PRESS RELEASE 2022/2/4

東京 2020 オリンピック・パラリンピック選手村で COVID-19 の下水疫学調査を実施

～下水疫学調査の社会実装と大規模集合イベントにおける感染対策の一環としての活用に期待～

ポイント

・東京 2020 オリンピック･パラリンピック選手村における感染状況把握のため下水疫学調査を実施。
・北大・塩野義の高感度検出技術により下水中ウイルスを定量し，ゲノム解析により変異株を検出。
・下水疫学調査が大規模集合イベントにおける感染リスク管理に資するツールとなることを実証。

概要

北海道大学大学院工学研究院の北島正章准教授，大阪大学感染症総合教育研究拠点の村上道夫特任教授（常勤），塩野義製薬株式会社の岩本 遼課長補佐，東京大学大学院工学系研究科の片山浩之教授及び同大学医科学研究所の井元清哉教授は，2021 年に開催された第 32 回オリンピック競技大会（2020/東京）及び東京 2020 パラリンピック競技大会（以下，東京 2020 大会）の選手村に実装された新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の下水疫学調査*1の概要を報告しました。

井元教授が代表を務め，北島准教授や村上特任教授（常勤）も参画する有志研究グループ MARCO（MAss gathering Risk COntrol and COmmunication）は，大規模集合イベントにおける COVID-19 をはじめとした感染症のリスク管理に関する研究と社会実装に取り組んでいます。その活動の一環として，片山教授や塩野義製薬などの協力のもと，東京 2020 大会の選手村において COVID-19 の下水疫学調査を実施しました。

下水疫学調査は，不顕性感染者や軽症者も含めた集団レベルでの COVID-19 感染状況を効率よく把握するツールとして活用が期待されています。研究グループは，東京 2020 大会開催期間を含む 2021 年 7 月 14 日から 9 月 8 日にかけて，選手村より下水検体を採取し，北海道大学と塩野義製薬が共同開発した高感度検出技術を用いて，下水中の新型コロナウイルス RNA の検出調査を実施しました。その結果，陽性者の報告がないエリアも含めて，多くの下水検体から新型コロナウイルス RNA が定量検出され，陽性下水検体のゲノム解析により変異株も検出されました。

下水疫学調査は，次回以降のオリンピック・パラリンピックを含む大規模集合イベントにおける感染対策の一環として活用が期待されます。今回の調査結果は，空港での入国時の大量検査法として用いられる唾液抗原定量検査では多くの不顕性感染・ウイルス保有者が検知されない場合があること，及び下水疫学調査が空港検疫を補完する検査法となり得ることを示すものであると言えます。

なお，本報告は，2022 年 2 月 3 日（木）公開の *Journal of Travel Medicine 誌*（オンライン版・オープンアクセス）に査読付き速報論文として掲載されました。

【論文の内容】

下水疫学調査は，不顕性感染者や軽症者も含めた集団レベルでの COVID-19 感染状況を，効率よく把握するツールとして社会的に注目を集めています。東京 2020 大会の選手村における COVID-19 の発生状況をより多角的に把握するため，選手村において下水疫学調査が実施されました。

研究チームは，2021 年 7 月 14 日から 9 月 8 日にかけて計 690 検体（内訳：パッシブサンプリングによる 361 検体，グラブサンプリングによる 329 検体）の下水サンプルを選手村内のマンホールから採取しました（図 1, 2)。選手村内の全ての居住棟をカバーする 7 つのエリアそれぞれから，臨床検査データ（陽性確定者数）に加えて下水検体を取得しました。

採取した下水は，北海道大学と塩野義製薬が開発した高感度検出技術（北大・塩野義法（仮称））により分析し，新型コロナウイルス（SARS-CoV-2） RNA の検出及び定量を試みました。具体的には，下水検体からキットを用いて RNA を抽出し，1 ステップ逆転写・前増幅工程に続いて定量 PCR*2 を実施しました。

研究チームは毎日下水を採取・分析し，原則として各サンプリング日の翌日までに SARS-CoV-2 RNA 濃度データを公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会に報告しました。報告された下水データは，組織委員会が選手村のウイルス排出状況を網羅的に把握するための情報として，さらにはコロナ対策の検討材料の一部として活用されました。

調査の結果，分析対象とした下水サンプル 690 検体のうちの 33.8%にあたる計 233 検体（内訳：パッシブサンプリングによる 151 検体（41.8%），グラブサンプリングによる 82 検体（24.9%））から SARS-CoV-2 RNA が検出されました。毎日の臨床検査による陽性者の報告がないエリアの下水からも SARS-CoV-2 RNA が検出される場合が多くありましたが，その理由として今回の下水調査に使用した手法の検出感度が高く，一般的に感染性がないとされている既感染者やウイルス量の少ない不顕性感染者から排出されたウイルス RNA も検出していたことなどが考えられます。

実際に，選手村における第一段階スクリーニング法として使用された唾液抗原定量検査*3（ルミパルス SARS-CoV-2Ag）では，ウイルス排出量の多い感染者についてはほとんどが陽性となるものの，ウイルス排出量が少なく不顕性の感染者は陰性となり得ることが指摘されています。下水からパッシブサンプリングにより 3 日連続して SARS-CoV-2 RNA が検出されなかった場合に，臨床検査で陽性者が検出されたのは 6.7%のみでした。

定量 PCR で陽性となった下水試料については，PCR 産物（アンプリコン）の次世代シークエンシング*4 に基づくゲノム解析により SARS-CoV-2 配列を確認し，変異株も検出されました。

選手村への下水疫学調査の実装が成功したことは，次回以降のオリンピック・パラリンピックを含む大規模集合イベントにおける感染対策の一環としての下水疫学調査の有用性を示すものです。今回の調査では，下水疫学調査が臨床検査の最適化に資する情報（優先順位付け，全数検査の必要性の判断など）や変異株の網羅的（不顕性感染者及び未知の変異株）な把握への活用が期待できることが示されました。また，空港での迅速抗原検査による入国者の大量スクリーニング検査では多くの不顕性感染者が見逃される場合があることを示すものでもあります。海外では国際線旅客機への下水疫学調査の適用可能性も既に示されており，特定の地域からの航空旅客における不顕性感染者の存在と変異株への感染状況を効率良く把握することができるツールとして期待されています。

ただし，調査を実施するにあたっては，適切なサンプリング法や高感度かつ信頼性の高い分析法を選定し使用する必要があります。

【関連する研究成果】

①北海道大学・山梨大学共同プレスリリース「下水中の新型コロナウイルスに関する世界初の総説論文を発表～COVID-19 の流行状況を把握する上での下水疫学調査の有用性を提唱～」

発表日：2020 年 5 月 14 日

ＵＲＬ：https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/05/-covid-19.html

②山梨大学・北海道大学共同プレスリリース「国内初となる下水試料からの新型コロナウイルス RNA の検出に成功～COVID-19 流行状況監視への下水疫学調査の活用に期待～」

発表日：2020 年 6 月 26 日

ＵＲＬ：https://www.yamanashi.ac.jp/wp-content/uploads/2020/06/20200626pr.pdf

③公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会 第 48 回理事会の開催結果について「東京 2020 大会の振り返りについて」p.268 （「選手村における新型コロナウイルス下水調査」）

発表日：2021 年 12 月 22 日

ＵＲＬ：https://www.tokyo2020.jp/ja/東京 2020 大会の振り返りについて.pdf

論文情報

論文名	COVID-19 wastewater surveillance implemented in the Tokyo 2020 Olympic and Paralympic Village（東京 2020 オリンピック・パラリンピック選手村に実装された COVID-19 の下水サーベイランス）
著者名	Masaaki Kitajima[1], Michio Murakami[2], Ryo Iwamoto[3], Hiroyuki Katayama[4], Seiya Imoto[5]（[1] 北海道大学大学院工学研究院，[2] 大阪大学感染症総合教育研究拠点，[3] 塩野義製薬株式会社，[4] 東京大学大学院工学系研究科，[5] 東京大学医科学研究所）
雑誌名	*Journal of Travel Medicine*（渡航医学の専門誌）
ＤＯＩ	10.1093/jtm/taac004
公表日	2022 年 2 月 3 日（木）（オンライン公開・オープンアクセス）

お問い合わせ先

北海道大学大学院工学研究院　准教授　北島正章（きたじままさあき）

ＵＲＬ　https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/water/member_MasaakiKitajima.html

配信元

北海道大学総務企画部広報課

https://www.hokudai.ac.jp/

大阪大学感染症総合教育研究拠点事務室

https://www.cider.osaka-u.ac.jp/

東京大学医科学研究所国際学術連携室（広報）

https://www.ims.u-tokyo.ac.jp/imsut/jp/

塩野義製薬株式会社広報部

https://www.shionogi.com/jp/ja/

【参考図】

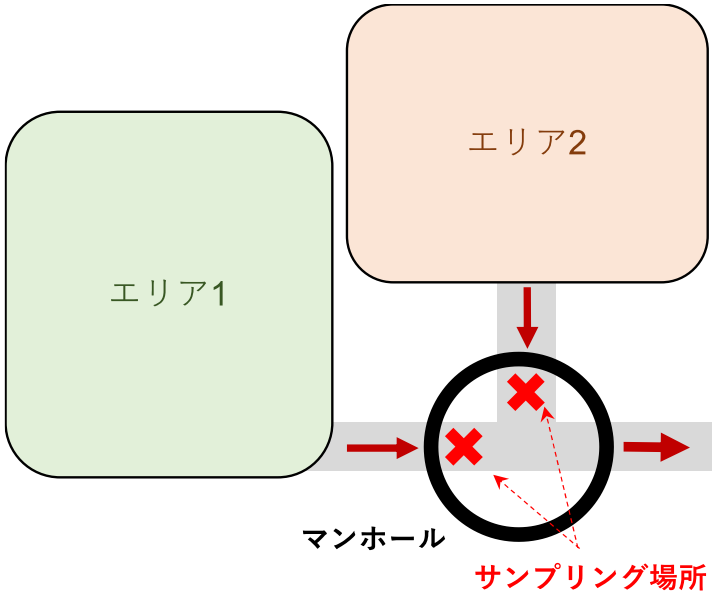

図 1. サンプリング場所のイメージ

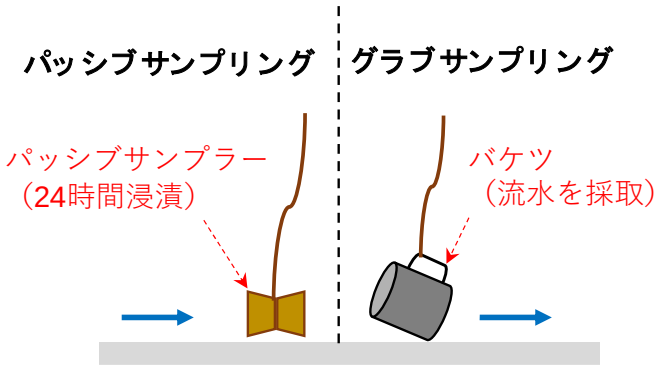

図 2. サンプリング方法のイメージ

【用語解説】

＊1 下水疫学調査 … 「下水疫学」は学問分野である「Wastewater-based epidemiology」の訳語であり，北島准教授と山梨大学の原本教授の研究グループが考案。「調査」を付けることで，調査する行為そのものを意味する。

＊2 定量 PCR … ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）を用いて，サンプルの中にある特定配列の DNA 量を調べる方法。リアルタイム PCR 装置を用いて PCR 産物量に応じた蛍光強度を測定することで，鋳型 DNA の量を知ることができる。リアルタイム PCR や qPCR（quantitative PCR）とも呼ばれる。

＊3 抗原定量検査 … 専用の測定機器を用いることにより，抗原検出用簡易キット（抗原定性検査）よりも感度が高く，抗原の定量的な測定が可能な検査法。

＊4 次世代シークエンシング … 数百万から数十億もの膨大な塩基配列解読（シークエンシング）反応を同時並行で実行できる技術。