

JST未来社会創造事業
「世界一の安全・安心社会の実現」領域

健全な社会と人を支える 安全安心な水循環系の実現

信州大学工学部特任教授・京都大学名誉教授 田中宏明(研究開発代表者)

北海道大学 大学院工学研究院 教授 松井 佳彦(共同研究者)



目指すべき社会（ビジョン）

水インフラにより、子供から高齢者まで、日々利用し、触れる水を意識せずとも健康を脅かすリスクから衛られ、水利用の安全安心が保障される社会の実現****

・ 安心して遊べる水辺



・ 安全な水道水や食品



さらに、将来出現しうる健康リスク（新興感染症、新たな化学物質等）の脅威に対応でき、レジリエンスに強く、下水に排泄される新型コロナウイルス等の公衆衛生情報も活用できる、世界で初めての高度な水インフラを実装した社会の実現

問題とボトルネック

1. 水循環系と衛生の全容把握がない

- ・広範で複雑な水の連関を把握した事例は皆無

2. 対処の目標基準が不明確

- ・ウイルスや薬剤耐性細菌の基準値はない
- ・未だに1938年当時の規制値(下水処理場放流水・事業場排水)

3. 対処に有効な技術がない

- ・機能とコストを両立して目標基準を実現する技術がない

縦割りの水行政

環境省・厚労省・国交省・農水省・経産省

気候変動で豪雨増
水インフラ老朽化

解決策

POC1

リスク管理・評価

- ① 重要管理点の設定手法の開発
- ② 下水のウイルスや細菌等の検出

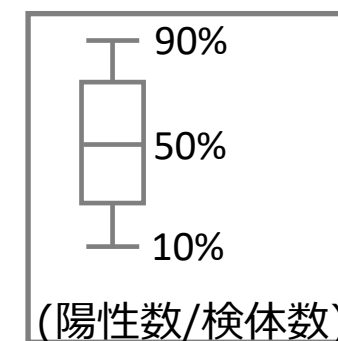
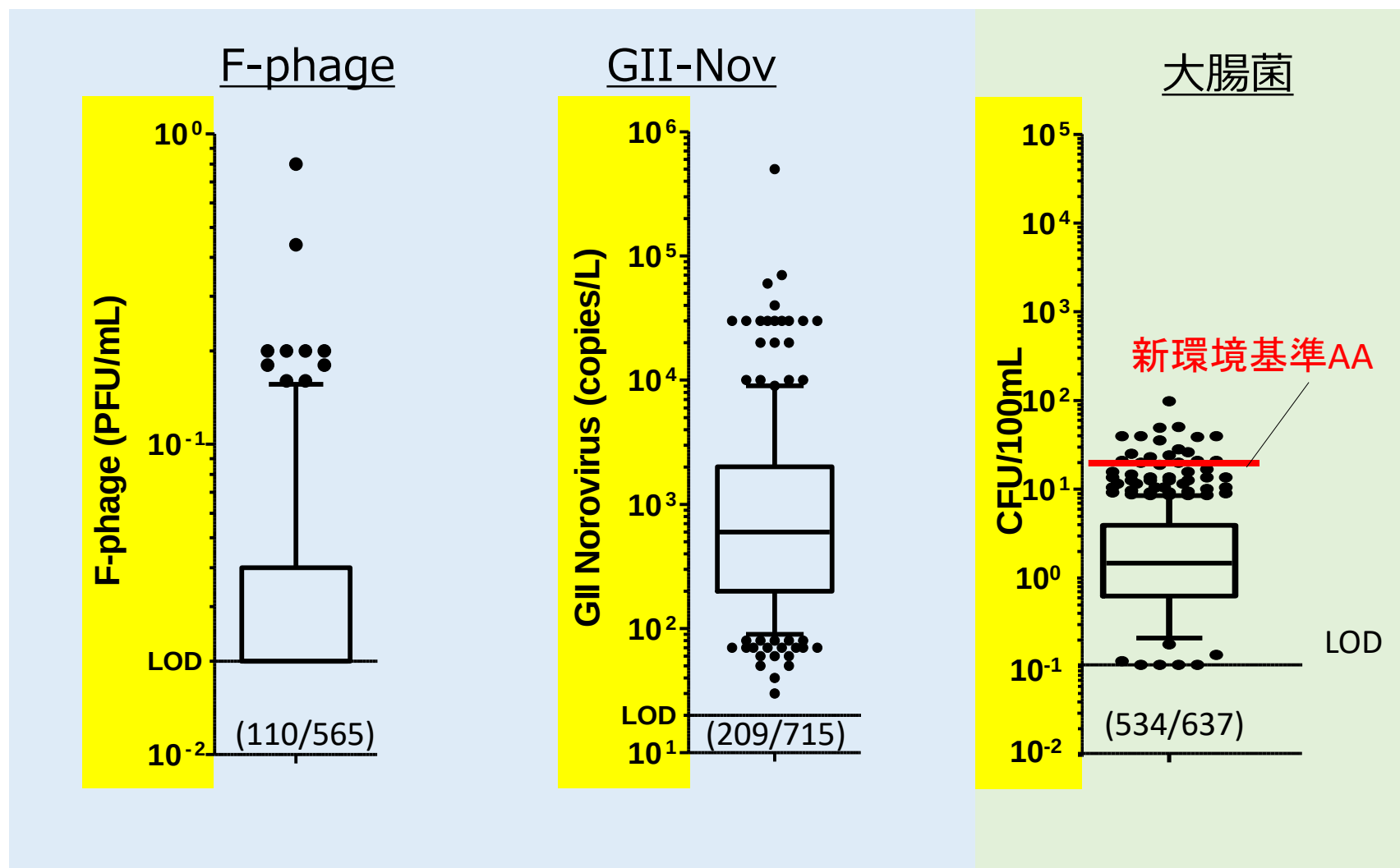


リスクコントロール

- ③ 水処理技術(オゾン、ナノマイクロバブルMBR、マイクロバブルVUV)の開発と組み合わせによる上下水の処理

POC2

琵琶湖南湖では大腸菌のAA基準を満足 ウイルスは下水放流水の1/100以上存在

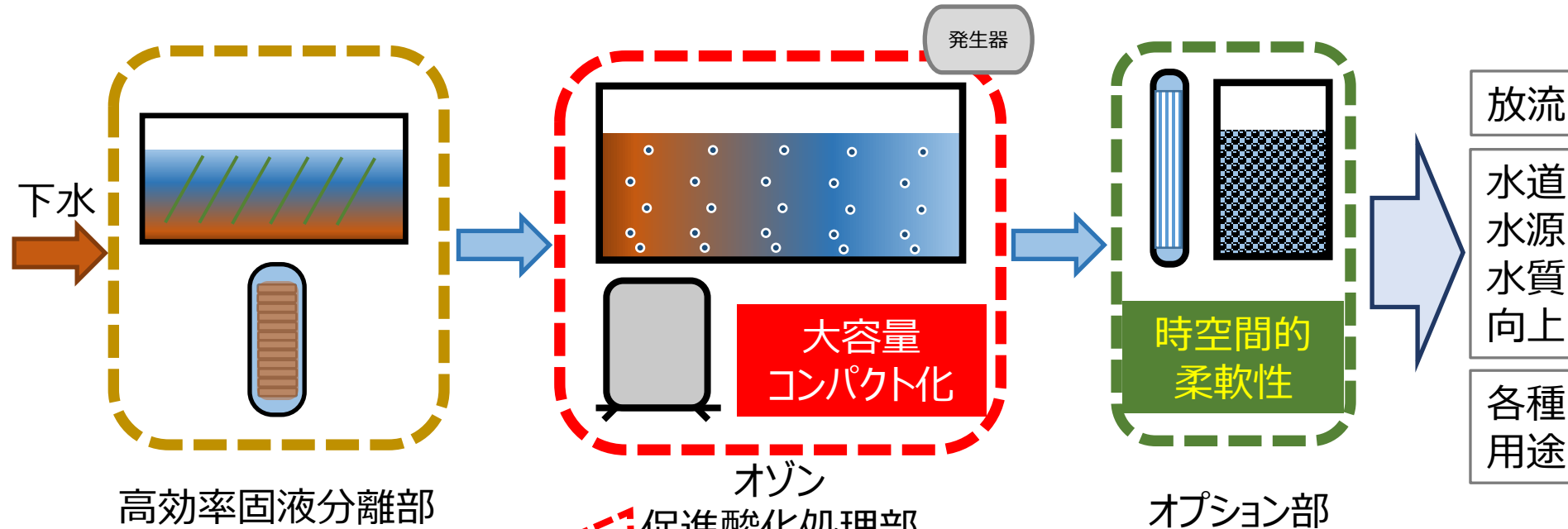


(2014年～2019年の毎月1～15ポイントで1回ずつ採水)

✓ 大腸菌では表せない 琵琶湖のウイルス汚染

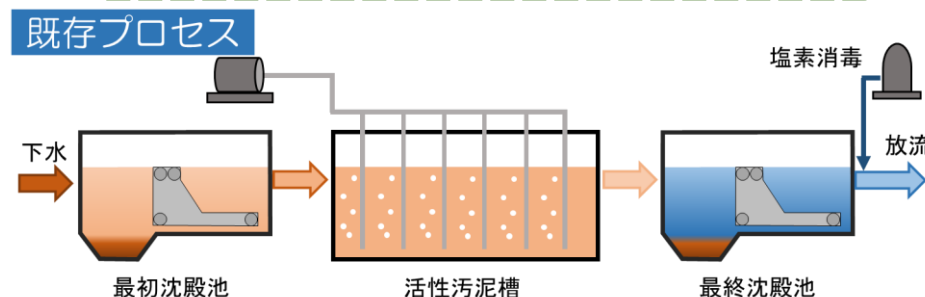
井原ら、2022

大容量・高濃度オゾン発生器の性能を 最大限に活かすプロセス



- ✓ 余剰汚泥の発生がない
- ✓ 今後も懸念される微量な物質の除去がすでにできている
- ✓ 審美的な水質項目の改善
- ✓ 運転の柔軟性
(自動最適運転への期待)
- ✓ 雨天時の全量処理の可能性
(消毒、微量物質の除去)

- ✓ 時空間的に必要に応じて運転が可能 (不要の場合も)
- ✓ 前段処理により負荷低減の可能性



探索研究での開発項目

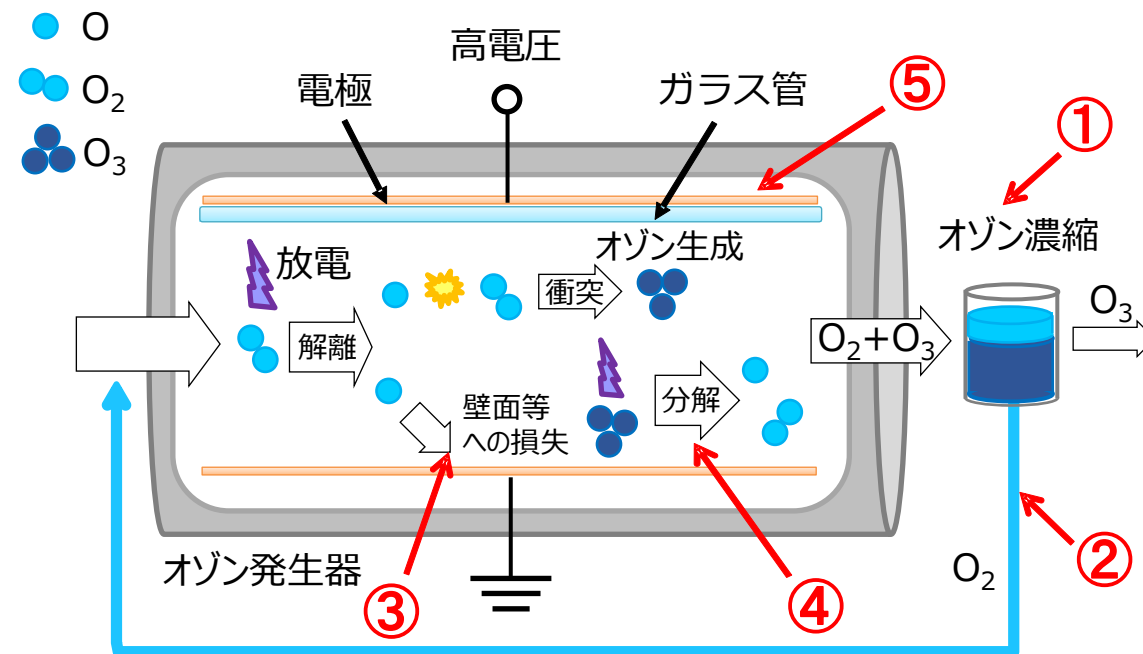
開発項目：低ライフサイクルコスト(LCC)オゾン発生器の実現可能性評価

目的・目標

机上検討により、小規模から大規模に至る広範囲な処理設備へ対応し、LCC低減を実現する低コストオゾン製造システムの実現可能性を見極める

達成手段

- (1) オゾン濃縮/酸素リサイクルシステムによるオゾン発生器の小容量化、ランニングコストの大幅削減
①② (三菱電機株式会社)
- (2) オゾン発生器における無効エネルギー消費の抑制
③④ (三菱電機株式会社)
- (3) 革新的な湿式電極製造技術の確立
⑤ (工学院大学)



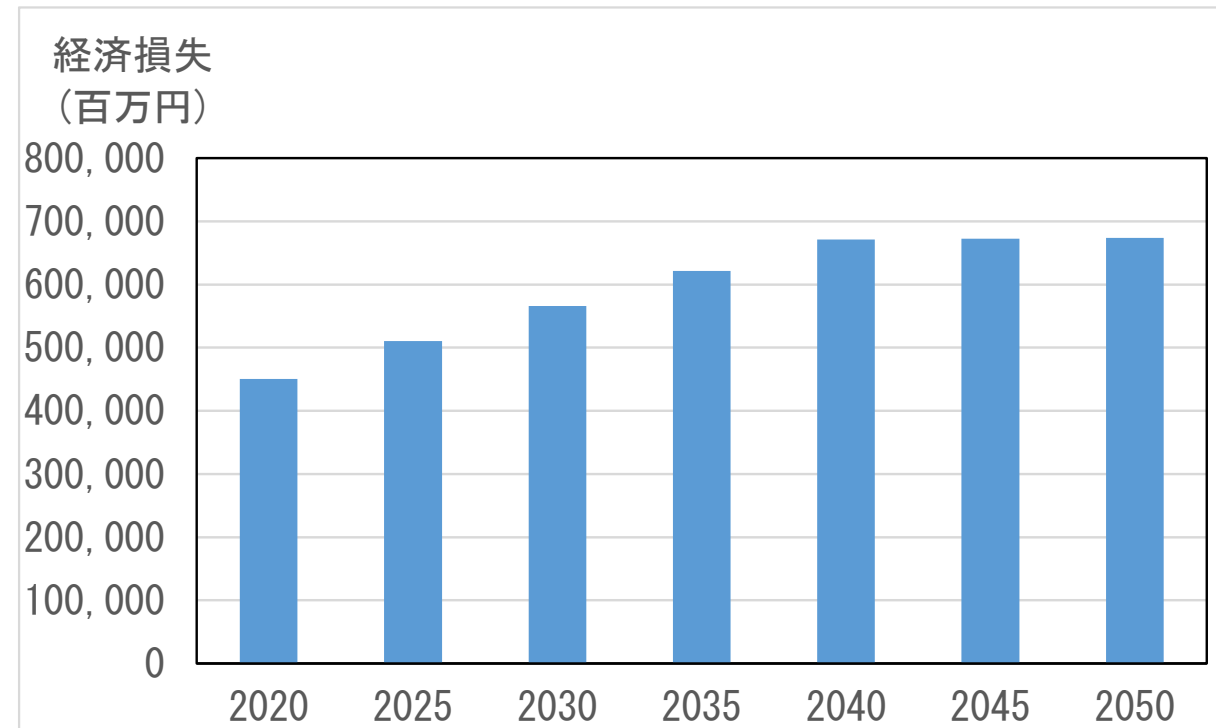
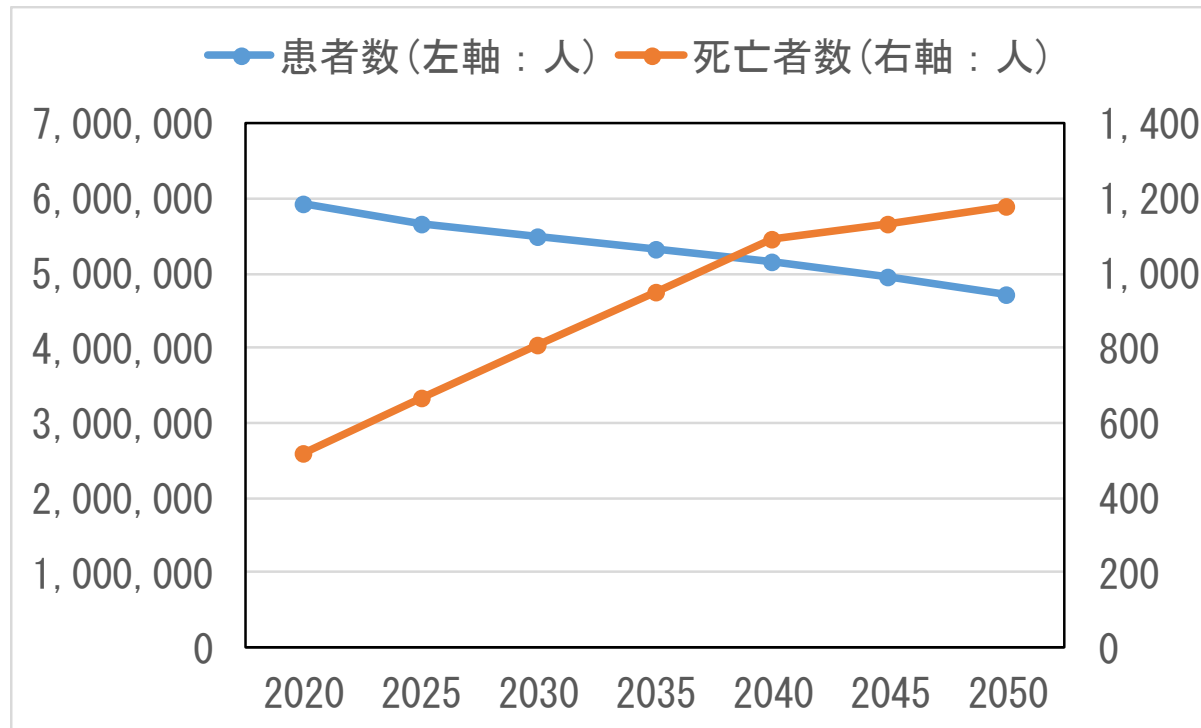
- ①小容量化、②酸素リサイクル、③高周波化
④異空間オゾン発生技術、⑤電極低コスト化

達成手段

1.これまでの研究成果

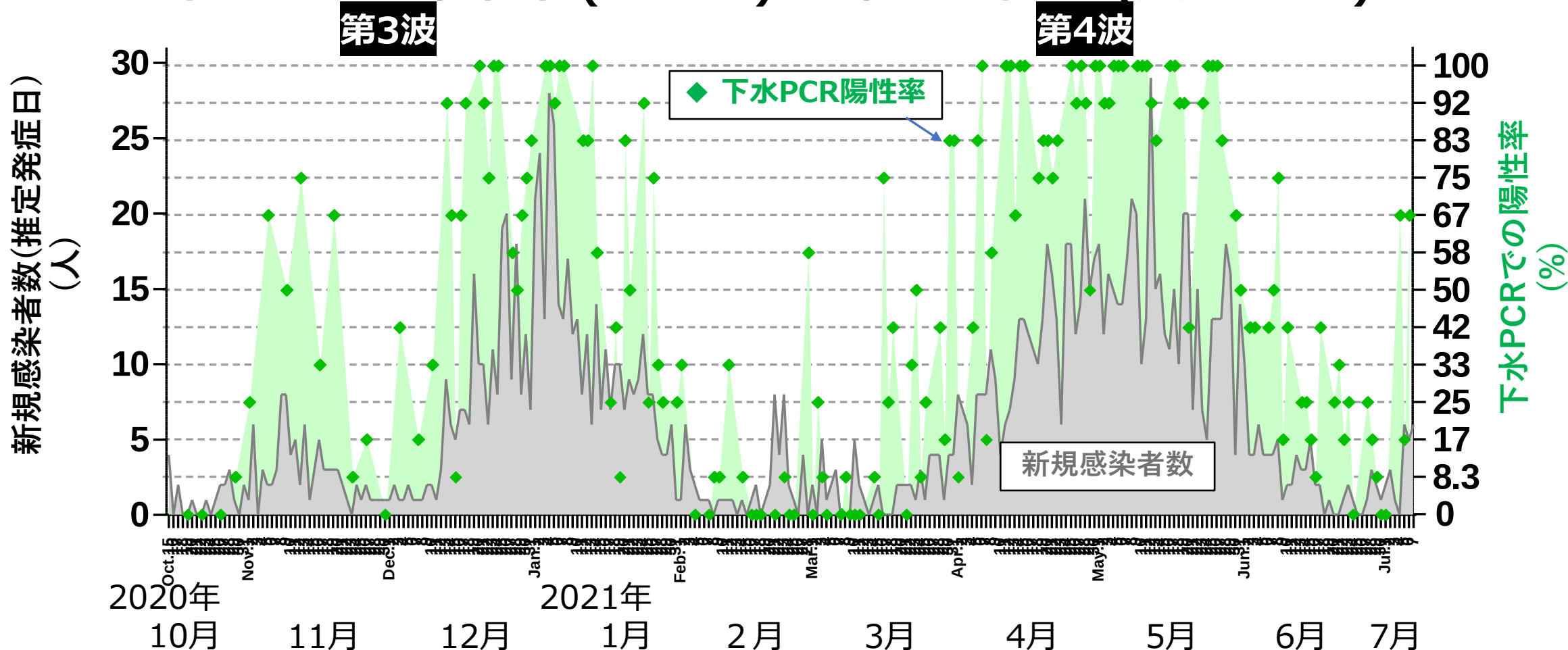
(①水系感染症による経済損失の定量化)

検討結果(左：患者数と死亡者数、右：経済損失)



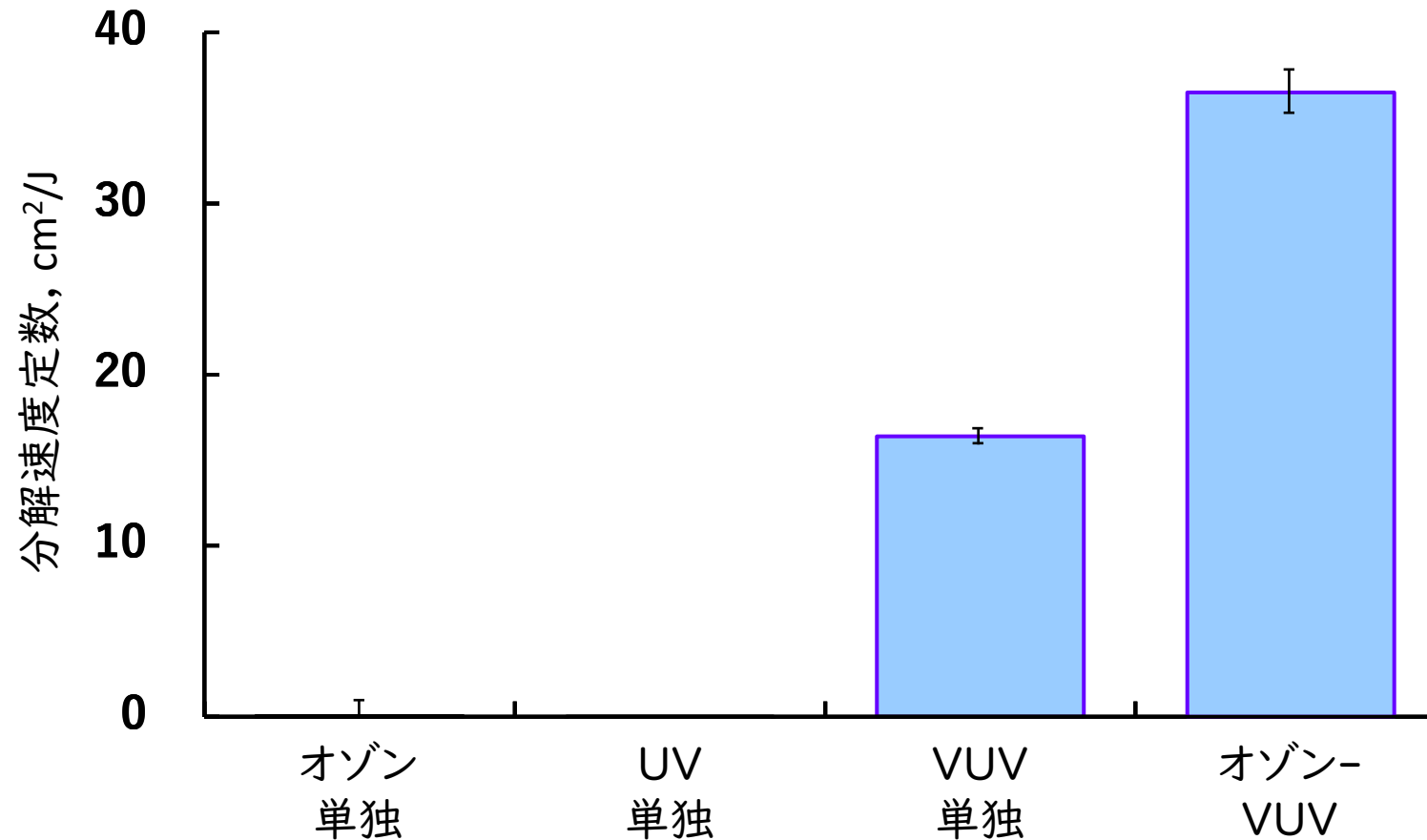
- 年間6,700億円以上の経済損失が見込まれる結果となった。

下水PCRでの陽性率 (n=159) vs 新規感染者数(推定発症日)

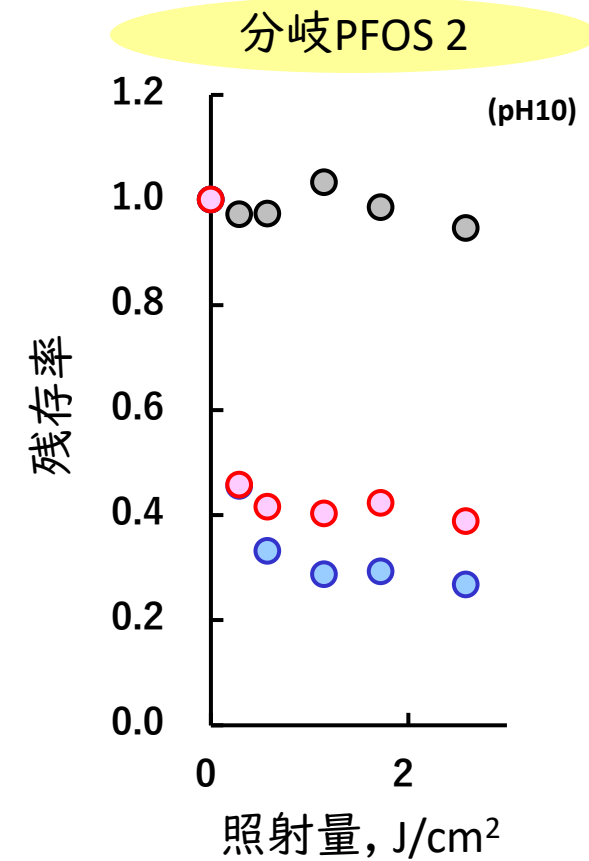
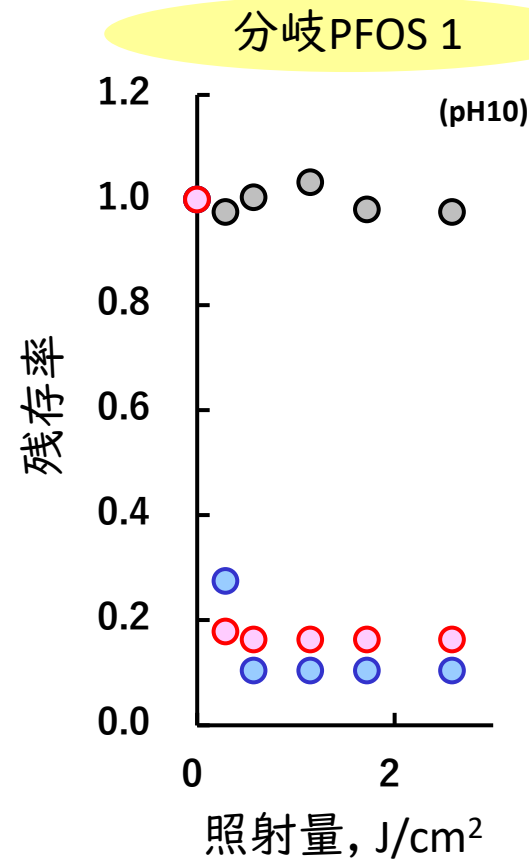
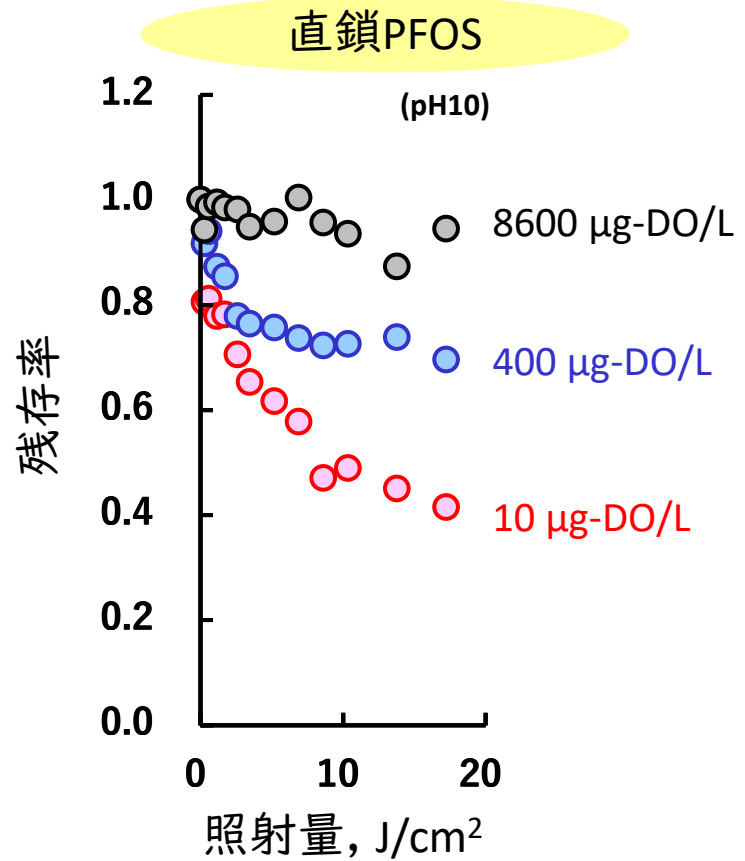


✓ 下水PCRでの陽性率と新規感染者数は相関する

オゾン-VUVによる1,4-ジオキサンの分解



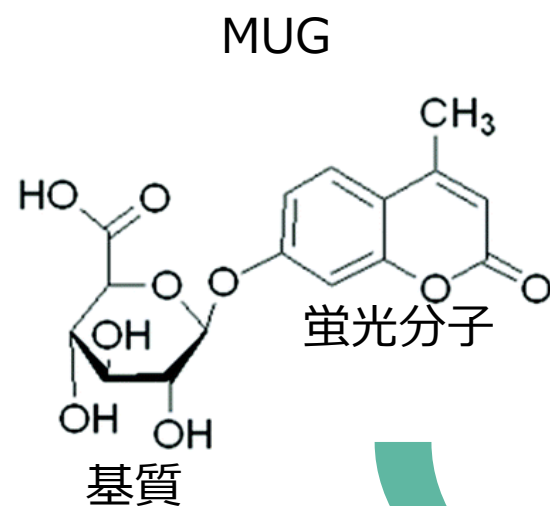
✓ オゾンとVUVを組み合わせることにより、1,4-ジオキサンの分解が促進された。



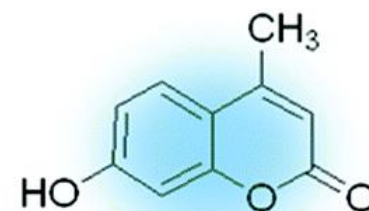
- ✓ 溶存酸素濃度を下げることにより、PFOSの分解が促進された。
- ✓ 特に分岐PFOSでは、分解速度が450倍となった。

薬剤耐性大腸菌検出システムの開発と下水の分析

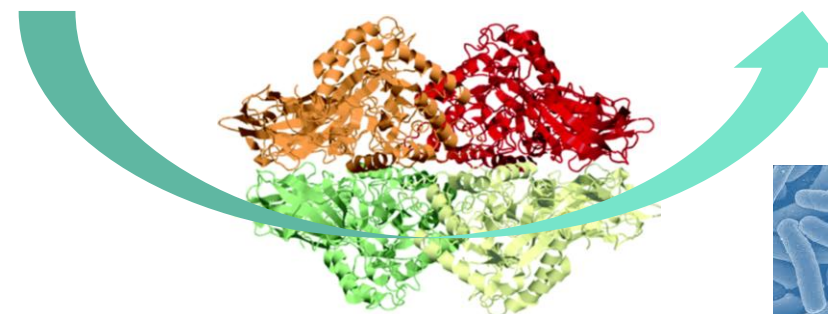
大腸菌用基質：4-メチルウンベリフェリル-β-D-グルクロニド (MUG)



4-メチルウンベリフェロン



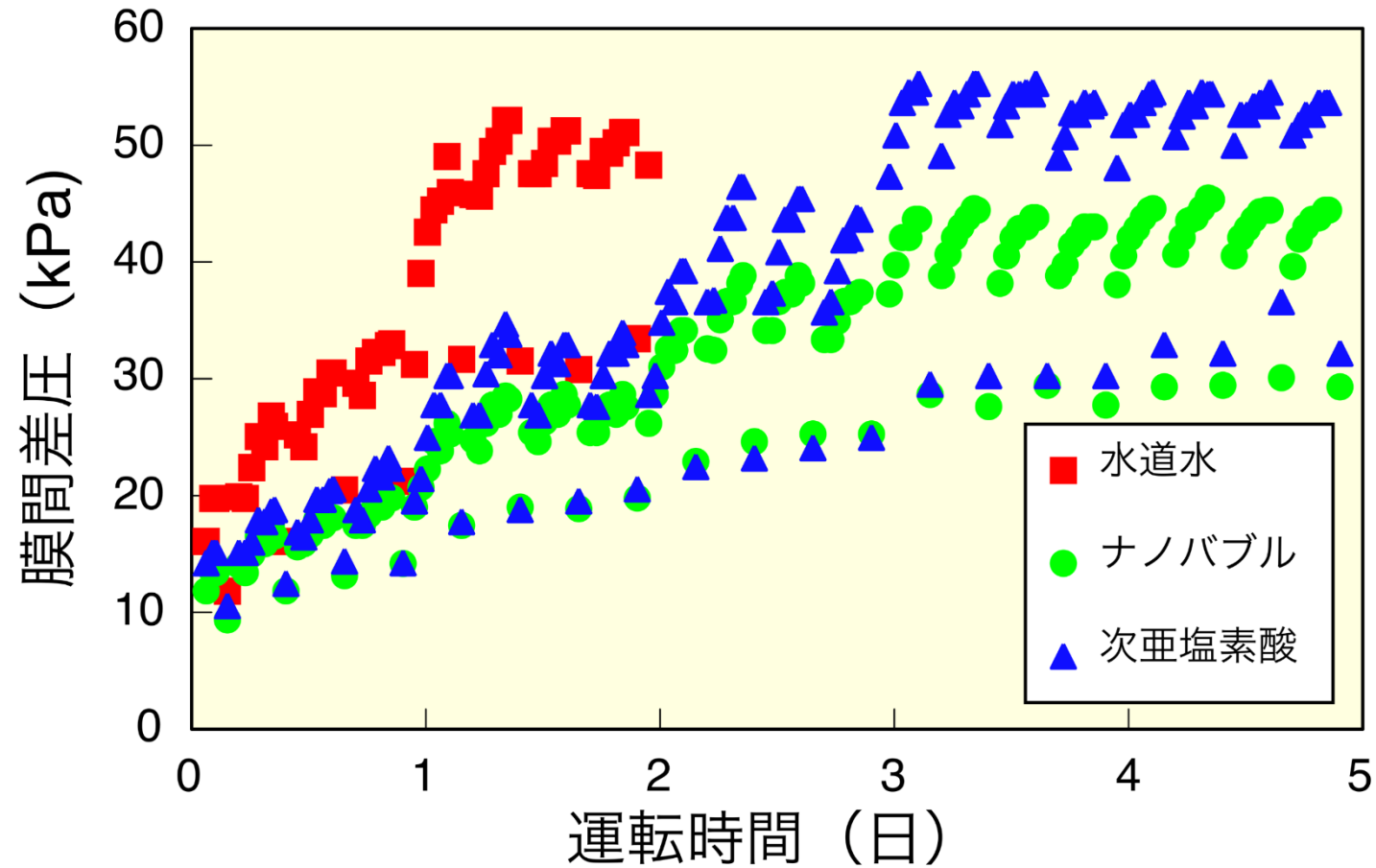
有 無



β-D-グルクロニダーゼ

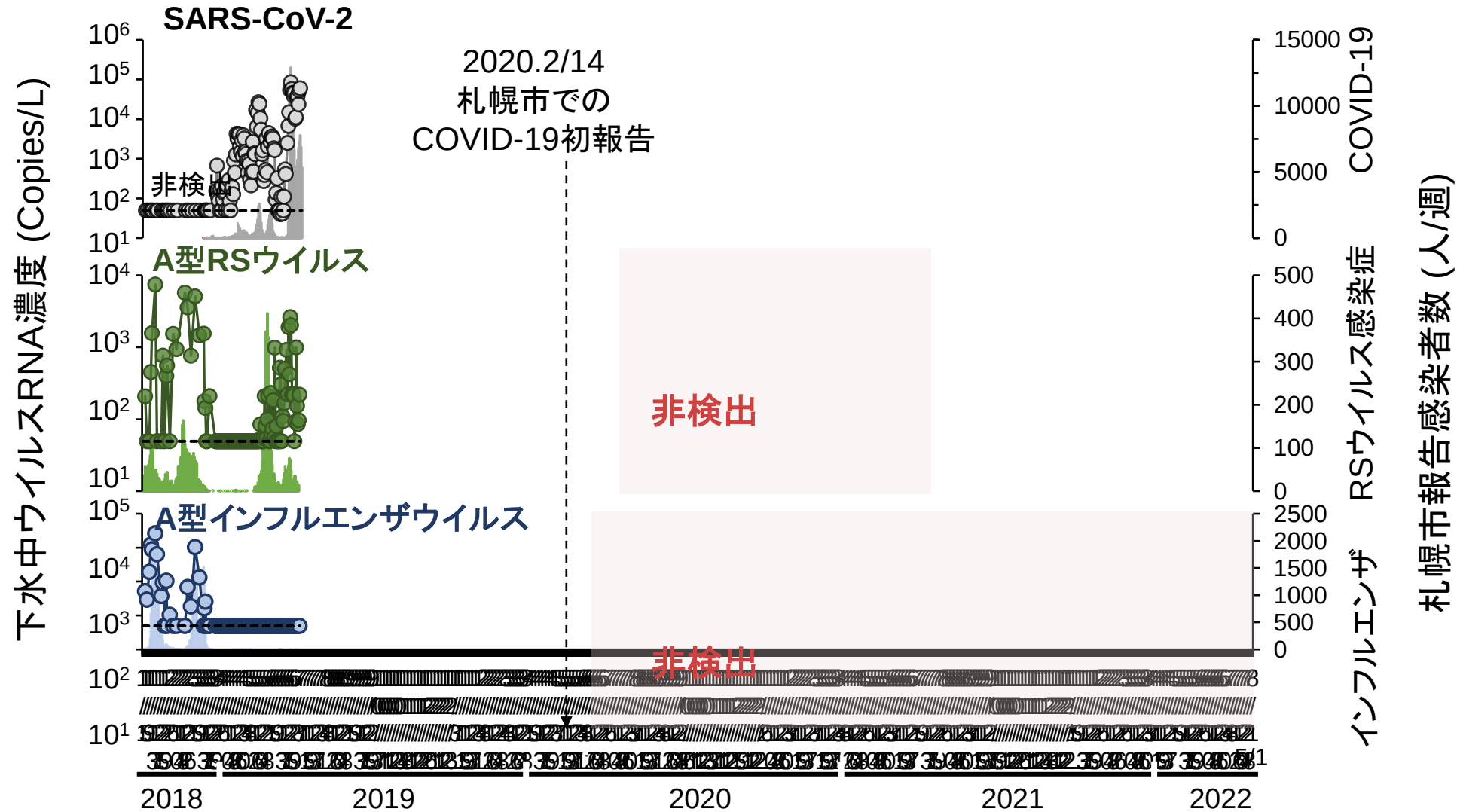


大腸菌



ナノバブルを用いる洗浄は化学薬品と同等以上の洗浄効果

下水疫学・EPISENS™法は他のウイルス感染症にも有効



①パンデミック下での他の感染症の流行状況把握 や ②平時のサーベイランス にも有効

安藤宏紀, 村上道夫, 岩本遼, 安藤良徳, 後藤大輝, 岡部聡, 北島正章. 下水疫学に基づくCOVID-19流行前後における呼吸器系ウイルス感染症の流行実態の解明. 第56回日本水環境学会年会 (2022年3月16日)

POC1に基づいた排水管理戦略を深化させるとともに、POC2の実証・認証を経て、老朽施設の改築更新に合わせ、従来技術では実現しえない安全安心な社会を構築へ

