

申請者番号：1018

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 蓄積型パッシブサンプラーおよび Direct capture 法を用いた下水中の新型コロナウイルスの迅速・高感度な検出法の適用

令和5年1月31日
代表機関 山口大学

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パッシブサンプル（脱脂綿法と DC 法）を用いた下水サーベイランス計 画法の立案と検証	6
3.2	テーマ②下水中の新型コロナウイルス濃度流行状況を早期検知の可能性、ニーズ に沿った活用方法の精査	9
3.3	テーマ③感染症に関する情報についての市民ニーズ調査の実施及び情報提供の検 討	11
4.	下水サーベイランス実証の結果	12
4.1	テーマ①パッシブサンプル（脱脂綿法と DC 法）を用いた下水サーベイランス計 画法の立案と検証	12
4.1.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	12
4.1.2	今後の課題	21
4.2	テーマ②下水中の新型コロナウイルス濃度流行状況の早期検知の可能性、ニーズ に沿った提供データの精査	22
4.2.1	検討結果（達成したこと／分かったこと）	22
4.2.2	今後の課題	29
4.3	テーマ③感染症に関する情報についての市民ニーズ調査の実施及び情報提供の検 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	44

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	45
5.1	本事業を通じて把握された活用ニーズ	45
5.1.1	活用ニーズ概要	45
5.1.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	45
5.1.3	活用・実装できなかった理由	45
5.2	本事業を通じて把握された活用ニーズ	46
5.2.1	活用ニーズ概要	46
5.2.2	活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）	46
5.2.3	活用・実装できなかった理由	46
6.	下水サーベイランス実証事業終了後の展開	48
6.1	事業終了後の継続・展開方針	48
6.2	事業終了後の実施体制	48
6.3	事業終了後の結果活用・公表方法	50
6.4	事業終了後の費用	50
7.	活用に向けた課題及び解決策	51
7.1	採水	51
7.2	輸送	51
7.3	分析・解析	51
7.4	活用	52
7.4.1	体制整備	52
7.4.2	ニーズ把握	52
7.4.3	活用イメージ具体化	53
7.4.4	試行	53
7.4.5	公表・情報提供	53
7.4.6	評価・改善	54
8.	採水から分析結果を出すまでの時間・費用	55

1. 基本項目

1.1 実証名

蓄積型パッシブサンプラーおよび Direct capture 法を用いた下水中の新型コロナウイルスの迅速・高感度な検出法の適用

1.2 実証を行う期間

2022 年 7 月 4 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	山口大学 環境 DNA 研究センター			山口県宇部市常盤台 2-16-1
分担機関①	プロメガ株式会社			東京都中央区日本橋小伝馬町 1-5
分担機関②	日本工営株式会社			茨城県つくば市稲荷原 2304
分担機関③	宇部市役所			山口県宇部市大字沖宇部字沖の山 5272 番地 3

(体制図)

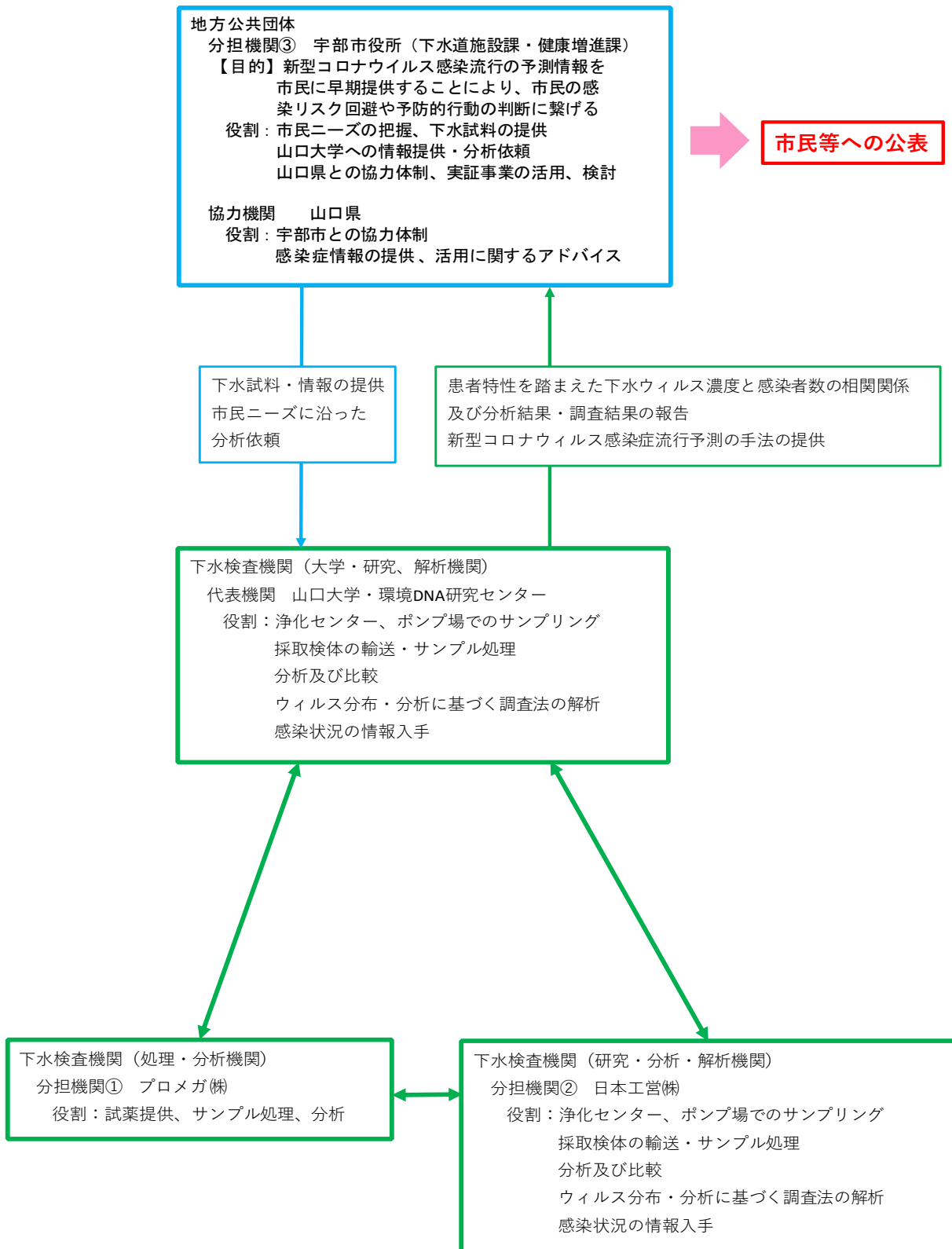


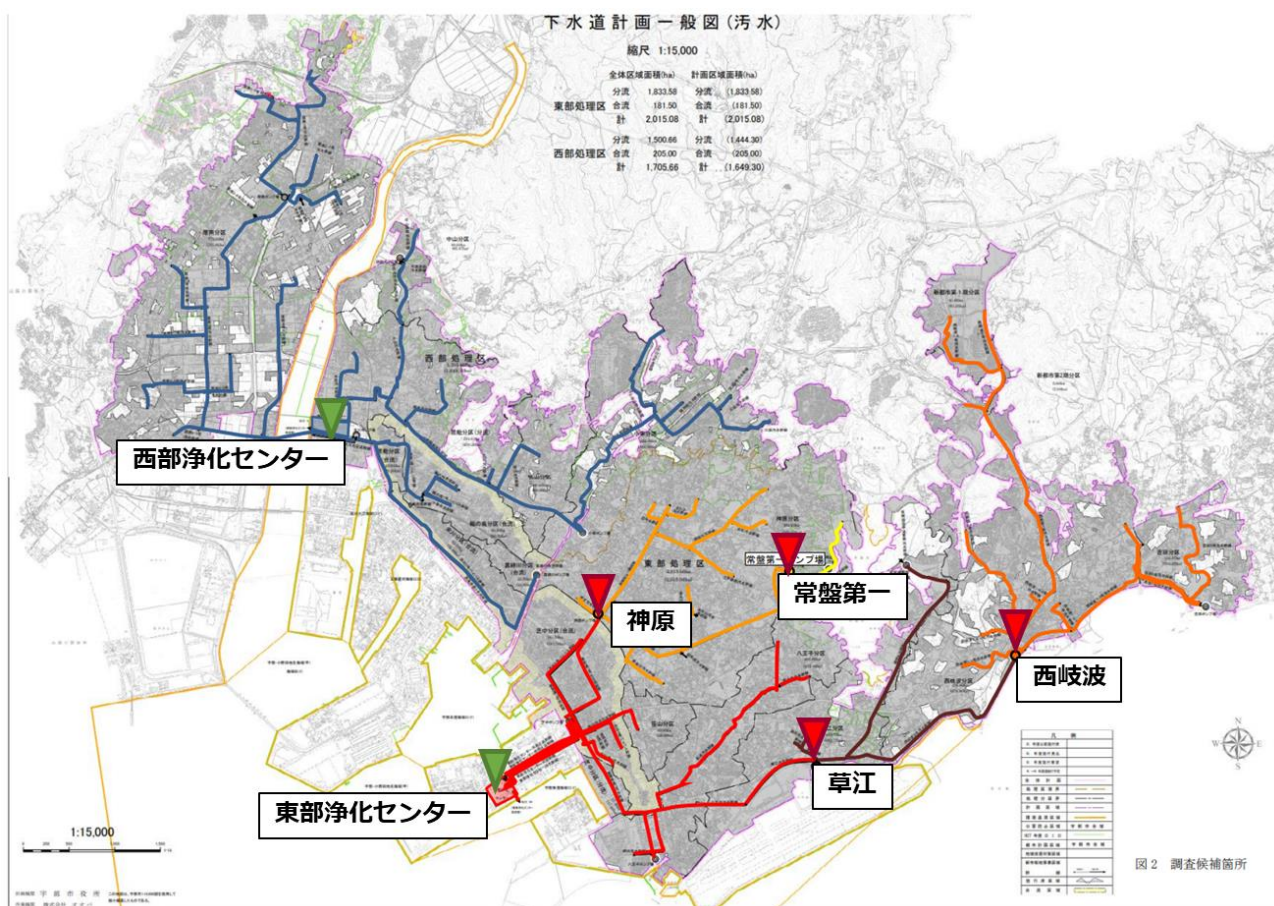
図 1-1 体制図

1.4 実証を行う地域・範囲

山口県宇部市・東部処理区、および西部処理区

表 1-1 採水施設一覧

No.	採水施設名	処理人口	処理区域
1	宇部市西部浄化センター	51,000 人	宇部市西部処理区
2	宇部市東部浄化センター	61,100 人	宇部市東部処理区
3	常盤湖周辺第一中継ポンプ場	8,932 人	宇部市東部処理区
4	神原中継ポンプ場	20,417 人	宇部市東部処理区
5	西岐波中継ポンプ場	15,771 人	宇部市東部処理区
6	草江中継ポンプ場	22,300 人	宇部市東部処理区



(宇部市下水道計画一般図, 2018 に加筆)

図 1-2 採水施設一覧

なお、人口については、政府統計の総合窓口（e-Stat）からダウンロードした令和２年国勢調査 小地域（基本単位区）データを 100m メッシュで概算集計した値とした。処理区域内の土地利用については国土数値情報のうち土地利用細分メッシュデータ（平成 28 年度）を 100m メッシュで概算集計した値とした。

表 1-2 西部処理区及び東部処理区の人口分布（令和２年度）

区分	西部処理区		東部処理区		総計
	合流	分流	合流	分流	
0 歳～9 歳	176	1,212	204	1,511	3,103
10 歳～19 歳	187	1,216	206	1,563	3,172
20 歳～29 歳	203	1,360	219	1,763	3,545
30 歳～39 歳	206	1,398	252	1,814	3,670
40 歳～49 歳	249	1,608	325	2,102	4,284
50 歳～59 歳	256	1,486	318	1,882	3,942
60 歳～69 歳	247	1,471	337	2,049	4,104
70 歳～79 歳	270	1,584	353	2,244	4,451
80 歳～	230	1,202	314	1,578	3,324
合計	2,024	12,537	2,528	16,506	33,595

表 1-3 東部処理区及び西部処理区の土地利用区分（平成 28 年度）

用途区分	計画面積(ha)				施工済み面積(ha)			
	西部処理区		東部処理区		西部処理区		東部処理区	
	合流	分流	合流	分流	合流	分流	合流	分流
第一種低層住居専用地域	0	197	0	220	0	168	0	177
第二種低層住居専用地域	0	2	0	0	0	2	0	0
第一種中高層住居専用地域	0	507	0	606	0	443	0	538
第二種中高層住居専用地域	0	157	0	335	0	140	0	335
第一種住居地域	13	170	0	290	12	152	0	279
第二種住居地域	0	20	0	0	0	18	0	0
準住居地域	19	42	0	55	19	42	0	54
近隣商業地域	54	35	34	91	54	34	34	91
商業地域	92	0	133	14	92	0	133	14
準工業地域	17	265	12	176	17	194	12	171
工業地域	0	42	4	38	0	40	4	37
工業専用地域	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
総計	194	1,437	182	1,825	193	1,231	182	1,696
施工済み割合	—	—	—	—	99%	86%	100%	93%

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

山口県が実施している新型コロナウイルス感染者数等の公表については、市民が自らの行動範囲やワクチン接種等を判断するうえで重要な情報となっていることから、下水サーベイランスの情報を活用し、新型コロナウイルス感染症の流行を早期に予測し公表することは、市民の安心安全に繋がるものと考えている。

新型コロナウイルスは、感染後、発症前に体中から糞便等でウイルスが排泄される特性があることから、市中に感染状況が現れる前の段階で、下水中の新型コロナウイルス探知により、感染流行の早期探知、市民への早期情報提供等に役立てることが期待できる。

そこで、下水サーベイランスの手法を活用し、新型コロナウイルス感染流行の予測情報（流行開始、拡大・収束等）を市民に早期提供することにより、市民の感染リスク回避や予防的行動の判断に繋げることを目的として実証事業を行う。

2.2 下水サーベイランスの課題

宇部市において迅速かつ高感度、簡便な手法で下水中の新型コロナウイルス濃度データを取得するとともに、患者情報との相関関係を明らかにすることが必要である。そこで本事業では、国立感染症研究所施設排水調査マニュアル Ver1.0 のパッシブサンプラー法の脱脂綿法と Promega 社から販売されている Direct capture kit（DC 法、Mondal et al., 2021, Sci. Total Environ. 760, 144215. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144215>）を組み合わせたウイルス濃縮・回収手法を用い、複数の処理場および中継ポンプ場で採取した下水中の新型コロナウイルス濃度を調査する。

また、得られた下水調査データにより流行状況の把握（推定患者数の把握）、流行の早期検知の可能性について、報告患者数、下水集水域情報（人口、分布など）、下水流入量の時間変動などの情報とあわせた解析を行い、得られた下水ウイルス濃度情報が、市中の感染拡大防止や市民の予防行動の判断につながる有効な活用方法を検証する。

2.3 課題解決策

（本事業での実証テーマ一覧）

- ① パッシブサンプル（脱脂綿法と DC 法）を用いた下水サーベイランス計画法の立案と検証
- ② 下水中の新型コロナウイルス濃度流行状況の早期検知の可能性、ニーズに沿った提供データの精査
- ③ 感染症に関する情報についての市民ニーズ調査の実施及び情報提供の検討

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パッシブサンプル（脱脂綿法と DC 法）を用いた下水サーベイランス計画法の立案と検証

➤ 脱脂綿+DC 法とグラブサンプル+DC 法の比較：より高感度な手法として患者数の少ない時期のサーベイランスに適用

➤ グラブサンプルに対する DC 法と PEG 沈殿法の比較：より適切なグラブサンプル処理法を患者数の多い時期のサーベイランスに適用

2 箇所の浄化センターおよび 4 箇所の中継ポンプ場において、脱脂綿法+DC 法とグラブサンプル+DC 法によるウイルス濃縮試料から得られた新型コロナウイルスの検証、定量を行う。下水中の新型コロナウイルス濃度に対して適切な処理法、資料の採取時間（脱脂綿の浸漬時間）や採取地点を選定する。また、その結果に基づいて下水サーベイランス体制を省力化・短時間化する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	浄化センター・ポンプ場での 12 時間サンプリング （調査地点の選定）	流入水の採水を行う （採水場所：宇部市東部浄化センターおよび、西部浄化センター、常磐湖周辺第一ポンプ場、神原ポンプ場、草江ポンプ場、西岐波ポンプ場） 採水頻度：3 時間に 1 回、採水回数：5 回/1 調査、1 回あたり採水量：100mL×4） 脱脂綿はステンレス製の網ケース内に固定して 1 2 時間浸漬	山口大学 日本工営	調査回数：2 回 各採取は 3 時間おきに 5 回採取
②	東部浄化センター・分流式下水道流入口での浸漬時間調査 （浸漬時間の最適化）	東部浄化センター分流式下水道流入口において脱脂綿の浸漬を行う。脱脂綿はステンレス製の網ケース内に固定して 3、6、9、12、24 時間浸漬	山口大学 日本工営	調査回数：1 回 本項目は①の調査と同時に行う

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
③	浄化センターサンプリング	<p>流入水の採水および脱脂綿の浸漬を行う（採水・浸漬場所：宇部市東部浄化センター、西部浄化センター）</p> <p>採水・浸漬頻度：週 1 回、採水・浸漬回数：期間中に合計 12 回、1 回あたり採水量：100mL×4 本</p> <p>脱脂綿はステンレス製の網ケース内に固定して 24 時間浸漬）</p> <p>※浸漬時間は②の結果により随時変更する。</p>	山口大学 日本工営	調査回数：13 回
④	採取検体の輸送	<p>100mL 滅菌ボトルに回収し、運搬用ケール内で緩衝材で固定し、氷上で輸送する。</p> <p>脱脂綿は蓋付き密閉ボトルに回収し、氷上で速やかに移送する。</p>	山口大学 日本工営	採水日ごとに検体輸送を実施
⑤	採取検体の分析	<p>採取試料は、山口大学の BLS2 指定を受けている当該研究室に輸送後、ウイルス濃縮・回収を行い、定量 RT-PCR により新型コロナウイルス（CoV2-D2CD_N1&N2 を予定）を定量する。各試料にプロセスコントロールとして、作業開始前にバクテリオファージ φ6 を添加する。</p> <p>＜ウイルス濃縮・回収～定量＞</p> <p>流入下水試料（80mL）</p>	山口大学 日本工営 プロメガ	分析結果が出る都度（採水から最短 2 日後）：分析結果データ

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		<ul style="list-style-type: none"> • Promega 社から販売されている Direct capture kit (DC 法) により、下水中の濃縮・回収を実施する。 • 各ウイルス濃縮サンプルは、核酸自動精製装置である Maxwell RSC (Promega) により、ウイルス RNA の抽出・精製を行い、PCR 用の産物を得る。 • 脱脂綿試料は、国立感染症研究所施設排水調査マニュアル Ver1.0 に従って処理、回収した後、DC 法～Maxwell RSC により濃縮・精製を行い PCR 用の産物を得る。 		
⑥	調査結果の共有	山口大学に所属する学術研究員、および情報収集・分析のために雇用する人材により、下水中のウイルス検出・定量結果を整理し共同体で共有する。	山口大学 日本工営	分析結果が出る都度（資料採取日から最短 2～3 日後）
⑦	共有・活用を目指した検討	当該共同体（山口大学、宇部市役所、日本工営、プロメガ）で、一定の成果が蓄積した段階で（月に一回程度）定期的な情報共有と実証事業終了後の実施体制に関する検討会を実施する（共同体会議）。	当該共同体 当該共同体 山口県環境保健センター	月に 1 回程度：情報の共有・活用・将来展開を目指した会議 中間報告と最終報告の前の令和 4 年

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		さらに、別途、中間報告や最終報告の前（10月、1月）に、山口県環境保健センターと当該共同体の検討・協議を実施する（検討・協議会）。		10月と令和5年1月に行う会議
⑧	事業管理者に対する報告	テーマ（1）に係るデータの報告、および実証結果の報告を、中間報告と最終報告として報告する（中間報告、最終報告）	当該共同体 事業管理者	令和4年11月上旬：中間報告書 令和5年1月：最終報告書

3.2 テーマ②下水中の新型コロナウイルス濃度流行状況を早期検知の可能性、ニーズに沿った活用方法の精査

- 増減傾向把握の可能性検討（感染者数が少ない場合での定量性）
- 患者数推定の可能性検討

下水調査データにより流行状況の把握（推定患者数の把握）、流行の早期検知の可能性について、報告患者数、下水集水域情報（人口、分布など）、下水流入量の時間変動などの情報とあわせた解析を行い精査する。また、得られた下水ウイルス濃度情報が、ニーズに合った形で提供できる活用方法を提案する。

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	市民ニーズの情報入手	宇部市が実施する、市民ニーズアンケートの調査データを入手し、ニーズの把握、市民への公表についてどのようなデータが必要か検討を行う。	宇部市 山口大学 日本工営	
②	感染状況の情報入手	山口大学に所属する学術研究員、および情報収集・分析のために雇用する人材により、山口県 Web サイト内、「新型コロナウイルス	山口大学 日本工営	分析結果が出る都度（PCR 結果取得後から最短 3 日後）

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
		<p>感染症関連情報・感染に関する情報」から入手する。</p> <p>また、9月26日以降の集計方法の変更に伴い、宇部市と山陽小野田市、美祢市の感染者情報を合わせたデータで解析が可能か、これまでの患者情報を精査し解析する。</p>		
③	感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析	<p>山口大学に所属する学術研究員、および情報収集・分析のために雇用する人材により、下水中のウイルス濃度と流域感染者情報、人口情報（分布など）、下水情報（流入量など）を合わせた解析を行い、市中の患者情報との相関関係が存在するのか、流行状況の把握、流行の早期検知が可能か明らかにする。または、下水ウイルス濃度の単純な増減から流行状況の予測（予報）が可能か検証する。</p> <p>患者数などの流行状況に応じて下水からのウイルス濃縮・回収手法の適切な利用について検討する。</p>	山口大学 日本工営	<p>分析結果が出る都度（採水から最短7日後）：比較結果</p> <p>令和4年11月上旬：中間報告書</p> <p>令和5年1月：最終報告書</p>
④	事業管理者に対する報告	<p>テーマ（1）に係るデータの報告、および実証結果の報告を、中間報告と最終報告として報告する（中間報告、最終報告）</p>	当該共同体 事業管理者	<p>令和4年11月上旬：中間報告書</p> <p>令和5年1月：最終報告書</p>

3.3 テーマ③感染症に関する情報についての市民ニーズ調査の実施及び情報提供の検討

No.	実施項目	実施方法	担当機関	マイルストーン
①	市民ニーズ調査の実施	山口大学がアンケートの内容を検討・作成する。 宇部市が地区の集会やイベント開催時等にアンケート用紙配布・回収する。	宇部市 山口大学 日本工営	実施時期： 令和4年11月～ 12月上旬 対象者：市民 対象者数：300人
②	アンケート結果集計と市民ニーズの把握	アンケート結果を集計・分析する。	宇部市 山口大学 日本工営	令和4年12月中旬～下旬
③	情報提供の検討	市民ニーズのある感染症の情報を整理、検討する。	宇部市 山口大学 日本工営	令和5年1月
④	モニタリングの実施	市民への情報提供を試験的に実施し、情報と市民ニーズの整合性を確認する。	宇部市 山口大学 日本工営	令和5年1月～

4. 下水サーベイランス実証の結果

4.1 テーマ①パッシブサンプル（脱脂綿法と DC 法）を用いた下水サーベイランス計画法の立案と検証

4.1.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

(1) グラブサンプルに対する DC 法と PEG 沈殿法の比較

東部浄化センターおよび西部浄化センターの各分流、合流の流入下水 80 ml を DC 法と PEG 沈殿法で処理した時の新型コロナウイルス CDC_N1 と CDC_N2 の定量結果を図 4-1 に示す。また、各手法で得られた結果の濃度比を表 4-1 に示す。9 月 1 日から 10 月 20 日までに計 8 回、32 試料において、DC 法でより高濃度で検出された試料は、CDC_N1 で 29 試料、CDC_N2 で 22 試料であった。また、4 地点の平均値で比較した場合、10 月 20 日の CDC_N2 の結果を除いたすべての調査日で、DC 法による新型コロナウイルス定量値が高かった。ゆえに、グラブサンプルに対するウイルス濃縮手法として DC 法を採用することが適切である事が分かった。また、PEG 沈殿法は核酸抽出までに 12 時間以上かかるが（転倒混和处理：12 時間、遠心分離 70 分、回収作業 10 分、核酸抽出：90 分）、DC 法は核酸抽出まで 3 時間程度で完了し、時間短縮できた。

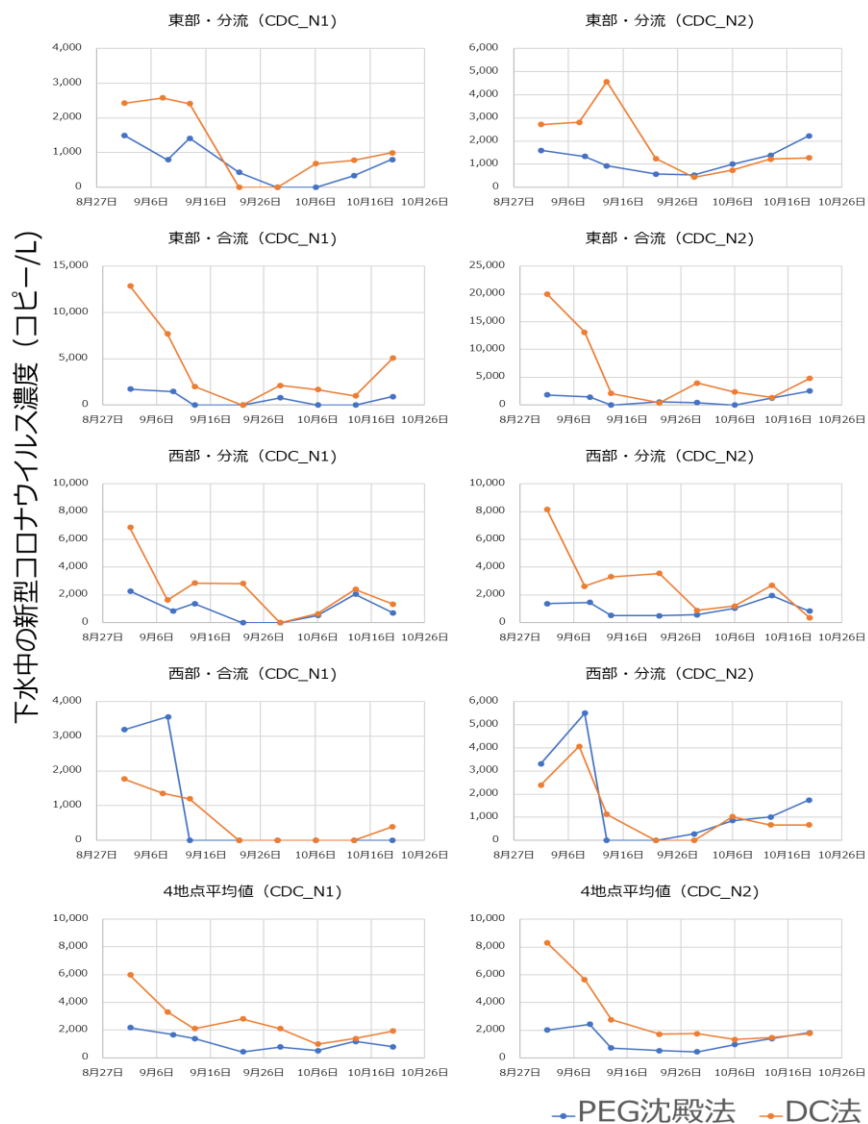
表 4-1 PEG 沈殿法と DC 法によって定量された新型コロナウイルス（コピー/L）の濃度比
（PEG/DC）
（左：CDC_N1、右：CDC_N2）

	東部・分流	東部・合流	西部・分流	西武・合流	4地点平均		東部・分流	東部・合流	西部・分流	西武・合流	4地点平均
9月1日	0.62	0.13	0.33	1.81	0.36	9月1日	0.59	0.09	0.17	1.38	0.24
9月8日	0.31	0.19	0.52	2.63	0.50	9月8日	0.48	0.11	0.56	1.35	0.43
9月13日	0.59	PEG (-)	0.48	PEG (-)	0.66	9月13日	0.20	PEG (-)	0.16	PEG (-)	0.26
9月22日	DC (-)	PEG&DC (-)	PEG (-)	PEG&DC (-)	0.15	9月22日	0.46	1.43	0.14	PEG (-)	0.31
9月29日	PEG (-)	0.37	PEG&DC (-)	PEG&DC (-)	0.37	9月29日	1.24	0.11	0.65	PEG&DC (-)	0.26
10月6日	PEG (-)	PEG (-)	0.83	PEG&DC (-)	0.52	10月6日	1.35	PEG (-)	0.87	0.84	0.73
10月13日	0.43	PEG (-)	0.85	PEG&DC (-)	0.86	10月13日	1.14	0.93	0.72	1.52	0.95
10月20日	0.80	0.18	0.53	PEG (-)	0.41	10月20日	1.75	0.53	2.30	2.62	1.05

PEG (-)：PEG沈殿法定量されなかった試料

DC (-)：DC法で定量されなかった試料

PEG&DC (-)：両方の手法で定量されなかった試料



定量限界値：CDC_N1：2750 コピー/L、CDC_N2：1375 コピー/L

図 4-1 DC 法および PE 沈殿法によって濃縮された下水からの新型コロナウイルス濃度

(2) 脱脂綿+DC 法とグラブサンプル+DC 法の比較

東部浄化センターおよび西部浄化センターの各分流、合流の流入下水において9月1日から10月20日までに計13回調査を行い、パッシブサンプルを脱脂綿法で、またグラブサンプルを採水で採取した。脱脂綿試料とグラブサンプル80m³をDC法によって処理した時の新型コロナウイルスの定量・検出結果を表4-2に示す。脱脂綿法で採取した下水試料では全ての試料において新型コロナウイルスが定量された。一方で、グラブサンプルでは、定量されなかった試料があり、定量率は69.2～100%であった。グラブサンプルで定量できなかった試料は、第7波後の新規感染者数が減少した9月下旬に多く、下水中の新型コロナウイルス濃度が低い場合、グラブサンプルでの調査は適切ではないことが分かった。9月下旬以降の宇部市の新型コロナウイルスの新規感染者数は100人を下回っており（9月20日～26日：15～82人）、この期間は脱脂綿法による調査手法が適切であることが分かった。また、今後、新規感染者数の報告・発表方法が変化するなど、流行状況の傾向や変動を把握しにくくなる可能性があり、宇部市の様な患者数が少ない地域では脱脂綿法による試料採取を常時実施することが良いと判断した。

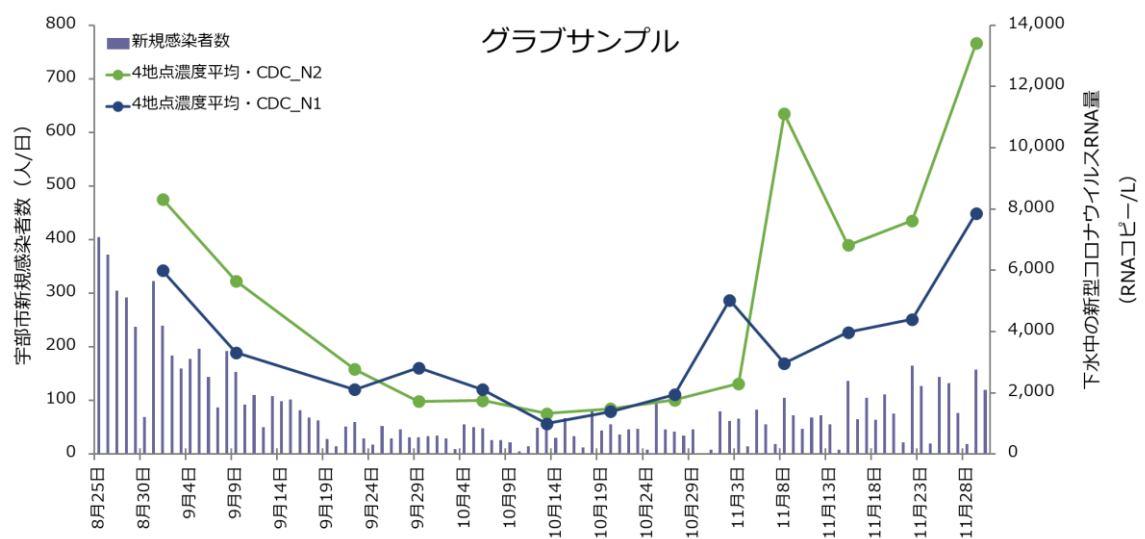
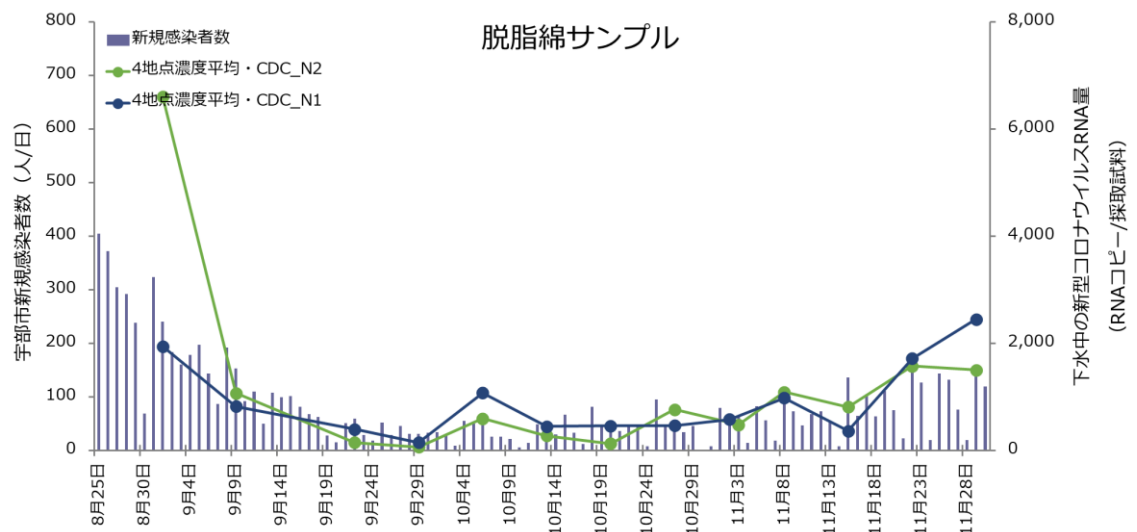
図4-2に脱脂綿サンプルおよびグラブサンプルから定量された新型コロナウイルス濃度（4地点平均値）の経時的变化を示す。脱脂綿サンプルおよびグラブサンプル共に、新規感染者数の変化と類似していた。グラブサンプルにおける新型コロナウイルス濃度の最低値は、CDC_N1、N2共に10月13日に確認された。脱脂綿サンプルにおける新型コロナウイルス濃度の最低値は、CDC_N1、N2共に9月29日に確認された。調査は9月から11月、第7波の収束と第8波の始まりの期間に実施した。脱脂綿サンプルの濃度の増加は、グラブサンプルよりも早く、また、新規感染者数の増加よりも早い時期に確認された（図4-3）。新規感染者数（7日間移動平均）の最小値は、10月4日であったが、脱脂綿サンプルの最小値は9月29日で、以降増加傾向に転じている。一方、グラブサンプルの最小値は、10月13日であった。脱脂綿サンプルがより流行の増加傾向を早い段階で捉えており、流行の早期検知を把握するのに適している試料採取法であることが分かった。

表 4-2 脱脂綿法+DC 法およびグラブサンプル+DC 法によって濃縮された下水からの新型コロナウイルスの検出結果

東部浄化センター								
	分流				合流			
	CDC_N1		CDC_N2		CDC_N1		CDC_N2	
	脱脂綿	グラブ	脱脂綿	グラブ	脱脂綿	グラブ	脱脂綿	グラブ
9月1日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月9日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月13日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月22日	○	－	○	△	○	○	○	△
9月29日	○	△	○	○	○	△	○	△
10月6日	○	○	○	○	○	○	○	△
10月13日	○	○	○	○	○	○	○	△
10月20日	○	○	○	○	○	○	○	○
10月27日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月8日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月15日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月22日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月28日	○	○	○	○	○	○	○	○
定量率(%)	100.0	84.6	100.0	92.3	100.0	92.3	100.0	69.2
検出率(%)	100.0	92.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

西部浄化センター								
	分流				合流			
	CDC_N1		CDC_N2		CDC_N1		CDC_N2	
	パッシブ	グラブ	パッシブ	グラブ	パッシブ	グラブ	パッシブ	グラブ
9月1日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月9日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月13日	○	○	○	○	○	○	○	○
9月22日	○	○	○	○	○	○	○	△
9月29日	○	○	○	○	○	○	○	△
10月6日	○	○	○	○	○	○	○	○
10月13日	○	○	○	○	○	○	○	○
10月20日	○	○	○	○	○	○	○	○
10月27日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月8日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月15日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月22日	○	○	○	○	○	○	○	○
11月28日	○	○	○	○	○	○	○	○
定量率(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	84.6
検出率(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

○：定量された試料、△：検出はされたが定量は出来なかった試料、－：陰性試料



脱脂綿サンプル▶定量限界値：CDC_N1：220 コピー/採取試料、CDC_N2：110 コピー/採取試料

グラブサンプル▶定量限界値：CDC_N1：2750 コピー/L、CDC_N2：1375 コピー/L

図 4-2 脱脂綿サンプルおよびグラブサンプルから定量された新型コロナウイルス濃度（4 地点平均値）

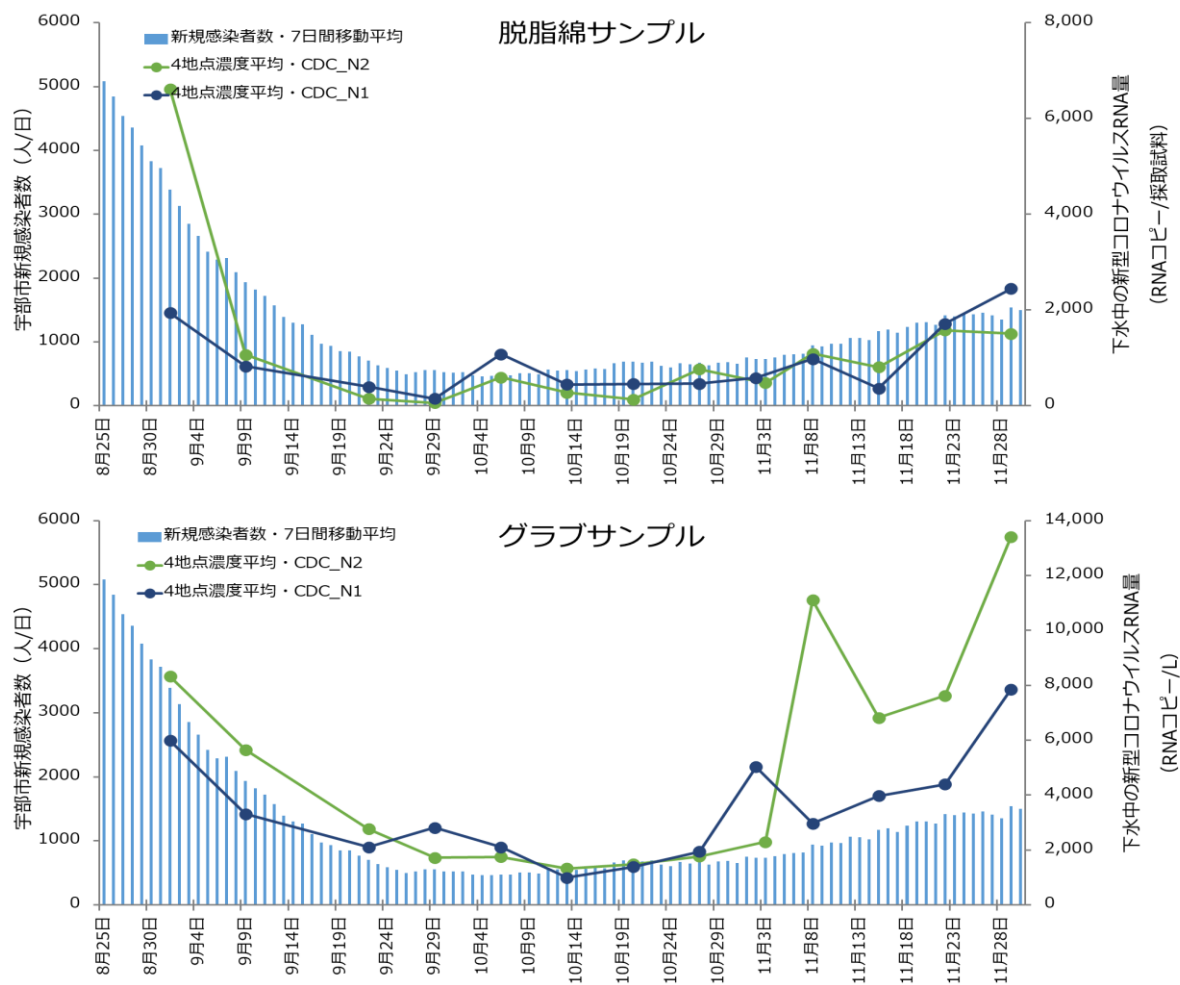


図 4-3 脱脂綿サンプルおよびグラブサンプルから定量された新型コロナウイルス濃度 (4 地点平均値)

(3) 浸漬時間の短縮・最適化

脱脂綿法の試料採取時の下水に浸漬する時間の最適化を検討した。脱脂綿の浸漬を午前 9 時に開始し、浸漬開始後 3、6、9、12、24 時間で回収した。各浸漬時間の脱脂綿試料から定量された新型コロナウイルス濃度の結果を図 4-4 に示す。

脱脂綿中の新型コロナウイルスの濃度は、CDC_N1、N2 共に 3 時間で最小であり、6 時間で最大であった。その後、濃度が緩やかに減少していく傾向が確認された（CDC_N2 の 24 時間を除く）。このことから、脱脂綿の浸漬時間は 6 時間が適切である事が分かった。宇部市内にある下水ポンプ場の時間流量の変化（平均値）を図 4-5 に示す。1 日のなかで下水流量の多い時間帯で浸漬を開始しており、また、ヒトの排泄習慣が朝に集中することが多いと考えられることから、下水中に糞便が含まれる割合が高い時間帯で試料を採取できていた。6 時間以降の 9、12、24 時間の試料において、新型コロナウイルス濃度が緩やかに減少していく傾向は、糞便を含む割合が低い下水により吸着していた新型コロナウイルスが流出していったものと考えられる。

以上のことから、脱脂綿の浸漬時間は、現在実施している 24 時間から 6 時間に短縮することが出来た。また、宇部市内の下水の時間流量の変化から、浸漬開始時刻を 8 時から開始することが適切であると分かった。

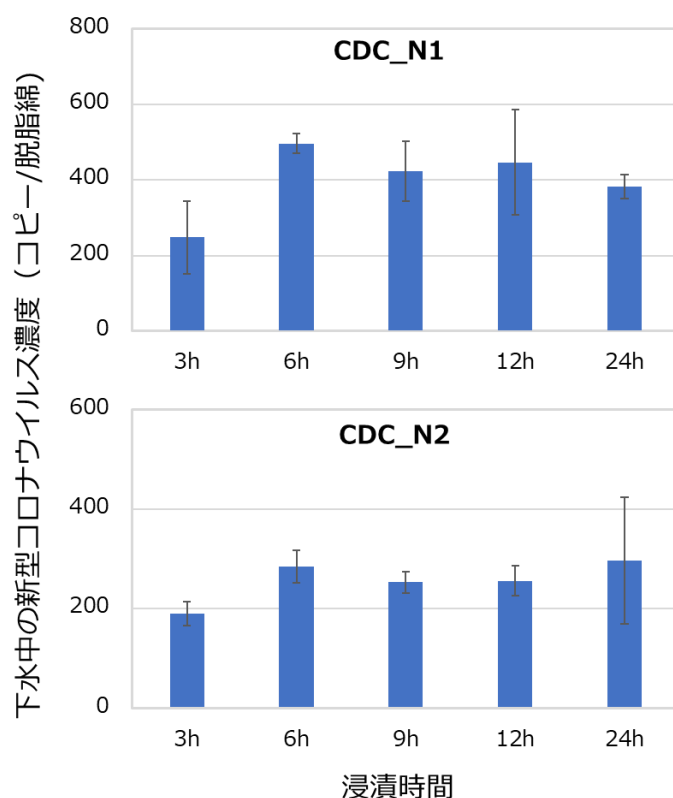


図 4-4 浸漬時間別の脱脂綿中の新型コロナウイルス濃度

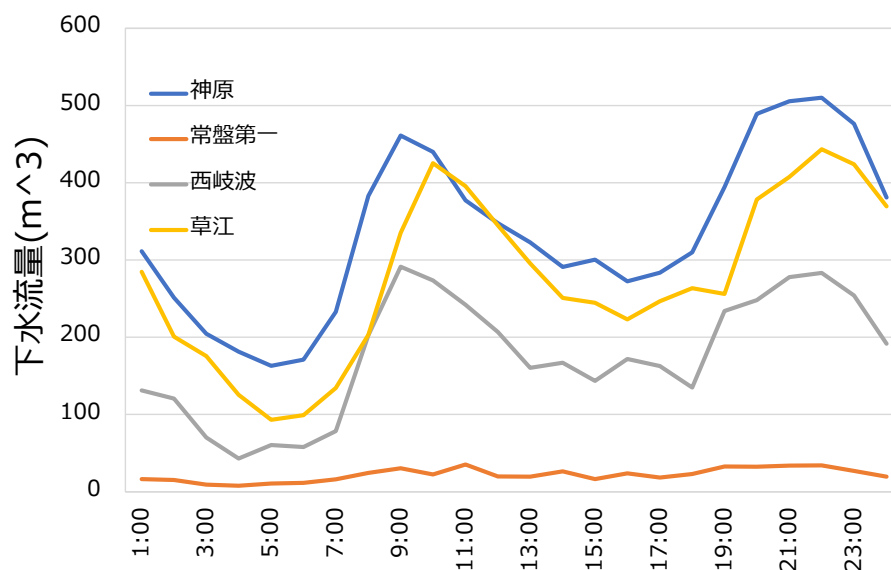


図 4-5 宇部市内、下水ポンプ場における下水流量の時間変化（平均値）

(4) サンプルング地点の選定

東部および西部浄化センターの分流、合流および東部浄化センターの分流の処理エリア内にある下水ポンプ場 4 か所（西岐波、草江、常盤第一、神原）において 9 月 13 日と 11 月 2 日に調査を行った。脱脂綿法によって得られた試料中の新型コロナウイルス濃度を図 4-6 に示す。9 月 13 日では、西岐波、草江、常盤第一、11 月 3 日では、西岐波、草江の試料の新型コロナウイルス濃度が東部浄化センター分流の試料より高かった。浄化センター流入水は、より広範囲のエリアの下水を集めているため、新型コロナウイルスの濃度が低下してしまうことが原因だと考えられる。この結果から、ポンプ場を対象にした調査により、集水域エリア内の流行状況がより詳細に把握できる可能性が分かった。各ポンプ場での新型コロナウイルス濃度の差は、地域ごとの感染者の分布を反映していると可能性があるが、地域ごとの感染者数の情報がないため、詳細は不明である。

脱脂綿浸漬と同日に 3 時間おきに採水したグラブサンプル中の新型コロナウイルス濃度の結果を図 4-7 と 4-8 に示す。9 月と 11 月の試料ともに下水処理場流入水中の新型コロナウイルス濃度は経時的な変化傾向は確認されなかった。一方で、9 月のポンプ場のグラブサンプルは、下水時間流量の変化（図 4-5）に類似した濃度変化が確認された。グラブサンプル中の新型コロナウイルスの濃度は下水流量に影響を受けるが、瞬間的な濃度しか捉えられないグラブサンプルでは、経時的な変化をとらえるのは難しい。特に、下流に存在する浄化センターでは、感染者が少ないエリアの下水も含み希釈の影響が大きい。ゆえに、ポンプ場は浄化センターより希釈影響を受けにくく、生活パターンや時間流量のタイミングに合わせた試料採取を行うことで、より流行状況を反映した試料採取ができる可能性があることが分かった。特に、下水処理場から離れた住宅地などの人口密集地の下水が経路するポンプ場は、集水域エリアの流行状況を把握する試料採取地点として適している可能性があることが分かった。

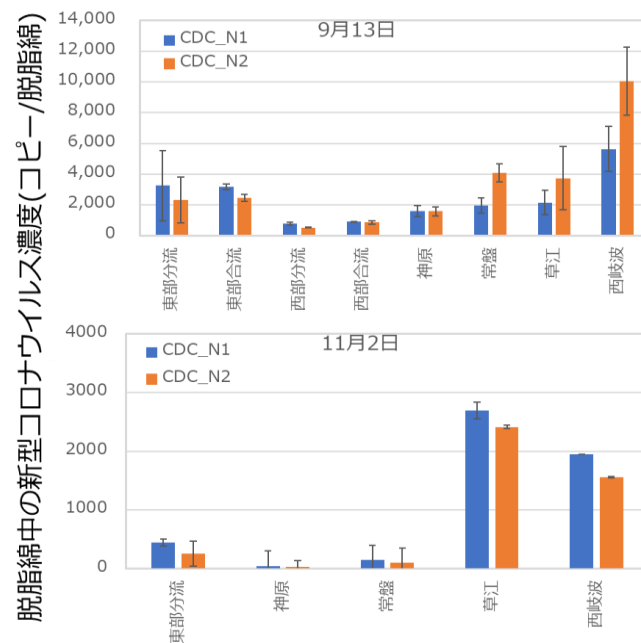


図 4-6 浄化センターおよびポンプ場の脱脂綿試料中の新型コロナウイルス濃度

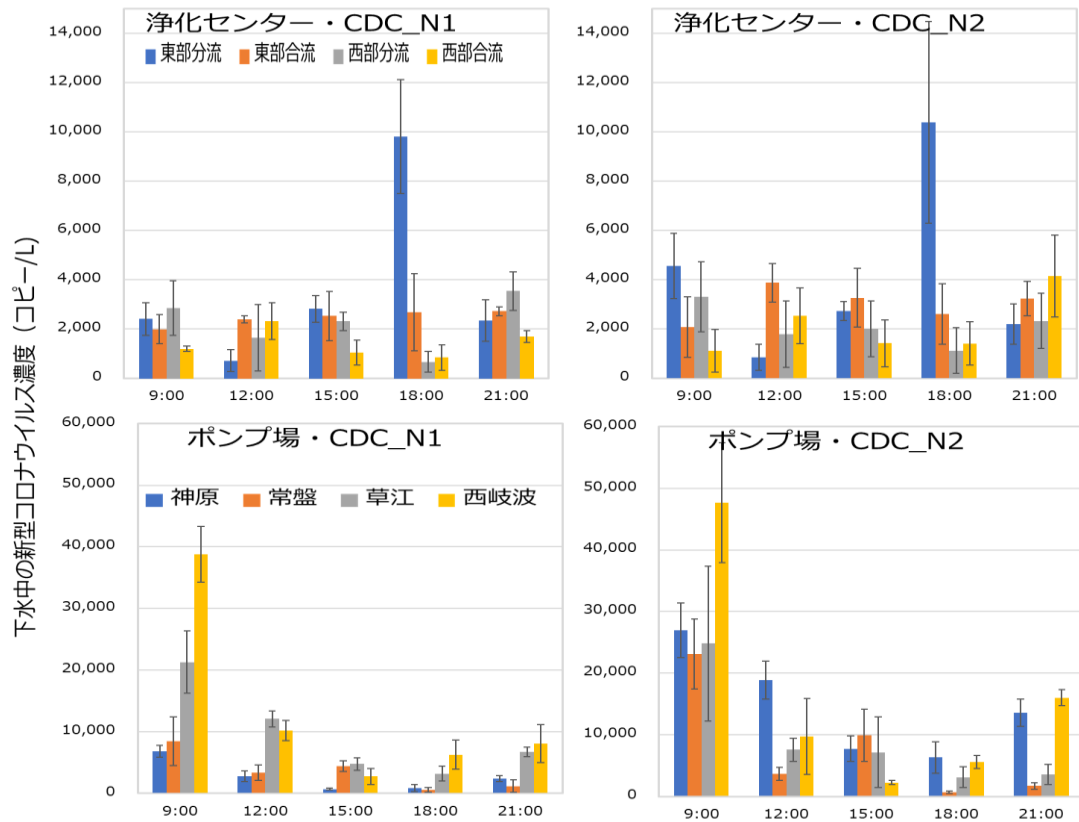


図 4-7 浄化センターおよびポンプ場のグラフ採水試料中の新型コロナウイルス濃度 (9月13日)

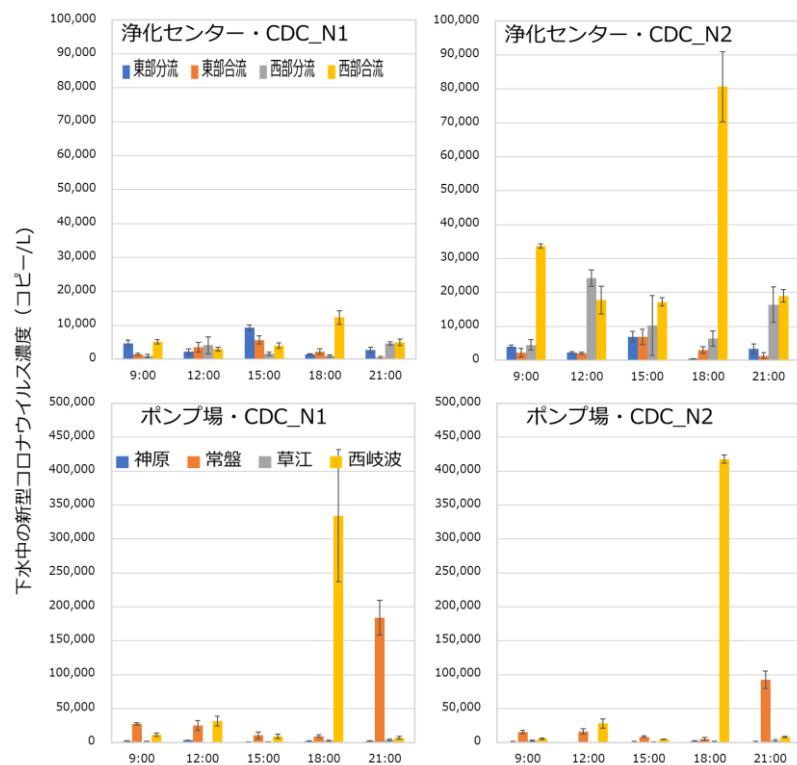


図 4-8 浄化センターおよびポンプ場のグラブ採水試料中の新型コロナウイルス濃度（11 月 2 日）

4.1.2 今後の課題

ポンプ場の試料によって、より詳細な流行状況を把握できる可能性が分かったが、現状のポンプ場での試料採取は、設置されている機械の移動や停止が必要であり、週 1 回実施する定期的な調査は困難である。ポンプ場で定期的な調査を実施するためには、脱脂綿の設置方法や場所を工夫する必要がある。

4.2 テーマ②下水中の新型コロナウイルス濃度流行状況の早期検知の可能性、ニーズに沿った提供データの精査

4.2.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

(1) 市民ニーズの情報入手

市民ニーズについては、「4.3 テーマ③感染症に関する情報について」において合わせて記述する。

(2) 感染状況の情報入手

宇部市の新規感染者の患者情報は、令和4年1月5日まで、山口県 Web サイトの「新型コロナウイルス感染症関連情報・感染に関する情報※」において、居住地、発症日、陽性確定日、公表日など詳細情報が公表されていた。また、令和4年9月26日までは、宇部市内の新規感染者数の情報が記載されていた。現在、宇部市の新規感染者数は山陽小野田市、美祢市の2市の新規感染者を含んだ人数が発表されている。そこで、宇部市のみの患者数を推定する解析を行った。まず、令和2年3月4日以降の山口県内の新型コロナウイルス新規感染者数から、宇部市、山陽小野田市、美祢市の情報を抽出し、宇部市のみの新規感染者数と山陽小野田市、美祢市の2市を含んだ新規感染者数を抽出し比較した。宇部市および3市の新規感染者数の時系列比較および新規感染者数の相関を図4-9に示す。3市の新規感染者数と宇部市の新規感染者数の傾向は類似しており、また、その相関関係も非常に高い($r^2 = 0.9291$)事が確認された。3市の人口の合計は、約24.5万人で、そのうち宇部市の人口が占める割合は約6.6%（約16万人）である。宇部市と3市合計の新規感染者数の相関の傾きは0.7652と人口比に対し多いが、新型コロナウイルス感染者が人口の多い地域に多い傾向からも妥当な関係式であると考えられた。そこで、9月27日以降の宇部市内の新規感染者数は、報告されている3市の新規感染者数を関係式にあてはめて算出したものを推定新規感染者数として用いるものとした。（図4-10）

※<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/19/100332.html>

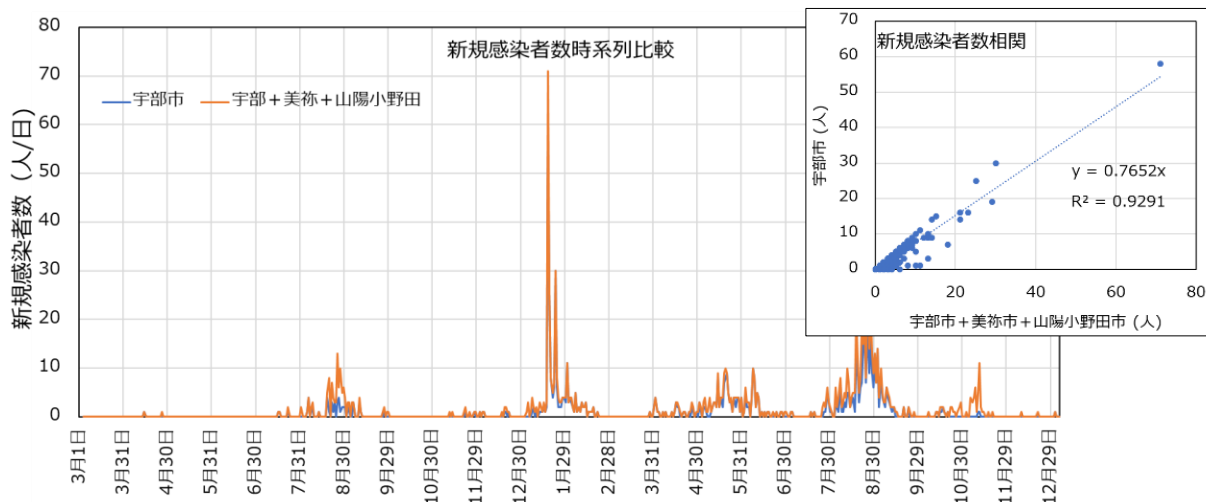


図 4-9 宇部市および 3 市の新規感染者数の時系列比較および新規感染者数の相関

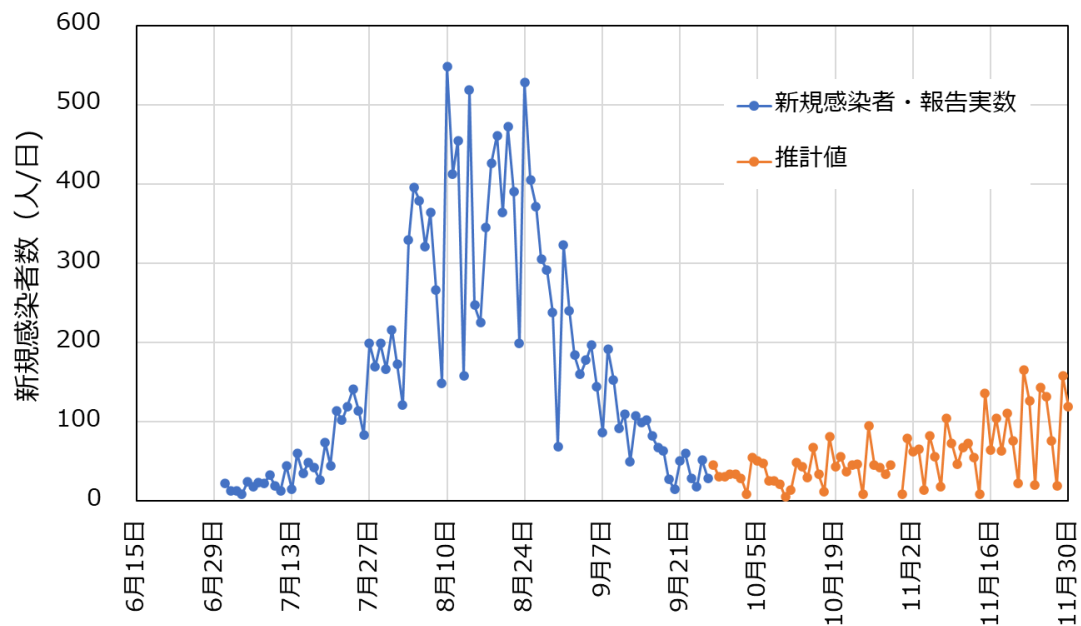


図 4-10 宇部市の新規感染者数・報告実数および推計値（9 月 27 日以降）

また、下水から定量された新型コロナウイルスと新規感染者数の比較において、下水中にウイルスを放出している寄与が高い対象者を抽出した人数との比較を行うことで、より明確な関係を解析できると考えた。報告されている新規感染者数の中には発症後経過日数が異なる人が混在している。令和 4 年 1 月 5 日までの新規感染者数の詳細情報から発症日と陽性確定日情報が記載されている患者を抽出した。抽出した情報から発症日と陽性確定日の差分と、その割合を算出した（図 4-11）。その割合から調査日において発症後 7 日目のヒトが何人いるのかを算出した（表 4-3）。

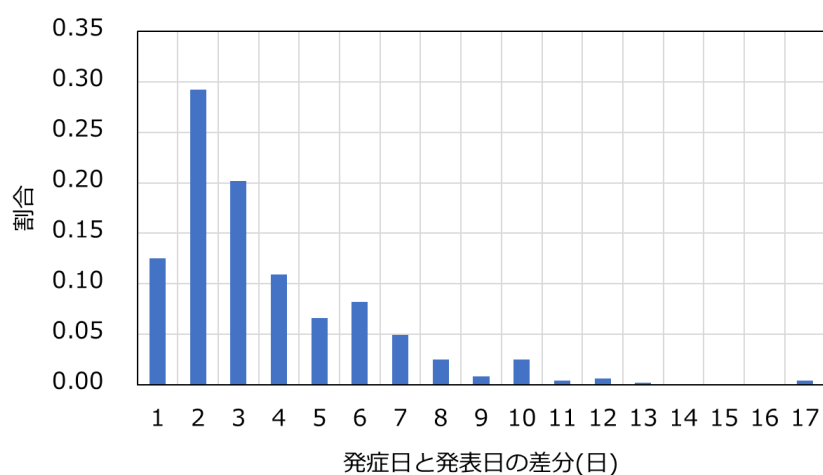


図 4-11 宇部市新規感染者における発症日と発表日の差分のヒストグラム

表 4-3 調査日における発症後 7 日以内の累積感染者数推定値

	発症後日数						
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
2022/9/1	161.93	174.21	209.27	217.27	185.94	206.05	241.23
2022/9/8	98.68	121.83	130.75	123.61	134.20	155.27	162.40
2022/9/13	76.43	85.78	85.69	80.80	88.02	98.68	121.83
2022/9/22	32.10	34.84	42.13	41.72	33.17	35.18	46.03
2022/9/29	33.05	34.00	31.70	33.50	35.83	36.99	36.59
2022/10/6	25.87	28.76	34.04	40.65	39.75	31.35	30.71
2022/10/13	46.54	44.52	42.56	40.44	31.51	25.11	23.47
2022/10/20	43.52	45.89	45.49	50.01	51.48	42.30	41.41
2022/10/27	43.48	43.58	40.59	49.13	53.79	44.43	42.21
2022/11/2	53.21	54.10	59.51	58.64	45.09	41.50	43.48
2022/11/7	68.64	70.38	60.23	57.55	59.39	53.21	54.10
2022/11/15	86.94	86.43	89.23	69.27	63.31	67.35	68.58
2022/11/22	86.91	102.78	109.42	91.02	81.70	88.50	89.77
2022/11/28	110.98	109.00	88.86	86.40	106.51	106.89	86.91

(3) 感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析

脱脂綿およびグラブサンプルから定量された新型コロナウイルス濃度と宇部市の新規感染者数（図 4-11 で算出した推定患者数を含む）の相関解析を行った。解析において、除外すべきデータ（Ct 値 40 以上、3 繰返しで定量できなかった）は解析では除外済みである。また、外れ値については、データの蓄積段階にある現状において、外れ値として除外する根拠が設定できていないことから、定量データが得られた結果は、全て解析に使用した。結果を図 4-12 および表 4-4 に

示す。脱脂綿、グラブサンプル共に、宇部市の新規感染者数との相関関係は認められなかった。脱脂綿サンプルの決定係数はグラブサンプルよりも高く、流行状況の変化の傾向をより把握しやすい可能性があることが分かった。

また、表 4-3 に示した、調査日における発症後 7 日以内の累積感染者数推定値と定量されたウイルス濃度の相関解析結果を図 4-13 に示す。新規感染者数との低くに比べ、ウイルス濃度との相関関係が強くなっていた。特に、脱脂綿サンプルの CDC_N2 においてその傾向が強かった（表 4-5）。このことから、脱脂綿サンプルの決定係数はグラブサンプルよりも高く、流行状況の変化の傾向をより把握しやすい可能性があることが分かった。

一方で、2022 年 9 月 27 日以降、新規感染者数の報告形式が変化し、宇部市の解析では推定値を適用した（図 4-10）。これらが解析にどの様に影響するかについて図 4-14 で検証した。ウイルス濃度との比較は、相関関係が強かった発症後 7 日以内の累積感染者数推定値で行った。ただし、9 月 27-10 月 13 日は、報告形式が異なる情報が両方含まれているため、9 月 22 日以前と 10 月 20 日以降の 2 グループの結果を比較した。結果、10 月 20 日以降において、同じ患者数でも下水中のウイルス濃度が同等～やや高い傾向が確認された。これは、患者数把握の手法を変更したことで、見逃されている感染者数が増えている可能性を示している。一方で、相関関係の変化がグラブサンプルで大きく、脱脂綿サンプルで小さくなった明確な原因は不明である。

調査日における下水流入量のグラフを図 4-15 に示す。調査日において、突出した流量の変動はなかった。今回の調査において、解析の際に流量補正が必要かどうかについて CDC_N2 のデータを用いて検討を行った。補正には、定量されたウイルス濃度が代表値と仮定して、ウイルス定量値×流量、即ち、ウイルス総量の指標として、発症後 7 日以内の累積感染者数推定値と比較した。結果を図 4-16 に示す。その結果、今回の調査範囲では、流量変化を考慮しても、相関関係に大きな影響はなかった。

脱脂綿サンプルは、グラブサンプルに比べ、新規感染者数が少ない時間の試料においても新型コロナウイルスが定量され（テーマ 1、表 4-2）、定量・検出された試料が多かった。また、脱脂綿サンプルから検出された新型コロナウイルス濃度は、第 7 波の流行が収束した直後から増加傾向に転じており（テーマ 1、図 4-2）、第 8 波の流行に伴う新規感染者数の増加報告よりも早い段階で流行を捉えられる可能性があることが分かった。

表 4-4 下水中の新型コロナウイルス濃度と新規感染者数（推定値を含む）の相関関係における決定係数

		東部分流	東部合流	西部分流	西部合流
CDC_N1	脱脂綿	0.2231	0.2123	0.1733	0.0559
	グラブ	0.0141	0.0539	0.0222	0.0021
CDC_N2	脱脂綿	0.4935	0.5343	0.3382	0.3952
	グラブ	0.3028	0.1595	0.2064	0.0155

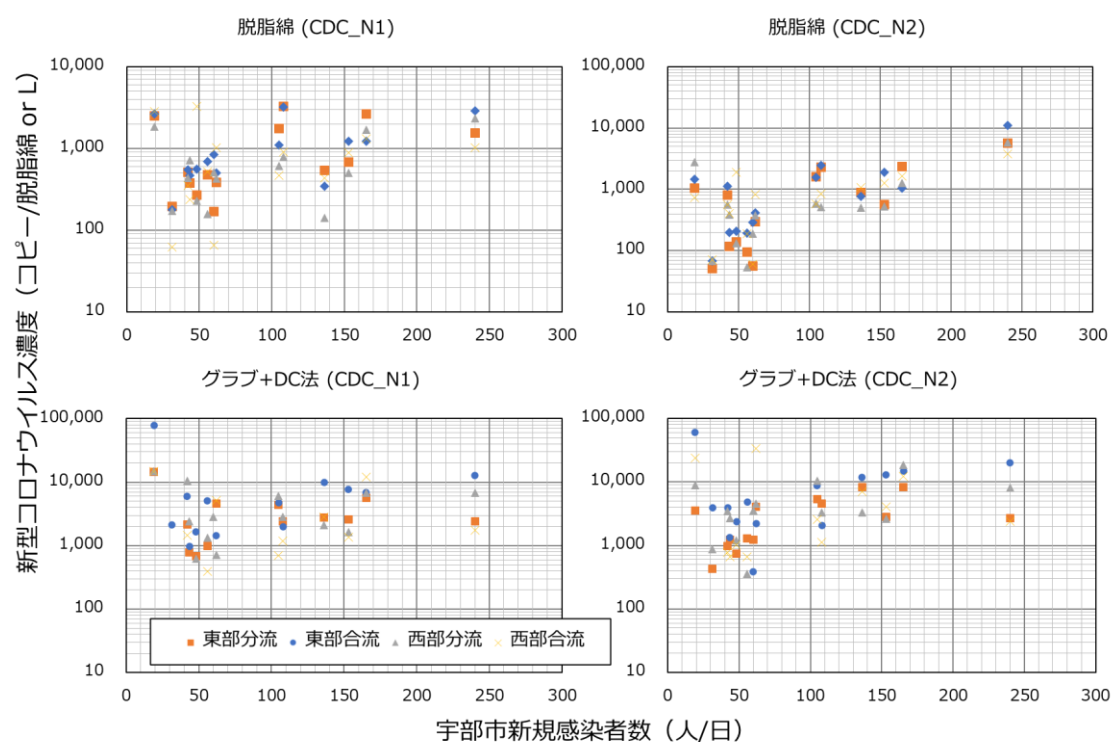


図 4-12 下水中の新型コロナウイルス濃度と新規感染者数（推定値を含む）の相関関係

表 4-5 下水中の新型コロナウイルス濃度と発症後 7 日以内の累積感染者数推定値の相関関係における決定係数

		東部分流	東部合流	西部分流	西部合流	4地点平均
CDC_N1	脱脂綿	0.36	0.49	0.3	0.16	0.39
	グラブ	0.12	0.31	0.16	0.02	0.23
CDC_N2	脱脂綿	0.55	0.77	0.68	0.41	0.65
	グラブ	0.21	0.4	0.39	0.06	0.31

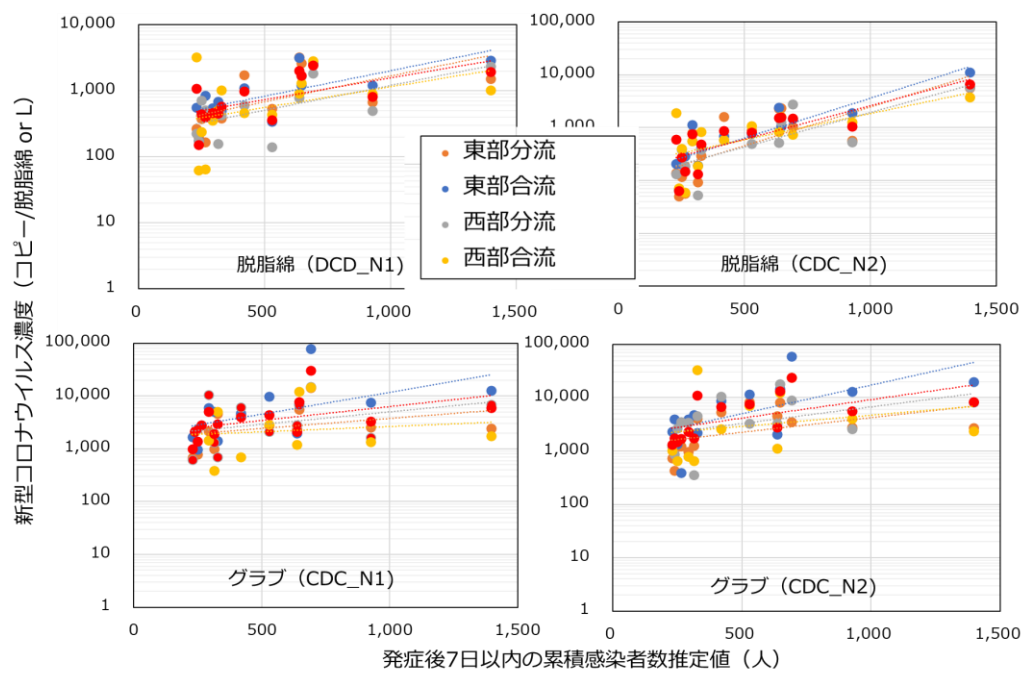


図 4-13 下水中の新型コロナウイルス濃度と発症後 7 日以内の累積感染者数推定値の相関関係

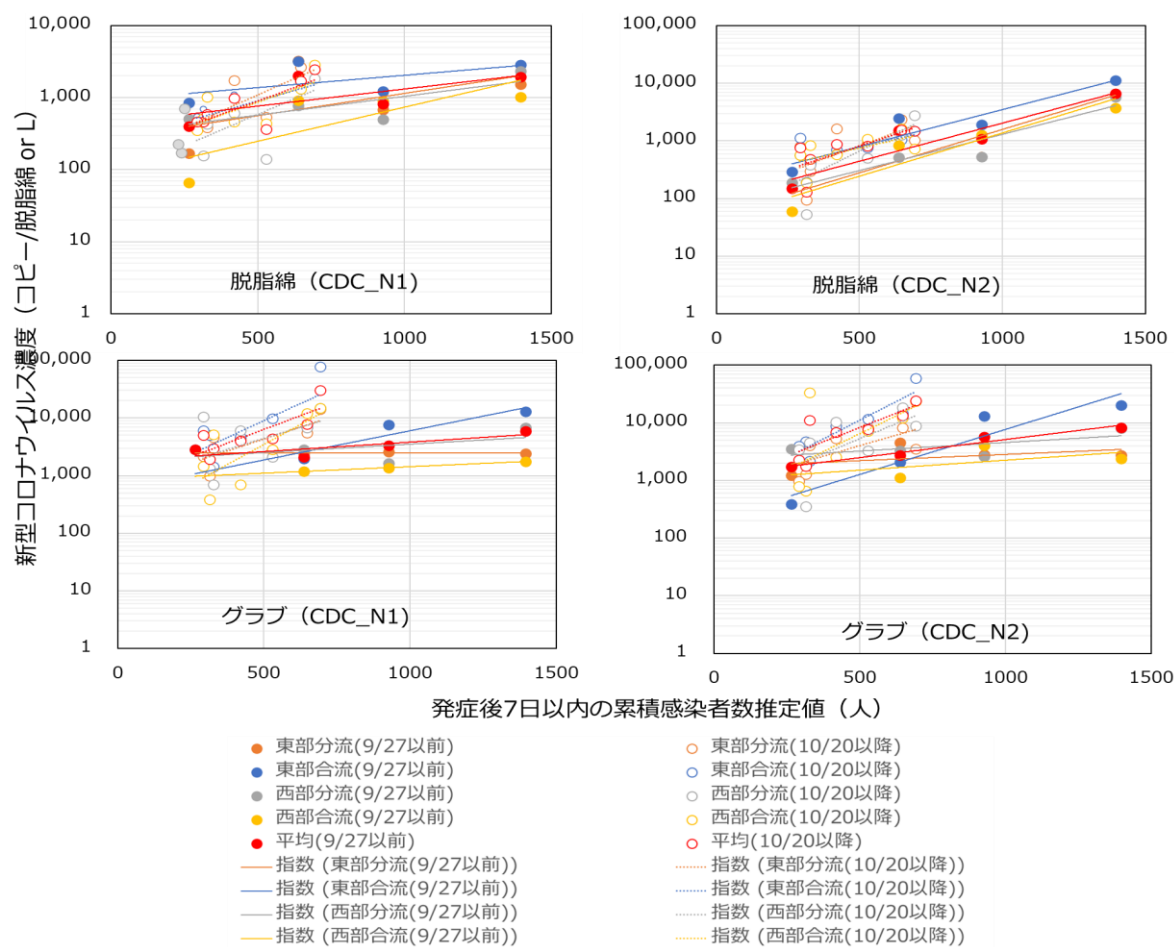


図 4-14 下水中の新型コロナウイルス濃度と発症後 7 日以内の累積感染者数推定値の相関関係
(9 月 22 日以前、10 月 20 日以降 2 グループデータの比較)

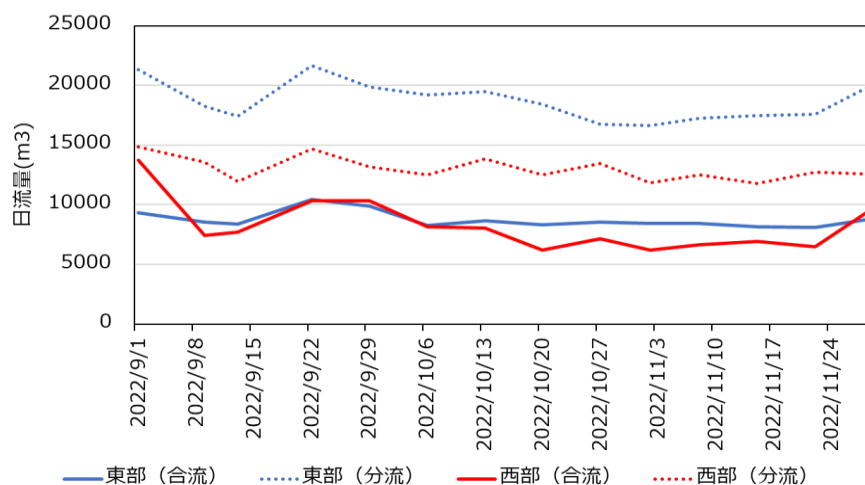


図 4-15 調査日における下水流入量

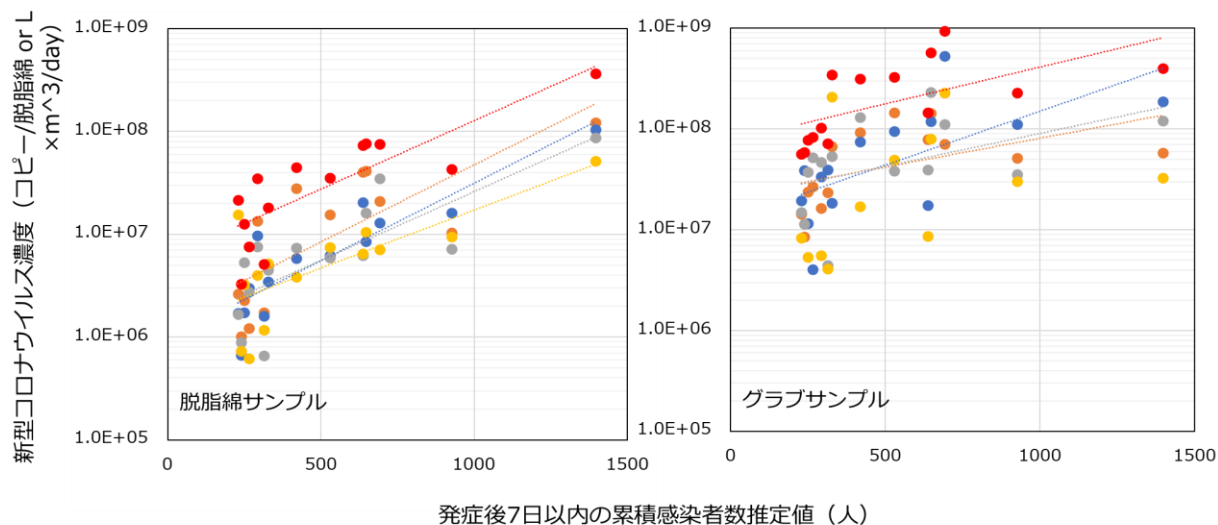


図 4-16 流量影響の検討

下水中の新型コロナウイルス濃度（流量補正值）と発症後 7 日以内の累積感染者数推定値の相関関係（CDC_N2）

4.2.2 今後の課題

(1) 市民ニーズの情報入手

市民ニーズについては、「4.3 テーマ③感染症に関する情報について」で合わせて記述する。

(2) 感染状況の情報入手

市町村別で集計されていた感染者の情報が、令和 4 年 9 月 27 日以降、各医療機関が所在する地域（保健所）別の集計に変更となった。この地域別集計から宇部市のおおよその感染者数の推定方法については確立したところである。

しかしながら、令和 5 年 5 月 8 日には新型コロナの感染症法上の位置づけを「2 類相当」から「5 類」に移行することとされている。これにより、厚生労働省は感染者の「全数把握」から季節性インフルエンザで実施されている「定点把握」に切り替える方針である。このような中、感染者数をはじめ感染情報の入手については課題が残るところである。

(3) 感染状況情報と採取した検体の分析結果との比較分析

感染者情報が公表されている間に、下水中のウイルス濃度と感染状況の関係を、より精度高く求めておくことが必要である。

4.3 テーマ③感染症に関する情報についての市民ニーズ調査の実施及び情報提供の検討

4.3.1 検討結果（達成したこと／分かったこと）

下水サーベイランスは総じて良い取り組みであると考えられており、以下3つ項目が分かった。アラートなど具体的な行動変容につながる情報が求められている。市民への情報提供は、年代ごとに情報源や提供応報を工夫する必要がある。市民への直接の情報提供でなくても、市役所内業務を通じて活用できる可能性がある。

(1) 市民ニーズ調査の実施及び市民ニーズの把握

令和4年11月19日から12月9日にかけて8回、617人の方々にアンケートを実施した。結果、以下のことが分かった。

＜世代に応じて情報提供方法の工夫が必要である＞

- ・ いずれの世代においても広く情報を提供できるのは、テレビ・ラジオである。
- ・ 30～50代は公共のWebサイトやSNSでの情報提供も有効である。
- ・ 10～20代の情報源は非公共のSNSが主であり、工夫が必要である。

＜感染者数の情報が求められている＞

- ・ いずれの世代も、日常的に感染者数をチェックしている状況が把握された。また、高齢者は市内の感染者の発生地域の情報をチェックしている。
- ・ 10～20代はイベント参加時には積極的に情報をチェックしている状況が把握された。

＜下水サーベイランスは総じて良い取り組みであると受け取られている＞

- ・ 総じて良い取り組みであると受け取られており、知っていただくことでより理解が進む可能性がある。

アンケートの結果、617人の方々にご回答いただいた。性別、年齢構成は以下のとおりであった。

表 4-6 アンケート実施状況

調査日	調査対象	回答数
2022/11/19	健康診断	130
2022/12/3	健康診断	110
2022/11/25	母子イベント	22
2022/12/5	地区イベント	139
2022/12/8	地区イベント	114
2022/12/5	授業	43
2022/12/6	授業	34
2022/12/9	授業	25
総計		617

表 4-7 回答者性別・年齢構成

	男性	女性	未回答	小計
10代	16	1	1	18
20代	68	22		90
30代	4	16		20
40代	11	41	9	61
50代	13	36	5	54
60代	29	88	13	130
70代	30	109	20	159
80代～	20	45	9	74
未回答		5	6	11
合計	191	363	63	617

結果は以下のとおりであった。

■問1 現在、新型コロナウイルスの情報をどのように入手していますか？（複数回答可）

いずれの年代においても、最も活用されている情報源はテレビ、ラジオであり、回答者数のうち70%程度の方々が活用していた。新聞も50代以上の年代で多く活用されていた。公共のWebサイトやSNSは、30～50代の方々が多く活用していた。一方で、10～20代は公共以外のSNSが情報入手の主であった。

表 4-8 年代ごとの回答数

	テレビ等	新聞等	相談窓口	国等HP	他HP	国等SNS	他SNS	未回答	その他
10代	11	1	0	1	2	4	10	0	0
20代	58	6	1	12	9	24	48	0	3
30代	12	1	0	5	3	8	2	0	1
40代	51	11	0	19	4	26	12	0	2
50代	52	23	1	17	1	20	3	0	2
60代	125	60	5	27	4	23	10	0	5
70代	153	98	9	25	1	27	3	0	6
80代以上	73	44	3	9	1	2		0	3
未回答	10	3	0	2		1	2	0	0
総計	545	247	19	117	25	135	90	0	22

表 4-9 年代ごとの回答割合

	テレビ等	新聞等	相談窓口	国等HP	他HP	国等SNS	他SNS	未回答	その他
10代	61%	6%	0%	6%	11%	22%	56%	0%	0%
20代	64%	7%	1%	13%	10%	27%	53%	0%	3%
30代	60%	5%	0%	25%	15%	40%	10%	0%	5%
40代	84%	18%	0%	31%	7%	43%	20%	0%	3%
50代	96%	43%	2%	31%	2%	37%	6%	0%	4%
60代	96%	46%	4%	21%	3%	18%	8%	0%	4%
70代	96%	62%	6%	16%	1%	17%	2%	0%	4%
80代以上	99%	59%	4%	12%	1%	3%	0%	0%	4%
未回答	91%	27%	0%	18%	0%	9%	18%	0%	0%
総計	545	247	19	117	25	135	90		22

■問2 新型コロナウイルスについて、どんな時に、どのような情報がほしいですか？（複数回答可）

身近に感染のおそれがある場合には「市内の感染症発生地域」、旅行やイベント参加の前後は「流行の拡大・縮小傾向」と多少活用情報に違いがあるものの、大きな違いはなかった。

表 4-10 年代ごとの回答数

回答者 年代	日常生活時				感染や濃厚接触時				体調不良				イベント時				未回答	その他
	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター		
10代	11	10	5	5	5	7	7	6	6	6	6	5	12	13	6	8	0	0
20代	52	63	39	36	25	30	40	38	26	29	46	38	53	58	43	43	0	2
30代	12	12	12	7	5	5	6	4	4	4	4	3	5	6	4	3	0	4
40代	20	20	18	15	13	8	12	11	13	9	13	10	20	16	12	9	1	7
50代	20	20	16	13	11	8	13	12	7	6	14	10	18	21	12	10	1	4
60代	68	54	60	60	33	29	37	34	23	19	31	23	40	33	33	29	3	4
70代	77	65	85	72	27	26	32	31	23	15	24	19	36	31	28	24	5	6
80代～	46	35	43	35	14	12	18	15	10	11	15	11	16	18	16	13	6	5
未回答	5	2	6	3	3	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	2
総計	311	281	284	246	136	127	166	152	115	100	154	120	202	197	155	140	17	34

凡例) 感染者数

流行：流行の拡大・縮小傾向

市内：市内の感染症発生地域

クラスター：クラスターの発生情報

表 4-11 年代ごとの回答割合

回答者年代	日常生活時				感染や濃厚接触時				体調不良				イベント時				未回答	その他
	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター	感染者数	流行	市内	クラスター		
10代	61%	56%	28%	28%	28%	39%	39%	33%	33%	33%	33%	28%	67%	72%	33%	44%	0%	0%
20代	58%	70%	43%	40%	28%	33%	44%	42%	29%	32%	51%	42%	59%	64%	48%	48%	0%	2%
30代	60%	60%	60%	35%	25%	25%	30%	20%	20%	20%	20%	15%	25%	30%	20%	15%	0%	20%
40代	33%	33%	30%	25%	21%	13%	20%	18%	21%	15%	21%	16%	33%	26%	20%	15%	2%	11%
50代	37%	37%	30%	24%	20%	15%	24%	22%	13%	11%	26%	19%	33%	39%	22%	19%	2%	7%
60代	52%	42%	46%	46%	25%	22%	28%	26%	18%	15%	24%	18%	31%	25%	25%	22%	2%	3%
70代	48%	41%	53%	45%	17%	16%	20%	19%	14%	9%	15%	12%	23%	19%	18%	15%	3%	4%
80代～	62%	47%	58%	47%	19%	16%	24%	20%	14%	15%	20%	15%	22%	24%	22%	18%	8%	7%
未回答	45%	18%	55%	27%	27%	18%	9%	9%	27%	9%	9%	9%	18%	9%	9%	9%	9%	18%
総計	311	281	284	246	136	127	166	152	115	100	154	120	202	197	155	140	17	34

凡例) 感染者数

流行：流行の拡大・縮小傾向

市内：市内の感染症発生地域

クラスター：クラスターの発生情報

■問3 国が行っている下水中のウイルス濃度を測定し、感染拡大防止に役立てる取り組みを知っていますか？

知っている、もしくは聞いたことがあるといった方々の割合は年代により大きく異なり、年齢が高くなるにつれ割合が高くなっていった。これは、当事業の取り組みについて、新聞や NHK のニュースで取り上げられたことにより、これらを情報源としている高い年齢層の方々の認知度が高まったためと考える。

表 4-12 年代ごとの回答割合

年代	知っている	聞いている	知らない	未回答
10代	0	2	16	0
20代	3	9	78	0
30代	1	6	13	0
40代	3	23	35	0
50代	11	20	23	0
60代	31	49	50	0
70代	39	61	57	3
80代以上	25	31	21	0
合計	113	201	293	3

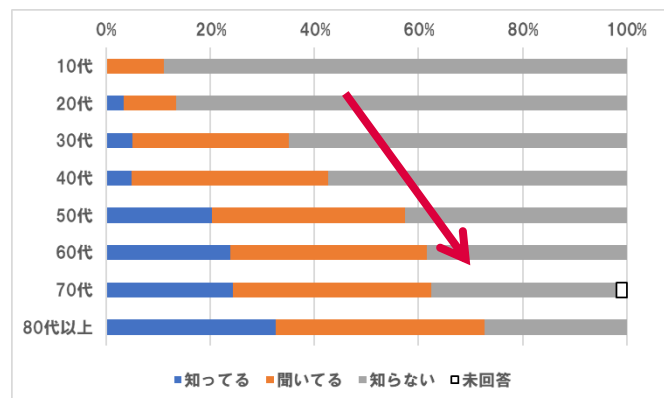


図 4-18 年代ごとの回答割合

■問 4 宇部市でも下水中のウイルス濃度を測定し、感染拡大防止に役立てる取り組みがあったら良いと思いますか？

知っている、もしくは聞いたことがあるといった方、知らなかった方々含め、ほぼ全員が「非常に良いと思う」、「やや良いと思う」との回答であった。未回答 1 名は「わからない」との記載があり、「特に情報を得ようとも思っていない」「特に必要ない」との回答者と同一者であった。

表 4-13 年代ごとの回答割合

年代	非常に良いと思う	やや良いと思う	あまり良いとは思わない	全く良いとは思わない	未回答
10代	6	10	1		1
20代	46	39	5		
30代	9	10	1		
40代	34	18	4	4	1
50代	29	18	6		1
60代	78	35	13		4
70代	104	38	9	1	7
80代～	54	11	1	1	6
合計	360	179	40	6	20

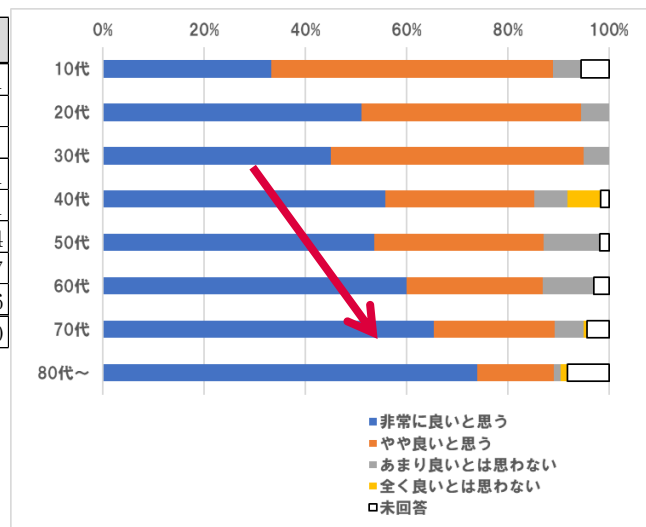


図 4-19 年代ごとの回答割合

(2) 情報提供の検討

アンケートにより把握した市民のニーズとしては、感染者数の情報が日常的に最も期待される場所であり、加えて高齢者は市内の感染者の発生地域の情報を、若い世代ではイベント参加時等に感染状況をチェックしていた。

しかしながら、市町村別で集計されていた感染者の情報が、令和 4 年 9 月 27 日以降、各医療機関が所在する地域（保健所）別の集計に変更となった。また、令和 5 年 5 月 8 日には新型コロナウイルスの感染症法上の位置づけを「2 類相当」から「5 類」に移行することとされている。これにより、厚生労働省は感染者の「全数把握」から季節性インフルエンザで実施されている「定点把握」に切り替える方針である。

このような中、感染者数に代わる情報としての、下水中のウイルス濃度のモニタリング結果の提供は大いに期待される場所である。既に下水サーベイランスの結果について、公表している自治体の事例を模して、サンプル A、B、C を作成した。

表 4-14 提供情報の概要

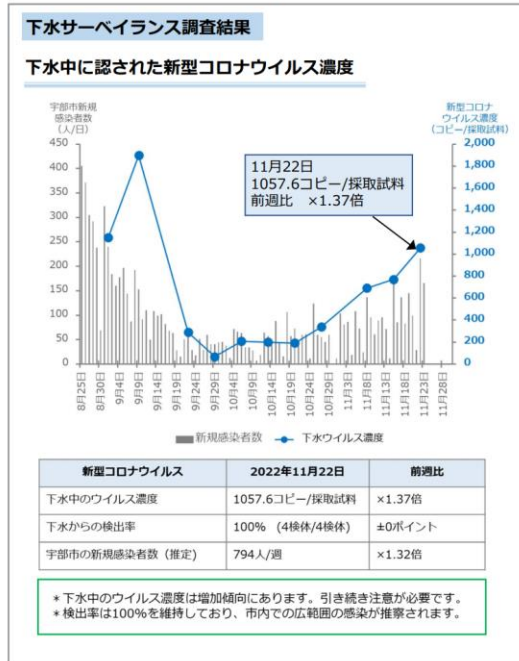
No.	項目	概要
①	ウイルス濃度	下水中のウイルス濃度についてグラフ化して提供。濃度が感染者数と同じように使えるかは、ウイルスの変異状況により推移する。
②	ウイルス検出率	サンプリング地点での検出状況。市中での感染範囲を検討する材料となる。
③	ウイルス濃度前週比	前週と比較して増えたか減ったかを提供。感染の拡大・縮小傾向として活用できる。
④	推定患者数	現宇部市では情報が不足しており、本事業での提供は難しい。
⑤	警戒レベル	下水中のウイルス濃度や増減傾向と市中感染状況との関係から警戒レベルを設定する必要がある。
⑥	警戒アラート	警戒レベルに合わせて、取り組むべき行動含めアラートを提供する。

表 4-15 提供サンプルの概要

サンプル	提供情報	特徴	参考自治体
A	ウイルス濃度 ウイルス検出率 ウイルス濃度前週比	データから読み取れる内容のみを記載し、恣意的な解釈が生じない内容のみとした。複数地点で採取した試料からの検出率により、市内にける感染範囲大小を示している。	札幌市
B	A＋警戒レベル	下水中の新型コロナウイルス濃度を３段階に分け、信号機等危険レベルをイメージしやすいアイテムで示している。 警戒レベルの設定は市として設定する必要がある。	養父市
C	A＋警戒アラート	下水中の新型コロナウイルス濃度を３段階に分け、さらに増減率、増減傾向を示し、市内の流行状況、患者数の増減傾向をもとに設定したアラートを示す。 アラート区分は市として設定する必要がある。	小松市

サンプルA

データから読み取れる内容のみを記載し、恣意的な解釈が生じないシンプルな内容。複数地点で採取した試料からの検出率により、市内における感染範囲の大小を示している。



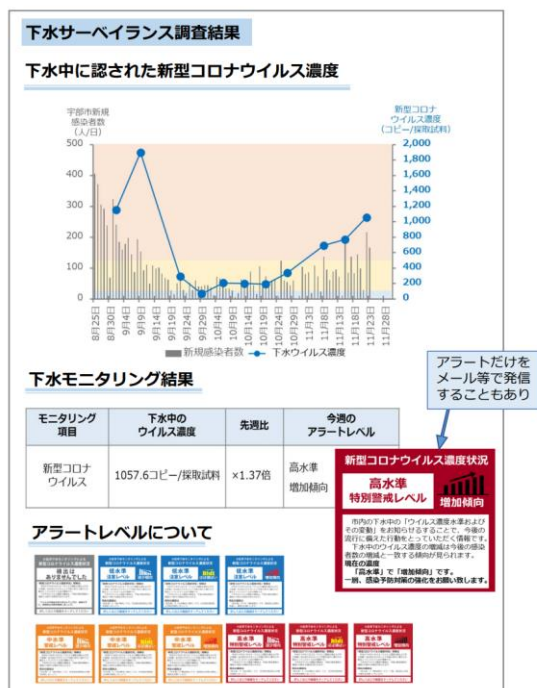
サンプルB

下水中の新型コロナウイルス濃度を3段階に分け、信号機で危険レベルをシンプルに示している。
危険レベルの設定は市として設定する必要がある。



サンプルC

下水中の新型コロナウイルス濃度を3段階に分け、さらに増減率、増減傾向を示し、市内の流行状況、患者数の増減傾向を示している。
アラート設定は市として設定する必要がある。



(3) モニタリングの実施

本事業では、調査期間が 11 月末までであり、事業期間の市民への公表が難しかったことから、試作したサンプル A、B、C について宇部市役所内の複数の部署にアンケート及びヒアリングを実施し、市民への情報提供方法と署内での活用についての意見を収集した。

結果、以下のことが分かった。

市民への情報提供方法について

<提供情報内容について>

- ・ 市民への情報提供は直接注意喚起につながる方法が良い。多少市としての予断が入るとしても、注意喚起につながる警戒レベルやアラートだけの方がわかりやすいのではないかな。
- ・ 下水中のウイルス濃度の情報を理解してもらうには工夫が必要。下水中のウイルス濃度の情報は専門的な情報だけのサイトにリンクを貼る等で良いのではないかな。例えば、山口大学の Web サイト等。

<情報提供頻度>

- ・ 週 1 回程度もしくはそれ以上が望ましい。例えば、週末や休み前等のイベント参加や外出判断前と週明けにその結果といった使い方等。

庁内での活用方法について

- ・ 市民イベント開催時の、開催の調整や注意喚起等に有効に使えるのではないかな。
- ・ 業務停止が重大なリスクに繋がる部署での勤務体制等の早期対策や注意喚起に使えるのではないかな。

その他

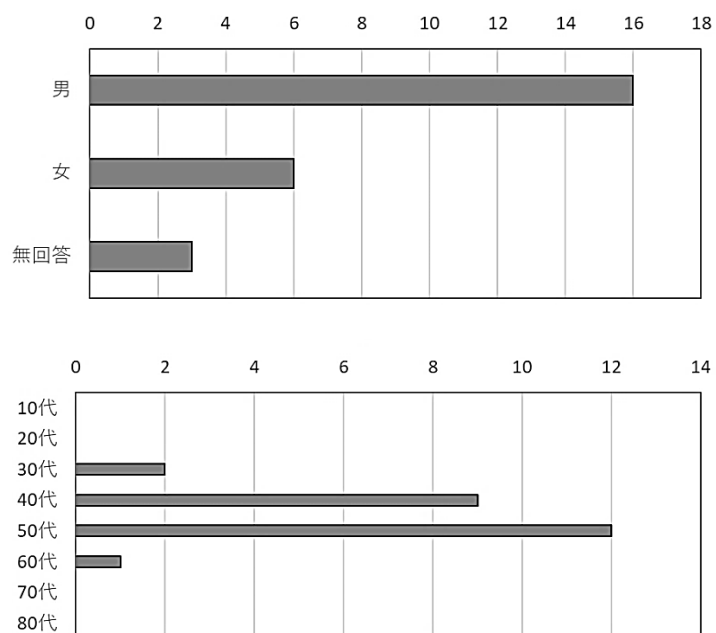
- ・ 有用であることはわかるが、種々の業務や事業がある中で、下水サーベイランスを実施すべきかどうかについては検討が必要と考える。
- ・ 宇部市だけが実施するものでもない気がする。国として実施すべきとの方針が提示されるべきではないかな。

アンケートは、以下のとおり実施した。

表 4-16 アンケート実施状況

No.	実施対象	実施日	対象数
1	健康増進課	令和5年1月17日	3名
2	道路整備課	令和5年1月18日	2名
3	土木河川課	令和5年1月18日	2名
4	広報広聴課	令和5年1月18日	2名
5	市民活動課	令和5年1月18日	3名
6	下水道施設課	令和5年1月18日	4名
7	下水道経営課	令和5年1月18日	2名
8	下水道整備課	令和5年1月18日	3名
9	上水道整備課	令和5年1月18日	4名
			計 25 名

アンケート対象者の年齢、性別構成は、以下のとおりであった。



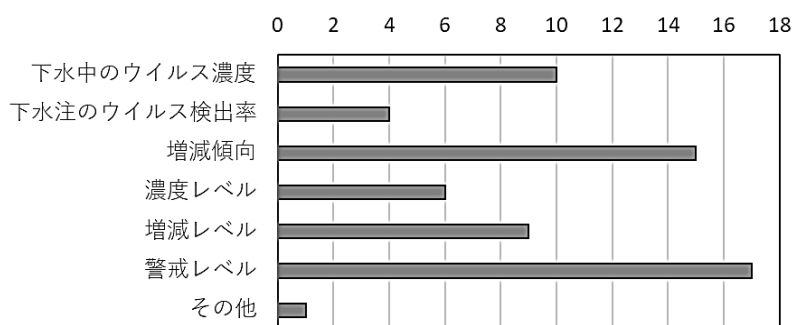
アンケートの結果は以下のとおりであった。

■問1 下水サーベイランス結果を公開するにあたり、役立つと考えられる情報は何か？市民目線でお答えください。

下水中のウイルス濃度についての情報もだが、増減傾向や警戒レベル等、注意喚起に直結する情報提供が良いのではないかと意見が多かった。

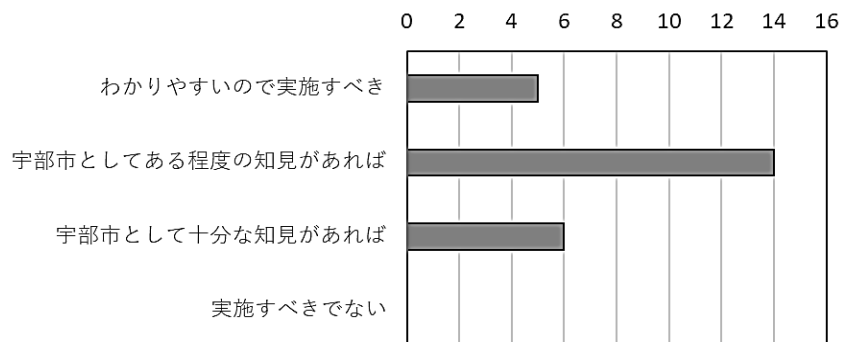
また、感染者数が提示されることを期待する意見もあった。

なお、用語が一般的でないことから十分に内容を理解することが難しく、用語説明の必要性やいっそ警戒レベルだけで、詳細は別途掲載した方が良いという意見もあった。

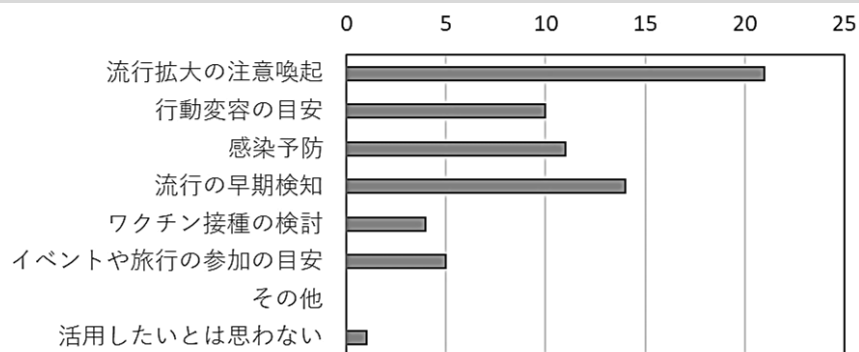


■問2 「警戒レベル」については独自に判断基準を設け公表している市町村もあります。宇部市も実施すべきと考えますか？市民目線でお答えください。

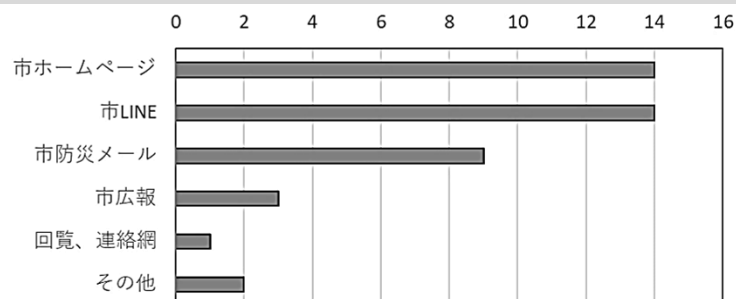
警戒レベルは、市として設定しなければならないリスクはあるものの、市民への情報提供を行うのであれば実施した方が良いという意見が多かった。



■問3 下水サーベイランスの結果をどの様に活用したいと考えますか？（複数回答可）
市民目線でお答えください。



■問4 市からの情報提供の場合、どのような方法がより使いやすいと考えますか？
市民目線でお答えください。



その他：ごみ収集ボックス等、多くの人がしばしば目にするところ

■問5 庁内でも役立つ情報だと思いますか？

庁内でのアンケート結果では7割程度の方々が役立つ情報だと思うと回答した。

市民イベント開催時の、開催の調整や注意喚起等に有効に使えるのではないかと意見や業務停止が重大なリスクに繋がる部署では勤務体制等の早期対策や注意喚起に使えるのではないかと意見があった。

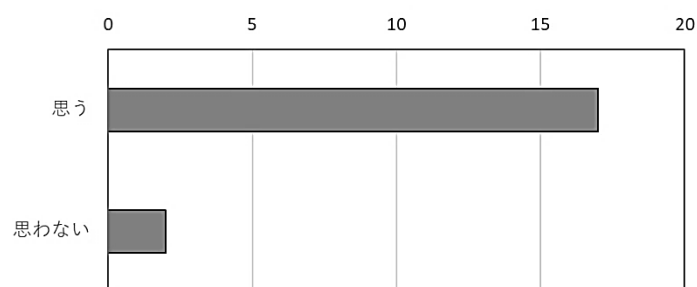
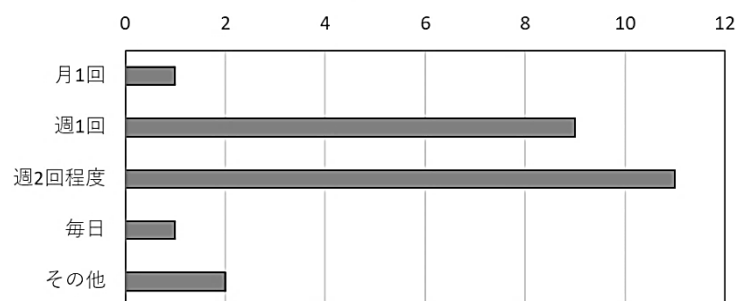


表 4-17 自由回答意見など

No.	実施対象	意見等
1	健康増進課	<ul style="list-style-type: none"> ・患者数の毎日の公表が今後なくなった際に、流行状況の予測として注意喚起に使いそう ・イベントの調整（実施する工夫） ・いい情報だが内容や表示の方法に精査が必要
2	道路整備課	－
3	土木河川課	－
4	広報広聴課	<ul style="list-style-type: none"> ・イベント開催等の判断 ・イベント周知の際、注意文と一緒に流すので参考にする
5	市民活動課	－
6	下水道施設課	<ul style="list-style-type: none"> ・防止意識の向上 ・天気予報のように、日常的に
7	下水道経営課	<ul style="list-style-type: none"> ・傾向と対応方法を発信。職員メールで送信が良い。 ・導入するか否かは費用対効果による
8	下水道整備課	－
9	上水道整備課	<ul style="list-style-type: none"> ・業務上の対策などの共通基準に活用できる ・勤務体制等の早期対策

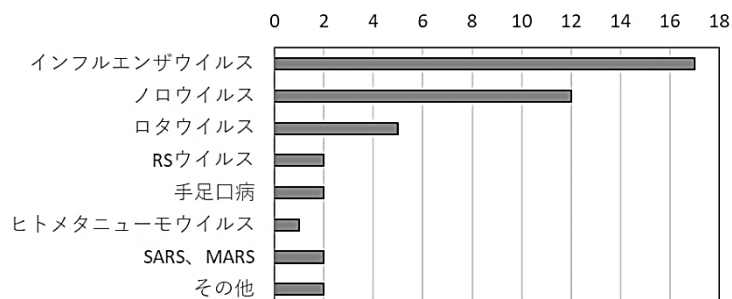
■問 6 改善点等お教えてください。（調査頻度について）



その他：

- ・ 増加した時
- ・ 増加傾向の時のみ発信

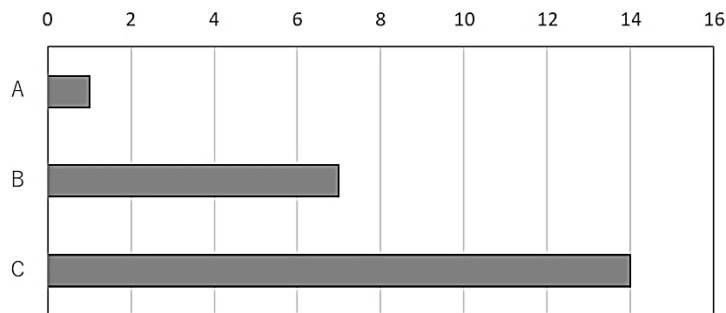
■問 6 改善点等お教えてください。（調査対象について）



その他：

- ・ 費用対効果を考えると今は必要ないと思う
- ・ 調べておいて流行しそうな時に情報開示

■問7 サンプルA、B、Cのうち、どれが良かったですか？



Aについて：

- ・レベルが何を表しているかイメージしづらい。市民にとっては、どう行動したらいいか結びつくようなシンプルな情報提供が良い。
- ・A+アラートが良いと思う。

Bについて：

- ・高齢者、若者にもパッと見て分かりやすい
- ・注意しないといけないことが分かる
- ・全員配信なら、シンプルなB。希望者ならC
- ・視覚的に分かりやすい
- ・シンプルかつ信号機が分かりやすい

Cについて

- ・増減予測がなんとなくではあるが見えている
- ・アラートの数はしぼった方が良くはないか
- ・B少し文字は多いが、個人判断と全体意識が芽生える（自由があるし、調和を目指すこともできる）
- ・情報提供方法として一番わかりやすい
- ・見た感じがなじみやすい

4.3.2 今後の課題

(1) 市民ニーズ調査の実施及び市民ニーズの把握

市民のニーズについてはある程度把握できたところである。感染者数が求められるところであるが、下水中のウイルス濃度がそれに代わるには市民の理解度をかなり高める必要がある。

警戒レベルや警戒アラートで直接注意喚起等を提供することが望ましいと考えられた。警戒レベルや警戒アラートを設定するに足る調査情報を収集する必要がある。

(2) 情報提供の検討

警戒レベルや警戒アラート等直接注意喚起や行動変容に繋がる情報を市の Web サイトや SNS、防災メールで発信することとすることが望ましく、詳細な情報は山口大学環境 DNA 研究センターから発信することが望ましく、連携した情報発信方法を工夫する必要がある。

また、公共の情報源をあまり利用しない 10～20 代の若い方々への情報提供方法は、特に工夫が必要である。

(3) モニタリングの実施

アンケート中で新たに見いだされた市役所内での活用方法、市民の健康、予防意識の啓発、イベント開催にあつたての判断、業務実施体制の調整等のニーズについては、引き続き検討が必要である。

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した活用ニーズを、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
5-1	庁内での活用	各署	・ 市民イベント開催時の庁内調整に活用する。 ・ 業務停止が重大なリスクに繋がる部署での勤務体制等の早期対策等に活用する。
5-2	市民への情報提供等	各署	・ 市民が行動する際に生かせるよう、感染状況を示す目安として情報提供する。

5.1 本事業を通じて把握された活用ニーズ

庁内での活用

5.1.1 活用ニーズ概要

宇部市役所庁内の複数の部署を対象にアンケート及びヒアリングを実施した結果、庁内での活用について、市民イベント開催時の庁内調整や、業務停止が重大なリスクに繋がる部署での勤務体制の早期対策等に生かせるなどの活用ニーズが示された。

5.1.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

本事業のアンケート実施の中で新たに見いだされたニーズであり、本事業終了後、継続・展開する事業の中で引き続き活用・実装に取り組む。

5.1.3 活用・実装できなかった理由

下水中のコロナウイルス調査方法と、市民への情報提供方法の検討を同時に進める計画であったが、令和4年11月の調査終了時点以降、オンタイムでの情報提供ができないため、実装に至らなかった。

また、市民ニーズを本事業のアンケート実施により把握したことから、本事業の中での活用・実装は工程的に難しかった。

5.2 本事業を通じて把握された活用ニーズ

市民への情報提供等

5.2.1 活用ニーズ概要

市民アンケートにより、下水中のコロナウイルス濃度の提供に加え、警戒レベルや警戒アラート等、直接の注意喚起など行動変容のきっかけとなる情報提供が望ましいことがわかった。

警戒レベルや警戒アラート等、直接、注意喚起や行動変容に繋がる情報を市の Web サイトや SNS、防災メール等で発信して情報提供することが望ましく、より詳細な情報は、山口大学環境 DNA 研究センターから発信するなど、今後、連携した情報の発信方法を工夫する必要がある。

5.2.2 活用・実装の状況（試行、年度内準備中を含む）

情報提供のサンプルを作成し、市民への情報提供にあたっての改善点等の意見を収集した。

また、データの確実性の検証を行ったうえで、情報提供の開始を目指す。また、試験的運用として、山口大学 HP での情報提供を目指して準備を進めている。

5.2.3 活用・実装できなかった理由

下水中のコロナウイルス調査方法と、市民への情報提供方法の検討を同時に進める計画であったが、令和 4 年 11 月の調査終了時点以降、オンタイムでの情報提供ができないため、実装に至らなかった。

また、本事業のアンケート実施の中で新たに見いだされたニーズであり、本事業の中での活用・実装は工程的に難しかった。

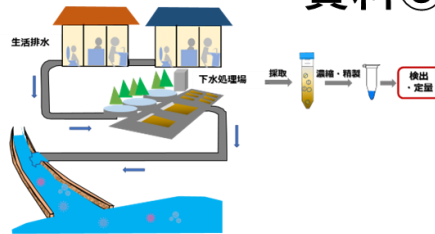
下水サーベイランス

資料③

下水サーベイランスとは

* 新型コロナウイルスなどの感染症に罹った患者の糞便中に、ウイルスが排出されることが知られています。

* 排泄された糞便が集まる下水中のウイルスの濃度を調べる（下水サーベイランス）で、下水を集めているエリアの感染状況を把握することが可能であると言われています。



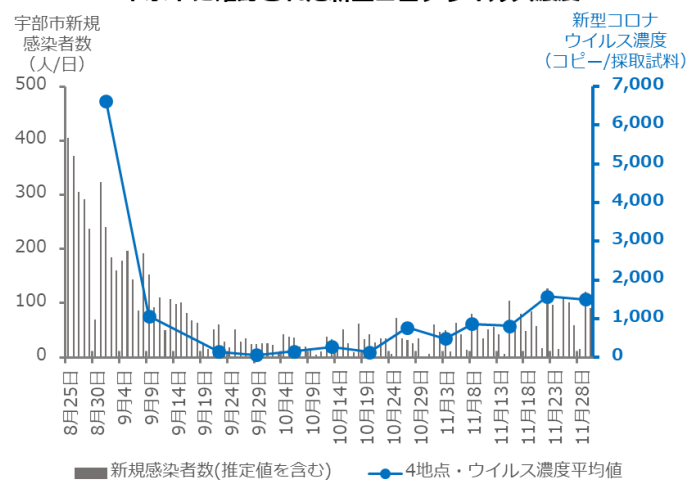
調査概要

調査は、令和4年9～11月に、東部浄化センターおよび西部浄化センターにおいて、それぞれの分流式と合流式下水道流入水の合計4地点で下水中の新型コロナウイルス検出状況を把握、感染者数と比較するための定期調査を行いました。

調査結果

令和4年9月2日から12月1日までの分析結果は、下図に示すとおりです。

下水中に確認された新型コロナウイルス濃度



新型コロナウイルス	2022年11月29日	前週比
下水中のウイルス濃度	1504.5コピー/採取試料	×0.95倍
下水からの検出率	100% (4検体/4検体)	±0ポイント
宇部市の新規感染者数(*)	517人/週	×1.1倍

* 9月27日以降の患者数

▶ 新規感染者数の集計方法が変更になったため、3市(山陽小野田市、美祢市)の合計から宇部市の感染者数を推定しています。

参考

令和4年9月からの新型コロナウイルスを対象にした下水サーベイランスは、内閣官房「ウィズコロナ時代の実現に向けた主要事業の実証・導入に向けた調査研究業務 下水サーベイランスの活用に関する実証事業」のもと実施しています。本事業は、宇部市、山口大学、日本工営株式会社、プロメカ株式会社の共同体で実施しています。

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

前項 5.「地方公共団体の活用ニーズを踏まえた実装」のうち、庁内での活用及び市民への情報提供について本事業終了後、以下のとおり、継続・展開を予定している。

① 年度内（令和 5 年 2～3 月）

令和 5 年度の下水サーベイランス事業の継続にあたり、宇部市、国立大学法人山口大学、日本工営株式会社の 3 者で「宇部市における下水サーベイランスの活用に関する基本合意書」を締結し、令和 4 年度実証事業での課題解決に向けて新たな体制で協議会を立ち上げ、連携して取り組む。

② 令和 5 年度事業

- ・ 宇部市における下水中の新型コロナウイルス等のモニタリング
- ・ データの蓄積による精度、確実性の検証
- ・ 下水サーベイランスから得られた情報の活用方法の検討
- ・ 事業化に向けた展開

6.2 事業終了後の実施体制

本事業終了後の実施体制以下のとおりを予定している。

宇部市、山口大学、日本工営(株)の 3 者で「宇部市における下水サーベイランスの活用に関する基本合意書」締結、それに伴い新たな体制で協議会を立ち上げる予定である。

①年度内（令和 5 年 2～3 月）

令和 4 年度実証事業での課題解決に向け、協議会において令和 5 年度事業について検討する。

②令和 5 年度

体制図 6-1 に基づき実施する。

表 6-1 令和 5 年度事業実施体制

機関名	所属部署・役職	代表者	住所
山口大学 環境 DNA 研究センター			山口県宇部市常盤台 2 - 1 6 - 1
日本工営(株)中央研究所			茨城県つくば市 稲荷原 2 3 0 4
宇部市			山口県宇部市常盤町 一丁目 7 番 1 号

<事業終了後の実施体制図>

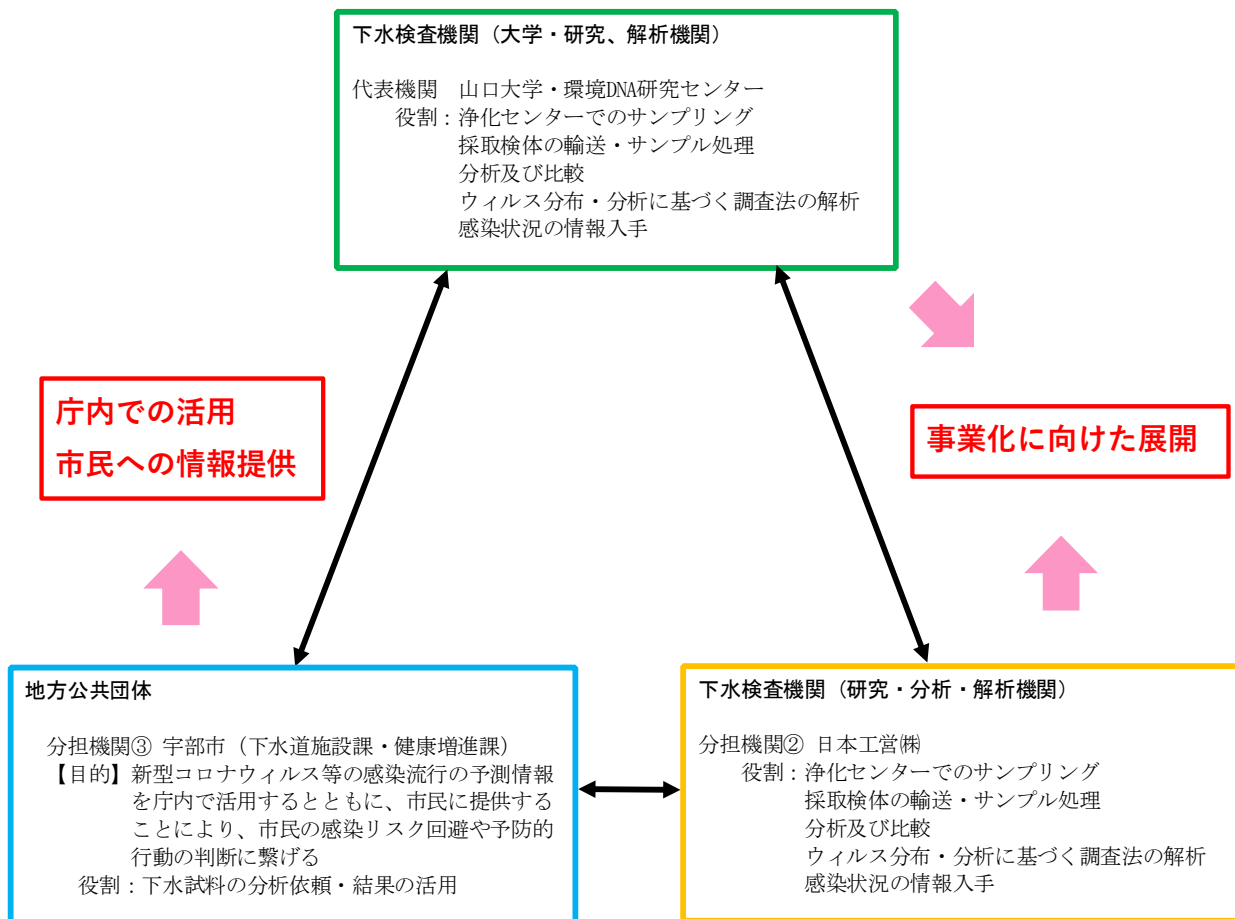


図 6-1 事業終了後の実施体制図

事業終了後の結果活用

- ・ 山口大学のWebサイトに令和4年度実証事業について掲載する。
- ・ 宇部市のWebサイトに下水サーベイランスの取組状況について掲載し、令和4年度の実証事業の結果については、山口大学のリンクを張りつけて公表する。

- ・ 山口大学のWebサイトにおいて、令和4年度実証事業の結果及び令和5年度事業の状況を逐次掲載する。
- ・ 国の感染者全数把握の廃止等、国の動向を見ながら、検証結果による精度と予測の確実性が担保された時点で、市民への公表など、庁内を含めた活用方法を検討する。
- ・ 市民への公表は、宇部市のWebサイト及びライン等を活用する。

████████████████████

██████████

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	試料の採取方法：パッシブサンプルとグラブサンプルどちらの方が下水中のウイルス濃度が低い時でもウイルスが検出できるのか？	グラブ採水サンプルと脱脂綿パッシブサンプルを同時に採取し濃度と検出傾向を確認	
2	脱脂綿の浸漬時間の短縮化、適正化	浸漬時間、3, 6, 9, 12, 24 時間回収された脱脂綿試料中の新型コロナウイルス濃度を比較	6 時間の浸漬時間が最適であるという結果が得られた。同様の試料採取を複数回、感染状況が異なる時に実施し、データ精度を高める。

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 (試料採取、輸送、分析までを分析担当が一括して行ったため、衛生管理、対応問題は生じなかった)	—	—

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	アラートを出す際の基準値をどの様に設定したらいいのか？	共同体間で現状の下水サーベイランスでどこまでの情報を伝えられるのか、他の自治体の活用例を参考に確認	下水サーベイランスを継続し、データを蓄積
2	データの精度の担保	継続したデータを蓄積していくことで合意	下水サーベイランスを継続し、データを蓄積

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	事業開始前の庁内部局間（下水道部局、政策部局、衛生部局）の連携体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道部局と衛生部局が連携し、政策部門にも協議のうえで庁内体制を構築 ・本市のコロナの現状に関する情報共有 ・活用ニーズ把握のための市民アンケート等実施の検討 ・事業の進捗状況等の首長への報告 	関係部署による検討会
2	外部の関連機関（保健所、衛生研究所、医師会、周辺の市/県等）との連携体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・県環境保健センターへの協力依頼⇒会議への参加 ・県（健康増進課、保健所）に助言等の協力依頼 ・山口大学医学部に助言等の協力依頼 	市・県等の関係機関連携検討会

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	市民のニーズ把握	<ul style="list-style-type: none"> ・市民アンケート実施期間に余裕がなかったため、内容を簡易にして、10代以上の全年代でアンケートがとれるよう、大学生や、検診会場、地区イベントの来場者等に実施。 ・庁内職員には活用に関するヒアリングを実施 ・当初計画で予定していなかったことから、モニタリング期間の情報発信ができず、速報としての活用実態については把握することができなかった 	公表（情報提供）に対する市民の活用についての調査
2	クラスターの発生しやすい集団生活の場での早期発見		施設ごとのニーズ把握

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	感染症対策への活用イメージの具体化	<ul style="list-style-type: none"> ・アンケートを実施し、年代により、情報入手ツール、関心のタイミング、知りたい内容等の違いを分析 ・視覚的でわかりやすい情報提供の必要性を認識 ・他自治体の複数の先進事例を示し、増減予測などの見せ方や活用イメージを把握 ・結果、エビデンスも重要だが、アラートや実際に取り組むべき予防措置等の具体的な行動変容につながる情報発信が期待されていることが明らかとなった 	アンケート結果等を踏まえ、市民への情報提供や庁内活用策を検討
2	1週間先ぐらいの予測についての検討	データの蓄積	更なるデータの蓄積を行い、予測方法について検討

7.4.4 試行

表 7-7 活用（試行）に関する課題と解決のための工夫

No.	把握された課題	実施した解決策	今後考えられる解決策
1	データの精度、確実性の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・補正での見せ方もあるが、より精度、確実性を上げるためデータの蓄積 ・各自治体の Web サイトや専門家へのヒアリング、文献調査を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・データの蓄積による精度、確実性の検証 ・蓄積されたデータによる予測方法の検討
2	庁内での活用及び市民への試行	庁内及び市民アンケート	市民への情報提供や庁内活用策を検討、試行

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	実装に向けた庁内の合意形成や県・議会、関係機関の理解	<ul style="list-style-type: none"> ・施策、予算等関係部署への費用体効果、必要性について説明の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・庁内での合意形成 ・県や議会、関係機関への説明

2	市民に誤解を与えないような信用できる情報の提供	<ul style="list-style-type: none"> ・市民アンケートによる世代別の知りたい情報やその入手ツールの把握 ・庁内ヒアリングでの情報提供サンプル提示による情報の出し方に対する意見聴取 ・他自治体の事例収集 ・専門家へのヒアリング 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供の試行と評価 ・提供する情報の精度向上 ・下水サーベイランスを周知したうえでの情報提供 ・情報の出し方の工夫
---	-------------------------	--	--

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	市民等ユーザー視点の評価	データの活用方法について、市民及び市職員にアンケートを実施	試行結果や再アンケート実施等に基づく評価
2	下水サーベイランスの施策としての費用対効果の分析	全数把握が継続されているため、データ公表の必要性の検討	2 類から 5 類への移行や感染者の全数把握が廃止された場合のデータ活用策の検討及び想定される費用対効果の把握

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	24 時間→6 時間（見込み）	変化なし	浸漬時間の検討、短縮化
2 輸送	1 時間	変化なし	特になし
3 分析・結果提示	13 時間→6～8 時間	変化なし	ポンプの追加購入 (Promega、Direct capture 法用の機材、 <u>PowerPoint プレゼンテーション</u> <u>(promega.co.jp)</u>)
4 その他	特になし		