

網羅的公衆衛生情報保管手段としての「下水バンク」の概念実証

研究代表グループB-5

北島正章 東京大学大学院工学系研究科附属水環境工学研究センター



背景・目的

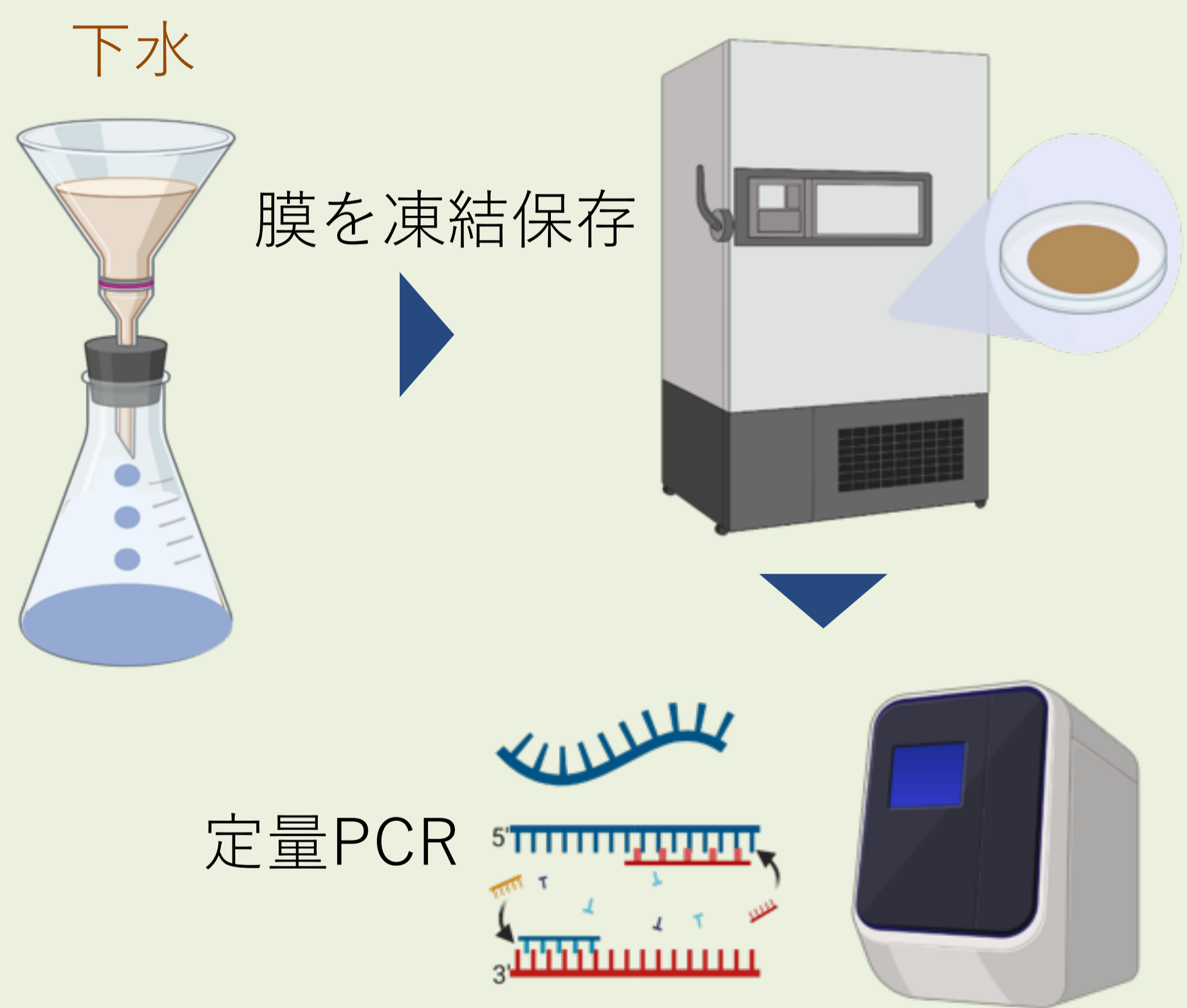
下水試料は、集団レベルの公衆衛生情報を含む貴重な疫学情報源であり、定期的に採取し凍結保存する「下水バンク」により過去の感染状況を解明することが可能である。言い換えれば、下水バンキングは現実的に可能な唯一の網羅的公衆衛生情報保管手段であり、感染症の発生・侵入状況を時系列で追跡する上で極めて有用である。

本研究では、下水バンキングの概念実証およびCOVID-19流行が他のウイルス性感染症に与えた影響の解明を目的として、下水中ウイルスRNAの高感度検出技術であるEPISENS-M法を用いた遡及型の下水疫学調査を実施した。

研究成果

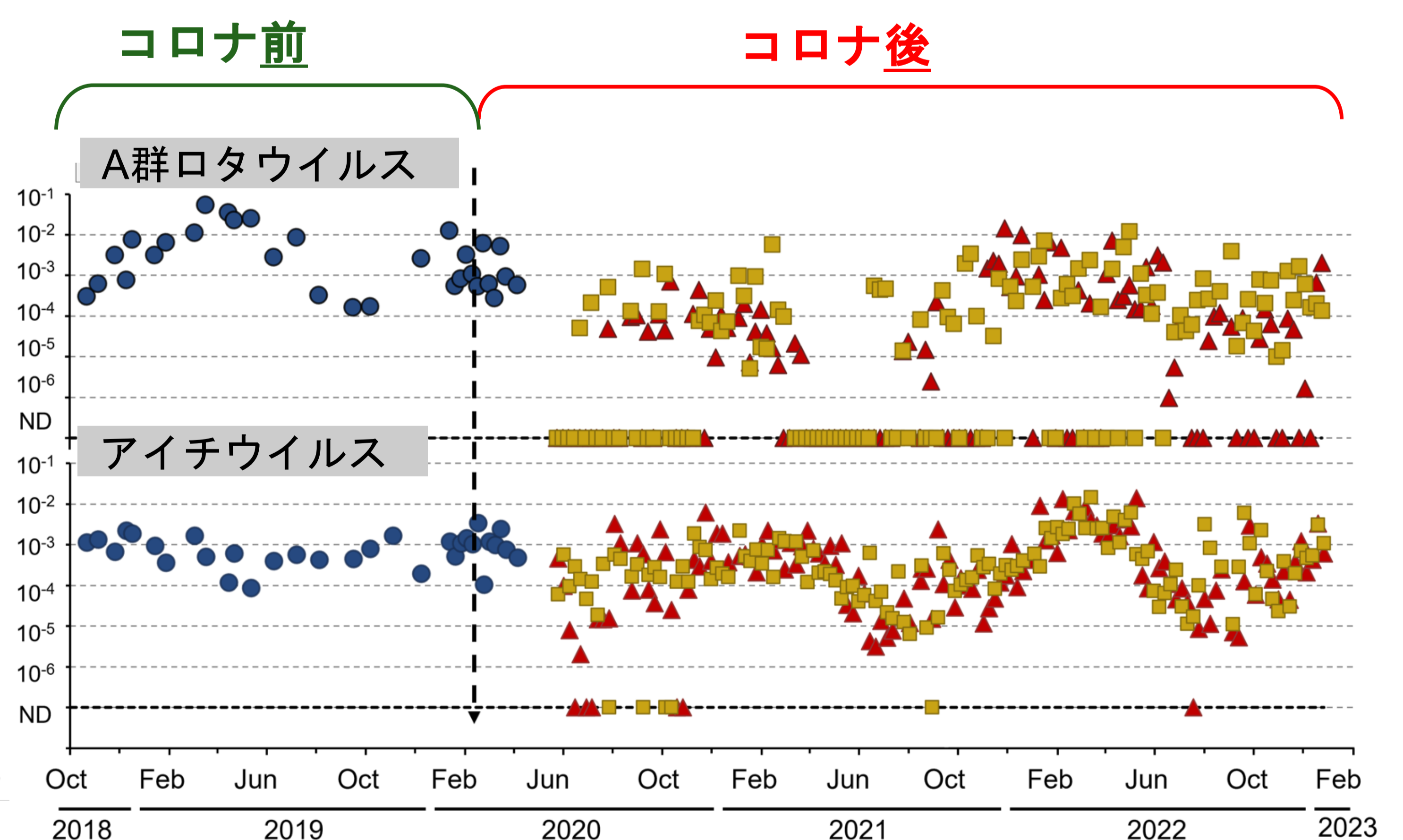
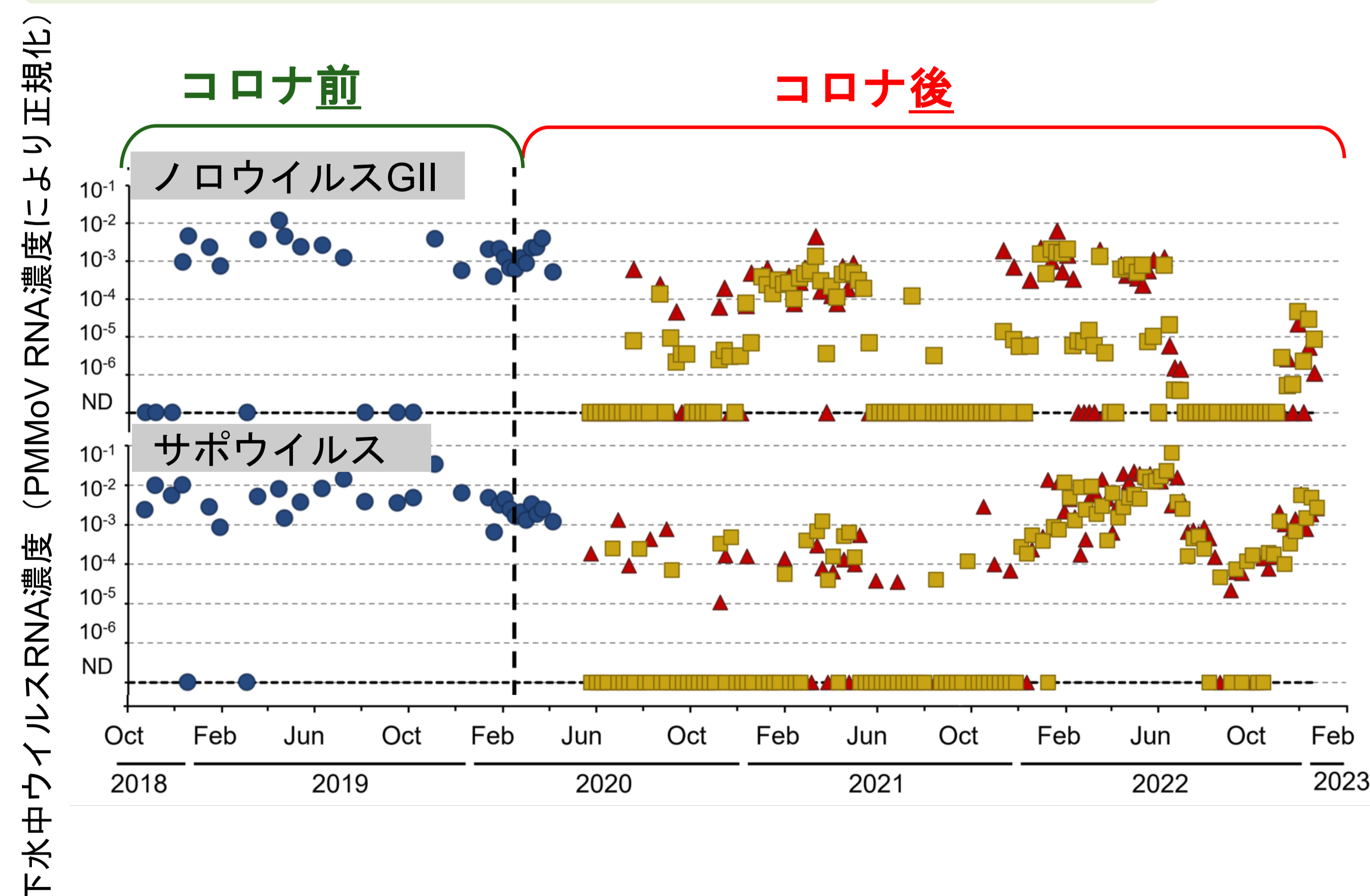
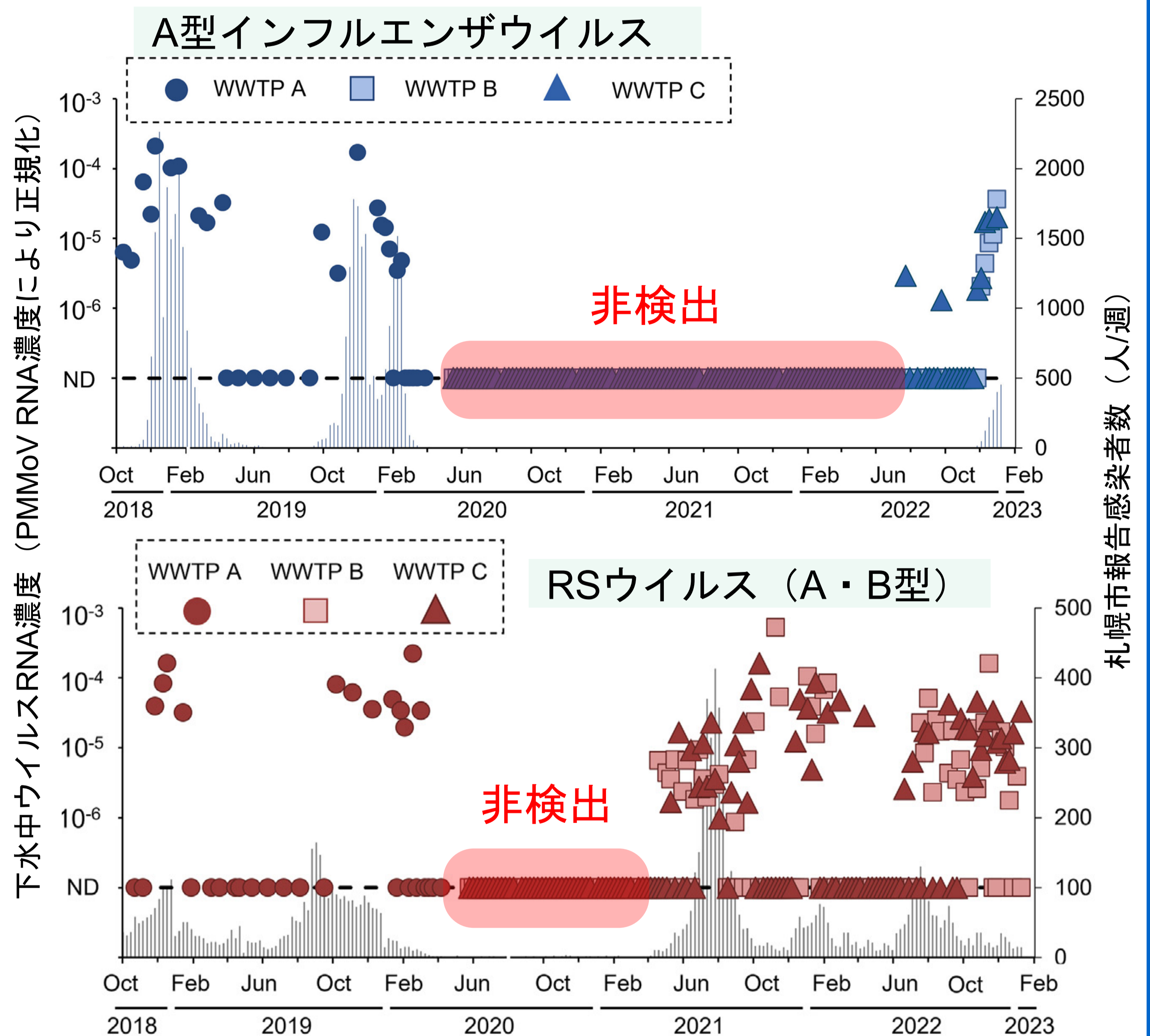
「下水バンク」の概念を提唱

EPISENS-M法：下水中ウイルス高感度検出技術



過去に遡って下水中ウイルスを検出可能

実証



遡及型下水疫学調査によりCOVID-19が他の呼吸器ウイルスおよび胃腸炎ウイルスの流行に与えた影響を客観的に明らかにし、網羅的公衆衛生情報保管手段としての「下水バンク」の有用性を実証することに成功した。

論文情報 (2報の査読付英文論文として発表)

- Ando H, Ahmed W, Iwamoto R, Ando Y, Okabe S, Kitajima M*. Impact of the COVID-19 pandemic on the prevalence of influenza A and respiratory syncytial viruses elucidated by wastewater-based epidemiology, *Science of the Total Environment*, 880, 162694, 2023.
- Ando H, Ahmed W, Okabe S, Kitajima M*. Tracking the effects of the COVID-19 pandemic on viral gastroenteritis through wastewater-based retrospective analyses, *Science of the Total Environment*, 905:166557, 2023.

下水疫学に基づくCOVID-19およびインフルエンザ 感染者数予測モデルの開発

研究代表グループB-5

北島正章 東京大学大学院工学系研究科附属水環境工学研究センター



背景・目的

COVID-19感染者は発症の前に下水へのウイルス排出を開始するため、下水中ウイルスは新規報告感染者数の先行指標になることが期待されている。また、下水中ウイルス濃度を市民にとってより分かりやすい情報である感染者数に変換した上で、その動向の予測を可能にするモデルの開発が望まれる。本研究では、長期に渡る下水疫学データに基づき、COVID-19および季節性インフルエンザの感染者数を予測するモデルを開発した。

研究成果

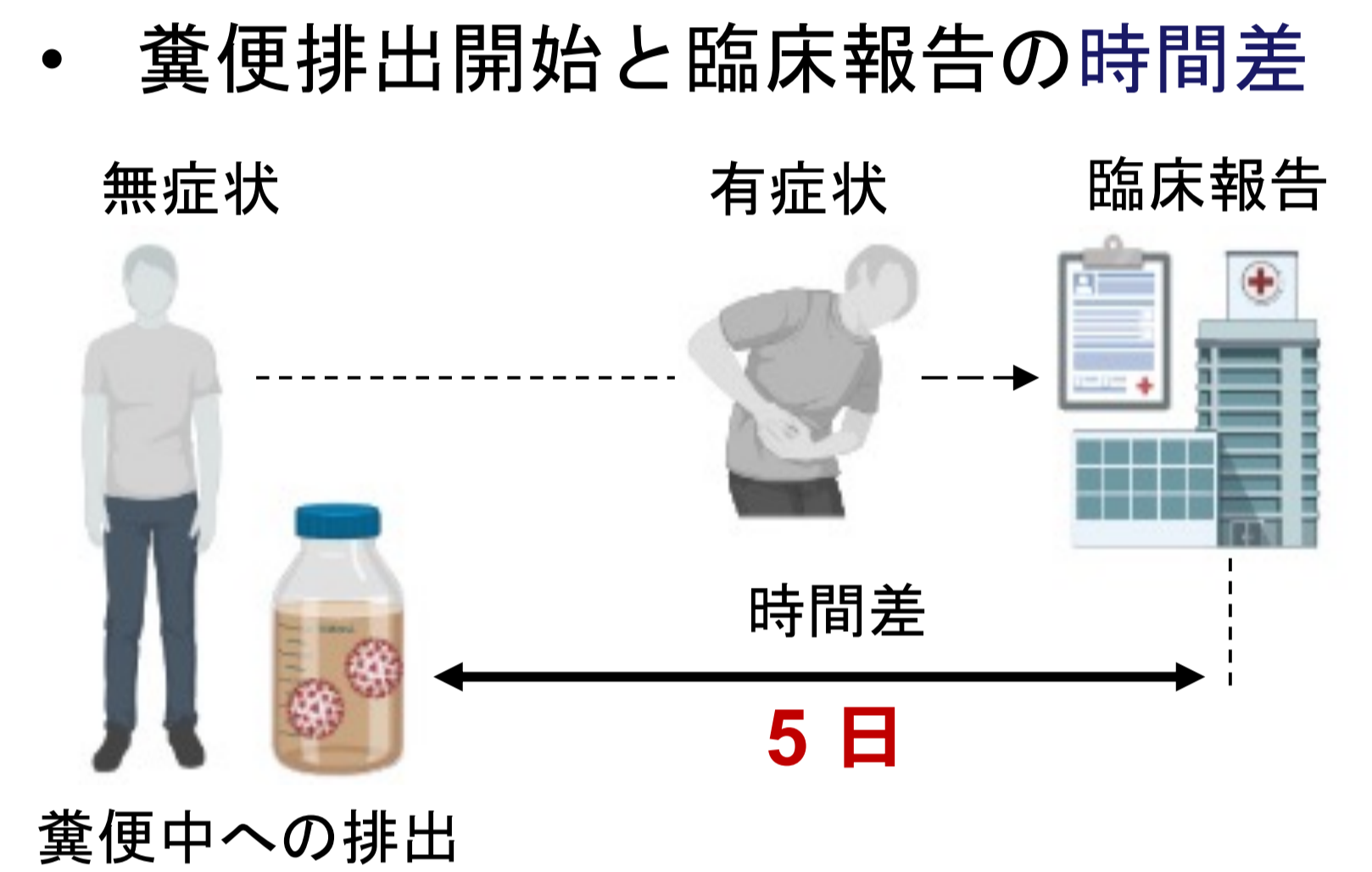
下水処理場ウイルス流入量と感染者のウイルス排出量の収支式に基づく数理モデルを開発

PRESENS: PRedictive Estimation of cases with Sewage-based Enhanced Surveillance

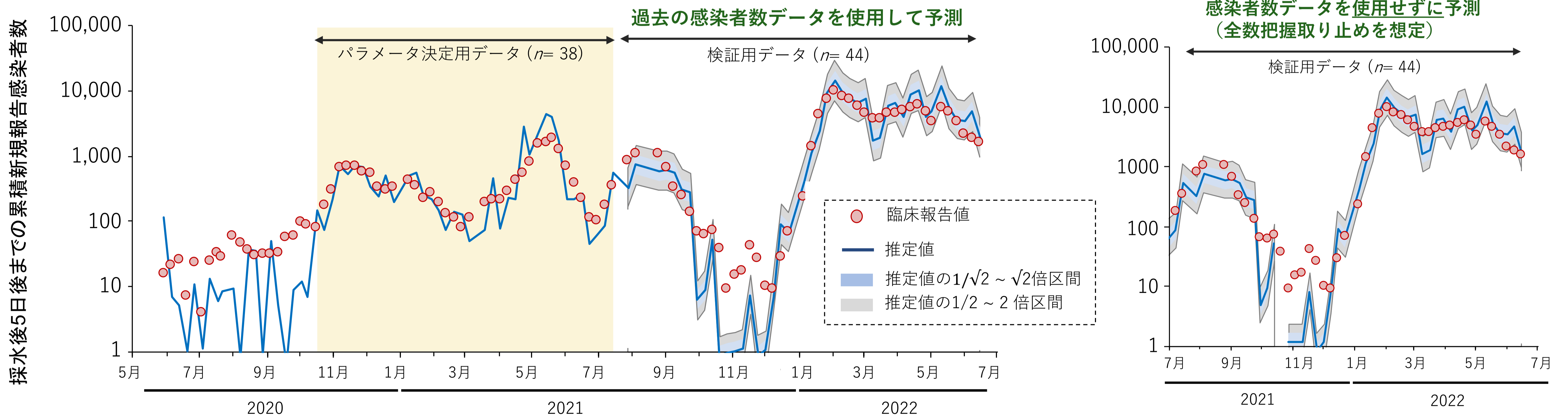
～事前 (pre) に検知 (sensing) するモデル～

$$\text{下水中ウイルス負荷量 (Copy)} = \sum_{n=1}^{25} \left(\text{感染 } n \text{ 日目糞便中ウイルス負荷量 (Copy/人)} \times \text{感染 } n \text{ 日目新規報告感染者数 (人)} \right) \times \text{定数}$$

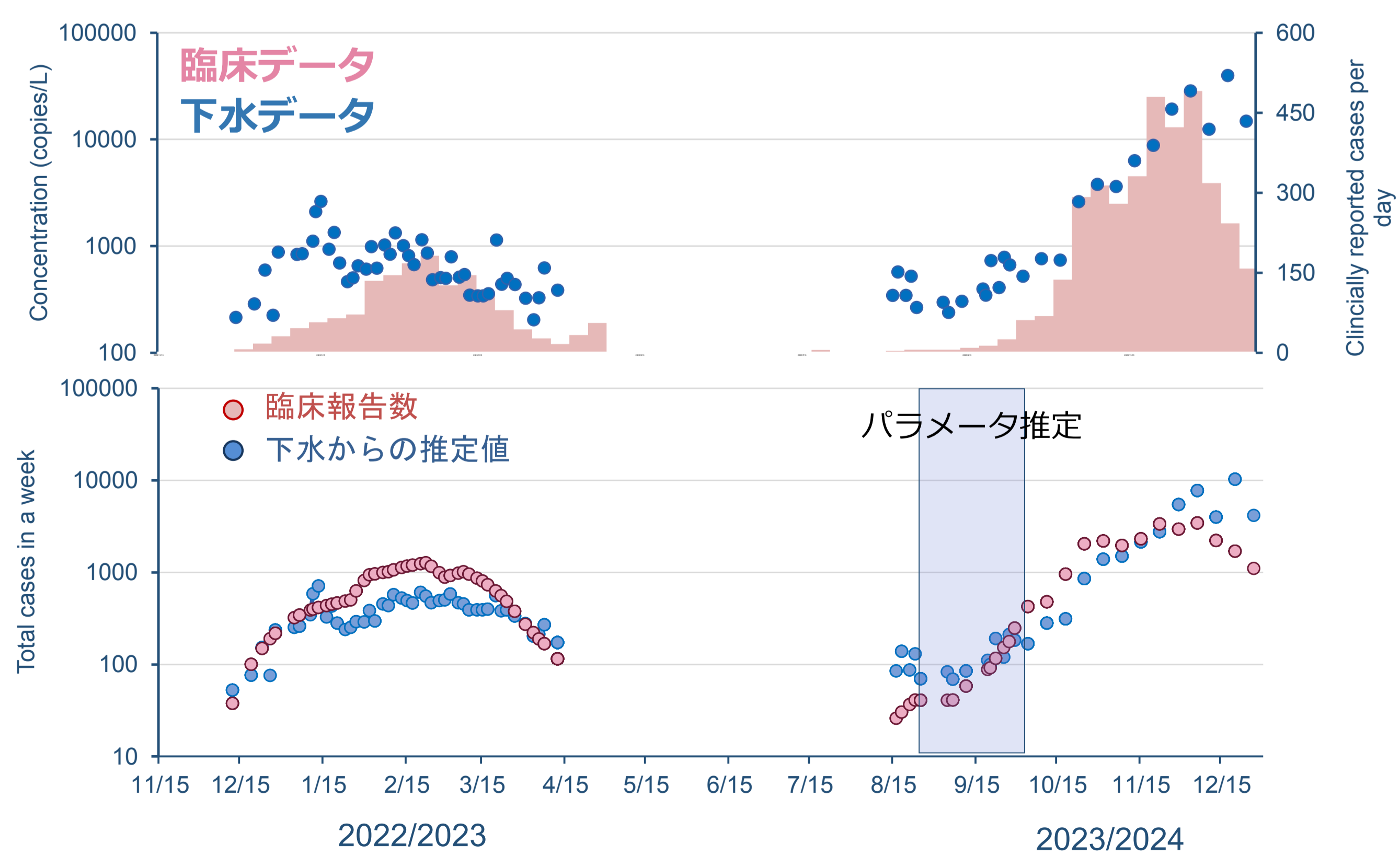
定数: 有症状率, 糞便量, 便排出率, 流量



COVID-19の感染者数予測



季節性インフルエンザへの適用



PRESENSモデルは、感染者からのウイルス排出メカニズムを考慮した独自の数理モデルである。

採水日から5日後までのCOVID-19感染者数を高い精度で予測可能なモデルを開発することに成功した。

本研究で開発したPRESENSモデルは、神奈川県「新型コロナ・予測モデルによる重症者数等シミュレーション」事業において活用され、ウェブサイトでその結果が公開されている。
https://www.pref.kanagawa.jp/docs/h2d/covid19/simulation_model.html

本モデルを季節性インフルエンザの感染者推定にも適用し、モデルによる感染者数推定値は報告値と概ね合致することが示された。

論文情報

- Ando H, Murakami M, Ahmed W, Iwamoto R, Okabe S, Kitajima M*. Wastewater-based prediction of COVID-19 cases using a highly sensitive SARS-CoV-2 RNA detection method combined with mathematical modeling. *Environment International*, 173, 107743, 2023.
- Ando H, Murakami M, Kitajima M, Reynolds K*. Wastewater-Based Estimation of Influenza a Virus Shedding Dynamics and Infection Cases Using the PRESENS Model. *SSRN*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4876516