

JWWSA第4回講演会

JWSA 一般社団法人
日本下水サーベイランス協会
Japan Wastewater Surveillance Association

関西・大阪圏からの 下水サーベイランス社会実装に 向けての発信

2025年7月30日（水） 13時 - 17時
(受付 12時半より)

インテックス大阪国際会議ホール

第4回講演会 講演要旨

第1部 下水サーベイランスの進展・最新動向

「国内外における下水サーベイランスの最新動向」 北島正章氏（東京大学特任教授）

「下水サーベイランスに求められる調査方法」 村上道夫氏（大阪大学教授）

「関西空港における下水サーベイランス」 山崎伸二氏（大阪公立大学教授）

第3部 下水サーベイランス活用現場からの報告

「大阪・関西万博における下水サーベイランス」 左近直美氏（大阪健康安全基盤研究所主幹研究員）

「札幌市の下水サーベイランスの取組み」 石田睦氏（札幌市下水道河川局事業推進部処理施設課水質担当課長）

第4回講演会講演概要

第1部 下水サーベイランスの進展・最新動向

講演日 2025年7月30日

講演者 北島正章

所属先 東京大学 国際下水疫学講座

講演タイトル 国内外における下水サーベイランスの最新動向

要旨

1. 下水サーベイランスの最近のトレンド

下水サーベイランスの最近のトレンドとして、大きく分けて2点紹介する。

(1) パンデミック（有事）対応から、平時のモニタリングへ

- SARS-CoV-2に加え、他の病原体への適用（インフルエンザなど）

- 薬剤耐性菌問題への対応

(2) 下水・環境サーベイランス（Wastewater and Environmental Surveillance, WES）

- One Health（ヒト、動物、環境）の中での位置付け

- 途上国での適用

- 下水だけではなく、生活排水が流入する河川や運河など

- 分散型処理システムへの適用

2. 下水サーベイランスに関連する国内の状況

下水サーベイランスに関連する国内の状況として、次の4点を紹介する。

- 「新型インフルエンザ等対策政府行動計画」へ下水サーベイランスの記載

- 国立健康危機管理研究機構（JIHS） 2025年4月発足

- 国土交通省「新型コロナウイルスの広域監視に活用するための下水サーベイランスガイドライン（案）」 2024年6月公表

- 産業競争力懇談会（COCN）推進テーマ 「新たな感染症に対するレジリエントな社会システムの実装」 2024年度活動

3. 国内での下水サーベイランスの取り組み

国内での下水サーベイランスの取り組みとして、次の2点を紹介する。

- 日本医療研究開発機構（AMED）研究課題：国際空港での下水調査

- 自治体による取り組み：札幌市、小松市、養父市、滋賀県、神奈川県、山梨県での下水調査

4. 海外での下水サーベイランスの取り組み

海外での下水サーベイランスの取り組みとして、次の6点を紹介する。

- 米国：CDCによる National Wastewater Surveillance System 1,368 処理場でウイルス調査

- EU：EU 下水道法で下水サーベイランスを義務化

- アフリカ：下水サーベイランス実施国の増加

- シンガポール：下水サーベイランスの実装がアジアで最も進んでいる

- 韓国：99 処理場で下水サーベイランスを実施中

- GLOWACON：EU Health Emergency Preparedness and Response（HERA）主導による下水サーベイランスの国際コンソーシアム

第4回講演会講演概要

第1部 下水サーベイランスの進展・最新動向	講演日	2025年7月30日
-----------------------	-----	------------

講演者	村上道夫	所属先	大阪大学 感染症総合教育研究拠点
-----	------	-----	------------------

講演タイトル	下水サーベイランスに求められる調査方法
--------	---------------------

要旨

1. 下水サーベイランス（下水疫学）とは

下水サーベイランスの対象エリアには、次の3つがある。

- 施設への適用
- 下水処理場への適用
- 飛行機や空港への適用

施設から排出された下水、下水処理場に入ってきた下水、飛行機や空港内の下水の病原性微生物を測定することで、対象地域の感染状況の把握や早期検知が可能となる。また、違法薬物等のモニタリングも可能である。

2. 感染状況を把握するために必要な調査方法

下水中ウイルスの分析により、市中の感染症の流行状況を把握できるが、COVID-19感染者数との相関が低い調査もある。COVID-19の流行状況を把握することができる調査方法の検討が必要である。調査において考慮する事柄は、次の10点である。

- 処理人口：何人か←本来は複合的な要素（感染者数、分析感度など）
- 調査期間：何週か
- 調査頻度：週に何回か
- 処理場数と採水数：複数か所で週1回か1か所で週複数回か
- サンプルング手法：グラブ、コンポジット、パッシブ
- 分析感度：検出下限（LOD）
- 分析再現性：標準偏差
- 代表値の算出方法：幾何平均値、算術平均値、中央値
- 検出下限（LOD）未満データの取り扱い
- 雨水の補正：流量補正、PMMoVによる補正

上記について、東京2020オリンピックパラリンピックの選手村での調査と札幌市の事例に基づいた下水処理場で下水中ウイルスと感染者数との関連を解析する場合の望ましい調査方法の検討について紹介する。

第4回講演会講演概要

第1部 下水サーベイランスの進展・最新動向

講演日 2025年7月30日

講演者 山崎伸二

所属先 大阪公立大学 大阪国際感染症研究センター

講演タイトル 関西空港における下水サーベイランス

要旨

1. 関西空港の下水サーベイランスによる輸入感染症の監視

関西空港の下水サーベイランスについて、過去2年間の実施結果を紹介する。

(1) 検体2種類

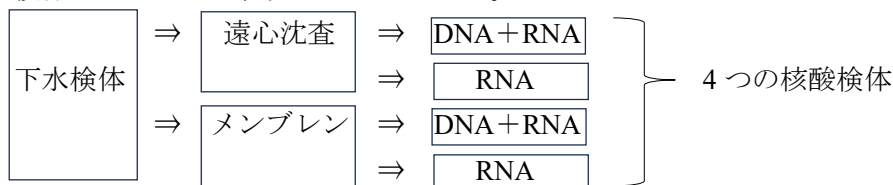
- 浄化センター：関西国際空港施設から排出された汚水
- SDプラント：航空機内のトイレから出る汚水

(2) 検体採取頻度

- 2023年度：浄化センター（月2回） SDプラント（月1回）
- 2024年度：浄化センター（月2～3回） SDプラント（月2回）

2. メタゲノム解析によるRNAウイルスの検出

検体の処理方法は、次のとおりである。



核酸の解析は、次のとおり実施した。

(1) ハイスループットシーケンサーによるメタゲノム解析

- 調整した核酸からライブラリーを調整しシーケンシングを行い、病原体・薬剤耐性遺伝子の検出を試みる

(2) droplet digital PCR (ddPCR) による検出

- 標的遺伝子に対して primer、probe を設計し特異的に検出を試みる

メタゲノム解析のまとめと今後の課題を説明する。

3. ddPCR による病原体の検出

現在、構築できている検出標的は、次のとおりである。

● RNA ウイルス

日本脳炎ウイルス、チクングニア熱ウイルス、デング熱ウイルス、ジカウイルス、麻疹ウイルス、インフルエンザウイルス(H5)

● DNA ウイルス

Mpox (Orthopox) ウイルス

● 細菌

コレラ菌 (ompW, ctxA)、カンピロバクター (Cjcdt, Cccdt)、梅毒トレポネーマ (polA)、A 群溶血性レンサ球菌 (speB)、赤痢菌 (ipaH)、チフス菌 (STY021)、パラチフス A 菌 (SSPA2308)、ジフテリア菌 (toxAB)、百日咳 (ptxA-p, IS481)

ddPCR のまとめと今後の課題を説明する。

第4回講演会講演概要

第3部 下水サーベイランス活用現場からの報告	講演日	2025年7月30日
------------------------	-----	------------

講演者	左近直美	所属先	大阪健康安全基盤研究所
-----	------	-----	-------------

講演タイトル	大阪・関西万博における下水サーベイランス
--------	----------------------

要旨

1. 地方衛生研究所とその役割

地方衛生研究所とその役割について、次のとおり紹介する。

- 都道府県、政令指定都市と中核市、特別区の一部全国 84 か所に設置されている
- 地域における保健・衛生業務の科学的・技術的中核を担う公的機関
- 医師、臨床検査技師、薬剤師、獣医師らが在籍する

2. 2025 大阪・関西万博における下水サーベイランス

大阪・関西万博における下水サーベイランスについて紹介する。

2025 大阪・関西万博は、わが国でコロナ後に開催される最大の国際的イベントであり、開催期間は 6 か月間で来場者は 2800 万人と推計されている。会場は大阪府大阪市であり、会場のある夢洲地区の下水を対象とした。感染症の変動探知のため大阪府内の処理場についても調査を行っている。

3. 万博のレガシーと IR への備え

本研究所では万博のレガシーと IR への備えとして、次の事項を考えている。

(1) 次に来るパンデミックに備えての危機管理（検査体制・人材育成）

- 下水の採取、検体の搬送、遺伝子抽出、解析のシステムを大阪の下水処理場において常時稼働させ、新たな病原体によるパンデミックの出現時にも国内侵入前から備えることができる体制を整備
- 下水サーベイランスの実施によって、PCR 検査、全ゲノム解析、変異株の解析への対応が可能な専門的なゲノム人材を育成

(2) 流行予測の実装化

- 行動変容を促し、まん延防止の効果
- 行政の病床確保等の医療体制の整備の指標

(3) 疾患サーベイランスを補強する環境サーベイランスの実装

- 検査やアナウンスによるバイアスのない検出に基づく情報システムとして機能
- 麻しん、コレラなどの社会的に重大な影響を与える感染症の未受診者や軽症者を迅速に検出

➤ 環境影響・ワンヘルス対応

- 薬剤耐性菌、化学物質などに対する下水処理法の開発
- 水や食物の監視など拡散予防の対策を多方面で進める根拠とする

ほか、薬剤耐性（AMR）の移動と拡散における環境の複雑性について、ミャンマーにおける CPE 調査や大阪における感染症への取り組みも紹介する。

第4回講演会講演概要

第3部 下水サーベイランス活用現場からの報告	講演日	2025年7月30日
------------------------	-----	------------

講演者	石田 睦	所属先	札幌市下水道河川局事業推進部処理施設課
-----	------	-----	---------------------

講演タイトル	札幌市の下水サーベイランスの取組み
--------	-------------------

要旨

1. 概要

令和2年4月の新型コロナウイルス感染症に関する緊急事態宣言の発出後、同年5月から札幌市では感染対策への活用に向けて、いち早く下水サーベイランスに取り組んだ。現在においても、体制や項目を変更しつつ下水サーベイランスを継続しており、ここではこの取組みを紹介する。

2. 背景と経過

札幌市は、令和2年5月に日本水環境学会で設立された COVID-19 タスクフォース（下水及び水環境中の新型コロナウイルスの検出・除去・リスク管理の情報収集・発信が目的）に参画していた北海道大学の調査や、同年11月から実施された国土交通省の調査のモデル地区として協力したが、当時の検出手法には感度に課題があり、市内の感染者数と下水中のウイルス濃度の相関は認められなかった。

令和3年の年初の北海道大学らの高感度検出法（EPISSENS-S法）の開発を機に、北海道大学へこの新手法を用いた調査を委託することとし、札幌市の人口の50%を網羅する3処理場5系統を対象にし、流入下水を週3回（現在は週1回）コンポジットサンプリング（2時間毎24時間採水）で実施したところ、市内感染者報告数と下水中のウイルス濃度の相関が認められた。令和6年2月には、効率的に実施するため北海道大学から技術移転を受けて直営とし、新型コロナウイルスとインフルエンザウイルスA型（以下「A型」という）を開始した。

3. 調査概要と分析方法

現在の調査概要を紹介すると、対象施設は、創成川、豊平川、新川水再生プラザの3プラザで札幌市の人口の約半分を網羅し、採水頻度は流入下水を1回/週、採水方法はコンポジットサンプリング、対象項目は新型コロナウイルス、インフルエンザA型、インフルエンザB型となっている。

4. インフルエンザウイルスB型の検討

直営当初からインフルエンザウイルスB型（以下「B型」という）の実施が望ましいとの考えであったが、B型をA型と同じ条件で分析したところ、検体の増幅が不十分であり分析法の検討が必要であった。

原因として、検体由来の阻害物質の影響と反応条件の不適合の2つが考えられた。まず、検体由来の阻害物質の影響の有無を確認するため、陽性コントロールをB型が検出されない検体と水でそれぞれ希釈し測定したが、値に差は見られなかった。次に、反応条件の最適化を検討することとし、RT-PCRの温度条件を検討したところ、前増幅工程の温度条件を変更した結果、増幅に改善が見られた。

冷凍保存の令和6年2月頃の検体を前増幅の温度条件を変更した方法で分析したところ、定量化され当時の感染者報告数との間に相関が認められた。

5. 今後に向けて

下水道は、生活環境の改善・浸水の防除・公共用水域の水質保全が基本的な役割であるが、多様なポテンシャルを持つため新たな役割も期待される。例えば、下水熱の利用、汚泥の肥料化、雪処理があり、下水サーベイランスもその1つである。札幌市では、下水サーベイランス結果を情報提供し、医療機関や市民の感染対策に役立てていただきたいと考えており、市民サービスの向上のため、下水サーベイランスを下水道事業の1つの役割と位置づけていく。

6. 全国下水サーベイランス推進協議会への参画

全国下水サーベイランス推進協議会の概要・活動と、札幌市の他、協議会員である小松市の活動状況について紹介する。