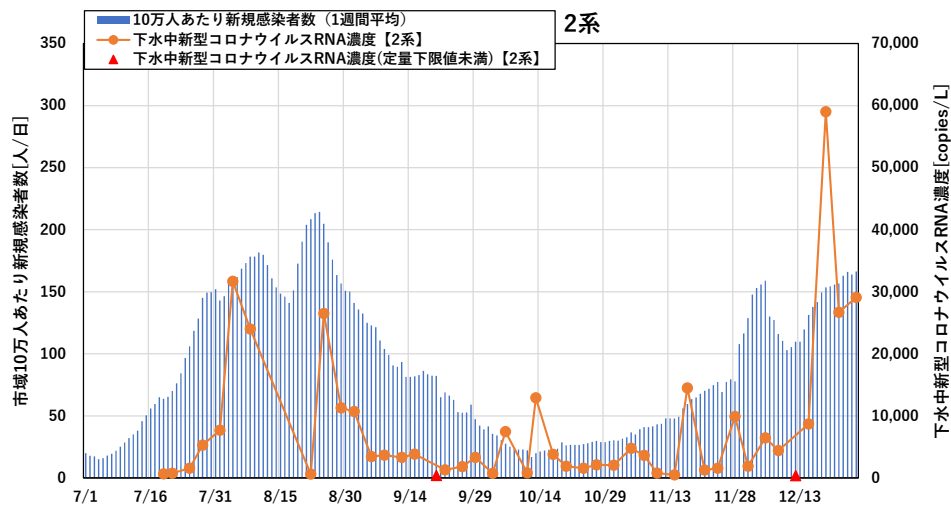


図 4-10 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（2系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

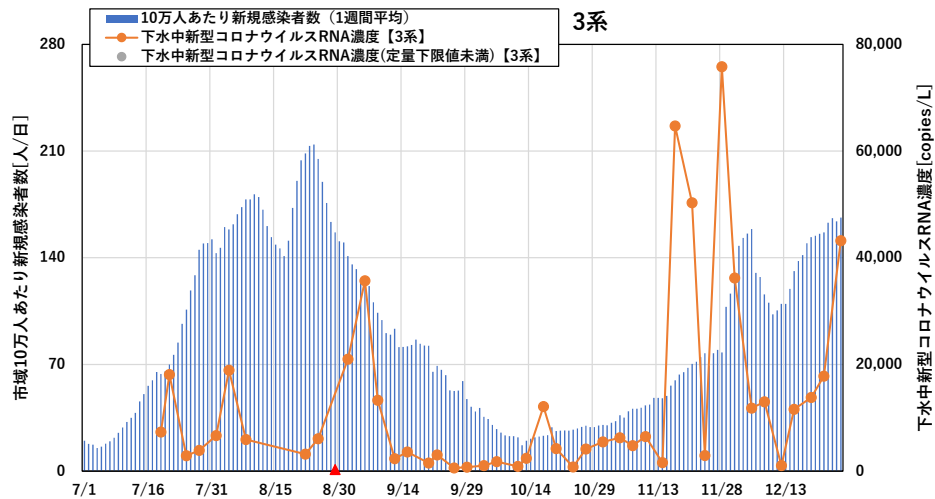


図 4-11 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（3系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

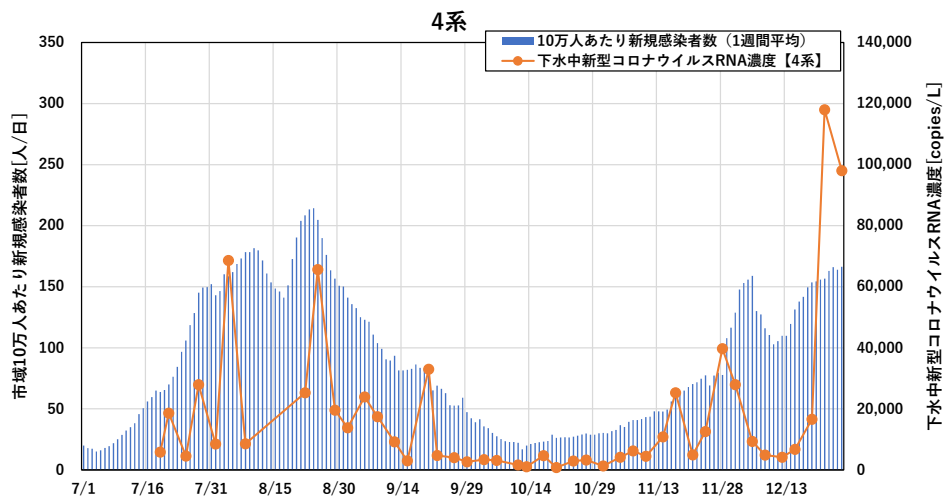


図 4-12 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（4系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

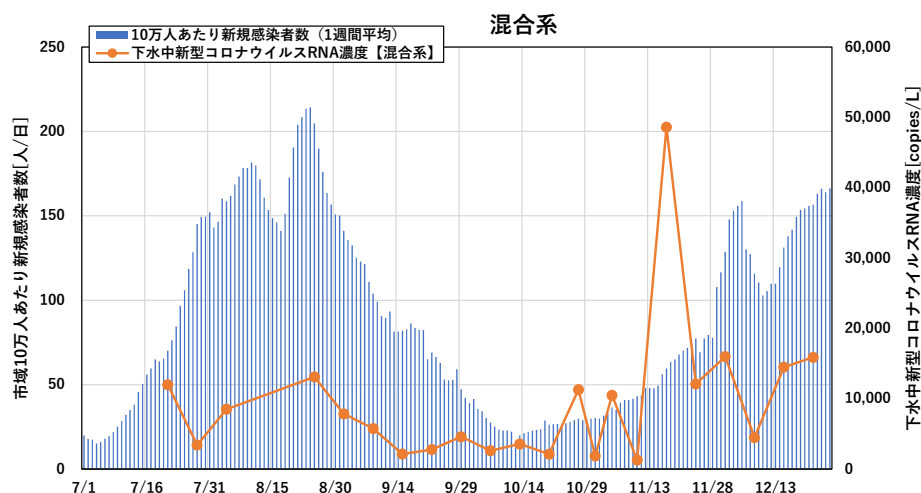


図 4-13 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（混合）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

また、2系における8月22日のデータについて、感染者数が高いが下水中ウイルス濃度が低いデータとなっており、2系は合流区域であることから、降雨の影響等が考えられた。そのため、降雨の影響が見られる日のデータについて雨天時補正を行うため、降雨と流量の関係を図 4-14 のように算出し、8月22日データの補正を試みたが、図 4-15 に示すように濃度がほぼ変わらず、データ補正による効果が見られなかった。これは、合流式下水道の場合は雨天時簡易放流等も行われており、管きよを流れる全ての水量が処理場に流入するわけではないため、正しい流量をとらえきれない可能性があるためである。なお、当時の運転管理や採水時は通常と同様であったこと、また当時特にイベント等がなされておらず、通常の市民生活であったことから、雨天以外の影響はなかったものと考えられる。

また、図 4-16 に示すように10月の降雨の少ない時期であっても、下水中新型コロナウイルス濃度の増減が見られるため、降雨の影響ではなく、採水時に偶然濃度の高いサンプルや低いサンプルを取ってしまうことが考えられるため、データについて異常値として外すことは行わない。

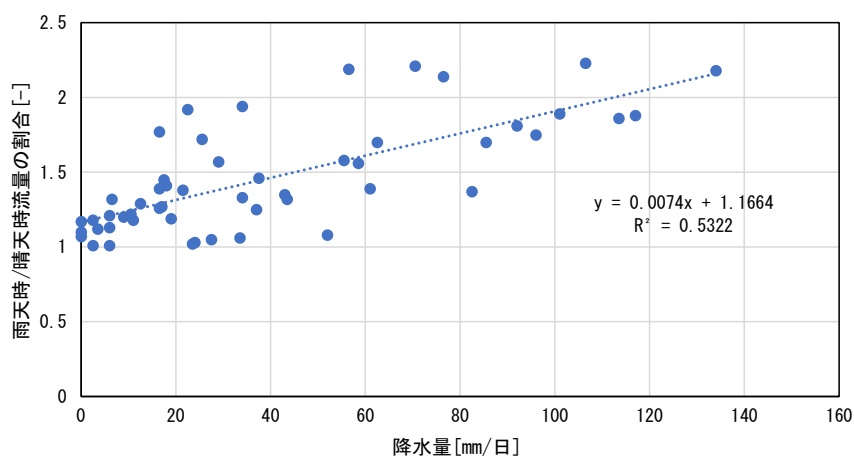


図 4-14 雨天時／晴天時流量の割合と降雨量の関係

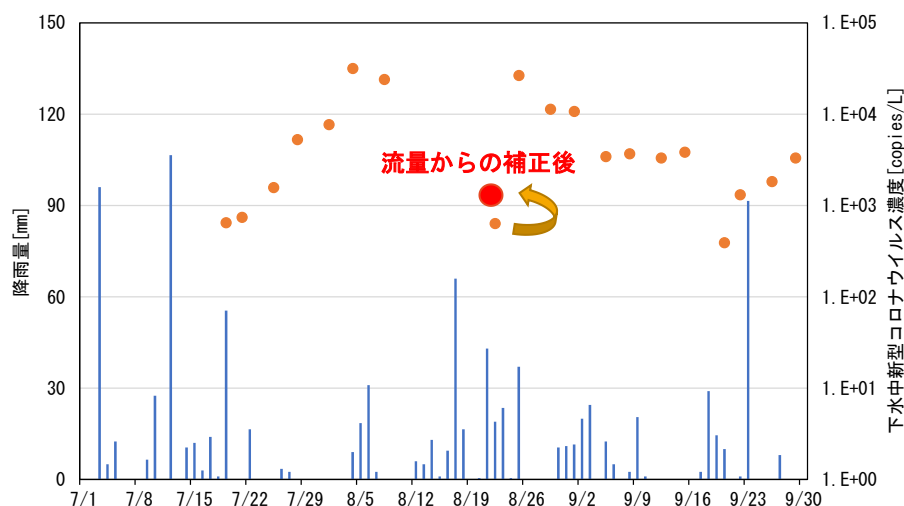


図 4-15 降雨量と下水中新型コロナウイルス濃度（2系・8月補正の結果）

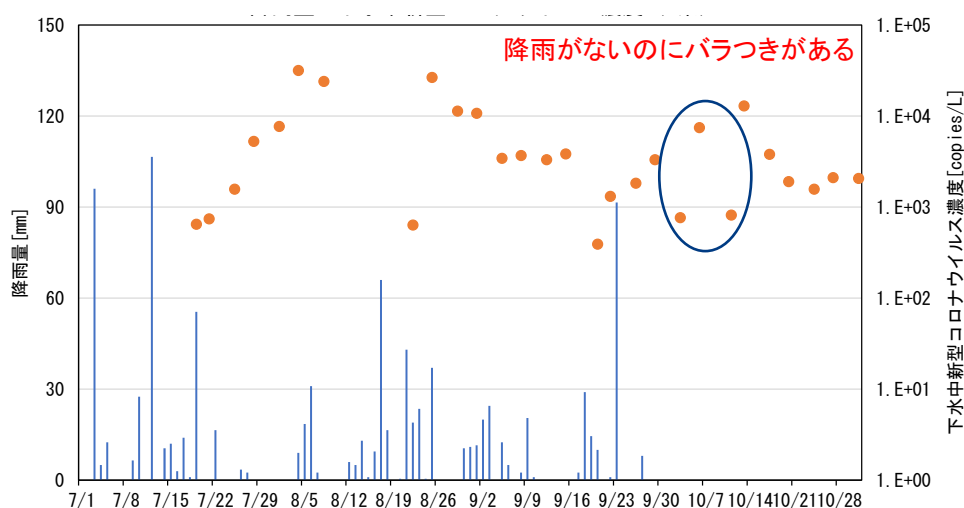


図 4-16 降雨量と下水中新型コロナウイルス濃度（2系）

また、3系については4系幹線から途中でポンプアップして3系へ流入させておいる。新型コロナウイルスが固形物中に付着しやすいと言われていることから、固形物の3系への流入がランダムとなり、ウイルス濃度のばらつきが大きくなるため、結果として3系では新規感染者数との相関関係が見出せない結果となったと考えられる。よって、相関の見られる2系および4系の流入下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の相関関係をさらに検討するものとする。

ここで、2系および4系の結果が四日市市の下水を代表するものと想定してよいかどうかを確認する。対象処理区内の新規感染者数の動向と市内の全新規感染者数の動向が同様であることを確認するために、2系及び4系のそれぞれの流入対象区域内における10万人あたり新規感染者数の推移と市内全体の10万人あたり新規感染者数の推移を比較した。各系統の流入対象区域内の町内における新規感染者数と市内新規感染者数の比較を図4-17に示す。

3系は市内新規感染者数の動向と外れるが、図4-18、図4-19に示す通り、2系及び4系いずれも市内新規感染者数の動向と同様であることが分かり、2系あるいは4系の流入水中新型コロナウイルス濃度が市内の下水を代表するものと想定できると考えられる。

ただし、2系は中心市街地の排水が流入するが、これには商業系排水等も多く含まれるため、

市民の生活を反映すると考えられる反面、工場への短期間労働者や観光客等の市民以外の糞便も流入しやすい。4系は工場排水も入るが、住宅地からの排水が多いため市民の感染者数を反映しているものと考えられる。

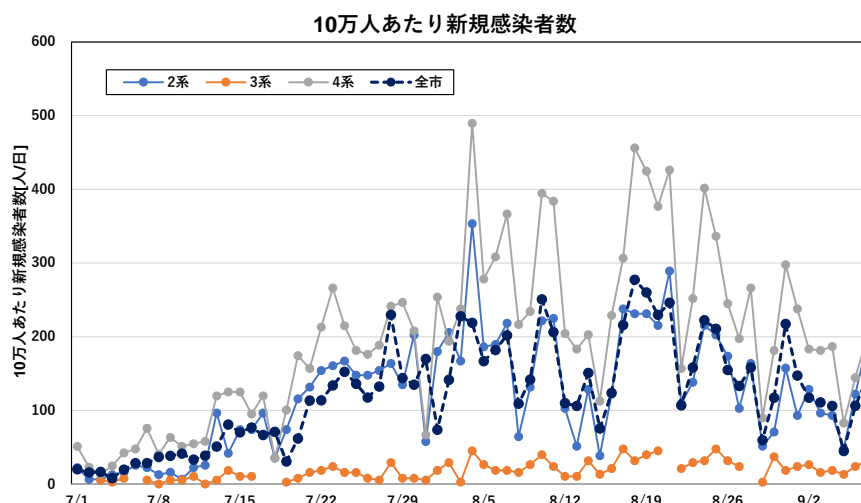


図 4-17 流入系統対象区域内新規感染者数と市内新規感染者数の関係
出所) 町別新規感染者数データ：四日市市保健所

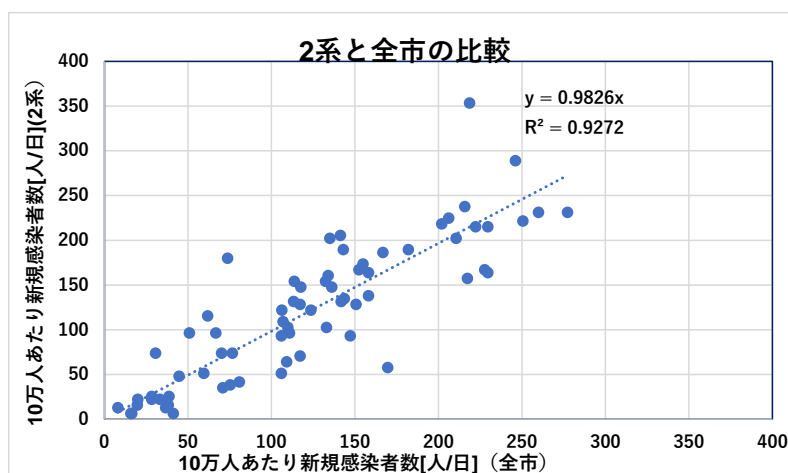


図 4-18 2系対象区域内 10 万人あたり新規感染者数と市内 10 万人あたり新規感染者数の関係
出所) 町別新規感染者数データ：四日市市保健所

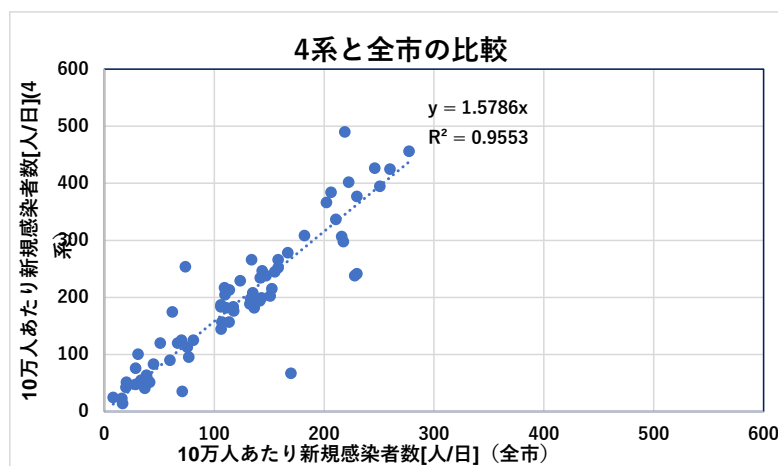


図 4-19 4系対象区域内 10 万人あたり新規感染者数と市内 10 万人あたり新規感染者数の関係
出所) 町別新規感染者数データ：四日市市保健所

イ 下水中新型コロナウイルス濃度の減少時に関する検討

9月の検討会において、下水中新型コロナウイルス増加時は比較的新規感染者数の増加傾向と一致しており、下水中新型コロナウイルス濃度が新規感染者数の動向を示しているものと理解できるが、減少時は何を示しているのかという議論があった。

これについて、減少時は新規感染者数ではなく、療養者数（ウイルス保持者数）を表している可能性があるため、この関係性について検討を行った。

感染者の糞便中に含まれる新型コロナウイルスは、感染後長い人で1か月程度も排出されるため、新規感染者数が減少傾向となるときには、新規感染者数と下水中ウイルス濃度が必ずしも合致しない。厚生労働省における療養解除基準としては、症状が出た日から7日以上経過、あるいは陽性と判定されてから7日間で療養解除となる（https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000164708_00001.html）ことから、発症日と公表日では若干ずれるが臨床検査において感染者としてカウントされた日（市における公表日）から7日間を患者数と仮定し、この患者数と下水中新型コロナウイルス濃度の減少時を比較すると、図 4-20 に示す通り相関関係があることが分かった。

よって、本市においては下水中新型コロナウイルス濃度の減少時は、感染患者数と比較的關係性があると言える。

ただし、現在の患者数を知りたいのではなく、新規にかかる人がどの程度いるのかが流行の目安となるため、下水中新型コロナウイルス濃度との関係性については、新規感染者数との関係性について検討を行うものとする。

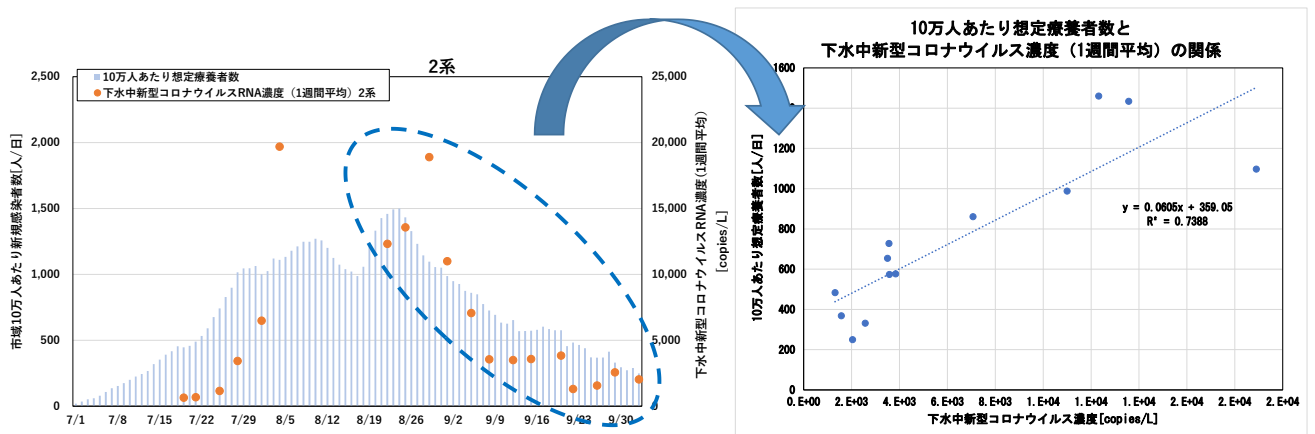


図 4-20 下水中新型コロナウイルス濃度減少時と患者数（推計）の関係（2系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

ウ 負荷算定による補正検討

9月の検討会において、3系以外を比較することとなった。次の11月の検討会では、特に合流区域である2系のデータ補正として雨天時影響を見るために流量×ウイルス濃度のウイルス量を検討することとなった。そのため、10月までのデータで負荷量に対する補正の検討した結果を示す。

採水日の流入水量[m³/日]を下水中新型コロナウイルス濃度に掛け合わせることでウイルス量を算出した。ウイルス量と新規感染者数の関係を図 4-21～図 4-26 に示す。参考として3系および全系列の合計についても示している。また、2系及び4系のウイルス量と新規感染者数の関係としてピアソンの相関係数とp値は以下の通りである。

- ・ 2系：負荷 $r=0.55$ ($p<0.005$) 生データ (10月まで) $r=0.64$ ($p<0.005$)
- ・ 4系：負荷 $r=0.62$ ($p<0.001$) 生データ (10月まで) $r=0.62$ ($p<0.005$)

生データの相関からほぼ変わらない結果となり、ウイルス量算出によるばらつきの補正等を行わないこととした。

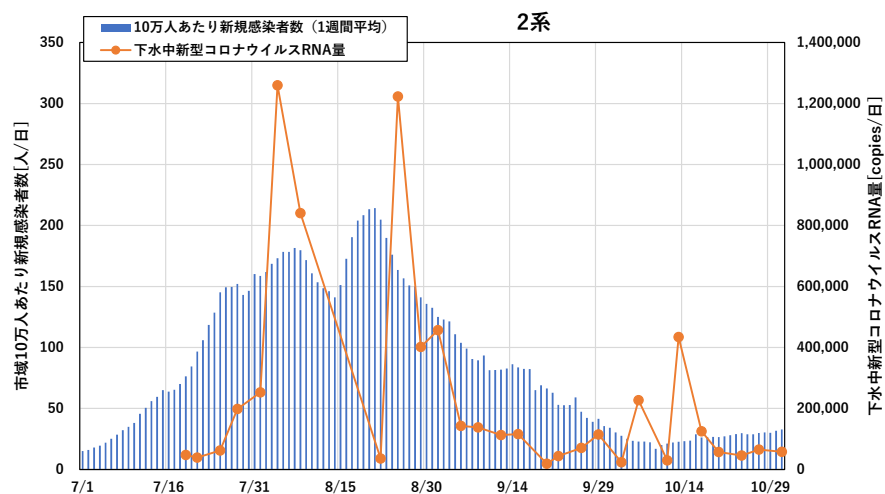


図 4-21 下水中新型コロナウイルス負荷量と新規感染者数の関係 (2系)

出所) 新規感染者数：市 HP、日平均流入水量データ：四日市市上下水道局、下水データ：本事業分析結果より作成

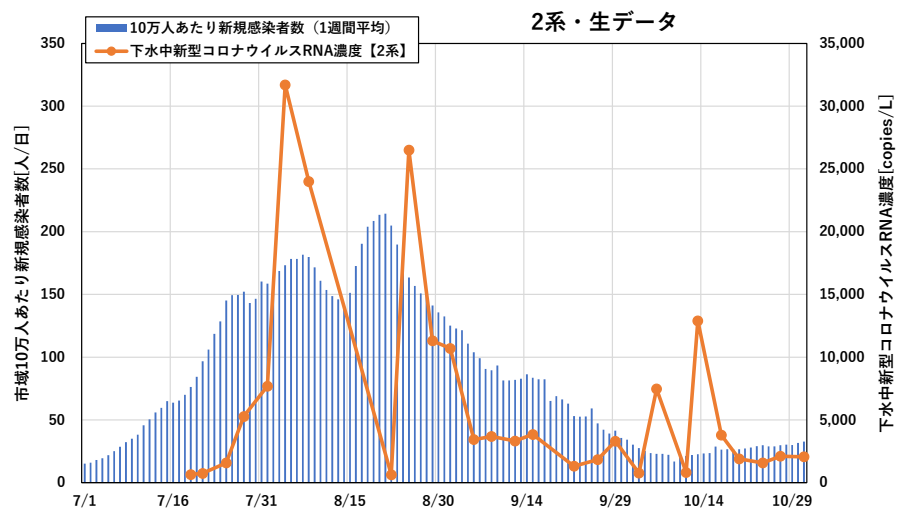


図 4-22 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係 (2系)

出所) 新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

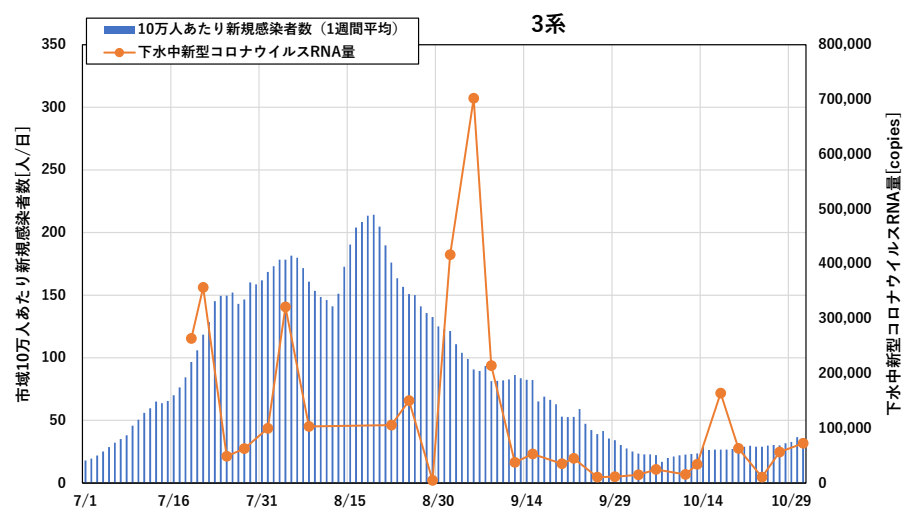


図 4-23 下水中新型コロナウイルス負荷量と新規感染者数の関係（3系）

出所）新規感染者数：市 HP、日平均流入水量データ：四日市市上下水道局、下水データ：分析結果より作成

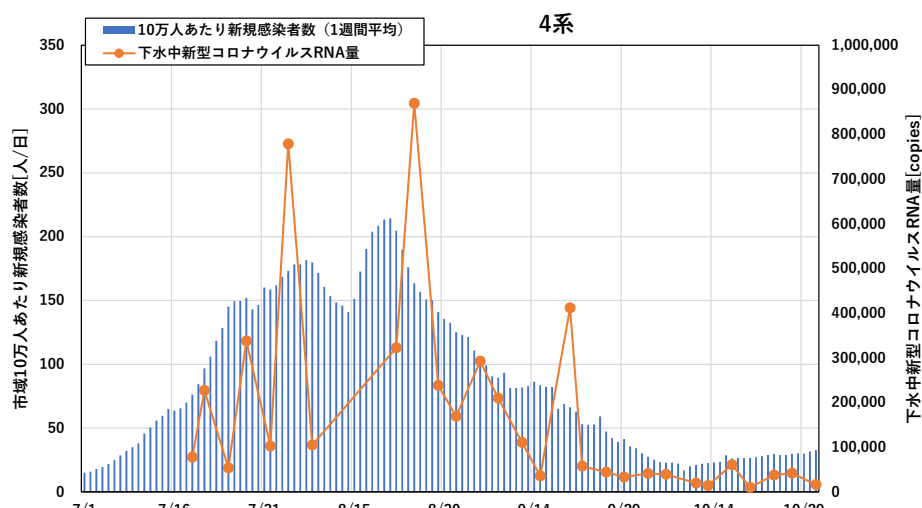


図 4-24 下水中新型コロナウイルス負荷量と新規感染者数の関係（4系）

出所）新規感染者数：市 HP、日平均流入水量データ：四日市市上下水道局、下水データ：本事業分析結果より作成

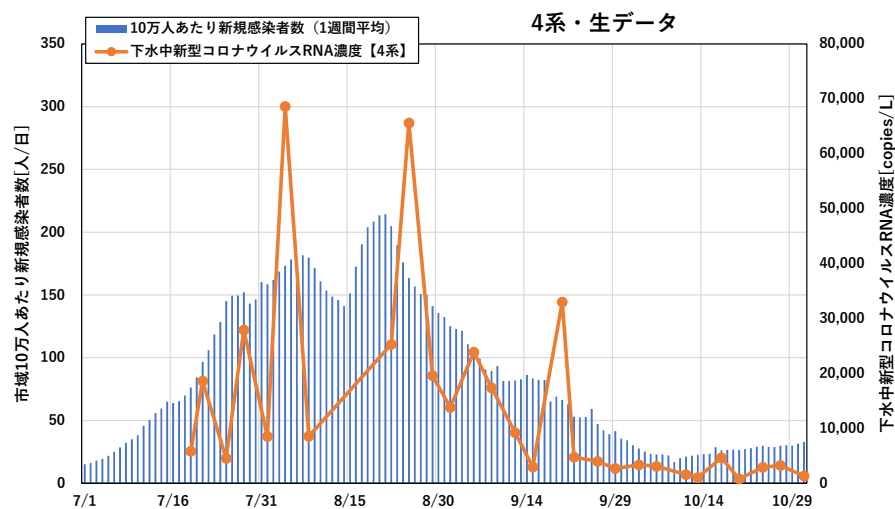


図 4-25 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（4系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：本事業分析結果より作成

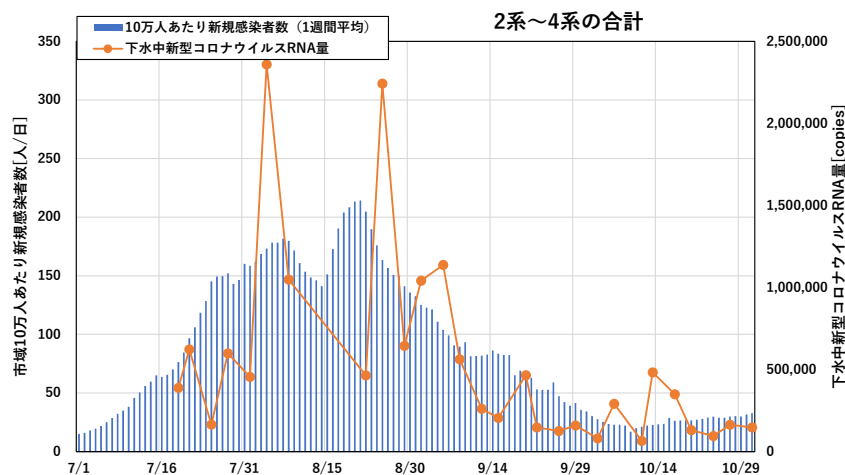


図 4-26 下水中新型コロナウイルス負荷量と新規感染者数の関係（混合系）

出所）新規感染者数：市 HP、日平均流入水量データ：四日市市上下水道局、下水データ：本事業分析結果より作成
 注記）流量データは 2 系～4 系の流量の合計とした。

エ PMMoV あたりウイルス濃度による補正検討

負荷量については補正としないこととしたが、続いて新型コロナウイルスと同時に測定している、糞便中に含まれる PMMoV 濃度あたりの新型コロナウイルス濃度による補正の検討を行った。PMMoV は糞便中に必ず含まれており、糞便量が同じであればほぼ同量含まれると言われている。よって、雨水や工場排水等で薄まって新型コロナウイルス濃度が低く測定された場合でも、糞便に含まれる PMMoV あたりの濃度として算出することで、人が排出した糞便量あたりのウイルス量として示すことができるため、雨水や工場排水、地下水等の影響を除去する補正方法として用いることができると考えられる。

PMMoV あたりの新型コロナウイルス濃度と新規感染者数との関係を図 4-27～図 4-31 に示す。参考として 3 系についても示している。また、2 系及び 4 系のウイルス負荷量と新規感染者数の関係としてピアソンの相関係数と p 値は以下の通りである。

- ・ 2 系： $r=0.45$ ($p<0.05$) 生データ $r=0.58$ ($p<0.001$)
- ・ 4 系： $r=0.61$ ($p<0.001$) 生データ $r=0.64$ ($p<0.001$)

PMMoV あたりのデータ補正を行っても、生データの相関と同程度か低くなるため、PMMoV を用いた補正は行わないこととする。

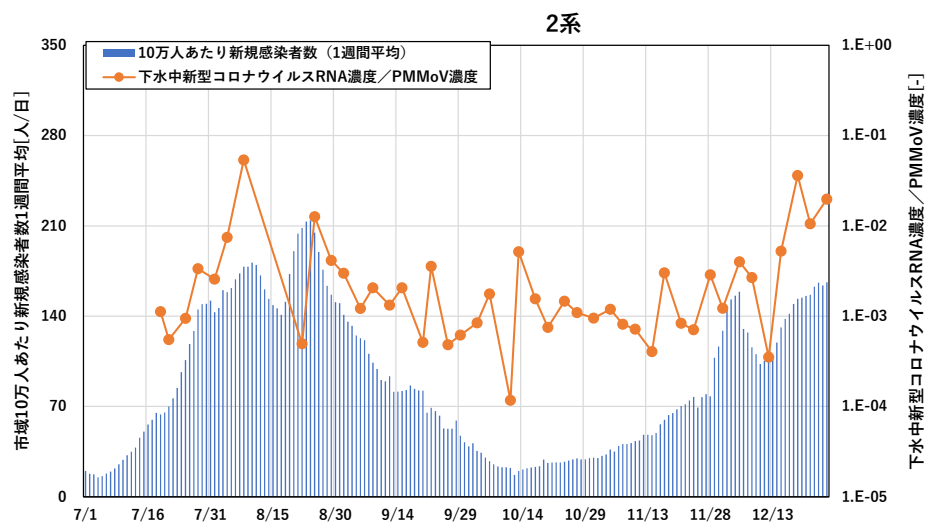


図 4-27 PMMoV あたり下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（2系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

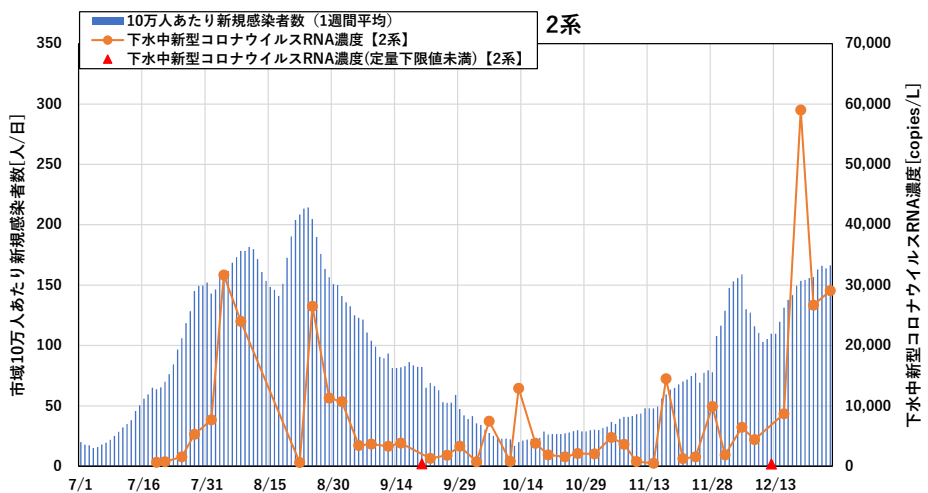


図 4-28 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（2系・生データ）・再掲

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

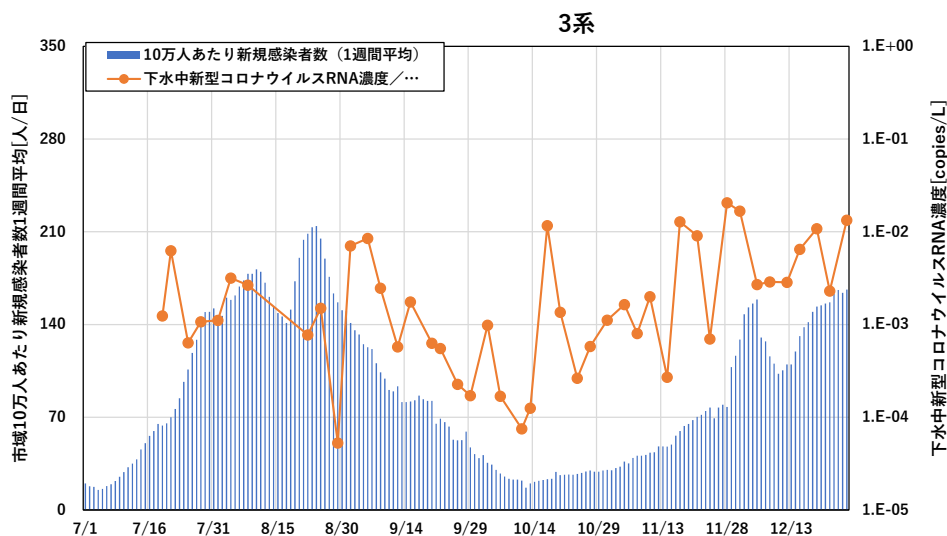


図 4-29 PMMoV あたり下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（3系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

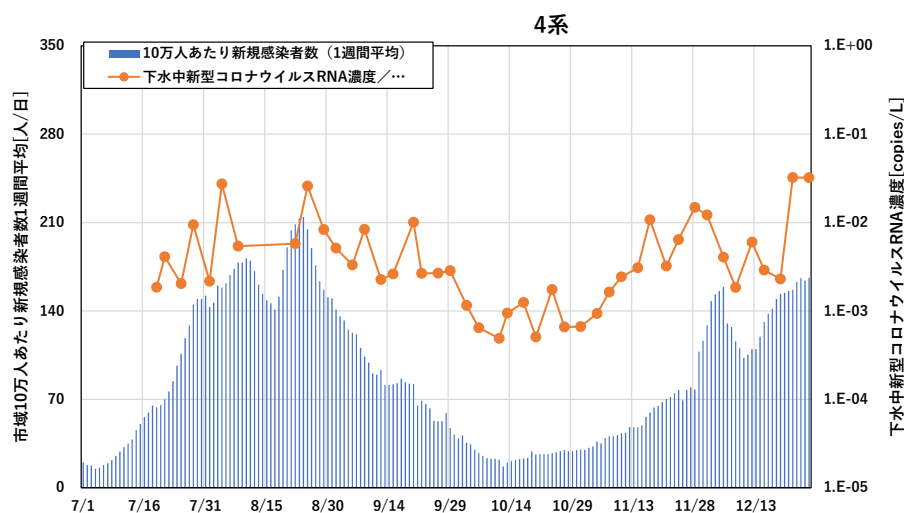


図 4-30 PMMoV あたり下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係 (4 系)
出所) 新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

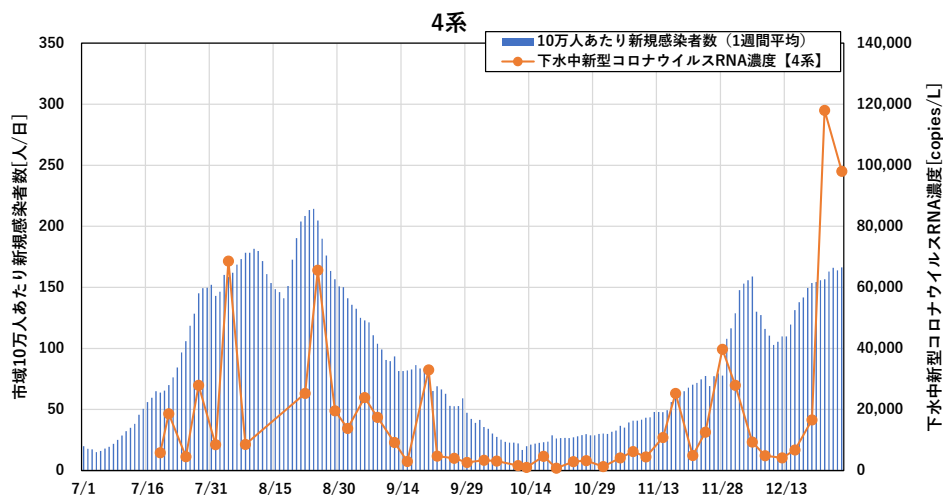


図 4-31 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係 (4 系・生データ)・再掲
出所) 新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

オ 新型コロナウイルス濃度 1 週間平均 (平準化) による補正検討

10 万人あたり新規感染者数を 1 週間平均しているのと同様に、流入下水中新型コロナウイルス濃度を採水日から 1 週間遡って平均した値を算出した。両者とも 1 週間平均値とすることでそれぞれの値のばらつきが抑えられ、関係性が分かりやすくなる。

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を図 4-32～図 4-35 に示す。合わせて両者のピアソンの相関係数と p 値を以下に示す。4 系については強い正の相関が得られた。また、新型コロナウイルス濃度を生データとした場合と比較すると、4 系については相関係数が高くなっており、2 系はほぼ変わらない係数となった。

- ・ 2 系： $r=0.51$ ($p<0.05$) 生データ $r=0.58$ ($p<0.001$)
- ・ 4 系： $r=0.82$ ($p<0.001$) 生データ $r=0.64$ ($p<0.001$)

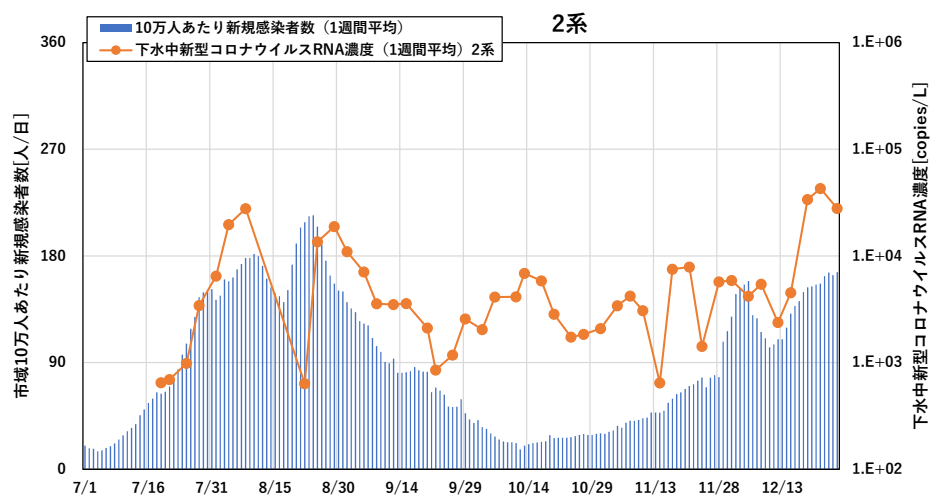


図 4-32 下水中新型コロナウイルス濃度 1 週間平均と新規感染者数の関係（2 系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

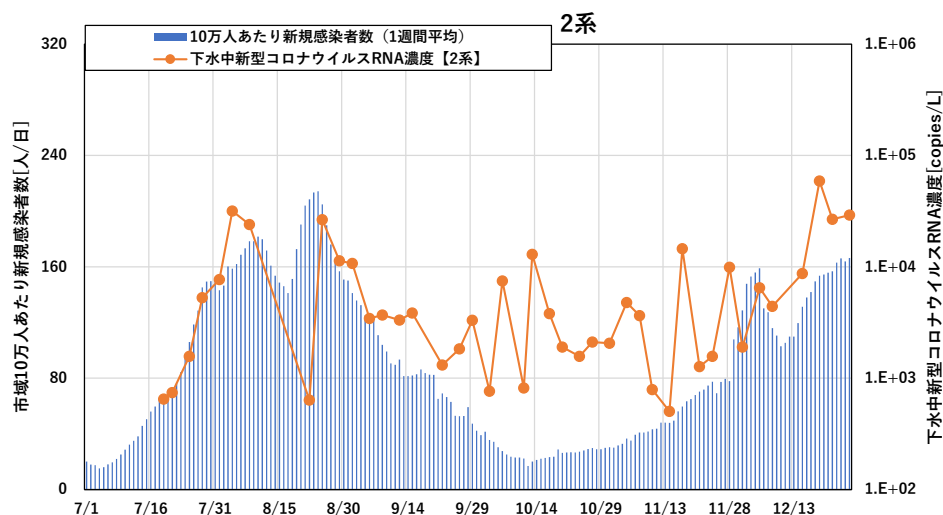


図 4-33 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の関係（2 系・生データ）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

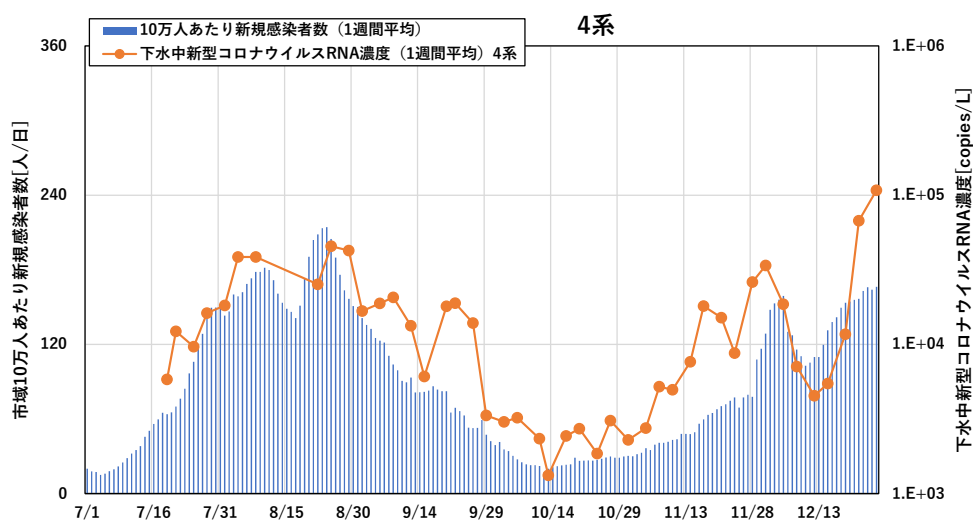


図 4-34 下水中新型コロナウイルス濃度 1 週間平均と新規感染者数の関係（4 系）

出所）新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

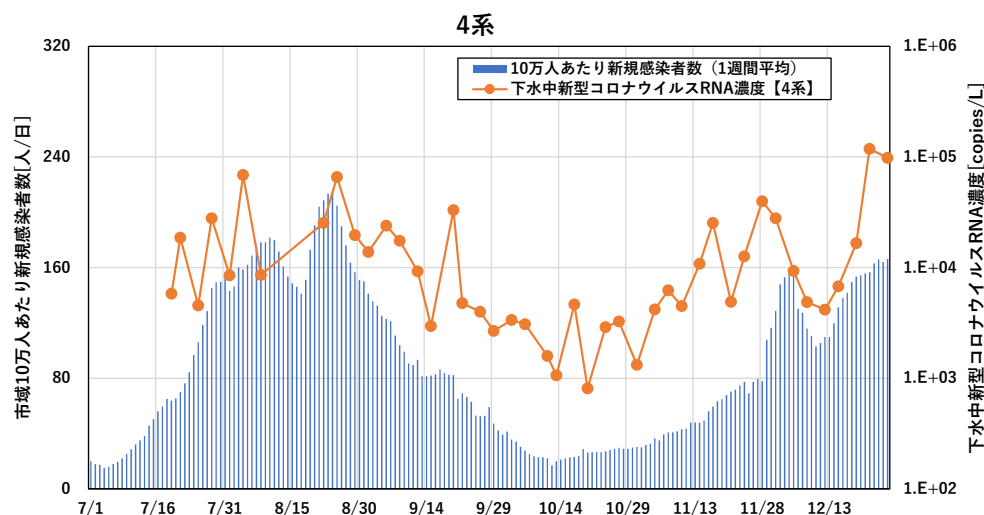


図 4-35 下水中新型コロナウイルス濃度 1 週間平均と新規感染者数の関係 (4 系・生データ)

出所) 新規感染者数：市 HP、下水データ：分析結果より作成

カ 下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の相関に関する結論

前述の通り、下水中新型コロナウイルス濃度生データに関して 2 系と 4 系で比較的新規感染者数との相関が高くなる傾向であり、4 系が特に新規感染者数との関係性があるものと考えられる。これは前述の通り、2 系は中心市街地の排水が流入するため、商業施設等の排水が入ることや、短期間の工場労働者や観光客が感染している場合も下水では捉えてしまうため、市民の新規感染者数との関係性が悪くなってしまうこと、また 3 系は 4 系の途中からのポンプアップであり、特に固形物の流入の仕方がランダムとなるため濃度にばらつきが大きくなることが考えられる。

対して 4 系は、工場排水も流入するが住宅地も多く、市民（定住住民）の新規感染者からの排水が多く流入していることが考えられる。

データ補正方法として 4 系については、1 週間平均とした場合の相関関係が好転する結果となった。

なお、臨床検査による新規感染者数については、人が発症してから病院に検査を受けに行き、陽性と判断されてカウントされるという流れがあるため、潜伏期間を含め、感染後のタイムラグがあると考えられる。下水中新型コロナウイルスは、感染後に糞便に含まれて下水中に含まれるため、比較的タイムラグがない。この差により、下水中の新型コロナウイルス濃度を測定することで早期検知ができると考えられる。4 系の 1 週間平均濃度に対し、採水 1 日後～7 日後の新規感染者数の 1 週間平均（対象日±3 日間平均）についてずれ日数を設け、どのずれ日数に対して最も相関が高いかの確認を行った。

結果として、表 4-2 に示す通り、最も相関が高いのが 0 日後、すなわち採水日を中心とする 1 週間平均であり、本市では人検査とのタイムラグがほぼないことが分かった。

持続可能性を考慮した場合、四日市市においては、3 つの系全てのモニタリングの必要はなく、4 系流入水のみでの定期モニタリングとなり、維持管理時に採水する際に同時に採水することで経済的にも良いと考えられる。

表 4-2 データ補正を行った場合の下水中新型コロナウイルス濃度と新規感染者数の比較（相関係数）
＜1週間平均・4系＞

	R	P値
0日後	0.82	5.1E-10
1日後	0.81	9.5E-10
2日後	0.78	9.0E-09
3日後	0.76	3.8E-08
4日後	0.73	3.2E-07
5日後	0.69	2.6E-06
6日後	0.63	2.9E-05

4系流入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に線形の関係があることが分かったため。この関係式を用いることで、採水日の新規感染者数について試算できる。

図 4-36 に採水日の1週間平均の下水中新型コロナウイルス濃度から、1週間平均の新規感染者数を試算した場合の結果を示す。

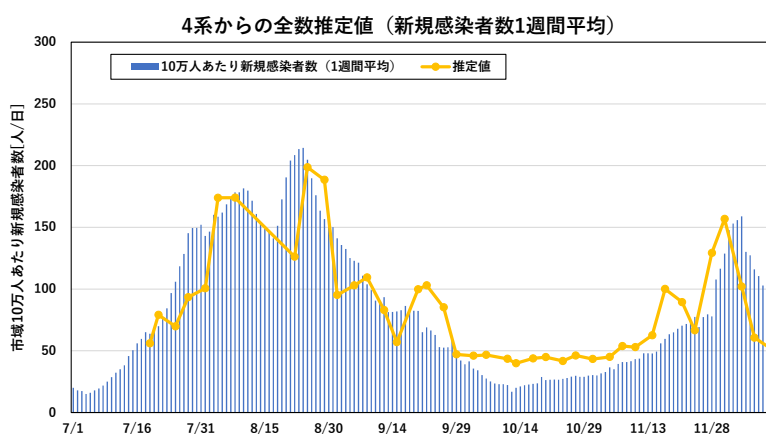


図 4-36 4系下水中新型コロナウイルス濃度（1週間平均）からの新規感染者数の試算
出所）新規感染者数：市 HP、推計値：分析結果より算定

4.2.2 今後の課題

四日市市の情報だけでなく、県との情報交換・連携を検討する。

他都市を合わせた広域的なデータ蓄積方法等を検討し、地域間での相互情報把握から感染状況の地域的な把握等が行えるようにする。

4.3 テーマ③最適な活用方策を検討するためのサンプリング方法の検討

4.3.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

流行期間中に3回、通常の維持管理における採水方法であるグラブサンプリングと24時間のコンポジットサンプリングを行い、新型コロナウイルスの濃度を比較した。

流行期間中に2回、時間帯別の採水を行い、時間帯別の新型コロナウイルス濃度を比較した。

(1) サンプリング方法の違いに対する検討

コンポジットサンプリングとグラブサンプリングの比較を行った結果、グラブサンプリングとコンポジットサンプリングが同程度の濃度を検出している。維持管理者が通常行っているのはグラブサンプリングであり、コンポジットサンプリングを行う場合には、別途機材等が必要であるため、経済性を加味してグラブサンプリングが適していると判断する。

・採水日：8月1日、8日、22日

ただし、8月22日は降雨（豪雨）の影響でグラブサンプリングを行った時間帯にちょうど降雨の影響が大きく出たため、参考値とする。

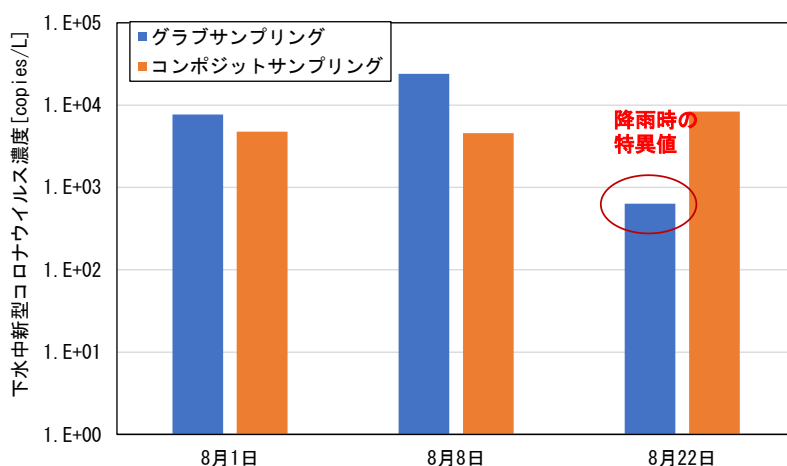


図 4-37 サンプリング方法による下水中新型コロナウイルス濃度の差異
出所）本実証調査結果より作成

(2) サンプリング時間帯に対する検討

時間帯別グラブサンプリング結果より、午前中の時間帯では、下水中新型コロナウイルス濃度がほぼ変わらないことから、午前中に行っている現在の維持管理時間帯における採水で実践できると判断した。なお、データの連続性の観点から採水時間帯は同じ時間帯とすることが望ましい。

・採水日：8月1日、8日

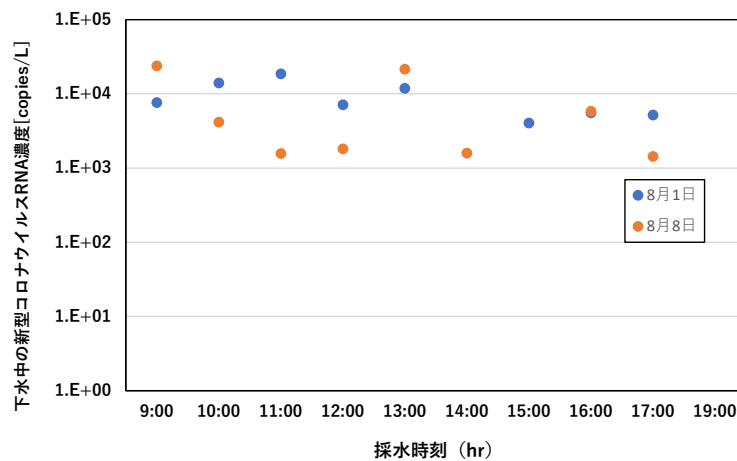


図 4-38 サンプルング時間帯による下水中新型コロナウイルス濃度の差異
出所) 本実証調査結果より作成

4.3.2 今後の課題

4系については包括委託による維持管理を行っており、採水作業は包括受託事業者が行うこととなるが、流入水は平日毎日午前中に採水を行っており、週2回のみ、通常の採水と同様に採水を行えば良い。よって採水体制については、現在の維持管理体制下で実装できることが分かったため、本テーマについては、今回の結果を結論とし、特に課題はない。

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	変異株の状況把握	健康福祉部、県	新型コロナウイルスは株の変異により感染スピードが異なることや感染拡大などがあるため変異株の状況把握は有用である。
2	感染者動向の把握	健康福祉部、県	新型コロナウイルス感染症が5類等に変更された場合、感染状況の把握として有用である。（変異株分析にて濃度データも同時に把握可）
3	他のウイルス感染症状況の把握	健康福祉部、県	新型コロナウイルスに限らず季節性インフルエンザウイルスやノロウイルス等の検出も加えれば感染症対策とし有用と考える。

5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 1）

変異株の状況把握

5.1.1 活用ニーズ概要

新型コロナウイルスは株の変異により感染スピードが異なることや感染拡大などがあるため、下水中新型コロナウイルス情報より、変異株の状況把握を行っておき、当該地域に対する変異株の観察を行う。

具体的には次世代シーケンサ等を用いてゲノム解析を行う方法があるが、これは最短で2週間程度の時間がかかるため、即時に変異株の当該地域への流入が分からない。よって、世界や国内の水際（空港や東京・大阪等の大都市）において検知された株（特定されたゲノム）があった場合、その特定されたゲノム情報から、当該地域に特定されたゲノムが存在するかどうかを確認する方が迅速性を得られる。なお、特定されたゲノムのみの測定であれば、通常のウイルス濃度測定と同時に行うことができるため、通常のウイルス濃度測定と同程度の時間（現在は3～6日）で済む。

当該地域に特定ゲノムが入ってきている場合、四日市市の健康福祉部への情報共有、県への情報提示を行う。図 5-1 に示すようなフローとなる。さらに時間をかけてゲノム解析を行うことで、変異株が優占株となっているかどうかの確認を行う。（図 5-2 及び図 5-4）

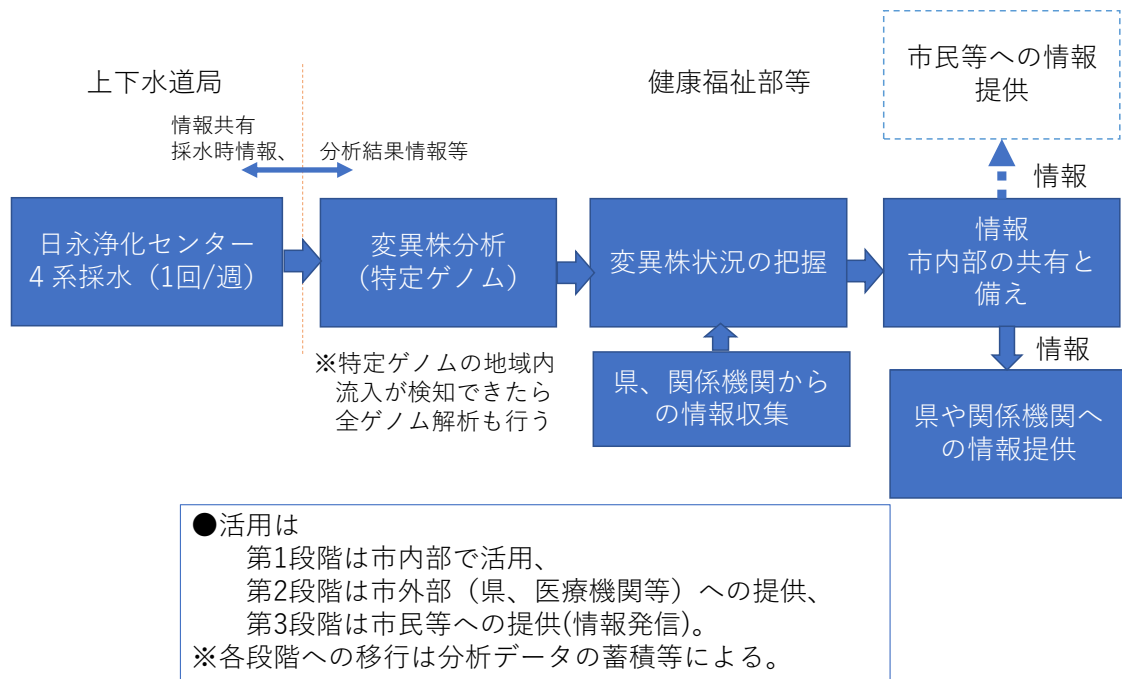


図 5-1 活用体制フロー（変異株把握）

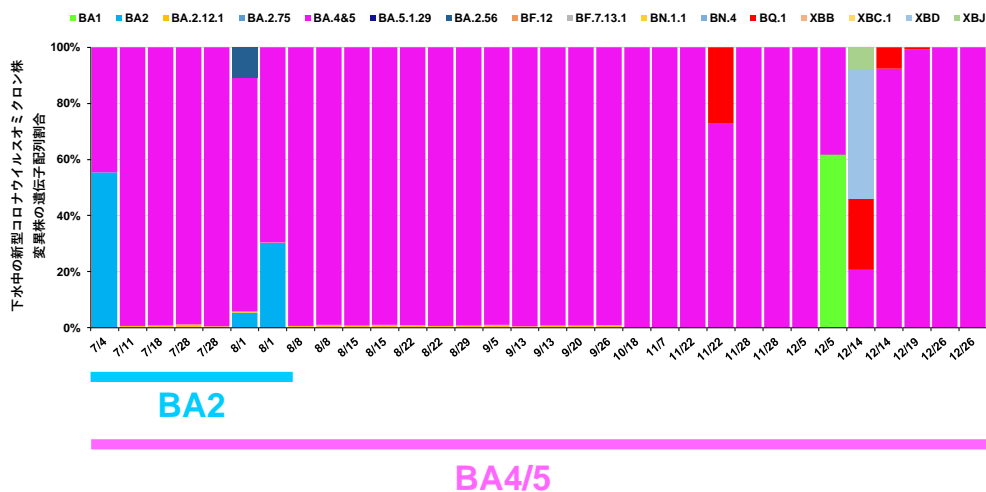


図 5-2 ゲノム解析結果（7月～再掲・次世代シーケンサによる分析結果）

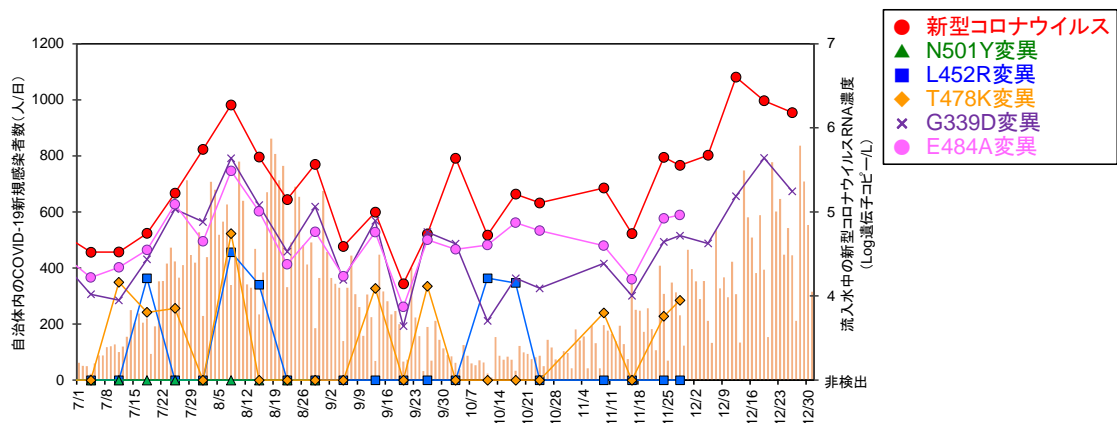


図 5-3 特定変異を有する新型コロナウイルス濃度の推移（7月～再掲・特定されたゲノムのみの分析結果）

5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

3.1 項に示したようなグラフを用いて、市内の健康福祉部等への検討会を通じた情報共有を行い、3.1 項に示した通り、7 月以降の BA4, BA5 株の優占により感染拡大が生じていることを確認している。

変異株解析については、山梨大学が四日市市の試料を用いて行っているものであり、年度内は変異株解析を継続するものとする。

5.1.3 活用・実装できなかった理由

市の健康福祉部に対する情報共有を行っているが、情報の県への提供や市民への情報提示等については今後の検討となる。県への提供については、三重県の地方衛生研究所に対して情報提供ができていないため、今後行う方針である。

変異株解析については、ゲノムの割合を解析することで、どのゲノムが優占株となっているのかが分かるのだが、この場合は次世代シーケンサを用いたゲノム解析となり、検体が多くなるとコスト及び時間がかかる（具体的には、100 検体程度集まると 1 度に検出が可能（1～2 週間程度）だが、ある程度検体数が集まるまで待つためより時間がかかる）ことから、県及び周辺地域に対する働きかけを行い、なるべく検体数を集めることで時間とコストを低減できる可能性がある。

5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 2）

感染者動向の把握

5.2.1 活用ニーズ概要

新型コロナウイルス感染症を 5 類とする動きから、定点観測となった場合に感染状況を把握できなくなる可能性があるため、定点観測の臨床検査データと相互に補完することを目的に、下水中新型コロナウイルス濃度情報を感染者動向の把握として用いることを想定する。

なお、活用ニーズ No. 1 の変異株の調査と同時に行うため、図 5-4 に示す通り、No. 1 と同様のフローとなる。

感染者動向を把握する際の情報としては図 5-5 に示すように 4 系の下水中新型コロナウイルス濃度の増減傾向を示す。

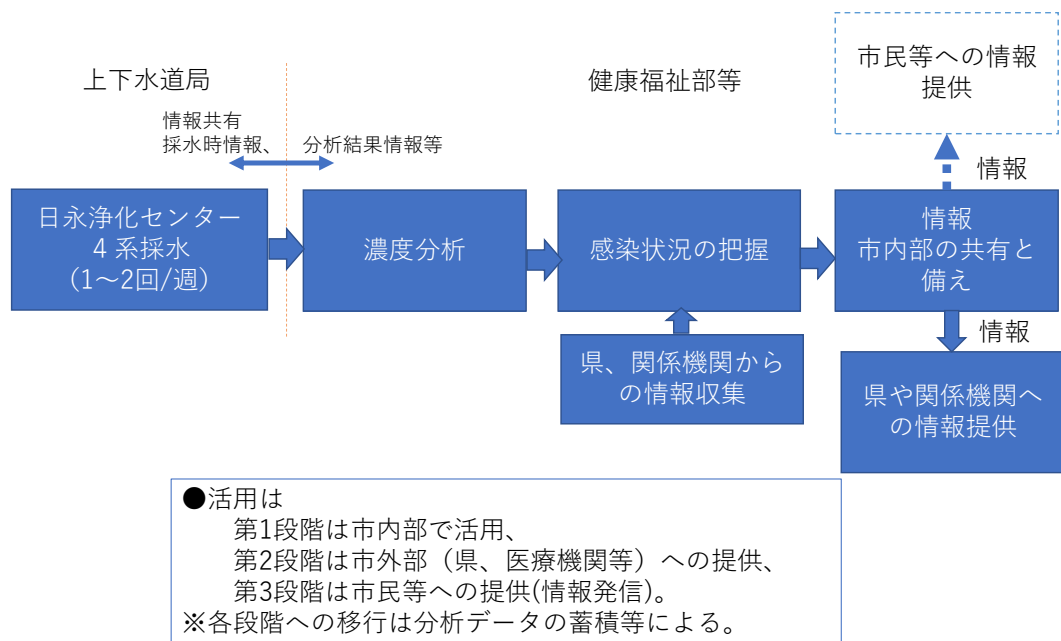


図 5-4 活用体制フロー（感染者動向の把握）

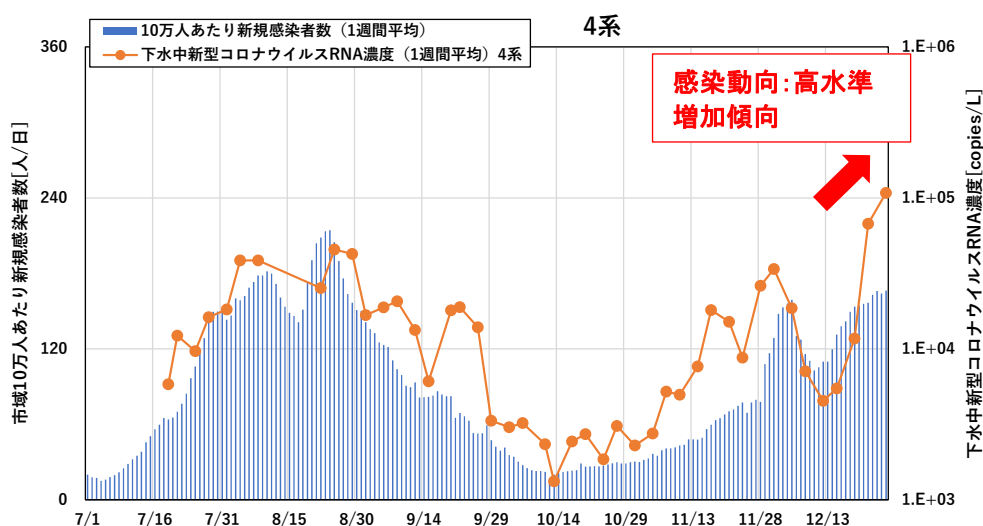


図 5-5 感染者動向の把握に対する情報提示のイメージ

5.2.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

市内の健康福祉部等への情報共有を行い、特に4系の下水中新型コロナウイルス濃度情報から新規感染者数動向を把握できることを健康福祉部、上下水道局ともに認識している。

今後の5類移行の動向に向け、実証継続に向けた内部準備を進めている。

5.2.3 活用・実装できなかった理由

当初は、下水中新型コロナウイルス濃度情報による早期検知を目的としており、それにより保健所内部の人員配置等の準備ができることを想定していたが、最大でも1週間程度前の検知であ

り、1週間程度では人員配置等の準備に間に合わないため、早期検知は行わないこととなった。

現在は、他都市（大都市）の臨床検査情報が分かる状況であり、大都市における流行開始情報のほうが早い（2週間～3週間前）ため、その情報から準備が可能である。よって早期検知については活用ニーズから外した。

感染者動向の把握については臨床検査と下水中新型コロナウイルス情報を相互に補完する形で今後の活用を進めるが、採水から分析結果提示までの時間が現在は3日～6日程度かかることやコストの面で、地元分析機関等を活用し、特に輸送をその日のうちにできることで時間短縮を図ることが課題となっている。

5.3 本事業を通じて把握された活用ニーズ（No. 3）

他のウイルス感染症状況の把握

5.3.1 活用ニーズ概要

新型コロナウイルスに限らず季節性インフルエンザウイルスやノロウイルス等の検出も加えれば、保健所や病院等での情報共有を行うことで、感染症への準備や動向の把握として活用できる。

5.3.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

来年度の実証に向けた市内部等での準備を行っている。基本的には、上下水道局において今年度と同様の実証を他のウイルスに対しても行う方針である。なお、他のウイルスに対する変異株等の検討までは行わず、ニーズNo.2と同様に感染者動向の把握や市内での検知について実証を行う方針である。

5.3.3 活用・実装できなかった理由

本実証事業では新型コロナウイルスを対象としていたが、新型コロナウイルスに対する下水サーベイランスの有用性が確認できたため、他のウイルスも合わせた情報を病院等に提示できると有用という健康福祉部からの意見が出たが、本事業では他のウイルスに対する実証を行うことは予定していなかった。

そのため、他のウイルスに対する実証については再来年度以降、上下水道局を中心に行うものとして準備を行っている段階である。

6. 下水サーベイランス実証事業終了後の展開

実証事業終了後の展開について、①年度内（令和5年2～3月）、②令和5年度のそれぞれについて以下の通り示す。

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）

事業継続する。

ニーズ No. 1 について継続的に変異株の状況把握のため分析を継続し、市内部へ情報提供し、活用をはかる。

②令和5年度

事業継続準備中

ニーズ No. 1 については四日市市及び山梨大学等での連携協定を締結（計画中）。

ニーズ No. 2 については5類移行以後の実証を継続し、市及び周辺地域との情報交換を行う準備を行っている。

ニーズ No. 3 については実証について計画中である。

6.2 事業終了後の実施体制

①年度内（令和5年2～3月）

変異株解析を山梨大学が行い、市へ情報提供。

② 令和5年度

四日市市中心に、新型コロナウイルス濃度、他のウイルス濃度に対する分析、検討を行う。
体制図（案）を図 6-1 に示す。

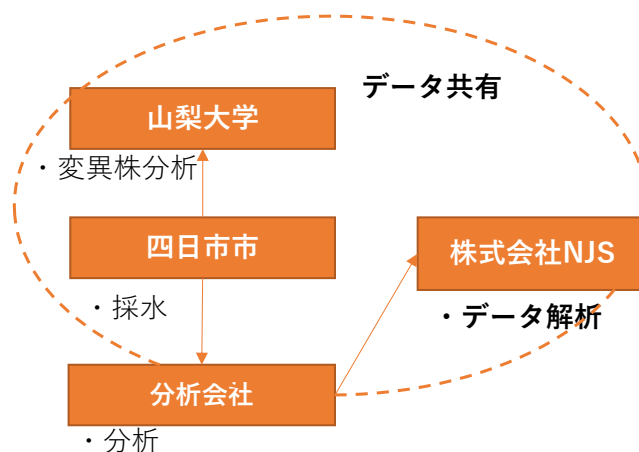


図 6-1 体制図（案）

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）

変異株分析結果を市内部（上下水道局と健康福祉部）で情報共有。

②令和5年度

新型コロナウイルス濃度情報及び変異株情報については、市内部のみならず、県および衛生研究所と情報共有を行い、県の施策や準備等に活用することを検討する。

他のウイルス濃度情報は実証を行うことで市内部、活用できそうな見通しが立った場合には県及び衛生研究所へ情報提供を行い、新型コロナウイルス情報と同様の扱いを行う等の検討を行う。

6.4

事業終了後の費用

© 2005 Blackwell Publishing Ltd

114

7. 活用に向けた課題及び解決策

採水→輸送→分析・解析→活用の段階ごとに、本実証を通じて見いだされた課題と、その解決のための工夫について以下に示す。

なお、時間及び費用についての課題は8章に示す。

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	最適採水の系統・採水方法が分からない	系統別に新規感染者数との相関を確認、系統の特徴を把握し、最適系統を確立する。 グラブ採水・コンポジット採水の比較を行い、検出濃度が高く、通常と同じ採水方法として維持管理者に負担のかからない採水方法を採用する。	解決済み
2	採水の最適時間が分からない	通常維持管理時の採水時間帯で良いかどうかを時間帯別採水試料でウイルス濃度比較を行い、通常維持管理時の採水時間帯（午前中）での採水で問題ないことを確認する。	解決済み

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	下水を宅急便で送れない	四日市市の場合、郵便局持込であれば送れるため、分析事業者が採水を行い郵便局へ持ち込んで送付した。 なお、四日市市の場合は郵便局で問題なかったが、利用可能な輸送機関等は地域により異なる。	地元分析機関を用い、地元分析機関が処理場へ採取しに来るシステムを確立させる。

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	どこまで精度があれば下水中新型コロナウイルス濃度を新規感染者数の把握に用いることができるかの判断	関係者間での合意形成のため様々なデータ補正手法を示し、検討会を3回実施。他に2週間に1回程度、データを共有し、保健衛生部局との意見交換会を対面で行った。	解決済み

7.4 活用

活用に関して、①体制整備、②ニーズ把握、③活用イメージ具体化、④試行、⑤公表・情報提供、⑥評価・改善のそれぞれについて以下に示す。

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	外部の関連機関（県、地方衛生研究所）との連携が進まない。	保健衛生部局経由でアプローチし、連携に対するお願いをした。	今後もデータ共有を継続する。

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	7月からの採水でデータ数が少なく、新規感染者数等との関係性の精度の問題があり、ニーズの把握がなかなか進まない。	他都市事例を示すことや、山梨大学の過去の調査結果等も合わせて示すことで、下水サーベイランスの有用性を示し、ニーズを引き出した。具体的には、短期間のデータでは精度の確認が難しいため、データを蓄積しつつ、継続してデータを提示することで比較的長い期間のデータがそろった段階で、さらに関係性が分かりやすいグラフの提示、有識者からの解説も加えて説得した。	5類移行によるニーズの変化もある可能性があるため、適宜意見を聞く体制を維持する。

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	具体的なニーズとして早期検知を上げられたが、保健部局の想定している2週間前よりも早期に検知はできないため、感染症対策への活用イメージが具体化できない	実証の初期段階では、データ蓄積が少ないことから、ばらばらのデータしか見えず、関係性があるということを示しにくい。データが蓄積したら関係性があることについて視覚的にも関係者が納得した。また、ある程度早期検知は可能であることを示し、ただし精度が落ちることを示し、また専門家からの解説による臨床検査結果との相互補完での下水データの使い方を示した。また、変異株等の他の情報も示し、早期検知以外のニーズの引き出しと具体化を行った。	ニーズ把握と同様に、5類移行によるニーズの変化があった場合に活用イメージを具体化できるよう、適宜意見を聞く体制を維持する。

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	ニーズ把握に時間がかかり、試行段階まで進まない。	早目のニーズ把握を行うために内部での協議や検討会を行う。	感染者数動向や変異株情報について、従来（2週間に1回程度）よりも頻繁に情報を流す。

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	実装に向けた自治体内の合意形成や議会説明がハードルになっている。	今回の成果および他都市での実装事例等を示した概要版等を作成し、議会や他の部局へ説明できる資料を用意する。	適宜資料提示や協議を行う。

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	特になし		

8. 採水から分析結果を出すまでの時間・費用

採水→輸送→分析結果提示の各段階について、要する時間及び費用、短縮に向けた課題あるいは検討した解決のための工夫について以下に示す。

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	1 時間 30 分程度 （毎回変わらず） ※採水の短縮については検討していない。	現在、分析機関が行っており ■■■ 円／回 →処理場側で行うと安くできる見込み 4 系だけに絞るため、採水費用が安価となる。	処理場の包括委託を行っているため、実装する場合は、下水サーベイランスのための採水を委託に含める必要がある。
2 輸送	採水翌日に着のため、2 日（変わらず） ※輸送の短縮については本実証期間中には検討していない。	ゆうパックによる輸送 （分析単価に含まれる） ※輸送のコスト縮減については本実証期間中には検討していない。	地元分析機関を活用し、分析機関が試料を処理場まで取りに来ることで輸送時間を当日中とする。（地元分析機関と検討中）
3 分析・結果提示	濃度分析（PCR）結果提示まで 3～6 日 （ほぼ変わらず） 特定変異株・ゲノム解析については 1 か月程度 ※分析・結果提示の短縮については本実証期間中には検討していない。	■■■ 円／検体 （変わらず） ※分析のコスト縮減については本実証期間中には検討していない。	変異株解析については、次世代シーケンサを用いたゲノム解析は優占株の特定ができるものの時間がかかる。そのため、特定変異株解析を行い、特定変異株の有無に対する確認のみ行う方法もある。特定変異株解析は、従来の PCR 調査と同程度の時間・コストで済むため、コスト削減・時間短縮とすることが可能である。 濃度分析についても、地元分析機関を用いることで時間短縮及びコスト縮減を検討している。
4 その他	なし	なし	