

・ 検出・濃度情報の活用方法とその分類

- 諸外国では、下水処理場の流入水のコロナ濃度を公開している事例があり、感染者数の把握のための取り組み事例が多数ある。
- 高齢者施設、病院施設や大学寮といった特定施設を対象とした下水中のコロナ濃度を監視し、クラスター発生兆候の把握に活用しようとする事例もある。
- その他の将来的な活用方法として、メタゲノム解析等による変異種・未知のウイルス同定の可能性や航空機排水の測定による感染者流入の可能性が提案されている。

表. 新型コロナウイルス下水疫学調査の活用方法と分類

活用方法・目的	提供できる情報	分類
①下水処理場流入水・地先マンホール試料の分析による、広域での感染状況のトレンド・変化・特定地域における感染の評価	感染症流行（再流行）の把握、社会的介入の影響追跡 懸念地域の同定（地先マンホールサンプルの検査による排水区の特定制）	①広域
②特定の施設におけるクラスター発生の予測・追跡	重要施設・リスクの高い施設・寮や宿泊施設等排水の定期的分析によるクラスター発生の可能性	②施設
③その他	メタゲノム解析等による変異種・未知のウイルス同定 ¹⁾ 、航空機排水の測定による感染者流入の可能性	③その他

出典：1)大村達夫, (2020). ウイルス感染症流行防止と下水道を基軸とした学際的取り組みの必要性. 月刊下水道, 43(12).

諸外国における下水中の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）検出情報の活用事例 (2/5)

(1) オーストラリア

継続的な下水中SARS-CoV-2濃度モニタリング事例

①広域

- 複数の大学・研究機関（CSIRO等）・プロジェクトによる継続的なモニタリングが実施されている。
- ブリスベンでの3下水処理場の下水中SARS-CoV-2濃度モニタリング（図1）¹⁾：感染者数の比較から、早期警告の可能性が示されたが、濃度・検出状況と感染者数は必ずしも関連せず。

公衆衛生対策での活用

①広域

- ニュー・サウスウェールズ州：2020年2～5月に第1波の感染を経験。臨床報告がない中、スキーリゾート地（Perisher）の下水処理場で7月22日に下水検出。サンプリングから8日後には、早期のメディアでの報告および州の保健部局より、同リゾート地を訪問する前にウイルス検査を受けるようにメッセージを発信した¹⁾。また、特定の処理場において下水中新型コロナウイルスが検出された場合、保健衛生部局から症状のある人に対してPCR検査を受け隔離するように勧告を出している²⁾。
- クイーンズランド州（図2）³⁾：2つのビーチリゾートの下水処理場で検出した情報を2020年9月3日および18日に州健康部局が発信し、同時にポップアップ・クリニックを整備。その後、感染者は確認されず下水も検出限界以下であった。無症候患者の訪問の疑い。
- 感染者数が少ない（いない）状況で下水で検出される状況は早期警戒の有効性を示した。

検出／非検出情報の情報公開の方法

①広域

- Victoria州/Queensland州（図3）⁴⁾：ホームページ上で、検査下水処理場および検出／非検出の情報を公開

その他

③その他

- 航空機・旅客船の污水タンクでの検出事例³⁾：入国時のスクリーニング検査（水際措置）や渡航再開後の全数検査の経済的な代替オプションとしての可能性を示した。



Wastewater test results for the past four weeks

Location	Week beginning			
	21 Dec	28 Dec	4 Jan	11 Jan
Port Douglas	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Marlin Coast	No samples taken	No samples taken	Not detected	Not detected
Cairns North	Detected	Detected	Not detected	Not detected
Cairns South	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Mount St John	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Cleveland Bay	Not detected	Not detected	Detected	Not detected

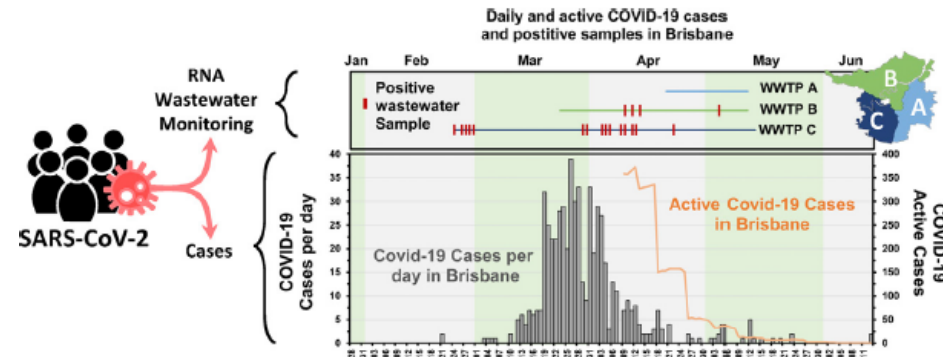


図 1. ブリスベンにおける下水中SARS-CoV-2検出状況と感染者数¹⁾

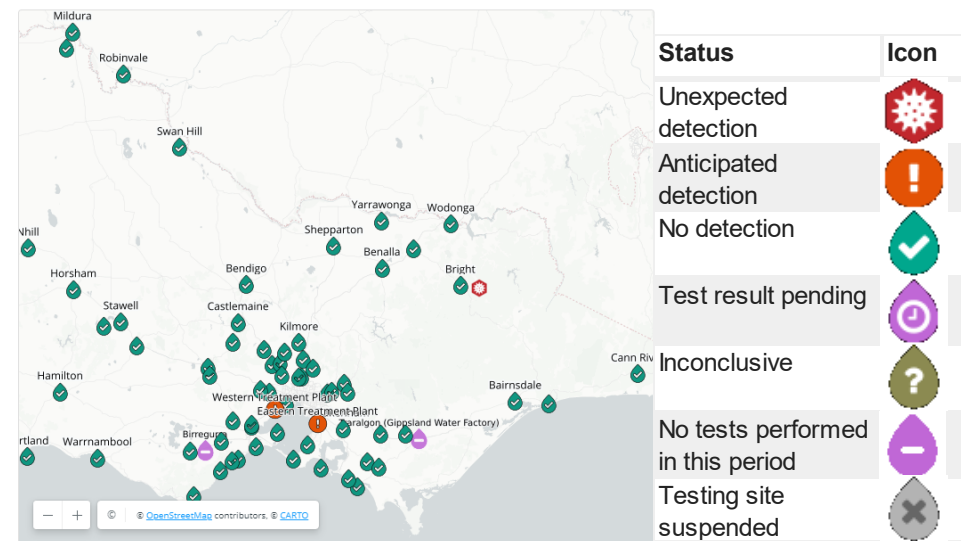


図 3. ヴィクトリア州政府の下水中SARS-CoV-2検出情報公開サイト⁵⁾

出典：1) Ahmed *et al.*, (2021) “SARS-CoV-2 RNA monitoring in wastewater as a potential early warning system for COVID-19 transmission in the community: A temporal case study”, STOTEN 761, 2) https://www.health.nsw.gov.au/news/Pages/20210124_00.aspx
3) Ahmed *et al.*, (2020) “Detection of SARS-CoV-2 RNA in commercial passenger aircraft and cruise ship wastewater: a surveillance tool for assessing the presence of COVID-19 infected travelers”, J of Travel Medicine 27-5, 4) <https://www.qld.gov.au/health/conditions/health-alerts/coronavirus-covid-19/current-status/wastewater>, 5) <https://www.dhhs.vic.gov.au/wastewater-monitoring-covid-19>

図 2. オーストラリア・クイーンズランド州政府下水中SARS-CoV-2検出情報公開サイト⁴⁾

諸外国における下水中の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）検出情報の活用事例 (3/5)

(2) アメリカ

① 広域

- 大学主導の調査とベンチャー企業による調査で多くの事業体が下水中濃度を活用。複数の市（City）・郡（County）レベル行政のホームページ上で調査結果を公開。
- CDC主導で国家下水調査システム（National Wastewater Surveillance System, NWSS）を構築し（図4）、検査方法・結果の発信方法などについてのガイドラインを公開¹⁾。
- マサチューセッツ州（ボストン）：水資源局（MWRA）がBioBot社/MITによる調査結果を基に下水中濃度の時系列推移と地理的な分布を公開²⁾
- アリゾナ州：テンピ市がアリゾナ大学との協力で下水中濃度のダッシュボードを市行政部局HPで公開⁴⁾（図5）
- ミシガン州：ミシガン州保健部局と29の地元行政組織等の協力で、パイロット事業により270か所・3か月間の下水調査を実施。ウェブサイトで情報公開。⁶⁾

② 施設

- ケンブリッジ大学（図6）：大学再開のための3つの基準（Metrics）の1つとして下水中ゲノム濃度を採用³⁾
- アリゾナ大学：2020年3月に大学当局タスクフォースに、下水サーベイランスの専門家チームを組織。2020年8月に大学寮再開にあたって、建物ごとの排水の検査結果から学生に対するPCR検査の実施の如何を決定（排水中に検出された場合学生のPCR検査実施、検出されなかった場合PCR検査を実施しない）⁵⁾。

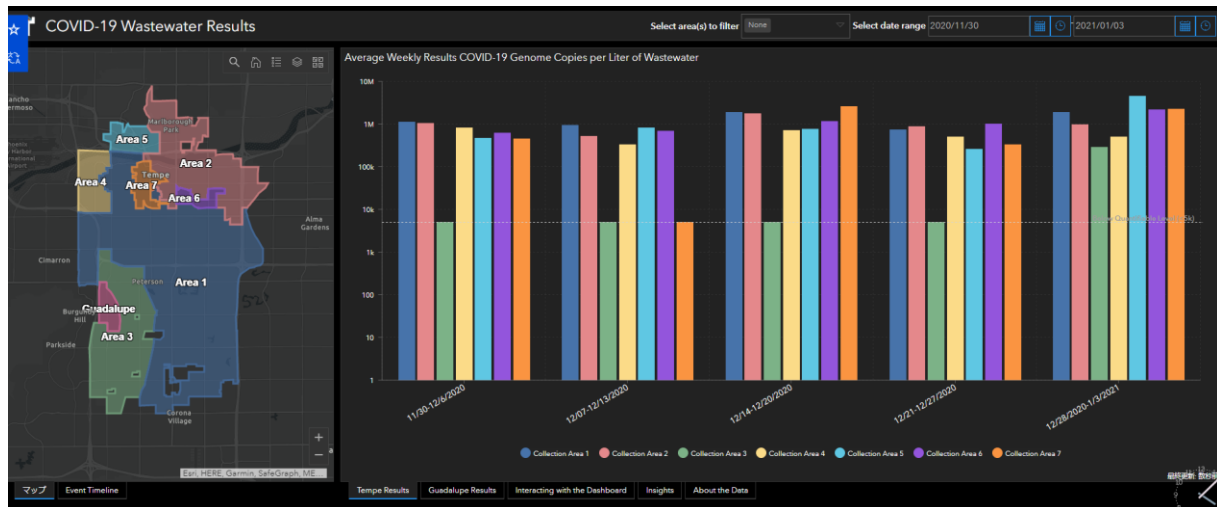


図 5. アリゾナ大学との協力によるテンピ市の下水中濃度公開ダッシュボード⁴⁾



COVID-19

National Wastewater Surveillance System (NWSS)

A new public health tool to understand COVID-19 spread in a community

Updated Dec. 28, 2020



Implementing Wastewater Surveillance

Developing a Wastewater Surveillance Sampling Strategy

Targeted Wastewater Surveillance at Facilities, Institutions, and Workplaces

Testing Methods for Wastewater Surveillance

Wastewater Surveillance in Low-Resource Waste Systems

Data Reporting and Analytics for Wastewater Surveillance

Public Health Interpretation and Use of Wastewater Surveillance Data

図 4. CDCによる国家下水調査システム（National Wastewater Surveillance System, NWSS）¹⁾

Overview of Metrics for September 2020

- ✓ New Cases Per Day
- ✓ Percent Positive Cases
- ✓ Sewage Monitoring

At least 2 out of 3 must remain below this limit for CPS to proceed as proposed.

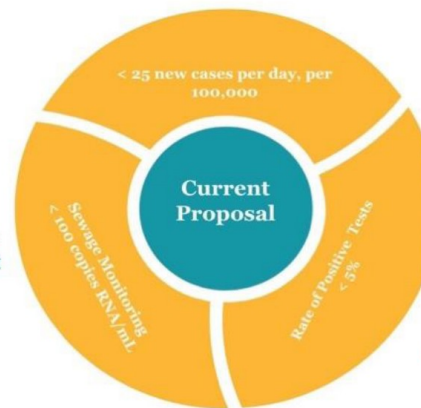


図 6. ケンブリッジ大学の学校再開基準（Metrics）³⁾

出典：1) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/wastewater-surveillance.html#>, 2) <https://www.mwra.com/biobot/biobotdata.htm> 3) https://www.biobot.io/files/2020-08-22_Biobot-press-release_Cambridge_PS.pdf, 4) <https://covid19.tempe.gov/>, 5) Betancourt *et al.*, (2021, *Pre-print*) "Wastewater-based epidemiology with subsequent clinical testing identified individuals infected with COVID-19 living in a dormitory and further spread of disease was prevented with public health action." 6) https://www.michigan.gov/coronavirus/0,9753,7-406-98163_98173-545439--,00.html

諸外国における下水中の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）検出情報の活用事例（4/5）

（3）ヨーロッパ ①広域

・ スペイン 1)2)3)

- カタルーニャ水研究センター主導により56下水処理場・193事業体の下水調査結果を集約。カタルーニャ州政府名のWebサイトで検出濃度とトレンドを公開（図7）¹⁾。
- 民間企業（Suez）によって15都市と協力し下水調査を商業的に開始した事例²⁾。

・ オランダ

- 薬剤耐性微生物のサーベイランスネットワークを活用。1千万人をカバーできるように下水調査体制を整備⁴⁾。保健福祉スポーツ相の特設ウェブサイトで地域ごとの「人口10万人あたりウイルス排出粒子数」の時系列的推移と地域的な分布をオープンデータで公開。データは毎日アップデートしている（図8）⁹⁾。

・ 英国 4)5)

- いくつかのプログラムが同時進行中。44下水処理場サイトで下水調査を実施⁴⁾。
- 英国の90以上の下水処理施設でテストが展開されており、英国の人口の約22%をカバーしており、将来的に拡大する計画がある¹¹⁾。学校再開のための基準として下水中濃度を活用するリサーチプログラム（TERM）が進行中⁵⁾。

・ スコットランド

- 2020年5月より採水を開始し、28の下水処理場で調査、スコットランド人口の40-50%をカバー。処理場ごとに下水中濃度の増減を視覚的に表現しウェブサイトで公開（図9）¹⁰⁾

・ フランス

- マルセイユで民間企業の参入により試験実施・Twitterで情報公開（図10）：
マルセイユ消防大隊が民間企業（C4Diagnostics biotech）の協働で調査¹²⁾

（4）その他

・ 南アフリカ 6)7) ①広域

- 水研究委員会（Water Research Commission）・アフリカ医療研究評議会（SAMRC）等が実施。SAMRCはワクチンの臨床試験との協調も計画している。西ケープ州政府保健部局では下水中検出情報を市のCOVID-19感染状況把握の重要な施策として位置づけている。

・ 中国（香港）⁸⁾ ②施設

- 香港大学がパイロット地区で300か所の地先マンホール等で検査をし、陽性箇所の集水区域の住宅住民に絞り込んで強制PCR検査を実施した結果6名の陽性患者を特定した事例。

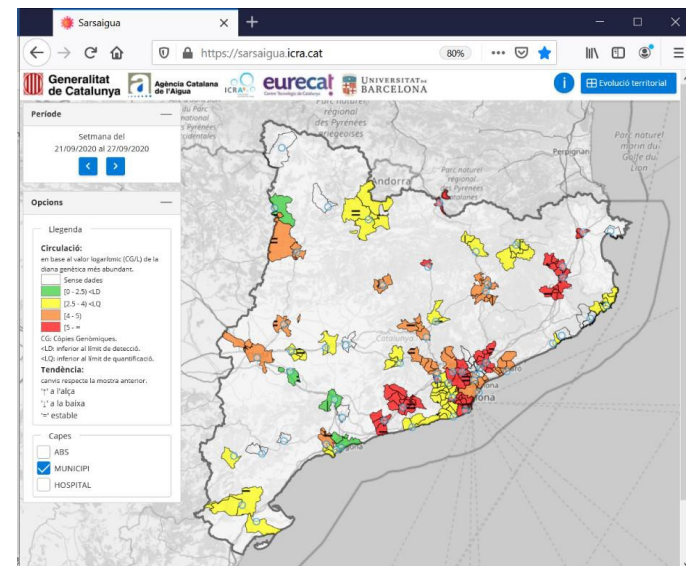


図7. カタルーニャ州の下水中SARS-CoV-2公開サイト¹⁾
※元のWebサイトは3)

Average number of virus particles per
100.000 inhabitants

This map shows the average number of virus particles per
100.000 inhabitants, per safety region.



図8. オランダ保健福祉スポーツ相（オランダ中央政府
Rijksoverheidコロナウイルス特設ウェブサイト）の下水中
SARS-CoV-2公開サイト⁹⁾

※出典 は次頁に記載。

諸外国における下水中の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）検出情報の活用事例 (5/5)

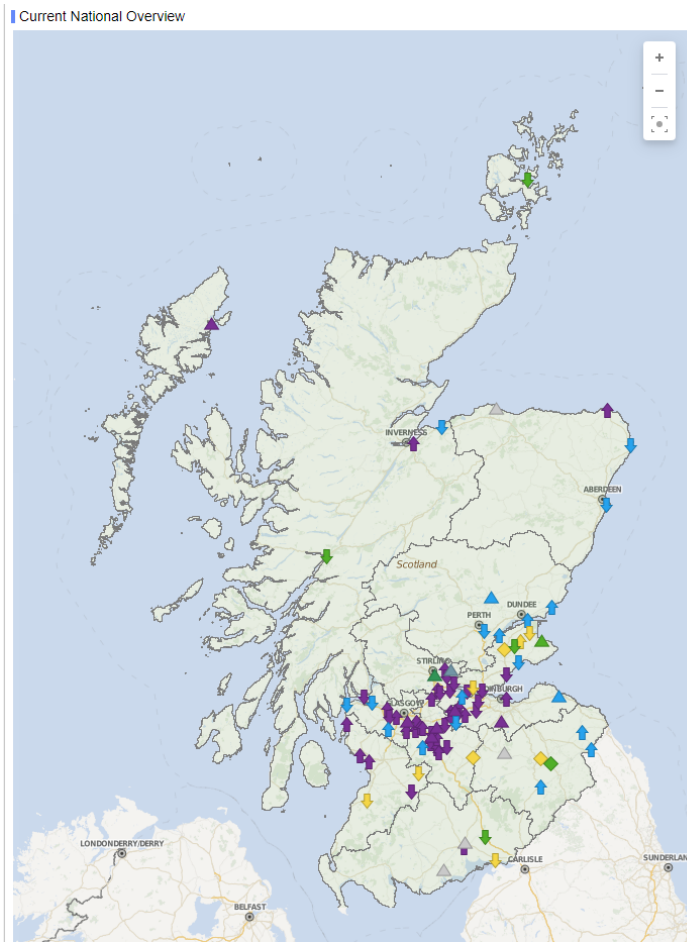
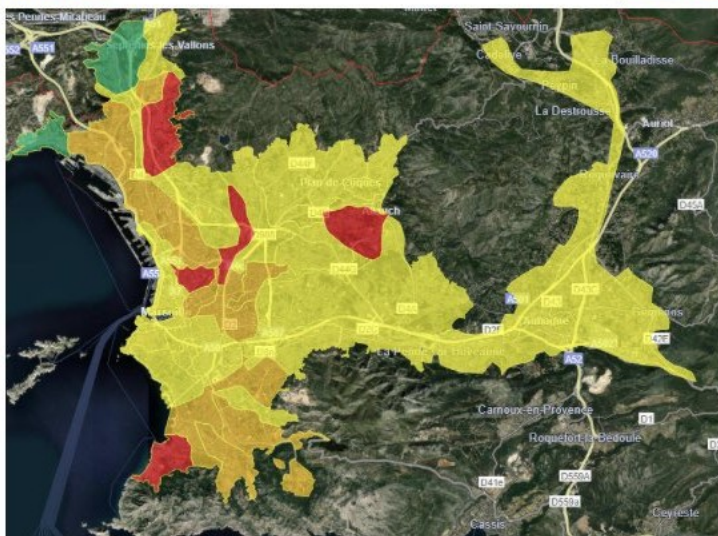


図9. スコットランド環境局（SEPA）の下水中 SARS-CoV-2公開サイト¹⁰⁾



Surveillance COVID-19 des eaux usées
Marseille – 17 février 2021



Niveau faible Niveau modéré Niveau élevé Niveau très élevé

図10. マルセイユ消防大隊のTwitterによる情報公開
Twitter@MarinsPompiers

濃度情報活用における留意事項

- 米国CDC国家下水サーベイランスでは「下水調査によって、公衆衛生介入策を決定するにあたって必要な時系列的な推移の情報を得ることができ、この情報を使って、他の調査（臨床PCR検査等）を補完することができる。しかし、地域内の感染者数を確実かつ正確に予測することはできない」¹⁴⁾としており、感染者を把握する上で有用な情報ではあるが、不確実性に留意して情報を活用する必要がある。
- 検出された下水中ウイルス濃度から感染者数を推定するためには、「感染者数推定モデルの構築に必要な知見の蓄積が十分でない。」また、感染者数の少ない地域への適用には「検出の感度向上と精緻な感染者数推定モデルの開発が重要」¹³⁾。