

# 下水サーベイランスを活用した 感染トレンド把握及び感染者数の推計に関する実証（札幌市）

**代表機関** 札幌市

**分担機関** 国立大学法人北海道大学

**実証目的** 感染者数と下水中の新型コロナウイルスRNA濃度の関連性の解明と下水サーベイランスの感染状況把握等への活用

**課題**

- 新規陽性者数とウイルスRNA濃度の関連性の確認や、データの信頼性を確保するために必要な検査頻度の検証が必要

## 1 下水サーベイランス結果からの感染トレンドの把握に係る検討

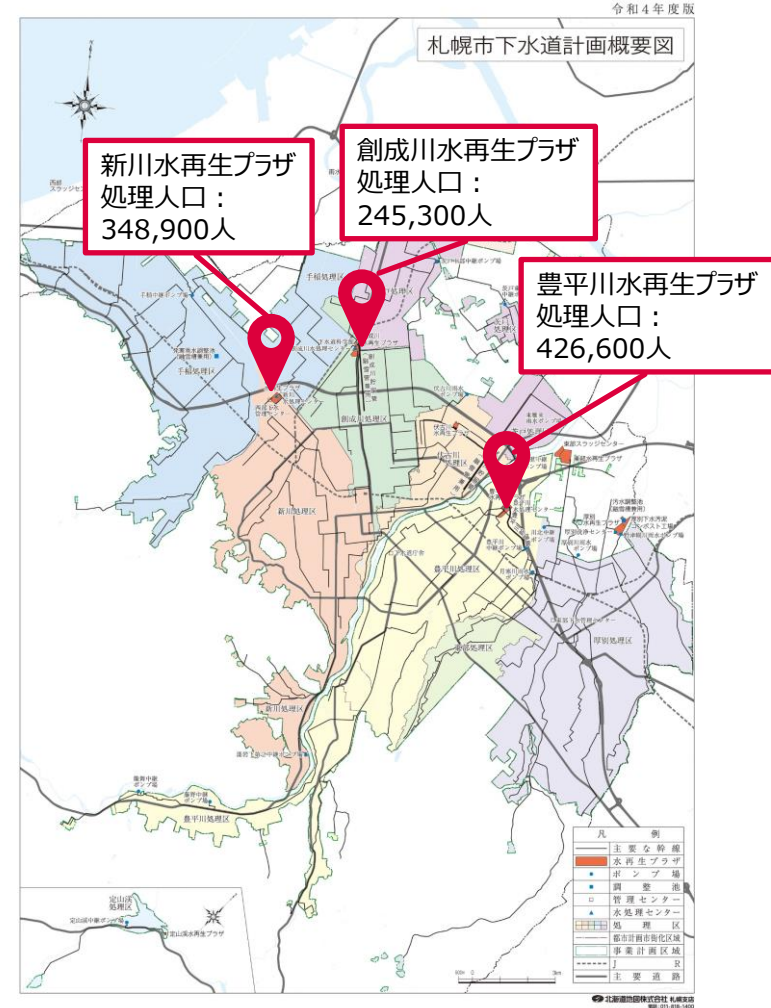
- 週3回の頻度で創成川・豊平川・新川水再生プラザの流入水中のウイルスRNA濃度をEPISENS-S法（旧・仮称：北大・塩野義法）により分析
- 新規陽性者数等の感染動向データとの関係性を把握し、下水サーベイランスによる感染トレンドの早期把握の可能性を検証

## 2 下水調査結果を活用するにあたり適切な採水方法・検査頻度の検討

- 実証期間中に3回、創成川・豊平川・新川水再生プラザにおける、1時間おき（24時間分）の流入水中のウイルスRNA濃度をEPISENS-S法により分析
- あわせて糞便指標であるPMMoV RNA濃度の測定を行い、得られたデータから適切な採水方法・頻度・データ平準化方法などについて検討

## 3 下水調査結果からの将来の感染者数（新規陽性者数）を推計する手法の検討

- 得られた調査データを基に、1週間程度先の感染者数の推計モデルを構築
- 感染症数理モデル等との組み合わせにより、さらに1週間程度先の感染者数を予測する可能性について検討



# 実証事業の結果概要

## 1 下水サーベイランス結果からの感染トレンドの把握に係る検討

### 実証テーマ概要（再掲）

- 週3回の頻度で創成川・豊平川・新川水再生プラザの流入水中のウイルスRNA濃度をEPISSENS-S法（旧・仮称：北大・塩野義法）により分析
- 新規陽性者数等の感染動向データとの関係性を把握し、下水サーベイランスによる感染トレンドの早期把握の可能性を検証

### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 流入水中の新型コロナウイルス濃度を継続的に測定し、下水からの検出率と下水中のウイルスRNA濃度の、2つの評価指標をもって、感染状況を把握（図-1）
- 第7波、第8波の感染拡大期において、新規陽性者数の増加に先駆けてウイルスRNA濃度が増加したことを確認
- 令和4年8月、札幌市HPに「下水サーベイランス」のページを開設し、市民向けの調査結果の公表を開始（図-2）

### 今後の課題

- 保健福祉局においては国からの通知等に基づいて構築した既存の医療政策体制が機能しており、下水サーベイランスを本市全体の政策決定に活用する段階まで到達できなかった。
- 今後、新型コロナウイルス感染症の5類への引き下げも含め、下水サーベイランスを取り巻く社会情勢が大きく変化することが予想されるため、関係部局間で情報を共有する体制を継続し、活用方法について議論を進めていく。

## 2 下水調査結果を活用するにあたり適切な採水方法・検査頻度の検討

### 実証テーマ概要（再掲）

- 実証期間中に3回、創成川・豊平川・新川水再生プラザにおける1時間おき（24時間分）の流入水中のウイルスRNA濃度をEPISSENS-S法により分析
- あわせて糞便指標であるPMMoV RNA濃度の測定を行い、得られたデータから適切な採水方法・頻度・データ平準化方法などについて検討

### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- ウイルスRNA濃度は、流入下水中に含まれる糞便量の変動の影響もあって、日内変動が大きい
- 現在の5施設×週3回の採水体制から、3施設×週3回や2施設×週3回の採水体制に変更した場合でも、十分に市全体のウイルス濃度の増減傾向を把握できることを確認（表-1）
- PMMoVにより正規化した値は新規陽性者数と同様の増減傾向を示しており、正規化を行うことの有用性が示された

### 今後の課題

- ホームページ上での結果公表にあたっては、正規化という概念が市民の理解を得られにくいと考えられるため、ウイルスRNA濃度と正規化した値のどちらを公表値として扱うか、今後も引き続き検討していく必要がある。

## 実証事業の結果概要

### 3 下水調査結果からの将来の感染者数（新規陽性者数）を推計する手法の検討

#### 実証テーマ概要（再掲）

- 得られた調査データを基に、1週間程度先の感染者数の推計モデルを構築
- 感染症数理モデル等との組み合わせにより、さらに1週間程度先の感染者数を予測する可能性について検討

#### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- PRESENSEモデルによる将来の感染者数（新規陽性者数）の推計手法を検討し、新規陽性者数に対する下水データの先行性（いわゆるタイムラグ）は5日と推定された（図-3）
- 臨床検査の報告数は検査体制や届出対象の見直しの影響を受ける可能性があるが、下水サーベイランスは不変的に一定の尺度で無症状者を含めた真の感染規模を推定可能であると示唆された。

#### 今後の課題

- 新型コロナウイルス感染症の5類への引き下げが閣議決定され全国的に定点把握への動きが進むことが想定される中で、今後は直近の報告感染者数データに依存せずに感染者数を推計する手法を検討する必要がある。
- 自治体内において、感染者数推計値の政策判断材料としての活用や市民への公表の是非（あり方）を議論していく必要がある。

# 実証事業の結果概要

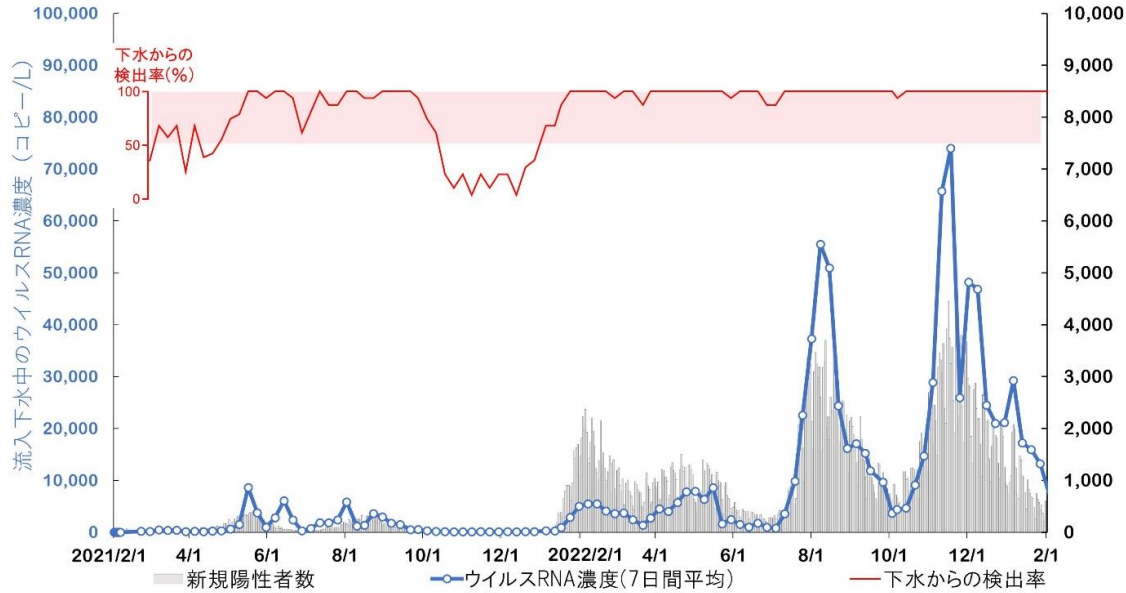
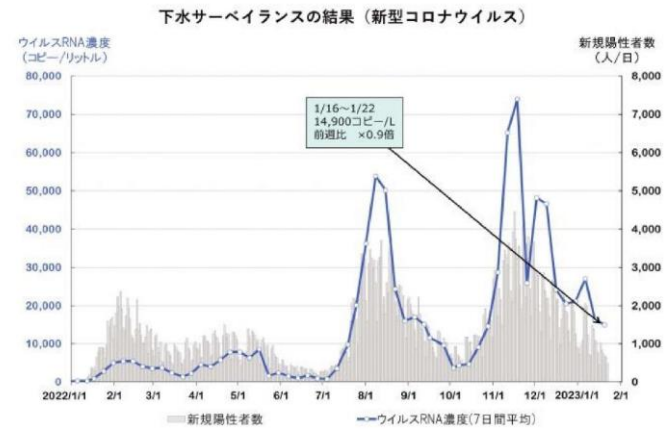


図-1 ウイルスRNA濃度（市全体）と新規陽性者数の変動



新型コロナウイルス	1月16日～1月22日	前週比
下水中のウイルスRNA濃度※1	14,900コピー/リットル	×0.9倍
下水からの検出率※2	100% (15検体/15検体)	±0ポイント
新規陽性者数	4,870人/週	×0.7倍

- ウイルス濃度は緩やかに減少していますが、高い水準を継続しており、引き続き注意が必要です。
- 検出率は100%を継続しており、市内の広範囲に感染が拡大していると推察されます。

図-2 下水サーベイランスのページ（新型コロナウイルス）

表-1 採水体制の検討結果

分析パターン	対象施設	①年間費用 (万円)	②人口割合 (%)	③現在との一致度 (R <sup>2</sup> )	
				濃度	検出率
現在[5×3]	創、豊1、豊2 新1、新2	3,750	51.8	-	-
[3×3]	創、豊2、新1	2,250	32.4	<b>0.96</b>	<b>0.97</b>
[2×3]	創、新1	1,500	22.0	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>
[5×1]*	創、豊1、豊2 新1、新2	1,250	51.8	<b>0.92</b>	0.80
[3×1]*	創、豊2、新1	750	32.4	0.85	0.71
[1×3]	創	750	12.4	0.86	0.87
	豊1	750	11.2	0.74	0.74
	豊2	750	10.2	0.80	0.77
	新1	750	9.5	0.82	0.86
	新2	750	8.2	0.81	0.85

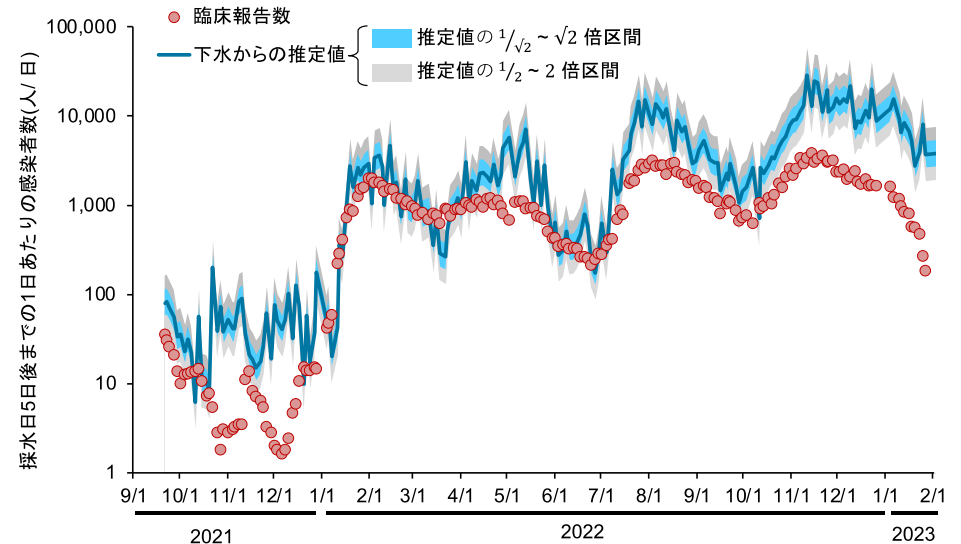


図-3 PRESENSモデルによる新規陽性者数推定値と実際の新規陽性者数

# 自治体において下水情報を有効活用する手法 及び活用のための持続的体制に関する実証（仙台市）

**代表機関** 国立大学法人東北大学

**分担機関** 仙台市 国立大学法人山形大学 国立大学法人金沢大学 公立大学法人滋賀県立大学  
株式会社日水コン ユニアデックス株式会社 株式会社明電舎 株式会社ビルワーク・ジャパン  
一般財団法人宮城県公衆衛生協会 株式会社日本微生物研究所 株式会社日本環境衛生研究所

**実証目的** 自治体において下水サーベイランスにより得られる情報（下水情報）を有効活用するため必要な体制に関する実証を行う。

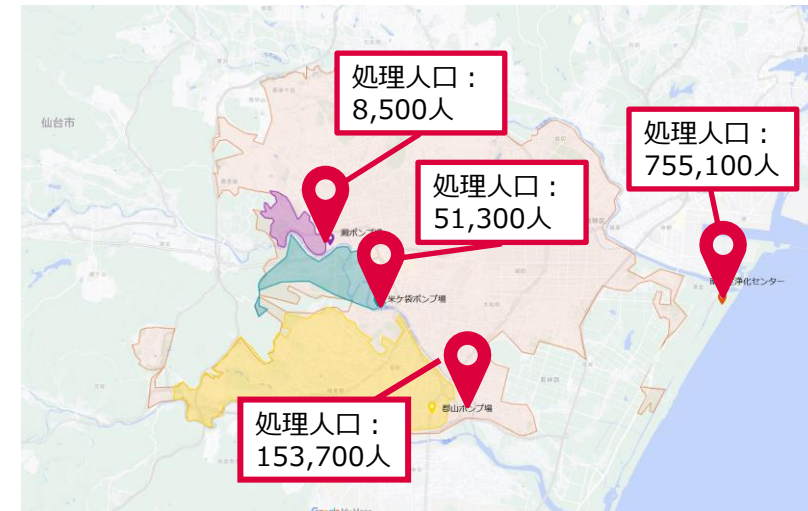
- 課題**
- 自治体では下水サーベイランス結果を活用した経験がなく、こういった下水情報を活用すれば、どのような効果や便益が得られるのか、自治体が判断できる情報がない。
  - 比較的安価かつ柔軟に下水中ウイルス濃度分析を担当する地元企業が存在しない。
  - 自治体に下水情報を継続的に利用するスキームが存在しない。

## 1 自治体における活用可能な下水情報の特定と活用による効果

- ニーズのある下水情報を特定するための市民を対象としたアンケート調査、及び下水情報活用に関するニーズや問題意識に関する自治体職員を対象としたヒアリングを実施する。
- 仙台市内の検査会社3社が、北大・塩野義法を用いた下水サンプルの分析態勢を整える。

## 2 下水情報の利活用を促進するための体制（情報拠点）

- 「東北大学・下水情報研究センター」を設立し、自治体向けコンサルティングサービスを提供する体制を整え、さらに「下水情報共有DXプラットフォーム」を構築・運用する。



## 地方公共団体の活用ニーズ

- 地域での感染流行検知、感染収束判定活用、感染者数推移予測などを活用ニーズとして想定。
- 継続的に取り組みを進めるための情報拠点の構築

# 実証事業の結果概要

## 1 自治体における活用可能な下水情報の特定と活用による効果

### 実証テーマ概要（再掲）

- ニーズのある下水情報を特定するための市民を対象としたアンケート調査、及び下水情報活用に関するニーズや問題意識に関する自治体職員を対象としたヒアリングを実施する。
- 仙台市内の検査会社3社が、北大・塩野義法を用いた下水サンプルの分析態勢を整える。

### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 下水情報より感染拡大の兆候をつかみ、注意喚起を行う場合には、法的な根拠が必須である。
- 集水域人口が大きいほど感染流行状況は見えやすくなるとは言えるが、約100万人の人口を有する仙台市では、15万人程度のカバー率では感染流行状況を把握するには不十分であった（次頁図）。

### 今後の課題

- 第8波の感染以降、落ち着いた状況になった時点での下水情報へのニーズ（支払い意思額）や、下水情報が発信されていない仙台市以外の自治体のニーズの把握が必要である。
- 公的に当該情報を活用するためには、法的な位置づけと活用方法の明確化が必須である。
- PMMoVの定量値が通常よりも低い場合には、分析をやり直すなどの対応が必要と考えられたが、具体的にどのようなレベルの定量値が出た場合に分析をやり直すべきかは決定することができていない

## 2 下水情報の利活用を促進するための体制（情報拠点）

### 実証テーマ概要（再掲）

- 「東北大学・下水情報研究センター」を設立し、自治体向けコンサルティングサービスを提供する体制を整え、さらに「下水情報共有DXプラットフォーム」を構築・運用する。

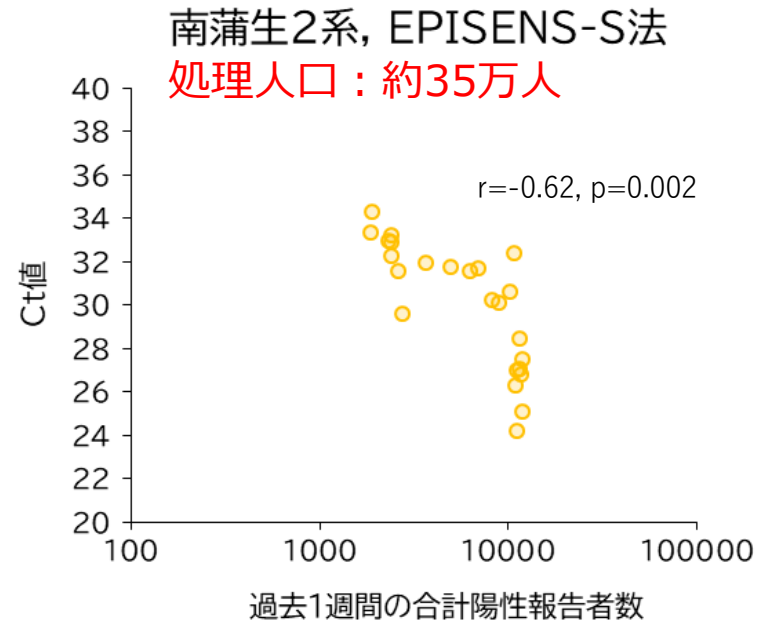
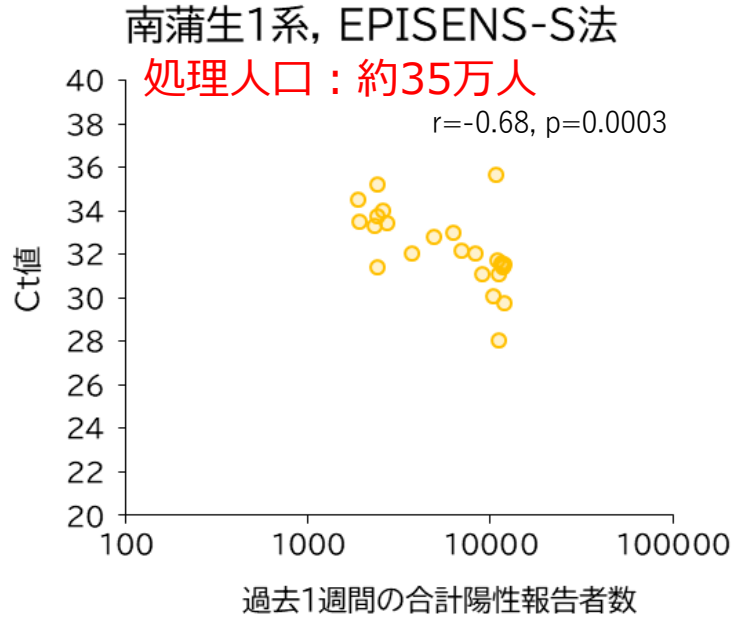
### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 2022年12月14日に「東北大学・下水情報研究センター」を設立し、自治体向けコンサルティングサービスを提供する体制を整えた。
- 「下水情報共有DXプラットフォーム」を構築し、運用を開始した。

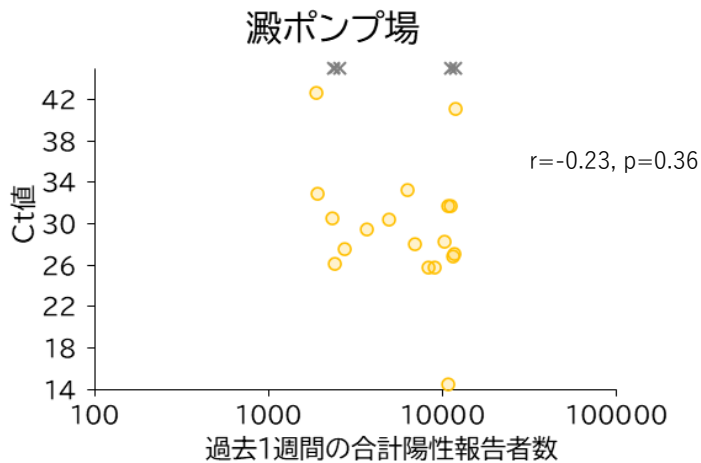
### 今後の課題

- 引き続き行われる仙台市との共同研究において下水情報共有DXプラットフォームを使用し、自治体内での情報共有を進めると同時に問題点等を洗い出し、必要であればプラットフォームの構成の修正を行う。

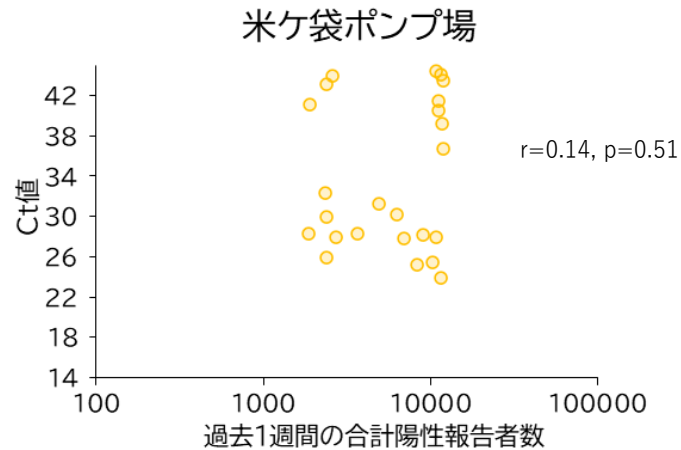
# 実証事業の結果概要



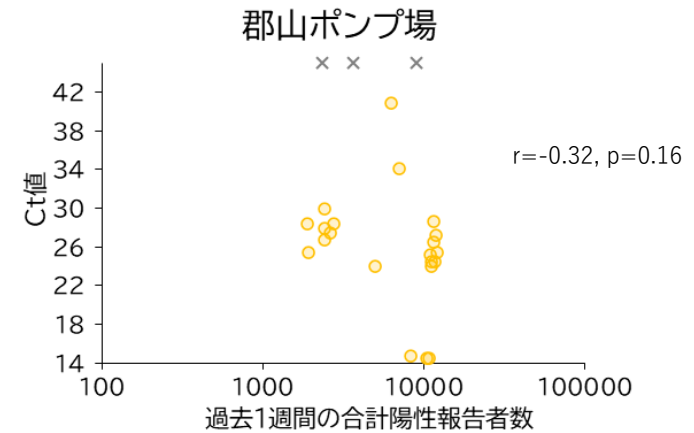
集水域人口：約8,500人



集水域人口：約51,300人



集水域人口：約153,700人



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

**代表機関** 株式会社AdvanSentinel

**分担機関** 秋田県 株式会社生物技研 シオノギテクノアドバンスリサーチ株式会社

**実証目的** 感染症法上の新型コロナウイルス感染症の分類が2類から5類へ変更時、感染実態把握の正確性  
新規変異株の早期検出により、感染症対策における政策判断ツールとしての活用

**課題** データの解釈、分析情報の集約と解析による政策判断について、県新型コロナウイルス感染症対策本部など保健部局での活用を検討する必要性及び県民への情報提供のあり方

## 1 下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンドを把握する

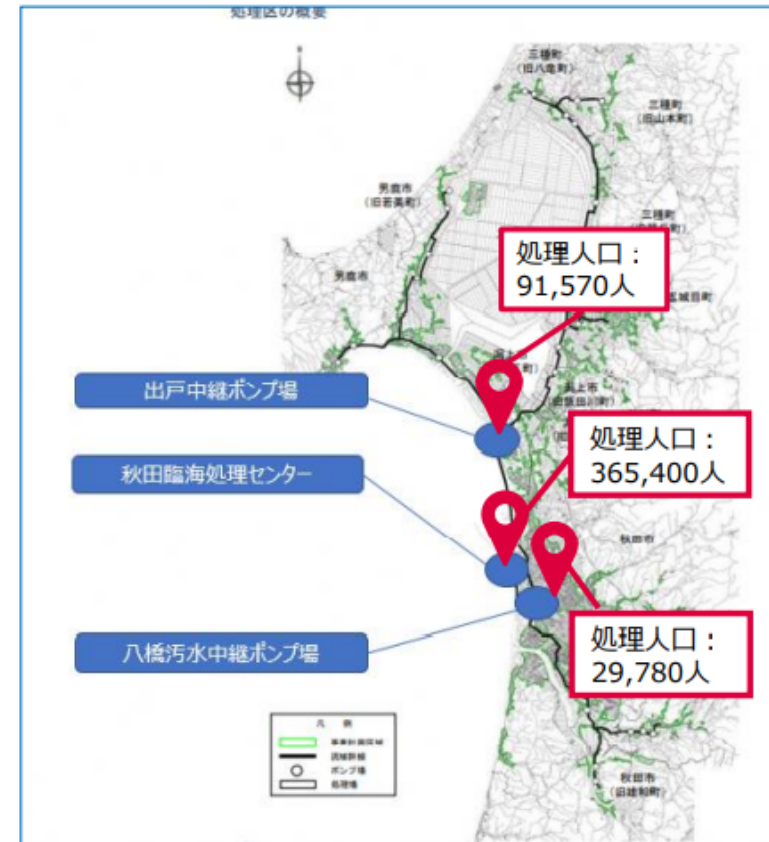
- 週2回の定量解析を行う事で感染状況を早期に確認する。
- 2か月に1回の検討会を開催して知見を深める

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

- 秋田県健康環境センターの専門家に参加いただき考察、評価を行う

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

- 下水サーベイランスを活用し不顕性感染者も含めた流域下水道処理区全体の感染状況の把握することで、感染症対策として秋田県が下水サーベイランスを保健行政の判断材料の一つとして機能するか検討を行う





## 実証事業の結果概要

### 1 下水中新型コロナウイルスの定量測定を行い、感染トレンドを把握する

#### 実証テーマ概要（再掲）

- 週2回の定量解析を行う事で感染状況を早期に確認する。
- 2か月に1回の検討会を開催して知見を深める

#### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 測定値を3点平均やPMMOVで補正する事で新型コロナウイルス感染症新規感染者数と同様の傾向を示すことが確認できた。（P4）
- 2か月に1回の検討会は、9/1開催以降、MRI-自治体意見交換会等で他自治体の状況を確認できた。12/5の2回目の検討会開催で秋田県の下水中SARS-CoV-2濃度と新規感染者数の強い相関を確認した。（P4）

#### 今後の課題

- 9つある保健所管轄のうち秋田市を中心とする2つの保健所管轄（秋田県人口の約40%）での下水による感染状況の可視化が出来たが、残りの7つの補完所管轄でも同様の事が言えるのかは不明
- 流域下水を管理する下水道マネジメント推進課が実証事業を進めてきたが、県期間としては、まだ有用性・信頼性についてオーソライズ出来ていない状況にある

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

#### 実証テーマ概要（再掲）

- 秋田県健康環境センターの専門家に参加いただき考察、評価を行う

#### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 秋田県健康環境センター一部長に検討会に参加いただき下水サーベイランスの採水方法、測定方法の知見を深めた。
- どのような変異株がエリアに存在しているか確認するために有用との評価を得た。（P5）
- 秋田県健康環境センターでのゲノム解析数が減ってきているので低コスト・低労力で変異株の存在割合を可視化できるのは有用

#### 今後の課題

- 秋田大学などアカデミアと連携する事で下水から得られる秋田県内の変異株存在割合の確からしさの検証を行っていく、また、中長期についての予測も検討課題である

## 実証事業の結果概要

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

#### 実証テーマ概要（再掲）

- 下水サーベイランスを活用し不顕性感染者も含めた流域下水道処理区全体の感染状況の把握することで、感染症対策として秋田県が下水サーベイランスを保健行政の判断材料の一つとして機能するか検討を行う

#### 検討結果（達成したこと／分かったこと）

- 第7波では感染者数と下水ウイルス濃度は相関したが、第8波では下水では不顕性感染を捉え地上PCRでの確認とのGapを確認した。（P4）
- 保健福祉部で下水サーベイランス情報の共有を行うに至った
- 県として1週間後の感染状況の予測では不十分（P5）

#### 今後の課題

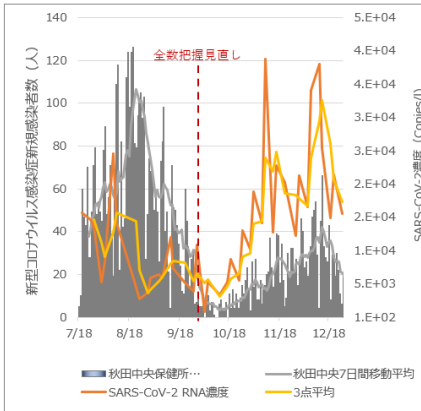
- 全数把握も直し後も保健所管轄別に新規感染者数を公表しており下水サーベイランスの結果公表には至っていない。
- 新型コロナウイルス感染症の扱いが5類になり、定点調査となった際には保健行政の判断材料の一つとして活用できるか検討
- 早期検知の観点では、1週間後では不十分であり、1か月後の感染予測が必要。
- 医療者や県上層部への認知拡大する事で評価を高める活動が必要

# 実証事業の中間結果【下水サーベイランスの結果・グラフ】

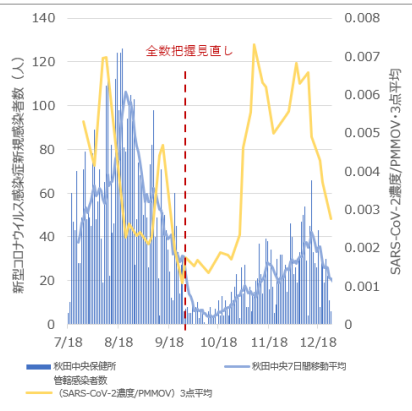
## 【測定結果】SARS-CoV-2濃度と新規感染者数

### 【出戸ポンプ場】

SARS-CoV-2濃度実測値と3点平均を表示



SARS-CoV-2濃度/PMMOV  
かつ3点平均を表示

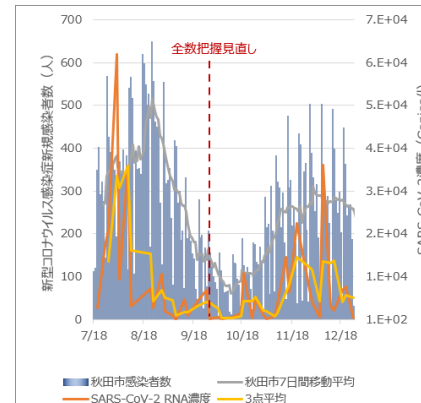


下水中ウイルス濃度と新規感染者数は第7波は同様のトレンドを示したが、第8波は乖離する傾向が見られた

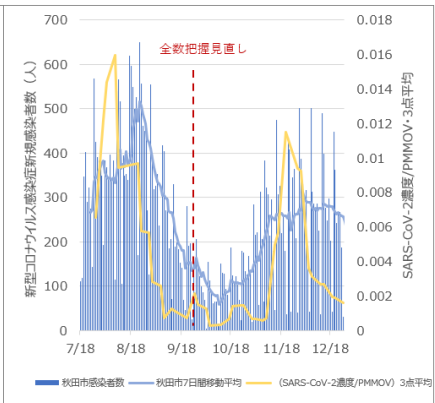
## 【測定結果】SARS-CoV-2濃度と新規感染者数

### 【八橋ポンプ場】

SARS-CoV-2濃度実測値と3点平均を表示



SARS-CoV-2濃度/PMMOV  
かつ3点平均を表示

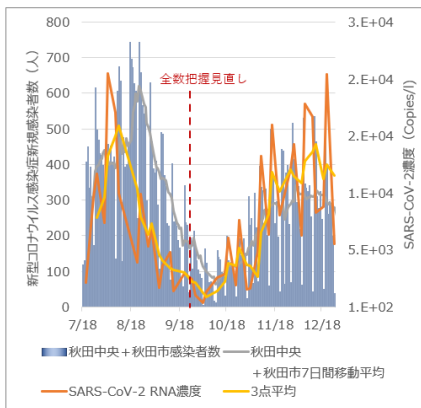


下水中ウイルス濃度と新規感染者数は第7波同様のトレンドを示したが第8波は、乖離の傾向を示した

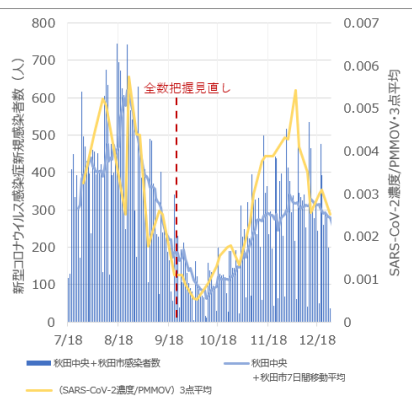
## 【測定結果】SARS-CoV-2濃度と新規感染者数

### 【秋田臨海処理センター】

SARS-CoV-2濃度実測値と3点平均を表示



SARS-CoV-2濃度/PMMOV  
かつ3点平均を表示



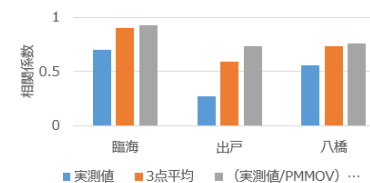
下水中ウイルス濃度と新規感染者数は第7波は同様のトレンドを示したが、第8波は乖離する傾向にあった

## 相関係数

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

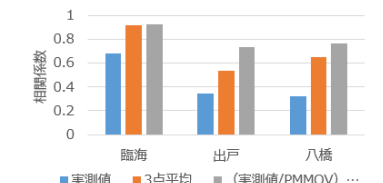
### ▼Spearman

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



### ▼Pearson

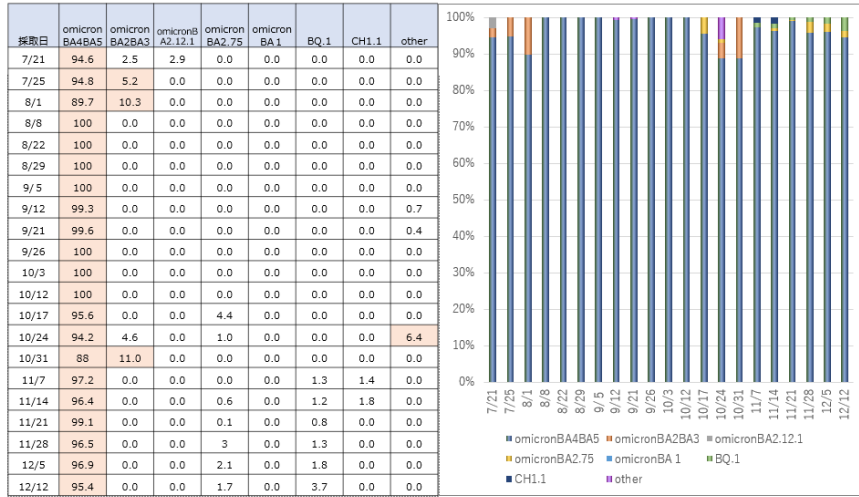
	実測値	3点平均	(実測値/PMMOV)・3点平均
臨海	0.684	0.915	<b>0.926</b>
出戸	0.345	0.539	<b>0.735</b>
八橋	0.326	0.654	<b>0.763</b>



# 実証事業の中間結果【下水サーベイランスの結果・グラフ】

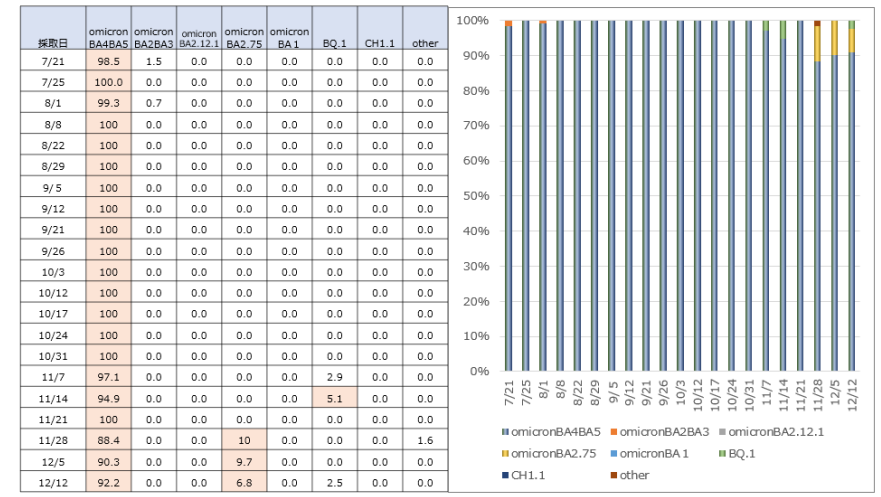
## 出戸ポンプ場

11月に入りBQ.1、BA2.75が確認されるが、存在割合は低率



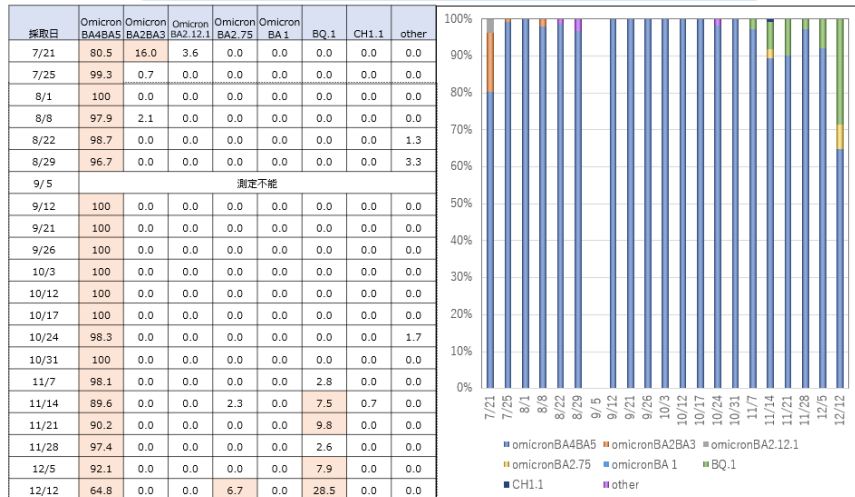
## 八橋ポンプ場

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



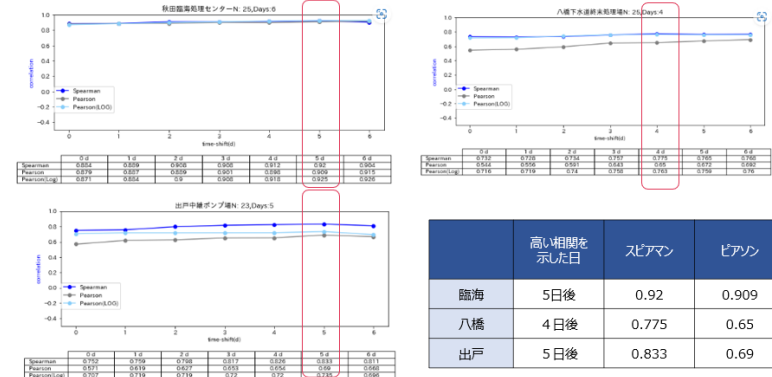
## 秋田臨海処理センター

11月に入りBQ.1が増加、12月は30%近くまで増加



## 早期検知

下水中ウイルス濃度は、何日後の新規感染者数と相関を示すのかを検討した



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

	高い相関を示した日	スピアマン	ピアソン
臨海	5日後	0.92	0.909
八橋	4日後	0.775	0.65
出戸	5日後	0.833	0.69